

96-76-7290
MOTC-IOT-95-H2DA001

臺灣地區主要港口附近海域海氣象觀 測調查及資料庫建立之研究(2/4)



交通部運輸研究所
中華民國 96 年 5 月

96-76-7290
MOTC-IOT-95-H2DA001

臺灣地區主要港口附近海域海氣象觀 測調查及資料庫建立之研究(2/4)

著者：何良勝、曾相茂、吳基、林柏青、蘇青和

交通部運輸研究所
中華民國 96 年 5 月

國家圖書館出版品預行編目資料

臺灣地區主要港口附近海域海氣象觀測調查及資料庫建立之研究. (2/4) / 何良勝等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 96
面 : 公分
參考書目:面
ISBN 978-986-00-9739-9(平裝)

1. 海洋氣象 - 臺灣 - 自動化 2. 港埠 - 臺灣

444. 94029

96009043

臺灣地區主要港口附近海域海氣象觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)

著 者：何良勝、曾相茂、吳基、林柏青、蘇青和

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市敦化北路 240 號

網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版>中心出版品)

電 話：(04)26587176

出版年月：中華民國 96 年 5 月

印 刷 者：承亞興企業有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 110 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所港灣技術研究中心網站

定 價：800 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

國家書坊臺視總店:臺北市八德路 3 段 10 號 B1•電話:(02)25781515

五南文化廣場：臺中市中山路 2 號 B1•電話：(04)22260330

GPN：1009601243

ISBN：978-986-00-9739-9 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

96 臺灣地區主要港口附近海域海氣象觀測調查及資料庫建立之研究
(2/4)

交通部運輸研究所

GPN : 1009601243

定價 800 元

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：臺灣地區主要港口附近海域海氣象觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)			
國際標準書號 (或叢刊號) ISBN: 978-986-00-9739-9 (平裝)	政府出版品統一編號 1009601243	運輸研究所出版品編號 96-76-7290	計畫編號 95-H2DA001
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 計畫主持人：何良勝、曾相茂、吳基、林柏青、蘇青和 研究人員：徐如娟、林受勳、張富東、江玟德、廖慶堂、張惠華 聯絡電話：04-26587121 傳真號碼：04-26571329			研究期間 自 95 年 01 月 至 96 年 12 月
關鍵詞：海氣象觀測、船舶動態管理操作系統、波浪特性分析模式、薄層流輸沙			
摘要： <p>本研究主要辦理國內五個國際港及臺北、安平等兩個國內商港附近海域長期性之海氣象調查工作及觀測資料特性分析、資料庫建檔與後續年報之製作，同時配合計畫內容建立即時性的波浪查詢與船舶動態管理操作系統，及近岸漂沙監測系統等應用性工作。本研究依據工作屬性分列五個子項計畫，其中第一、二與五子計畫分別進行國內主要港口附近海域之風、波浪、海流與潮位之現場觀測與資料蒐集、資料庫建檔工作，資料分析包含本年度與歷年資料之相關特性分類及比對，同時將觀測資料之紀錄報表與相關統計量圖表製作為海氣象觀測資料年報。</p> <p>第三子計畫研究範圍包含建立花蓮港域船舶動態預警系統及波浪特性分析模式，並對花蓮、蘇澳兩港外廓防波堤進行安全監測工作。第四子計畫則是進行現場灘面測量、流速與底床懸浮質濃度等觀測工作並配合理論基礎，解析影響碎波帶漂沙之沿岸流、底迴流、淺灘動盪與薄層流現象等機制。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
96 年 5 月	930	800	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： 密 機密 極機密 絕對機密 (解密【限】條件： 年 月 日解密， 公布後解密， 附件抽存後解密， 工作完成或會議終了時解密， 另行檢討後辦理解密) 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Oceanographic Observation and Establishment of a Database of the Main ports in Taiwan (2/4)			
ISBN (OR ISSN) 978-986-00-9739-9 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009601243	IOT SERIAL NUMBER 96-76-7290	PROJECT NUMBER 95-H2DA001
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Chiu Y-F PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ho L.S., Tsen H.M., Wu C, Lin B.Q, Su C.H. PROJECT STAFF: Hsu J.C., Lin S.S., Chang F.T., Jiang W.D., Liaw C.T., Chang H.H. PHONE: 886-4-26587121 FAX: 886-4-26571329			PROJECT PERIOD FROM January 2006 TO December 2006
KEY WORDS: OCEAN DATA OBSERVATION, DYNAMIC SHIP MANAGEMENT QUERY SYSTEM, CHARACTERISTIC MODEL OF WAVE, SHEET-FLW SEDIMENT TRANSPORT			
ABSTRACT: <p>The purpose of this project is to investigate and monitor the marine meteorology and sediment transport in the coastal area of five international harbors and two domestic commercial harbors (Taipei and Anping) in Taiwan, and to establish relevant statistical analysis, annual reports and databases. The results are used to explore the mechanism of harbor ship variations. Five sub-projects are divided by their different working attributes in this research. The first, second, and fifth sub-projects are mainly dealing with field observations and data collection of winds, waves, currents, and tides in the near ocean of main harbors in Taiwan. Analyses include the classification and examination of relevant data characteristics. Annual reports are also established from those data analysis results</p> <p>The research scope of the third sub-project is to explore the mechanism of harbor resonance in Hualien Harbor induced by typhoon waves. The establishment of port safety-assessing model is expected to monitor the outer breakwaters at Hualien and Suao Harbors as a basic consideration for berthing in the ports.</p> <p>The forth sub-project is mainly to utilize the field sheet-flow measuring system in the surf zone in order to establish a coastal sediment transport model as an exploration of topographical variations in the coastal area.</p>			
DATE OF PUBLICATION May 2007	NUMBER OF PAGES 930	PRICE 800	CLASSIFICATION RESTRICTED CONFIDENTIAL SECRET TOP SECRET UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

總目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
總目錄.....	III
壹、緒論.....	壹-1
貳、第一子計畫：臺灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究 (2/4)	
第一章 海氣象資料蒐集與資料庫建置.....	1-1
第二章 臺灣五個國際港海氣象現場觀測調查概述.....	2-1
第三章 2006 年基隆港海氣象資料分析與特性.....	3-1
第四章 2006 年蘇澳港海氣象資料分析與特性.....	4-1
第五章 2006 年花蓮港海氣象資料分析與特性.....	5-1
第六章 2006 年高雄港海氣象資料分析與特性.....	6-1
第七章 2006 年臺中港海氣象資料分析與特性.....	7-1
第八章 2006 年颱風與波浪資料分析與特性.....	8-1
第九章 結論.....	9-1
參考文獻.....	10-1
附錄一 高雄中洲及二港口海流特性及相關性研究.....	附錄 1-1
附錄二 基隆港口「國際港海氣象觀測網站即時傳送監測系統之儀器安 裝」完工報告.....	附錄 2-1

參、第二子計畫：臺灣地區國內商港附近海域海氣象觀測分析研究(2/4)

第一章 前言.....	1-1
第二章 國內商港海上觀測站之裝置與觀測作業.....	2-1
第三章 風觀測資料分析.....	3-1
第四章 波浪觀測與資料分析.....	4-1
第五章 海流觀測資料分析.....	5-1
第六章 2006 年颱風資料蒐集分析.....	6-1
第七章 結論.....	7-1
參考文獻.....	8-1

肆、第三子計畫：臺灣地區港灣波浪推算與構造物安全監測研究(2/4)

第一章 前言.....	1-1
第二章 颱風風場模式特性探討.....	2-1
第三章 船舶動態管理系統之建立.....	3-1
第四章 花蓮港域波浪特性分析.....	4-1
第五章 港灣構造物之安全監測.....	5-1
第六章 結論與建議.....	6-1
參考文獻.....	7-1
附錄 A 花蓮港船隻動態紀錄表.....	8-1
附錄 B 花蓮港民國 93 年實測波高資料分析.....	9-1
附錄 C 花蓮港實測週期資料分析.....	10-1

伍、第四子計畫：臺灣地區港灣近岸海域漂沙調查研究(2/4)

第一章 前言.....	1-1
第二章 理論說明.....	2-1
第三章 現場觀測與分析.....	3-1
第四章 結論與建議.....	4-1
參考文獻.....	5-1

陸、第五子計畫：港灣海氣地象資料年報製作(2/4)

第一章 潮汐資料蒐集、處理及分析.....	1-1
第二章 海流資料蒐集、處理及分析.....	2-1
第三章 風資料蒐集、處理及分析.....	3-1
第四章 波浪資料蒐集、處理及分析.....	4-1
參考文獻.....	5-1

柒、總結論與建議..... 柒-1

捌、期末報告審查意見處理情形表..... 捌-1

玖、期末報告簡報資料..... 玖-1

壹 緒論

臺灣四周環海，開發海洋與近岸資源或近岸保全、發展航運等，為海洋國家之工作與使命，而長期性之海域海氣象調查、分析與彙整則為從事海洋環境及港灣工程者冀望之依據。本所港研中心往昔即於臺灣地區五個國際港及臺北、安平兩個國內商港附近海域建置海氣象觀測站，從事長期性的資料調查與分析，研究成果陸續提供相關單位辦理之依據，並將分析資料製作統一格式化之海氣地象年報與專刊，提供國內研究單位參酌之用。

本研究之施行係依據 90 年~93 年國家科技發展計畫之強化知識創新體系、創造產業競爭優勢、增進全民生活品質、促進國家永續發展、提升全民科技水準等總目標及策略課題；並配合第 7 次全國科學技術會議結論，交通部配合辦理策略四：推動研究交通土木建設與安全維護管理及生態衝擊評估相關科技，及策略五：研究港灣再開發，合理使用港埠空間，提昇港埠功能等政策目標。而且海象觀測工作需龐大經費及人力，因此，為有效地獲得海洋資料，即必需做整體規劃及建站的工作。另依據行政院第十三、十四次科技顧問會議有關建議方案及執行規劃中建議由交通部召集相關單位進行「建立海象長期觀測網」之細部規劃，其規劃方針(一)長期觀測網依任務導向作為責任區分(二)港灣工程及海岸保育部份由運輸研究所(港研中心)負責。

依據前述政策目標，本研究擬以四年時間(民國 94~97 年)廣續建置與維護臺灣地區各國際港與臺北、安平等國內商港附近海域之長期性海氣象觀測網站為首要工作，同時以觀測站所獲得資料進行資料庫的建檔與年報、專刊之製作，以及配合相關性計畫內容辦理各港域海氣象特性分析、建立即時性的波浪查詢與船舶動態管理操作系統，及近岸漂沙監測系統等應用性工作，以具體可行之工作項目完成本研究之目標。本研究之計畫目標及預定工作項目如後圖所示，由圖示可知，本研究屬計畫群組，以國內七大主要港口附近海域之觀測調查為母，

相關海氣象資料經基本的歸納、分析與資料庫建檔，依續製作資料年報或專刊，並依需求提供相關資訊網站或其他計畫參考應用。

依據前圖之工作屬性說明，本研究分列五個子項計畫，各子計畫之研究目標及工作項目概略說明如下：

1. 第一子計畫：臺灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究

本項計畫研究範圍包含基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港、臺中港等五個國際港附近海域之現場海氣象觀測與調查，工作內容則包含平常性之風、波浪、海流、潮汐與颱風侵襲之颱風影響因子等相關特性之統計分析與建檔，及附近海域波浪頻譜力學機構變遷的研究探討。根據現場資料之取得，經由歸納、統計分析過程，以圖形化或表格化的有用資訊提供港埠單位查詢，同時配合數值模式建立適用的推算模式，以期獲得五個國際港區完整的海氣象特性資訊。

2. 第二子計畫：臺灣地區國內商港附近海域海氣象觀測分析研究

本項計畫針對目前正在擴建中的主要國內商港安平港及臺北港，以港外海象觀測樁及移動式觀測浮台作為儀器載台，採自動擷取傳輸系統配合人員現場作業方式持續觀測蒐集海氣象資料，所得資料經統計分析，提供港務局作為規劃、設計、施工、環境監控之重要參考資訊，同時實測資料可配合數值模式建立適用的推算模式，將所蒐集即時的海象觀測值和長期變化統計數據儲存於資料庫內，再利用網路 GIS 系統展示於本中心之網站上提供各界參考。

3. 第三子計畫：臺灣地區港灣波浪推算與構造物安全監測研究

本項計畫主要利用本所港研中心於臺灣各主要港口地區之長期觀測資料，進行海域波浪特性分析與港內船隻異動探討，期望建立一套即時性的視窗化波浪查詢及船舶動態管理操作系統。同時，本計畫亦針對花蓮與蘇澳兩港之外廓防波堤作延續性的安全性評估作業，以作為未來推估沉箱安全之依據。

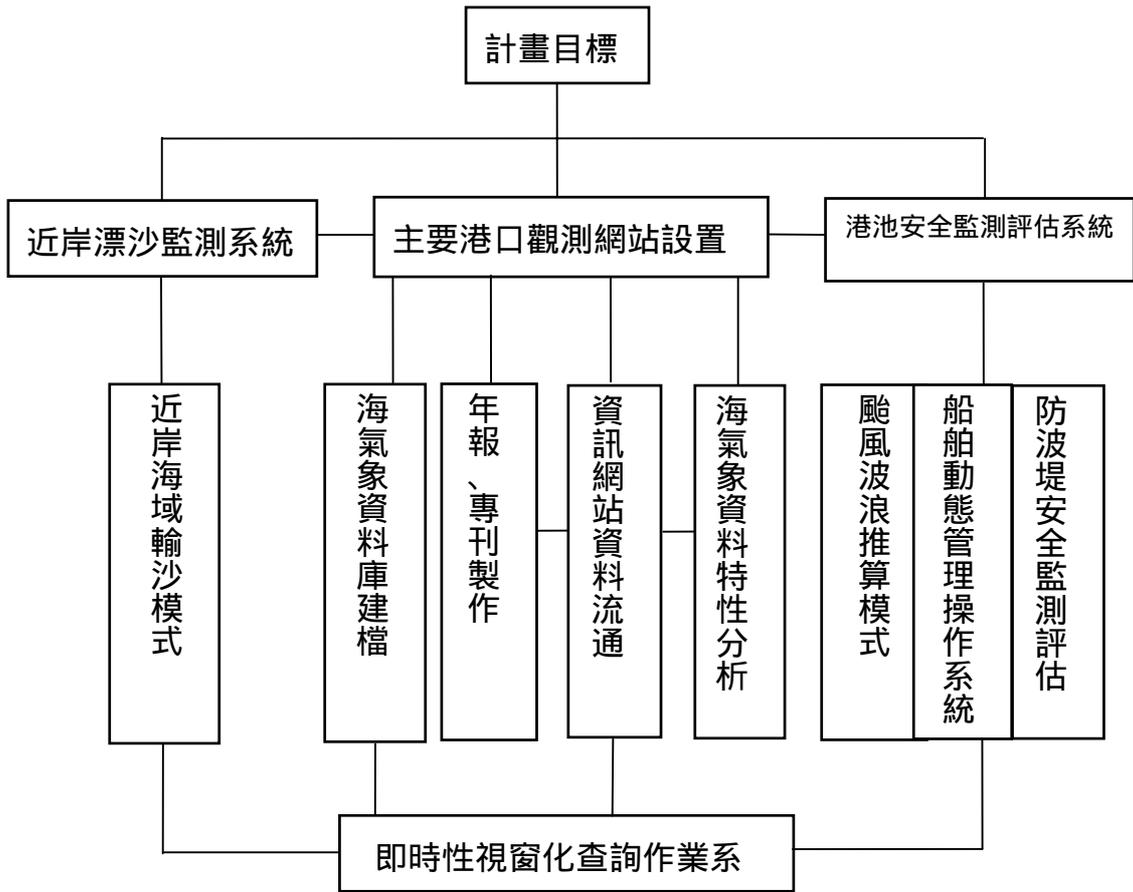
4. 第四子計畫：臺灣地區港灣近岸海域漂沙調查研究

本項計畫擬利用本所港研中心於臺灣地區主要港口附近海域長期觀測之波浪、海流等海象資料，並配合近岸碎波帶內現場漂沙運動觀測系統之建立，探討近岸海域漂沙與波浪之相關特性。

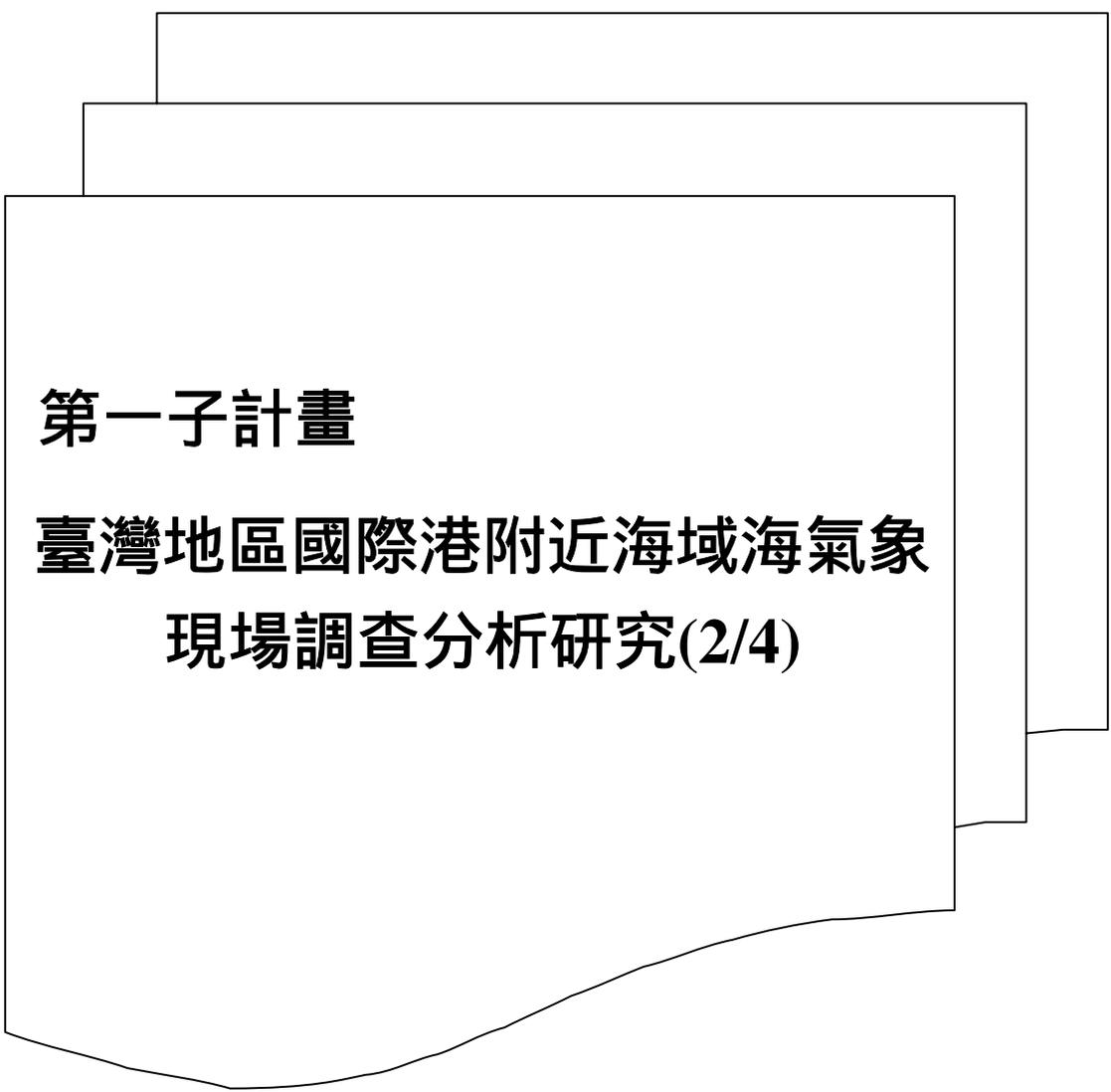
5. 第五子計畫：港灣海氣地象資料年報製作

本計畫係應用每年於前述各主要港口附近海域現場觀測及其他單位蒐集之相關海氣地象資料，進行資料彙整、分析，並以統一格式之報表與統計圖表進行年報及光碟製作，並針對部份港域之海氣象特性結果進一步製作專刊，工作成果可提供國內港務與研究單位於學術研究探討、港灣規劃設計或環境評估之參考依據。

本研究報告內容係依據各子計畫本年度之工作成果依序臚列，主要包括：第壹部份為本研究總體目標與工作項目之緒論說明；第貳部份則為第一子計畫有關國際港附近海域海氣象調查的工作成果，主要陳述觀測網站維護、資料庫建置與年度風、波浪、海流資料之分析結果，以及颱風資料的蒐集與分析；第參部份是第二子計畫國內商港附近海域海氣象的觀測分析成果，其中包含臺北、安平兩港本年度與歷年之風、波浪、海流資料之分析比較結果；第肆部份為第三子計畫之港灣波浪推算與構造物安全監測的工作成果，主要包括花蓮港域颱風影響因子與船舶動態的關係探討並建立船舶動態預警模式，與花蓮港域之波浪特性模式探討，以及花蓮、蘇澳兩港外廓防波堤堤址與堤體之監測結果；第伍部份則是第四子計畫有關港灣近岸海域漂沙調查的分析成果，主要進行安平港附近海域碎波帶現場觀測與灘面測量模式之建立，累積長期觀測結果以瞭解近岸海域漂沙與地形變化關係；第陸部份為第五子計畫之港灣海氣地象資料年報製作，本年度已完成包括基隆港、臺中港、高雄港、蘇澳港、花蓮港、臺北港與安平港等七個主要港口 2005 年風、波浪、海流與潮汐的觀測資料年報製作並已出版；第柒部份則是本研究五項子計畫工作成果之總結。



緒圖 研究目標與工作項目示意圖



第一子計畫

**臺灣地區國際港附近海域海氣象
現場調查分析研究(2/4)**

臺灣地區主要港口附近海域海氣象 觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)

第一子計畫

臺灣地區國際港附近海域海氣象 現場調查分析研究(2/4)

摘 要

自民國七十五年開始，本所港研中心即著手進行臺灣五個國際港附近海域長期性海氣象資料之蒐集、觀測、整理及分析歸納，冀求得到臺灣四周各劃分代表性區域的海氣象整體特性。十餘來已獲致頗佳的成果並提供港灣工程界及學者專家參考依據。本年度計畫是延續 2005 年度起長期研究之第二年計畫，汰舊換新引進較精密的觀測儀器，將五個國際港建立為一環狀之長期海氣象觀測網，以期獲得較長期的海氣象資料，2006 年度更新完成基隆港，2005 年度已完成高雄二港口觀測站，2003 年度臺中港北防波堤延長 480 公尺工程完工後立即在七月安裝完成臺中港觀測站，2002 年度完成蘇澳港觀測站，2001 年完成花蓮港觀測站，本(2006)年度基隆港汰舊換新重新安裝完成於西防波堤紅燈塔外觀測站。另一方面為彌補觀測站受局部之限制，配合本所其他研究計畫提供資料而在港口附近海域之海氣象資料以推導方式進行比對，以期獲得較全面性、完整之海象資料特性。

目 錄

	頁 次
摘要	I
目錄	II
圖目表	III
表目錄	XXII
第一章 海氣象資料蒐集與資料庫建置.....	1-1
第二章 臺灣五個國際港海氣象現場觀測調查概述.....	2-1
第三章 2006 年基隆港海氣象資料分析與特性.....	3-1
第四章 2006 年蘇澳港海氣象資料分析與特性.....	4-1
第五章 2006 年花蓮港海氣象資料分析與特性.....	5-1
第六章 2006 年高雄港海氣象資料分析與特性.....	6-1
第七章 2006 年臺中港海氣象資料分析與特性.....	7-1
第八章 2006 年颱風與波浪資料分析與特性.....	8-1
第九章 結論.....	9-1
參考文獻	10-1
附錄一 高雄中洲及二港口海流特性及相關性研究.....	附錄 1-1
附錄二 基隆港口「國際港海氣象觀測網站即時傳送監 測系統之儀器安裝」完工報告.....	附錄 2-1

圖 目 錄

圖 2.1	90 年 6 月完成之基隆港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖 ..	2-9
圖 2.2	91 年 7 月完成之蘇澳港海氣象測站儀器安裝佈置示意圖	2-10
圖 2.3	90 年 8 月完成之花蓮港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖 ..	2-11
圖 2.4	94 年 12 月完成之高雄港海氣象觀測站儀器安裝佈置示 意圖.....	2-12
圖 2.5	92 年 7 月完成之臺中港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖 ..	2-13
圖 2.6	本所海氣象長期觀測監測系統架構圖.....	2-14
圖 2.7	海氣象觀測站監測系統網站	2-15
圖 2.8	AWCP 波高波向與剖面海流即時傳送監測系統示意圖	2-16
圖 2.9	五個國際港海氣象觀測站系統架構示意圖.....	2-17
圖 2.10	AWCP 監測系統波浪量測模式說明圖	2-18
圖 2.11	AWCP 監測系統海流量測模式說明圖	2-19
圖 2.12	AWCP 監測系統水下安裝後之狀況圖(1)	2-20
圖 2.13	AWCP 監測系統水下安裝後之狀況圖(2)	2-21
圖 2.14	AWCP 監測系統水下安裝後之狀況圖(3)	2-22
圖 2.15	AWCP 監測系統水下安裝後之狀況圖(4)	2-23
圖 2.16	AWCP 監測系統資料前處圖	2-24
圖 2.17	AWCP 監測系統之壓力式波浪水位變化圖	2-25
圖 2.18	AWCP 監測系統之波高、週期、潮位、流速、流向、波 向之逐時變.....	2-26
圖 3.1	2006 年 1 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-4
圖 3.2	2006 年 2 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-5

圖 3.3	2006 年 3 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-6
圖 3.4	2006 年 4 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-7
圖 3.5	2006 年 5 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-8
圖 3.6	2006 年 6 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-9
圖 3.7	2006 年 7 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-10
圖 3.8	2006 年 8 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-11
圖 3.9	2006 年 9 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-12
圖 3.10	2006 年 10 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-13
圖 3.11	2006 年 11 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-14
圖 3.12	2006 年 12 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	3-15
圖 3.13	2006 年 1 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-16
圖 3.14	2006 年 2 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-16
圖 3.15	2006 年 3 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-16
圖 3.16	2006 年 4 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-16
圖 3.17	2006 年 5 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-17
圖 3.18	2006 年 6 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-17
圖 3.19	2006 年 7 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-17
圖 3.20	2006 年 8 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-17
圖 3.21	2006 年 9 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-18
圖 3.22	2006 年 10 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-18
圖 3.23	2006 年 11 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-18
圖 3.24	2006 年 12 月基隆港測站-波浪玫瑰圖	3-18
圖 3.25	2006 年 1 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-19
圖 3.26	2006 年 1 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-19

圖 3.27	2006 年 1 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-19
圖 3.28	2006 年 2 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-20
圖 3.29	2006 年 2 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-20
圖 3.30	2006 年 2 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-20
圖 3.31	2006 年 3 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-21
圖 3.32	2006 年 3 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-21
圖 3.33	2006 年 3 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-21
圖 3.34	2006 年 4 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-22
圖 3.35	2006 年 4 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-22
圖 3.36	2006 年 4 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-22
圖 3.37	2006 年 5 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-23
圖 3.38	2006 年 5 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-23
圖 3.39	2006 年 5 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-24
圖 3.40	2006 年 6 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-24
圖 3.41	2006 年 6 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-24
圖 3.42	2006 年 6 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-24
圖 3.43	2006 年 7 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-25
圖 3.44	2006 年 7 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-25
圖 3.45	2006 年 7 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-25
圖 3.46	2006 年 8 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-26
圖 3.47	2006 年 8 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-26
圖 3.48	2006 年 8 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-26
圖 3.49	2006 年 9 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-27
圖 3.50	2006 年 9 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-27

圖 3.51	2006 年 9 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-27
圖 3.52	2006 年 10 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-28
圖 3.53	2006 年 10 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-28
圖 3.54	2006 年 10 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-28
圖 3.55	2006 年 11 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-29
圖 3.56	2006 年 11 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-29
圖 3.57	2006 年 11 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-29
圖 3.58	2006 年 12 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖	3-30
圖 3.59	2006 年 12 月基隆港測站-中層海流玫瑰圖	3-30
圖 3.60	2006 年 12 月基隆港測站-下層海流玫瑰圖	3-30
圖 3.61	2006 年 1 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-31
圖 3.62	2006 年 2 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-31
圖 3.63	2006 年 3 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-31
圖 3.64	2006 年 4 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-31
圖 3.65	2006 年 5 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-32
圖 3.66	2006 年 6 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-32
圖 3.67	2006 年 7 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-32
圖 3.68	2006 年 8 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-32
圖 3.69	2006 年 9 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-33
圖 3.70	2006 年 10 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-33
圖 3.71	2006 年 11 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-33
圖 3.72	2006 年 12 月基隆港測站-風玫瑰圖	3-33
圖 4.1	2006 年 1 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-4
圖 4.2	2006 年 2 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-5

圖 4.3	2006 年 3 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-6
圖 4.4	2006 年 4 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-7
圖 4.5	2006 年 5 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-8
圖 4.6	2006 年 6 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-9
圖 4.7	2006 年 7 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-10
圖 4.8	2006 年 8 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-11
圖 4.9	2006 年 9 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-12
圖 4.10	2006 年 10 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-13
圖 4.11	2006 年 11 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-14
圖 4.12	2006 年 12 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	4-15
圖 4.13	2006 年 1 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-16
圖 4.14	2006 年 2 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-16
圖 4.15	2006 年 3 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-16
圖 4.16	2006 年 4 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-16
圖 4.17	2006 年 5 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-17
圖 4.18	2006 年 6 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-17
圖 4.19	2006 年 7 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-17
圖 4.20	2006 年 8 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-17
圖 4.21	2006 年 9 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-18
圖 4.22	2006 年 10 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-18
圖 4.23	2006 年 11 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-18
圖 4.24	2006 年 12 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖	4-18
圖 4.25	2006 年 1 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-19
圖 4.26	2006 年 1 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-19

圖 4.27	2006 年 1 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-19
圖 4.28	2006 年 2 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-20
圖 4.29	2006 年 2 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-20
圖 4.30	2006 年 2 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-20
圖 4.31	2006 年 3 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-21
圖 4.32	2006 年 3 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-21
圖 4.33	2006 年 3 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-21
圖 4.34	2006 年 4 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-22
圖 4.35	2006 年 4 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-22
圖 4.36	2006 年 4 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-22
圖 4.37	2006 年 5 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-23
圖 4.38	2006 年 5 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-23
圖 4.39	2006 年 5 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-23
圖 4.40	2006 年 6 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-24
圖 4.41	2006 年 6 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-24
圖 4.42	2006 年 6 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-24
圖 4.43	2006 年 7 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-25
圖 4.44	2006 年 7 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-25
圖 4.45	2006 年 7 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-25
圖 4.46	2006 年 8 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-26
圖 4.47	2006 年 8 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-26
圖 4.48	2006 年 8 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-26
圖 4.49	2006 年 9 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-27
圖 4.50	2006 年 9 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-27

圖 4.51	2006 年 9 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-27
圖 4.52	2006 年 10 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-28
圖 4.53	2006 年 10 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-28
圖 4.54	2006 年 10 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-28
圖 4.55	2006 年 11 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-29
圖 4.56	2006 年 11 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-29
圖 4.57	2006 年 11 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-29
圖 4.58	2006 年 12 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖	4-30
圖 4.59	2006 年 12 月蘇澳港測站-中層海流玫瑰圖	4-30
圖 4.60	2006 年 12 月蘇澳港測站-下層海流玫瑰圖	4-30
圖 4.61	2006 年 1 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-31
圖 4.62	2006 年 2 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-31
圖 4.63	2006 年 3 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-31
圖 4.64	2006 年 4 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-31
圖 4.65	2006 年 5 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-32
圖 4.66	2006 年 6 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-32
圖 4.67	2006 年 7 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-32
圖 4.68	2006 年 8 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-32
圖 4.69	2006 年 9 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-33
圖 4.70	2006 年 10 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-33
圖 4.71	2006 年 11 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-33
圖 4.72	2006 年 12 月蘇澳港測站-風玫瑰圖	4-33
圖 5.1	2006 年 1 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-4
圖 5.2	2006 年 2 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-5

圖 5.3	2006 年 3 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-6
圖 5.4	2006 年 4 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-7
圖 5.5	2006 年 5 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-8
圖 5.6	2006 年 6 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-9
圖 5.7	2006 年 7 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-10
圖 5.8	2006 年 8 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-11
圖 5.9	2006 年 9 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-12
圖 5.10	2006 年 10 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-13
圖 5.11	2006 年 11 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-14
圖 5.12	2006 年 12 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	5-15
圖 5.13	2006 年 1 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-16
圖 5.14	2006 年 2 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-16
圖 5.15	2006 年 3 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-16
圖 5.16	2006 年 4 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-16
圖 5.17	2006 年 5 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-17
圖 5.18	2006 年 6 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-17
圖 5.19	2006 年 7 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-17
圖 5.20	2006 年 8 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-17
圖 5.21	2006 年 9 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-18
圖 5.22	2006 年 10 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-18
圖 5.23	2006 年 11 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-18
圖 5.24	2006 年 12 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖	5-18
圖 5.25	2006 年 1 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-19
圖 5.26	2006 年 1 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-19

圖 5.27	2006 年 1 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-19
圖 5.28	2006 年 2 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-20
圖 5.29	2006 年 2 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-20
圖 5.30	2006 年 2 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-20
圖 5.31	2006 年 3 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-21
圖 5.32	2006 年 3 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-21
圖 5.33	2006 年 3 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-21
圖 5.34	2006 年 4 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-22
圖 5.35	2006 年 4 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-22
圖 5.36	2006 年 4 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-22
圖 5.37	2006 年 5 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-23
圖 5.38	2006 年 5 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-23
圖 5.39	2006 年 5 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-23
圖 5.40	2006 年 6 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-24
圖 5.41	2006 年 6 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-24
圖 5.42	2006 年 6 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-24
圖 5.43	2006 年 7 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-25
圖 5.44	2006 年 7 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-25
圖 5.45	2006 年 7 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-25
圖 5.46	2006 年 8 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-26
圖 5.47	2006 年 8 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-26
圖 5.48	2006 年 8 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-26
圖 5.49	2006 年 9 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-27
圖 5.50	2006 年 9 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-27

圖 5.51	2006 年 9 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-27
圖 5.52	2006 年 10 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-28
圖 5.53	2006 年 10 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-28
圖 5.54	2006 年 10 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-28
圖 5.55	2006 年 11 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-29
圖 5.56	2006 年 11 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-29
圖 5.57	2006 年 11 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-29
圖 5.58	2006 年 12 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖	5-30
圖 5.59	2006 年 12 月花蓮港測站-中層海流玫瑰圖	5-30
圖 5.60	2006 年 12 月花蓮港測站-下層海流玫瑰圖	5-30
圖 5.61	2006 年 1 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-31
圖 5.62	2006 年 2 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-31
圖 5.63	2006 年 3 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-31
圖 5.64	2006 年 4 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-31
圖 5.65	2006 年 5 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-32
圖 5.66	2006 年 6 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-32
圖 5.67	2006 年 7 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-32
圖 5.68	2006 年 8 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-32
圖 5.69	2006 年 9 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-33
圖 5.70	2006 年 10 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-33
圖 5.71	2006 年 11 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-33
圖 5.72	2006 年 12 月花蓮港測站-風玫瑰圖	5-33
圖 6.1	2006 年 1 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-4
圖 6.2	2006 年 2 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-5

圖 6.3	2006 年 3 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-6
圖 6.4	2006 年 4 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-7
圖 6.5	2006 年 5 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-8
圖 6.6	2006 年 6 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-9
圖 6.7	2006 年 7 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-10
圖 6.8	2006 年 8 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-11
圖 6.9	2006 年 9 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-12
圖 6.10	2006 年 10 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-13
圖 6.11	2006 年 11 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-14
圖 6.12	2006 年 12 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	6-15
圖 6.13	2006 年 1 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-16
圖 6.14	2006 年 2 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-16
圖 6.15	2006 年 3 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-16
圖 6.16	2006 年 4 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-16
圖 6.17	2006 年 5 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-17
圖 6.18	2006 年 6 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-17
圖 6.19	2006 年 7 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-17
圖 6.20	2006 年 8 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-17
圖 6.21	2006 年 9 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-18
圖 6.22	2006 年 10 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-18
圖 6.23	2006 年 11 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-18
圖 6.24	2006 年 12 月高雄港測站-波浪玫瑰圖	6-18
圖 6.25	2006 年 1 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-19
圖 6.26	2006 年 1 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-19

圖 6.27	2006 年 1 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-19
圖 6.28	2006 年 2 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-20
圖 6.29	2006 年 2 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-20
圖 6.30	2006 年 2 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-20
圖 6.31	2006 年 3 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-21
圖 6.32	2006 年 3 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-21
圖 6.33	2006 年 3 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-21
圖 6.34	2006 年 4 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-22
圖 6.35	2006 年 4 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-22
圖 6.36	2006 年 4 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-22
圖 6.37	2006 年 5 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-23
圖 6.38	2006 年 5 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-23
圖 6.39	2006 年 5 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-23
圖 6.40	2006 年 6 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-24
圖 6.41	2006 年 6 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-24
圖 6.42	2006 年 6 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-24
圖 6.43	2006 年 7 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-25
圖 6.44	2006 年 7 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-25
圖 6.45	2006 年 7 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-25
圖 6.46	2006 年 8 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-26
圖 6.47	2006 年 8 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-26
圖 6.48	2006 年 8 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-26
圖 6.49	2006 年 9 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-27
圖 6.50	2006 年 9 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-27

圖 6.51	2006 年 9 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-27
圖 6.52	2006 年 10 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-28
圖 6.53	2006 年 10 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-28
圖 6.54	2006 年 10 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-28
圖 6.55	2006 年 11 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-29
圖 6.56	2006 年 11 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-29
圖 6.57	2006 年 11 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-29
圖 6.58	2006 年 12 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖	6-30
圖 6.59	2006 年 12 月高雄港測站-中層海流玫瑰圖	6-30
圖 6.60	2006 年 12 月高雄港測站-下層海流玫瑰圖	6-30
圖 6.61	2006 年 1 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-31
圖 6.62	2006 年 2 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-31
圖 6.63	2006 年 3 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-31
圖 6.64	2006 年 4 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-31
圖 6.65	2006 年 5 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-32
圖 6.66	2006 年 6 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-32
圖 6.67	2006 年 7 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-32
圖 6.68	2006 年 8 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-32
圖 6.69	2006 年 9 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-33
圖 6.70	2006 年 10 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-33
圖 6.71	2006 年 11 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-33
圖 6.72	2006 年 12 月高雄港測站-風玫瑰圖	6-33
圖 7.1	2006 年 1 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-4
圖 7.2	2006 年 2 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-5

圖 7.3	2006 年 3 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-6
圖 7.4	2006 年 4 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-7
圖 7.5	2006 年 5 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-8
圖 7.6	2006 年 6 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-9
圖 7.7	2006 年 7 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-10
圖 7.8	2006 年 8 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-11
圖 7.9	2006 年 9 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-12
圖 7.10	2006 年 10 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-13
圖 7.11	2006 年 11 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-14
圖 7.12	2006 年 12 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖.....	7-15
圖 7.13	2006 年 1 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-16
圖 7.14	2006 年 2 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-16
圖 7.15	2006 年 3 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-16
圖 7.16	2006 年 4 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-16
圖 7.17	2006 年 5 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-17
圖 7.18	2006 年 6 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-17
圖 7.19	2006 年 7 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-17
圖 7.20	2006 年 8 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-17
圖 7.21	2006 年 9 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-18
圖 7.22	2006 年 10 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-18
圖 7.23	2006 年 11 月臺中港測站-波浪玫瑰圖	7-18
圖 7.24	2006 年 1 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-19
圖 7.25	2006 年 1 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-19
圖 7.26	2006 年 1 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-19

圖 7.27	2006 年 2 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-20
圖 7.28	2006 年 2 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-20
圖 7.29	2006 年 2 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-20
圖 7.30	2006 年 3 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-21
圖 7.31	2006 年 3 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-21
圖 7.32	2006 年 3 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-21
圖 7.33	2006 年 4 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-22
圖 7.34	2006 年 4 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-22
圖 7.35	2006 年 4 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-22
圖 7.36	2006 年 5 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-23
圖 7.37	2006 年 5 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-23
圖 7.38	2006 年 5 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-23
圖 7.39	2006 年 6 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-24
圖 7.40	2006 年 6 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-24
圖 7.41	2006 年 6 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-24
圖 7.42	2006 年 7 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-25
圖 7.43	2006 年 7 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-25
圖 7.44	2006 年 7 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-25
圖 7.45	2006 年 8 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-26
圖 7.46	2006 年 8 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-26
圖 7.47	2006 年 8 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-26
圖 7.48	2006 年 9 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-27
圖 7.49	2006 年 9 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-27
圖 7.50	2006 年 9 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-27

圖 7.51	2006 年 10 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-28
圖 7.25	2006 年 10 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-28
圖 7.53	2006 年 10 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-28
圖 7.54	2006 年 11 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖	7-29
圖 7.55	2006 年 11 月臺中港測站-中層海流玫瑰圖	7-29
圖 7.56	2006 年 11 月臺中港測站-下層海流玫瑰圖	7-29
圖 7.57	2006 年 1 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-30
圖 7.58	2006 年 2 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-30
圖 7.59	2006 年 3 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-30
圖 7.60	2006 年 4 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-31
圖 7.61	2006 年 5 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-31
圖 7.62	2006 年 6 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-31
圖 7.63	2006 年 7 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-31
圖 7.64	2006 年 8 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-31
圖 7.65	2006 年 9 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-32
圖 7.66	2006 年 10 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-32
圖 7.67	2006 年 11 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-32
圖 7.68	2006 年 12 月臺中港測站-風玫瑰圖	7-32
圖 8.1	2006 年 5 月 6 日至 5 月 18 日珍珠颱風路徑圖.....	8-7
圖 8.2	2006 年 7 月 7 日至 7 月 9 日艾維尼颱風路徑圖.....	8-8
圖 8.3	2006 年 7 月 12 日至 7 月 15 日碧利斯颱風路徑圖	8-9
圖 8.4	2006 年 7 月 23 日至 7 月 26 日凱米颱風路徑圖.....	8-10
圖 8.5	2006 年 8 月 7 日至 8 月 9 日寶發颱風路徑圖.....	8-11
圖 8.6	2006 年 8 月 9 日至 8 月 10 日桑美颱風路徑圖.....	8-12

圖 8.7	2006 年 8 月 8 日 8 時瑪莉亞、桑美、寶發同時在臺灣附近海域狀況.....	8-13
圖 8.8	2006 年 9 月 14 日至 9 月 16 日珊珊颱風路徑圖.....	8-14
圖 8.9	2006 年 5 月珍珠颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-15
圖 8.10	2006 年 5 月珍珠颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-16
圖 8.11	2006 年 5 月珍珠颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-17
圖 8.12	2006 年 5 月珍珠颱風高雄隆港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-18
圖 8.13	2006 年 5 月珍珠颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-19
圖 8.14	2006 年 7 月艾維尼颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-20
圖 8.15	2006 年 7 月艾維尼颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-21
圖 8.16	2006 年 7 月艾維尼颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-22
圖 8.17	2006 年 7 月艾維尼颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-23
圖 8.18	2006 年 7 月艾維尼颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-24
圖 8.19	2006 年 7 月碧利斯颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-25
圖 8.20	2006 年 7 月碧利斯颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖.....	8-26

圖 8.21	2006 年 7 月碧利斯颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-27
圖 8.22	2006 年 7 月碧利斯颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-28
圖 8.23	2006 年 7 月碧利斯颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-29
圖 8.24	2006 年 7 月凱米颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-30
圖 8.25	2006 年 7 月凱米颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-31
圖 8.26	2006 年 7 月凱米颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-32
圖 8.27	2006 年 7 月凱米颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-33
圖 8.28	2006 年 7 月凱米颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-34
圖 8.29	2006 年 8 月寶發颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-35
圖 8.30	2006 年 8 月寶發颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-36
圖 8.31	2006 年 8 月寶發颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-37
圖 8.32	2006 年 8 月寶發颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-38
圖 8.33	2006 年 8 月寶發颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-39
圖 8.34	2006 年 9 月珊珊颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-40

圖 8.35	2006 年 9 月珊珊颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-41
圖 8.36	2006 年 9 月珊珊颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-42
圖 8.37	2006 年 9 月珊珊颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-43
圖 8.38	2006 年 9 月珊珊颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖	8-44

表 目 錄

表 1.1	現有波浪測站資料概況表.....	1-4
表 1.1(續)	現有波浪測站資料概況表.....	1-5
表 1.2	現有海流測站資料概況表.....	1-6
表 1.3	現有風速、風向資料概況表.....	1-7
表 1.4	現有潮汐測站資料概況表.....	1-8
表 1.5	臺灣五個國際港觀測站波浪資料蒐集概況表.....	1-9
表 1.6	臺灣五個國際港觀測站海流資料蒐集概況表.....	1-10
表 1.7	臺灣五個國際港觀測站風資料蒐集概況表.....	1-11
表 1.8	臺灣五個國際港觀測站潮汐資料蒐集概況表.....	1-12
表 3.1	基隆港測站示性波高、示性週期及波向統計表.....	3-32
表 3.2	基隆港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....	3-32
表 3.3	基隆港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....	3-32
表 3.4	基隆港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....	3-33
表 3.5.1	基隆港測站海流流速及流向統計表.....	3-33
表 3.5.2	基隆港測站海流流速及流向統計表.....	3-33
表 3.6	基隆港測站海流流速分佈百分比統計表.....	3-34
表 3.7	基隆港測站海流流向分佈百分比統計表.....	3-35
表 3.8	基隆港測站風速及風向統計表.....	3-36
表 3.9	基隆港測站風速分佈百分比(%)統計表.....	3-36
表 3.10	基隆港測站風向分佈百分比(%)統計表.....	3-36
表 4.1	蘇澳港測站示性波高、示性週期及波向統計表.....	4-34
表 4.2	蘇澳港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....	4-34

表 4.3	蘇澳港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....	4-34
表 4.4	蘇澳港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....	4-35
表 4.5.1	蘇澳港測站海流流速及流向統計表.....	4-35
表 4.5.2	蘇澳港測站海流流速及流向統計表.....	4-36
表 4.6	蘇澳港測站海流流速分佈百分比(%)統計表.....	4-37
表 4.7	蘇澳港測站海流流向分佈百分比(%)統計表.....	4-38
表 4.8	蘇澳港測站風速及風向統計表.....	4-39
表 4.9	蘇澳港測站風速分佈百分比(%)統計表.....	4-39
表 4.10	蘇澳港測站風向分佈百分比(%)統計表.....	4-39
表 5.1	花蓮港觀測示性波高、示性週期及波向統計表.....	5-34
表 5.2	花蓮港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....	5-34
表 5.3	花蓮港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....	5-34
表 5.4	花蓮港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....	5-35
表 5.5.1	花蓮港測站海流流速及流向統計表.....	6-35
表 5.5.2	花蓮港測站海流流速及流向統計表.....	6-36
表 5.6	花蓮港測站海流流速及流向統計表.....	5-37
表 5.7	花蓮港測站海流流向分佈百分比(%)統計表.....	5-38
表 5.8	花蓮港測站風速及風向統計表.....	5-39
表 5.9	花蓮港測站風速分佈百分比(%)統計表.....	5-39
表 5.10	花蓮港測站風向分佈百分比(%)統計表.....	5-39
表 6.1	高雄港測站示性波高、示性週期及波向統計表.....	6-34
表 6.2	高雄港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....	6-34
表 6.3	高雄港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....	6-35
表 6.4	高雄港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....	6-35

表 6.5.1	高雄港測站海流流速及流向統計表.....	6-36
表 6.5.2	高雄港測站海流流速及流向統計表.....	6-36
表 6.6	高雄港測站海流流速分佈百分比(%)統計表.....	6-37
表 6.7	高雄港測站海流流向分佈百分比(%)統計表.....	6-38
表 6.8	高雄港測站風速及風向統計表.....	6-39
表 6.9	高雄港測站風速分佈百分比(%)統計表.....	6-39
表 6.10	高雄港測站風向分佈百分比(%)統計表.....	6-39
表 7.1	臺中港測站示性波高、示性週期及波向統計表.....	7-34
表 7.2	臺中 33 港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....	7-34
表 7.3	臺中港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....	7-35
表 7.4	臺中港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....	7-35
表 7.5.1	臺中港測站海流流速及流向統計表.....	7-36
表 7.5.2	臺中港測站海流流速及流向統計表.....	7-36
表 7.6	臺中港測站海流流速分佈百分比(%)統計表.....	7-37
表 7.7	臺中港測站海流流向分佈百分比(%)統計表.....	7-38
表 7.8	臺中港測站風速及風向統計表.....	7-39
表 7.9	臺中港測站風速分佈百分比(%)統計表.....	7-39
表 7.10	臺中港測站風向分佈百分比(%)統計表.....	7-39
表 8.1	2006 年西太平洋所有發生的颱風概況.....	8-5
表 8.2	2006 年五個國際港觀測站颱風最大波浪之波高、週期及 波向資料表.....	8-7

第一章 海氣象資料蒐集與資料庫建置

1.1 前言

臺灣地區地狹人稠，四面環海，又位於大陸棚與西太平洋交接處，不僅有多變性的海島氣候，又易受大陸性氣候的影響。此外，並常遭受颱風或熱帶性低氣壓帶來的狂風暴雨侵襲。冬季期間東北季風引起之長浪直趨海岸，而瘋狗浪之無常也時有所聞，在在顯示了臺灣地區海氣象環境的複雜與特殊。

以往國內相關單位辦理海氣象觀測，由於不同的開發單位與不同的需求目標，因而形成各自發展，在量測點的規劃及資料格式上非常的紛亂，未能從整體海洋發展上有效且統一整合，以致海氣象資料引用單位在學術研究或應用上常常造成不必要之盲點與困擾，更造成人力、財力、物力上的浪費；海氣象資料包括風、波浪、潮位、海流為主，這些項目觀測的範圍龐大，各單位需求也不相同，尤其觀測地點又位於偏僻之漁港，觀測環境惡劣，同時海上觀測儀器相當昂貴，折損率高，海上按裝更具有高危險性，因此往往造成沒有一個機構有能力獨立執行，現在正逢政府人事精簡，人員普遍不足，所以目前在事權統一機構無法立即成立的狀態下，要如何分工，由那一個單位來作統一整合工作，並推動上海氣象觀測業務，以節省經費、人力、物力以達到事半功倍之效果，乃屬當務之急。

綜觀現今國內於現場觀測及資料庫之建立本所港研中心業已累積相當可觀之經驗與成果，在船舶操航安全資訊及港灣與海岸建設開發所需資料資訊之提供及研究探討方面亦有許多的成效。

本所港研中心成立主旨任務為協助港灣建設與海岸開發所遭遇的問題，均由本所港研中心提供所需資料或協助觀測。故海氣象資料之觀測及資料庫之建立實為必需，而此項業務需有長期觀測經驗，豐富學術基礎、充分專業人力方能盡其功。由於此任務需要，本計畫在五大國際港及其附近海域蒐集了相當多的海象資料。並配合行政院研考

會推動政府機關電子資料流通之業務，首先將臺灣五個國際港之海氣象資料透過資訊網路提供國內外船舶業者與港務管理單位有關人員查詢。本所港研中心所建立之海氣觀測站與其他單位之觀測站共同整合成臺灣四周長期海氣象觀測網。未來藉由該觀測網所提供之完整、正確海氣象資料，將使船舶航行安全、港埠作業更順暢、海洋開發保護有成效。

五個國際港之海象觀測應是屬於長期的監測，因此建議中央政府將此項業務改列為經常性業務，而且在政府未成立一專案機構前，理應由本所港研中心負責五個國際港海氣象觀測，以長期目標之遠景做有系統規劃及建立，並將資料收集整理後納入資料庫，並利用自動化與電腦化之軟、硬體設施來掌握時效蒐集海象資訊，可與 VMS 相輔相成，最終的目標是配合未來建立全國海洋資料中心前做資料庫整合之推動與發展之一份子。

1.2 資料庫作業概述

目前本計畫之觀測網站已具備即時資料傳輸功能，資料庫除繼續辦理臺灣四周五個國際港附近海域觀測站之建立與維修及有關波浪、海流、潮汐、風及颱風現場調查觀測外，另蒐集各相關單位之海氣象資料(包括中央氣象局、海軍氣象中心、經濟部水利署、國立臺灣大學海洋研究所、國家海洋研究中心、臺南水工試驗所、國立中山大學海洋科技研究中心以及其他學術研究單位)。並將蒐集資料先進行篩選、過濾品質、及惕除謬誤者後，再進行資料格式統一工作，並將其切割以月為基本單位的資料檔。不過對於某些波浪資料之水位變化則以時為單位；而資料之時間間隔則隨資料種類、觀測儀器以及觀測目的而有不同。將整理後海氣象資料先依站、年、季及月進行基本統計分析，然後再依不同的種類進行不同項目的分析，並將結果繪圖或製做成表格，再將其整理成圖集及表格上網路以供查詢之用。

資料庫資料規劃成波浪、海流、風、潮汐四大項目概述如下：

1.2.1 波浪資料庫

有關波浪資料蒐集如表 1.1、表 1.1(續)及表 1.5 所示，表中為各波浪測站、量測時間及其他相關資料。由於波浪量測儀器種類不一，其使用格式也不盡相同，因此，資料須先經過處理原始水位變化紀錄，再處理波高與週期，最後再依所需格式作一分析整理。可供一般使用者查詢參考的項目，大致有(1)示性波高、週期各區間百分比；(2)示性波高、週期聯合分佈圖、表；(3)示性波高極端值分佈。(已整理出版 2005 年之年報)。

1.2.2 海流資料庫

蒐集之臺灣近岸海域的海流資料測站及其相關資料如表 1.2 及表 1.6 所示。海流資料包括流速、流向，X、Y 分量流速與流向、離岸流速等，取上述資料依月、年時段分別統計各方向、各流速的分佈百分比。(詳請參閱 2005 年之年報)。

1.2.3 風資速、風向資料庫

有關風測站的選擇是以近岸或離島地區為考量，經蒐集整理後之風速、風向測站資料如表 1.3 及表 1.7 所示。風速、風向資料一般依月、年，歷年的時段分別予以統計其區間所佔之百分比，並標示各時段風速大小與對應風向之關係。一般而言，上述的風速、風向統計資料已能滿足大部份使用者的需求。(詳請參閱 2005 年之年報)。

1.2.4 潮汐資料庫

所有相關資料如表 1.4 及表 1.8 所示。潮汐資料因僅記錄水位變化而較為單純，利用潮位計紀錄水位的變化值，分別截取每日的高、低潮位與對應發生時間，再依此資料計算分析所需數據，目前在不少有心人員努力下，已有數種資料庫已稍具規模。本所港研中心目前已完成歷年來各測站之潮汐資料品質校核之完整年報，並建立初步資料庫以供網上查詢。(詳請參閱 2005 年之年報)。

表 1.1 現有波浪測站資料概況表

測站名稱	代號	時 間	觀測單位	備 註
臺中港	TC	1971/0712-1977/1215 1981/1108-1981-1204 1986/1202-1987/0107 1988/0311-1988/0420 1987/0306-1987/0324 1989/0823-1989/0918 1989/1108-1989/1206 1994/10 -1998/12 1999/10 -2000/08 2003/07 -2005/12	中港局 運研所港研中心	缺 1973/0521-1973/0912 1973/1024-1973/1207 1974/1201-1974/1231 1975/1101-1976/0304 1976/0722-1976/1002 1976/1110-1977/0630 1977/0929-1977/1107 缺 2000/02, 2000/03 缺 2005/1116, 2005/1231
興達港	SD	1984/06 -1992/06	運研所港研中心	缺 1985/06
大鵬灣	TP	1990/11 -1994/02 1978/09 -1984/12	高港局	缺 1995/03 -1995/07
新 港	SK	1980/06 -1999/06	中央 氣象局	缺 1981/10 1983/01-1983/12 1984/10-1985/11
鹽 寮	YL	1982/04 -1983/03	臺電	
觀 音	KI	1981/12 -1984/06	運研所港研中心	缺 1982/10-1983/04 1984/02-1984/04
基 隆	KL	1983/06 -1990/04 1987/0710-1987/0919 1988/0308-1990/09 1995/08 -1996/08 1999/01 -1999/10 2001/06 -2005/12	基港局 運研所港研中心	缺 1983/08、1983/10-11
高雄	KH	2000/12 -2001/10 2002/06 -2005/1006 2005/0820-2005/12	運研所港研中心	高雄中洲觀測站 2005 年 10 月 6 日取消。2005 年 8 月 20 日已改在二港口外約 700 公尺之新觀測站

表 1.1(續) 現有波浪測站資料概況表

測站名稱	代號	時 間	觀測單位	備 註
蘇 澳	SA	1984/07-1984/10 1986/07 1986/0908-1986/1102(IN) 1986/0418-1986/1207(OUT) 1987/0610-1987/0715(IN) 1987/0101-1987/0204(OUT) 1987/0610-1987/0715(OUT) 1987/0701-1988/0531(IN) 1987/0701-1987/1023(OUT) 1999/01 -2002/02 2002/07 -2005/12	蘇澳港分局 運研所港研中心	
鼻頭角	BT	1980/10-1988/06	中央 氣象局	缺 1982/07 1983/11 1984/03-06 1984/08-11
花蓮港	HL	1984/06-1984/09 1988/0122-1988/0129 1989/1229-2005/12	運研所港研中心	缺 1984/08
東吉島	DG	1977/12 1981/07-1999/12	中央 氣象局	缺 1986/06-1985 /01 1985/08
小琉球	LC	1977/01-1999/12	中央 氣象局	缺 1978/02 1978/07-08 1980/08-09 1981/05-10 1982/01-04 1983/01-12 1985/07-08
外傘頂洲	WA	1990/11-1991/03 1989/0909-1989/1130 1989/0131-1989/0330	運研所港研中心	

表 1.2 現有海流測站資料概況表

測站名稱	代號	時 間	觀測單位	儀器型號
臺中港	TC	1981/11-1981/12 1982/04-1982/05 1982/08 1983/03 1985/12-1986/01 1986/03-1986/04 1986/12-1987/03 1988/03-1988/04 1992/01-1992/03 1994/10-1998/06 1999/10-2000/08 2003/07-2005/1115	中港局 運研所港研中心	RCM-4 海流儀 RCM-7 海流儀 RCM-7 海流儀 RCM-7 海流儀 AWCP AWCP
興達港	SD	1984/08-1985/11	運研所港研中心	
紅 柴	HT	1982/12 1984/02-1984/11	運研所港研中心	
蘇 澳	SA	1984/09-1986/11 1999/09-2000/10 2002/07-2005/12	運研所港研中心	RCM-9
觀 音 (永安)	YA	1982/02-1982/05 1983/05-1994/06	運研所港研中心	
蘭 嶼	LY	1983/06	運研所港研中心	
花蓮港	HL	1989/12-1990/01 1990/03-1995/06 1999/01-2005/12	運研所港研中心	RCM-9 AWCP
外傘頂洲	WA	1989/03-1989/03	運研所港研中心	
高雄港	KH	2000/12-2001/10 2002/06-2005/1006 2005/0820-2005/12	運研所港研中心 中洲站 二港口站	AWCP 高雄中洲 站已取消改在二 港口外 700 公尺

表 1.3 現有風速、風向資料概況表

測站名稱	代號	時 間	觀測單位	備 註
臺中港	TC	1971/01-2000/08 2001/07-2005/12	中港局、 運研所港研中心	
興達港	SD	1984/06-1985/08(IN) 1984/07-1985/03(OUT)	臺電火力發電廠	內港 新港
大鵬灣	TP	1990/11-1995/06 1979/01-1984/12	高港局	
大武	TW	1965/01-1983/12	中央氣象局	
臺東	TT	1965/01-1987/12	中央氣象局	
新港	SK	1965/01-1983/10	中央氣象局	
花蓮	HL	1965/01-2004/12 2001/07-2005/12	中央氣象局 運研所港研中心	
鹽寮	YL	1982/01-1982/08(CC) 1982/01-1983/12(ABDE)	臺電能源開發處	共五個測站
觀音	KI	1981/12/1983/08	運研所港研中心	
澎湖	PH	1965/01-1999/12	中央氣象局	
東吉島	DG	1965/01-1987/12	中央氣象局	
彭佳嶼	PG	1965/04-1987/11	中央氣象局	
東沙	TS	1971/01-1987/12	海軍氣象中心	
南沙	NS	1971/01-1987/12	海軍氣象中心	
蘭嶼	LY	1965/01-1987/10	中央氣象局	
基隆	KL	1984/01-2004/12 2001/06-2005/12	中央氣象局 運研所港研中心	
蘇澳	SA	1984/01-2003/12 2002/06-2005/12	中央氣象局 運研所港研中心	
高雄	KS	1984/01-2003/12 2002/06-2005/12	中央氣象局 運研所港研中心	
梧棲	WC	1984/01-2000/08	中央氣象局	
外傘頂洲	WA	1988/01-1998/06	水利局	
鹿港	LK	1988/01-1998/06	水利局	
後安寮	AL	1988/01-1998/06	水利局	
溫港	WK	1988/01-1998/06	水利局	
曾文	TW	1992/05-1998/06	水利局	

表 1.4 現有潮汐測站資料概況表

測站名稱	代號	時間	觀測單位	備註
臺中港	TC	1971/03-1999/10	中港局	
		2000/10-2000/11	運研所港研中心	
		2001/04-2005/12		
興達港	SD	1984/06-1985/11	臺電火力發電廠	
高雄港	KS10	1971/01-2005/12	高港局	
	KS02	1988/01-2005/12	運研所港研中心	
蘇澳港	SA	1976/01-1994/01	中央氣象局	
		1994/07-2005/12	運研所港研中心	
基隆港	KL	1981/01-2002/10	中央氣象局	
		2001/07-2005/12	運研所港研中心	
永安	YA	1986/04-1989/03	運研所港研中心	
塭港	WK	1988/01-2001/08	水利局	
三條崙	SL	1988/01-2001/08	水利局	
將軍	JJ	1988/01-2001/08	水利局	
竹圍	CW	1988/01-2001/08	水利局	
芳苑	FU	1988/05-2001/08	水利局	
富岡	FK	1988/01-2001/08	水利局	
蟬廣嘴	KT	1988/01-2001/08	水利局	

表 1.5 台灣五個國際港觀測站波浪資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	精度緯度	觀測期間	觀測單位	備註(觀測儀器)
1	波浪	基隆港 (KL)	B	25°10'00"N 121°44'50" E	2001/06-2006/05	港研中心	AWCP
2	波浪	基隆港 (KL)	A	25°09'50"N 121°44'50" E	2006/08-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
3	波浪	基隆港 (KL)	3	25°09'48.5"N 121°45'28.6" E	1999/01-1999/10	港研中心	
4	波浪	蘇澳港 (SA)	V	24°35'51.5"N 121°54'42.8" E	1999/11-2000/10	港研中心	
5	波浪	蘇澳港 (SA)	A	24°35'23"N 121°53'07" E	2002/07-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
6	波浪	花蓮港 (HL)	S	23°55'43.6"N 121°37'1.35" E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP
7	波浪	高雄港 (KH)	A	22°34'29"N 120°15'40" E	2000/12-2005/08	港研中心	AWCP
8	波浪	高雄港 (KH)	R	22°32'33.9"N 120°17'38.4" E	2005/08-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
9	波浪	臺中港 (TC)	A	24°18'09.4"N 120°28'38.4" E	2003/08-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
10	波浪	臺中港 (TC)		24°18'00"N 120°29'10" E	1999/10-2000/08	港研中心	AWCP
11	波浪	臺中港 (TC)	1	24°19'5.8"N 120°30'52.4" E	1994/09-1997/03	港研中心	
12	波浪	臺中港 (TC)	2	24°18'00"N 120°29'4.4" E	1994/10-1996/02	港研中心	
13	波浪	臺中港 (TC)	4	24°16'54.7"N 120°29'22.1" E	1994/09-1995/12	港研中心	

表 1.6 台灣五個國際港觀測站海流資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	精度緯度	觀測期間	觀測單位	備註(觀測儀器)
1	海流	基隆港(KL)	B	25°10'00"N 121°44'50" E	2001/06-2006/05	港研中心	AWCP
2	海流	基隆港(KL)	A	25°09'50"N 121°44'50" E	2006/08-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
3	海流	蘇澳港(SA)	V	24°35'51.5"N 121°54'42.8" E	1999/11-2000/05	港研中心	RCM
4	海流	蘇澳港(SA)	A	24°35'23"N 121°53'07" E	2002/08-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
5	海流	花蓮港(HL)	S	23°55'43.6"N 121°37'1.35" E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP
6	海流	高雄港(KH)	A	22°34'29"N 120°15'40" E	2000/12-2005/08	港研中心	AWCP
7	海流	高雄港(KH)	R	22°32'33.9"N 120°17'38.4" E	2005/08-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
8	海流	高雄港(KH)	I,J	22°30'37.6"N 120°19'30.7" E	1992/01-1992/12	港研中心	RCM (上下兩層)
9	海流	高雄港(KH)	O,Q	22°29'27.9"N 120°18'17.8" E	1992/01-1992/12	港研中心	RCM (上下兩層)
10	海流	臺中港(TC)	A	24°18'00"N 120°29'10" E	1999/10-2000/08	港研中心	AWCP
11	海流	臺中港(TC)	A	24°18'09.4"N 120°28'38.4" E	2003/07-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
12	海流	臺中港(TC)	1	24°19'5.8"N 120°30'52.4" E	1994/09-1997/03 (停止觀測)	港研中心	RCM-9
13	海流	臺中港(TC)	2	24°18'00"N 120°29'4.4" E	1994/10-1996/02	港研中心	RCM-9
14	海流	臺中港(TC)	N	24°17'58"N 120°29'06" E	1995/09-1996/02	港研中心	RCM-9
15	海流	臺中港(TC)	4	24°16'54.7"N 120°29'22.1" E	1994/09-1995/12	港研中心	RCM-9

表 1.7 台灣五個國際港觀測站風資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	精度緯度	觀測期間	觀測單位	備註 (觀測儀器)
1	風	基隆港 (KL)	1	25°08'28"N 121°44'23" E	2002/06-2006/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
2	風	蘇澳港 (SA)	2	24°35'33"N 121°51'56.8" E	2002/06-2006/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
3	風	花蓮港 (HL)	W	23°58'53"N 121°36'43" E	1981/02-2006/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
4	風	高雄港 (KH)	X	22°36'53.8"N 120°17'18.9" E	2002/06-2006/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
5	風	臺中港 (TC)	7	24°18'24"N 120°31'23" E	1971/01-1981/01	台中港務局	Young Brand 風速計
6	風	臺中港 (TC)	7	24°18'24"N 120°31'23" E	1981/02-2006/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
7	風	臺中港 (TC)	3	24°18'48.8"N 120°31'31.0" E	1994/01-1996/03	港研中心	
8	風	臺中港 (TC)	B	24°17'58.9"N 120°28'57.9" E	1996/09-1997/11	港研中心	

表 1.8 台灣五個國際港觀測站潮汐資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	經度 緯度	觀測期間	觀測單位	備註 (觀測儀器)
1	潮位	基隆港 (KL)	1	25°08'28"N 121°44'23" E	1966/01-2000/12	基隆港務局	浮筒式自記式
2	潮位	基隆港 (KL)	2	25°08'28"N 121°44'23" E	2002/07-2006/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
3	潮位	基隆港 (KL)	B	25°10'00"N 121°44'50" E	2001/06-2006/05	港研中心	AWCP
4	潮位	基隆港 (KL)	A	25°09'50"N 121°44'50" E	2006/08-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
5	潮位	蘇澳港 (SA)	2	24°35'33"N 121°51'56" E	1994/07-2006/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
6	潮位	蘇澳港 (SA)	A	24°35'23"N 121°53'07" E	2002/07-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
7	潮位	花蓮港 (HL)	T	23°58'30.6"N 121°37'6.9" E	2001/07-2006/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
8	潮位	花蓮港 (HL)	3	23°58'0.34"N 121°37'33.74" E	2000/09-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
9	潮位	高雄港 (KH)	1	22°32'30"N 120°17'40" E	1971/01-2006/12 (觀測中)	高雄港務局 及港研中心	Water Log 潮位計
10	潮位	高雄港 (KH)	2	22°33'10"N 120°18'38" E	1988/01-2006/12 (觀測中)	高雄港務局	
11	潮位	高雄港 (KH)	A	22°34'29"N 120°15'40" E	2000/12-2005/08	港研中心	AWCP
12	潮位	高雄港 (KH)	R	22°32'33.9"N 120°17'38.4" E	2005/08-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
13	潮位	臺中港 (TC)	8	24°17'22.3"N 120°31'27.6" E	1989/12-2006/12 (觀測中)	港研中心	
14	潮位	臺中港 (TC)		24°18'00"N 120°29'10" E	1999/10-2000/08	港研中心	AWCP
15	潮位	臺中港 (TC)	A	24°18'09.4"N 120°28'38.4" E	2003/07-2006/12 (觀測中)	港研中心	AWCP

第二章 台灣五個國際港海氣象現場觀測調查概述

台灣五個國際港到 2006 年 12 月底前均將陸續建立起波浪、海流、潮位及風之觀測站，目前由本所港研中心與基隆港務局測量隊、基隆港務局蘇澳分局前測量隊、花蓮港務局工務組設計課、高雄港務局測量隊及台中港勘測隊等單位合作負責觀測站資料的收集、整理及儀器的維護，詳述如下：

2.1 五個國際港觀測站的現況概述

2.1.1 基隆港

2001 年 6 月原安裝在基隆港東防波堤頭外水深 44 公尺處(如附圖 2.1)，因港務局決定東防波堤從 2006 年 5 月開始往北延長 200 公尺，工期約 3 年，因此 2006 年 8 月中旬更新挪威 NORTEK 公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統更新，改安裝在西防外海水深 36 公尺處(如圖 2.1)；氣象與潮位站則是本所港研中心 2002 年 6 月在原站安裝一具壓力式潮位儀及風速風向即時傳送監測系統，至今都在正常運轉中且資料完整。

2.1.2 蘇澳港

2002 年 7 月 19 日本所在蘇澳港港口外 700 公尺附近水深 25 尺處，如圖 2.2 安裝一部挪威 NORTEK 公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統,2004 年 9 月 22 日船隻收錨時被錨碇之鉄錨拉到，以致海底電纜遭受到外力拉扯而受損，本所人員努力下在兩個多餘月即 12 月 2 日重新更換鋪放一條 200 公尺長之海底電纜才恢復完成整套系統即時監測之功能；目前正常運轉量測；2003 年 6 月本所港研中心在原站安裝一具壓力式潮位儀及風速風向即時傳送監測系統，至今都在正常運轉中且資料完整。

2.1.3 花蓮港

2001年8月中旬安裝挪威 NORTEK 公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，與蘇澳港觀測站同時在2003年9月1日受到杜鵑颱風外圍環流影響以致海底電纜遭受到外力拉扯受損已不堪使用，本所人員亦同時在兩個月內即2003年10月22日重新更換鋪放一條海底電纜以達成即時監測之功能；目前正常運轉量測；並在2002年6月17日安裝一組之潮位及風速風向監測系統，經常維護中因此運轉正常至今。並配合本所相關計畫並在2005年7月1日至11月30日颱風期間在美崙溪口南附近水深13公尺及花蓮溪河口以南水深20公尺詳如圖2.3，各安裝一組挪威 NORTEK 公司之波高波向與剖面海流儀器，觀測期間颱風季節內有關是侵襲、過境或遠方之颱風，這三個觀測站都未遺漏而都觀測到任何海象資料，最能可貴的儀器都未遺失，這是本計畫參予人員共同辛勤努力的成果。

2.1.4 高雄港

2000年12月中旬經會勘後選定在高雄一港口與二港口間亦即高雄市中區污水處理廠附近海域，安裝臺組波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，海底電纜沿著污水排放管鋪設，擬進行長期觀測。2001年6月23日奇比颱風經過形成之外圍環流影響以致海底電纜遭受到外力拉扯受損後，暫時以自記方式量測，2002年6月20日重新更換海底電纜以達成即時監測之功能；但在12月中旬受到雙拖網漁船刮斷又暫時以自記方式量測中；2005年8月本所經會勘後再選定在高雄二港口紅燈塔西南外約700公尺安裝臺組波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，海底電纜沿著海床鋪設如圖2.4，擬進行長期觀測。2003年6月本所港研中心在十號碼頭原站安裝一具壓力式潮位儀及風速風向即時傳送監測系統，至今都在正常運轉中且資料完整。另高雄港務局測量隊於十號碼頭與二港口各有一座潮位站，並負責維修及提供本所資料，至今狀況良好。

2.1.5 台中港

波浪觀測方面，因台中港務局北防波堤延長工程開始展開整平拋石工作影響到儀器安全，2000年8月18日暫時停止量測並將設備收回。2003年5月臺中港務局北防波堤延長工程完成後本所隨即在2003年7月5日就安裝完成(挪威 NORTEK 公司)波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，安裝在臺中港北防波堤堤頭 150 公尺外、水深 25 公尺處(如附圖 2.5)；2001年3月31日碼頭整修完成後重新安裝潮位站，目前資料傳輸一切正常；風速測站則受雷擊嚴重損壞，2001年6月重新安裝一組風速站，目前正常運作中，如圖 2.5。2005年9月本所另在台中港北防波堤堤頭安裝一具潮位儀與在白燈塔頂安裝風速儀一具，並且以無線電式傳回本所港研中心，希望能與北防風林站及中央氣象局台中港務局大樓頂風速站得到三者間的相關性。

2.2 觀測儀器介紹

引進海氣象觀測技術，是改進提昇預報作業和海洋學術研究的基礎，近年來由於新觀測儀器的問世，使得一些傳統觀測技術有了重大的突破，不僅朝向自動化、多元化，更使海氣象觀測在時間及空間的解析度大幅增加，即時觀測之資料的傳送更迅速，對海洋科學的研究與預報技術的提昇極為重要。因此，促使海氣象觀測作業邁向現代化，全方位提昇海象測報能力，整合國內其他單位海氣象觀測站，建立全國海氣象觀測網，同時進行即時資料之交換。與相關單位共同發展整合性資料庫管理系統，完成全國海氣象資料庫，是本所港灣技術研究中心未來積極努力的首要目標。

目前，本所港研中心共設有七個海氣象觀測站，如圖 2.6(五個國際商港及台北、安平二個國際輔助商港)，從 2000 年到 2006 年間已經陸續在基隆港(2006年8月)、花蓮港(2001年8月)、蘇澳港(2002年7月)、臺中港(2003年7月)及高雄港(2005年8月)裝設了海氣象觀測站，如圖 2.7 所示；此五組海氣象觀測儀器都是由挪威 NORTEK 公司出品的

AWCP 儀器，如圖 2.8 所示 ---波高波向與剖面海流即時傳送監測系統 ---在去年(2005)將高雄二港口安裝完成後，五個國際港已建立完成一個長期連續觀測網站系統(如圖 2.9 所示)，以期獲得較完整之長期的海象資料。並將各海氣象觀測站即時(每小時)傳回本所港研中心，資料品管步驟是經過本所港研中心人員手動處理後，再直接經由本所港研中心網路立即提供至本所港研中心海情中心使用。

本系統現場安裝於各港口外之海下超音波式感應器是固定在海底床上處，訊號經海底電纜傳回岸上接收儀，蘇澳港、高雄二港口及臺中港之海氣象觀測站是將海底電纜由堤頭上岸後直接進入燈塔,與接收儀連接後直接由 GSM 數據傳送機傳送回本所中心之原始資料，再由資料處理器處理；基隆、花蓮等二個海氣象觀測站則是由海底電纜進入港務局辦公大樓本所之接收站，經過處理後先儲存在電腦中，再經由電話線之數據機傳送回中心。感應器是本系統應有兩個分離的波高量測模式：一個是對平靜的波浪時，當資料由傳統式的壓力感應器量測時將會因儀器佈放的深度而受很大的影響。此時，表面高度必須用一個聲波式的高度感應器(垂直式的探頭)量測波高。感應器在水中量測會因水溫、鹽度、水中氣泡、海生物等均會影響，所以每半年至一年(視不同海況而定)必須將儀器收回維護保養。

本系統分(一)系統安裝及(二)系統操作(三)系統保養(四)系統資料處理。在此文中將對此套系統作一詳細介紹。

2.2.1 系統安裝

海底電纜將用來傳輸資料及供應電能，因它是用海底電纜將資料直接傳送至接收站岸上基地站再由數據傳送機傳至本所港研中心，如圖 2.10。因此系統安裝作業步驟共分成四部分：

- ◆ 水下儀器及儀器架佈放安裝及外海纜線佈放
- ◆ 纜線出水處及沿堤防之纜線安裝及固定
- ◆ 纜線安裝及塔頂電源與 GSM 傳輸系統線路安裝。

◆ 系統連線測試

2.2.2 系統操作

本系統海流測量模式可以依照使用在不同的水深即自海床上之儀器到水表面來設定量測的間距，如圖 2.10。波浪的量測，如圖 2.11；波高精度在每 0.5 秒間隔內分別量測所得速度 U、V、W 向量與壓力量測得到的資料作整合而得到波高、波向的資料，全部的 RAWDATA 將以 Real-Time 的型式傳送並亦儲存於記錄器中，波高、波向的統計分析與波譜分析資料會在軟體中產生而顯示在個人電腦中。波高波向與剖面海流即時傳送監測系統係安置固定在海底上的超音波式儀器，觀測時間間隔為 1 小時，0-10 分每 1 秒共 600 筆海流資料，10-27 分每 0.5 秒共 2048 筆波浪資料以及水位、水溫。

在一定的時間間隔系統軟體將自動的與所有的波浪及流速剖面感應器系統建立通訊連接，從波浪及流速剖面感應器內的記錄器下載資料並儲存於資料庫中。每一個步驟都由電腦上顯示的通訊狀態列監控。

2.2.3 系統保養

系統保養區分為現場海氣象觀測站及本所港研中心之海氣象自動傳輸中央監控接收站之維護工作。

1. 現場海氣象觀測站保養區分為每兩月之初級保養維護、每年之高級保養維護，如圖 2.12 至圖 2.15 所示。

(1) 初級保養維護（每三個月）

- a. 潛水人員到儀器上看外表有否異樣，並照相。
- b. 清理儀器鐵架上之海蠣子。
- c. 檢查儀器鐵架上之陰極片。

- d.清除儀器與電池箱上之海蠟子。
- e.檢查海底電纜、儀器及電池箱之連接處。
- f.檢查儀器架與儀器及電池箱之螺絲鬆緊。
- g.水下照相以便中心人員再檢查。

(2)高級保養維護（每年）

- a.潛水人員下水將儀器與電池箱收回並更換另一組安裝。
- b.收回之電池箱與儀器清除乾淨後淡水沖洗。
- c.送回中心進行儀器保養。
- d.電池箱打開取出乾電池。

2.本所港研中心之海氣象自動傳輸中央監控接收站之維護

- (1)不定期查看電腦正常運作。
- (2)每個星期內查看現場運轉狀況是否正常。
- (3)每個星期內查看數據傳送機是否正常。
- (4)每個星期內查看接收之電腦是否正常。

2.2.4 系統資料處理

1.前處理

- (1)前處理狀況，如圖 2.16 至圖 2.18 所表示；可將傳回到接收站之原始資料經統計後顯示列表：

日期：

有義波高：（公尺）

週 期：（秒）

平均波向：（度）

上層流速：（公分/秒） 流向：（度）

中層流速：（公分/秒） 流向：（度）

底層流速：（公分/秒） 流向：（度）

並將上述資料用圖表示在螢幕上。

日期：

水溫：（攝氏℃）

聲速：（公尺/秒）

潮位：

電力：（伏特）

儀器放置角度：（度）

傳回資料名稱：

傳回資料儲存量：

(2)以橫軸表示流速、流向，縱軸表示水深分別將水深流速與流向以圖表顯示在螢幕上。

(3)以時間序列為橫軸，波高週期為縱軸，以圖表顯示在螢幕上。

(4)最近一筆的統計資料如(1)在另外的視窗內表示之。

(5)前處理之資料經過中處理程式轉換成十進位，配合本所港研中心後處理的格式來處理。

2.中資料處理

即時傳回接收站的資料通過前處理儲存之資料可經中處理之 PROF2ADP 軟體轉換為二進位的 ADP 檔。

3.後資料處理

經過中資料處理後的資料再經由 EXPLORE-ADP 軟體可將資料以圖像顯示之使用者介面由目錄列(Menu Bar)、工具列(Tool Bar)、狀態列(Status Bar)以及各別分開的統計資料畫面所組成。

AWCP 之特點是在資料上有一套完整的程式，該程式在 Windows—NT 或 Windows--95、98、2000 環境下都可執行，可有效的處理即時傳回之記錄資料，並作成各種圖表。且有操作簡便、易學、易懂之特性。在資料處理過程中採用交談方式進行，使用者在固定格式內輸入所需參數，即可依照螢幕上之指示完成資料處理的整個流程。其最後結果所繪之圖表與儲存的資料可直接提供研究人員使用。

整合型海象觀測監測系統是海洋現場觀測取得資料之新式儀器，本 AWCP 型是很具代表性的一種多功能海象觀測儀器，其觀測包含波高、波向、剖面的海流、潮位及水溫等，因屬於整合型儀器，在現場安裝操作上可得到事半功倍之效率，更重要的是多種參數在同地點做長期連續的記錄，在研究上可將資料互相印証，而增加資料上可靠度，對其學術研究上可提供更多的佐証。

2.3 初步成果

本計畫主要工作項目除了延續以往的海氣象觀測與儀器維護保持連續觀測及資料蒐集、整理外。另外針對已建立之資料即時回報系統與網際網路(或區域網路)的連結進行初步的規劃及先導型系統的測試。未來對於各測站的即時觀測資料可不必侷限於本所港研中心海象觀測中央接收站才能查詢，而可以在其他合適的地點透過網際網路即時掌握各測站的觀測資訊，例如各國際港口之船舶交通管理單位或航運交通單位等。

五個國際港之海象觀測應以長期目標之遠景做有系統規劃及建立，並將資料收集整理後納入資料庫，並利用自動化與電腦化之軟、硬體設施來掌握時效蒐集海象資訊，可與 VTMS 相輔相成，最終的目標是配合未來建立全國海洋資料中心前做資料庫整合之推動與發展之一份子。



圖 2.1 95 年 8 月完成之基隆港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖

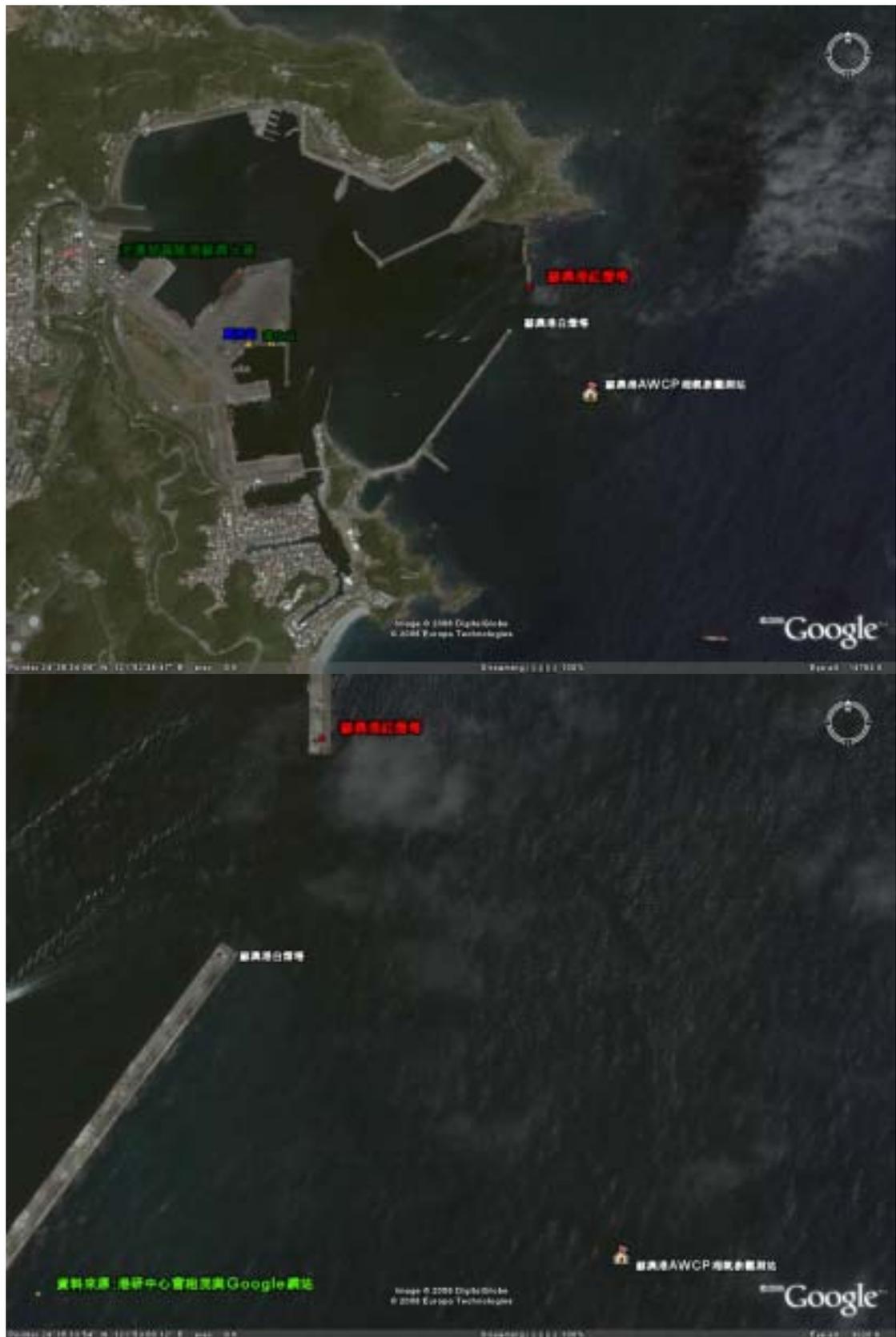


圖 2.2 91 年 7 月完成之蘇澳港海氣象測站儀器安裝佈置示意圖



圖 2.3 花蓮港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖



圖 2.4 94 年 8 月完成之高雄港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖



圖 2.5 92 年 7 月完成之臺中港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖

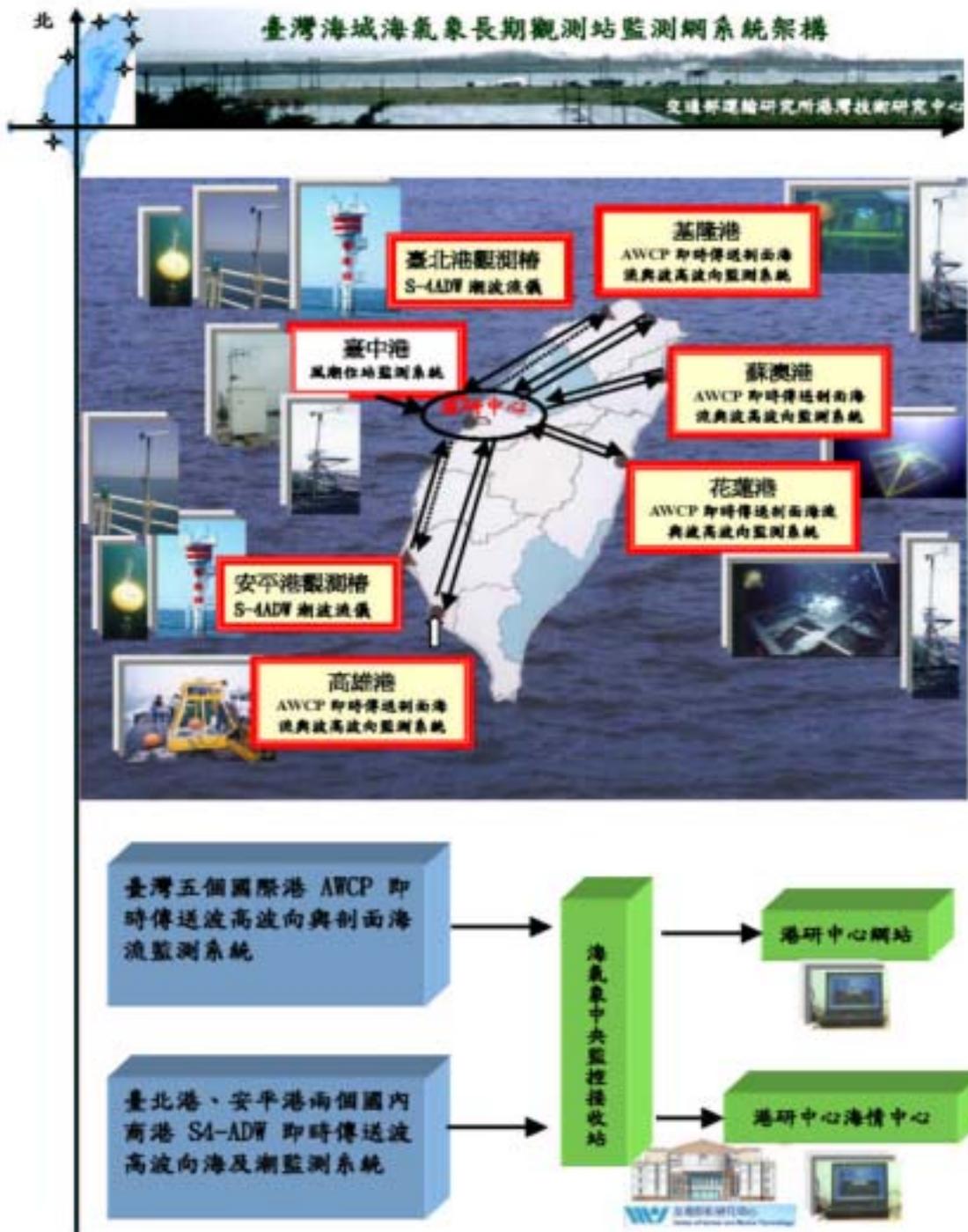


圖 2.6 本所海氣象長期觀測監測系統架構圖

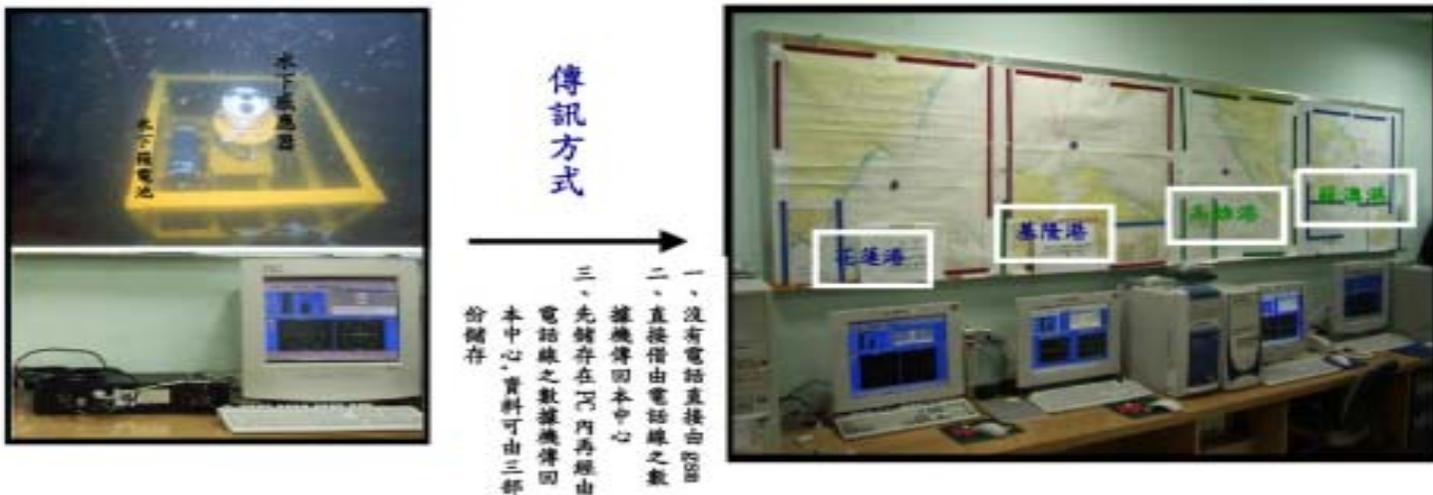
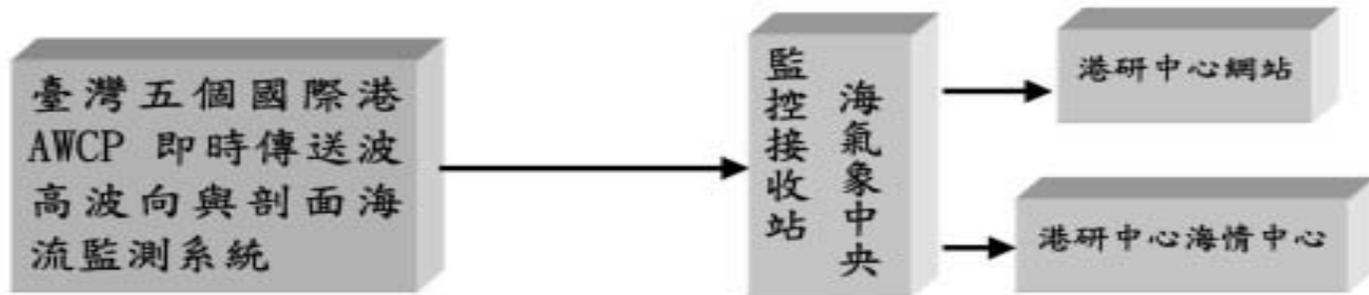


圖 2.7 海氣象觀測站監測系統網站

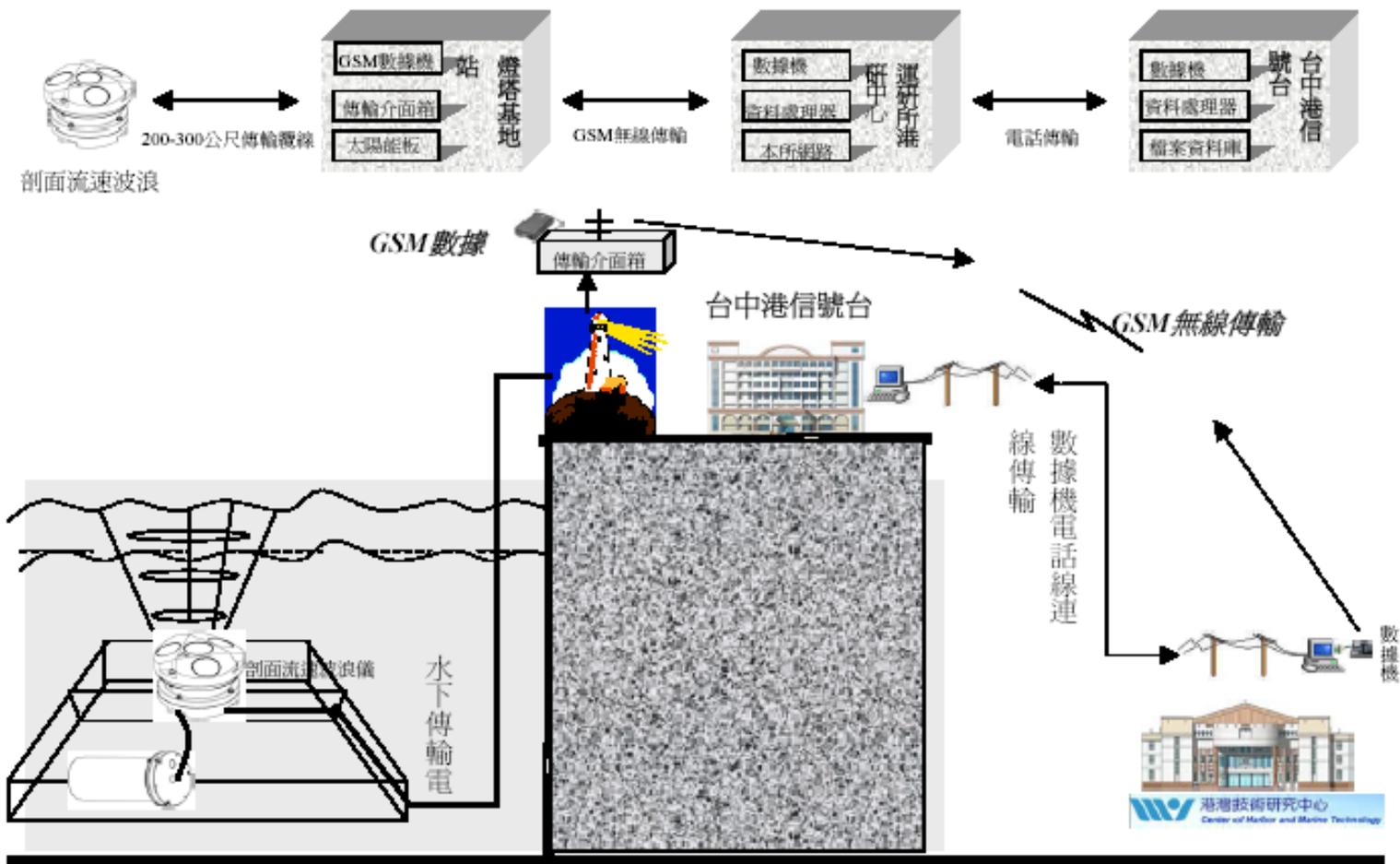


圖 2.8 AWCP 波高波向與剖面海流即時傳送監測系統示意圖



圖 2.9 五個國際港海氣象觀測站系統架構示意圖

※ 系統操作說明：

1. 設定海流量測週期時間(秒)
2. 連續量測時間(秒)
3. 剖面海流層數(0.4~2 公尺)，最多 128 層。

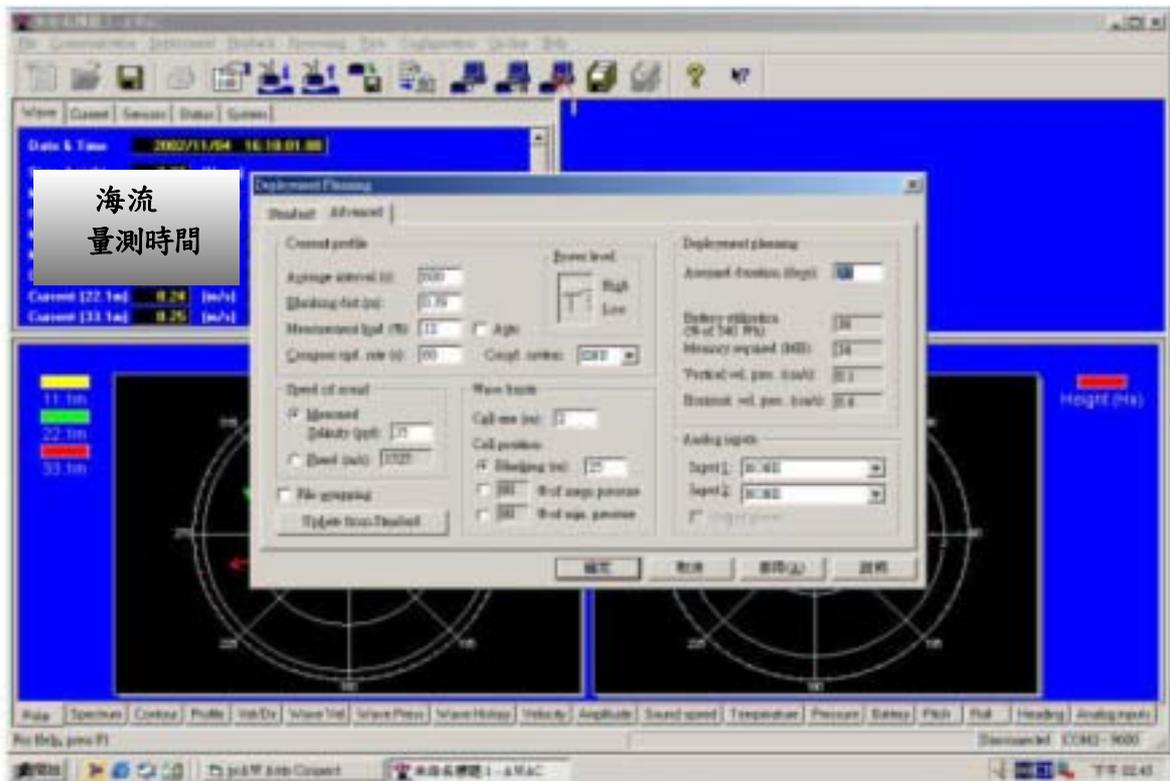


圖 2.10 AWCP 監測系統波浪量測模式說明圖

※ 系統操作說明

1. 海流在不同的水深設定量測的間距
2. 波浪的量測是波高精度在每 0.5 秒間隔觀測時間間隔為 1 小時，0-10 分每 1 秒共 600 筆海流資料，10-27 多分每 0.5 秒共 2048 筆波浪資料以及水位、水溫。

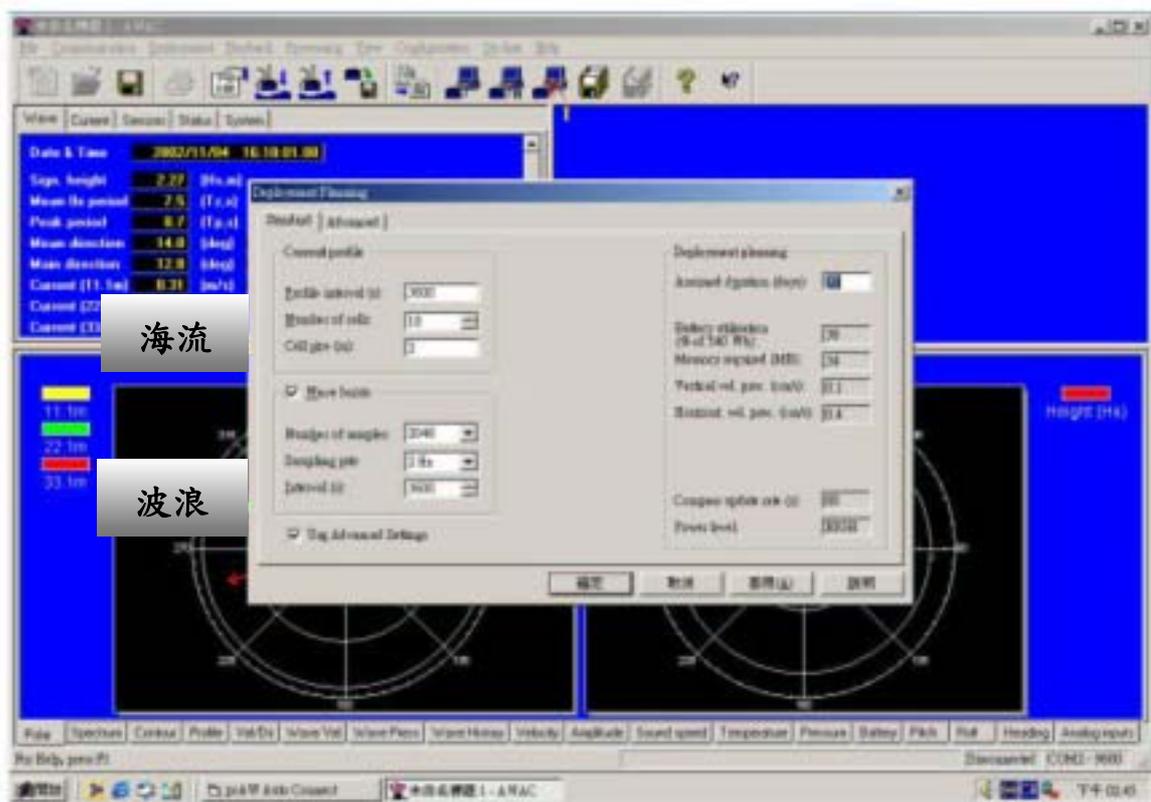


圖 2.11 AWCP 監測系統海流量測模式說明圖

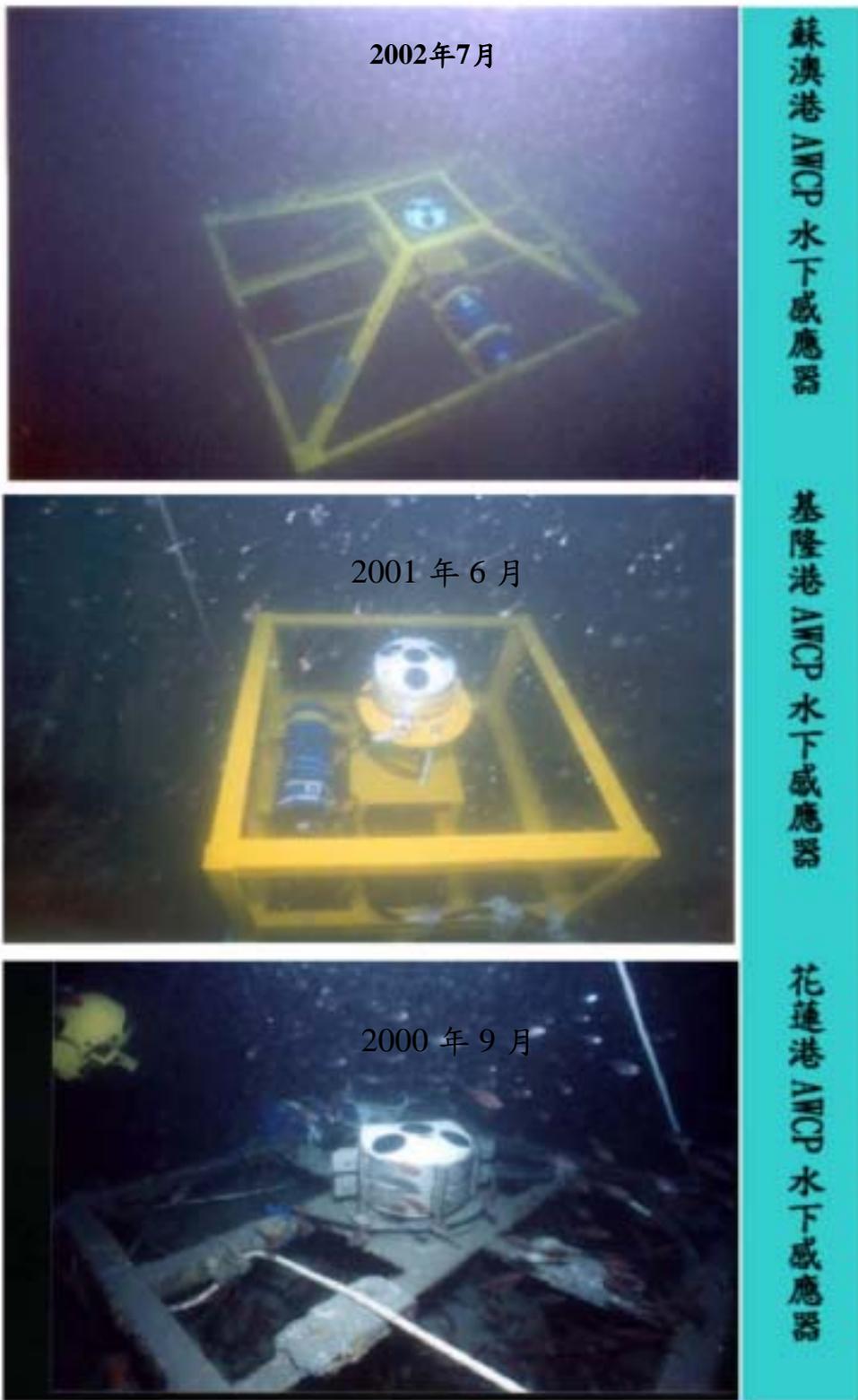


圖 2.12 AWCP 監測系統水下安裝後之狀況圖(1)

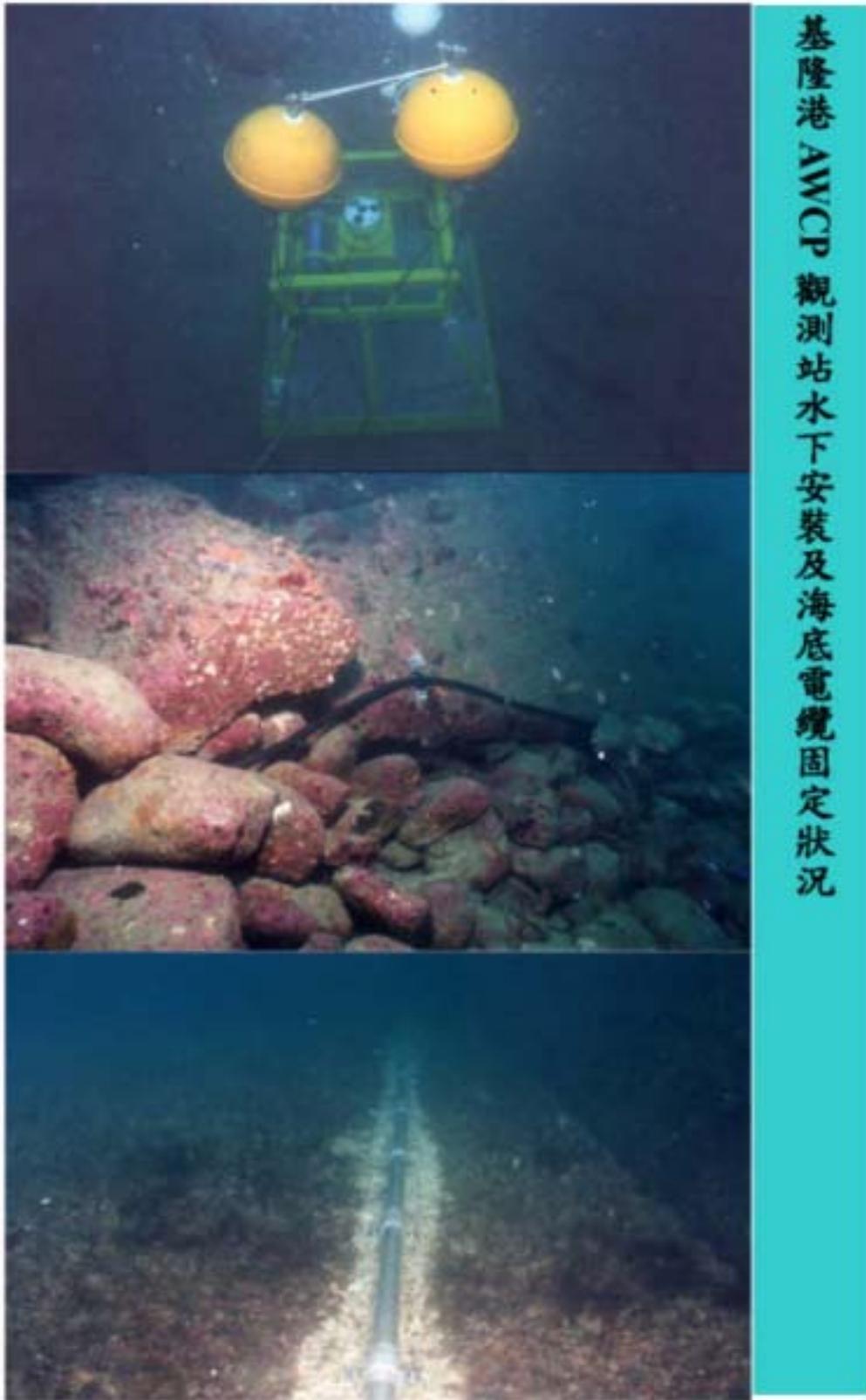


圖 2.13 AWCP 監測系統水下安裝後之狀況圖(2)



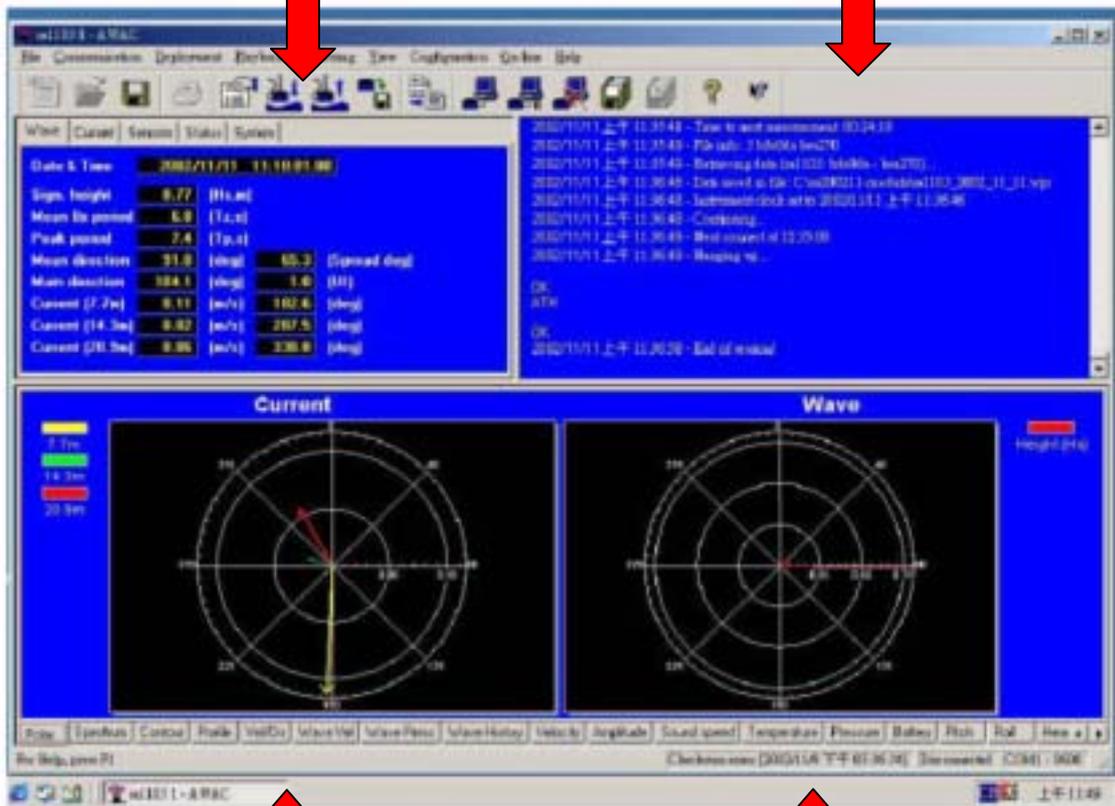
圖 2.14 AWCP 監測系統水下安裝後之狀況圖(3)



圖 2.15 AWCP 監測系統水下安裝後之狀況圖(4)

波高、波向、週期、流速、流向

通訊狀況記錄



上、中、下層流速流向

波高波向

圖 2.16 AWCP 監測系統資料前處圖

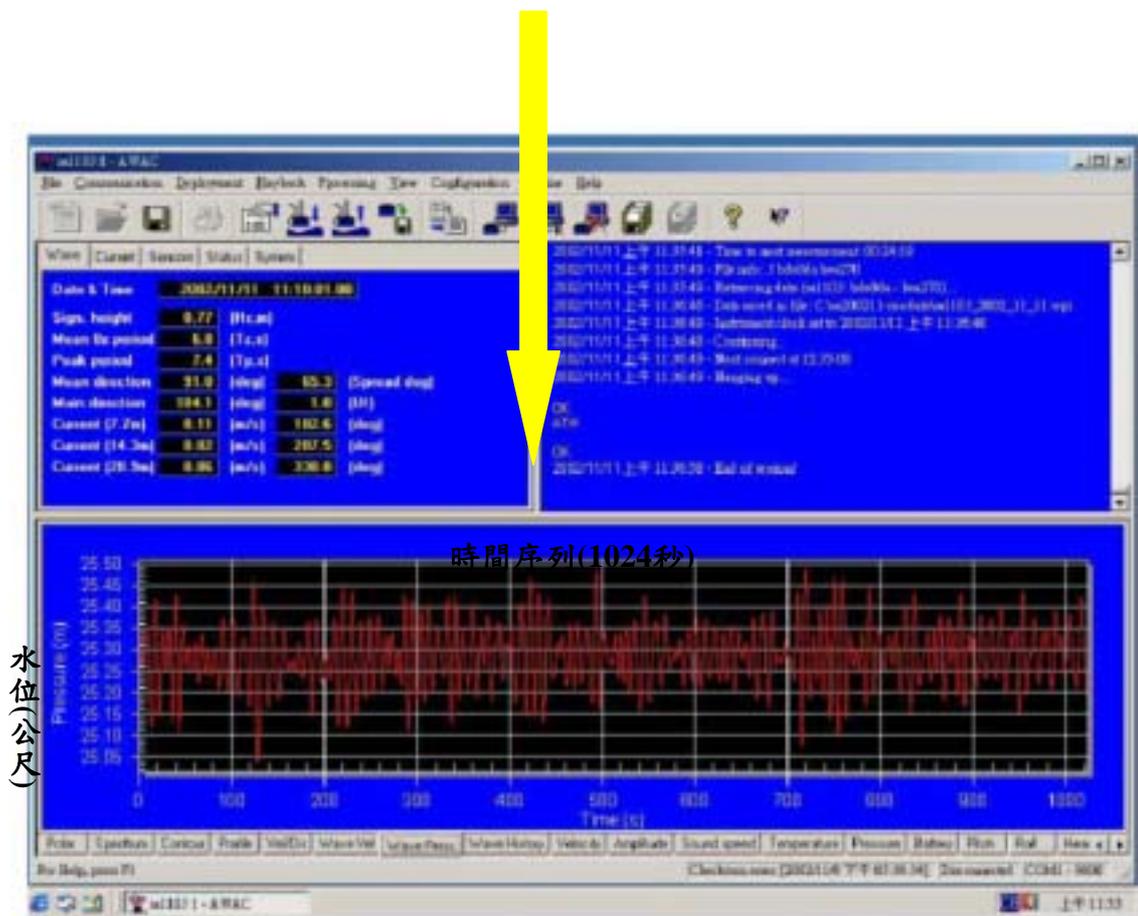
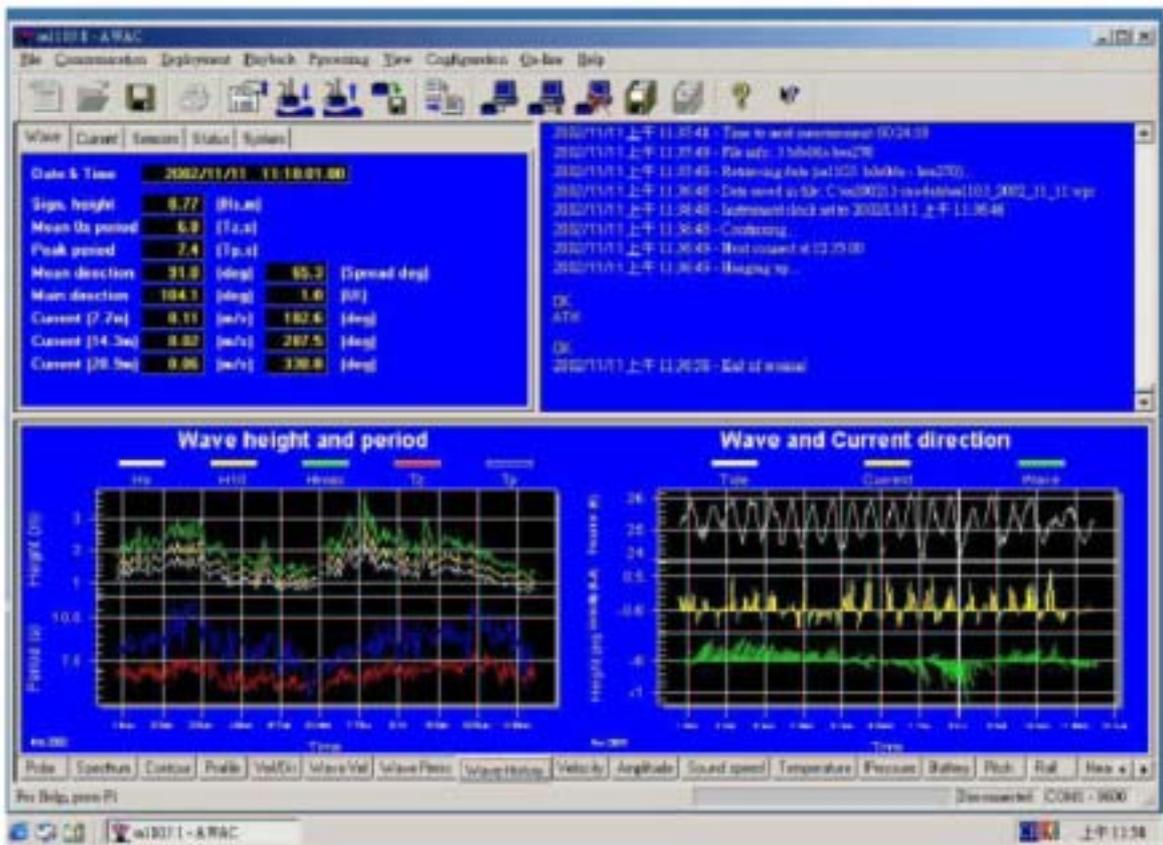


圖 2.17 AWCP 監測系統之壓力式波浪水位變化圖



時間序列(11月1日~11月11日) 時間序列(11月1日~11月11日)

圖 2.18 AWCP 監測系統之波高、週期、潮位、流速、流向、波向之逐時變化圖

第三章 2006 年基隆港海氣象資料分析與特性

3.1 觀測方法

基隆港海氣象觀測站是使用挪威 NORTEK 公司的波高波向與剖面海流即時傳送監測系統之 AWCP 儀器，因基隆港東防波堤自 5 月起往北延長 200 公尺約三年的工期，因此本所之觀測站暫時安裝在基隆港西防波堤外水深 36 公尺位置，潮位站則在 2002 年 6 月 14 日在基隆港光華燈塔附近屬基隆港務局測量隊之潮位站內安裝一組壓力式潮位儀及美製 YOUNG 公司的風速風向即時傳送監測系統；詳如圖 2.1。

3.1.1 波浪的量測

取樣頻率都設定為 1Hz，每小時取樣 2048 筆資料，亦即波高精度在每 1 秒間隔內分別量測所得速度 U、V、W 向量與壓力量，量測取得之資料再作整合而得到波高、波向的資料。

3.1.2 水位的量測

壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值。

3.1.3 海流的量測

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床上之儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，基隆港海氣象觀測站水深 36 公尺間距設定為 2 公尺，每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表其每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔 1 小時經由海底電纜傳訊回到接收站再經由數據傳送機直接傳回本中心電腦中儲存。

3.1.4 溫度的量測

內建於感應器上，操作環境在-4 ~40 間其精度 0.1 ；全部之原始資料先儲存於水中感應儀器之記錄器中，俟全部量測結束後即每小時之第 45 分鐘後再經由海底電纜傳回本中心各觀測站之電腦儲存。待本所港研中心接收站取得之原始波浪記錄，經利用程式轉換可做波高、波向的統計分析與波譜分析，可供各港務局之船舶交通管理系統 VMS 連線做即時傳送或學術單位進一步分析研究參考。

3.2 基隆港海氣象觀測站基本資料分析與特性

3.2.1 海流、水位

如圖 3.1~圖 3.12 為 2006 年 01 月 01 日~2006 年 05 月 04 日間在基隆港東防波堤白燈塔外海處及 2006 年 08 月 18 日~2006 年 12 月 31 日間在西防波堤紅燈塔外海蒐集之海流、水溫、水位之原始記錄資料，記錄資料甚為良好，資料為上層逐時變化圖，所觀測之海流流向有週期性往復運動，海流運方向主要集中在沿海岸平行方向，且隨潮流漲落改變方向；主軸為東與西向，即退潮時段流向為東，漲潮時段流向為西，大潮時其流速甚強，最大流速約可達 1.5~2.0 節左右。

綜觀其水位，可見此地區以全日潮為主，半日潮為輔(如圖 3.1~圖 3.12 所示)主要為複合潮。

3.2.2 波浪

如圖 3.10、圖 3.11 及圖 3.12 為 2006 年 10、11 及 12 月的冬季波浪資料，基本上是東北季風盛行的型態，經計算出之玫瑰統計圖(如圖 3.22 至圖 3.24)顯示，有義波高大部份在 2~5 公尺間，週期一般在 6-8 秒間，波向以東北為主。

圖 3.6~圖 3.12 為 2006 年 6 月~10 月間的波浪資料，主要可分為夏季波浪與颱風波浪，但觀測站受陸上遮蔽及夏季西南風較弱，因此可看出是以颱風來襲或颱風行經附近海域而引起較大的波浪為主。

3.2.3 颱風波浪

基隆港之颱風波浪之逐時波浪變化圖如圖 3.6~圖 3.12，其實測有義波高因 5 月 5 日至 8 月 15 日觀測站儀器更新中，只有量測到珊珊颱風在 9 月 16 日 12 時實測到最大有義波高為 4.58 公尺，週期 6.77 秒，波浪來向 35.71 度。

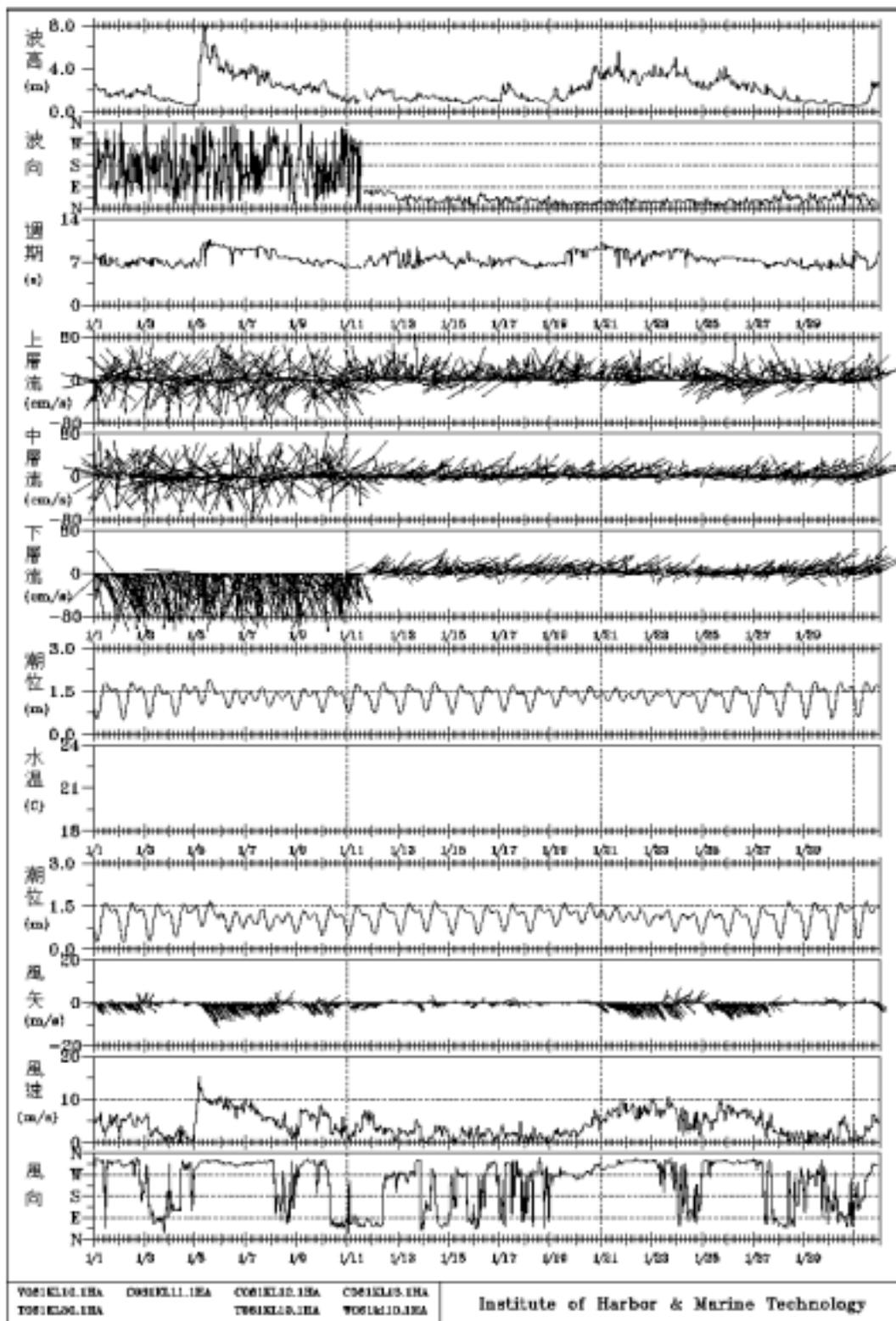


图3.1 2006年1月基隆港波、流、潮、风逐时历线图

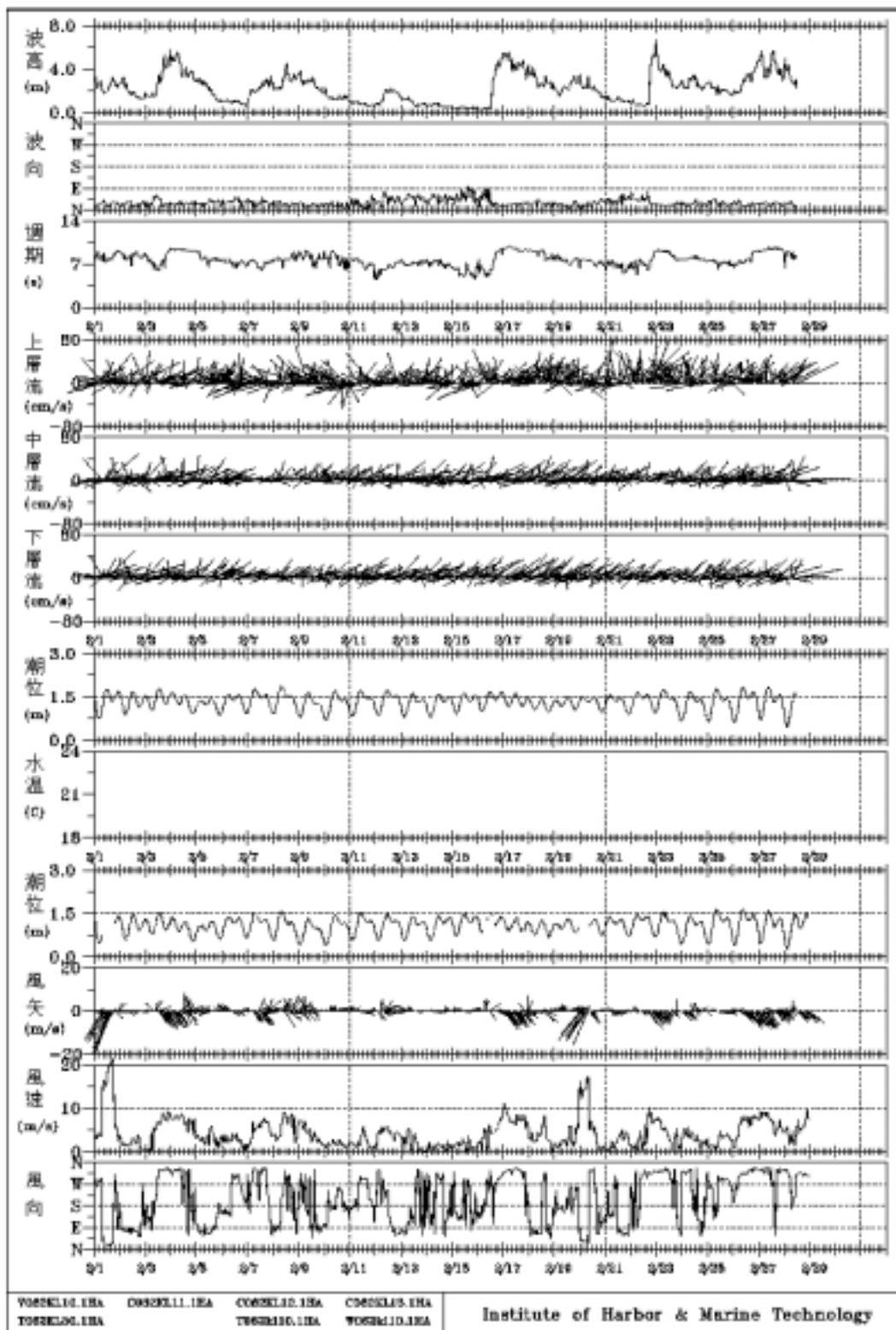


圖3.2 2006年2月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

HWY-1-9

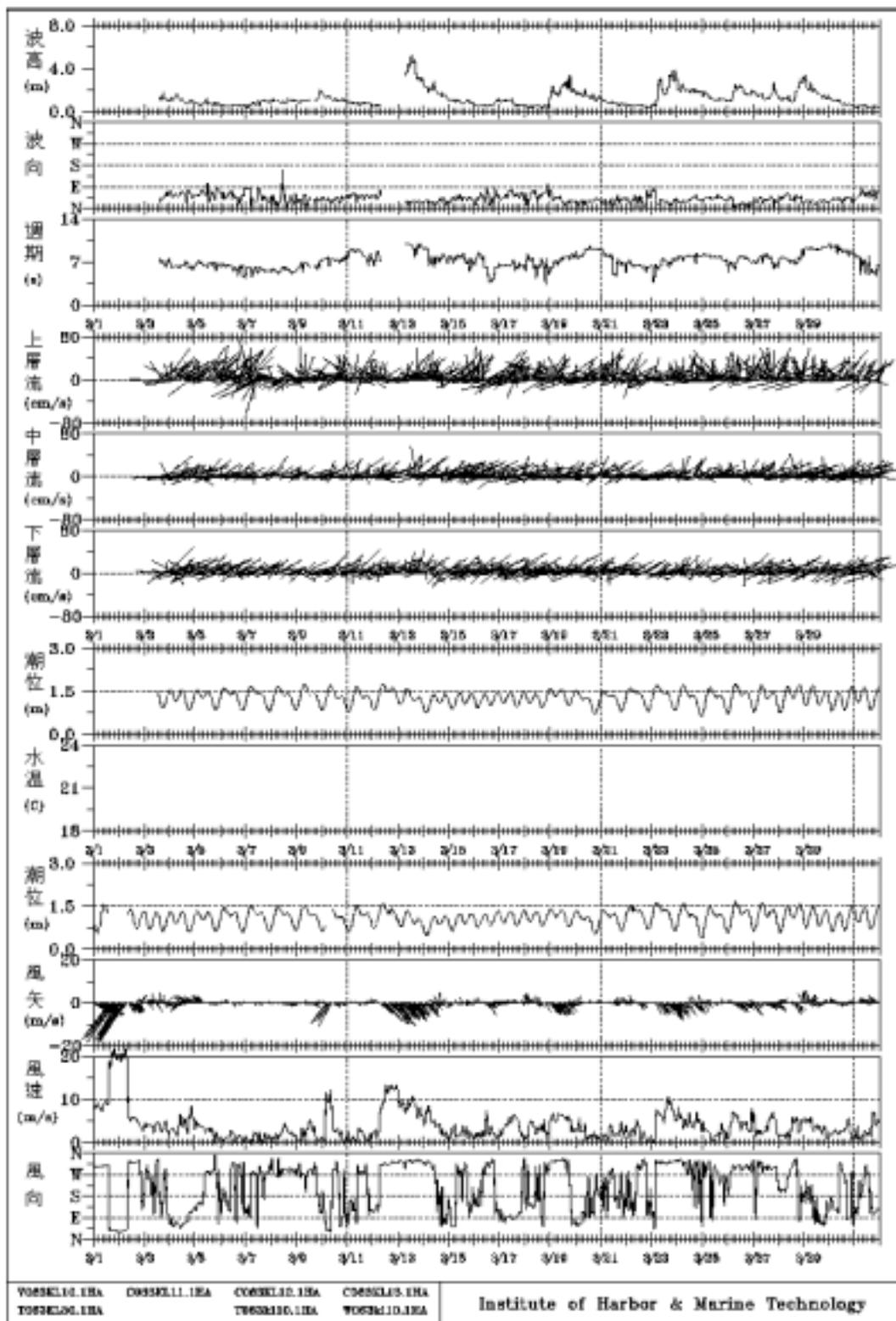


圖3.3 2006年3月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

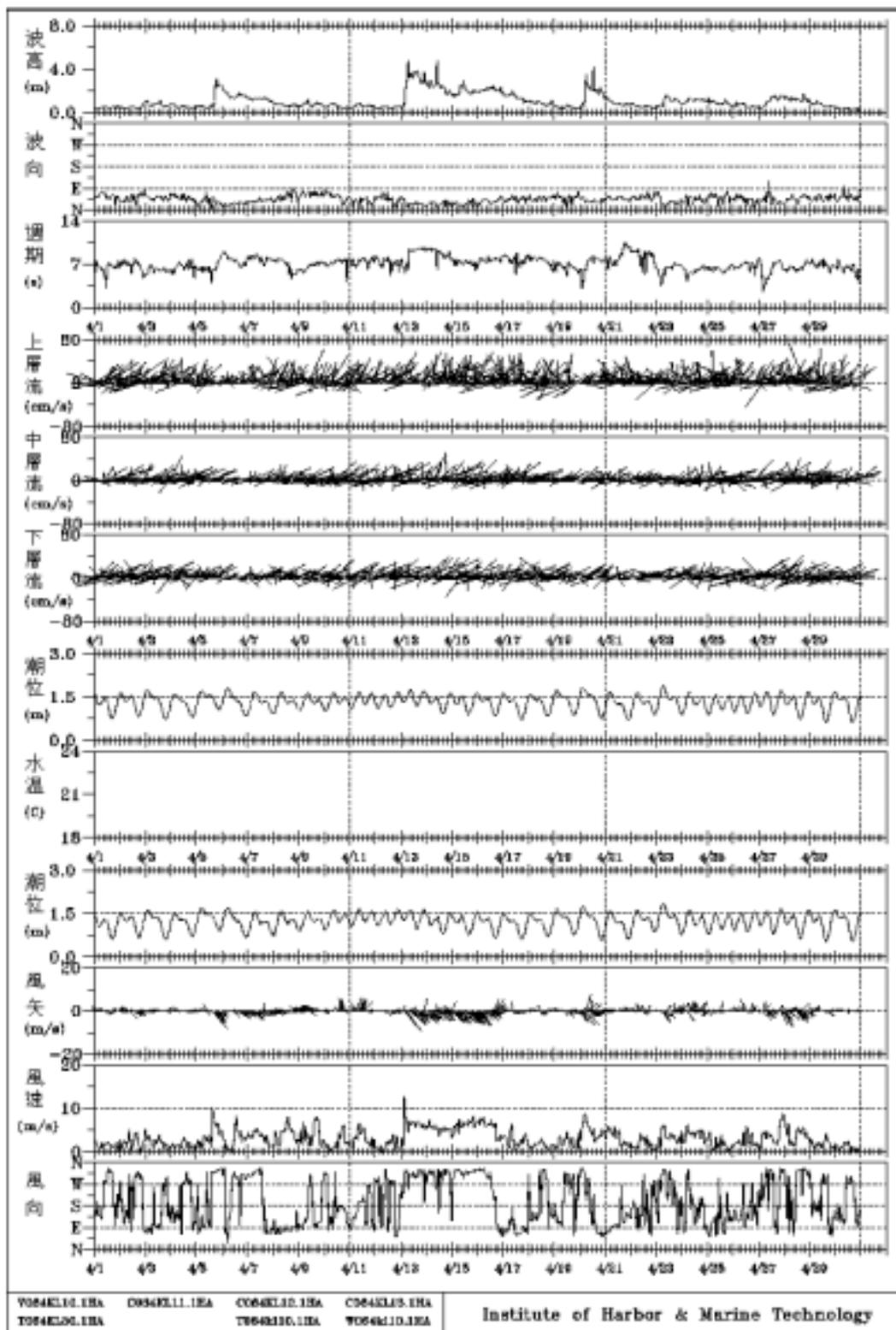


圖3.4 2006年4月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

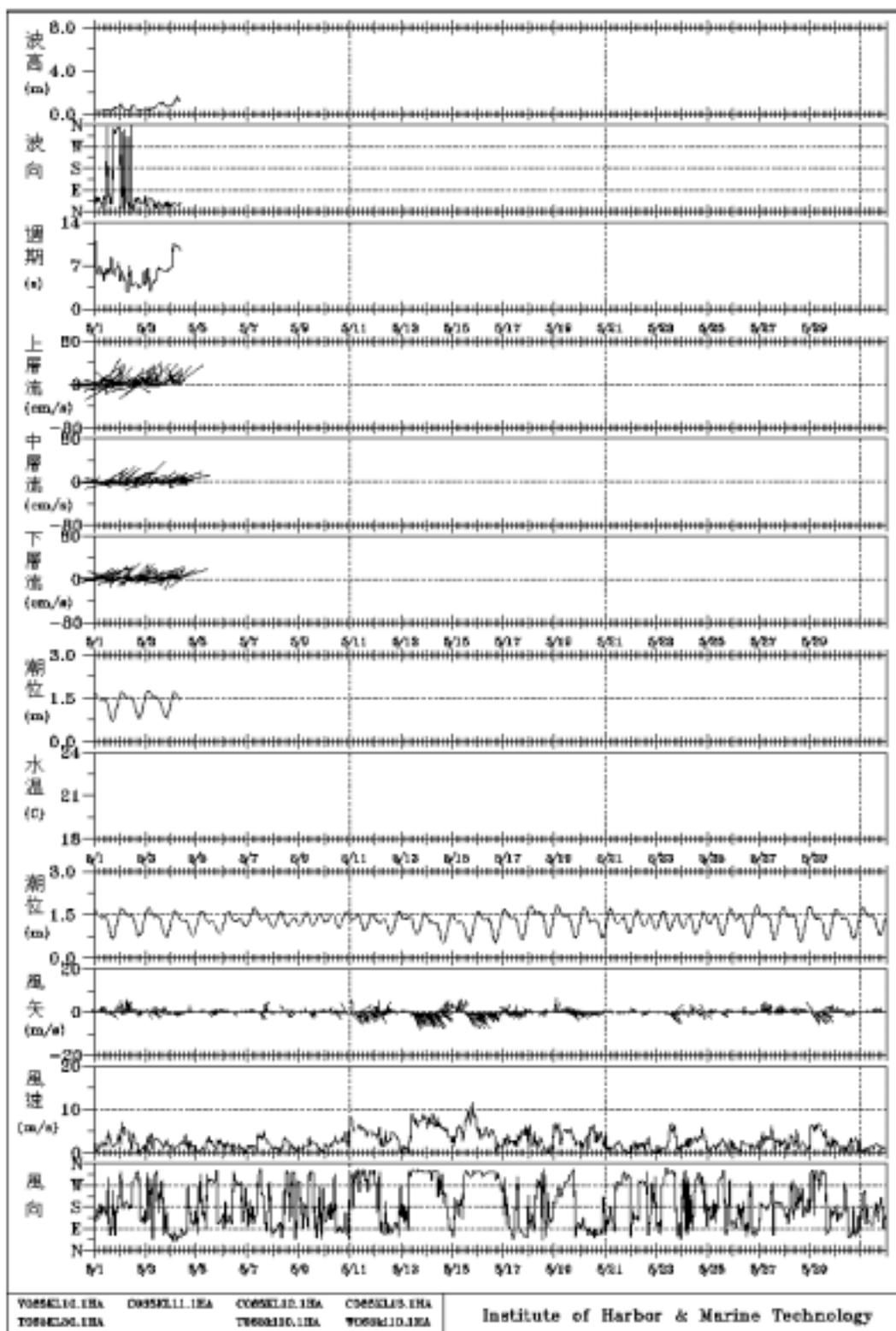
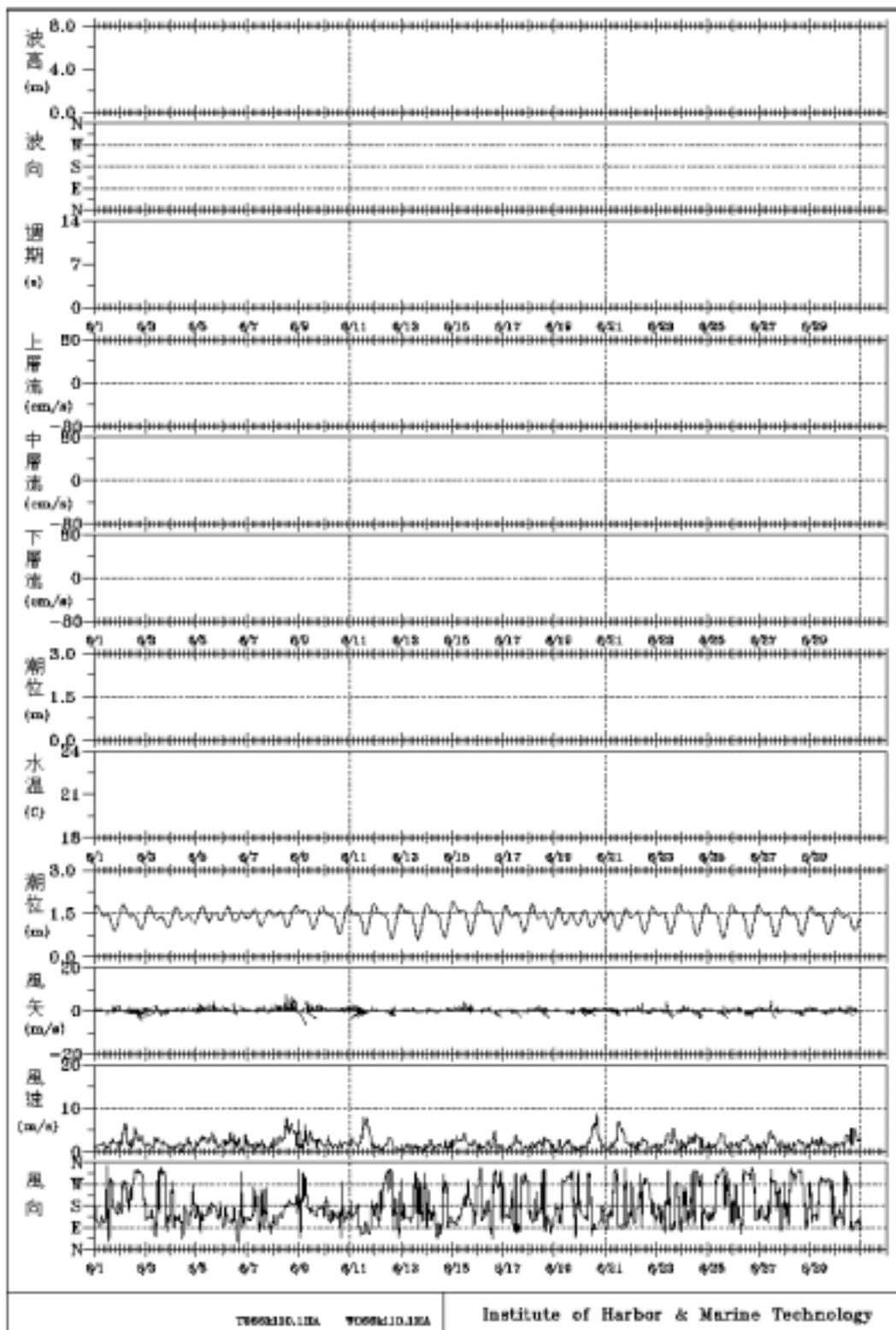


圖3.5 2006年5月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖



FILE:APR06

圖3.6 2006年6月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

HWY-1-9

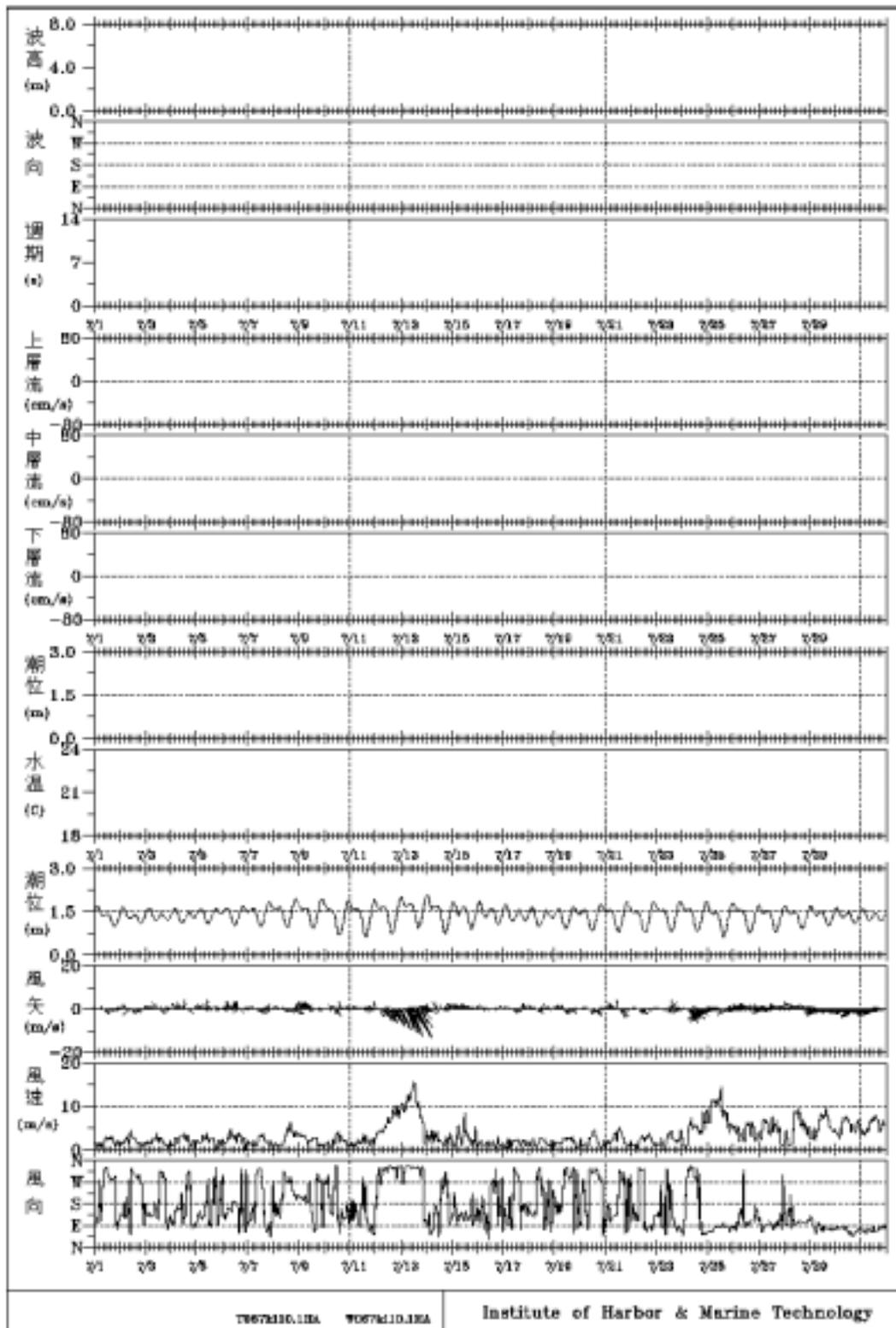


圖3.7 2006年7月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

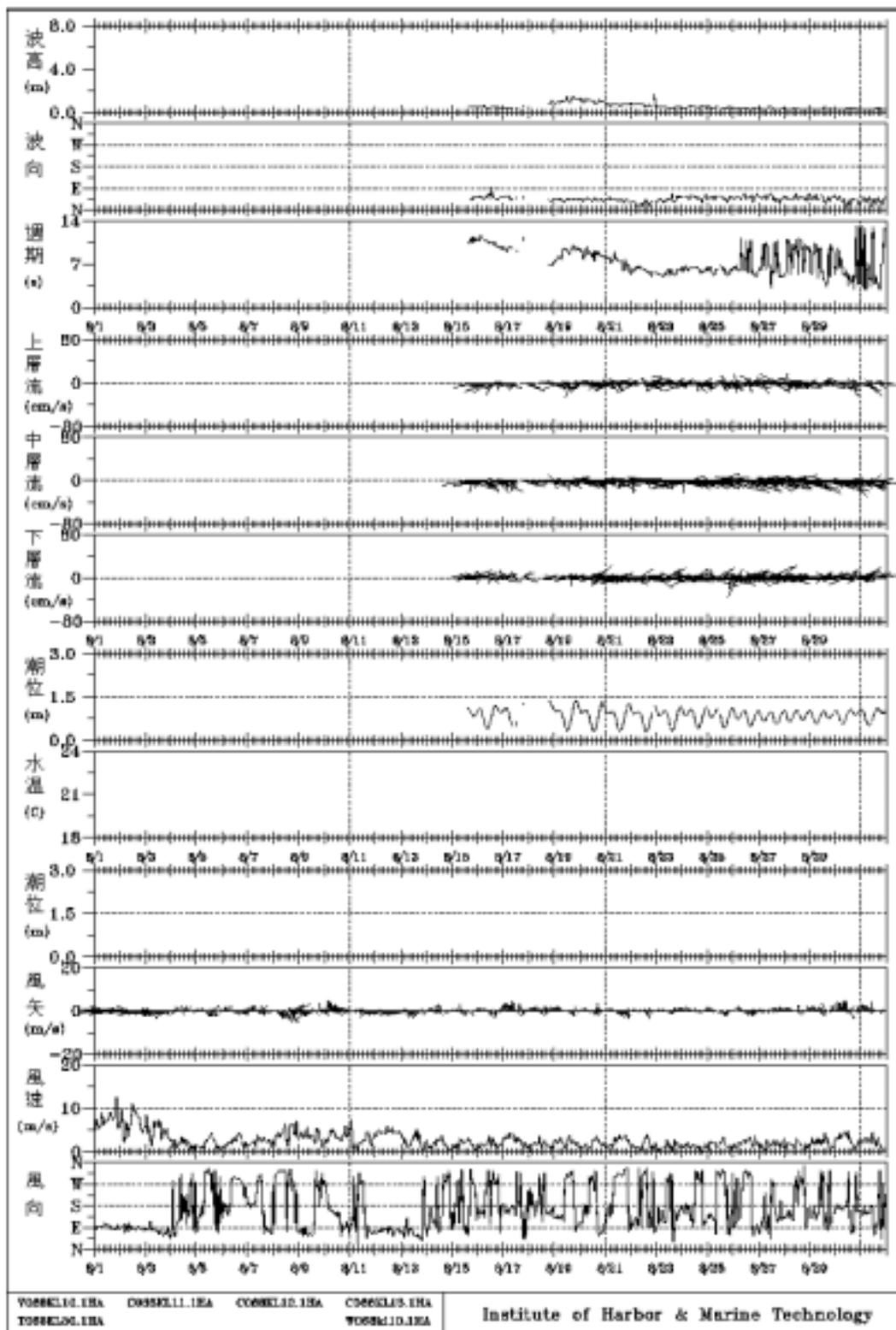


圖3.8 2006年8月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

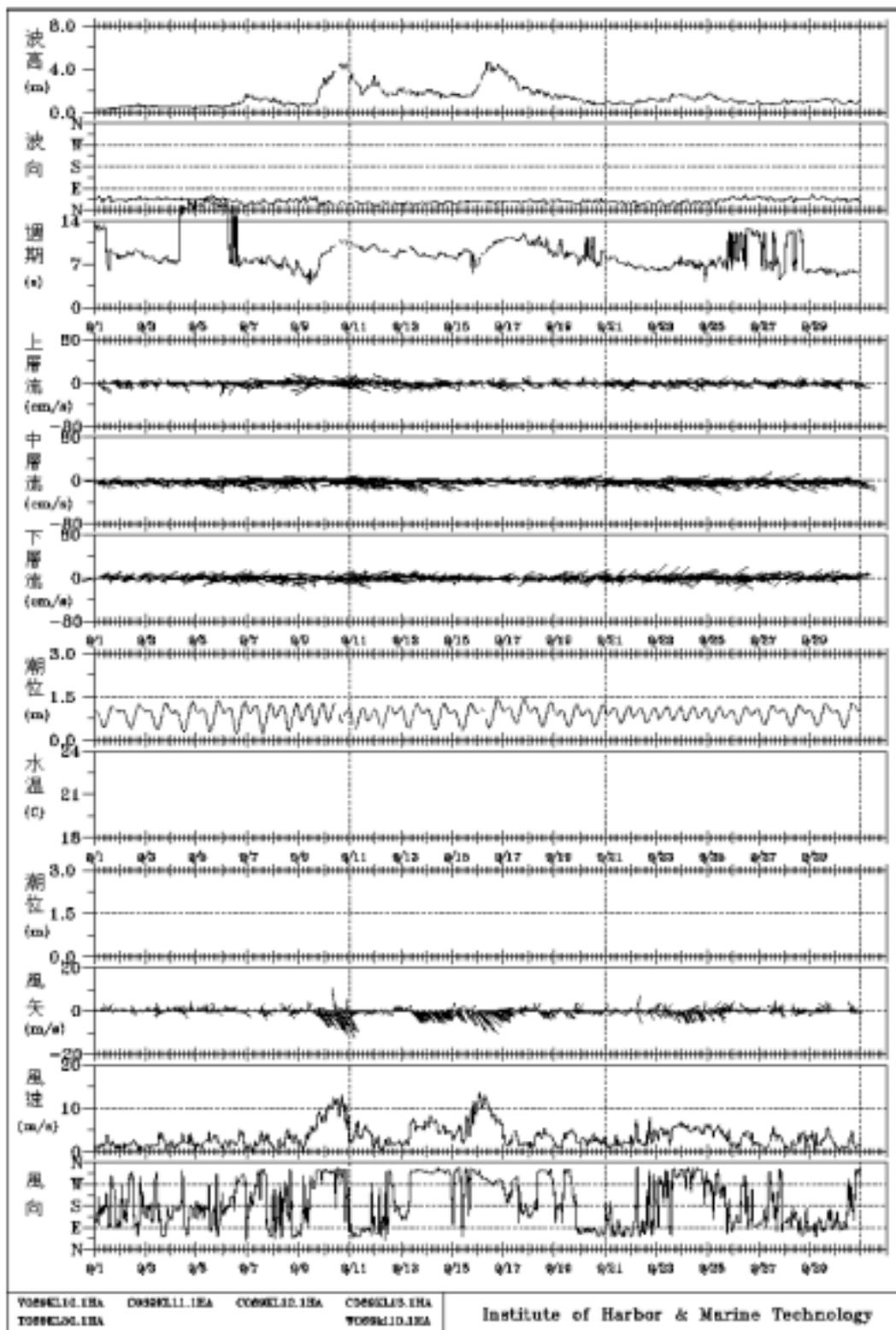


圖3.9 2006年9月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

HWY-1-9

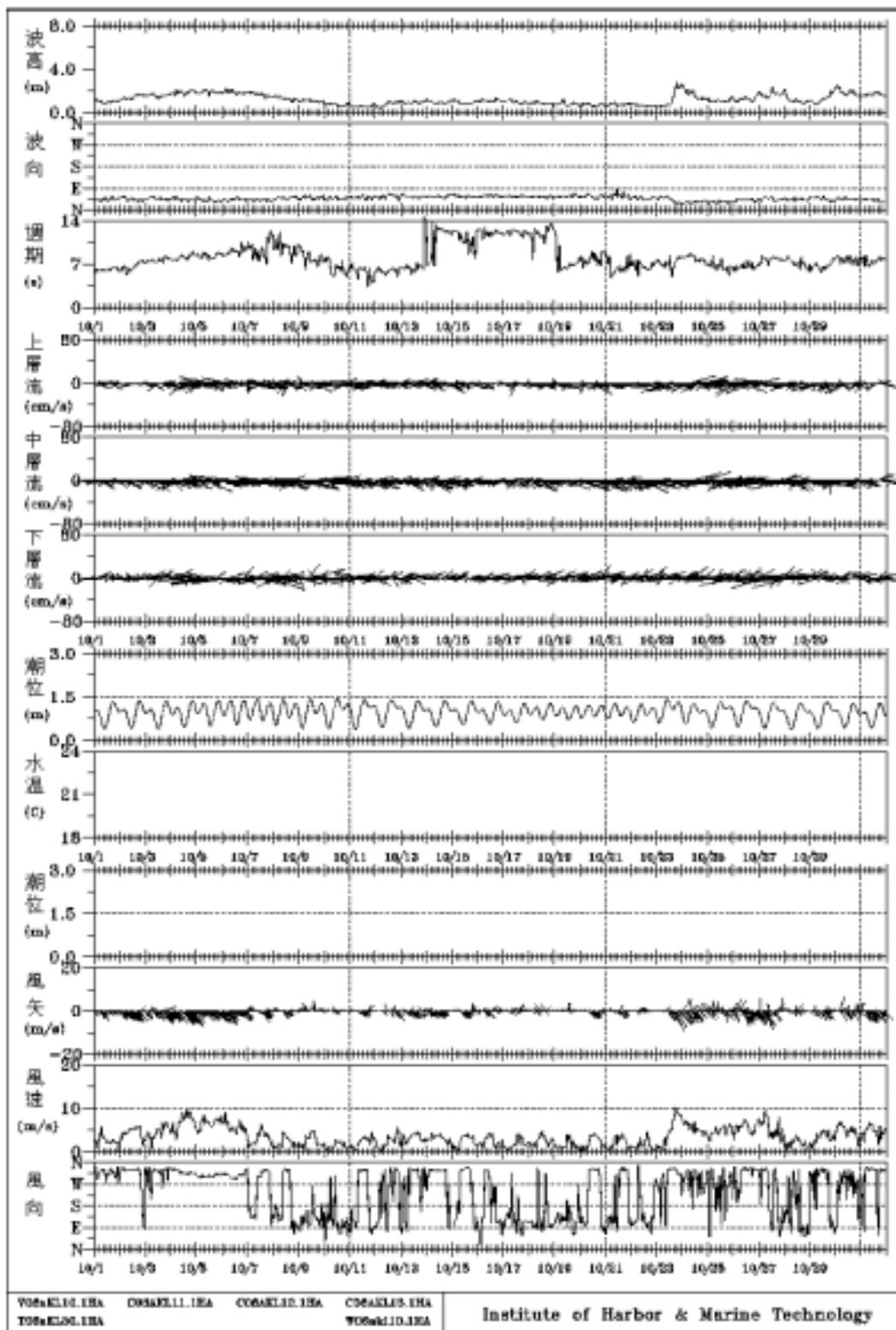


圖3.10 2006年10月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

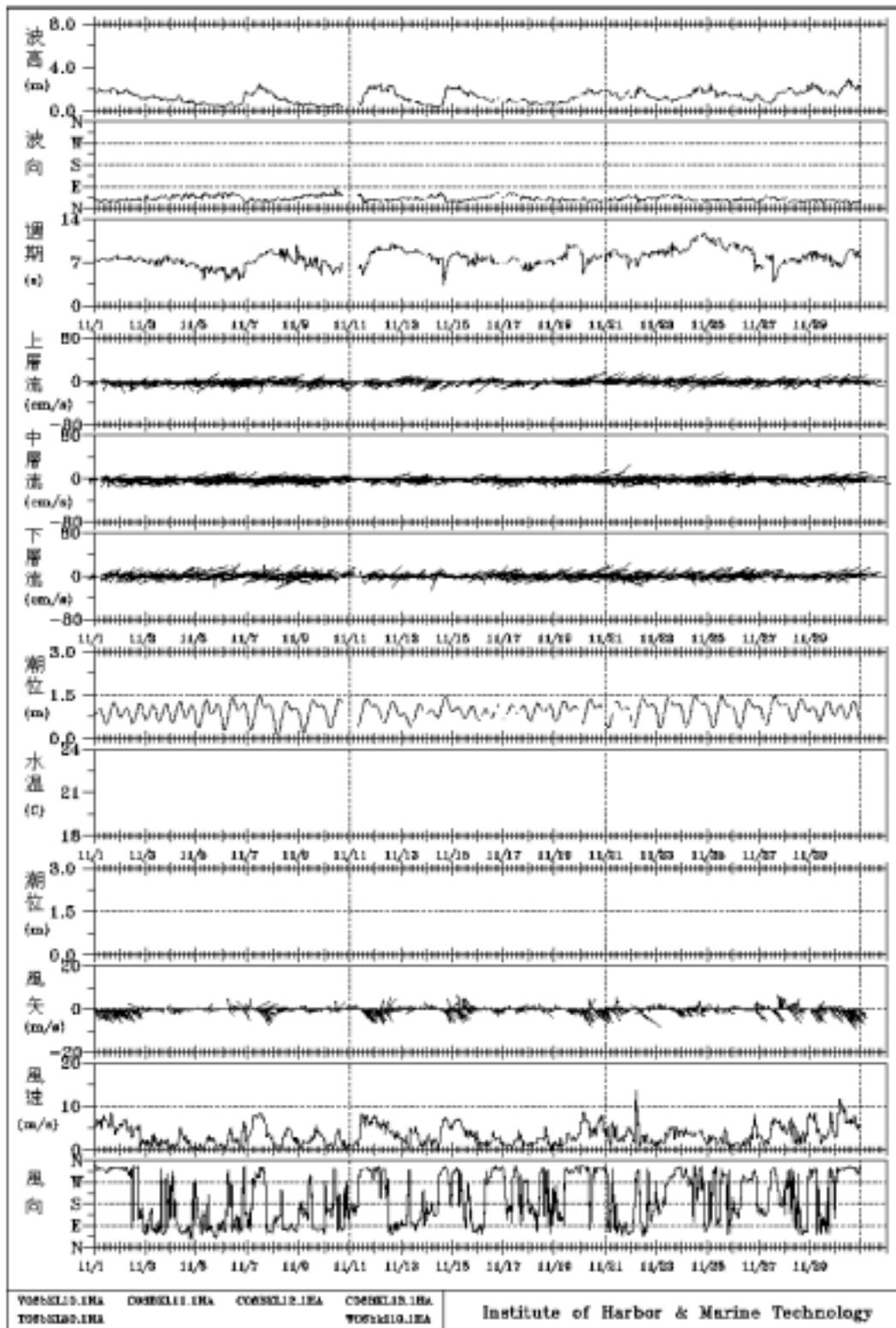


圖3.11 2006年11月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

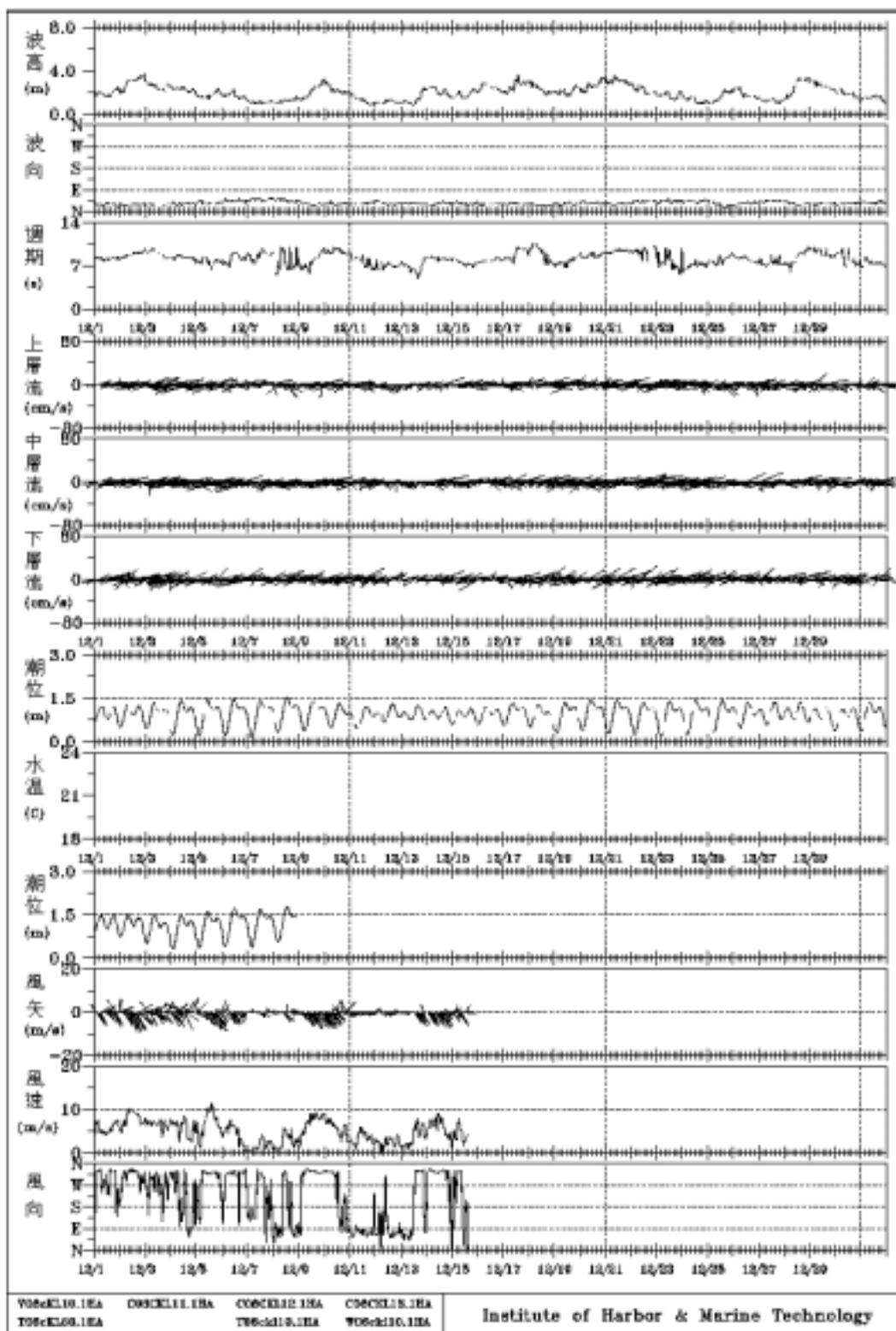


圖3.12 2006年12月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖

Rose Diagram of Wave

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/01/01.01:10-2006/01/31.23:10
Total data no. 740

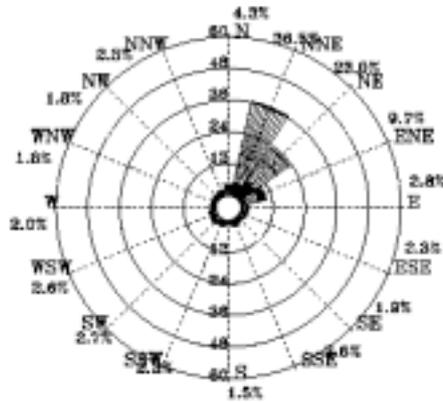


圖3.13 2006年1月基隆港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/02/01.01:10-2006/02/28.12:10
Total data no. 600

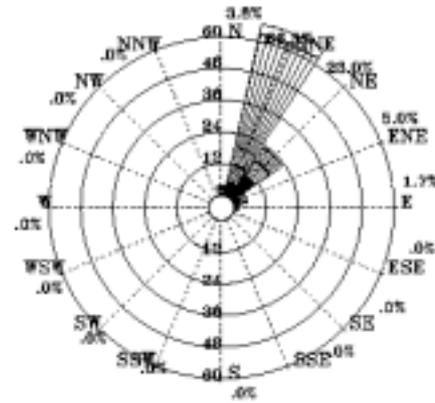


圖3.14 2006年2月基隆港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/03/03.14:17-2006/03/31.23:10
Total data no. 637

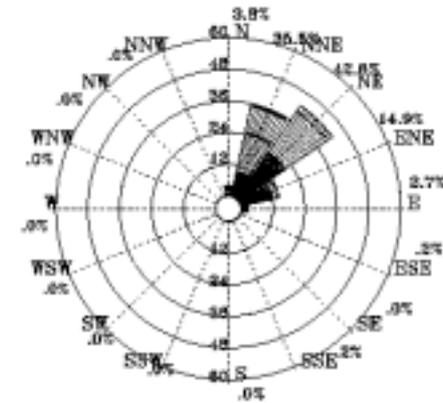


圖3.15 2006年3月基隆港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/04/01.01:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 718

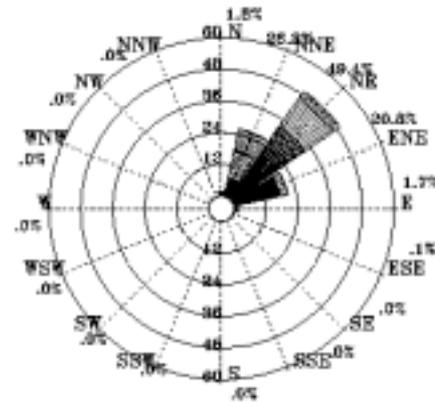
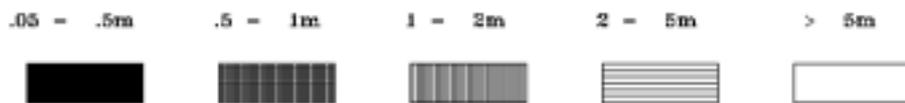


圖3.16 2006年4月基隆港測站波浪玫瑰圖



V061k110.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

HMPTM7.F08

300.1.9

Rose Diagram of Wave

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
 2006/05/01.01:10-2006/05/04.09:10
 Total data no. 81

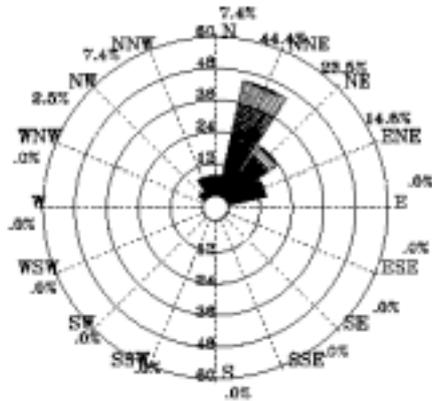


圖3.17 2006年 5月基隆港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
 2006/08/15.16:10-2006/08/31.23:10
 Total data no. 351

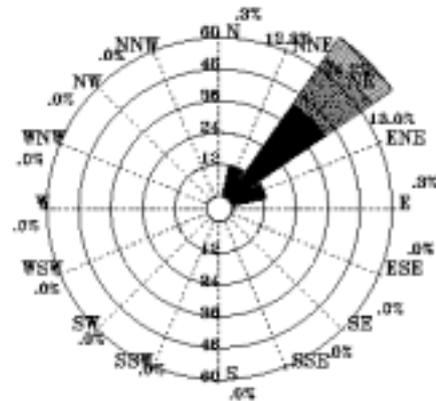
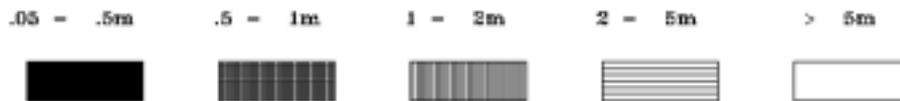


圖3.18 2006年 8月基隆港測站波浪玫瑰圖



V065k110.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

10/19/07

300.1.9

Rose Diagram of Wave

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/09/01.01:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 708

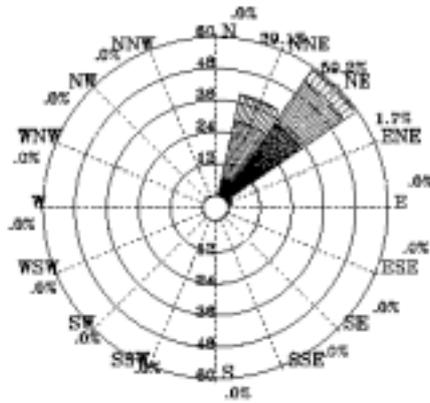


圖3.19 2006年9月基隆港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/10/01.01:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 743

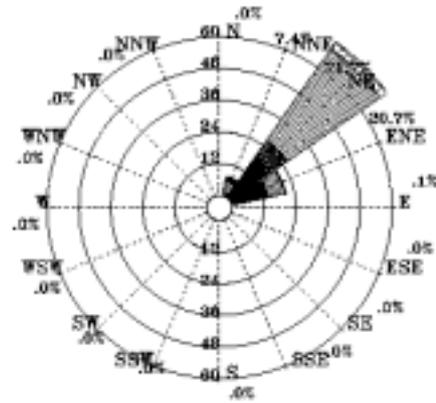


圖3.20 2006年10月基隆港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/11/01.01:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 672

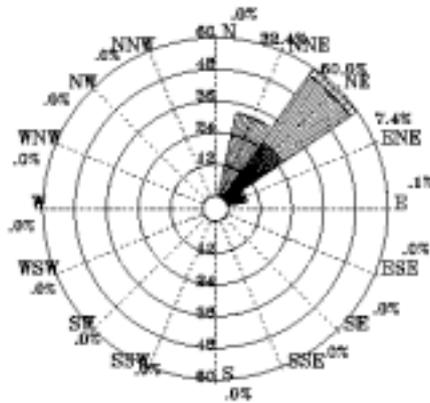


圖3.21 2006年11月基隆港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/12/01.01:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 657

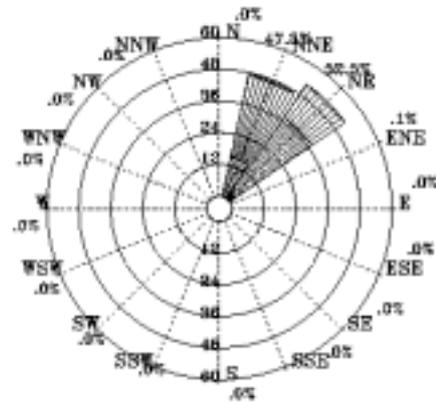
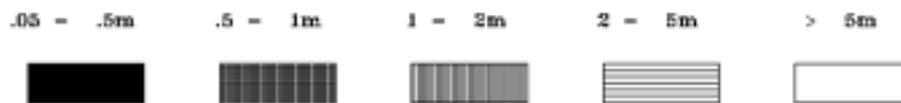


圖3.22 2006年12月基隆港測站波浪玫瑰圖



V069K110.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

HMPMAY2008

第 11 頁

Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/01/01.00:10-2006/01/31.23:10
Total data no. 740

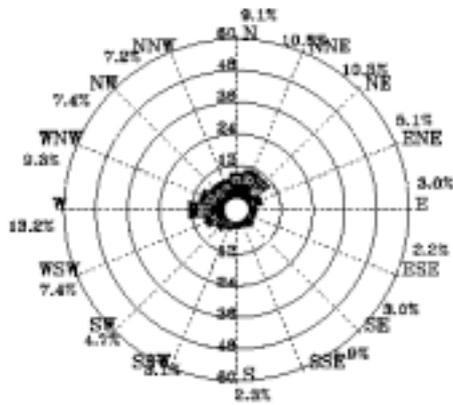
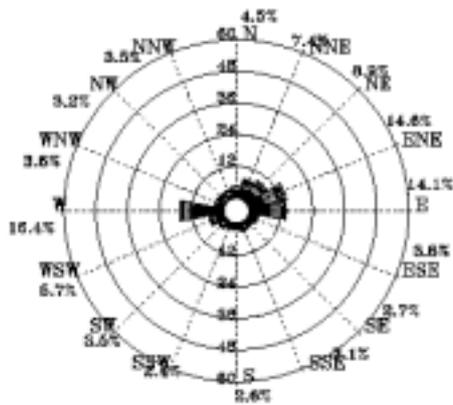


圖3.23 2006年1月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/01/01.00:10-2006/01/31.23:10
Total data no. 740



Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/01/01.00:10-2006/01/31.23:10
Total data no. 740

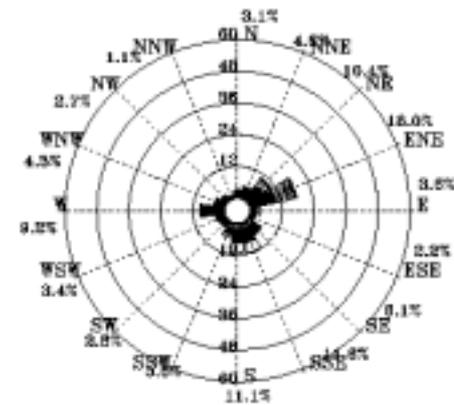


圖3.24 2006年1月基隆港-中層海流玫瑰圖

圖3.25 2006年1月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



C061k111.CDD

Institute of Harbor & Marine Technology

1/25/2006

3/11/06

Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/02/01.00:10-2006/02/29.12:10
Total data no. 661

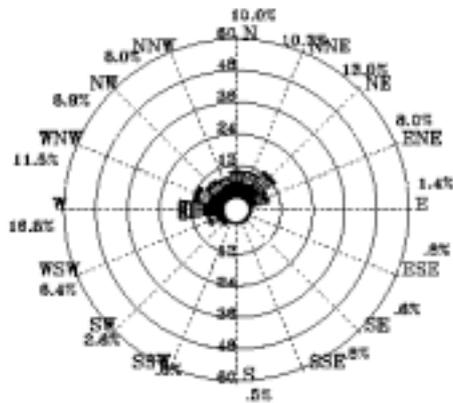
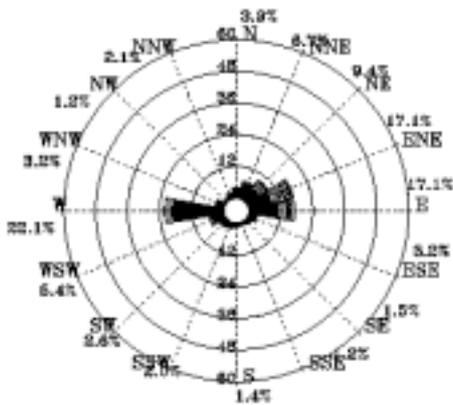


圖3.26 2006年2月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/02/01.00:10-2006/02/29.12:10
Total data no. 661



Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/02/01.00:10-2006/02/29.12:10
Total data no. 661

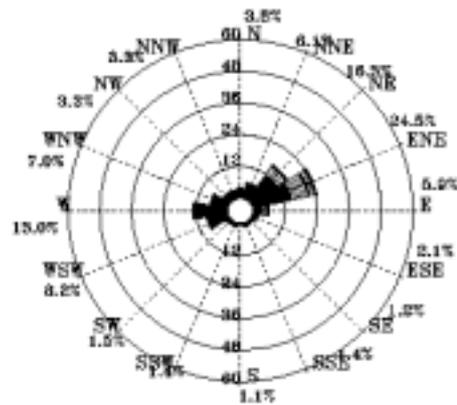


圖3.27 2006年2月基隆港-中層海流玫瑰圖

圖3.28 2006年2月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



c062k11.CDD

Institute of Harbor & Marine Technology

16/03/06

30/1/06

Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/03/03.13:17-2006/03/31.23:10
Total data no. 661

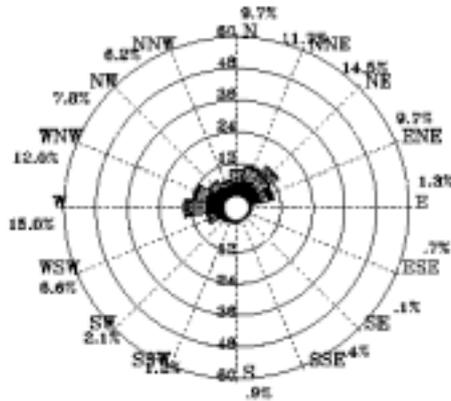
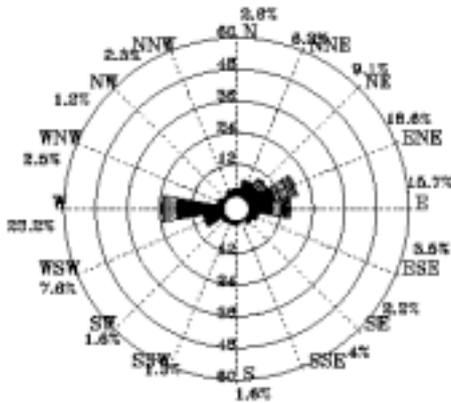


圖3.29 2006年3月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/03/03.13:17-2006/03/31.23:10
Total data no. 661



Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/03/03.13:17-2006/03/31.23:10
Total data no. 661

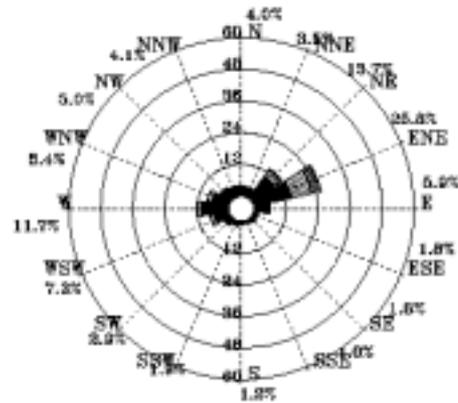


圖3.30 2006年3月基隆港-中層海流玫瑰圖

圖3.31 2006年3月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/04/01.00:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 719

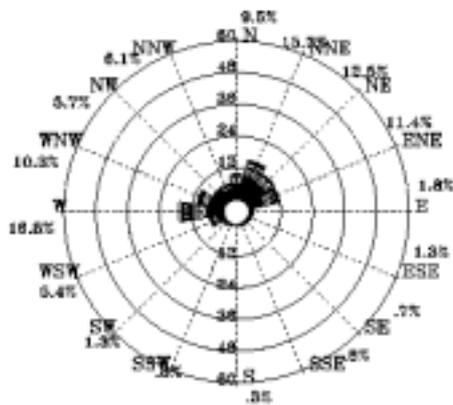


圖3.32 2006年4月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/04/01.00:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 719

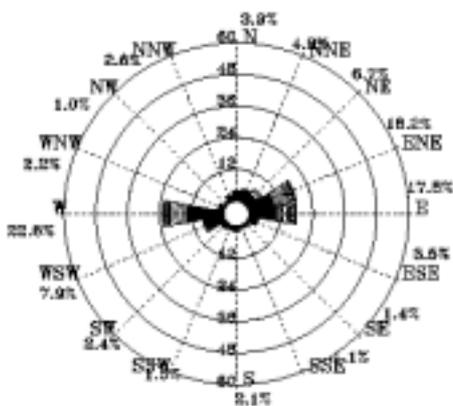


圖3.33 2006年4月基隆港-中層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/04/01.00:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 719

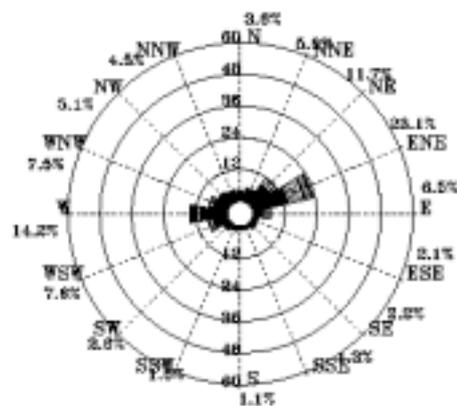


圖3.34 2006年4月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/05/01.00:10-2006/05/04.09:10
Total data no. 82

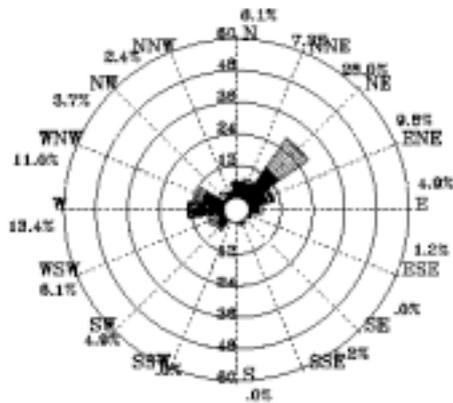
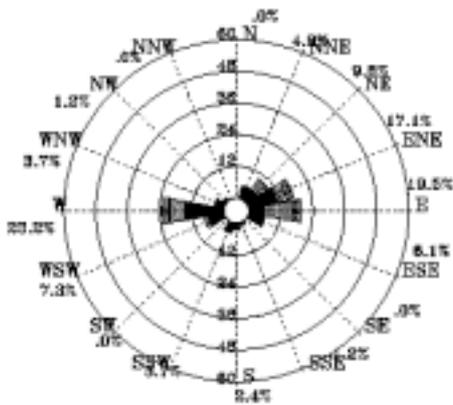


圖3.35 2006年5月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/05/01.00:10-2006/05/04.09:10
Total data no. 82



Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/05/01.00:10-2006/05/04.09:10
Total data no. 82

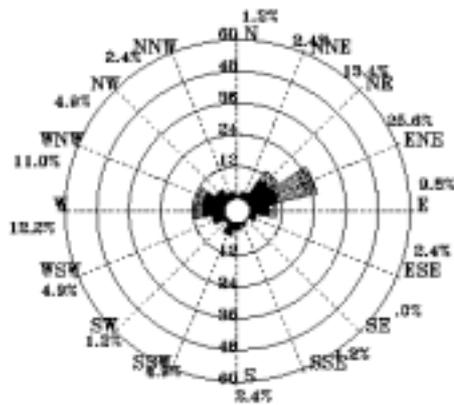


圖3.36 2006年5月基隆港-中層海流玫瑰圖

圖3.37 2006年5月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/08/15:10-2006/08/31:23:10
Total data no. 366

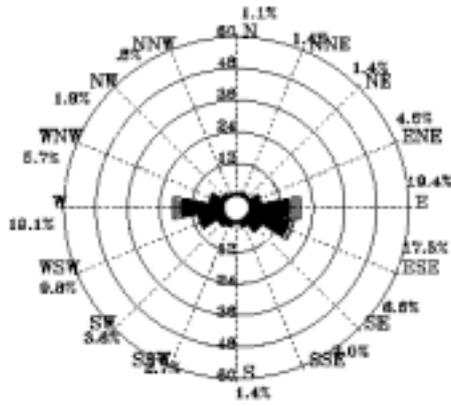
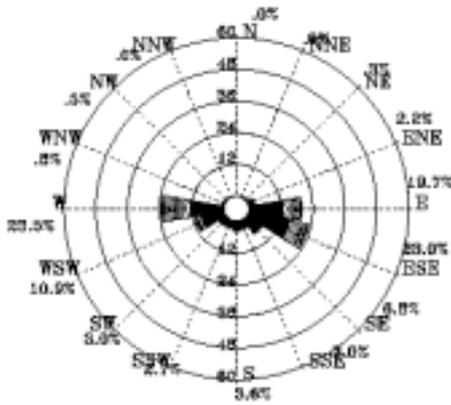


圖3.38 2006年8月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/08/15:10-2006/08/31:23:10
Total data no. 366



Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/08/15:10-2006/08/31:23:10
Total data no. 366

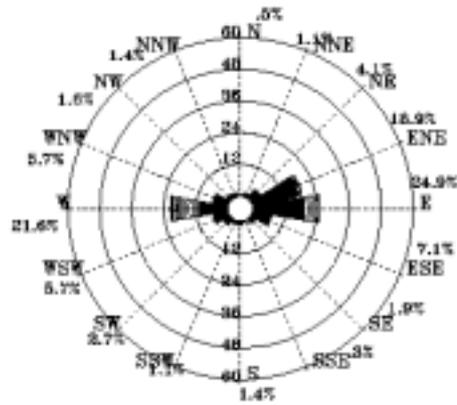


圖3.39 2006年8月基隆港-中層海流玫瑰圖

圖3.40 2006年8月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



C088k111.CDD

Institute of Harbor & Marine Technology

15/08/2006

001.1.9

Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 720

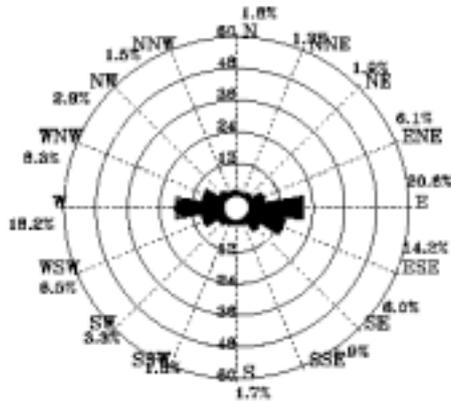
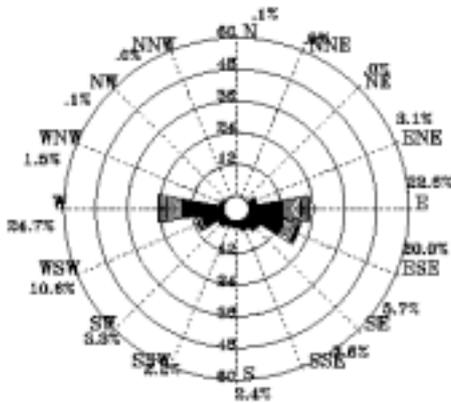


圖3.41 2006年9月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 720



Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 720

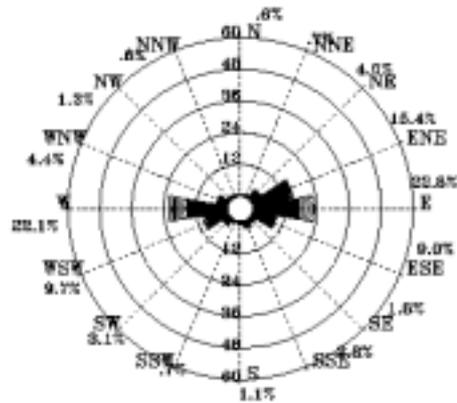


圖3.42 2006年9月基隆港-中層海流玫瑰圖

圖3.43 2006年9月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



c009k111.CDD

Institute of Harbor & Marine Technology

15/07/06

001.1.9

Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/10/01.00:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 744

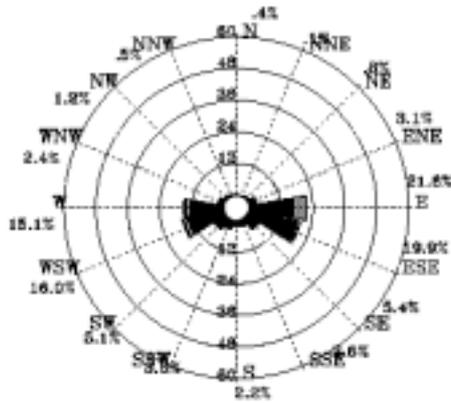
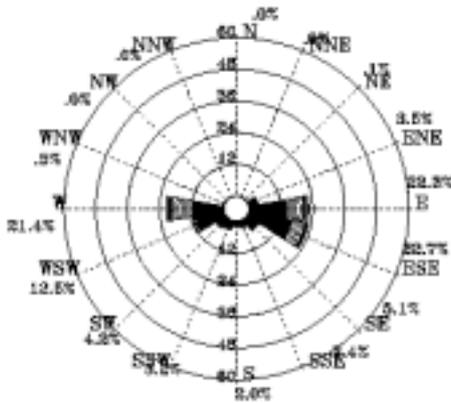


圖3.44 2006年10月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/10/01.00:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 744



Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/10/01.00:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 744

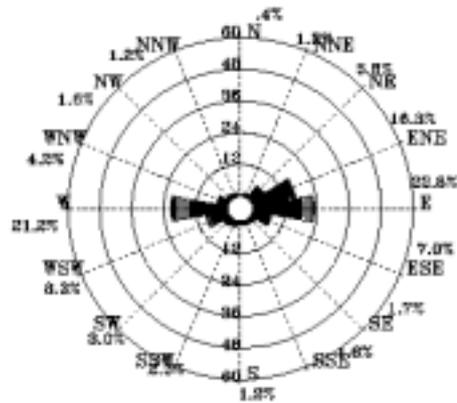


圖3.45 2006年10月基隆港-中層海流玫瑰圖

圖3.46 2006年10月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 694

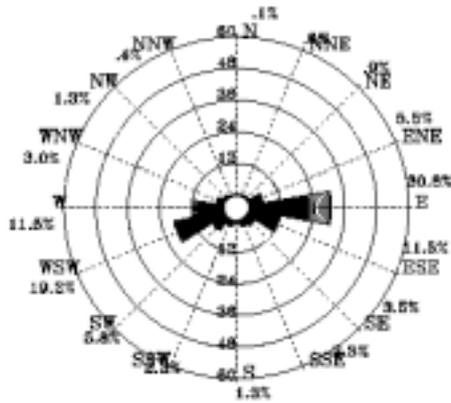
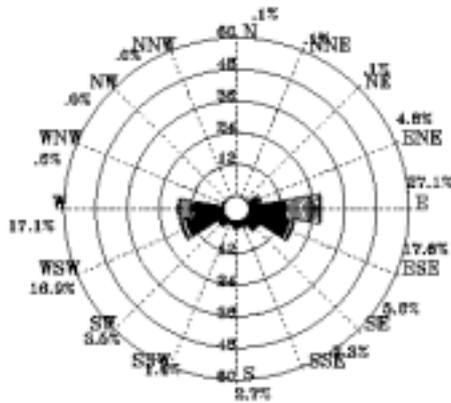


圖3.47 2006年11月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 694



Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 694

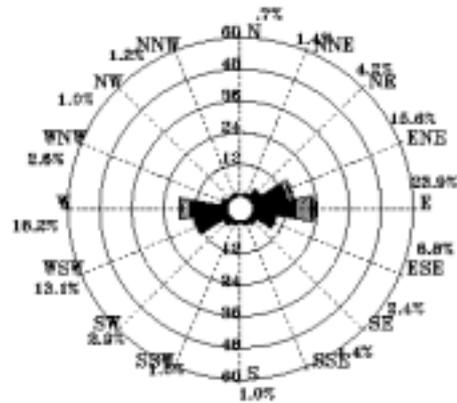


圖3.48 2006年11月基隆港-中層海流玫瑰圖

圖3.49 2006年11月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



C06Bk111.CDD

Institute of Harbor & Marine Technology

15/2/2007/09

300.1.1.9

Rose Diagram of Current

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/12/01.00:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 720

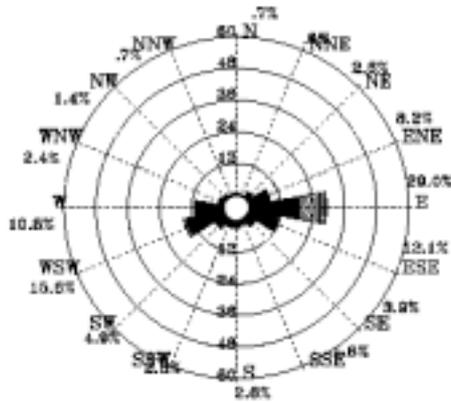
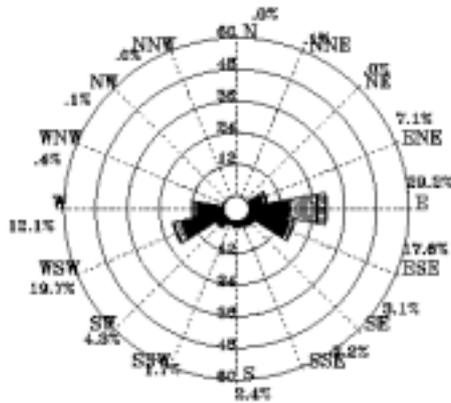


圖3.50 2006年12月基隆港-上層海流玫瑰圖

Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/12/01.00:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 720



Current in Kee-Lung HARBOR of ST-1
at 2006/12/01.00:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 720

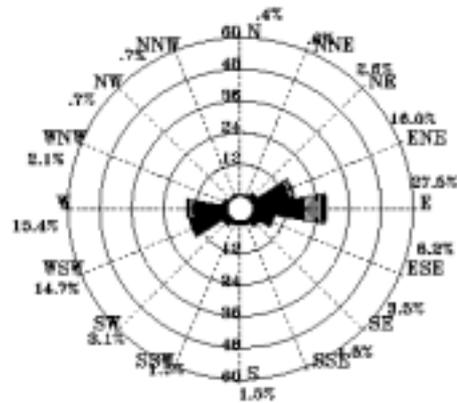


圖3.51 2006年12月基隆港-中層海流玫瑰圖

圖3.52 2006年12月基隆港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Wind

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/01/01.00:00-2006/01/31.23:00
Total data no. 744

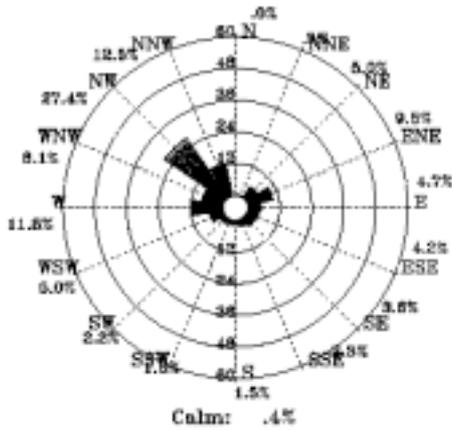


圖3.53 2006年1月基隆港測站風玫瑰圖

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/02/01.00:00-2006/02/28.23:00
Total data no. 671

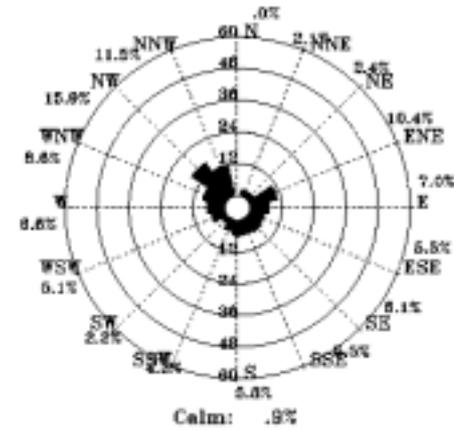


圖3.54 2006年2月基隆港測站風玫瑰圖

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/03/01.00:00-2006/03/31.23:00
Total data no. 744

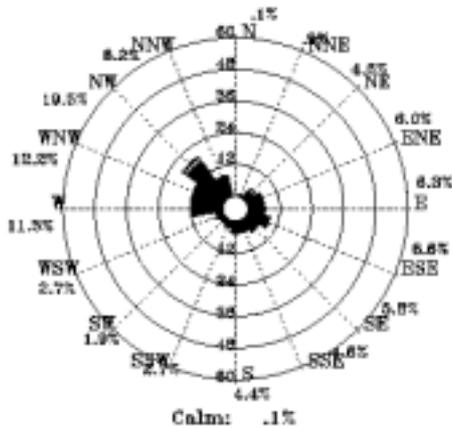


圖3.55 2006年3月基隆港測站風玫瑰圖

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/04/01.00:00-2006/04/30.23:00
Total data no. 730

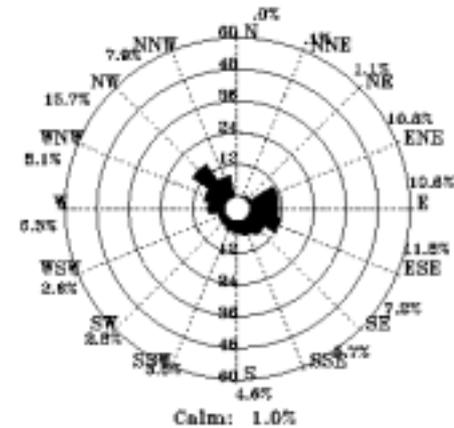
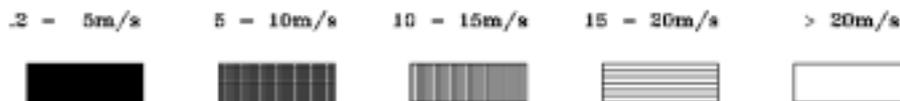


圖3.56 2006年4月基隆港測站風玫瑰圖



Rose Diagram of Wind

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/05/01.00:00-2006/05/31.23:00
Total data no. 744

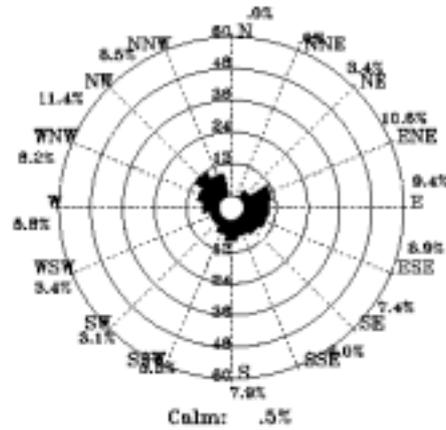


圖3.57 2006年 5月基隆港測站風玫瑰圖

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/06/01.00:00-2006/06/30.23:00
Total data no. 720

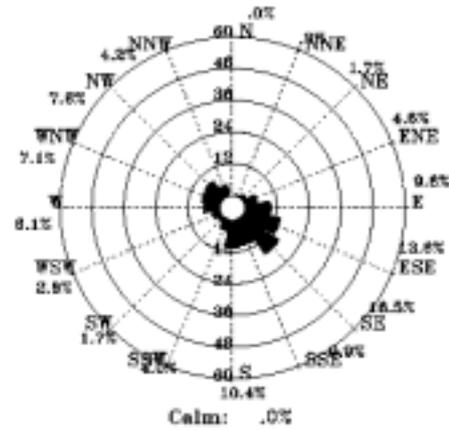


圖3.58 2006年 6月基隆港測站風玫瑰圖

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/07/01.00:00-2006/07/31.23:00
Total data no. 744

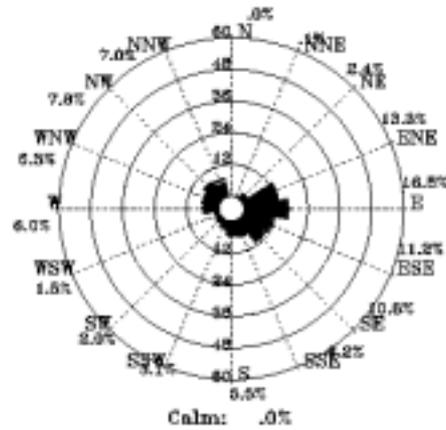


圖3.59 2006年 7月基隆港測站風玫瑰圖

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/08/01.00:00-2006/08/31.23:00
Total data no. 744

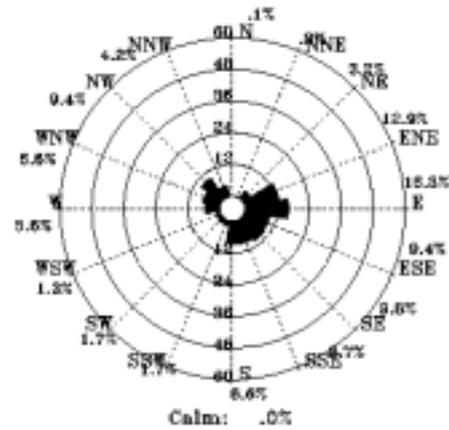
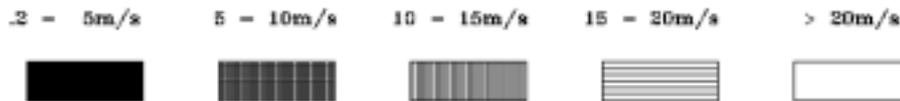


圖3.60 2006年 8月基隆港測站風玫瑰圖



Rose Diagram of Wind

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/09/01:00:00-2006/09/30:23:00
Total data no. 720

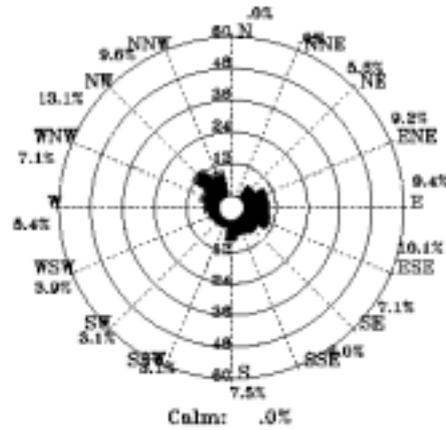


圖3.61 2006年9月基隆港測站風玫瑰圖

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/10/01:00:00-2006/10/31:23:00
Total data no. 744

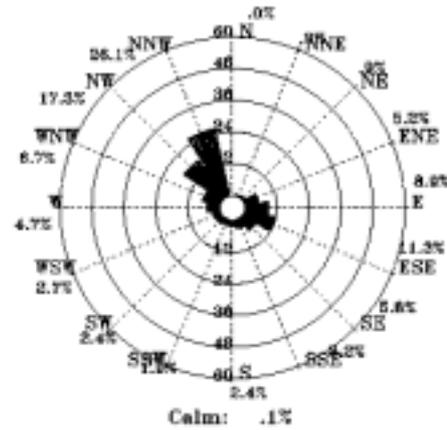


圖3.62 2006年10月基隆港測站風玫瑰圖

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/11/01:00:00-2006/11/30:23:00
Total data no. 720

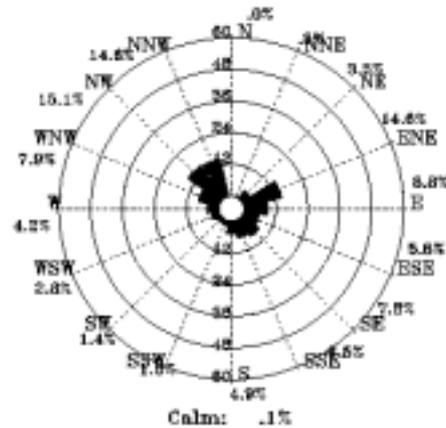


圖3.63 2006年11月基隆港測站風玫瑰圖

Wind in Kee-Lung Harbor of ST-1
2006/12/01:01:00-2006/12/15:15:00
Total data no. 351

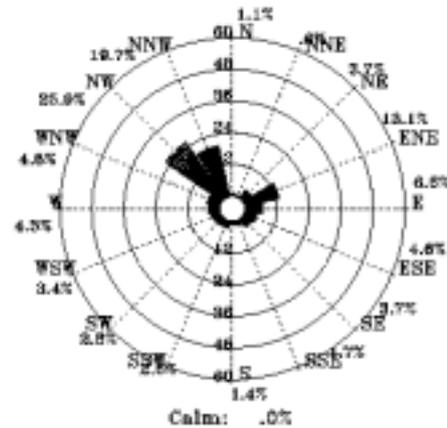


圖3.64 2006年12月基隆港測站風玫瑰圖

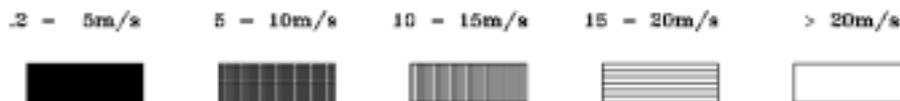


表 3.1 基隆港測站示性波高、示性週期及波向統計表

年、月	觀測 次數	$H_{1/2}$	$T_{1/2}$	$H_{1/2}$	波向 (度)	$H_{1/2}$	$H_{1/2}$	$H_{1/2}$	波向 rose-rose (%)	波向 rose-rose (%)	$T_{1/2}$	$T_{1/2}$	$T_{1/2}$	$T_{1/2}$	
		平均值 (米)	平均值 (秒)	最大值 (米)		週期 (秒)	小於 1 米 (%)	1~2 米 (%)			大於 2 米 (%)	小於 8 秒 (%)	8~16 秒 (%)	16~30 秒 (%)	大於 30 秒 (%)
2000/01	740	1.05	7.5	6.14	16.1	WSW	18.1	36.1	43.6	59.1	9.9	2.1	11.2	25.5	5
2000/02	650	1.26	7.7	6.74	8.1	30E	21.2	23.9	34.8	65.2	8	4.8	41.5	33.6	8
2000/03	657	1.24	7.2	5.25	8.5	30E	45.7	39.4	13.8	85.8	8	14.2	63.2	21.9	8
2000/04	718	1.05	7.1	4.78	6.2	31	61.7	26.7	11.6	80.2	8	14.6	69.6	15.2	4
2000/05	81	.61	5.9	1.73	16.1	30E	87.7	12.3	0	61.7	8	50.6	37.0	3.7	6.6
2000/06	281	.80	7.5	1.69	5.5	30E	98.9	9.1	0	86.8	8	31.6	38.5	32.7	17.2
2000/09	735	1.36	8.8	4.07	8.9	30E	42.7	43.8	15.1	84.5	8	30.5	34.5	31.1	24.2
2000/10	742	1.25	8.1	2.85	7.6	30E	41.3	53.4	5.2	30.1	8	9.8	51.1	21.4	17.6
2000/11	672	1.29	7.7	2.86	8.0	30E	34.7	53.7	11.4	88.5	8	8.7	50.0	25.9	4.5
2000/12	637	1.37	8.1	3.72	8.4	30E	3.1	48.8	47.1	86.0	8	1.9	42.2	54.1	1.7

表 3.2 基隆港測站示性波高分佈百分比 (%) 統計表

$H_{1/2}$ 0m	0.5m	1m	1.5m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	10m	12m	16m	50m	合計 (%)
2000/01	.7	17.6	24.5	13.6	22.4	14.7	4.8	1.2	.5	.8	.1	.0	.0	.0	100.
2000/02	6.1	15.2	12.4	11.5	28.6	15.0	7.4	8.6	.2	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/03	7.2	39.6	25.6	13.9	9.4	3.3	.9	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/04	20.2	41.5	17.1	9.6	9.3	1.8	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/05	48.1	39.5	11.1	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/06	60.4	30.5	8.9	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/09	9.2	33.5	24.9	16.9	8.5	4.5	2.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/10	.7	40.6	29.3	24.1	5.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/11	7.0	27.7	26.3	27.4	11.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/12	.0	8.1	28.1	26.6	38.6	8.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 3.3 基隆港測站示性週期分佈百分比 (%) 統計表

$T_{1/2}$ 2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
2000/01	.0	.0	.0	2.8	34.2	37.0	11.6	13.9	.9	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/02	.0	.0	.9	3.9	18.3	43.2	14.7	18.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/03	.0	.8	2.3	11.1	29.7	33.5	11.7	10.2	.8	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/04	.1	1.4	1.7	11.4	32.5	37.2	9.6	5.7	.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/05	4.9	11.1	19.8	14.8	38.3	8.7	1.2	2.5	8.6	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/06	1.1	2.2	5.0	23.3	19.9	8.6	7.8	15.0	15.0	2.2	.0	.0	.0	.0	100.
2000/09	.0	.1	1.1	9.2	16.2	18.1	20.1	11.0	12.1	5.9	6.1	.0	.0	.0	100.
2000/10	.0	.4	1.1	8.3	25.7	25.4	15.9	5.5	7.9	9.7	.0	.0	.0	.0	100.
2000/11	.0	.4	1.8	7.4	16.4	33.6	24.4	11.5	4.5	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/12	.0	.0	.0	1.9	9.8	32.5	32.3	21.8	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 3.4 基隆港測站波向分佈百分比 (%) 統計表

波向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SEE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2000 /01	4.3	36.5	23.0	9.7	2.8	2.3	1.9	2.6	1.5	2.3	2.7	2.6	2.0	1.8	1.8	2.3	100.
2000 /02	3.8	66.5	23.0	5.0	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000 /03	3.8	35.5	42.8	14.9	2.7	.2	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000 /04	1.8	26.2	49.4	20.8	1.7	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000 /05	7.4	44.4	23.5	14.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.5	7.4	100.
2000 /06	.3	12.2	74.2	13.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000 /08	.0	39.1	59.2	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000 /10	.0	7.4	71.7	20.7	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000 /11	.0	32.4	60.0	7.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000 /12	.0	47.3	52.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 3.5.1 基隆港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)(去向)(%)	流速 <25cm/s (%)	流速 25~50 cm/s (%)	流速 50~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 31~35 (%)	流向 35~40 (%)	流向 40~45 (%)	流向 45~49 (%)
2000/01	743	47.1	119.2 /W	13.9	45.4	37.3	6.5	33.3	16.9	23.3	35.4
2000/02	743	43.9	89.4 /ENE	34.6	48.8	28.9	5.6	43.3	14.7	20.7	23.3
2000/03	743	43.7	119.3 /S	38.4	33.1	21.6	14.9	36.6	37.4	20.7	15.3
2000/04	691	38.4	88.5 /WNW	18.8	54.4	21.8	2.7	38.3	3.2	18.5	39.8
2000/05	691	38.7	105.1 /E	38.8	47.9	10.4	2.0	46.3	13.3	20.9	19.5
2000/06	691	38.4	92.7 /ENE	47.0	43.6	7.9	1.4	54.8	6.2	17.2	32.4
2000/08	691	48.2	108.5 /WNW	16.2	58.9	23.8	2.6	43.3	3.6	17.9	37.6
2000/09	691	50.5	100.8 /ENE	37.2	51.9	9.0	2.8	48.4	13.9	23.6	18.9
2000/10	691	38.3	97.9 /ENE	43.0	45.5	10.8	1.0	48.9	6.9	18.9	25.0
2000/11	719	37.3	89.9 /W	34.6	54.4	17.8	2.6	48.8	3.6	14.6	36.6
2000/12	719	31.2	89.9 /ENE	38.1	46.6	13.1	2.2	43.9	13.4	24.1	18.6
2000/01	719	38.8	83.3 /ENE	44.6	43.1	9.3	1.0	48.9	7.4	19.1	26.6
2000/02	82	38.4	75.2 /W	31.7	51.2	15.9	1.2	54.9	3.7	18.3	23.2
2000/03	82	31.6	78.4 /E	41.5	43.9	13.4	1.2	41.5	19.5	26.8	13.2
2000/04	82	38.4	65.8 /ENE	43.1	48.8	8.6	0	50.3	4.9	19.5	24.4

表 3.5.2 基隆港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)(去向)(%)	流速 <25cm/s (%)	流速 25~50 cm/s (%)	流速 50~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 31~35 (%)	流向 35~40 (%)	流向 40~45 (%)	流向 45~49 (%)
2000/05	368	33.1	54.4 /E	73.5	28.1	1.1	0	13.7	41.6	26.0	19.1
2000/06	368	31.5	87.6 /W	44.8	37.2	15.8	3.0	9.6	47.8	34.4	8.2
2000/08	368	35.7	83.2 /W	54.6	34.7	7.9	.3	38.3	21.6	23.7	17.8
2000/09	722	17.9	78.0 /W	77.2	21.5	1.0	.1	17.3	36.6	23.8	24.3
2000/10	722	38.1	85.6 /W	45.8	38.2	13.9	1.1	18.8	46.1	33.6	10.3
2000/11	722	23.8	78.4 /W	68.2	33.1	6.5	.1	33.6	33.5	27.1	15.8
2000/12	744	23.0	68.9 /E	63.9	33.5	3.6	0	9.1	48.7	33.9	11.3
2000/01	744	38.2	93.7 /W	44.6	43.4	10.1	1.9	18.1	47.3	37.4	9.4
2000/02	744	34.2	88.7 /W	58.1	35.2	5.1	.4	34.4	33.3	28.5	13.7
2000/03	694	22.8	87.8 /E	61.5	38.3	3.2	0	17.4	37.9	36.6	9.1
2000/04	694	28.7	80.2 /E	46.8	38.5	13.1	0	15.4	43.8	38.6	2.2
2000/05	694	35.2	74.3 /E	54.3	38.7	6.9	0	36.3	23.3	30.3	11.4
2000/06	722	22.9	81.7 /E	63.5	31.5	4.7	.3	24.8	36.0	32.6	7.5
2000/07	722	28.7	82.4 /E	45.8	43.9	9.9	0	18.1	40.7	38.8	1.4
2000/08	722	34.9	72.8 /E	56.7	38.2	5.0	0	33.1	27.8	30.8	8.2

表 3.6 基隆港海流測站流速分佈百分比統計表

流速 (cm/s) 年、月	0	~ 5	~ 10	~ 15	~ 20	~ 25	~ 30	~ 35	~ 40	~ 45	~ 50	~ 60	~ 80	~ 100	~ 120	~ 150	<	合計 (%)
2006 /01	.0	.4	1.9	3.5	5.0	7.0	9.9	9.5	8.5	10.5	19.5	21.6	2.2	.4	.0	.0	100.	
2006 /01	1.2	3.6	5.1	5.7	8.9	8.6	9.5	9.2	7.0	6.5	15.8	15.7	3.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /01	1.8	3.9	6.8	9.2	8.8	8.1	7.3	6.9	5.4	5.4	7.2	18.6	8.0	2.7	.0	.0	100.	
2006 /02	.2	1.1	3.8	6.1	7.7	11.8	13.6	10.7	10.6	9.7	13.8	8.8	2.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /02	2.9	5.1	8.3	12.4	11.0	13.6	12.4	10.9	6.8	4.1	6.4	4.7	1.2	.2	.0	.0	100.	
2006 /02	1.8	7.6	9.1	12.9	15.7	13.8	11.0	9.1	5.6	4.1	4.8	3.3	1.1	.0	.0	.0	100.	
2006 /03	.1	1.0	2.6	5.4	6.9	12.0	12.0	13.1	11.9	10.0	12.0	10.7	1.8	.1	.0	.0	100.	
2006 /03	1.9	6.8	7.8	9.3	11.5	14.8	11.9	10.1	7.9	6.2	5.3	5.3	1.0	.1	.0	.0	100.	
2006 /03	1.5	7.0	9.3	11.7	13.5	14.1	12.9	8.8	5.3	4.4	6.3	4.1	.6	.0	.0	.0	100.	
2006 /04	.0	1.5	5.8	8.2	9.0	11.0	11.0	12.7	10.3	9.5	10.6	8.2	1.7	.0	.0	.0	100.	
2006 /04	3.3	6.8	8.8	10.8	9.3	12.8	10.6	9.0	8.9	5.3	7.5	5.7	1.1	.0	.0	.0	100.	
2006 /04	2.5	8.1	10.8	12.8	12.4	11.5	9.9	8.5	7.5	5.7	5.8	3.8	.6	.0	.0	.0	100.	
2006 /05	1.2	1.2	3.7	13.4	12.2	7.3	17.1	8.5	13.4	4.9	9.8	7.3	.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /05	.0	8.5	11.0	13.4	8.5	8.5	9.8	6.1	12.2	7.3	7.3	7.3	.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /05	2.4	12.2	8.5	17.1	4.9	13.4	2.4	12.2	12.2	6.1	3.7	4.9	.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /08	4.6	18.0	15.3	20.5	12.0	9.6	4.9	4.9	6.0	2.7	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /08	.0	8.5	11.2	14.8	10.4	12.0	7.9	6.3	7.9	3.0	7.1	9.8	1.1	.0	.0	.0	100.	
2006 /08	3.0	10.1	13.9	14.8	15.0	9.6	9.6	4.9	6.8	3.8	5.5	2.5	.3	.0	.0	.0	100.	
2006 /09	4.3	21.9	22.1	17.1	11.8	9.2	5.0	4.6	1.8	1.0	.6	.6	.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /09	1.3	8.1	11.3	13.8	11.5	10.3	10.3	6.9	6.7	5.0	7.6	6.8	.6	.0	.0	.0	100.	
2006 /09	4.2	11.8	16.5	13.2	14.6	11.0	8.5	5.8	5.4	2.4	4.7	1.9	.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /10	3.9	18.3	15.5	13.2	12.1	9.4	9.8	7.9	4.3	2.0	3.0	.7	.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /10	1.1	5.9	12.4	12.0	13.3	12.8	8.5	8.7	6.6	6.9	7.4	3.9	.7	.0	.0	.0	100.	
2006 /10	3.6	10.9	14.7	14.9	15.1	13.6	8.9	5.1	4.2	3.5	3.0	2.2	.4	.0	.0	.0	100.	
2006 /11	2.2	14.1	16.9	13.1	15.3	12.1	7.9	7.9	3.3	4.0	2.7	.4	.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /11	1.6	6.9	10.7	14.4	13.3	9.7	10.4	9.1	6.2	4.2	7.9	5.6	.1	.0	.0	.0	100.	
2006 /11	2.6	10.1	13.3	15.6	14.8	11.7	11.0	5.2	5.9	3.0	5.2	1.7	.0	.0	.0	.0	100.	
2006 /12	2.5	15.4	18.1	13.6	13.9	8.5	8.6	7.1	4.9	2.5	3.1	1.8	.1	.0	.0	.0	100.	
2006 /12	1.4	6.4	11.7	14.6	11.8	13.5	10.1	8.2	6.9	5.0	6.7	3.5	.3	.0	.0	.0	100.	
2006 /12	3.5	9.9	12.9	12.4	17.1	13.8	8.9	8.3	3.9	4.3	3.5	1.5	.0	.0	.0	.0	100.	

表 3.7 基隆港海流測站流向分佈百分比統計表

流向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2006/01	9.1	10.8	10.3	5.1	3.0	2.2	3.0	1.9	2.3	3.1	4.7	7.4	13.2	9.3	7.4	7.2	100.
2006/01	4.5	7.4	8.9	14.6	14.1	3.8	2.7	3.1	2.6	2.4	3.5	5.7	16.4	3.6	3.2	3.5	100.
2006/01	3.1	4.6	10.4	18.0	3.6	2.2	6.1	11.6	11.1	5.8	2.8	3.4	9.2	4.3	2.7	1.1	100.
2006/02	10.0	10.3	13.0	8.0	1.4	.8	.6	.8	.5	.6	2.6	6.4	16.8	11.5	8.9	8.0	100.
2006/02	3.9	6.7	9.4	17.1	17.1	3.2	1.5	1.2	1.4	2.0	2.6	5.4	22.1	3.2	1.2	2.1	100.
2006/02	3.8	6.1	16.3	24.5	5.9	2.1	1.2	1.4	1.1	1.4	1.5	8.2	13.0	7.0	3.3	3.3	100.
2006/03	9.7	11.7	14.5	9.7	1.3	.7	.1	.4	.9	1.2	2.1	6.6	15.0	12.0	7.8	6.2	100.
2006/03	2.6	6.3	9.1	18.6	15.7	3.5	2.2	.4	1.6	1.3	1.6	7.6	23.2	2.5	1.2	2.3	100.
2006/03	4.0	3.5	13.7	25.8	5.9	1.8	1.8	1.0	1.2	1.9	2.9	7.3	11.7	8.4	5.0	4.1	100.
2006/04	9.5	15.3	12.5	11.4	1.8	1.3	.7	.8	.3	.8	1.3	5.4	16.8	10.3	5.7	6.1	100.
2006/04	3.9	4.9	6.7	18.2	17.8	3.5	1.4	1.1	2.1	1.5	2.4	7.9	22.8	2.2	1.0	2.6	100.
2006/04	3.6	5.0	11.7	23.1	6.5	2.1	2.2	1.3	1.1	1.8	2.6	7.6	14.2	7.5	5.1	4.5	100.
2006/05	6.1	7.3	28.0	9.8	4.9	1.2	.0	1.2	.0	.0	4.9	6.1	13.4	11.0	3.7	2.4	100.
2006/05	.0	4.9	9.8	17.1	19.5	6.1	.0	1.2	2.4	3.7	.0	7.3	23.2	3.7	1.2	.0	100.
2006/05	1.2	2.4	13.4	25.6	9.8	2.4	.0	1.2	2.4	4.9	1.2	4.9	12.2	11.0	4.9	2.4	100.
2006/05	1.1	1.4	1.4	4.6	19.4	17.5	6.6	3.0	1.4	2.7	3.6	9.8	19.1	5.7	1.9	.8	100.
2006/05	.0	.0	.3	2.2	19.7	23.0	6.8	3.0	3.6	2.7	3.0	10.9	23.5	.8	.5	.0	100.
2006/05	.5	1.1	4.1	18.9	24.9	7.1	1.9	.3	1.4	1.1	2.7	5.7	21.6	5.7	1.6	1.4	100.
2006/09	1.8	1.3	1.9	6.1	20.6	14.2	6.0	1.9	1.7	1.8	3.3	8.5	18.2	8.3	2.9	1.5	100.
2006/09	.1	.0	.0	3.1	22.6	20.0	5.7	3.6	2.4	2.2	3.3	10.6	24.7	1.5	.1	.0	100.
2006/09	.6	.7	4.0	15.4	22.8	9.0	1.8	2.8	1.1	.7	3.1	9.7	22.1	4.4	1.3	.6	100.
2006/10	.4	.1	.8	3.1	21.6	19.9	5.4	2.6	2.2	3.6	5.1	16.0	15.1	2.4	1.2	.5	100.
2006/10	.0	.0	.1	3.5	22.3	22.7	5.1	2.4	2.0	3.2	4.2	12.5	21.4	.5	.0	.0	100.
2006/10	.4	1.3	5.8	15.3	22.8	7.0	1.7	1.6	1.2	2.3	3.0	8.3	21.2	4.2	1.6	1.2	100.
2006/11	.1	.6	.9	5.5	30.8	11.5	3.5	2.3	1.3	2.3	5.8	19.2	11.5	3.0	1.3	.4	100.
2006/11	.1	.1	.1	4.8	27.1	17.6	5.6	2.3	2.7	1.4	3.5	16.9	17.1	.6	.0	.0	100.
2006/11	.7	1.4	4.2	15.6	23.9	8.8	2.4	1.4	1.0	1.6	2.9	13.1	18.2	2.6	1.0	1.2	100.
2006/12	.7	.6	2.6	8.2	29.0	12.1	3.9	1.8	2.6	2.8	4.9	15.6	10.8	2.4	1.4	.7	100.
2006/12	.0	.1	.0	7.1	29.2	17.6	3.1	2.2	2.4	1.7	4.3	19.7	12.1	.4	.1	.0	100.
2006/12	.4	.6	2.6	16.0	27.5	8.2	3.5	1.5	1.5	1.5	3.1	14.7	15.4	2.1	.7	.7	100.

表 3.8 基隆港測站風速及風向統計表

序號	觀測日期 (年、月)	觀測點數	風速 平均值 (m/s)	風速/風向 最大值 (m/s)/(方位)	風速 <5m/s (%)	風速 5~10 m/s (%)	風速 10~25 m/s (%)	風速 >25m/s (%)	風向 N~E (%)	風向 E~S (%)	風向 S~W (%)	風向 W~N (%)	靜風 (%)
0	2000/01	744	4.2	15.4 /NW	61.4	36.8	1.9	1	27.3	21.8	34.4	53.8	3.7
1	2000/02	671	4.2	21.9 /SE	64.9	31.7	1.6	1.9	38.2	22.8	27.0	33.7	3.3
2	2000/03	744	4.0	23.1 /SE	73.1	21.6	2.9	3.4	23.7	34.1	21.9	48.5	3.8
3	2000/04	728	3.1	12.9 /NW	73.9	20.7	3	3	25.9	21.7	22.8	34.9	3.8
4	2000/05	744	2.8	11.4 /NW	83.9	16.3	1	4	28.0	29.7	27.3	32.9	4.6
5	2000/06	728	2.9	9.0 /E	95.7	4.3	3	3	29.4	90.8	34.6	31.9	3.3
6	2000/07	744	2.2	15.7 /SEW	78.7	16.7	2.4	2	34.6	27.9	21.7	34.5	3.5
7	2000/08	744	2.6	12.4 /E	96.2	9.2	1	4	34.2	40.5	9.9	23.4	3.6
8	2000/09	728	3.5	12.7 /NW	78.5	17.2	4.2	3	29.9	21.1	25.0	32.5	.5
9	2000/10	744	3.4	13.1 /SEW	77.4	22.4	1	4	29.1	26.2	9.9	32.6	3.1
10	2000/11	728	3.4	12.9 /NW	73.1	24.1	4	3	22.9	25.0	8.9	39.9	3.8
11	2000/12	351	4.9	11.5 /NW	48.9	46.4	1.7	3	31.7	34.2	20.0	52.6	.6

表 3.9 基隆港測站風速分佈百分比 (%) 統計表

風速 年、月	0m/s	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	10m/s	12m/s	14m/s	16m/s	18m/s	20m/s	30m/s<	合計 (%)
2000/01	12.8	13.7	16.5	11.6	6.9	10.2	9.1	9.1	8.1	1.6	.8	.1	.0	.0	.0	.0	100.
2000/02	12.2	17.4	14.5	11.8	8.9	10.1	6.0	9.4	6.3	.4	.1	1.0	.9	.4	.4	.0	100.
2000/03	14.1	18.0	17.6	13.3	10.1	8.9	4.7	2.8	5.2	1.3	1.5	.0	.1	.8	1.5	.0	100.
2000/04	16.0	22.4	17.1	12.6	11.0	9.9	6.5	3.3	1.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/05	18.3	27.8	18.7	10.2	8.9	7.5	4.4	1.7	2.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/06	23.5	36.4	23.6	8.5	3.7	2.1	1.1	1.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/07	13.6	25.3	21.2	11.4	8.2	5.8	3.9	3.9	3.1	2.4	.7	.5	.0	.0	.0	.0	100.
2000/08	15.1	28.0	25.4	14.0	7.8	3.0	2.7	2.0	1.6	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/09	9.9	25.8	18.3	10.6	14.0	8.2	4.6	1.9	2.5	2.9	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/10	12.2	17.7	15.2	17.1	15.2	9.1	7.0	3.5	2.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/11	13.2	22.4	15.8	13.9	10.0	9.0	8.3	4.4	2.5	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2000/12	6.0	10.5	11.4	10.5	11.4	12.0	13.7	14.0	8.8	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 3.10 基隆港測站風向分佈百分比 (%) 統計表

風向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SEE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	靜風 (%)
2000/01	.0	.3	5.0	9.3	4.4	3.9	3.0	2.3	1.5	1.6	1.9	4.8	11.6	8.1	27.4	12.4	2.7
2000/02	.0	2.1	2.2	10.3	6.6	5.2	6.0	5.5	5.5	4.3	2.1	4.8	6.6	8.5	15.8	11.3	3.3
2000/03	.0	.9	4.6	5.5	5.9	8.5	5.6	4.0	4.0	2.6	1.9	2.3	10.8	12.2	19.2	8.1	3.9
2000/04	.0	.0	1.1	10.8	10.3	11.4	7.1	5.4	4.3	3.7	2.5	2.4	6.1	7.6	15.6	7.9	3.8
2000/05	.0	.0	3.2	10.5	9.1	8.6	7.3	5.4	7.8	5.5	2.7	2.8	5.6	7.9	11.0	8.5	4.0
2000/06	.0	.3	1.5	4.6	9.3	13.5	16.3	9.6	10.3	3.9	1.7	2.5	5.8	7.1	7.5	4.0	2.2
2000/07	.0	.1	2.4	13.2	16.5	11.0	10.6	5.9	5.4	3.1	2.0	1.2	5.9	6.3	7.8	7.0	1.5
2000/08	.0	.0	3.2	12.9	16.0	9.1	9.8	8.5	8.5	1.7	1.7	1.3	5.4	6.6	9.1	4.0	2.0
2000/09	.0	.0	5.6	9.2	9.4	10.0	7.1	5.8	7.4	2.9	3.1	3.9	5.4	7.1	13.1	9.6	.6
2000/10	.0	.3	.9	5.2	8.9	11.3	5.2	3.1	2.4	1.9	2.4	2.7	4.6	6.6	17.3	26.1	1.1
2000/11	.0	.3	3.5	14.6	8.6	5.6	7.4	6.3	4.4	1.5	1.3	2.5	4.0	7.9	15.1	14.6	2.5
2000/12	.9	.6	3.7	12.8	6.6	4.6	3.7	1.7	1.4	2.6	2.8	3.4	4.3	4.8	25.9	19.7	.6

第四章 2006 年蘇澳港海氣象資料分析與特性

4.1 觀測方法

蘇澳港在 1998 年 12 月開始使用荷蘭 DATAWELL 公司製造的浮球式波浪儀，取樣頻率固定為 2.56Hz，每小時整點開始以無線電方式由基隆港務局蘇澳港分局原測量隊本所港研中心之接收站接收儀收取波浪資料訊息，記錄於電腦內，共 20 分鐘，因此每小時可以接收到 3072 筆完整資料，已於 2002 年 2 月故障不能使用，7 月 19 日本所在 2002 年新購一組挪威 NORTEK 公司波高波向與剖面海流即時傳送監測系統的 AWCP 儀器，7 月 19 日安裝在蘇澳港港口外 700 公尺附近水深 25 公尺處建立長期之海氣象觀測站，詳如圖 2.2，目前正常運轉量測中，至今資料完整。2003 年 6 月 25 日在蘇澳港原潮位站地點安裝一組壓力式潮位儀與附近八卦形建築物上安裝一組美製 YOUNG 公司的風速風向儀，兩站皆用 GSM 數據傳送機傳訊方式，可即時傳回本所港研中心之即時傳送監測系統，詳如圖 2.2。

4.1.1 波浪的量測

取樣頻率都設定為 2Hz，每小時取樣 2048 筆資料，亦即波高精度在每 0.5 秒間隔內分別量測所得速度 U、V、W 向量與壓力量，量測取得之資料再作整合而得到波高、波向的資料。

4.1.2 水位的量測

壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值。

4.1.3 海流的量測

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床上之儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，蘇澳港觀測站水深 25 公尺，所以間距設定為 1 公尺，每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表其數樣每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔 1 小時經由海底電纜傳訊回接收站之電腦中儲存。

4.1.4 溫度的量測

內建於感應器上，操作環境在-4 ~40 間其精度 0.1 ；全部之原始資料先儲存於水中感應儀器之記錄器中，俟全部量測結束後即每小時 30 分鐘後再經由海底電纜傳回各觀測站之電腦儲存。待本所港研中心接收站取得之原始波浪記錄，經利用程式轉換可做波高、波向的統計分析與波譜分析，可供各港務局之船舶交通管理系統 VMS 連線做即傳送與學術單位進一步分析研究參考。

4.2 蘇澳港基本資料分析與特性

4.2.1 海流、水溫、水位

如圖 4.1~圖 4.12 為 2006 年 1 月 1 日~2006 年 12 月 31 日間在蘇澳港海氣象觀測站外海處蒐集之波浪、海流、水溫、水位之原始記錄資料，記錄資料甚為良好，資料為海流之上層逐時變化圖；水位與水溫，所觀測之海流流向有週期性往復運動，海流運動方向主要集中在沿海岸平行方向，且隨潮流漲落改變方向；主軸為北~北北東與南南西向，即退潮時段流向為北~北北東，漲潮時段流向為南南西，大潮時其流速甚強，最大流速約可達 1.5 節左右，詳如圖 4.25 至圖 4.60。

綜觀其水位，可見此地區以半日潮為主，全日潮為輔(如圖 4.1~圖 4.12 所顯示)主要為複合潮。

4.2.2 波浪

如圖 4.1~圖 4.12 為蘇澳港外海觀測站處之資料，2006 年 1 月至 2006 年 12 月間所蒐集之波浪逐時變化圖，可看出與花蓮港觀測站所測得資料非常相似，波浪變化其夏季颱風大小、行徑路徑及冬季東北季風強弱息息相關，從 12 月到翌年 2 月是東北季風盛行的型態，今年基本上從 7 月到 10 月都是在颱風侵襲臺灣附近海域的型態，這些都反應在實測波浪的變化上。

4.2.3 颱風波浪

蘇澳港之颱風波浪之逐時波浪變化圖如圖 4.7~圖 4.10，其實測有義波高(1)珍珠颱風 5 月 18 日 13 時測得最大有義波高 3.21 公尺、週期 4.76 秒，波浪來向 224.3 度；(2)艾維尼颱風於 7 月 08 日 12 時測到最大之有義波為 3.0 公尺、週期 6.66 秒，波浪來向 122.69 度；(3)碧利斯颱風於 7 月 14 日 16 時測到最大之有義波為 5.70 公尺、週期 10.01，波浪來向 200.7 度；(4)凱米颱風 7 月 25 日 00 時測得最大有義波高為 7.37 公尺、週期 8.09，波浪來向 187.23 度；(5)寶發颱風 8 月 08 日 22 時實測得最大有義波高為 2.17 公尺、週期 5.60 秒，波浪來向 115.8 度；(6)桑美颱風 08 月 10 日 20 時實測得最大有義波高為 1.65 公尺、週期 9.96 秒，波浪來向 96.79 度；(7)珊珊颱風 09 月 15 日 20 時實測得最大有義波高為 5.37 公尺、週期 5.97 秒，波浪來向 144.45 度。

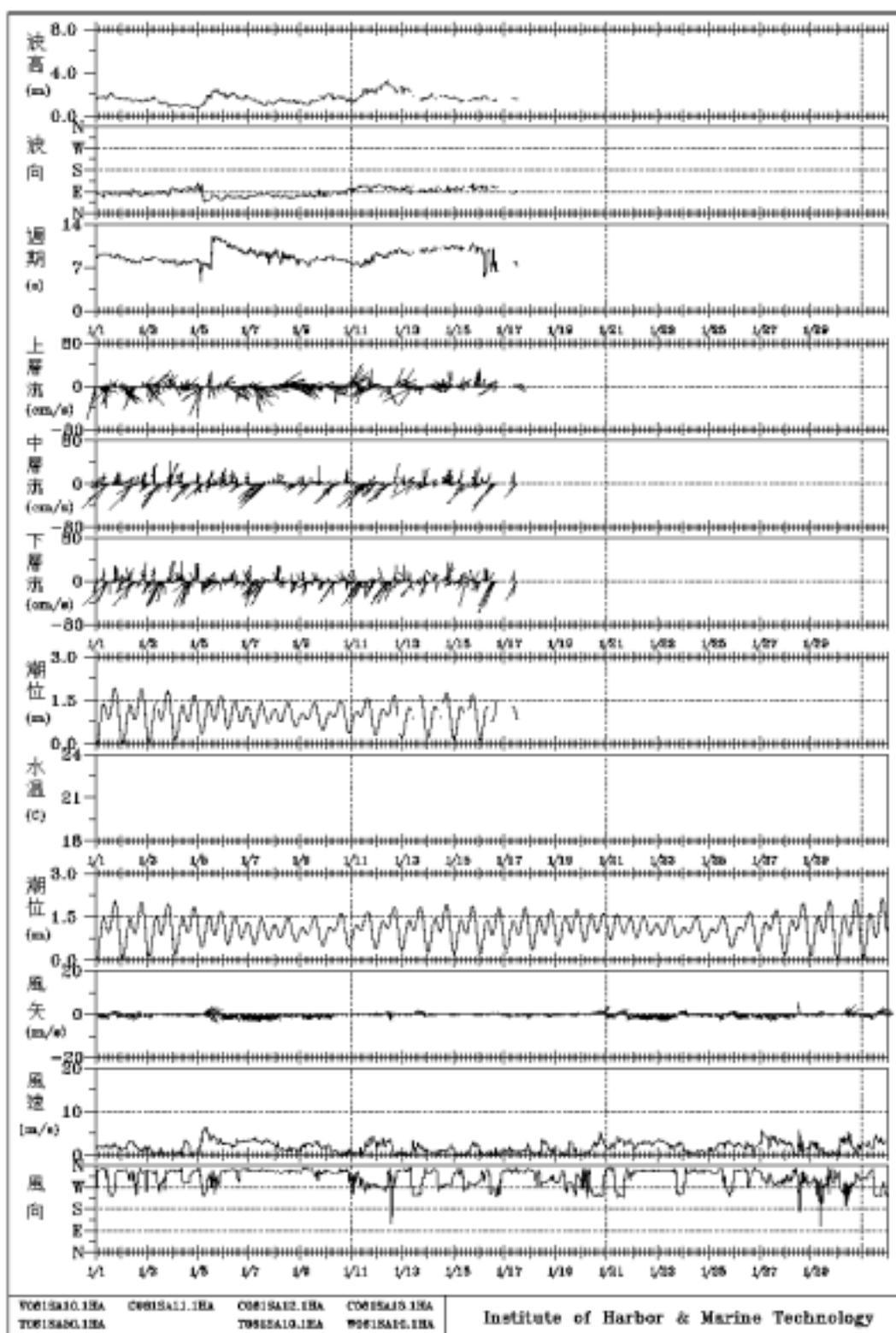


圖4.1 2006年1月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

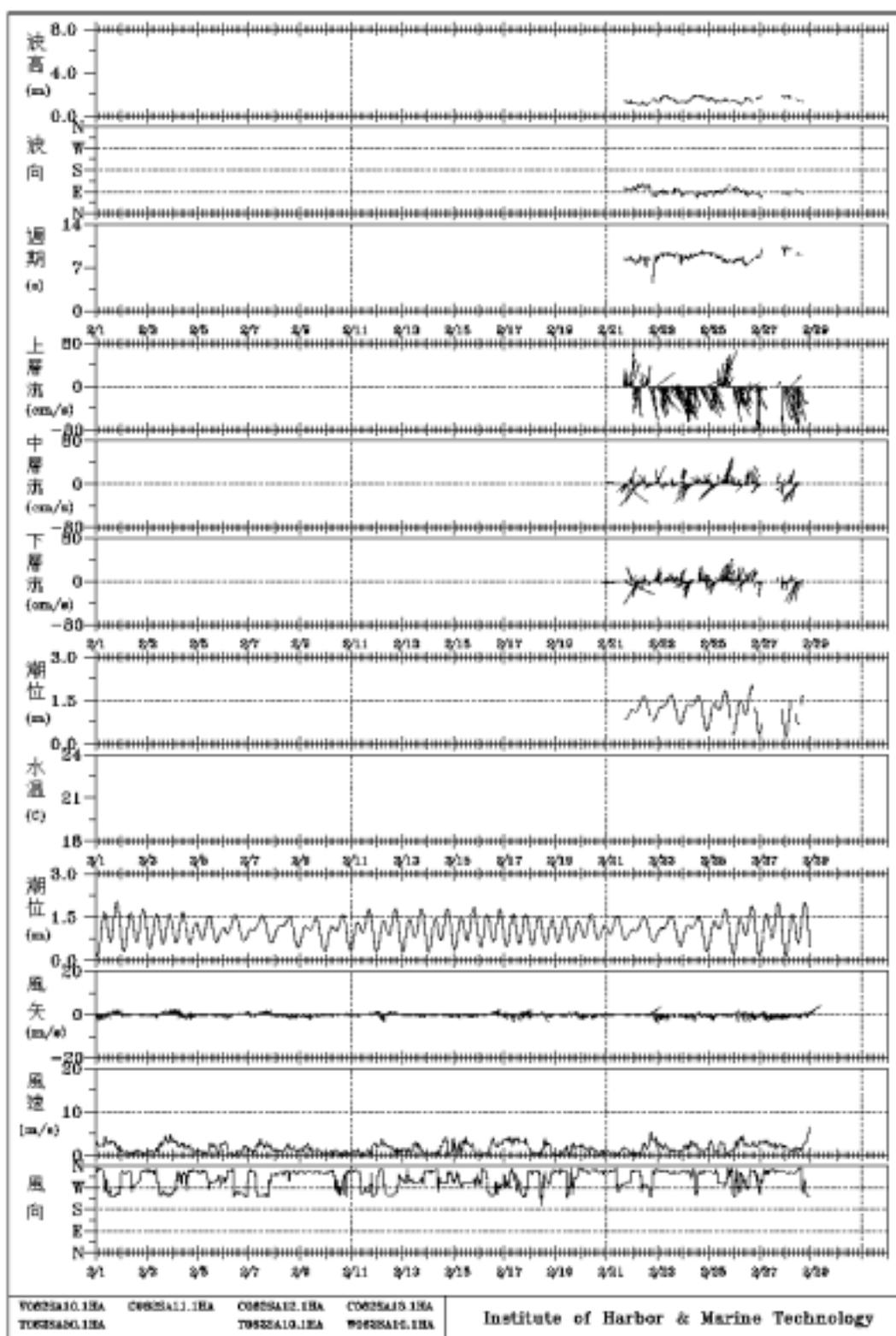


圖4.2 2006年2月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

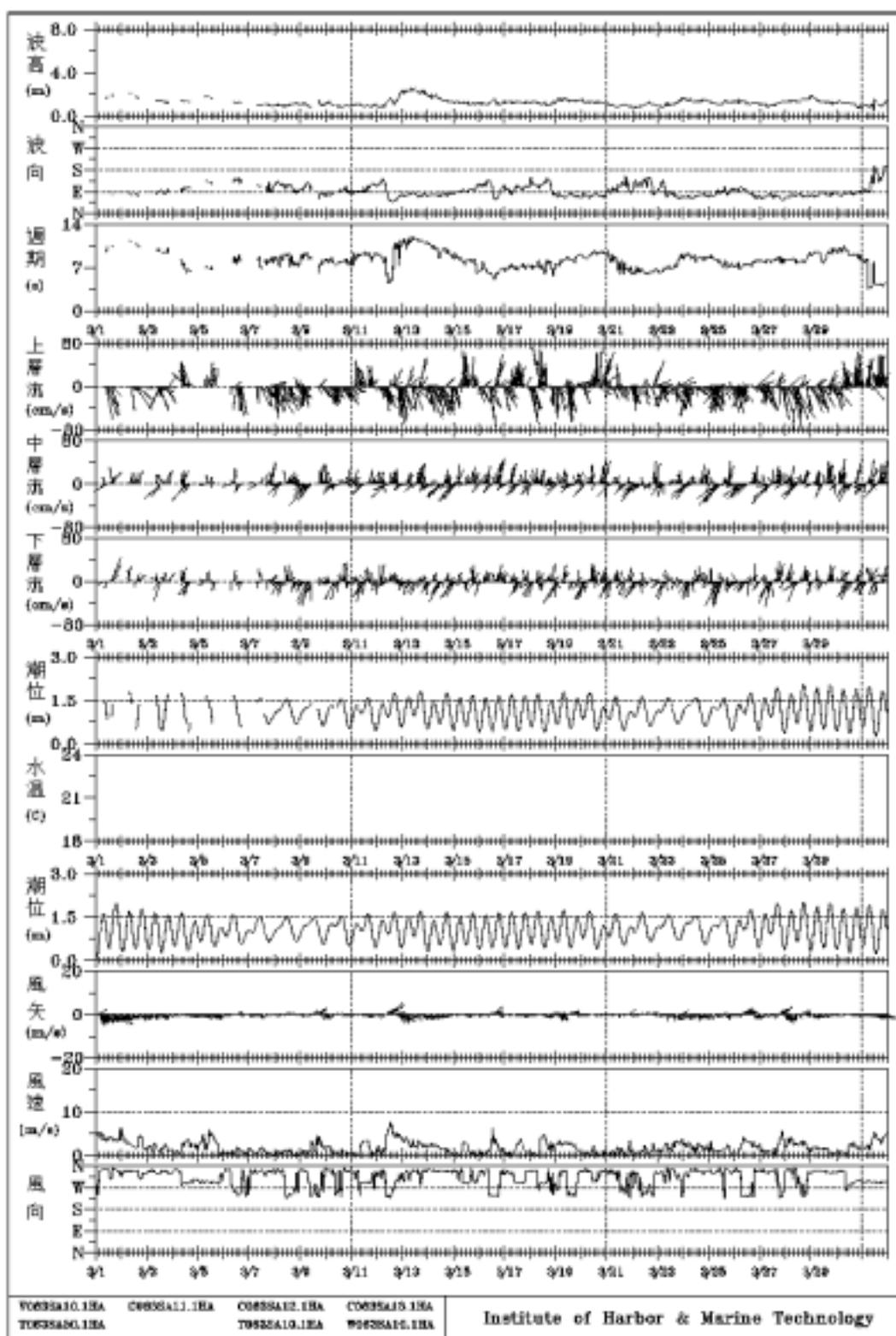


圖4.3 2006年3月縣澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

HWI-1-17

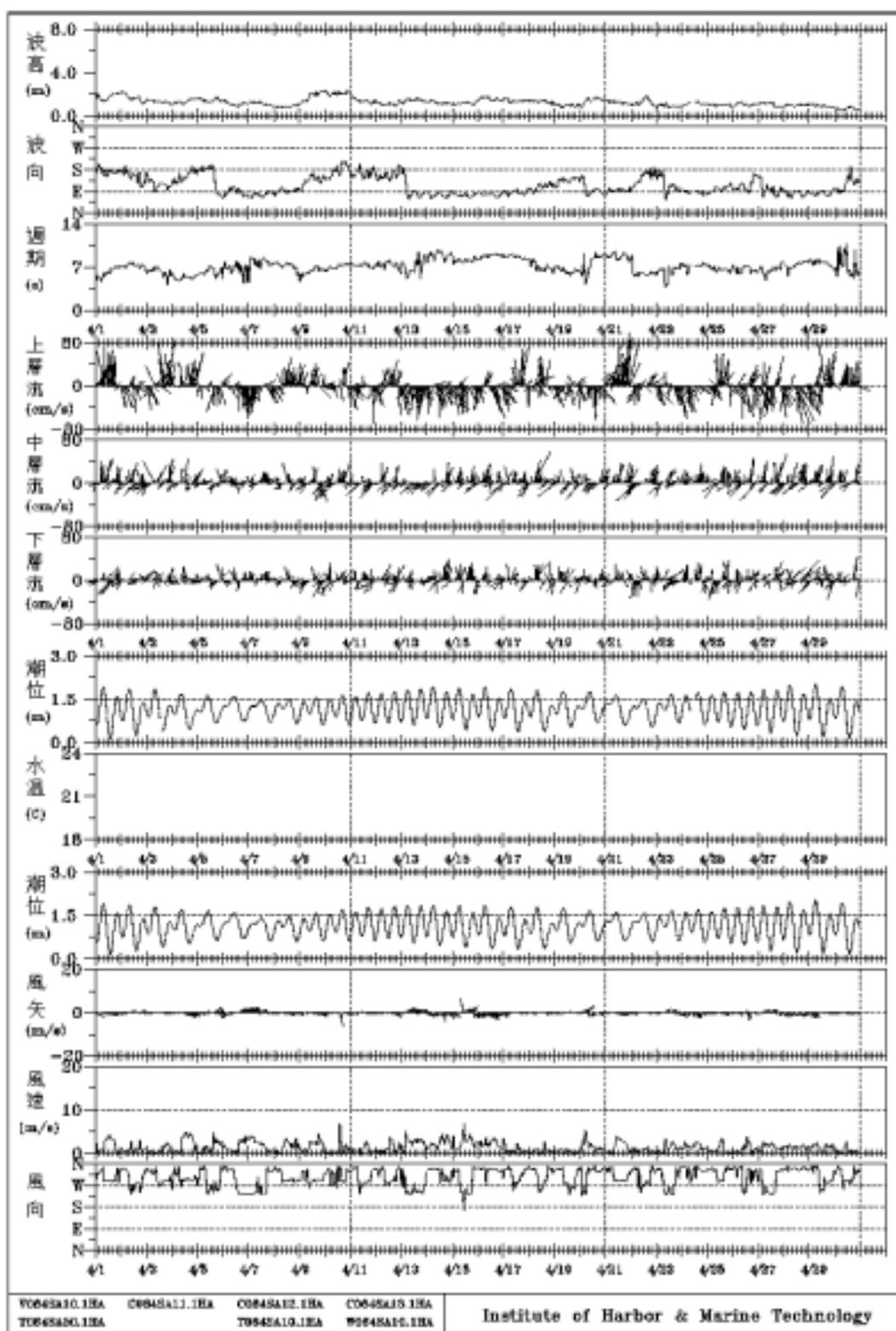


圖4.4 2006年4月珠海港波、流、潮、風逐時歷線圖

第 1 / 17

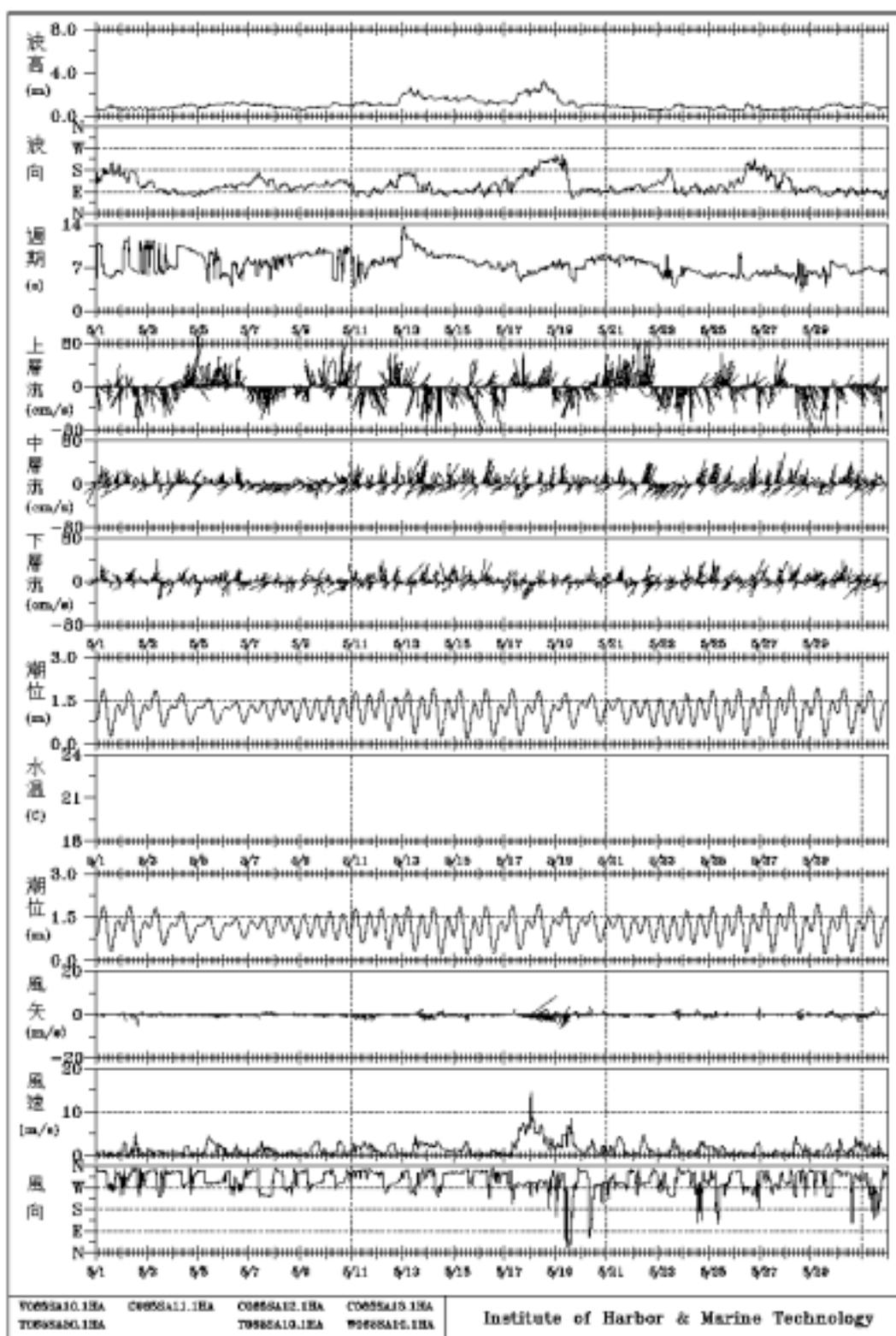


圖4.5 2006年5月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

007.1.27

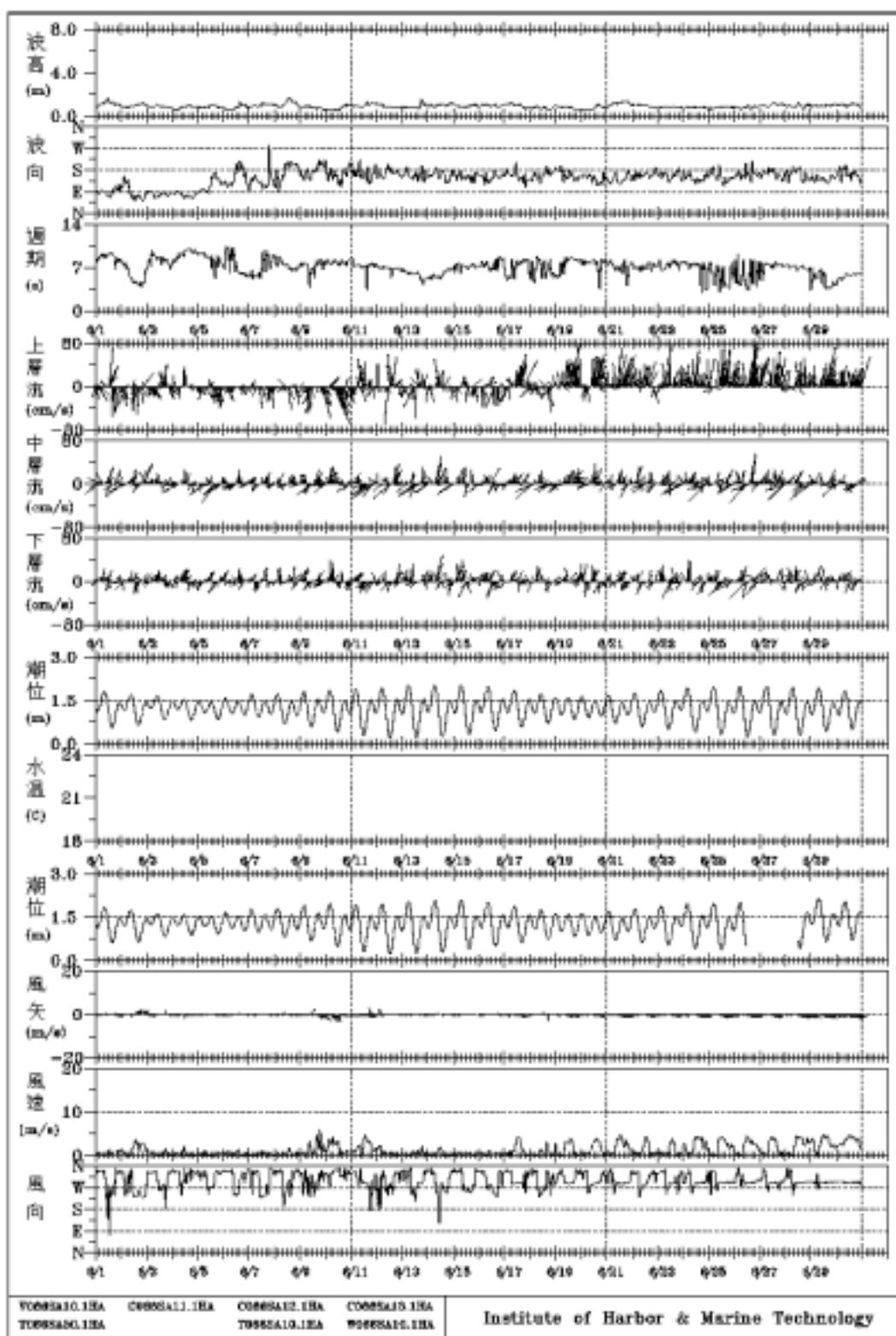


圖4.6 2006年6月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

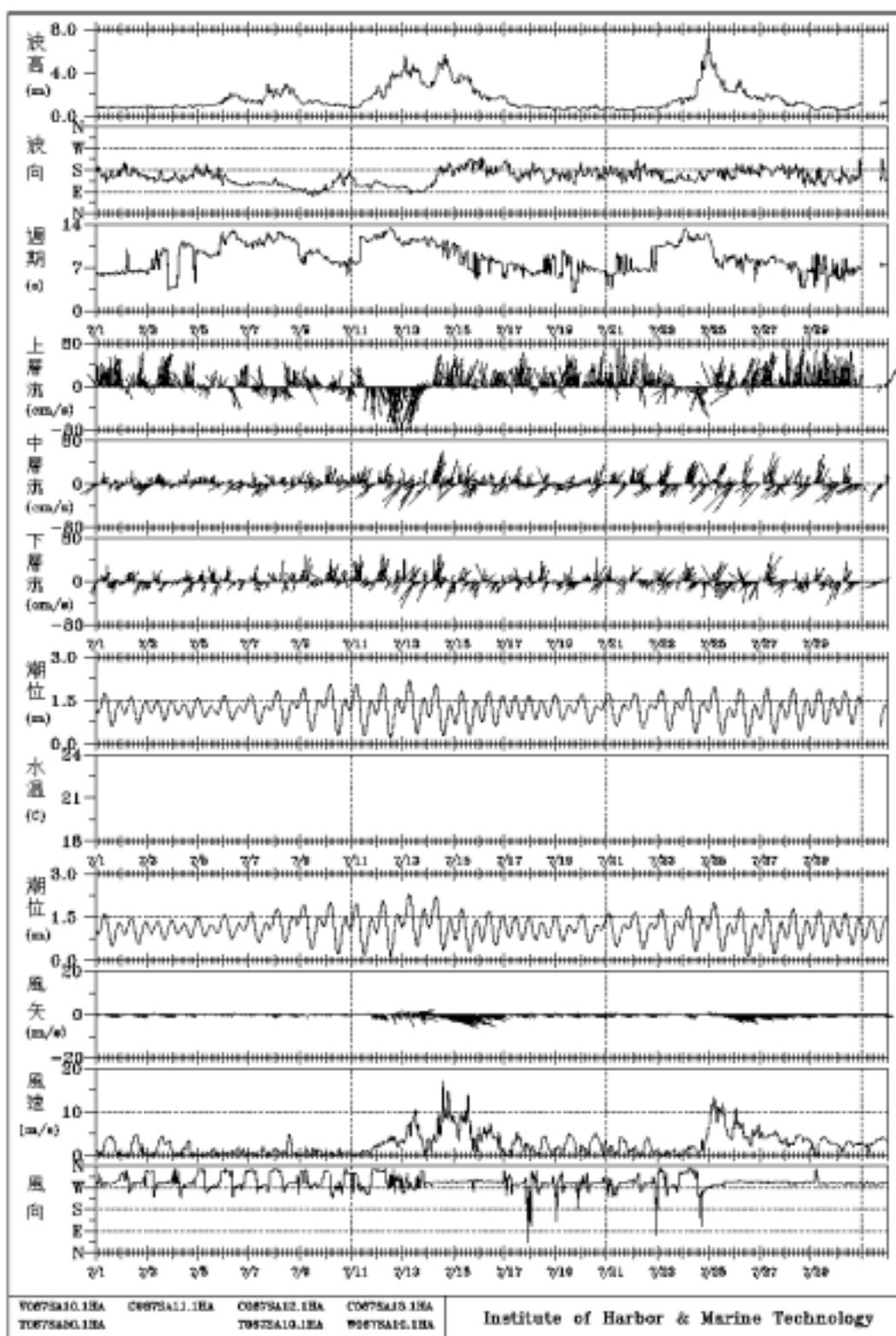


圖4.7 2006年7月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

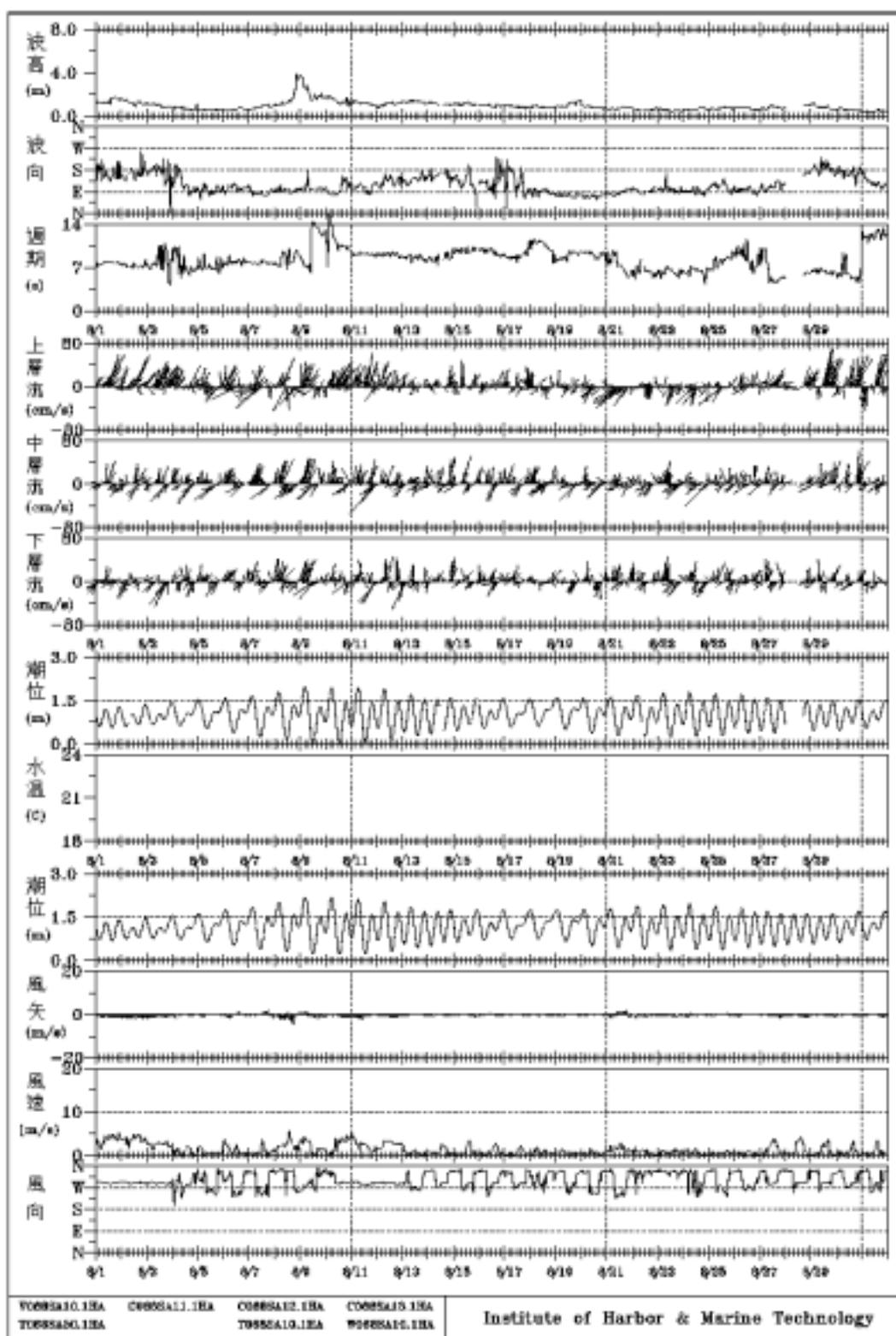


圖4.8 2006年8月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

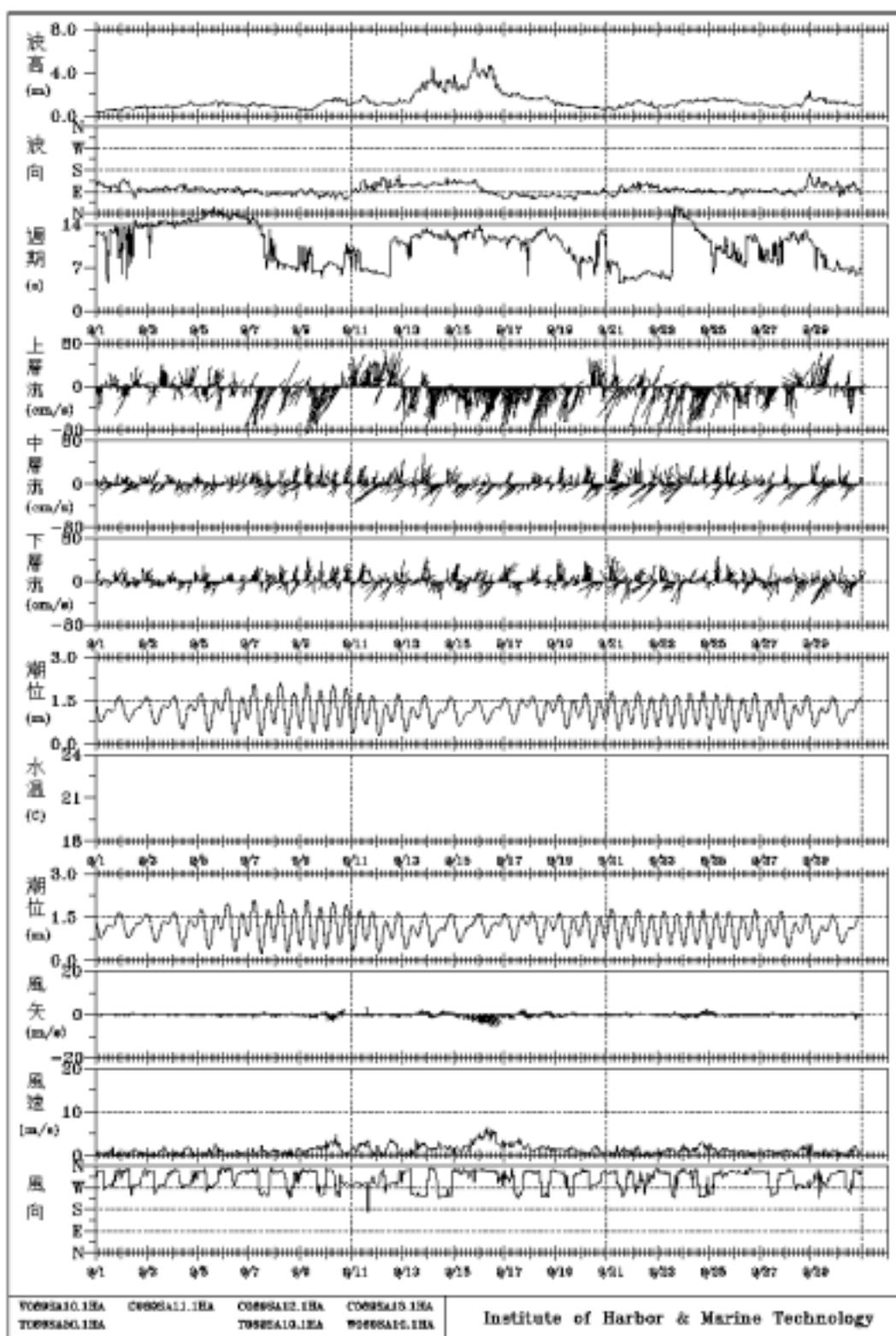


圖4.9 2006年9月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

2007.1.27

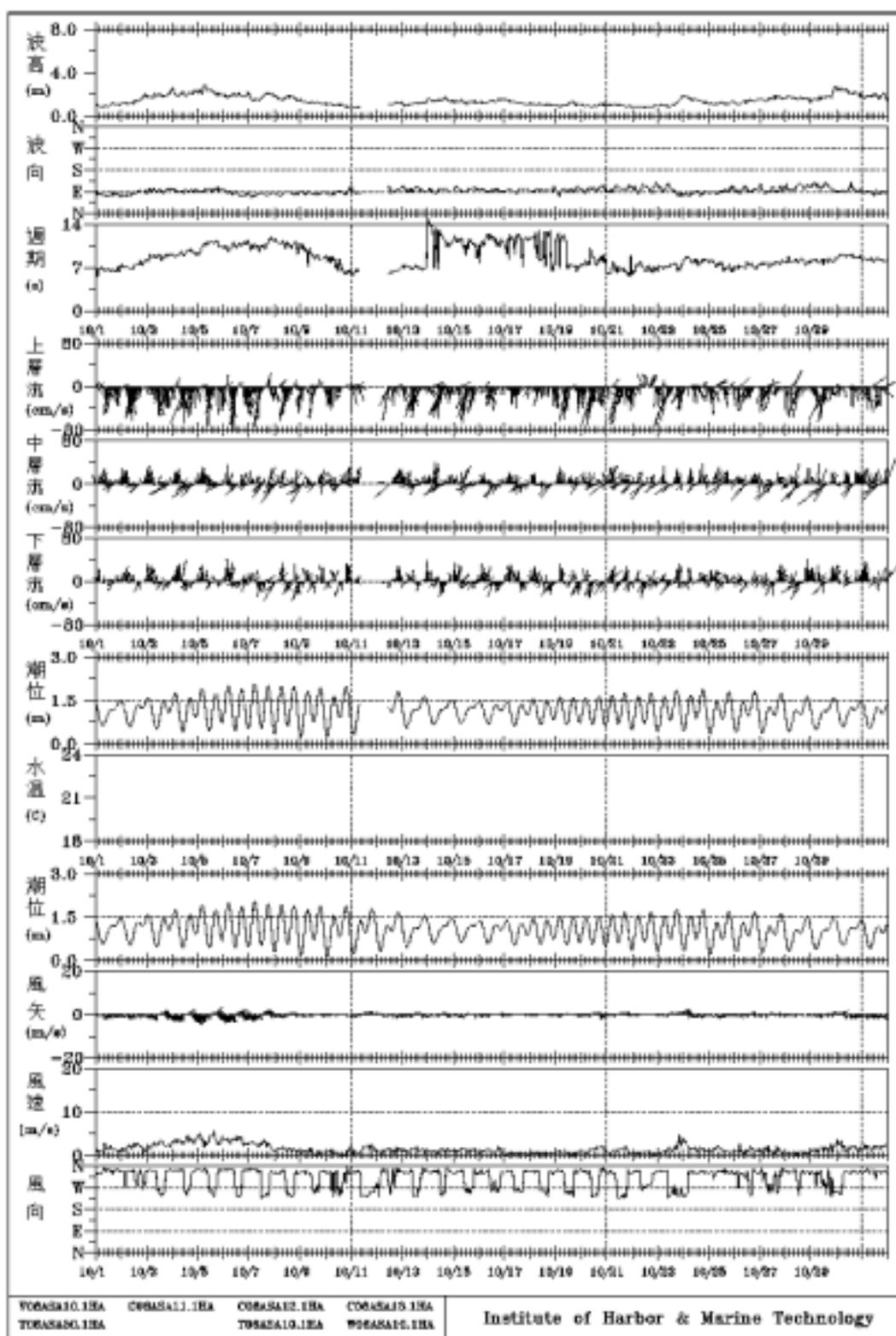
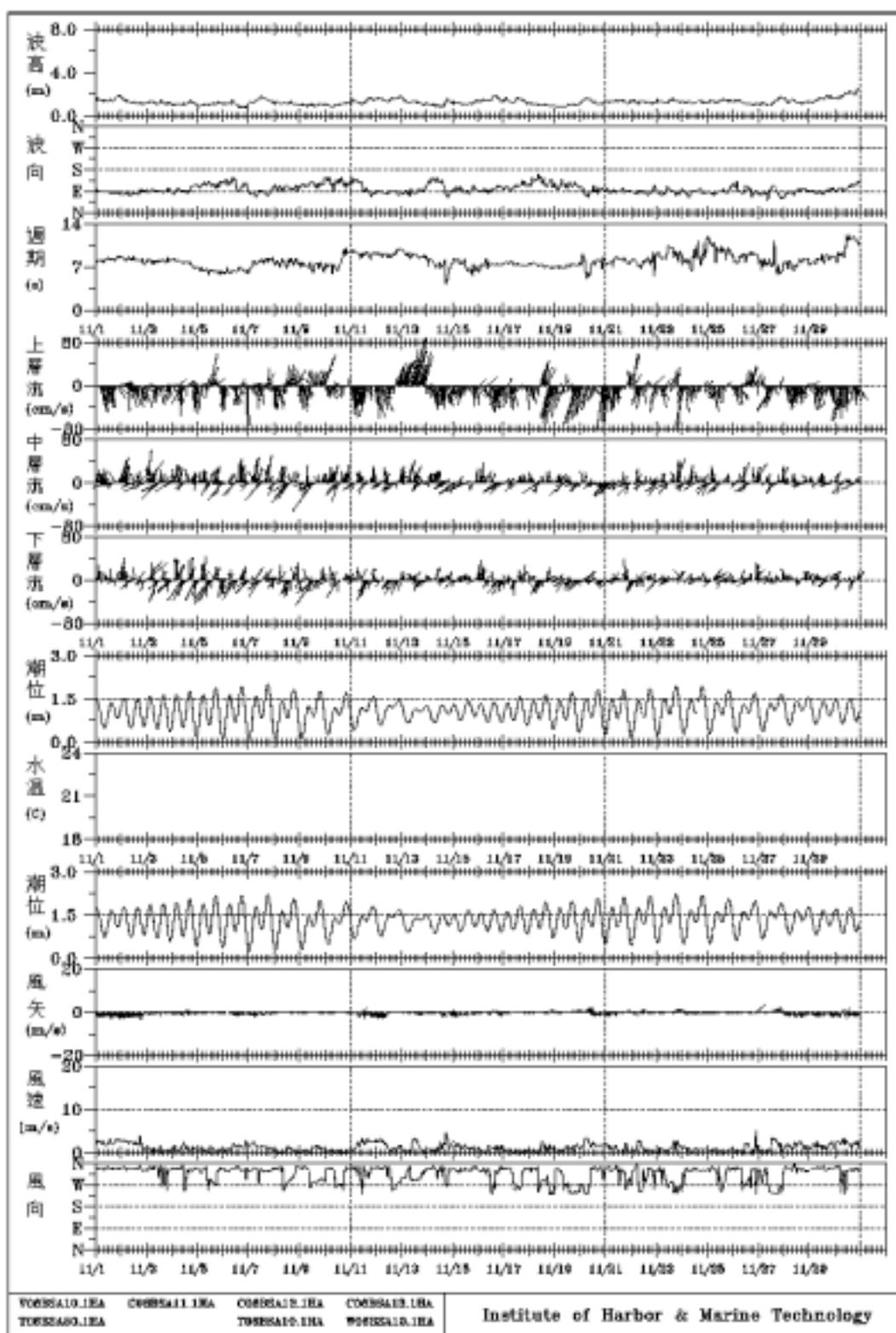


圖4.10 2006年10月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

2007.1.27



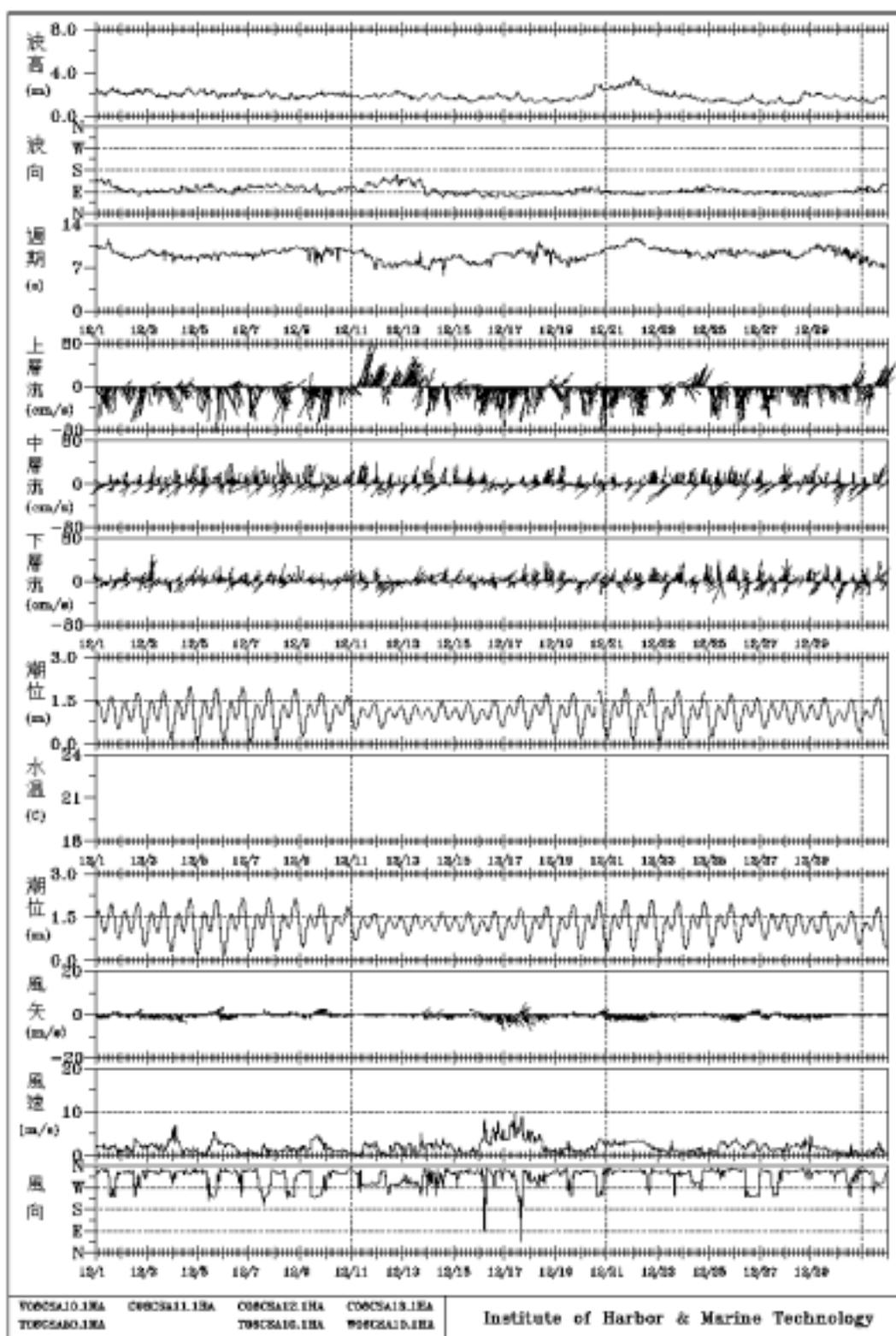


圖4.12 2006年12月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖

Rose Diagram of Wave

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/01/01.01:10-2006/01/17.12:10
Total data no. 367

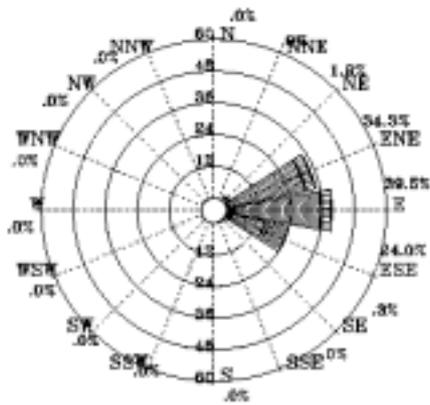


圖4.13 2006年1月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/02/21.17:10-2006/02/26.19:10
Total data no. 143

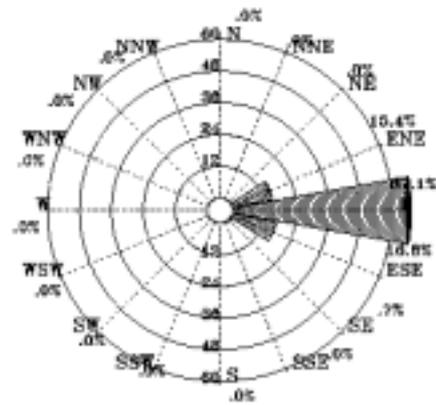


圖4.14 2006年2月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/03/01.10:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 634

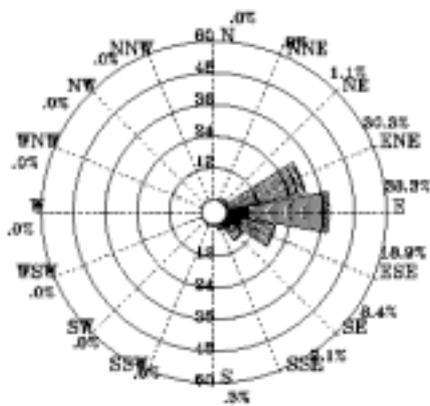


圖4.15 2006年3月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/04/01.01:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 713

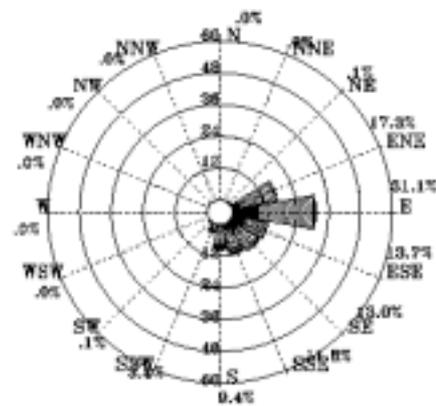
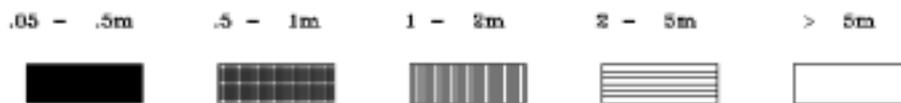


圖4.16 2006年4月蘇澳港測站波浪玫瑰圖



Y061SA10.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

10070607.P03

000.1 .07

Rose Diagram of Wave

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/05/01.01:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 742

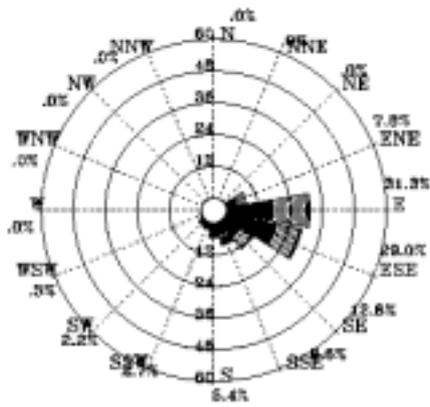


圖4.17 2006年5月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/06/01.01:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 719

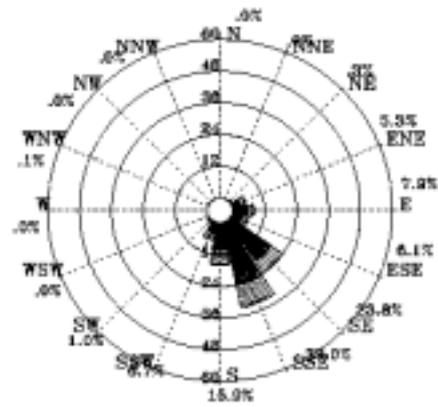


圖4.18 2006年6月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/07/01.01:10-2006/07/31.23:10
Total data no. 726

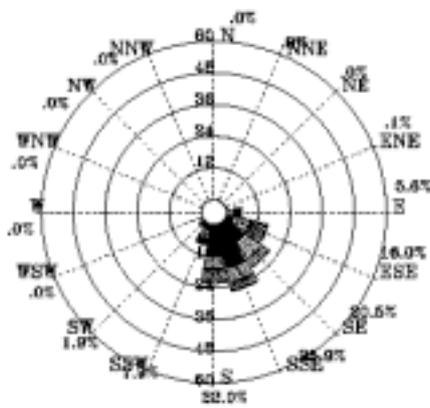


圖4.19 2006年7月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/08/01.01:10-2006/08/31.23:10
Total data no. 719

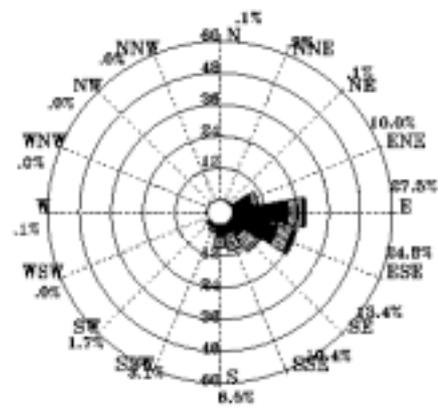
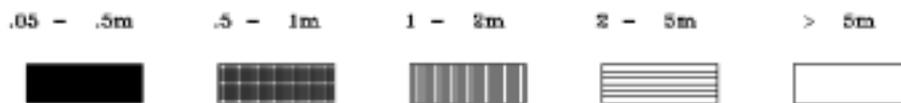


圖4.20 2006年8月蘇澳港測站波浪玫瑰圖



Y06SSA10.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

10070607.P03

000.1 .07

Rose Diagram of Wave

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/09/01.01:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 719

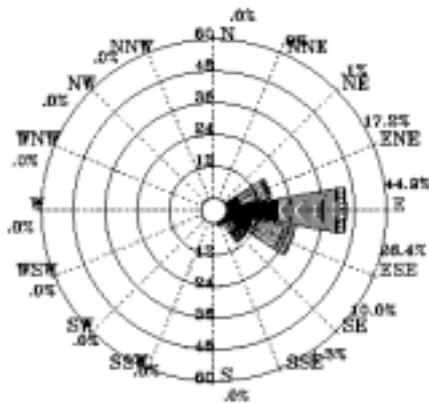


圖4.21 2006年9月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/10/01.01:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 718

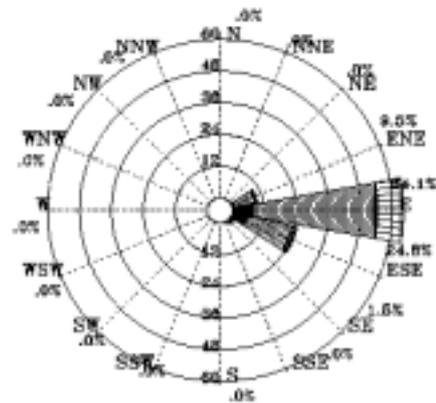


圖4.22 2006年10月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/11/01.01:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 717

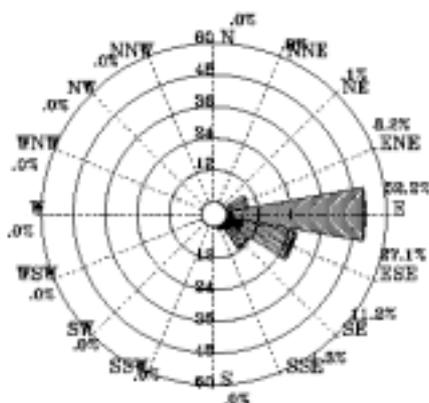


圖4.23 2006年11月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

Wave in Su-Ao Harbor of ST-1
2006/12/01.01:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 738

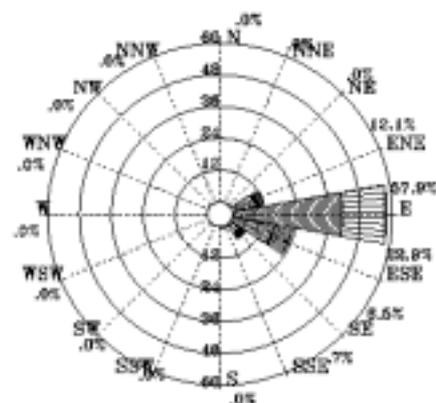
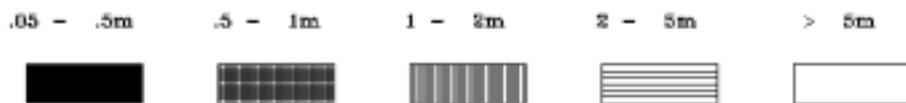


圖4.24 2006年12月蘇澳港測站波浪玫瑰圖



Y063SA10.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

10077607.P23

000.1 .07

Rose Diagram of Current

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/01/01:00:10-2006/01/17:12:10
Total data no. 369

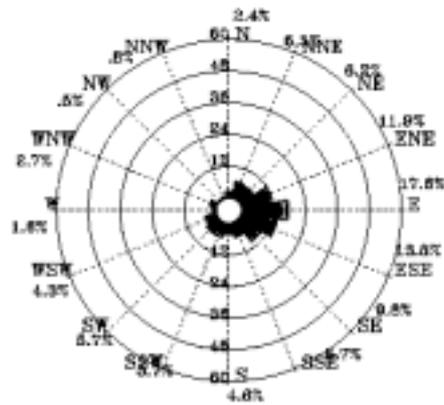
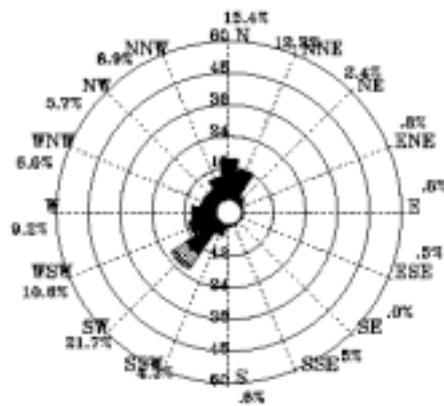


圖4.25 2006年1月蘇澳港-上層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/01/01:00:10-2006/01/17:12:10
Total data no. 369



Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/01/01:00:10-2006/01/17:12:10
Total data no. 369

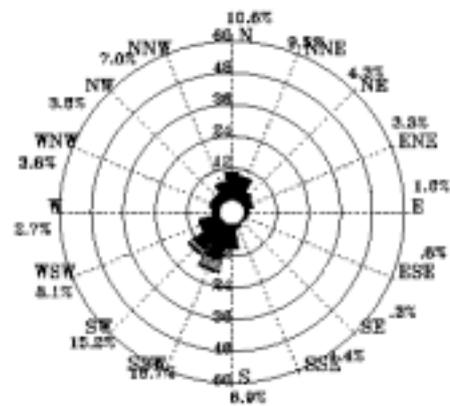


圖4.26 2006年1月蘇澳港-中層海流玫瑰圖

圖4.27 2006年1月蘇澳港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/02/21.15:10-2006/02/28.18:10
Total data no. 144

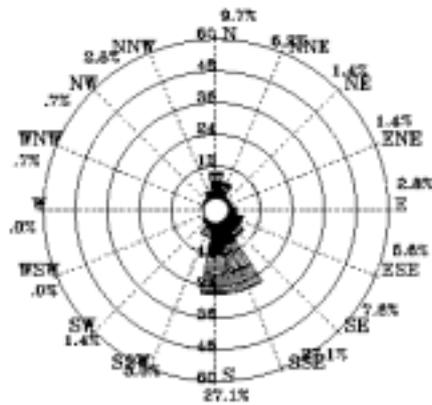
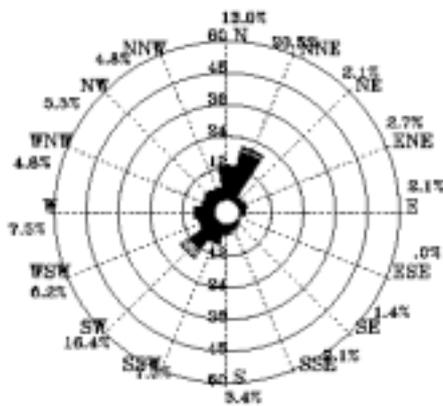


圖4.28 2006年2月蘇澳港-上層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/02/21.15:10-2006/02/28.18:10
Total data no. 146



Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/02/21.15:10-2006/02/28.18:10
Total data no. 146

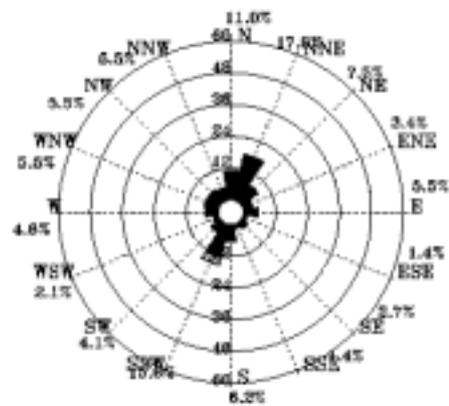


圖4.29 2006年2月蘇澳港-中層海流玫瑰圖

圖4.30 2006年2月蘇澳港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/03/01.00:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 636

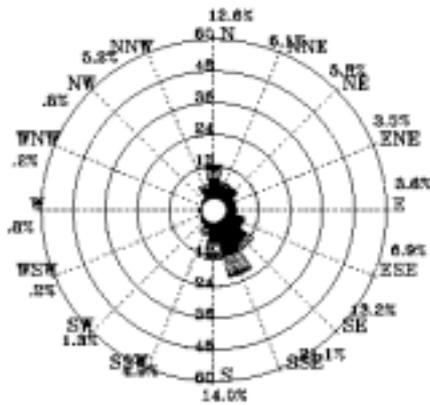
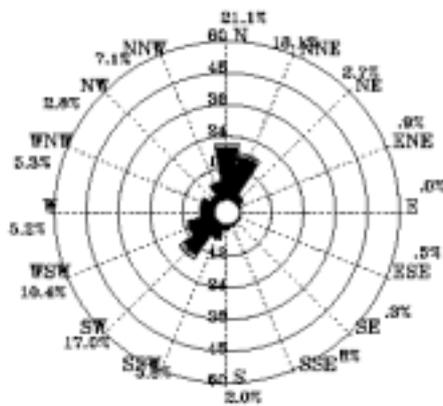


圖4.31 2006年3月蘇澳港-上層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/03/01.00:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 636



Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/03/01.00:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 636

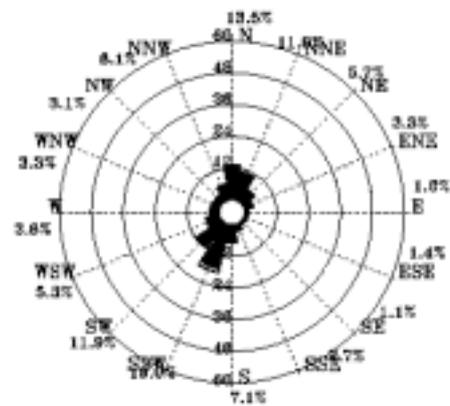


圖4.32 2006年3月蘇澳港-中層海流玫瑰圖

圖4.33 2006年3月蘇澳港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



C0635A11.C3D

Institute of Harbor & Marine Technology

14x70x01.F10

000.1 .07

Rose Diagram of Current

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/04/01.00:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 716

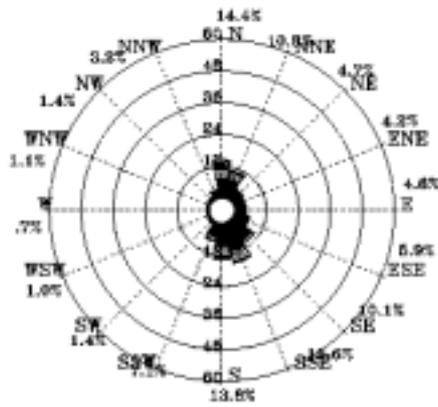


圖4.34 2006年4月蘇澳港-上層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/04/01.00:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 716

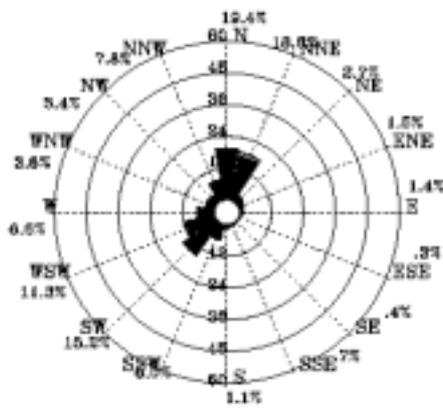


圖4.35 2006年4月蘇澳港-中層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/04/01.00:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 716

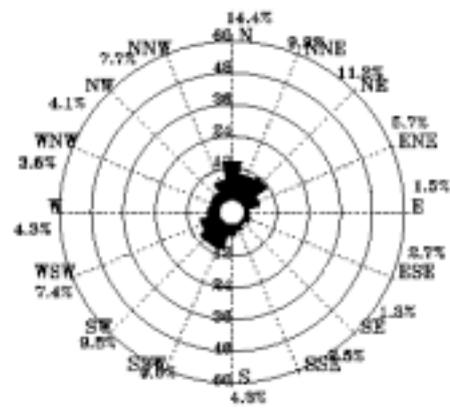


圖4.36 2006年4月蘇澳港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



C064SA11.CDR

Institute of Harbor & Marine Technology

HMCT0607.FIG

0001.1.DT

Rose Diagram of Current

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/05/01.00:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 744

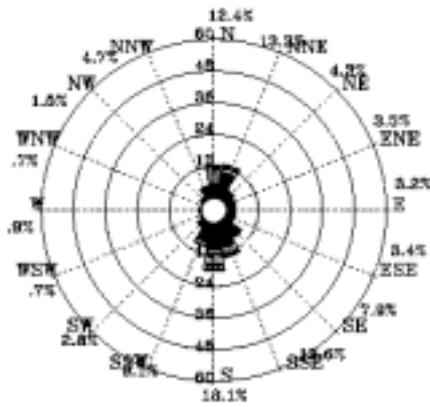
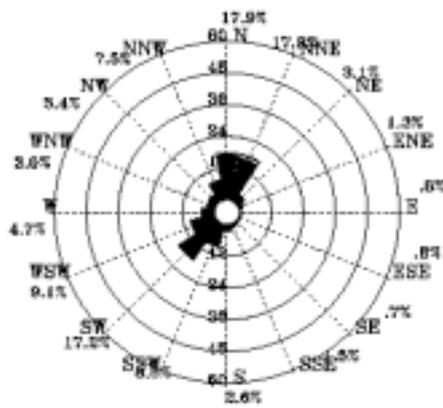


圖4.37 2006年5月蘇澳港-上層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/05/01.00:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 744



Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/05/01.00:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 744

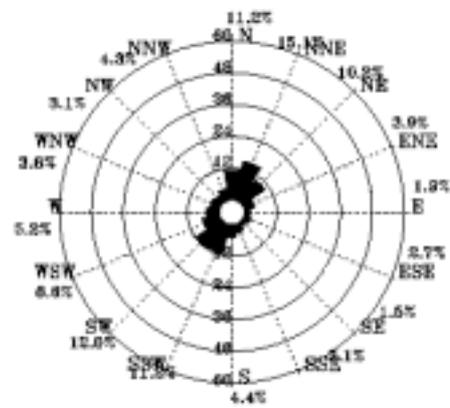


圖4.38 2006年5月蘇澳港-中層海流玫瑰圖

圖4.39 2006年5月蘇澳港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/06/01.00:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 720

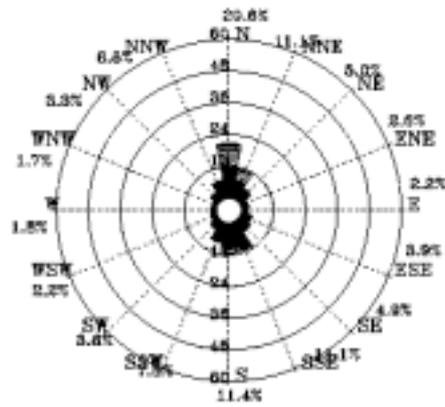


圖4.40 2006年6月蘇澳港-上層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/06/01.00:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 720

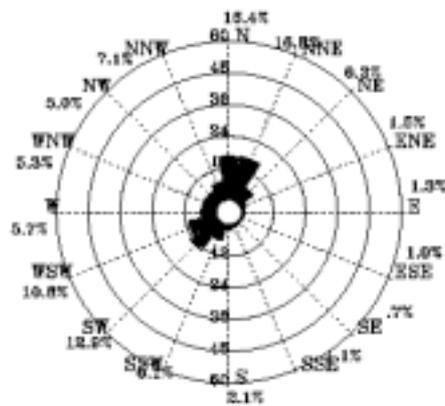


圖4.41 2006年6月蘇澳港-中層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/06/01.00:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 720

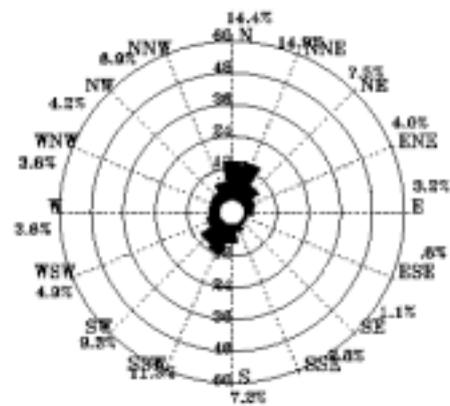


圖4.42 2006年6月蘇澳港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/07/01.00:10-2006/07/31.23:10
Total data no. 728

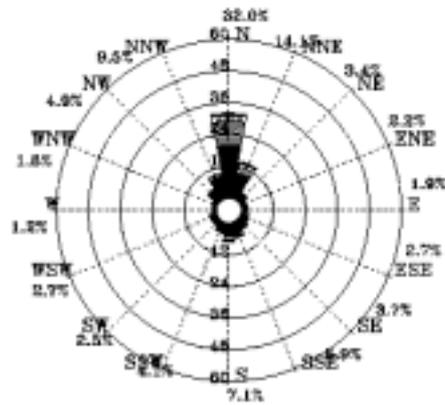
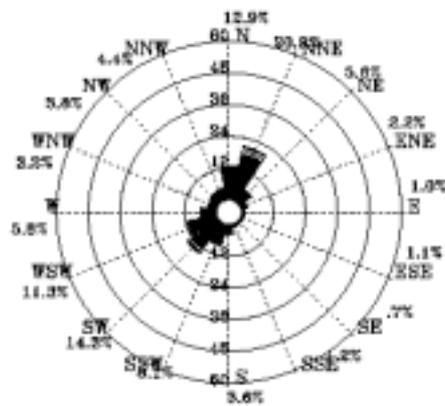


圖4.43 2006年7月蘇澳港-上層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/07/01.00:10-2006/07/31.23:10
Total data no. 728



Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/07/01.00:10-2006/07/31.23:10
Total data no. 728

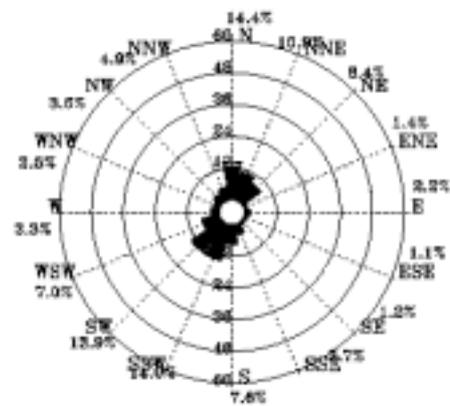


圖4.44 2006年7月蘇澳港-中層海流玫瑰圖

圖4.45 2006年7月蘇澳港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



C0675A11.CDR

Institute of Harbor & Marine Technology

14070801.FIG

0001.1.07

Rose Diagram of Current

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/08/01.00:10-2006/08/31.23:10
Total data no. 722

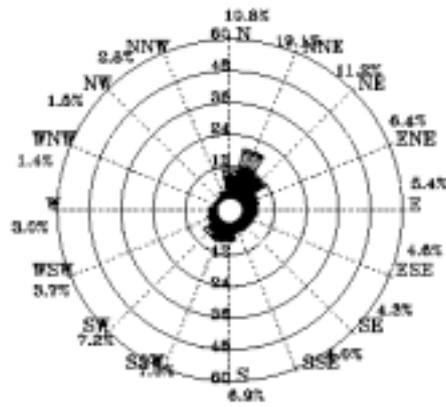


圖4.46 2006年 8月蘇澳港-上層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/08/01.00:10-2006/08/31.23:10
Total data no. 722

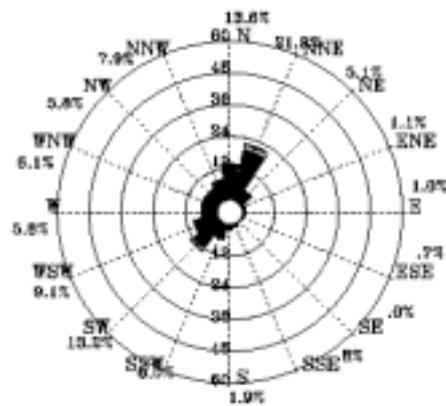


圖4.47 2006年 8月蘇澳港-中層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/08/01.00:10-2006/08/31.23:10
Total data no. 722

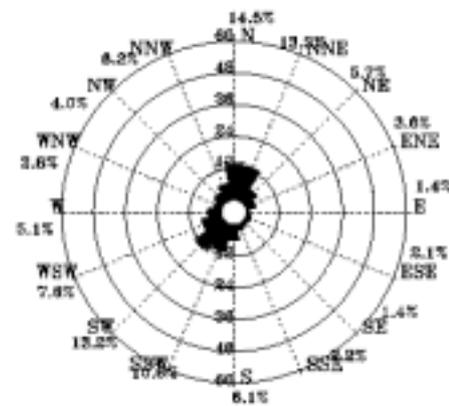


圖4.48 2006年 8月蘇澳港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 720

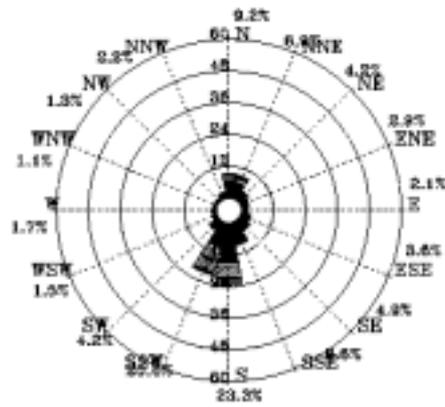


圖4.49 2006年9月蘇澳港-上層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 720

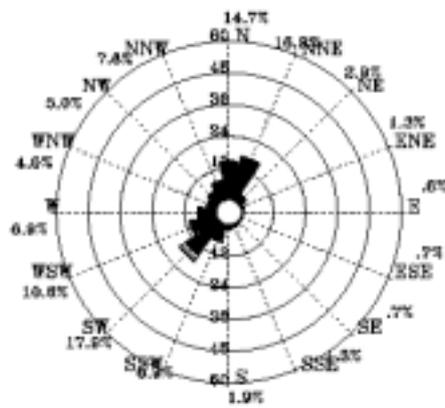


圖4.50 2006年9月蘇澳港-中層海流玫瑰圖

Current in Su-Ao HARBOR of ST-3
at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 720

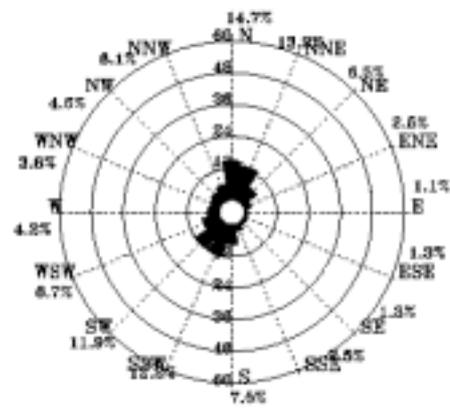
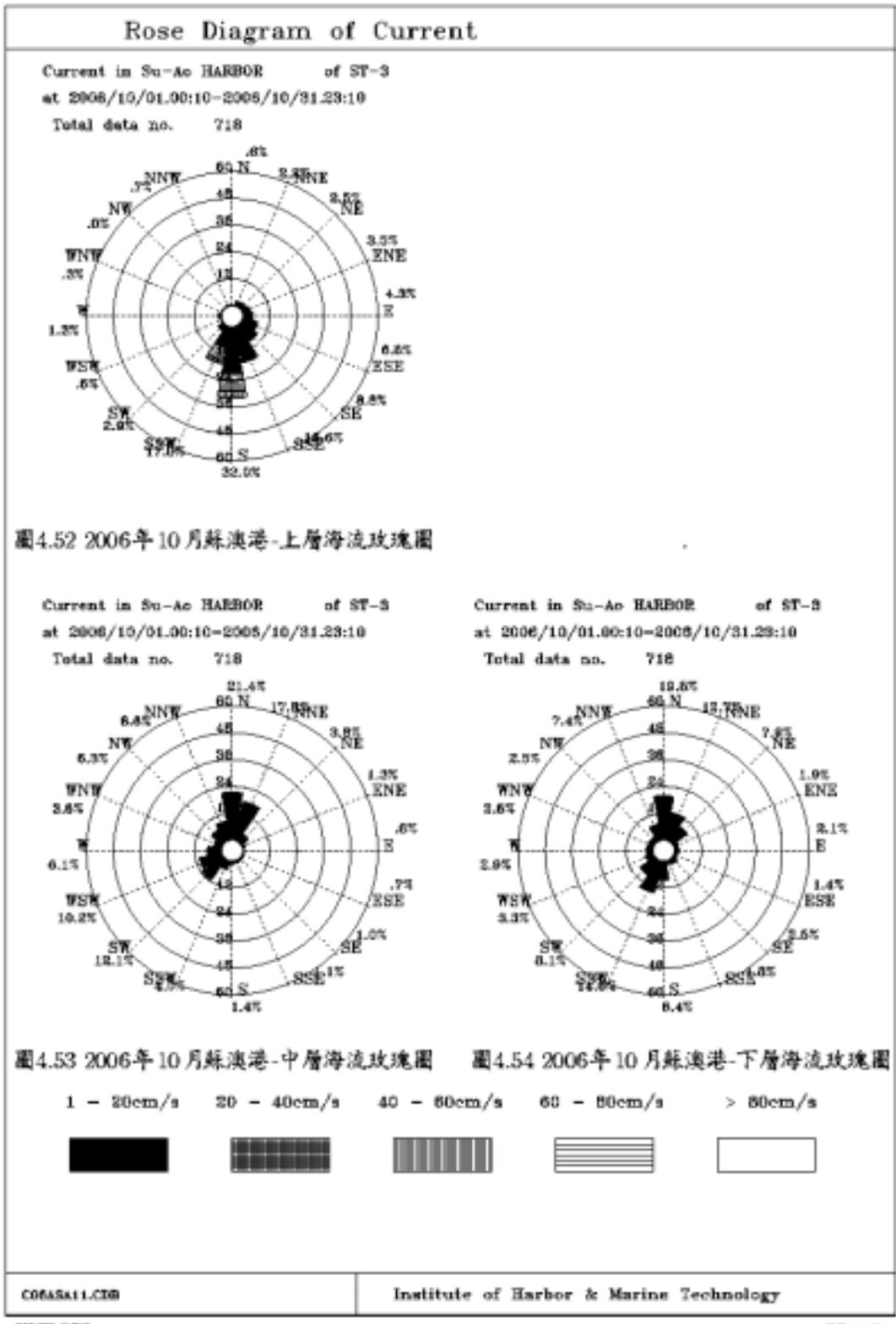
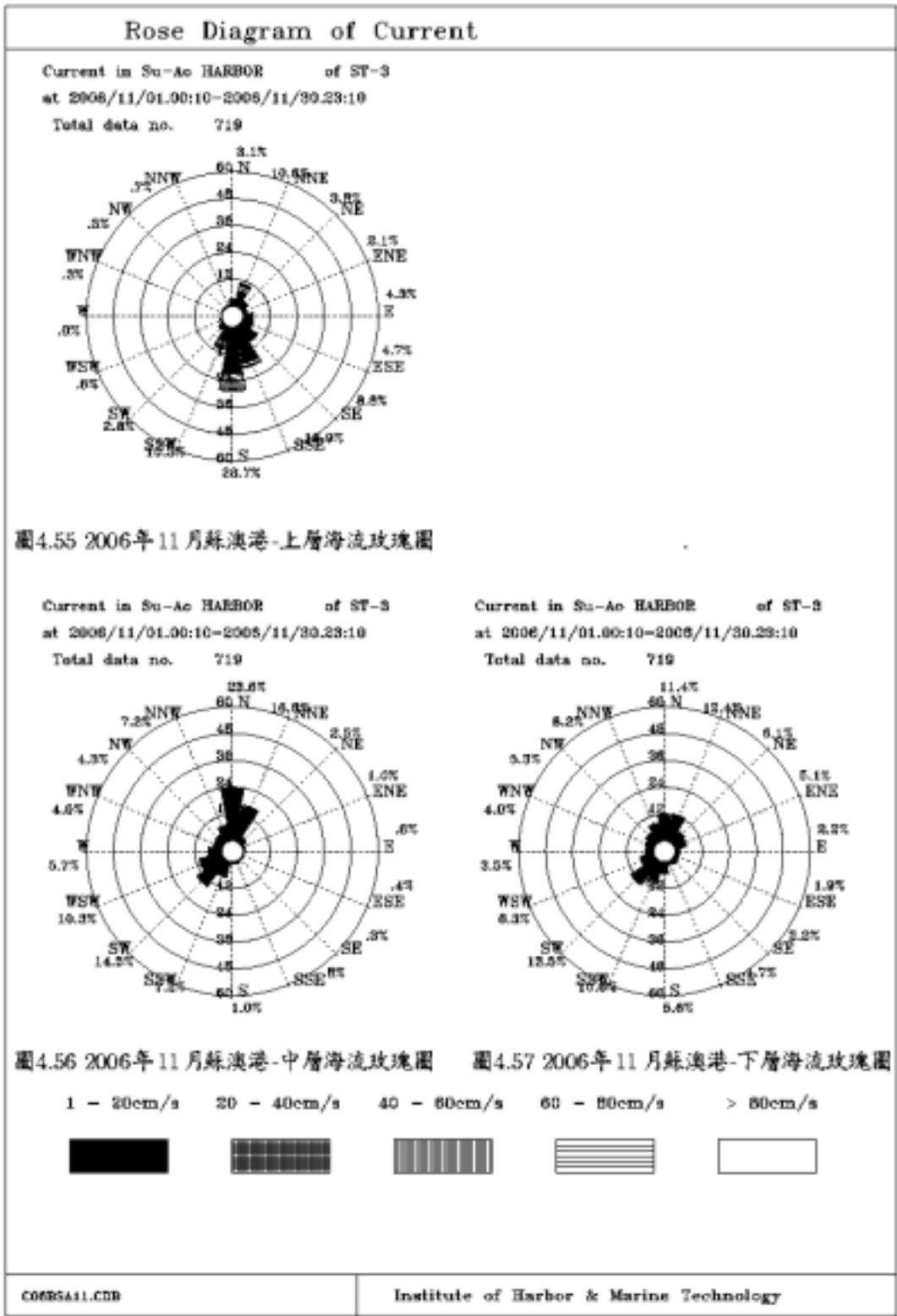


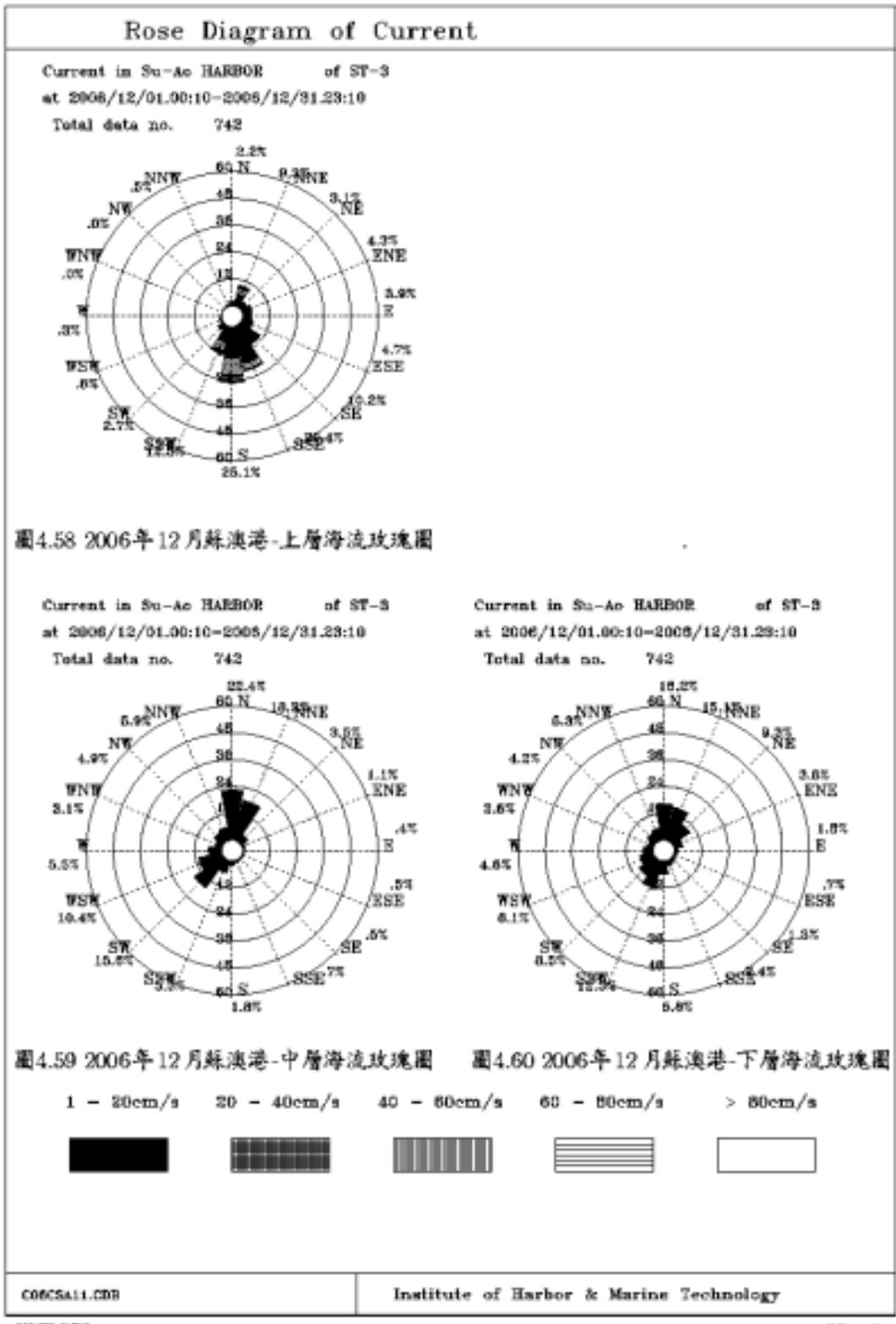
圖4.51 2006年9月蘇澳港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s









Rose Diagram of Wind

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/01/01:00:00-2006/01/31:23:00
Total data no. 744

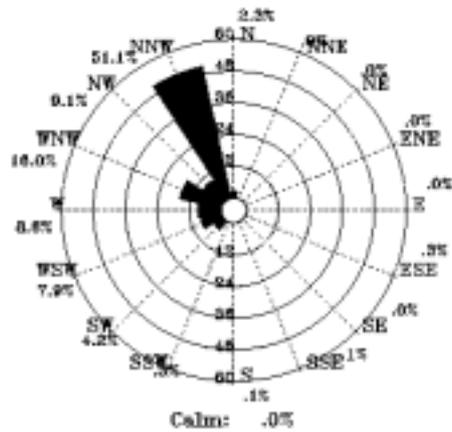


圖4.61 2006年1月蘇澳港測站風玫瑰圖

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/02/01:00:00-2006/02/28:23:00
Total data no. 872

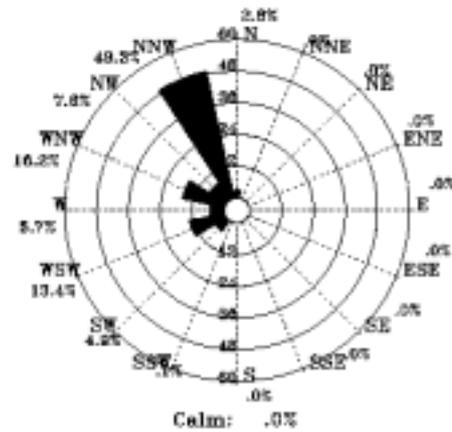


圖4.62 2006年2月蘇澳港測站風玫瑰圖

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/03/01:00:00-2006/03/31:23:00
Total data no. 744

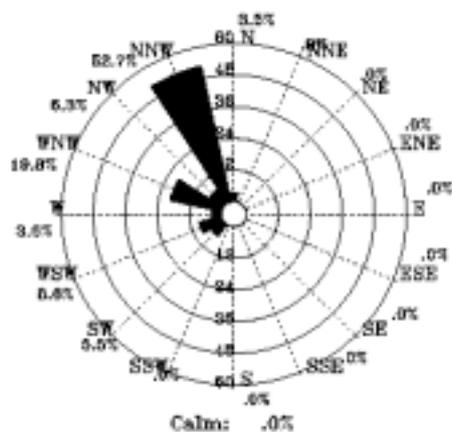


圖4.63 2006年3月蘇澳港測站風玫瑰圖

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/04/01:00:00-2006/04/30:23:00
Total data no. 720

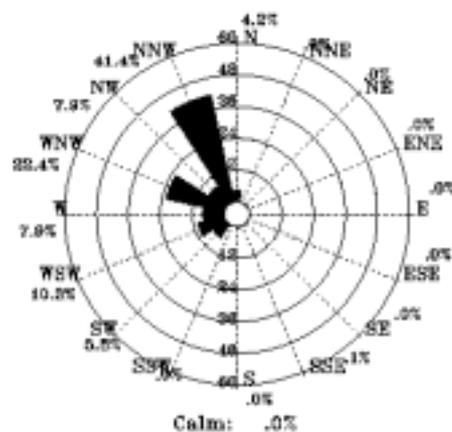
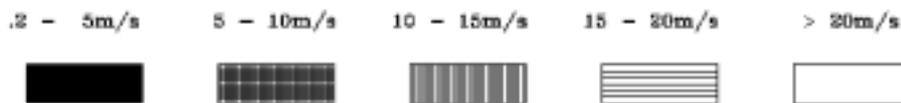


圖4.64 2006年4月蘇澳港測站風玫瑰圖



Rose Diagram of Wind

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/05/01:00:00-2006/05/31:23:00
Total data no. 744

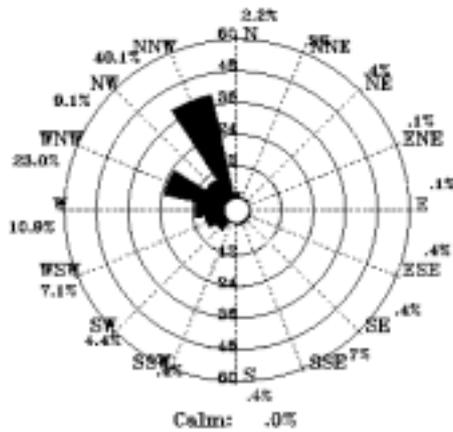


圖4.65 2006年 5月蘇澳港測站風玫瑰圖

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/06/01:00:00-2006/06/30:23:00
Total data no. 720

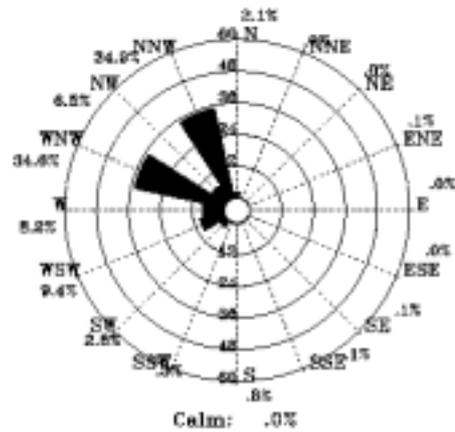


圖4.66 2006年 6月蘇澳港測站風玫瑰圖

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/07/01:00:00-2006/07/31:23:00
Total data no. 744

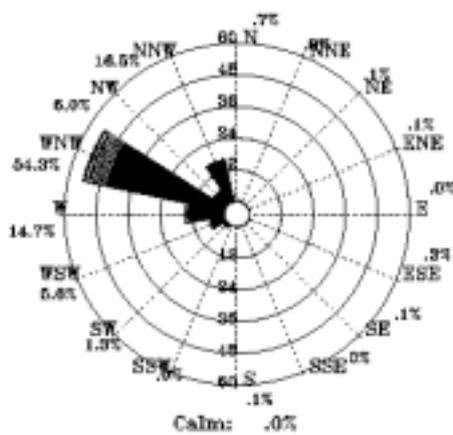


圖4.67 2006年 7月蘇澳港測站風玫瑰圖

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/08/01:00:00-2006/08/31:23:00
Total data no. 744

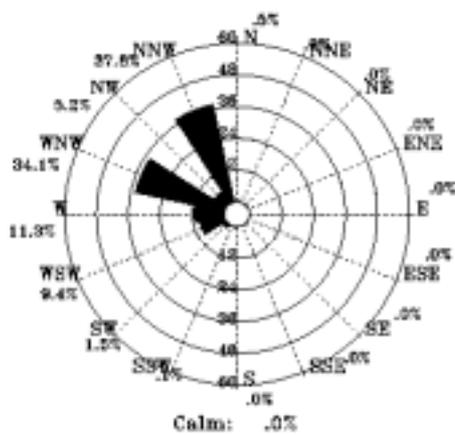
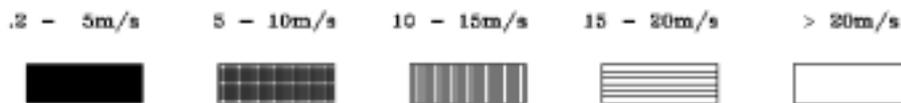


圖4.68 2006年 8月蘇澳港測站風玫瑰圖



Rose Diagram of Wind

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/09/01:00:00-2006/09/30:23:00
Total data no. 720

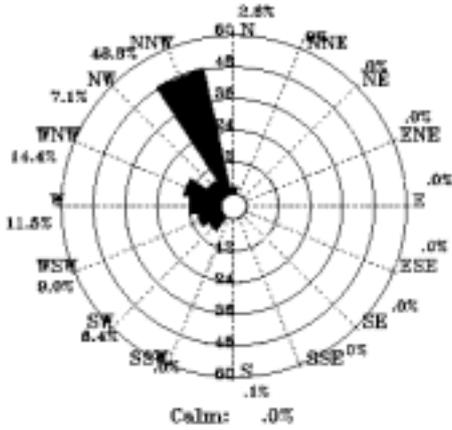


圖4.69 2006年9月蘇澳港測站風玫瑰圖

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/10/01:00:00-2006/10/31:23:00
Total data no. 744

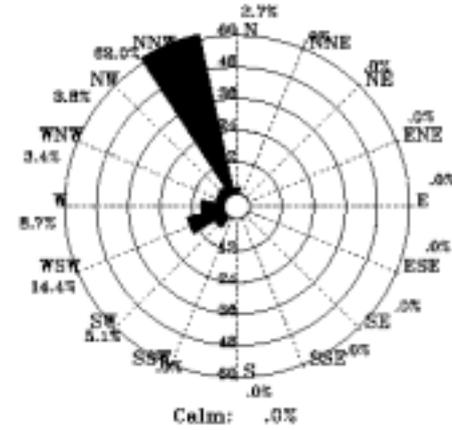


圖4.70 2006年10月蘇澳港測站風玫瑰圖

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/11/01:00:00-2006/11/30:23:00
Total data no. 720

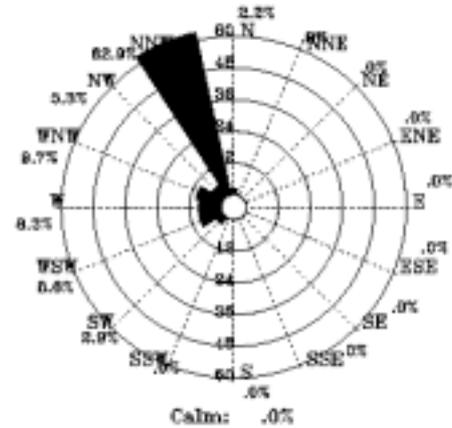


圖4.71 2006年11月蘇澳港測站風玫瑰圖

Wind in Su-Ao Harbor of ST-3
2006/12/01:01:00-2006/12/31:23:00
Total data no. 743

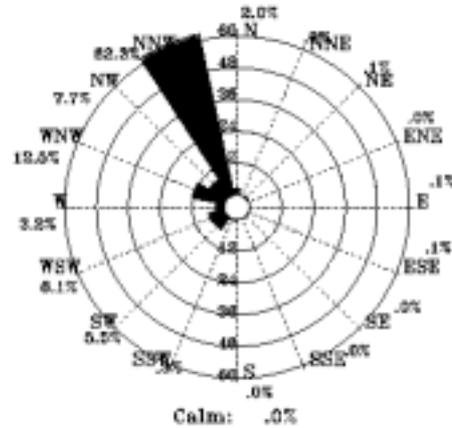


圖4.72 2006年12月蘇澳港測站風玫瑰圖

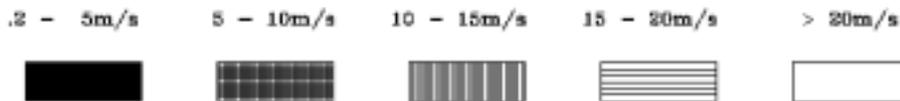


表 4.1 蘇澳港測站示性波高、示性週期及波向統計表

年、月	觀測 點數	$M_{1/2}$	$T_{1/2}$	$M_{1/2}$	最大波 (cm)	週期 (秒)	波向 (度)	$H_{1/2}$	$M_{1/2}$	$H_{1/2}$	波向 NNE~ENE	波向 ENE~E	$T_{1/2}$	$T_{1/2}$	$T_{1/2}$	$T_{1/2}$
		平均波 (米)	平均波 (秒)	小於 1 米 (%)				1~2 米 (%)	大於 2 米 (%)	小於 4 秒 (%)			4~8 秒 (%)	8~12 秒 (%)	大於 12 秒 (%)	
2006/01	257	1.52	8.8	2.22	8.5	ESE	7.4	75.7	16.9	92.4	0	8	20.4	82.4	16.2	
2006/02	144	1.47	8.7	2.17	10.8	E	8	89.8	7	89.0	0	1.4	15.2	79.2	6.8	
2006/03	626	1.26	9.1	2.64	11.9	E	18.9	76.4	4.7	78.4	0	4.9	26.2	49.2	9.6	
2006/04	714	1.25	7.1	2.29	7.3	ENE	22.9	70.9	5.2	56.6	1.0	18.7	61.9	21.8	8	
2006/05	743	1.24	7.9	2.21	7.9	ENE	58.2	26.1	6.8	58.8	3.9	20.5	42.9	26.4	8.2	
2006/06	713	.91	7.0	1.72	8.3	ESE	72.9	26.0	8	15.2	3.9	22.3	55.1	22.6	1.0	
2006/07	728	1.88	8.6	7.27	12.5	E	43.7	35.2	22.1	11.3	4.4	10.6	34.3	22.9	22.8	
2006/08	721	.94	8.2	3.84	8.8	ESE	64.2	33.4	2.4	54.7	2.8	8.7	27.0	39.1	15.1	
2006/09	713	1.34	10.3	5.27	11.9	EE	37.9	90.5	12.3	78.6	0	7.8	22.7	10.0	58.3	
2006/10	717	1.43	8.7	2.84	10.7	E	15.6	72.2	12.1	59.1	0	8	41.4	30.2	27.5	
2006/11	718	1.27	8.0	2.49	11.4	EE	12.3	86.1	1.7	78.2	0	2.1	31.4	41.4	6.2	
2006/12	748	1.85	9.1	2.68	11.4	E	8	70.7	29.2	85.8	0	1	12.6	88.8	17.4	

表 4.2 蘇澳港測站示性波高分佈百分比 (%) 統計表

年、月	$H_{1/2}$ 0m	0.5m	1m	1.5m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	10m	12m	16m	50m	合計 (%)
2006/01	.0	7.4	33.2	42.5	16.1	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	.0	.0	55.6	43.8	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	.0	18.9	64.7	11.7	4.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	.0	23.9	56.6	14.3	5.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	.5	57.7	27.7	7.4	6.2	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/06	.0	72.0	27.1	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/07	.0	43.7	19.1	14.0	10.2	7.3	4.1	1.1	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/08	5.3	58.9	28.8	4.6	1.4	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/09	1.4	35.6	40.3	10.2	6.3	4.2	1.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	.0	15.6	44.6	27.6	12.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	.0	12.3	70.5	15.6	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	.0	.0	17.8	52.8	28.0	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 4.3 蘇澳港測站示性週期分佈百分比 (%) 統計表

年、月	$T_{1/2}$ 2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
2006/01	.0	.0	.3	.5	1.4	19.1	35.4	27.0	15.5	.8	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	.0	.0	.7	.7	.0	13.2	46.5	32.6	6.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	.0	.8	2.5	1.6	13.2	23.0	31.0	18.3	9.4	.2	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	.0	.4	2.4	12.9	28.2	33.8	15.7	6.2	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	.0	.8	2.8	16.8	23.0	19.9	17.6	10.8	7.4	.8	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/06	.1	3.6	6.1	12.4	18.2	34.9	17.1	6.5	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/07	.0	2.9	1.2	6.5	20.4	13.9	13.9	8.5	25.9	6.7	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/08	.0	.0	1.7	7.1	16.4	20.7	18.7	20.4	10.1	5.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/09	.0	.0	1.0	6.8	12.4	10.3	5.4	4.6	22.0	35.3	2.2	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	.0	.0	.0	.8	15.9	25.5	22.2	8.1	22.3	5.2	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	.0	.0	.3	1.8	13.4	38.0	29.1	12.3	4.7	.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	.0	.0	.0	.1	.9	12.7	27.2	41.6	17.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 4.4 蘇澳港測站波向分佈百分比 (%) 統計表

波向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2006 /01	.0	.0	1.9	34.3	39.5	24.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /02	.0	.0	.0	15.4	67.1	16.8	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /03	.0	.0	1.1	30.3	38.3	18.9	8.4	2.1	.3	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /04	.0	.0	.1	17.3	31.1	13.7	13.0	11.8	9.4	3.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /05	.0	.0	.0	7.8	31.3	29.0	12.8	8.6	5.4	2.7	2.2	.3	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /06	.0	.0	.3	5.3	7.9	6.1	23.8	33.0	15.9	6.7	1.0	.0	.0	.1	.0	.0	100.
2006 /07	.0	.0	.0	.1	5.6	16.0	20.5	25.9	22.0	7.9	1.9	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /08	.1	.3	.1	10.0	27.5	24.8	13.4	10.4	8.5	3.1	1.7	.0	.1	.0	.0	.0	100.
2006 /09	.0	.0	.1	17.2	44.9	26.4	10.0	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /10	.0	.0	.0	9.5	64.1	24.8	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /11	.0	.0	.1	8.2	52.2	27.1	11.2	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /12	.0	.0	.0	12.1	57.9	22.9	6.5	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 4.5.1 蘇澳港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大値 (cm/s)/(去向)(%)	流速 <25cm/s (%)	流速 25~50 cm/s (%)	流速 50~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 (%)	流向 (%)	流向 (%)	流向 (%)
2009/01	369	22.5	63.0 /SSW	62.9	35.5	1.4	.0	33.9	39.6	19.5	6.8
2009/01	369	17.7	67.5 /SW	78.9	16.5	3.3	.0	24.7	1.9	43.4	28.7
2009/01	369	18.3	64.8 /SW	78.9	18.2	3.0	.0	23.6	6.8	48.8	20.9
2009/02	144	39.2	80.8 /S	23.6	48.6	24.3	3.5	18.3	57.6	18.8	8.3
2009/02	146	17.0	58.7 /SE	76.7	20.5	2.7	.0	32.9	7.5	34.2	25.3
2009/02	146	16.3	62.8 /ESE	79.5	19.2	.7	.0	39.9	9.6	27.4	22.3
2009/03	636	31.6	83.7 /N	38.1	53.6	10.1	.6	22.3	53.1	19.8	13.1
2009/03	636	17.8	52.1 /SW	76.9	21.9	.5	.0	34.9	1.9	38.1	24.4
2009/03	636	16.1	49.8 /SSW	81.8	17.5	.0	.0	28.8	8.5	42.8	19.5
2009/04	716	28.6	99.1 /N	47.5	41.2	9.9	1.4	30.2	41.5	16.5	11.9
2009/04	716	17.2	67.1 /NNE	77.4	20.9	.6	.0	38.3	2.4	36.5	24.7
2009/04	716	14.5	50.0 /NE	86.3	12.7	.1	.0	34.6	10.2	30.3	24.0
2009/05	744	28.7	103.1 /N	47.8	39.4	10.5	1.9	31.5	36.2	21.5	10.5
2009/05	744	18.0	58.2 /NNE	75.9	22.0	.4	.0	33.2	3.9	38.8	22.4
2009/05	744	14.7	48.6 /WSW	86.7	12.9	.0	.0	36.3	9.8	39.2	18.8
2009/06	720	23.5	86.6 /N	63.5	27.5	8.1	.6	32.9	27.2	20.3	19.2
2009/06	720	15.1	57.7 /N	86.0	13.1	.4	.0	35.2	4.7	33.9	25.6
2009/06	720	13.8	50.1 /NNE	90.8	7.9	.1	.0	36.1	8.1	32.1	22.6

表 4.5.2 蘇澳港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)/(去向)(%)	流速 <25cm/s	流速 25~50 cm/s (%)	流速 50~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 N~E (%)	流向 E~S (%)	流向 S~W (%)	流向 W~N (%)
2008/07	728	28.0	93.6 /N	50.4	36.7	11.3	1.0	40.1	17.1	11.3	28.6
2008/07	728	17.7	71.4 /SW	77.6	19.9	2.2	.0	37.4	4.7	38.9	18.8
2008/07	728	16.3	57.4 /NE	81.9	16.8	.7	.0	30.5	9.1	42.0	17.7
2008/08	722	20.9	73.9 /NNE	69.1	28.8	8.0	.0	48.0	19.1	34.9	10.8
2008/08	722	18.8	72.7 /SW	71.6	26.6	1.2	.0	37.3	2.8	31.3	27.4
2008/08	722	16.4	57.0 /SSW	82.3	16.8	.7	.0	32.1	8.9	38.0	20.8
2008/09	720	28.7	96.3 /SSW	80.6	33.9	13.8	1.7	23.3	28.9	39.2	8.8
2008/09	720	18.0	69.0 /SW	75.4	23.6	.8	.0	30.1	3.1	33.6	28.7
2008/09	720	15.5	52.1 /SW	80.6	19.9	.3	.0	32.1	8.1	36.9	22.8
2008/10	718	25.3	82.3 /S	55.4	34.4	9.7	.4	10.2	51.0	37.2	1.7
2008/10	718	15.2	62.7 /SW	83.7	18.8	.3	.0	39.1	3.8	39.8	26.0
2008/10	718	15.4	44.3 /NE	88.4	13.8	.0	.0	34.8	9.1	31.6	21.7
2008/11	719	25.8	91.3 /NNE	54.8	38.1	6.3	1.0	19.2	50.5	28.0	2.1
2008/11	719	16.7	65.9 /SW	81.1	17.5	.7	.0	34.6	1.9	35.9	26.8
2008/11	719	14.9	56.8 /SW	86.0	13.6	.3	.0	31.9	8.6	36.6	24.6
2008/12	742	29.3	88.3 /S	47.2	40.4	11.6	.7	21.9	49.3	28.6	.9
2008/12	742	16.4	58.1 /SW	80.6	17.9	.4	.0	37.5	2.2	36.5	22.8
2008/12	742	14.4	49.9 /N	88.9	10.6	.0	.0	38.1	8.1	31.2	19.9

表 4.6 蘇澳港海流測站流速分佈百分比統計表

流速 (cm/s) 年、月	0 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 15	15 ~ 20	20 ~ 25	25 ~ 30	30 ~ 35	35 ~ 40	40 ~ 45	45 ~ 50	50 ~ 55	55 ~ 60	60 ~ 65	65 ~ 70	70 ~ 75	75 ~ 80	80 ~ 100	100 ~ 120	120 ~ 150	150 <	合計 (%)
2006 /01	2.7	11.9	15.4	18.4	14.4	11.9	7.6	8.7	4.3	3.0	.8	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /01	8.7	24.1	17.3	19.0	9.8	5.1	4.1	2.4	3.0	1.9	1.9	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /01	8.4	18.2	22.0	17.1	13.3	6.2	3.8	3.8	2.4	1.9	2.4	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /02	1.4	2.1	5.6	5.6	9.0	12.5	10.4	8.3	9.7	7.6	9.7	17.4	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /02	13.7	21.9	15.8	18.5	6.8	8.9	5.5	2.1	4.1	.0	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /02	7.5	26.7	22.6	14.4	8.2	11.0	2.1	2.7	.7	2.7	.0	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /03	1.1	5.2	6.4	11.8	10.5	11.9	14.2	11.3	8.3	7.9	6.4	4.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /03	7.4	19.8	19.3	17.3	13.1	8.8	5.0	4.1	2.8	1.1	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /03	8.8	21.2	22.3	19.8	9.6	7.5	5.5	2.8	.8	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /04	2.7	10.1	10.8	11.5	12.6	11.3	9.1	9.1	7.5	4.2	6.3	4.2	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /04	7.4	21.4	20.7	15.2	12.7	8.9	5.6	4.1	1.5	.8	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /04	11.7	25.6	21.4	16.2	11.5	7.1	3.4	1.5	.6	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /05	2.8	6.7	13.6	12.8	12.0	12.9	8.1	7.7	6.0	4.7	7.0	4.3	.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /05	8.2	17.9	19.4	16.1	14.4	9.7	6.2	3.9	2.3	.9	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /05	10.1	25.3	22.3	17.6	11.4	6.2	4.3	1.1	.9	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /06	5.8	15.3	16.7	12.9	12.8	9.4	5.1	4.7	5.3	2.9	5.4	2.8	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /06	9.2	25.3	22.9	15.8	12.8	6.1	4.2	1.0	1.4	.4	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /06	11.4	24.4	23.6	20.1	11.3	4.2	2.6	1.0	.1	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /07	3.3	10.2	13.5	11.4	12.1	10.9	8.1	6.9	6.5	4.4	6.6	5.1	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /07	9.5	20.2	20.7	17.6	9.6	7.8	4.3	3.8	2.6	1.4	1.6	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /07	11.0	19.9	21.3	16.5	13.2	6.3	4.8	3.0	1.5	1.1	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /08	6.6	18.1	19.9	13.4	10.9	6.9	6.1	5.8	4.7	2.2	3.0	1.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /08	8.0	15.7	19.1	18.6	10.2	10.7	8.6	3.9	1.8	1.7	1.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /08	10.8	18.6	21.5	17.7	13.7	7.1	5.0	2.2	1.8	.7	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /09	4.7	12.2	12.4	11.9	9.3	9.2	8.3	6.7	5.6	4.2	7.1	7.6	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /09	7.5	19.9	21.3	16.8	10.0	9.2	6.7	3.3	2.1	2.4	.6	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /09	9.6	21.1	21.4	17.1	11.4	9.4	4.0	2.6	1.8	1.1	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /10	3.1	9.9	14.8	16.2	11.6	10.6	8.4	6.4	5.3	3.8	6.0	3.9	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /10	7.4	20.1	23.4	19.9	13.0	6.8	5.0	2.1	1.3	.3	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /10	9.2	20.8	23.7	16.6	15.2	6.8	4.9	.8	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /11	3.2	11.4	15.3	12.7	12.0	10.6	9.2	8.9	4.7	4.7	3.3	3.6	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /11	7.0	21.8	20.0	20.7	11.5	7.2	6.3	2.1	1.3	.7	.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /11	10.4	25.6	22.9	17.1	9.9	6.8	3.3	1.1	1.9	.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /12	2.2	6.2	11.1	12.5	15.2	10.1	10.8	7.8	6.3	5.4	7.5	4.3	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /12	8.8	22.6	18.5	17.3	13.5	8.5	5.4	2.7	1.2	.1	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /12	10.4	24.0	24.7	18.5	11.5	4.3	3.9	1.5	.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 4.7 蘇澳港海流測站流向分佈百分比統計表

流向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2006/01	2.4	6.5	6.2	11.9	17.6	13.8	9.8	5.7	4.6	5.7	5.7	4.3	1.6	2.7	.5	.8	100.
2006/01	15.4	12.2	2.4	.8	.8	.5	.0	.5	.8	4.3	21.7	10.6	9.2	6.0	5.7	8.9	100.
2006/01	10.6	9.5	4.3	3.3	1.6	.8	.3	1.4	8.9	18.7	15.2	8.1	2.7	3.8	3.8	7.0	100.
2006/03	9.7	6.3	1.4	1.4	2.8	5.6	7.6	27.1	27.1	5.6	1.4	.0	.0	.7	.7	2.8	100.
2006/03	13.0	20.5	2.1	2.7	2.1	.0	1.4	2.1	3.4	7.5	16.4	6.2	7.5	4.8	5.5	4.8	100.
2006/03	11.0	17.8	7.5	3.4	5.5	1.4	2.7	1.4	6.2	15.8	4.1	2.1	4.8	5.5	5.5	5.5	100.
2006/08	12.6	6.1	5.8	3.5	3.6	6.9	13.2	21.1	14.0	4.9	1.3	.2	.8	.2	.8	5.2	100.
2006/08	21.1	18.1	2.7	.9	.0	.5	.3	.8	2.0	5.8	17.0	10.4	5.2	5.3	2.8	7.1	100.
2006/08	13.5	11.0	5.7	3.3	1.6	1.4	1.1	2.7	7.1	19.0	11.9	5.3	3.8	3.3	3.1	6.1	100.
2006/04	14.4	10.8	4.7	4.2	4.6	5.9	10.1	15.6	13.8	7.1	1.4	1.0	.7	1.1	1.4	3.2	100.
2006/04	19.4	18.6	2.7	1.5	1.4	.3	.4	.7	1.1	6.0	15.2	11.3	6.6	3.6	3.4	7.8	100.
2006/04	14.4	9.9	11.2	5.7	1.5	2.7	1.3	2.5	4.3	9.6	9.8	7.4	4.3	3.6	4.1	7.7	100.
2006/05	12.4	13.2	4.3	3.5	3.2	3.4	7.9	13.6	18.1	9.1	2.8	.7	.9	.7	1.5	4.7	100.
2006/05	17.9	17.9	3.1	1.3	.8	.8	.7	1.5	2.6	8.6	17.2	9.1	4.7	3.0	3.4	7.5	100.
2006/05	11.2	15.1	10.2	3.9	1.9	2.7	1.5	3.1	4.4	11.2	12.0	6.6	5.2	3.8	3.1	4.3	100.
2006/06	20.6	11.1	5.0	2.6	2.2	3.9	4.9	11.1	11.4	7.8	3.6	2.2	1.8	1.7	3.3	6.8	100.
2006/06	16.4	16.8	6.3	1.5	1.3	1.0	.7	1.1	2.1	6.1	12.9	10.8	5.7	5.3	5.0	7.1	100.
2006/06	14.4	14.9	7.5	4.0	3.2	.8	1.1	2.8	7.2	11.2	9.3	4.9	3.8	3.8	4.2	6.9	100.
2006/07	32.0	14.1	3.4	2.2	1.9	2.7	3.7	5.9	7.1	4.1	2.5	2.7	1.2	1.8	4.9	9.5	100.
2006/07	12.9	20.9	5.6	2.2	1.0	1.1	.7	1.2	3.6	8.1	14.3	11.3	5.8	3.2	3.8	4.4	100.
2006/07	14.4	10.9	8.4	1.4	2.2	1.1	1.2	3.7	7.6	14.0	13.9	7.0	3.3	2.5	3.6	4.9	100.
2006/08	10.8	19.1	11.2	6.4	5.4	4.6	4.3	4.0	6.9	7.6	7.2	3.7	3.0	1.4	1.5	2.8	100.
2006/08	13.6	21.9	5.1	1.1	1.0	.7	.0	.8	1.9	6.0	13.2	9.1	5.8	6.1	5.8	7.9	100.
2006/08	14.5	13.3	5.7	3.6	1.4	2.1	1.4	2.2	6.1	10.8	13.2	7.6	5.1	2.8	4.0	6.2	100.
2006/09	9.2	8.9	4.2	2.9	2.1	3.6	4.9	8.6	23.3	20.4	4.2	1.5	1.7	1.1	1.3	2.2	100.
2006/09	14.7	16.9	2.9	1.3	.6	.7	.7	1.3	1.9	6.9	17.9	10.6	6.9	4.0	5.0	7.6	100.
2006/09	14.7	13.2	6.5	2.5	1.1	1.3	1.3	2.5	7.5	12.2	11.9	6.7	4.2	3.8	4.6	6.1	100.
2006/10	.6	2.2	2.5	3.5	4.3	6.8	8.8	16.6	32.0	17.0	2.9	.6	1.3	.3	.0	.7	100.
2006/10	21.4	17.8	3.8	1.3	.6	.7	1.0	1.1	1.4	4.0	12.1	10.2	6.1	3.6	6.3	8.6	100.
2006/10	19.8	12.7	7.9	1.9	2.1	1.4	2.5	1.8	8.4	14.6	8.1	3.3	2.9	2.6	2.5	7.4	100.
2006/11	3.1	10.6	3.8	2.1	4.3	4.7	8.8	18.9	28.7	10.3	2.8	.8	.0	.3	.3	.7	100.
2006/11	23.6	16.6	2.5	1.0	.6	.4	.3	.8	1.0	7.2	14.5	10.3	5.7	4.0	4.3	7.2	100.
2006/11	11.4	12.4	6.1	5.1	2.2	1.9	2.2	1.7	5.6	10.6	13.5	6.3	3.5	4.0	5.3	8.2	100.
2006/12	2.2	9.3	3.1	4.3	3.9	4.7	10.2	20.4	25.1	12.5	2.7	.8	.3	.0	.0	.5	100.
2006/12	22.4	18.2	3.5	1.1	.4	.5	.5	.7	1.8	5.5	15.6	10.4	5.5	3.1	4.9	5.9	100.
2006/12	16.2	15.1	9.3	3.8	1.8	.7	1.3	2.4	5.8	12.5	8.5	6.1	4.6	2.6	4.2	5.3	100.

表 4.8 蘇澳港測站風速及風向統計表

序號	觀測日期 (年、月)	觀測點數	風速 平均値 (m/s)	風速、風向 最大値 (m/s)/(來向) (%)	風速 <3m/s (%)	風速 3~10 m/s (%)	風速 10~15 m/s (%)	風速 >15m/s (%)	風向 N~E (%)	風向 E~S (%)	風向 S~W (%)	風向 W~N (%)	靜風 (%)
1	2008 /01	744	1.8	6.2/WNW	96.8	1.2	1	0	0	.5	22.2	72.3	12.8
1	2008 /02	672	1.6	6.4/ENE	99.8	.4	1	0	0	.0	29.3	71.8	9.7
1	2008 /03	744	1.8	7.6/ENE	97.3	2.7	1	0	0	.0	34.4	72.7	12.0
1	2008 /04	720	1.4	6.9/SSE	99.3	.7	1	0	0	.1	25.3	63.8	20.7
1	2008 /05	744	1.4	11.4/SW	96.5	2.2	.1	0	0	1.9	31.0	61.8	24.7
1	2008 /06	720	1.2	6.2/WNW	99.9	.1	1	0	.1	.7	8.3	96.3	33.6
1	2008 /07	744	2.6	17.1/WNW	90.7	8.6	2.6	.1	.2	.5	7.8	74.3	17.2
1	2008 /08	744	1.2	5.5/ENE	99.5	.4	1	0	0	.0	22.6	66.4	21.0
1	2008 /09	720	1.2	6.6/WNW	99.3	1.0	1	0	0	.1	26.2	67.2	18.6
1	2008 /10	744	1.4	5.7/ENE	99.7	.2	1	0	0	.0	22.2	71.8	6.0
10	2008 /11	720	1.2	5.2/ENE	99.9	.1	1	0	0	.0	31.4	74.3	14.8
11	2008 /12	744	1.9	12.1/WNW	96.1	2.8	.1	0	.2	.1	22.1	60.8	6.7

表 4.9 蘇澳港測站風速分佈百分比 (%) 統計表

風速 年、月	0m/s	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	10m/s	12m/s	14m/s	16m/s	18m/s	20m/s	20m/s<	合計 (%)
2008 /01	33.7	23.7	24.3	14.4	2.7	.9	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /02	38.2	26.0	23.5	10.1	1.6	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /03	38.0	24.3	19.1	11.0	4.8	1.9	.5	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /04	51.5	20.6	16.8	8.3	2.1	.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /05	57.1	18.8	12.9	5.5	2.3	1.2	.9	.8	.3	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /06	64.4	9.6	10.6	10.0	5.3	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /07	36.7	13.6	12.5	14.5	11.4	1.9	2.6	2.0	2.2	1.6	.5	.4	.1	.0	.0	.0	100.
2008 /08	57.3	17.2	12.4	9.8	3.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /09	54.6	27.5	12.4	3.2	1.4	.7	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /10	42.9	34.7	13.8	6.5	1.9	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /11	52.2	27.6	16.5	3.3	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008 /12	29.1	30.7	22.9	11.3	2.2	2.2	.7	.5	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 4.10 蘇澳港測站風向分佈百分比 (%) 統計表

風向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	靜風 (%)
2008 /01	1.9	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.1	.1	.3	4.2	6.9	7.4	14.8	7.1	43.1	13.8
2008 /02	2.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	4.6	12.2	4.9	15.5	6.2	44.3	9.7
2008 /03	3.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.5	7.5	2.8	18.4	5.0	45.7	12.0
2008 /04	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	5.7	8.5	4.7	20.3	4.2	52.9	20.7
2008 /05	1.9	.3	.4	.1	.1	.4	.4	.7	.4	.4	4.2	4.2	6.2	20.2	5.8	29.7	24.7
2008 /06	1.4	.0	.0	.1	.0	.0	.1	.1	.3	.3	2.5	4.4	3.6	30.7	2.1	20.1	33.6
2008 /07	.5	.0	.1	.1	.0	.3	.1	.0	.1	.0	.9	3.1	12.0	52.0	3.5	9.9	17.2
2008 /08	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	1.2	7.5	7.8	31.6	3.2	27.0	21.0
2008 /09	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	6.3	8.2	8.9	11.9	5.0	41.0	16.5
2008 /10	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.0	13.3	7.5	2.8	3.6	59.0	6.0
2008 /11	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.9	6.7	6.3	8.3	3.6	55.8	14.3
2008 /12	2.0	.0	.1	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.3	5.2	5.5	2.6	11.6	7.3	58.4	6.7

第五章 2006 年花蓮港海氣象資料分析與特性

5.1 觀測方法

花蓮港觀測站使用挪威 NORTEK 公司的 AWCP 即時傳送剖面海流與波浪監測系統儀器(詳見圖 2.3)。

5.1.1 波浪的量測

取樣頻率都設定為 2Hz，每小時取樣 2048 筆資料，亦即波高精度在每 0.5 秒間隔內分別量測所得速度 U、V、W 向量與壓力量，量測取得之資料再作整合而得到波高、波向的資料。

5.1.2 水位的量測

壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值。

5.1.3 海流的量測

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床上之儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，花蓮港觀測站水深 34 公尺，間距設定為 2 公尺，每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表其數樣每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔 1 小時經由海底電纜傳訊回接收站之電腦中儲存。

5.1.4 溫度的量測

內建於感應器上，操作環境在-4 ~40 間其精度 0.1 ；全部之原始資料先儲存於水中感應儀器之記錄器中，俟全部量測結束後即每小時 30 分鐘後再經由海底電纜傳回各觀測站之電腦儲存。待本中心接收站取得之原始波

浪記錄，經利用程式轉換可做波高、波向的統計分析與波譜分析，可供各港務局之船舶交通管理系統 VMS 連線做即傳送與學術單位進一步分析研究參考。

5.2 花蓮港基本資料分析與特性

5.2.1 海流、水溫、水位

如圖 5.1~圖 5.22 為 2006 年 1 月 1 日~2006 年 12 月 31 日間在花蓮港東防波堤外海處蒐集之海流、水溫、水位之原始記錄資料，其上層逐時變化圖顯示觀測之海流主要是以長週期海流以及潮流所組合而成，再由圖 5.45~圖 5.110 之流玫瑰圖表示。因受地形影響主要以東北東—西南附近運動為主。一般而言，每日流速變化的幅度振幅約為 10~40 cm/sec，東北季風產生之風驅流則視風速大小而定。

其水溫記錄保持在 25 ± 1 左右，但是受到颱風及東北季風通過時才會引發水溫強烈的下降。

由水位記錄顯示花蓮港觀測站的潮流運動以半日週期為主，全日週期為輔。

5.2.2 波浪

如附錄圖 5.1~圖 5.22 為 2006 年 1 月至 2006 年 12 月間花蓮港的波浪資料，主要分為冬季、夏季及颱風波浪。

1. 冬季季風波浪

從圖 5.10~圖 5.22；以及圖 5.23 至圖 5.25 與圖 5.34 之玫瑰圖顯示出基本上是東北季風盛行的型態，經計算出之有義波高大部份在 2 公尺以下，週期一般在 6~8 秒間；波向以東與東南東為主。

2. 夏季季風波浪

夏季季風在花蓮地區以東南風為主，風向較不穩定，風速較冬季弱，然而，本省地處太平洋西岸熱帶地區，夏秋季常常會有颱風侵襲或行經附近海域而引起較大之波浪。在颱風未到達前，本地區海域所產生的波浪，以來自菲律賓濱東部海域及颱風形成後傳播而來的湧浪為主，如圖 5.6~圖 5.10 顯示，波高小於 1 公尺以下為主，週期 6~8 秒，波向為以東南東為主。

3. 颱風波浪

花蓮港之颱風波浪之逐時波浪變化圖如圖 5.6~圖 5.10，其實測有義波高(1)珍珠颱風 5 月 18 日 13 時測得最大有義波高主站 2.89 公尺、週期 4.94 秒，波浪來向為 142.47 度；(2) 艾維尼颱風 7 月 08 日 18 時測得最大有義波高主站 2.17 公尺、週期 6.72 秒，波浪來向為 116.51 度(3) 碧利斯颱風 7 月 14 日 17 時測得最大有義波高主站 5.25 公尺、週期 8.38 秒，波浪來向為 142.67 度；(4) 凱米颱風 7 月 25 日 02 時測得最大有義波高主站 6.92 公尺、週期 7.49 秒，波浪來向為 139.79 度；(5) 寶發颱風 8 月 09 日 04 時測得最大有義波高主站 3.86 公尺、週期 5.99 秒，波浪來向為 118.09 度；(6) 桑美颱風 8 月 11 日 10 時測得最大有義波高主站 1.92 公尺、週期 9.31 秒，波浪來向為 114.24 度；(7) 珊珊颱風 9 月 16 日 02 時測得最大有義波高主站 4.24 公尺、週期 7.97 秒，波浪來向為 103.75 度。

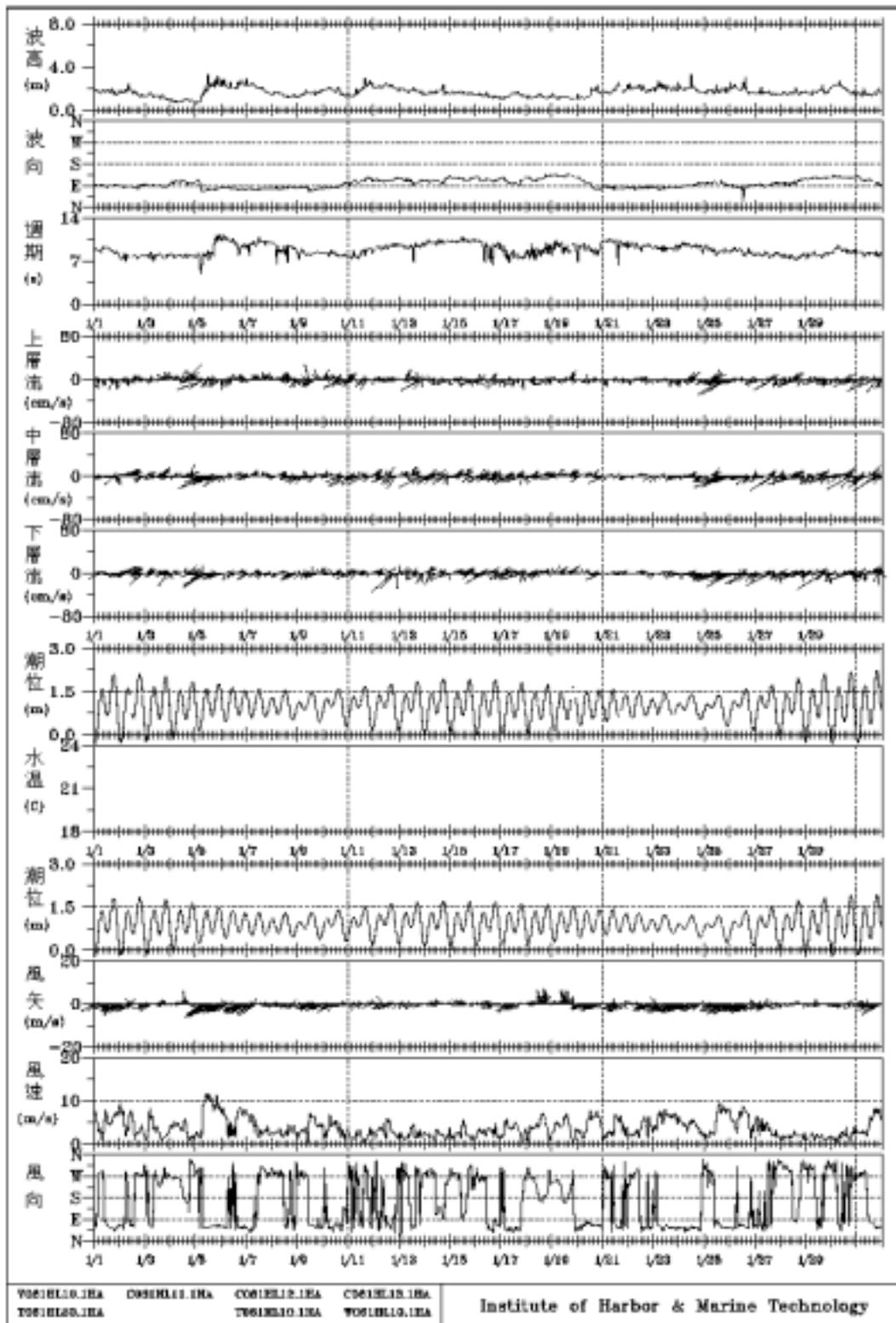


图5.1 2006年1月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

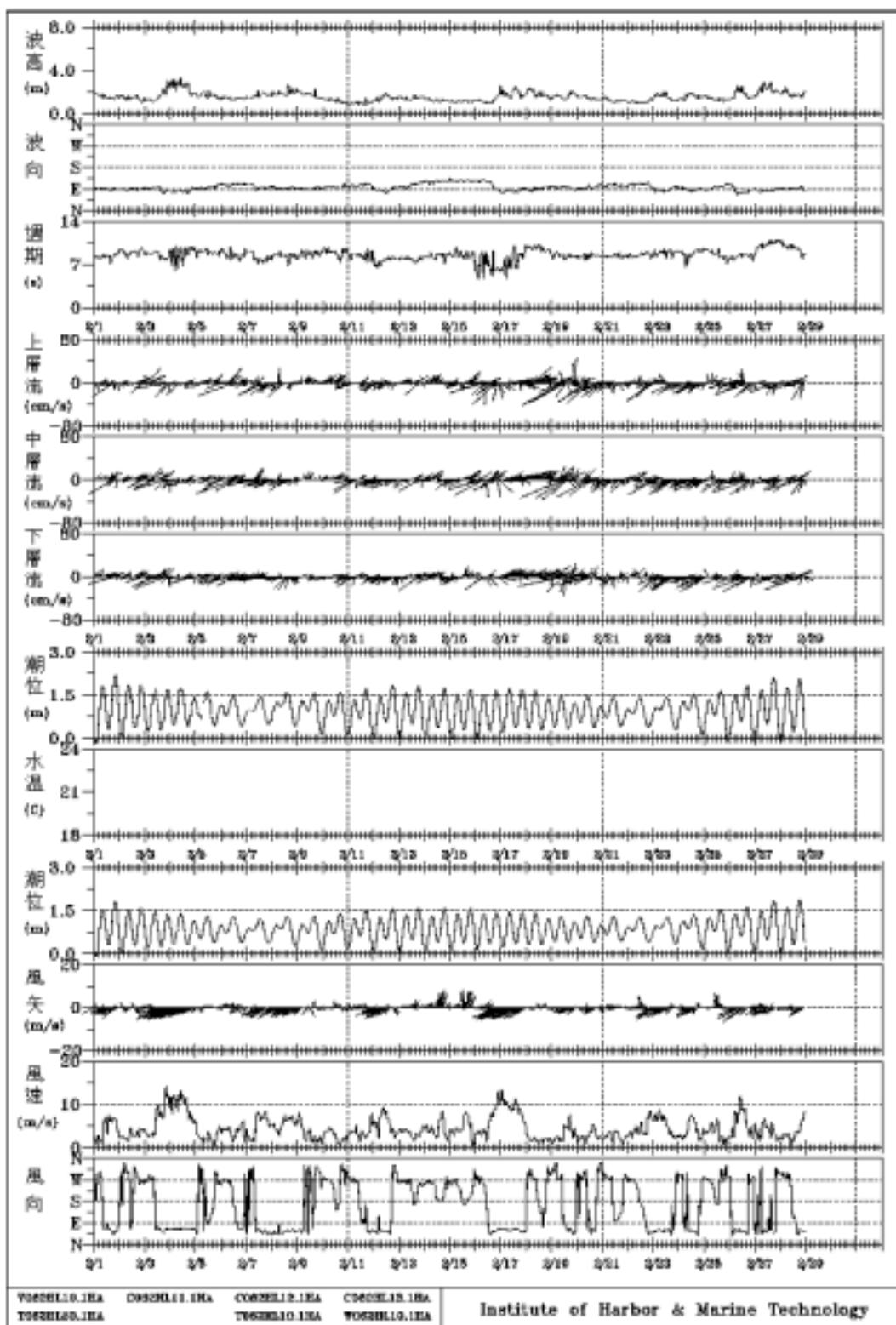


图5.2 2006年2月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

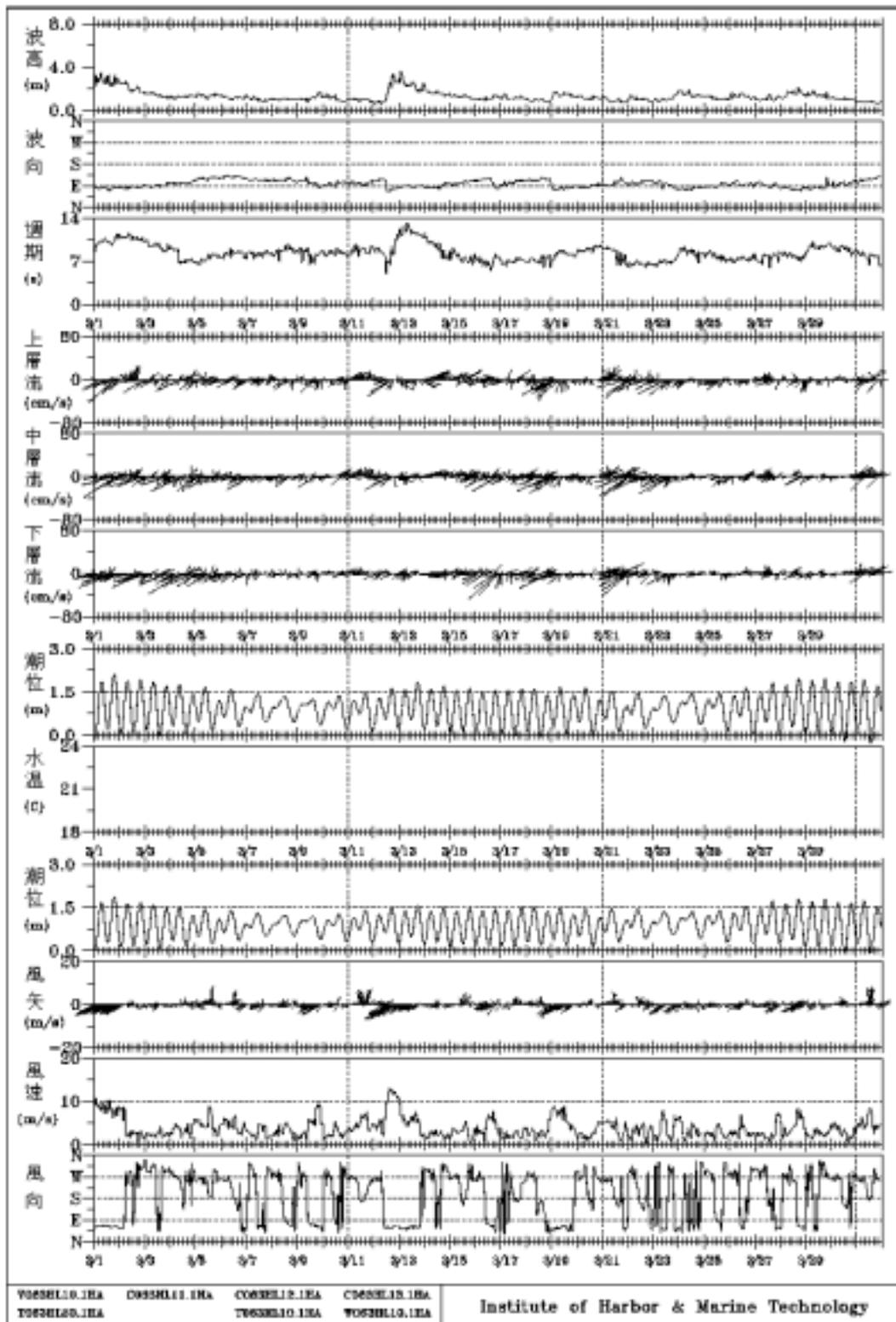


圖5.3 2006年3月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

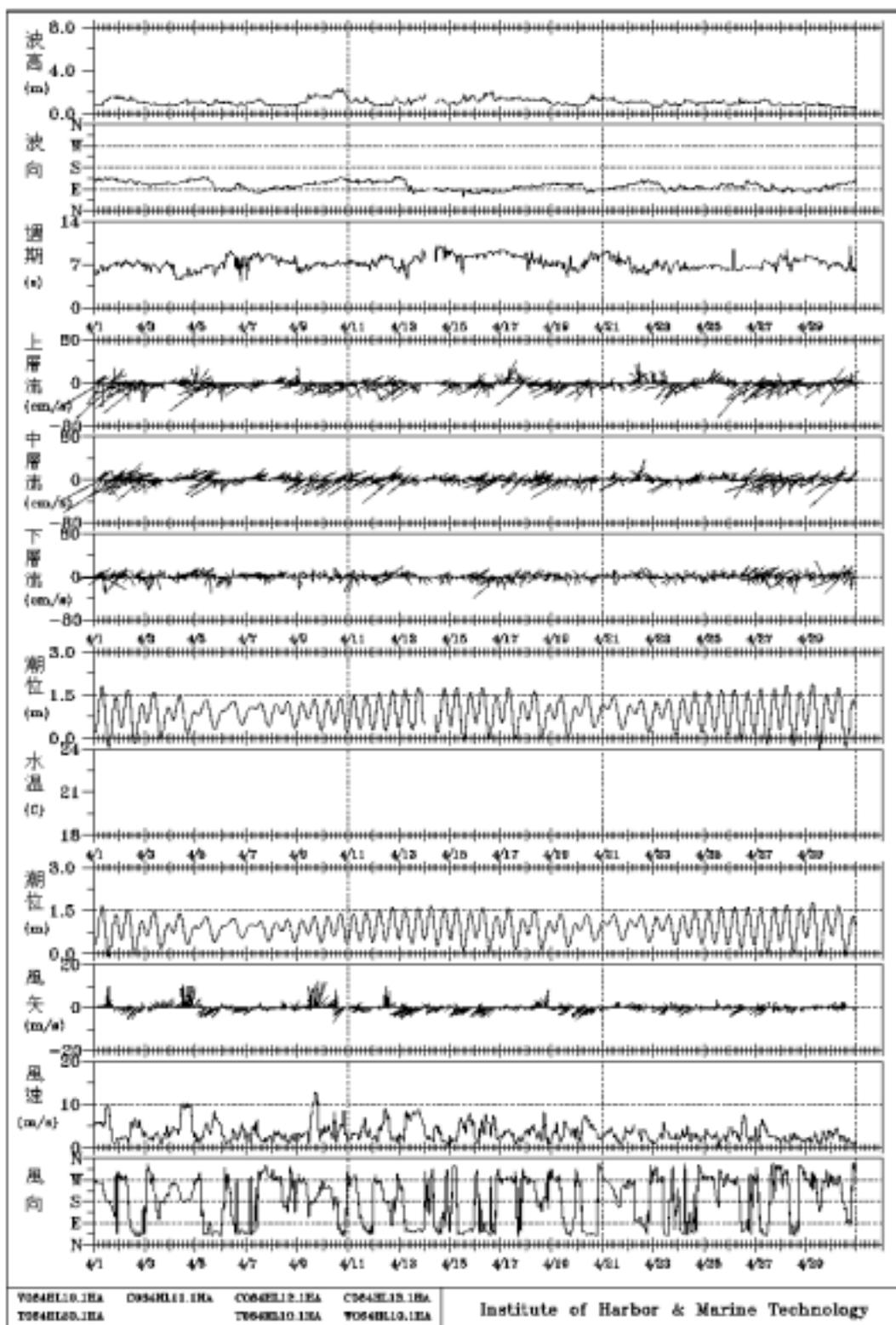


图5.4 2006年4月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

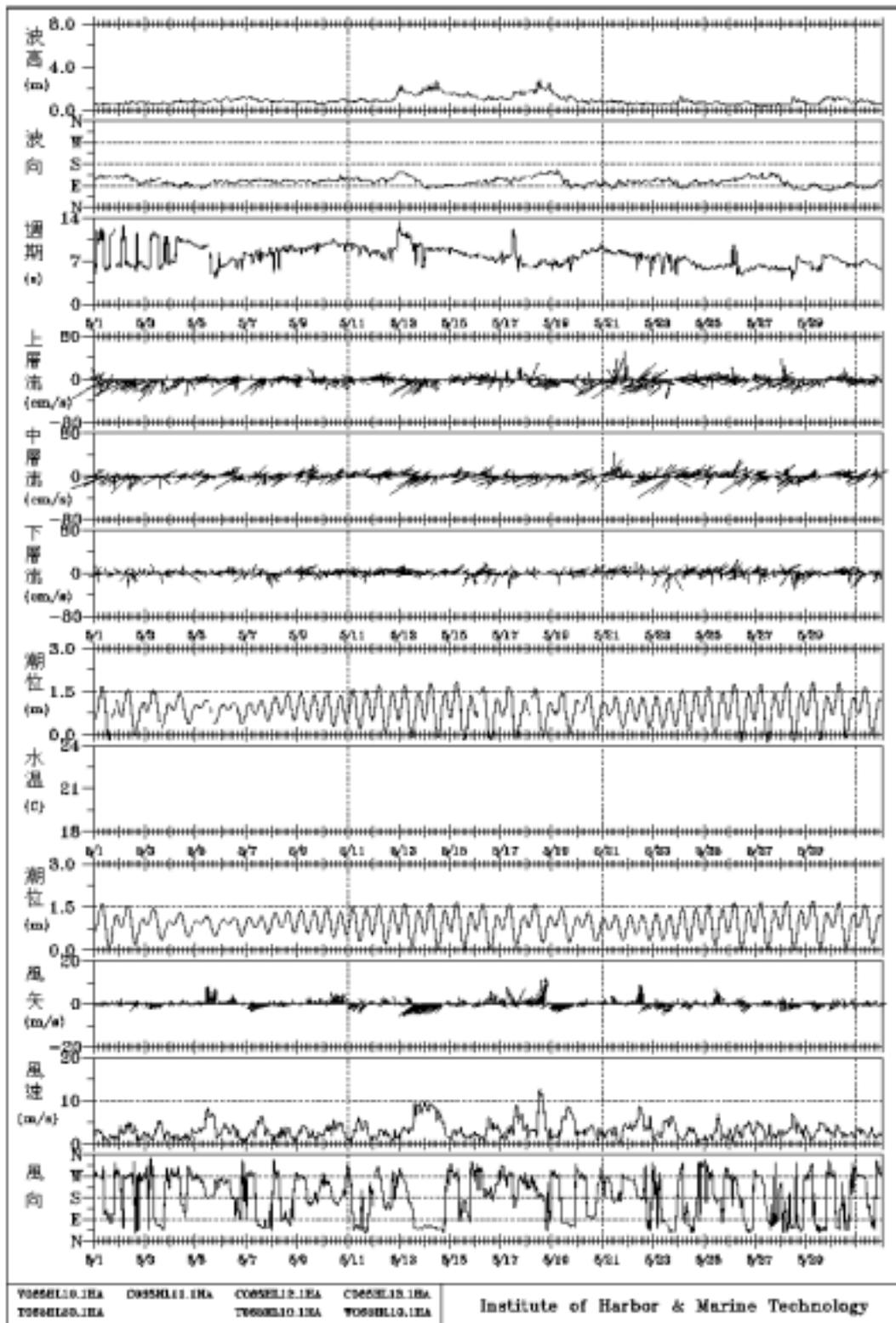


图5.5 2006年5月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

HWY-1-18

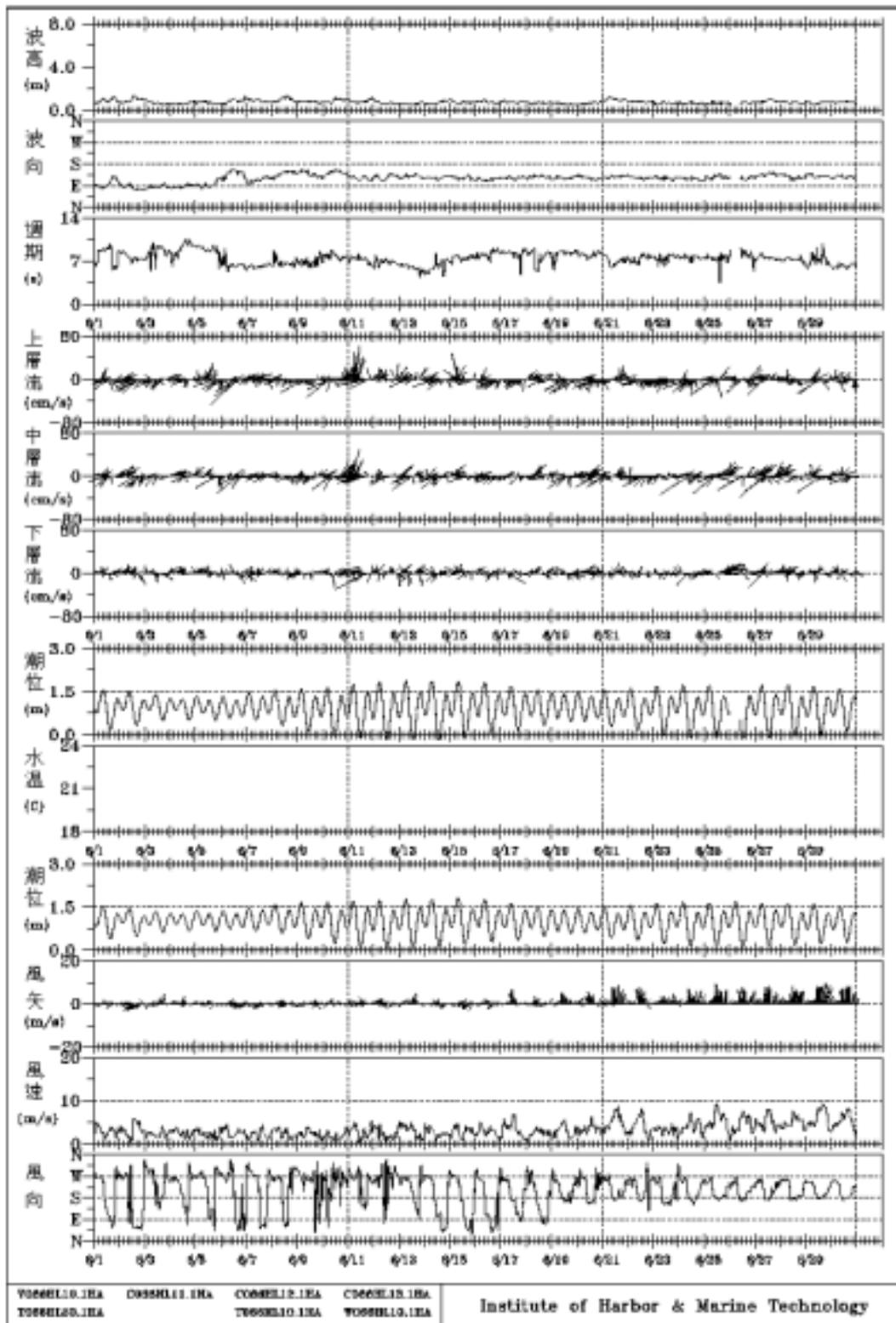
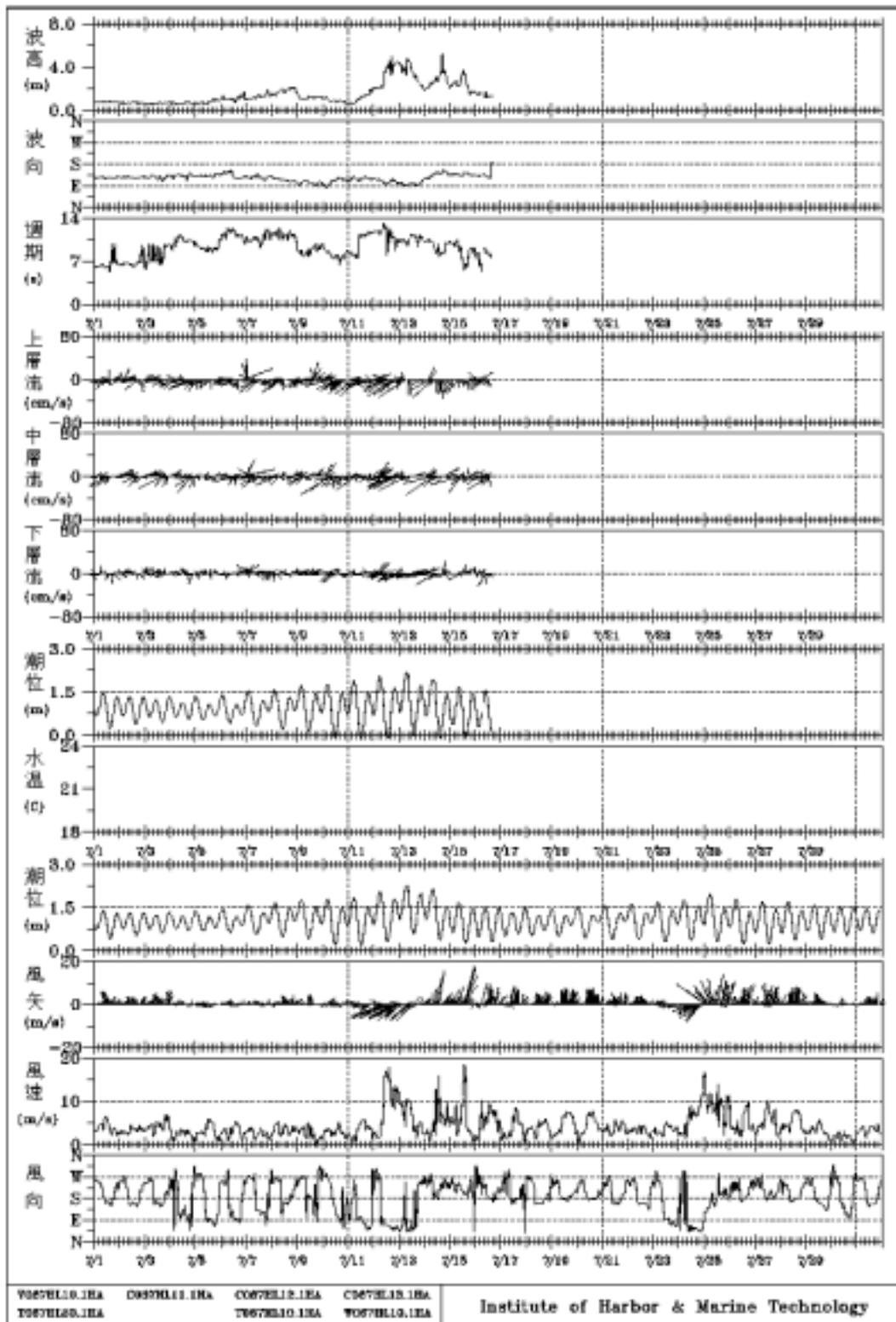


图5.6 2006年6月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖



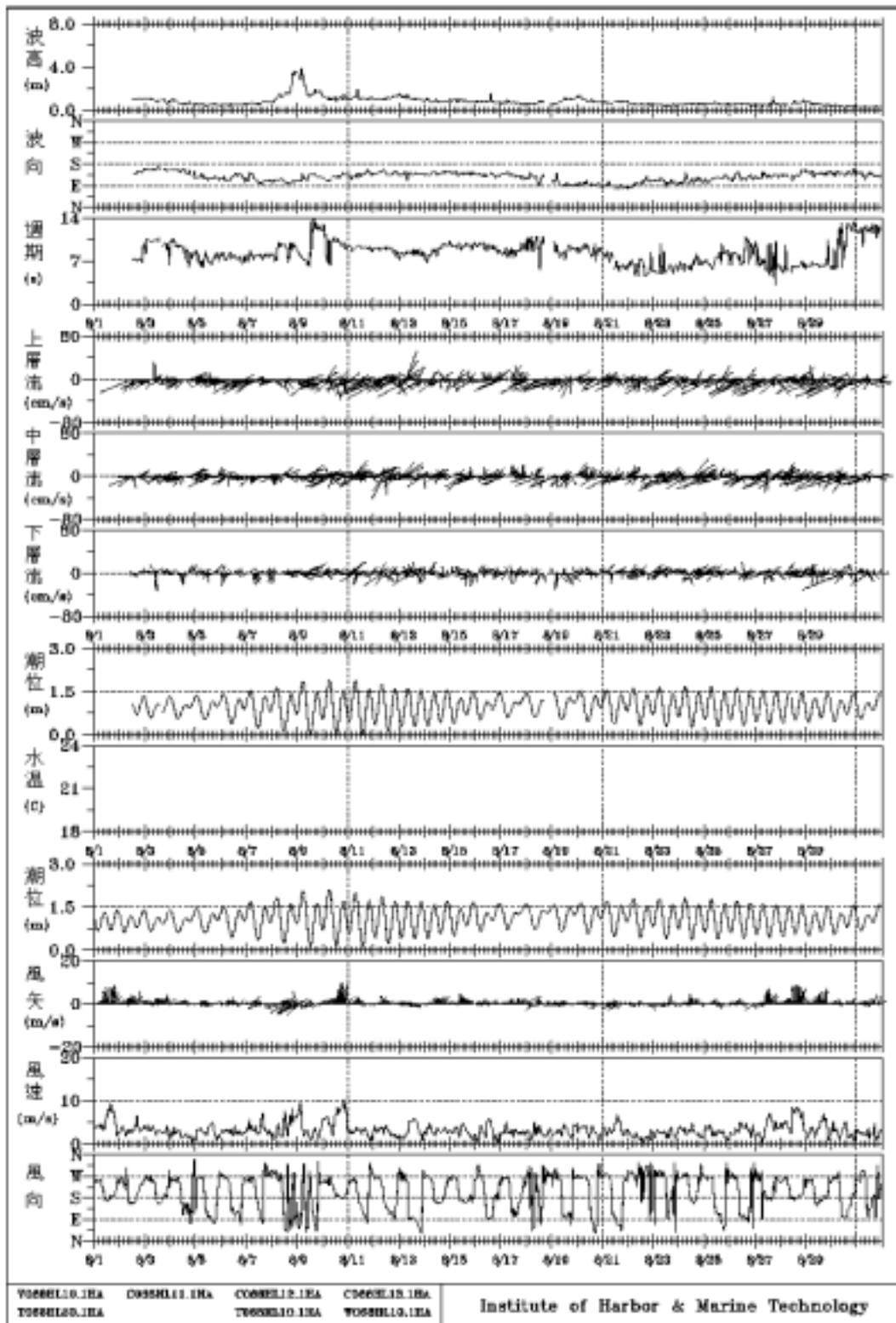


图5.8 2006年8月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

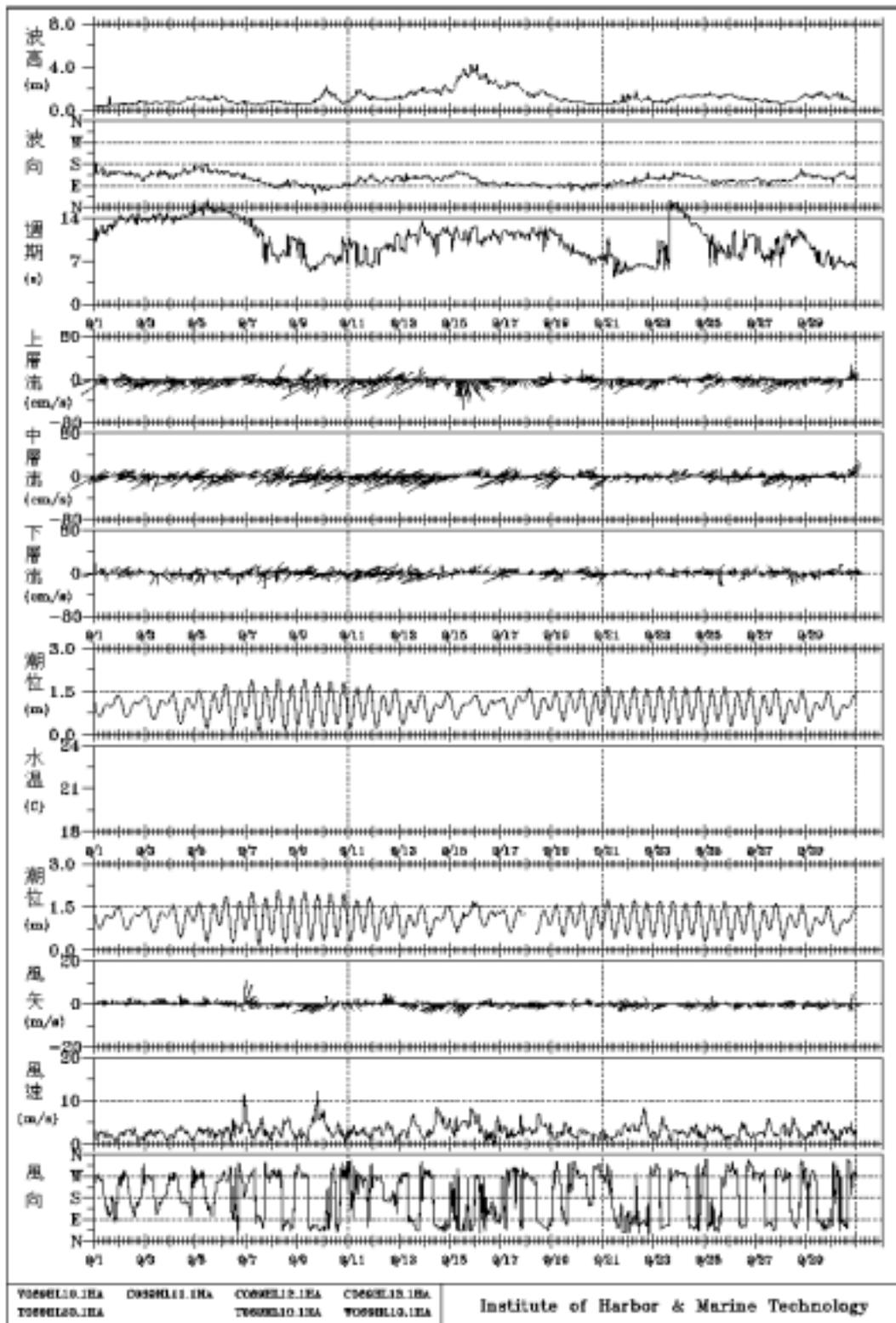


图5.9 2006年9月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

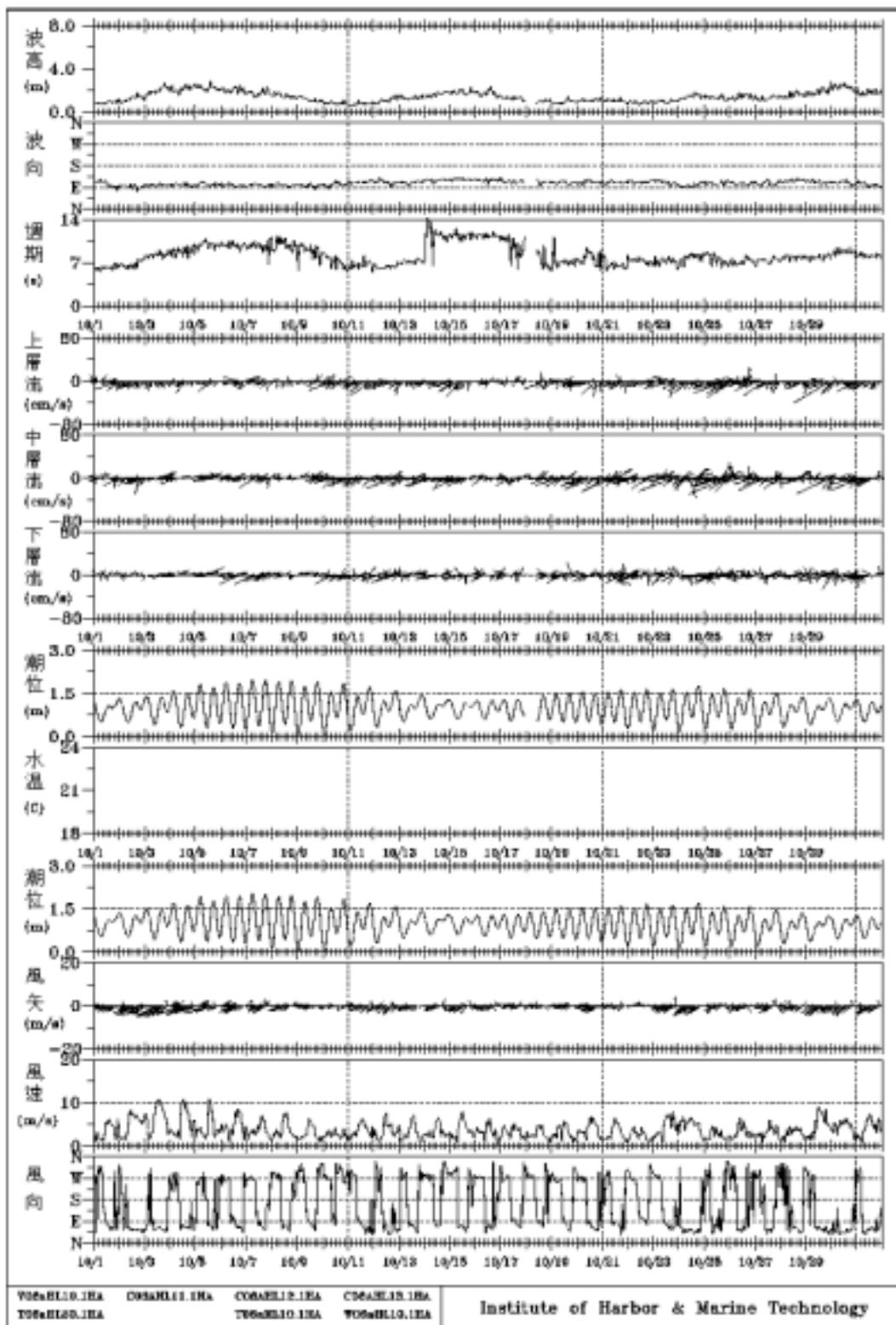


圖5.10 2006年10月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

HWY-1-14

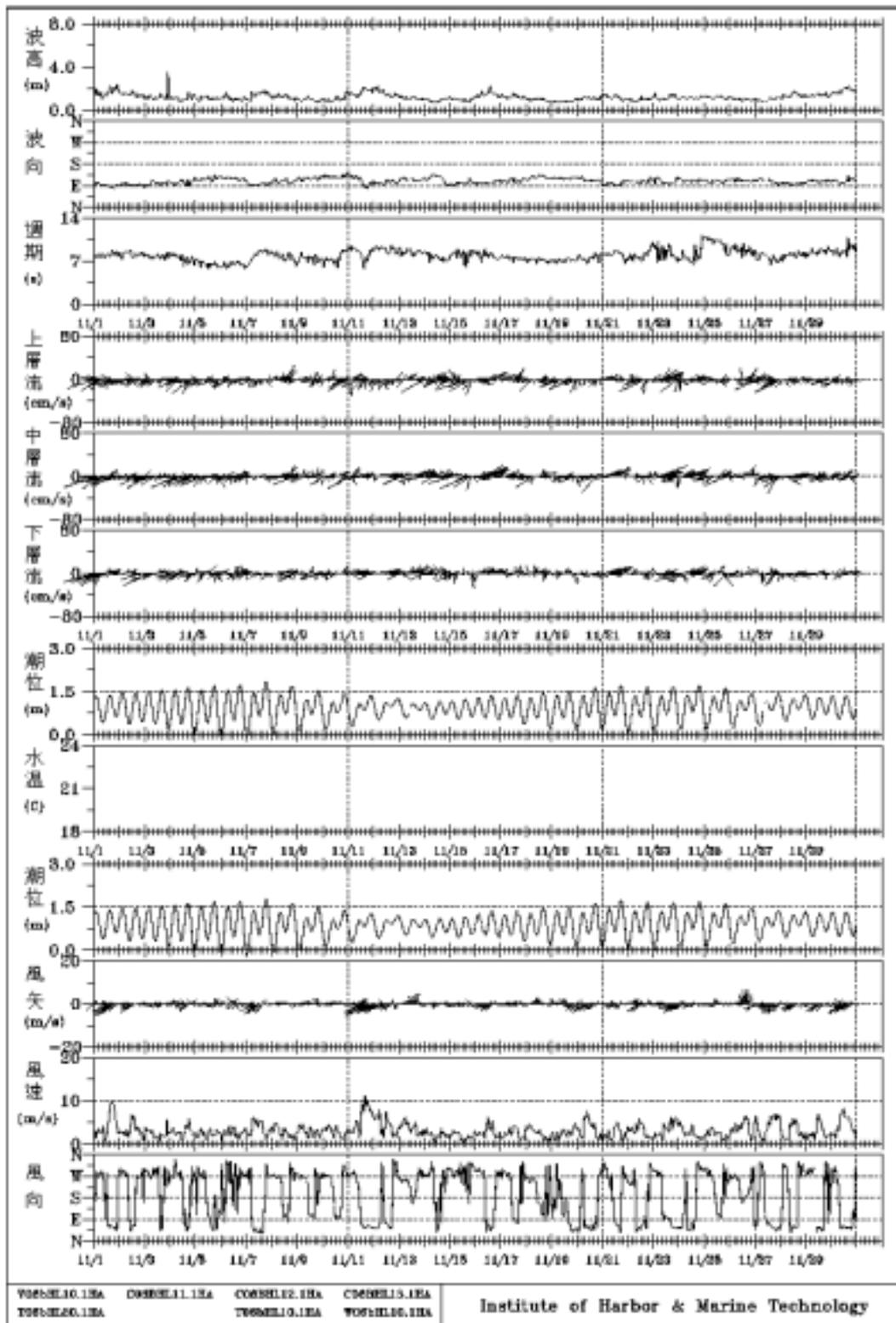


圖5.11 2006年11月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

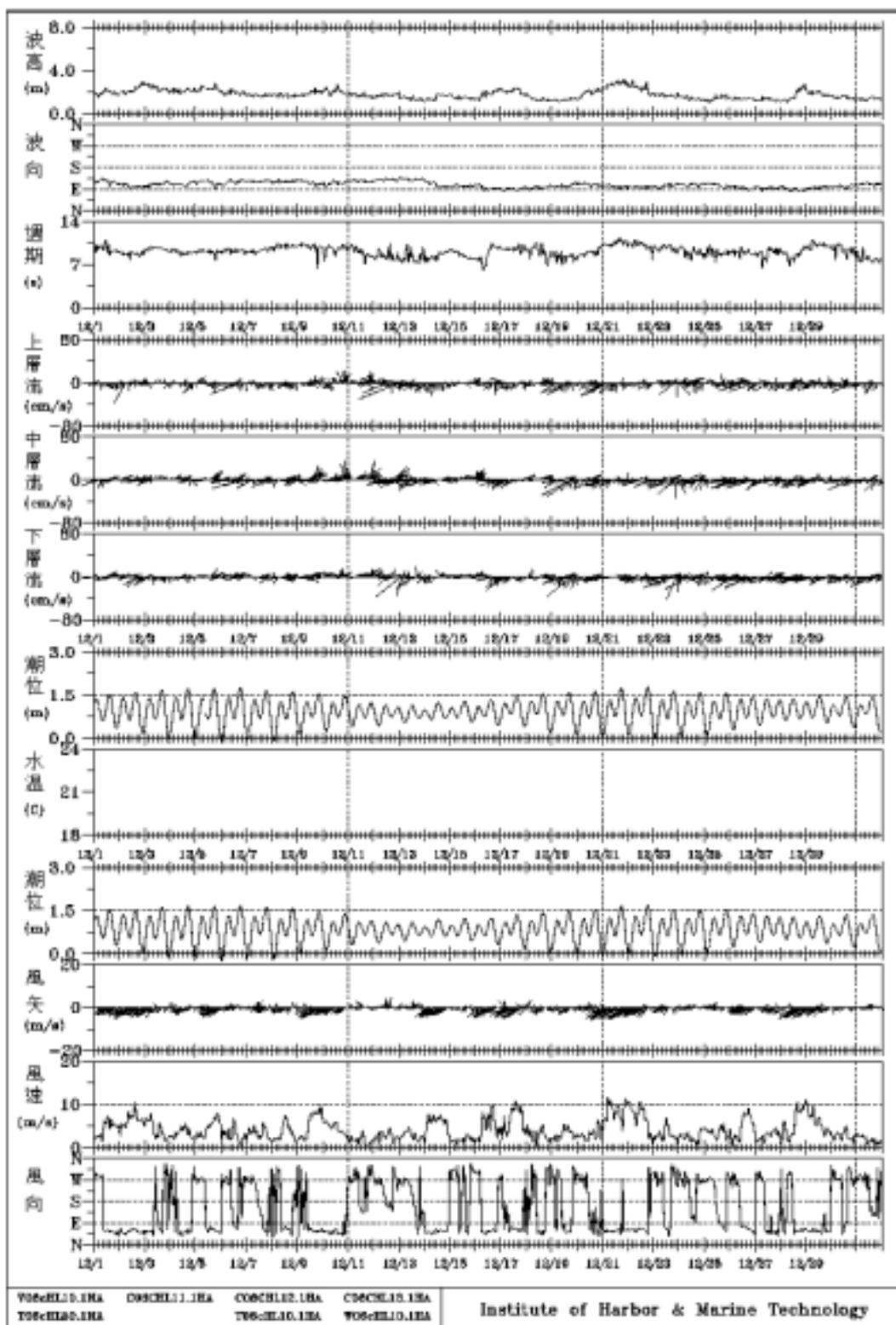


圖5.12 2006年12月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖

Rose Diagram of Wave

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/01/01.00:36-2006/01/31.23:10
Total data no. 736

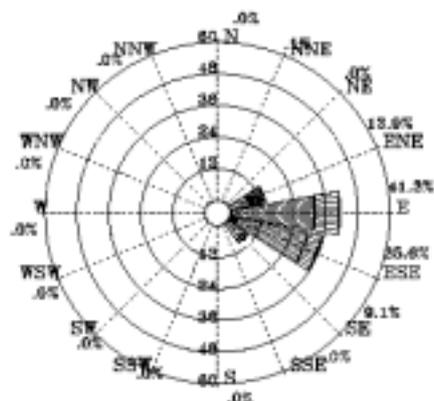


圖5.13 2006年1月花蓮港測站波浪玫瑰圖

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/02/01.01:10-2006/02/28.23:10
Total data no. 666

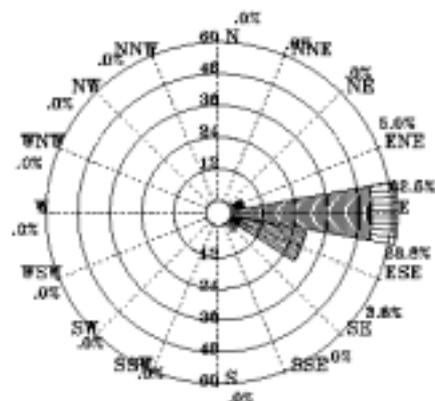


圖5.14 2006年2月花蓮港測站波浪玫瑰圖

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/03/01.01:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 742

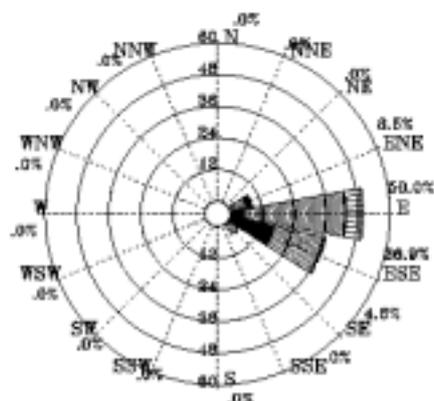


圖5.15 2006年3月花蓮港測站波浪玫瑰圖

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/04/01.01:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 710

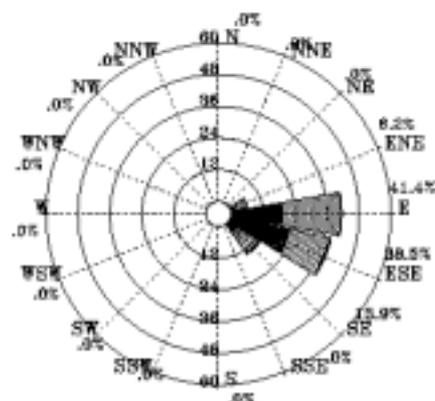


圖5.16 2006年4月花蓮港測站波浪玫瑰圖



V061HL10.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

FGP95A07.P06

2007.1.18

Rose Diagram of Wave

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/05/01.01:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 732

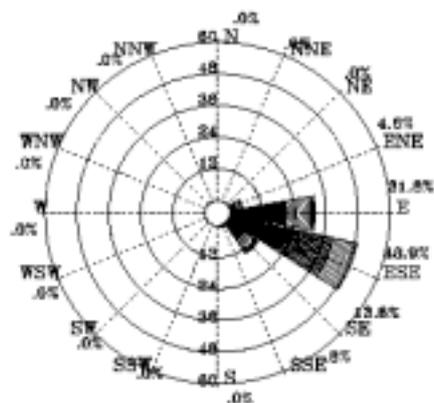


圖5.17 2006年5月花蓮港測站波浪玫瑰圖

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/06/01.01:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 711

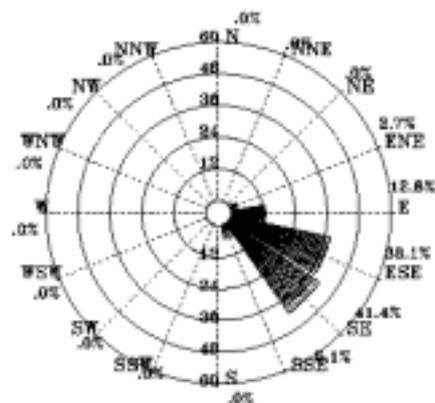


圖5.18 2006年6月花蓮港測站波浪玫瑰圖

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/07/01.01:10-2006/07/16.16:10
Total data no. 375

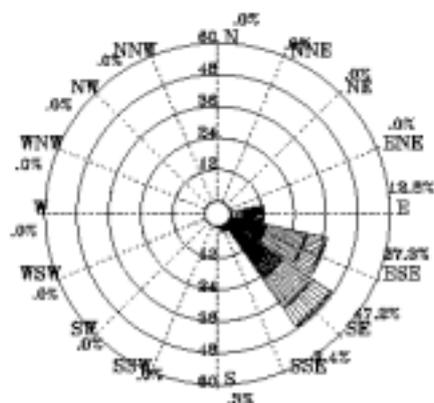


圖5.19 2006年7月花蓮港測站波浪玫瑰圖

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/08/02.13:10-2006/08/31.23:10
Total data no. 696

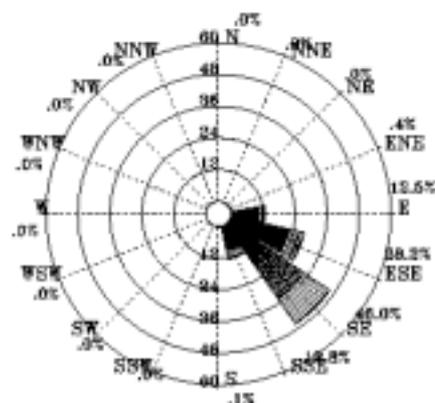
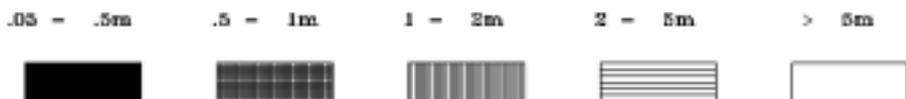


圖5.20 2006年8月花蓮港測站波浪玫瑰圖



V065HL10.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

FGP95A07.P06

2007.1.18

Rose Diagram of Wave

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/09/01.01:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 716

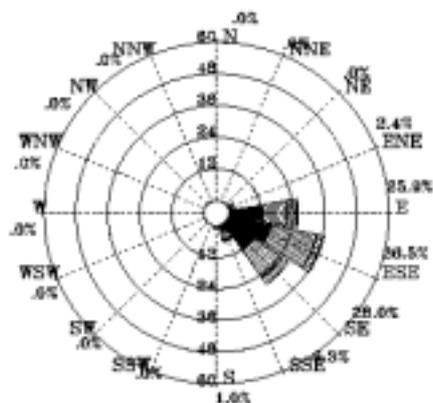


圖5.21 2006年9月花蓮港測站波浪玫瑰圖

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/10/01.01:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 728

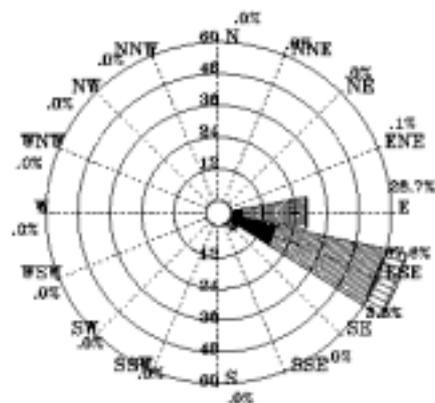


圖5.22 2006年10月花蓮港測站波浪玫瑰圖

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/11/01.01:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 714

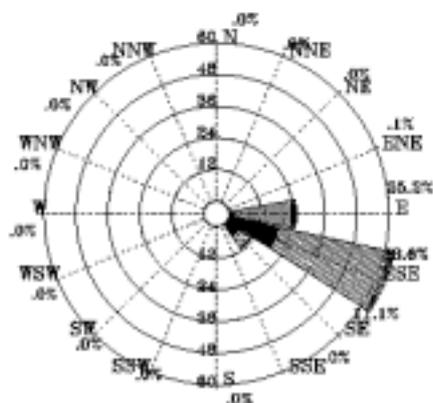


圖5.23 2006年11月花蓮港測站波浪玫瑰圖

Wave in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/12/01.01:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 741

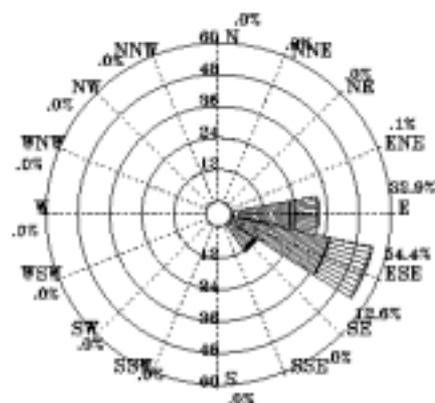
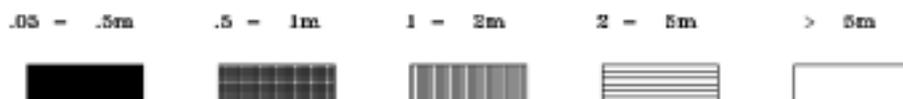


圖5.24 2006年12月花蓮港測站波浪玫瑰圖



V069HL10.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

FGP98A07.P06

2007.1.18

Rose Diagram of Current

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/01/31.00:06-2006/01/31.23:10
Total data no. 721

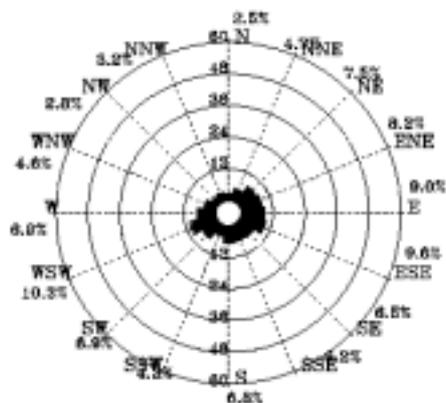


圖5.25 2006年1月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/01/01.00:06-2006/01/31.23:10
Total data no. 721

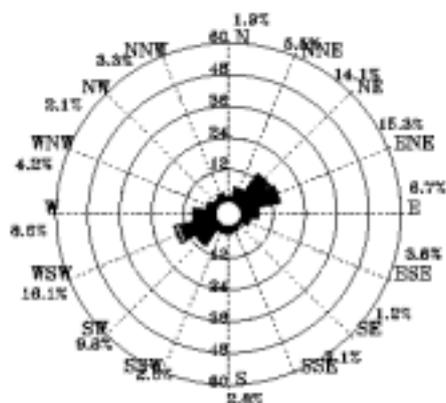


圖5.26 2006年1月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/01/01.00:06-2006/01/31.23:10
Total data no. 721

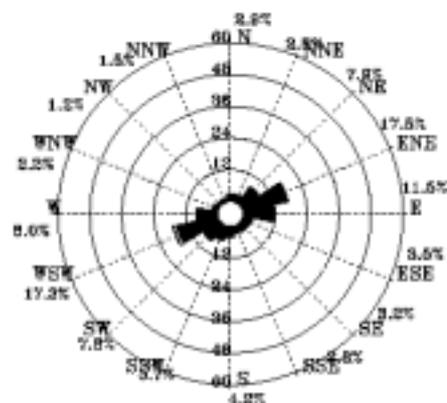
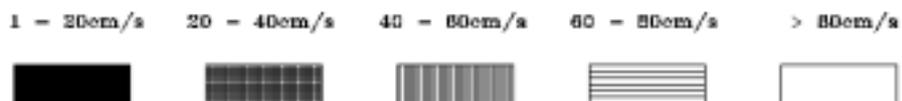


圖5.27 2006年1月花蓮港-下層海流玫瑰圖



Rose Diagram of Current

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/02/01.00:10-2006/02/28.23:10
Total data no. 647

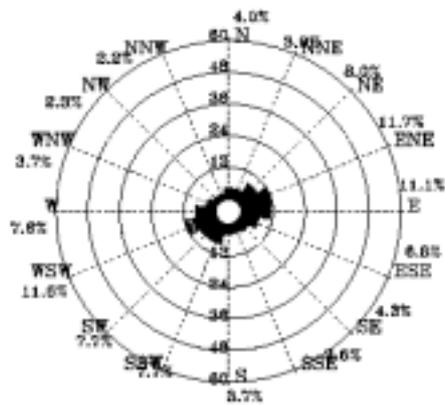


圖5.28 2006年2月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/02/01.00:10-2006/02/28.23:10
Total data no. 647

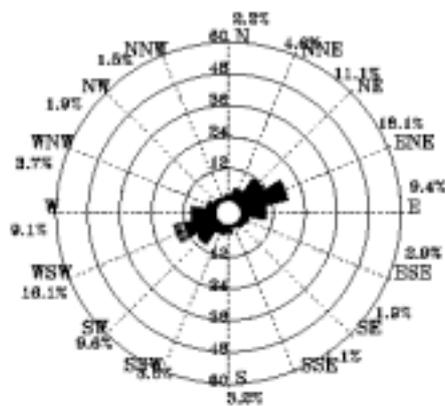


圖5.29 2006年2月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/02/01.00:10-2006/02/28.23:10
Total data no. 647

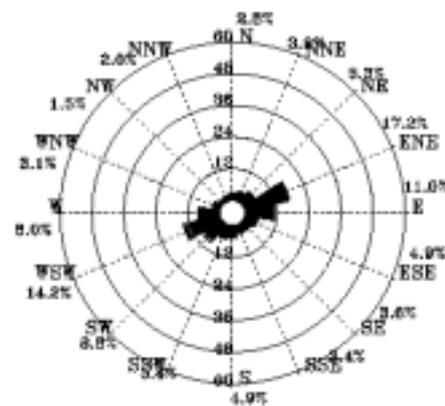


圖5.30 2006年2月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/03/01.00:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 744

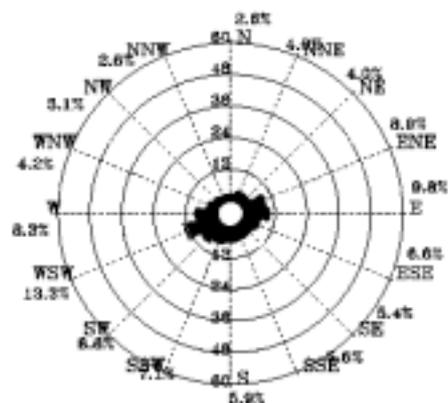


圖5.31 2006年3月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/03/01.00:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 744

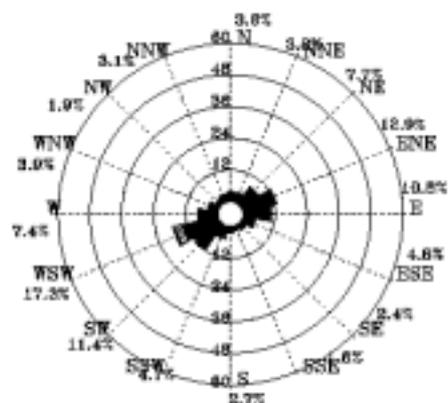


圖5.32 2006年3月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/03/01.00:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 744

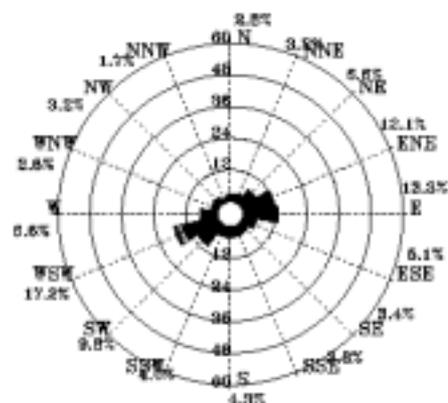


圖5.33 2006年3月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/04/01.00:10-2006/04/30.22:10
Total data no. 706

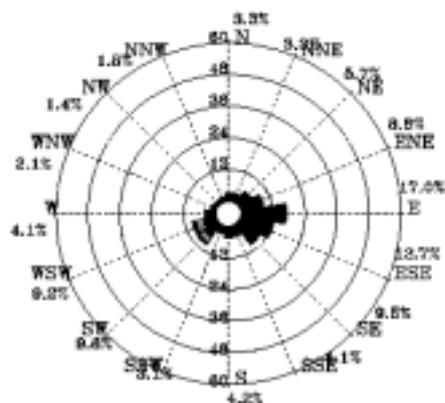


圖5.34 2006年4月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/04/01.00:10-2006/04/30.22:10
Total data no. 706

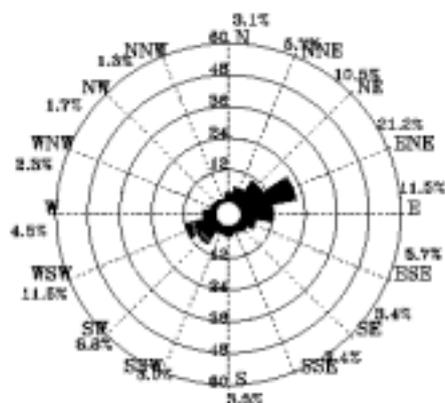


圖5.35 2006年4月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/04/01.00:10-2006/04/30.22:10
Total data no. 706

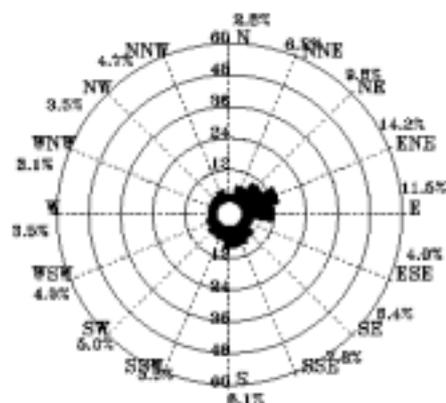


圖5.36 2006年4月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/05/01.00:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 694

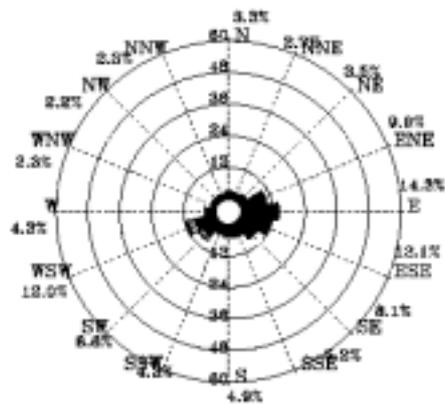


圖5.37 2006年5月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/05/01.00:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 694

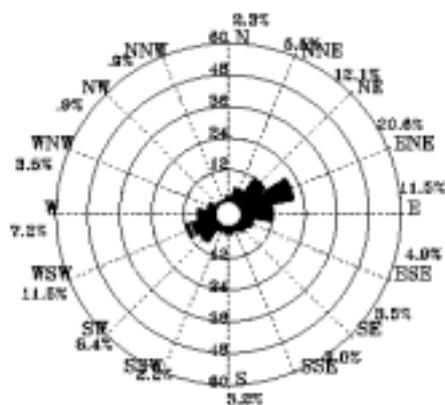


圖5.38 2006年5月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/05/01.00:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 694

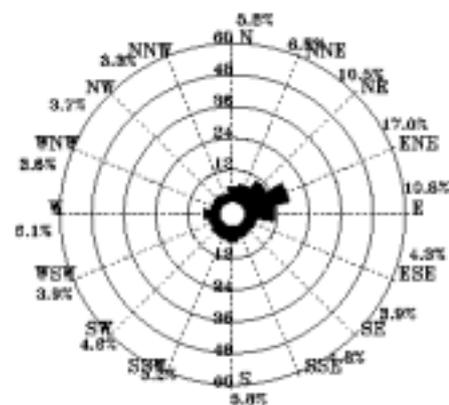


圖5.39 2006年5月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/06/01.00:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 712

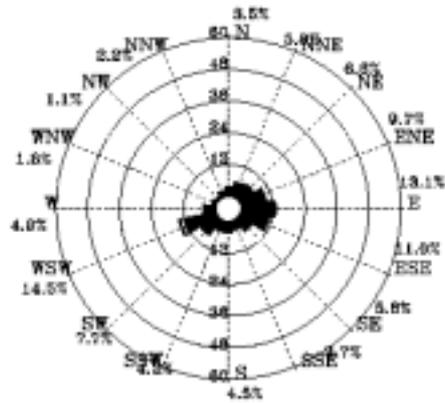


圖5.40 2006年 6月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/06/01.00:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 712

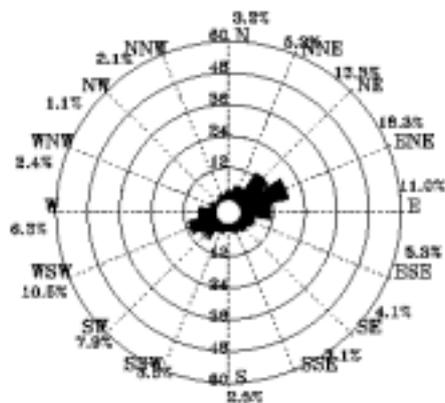


圖5.41 2006年 6月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/06/01.00:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 712

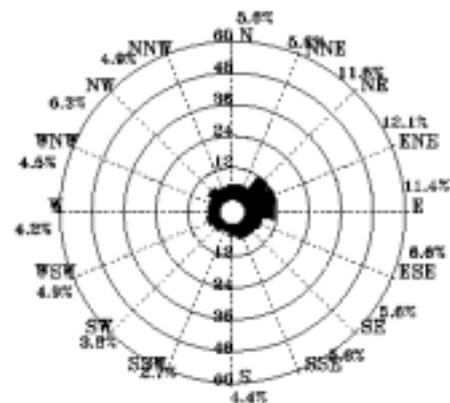


圖5.42 2006年 6月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/07/01.00:10-2006/07/16.15:10
Total data no. 358

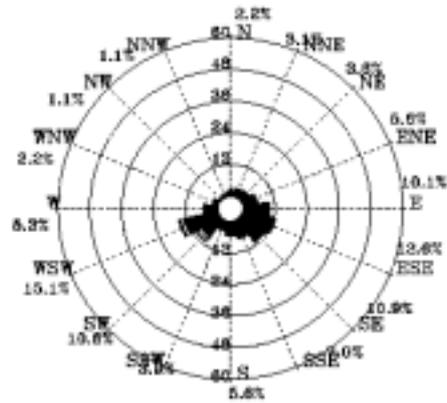


圖5.43 2006年7月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/07/01.00:10-2006/07/16.15:10
Total data no. 358

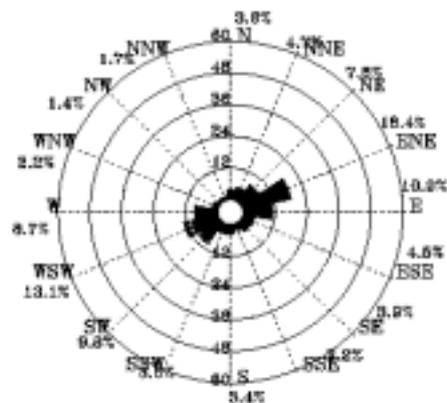


圖5.44 2006年7月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/07/01.00:10-2006/07/16.15:10
Total data no. 358

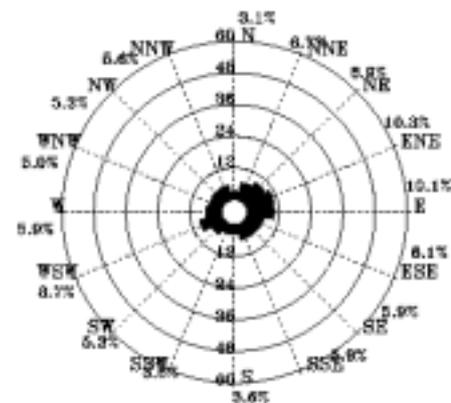


圖5.45 2006年7月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/08/02.11:10-2006/08/31.23:10
Total data no. 701

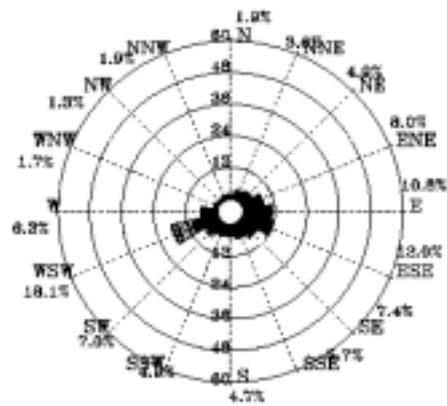


圖5.46 2006年8月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/08/02.11:10-2006/08/31.23:10
Total data no. 701

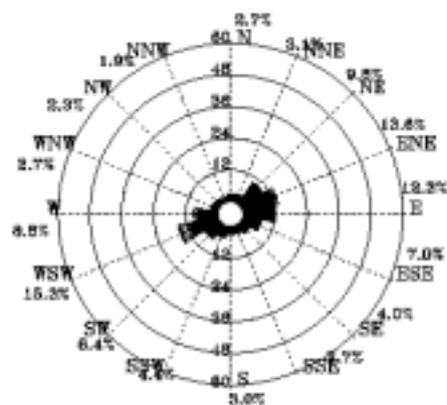


圖5.47 2006年8月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/08/02.11:10-2006/08/31.23:10
Total data no. 701

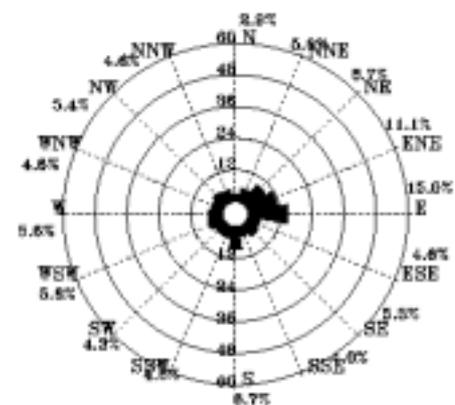


圖5.48 2006年8月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 720

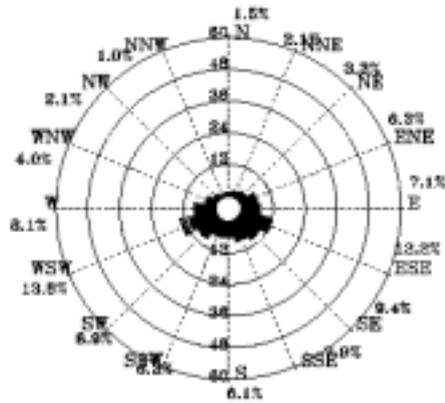


圖5.49 2006年9月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 720

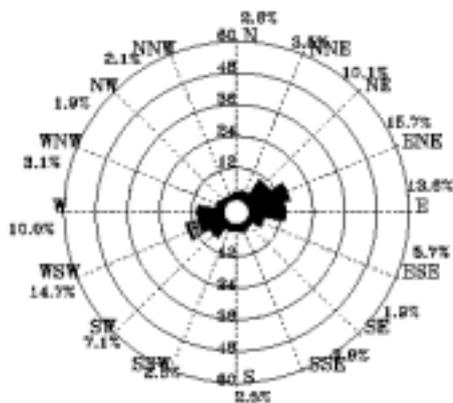


圖5.50 2006年9月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 720

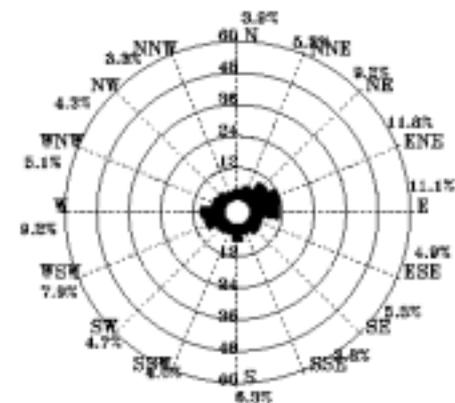


圖5.51 2006年9月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/10/31.00:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 734

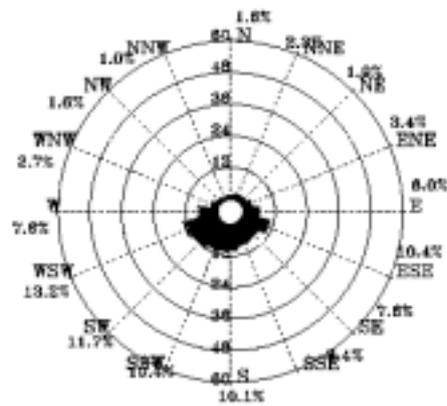


圖5.52 2006年10月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/10/31.00:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 734

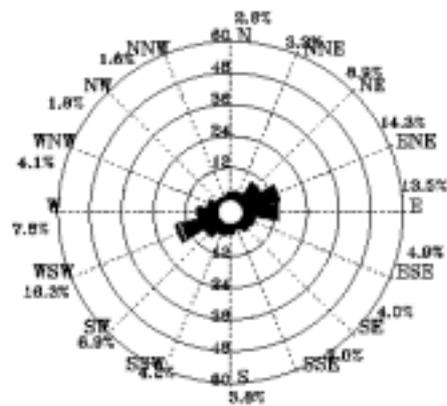


圖5.53 2006年10月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/10/31.00:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 734

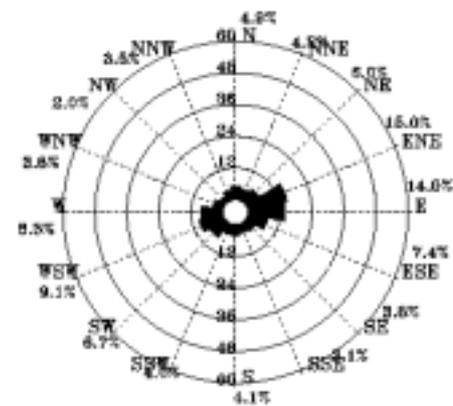


圖5.54 2006年10月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 718

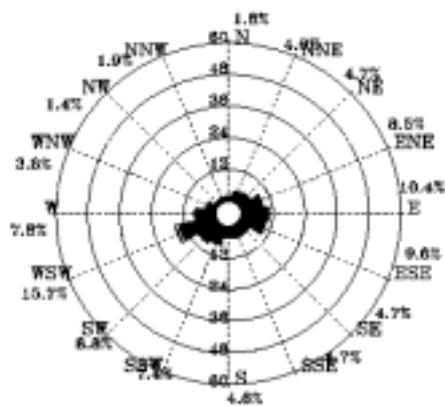


圖5.55 2006年11月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 718

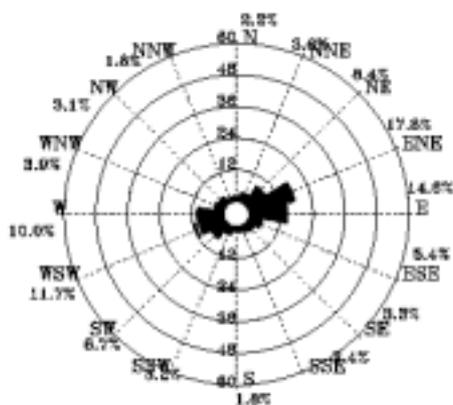


圖5.56 2006年11月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hsu-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 718

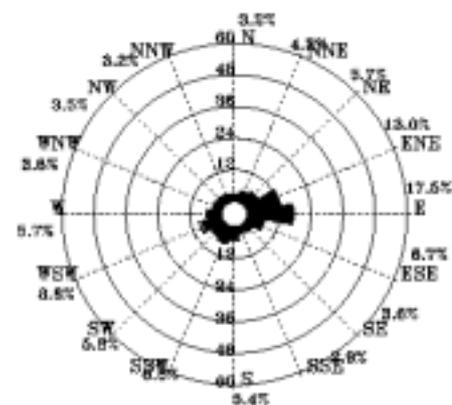


圖5.57 2006年11月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/12/01.00:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 743

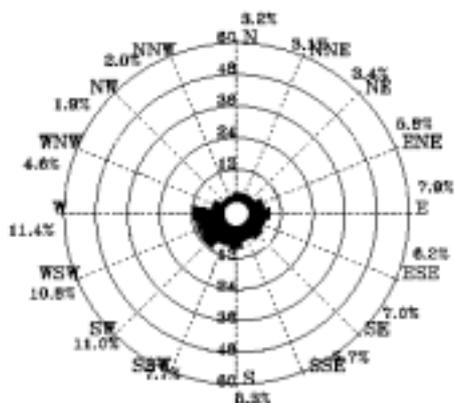


圖5.58 2006年12月花蓮港-上層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/12/01.00:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 743

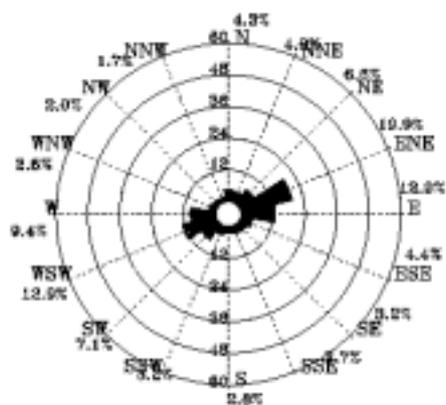


圖5.59 2006年12月花蓮港-中層海流玫瑰圖

Current in Hua-Lien HARBOR of ST-3
at 2006/12/01.00:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 743

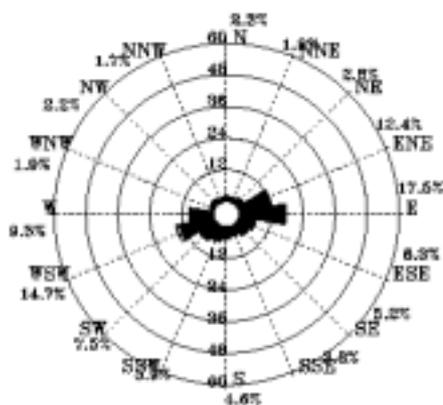


圖5.60 2006年12月花蓮港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Wind

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/01/01:00:00-2006/01/31:23:00
Total data no. 744

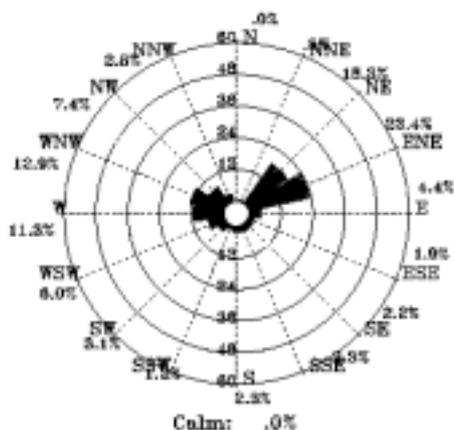


圖5.61 2006年1月花蓮港測站風玫瑰圖

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/02/01:00:00-2006/02/28:23:00
Total data no. 672

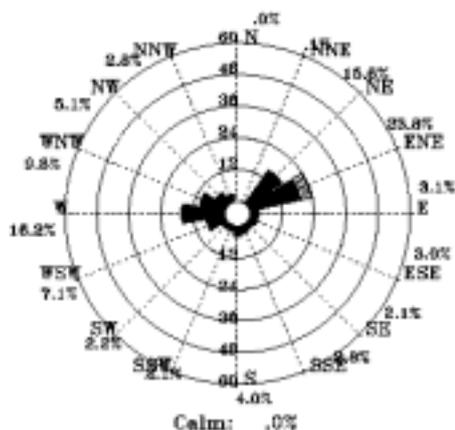


圖5.62 2006年2月花蓮港測站風玫瑰圖

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/03/01:00:00-2006/03/31:23:00
Total data no. 744

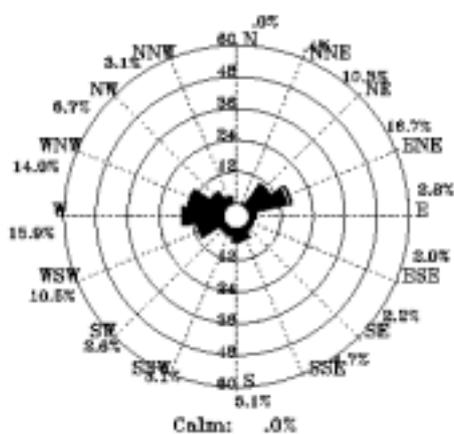


圖5.63 2006年3月花蓮港測站風玫瑰圖

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/04/01:00:00-2006/04/30:23:00
Total data no. 717

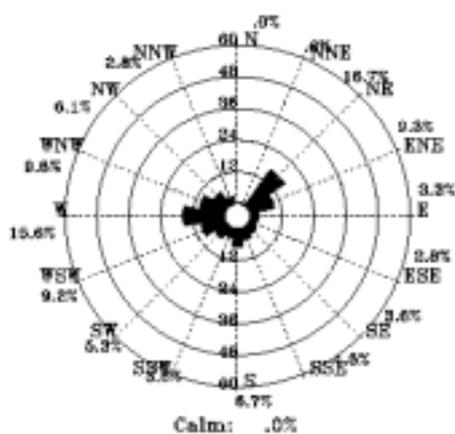
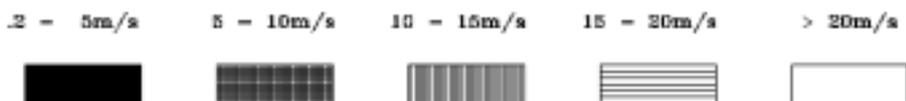


圖5.64 2006年4月花蓮港測站風玫瑰圖



W061HL10.WDB

Institute of Harbor & Marine Technology

100700000

007.1.18

Rose Diagram of Wind

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/05/01.00:00-2006/05/31.23:00
Total data no. 744

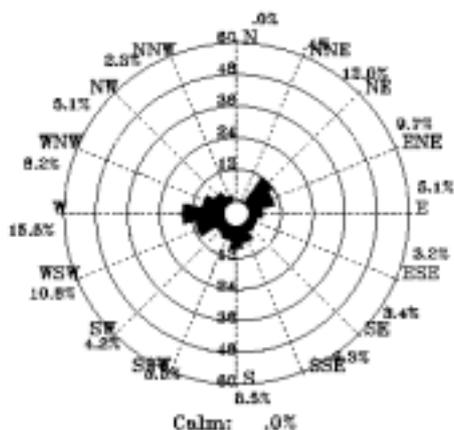


圖5.65 2006年 5月花蓮港測站風玫瑰圖

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/06/01.00:00-2006/06/30.23:00
Total data no. 720

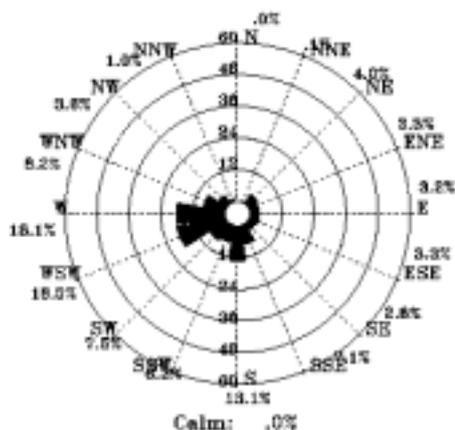


圖5.66 2006年 6月花蓮港測站風玫瑰圖

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/07/01.00:00-2006/07/31.23:00
Total data no. 744

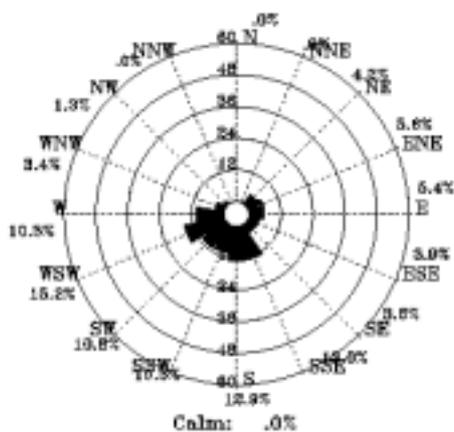


圖5.67 2006年 7月花蓮港測站風玫瑰圖

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/08/01.00:00-2006/08/31.23:00
Total data no. 744

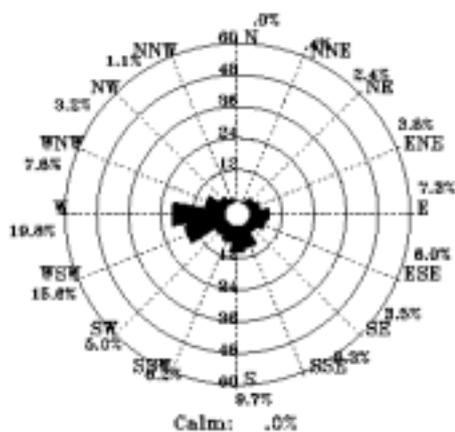
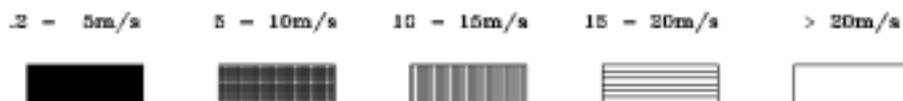


圖5.68 2006年 8月花蓮港測站風玫瑰圖



Rose Diagram of Wind

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/09/01:00:00-2006/09/30:23:00
Total data no. 720

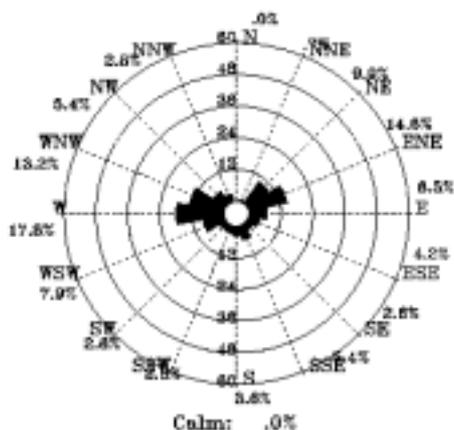


圖5.69 2006年9月花蓮港測站風玫瑰圖

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/10/01:00:00-2006/10/31:23:00
Total data no. 744

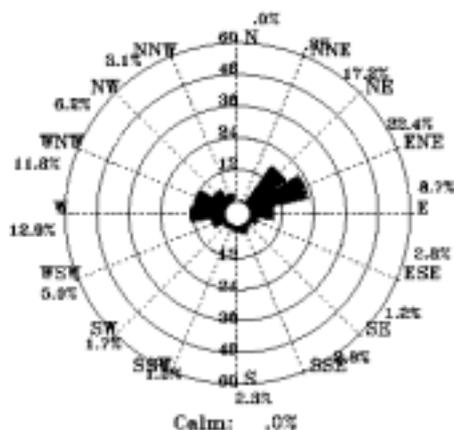


圖5.70 2006年10月花蓮港測站風玫瑰圖

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/11/01:00:00-2006/11/30:23:00
Total data no. 720

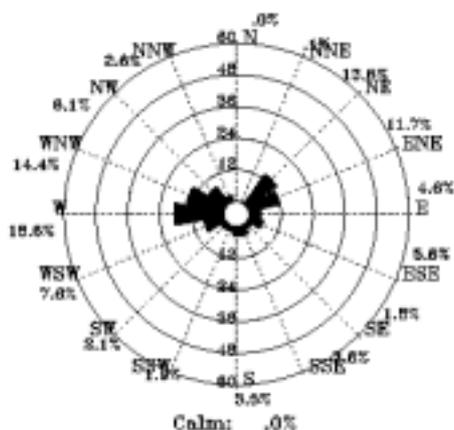


圖5.71 2006年11月花蓮港測站風玫瑰圖

Wind in Hua-Lian Harbor of ST-3
2006/12/01:00:00-2006/12/31:23:00
Total data no. 743

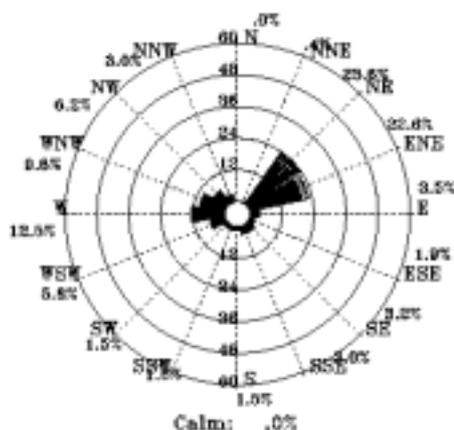


圖5.72 2006年12月花蓮港測站風玫瑰圖

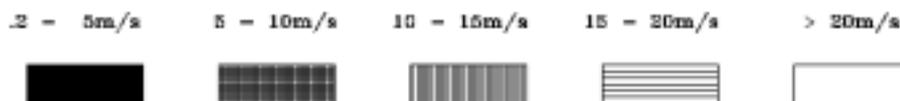


表 5.1 花蓮港測站示性波高、示性週期及波向統計表

年、月	觀測 日期	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/10}$	$H_{1/10}$ 最大波/週期 (波向)	$H_{1/10}$	$H_{1/10}$	$H_{1/10}$	波向 max-min (%)	波向 sw-ww (%)	$T_{1/10}$	$T_{1/10}$	$T_{1/10}$	$T_{1/10}$	
		平均波 (米)	平均週 (秒)	波大值 (米)		小於 1 米 (%)	1-2 米 (%)	大於 2 米 (%)			小於 4 秒 (%)	4-8 秒 (%)	8-12 秒 (%)	大於 12 秒 (%)	
2006/01	739	1.73	8.8	3.32	8.8	ENE	4.3	73.8	22.9	73.1	0	1	31.7	64.3	13.9
2006/02	666	1.86	8.5	3.22	9.1	E	4.9	92.0	12.2	97.1	0	1.4	17.7	79.9	8.1
2006/03	743	1.31	8.3	3.62	11.5	E	23.7	67.7	8.8	90.1	0	8	48.8	47.6	11.0
2006/04	711	1.68	7.2	3.31	6.8	SE	47.0	51.9	1.1	99.7	0	9.1	98.4	34.9	8
2006/05	732	.83	7.7	3.69	6.4	SE	71.6	35.9	1.8	96.7	0	16.7	42.8	34.1	8.3
2006/06	711	.78	7.4	1.38	6.8	ENE	81.8	8.2	0	20.7	0	8.1	95.8	39.8	8
2006/07	276	1.82	8.2	5.26	9.4	SE	41.1	32.9	25.1	26.1	0	1.1	22.9	32.1	42.9
2006/08	696	.81	8.3	3.86	7.8	ENE	77.7	28.3	1.8	28.3	0	9.3	32.8	43.4	14.7
2006/09	739	1.19	10.4	4.24	12.8	ENE	49.9	43.4	10.2	27.3	0	4.8	25.8	17.8	98.9
2006/10	735	1.42	8.3	2.89	18.1	E	22.5	63.2	14.3	98.3	0	2.3	49.1	29.3	18.3
2006/11	735	1.22	7.9	3.52	7.2	ESE	26.5	71.1	1.4	61.8	0	1.5	54.1	41.6	1.8
2006/12	742	1.78	8.1	3.19	18.1	E	0	71.0	22.0	64.3	0	0	11.8	73.5	15.0

表 5.2 花蓮港測站示性波高分佈百分比 (%) 統計表

$H_{1/10}$ 年、月	0m	0.5m	1m	1.5m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	10m	12m	16m	50m	合計 (%)
2006/01	.0	4.3	26.7	46.1	22.2	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	.0	4.8	45.8	36.2	12.3	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	.0	23.7	54.0	13.7	7.3	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	.0	47.0	43.5	8.4	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	3.7	67.9	16.8	9.1	2.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/06	.6	91.3	8.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/07	.0	41.1	23.7	10.1	13.9	6.4	4.5	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/08	15.1	62.6	17.2	3.0	.7	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/09	2.6	43.8	33.5	9.9	7.0	2.8	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	.0	22.5	36.7	26.5	14.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	.0	26.5	57.0	14.1	2.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	.0	.0	31.0	40.0	27.9	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 5.3 花蓮港測站示性週期分佈百分比 (%) 統計表

$T_{1/10}$ 年、月	2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
2006/01	.0	.0	.0	.1	1.4	20.3	35.0	29.2	13.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	.0	.0	.5	.9	3.9	13.8	51.2	24.6	5.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	.0	.0	.1	.7	14.5	26.1	32.7	14.8	10.0	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	.0	.0	1.4	7.7	34.2	31.2	19.4	5.5	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	.0	.0	1.6	13.1	22.9	19.9	19.2	14.9	7.4	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/06	.0	.1	.6	8.4	24.3	36.7	23.1	6.2	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/07	.0	.0	.0	1.1	14.7	8.3	14.4	18.7	38.1	4.8	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/08	.0	.1	1.1	8.0	17.0	15.7	21.6	21.8	9.5	5.2	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/09	.0	.0	.6	3.5	12.9	8.6	8.5	9.0	27.5	28.0	1.4	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	.0	.0	.0	3.3	20.6	28.5	17.9	11.5	17.1	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	.0	.0	.0	1.5	12.6	41.5	33.4	8.2	2.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	.0	.0	.0	.0	1.2	10.4	28.7	44.7	15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 5.4 花蓮港測站波向分佈百分比 (%) 統計表

波向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2006/01	.0	.1	.0	13.9	41.3	35.6	9.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	.0	.0	.0	5.0	62.5	28.8	3.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	.0	.0	.0	8.5	50.0	36.9	4.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	.0	.0	.0	6.2	41.4	38.5	13.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	.0	.0	.0	4.6	31.8	48.9	13.8	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/06	.0	.0	.0	2.7	12.8	38.1	41.4	5.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/07	.0	.0	.0	.0	12.8	37.3	47.2	2.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/08	.0	.0	.0	.4	12.5	28.2	46.0	12.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/09	.0	.0	.0	2.4	25.9	36.5	28.0	6.3	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	.0	.0	.0	.1	28.7	67.6	3.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	.0	.0	.0	.1	25.2	63.6	11.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	.0	.0	.0	.1	32.9	54.4	12.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 5.5.1 花蓮港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)/(去向)(%)	流速 <20cm/s (%)	流速 20~50 cm/s (%)	流速 50~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 N~E (%)	流向 E~S (%)	流向 S~W (%)	流向 W~N (%)
2006/01	721	22.3	57.5 /WSW	93.1	6.4	.6	.0	25.0	31.3	28.4	35.3
2006/01	721	23.4	57.0 /WSW	90.7	8.9	.4	.0	39.3	11.4	36.5	13.9
2006/01	721	22.6	57.0 /WSW	91.5	7.5	.7	.0	36.8	15.1	39.1	8.7
2006/02	647	17.5	57.0 /WSW	79.9	17.9	1.7	.3	39.8	21.5	33.7	13.9
2006/02	647	18.2	56.2 /WSW	79.9	21.6	2.0	.2	41.6	10.8	36.7	11.6
2006/02	647	19.9	58.6 /WSW	81.9	16.4	1.1	.2	34.6	17.5	36.3	11.1
2006/03	744	16.0	64.0 /SW	83.3	14.2	2.0	.0	23.3	24.1	38.2	14.1
2006/03	744	17.1	69.5 /SW	80.6	16.3	2.0	.0	33.2	13.0	39.1	14.5
2006/03	744	14.6	71.9 /WSW	84.7	12.1	2.7	.0	31.9	19.1	37.1	11.4
2006/04	706	20.3	57.3 /SW	71.1	34.8	3.1	.8	26.2	38.0	27.6	8.1
2006/04	706	18.9	113.0 /WSW	79.9	21.8	1.8	.4	49.8	18.3	27.1	8.6
2006/04	706	13.2	79.4 /W	91.2	8.1	.4	.0	38.2	26.9	30.1	14.4
2006/05	694	18.2	68.6 /WSW	78.7	18.6	2.2	.3	23.8	38.9	29.8	10.2
2006/05	694	17.5	71.5 /SW	80.0	19.3	.7	.0	47.0	15.7	28.8	8.5
2006/05	694	22.6	42.8 /E	90.3	8.8	.0	.0	43.8	20.2	19.6	29.6
2006/06	712	17.6	67.2 /SW	82.2	16.4	1.4	.0	39.2	29.5	32.7	7.6
2006/06	712	16.0	61.9 /WSW	82.2	16.6	.8	.0	44.1	19.2	26.0	10.3
2006/06	712	11.5	64.1 /WSW	93.4	9.9	.3	.0	32.2	24.0	16.4	19.9

表 5.5.2 花蓮港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)/(去向)(%)	流速 <25cm/s (%)	流速 25~50 cm/s (%)	流速 50~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 N~E (%)	流向 E~S (%)	流向 S~W (%)	流向 W~N (%)
2006/07	358	38.5	61.4 /WSW	75.7	22.9	1.1	.0	17.6	39.9	33.5	8.7
2006/07	358	36.4	63.5 /WSW	81.6	16.5	1.7	.0	40.2	18.1	34.6	9.8
2006/07	358	31.6	64.8 /W	92.5	6.4	1.1	.0	33.2	24.3	22.6	19.8
2006/08	701	21.2	92.7 /WSW	79.6	33.1	5.3	.6	21.7	34.0	35.9	8.0
2006/08	701	19.8	93.3 /WSW	72.6	34.8	2.1	.1	35.1	20.7	32.4	11.6
2006/08	701	13.2	82.2 /WSW	99.6	8.7	.1	.1	34.1	24.7	22.7	18.1
2006/08	720	17.4	74.5 /WSW	89.3	17.4	2.2	.0	29.6	36.5	37.5	10.3
2006/08	720	17.4	69.9 /WSW	79.2	19.0	1.8	.0	38.6	17.6	30.4	13.3
2006/08	720	12.8	89.2 /W	99.1	9.4	.1	.0	39.0	21.3	24.0	19.4
2006/10	734	13.6	80.1 /WSW	89.9	9.1	.8	.1	39.4	28.8	44.3	9.8
2006/10	734	15.7	74.6 /WSW	83.5	15.3	1.2	.0	34.6	19.8	34.7	10.9
2006/10	734	12.5	58.7 /W	93.8	7.6	.3	.0	36.4	21.8	27.2	14.3
2006/11	718	13.9	68.7 /WSW	87.2	12.1	.6	.0	22.6	27.7	30.3	19.3
2006/11	718	15.8	63.1 /WSW	82.7	16.6	.6	.0	38.3	18.8	28.6	14.2
2006/11	718	13.2	61.8 /WSW	87.0	11.8	.6	.0	33.7	23.1	28.0	14.6
2006/12	743	13.0	81.1 /WSW	99.0	8.9	.5	.1	36.3	27.7	30.4	16.2
2006/12	743	15.7	66.8 /WSW	83.6	15.2	.9	.0	39.3	17.4	31.8	11.6
2006/12	743	14.7	67.1 /W	89.7	13.2	.8	.0	29.9	23.8	36.2	9.8

表 5.6 花蓮港海流測站流速分佈百分比統計表

流速 (cm/s) 年、月	0	~ 5	~ 10	~ 15	~ 20	~ 25	~ 30	~ 35	~ 40	~ 45	~ 50	~ 60	~ 80	~ 100	~ 120	~ 150 <	合計 (%)
2006 /01	9.6	36.6	30.1	12.1	4.7	2.9	1.0	1.5	.7	.3	.6	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /01	13.3	28.0	25.1	17.5	6.8	3.6	2.1	1.4	1.0	.8	.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /01	14.8	30.9	24.1	15.1	6.5	2.8	1.9	1.5	.4	.8	.7	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /02	4.0	23.2	24.7	16.2	11.7	8.7	3.7	3.1	1.9	.6	.5	1.4	.2	.0	.0	.0	100.
2006 /02	8.3	17.6	23.5	15.8	10.7	8.5	6.2	3.6	1.9	1.5	.8	1.2	.2	.0	.0	.0	100.
2006 /02	12.4	25.8	18.7	14.2	10.8	4.0	6.0	2.9	2.3	1.1	.5	.6	.2	.0	.0	.0	100.
2006 /08	8.6	25.1	23.9	15.1	10.6	5.2	4.2	2.7	1.2	.9	1.7	.3	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /08	10.9	20.7	21.4	16.3	11.4	7.5	3.5	2.6	1.9	.8	1.9	1.1	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /08	16.9	25.3	21.0	15.2	6.3	6.2	2.7	1.2	1.1	.9	1.6	1.1	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /04	5.1	17.7	19.7	18.6	10.1	10.5	7.4	2.3	2.7	2.0	1.8	1.4	.7	.0	.0	.0	100.
2006 /04	7.5	17.8	20.7	17.0	12.9	9.2	5.4	2.8	3.3	1.1	.7	1.3	.1	.1	.0	.0	100.
2006 /04	15.6	25.5	23.5	17.0	9.6	4.1	1.8	1.7	.1	.3	.1	.3	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /05	6.5	16.3	24.4	19.0	12.5	7.9	3.9	3.2	2.3	1.3	1.4	.9	.1	.0	.0	.0	100.
2006 /05	7.8	19.0	19.6	19.0	14.6	7.5	5.2	3.6	1.4	1.6	.3	.4	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /05	16.0	29.5	21.9	14.7	8.2	4.5	2.3	1.4	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /06	6.5	13.6	25.3	23.2	13.6	7.4	3.2	2.9	1.4	1.4	1.1	.3	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /06	11.2	23.0	17.7	16.6	13.6	7.6	5.2	2.1	1.1	.6	.7	.1	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /06	19.4	30.5	24.3	12.6	6.6	2.8	1.1	.8	.6	.6	.1	.1	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /07	7.3	15.6	23.2	16.2	13.4	8.9	6.1	4.2	2.5	1.1	.8	.3	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /07	10.1	20.4	26.3	16.8	8.1	5.6	5.3	2.2	1.7	1.7	1.1	.6	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /07	19.8	36.3	23.7	5.3	7.3	2.2	2.2	1.1	.6	.3	.8	.3	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /08	4.6	16.7	17.7	20.4	11.3	8.4	6.1	4.4	2.3	1.9	3.4	2.0	.4	.0	.0	.0	100.
2006 /08	5.6	15.1	19.1	17.7	15.1	10.7	5.4	3.6	3.7	1.4	1.6	.6	.1	.0	.0	.0	100.
2006 /08	16.0	26.4	23.1	15.1	10.0	3.9	2.9	1.0	.9	.1	.1	.0	.1	.0	.0	.0	100.
2006 /09	7.4	20.4	23.3	16.9	12.2	6.7	4.3	3.6	2.1	.7	1.5	.7	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /09	7.4	20.0	22.4	17.1	12.4	9.3	4.7	1.5	2.8	.7	1.4	.4	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /09	19.2	27.1	22.4	14.0	7.5	4.9	3.1	1.0	.3	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /10	12.1	31.3	25.3	13.8	7.4	3.3	2.5	1.5	.7	1.2	.5	.3	.1	.0	.0	.0	100.
2006 /10	9.3	26.2	22.5	16.5	9.1	6.1	4.8	2.5	1.2	.7	.7	.5	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /10	15.5	30.4	23.7	14.4	7.8	4.1	1.8	1.0	.7	.1	.3	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /11	12.8	29.0	22.0	16.4	7.0	6.3	2.4	2.1	.8	.6	.4	.1	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /11	11.4	21.6	22.8	15.0	11.8	7.0	4.9	2.5	1.8	.4	.4	.1	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /11	17.3	28.6	19.5	14.8	7.0	6.1	2.8	1.5	1.0	.4	.4	.1	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /12	11.6	35.5	21.9	14.0	7.0	4.4	1.7	1.5	.4	.8	.4	.1	.1	.0	.0	.0	100.
2006 /12	9.4	23.8	21.7	17.0	11.7	7.4	3.8	2.3	.9	.8	.5	.4	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /12	13.2	27.6	19.0	15.6	10.4	5.2	3.8	2.0	1.3	.8	.7	.1	.0	.0	.0	.0	100.

表 5.7 花蓮港海流測站流向分佈百分比統計表

流向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2006/01	2.5	4.7	7.5	8.2	9.0	9.6	6.5	6.2	6.8	4.3	6.9	10.3	6.9	4.6	2.8	3.2	100.
2006/01	1.9	5.5	14.1	15.3	6.7	3.6	1.2	2.1	2.8	2.6	9.8	16.1	8.6	4.2	2.1	3.3	100.
2006/01	2.9	2.8	7.9	17.5	11.5	3.5	3.2	2.8	4.2	5.7	7.8	17.3	8.0	2.2	1.2	1.5	100.
2006/02	4.0	3.9	8.0	11.7	11.1	6.8	4.3	3.6	3.7	7.7	7.7	11.6	7.6	3.7	2.3	2.2	100.
2006/02	2.2	4.6	11.1	18.1	9.4	2.9	1.9	1.1	3.2	3.6	9.6	16.1	9.1	3.7	1.9	1.5	100.
2006/02	2.8	3.9	5.3	17.2	11.0	4.9	3.6	3.4	4.9	5.4	8.8	14.2	8.0	3.1	1.5	2.0	100.
2006/03	2.6	4.0	4.0	8.9	9.8	6.6	5.4	5.6	5.9	7.1	8.6	13.3	8.3	4.2	3.1	2.6	100.
2006/03	3.6	3.8	7.7	12.9	10.8	4.8	2.4	1.6	2.7	4.7	11.4	17.3	7.4	3.9	1.9	3.1	100.
2006/03	2.8	3.2	6.6	12.1	13.3	5.1	3.4	3.8	4.3	4.0	9.8	17.2	6.6	2.8	3.2	1.7	100.
2006/04	3.3	3.3	5.7	8.8	17.0	12.7	9.5	4.1	4.2	3.1	9.6	9.2	4.1	2.1	1.4	1.8	100.
2006/04	3.1	5.7	10.5	21.2	11.5	5.7	3.4	2.4	3.5	3.0	8.8	11.5	4.5	2.3	1.7	1.3	100.
2006/04	2.8	6.2	9.8	14.2	11.5	4.0	6.4	7.8	8.1	5.5	5.0	4.0	3.5	3.1	3.5	4.7	100.
2006/05	3.3	2.7	3.5	9.9	14.3	12.1	8.1	5.2	4.9	4.3	8.6	12.0	4.3	2.3	2.2	2.3	100.
2006/05	2.3	5.5	12.1	20.6	11.5	4.9	3.5	2.0	3.2	2.2	8.4	11.5	7.2	3.5	.9	.9	100.
2006/05	5.8	6.8	10.5	17.0	10.8	4.3	3.9	4.8	5.8	5.2	4.6	3.9	6.1	3.6	3.7	3.3	100.
2006/06	3.5	5.8	6.6	9.7	13.1	11.0	5.8	3.7	4.5	4.2	7.7	14.5	4.9	1.8	1.1	2.2	100.
2006/06	3.2	5.3	13.3	18.3	11.0	5.3	4.1	3.1	2.5	3.5	7.9	10.5	6.3	2.4	1.1	2.1	100.
2006/06	5.6	5.6	11.8	12.1	11.4	6.6	5.6	5.6	4.4	2.7	3.8	4.9	4.2	4.5	6.3	4.9	100.
2006/07	2.2	3.1	3.6	5.6	10.1	12.6	10.9	7.0	5.6	3.9	10.6	15.1	5.3	2.2	1.1	1.1	100.
2006/07	3.6	4.7	7.8	18.4	10.9	4.5	3.9	2.2	3.4	3.6	9.8	13.1	8.7	2.2	1.4	1.7	100.
2006/07	3.1	6.7	8.9	10.3	10.1	6.1	5.9	5.9	3.6	3.6	5.3	8.7	5.9	5.0	5.3	5.6	100.
2006/08	1.9	3.6	4.9	8.0	10.8	12.0	7.4	5.7	4.7	4.9	7.0	18.1	6.3	1.7	1.3	1.9	100.
2006/08	2.7	3.1	9.8	13.6	12.3	7.0	4.0	2.7	3.0	4.4	6.4	15.3	8.8	2.7	2.3	1.9	100.
2006/08	2.9	5.0	8.7	11.1	15.0	4.6	5.3	4.0	8.7	4.6	4.3	5.8	5.6	4.6	5.4	4.6	100.
2006/09	1.5	2.1	3.3	6.3	7.1	12.2	9.4	7.9	6.1	6.2	8.9	13.8	8.1	4.0	2.1	1.0	100.
2006/09	2.6	3.5	10.1	15.7	13.6	5.7	1.9	2.9	2.5	2.5	7.1	14.7	10.0	3.1	1.9	2.1	100.
2006/09	3.9	5.3	9.2	11.8	11.1	4.9	5.3	3.8	6.2	4.0	4.7	7.9	9.2	5.1	4.3	3.3	100.
2006/10	1.6	2.3	1.9	3.4	6.0	10.4	7.6	8.4	10.1	10.4	11.7	13.2	7.6	2.7	1.6	1.0	100.
2006/10	2.6	3.3	8.9	14.3	13.5	4.9	4.0	2.0	3.8	4.2	6.9	16.3	7.8	4.1	1.8	1.6	100.
2006/10	4.9	4.2	6.0	15.0	14.0	7.4	3.8	3.1	4.1	4.0	6.7	9.1	8.3	3.8	2.0	3.5	100.
2006/11	1.8	4.0	4.7	8.5	10.4	9.6	4.7	4.7	4.6	7.4	8.8	15.7	7.8	3.8	1.4	1.9	100.
2006/11	2.2	3.6	8.4	17.8	14.6	5.4	3.3	2.4	1.8	3.2	6.7	11.7	10.0	3.9	3.1	1.8	100.
2006/11	3.2	4.3	5.7	13.0	17.5	6.7	3.6	2.9	5.4	6.8	5.8	8.8	5.7	3.8	3.5	3.2	100.
2006/12	3.2	3.1	3.4	5.8	7.9	6.2	7.0	5.7	8.3	7.7	11.0	10.8	11.4	4.6	1.9	2.0	100.
2006/12	4.3	4.0	6.6	19.9	12.9	4.4	3.2	2.7	2.8	3.2	7.1	12.9	9.4	2.6	2.0	1.7	100.
2006/12	2.3	1.9	2.8	12.4	17.5	6.3	5.2	3.8	4.6	5.9	7.5	14.7	9.3	1.9	2.2	1.7	100.

表 5.8 花蓮港測站風速及風向統計表

序號	觀測日期 (年、月)	觀測點數	風速 平均値 (m/s)	風速/風向 最大値 (m/s)/(來向)	風速				風向				靜風 (%)
					<5m/s (%)	5-10 m/s (%)	10-15 m/s (%)	>15m/s (%)	N-E (%)	E-S (%)	S-W (%)	W-E (%)	
1	2008/01	744	3.7	11.7/ESE	74.9	23.9	1.2	0	44.9	8.6	17.9	28.2	.4
1	2008/02	672	4.4	14.1/ESE	66.8	26.9	4.9	0	41.1	11.9	21.6	25.4	0
2	2008/03	744	3.8	13.1/ESE	70.5	21.9	2.8	0	29.3	12.8	27.7	30.4	0
3	2008/04	757	3.5	12.7/S	79.6	19.4	1.8	0	27.6	15.6	21.2	28.2	.1
4	2008/05	744	3.2	12.9/SW	85.0	13.2	.8	0	34.9	19.9	22.9	22.2	.1
5	2008/06	720	3.4	9.4/E	84.2	15.8	.8	0	8.2	22.4	28.8	18.6	0
6	2008/07	744	4.2	18.5/SW	73.9	21.1	2.5	1.5	11.2	21.5	26.9	22.2	.3
7	2008/08	744	3.2	13.2/S	87.6	13.2	.1	0	7.9	30.3	44.1	18.8	0
8	2008/09	720	3.0	12.2/ESE	89.3	15.4	.3	0	28.9	17.1	24.2	28.7	.1
9	2008/10	744	3.7	13.9/ESE	78.9	22.0	1.1	0	44.5	12.2	18.5	27.8	0
10	2008/11	720	3.1	11.1/ESE	85.7	13.1	.3	0	27.1	15.8	22.1	28.8	0
11	2008/12	743	4.1	11.7/ESE	89.9	27.6	2.8	0	48.2	13.8	14.1	27.1	0

表 5.9 花蓮港測站風速分佈百分比 (%) 統計表

風速 年、月	0m/s	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	10m/s	12m/s	14m/s	16m/s	18m/s	20m/s	20m/s<	合計 (%)
2008/01	4.3	21.8	23.3	13.6	12.0	6.9	7.8	6.0	3.2	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008/02	1.8	14.7	19.6	20.2	12.4	5.8	8.3	5.4	7.4	2.7	1.5	.1	.0	.0	.0	.0	100.
2008/03	2.6	17.9	25.4	17.1	13.6	8.3	5.1	3.2	4.8	1.3	.7	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008/04	3.3	21.2	26.6	18.1	10.3	7.9	5.6	2.4	3.5	.6	.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008/05	6.2	26.1	23.8	19.0	11.0	4.2	3.5	2.4	3.1	.7	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008/06	4.7	17.5	24.6	23.3	14.0	7.2	3.8	3.1	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008/07	3.8	11.2	22.3	21.8	14.9	7.1	5.2	4.6	4.2	2.3	1.1	.4	1.1	.1	.0	.0	100.
2008/08	3.5	17.7	31.2	24.9	10.3	5.1	3.1	1.9	2.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008/09	5.1	20.7	29.9	22.5	11.1	5.6	2.6	1.3	1.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008/10	2.2	18.3	25.1	16.8	14.5	8.6	7.5	3.5	2.4	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008/11	5.0	24.4	29.3	16.7	11.3	5.7	4.3	1.8	1.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2008/12	3.0	16.2	25.2	14.9	10.6	8.2	8.2	4.7	6.5	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 5.10 花蓮港測站風向分佈百分比 (%) 統計表

風向 年、月	N	NNE	NE	ESE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	靜風 (%)
2008/01	.0	.5	18.3	23.4	4.4	1.7	2.2	2.2	2.2	1.2	3.1	6.0	11.3	12.9	7.4	2.8	.4
2008/02	.0	.1	15.6	23.8	3.1	3.0	2.1	2.8	4.0	2.1	2.2	7.1	16.2	9.8	5.1	2.8	.0
2008/03	.0	.4	10.3	16.7	2.8	2.0	2.2	4.7	5.1	3.1	2.6	10.5	15.9	14.0	6.7	3.1	.0
2008/04	.0	.6	16.7	9.3	3.3	2.8	3.6	4.3	6.7	3.6	5.3	9.2	15.6	9.8	6.1	2.8	.1
2008/05	.0	.4	12.0	9.7	5.1	3.2	3.4	6.3	8.5	5.5	4.2	10.8	15.5	8.2	5.1	2.2	.1
2008/06	.0	.1	4.0	3.3	3.2	3.3	2.8	7.1	13.1	6.3	7.5	18.5	18.1	8.2	3.6	1.0	.0
2008/07	.0	.0	4.0	5.6	5.4	3.9	3.6	12.9	12.9	10.3	10.8	15.2	10.3	3.4	1.3	.0	.3
2008/08	.0	.4	2.4	3.8	7.3	6.0	3.5	8.3	9.7	6.2	5.0	15.6	19.8	7.8	3.2	1.1	.0
2008/09	.0	.7	9.9	14.6	6.4	4.2	2.6	5.4	3.6	2.8	2.6	7.9	17.8	13.2	5.4	2.8	.1
2008/10	.0	.3	17.2	22.4	8.7	2.8	1.2	2.8	2.3	1.5	1.7	5.0	12.9	11.8	6.2	3.1	.0
2008/11	.0	.1	13.8	11.7	4.6	5.6	1.8	3.6	3.5	1.9	2.1	7.6	18.6	14.4	8.1	2.6	.0
2008/12	.0	.4	23.6	22.6	3.5	1.9	3.2	3.0	1.5	1.6	1.5	5.8	12.5	9.8	6.2	3.0	.0

第六章 2006 年高雄港資料分析與特性

6.1 觀測方法

2000 年 12 月中旬選定在高雄一港口與二港口間亦即高雄市中區污水處理廠附近海域，沿著污水排放管鋪設一條長約 2300 公尺之海底電纜及安裝臺組挪威 NORTEK 公司的 AWCP 即時傳送波高波向與剖面海流即時傳送監測系統儀器，2004 年委託國立臺灣大學海洋研究所在高雄港一港口北側及二港口南側建立海流觀測站，經過壹年量測未受到漁船作業之影響，此今(2005)年 8 月本所經會勘後再選定在高雄二港口紅燈塔西南外約 700 公尺安裝臺組波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，海底電纜沿著海床鋪設如圖 2.4，擬進行長期觀測。2003 年 7 月 7 日在高雄港十號碼頭建立完成一座壓力式潮位站與美製 YOUNG 公司之風速風向站，以 GSM 數據機傳訊方式可做即時傳送監測系統，詳如圖 2.4。

6.1.1 波浪的量測

取樣頻率都設定為 2Hz，每小時取樣 2048 筆資料，亦即波高精度在每 0.5 秒間隔內分別量測所得速度 U、V、W 向量與壓力量，量測取得之資料再作整合而得到波高、波向的資料。

6.1.2 水位的量測

壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值。

6.1.3 海流的量測

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床上之儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，高雄港觀測站水深 19 公尺，間距設定為 1 公尺；每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表

其數樣每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，每隔三個月左右收回儀器，資料下載後經處理分析後儲存在電腦中。

6.1.4 溫度的量測

內建於感應器上，操作環境在-4 ~40 間其精度 0.1 ；全部之原始資料先儲存於水中感應儀器之記錄器中，每隔三個月左右收回儀器，資料下載後經處理分析後儲存在電腦內。待本所港研中心接收站取得之原始波浪記錄，經利用程式轉換可做波高、波向的統計分析與波譜分析，可供各港務局之船舶交通管理系統 VTMS 連線做即傳送與學術單位進一步分析研究參考。

6.2 高雄港基本資料分析與特性

6.2.1 海流

如圖 6.1~圖 6.12 為 2006 年 1 月~2006 年 12 月在高雄二港口附近本所港研中心觀測站所蒐集到之海流、水溫、水位之原始記錄資料，資料表示為上、中、下層之海流流速、流向逐時變化圖；由圖中顯示，此觀測站之流速、流向有週期性往復運動，運動方向主要集中在沿岸平行方向，即北北西—南南東為主，其流向與漲退潮無明顯的關係。由其水位可知主要以全日潮流為主，其次為半日潮流，並有複合潮流產生。

6.2.2 波浪

由波浪資料分析分別考慮夏季季風波浪及颱風波浪，整理如下說明。

1.夏季季風波浪

夏季季風在高雄地區以西南風主，風速較冬季季風弱，在颱風未到達前，本地區海域所產生的波浪，以來自菲律賓海域及南海或西太平洋

風場中傳播而來的湧浪為主，且颱風來襲時及颱風經過後，所引進之西南氣流會造成風浪，故夏季季風波浪之波高比冬季季風波浪稍高，波高大部份小於 1.5m，週期亦都在 9 秒以下。

2. 颱風波浪

高雄港之颱風波浪之逐時波浪變化圖如圖 6.7~圖 6.10，其實測有義波高(1)珍珠颱風 5 月 18 日 00 時測得最大有義波高 6.67 公尺 週期 7.69 秒，波浪來向 223.52 度；(2)艾維尼颱風於 7 月 07 日 15 時測到最大之有義波為 2.57 公尺、週期 5.51 秒，波浪來向 230.95 度；(3)碧利斯颱風於 7 月 14 日 17 時測到最大之有義波為 5.75 公尺 週期 6.24 秒，波浪來向 232.69 度；(4)凱米颱風 7 月 25 日 06 時測得最大有義波高為 3.99 公尺、週期 5.25，波浪來向 257.51 度；(5)寶發颱風 8 月 09 日 19 時實測得最大有義波高為 1.47 公尺、週期 3.25 秒，波浪來向 217.51 度；(6)桑美颱風 08 月 11 日 02 時實測得最大有義波高為 1.37 公尺、週期 3.57 秒，波浪來向 229.39 度；(7)珊珊颱風 09 月 13 日 11 時實測得最大有義波高為 1.32 公尺、週期 4.16 秒，波浪來向 219.74 度。

3. 夏季季風波浪

夏季季風波浪在高雄地區以西南風主，風速較冬季季風弱，在颱風未到達前，本地區海域所產生的波浪，以來自菲律賓海域及南海或西太平洋風場中傳播而來的湧浪為主，且颱風來襲時及颱風經過後，所引進之西南氣流會造成風浪，故夏季季風波浪之波高比冬季季風波浪稍高，波高大部份小於 1.5m，週期亦都在 9 秒以下。

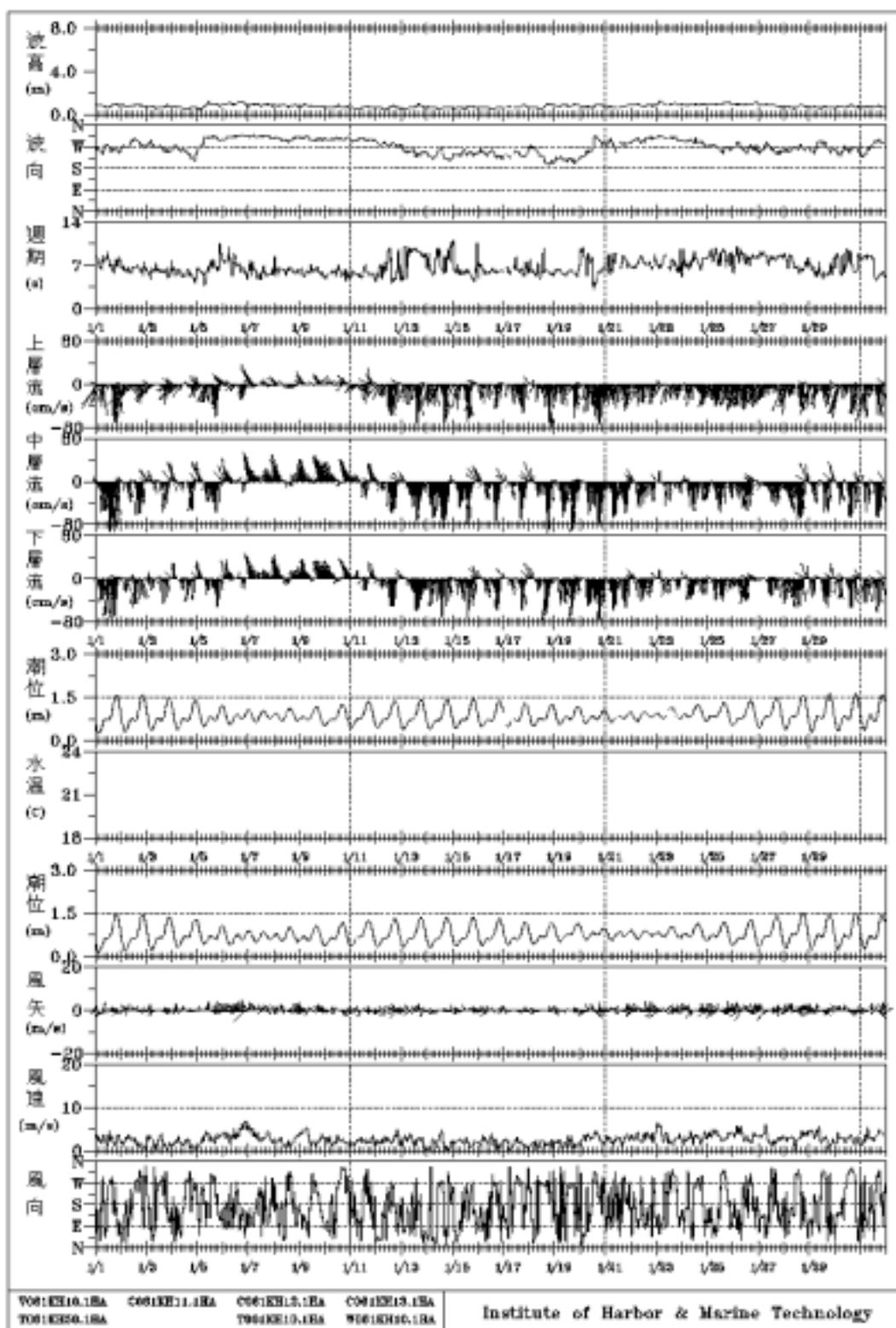


圖6.1 2006年1月高雄港波、流、潮、風逐時歷練圖

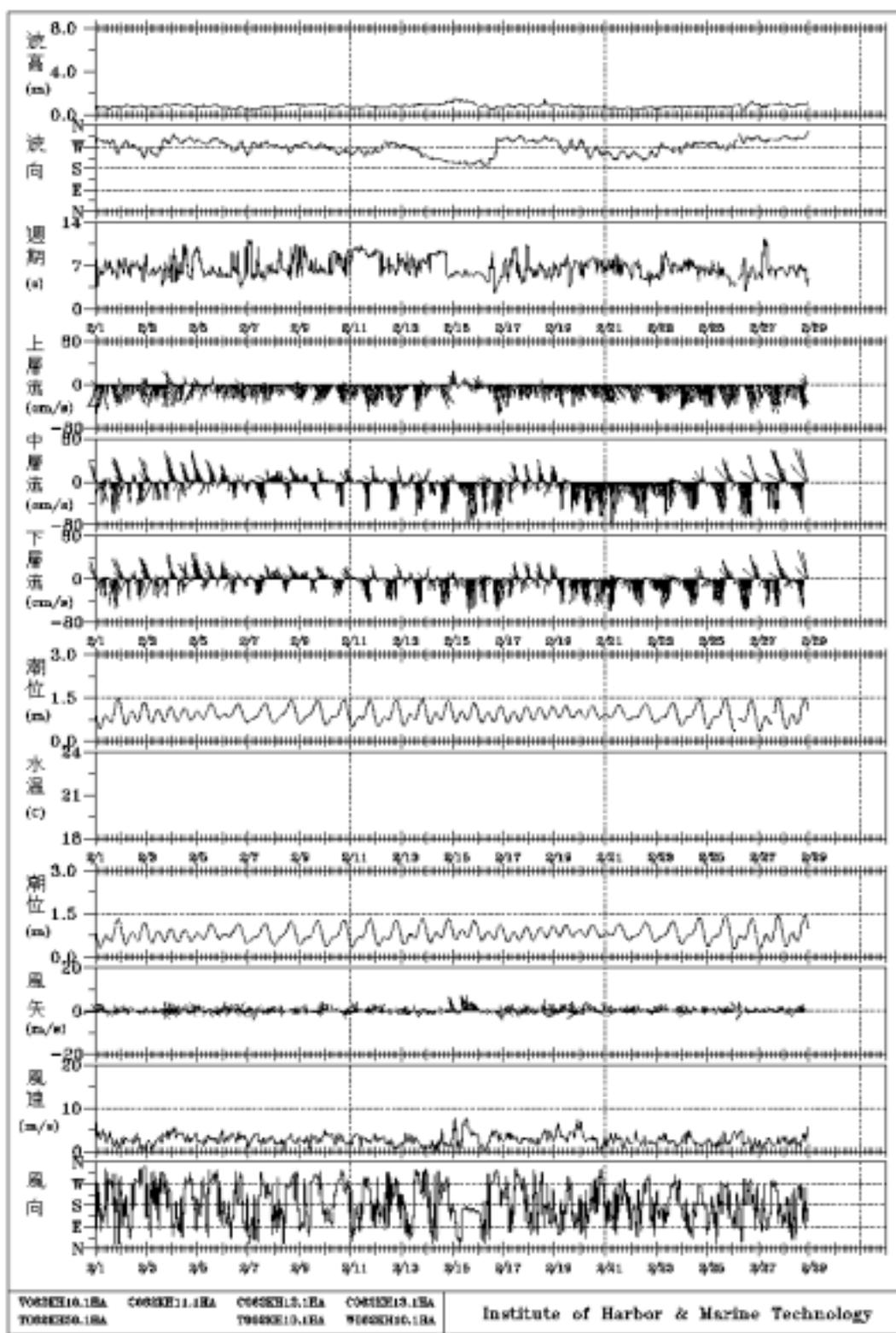


圖6.2 2006年2月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖

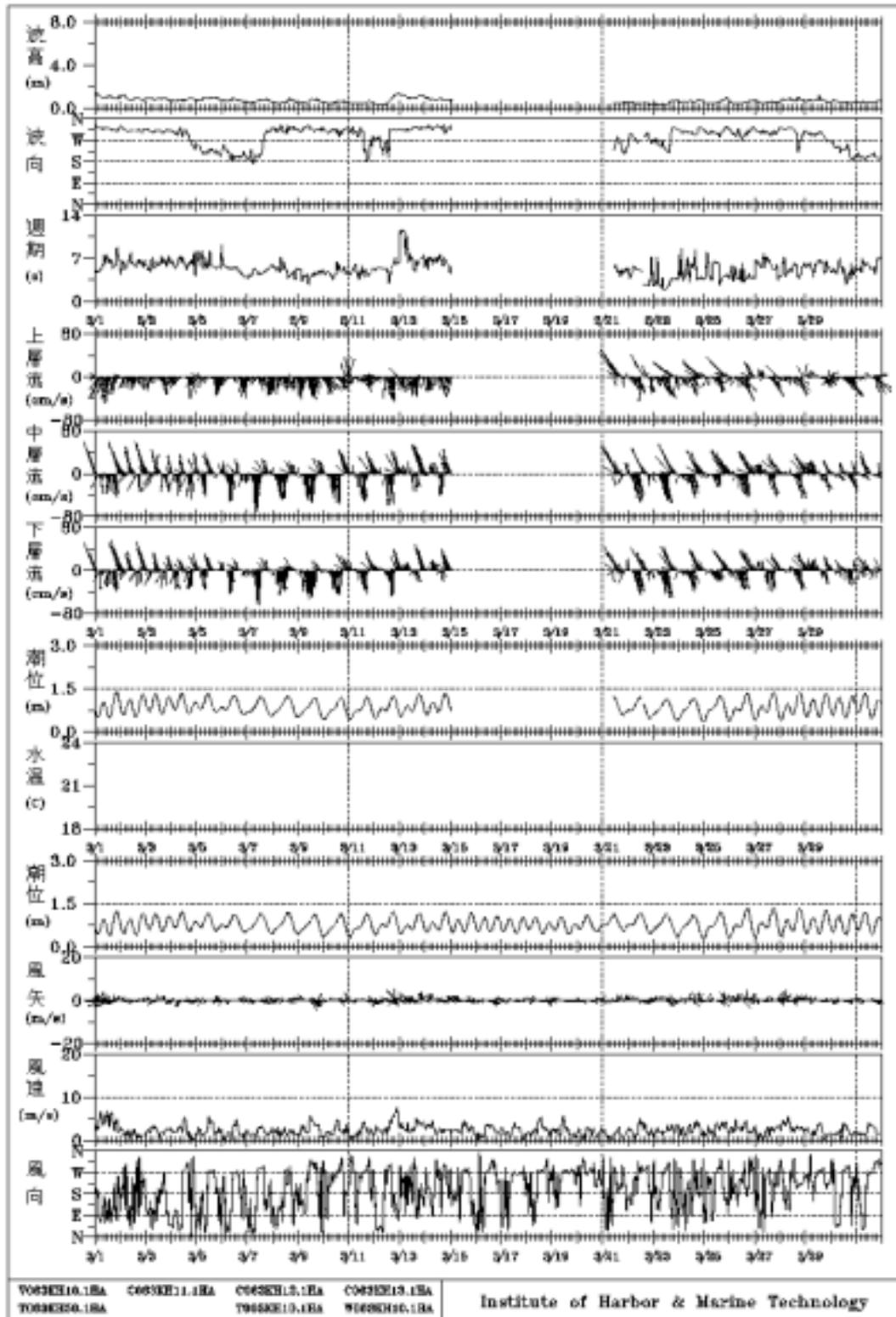


圖6.3 2006年3月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖

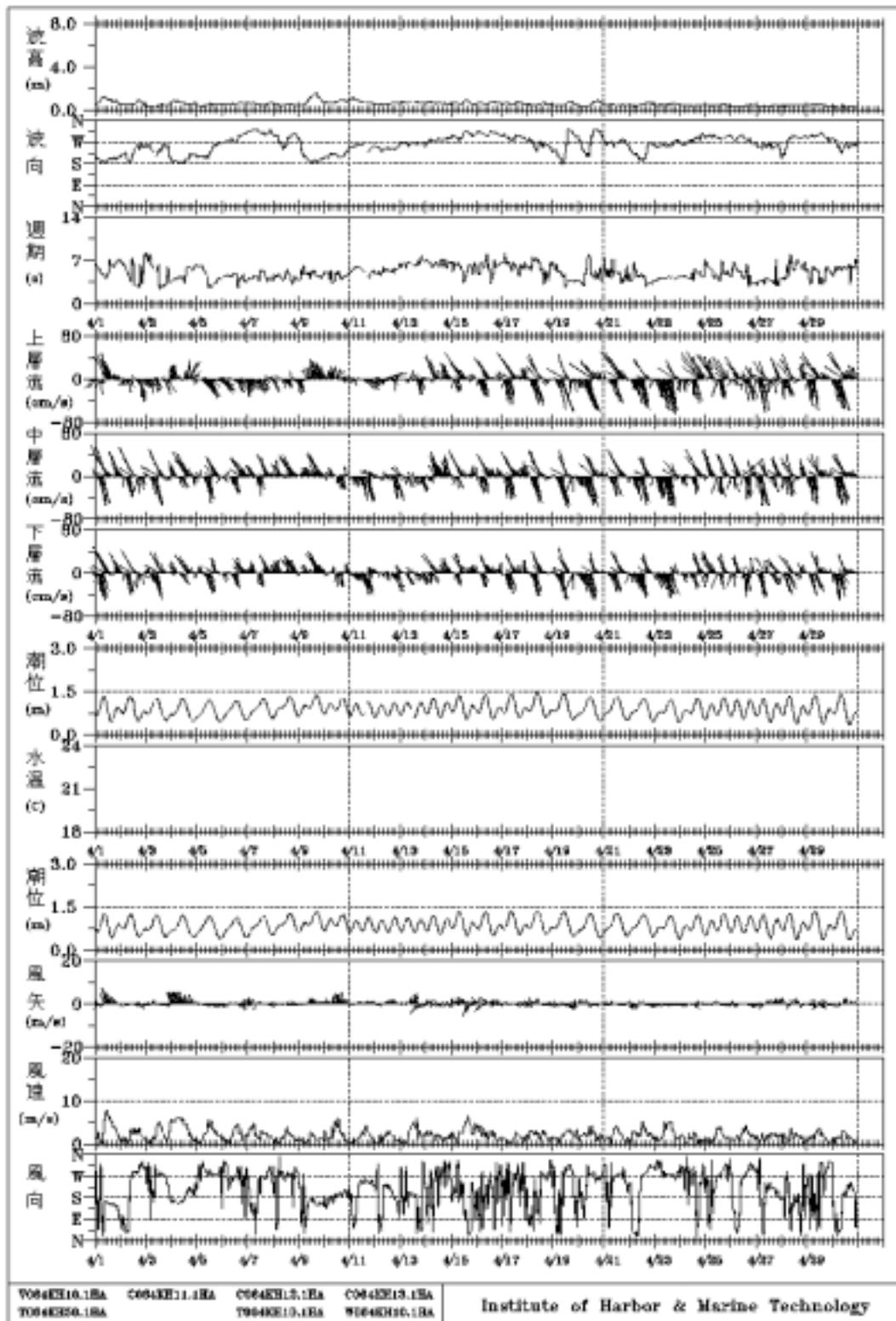


圖6.4 2006年4月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖

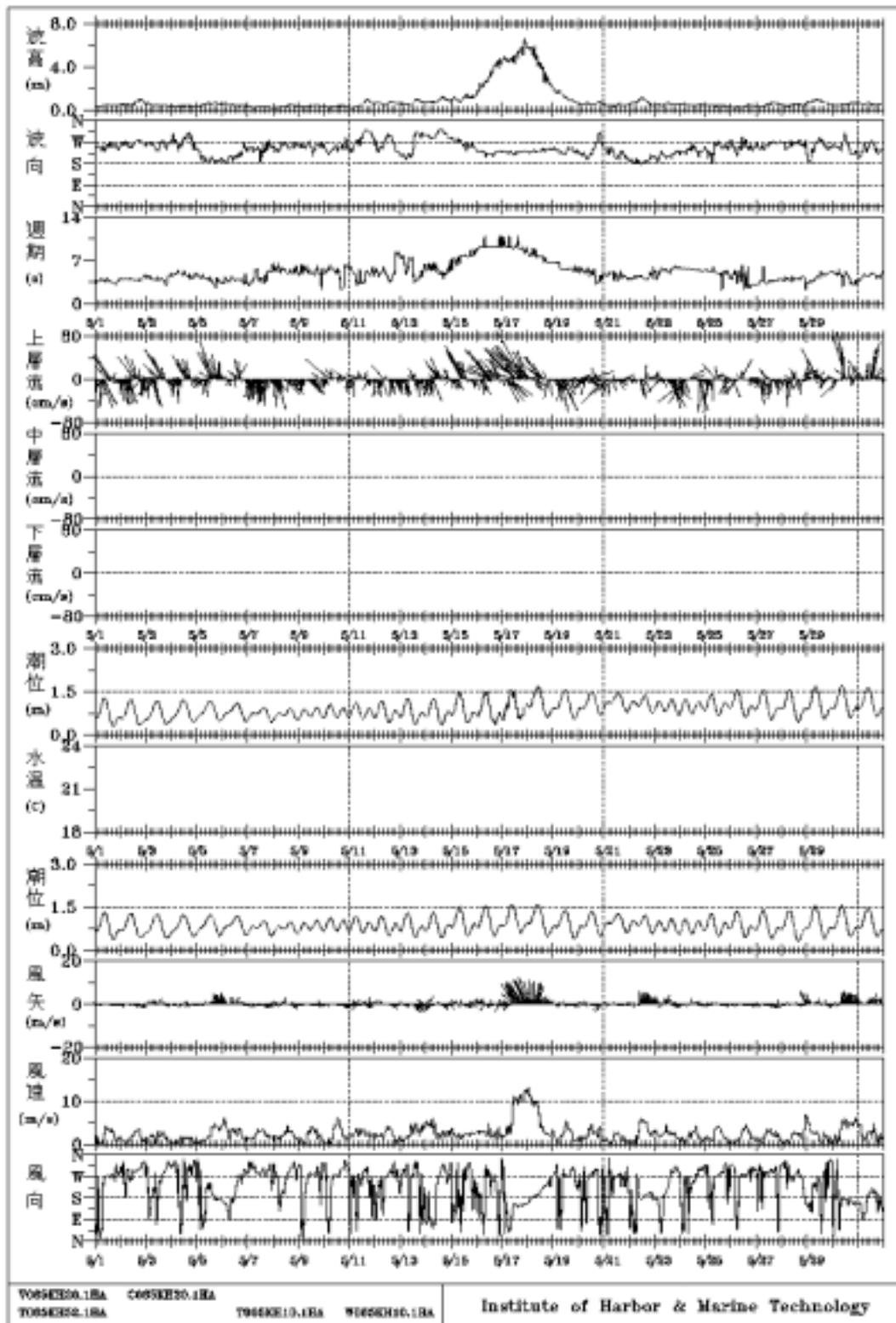
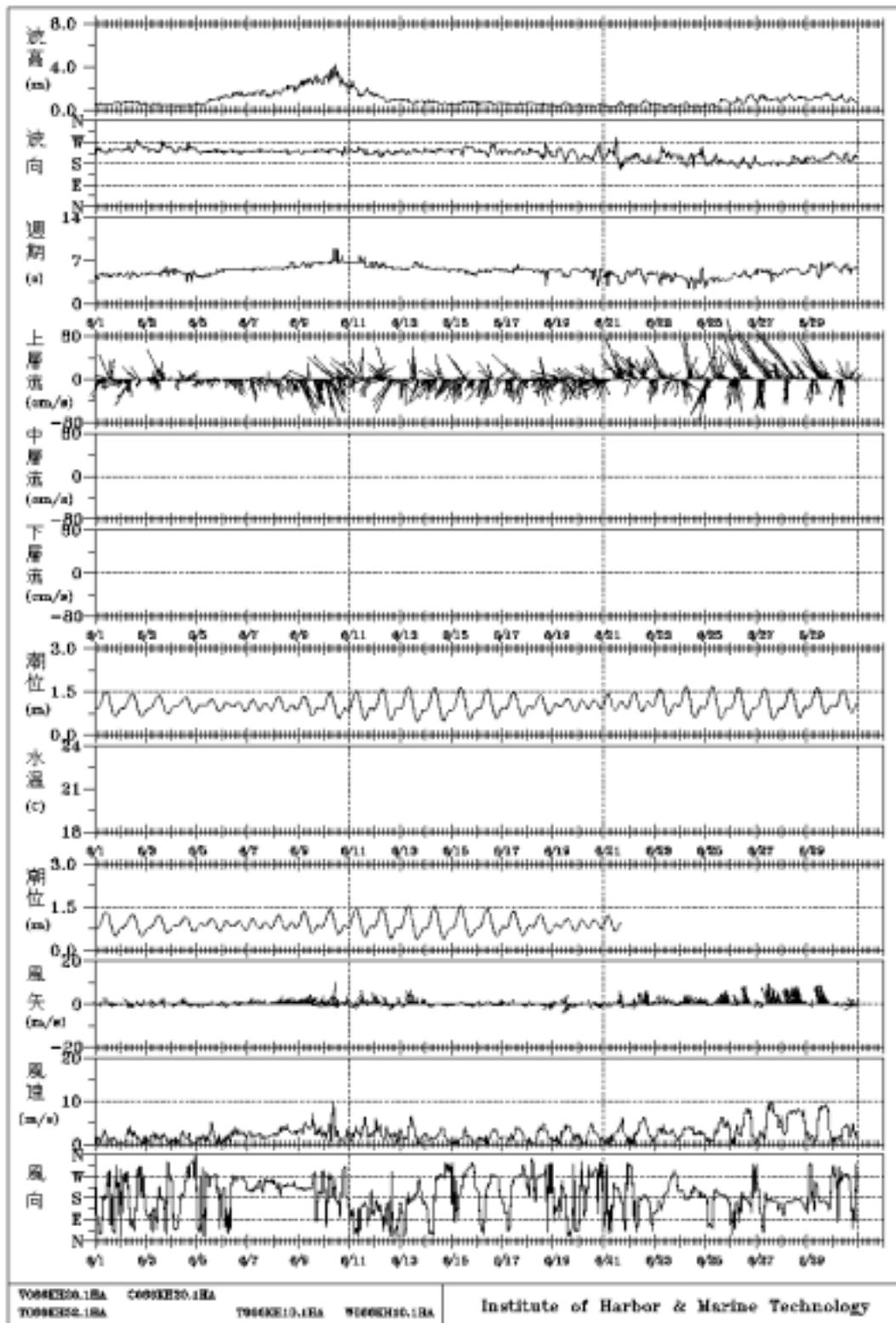
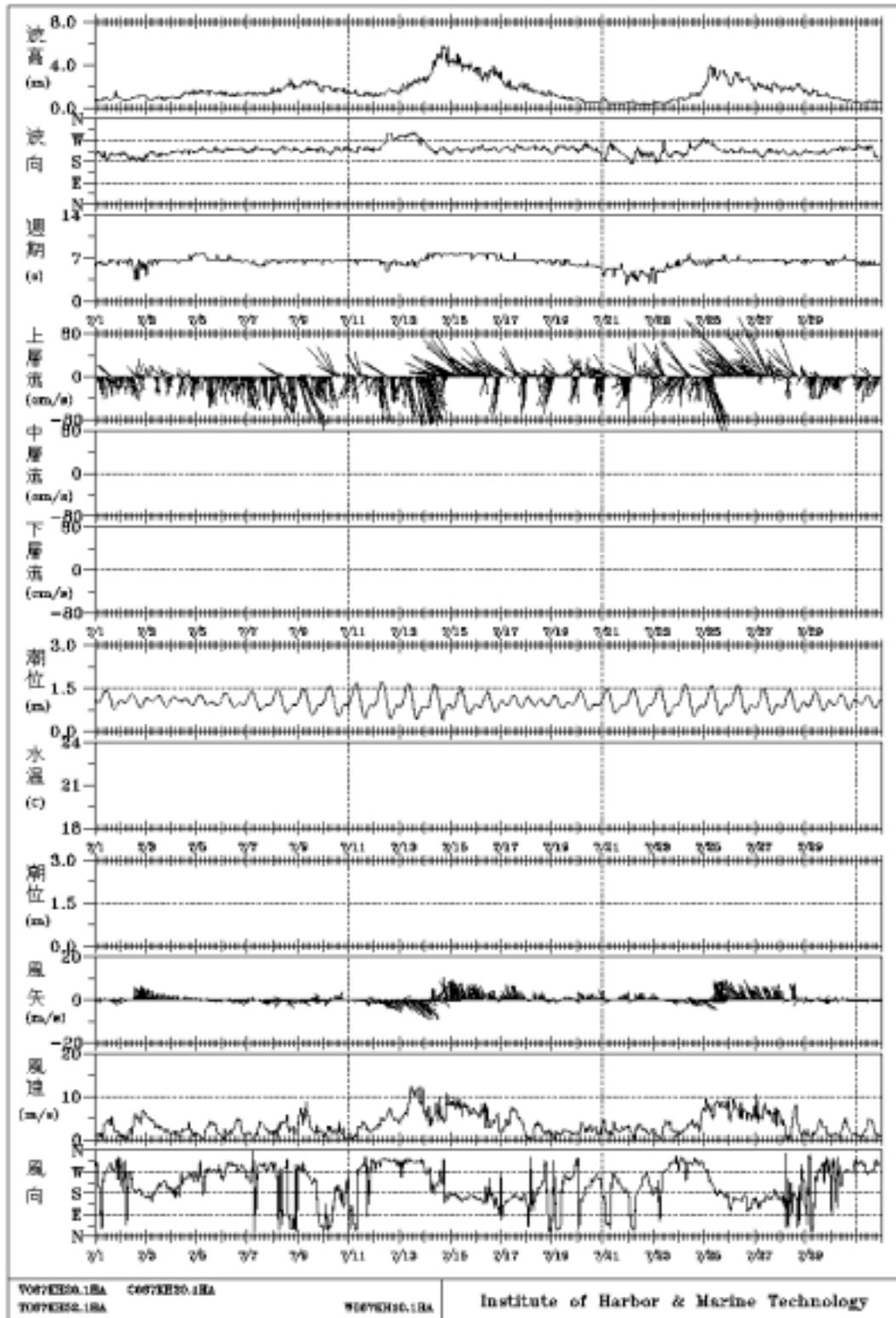


圖6.5 2006年5月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖





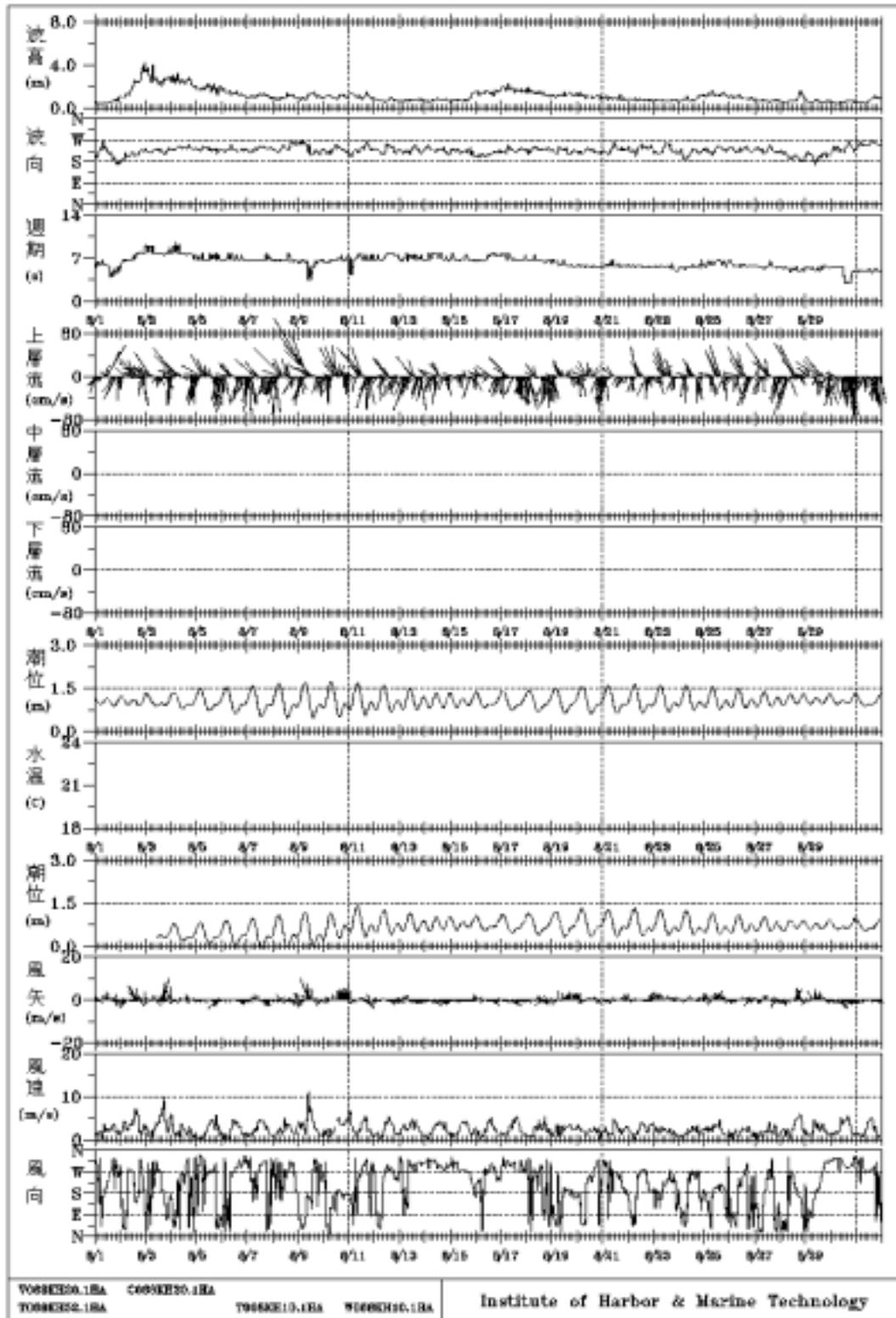


圖6.8 2006年8月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖

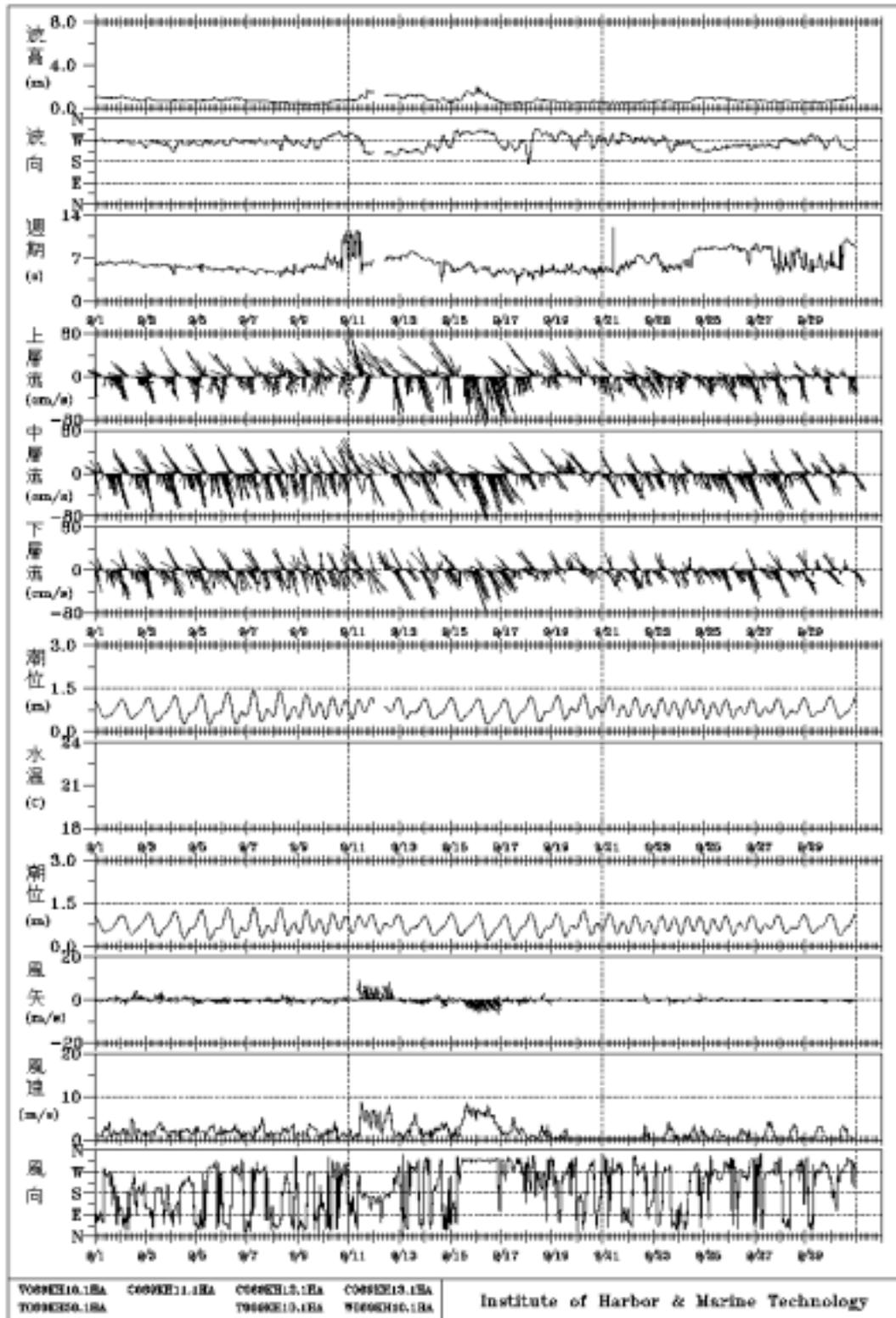


圖6.9 2006年9月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖

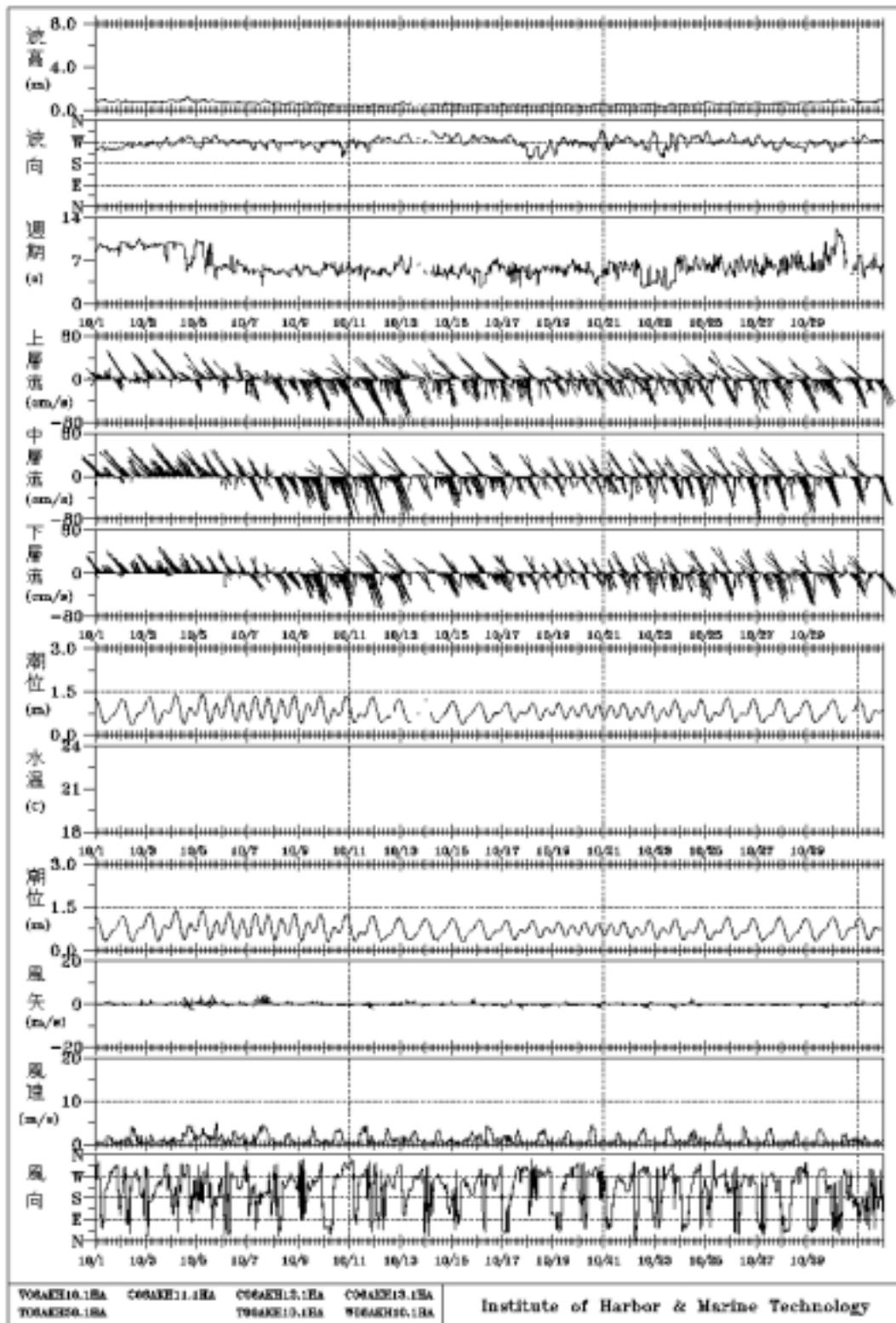


圖6.10 2006年10月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖

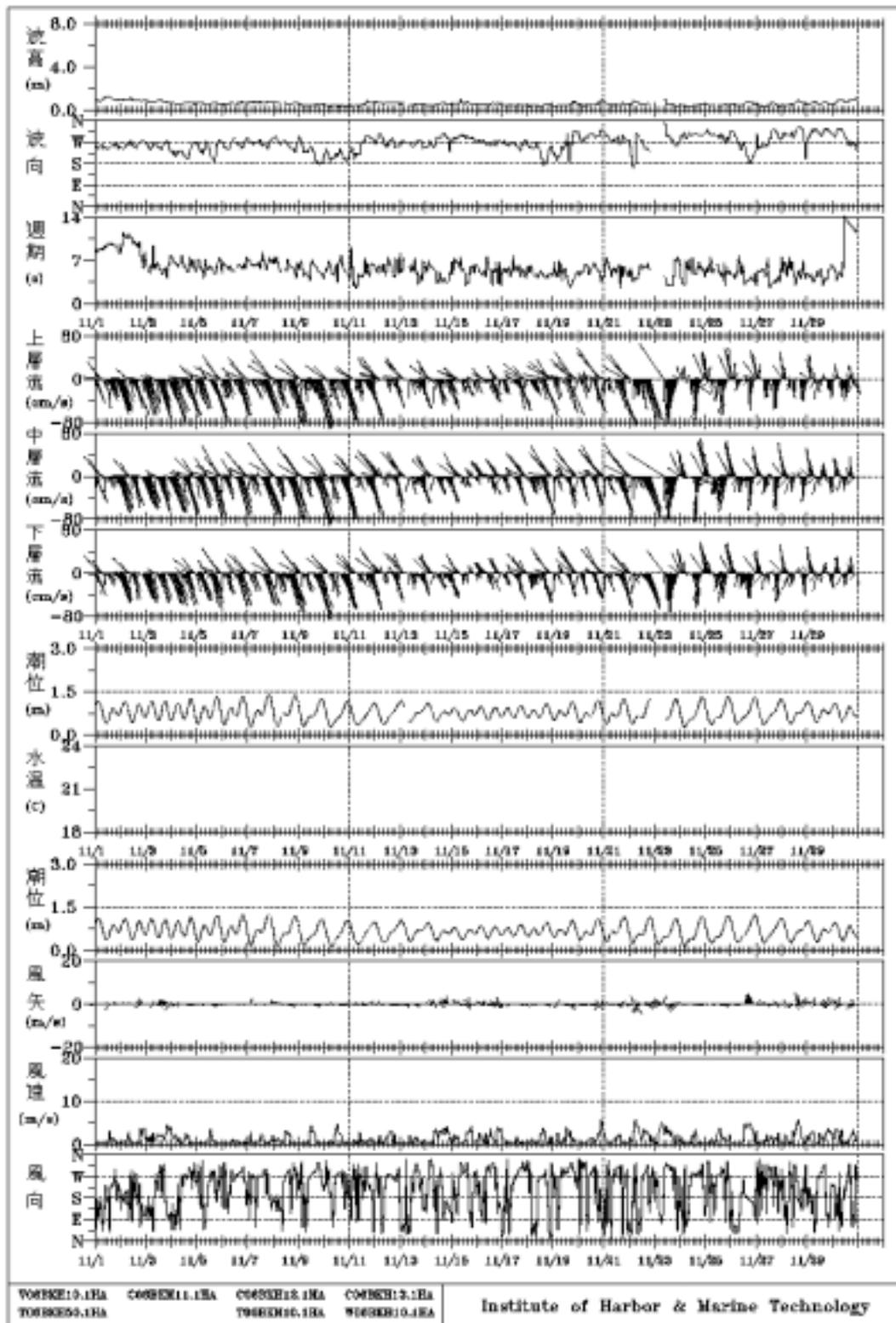


圖6.11 2006年11月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖

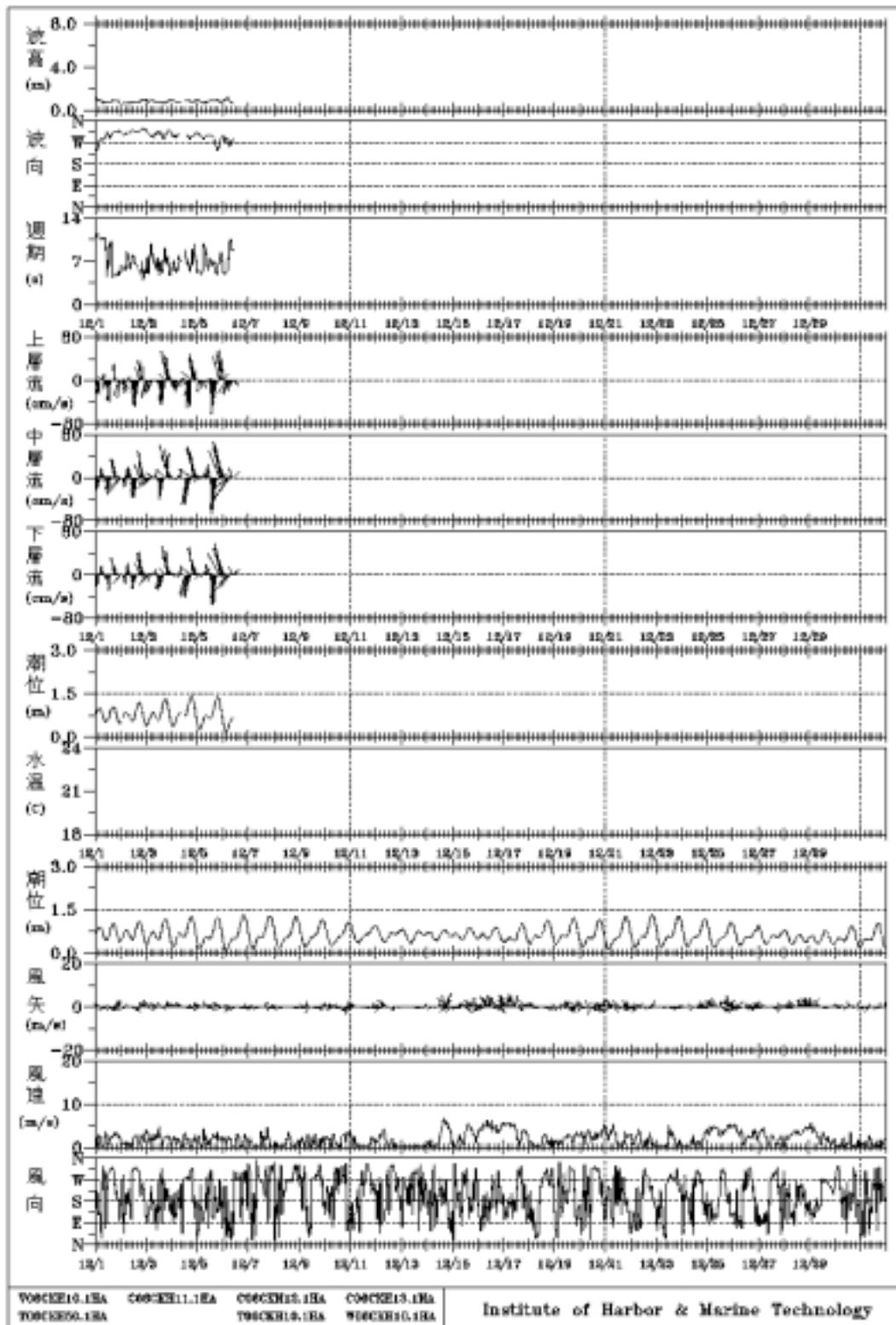


圖6.12 2006年12月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖

Rose Diagram of Wave

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/01/01:01:10-2006/01/31:23:10
Total data no. 759

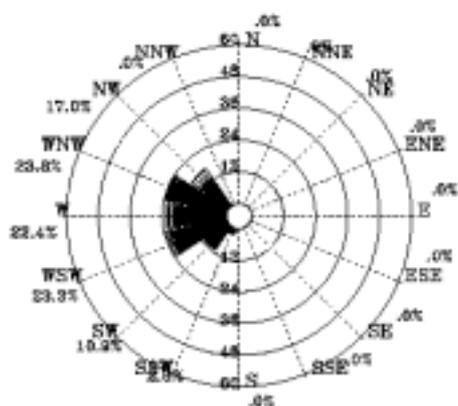


圖6.13 2006年1月高雄港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/02/01:01:10-2006/02/28:23:10
Total data no. 667

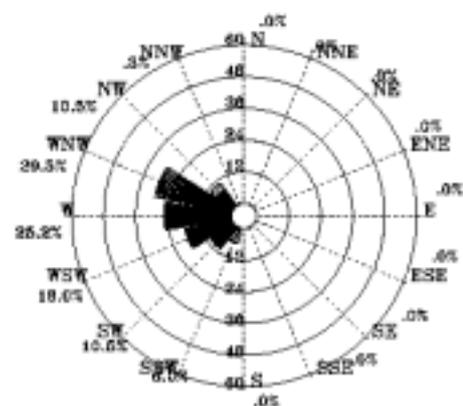


圖6.14 2006年2月高雄港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/03/01:01:10-2006/03/31:23:10
Total data no. 569

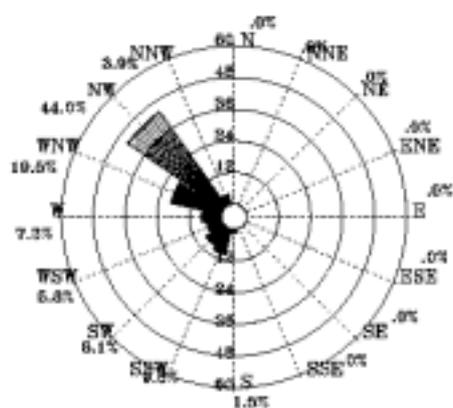


圖6.15 2006年3月高雄港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/04/01:01:40-2006/04/30:23:10
Total data no. 712

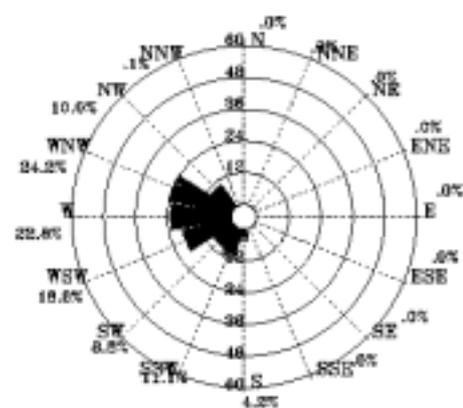
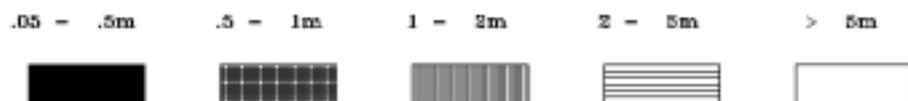


圖6.16 2006年4月高雄港測站波浪玫瑰圖



Rose Diagram of Wave

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/05/01:01:02-2006/05/31:23:02
Total data no. 743

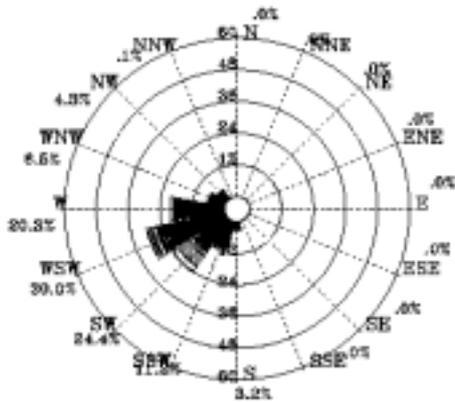


圖6.17 2006年5月高雄港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/06/01:01:02-2006/06/30:23:02
Total data no. 719

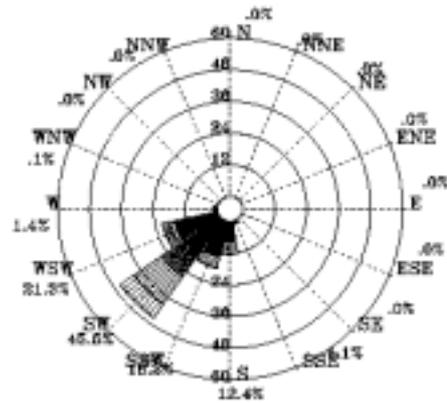


圖6.18 2006年6月高雄港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/07/01:01:02-2006/07/31:23:02
Total data no. 743

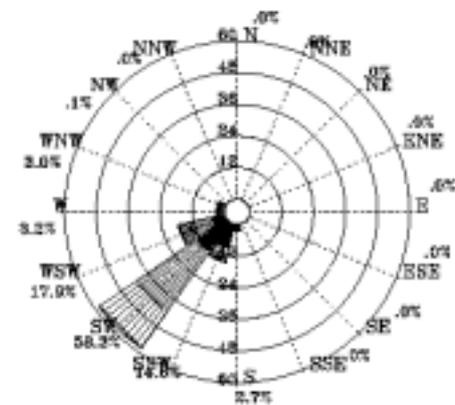


圖6.19 2006年7月高雄港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/08/01:01:02-2006/08/31:23:02
Total data no. 743

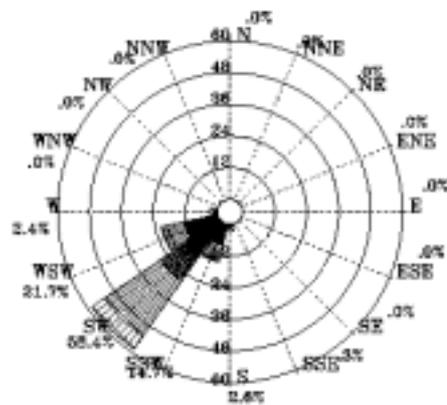
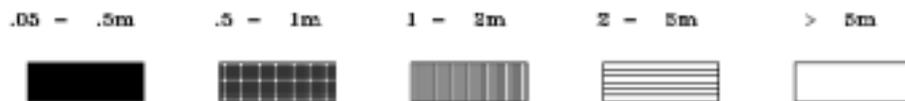


圖6.20 2006年8月高雄港測站波浪玫瑰圖



Rose Diagram of Wave

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/09/01:01:20-2006/09/30:23:10
Total data no. 709

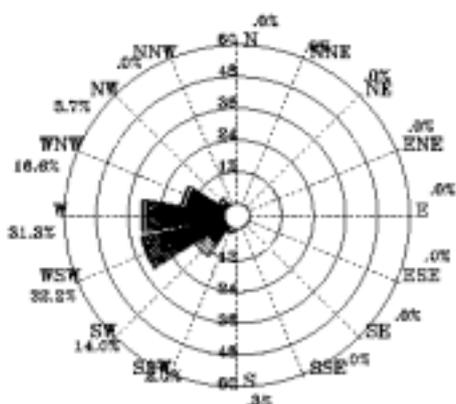


圖6.21 2006年9月高雄港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/10/01:01:10-2006/10/31:23:10
Total data no. 725

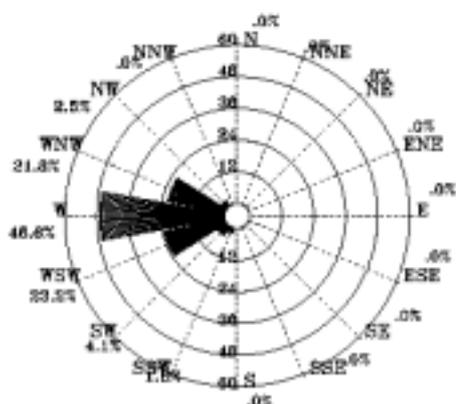


圖6.22 2006年10月高雄港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/11/01:01:10-2006/11/30:23:10
Total data no. 698

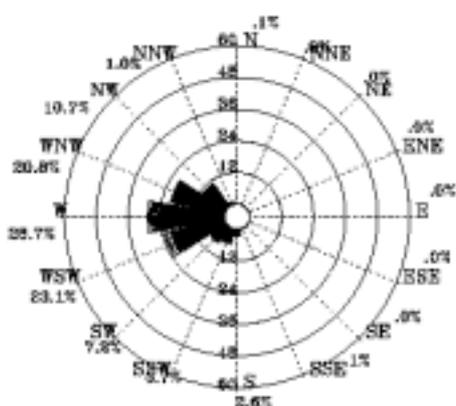


圖6.23 2006年11月高雄港測站波浪玫瑰圖

Wave in Kao Hsiung Harbor of ST-1
2006/12/01:01:10-2006/12/06:10:10
Total data no. 124

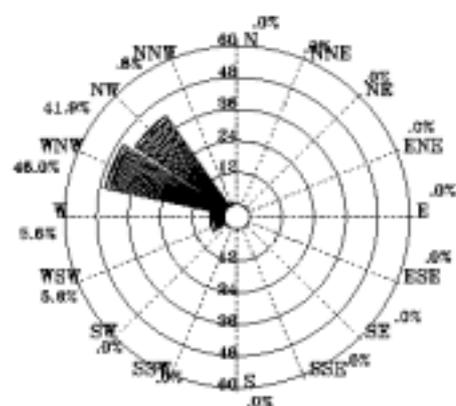
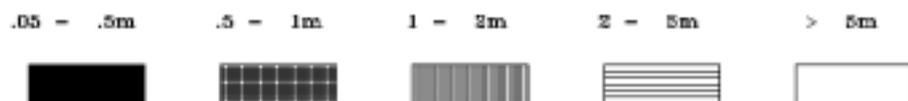


圖6.24 2006年12月高雄港測站波浪玫瑰圖



Y06SKE10.VDB

Institute of Harbor & Marine Technology

2007/07/20

2007.1.18

Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/01/01:00:10-2006/01/31:23:10
Total data no. 740

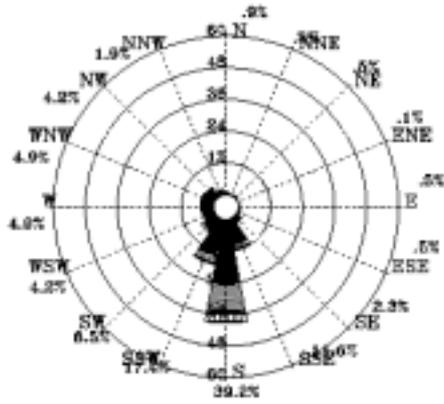


圖6.25 2006年1月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/01/01:00:10-2006/01/31:23:10
Total data no. 740

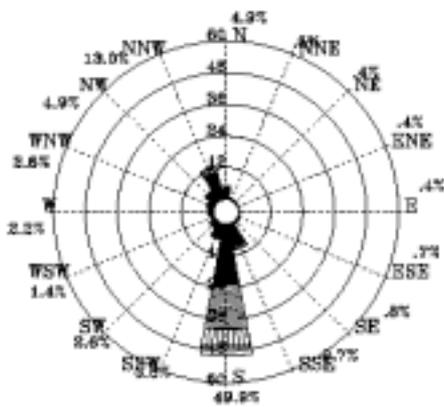


圖6.26 2006年1月高雄港-中層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/01/01:00:10-2006/01/31:23:10
Total data no. 740

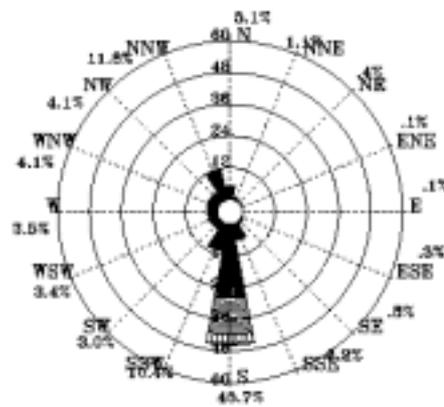
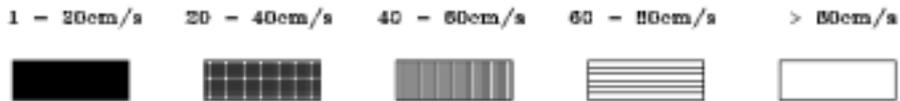


圖6.27 2006年1月高雄港-下層海流玫瑰圖



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/02/01.00:10-2006/02/28.23:10
Total data no. 670

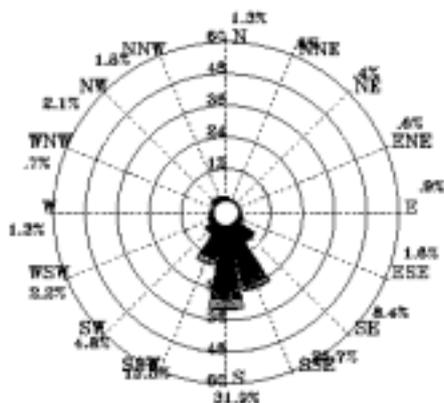


圖6.28 2006年2月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/02/01.00:10-2006/02/28.23:10
Total data no. 670

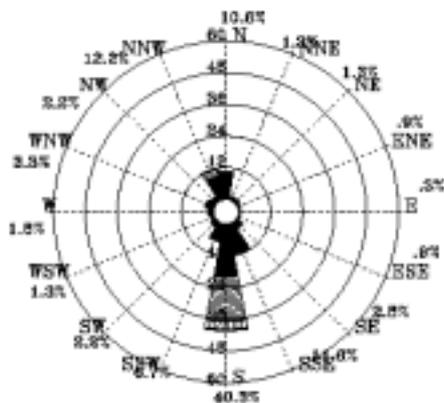


圖6.29 2006年2月高雄港-中層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/02/01.00:10-2006/02/28.23:10
Total data no. 670

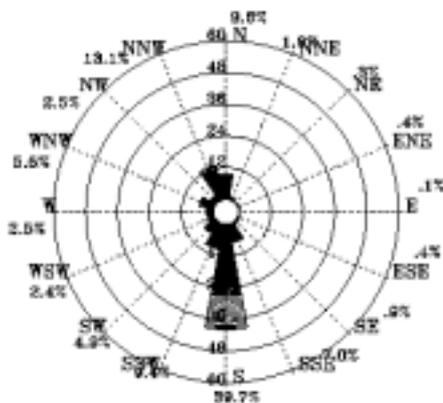


圖6.30 2006年2月高雄港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/03/01.00:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 591

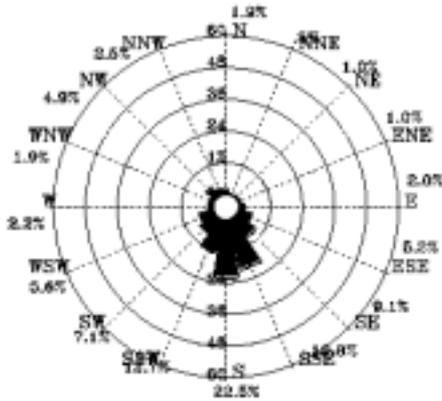


圖6.31 2006年3月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/03/01.00:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 591

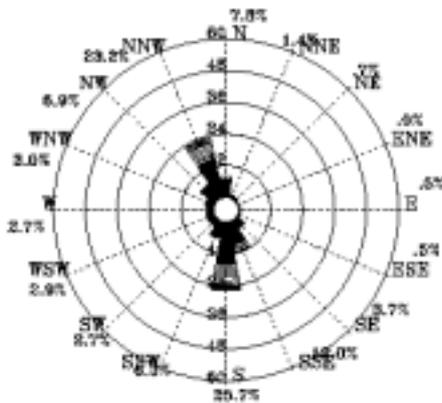


圖6.32 2006年3月高雄港-中層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/03/01.00:10-2006/03/31.23:10
Total data no. 591

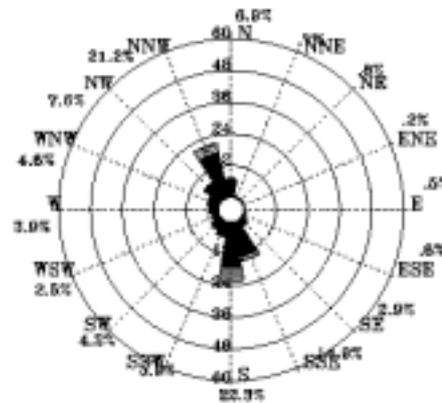
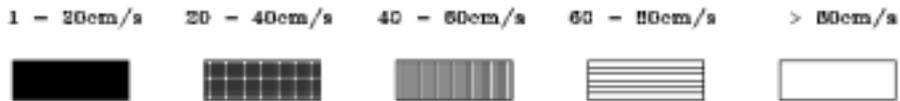


圖6.33 2006年3月高雄港-下層海流玫瑰圖



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/04/01.00:42-2006/04/30.23:10
Total data no. 715

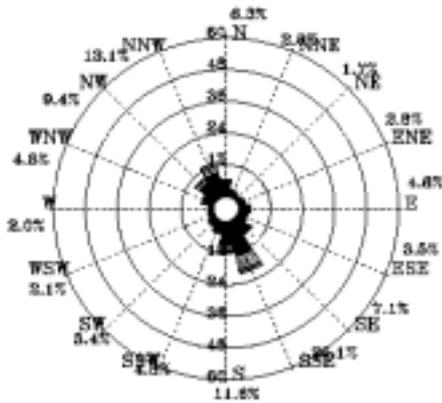


圖6.34 2006年4月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/04/01.00:42-2006/04/30.23:10
Total data no. 715

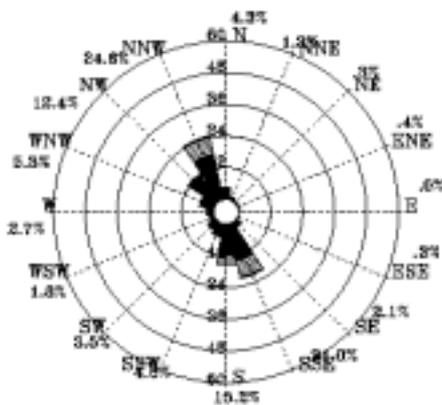


圖6.35 2006年4月高雄港-中層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/04/01.00:42-2006/04/30.23:10
Total data no. 715

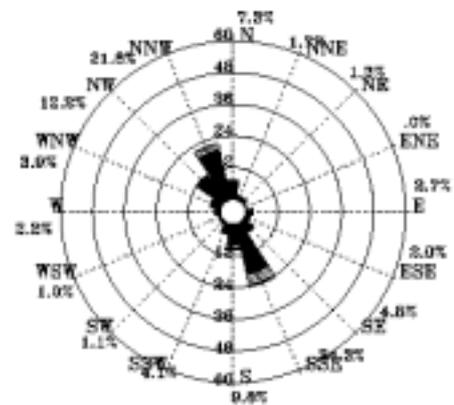
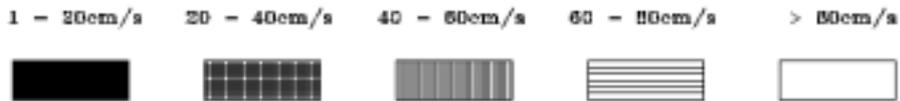


圖6.36 2006年4月高雄港-下層海流玫瑰圖



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1

at 2006/05/01:00:02-2006/05/31:23:02

Total data no. 744

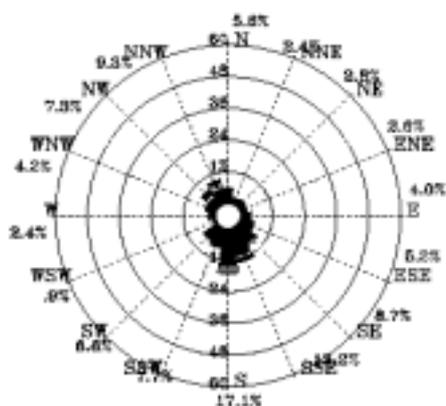


圖6.37 2006年5月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1

at 2006/05/01:00:00-2006/05/01:00:00

Total data no. 0

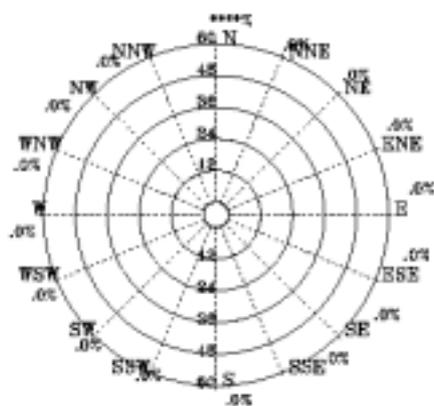


圖6.38 2006年5月高雄港-中層海流缺

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1

at 2006/05/01:00:00-2006/05/01:00:00

Total data no. 0

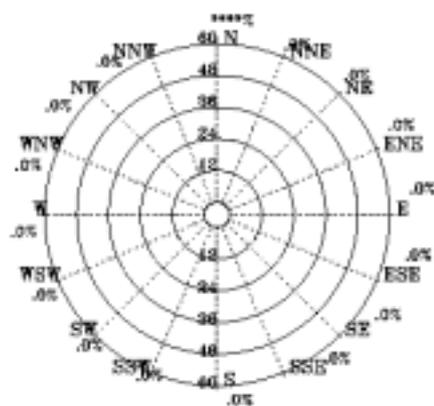


圖6.39 2006年5月高雄港-下層海流缺

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/06/01.00:02-2006/06/30.23:02
Total data no. 729

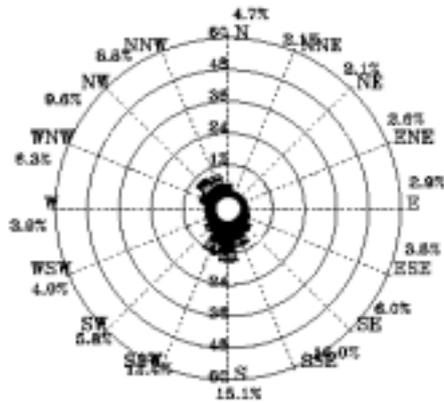


圖6.40 2006年6月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/06/01.00:00-2006/06/01.00:00
Total data no. 0

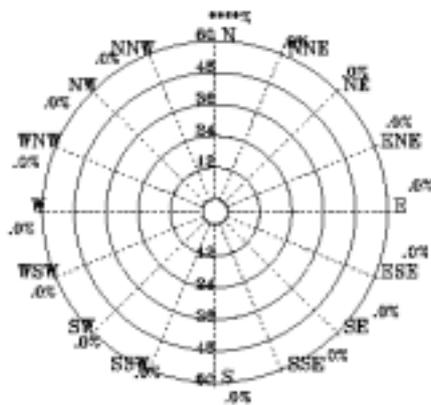


圖6.41 2006年6月高雄港-中層海流缺

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/06/01.00:00-2006/06/01.00:00
Total data no. 0

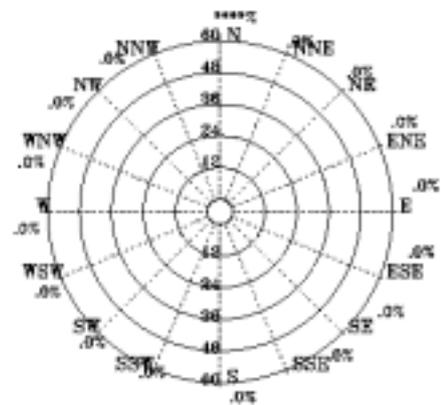
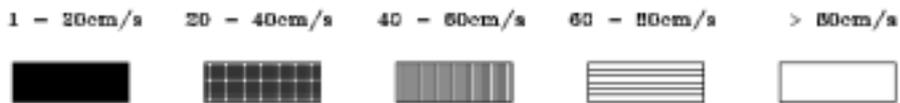


圖6.42 2006年6月高雄港-下層海流缺



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/07/01.00:02-2006/07/31.23:02
Total data no. 744

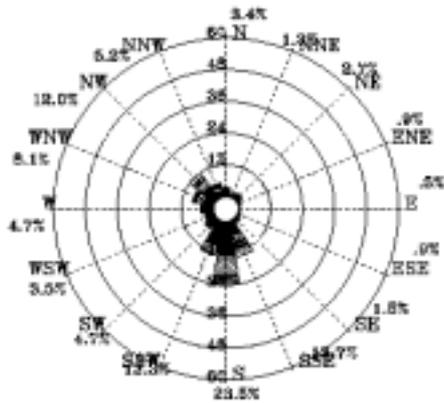


圖6.43 2006年7月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/07/01.00:00-2006/07/01.00:00
Total data no. 0

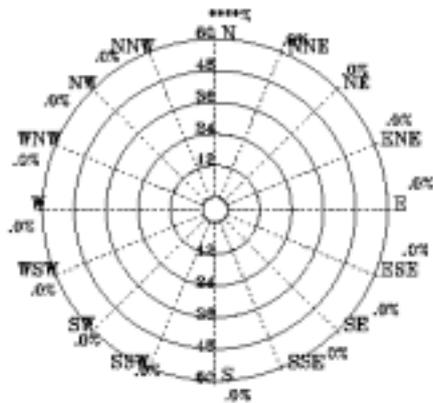


圖6.44 2006年7月高雄港-中層海流缺

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/07/01.00:00-2006/07/01.00:00
Total data no. 0

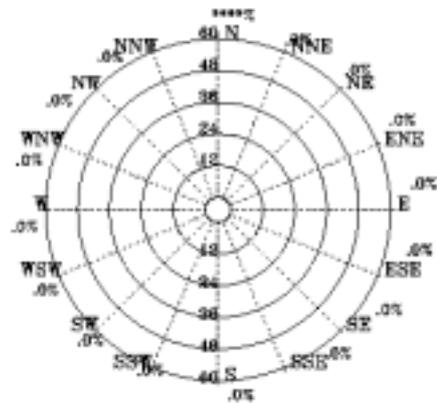
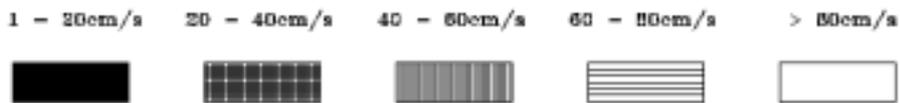


圖6.45 2006年7月高雄港-下層海流缺



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/08/01.00:02-2006/08/31.23:02
Total data no. 744

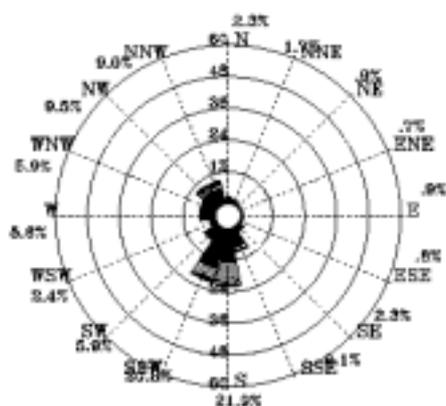


圖6.46 2006年8月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/08/01.00:00-2006/08/01.00:00
Total data no. 0

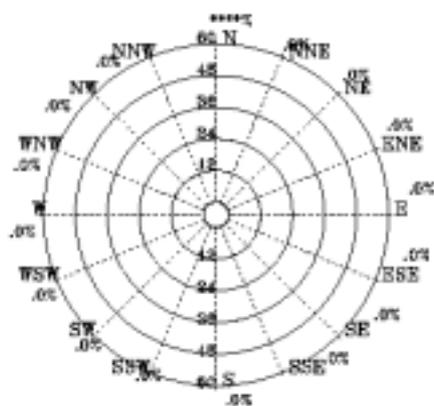


圖6.47 2006年8月高雄港-中層海流缺

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/08/01.00:00-2006/08/01.00:00
Total data no. 0

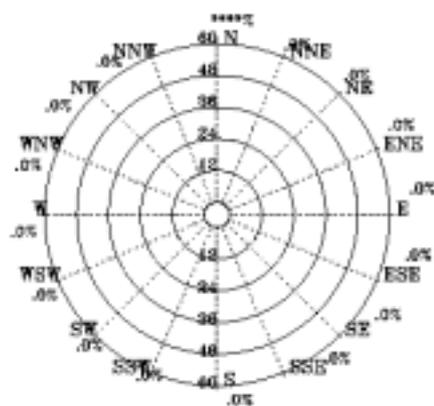


圖6.48 2006年8月高雄港-下層海流缺

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/09/01.00:20-2006/09/30.23:10
Total data no. 710

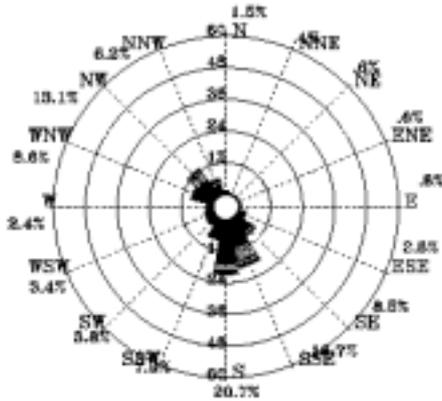


圖6.49 2006年9月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/09/01.00:20-2006/09/30.23:10
Total data no. 710

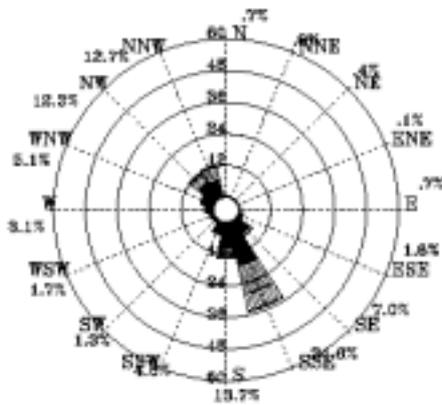


圖6.50 2006年9月高雄港-中層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/09/01.00:20-2006/09/30.23:10
Total data no. 710

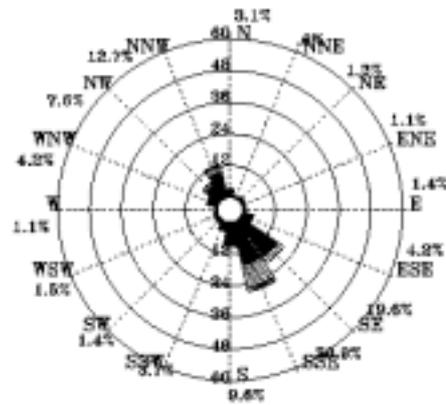
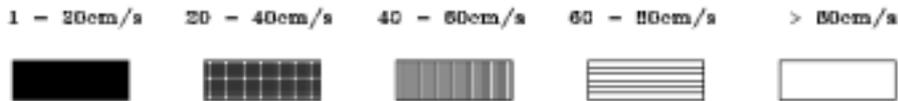


圖6.51 2006年9月高雄港-下層海流玫瑰圖



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
 at 2006/10/01:00:10-2006/10/31:23:10
 Total data no. 728

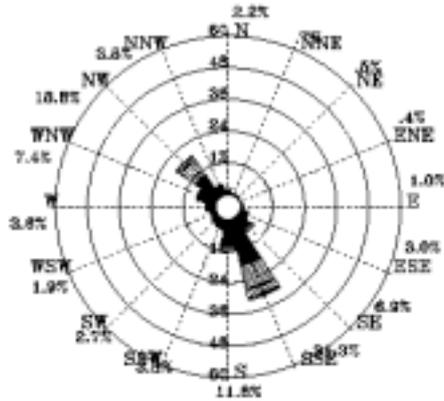


圖6.52 2006年10月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
 at 2006/10/01:00:10-2006/10/31:23:10
 Total data no. 728

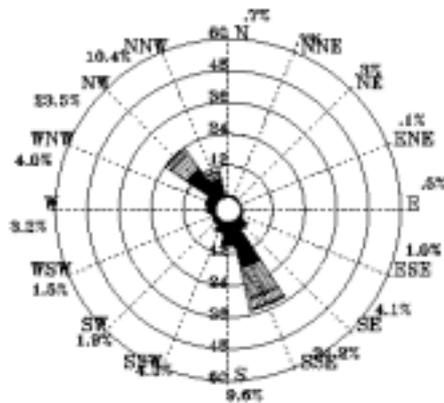


圖6.53 2006年10月高雄港-中層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
 at 2006/10/01:00:10-2006/10/31:23:10
 Total data no. 728

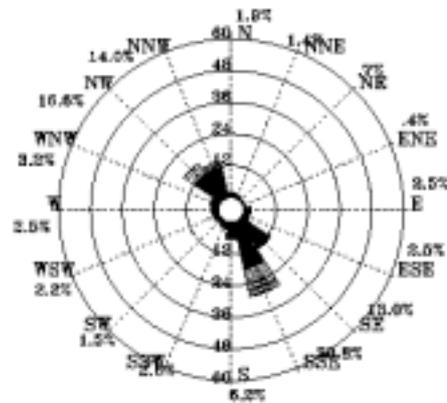
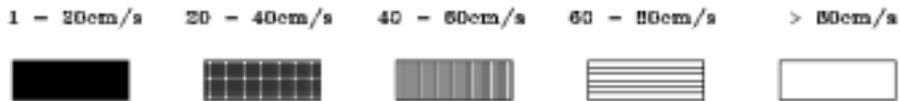


圖6.54 2006年10月高雄港-下層海流玫瑰圖



Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 701

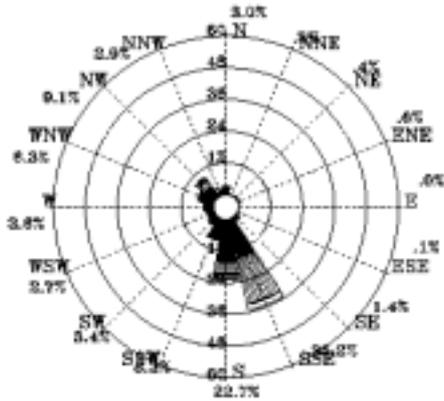


圖6.55 2006年11月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 701

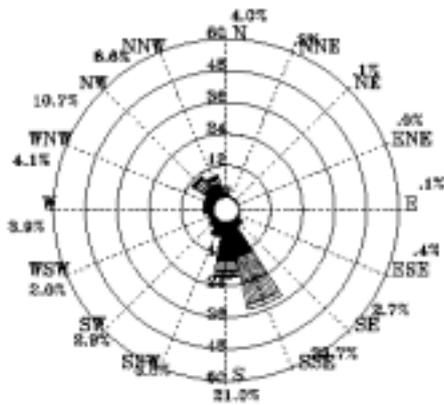


圖6.56 2006年11月高雄港-中層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 701

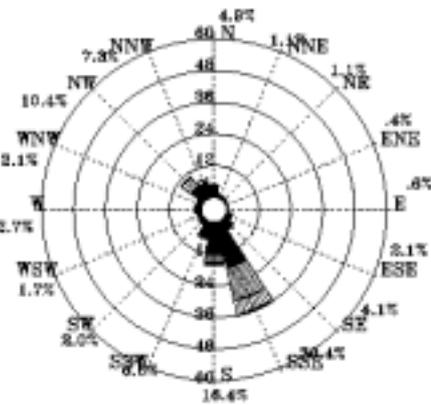
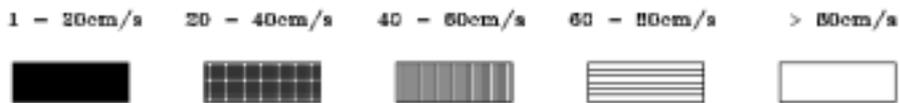


圖6.57 2006年11月高雄港-下層海流玫瑰圖



CO68KH11.CDB

Institute of Harbor & Marine Technology

FILE:CHM7.PSB

2007.1.18

Rose Diagram of Current

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/12/01.00:10-2006/12/06.10:10
Total data no. 125

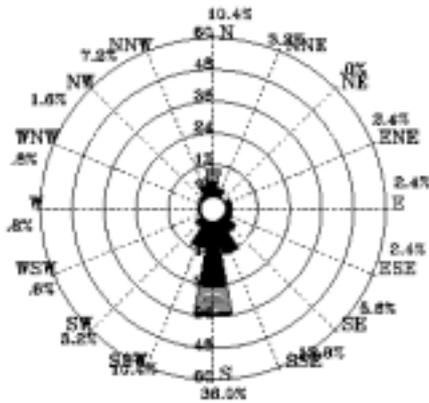


圖6.58 2006年12月高雄港-上層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/12/01.00:10-2006/12/06.10:10
Total data no. 125

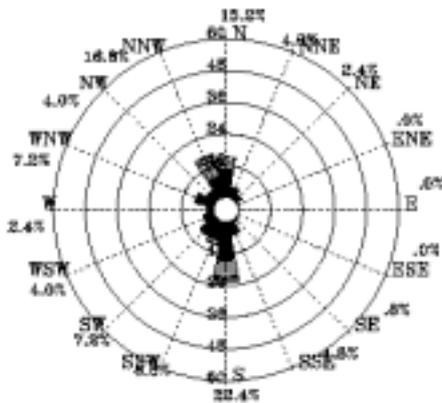


圖6.59 2006年12月高雄港-中層海流玫瑰圖

Current in Kao-Hsiung HARBOR of ST-1
at 2006/12/01.00:10-2006/12/06.10:10
Total data no. 125

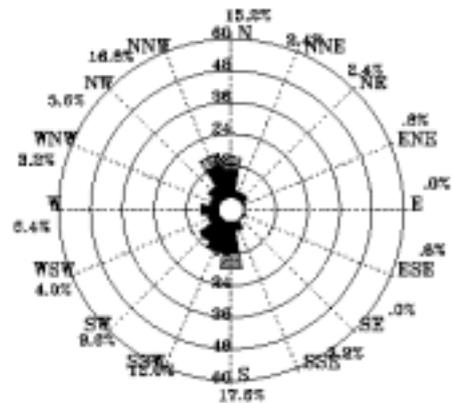


圖6.60 2006年12月高雄港-下層海流玫瑰圖



Rose Diagram of Wind

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/01/01:00:00-2006/01/31:23:00

Total data no. 744

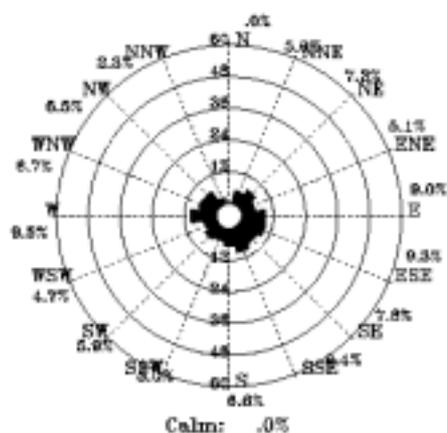


圖6.61 2006年1月高雄港測站風玫瑰圖

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/02/01:00:00-2006/02/28:23:00

Total data no. 672

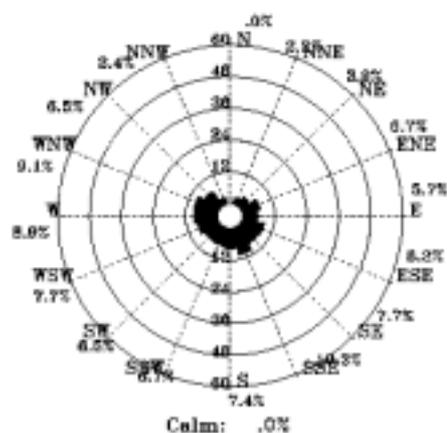


圖6.62 2006年2月高雄港測站風玫瑰圖

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/03/01:00:00-2006/03/31:23:00

Total data no. 744

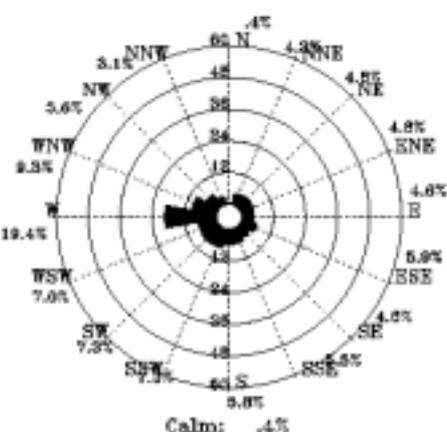


圖6.63 2006年3月高雄港測站風玫瑰圖

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/04/01:00:00-2006/04/30:23:00

Total data no. 720

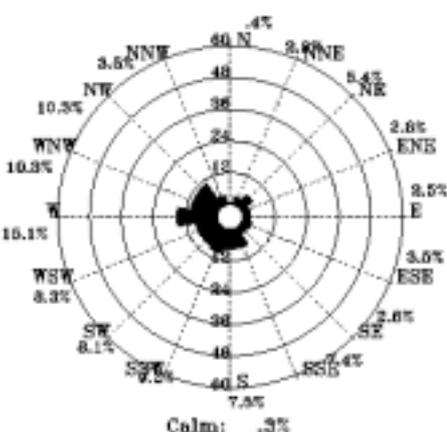
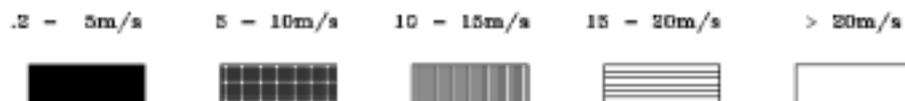


圖6.64 2006年4月高雄港測站風玫瑰圖



Rose Diagram of Wind

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/05/01:00:00-2006/05/31:23:00

Total data no. 744

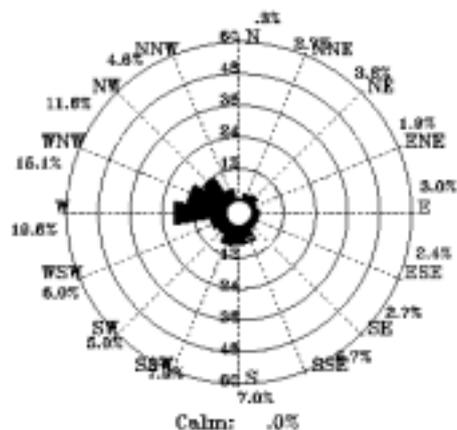


圖6.65 2006年5月高雄港測站風玫瑰圖

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/06/01:00:00-2006/06/30:23:00

Total data no. 720

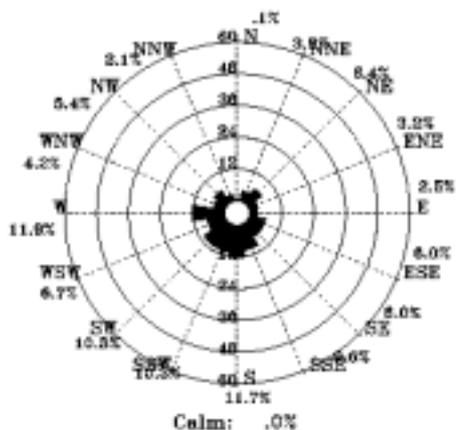


圖6.66 2006年6月高雄港測站風玫瑰圖

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/07/01:00:00-2006/07/31:23:00

Total data no. 744

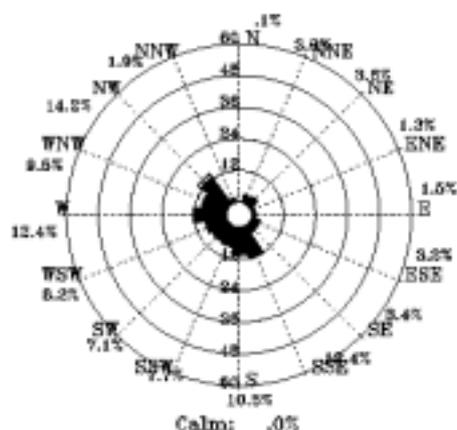


圖6.67 2006年7月高雄港測站風玫瑰圖

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/08/01:00:00-2006/08/31:23:00

Total data no. 742

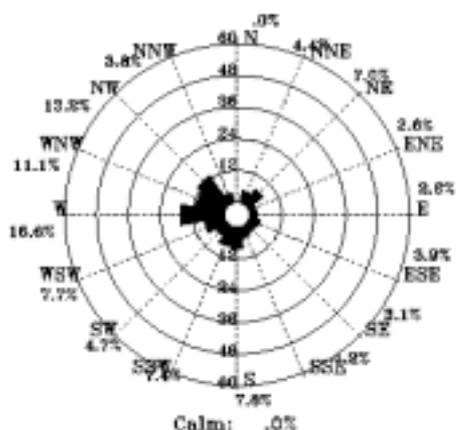


圖6.68 2006年8月高雄港測站風玫瑰圖



Rose Diagram of Wind

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/09/01:00:00-2006/09/30:23:00

Total data no. 729

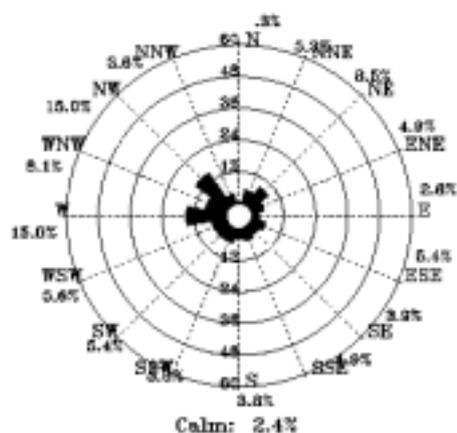


圖6.69 2006年9月高雄港測站風玫瑰圖

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/10/01:00:00-2006/10/31:23:00

Total data no. 744

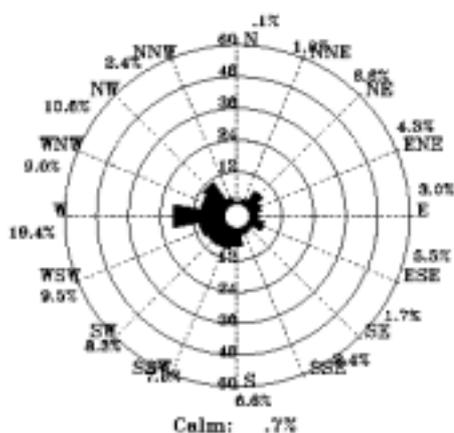


圖6.70 2006年10月高雄港測站風玫瑰圖

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/11/01:00:00-2006/11/30:23:00

Total data no. 729

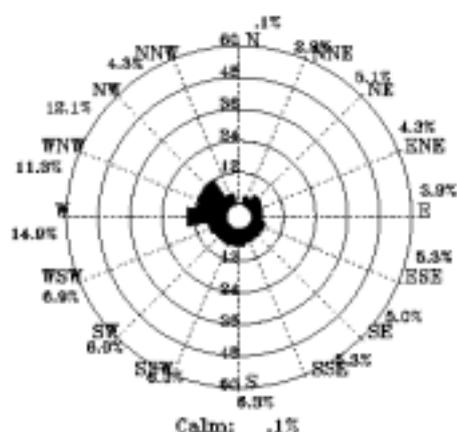


圖6.71 2006年11月高雄港測站風玫瑰圖

Wind in Kao-Hsiung Harbor of ST-1

2006/12/01:01:00-2006/12/31:23:00

Total data no. 743

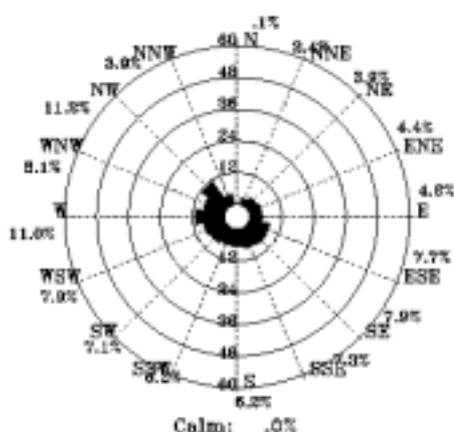


圖6.72 2006年12月高雄港測站風玫瑰圖



W0608H10.WDB

Institute of Harbor & Marine Technology

2007/1/17

2007.1.18

表 6.1 高雄港測站示性波高、示性週期及波向統計表

年、月	觀測 日期	$H_{1/10}$	$T_{1/10}$	$H_{1/3}$		$R_{1/3}$	$R_{1/10}$	$R_{1/3}$	波向 SE-E-ENE	波向 SW-W-WNW	$T_{1/3}$	$T_{1/10}$	$T_{1/3}$	$T_{1/10}$	
		平均值 (米)	平均值 (秒)	最大波 (米)	波期 (秒)	(波向 度)	小於 1 米 (%)	1-3 米 (%)			大於 3 米 (%)	小於 6 秒 (%)	6-10 秒 (%)	6-10 秒 (%)	大於 10 秒 (%)
2006/01	725	.75	6.8	1.27	6.7	NW	91.6	8.4	0	0	67.8	33.1	42.9	22.6	1.9
2006/02	057	.78	6.7	1.48	6.8	SSW	90.6	9.4	0	0	71.2	39.3	39.4	18.0	2.3
2006/03	589	.87	5.4	1.39	6.2	NW	81.2	8.7	0	0	21.2	66.8	28.4	1.7	1.8
2006/04	712	.95	5.0	1.53	5.1	S	95.2	3.7	0	0	68.5	74.7	24.2	1.8	0
2006/05	743	.89	5.2	1.67	6.8	SW	84.4	6.2	9.2	0	84.9	80.1	12.8	7.1	8
2006/06	719	.94	5.3	1.24	6.7	WSW	87.2	24.1	8.6	0	76.4	63.9	15.6	6	0
2006/07	743	1.61	6.4	1.76	7.6	SW	90.2	44.0	25.7	0	90.8	19.9	38.1	0	0
2006/08	743	1.12	6.4	1.17	7.8	SW	51.7	28.2	9.2	0	83.0	29.6	58.8	1.5	0
2006/09	709	.72	6.2	1.91	5.2	NW	87.0	12.0	0	0	87.4	95.2	28.1	12.8	1.8
2006/10	725	.99	6.2	1.26	6.2	WNW	99.2	.7	0	0	88.4	95.7	28.6	12.3	1.4
2006/11	686	.99	5.8	1.24	9.8	WSW	96.4	3.6	0	0	71.2	62.2	28.9	5.2	1.6
2006/12	124	.82	7.0	1.20	5.8	WNW	94.4	5.6	0	0	29.8	27.9	38.2	14.5	11.2

表 6.2 高雄港測站示性波高分佈百分比 (%) 統計表

$H_{1/10}$ 年、月	0.5m	1m	1.5m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	10m	12m	16m	50m	合計 (%)
2006 /01	.7	90.9	8.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /02	1.6	88.9	9.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /03	24.4	66.7	8.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /04	42.8	53.5	3.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /05	49.1	35.3	4.6	1.7	2.2	1.3	3.2	2.2	.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /06	24.8	42.6	17.9	6.1	6.8	1.7	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /07	7.0	23.3	26.4	17.6	15.3	6.7	2.7	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /08	2.6	49.1	29.7	9.4	7.5	1.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /09	15.4	71.7	11.7	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /10	35.2	64.1	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /11	36.5	59.9	3.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006 /12	.0	94.4	5.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 6.3 高雄港測站示性週期分佈百分比 (%) 統計表

$T_{1/2}$ 年、月	2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
2006/01	.0	.4	3.5	29.1	28.8	14.0	13.9	8.7	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	.3	1.9	8.5	28.5	25.3	14.1	9.7	8.2	3.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	4.2	11.0	20.7	32.8	20.2	8.1	1.5	.2	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	2.8	17.4	29.9	24.6	18.7	5.6	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	2.4	19.5	29.7	28.4	6.6	5.4	1.6	5.5	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/06	1.3	4.9	25.2	52.6	15.2	.4	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/07	.4	1.2	3.9	14.4	68.2	11.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/08	.3	1.2	3.8	34.3	39.8	19.1	.1	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/09	.1	1.0	16.6	38.5	19.6	8.5	10.9	3.0	1.7	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	2.3	3.7	14.3	35.3	20.4	8.1	3.2	9.1	3.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	2.3	8.9	20.9	30.2	20.2	8.7	2.0	3.2	2.1	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	.0	.0	12.1	25.8	19.4	16.9	7.3	7.3	11.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 6.4 高雄港測站波向分佈百分比 (%) 統計表

波向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SEE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2006/01	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.6	10.9	23.3	22.4	23.8	17.0	.0	100.
2006/03	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.0	10.5	18.0	25.2	29.5	10.5	.3	100.
2006/05	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.5	9.8	8.1	5.8	7.3	19.5	44.0	3.9	100.
2006/04	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.2	11.1	8.8	18.8	23.8	24.2	10.0	.1	100.
2006/05	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.2	11.2	24.4	30.0	20.3	6.5	4.3	.1	100.
2006/06	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.1	12.4	18.2	45.5	21.3	1.4	.1	.0	.0	100.
2006/07	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.7	14.8	58.3	17.9	3.2	3.0	.1	.0	100.
2006/08	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	2.6	14.7	58.4	21.7	2.4	.0	.0	.0	100.
2006/09	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	2.0	14.0	32.2	31.3	16.6	3.7	.0	100.
2006/10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.8	4.1	28.2	46.6	21.8	2.5	.0	100.
2006/11	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	2.6	5.7	7.2	23.1	28.7	20.8	10.7	1.0	100.
2006/12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.6	5.6	46.0	41.9	.8	100.

表 6.5.1 高雄港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向		流速 <25cm/s (%)	流速 25~50 cm/s (%)	流速 50~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 N~E (%)	流向 E~S (%)	流向 S~W (%)	流向 W~N (%)
			最大值 (cm/s)	(去向)(%)								
2006/01	740	27.0	82.9 /S	54.9	35.1	9.7	3	14	33.2	51.1	34.3	
2006/01	740	31.3	97.1 /S	45.3	35.1	15.8	3.5	1.3	40.0	31.8	35.7	
2006/01	740	25.1	80.5 /S	54.6	34.9	9.9	5	1.6	28.1	43.1	29.9	
2006/02	670	23.6	56.6 /S	55.4	42.4	1.2	.0	1.1	53.1	38.1	5.5	
2006/02	670	27.1	74.7 /S	59.6	34.8	14.5	.0	5.8	43.9	23.4	25.7	
2006/02	670	22.8	63.0 /S	59.9	35.7	3.7	.0	4.0	30.1	35.7	29.4	
2006/03	591	21.2	60.3 /WNW	64.8	34.9	.5	.0	4.7	44.8	30.6	11.0	
2006/03	591	25.9	71.8 /S	53.6	38.7	7.6	.0	4.2	31.8	23.1	40.8	
2006/03	591	22.0	64.8 /S	61.6	35.7	2.2	.0	3.4	32.5	22.7	40.9	
2006/04	715	22.7	68.2 /SSE	62.0	31.2	6.4	.0	11.9	42.2	14.3	31.2	
2006/04	715	24.1	65.7 /WNW	58.7	34.8	6.3	.0	1.9	34.8	15.0	47.1	
2006/04	715	20.3	56.5 /WNW	67.0	31.6	1.9	.0	7.1	30.2	9.7	43.6	
2006/05	744	23.9	102.6 /WNW	62.9	28.2	7.7	1.2	12.8	27.9	24.9	24.5	
2006/05	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
2006/05	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
2006/06	720	28.5	113.9 /WNW	62.2	35.6	9.4	2.8	9.9	28.3	32.5	29.3	
2006/06	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
2006/06	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	

表 6.5.2 高雄港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向		流速 <25cm/s (%)	流速 25~50 cm/s (%)	流速 50~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 N~E (%)	流向 E~S (%)	流向 S~W (%)	流向 W~N (%)
			最大值 (cm/s)	(去向)(%)								
2006/07	744	26.6	145.7 /NW	35.4	39.7	16.5	7.4	7.0	27.0	25.1	33.6	
2006/07	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
2006/07	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
2006/08	744	29.2	128.1 /WNW	45.4	41.0	11.4	1.2	4.6	22.7	44.0	28.8	
2006/08	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
2006/08	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
2006/09	710	28.6	97.5 /SSE	49.6	39.0	9.4	2.0	1.8	42.3	24.6	30.3	
2006/09	710	32.1	90.8 /SSE	39.6	41.7	17.6	1.0	1.1	52.8	13.2	32.7	
2006/09	710	25.4	79.7 /SSE	51.7	43.5	6.5	.1	4.9	57.5	10.8	26.6	
2006/10	728	28.8	98.2 /SSE	49.2	37.6	11.8	1.8	1.9	48.8	15.0	33.4	
2006/10	728	31.0	86.7 /SSE	43.1	39.4	16.1	1.1	1.8	48.2	13.8	39.7	
2006/10	728	25.8	71.6 /SSE	51.5	41.6	6.9	.0	1.8	49.5	9.9	34.8	
2006/11	701	34.6	95.5 /SSE	49.1	36.8	18.1	4.9	1.3	48.5	26.8	22.3	
2006/11	701	34.4	96.5 /SSE	43.1	33.8	20.4	4.7	1.3	48.9	24.3	28.8	
2006/11	701	29.8	87.0 /SSE	47.1	37.1	15.1	.6	3.9	51.1	19.8	29.1	
2006/12	325	24.8	64.6 /S	55.2	39.2	5.6	.0	7.2	38.4	35.2	19.2	
2006/12	325	25.0	69.7 /S	58.4	29.6	12.0	.0	12.0	12.8	26.0	39.2	
2006/12	325	21.4	58.7 /N	64.0	26.4	8.0	.0	19.4	9.6	40.8	37.6	

表 6.6 高雄港海流測站流速分佈百分比統計表

流速 (cm/s) 年、月	0 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 15	15 ~ 20	20 ~ 25	25 ~ 30	30 ~ 35	35 ~ 40	40 ~ 45	45 ~ 50	50 ~ 60	60 ~ 80	80 ~ 100	100 ~ 130	130 ~ 150	<	合計 (%)
2006/01	4.5	6.5	13.8	15.9	14.2	8.9	7.7	7.7	7.6	3.2	5.7	4.2	.1	.0	.0	.0	100.
2006/01	3.8	9.1	13.5	10.3	8.6	8.1	6.6	9.1	5.8	5.5	9.3	7.2	2.8	.0	.0	.0	100.
2006/01	5.5	11.8	13.9	11.9	11.5	8.6	8.5	8.4	5.1	4.2	6.4	3.9	.1	.0	.0	.0	100.
2006/02	3.1	8.4	13.3	16.1	15.5	14.5	12.4	8.5	4.9	2.1	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	6.1	13.0	12.5	10.7	8.2	9.7	8.5	6.6	5.1	4.9	10.4	4.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	7.2	13.3	12.7	15.8	10.9	10.9	7.2	6.6	5.4	5.7	3.6	.1	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	5.1	13.2	14.9	16.2	15.1	13.5	9.5	5.4	4.6	1.9	.3	.2	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	4.6	13.7	11.5	13.7	10.2	9.5	6.3	8.1	8.1	6.8	5.6	2.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	6.9	13.0	15.2	14.0	12.4	9.6	9.1	9.0	5.2	2.7	1.9	.3	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	8.7	15.4	13.4	13.3	11.2	10.1	6.9	5.5	4.8	4.1	4.8	1.7	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	6.6	13.7	12.4	15.5	10.5	8.4	5.9	8.8	5.7	6.0	5.9	.4	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	9.5	15.4	16.6	14.4	11.0	7.1	8.3	7.4	6.6	2.2	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	5.6	14.5	17.3	13.6	11.8	7.7	9.5	4.0	4.2	2.8	4.6	3.2	.9	.1	.0	.0	100.
2006/05	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/05	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/06	3.8	9.2	13.5	13.5	12.4	7.6	10.3	7.1	6.5	4.0	5.1	5.3	1.1	.7	.0	.0	100.
2006/06	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/06	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/07	2.2	7.7	8.2	8.7	9.7	8.9	8.3	9.4	6.7	6.3	9.5	8.2	4.8	.8	.5	.0	100.
2006/07	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/07	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/08	2.8	9.0	11.0	11.7	11.8	10.2	11.2	8.3	4.7	6.6	7.5	4.6	.3	.1	.1	.0	100.
2006/08	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/08	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/09	3.0	9.2	11.1	13.2	13.1	10.4	10.8	7.5	5.1	5.2	5.4	4.6	1.4	.0	.0	.0	100.
2006/09	3.1	7.6	9.2	10.0	9.7	10.4	9.9	8.0	7.6	5.8	10.0	8.3	.3	.0	.0	.0	100.
2006/09	7.0	10.3	11.3	10.7	12.4	12.1	10.0	8.3	7.7	3.4	5.4	1.3	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	4.4	10.3	12.4	12.0	10.2	9.8	10.4	5.2	6.3	5.8	7.4	5.2	.7	.0	.0	.0	100.
2006/10	4.1	7.4	10.6	12.4	8.7	8.5	8.9	9.1	7.1	5.8	10.3	6.6	.4	.0	.0	.0	100.
2006/10	4.1	13.2	12.2	11.5	10.4	8.5	12.4	8.1	8.0	4.7	4.5	2.3	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	2.4	6.7	8.7	11.8	10.4	9.7	7.4	8.4	5.3	6.0	8.8	11.6	2.6	.0	.0	.0	100.
2006/11	3.3	9.0	10.7	9.8	8.3	8.8	6.1	7.1	5.6	6.1	10.1	12.7	2.3	.0	.0	.0	100.
2006/11	5.4	9.3	12.1	11.8	8.4	9.1	6.7	7.3	7.4	6.6	8.6	6.8	.3	.0	.0	.0	100.
2006/12	2.4	12.8	20.8	8.8	10.4	12.8	5.6	8.0	6.4	6.4	4.8	.8	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	8.0	12.8	16.0	14.4	7.2	9.6	6.4	3.2	5.6	4.8	8.0	4.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	7.2	16.0	17.6	14.4	8.8	9.6	4.0	5.6	6.4	.8	8.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 6.7 高雄港海流測站流向分佈百分比統計表

流向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SEE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2006/01	.9	.3	.5	.1	.5	.5	2.3	11.6	39.2	17.4	6.5	4.2	4.9	4.9	4.2	1.9	100.
2006/01	4.9	.5	.4	.4	.4	.7	.8	9.7	49.9	5.8	2.6	1.4	2.2	2.6	4.9	13.0	100.
2006/01	5.1	1.1	.4	.1	.1	.3	.8	6.2	45.7	10.4	3.0	3.4	3.5	4.1	4.1	11.8	100.
2006/02	1.3	.6	.4	.6	.9	1.6	8.4	25.7	31.9	15.5	4.8	2.2	1.3	.7	2.1	1.8	100.
2006/02	10.6	1.3	1.3	.9	.3	.9	2.8	11.6	40.3	6.7	2.2	1.3	1.8	3.3	2.2	12.2	100.
2006/02	9.6	1.0	.3	.4	.1	.4	.9	7.0	39.7	9.4	4.9	2.4	2.5	5.5	2.5	13.1	100.
2006/03	1.9	.5	1.0	1.0	2.0	5.2	9.1	19.8	22.5	12.7	7.1	5.6	2.2	1.9	4.9	2.5	100.
2006/03	7.8	1.4	.7	.0	.5	.5	3.7	12.0	25.7	6.3	2.7	2.9	2.7	3.0	6.9	23.2	100.
2006/03	6.9	.7	.8	.2	.5	.8	2.9	14.9	22.3	5.9	4.2	2.5	3.9	4.6	7.6	21.2	100.
2006/04	6.3	2.8	1.7	2.8	4.6	3.5	7.1	20.1	11.6	4.8	3.4	2.1	2.0	4.8	9.4	13.1	100.
2006/04	4.3	1.3	.3	.4	.0	.3	2.1	21.0	15.2	4.8	3.5	1.8	2.7	5.3	12.4	24.6	100.
2006/04	7.3	1.7	1.3	.0	2.7	2.0	4.8	24.3	9.8	4.1	1.1	1.0	2.2	3.9	12.2	21.8	100.
2006/05	5.6	2.4	2.8	2.6	4.0	5.2	8.7	13.2	17.1	7.7	6.6	.9	2.4	4.2	7.3	9.3	100.
2006/05	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/05	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/06	4.7	2.1	2.1	2.6	2.9	3.8	6.0	10.0	15.1	12.4	5.8	4.0	3.9	6.2	9.6	8.8	100.
2006/06	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/06	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/07	3.4	1.3	2.7	.9	.5	.9	1.5	13.7	23.5	13.3	4.7	3.5	4.7	8.1	12.0	5.2	100.
2006/07	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/07	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/08	2.3	1.7	.9	.7	.9	.8	2.3	9.1	21.9	20.8	5.9	2.4	5.6	5.9	9.5	9.0	100.
2006/08	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/08	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
2006/09	1.5	.4	.6	.6	.8	2.8	8.5	18.7	20.7	7.9	3.8	3.4	2.4	8.6	13.1	6.2	100.
2006/09	.7	.0	.4	.1	.7	1.8	7.0	34.6	13.7	4.8	1.3	1.7	3.1	5.1	12.3	12.7	100.
2006/09	3.1	.6	1.3	1.1	1.4	4.2	19.6	26.9	9.6	3.7	1.4	1.5	1.1	4.2	7.6	12.7	100.
2006/10	2.2	.7	.5	.4	1.0	3.0	6.9	31.3	11.8	3.8	2.7	1.9	3.6	7.4	18.8	3.8	100.
2006/10	.7	.7	.3	.1	.5	1.0	4.1	34.2	9.6	4.3	1.9	1.5	3.2	4.0	23.5	10.4	100.
2006/10	1.9	1.4	.7	.4	2.5	2.5	13.0	28.8	6.2	2.6	1.5	2.2	2.5	3.2	16.6	14.0	100.
2006/11	3.0	.3	.4	.6	.0	.1	1.4	25.2	22.7	8.3	3.4	2.7	3.6	6.3	9.1	2.9	100.
2006/11	4.0	.3	.1	.0	.1	.4	2.7	33.7	21.0	5.6	2.9	2.0	3.9	4.1	10.7	8.6	100.
2006/11	4.9	1.1	1.1	.4	.6	2.1	4.1	36.4	16.4	6.6	2.0	1.7	2.7	2.1	10.4	7.3	100.
2006/12	10.4	3.2	.0	2.4	2.4	2.4	5.6	12.8	36.0	10.4	3.2	.8	.8	.8	1.6	7.2	100.
2006/12	15.2	4.0	2.4	.0	.0	.0	.8	4.8	22.4	8.8	7.2	4.0	2.4	7.2	4.0	16.8	100.
2006/12	15.2	2.4	2.4	.8	.0	.8	.0	3.2	17.6	12.0	9.6	4.0	6.4	3.2	5.6	16.8	100.

表 6.8 高雄港測站風速及風向統計表

序號	觀測日期(年、月)	觀測點數	風速平均值(m/s)	風速/風向最大值(m/s)(/風向)	風速 <3m/s (%)	風速 3~10 m/s (%)	風速 10~15 m/s (%)	風速 >15m/s (%)	風向 N~E (%)	風向 E~S (%)	風向 S~W (%)	風向 W~N (%)	靜風 (%)
0	2006/01	741	2.6	6.9/NE	87.0	8.0	0	0	26.9	22.5	22.7	18.8	3.1
1	2006/02	672	2.7	7.9/SESE	86.3	3.7	0	0	14.6	35.0	28.6	23.2	1.2
2	2006/03	741	2.9	7.8/E	86.9	3.1	0	0	15.9	21.0	31.3	28.8	3.5
3	2006/04	728	2.8	7.9/SESE	85.0	5.0	0	0	9.9	37.2	32.1	23.9	10.0
4	2006/05	741	2.9	15.2/SESE	83.0	4.8	2.2	0	7.0	35.5	28.8	41.1	9.8
5	2006/06	728	2.9	10.2/S	80.7	9.2	1	0	12.4	27.1	32.6	16.5	10.4
6	2006/07	741	3.5	12.4/NW	75.5	22.8	1.9	0	7.6	25.0	28.3	33.2	4.7
7	2006/08	742	2.4	11.0/SESE	85.0	4.7	2	0	14.2	25.4	28.4	28.1	2.8
8	2006/09	728	1.7	8.9/S	83.6	6.4	0	0	13.8	33.6	25.6	23.2	26.9
9	2006/10	741	1.1	4.9/SESE	100.0	.8	0	0	2.9	8.1	22.2	19.9	44.9
10	2006/11	728	1.2	5.7/SESE	89.2	.8	0	0	6.9	35.6	18.8	23.2	39.3
11	2006/12	742	2.8	6.9/SEW	85.2	4.7	0	0	9.6	24.6	24.2	18.6	22.9

表 6.9 高雄港測站風速分佈百分比 (%) 統計表

風速年、月	0m/s	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	10m/s	12m/s	14m/s	16m/s	18m/s	20m/s	30m/s<	合計 (%)
2006/01	7.8	24.9	32.0	23.1	9.3	2.2	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	5.4	26.5	31.5	21.1	11.8	1.9	1.2	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	10.5	32.9	29.3	17.1	7.1	1.9	.9	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	20.4	36.3	23.9	9.0	5.4	3.9	.7	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	18.4	30.6	23.5	13.2	7.3	2.8	.8	.0	1.2	1.7	.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/06	19.0	28.6	21.4	14.3	7.4	1.3	2.8	2.8	2.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/07	10.9	23.3	17.7	12.5	11.2	6.2	6.3	5.1	5.0	1.3	.5	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/08	13.1	32.2	24.8	16.3	8.6	3.6	.5	.5	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/09	40.3	26.1	16.5	6.8	3.9	1.9	3.1	.8	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	62.4	16.4	12.0	7.3	2.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	59.7	15.0	14.0	7.4	3.1	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	34.9	18.2	21.4	13.1	7.8	4.2	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 6.10 高雄港測站風向分佈百分比 (%) 統計表

風向年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	靜風 (%)
2006/01	.0	4.6	7.0	5.0	8.9	9.1	7.7	9.4	6.5	4.8	5.8	4.6	9.3	6.7	6.0	1.6	3.1
2006/02	.0	2.1	3.9	6.3	5.7	8.2	7.7	10.3	7.4	6.5	6.5	7.6	8.9	9.1	6.4	2.2	1.2
2006/03	.0	4.2	4.6	4.8	4.6	5.8	4.4	5.2	5.8	7.1	7.3	6.6	18.8	9.0	5.5	2.8	3.5
2006/04	.0	2.4	4.7	2.2	1.7	3.2	2.5	7.4	6.8	8.1	7.4	7.8	15.0	9.7	8.9	2.4	10.0
2006/05	.0	2.0	2.4	1.6	2.8	2.2	2.4	6.5	6.7	7.5	4.8	5.8	18.7	14.2	9.7	2.8	9.8
2006/06	.0	3.2	5.4	2.9	1.5	5.3	5.4	9.3	11.1	9.9	9.2	5.7	11.0	3.6	4.4	1.7	10.4
2006/07	.0	2.6	3.1	1.2	1.3	3.0	3.0	12.0	10.2	7.3	6.7	7.8	12.2	9.4	14.0	1.6	4.7
2006/08	.0	4.4	6.7	2.3	2.2	3.8	2.6	4.0	7.7	7.4	4.4	7.4	16.6	11.1	13.2	3.4	2.8
2006/09	.0	4.2	6.1	3.1	1.7	4.3	2.6	3.3	3.3	4.9	4.0	4.0	12.4	6.0	10.0	1.3	28.9
2006/10	.0	.4	2.0	1.1	.8	2.2	1.3	1.5	3.9	4.8	4.8	5.4	16.3	5.8	4.4	.4	44.9
2006/11	.0	1.3	2.8	2.1	2.4	4.0	2.9	3.2	3.6	3.6	3.5	3.8	11.3	7.1	7.9	1.4	39.3
2006/12	.0	1.6	2.4	3.6	4.2	6.6	6.9	6.3	5.8	4.3	5.4	5.9	9.8	5.4	7.3	1.6	22.9

第七章 2006 年臺中港海氣象資料分析與特性

7.1 觀測方法

民國七十年二月一日本所港灣技術研究中心(前交通處港灣技術研究所)成立時，由於地緣之便，臺中港務局將潮位站與風速站轉交由本所負責，潮位站在民國 78 年 12 月由原先的南內堤堤頭，搬移至現在的四號碼頭地方，如圖 2.5。並由先前的浮筒自記式的史蒂芬 A-71 型儀器，改用美國 HANDAR 公司的無線電傳送資料的壓力式自動感應儀器，1999 年 10 月 18 日因 921 集集大地震臺中港務局重新整修 1 4 號碼頭，而將潮位站拆除，2001 年 6 月在原潮位站安裝一組壓力式潮位儀及在北堤防風林原風速風向站安裝一組美製 YOUNG 公司的風速風向即時傳送監測系統，詳如圖 2.5，目前資料傳輸一切正常。海氣象觀測方面，在臺中港北防波堤 2003 年 4 月完成 480 公尺延伸工程後，2003 年 7 月本所在堤頭外 150 公尺水深 25 公尺處安裝一組挪威 NORTEK 公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統之 AWCP 儀器，目前資料傳輸一切正常。

7.1.1 波浪的量測

取樣頻率都設定為 2Hz，每小時取樣 2048 筆資料，亦即波高精度在每 0.5 秒間隔內分別量測所得速度 U、V、W 向量與壓力量，量測取得之資料再作整合而得到波高、波向的資料。

7.1.2 水位的量測

壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值。

7.1.3 海流的量測

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床上之儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，臺中港海氣象觀測站水深 25 公尺間距設定為 1 公尺，每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表其每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔 1 小時經由海底電纜傳訊回接收站之電腦中儲存。

7.1.4 溫度的量測

內建於感應器上，操作環境在-4 ~40 間其精度 0.1 ；全部之原始資料先儲存於水中感應儀器之記錄器中，俟全部量測結束後即每小時之第 30 分鐘後再經由海底電纜傳回各觀測站之電腦儲存。待本所港研中心接收站取得之原始波浪記錄，經利用程式轉換可做波高、波向的統計分析與波譜分析，可供各港務局之船舶交通管理系統 VTMS 連線做即時傳送與學術單位進一步分析研究參考。

7.2 臺中港基本資料分析與特性

7.2.1 海流、水位

如圖 7.1~圖 7.12 為 2006 年 1 月 01 日~2006 年 12 月 31 日間在臺中港北防波堤白燈塔外海處蒐集之海流、水溫、水位之原始記錄資料，記錄資料甚為良好，資料為上層逐時變化圖，所觀測之海流流向有週期性往復運動，海流運方向主要集中在沿海岸平行方向，且隨潮流漲落改變方向；主軸為東與西向，即退潮時段流向為東，漲潮時段流向為西，大潮時其流速甚強，最大流速約可達 1.5~2.0 節左右。綜觀其水位，如圖 7.1~7.12 內之潮汐部份所示為 2006 年 1 月至 2006 年 12 月典型的逐時潮位變化圖，臺中港潮位主要成份為半日潮，全日潮為輔；亦即臺中港的潮汐主要由全日潮及半日潮組成的複合潮，但半日潮的成份大於全日潮。

7.2.2 波浪

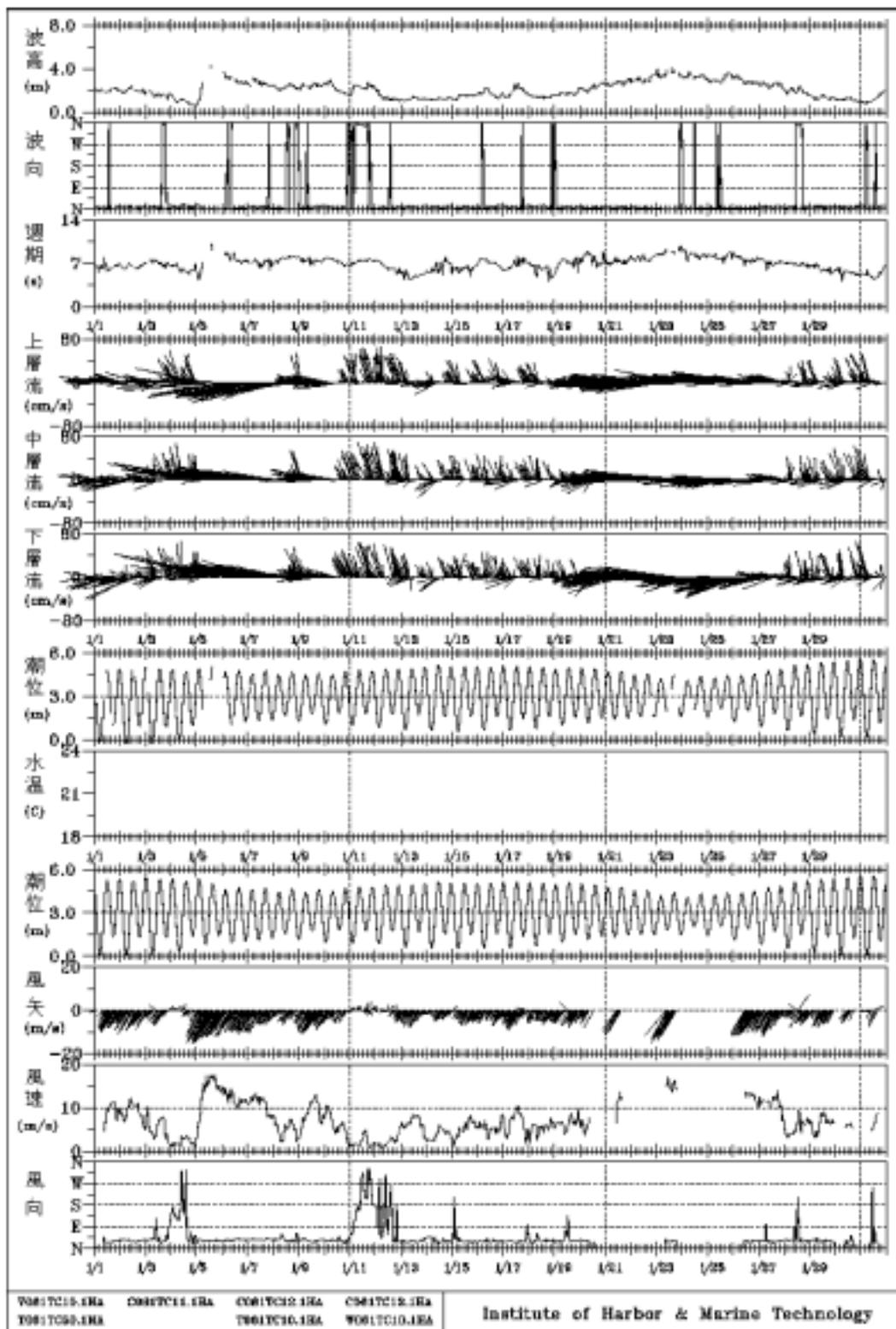
如圖 7.1、圖 7.2、圖 7.11 及圖 7.12 為 2005 年 1、2、11、12 月，可顯示在冬季波浪資料，基本上當東北季風鋒面過境亦是東北季風盛行的型態，經計算出之玫瑰統計圖(如圖 7.22 至圖 7.24)顯示，有義波高大部份在 2~5 公尺間，週期一般在 6-8 秒間，波向以北至北北東為主。

7.2.3 颱風波浪

臺中港之颱風波浪之逐時波浪變化圖如圖 7.6~圖 7.12，其實測有義波高(1)珍珠颱風 5 月 18 日 00 時測得最大有義波高 3.06 公尺、週期 4.28 秒，波浪來向 0.99 度；(2)艾維尼颱風於 7 月 09 日 09 時測到最大之有義波為 1.11 公尺、週期 5.83 秒，波浪來向 280.74 度；(3)碧利斯颱風於 7 月 14 日 07 時測到最大之有義波為 4.72 公尺、週期 5.58 秒，波浪來向 319.30 度；(4)凱米颱風 7 月 25 日 01 時測得最大有義波高為 3.37 公尺、週期 6.38，波浪來向 4.32 度；(5)寶發颱風 8 月 09 日 06 時實測得最大有義波高為 2.67 公尺、週期 4.02 秒，波浪來向 7.47 度；(6)桑美颱風 08 月 09 日 19 時實測得最大有義波高為 3.02 公尺、週期 3.97 秒，波浪來向 19.73 度；(7)珊珊颱風 09 月 15 日 19 時實測得最大有義波高為 3.20 公尺、週期 3.66 秒，波浪來向 6.34 度。

7.2.4 風

冬季月份之風玫瑰圖(如圖 7.10 至圖 7.12 以及圖 7.57 至圖 7.68)，顯示風向主要分佈在北北東及東北方向，其中又以北北東佔大部份，風速在 10~15m/s 佔 30%左右；夏季月份之風玫瑰圖(如圖 7.63 至圖 7.65)，顯示風向集中在南及南南西方向為主，風速在 5~10m/s 佔 16%左右，是屬夏季季風型態。由於夏季季節動量傳遞作用明顯常使臺中港風速出現日變化，所以臺中港的風速常於午後漸增大，傍晚開始減弱，而於午夜至翌日清晨風速最小，如圖 7.7~圖 7.9 及各月份之風玫瑰圖(圖 7.63~圖 7.65)所顯示。



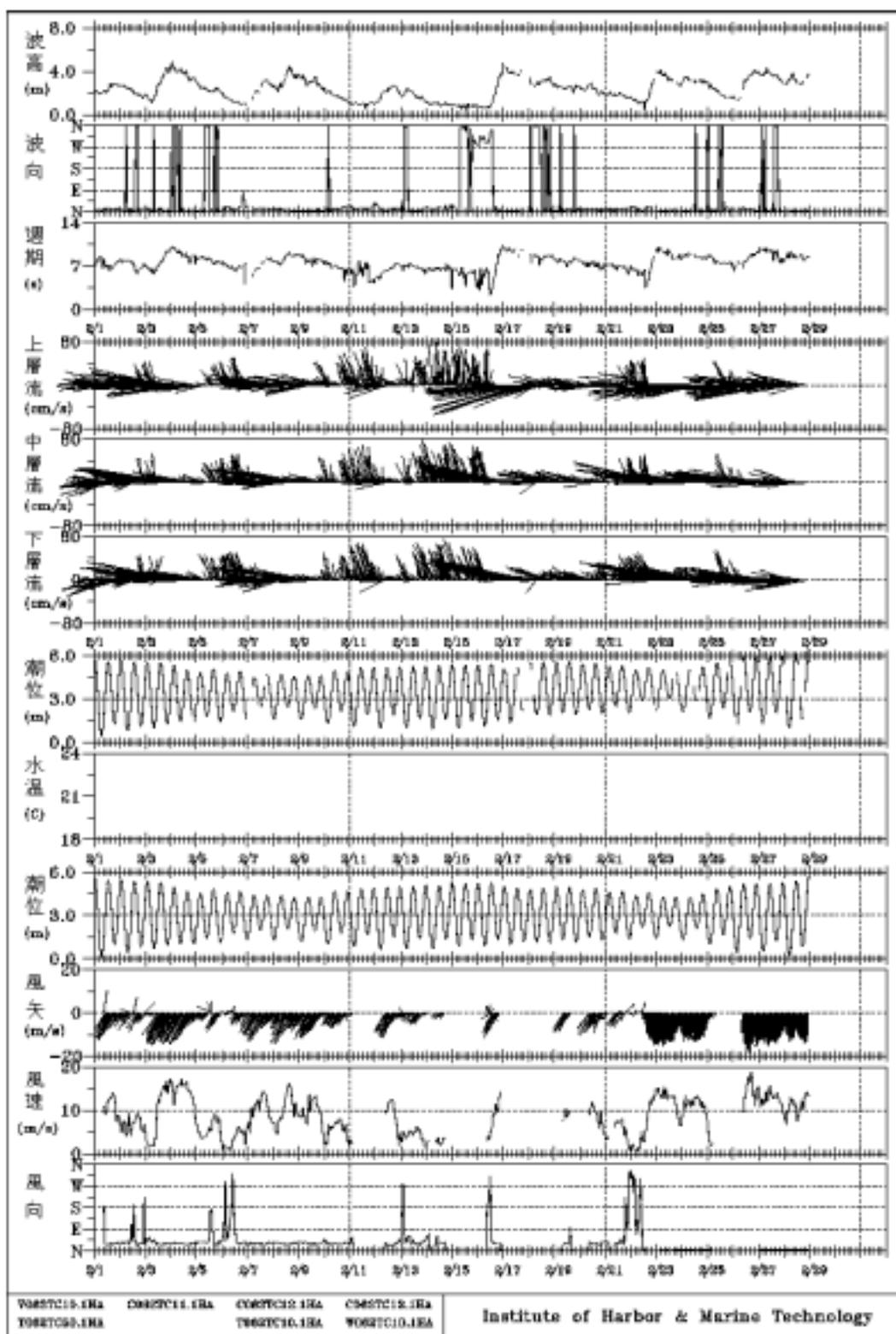


圖7.2 2006年2月台中港波、流、潮、風速時歷球圖

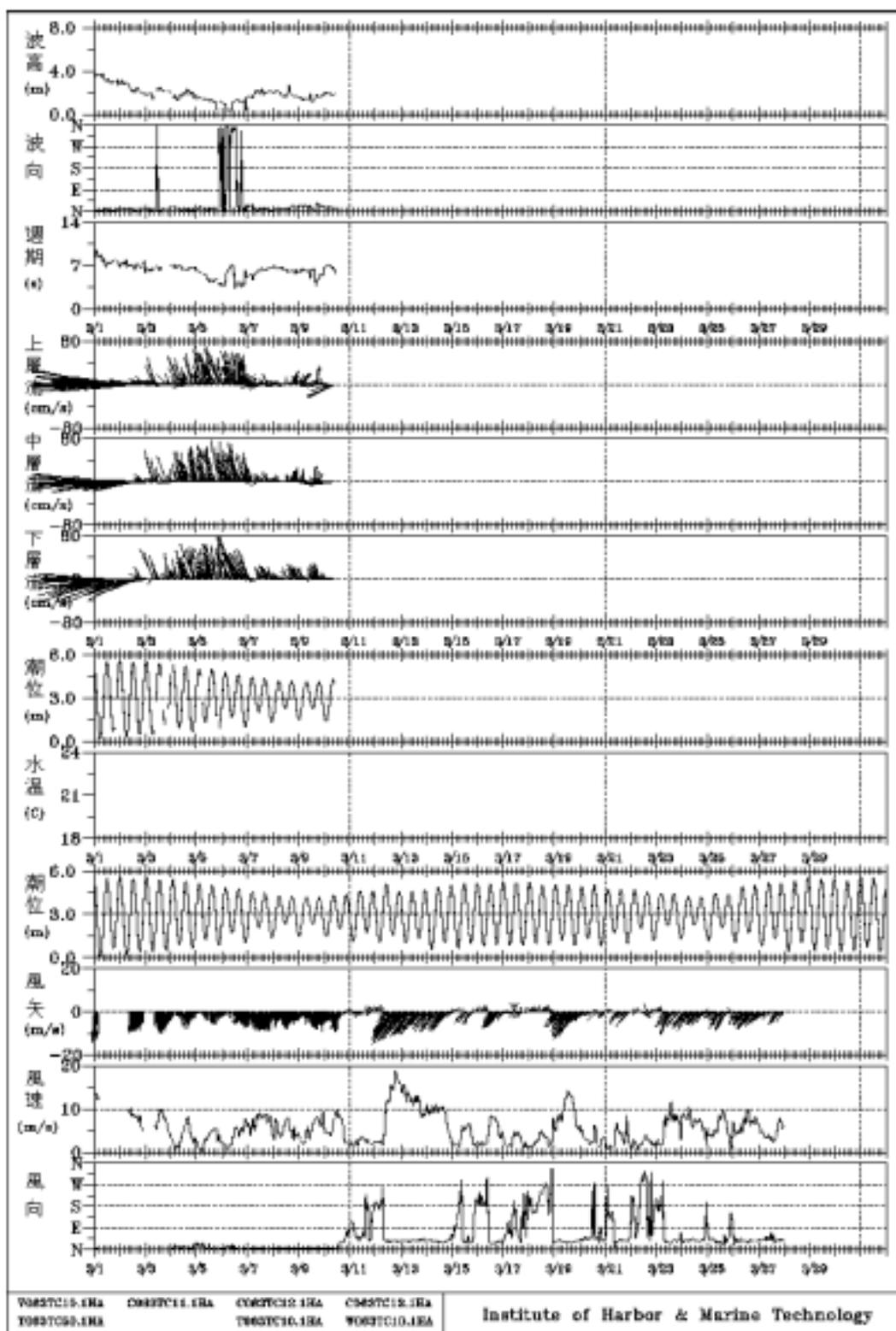


圖7.3 2006年3月中港波、流、潮、風速時歷球圖

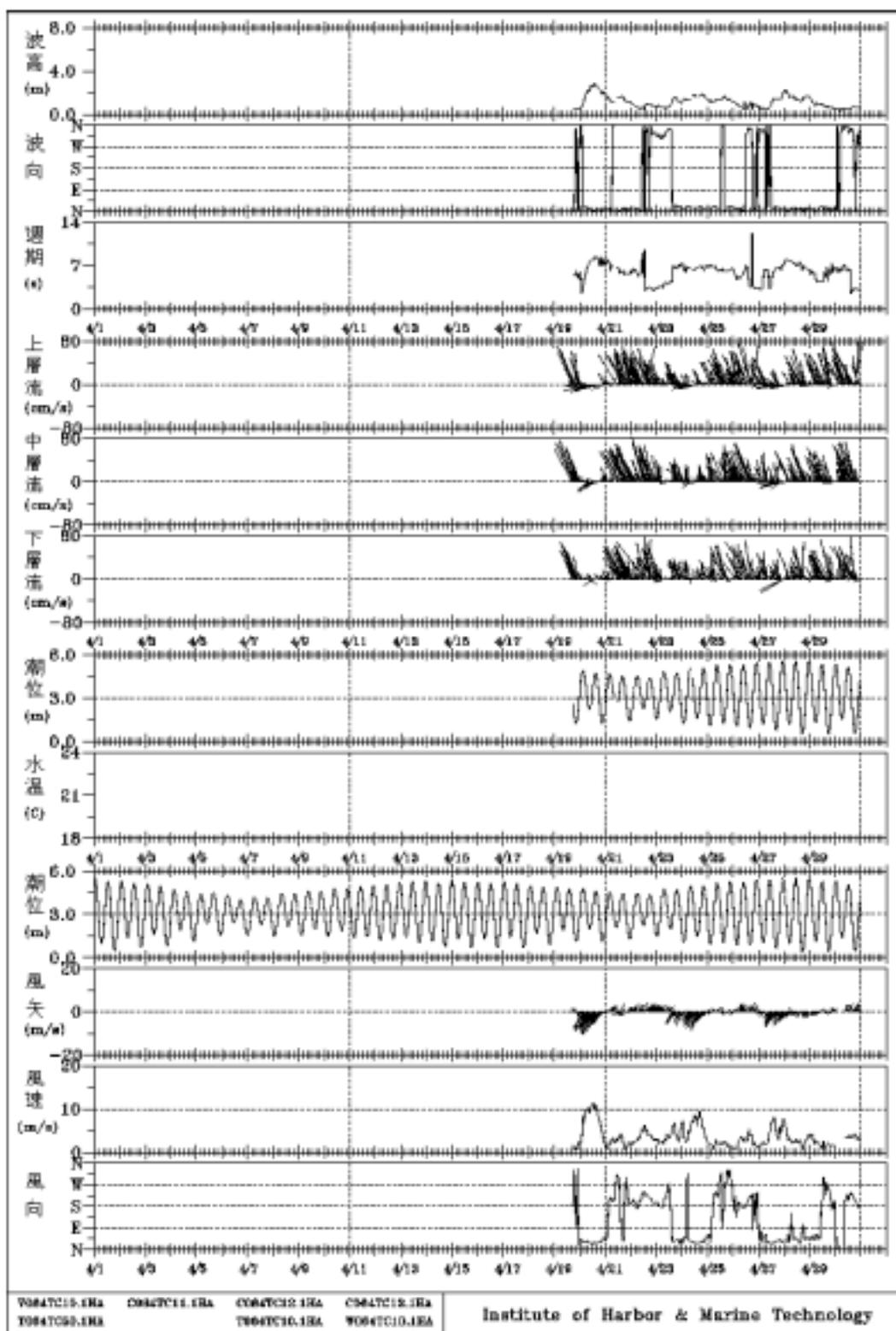
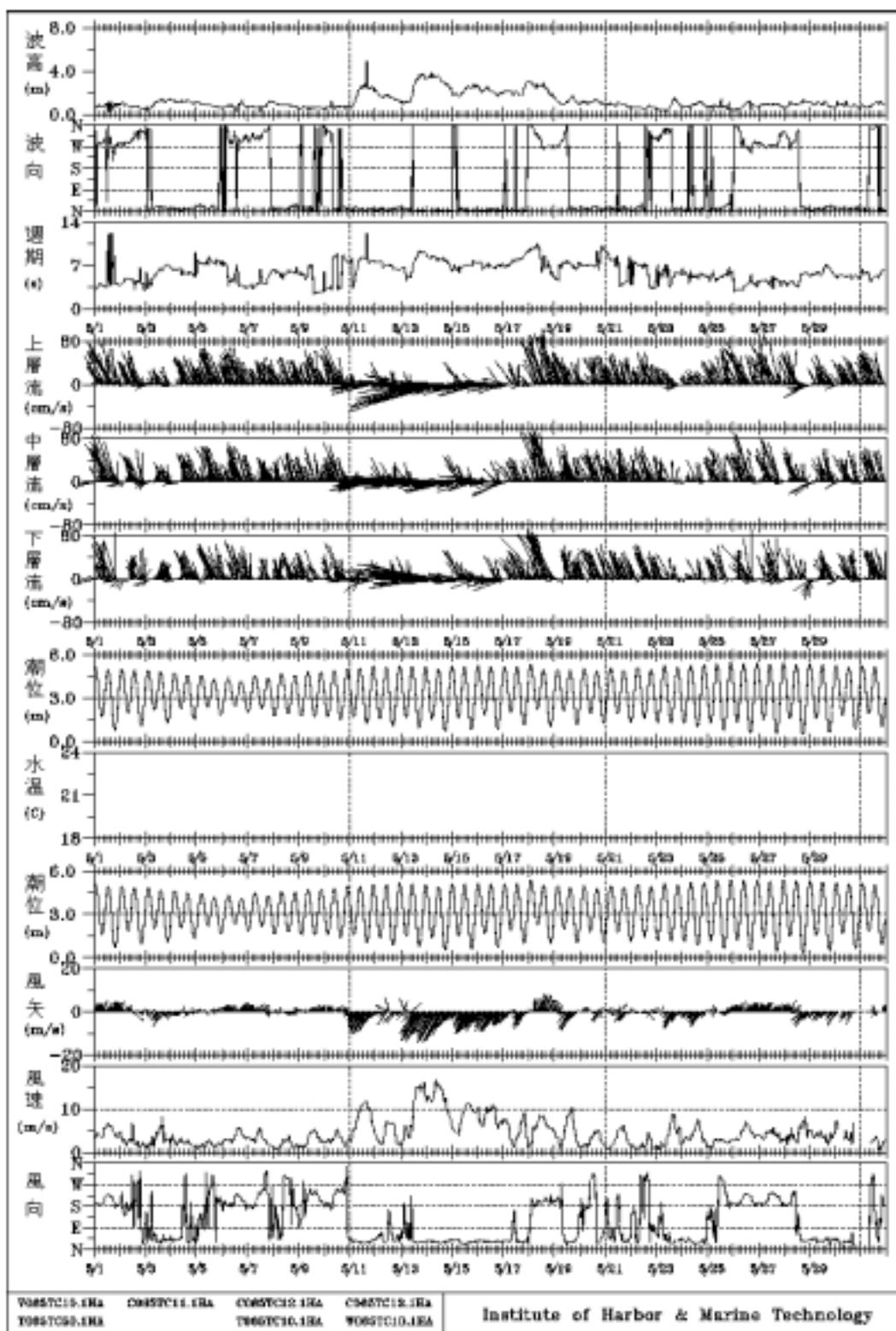


圖7.4 2006年4月中港波、流、潮、風速時歷球圖

HWY 1 10



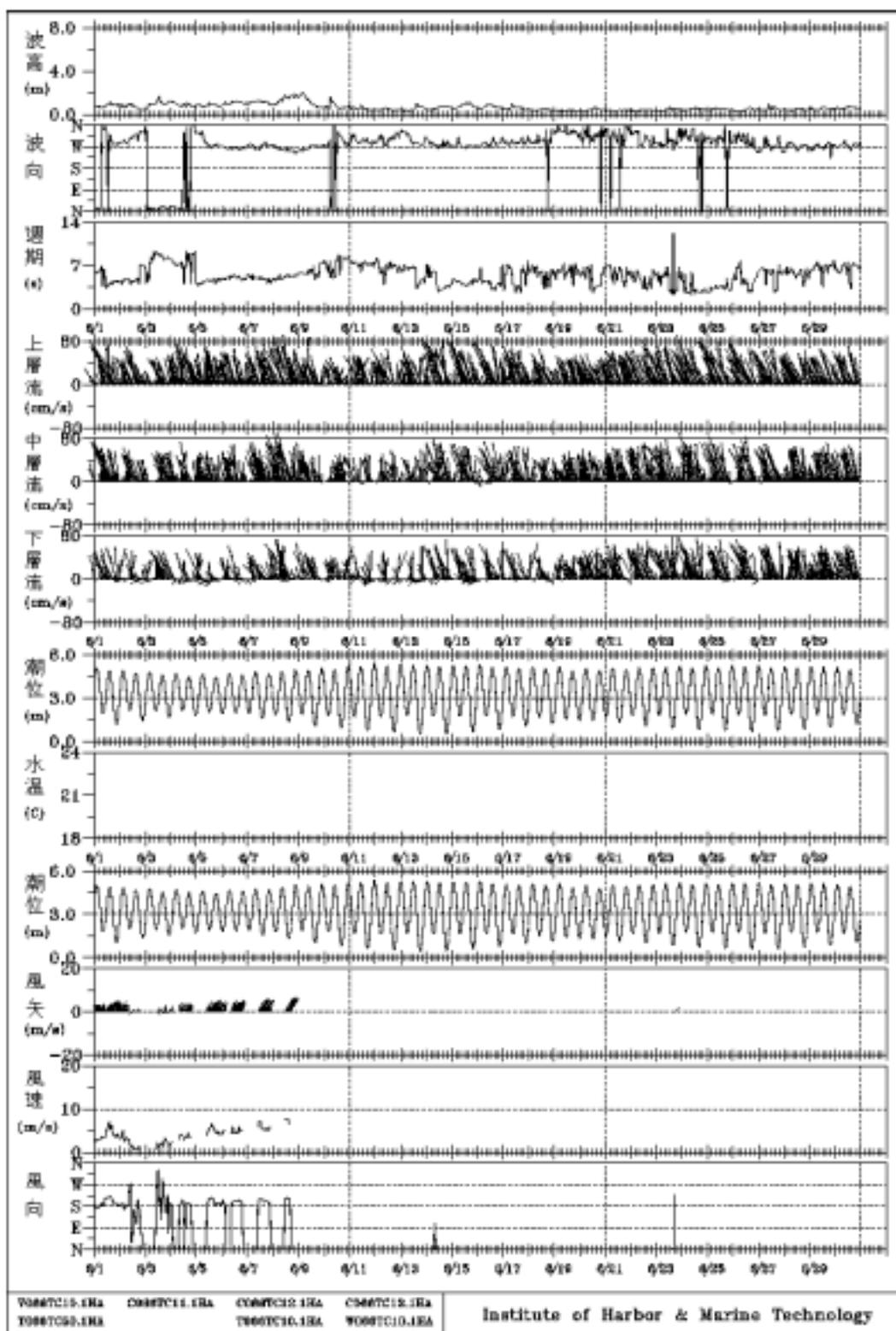


圖7.6 2006年6月台中港波、流、潮、風速時歷球圖

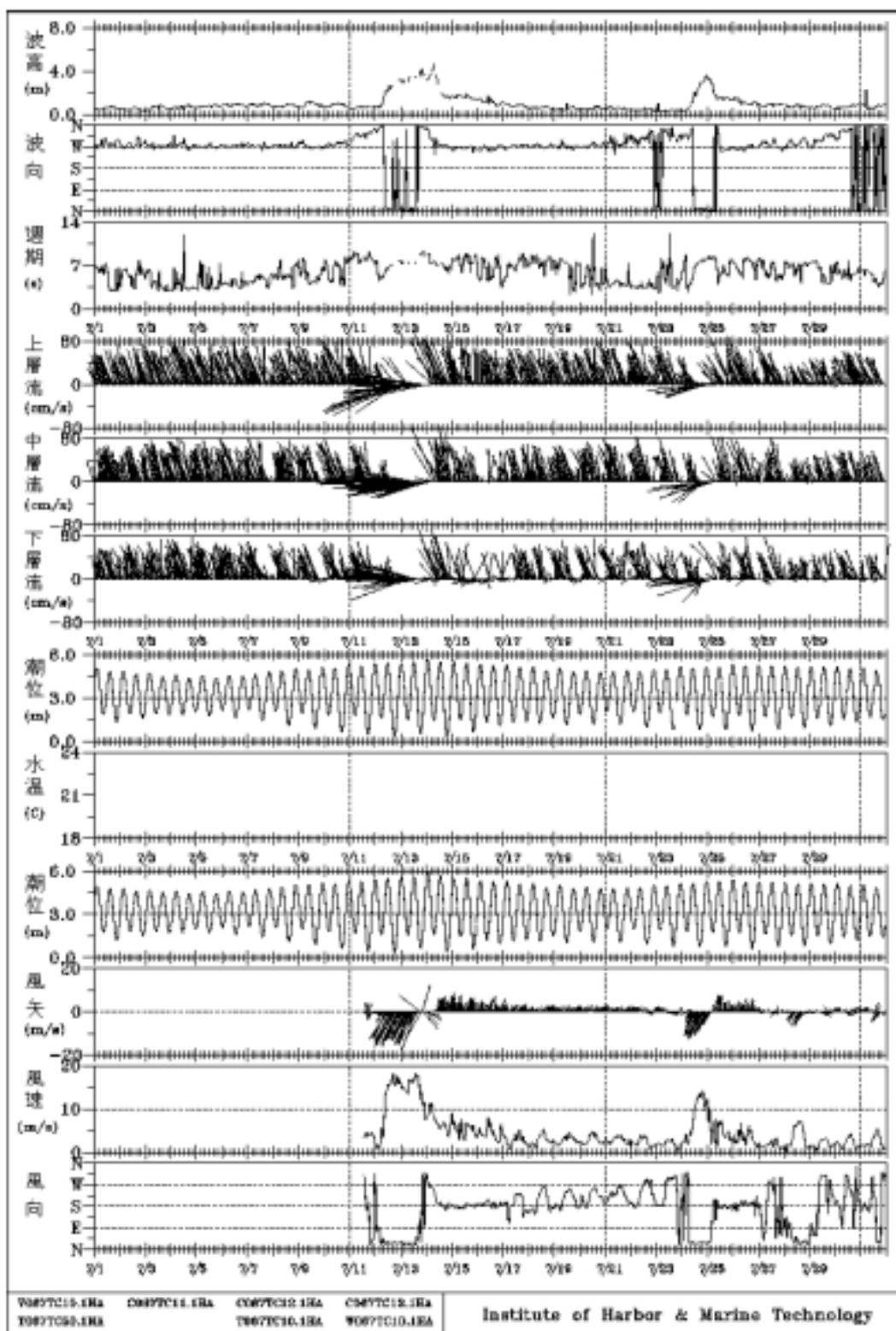


圖7.7 2006年7月台中港波、流、潮、風速時歷球圖

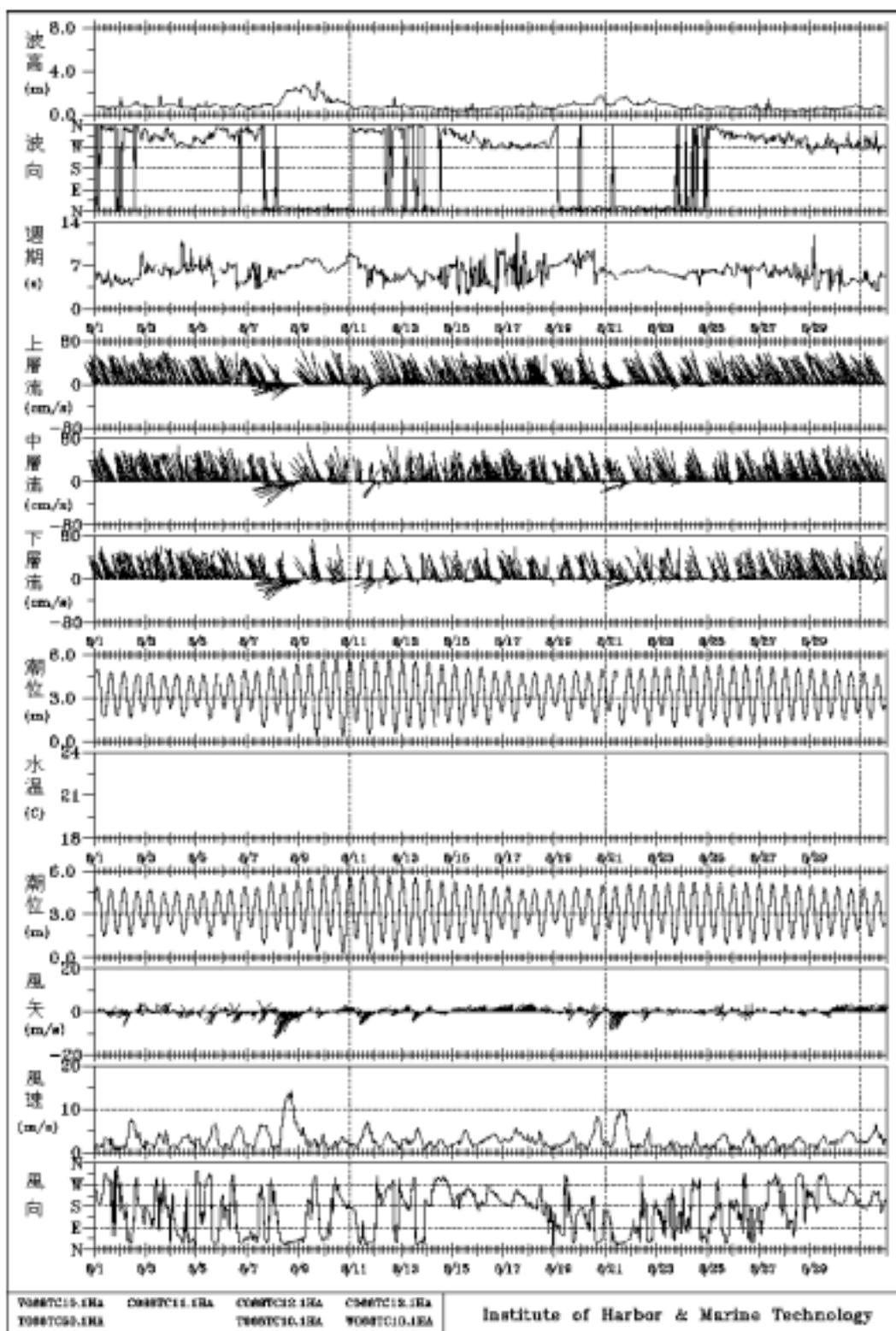


圖7.8 2006年8月中港波、流、潮、風速時歷球圖

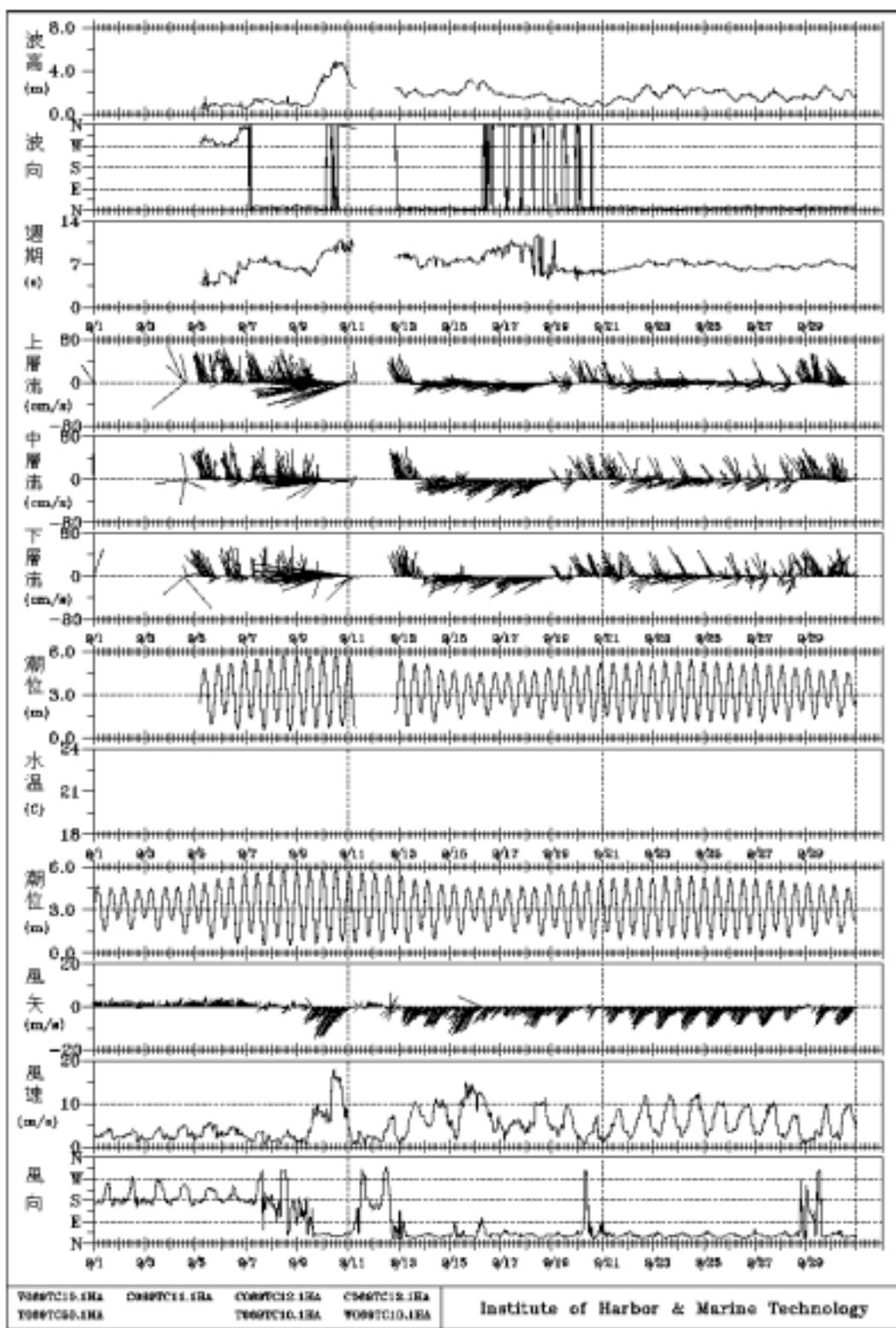


圖 7.9 2006 年 9 月台中港波、流、潮、風逐時歷線圖

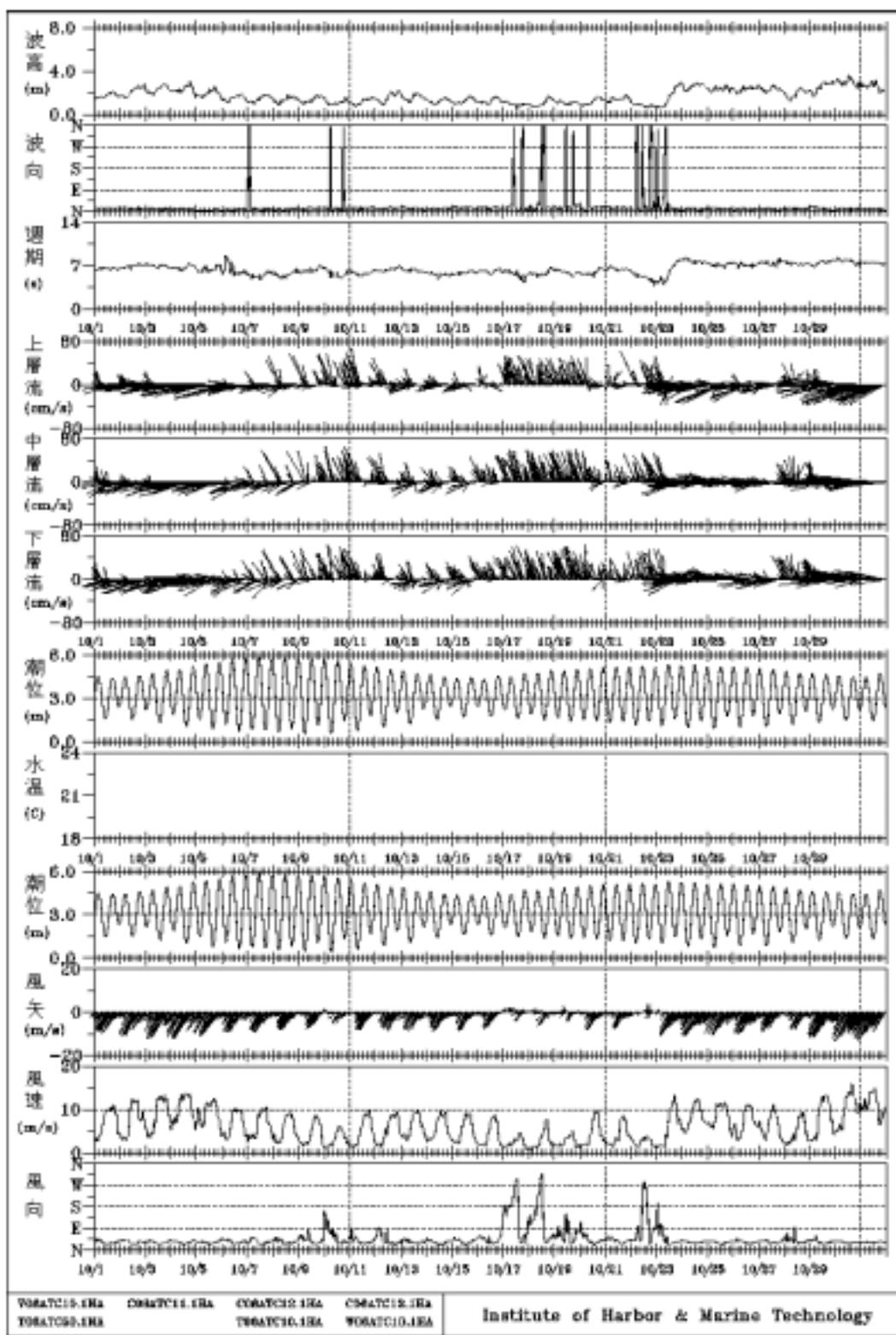


圖7.10 2006年10月台中港波、流、潮、風逐時歷練圖

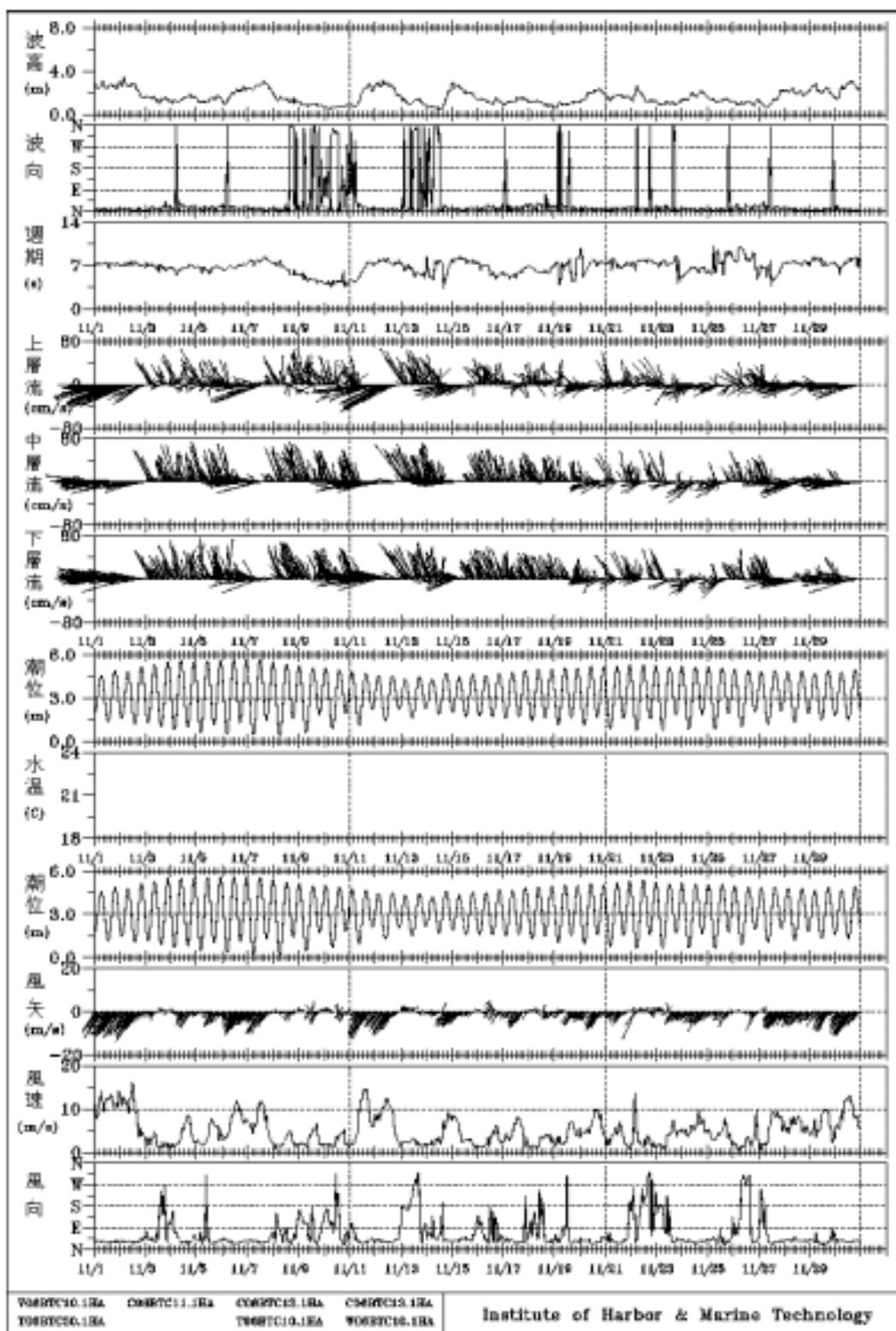


圖7.11 2006年11月台中港波、流、潮、風逐時歷練圖

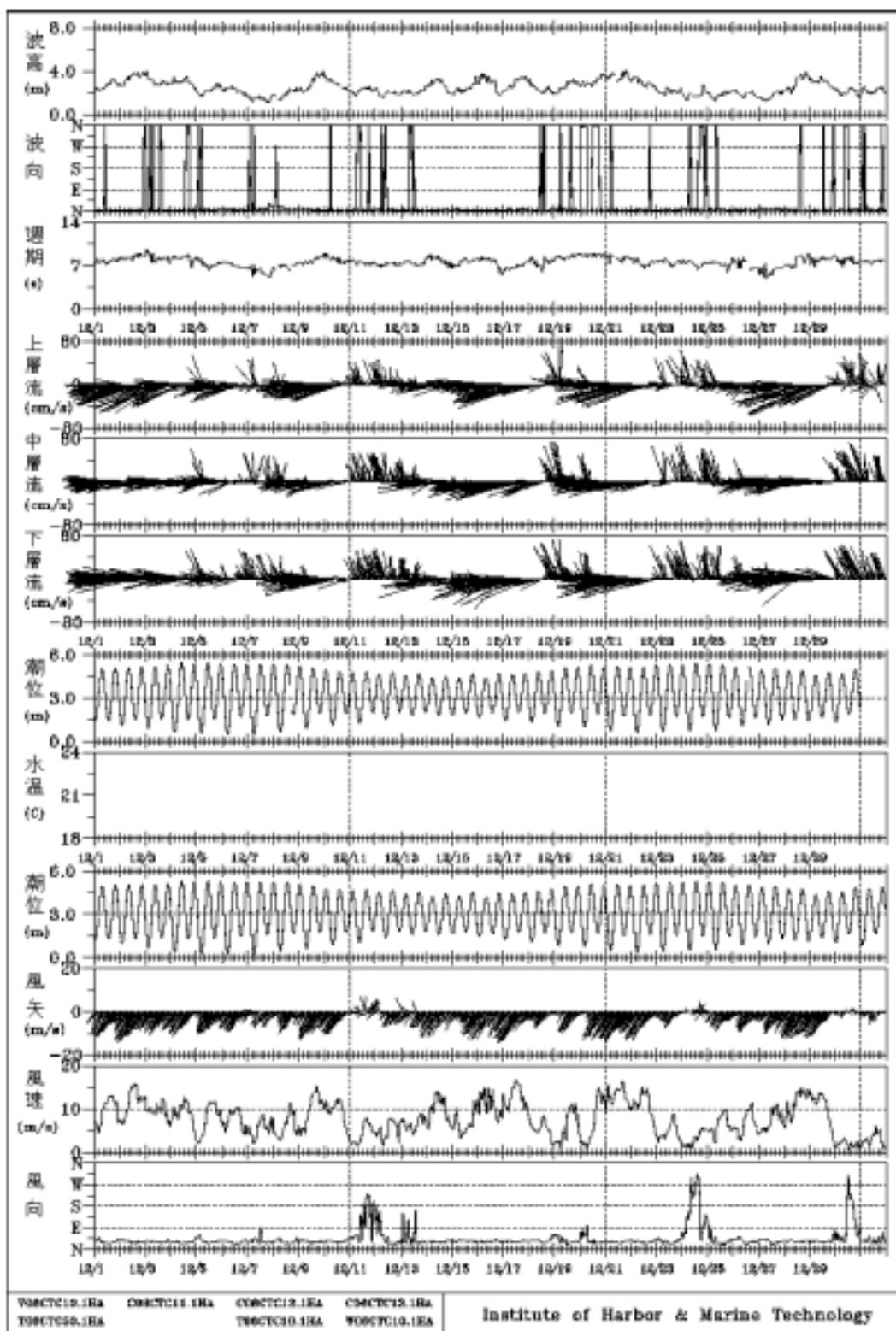


圖7.12 2006年12月台中港波、流、潮、風逐時歷練圖

Rose Diagram of Wave

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/01/01.02:10-2006/01/31.23:10
Total data no. 717

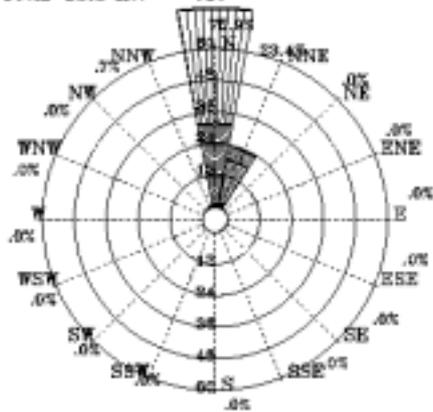


圖7.13 2006年1月台中港測站波浪玫瑰圖

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/02/01.01:10-2006/02/28.23:10
Total data no. 642

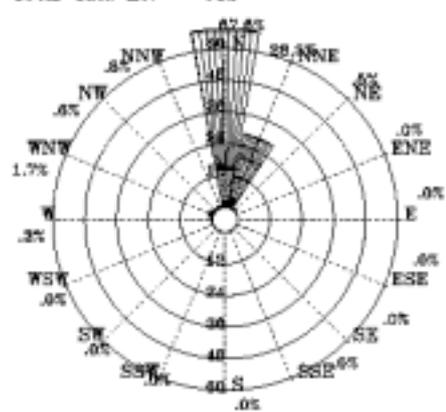


圖7.14 2006年2月台中港測站波浪玫瑰圖

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/03/01.01:10-2006/03/19.10:10
Total data no. 218

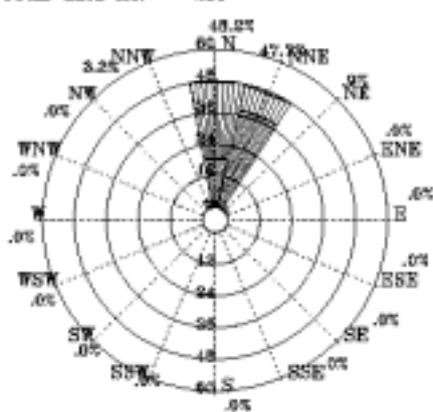


圖7.15 2006年3月台中港測站波浪玫瑰圖

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/04/19.19:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 285

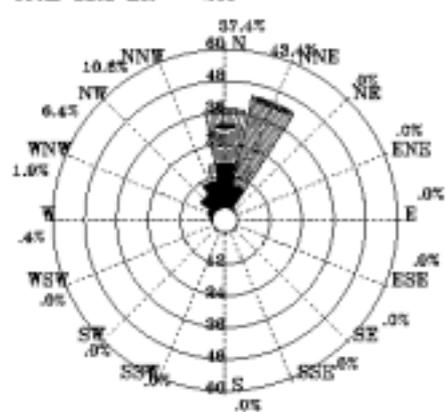
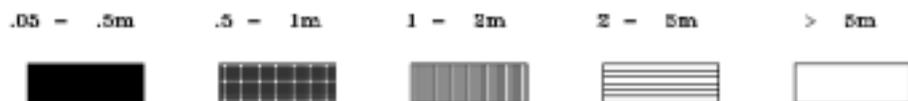


圖7.16 2006年4月台中港測站波浪玫瑰圖



Rose Diagram of Wave

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/05/01.01:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 743

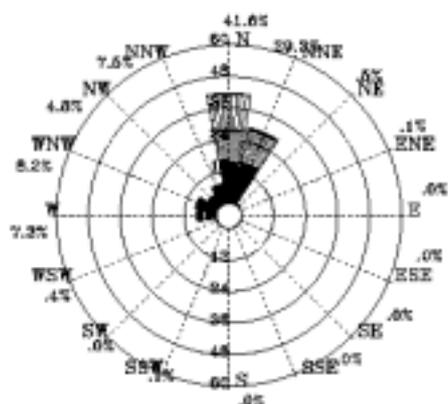


圖7.17 2006年5月台中港測站波浪玫瑰圖

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/06/01.01:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 719

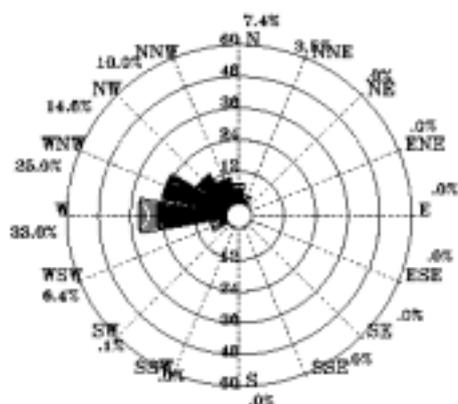


圖7.18 2006年6月台中港測站波浪玫瑰圖

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/07/01.01:10-2006/07/31.23:10
Total data no. 723

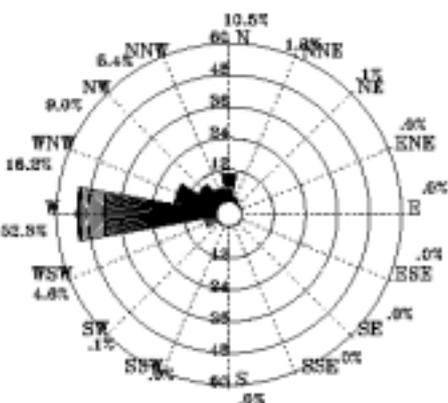


圖7.19 2006年7月台中港測站波浪玫瑰圖

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/08/01.00:10-2006/08/31.23:10
Total data no. 739

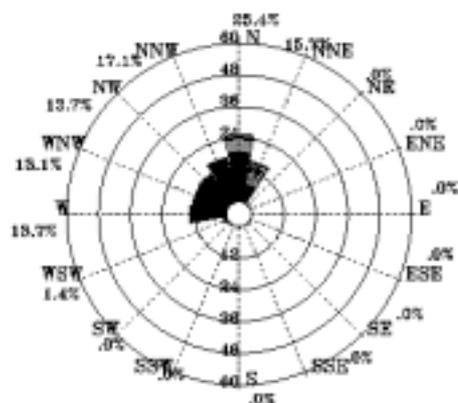
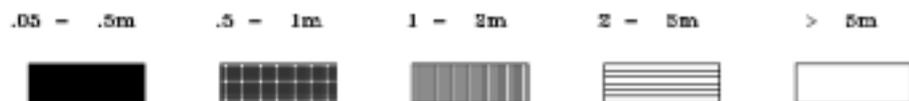


圖7.20 2006年8月台中港測站波浪玫瑰圖



Rose Diagram of Wave

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/09/05.04:10-2006/09/30.23:10
Total data no. 563

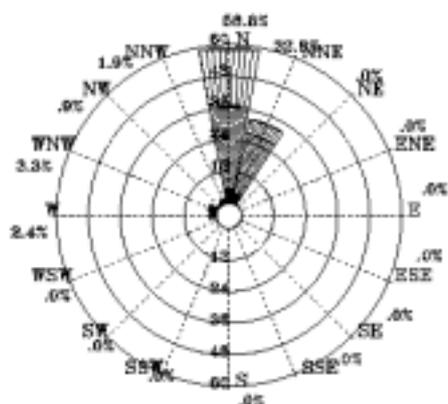


圖7.21 2006年9月台中港測站波浪玫瑰圖

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/10/01.01:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 748

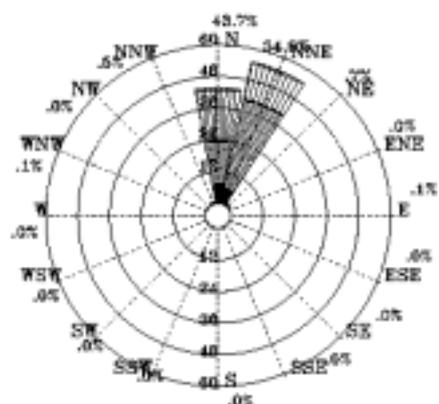


圖7.22 2006年10月台中港測站波浪玫瑰圖

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/11/01.01:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 719

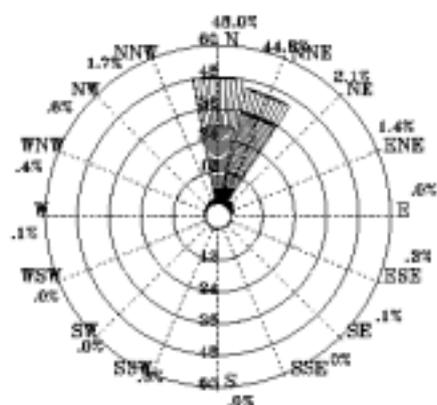


圖7.23 2006年11月台中港測站波浪玫瑰圖

Wave in Tai Chung Harbor of ST-XX
2006/12/01.01:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 737

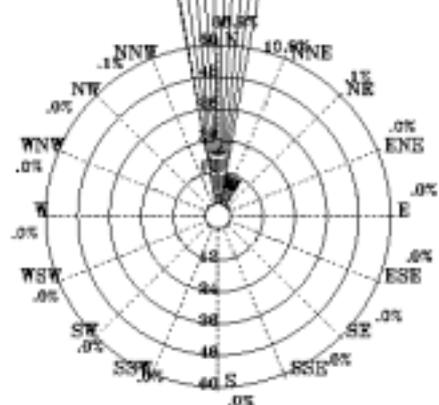
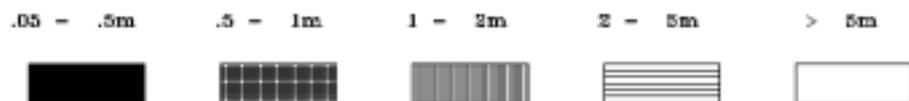


圖7.24 2006年12月台中港測站波浪玫瑰圖



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/01/01.00:10-2006/01/31.23:10
Total data no. 718

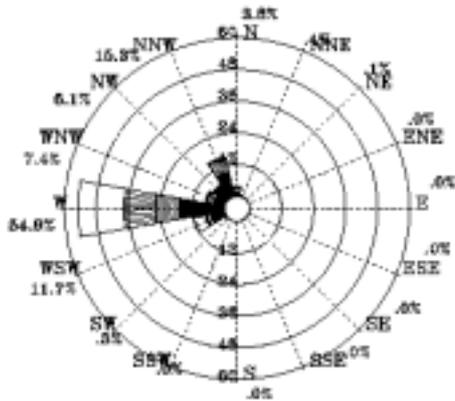
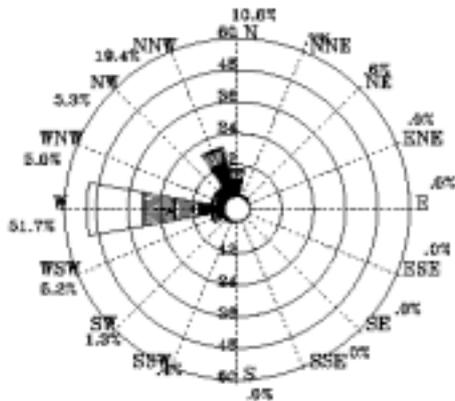


圖7.25 2006年1月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/01/01.00:10-2006/01/31.23:10
Total data no. 718



Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/01/01.00:10-2006/01/31.23:10
Total data no. 718

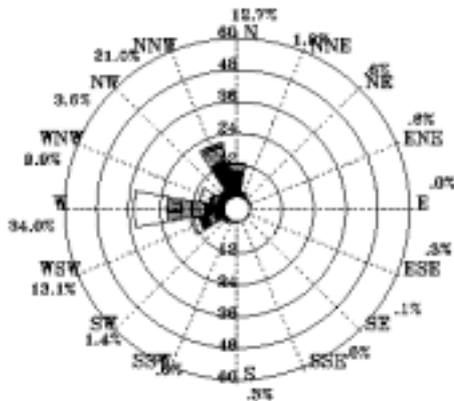


圖7.26 2006年1月台中港-中層海流玫瑰圖

圖7.27 2006年1月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
 at 2006/02/01.00:10-2006/02/28.23:10
 Total data no. 644

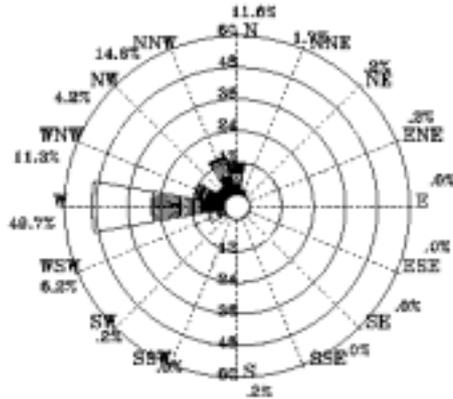
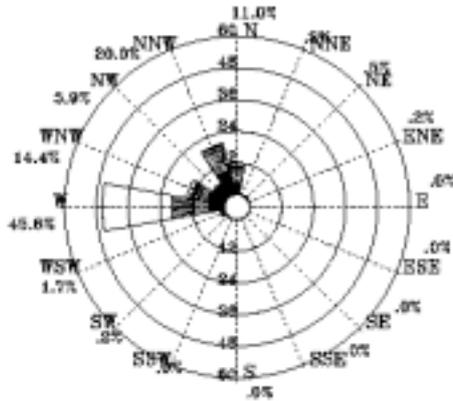


圖7.28 2006年2月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
 at 2006/02/01.00:10-2006/02/28.23:10
 Total data no. 644



Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
 at 2006/02/01.00:10-2006/02/28.23:10
 Total data no. 644

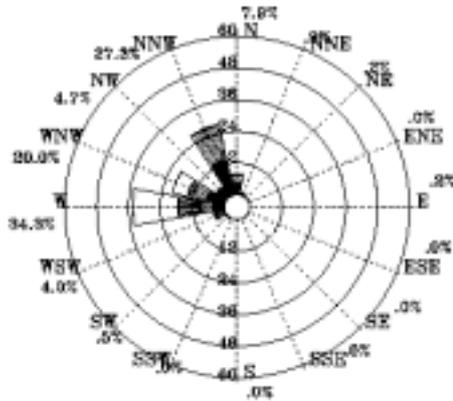


圖7.29 2006年2月台中港-中層海流玫瑰圖

圖7.30 2006年2月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/03/01.00:10-2006/03/10.10:10
Total data no. 219

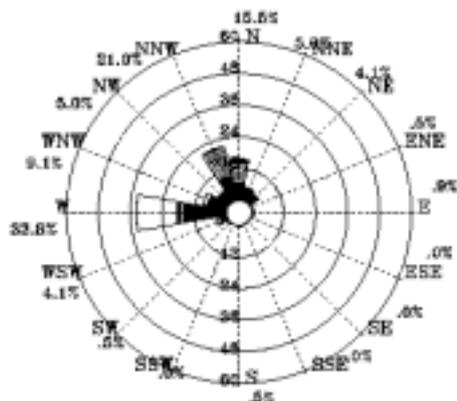
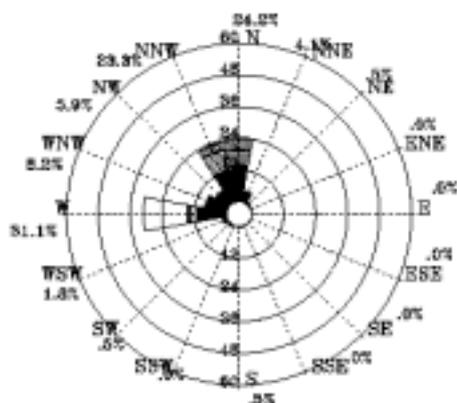


圖7.31 2006年3月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/03/01.00:10-2006/03/10.10:10
Total data no. 219



Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/03/01.00:10-2006/03/10.10:10
Total data no. 219

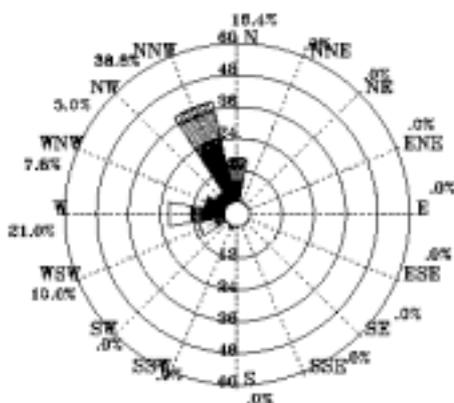


圖7.32 2006年3月台中港-中層海流玫瑰圖

圖7.33 2006年3月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/04/19.17:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 268

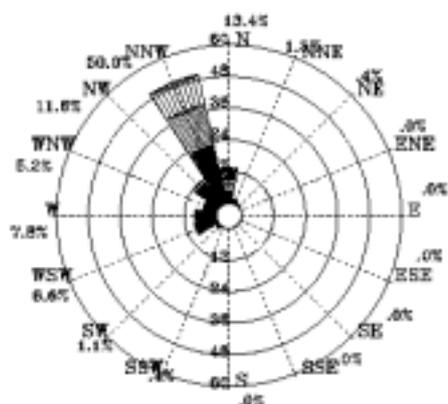


圖7.34 2006年4月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/04/19.17:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 268

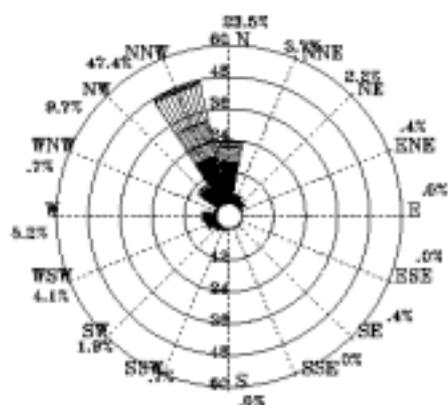


圖7.35 2006年4月台中港-中層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/04/19.17:10-2006/04/30.23:10
Total data no. 268

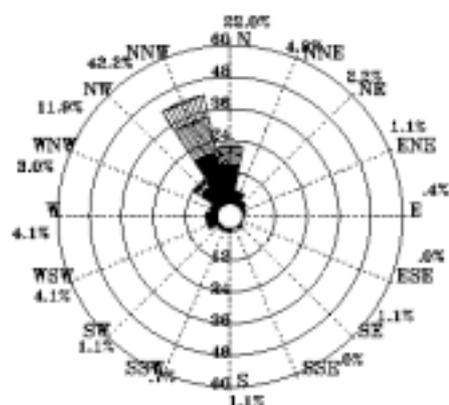


圖7.36 2006年4月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/05/01.00:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 744

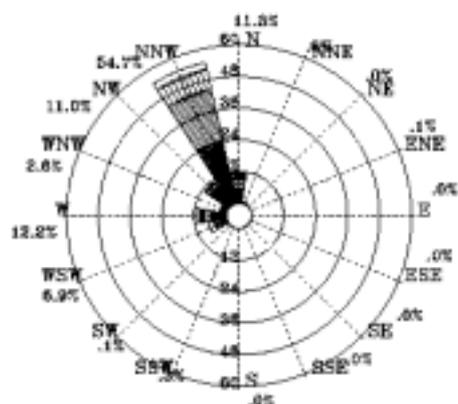
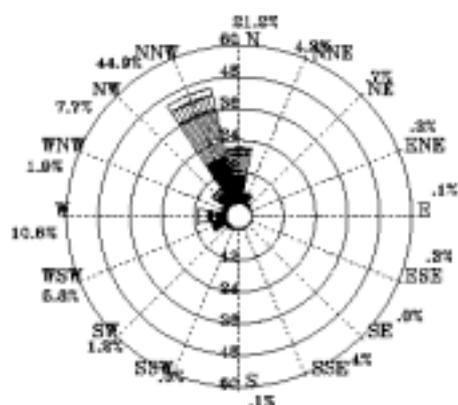


圖7.37 2006年5月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/05/01.00:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 744



Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/05/01.00:10-2006/05/31.23:10
Total data no. 744

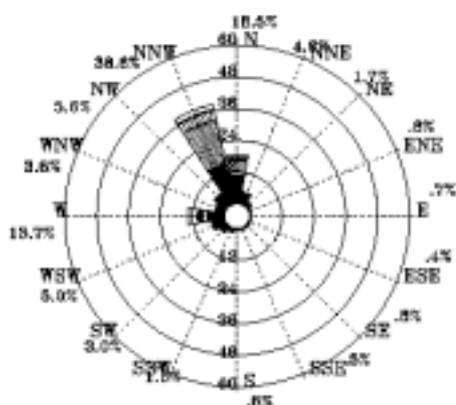


圖7.38 2006年5月台中港-中層海流玫瑰圖

圖7.39 2006年5月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/06/01.00:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 720

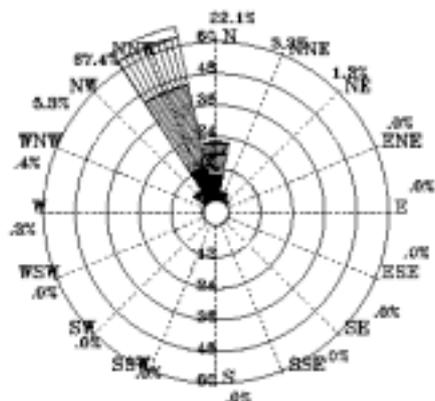
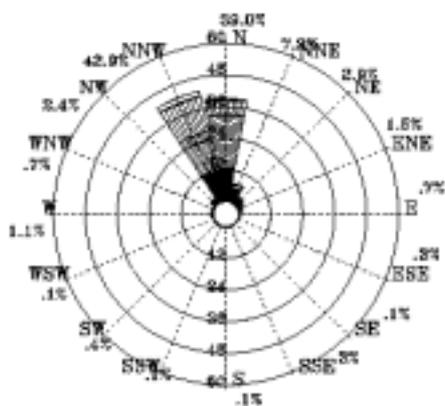


圖7.40 2006年6月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/06/01.00:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 720



Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/06/01.00:10-2006/06/30.23:10
Total data no. 720

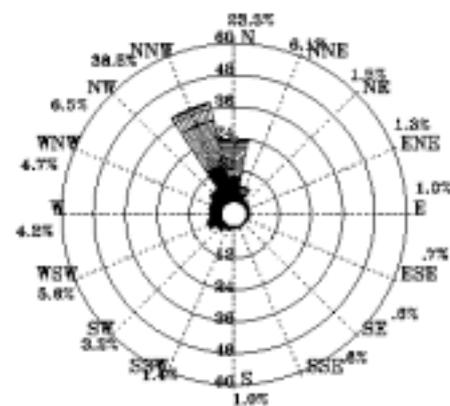


圖7.41 2006年6月台中港-中層海流玫瑰圖

圖7.42 2006年6月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/07/01.00:10-2006/07/31.22:10
Total data no. 739

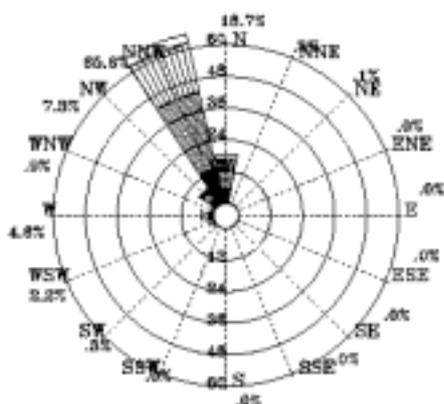
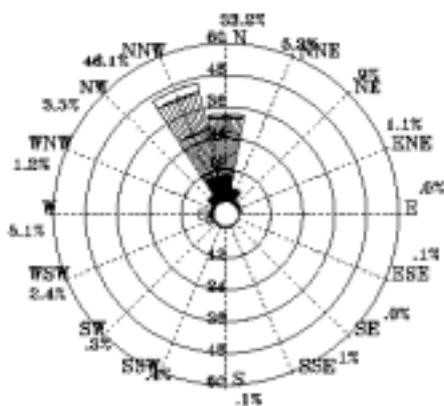


圖7.43 2006年7月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/07/01.00:10-2006/07/31.22:10
Total data no. 739



Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/07/01.00:10-2006/07/31.22:10
Total data no. 739

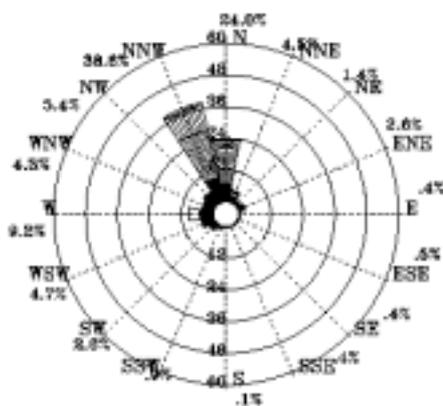


圖7.44 2006年7月台中港-中層海流玫瑰圖

圖7.45 2006年7月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
 at 2006/08/01.00:10-2006/08/31.23:10
 Total data no. 729

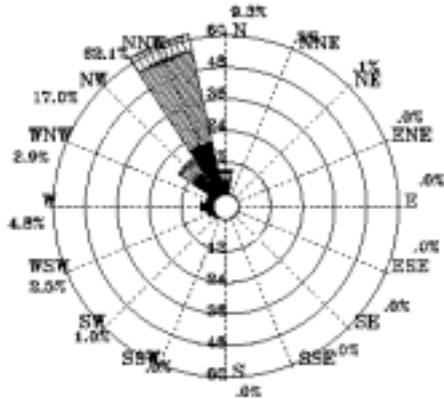
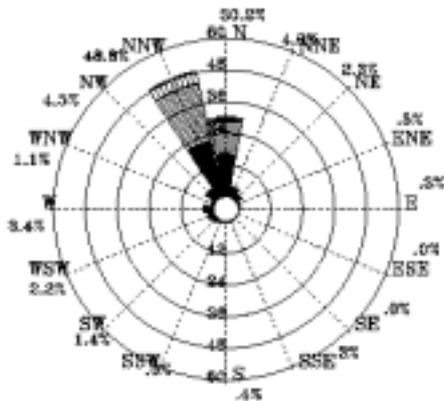


圖7.46 2006年8月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
 at 2006/08/01.00:10-2006/08/31.23:10
 Total data no. 729



Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
 at 2006/08/01.00:10-2006/08/31.23:10
 Total data no. 729

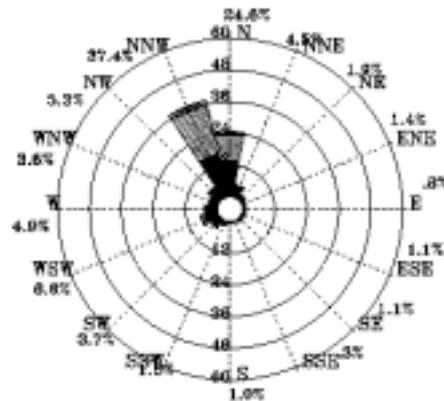


圖7.47 2006年8月台中港-中層海流玫瑰圖

圖7.48 2006年8月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
 at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
 Total data no. 568

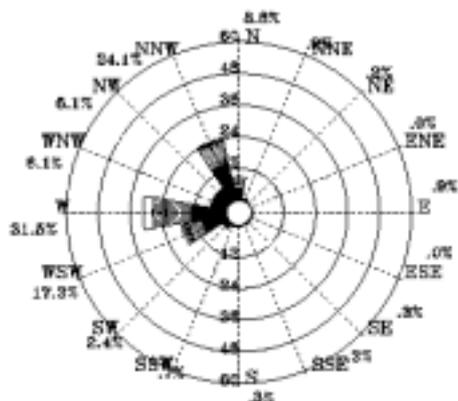


圖7.49 2006年9月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
 at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
 Total data no. 568

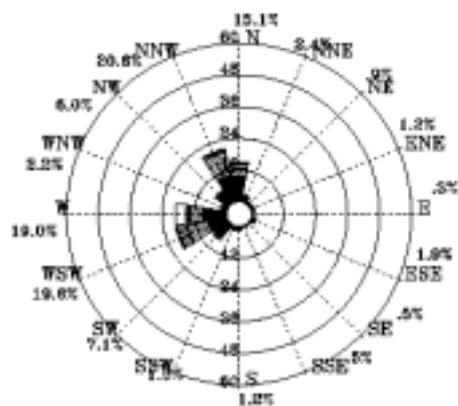


圖7.50 2006年9月台中港-中層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
 at 2006/09/01.00:10-2006/09/30.23:10
 Total data no. 568

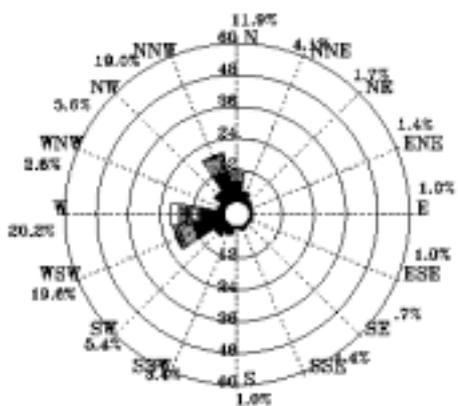


圖7.51 2006年9月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/10/01.00:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 744

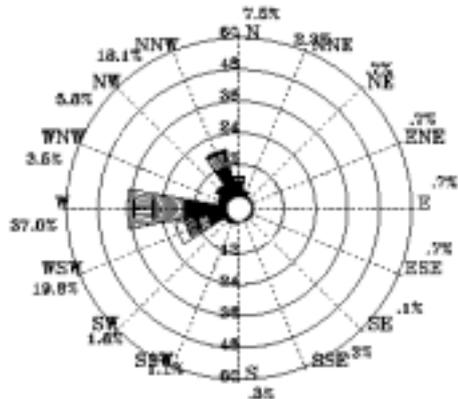
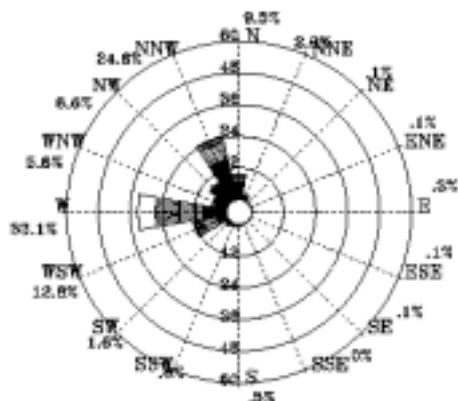


圖7.52 2006年10月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/10/01.00:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 744



Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/10/01.00:10-2006/10/31.23:10
Total data no. 744

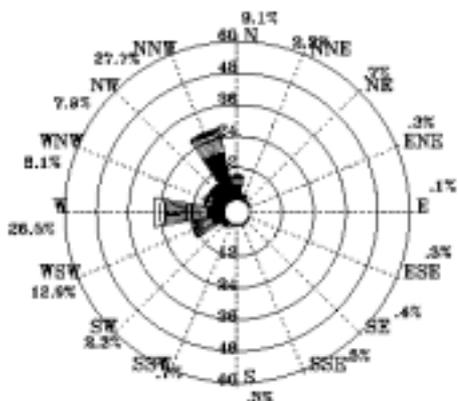


圖7.53 2006年10月台中港-中層海流玫瑰圖

圖7.54 2006年10月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 719

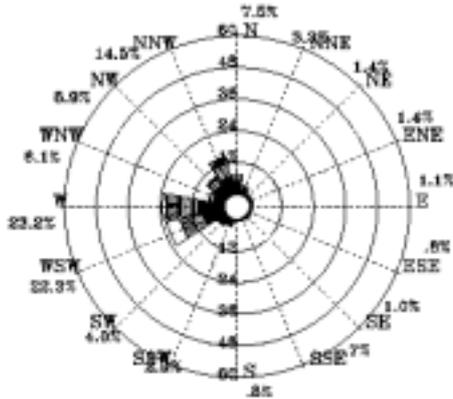
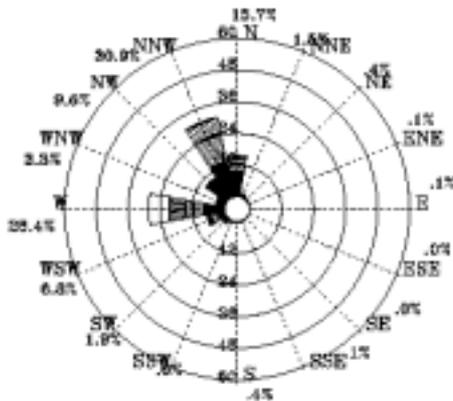


圖7.55 2006年11月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 719



Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/11/01.00:10-2006/11/30.23:10
Total data no. 719

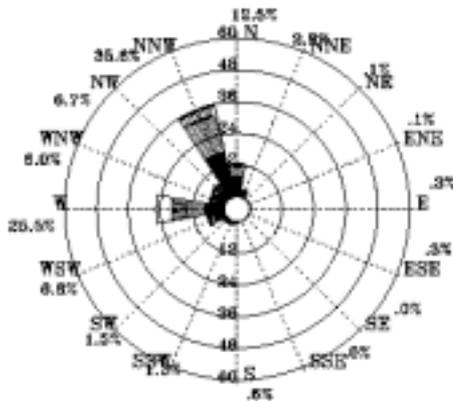


圖7.56 2006年11月台中港-中層海流玫瑰圖

圖7.57 2006年11月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Current

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/12/01.00:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 742

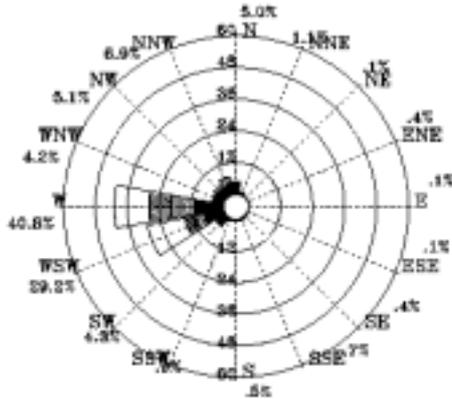


圖7.58 2006年12月台中港-上層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/12/01.00:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 742

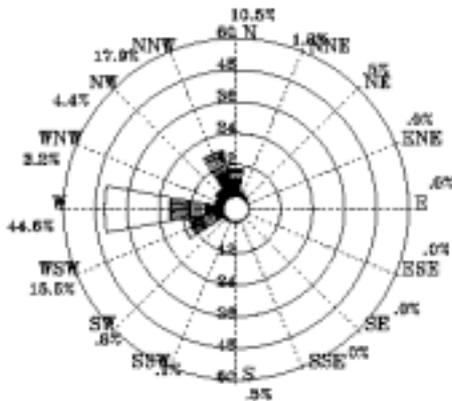


圖7.59 2006年12月台中港-中層海流玫瑰圖

Current in Tai-Chung HARBOR of ST-1
at 2006/12/01.00:10-2006/12/31.23:10
Total data no. 742

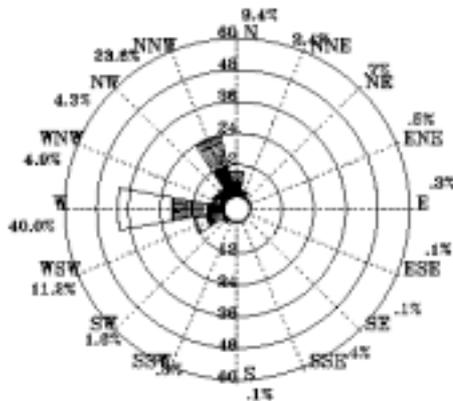


圖7.60 2006年12月台中港-下層海流玫瑰圖

1 - 20cm/s 20 - 40cm/s 40 - 60cm/s 60 - 80cm/s > 80cm/s



Rose Diagram of Wind

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/01/01:00:00-2006/01/31:16:00
Total data no. 575

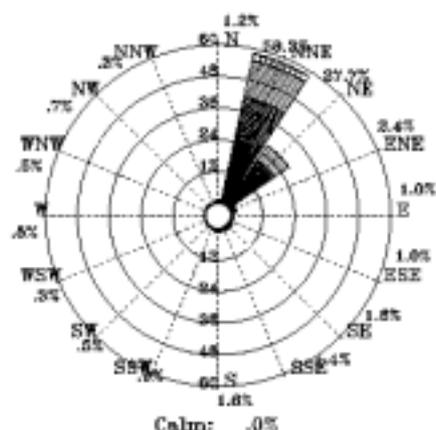


圖 7.61 2006 年 1 月台中港測站風玫瑰圖

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/02/01:00:00-2006/02/28:23:00
Total data no. 483

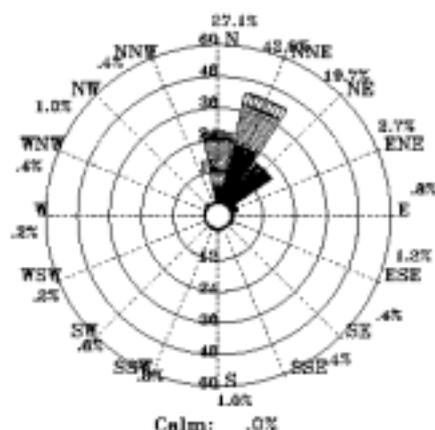


圖 7.62 2006 年 2 月台中港測站風玫瑰圖

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/03/01:00:00-2006/03/26:00:00
Total data no. 611

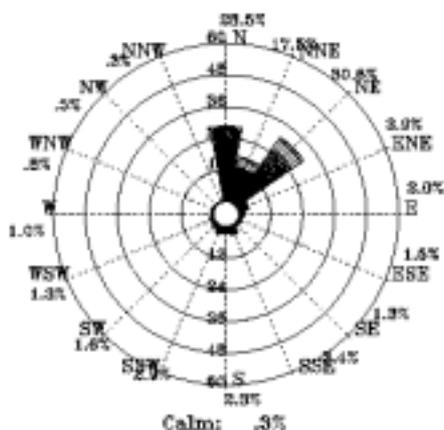


圖 7.63 2006 年 3 月台中港測站風玫瑰圖

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/04/19:17:00-2006/04/30:23:00
Total data no. 283

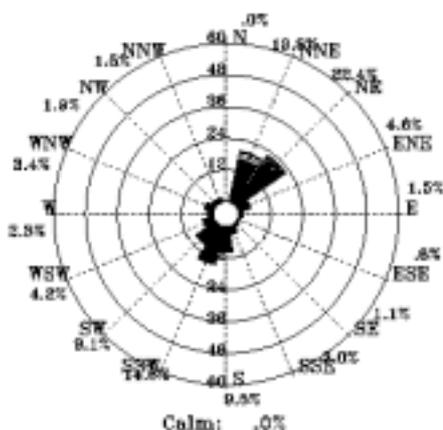


圖 7.64 2006 年 4 月台中港測站風玫瑰圖

.2 - 5m/s 5 - 10m/s 10 - 15m/s 15 - 20m/s > 20m/s



Rose Diagram of Wind

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/05/01:00:00-2006/05/31:23:00
Total data no. 729

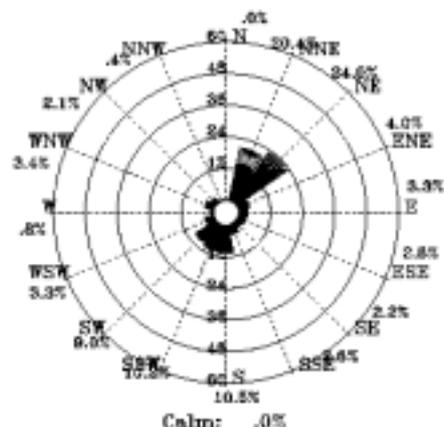


圖 7.65 2006 年 5 月台中港測站風玫瑰圖

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/06/01:00:00-2006/06/23:17:00
Total data no. 121

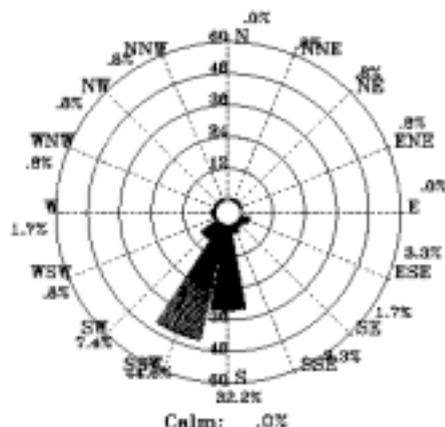


圖 7.66 2006 年 6 月台中港測站風玫瑰圖

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/07/11:19:00-2006/07/31:23:00
Total data no. 491

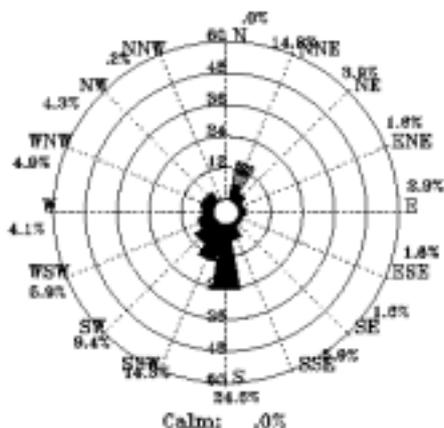


圖 7.67 2006 年 7 月台中港測站風玫瑰圖

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/08/01:00:00-2006/08/31:23:00
Total data no. 744

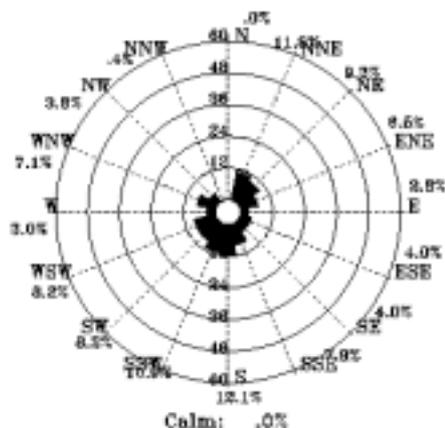


圖 7.68 2006 年 8 月台中港測站風玫瑰圖

.2 - 5m/s 5 - 10m/s 10 - 15m/s 15 - 20m/s > 20m/s



Rose Diagram of Wind

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/09/01:00:00-2006/09/30:23:00
Total data no. 729

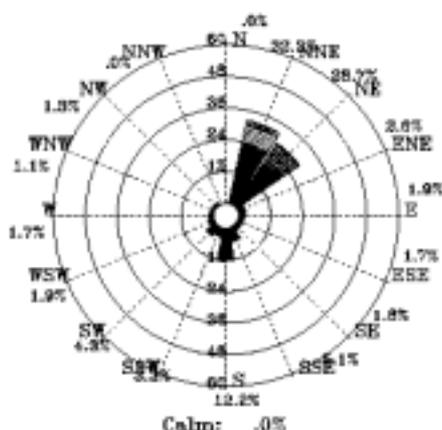


圖7.69 2006年9月台中港測站風玫瑰圖

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/10/01:00:00-2006/10/31:23:00
Total data no. 744

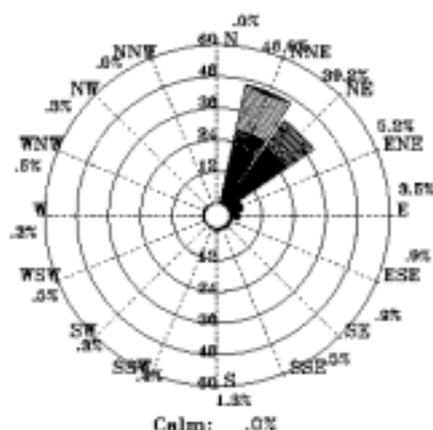


圖7.70 2006年10月台中港測站風玫瑰圖

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/11/01:00:00-2006/11/30:23:00
Total data no. 729

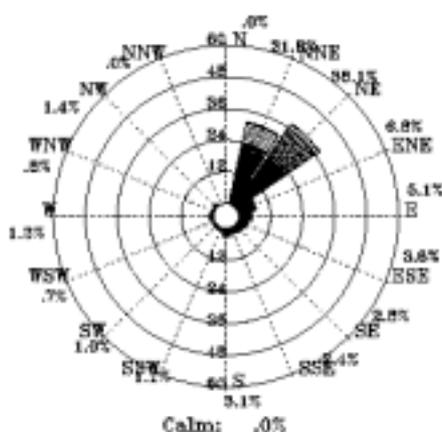


圖7.71 2006年11月台中港測站風玫瑰圖

Wind in Tai-Chung Harbor of ST-3
2006/12/01:01:00-2006/12/31:23:00
Total data no. 743

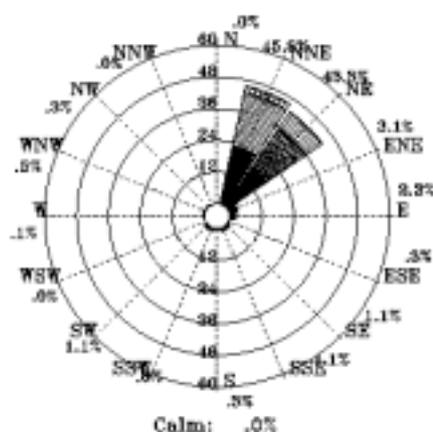


圖7.72 2006年12月台中港測站風玫瑰圖

.2 - 5m/s 5 - 10m/s 10 - 15m/s 15 - 20m/s > 20m/s



表 7.1 台中港測站示性波高、示性週期及波向統計表

年、月	日期	$M_{1/3}$	$T_{1/3}$	$M_{1/3}$	$R_{1/3}$		$M_{1/3}$	$R_{1/3}$	波向	波向	$T_{1/3}$	$T_{1/3}$	$T_{1/3}$	$T_{1/3}$	
		平均値 (米)	平均値 (秒)	最大値 (米)	週期 (秒)	波向 (度)	小於 1 米 (%)	1-2 米 (%)	大於 2 米 (%)	ENE-ESE (%)	SEW-WNW (%)	小於 4 秒 (%)	4-8 秒 (%)	8-12 秒 (%)	大於 12 秒 (%)
2006/01	717	2.95	7.0	4.68	10.1	N	4.2	45.0	48.7	1	0	16.9	67.2	15.6	.3
2006/02	642	2.95	7.5	4.88	10.1	N	9.8	38.8	61.4	3.3	9	10.7	53.0	25.2	1.1
2006/03	215	1.89	6.2	3.74	8.5	N	4.6	95.4	38.1	8.3	0	28.0	67.4	4.6	.8
2006/04	285	1.14	5.9	2.81	7.9	N	44.2	48.7	7.2	1.9	1.1	40.0	55.8	3.8	.4
2006/05	743	1.21	6.0	4.99	12.1	N	54.9	38.8	16.3	3.9	12.3	50.3	36.9	11.7	1.1
2006/06	713	.64	5.5	1.88	5.7	WSW	84.8	15.2	.8	.7	98.2	62.0	32.7	5.1	.1
2006/07	723	.94	5.9	4.72	7.9	NW	77.9	15.4	7.6	.4	95.6	51.3	36.5	11.8	.4
2006/08	738	.79	5.9	3.02	7.9	NNE	82.2	12.7	4.1	.9	22.9	48.4	43.2	7.8	.5
2006/09	553	1.71	7.1	4.86	10.2	N	17.2	54.5	28.3	.5	9.0	17.2	63.5	13.4	6.0
2006/10	742	1.70	6.4	3.69	8.0	N	14.7	81.2	34.1	4.4	.1	32.6	66.0	2.4	.8
2006/11	713	1.89	6.8	3.42	7.0	N	18.5	83.4	28.1	12.1	.6	23.1	66.9	10.7	.3
2006/12	737	2.45	7.6	4.08	8.6	N	.8	35.3	72.7	.5	.1	2.5	64.3	22.2	.8

表 7.2 台中港測站示性波高分佈百分比 (%) 統計表

$H_{1/3}$	0m	0.5m	1m	1.5m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	10m	12m	16m	50m	合計 (%)
2006/01	.0	4.3	24.1	21.9	37.5	11.2	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	.3	9.5	13.2	15.6	33.2	24.1	4.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	3.7	.9	22.0	34.4	31.7	7.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	6.0	38.1	30.9	17.7	7.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	5.2	49.7	21.7	7.1	12.5	3.6	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/06	42.7	42.1	12.1	3.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/07	15.6	60.4	10.2	5.1	3.2	4.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/08	16.9	66.3	9.7	3.0	3.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/09	.2	17.0	23.2	31.4	22.8	3.1	2.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	.0	14.7	29.4	21.8	31.9	2.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	.3	18.2	34.9	18.5	26.7	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	.0	.0	4.5	21.8	50.3	23.1	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 7.3 台中港測站示性週期分佈百分比 (%) 統計表

$T_{1/3}$ 年、月	2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
2006/01	.0	.0	3.6	13.2	28.5	38.8	14.2	1.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/02	.3	1.6	2.5	6.4	22.9	30.1	23.8	11.4	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/03	.0	4.1	10.1	13.8	49.5	17.9	3.7	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/04	1.9	14.7	7.9	15.5	38.5	17.4	3.0	.8	.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/05	1.7	10.9	15.6	22.1	16.8	20.1	8.1	3.6	.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/06	4.9	14.3	22.0	20.9	18.1	14.6	3.9	1.3	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/07	1.8	17.8	16.5	15.2	14.1	22.4	10.9	.8	.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/08	1.4	7.8	16.8	22.5	29.5	13.7	5.1	2.7	.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/09	.0	1.9	2.4	12.9	35.0	28.5	7.0	6.3	6.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/10	.0	.3	2.8	29.5	36.0	29.0	2.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/11	.0	.8	8.3	13.9	25.0	40.9	8.5	2.2	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.
2006/12	.0	.0	.0	3.5	15.5	48.8	31.2	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.

表 7.4 台中港測站波向分佈百分比 (%) 統計表

波向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2006/01	75.9	23.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7	100.
2006/02	67.6	28.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	1.7	.6	.8	.0	100.
2006/03	48.2	47.7	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.2	100.
2006/04	37.4	43.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	1.9	6.4	10.6	.0	100.
2006/05	41.6	29.3	.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.4	7.3	8.2	4.8	7.5	100.
2006/06	7.4	3.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	6.4	38.0	25.0	14.6	10.0	100.
2006/07	10.5	1.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	4.6	52.3	16.2	9.0	5.4	100.
2006/08	25.4	15.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.4	13.7	13.1	13.7	17.1	100.
2006/09	58.8	32.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.4	3.3	.9	1.9	100.
2006/10	43.7	54.9	.7	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.5	100.
2006/11	48.0	44.8	2.1	1.4	.0	.3	.1	.0	.0	.3	.0	.0	.1	.4	.8	1.7	100.
2006/12	88.9	10.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	100.

表 7.5.1 台中港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)/(去向)(%)	流速 <20cm/s (%)	流速 20~40 cm/s (%)	流速 40~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 N~S (%)	流向 E~S (%)	流向 S~W (%)	流向 W~N (%)
2006/01	718	92.5	171.9 /W	37.4	37.4	20.6	34.5	1.1	0	32.7	66.2
2006/01	718	92.7	199.0 /W	37.7	35.3	21.3	24.2	3.9	0	26.3	69.4
2006/01	718	48.9	182.4 /W31W	38.8	31.5	17.7	21.9	7.5	6	32.8	59.3
2006/02	644	61.9	179.9 /W	39.3	38.9	20.8	31.4	4.4	0	34.2	59.5
2006/02	644	63.0	179.9 /W	39.3	37.6	21.4	31.5	3.3	0	10.9	80.7
2006/02	644	87.6	168.8 /W	39.6	31.4	23.1	26.9	2.6	2	15.4	81.8
2006/03	219	49.0	133.2 /W31W	39.2	29.7	16.0	18.7	14.6	5	18.3	66.2
2006/03	219	44.4	132.9 /W	37.9	35.6	17.4	19.2	11.4	0	19.6	68.9
2006/03	219	43.4	136.9 /W31W	38.4	36.9	16.4	18.3	2.7	0	21.5	79.8
2006/04	268	39.8	91.2 /N11W	34.3	38.8	23.9	3.0	3.4	0	13.8	83.8
2006/04	268	34.7	87.6 /N11W	33.2	33.2	22.8	4.5	10.8	4	8.2	80.2
2006/04	268	31.1	88.0 /N11W	44.4	32.1	19.4	1.9	14.6	22	9.8	72.0
2006/05	744	42.3	148.3 /W31W	37.6	39.5	24.2	8.7	3.2	0	15.2	81.6
2006/05	744	40.7	166.0 /W	31.5	36.6	24.1	8.3	10.9	7	13.8	74.1
2006/05	744	36.4	142.2 /W	37.2	36.4	18.4	7.5	13.4	23	18.0	69.9
2006/06	720	49.0	101.2 /N11W	33.4	38.3	42.8	7.1	9.7	0	0	89.9
2006/06	720	43.3	101.9 /N11W	31.8	36.9	28.4	6.3	14.2	13	1.3	72.8
2006/06	720	34.1	89.1 /N11W	39.3	33.6	28.4	1.8	28.1	2.6	12.9	66.3

表 7.5.2 台中港海流測站流速及流向統計表

年、月	觀測 點數 (NO)	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)/(去向)(%)	流速 <20cm/s (%)	流速 20~40 cm/s (%)	流速 40~75 cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 N~S (%)	流向 E~S (%)	流向 S~W (%)	流向 W~N (%)
2006/07	739	54.1	199.2 /W31W	9.2	32.7	43.6	13.9	3.9	0	5.3	90.3
2006/07	739	80.2	154.6 /W	17.9	28.8	39.4	13.8	19.6	3	6.8	77.9
2006/07	739	42.9	138.6 /W	37.5	32.9	31.8	7.7	19.6	1.8	13.8	68.7
2006/08	739	40.2	87.5 /W	39.8	51.0	28.3	8	1.8	0	6.2	91.9
2006/08	739	35.8	84.5 /W	37.0	48.8	23.0	5	12.6	5	7.8	79.3
2006/08	739	29.9	81.2 /W	42.0	43.6	18.4	3	14.0	3.7	18.2	66.3
2006/09	588	37.2	168.1 /W	39.9	38.3	18.7	6.6	2.4	1.4	41.2	54.6
2006/09	588	35.4	169.1 /W	39.8	36.1	18.9	6.4	8.8	3.2	41.2	46.1
2006/09	588	32.4	169.8 /W	45.6	36.1	13.6	4.4	12.2	4.1	42.2	41.2
2006/10	744	37.9	109.9 /W31W	36.6	34.3	22.0	7.9	6.0	1.6	46.4	46.0
2006/10	744	39.0	112.2 /W	33.3	36.1	21.4	9.8	4.6	8	36.2	59.0
2006/10	744	37.5	89.2 /W	35.3	36.7	21.2	6.6	5.9	1.5	29.2	62.3
2006/11	718	40.1	105.7 /W31W	39.9	39.6	20.2	9.3	9.1	3.1	44.8	43.0
2006/11	719	41.7	131.6 /W	39.7	34.2	28.5	11.0	5.4	4	27.0	66.6
2006/11	719	40.9	106.5 /W	36.4	40.3	24.2	8.3	6.7	7	22.7	69.3
2006/12	742	55.5	133.9 /W	35.6	36.3	19.1	29.0	3.6	1.5	63.2	31.7
2006/12	742	57.0	147.7 /W	35.9	22.4	21.4	30.2	4.7	3	46.2	48.7
2006/12	741	59.1	147.8 /W	34.3	28.2	22.7	27.8	8.9	9	33.9	59.2

表 7.6 台中港海流測站流速分佈百分比統計表

流速 (cm/s) 年、月	0	~ 5	~ 10	~ 15	~ 20	~ 25	~ 30	~ 35	~ 40	~ 45	~ 50	~ 60	~ 80	~ 100	~ 130	~ 150	<	合計 (%)
2006 /01	.7	3.9	9.2	5.8	7.8	6.1	6.5	4.7	4.9	5.2	8.6	14.6	8.8	8.8	3.6	.7	100.	
2006 /01	2.8	5.4	6.4	6.7	6.4	5.4	6.4	4.9	4.3	5.3	10.0	14.5	6.5	8.2	5.6	.7	100.	
2006 /01	1.5	5.6	7.0	8.2	6.5	6.8	5.8	6.3	6.4	6.1	8.6	11.1	9.3	6.7	3.3	.4	100.	
2006 /02	.3	2.5	4.2	5.3	7.0	4.2	4.5	7.0	6.7	6.5	9.2	15.8	9.5	5.1	9.3	3.0	100.	
2006 /02	.3	2.8	5.1	6.1	5.0	4.5	4.3	5.7	6.5	6.5	9.9	15.1	9.3	5.9	7.8	5.0	100.	
2006 /02	.3	2.6	4.5	6.2	5.9	5.3	6.5	6.5	6.7	6.4	11.2	14.4	9.2	5.1	7.8	1.4	100.	
2006 /03	2.3	6.8	7.8	9.6	8.7	8.7	8.7	6.8	2.7	2.7	12.3	5.5	5.0	6.4	5.5	.0	100.	
2006 /03	3.2	6.4	11.0	8.2	9.1	10.5	4.6	4.6	3.2	2.7	11.4	8.7	5.0	6.8	4.6	.0	100.	
2006 /03	.5	6.8	11.9	9.1	10.0	9.6	4.6	4.6	2.7	5.5	10.5	9.6	4.6	8.7	1.4	.0	100.	
2006 /04	1.5	10.8	8.6	7.8	5.6	10.8	7.8	7.5	5.2	7.5	10.4	15.3	1.1	.0	.0	.0	100.	
2006 /04	4.1	10.1	11.2	6.0	7.8	7.5	8.6	6.0	7.1	4.1	10.1	16.4	.7	.0	.0	.0	100.	
2006 /04	5.6	12.7	10.8	9.7	5.6	6.0	8.2	5.6	6.0	6.3	8.2	11.9	1.1	.0	.0	.0	100.	
2006 /05	1.1	3.4	8.3	6.2	8.6	6.2	11.0	7.1	8.5	6.7	12.8	12.9	3.8	1.6	1.9	.0	100.	
2006 /05	3.4	7.3	7.3	6.6	7.0	6.5	7.9	6.0	6.7	8.5	14.5	10.6	3.9	1.1	1.9	.4	100.	
2006 /05	5.4	11.8	7.3	7.0	5.8	6.9	7.7	7.5	7.1	7.3	11.7	7.8	3.5	2.0	.9	.0	100.	
2006 /06	.4	1.4	2.5	3.5	3.6	5.8	6.9	5.7	8.6	11.3	21.7	23.5	4.4	.3	.0	.0	100.	
2006 /06	2.9	3.9	5.3	5.4	4.0	5.0	5.4	8.5	9.7	8.3	18.9	19.9	1.8	.1	.0	.0	100.	
2006 /06	3.9	9.7	10.8	7.8	7.1	5.6	5.4	7.9	7.4	7.4	16.0	10.4	.6	.0	.0	.0	100.	
2006 /07	.1	1.1	1.9	2.6	3.5	4.3	4.2	6.8	7.4	10.0	20.8	27.3	6.4	1.5	1.4	.1	100.	
2006 /07	2.6	3.5	3.5	4.5	3.8	3.4	5.3	5.8	7.0	7.3	21.8	21.7	5.7	1.8	1.8	.3	100.	
2006 /07	3.1	6.0	8.1	5.5	4.7	5.8	4.6	5.7	7.3	9.5	19.1	13.7	3.4	2.4	.7	.0	100.	
2006 /08	.3	2.9	4.8	5.5	6.3	6.9	9.9	9.6	11.8	12.9	20.2	8.5	.4	.0	.0	.0	100.	
2006 /08	3.0	6.9	6.3	5.9	4.9	9.2	9.1	10.6	9.6	10.4	16.9	6.4	.3	.0	.0	.0	100.	
2006 /08	6.7	12.1	10.3	7.3	5.6	6.3	7.0	9.5	9.7	11.0	10.4	3.2	.1	.0	.0	.0	100.	
2006 /09	3.1	7.7	9.2	9.4	6.6	8.7	7.1	7.5	8.2	6.8	12.1	8.3	2.2	.2	1.7	.9	100.	
2006 /09	5.8	10.0	8.7	9.2	6.1	7.5	7.0	6.3	5.6	9.7	12.1	6.8	1.9	.5	1.4	.9	100.	
2006 /09	4.1	13.6	9.7	9.4	8.8	7.0	6.6	7.8	8.0	6.6	9.0	5.1	1.4	.5	1.7	.3	100.	
2006 /10	2.2	7.4	9.7	9.1	7.3	8.2	6.6	6.9	5.8	6.9	11.4	12.6	5.8	.1	.0	.0	100.	
2006 /10	2.6	9.3	9.7	6.5	5.4	7.9	6.5	6.7	6.2	7.8	10.9	13.2	6.3	.8	.0	.0	100.	
2006 /10	2.6	9.5	6.2	9.7	7.4	6.9	7.3	7.1	7.0	8.5	10.1	12.9	4.8	.0	.0	.0	100.	
2006 /11	.4	3.5	7.0	10.9	9.2	7.8	8.4	8.8	7.0	7.7	10.7	12.1	6.3	.4	.0	.0	100.	
2006 /11	1.9	6.3	6.5	7.1	8.9	6.7	7.0	6.0	7.6	7.0	11.5	14.7	6.0	2.2	.0	.0	100.	
2006 /11	2.2	4.9	5.1	5.8	8.3	9.5	6.8	8.5	7.5	8.1	13.6	12.2	6.3	.4	.0	.0	100.	
2006 /12	.5	4.4	6.3	7.0	7.3	5.1	7.3	4.2	5.0	4.7	7.7	13.1	11.3	11.6	4.4	.0	100.	
2006 /12	3.2	7.5	5.9	4.6	4.6	3.8	3.6	4.9	5.0	5.1	9.6	15.1	8.8	10.8	7.4	.0	100.	
2006 /12	2.3	5.0	5.1	6.6	5.3	5.5	4.0	4.5	5.7	5.5	12.1	13.1	10.7	9.6	5.0	.0	100.	

表 7.7 台中港海流測站流向分佈百分比統計表

流向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
2006/01	3.8	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	11.7	54.9	7.4	6.1	15.3	100.
2006/01	10.6	.7	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	1.3	5.2	51.7	5.0	5.3	19.4	100.
2006/01	12.7	1.9	.6	.6	.0	.3	.1	.0	.3	.6	1.4	13.1	34.0	9.9	3.6	21.0	100.
2006/02	11.6	1.7	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.2	.0	.2	6.2	49.7	11.3	4.2	14.6	100.
2006/02	11.0	.3	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	1.7	45.8	14.4	5.9	20.0	100.
2006/02	7.9	.9	.2	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.5	4.0	34.3	20.0	4.7	27.3	100.
2006/03	15.5	5.0	4.1	.5	.9	.0	.0	.0	.5	.0	.5	4.1	33.8	9.1	5.0	21.0	100.
2006/03	24.2	4.1	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.5	1.8	31.1	8.2	5.9	23.3	100.
2006/03	16.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.9	.0	10.0	21.0	7.8	5.0	28.8	100.
2006/04	13.4	1.5	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	1.1	8.6	7.8	5.2	11.6	50.0	100.
2006/04	23.5	3.7	2.2	.4	.0	.0	.4	.0	.0	.7	1.9	4.1	5.2	.7	9.7	47.4	100.
2006/04	22.0	4.9	2.2	1.1	.4	.0	1.1	.0	1.1	.7	1.1	4.1	4.1	3.0	11.9	42.2	100.
2006/05	11.3	.8	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.1	6.9	12.2	2.6	11.0	54.7	100.
2006/05	21.2	4.2	.7	.3	.1	.3	.0	.4	.1	.5	1.2	5.8	10.8	1.9	7.7	44.9	100.
2006/05	18.5	4.6	1.7	.8	.7	.4	.8	.5	.8	1.5	3.0	5.0	13.7	3.8	5.6	38.6	100.
2006/06	22.1	3.3	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.4	5.3	67.4	100.
2006/06	39.0	7.2	2.9	1.5	.7	.3	.1	.3	.1	.1	.4	.1	1.1	.7	2.4	42.9	100.
2006/06	23.3	6.1	1.5	1.3	1.0	.7	.6	.6	1.0	1.4	3.2	5.6	4.2	4.7	6.5	38.5	100.
2006/07	18.7	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	2.2	4.6	.9	7.3	65.6	100.
2006/07	33.2	5.3	.9	1.1	.0	.1	.0	.1	.1	.4	.3	2.4	5.1	1.2	3.5	46.1	100.
2006/07	24.0	4.5	1.4	2.6	.4	.5	.4	.4	.1	.9	2.6	4.7	9.2	4.3	5.4	38.6	100.
2006/08	9.3	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0	2.5	4.8	2.9	17.0	62.1	100.
2006/08	30.2	4.0	2.3	.5	.3	.0	.0	.3	.4	.5	1.4	2.2	3.4	1.1	4.5	48.8	100.
2006/08	24.6	4.5	1.9	1.4	.8	1.1	1.1	.3	1.0	1.8	3.7	6.6	4.9	3.6	5.3	37.4	100.
2006/09	8.8	.9	.2	.0	.9	.0	.3	.3	.3	.7	2.4	17.3	31.5	6.1	6.1	24.1	100.
2006/09	15.1	2.4	.9	1.2	.3	1.9	.5	.5	1.2	1.5	7.1	19.6	19.0	2.2	6.0	20.6	100.
2006/09	11.9	4.1	1.7	1.4	1.0	1.0	.7	1.4	1.0	3.4	5.4	19.6	20.2	2.6	5.6	19.0	100.
2006/10	7.5	2.3	.7	.7	.7	.7	.1	.3	.3	1.1	1.6	19.8	37.0	3.5	5.8	18.1	100.
2006/10	9.5	2.0	.1	.1	.3	.1	.1	.0	.5	.8	1.6	12.8	33.1	5.6	8.6	24.6	100.
2006/10	9.1	2.3	.7	.3	.1	.3	.4	.5	.3	.7	2.3	12.9	26.5	8.1	7.9	27.7	100.
2006/11	7.5	3.3	1.4	1.4	1.1	.8	1.0	.7	.8	2.9	4.0	22.1	23.3	6.1	8.9	14.5	100.
2006/11	15.7	1.5	.4	.1	.1	.0	.0	.1	.4	.6	1.9	6.8	28.4	3.3	9.6	30.9	100.
2006/11	12.5	2.8	.1	.1	.3	.3	.0	.0	.6	1.3	1.5	6.8	25.5	6.0	6.7	35.6	100.
2006/12	5.0	1.1	.1	.4	.1	.1	.4	.7	.5	.9	4.3	29.2	40.8	4.2	5.1	6.9	100.
2006/12	10.5	1.8	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.1	.8	15.5	44.6	3.2	4.4	17.9	100.
2006/12	9.4	2.4	.7	.5	.3	.1	.1	.4	.1	.3	1.6	11.2	39.9	4.9	4.3	23.6	100.

表 7.8 台中港測站風速及風向統計表

序號	觀測日期 (年、月)	觀測點數	風速 平均値 (m/s)	風速/風向 最大値 (m/s)/(方位)	風速 <3m/s (%)	風速 5~10 m/s (%)	風速 10~25 m/s (%)	風速 >25m/s (%)	風向 N~E (%)	風向 E~S (%)	風向 S~SE (%)	風向 W~NW (%)	靜風 (%)
1	2006/01	576	7.0	17.8/NNE	22.2	41.2	21.3	1.3	80.4	5.2	1.6	1.7	0
2	2006/02	483	8.6	15.7/N	24.4	34.2	34.8	6.6	83.0	2.7	2.3	2.1	0
3	2006/03	611	9.5	18.7/NE	32.5	37.5	23	1.9	81.5	7.5	8.2	2.1	7
4	2006/04	263	3.6	11.4/NNE	79.1	17.9	3.0	0	47.9	9.9	33.6	8.4	0
5	2006/05	725	4.4	15.9/NNE	69.3	24.1	5.9	1.1	90.2	12.5	29.9	6.2	0
6	2006/06	121	3.9	7.7/SSE	72.7	27.3	.1	0	2.5	14.9	79.3	3.3	0
7	2006/07	481	4.4	18.3/NNE	74.1	15.1	5.9	4.9	23.0	21.4	45.4	10.8	4
8	2006/08	744	2.9	14.5/NNE	89.9	8.9	1.2	0	29.0	22.9	24.4	12.5	1
9	2006/09	720	5.1	18.1/NNE	61.4	29.0	8.2	1.3	84.6	15.4	26.7	3.2	1
10	2006/10	744	6.1	15.9/NNE	45.5	26.2	15.9	2	81.9	5.0	2.9	1.1	0
11	2006/11	720	5.0	18.2/NNE	69.4	20.7	9.7	1	79.2	13.3	4.7	2.8	0
12	2006/12	742	7.7	15.9/NNE	28.5	40.6	28.2	2.6	82.0	4.0	2.9	9	0

表 7.9 台中港測站風速分佈百分比 (%) 統計表

風速 年、月	0m/s	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	10m/s	12m/s	14m/s	16m/s	18m/s	20m/s	25m/s	30m/s	合計 (%)
2006/01	1.2	7.8	6.8	7.3	8.9	12.3	13.7	7.7	10.4	11.8	6.8	3.5	1.7	.0	.0	.0	100.	
2006/02	1.4	5.8	4.8	6.2	6.2	7.5	5.2	7.5	14.1	13.3	16.4	8.9	2.7	.2	.0	.0	100.	
2006/03	2.3	16.2	11.8	11.8	10.5	8.2	7.9	9.3	12.1	4.3	2.9	1.8	.7	.3	.0	.0	100.	
2006/04	5.3	18.6	28.5	19.4	7.2	5.7	4.2	3.4	4.6	3.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.	
2006/05	3.3	17.8	20.1	16.6	11.0	9.5	5.9	2.8	5.9	3.4	1.5	1.8	.3	.0	.0	.0	100.	
2006/06	6.6	11.6	13.2	20.7	20.7	15.7	5.8	5.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.	
2006/07	4.5	23.4	19.3	16.9	10.0	5.3	4.7	3.5	1.6	1.6	2.9	3.3	2.6	.4	.0	.0	100.	
2006/08	9.8	34.0	22.7	14.2	9.1	3.8	2.7	1.1	1.3	.4	.7	.1	.0	.0	.0	.0	100.	
2006/09	2.9	12.8	19.4	14.6	11.7	7.2	4.7	5.3	11.8	6.0	1.9	1.0	.6	.1	.0	.0	100.	
2006/10	.8	12.8	11.4	14.0	7.7	7.0	6.7	6.3	16.1	10.3	6.0	.8	.0	.0	.0	.0	100.	
2006/11	2.4	20.6	13.5	11.8	11.3	8.8	6.1	6.5	9.3	5.7	3.2	.8	.1	.0	.0	.0	100.	
2006/12	.9	4.8	7.9	6.2	8.6	9.8	8.1	7.7	15.1	14.5	10.5	5.2	.5	.0	.0	.0	100.	

表 7.10 台中港測站風向分佈百分比 (%) 統計表

風向 年、月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	靜風 (%)
2006/01	1.2	58.3	27.7	2.4	1.0	1.0	1.6	1.4	1.6	.9	.5	.3	.5	.5	.7	.3	0
2006/02	27.1	42.9	19.7	2.7	.8	1.2	.4	.4	1.0	.8	.6	.2	.2	.4	1.0	.4	0
2006/03	28.5	17.2	30.8	3.9	2.0	1.5	1.3	3.4	2.3	2.9	1.6	1.3	1.0	.8	.5	.3	7
2006/04	.0	19.8	22.4	4.6	1.5	.8	1.1	3.0	9.5	14.8	9.1	4.2	2.3	3.4	1.9	1.5	0
2006/05	.0	20.4	24.0	4.0	3.3	2.8	2.2	3.6	10.5	10.2	9.0	3.3	.8	3.4	2.1	.4	0
2006/06	.0	.8	.8	.8	.0	3.3	1.7	3.3	32.2	44.6	7.4	.8	1.7	.8	.8	.8	0
2006/07	.0	14.9	3.9	1.6	2.9	1.6	1.4	5.9	24.6	14.3	9.4	5.9	4.1	4.9	4.3	.0	4
2006/08	.0	11.8	9.3	6.3	2.8	4.0	4.0	7.9	12.1	10.9	8.2	8.2	3.0	7.1	3.8	.4	1
2006/09	.0	32.2	28.8	2.6	1.9	1.7	1.8	5.1	12.2	3.3	4.2	1.9	1.7	1.1	1.3	.0	1
2006/10	.0	46.0	39.2	5.2	3.5	.9	.9	.5	1.3	.4	.3	.5	.3	.5	.3	.0	0
2006/11	.0	31.8	38.1	6.8	5.1	3.7	2.8	2.4	3.1	1.1	1.9	.7	1.3	.8	1.4	.0	0
2006/12	.0	45.8	43.3	3.1	2.3	.3	1.1	1.1	.3	.8	1.1	.0	.1	.5	.3	.0	0

第八章 2006 年颱風與波浪資料分析及特性

8.1 前言

臺灣地處西太平洋，基隆港、蘇澳港、花蓮港及高雄港於每年夏季常受颱風波浪侵襲，而造成港灣結構物受損，例如 1994 年 7 月 10 日提姆颱風、1997 年 8 月 30 日安珀颱風，2000 年 8 月 22 日碧利斯颱風皆造成花蓮港東防波堤胸牆損壞情形。

2006 年本所於基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港以及臺中港附近海域持續進行波浪觀測，其中測得多次寶貴的颱風波浪資料，去(2005)年配合本所相關計畫，在 2005 年 7 月 1 日至 11 月 30 日颱風期間在美崙溪口南附近水深 13 公尺即花蓮港北站及花蓮溪河口以南水深 20 公尺即花蓮港南站詳如圖 2.3，各安裝一組挪威 NORTEK 公司之波高波向與剖面海流儀器，觀測期間颱風季節內有關是侵襲、過境或遠方之颱風，這三個觀測站今年經檢查後都還可安裝儀器，今年未了不遺漏量測到任何海象資料，因此今(2006)年 6 月 22 日起至 12 月 4 日繼續量測，可貴的儀器尚都未遺失，這是本中心參予人員共同辛勤努力的成果。

本研究報告涵蓋本年度計畫期間之各颱風來襲時所量測得之所有海象資料(2006 年 05 月至 2006 年 12 月)，就初步調查資料及分析結果提出初步之研究報告，以供做進一步的探討分析。

8.2 2006 年之颱風波浪特性

2006 年西北太平洋颱風自 5 月 9 日珍珠颱風生成起，迄 12 月 31 日止，西北太平洋共生成 23 個颱風。其中 5 月生成 1 個颱風，6 月生成 1 個颱風，7 月生成 3 個颱風，8 月更生成 7 個颱風，9 月生成 3 個颱風，10 月份生成 4 個，11 月份生成 2 個，最後 12 月份又生成 2 個，

2006 年西北太平洋所發生的颱風概況如表 8.1，其中中央氣象局共發布 7 次海上颱風警報，其中 5 次還發布陸上颱風警報。

臺灣地處西太平洋，花蓮港每年夏季常受颱風波浪侵襲，而造成港灣結構物受損，例如 1994 年 7 月 10 日提姆颱風、1997 年 8 月 30 日安珀颱風，2000 年 8 月 22 日碧利斯颱風及去年(2005 年)10 月 2 日龍王颱風皆造成花蓮港東防波堤胸牆及港研中心之風速風向站損壞情形。

2006 年 5 月 1 日起至 12 月 31 日止，有 7 個颱風經過臺灣，氣象局統計，在臺灣氣象史上強烈颱風登陸次數最多分別為民國五十年及五十四年，均為三個。民國五十年登陸的強烈颱風為貝蒂、勞娜、波密拉，民國五十四年登陸的強烈颱風為黛納、哈莉、及瑪麗，一直間隔四十後，去年民國九十四年登陸的強烈颱風為海棠、泰利及龍王，今年只有一個強烈颱風艾維尼，幸好只在臺灣東部外面北上未登陸。

本計畫於花蓮溪河口附近海域進行海、氣象觀測，本計畫期末報告涵蓋本年度自 5 月 1 日起至 12 月 31 日止計畫期間所量測得之所有海象資料，就調查資料及分析結果提出初步之研究報告，以供做進一步的探討分析。

8.3 量測期間颱風概況

2006 年西北太平洋颱風自珍珠颱風生成起（如表 8.1 所示），5 月 1 日至 12 月 31 日止，西北太平洋經過台灣附近共生成 7 個颱風。其中 5 月生成 1 個颱風，7 月生成 3 個颱風，8 月生成 2 個颱風，9 月生成 1 個颱風。根據氣象資料顯示造成侵襲臺灣附近海城颱風共有 5 個：(1)5 月 16 日至 5 月 18 日之珍珠(CHANCHU)颱風，如圖 8.1；(2)7 月 7 日至 7 月 9 日之艾維尼(EWINIAR)強烈颱風，如圖 8.2；(3)7 月 12 日至 7 月 15 日之碧利斯(BILIS)輕度颱風，如圖 8.3；(4)7 月 23 日至 7 月 26 日之凱米(KAEMI)中度颱風，如圖 8.4；(5)8 月 7 日至 8 月 9 日之寶發

(BOPHA)輕度颱風，如圖 8.5；(6)8 月 9 日至 8 月 10 日之桑美(SAOMAI)中度颱風，如圖 8.6；(7)9 月 14 日至 9 月 16 日之珊珊(SHANSHAN)中度颱風，如圖 8.8。

2006 年至本計畫為止至今共有 7 個颱風等影響基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港及臺中港等海氣象(風、波、潮、流)觀測站量測到之逐時變化資料圖(如圖 8.9 至圖 8.55)。自 2006 年 5 月至 12 月 31 日間 7 個颱風侵襲時各觀測站量測到最高之波浪資料其有義波高、週期及波向(來向)如表 8.2 表示。

- (1) 今年第一個影響臺灣地區的中度颱風珍珠(CHANCHU)，自 5 月 9 日在菲律賓東方海域生成後，並以西北西方向通過菲律賓群島進入中國南海，15 日由原棧偏西方向轉向偏北移動，且強度增強。17 日中心進入廣東沿海，並轉向北北東朝金門方向前進，18 日清晨由福建進入大陸，強度快速減弱，當天下午變成溫帶氣旋。因此蘇澳港、花蓮港當颱風登陸菲律賓前波浪漸大，當颱風進入南海轉向偏北移動且強度增強時，高雄港受颱風外影響其有義波高達 6.67 公尺，詳如表 8.2 及圖 8.9 至圖 8.13。
- (2) 第二個颱風為強烈颱風艾維尼 (EWINIAR) 自 7 月 1 日在菲律賓形成後開始朝西北方緩慢移動，3 日增強為中度颱風，並轉向北北西方向移動。5 日逐漸向臺灣附近海域接近，且強度一度增強為強烈颱風。8 日其行徑由臺灣東方海面通過，並轉向偏北方向移動。10 日中心進入韓國後快速變為溫帶氣旋。當颱風距離臺灣東部海岸 500 公里外北上時，觀測站量測到的波浪比較偏小，詳如表 8.2 及圖 8.14 至圖 8.18。
- (3) 輕度颱風碧利斯(BILIS)於 7 月 10 日由關島西方海面成形，由熱帶性低氣壓增強為輕度颱風，並持續向西北方向移動，朝臺灣前進。13 日 22 時 20 分左右由宜蘭頭城附近登陸。14 日 13 時左右由馬祖附近進入福建，15 日減弱成熱帶性低氣壓。颱風行徑因受到臺灣中央山脈地形遮蔽影響，各觀測站量測到的波浪變化不同，當颱風

北上逐漸靠近東北陸上時蘇澳港的波浪逐漸增大，進入北部臺灣海峽後引進強烈西南氣流後，高雄港、臺中港的波浪較為增強，詳如表 8.2 及圖 8.19 至圖 8.23。

- (4) 中度颱風凱米 (KAEMI) 7 月 19 日在關島西方生成，並以西北西方向朝臺灣前進。21 日增強為中度颱風。24 日 23 時 45 分左右中心於臺東縣成功附近登陸，並繼續以西北方向前進，25 日 19 時由金門附近進入福建，26 日減弱為熱帶性低氣壓。此颱風登陸前蘇澳港、花蓮港之有義波高都在 6-7 公尺，臺中港、高雄港則受到地形遮蔽影響，波浪偏小，有義波高只有 4 公尺左右，相關資料詳如表 8.2 及圖 8.24 至圖 8.28。
- (5) 輕度颱風寶發(BOPHA)於 8 月 6 日在臺灣東方海面形成，並以偏西方向朝臺灣前進，8 日轉為向西南西方向移動。9 日 7 時 20 分在臺南附近出海，且強速度快度減弱成熱帶性低氣壓。因此觀測到波浪資料都偏小，詳如表 8.2 及圖 8.29 至圖 8.33。
- (6) 中度颱風桑美(SAOMAI)8 月 5 日於關島東南海形成，通過關島後持續朝北方向快速前進。7 日強度增強為中度颱風，並轉向西北西方向快速朝臺灣東北部海面前進，10 日其中心通過臺灣北部海面，由馬祖北方進入大陸福建浙江一帶，11 日減弱為熱帶性低氣壓。此颱風在臺灣北部 200 公里通過，因此波高不大，詳如表 8.2 及圖 8.29 至圖 8.33。
- (7) 中度颱風珊珊(SHANSHAN)9 月 10 日在關島西方海面成形，朝西北方向前進。12 日增強為中度颱風，並逐漸轉偏西方向前進。15 日左右減弱轉偏北通過臺灣東方海面。16 日中心由石垣島附近通過，並加速向北北東方向朝日本移動。18 日轉為溫帶氣旋。所以從其行徑路徑可知同樣受到地形影響，當其北上且逐漸靠近東部海域時，花蓮港、蘇澳港、基隆港之波浪也逐漸增大，量測到有義波高在 4-5 公尺，詳如表 8.2 及圖 8.34 至圖 8.38。

本計畫的颱風波浪只作基本資料分析與特性研究，由於資料量龐大，工作項目又多，因此無法作全面且完整的分析，往後將另行深入的研究歸納，例如各觀測站之颱風風浪與湧浪的分類或分離技巧，將在後續的研究中深入探討、研發。

表 8.1 2006 年西太平洋所有發生的颱風概況

(資料來源：中央氣象局網上)

編號	中文名稱 <small>紅：有命名 藍：非命名</small>	英文名稱	警報期間	強度	侵台路 線路徑 (七類)	近中心最 低氣壓 (hPa)	近中心最 大風速 (m/s)	七級風 暴風半 徑(km)	十級風 暴風半 徑(km)	警報發 布次數
200623	潭美	TRAMI	--	--	--	--	--	--	--	0
200622	尤特	UTOR	--	--	--	--	--	--	--	0
200621	榴槤	DURIAN	--	--	--	--	--	--	--	0
200620	查比	CHEBI	--	--	--	--	--	--	--	0
200619	西馬隆	CIMARON	--	--	--	--	--	--	--	0
200618	蘇力	SOULIK	--	--	--	--	--	--	--	0
200617	倫比亞	RUMBIA	--	--	--	--	--	--	--	0
200616	貝貝佳	BEBINCA	--	--	--	--	--	--	--	0
200615	象控	XANGSANE	--	--	--	--	--	--	--	0
200614	雅吉	YAGI	--	--	--	--	--	--	--	0
200613	珊珊	SHANSHAN	08/14~08/16	中度	--	--	48.0	--	--	17
200612	伊歐佳	IOKE	--	--	--	--	--	--	--	0
200611	蘇洛盛	SONAMU	--	--	--	--	--	--	--	0
200610	悟空	WUKONG	--	--	--	--	--	--	--	0
200609	寶發	BOPHA	08/07~08/09	輕度	--	--	25.0	--	--	15
200608	桑美	SAOMAI	08/09~08/10	中度	--	--	48.0	--	--	16
200607	瑪莉亞	MARIA	--	--	--	--	--	--	--	0
200606	巴比倫	PRAPIROON	--	--	--	--	--	--	--	0
200605	凱米	KAEMI	07/23~07/26	中度	--	--	38.0	--	--	21
200604	碧利斯	BILIS	07/12~07/15	輕度	--	--	25.0	--	--	25
200603	艾維尼	EWINIAR	07/07~07/09	強度	--	--	51.0	--	--	11
200602	杰拉華	JELAWAT	--	--	--	--	--	--	--	0
200601	珍珠	CHANCHU	05/16~05/18	中度	--	--	45.0	--	--	17

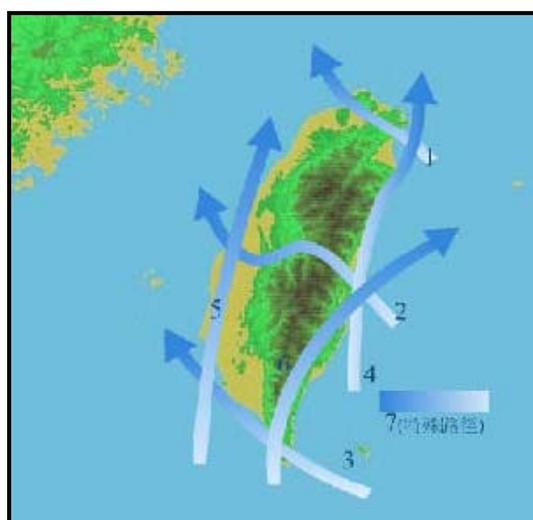


表 8.2 2006 年五個國際港觀測站颱風最大波浪之波高、週期及波向資料表

颱風名字	觀測站	時間	H _{1/3} (公尺)	T _{1/3} (秒)	波向(來向)
珍珠 (中度)	基隆港	5月5日~8月15日	儀器更新中		
	蘇澳港	5月18日13時	3.21	4.76	224.3
	花蓮港	5月18日13時	2.89	4.94	142.47
	高雄港	5月17日22時	6.67	7.69	223.52
	臺中港	5月18日00時	3.06	4.28	0.99
艾維尼 (強烈)	基隆港	5月5日~8月15日	儀器更新中		
	蘇澳港	7月08日12時	3.00	6.66	122.69
	花蓮港	7月08日18時	2.17	6.72	116.51
	高雄港	7月07日15時	2.57	5.51	230.95
	臺中港	7月09日09時	1.11	5.83	280.74
碧利斯 (輕度)	基隆港	5月5日~8月15日	儀器更新中		
	蘇澳港	7月14日16時	5.70	10.01	200.7
	花蓮港	7月14日17時	5.25	8.38	142.67
	高雄港	7月14日17時	5.75	6.24	232.69
	臺中港	7月14日07時	4.72	5.58	319.30
凱米 (中度)	基隆港	5月5日~8月15日	儀器更新中		
	蘇澳港	7月25日00時	7.37	8.09	187.23
	花蓮港	7月25日02時	6.92	7.49	139.79
	高雄港	7月25日06時	3.99	5.25	257.51
	臺中港	7月25日01時	3.37	6.38	4.32
寶發 (輕度)	基隆港	5月5日~8月15日	儀器更新中		
	蘇澳港	8月08日22時	2.17	5.60	115.8
	花蓮港	8月09日04時	3.86	5.99	118.09
	高雄港	8月09日19時	1.47	3.25	217.51
	臺中港	8月09日06時	2.67	4.02	7.47
桑美 (中度)	基隆港	5月5日~8月15日	儀器更新中		
	蘇澳港	8月10日20時	1.65	9.96	96.79
	花蓮港	8月11日10時	1.92	9.31	114.24
	高雄港	8月11日02時	1.37	3.57	229.34
	臺中港	8月09日19時	3.02	3.97	19.73
珊珊 (中度)	基隆港	9月16日12時	4.58	6.77	35.71
	蘇澳港	9月15日20時	5.37	5.97	144.45

颱風名字	觀測站	時間	H _{1/3} (公尺)	T _{1/3} (秒)	波向(來向)
	花蓮港	9月16日02時	4.24	7.97	103.75
	高雄港	9月13日11時	1.32	4.16	219.74
	臺中港	9月15日19時	3.20	3.66	6.34

中央氣象局颱風警報發布概況表	
名稱	珍珠(CHANCHU)
編號	0601
生成地點	菲律賓東方海濱
侵(近)台日期	2006年5月18日
發布時間	海上:2006年5月16日17時30分 陸上:2006年5月17日2時30分
解除時間	海上:2006年5月18日17時30分 陸上:2006年5月18日17時30分
發布報數	17
最大強度	中度
近中心最大風速	45.0 (公尺/秒)
侵台強度分類	--
登陸地點	--
動態	5月9日在菲律賓東方生成，並以西北方向通過菲律賓群島進入中國南海。15日由原來偏西方向轉向偏北移動，且強度增強。17日中心進入廣東沿海，並轉向東北東朝金門方向前進，18日清晨由福建進入大陸，強度快速減弱，當天下午變性為溫帶氣旋。
災情	--



圖 8.1 2006 年 5 月 9 日至 5 月 18 日之珍珠(CHANCHU)中度颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

中央氣象局颱風警報發布概況表	
名稱	艾維尼(EWINIAR)
編號	0603
生成地點	菲律賓東南方海面
生成(即)台日期	2006年7月8日
發布時間	海上2006年7月7日23時30分
解除時間	海上2006年7月9日5時30分
發布警數	11
最大強度	強烈
近中心最大風速	51.0 (公尺/秒)
假台階級分類	-
登陸地段	-
動向	7月1日形成為颱風，開始向西北方向緩慢移動。3日增強為中度颱風，並轉以北北西方向移動。5日逐漸向台灣附近海域靠近，且強度一度增強為強烈颱風。8日其行進由台灣東方海峽通過，並轉以偏北方向移動。10日中心進入韓國後快速變性為溫帶氣旋。
災情	-

註：資料範圍取自警報發布至警報解除。



圖 8.2 2006 年 7 月 7 日至 7 月 9 日之艾維尼(EWINIAR)強烈颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

中央氣象局颱風警報發布概況表	
名稱	碧利斯(BILIS)
編號	0604
生成地點	關島西方海面
接近台日期	2006年7月13日
發布時間	海上:2006年7月12日2時30分 陸上:2006年7月12日8時30分
解除時間	海上:2006年7月15日2時30分 陸上:2006年7月15日2時30分
發布警號	25
最大強度	輕度
近中心最大風速	25.0 (公尺/秒)
侵台路徑分類	-
登陸地段	-
動態	7月10日由熱帶性低氣壓增強為輕度颱風，並持續向西北方向移動，朝台灣前進。13日2時20分左右由宜蘭頭城附近登陸。14日13時左右由馬祖附近進入福建，15日減弱為熱帶性低氣壓。
災情	-

註：資料範圍取自警報發布至警報解除。

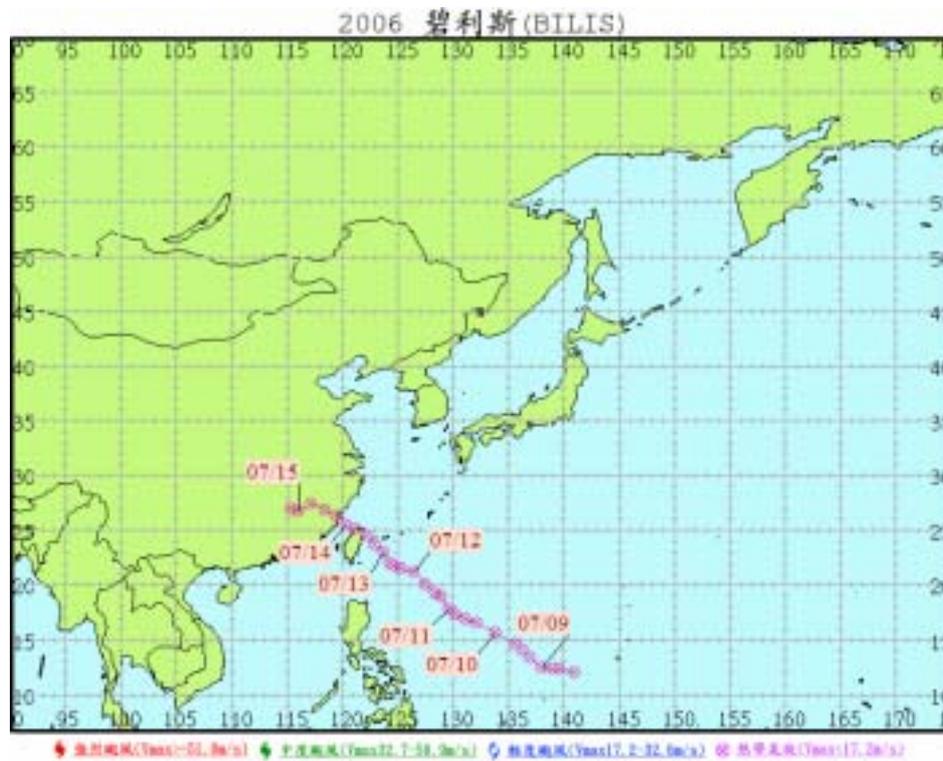


圖 8.3 2006 年 7 月 12 日至 7 月 15 日之碧利斯(BILIS)輕度颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

中央氣象局颱風警報發布概況表	
名稱	凱米(KAEMI)
編號	0605
生成地點	關島西南方海面
侵台日期	2006年7月25日
發布時間	海上:2006年7月23日14時30分 陸上:2006年7月23日23時30分
解除時間	海上:2006年7月26日2時30分 陸上:2006年7月26日2時30分
發布報數	21
最大強度	中度
近中心最大風速	38.0 (公尺/秒)
侵台階級分類	-
登陸地段	-
動移	7月19日在關島西南方生成，並以西北西方向朝台灣前進。21日增強為中度颱風。24日23時45分左右由中心於台東縣成左莊觸陸，並繼續以西北西方向前進。25日19時由金門附近進入福建，26日減弱為熱帶性低氣壓。
災情	-

註：資料範圍取自警報發布至警報解除。



圖 8.4 2006 年 7 月 23 日至 7 月 26 日之凱米(KAEMI)中度颱風
(資料來源：中央氣象局網站)

中央氣象局颶風警報發布概況表	
名稱	寶發(BOPHA)
編號	0609
生成地點	台灣東方海面
偵測/台日期	2006年8月9日
發布時間	海上:2006年8月7日20時30分 陸上:2006年8月8日14時30分
解除時間	海上:2006年8月9日14時30分 陸上:2006年8月9日11時30分
發布報數	15
最大強度	輕度
近中心最大風速	25.0 (公尺/秒)
侵台路徑分類	-
登陸地段	-
動向	8月6日在台灣東方海面生成，並以偏西方向朝台灣前進，8日轉為向西南西方向移動。9日於3時20分左右中心由台東縣成文社觸陸，並繼續以西南西方向前進。9日7時20分在台灣附近出海，且強度快速減弱為熱帶低氣壓。
災情	-

註：資料範圍取自警報發布至警報解除。



圖 8.5 2006 年 8 月 7 日至 8 月 9 日之寶發(BOPHA)輕度颱風
(資料來源：中央氣象局網站)

中央氣象局颱風警報發布概況表	
名稱	桑美(SAOMAI)
編號	0608
生成地點	關島東南海面
接近台日期	2006年8月10日
發布時間	海上:2006年8月9日23時30分 陸上:2006年8月9日11時30分
解除時間	海上:2006年8月10日23時30分 陸上:2006年8月10日23時30分
發布警數	16
最大強度	中度
近中心最大風速	48.0 (公尺/秒)
侵台路徑分類	-
登陸地段	-
動靜	8月5日在關島東南海面生成，通過關島後持續以西北方向快速前進，7日強度增強為中度颱風，並轉而以西北西方向，快速朝台灣東北部海面移動，10日其中心通過台灣北部海面，且由馬祖北方進入大陸福建浙江一帶，11日終歸為熱帶性低氣壓。
災情	-

註：資料範圍取自警報發布至警報解除。

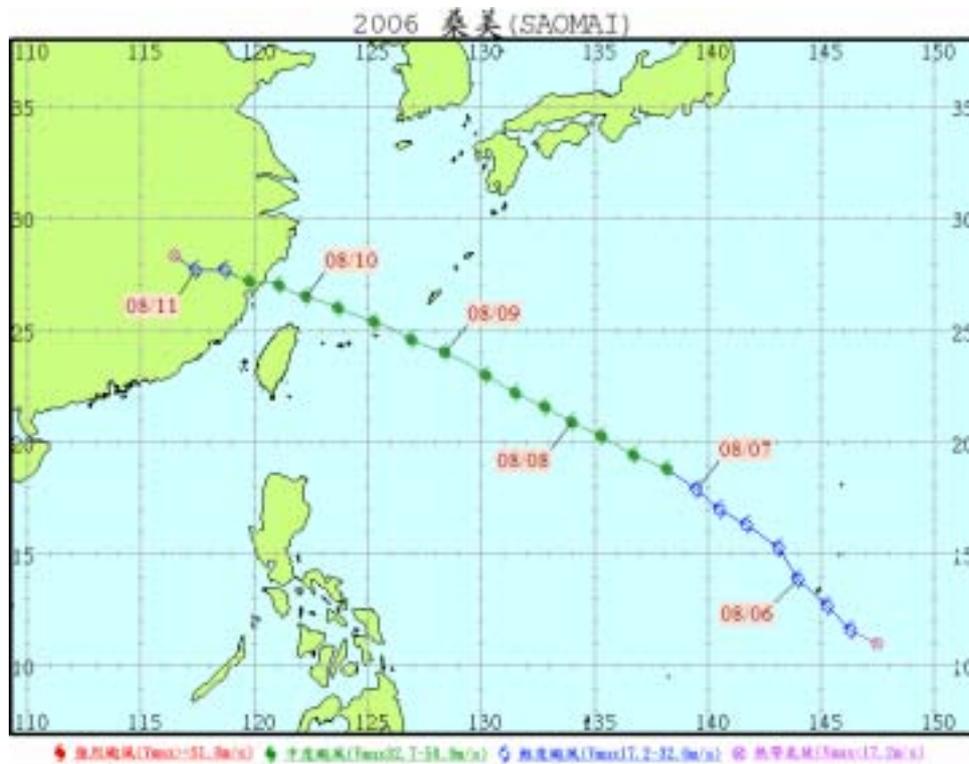


圖 8.6 2006 年 8 月 9 日至 8 月 10 日之桑美(SAOMAI)中度颱風
(資料來源：中央氣象局網站)

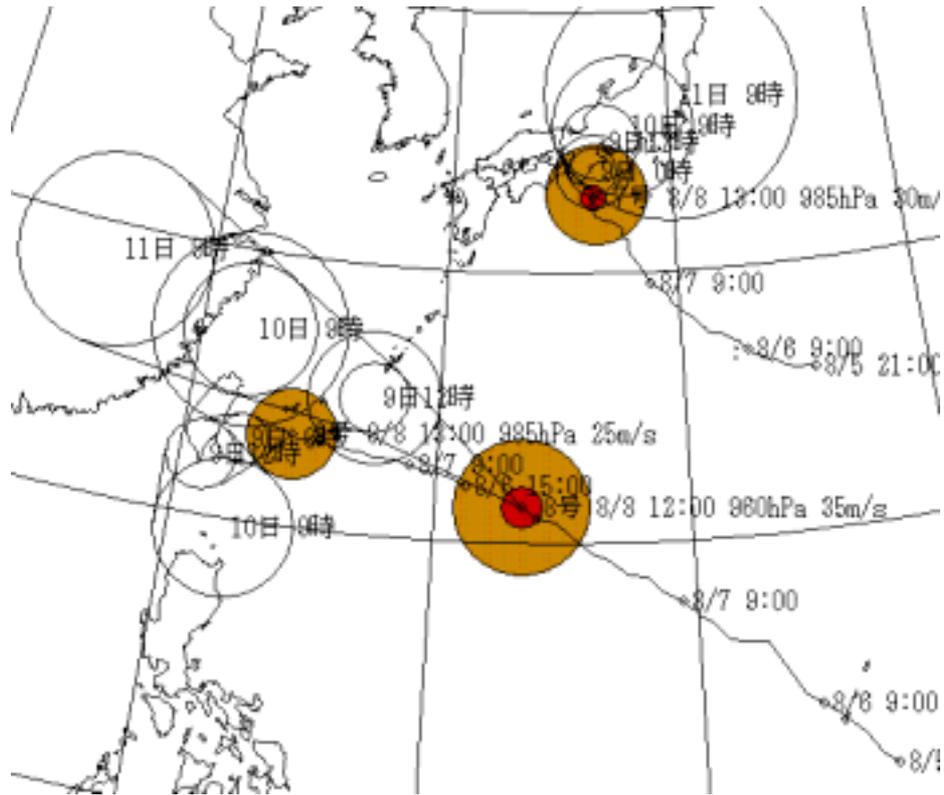


圖 8.7 2006 年 8 月 8 日 08 時瑪莉亞(MARIA)、桑美(SAOMAI)、寶發(BOPHA)同時在臺灣附近海域狀況
(資料來源：中央氣象局網站)

中央氣象局颱風警報發布概況表	
名稱	珊珊(SHANSHAN)
編號	0613
生成地點	關島西方海面
最近台日期	2006年9月16日
發布時間	海上2006年9月14日14時30分
解除時間	海上2006年9月16日14時30分
發布經數	17
最大強度	中度
近中心最大風速	48.0 (公尺/秒)
侵台路徑分類	-
登陸地段	-
動向	9月10日在關島西方海面生成，朝西北方向前進。12日增強為中度颱風，並逐漸轉偏西方向移動。15日左右轉速減慢且移向轉高偏北，通過台灣東方海面。16日其中心由通過石垣島附近，且加速向東北東方向朝日本移動。18日變性為溫帶氣旋。
災情	-

註：資料範圍取自警報發布至警報解除。

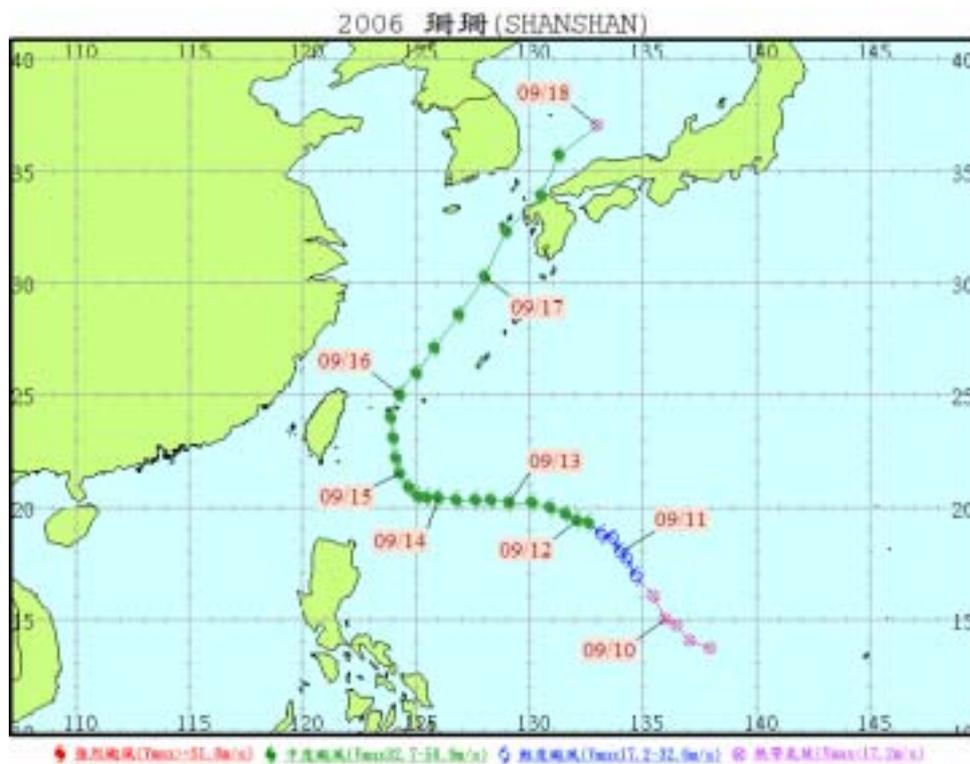


圖 8.8 2006 年 9 月 14 日至 9 月 16 日之珊珊(SHANSHAN)中度颱風
(資料來源：中央氣象局網站)

OCEAN DATA IN TYPHOON

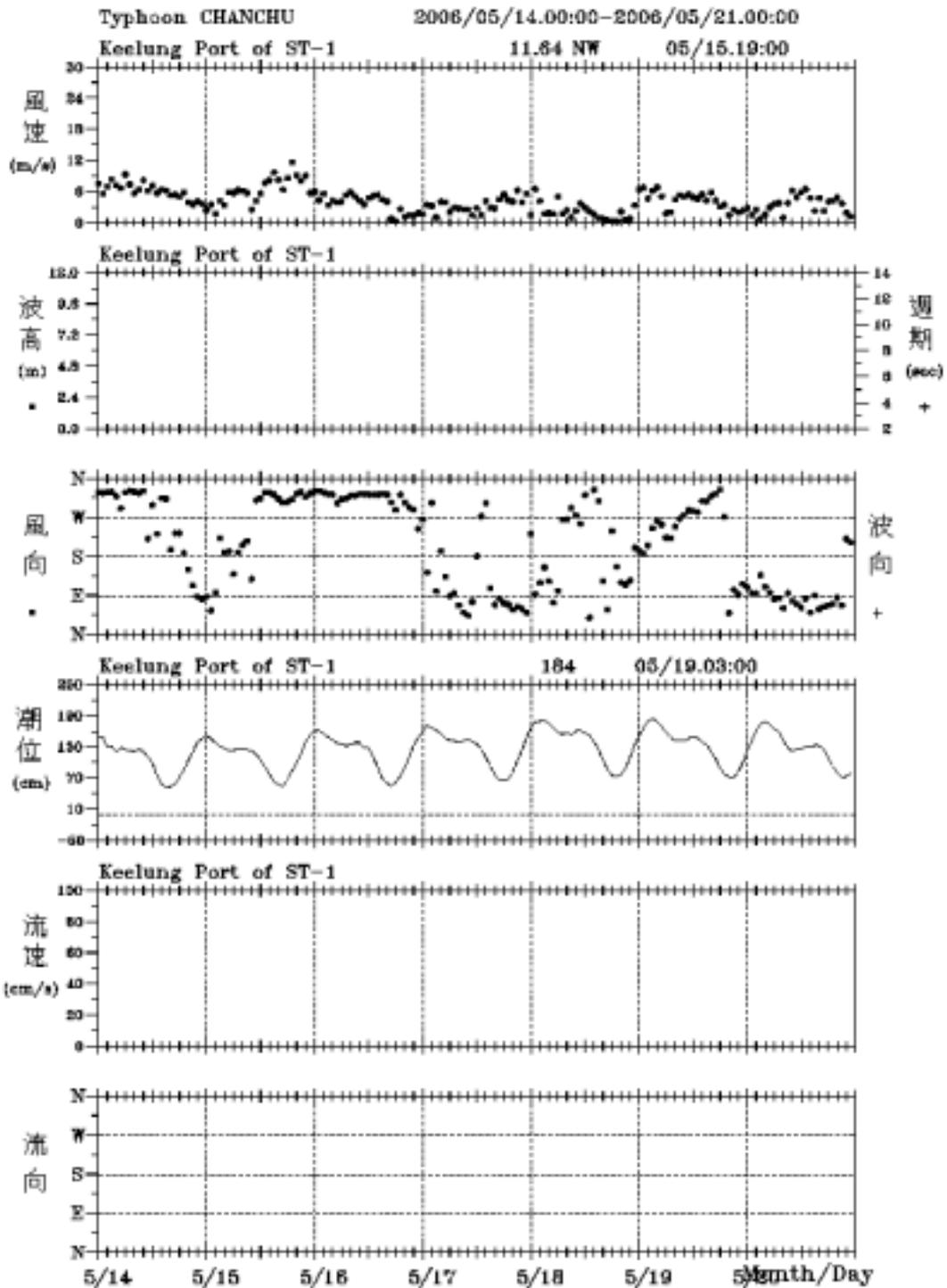


圖8.9 2006年5月珍珠颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

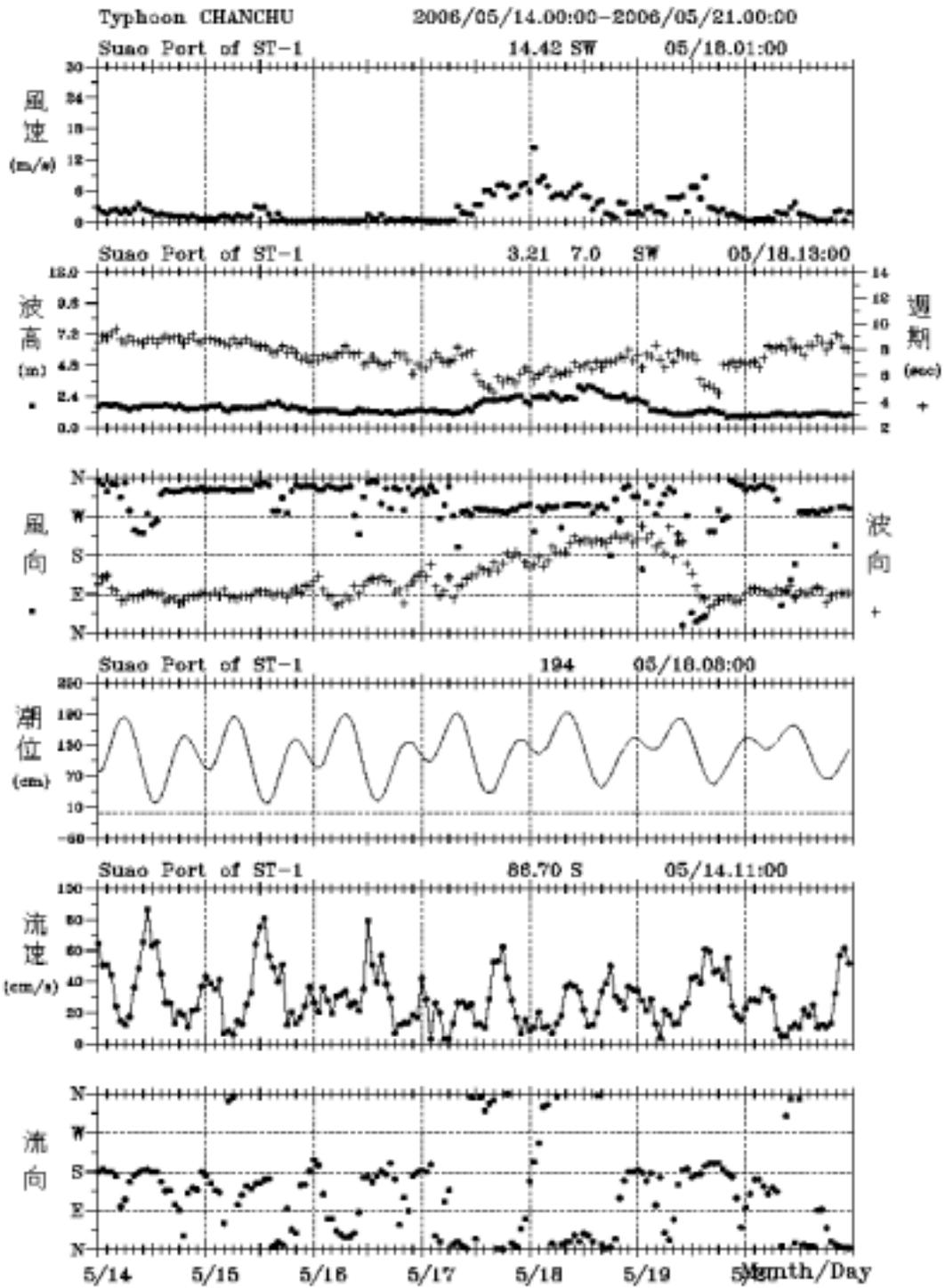


圖8.10 2006年5月珍珠颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

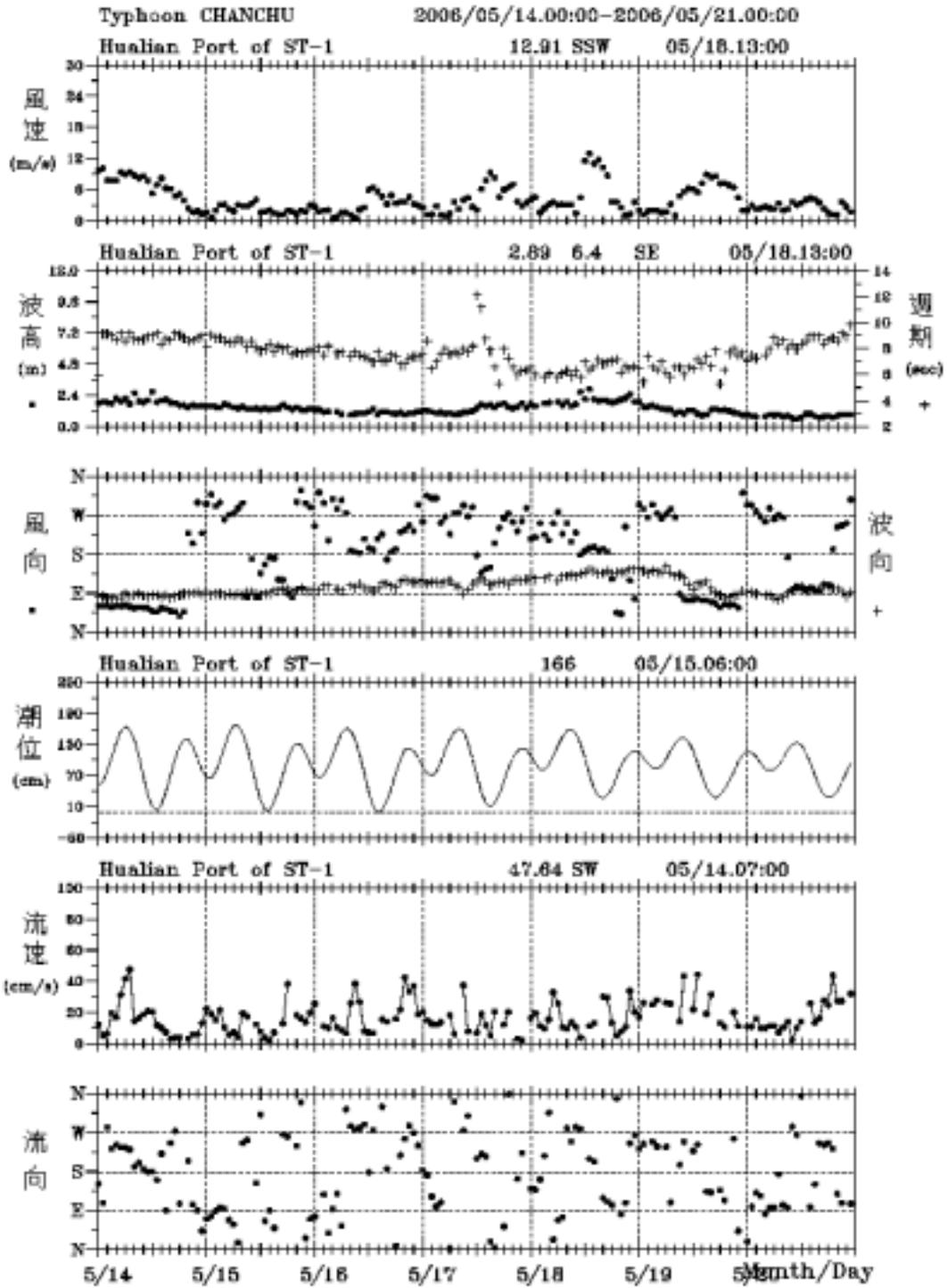


圖8.11 2006年5月珍珠颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

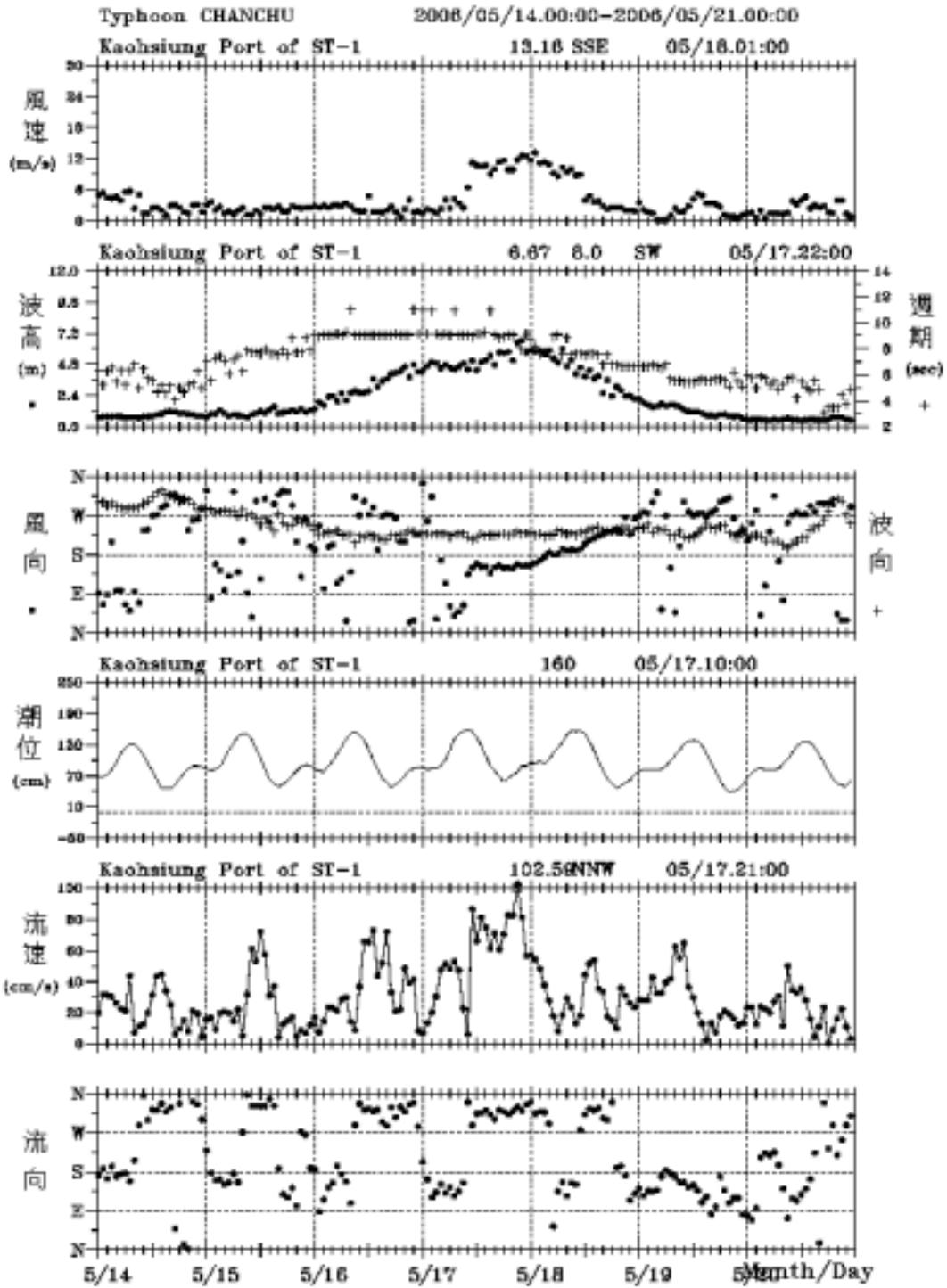


圖8.12 2006年5月珍珠颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

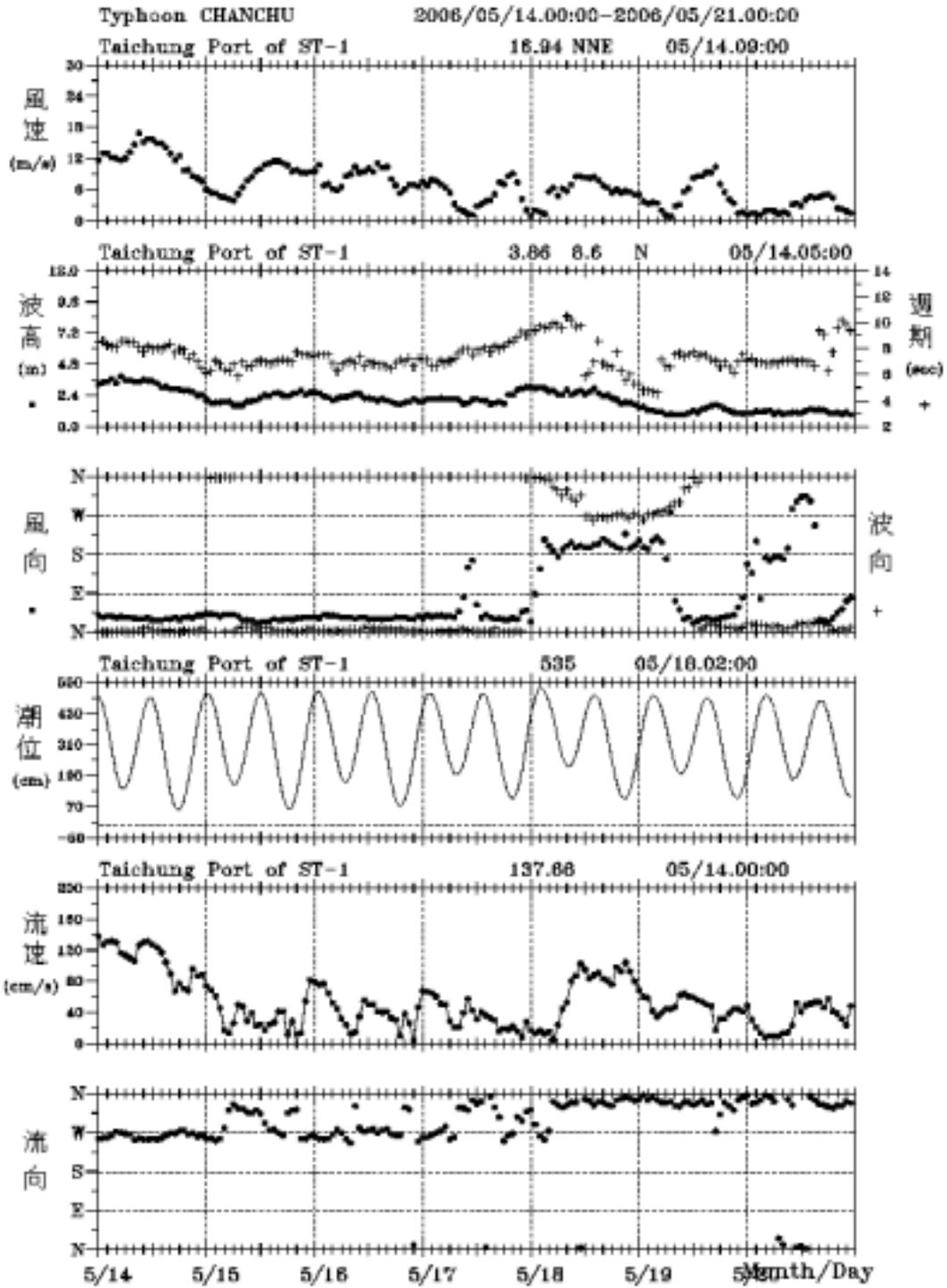


圖8.13 2006年5月珍珠颱風台中港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

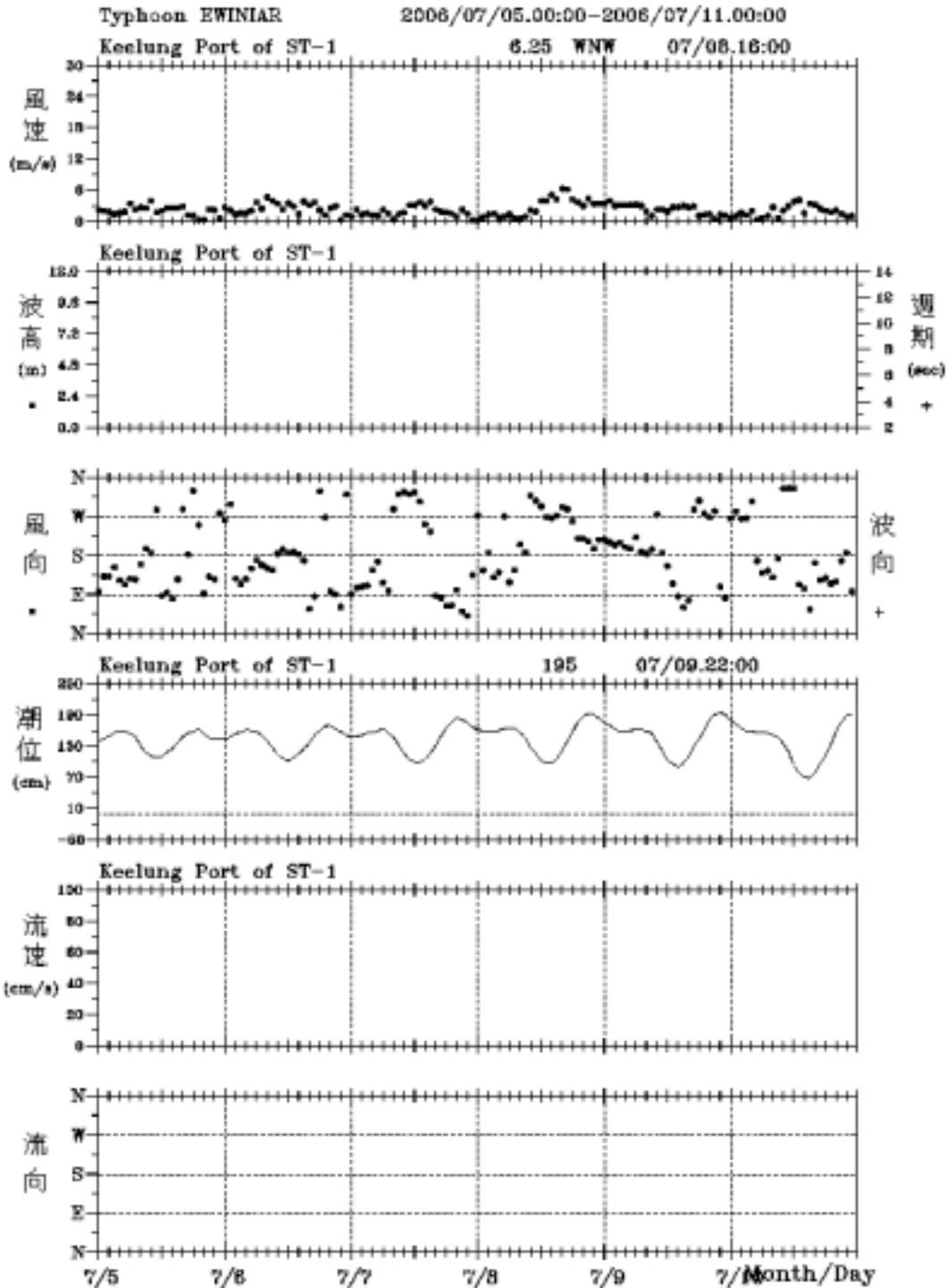


圖8.14 2006年7月艾維尼颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

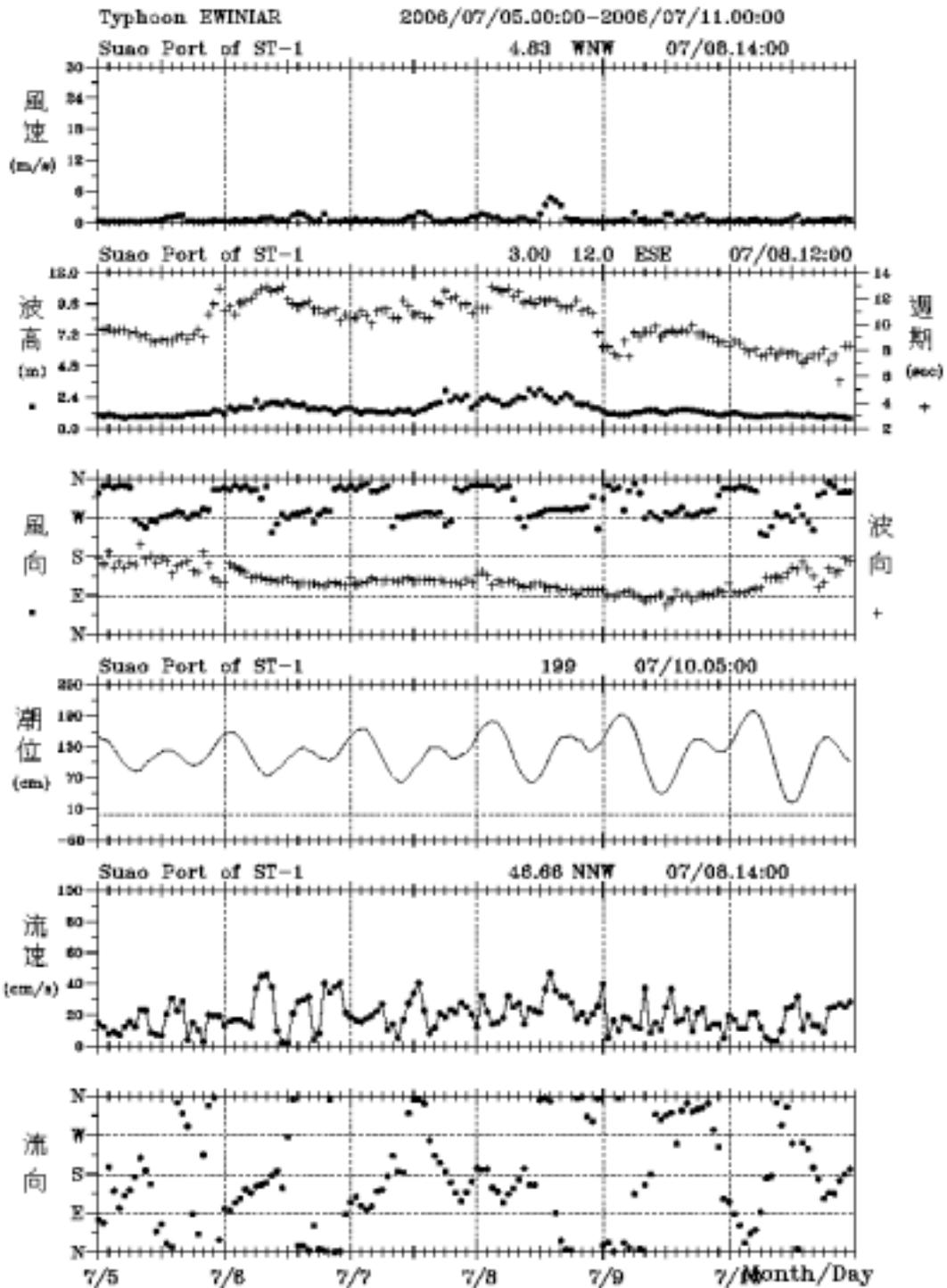


圖8.15 2006年7月艾維尼颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

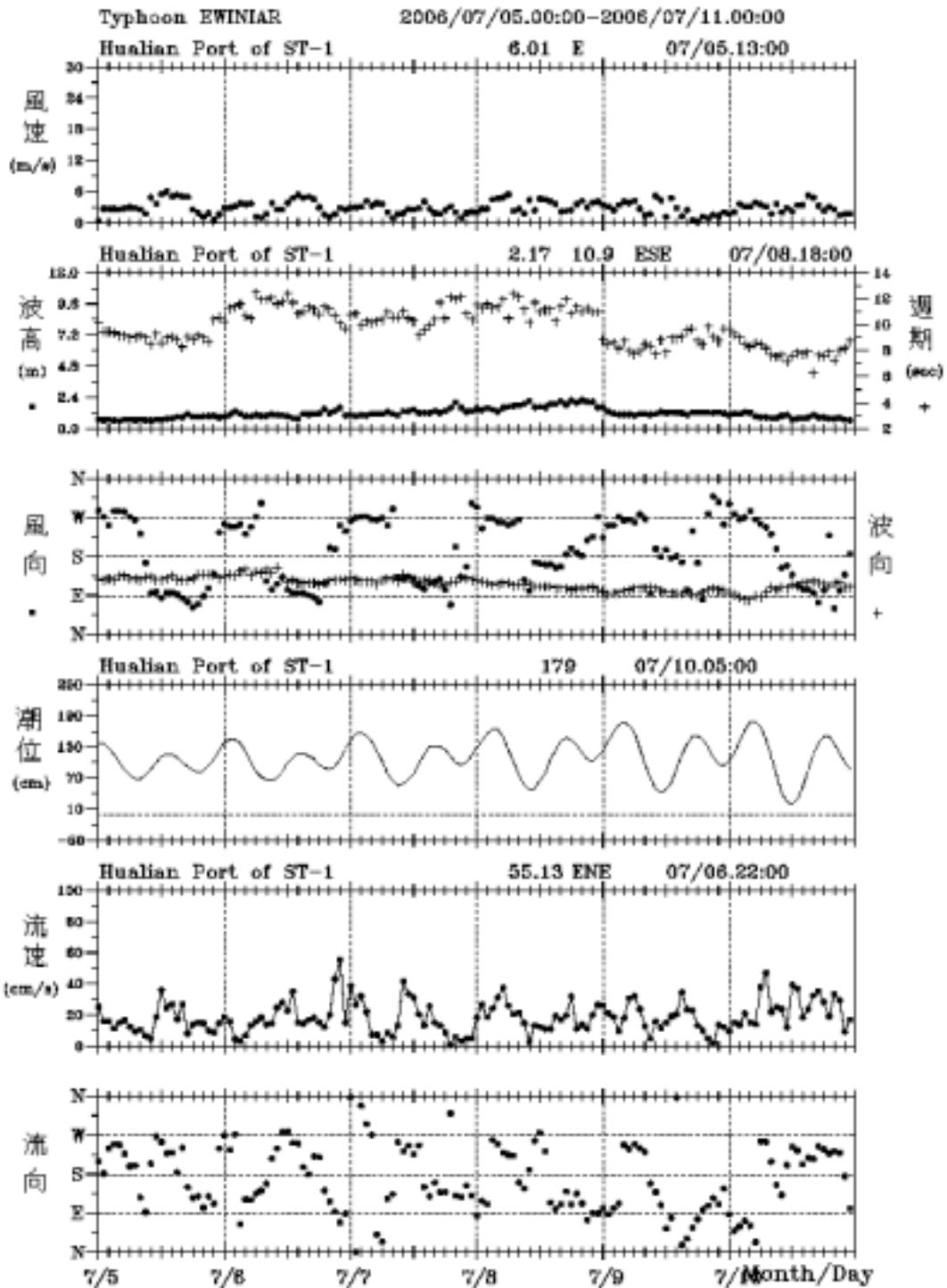


圖8.16 2006年7月艾維尼颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

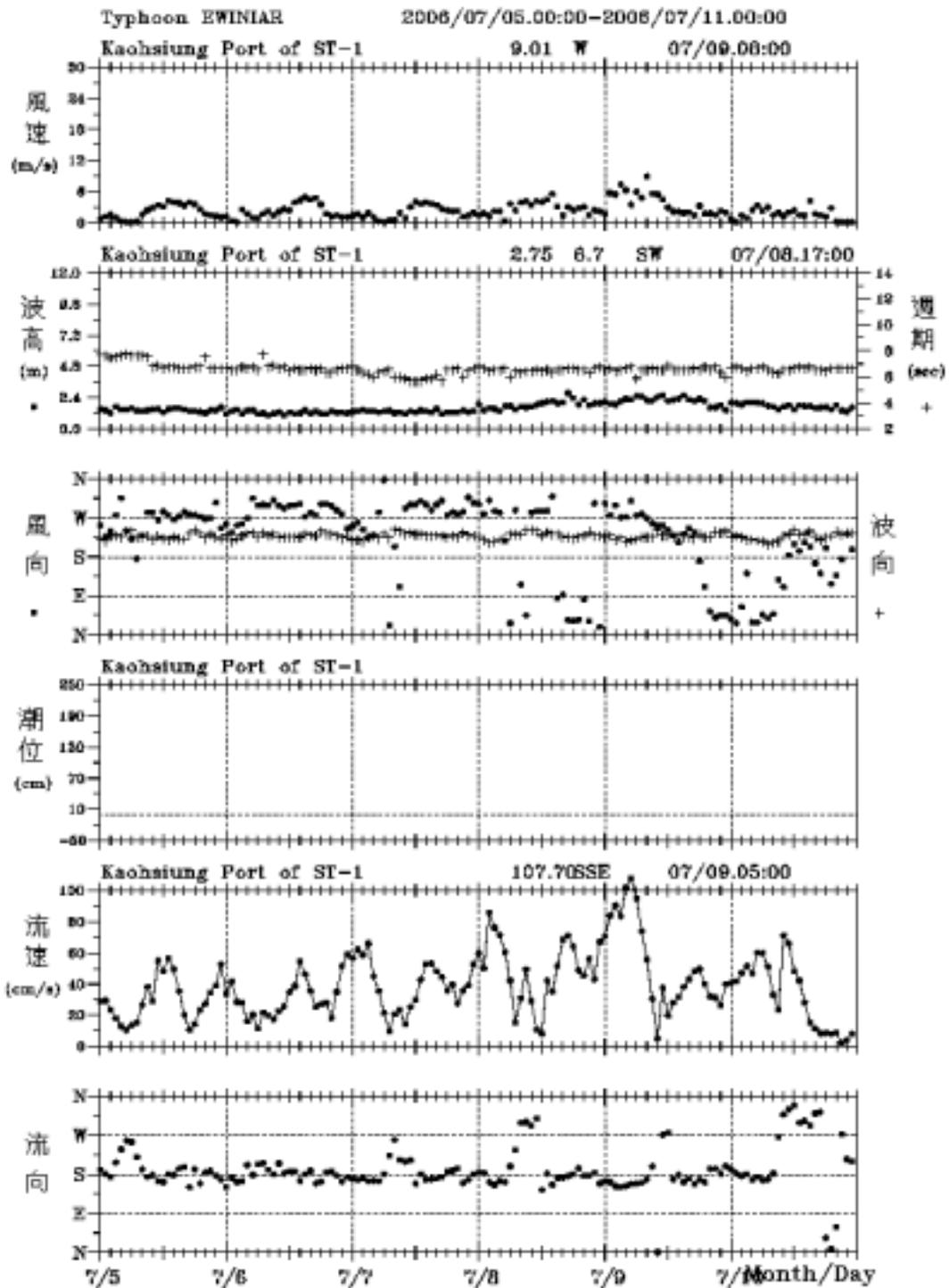


圖8.17 2006年7月艾維尼颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

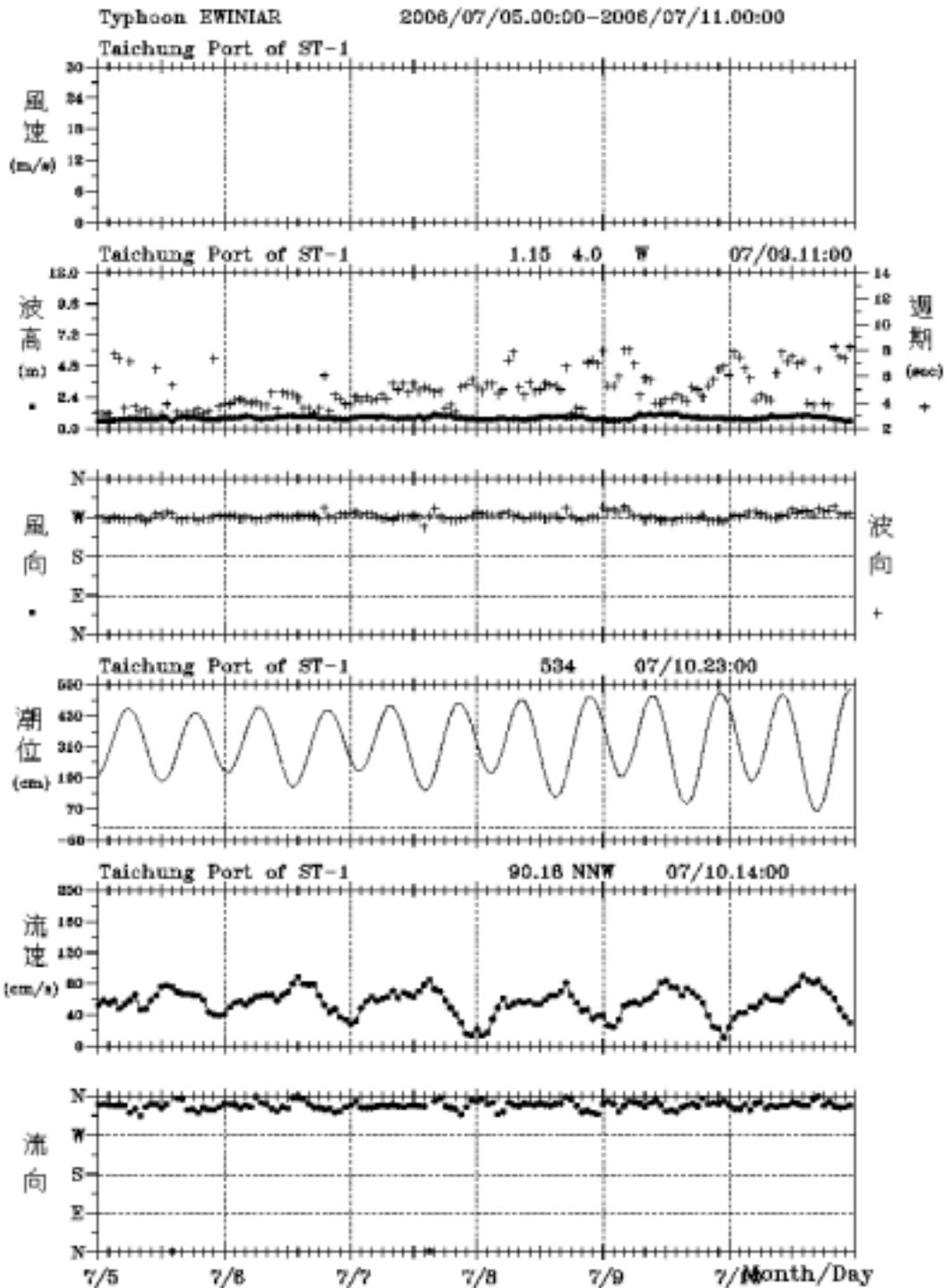


圖8.18 2006年7月艾維尼颱風台中港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

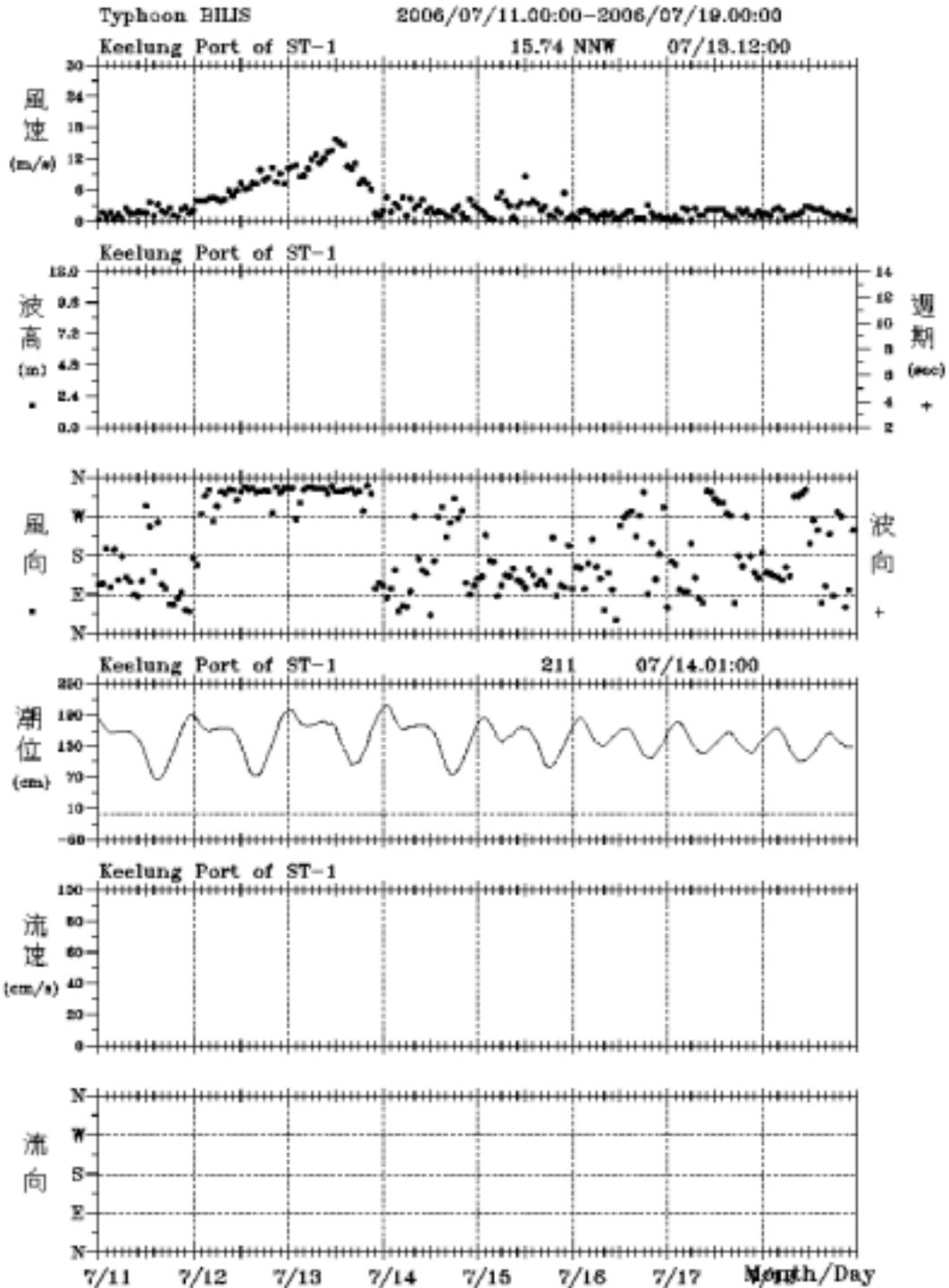


圖8.19 2006年7月碧利斯颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

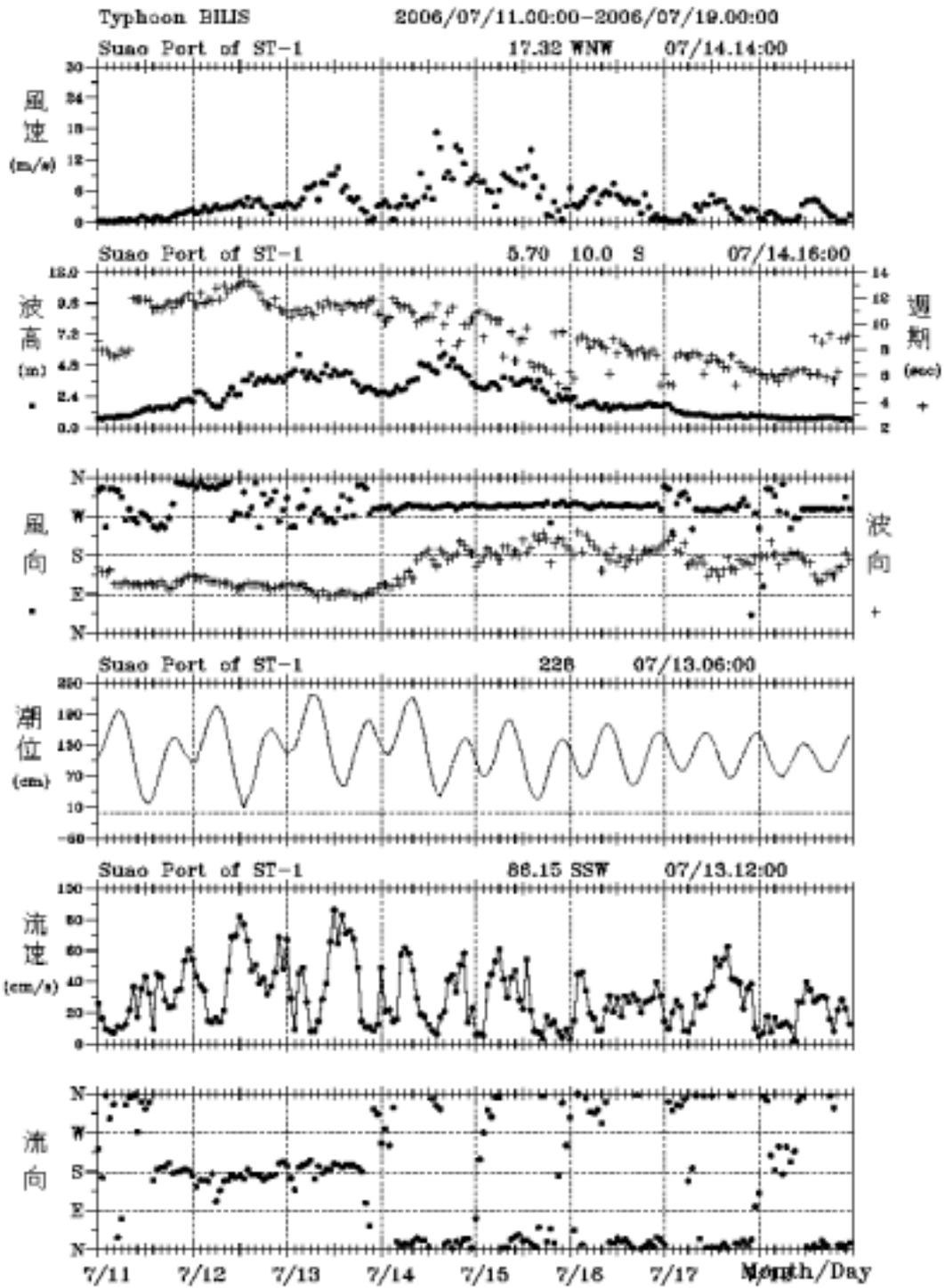


圖8.20 2006年7月碧利斯颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

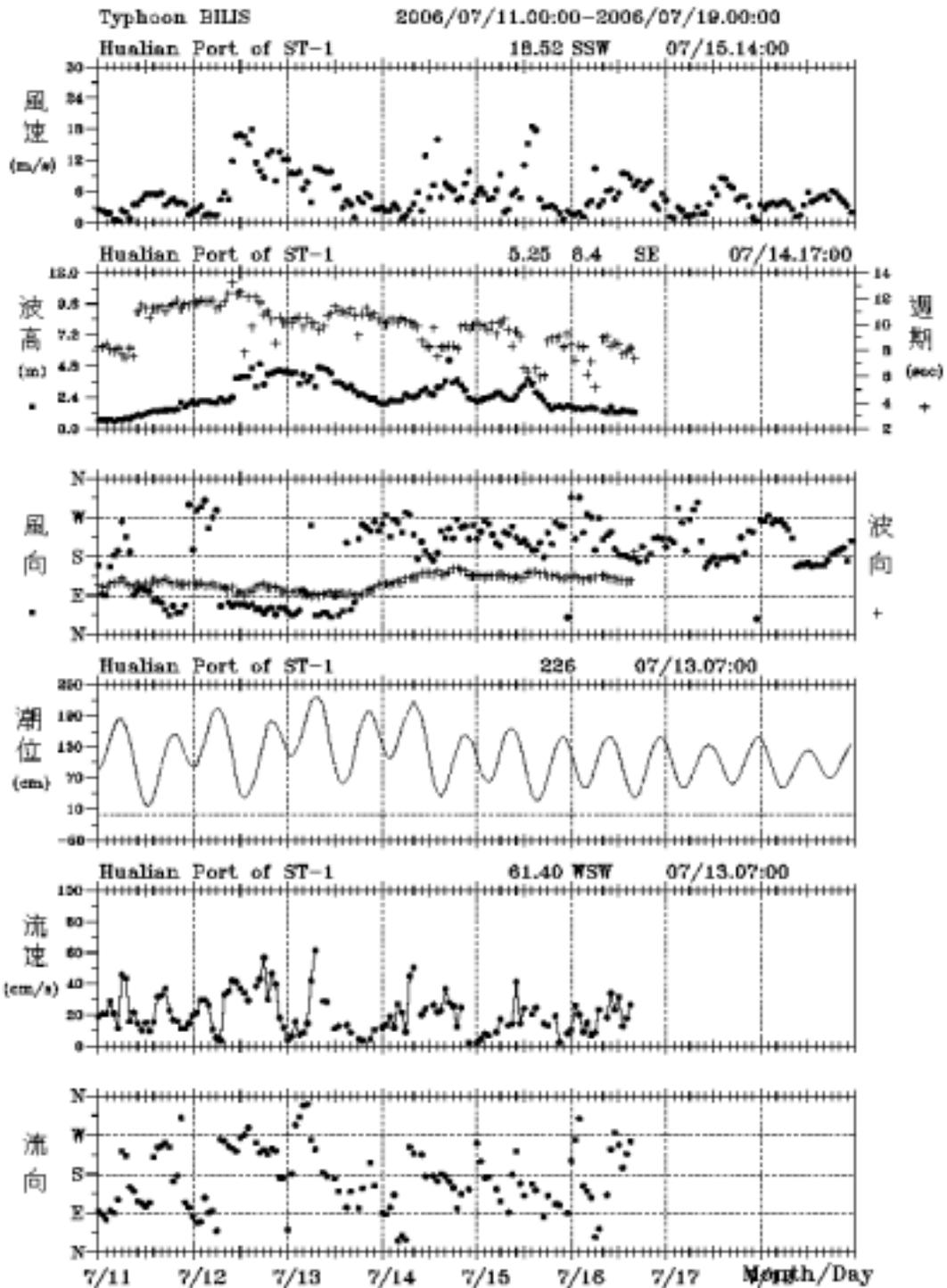


圖8.21 2006年7月碧利斯颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

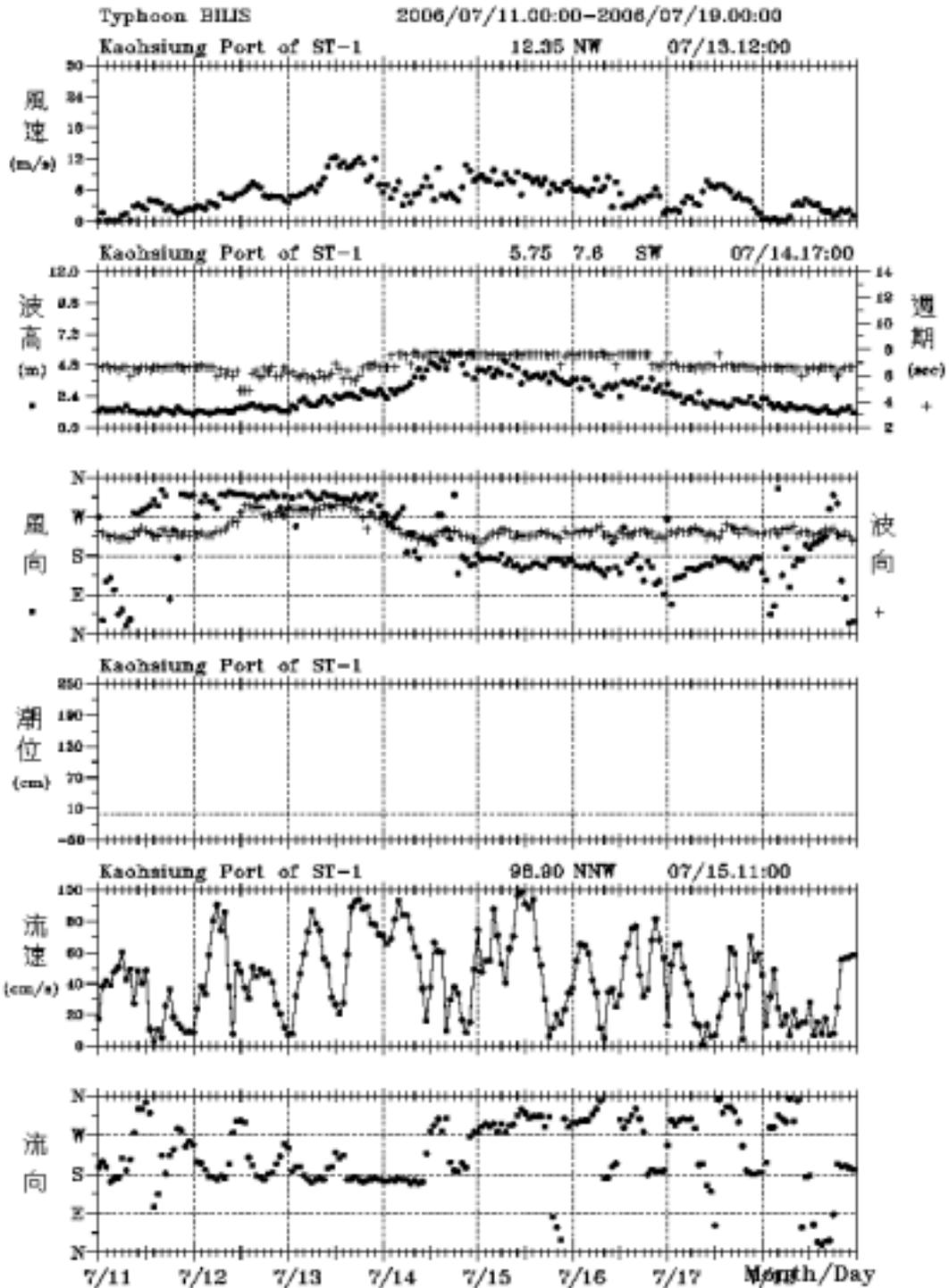


圖8.22 2006年7月碧利斯颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

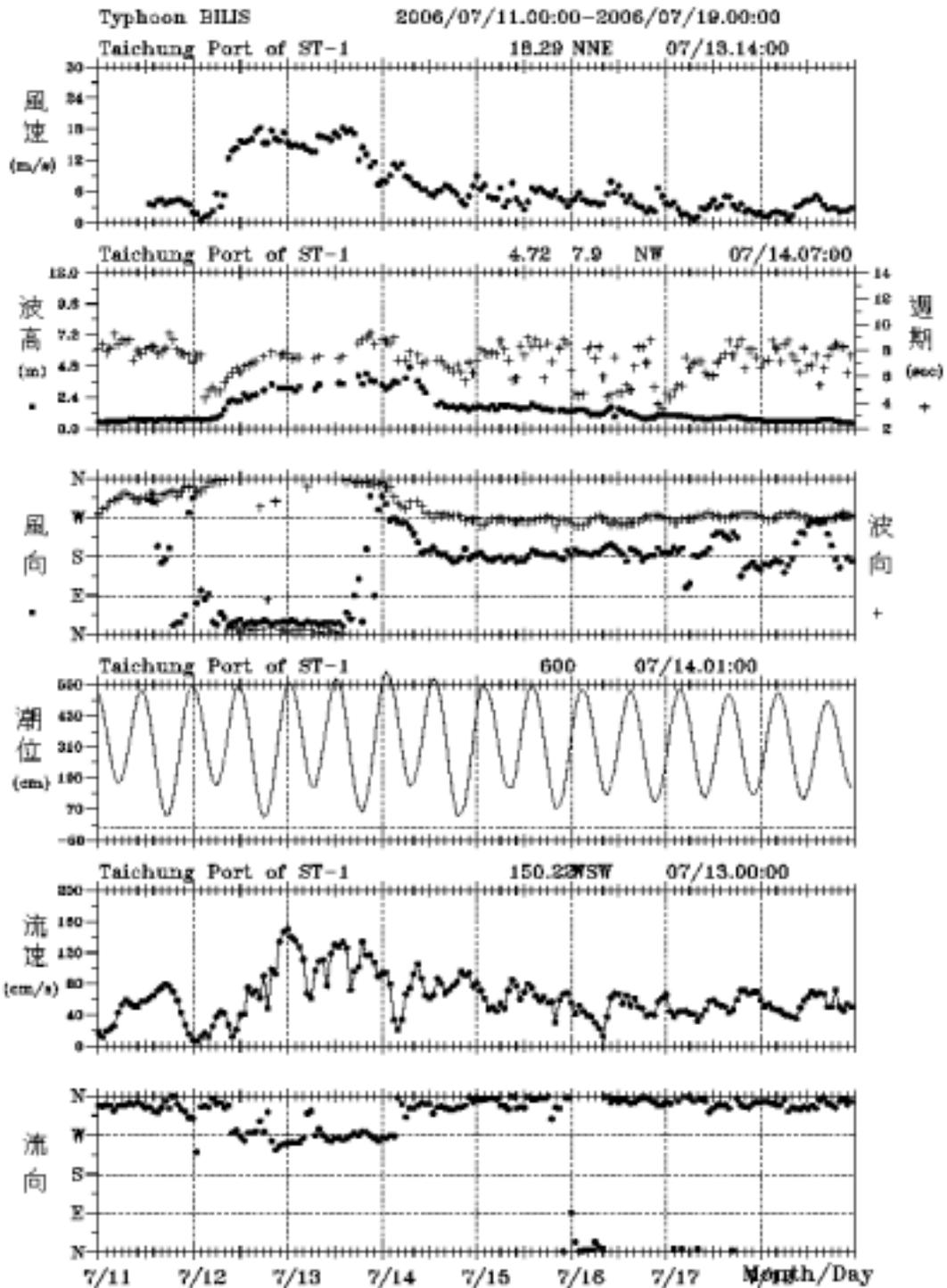


圖8.23 2006年7月碧利斯颱風台中港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

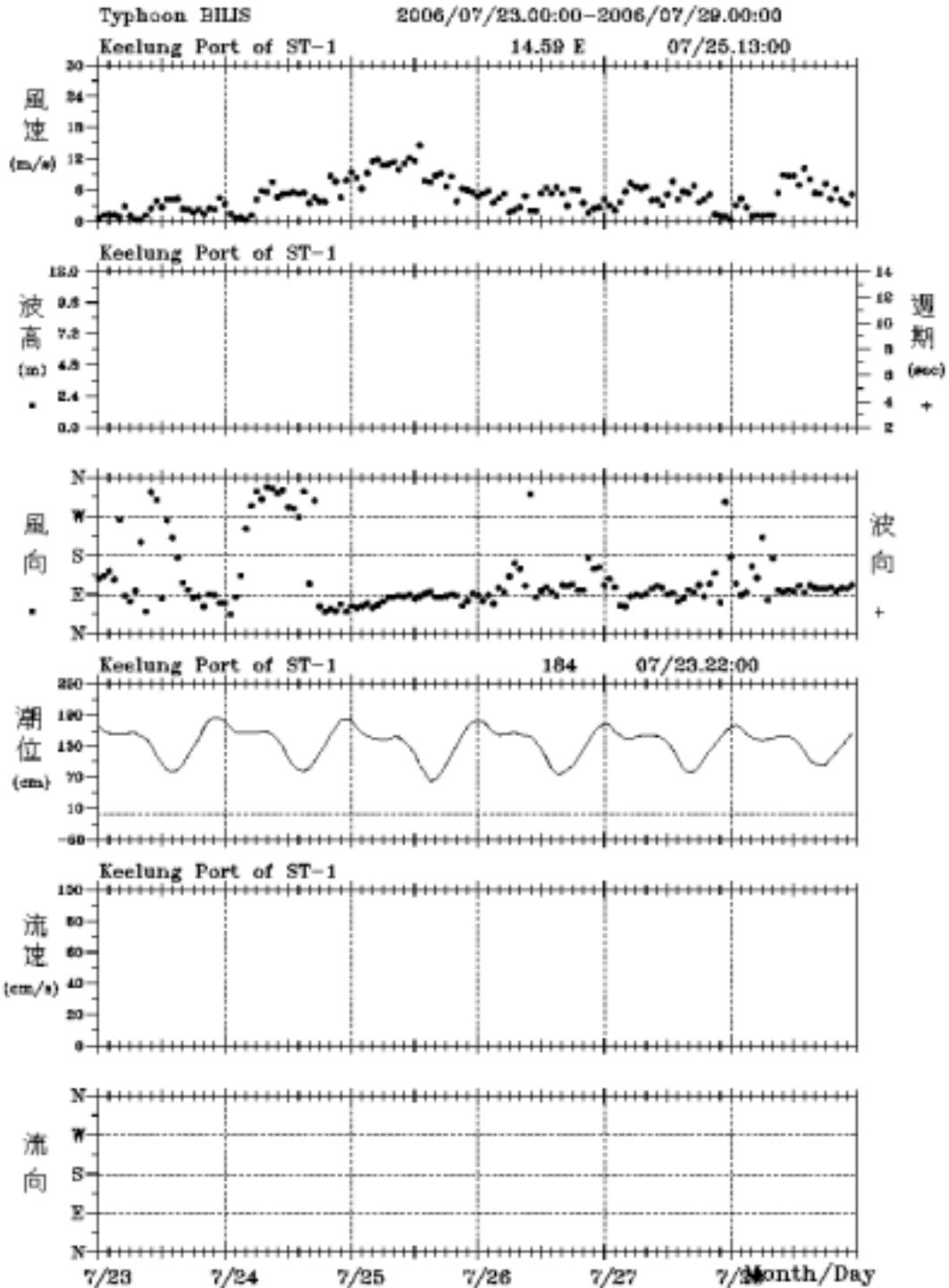


圖8.24 2006年7月凱米颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

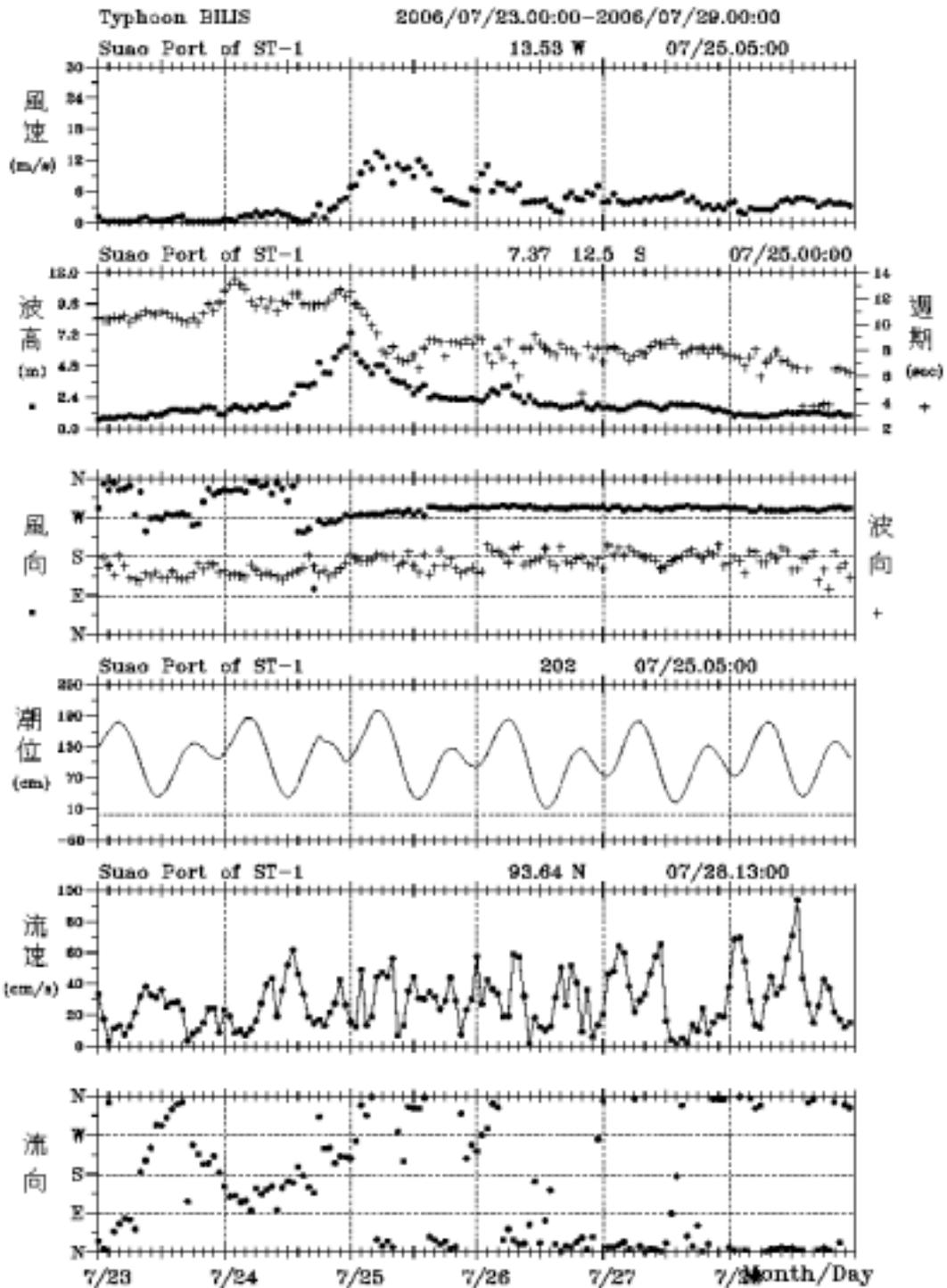


圖8.25 2006年7月凱米颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

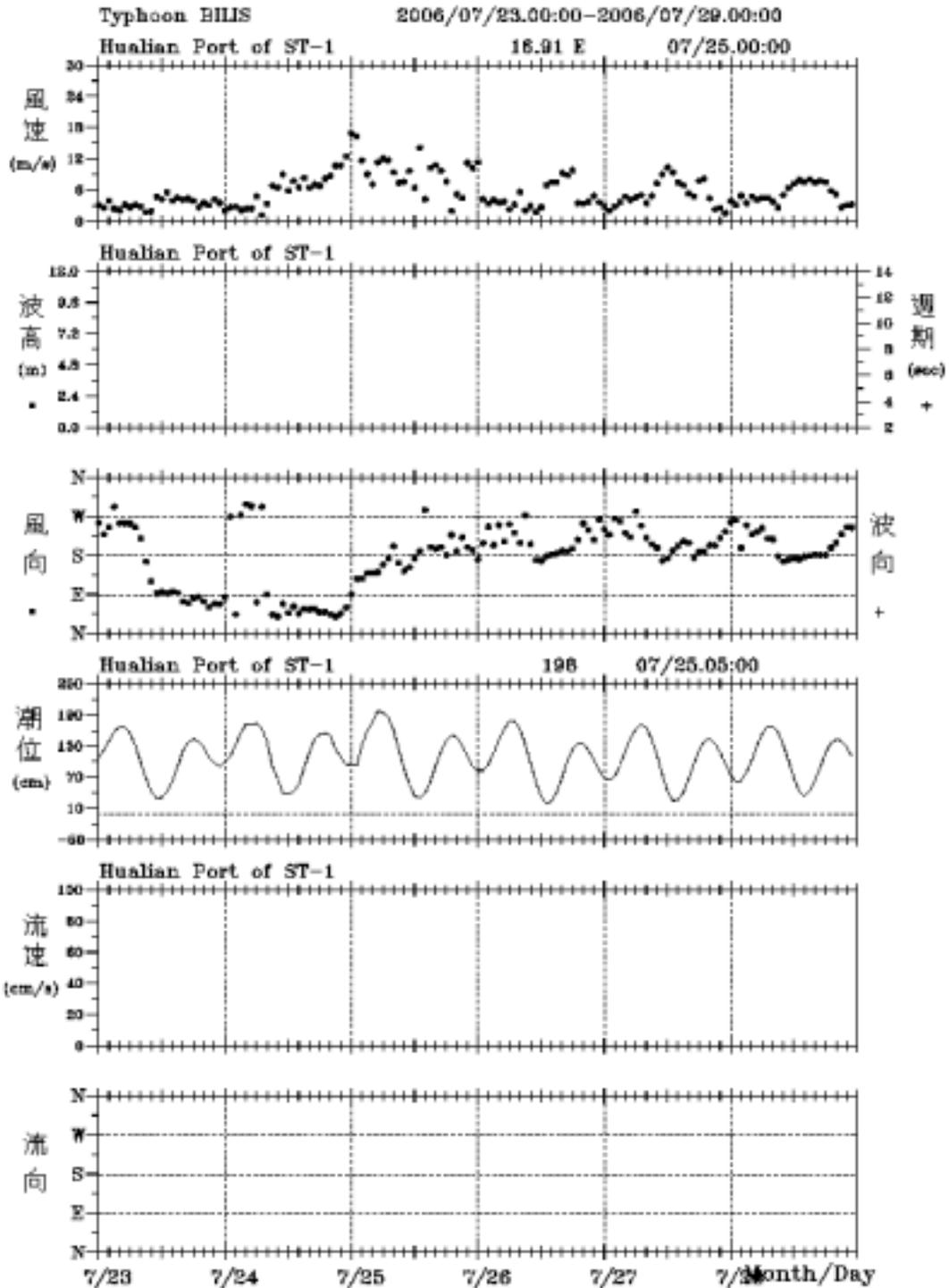


圖8.26 2006年7月凱米颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

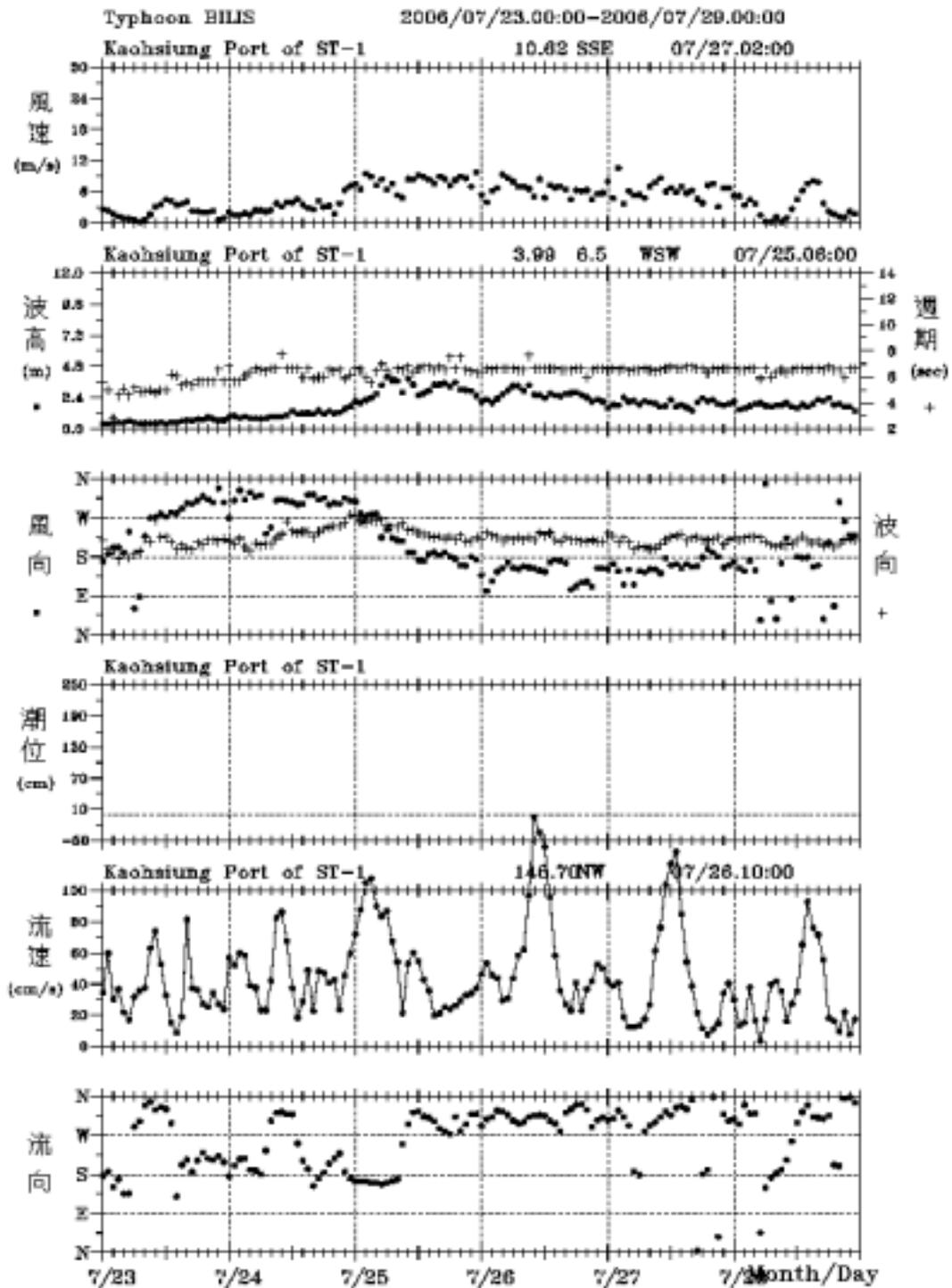


圖8.27 2006年7月凱米颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

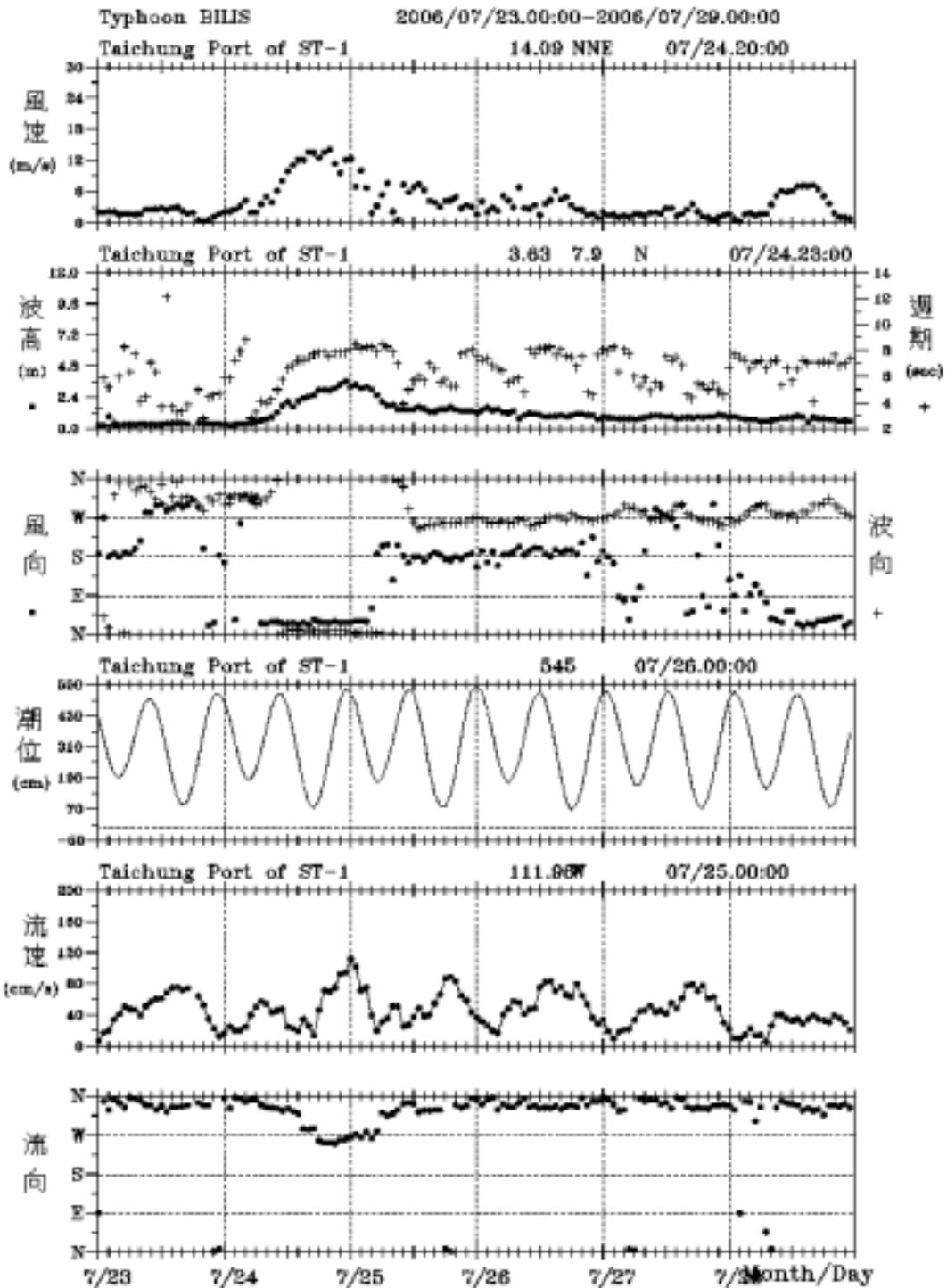


圖8.28 2006年7月凱米颱風台中港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

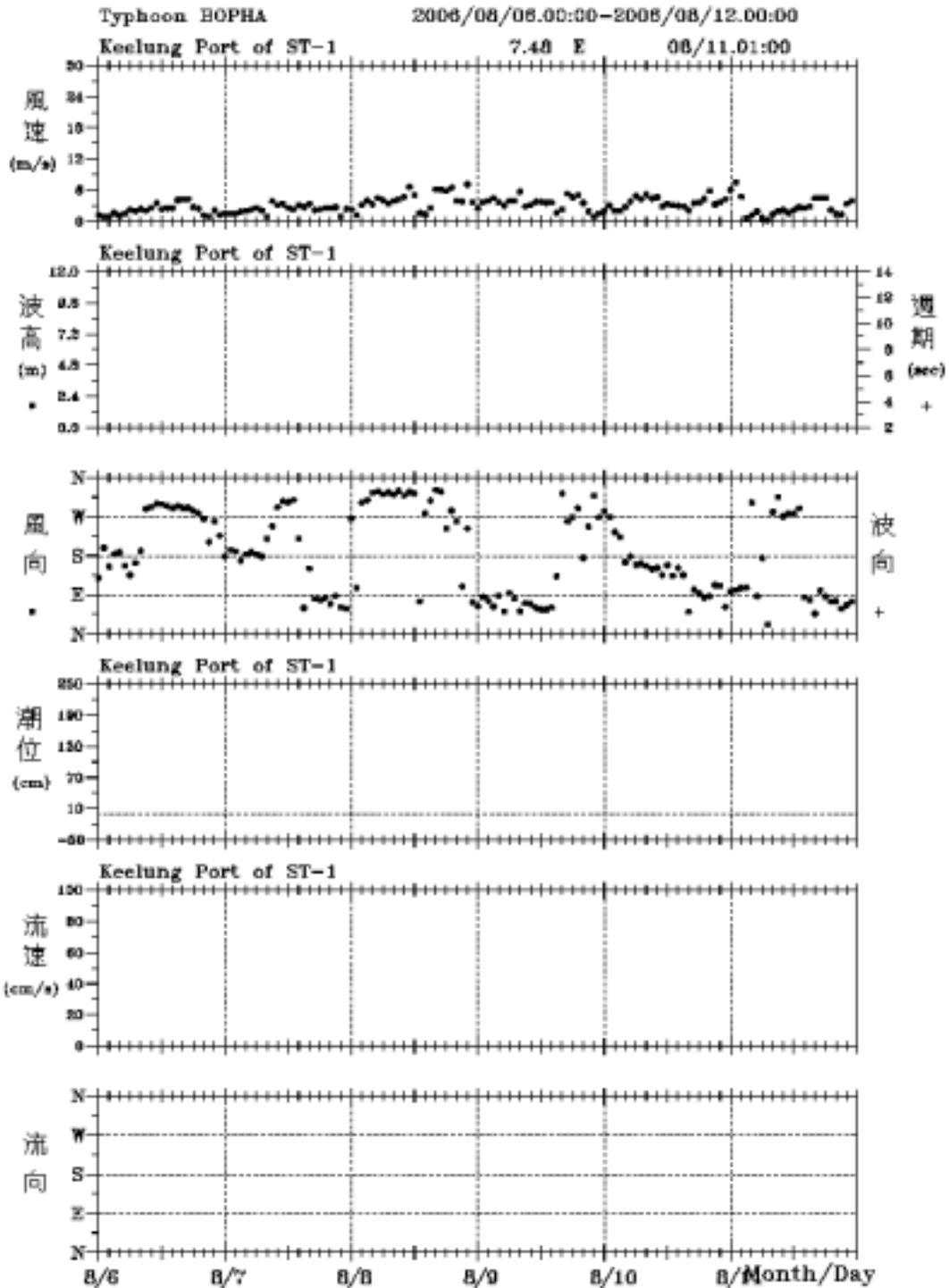


圖8.29 2006年8月寶發颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

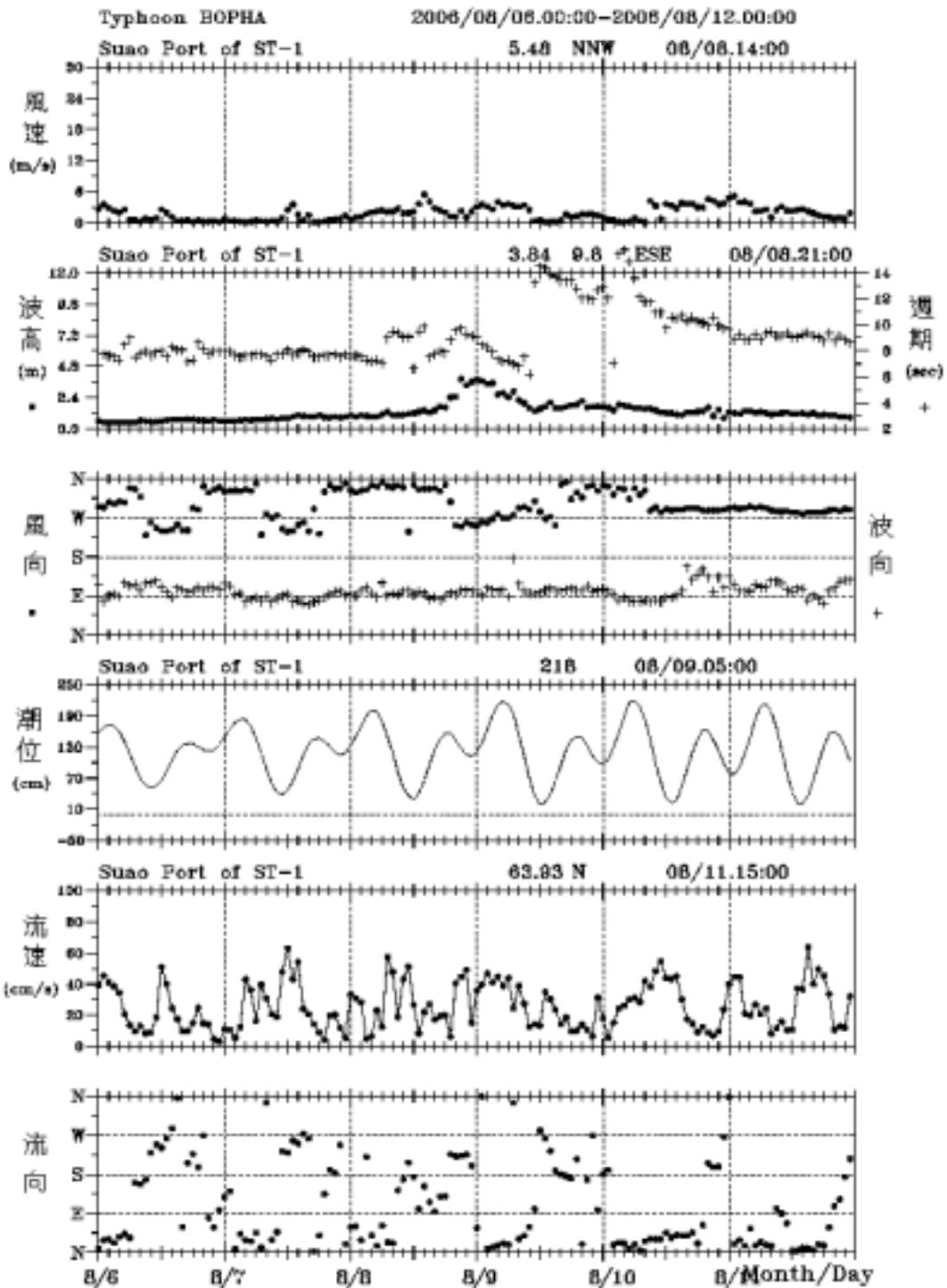


圖8.30 2006年8月寶發颶風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

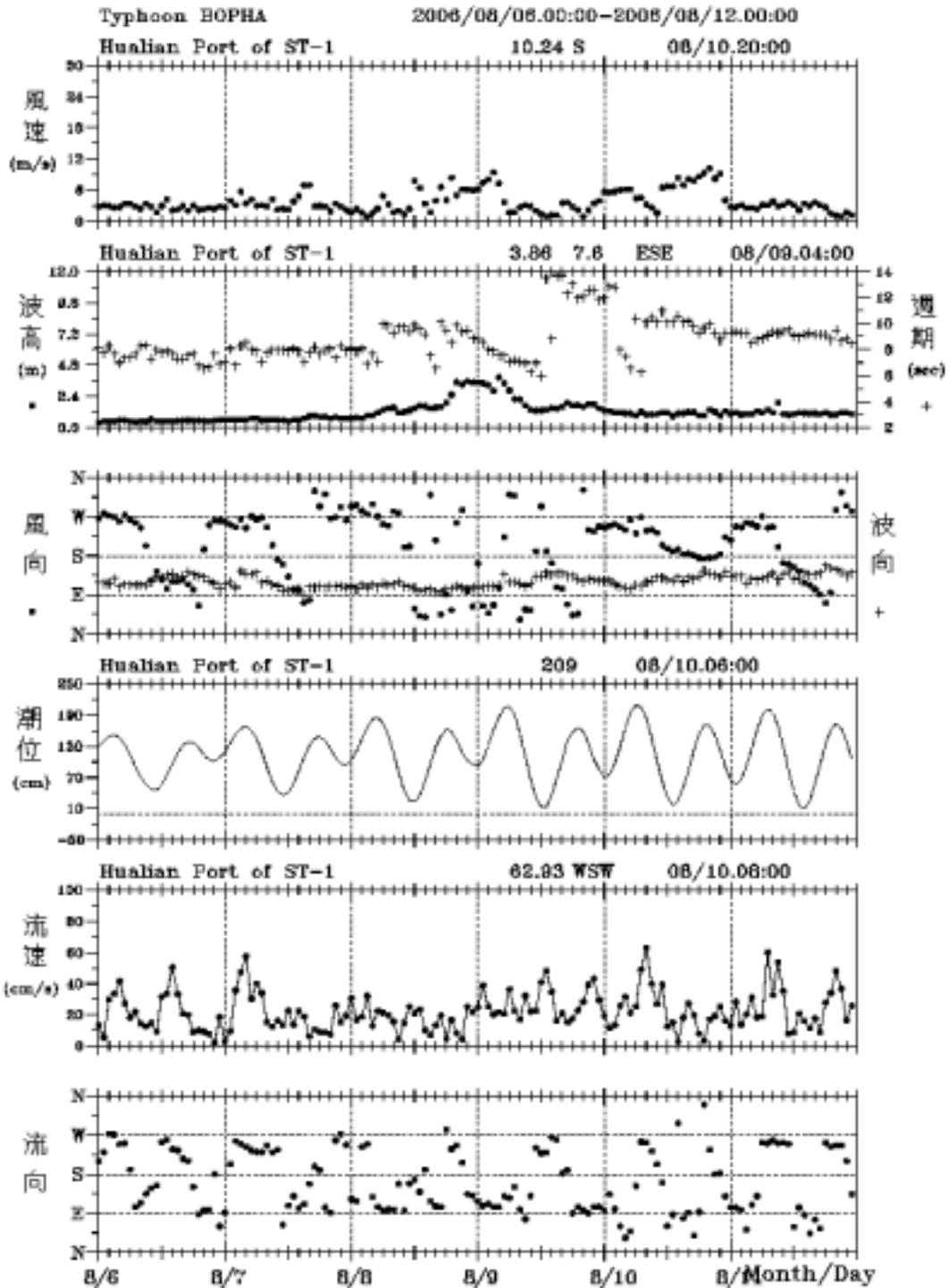


圖8.31 2006年8月寶發颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

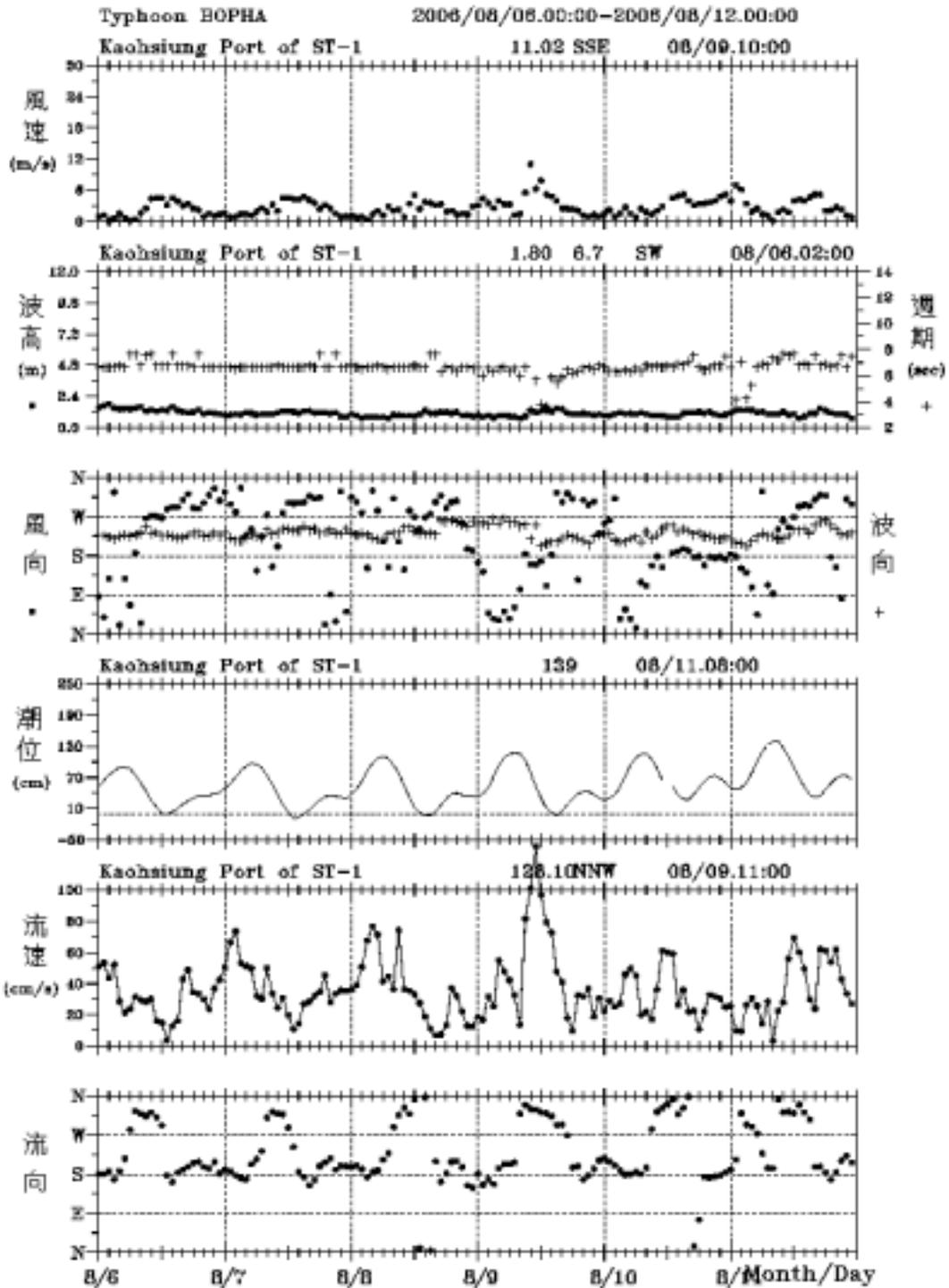


圖8.32 2006年8月寶發颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

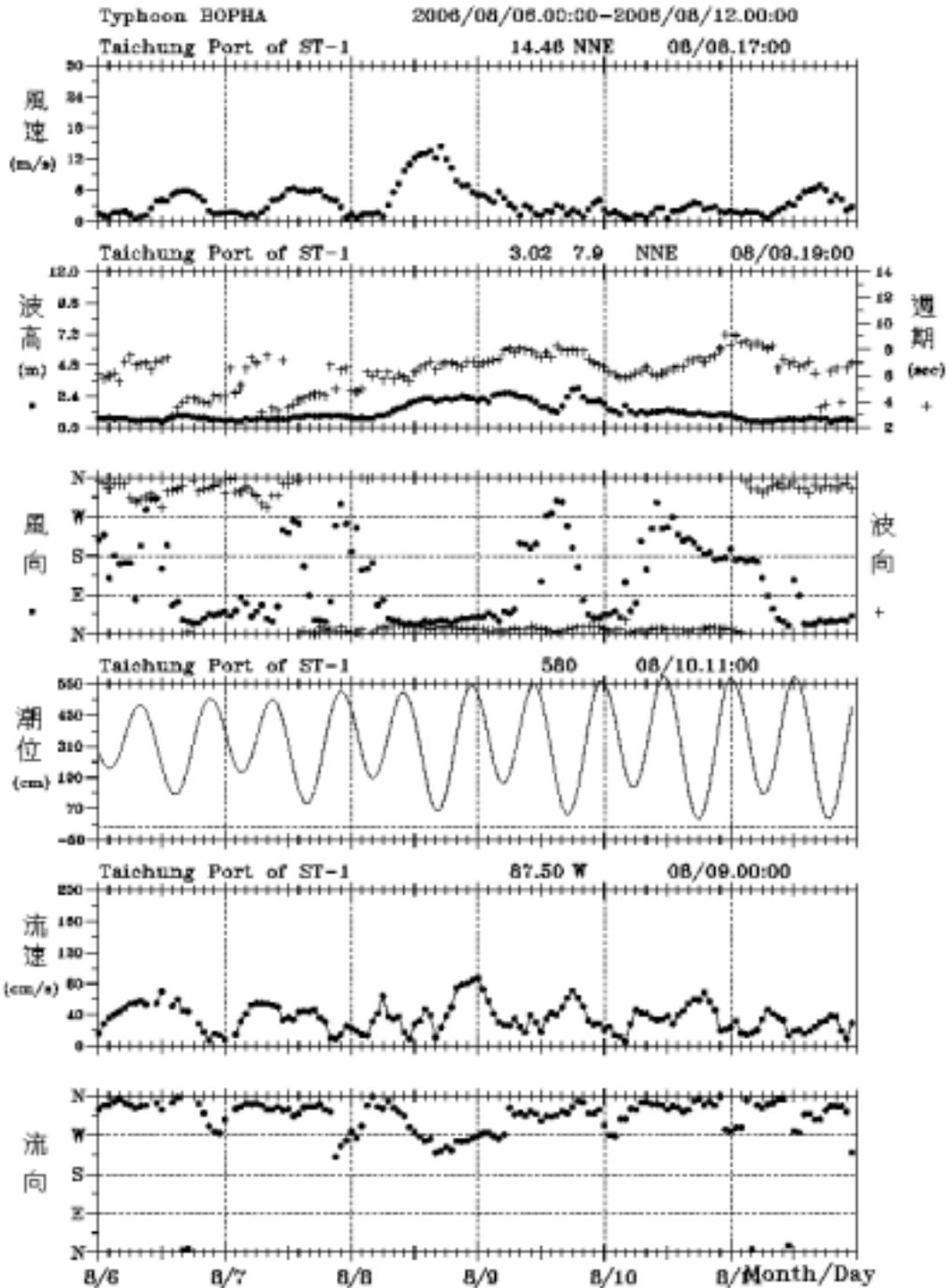


圖8.33 2006年8月寶發颱風台中港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

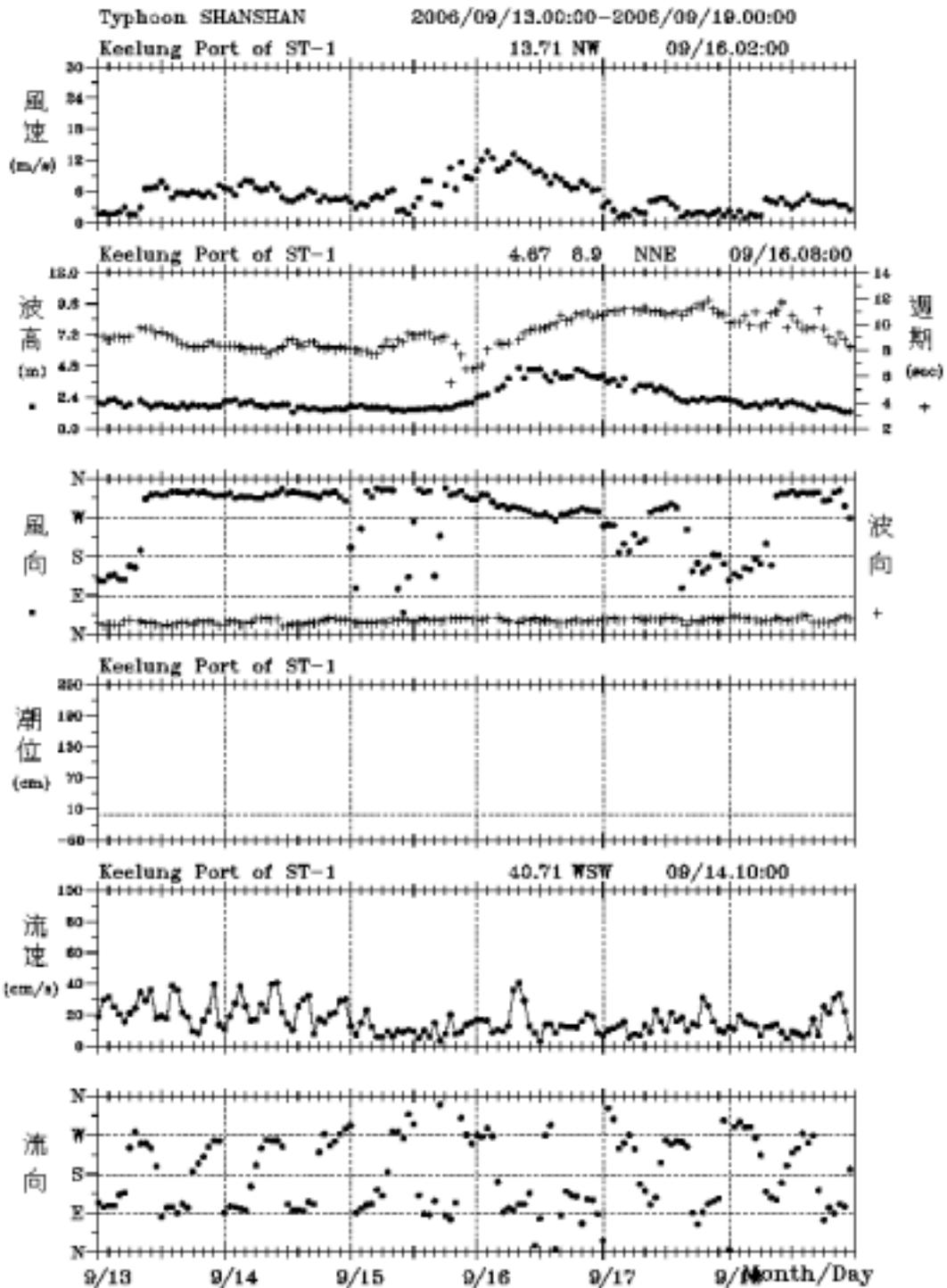


圖8.34 2006年9月珊珊颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

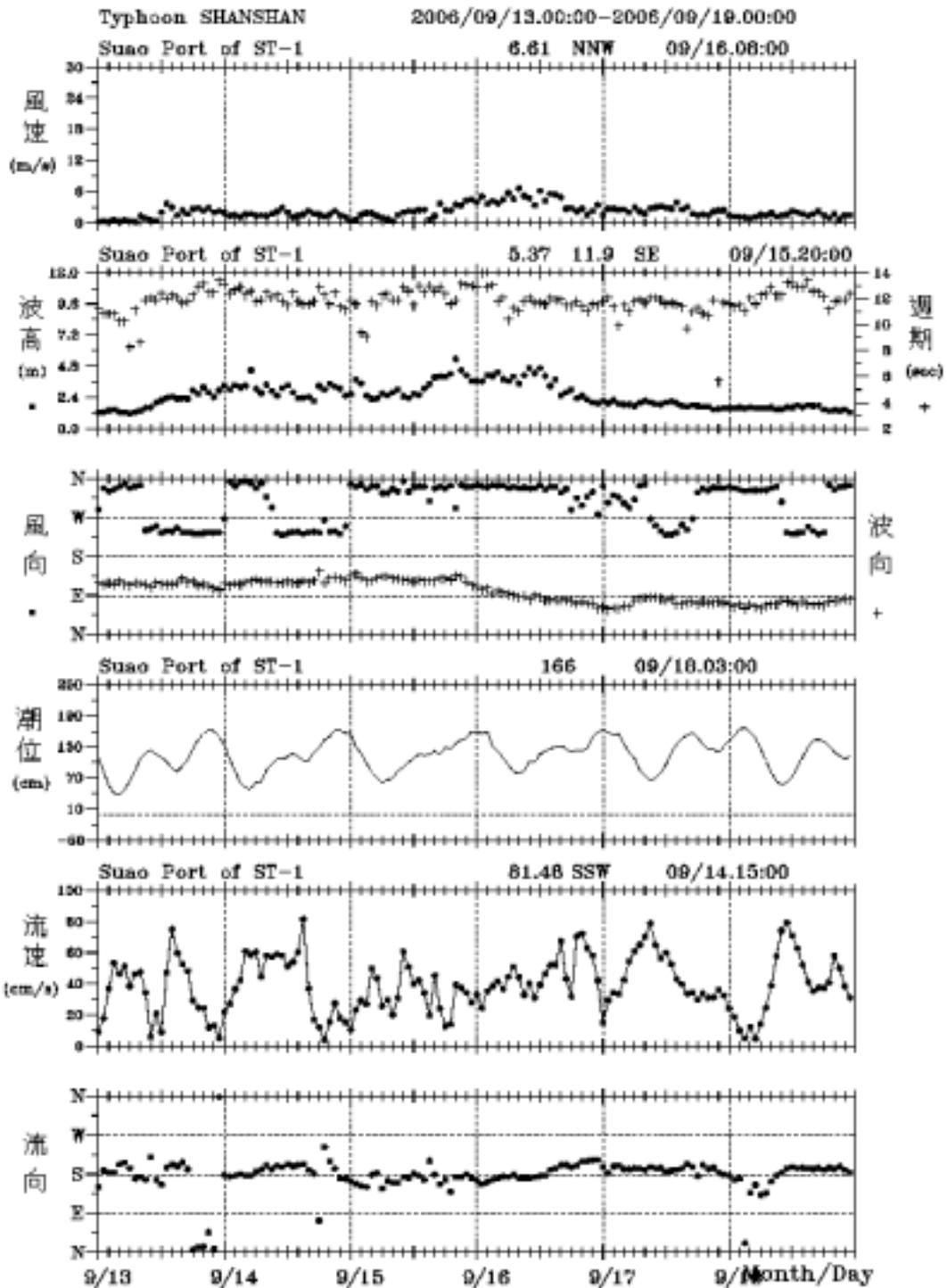


圖8.35 2006年9月珊珊颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

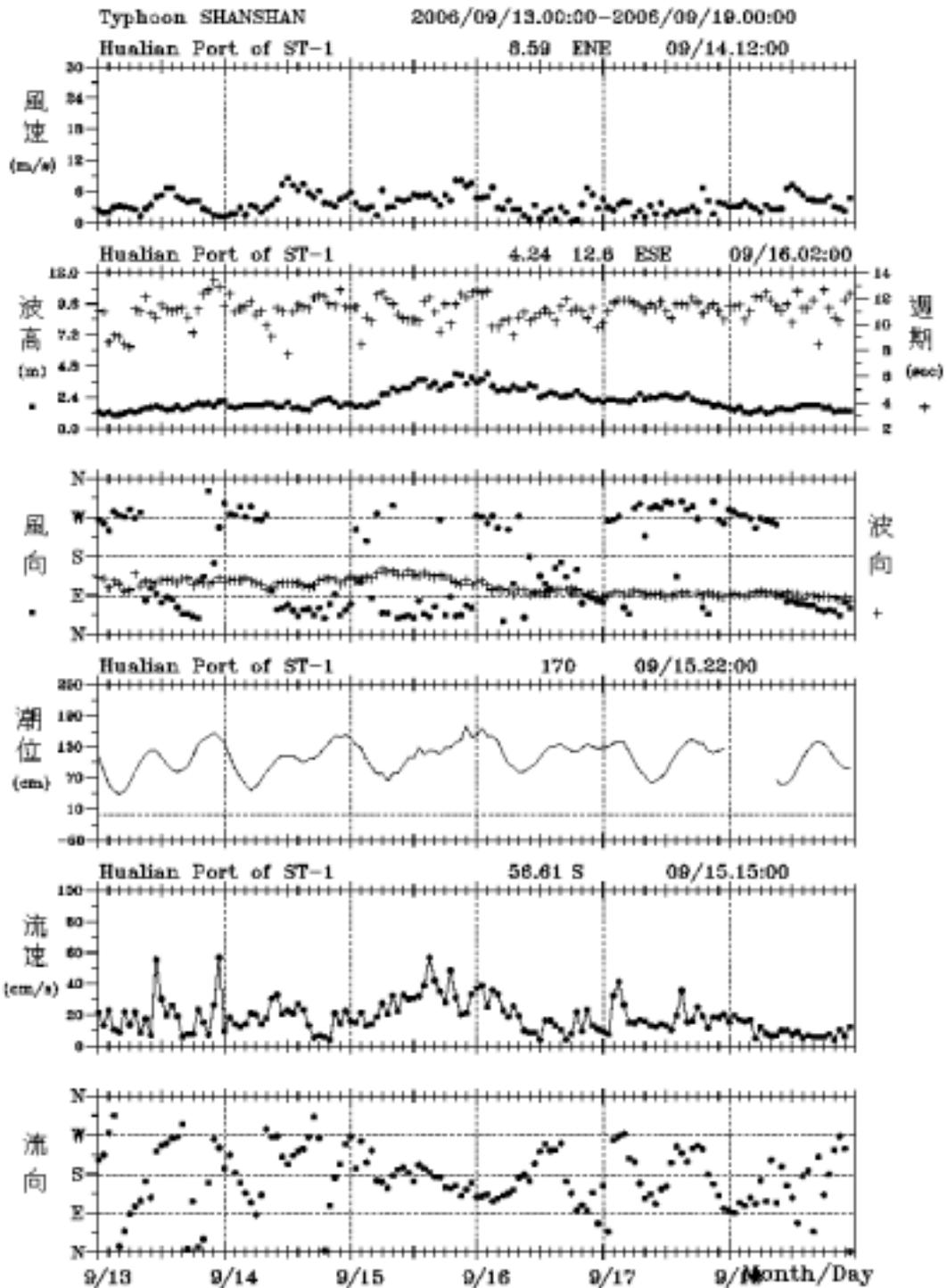


圖8.36 2006年9月珊瑚颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

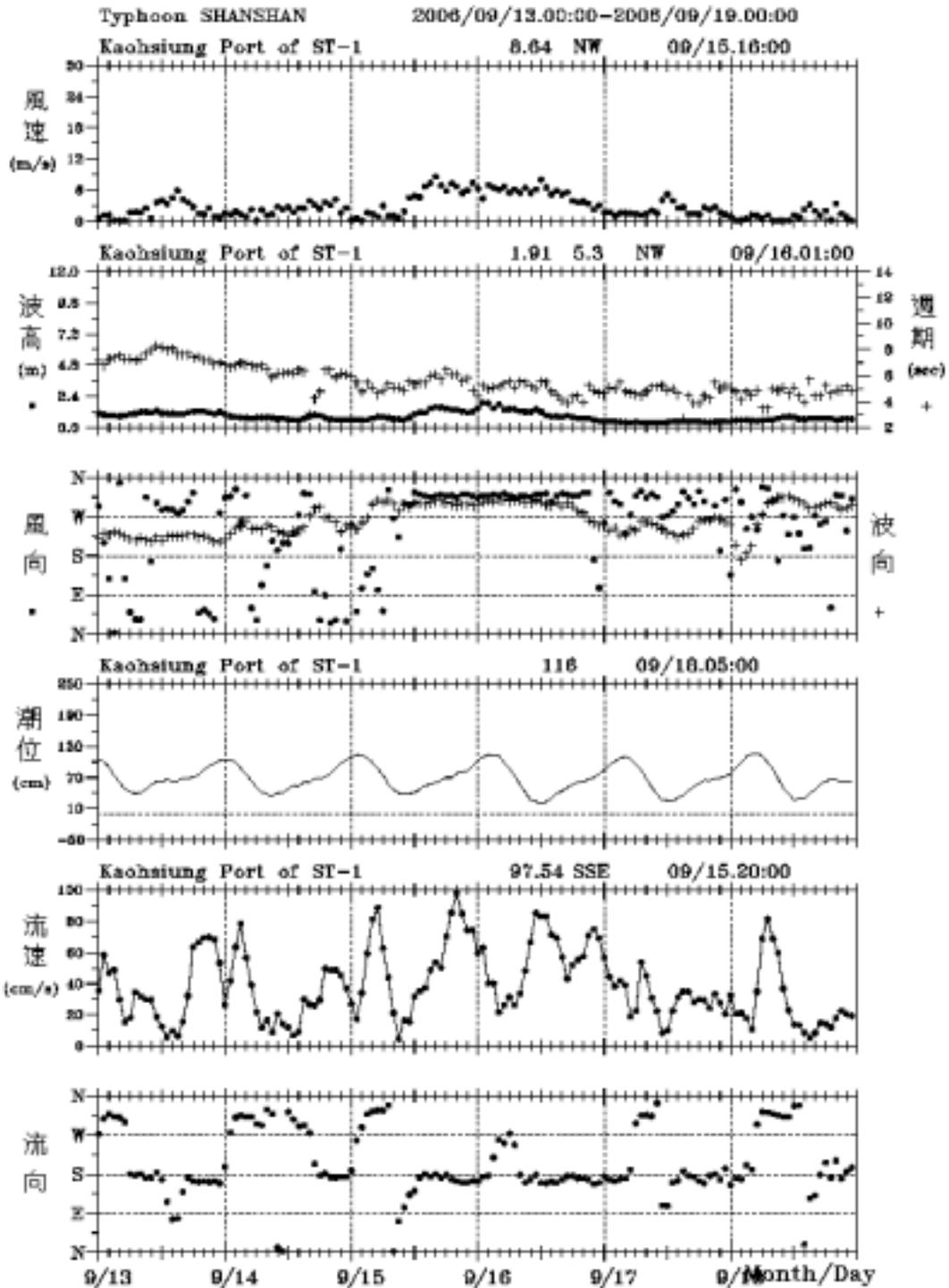


圖8.37 2006年9月珊瑚颶風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖

OCEAN DATA IN TYPHOON

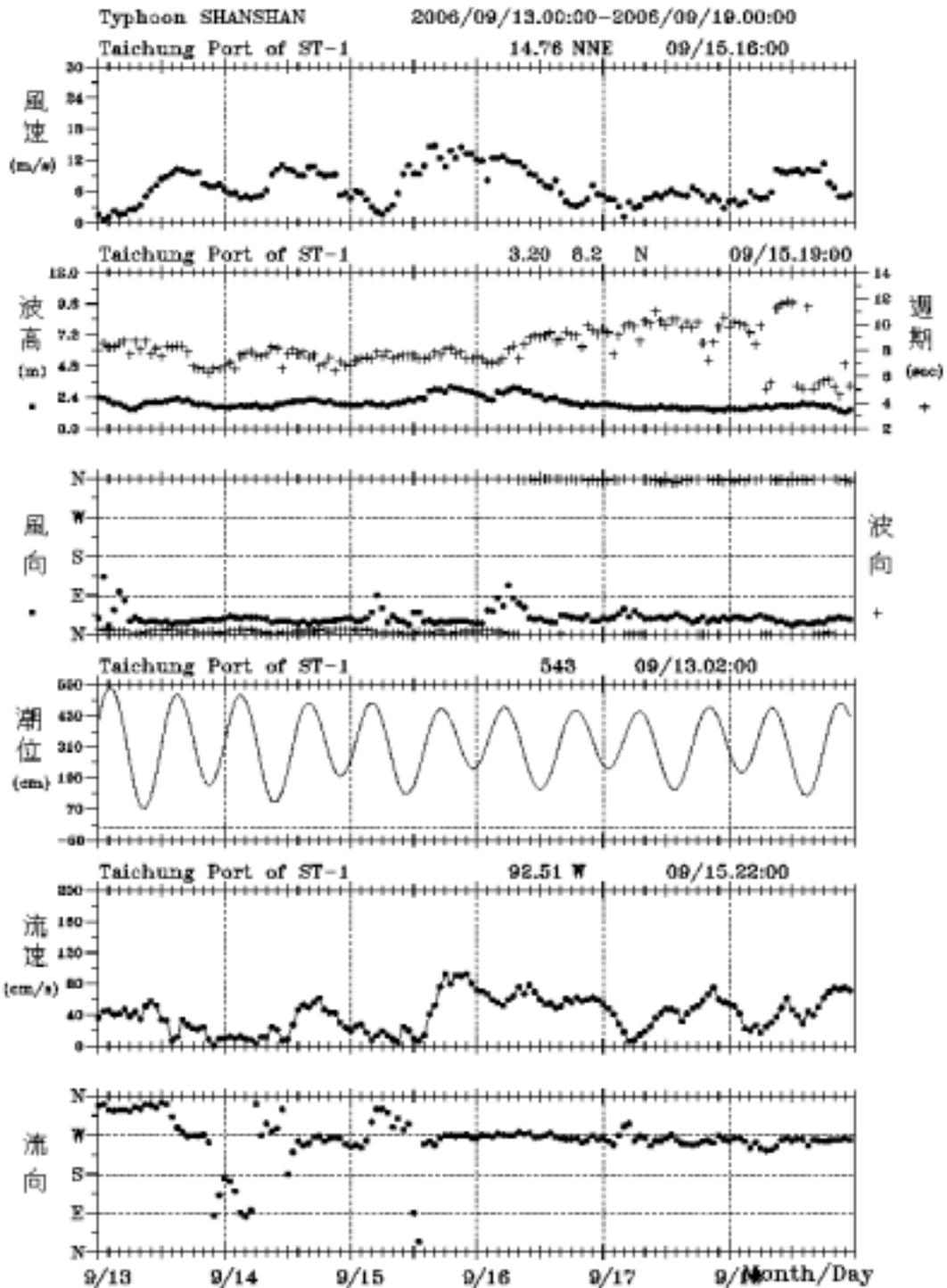


圖8.38 2006年9月珊瑚颶風台中港測站風、浪、潮、流歷線圖

第九章 結 論

一、本年度主要工作項目除了延續以往的海氣象觀測與儀器維護保持連續觀測及資料蒐集、整理。另外針對已建立之資料即時回報系統與網際網路(或區域網路)的連結進行初步的規劃及先導型系統的測試。未來對於各測站的即時觀測資料可不必侷限於本所港研中心海象觀測中央接收站才能查詢，而可以在其他合適的地點透過網際網路即時掌握各測站的觀測資訊，例如各國際港口之船舶交通管理單位或航運交通單位等。

二、基隆港所觀測之海流流向有週期性往復運動，海流運動方向主要集中在沿海岸平行方向，且隨潮流漲落改變方向；主軸為東與西向，即退潮時段流向為東，漲潮時段流向為西，大潮時其流速甚強，最大流速約可達 1.5~2.0 節。其水位以全日潮為主，半日潮為輔，主要為複合潮。

波浪主要可分為夏季波浪與颱風波浪，但觀測站受陸上遮蔽及夏季西南風較弱，因此可看出是以颱風來襲或颱風行經北部或附近海域而引起較大的波浪為主。

三、蘇澳港 2006 年 01 月 1 日至 2006 年 12 月 31 日間蒐集之波浪、海流、水位之原始記錄資料，所觀測之海流流向有週期性往復運動，海流運動方向主要集中在沿海岸平行方向，且隨潮流漲落改變方向；主軸為北~北北東與南南西向，即退潮時段流向為北~北北東，漲潮時段流向為南南西，大潮時其流速甚強，最大流速約可達 1.5 節左右。其水位以半日潮為主，全日潮為輔，主要為複合潮。

蘇澳港外海觀測站處之資料，2006 年 01 月至 2006 年 12 月間所蒐集之波浪逐時變化圖，可看出與花蓮港觀測站所測得資料非常相似，波浪變化其夏季颱風大小、行徑路徑及冬季東北季風強弱息息相關，從 12 月到翌年 2 月是東北季風盛行的型態，6 月到

10 月基本上是颱風侵襲臺灣附近海域的型態，這些都反應在實測波浪的變化上。

四、花蓮港海流主要是以長週期海流以及潮流所組合而成，但受地形影響主要以東北東—西南附近運動為主。一般而言，每日流速變化的幅度振幅約為 10~40 cm/sec，東北季風產生之風驅流則視風速大小而定。由水位記錄顯示花蓮港觀測站的潮流運動以半日週期為主，全日週期為輔。

冬季季風波浪，是東北季風盛行的型態，經計算出之有義波高大部份在 2 公尺以下，週期一般在 6~8 秒間；波向以東南東為主。夏季季風波浪，夏季季風在花蓮地區以東南風為主，風向較不穩定，風速較冬季弱。然而，本省地處太平洋西岸熱帶地區，夏秋季常常會有颱風侵襲或行經附近海域而引起較大之波浪。在颱風未到達前，本地區海域所產生的波浪，以來自菲律賓東部海域及颱風形成後傳播而來的湧浪為主，波高小於 1 公尺以下為主，週期 6~8 秒，波向為以東南東為主。

五、高雄港海流流速、流向有週期性往復運動，運動方向主要集中在沿岸平行方向，流向主要為北北西與南南東，一港口偏北北西與南南東向而二港口偏西北與東南向，應與海岸地形有一定關係。流速二港口較一港口大，可能原因為水深較深。夏季明顯較其他季節大許多，而上層流速有較下層大的驅勢；大致漲潮時偏南退潮時偏北，但在複合潮(混合潮)時較不一致。

波浪主要受發生在南海的颱風影響，其次旺盛西南氣流，東北季風影響較小。

六、臺中港海流成份主要為冬季東北季風增強時，強制裂流之成份較為明顯，流向為西向；東北季風減弱後則以恆流為主，流向為北北西，最大流速約可達 1.5~2.0 節左右。夏季因港外附近海域恆流流速較潮流大，因此以北向恆流為主。

臺中港潮位主要成份為半日潮，全日潮為輔；亦即臺中港的潮汐主要由全日潮及半日潮組成的複合潮，但半日潮的成份大於全日潮。

冬季波浪，基本上當東北季風鋒面過境亦是東北季風盛行的型態，有義波高大部份在 2~5 公尺間，週期一般在 6-8 秒間，波向以北至北北東為主。夏季西南季風期間波高為 1 公尺左右。

冬季風向主要分佈在北北東及東北方向，其中又以北北東佔大部份，風速在 10~15m/s 佔 30%左右；夏季風向集中在南及南南西方向為主，風速在 5~10m/s 佔 40%左右，是屬夏季季風型態。由於夏季季節動量傳遞作用明顯常使臺中港風速出現日變化，所以臺中港的風速常於午後漸增大，傍晚開始減弱，而於午夜至翌日清晨風速最小。

參考文獻

1. 簡仲環、曾相茂等(1999)台灣海域海氣象現場調查與即時回報系統建立之應用研究，港研所 88 研(三)。
2. 簡仲環、曾相茂等(1998)台灣海域海氣象現場調查與即時回報系統建立之應用研究，港研所 87 研(二)。
3. 蔡清彥、王時鼎、鄭明典(1995)台灣地區颱風預報輔助系統建立研究(三)，中央氣象局科技研究中心，專題研究報告 CWB83-1M-01。
4. 謝信良、王時鼎、鄭明典、葉天降(1997)台灣地區颱風預報輔助系(二)，中央氣象局氣象科技研究中心，專題研究報告 CWB85-1M-01。
5. 梁乃匡、曾相茂(1982)台中港港口流況調查報告，港灣技術研究所專刊第六號。
6. 曾相茂(1995)台灣海域海氣象調查研究，港灣技術研究所。
7. 曾相茂、簡仲環、蘇青和等(2000)台灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。
8. 曾相茂、蘇青和、廖慶堂等(2001)台灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(1/4)，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。
9. 曾相茂、蘇青和、廖慶堂等(2002)台灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(2/4)，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。
10. 曾相茂、蘇青和、廖慶堂等(2003)台灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(3/4)，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。
11. 曾相茂、廖慶堂、蘇青和等(2004)台灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(4/4)，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。

- 12.曾相茂、廖慶堂、陳佳興、何良勝等(2005)台灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(1/4) , 交通部運輸研究所港灣技術研究中心。
- 13.林柏青等(2004)高雄港港池淤沙調查研究 , 交通部運輸研究所港灣技術研究中心。
- 14.Goda, Y., (1970) Numerical experiments on wave statistics with spectral simulation, Port and Harbour Res. Inst., Rep. 9, No.3, pp.3-57.
- 15.Sorensen, R. M., (1993) Surface Wave Mechanics : for Coastal and Ocean Engineers, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp.284.
- 16.Ochi, M. K., (1998) Ocean Waves, The Stochastic Approach, Cambridge University Press, Cambridge, UK , pp.319 .
- 17.Chao, S.Y., P.T. Shaw and S.Y. Wu(1996), El Nino Modulation of the South China Sea Circulation, Prog. Oceanogr., 38, 51-93.
- 18.Jackson, O. B., J. A. Amft and D. A. Lee(1989): *Wind stress and heat fluxes observed during winter and spring 1986*. J. Geophys. Res., 94, C8,10686-10698.
- 19.Large, W.G. and S. Pond(1981) *Open ocean momentum flux measurements in moderate to strong winds*, J. Phys. Oceanogr. 11, 324-336.
- 20.Mcnally, G.J., (1981) *Satellite-tracked drift buoy observations of the near-surface flow in the eastern mid-latitude North Pacific*, J. Geophys. Res.,86,8022-8-30.
- 21..Smith, S.D.,(1980) *Wind stress and heat flux over the ocean in gale-force winds*. J. Phys. Oceanogr. 10(5): 709-726.

附錄一

交通部運輸研究所
九十五年度自辦研究計畫報告

高雄中洲及二港口海流特性及相關性研究



計畫編號：MOTC-IOT-95-H2DA005-1-1

計畫名稱：高雄中洲及二港口海流特性及相關性研究

主持人：何良勝

協同主持人：張國棟、曾相茂

研究人員：廖慶堂

中華民國九十五年十二月

摘 要

高雄港為國際知名港口，且為國內最大港，擔負國內與國際間貨物進出的重要功能，對國家經濟發展有顯著的貢獻。港研中心為了瞭解及掌握高雄港海域的海流狀況，以提供高雄港船舶航行、港埠發展、及海域污染處理等參考，分別在中洲及二港口外海設置波潮流監測站，除了可掌握波浪及潮汐資料外，也進行海流觀測，目前的觀測作業相當穩定正常。此二測站相距僅約 5 公里，海流的特性方面應有部分的相似性，但中洲測站位於中洲污水處理廠海洋放流管的排放口附近，而二港口測站則鄰近於二港口，實際觀測的海流紀錄，可能會包含了海放管排放水及二港口流入流出水的影響，也會受到當地不同地形特性及海岸幾何形狀的作用，使得海流特性可能顯現相當的差異性。本研究旨在瞭解此二測站海流的基本特性，探討其海流特性的同質性與異質性，並分析二者的相關性，以期掌握此海域海流的整體特性。

本文蒐集民國 94 年中洲及二港口外海海流資料，以進行海流特性分析及海流相關性探討，在海流特性方面，繪製中洲及二港口外海海流時序列圖（配合潮位）玫瑰圖、行進向量圖及統計分析海流流向與流速發生頻率等，並將海流記錄分解為東西（ u ）及南北（ v ）方向的分量，分別進行能譜分析，由此可充份瞭解此二測站海流的性質。在海流性質相關性方面，利用統計上的相關係數（Correlation Coefficient, CC）進行海流 u 及 v 分量的相關性分析，探討此二測站海流紀錄的相關程度，另進一步就海流 u 及 v 分量分別進行調和分析（harmonic analysis），並繪製潮流橢圓圖，探討 M2、S2、K1、O1 等分潮流特性。由初步的研究結果顯示，此二測站海流大致均為與沿岸方向平行流動，潮流佔主要成份，同時，此二測站 M2、S2、K1、O1 四大分潮潮流特性等方面均有相當高的相關性。本研究成果可提供高雄港船舶航行、港埠發展、及海域污染處理等相關參考。

關鍵字：海流、潮流分量、相關性分析

Abstract

The purposes of this research are to study the characteristics of tidal current and to learn the correlation and similarity of current between the two current stations at Jhongjhou and the second entrance of Kaohsiung harbor. The results of the study provide crucial information to navigation safety, pollution control, and operational management for Kaohsiung harbor.

The preliminary results showed that the flow directions of current at the two stations are all mainly parallel to the coastline, and the tidal effects are highly dominant. Meanwhile, the four main tidal constituent currents, M2, S2, K1, O1, appeared very similar features at the two stations. The correlation analysis of u and v current component at the two stations presents a consistent consequence.

Keyword : ocean current, tidal current components, CC

高雄中洲及二港口海流特性及相關性研究

目 錄

摘要	i
Abstract	ii
目錄	iii
表目錄	iv
圖目錄	v
第一章 前言	1-1
第二章 海流資料蒐集	2-1
第三章 海流資料分析方法	3-1
3.1 海流特性分析	3-1
3.2 海流相關性分析	3-1
第四章 結果與討論	4-1
41 海流特性分析結果	4-1
42 海流相關性分析結果	4-8
第五章 結論與建議	5-1
參考文獻	6-1

表目錄

表2-1	海流基本資料表	2-1
表4-1	中洲與二港口海流流向發生頻率分析表	4-5
表4-2	中洲與二港口海流流速發生頻率分析表	4-5
表4-3	中洲與二港口海流u及v分量的相關係數	4-8
表4-4	中洲與二港口海流u及v分量之調和常數	4-8
表4-5	中洲與二港口海流調和常數之振幅	4-9
表4-6	中洲及二港口各分潮流橢圓長短軸特性表	4-14

圖目錄

圖1-1	台灣附近海域水深地形圖	1-3
圖1-2	高雄附近海域之河川排水及排放管	1-4
圖2-1	中洲與二港口測站地理位置圖	2-1
圖4-1	中洲與二港口海流時序圖(2005/8/26~9/15)	4-3
圖4-2	中洲與二港口海流時序圖 (2005/9/16~10/6)	4-3
圖4-3	中洲海流玫瑰圖 (2005/8/26~10/6)	4-4
圖4-4	二港口海流玫瑰圖 (2005/8/26~10/6)	4-4
圖4-5	中洲海流行進向量圖 (2005/8/26~10/6)	4-6
圖4-6	二港口海流行進向量圖 (2005/8/26~10/6)	4-6
圖4-7	中洲海流u及v分量之能譜圖	4-7
圖4-8	二港口海流u及v分量之能譜圖	4-7
圖4-9	中洲M2潮流橢圓	4-10
圖4-10	中洲S2潮流橢圓	4-10
圖4-11	中洲K1潮流橢圓.....	4-11
圖4-12	中洲O1潮流橢圓.....	4-11
圖4-13	二港口M2潮流橢圓	4-12
圖4-14	二港口S2潮流橢圓	4-12
圖4-15	二港口K1潮流橢圓.....	4-13
圖4-16	二港口O1潮流橢圓.....	4-13

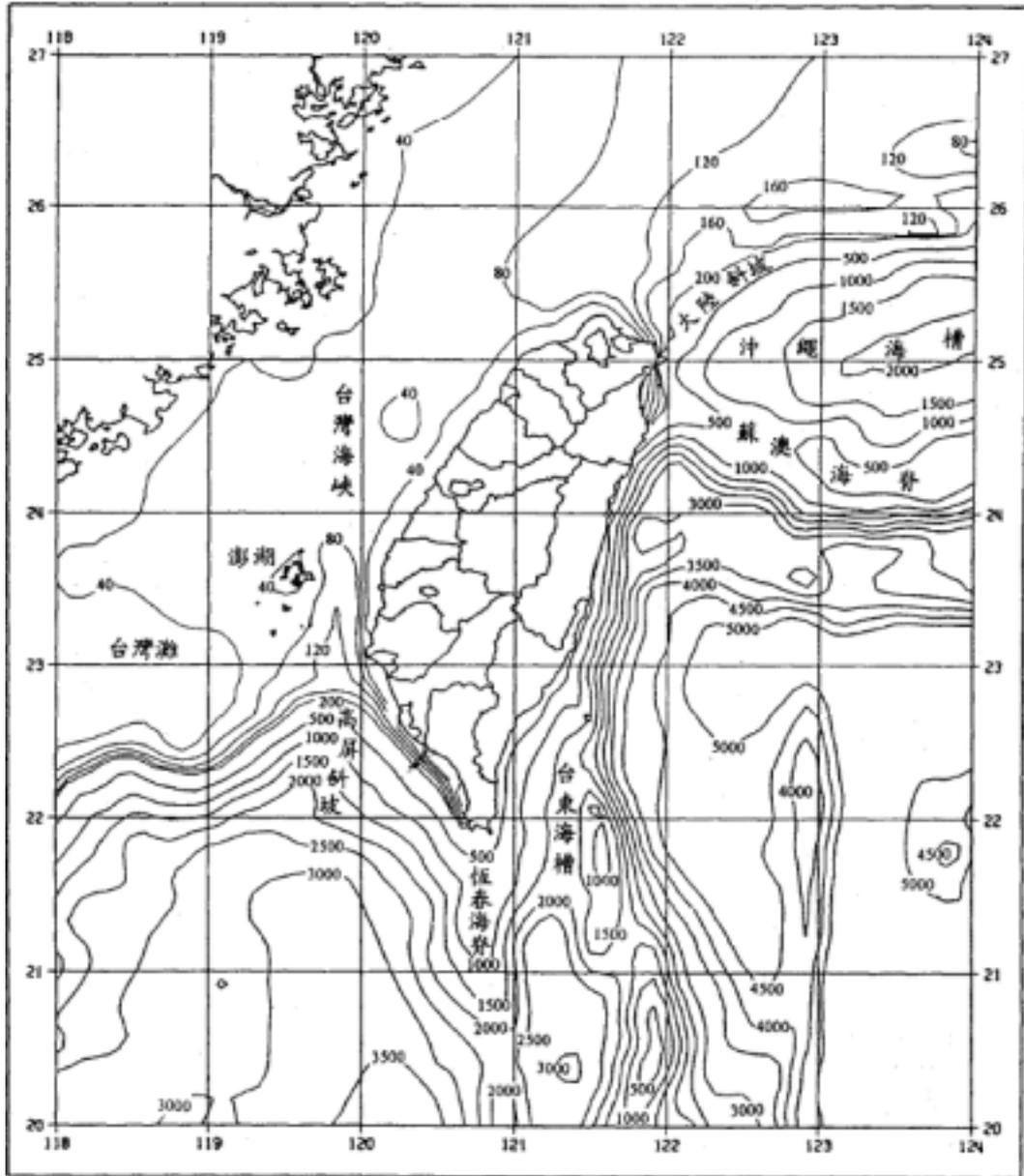
第一章 前言

高雄港位於東經 120 度 10 分，北緯 22 度 27 分，亦即以旗後山上之燈塔為中心劃圈，半徑 2 哩範圍內之水域而言。高雄港扼南臺灣之咽喉，為唯一對南中國及南洋之吞吐港。外港之潮流，漲潮時自北向南流，退潮時自南向北流，但因受到南方海上之黑潮自南向北流至港外回流之影響，外港潮流均沿陸岸附近流動，且因而使退潮與漲潮之潮流，呈現不規則之狀態(交通部高雄港務局全球資訊網，2006)。

莊、江(2002)以二維水動力計算模式 MIKE21_HD，模擬計算並探討台灣南部及高雄港海域之潮流與潮汐特性，由結果顯示計算潮位與預報之實際潮位甚為吻合，但計算之海潮流流速普遍較實測海潮流之流速低，流向之逐時變化亦具有相當偏差。楊等(2004)研究報告中蒐集整理許多前人調查的海流資料，由結果得知，高雄港港域位處台灣海峽南端(如圖 1-1)，港域海側最西端存在有水深僅約 40m 之台灣海灘，海側南北兩端分別由恆春海脊及高屏斜坡圍繞，海域水深 40m 至 200m 底床坡度陡峻，港域西南側外海水深可達 200m 以上，因此高雄外海海域水深地形變化較為複雜。另高雄港內有仁愛河及前鎮河都市與工業區排水(如圖 1-2)，港外北側有典寶溪及後勁溪匯入，港外南側有林園排水、高屏溪及東港溪流入，且有左營放流管、中洲放流管及大林埔放流管分別分佈於高雄港外南北側及西側，所以海流之影響因子多且複雜，而海流特性之掌握相對地也較不容易。歷年來曾在高雄港海域從事海流調查之研究單位除交通部港灣技術研究中心以外，尚有高雄海專、中山大學及成功大學等單位。港灣技術研究中心於民國 81 年元月至 82 年元月間，在大林埔外海共完成 19 次的海流量測，由結果得知在 2、3、4、9 月份所測得的海流，其西北向的海流分量較佔優勢，但在 6、8、10、11、12 月份所測得的海流，其東南向的海流比例較大，海流之流向並隨潮位漲落而改變方向，總體趨勢上，西北西及東南東方向為海流之主要流向，且潮汐漲潮時流向為東南方向，退潮時流向為西北方向，海流流向隨潮位漲落之變化特性甚為特殊，遠非使用傳統性上以局部海域之潮位梯度變化特性所能詮釋。另

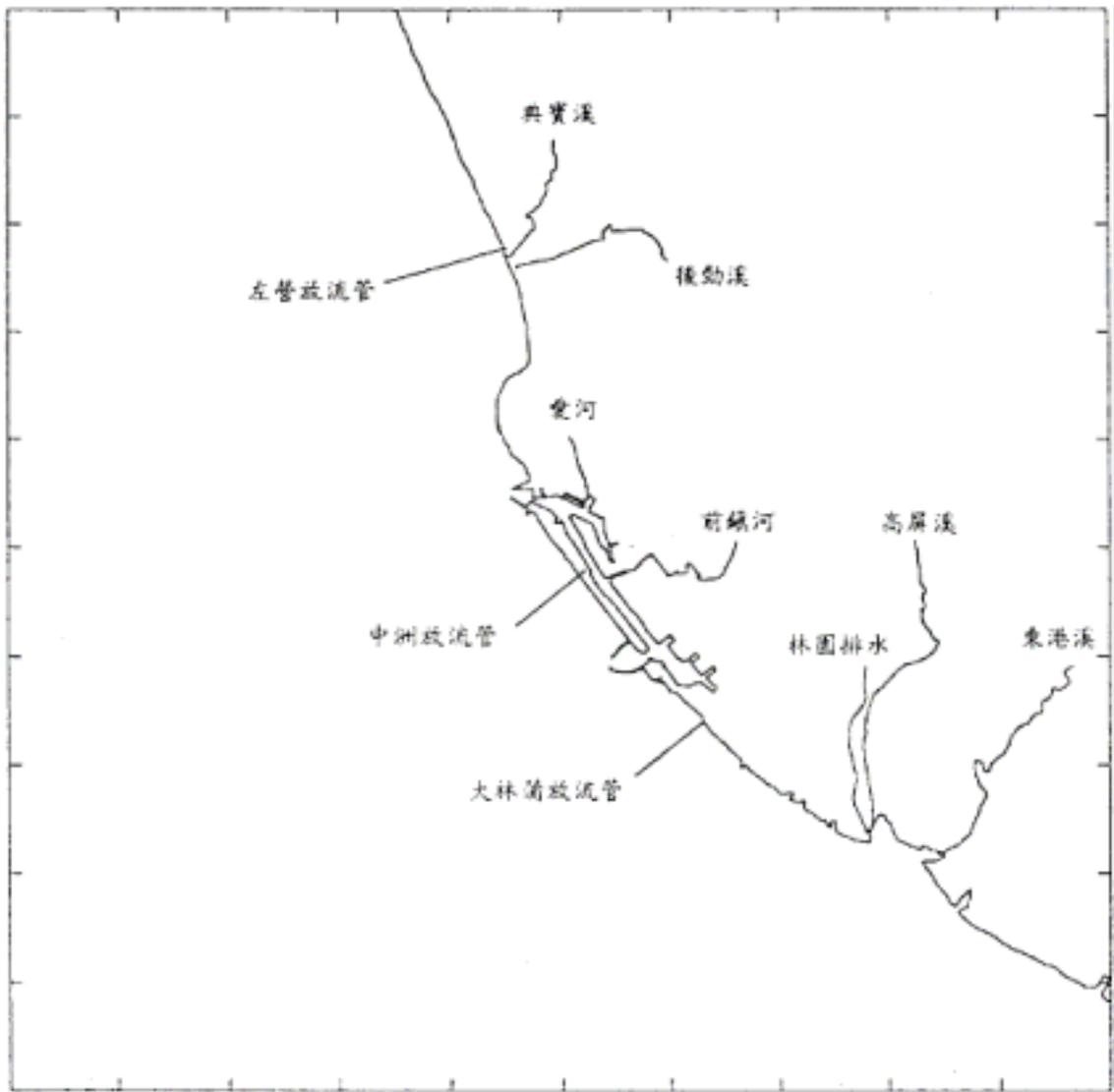
比較不同水深測站上、下層水體之流速大小可得，不論冬夏季，上層水體流速一般稍大於下層水體，流速大小甚少有超過 50cm/s 者，絕大部份流速在 25cm/s 以下。呂（2005）使用頻譜分析、調和分析及數值濾波等方法進行台南市海域之海流現場調查資料的分析，由分析結果顯示半日潮潮流在台南近岸海域並不存在駐波之形式。

由前人的調查研究結果得知，高雄港附近海域海流主要受潮流主導，但海流的變化較為複雜。而高雄港為台灣的國際大港，瞭解此區域的海流特性，對進出高雄港船舶之操船安全與港灣工程的建設有很大的助益。本研究蒐集港研中心於高雄中洲外海與高雄港二港口外海（以下簡稱為中洲與二港口）實測的海流記錄進行分析，藉由分析結果希望能更進一步瞭解高雄港外海的海流特性，並探討此二測站海流的相關性。



圖摘自劉 (1999)

圖1-1 台灣附近海域水深地形圖



圖摘自楊 (2004)

圖1-2 高雄附近海域之河川排水及排放管

第二章 海流資料蒐集

港研中心於中洲與二港口分別設置觀測站，進行海流的量測作業，本研究蒐集此二測站的海流記錄資料（如表 1-1 所示），地理位置如圖 1-1 所示，由表中資料可知中洲測站有連續將近五年的海流資料，而二港口測站自 2005 年 8 月才設置（曾，2006），因此海流資料較短，約為 4 個多月。由於二測站於 2005 年 8 月 26 日至 10 月 6 日期間皆有海流的量測資料，因此，本文將針對此期間的海流記錄，進行分析研究。

表2-1 海流基本資料表

測站	經緯度	觀測期間	資料頻率(rec/hr)
中洲	120°16'08" E 22°34'24" N	2001/01/01- 2005/10/06	1
二港口	120°17'38" E 22°32'34" N	2005/08/26- 2005/12/31	1



圖2-1 中洲與二港口測站地理位置圖

第三章 海流資料分析方法

將中洲與二港口海流記錄資料，分別進行海流特性分析及相關性分析，以下即分別說明此二種分析的方法。

3.1 海流特性分析

將中洲與二港口測站連續 41 天的海流記錄資料，進行統計及分析處理，分別繪製此二測站海流時序列圖（配合潮位）玫瑰圖、行進向量圖及統計分析海流流向與流速發生頻率等資料。海流時序列圖是將逐時的海流資料，以流矢（flow arrow）表示成時間序列，並顯示出實測的潮位；玫瑰圖繪製是將海流流向分成 16 個方位，統計每個方位中不同流速分別所佔的比例，流速則分為 5 個等級，分別為小於 25 cm/s、25~50 cm/s、50~75cm/s、75~100 cm/s 以及大於 100 cm/s；行進向量圖是將逐時海流的流速向量乘上流動的時間（1 小時），可得出位移向量，再將各個時間的位移向量相連而得，由此可看出海流造成物質傳輸的方向；海流流向與流速發生的頻率分析，為分別進行 16 個方位海流流向及 5 個等級海流流速的統計。由以上結果可瞭解此二測站海流的變化特性。另將二測站海流資料分解成 u 及 v 分量，分別進行頻譜分析（spectrum analysis），也就是將時間序列資料透過傅立葉轉換（Fourier Transform）改變成頻譜序列資料，可看出海流主要能量的頻率分布，以瞭解此二測站海流的基本特性。

3.2 海流相關性分析

利用統計上的相關係數（Correlation Coefficient, CC），如式 1，分別進行二測站海流 u 及 v 分量的相關性分析，探討此二測站海流 u 及 v 分量的相關性。

$$CC = \frac{\sum_n (X_n - \bar{X})(Y_n - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_n (X_n - \bar{X})^2 \sum_n (Y_n - \bar{Y})^2}} \dots\dots\dots (1)$$

式中， n 為資料數

X_n 為中洲海流觀測值

Y_n 為二港口海流觀測值

\bar{X}, \bar{Y} 觀測值之平均

台灣四周的海流現象極為複雜多變，且近岸地區由於地形變化劇烈，以及受到波浪作用，更會導致近岸海流產生與較外海部份有不同特性的情形，在許多海岸地區，潮流都顯現重要的影響（The Open University, 1989）。潮流與潮汐相同，約以半日週期或一日週期改變速度及方向，同時又因月齡潮流強度亦改變（郭，1999），由於潮流與潮汐有相近的週期性變化特性，因此可以使用與潮汐分析相同的方法進行潮流的分析，本研究採用調和分析（harmonic analysis）法分別進行海流 u 及 v 分量的分析（張等，2005），並計算出二測站海流 u 及 v 分量各個分潮流的振幅及相位角，而由此可繪製 M2、S2、K1、O1 四大分潮的潮流橢圓圖，並探討此二測站潮流的相關性。

第四章 結果與討論

將中洲與二港口連續 41 天的海流資料進行海流特性分析，可分別繪出二測站海流時序列圖（配合潮位）玫瑰圖、行進向量圖及統計分析海流流向與流速發生頻率等資料，另進行二測站海流 u 及 v 分量的頻譜分析，可分別得出此二測站海流 u 及 v 分量的能譜圖，由以上結果可得知此二測站海流的基本特性。

於海流相關性分析部份，首先分別進行中洲與二港口海流 u 及 v 分量的相關係數分析，得出此二測站海流 u 及 v 分量的相關係數，以瞭解此二測站的相關性。接著將二測站海流 u 及 v 分量分別進行調和分析，可計算出海流 u 及 v 分量分潮的振幅及相位角，並繪製 M2、S2、K1、O1 四大分潮的潮流橢圓圖，由此可瞭解此二測站的潮流分潮之相關性。

4.1 海流特性分析結果

圖 4-1 與圖 4-2 分別為中洲與二港口 2005 年 8 月 26 日至 10 月 6 日期間的海流時序圖（配合潮位），由圖中結果可知中洲與二港口的海流在漲潮時流向大約以東南方向為主，而退潮期間流向以西北方向較為明顯，但此二測站於部份漲潮期間的流向以西北方向較為明顯，也有部份時間顯現不同的流動特性，此結果顯示高雄港外海海流流動約與海岸線平行，亦表現出高雄外海海流的變化特性較為複雜。圖 4-3 與圖 4-4 為中洲與二港口的海流玫瑰圖，表 4-1 與表 4-2 分別為海流流向與流速頻率分析表，由圖 4-3 與表 4-1 的結果可知中洲海流在各方向發生的頻率大部份集中在 NNW、SSE 及 S 的方向，其發生百分比分別為 11.40%、11.07% 及 10.04%，其他方向發生的百分比則小於 10%；由圖 2-4 與表 2-1 的結果可知二港口海流在各方向發生的頻率大部份集中在 SSE、NW、NNW 及 S 的方向，其發生百分比分別為 19.57%、15.27%、13.32% 及 12.19%，其他方向發生的百分比則小於 10%。另由表 4-2 結果可知，中洲與二港口的海流流速以 $< 25\text{cm/s}$ 發生之次數為最多，其次為 $25\sim 50\text{cm/s}$ ，且由表中數據顯示二港口的海流流速明顯大於

中洲，另中洲發生最大流速為 138.8cm/s，二港口發生最大流速則為 155.1cm/s。圖 4-5 與圖 4-6 為顯示中洲與二港口的海流行進向量圖，由圖 4-5 中顯示可知中洲海流行進的方向，大部份皆朝 NNW 及 SSE 的方向移動，約與海岸線平行，而圖 4-6 中顯示可知二港口海流行進的方向，大部份皆朝 NW 及 SSE 的方向移動，也約與海岸線平行，值得注意的是此二測站海流行進方向雖主要為與海岸線平行，但中洲有朝東北方向而二港口有略朝西南方向偏移的趨勢，此說明二測站經歷長時間後海流行進方向有所差異。

另將中洲與二港口的海流 u 及 v 分量分別進行頻譜分析，可得出此二測站海流 u 及 v 分量的能譜圖，如圖 4-7 至圖 4-8，由圖中結果顯示，中洲與二港口海流 u 及 v 分量大都以全日潮及半日潮為主，所以此二測站之海流受到潮流的影響較大。

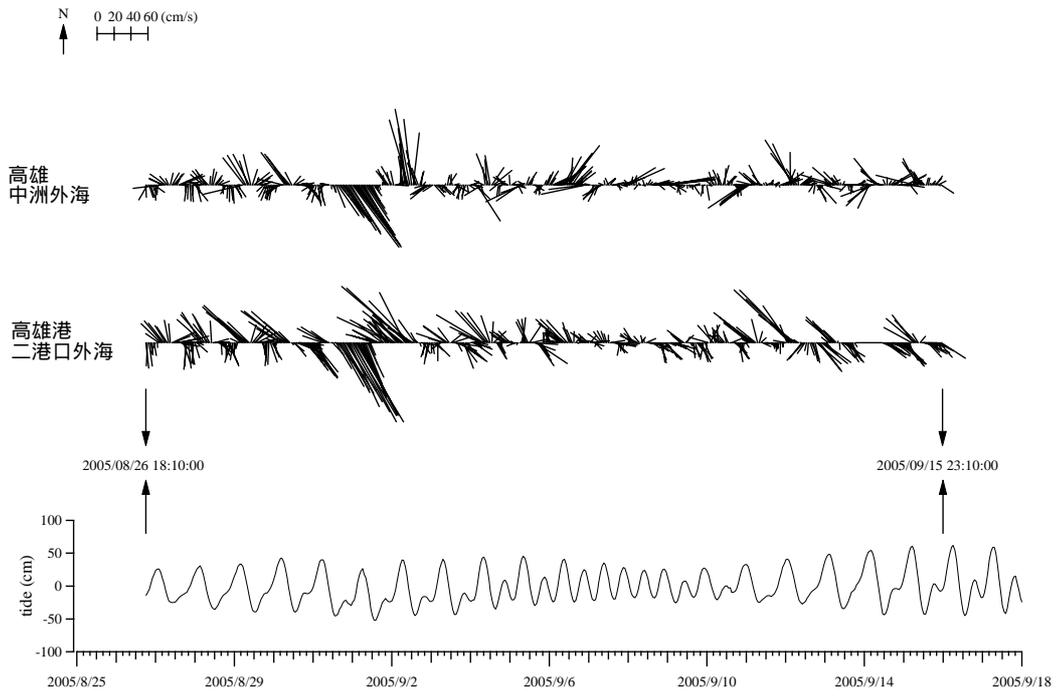


圖4-1 中洲與二港口海流時序圖(2005/8/26~9/15)

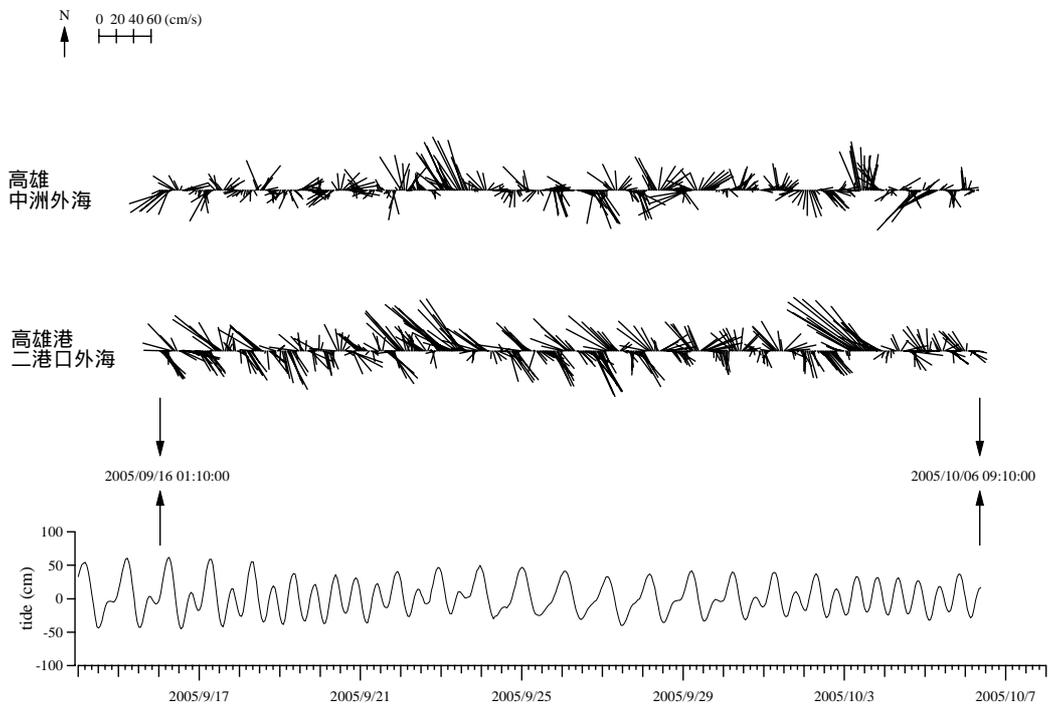


圖4-2 中洲與二港口海流時序圖 (2005/9/16~10/6)

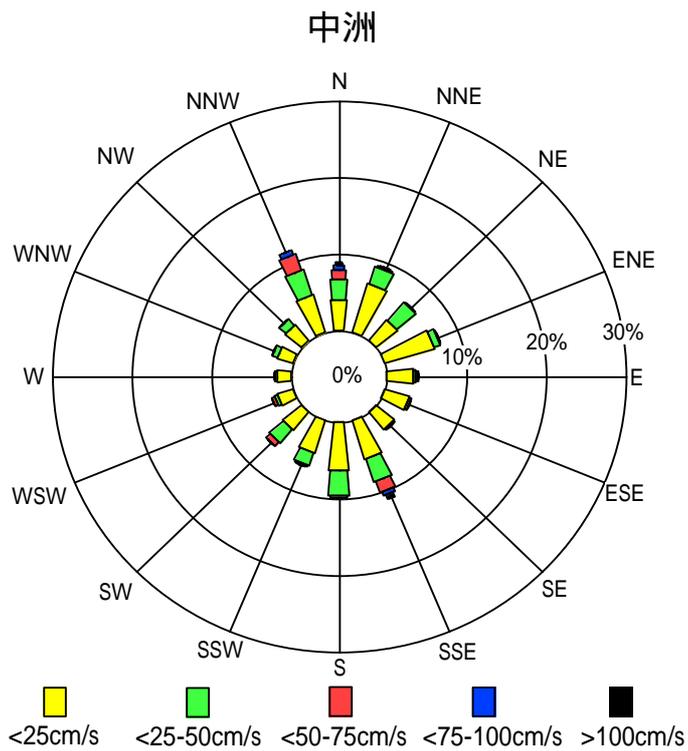


圖4-3 中洲海流玫瑰圖 (2005/8/26~10/6)

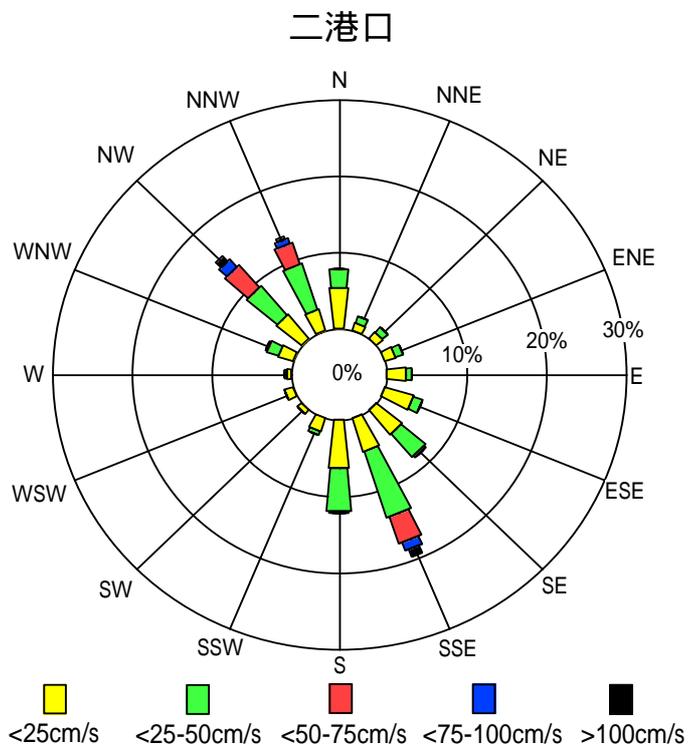


圖4-4 二港口海流玫瑰圖 (2005/8/26~10/6)

表4-1 中洲與二港口海流流向發生頻率分析表

中洲測站各流向所佔百分比 (%)								最多 流向
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	NNW
8.91	9.32	6.76	7.48	4.00	3.59	3.18	11.07	
S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
10.04	6.56	6.15	2.87	2.05	2.77	3.79	11.40	
二港口測站各流向所佔百分比 (%)								最多 流向
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	SSE
7.79	1.95	2.05	2.46	3.18	5.02	8.50	19.57	
S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
12.19	2.36	0.72	1.13	0.80	3.69	15.27	13.32	

表4-2 中洲與二港口海流流速發生頻率分析表

測站	各流速所佔百分比 (%)					最多 流速 (cm/s)	最大 流速 (cm/s)
	< 25 (cm/s)	25~50 (cm/s)	50~75 (cm/s)	75~100 (cm/s)	> 100 (cm/s)		
中洲	63.32	26.33	7.48	1.84	1.02	< 25	138.8
二港口	43.65	39.55	11.27	3.18	2.36	< 25	155.1

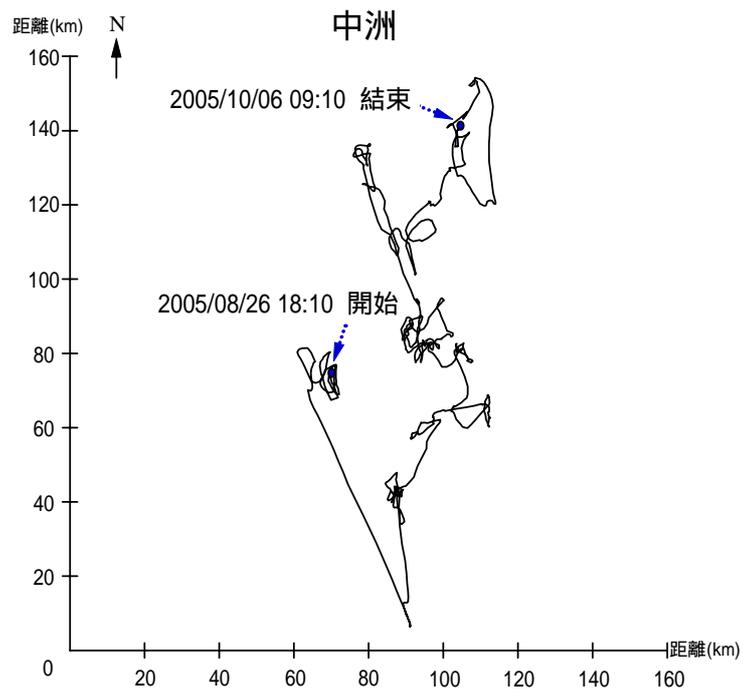


圖4-5 中洲海流行進向量圖 (2005/8/26~10/6)

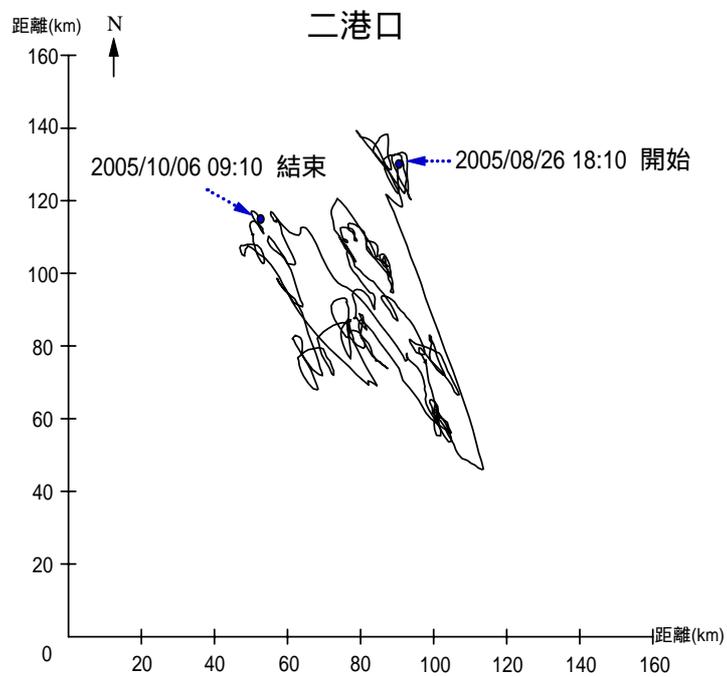


圖4-6 二港口海流行進向量圖 (2005/8/26~10/6)

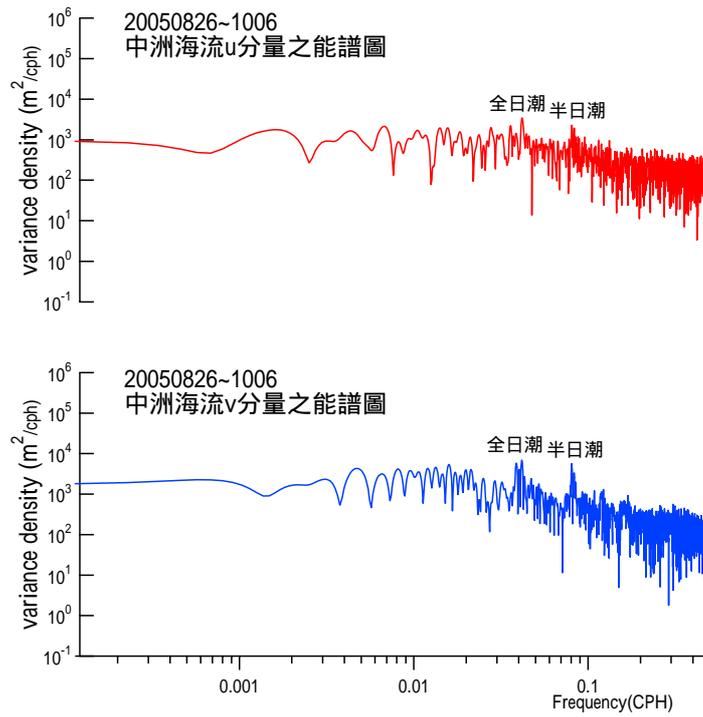


圖4-7 中洲海流u及v分量之能譜圖

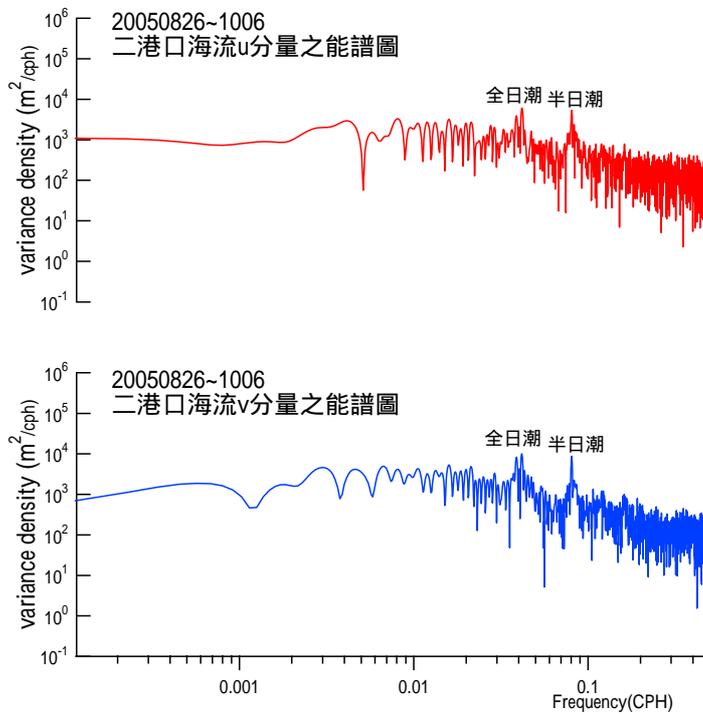


圖4-8 二港口海流u及v分量之能譜圖

4.2 海流相關性分析結果

將中洲與二港口海流的 u 及 v 分量進行相關性分析,表 4-3 為中洲與二港口海流 u 及 v 分量的相關係數,由表中結果可知此二測站海流 u 分量相關係數較高,其值為 0.648,而海流 v 分量相關係數較低,其值為 0.482。

表4-3 中洲與二港口海流 u 及 v 分量的相關係數

海流分量	相關係數
u	0.648
v	0.482

以中洲與二港口海流 u 及 v 分量分別進行調和分析,可計算出海流 u 及 v 分量各個分潮的振幅及相位角(如表 4-4)。將表 4-4 中洲與二港口海流 u 及 v 分量的各個分潮分別合成,即可得到此二測站海流調和常數之振幅,如表 4-5 所示,由表中資料可知二港口 M2 潮的振幅為中洲的 2.4 倍,二港口 S2 潮的振幅為中洲的 1.2 倍,二港口 K1 潮的振幅為中洲的 1.3 倍,二港口 O1 潮的振幅為中洲的 1.4 倍,由結果顯示二港口四大分潮的振幅皆比中洲為大,此與前述海流流速統計顯示二港口海流大於中洲海流,有一致的結果。

表4-4 中洲與二港口海流 u 及 v 分量之調和常數

分量	分潮	中洲		二港口	
		振幅(cm)	相位角(°)	振幅(cm)	相位角(°)
u	M2	1.77	65.48	3.01	70.88
	S2	0.95	28.49	0.90	88.15
	K1	4.63	114.44	4.65	96.56
	O1	6.68	262.49	6.79	236.44
v	M2	4.12	225.75	10.45	216.01
	S2	3.17	112.85	3.88	152.48
	K1	7.80	293.35	11.26	306.46
	O1	2.53	149.35	7.75	108.19

表4-5 中洲與二港口海流調和常數之振幅

分潮振幅(cm)	中洲	二港口
M2	4.48	10.87
S2	3.31	3.98
K1	9.07	12.18
O1	7.14	10.30

自表 4-4 中資料可分別繪出中洲及二港口 M2、S2、K1 及 O1 的潮流橢圓圖（如圖 4-9 至圖 4-16），另表 4-6 為中洲及二港口各分潮流橢圓長短軸特性表。由表 4-6 與圖 4-9 至圖 4-16 中的資料可知，中洲及二港口的各分潮橢圓的主軸方向均為一致，且大都為與海岸線平行。二港口的長軸長度皆大於中洲，且中洲 M2、S2、K1 等潮流皆以順時針方向流動，O1 潮流則以逆時針方向流動，而二港口 M2 與 S2 潮流皆以順時針方向流動，K1 與 O1 潮流則以逆時針方向流動。二測站間潮流的方位角相差不大，此顯示二測站潮流特性大約相近。

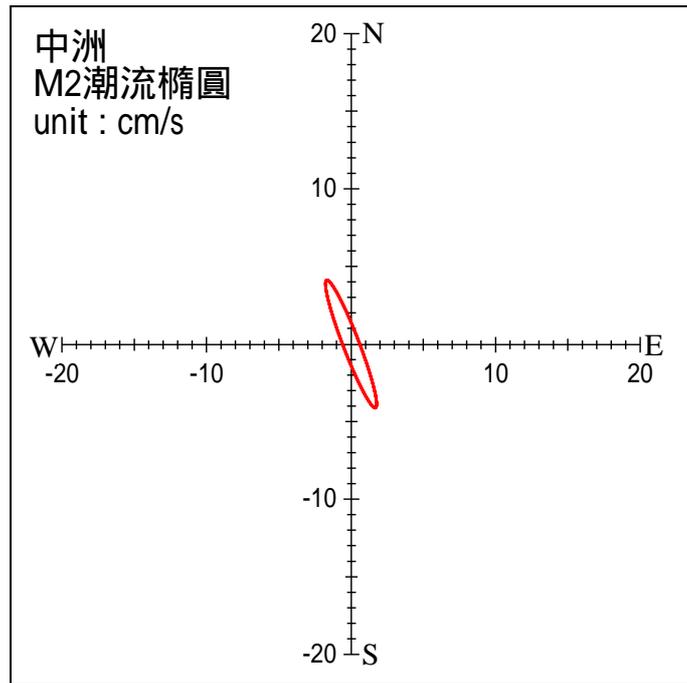


圖 4-9 中洲 M2 潮流橢圓

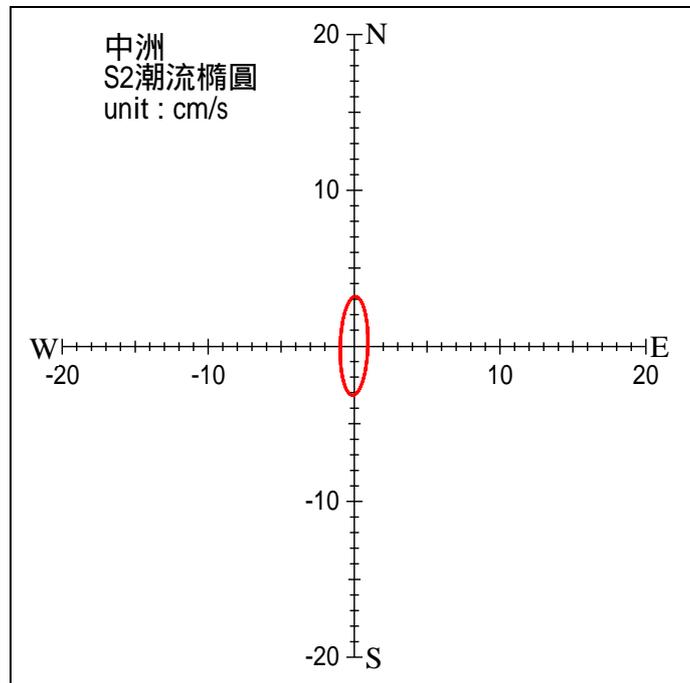


圖 4-10 中洲 S2 潮流橢圓

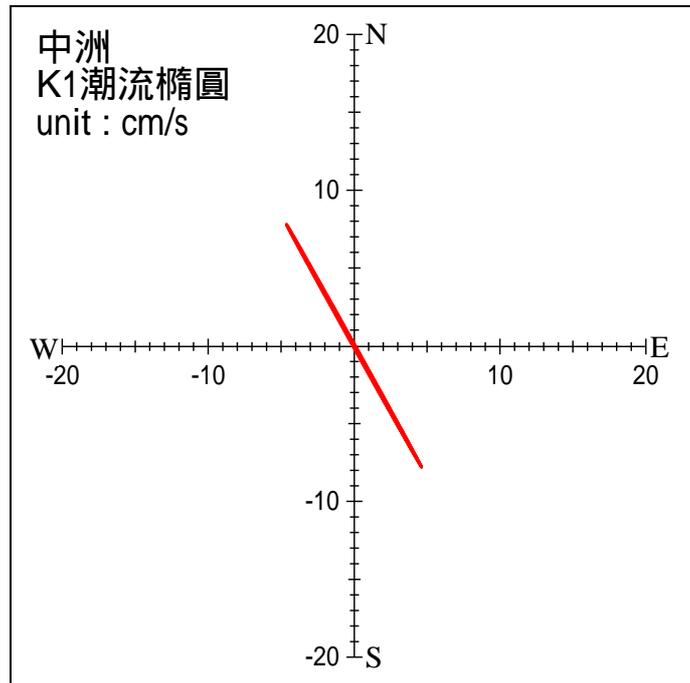


圖 4-11 中洲 K1 潮流橢圓

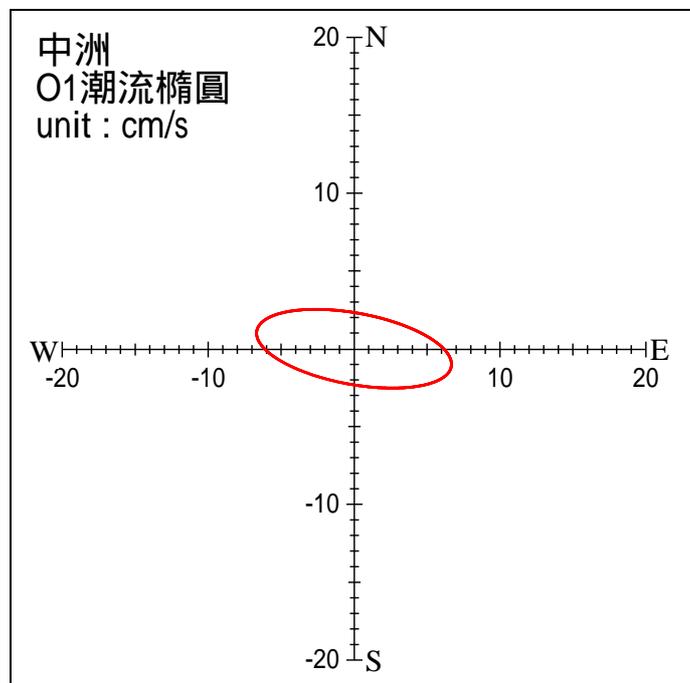


圖 4-12 中洲 O1 潮流橢圓

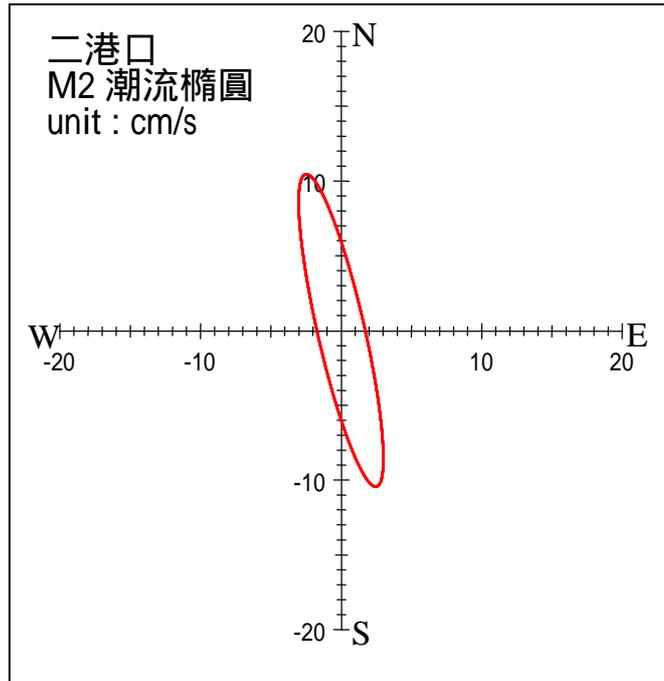


圖 4-13 二港口 M2 潮流橢圓

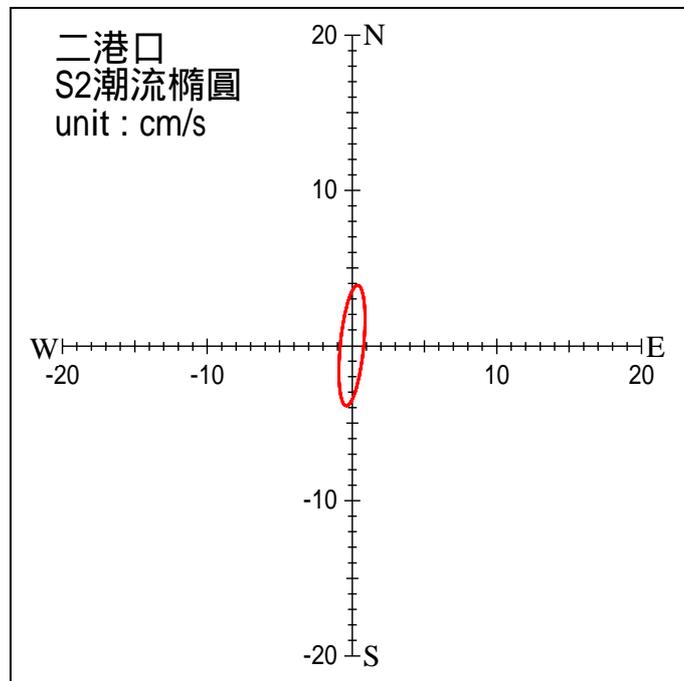


圖 4-14 二港口 S2 潮流橢圓

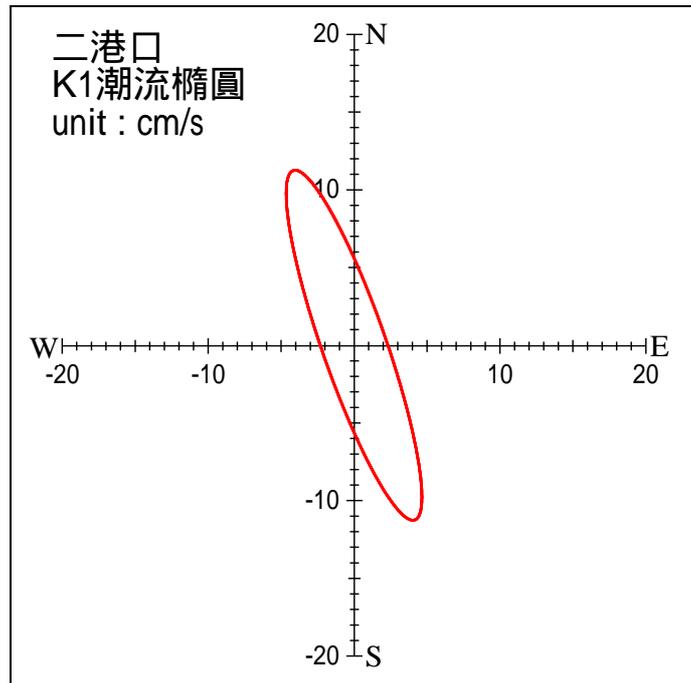


圖 4-15 二港口 K1 潮流橢圓

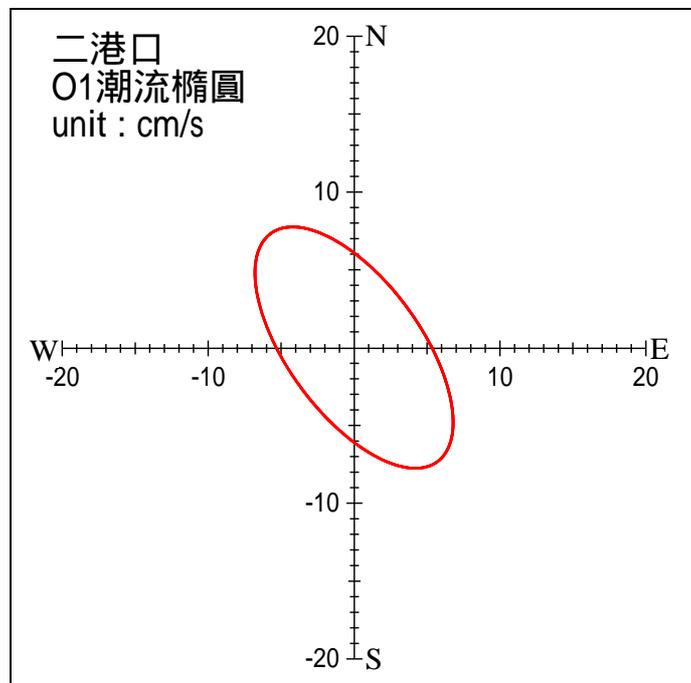


圖 4-16 二港口 O1 潮流橢圓

表4-6 中洲及二港口各分潮流橢圓長短軸特性表

測站	分潮	長軸長度 (cm)	短軸長度 (cm)	方位角 (°)	方向
中洲	M2	8.88	1.30	157.47	順時針
	S2	6.33	1.94	4.95	順時針
	K1	18.14	0.16	149.31	順時針
	O1	13.61	4.60	100.80	逆時針
二港口	M2	21.46	3.53	166.35	順時針
	S2	7.80	1.62	5.63	順時針
	K1	23.97	5.16	159.83	逆時針
	O1	18.48	9.01	141.49	逆時針

第五章 結論與建議

由以上研究結果得知，於海流特性分析部份，中洲與二港口的海流於漲潮時流向大約為東南方向，退潮時為西北方向，但此二測站於部份漲潮期間的流向以西北方向較為明顯，也有部份時間顯現不同的流動特性，此結果顯示高雄港外海海流流動約與海岸線平行，亦表現出高雄外海海流的變化特性較為複雜。而二測站海流流速以小於 25 cm/s 發生的頻率為最多，但二港口的海流流速明顯大於中洲。由二測站海流行進向量的結果顯示，海流行進方向雖主要為與海岸線平行，但中洲有朝東北方向而二港口有略朝西南方向偏移的趨勢，此說明二測站經歷長時間後海流行進方向有所差異。由頻譜分析結果顯示，此二測站海流 u 及 v 分量大都以全日潮及半日潮為主，所以此二測站之海流受到潮流的影響較大。

海流相關性分析部份，由中洲與二港口海流 u 及 v 分量的相關係數結果可知，此二測站海流 u 分量相關係數較高，而海流 v 分量相關係數較低。由二測站海流 u 及 v 分量的調和分析結果得知，此二測站潮流特性十分相近，但二港口的 M2、S2、K1、O1 分潮流的振幅都大於中洲。

本研究目前蒐集到約 41 天的中洲及二港口海流資料，進行分析與研究，建議未來能蒐集長期的資料，最理想為能涵蓋一年四季的海流記錄，再進行深入的分析，期望能更進一步瞭解高雄外海海流特性以及中洲與二港口海流特性的相同及相異之處，其成果可提供高雄港船舶航行、港埠發展、及海域污染處理等營運相關參考。

參考文獻

1. 交通部高雄港務局全球資訊網, 2006, 「高雄港之形勢及貿易網頁」, http://www.khb.gov.tw/index_m.aspx?Link=AutoHtml/14/190/1-5-2.htm, 交通部高雄港務局全球資訊網。
2. 呂賜興, 2005, 「台南市海域海流特性之分析」, 國立成功大學碩士論文。
3. 郭金棟, 1999, 「海岸工程」, 中國土木水利工程學會, 第10-351頁。
4. 莊文傑、江中權, 2002, 「台灣四周海域海流數值模擬研究(二)」, 交通部運輸研究所。
5. 張國棟、邱啟敏、徐月娟、林燕璋、呂理弘, 2005, 「台灣沿岸海潮流短期量測與潮流預測技術引進」, 2005年台灣海洋年-海洋資訊應用研討會, 第71-76頁。
6. 曾相茂, 2006, 「台灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(1/4)」, 交通部運輸研究所。
7. 楊德良、蘇青和、許正一、吳南靖、王鄭翰、吳宜嶺, 2004, 「高雄港附近海域漂沙現場調查及數值模擬研究(2/2)」, 交通部運輸研究所。
8. 劉文俊, 1999, 「台灣的潮汐」, 第二版。
9. The Open University, 1989, 「WATER, TIDES AND SHALLOW-WATER PROCESSES」, The Open University.

國際港海氣象觀測網站即時傳送 監測系統之儀器安裝工作完工報告

- 一、安裝日期：95 年 8 月 14 日至 95 年 8 月 18 日
- 二、工作地點：基隆港港口附近海域
- 三、工作內容：

本安裝工作共分成下列各部分：

1. 陸上沿東防波堤電纜鋪設銜接
2. 纜線保護水泥塊及水下儀器含儀器架外海佈放
3. 纜線及錨鍊綁縛及佈放
4. 纜線出水處及沿堤防之纜線安裝及固定
5. 水下電纜及錨鍊、水泥塊、儀器架綁縛固定
6. 系統連線測試

1. 陸上沿東防波堤電纜鋪設銜接

【1-1】 沿東防波堤盡頭處挖設纜線溝槽供電纜鋪設連接舊有線路至信號台



【1-2】 待整理完成後進行纜線鋪設及銜接作業



【1-3】 纜線鋪設銜接完成後進行水泥灌漿作業
(左) 纜線起點灌漿 (右) 人員鋪平



【1-4】 灌漿完成



2. 纜線保護水泥塊及水下儀器含儀器架外海佈放

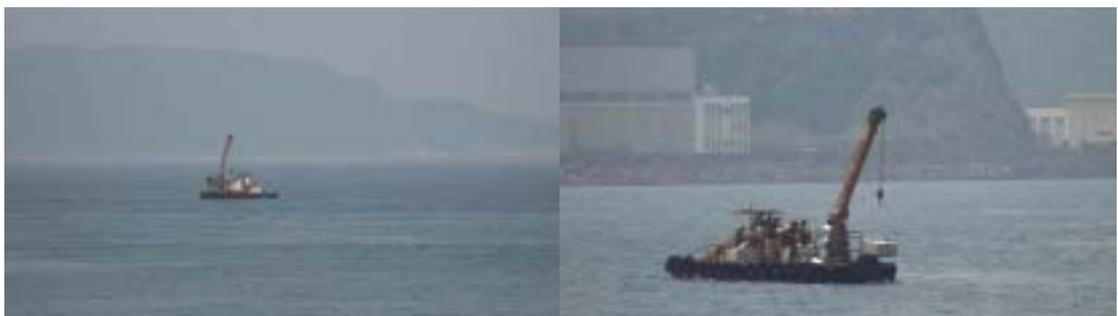
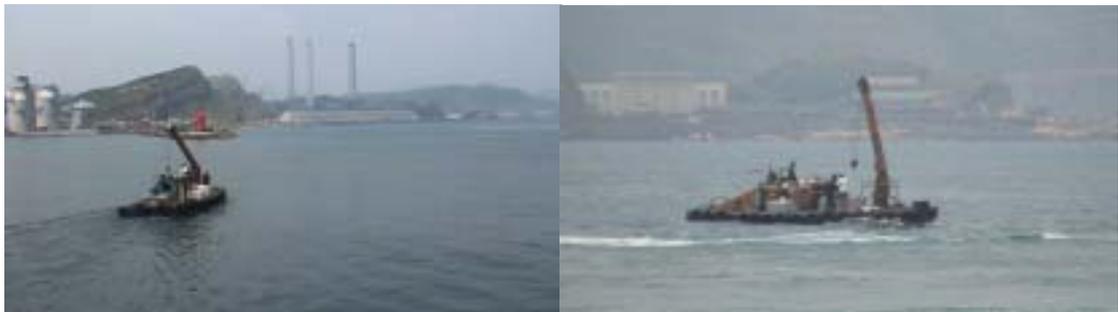
【2-1】 95年8月14日將16顆水泥塊、1200米錨練、儀器架及1200米水下電纜(500mX2 + 200mX1), 載運至基隆港東堤處置放。



【2-2】 95年8月15日將14顆水泥塊按號碼順序先後載運至外海投放
(右)由岸邊吊放至船上(右)水泥塊按先後佈放順序排列



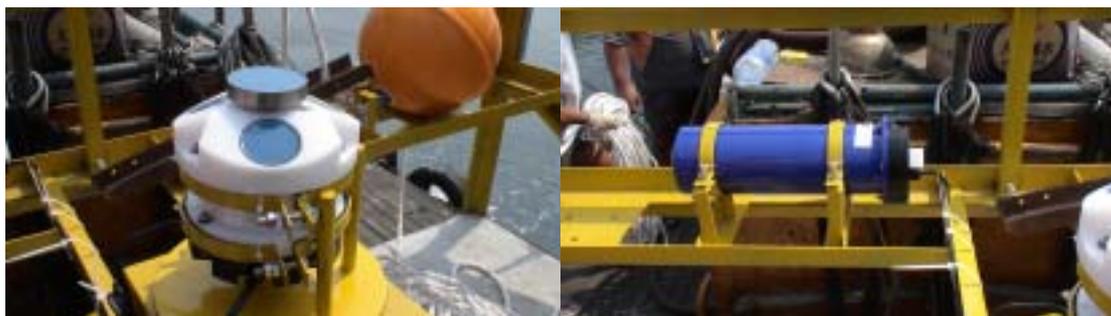
(左上)啟航(右下)至定點吊放



【2-3】 儀器架及儀器吊放至吊船上至外海佈放



(左) 600kHz AWCP 頗面流速波浪儀 (右) 電池筒



(左) 釋放儀 (右) 海上儀器架拋放



3. 纜線及錨鍊綁縛及佈放

【3-1】 95 年 8 月 15 日晚間 7 點起開始纜線跟錨鍊綁縛作業，1200 米纜線與錨鍊每隔 1 米以紮線帶綁縛；中間並間隔綁縛尼龍繩；整個過程共進行約 5 個鐘頭至 8 月 16 日凌晨完成。



【3-2】 95 年 8 月 16 日進行纜線上船整理；每隔 50 米以繩索綁縛錨鍊防止佈放時過多纜線落海

(左上及右上) 纜線依序上船 (左下) 通過線盤傳送上船 (右下) 完成出海



【3-3】 纜線海上佈放作業；採取一組人員乘坐一艘拖拉船前導，另一組人員於載運纜線之佈放船沿線佈放，可使纜線佈放儘量呈直線分佈

(左) 儀器端纜線下水 (右) 纜線陸續放置下水



(左及右) 海上水泥塊浮標位置



(左) 前導船隻以 GPS 定位導航 (右) 前導船導引



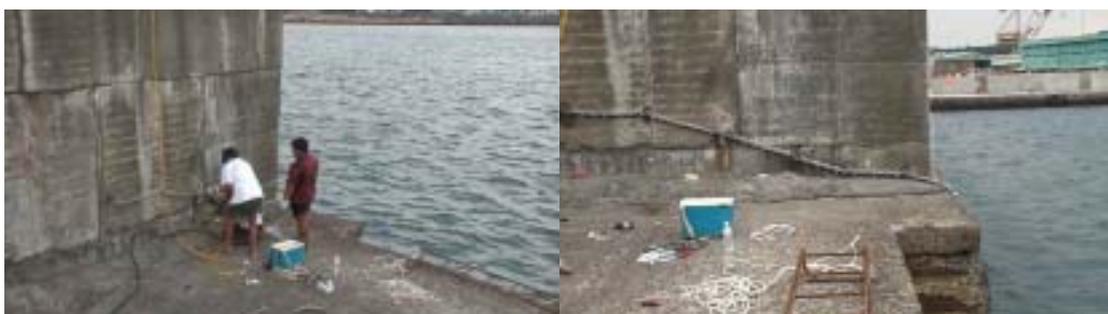
(左及右) 纜線及錨鍊沿線盤順序下水



4. 纜線出水處及沿堤防之纜線安裝及固定

【4-1】 岸上電纜固定作業；以一節錨鏈固定於堤防上以防拉扯，纜線則以壁虎釘固定於堤防上，接線處以不銹鋼蓋遮蓋

(左) 錨鏈上岸處固定工程 (右) 固定完成後



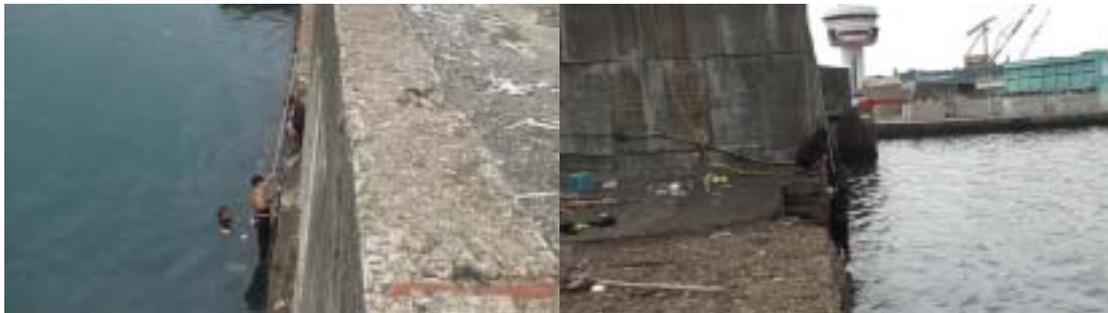
(左及右) 上岸纜線固定完成情形



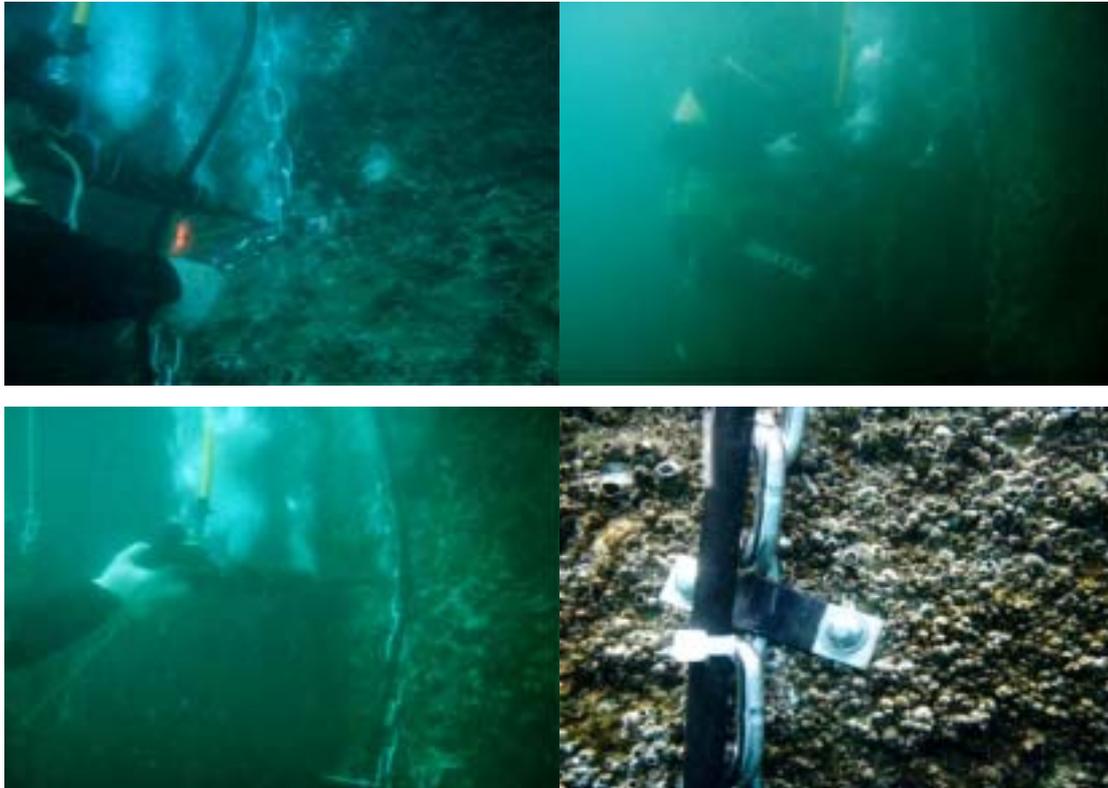
(左及右) 接線處蓋板



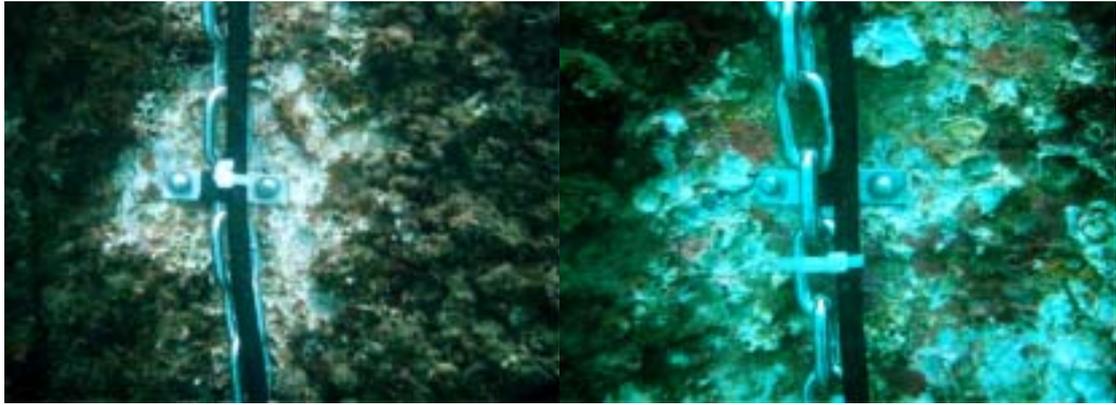
(左及右) 水線附近纜線及錨鏈固定情形



(左及右) 水下錨鏈及纜線固定情形



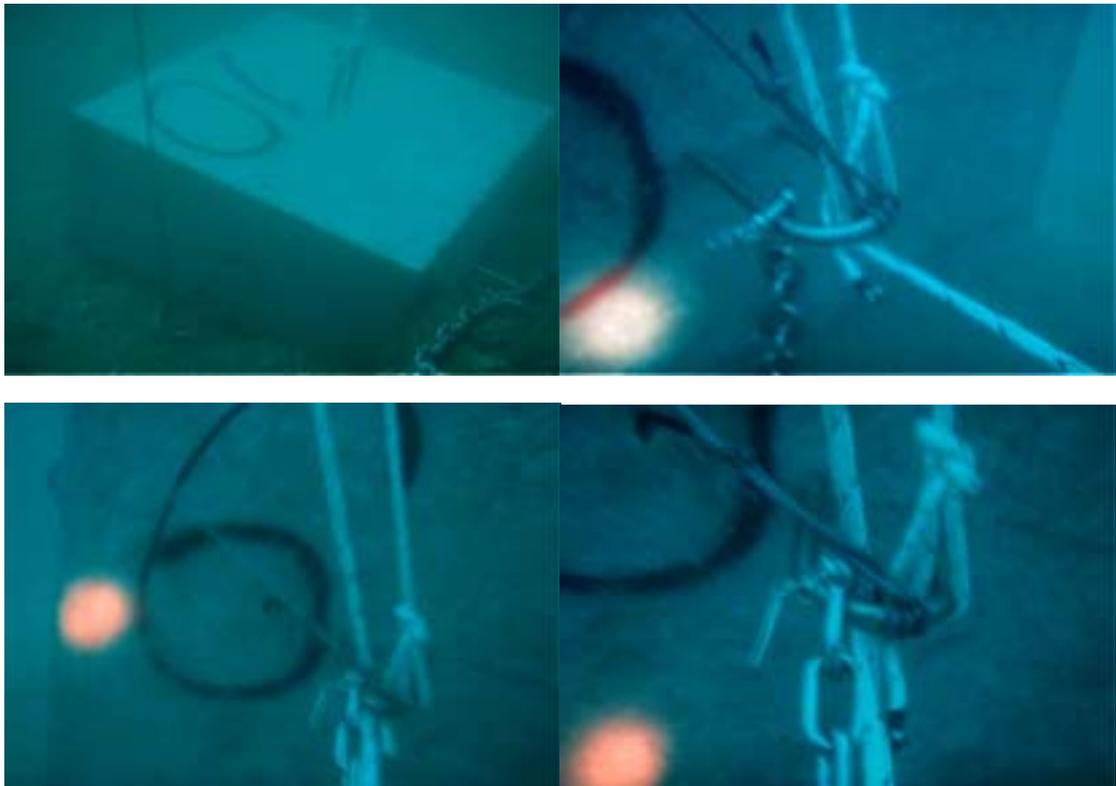
(左及右) 纜線及鏈固定完成後之情形

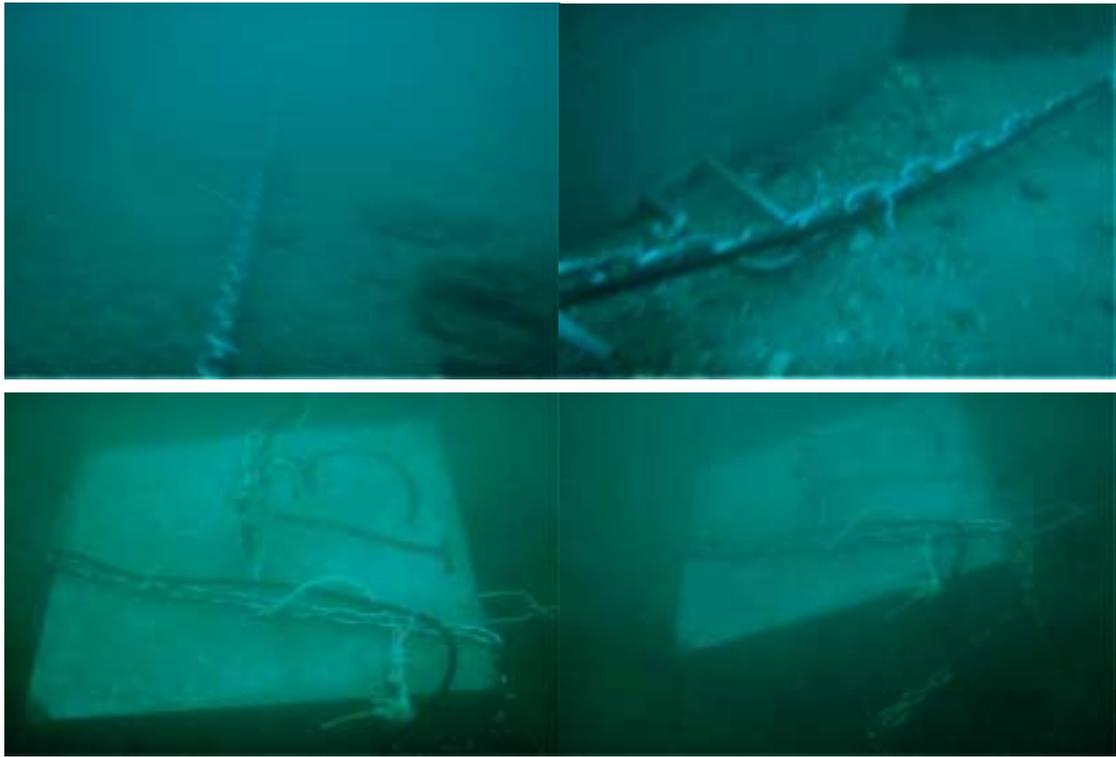


5. 水下電纜及錨鍊、水泥塊、儀器架綁縛固定

【5-1】儀器架與錨鏈端點銜接、水泥塊與錨鏈銜接

(左及右) 水泥塊編號及與錨鏈銜接情形





(左及右) AWCP 剖面流速波浪儀水下情形

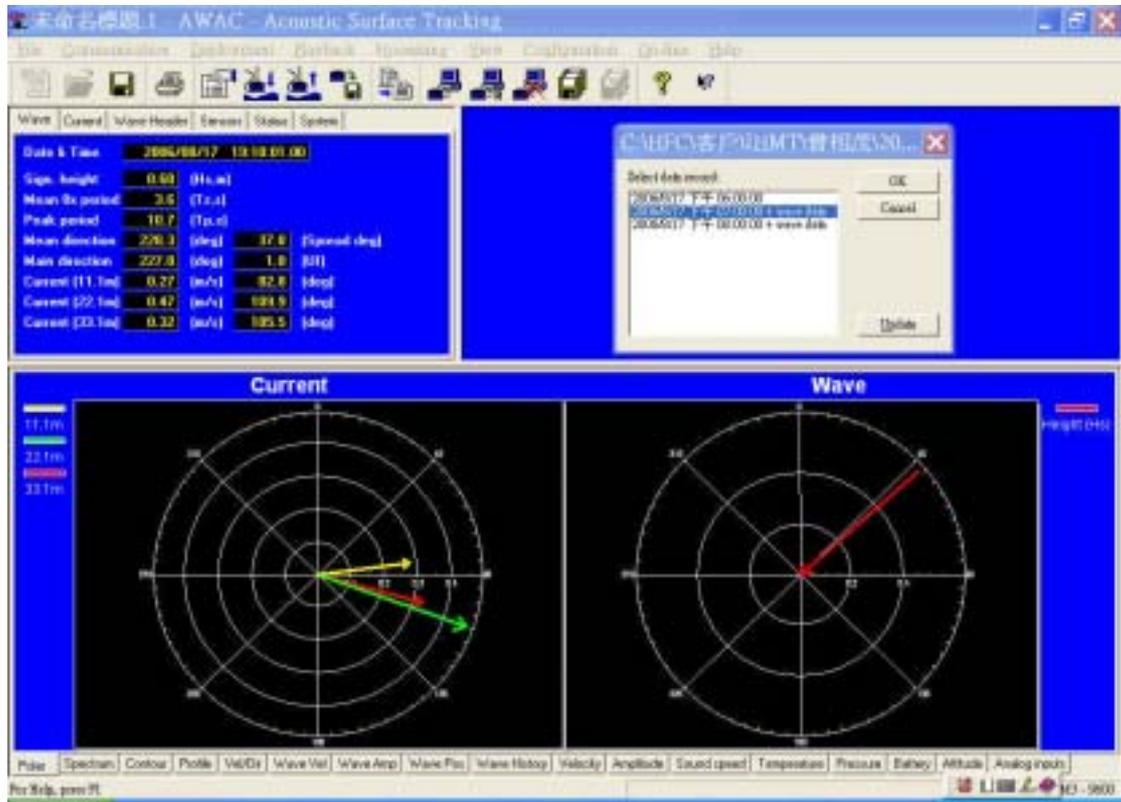


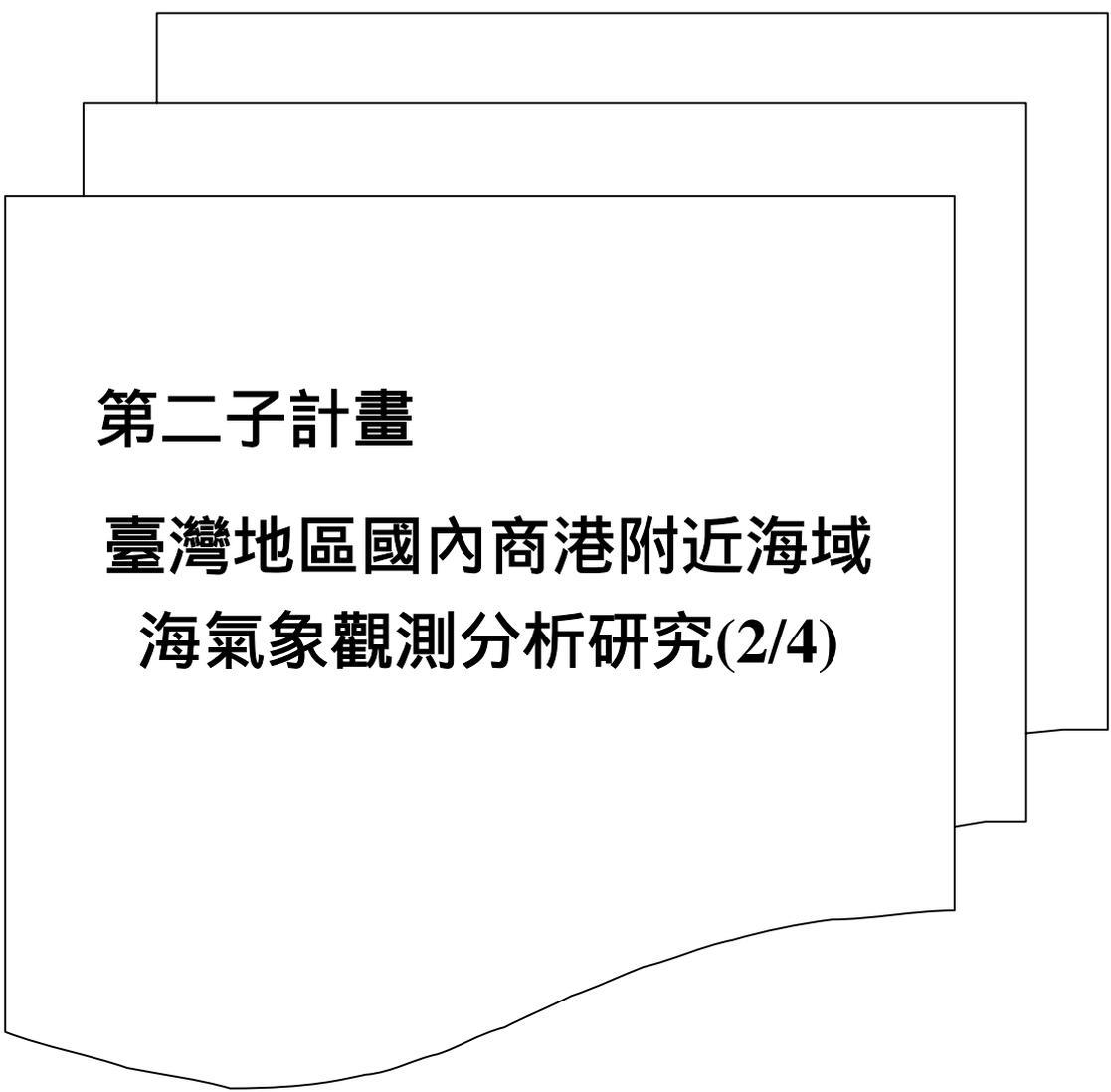
(左) 釋放儀水下情形 (右) 電池箱水下情形



6. 系統連線測試

【6-1】連線結果：系統運作良好，資料正常回傳





第二子計畫

**臺灣地區國內商港附近海域
海氣象觀測分析研究(2/4)**

臺灣地區主要港口附近海域海氣象 觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)

第二子計畫

臺灣地區國內商港附近海域 海氣象觀測分析研究(2/4)

摘要

運研所港研中心對臺北港及安平港兩國內商港海域之海氣象觀測分別自民國八十五年、八十八年起開始執行，均以海上觀測樁為載臺，採自動傳輸公佈即時資訊於港研中心網站。歷年臺北港風觀測結果，冬季平均風速最高，達 7.6 米/秒，全年平均風速值為 6.1 米/秒。安平港冬季平均風速為 7.0 米/秒，年平均風速，安平港較臺北港稍小 0.6 米/秒。四季中除夏季兩港風速相當外，冬、春、秋季臺北港風速均較安平港為大。波浪觀測，臺北港海域全年平均 H_s 波高為 0.85 米。冬季波高最大，平均 H_s 波高為 1.29 米，夏季波高最小，僅 0.49 米。安平港海域全年平均 H_s 波高為 0.61 米。與臺北港相反，夏季波高最大，數值為 0.93 米，春季波高最小，僅 0.43 米。臺北港海域之波向冬季主波向集中在 N~NNE 方位，其比例約佔七成，至於安平港在夏季波向多自西南方來，以 S~W 象限最多，約佔八成五。兩港海流現象，主要成份均是潮流，臺北港年平均流速約 36.4cm/s，安平港年平均流速約 20.1cm/s。兩港流向統計，隨季節並無明顯的變化，均為依海岸線方向作往復流動。臺北港潮流，其中半長軸長，以 M2 最大約 57cm/s，其次為 S2 約 18cm/s。安平港潮流成份，半長軸長以 M2 最大 18.1cm/s，其次 S2 為 6.3 cm/s。

目 錄

摘要.....	
目錄.....	
表目錄.....	
圖目錄.....	
照片目錄.....	
第一章 前言.....	1-1
第二章 國內商港海上觀測站之裝置與觀測作業.....	2-1
2.1 國內商港觀測系統概述.....	2-1
2.2 觀測儀器及樁體平臺系統維護.....	2-16
2.3 現場海氣象觀測作業時程.....	2-20
第三章 風觀測資料分析.....	3-1
3.1 風觀測方式說明.....	3-1
3.2 觀測結果分析.....	3-2
第四章 波浪觀測與資料分析.....	4-1
4.1 波浪觀測方法說明.....	4-1
4.2 歷年波浪統計結果分析.....	4-3
第五章 海流觀測資料分析.....	5-1
5.1 海流觀測方式說明.....	5-1
5.2 歷年海流觀測統計結果分析.....	5-2
第六章 2006 年颱風資料蒐集分析.....	6-1
第七章 結論.....	7-1
參考文獻.....	8-1

表 目 錄

表 3.1	歷年臺北、安平商港各月風觀測有效紀錄統計時數	3-2
表 3.2.a	歷年冬季臺北港測站 1 風速及風向聯合分佈表.....	3-10
表 3.2.b	歷年春季臺北港測站 1 風速及風向聯合分佈表.....	3-11
表 3.2.c	歷年夏季臺北港測站 1 風速及風向聯合分佈表.....	3-12
表 3.2.d	歷年秋季臺北港測站 1 風速及風向聯合分佈表.....	3-13
表 3.2.e	歷年整年臺北港測站 1 風速及風向聯合分佈表.....	3-14
表 3.2.f	歷年冬季安平港測站 1 風速及風向聯合分佈表	3-15
表 3.2.g	歷年春季安平港測站 1 風速及風向聯合分佈表.....	3-16
表 3.2.h	歷年夏季安平港測站 1 風速及風向聯合分佈表.....	3-17
表 3.2.i	歷年秋季安平港測站 1 風速及風向聯合分佈表	3-18
表 3.2.j	歷年整年安平港測站 1 風速及風向聯合分佈表	3-19
表 3.3	歷年臺北、安平港風觀測分季平均風速及分佈統計(%)	3-4
表 3.4	歷年風觀測分季風向分佈統計(%).....	3-6
表 3.5	歷年兩港風觀測月平均風速和極值統計.....	3-8
表 4.1	歷年各月波浪觀測有效紀錄統計時數.....	4-2
表 4.2.a	歷年冬季臺北港測站 H_s 及波向聯合機率分佈	4-11
表 4.2.b	歷年春季臺北港測站 H_s 及波向聯合機率分佈	4-12
表 4.2.c	歷年夏季臺北港測站 H_s 及波向聯合機率分佈	4-13
表 4.2.d	歷年秋季臺北港測站 H_s 及波向聯合機率分佈	4-14
表 4.2.e	歷年整年臺北港測站 H_s 及波向聯合機率分佈	4-15
表 4.2.f	歷年冬季安平港測站 H_s 及波向聯合機率分佈.....	4-16
表 4.2.g	歷年春季安平港測站 H_s 及波向聯合機率分佈	4-17
表 4.2.h	歷年夏季安平港測站 H_s 及波向聯合機率分佈	4-18
表 4.2.i	歷年秋季安平港測站 H_s 及波向聯合機率分佈	4-19

表 4.2.j	歷年整年安平港測站 H_s 及波向聯合機率分佈	4-20
表 4.3.a	歷年冬季臺北港測站 H_s 及週期聯合機率分佈	4-21
表 4.3.b	歷年春季臺北港測站 H_s 及週期聯合機率分佈	4-22
表 4.3.c	歷年夏季臺北港測站 H_s 及週期聯合機率分佈	4-23
表 4.3.d	歷年秋季臺北港測站 H_s 及週期聯合機率分佈	4-24
表 4.3.e	歷年整年臺北港測站 H_s 及週期聯合機率分佈	4-25
表 4.3.f	歷年冬季安平港測站 H_s 及週期聯合機率分佈	4-26
表 4.3.g	歷年春季安平港測站 H_s 及週期聯合機率分佈	4-27
表 4.3.h	歷年夏季安平港測站 H_s 及週週期聯合機率分佈	4-28
表 4.3.i	歷年秋季安平港測站 H_s 及週期聯合機率分佈	4-29
表 4.3.j	歷年整年安平港測站 H_s 及週期聯合機率分佈	4-30
表 4.4	歷年臺北、安平兩港波浪觀測分季 H_s 波高平均及分佈統計	4-5
表 4.5	歷年臺北、安平兩港波浪觀測分季 T_s 週期分佈統計 { % }	4-6
表 4.6	歷年臺北、安平兩港波浪觀測分季波向分佈統計 { % } ...	4-8
表 4.7	歷年月別 H_s 波高平均值、極值及對應週期、波向變化	4-9
表 5.1	臺北港、安平港歷年各月海流觀測有效紀錄統計時數	5-2
表 5.2.a	歷年冬季臺北港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..	5-13
表 5.2.b	歷年春季臺北港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..	5-14
表 5.2.c	歷年夏季臺北港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..	5-15
表 5.2.d	歷年秋季臺北港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..	5-16
表 5.2.e	歷年整年臺北港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..	5-17
表 5.2.f	歷年冬季安平港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..	5-18
表 5.2.g	歷年春季安平港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..	5-19
表 5.2.h	歷年夏季安平港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..	5-20

表 5.2.i	歷年秋季安平港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..5-21
表 5.2.j	歷年整年安平港海流測站 1 流速及流向聯合機率分佈 ..5-22
表 5.3	臺北、安平港歷年海流觀測分季平均流速及分佈統計 〔 % 〕5-4
表 5.4	臺北、安平港海流歷年海流觀測分季流向分佈統計 〔 % 〕5-6
表 5.5	歷年度臺北、安平港觀測樁海流觀測月平均流速和極值 ..5-7
表 6.1	2006 年發佈颱風警報之所有颱風列表.....6-6
表 6.2	颱風事件海氣象觀測數據極值表.....6-11

圖目錄

圖 2.1	臺北港海氣象觀測樁打設位置示意圖.....	2-2
圖 2.2	安平港外海之海上觀測樁及相關位置.....	2-3
圖 2.3	安平、臺北港觀測樁立面設計圖.....	2-3
圖 2.4	港研中心電腦透過網路直接監控海氣象狀況(安平 S4).....	2-4
圖 2.5	AWAC 海氣象觀測系統流程設計圖	2-9
圖 2.6	安平港 AWAC 海氣象觀測系統架構圖	2-10
圖 2.7	海氣象即時觀測系統資料(安平 AWAC)之收集及處理方式	2-10
圖 2.8	臺北港觀測樁現場海氣象觀測系統架構圖.....	2-11
圖 2.9	臺北港儀器系統室內配置圖及完工後照片.....	2-12
圖 2.10	即時影像監測系統透過網路觀測影像.....	2-14
圖 2.11	布袋海氣象觀測系統 AWAC 相關位置圖(1).....	2-15
圖 2.12	布袋海氣象觀測系統 AWAC 相關位置圖(2)	2-16
圖 2.13	花蓮 DATA BUOY 儀器佈放位置	2-22
圖 3.1.a	2006 年 1 月臺北港風資料逐時歷線圖	3-20
圖 3.1.b	2006 年 4 月臺北港風資料逐時歷線圖.....	3-21
圖 3.1.c	2006 年 7 月臺北港風資料逐時歷線圖	3-22
圖 3.1.d	2006 年 10 月臺北港風資料逐時歷線圖.....	3-23
圖 3.1.e	2006 年 1 月安平港風資料逐時歷線圖	3-24
圖 3.1.f	2006 年 4 月安平港風資料逐時歷線圖	3-25
圖 3.1.g	2006 年 7 月安平港風資料逐時歷線圖.....	3-26
圖 3.1.h	2006 年 10 月安平港風資料逐時歷線圖.....	3-27
圖 3.2.a	歷年 12 月臺北港測站 1 風玫瑰圖	3-28
圖 3.2.b	歷年 1 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-28

圖 3.2.c	歷年 2 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-28
圖 3.2.d	歷年冬季臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-28
圖 3.2.e	歷年 3 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-29
圖 3.2.f	歷年 4 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-29
圖 3.2.g	歷年 5 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-29
圖 3.2.h	歷年春季臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-29
圖 3.2.i	歷年 6 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-30
圖 3.2.j	歷年 7 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-30
圖 3.2.k	歷年 8 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-30
圖 3.2.l	歷年夏季臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-30
圖 3.2.m	歷年 9 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-31
圖 3.2.n	歷年 10 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-31
圖 3.2.o	歷年 11 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-31
圖 3.2.p	歷年秋季臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-31
圖 3.2.q	歷年臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-32
圖 3.3.a	歷年 12 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-33
圖 3.3.b	歷年 1 月臺北港測站 1 風玫瑰圖.....	3-33
圖 3.3.c	歷年 2 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-33
圖 3.3.d	歷年冬季安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-33
圖 3.3.e	歷年 3 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-34
圖 3.3.f	歷年 4 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-34
圖 3.3.g	歷年 5 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-34
圖 3.3.h	歷年春季安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-34
圖 3.3.i	歷年 6 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-35
圖 3.3.j	歷年 7 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-35
圖 3.3.k	歷年 8 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-35

圖 3.3.l	歷年夏季安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-35
圖 3.3.m	歷年 9 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-36
圖 3.3.n	歷年 10 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-36
圖 3.3.o	歷年 11 月安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-36
圖 3.3.p	歷年秋季安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-36
圖 3.3.q	歷年安平港測站 1 風玫瑰圖.....	3-37
圖 3.4	臺北港歷年四季日逐時風速變化圖.....	3-7
圖 4.1.a	2006 年 1 月臺北港波浪資料逐時歷線圖.....	4-31
圖 4.1.b	2006 年 4 月臺北港波浪資料逐時歷線圖.....	4-32
圖 4.1.c	2006 年 7 月臺北港波浪資料逐時歷線圖.....	4-33
圖 4.1.d	2006 年 10 月臺北港波浪資料逐時歷線圖.....	4-34
圖 4.1.e	2006 年 1 月安平港波浪風資料逐時歷線圖.....	4-35
圖 4.1.f	2006 年 4 月安平港波浪資料逐時歷線圖.....	4-36
圖 4.1.g	2006 年 7 月安平港波浪資料逐時歷線圖.....	4-37
圖 4.1.h	2006 年 10 月安平港波浪資料逐時歷線圖.....	4-38
圖 4.2.a	歷年 12 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-39
圖 4.2.b	歷年 1 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-39
圖 4.2.c	歷年 2 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-39
圖 4.2.d	歷年冬季臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-39
圖 4.2.e	歷年 3 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-40
圖 4.2.f	歷年 4 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-40
圖 4.2.g	歷年 5 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-40
圖 4.2.h	歷年春季臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-40
圖 4.2.i	歷年 6 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-41
圖 4.2.j	歷年 7 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-41
圖 4.2.k	歷年 8 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-41

圖 4.2.l	歷年夏季臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-41
圖 4.2.m	歷年 9 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-42
圖 4.2.n	歷年 10 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-42
圖 4.2.o	歷年 11 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-42
圖 4.2.p	歷年秋季臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-42
圖 4.2.q	歷年臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-43
圖 4.3.a	歷年 12 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-44
圖 4.3.b	歷年 1 月臺北港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-44
圖 4.3.c	歷年 2 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-44
圖 4.3.d	歷年冬季安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-44
圖 4.3.e	歷年 3 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-45
圖 4.3.f	歷年 4 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-45
圖 4.3.g	歷年 5 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-45
圖 4.3.h	歷年春季安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-45
圖 4.3.i	歷年 6 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-46
圖 4.3.j	歷年 7 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-46
圖 4.3.k	歷年 8 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-46
圖 4.3.l	歷年夏季安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-46
圖 4.3.m	歷年 9 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-47
圖 4.3.n	歷年 10 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-47
圖 4.3.o	歷年 11 月安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-47
圖 4.3.p	歷年秋季安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-47
圖 4.3.q	歷年安平港測站 1 波浪玫瑰圖.....	4-48
圖 5.1.a	2006 年 1 月臺北港海流資料逐時歷線圖.....	5-23
圖 5.1.b	2006 年 4 月臺北港海流資料逐時歷線圖.....	5-24
圖 5.1.c	2006 年 7 月臺北港海流資料逐時歷線圖.....	5-25

圖 5.1.d	2006 年 10 月臺北港海流資料逐時歷線圖.....	5-26
圖 5.1.e	2006 年 1 月安平港海流風資料逐時歷線圖.....	5-27
圖 5.1.f	2006 年 4 月安平港海流資料逐時歷線圖	5-28
圖 5.1.g	2006 年 7 月安平港海流資料逐時歷線圖.....	5-29
圖 5.1.h	2006 年 10 月安平港海流資料逐時歷線圖.....	5-30
圖 5.2.a	歷年 12 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖	5-31
圖 5.2.b	歷年 1 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖	5-31
圖 5.2.c	歷年 2 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖	5-31
圖 5.2.d	歷年冬季臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-31
圖 5.2.e	歷年 3 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖	5-32
圖 5.2.f	歷年 4 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖	5-32
圖 5.2.g	歷年 5 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-32
圖 5.2.h	歷年春季臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-32
圖 5.2.i	歷年 6 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-33
圖 5.2.j	歷年 7 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-33
圖 5.2.k	歷年 8 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-33
圖 5.2.l	歷年夏季臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-34
圖 5.2.m	歷年 9 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-34
圖 5.2.n	歷年 10 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-34
圖 5.2.o	歷年 11 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-34
圖 5.2.p	歷年秋季臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-34
圖 5.2.q	歷年臺北港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-35
圖 5.3.a	歷年 12 月安平港測站 1 海流玫瑰圖	5-36
圖 5.3.b	歷年 1 月臺北港測站 1 海流玫瑰圖	5-36
圖 5.3.c	歷年 2 月安平港測站 1 海流玫瑰圖	5-36
圖 5.3.d	歷年冬季安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-36

圖 5.3.e	歷年 3 月安平港測站 1 海流浪玫瑰圖.....	5-37
圖 5.3.f	歷年 4 月安平港測站 1 海流玫瑰圖	5-37
圖 5.3.g	歷年 5 月安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-37
圖 5.3.h	歷年春季安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-37
圖 5.3.i	歷年 6 月安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-38
圖 5.3.j	歷年 7 月安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-38
圖 5.3.k	歷年 8 月安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-38
圖 5.3.l	歷年夏季安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-38
圖 5.3.m	歷年 9 月安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-39
圖 5.3.n	歷年 10 月安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-39
圖 5.3.o	歷年 11 月安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-39
圖 5.3.p	歷年秋季安平港測站 1 海流浪玫瑰圖.....	5-39
圖 5.3.q	歷年安平港測站 1 海流玫瑰圖.....	5-40
圖 5.4	圖 5.4 典型臺北港潮位歷線圖 (2006 年 3 月)	5-9
圖 5.5	臺北港 8 個較大分潮之振幅圖.....	5-10
圖 5.6	典型之安平港之潮位歷線圖.....	5-10
圖 5.7	安平港潮波振幅譜圖.....	5-11
圖 6.1	西行颱風路徑細分	6-2
圖 6.2	北行颱風路徑細分	6-3
圖 6.3	東北轉向颱風路徑分類圖.....	6-3
圖 6.4	南海生成颱風路徑分類圖.....	6-4
圖 6.5.a	珍珠颱風路徑圖	6-7
圖 6.5.b	艾維尼颱風路徑圖.....	6-7
圖 6.5.c	碧利斯颱風路徑圖	6-8
圖 6.5.d	凱米颱風路徑圖.....	6-8
圖 6.5.e	桑美颱風路徑圖	6-9

圖 6.5.f	寶發颱風路徑圖	6-9
圖 6.5.g	珊珊颱風路徑圖	6-10
圖 6.5.h	PRAPIROON 颱風路徑圖	6-10
圖 6.6.a	2006 年 7 月碧利斯颱風臺北港風、潮、浪、流歷線圖	6-14
圖 6.6.b	2006 年 8 月桑美颱風臺北港風、潮、浪、流歷線圖6-15
圖 6.6.c	2006 年 9 月珊瑚颱風臺北港風、潮、浪、流歷線圖6-16
圖 6.6.d	2006 年 5 月珍珠颱風安平港風、潮、浪、流歷線圖6-17
圖 6.6.e	2006 年 7 月碧利斯颱風安平港風、潮、浪、流歷線圖	6-18
圖 6.6.f	2006 年 7 月凱米颱風安平港風、潮、浪、流歷線圖6-19
圖 6.6.g	2006 年 8 月 PRAPIROON 颱風安平港風、潮、浪、流 歷線圖	6-20

照片目錄

照片 2.1	臺北港現場海上觀測樁.....	2-1
照片 2.2	安平港現場海上觀測樁.....	2-2
照片 2.3	觀測樁遠眺臺北港存取影像照片.....	2-14
照片 2.4	鏡頭拉近-臺北港分局港務大樓影像照片.....	2-14
照片 2.5	海氣象即時觀測系統之儀器購置.....	2-17
照片 2.6	觀測樁內儀器控制箱更換乾燥包.....	2-26
照片 2.7	水下清除糾纏之漁網、海生物.....	2-29
照片 2.8	花蓮 DATA BUOY 疑似被擦撞損壞及保養情況.....	2-33
照片 2.9	安平海上觀測樁檢查保養及水下作業情況.....	2-34
照片 2.10	安平海上觀測樁警示燈標檢查保養.....	2-38
照片 2.11	安平樁海氣象觀測系統之水下作業.....	2-39
照片 2.12	安平海上觀測樁水下 S4ADW 檢查保養及更換情況..	2-43
照片 2.13	花蓮 DATA BUOY 維護及水下錨鍊錨定系統檢查.....	2-44
照片 2.14	BUOY、安平觀測樁及岸上基地站檢查保養情況.....	2-48
照片 2.15	花蓮 3.0M DATA BUOY 海氣象觀測儀器檢查保養情況	2-53
照片 2.16	安平觀測樁海氣象觀測儀器(AWAC)檢查保養.....	2-54
照片 2.17	安平觀測樁海氣象觀測儀器(S4)檢查保養.....	2-54

第一章 前言

臺灣四周環海，開發海洋資源、發展航運、從事港灣建設及徹底瞭解港灣設施改善之依據等均需長期可靠之海象、氣象資料作為規劃設計之依據。由於海象觀測工作需龐大經費及人力，因此，為有效地獲得海洋資料，即必需做整體規劃及建站的工作。依據行政院第十三、十四次科技顧問會議有關建議方案及執行規劃中建議由交通部召集相關單位進行「建立海象長期觀測網」之細部規劃，其規劃方針(一)長期觀測網依任務導向作為責任區分(二)港灣工程及海岸保育部份由運輸研究所(港研中心)負責。

依據 90 年~93 年國家科技發展計畫之強化知識創新體系、創造產業競爭優勢、增進全民生活品質、促進國家永續發展、提升全民科技水準等總目標及策略課題，並配合交通部中程施政計畫之有效運用科技，提升國民「行」的生活品質、促進海洋及海岸相關科技的研發、建立良好 e 世紀之海洋及海岸環境、減低海洋污染及海岸天然災害的損失、創造一個永續發展的海洋及海岸環境等目標。

交通部運輸研究所港研中心往昔即針對臺灣地區五個國際港及臺北、安平兩個國內商港附近海域從事長期性的海氣象監測調查與分析，研究成果陸續提供相關單位辦理之依據，並將分析資料製作統一格式化之海氣地象年報與專刊，提供國內研究單位參酌之用。

由於臺灣地區各國際港由於開發甚早，周遭範圍人口密度甚高，腹地受限，土地利用多已呈超限使用，主要國際港港灣工程建設亦已趨飽和停滯，因此常衍生相關土地再開發之爭議。相對而言，國內商港則於近年來則因肩負各國際港輔助港之因素，重要性日增，各項擴建工程持續進行中，為瞭解建港期間及前後環境之變化，本子計畫針對目前正在擴建中的主要國內商港安平港及臺北港，以港外海象觀測樁及移動式觀測浮臺作為儀器載臺，採自動擷取傳輸系統配合人員現場作業方式持續觀測蒐集海氣象資料，所得資料經統計分析，提供各

港務局作為規劃、設計、施工、環境監控之重要參考資訊，同時實測資料可配合數值模式建立適用的推算模式，將所蒐集即時的海象觀測值和長期變化統計數據儲存於資料庫內，再利用網路 GIS 系統展示於本中心之網站上提供各界參考。

本研究計畫係以四年時間探討臺北、安平等兩個國內商港附近海域之海氣象特性調查分析研究，本年度為本計畫之第二年辦理期程，計畫研究目標相關工作內容，進行風、波浪、海流與潮位之現場觀測及相關特性之統計分析與資料庫建檔。總計畫工作內容分屬五個分項子計畫，本篇報告係第二子計畫第二年之研究結果：

第二子計畫計畫名稱：

臺灣地區國內商港附近海域海氣象觀測分析研究(2/4)

本所港研中心往昔曾接受高雄港務局與基隆港務局委託，分別辦理安平港與臺北港附近海域之海氣象調查工作，相關工作成果已提供兩港務局作為安平港港口擴建或臺北港建港過程之環境影響評估之用。本計畫於四年執行期間，除繼續利用臺北與安平港外海已打設之海上觀測樁作觀測載臺，將觀測儀器陸續汰舊換新，建立定點長期性觀測網站外，並增購移動式觀測浮臺作為輔助機動儀器載臺，建立不同海域短期觀測站，以獲得即時之海氣象資訊，並以歷年來長期觀測結果作統計分析，提供學術界與工程界研究應用參考。

第二章 國內商港海上觀測站之裝置與觀測作業

2.1 國內商港觀測系統概述

本所港灣技術研究中心為能有效的觀測現場即時海氣象現象和傳輸資料，所以特地規劃與購置適合之儀器設備，分別於 85 年及 88 年臺北港與安平港先後完成海上觀測樁之打設後，隨即進行樁上海氣象觀測系統建立，如照片 2.1、2.2 及所示，觀測樁測站相關位置和樁體立面設計如圖 2.1、2.2、2.3 所示；將此套系統安裝在八里、林口臺北港和臺南安平港外海所打設研究用之海上觀測樁，進行各項資料的搜集和整理，用來發展研究計畫所需之海氣象資料量測及擷取分析，且未來應用於海氣象觀測技術的改良和比較。



照片 2.1 臺北港現場海上觀測樁



照片 2.2 安平港現場海上觀測樁



圖 2.1 臺北港海氣象觀測樁打設位置示意圖

座標：E121°22'32.70"N25°10'54.00"、TM2-E287041.988 N2786155.949。

水深：約-20 公尺。

高度：水下 20 公尺、水上 12.5 公尺。

外部設備：不銹鋼爬梯、避雷針、風速計、太陽能板、風力發電機等。

警示裝置：同步導航標識燈(黃色警示)4 組。

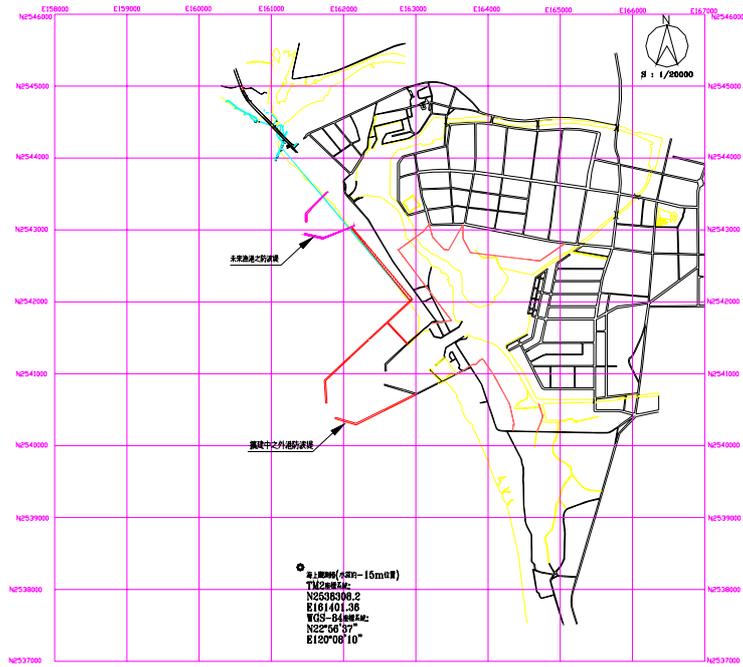


圖 2.2 安平港外海之海上觀測樁及相關位置

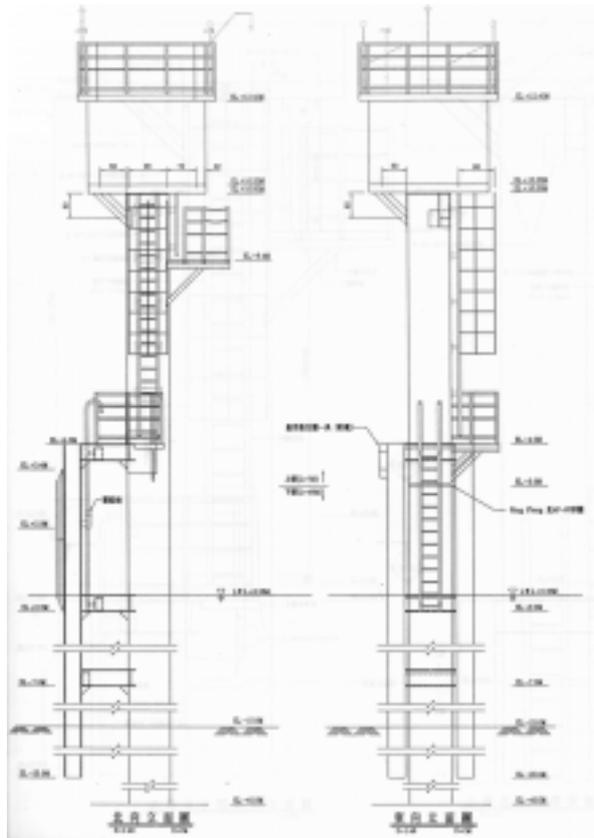


圖 2.3 安平、臺北港觀測樁立面設計圖

由於港研中心每年皆有許多觀測而得之海氣象資料，因此本研究將各港口海氣象相關資料內容，繼續擴充增加建立於資料庫中。之後，根據所建立各海氣象觀測樁所觀測之即時海氣象資料（例：風、浪、流、潮汐等等），以網路方式即時的將這些資料，上網提供使用者查詢。

2.1.1 安平商港工作內容與項目

原購置海氣象即時觀測系統(採用方向性電磁式潮波流儀和風速風向計的遠端即時監測系統，為美國 InterOcean S4 ADW 方向性潮波流儀)之安裝設立，以位於安平港防波堤外，水深-15 米左右的海上觀測樁為主要的測站，並於樁頂平臺上安裝風速儀觀測風向風速，及在樁體水下 5 米處裝設潮波流儀觀測波浪、海流、潮位等資料（另位於樁體水下 10 米處，採不定期加裝潮波流儀，藉以輔助海氣象的觀測），且作連續之長期觀測，使用無線電(VHF 頻率)把每筆擷取記錄的資料先行傳送至岸上基地站，然後將資料以網路方式傳輸，即時作相關之比對分析與研究，並規劃展示的功能，如圖 2.4 所示。



圖 2.4 港研中心電腦透過網路直接監控海氣象狀況(安平 S4)

且新購置另一海氣象即時觀測系統(聲波剖面海流與波高波向即時監測系統，為挪威 AWAC 方向性潮波流儀)，同樣以位於安平港防波堤外，水深-15 米左右的海上觀測樁安裝設置為主要的測站，並於樁頂平臺上安裝風速儀觀測風向風速，及在樁體水下 20 米處裝設潮波流儀觀測波浪、海流、潮位等資料，作連續之長期觀測，使用 GSM MODEM 把每小時擷取記錄的資料直接傳送至本所港研中心岸上基地站。

1. 聲波式剖面流速波浪儀 Acoustic Wave And Current (AWAC)：

(1)剖面潮波流儀：含組件【原廠專用儀器箱、工具箱及操作手冊】。

(2)剖面潮波流儀本體：具備可測得逐時波浪、分層流向流速、水位值之功能。

(3)流速量測方式：聲波都卜勒流速剖面。

a. 聲波探頭數：4 個探頭〔其中之一量測表面波高〕。

b. 聲波頻率：1MHz。

c. 剖面量測範圍：30 米。

d. 流速層最小間距：0.5~2.0 公尺可選擇性。

e. 最小空白區：50 cm。

f. 最大取樣層數：60 層以上。

g. 速度量測範圍：±8m/s。

h. 精度：1% 量測值±0.5 cm/s。

i. 最大取樣頻率：1Hz。

(4)量測資料內容：剖面層流速流向、回聲訊號強度(資料優劣判斷)。

(5)波浪及水位量測方式：利用壓力、波速及聲波波束直接量測方式。

a.取樣頻率 1Hz,2Hz 可選擇性、取樣數 512、1024、2048 可選擇。

b.輸出資料：Tp(尖峰波浪週期)，Hs(有義波高)，Tz(平均波浪週期)，DirTp(尖峰波浪方向)，SprTp(尖峰波浪散佈角)，MainDir(主要波向)，Hmax(最大波高)，Lmax(最大波長)，H1/3(有義波高)，L1/3(1/3 有義波長)，H1/10(有義波高)，L1/10(1/10 有義波長)。

(6)資料記錄器及內建感應器：

a.容量：150MB 以上。

b.溫度計：範圍 0~30°C、精度/解析度：0.1/0.05°C。

c.內建羅經計有效最大斜角：30°、精度/解析度：2°/0.1°。

d.上下方位偵測：自動偵測；不需設定或更改硬體。

e.壓力計：量測範圍 0~50m、精度/解析度 0.25% /0.005% full scale。

(7)類比訊號輸入：

a.可供輸入頻道數：2 個。

b.電源供應：12V。

c.外部訊號輸入：0~5V。

2.電源及資料傳輸介面箱 Interface Box：

(1)提供 GSM 方式作資料傳輸。

(2)交直流兩用。

(3)可與 AWAC 作資料下載、設定連線等。

3.傳輸纜線 Underwater Cable：

(1)單鎧海底電纜共 80 公尺。

(2)通訊為水下可拆接頭；除通訊連線外此電纜也供應電源：

a.內含 8 芯電纜(2 對雙線加一個地線餘為備用)。

b.導線外覆一薄層 POLY-URETHANE 包覆，再覆一層單鎧保護，最外層再包覆上一層 POLY-URETHANE。

c.纜線本身為可接續式，經長期佈放後若發生破損斷裂可重新接續；接頭處為可抗拉力形式。

4.電力供應系統 Solar Panels & Power Supply：

(1)太陽能板及供電裝置；從樁上 60W 太陽能板續能後儲存在備用蓄電池(12VDC，100Am-h)中，由此供應儀器資料蒐集及傳輸。

(2)電源供應：交直流兩用。

(3)直流輸入：20~50VDC。

(4)1Hz 取樣率下最大耗電率：1.2W 以內。

(5)水下備用電力：一組電池箱內含 2 組鹼性電池。

a.使用期間：每 2 小時取樣 1 次，可持續 2 個月以上。

b.電源消耗率：1W 以內(含)。

c.直流電源：9~16VDC。

d.2 個鹼性電池裝在一個電池箱內。

e.電池箱：外接鹼性電池，含水下可拆接頭。

5.資料擷取系統軟硬體：

(1)Window 版操作軟體：可與 Win95/98/NT/2000/XP 相容。

- (2)可供系統佈放設定、資料存取及格式轉換、即時連線資料顯示及圖形資料顯示。
- (3)資料傳輸即時顯示軟體作業；內容包含下列各項：
 - a.量測參數設定、波浪處理參數設定。
 - b.定時回傳資料設定。
 - c.資料轉換；Binary 轉 ASCII 工程資料檔。
 - d.自記式資料下載、資料格式轉換。
 - e.即時回傳資料顯示及歷史資料顯示。
 - f.ASCII 資料轉換輸出。
 - g.其他感應器(壓力計、溫度計、羅經計、傾斜儀)之時間序列資料。
- (4)剖面流速資料顯示軟體作業；內容包含下列各項：
 - a.不同剖面層流速流向之時間序列資料、顯示比對。
 - b.不同時間點之剖面流速流向資料顯示、比對。
 - c.聲波相關量測品質(迴聲密度、音噪比、相關係數)參數資料。
 - d.所需資料範圍設定顯示。
 - e.剖面流速資料動畫顯示。
- (5)波浪資料後處理顯示軟體作業；內容包含下列各項：
 - a.波浪頻譜資料顯示。
 - b.波向來向角度頻譜資料顯示。
 - c.剖面流速及波浪資料動畫顯示。

(6)本所港研中心資料處理系統設備：內容包含一般型電腦 Pentium 4 3.0GHz(800MHz FSB) (Windows 及 Linux 作業系統)。

(7)自計式風速計電源及資料傳輸介面箱 Interface Box：

a.含太陽能板及供電裝置。

b.工作電壓：12VDC。

c.電壓範圍：10~25V。

d.輸出功率：150W。

e.提供 GSM 方式作資料傳輸。資料蒐集紀錄器；內容包含：

(a)類比訊號頻道數：2 組差動式或 6 組以上單端式。

(b)記憶容量：2MB Flash memory。

(c)電源供應：9V~16Vdc。

然後將資料以網路方式連接本所港研中心之海情中心傳輸，即時作相關之展示的功能，如圖 2.5 至 2.7 所示。

系統流程圖



圖 2.5 AWAC 海氣象觀測系統流程設計圖

3.外海海上觀測樁之即時影像系統。

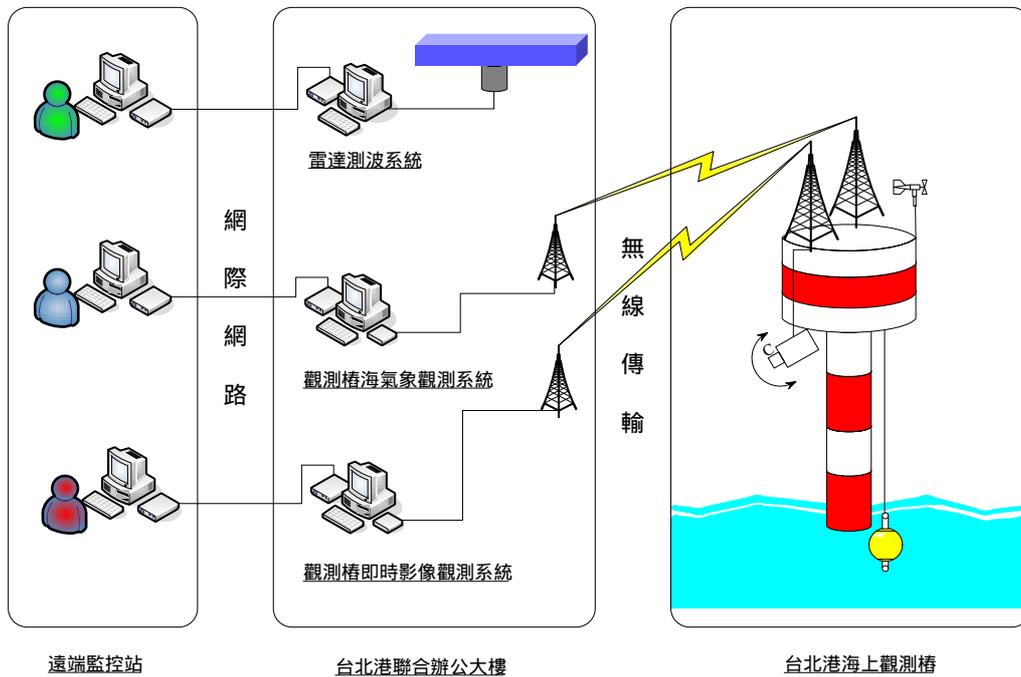


圖 2.8 臺北港觀測樁現場海氣象觀測系統架構圖

而在上述計畫中，需要裝置於臺北港的設備包括：

- 1.雷達測波系統：測波雷達和記錄波浪資料之電腦。
- 2.海氣象觀測系統：無線電接收設備和記錄海氣象觀測資料之電腦；其中無線電採專用無線電站形式，使用頻段為 459.3 和 460.325MHz。
- 3.即時影像系統：無線電接收設備和記錄影像資料之電腦。其中無線電目前未設置，預計使用頻段為 5725~5850MHz。
- 4.其他附屬設備：非屬於直接關係之設備，例如桌、椅、空調裝置、不斷電系統(UPS)和網路設備等。

由上面需求，與基隆港務局臺北港分局協調放置位置，經共同會勘後，最後選訂於臺北港分局大樓 11 樓東側之房間放置，茲提供作為

最後設置依據。由於所放置之設備皆需外部設備，如測波雷達或指向天線，以達到觀測或通信之目的。所安裝的設備主要為 3 部記錄資料之電腦，在建置完成後將不會有人員進駐，而是透過網際網路將資料傳送給遠端電腦，如圖 2.9 所示。

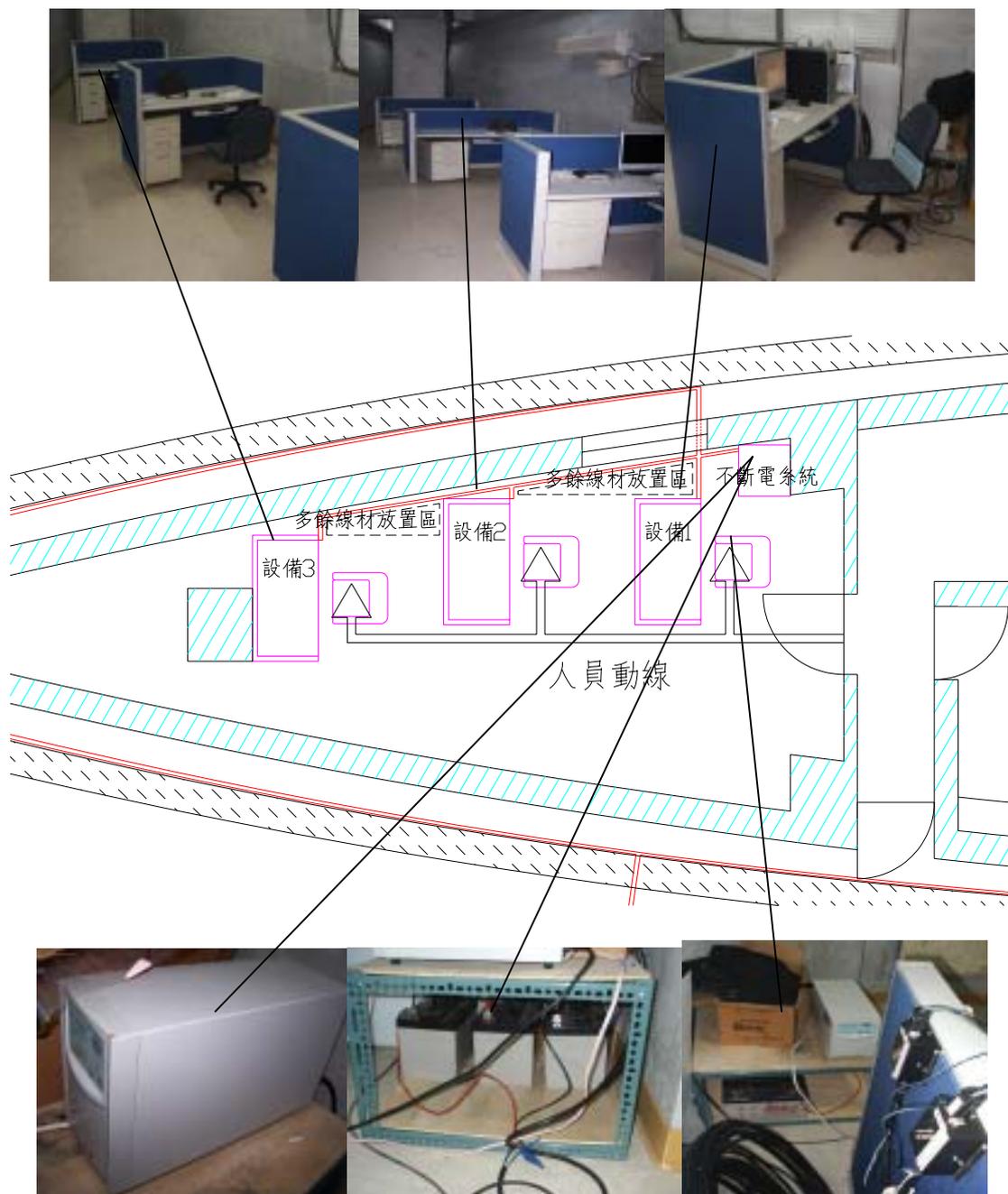


圖 2.9 臺北港儀器系統室內配置圖及完工後照片

臺北港即時影像監測系統建置計畫系統，此專線網路通訊系統包含影像傳輸及數據傳輸包含標準之 TCP/IP 通訊協定及透明通道以利使用者自訂數據通訊使用；專線網路系統具備線上影像監測，影像存錄充分使用頻寬資源說明：

- 1.專線網路系統架設地點包括：臺北港外海之觀測樁、臺北港分局之地面終端站
- 2.系統透過標準之 TCP/IP 通訊協定，將影像由臺北港分局之地面終端站傳送至網際網路並由港灣研究中心作為即時影像監測及遠端存錄。
- 3.可透過 5.8GHz 專線網路通訊系統連結站臺建立區域網。應用網路管理作業系統終端機介接閘道器以提供透明通道，使各站能互傳電話、影像、自動化監測數據、多媒體播放以及網頁瀏覽之功能並可於港研中心遠端控制鏡頭監測角度及倍率等功能。
- 4.影像解析度 10 段可調：最高達 704*480(4CIF)，影像速率最高達每秒 25 個畫面，影像壓縮比至少 10 段可調，光學放大可達 26 倍，水平旋轉角度達 340 度，垂直旋轉角度達 100 度，廣角達 40 度。
- 5.外海觀測樁站為太陽能蓄電系統供電，供電系統可供使用者選擇以專線網路及 GSM 或 PSTN 無線網路遠端關閉網路攝影機、網管終端機之電源以節省電力消耗，並於需使用時再遠端開啟電源，設備需可自動恢復正常連線及運作。
- 6.網路設備無法連接之狀態時可由遠端偵測連線狀況。設備電源並或在供電電流及溫度超過預先設定之警戒值時自動關閉異常設備電源(溫度回復至警戒值以下時自動開啟)，並於電源自動開啟或關閉動作完成後以簡訊及 Email 將已執行之動作及供電狀態傳送到預定之電話號碼及 Email 地址。

傳輸速率測試結果：445Kbps, 55K bytes/sec，透過網路觀測影像及

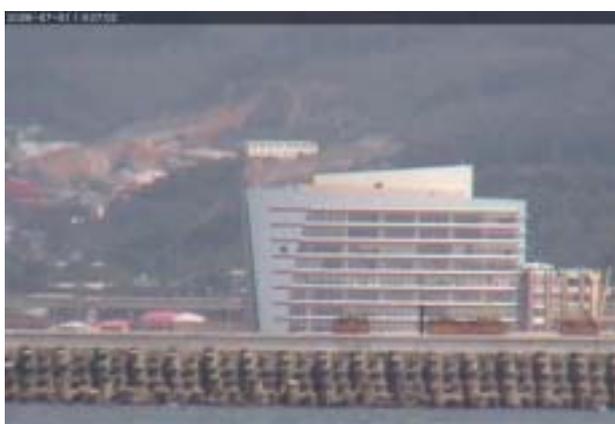
由觀測樁遠眺臺北港存取影像(包括鏡頭拉近-臺北港分局港務大樓),
如圖 2.10 和照片 2.3、2.4 所示。



圖 2.10 即時影像監測系統透過網路觀測影像



照片 2.3 觀測樁遠眺臺北港存取影像照片



照片 2.4 鏡頭拉近-臺北港分局港務大樓影像照片

2.1.3 布袋商港工作內容與項目

布袋港自計式風速計資料處理系統設備，內容包含下列各項：

- 1.一般型電腦 Pentium 4 3.0GHz(800MHz FSB) (Windows 及 Linux 作業系統) (獨立主機及螢幕)。
- 2.即時資料傳輸作業系統軟體【Symantec pcAnywhere 9.2.1 以上版】。
- 3.ADSL 業務租用【傳輸速率(下行/上行)512K/64K】。

並於 95 年夏、冬兩季期間分別在布袋港航道外海裝設聲波剖面海流與波高波向監測系統，進行現場海氣象觀測之理論與結果之定性與定量比較，相關位置圖 2.11、2.12 所示。

布袋港AWAC位置圖



圖 2.11 布袋海氣象觀測系統 AWAC 相關位置圖(1)

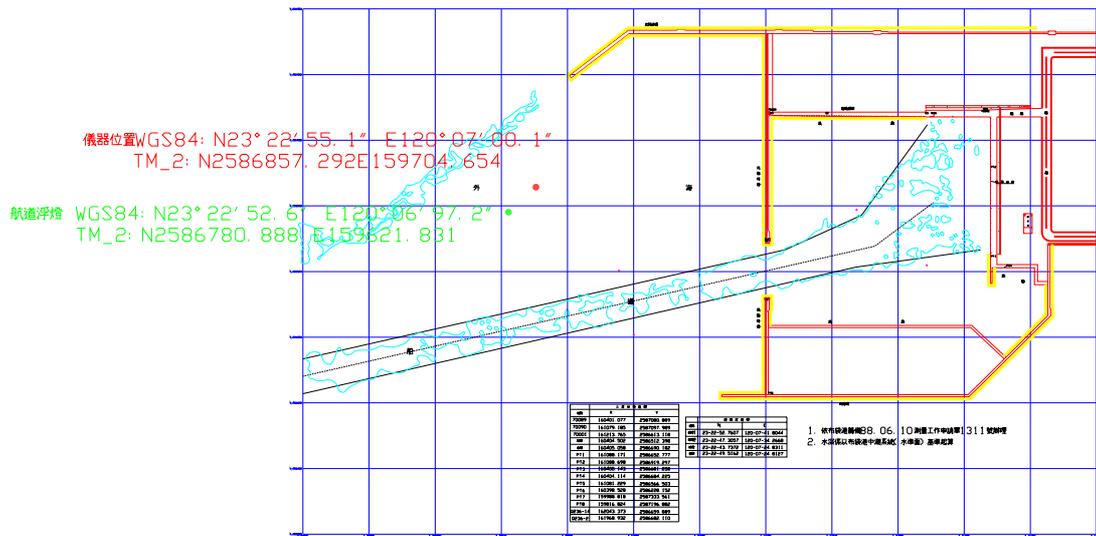


圖 2.12 布袋海氣象觀測系統 AWAC 相關位置圖(2)

2.2 觀測儀器及樁體平臺系統維護

安平與臺北海氣象觀測樁原採用方向性電磁式潮波流儀和風速風向計的遠端即時監測系統，為美國 InterOcean S4 ADW 方向性潮波流儀，波浪觀測可選擇每小時取樣 17 分鐘或 9 分鐘，取樣頻率 2Hz，而海流或水位變化可定為每六分鐘取樣二分鐘平均，如此可充分描述物理現象，以一部儀器同時獲取潮位、海流、波浪及波向等現象，至於風之觀測於平臺頂使用 Young Brand 風速計，同樣可由無線電系統傳至陸上基地站電腦儲存並作進一步處理。依任務之需求如下說明，如照片 2.5 所示。



照片 2.5 海氣象即時觀測系統之儀器購置

2.2.1 潮波流儀

1. 方向性潮波流儀 S4ADW :

(1) 控制單元：32bit 微處理器。

(2) 記錄單元：FLASH MEMORY 容量 20MB。

(3) 流速計：

a. 量測範圍：0~350cm/s。

b. 解析度：0.25cm/s。

(4) 壓力計：

a. 量測範圍：0~70m。

b. 解析度： $<1\text{cm/m}$ 。

2. 方向性潮波流儀傾角補償裝置：

(1) 角度補償範圍： $\pm 45^\circ$ 。

(2)解析度：0.06°。

(3)準確度：

a. $\pm 0.25^\circ$ (角度輸出)。

b. $\pm 1\%$ 測讀值(速度)。

2.2.2 風速風向計

1.風速風向計：

(1)風速：0~60 m/s。

(2)最大陣風：80 m/s。

(3)方位角：

a. 360°機械性。

b. 355°電子性(開啟角 5°)。

(4)閾值：

a.螺旋槳：0.6 m/s。

b.風向標：

(a)0.9 m/s、10°位移角。

(b)1.3 m/s、5°位移角。

2.風速風向計介面裝置：

(1)風速風向處理器(Processor)。

(2)風速風向轉譯器(Translator)。

(3)耐候型可上鎖外箱。

2.2.3 傳輸系統

1.觀測樁上資料傳輸設備：

(1)太陽能電力供應系統：

a.太陽能板可連續電池充電。

b.電池充電控制器。

c.電力分電盤。

d.可充電式電池。

(2)太陽能電力系統避雷裝置。

(3)電力管理裝置(附電纜線) Power Management Unit。

(4)方向性潮波流儀介面裝置：

a.海洋觀測遙測介面裝置。

b.數位式微控制器。

c.儀器多工器(multiplexer)。

(5)方向性潮波流儀避雷裝置。

(6)風速風向計避雷裝置。

(7)雙向式無線電傳輸/接收天線與電纜線。

2.岸上基地站資料擷取系統：

(1)可程式控制雙向式無線電傳輸/接收天線與電纜線組成(基地站控制型)。

(2)可程式控制無線電傳輸/接收數據機含介面裝置(基地站控制型)：

- a.發射功率：0.25 瓦特。
- b.發射頻寬：15.6KHz。
- c.發射頻率：454.3 兆赫及 459.3 兆赫(雙頻)。

(3)資料不斷電系統 UPS(100 分鐘以上)_ON-LINE：

- a.額定容量 1KVA 以上。
- b.電池直流電壓 36V 以上。
- c.電池型式 12V 7AH(密閉式免維護)以上。
- d.停電或復電零中斷。

2.2.4 港研中心資料處理作業

資料操控及處理系統為港研中心透過岸上基地站（設數據專線 GSN ADSL 系統連接），可直接與現場連線取得操控與處理的能力。

2.3 現場海氣象觀測作業時程

海上觀測工作因環境影響之複雜因素，常會發生紀錄中斷的情事，為便於掌控各感測器所量測數據之品質，方能隨時瞭解即時的海況，以即時監測之方式進行，監控觀測數據之正確與否。透過網際網路方式，可與港研中心做即時資料傳輸連線，發展現場海氣象資料即時查詢系統使用；並透過維護契約內容之規定，平時進行一般性的基礎保養及維護工作，另外還可以藉由線上即時資料，作系統的診斷和處理，展開所有儀器系統的維修、檢查、測試等作業，期盼藉此可於

之海氣象觀測工作，能有更好之觀測及資料品質。

2.3.1 海氣象資料蒐集與儀器系統定期維護與保養工作

為取得長期之現場海氣象觀測資料，所以須經常性進行海上儀器設備每月平時的定期維護與保養作業。現將觀測樁、設備及花蓮港表面波高波向與海流即時傳送監測系統暨海氣象觀測資料擷取及遠端即時傳輸系統之海氣象觀測維護，位置如圖 2.13 所示。及作業執行期間重要之時程記錄如下：

1. 工作項目：

- (1) 海上樁儀器維護檢查與功能測試。
- (2) 風速計系統維護檢查與功能測試。
- (3) 太陽能板與儲電、充電系統維護檢查與功能測試。
- (4) 水下儀器之施放或收回等作業與系統維護檢查與功能測試。
- (5) MetOcean System 維護檢查與功能測試。
- (6) 基地站電腦及 Radio Modem 維護檢查與功能測試。
- (7) 其他甲方交待之相關事宜：
 - a. 更換儀器箱內乾燥劑。
 - b. 維護保養工作以及系統[含電腦]的測試維修。
 - c. 作業時照相。

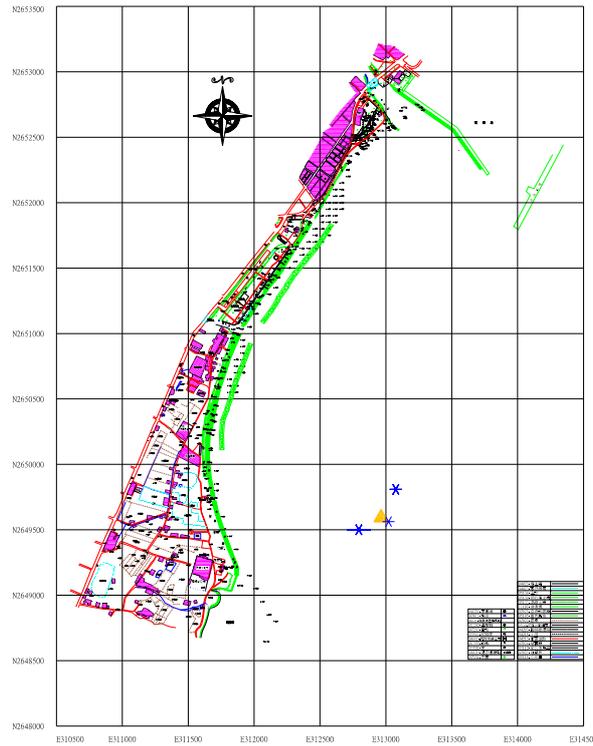


圖 2.13 花蓮 DATA BUOY 儀器佈放位置

*** CURVLINEAR COORDINATES OF THE WGS84 WORLD DATUM ***

*** 2-TM COORDINATE SYSTEM (from WGS-84) ***

DATA BUOY : N23°56 分 59 秒 E 121°37 分 07 秒

N-COOD(M)2649593.005 E-COOD(M)312963.738 深度 : 110 M

警示橙 : N23°56 分 56 秒 E 121°37 分 01 秒

N-COOD(M)2649499.970 E-COOD(M)312794.500 深度 : 96 M

警示橙 : N23°57 分 06 秒 E 121°37 分 11 秒

N-COOD(M)2649808.850 E-COOD(M)313075.887 深度 : 90 M

警示橙 : N23°56 分 58 秒 E 121°37 分 09 秒

N-COOD(M)2649562.489 E-COOD(M)313020.420 深度 : 117 M

2.作業記要：

(1)95年1月23、27日：

a.現場作業說明：安平海上觀測樁，如照片 2.6 所示。

(a)信號臺使用之 HP 電腦當機，無法開機帶回檢查，於 95/1/11 請 HP 工程師到維修；經更換主機板測試 O.K.。

(b)95/1/13 將電腦帶回信號臺，重新開機又無法使用、開機。使用舊電腦繼續連線記錄資料。

(c)通知 HP 工程師於 95/1/25 到信號臺維修，更換電源開關後，恢復正常作業。

(d)95/1/23 潛水作業：

- 更換水下 10M 之 S4(使用儀器編號：38802612(S4ADWI) 更換儀器編號：06112519)。

- 儀器編號：06112519 帶回下載資料。

b.工作內容：

(a)海上觀測樁：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	海上樁儀器維護 檢查與功能測試	基樁外觀：正常
2.	風速計系統維護 檢查與功能測試	a.檢查資料搜集器，設定時間、日期、 功能測試正常 b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢

		<p>正常</p> <p>c.訊號電纜及指向天線：訊號避雷電路板端子鬆脫，修復，測試正常</p> <p>d.輸入電壓：12.2V</p> <p>e.更換乾燥包</p>
3.	太陽能板與儲電、充電系統維護檢查與功能測試	<p>a.檢查太陽能板、太陽能電力整流器、分電盤、電力線、防潮防蝕保護箱、可充電式電池組(5組)</p> <p>b.太陽能電力檢查：13.2V</p> <p>c.電池：12.5V</p> <p>d.太陽能板清潔及保養</p> <p>e.更換乾燥包</p>
4.	水下儀器系統維護檢查與功能測試	<p>a.檢測系統控制、資料擷取介面裝置(S110M)、遙測裝置(Radio Modem)防潮防蝕保護箱、訊號電纜、指向天線</p> <p>b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢測正常</p> <p>c.訊號電纜及指向天線：正常</p> <p>d.輸入電壓：12.1V</p> <p>e.更換乾燥包</p>
5.	MetOcean System 維護檢查與功能測試	<p>整體檢測正常</p>

6.	潛水作業	a.由潛水人員下海檢視 S4 儀器系統； 清除糾纏之漁網、海生物 b.更換水下 5M 之 S4(使用儀器編號： 06112519 更換儀器編號：05562423) c.儀器編號：05562423 帶回下載資料
7.	樁上警示燈系統 (6 組)	a.太陽能電力檢查：12.1V b.警示燈檢查正常

(b)陸上基地臺：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	MetOcean System 維護檢查與功能 測試	a. Radio Modem 連線正常，可完整讀 取資料(風速風向、波高及流速) b. 利用 ADSL 網路連線，使用正常 c. 下載當月資料
2.	基地站電腦及 Radio Modem 維護 檢查與功能測試	a. 功能正常 b. 不斷電系統正常
3.	其他甲方交待之 相關工作等事宜	a. 維護保養工作及系統[含電腦]測試 b. 作業時須照相 c. 更換控制箱內之乾燥劑



照片 2.6 觀測樁內儀器控制箱更換乾燥包

(2)95 年 3 月 17、21 日及 4 月 4 日：

a.現場作業說明：如照片 2.7 所示

(a) 95/3/21 花蓮港 DATA BUOY

- 3.0M DATA BUOY 外觀支架檢測。
- 由港研中心做遠端測試。

(b) 95/3/17、95/4/4 至安平海上觀測樁

- 信號臺電腦資料顯示波高值為 0，於 95/3/13 帶另一組電腦至信號臺，更換電腦檢查，結果相同。
- 95/3/17 安排出海至樁上檢查。樁上做 Real time 測試顯示正常。檢查過後重新啟動程式系統恢復正常。

- 95/3/23 信號臺電腦又當機無法連線，95/3/24 派員檢修發現線路故障，向中華電信申請故障維修。
- 信號臺 ADSL 申請速率升級，並更改 IP 位址。95/3/31 變更防火牆內 IP 位址，並重新啟程式系統恢復正常。

b.工作內容：

(a)海上觀測樁：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	海上樁儀器維護 檢查與功能測試	a.基樁外觀：正常 b.基樁內部：多處銹蝕
2.	風速計系統維護 檢查與功能測試	a.檢查資料搜集器，設定時間、日期、功能測試正常 b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢查正常 c.訊號電纜及指向天線：正常 d.下載 CR-510 內部風速風向計資料 e.輸入電壓：13.2V f.更換乾燥包
3.	太陽能板與儲電、充電系統維護 檢查與功能測試	a.檢查太陽能板、太陽能電力整流器、分電盤、電力線、防潮防蝕保護箱、可充電式電池組(5 組) b.太陽能電力檢查：18.1V c.電池：13.2V

		d.太陽能板清潔及保養 e.更換乾燥包
4.	水下儀器系統維護檢查與功能測試	a.檢測系統控制、資料擷取介面裝置(S110M)、遙測裝置(Radio Modem)防潮防蝕保護箱、訊號電纜、指向天線 b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢測正常 c.訊號電纜及指向天線：正常 d.輸入電壓：13.0V e.更換乾燥包
5.	MetOcean System 維護檢查與功能測試	整體檢測正常
6.	潛水作業	a.由潛水人員下海檢視 S4 儀器系統；清除糾纏之漁網、海生物 b.檢查水下 5M 之 S4ADW(儀器編號：06112519) c.更換水下 10M 之 S4(使用儀器編號：05562423 更換儀器編號：38802612) d.儀器編號：38802612 帶回下載資料
7.	樁上警示燈系統	a.太陽能電力檢查：13.3V b.風力發電機外觀正常

(b)陸上基地臺：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	MetOcean System 維護檢查與功能測試	a. Radio Modem 連線正常，可完整讀取資料(風速風向、波高及流速) b. 利用 ADSL 網路連線，使用正常 c. 下載當月資料
2.	基地站電腦及 Radio Modem 維護檢查與功能測試	a. 功能正常 b. 不斷電系統正常
3.	其他甲方交待之相關工作等事宜	a. 維護保養工作及系統[含電腦]測試 b. 作業時須照相 c. 更換控制箱內之乾燥劑



照片 2.7 水下清除糾纏之漁網、海生物

(3)95 年 5 月 10-13 及 31 日：

a.現場作業說明：如照片 2.8、2.9 所示

(a) 95/5/10-13 花蓮港 DATA BUOY

- 1.2M DATA BUOY 外觀支架電焊校正、更換電池 12V36AH 2 只。
- ARGOS 更換電池。
- 更換風速風向計及訊號轉換器。
- 太陽能板(40W)更新。
- 更換電源控制專用開關、太陽能警示燈、系統檢查測試。
- 由港研中心做遠端測試；佈放前確認檢查。

(b) 95/5/31 至安平海上觀測樁

- 發現樁內警示燈系統被破壞，電池線路被拆除，電池散落四處。
- 經重新整理及檢查，警示燈系統之電源控制器損壞，以跳線方式緊急處理，更換電源控制器（訊號臺數日觀測警示燈都正常運作）。

b.工作內容：

(a)海上觀測樁：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	海上樁儀器維護 檢查與功能測試	a.基樁外觀：正常(已重新粉刷保養) b.基樁內部：多處銹蝕
2.	風速計系統維護 檢查與功能測試	a.檢查資料搜集器，檢查時間、日期、 功能測試正常

		<p>b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢測正常</p> <p>c.訊號電纜及指向天線：正常</p> <p>d.下載 CR-510 內部風速風向計資料</p> <p>e.輸入電壓：13.2V</p> <p>f.更換乾燥包</p>
3.	太陽能板與儲電、充電系統維護檢查與功能測試	<p>a.檢查太陽能板、太陽能電力整流器、分電盤、電力線、防潮防蝕保護箱、可充電式電池組(5組)</p> <p>b.太陽能電力檢查：17.8V</p> <p>c.電池：13.5V</p> <p>d.太陽能板清潔及保養</p> <p>e.更換乾燥包</p>
4.	水下儀器系統維護檢查與功能測試	<p>a.檢測系統控制、資料擷取介面裝置(S110M)、遙測裝置(Radio Modem)防潮防蝕保護箱、訊號電纜、指向天線</p> <p>b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢測正常</p> <p>c.訊號電纜及指向天線：正常</p> <p>d.輸入電壓：13.1V</p> <p>e.更換乾燥包</p>
5.	MetOcean System 維護檢查與功能	整體檢測正常

	測試	
6.	樁上警示燈系統	a.太陽能電力檢查：17.3V b.風力發電機外觀正常 c.電池：12.8V d.太陽能板清潔及保養 e.警示燈 4 組測試

(b)陸上基地臺：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	MetOcean System 維護檢查與功能測試	a.Radio Modem 連線正常，可完整讀取資料(風速風向、波高及流速) b.利用 ADSL 網路連線，使用正常 c.下載當月資料
2.	基地站電腦及 Radio Modem 維護檢查與功能測試	a.功能正常 b.不斷電系統正常
3.	風速風向計	安裝風速風向計 1 組
4.	其他甲方交待之相關工作等事宜	a.維護保養工作及系統[含電腦]測試 b.作業時須照相 c.更換控制箱內之乾燥劑



照片 2.8 花蓮 DATA BUOY 疑似被擦撞損壞及保養情況



照片 2.9 安平海上觀測樁檢查保養及水下作業情況

(4)94年6月21-25日及7月6日：

a.現場作業說明：如照片 2.10、2.11 所示

(a) 95/6/21-25 花蓮港 DATA BUOY

- 3.0M DATA BUOY 拆除所有線路、儀器箱、太陽能板等。
- 拆除上部儀器支架，以吊車送至鋁焊工廠焊接。
- 上部儀器支架焊接完成送回倉庫，並鎖至定位。
- 安裝太陽能板、各儀器箱、線路固定整理、警示燈。
- 安裝檢查風速風向計與遠端控制確認。
- 線路檢查測試，記錄有短路現象，與原廠聯絡尋找解決方法，依原廠指示測試。
- 3.0M DATA BUOY 拆除風速風向計、MODEM 電子箱。
- 拆除儀器艙內主控電子箱及 WAVE 模組。

(b) 95/7/6 至安平海上觀測樁

- 95/6/28 至信號臺更新海氣象用電腦，安裝 IntrlOcean 提供新程式 MetOcean Telemetry System(V4.0.21)測試正常。
- 檢查風速風向計，發現避雷器盒內進水拆回檢查。維修後於 95/7/3 至信號臺安裝並測試。
- 95/7/6 至信號臺檢查。並重新設定風速風向計程式。

b.工作內容：

(a)海上觀測樁：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	海上樁儀器維護 檢查與功能測試	a.基樁外觀：正常 b.基樁內部：多處銹蝕
2.	風速計系統維護 檢查與功能測試	a.檢查資料搜集器，設定時間、日期、 功能測試正常 b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢 正常 c.訊號電纜及指向天線：正常 d.輸入電壓：13.1V e.更換乾燥包
3.	太陽能板與儲 電、充電系統維護 檢查與功能測試	a.檢查太陽能板、太陽能電力整流器、 分電盤、電力線、防潮防蝕保護箱、 可充電式電池組(5組) b.太陽能電力檢查：17.8V c.電池：13.2V d.太陽能板清潔及保養 e.更換乾燥包
4.	水下儀器系統維 護檢查與功能測 試	a.檢測系統控制、資料擷取介面裝置 (S110M)、遙測裝置(Radio Modem) 防潮防蝕保護箱、訊號電纜、指向天 線 b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢 測正常

		c.訊號電纜及指向天線：正常 d.輸入電壓：13.0V e.更換乾燥包
5.	MetOcean System 維護檢查與功能 測試	整體檢測正常
6.	潛水作業	a.由潛水人員下海檢視 S4 儀器系統， 清除糾纏之漁網、海生物 b.檢查水下 5M 之 S4ADW (儀器編 號：06112519) c.更換水下 10M 之 S4(使用儀器編號： 05562423 更換儀器編號：05562422) d.儀器編號：05562422 帶回下載資料
7.	樁上警示燈系統	a.太陽能電力檢查：13.7V b.風力發電機外觀正常 c.更換太陽能板電源控制器

(b)陸上基地臺：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	MetOcean System 維護檢查與功能 測試	a.Radio Modem 連線正常，可完整讀 取資料(風速風向、波高及流速) b.利用 ADSL 網路連線，使用正常 c.下載當月資料(風速風向、波高及流 速)

2.	基地站電腦及 Radio Modem 維護 檢查與功能測試	a.功能正常 b.不斷電系統正常
3.	風速風向計	功能正常
4.	其他甲方交待之 相關工作等事宜	a.維護保養工作以及系統[含電腦]測 試 b.作業時須照相 c.更換控制箱內之乾燥劑



照片 2.10 安平海上觀測樁警示燈標檢查保養



照片 2.11 安平樁海氣象觀測系統之水下作業

(5)95 年 8 月 30 日及 9 月 5 日：

a.現場作業說明：如照片 2.12、2.13 所示

(a) 95/8/30 至安平海上觀測樁

- 95/8/4 安平信號臺之電話系統損壞，通知中華電信修復。
- 95/8/10 信號臺頂樓漏水修繕導致電力中斷，為顧及系統之安全將系統程式關閉，且其間亦常常電力系統不穩定，因此等待屋頂竣工更換電力系統，直至 95/8/29 啟動程式。
- 4.ADSL 常故障·8 月 30 日經初步檢查，電話線多處氧化，接觸不良，造成故障現象。9 月 1 日帶新線路更換。但 ADSL 還是時常中斷。通知中華電信修復。

- 5.9 月 1 日開始更換不斷電系統電池。

(b) 95/9/5 花蓮港 DATA BUOY

- 95/8/17 重新佈放 3.0m BUOY 及錨定錨鍊系統，當日佈放錨碇位置 N 23 ° 56'59" E 121 ° 37' 05"。
- 量測 BUOY 之電壓為 13.1V。
- 檢查通訊系統，正常。
- 更換開關箱內乾燥包。
- 清潔太陽能板。
- BUOY 當日位置 N 23 ° 57'08" E 121 ° 36'59" 水深約 65M。
- 水下原有中繼浮球 1 只，穿心浮球 6 只。潛水員下水拆除一只穿心浮球，拆除後，中繼浮球上緣深度約 9.3m，下緣深度約 10.3M，並檢查水下鐵鍊。

b.工作內容：

(a)海上觀測樁：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	海上樁儀器維護 檢查與功能測試	a.基樁外觀：正常 b.基樁內部：地板多處銹蝕穿孔
2.	風速計系統維護 檢查與功能測試	a.檢查資料搜集器，設定時間、日期、 功能測試正常

		<p>b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢正常。</p> <p>c.訊號電纜及指向天線：正常</p> <p>d.輸入電壓：13.2V</p> <p>e.更換乾燥包</p>
3.	太陽能板與儲電、充電系統維護檢查與功能測試	<p>a.檢查太陽能板、太陽能電力整流器、分電盤、電力線、防潮防蝕保護箱、可充電式電池組(5組)</p> <p>b.太陽能電力檢查：17.9V</p> <p>c.電池：13.0V</p> <p>d.太陽能板清潔及保養</p> <p>e.更換乾燥包</p>
4.	水下儀器系統維護檢查與功能測試	<p>a.檢測系統控制、資料擷取介面裝置(S110M)、遙測裝置(Radio Modem)防潮防蝕保護箱、訊號電纜、指向天線</p> <p>b.分段測試遙測裝置(Radio Modem)檢測正常</p> <p>c.訊號電纜及指向天線：正常</p> <p>d.輸入電壓：12.1V</p> <p>e.更換乾燥包</p>
5.	MetOcean System 維護檢查與功能測試	<p>整體檢測正常</p>

6.	潛水作業	<p>a.由潛水人員下海檢視 S4 儀器系統，清除糾纏之漁網、海生物</p> <p>b.檢查水下 5M 之 S4ADW (儀器編號：06112519)</p> <p>c.更換水下 10M 之 S4(使用儀器編號：05562422 更換儀器編號：05562423)</p> <p>d.儀器編號：05562423 帶回下載資料</p>
7.	樁上警示燈系統	<p>a.太陽能電力檢查：13.7V</p> <p>b.風力發電機外觀正常</p> <p>c.更換太陽能板電源控制器</p>

(b)陸上基地臺：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	MetOcean System 維護檢查與功能測試	<p>a. Radio Modem 連線正常。可完整讀取資料(風速風向、波高及流速)。</p> <p>b. 利用 ADSL 網路連線，使用正常。</p> <p>c. 下載當月資料(風速風向、波高及流速)。</p>
2.	基地站電腦及 Radio Modem 維護檢查與功能測試	<p>a. 功能正常。</p> <p>b. 不斷電系統因電池有數粒電壓下降，已無法正常充電。故關閉不斷電系統，以免影響系統作業。</p>
3.	風速風向計	功能正常。
4.	其他甲方交待之	a. 維護保養工作以及系統[含電腦]測

	相關工作等事宜	試 b.作業時須照相 c.更換控制箱內之乾燥劑
--	---------	-------------------------------



照片 2.12 安平海上觀測樁水下 S4ADW 檢查保養及更換情況



照片 2.13 花蓮 DATA BUOY 維護及水下錨鍊錨定系統檢查

(6)95年10月18日及10月24日：

a.現場作業說明：如照片 2.14 所示

(a) 95/10/18 花蓮港 DATA BUOY

- 更換 BUOY 上警示燈電池(1 號電池) 3 組。
- 更換外圍警示燈電池(使用 1 號電池) 3 組。
- 檢查通訊及電力裝置系統，並更換乾燥包。
- 檢查避雷系統，更換乾燥包。
- 檢查風速風向計與遠端控制確認。
- 擦拭太陽能板整體外觀檢查。
- 3.0M BUOY 當日儀器位置 N 23° 57'00"E121° 36'58"。
- 3.0M BUOY 水下檢查：中繼浮球水下 11M 位置、穿心浮球 5 只水下 13~16M 位置。

(b) 95/10/24 至安平海上觀測樁

- 95/9/15 安平信號臺通知整修內部架設鷹架，為儀器安全暫時將天線及電纜線拆下，並將電腦關閉以厚布蓋住以保護儀器。待整修完畢再重新安裝。
- 安平海上觀測樁 MetOcean System 系統電池組更換(4 組，12V36AH*8 只)。
- 更換樁上警示燈系統之電池(1 組，12V17.2AH*8 只)。

- 海上觀測樁 S4ADW(S/N:06112519)使用 S110A 連線無法溝通，潛水人員下水檢查線路，線路外觀正常做水面測試。

b.工作內容：

(a)海上觀測樁：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	海上樁儀器維護 檢查與功能測試	a.基樁外觀：正常 b.基樁內部：地板多處銹蝕穿孔
2.	風速計系統維護 檢查與功能測試	a.檢查資料搜集器，設定時間、日期、功能測試正常。 b.訊號電纜及指向天線：正常 c.輸入電壓：12.6V d.更換乾燥包
3.	太陽能板與儲電、充電系統維護 檢查與功能測試	a.檢查太陽能板、太陽能電力整流器、分電盤、電力線、防潮防蝕保護箱、更換可充電式電池組 b.太陽能電力檢查：18.1V c.電池：13.1V d.太陽能板清潔及保養 e.更換乾燥包
4.	水下儀器系統維護 檢查與功能測試	a.檢測系統控制、資料擷取介面裝置(S110M)、遙測裝置(Radio Modem) 防潮防蝕保護箱、訊號電纜、指向天線

		<p>b.訊號電纜及指向天線：正常</p> <p>c.輸入電壓：12.5V</p> <p>d.更換乾燥包</p>
5.	MetOcean System 維護檢查與功能 測試	基地站維護中
6.	潛水作業	<p>a.由潛水人員下海檢視 S4 儀器系統，清除糾纏之漁網、海生物</p> <p>b.檢查水下 5M 之 S4ADW (儀器編號：06112519)</p> <p>c.更換水下 10M 之 S4 (使用儀器編號：38802612 ADWI 更換儀器編號：05562422)</p> <p>d.儀器編號：05562422 帶回下載資料。</p>
7.	樁上警示燈系統	<p>a.太陽能電力檢查：18.1V</p> <p>b.風力發電機外觀正常。</p> <p>c.更換電池組。</p>

(b)陸上基地臺：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	MetOcean System 維護檢查與功能 測試	基地站維護中
2.	基地站電腦及 Radio Modem 維護	基地站維護中

	檢查與功能測試	
3.	風速風向計	基地站維護中
4.	其他甲方交待之 相關工作等事宜	作業時須照相



照片 2.14 BUOY、安平觀測樁及岸上基地站檢查保養情況

(7)95 年 11 月 22 日及 12 月 19 日：

a.現場作業說明：如照片 2.15 至 2.17 所示

(a) 95/11/22 花蓮港 DATA BUOY

- 更換及檢查 BUOY 上警示燈電池(1 號電池)1 組。
- 更換外圍警示燈電池(使用 1 號電池)2 組。
- 風速風向計及支架損壞拆回，疑似船隻撞擊。
- 擦拭太陽能板。
- 整體外觀檢查。
- 3.0M BUOY 當日儀器位置 N 23°56'59"、E121°36'58"。
- 3.0M BUOY 水下檢查：中繼浮球水下 17M 位置、穿心浮球 5 只水下 18.6~21.1M 位置。
- 3.0M BUOY 風速風向計及支架損壞拆回維修。

(b) 95/12/19 至安平海上觀測樁

- 安平海上樁部份：
 - # 電力系統故障：包含電力整流器及分電盤儀器箱、太陽能板避雷器、儀器用電池組，現有電力 6V；處理方式：備用儀器更換、新購電池組
 - # 風力發電機故障；處理方式：拆除送修
 - # S4 (S/N 06112519)：使用 S110A 測試連線正常，但無

資料。

#其他儀器因無電力故無法測試

#疑似雷殛造成損壞，因儀器接地至樁體，故避雷針需儘速維修。

● 安平信號臺部份：

#安平信號臺整修內部架設鷹架，為儀器安全暫時拆除所有設備，故將天線及電纜線拆下，並將電腦關閉以厚布蓋住以保護儀器，待安平港分局整修完畢再重新安裝。

b.工作內容：

(a)海上觀測樁：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	海上樁儀器維護 檢查與功能測試	a.基樁外觀：正常 b.基樁內部：地板多處銹蝕穿孔
2.	風速計系統維護 檢查與功能測試	a. 無電力無法測試 b. 外觀正常 c.更換乾燥包
3.	太陽能板與儲電、充電系統維護 檢查與功能測試	a.檢查太陽能板、避雷器、電力整流器、分電盤、防潮防蝕保護箱 b.太陽能電力檢查：16.9V c.電池：6V d.太陽能板清潔及保養

		<p>e.更換乾燥包</p> <p>f.避雷器、電力整流器、分電盤電池損壞，疑似雷殛造成損壞</p>
4.	水下儀器系統維護檢查與功能測試	<p>a.檢測系統控制、資料擷取介面裝置(S110M)、遙測裝置(Radio Modem)防潮防蝕保護箱、訊號電纜、指向天線</p> <p>b.更換乾燥包</p> <p>c.無電力無法測試，外觀正常</p>
5.	MetOcean System 維護檢查與功能測試	<p>基地站維護中</p>
6.	潛水作業	<p>a.由潛水人員下海檢視 S4 儀器系統。清除糾纏之漁網、海生物</p> <p>檢查水下 5M 之 S4ADW (儀器編號：06112519)</p> <p>b.更換水下 10M 之 S4(使用儀器編號：05562422 更換儀器編號：38802612 ADWI)</p> <p>c.儀器編號：38802612 帶回下載資料</p>
7.	樁上警示燈系統	<p>a.太陽能電力檢查：16.9V</p> <p>b.風力發電機損壞</p> <p>c.電池組：11.9V</p>

(b)陸上基地臺：

項次	檢查項目	檢查結果及處理方式
1.	MetOcean System 維護檢查與功能 測試	基地站維護中
2.	基地站電腦及 Radio Modem 維護 檢查與功能測試	基地站維護中
3.	風速風向計	基地站維護中
4.	其他甲方交待之 相關工作等事宜	作業時須照相



照片 2.15 花蓮 3.0M DATA BUOY 海氣象觀測儀器檢查保養情況



照片 2.16 安平觀測樁海氣象觀測儀器(AWAC)檢查保養



照片 2.17 安平觀測樁海氣象觀測儀器(S4)檢查保養

3.儀器系統維護測試結果之綜合結論及建議：海上觀測之儀器系統維護與保養工作，除例行性地進行維護契約，透過合約內容之規定，定時展開一般性的基礎保養及維護工作，可以藉由線上即時資料，讓本所明瞭系統正常與否的診斷和處理，經每月於現場檢測結果，儀器系統之量測精度和資料的擷取、傳輸、儲存，情形上皆比以往正常，觀測之異常突發狀況也較從前減少，所以期盼藉此可於未來之海氣象觀測作業，能有更好之觀測資料。

2.3.2 安平港海上觀測樁之樁體維護

本所港灣技術研究中心於安平港海域水深-15M處現有海氣象觀測樁及平臺乙座；因觀測計畫需要，辦理年度2次維護工作。

1.第1次維護工作內容：

- (1)樁體反光漆油漆(1底2度面漆)。
- (2)水下樁體清理與基礎整理(防蝕鋅塊檢視)。
- (3)塔屋通氣孔與門窗防漏補強(含墊片換新)。
- (4)防蝕被覆環及防舷碰墊整修(加掛4組防撞輪胎)。
- (5)樁體傾斜度檢測(含檢測報告書)
- (6)樁體基礎沉陷調查(含調查報告書)

2.第2次維護工作內容：

- (1)水下樁體清理與基礎整理(防蝕鋅塊換新)。
- (2)樁體脫漆部份補漆(銹蝕部分點焊補強)。
- (3)樁體傾斜度檢測(含檢測報告書撰寫)。
- (4)樁體非破壞性厚度檢測(含檢測報告書撰寫)。

第三章 風觀測資料分析

3.1 風觀測方式說明

臺北港舊觀測樁自 1996 年打設完成以來，隨即展開，雖歷經不同名稱計畫之執行，有關風現場觀測之方式則維持一貫性，計蒐集有 1996 年十月至 2003 五月約六年多的資料。安平觀測樁則於 1999 年打設完成並開始觀測。回顧歷年來的觀測作業，由於所使用之儀器均處在惡劣天氣下持續使用，隨著儀器之老化，無線電傳輸系統故障率逐年增加，因此在觀測後期在樁頂均已加裝自記風速計感測器，相關數據存於樁上艙房內 CR-10 紀錄器內，由本所工作人員定期上樁下載資料，風速感測器雖曾更新，但機型則始終採用 Young Brand 風速計，以求資料特性之一貫性。此儀器最大陣風可測至 80 米/秒。並同時紀錄相關風資訊。紀錄項目包括：10 分鐘平均風速、10 分鐘平均風向、最大陣風、最大陣風對應方向、最大陣風發生時間。所得資料除進行基本統計處理外，並可配合相關海氣象觀測項目如波浪、海流、漂砂等數據作工程規畫相關分析。臺北港舊觀測樁自 2003 年來因傾斜度增大至 7 度，為了樁上機具儀器及作業人員安全考量，故於 2003 年 5 月已拆除艙內及樁頂一切機具，除維護警示燈作業所需，人員不再登樁，舊樁風紀錄亦蒐集至 2003 年 5 月止。2005 年 2 月開始新觀測樁展開觀測，使用儀器型號與舊樁相同，由於新舊測站位置相去不遠，且使用儀器相同，故新舊樁紀錄合併進行統計，應足以代表臺北港海域風之特性。至於安平港觀測樁自打設以來，經過期中之固樁工程，至今仍維持堪用狀態，故測站位置未曾更動。臺北、安平兩海上觀測樁樁頂平臺均裝設 Young Brand 螺槳式風速計，配合 Inter-Ocean 公司之系統整合水下資料傳輸至岸上基地站後儲存。

臺北港海域位置居臺灣島之北部偏西面，以淡水河口為基點，兩邊海岸線走向係向兩側呈 140 度夾角延伸，如以觀測樁為中心，則由

東北方位開始，順時針至西南西向有陸地屏障，其他方位面海。安平港位居臺灣西南之臺南地區，海岸走向約為西北-東南。兩樁風的觀測係利用海上觀測樁樁頂平臺所裝設之螺槳式風速計為之，紀錄每小時之 10 分鐘平均風速、平均風向、最大陣風風速、風向及發生時間。由樁定點風資料調查所得結果可製作下列之圖表加以分析：

1. 10 分鐘平均風速、10 分鐘平均風向、N-E 分量、風速向量矢狀變化等資料繪製逐時變化時序圖（圖 3.1）。
2. 分月、分季及全年風速、風向玫瑰圖（圖 3.2 及圖 3.3）。
3. 分月、分季及全年 10 分鐘平均風速與風向聯合分佈表（表 3.2）。
4. 歷年風觀測月平均風速和極值統計表（表 3.5）

3.2 觀測結果分析

由於海氣象之研究為長期計畫，且歷年來在這兩個觀測樁均已累積有多年觀測資料，在統計學理上樣本數愈多，統計結果愈具有代表性。故本報告中臺北、安平兩海上觀測樁樁頂平臺所裝設之螺槳式風速計所得截至 2006 年 11 月止，歷年各月觀測紀錄風觀測有效紀錄統計時數如下表 3.1 結果呈現，臺北港因觀測起始較早，故有效觀測筆數較多。

表 3.1 歷年臺北、安平商港各月風觀測有效紀錄統計時數 (hr.)

月份	安平港歷年有效記錄時數	臺北港歷年有效記錄時數
1	4956	4413
2	4662	4182
3	4833	4451
4	4277	4764
5	4756	4326
6	4366	4926

7	4263	2165
8	4669	6364
9	4580	5400
10	4559	6164
11	4017	4924
12	4348	3990
歷年全期	52790	59550

為觀察兩港四季吹風現象之特性，特別在 2006 年之兩港觀測資料中將春夏秋冬每季各選取一個月數據（原則上冬季選一月份，春季選四月份，夏季選七月份，秋季選十月份，但當月資料較少時則選用該季其他月份），繪製為代表各季典型時序變化圖圖 3.1。圖中顯示樁定點風資料觀測所得之結果，包括平均風速、平均風向、N-E 分量、風矢量等時間序列數據，可由圖中之變化大致瞭解兩地風之型態。以下分別就風速、風向、海陸風現象、極值等分項討論。

3.2.1 風速統計

由於臺灣地區，風的現象主要由東北季風及西南季風交替影響，故呈現出季節性變化亦十分顯著。以下之風統計均以 10 分鐘平均風速、10 分鐘平均風向資料為準。本年度臺北港風速觀測結果較歷年度平均值為高。針對 2006 年 11 月止歷年臺北港海域觀測期間資料統計，冬季因東北季風強而穩定，平均風速最高，數值為 7.6 米/秒，風速分佈在 5 米/秒以下者佔 28.6%，5~10 米/秒之區間佔全部之 41.2%，大於 10 米/秒者佔 30.2%。夏季風力最小，平均風速值為 4.9 米/秒，風速分佈在 5 米/秒以下者佔 61.7%，5~10 米/秒之區間佔全部之 28.8% 以上，大於 10 米/秒者佔 9.4%。綜合臺北海域歷年全觀測期間統計之平均風速值為 6.1 米/秒，風速分佈在 5 米/秒以下者佔 45.0%，5~10 米/秒之區間佔全部之 36.7% 以上，大於 10 米/秒者佔 18.3%。

至於安平港海域雖位居臺灣西南部，但因臺灣西部並無顯著高山阻擋，冬季東北季風仍得以順著西部走廊直吹襲臺南沿海，故冬季風速仍相當強勁。歷年安平港海域觀測期間資料結果，冬季東北季風平均風速最高，數值為 7.0 米/秒，風速分佈在 5 米/秒以下者佔 25.9%，5~10 米/秒之區間佔全部之 59.2%，大於 10 米/秒者佔 14.9%。夏季平均風速值為 5.0 米/秒，最大平均風速為 28.1 米/秒，風速分佈在 5 米/秒以下者佔 61.5%，5~10 米/秒之區間佔全部之 30.7% 以上，大於 10 米/秒者佔 7.8%。綜合安平海域歷年全觀測期間統計之平均風速值為 5.5 米/秒，風速分佈在 5 米/秒以下者佔 49.3%，5~10 米/秒之區間佔全部之 42.4% 以上，大於 10 米/秒者佔 8.4%。

歷年臺北港、安平港風觀測四季平均風速及風速分佈統計詳見表 3.3 所示。比較歷年平均風速，安平港較臺北港稍小，但僅差 0.6 米/秒。四季中冬、春、秋季臺北港風速均較安平港稍大，但夏季則安平港風速反比臺北港大 0.1 米/秒。

表 3.3 歷年臺北、安平港風觀測分季平均風速及分佈統計 (%)

季節	平均風速 (m/s)	風速 (<5m/s)	風速 (5-10m/s)	風速 (>10m/s)
臺北港				
春	5.4	53.2	33.7	13.1
夏	4.9	61.7	28.8	9.4
秋	6.9	34.6	43.7	21.7
冬	7.6	28.6	41.2	30.2
全期	6.1	45.0	36.7	18.3
安平港				
春	5.0	54.7	40.7	4.6
夏	5.0	61.5	30.7	7.8

秋	5.2	54.0	38.8	7.2
冬	7.0	25.9	59.2	14.9
全期	5.5	49.3	42.4	8.4

3.2.2 風向統計

討論風向變化，可參考兩港歷年四季風速風向聯合機率分佈表 3.2 及風玫瑰圖(圖 3.2 及圖 3.3)，臺北港冬季 12~2 月由大陸高氣壓所生之大氣環流掌控，基本上都是吹襲東北風，風玫瑰圖之型態十分類似，以四個象限統計，合計冬季以 N~E 之間比率最高約 71.4%，其次為 E~S 之間 14.9%，再次為 S~W 之間 5.9%，W~N 則佔 6.9%。到了三月開始，季節轉換逐漸進入春季，東北季風減弱，各方位中雖仍以 N~E 之間為最多，但比率已經降低。夏季則風向多變，各方位分佈較為均勻，四象限中以 S~W 比率最高，佔 33.5%。但是其他各方向均有，比率接近，不像冬季東北季節風那麼樣集中，如 N~E 比率約 18.7%，E~S 比率 25.9%，W~N 比率則佔 20.0%。到了秋季時分，整個風向分佈北方來之比率增加，其中 N~E 比率最高約 60.9%，而 E~S 也有 23.1%。

安平港部份合計冬季以 N~E 之間比率最高約 77.2%，E~S 之間 4.2%，S~W 之間 3.0%，W~N 則佔 15.7%。夏季則主要吹西南風，但各方位分佈有均勻分佈，四象限中以 S~W 比率最高，佔 34.1%，N~E 之間比率約 12.3%，E~S 之間 27.8%，W~N 則佔 25.5%，特點是各方向均有，比率接近，不像冬季東北季節風那麼樣集中。

如將歷年風向作十六方位機率統計，以臺北港為例，以全年資料綜合計算，可發現主要集中在第一象限，尤以 NE 及 ENE 百分比最高，其它方位機率分佈平均，若以季節來區分，則冬季、春季、秋季的分佈型態基本上較為類似，秋、冬季集中的程度最為明顯，四季中僅有夏天的分佈型態完全不同，夏季為西南季風期，風向以第三象限機率為最高，但是集中的程度遠不及冬季，也就是說，夏季雖以西~南風為主，但其他方位也仍有相當均勻分佈。至於安平港也有類似的現象。

表 3.4 歷年風觀測分季風向分佈統計 (%)

季節	風向 (N-E)	風向 (E-S)	風向 (S-W)	風向 (W-N)	靜風
臺北港					
春	46.2	22.1	15.8	13.9	1.9
夏	18.9	25.9	33.5	20.0	1.9
秋	60.9	23.1	9.5	5.4	1.1
冬	71.4	14.9	5.9	6.9	1.0
全期	48.1	21.8	16.8	11.9	1.5
安平港					
春	45.4	12.3	14.9	27.1	0.2
夏	12.3	27.8	34.1	25.5	0.3
秋	49.1	11.9	8.2	30.6	0.2
冬	77.2	4.2	3.0	15.7	0
全期	45.7	14.1	15.2	24.8	0.2

3.2.3 海陸風效應

由以往之風逐時之紀錄數據顯示，由於臺北港、安平港二海上樁位置屬於近岸海域，故多有海陸風效應發生，每日之變化有規律性，通常風速以午夜 0 時至清晨 7 時為最低，隨著日照增強，海上風速逐漸增強，至下午二至三時風速達到最大值，之後再逐漸降低。此種海陸風效應尤以日照強烈的夏季最為明顯。其變化狀態可參考下圖臺北港歷年分季日逐時風速變化圖。

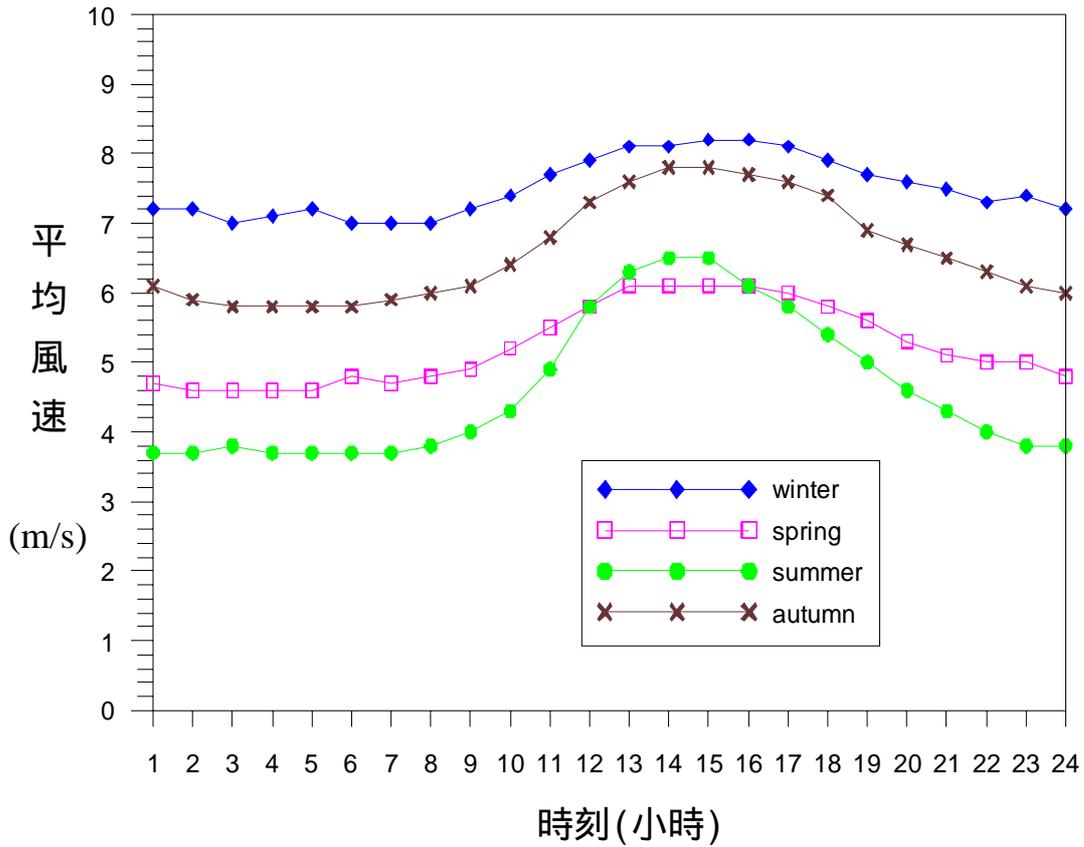


圖 3.4 臺北港歷年四季日逐時風速變化圖

3.2.4 歷年月平均風速及極值變化

依據歷年度兩港風觀測的 10 分鐘平均風速數據加以統計比較，製作歷年度月平均風速及極值表 3.5。

表 3.5 歷年兩港風觀測月平均風速和極值統計

月份	平均風速 (m/s)	10 分鐘平均風極值 (m/s)	極值當時風向
臺北港			
1	7.6	18.6	NE
2	6.8	17.6	NE
3	5.8	21.8	ENE
4	5.4	17.9	NE
5	4.8	17.0	WNW
6	4.8	22.6	WSW
7	5.0	31.5	NE
8	4.9	27.3	NNE
9	6.2	31.8	SE
10	7.3	25.8	NE
11	7.0	26.3	NE
12	8.3	17.9	NE
全期觀測	6.1	31.8	SE
安平港			
1	7.1	18.1	N
2	6.6	16.9	NNE
3	5.9	16.8	N
4	4.8	14.6	NNE
5	4.3	23.7	S
6	4.6	28.1	SSE
7	5.4	25.6	NW

8	4.9	23.2	NW
9	4.9	24.2	SSE
10	5.0	22.1	NNE
11	5.8	25.1	NNE
12	7.3	21.4	N
全期觀測	5.5	28.1	SSE

由上面之表列可看出臺灣海域之風力，在正常天氣型態下以冬天之平均風最強，風速及風向均較為穩定，入夏之後，天氣形態穩定，進入西南季風期後，特性是風向多變，各方位均有發生，臺灣南部西南風稍強。5至8月間各地平均風速雖略降低，但因低緯度海域附近水溫升高，經海、氣交互作用而生成颱風，造成大範圍天氣之劇烈改變，臺灣又處在西太平洋發生颱風最常侵襲的路徑上，故全年各月之平均風速極值在6至11月間出現高峰。

第四章 波浪觀測與資料分析

4.1 波浪觀測方法說明

臺北、安平兩港之波浪觀測均使用美國 Inter-Ocean Systems, Inc 的 S-4ADW 潮波流儀，儀器架裝於觀測樁最低潮位面下約 5 米之位置。觀測原理為壓力式，取樣頻率為 2Hz，設定為每小時取樣 18 分鐘，所得之數據經由 14bit 之 A/D 可達到 1 公分以內之解析度。基地站在接收每次觀測數據後即利用波浪處理軟體將壓力訊號配合同步之水粒子運動記錄，得出波浪之波高及方向，可輸出 H_s 、 H_{ave} 、 T_s 、 T_p 、 T_c 、 T_z 、波向等統計結果。並可進一步作 FFT 分析。

觀測平臺上之波浪觀測儀器屬長期連續觀測，自動記錄方式。由於執行海上觀測經常發生不同原因如無線電故障、儀器故障、接收設備遭雷擊等諸多意外的干擾，故觀測工作多作了預防措施，另在兩港觀測樁水下-10 米儀器架處再安置一套同型潮波流儀，上層-5 米儀器係依照原系列設計連接無線電傳輸設備，即時傳輸前一個鐘頭各項紀錄，下層-10 米儀器則採用獨立電源計及內部記憶體自記之方式持續觀測，將測得之資料完全紀錄在儀器內部，由工作人員定期回收。兩部儀器紀錄可互補不足。取得波浪紀錄後，利用 Inter-Ocean 原廠提供之軟體及本中心波浪分析之相關軟體製作下列統計分析圖表。

1. 由每小時之原始水壓紀錄轉而利用原廠所提供之波浪程式進行相關處理、統計分析，求出波高、週期以及波向統計結果，並列出時間及波數，繪製時間序列圖。〔圖 4.1〕
2. 統計分析每日及每月各項之平均值及最大值。
3. 製作波高、週期及波高、波向之聯合機率分佈表及分月、分季、全年、歷年波浪玫瑰圖。〔表 4.2，表 4.3 及圖 4.2 圖 4.3〕

臺北港波浪觀測在 2004 年 9 月前均在水深-15 米處之舊樁進行，2004 年於水深-20 米處執行打設新觀測樁工程，合約規範中工程包括原

有舊觀測樁拆除工作，故一併於 9 月中旬拆除舊樁，新觀測樁於 2004 年 11 月報完工，12 月辦理驗收作業，隨即在 2005 年一月安裝新購儀器系統，持續觀測風、波、流、水位現象。安平樁波浪觀測則自 1999 年以來始終於同一測站進行。將本年度觀測資料加入歷年統計，截至 2006 年 11 月底兩港觀測樁歷年觀測作業累積各月有效記錄天數可參考下列表 4.1。

表 4.1 歷年各月波浪觀測有效紀錄統計時數

月份	安平港歷年有效記錄時數	臺北港歷年有效記錄時數
1	4586	3932
2	4474	3931
3	3570	4260
4	4155	5685
5	4070	5070
6	4801	3898
7	4421	5721
8	4872	6434
9	4565	6052
10	4632	4942
11	3948	4710
12	4146	5185
全期	51506	59017

要了解臺北安平兩港波浪之基本特性，首先可觀察兩港不同季節之波浪逐時紀錄曲線，圖 4.1 為 2005 年臺北、安平兩港之春夏秋冬各一個代表月波浪觀測資料時序圖。圖中顯示樁定點波浪資料觀測所得之結果，包括 H_s 波高、 T_s 週期、波向等時間序列數據。以下之波浪統計波高均指 H_s 波高、週期均指 T_s 週期資料為準。

4.2 歷年波浪統計結果分析

由於臺北、安平兩港海域分居臺灣島南北兩端，波浪的現象主要亦由東北季風及西南季風交替影響，故呈現出季節性變化。因海岸線走向完全不同，臺北港兩邊海岸線走向為東北-西南，安平港海岸線則為東南-西北，故兩地波浪呈現之季節變化特性完全不同。

以下臺北港歷年分月分季及整年統計結果綜括歷年來臺北港新舊觀測樁的長期紀錄合併加以分析，由於兩樁的位置相去不遠，兩者紀錄應可合格統計，代表臺北港海域之海象。安平樁波浪觀測則自 1999 年以來始終於同一測站進行。臺北、安平兩港歷年各月份有效紀錄時數已見表 4.1。本表紀錄時數以波高、週期聯合機率分佈表統計表結果為主，而波高、波向聯合機率分佈表內之有效紀錄時數較少，其原因為部份波浪觀測紀錄缺少波向資料，故不列入所致。有關 H_s 波高極值統計以波高、週期聯合機率分佈表統計結果及以波高、波向聯合機率分佈表統計結果因樣本數不同，結果極值亦不同，特此說明。

臺北港、安平港海域觀測樁波浪觀測紀錄歷年來分月波高--週期聯合機率分佈見表 4.2，歷年來波高--波向聯合機率分佈見表 4.3，歷年來兩港分月波高--波向玫瑰圖見圖 4.2 及圖 4.3。現在分別就波高、週期、波向等特性作進一步說明。

4.2.1 波高統計

波浪由風而生，而波浪的大小由吹風強度、持續時間及吹風風域綜合之影響來決定。臺北港海域位於臺灣北部，觀測樁位置離海岸不遠，海底坡度不如西南部海岸那樣平緩，東邊及南邊有陸地屏障，西方、北方則為開闊的海洋，當冬季吹襲東北季風時，平均風速大，方向為由海面往八里林口岸吹，吹風距離甚長，因此容易形成大浪。反之在西南季風期間，平均風力較東北季風為弱，且因南邊有陸地屏障，由臺灣海峽一路而來的波浪雖持續接受風之能量，但較諸東北季風期多少仍受南方陸地阻擋，吹風風域與延時均受限，故有礙於形成大浪，

所以夏天的平均波高小於冬季。僅在夏季西颱風盛行期，有異常大浪發生。安平港位居臺灣西南部，冬季東北季風吹襲至臺灣南部時風力本較北部為弱，且因海岸線走向為東南-西北，東北季風時因北邊有陸地屏障，西北面亦有離岸沙洲阻隔，故安平海域之波高小，夏季時則風浪自南方來，風域不受阻擋，可充分成長，故波高增大。此與臺北港季節變化趨勢相反。兩港之季節平均波高型態雖然完全不同，但全年中 H_s 波高極值卻都出現在夏季，這是由於颱風侵襲的影響。

如以歷年的數據來作統計，臺北港海域全年平均波高為 0.81 米。以季節分，冬季波高最大，平均 H_s 波高為 1.29 米，秋季次高，平均 H_s 波高為 1.00 米，再次為春季，平均 H_s 波高為 0.75 米，夏季波高最小，平均 H_s 波高僅 0.49 米。就波高分佈統計來看，冬季時 H_s 波高小於 1 米者佔 40.0%，1 至 2 米間佔 42.6%，大於 2 米者僅佔 17.3%。秋季時 H_s 波高小於 1 米者佔 60.1%，1 至 2 米間佔 30.1%，大於 2 米者僅佔 9.9%。春季時 H_s 波高小於 1 米者佔 74.8%，1 至 2 米間佔 21.6%，大於 2 米者僅佔 3.6%。夏季時波高最小， H_s 波高小於 1 米者佔 91.5%，1 至 2 米間佔 7.1%，大於 2 米者僅佔 1.4%。

安平港海域全年平均波高為 0.60 米。以季節分，與臺北港相反，夏季波高最大，平均 H_s 波高為 0.92 米，秋季次高，平均 H_s 波高為 0.57 米，再次為冬季，平均 H_s 波高為 0.47 米，春季波高最小，平均 H_s 波高僅 0.41 米。就波高分佈統計來看，冬季時 H_s 波高小於 1 米者佔 99.4%，1 至 2 米間佔 0.6%，無大於 2 米者。夏季時 H_s 波高較大，小於 1 米者佔 68.7%，1 至 2 米間佔 24.2%，大於 2 米者約佔 7.2%。

歷年來臺北港波浪資料月別平均 H_s 波高以 1 月之 1.31 米為最高，其次為 2 月之 1.25 米。平均 H_s 波高最低的月份是 6、7 月之 0.49 米。安平港波浪資料月別平均 H_s 波高以 7 月之 1.11 米為最高，其次為 8 月之 0.94 米。平均 H_s 波高最低的月份是 4 月之 0.38 米。

總結來說，由於冬季北部東北季風強度之影響大於南部夏季西南季風，故全年平均波高，臺北港大過安平港約 24 公分。

表 4.4 歷年臺北、安平兩港波浪觀測分季 H_s 波高平均及分佈統計

季節	平均波高 (米)	$H_s < 1.0$ { % }	$H_s 1.0-2.0$ { % }	$H_s > 2.0$ { % }
臺北港				
春	0.75	74.8	21.6	3.6
夏	0.49	91.5	7.1	1.4
秋	1.00	60.1	30.1	9.9
冬	1.29	40.0	42.6	17.3
全期	0.85	68.7	23.7	7.6
安平港				
春	0.43	97.3	2.2	0.6
夏	0.93	67.8	24.7	7.5
秋	0.55	92.2	6.6	1.2
冬	0.47	99.4	0.6	0
全期	0.61	88.4	9.1	2.5

4.2.2 週期統計

波浪之週期長短通常與吹風距離、吹風延時及吹風大小均有相

關，吹風距離愈長，時間持續愈久，也就造成波浪週期愈長。颱風波浪就是明顯的例子，當颱風距離尚遠，尚未侵襲本島之際，遠方的湧浪已先抵達臺灣，拍打海岸，且這種颱風湧浪週期明顯較季風波浪為長。臺北港、安平港海域歷年波浪 T_s 週期之季節變化可參見表 4.5，如以臺灣地區的兩種季風影響期冬夏季的週期分布數據來作比較，臺北港春、夏季 3 至 8 月份因吹風風速較低，因風向不穩定，因風域受限，致週期較短，多在 6 秒以下，秋冬季 10 月至 2 月份風向相較穩定，平均風速亦強，再加上北來風域較不受限制，故對應之波浪週期較長，多在 6-8 秒間變動。基本上秋季週期比冬季稍短，但仍較春季則與夏季為長。安平港波浪週期季節變化則呈相反的特性，夏季西南季風強，波浪週期長，冬季週期相對較短。

如以歷年的數據來作統計，臺北港夏季之 T_s 分佈小於 6 秒者佔 62.4%，6 至 8 秒為 29.6%，8 至 10 秒為 6.8%，大於 10 秒為 1.2%。冬季波高較夏季為大，週期亦較長， T_s 週期分佈，小於 6 秒者佔 26.9%，6 至 8 秒為 60.2%，8 至 10 秒為 12.5%，大於 10 秒者佔 0.3%。至於春天週期分布狀況較接近夏季，而秋天之分佈則與冬季較接近。安平港夏季之 T_s 分佈小於 6 秒者佔 55.4%，6 至 8 秒為 39.8%，8 至 10 秒為 4.6%，大於 10 秒為 0.8%。冬季波高較夏季為小，週期亦較短， T_s 週期分佈，小於 6 秒者佔 91.1%，6 至 8 秒為 8.9%，無大於 8 秒者。

表 4.5 歷年臺北、安平兩港波浪觀測分季 T_s 週期分佈統計 (%)

季節	($T_s < 6$ 秒) %	($T_s 6 \sim 8$ 秒) %	($T_s 8 \sim 10$ 秒) %	($T_s > 10$ 秒) %
臺北港				
春	54.8	39.6	5.2	0.5
夏	62.4	29.6	6.8	1.2
秋	36.0	45.5	16.1	2.4
冬	26.9	60.0	12.5	0.3

全期	44.9	43.3	10.7	1.1
安平港				
春	91.2	8.0	0.4	0.4
夏	53.1	41.9	4.8	0.2
秋	83.8	14.6	1.6	0
冬	91.4	8.6	0	0
全期	79.2	18.9	1.8	0.2

4.2.3 波向統計

波浪的方向在外海主要受風向所決定，此現象可由海面之空中照相圖或解析度較高的衛星影像看出，但是在較淺的水域，外海來的波浪會受到淺化的影響發生折射逐漸向垂直岸偏轉，同時如果海岸線並非平直，則波浪行進途中還是會產生繞射與反射，因此波向的觀測現象在近岸海域是較外海複雜的。

在歷年波向統計結果方面，臺北港因地理位置居臺灣島之西北端淡水河口，如以觀測樁為中心，則由東北方位開始，順時針至西南西向均有陸地屏障，其他方位面海。臺北港海域之波向在東北季風盛行期波向呈現較單純的情形，因風速較強，東北來的風域未受阻擋，風向一般也十分集中，故冬季主波向集中在 N~NNE 方位，其比例約佔七成以上，其他方位所佔比例甚小。另外本海域海岸線成東北-西南走向，夏季季風主要由西南方往東北吹，除正南方來的風風域受到限制外，其餘如吹襲西南風時，仍使得波浪仍得以成長。春季與秋季在臺灣均屬於季節轉換期，風向不穩定，其波向分佈雖呈現冬、夏之間的過渡型態，但仍與冬季之分布狀況較為接近，簡單的說，臺灣北部海域波

浪現象受東北季風影響之程度與時間要超過西南季風之影響期。至於安平港在冬季時因臺灣海峽北來之波浪被外海離岸沙洲之阻擋，且由西北方位開始，順時針至東南向均有陸地屏障，其他方位面海。故波浪來向受陸地屏障影響。冬季波向以 W~N 象限最多，約佔 42.3%，其次是 S~W 象限約佔 30.6 %。夏季波向多自西南方來，相當集中，以 S~W 象限最多，約佔 86.4%，其他象限比例甚小。表 4.6 為歷年臺北港、安平港波浪觀測分季波向分佈統計資料。

表 4.6 歷年臺北、安平兩港波浪觀測分季波向分佈統計 (%)

季節	波向 (N~E)	波向 (E~S)	波向 (S~W)	波向 (W~N)
臺北港				
春	61.5	4.0	6.8	27.7
夏	28.2	7.1	18.6	46.0
秋	62.9	5.5	5.6	26.0
冬	67.3	3.1	3.1	26.5
全期	54.5	5.2	9.0	31.3
安平港				
春	8.2	17.1	50.0	24.7
夏	1.0	8.3	86.4	4.4
秋	1.6	6.7	55.7	36.0
冬	12.0	15.0	30.6	42.3
全期	5.7	11.8	56.6	25.9

歷年之波向之資料如以十六方位作統計分析，以臺北港為例，基

本上秋、冬、春三季的分佈狀況均與全年趨勢相近似。主要集中於第一象限，N~NE 之間機率最高，其他方位均少。而夏天之狀態與其他三季不同，主波向以第四象限為最多，其中又以 WNW 機率最高。

4.2.4 歷年 H_s 波高月平均值及極值變化

觀察兩港歷年來之 H_s 紀錄，我們將月平均 H_s 及各月份最大 H_s 之變化情形製成表 4.7，提供參考。

表 4.7 歷年月別 H_s 波高平均值、極值及對應週期、波向變化

月份	H_s 月平均 (米)	H_s 月最大 (米)	相對 T_s 週期 (秒)	當時波向 (16 方位)
臺北港				
1	1.31	5.03	9.3	N
2	1.25	4.26	9.0	N
3	0.99	4.38	7.2	N
4	0.70	3.45	4.1	NNW
5	0.54	2.65	7.5	N
6	0.49	2.21	6.3	NNE
7	0.49	4.01	6.3	NNE
8	0.53	6.49	11.5	NW
9	0.91	5.44	5.6	NNE
10	1.01	8.75	10.3	
11	1.07	5.97	11.4	N
12	1.22	4.87	6.7	N
觀測全期	0.85	8.75	10.3	
安平港				
1	0.47	1.33	4.0	NNE

2	0.46	1.48	4.1	WNW
3	0.42	1.33	5.2	WNW
4	0.38	1.48	4.9	SSW
5	0.50	5.80	8.9	SW
6	0.75	6.92	8.8	SW
7	1.11	5.53	9.7	WSW
8	0.94	6.99	6.5	WSW
9	0.71	4.05	5.9	WSW
10	0.44	2.06	5.4	W
11	0.49	2.63	7.1	NNE
12	0.50	2.91	8.0	SSW
觀測全期	0.61	6.99	6.5	WSW

綜觀四季變化現象，臺北港每年 10 至次年 2 月平均波高均大， H_s 在 1 米以上，尤以冬季波高最大，秋季居次，再次為春季，夏季波浪最小，平均僅約 0.5 米，但夏季及秋季常出現全年最大的 H_s 值，歷年來紀錄之 H_s 極值為 8.75 米。安平港則以夏季波高最大，冬季波高最小，歷年來紀錄之 H_s 極值為 6.99 米。全年平均波高臺北港較安平港約大 24 公分。

第五章 海流觀測資料分析

5.1 海流觀測方式說明

安裝於臺北、安平兩港觀測樁之 S-4ADW 儀器兼具有觀測波浪、海流、潮位功能，因此在觀測波浪的同時也測得海流流速、流向等資料供分析用。定點長期的海流觀測資料可用於了解臺北港附近海域的流況特性，以及在構築外廓防波堤填海或海域工程設施興建前後之水流變化情形，以提供後續各項工程規劃設計海岸保護、海岸地形變遷、海域水理水質變化、環境影響評估及水工模型試驗所需之資料。

Inter-Ocean 公司生產之 S-4ADW 觀測儀器之流速感測原理為電磁式。流速觀測上限為 350cm/s，樁上無線電傳輸系統取樣方式為每一小時觀測十分鐘，觀測頻率為 2HZ，本報告內稱之流速、流向為取樣期間的平均數值。觀測平臺上之海流觀測儀器屬長期連續觀測，每小時自動傳輸記錄方式。另在兩港觀測樁水下-10 米儀器架處再安置一套同型潮波流儀，上層-5 米儀器係依照原系統設計連接無線電傳輸設備，即時傳輸前一個鐘頭各項紀錄，下層-10 米儀器則採用獨立電源計及內部記憶體自記之方式持續觀測，將測得之資料完全紀錄在儀器內部，由工作人員定期回收。兩部儀器紀錄可互補不足。

由兩港觀測樁定點海潮流調查所得結果經過原廠處理程式及本所自行發展之統計繪圖程式可製作出下列之圖表加以分析：

1. 當年度分月流速、流向、N-E 分量、流矢向量強度逐時變化圖（圖 5.1）。
2. 歷年分月分季及全年流速、流向玫瑰圖（圖 5.2 及圖 5.3）。
3. 歷年分季及全年流速與流向聯合分佈統表（表 5.2）。

臺北樁觀測紀錄因 2004 年度執行打設新觀測樁工程，原有舊觀測樁於 9 月中旬拆除，故本報告中所稱歷年度觀測紀錄包括舊樁及新樁

觀測數據，2004年9月前為舊樁資料，2005年一月開始為新樁資料，由於兩樁位置相去不遠，將兩樁前後資料合併統計對討論臺北港海域海流現象而言應無問題。安平樁海流觀測則自1999年以來始終於同一測站進行。至本報告編寫之前兩港觀測樁各年度觀測作業累積各月有效記錄天數可參考下列表5.1。截至2006年11月底止，總計臺北港海域歷年海流觀測紀錄有效時數為52812筆，安平港港海域歷年海流觀測紀錄有效時數為42421筆，如表5.1所示。

表 5.1 臺北港、安平港歷年各月海流觀測有效紀錄統計時數

月份	安平港歷年度有效記錄 時數	臺北港歷年有效記錄 時數
1	4485	4105
2	3907	3984
3	2715	4167
4	3443	4983
5	3344	4137
6	3491	3837
7	3380	4942
8	3532	6030
9	3101	5628
10	3443	3406
11	4031	3074
12	4284	4469
全期	42421	52812

5.2 歷年海流觀測統計結果分析

為瞭解兩港海域海流之基本型態，選取臺北港、安平港各季選取

代表性月份海流觀測資料繪製海流時序圖圖 5.1 (原則上以 2005 年 12 月至 2006 年 11 月間各季節中有代表性者)，圖中包含流速、流向、東西、南北流分量，矢狀向量及潮位資料。現在分別就海流特性、流速、流向、平均值、極值等統計特性及與潮位變化關係等方面加以說明

5.2.1 綜合說明

考慮影響近岸海域之流場，主要外力有潮汐作用、波力、風力等。故海流之組成主要是大範圍長時間的恒流、季風吹襲產生的風吹流、水位變化導致的潮流及局地因素海流組成。恒流是大範圍長時段之洋流活動，如黑潮等。也有季節性規律的強弱變化，但較可推估且其規律性，其主流範圍在外海較為明顯，在臺灣海峽中，夏季常受黑潮支流影響呈現強烈的北向恆流，另風吹流係風經一段時間吹送所引起之近表面流，在季風盛行期此種水之搬運較為可觀，而水團搬運之方向會偏向風向之右側，如果風向風速時常在改變，則所引發之海流亦微弱多變，在臺北港、安平港兩觀測樁因離岸不遠，沿岸海域最明顯可觀察到的海流現象的仍是潮流，亦即是水位變化所導致之海流。由矢向量圖資料顯示兩港主要海流現象呈現往復潮流的特性。潮汐可視為一種淺水長波，其引致之流場稱為潮流，潮流一般較為規則化。風剪力所引起之流場稱為風驅流，其影響之深度有限，而颱風產生之暴潮及流況則較複雜。另將波浪視為一外力，其引致之流場，稱為沿岸流，波場本身即為一複雜之現象，因此沿岸流較為複雜，但其影響僅限於局部區域。影響流場之因素尚有流體剪應力、科氏力、地形邊界效應、底床摩擦力等項目，而流體密度變化、濃差效應，除某些特定地區造成較大影響，一般實際情形影響不大。

5.2.2 流速統計

本年度兩港實測流速觀測時序圖見圖 5.1，歷年有效觀測紀錄之分月、分季與全年海流流速流向聯合機率佈表見 5.2。臺北港地區是半日

潮及全日潮綜合影響地區，半日潮成份大於全日潮。因此通常之流況為每天作漲、退、漲、退四次之變化。每隔 6 小時餘，方向作 180°之改變，而流速則有四次低--高--低之循環，每一潮汐週期內最大流速隨朔、望，上下弦日期而有所變動，朔望流速較上下弦為大，流速最高點所造成之包絡線約以 15 天為週期起伏變化。至於安平港之潮位資料顯示潮汐主要成份為半日潮及全日潮，且半日潮與全日潮振幅大小相近，此點與臺北港不同，以季節性變化而言，如表 5.3 所示，各季節差異性並不大，原因是觀測海域主要海流成份為潮流，不因季節而有太大變化。

針對 2006 年臺北港海流流速之四季變化現象，可觀察分月流向流速觀測時序圖 5.1，及海流流速流向聯合機率佈（表 5.2）。歷年冬季 12 月至 2 月間資料統計顯示，平均流速為 36.3 cm/s。如以 25 cm/s 為間距討論其分佈狀態，冬季流速小於 25 cm/s 者比率佔 30.9%，介於 25~50cm/s 佔 44.7%，大於 50 cm/s 佔 24.4%。春季 3 至 5 月平均流速為 36.5cm/s，與冬季接近。夏季 6 月至 8 月間平均流速為 34.0cm/s。如以 25 cm/s 為間距，夏季流速小於 25 cm/s 者比率佔 36.2%，介於 25~50 cm/s 佔 43.8%，大於 50 cm/s 佔 20.0%。秋季 9 月至 11 月平均流速資料統計顯示，平均流速為 39.5 cm/s，綜合而論，臺北港海域海流流速四季型態變化，以秋季平均流速較高。若與位居南部的安平港相比較，臺北港海域平均流速明顯較大，臺北港整年平均流速大過安平約 15cm/s。四季中臺北港以秋季平均流速稍高，安平港之流速統計四季現象可參照表 5.3。以夏、秋季平均流速稍高，冬、春季流速較低，兩港夏、秋季易受颱風異常天氣干擾之影響，發生全年中的流速極值。

表 5.3 臺北、安平港歷年海流觀測分季平均流速及分佈統計（%）

季節	平均流速 (cm/s)	流速% (<25cm/s)	流速% (25-50cm/s)	流速% (>50cm/s)
臺北港				
春	36.5	32.6	41.4	26.0

夏	34.0	36.2	43.8	20.0
秋	39.5	28.6	39.1	32.3
冬	36.3	30.9	44.7	24.4
全期	36.4	32.3	42.2	25.4
安平港				
春	17.5	75.9	23.6	0.5
夏	24.7	56.0	37.8	6.1
秋	21.4	64.5	33.7	1.7
冬	16.9	78.7	21.0	0.2
全期	20.1	68.8	29.0	2.1

5.2.3 流向統計

觀察兩港歷年流向現象，由於測站離岸不遠，水體移動受到海岸線之限制，隨季節並無明顯的變化，主要均為依海岸線方向作往復流動。流向之分佈相當規則，可參見圖 5.2 (臺北港) 及圖 5.3 (安平港) 海流玫瑰圖。臺北港漲潮時段主要流向均集中在 S~W 象限方向，尤以 SW~WSW 間比率最高，退潮時段流向主要均集中在 N~E 象限，尤以 NE~ENE 間比率最高，其他區間所佔之比例甚低。安平港漲潮時段主要流向均集中在 W~N 象限方向，尤以 NW~NNW 間比率最高，退潮時段流向主要均集中在 E~S 象限，尤以 SE~SSE 間比率最高，其他區間所佔之比例甚低。風驅流之影響有時會顯現在流向之分佈上，惟主要方向應未受到太大改變。

海流玫瑰圖見圖 5.2 及圖 5.3，臺北港海域是半日潮及全日潮綜合影響地區，半日潮成份大於全日潮。流向大致平行於海岸線走向。這點由玫瑰圖中亦可明顯看出。東北季風期通常風向穩定，風速亦強，風驅流之影響雖有時會顯現在流向之分佈上，惟主要方向應不至改

變。基本上兩港歷年資料之流向分佈相當規則，季節性變化小，如表 5.4 所示。

表 5.4 臺北、安平港海流歷年海流觀測分季流向分佈統計〔%〕

季節	流向% (N-E)	流向% (E-S)	流向% (S-W)	流向% (W-N)
臺北港				
春	47.0	8.1	42.3	2.6
夏	45.8	10.0	39.2	5.0
秋	45.0	9.3	42.8	2.8
冬	43.5	9.2	43.7	3.7
全期	45.4	9.1	41.9	3.6
安平港				
春	5.9	41.8	4.9	47.4
夏	7.6	47.1	7.7	37.6
秋	9.9	46.6	6.5	37.0
冬	10.2	40.5	11.8	37.5
全期	8.6	44.1	7.6	39.8

5.2.4 歷年來月平均流速及月極值變化

歷年來臺北、安平港分月有效觀測數據流速極值統計見表 5.5，由下列統計表可明顯看出臺北港、安平港月平均流速和極值在全年中的季節變化趨勢及兩港流況之差異。

表 5.5 歷年度臺北、安平港觀測樁海流觀測月平均流速和極值

月份	平均流速 cm/s	流速極值 cm/s	當時流向
臺北港			
1	33.9	111.9	NE
2	37.9	103.9	NW
3	38.4	125.4	NE
4	36.4	134.5	NE
5	34.8	122.6	ENE
6	30.8	113.2	ENE
7	34.5	116.4	ENE
8	35.5	130.9	NE
9	38.7	125.1	WSW
10	40.0	112.6	ENE
11	40.2	97.5	ENE
12	37.0	116.5	ENE
歷年來全年	36.4	134.5	NE
安平港			
1	17.1	57.9	NNW
2	15.5	51.3	NW
3	15.9	50.5	NNW
4	16.8	54.8	NNW
5	19.3	66.0	NW
6	21.5	88.3	SE
7	27.5	130.7	SSE

8	25.1	91.0	NW
9	21.9	95.0	NNW
10	23.3	95.7	NNW
11	19.5	82.1	SE
12	20.2	74.0	SE
歷年來全年	20.1	130.7	SSE

由上表顯示臺北海域之海流流速明顯高於安平港，各月份之海流極值除 11 月份外均超過 100cm/s，相對的安平港海流流速較慢，各月極值中僅 7 月超過 130cm/s，且係受颱風影響。歷年資料統計，臺北港平均海流較安平港高 16 cm/s。

5.2.5 潮流成份解析

根據歷年臺北港地區之水位觀測資料統計，平均潮差約為 2.13m，平均最大潮差約 3.0m，記錄期間最大潮差為 3.6m。典型潮位歷線圖（2006 年 3 月）見圖 5.4，可看出潮差之變化以十五天為一週期，農曆朔、望時最大，最高潮位與最低潮位相差最大，上弦及下弦時最高潮位與最低潮位相差最小，而每日潮汐則通常為一天之內有二次潮汐起伏，每日二次潮差之大小差異不大，為典型半日潮主導。臺灣其他海域如北部基隆港平均潮差約為 0.6m，中部臺中港附近平均潮差約為 3.7m，南部高雄港平均潮差約為 0.6m。

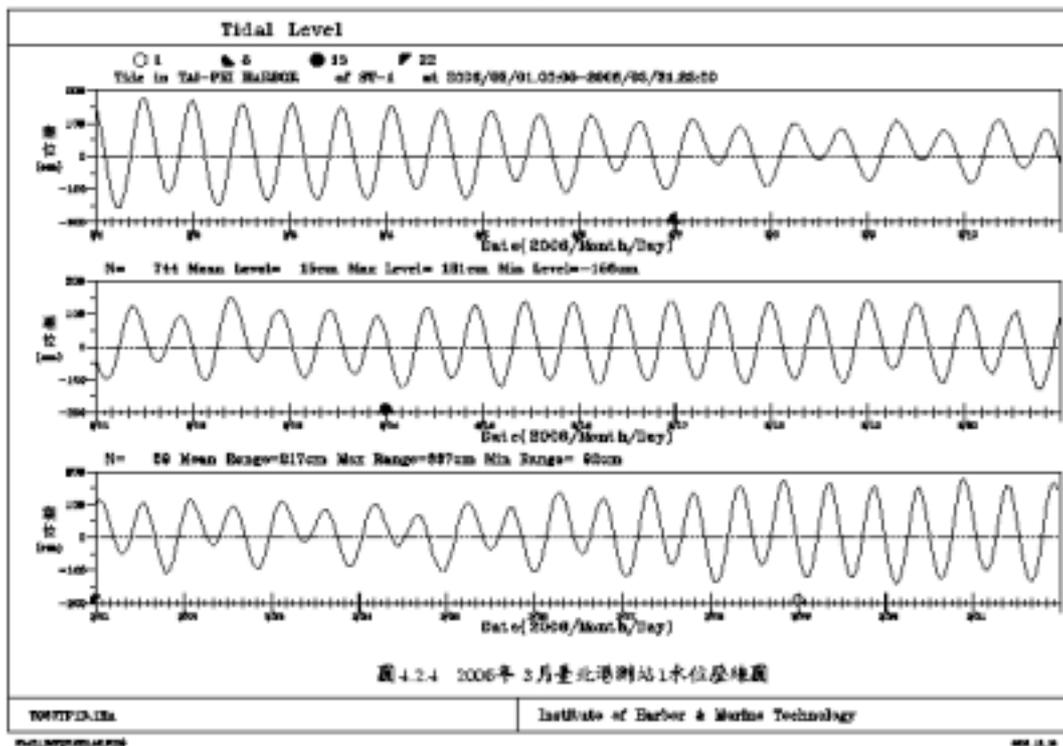


圖 5.4 典型臺北港潮位歷線圖 (2006 年 3 月)

而由圖 5.5 臺北港潮波振幅譜圖，顯示潮汐主要成份為半日潮，全日潮較半日潮為小。此一地區之潮型與北部基隆港、南部高雄港，由全日潮與半日潮大小相近組成之潮型不同，但與中部臺中港地區之潮汐則相似。臺北港潮汐主要為半日潮，全日潮差約為半日潮差之 1/5。

一般振幅譜圖僅能顯示不同成份分潮之估計振幅大小，欲求得各分潮正確之振幅及遲角需進一步進行調和分析。選取臺北港 2003 年全年觀測潮位資料做調和分析求得各分潮之振幅、遲角、平衡引數及延時，其中振幅以 M2 最大約 1.01 m，其次為 S2 約 0.29 m，K1 約 0.23 m，N2 及 O1 各約 0.2 m，與能譜分析結果趨勢一致。至於安平港水位變化之調和分析所求得各分潮之振幅，其中以 M2 最大約 0.24 公尺，其次為 K1 約 0.18 公尺，O1 約 0.15 公尺，S2 及 P1 各約 0.08 公尺。

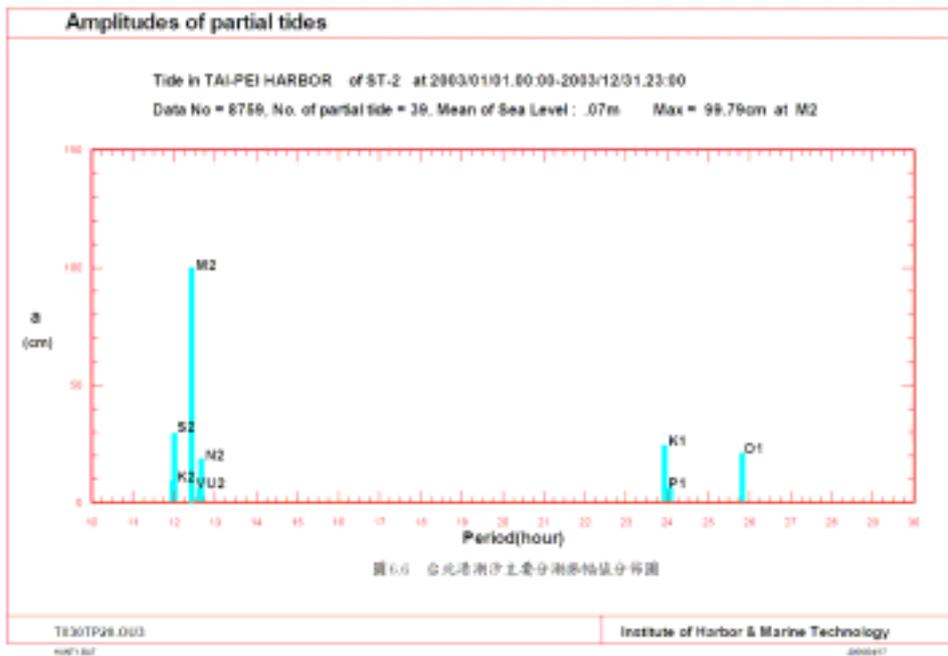


圖 5.5 臺北港 8 個較大分潮之振幅圖

至於安平港之典型潮位歷線圖如圖 5.6 所示，圖 5.7 則為安平港前 8 個較大分潮之振幅值。顯示潮汐主要成份為半日潮及全日潮，且半日潮與全日潮振幅大小相近，此一地區之潮型與南部高雄港之潮型相似（蘇青和等，1998），但與北部臺北港、中部臺中港地區之潮汐則較不同。

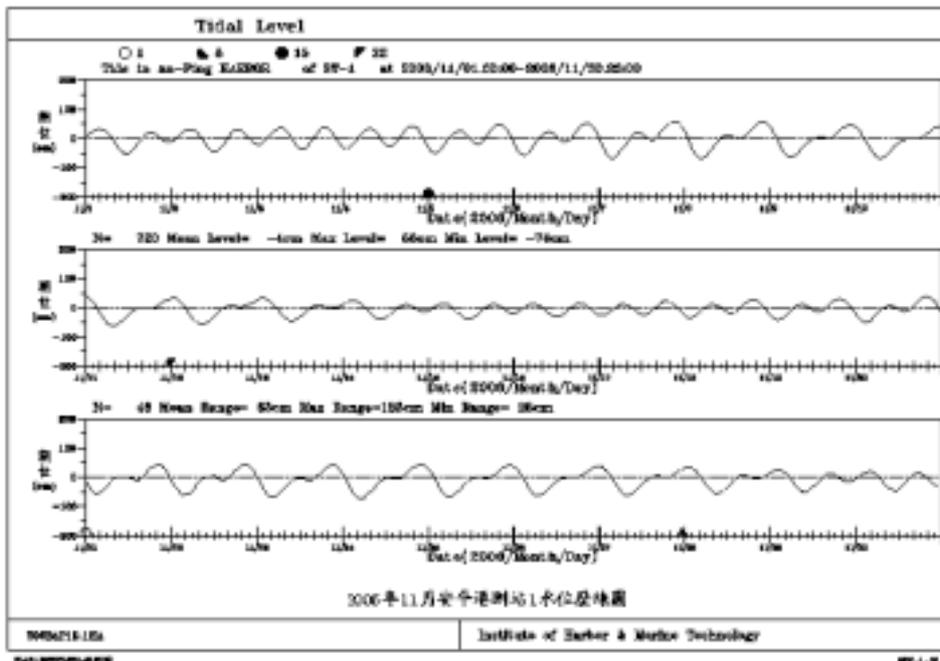
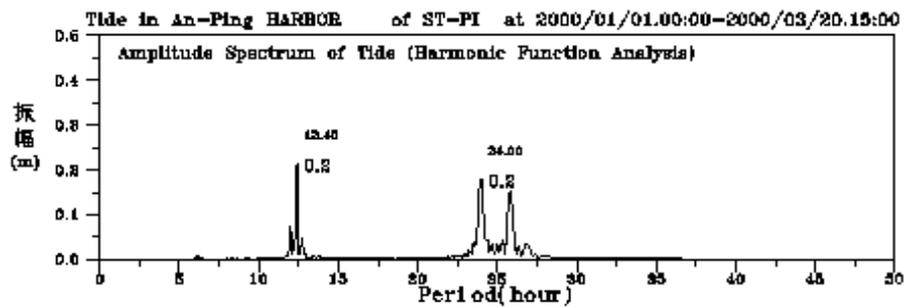
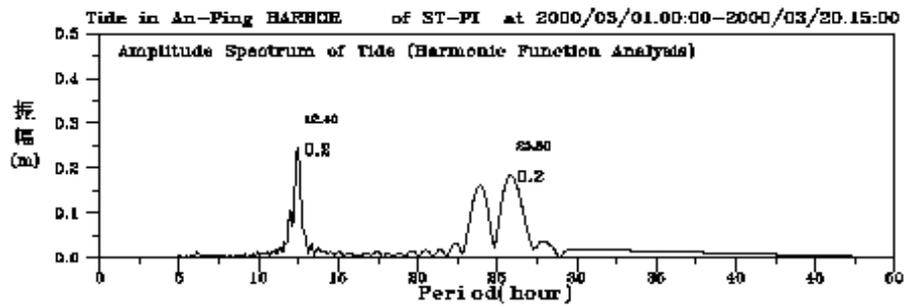
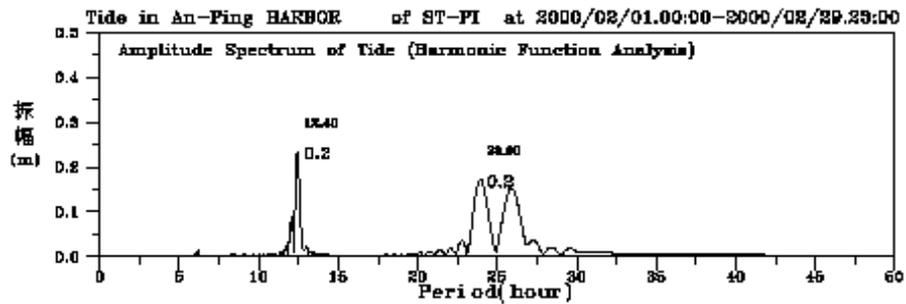
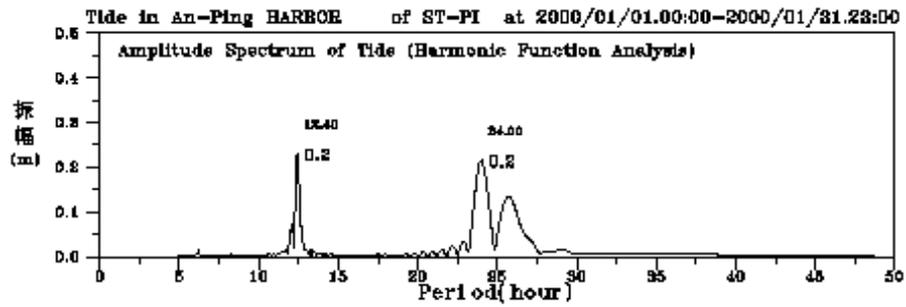


圖 5.6 典型之安平港之潮位歷線圖

潮汐振幅譜圖



T001AP10.TTY T002AP10.TTY T003AP10.TTY T004AP10.TTY

Institute of Harbor & Marine Technology

PLS214V.PUB

2000.3.10

圖 5.7 安平港潮波振幅譜圖

海流能譜分析潮流橢圓半長軸、長軸方向角、半短軸、東西分量流速振幅、南北分量流速振幅等，顯示臺北港潮流主要為半日潮流，半日潮流遠較全日潮流為大，半日潮流半長軸約為 56cm/s，長軸方向角北偏東 45 度，半短軸約為 3cm/s，此與潮汐之組成完全相同。半長軸遠較半短軸為大，同樣說明向離岸方向分量流速遠比沿岸方向流速為小。

臺北港海流能譜圖顯示不同分潮之估計值，欲求得分潮流正確之值需進一步作調和分析。調和分析之各分潮之流橢圓半長軸長度、長軸方向角等，其中半長軸長，以 M2 最大約 57cm/s，其次為 S2 約 18 cm/s，K1 為 4cm/s，O1 為 2cm/s。其長軸方向角流皆為沿海岸之東北向或西南向，沿著海岸線之方向。

安平港潮流成份主要為半日潮流及全日潮流，但根據以往之研究，安平港半日潮流遠較全日潮流為大，此與本海域水位變化半日潮與全日潮相差不大之現象不同。潮流半長軸遠較半短軸為大，同樣說明向離岸方向分量流速遠比沿岸方向流速為小。調和分析計算之各分潮之流橢圓半長軸長度、長軸方向角等，其中半長軸長以 M2 最大 18.1cm/s，其次 S2 為 6.3 cm/s，K1 為 3.4 cm/s，O1 為 2.0cm/s。其長軸方向角流皆為沿海岸之西北向或東南向，沿著海岸線之方向角約為北偏西 53 度左右。

第六章 2006 年颱風資料蒐集分析

對於海洋工程領域來說，颱風觀測資料之蒐集極為重要，因為臺灣由於位處西太平洋及南海地區發生的颱風的主要路徑上，季風風、浪所顯示的僅是海域常態現象，而颱風季節之觀測資料由於常發生全年觀測中之極值，更成為海洋工程設計基準的重要參考數據。

在熱帶海洋上，海面因受太陽直射而使海水溫度升高，海水容易蒸發成水氣散布在空中，故熱帶海洋上的空氣溫度高、溼度大，這種空氣因溫度高而膨脹，致使密度減小，質量減輕，而赤道附近的風力微弱，所以很容易上升，發生對流作用，同時周圍之較冷空氣流入補充，然後再上升，如此循環不已，終必使整個氣柱皆為溫度較高、重量較輕、密度較小之空氣，這就形成了所謂的「熱帶低壓」。

由於空氣之流動是自高氣壓流向低氣壓，就好像是水從高處流向低處一樣，四周氣壓較高處的空氣向氣壓較低的「熱帶低壓」中心流動，因而形成「風」。當近地面最大風速到達或超過每小時 62 公里或每秒 17.2 公尺時，我們就稱它為颱風。

颱風是發生在熱帶海洋面上的猛烈風暴，北緯 10 度至 15 度一帶是最容易形成颱風的區域；全球每年約有 79 個颱風生成，以西北太平洋及南海地區生成的颱風最多也最強。而侵襲臺灣的颱風大都來自北太平洋西部，發生的地點以加羅林群島、馬利安納群島和帛琉群島附近一帶最多。另外，也有颱風是來自中國南海海面的，但次數較少。

根據中央氣象局統計公元 1897 年至 2005 年的資料顯示，這段期間一共有 398 次颱風侵襲臺灣地區（註：颱風中心在臺灣登陸；或雖未登陸，僅在臺灣近海經過，但陸上有災情者），平均每年有 3 到 4 次。其中以 8 月最多，次為 7 月和 9 月，故每年之 7 至 9 月可說是臺灣的颱風季。

颱風的進行方向，一般都受大範圍氣流所控制，在北太平洋西部

生成的颱風，主要受太平洋副熱帶高氣壓環流所導引，因此在太平洋上多以偏西路徑移動，但到達臺灣或菲律賓附近時，常在太平洋副熱帶高氣壓邊緣，故路徑變化多端，有繼續向西進行者，有轉向東北方向進行者，更有在原地停留或打轉者。一般而言，導引氣流明顯時，颱風的行徑較規則，否則颱風的行徑較富變化。

依據中央氣象局對侵襲臺灣的颱風之統計，共區分為西行、北向、南海生成、及東北轉向等類型，其中西進又依路徑所經過的緯度所在再分為五類，連同北行兩類，東北轉向一類、南海生成一類等，路徑一般共分成 9 類。9 類中又因各路徑位置再細分為子路徑，故以 2 位數代表路徑細分，其詳細分類請參見圖 6.1~6.4。

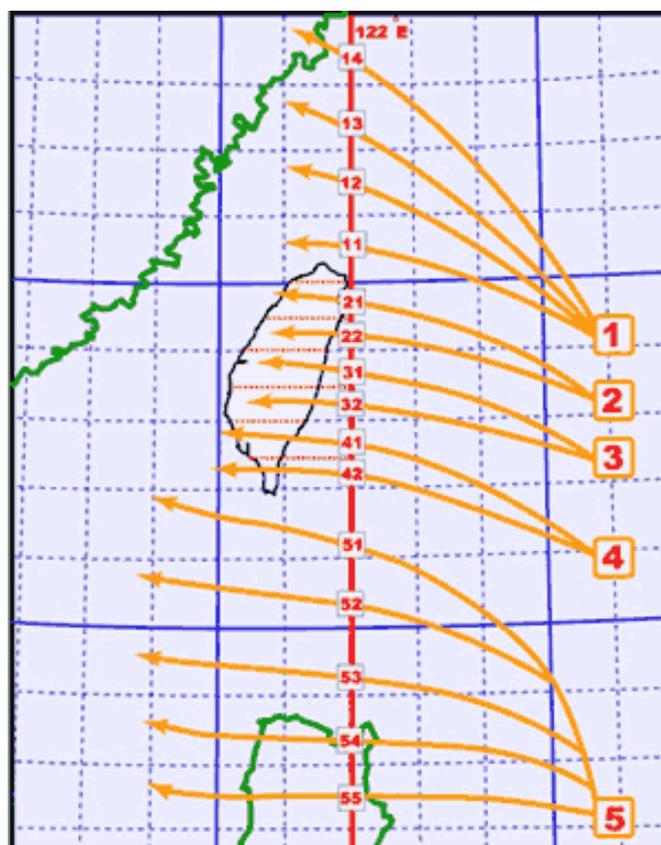


圖 6.1 西行颱風路徑細分 (資料來源：中央氣象局)

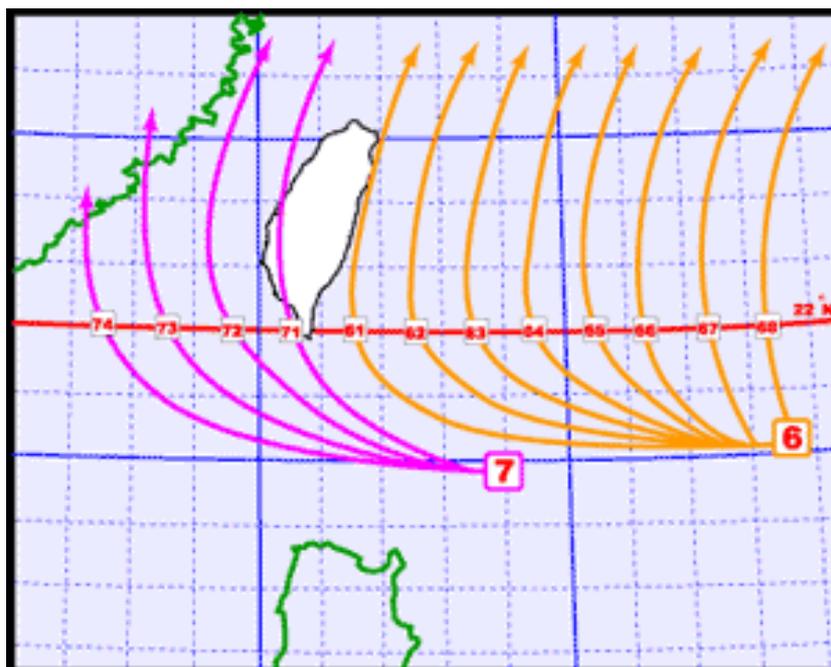


圖 6.2 北行颱風路徑細分 (資料來源：中央氣象局)

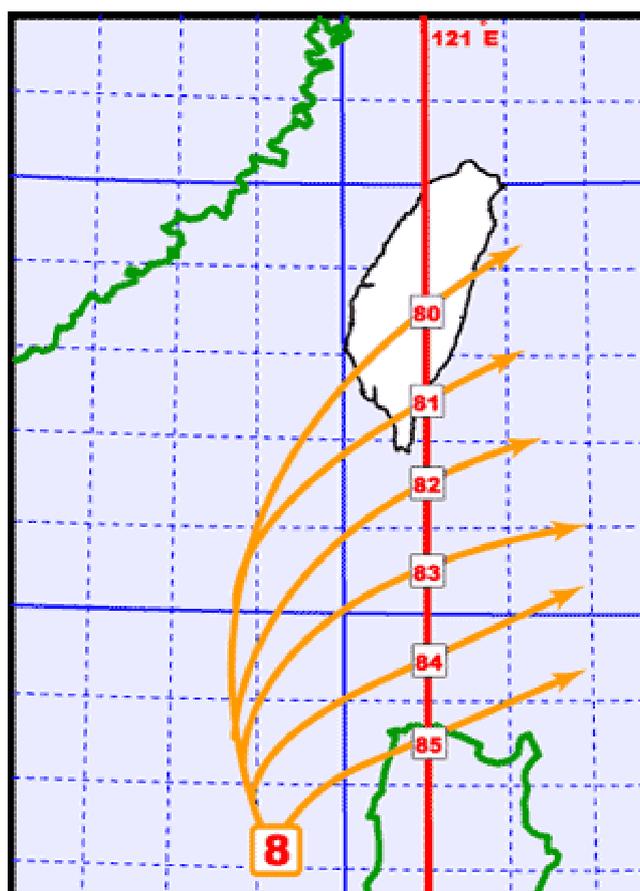


圖 6.3 東北轉向颱風路徑分類圖 (資料來源：中央氣象局)

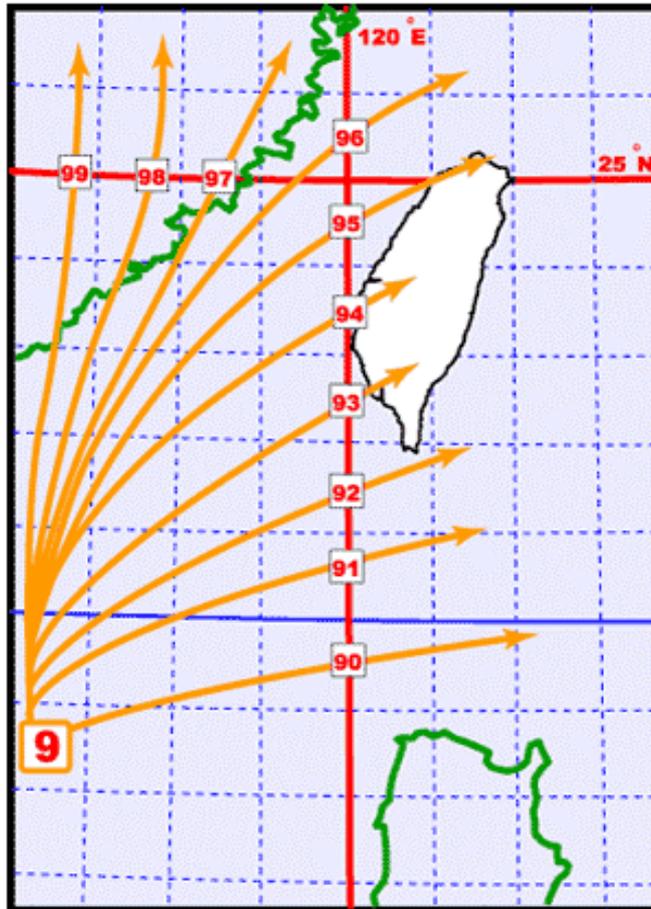


圖 6.4 南海生成颱風路徑分類圖 (資料來源：中央氣象局)

臺北港位居臺灣西北端，如以臺北港為中心，正北向為 0，則自東北 45 度方向，順時針至 220 度方向均有陸地屏障，自 220 度順時針至 45 度間面海。以發生在西太平洋而侵襲臺灣之颱風為例，颱風在行進過程中，大部份走向為向西至向北。對臺灣島陸地而言，當然路徑二、三、四登陸颱風會造成最大的破壞，但對臺北港海域而言，由於颱風環流為逆時針旋轉，因此由測得的海象數據而分析，臺北港威脅最大的路徑是編號 11、12 之路徑，其次為 61、62 與 71、72，另外南海產生的路徑 95、96 雖然亦有相當威脅，但實際上發生的機率甚低，至於第二類路徑雖可能直接通過臺北港，但在未登陸前臺北港受山脈屏障，登陸之後颱風結構都受到相當之破壞，威力減弱，故相對來說，路徑 21、22 如與路徑 11、12 同等級颱風相較，海象數據反應較緩和。

對於安平港而言，西行之第三、四類路徑中的 32、41、42 路徑雖

在登陸後通過安平港附近，但因登陸時受中央山脈阻礙，登陸之後颱風結構都受到相當之破壞，威力減弱，反而是北行路徑之 71、72 路徑，太平洋西行後東北轉向之 80、81 路徑以及南海生成的 93、94 路徑等颱風其接近安平港過程中，受陸地阻礙較少，因此威脅性較大。

海面之波浪現象大致係由吹風的強弱和風域的大小而定，颱風暴風範圍內的風速並非均勻分布的，如以象限劃分，在北半球行進中的颱風其右前方象限的風最大，因該象限颱風環流風向與導引氣流風向相同。如向西行進之颱風此象限吹東北風與夏季西太平洋的東北信風合併而增強了風速，至於右後方及左前方象限則是偏南的風與偏西的風，因與東北信風有抵消作用，風勢較小，在左後方象限的風最小，因該象限吹西南風恰與西太平洋的東北信風相反，抵消最多，所以一般而言，颱風前半部風力大於後半部。

颱風中心氣壓甚低，常可將海水吸起，使海面升高，同時因風勢強烈，可使海面發生傾斜現象。所以當颱風接近沿海一帶時，由於水深變淺而造成地形對潮水產生堆積作用，會發生如潮水上漲般的現象，如恰與滿潮時間一致當更為嚴重。近年來臺灣西南部沿海地區養殖業興起，大量抽取地下水造成地層下陷，故亦常受海水倒灌而造成嚴重災害。

因風持續吹動，使海面發生擾動而形成波浪。風愈大波浪亦愈高，從蒲福風級表中可以看出波浪和風速的關係。在颱風內，愈近中心風愈大，波浪亦洶湧險惡。波浪既是由風的吹送所造成，因此當風向改變，波浪的方向也會隨之改變。

2006 年西太平洋及南海地區所發生的颱風至 2006 年 11 月底止顯示共有七個直接侵襲或影響到臺灣，而由中央氣象局發佈海上陸上颱風警報，現在將其發生順序編號、名字及颱風警報時間、路徑、中心最大風速等列表如表 6.1。

表 6.1 2006 年發佈颱風警報之所有颱風列表

編號	中文名稱	英文名稱	警報期間	強度	中心最大風速 (m/s)	警報發布次數
200613	珊珊	SHANSHAN	09/14 09/16	中度	48.0	17
200609	寶發	BOPHA	08/07 08/09	輕度	25.0	15
200608	桑美	SAOMAI	08/09 08/10	中度	48.0	16
200605	凱米	KAEMI	07/23 07/26	中度	38.0	21
200604	碧利斯	BILIS	07/12 07/15	輕度	25.0	25
200603	艾維尼	EWINIAR	07/07 07/09	強度	51.0	11
200601	珍珠	CHANCHU	05/16 05/18	中度	45.0	17

對臺北港而言，2006 年度發生的颱風，除五月珍珠中度颱風因儀器系統故障無觀測資料、其餘七月艾維尼強烈颱風、七月碧利斯輕度颱風、七月凱米中度颱風、八月桑美中度颱風、八月寶發輕度颱風、九月珊珊中度颱風均有新樁實測資料。

對安平港而言，七個颱風中，艾維尼及珊珊路徑偏臺灣東部海面通過，對安平港之影響小，而碧利斯與桑美颱風則由北部陸地及外海通過，亦對臺北港海象造成較大之影響，對安平港影響較小。對安平港影響較大的颱風是珍珠、凱米、寶發三個颱風，另外通過菲律賓及南海的颱風中央氣象局雖未發佈颱風警報，安平港卻也有紀錄到 2.88 米之 H_s 極值，較登陸之寶發颱風紀錄更大。

今年七個侵襲臺灣颱風路徑圖見圖 6.5，而臺北、安平港颱風實測風、浪資料時間歷線分別繪成圖 6.6，圖中實測資料包括逐時 10 分鐘平均風速與風向、逐時有義波高、週期、波向等。至於臺北、安平兩港各颱風影響期間所觀測到的風與浪極值列於表 6.3，提供參考。



圖 6.5.a 珍珠颱風路徑圖

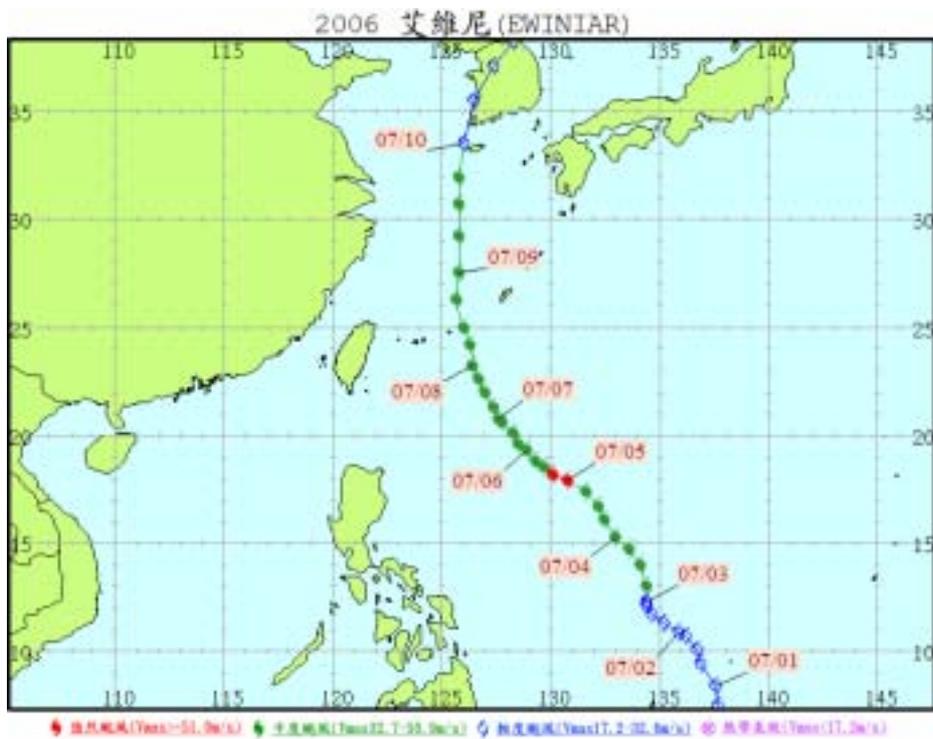


圖 6.5.b 艾維尼颱風路徑圖

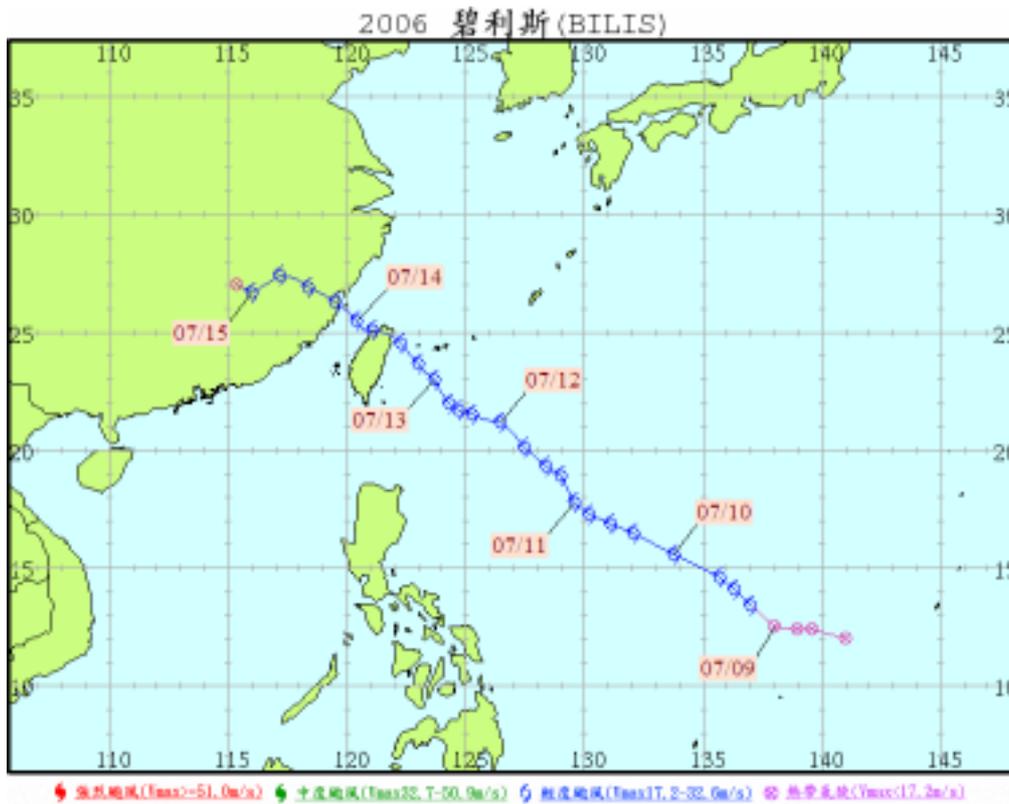


圖 6.5.c 碧利斯颱風路徑圖



圖 6.5.d 凱米颱風路徑圖

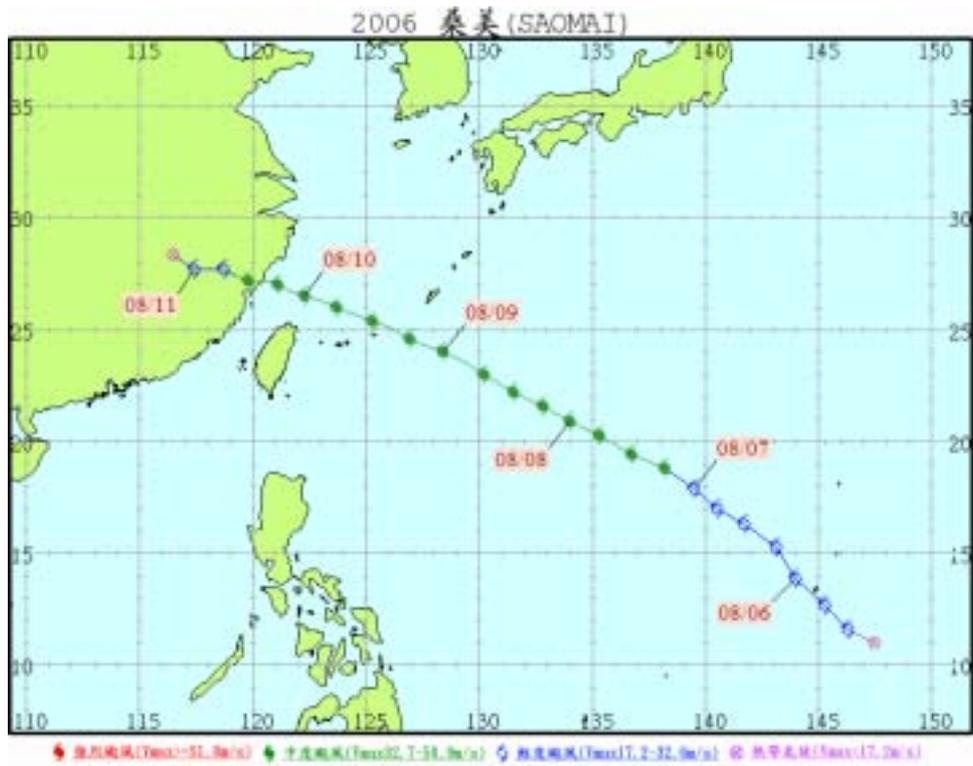


圖 6.5.e 桑美颱風路徑圖



圖 6.5.f 寶發颱風路徑圖

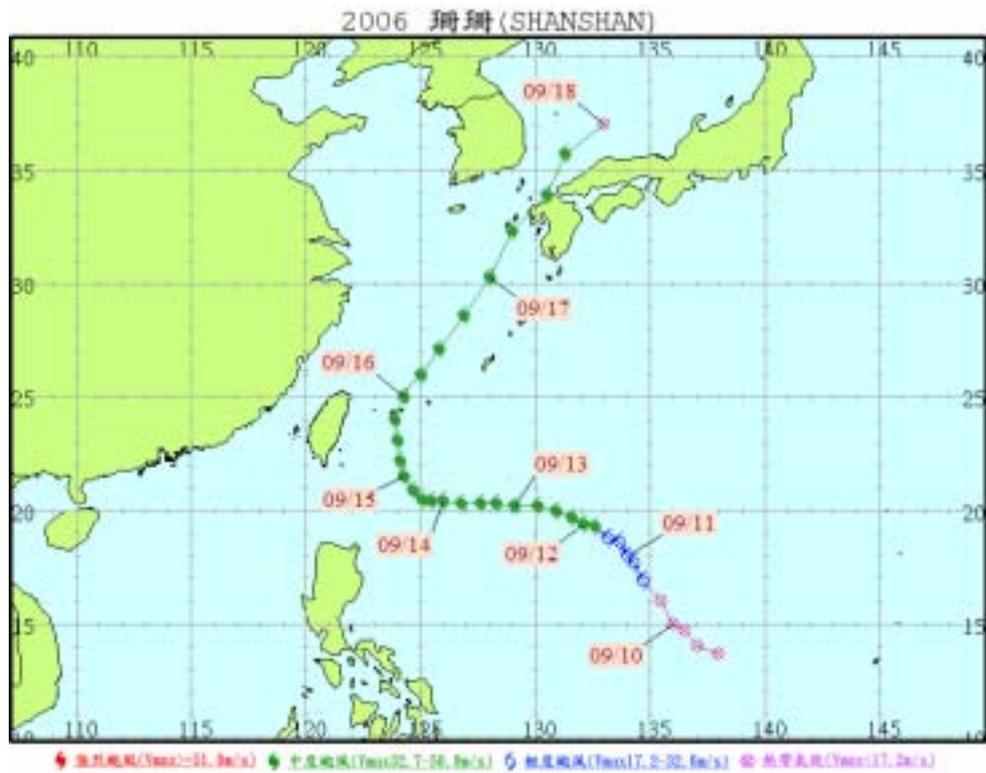


圖 6.5.g 珊珊颱風路徑圖

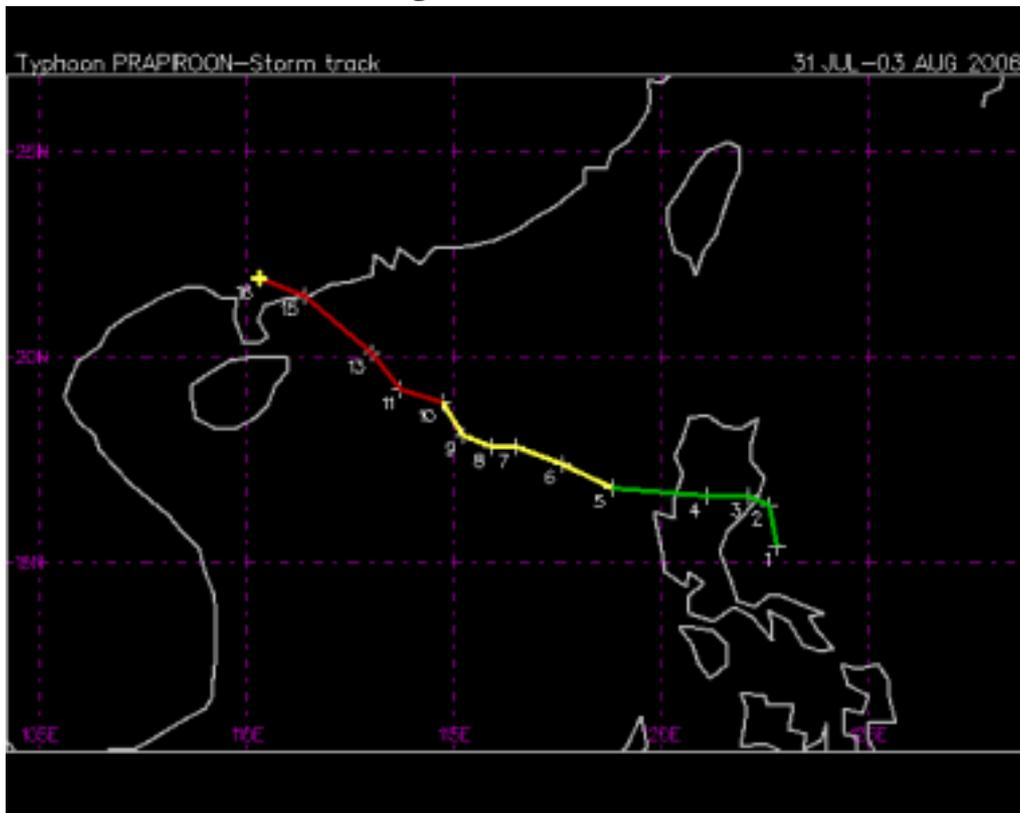


圖 6.5.h PRAPIROON 颱風路徑圖

表 6.2 颱風事件海氣象觀測數據極值表

臺北港颱風觀測風、波數據				
艾維尼 EWINIAR { 強烈 } 07/06 07/11				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 1.81	時間 7月6日 13:00	對應 T _s (秒) 4.9	波向 WNW
風 { 10分鐘 平均風 }	10分鐘平均風速 極值 { 米/秒 } 15.7	時間 7月6日 13:00	當時風向 W	
碧利斯 BILIS { 輕度 } 07/11 07/17				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 2.91	時間 7月13日 19:00	對應 T _{1/3} (秒) 6.3	波向 N
風 { 10分鐘 平均風 }	10分鐘平均風速 極值 { 米/秒 } 21.2	時間 7月13日 09:00:	當時風向 NE	
凱米 KAEMI { 中度 } 07/22 07/28				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 1.08	時間 7月26日 00:00	對應 T _s (秒) 5.5	波向 N
風 { 10分鐘 平均風 }	10分鐘平均風速 極值 { 米/秒 } 23.1	時間 7月25日 06:00	當時風向 SE	
寶發 BOPHA { 輕度 } 08/06 08/11				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 1.88	時間 8月10日 10:00	對應 T _s (秒) 5.3	波向 NW
風 { 10分鐘 平均風 }	10分鐘平均風速 極值 { 米/秒 } 15.2	時間 8月9日 12:00	當時風向 ENE	
桑美 SAOMAI { 中度 } 08/9 08/12				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 1.88	時間 8月10日 10:00	對應 T _s (秒) 5.3	波向 NW
風 { 10分鐘 平均風 }	10分鐘平均風速 極值 { 米/秒 } 15.2	時間 8月9日 12:00	當時風向 ENE	

珊珊 SHANSHAN { 中度 } 09/13 09/18				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 3.83	時間 9月16日 07:00	對應 T _s (秒) 7.0	波向 N
安平港颱風觀測風、波數據				
珍珠 CHANCHU { 中度 } 05/15 05/19				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 5.19	時間 5月17日 16:00	對應 T _s (秒) 9.9	波向 SW
風 { 10分鐘 平均風 }	10 分鐘平均風速 極值 { 米/秒 } 22.0	時間 5月18日 02:00	當時風向 S	
碧利斯 BILIS { 輕度 } 07/11 07/17				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 5.35	時間 7月15日 03:00	對應 T _{1/3} (秒) 8.0	波向 SW
風 { 10分鐘 平均風 }	10 分鐘平均風速 極值 { 米/秒 } 21.2	時間 7月13日 20:00:	當時風向 NW	
凱米 KAEMI { 中度 } 07/22 07/28				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 3.47	時間 7月25日 07:00	對應 T _s (秒) 6.1	波向 WSW
風 { 10分鐘 平均風 }	10 分鐘平均風速 極值 { 米/秒 } 21.3	時間 7月25日 07:00	當時風向 SW	
PRAPIROON { 未發颱風警報 } 07/31 08/4				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 2.88	時間 8月3日 02:00	對應 T _s (秒) 9.3	波向 SW
風 { 10分鐘 平均風 }	10 分鐘平均風速 極值 { 米/秒 } 11.1	時間 8月3日 16:00	當時風向 SE	
寶發 BOPHA { 輕度 } 08/06 08/11				
波浪(H _s)	H _s 極值(米) 1.36	時間 8月11日 05:00	對應 T _s (秒) 6.1	波向 SSW

風 (10分鐘 平均風)	10 分鐘平均風速 極值 (米/秒) 11.4	時間 8月9日 11:00	當時風向 S
-------------------	---------------------------------	---------------------	-----------

第七章 結論

1. 隨著近年來國內商港擴建工程次第展開，臺北港海域海氣象觀測自民國八十五年開始，迄今已逾 10 年，安平港海域海氣象觀測則自民國八十八年開始，迄今也有 7 年，兩港之觀測均以海上觀測樁為載臺，長期觀測風、波、流、水位變化。採無線電傳輸及數據專線傳至港研中心，可提供各界即時現場海氣象資訊及歷年來各月、各季風、波、流等統計資料。
2. 歷年臺北港海域風觀測結果，冬季因東北季風強而穩定，平均風速最高，數值為 7.6 米/秒，夏季風速較弱，平均風速值為 4.9 米/秒，全年平均風速值為 6.1 米/秒。歷年安平港海域風觀測結果，也以冬季平均風速最高，數值為 7.0 米/秒，夏季較低，數值為 5.0 米/秒，全年平均風速值為 5.5 米/秒。兩港年平均風速相比較，安平港較臺北港稍小。四季中除夏季兩地風速相當外，冬、春、秋季臺北港風速均較安平港為大。臺北港風向以全年資料綜合計算，可發現主要集中在第一象限，以 NE 及 ENE 百分比最高，其它方位機率分佈平均，四季中僅有夏天的分佈型態完全不同，夏季為西南季風期，風向以 S~W 象限機率為較高，但其他方位也仍有相當均勻分佈。至於安平港也有類似的現象。臺北港歷年度所測 10 分鐘平均風速極值為 31.8 米/秒，安平港歷年度所測 10 分鐘平均風速極值為 28.1 米/秒。
3. 波浪觀測部份，臺北港海域全年平均波高為 0.85 米。以季節分，冬季波高最大，平均 H_s 波高為 1.29 米，秋季次高，平均 H_s 波高為 1.00 米，再次為春季，平均 H_s 波高為 0.75 米，夏季波高最小，平均 H_s 波高僅 0.49 米。安平港海域全年平均波高為 0.61 米。與臺北港相反的是，夏季波高最大，平均 H_s 波高為 0.93 米，秋季次高，平均 H_s 波高為 0.55 米，再次為冬季，平均 H_s 波高為 0.47 米，春季波高最小，平均 H_s 波高僅 0.43 米。臺北港海域之波向在東北季風盛行冬季主波向集中在 N~NNE 方位，其比例約佔七成，至於安平港在冬季時波浪來向受陸地屏障影響。冬季波向以 W~N 象限最多，約佔四

成，其次是 S~W 象限約佔三成。夏季波向多自西南方來，相當集中，以 S~W 象限最多，約佔八成五，其他象限比例甚小。臺北港歷年來紀錄之 $H_{1/3}$ 極值為 8.75 米。安平港歷年來紀錄之 $H_{1/3}$ 極值為 6.99 米。

4. 兩港海流觀測部份，主要成份均是潮流，亦即是水位變化所導致之海流，臺北港年平均流速約 36.4cm/s，安平港年平均流速 20.1cm/s。臺北港大過安平約 16cm/s。臺北港各月份之海流極值除 11 月份外均超過 100cm/s，相對的安平港海流流速較慢，兩港夏、秋季易受颱風異常天氣干擾之影響，發生全年中的流速極值。歷年流向統計，兩港由於測站離岸不遠，水體移動受到海岸線之限制，隨季節並無明顯的變化，主要均為依海岸線方向作往復流動。臺北港潮流主要為半日潮流，半日潮流遠較全日潮流為大，其中半長軸長，以 M2 最大約 57cm/s，其次為 S2 約 18cm/s，K1 為 4 cm/s，O1 為 2cm/s。其長軸方向角流皆為沿海岸之東北向或西南向，沿著海岸線之方向。安平港潮流成份主要為半日潮流及全日潮流，半日潮流較全日潮流為大。半長軸同樣遠較半短軸為大。調和分析計算之各分潮之流結果，其中半長軸長以 M2 最大 18.1cm/s，其次 S2 為 6.3 cm/s，K1 為 3.4 cm/s，O1 為 2.0cm/s。其長軸方向角流皆為沿海岸之西北向或東南向，沿著海岸線之方向角約為北偏西 53 度左右。

參考文獻

1. 蘇青和、吳基、徐如娟、林受勳(2002) “ 安平港港口區域潮汐及海流特性研究 ” ，第 24 屆海洋工程研討會。
2. 蘇青和、吳基、廖慶堂、徐如娟 (2003) “ 台北港港口區域潮汐及海流特性研究 ” ，第 25 屆海洋工程研討會。
3. 吳基、林受勳、徐如娟、鍾英鳳、蘇青和、彭南雄(2004) “ 安平港海氣象觀測特性分析 ” ，第 26 屆海洋工程研討會。
4. 吳 基、蘇青和、邱永芳、洪憲忠、徐如娟、林受勳、(2003) “ 台北港海域風浪特性及相關分析 ” ，第 25 屆海洋工程研討會。
5. 吳 基、蘇青和、林受勳、何良勝、徐如娟(2006) “ 颱風侵襲下台北港海域海氣象觀測數據變化分析 ” ，第 28 屆海洋工程研討會。
6. 吳基等(2004) ，"安平港海氣象觀測、防波堤水工模型試驗以及數值模擬研究(海氣象觀測)第六年總結報告" ，交通部運輸研究所港灣技術研究中心報告。
7. 吳基等(2005) ，"臺北港 (92-94 年) 海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷監測作業-九十四年總結報告" ，交通部運輸研究所港灣技術研究中心報告。
8. 蘇青和(1998) ，"高雄港近岸及港內地區海流特性之研究" ，港灣技術研究所，基本研究報告,87-研(十一)-1。

第三子計畫

**臺灣地區港灣波浪推算與構造物
安全監測研究(2/4)**

臺灣地區主要港口附近海域海氣象 觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)

第三子計畫

臺灣地區港灣波浪推算與構造物

安全監測研究(2/4)

摘要

本研究內容主要包含建立花蓮港船舶動態管理系統與波浪特性分析模式，以及進行蘇澳、花蓮兩港之外廓防波堤安全監測等項。其中船舶動態管理系統之建立包括藉由海氣象資料與船隻碇靠、離港紀錄，探討花蓮港域颱風影響因子與船隻異動的關係，及利用倒傳遞式類神經網路建置船舶動態預警模式並進行初步驗證。經由 36 場颱風之學習及 3 場不同影響情況颱風的驗證比對，不論港內發生湧浪、警示船隻出港避風或船隻發生斷纜情況，本模式推算之船隻異動指數與實際發生情況頗為吻合。

利用花蓮港實測波浪資料探討波浪特性分析模式的結果顯示，花蓮港域的波高分佈較符合 Weibull 分佈，其波高直方圖之分組數以 5 至 8 組較適合；且以 Weibull 分佈所計算之理論示性波高值與實測者甚為接近，並可藉由建立之關係式，推算其它波高統計參數值。有關週期分佈之決定則依週期所對應波高之區間分隔而有所不同，但週期直方圖之分組數均以 7 組為最佳；另本研究所計算之 Erlang 理論示性週期與平均週期所需之參數，可大略推算其理論週期統計參數。

防波堤堤址調查與堤體高程測量的結果顯示，蘇澳港南外防波堤沉箱底部並未有明顯掏空或護基方塊移位現象；而花蓮港東防波堤部份沉箱底部有明顯掏空情況，部份沉箱護基方塊亦有較明顯位移現象，較嚴重者其方塊位移達 5~6m。另本年度兩港之沉箱堤面之高程位移差量，並無明顯變化或差異。

目 錄

摘要	
目 錄	
表目錄	
圖目錄	
照片目錄	
第一章 前言	1-1
第二章 颱風風場模式特性探討	2-1
2.1 颱風風場結構之探討	2-1
2.2 颱風模式之建立	2-3
第三章 船舶動態管理系統之建立	3-1
3.1 影響船舶動態的颱風因子	3-1
3.1.1 颱風路徑之影響探討	3-2
3.1.2 颱風規模之影響探討	3-4
3.1.3 颱風風速之影響探討	3-5
3.1.4 颱風中心與花蓮港角度之影響探討	3-7
3.1.5 颱風中心經緯度之影響探討	3-7
3.2 船隻異動指數分類探討	3-8
3.3 船舶動態特性分析	3-10
3.3.1 颱風規模對船舶動態之影響	3-10
3.3.2 颱風發生區域對船舶動態之影響	3-11

3.3.3 颱風風速及方位角對船舶動態之影響	3-15
3.4 船舶動態預警管理系統之建構	3-16
3.4.1 類神經網路模式之理論架構	3-16
3.4.2 類神經網路模式之建立	3-19
3.4.3 類神經網路模式之驗證	3-23
第四章 花蓮港域波浪特性分析	4-1
4.1 資料蒐集與處理	4-1
4.2 波浪資料分析模式說明	4-2
4.2.1 示性波高之計算	4-2
4.2.2 示性週期之計算	4-3
4.2.3 波高與週期分佈函數之探討	4-3
4.3 波浪資料分佈函數之探討	4-11
4.3.1 波高之分析結果	4-11
4.3.2 週期之分析結果	4-18
4.4 波高統計特性之理論推算	4-25
4.4.1 波高統計代表值推導	4-26
4.4.2 波高理論分佈參數分析	4-29
4.4.3 波高之理論與實際值比較方法	4-35
4.4.4 示性波高 H_s 理論與實測值之比較	4-36
4.4.5 $\bar{H} / \sqrt{m_0}$ 理論與實測值之比較	4-40
4.4.6 $H_s / \sqrt{m_0}$ 理論與實測值之比較	4-44
4.4.7 H_s / \bar{H} 理論與實測值之比較	4-47

4.4.8	H_{\max} / H_s 理論與實測值之比較.....	4-51
4.4.9	H_s / H_{rms} 理論與實測值之比較.....	4-56
4.5	週期統計特性之理論推算	4-60
4.5.1	月份之週期統計特性	4-65
4.5.2	每季之週期統計特性	4-68
4.5.3	全年之週期統計特性	4-71
第五章	港灣構造物之安全監測	5-1
5.1	防波堤損壞原因探討.....	5-1
5.2	防波堤現場調查分析.....	5-4
5.2.1	防波堤堤腳與堤址之調查.....	5-4
5.2.2	防波堤堤體異位之調查.....	5-11
5.2.3	多音束測深作業調查	5-17
第六章	結論與建議	6-1
	參考文獻	7-1
附錄 A	花蓮港船隻動態紀錄表	8-1
附錄 B	花蓮港民國 93 年實測波高資料分析	9-1
附錄 C	花蓮港實測週期資料分析	10-1

表 目 錄

表 3.1	颱風路徑歸類表.....	3-3
表 3.2	Saffir-Simpson 的颱風規模分類標準	3-4
表 3.3	1996 年~2005 年花蓮港之颱風規模歸類表	3-5
表 3.4	蒲福風級與波高對照表.....	3-6
表 3.5	1996 年~2005 年花蓮港船隻異動指數歸類表	3-9
表 3.6	颱風規模與船隻異動指數關係.....	3-10
表 3.7	單一隱藏層之學習誤差平方值.....	3-21
表 3.8	雙層隱藏層之學習誤差平方值.....	3-22
表 3.9	模式學習輸出值與實際值(船隻異動指數)之比較.....	3-22
表 4.1	全年波高資料組數與分佈函數之比較($H_s < 0.5m$)	4-14
表 4.2	全年波高資料組數與分佈函數之比較($0.5m < H_s < 1.0m$).....	4-14
表 4.3	全年波高資料組數與分佈函數之比較($1.0m < H_s < 1.5m$).....	4-15
表 4.4	全年波高資料組數與分佈函數之比較($1.5m < H_s < 2.0m$).....	4-15
表 4.5	全年波高資料組數與分佈函數之比較($2.0m < H_s < 3.0m$).....	4-16
表 4.6	全年波高資料組數與分佈函數之比較($H_s > 3.0m$)	4-16
表 4.7	全年週期資料組數與分佈函數之比較($H_s < 0.5m$)	4-22
表 4.8	全年週期資料組數與分佈函數之比較($0.5m < H_s < 1.0m$).....	4-22
表 4.9	全年週期資料組數與分佈函數之比較 ($1.0m < H_s < 1.5m$) ..	4-23
表 4.10	全年週期資料組數與分佈函數之比較($1.5m < H_s < 2.0m$) ...	4-23
表 4.11	全年週期資料組數與分佈函數之比較 ($2.0m < H_s < 3.0m$)	4-24
表 4.12	全年週期資料組數與分佈函數之比較 ($3.0m < H_s$)	4-24

表 4.13	全年週期資料組數與分佈函數之比較(不分波高區間).....	4-25
表 4.14	各區間實測波高資料 m_0 與 β 之關係.....	4-34
表 5.1	蘇澳港南外防波堤堤腳與堤址調查說明表.....	5-4
表 5.2	花蓮港東防波堤堤腳與堤址調查說明表.....	5-6

圖目錄

圖 2.1	颱風結構示意圖.....	2-2
圖 2.2	KMA 亞洲區域 925 hPa 壓力場分佈.....	2-3
圖 2.3	颱風運動參數符號說明.....	2-5
圖 3.1	五種西行颱風路徑示意圖.....	3-2
圖 3.2	兩種北行颱風路徑示意圖.....	3-2
圖 3.3	颱風路徑 8 之示意圖.....	3-3
圖 3.4	颱風路徑 9 之示意圖.....	3-3
圖 3.5	颱風中心與花蓮港之方位角度示意圖.....	3-7
圖 3.6	颱風距離與花蓮觀測站示性波高關係.....	3-8
圖 3.7	颱風規模 1 影響船隻異動的範圍.....	3-12
圖 3.8	颱風規模 2 影響船隻異動的範圍.....	3-13
圖 3.9	颱風規模 3 影響船隻異動的範圍.....	3-13
圖 3.10	颱風規模 4 影響船隻異動的範圍.....	3-14
圖 3.11	颱風規模 5 影響船隻異動的範圍.....	3-14
圖 3.12	颱風風速與船隻異動指數關係圖.....	3-15
圖 3.13	颱風中心至測站方位角與船隻異動指數關係圖.....	3-16
圖 3.14	類神經網路架構示意圖.....	3-17
圖 3.15	類神經網路架構示意圖.....	3-19
圖 3.16	楊妮(Yanni)颱風路徑圖.....	3-24
圖 3.17	模擬楊妮(Yanni)颱風侵襲時之船隻異動指數.....	3-24
圖 3.18	碧利斯(Bilis)颱風路徑圖.....	3-25
圖 3.19	模擬碧利斯(Bilis)颱風侵襲時之船隻異動指數.....	3-25

圖 3.20	尤特(Utor)颱風路徑圖.....	3-26
圖 3.21	模擬尤特(Utor)颱風侵襲時之船隻異動指數.....	3-26
圖 4.1	花蓮港海象觀測站位置示意圖.....	4-1
圖 4.2	統計參數與波高資料直方圖.....	4-5
圖 4.3	波高與週期最適組數與機率分佈函數之操作流程圖	4-10
圖 4.4	花蓮港波高資料各區間 Weibull 分佈之 α 分佈範圍	4-30
圖 4.5	花蓮港波高資料各區間 Weibull 分佈之 β 分佈範圍	4-30
圖 4.6	實測波高資料 m_0 與 α 關係之($H_s < 0.5m$)	4-31
圖 4.7	實測波高資料 m_0 與 α 關係之($0.5m < H_s < 1.0m$).....	4-31
圖 4.8	實測波高資料 m_0 與 α 關係之($1.0m < H_s < 1.5m$).....	4-32
圖 4.9	實測波高資料 m_0 與 α 關係之($1.5m < H_s < 2.0m$).....	4-32
圖 4.10	實測波高資料 m_0 與 α 關係之($2.0m < H_s < 3.0m$).....	4-33
圖 4.11	實測波高資料 m_0 與 α 關係之($H_s > 3.0m$)	4-33
圖 4.12	實測波高資料 m_0 與 α 關係之($H < 0.5m$).....	4-34
圖 4.13	全年波高資料之 m_0 與 α^2/β 之關係	4-35
圖 4.14	示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較 ($H_s < 0.5m$).....	4-37
圖 4.15	示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較 ($0.5m < H_s < 1.0m$).....	4-37
圖 4.16	示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較 ($1.0m < H_s < 1.5m$).....	4-38
圖 4.17	示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較 ($1.5m < H_s < 2.0m$).....	4-38
圖 4.18	示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較 ($2.0m < H_s < 3.0m$).....	4-39

圖 4.19	示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較 ($H_s > 3.0\text{m}$)	4-39
圖 4.20	波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($H_s < 0.5\text{m}$)	4-41
圖 4.21	波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($0.5\text{m} < H_s < 1.0\text{m}$)	4-41
圖 4.22	波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($1.0\text{m} < H_s < 1.5\text{m}$)	4-42
圖 4.23	波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($1.5\text{m} < H_s < 2.0\text{m}$)	4-42
圖 4.24	波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($2.0\text{m} < H_s < 3.0\text{m}$)	4-43
圖 4.25	波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($H_s > 3.0\text{m}$)	4-43
圖 4.26	波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($H_s < 0.5\text{m}$)	4-44
圖 4.27	波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($0.5\text{m} < H_s < 1.0\text{m}$)	4-45
圖 4.28	波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($1.0\text{m} < H_s < 1.5\text{m}$)	4-45
圖 4.29	波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($1.5\text{m} < H_s < 2.0\text{m}$)	4-46
圖 4.30	波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($2.0\text{m} < H_s < 3.0\text{m}$)	4-46
圖 4.31	波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($H_s > 3.0\text{m}$)	4-47
圖 4.32	H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖($H_s < 0.5\text{m}$)	4-48
圖 4.33	H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖($0.5\text{m} < H_s < 1.0\text{m}$)	4-48
圖 4.34	H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖($1.0\text{m} < H_s < 1.5\text{m}$)	4-49
圖 4.35	H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖($1.5\text{m} < H_s < 2.0\text{m}$)	4-49
圖 4.36	H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖($2.0\text{m} < H_s < 3.0\text{m}$)	4-50
圖 4.37	H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖($H_s > 3.0\text{m}$)	4-50
圖 4.38	H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖($H_s < 0.5\text{m}$)	4-52
圖 4.39	H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖($0.5\text{m} < H_s < 1.0\text{m}$) ...	4-53
圖 4.40	H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖($1.0\text{m} < H_s < 1.5\text{m}$) ...	4-53
圖 4.41	H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖($1.5\text{m} < H_s < 2.0\text{m}$) ...	4-54

圖 4.42	H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖(2.0m<Hs<3.0m) ...	4-54
圖 4.43	H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖(Hs>3.0m).....	4-55
圖 4.44	全年波高實測值與理論 H_{max} 之比較	4-55
圖 4.45	H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(Hs<0.5m)	4-57
圖 4.46	H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(0.5m<Hs<1.0m)....	4-57
圖 4.47	H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(1.0m<Hs<1.5m)....	4-58
圖 4.48	H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(1.5m<Hs<2.0 m) ...	4-58
圖 4.49	H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(2.0m<Hs<3.0m)....	4-59
圖 4.50	H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(Hs>3.0m)	4-59
圖 4.51	α/λ 與 \bar{T} 之關係圖	4-60
圖 4.52	α/λ 與 T_{01} 之關係圖(93 年 8 月).....	4-62
圖 4.53	α/λ 與 T_{01} 之關係圖(93 年第 3 季).....	4-62
圖 4.54	α/λ 與 T_{01} 之關係圖(93 年全年).....	4-63
圖 4.55	實測資料 T_s 與理論平均週期 \bar{T}^E 之關係圖(93 年 8 月)	4-64
圖 4.56	實測資料 T_s 與理論平均週期 \bar{T}^E 之關係圖(93 年第 3 季)	4-64
圖 4.57	實測資料 T_s 與理論平均週期 \bar{T}^E 之關係圖(93 年全年)	4-65
圖 4.58	93 年 8 月示性週期之理論與推估值比較.....	4-66
圖 4.59	93 年 9 月示性週期之理論與推估值比較.....	4-66
圖 4.60	93 年 8 月示性週期之理論與推估值比較.....	4-67
圖 4.61	93 年 9 月平均週期之理論與推估值比較.....	4-67
圖 4.62	93 年第 3 季示性週期之理論與推估值比較.....	4-69
圖 4.63	93 年第 4 季示性週期之理論與推估值比較.....	4-69
圖 4.64	93 年第 3 季平均週期之理論與推估值比較.....	4-70
圖 4.65	93 年第 4 季平均週期之理論與推估值比較.....	4-70

圖 4.66	93 年全年示性週期之理論與推估值比較.....	4-71
圖 4.67	93 年全年平均週期之理論與推估值比較.....	4-72
圖 5.1	94 年花蓮港東防波堤#65 沉箱外海側底部掏空情形	5-3
圖 5.2	94 年花蓮港東防波堤#71 沉箱外海側底部掏空情形	5-3
圖 5.3	蘇澳港南外防波堤沉箱控制點測量範示意圖.....	5-12
圖 5.4	花蓮港新東堤沉箱控制點測量範示意圖.....	5-12
圖 5.5	蘇澳港南外堤沉箱堤面各 E 點之歷年高程變化比較	5-13
圖 5.6	蘇澳港南外堤沉箱堤面各 S 點之歷年高程變化比較	5-14
圖 5.7	蘇澳港南外堤沉箱堤面各 W 點之歷年高程變化比較.....	5-14
圖 5.8	花蓮港東堤沉箱堤面各 E 點之歷年高程變化比較	5-15
圖 5.9	花蓮港東堤沉箱堤面各 N 點之歷年高程變化比較.....	5-16
圖 5.10	花蓮港東堤沉箱堤面各 S 點之歷年高程變化比較	5-16
圖 5.11	花蓮港東堤沉箱堤面各 W 點之歷年高程變化比較.....	5-17
圖 5.12	測量成果等深線圖.....	5-18
圖 5.13	花蓮港東防波堤堤頭沉箱堤址現況.....	5-18
圖 5.14	# 12 與 # 13 沉箱堤腳塊石分佈情形.....	5-18
圖 5.15	# 29 沉箱堤腳塊石位移情形.....	5-19
圖 5.16	# 33 沉箱堤腳塊石位移情形.....	5-19
圖 5.17	# 34 沉箱堤腳塊石位移情形.....	5-19
圖 5.18	# 66、 # 66 沉箱側面隙縫與堤腳塊石位移情形.....	5-20

照片目錄

照片 5.1	花蓮港東防波堤#26 沉箱位移情況.....	5-10
照片 5.2	花蓮港東防波堤 # 34 沉箱底部掏空範圍.....	5-10
照片 5.3	花蓮港東防波堤 # 34 沉箱底部掏空範圍擴大至 # 33 沉箱.....	5-11

第一章 前言

臺灣四周環海，航運貿易尤為經濟發展之命脈，因此，港內之穩靜關係著船隻碇泊與貨物裝卸之作業。而從事港灣工程規劃設計者冀望以長期可靠之海氣象資料，作為港灣構造物、港內設施與船隻碇泊等相關事項改善之依據，尤其當颱風或異常波浪來襲時，能及時的提供相關安全資訊，作為港務管理單位實施預警性防護措施之參考。

由於臺灣地理位置正處於西太平洋颱風發生及主要行進的區域，夏秋兩季常受颱風侵襲，尤以臺灣東部最為嚴重。而颱風帶來的強大風浪及豪雨，不僅造成陸上人員傷亡與建築物的破壞，且當颱風來襲時，因颱風風力強力吹襲海面所形成的波浪具有較長週期與較大波高，波浪能量即較平時之季節風波浪強，相對於沿岸地形或港灣結構物的破壞也隨之增加；而港內則因波浪作用影響船舶安全以及碇泊作業的進行。因此，如何建立一個包含能快速反應的港內船舶動態管理系統及長期性的港池結構物安全監測資料庫，用以提供港務單位港灣海域安全操作之應用依據，是為本計畫之研究目標。

依據計畫目標，本研究工作擬先利用本所於各主要港口建置之長期海氣象觀測資料，進行港域波浪特性探討並建立一即時性的颱風波浪推算操作模式。再利用海氣象觀測資料與港內船舶碇靠、離港紀錄，分析船隻異動與颱風波浪關係，用以建立船舶動態管理系統；另外，依據港池外廓防波堤之監測資料分析破壞原因，建立結構物安全維護評估依據。最後，以快速反應的颱風波浪推算模式提供港內船舶動態管理及港池結構物安全監測之即時性資訊，合構建立一視窗化監測操作系統。

本計畫擬以四年時間(民國 94~97 年)進行研究探討，本年度為第二年研究期程。有關颱風波浪推算操作模式，本研究已於 94 年利用類神經-模糊網路分析方法及圖形化介面模組，建立一套花蓮港域之視窗化

颱風波浪推算操作模式，相關計算數值與實測值頗為脛合，並正申請專利中，本計畫擬於 96 年度進行現場推算預測驗證。

在港域波浪特性探討方面，有關往昔國內外學者的研究，Longuet-Higgins(1952)首先證明了海面上的波高應該近似於 Rayleigh 分佈，而 Forritall(1978)以墨西哥灣暴風雨來臨時的實測波浪資料分析，提出波高分佈為具兩參數的 Weibull 分佈；Pan(1992)利用中國沿海各地至少三年以上的波浪資料，驗證出海上波高的機率分佈為對數-常態分佈；錢(1991)也提到海面波高的機率分佈為常態分佈；此外，Guedes(2001)也根據葡萄牙的港外波高資料，驗證波高合適的機率分佈為 Weibull 分佈；Satheesh 等人(2005)則以印度 Alleppey 的波高資料作機率分佈，也說明了波高分佈以 Weibull 分佈最佳。至於週期方面則有，Rayleigh(1952)提出風波場的週期分佈可以 Rayleigh 模式來描述，而 Bretschneider(1959)亦曾提出週期的平方成 Rayleigh 分佈的建議。Nair 等(2002)將 Erlang 分佈理論應用在週期分佈上，提出平均週期、示性週期、平均最大週期、出現頻率最多的最大週期及週期極值等 5 個理論值，與實際波浪資料比較後，證明 Erlang 分佈應用在波浪週期上之正確性。本計畫仍延續 94 年度的分析方式，利用花蓮港外海的波浪觀測資料，以直方圖與各種機率密度分佈函數，進一步探討花蓮港域包含波高及週期最適分佈的波浪統計特性。

有關船舶動態管理系統建置方面，本年度延續 94 年度利用花蓮港的船隻動態紀錄與颱風路徑、規模、風速等颱風影響因子的影響機制探討，進一步篩選船隻異動指數，探討颱風規模及波浪特性的影響特性，並初步建構以類神經網路分析方法為主的操作預警模式。

臺灣每年遭受約 3.5 個颱風之侵襲，其中尤以東部地區為烈，針對港池外廓防波堤結構物而言，其為維繫港池穩靜的屏障，彼等結構物之保固是為港內設施與船隻碇泊安全的指標。觀之台灣東部蘇澳與花蓮兩港，不僅位處地震頻仍之地區，且因受颱風波浪之侵襲受損而危及港內。因此，本計畫亦延續 94 年度的工作方式，進行蘇澳與花蓮兩

港外廓防波堤堤體變位及堤址淘刷的現況調查，及防波堤受力特性之分析探討，以作為防波堤結構物維護對策與破壞預測推估之參考依據。

本計畫報告內容主要包括，第二章為探討颱風風場特性與模式結構之說明；第三章則為船舶動態管理系統建構過程與分析結果，其中包括颱風影響船舶動態機制因子的探討及類神經網路預警模式之建構；第四章為包含波高與週期的港域波浪統計特性分析結果；第五章則是蘇澳與花蓮兩港防波堤受力特性分析及結構物堤體安全監測結果；最後，於第六章作一研究報告之結論。

第二章 颱風風場模式特性探討

2.1 颱風風場結構之探討

颱風結構呈漏斗狀之強烈渦流，下層空氣流向中心並向上竄升，高至 10 公里左右後，向四周流出，四周空氣涵蓋之範圍可達數百公里。由天氣圖上所見之颱風，約形成同心圓等壓線分佈之低氣壓，在近中心附近之壓力梯度愈大，風速愈強，但在颱風中心附近反呈無風狀態。成熟熱帶氣旋或颱風具有獨特螺旋狀雨帶和風眼，眼區半徑最大可達 100 公里，最小僅 5 公里，一般情形約為 25-60 公里。從颱風外圍向內，地面氣壓迅速下降，風力增強，並伴隨狂風大雨，風眼區內天氣較平靜熱帶氣旋的溫壓場。

颱風的氣壓場特徵為極低的中心氣壓和極大的水平氣壓梯度，形成颱風中心最低氣壓一般在 960 百帕(hPa)以下。地面天氣圖上，熱帶氣旋表現為一個圓形對稱的、梯度極大的閉合低壓系統。颱風的流場低層有強烈氣旋性風切變化和氣流流入，高層則有氣流流出，低層的氣流流場和高層的流場都從熱帶氣旋中心往外伸展約 1000 公里。颱風水平範圍大致可分為三部份：1.眼區，一般範圍約為數十公里，眼區內風力較弱；2.最大風速區，圍繞在颱風眼的環狀最大風速區，平均寬度約為 8 至 50 公里，最大風速區約與颱風眼壁的雲牆相當；3.外區，從最大風速區外緣至熱帶氣旋邊緣，在這個區域，風速向外急遽減弱。

颱風垂直結構也可分為三層：一為地面至 3 公里左右的氣旋性流入層，有強烈氣流流入中心，其中 1 公里以下的輻合最強；3 至 8 公里之中層，流入氣流很少，主要是垂直氣流，將低層輻合的暖濕空氣通過這一層輸送至高層；另一 8 公里到熱帶對流層頂部為流出層，最大輻散氣流出現在 10 公里左右。流出的空氣和四周的環境空氣混合下沉

至低層，形成熱帶氣旋的垂直環流，颱風結構表示如圖 2.1 所示。

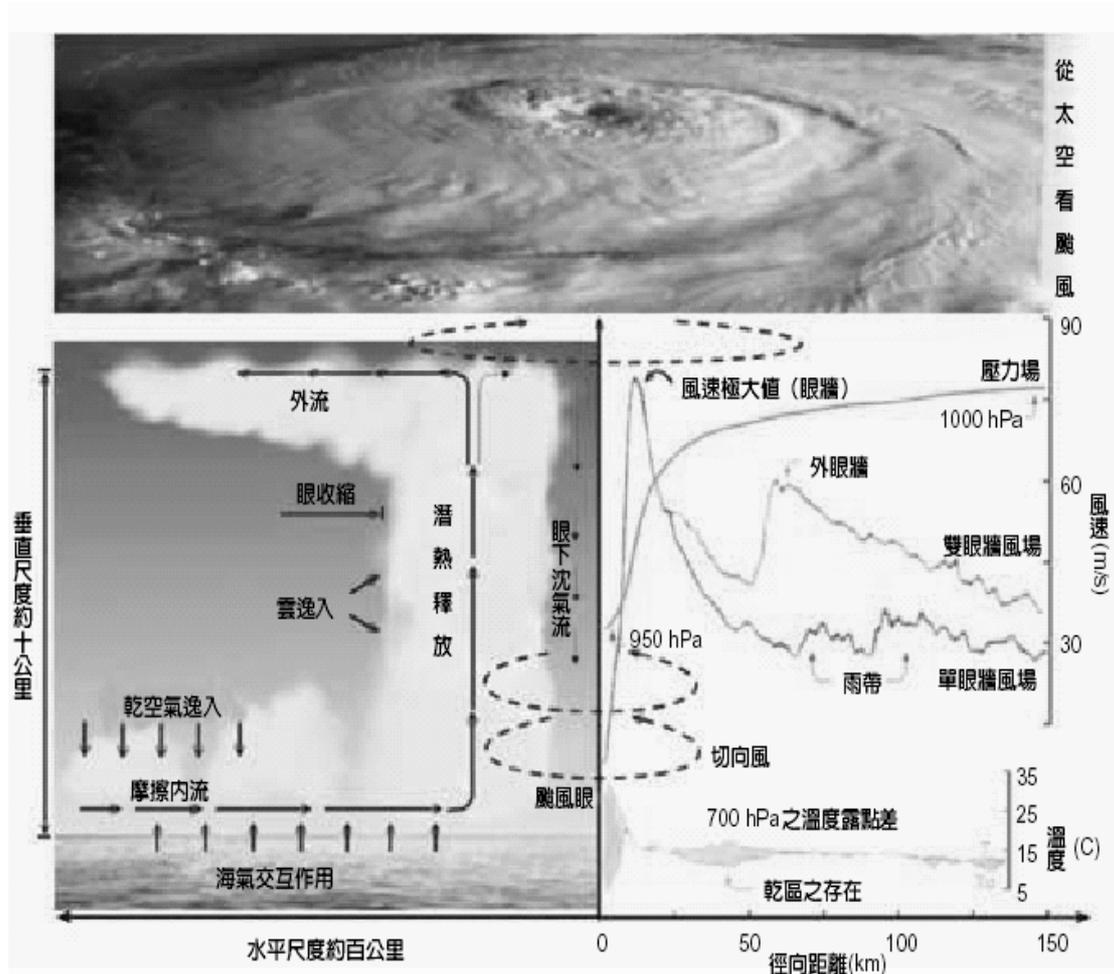


圖 2.1 颱風結構示意圖（摘自：科學發展月刊）

藉由衛星資料可以初步瞭解颱風的物理特性及颱風風場基本的變化機制，颱風風場的變化受制於颱風的運動行為、颱風能量增減及陸地的影響。颱風屬於熱帶性低氣壓，颱風運動行為受太平洋高氣壓對熱帶氣旋的移動、轉向的路徑有主要作用。當太平洋高氣壓強大、穩定，呈東西向帶狀分佈時，位於太平洋高氣壓南側的熱帶氣旋在東風氣流引導下會西移，當熱帶氣旋位於太平洋高氣壓西側時將向北移，又熱帶氣旋在太平洋高氣壓北側時將向東移。

在整個颱風的事件中，颱風風場是許多影響因素作用於颱風後的結果，在颱風波浪推算的過程中，颱風風場之變化即成為計算颱風波浪的主要影響因素，然颱風風場變化相當的迅速及複雜，針對風場進

行完整的量測及解析是為相當困難之作為。因此，目前大致應用在假設解析區域內的風場均勻的條件下，對於風場的量測採用每小時或是 6 小時內量測風速的平均值或是壓力場(如圖 2.2 所示)，再配合衛星資料分析計算描繪颱風風場，由資料的解析程度決定每一個解析點的風速涵蓋面積。由於風場與時間變化資料之完整性及快速性影響風場計算的準確度，因此，有關颱風模式的選擇，將依據颱風資料取得之方式，採用參數形式之颱風模式作為結合類神經颱風波浪計算模式。

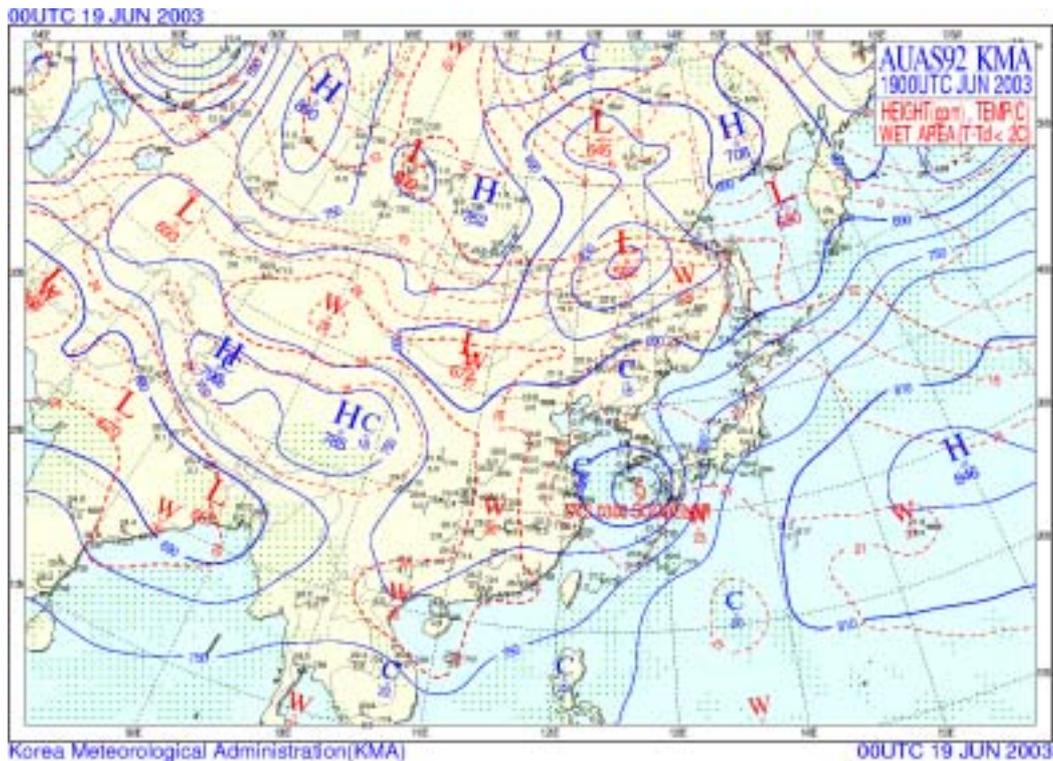


圖 2.2 KMA 亞洲區域 925 hPa 壓力場分佈

2.2 颱風模式之建立

有關大區域之波浪推算模式，自 1970 年代經不斷的修改控制方程式中相關能量交換的過程及作用機制，發展至目前的第三代波浪推算模式，如 WAM (1988)或 Tolman (1997)等，在風場作用下的二維波譜 $N(t, \phi, \theta, \lambda)$ 能量守恆方程式表示為：

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{1}{\cos \phi} \frac{\partial}{\partial \phi} (N \dot{\phi} \cos \theta) + \frac{\partial}{\partial \lambda} (N \dot{\lambda}) + \frac{\partial}{\partial \theta} (N \dot{\theta}) = \frac{S}{\sigma} \dots\dots\dots(2.1)$$

其中 $S = S_{in} + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} \dots\dots\dots(2.2)$

式中 t 為時間， θ 是波浪的前進方向， ϕ 、 λ 是經度及緯度， σ 為成分波的頻率， $\dot{\phi}$ 、 $\dot{\lambda}$ 是群波速度在經度及緯度方向的分量， $\dot{\theta}$ 為波浪前進方向改變率， S 是總和的能量交換，包括風能輸入作用項 (S_{in})，波波間非線性交互作用項 (S_{nl})，由白沫現象或是碎波波浪產生之能量散逸 (S_{ds})，及底床摩擦的能量消耗 (S_{bot})。

颱風風場變動與能量輸入機制的瞭解對以能量平衡式推算颱風事件進行波浪相當重要。由於颱風風場的變動包括颱風移動速度及方向、颱風規模、颱風移動軌跡以及颱風位置的經緯度等，且颱風風場需要足夠的作用時間方能提供海面形成颱風波浪的能量。因此，颱風波浪波波間非線性交互作用、波浪白沫現象及碎波波浪產生之能量散逸皆與颱風運動行為及颱風規模的變動有密切的關係。

本研究為方便描述颱風中心的變化，乃以極座標 r 、 θ_1 取代一般的颱風中心經緯度 ϕ 、 λ ，其中 r 為颱風中心至觀測站的距離， θ_1 為颱風中心至觀測站的方位角。

由於颱風風場對海面波浪的作用需要有足夠的作用時間才能產生成熟的颱風波浪，因此在風場作用期間的變化將影響颱風波浪的行為，對於颱風連續性的變化包括有颱風規模 V_{max} 的變化、颱風移動速度 V_f 的變化、颱風相對移動位置 r 、 θ_1 的變化以及颱風風場分佈旋轉，即颱風行進方向與觀測夾角 θ_2 的變化，颱風運動參數符號說明如圖 2.3 所示。

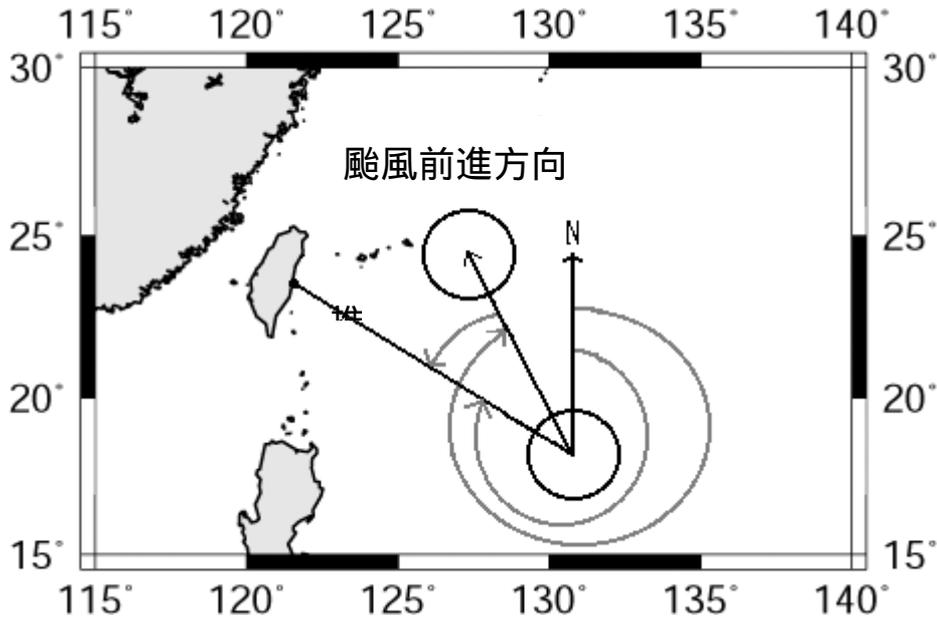


圖 2.3 颱風運動參數符號說明

式(2.2)之波浪能量的變化於颱風波浪及颱風運動行為中呈現之方式，詳述如下。

1.風能輸入作用項(S_{in})：

颱風風場能量輸入的建構方式可使用即時衛星觀測資料、大氣氣象模式模擬以及參數颱風風場模式等三種方式，本研究中採用參數形式的颱風風場模式當作能量輸入的計算模式，利用 Holland (1980)的經驗參數模式來描述颱風風場，其為

$$\frac{p - p_c}{p_n - p_c} = \exp\left[-\left(\frac{R}{r}\right)^B\right] \dots\dots\dots(2.3)$$

其中 p_n 為颱風影響範外的氣壓， p_c 為颱風中心氣壓(mb)， p (mb) 為距離颱風中心 r (km) 的氣壓，風場內距離颱風中心 r 的風速 V (m/s) 如下式所示：

$$V = \left[\frac{B(p_n - p_c)}{\rho} \left(\frac{R}{r}\right)^B \exp\left[-\left(\frac{R}{r}\right)^B\right] + \frac{r^2 f^2}{4} \right]^{0.5} - \frac{rf}{2} \dots\dots\dots(2.4)$$

其中 f 為柯氏參數(Coriolis parameter)。若忽略柯氏力的影響，颱風最大風速可表示為：

$$V_{\max} = \left[\frac{B(p_n - p_c)}{\rho \cdot e} \right]^{0.5} \dots\dots\dots(2.5)$$

係數 B 採用 Harper and Holland (1999)建議的關係式：

$$B = 2 - \frac{p_c - 900}{160}, \quad 1.0 < B < 2.5 \dots\dots\dots(2.6)$$

風場在海面上 10 公尺的風速為：

$$V_{10} = K_m V \dots\dots\dots(2.7)$$

Harper and Holland (1999)建議 $K_m = 0.7$ ，而颱風風場的風傾角假設為 25° 。颱風移動速度 V_f 對颱風風場內的影響，採用 Jelesnianski (1966)建議的關係式：

$$V(r) = \frac{R \cdot r}{R^2 + r^2} V_f \dots\dots\dots(2.8)$$

由風場的規模變動及推算點的距離、角度藉由式(2.3)至式(2.8)可推算出區域的 V_{10} ，此 V_{10} 可充分表現出該區域颱風風場特性與颱風波浪的相對關係，所以，考慮颱風運動及颱風規模連續的變動則 S_{in} 隨時間的變動即可由 V_{10} 、 r 、 θ_1 及時間 t 的函數表示之。

2. 波波間非線性交互作用項(S_{nl})

假設颱風波浪在生成與傳遞過程中的交互作用皆來自於颱風風場，並考慮颱風波浪場內的波浪大於當地的波浪或是忽略當地的波浪，故波波間非線性交互作用項(S_{nl})只與颱風風場結構以及颱風運動有關，相似的颱風結構及颱風運動行為有相似的波波間非線性交互作用結果。

3. 能量散逸項(S_{ds})

對於颱風波浪能量散逸的型態主要來自於波浪的摩擦、碎波或是白沫現象，通常發生因素包括風速的驟變、地形的影響，如果相似的颱風結構及颱風運動行為有相似的能量散逸作用的結果。對能量散逸項 (S_{ds}) 的描述也可以利用颱風運動軌跡以及颱風規模的變化進行描述。

4. 底床摩擦的能量消耗 (S_{bot})

底床摩擦的能量消耗 (S_{bot}) 因外海颱風所處的水深較深，底床地形對颱風及波浪影響甚低，且若推算點的水深不在近岸淺水區，波浪傳遞受底床摩擦力影響甚小，因此底床能量消耗因素，在本研究中不予以考慮。

5. 其他影響波浪傳遞的因素

颱風移動速度的變化直接影響颱風風場內波浪傳遞的情形，當颱風移動速度接近颱風波浪傳遞速度時，颱風波浪在颱風前進方向的傳遞就受到限制，使得波浪無法傳出颱風風場，當然，颱風移動速度緩慢時颱風波浪的傳遞就能夠容易的傳出風場的範圍，然而颱風移動速度並不會固定不變，加上風場作用海面的過程並非即時反應在生成波浪與改變波浪行為，因此某時刻的颱風波浪除了應該與 t 時刻的颱風位置及移動速度有關外，也應該與前時刻內發生過的颱風軌跡與移動速度的變化有關，也就是與 V_f 的變化有關。如果颱風中心的資料的取樣間距固定時， V_f 可以利用颱風中心位置的變動表示，即為颱風的運動軌跡。

在颱風風場內不同位置的風速及風向並非對稱，而此特性直接反應到颱風波浪的分佈，通常在北半球行進間的颱風，右半圓風速較左半圓在相同半徑的風速大而波浪分佈亦相同，當颱風行為變化時，相對應的風場結構也會出現變動，對應不同颱風風場位置的波浪也因為風場結構的變動而出現變化。作用在海面的風場特性變動不大時，颱風波浪的行為相對單純，如果考慮颱風風場範圍內因颱風行進方向改變，造成海面受颱風作用區域內風場連續的變化對颱風波浪產生的的連

續影響，就必須同時考慮風場變動時間延時對風域內波浪的影響。假設相似行為、規模的颱風風場結構變動相似，颱風風場因為行進方向改變而產生的變動可以利用颱風行進方向與觀測站的夾角 θ_2 隨時間的變動表示。

依據以上所述，瞭解風速 V_{10} 為提供及影響颱風波浪大小主要的因素，而颱風的路徑及行為是影響颱風波浪變化的原因，在固定位置上即使兩個同樣的颱風規模但運動方向不同的路徑颱風波浪亦會不同。為了簡化能量方程式的架構，利用限制推算颱風波浪區域減少影響變數，對於固定區域颱風波浪推算總和能量 S 的能量交換在路徑及規模相似的颱風條件下，可用前 m 個小時 $V_{10}, r, \theta_1, \theta_2$ 的函數線性組合表示之：

$$S(t) = f_1[V_{10}(t), r(t), \theta_1(t), \theta_2(t)] \dots\dots\dots(2.9)$$

式(2.9)中 a_i 為係數， f_1 為函數， t_m 為時間。根據以上的能量平衡觀念，颱風波浪為 m 小時內能量 S 的函數：

$$H_s(t) = \sum_{m=0}^n a_m f_2[S(t - m\Delta t)] \dots\dots\dots(2.10)$$

結合式(2.9)及式(2.10)可表示颱風波浪之示性波高為不同時間 $V_{10}, r, \theta_1, \theta_2$ 的函數

$$H_s(t) = \sum_{m=0}^n b_m f(V_{10}, r, \theta_1, \theta_2; t - m\Delta t) \dots\dots\dots(2.11)$$

式(2.11)中 m 表示颱風開始影響颱風波浪的時間，即 t 時刻的颱風波浪只受過去 m 小時內的颱風行為影響， m 即為計算颱風波浪資料的延時時間。

第三章 船舶動態管理系統之建立

臺灣濱臨太平洋，位處易受颱風或異常波浪侵襲地區，而颱風所引起之巨浪常為港灣設施損壞之原因，且亦困擾港內船隻作業與碇靠之管理。尤其花蓮港為位於臺灣東部之人工港，沒有自然岬灣或灣澳的遮蔽，又因臨近海域海底地形特殊關係，每年夏季平均約有 3 至 4 個颱風侵襲，港內船隻常需於颱風期間出港避風，以避免斷纜之虞。是以探討颱風波浪對船隻動態之影響，並能即時性提供預警資訊，以作為港務單位船隻動態管理之依據。因此，本研究擬由海氣象資料與歷年港內船隻碇靠、離港紀錄，探討颱風與船隻動態的因子關係，並尋求建立一套可快速預警的船舶動態管理系統。本項工作本年度仍針對花蓮港域延續探討颱風影響船隻動態的機制因子外，並初步進行船舶動態管理預警系統之建置與驗證工作。

3.1 影響船舶動態的颱風因子

由基本學理得知，當颱風中心愈接近港灣時風力愈大，較大的颱風波浪亦造成港池振盪愈劇烈，且愈影響船隻停泊的安全。因此，颱風強弱與行經路徑影響波浪大小，波浪大小影響港池之靜穩度，而港池靜穩度則關係著港內船隻停泊或出港避浪的不同因應作法。簡和曾(1999)論述颱風波浪大小與颱風行進路徑及強度規模有關；張與郭(1999)發現以外海入射波向為西南向波浪對花蓮港港池靜穩定之影響最大；張和錢(2003)發現當颱風距離推算點在 1500 公里以內時，波高隨著颱風的接近明顯升高，波高與距離有著明顯的關係。

由以上學者專家之論述歸納得知，影響花蓮港內船隻動態的颱風因子可包括：颱風路徑、颱風規模、風速、颱風中心與花蓮港之角度，及颱風中心的經緯度等五個，此五項颱風因子之影響情況將詳述如

下。為配合花蓮港務局所提供颱風期間的船隻動態表(始自民國 85 年)，本章之資料分析期間為民國 89 年至 94 年。

3.1.1 颱風路徑之影響探討

依據中央氣象局之颱風路徑分類法，將侵台的颱風路徑分為九種：其中包括西行颱風部份，當颱風中心位置在東經 122°時，依不同的緯度區分為 5 種路徑，相關路徑如圖 3.1 所示。颱風路徑說明為：颱風路徑 1:颱風在 25°N 緯度以上之西行者；颱風路徑 2:颱風在 24°-25°N 緯度間上西行者；颱風路徑 3：颱風在 23°-24°N 緯度間西行者；颱風路徑 4：颱風在 22°-23°N 緯度間西行者；颱風路徑 5：颱風低於 22°N 以下西行者。

另外，以中央山脈軸線為界將北行颱風分為兩種，在東者為颱風路徑 6，在西者為颱風路徑 7，如圖 3.2。而颱風路徑 8 為自太平洋西行而後「東北」轉向，如圖 3.3；颱風路徑 9 則為南海生成之颱風，如圖 3.4。

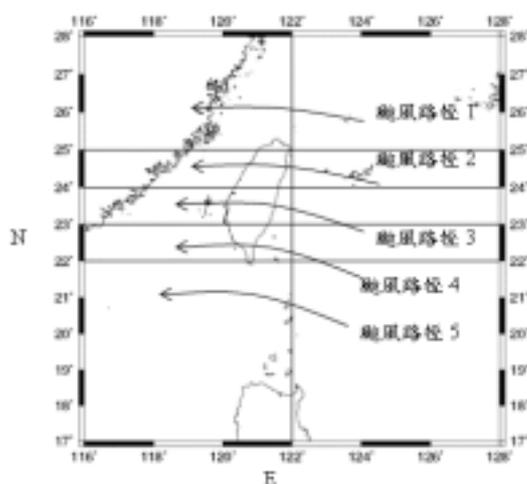


圖 3.1 五種西行颱風路徑示意圖

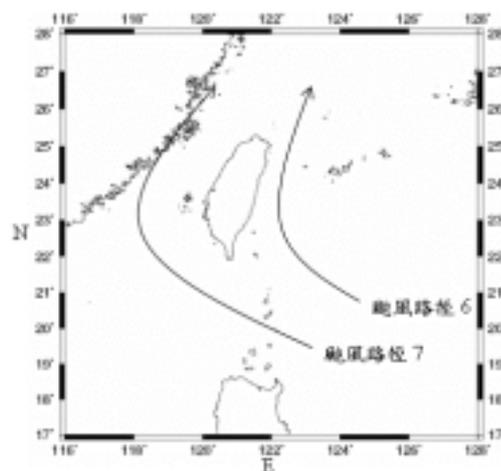


圖 3.2 兩種北行颱風路徑示意圖

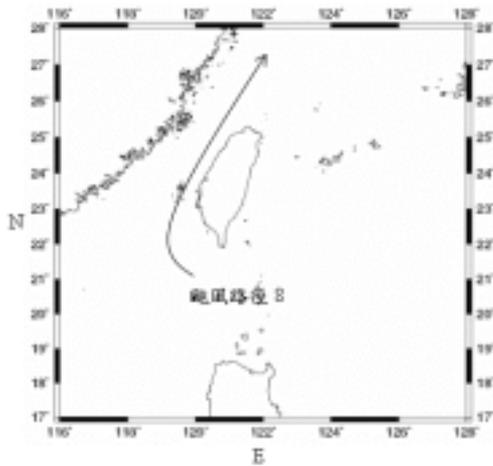


圖 3.3 颱風路徑 8 之示意圖

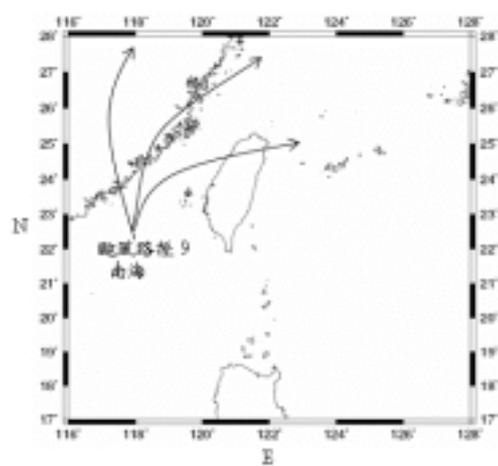


圖 3.4 颱風路徑 9 之示意圖

依據前述之 9 種颱風路徑分類，及花蓮港港務局提供民國 85 年至 94 年之船隻動態表中發生之颱風共 69 場整理其路徑分類，如表 3.1 所示。由表中發現屬第 6 種颱風路徑為最多，共有 38 個；其次為第 5 種路徑有 10 個，而第 2、4、9 種路徑最少。

表 3.1 颱風路徑歸類表

颱風路徑	颱風名稱	個數
1	溫妮(Winnie, 1997)、辛樂克 (Sinlake, 2002) 蘭寧 (Ranim, 2004) 艾利 (Aere, 2004) 馬莎 (Masta, 2005)	5
2	賀伯 (Herb, 1996) 海棠 (Haitang, 2005) 泰利 (Talim, 2005)	3
3	安珀 (Amber, 1997) 奧托 (Otto, 1998) 碧利斯 (Bilis, 2000) 桃芝 (Toraji, 2001) 龍王 (Longwang, 2005)	5
4	莫拉克 (MORAKOT, 2003)	1
5	莎莉 (Sally, 1996) 貝絲 (Beth, 1996) 瑪姬 (Maggie, 1999) 山姆 (Sam, 1999) 貝碧佳 (Bebinca, 2000) 尤特 (Utor, 2001) 尹布都 (Imbudo, 2003) 科羅旺 (Krovanh, 2003) 杜鵑 (Dujan, 2003) 珊瑚 (Sanvu, 2005)	10
6	魏萊特 (Violet, 1996) 薩恩 (Zane, 1996) 戴兒 (Dale, 1996) 伊莎 (Isa, 1997) 歐珀 (Opal, 1997) 彼得 (Peter, 1997) 羅西 (Rosie, 1997) 蒂娜 (Tina, 1996) 楊妮 (Yanni, 1998) 瑞伯 (Zeb, 1998) 凱特 (Kate, 1999) 歐佳 (Olga, 1999) 奇洛基 (Kirogi, 2000) 雷馬遜 (Rammasun, 2002) 科吉拉 (Kujira,	38

	2003) 艾陶(Etau, 2003) 米勒(Melor, 2003) 蘇迪勒(Soudrlor, 2003) 梅米(Maemi, 2003) 海燕(Haiyan, 2003) 盧比(Lupit, 2003) 巴比崙(Prapiroon, 2000) 凱沙娜(Ketsana, 2003) 舒達(Sudal, 2004) 妮妲(Nida, 2004) 康森(Conson, 2004) 敏督利(Mindulle, 2004) 梅姬(Megi, 2004) 佳芭(Chaba, 2004) 納坦(Nock-Ten, 2004) 桑達(Songda, 2004) 米雷(Meari, 2004) 馬鞍(Man-On, 2004) 陶卡基(Tokage, 2004) 桑卡(Sonca, 2005) 尼莎(Nesat, 2005) 娜比(Nabi, 2005) 卡努(Khanun, 2005)	
7	葛樂禮(GLORIA, 1996) 奇比(CHEBI, 2001) 丹恩(DAN, 1999)	3
8	艾文(IVAN, 1997) 維琪(VICKI, 1998) 象神(XANGSANE, 2000)	3
9	芭比絲(BABS, 1998)	1

3.1.2 颱風規模之影響探討

颱風規模係依照 Saffir-Simpson 之分類標準，將颱風規模依據颱風中心氣壓及最大風速分為五級，每級各約有 9-18 個，其分類標準如表 3.2 所示。依此標準，將前述之 69 場颱風分類出其颱風規模情形，如表 3.3。由表中可知，花蓮港域於民國 85 年至 94 年間發生的颱風以屬第 4、5 級颱風規模的個數較多。

表 3.2 Saffir-Simpson 的颱風規模分類標準

颱風規模	壓力 (mb)	風速 (knts)
1 級颱風	>980	64~82
2 級颱風	965~980	83~95
3 級颱風	945~965	96~112
4 級颱風	920~945	113~134
5 級颱風	<920	>134

表 3.3 1996 年~2005 年花蓮港之颱風規模歸類表

颱風規模	颱風名稱	個數
1 級颱風	彼得 (Peter, 1997) 楊妮 (Yanni, 1998) 奧托 (Otto, 1998) 凱特 (Kate, 1999) 歐佳 (Olga, 1999) 山姆 (Sam, 1999) 尤特 (Utor, 2001) 莫拉克 (Morakot, 2003) 米勒 (Melor, 2003) 梅姬 (Megi, 2004) 珊瑚 (Sanvu, 2005)	11
2 級颱風	貝絲 (Beth, 1996) 葛樂禮 (Gloria, 1996) 蒂娜 (Tina, 1997) 歐珀 (Opal, 1997) 維琪 (Vicki, 1998) 象神 (Xangsane, 2000) 貝碧佳 (Bebinca, 2000) 科羅旺 (Krovanh, 2003) 巴比崙 (Prapiroon, 2000) 海燕 (Haiyan, 2001) 康森 (Conson, 2004) 蘭寧 (Rananim, 2004) 艾利 (Aere, 2004) 馬莎 (Masta, 2005)	14
3 級颱風	薩恩 (ZANE, 1996)、安珀 (AMBER, 1997)、丹恩 (DAN, 1999)、瑪姬 (MAGGIE, 1999)、奇比 (CHEBI, 2001)、桃芝 (TORAJI, 2001)、雷馬遜 (RAMMASUN, 2002)、艾陶 (ETAU, 2003)、納坦 (NOCK-TEN, 2004)	9
4 級颱風	魏萊特 (Violet, 1996) 奇洛基 (Kirogi, 2000) 杜鵑 (Dajuan, 2003) 科吉拉 (Kujira, 2003) 尹布都 (Imbudo, 2003) 蘇迪勒 (Soudelor, 2003) 辛樂克 (Sinlake, 2002) 凱沙娜 (Ketsana, 2003) 舒達 (Sudal, 2004) 敏督利 (Mindulle, 2004) 桑達 (Songda, 2004) 米雷 (Meari, 2004) 陶卡基 (Tokage, 2004) 桑卡 (Sonca, 2005) 尼莎 (Nesat, 2005)、泰利 (Talim, 2005)、卡努 (Khanun, 2005) 龍王 (Longwang, 2005)	18
5 級颱風	戴兒 (Dale, 1996) 賀伯 (Herb, 1996) 莎莉 (Sally, 1996) 溫妮 (Winnie, 1997) 伊莎 (Isa, 1997) 艾文 (Ivan, 1997) 羅西 (Rosie, 1997) 瑞伯 (Zeb, 1998) 芭比絲 (Babs, 1998) 碧利斯 (Bilis, 2000) 盧比 (Lupit, 2003) 梅米 (Maemi, 2003) 妮妲 (Nida, 2004) 佳芭 (Chaba, 2004) 馬鞍 (Man-On, 2004) 海棠 (Haitang, 2005)、娜比 (Nabi, 2005)	17

3.1.3 颱風風速之影響探討

表 3.4 為依據蒲福風級(Beaufort Scale)分類之十八級風所對應風速

與可能的波高範圍對照表，由表中觀察得知，當風速越大，波高則越大，風速與波高有著明顯的關係，因此，本研究亦將風速作為影響因子之探討。

表 3.4 蒲福風級與波高對照表

蒲福風級	名稱		風速		浪高 (公尺)	
	風	浪	每時海浬	每秒公尺	可能波高	最大波高
0	無風	-	1 以下	0 - 0.2	-	-
1	軟風	微波	1 - 3	0.3 - 1.5	0.1	0.1
2	輕風	微波	4 - 6	1.6 - 3.3	0.2	0.3
3	微風	小波	7 - 10	3.4 - 5.4	0.6	1.0
4	和風	小浪	11 - 16	5.5 - 7.9	1.0	1.5
5	清風	中浪	17 - 21	8.0 - 10.7	2.0	2.5
6	強風	大浪	22 - 27	10.8 - 13.8	3.0	4.0
7	疾風	大浪	28 - 33	13.9 - 17.1	4.0	5.5
8	大風	巨浪	34 - 40	17.2 - 20.7	6.0	7.5
9	烈風	猛浪	41 - 47	20.8 - 24.4	7.0	10.0
10	暴風	猛浪	48 - 55	24.5 - 28.4	9.0	12.5
11	狂風	狂濤	56 - 63	28.5 - 32.6	11.5	16.0
12	颶風	狂濤	64 - 71	32.7 - 36.9	14.0	16 以上
13	颶風	狂濤	72 - 80	37.0 - 41.4	14 以上	16 以上
14	颶風	狂濤	81 - 89	41.5 - 46.1	14 以上	16 以上
15	颶風	狂濤	90 - 99	46.2 - 50.9	14 以上	16 以上
16	颶風	狂濤	100 - 109	51.0 - 56.0	14 以上	16 以上
17	颶風	狂濤	109 - 118	56.1 - 61.2	14 以上	16 以上

3.1.4 颱風中心與花蓮港角度之影響探討

颱風之行經路徑對花蓮港域產生的颱風波浪大小極有關連，本研究中擬以颱風中心及花蓮港連線與花蓮港緯度線之夾角作為颱風行經路徑之判別依據，如圖 3.5 所示。圖中角度代表颱風中心位在花蓮港的方向，並以花蓮港之緯度線為界取順時針為正，若 $-90^\circ < \theta < 0^\circ$ 時，表示颱風位於花蓮港之東北方；而若 $90^\circ < \theta < 180^\circ$ 時，則表示颱風位於花蓮港之西南方；又 $-180^\circ < \theta < -90^\circ$ 時，表示颱風於花蓮港之西北方。上述三種角度之颱風所產生之波浪較不易傳入花蓮港內而引起港池共振，而當颱風在花蓮港的東南方時，影響花蓮港較大。

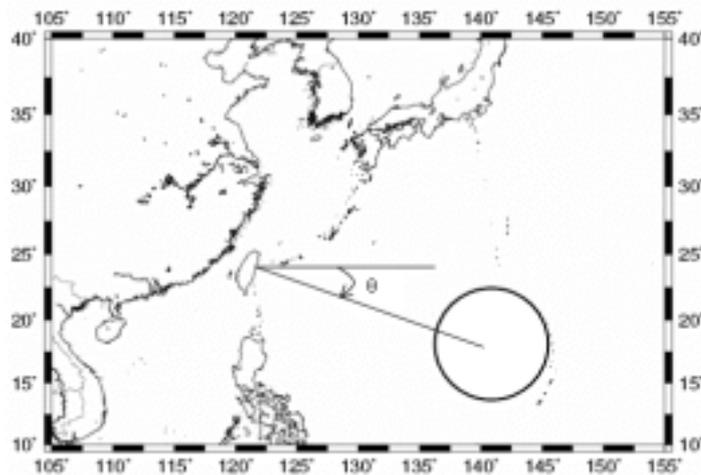


圖 3.5 颱風中心與花蓮港之方位角度示意圖

3.1.5 颱風中心經緯度之影響探討

依據張和錢(2003)探討颱風中心位置與花蓮港距離關係的研究中得知，當颱風距離花蓮港測站 1500 公里以上時波高與颱風無明顯關係，若在 1500 公里以內則波高與距離有較明顯的關係，其結果如圖 3.6 所示。

颱風中心之經緯度代表著颱風之所在位置，當颱風位於花蓮港之東南方時($0^\circ < \theta < 90^\circ$)，颱風中心位置的經度越大，緯度越小時，表示颱風距離較遠；反之，當颱風位於花蓮港之東北方時(即 $-90^\circ < \theta < 0^\circ$)，颱風中心之經度越小，緯度越小時，表示颱風距離較近。據此，本研

究中以颱風中心之經緯度與角度代表颱風距離，如此，可節省掉計算距離之時間。

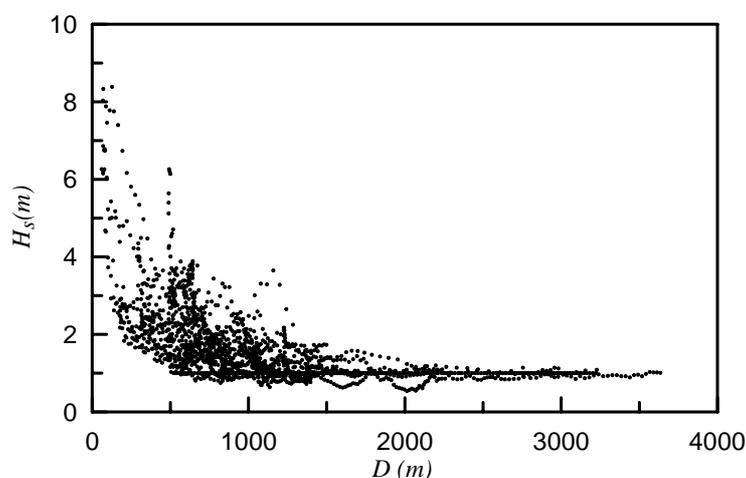


圖 3.6 颱風距離與花蓮觀測站示性波高關係

3.2 船隻異動指數分類探討

根據花蓮港港務局所公布的船隻動態紀錄表(參考附錄 A)，表中記錄民國 85 至 94 年颱風期間港內船隻的異動情況。本研究整理此表可發現，在颱風來臨期間，船隻動態情形可分成四種為：(1)港池及船隻皆未造成影響；(2)港內產生湧浪但未影響船隻裝卸作業；(3)船隻出港避風未造成斷纜；(4)船隻斷纜等情形。依據此四種船隻動態紀錄和對船隻異動的嚴重性，本研究中將定義為四個等級的船隻異動指數(Index for ship escape, ISE)如下：

1. 船隻異動指數 1：港內船隻及其裝卸作業皆未受影響。
2. 船隻異動指數 2：港內產生湧浪但並未影響裝卸，船隻亦不需出港避風。
3. 船隻異動指數 3：產生之湧浪大到船隻需出港避風，才能避免斷纜可能。
4. 船隻異動指數 4：發生船隻斷纜之最嚴重情況。

依據此 4 種船隻異動指數並配合前述的 69 個颱風加以歸類，如表

3.5 所示。由表中分類可知，其中有 29 場颱風造成船隻斷纜，有 15 場颱風船隻須出港避風，15 場有湧浪的產生，而另有 10 場對船隻沒有造成影響。

表 3.5 1996 年~2005 年花蓮港船隻異動指數歸類表

船隻異動指數	颱風名稱	個數
1	貝絲 (BETH, 1996) 維琪 (VICKI, 1998) 凱特 (KATE, 1999) 貝碧佳 (BEBINCA, 2000) 巴比崙 (PRAPIROON, 2000) 海燕 (HAIYAN, 2001) 凱莎娜 (KETSANA, 2003) 康森 (CONSON, 2004) 蘭寧 (RANANIM, 2004) 梅姬 (MEGI, 2004)	10
2	彼得 (Peter, 1997) 蒂娜 (Tina, 1997) 楊妮 (Yanni, 1998) 丹恩 (Dan, 1999) 辛樂克 (Sinlake, 2002) 莫拉克 (Morakot, 2003) 科羅旺 (Krovanh, 2003) 科羅旺 (Krovanh, 2003) 梅米 (Maemi, 2003) 妮妲 (Nida, 2004) 佳芭 (Chaba, 2004) 米雷 (Meari, 2004) 馬鞍 (Ma-On, 2004) 桑卡 (Sonca, 2005) 尼莎 (Nesat, 2005)	15
3	魏萊特 (Violet, 1996) 戴兒 (Dale, 1996) 羅西 (Rosie, 1997) 瑪姬 (Maggie, 1999) 山姆 (Sam, 1999) 奇洛基 (Kiroji, 2000) 奇比 (Chebi, 2001) 尤特 (Utor, 2001) 柯吉拉 (Kujira, 2003) 杜鵑 (Dojuan, 2003) 米勒 (Melor, 2003) 舒達 (Sudal, 2004) 桑達 (Songda, 2004) 納坦 (Nock-Ten, 2004) 海棠 (Haitang, 2005) 卡努 (Khanun, 2005)	15
4	葛樂禮 (Gloria, 1996) 賀伯 (Herb, 1996) 莎莉 (Sally, 1996) 薩恩 (Zane, 1996) 伊莎 (Isa, 1997) 歐珀 (Opal, 1997) 溫妮 (Winnie, 1997) 安珀 (Amber, 1997) 艾文 (Ivan, 1997) 奧托 (Otto, 1998) 瑞伯 (Zeb, 1998) 芭比絲 (Babs, 1998) 歐佳 (Olga, 2000) 碧利斯 (Bilis, 2000) 象神 (Xangsane, 2000) 桃芝 (Toraji, 2001) 雷馬遜 (Rammasun, 2002) 蘇迪勒 (Soudelor, 2003) 尹布都 (Imbudo, 2003) 艾陶 (Etau, 2003) 盧比 (Lupit, 2003) 敏督利 (Mindulle, 2004) 艾利 (Aere, 2004) 陶卡基 (Tokage, 2004) 馬莎 (Masta, 2005) 珊瑚 (Sanvu, 2005) 泰利 (Talim, 2005) 娜比 (Nabi, 2005) 龍王 (Longwang, 2005)	29

3.3 船舶動態特性分析

依據前節探討之颱風路徑、颱風規模、風速、颱風中心與花蓮港角度，與颱風中心經緯度等五個颱風影響因子，以及花蓮港港務局船隻動態表而分類之船隻異動指數，本節中將花蓮港港內船隻於颱風侵襲期間的動態關係分析說明如下，以作為後續船舶動態管理預警系統輸入參數之依據。

3.3.1 颱風規模對船舶動態之影響

本節中先行探討颱風規模大小與港內船隻異動的關係，表 3.6 為依據花蓮港船隻動態表而分類的船隻異動指數和颱風規模 4、颱風規模 5 的關係。由表中得知，於民國 85 年至 94 年間發生颱風規模 4 以上的 35 個颱風中，除了辛樂克(Sinlake)、凱莎娜(Ketsana)、桑卡(Sonca)、尼莎(Nesat)、妮坦(Nida)及梅米(Maemi)等之船隻異動指數為 1 或 2 外，其餘 29 個颱風侵襲時，港內船隻異動屬須出港避風或已發生斷纜情況，其比率逾八成以上。因此，本研究中依船隻異動指數定義，在颱風規模 4 以上之颱風來襲時，為避免斷纜之可能，船隻原則上需出港避風。

表 3.6 颱風規模與船隻異動指數關係

颱風規模 4				颱風規模 5			
颱風名	船隻異動指數	颱風名	船隻異動指數	颱風名	船隻異動指數	颱風名	船隻異動指數
杜鵑	3	陶卡基	4	溫妮	4	莎莉	4
柯吉拉	3	凱莎娜	1	伊莎	4	艾文	4
奇洛基	3	舒達	3	戴兒	3	芭比絲	4
魏萊特	3	桑達	3	盧碧	4	梅米	2
尹布都	4	米雷	4	瑞伯	4	妮坦	2

蘇迪勒	4	桑卡	2	羅西	3	馬鞍	4
辛樂克	2	尼莎	2	賀伯	4	佳芭	4
敏督利	4	泰利	4	碧莉絲	4	海棠	3
卡努	3	龍王	4	娜比	4		

3.3.2 颱風發生區域對船舶動態之影響

對港務管理單位而言，當颱風來襲時，掌握颱風規模與行經路徑對港內船隻的影響，是為即早研擬因應對策之重要關鍵。因此，本節中將利用附錄之船隻異動紀錄分析颱風的影響範圍。簡及曾(1999)定義波浪開始明顯增大之時間，當做波浪增大起始時刻，並計算此起始時刻至波高達到最大時之時間間距為增大作用時間；同樣選取波高開始明顯消退之時間當做消退起始時刻，並計算此起始時刻至波高消退回復至平常波高值之時間當做消退作用時間，而颱風波浪之總作用時間為此兩者之總合，彼等並指出花蓮港域颱風波浪的總作用時間大部份為 1 至 2 日。

依據前述研究，本研究擬將附錄船隻動態中記錄之湧浪產生、船隻出港及船隻斷纜的時間往前推算兩日，當做颱風波浪影響花蓮港船隻停泊之起始點。圖 3.7 至圖 3.11 分別為不同的颱風規模來襲時，港內船隻受颱風波浪影響而有船隻異動指數 2 以上的情況，其颱風經緯度的可能影響區域範圍。

由圖 3.7 之結果顯示，颱風規模 1 之船隻異動區域位於東經 120° 至東經 135° 及北緯 14° 至北緯 22.5° ；而圖 3.8 為颱風規模 2 之船隻異動區域位於東經 125° 至東經 135° 及北緯 14° 至北緯 21° ；圖 3.9 則是颱風規模 3 之船隻異動區域位於東經 122.5° 至東經 135° 及北緯 14° 至北緯 22.5° ；由圖 3.10 可知，颱風規模 4 之船隻異動區域位於東經 125° 至東經 136° 及北緯 12.5° 至北緯 22° ；圖 3.11 則顯示颱風規模 5 之船隻異動區域位於東經 125° 至東經 137° 及北緯 12° 至北緯 23° 。由上述各圖之分析結果可

知，在颱風規模為 3 以下時，需較靠近花蓮港才會有船隻可能需出港避難或斷纜的可能；但在颱風規模 4 與規模 5 時，卻從東經 125° 開始就產生船隻異動。由此可知，颱風規模越大者則越早產生湧浪，其船隻異動之區域離花蓮港越遠；而颱風規模 2 之資料不多，較難觀察出此規則；另外，使花蓮港產生船隻異動指數為 2 以上之颱風，大都位於花蓮港之東南方。

綜合上述所言，花蓮港海域因颱風來襲所產生船隻異動區域大約在東經 120° 至東經 138° 及北緯 10° 至北緯 23°，因此，本研究將此影響船隻異動的颱風所在範圍設定於東經 120° ~ 140°、北緯 10° ~ 25° 之間。

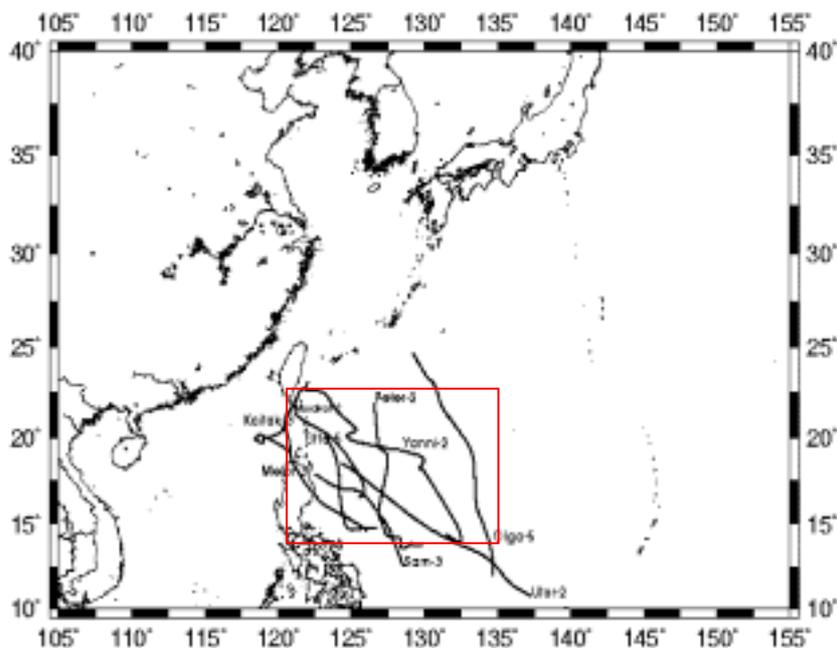


圖 3.7 颱風規模 1 影響船隻異動的範圍

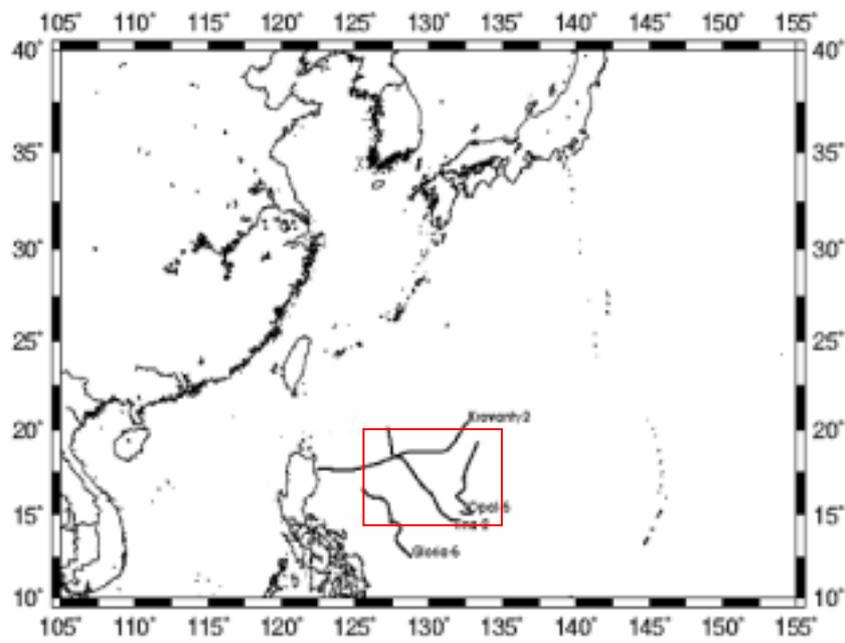


圖 3.8 颱風規模 2 影響船隻異動的範圍

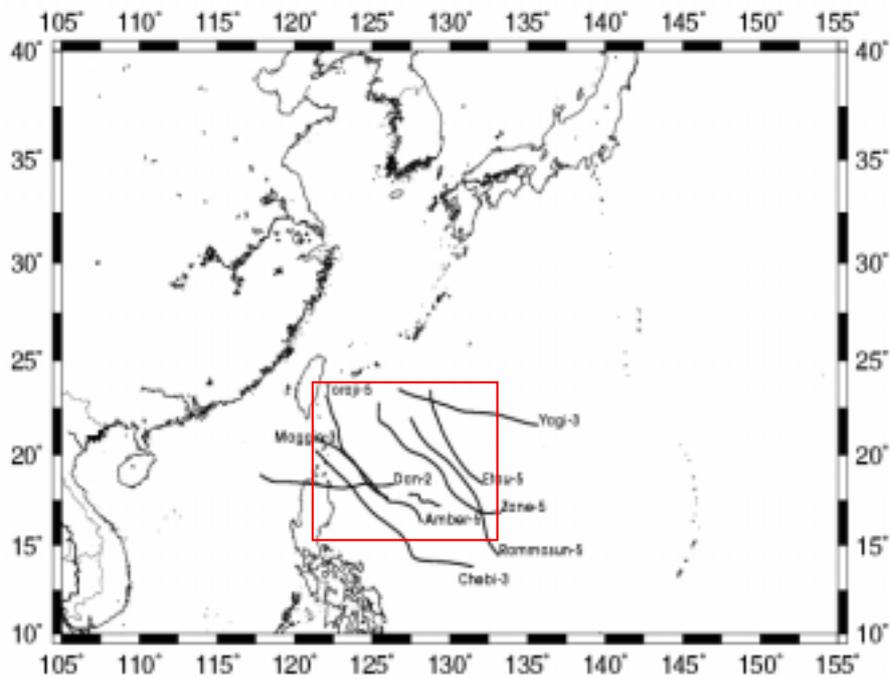


圖 3.9 颱風規模 3 影響船隻異動的範圍

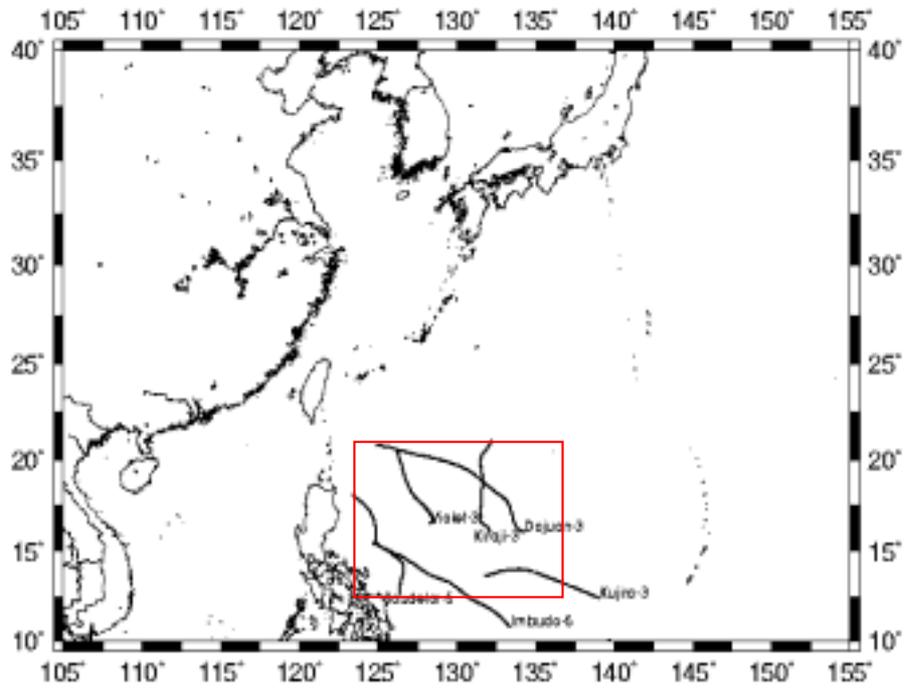


圖 3.10 颱風規模 4 影響船隻異動的範圍

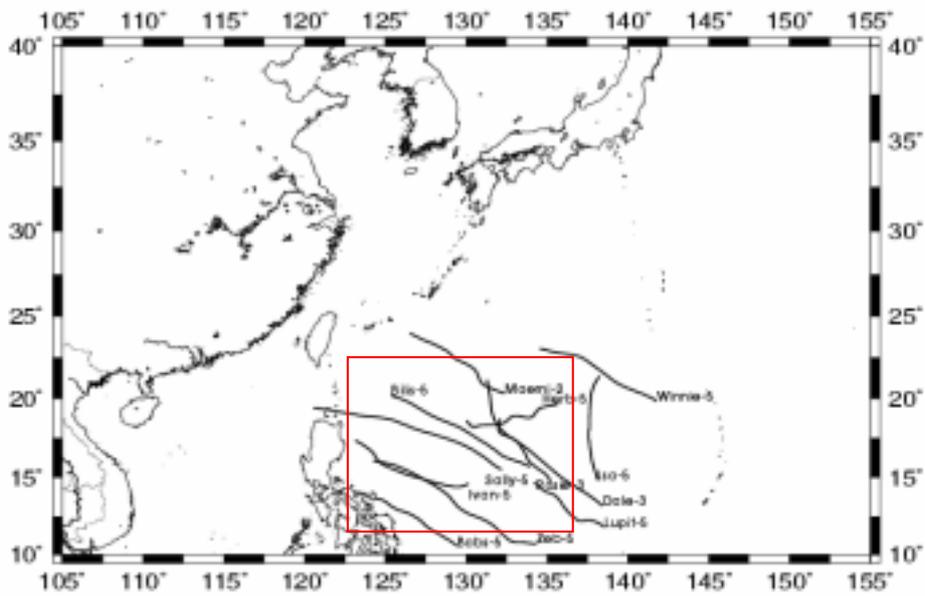


圖 3.11 颱風規模 5 影響船隻異動的範圍

3.3.3 颱風風速及方位角對船舶動態之影響

針對於颱風風速及颱風中心至花蓮港之方位角對船隻異動所進行的分析結果，如圖 3.12 與圖 3.13 所示。圖 3.12 為颱風風速與船隻異動指數的關係，由圖中可看出船隻異動指數 1 分布於風速 75~175knots 的範圍，而異動指數 2~4 則分布在 55~295 knots 之間；由整體結果顯示，颱風風速對船隻異動情況並無直接影響性。

圖 3.13 為颱風方位角與船隻異動指數的關係，由圖中結果顯示，影響花蓮港船舶動態的颱風中心至花蓮港之方位角，以花蓮港之緯度為界 0~150 度及 300~360 度，且各船隻異動指數之分佈範圍約略相似。

由前述風速及方位角對船隻異動之關係分析可知，兩者之分佈較分散且無一定之規則，然該兩參數仍是可定性描述影響異動指數之關係。因此，本研究仍將於後續之船舶動態預警管理系統中應用類神經網路之學習及對機制不明顯之描述功能，予以分辨風速及方位角對異動指數之影響。

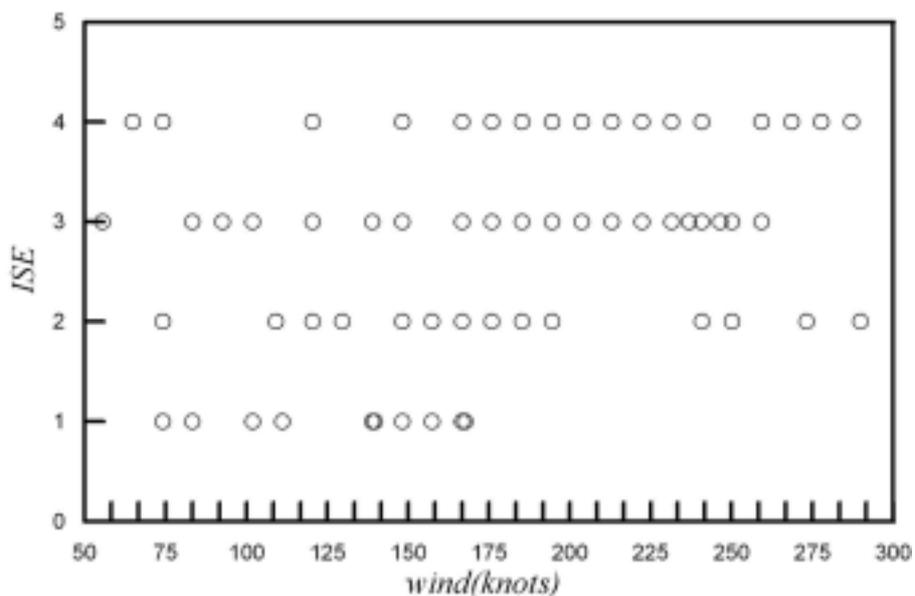


圖 3.12 颱風風速與船隻異動指數關係圖

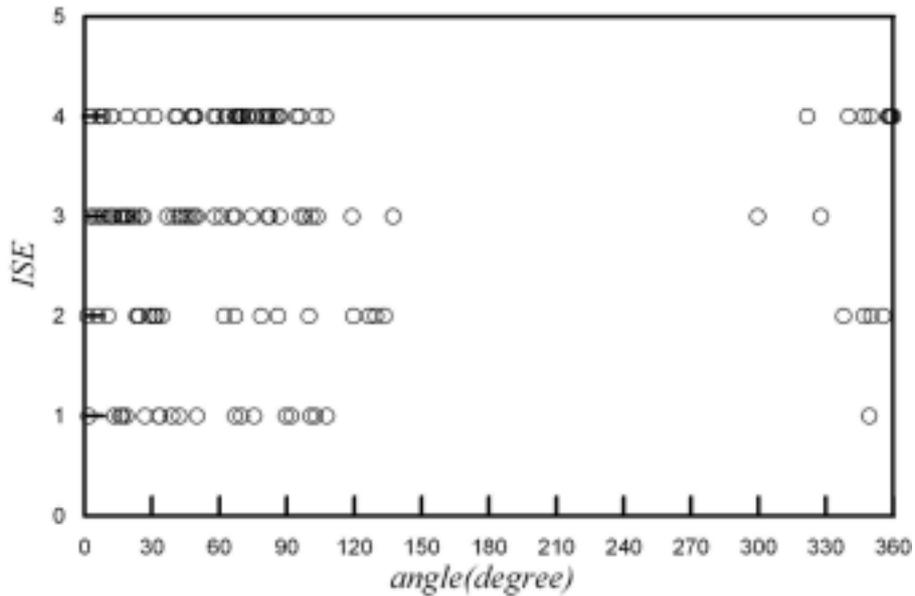


圖 3.13 颱風中心至測站方位角與船隻異動指數關係圖

3.4 船舶動態預警管理系統之建構

本研究主要目標之一即為建立一套視窗化的船舶動態預警管理操作系統，以提供港務單位船隻碇靠或離港避難的即時性資訊。利用前節探討花蓮港颱風影響因子與船隻異動關係之分析結果，本節中將說明相關船舶動態預警管理系統之建構過程及模式的初步驗證結果，未來將進一步利用研發之圖形化使用者介面(Graphical User Interface)，整合一套方便使用的視窗化操作系統。

3.4.1 類神經網路模式之理論架構

本研究擬建置之船舶動態預警管理系統中主要利用類神經網路(Artificial neural network, ANN)作為資料演算的分析方法，類神經網路具有學習最佳化的功能，並透過其模式輸出值與學習目標值間的連結建立起其相關性，利用網路權重(weights)與門限值(bias)來表示其關係的強弱。本研究所選取之網路演算法則為倒傳遞法(Back-propagation)，由於倒傳遞網路具有監督式的學習，神經元間的交互作用經由該學習

方式求得模式輸出值與實際值之最小均方根誤差，相關架構神經網路使用 Matlab 軟體來建置倒傳遞類神經網路，如圖 3.14 所示。

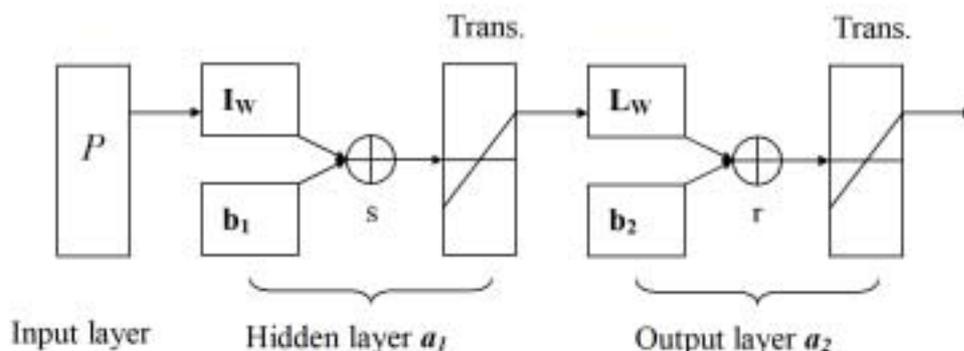


圖 3.14 類神經網路架構示意圖

倒傳遞學習演算法是被廣泛使用的一種學習演算法，因其具有學習及回想的功能，故可在回想過程中以相同於學習過程的方式來進行預測。一般倒傳遞網路可分為三部份，輸入層用以接受外在環境的訊息；隱藏層則表現輸入與輸出層各處理單元間的相互關係，並以權重和閾值來闡述其相關性；輸出層用以輸出訊息給外在環境。倒傳遞網路學習方式是由輸入相當數量之學習樣本，應用向前饋入與誤差向後修正兩步驟，推求輸入變數與輸出變數的內在對映規則，再應用回想功能，進行新案例之輸出變數值推估。

圖 3.14 所架構之網路為一層隱藏層及一層輸出層，Trans. 為轉換函數， s 及 r 為隱藏層及輸出層之神經元個數，其扮演推論結果經由轉換函數映射之過程。 P 為輸入變數矩陣， IW 和 b_1 為輸入層與隱藏層間的權重和閾值矩陣， LW 和 b_2 為輸出層與隱藏層間的權重和閾值矩陣。經由網路學習誤差最佳化的過程，神經網路將輸入值及學習目標值的關係紀錄在閾值與權重上，以此表示輸入值與學習目標值間的關係強弱。其中，類神經網路使用轉換函數使隱藏層模仿生物神經元處理非線性的機能，以輸入值之加權乘積和轉換成處理單元之輸出值，整個倒傳遞網路模式由隱藏層與輸入參數及輸出層的關係可用方程式表示

如下：

$$a_{1,s \times 1} = f_{s \times 1} (I_{W,s \times n} P_{n \times 1} + b_{1,s \times 1}) \dots\dots\dots (3.1)$$

$$a_{2,r \times 1} = f_{r \times 1} (L_{W,r \times s} a_{1,s \times 1} + b_{2,r \times 1}) \dots\dots\dots (3.2)$$

其中 a_1 為隱藏層之輸出值矩陣， a_2 為倒傳遞網路輸出值矩陣， f 為轉換函數。藉由上式之運算後求出網路輸出值矩陣 a_2 ，其與學習目標矩陣 Y 間之誤差平方定義兩矩陣相減之長度(Norm)為誤差函數 E ，其表示如下式：

$$E = \frac{\|a_2 - Y\|^2}{N} \dots\dots\dots (3.3)$$

因此，整個網路學習的過程為了最佳化各神經元間之權重與閾值使誤差函數達到最小值，反覆迭代其過程使網路輸出值趨近學習目標值。當網路完成學習過程(最佳化過程)，建立最合適的權重和閾值後即可以此網路的回想過程來進行預測分析。以下說明其演算過程，最佳化過程可分為兩類，一為啟發式的最佳化，如可變學習數率(Variable Learning Rate)與有彈性(Resilient)之演算法；另一為使用標準的數值最佳化，如共軛梯度法、擬牛頓法及 Levenberg-Marquardt (L-M)法。一般而言，在函數逼近的問題上 Levenberg-Marquardt 演算法將有最快之收斂性(Neural Network Toolbox User's Guide) 是以，本研究選擇使用 L-M 演算法做為達到網路誤差函數最小之最佳化過程，該演算法使用 Hessian 矩陣逼近方式來達到最佳的目的，並以下式表示之。

$$X_{k+1} = X_k - [J^T J + \mu I]^{-1} J^T e \dots\dots\dots (3.4)$$

式中， X_k 、 X_{k+1} 分別表示每次疊代權重 $\{I_w, L_w\}$ 與門限值 $\{b_1, b_2\}$ 之前後最佳化計算值， J 為 Jacobian 矩陣，其包含網路誤差與權重值和

閾值的一階微分， e 為網路誤差向量， I 為單位向量。式(3.4)之 $\mu=0$ 時，則近似牛頓法的 Hessian 矩陣，當 μ 值很大時，式(3.4)則具有較小步階之梯度下降，其目的即為盡可能之快速地移向牛頓法以達到網路誤差最佳化的結果，最後可獲得適應該網路之最佳化權重和閾值(見 Gill, et.al., 1981)。因此，倒傳遞類神經網路經由式(3.1)及式(3.2)計算輸入值經轉換函數映射制模式輸出值，並以式(3.4)作為權重與門限值之最適化反覆迭代計算，其網路學習完成之標準則以式(3.3)來判斷。

3.4.2 類神經網路模式之建立

依據前節類神經網路建構說明及颱風影響船舶動態參數之探討，本研究以颱風路徑、颱風規模、風速、颱風中心與花蓮港之角度與颱風中心之經緯度等五個影響船隻動態的颱風因子，做為類神經網路之輸入值，相關模式架構如圖 3.15 所示。

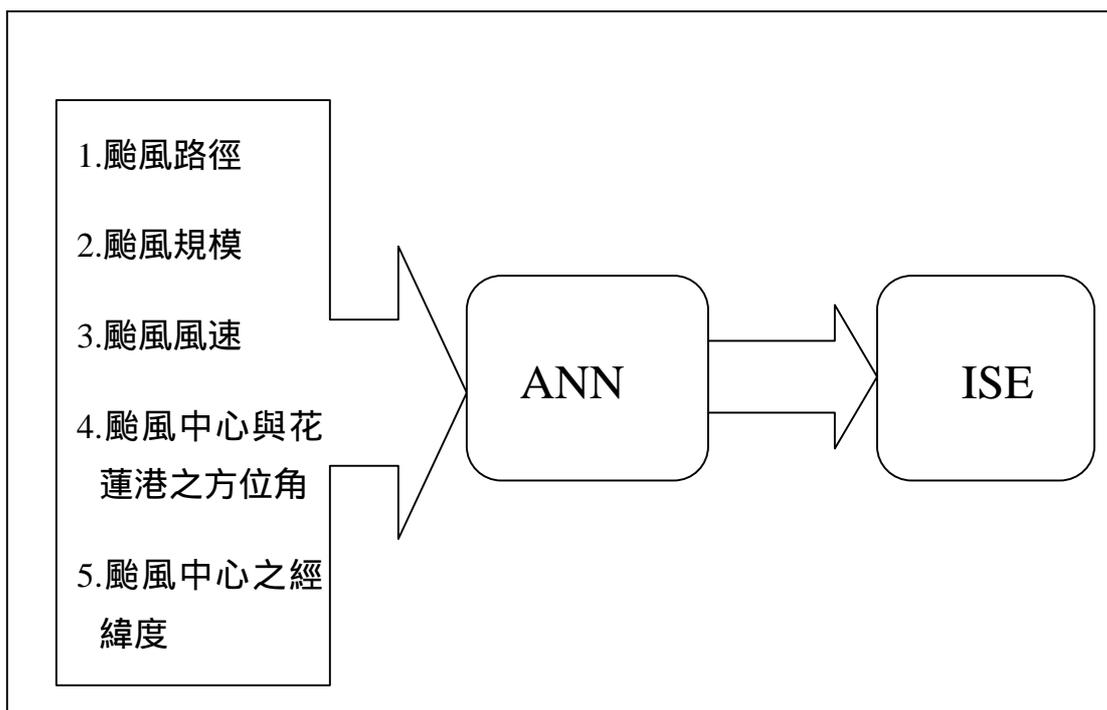


圖 3.15 類神經網路架構示意圖

類神經網路模式之建立須包含學習與驗證範例之過程，方能使模式達於準確可行。本模式所選擇之學習範例為含蓋前節所述 5 種颱風

規模、4 種船隻異動指數及 9 種颱風路徑之颱風共 36 個，分別為奧托 (Otto) 桃芝 (Toraji) 瑪姬 (Maggie) 山姆 (Sam) 科羅旺 (Krovanh) 薩恩 (Zane) 歐珀 (Opal) 彼得 (Peter) 蒂娜 (Tina) 葛樂禮 (Gloria) 奇比 (Chebi) 艾文 (Ivan) 丹恩 (Dan) 梅米 (Maeimi) 莎莉 (Sally) 戴兒 (Dale) 羅西 (Rosie) 杜鵑 (Dajuan) 象神 (Xangsane) 艾陶 (Etau) 雷馬遜 (Rammason) 歐佳 (Olga) 尹布都 (Imbudo) 溫妮 (Winnie) 伊莎 (Isa) 瑞伯 (Zeb) 賀伯 (Herb) 貝絲 (Beth) 維琪 (Vicki) 奇洛基 (Kiroji) 凱特 (Kate) 海燕 (Haiyan) 辛樂克 (Sinlake) 魏萊特 (Violet) 安珀 (Amber) 芭比絲 (Babs) 等做為類神經之學習範例。另外，依時間順序分別選擇楊妮 (Yanni) 尤特 (Utor) 碧利斯 (Bilis) 等 3 場其他颱風，作為已建立模式之驗證範例。

一般而言，類神經網路隱藏層之層數可為 1 至 2 層來表現非線性的效果，本模式之網路架構為輸入神經元為 6 個，輸出層為 1 個，計算隱藏層之神經元數目為 $(6+1)/2=3.5$ 個，為求最佳之神經元個數，本模式將測試隱藏層神經元分為 2、7、12、17、22、27 及 32 個等。隱藏層轉換函數則採用正切雙彎曲轉換函數 (Hyperbolic tangent sigmoid transfer function) 或對數雙彎曲轉換函數 (Log sigmoid transfer function) 二種。而最終迭代次數設定為 5000 代，在誤差平方近似於 0 或迭代次數為 5000 代時之任何一個條件，該網路即停止學習。表 3.7 為不同轉換函數及不同神經元數之模式學習誤差平方值，由表中可知，當神經元數為 27 且轉換函數為正切轉換函數時有最小之誤差平方值，此網路架構之模式具有最佳的學習效果。

為測試隱藏層數目是否會影響網路的精度，本研究另建立雙層之類神經網路架構，其第二層隱藏層之神經元數約為第一層之半，且為偶數。因此在測試時，第二層隱藏層之神經元數選擇為 12、14 及 16 個神經元。表 3.8 為雙層隱藏層模式的學習誤差平方值，由表中可知，有 27 個神經元之單層隱藏層模式比雙層隱藏層模式有較低之誤差平方值。因此，本研究以 27 個神經元的單層隱藏層模式進行後續類神經網

路模式的學習與驗證。

表 3.9 為 36 場學習颱風由最佳模式所預測的不同時間的船隻異動指數與實際值之比較，表中有灰階底者為在預測船隻異動指數與實測值不同者。此表中之第一欄位為學習颱風之名稱；第二欄為學習時間，由於每場颱風僅取一天之時間，且為 6 小時取一次之數據，因此，每場颱風共有四筆學習資料，而本模式之輸入矩陣為 6×144 ；第三欄是預測之船隻異動指數；第四欄則為實際之船隻異動指數，共 144 個。由表中結果可知，有誤差者共計 16 筆資料，其中數據為船隻異動指數 1 之誤判，則佔有 9 筆。由此學習結果可知，學習後的模式誤差之誤判百分比約為 11%，因此，本模式具有學習誤差較佳的網路架構，本研究後續將以此網路架構驗證其他 3 場颱風所發生的船隻動態情形。

表 3.7 單一隱藏層之學習誤差平方值

轉換函數	神經元數	誤差均方值
正切轉換函數	2	0.735
	7	0.501
	12	0.448
	17	0.429
	22	0.236
	27	0.098
	32	0.194
對數轉換函數	2	0.745
	7	0.482
	12	0.321
	17	0.706
	22	0.529
	27	0.553
	32	0.584

表 3.8 雙層隱藏層之學習誤差平方值

第一層神經元	第二層神經元	誤差平方值
27	0	0.098
27	12	0.171
27	14	0.139
27	16	0.134

表 3.9 模式學習輸出值與實際值(船隻異動指數)之比較

颱風	T (hr)	ISE _p	ISE _o	颱風	T (hr)	ISE _p	ISE _o	颱風	T (hr)	ISE _p	ISE _o	颱風	T (hr)	ISE _p	ISE _o	颱風	T (hr)	ISE _p	ISE _o
奧托	6	1	1	魏萊特	6	1	1	丹恩	6	1	1	蒂娜	6	1	1	凱特	6	1	1
	12	1	1		12	1	1		12	1	1		12	1	1				
	18	2	2		18	2	2		18	1	1		18	1	1				
	24	3	4		24	3	3		24	2	2		24	2	2				
桃芝	6	1	1	安珀	6	2	1	梅米	6	1	1	葛樂禮	6	2	2	歐佳	6	1	1
	12	1	1		12	1	1		12	3	2		12	2	2		12	1	1
	18	2	2		18	2	3		18	2	2		18	2	2		18	1	1
	24	4	4		24	3	3		24	2	2		24	4	4		24	2	2
瑪姬	6	2	2	伊莎	6	1	1	莎莉	6	1	1	奇比	6	2	1	奇洛基	6	3	3
	12	2	2		12	1	1		12	1	1		12	1	1		12	3	3
	18	2	2		18	3	3		18	1	1		18	2	2		18	3	3
	24	3	3		24	4	4		24	3	4		24	3	3		24	3	3
山姆	6	1	1	羅西	6	2	1	戴兒	6	1	1	艾文	6	1	1	象神	6	1	1
	12	1	1		12	1	1		12	1	1		12	1	1		12	1	1
	18	1	1		18	2	2		18	1	1		18	2	2		18	1	1
	24	3	3		24	3	3		24	3	3		24	4	4		24	1	1
科羅旺	6	1	1	溫妮	6	1	1	貝絲	6	1	1	雷馬	6	1	2	瑞伯	6	1	1
	12	1	1		12	1	1		12	1	1		12	2	2		12	1	1
	18	1	1		18	2	2		18	1	1		18	4	4		18	3	3

	24	2	2		24	4	4		24	1	1	遜	24	4	4		24	4	4
薩恩	6	2	2	芭比絲	6	2	2	賀伯	6	1	1	杜鵑	6	2	2	辛樂克	6	1	1
	12	2	2		12	2	2		12	2	1		12	3	3		12	1	1
	18	2	2		18	4	4		18	2	3		18	3	3		18	1	1
	24	4	4		24	4	4		24	4	4		24	3	3		24	1	1
歐珀	6	1	1	維琪	6	1	1	海燕	6	1	1	艾陶	6	1	1	尹步都	6	1	1
	12	1	1		12	2	1		12	1	1		12	1	1		12	2	1
	18	1	1		18	1	1		18	2	1		18	2	1		18	2	3
	24	4	4		24	1	1		24	1	1		24	3	4		24	4	4
彼得	6	1	1																
	12	1	1																
	18	1	1																
	24	2	2																

3.4.3 類神經網路模式之驗證

經由上述類神經網路模式之學習後，為驗證本網路模式之預測能力，本研究另選擇 3 場颱風，作為模式之驗證範例。模式預測之船隻動態指數為每個小時一筆資料，且將楊妮(Yanni, 1998)、碧利斯(Bilis, 2000)及尤特(Utor, 2001)等颱風以先後時序之方式呈現。

楊妮 (Yanni) 颱風為第 6 類颱風路徑且颱風規模為第 1 級(如圖 3.16)，圖 3.17 為楊妮颱風經由模式推算所得之船隻異動指數變化時序圖，由模式所預測出楊妮颱風的最大船隻異動指數為 2，亦即只會造成湧浪產生，而且湧浪並不會大到船隻需出港避風，由附錄之實際船隻動態紀錄中可知，楊妮颱風侵襲時之船隻異動指數為 2，因紀錄資料中未清楚記載湧浪產生之時刻，是以表中開始紀錄湧浪產生之時刻，即 9 月 28 日 2 時，如圖中之實現線所示處。

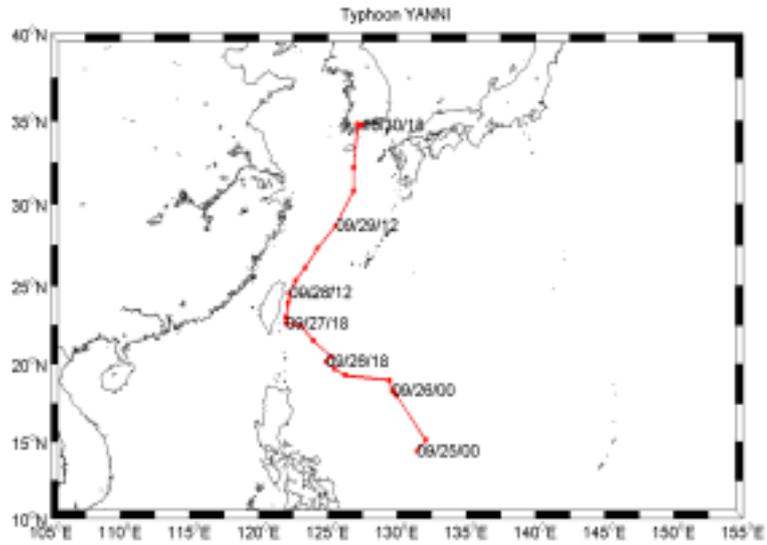


圖 3.16 楊妮(Yanni)颱風路徑圖

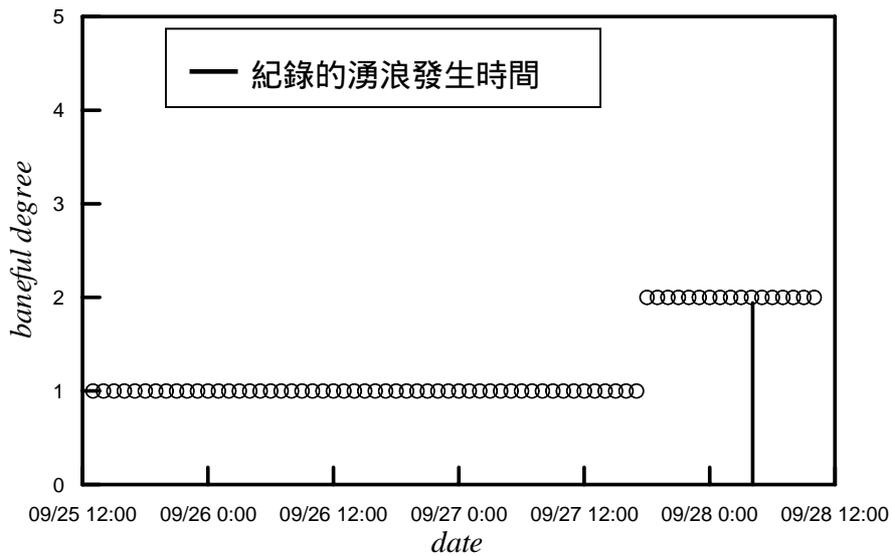


圖 3.17 模擬楊妮(Yanni)颱風侵襲時之船隻異動指數

碧利斯(Bilis)颱風為第 3 類路徑颱風規模為 5 級(如圖 3.18), 圖 3.19 為由模式推算所得碧利斯颱風之預測船隻異動指數。由圖中可看出每一時間點之船隻異動指數, 且由模式預測碧利斯颱風之最大船隻異動指數為 4, 亦即船隻有斷纜的可能。同樣由附錄之船隻動態紀錄中可知, 當碧利斯颱風來襲時, 有船隻出港避風並產生了斷纜的情況, 因

此，判定碧利斯颱風之船隻異動指數為 4，而船隻之斷纜且出港避風時間則為圖中之虛線處。由模式推算預測之圖示結果，亦判定為船隻有斷纜之可能。

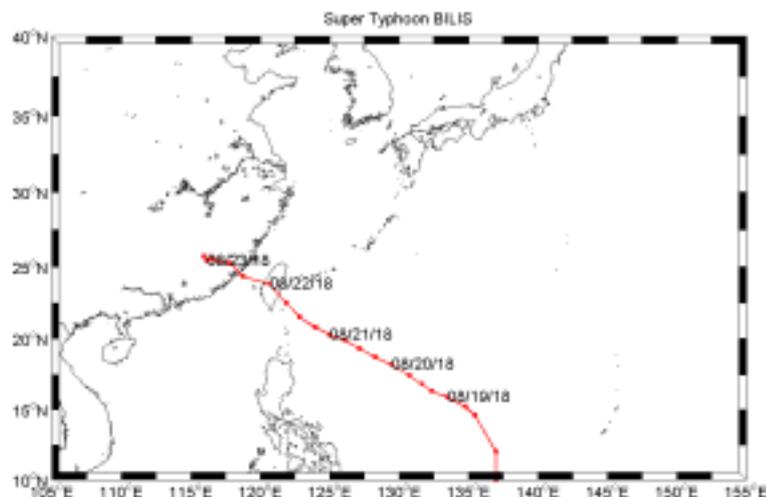


圖 3.18 碧利斯(Bilis)颱風路徑圖

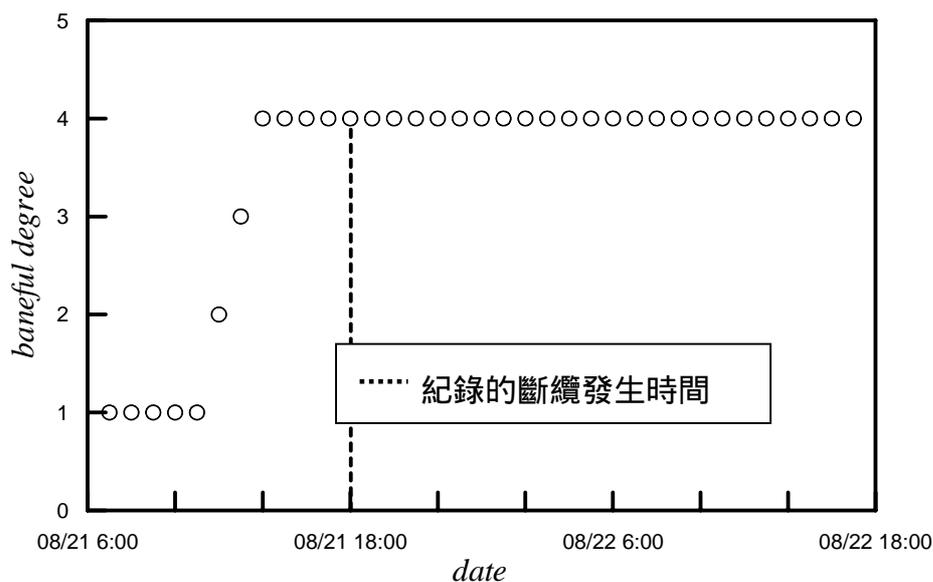


圖 3.19 模擬碧利斯(Bilis)颱風侵襲時之船隻異動指數

尤特(Utor)颱風為第 5 類颱風路徑 颱風規模為第 1 級(如圖 3.20)，圖 3.21 為經由模式推算所得尤特颱風之預測船隻異動指數。由圖中結果可看出每一時間點之船隻異動變化情況，並可知由模式預測尤特颱風之最大船隻異動指數為 3，亦即為避免斷纜之可能，船隻有出港避風

的必要性。同樣由附錄之船隻動態紀錄中可知，當尤特颱風來襲之時，有船隻出港避風，是以判定尤特颱風之船隻異動指數為 3，且湧浪產生之時間為 7 月 4 日早上 7 點 30 分，如圖中之實線處，此時對照模式之預測船隻異動指數亦為 2；而實際之船隻出港避風時間，如圖中之實線部份，比較模式預測結果，亦為船隻異動指數 3 之船隻需出港避風情況。

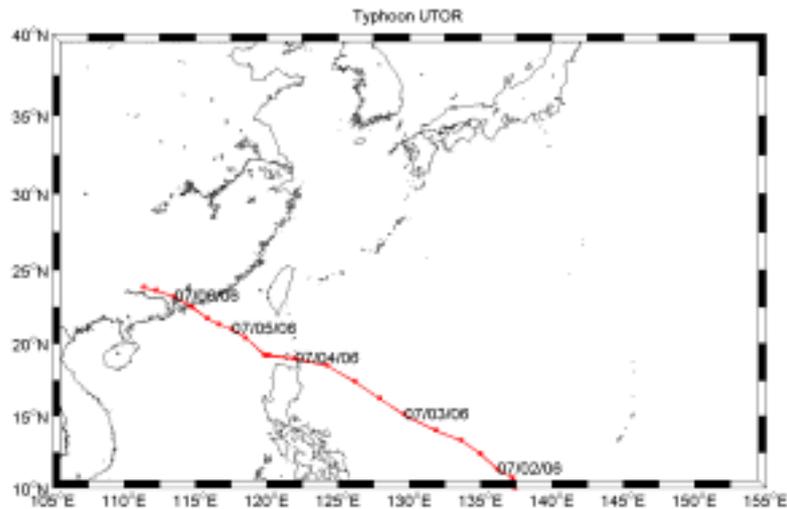


圖 3.20 尤特(Utor)颱風路徑圖

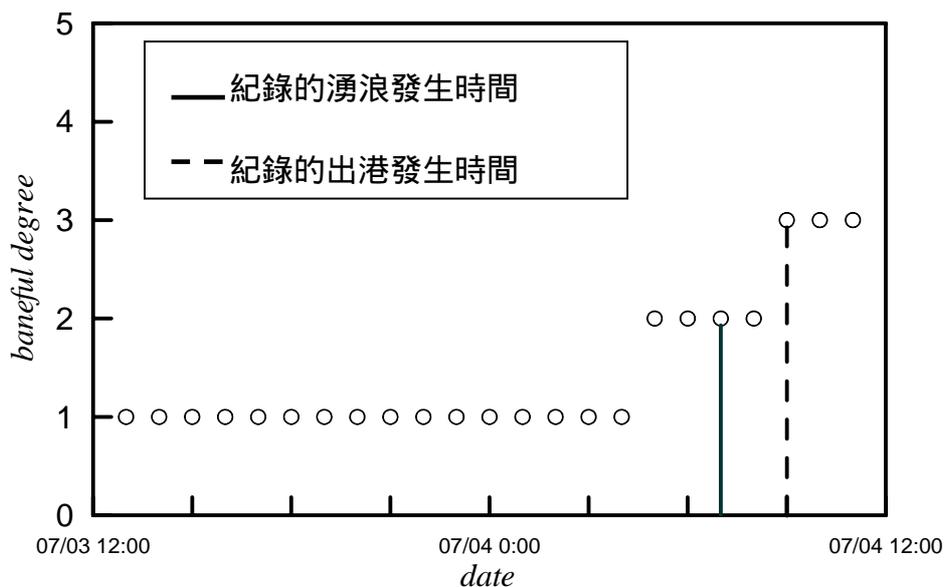


圖 3.21 模擬尤特(Utor)颱風侵襲時之船隻異動指數

第四章 花蓮港域波浪特性分析

本所港研中心自民國 79 年起即於花蓮港外海設站，進行長期性的海氣象觀測工作，並建置包含初步統計分析之資料庫。為充實資料庫內容及更進一步瞭解花蓮港域之波浪統計特性，本研究擬利用長期的觀測資料，以統計計量分析方法建立最適的波浪分佈函數。

4.1 資料蒐集與處理

本所港研中心歷年來於花蓮港外海所設置海氣象觀測站位置如圖 4-1 所示，經由站址與儀器種類的更迭，近年來測站位置位於花蓮港東防波堤往南延長 370 公尺、水深 34 公尺處，觀測儀器為挪威 NORTEK 公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統(簡稱 AWCP)，可收集波高、週期、波向之波浪與剖面海流、流向等資料。AWCP 儀觀測時間間隔為 1 小時，0-10 分記錄海流資料，10-27 分記錄波浪資料，意即波浪每小時取樣為 17 分鐘，頻率為 2HZ，每小時取樣 2048 筆資料，亦即在每 0.5 秒間隔內分別量測所得速度 U、V、W 向量與壓力量，量測取得之資料再作整合而得到波高、波向的資料。



圖 4.1 花蓮港海象觀測站位置示意圖

4.2 波浪資料分析模式說明

4.2.1 示性波高之計算

現場量測所得之原始水位變化資料，依需要轉換處理後可得吾人所需的波高、週期等波浪資料，本研究中以 H_s 作為波高之代表值，用以計算相關波高特性。 H_s (示性波高)之計算方式是以波群中波高較大的 1/3 部分的平均值來代表，於統計特性上，發現其具有最大的安定性(不隨取樣不同而變化)，較能反映波浪所含能量的大小，是為最常引用的波高代表值(郭，1999)。

示性波高 H_s 亦可直接經由量測所得之水位變化資料計算而得，將水位訊號經過快速傅立葉 (FFT) 轉換後得到頻譜，根據頻譜的定義，頻率為 f ，可得 n 階動差(moment)，如下式(4.1)。

$$m_n = \int_0^{\infty} f^n S(f) df \dots\dots\dots(4.1)$$

式中， $S(f) = E[X(f)\bar{X}(f)]$ ， $E[\]$ 為期望值， $X(f)$ 是水位訊號的 Fourier 係數， $\bar{X}(f)$ 為其共軛複數。零階動差 m_0 可表示為波浪能量，而 H_s 與 m_0 於的關係可以下式表示。

$$H_s = a\sqrt{m_0} \dots\dots\dots(4.2)$$

式中 a 為常數，其值隨不同的波高分佈而有所差異，一般約在 3.8~4.0 之間。若波高分佈為 Rayleigh 分佈時， a 值為 4.004；波高若屬 Weibull 分佈則其值為 3.8。另依據現場實測資料分析，臺灣北部海域為 3.8(歐，1977)；歐洲北海地區為 3.87(Tang，1977)；合田(1990)則建議實際風浪採用 3.8。

4.2.2 示性週期之計算

本研究中以示性週期 T_s 為週期的統計代表值，其定義為：假設有 n 個波高及其相對應之週期，選擇示性波高 H_s 所相對應週期的平均值。

另外，經由波浪頻譜求取的示性週期 T_s ，一般而言，可藉由波高週期分佈的半理論或經驗模式獲得。Mitsuyasu(1968)提出示性週期與波浪頻譜之主頻 f_p 的關係為：

$$T_s = \frac{1}{1.05 f_p} \dots\dots\dots(4.3)$$

而合田(1987)則以觀測數據建議示性週期值如下：

$$T_s = \frac{1}{1.1 f_p} \dots\dots\dots(4.4)$$

4.2.3 波高與週期分佈函數之探討

本節中說明本研究依據現場波浪觀測資料，進行示性波高與週期的區間劃分、直方圖分組及各種機率分佈函數套配的適合度探討後，最後決定花蓮港域最適的波浪分佈函數。將現場量測之原始水位資料經過轉換後，進行零上切法，得到波高時序值，以此進行計算並繪出實際波高機率直方圖。藉由波高時序資料求得不同機率密度分佈之參數，以獲得對應的理論密度分佈函數，並以最大概似法(Maximum Likelihood Estimator, MLE)求解各理論機率分佈之參數，其各參數值均落在 95%信賴區間，最後再根據分組組數與資料分佈的特性，分析波高、週期與直方圖分佈。其間，以誤差均方根(RMS)、相關性(R^2)、離島型直方圖($P_i=0$)與判斷是否為雙峰直方圖($|P_i-P_j|>1/N$)等四種參數來探討最適之機率分佈特性和最佳分組組數，並以此探討波高與週期之統計特性。

直方圖是用來判斷波高資料機率分佈情況，直方圖的分組組數將

影響資料分析後的結果。當組數分得太少時，將無法有效地表現出該筆資料的分佈特性，而造成部分資料特性被隱藏的結果。相反地，若將組數分得太多時，將造成各個區間內資料點出現的個數過少，使直方圖呈現出極不規則情況，同樣也不能有效地表現出該筆資料的特性。因此，在做統計分佈之前，必須先對分佈區間的組數進行定義。而依據統計學之理論，合理的直方圖分組組數應至少要大於五組，而一般統計學上常用的分組方法有如下幾種：

1. 史特吉斯(Sturges)法

$$X = 1 + 3.322 \log(N) \dots\dots\dots 4.5)$$

式中 X 為確定好之分組組數， N 為資料次數或個數。

2. 唐恩(Doane)法：

$$X = \sqrt{N} \dots\dots\dots 4.6)$$

式中 X 為 \sqrt{N} 最接近之整數值， N 為資料之次數或個數。

花蓮港域現場量測之波數範圍大致介於 70 至 150 個之間，依據上述兩種計算方法，可得到分組組數範圍大概為 7 至 12 組，而本研究除了參考上述兩種分組分法外，另加入兩組數 5 組與 6 組一起併入計算，即分組範圍為 5 至 12 組，以得到較客觀的分析結果。

有關波高與週期之最佳組數及最適機率分佈的決定，本研究中將選擇適用的統計參數來判斷，相關說明如下。首先，誤差均方根(RMS)與相關係數(R^2)為常用之統計學上的技巧；另外，本研究亦以卡方檢定(Chi-Square test)、最小平方法(施與尹，1994)，及 Kolmogorov-Smirnov test 檢定等三種方法檢定與判斷機率分佈與直方圖的適用性。然而，在分析過程中，最小平方法之檢定並無法明顯地判斷出各分佈的優

劣，而另卡方與 Kolmogorov-Smirnov test 檢定方法則在 99% 有效水準下，各種機率分佈函數均可被接受，因此，亦難以判斷各區間的分佈函數中，何種組數為最佳的分組組數。有鑑於此，本研究另提出 $P_i=0$ 與 $|P_i-P_j|>1/N$ 兩參數來判斷適用性，此兩種參數之說明與判斷方法示如下。

圖 4.2 為某一波高資料分成 12 組距的直方圖，其中 $P_i=0$ 表示波高分組時其產生機率值為零的情況。如圖中所示，波浪資料分成 12 組時，於波高 0.38m 至 0.425m 中，次數為零（機率值亦為零），因此 $P_i=0$ 的參數記錄為 1，即代表該筆資料中，至少有一組間距機率值是為零的情況；若無任何間距的機率為零，則 $P_i=0$ 之參數紀錄為零。另一參數 $|P_i-P_j|>1/N$ (N 為分組組數) 如圖 4.2 所示，當各組距中的機率值與其下一組距的機率值，相減之後的絕對值大於分組組數倒數的情況至少發生一次以上，該參數值紀錄為 1；若 $|P_i-P_j|>1/N$ 無發生，該參數值紀錄為 0。

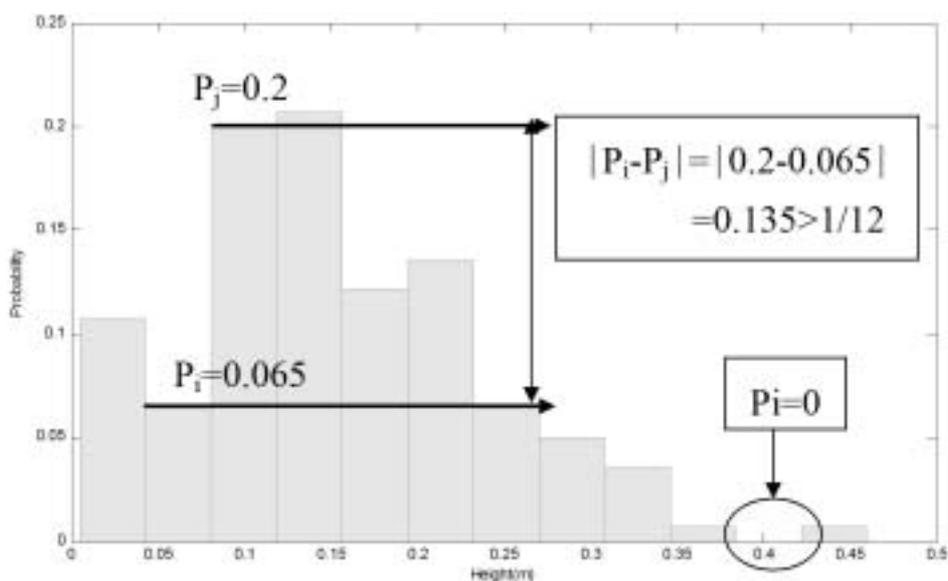


圖 4.2 統計參數與波高資料直方圖

除了上述最佳組數的判斷與選擇外，本研究中另選擇 Normal (常態)、Gamma、Rayleigh 及 Weibull 等四種分佈探討波高最適之機率分佈函數；而週期方面則選擇 Erlang、Gamma、Rayleigh 及 Longuet-Higgins

等四種分佈加以分析探討，相關之機率密度分佈簡述如下：

1. Normal(常態)分佈

常態分佈的機率密度函數表示如下式：

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty < x < \infty, -\infty < \mu < \infty, \sigma > 0 \quad (4.7)$$

常態分佈主要有兩個參數， σ 為標準偏差(standard deviation)， μ 為平均值，此兩值可由下式計算求得。

$$\mu = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (4.8)$$

$$\sigma^2 = s^2 = \frac{1}{N-1} \left(\sum_{i=1}^N x_i - \bar{x} \right)^2 \quad (4.9)$$

2. Gamma 分佈

Gamma 分佈的機率密度函數表示如下式：

$$f(x; \alpha, \lambda) = \begin{cases} \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x} & , x \geq 0, \alpha > 0, \lambda > 0 \quad (4.10) \\ 0, elsewhere \end{cases}$$

式中 $\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx$ 為 Gamma 函數，Gamma 函數中的兩個參數計算方式如下。

$$\hat{\lambda} = \frac{\bar{x}}{s^2}, \quad \hat{\alpha} = \hat{\lambda} \bar{x} \quad (4.11)$$

當 $\lambda = 1/2$ 和 $\alpha = n/2, n = 1, 2, \dots$ 時，其分佈函數為卡方分佈(Chi-square distribution)，為 Gamma 分佈的特例。而當 $\alpha = 1$ 時，其分佈函數為指數分佈(Exponential distribution)，亦是 Gamma 分佈的特例。

3. Rayleigh 分佈

Rayleigh 分佈的機率密度函數表示如下式：

$$f(x, \sigma) = \begin{cases} \frac{x}{\sigma^2} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} & , x \geq 0, \sigma > 0 \dots\dots\dots(4.12) \\ 0, elsewhere \end{cases}$$

式中 σ 為其參數。

4. Weibull 分佈

Weibull 分佈的機率密度函數表示如下式：

$$f(x, \eta, \sigma) = \begin{cases} \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} & , x \geq 0, \alpha > 0, \beta > 0 \dots\dots\dots(4.13) \\ 0, elsewhere \end{cases}$$

式中 α 為形狀參數 β 為尺度參數。

5. Longuet-Higgins 分佈

Longuet-Higgins(1975)在基於波高與週期間無相關性存在以及頻譜為窄頻的假設下，提出波高 H 與週期 T 的聯合機率密度函數，如式(4.14)：

$$p(\chi, \tau) = \frac{dR}{d\chi} \left| \frac{d\dot{\phi}}{d\tau} \right| p(R, \dot{\phi}) = \frac{2a^3 \chi^2}{\sqrt{\pi v}} \exp \left\{ -a^2 \chi^2 \left[1 + \frac{(\tau-1)^2}{v^2} \right] \right\} \dots (4.14)$$

式中， $x = H/\sqrt{m_0}$ 、 $\tau = T/\bar{T}$ 分別為波高與週期的正規化表示， R 為振幅， ϕ 為相位角， v 為譜寬參數， a 為參數。將式(4.14)對波高的積分後可以得到無因次化的週期邊際機率密度函數與週期的機率密度函數，如下式：

$$p(\tau) = \frac{v^2}{2[v^2 + (\tau-1)^2]^{3/2}} \dots (4.15)$$

$$p(T) = \left| \frac{d\dot{\phi}}{dT} \right| p(\dot{\phi} | \chi) = \frac{\omega T_{02}}{2\pi T_{01}} \frac{v^2}{2[v^2 + (1 - \frac{T}{T_{01}})^2]^{3/2}} \dots (4.16)$$

6. Erlang 分佈

Erlang 分佈為 Gamma 分佈中的特殊分佈，其機率密度函數與式(4.10)相同，但需取其函數中的參數 n 為整數，即如下式表示：

$$f(x; n, \lambda) = \begin{cases} \frac{\lambda^n}{(n-1)!} x^{n-1} e^{-\lambda x} & , x \geq 0, \lambda > 0, n \in N \dots (4.17) \\ 0, elsewhere \end{cases}$$

N.Unnikrishnan & Nair(2003)提出將 Erlang 分佈應用在波浪週期，並推導出其理論的示性週期計算方法如下式：

$$m(t) = t + \left[\frac{\lambda^{-1} \sum_{i=0}^{\alpha-1} \sum_{j=0}^i (\lambda t)^j / j!}{\sum_{i=0}^{\alpha-1} \frac{(\lambda t)^i}{i!}} \right] \dots\dots\dots(4.18)$$

式中 $t = T_s$ ， T_s 為週期統計值，其計算方式為將週期依大小排序後 ($T_1 < T_2 < T_3 \dots\dots\dots < T_n$)， n 為週期資料個數， T_s 為在 $2n/3$ 處所對應的週期值，若 $2n/3$ 為非整數，則取其整數部份。Erlang 分佈理論中的兩個參數 λ 、 α 計算方式如下式。

$$\lambda = \frac{\bar{T}}{s^2}, \quad \alpha = \frac{\bar{T}^2}{s^2} \dots\dots\dots(4.19)$$

有關上述六種機率分佈函數之參數決定方法，本研究將以最大概似法來加以估算。

依據前述有關波高與週期最佳分組組數與最適機率分佈函數之選擇及研判的作業流程，如圖 4.3 所示，後續將依此操作流程，進行花蓮港域波浪特性的分析探討。

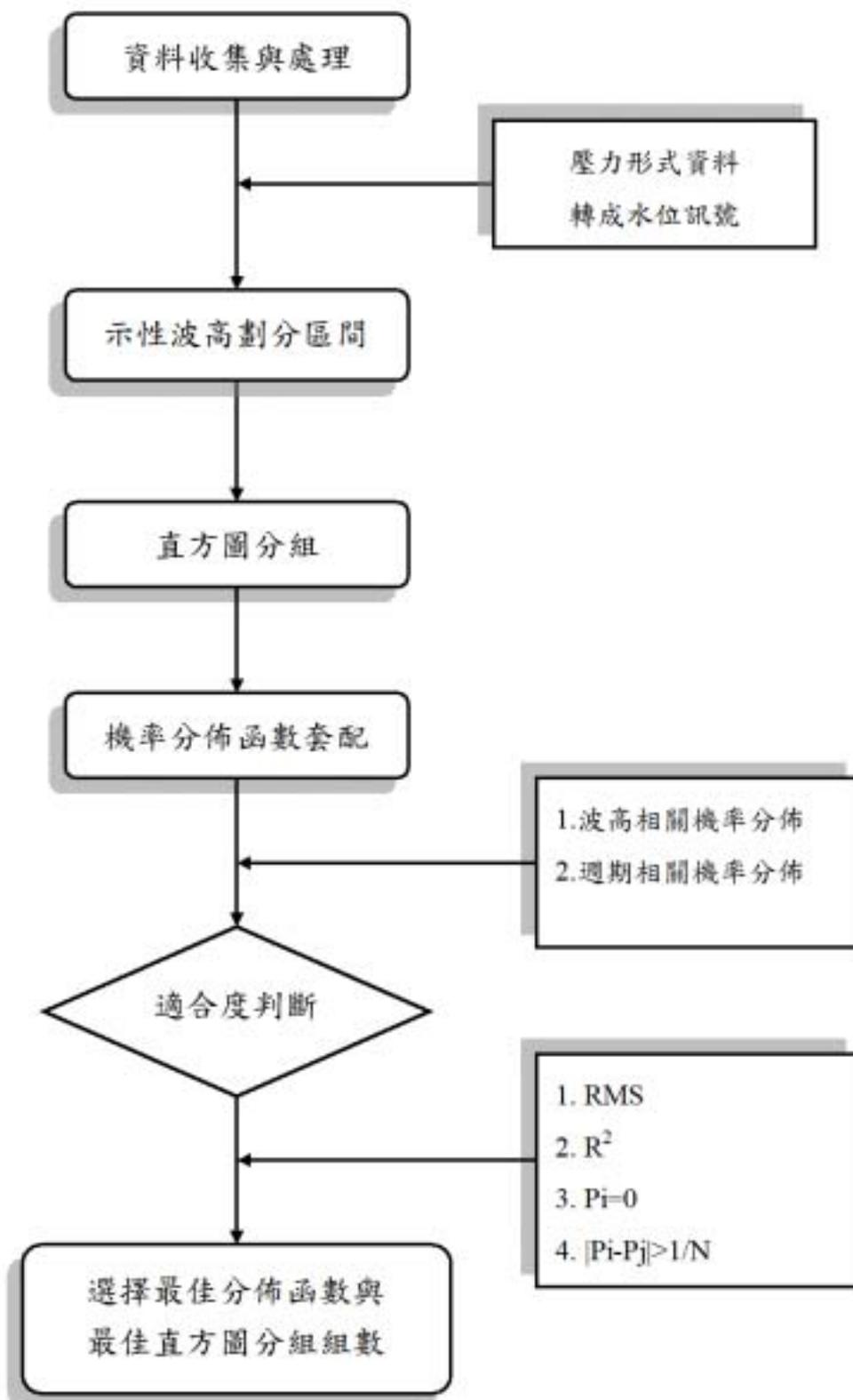


圖 4.3 波高與週期最適組數與機率分佈函數之操作流程圖

4.3 波浪資料分佈函數之探討

依據前節波浪資料分析模式之說明，本節中將利用本所港研中心於花蓮港之現場觀測資料，以誤差均方根(RMS)、相關係數(R^2)、離島型直方圖($P_i=0$)及判斷是否為雙峰直方圖($|P_i-P_j|>1/N$)等四種參數來探討其波高與週期直方圖的最佳組數與最適的機率分佈函數。

檢查本所港研中心於花蓮港最近幾年波浪資料，其中民國 89 與 90 年間因觀測儀器改裝與維護之故，波浪資料缺失較多；而 91~93 年與 94 年仍有少數月份資料無法使用，因此本研究選取 93 年有整年完整之波浪資料，分別作每月、每季與全年之波高與週期的分析探討。

4.3.1 波高之分析結果

1. 每月波高資料分析結果

將花蓮港民國 93 年每月之實測波高值依 0.5m 大小間距，以前節所述之模式操作流程的分析結果，如附錄 B 所示。依據統計分析結果得知，其每月之波高筆數，大部分集中在示性波高值介於 0.5m 至 1.5m 之間；而其它部份波高值區間，所含之波高資料僅有少數小於 30 筆或為 0 筆，因此在分析過程中，資料數甚小之區間，將不併入分析。

由 1 月及 11 月之分析數據結果，觀察其在示性波高大於 2m 時，1 月僅含有 2 筆波高資料，而 11 月為 0 筆，因此在判斷最適合機率分佈函數與最佳分組組數時，可將 $H_s > 2m$ 時之數據結果不考慮在內。當 $H_s < 2m$ 時，可判斷出其最佳直方圖分組為 6 組及 7 組，而 Weibull 分佈為其最適合之機率分佈函數。

依據 2 月、4 月與 5 月之數據統計結果，其在第四、第五及第六區間中，波高資料筆數甚小或為零，而 3 月之分析結果，除了與 2 月、4 月與 5 月區間筆數甚小部份相同外，其在第一區間之波高資料僅

有 4 筆，因此將 3 月分析結果併入討論分析。根據觀察結果，可判斷出其最佳直方圖分組組數為 6 組，其最適合之機率分佈函數亦為 Weibull 分佈。

台灣夏季為颱風盛行之季節，依據氣象局資料顯示，民國 93 年 6 月至 10 月及 12 月共有 9 個颱風侵台，其中 7 月與 9 月各有一輕度颱風，其餘皆為中度颱風。因此，由 6 月至 10 月與 12 月之波高統計資料，於大波高之部分所佔之資料筆數亦較多。依 6 月、8 月與 9 月之波高分析結果，除第六區間之波高筆數甚小之外，其餘五個區間中之波高資料筆數皆大於 30 筆。因此，依據分析結果判斷，當 $H_s < 2\text{m}$ 時之最佳分組組數為 6 或 7 組， $H_s > 2\text{m}$ 時最佳分組組數為 6 組，其最適合之波高機率分佈為 Weibull 分佈。

另外，比較 7 月、10 月與 12 月之統計結果得知，7 月份資料僅在第一區間之筆數較多，其餘區間皆小於 30 筆；而 10 月之資料除第一區間筆數甚小為 1 筆外，其餘五個區間所含之波高資料皆大於 30 筆；12 月資料則第一與其第六區間資料筆數分別為 0 及 1 筆，而第二至第五區間有較多之資料數。因此，由分析結果判斷，Weibull 分佈為 7 月、10 月與 12 月最適合之分佈函數，7 月份之最佳分組組數為 6 組；10 月在 $H_s < 2.0\text{m}$ 與 $H_s > 2.0\text{m}$ 時之最佳分組組數則皆為 6 組；12 月之資料在 $0.5\text{m} < H_s < 1.0\text{m}$ 以分成 7 組最佳，其餘第三至第五區間，則以分組組數 6 組為最佳。

2. 每季波高資料分析結果

本研究除如上述之每月資料分析外，亦按季作分析比較探討。將 93 年全年之波高資料約略依春、夏、秋、冬分為四季，即 1 至 3 月為第一季、4 至 6 月為第二季、第三季為 7 月至 9 月、第四季則是 10 至 12 月，其分析結果列表如附錄 B 所示。第一季共有 1884 筆波高資料，按示性波高大小分成六區間後，其中第一區間有 101 筆，第二區間則集中大多數之波高資料 1330 筆，第三區間有 405 筆，第四

區間則有 45 筆，而第五區間僅有 3 筆，第六區間 0 筆。依據分析數據，第五區間所含之資料筆數較少，將不考慮其分析結果，而由 R^2 與 RMS 之分析數據可知，Weibull 分佈為第一季最適合之機率分佈；另由 $P_i=0$ 與 $|P_i-P_j|>1/N$ 兩參數之分析結果，可判斷出組數為 6 或 7 組時，為本季直方圖之較佳分組組數。

第二季之波高資料共 1975 筆，其中第一區間包含最多波高資料有 931 筆，其次為第二區間有 743 筆，第三區間有 207 筆，第四區間含 62 筆資料，第五區間僅有 32 筆，第六區間則為 0 筆。依據分析結果，可判斷出 Weibull 分佈為第二季最適合之波高機率分佈函數，而其直方圖較佳分組組數為 6 組及 7 組。

第三季波高資料有 1731 筆，大多數資料集中於第一區間，有 804 筆，而第二區間為次之有 384 筆，第三區間有 276 筆，第四區間 132 筆，第五區間含 95 筆，第六區間則僅有 40 筆波高資料。同理由分析結果顯示，第三季最適合之機率分佈為當 Weibull 分佈；而當示性波高小於 2m 時，其最佳之直方圖分組組數為 7 組；示性波高大於 2m 時，5 至 7 組為較佳分組組數。

第四季之波高資料共 2027 筆，其中第一區間波高資料較少，僅有 35 筆，第二區間則含最多資料有 926 筆，第三區間次之有 699 筆，第四區間含 189 筆，第五區間為 122 筆，第六區間則有 56 筆。由附錄數據可觀察得，Weibull 分佈為其最適合之機率密度函數；而當示性波高小於 2m 時，其最佳之直方圖分組組數為 6 組；示性波高大於 2m 時，5 組與 6 組皆為其較佳分組組數。

3. 全年波高分析結果

民國 93 年花蓮港全年觀測資料扣除記錄錯誤及缺失資料，有效波浪資料計有 7617 筆，依據波浪分析之步驟，將示性波高大小歸類於六個區間。其中， $H_s < 0.5m$ 有 1871 筆； $0.5m < H_s < 1.0m$ 有 3383 筆；在 $1.0m < H_s < 1.5m$ 有 1587 筆， $1.5m < H_s < 2.0m$ 有 428 筆， $2.0m < H_s$

<3.0m 有 252 筆，於 $H_s > 3.0m$ 此區間筆數則較少，僅有 96 筆。依據前述之分析方式，全年波高的分析結果則如表 4.1 至表 4.6 所示。

表 4.1 全年波高資料組數與分佈函數之比較($H_s < 0.5m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.041	0.037	0.035	0.034	0.032	0.032	0.030	0.029
	R ²	0.926	0.904	0.883	0.861	0.838	0.813	0.801	0.778
Normal	MSE	0.042	0.041	0.037	0.035	0.032	0.031	0.029	0.028
	R ²	0.928	0.900	0.888	0.865	0.855	0.835	0.819	0.801
Rayleigh	MSE	0.035	0.032	0.030	0.029	0.028	0.028	0.026	0.025
	R ²	0.940	0.924	0.909	0.889	0.871	0.848	0.835	0.816
Weibull	MSE	0.030	0.030	0.028	0.028	0.026	0.026	0.025	0.025
	R ²	0.960	0.943	0.929	0.908	0.895	0.872	0.858	0.839
Pi=0		0	0	1	4	10	16	28	34
Pi-Pj >1/N		38	29	30	37	37	49	52	56

表 4.2 全年波高資料組數與分佈函數之比較($0.5m < H_s < 1.0m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.037	0.035	0.032	0.030	0.030	0.029	0.028	0.027
	R ²	0.937	0.915	0.901	0.887	0.858	0.839	0.815	0.800
Normal	MSE	0.049	0.043	0.041	0.037	0.034	0.033	0.031	0.030
	R ²	0.903	0.886	0.858	0.847	0.830	0.809	0.790	0.773
Rayleigh	MSE	0.035	0.033	0.031	0.028	0.027	0.027	0.026	0.025
	R ²	0.938	0.923	0.906	0.895	0.873	0.853	0.831	0.815
Weibull	MSE	0.031	0.030	0.029	0.026	0.026	0.026	0.026	0.025
	R ²	0.957	0.940	0.924	0.914	0.891	0.873	0.851	0.836
Pi=0		0	0	1	3	6	14	22	29

$ P_i - P_j > 1/N$	31	24	24	24	38	44	52	51
---------------------	----	----	----	----	----	----	----	----

表 4.3 全年波高資料組數與分佈函數之比較(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.035	0.033	0.032	0.033	0.030	0.030	0.028	0.027
	R ²	0.942	0.922	0.899	0.870	0.858	0.830	0.820	0.801
Normal	MSE	0.051	0.045	0.041	0.038	0.035	0.034	0.031	0.030
	R ²	0.897	0.879	0.860	0.839	0.823	0.797	0.795	0.770
Rayleigh	MSE	0.035	0.032	0.031	0.031	0.028	0.028	0.026	0.026
	R ²	0.940	0.925	0.906	0.882	0.869	0.843	0.836	0.815
Weibull	MSE	0.032	0.031	0.030	0.030	0.027	0.028	0.025	0.025
	R ²	0.954	0.940	0.922	0.898	0.885	0.859	0.854	0.832
Pi=0		0	1	2	4	8	11	16	26
$ P_i - P_j > 1/N$		37	28	32	30	38	50	51	58

表 4.4 全年波高資料組數與分佈函數之比較(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.042	0.038	0.037	0.034	0.034	0.032	0.031	0.029
	R ²	0.913	0.897	0.874	0.849	0.821	0.799	0.780	0.775
Normal	MSE	0.048	0.043	0.038	0.037	0.035	0.032	0.031	0.029
	R ²	0.907	0.884	0.872	0.845	0.824	0.809	0.789	0.784
Rayleigh	MSE	0.040	0.038	0.035	0.032	0.032	0.030	0.029	0.027
	R ²	0.915	0.897	0.882	0.858	0.832	0.814	0.794	0.788
Weibull	MSE	0.036	0.033	0.031	0.030	0.029	0.028	0.028	0.025
	R ²	0.943	0.929	0.914	0.890	0.868	0.849	0.830	0.825

Pi=0	0	0	3	8	14	24	32	40
Pi-Pj >1/N	40	35	34	32	44	51	52	62

表 4.5 全年波高資料組數與分佈函數之比較(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.046	0.045	0.043	0.043	0.040	0.039	0.037	0.035
	R ²	0.924	0.899	0.877	0.843	0.830	0.803	0.791	0.766
Normal	MSE	0.075	0.068	0.063	0.058	0.054	0.051	0.048	0.045
	R ²	0.842	0.815	0.785	0.762	0.740	0.718	0.704	0.685
Rayleigh	MSE	0.062	0.059	0.055	0.054	0.050	0.048	0.045	0.043
	R ²	0.855	0.828	0.803	0.773	0.759	0.732	0.719	0.697
Weibull	MSE	0.041	0.040	0.039	0.038	0.037	0.036	0.034	0.032
	R ²	0.942	0.926	0.903	0.878	0.861	0.836	0.824	0.804
Pi=0		10	13	13	18	26	28	32	43
Pi-Pj >1/N		29	33	33	40	48	52	55	64

表 4.6 全年波高資料組數與分佈函數之比較(Hs>3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.049	0.048	0.044	0.043	0.041	0.039	0.037	0.035
	R ²	0.926	0.898	0.882	0.852	0.829	0.810	0.796	0.781
Normal	MSE	0.083	0.076	0.067	0.062	0.058	0.054	0.050	0.047
	R ²	0.829	0.797	0.785	0.759	0.730	0.713	0.698	0.685
Rayleigh	MSE	0.067	0.065	0.060	0.056	0.054	0.051	0.047	0.045
	R ²	0.846	0.812	0.797	0.769	0.743	0.724	0.710	0.694
Weibull	MSE	0.044	0.044	0.040	0.039	0.038	0.036	0.034	0.033

	R^2	0.942	0.921	0.912	0.886	0.860	0.843	0.829	0.814
$P_i=0$		12	15	20	22	33	36	43	50
$ P_i-P_j >1/N$		28	28	32	44	47	58	52	67

由表 4.1 至表 4.6 之波高分析結果可知，依據 R^2 與 MSE 兩參數，可判斷出 Gamma、Normal、Rayleigh 及 Weibull 四個分佈函數與波高資料直方圖的吻合程度：在 MSE 方面，其不同區間中的任一分組組數下，可看出 Weibull 分佈函數與波高直方圖吻合程度明顯優於其餘三種分佈函數，其優劣趨勢大致為 Weibull 分佈最佳，Gamma 分佈次之，Normal 分佈最差。 R^2 方面，在不同區間中的任一分組組數下，Weibull 分佈有最高之 R^2 值，而 Normal 分佈之 R^2 值最低。因此由本研究分析結果，判斷出四個機率分佈函數與波高的吻合程度以 Weibull 分佈最佳，Normal 分佈最差。而經由 R^2 與 MSE 兩參數分析結果可發現，無論波高大小為何，花蓮港域的波高機率分佈可以 Weibull 分佈函數來適切地來描述其波浪特性。

另有關全年波高資料直方圖的組數分析方面，經由表 4.1 至表 4.6 結果的觀察，在任一區間的任一分佈函數中， R^2 與 MSE 值大致上均隨著分組組數的增加而遞減，這是因為將波高作直方圖組數分組中，當分組組數越多，直方圖則呈現越不規則的形狀，造成其與各機率分佈函數曲線之相關性不高，因此導致 R^2 值降低。而依據 MSE 計算公式定義，其分組組數越多，分佈函數曲線與直方圖各分組區間之機率值均會變小，其計算出之誤差平方和值亦比較小，而分母因組數增加而變大，取兩值相除後開根號之結果，理論上其值會隨組數增加而減少，從分析資料後之數據可知，此推論結果與實際情況相吻合。

由上述之說明，可知要決定適當的分組組數，並無法以 R^2 與 MSE 兩參數來判斷評估，因此本研究中另以 $P_i=0$ 與 $|P_i-P_j|>1/N$ 兩參數來選定適合的分組組數範圍。由表 4.1 至表 4.6 分析結果可得知，

$P_i=0$ 與 $|P_i-P_j|>1/N$ 兩參數均隨著分組組數的增加而增加，這是因為當分組組數增加，所繪出之不規則之直方圖，容易產生機率為零之分組間距值及鋸齒狀之多峰值出現的現象。此外，從各表分析之結果，可觀察出當示性波高小於 2m 以下，其分組組數為 5 至 7 組時， $P_i=0$ 參數均較小，且其差異性亦不大。當各區間中的 96 筆波高資料，將其分成 5 至 7 組時，每個組數中僅有三筆以下的波高資料會產生機率值為零的情況，因此可判斷出，當示性波高小於 2m 時，其分組組數以 5 至 7 組最為適合。

而在 $|P_i-P_j|>1/N$ 參數方面，當示性波高介於 $H_s < 0.5m$ 、 $0.5m < H_s < 1.0m$ 、 $1.0m < H_s < 1.5m$ 與 $1.5m < H_s < 2.0m$ 此四個區間時，可觀察出分組組數以 6 至 8 組時，其參數值明顯低於 5 組及 9 至 12 組。理論上當分組組數越多，其 $|P_i-P_j|>1/N$ 參數值會隨著增加，然而當分成 5 組時，則由於分組組數過小，組間距過大，造成某些波高範圍內的機率值過低，以致於某些組間距內的機率值太高，而形成鋸齒狀之峰值現象。因此，依據上述觀察結果，可知當示性波高小於 2m 以下時，分組組數以 6 組及 7 組較佳。

綜合上述分析結果，以示性波高 2m 為界，當波高大於 2m 時，由 R^2 判斷之結果，其直方圖分組組數範圍以 5 至 8 組較佳。而以 $|P_i-P_j|>1/N$ 參數判斷方面，在分組組數為 5 至 7 組時，三組參數值差異性不大，且較 8 至 12 組為小，因此可確定，當以 $|P_i-P_j|>1/N$ 參數為判斷準則時，其分組組數以 5 至 7 組較佳。最後，綜合兩參數之比較結果，可決定示性波高大於 2m 時，5 至 7 組為其較佳之直方圖分組組數。

4.3.2 週期之分析結果

1. 每月週期資料分析結果

民國 93 年花蓮港各月份的週期資料分析結果如附錄 C 所示，本研究中僅對資料數據在 30 筆以上的示性波高區間作分析。在各月份的波浪資料中，2 月、4 月與 5 月的第 4 區間、第 5 區間及第 6 區間資料均不足；而 7 月份僅第 1 區間的週期資料在 30 筆以上，其餘區間資料數據亦不足；6 月、8 月、9 月、12 月在第 6 區間與 1 月、11 月在第 5 區間及第 6 區間的週期資料均不足 30 筆；3 月僅第 2 區間以及第 3 區間的波浪資料數據在 30 筆以上，其餘區間資料均不足；而 10 月的波浪資料在第 1 區間資料不足。

本研究為利於分析，將各月份區間分組後所得的分析結果分為兩部份討論，第一部份為缺少示性波高 1.5m 以上的區間所對應的週期資料，包括 2 至 5 月及 7 月的波浪資料；而第二部份則為包含示性波高 1.5m 以上的區間所對應的週期資料，為 1 月、6 月及 8 月至 12 月的波浪資料。分析結果大致為，第一部份的週期資料中，在示性波高小於 1.5m 的區間其最適之機率分佈為 Longuet-Higgins 分佈；在比較各項評估參數後，最佳直方圖分組組數為 5 至 7 組。

第二部份的週期資料中，示性波高大於 1.5m 的區間內任一分組組數下之 MSE 值，以 Erlang 分佈的分析結果最佳，Longuet-Higgins 分佈次之，Rayleigh 分佈最低；示性波高小於 1.5m 的區間，以 Longuet-Higgins 分佈最佳，Erlang 分佈次之，Rayleigh 分佈最低； R^2 方面，在示性波高大於 1.5m 的區間內任一分組組數，其 R^2 值以 Erlang 分佈最高；示性波高小於 1.5m 的區間，以 Longuet-Higgins 分佈的 R^2 值最高，Erlang 分佈次之。由分析結果可觀察出，對於不同月份的波浪資料而言，在示性波高大於 1.5m 的區間是以 Erlang 分佈其最適之理論分佈，在示性波高小於 1.5m 的區間，其最適之理論分佈為 Longuet-Higgins 分佈；而 Erlang 分佈亦有不錯的分析結果。各月份各區間的分組組數，以 P_i 值、以及 Peak 值等評估參數相互比較後，選定各區間最佳分組組數為 5 至 7 組。

本研究依前述方式，將 1 月至 12 月不分區間的波浪週期資料作一分析比較，分析之結果如附錄 C 所示。其中，5 月、8 月及 12 月之分佈函數與直方圖吻合程度以 Erlang 分佈為最佳，其餘月份則以 Longuet-Higgins 分佈之分析結果較佳；在評估 Pi 值以及 Peak 值兩項參數後，每月份直方圖最佳分組組數均為 5 至 7 組。

2. 每季週期資料分析結果

有關波浪週期每季分析之月份劃分亦如前波高者相同，相關分析結果如附錄 C 所示。第一季週期資料在第 5 以及第 6 區間資料不足 30 筆，故不予以分析。由比較 R2 以及 MSE 之結果可知，在波高小於 1.5m 的區間其最適之機率分佈為 Longuet-Higgins 分佈，在波高大於 1.5m 的區間其最適之機率分佈為 Erlang 分佈。在經由 Pi 值以及 Peak 值兩項參數評估後，各區間直方圖之最佳分組組數為 5 至 7 組。

第二季週期資料在第 6 區間不足 30 筆，分析時亦不考慮。依據分析結果可得，在波高小於 1.5m 的區間其最適之機率分佈為 Longuet-Higgins 分佈，在波高大於 1.5m 的區間其最適之機率分佈為 Erlang 分佈；而各區間直方圖之最佳分組組數為 5 至 7 組。

波高大於 2m 以上所對應的週期資料大部分集中在颱風出現機率較高的第三季以及東北季風強烈的第四季，由第三季之分析結果可知，在波高小於 1.5m 的區間其最適之機率分佈為 Longuet-Higgins 分佈，在波高大於 1.5m 的區間其最適之機率分佈為 Erlang 分佈；而各區間直方圖之最佳分組組數為 5 至 7 組。

第四季的各區間分析結果較前三季不同，無法以 1.5m 的示性波高來區分出何種分佈適合何種區間，但整體上仍舊以 Erlang 分佈與 Longuet-Higgins 分佈的為其最適之理論分佈。而第四季各區間的分組組數，以 Pi 值、以及 Peak 值兩項評估參數相互比較後，選定各區間最佳分組組數為 5 至 7 組。

本研究進一步分析評估各季不分區間的週期資料，因第二季以及第三季為颱風發生頻率較高之季節，故將此兩季合併為同一季加以探討，並將 Normal 分佈函數加入一併分析後之結果如附錄 C 所示。第二、三季合併後的波浪資料之分佈函數與直方圖吻合程度以 Normal 分佈函數最佳；而第一季以及第四季週期資料之分佈函數與直方圖吻合程度，同樣以 Normal 分佈函數最佳；在評估 Pi 值以及 Peak 值兩項參數後，各季直方圖最佳分組組數均為 5 至 7 組。

3. 全年週期資料分析結果

民國 93 年花蓮港全年之週期資料分析結果如表 4.7 至 4.13 所示。依據 R^2 與 MSE 兩參數，可判斷出 Gamma、Erlang、Rayleigh 及 Longuet-Higgins 分佈函數與週期資料直方圖的吻合程度，有關全年週期資料在分區間及分組的分析結果為：在示性波高大於 1.5m 的區間內任一分組組數下之 MSE 值，以 Erlang 分佈函數與直方圖吻合程度最佳；示性波高小於 1.5m 的區間，以 Longuet-Higgins 分佈函數與直方圖吻合程度最佳，Erlang 分佈函數次之； R^2 方面，在示性波高大於 1.5m 的區間內任一分組組數，Erlang 分佈函數有最高 R^2 值，Longuet-Higgins 分佈次之，Rayleigh 分佈最低；示性波高小於 1.5m 的區間，以 Longuet-Higgins 分佈之 R^2 值最高，Erlang 分佈次之，Rayleigh 分佈最低。由本研究分析結果可發現，以花蓮港為例，在示性波高大於 1.5m 的區間內，其週期機率密度分佈是 Erlang 分佈的分析結果較佳，示性波高小於 1.5m 的區間內，以 Longuet-Higgins 分佈結果較佳，而 Erlang 分佈亦有不錯的分析結果。

另有關於全年週期資料直方圖的組數分析方面，由表 4.7 至圖 4.12 中可以觀察出，Pi 值以及 Peak 值會隨著分組組數增加而增加，這是因為當分組組數增加，資料分佈直方圖會出現不規則的情形，容易產生分組間距值為 0 及鋸齒狀之多峰值出現。由分析結果中可發現，當分組組數為 5 至 8 組時，評估參數 Pi 值均較小，且每個區間的均有相似的情形；而在 Peak 值方面，各區間在分組組數為 5 至 8 組時，

Peak 值均低於其餘的分組組數，故選擇在分組組數為 5 組至 8 組中決定最佳分組組數。當分組組數為 8 組時，其離島型直方圖與雙峰型直方圖出現次數較分組組數為 7 組時多，會影響對資料結果的判讀；故在比較各種評估參數後，選定最佳分組組數為 5 至 7 組。

本研究進一步將全年波浪週期資料以不分區間的分組方式並加入 Normal 分佈函數後一併加以分析探討，分析之結果如表 4.13 所示。由表中結果可知，各分佈函數與直方圖吻合程度以 Normal 分佈函數最佳；在經由 Pi 值以及 Peak 值兩項參數評估後，其直方圖之最佳分組組數仍為 7 組。

表 4.7 全年週期資料組數與分佈函數之比較(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0731	0.0703	0.0633	0.0573	0.0548	0.0492	0.0475	0.0433
	R ²	0.8795	0.8553	0.8324	0.8183	0.7972	0.792	0.7729	0.7726
Erlang	MSE	0.0679	0.0661	0.0602	0.0541	0.0522	0.0468	0.0457	0.0415
	R ²	0.9033	0.8828	0.8583	0.8471	0.825	0.8197	0.7988	0.7994
Rayleigh	MSE	0.1645	0.1484	0.1298	0.1153	0.1063	0.0961	0.0897	0.0822
	R ²	0.3208	0.2578	0.2127	0.1842	0.1534	0.135	0.1166	0.1055
L-H	MSE	0.0608	0.0568	0.0538	0.0516	0.0506	0.0504	0.0503	0.0501
	R ²	0.9356	0.9186	0.9119	0.9178	0.9063	0.9003	0.8827	0.8919
Pi		0	0	1	5	9	11	16	17
Peak		1	1	4	5	11	15	16	22

表 4.8 全年週期資料組數與分佈函數之比較(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0649	0.058	0.0553	0.054	0.0482	0.0467	0.0418	0.04
	R ²	0.9152	0.9105	0.8869	0.8639	0.858	0.8398	0.8389	0.8283
Erlang	MSE	0.067	0.0581	0.0557	0.0542	0.0482	0.0467	0.0417	0.04

	R ²	0.9155	0.9125	0.8881	0.8657	0.86	0.8426	0.8421	0.8309
Rayleigh	MSE	0.1917	0.1658	0.1465	0.1322	0.1185	0.1093	0.0994	0.0927
	R ²	0.1821	0.1297	0.094	0.0757	0.0651	0.0547	0.0503	0.046
L-H	MSE	0.0607	0.0587	0.0567	0.0532	0.0472	0.0469	0.0437	0.0401
	R ²	0.9564	0.9296	0.9276	0.9237	0.9169	0.9209	0.8986	0.9012
Pi		0	0	1	2	3	8	12	15
Peak		2	2	4	6	13	15	18	22

表 4.9 全年週期資料組數與分佈函數之比較 (1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0606	0.0536	0.0473	0.0476	0.0442	0.041	0.0388	0.037
	R ²	0.9148	0.9071	0.8992	0.8674	0.8567	0.8433	0.8334	0.8228
Erlang	MSE	0.0607	0.0528	0.0466	0.0469	0.0434	0.0407	0.0383	0.0366
	R ²	0.9188	0.9137	0.9056	0.8739	0.8644	0.8488	0.8411	0.8291
Rayleigh	MSE	0.1783	0.153	0.1331	0.1208	0.109	0.0995	0.0917	0.0855
	R ²	0.2231	0.1727	0.1419	0.1153	0.0956	0.0899	0.077	0.0706
L-H	MSE	0.0599	0.0527	0.0476	0.0459	0.0441	0.0405	0.0377	0.0356
	R ²	0.9223	0.9315	0.9146	0.9152	0.9102	0.9001	0.8947	0.878
Pi		0	0	3	3	7	7	12	13
Peak		3	3	4	7	10	13	14	19

表 4.10 全年週期資料組數與分佈函數之比較(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0597	0.0588	0.0477	0.0475	0.0431	0.0412	0.0401	0.0368
	R ²	0.8286	0.7673	0.7732	0.7201	0.7115	0.68	0.6459	0.6323
Erlang	MSE	0.0584	0.0563	0.0456	0.046	0.0417	0.0404	0.0392	0.0361
	R ²	0.8404	0.7848	0.789	0.7344	0.7247	0.6894	0.6556	0.6416
Rayleigh	MSE	0.1315	0.1159	0.0997	0.0911	0.0828	0.0763	0.0711	0.0659

	R ²	0.2864	0.2396	0.2262	0.2091	0.1827	0.176	0.1559	0.1496
L-H	MSE	0.0682	0.0662	0.066	0.0646	0.0617	0.0594	0.0572	0.0561
	R ²	0.786	0.7542	0.7376	0.7201	0.7024	0.7038	0.6541	0.6377
Pi		0	1	3	3	7	9	11	11
Peak		1	2	5	7	11	14	16	20

表 4.11 全年週期資料組數與分佈函數之比較 (2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0477	0.0488	0.0484	0.042	0.0396	0.0357	0.0369	0.032
	R ²	0.9006	0.8595	0.8266	0.8154	0.7911	0.7905	0.7433	0.7637
Erlang	MSE	0.0466	0.0473	0.0465	0.0409	0.0386	0.0348	0.0362	0.0313
	R ²	0.9094	0.8722	0.8403	0.8268	0.8029	0.8008	0.7551	0.7739
Rayleigh	MSE	0.1289	0.115	0.1014	0.0896	0.0817	0.074	0.0703	0.0644
	R ²	0.3947	0.3118	0.2596	0.2393	0.2107	0.2015	0.1704	0.1611
L-H	MSE	0.0561	0.0553	0.0511	0.0499	0.0486	0.0448	0.0467	0.0411
	R ²	0.8577	0.8245	0.7834	0.7718	0.7592	0.7697	0.7253	0.7524
Pi		0	0	1	4	8	10	14	14
Peak		1	3	3	7	10	14	16	23

表 4.12 全年週期資料組數與分佈函數之比較 (3.0m<Hs)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0695	0.0641	0.0583	0.0521	0.0516	0.0437	0.0426	0.0413
	R ²	0.8109	0.766	0.7497	0.7215	0.6758	0.6924	0.6628	0.6279
Erlang	MSE	0.0651	0.061	0.0557	0.05	0.0499	0.0423	0.0415	0.0404

	R ²	0.8341	0.7904	0.773	0.7425	0.6954	0.7117	0.6793	0.6431
Rayleigh	MSE	0.1424	0.1239	0.1101	0.0977	0.0908	0.0814	0.0764	0.0713
	R ²	0.2291	0.1697	0.1411	0.1122	0.0975	0.0894	0.0812	0.0781
L-H	MSE	0.0687	0.0671	0.0663	0.0622	0.0601	0.0577	0.0566	0.0544
	R ²	0.7267	0.7069	0.6912	0.6945	0.6539	0.6737	0.649	0.6315
Pi		0	0	0	1	1	2	5	6
Peak		1	1	3	8	10	15	16	24

表 4.13 全年週期資料組數與分佈函數之比較(不分波高區間)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0476	0.0441	0.0423	0.0411	0.0376	0.0347	0.0332	0.0323
	R ²	0.8835	0.8537	0.8208	0.824	0.794	0.7818	0.7767	0.7629
Erlang	MSE	0.0466	0.0473	0.0465	0.0409	0.0386	0.0348	0.0362	0.0313
	R ²	0.897	0.9018	0.8794	0.8555	0.8497	0.8216	0.8228	0.8139
Rayleigh	MSE	0.1289	0.115	0.1014	0.0896	0.0817	0.074	0.0703	0.0644
	R ²	0.3947	0.3118	0.2596	0.2393	0.2107	0.2015	0.1704	0.1611
L-H	MSE	0.0312	0.0296	0.0294	0.0285	0.0283	0.028	0.0254	0.0312
	R ²	0.9094	0.8722	0.8403	0.8268	0.8029	0.8008	0.7551	0.7739
Normal	MSE	0.0252	0.0234	0.0212	0.0203	0.0198	0.0172	0.0158	0.0141
	R ²	0.9748	0.9647	0.8887	0.8858	0.8624	0.8374	0.8350	0.8199
Pi		0	0	0	1	4	8	10	14
Peak		1	3	4	6	11	14	15	17

4.4 波高統計特性之理論推算

依據前節之分析探討，已得知花蓮港實測波浪資料的分佈函數型式，本節中將進一步建立波高推算模式，以作為港灣工程或波浪統計之應用需求。依據花蓮港實測波高分佈較符合 Weibull 分佈函數之結

果，為求其理論統計值，本研究參考 Rayleigh 分佈之公式推導過程，由 Weibull 分佈之公式定義，推導出之相關之理論波高統計值公式，並參考常用之波高比，以探討理論與實際之關係。

4.4.1 波高統計代表值推導

本節中為進一步瞭解 Weibull 分佈與實際波高之相關性，將以最大概似法(method of maximum likelihood)估算其 α 與 β 參數值，並探討其參數與波高之相關性。而由參數之計算結果，可求得相關之理論波高統計值，並與實際波高計算而得之統計值進行比較。Weibull 分佈之相關波高統計值 H_s 、 \bar{H} 、 H_{max} 與 H_{rms} 推導如下：

1. Weibull 分佈理論之 H_s

Weibull 機率密度分佈函數之公式為

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \dots\dots\dots(4.20)$$

假設大於某特定波高值 x_N 的機率為 $1/3$ ，則

$$f(x \geq x_N) = \int_{x_N}^{\infty} f(x) dx = 1/3 \dots\dots\dots(4.21)$$

令 $y = (x/\beta)^\alpha$ 代入式(4.20)，可得

$$f(y) = \int_{y_N}^{\infty} e^{-y} dy \dots\dots\dots(4.22)$$

令式(4.22)值為 $1/3$ ，可推得 $y_N = -\ln(1/3) = \ln(3)$ ，再依照示性波高 H_s 之定義，即 $f(x)$ 在 x_N 至 ∞ 範圍內所涵蓋面積之形心位置就是 H_s ，以數學式表示，則為

$$\begin{aligned}
H_s &= \frac{\int_{x_N}^{\infty} xf(x)dx}{\int_{x_N}^{\infty} f(x)dx} = \frac{1}{e^{-y_N}} \int_{x_N}^{\infty} xf(x)dx \\
&= \frac{1}{e^{-y_N}} \beta \int_{y_N}^{\infty} y^{\frac{1}{\alpha}} e^{-y} dy \\
&= 3\beta \Gamma\left(\left(\frac{1}{\alpha} + 1\right), \ln(3)\right) \dots\dots\dots (4.23)
\end{aligned}$$

上式中 α 為其形狀參數，是描述分佈的陡峭程度； β 則為尺度參數，用以描述分佈的散佈程度。由於 Weibull 函數的 α 、 β 兩參數難以控制，故將其轉換成型 I 極值分佈 (Type I Extreme Value Distribution) 或稱 Gumbel 分佈。將波高取對數，成一尺度一位置極值分佈函數，再以最大概似法 (Maximum Likelihood Estimates) 估計參數。

2. Weibull 分佈之理論 \bar{H}

平均波高 \bar{H} 為機率密度函數的期望值，故

$$\bar{H} = \int_0^{\infty} xf(x)dx \dots\dots\dots (4.24)$$

由式(4.20)與式(4.24)，令 $y = (x/\beta)^\alpha$ 代入，得 $f(y) = \int_0^{\infty} e^{-y} dy$ ，即

$$\begin{aligned}
\bar{H} &= \beta \int_0^{\infty} y^{\frac{1}{\alpha}} e^{-y} dy \\
&= \beta \Gamma\left(\frac{1}{\alpha} + 1\right) \dots\dots\dots (4.25)
\end{aligned}$$

上式即為 Weibull 分佈函數推得之理論平均波高 \bar{H} 。

3. Weibull 分佈之理論 H_{max}

假設 N_0 是以零上切法求得之個別波的數目， x_{max} 為其中最大波高值，則大於 x_{max} 值之機率以數學式表示，則為

$$f(x > x_{max}) = \int_{x_{max}}^{\infty} f(x) dx \dots\dots\dots (4.26)$$

令 $y = (x/\beta)^\alpha$ 代入式(4.26)，則

$$\int_{\left(\frac{x_{max}}{\beta}\right)^\alpha}^{\infty} e^{-y} dy = e^{-\left(\frac{x_{max}}{\beta}\right)^\alpha} \dots\dots\dots (4.27)$$

上式中，令 $\xi = N_0 f(x_{max}) = N_0 e^{-\left(\frac{x_{max}}{\beta}\right)^\alpha}$ ，則

$$x_{max} = \beta \left[-\ln\left(\frac{\xi}{N_0}\right) \right]^{\frac{1}{\alpha}} = \beta \left[\ln(N_0) - \ln(\xi) \right]^{\frac{1}{\alpha}} \dots\dots\dots (4.28)$$

其最大波高 H_{max} 為

$$\begin{aligned} H_{max} &= \int_0^{\infty} x_{max} e^{-\xi} d\xi \\ &= \beta \left[(\ln N_0)^{\frac{1}{\alpha}} - \frac{1}{\alpha} (\ln N_0)^{\frac{1}{\alpha}-1} \cdot \gamma + \frac{1-\alpha}{2\alpha^2} (\ln N_0)^{\frac{1}{\alpha}-2} \cdot \left(\frac{\pi^2}{6} + \gamma^2 \right) \right] \end{aligned} \quad (4.29)$$

式中 $\gamma = -\int_0^{\infty} (\ln \xi) e^{-\xi} d\xi = 0.5772\dots$ (尤拉數)。

4. Weibull 分佈之理論 H_{rms}

由式(4.20)可推導出 Weibull 分佈之理論均方根值 H_{rms} 為

$$\begin{aligned}
H_{rms}^2 &= \int_0^{\infty} \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} x^2 dx \\
&= \frac{\alpha}{\beta^\alpha} \int_0^{\infty} x^{\alpha+1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} dx \dots\dots\dots(4.30)
\end{aligned}$$

令 $y = \left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha$ 代入上式，為

$$H_{rms}^2 = \beta^2 \int_0^{\infty} y^{\left(\frac{2}{\alpha}\right)} e^{-y} dy = \beta^2 \cdot \Gamma\left(\frac{2}{\alpha} + 1\right) \dots\dots\dots(4.31)$$

故得

$$H_{rms} = \beta \left[\Gamma\left(\frac{2}{\alpha} + 1\right) \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(4.32)$$

根據上述之推導結果，由 Weibull 分佈之 α 與 β 兩參數，即可計算出 H_s 、 \bar{H} 、 H_{max} 與 H_{rms} 等四個波高統計值。

4.4.2 波高理論分佈參數分析

利用 Weibull 分佈模式和波高直方圖套配(fitted)結果，可計算出分佈函數之 α 與 β 兩參數值，依花蓮港 93 年全年波高資料分析結果，將每區間之 α 與 β 值將其繪製如圖 4.4 與圖 4.5 所示，圖中橫坐標之示性波高範圍區分成 1 至 6 個區間。由圖中可觀察出，因 α 為形狀參數，是以隨著示性波高變大， α 值亦隨著變大；而 β 為尺度參數，其值於前四個區間中，平均值及最大、最小值趨勢均較為相似，在第五與第六區間中，由於其示性波高範圍尺度較大，因此於第五與第六區間時，其 β 數值範圍亦較大。依據上述之分析結果可知，Weibull 分佈之 α 值與示性波高有較高之相關性，而 β 值因其僅與區間尺度大小有關，故可判斷出其與示性波高相關性甚小。

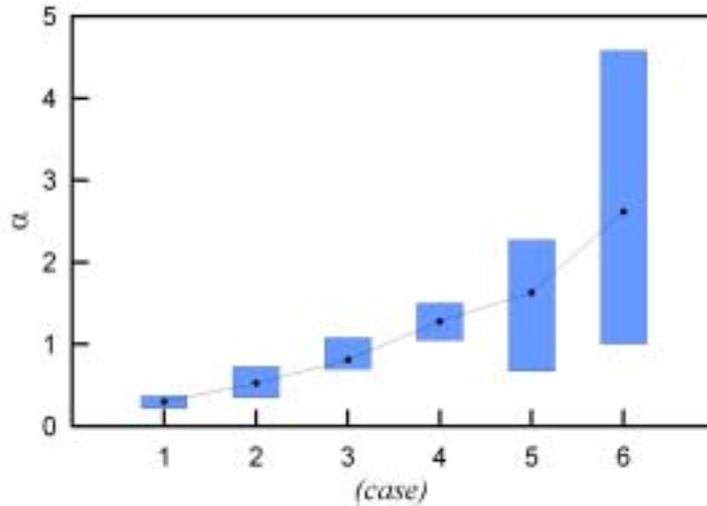


圖 4.4 花蓮港波高資料各區間 Weibull 分佈之 α 分佈範圍

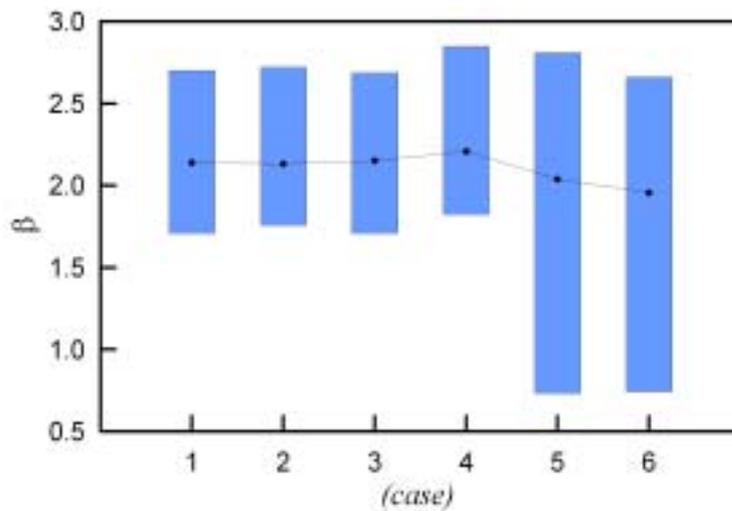


圖 4.5 花蓮港波高資料各區間 Weibull 分佈之 β 分佈範圍

為求得 α 、 β 值與示性波高大小之相關性，由 Rayleigh 分佈之理論計算公式 $H_s = 4\sqrt{m_0}$ ，可知示性波高大小與 $\sqrt{m_0}$ 成正比，其中 m_0 為前式 (4.1) 之零階動差。

有關全年實測波高資料各區間之 m_0 與 α 之關係，如圖 4.6 至圖 4.11 所示；因 β 值與示性波高關係甚小，僅如圖 4.12 計算 $H_s < 0.5\text{m}$ 區間之 m_0 與 β 之關係，其餘各區間 m_0 與 β 之關係則如表 4.14 表示。

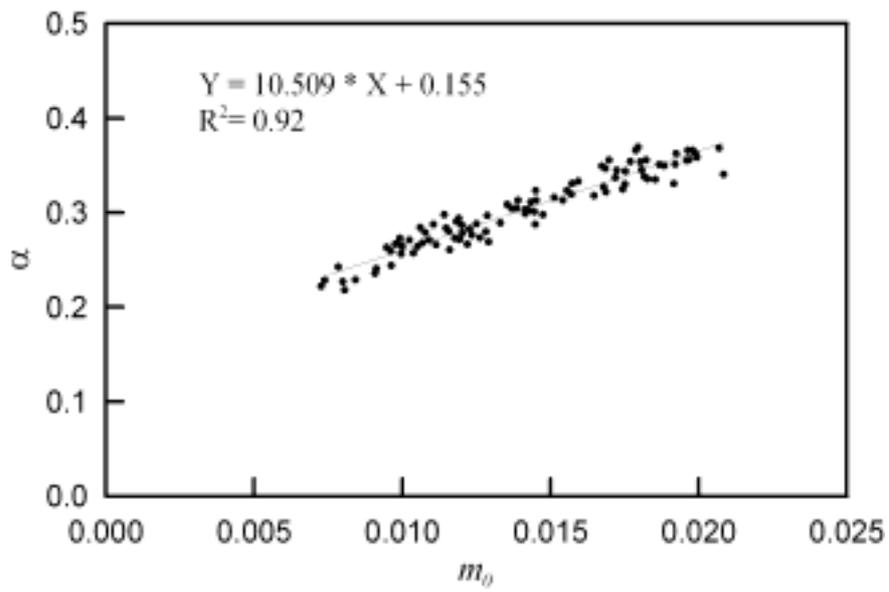


圖 4.6 實測波高資料 m_0 與 α 關係之 ($H_s < 0.5m$)

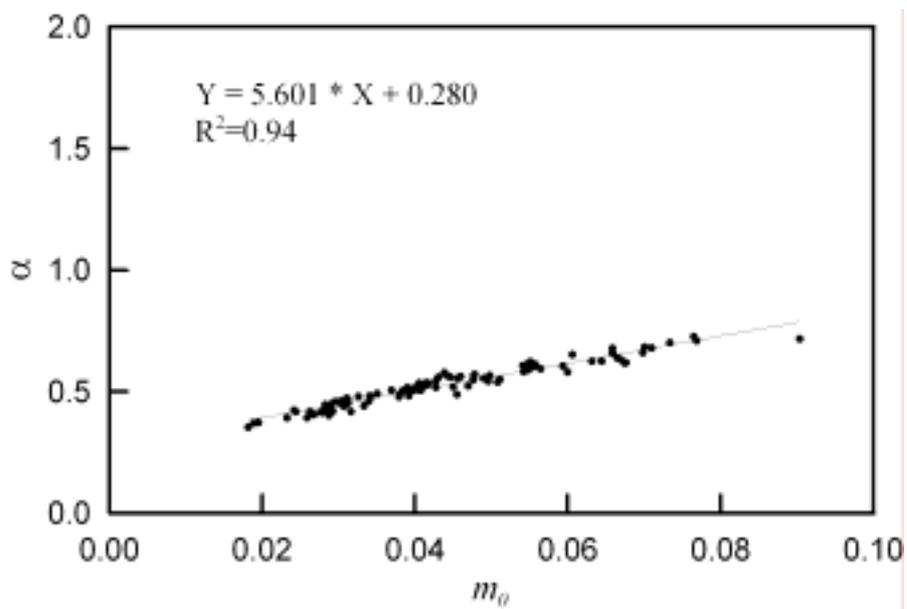


圖 4.7 實測波高資料 m_0 與 α 關係之 ($0.5m < H_s < 1.0m$)

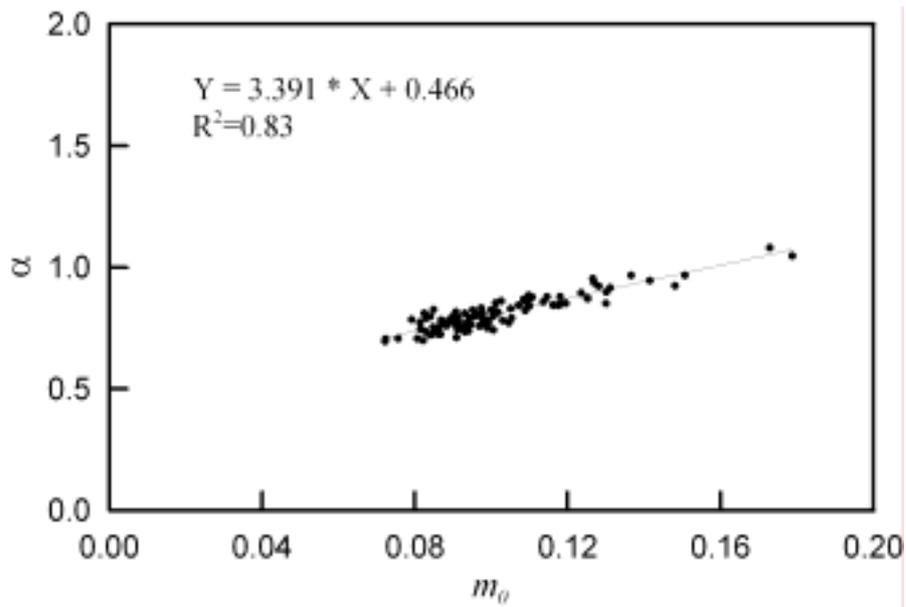


圖 4.8 實測波高資料 m_0 與 α 關係之(1.0m<Hs<1.5m)

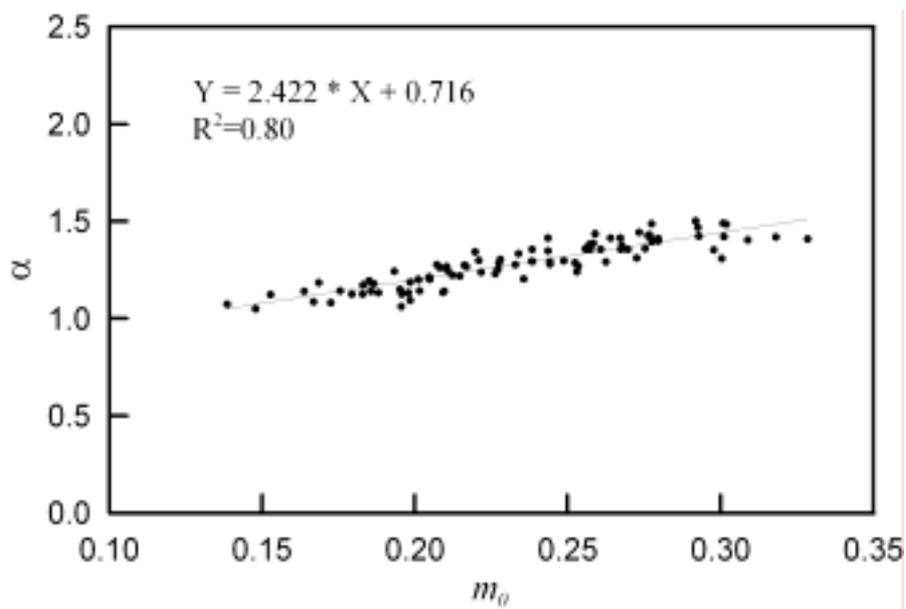


圖 4.9 實測波高資料 m_0 與 α 關係之(1.5m<Hs<2.0m)

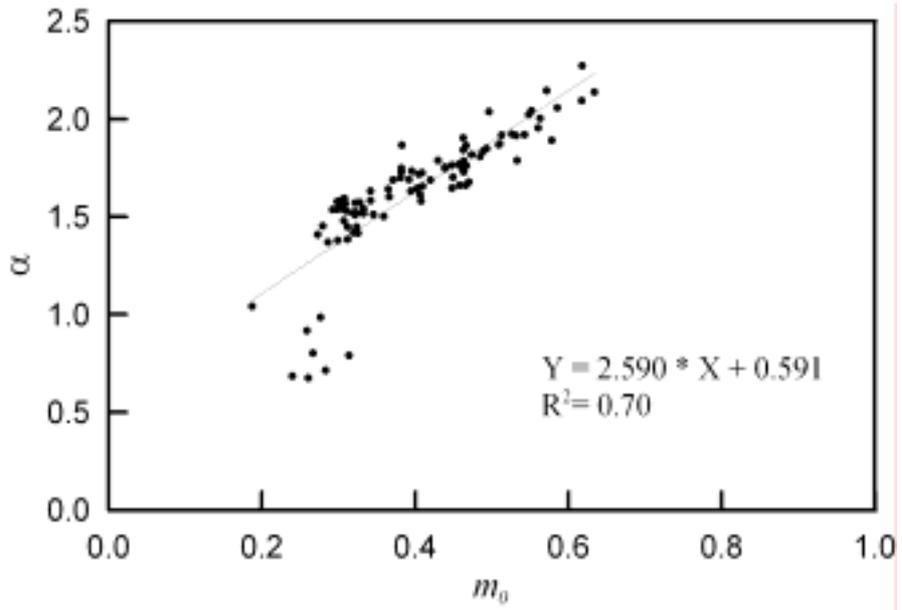


圖 4.10 實測波高資料 m_0 與 α 關係之 ($2.0\text{m} < H_s < 3.0\text{m}$)

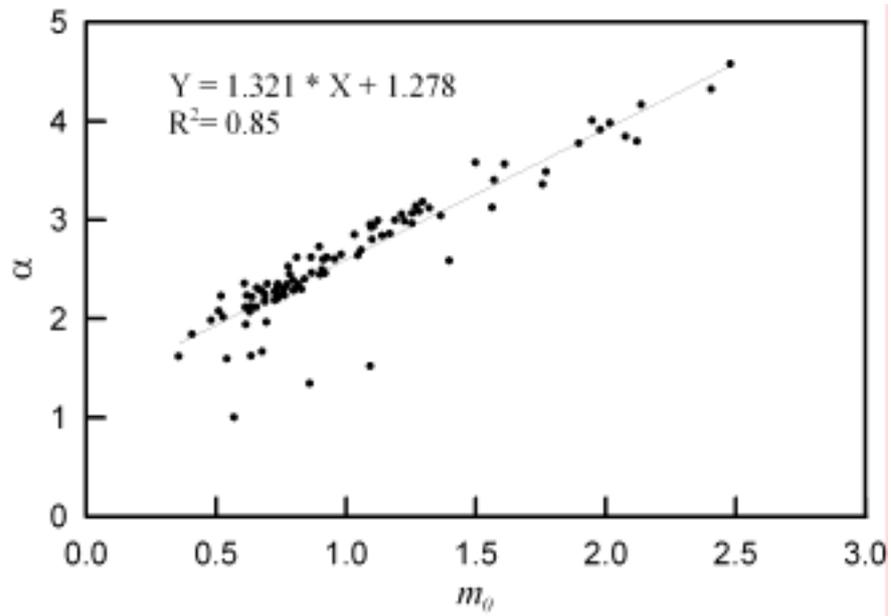


圖 4.11 實測波高資料 m_0 與 α 關係之 ($H_s > 3.0\text{m}$)

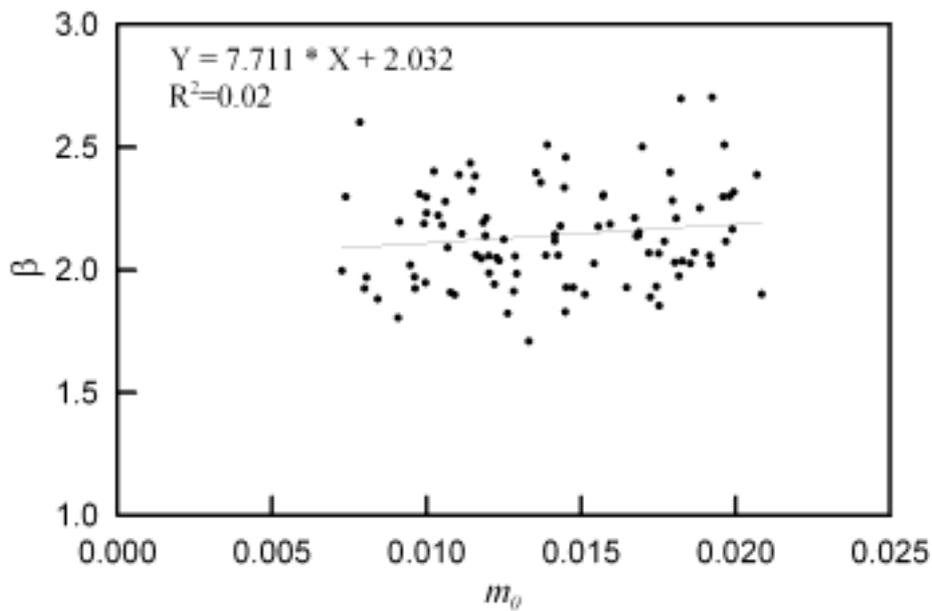


圖 4.12 實測波高資料 m_0 與 α 關係之 ($H < 0.5\text{m}$)

表 4.14 各區間實測波高資料 m_0 與 β 之關係

Class	R^2	Equation
$H_s < 0.5\text{m}$	0.020	$y = 7.711x + 2.033$
$0.5\text{m} < H_s < 1.0\text{m}$	0.004	$y = 0.795x + 2.099$
$1.0\text{m} < H_s < 1.5\text{m}$	0.005	$y = 0.720x + 2.077$
$1.5\text{m} < H_s < 2.0\text{m}$	0.017	$y = 0.713x + 2.043$
$2.0\text{m} < H_s < 3.0\text{m}$	0.141	$y = 1.725x + 1.345$
$H_s > 3.0\text{m}$	0.140	$y = 0.367x + 1.585$

依據圖 4.6 至圖 4.11 之 m_0 與 α 的結果顯示，在 $H_s < 1.0\text{m}$ 時，其 m_0 與 α 有較高之 R^2 值，達 0.92 以上，此可說明於小波高時， m_0 與 α 有很大的相關性；而在 $1.0\text{m} < H_s < 3.0\text{m}$ 時， R^2 呈現隨示性波高變大而越小的情形，其相關性減低顯然是受少數資料點影響，根據統計學上之理論，可能其為偶發之狀況或者儀器測量錯誤所致，但此區間之 R^2 值亦介於 0.8 至 0.9 之間。整體而言，雖然波高 m_0 與 α 之相關性較高，但 m_0 與 β 之相關性則甚低。因此，為進一步確定 m_0 與 β 之相關性，本研究另以全

年資料之 m_0 與 α 、 β 一起作迴歸分析，求得其 m_0 與 α^2/β 之相關性較高，如下圖 4.13 所示。

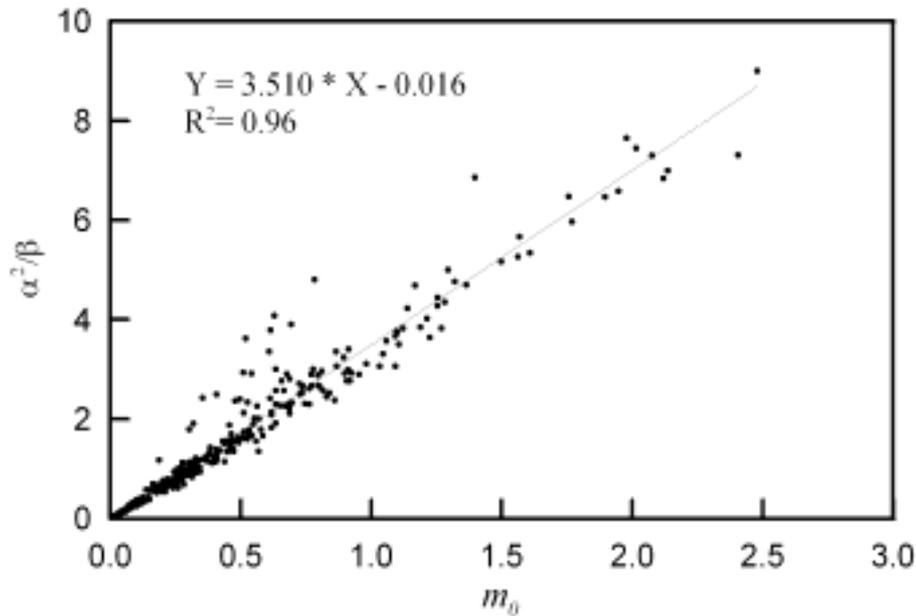


圖 4.13 全年波高資料之 m_0 與 α^2/β 之關係

由花蓮港 93 年各區間波高資料之 m_0 與 α 及 α^2/β 的迴歸關係式，可求得各區間中 m_0 與 α 及 α^2/β 之關係，而為進一步求得其在不同波高大小下之關係，本研究將波高不分區間，以全年波高資料之 m_0 與 α 及 α^2/β 迴歸，其 m_0 與 α 迴歸之 R^2 高達 0.98，而 m_0 與 α^2/β 迴歸之 R^2 為 0.96，依據此結果可推得 m_0 與 α 及 β 關係式如下：

$$\alpha = 2.622m_0^{0.506} \dots\dots\dots(4.33)$$

$$\beta = \frac{\alpha^2}{(3.510m_0 - 0.016)} \dots\dots\dots(4.34)$$

4.4.3 波高之理論與實際值比較方法

花蓮港之實測波高分佈近似於 Weibull 分佈，由 Weibull 分佈可推導出 H_s 、 \bar{H} 、 H_{max} 與 H_{rms} 等四個理論波高統計值，為探討花蓮港實際

值與理論值之差異，本研究分析方法主要參考一般常用之 Rayleigh 分佈理論波高比，及不同波高統計值與 m_0 之關係以進行比較，而示性波高 H_s 為重要之代表波參數，常應用於工程上之設計，因此本研究擬以下列兩式比較各種波高統計參數之差異。

依據 Rayleigh 分佈之公式，可推得如下之理論關係式

$$\frac{H_s}{\bar{H}} = 1.597, \quad \frac{\bar{H}}{\sqrt{m_0}} = 2.51, \quad \frac{H_s}{\sqrt{m_0}} = 4.0 \dots\dots\dots(4.35)$$

及郭(2001)之 Weibull 分佈理論比值

$$\frac{\bar{H}}{\sqrt{m_0}} = 2.413, \quad \frac{H_s}{\sqrt{m_0}} = 3.774 \dots\dots\dots(4.36)$$

因此由花蓮港實際波浪資料統計而得之波浪統計參數，包含 m_0 、 H_s 、 \bar{H} 、 H_{max} 與 H_{rms} 等，除與 H_s 比較外，再分別計算其 H_s/\bar{H} 、 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 與 $H_s/\sqrt{m_0}$ 之比值，並與上兩式之理論值進行比較。而 H_{max} 與 H_{rms} 兩統計參數，則計算其 H_{max}/H_s 與 H_s/H_{rms} 之比值，比較其理論及實際值之差異，其中 H_{max} 為波高最大值， H_{rms} 為波高的均方根值(Root Mean Square)。

4.4.4 示性波高 H_s 理論與實測值之比較

示性波高值之計算有兩種方式，一種是水位變化資料經由轉換可獲得波浪資料之歷線圖，而後將波高依大小排序，取波高資料中較大的前 1/3 部份的平均值，此平均值即為示性波高；另一種為無法獲得波高歷線圖而需藉由波浪頻譜依理論或經驗公式求取。依據波浪統計理論論述，紛紜水面若具統一性(ergodicity)則其波高分佈為 Rayleigh 分佈，而花蓮港之實測波高分佈卻較符合 Weibull 分佈，本節中將探討此三者所計算獲得之示性波高值對花蓮港域的波浪統計特性的差異性及

代表性。

將花蓮港民國 93 年之波浪資料依波高排序、Rayleigh 與 Weibull 等三種不同的示性波高計算方式的各區間分析結果，如圖 4.14 至圖 4.19 所示，圖中 Data、Rayleigh 與 Weibull 等曲線分別前述三種所計算出之 H_s ，橫座標為波浪資料筆數。

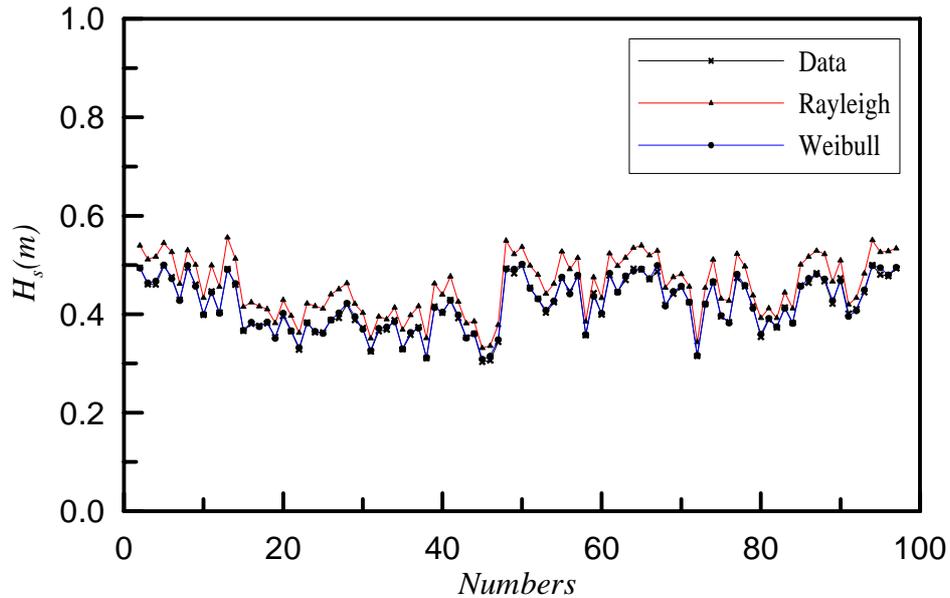


圖 4.14 示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較($H_s < 0.5m$)

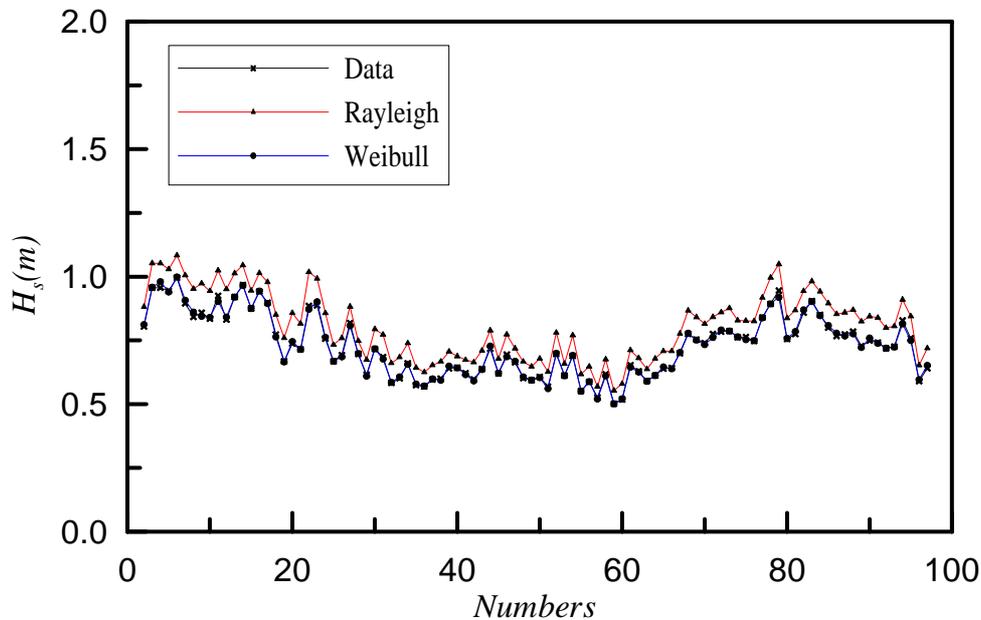


圖 4.15 示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較($0.5m < H_s < 1.0m$)

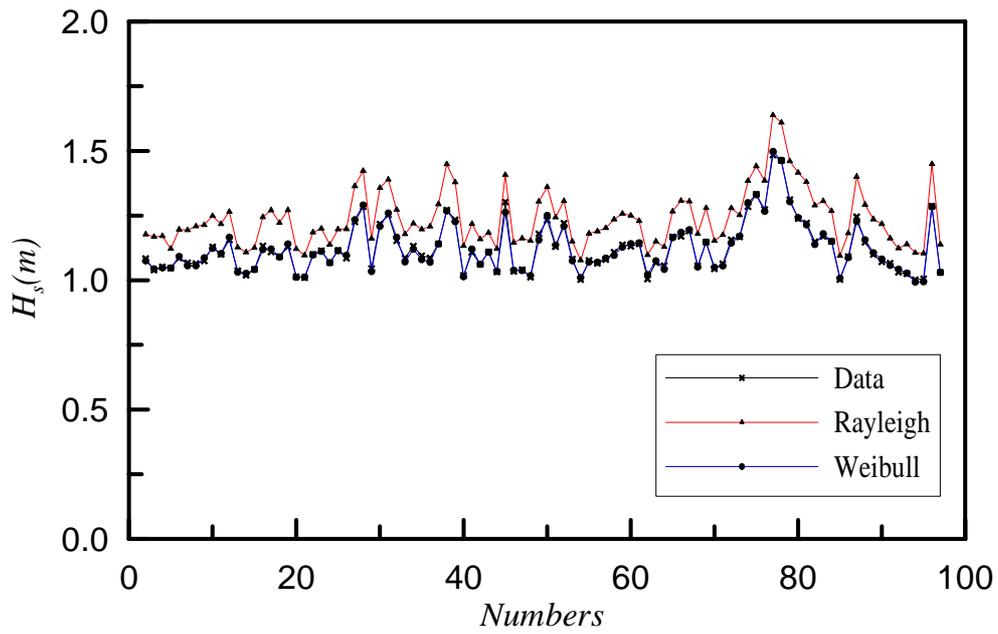


圖 4.16 示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較(1.0m<Hs<1.5m)

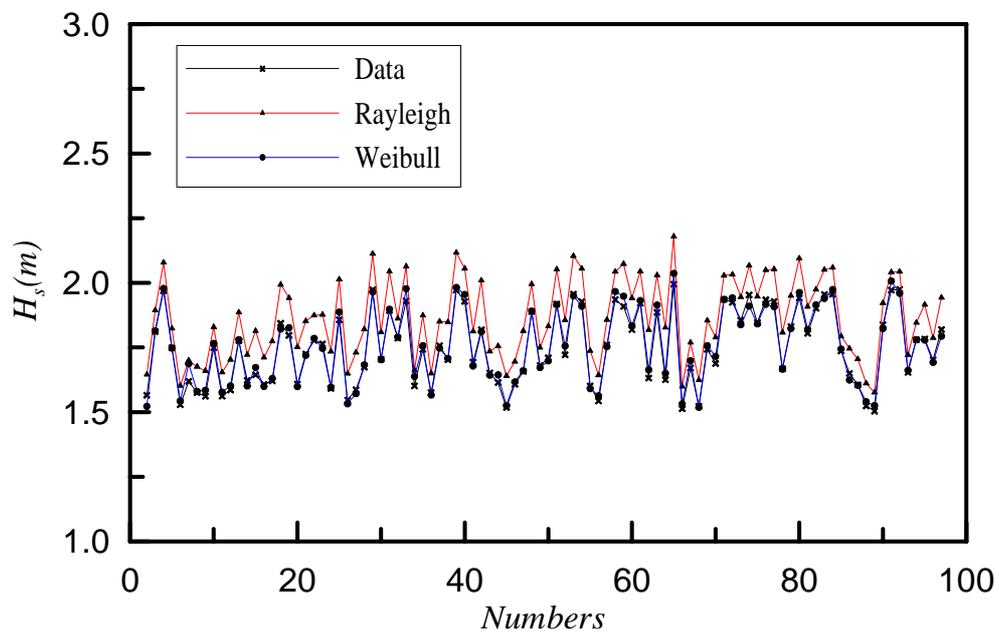


圖 4.17 示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較(1.5m<Hs<2.0m)

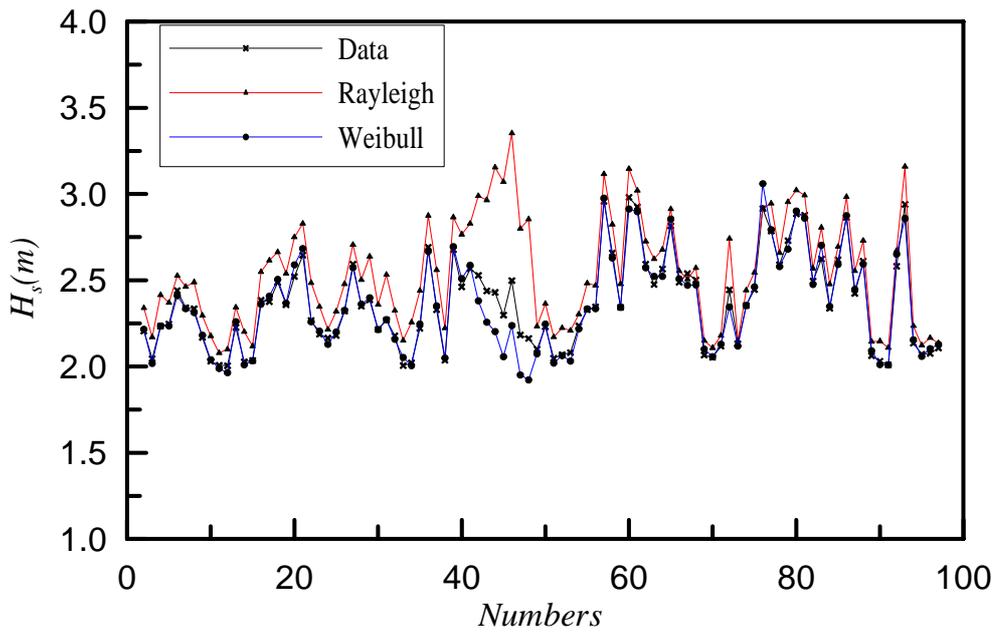


圖 4.18 示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較(2.0m<Hs<3.0m)

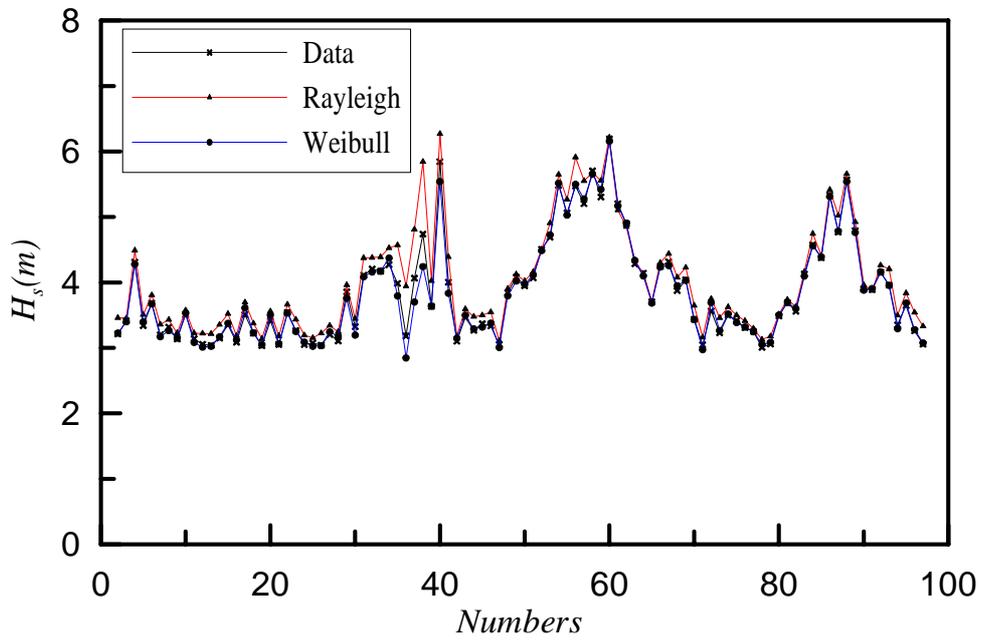


圖 4.19 示性波高實測值與 Rayleigh 及 Weibull 理論值之比較(Hs>3.0m)

由上圖之 H_s 比較結果可發現，經由 Rayleigh 分佈所計算之理論示性波高值較由實測波高排序所求得的示性波高值明顯有高估的現象，而 Weibull 分佈之示性波高值較符合實測波高情形，且於小波高時，其與實測值之誤差更小，意即 Weibull 理論值與實測波高曲線吻合度高，而 Rayleigh 之理論值無論在波高大或小，對於推估花蓮港實際波浪而言，都有高估現象。其中，如圖 4.18 之 Rayleigh 理論值推估結果，於第 40 至第 50 筆資料點中，波高高低趨勢與實際波高差異甚大，而在探討 m_0 與 α 值時，亦發現 $2.0\text{m} < H_s < 3.0\text{m}$ 時，有少數資料點異常。因此，可知不論波高之大小，以式(4.23)Weibull 分佈之 H_s 理論值計算結果較近似於波高實測值。

4.4.5 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 理論與實測值之比較

\bar{H} 為實測波高資料之平均值，而 m_0 為實測波浪之能量，以實測資料計算之 \bar{H} 與 m_0 比值分別與式(4.35)Rayleigh 理論值 $\bar{H}/\sqrt{m_0}=2.51$ 及式(4.36)Weibull 理論值 $\bar{H}/\sqrt{m_0}=2.413$ 作一比較，相關實測資料計算結果如圖 4.20 至圖 4.25 所示。

由上各圖之分析結果，雖然其資料點之曲線抖動較大，但可發現當示性波高小於 1.5 米以下(如圖 4.20 至圖 4.22)時，其 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值大部分皆小於 Weibull 分佈之理論值 2.413，而隨著波高變大，當 $1.5\text{m} < H_s < 2.0\text{m}$ 時， $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值大於 2.413 之資料點數也相對增加，於圖 4.25 之大波高時，其比值更逼近 2.8。因此，依據其比值在各區間之分佈趨勢，可發現 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 會隨著波高增大而比值隨著變大。

於圖 4.24($2.0\text{m} < H_s < 3.0\text{m}$)之第 41 至第 48 筆及圖 4.25 之第 36 至第 39 筆波高當中，其比值遠較理論值為小，經計算過程查證， \bar{H} 值在合理範圍，然 m_0 與其它資料相較之下值均較為大，此結果與上節所論述其可能 m_0 值異常之情況相同。

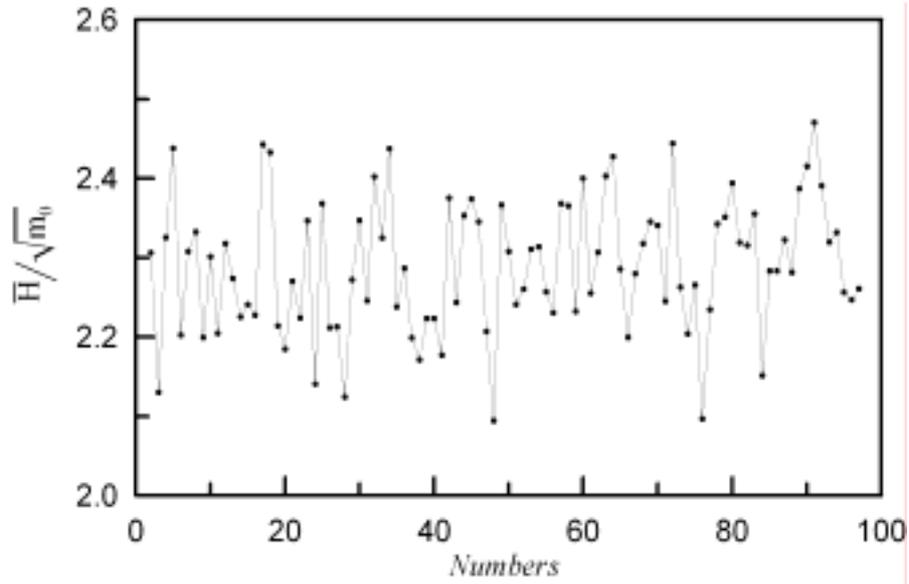


圖 4.20 波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($H_s < 0.5m$)

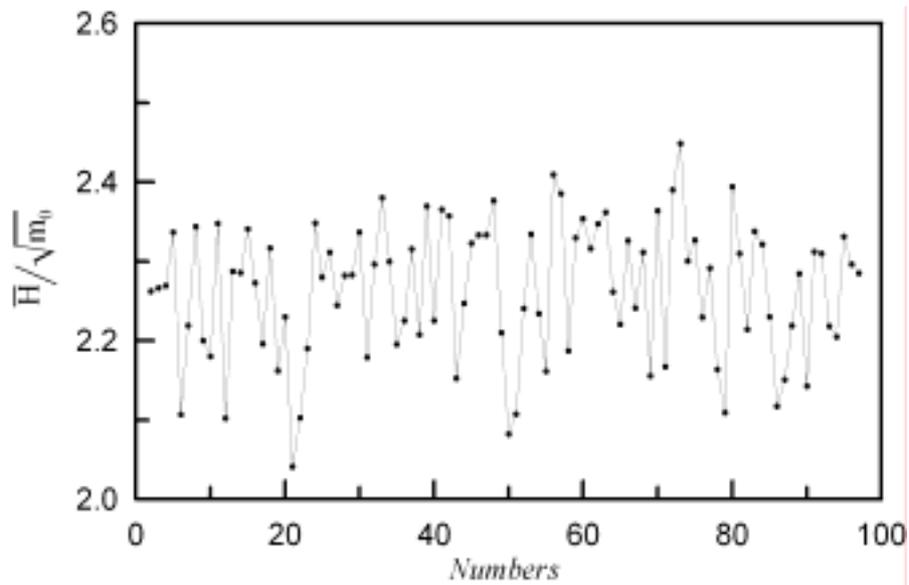


圖 4.21 波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖($0.5m < H_s < 1.0m$)

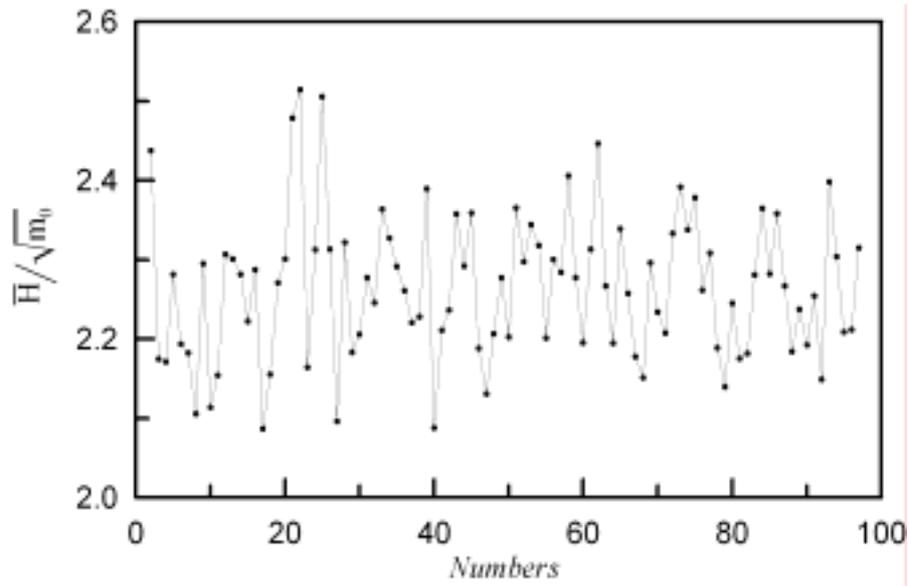


圖 4.22 波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖(1.0m<Hs<1.5m)

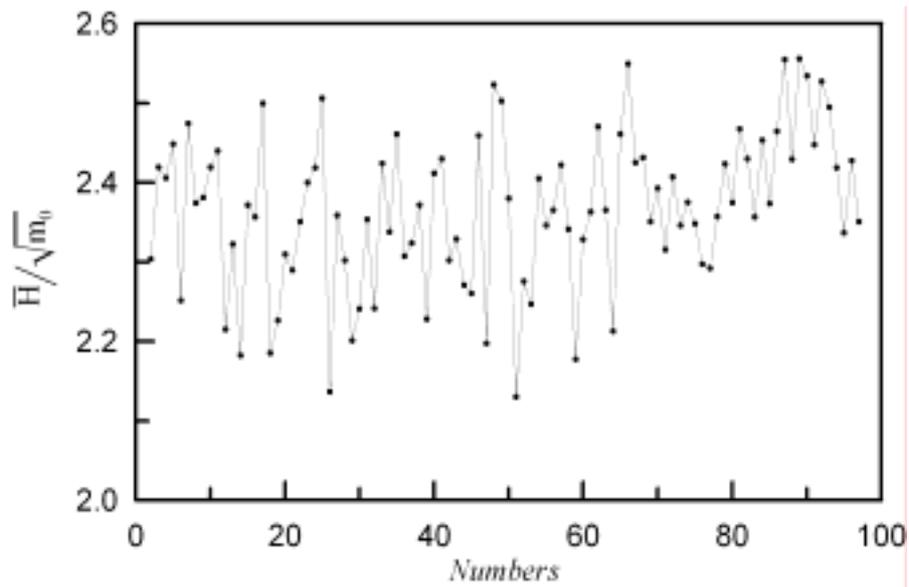


圖 4.23 波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖(1.5m<Hs<2.0m)

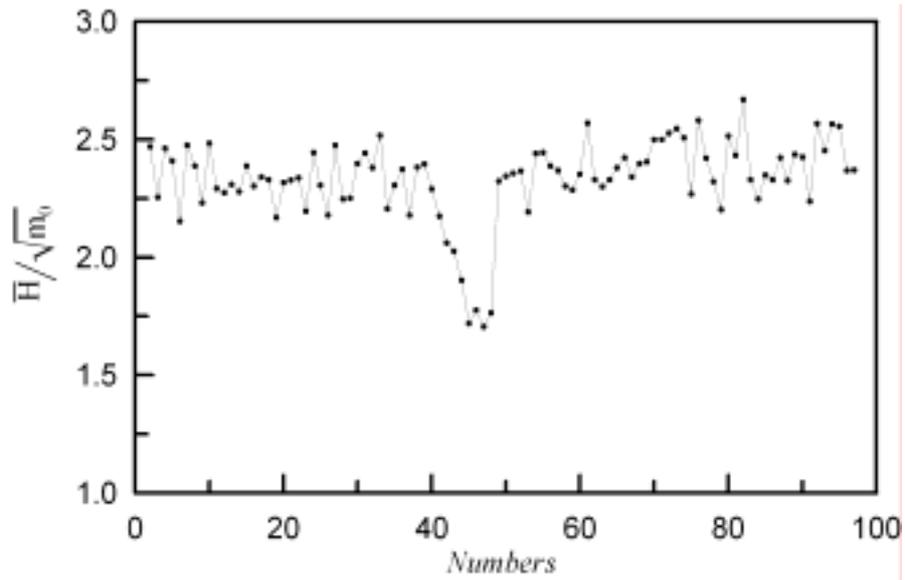


圖 4.24 波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖(2.0m<Hs<3.0m)

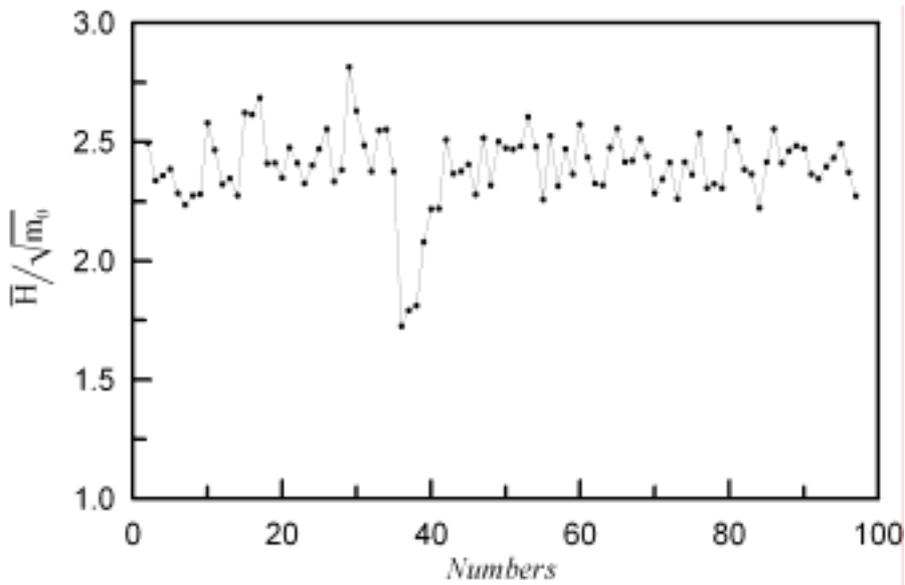


圖 4.25 波高實測資料 $\bar{H}/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖(Hs>3.0m)

4.4.6 $H_s/\sqrt{m_0}$ 理論與實測值之比較

本節中亦分析探討全年實測波浪資料之 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值與兩種分佈函數理論值之差異，相關實測資料計算結果如圖 4.26 至圖 4.31 所示。

由前式(4.35)及式(4.36)可知，Rayleigh 分佈之理論比值 $H_s/\sqrt{m_0}$ 為 4.0，而 Weibull 分佈的理論比值為 3.774。由圖 4.26 至圖 4.31 之實測值分佈可知，當示性波高小於 2m 時，其 $H_s/\sqrt{m_0}$ 值大致介於 3.4~3.8 之間；而當示性波高大於 2m(如圖 4.30 與圖 4.31)時，其比值大概為 3.5~4.0；而於波高 $2.0\text{m} < H_s < 3.0\text{m}$ 區間中，發現其資料有少數幾筆為異常現象，此與前節之分析論述相同。另外，當示性波高值大於 2.0m 以上時(如圖 4.30 與圖 4.31)，其有多筆資料點之比值大於 4.0，此可能為包含發生於颱風季節之波高資料，是以在計算實際比值，無法以平時波高理論值來作為判斷資料正常與否的依據。由上述之分析論述，對於應用於計算花蓮港示性波高時，若為非颱風期間，可以 3.4~3.8 倍 $\sqrt{m_0}$ 估算其示性波高範圍。

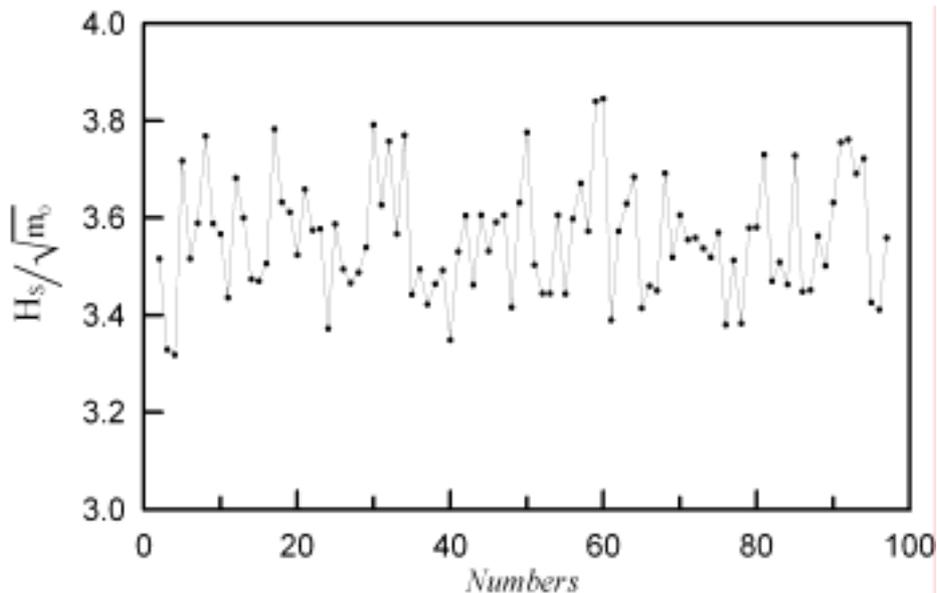


圖 4.26 波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖 ($H_s < 0.5\text{m}$)

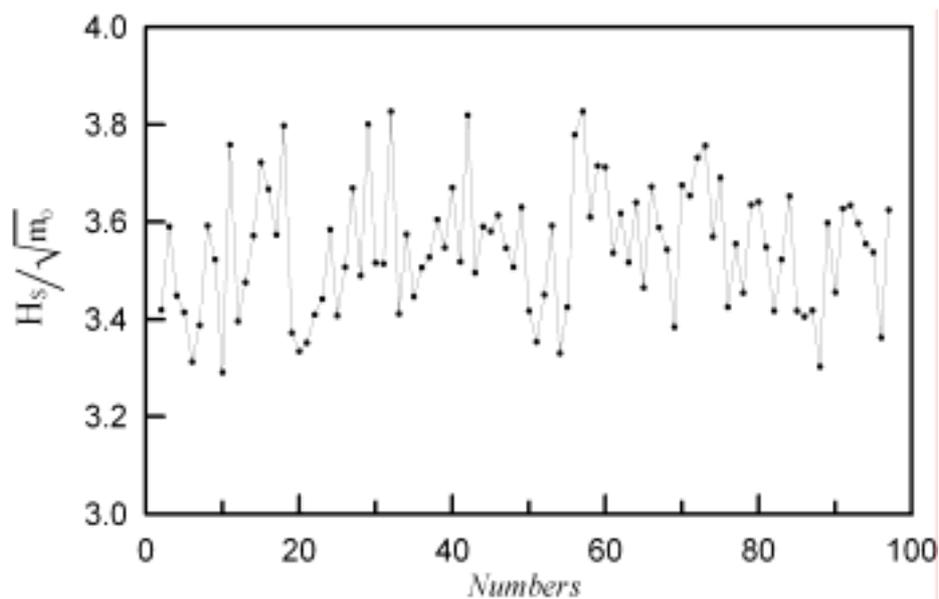


圖 4.27 波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖(0.5m<Hs<1.0m)

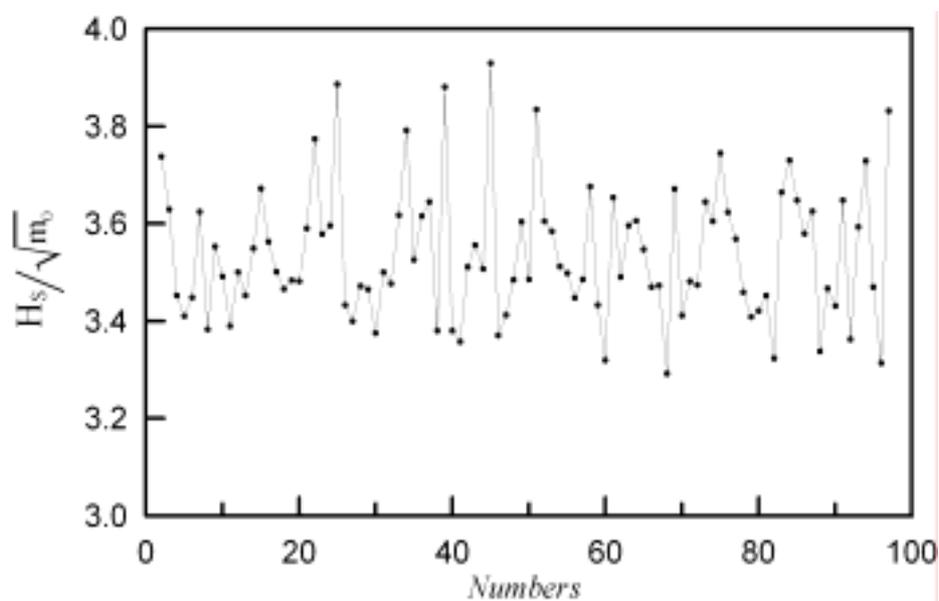


圖 4.28 波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖(1.0m<Hs<1.5m)

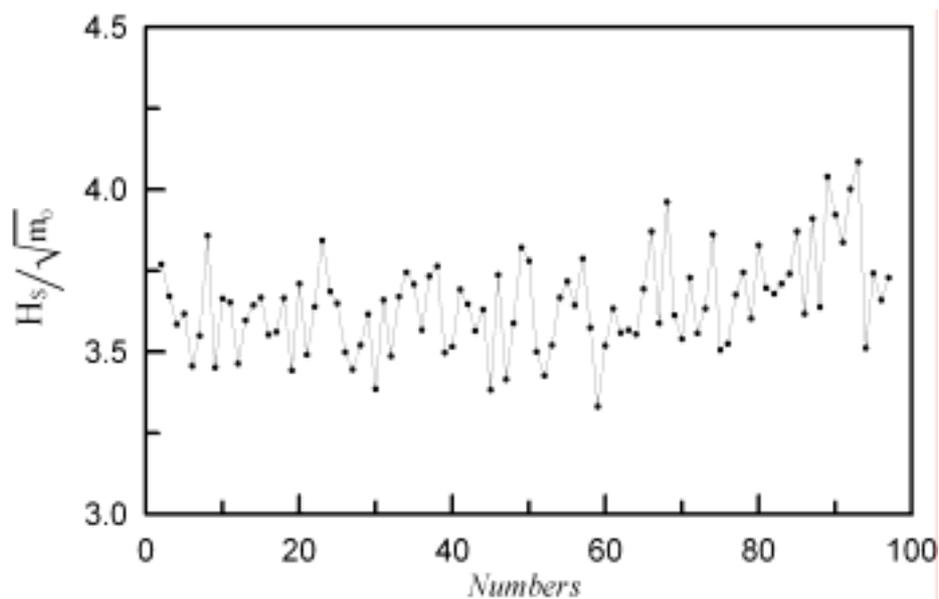


圖 4.29 波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖(1.5m<H_s<2.0m)

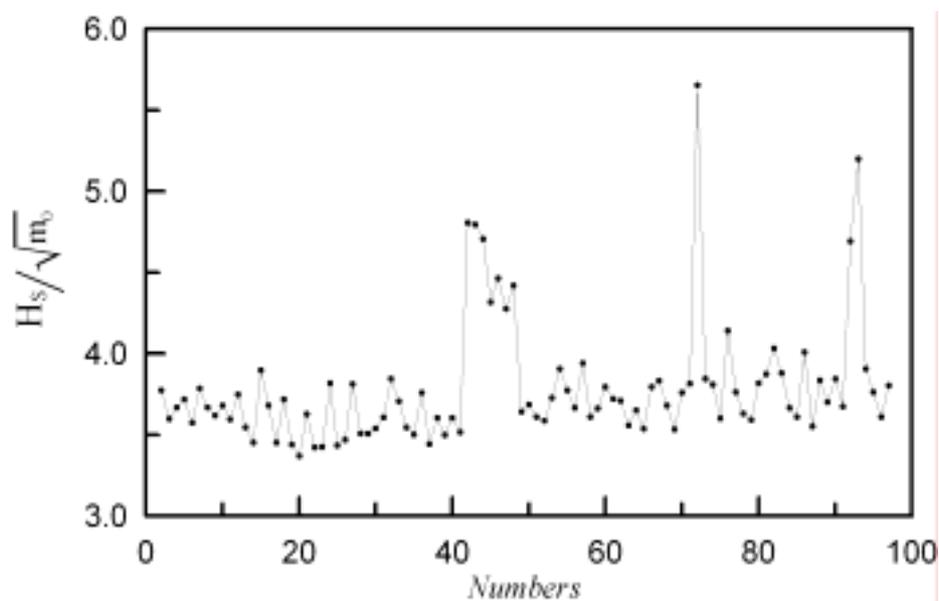


圖 4.30 波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖(2.0m<H_s<3.0m)

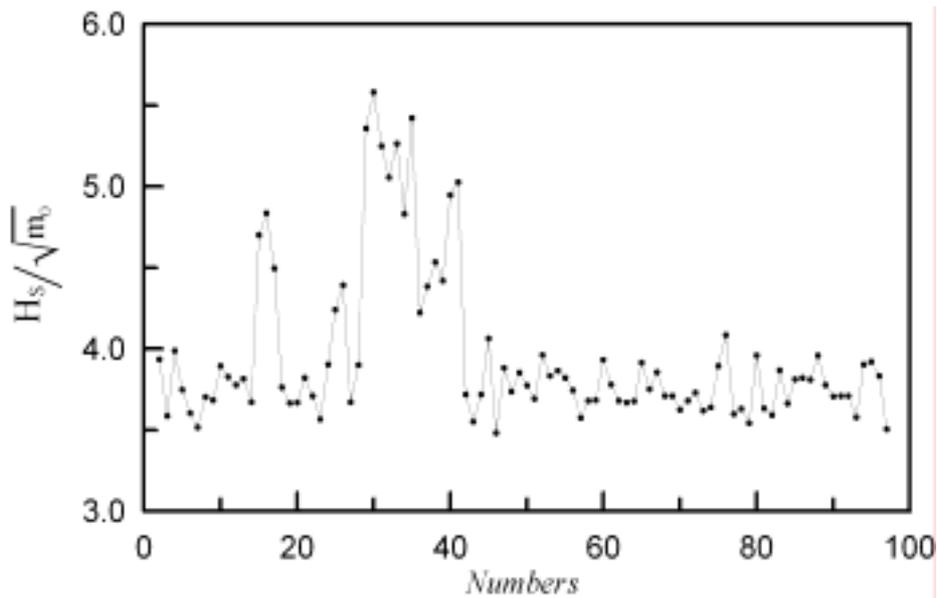


圖 4.31 波高實測資料 $H_s/\sqrt{m_0}$ 比值分佈圖 ($H_s > 3.0\text{m}$)

4.4.7 H_s/\bar{H} 理論與實測值之比較

由式(4.35)可知，當波高分佈為 Rayleigh 分佈時， H_s/\bar{H} 之理論比值為一定值，同理由式(4.23)與式(4.24)之 Weibull 分佈的 H_s/\bar{H} 亦可得一理論比值，此理論 H_s/\bar{H} 之比值如下求得：

$$\frac{H_s}{\bar{H}} = \frac{N\Gamma\left(\frac{1}{\alpha} + 1, \ln N\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{\alpha} + 1\right)} \dots\dots\dots(4.37)$$

利用上式計算之理論值，本節中將比較 Weibull 分佈之 H_s/\bar{H} 與實測波浪資料的差異，相關比較結果如圖 4.32 至圖 4.37 所示，圖中 $(H_s/\bar{H})_T$ 為理論值表示，而 $(H_s/\bar{H})_O$ 則是實測資料比值。

由各圖之分析結果可觀察出，各波高區間之 H_s/\bar{H} 實測值與理論值的相關性皆很高，其中在示性波高小於 2m 時， H_s/\bar{H} 其比值大致介於 1.45 至 1.65 之間(如圖 4.32 至圖 4.35)，且此四區間內之 H_s/\bar{H} 相關性皆很接近；而在示性波高大於 2m 時，其實際與理論值之相關性趨近於 1，

且大部分之 H_s/\bar{H} 比值集中於 1.45 至 1.65 之間。

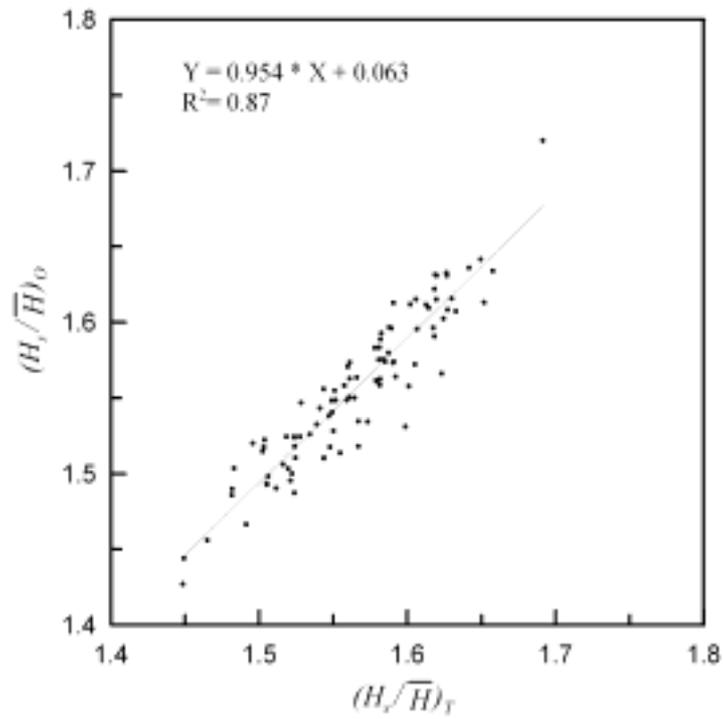


圖 4.32 H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖($H_s < 0.5\text{m}$)

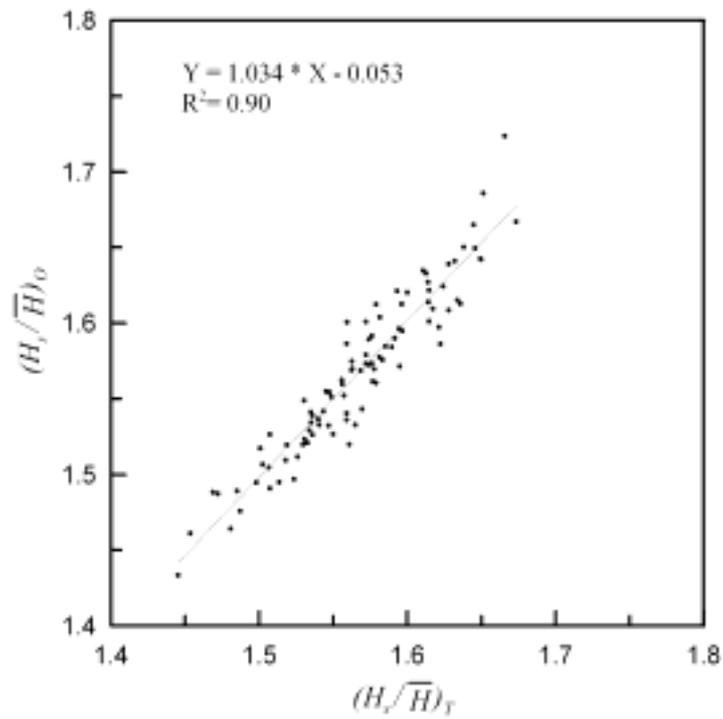


圖 4.33 H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖($0.5\text{m} < H_s < 1.0\text{m}$)

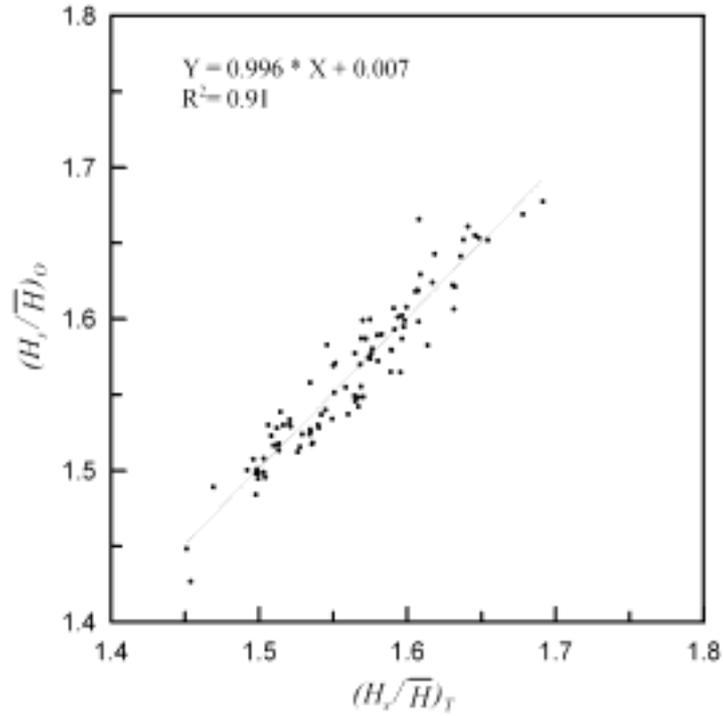


圖 4.34 H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖(1.0m<H_s<1.5m)

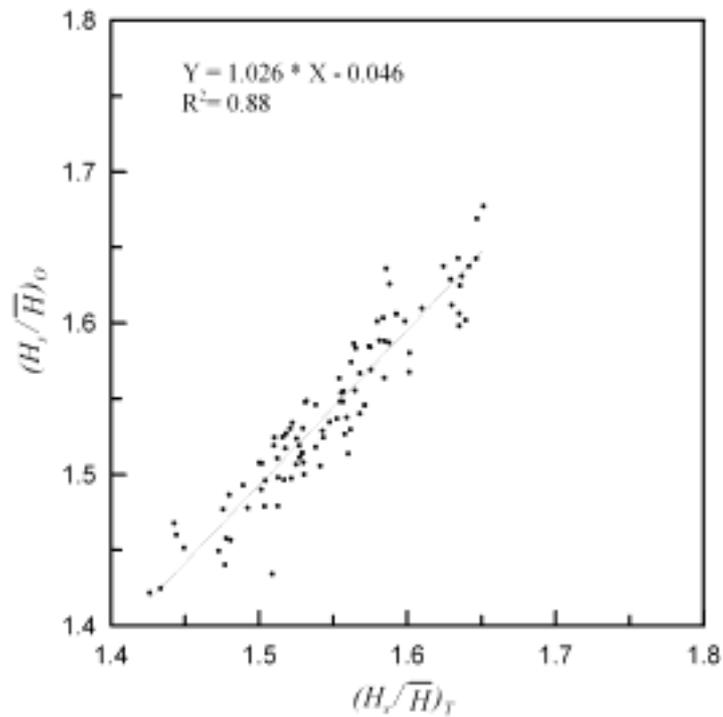


圖 4.35 H_s/\bar{H} 比值之理論與實測資料關係圖(1.5m<H_s<2.0m)

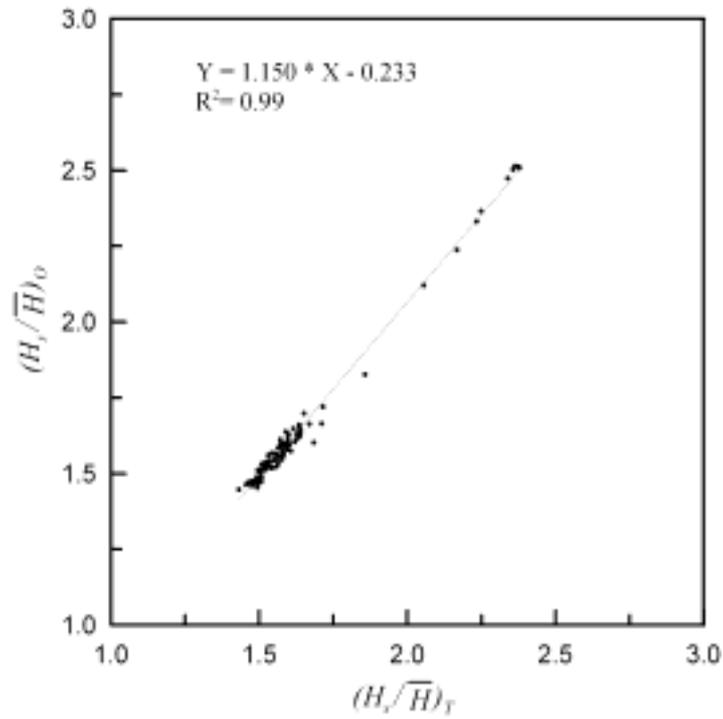


圖 4.36 H_s/\sqrt{H} 比值之理論與實測資料關係圖(2.0m<Hs<3.0m)

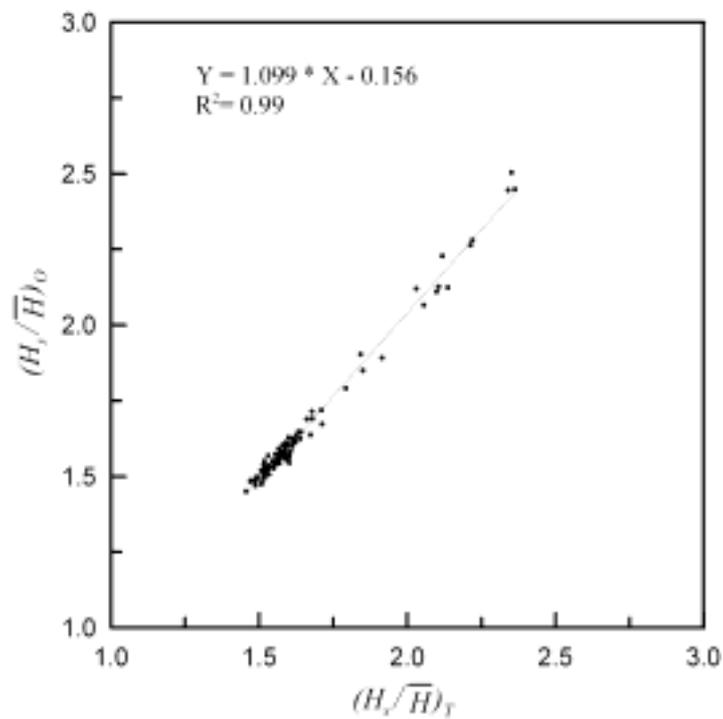


圖 4.37 H_s/\sqrt{H} 比值之理論與實測資料關係圖(Hs>3.0m)

4.4.8 H_{max} / H_s 理論與實測值之比較

對具有相同統計特性的波場而言(如假設紛紜之波場於進行資料統計過程中，具有平均上與偏差上的統一性(ergodicity))，不同次取樣的樣本之 \bar{H} 或 H_s 可能極為接近，但其最大波高 H_{max} 值卻可能有所差異。Longuet-Higgins(1952)利用統計理論求出最大波高 H_{max} 之機率分佈，並計算出各種統計代表值，如下之關係式：

$$\left(\frac{H_{max}}{H}\right)_{mode} \approx \left(\frac{H_{max}}{H}\right)_{mean} \approx \frac{2}{\sqrt{\pi}} (\ln N_0)^{1/2} \dots\dots\dots(4.38)$$

式中 N_0 是以零上切法求得的個別波數目。利用上式並藉由式(4.35) \bar{H} 與 H_s 之關係式可推得 Rayleigh 分佈的 H_{max} / H_s ，由此關係式即可根據 H_s 求得最大波高。而 H_{max} 一般常應用於工程上之設計參考，依合田(1990)的建議，在工程設計上，可採用如下之關係式來設計。

$$H_{max} = (1.6 \sim 2.0)H_s \dots\dots\dots(4.39)$$

由上兩式可知，理論上最大波高可由示性波高求得一概似值，而花蓮港因其波高分佈為 Weibull 分佈，因此本研究為探討花蓮港之 H_{max} 與 H_s 關係，由前式(4.23)及式(4.29)可得其比值為：

$$\frac{H_{max}}{H_s} = \frac{\left[(\ln N_0)^{\frac{1}{\alpha}} - \frac{1}{\alpha} (\ln N_0)^{\frac{1}{\alpha}-1} \cdot \gamma + \frac{1-\alpha}{2\alpha^2} (\ln N_0)^{\frac{1}{\alpha}-2} \cdot \left(\frac{\pi^2}{6} + \gamma^2 \right) \right]}{3\Gamma\left(\left(\frac{1}{\alpha}+1\right), \ln(3)\right)} \dots\dots\dots(4.40)$$

由式(4.40)即可計算 Weibull 分佈之理論之比值，本節中亦將比較 Weibull 分佈之 H_{max} / H_s 與實測波浪資料的差異，相關比較結果如圖 4.38

至圖 4.44 所示，圖中 $(H_{max}/H_s)_O$ 代表實測統計值， $(H_{max}/H_s)_T$ 則表示為以式(4.40)所計算出之理論值

由圖 4.38 至圖 4.43 之結果顯示，資料點大部份集中於圖之左半部份，且其大部份實測資料所計算之比值均較理論值稍高。當示性波高小於 2m 時，其實際與理論比值之相關性甚低；而大於 2m 時則相關性較高。但另由圖中 R^2 值看出，其 R^2 值提高乃因其資料最大波高範圍較大，相對在計算 H_{max}/H_s 時其值也較高，資料點較不容易集中於左半部，因此相關性較小波高時為高。由前述之分析可知，以式(4.40)所計算出 H_{max} 之理論值會產生低估情況，本研究另以示性波高不分區間之 93 年全年資料實測值與理論 H_{max} 之關係作一比較，其結果如圖 4.44 所示。

由圖 4.44 觀察結果，理論與實際之 H_{max} 相關性很高，但從數據上發現，在全年有效資料筆數 7617 筆中，有 42% 的資料其理論與實際之 H_{max} 誤差超過 10%，甚至誤差達 7m 以上，僅有 932 筆資料，其實際 H_{max} 小於理論 H_{max} 。

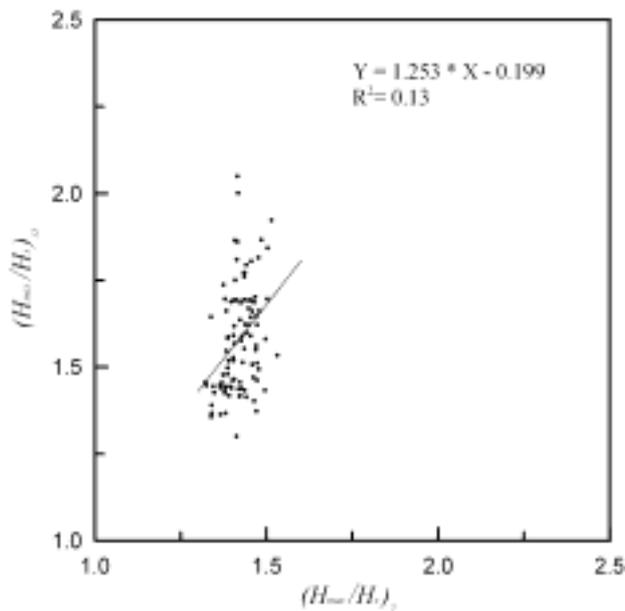


圖 4.38 H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖($H_s < 0.5m$)

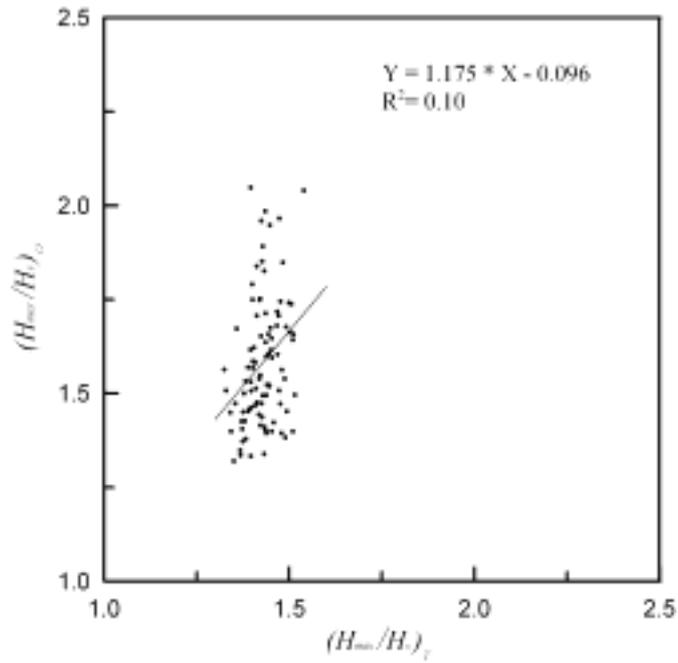


圖 4.39 H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖(0.5m<H_s<1.0m)

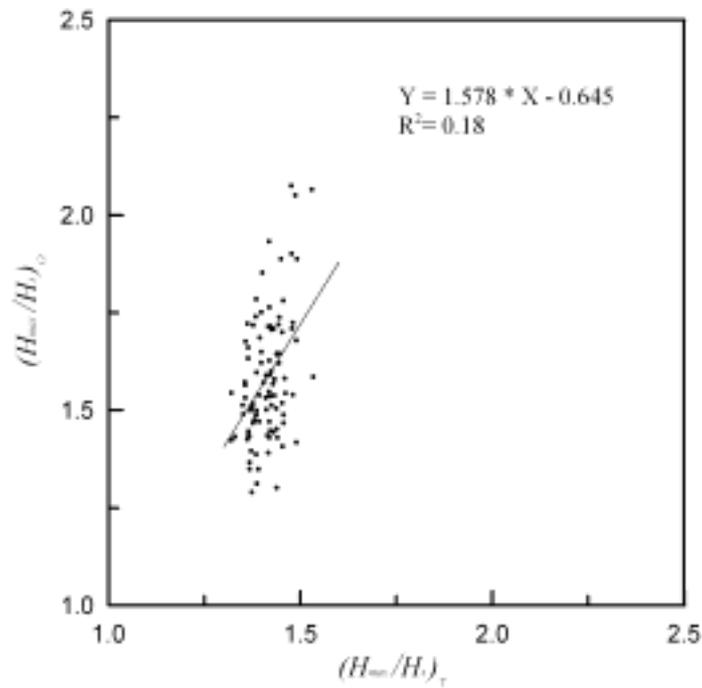


圖 4.40 H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖(1.0m<H_s<1.5m)

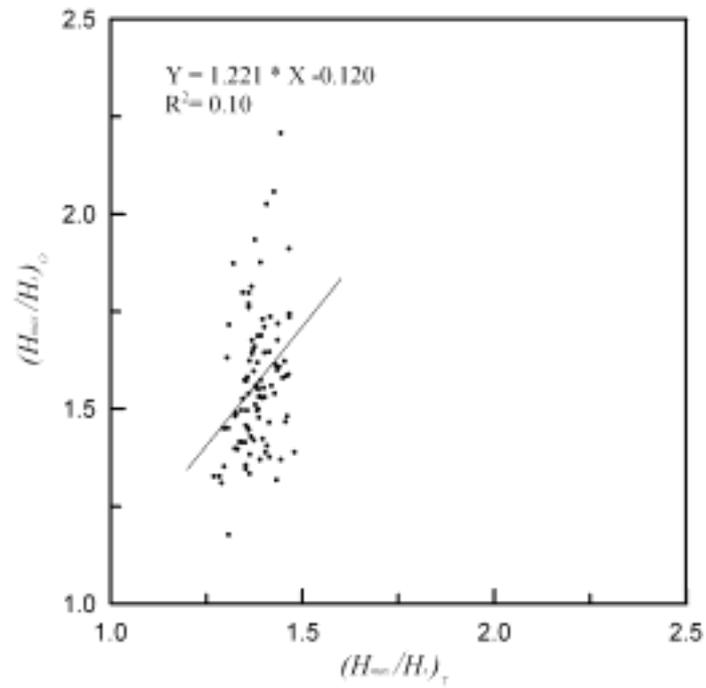


圖 4.41 H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖(1.5m<H_s<2.0m)

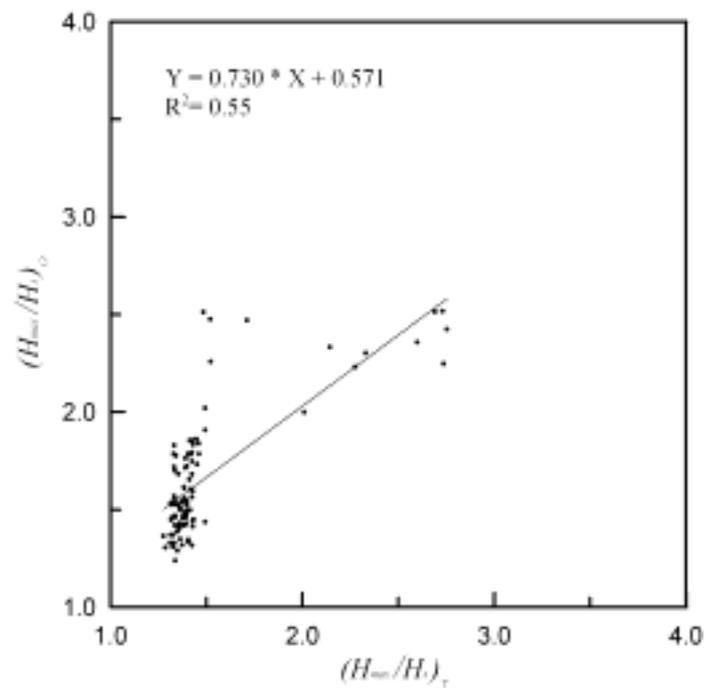


圖 4.42 H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖(2.0m<H_s<3.0m)

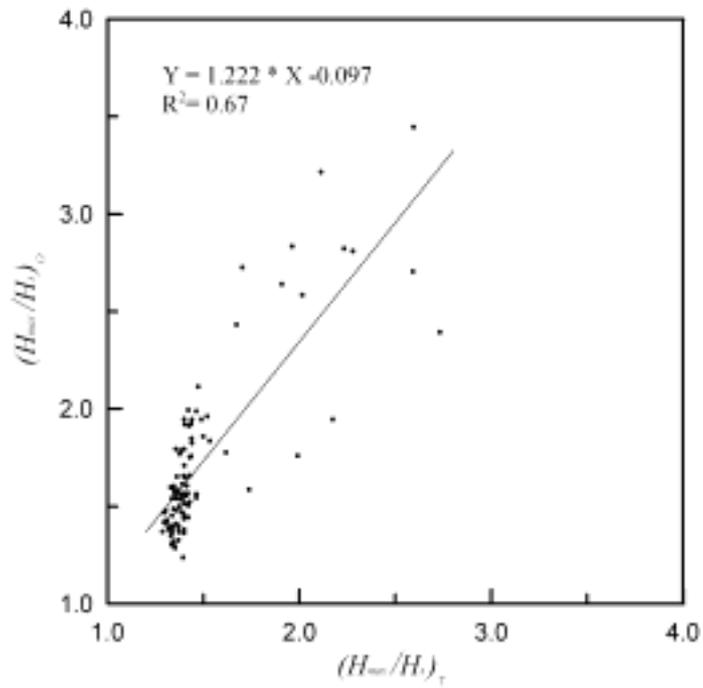


圖 4.43 H_{max}/H_s 比值之理論與實測資料關係圖($H_s > 3.0m$)

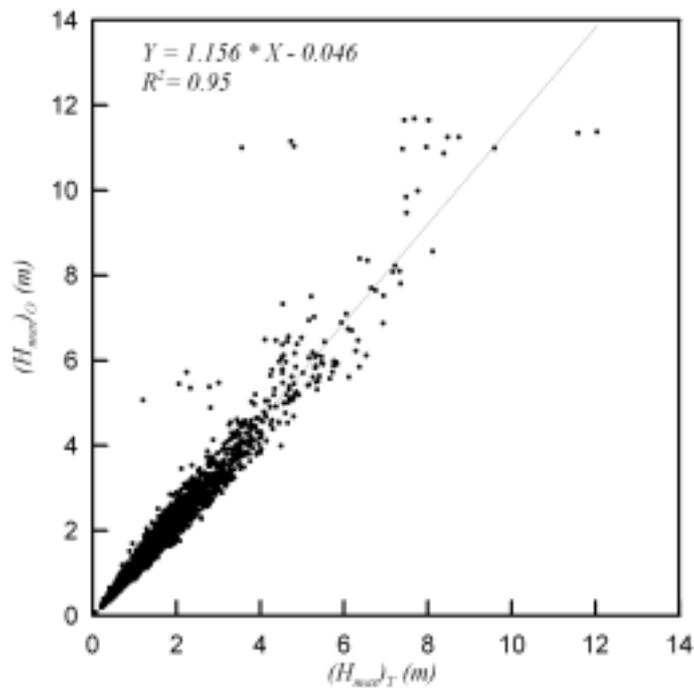


圖 4.44 全年波高實測值與理論 H_{max} 之比較

4.4.9 H_s / H_{rms} 理論與實測值之比較

H_{rms} 表示為波高之均方根值，藉由式(4.23)及式(4.31)可求得 H_s / H_{rms} 之理論關係式為

$$\frac{H_s}{H_{rms}} = \frac{3\Gamma\left(\left(\frac{1}{\alpha}+1\right), \ln(3)\right)}{\left[\Gamma\left(\frac{2}{\alpha}+1\right)\right]^{\frac{1}{2}}} \dots\dots\dots(4.41)$$

本節中將依據式(4.41)計算出 Weibull 分佈的 H_s / H_{rms} 理論比值，並與實測資料統計之比值作一比較說明，相關比較結果如圖 4.45 至圖 4.50 所示。

由圖 4.45 至圖 4.50 的分析結果可知，當示性波高大於 2m 時，其理論與實際之相關性甚低，其中圖 4.50 波高大於 3m 之 R^2 值甚至趨近於 0.001；而當示性波高小於 2m 時，理論與實際之相關性較高，且各區間之 R^2 值皆很接近，大致為 0.7 至 0.75 之間，顯示其 H_{rms} 與 H_s 比值在小波高時，理論於實際之相關性較高。因此，單以式(4.41)之理論 H_{rms} 來推測實際波高之 H_{rms} ，並無法概估其理論與實際之誤差大小，且無法有效的以示性波高大小來判斷 H_{rms} 之趨勢。

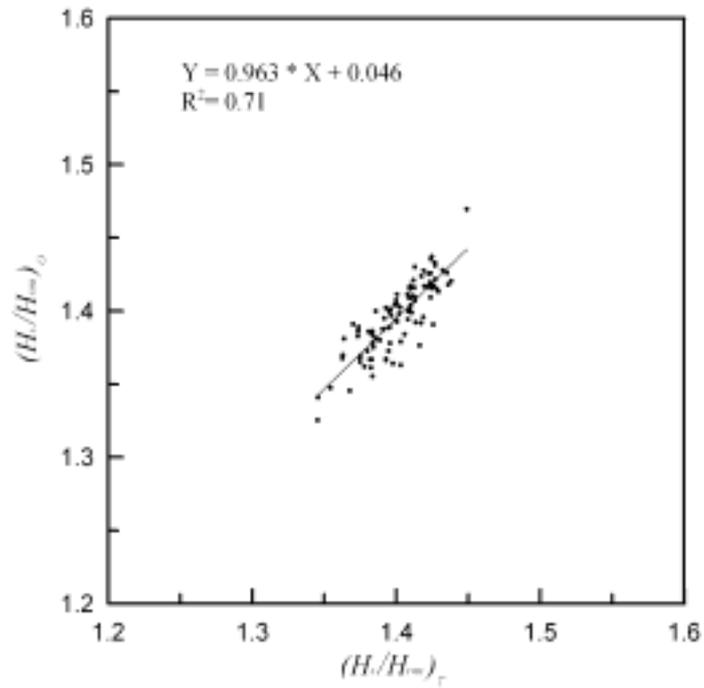


圖 4.45 H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖($H_s < 0.5\text{m}$)

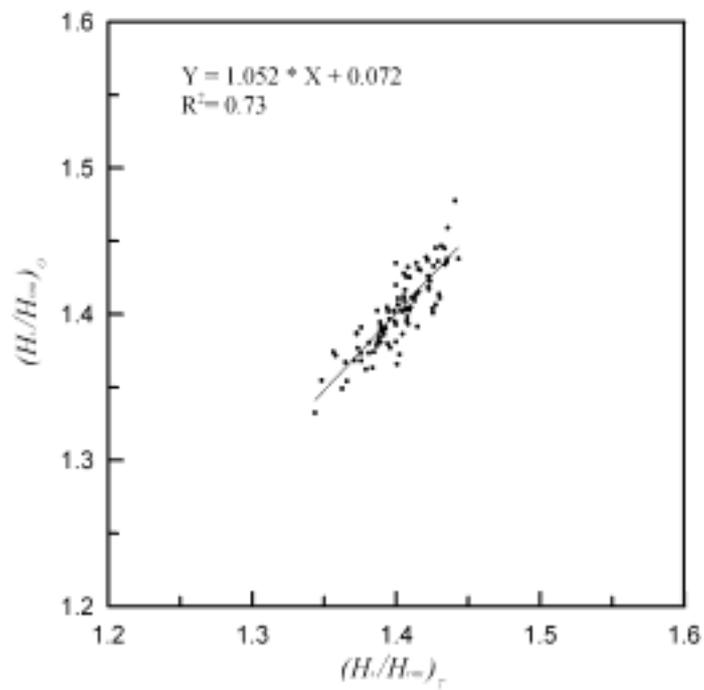


圖 4.46 H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖($0.5\text{m} < H_s < 1.0\text{m}$)

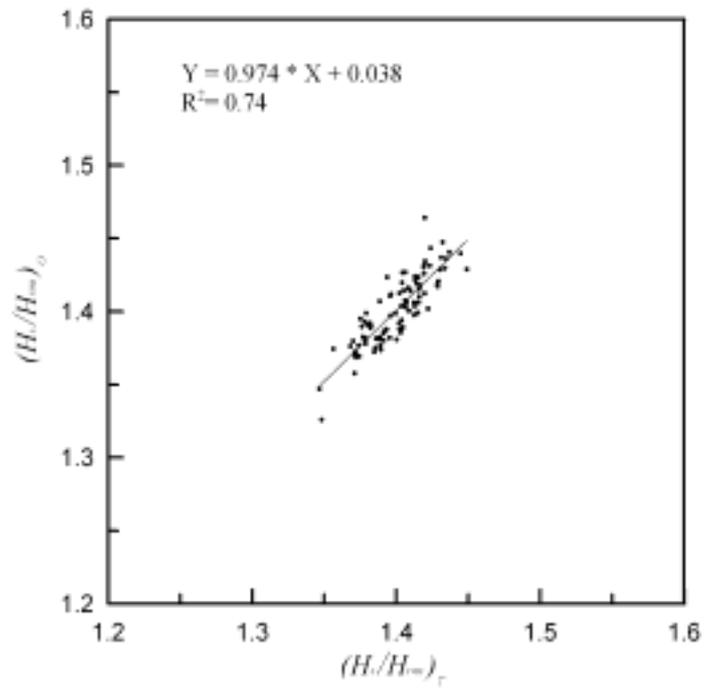


圖 4.47 H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(1.0m<H_s<1.5m)

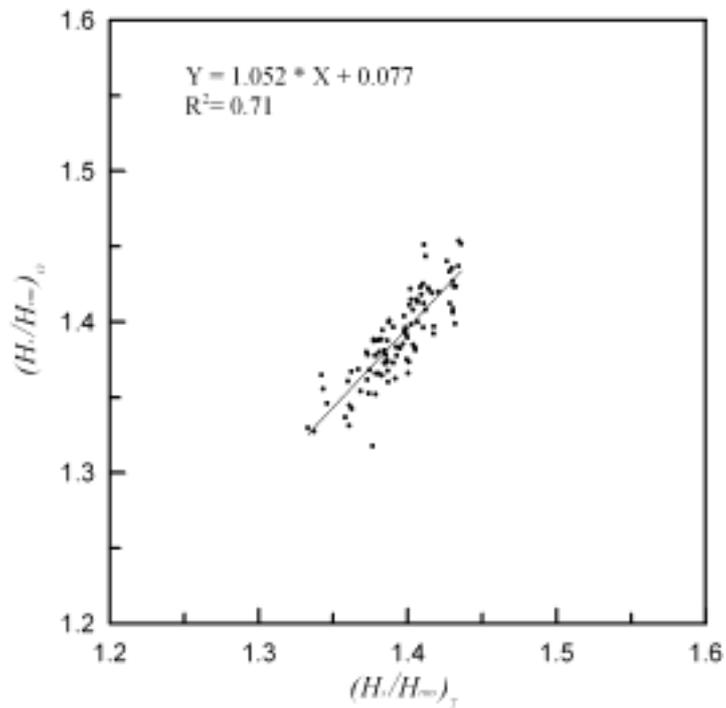


圖 4.48 H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(1.5m<H_s<2.0 m)

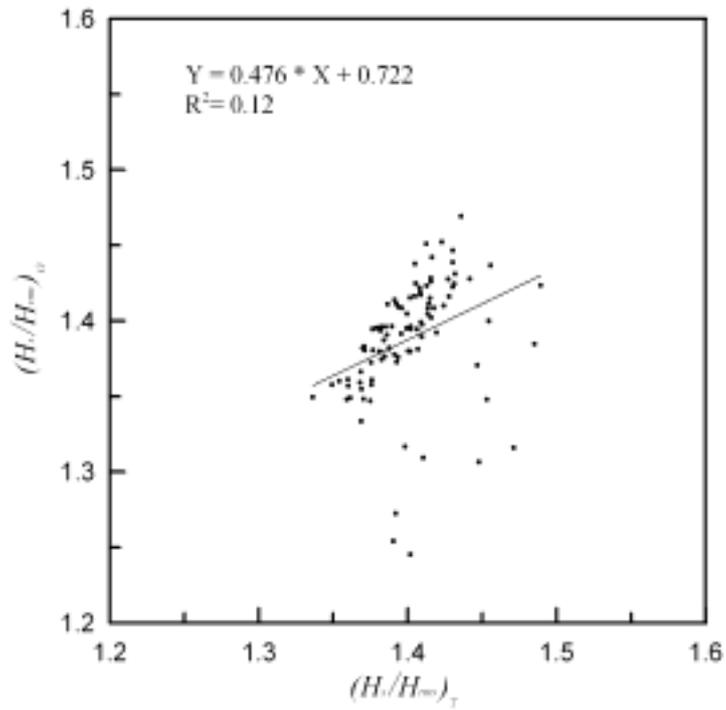


圖 4.49 H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(2.0m<H_s<3.0m)

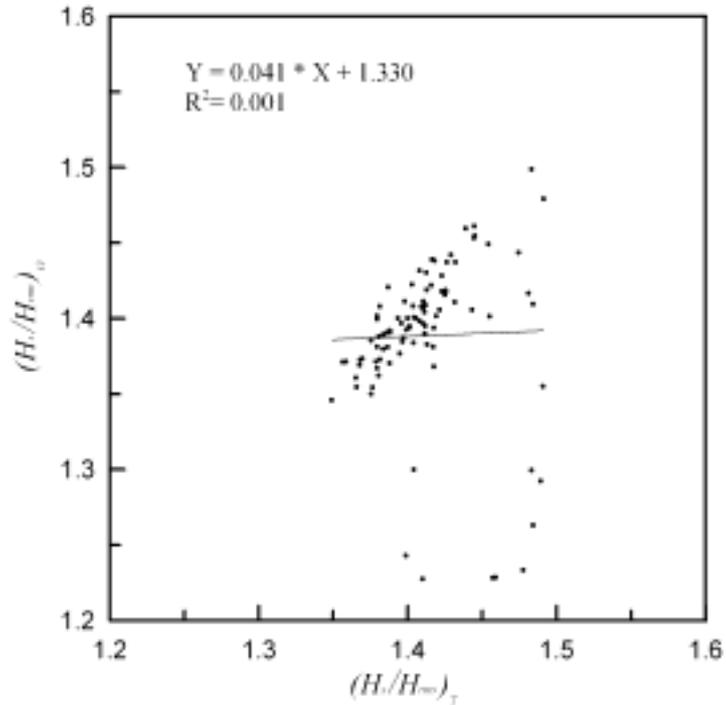


圖 4.50 H_s/H_{rms} 比值之理論與實測資料關係圖(H_s>3.0m)

4.5 週期統計特性之理論推算

由前節之週期組數分析可以得知，Erlang 分佈適用於花蓮港域波浪實測資料的週期分佈。因此，本研究擬進一步探討 Erlang 理論分佈中的參數與頻譜矩的關係，期望建立經驗公式來正確估算 Erlang 理論示性週期及平均週期所需之參數值，俾能由頻譜矩及 Erlang 參數計算正確的理論示性週期及平均週期，而使之更簡便的應用於波浪統計的研究。

Erlang 理論分佈中的參數 α 與 λ 的比值(如式 4.17)，在其理論分佈中的定義為平均週期。圖 4.51 為利用實測波浪資料所計算的平均週期 \bar{T} 與 α/λ 比值的關係，圖中橫軸為實測波浪的平均週期，縱軸為 α/λ 。由圖可以明顯看出， α/λ 與 \bar{T} 關係相當一致，其相關係數達到 0.9445，而大部分的數據平均值落點於 $Y=1.0043X-0.2373$ 的迴歸線上，此迴歸線斜率 1.0043 接近於 1，截距 0.2373 接近於 0。由此可知，實測波浪之平均週期符合 Erlang 理論分佈 α/λ 比值為平均週期之定義。

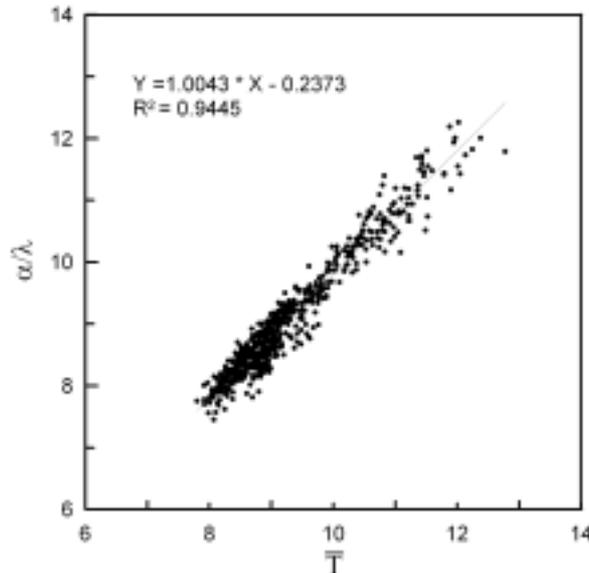


圖 4.51 α/λ 與 \bar{T} 之關係圖

另由波浪統計理論之頻譜矩 m_0 及 m_1 所計算之 T_{01} 亦為平均週期之定義，因此本研究擬利用 T_{01} 與 Erlang 理論分佈的 α/λ 關係，建立出月份、每季以及全年所計算 Erlang 理論參數的經驗公式。而 Erlang 理論中計

算示性週期所需的實際週期統計值 $T_{2n/3}$ 亦可利用 T_{01} 與 $T_{2n/3}$ 之間關係，建立出月份、每季以及全年之計算 $T_{2n/3}$ 經驗公式，再以 T_{01} 代入 Erlang 理論參數與 $T_{2n/3}$ 的經驗公式推估 Erlang 理論分佈中計算示性週期所需參數，進一步推算出示性週期與平均週期，與實際週期所計算之 Erlang 理論之示性週期及平均週期比較，提供一較快速的方式，計算出相關的理論週期統計參數。本研究中選擇花蓮港民國 93 年 8 月、第 3 季以及全年的波浪資料建立推估月份、每季、全年 Erlang 理論參數之經驗公式。

假設 Erlang 理論之參數 α/λ 與頻譜矩 m_0 及 m_1 所計算出的平均週期 T_{01} 成線性關係，則其表示如下：

$$\frac{\alpha}{\lambda} = A \cdot T_{01} + B \dots\dots\dots(4.42)$$

其中 A、B 為待定之係數值， α/λ 、 T_{01} 單位為 sec。

圖 4.52 至圖 4.54 為利用式(4.42)迴歸月份、每季比及全年之 α/λ 與 T_{01} 的關係圖，其 RMS 值分別為 0.2321sec、0.2102sec、0.2910sec， r^2 分別為 0.9443、0.9497、0.9420，圖中之資料黑點為 T_{01} 所對照之 α/λ 值；實線則為迴歸曲線，其計算月份、每季、全年之 α/λ 的經驗公式分別如下：

$$\frac{\alpha}{\lambda} = 1.0739 T_{01} - 0.6696 \dots\dots\dots(4.43)$$

$$\frac{\alpha}{\lambda} = 1.0067 \cdot T_{01} - 0.3678 \dots\dots\dots(4.44)$$

$$\frac{\alpha}{\lambda} = 1.0532 \cdot T_{01} - 0.4736 \dots\dots\dots(4.45)$$

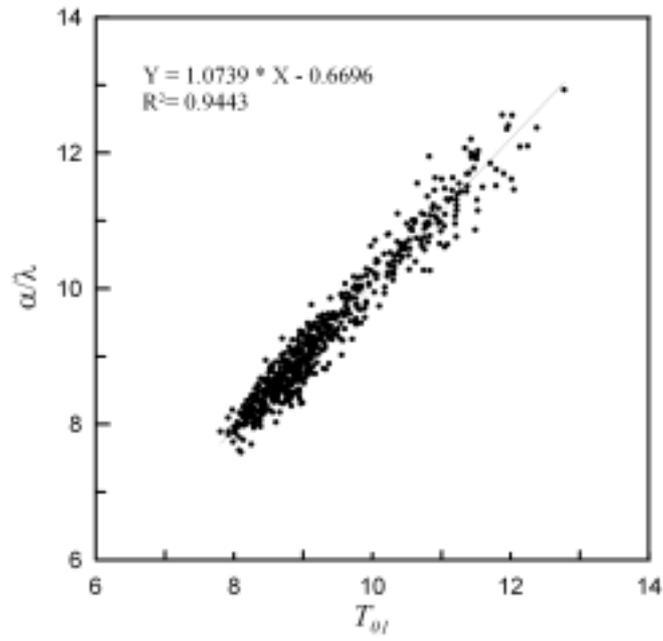


圖 4.52 α/λ 與 T_{01} 之關係圖(93年8月)

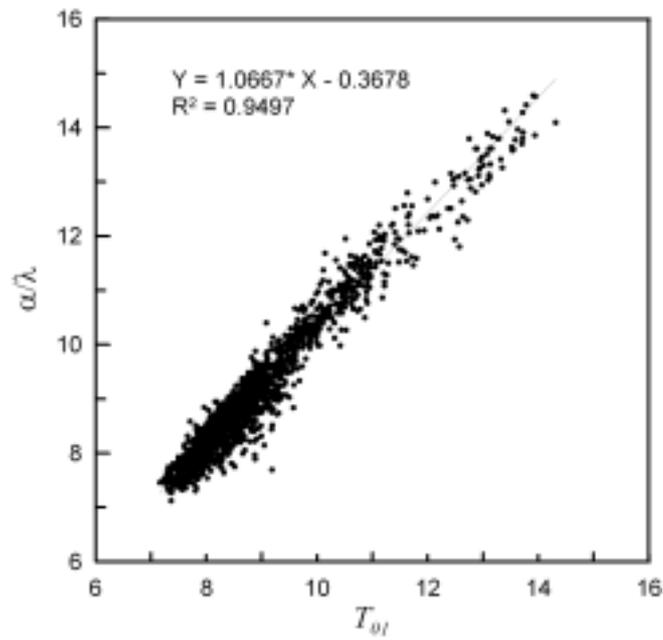


圖 4.53 α/λ 與 T_{01} 之關係圖(93年第3季)

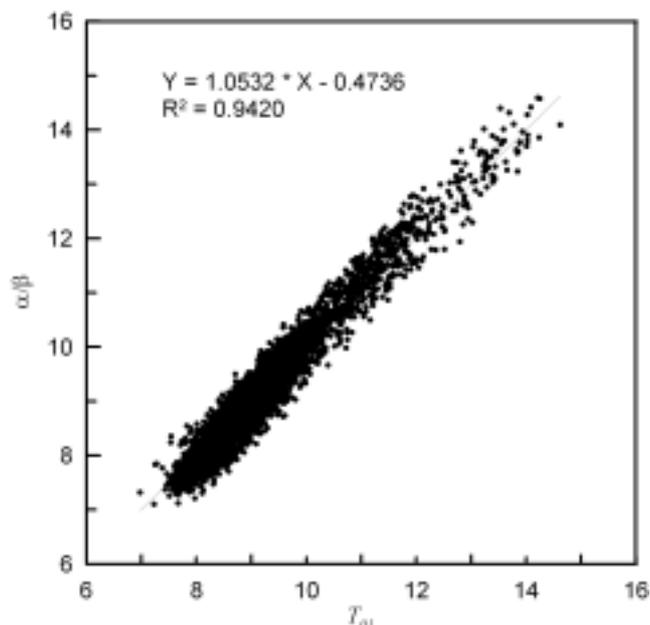


圖 4.54 α/λ 與 T_{01} 之關係圖(93 年全年)

若假設示性週期 T_s 與理論平均週期 \bar{T}^E 成線性關係如下式:

$$T_s = C \cdot \bar{T}^E + D \dots\dots\dots(4.46)$$

其中 C 、 D 為待定之係數值， T_s 、 \bar{T} 單位為 sec。

圖 4.55 至圖 4.57 為利用上式(4.46)迴歸月份、每季、全年 T_s 與 \bar{T} 的關係圖，其 RMS 值分別為 0.2351sec、0.2113sec、0.2492sec， r^2 分別為 0.9596、0.9659、0.9507，其中數據點為 \bar{T} 所對照之 T_s 值，實線為迴歸曲線，可得到計算月份、每季、全年之 T_s 的經驗公式如下：

$$T_s = 1.2273\bar{T}^E - 1.4457 \dots\dots\dots(4.47)$$

$$T_s = 1.2173 \cdot \bar{T}^E - 1.3051 \dots\dots\dots(4.48)$$

$$T_s = 1.1493 \cdot \bar{T}^E - 0.7977 \dots\dots\dots(4.49)$$

利用前述推導出的經驗公式，可推估出月份、每季、全年之 Erlang 理論參數，進一步可推算出 Erlang 理論週期統計參數，下節將詳述花蓮港域月份、每季與全年實測波浪之週期統計與理論計算之比較。

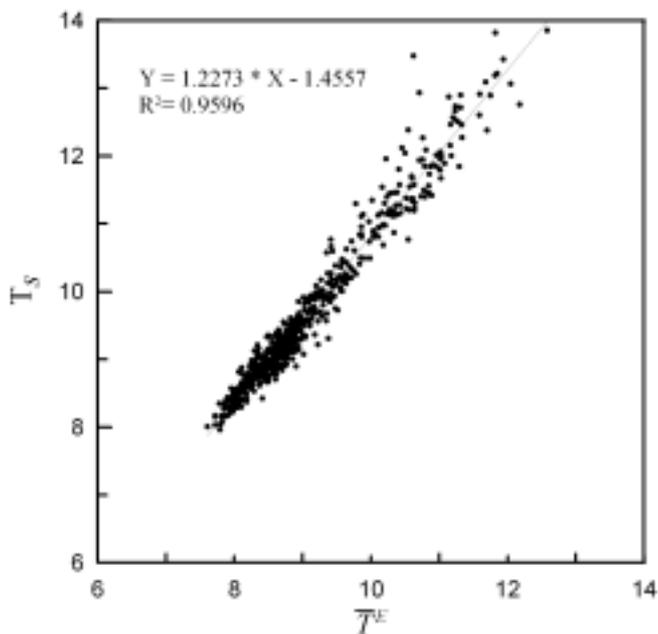


圖 4.55 實測資料 T_s 與理論平均週期 \bar{T}^E 之關係圖(93 年 8 月)

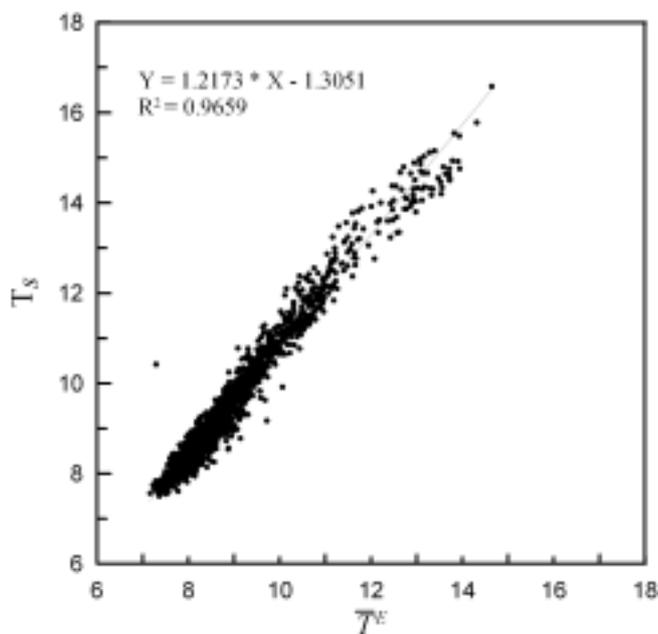


圖 4.56 實測資料 T_s 與理論平均週期 \bar{T}^E 之關係圖(93 年第 3 季)

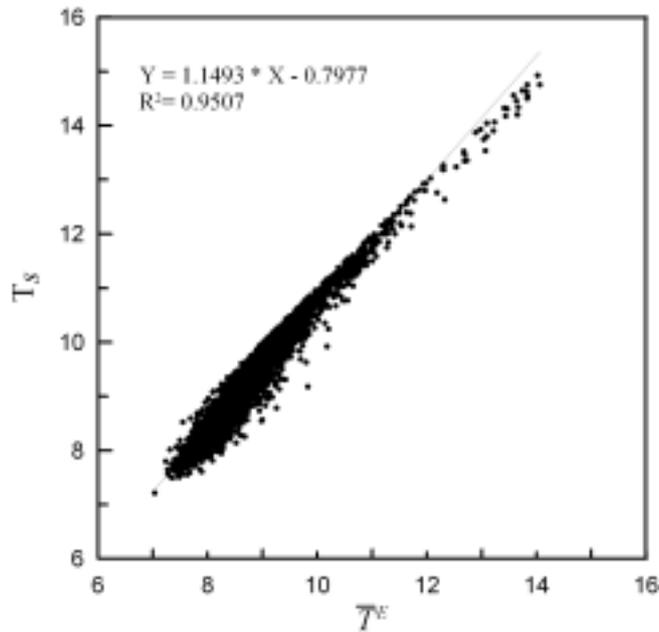


圖 4.57 實測資料 T_s 與理論平均週期 \bar{T}^E 之關係圖(93 年全年)

4.5.1 月份之週期統計特性

本研究利用前節所建立之經驗公式，以 T_{01} 代入後推求出 Erlang 理論中的相關參數，進一步計算其理論示性週期以及平均週期，並與實測波浪週期所計算之結果作一比較比較。

圖 4.58 與圖 4.59 分別為利用花蓮港 93 年 8、9 月份之實測波浪資料經由式(4.43)與式(4.46)的計算所得參數來推估 Erlang 理論之示性週期，與 Erlang 理論示性週期的比較關係圖，圖中橫座標為推估值，而縱軸則為理論值。由圖 4.58 之 8 月份的結果可觀察出，大部分的數據值落點於 $Y=1.2265X-3.1945$ 的最佳迴歸線上，其相關係數達到 0.9226。就理論上而言，最佳迴歸線的斜率越接近於 1，截距與 0 差距越小，代表理論值與實際值之間在定量上會有較佳的趨勢。而圖中之最佳迴歸線的斜率 1.2265 以及截距 3.1945，與理論斜率 1 及截距 0 有一定的差異，造成此結果的原因為本研究所推算的理論示性週期會在週期較小的區域會有高估示性週期的情況，而在週期較大區域反有低估現象。

圖 4.59 之 9 月份的示性週期推估結果與 8 月者有相同趨勢，其相

關係數達到 0.9432，而大部分的數據落點於 $Y=1.0006X - 0.4510$ 的最佳迴歸線附近，此迴歸線之斜率 1.0006 趨近於 1，但其截距 0.4510 與 0 有所差異。其誤差來源亦來自於經驗公式所推求的理論示性週期會有在大週期區低估與小週期區高估的現象。

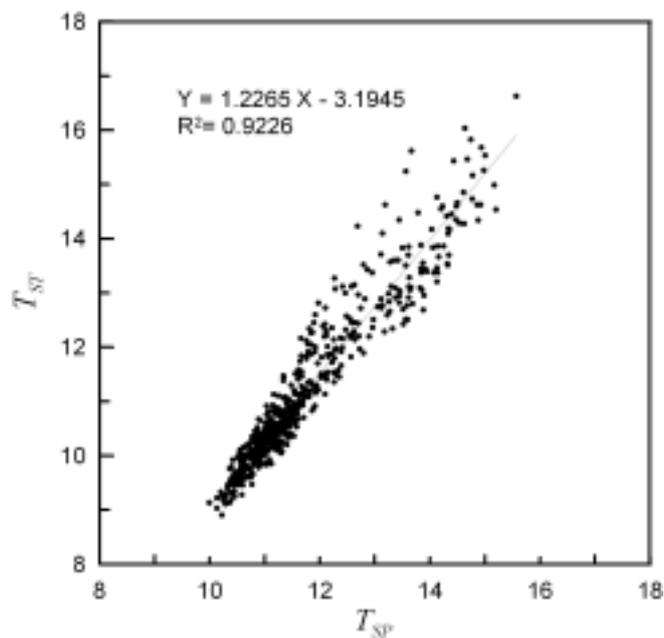


圖 4.58 93 年 8 月示性週期之理論與推估值比較

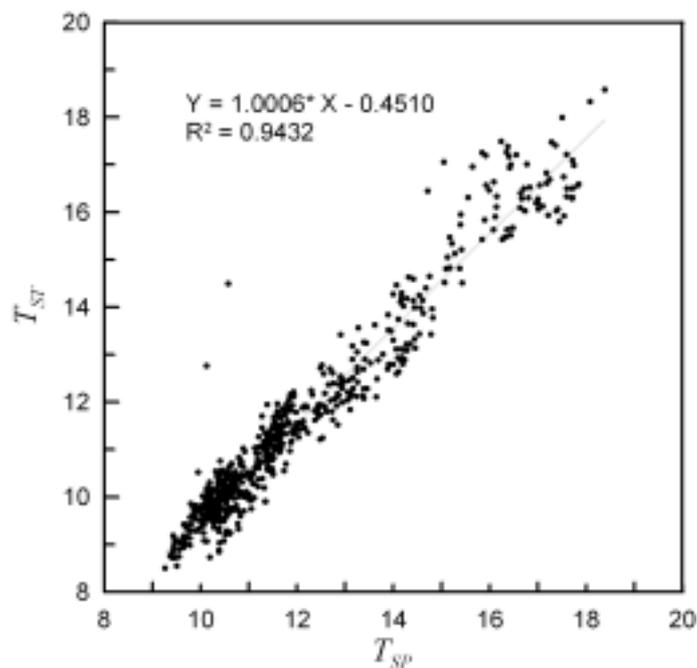


圖 4.59 93 年 9 月示性週期之理論與推估值比較

圖 4.60 與圖 4.61 分別為 93 年 8、9 月份平均週期的理論與推估值之比較結果，推估值之計算和前述相同。由兩圖中可知，其相關係數分別為 0.9852 及 0.9922，而直線斜率分別 0.9476 及 0.9922 接近於 1，截距為 0.2887 及 0.0411 亦接近於 0，由此可知，經由推估參數所計算之理論平均週期與實際理論平均週期相當近似。

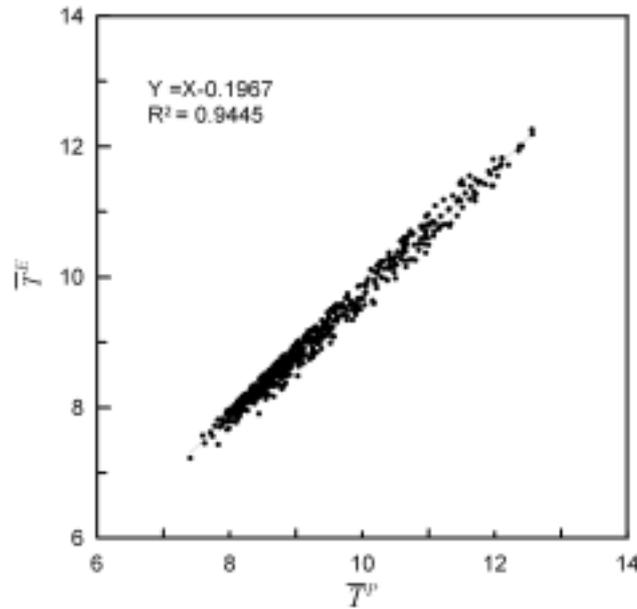


圖 4.60 93 年 8 月示性週期之理論與推估值比較

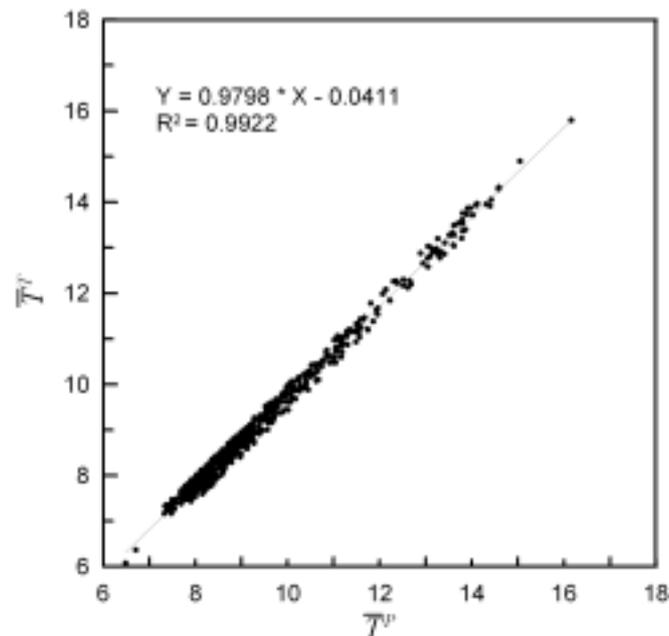


圖 4.61 93 年 9 月平均週期之理論與推估值比較

4.5.2 每季之週期統計特性

依據前述計算方法，將每季之實測週期資料經由式(4.43)與式(4.46)計算而獲得推估的代表週期值，再與 Erlang 理論的對應週期作一比較。本節中先進行 93 年第 3 季(7~9 月)及第 4 季(10~12 月)資料之探討，相關季示性週期的比較結果如圖 4.62 與圖 4.63 所示，而圖 4.64 與圖 4.65 則為平均週期的比較。

由圖 4.62 之 93 年第 3 季示性週期的理論與推估值比較關係可看出，大部分的數據值落點於 $Y = 1.1179 X - 1.8159$ 的迴歸線附近，其相關係數為 0.9093。在每季的波浪資料中，本研究所推算之理論值仍然會在週期較小的區域仍會出現高估示性週期的現象，在週期較大的區域有低估示性週期的情形。

由圖 4.63 的第 4 季結果顯示，其示性週期推估結果與第 3 季者有相同趨勢，相關係數為 0.8619，而大部分的數據落點於 $Y = 1.1655 X - 2.4841$ 的迴歸線附近。

另由圖 4.64 與圖 4.65 的第 3、4 季平均週期的比較，其大部分的數據平均值落點於 $Y = 0.9699 X + 0.0564$ 以及 $Y = 0.9546 X + 0.2337$ 的最佳迴歸線上，兩者之相關係數分別達到 0.9886 及 0.9794，迴歸直線斜率為 0.9699 與 0.9546 接近於 1，截距則是 0.0564 及 0.2337 接近於 0。由此可知，經由推估參數可以計算出與實際理論平均週期相似之理論平均週期。

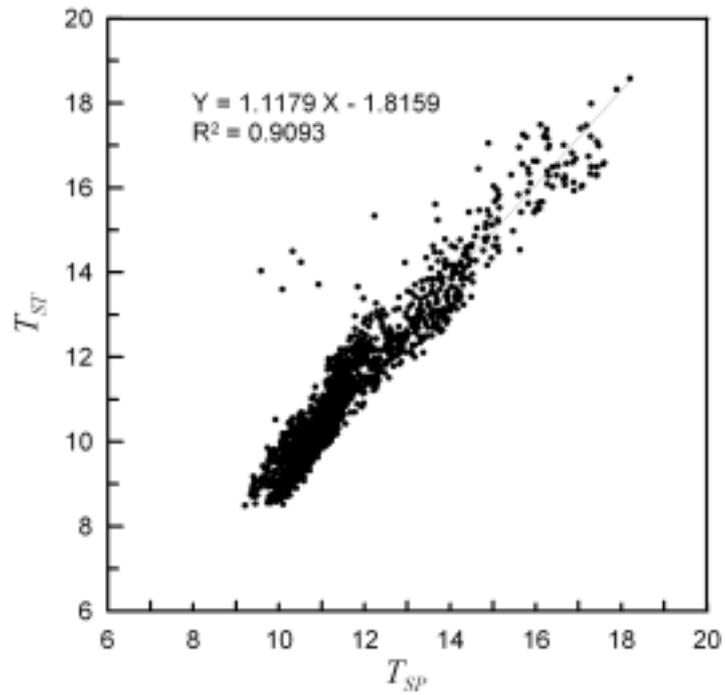


圖 4.62 93 年第 3 季示性週期之理論與推估值比較

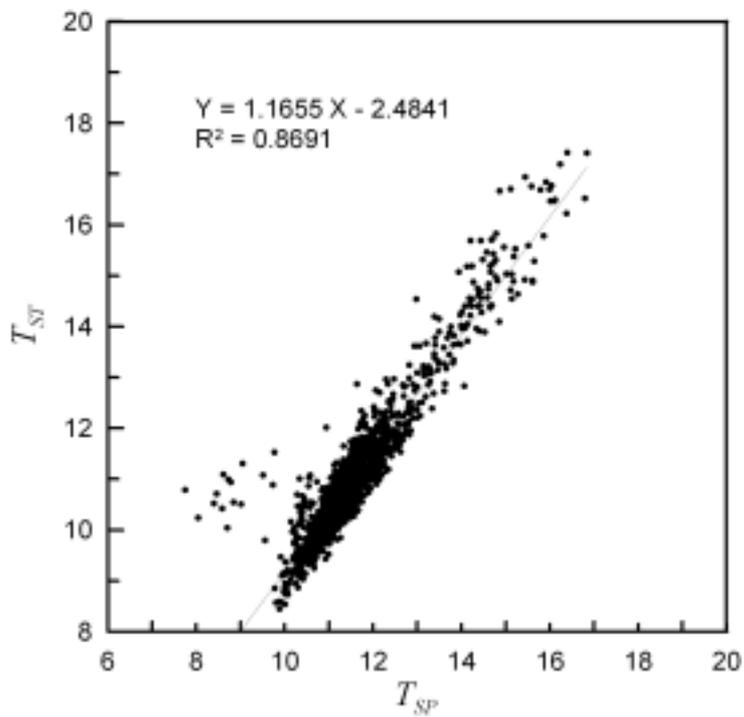


圖 4.63 93 年第 4 季示性週期之理論與推估值比較

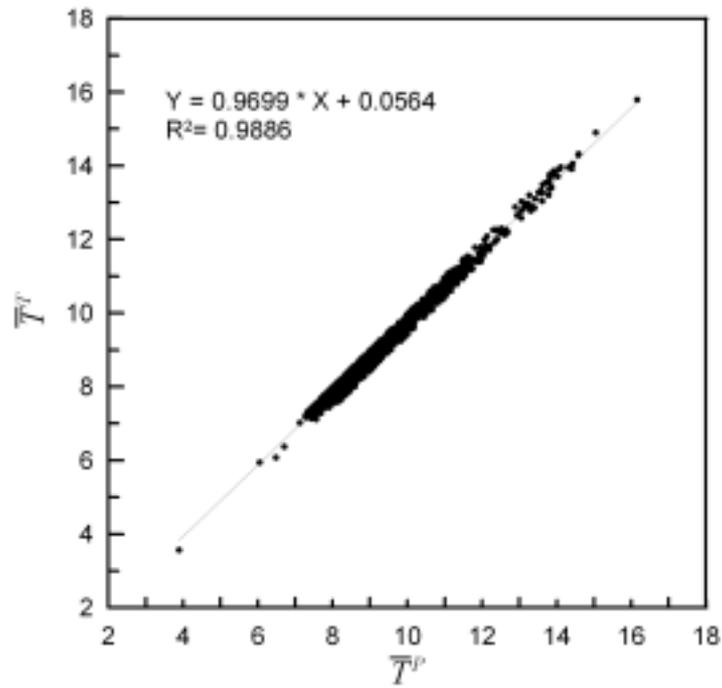


圖 4.64 93 年第 3 季平均週期之理論與推估值比較

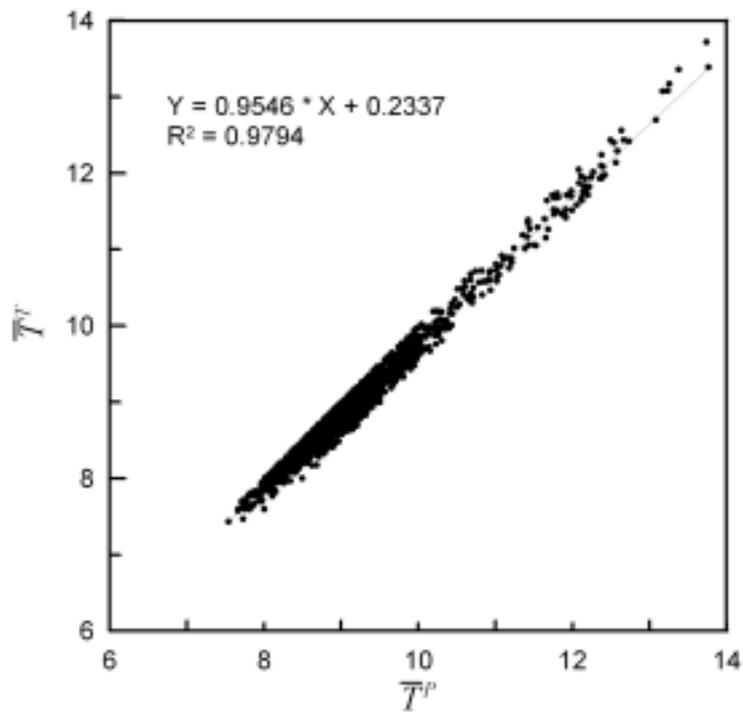


圖 4.65 93 年第 4 季平均週期之理論與推估值比較

4.5.3 全年之週期統計特性

應用相同方法進行花蓮港 93 年全年波浪資料之示性週期、平均週期的理論與推估值的關係比較，相關分析結果如圖 4.66 與圖 4.67 所示。由圖 4.66 之示性週期關係比較可看出，大部分的數據值落點於 $Y = 1.1452X - 2.1383$ 的迴歸線附近，其相關係數為 0.9184，與月份以及每季之推估結果相似，在週期較小的區域理論示性週期會有高估的現象，在週期較大的區域理論示性週期有低估的現象。

另由圖 4.67 之平均週期結果得知，其相關係數為 0.9819，而大部分的數據平均值落點於 $Y = 0.9605X + 0.1621$ 的最佳迴歸線上，迴歸直線斜率為 0.9476 接近於 1，截距則是 0.1621。由此可知，經由推估參數所計算之理論平均週期與實際理論平均週期在計算結果上相當近似。

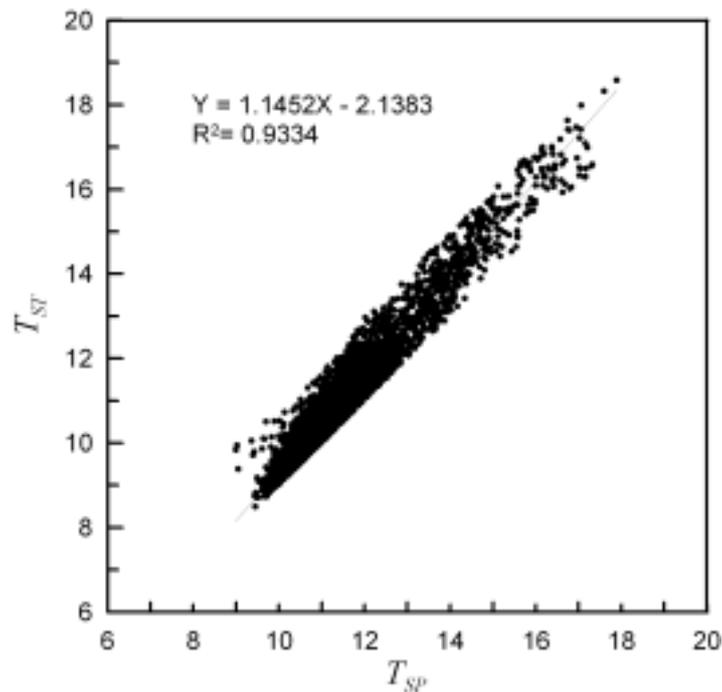


圖 4.66 93 年全年示性週期之理論與推估值比較

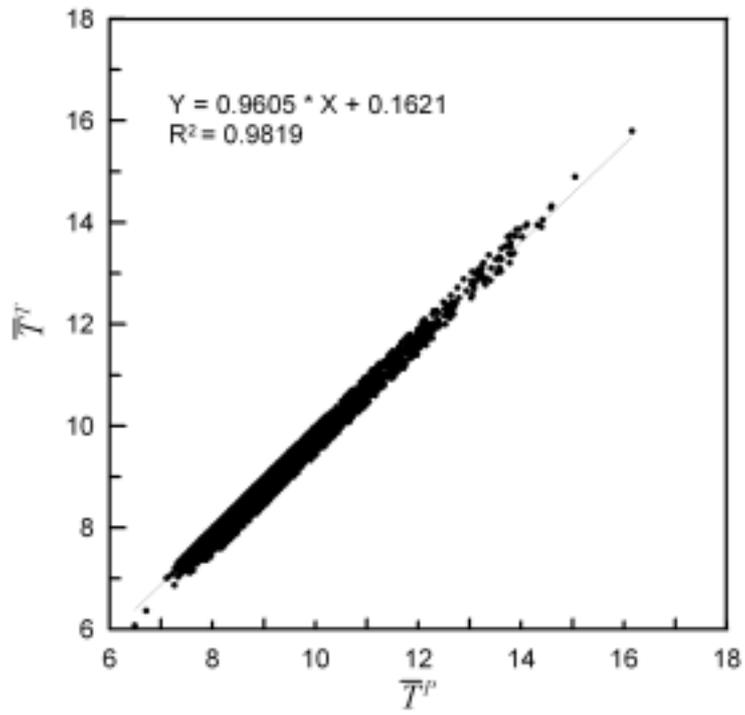


圖 4.67 93 年全年平均週期之理論與推估值比較

第五章 港灣構造物之安全監測

蘇澳及花蓮港防波堤因經年受颱風、地震和東北季風波浪侵襲，造成堤面與胸牆處處龜裂，堤體有下陷及淘空情形，故每年必須花費龐大經費進行維修與復建，以維持構造物安全與港口正常營運。為港口整體規劃及未來發展，有必要進行外廓防波堤之長期監測與安全評估，用以減輕維修經費，避免港內設施與船隻之損壞。

本項工作除延續 94 年度之監測作業項目與方式，主要包括防波堤堤體變位測量，及堤腳與堤址現況之攝影照相調查工作外，本年度另利用多音束測深系統(Multi Beam Echo-Sounder System；簡稱 MBS)進行花蓮港東防波堤外水深測量與堤腳護基方塊位移的立體圖像檢核工作。藉由歷年之資料變化比對，以定性化之描述，先行瞭解防波堤結構物破壞之情況，後續將就防波堤受力特性因素及沉箱結構之安全評估加以分析探討，以作為防波堤結構物維護對策與破壞預測推估之參考依據。

5.1 防波堤損壞原因探討

沉箱式合成堤是目前臺灣各港口在大水深的地方廣泛採用的防波堤型式，主要是因為其能承受較大的波力，但防波堤的破壞災害也經常發生。依據本所港研中心於民國 85 年辦理蘇澳港防波堤損壞過程模擬及可能造成破壞之影響因素探討的相關計畫中，其破壞過程之說明如下：

1. 防波堤長時間受各種波力往復作用及地震力作用，沉箱因而發生振動或微振。
2. 歷年來颱風期間產生大浪，造成沉箱往港內方向移動。
3. 沉箱內移後，造成港側相接海側之間隙變寬，形成樑形夾縫。

4. 港側因沉箱振動產生擠壓或波壓力集中衝擊造成港側堤頂破壞。
5. 沉箱內回填材料因長期受到振動或微振作用，因而搗實材料重新排列，形成大小不一之空隙。
6. 沉箱內空隙形成後，海側側牆所承受之背填土壓力減少，相對的加上側牆版厚不足，因此側牆版產生振動因而破裂。
7. 海側側牆破裂後，大量水體進入沉箱內，造成沉箱蓋板及消波胸牆消波室受波力與空氣之擠壓雙重衝擊，使得沉箱振動加速。
8. 沉箱上部結構長期振動，造成橫側牆的拉力與拉彎矩產生，使得橫側牆受拉力破壞。
9. 由於側牆破壞進而使第二隔艙橫側牆會有破洞出現，第二隔艙內回填材料被水體往外帶出，加速破洞擴大。
10. 由於沉箱內橫側牆接連破壞，更形成下一個側面牆的受拉彎矩的增大，使得沉箱破壞加速。
11. 最後沉箱各隔艙牆無法承受上載荷重及振動外力，導致沉箱內隔艙牆全體斷裂。
12. 斷裂之上部結構物材料便往前傾而墜入大海，散落在堤址前方。

經由以上破壞原因的探討可推測，沉箱斷裂之潛在原因為內填料經由長期振動而使得內填料重新排列而減少其抵抗波力能力。花蓮港與蘇澳港皆位於臺灣東部經常受颱風波浪侵襲與地震頻仍之海域，其外廓防波堤受外力作用之情況相近似。圖 5.1 與圖 5.2(水下攝影照片)為 94 年 9 月份花蓮港東防波堤部份沉箱於颱風侵襲後其底部被掏空的情況，兩沉箱外海側底部被掏空之最大高度約有 100cm，及至 9 月底之龍王颱風侵襲後，更造致部份沉箱港池內側結構之破壞。因此，先行現場調查瞭解花蓮與蘇澳兩港外廓防波堤堤體變位與堤址破壞情況，以作為未來後續防波堤沉箱結構物之安全評估探討及提供相關維護與防治對策，是為本研究當務之課題。



圖 5.1 94 年花蓮港東防波堤#65 沉箱外海側底部掏空情形



圖 5.2 94 年花蓮港東防波堤#71 沉箱外海側底部掏空情形

5.2 防波堤現場調查分析

5.2.1 防波堤堤腳與堤址之調查

外廓防波堤堤腳與堤址之調查工作於每年颱風季節過後的 9、10 月份進行，其係由潛水人員依沉箱編號順序，以錄影和觀看方式進行，發現有沖蝕時再量測其破壞範圍，再由研究人員複查並記錄之，相關紀錄資料並提供港務單位作為防波堤維護之參考。

本年度蘇澳港調查範圍為南外防波堤，相關結果如表 5.1 所示。依據調查結果顯示，沉箱底堤腳處未發現明顯掏空或護基方塊移位現象，本年度的攝影檢查結果與 94 年度者比較，並未發現明顯異常情況。

表 5.1 蘇澳港南外防波堤堤腳與堤址調查說明表

沉箱編號	調查狀況說明	備註
# 1	亂拋堆置大型消波塊、大石塊散佈。	
# 2	亂拋堆置大型消波塊、大石塊散佈。	
# 3	亂拋堆置大型消波塊、大石塊散佈。	
# 4	亂拋堆置大型消波塊、大石塊散佈。	
# 5	亂拋堆置大型消波塊、大石塊散佈。	
# 6	亂拋堆置大型消波塊、大石塊散佈。	
# 7	亂拋堆置大型消波塊、大石塊散佈。	
# 8	大型消波塊、水泥灌漿。	
# 9	大型消波塊、水泥灌漿。	
# 10	大型消波塊堆置。	
# 11	大型消波塊堆置。	
# 12	大型消波塊堆置、水泥灌漿。	
# 13	大型消波塊堆置、護基方塊上石塊堆積。	
# 14	護基方塊上石塊堆積。	已修復沉箱
# 15	沉箱縫隙 50 公分、施工廢棄物。	

# 16	施工廢棄物、廢棄沉箱塊及消波塊。	
# 17	大型消波塊堆置、護基方塊上石塊堆積。	
# 18	護基方塊上石塊堆積。	
# 19	水泥灌漿及石塊。	已修復沉箱
# 20	沉箱縫隙 60 公分、施工廢棄鋼架。	
# 21	沉箱修復施工廢棄物。	
# 22	沉箱縫隙 50 公分、石塊堆積。	
# 23	沉箱修復施工廢棄物、沙包堆積。	已修復沉箱
# 24	施工廢棄物。	
# 25	沉箱縫隙 40 公分、石塊堆積、施工廢棄物	
# 26	石塊堆積、水泥灌漿、大型消波塊。	
# 27	石塊堆積。	已修復沉箱
# 28	石塊堆積、施工廢棄物。	
# 29	施工廢棄物、石塊堆積。	
# 30	沉箱縫隙 50 公分、石塊堆積。	
# 31	沉箱縫隙 30 公分、石塊堆積。	
# 32	沉箱縫隙 70 公分、施工廢棄物、沉箱塊。	
# 33	石塊堆積、廢棄沉箱塊。	
# 34	沉箱縫隙 60 公分、石塊堆積、廢棄沉箱塊	
# 35	沉箱縫隙 50 公分、石塊堆積、廢棄方塊。	
# 36	沉箱縫隙 50 公分、石塊堆積。	
# 37	沉箱縫隙 30 公分、石塊堆積。	
# 38	石塊堆積。	
# 39	沉箱縫隙 30 公分、石塊堆積。	
# 40	沉箱縫隙 80 公分、石塊堆積。	港口轉角
# 40	轉角處無異狀。	港口轉角
內 # 39	沉箱縫隙 60 公分、石塊堆積。	
內 # 38	無異狀。	

本年度花蓮港調查範圍為新東堤 1837m、新東堤堤頭 300m，相關結果如表 5.2 所示。依據調查結果顯示，# 9、# 33、# 34 等三處之沉箱堤腳發現底部有明顯掏空情況；另 # 13、# 25、# 26、# 29、# 33、# 34、# 67 等處之沉箱堤腳發現有較嚴重的護基方塊位移現象，其中，# 13、# 29、# 67 等處之護基方塊位移約 2~3m，而 # 25、# 26、# 34 等處位移量則達 5~6m 之多；而 # 34 沉箱之底部掏空範圍已擴大至 # 33 沉箱處。照片 5.1 至照片 5.3 為花蓮港沉箱底部的調查實況。

表 5.2 花蓮港東防波堤堤腳與堤址調查說明表

沉箱編號	調查狀況說明	備註
# 1	大型消波塊、大石塊散佈	
# 2	大型消波塊、大石塊散佈	
# 3	消波塊、護基方塊間隙	已修復沉箱
# 4	沉箱縫隙 50CM、消波塊	
# 5	大石塊堆、消波塊	
# 6	消波塊、護基方塊間隙、大石塊堆	
# 7	沉箱縫隙 50CM、消波塊及大石塊堆	
# 8	沉箱縫隙 50CM、護基方塊位移、消波塊	
# 9	沉箱縫隙 70CM、沉箱全段掏空最高約為 110CM、平均 70CM、護基方塊明顯位移	沉箱底部部份破損
# 10	無異狀	
# 11	大石塊	
# 12	堤腳護基方塊間隙 90CM、大石塊堆	
# 13	護基方塊明顯位移 2M、護基方塊間隙	
# 14	堤腳護基方塊間隙 80CM、外側護基方塊位移	

# 15	大石塊堆、護基方塊位移 80CM	
# 16	護基方塊間隙	
# 17	大石塊堆、護基方塊間隙	
# 18	大石塊堆積於護基方塊上	
# 19	護基方塊有間隙	
# 20	大石塊堆置	
# 21	大石塊堆積於護基方塊上	東堤轉彎處
# 22	大石塊堆積於護基方塊上	
# 23	大石塊堆積於護基方塊上	
# 24	護基方塊間隙、大石塊堆積於護基方塊上	
# 25	護基方塊明顯位移 5M 以上	
# 26	護基方塊明顯位移 5M 以上	
# 27	護基方塊位移	
# 28	沉箱間隙 40CM	
# 29	外側護基方塊明顯位移 330CM、大石塊	
# 30	石塊堆積於護基方塊上	
# 31	大石塊堆、護基方塊間隙 90CM	
# 32	大石塊堆、護基方塊明顯位移	
# 33	大石塊堆、沉箱全段護基方塊明顯位移	
# 34	沉箱底部掏空長約 6.5M、高度約 90CM、沉箱全段護基方塊明顯位移	沉箱底部部份破損
# 35	大石塊、護基方塊明顯位移	
# 36	大石塊堆積於護基方塊上、外側護基方塊位移 90CM	

# 37	外側護基方塊位移 90CM、大石塊	
# 38	大石塊堆積於護基方塊上、護基方塊位移 40 CM	
# 39	護基方塊位移 50 CM、大石塊堆	
# 40	外側護基方塊位移 50 CM、大石塊	
# 41	外側護基方塊位移 30CM	
# 42	大石塊堆積於護基方塊上	
# 43	大石塊堆積於護基方塊上	
# 44	沉箱縫隙 40CM、大石塊堆、外側護基方塊位移 80CM	
# 45	護基方塊位移、大石塊堆積於護基方塊上	
# 46	大石塊堆積於護基方塊上	
# 47	大石塊堆積於護基方塊上	
# 48	大石塊堆積於護基方塊上	
# 49	無異狀	
# 50	大石塊堆積於護基方塊上	
# 51	無異狀	
# 52	大石塊堆積於護基方塊上	
# 53	大石塊堆積於護基方塊上	
# 54	石塊堆積於護基方塊上	
# 55	無異狀	
# 56	內側護基方塊明顯位移	
# 57	護基方塊間隙、外側護基方塊位移 110CM、大石塊堆積於護基方塊上	
# 58	沉箱縫隙 60CM、大石塊堆積護基方塊上	

# 59	無異狀	
# 60	沉箱縫隙 40CM、外側護基方塊位移	
# 61	部份大石塊堆積於護基方塊上	
# 62	沉箱縫隙 40CM、大石塊、護基方塊位移	
# 63	大石塊堆積於護基方塊上	
# 64	無異狀	
# 65	水泥補強脫落	
# 66	外側護基方塊位移、水泥補強脫落	
# 67	外側護基方塊位移距離 3M	
# 68	無異狀	
# 69	外側護基方塊位移 70CM	
# 70	外側護基方塊位移 90CM	
# 71	沉箱縫隙 90CM	
# 72	護基方塊上淤沙	
# 73	無異狀、廢棄碼頭防撞壩	
堤頭	無異狀、本所波浪觀測用之儀器鐵架	港口轉角
內 # 73	部份石塊堆積於護基方塊上、施工廢棄物	含內堤頭



照片 5.1 花蓮港東防波堤#26 沉箱位移情況



照片 5.2 花蓮港東防波堤 # 34 沉箱底部掏空範圍



照片 5.3 花蓮港東防波堤 # 34 沉箱底部掏空範圍擴大至 # 33 沉箱

5.2.2 防波堤堤體異位之調查

本項工作主要是以現場水準測量方式量測沉箱高程、法線位置，配合 GPS 衛星定位系統擷取座標位置，做為每一年比對沉箱是否有下陷或傾斜依據，並進一步比較沉箱間之相對位移量，再利用 GIS 或 AUTOCAD 地理繪圖系統繪製變化圖，以分析沉箱高程、法線位置變化情況。測量範圍蘇澳港仍為南外防波堤，而花蓮港亦是新東堤 1837m、新東堤堤頭 300m。

為明確比較沉箱變位起見，以東南西北等方位於每一沉箱面設定四個位置點，作為歷年調查資料比較之控制點，圖 5.3 與圖 5.4 各為蘇澳及花蓮港沉箱測量控制點之示意圖。

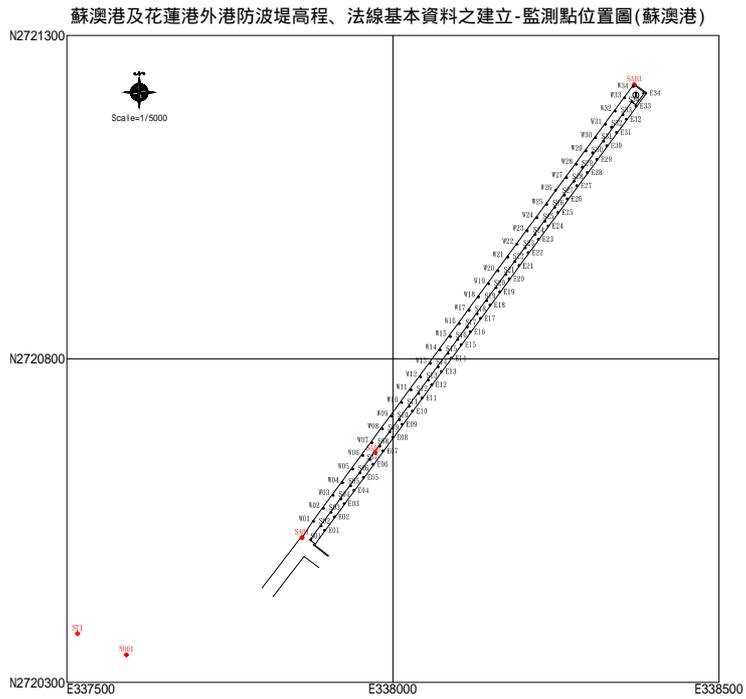


圖 5.3 蘇澳港南外防波堤沉箱控制點測量範示意圖

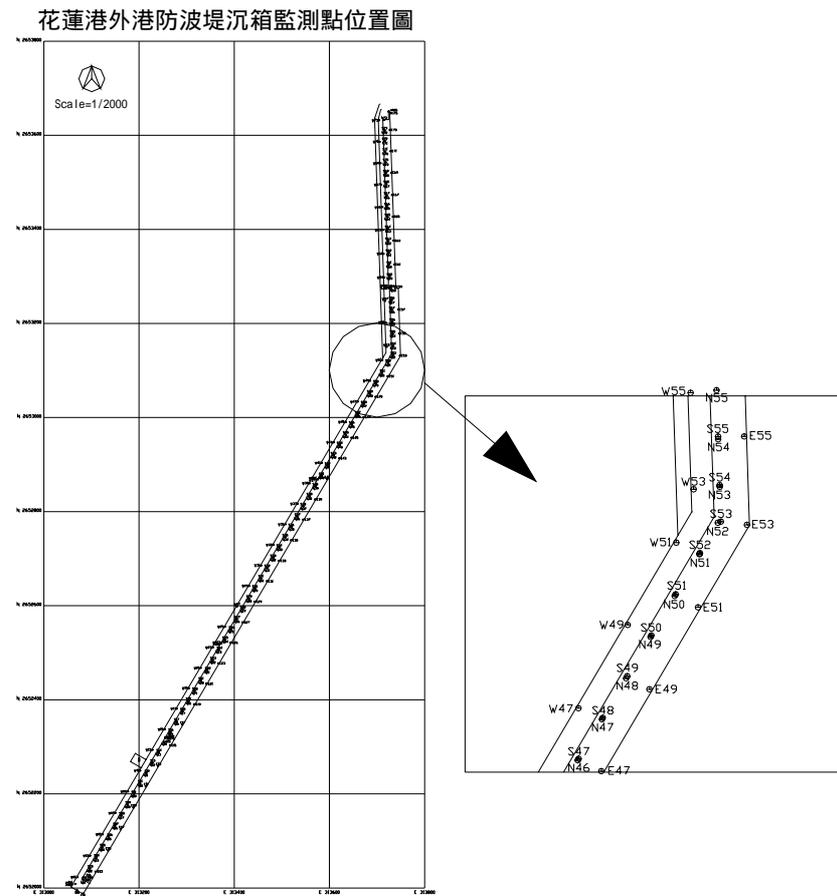


圖 5.4 花蓮港新東堤沉箱控制點測量範示意圖

圖 5.5 至圖 5.7 為蘇澳港南外堤沉箱堤面各測點於民國 91 至 95 年之高程變化比較，各圖之 E、S、W，表示同一沉箱面之東、南、西位置，其中 94 年度有兩次測值，係因之前有部份測點鋼釘遺失而於原測點附近增設並全面另測之故，而較詳細之變化數據可參考本所港研中心的測量報告。由各圖之比較結果得知，除#25 至#34 等沉箱面西側(W 點)有較大的高程變化，最大之高程變化約 20cm，主要係因沉箱路面或胸牆頂部被風浪破壞所致，其餘各沉箱堤面各方位的高程差異皆在 1cm 以內。整體而言，蘇澳港外廓防波堤堤體高程呈現穩定狀態。

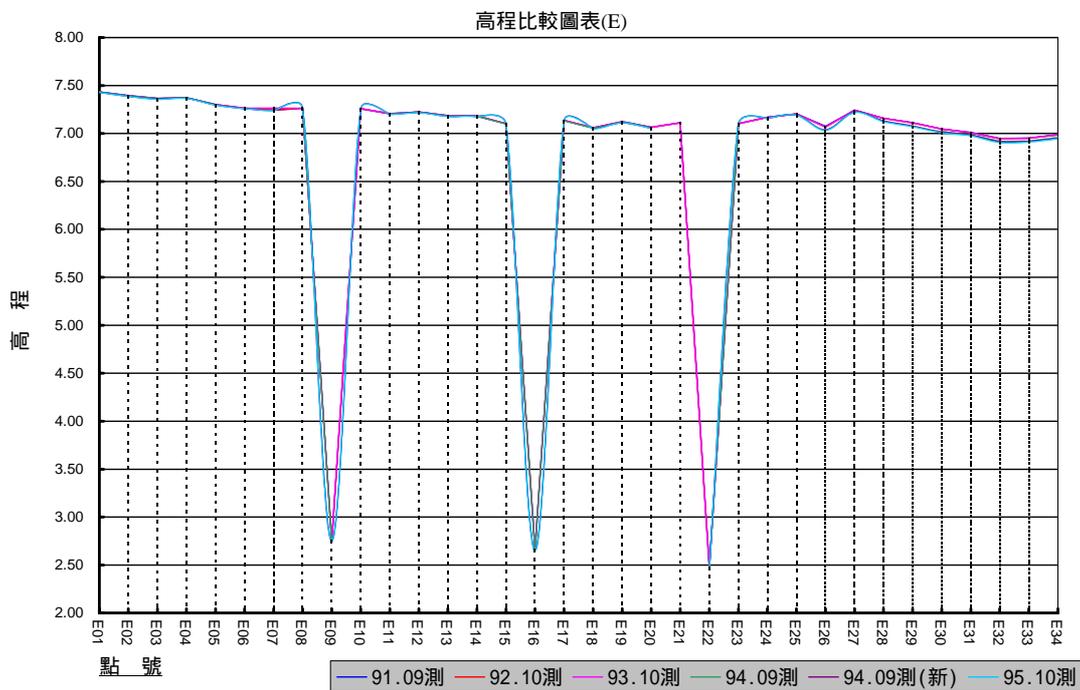


圖 5.5 蘇澳港南外堤沉箱堤面各 E 點之歷年高程變化比較

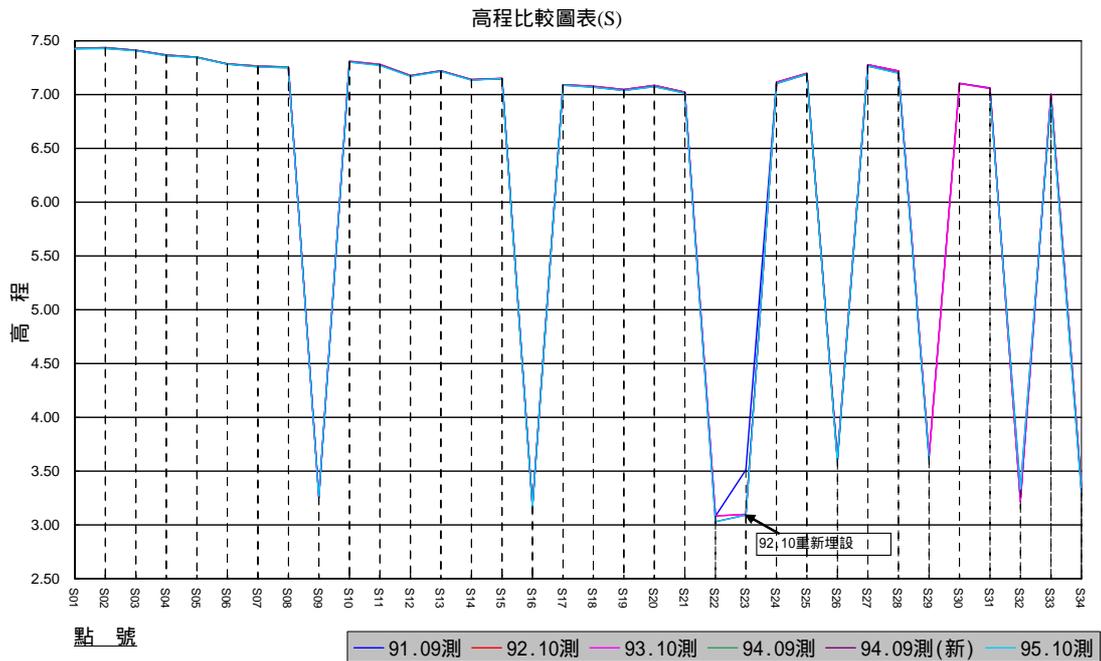


圖 5.6 蘇澳港南外堤沉箱堤面各 S 點之歷年高程變化比較



圖 5.7 蘇澳港南外堤沉箱堤面各 W 點之歷年高程變化比較

圖 5.8 至圖 5.11 則是花蓮港東防波堤沉箱堤面各測點於 89 至 95 年之高程變化比較，圖中表示和前圖說明相同。由各圖之比較結果顯示，花蓮港東東防波堤各沉箱堤面除部份測點有 2~3cm 之高程變化外，其餘各沉箱堤面的高程差異皆在 1cm 以內。整體而言，花蓮港外廓防波堤堤體高程變化差異不大。

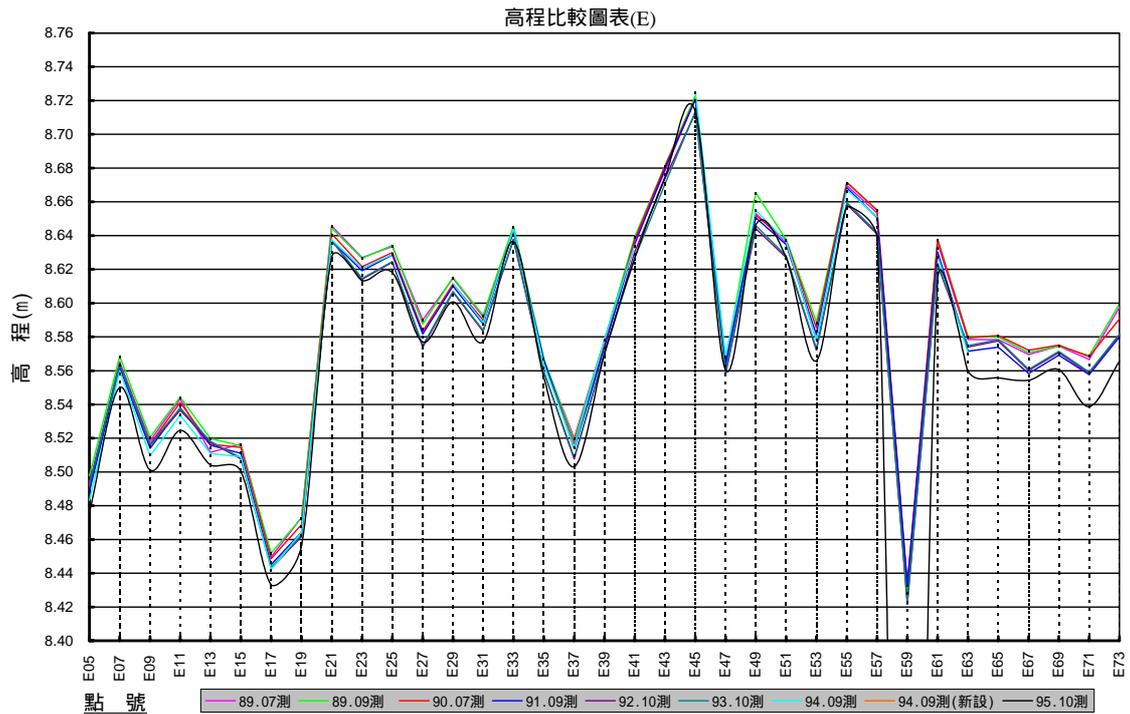


圖 5.8 花蓮港東堤沉箱堤面各 E 點之歷年高程變化比較

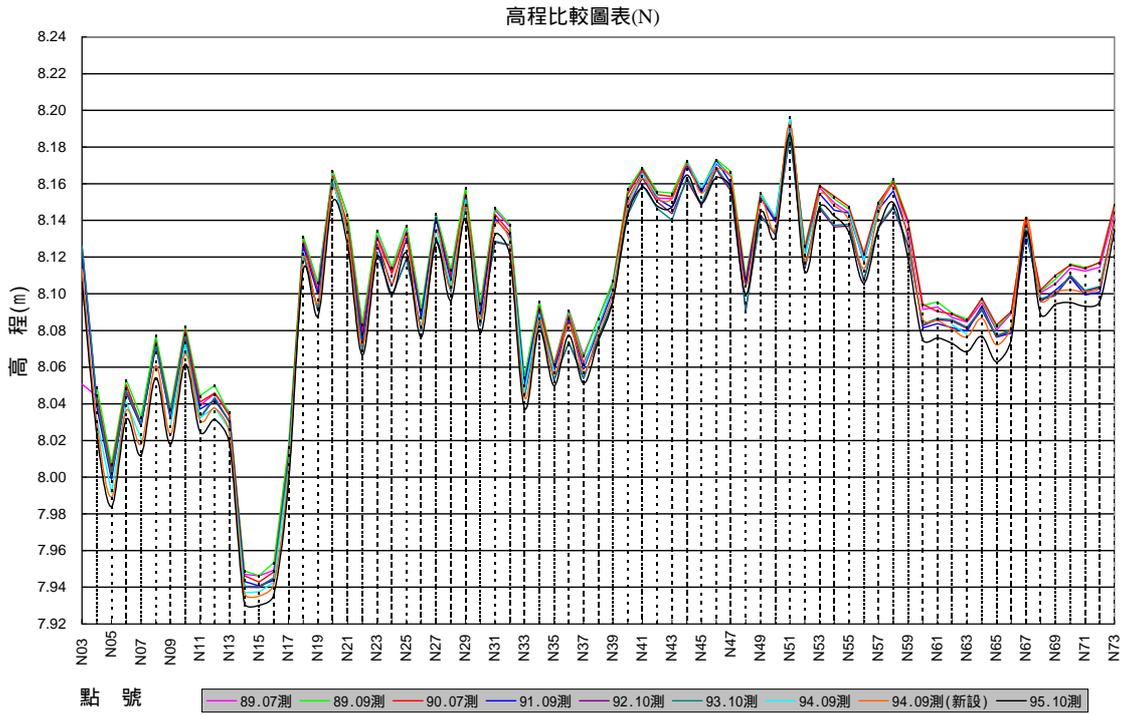


圖 5.9 花蓮港東堤沉箱堤面各 N 點之歷年高程變化比較

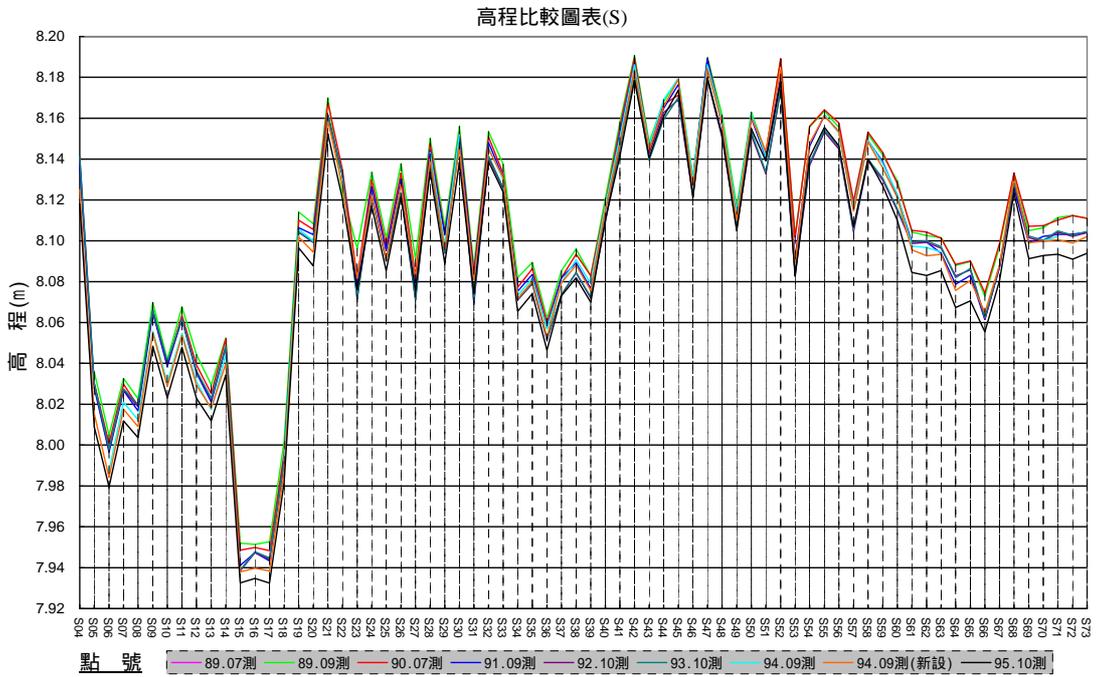


圖 5.10 花蓮港東堤沉箱堤面各 S 點之歷年高程變化比較

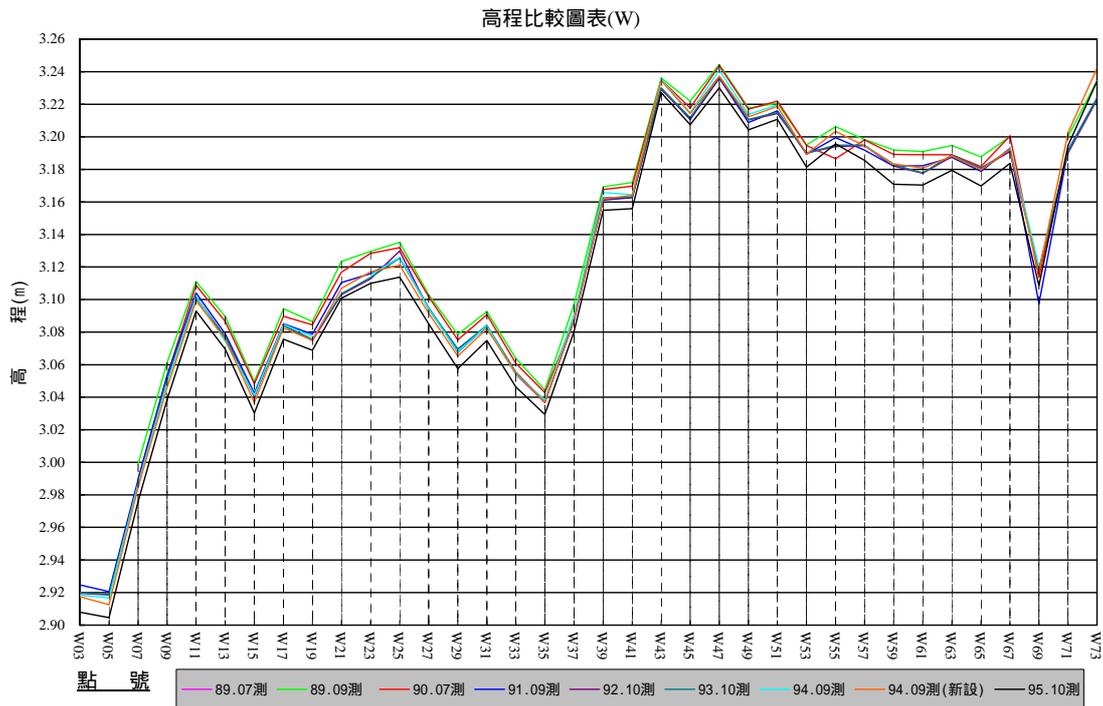


圖 5.11 花蓮港東堤沉箱堤面各 W 點之歷年高程變化比較

5.2.3 多音束測深作業調查

本年度首次利用多音束測深系統(MBS)進行花蓮港東防波堤外地形變化與堤腳護基方塊位移的立體圖像檢核工作，調查範圍包含花蓮港舊東堤約 1700 公尺(堤外消波塊區)、新舊東堤交接轉角 30 公尺、新東堤 1837 公尺(73 座沉箱與護基方塊)及新東堤堤頭 300 公尺處，其網格資料密度採用 0.2m 網格(25 筆/平方公尺)，相關詳細之作業方式與要求可參考本所港研中心測量報告。圖 5.12 為本次水深測量成果，圖 5.13 至圖 5.18 為節錄部份的調查成果，配合前表 5.2 花蓮港東防波堤堤址的調查說明，圖示可更清楚瞭解堤腳護基方塊的平面位移情況。

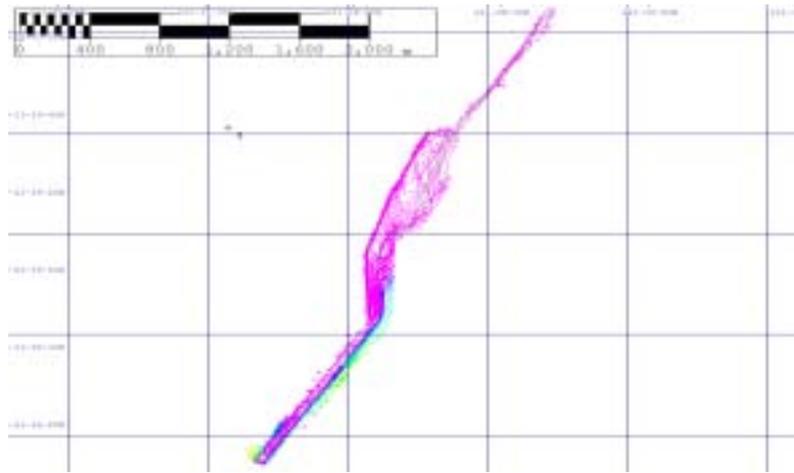


圖 5.12 測量成果等深線圖

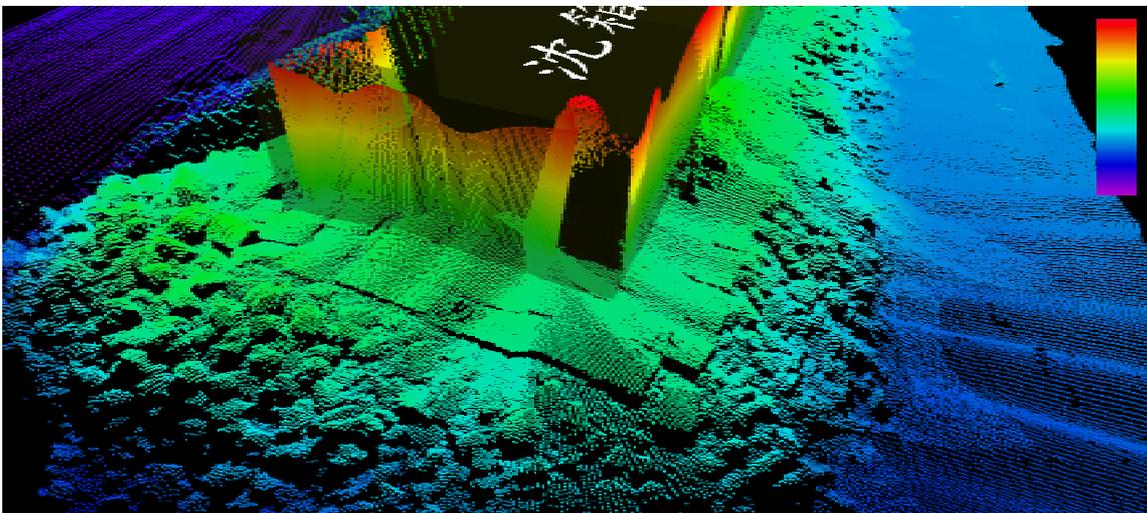


圖 5.13 花蓮港東防波堤堤頭沉箱堤址現況

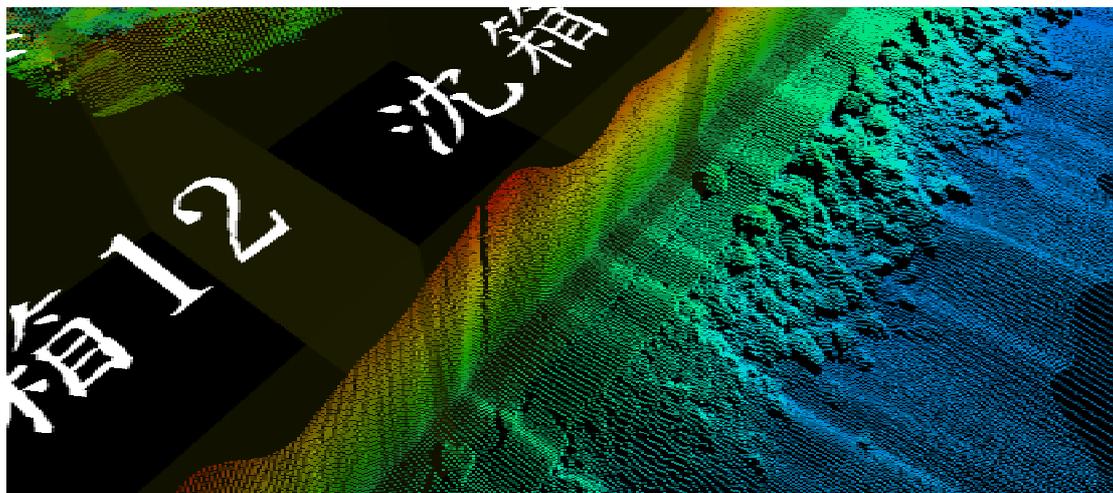


圖 5.14 #12 與 #13 沉箱堤腳塊石分佈情形

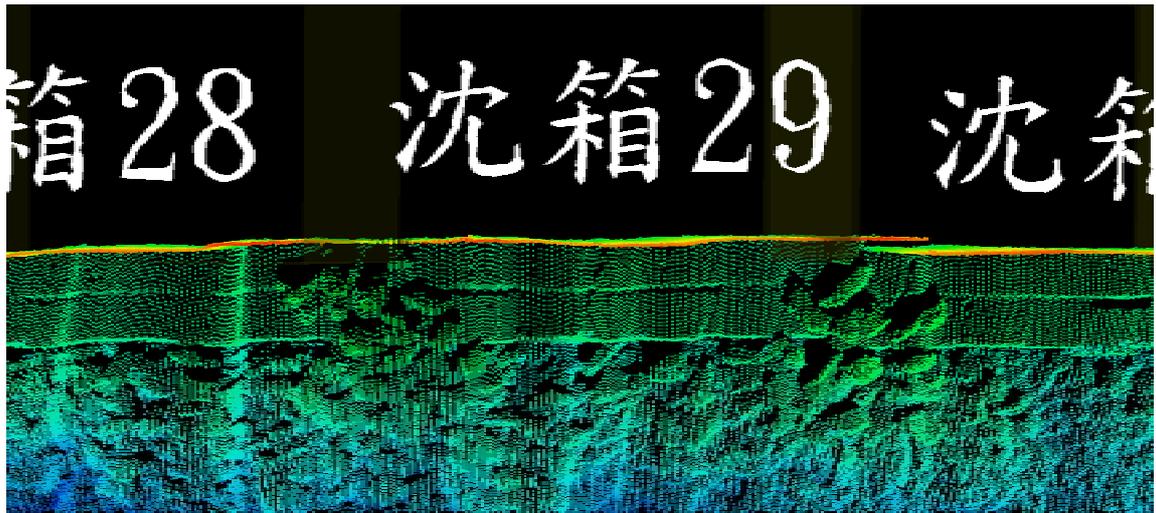


圖 5.15 #29 沉箱堤腳塊石位移情形

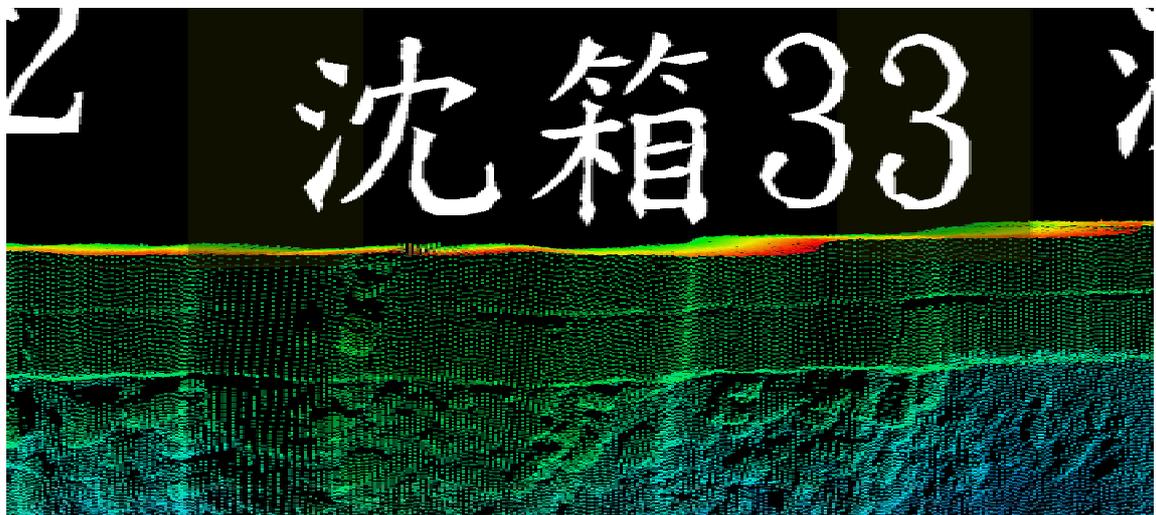


圖 5.16 #33 沉箱堤腳塊石位移情形

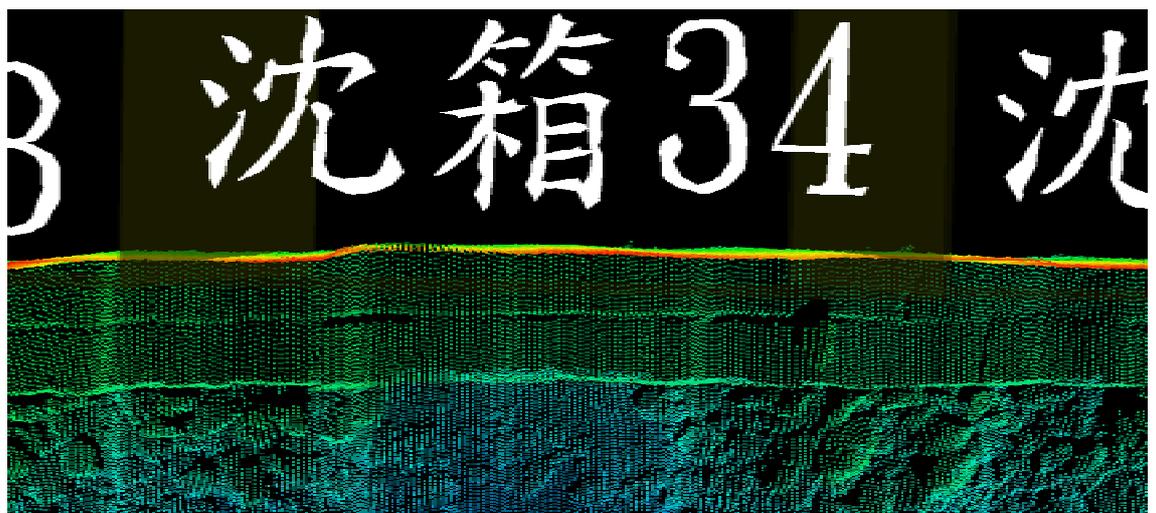


圖 5.17 #34 沉箱堤腳塊石位移情形

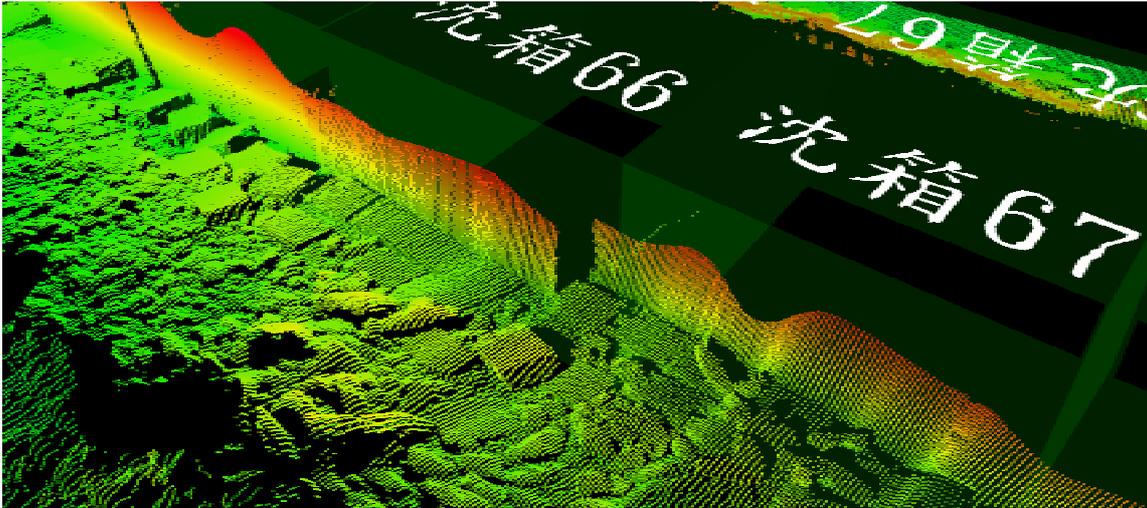


圖 5.18 # 66、# 66 沉箱側面隙縫與堤腳塊石位移情形

第六章 結論與建議

本研究主要以建立船舶動態管理系統、波浪特性分析模式及進行港灣防波堤結構物安全監測等合構而為計畫工作目標，其中有關船舶動態管理系統建置方面，本年度藉由海氣象資料與船隻碇靠、離港紀錄，探討花蓮港域颱風影響船舶動態的機制因子，並建立船舶動態預警模式與初步驗證。本研究另以實測波浪資料建立花蓮港域之波浪特性模式，其中包含波高與週期直方圖最佳分組數與最適機率分佈函數之分析探討，以及相關波浪統計參數理論與實測值的驗證比較。而有關防波堤結構物安全監測方面，本年度主要進行花蓮與蘇澳兩港之堤體、堤址的現場調查工作，以作為未來防波堤受力特性、沉箱結構物安全評估及相關維護對策與破壞預測推估之參考依據。綜合前章節之論述，可得數點結論如下：

1. 有關花蓮港域颱風對船隻動態的影響分析方面，本研究中以颱風路徑、颱風規模、風速、颱風中心與花蓮港之角度及颱風中心之經緯度等分類為五種颱風影響因子區分，並將歷年颱風侵襲期間之船隻動態紀錄以不同之船隻異動指數分類。依據颱風影響因子與船隻異動指數之分析結果顯示，在颱風規模 4 以上之颱風來襲時，為避免斷纜之可能，船隻原則上需出港避風；而颱風發生於東經 $120^{\circ} \sim 140^{\circ}$ 與北緯 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 之範圍，將影響花蓮港域之船隻異動。而颱風風速與颱風方位角則對花蓮港船隻異動無明顯的規則關係。
2. 花蓮港船舶動態管理系統係利用倒傳遞式類神經網路，建立為一層隱藏層與包含 27 個神經元正切雙彎曲轉換函數之船舶動態預警模式。本模式並進行學習及驗證工作，選擇發生於民國 85 年至 94 年間 69 場颱風中含蓋 5 種颱風規模、4 種船隻異動指數與 9 種颱風路徑之颱風共 36 個作為模式建立之學習範例。另以三場不同影響情況之颱風作為驗證比對，經由驗證結果，不論港內發生湧浪、警示船隻出港避風或船隻發生斷纜情況，模式推算之船隻異動指數與實際發生情況頗為脛合。

3. 有關波浪統計特性模式分析方面，本年度以花蓮港於民國 93 年全年較完整之實測波浪資料，進行波高與週期之直方圖與機率分佈函數的計算。有關機率分佈函數的選取，波高分析方面為 Gamma、Normal、Rayleigh 與 Weibull 等四種機率分佈函數；而週期分析則是 Gamma、Erlang、Rayleigh 與 Longuet-Higgins 等四種。本研究並以誤差均方根(RMS)、相關性(R^2)、離島型直方圖($P_i=0$)與判斷是否為雙峰直方圖($|P_i-P_j|>1/N$)等四種統計參數來探討最適之機率分佈特性與最佳分組組數。
4. 依據波高特性之分析結果顯示，花蓮港域的波高分佈較符合於 Weibull 分佈，其波高直方圖之分組數以 5 至 8 組較適合。另由 H_s 、 \bar{H} 、 H_{max} 與 H_{rms} 等波高統計參數之理論與實測值的比較分析得知，以 Weibull 分佈所計算而得之理論 H_s 與實測波高 H_s 甚為接近；應用其所建立之關係式，即推算其它波高統計參數值，並藉以瞭解花蓮港域的波高統計特性。
5. 有關週期特性的分析結果，本研究發現不論在全年、每季或每月之波浪資料中，在示性波高大於 1.5m 區間所對應的週期資料，其最適之理論分佈為 Erlang 分佈；而在示性波高小於 1.5m 區間，其最適之理論分佈為 Longuet-Higgins 分佈；然在波高不分區間之週期分析，則以 Normal 分佈為較佳；而任一波高區間內的週期直方圖之分組數均以 7 組較為適合。另有關於週期統計參數之理論與實測值的比較分析方面，本研究所提出之季節性 Erlang 理論參數經驗公式，藉由頻譜矩 T_{01} 計算出 Erlang 理論示性週期與平均週期所需之參數，可大略推算其理論週期統計參數，此結果可做為波浪統計研究或海岸工程應用之參考。
4. 依據防波堤堤址調查與堤體高程測量的結果顯示，蘇澳港南外防波堤沉箱底部並未有明顯掏空或護基方塊移位現象，本年度的調查結果和 94 年者差異不大。花蓮港東防波堤 #9、#33、#34 等三處沉箱外海側之底部有明顯掏空情況；部份沉箱護基方塊有較明顯位移現象，其中以 #13、#29、#67 等沉箱之護基方塊位移約 2~3m，而 #25、#26、#34 等沉箱之護基方塊位移量達 5~6m 為最嚴重。

有關蘇澳與花蓮兩港的沉箱堤面高程位移差量的調查結果顯示，除蘇澳港南外防波堤#25至#34等沉箱面西側有約20cm的高程變化，主要可能因沉箱路面或胸牆頂部被風浪破壞所致，其餘兩港各沉箱堤面各方位的高程差異皆在1~3cm以內，並無明顯變化或差異。而本年度首次利用多音束測深系統進行花蓮港東防波堤堤腳護基方塊位移的立體圖像檢核成果，可更清楚瞭解堤腳護基方塊的平面位移情況。

附錄 A 花蓮港船隻動態紀錄表

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (距離,km)	備註
85.05	凱姆 Cam	22/14:00 23/08:00 14:00		船舶進出港作業正常		19.9 N,119.6E 20.9N,122.0E 21.3N,123.3E	
85.07	葛樂禮 (Gloria)	24/14:00 25/08:00 26/08:00 27/08:00	#25 #23 #4	暴風圈涵蓋本港 船隻「羅伯」因斷纜出港避風浪 船隻「貝爾」因斷纜出港避風浪 船隻「吉拉」因斷纜出港避風浪 成立防颱風中心		17.3N,124.2E 18.8N,122.4E 21.1N,120.8E 24.7N,118.5E	
85.07	賀伯 (Herb)	29/11:00	#23 #25 #19 #6 #24 #13 #15	暴風圈涵蓋本港 船隻「貝爾」因斷纜出港避風浪 船隻「羅伯」因斷纜出港避風浪 船隻「安康」因斷纜出港避風浪 船隻「安吉拉」因斷纜出港避風浪 船隻「克蘭」因斷纜出港避風浪 船隻「福全」因斷纜出港避風浪 船隻「聯榮」因斷纜出港避風浪 成立防颱風中心		18.7N,129.7E	
85.08		30/02:00 14:00 31/08:00 01/08:00 02	#20	船隻陸續出港 船隻「普提」因主機故障無法出港，在碼頭經歷過極度之危險，並碰損碰墊及船體		20.3N,127.9E 22.0N,127.2E 24.0N,124.6E 25.4N,120.4E	
85.09	莎莉 (Sally)	07/08:00 08/02:00	#10 #23 #13	09/08 05:50 船隻「宏安」斷纜經推頂重新帶纜 09/08 07:53 至 08:54 船隻「長貴」出港避風浪 09/08 07:53 至 08:54 船隻「艾特絲」出港避風浪		18.1N,127.0E 19.2N,121.9E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
85.09	莎莉 (Sally)	08/14:00 09	#23	船隻「長貴」進港 船隻「艾特絲」進港		19.7N,118.0E	
85.09	魏萊特 Violet	15/20:00 16/08:00 17:00 20:00	#20	船隻「友萊六號」進泊 無法靠泊隨即出港		18.8N,126.6E 20.0N,126.3E 20.5N,126.2E 20.5N,126.6E	
85.09	薩恩 Zane	27/14:00 28/02:00 08:00 20:00	#22 #24	船隻「冒險家」因斷纜 出港避風 船隻「富國新六號」因 油料不足，無法在港外 頂浪而緊急勉強進靠。 港內船隻多因斷纜而加 強帶纜		21.5N,126.1E 22.0N,125.5E 22.9N,125.4E 24.3N,125.6E	
85.10	貝絲	17/02:00 18/02:00 19/02:00		無明顯湧浪 無船舶斷纜或出港避風		17.7N,125.2E 17.6N,122.1E 18.6N,119.6E	
85.11	爾尼			花蓮地區豪雨達六百餘 公釐，花蓮港多處圍牆 及擋土牆傾倒，無影響 船舶靠泊			
85.11	戴兒	10/08:00 11/02:00 13/02:00		在港商船五艘全部出港 避風 船鼻船陸續返港		16.8N,133.8E 19.4N,131.6E 29.3N,138.8E	
86.04	伊莎	21/16:00 22/04:00 08:00 23/02:00		下午港內產生湧浪，船 隻「榮華」、「卓越」移 泊內港，仍有斷纜 仍受湧浪影響，多有斷 纜 仍受湧浪影響，多有斷 纜 已較緩和，裝卸仍受影 響		24.3N,139.5E 24.5N,139.7E 27.4N,143.7E	
86.05	里維	28/02:00 29/02:00 30/02:00		港內船隻未受影響 港內船隻未受影響 港內船隻未受影響		18.8N,126.3E 23.2N,127.5E 27.3N,32.4E	
86.06	歐珀	16/08:00 17/08:00 18/08:00	#25	06/18 至 06/19 港內產生 微湧，船隻「裕亨」艀 艀各斷纜一次		15.0N,132.9E 16.4N,132.4E 20.7N,133.6E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
86.06	歐珀	19/08:00	#24	06/19 0856 時, 船隻「米雪」於碼頭碰撞船體受損		27.4N,133.7E	
86.06	彼得	24/14:00 25/08:00 26/02:00 08:00 14:00 27/02:00	#24 #23 #21	外港產生湧浪, 內港裝卸作業正常 0820 船隻「明維」移至#3 碼頭 1030 船隻「安傑利」移至#6 碼頭 1800 船隻「友泰六號」移至#11 碼頭 外港仍有湧浪		15.0N,129.0E 17.0N,127.0E 19.3N,127.2 20.6N,126.5E 21.9N,126.3E 24.9N,126.5E	
86.07	羅西	21/02:00 21/14:00 22/08:00 23/08:00 24/08:00 25/02:00		港內有湧浪產生, 船隻「亞五」、「富國新六號」提早出港, 其他各船尚能勉強靠泊, 惟至 0725 均影響正常裝卸作業		14.7N,135.2E 15.9N,134.0E 17.5N,132.6E 19.1N,131.9E 22.4N,132.5E 25.9N,133.6E	
86.08	蒂娜	01/14:00 02/08:00 03/08:00 04/08:00 05/08:00 06/02:00 14:00		港內有湧浪產生, 然船舶進出港作業均未受影響		13.4N,135.0E 13.5N,133.5E 14.5N,131.5E 17.0N,129.2E 20.0N,127.0E 22.0N,126.2E 24.2N,126.5E	
86.08	溫妮 Winnie	13/14:00 14/08:00 15/08:00 16/08:00 17/08:00	#22 #8 #24 #23	港內產生湧浪, 無法正常裝卸作業。船隻「昌盛」因斷纜出港 港內產生湧浪, 無法正常裝卸作業。船隻「宏記」因斷纜出港 港內產生湧浪, 無法正常裝卸作業。船隻「諄鵝」因斷纜出港 船隻「希吉」移至#4 碼頭惟仍斷纜		19.6N,142.2E 20.9N,139.5E 22.6N,135.7E 23.7N,132.0E 24.5N,128.3E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
86.08	安珀 Anber	27/08:00	#23	08/26 1834 時起船隻「亞士皮」因斷纜出港避風迄 0830 再返港		19.1N,126.2E	
			#17	08/26 1834 時起船隻「法羅」因斷纜出港避風迄 0830 再返港		20.3N,124.2E 21.4N,122.9E 23.4N,121.6E	
			#6	08/26 1834 時起船隻「千葉」因斷纜出港避風迄 0830 再返港			
		28/02:00 14:00		0400 左右颱風眼通過本港,造成東防波堤胸牆倒塌等嚴重災情。		24.8N,120.0E	
86.10	艾文 Ivan	18/08:00		外港有湧浪,外港船隻有斷纜情形,船隻「肯尼克」出港 港內正常 外港有湧浪,外港船隻有斷纜情形,船隻「嘉新二號」出港 港內正常		14.8N,127.2E	
		19/14:00	#23			17.1N,123.4E	
			#18			18.8N,122.0E 19.4N,122.6E 19.8,123.9E	
		20/08:00 21/08:00 14:00					
87.08	奧托 Otto	03/02:00		19:42 船隻「西里」預知颱風先出港避湧浪 05:00 左右港內開始明顯產生湧浪 10:00 成力防颱中心 20:00 解除 13:00~15:00 湧浪最劇 07:22~10:37 船隻「北斗星」因斷纜出港避風 07:22~10:37 船隻「希吉」因斷纜出港避風 07:22~10:37 船隻「福運」因斷纜出港避風		15.5N,124.8E	
		08:00				16.7N,124.5E 18.7N,123.7E	
		15:00				20.1N,123.4E 21.8N,121.8E	
		20:00					
		04/07:00	#22				
			#23				
			#25				

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
87.08	奧托 Otto	04/07:00 16:00 17:00	#20 #21	07:22~10:37 船隻 「富國新六號」因斷 纜出港避風 船隻「花蓮一號」、 「友泰六號」分別移 至#4 及#3 碼頭，幸 安然度過，惟仍有斷 纜產生		23.7N,120.8E 24.2N,120.5E	
87.09	維琪 Vicki	18/02:00 21/02:00 14:00		船舶正常進出港及 裝卸作業 船舶正常進出港及 裝卸作業 船舶正常進出港及 裝卸作業		17.0N,118.7E 23.2N,128.7E 26.0N,131.0E	
87.09	楊妮 Yanni	28/00:00 02:00 17:00	#21	船隻「新華」移至#4 碼頭，外港除「宏安」 靠#18 碼頭外不他船 進泊，內港仍維持裝 卸作業，外港「宏安」 雖無法做為，然仍僅 稍受湧浪影響 10:00 成立防颱中心 17:30 即恢復正常職 守 21:30 時即解除臺颱 中心		22.2N,123.0E 22.6N,122.4E 24.0N,122.2E	
87.10	瑞伯 Zeb	12/02:00 14:00 13/02:00 14:00 14/02:00 15/02:00 16/08:00 18:00	#15 #24 #23 #11	22:49 船隻「卡迪」 預知颱風動態自碼 頭出港 17:30 成立防颱中心 06:51~08:42 船隻 「江美」因斷纜出港 避風 06:51~08:42 船隻 「華榮」因斷纜出港 避風 06:51~08:42 船隻 「亞七」因斷纜出港 避風 船隻「捷運」私自於 內港迴船池拋錨 18:00 解除防颱中心		11.0N,133.7E 12.3N,131.3E 13.6N,129.0E 15.5N,126.0E 16.2N,123.7E 18.8N,121.3E 23.8N,122.3E 25.4N,123.5E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
87.10	芭比絲 Babs	20/02:00 21/02:00 22/02:00 14:00 23/02:00 24/02:00 25/08:00	 #25 #22 #18 #23 #8 #21 #20	19:00 左右港內產生湧浪 08:00 船隻「德洋福星」移內港 07:30 左右港內湧浪加劇 15:02~19:30 船隻「尊傑」因斷纜出港避風 15:02~19:30 船隻「飛鷹」因斷纜出港避風 15:02~19:30 船隻「華榮」因斷纜出港避風 15:02~19:30 船隻「克蘭」因斷纜出港避風 船隻「伊斯拉」移至#6 碼頭 船隻「富國新」靠泊僅 rolling 無 pitching 現象,而得勉強度過湧浪侵襲 船隻「富國新六號」靠泊僅 rolling 無 pitching 現象,而得勉強度過湧浪侵襲		11.0N,129.0E 12.7N,126.4E 13.9N,123.5E 14.6N,122.6E 15.3N,121.4E 17.0N,118.5E 19.4N,116.4E	
87.12	費絲 Faith	10/02:00 11/08:00 14:00		船舶正常進出港及裝卸作業(冷鋒南下) 船舶正常進出港及裝卸作業(冷鋒南下) 船舶正常進出港及裝卸作業(冷鋒南下)		11.7N,126.0E 12.0N,122.0E 11.5N,120.1E	
88.04	凱特 Kate	23/08:00 24/14:00 26/08:00 27/02:00		本港未受影響 本港未受影響 本港未受影響 本港未受影響		13.7N,126.9E 15.0N,129.0E 19.9N,133.0E 22.2N,136.3E	
88.06	瑪姬 Maggie	03/02:00 04/14:00 05/08:00		18:00 成立防颱中心 23:00 港內湧浪加劇		14.3N,129.4E 16.6N,127.9E 18.9N,124.5E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
88.06	瑪姬 Maggie	05/08:00 06/12:00		06/00:00 起內外港 「達和」、「東日」、 「富國新六號」、「海 富」、「伯那德」分別 出港避風 12:00 解除		22.3N,118.6E	
88.07	歐佳 Olga	30/08:00 31/02:00 01/08:00		港內有湧，雖未影響 靠泊，惟 0801 至 08/02 外港部份船隻 仍有湧浪		16.6N,133.7E 20.8N,131.9E 24.8N,129.3E	
88.08	山姆 Sam	19/14:00 20/11:00 21/05:00	#22	08/20 上午外港湧浪 加劇，內港狀況尚可 「捷運」、「富海」由 外港移內港 船隻「庫島」出港避 風 外港仍有湧浪		16.8N,125.4E 18.3N,121.8E 18.8N,118.9E	
88.09	巴特 Bart	19/08:00 20/08:00 21/14:00		無影響船舶進出装 卸作業		21.8N,128.0E 23.4N,125.5E 24.5N,125.9E	
88.10	丹恩 Dan	03/14:00 04/02:00 05/08:00 06/05:00 07/08:00 08/07:00	#23 #18	上午出現湧浪 船隻「信輝」勉強靠 泊 稍受影響，裝卸作業 暫停 本次颱風船隻「富國 新」於高雄旗津擱 淺、「金門二號」於 金門沉沒		17.9N,129.4E 18.5N,127.9E 18.2N,122.4E 18.5N,119.2E 19.7N,117.3E 21.6N,118.1E	
88.11	葛樂禮 Gloria	15/02:00 16/02:00		無影響船舶靠泊作 業		21.0N,130.6E 27.6N,137.7E	
89.05	丹瑞 Damrey	08/08:00 09/08:00 10/08:00 11/08:00		正常運作		13.8N,131.4E 15.6N,133.5E 19.5N,136.8E 23.6N,139.9E	
89.05	龍王 Long-wang	19/08:00 14:00 20/02:00		正常運作		21.4N,125.5E 22.4N,126.9E 24.7N,130.7E	
89.07	奇洛基 Kirogi	04/20:00	#22	23:21 船隻「曼多」 出港避湧		19.0N,131.6E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
89.07	奇洛基 Kirogi	05/02:00 14:00 06/02:00	#25	23:21 船隻「快捷」 出港避湧 外港各船勉強維持 至 0706 下午後漸改 善恢復作業		20.0N,131.4E 21.6N,132.5E 23.3N,133.6E	
89.07	啟德 Kai-Tak	02:00 07/05:00 08/20:00 09/06:00 13:00	#25 #18 #24	成立防颱風中心 07:00 通知出港避風 09:07 船隻「快捷」 出港避湧浪 10:31 船隻「宏星」 出港避湧浪 11:36 船隻「聯歐」 出港避湧浪 16:00 解除防颱風中 心,翌日始恢復進出		19.0N,119.8E 20.1N,118.8E 20.6N,120.4E 22.0N,121.3E 24.2N,121.6E	
89.08	碧利斯 Bilis	21/08:00 22/07:00 20:00 23/12:00		17:30 成立防颱風中心 24:00 時前除內港船 隻「天立一號」輪堅 不出港及「億滿鴻」 700 噸漁船要求進港 外,均已出港避風。 「天立一號」幾乎完 全斷纜在內港迴船 池飄盪 12:00 恢復正常		18.8N,128.3E 20.7N,124.2E 22.5N,122.0E	本次本港包 括東防波堤 受到重創
89.08	巴比倫 Prapiroon	27/20:00 28/16:00 29/11:00 30/07:00		17:30 成立防颱風中心 港內運作正常 上午解除防颱風中心		22.3N,130.1E 23.0N,127.1E 24.0N,125.1E 26.6N,123.4E	
89.09	寶發 Bopha	08/14:00 09/10:00 21:00 10/07:00		09:00 成立防颱風中心 15:00 解除防颱風中心 內外港均靠泊有船 並無斷纜情事		25.5N,128.0E 25.3N,124.7E 24.3N,123.6E 22.5N,123.0E	
89.10	雅吉 Yagi	23/02:00 24/08:00 25/08:00		港內幾無湧浪產生 17:00 成立防颱風中心 並建議外港船隻「盛 寶」及內港船隻「瑞 和」出港避風		22.2N,133.8E 23.0N,128.2E 24.7N,124.9E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
89.10	象神 Xangsane	30/02:00 31/07:00 13:00	#17	22:00 成立防颱風中心 11/01 22:00 解除 船隻「泰瑞八號」於 23:30 移至#4 碼頭並 仍嚴重斷纜外,其餘 船舶均出港避風,港 內湧浪劇烈		16.0n,118.0e 18.6n,119.6e 19.3n,120.2e	
90.05	西馬隆 Cima	11/08:00 13/07:00	#23	05/12 14:00 成立防 颱風中心 未造成湧浪 船隻「金瀧」待修及 沉箱渠內之沉箱均 安然		17.0N,119.0E 21.0N,121.7E	
90.06	奇比 Chebi	20/14:00 21/08:00 22/14:00 23/01:00	#23 #18 #3	16:00 成立應變小組 06/24 解除 19:00 湧浪加劇 船隻「貿易」出港 船隻「宏安」出港 內港船隻「捷運」情 況尚可		13.0N,133.0E 4.3N,127.7E 19.3N,122.4E 20.9N,120.0E	
90.07	尤特 Utor	02/14:00 03/14:00	#23 #21	07/04 08:00 成立應 變小組 07/04 07:30 已產生 湧浪 船隻「安裕」出港 12:00 船隻「源利」 及「重榮」出港,湧 浪甚劇,迄 0706 恢 復進出,惟仍有湧浪			
90.07	潭美 Trami	11/07:00		07/10 23:00 成立應 變小組 本次幾全無湧浪產 生		21.8N,121.6E	
90.07	桃芝 Toraji	27/14:00 28/08:00 29/13:00	#12	14:00 成立應變小組 20:30 湧浪開始劇烈 除船隻「華龍」斷纜 其他商船均已出港 07/30 05:00 湧浪減 緩		17.2N,126.9E 18.4N,124.8E 22.0N,122.5E	
90.09	納莉 Nari	13/14:00		09/15 成立應變小組 09/17 12:00 解除 本次颱風非常詭異 重創台灣,惟本港完 全未受影響		26.9N,126.2E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
90.09	利奇馬 Lekima	25/09:00	#24	09/25 17:00 成立應變小組 09/27 12:00 解除, 內港未受影響, 外港自0926 上午起有湧浪到晚上稍劇 船隻「伯那」勉強撐過		20.4N,122.0E	
90.10	海燕 Haiyan			10/15 16:00 成立應變小組 10/16 21:30 解除 未受影響			
91.06	諾古力 Noguri	08/14:00		無任何影響		21.0N,118.0E 22.0N,124.5E 24.9N,125.5E	
91.06	雷馬遜 Rammasun	29/14:00	#24	港內產生湧浪多數 船舶斷纜 船隻「可兒」撞損碰墊		11.3N,136.0E	
92.04	柯吉拉 Kujira	18/02:00 19/02:00 21/02:00 22/08:00 23/08:00 24/11:00		04/17 晚上出現湧浪 04/18 船舶均出港避風, 至 0424 始陸續恢復船舶進港		13.6N,131.4E 13.9N,129.1E 18.0N,125.1E 19.7N,123.6E 20.8N,122.5E 22.5N,123.0	
92.05	蓮花 Linfa	28/02:00 29/08:00 30/02:00		未影響港內作為, 僅於 0529 17:00 時高潮位時稍有湧浪		16.6N,122.7E 22.1N,120.3E 21.8N,122.9	
92.06	南卡 Nangka	01/20:00 02/14:00 03/02:00		無任何影響		18.2N,117.8E 20.6N,120.3E 21.8N,122.9E	
92.06	蘇迪勒 Soudelor	14/02:00 15/08:00 16/02:00 17/11:00	#13 #24 #10 #25	21:00 港內有湧並漸加劇 01:00 船隻「達和」開始斷纜, 04:00 出港 船隻「雲天客」斷纜 05:30 出港 06:00 船隻「亞六」出港 07:00 船隻「裕慎」出港		11.2N,128.2E 14.0N,125.9E 16.0N,124.9E 20.3N,123.2E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
92.06	蘇迪勒 Soudelor	17/11:00 18	#23	07:30 船隻「龍天客」出港 中午以後始改善		20.3N,123.2E	
92.07	伊布都 Imbudo	17/14:00 18/02:00 20/14:00 21/14:00 21/20:00 22/02:00 22/08:00 22/14:00 23/05:00	#23 #18 #11	清晨開始明顯有湧浪，船隻「宏伶」原擬於 05:30 時出港避風，後因覺情況稍微轉好而作罷，08:30 時由壽豐頂住趕卸 10:23 出港，損壞碰墊二組 船隻「佳星」斷纜於 09:44 時出港避風，損壞碰墊二組 船隻「金瀧」堅不出港，中午過後湧浪加劇。船隻「金瀧」斷纜嚴重。 中午過後，湧浪漸減輕		8.3N,140.9E 9.3N,139.4E 12.1N,131.6E 14.3N,127.1E 15.0N,125.8E 15.7N,124.4E 16.4N,123.0E 16.9N,121.3E 18.2N,117.6E	
92.08	莫拉客 Morakot	02/17:00 02/23:00 03/05:00 03/14:00 04/14:00		本次颱風帶來雨量舒解旱象，除 08/03 晚上至 08/04 早上稍有湧浪外，均無影響船舶進出作業，亦無斷纜現象。 23:50 時成立防颱 18:30 時解除防颱		19.1N,124.6E 19.8N,123.9E 20.5N,122.9E 21.3N,121.4E 24.1N,119.0E	
92.11	米勒 (Melor)	0500 1100 1700 2200		11/02 1100 成立應變小組 11/03 1600 解除 11/03 0900 時召開防颱會議要求船舶出港避風，「康運」經過強制要求於 1200 時前出港，其他船舶則均未出港避風，港內亦無明顯湧浪行成		19.6N,120.7E 20.3N,120.5E 21.0N,120.8E 21.4N,121.0E	
92.11		03/0600 1100 1700				22.4N,121.7E 22.8N,122.2E 23.5N,123.1E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
92.08	科羅旺 (Krovanh)	21/08:00 1400 22/0200 1100 2300 23/0800		本次颱風發布海上颱風警報。除 08/22 晚上稍有湧外，不影響進出作業		18.8N,129.2E 18.4N,128.0E 17.9N,125.9E 17.7N,123.7E 17.7N,121.5E 17.6N,119.2E	
92.08 92.09	杜鵑 (Dajuan)	30/0200 31/0200 2000 01/0200 1600 2200 02/1400	#17 #18 #23 #21	2130 成立應變小組 1000 時左右高潮位開始起湧，「振興」提早於 1130 時出港； 「晶利 3 號」1230 時出港避風； 「范迪克」在拖船協助推頂搶卸花崗石後 1330 時出港 「長宏」1130 時移泊 #4 碼頭 1830 解除應變小組，「晶利 3 號」2030 時進港			
92.08	艾陶 (Eatu)	03/1400 04/0200 04/1400 05/0200 05/1400 06/0200 07/0200	#18 #19	本次颱風無影響船舶進出靠泊，惟於 08/07 凌晨高潮位起即有越浪並稍有湧 下午 1530 時高潮位後始漸穩靜。18# 碼頭「雷尼」及 19# 碼頭「行運」均有斷纜現象		13.5N,139.6E 14.7N,138.1E 15.6N,135.3E 17.8N,133.7E 18.7N,131.5E 20.5N,130.3E 25.3N,128.7E	
92.09	梅米 (Maemi)	10/0200 0800 1400		09/10 上午有湧，惟不影響港內船舶靠泊		23.4N,127.8E 23.6N,127.2E 23.9N,126.7E	
92.11	盧碧 (Lupit)	22/1400 23/1400 24/1400 25/1400 26/1400				8.8N,152.3E 8.1N,146.9E 8.5N,143.5E 11.6N,138.7E 13.1N,136.4E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
92.11	盧碧 (Lupit)	27/1400	#23	11/27 下午起湧,「莎菲」晚上無法卸貨作業		14.4N,134.5E	
		28/1400 29/1400 30/1400		11/29 湧浪加劇		16.1N,132.5E 19.2N,130.9E 23.1N,133.8E	
92.12		01/0200	#23	至 12/01 上午始趨緩和,「莎菲」15000 噸級勉強支撐度過本次颱風,其他砂石船亦均勉強維持作業,內港船舶則尚可作業,惟斷纜難免。		25.9N/137.5E	
93.04	舒達 (Sudal)	05/0800	#23 #25	早上外港已稍有湧並通報各代理行 中午高潮位後轉劇通知「金豐」及「貿光」,1730 時「雲天客」出港避湧, 2100 時「裕樸」出港避湧 原訂 04/13 0000 時進靠 24# 福順 延後進港,湧浪加劇		8.0N,149E	
		06/0800				9.5,147E	
		07/0800				10.1N,144.4E	
		08/0800				9.2N,140.6E	
		09/0800				9.1E,138.1E	
		10/0800				10.8N,135.3E	
		11/0800				13.7N,131.6E	
		12/0800	15.4E,131E				
		13/0800	17.2N,131.7E				
		14/0800	20.5N,134E				
		15/0800	23.7N,138.8E				
93.05	妮妲 (Nida)	14/1400	#24	0500 時高潮位港內湧浪,24#碼頭「和風」搖盪仍勉強完成卸載,並於 1300 時出港,其他較小型之砂石船及內港靠泊船舶仍可裝卸作業 港內仍持續有湧,1800 高潮位時湧浪甚至加劇,致「國昌」延期進港		8.5N,131.5E	
		16/0200				10.7N,128E	
		1400				11.8N,126.4E	
		17/0800				14.1N,124.3E	
		1400				14.7N/123.8E	
		18/0800				16.9N,123.5E	
		1400	17.5N,123.6E				
		19/0800	20.2N,125.2E				
		1400	21.3N,126.5E				

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
93.05	妮妲 (Nida)	20/0200		上午湧浪漸減		23.6N,129.6E	
93.08	梅姬 (Megi)	16/1400 0200 0800 1400		本次颱風對本港毫無影響		18.8N,130.8E 21.1N,128.8E 23N,127.8E 24.7N,127.1E	
93.06	康森 (Conson)	07/0800 08/0800 1800 09/0800 1400 1700		1630 成立緊急應變小組 1830 解除, 本次颱風對本港無任何影響, 亦無湧浪產生		16.4N,118.7E 18.3N,119.3E 19.8N,119.9E 21.2N,121.3E 22.3N,122.6E 22.9,123E	
93.06	敏督利 (Mindulle)	23/1400 24/1400 25/1400 26/1400 27/1400 2000 28/1400 29/1400 30/1400		凌晨高潮位時即開始有湧,「裕東」、「傑昌」、「通華」均因斷纜陸續出港避湧		16.7N,1429.E 16.3N,137.8E 15N,133.9E 14.8N,130.4E 16.9N,128.1E 17.4N,127E 18.4N,125.5E 18.9N,123.7E 19.3N,122E	
93.07		01/0800 2200 02/0800 02/0800		湧浪稍有減緩 因偏北轉向港內湧浪再漸次加劇,故船舶至07/03 晚上始陸續進泊。 07/01 0830 召開防颱風會議。 本次颱風引進強烈西南氣流,重創台灣		19.8N,122.1E 21.7N,121.8E 23.7N,121.7E 25N,121.6E	
93.07	康伯斯 (Kompasu)	14/0800 1400 2000		本次颱風在較高緯度生成, 本局於07/141500 時召開防颱風會議並於 1530 時配合交通部成立緊急應變小組,由於颱風持續偏西且維持輕度,故對本港絲毫無影響		21.2N,125E 21.4N,123.5E 20.9N,121.5E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
93.07	康伯斯 (Kompasu)	15/0200		0700 時解除應變小組		20.9N,120.5E	
93.08	蘭寧 (Rananim)	09/0200 10/0200 0800 1400 11/0200 0800 1400		本次颱風對本港泊港船舶毫無影響，甚至25#碼頭之「裕東」輪均正常卸載煤炭。惟因東堤越浪，堤頭燈塔施工中已樹立之鋼筋均被衝垮 1530 時成立緊急應變小組，08/12 2030 時解除		18.8N,130.4E 20.9N,129.3E 21.3N,128.1E 22.1N,128.1E 22.9N,127.1E 23.1N,126.4E 23.9N,125.6E	
93.08	艾利 (Aere)	20/0800 1400 21/1400 22/1400 23/0800 24/0800 25/0800		早上開始有湧，泊港船舶多有斷纜情形，惟仍可正常裝卸作業。除25#碼頭「富國新七號」外，其他砂石船均進泊內港。 1500 時成立緊急應變小組		13.4N,135.3E 14.7N,136.5E 18.2N,132.9E 20.9N,129.1E 22.9N,126.4E 24.9N,124E 25.4N,121.4E	
93.08	佳芭 (Chaba)	20/0800				13.4N,157.6E	
		1400 21/1400 22/1400 24/0800 25/0800 26/0800		上午 0900 時左右港內開始有較大湧浪產生，但「信興」仍進靠21#碼頭、「富國新七號」仍靠 17#碼頭，油輪「安運」則取消進泊。 上午湧浪已減小，船舶均已正常進出作業。		13.8N,157E 14.4N,151.8E 14.3N,146.3E 17.5N,140.2E 20.3N,138.2E 22.5N,136.E	
93.09	桑達 (Songda)	03/1400 04/0800		上午八時左右高潮位時稍見湧浪 上午九時左業「宏裕」於 18#碼頭斷纜出港避湧		22.4N,135.2E 23.3N,132.2E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
93.09	桑達 (Songda)	04/1400 05/0200 1400		09/04 至 09/05 下午外港湧浪較巨，惟數艘砂石船仍進出裝貨。 09/05 2100 時高潮位後港內已較平靜，惟舊東堤越浪仍甚巨		24.1N,131.1E 25.1N,129.7E 26.3N,128.2E	
93.09	米雷 (Meari)	21/0800 22/0800 23/0800 24/0800 25/0800 26/0800 27/0800		25 日晚上至 26 日下午稍有湧浪，惟不影響船舶正常作業（本次颱風形成行進期間適逢大陸高壓南下）		13.1N,141.9E 15N,139.6E 17.2N,137.5E 19.4N,134.3E 22.2N,131.2E 25.8N,126.4E 26N,124.8E	
93.10	馬鞍 (Ma-On)	04/1400 05/1400 06/1400 07/0200 08/0200 0800 1400		上午稍有湧浪，惟 25#「海安」仍正常卸載 中午湧浪稍增強，惟下午即轉趨減弱，舊東堤越浪甚巨		16.9N,134.4E 18.7N,134.7E 206.N,132.7E 21.3N,131.6E 23.2N,130.8E 23.8N,131.5E 25.2N,132.2E	
93.10	陶卡基 (Tokage)	13/0800 14/0200 0800 15/2000 16/1400 17/0200 18/0800 1400 2000 19/0800		上午湧浪漸生，0900 時高潮位後漸加劇，中午以後因颱風與東北季風加乘效果港內湧浪加劇，風及浪持續增強，東堤越浪甚巨 下午四時以後外港及內港船舶均漸次嚴重斷纜，翌日雖港內湧漸緩，但東堤越浪仍甚劇。		14.4N,143.9E 14.2N,139E 13.8N,138.1E 15.5N,134.4E 17.6N,134E 18.6N,132.5E 21.8N,128.2E 22.2N,127.4E 23N,126.9E 24.7N,127.2E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
93.10	納坦 (Nock-Ten)	19/0200 20/1400 21/0200 1400 22/0200 23/0800 24/0700 2200 25/0200 0800 1100		1600 高潮位前後湧浪加劇,原泊港商船三艘出港避風,惟「永順一號」仍堅持進靠 10#碼頭卸貨 0400 時起風勢漸強,0900 時起則持續吹南風至 1700 時仍未歇 10/26 上午恢復正常		10.1N,149.8E 11.4N,144E 12.6N,141.8E 13.8N,139.3E 14.5N,137.3E 17.4N,132.3E 19.8N,126.4E 22N,123E 22.7N,122.5E 24N,122.2E 25N,121.8E	
94.04	桑卡 (Sonca)	25/0200 1400 26/0200 1400 27/0200		對本港無明顯影響 4/27 上午高潮位時稍見湧浪		15.2N,131E 16.7N,131.6E 18.6N,132.9E 21.7N,135.6E 24.7N,140.2E	
94.06	尼莎 (Nesat)	01/0800 1400 02/0200 0800 03/0200 1400 04/1400 05/0200 1400 06/0200 1400 07/1400 08/0200		06/06 上午稍有湧浪產生,惟不影響船舶作業。23#「宇天客」卸木片、18#「安運」卸油均正常		10.5N,143E 10.8N,141.6E 10.8N,139.6E 11.2N,138.5E 12N,135.3E 12.9N,133.7E 15.2N,131E 16.5N,130.4E 18.1N,130.8E 19.7N,132E 21.3N,133.4E 23.5N,134.1E 24.4N,133.7E	
94.07	海棠 (Haitang)	12/1400 13/1400 14/1400 15/1400 16/1400				24.1N,131.1E 23.5N,151E 22.3N,148.3E 20.2N,142.4E 20.3N,129E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
94.08	泰利 (Talim)	30/0800		0700 左右 18#碼頭「亞三」、25#碼頭「信和」均因斷纜先後出港避湧,惟內港 11#碼頭「亞七」及外港之砂石船均分別作業至下午及晚上始正常出港。		21.4N,129.7E	
		1400				21.6N,1283.E	
		31/0800		08/31 上午以後港內湧浪加劇		22.7N,125.2E	
		1400				23.4N,124.1E	
94.09		2300				24N,122.1E	
		01/0300		09/01 零時前後風力甚強		23.6N,121.6E	
	0700				24.2,121.8E		
	0800		0800~1400 回南風甚強,09/01 1700 時「通華」已可進靠 11#碼頭		24.2N,120.4E		
94.08	娜比 (Nabi)	02/0200		上午開始港內產生湧浪,18#碼頭「亞三」、8#碼頭「亞六」均先後出港避湧,雖小型砂石船仍進出作業,惟其他大型船均等待至 5 日始漸次進港,至 6 日仍有斷纜之情事。		18.8N,138.5E	
		1400				19.6N,136.8E	
94.09	卡努 (Khanun)	07/1400				13.5N,134E	
		08/0200				14.8N,133E	
		1400				16.3N,132.3E	
		09/0200				18.2N,131.1E	
		1400				20.4N,129.6E	
	10/0200			上午 9 時及晚上 9 時左右之高潮位均有湧浪產生,惟 25#「裕利」仍勉強支撐斷斷續續卸貨作業,23#「土星」及 24#「信和」則均於 9 日深夜提早出港避風。		22.1N,127.4E	
	1400				24.2N,125.2E		
	2000				25.2N,124.3E		
94.09	卡努 (Khanun)	21/0800				18N,123E	
		1400		下午高潮位時開始有湧,惟不影響船舶進出及作業		18.9N,122E	
		2000				19.2N,121.5E	
		22/0800				19.3N,120.7E	

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心距離 (0) (距離,km)	備註
94.09	龍王 (Longwang)	30/0800				22N,132.1E	
		2000				22N,129.9E	
94.10		01/0800		10/01 上午外港稍有湧浪，內港則尚好，13#碼頭「盛和」遲至 1200 時出港，12#碼頭「金瀧」則堅不出港		22.5N,127E	
		2000		10/01 下午起湧浪開始加劇 「金瀧」於 10/02 0330 時纜繩全斷漂流，0442 時擱淺於南濱沿岸		23.1N,123.9E	
		02/0400		10/03 正常進出		23.6N,122E	
		1200				23.9N,119.9E	

附錄 B 花蓮港民國 93 年實測波高資料分析

一、每月之波高資料分析

表 B1.1 1 月波浪資料之各種指標評估結果($H_s < 0.5m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.039	0.038	0.031	0.032	0.031	0.029	0.028	0.026
	R ²	0.931	0.910	0.908	0.875	0.859	0.845	0.827	0.823
Normal	MSE	0.049	0.045	0.038	0.036	0.034	0.032	0.031	0.028
	R ²	0.912	0.886	0.889	0.867	0.852	0.835	0.815	0.807
Rayleigh	MSE	0.036	0.033	0.030	0.029	0.028	0.027	0.026	0.024
	R ²	0.941	0.925	0.920	0.897	0.883	0.871	0.850	0.846
Weibull	MSE	0.035	0.034	0.028	0.028	0.028	0.026	0.026	0.024
	R ²	0.953	0.934	0.938	0.911	0.896	0.883	0.865	0.860
Pi=0		0	0	0	4	5	7	9	8
Pi-Pj >1/N		11	13	8	9	16	15	20	15

表 B1.2 1 月波浪資料之各種指標評估結果($0.5m < H_s < 1.0m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.037	0.037	0.032	0.032	0.030	0.027	0.027	0.026
	R ²	0.930	0.903	0.901	0.878	0.856	0.851	0.834	0.817
Normal	MSE	0.049	0.044	0.039	0.038	0.034	0.031	0.031	0.028
	R ²	0.910	0.888	0.880	0.842	0.841	0.835	0.808	0.799
Rayleigh	MSE	0.031	0.031	0.028	0.028	0.026	0.024	0.024	0.023
	R ²	0.948	0.929	0.925	0.898	0.887	0.882	0.861	0.848
Weibull	MSE	0.030	0.031	0.027	0.028	0.026	0.024	0.024	0.023
	R ²	0.957	0.937	0.937	0.909	0.897	0.894	0.873	0.861
Pi=0		0	0	0	1	0	3	4	7

$ P_i - P_j > 1/N$	10	8	7	9	9	11	16	12
---------------------	----	---	---	---	---	----	----	----

表 B1.3 1 月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.035	0.036	0.033	0.032	0.031	0.028	0.029	0.027
	R ²	0.939	0.906	0.894	0.869	0.842	0.837	0.810	0.805
Normal	MSE	0.049	0.043	0.042	0.038	0.035	0.032	0.032	0.029
	R ²	0.893	0.879	0.844	0.828	0.816	0.797	0.771	0.776
Rayleigh	MSE	0.032	0.034	0.032	0.030	0.029	0.027	0.027	0.025
	R ²	0.942	0.914	0.893	0.875	0.856	0.849	0.818	0.818
Weibull	MSE	0.030	0.031	0.030	0.029	0.027	0.025	0.026	0.024
	R ²	0.955	0.934	0.914	0.896	0.877	0.868	0.840	0.841
Pi=0		0	0	0	2	2	3	8	9
$ P_i - P_j > 1/N$		8	6	9	12	11	14	17	14

表 B1.4 1 月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.038	0.036	0.035	0.033	0.031	0.030	0.029	0.027
	R ²	0.924	0.905	0.887	0.862	0.846	0.821	0.802	0.794
Normal	MSE	0.054	0.049	0.046	0.043	0.038	0.035	0.033	0.031
	R ²	0.883	0.857	0.826	0.801	0.791	0.775	0.757	0.746
Rayleigh	MSE	0.034	0.033	0.033	0.031	0.029	0.028	0.027	0.025
	R ²	0.934	0.909	0.886	0.864	0.854	0.834	0.816	0.805
Weibull	MSE	0.035	0.033	0.033	0.032	0.029	0.028	0.027	0.025
	R ²	0.943	0.924	0.902	0.879	0.867	0.849	0.832	0.822
Pi=0		0	0	3	4	4	6	8	11
$ P_i - P_j > 1/N$		10	10	9	8	14	16	13	18

表 B1.5 1 月波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.053	0.059	0.053	0.054	0.056	0.045	0.051	0.044
Normal	MSE	0.004	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002
	R ²	0.051	0.050	0.047	0.049	0.046	0.039	0.041	0.037
Rayleigh	MSE	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.056	0.060	0.055	0.056	0.055	0.045	0.050	0.045
Weibull	MSE	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.056	0.059	0.054	0.055	0.055	0.045	0.050	0.045
Pi=0		0	0	0	0	0	0	0	0
Pi-Pj >1/N		0	0	1	0	0	2	0	2

表 B1.6 2 月波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.038	0.035	0.031	0.032	0.030	0.029	0.028	0.026
	R ²	0.943	0.925	0.914	0.888	0.871	0.852	0.831	0.825
Normal	MSE	0.045	0.043	0.039	0.035	0.034	0.031	0.029	0.028
	R ²	0.922	0.899	0.879	0.872	0.844	0.842	0.823	0.814
Rayleigh	MSE	0.031	0.030	0.028	0.027	0.027	0.025	0.025	0.024
	R ²	0.956	0.939	0.927	0.912	0.891	0.881	0.860	0.855
Weibull	MSE	0.030	0.029	0.027	0.027	0.026	0.025	0.024	0.023
	R ²	0.966	0.951	0.939	0.924	0.904	0.894	0.874	0.868
Pi=0		0	0	0	1	5	5	12	16
Pi-Pj >1/N		17	16	18	16	21	22	27	29

表 B1.7 2 月波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組	5	6	7	8	9	10	11	12
----	---	---	---	---	---	----	----	----

Gamma	MSE	0.039	0.035	0.037	0.032	0.032	0.030	0.028	0.028
	R ²	0.936	0.919	0.881	0.882	0.857	0.844	0.831	0.804
Normal	MSE	0.054	0.045	0.043	0.037	0.036	0.033	0.031	0.030
	R ²	0.887	0.880	0.849	0.848	0.822	0.809	0.799	0.777
Rayleigh	MSE	0.039	0.034	0.035	0.030	0.030	0.028	0.027	0.027
	R ²	0.927	0.922	0.888	0.889	0.863	0.851	0.839	0.815
Weibull	MSE	0.037	0.032	0.034	0.029	0.029	0.028	0.026	0.026
	R ²	0.942	0.934	0.900	0.902	0.878	0.867	0.856	0.831
Pi=0		0	0	2	2	5	7	15	17
Pi-Pj >1/N		23	17	24	15	21	22	26	27

表 B1.8 2月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.038	0.034	0.035	0.032	0.030	0.029	0.027	0.026
	R ²	0.931	0.924	0.883	0.866	0.854	0.838	0.828	0.806
Normal	MSE	0.053	0.045	0.042	0.038	0.037	0.034	0.031	0.030
	R ²	0.885	0.882	0.845	0.834	0.809	0.795	0.783	0.761
Rayleigh	MSE	0.037	0.032	0.033	0.031	0.029	0.028	0.026	0.026
	R ²	0.925	0.925	0.885	0.869	0.855	0.840	0.830	0.808
Weibull	MSE	0.033	0.029	0.030	0.029	0.028	0.026	0.024	0.024
	R ²	0.948	0.947	0.910	0.897	0.880	0.867	0.857	0.834
Pi=0		0	1	1	3	4	6	7	9
Pi-Pj >1/N		13	12	15	15	19	17	20	18

表 B1.9 2月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.012	0.011	0.010	0.010	0.010	0.009	0.008	0.008
	R ²	0.240	0.236	0.226	0.221	0.209	0.206	0.205	0.201
Normal	MSE	0.015	0.014	0.012	0.011	0.011	0.010	0.009	0.009

	R ²	0.232	0.223	0.218	0.216	0.204	0.201	0.199	0.195
Rayleigh	MSE	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007
	R ²	0.241	0.238	0.229	0.226	0.214	0.211	0.209	0.207
Weibull	MSE	0.011	0.010	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007
	R ²	0.246	0.241	0.235	0.231	0.219	0.217	0.215	0.212
Pi=0		0	0	0	0	1	2	2	2
Pi-Pj >1/N		7	2	5	4	7	8	4	10

表 B1.10 2月波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.018	0.015	0.013	0.016	0.015	0.013	0.013	0.012
Normal	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.020	0.018	0.017	0.018	0.015	0.015	0.014	0.013
Rayleigh	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.020	0.017	0.015	0.018	0.016	0.015	0.014	0.014
Weibull	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.020	0.017	0.016	0.018	0.016	0.015	0.015	0.014
Pi=0		0	0	0	0	0	0	0	0
Pi-Pj >1/N		0	1	1	0	1	1	1	1

表 B1.11 3月波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.039	0.037	0.037	0.037	0.036	0.036	0.034	0.035
Normal	MSE	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037	0.037	0.035	0.036
Rayleigh	MSE	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.039	0.038	0.037	0.036	0.036	0.036	0.034	0.035

Weibull	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.040	0.039	0.039	0.038	0.038	0.038	0.036	0.037
Pi=0		0	0	0	0	0	0	1	2
Pi-Pj >1/N		3	1	1	2	1	1	2	2

表 B1.12 3月波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.037	0.035	0.032	0.030	0.030	0.029	0.028	0.027
	R ²	0.936	0.915	0.900	0.885	0.857	0.837	0.814	0.799
Normal	MSE	0.049	0.043	0.041	0.037	0.034	0.033	0.031	0.030
	R ²	0.903	0.886	0.858	0.847	0.830	0.810	0.790	0.774
Rayleigh	MSE	0.035	0.032	0.031	0.028	0.027	0.027	0.026	0.025
	R ²	0.937	0.923	0.905	0.894	0.872	0.852	0.830	0.815
Weibull	MSE	0.031	0.030	0.029	0.026	0.026	0.026	0.026	0.025
	R ²	0.957	0.940	0.923	0.914	0.891	0.873	0.851	0.836
Pi=0		0	0	2	3	6	14	22	29
Pi-Pj >1/N		31	24	24	24	38	44	53	51

表 B1.13 3月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.035	0.033	0.032	0.033	0.030	0.030	0.028	0.027
	R ²	0.941	0.922	0.898	0.870	0.858	0.830	0.819	0.800
Normal	MSE	0.051	0.045	0.041	0.038	0.035	0.034	0.031	0.030
	R ²	0.897	0.878	0.861	0.839	0.823	0.797	0.795	0.769
Rayleigh	MSE	0.035	0.032	0.031	0.030	0.028	0.028	0.026	0.026
	R ²	0.940	0.925	0.906	0.882	0.869	0.843	0.836	0.814
Weibull	MSE	0.033	0.031	0.030	0.029	0.027	0.028	0.025	0.025
	R ²	0.953	0.939	0.921	0.898	0.885	0.859	0.853	0.832
Pi=0		0	1	2	4	8	11	16	26

$ P_i - P_j > 1/N$	30	28	32	30	38	50	51	59
---------------------	----	----	----	----	----	----	----	----

表 B1.14 4 月波浪資料之各種指標評估結果($H_s < 0.5m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.043	0.040	0.037	0.035	0.034	0.033	0.031	0.030
	R^2	0.921	0.895	0.873	0.849	0.827	0.803	0.782	0.763
Normal	MSE	0.043	0.042	0.037	0.035	0.033	0.031	0.030	0.028
	R^2	0.926	0.898	0.884	0.862	0.851	0.833	0.813	0.795
Rayleigh	MSE	0.035	0.033	0.031	0.030	0.029	0.028	0.027	0.026
	R^2	0.939	0.920	0.905	0.884	0.866	0.845	0.824	0.807
Weibull	MSE	0.032	0.032	0.030	0.029	0.027	0.027	0.026	0.026
	R^2	0.957	0.937	0.922	0.902	0.888	0.866	0.846	0.828
Pi=0		0	2	2	5	13	23	37	44
$ P_i - P_j > 1/N$		48	44	46	51	55	68	78	80

表 B1.15 4 月波浪資料之各種指標評估結果($0.5m < H_s < 1.0m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.038	0.037	0.035	0.033	0.031	0.030	0.028	0.028
	R^2	0.933	0.905	0.880	0.863	0.846	0.821	0.807	0.786
Normal	MSE	0.047	0.044	0.040	0.037	0.034	0.032	0.030	0.029
	R^2	0.907	0.881	0.862	0.846	0.830	0.811	0.792	0.776
Rayleigh	MSE	0.033	0.033	0.031	0.030	0.028	0.027	0.026	0.025
	R^2	0.942	0.920	0.902	0.884	0.868	0.848	0.831	0.813
Weibull	MSE	0.031	0.032	0.030	0.028	0.027	0.026	0.025	0.025
	R^2	0.955	0.934	0.915	0.902	0.886	0.864	0.848	0.830
Pi=0		0	0	3	6	8	12	16	25
$ P_i - P_j > 1/N$		39	32	36	40	44	59	67	72

表 B1.16 4月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.038	0.036	0.036	0.033	0.032	0.032	0.030
	R ²	0.925	0.904	0.877	0.846	0.826	0.803	0.774	0.767
Normal	MSE	0.052	0.047	0.043	0.040	0.037	0.035	0.034	0.031
	R ²	0.890	0.869	0.848	0.828	0.805	0.784	0.761	0.752
Rayleigh	MSE	0.038	0.036	0.034	0.033	0.032	0.030	0.030	0.028
	R ²	0.926	0.908	0.884	0.859	0.840	0.818	0.791	0.784
Weibull	MSE	0.036	0.034	0.033	0.032	0.031	0.029	0.029	0.027
	R ²	0.942	0.926	0.905	0.881	0.861	0.839	0.814	0.806
Pi=0		0	1	6	9	11	17	27	36
Pi-Pj >1/N		41	40	49	56	69	71	84	92

表 B1.17 4月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.052	0.049	0.047	0.046	0.043	0.045	0.042	0.040
Normal	MSE	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.053	0.048	0.048	0.047	0.043	0.046	0.044	0.040
Rayleigh	MSE	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.051	0.047	0.047	0.046	0.042	0.045	0.041	0.039
Weibull	MSE	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.054	0.051	0.050	0.049	0.045	0.049	0.045	0.042
Pi=0		0	0	1	2	2	2	2	2
Pi-Pj >1/N		4	4	3	2	4	4	7	7

表 B1.18 5月波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組	5	6	7	8	9	10	11	12
----	---	---	---	---	---	----	----	----

Gamma	MSE	0.038	0.032	0.033	0.031	0.029	0.029	0.028	0.026
	R ²	0.938	0.925	0.901	0.884	0.864	0.840	0.823	0.821
Normal	MSE	0.047	0.043	0.037	0.035	0.033	0.031	0.029	0.027
	R ²	0.912	0.890	0.883	0.868	0.845	0.826	0.820	0.805
Rayleigh	MSE	0.036	0.032	0.030	0.029	0.027	0.027	0.026	0.024
	R ²	0.941	0.928	0.917	0.901	0.882	0.859	0.845	0.839
Weibull	MSE	0.032	0.029	0.027	0.026	0.025	0.025	0.024	0.023
	R ²	0.962	0.949	0.936	0.923	0.905	0.883	0.871	0.864
Pi=0		0	1	2	3	5	4	4	11
Pi-Pj >1/N		15	9	15	14	18	22	21	21

表 B1.19 5月波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.038	0.035	0.031	0.030	0.031	0.028	0.027	0.026
	R ²	0.937	0.918	0.906	0.888	0.856	0.846	0.835	0.815
Normal	MSE	0.050	0.042	0.038	0.035	0.034	0.031	0.029	0.028
	R ²	0.897	0.885	0.871	0.847	0.830	0.817	0.802	0.789
Rayleigh	MSE	0.034	0.032	0.029	0.027	0.028	0.026	0.024	0.024
	R ²	0.940	0.927	0.916	0.899	0.873	0.863	0.851	0.834
Weibull	MSE	0.033	0.029	0.027	0.025	0.027	0.025	0.024	0.023
	R ²	0.955	0.944	0.934	0.915	0.891	0.881	0.871	0.853
Pi=0		0	0	0	0	3	4	5	7
Pi-Pj >1/N		11	13	4	8	16	12	17	20

表 B1.20 5月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.042	0.042	0.042	0.036	0.034	0.032	0.032	0.029
	R ²	0.913	0.871	0.832	0.826	0.808	0.792	0.750	0.748
Normal	MSE	0.047	0.042	0.040	0.036	0.032	0.031	0.031	0.028

	R ²	0.904	0.885	0.850	0.839	0.834	0.809	0.771	0.778
Rayleigh	MSE	0.038	0.036	0.036	0.032	0.030	0.029	0.029	0.026
	R ²	0.924	0.895	0.864	0.855	0.843	0.823	0.779	0.782
Weibull	MSE	0.034	0.034	0.034	0.030	0.028	0.027	0.028	0.025
	R ²	0.945	0.918	0.886	0.880	0.869	0.850	0.807	0.812
Pi=0		0	0	3	4	7	7	11	15
Pi-Pj >1/N		13	14	15	14	18	17	23	20

表 B1.21 5月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.007	0.005
	R ²	0.198	0.197	0.189	0.188	0.182	0.180	0.169	0.176
Normal	MSE	0.010	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.005
	R ²	0.196	0.194	0.190	0.184	0.182	0.184	0.169	0.177
Rayleigh	MSE	0.009	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005
	R ²	0.196	0.195	0.187	0.186	0.182	0.180	0.168	0.175
Weibull	MSE	0.007	0.005	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006	0.004
	R ²	0.206	0.206	0.201	0.198	0.194	0.194	0.181	0.190
Pi=0		0	0	0	0	1	2	3	4
Pi-Pj >1/N		3	3	1	2	3	3	5	5

表 B1.22 6月波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.038	0.034	0.033	0.032	0.030	0.027	0.027
	R ²	0.936	0.916	0.898	0.878	0.856	0.839	0.835	0.818
Normal	MSE	0.040	0.037	0.033	0.031	0.029	0.027	0.026	0.024
	R ²	0.937	0.919	0.909	0.895	0.882	0.870	0.861	0.847
Rayleigh	MSE	0.031	0.030	0.027	0.027	0.026	0.025	0.023	0.023
	R ²	0.955	0.937	0.924	0.910	0.895	0.882	0.875	0.858

Weibull	MSE	0.028	0.027	0.024	0.025	0.024	0.023	0.022	0.021
	R ²	0.969	0.955	0.945	0.930	0.915	0.901	0.896	0.880
Pi=0		0	0	0	1	3	6	6	8
Pi-Pj >1/N		12	11	7	9	10	14	11	15

表 B1.23 6月波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.041	0.041	0.037	0.033	0.033	0.030	0.029	0.028
	R ²	0.916	0.888	0.868	0.860	0.826	0.813	0.801	0.782
Normal	MSE	0.048	0.043	0.038	0.035	0.033	0.031	0.029	0.028
	R ²	0.904	0.887	0.873	0.856	0.839	0.817	0.814	0.792
Rayleigh	MSE	0.033	0.034	0.030	0.028	0.027	0.026	0.025	0.025
	R ²	0.935	0.910	0.897	0.890	0.864	0.846	0.837	0.818
Weibull	MSE	0.033	0.032	0.030	0.027	0.027	0.026	0.025	0.024
	R ²	0.947	0.926	0.912	0.904	0.880	0.862	0.857	0.835
Pi=0		0	1	2	3	3	6	8	14
Pi-Pj >1/N		13	11	10	8	13	13	17	20

表 B1.24 6月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.038	0.034	0.037	0.035	0.032	0.030	0.029	0.028
	R ²	0.931	0.914	0.869	0.849	0.838	0.817	0.795	0.777
Normal	MSE	0.053	0.047	0.044	0.039	0.038	0.035	0.032	0.031
	R ²	0.879	0.859	0.825	0.815	0.789	0.766	0.760	0.739
Rayleigh	MSE	0.034	0.032	0.033	0.031	0.029	0.028	0.027	0.026
	R ²	0.933	0.917	0.881	0.866	0.852	0.828	0.813	0.793
Weibull	MSE	0.035	0.032	0.034	0.031	0.030	0.028	0.027	0.026
	R ²	0.943	0.929	0.893	0.877	0.862	0.840	0.826	0.806
Pi=0		0	0	1	2	4	4	5	10

$ P_i - P_j > 1/N$	11	7	16	13	12	14	15	16
---------------------	----	---	----	----	----	----	----	----

表 B1.25 6月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.039	0.038	0.037	0.032	0.034	0.034	0.030	0.028
	R ²	0.928	0.911	0.881	0.869	0.826	0.791	0.801	0.785
Normal	MSE	0.050	0.046	0.040	0.037	0.035	0.035	0.031	0.029
	R ²	0.900	0.875	0.868	0.845	0.825	0.789	0.791	0.779
Rayleigh	MSE	0.040	0.038	0.036	0.031	0.033	0.032	0.029	0.027
	R ²	0.918	0.902	0.885	0.874	0.832	0.800	0.806	0.793
Weibull	MSE	0.037	0.035	0.033	0.029	0.030	0.031	0.027	0.026
	R ²	0.944	0.929	0.912	0.897	0.867	0.830	0.838	0.826
Pi=0		0	0	2	2	5	9	12	14
$ P_i - P_j > 1/N$		16	11	15	11	14	18	17	21

表 B1.26 6月波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.039	0.037	0.034	0.033	0.032	0.031	0.030
	R ²	0.916	0.891	0.863	0.846	0.822	0.797	0.775	0.751
Normal	MSE	0.049	0.045	0.043	0.037	0.037	0.035	0.033	0.031
	R ²	0.898	0.871	0.838	0.830	0.793	0.777	0.752	0.744
Rayleigh	MSE	0.037	0.035	0.034	0.032	0.032	0.030	0.029	0.028
	R ²	0.925	0.901	0.873	0.859	0.829	0.806	0.782	0.764
Weibull	MSE	0.034	0.033	0.033	0.030	0.030	0.029	0.028	0.027
	R ²	0.943	0.922	0.894	0.882	0.851	0.831	0.806	0.792
Pi=0		0	0	0	2	5	5	7	11
$ P_i - P_j > 1/N$		8	9	11	13	16	17	17	17

表 B1.27 7月波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.043	0.040	0.038	0.036	0.034	0.031	0.030	0.029
	R ²	0.916	0.889	0.864	0.842	0.823	0.808	0.791	0.768
Normal	MSE	0.043	0.039	0.036	0.033	0.031	0.029	0.028	0.027
	R ²	0.923	0.907	0.888	0.873	0.859	0.844	0.831	0.811
Rayleigh	MSE	0.033	0.032	0.031	0.029	0.028	0.026	0.025	0.025
	R ²	0.939	0.922	0.902	0.885	0.869	0.855	0.841	0.819
Weibull	MSE	0.031	0.030	0.029	0.028	0.027	0.025	0.024	0.024
	R ²	0.956	0.939	0.921	0.904	0.890	0.875	0.861	0.839
Pi=0		0	2	6	12	30	42	65	93
Pi-Pj >1/N		130	117	120	130	160	164	181	204

表 B1.28 7月波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.063	0.062	0.060	0.060	0.059	0.057	0.057	0.056
Normal	MSE	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002
	R ²	0.061	0.059	0.057	0.057	0.056	0.054	0.054	0.053
Rayleigh	MSE	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.064	0.063	0.061	0.061	0.060	0.057	0.057	0.056
Weibull	MSE	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.065	0.064	0.062	0.062	0.061	0.059	0.060	0.058
Pi=0		1	1	1	1	1	2	4	6
Pi-Pj >1/N		5	6	5	2	8	12	9	10

表 B1.29 7月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組	5	6	7	8	9	10	11	12
----	---	---	---	---	---	----	----	----

Gamma	MSE	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
	R ²	0.012	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.010	0.010
Normal	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	R ²	0.012	0.011	0.012	0.011	0.011	0.011	0.011	0.010
Rayleigh	MSE	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	R ²	0.012	0.011	0.012	0.011	0.011	0.011	0.011	0.010
Weibull	MSE	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	R ²	0.013	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.011	0.011
Pi=0		0	0	0	0	0	2	3	2
Pi-Pj >1/N		2	4	2	3	2	3	3	5

表 B1.30 7月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	R ²	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004
Normal	MSE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	R ²	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Rayleigh	MSE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	R ²	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Weibull	MSE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	R ²	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Pi=0		0	0	0	0	0	0	1	2
Pi-Pj >1/N		2	2	1	2	1	1	1	1

表 B1.31 7月波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.029	0.028	0.028	0.026	0.026	0.026	0.025	0.025
Normal	MSE	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002

	R^2	0.023	0.022	0.021	0.020	0.020	0.019	0.019	0.018
Rayleigh	MSE	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	R^2	0.022	0.020	0.020	0.018	0.018	0.017	0.017	0.017
Weibull	MSE	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
	R^2	0.030	0.029	0.029	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026
Pi=0		4	4	4	5	5	5	8	9
Pi-Pj >1/N		2	6	4	6	5	7	8	8

表 B1.32 7月波浪資料之各種指標評估結果($H_s > 3.0m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	R^2	0.012	0.012	0.012	0.012	0.011	0.011	0.010	0.011
Normal	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
	R^2	0.012	0.012	0.011	0.011	0.011	0.010	0.010	0.011
Rayleigh	MSE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	R^2	0.013	0.013	0.012	0.012	0.012	0.011	0.010	0.012
Weibull	MSE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	R^2	0.013	0.013	0.012	0.012	0.012	0.011	0.011	0.012
Pi=0		0	0	0	0	0	0	2	2
Pi-Pj >1/N		2	1	2	1	1	4	3	2

表 B1.33 8月波浪資料之各種指標評估結果($H_s < 0.5m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.047	0.046	0.040	0.039	0.036	0.035	0.032	0.031
	R^2	0.891	0.848	0.836	0.798	0.778	0.754	0.742	0.721
Normal	MSE	0.045	0.040	0.036	0.035	0.032	0.031	0.028	0.028
	R^2	0.915	0.890	0.879	0.850	0.835	0.819	0.810	0.785
Rayleigh	MSE	0.035	0.034	0.031	0.031	0.029	0.029	0.026	0.026
	R^2	0.931	0.903	0.893	0.862	0.845	0.824	0.815	0.794

Weibull	MSE	0.034	0.034	0.030	0.031	0.029	0.028	0.026	0.026
	R ²	0.943	0.914	0.908	0.876	0.859	0.839	0.830	0.808
Pi=0		0	0	0	1	4	6	8	11
Pi-Pj >1/N		19	17	15	17	16	19	19	29

表 B1.34 8月波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.039	0.035	0.034	0.032	0.031	0.029	0.028	0.028
	R ²	0.935	0.920	0.901	0.876	0.861	0.850	0.829	0.804
Normal	MSE	0.052	0.046	0.041	0.038	0.035	0.033	0.031	0.030
	R ²	0.902	0.884	0.868	0.849	0.835	0.820	0.805	0.785
Rayleigh	MSE	0.034	0.031	0.030	0.029	0.028	0.026	0.025	0.025
	R ²	0.945	0.931	0.913	0.896	0.882	0.871	0.854	0.830
Weibull	MSE	0.034	0.031	0.029	0.029	0.028	0.026	0.025	0.025
	R ²	0.954	0.944	0.929	0.907	0.895	0.884	0.867	0.842
Pi=0		0	2	3	5	7	10	17	20
Pi-Pj >1/N		17	15	17	13	21	22	20	36

表 B1.35 8月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.038	0.039	0.039	0.036	0.034	0.034	0.032	0.030
	R ²	0.937	0.915	0.882	0.870	0.852	0.827	0.813	0.807
Normal	MSE	0.058	0.052	0.050	0.045	0.043	0.042	0.038	0.036
	R ²	0.894	0.874	0.845	0.833	0.816	0.783	0.787	0.773
Rayleigh	MSE	0.040	0.040	0.041	0.038	0.037	0.037	0.035	0.033
	R ²	0.930	0.903	0.871	0.860	0.842	0.812	0.806	0.796
Weibull	MSE	0.031	0.031	0.033	0.030	0.029	0.030	0.028	0.026
	R ²	0.958	0.944	0.917	0.911	0.896	0.867	0.863	0.854
Pi=0		2	3	5	5	6	6	11	17

$ P_i - P_j > 1/N$	10	12	13	11	16	18	20	22
---------------------	----	----	----	----	----	----	----	----

表 B1.36 8月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.037	0.034	0.034	0.033	0.031	0.030	0.029
	R ²	0.927	0.907	0.895	0.852	0.835	0.820	0.799	0.779
Normal	MSE	0.052	0.045	0.043	0.040	0.037	0.035	0.033	0.031
	R ²	0.903	0.890	0.857	0.833	0.825	0.800	0.786	0.775
Rayleigh	MSE	0.037	0.035	0.033	0.033	0.030	0.029	0.028	0.027
	R ²	0.931	0.912	0.899	0.862	0.850	0.834	0.815	0.796
Weibull	MSE	0.034	0.031	0.031	0.031	0.029	0.028	0.027	0.026
	R ²	0.952	0.940	0.921	0.889	0.878	0.860	0.842	0.825
Pi=0		2	2	3	5	7	11	13	15
$ P_i - P_j > 1/N$		16	17	14	19	24	23	25	31

表 B1.37 8月波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.046	0.046	0.043	0.043	0.039	0.038	0.037	0.036
	R ²	0.930	0.902	0.886	0.844	0.841	0.811	0.802	0.773
Normal	MSE	0.081	0.072	0.067	0.062	0.057	0.054	0.050	0.048
	R ²	0.821	0.797	0.769	0.739	0.730	0.699	0.691	0.664
Rayleigh	MSE	0.065	0.062	0.058	0.056	0.051	0.049	0.046	0.045
	R ²	0.847	0.818	0.796	0.758	0.758	0.726	0.717	0.689
Weibull	MSE	0.044	0.041	0.040	0.040	0.037	0.036	0.034	0.034
	R ²	0.938	0.922	0.902	0.870	0.865	0.834	0.828	0.800
Pi=0		6	9	9	11	16	17	16	22
$ P_i - P_j > 1/N$		14	18	17	20	24	26	28	37

表 B1.38 8月波浪資料之各種指標評估結果($H_s > 3.0m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.022	0.021	0.018	0.018	0.018	0.017	0.016	0.014
	R ²	0.456	0.445	0.441	0.425	0.410	0.401	0.400	0.397
Normal	MSE	0.040	0.035	0.030	0.027	0.026	0.024	0.022	0.021
	R ²	0.394	0.384	0.380	0.369	0.356	0.341	0.339	0.333
Rayleigh	MSE	0.028	0.027	0.022	0.022	0.021	0.020	0.018	0.017
	R ²	0.420	0.408	0.409	0.395	0.379	0.368	0.366	0.360
Weibull	MSE	0.023	0.022	0.019	0.018	0.018	0.018	0.016	0.015
	R ²	0.455	0.447	0.444	0.430	0.416	0.404	0.402	0.398
Pi=0		1	4	7	7	11	11	11	17
Pi-Pj >1/N		11	12	11	14	14	15	14	15

表 B1.39 9月波浪資料之各種指標評估結果($H_s < 0.5m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.043	0.038	0.035	0.032	0.033	0.031	0.030	0.027
	R ²	0.918	0.907	0.889	0.879	0.836	0.821	0.802	0.805
Normal	MSE	0.049	0.041	0.039	0.035	0.034	0.032	0.031	0.027
	R ²	0.913	0.899	0.879	0.870	0.842	0.832	0.808	0.818
Rayleigh	MSE	0.037	0.033	0.031	0.028	0.029	0.028	0.027	0.024
	R ²	0.937	0.927	0.912	0.907	0.870	0.858	0.835	0.843
Weibull	MSE	0.036	0.031	0.029	0.027	0.028	0.027	0.026	0.023
	R ²	0.948	0.941	0.925	0.919	0.883	0.872	0.850	0.858
Pi=0		0	3	2	3	6	11	13	16
Pi-Pj >1/N		16	11	13	14	17	21	19	19

表 B1.40 9月波浪資料之各種指標評估結果($0.5m < H_s < 1.0m$)

分組	5	6	7	8	9	10	11	12
----	---	---	---	---	---	----	----	----

Gamma	MSE	0.048	0.045	0.043	0.037	0.037	0.035	0.033	0.032
	R ²	0.848	0.808	0.762	0.760	0.725	0.692	0.677	0.652
Normal	MSE	0.050	0.047	0.043	0.037	0.036	0.034	0.033	0.031
	R ²	0.862	0.817	0.787	0.788	0.751	0.719	0.692	0.679
Rayleigh	MSE	0.036	0.036	0.036	0.030	0.031	0.029	0.029	0.028
	R ²	0.891	0.850	0.810	0.812	0.776	0.746	0.722	0.704
Weibull	MSE	0.039	0.037	0.036	0.031	0.031	0.030	0.029	0.028
	R ²	0.903	0.867	0.830	0.832	0.796	0.763	0.743	0.724
Pi=0		0	0	0	1	3	5	8	9
Pi-Pj >1/N		8	6	10	5	14	12	17	17

表 B1.41 9月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.049	0.046	0.041	0.039	0.038	0.038	0.034	0.033
	R ²	0.859	0.825	0.798	0.770	0.732	0.688	0.687	0.659
Normal	MSE	0.046	0.044	0.040	0.039	0.036	0.035	0.033	0.031
	R ²	0.890	0.856	0.829	0.795	0.766	0.736	0.713	0.704
Rayleigh	MSE	0.041	0.040	0.037	0.035	0.034	0.034	0.031	0.030
	R ²	0.884	0.856	0.825	0.794	0.760	0.721	0.711	0.689
Weibull	MSE	0.037	0.037	0.034	0.033	0.032	0.033	0.030	0.029
	R ²	0.918	0.889	0.863	0.834	0.798	0.762	0.748	0.731
Pi=0		0	0	1	4	4	5	3	7
Pi-Pj >1/N		10	9	8	10	16	20	18	21

表 B1.42 9月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.037	0.038	0.034	0.033	0.033	0.031	0.030
	R ²	0.915	0.900	0.863	0.850	0.832	0.790	0.773	0.750
Normal	MSE	0.052	0.048	0.046	0.040	0.040	0.036	0.034	0.034

	R ²	0.902	0.873	0.845	0.836	0.807	0.785	0.770	0.740
Rayleigh	MSE	0.040	0.039	0.039	0.035	0.033	0.033	0.032	0.031
	R ²	0.914	0.892	0.857	0.850	0.832	0.794	0.775	0.748
Weibull	MSE	0.034	0.033	0.034	0.030	0.030	0.029	0.028	0.028
	R ²	0.948	0.930	0.901	0.892	0.873	0.841	0.823	0.796
Pi=0		1	1	2	2	4	5	7	9
Pi-Pj >1/N		11	10	10	11	13	20	23	24

表 B1.43 9月波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.053	0.044	0.043	0.041	0.039	0.036	0.034	0.033
	R ²	0.877	0.863	0.830	0.797	0.764	0.762	0.747	0.716
Normal	MSE	0.068	0.059	0.054	0.049	0.047	0.042	0.040	0.038
	R ²	0.839	0.819	0.790	0.774	0.738	0.731	0.712	0.683
Rayleigh	MSE	0.052	0.046	0.044	0.042	0.041	0.037	0.035	0.034
	R ²	0.873	0.856	0.830	0.800	0.760	0.756	0.741	0.712
Weibull	MSE	0.047	0.040	0.038	0.036	0.037	0.033	0.032	0.031
	R ²	0.903	0.895	0.868	0.845	0.807	0.804	0.788	0.756
Pi=0		3	3	4	6	6	7	7	11
Pi-Pj >1/N		14	9	14	13	19	16	19	21

表 B1.44 9月波浪資料之各種指標評估結果(Hs>3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.033	0.033	0.033	0.031	0.029	0.027	0.025	0.024
	R ²	0.305	0.299	0.294	0.291	0.288	0.287	0.286	0.284
Normal	MSE	0.089	0.082	0.076	0.068	0.062	0.056	0.052	0.048
	R ²	0.165	0.139	0.122	0.116	0.112	0.109	0.107	0.105
Rayleigh	MSE	0.082	0.081	0.078	0.071	0.065	0.060	0.055	0.052
	R ²	0.121	0.082	0.062	0.057	0.053	0.052	0.052	0.050

Weibull	MSE	0.032	0.032	0.031	0.029	0.027	0.025	0.024	0.022
	R ²	0.308	0.304	0.301	0.298	0.296	0.295	0.292	0.290
Pi=0		11	11	11	11	11	11	11	11
Pi-Pj >1/N		1	2	3	5	6	7	6	9

表 B1.45 10 月波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.016	0.015	0.013	0.013	0.013	0.012	0.012	0.012
Normal	MSE	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
	R ²	0.018	0.018	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	0.018
Rayleigh	MSE	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000
	R ²	0.018	0.018	0.016	0.017	0.016	0.016	0.015	0.016
Weibull	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.018	0.017	0.016	0.016	0.016	0.015	0.015	0.016
Pi=0		0	0	0	0	0	1	1	1
Pi-Pj >1/N		1	0	0	1	1	1	1	0

表 B1.46 10 月波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.037	0.037	0.034	0.032	0.031	0.028	0.029
	R ²	0.931	0.909	0.880	0.861	0.839	0.825	0.819	0.785
Normal	MSE	0.050	0.042	0.041	0.036	0.034	0.032	0.029	0.029
	R ²	0.907	0.898	0.865	0.856	0.839	0.821	0.819	0.786
Rayleigh	MSE	0.036	0.033	0.033	0.030	0.029	0.028	0.026	0.026
	R ²	0.940	0.925	0.897	0.886	0.865	0.849	0.847	0.812
Weibull	MSE	0.034	0.031	0.032	0.029	0.028	0.027	0.025	0.026
	R ²	0.953	0.941	0.912	0.902	0.882	0.869	0.864	0.830
Pi=0		0	0	0	2	5	9	12	19

$ P_i - P_j > 1/N$	19	19	27	21	23	28	24	31
---------------------	----	----	----	----	----	----	----	----

表 B1.47 10 月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.035	0.036	0.031	0.031	0.029	0.029	0.027	0.026
	R ²	0.946	0.909	0.906	0.880	0.864	0.843	0.828	0.811
Normal	MSE	0.045	0.040	0.037	0.035	0.032	0.031	0.029	0.027
	R ²	0.916	0.898	0.880	0.855	0.851	0.827	0.813	0.803
Rayleigh	MSE	0.034	0.031	0.028	0.028	0.026	0.027	0.025	0.024
	R ²	0.946	0.925	0.920	0.893	0.883	0.860	0.847	0.833
Weibull	MSE	0.029	0.029	0.026	0.027	0.025	0.025	0.024	0.023
	R ²	0.965	0.942	0.936	0.912	0.903	0.882	0.868	0.855
Pi=0		0	0	0	2	5	6	9	9
$ P_i - P_j > 1/N$		19	14	13	18	21	27	24	27

表 B1.48 10 月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.036	0.038	0.033	0.032	0.031	0.029	0.028	0.029
	R ²	0.943	0.907	0.905	0.878	0.855	0.844	0.825	0.792
Normal	MSE	0.052	0.050	0.043	0.040	0.038	0.035	0.033	0.032
	R ²	0.893	0.857	0.849	0.824	0.802	0.796	0.775	0.745
Rayleigh	MSE	0.034	0.035	0.031	0.030	0.030	0.027	0.026	0.027
	R ²	0.941	0.913	0.906	0.884	0.859	0.854	0.836	0.805
Weibull	MSE	0.034	0.036	0.030	0.030	0.029	0.027	0.026	0.027
	R ²	0.952	0.922	0.919	0.894	0.872	0.865	0.848	0.815
Pi=0		0	0	1	2	5	8	13	16
$ P_i - P_j > 1/N$		16	20	21	20	26	23	22	29

表 B1.49 10 月波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.035	0.035	0.035	0.032	0.031	0.030	0.030
	R ²	0.925	0.913	0.882	0.853	0.844	0.820	0.800	0.770
Normal	MSE	0.052	0.044	0.041	0.038	0.036	0.034	0.032	0.031
	R ²	0.887	0.884	0.859	0.834	0.817	0.795	0.776	0.756
Rayleigh	MSE	0.038	0.034	0.033	0.032	0.030	0.029	0.028	0.028
	R ²	0.926	0.918	0.893	0.868	0.856	0.834	0.811	0.786
Weibull	MSE	0.036	0.030	0.031	0.030	0.028	0.028	0.027	0.027
	R ²	0.943	0.940	0.914	0.889	0.878	0.856	0.836	0.811
Pi=0		0	0	1	5	6	10	15	21
Pi-Pj >1/N		16	16	17	21	18	24	31	31

表 B1.50 10 月波浪資料之各種指標評估結果(Hs>3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.042	0.040	0.037	0.037	0.035	0.033	0.031	0.030
	R ²	0.919	0.887	0.868	0.835	0.813	0.793	0.774	0.746
Normal	MSE	0.049	0.046	0.040	0.038	0.037	0.034	0.032	0.031
	R ²	0.893	0.864	0.861	0.832	0.796	0.784	0.766	0.742
Rayleigh	MSE	0.038	0.036	0.033	0.032	0.032	0.030	0.029	0.028
	R ²	0.923	0.900	0.889	0.857	0.829	0.811	0.793	0.765
Weibull	MSE	0.035	0.035	0.031	0.031	0.031	0.029	0.028	0.028
	R ²	0.944	0.917	0.909	0.880	0.850	0.836	0.819	0.791
Pi=0		0	0	2	4	11	14	19	20
Pi-Pj >1/N		15	13	16	24	25	32	29	41

表 B1.51 11 月波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組	5	6	7	8	9	10	11	12
----	---	---	---	---	---	----	----	----

Gamma	MSE	0.038	0.038	0.037	0.033	0.030	0.030	0.029	0.027
	R ²	0.941	0.914	0.888	0.881	0.867	0.846	0.825	0.819
Normal	MSE	0.043	0.041	0.038	0.034	0.032	0.030	0.029	0.027
	R ²	0.932	0.911	0.890	0.880	0.863	0.854	0.836	0.823
Rayleigh	MSE	0.035	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.027	0.025
	R ²	0.946	0.927	0.907	0.899	0.887	0.868	0.849	0.842
Weibull	MSE	0.031	0.032	0.030	0.028	0.026	0.026	0.026	0.024
	R ²	0.964	0.945	0.926	0.919	0.906	0.890	0.871	0.863
Pi=0		0	0	0	1	4	5	8	12
Pi-Pj >1/N		14	16	12	15	15	15	20	23

表 B1.52 11 月波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.041	0.035	0.032	0.032	0.031	0.029	0.028
	R ²	0.940	0.911	0.908	0.890	0.869	0.850	0.835	0.823
Normal	MSE	0.065	0.062	0.051	0.048	0.044	0.041	0.038	0.037
	R ²	0.860	0.824	0.828	0.797	0.788	0.771	0.755	0.730
Rayleigh	MSE	0.045	0.047	0.038	0.036	0.034	0.033	0.031	0.030
	R ²	0.907	0.873	0.877	0.855	0.845	0.826	0.811	0.790
Weibull	MSE	0.037	0.040	0.033	0.032	0.031	0.030	0.028	0.027
	R ²	0.953	0.924	0.927	0.903	0.887	0.871	0.855	0.838
Pi=0		1	1	2	2	1	5	9	12
Pi-Pj >1/N		14	19	11	19	16	17	19	24

表 B1.53 11 月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.036	0.038	0.034	0.034	0.032	0.029	0.030	0.027
	R ²	0.927	0.890	0.881	0.841	0.827	0.816	0.776	0.779
Normal	MSE	0.050	0.042	0.040	0.036	0.034	0.033	0.031	0.028

	R ²	0.892	0.883	0.855	0.843	0.823	0.790	0.776	0.774
Rayleigh	MSE	0.034	0.033	0.032	0.030	0.029	0.027	0.027	0.025
	R ²	0.929	0.904	0.888	0.863	0.846	0.828	0.797	0.801
Weibull	MSE	0.030	0.030	0.029	0.028	0.027	0.026	0.026	0.024
	R ²	0.950	0.928	0.915	0.891	0.875	0.856	0.826	0.828
Pi=0		0	0	0	0	1	1	2	6
Pi-Pj >1/N		6	11	8	9	10	13	17	19

表 B1.54 11 月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.033	0.031	0.032	0.029	0.028	0.027	0.026	0.025
	R ²	0.947	0.924	0.899	0.890	0.865	0.852	0.827	0.822
Normal	MSE	0.053	0.047	0.042	0.037	0.036	0.033	0.031	0.029
	R ²	0.888	0.865	0.848	0.844	0.811	0.803	0.784	0.776
Rayleigh	MSE	0.031	0.030	0.030	0.026	0.026	0.025	0.025	0.023
	R ²	0.949	0.929	0.907	0.903	0.878	0.867	0.842	0.836
Weibull	MSE	0.031	0.030	0.029	0.026	0.027	0.025	0.024	0.023
	R ²	0.956	0.938	0.918	0.914	0.888	0.878	0.855	0.850
Pi=0		0	0	1	2	2	3	7	8
Pi-Pj >1/N		10	9	7	9	12	10	15	13

表 B1.55 12 月波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.035	0.033	0.030	0.033	0.029	0.028	0.027	0.026
	R ²	0.944	0.927	0.911	0.872	0.863	0.852	0.832	0.818
Normal	MSE	0.045	0.042	0.036	0.036	0.034	0.031	0.029	0.028
	R ²	0.916	0.888	0.889	0.853	0.834	0.827	0.813	0.794
Rayleigh	MSE	0.030	0.030	0.028	0.029	0.027	0.025	0.024	0.023
	R ²	0.955	0.938	0.925	0.895	0.883	0.873	0.855	0.841

Weibull	MSE	0.029	0.028	0.026	0.029	0.026	0.025	0.024	0.023
	R ²	0.964	0.948	0.941	0.905	0.893	0.886	0.868	0.853
Pi=0		0	0	0	1	1	4	7	7
Pi-Pj >1/N		8	13	6	10	15	13	14	14

表 B1.56 12 月波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.037	0.032	0.035	0.030	0.030	0.029	0.027	0.027
	R ²	0.937	0.922	0.889	0.890	0.859	0.841	0.834	0.807
Normal	MSE	0.053	0.048	0.043	0.038	0.038	0.034	0.031	0.031
	R ²	0.889	0.868	0.851	0.842	0.808	0.797	0.793	0.760
Rayleigh	MSE	0.036	0.031	0.033	0.028	0.029	0.028	0.026	0.026
	R ²	0.936	0.926	0.898	0.897	0.866	0.851	0.846	0.818
Weibull	MSE	0.034	0.031	0.032	0.027	0.029	0.027	0.025	0.025
	R ²	0.948	0.935	0.912	0.911	0.878	0.864	0.860	0.829
Pi=0		0	0	1	1	4	5	9	11
Pi-Pj >1/N		14	14	13	9	16	13	14	20

表 B1.57 12 月波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.039	0.033	0.033	0.031	0.031	0.028	0.027	0.026
	R ²	0.925	0.918	0.894	0.871	0.847	0.841	0.821	0.810
Normal	MSE	0.053	0.047	0.042	0.039	0.038	0.035	0.032	0.031
	R ²	0.882	0.862	0.847	0.823	0.797	0.784	0.773	0.756
Rayleigh	MSE	0.037	0.032	0.032	0.030	0.030	0.028	0.026	0.025
	R ²	0.925	0.918	0.899	0.874	0.848	0.840	0.826	0.813
Weibull	MSE	0.036	0.031	0.031	0.030	0.030	0.027	0.026	0.025
	R ²	0.939	0.930	0.913	0.891	0.866	0.858	0.843	0.830
Pi=0		0	0	0	2	3	6	8	12

$ P_i - P_j > 1/N$	13	5	13	9	16	11	14	17
---------------------	----	---	----	---	----	----	----	----

表 B1.58 12 月波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.042	0.039	0.038	0.034	0.035	0.033	0.030	0.030
	R ²	0.923	0.898	0.872	0.858	0.822	0.801	0.802	0.767
Normal	MSE	0.054	0.049	0.045	0.040	0.039	0.037	0.034	0.032
	R ²	0.880	0.854	0.832	0.824	0.797	0.766	0.762	0.740
Rayleigh	MSE	0.041	0.036	0.035	0.032	0.033	0.032	0.029	0.028
	R ²	0.918	0.900	0.880	0.865	0.834	0.809	0.809	0.777
Weibull	MSE	0.038	0.035	0.034	0.031	0.032	0.031	0.028	0.028
	R ²	0.938	0.917	0.896	0.886	0.855	0.830	0.830	0.801
Pi=0		0	0	1	1	5	6	7	15
$ P_i - P_j > 1/N$		20	15	14	20	26	21	22	28

表 B1.59 12 月波浪資料之各種指標評估結果(Hs>3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.024	0.019	0.021	0.018	0.016	0.017	0.017	0.016
Normal	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.025	0.025	0.025	0.020	0.021	0.022	0.022	0.023
Rayleigh	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.025	0.022	0.024	0.021	0.019	0.020	0.021	0.020
Weibull	MSE	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	R ²	0.026	0.023	0.025	0.021	0.020	0.021	0.021	0.021
Pi=0		0	0	0	0	0	0	0	0
$ P_i - P_j > 1/N$		0	0	0	0	1	0	0	0

二、每季之波高資料分析

表 B2.1 第 1 季波浪資料之各種指標評估結果($H_s < 0.5m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.037	0.036	0.030	0.031	0.030	0.028	0.028	0.025
	R ²	0.940	0.920	0.917	0.888	0.869	0.862	0.842	0.838
Normal	MSE	0.048	0.044	0.039	0.036	0.034	0.031	0.030	0.028
	R ²	0.918	0.895	0.890	0.869	0.858	0.846	0.826	0.820
Rayleigh	MSE	0.035	0.032	0.030	0.029	0.028	0.026	0.026	0.024
	R ²	0.946	0.931	0.922	0.902	0.888	0.882	0.859	0.857
Weibull	MSE	0.033	0.032	0.027	0.028	0.027	0.025	0.025	0.023
	R ²	0.959	0.942	0.941	0.918	0.904	0.896	0.876	0.873
Pi=0		0	0	1	5	6	9	11	12
Pi-Pj >1/N		20	19	12	16	22	21	27	22

表 B2.2 第 1 季波浪資料之各種指標評估結果($0.5m < H_s < 1.0m$)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.036	0.033	0.028	0.028	0.028	0.028	0.027	0.026
	R ²	0.942	0.926	0.925	0.898	0.882	0.855	0.833	0.819
Normal	MSE	0.047	0.044	0.040	0.037	0.034	0.033	0.031	0.030
	R ²	0.912	0.886	0.870	0.851	0.836	0.819	0.806	0.781
Rayleigh	MSE	0.036	0.033	0.030	0.029	0.027	0.027	0.026	0.025
	R ²	0.939	0.926	0.920	0.897	0.886	0.863	0.845	0.826
Weibull	MSE	0.031	0.030	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.024
	R ²	0.962	0.943	0.938	0.919	0.904	0.884	0.866	0.848
Pi=0		0	0	2	1	3	7	10	14
Pi-Pj >1/N		19	13	9	10	18	22	22	25

表 B2.3 第 1 季波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.033	0.033	0.029	0.031	0.028	0.028	0.027	0.026
	R ²	0.946	0.923	0.914	0.884	0.872	0.845	0.829	0.812
Normal	MSE	0.054	0.045	0.043	0.039	0.036	0.035	0.032	0.031
	R ²	0.887	0.878	0.851	0.839	0.819	0.788	0.789	0.767
Rayleigh	MSE	0.036	0.033	0.031	0.030	0.028	0.028	0.026	0.026
	R ²	0.937	0.921	0.908	0.885	0.869	0.845	0.836	0.814
Weibull	MSE	0.033	0.030	0.029	0.028	0.026	0.027	0.025	0.025
	R ²	0.952	0.941	0.926	0.906	0.891	0.863	0.855	0.837
Pi=0		0	1	2	4	5	5	8	13
Pi-Pj >1/N		17	15	17	16	17	22	24	27

表 B2.4 第 1 季波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.037	0.036	0.034	0.032	0.031	0.030	0.028
	R ²	0.918	0.900	0.877	0.853	0.829	0.809	0.793	0.784
Normal	MSE	0.055	0.049	0.046	0.042	0.039	0.036	0.033	0.031
	R ²	0.881	0.853	0.825	0.805	0.784	0.770	0.755	0.743
Rayleigh	MSE	0.036	0.034	0.034	0.032	0.030	0.029	0.027	0.026
	R ²	0.926	0.905	0.880	0.861	0.840	0.823	0.807	0.798
Weibull	MSE	0.037	0.034	0.034	0.032	0.030	0.029	0.027	0.026
	R ²	0.938	0.920	0.897	0.877	0.855	0.840	0.826	0.815
Pi=0		0	0	3	4	5	8	10	13
Pi-Pj >1/N		17	12	14	12	21	24	17	28

表 B2.5 第 1 季波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組	5	6	7	8	9	10	11	12
----	---	---	---	---	---	----	----	----

Gamma	MSE	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002
	R ²	0.057	0.058	0.052	0.056	0.056	0.046	0.050	0.045
Normal	MSE	0.004	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003
	R ²	0.058	0.055	0.052	0.055	0.049	0.044	0.044	0.041
Rayleigh	MSE	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	R ²	0.061	0.061	0.055	0.059	0.057	0.049	0.052	0.047
Weibull	MSE	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002
	R ²	0.061	0.061	0.056	0.059	0.056	0.049	0.052	0.047
Pi=0		0	0	0	0	0	0	0	0
Pi-Pj >1/N		0	1	2	0	1	3	1	3

表 B2.6 第 2 季波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.035	0.034	0.032	0.030	0.031	0.028	0.029
	R ²	0.923	0.914	0.890	0.869	0.856	0.819	0.818	0.777
Normal	MSE	0.045	0.043	0.038	0.036	0.032	0.032	0.029	0.029
	R ²	0.916	0.894	0.878	0.858	0.853	0.823	0.818	0.785
Rayleigh	MSE	0.031	0.030	0.028	0.027	0.025	0.026	0.024	0.025
	R ²	0.946	0.938	0.923	0.904	0.896	0.862	0.859	0.823
Weibull	MSE	0.031	0.030	0.029	0.028	0.025	0.026	0.024	0.026
	R ²	0.954	0.944	0.928	0.909	0.903	0.869	0.868	0.829
Pi=0		0	0	0	1	2	5	10	11
Pi-Pj >1/N		16	9	10	11	11	16	17	20

表 B2.7 第 2 季波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.038	0.038	0.036	0.033	0.032	0.031	0.029	0.028
	R ²	0.931	0.897	0.879	0.864	0.834	0.805	0.794	0.775
Normal	MSE	0.046	0.044	0.038	0.035	0.034	0.031	0.029	0.029

	R ²	0.903	0.873	0.862	0.846	0.820	0.803	0.792	0.771
Rayleigh	MSE	0.033	0.033	0.030	0.028	0.028	0.027	0.026	0.025
	R ²	0.943	0.915	0.904	0.888	0.860	0.839	0.826	0.806
Weibull	MSE	0.030	0.032	0.029	0.027	0.027	0.026	0.025	0.025
	R ²	0.955	0.929	0.918	0.905	0.879	0.855	0.845	0.826
Pi=0		0	0	0	1	2	4	4	4
Pi-Pj >1/N		10	7	5	7	11	15	16	17

表 B2.8 第 2 季波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.036	0.033	0.029	0.032	0.031	0.028	0.029	0.026
	R ²	0.946	0.933	0.925	0.879	0.863	0.853	0.818	0.826
Normal	MSE	0.051	0.049	0.041	0.040	0.038	0.034	0.034	0.031
	R ²	0.899	0.869	0.867	0.834	0.806	0.803	0.774	0.777
Rayleigh	MSE	0.035	0.034	0.030	0.031	0.030	0.027	0.028	0.026
	R ²	0.940	0.927	0.921	0.880	0.862	0.857	0.823	0.829
Weibull	MSE	0.033	0.033	0.027	0.030	0.030	0.026	0.027	0.025
	R ²	0.958	0.940	0.939	0.900	0.880	0.876	0.841	0.849
Pi=0		0	1	1	0	2	5	7	9
Pi-Pj >1/N		9	8	11	14	14	17	22	24

表 B2.9 第 2 季波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.041	0.041	0.039	0.035	0.036	0.032	0.032	0.030
	R ²	0.911	0.884	0.859	0.839	0.797	0.796	0.766	0.764
Normal	MSE	0.047	0.046	0.040	0.038	0.037	0.032	0.033	0.030
	R ²	0.902	0.862	0.858	0.826	0.798	0.803	0.764	0.764
Rayleigh	MSE	0.042	0.042	0.037	0.035	0.035	0.031	0.031	0.029
	R ²	0.903	0.873	0.861	0.836	0.794	0.797	0.764	0.763

Weibull	MSE	0.035	0.036	0.033	0.031	0.032	0.028	0.029	0.027
	R ²	0.941	0.913	0.902	0.877	0.842	0.845	0.810	0.810
Pi=0		0	0	1	2	5	7	9	12
Pi-Pj >1/N		14	13	10	12	16	14	23	22

表 B2.10 第 2 季波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.039	0.037	0.034	0.033	0.032	0.031	0.030
	R ²	0.916	0.891	0.863	0.846	0.822	0.797	0.775	0.751
Normal	MSE	0.049	0.045	0.043	0.037	0.037	0.035	0.033	0.031
	R ²	0.898	0.871	0.838	0.830	0.793	0.777	0.752	0.744
Rayleigh	MSE	0.037	0.035	0.034	0.032	0.032	0.030	0.029	0.028
	R ²	0.925	0.901	0.873	0.859	0.829	0.806	0.782	0.764
Weibull	MSE	0.034	0.033	0.033	0.030	0.030	0.029	0.028	0.027
	R ²	0.943	0.922	0.894	0.882	0.851	0.831	0.806	0.792
Pi=0		0	0	0	2	5	5	7	11
Pi-Pj >1/N		8	9	11	13	16	17	17	17

表 B2.11 第 3 季波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.051	0.046	0.042	0.042	0.038	0.035	0.032	0.032
	R ²	0.870	0.840	0.813	0.776	0.764	0.739	0.732	0.694
Normal	MSE	0.049	0.042	0.038	0.035	0.033	0.031	0.029	0.029
	R ²	0.895	0.882	0.868	0.844	0.830	0.809	0.805	0.769
Rayleigh	MSE	0.039	0.036	0.034	0.034	0.031	0.030	0.028	0.028
	R ²	0.905	0.888	0.865	0.834	0.826	0.803	0.799	0.761
Weibull	MSE	0.038	0.035	0.031	0.032	0.030	0.028	0.026	0.027
	R ²	0.928	0.909	0.893	0.863	0.853	0.829	0.825	0.786
Pi=0		0	0	0	1	2	5	6	8

$ P_i - P_j > 1/N$	10	8	7	14	11	17	10	17
---------------------	----	---	---	----	----	----	----	----

表 B2.12 第 3 季波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.036	0.034	0.032	0.030	0.029	0.030	0.027	0.026
	R ²	0.938	0.922	0.906	0.888	0.877	0.846	0.845	0.822
Normal	MSE	0.053	0.048	0.045	0.040	0.038	0.038	0.033	0.032
	R ²	0.906	0.886	0.863	0.857	0.844	0.805	0.813	0.791
Rayleigh	MSE	0.030	0.031	0.031	0.028	0.028	0.030	0.027	0.027
	R ²	0.952	0.934	0.918	0.908	0.898	0.860	0.862	0.839
Weibull	MSE	0.031	0.029	0.028	0.026	0.026	0.027	0.024	0.024
	R ²	0.960	0.948	0.933	0.923	0.915	0.882	0.887	0.865
Pi=0		1	2	2	2	4	7	11	14
$ P_i - P_j > 1/N$		11	11	8	5	13	18	14	22

表 B2.13 第 3 季波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.039	0.040	0.039	0.036	0.035	0.035	0.033	0.032
	R ²	0.932	0.908	0.879	0.871	0.849	0.823	0.806	0.793
Normal	MSE	0.060	0.057	0.052	0.047	0.045	0.044	0.040	0.038
	R ²	0.887	0.859	0.836	0.826	0.804	0.769	0.771	0.756
Rayleigh	MSE	0.043	0.045	0.044	0.042	0.041	0.040	0.038	0.036
	R ²	0.920	0.887	0.857	0.846	0.823	0.795	0.786	0.771
Weibull	MSE	0.032	0.034	0.034	0.031	0.031	0.031	0.029	0.028
	R ²	0.955	0.935	0.914	0.911	0.891	0.863	0.857	0.843
Pi=0		2	3	3	2	3	5	10	13
$ P_i - P_j > 1/N$		8	10	10	8	13	14	15	20

表 B2.14 第 3 季波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.041	0.037	0.033	0.035	0.033	0.031	0.030	0.029
	R ²	0.919	0.901	0.896	0.848	0.831	0.816	0.798	0.779
Normal	MSE	0.046	0.041	0.038	0.037	0.034	0.032	0.030	0.028
	R ²	0.919	0.899	0.877	0.847	0.838	0.818	0.805	0.794
Rayleigh	MSE	0.036	0.034	0.030	0.031	0.029	0.028	0.027	0.026
	R ²	0.931	0.913	0.908	0.866	0.855	0.839	0.822	0.804
Weibull	MSE	0.033	0.031	0.028	0.030	0.028	0.027	0.026	0.025
	R ²	0.952	0.938	0.928	0.891	0.881	0.863	0.847	0.832
Pi=0		0	0	1	3	5	8	11	14
Pi-Pj >1/N		14	15	10	17	18	19	19	24

表 B2.15 第 3 季波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.051	0.053	0.051	0.054	0.049	0.047	0.045	0.043
	R ²	0.931	0.905	0.884	0.834	0.839	0.806	0.800	0.770
Normal	MSE	0.097	0.091	0.085	0.080	0.074	0.069	0.064	0.061
	R ²	0.795	0.754	0.723	0.689	0.682	0.650	0.645	0.616
Rayleigh	MSE	0.086	0.084	0.080	0.079	0.072	0.069	0.064	0.062
	R ²	0.784	0.746	0.720	0.674	0.683	0.649	0.643	0.612
Weibull	MSE	0.046	0.046	0.046	0.047	0.044	0.043	0.040	0.039
	R ²	0.945	0.926	0.906	0.870	0.870	0.837	0.835	0.805
Pi=0		8	8	8	11	13	14	16	22
Pi-Pj >1/N		11	13	12	14	17	22	22	29

表 B2.16 第 3 季波浪資料之各種指標評估結果(Hs>3.0m)

分組	5	6	7	8	9	10	11	12
----	---	---	---	---	---	----	----	----

Gamma	MSE	0.059	0.058	0.055	0.052	0.050	0.048	0.045	0.041
	R ²	0.936	0.918	0.902	0.879	0.856	0.839	0.829	0.833
Normal	MSE	0.130	0.118	0.106	0.096	0.088	0.082	0.076	0.069
	R ²	0.739	0.701	0.677	0.659	0.638	0.612	0.601	0.601
Rayleigh	MSE	0.107	0.105	0.097	0.090	0.084	0.079	0.073	0.068
	R ²	0.739	0.691	0.667	0.648	0.624	0.602	0.593	0.594
Weibull	MSE	0.058	0.057	0.053	0.050	0.048	0.047	0.044	0.040
	R ²	0.940	0.927	0.915	0.897	0.876	0.854	0.843	0.846
Pi=0		12	15	18	18	22	22	24	30
Pi-Pj >1/N		14	15	16	20	21	26	23	26

表 B2.17 第 4 季波浪資料之各種指標評估結果(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.039	0.039	0.038	0.034	0.031	0.031	0.030	0.028
	R ²	0.939	0.912	0.883	0.876	0.862	0.841	0.820	0.815
Normal	MSE	0.042	0.041	0.037	0.034	0.032	0.030	0.029	0.027
	R ²	0.934	0.913	0.893	0.883	0.866	0.856	0.838	0.827
Rayleigh	MSE	0.034	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.027	0.025
	R ²	0.948	0.929	0.906	0.899	0.887	0.868	0.849	0.843
Weibull	MSE	0.031	0.032	0.031	0.029	0.027	0.027	0.026	0.024
	R ²	0.965	0.945	0.924	0.918	0.905	0.888	0.870	0.863
Pi=0		0	0	0	1	4	6	9	13
Pi-Pj >1/N		15	16	12	16	16	16	21	23

表 B2.18 第 4 季波浪資料之各種指標評估結果(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.040	0.038	0.037	0.034	0.032	0.032	0.029	0.030
	R ²	0.939	0.908	0.881	0.861	0.840	0.826	0.825	0.779
Normal	MSE	0.052	0.042	0.042	0.037	0.033	0.033	0.030	0.030

	R ²	0.903	0.901	0.856	0.847	0.848	0.819	0.817	0.777
Rayleigh	MSE	0.035	0.033	0.033	0.029	0.029	0.028	0.025	0.027
	R ²	0.946	0.926	0.899	0.889	0.874	0.854	0.855	0.810
Weibull	MSE	0.035	0.032	0.033	0.030	0.028	0.028	0.025	0.027
	R ²	0.956	0.941	0.910	0.898	0.889	0.869	0.867	0.823
Pi=0		0	0	0	2	2	4	7	10
Pi-Pj >1/N		10	13	17	13	14	20	16	22

表 B2.19 第 4 季波浪資料之各種指標評估結果(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.033	0.034	0.030	0.031	0.028	0.028	0.026	0.025
	R ²	0.947	0.914	0.909	0.878	0.869	0.843	0.828	0.817
Normal	MSE	0.047	0.041	0.038	0.037	0.031	0.031	0.029	0.027
	R ²	0.911	0.892	0.873	0.839	0.847	0.817	0.808	0.797
Rayleigh	MSE	0.032	0.030	0.027	0.028	0.025	0.026	0.023	0.023
	R ²	0.949	0.928	0.922	0.889	0.887	0.860	0.851	0.837
Weibull	MSE	0.029	0.028	0.026	0.028	0.024	0.025	0.023	0.022
	R ²	0.962	0.942	0.934	0.901	0.904	0.877	0.866	0.854
Pi=0		0	0	0	0	1	3	3	3
Pi-Pj >1/N		9	5	6	8	8	16	12	15

表 B2.20 第 4 季波浪資料之各種指標評估結果(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.036	0.040	0.034	0.033	0.031	0.030	0.028	0.029
	R ²	0.945	0.901	0.898	0.875	0.851	0.840	0.827	0.792
Normal	MSE	0.052	0.051	0.042	0.039	0.037	0.034	0.032	0.032
	R ²	0.898	0.851	0.850	0.836	0.808	0.803	0.784	0.754
Rayleigh	MSE	0.033	0.036	0.031	0.029	0.029	0.027	0.026	0.027
	R ²	0.948	0.911	0.906	0.891	0.863	0.856	0.844	0.812

Weibull	MSE	0.033	0.037	0.031	0.030	0.029	0.027	0.026	0.027
	R ²	0.954	0.915	0.914	0.897	0.872	0.865	0.852	0.818
Pi=0		0	0	1	1	4	7	10	12
Pi-Pj >1/N		10	17	14	13	18	15	15	18

表 B2.21 第 4 季波浪資料之各種指標評估結果(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.037	0.031	0.033	0.035	0.030	0.029	0.029	0.029
	R ²	0.937	0.931	0.900	0.856	0.860	0.841	0.815	0.782
Normal	MSE	0.056	0.047	0.044	0.042	0.038	0.035	0.034	0.033
	R ²	0.870	0.870	0.842	0.804	0.794	0.780	0.759	0.733
Rayleigh	MSE	0.038	0.033	0.033	0.033	0.030	0.028	0.028	0.028
	R ²	0.930	0.926	0.897	0.859	0.859	0.843	0.816	0.788
Weibull	MSE	0.037	0.031	0.032	0.033	0.029	0.027	0.027	0.028
	R ²	0.940	0.941	0.912	0.874	0.874	0.859	0.834	0.805
Pi=0		0	0	0	2	3	5	7	12
Pi-Pj >1/N		8	9	11	16	10	14	18	23

表 B2.22 第 4 季波浪資料之各種指標評估結果(Hs>3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.042	0.041	0.037	0.036	0.035	0.033	0.032	0.031
	R ²	0.913	0.877	0.863	0.824	0.801	0.778	0.758	0.729
Normal	MSE	0.052	0.047	0.041	0.039	0.038	0.035	0.032	0.032
	R ²	0.880	0.854	0.851	0.812	0.781	0.765	0.754	0.721
Rayleigh	MSE	0.039	0.038	0.034	0.034	0.032	0.031	0.029	0.029
	R ²	0.917	0.890	0.877	0.838	0.816	0.796	0.779	0.745
Weibull	MSE	0.037	0.036	0.032	0.032	0.032	0.030	0.028	0.028
	R ²	0.936	0.907	0.902	0.864	0.837	0.821	0.805	0.772
Pi=0		0	0	1	1	5	6	11	10

$ P_i - P_j > 1/N$	10	9	13	15	15	21	17	27
---------------------	----	---	----	----	----	----	----	----

附錄 C 花蓮港實測週期資料分析

一、每月之週期資料分析

表 C1.1 1月波浪資料評估分組組數的各種指標(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0717	0.0677	0.0674	0.0554	0.0588	0.0505	0.0477	0.0455
	R ²	0.9108	0.884	0.8526	0.8609	0.8183	0.8272	0.8135	0.8
Erlang	MSE	0.075	0.0696	0.0686	0.0563	0.0596	0.0511	0.0484	0.046
	R ²	0.9086	0.8823	0.8525	0.8617	0.817	0.827	0.8125	0.7999
Rayleigh	MSE	0.182	0.1584	0.1432	0.1248	0.1169	0.1045	0.0968	0.0899
	R ²	0.3029	0.262	0.2267	0.2118	0.1888	0.1774	0.1711	0.1563
L-H	MSE	0.073	0.0661	0.0657	0.0553	0.0587	0.0502	0.0473	0.0469
	R ²	0.8965	0.8831	0.9009	0.8727	0.8674	0.8638	0.8536	0.854
Pi		0	0	0	0	1	3	5	8
Peak		1	3	6	7	9	8	8	11

表 C1.2 1月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0737	0.0684	0.0661	0.0623	0.0574	0.0514	0.0491	0.0464
	R ²	0.91	0.8899	0.8622	0.8436	0.8302	0.8309	0.8153	0.8069
Erlang	MSE	0.0728	0.0677	0.0651	0.0613	0.0566	0.0506	0.0484	0.0457
	R ²	0.9157	0.897	0.8703	0.8527	0.839	0.8405	0.8252	0.8171
Rayleigh	MSE	0.1972	0.1722	0.1527	0.1376	0.1239	0.1124	0.104	0.0971
	R ²	0.2266	0.1846	0.1513	0.1262	0.115	0.103	0.0921	0.0838
L-H	MSE	0.0628	0.0567	0.0551	0.0543	0.0521	0.05	0.0472	0.0464
	R ²	0.9413	0.9289	0.9289	0.9246	0.9295	0.9288	0.9228	0.9114
Pi		0	0	0	1	1	7	13	15
Peak		1	2	3	4	7	9	8	8

表 C1.3 1月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0673	0.0599	0.0592	0.0543	0.0512	0.0466	0.0452	0.0414
	R ²	0.9111	0.9041	0.8752	0.8624	0.8461	0.8406	0.8252	0.8201
Erlang	MSE	0.0688	0.0628	0.0599	0.0557	0.0519	0.0475	0.0457	0.0417
	R ²	0.9114	0.8968	0.8759	0.8582	0.8444	0.8373	0.8236	0.8203

Rayleigh	MSE	0.1881	0.1633	0.1457	0.1302	0.1183	0.1069	0.0996	0.0918
	R ²	0.2435	0.195	0.1502	0.1327	0.1131	0.1064	0.0935	0.0886
L-H	MSE	0.0662	0.0581	0.0575	0.0542	0.0518	0.0461	0.0432	0.0401
	R ²	0.9518	0.9367	0.9434	0.9314	0.9259	0.916	0.9075	0.914
Pi		0	0	2	4	5	7	9	9
Peak		1	3	7	10	10	14	19	19

表 C1.4 1月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0582	0.0655	0.0582	0.0528	0.0481	0.0461	0.0444	0.0428
	R ²	0.9277	0.8826	0.8755	0.8531	0.8447	0.8288	0.8138	0.8028
Erlang	MSE	0.0579	0.0624	0.0552	0.052	0.0479	0.0451	0.0431	0.0406
	R ²	0.931	0.8914	0.8835	0.8628	0.8532	0.8359	0.822	0.8114
Rayleigh	MSE	0.1836	0.1619	0.1419	0.1271	0.1151	0.1055	0.0976	0.0906
	R ²	0.1688	0.119	0.0977	0.0856	0.0734	0.0683	0.0606	0.0566
L-H	MSE	0.0479	0.0424	0.0352	0.0331	0.0301	0.0287	0.0231	0.0226
	R ²	0.9468	0.9505	0.9423	0.936	0.9223	0.9142	0.9211	0.8961
Pi		0	0	1	0	0	1	4	6
Peak		1	5	6	12	13	17	17	17

表 C1.5 2月波浪資料評估分組組數的各種指標(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0845	0.082	0.0802	0.0676	0.0666	0.0609	0.0562	0.0534
	R ²	0.8835	0.8537	0.8208	0.824	0.794	0.7818	0.7767	0.7629
Erlang	MSE	0.0851	0.0809	0.0791	0.0668	0.0657	0.0601	0.0553	0.0527
	R ²	0.8917	0.866	0.8339	0.8361	0.8076	0.7958	0.7911	0.7771
Rayleigh	MSE	0.1908	0.1679	0.1524	0.1328	0.1227	0.1117	0.1023	0.0957
	R ²	0.3157	0.2641	0.2233	0.208	0.1787	0.1625	0.1482	0.1339
L-H	MSE	0.0812	0.0752	0.0734	0.0678	0.0642	0.0551	0.0531	0.0520
	R ²	0.9312	0.9108	0.9127	0.9068	0.901	0.8889	0.8959	0.8739
Pi		0	0	0	0	2	4	7	6
Peak		1	3	5	5	7	11	22	29

表 C1.6 2月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.06	0.0626	0.0531	0.0516	0.0482	0.0432	0.0413	0.0407
	R ²	0.9282	0.8881	0.8877	0.8633	0.8494	0.8526	0.8324	0.812

Erlang	MSE	0.0601	0.0636	0.0533	0.0517	0.048	0.0433	0.041	0.0406
	R ²	0.9317	0.8912	0.8924	0.8676	0.8557	0.8572	0.84	0.8173
Rayleigh	MSE	0.18	0.1587	0.1377	0.1235	0.1124	0.1024	0.0939	0.0877
	R ²	0.2781	0.2222	0.1922	0.1727	0.1462	0.1351	0.1248	0.1121
L-H	MSE	0.0582	0.0526	0.0519	0.0497	0.0474	0.0412	0.0399	0.0385
	R ²	0.937	0.924	0.9081	0.913	0.9008	0.9137	0.8887	0.8823
Pi		0	0	0	0	3	4	7	10
Peak		1	3	4	4	7	11	14	20

表 C1.7 2月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0846	0.0658	0.063	0.0618	0.0546	0.0549	0.049	0.0462
	R ²	0.8888	0.8957	0.8696	0.8464	0.8398	0.812	0.8127	0.804
Erlang	MSE	0.0822	0.0648	0.0615	0.0605	0.0536	0.054	0.0481	0.0454
	R ²	0.897	0.9018	0.8794	0.8555	0.8497	0.8216	0.8228	0.8139
Rayleigh	MSE	0.2114	0.1782	0.1574	0.1435	0.1281	0.1194	0.1084	0.1009
	R ²	0.1551	0.1267	0.0994	0.0708	0.0631	0.0495	0.0467	0.039
L-H	MSE	0.0801	0.0632	0.0599	0.0587	0.0512	0.0501	0.474	0.0423
	R ²	0.9687	0.9505	0.9528	0.957	0.9495	0.9403	0.9408	0.9338
Pi		0	0	0	2	3	6	8	11
Peak		1	2	2	5	6	11	14	17

表 C1.8 3月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0845	0.0787	0.0789	0.066	0.0642	0.0606	0.0546	0.0533
	R ²	0.8821	0.8583	0.8212	0.8258	0.7998	0.779	0.7808	0.7566
Erlang	MSE	0.0844	0.0778	0.0776	0.0652	0.0633	0.0597	0.0537	0.0525
	R ²	0.892	0.8704	0.8359	0.838	0.8141	0.7938	0.7957	0.7717
Rayleigh	MSE	0.1885	0.1638	0.1499	0.1302	0.1199	0.1101	0.1002	0.0944
	R ²	0.3166	0.2731	0.2257	0.2124	0.1864	0.168	0.1557	0.1385
L-H	MSE	0.0836	0.0764	0.0757	0.0641	0.0623	0.0583	0.0521	0.0502
	R ²	0.9329	0.888	0.9109	0.8845	0.8877	0.8711	0.8804	0.8567
Pi		0	0	0	1	3	5	8	7
Peak		1	1	3	4	7	9	11	17

表 C1.9 3月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
----	--	---	---	---	---	---	----	----	----

Gamma	MSE	0.0679	0.0582	0.0560	0.0545	0.0493	0.0468	0.0428	0.0411
	R ²	0.9152	0.9105	0.8869	0.8639	0.858	0.8398	0.8389	0.8283
Erlang	MSE	0.067	0.0581	0.0557	0.0542	0.0482	0.0467	0.0417	0.04
	R ²	0.9155	0.9125	0.8881	0.8657	0.86	0.8426	0.8421	0.8309
Rayleigh	MSE	0.1917	0.1658	0.1465	0.1322	0.1185	0.1093	0.0994	0.0927
	R ²	0.1821	0.1297	0.094	0.0757	0.0651	0.0547	0.0503	0.046
L-H	MSE	0.0649	0.058	0.0553	0.054	0.0482	0.0467	0.0418	0.04
	R ²	0.9564	0.9296	0.9276	0.9237	0.9169	0.9209	0.8986	0.9012
Pi		0	0	0	1	2	3	8	12
Peak		1	4	6	6	8	11	18	22

表 C1.10 4月波浪資料評估分組組數的各種指標(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0606	0.0536	0.0473	0.0476	0.0442	0.041	0.0388	0.037
	R ²	0.9148	0.9071	0.8992	0.8674	0.8567	0.8433	0.8334	0.8228
Erlang	MSE	0.0607	0.0528	0.0466	0.0469	0.0434	0.0407	0.0383	0.0366
	R ²	0.9188	0.9137	0.9056	0.8739	0.8644	0.8488	0.8411	0.8291
Rayleigh	MSE	0.1783	0.153	0.1331	0.1208	0.109	0.0995	0.0917	0.0855
	R ²	0.2231	0.1727	0.1419	0.1153	0.0956	0.0899	0.077	0.0706
L-H	MSE	0.0596	0.0520	0.0433	0.0413	0.0401	0.0392	0.0353	0.0322
	R ²	0.9223	0.9315	0.9146	0.9152	0.9102	0.9001	0.8947	0.878
Pi		0	0	0	3	3	7	7	12
Peak		1	2	5	5	6	9	11	22

表 C1.11 4月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m <Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0746	0.0748	0.0652	0.0604	0.0569	0.0508	0.0488	0.044
	R ²	0.8748	0.8442	0.8238	0.8055	0.7871	0.7834	0.7643	0.769
Erlang	MSE	0.0692	0.0699	0.062	0.0571	0.0543	0.0483	0.047	0.0422
	R ²	0.901	0.8755	0.8512	0.8358	0.8163	0.8123	0.7903	0.7961
Rayleigh	MSE	0.1657	0.1516	0.1311	0.1175	0.1079	0.0973	0.0908	0.0831
	R ²	0.3141	0.2423	0.2042	0.1715	0.141	0.1233	0.1054	0.0965
L-H	MSE	0.051	0.0458	0.0444	0.0438	0.0422	0.0413	0.0391	0.0354
	R ²	0.9417	0.9462	0.9234	0.94	0.9277	0.9277	0.9051	0.9184
Pi		0	0	1	1	6	10	12	17
Peak		1	1	2	4	5	11	13	20

表 C1.12 4月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0557	0.0533	0.0472	0.0477	0.0417	0.0393	0.0367	0.0344
	R ²	0.9251	0.8988	0.8951	0.8651	0.8595	0.8479	0.8406	0.8306
Erlang	MSE	0.0546	0.0514	0.0461	0.0469	0.0409	0.0384	0.0361	0.0339
	R ²	0.9343	0.9102	0.9042	0.8754	0.8684	0.8595	0.8494	0.8391
Rayleigh	MSE	0.1654	0.1415	0.125	0.1146	0.1009	0.0931	0.086	0.0791
	R ²	0.2724	0.2136	0.1767	0.1431	0.1227	0.1094	0.094	0.0846
L-H	MSE	0.0539	0.0503	0.0455	0.0439	0.0423	0.0371	0.0351	0.0327
	R ²	0.9432	0.9014	0.9255	0.9093	0.8826	0.9118	0.8895	0.8751
Pi		0	0	0	2	2	5	10	11
Peak		1	2	3	6	7	15	17	22

表 C1.13 5月波浪資料評估分組組數的各種指標(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0634	0.0562	0.0569	0.0484	0.0464	0.0442	0.0413	0.0392
	R ²	0.917	0.9027	0.8721	0.8711	0.8549	0.833	0.8282	0.8117
Erlang	MSE	0.0629	0.0557	0.0562	0.0481	0.0453	0.0439	0.0408	0.0388
	R ²	0.9226	0.909	0.8783	0.8781	0.8657	0.8397	0.8364	0.82
Rayleigh	MSE	0.1825	0.1578	0.1415	0.1246	0.1133	0.1037	0.0959	0.089
	R ²	0.1684	0.1182	0.0948	0.0801	0.0643	0.0589	0.0494	0.0436
L-H	MSE	0.0612	0.0532	0.0516	0.0446	0.0433	0.0412	0.0394	0.0355
	R ²	0.9532	0.9387	0.9338	0.9086	0.9315	0.9117	0.9087	0.8975
Pi		0	0	2	1	2	4	5	7
Peak		1	2	7	9	11	16	17	20

表 C1.14 5月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0658	0.0709	0.0583	0.0575	0.0514	0.0502	0.0447	0.0442
	R ²	0.9247	0.869	0.882	0.8506	0.85	0.8264	0.8304	0.8043
Erlang	MSE	0.0697	0.0701	0.0586	0.0575	0.0521	0.0506	0.0447	0.0444
	R ²	0.9205	0.8789	0.8848	0.859	0.8521	0.832	0.8372	0.8099
Rayleigh	MSE	0.1757	0.1609	0.1393	0.126	0.1137	0.1044	0.0955	0.0891
	R ²	0.3661	0.3009	0.2808	0.2469	0.2318	0.2058	0.1919	0.1771
L-H	MSE	0.0698	0.0556	0.0728	0.0574	0.073	0.069	0.07	0.0766
	R ²	0.8887	0.942	0.877	0.9217	0.8763	0.8828	0.8804	0.8599
Pi		0	1	3	3	3	5	8	13

Peak	1	1	4	5	8	11	15	17
------	---	---	---	---	---	----	----	----

表 C1.15 5月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0818	0.0745	0.0773	0.0675	0.065	0.0571	0.0541	0.0522
	R ²	0.9025	0.8821	0.8414	0.8382	0.8147	0.8172	0.8058	0.7868
Erlang	MSE	0.0836	0.0759	0.0773	0.0679	0.0653	0.0574	0.0543	0.0523
	R ²	0.9034	0.8806	0.8455	0.8396	0.8171	0.8196	0.8082	0.7897
Rayleigh	MSE	0.2025	0.1745	0.1598	0.1409	0.1295	0.1163	0.1076	0.1006
	R ²	0.2812	0.2411	0.1907	0.1717	0.1477	0.1364	0.1245	0.114
L-H	MSE	0.0778	0.0732	0.0712	0.0655	0.0639	0.0561	0.0522	0.0502
	R ²	0.9538	0.9169	0.9525	0.924	0.921	0.922	0.9165	0.9112
Pi		0	0	1	5	4	7	9	12
Peak		1	2	3	3	7	11	17	19

表 C1.16 6月波浪資料評估分組組數的各種指標(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0493	0.0498	0.0505	0.0418	0.0386	0.0387	0.0346	0.0343
	R ²	0.924	0.885	0.8387	0.8543	0.8394	0.8078	0.8049	0.7792
Erlang	MSE	0.0496	0.0493	0.0493	0.0412	0.0385	0.0387	0.0345	0.0342
	R ²	0.9235	0.8859	0.8453	0.857	0.8408	0.8071	0.8062	0.7782
Rayleigh	MSE	0.1396	0.1237	0.1102	0.0971	0.0883	0.0825	0.0747	0.0704
	R ²	0.3595	0.2885	0.2263	0.2023	0.1757	0.153	0.1359	0.1254
L-H	MSE	0.061	0.0618	0.068	0.058	0.0632	0.0626	0.0644	0.0664
	R ²	0.8515	0.8507	0.7866	0.8389	0.7978	0.7882	0.7863	0.7673
Pi		0	0	0	2	2	3	3	6
Peak		1	1	2	2	7	11	15	17

表 C1.17 6月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0985	0.0883	0.0835	0.0751	0.0699	0.0646	0.0615	0.0557
	R ²	0.8562	0.819	0.7883	0.7773	0.7546	0.749	0.7268	0.7287
Erlang	MSE	0.0949	0.0843	0.0798	0.0724	0.067	0.0625	0.0594	0.0539
	R ²	0.8778	0.8461	0.818	0.804	0.7857	0.7761	0.7556	0.7567
Rayleigh	MSE	0.1927	0.1648	0.1486	0.1321	0.1202	0.1103	0.1024	0.0937
	R ²	0.3164	0.2766	0.2403	0.2218	0.1978	0.1878	0.1709	0.1623
L-H	MSE	0.0704	0.069	0.0664	0.0616	0.0592	0.0574	0.0552	0.0512

	R ²	0.9522	0.9306	0.9287	0.9256	0.9213	0.9107	0.9073	0.9002
Pi		0	0	0	0	3	5	5	7
Peak		1	1	2	2	7	11	15	17

表 C1.18 6月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0526	0.0465	0.0496	0.0451	0.0428	0.0388	0.0378	0.0347
	R ²	0.9301	0.9112	0.8764	0.8577	0.8429	0.8379	0.8183	0.8132
Erlang	MSE	0.0538	0.047	0.0494	0.0452	0.0426	0.0388	0.0377	0.0347
	R ²	0.9314	0.9145	0.8803	0.862	0.8474	0.8408	0.8214	0.8163
Rayleigh	MSE	0.1587	0.1345	0.1218	0.1089	0.0984	0.09	0.0834	0.0766
	R ²	0.2967	0.2473	0.2007	0.171	0.1553	0.1348	0.1226	0.1123
L-H	MSE	0.0684	0.064	0.0666	0.068	0.0682	0.0724	0.071	0.0748
	R ²	0.9141	0.9183	0.902	0.888	0.8863	0.8678	0.8718	0.8535
Pi		0	0	0	1	1	4	5	8
Peak		1	1	5	5	8	13	15	17

表 C1.19 6月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0551	0.0599	0.0486	0.05	0.0459	0.0434	0.0412	0.0386
	R ²	0.9231	0.8739	0.8892	0.8447	0.841	0.8196	0.8055	0.7991
Erlang	MSE	0.0556	0.0583	0.0474	0.05	0.0449	0.0428	0.0407	0.038
	R ²	0.9277	0.8845	0.8985	0.8524	0.8528	0.8289	0.814	0.8095
Rayleigh	MSE	0.1641	0.1478	0.1275	0.1168	0.1053	0.0954	0.0881	0.0823
	R ²	0.2883	0.2224	0.1875	0.1633	0.1392	0.1229	0.1134	0.1024
L-H	MSE	0.0654	0.0632	0.0592	0.063	0.0596	0.0618	0.0664	0.0658
	R ²	0.9086	0.9039	0.9023	0.8714	0.8955	0.8672	0.8578	0.8528
Pi		0	0	2	3	4	6	9	10
Peak		1	1	1	5	7	11	15	19

表 C1.20 6月波浪資料評估分組組數的各種指標(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0485	0.0468	0.0409	0.041	0.0371	0.0365	0.0348	0.0321
	R ²	0.8983	0.8573	0.8457	0.8133	0.7969	0.7656	0.7368	0.736
Erlang	MSE	0.0489	0.0456	0.0402	0.0404	0.0369	0.036	0.0343	0.0319
	R ²	0.9058	0.8694	0.8562	0.8221	0.8025	0.7753	0.744	0.7425
Rayleigh	MSE	0.1233	0.1074	0.0944	0.086	0.0774	0.072	0.0665	0.0619

	R ²	0.399	0.3361	0.2905	0.263	0.2398	0.2117	0.1917	0.185
L-H	MSE	0.056	0.0528	0.0568	0.0562	0.0612	0.0602	0.0636	0.065
	R ²	0.8033	0.7997	0.7619	0.7544	0.7185	0.7197	0.6869	0.6858
Pi		0	0	0	1	4	6	9	10
Peak		1	1	1	3	8	11	12	14

表 C1.21 7月波浪資料評估分組組數的各種指標(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0477	0.0488	0.0484	0.042	0.0396	0.0357	0.0369	0.032
	R ²	0.9006	0.8595	0.8266	0.8154	0.7911	0.7905	0.7433	0.7637
Erlang	MSE	0.0466	0.0473	0.0465	0.0409	0.0386	0.0348	0.0362	0.0313
	R ²	0.9094	0.8722	0.8403	0.8268	0.8029	0.8008	0.7551	0.7739
Rayleigh	MSE	0.1289	0.115	0.1014	0.0896	0.0817	0.074	0.0703	0.0644
	R ²	0.3947	0.3118	0.2596	0.2393	0.2107	0.2015	0.1704	0.1611
L-H	MSE	0.049	0.0508	0.056	0.0566	0.0588	0.057	0.0624	0.0592
	R ²	0.8577	0.8245	0.7834	0.7718	0.7592	0.7697	0.7253	0.7524
Pi		0	0	0	1	4	8	10	14
Peak		1	1	3	3	8	10	16	20

表 C1.22 8月波浪資料評估分組組數的各種指標(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.1144	0.0974	0.0859	0.0788	0.0708	0.0659	0.0596	0.0561
	R ²	0.5551	0.5255	0.4914	0.4546	0.4294	0.3959	0.3942	0.3744
Erlang	MSE	0.1042	0.0902	0.0801	0.0741	0.0671	0.0628	0.0571	0.0542
	R ²	0.6354	0.5969	0.5573	0.5164	0.4844	0.4489	0.4417	0.4161
Rayleigh	MSE	0.1151	0.0996	0.0882	0.081	0.073	0.0677	0.0618	0.0581
	R ²	0.4713	0.4388	0.4033	0.3645	0.3377	0.303	0.2951	0.279
L-H	MSE	0.0492	0.0492	0.0504	0.0546	0.0528	0.056	0.0572	0.0594
	R ²	0.8722	0.8559	0.8477	0.8196	0.8242	0.8076	0.7934	0.784
Pi		0	0	0	1	1	0	0	2
Peak		1	6	7	11	16	16	13	18

表 C1.23 8月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0678	0.0675	0.0612	0.0539	0.0538	0.046	0.0459	0.0414
	R ²	0.882	0.8397	0.8225	0.8098	0.7697	0.7806	0.7524	0.7527
Erlang	MSE	0.0674	0.0669	0.0601	0.053	0.0532	0.0455	0.0454	0.0411

	R ²	0.8987	0.8529	0.8401	0.8253	0.7835	0.7957	0.7651	0.765
Rayleigh	MSE	0.1437	0.1271	0.1127	0.0995	0.0921	0.0826	0.078	0.0714
	R ²	0.4357	0.3938	0.3517	0.3263	0.288	0.2731	0.2452	0.2384
L-H	MSE	0.0734	0.0705	0.0691	0.0639	0.0618	0.0594	0.0571	0.0523
	R ²	0.8604	0.83	0.8411	0.8223	0.8036	0.8043	0.792	0.7884
Pi		0	0	0	0	1	0	1	5
Peak		1	3	3	6	8	11	18	20

表 C1.24 8 月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0952	0.0826	0.0825	0.0693	0.0682	0.0627	0.0568	0.0546
	R ²	0.856	0.8453	0.8016	0.8086	0.7763	0.7632	0.7663	0.7427
Erlang	MSE	0.0922	0.0809	0.0804	0.0677	0.067	0.0612	0.0558	0.0536
	R ²	0.8744	0.8597	0.8191	0.8253	0.7917	0.7803	0.7811	0.7588
Rayleigh	MSE	0.2094	0.1788	0.1622	0.1422	0.1312	0.1192	0.1094	0.1021
	R ²	0.1717	0.1352	0.1017	0.0877	0.0678	0.0576	0.0485	0.0442
L-H	MSE	0.0802	0.0771	0.0762	0.0621	0.0592	0.0556	0.0521	0.0499
	R ²	0.9302	0.9243	0.9254	0.9096	0.9175	0.909	0.8917	0.9059
Pi		0	0	0	2	7	11	13	14
Peak		1	2	6	6	8	17	18	20

表 C1.25 8 月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0764	0.073	0.0659	0.0623	0.0584	0.0528	0.0503	0.0467
	R ²	0.8732	0.8404	0.8231	0.7986	0.7823	0.7747	0.7572	0.7504
Erlang	MSE	0.0726	0.0709	0.0636	0.0603	0.057	0.0513	0.0491	0.0456
	R ²	0.8897	0.8562	0.8408	0.8169	0.7997	0.7918	0.773	0.7662
Rayleigh	MSE	0.1886	0.1672	0.1462	0.132	0.1203	0.1092	0.1011	0.0939
	R ²	0.1831	0.1372	0.1179	0.0994	0.0865	0.081	0.069	0.0633
L-H	MSE	0.0699	0.0652	0.0612	0.0584	0.0556	0.0502	0.0477	0.0412
	R ²	0.9081	0.9018	0.8942	0.8941	0.8794	0.8817	0.866	0.8691
Pi		0	0	0	1	4	8	12	12
Peak		1	2	2	4	8	10	14	20

表 C1.26 8 月波浪資料評估分組組數的各種指標(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0621	0.0508	0.047	0.0474	0.0431	0.0409	0.0371	0.0362

	R ²	0.8975	0.8903	0.875	0.8392	0.8272	0.8117	0.8058	0.7862
Erlang	MSE	0.0605	0.0498	0.0465	0.0464	0.0427	0.0403	0.0367	0.0357
	R ²	0.905	0.8985	0.8819	0.8493	0.8337	0.8207	0.8135	0.7943
Rayleigh	MSE	0.1668	0.142	0.1247	0.114	0.1022	0.094	0.086	0.0806
	R ²	0.1932	0.1531	0.1252	0.0986	0.0917	0.0815	0.0724	0.0666
L-H	MSE	0.0582	0.0471	0.0451	0.0422	0.0402	0.0391	0.0315	0.0300
	R ²	0.928	0.9162	0.9159	0.8891	0.8862	0.8723	0.8662	0.8532
Pi		0	0	0	1	7	9	10	12
Peak		1	1	1	3	5	11	14	18

表 C1.27 9月波浪資料評估分組組數的各種指標(H_s<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0569	0.0527	0.0485	0.0427	0.0407	0.0387	0.0389	0.0365
	R ²	0.8808	0.8469	0.8309	0.8262	0.8028	0.785	0.7465	0.7379
Erlang	MSE	0.0573	0.0527	0.0489	0.0427	0.0411	0.0386	0.0387	0.0365
	R ²	0.8759	0.8427	0.8245	0.8211	0.7964	0.7795	0.7441	0.7335
Rayleigh	MSE	0.1417	0.1227	0.1082	0.0963	0.0881	0.0805	0.0761	0.071
	R ²	0.3343	0.2969	0.278	0.2559	0.2392	0.2229	0.1963	0.1814
L-H	MSE	0.0766	0.0766	0.0772	0.0732	0.0804	0.078	0.0836	0.0842
	R ²	0.7863	0.7751	0.7671	0.7711	0.7281	0.7412	0.7142	0.7096
Pi		0	0	0	2	3	5	6	8
Peak		1	1	2	7	9	10	15	16

表 C1.28 9月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<H_s<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0827	0.0852	0.0819	0.0735	0.071	0.0616	0.0592	0.0538
	R ²	0.8902	0.8339	0.8058	0.7913	0.7654	0.7691	0.7502	0.7512
Erlang	MSE	0.0895	0.0873	0.0833	0.0753	0.0719	0.0625	0.0602	0.0545
	R ²	0.8769	0.8306	0.8021	0.7846	0.7622	0.7647	0.7449	0.7473
Rayleigh	MSE	0.1741	0.1578	0.1422	0.1274	0.1174	0.105	0.0977	0.0898
	R ²	0.4237	0.356	0.3249	0.3049	0.279	0.2661	0.2529	0.2424
L-H	MSE	0.0616	0.0608	0.061	0.0658	0.0736	0.0704	0.0766	0.0736
	R ²	0.8515	0.847	0.8378	0.8246	0.8123	0.8056	0.7984	0.8028
Pi		0	0	1	2	3	4	6	10
Peak		1	2	2	4	8	11	15	17

表 C1.29 9月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0997	0.0948	0.0855	0.0817	0.0734	0.0653	0.0625	0.0583
	R ²	0.6473	0.5912	0.5709	0.54	0.5262	0.5184	0.4922	0.4843
Erlang	MSE	0.0957	0.092	0.0839	0.0801	0.0724	0.0646	0.0621	0.058
	R ²	0.6733	0.6111	0.586	0.5562	0.5379	0.5302	0.5027	0.4946
Rayleigh	MSE	0.1641	0.147	0.131	0.1212	0.1097	0.0981	0.0925	0.0857
	R ²	0.2131	0.1591	0.1346	0.1039	0.094	0.0906	0.081	0.0755
L-H	MSE	0.0714	0.0766	0.0784	0.0804	0.0846	0.0814	0.0884	0.0852
	R ²	0.7632	0.7005	0.6813	0.6666	0.6311	0.6604	0.6212	0.6269
Pi		0	0	0	1	2	5	6	10
Peak		1	3	3	4	9	13	15	17

表 C1.30 9月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.5m<Hs<2.0m)

組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.1209	0.1059	0.0974	0.0897	0.0773	0.0757	0.0713	0.0643
	R ²	0.6781	0.6461	0.5979	0.5683	0.5709	0.5228	0.5043	0.5046
Erlang	MSE	0.1141	0.1012	0.0938	0.0867	0.0747	0.0735	0.0696	0.0629
	R ²	0.723	0.6856	0.6343	0.6028	0.6042	0.5546	0.532	0.5302
Rayleigh	MSE	0.189	0.1639	0.1463	0.1325	0.1174	0.1104	0.103	0.0945
	R ²	0.1556	0.1225	0.0973	0.0768	0.0725	0.0604	0.0559	0.054
L-H	MSE	0.0544	0.0608	0.0646	0.0682	0.0652	0.0734	0.0764	0.0754
	R ²	0.8881	0.8605	0.8307	0.8072	0.8198	0.7846	0.7661	0.7653
Pi		0	0	0	2	3	11	12	17
Peak		1	2	4	4	7	11	13	20

表 C1.31 9月波浪資料評估分組組數的各種指標(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0683	0.0594	0.056	0.0521	0.0505	0.0478	0.0447	0.0402
	R ²	0.8831	0.871	0.8424	0.8266	0.8013	0.7803	0.7692	0.7701
Erlang	MSE	0.0674	0.0588	0.0548	0.0517	0.0499	0.0472	0.0443	0.0397
	R ²	0.8936	0.8782	0.853	0.8343	0.8092	0.79	0.7766	0.7787
Rayleigh	MSE	0.1614	0.1381	0.1214	0.1098	0.1013	0.0927	0.0854	0.0784
	R ²	0.338	0.2991	0.261	0.2342	0.2037	0.1833	0.1689	0.1619
L-H	MSE	0.0677	0.0601	0.0562	0.0531	0.0515	0.0487	0.0432	0.0422
	R ²	0.8863	0.8619	0.8638	0.8428	0.8361	0.8169	0.8193	0.8086
Pi		0	0	1	3	3	11	12	15

Peak	1	1	1	3	7	13	16	20
------	---	---	---	---	---	----	----	----

表 C1.32 10 月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0723	0.0683	0.0625	0.0582	0.0529	0.0497	0.0448	0.0447
	R ²	0.8603	0.8078	0.7856	0.7523	0.7388	0.7214	0.7187	0.683
Erlang	MSE	0.0683	0.0636	0.0596	0.0556	0.0507	0.0477	0.0433	0.0434
	R ²	0.8814	0.8384	0.8093	0.7785	0.7635	0.746	0.7407	0.7032
Rayleigh	MSE	0.1637	0.1418	0.1262	0.1133	0.1027	0.0944	0.0865	0.0818
	R ²	0.1876	0.1423	0.1217	0.1026	0.0921	0.0827	0.0806	0.0767
L-H	MSE	0.0506	0.0542	0.0582	0.0598	0.0614	0.0646	0.0624	0.0692
	R ²	0.8618	0.8384	0.8149	0.8049	0.7839	0.7768	0.7812	0.7458
Pi		0	0	0	1	3	6	6	10
Peak		1	2	2	4	9	11	14	17

表 C1.33 10 月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0733	0.0641	0.0657	0.0555	0.054	0.0494	0.0458	0.0428
	R ²	0.886	0.8851	0.8364	0.8421	0.8139	0.8032	0.798	0.791
Erlang	MSE	0.0682	0.0611	0.0629	0.053	0.0519	0.0476	0.0444	0.0413
	R ²	0.9085	0.9035	0.8574	0.8629	0.8355	0.8239	0.817	0.8118
Rayleigh	MSE	0.1753	0.154	0.1384	0.1218	0.1114	0.101	0.0934	0.087
	R ²	0.2536	0.2133	0.1673	0.1406	0.1185	0.1042	0.0955	0.0842
L-H	MSE	0.0627	0.0602	0.0588	0.512	0.0496	0.0487	0.0432	0.0415
	R ²	0.9277	0.9247	0.9245	0.9141	0.9072	0.8989	0.8935	0.901
Pi		0	0	1	4	6	10	11	12
Peak		1	0	1	4	7	13	15	15

表 C1.34 10 月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0527	0.0455	0.0456	0.0399	0.0399	0.0351	0.034	0.0324
	R ²	0.9292	0.9212	0.8919	0.8929	0.8643	0.8656	0.8495	0.8407
Erlang	MSE	0.0522	0.0467	0.0461	0.0403	0.04	0.0351	0.0342	0.0325
	R ²	0.932	0.9182	0.8919	0.8922	0.8656	0.8678	0.8496	0.8403
Rayleigh	MSE	0.1629	0.1385	0.1244	0.11	0.0999	0.0905	0.0838	0.078
	R ²	0.2776	0.2359	0.1981	0.1774	0.1503	0.1381	0.1245	0.1125
L-H	MSE	0.077	0.0712	0.075	0.0716	0.0744	0.0776	0.0752	0.08

	R ²	0.8977	0.8873	0.8697	0.8781	0.8634	0.854	0.8553	0.84
Pi		0	0	0	0	0	2	3	4
Peak		1	2	2	5	7	13	14	17

表 C1.35 10 月波浪資料評估分組組數的各種指標(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0503	0.047	0.0441	0.0418	0.0398	0.0363	0.0362	0.0336
	R ²	0.9225	0.8986	0.8831	0.8567	0.8416	0.8318	0.8053	0.7948
Erlang	MSE	0.0501	0.0465	0.0443	0.0413	0.04	0.036	0.0362	0.0335
	R ²	0.9271	0.9033	0.8845	0.8616	0.8422	0.836	0.8077	0.7976
Rayleigh	MSE	0.1551	0.1334	0.1176	0.1056	0.0963	0.0875	0.0818	0.0755
	R ²	0.2609	0.2131	0.1791	0.1519	0.1337	0.1176	0.1065	0.0949
L-H	MSE	0.0768	0.0676	0.0698	0.072	0.0722	0.0748	0.0748	0.0782
	R ²	0.9071	0.8876	0.8813	0.8674	0.8532	0.8437	0.8385	0.8145
Pi		0	0	0	1	1	2	3	4
Peak		1	3	3	5	6	11	14	17

表 C1.36 10 月波浪資料評估分組組數的各種指標(3.0m<Hs)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0677	0.0509	0.0579	0.0502	0.045	0.046	0.0419	0.0398
	R ²	0.9019	0.9101	0.8534	0.8578	0.848	0.8143	0.8071	0.7919
Erlang	MSE	0.0657	0.0498	0.0561	0.0493	0.044	0.0452	0.0413	0.039
	R ²	0.9114	0.9168	0.8659	0.8657	0.8578	0.8237	0.8155	0.8024
Rayleigh	MSE	0.1813	0.1491	0.137	0.1213	0.1085	0.1017	0.0931	0.0862
	R ²	0.186	0.1514	0.1041	0.0874	0.0783	0.0622	0.0584	0.0503
L-H	MSE	0.0602	0.0598	0.0514	0.0562	0.0582	0.0586	0.0626	0.066
	R ²	0.9509	0.9378	0.9483	0.9298	0.9216	0.9132	0.8971	0.8901
Pi		0	0	0	0	3	6	8	10
Peak		1	1	1	3	8	10	10	17

表 C1.37 11 月波浪資料評估分組組數的各種指標(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0642	0.0569	0.0506	0.0489	0.0459	0.0421	0.0387	0.0389
	R ²	0.8527	0.8259	0.81	0.7779	0.7503	0.7325	0.7309	0.6898
Erlang	MSE	0.0581	0.0516	0.0471	0.046	0.0431	0.0396	0.0369	0.0373
	R ²	0.8827	0.8569	0.8368	0.804	0.7783	0.7616	0.7544	0.7135
Rayleigh	MSE	0.1392	0.1205	0.1061	0.0961	0.0876	0.0796	0.0736	0.0698

	R ²	0.3007	0.2359	0.2133	0.1826	0.1589	0.1442	0.1345	0.1152
L-H	MSE	0.0402	0.0404	0.0434	0.0456	0.0474	0.0498	0.0514	0.0558
	R ²	0.9124	0.8775	0.8644	0.8437	0.8301	0.809	0.8024	0.7706
Pi		0	0	0	1	2	3	5	8
Peak		1	2	2	3	6	11	13	17

表 C1.38 11 月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0603	0.0553	0.0545	0.0507	0.0458	0.0427	0.0395	0.0384
	R ²	0.9244	0.9101	0.8831	0.866	0.8618	0.8488	0.8443	0.8263
Erlang	MSE	0.0643	0.0587	0.057	0.0525	0.0477	0.0443	0.041	0.0395
	R ²	0.9176	0.9016	0.8762	0.8591	0.8522	0.8396	0.8341	0.818
Rayleigh	MSE	0.1637	0.1421	0.127	0.1135	0.1019	0.0931	0.0854	0.08
	R ²	0.3812	0.3455	0.3103	0.2843	0.2659	0.2446	0.2309	0.2155
L-H	MSE	0.0726	0.0772	0.0726	0.0796	0.0818	0.0786	0.0854	0.0842
	R ²	0.8832	0.8448	0.8529	0.8244	0.8154	0.828	0.7999	0.8045
Pi		0	1	1	2	3	5	7	10
Peak		1	1	1	5	6	12	14	20

表 C1.39 11 月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0898	0.0684	0.0689	0.0604	0.055	0.0539	0.0471	0.0458
	R ²	0.7915	0.805	0.7563	0.7499	0.7376	0.7038	0.7091	0.6874
Erlang	MSE	0.0848	0.0647	0.0657	0.0579	0.0526	0.052	0.0453	0.0443
	R ²	0.827	0.8381	0.7882	0.782	0.7683	0.7345	0.7382	0.7146
Rayleigh	MSE	0.1687	0.14	0.1267	0.1127	0.1012	0.0946	0.0854	0.0805
	R ²	0.2668	0.2283	0.1867	0.1665	0.142	0.1244	0.1114	0.1006
L-H	MSE	0.0902	0.0718	0.0695	0.0652	0.0595	0.0587	0.0485	0.0467
	R ²	0.7893	0.7885	0.7799	0.7923	0.761	0.7593	0.7577	0.7459
Pi		0	0	0	0	1	2	4	4
Peak		1	2	2	3	7	15	15	17

表 C1.40 11 月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0699	0.0606	0.0559	0.0514	0.0489	0.0466	0.0432	0.0414
	R ²	0.8879	0.8807	0.8577	0.8423	0.8244	0.8083	0.799	0.7814
Erlang	MSE	0.0681	0.0606	0.055	0.0511	0.0483	0.0462	0.0428	0.041

	R ²	0.8984	0.8865	0.8668	0.8482	0.8326	0.8147	0.8055	0.7876
Rayleigh	MSE	0.1801	0.1553	0.1357	0.1216	0.1109	0.1019	0.0938	0.0873
	R ²	0.2246	0.1844	0.1533	0.1299	0.1114	0.0976	0.0918	0.0805
L-H	MSE	0.0672	0.0591	0.0535	0.0502	0.0472	0.0412	0.0401	0.0395
	R ²	0.9273	0.8908	0.9117	0.8921	0.8755	0.8809	0.8726	0.8612
Pi		0	0	0	0	2	3	3	7
Peak		1	1	1	3	7	12	12	15

表 C1.41 12月波浪資料評估分組組數的各種指標(Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0488	0.0506	0.0436	0.0426	0.0367	0.0363	0.0335	0.0488
	R ²	0.9422	0.9087	0.9072	0.8842	0.8875	0.8657	0.8582	0.9422
Erlang	MSE	0.0478	0.0506	0.0448	0.0425	0.0369	0.036	0.0336	0.0478
	R ²	0.9466	0.911	0.9038	0.8882	0.8887	0.8697	0.8592	0.9466
Rayleigh	MSE	0.1635	0.143	0.1253	0.113	0.1004	0.0927	0.0846	0.1635
	R ²	0.2877	0.2225	0.1835	0.145	0.1278	0.1099	0.0986	0.2877
L-H	MSE	0.073	0.069	0.067	0.062	0.0734	0.0668	0.0744	0.073
	R ²	0.9376	0.9294	0.9154	0.9312	0.884	0.91	0.8776	0.9376
Pi		0	0	0	2	3	3	5	7
Peak		1	3	3	5	8	12	12	16

表 C1.42 12月波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0536	0.0515	0.0448	0.0433	0.0402	0.0377	0.0352	0.0337
	R ²	0.9312	0.9119	0.9024	0.8834	0.8725	0.8621	0.8516	0.8401
Erlang	MSE	0.0556	0.0529	0.0455	0.0441	0.0407	0.0384	0.0357	0.034
	R ²	0.9283	0.9093	0.901	0.8812	0.8721	0.8594	0.8497	0.8403
Rayleigh	MSE	0.1623	0.1415	0.1222	0.1108	0.0999	0.0916	0.0837	0.0782
	R ²	0.3287	0.2668	0.22	0.1795	0.1477	0.1279	0.1089	0.0892
L-H	MSE	0.0702	0.0622	0.0654	0.0646	0.0648	0.0672	0.0696	0.068
	R ²	0.903	0.9046	0.8885	0.886	0.885	0.8704	0.8616	0.868
Pi		0	0	0	1	1	4	6	7
Peak		1	1	1	3	6	10	12	13

表 C1.43 12月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0582	0.0564	0.0539	0.0488	0.0482	0.0428	0.0408	0.0394

	R ²	0.9278	0.9021	0.8824	0.8713	0.8433	0.8445	0.8282	0.8184
Erlang	MSE	0.0603	0.056	0.0542	0.0484	0.0478	0.0426	0.0405	0.0392
	R ²	0.9267	0.9061	0.8829	0.8764	0.8491	0.849	0.8338	0.8223
Rayleigh	MSE	0.1833	0.158	0.14	0.1252	0.1142	0.1033	0.0955	0.0892
	R ²	0.2006	0.1487	0.1139	0.0914	0.0783	0.0691	0.0607	0.0563
L-H	MSE	0.0571	0.0551	0.0536	0.0471	0.0469	0.0412	0.0395	0.0377
	R ²	0.9483	0.9248	0.936	0.9258	0.9242	0.911	0.9033	0.8935
Pi		0	0	0	0	1	3	5	6
Peak		1	2	2	5	7	10	12	13

表 C1.44 12 月波浪資料評估分組組數的各種指標(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0461	0.0452	0.0454	0.0421	0.0396	0.0358	0.0351	0.0332
	R ²	0.9412	0.9211	0.8979	0.8775	0.8672	0.8606	0.8395	0.8284
Erlang	MSE	0.0504	0.0458	0.0466	0.0423	0.0401	0.0361	0.0356	0.0336
	R ²	0.9338	0.9226	0.8944	0.8774	0.8666	0.8595	0.8381	0.8272
Rayleigh	MSE	0.1678	0.1452	0.1293	0.1148	0.1043	0.0944	0.0881	0.0816
	R ²	0.2255	0.1756	0.1526	0.1267	0.1092	0.1023	0.0852	0.0761
L-H	MSE	0.0696	0.0626	0.0642	0.0642	0.0636	0.0662	0.0682	0.073
	R ²	0.9171	0.9274	0.9033	0.8984	0.9044	0.8877	0.8836	0.8605
Pi		1	1	2	3	5	7	10	13
Peak		1	1	2	4	7	11	14	14

表 C1.45 12 月波浪資料評估分組組數的各種指標(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0518	0.0423	0.0385	0.0386	0.0361	0.035	0.0322	0.032
	R ²	0.9199	0.9212	0.9056	0.8786	0.8643	0.8452	0.8414	0.8123
Erlang	MSE	0.0485	0.0397	0.0377	0.0372	0.0347	0.034	0.0313	0.0311
	R ²	0.9338	0.9339	0.9134	0.8897	0.8781	0.856	0.8527	0.825
Rayleigh	MSE	0.1476	0.1256	0.1095	0.0995	0.0901	0.0826	0.0757	0.0709
	R ²	0.3306	0.291	0.2648	0.2288	0.2121	0.1904	0.179	0.1657
L-H	MSE	0.0566	0.0516	0.0536	0.0546	0.0542	0.0582	0.0564	0.0638
	R ²	0.8992	0.8921	0.8752	0.8705	0.8661	0.848	0.8502	0.8097
Pi		0	1	1	2	3	3	7	7
Peak		1	2	2	4	6	11	13	15

二、每月不分區間之週期資料分析

表 C2.1 1 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0656	0.0594	0.0562	0.0554	0.0492	0.0473	0.0428	0.0404
	R ²	0.9103	0.9035	0.8807	0.8542	0.8498	0.8323	0.8282	0.8222
Erlang	MSE	0.0684	0.0596	0.0567	0.0557	0.0493	0.0474	0.0428	0.0405
	R ²	0.9089	0.9051	0.8810	0.8555	0.8509	0.8341	0.8308	0.8242
Rayleigh	MSE	0.1898	0.1648	0.1455	0.1318	0.1178	0.1085	0.0990	0.0922
	R ²	0.1982	0.1441	0.1076	0.0849	0.0744	0.0634	0.0563	0.0522
L-H	MSE	0.0395	0.0361	0.0365	0.0346	0.0361	0.0348	0.0388	0.0381
	R ²	0.9541	0.9316	0.9272	0.9251	0.9169	0.9203	0.8987	0.9024
Pi		0	0	0	1	2	3	7	10
Peak		0	2	3	6	8	11	15	17

表 C2.2 2 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0656	0.0594	0.0562	0.0554	0.0492	0.0473	0.0428	0.0404
	R ²	0.9103	0.9035	0.8807	0.8542	0.8498	0.8323	0.8282	0.8222
Erlang	MSE	0.0684	0.0596	0.0567	0.0557	0.0493	0.0474	0.0428	0.0405
	R ²	0.9089	0.9051	0.8810	0.8555	0.8509	0.8341	0.8308	0.8242
Rayleigh	MSE	0.1972	0.1722	0.1527	0.1376	0.1239	0.1124	0.1040	0.0971
	R ²	0.2266	0.1846	0.1513	0.1262	0.1150	0.1030	0.0921	0.0838
L-H	MSE	0.0383	0.0398	0.0357	0.0378	0.0341	0.0354	0.0355	0.0386
	R ²	0.9413	0.9289	0.9289	0.9246	0.9296	0.9288	0.9228	0.9114
Normal	MSE	0.0395	0.0361	0.0365	0.0346	0.0361	0.0348	0.0388	0.0381
	R ²	0.9541	0.9316	0.9272	0.9251	0.9169	0.9203	0.8987	0.9024
Pi		0	0	1	0	1	5	8	10
Peak		0	1	3	4	8	12	14	16

表 C2.3 3 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0658	0.0709	0.0583	0.0575	0.0514	0.0502	0.0447	0.0442
	R ²	0.9247	0.8690	0.8820	0.8506	0.8500	0.8264	0.8304	0.8043
Erlang	MSE	0.0697	0.0701	0.0586	0.0575	0.0521	0.0506	0.0447	0.0444
	R ²	0.9205	0.8789	0.8848	0.8590	0.8521	0.8320	0.8372	0.8099
Rayleigh	MSE	0.1757	0.1609	0.1393	0.1260	0.1137	0.1044	0.0955	0.0891

	R ²	0.3661	0.3009	0.2808	0.2469	0.2318	0.2058	0.1919	0.1771
L-H	MSE	0.0349	0.0278	0.0364	0.0287	0.0365	0.0345	0.0350	0.0383
	R ²	0.8887	0.9420	0.8770	0.9217	0.8763	0.8828	0.8804	0.8599
Pi		0	1	3	3	3	5	8	13
Peak		0	2	5	6	9	12	13	15

表 C2.4 4 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0985	0.0883	0.0835	0.0751	0.0699	0.0646	0.0615	0.0557
	R ²	0.8562	0.8190	0.7883	0.7773	0.7546	0.7490	0.7268	0.7287
Erlang	MSE	0.0949	0.0843	0.0798	0.0724	0.0670	0.0625	0.0594	0.0539
	R ²	0.8778	0.8461	0.8180	0.8040	0.7857	0.7762	0.7556	0.7567
Rayleigh	MSE	0.1927	0.1648	0.1486	0.1321	0.1202	0.1103	0.1024	0.0937
	R ²	0.3164	0.2766	0.2403	0.2218	0.1978	0.1878	0.1709	0.1624
L-H	MSE	0.0262	0.0277	0.0291	0.0296	0.0308	0.0332	0.0345	0.0352
	R ²	0.9522	0.9306	0.9287	0.9256	0.9213	0.9107	0.9073	0.9002
Pi		0	0	0	0	3	5	5	7
Peak		0	0	1	5	7	10	11	15

表 C2.5 5 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0737	0.0684	0.0661	0.0623	0.0574	0.0514	0.0491	0.0464
	R ²	0.9100	0.8899	0.8622	0.8436	0.8302	0.8309	0.8153	0.8069
Erlang	MSE	0.0728	0.0677	0.0651	0.0613	0.0566	0.0506	0.0484	0.0457
	R ²	0.9157	0.8970	0.8703	0.8527	0.8390	0.8405	0.8252	0.8171
Rayleigh	MSE	0.1972	0.1722	0.1527	0.1376	0.1239	0.1124	0.1040	0.0971
	R ²	0.2266	0.1846	0.1513	0.1262	0.1150	0.1030	0.0921	0.0838
L-H	MSE	0.0383	0.0398	0.0357	0.0378	0.0341	0.0354	0.0355	0.0386
	R ²	0.9413	0.9289	0.9289	0.9246	0.9296	0.9288	0.9228	0.9114
Pi		0	0	0	1	1	7	13	15
Peak		0	1	1	3	7	11	13	14

表 C2.6 6 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0679	0.0702	0.0613	0.0538	0.0542	0.0459	0.0464	0.0423
	R ²	0.8711	0.8115	0.8104	0.7963	0.7535	0.7688	0.7323	0.7295
Erlang	MSE	0.0704	0.0713	0.0622	0.0543	0.0548	0.0465	0.0469	0.0429

	R ²	0.8689	0.8090	0.8095	0.7943	0.7504	0.7651	0.7281	0.7242
Rayleigh	MSE	0.1357	0.1229	0.1073	0.0948	0.0882	0.0787	0.0751	0.0692
	R ²	0.4767	0.4206	0.3936	0.3654	0.3295	0.3185	0.2817	0.2728
L-H	MSE	0.0347	0.0422	0.0368	0.0378	0.0394	0.0385	0.0403	0.0414
	R ²	0.7993	0.7483	0.7823	0.7631	0.7400	0.7426	0.7278	0.7210
Pi		0	0	0	0	1	0	1	5
Peak		0	0	1	2	17	23	21	19

表 C2.7 7 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0849	0.0751	0.0741	0.0691	0.0640	0.0575	0.0553	0.0505
	R ²	0.8795	0.8604	0.8251	0.8060	0.7905	0.7829	0.7658	0.7653
Erlang	MSE	0.0820	0.0740	0.0723	0.0679	0.0625	0.0566	0.0543	0.0496
	R ²	0.8948	0.8726	0.8405	0.8203	0.8075	0.7974	0.7814	0.7807
Rayleigh	MSE	0.1943	0.1681	0.1512	0.1362	0.1238	0.1116	0.1043	0.0957
	R ²	0.2456	0.2086	0.1781	0.1509	0.1344	0.1263	0.1130	0.1063
L-H	MSE	0.0264	0.0255	0.0241	0.0241	0.0273	0.0275	0.0305	0.0288
	R ²	0.9588	0.9602	0.9556	0.9571	0.9410	0.9382	0.9264	0.9333
Pi		0	0	0	2	5	9	9	11
Peak		0	0	2	3	7	11	13	15

表 C2.8 8 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0738	0.0653	0.0653	0.0556	0.0542	0.0490	0.0458	0.0429
	R ²	0.8810	0.8762	0.8306	0.8353	0.8056	0.7982	0.7912	0.7829
Erlang	MSE	0.0686	0.0621	0.0623	0.0531	0.0521	0.0471	0.0444	0.0414
	R ²	0.9044	0.8955	0.8524	0.8569	0.8280	0.8197	0.8108	0.8043
Rayleigh	MSE	0.1744	0.1535	0.1369	0.1209	0.1107	0.1000	0.0926	0.0865
	R ²	0.2546	0.2126	0.1673	0.1406	0.1178	0.1041	0.0956	0.0840
L-H	MSE	0.0335	0.0298	0.0304	0.0293	0.0305	0.0313	0.0326	0.0315
	R ²	0.9283	0.9250	0.9245	0.9147	0.9074	0.8987	0.8930	0.9012
Pi		0	0	1	4	6	10	11	12
Peak		0	1	1	3	5	6	11	13

表 C2.9 9 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0899	0.0706	0.0702	0.0621	0.0558	0.0542	0.0478	0.0462

	R ²	0.7820	0.7915	0.7419	0.7319	0.7234	0.6926	0.6942	0.6732
Erlang	MSE	0.0849	0.0672	0.0672	0.0597	0.0535	0.0525	0.0462	0.0450
	R ²	0.8187	0.8241	0.7741	0.7635	0.7541	0.7219	0.7222	0.6982
Rayleigh	MSE	0.1667	0.1401	0.1266	0.1127	0.1011	0.0942	0.0853	0.0803
	R ²	0.2586	0.2162	0.1801	0.1569	0.1350	0.1184	0.1064	0.0959
L-H	MSE	0.0422	0.0384	0.0411	0.0376	0.0427	0.0421	0.0428	0.0434
	R ²	0.7755	0.7765	0.7640	0.7758	0.7446	0.7468	0.7398	0.7298
Pi		0	0	0	1	1	2	4	5
Peak		0	2	3	5	7	11	13	16

表 C2.10 10 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0620	0.0604	0.0588	0.0513	0.0516	0.0451	0.0423	0.0417
	R ²	0.9207	0.8955	0.8697	0.8648	0.8318	0.8369	0.8260	0.8081
Erlang	MSE	0.0639	0.0600	0.0594	0.0509	0.0513	0.0449	0.0422	0.0416
	R ²	0.9196	0.8991	0.8683	0.8693	0.8362	0.8408	0.8302	0.8110
Rayleigh	MSE	0.1874	0.1627	0.1451	0.1286	0.1179	0.1062	0.0982	0.0920
	R ²	0.1863	0.1347	0.1042	0.0825	0.0712	0.0625	0.0556	0.0516
L-H	MSE	0.0388	0.0368	0.0339	0.0346	0.0356	0.0358	0.0378	0.0392
	R ²	0.9450	0.9321	0.9358	0.9234	0.9207	0.9138	0.9029	0.8964
Pi		0	0	0	0	2	4	6	7
Peak		0	0	2	3	6	9	11	15

表 C2.11 11 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0656	0.0594	0.0562	0.0554	0.0492	0.0473	0.0428	0.0404
	R ²	0.9103	0.9035	0.8807	0.8542	0.8498	0.8323	0.8282	0.8222
Erlang	MSE	0.0684	0.0596	0.0567	0.0557	0.0493	0.0474	0.0428	0.0405
	R ²	0.9089	0.9051	0.8810	0.8555	0.8509	0.8341	0.8308	0.8242
Rayleigh	MSE	0.1898	0.1648	0.1455	0.1318	0.1178	0.1085	0.0990	0.0922
	R ²	0.1982	0.1441	0.1076	0.0849	0.0744	0.0634	0.0563	0.0522
L-H	MSE	0.0395	0.0361	0.0365	0.0346	0.0361	0.0348	0.0388	0.0381
	R ²	0.9541	0.9316	0.9272	0.9251	0.9169	0.9203	0.8987	0.9024
Pi		0	0	0	1	2	3	7	10
Peak		0	1	1	3	7	8	13	14

表 C2.12 12 月不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0571	0.0525	0.0460	0.0476	0.0408	0.0392	0.0365	0.0345
	R ²	0.9149	0.8951	0.8892	0.8521	0.8542	0.8331	0.8276	0.8128
Erlang	MSE	0.0547	0.0501	0.0443	0.0464	0.0395	0.0379	0.0358	0.0337
	R ²	0.9286	0.9091	0.9023	0.8656	0.8664	0.8480	0.8387	0.8248
Rayleigh	MSE	0.1630	0.1401	0.1230	0.1131	0.0995	0.0920	0.0850	0.0786
	R ²	0.2162	0.1552	0.1213	0.0894	0.0754	0.0656	0.0544	0.0467
L-H	MSE	0.0300	0.0335	0.0297	0.0314	0.0342	0.0309	0.0336	0.0351
	R ²	0.9407	0.9010	0.9168	0.8966	0.8714	0.8999	0.8732	0.8607
Pi		0	0	1	0	1	5	8	10
Peak		0	0	3	7	11	13	15	17

三、每季之週期資料分析

表 C3.1 第 1 季波浪資料評估分組組數的各種指標 (Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0716	0.0625	0.0656	0.0536	0.0552	0.0488	0.0458	0.0443
	R ²	0.9106	0.8917	0.8534	0.8626	0.8273	0.8294	0.8173	0.7989
Erlang	MSE	0.0733	0.0642	0.066	0.0543	0.0557	0.0492	0.0463	0.0446
	R ²	0.9114	0.8908	0.8566	0.8641	0.8283	0.8315	0.818	0.8007
Rayleigh	MSE	0.1798	0.1527	0.1402	0.122	0.1132	0.1022	0.0944	0.0879
	R ²	0.298	0.2687	0.2222	0.2094	0.1894	0.1762	0.1703	0.1542
L-H	MSE	0.072	0.0713	0.0693	0.0612	0.0581	0.0574	0.0515	0.0493
	R ²	0.9017	0.8576	0.8991	0.848	0.8563	0.851	0.838	0.8384
Pi		0	0	0	2	4	8	9	11
Peak		0	2	3	5	7	7	9	10

表 C3.2 第 1 季波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0649	0.058	0.0553	0.054	0.0482	0.0467	0.0418	0.04
	R ²	0.9152	0.9105	0.8869	0.8639	0.858	0.8398	0.8389	0.8283
Erlang	MSE	0.067	0.0581	0.0557	0.0542	0.0482	0.0467	0.0417	0.04
	R ²	0.9155	0.9125	0.8881	0.8657	0.86	0.8426	0.8421	0.8309
Rayleigh	MSE	0.1917	0.1658	0.1465	0.1322	0.1185	0.1093	0.0994	0.0927
	R ²	0.1821	0.1297	0.094	0.0757	0.0651	0.0547	0.0503	0.046

L-H	MSE	0.0632	0.0574	0.0532	0.0511	0.0475	0.0445	0.0433	0.0412
	R ²	0.9564	0.9296	0.9276	0.9237	0.9169	0.9209	0.8986	0.9012
Pi		0	0	0	1	2	3	8	12
Peak		1	3	3	6	7	8	10	13

表 C3.3 第 1 季波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0606	0.0536	0.0473	0.0476	0.0442	0.041	0.0388	0.037
	R ²	0.9148	0.9071	0.8992	0.8674	0.8567	0.8433	0.8334	0.8228
Erlang	MSE	0.0607	0.0528	0.0466	0.0469	0.0434	0.0407	0.0383	0.0366
	R ²	0.9188	0.9137	0.9056	0.8739	0.8644	0.8488	0.8411	0.8291
Rayleigh	MSE	0.1783	0.153	0.1331	0.1208	0.109	0.0995	0.0917	0.0855
	R ²	0.2231	0.1727	0.1419	0.1153	0.0956	0.0899	0.077	0.0706
L-H	MSE	0.0596	0.0522	0.0464	0.0451	0.0431	0.0391	0.0374	0.0351
	R ²	0.9223	0.9315	0.9146	0.9152	0.9102	0.9001	0.8947	0.878
Pi		0	0	0	3	3	7	7	12
Peak		1	2	4	6	7	7	9	12

表 C3.4 第 1 季波浪資料評估分組組數的各種指標(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0579	0.0624	0.0552	0.052	0.0479	0.0451	0.0431	0.0406
	R ²	0.9277	0.8826	0.8755	0.8531	0.8447	0.8288	0.8138	0.8028
Erlang	MSE	0.0582	0.061	0.0541	0.0509	0.0471	0.0445	0.0425	0.04
	R ²	0.931	0.8914	0.8835	0.8628	0.8532	0.8359	0.822	0.8114
Rayleigh	MSE	0.1836	0.1619	0.1419	0.1271	0.1151	0.1055	0.0976	0.0906
	R ²	0.1688	0.119	0.0977	0.0856	0.0734	0.0683	0.0606	0.0566
L-H	MSE	0.0493	0.0475	0.0466	0.0446	0.0434	0.0412	0.04	0.0375
	R ²	0.9468	0.9505	0.9423	0.936	0.9223	0.9142	0.9211	0.8961
Pi		0	0	0	2	2	5	7	12
Peak		1	3	3	4	7	8	10	10

表 C3.5 第 2 季波浪資料評估分組組數的各種指標 (Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0746	0.0748	0.0652	0.0604	0.0569	0.0508	0.0488	0.044
	R ²	0.8748	0.8442	0.8238	0.8055	0.7871	0.7834	0.7643	0.769
Erlang	MSE	0.0692	0.0699	0.062	0.0571	0.0543	0.0483	0.047	0.0422
	R ²	0.901	0.8755	0.8512	0.8358	0.8163	0.8123	0.7903	0.7961

Rayleigh	MSE	0.1657	0.1516	0.1311	0.1175	0.1079	0.0973	0.0908	0.0831
	R ²	0.3141	0.2423	0.2042	0.1715	0.141	0.1233	0.1054	0.0965
L-H	MSE	0.051	0.0458	0.0544	0.0458	0.0496	0.05	0.0562	0.0524
	R ²	0.9417	0.9462	0.9234	0.94	0.9277	0.9277	0.9051	0.9184
Pi		0	0	1	1	6	10	12	17
Peak		1	3	3	5	9	10	10	11

表 C3.6 第 2 季波浪資料評估分組組數的各種指標(0.5m<Hs<1.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0557	0.0533	0.0472	0.0477	0.0417	0.0393	0.0367	0.0344
	R ²	0.9251	0.8988	0.8951	0.8651	0.8595	0.8479	0.8406	0.8306
Erlang	MSE	0.0546	0.0514	0.0461	0.0469	0.0409	0.0384	0.0361	0.0339
	R ²	0.9343	0.9102	0.9042	0.8754	0.8684	0.8595	0.8494	0.8391
Rayleigh	MSE	0.1654	0.1415	0.125	0.1146	0.1009	0.0931	0.086	0.0791
	R ²	0.2724	0.2136	0.1767	0.1431	0.1227	0.1094	0.094	0.0846
L-H	MSE	0.0537	0.05	0.0431	0.0412	0.0399	0.0378	0.0337	0.0319
	R ²	0.9432	0.9014	0.9255	0.9093	0.8826	0.9118	0.8895	0.8751
Pi		0	0	0	2	2	5	10	11
Peak		1	2	3	5	5	8	8	13

表 C3.7 第 2 季波浪資料評估分組組數的各種指標(1.0m<Hs<1.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0634	0.0562	0.0569	0.0484	0.0464	0.0442	0.0413	0.0392
	R ²	0.917	0.9027	0.8721	0.8711	0.8549	0.833	0.8282	0.8117
Erlang	MSE	0.0629	0.0557	0.0562	0.0481	0.0453	0.0439	0.0408	0.0388
	R ²	0.9226	0.909	0.8783	0.8781	0.8657	0.8397	0.8364	0.82
Rayleigh	MSE	0.1825	0.1578	0.1415	0.1246	0.1133	0.1037	0.0959	0.089
	R ²	0.1684	0.1182	0.0948	0.0801	0.0643	0.0589	0.0494	0.0436
L-H	MSE	0.0611	0.0542	0.0533	0.0477	0.0441	0.0431	0.0392	0.0372
	R ²	0.9532	0.9387	0.9338	0.9086	0.9315	0.9117	0.9087	0.8975
Pi		0	0	2	1	2	4	5	7
Peak		1	1	2	3	6	7	9	13

表 C3.8 第 2 季波浪資料評估分組組數的各種指標(1.5m<Hs<2.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0597	0.0588	0.0477	0.0475	0.0431	0.0412	0.0401	0.0368
	R ²	0.8286	0.7673	0.7732	0.7201	0.7115	0.68	0.6459	0.6323

Erlang	MSE	0.0584	0.0563	0.0456	0.046	0.0417	0.0404	0.0392	0.0361
	R ²	0.8404	0.7848	0.789	0.7344	0.7247	0.6894	0.6556	0.6416
Rayleigh	MSE	0.1315	0.1159	0.0997	0.0911	0.0828	0.0763	0.0711	0.0659
	R ²	0.2864	0.2396	0.2262	0.2091	0.1827	0.176	0.1559	0.1496
L-H	MSE	0.059	0.0584	0.0616	0.061	0.0636	0.0644	0.0698	0.0704
	R ²	0.786	0.7542	0.7376	0.7201	0.7024	0.7038	0.6541	0.6377
Pi		0	29	29	29	29	29	29	29
Peak		1	3	3	5	7	10	11	13

表 C3.9 第 2 季波浪資料評估分組組數的各種指標(2.0m<Hs<3.0m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0477	0.0488	0.0484	0.042	0.0396	0.0357	0.0369	0.032
	R ²	0.9006	0.8595	0.8266	0.8154	0.7911	0.7905	0.7433	0.7637
Erlang	MSE	0.0466	0.0473	0.0465	0.0409	0.0386	0.0348	0.0362	0.0313
	R ²	0.9094	0.8722	0.8403	0.8268	0.8029	0.8008	0.7551	0.7739
Rayleigh	MSE	0.1289	0.115	0.1014	0.0896	0.0817	0.074	0.0703	0.0644
	R ²	0.3947	0.3118	0.2596	0.2393	0.2107	0.2015	0.1704	0.1611
L-H	MSE	0.049	0.0508	0.056	0.0566	0.0588	0.057	0.0624	0.0592
	R ²	0.8577	0.8245	0.7834	0.7718	0.7592	0.7697	0.7253	0.7524
Pi		0	0	0	1	4	8	10	14
Peak		1	4	4	5	7	8	12	12

表 C3.10 第 3 季波浪資料評估分組組數的各種指標 (Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.1144	0.0974	0.0859	0.0788	0.0708	0.0659	0.0596	0.0561
	R ²	0.5551	0.5255	0.4914	0.4546	0.4294	0.3959	0.3942	0.3744
Erlang	MSE	0.1042	0.0902	0.0801	0.0741	0.0671	0.0628	0.0571	0.0542
	R ²	0.6354	0.5969	0.5573	0.5164	0.4844	0.4489	0.4417	0.4161
Rayleigh	MSE	0.1151	0.0996	0.0882	0.081	0.073	0.0677	0.0618	0.0581
	R ²	0.4713	0.4388	0.4033	0.3645	0.3377	0.303	0.2951	0.279
L-H	MSE	0.0492	0.0492	0.0504	0.0546	0.0528	0.056	0.0572	0.0594
	R ²	0.8722	0.8559	0.8477	0.8196	0.8242	0.8076	0.7934	0.784
Pi		0	0	0	0	0	0	0	2
Peak		1	2	5	7	13	13	14	15

**表 C3.11 第 3 季波浪資料評估分組組數的各種指標
(0.5m<Hs<1.0m)**

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0926	0.0859	0.088	0.0745	0.0724	0.0665	0.0634	0.0581
	R ²	0.873	0.8474	0.801	0.806	0.774	0.7635	0.7483	0.7428
Erlang	MSE	0.0899	0.0829	0.0864	0.0729	0.0707	0.0649	0.0622	0.0569
	R ²	0.8917	0.8665	0.8169	0.8244	0.794	0.7845	0.7667	0.7615
Rayleigh	MSE	0.2063	0.1782	0.1643	0.1436	0.132	0.1206	0.112	0.103
	R ²	0.2649	0.2287	0.1888	0.1696	0.1429	0.124	0.1101	0.1019
L-H	MSE	0.0782	0.0751	0.072	0.0711	0.0623	0.0611	0.0589	0.0512
	R ²	0.8952	0.8813	0.8378	0.8464	0.8355	0.8572	0.8162	0.832
Pi		0	0	0	0	4	7	11	15
Peak		1	2	5	7	9	10	10	13

**表 C3.12 第 3 季波浪資料評估分組組數的各種指標
(1.0m<Hs<1.5m)**

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0782	0.071	0.0634	0.062	0.0556	0.0534	0.0487	0.0461
	R ²	0.8711	0.8513	0.834	0.8062	0.7997	0.779	0.7731	0.7602
Erlang	MSE	0.0735	0.0691	0.0613	0.0601	0.0542	0.0519	0.0476	0.045
	R ²	0.8896	0.8657	0.8497	0.8232	0.8154	0.795	0.7873	0.7748
Rayleigh	MSE	0.189	0.1669	0.1449	0.1323	0.1188	0.1096	0.1004	0.0935
	R ²	0.1924	0.1492	0.1291	0.104	0.0927	0.0822	0.0716	0.0637
L-H	MSE	0.0712	0.0687	0.0599	0.0544	0.0528	0.0497	0.0461	0.041
	R ²	0.8952	0.8863	0.879	0.88	0.8634	0.8712	0.8499	0.8493
Pi		0	0	0	1	4	9	12	12
Peak		1	2	2	4	7	8	8	10

**表 C3.13 第 3 季波浪資料評估分組組數的各種指標
(1.5m<Hs<2.0m)**

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0636	0.0515	0.0476	0.0477	0.0436	0.0409	0.0375	0.0365
	R ²	0.8851	0.8775	0.8597	0.8196	0.8105	0.7955	0.7856	0.7633
Erlang	MSE	0.0612	0.0499	0.0466	0.0463	0.0429	0.0401	0.0369	0.0359
	R ²	0.8978	0.8887	0.8719	0.8335	0.8212	0.8081	0.7953	0.7744
Rayleigh	MSE	0.1639	0.139	0.1223	0.1114	0.1003	0.0921	0.0844	0.0792

	R ²	0.1799	0.1356	0.1086	0.0823	0.075	0.0677	0.0597	0.0554
L-H	MSE	0.0598	0.0471	0.0461	0.0451	0.0402	0.0391	0.0354	0.0326
	R ²	0.917	0.8899	0.9003	0.8595	0.8641	0.8508	0.8363	0.8229
Pi		0	29	29	29	29	29	29	29
Peak		0	3	3	5	7	7	9	12

**表 C3.14 第 3 季波浪資料評估分組組數的各種指標
(2.0m<Hs<3.0m)**

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.06	0.0532	0.0495	0.043	0.039	0.0383	0.0381	0.0357
	R ²	0.8311	0.8024	0.784	0.7795	0.7669	0.741	0.7089	0.6971
Erlang	MSE	0.0649	0.0556	0.052	0.0448	0.0411	0.0399	0.0395	0.0369
	R ²	0.7975	0.7767	0.7584	0.7581	0.7437	0.719	0.6915	0.68
Rayleigh	MSE	0.129	0.1095	0.0972	0.0867	0.0781	0.0728	0.069	0.0642
	R ²	0.3773	0.3508	0.3268	0.307	0.2946	0.2688	0.2396	0.2236
L-H	MSE	0.0968	0.0928	0.0914	0.0874	0.0928	0.092	0.0964	0.0976
	R ²	0.6665	0.6789	0.6701	0.6773	0.6409	0.6433	0.626	0.614
Pi		0	0	0	0	0	0	1	2
Peak		1	1	3	4	7	8	11	13

表 C3.15 第 3 季波浪資料評估分組組數的各種指標 (3.0m<Hs)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0695	0.0641	0.0583	0.0521	0.0516	0.0437	0.0426	0.0413
	R ²	0.8109	0.766	0.7497	0.7215	0.6758	0.6924	0.6628	0.6279
Erlang	MSE	0.0651	0.061	0.0557	0.05	0.0499	0.0423	0.0415	0.0404
	R ²	0.8341	0.7904	0.773	0.7425	0.6954	0.7117	0.6793	0.6431
Rayleigh	MSE	0.1424	0.1239	0.1101	0.0977	0.0908	0.0814	0.0764	0.0713
	R ²	0.2291	0.1697	0.1411	0.1122	0.0975	0.0894	0.0812	0.0781
L-H	MSE	0.073	0.0742	0.0762	0.0758	0.0828	0.0784	0.084	0.085
	R ²	0.7267	0.7069	0.6912	0.6945	0.6539	0.6737	0.649	0.6315
Pi		0	0	0	0	1	1	2	5
Peak		0	0	2	5	6	8	11	13

表 C3.16 第 4 季波浪資料評估分組組數的各種指標 (Hs<0.5m)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0635	0.0573	0.0568	0.0522	0.0473	0.0442	0.0408	0.0395
	R ²	0.9107	0.8981	0.8681	0.8532	0.8474	0.8338	0.8294	0.8116

Erlang	MSE	0.0669	0.0601	0.0586	0.0536	0.0488	0.0454	0.042	0.0403
	R ²	0.906	0.8925	0.8643	0.849	0.8402	0.8271	0.8219	0.8057
Rayleigh	MSE	0.1642	0.1422	0.1276	0.1136	0.1021	0.0935	0.0857	0.0802
	R ²	0.372	0.3357	0.2968	0.2724	0.2529	0.2309	0.2171	0.2026
L-H	MSE	0.0722	0.0754	0.0702	0.0784	0.0802	0.0768	0.0838	0.0824
	R ²	0.8833	0.8513	0.8636	0.828	0.8204	0.8358	0.8073	0.8108
Pi		0	1	1	2	3	4	6	9
Peak		1	1	2	4	7	9	11	11

**表 C3.17 第 4 季波浪資料評估分組組數的各種指標
(0.5m<Hs<1.0m)**

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0733	0.0641	0.0657	0.0555	0.054	0.0494	0.0458	0.0428
	R ²	0.886	0.8851	0.8364	0.8421	0.8139	0.8032	0.798	0.791
Erlang	MSE	0.0682	0.0611	0.0629	0.053	0.0519	0.0476	0.0444	0.0413
	R ²	0.9085	0.9035	0.8574	0.8629	0.8355	0.8239	0.817	0.8118
Rayleigh	MSE	0.1753	0.154	0.1384	0.1218	0.1114	0.101	0.0934	0.087
	R ²	0.2536	0.2133	0.1673	0.1406	0.1185	0.1042	0.0955	0.0842
L-H	MSE	0.0662	0.0592	0.0512	0.0478	0.0452	0.0443	0.0431	0.0402
	R ²	0.9277	0.9247	0.9245	0.9141	0.9072	0.8989	0.8935	0.901
Pi		0	0	1	4	6	10	11	12
Peak		1	2	2	4	5	9	10	11

**表 C3.18 第 4 季波浪資料評估分組組數的各種指標
(1.0m<Hs<1.5m)**

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0527	0.0455	0.0456	0.0399	0.0399	0.0351	0.034	0.0324
	R ²	0.9292	0.9212	0.8919	0.8929	0.8643	0.8656	0.8495	0.8407
Erlang	MSE	0.0522	0.0467	0.0461	0.0403	0.04	0.0351	0.0342	0.0325
	R ²	0.932	0.9182	0.8919	0.8922	0.8656	0.8678	0.8496	0.8403
Rayleigh	MSE	0.1629	0.1385	0.1244	0.11	0.0999	0.0905	0.0838	0.078
	R ²	0.2776	0.2359	0.1981	0.1774	0.1503	0.1381	0.1245	0.1125
L-H	MSE	0.077	0.0712	0.075	0.0716	0.0744	0.0776	0.0752	0.08
	R ²	0.8977	0.8873	0.8697	0.8781	0.8634	0.854	0.8553	0.84
Pi		0	0	0	0	0	2	3	4
Peak		1	1	4	5	5	7	10	13

**表 C3.19 第 4 季波浪資料評估分組組數的各種指標
(1.5m<Hs<2.0m)**

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0503	0.047	0.0441	0.0418	0.0398	0.0363	0.0362	0.0336
	R ²	0.9225	0.8986	0.8831	0.8567	0.8416	0.8318	0.8053	0.7948
Erlang	MSE	0.0501	0.0465	0.0443	0.0413	0.04	0.036	0.0362	0.0335
	R ²	0.9271	0.9033	0.8845	0.8616	0.8422	0.836	0.8077	0.7976
Rayleigh	MSE	0.1551	0.1334	0.1176	0.1056	0.0963	0.0875	0.0818	0.0755
	R ²	0.2609	0.2131	0.1791	0.1519	0.1337	0.1176	0.1065	0.0949
L-H	MSE	0.0768	0.0676	0.0698	0.072	0.0722	0.0748	0.0748	0.0782
	R ²	0.9071	0.8876	0.8813	0.8674	0.8532	0.8437	0.8385	0.8145
Pi		0	29	29	29	29	29	29	29
Peak		0	2	2	4	6	9	10	13

**表 C3.20 第 4 季波浪資料評估分組組數的各種指標
(2.0m<Hs<3.0m)**

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0677	0.0509	0.0579	0.0502	0.045	0.046	0.0419	0.0398
	R ²	0.9019	0.9101	0.8534	0.8578	0.848	0.8143	0.8071	0.7919
Erlang	MSE	0.0657	0.0498	0.0561	0.0493	0.044	0.0452	0.0413	0.039
	R ²	0.9114	0.9168	0.8659	0.8657	0.8578	0.8237	0.8155	0.8024
Rayleigh	MSE	0.1813	0.1491	0.137	0.1213	0.1085	0.1017	0.0931	0.0862
	R ²	0.186	0.1514	0.1041	0.0874	0.0783	0.0622	0.0584	0.0503
L-H	MSE	0.0602	0.0598	0.0514	0.0562	0.0582	0.0586	0.0626	0.066
	R ²	0.9509	0.9378	0.9483	0.9298	0.9216	0.9132	0.8971	0.8901
Pi		0	0	0	0	3	6	8	10
Peak		1	3	3	4	8	8	12	13

表 C3.21 第 4 季波浪資料評估分組組數的各種指標 (3.0m<Hs)

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0642	0.0569	0.0506	0.0489	0.0459	0.0421	0.0387	0.0389
	R ²	0.8527	0.8259	0.81	0.7779	0.7503	0.7325	0.7309	0.6898
Erlang	MSE	0.0581	0.0516	0.0471	0.046	0.0431	0.0396	0.0369	0.0373
	R ²	0.8827	0.8569	0.8368	0.804	0.7783	0.7616	0.7544	0.7135
Rayleigh	MSE	0.1392	0.1205	0.1061	0.0961	0.0876	0.0796	0.0736	0.0698
	R ²	0.3007	0.2359	0.2133	0.1826	0.1589	0.1442	0.1345	0.1152

L-H	MSE	0.0402	0.0404	0.0434	0.0456	0.0474	0.0498	0.0514	0.0558
	R ²	0.9124	0.8775	0.8644	0.8437	0.8301	0.809	0.8024	0.7706
Pi		0	0	0	1	2	3	5	8
Peak		0	2	3	5	7	10	11	13

表 C3.22 第 2 季與第 3 季合併後波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0845	0.0820	0.0802	0.0676	0.0666	0.0609	0.0562	0.0534
	R ²	0.8835	0.8537	0.8208	0.8240	0.7940	0.7818	0.7767	0.7629
Erlang	MSE	0.0851	0.0809	0.0791	0.0668	0.0657	0.0601	0.0553	0.0527
	R ²	0.8917	0.8660	0.8339	0.8361	0.8076	0.7958	0.7911	0.7771
Rayleigh	MSE	0.1908	0.1679	0.1524	0.1328	0.1227	0.1117	0.1023	0.0957
	R ²	0.3157	0.2641	0.2233	0.2081	0.1787	0.1625	0.1482	0.1339
L-H	MSE	0.0522	0.0439	0.0346	0.0345	0.0312	0.0267	0.0251	0.0235
	R ²	0.9312	0.9108	0.9127	0.9068	0.9010	0.8889	0.8959	0.8739
Normal	MSE	0.0406	0.0376	0.0367	0.0349	0.0341	0.0339	0.0337	0.031
	R ²	0.9402	0.9284	0.9203	0.9169	0.8873	0.8864	0.8812	0.8360
Pi		0	0	0	0	2	4	7	6
Peak		0	2	4	5	7	11	13	15

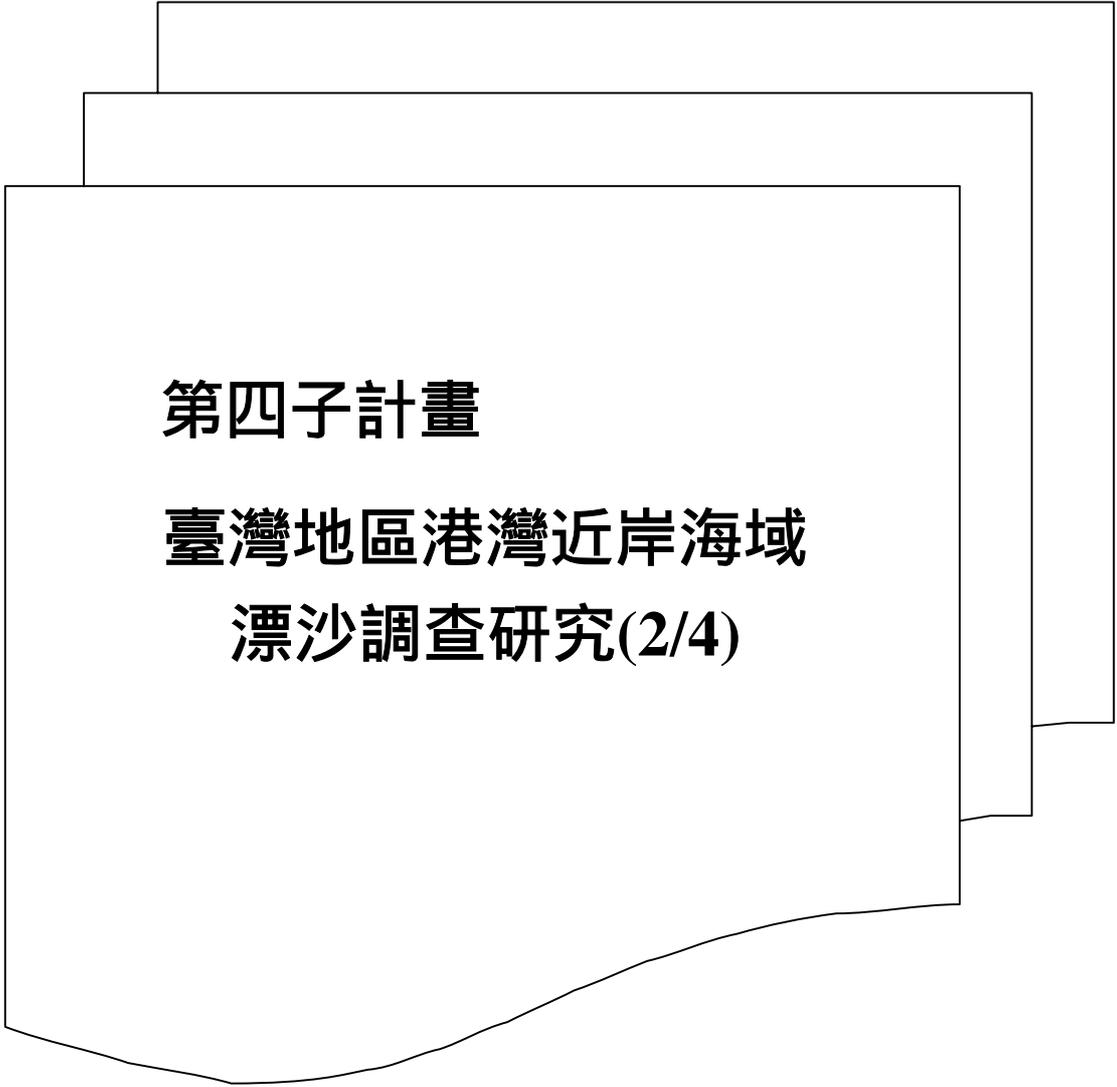
表 C3.23 第 1 季不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	MSE	0.0571	0.0525	0.0460	0.0476	0.0408	0.0392	0.0365	0.0345
	R ²	0.9149	0.8951	0.8892	0.8521	0.8542	0.8331	0.8276	0.8128
Erlang	MSE	0.0547	0.0501	0.0443	0.0464	0.0395	0.0379	0.0358	0.0337
	R ²	0.9286	0.9091	0.9023	0.8656	0.8664	0.8480	0.8387	0.8248
Rayleigh	MSE	0.1630	0.1401	0.1230	0.1131	0.0995	0.0920	0.0850	0.0786
	R ²	0.2162	0.1552	0.1213	0.0894	0.0754	0.0656	0.0544	0.0467
L-H	MSE	0.0383	0.0398	0.0357	0.0378	0.0341	0.0354	0.0355	0.0386
	R ²	0.9402	0.9284	0.9203	0.9169	0.8873	0.8864	0.8812	0.8360
Normal	MSE	0.0300	0.0335	0.0297	0.0314	0.0342	0.0309	0.0336	0.0351
	R ²	0.9413	0.9289	0.9289	0.9246	0.9296	0.9288	0.9228	0.9114
Pi		0	0	1	0	1	5	8	10
Peak		0	2	3	6	9	12	15	16

表 C3.24 第 4 季不分區間之波浪資料評估分組組數的各種指標

分組		5	6	7	8	9	10	11	12
----	--	---	---	---	---	---	----	----	----

Gamma	MSE	0.0656	0.0594	0.0562	0.0554	0.0492	0.0473	0.0428	0.0404
	R ²	0.9103	0.9035	0.8807	0.8542	0.8498	0.8323	0.8282	0.8222
Erlang	MSE	0.0684	0.0596	0.0567	0.0557	0.0493	0.0474	0.0428	0.0405
	R ²	0.9089	0.9051	0.8810	0.8555	0.8509	0.8341	0.8308	0.8242
Rayleigh	MSE	0.1972	0.1722	0.1527	0.1376	0.1239	0.1124	0.1040	0.0971
	R ²	0.2266	0.1846	0.1513	0.1262	0.1150	0.1030	0.0921	0.0838
L-H	MSE	0.0395	0.0361	0.0365	0.0346	0.0361	0.0348	0.0388	0.0381
	R ²	0.9413	0.9289	0.9289	0.9246	0.9296	0.9288	0.9228	0.9114
Normal	MSE	0.0383	0.0398	0.0357	0.0378	0.0341	0.0354	0.0355	0.0386
	R ²	0.9541	0.9316	0.9272	0.9251	0.9169	0.9203	0.8987	0.9024
Pi		0	0	1	0	1	5	8	10
Peak		0	1	3	4	8	12	14	16



第四子計畫

臺灣地區港灣近岸海域

漂沙調查研究(2/4)

臺灣地區主要港口附近海域海氣象 觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)

第四子計畫

臺灣地區港灣近岸海域漂沙調查研究(2/4)

摘 要

瞭解碎波帶內受波浪與水流運動作用下之底床輸沙現象對於近岸底床侵淤與海岸線變化之合理預測非常重要，由於碎波帶附近波浪能量大量釋出，造成劇烈水流與底床質懸浮運動，強勁底床剪應力更產生薄層流輸沙。本研究利用多部小型電磁式流速計、濁度計及水位計等對碎波帶進行詳盡的觀測與分析。為瞭解實際底床漂沙現象，本研究於底床上安裝攝影機並以小型電阻式探針進行量測，估算薄層流發生時侵入底床之深度及其厚度。根據現場觀測結果，沙漣常存在於碎波帶內，此由於實際波浪之群波現象， γ_m 無法經常維持在 0.8 以上，因此薄層流與沙漣底床交互出現，由於輸沙層厚度有時可達 10mm 以上，對實際漂沙量估算有重大影響。本研究目的在瞭解碎波帶漂沙現象，解析影響碎波帶漂沙之沿岸流、底迴流、淺灘動盪與薄層流現象等機制。可進一步探討碎波帶輸沙與各項影響因素之關係，以提供近岸漂沙預測模式之驗證與改進。

目 錄

摘 要.....	I
目 錄.....	II
表目錄.....	
圖目錄.....	
第一章 前言.....	1-1
1.1 計畫緣起與文獻回顧.....	1-1
1.2 工作項目與內容.....	1-3
第二章 理論說明.....	2-1
2.1 薄層流結構說明.....	2-1
2.2 薄層流之濃度剖面分佈.....	2-3
2.3 薄層流之侵蝕深度.....	2-4
2.4 薄層流之流速量測.....	2-6
第三章 現場觀測與分析.....	3-1
3.1 觀測地點說明.....	3-1
3.2 現場地形測量.....	3-3
3.3 現場觀測作業與資料分析.....	3-7
3.3.1 西南季節風時之現場觀測與資料分析.....	3-9
3.3.2 東北季節風時之現場觀測與資料分析.....	3-20
3.4 輸砂率與侵淤分析.....	3-24
3.5 淺灘動盪造成之沿岸流振盪現象.....	3-26
3.6 底床薄層流之現場觀測.....	3-28
第四章 結論與建議.....	4-1
參考文獻.....	5-1

表目錄

表 3.1 沿岸與向離岸方向之懸浮砂輸砂率.....	2-24
表 3.2 灘面與底床侵淤量.....	2-24

圖目錄

圖 2.1	薄層流輸沙層之圖解示意圖.....	2-2
圖 3.1	安平近岸海象及漂沙觀測站位置圖.....	3-3
圖 3.2	安平海域全年波浪能量分佈.....	3-3
圖 3.3	灘面地形與高程測量示意圖.....	3-4
圖 3.4	94 年 11 月至 95 年 3 月之灘面與近岸底床地形變化	3-5
圖 3.5	95 年 3 月至 95 年 8 月之灘面與近岸底床地形變化	3-6
圖 3.6	95 年 9 月至 95 年 11 月之灘面與近岸底床地形變化	3-6
圖 3.7	碎波帶附近地形與相關測點位置.....	3-8
圖 3.8	現場觀測儀器配置圖.....	3-8
圖 3.9	現場碎波之連續照片	3-10
圖 3.10	碎波帶內底床上 5cm 處之平均流速與流向.....	3-11
圖 3.11	碎波點附近之垂直剖面流況.....	3-11
圖 3.12	碎波帶內之斷面流場分佈示意圖.....	3-12
圖 3.13	碎波帶內垂直剖面之平均懸浮砂濃度分佈.....	3-13
圖 3.14	由岸向海垂直斷面之平均懸浮砂濃度分佈.....	3-13
圖 3.15	灘面出現波浪侵蝕作用所造成之斷崖結構.....	3-15
圖 3.16	現場觀測儀器配置.....	3-15
圖 3.17	距岸 20m 處之剖面流速分佈.....	3-16
圖 3.18	距岸 35m 處之剖面流速分佈.....	3-16
圖 3.19	距岸 60m 處之剖面流速分佈.....	3-17
圖 3.20	斷面沿岸方向之平均流流速變化.....	3-17
圖 3.21	斷面上各測點底床上 4cm 之流場.....	3-18

圖 3.22	平均剖面懸浮砂濃度分佈.....	3-18
圖 3.23	懸浮砂濃度之斷面分佈.....	3-19
圖 3.24	斷面流場環流系統之示意圖.....	3-19
圖 3.25	東北風時之溢波(spilling breaker)形態碎波.....	3-20
圖 3.26	近岸之波高變化.....	3-21
圖 3.27	近岸離底 6cm 高之流速與流向分佈.....	3-22
圖 3.28	平均懸浮質濃度分佈.....	3-22
圖 3.29	各測點之剖面懸浮質濃度.....	3-26
圖 3.30	剖面平均懸浮質濃度分佈.....	3-23
圖 3.31	灘面與底床侵淤量變化.....	3-23
圖 3.32	西南風時現場測得沿岸流變化.....	3-27
圖 3.33	東北風時現場測得沿岸流變化.....	3-27
圖 3.34	2006 年 6 月 8 日沿岸流振盪分析.....	3-28
圖 3.35	2006 年 6 月 8 日現場水位資料分析.....	3-28
圖 3.36	薄層流濃度剖面示意圖.....	3-29
圖 3.37	碎波帶內懸浮質與波能及 σ_m 之比較.....	3-30
圖 3.38	碎波帶內各測點 $\sigma_m > 0.8$ 之比例分佈.....	3-31
圖 3.39	薄層流觀測之儀器配置.....	3-32
圖 3.40	底床下 0 至 5cm 深度之砂濃度變化.....	3-32

第一章 前言

近岸漂沙常是決定海岸侵淤現象的重要因素，由於碎波帶漂沙現象複雜及現場觀測困難，一般僅以能量轉換及沿岸流輸沙模式來簡易評估漂沙之優勢方向，對於實際之碎波帶漂沙過程及其機制，則仍未能完全理解。本計畫擬利用本所港研中心於臺灣地區主要港口附近海域長期觀測之風、海流等海、氣象資料，並配合近岸碎波帶內現場漂沙運動觀測系統之建立，探討近岸海域漂沙與波動之相關特性。

1.1 計畫緣起與文獻回顧

近岸漂沙主要發生於碎波帶，過去估算其漂沙量多同時利用多部流速計與濁度計量測碎波帶內之垂直與剖面分佈，如 Ifuku(1988), Kawata et al.(1990), Conley and Inman(1992), Kawata et al. (1992), Nishi et al. (1992), Kos'yan et al. (1999)等等。沙質海灘沙粒在波浪及沿岸流作用下產生輸沙現象，即在動床面(movable bed)上，薄層流(sheet-flow)常發生在作用於底床剪力較大之情況，此時流況呈掃流狀態而產生輸沙現象，根據 Dohmen-Janssen (1999)之研究，其體積濃度可達 52%，且分佈侷限於一薄層區域；薄層流上方則為懸浮層(suspension layer)，體積濃度約小於 8%，各別顆粒間距大於沙粒直徑，沙粒間碰撞效應減少。自然界中許多地方都可觀察到薄層流，例如河川中單向流情況(Sumer et al., 1994)，在高底床剪應力時，沙波消失，底質以薄層流方式移動，其狀態有別於一般之底移輸砂。或在海邊朔昇波帶(swash zone)，由於坡度較陡，薄層流現象常發生於朔昇迴流時(Yu et al., 1990;Berry & Tom, 2002)。另外在碎波帶內，Lin et al.(2002)，以水下攝影機觀察底床漂砂活動時，發現在底床仍有砂漣情況下，薄層流輸沙現象即非常活躍，加上普遍存在之海灘動盪(surf beat)引起的長週期流場振盪，使得碎波帶內漂砂現象錯綜複雜，不能單純以懸浮輸沙模式來推算海岸漂砂。

本研究為進一步瞭解碎波帶輸砂現象，在底床上加裝一具攝影機，以觀察波動下現場底床薄層流之發生與變化過程，由於薄層流之高濃度與薄層特性，僅能以小型電阻式探針進行量測，並估算薄層流發生時侵入底床之深度及其厚度。在實際海域中，薄層流多發生於碎波帶附近，其水理現象對於海岸地形變化之預測相當重要。

薄層流輸沙現象為二相流(two-phase flow)之流體運動，流體與底質交互作用，現象極為複雜，其輸沙量的估算影響海岸地形變化數值計算結果之正確性。為便於解析，海岸地形變化之數值模式，如 Trowbridge and Young (1989)，常引用輸沙經驗公式，如 Madsen and Grant (1977) 及 Kobayashi and Seo (1985)，進行計算。這些經驗公式大都由實驗室有限的試驗數據迴歸求出，其適用情形如何並未進一步考量。Horikawa et al. (1982) 在 U 形槽中以電阻式濃度計量測底部不同高度的濃度變化，試驗用底質為天然沙及塑膠屑，並由試驗結果界定薄層流發生的起始條件和輸沙濃度。Ahilan and Sleath (1987) 利用照相信號轉換為觀測底質之運動速度，並據此推算輸沙量。Staub et al. (1984) 則使用虹吸探測棒(siphon probe)於 U 形槽中施測瞬間輸沙濃度。

誠如前述，試驗室內有限的環境條件僅能提供有限的試驗數據，以作定性上之判別。然如擬正確估算近岸輸沙量，仍須由現場觀測直接取得相關參數，進行數值模式驗證與定量之推算方能得到更準確的相關性。此外，碎波帶附近底床其底床沙因波浪作用而懸浮致形成懸浮漂沙，此方面研究早期學者如 Fairchild (1959), Homma and Horikawa (1962)以及 Noda (1967)等皆曾以虹吸管抽取水中懸浮液分析，但在瞬息萬變的現場碎波帶內此種方法難於控制，終被放棄。

隨著科技進步，學者開始改用濁度計直接量測水中懸浮質濃度，比如 Sleath(1982), Brenninkmeyer(1975)以及 Wright et al.(1982)等。他們發現當波浪通過，在底床附近流向作 180°反向運動時在沙漣上方會產生較大懸浮質濃度。隨後又有許多學者利用各式器材針對碎波帶進行研究，以進一步瞭解碎波帶內波動、流場及懸浮質分佈的關係，如

Ifuku(1988), Kawata et al.(1990), Conley and Inman(1992), Kawata et al. (1992), Nishi et al. (1992), Kos'yan et al. (1999)等等，皆以現場觀測方式解析碎波帶內各因子間之相關特性。其中 Kawata et al.(1990)在沙灘上建立 250 公尺長、100 公尺寬的 T 型棧橋橫跨碎波帶，來回拉動拖橇以測量底床地形的變化，Conley and Inman(1992)則在底床上加裝一具攝影機，以觀察波動下沙漣形成之初始過程，當然觀測位置位於碎波帶外相當距離才能取得清晰影像，碎波帶附近的攝影觀察在當時仍是一大挑戰。

Niemeyer and Bakker (1990) 在現場以電阻式探針直接量測薄層流之濃度，並估算薄層流發生時侵入底床之深度及其厚度。Lin et al. (2002) 則以渠道式攝影裝置直接觀察現場薄層流運動及其侵入底床行為。碎波帶內波浪因觸底施予底床極大剪應力，發生薄層流時會伴隨底床侵蝕及上層懸浮。此為產生薄層流輸沙之主要因素，另外，碎波帶內底床沙漣結構發達，在不對稱波型作用下，底床輸沙行為極為複雜，需要全方位的觀測方法避免以偏概全。

本研究目的在瞭解碎波帶懸浮砂與流況分佈以及底床薄層流輸沙之啟動機制，解析薄層流瞬間輸沙、輸沙量、流速剖面與摩擦係數等邊界層物理量，進而探討平均輸沙量與影響因素之關係，以提供近岸漂沙預測模式之驗證與改進。

1.2 工作項目與內容

綜合以上說明，我們大致瞭解近岸漂沙現象複雜，觀測困難，目前採行之漂沙模式大抵以非常簡化的手法，應用經驗係數來略估輸沙量，在定性分析上也許尚可適用，但由於漂沙現象有強烈地區特性，因此任何環境因素的影響都有賴正確控制模式與參數才能因時因地獲得正確的定量評估，本計畫執行之主要工作內容如下：

1. 長期監測觀測地區之灘面與底床高程變化，以瞭解當地波況與漂沙現象對海岸之侵淤影響。

2. 蒐集外海入射波浪與流況資料，可獲得近岸海況之基本輸入條件。
3. 進行近岸海象之波浪、流與懸浮質等之觀測，可瞭解近岸地區之懸浮漂沙現象。
4. 以水下攝影系統深入觀察底床薄層流之輸沙現象。
5. 建立現場薄層流輸沙之觀測機制並取得相關流速、濃度與厚度等資料，以分析獲得其對應之行為模式。
6. 結合懸浮漂沙與底床薄層流輸沙以建立相關之輸沙模式。

由於相關研究工作將在極困難之情況下進行，唯有賴研究團隊不斷努力，逐一克服困難，希望能將多年研究成果提供各海域海岸侵淤之研判及輸沙量推估使用，以作為未來港灣工程建設之重要依據。

第二章 理論說明

在海岸地區當波浪之底流太大在平坦底床上形成一薄層高濃度輸沙現象稱為薄層流(sheet-flow)，隨波浪通過作往復運動，其重要性在高濃度的輸沙量對整體海岸漂沙有極大影響。近年來逐漸受到許多學者重視並試圖深入瞭解薄層流輸沙之發展過程與運動機制，但是因為機制複雜、觀測困難度高，所以大部份研究結果偏重於定性描述。欲將薄層流輸沙模式成功應用於海域漂沙推算仍然須要現場的實際觀測與驗證，只是現場觀測不但作業困難度高且缺乏適當的觀測儀器，因此至今仍資料闕如，亟待各界努力。而與現場現象較為類似又不受模型縮尺影響的量測資料則來自一些大型振盪水槽的觀測試驗(Wright, 2002; Dohmen-Janssen, 1999)，其觀測結果對薄層流內濃度與輸沙率有些具體數據，但對於輸沙量推算相當重要的流場結構仍所知有限。

Horikawa et al. (1982)首先嘗試量測 sheet-flow 濃度。Ribberink and Al-Salem, 1995; Katopodi et al., 1994; Chatelus et al., 1998; Dohmen-Janssen, 1999; McLean et al., 2001 等利用 Delft Hydraulics 的大型振盪水槽(Large Oscillating Water Tunnel(LOWT)) 量測 sheet-flow 濃度，不過結果多為定性的描述。Zala-Flores and Sleath, 1998; Sleath, 1999 等利用人造沙粒研究 sheet-flow 過程，對其發展有進一步瞭解，但人造沙與實際沙之基本性質仍有極大差異。

2.1 薄層流結構說明

水流通過沙漣時會發生渦流及流分離現象，Blondeaux et al.(1990)及黃等(1992)以數值方法模擬探討此流場之渦流結構。在波浪作用下，沙質海岸之底床為動床面(movable bed)，近岸地區由海向岸沙漣規模逐漸增大，尤其在碎波帶附近達到最大，根據觀察沙漣波高可達十數公分，波長約一米。波動底流作用在底床上使砂粒懸浮或底移形成漂沙，但是在碎波帶附近至灘線地區還有另一種重要的輸沙方式即薄層流

(sheet flow)輸沙。薄層流發生於底床作用剪力較大之情況，此時流況呈掃流狀態，輸沙濃度分佈侷限於一薄層區域，如圖 2.1 所示。由於該薄層區域流速大且濃度高，因此對近岸輸沙量估算會有重大影響，故逐漸受學者重視。

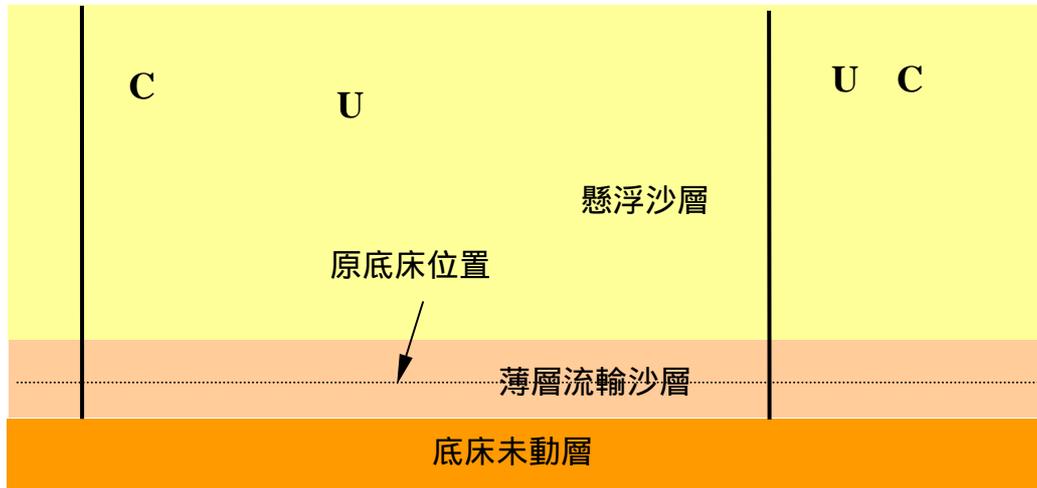


圖 2.1 薄層流輸沙層之圖解示意圖

薄層流輸沙為流體與底質交互作用的二相流(two-phase flow)，Horikawa et al.(1982)在 U 型槽中以電阻式濃度檢測器觀測薄層流的起始條件與輸沙濃度。Yu et al.(1990)則將該電阻式濃度檢測器用於現場灘面(swash zone)薄層流之觀測，發現薄層流下侵深度約 2~5mm 而移動層厚度則約 8mm。歐與許(1992)由輸沙延散方程式及流體運動方程式解析薄層流瞬間輸沙濃度分佈、輸沙量、流速剖面與摩擦係數等邊界層物理量，發現平均輸沙量約與最大徐爾滋數(maximum Shields number)的三次方成正比。Dong and Zhang(1999)則將薄層流輸沙分為三層，移動層(moving layer)下流速小於十分之一最大流速部份為不動層(immovable bed)，移動層之上界限則設為二十分之一最大濃度處，並分別根據流體與底質運動之連續方程式及動量方程式提出平坦底床受振動流作用的二相流模式。其控制方程式分別如下：

1.流體相與底質相之連續方程式

$$\frac{\partial \rho(1-C)}{\partial t} + \frac{\partial \rho(1-C)u_j}{\partial x_j} = \frac{\partial \overline{\rho C' u'_j}}{\partial x_j} \dots\dots\dots(2-1)$$

$$\frac{\partial \rho_s C}{\partial t} + \frac{\partial \rho_s C u_{sj}}{\partial x_j} = - \frac{\partial \overline{\rho_s C' u'_{sj}}}{\partial x_j} \dots\dots\dots(2-2)$$

2.流體相與底質相之動量方程式

$$\frac{\partial \rho(1-C)u_i}{\partial t} + \frac{\partial \rho(1-C)u_i u_j}{\partial x_j} = -\rho(1-C)g\delta_{i2} - (1-C)\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial T_{ij}}{\partial x_j} - f_i \dots\dots\dots(2-3)$$

$$\frac{\partial \rho_s C u_{si}}{\partial t} + \frac{\partial \rho_s C u_{si} u_{sj}}{\partial x_j} = -\rho_s C g \delta_{i2} - C \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial T_{sij}}{\partial x_j} + f_i \dots\dots\dots(2-4)$$

上些式中， $x_i(i=1,2,3)$ 為卡式座標系統， t 為時間， ρ 為流體密度， ρ_s 為底質密度， C 為底質體積濃度， u_j 與 u_{sj} 分別為 x_j 方向之水粒子與底質顆粒分速， p 是壓力， g 為重力加速度， δ_{ij} 為 Kronecker delta， T_{ij} 為紊流應力張量， T_{sij} 為底質顆粒間之應力張量， f_i 為 x_i 方向上流體與底質顆粒間作用力， C' 與 u' 則代表其變動量。

2.2 薄層流之濃度剖面分佈

O'Donoghue 在振盪水槽(Aberdeen Oscillatory Flow Tunnel)以 CCM 量測薄層流之濃度剖面，以未動底床層之濃度($C_0 = 1600\text{g/l}$)為 1 無因次化得

$$\bar{c}(z,t) = \frac{\beta(t)^\alpha}{\beta(t)^\alpha + [z + \delta_e(t)]^\alpha} \dots\dots\dots(2-5)$$

\bar{c} 為無因次化濃度， z 為無流時之底床上高程， t 時間， δ_e 為瞬時侵

蝕深度(erosion depth), $c = 1$ 在 $z = -\delta_e$ 時。 α , β 則為描述 erosion depth 上瞬時濃度剖面之參數, β 值愈小則隨高度增加濃度降得愈快, β 稱為 "distribution depth" 決定捲起沙層(entrained sediment)之垂直分佈。在 $z = z_a$ 之參考濃度為

$$\bar{c}(z = z_a, t) = \bar{c}_a = \frac{\beta^\alpha}{\beta^\alpha + [z + \delta_e]^\alpha} \dots\dots\dots (2-6)$$

c , δ_e , α , β 皆為 time-dependent, 重組得

$$\beta = \left\{ \frac{\bar{c}_a}{1 - \bar{c}_a} \right\}^{\frac{1}{\alpha}} (z_a + \delta_e) \dots\dots\dots (2-7)$$

代入(2-5)得

$$\bar{c} = \frac{(z'_a)^\alpha}{(z'_a)^\alpha + \left\{ \frac{1}{\bar{c}_a} - 1 \right\} (z')^\alpha} \dots\dots\dots (2-8)$$

其中 $z'_a = z_a + \delta_e$, $z' = z + \delta_e$

(2-8)式的優點為以參考濃度 c_a 來描述濃度剖面可以讓人對底床情況有較清楚的概念。

2.3 薄層流之侵蝕深度

試驗水槽振盪流實驗觀測得(1)流與侵蝕深度(erosion depth) δ_e 間有相位差,(2) δ_e 決不為零,就算反流流速為零時也一樣 以互相關分析 $\delta_e(t)$ 及流速 $u(t)$ 可得其相位差, 隨 θ_{max} 增加而增加。其原因可能是薄層

流厚度增加或近底床濃度增加或較大侵蝕深度的發生。

$$\phi = 0.1\theta_{\max} \dots\dots\dots(2-9)$$

$$\theta(t) = \frac{\frac{1}{2} f_w u(t)^2}{(s-1)gd_{50}} \dots\dots\dots(2-10)$$

$$\theta_{\max} = \frac{\frac{1}{2} f_w u_{\max}^2}{(s-1)gd_{50}} \dots\dots\dots(2-11)$$

其中，s 為 sediment 比重(s=2.65 for sand)，g 為重力加速度， f_w 為磨擦係數， θ_{\max} 為最大 Shields number。

Dick and Sleath, 1992; Zala-Flores and Sleath, 1998; Wright, 2002 等皆指出底床邊界效應會使底床流速領先主流速約 20°。粗沙或中沙時 $\theta(t)$ 與無因次侵蝕深度有明顯線性關係，

$$\frac{\delta_e(t)}{d_{50}} = C_1\theta(\omega t - \phi) + C_2 \dots\dots\dots(2-12)$$

C 為直線坡度， C_1 、 C_2 與流及底床條件有關 $\omega = 2\pi/T$ 為 flow circular frequency，T 為 flow period。細沙時因流懸浮沉澱較慢而有偏移現象，不適用上式。由實驗可得

$$\frac{\delta_e(t)}{d_{50}} = 2.8\theta(\omega t - 0.1\theta_{\max}) + 5.5(\theta_{\max} - 1) \dots\dots\dots(2-13)$$

同樣不適用於細沙時。另外

$$\frac{\delta_{e\max}}{d_{50}} = 8.3\theta_{\max} - 5.5 \dots\dots\dots(2-14)$$

許多輸沙公式選擇 $z_a=2d_{50}$ 處之濃度為參考濃度，但資料顯示正弦流(sinusoidal flow)時 pick-up layer 頂 $z_p = 0\text{mm}$ 處濃度變化較小；而不對稱流(asymmetric flow)時 pick-up layer 頂 $z_p = -1\text{mm}$ 處濃度變化較小。如以 z_p 作為參考高度則其時間平均、無因次參考濃度為 0.44。濃度峰值易發生於細沙、不對稱流之流速反向時，且在薄層流頂部最明顯。薄層流厚度是以體積濃度(volumetric concentration)為 8%即 $c=0.13$ 為薄層流頂部，當然以粗沙較薄而細沙較厚。

2.4 薄層流之流速量測

薄層流之流速測量困難在於流層很薄而濃度很高，Horikawa et al. (1982)在水槽試驗以逐格分析的照相法成功測得未流動底床上 2mm 處之沙粒子移動速度；Asano(1995)以相同方法量測塑膠顆粒移動速度。Dick and Sleath (1991, 1992)及 Zala Flores and Sleath(1998)分別用 LDA(laser Doppler anemometry)測 pvc 顆粒及 0.41mm 沙之薄層流流速；Ribberink and Al-Salem(1995)也以 LDA 觀測振盪流下 0.21mm 沙的薄層流運動，發現在未動底床上方 20mm 內的流速觀測並不可靠。McLean et al.(2001)在大型水槽以濃度互相關方法估算薄層流中沙粒通過兩組間隔 15~20mm 之 CCM 的速度，使用沙粒粒徑為 0.13mm 及 0.32mm；Dohmen-Janssen and Hanes (2002)則使用 0.24mm 的沙粒進行觀測。儘管學者不斷努力，但因量測技術與儀器的限制，使得定量觀測方面成果有限，主要的困難即在薄層流內非常高濃度的沙使得 LDA 或 ADV 等儀器都無法測得內部深層的顆粒運動速度 O'Donoghue(2004)則首先利用 UVP(ultrasonic velocity profiler)與 CCM 在實驗室內對薄層流內部流場及濃度分佈獲得較詳細的觀察。

當波浪作用下底床剪應力之最大 Shields parameter 約大於 0.8 時即

可能產生 sheet flow(Nielsen, 1992)

$$\theta(t) = \frac{\tau_o(t)}{\rho(s-1)gd} = \frac{1}{2} f_w u_o^2(t) \dots\dots\dots(2-15)$$

$$\theta_m = \frac{\tau_{om}}{\rho(s-1)gd} = \frac{1}{2} f_w u_m^2 \dots\dots\dots(2-16)$$

其中， $\tau_o(t)$ 為底床剪應力(bed shear stress)， $u_o(t)$ 為波浪作用下底床邊界層外水平流速， u_m 為最大水平流速， s 為底質沙比重， d 為底質沙粒徑， f_w 為波浪摩擦係數，是流粒子軌道振幅 A 與底床粗糙度 k 比值的函數($k=2.5d$)，但 Wilson(1989)則認為薄層流之摩擦係數與 d 無關；而與 A 及振盪流週期有關。不對稱振盪流實驗結果發現近底床流速領先主流速約 21° ，且邊界層厚度 δ_b 計算結果合乎 Fredsoe and Diegaard (1992)提出之公式

$$\frac{\delta_b}{k_N} = 0.09 \left(\frac{A}{k_N} \right)^{0.82} \dots\dots\dots(2-17)$$

其中，粗糙度 $k_N=2.5d$ 。粗沙之平均淨輸沙量向岸並局限於底床附近；但細沙時薄層流內淨輸沙方向向海而懸浮層輸沙則向岸。

以上相關薄層流模式或可應用於底床平坦地形之輸沙量估算，但是根據 Lin et al. (2002)在現場攝得之底床輸沙活動顯示，碎波帶內底床沙漣結構發達，在波動之往復振動底流作用下，沙漣結構上之輸沙活動包括懸浮質、底移質及薄層流三者同時出現情況。因此以數值方法估算近岸輸沙量必須將三者同時應用在有沙漣結構之輸沙模式上，但是在缺乏適當的觀測儀器下，現場薄層流輸沙至今仍無法作有效的量測，只能作定性上的觀察。

本研究初期將以安平近岸海域為主要觀測現場，因為該地點潮間帶灘面較陡，碎波線離岸較近，方便儀器安裝。本研究擬利用微型多光點沙面活動監測儀、高頻剖面流速儀以及新型渠道底床攝影裝置等進行現場觀測，將可以清楚觀察出現場底床沙粒之運動、流速與濃度分佈等。計畫執行時將分別在不同季節針對不同波況條件下進行觀測，蒐集現場波浪、底床沙之運動、流速與濃度分佈等資料。據以分析薄層流輸沙之啟動機制，解析薄層流瞬間輸沙、輸沙量、流速剖面與摩擦係數等邊界層物理量之關係。可能遭遇困難為夏季颱風發生時將影響現場資料之蒐集，必須妥善避開颱風期以維現場作業安全。

第三章 現場觀測與分析

近岸海域漂沙現象多發生在碎波帶內，外海入射波浪在碎波帶外開始因觸底與底床磨擦，於接近碎波帶時，波浪逐漸變形、崩潰並重擊底床，在進入碎波帶後將所有波能釋出，在此一區域內激烈攪動起底床沙並將懸浮沙帶離現地形成漂沙。至今我們知道碎波帶內的漂沙作用不只有懸浮沙部份，底床附近的薄層流輸沙因濃度高、速度大，對近岸漂沙更為重要。以往相關漂沙研究為方便計多採用實驗室觀測方式，其研究因沙粒特性無法配合縮尺，因此結論多只能作定性描述。為瞭解現場海域之實際漂砂狀況，則必須將儀器安裝於現場碎波帶附近，實際量測碎波帶內的流場與懸浮質濃度分佈，並推算其輸砂量。

海岸漂沙現象包括懸浮漂沙與薄層流輸沙，由於薄層流輸沙部份須要較特殊之觀測儀器，本年度研究主要仍針對懸浮質輸沙及地形變化進行觀測。

3.1 觀測地點說明

台南安平商港以南至二仁溪口間有一綿延約六公里之沙灘，當地稱為黃金海岸，灘地寬闊適合提供民眾各種休閒活動。不過該沙灘面對臺灣海峽，一年中受冬季的東北季風，夏季的西南季風、颱風，以及潮流等影響，漂沙活躍，地形變化極大。由於附近有安平商港及興達漁港，有必要對當地海岸漂沙活動進行瞭解。現場觀測站設立於安平港以南約四公里，二仁溪口以北約二公里處，位置如圖 3.1。現場海岸線約南北走向，沙灘寬約 60 公尺，不過在季節風與颱風作用下可能會有相當大的變化，因此進行灘面高程測量時特別延伸至海下底床部份。

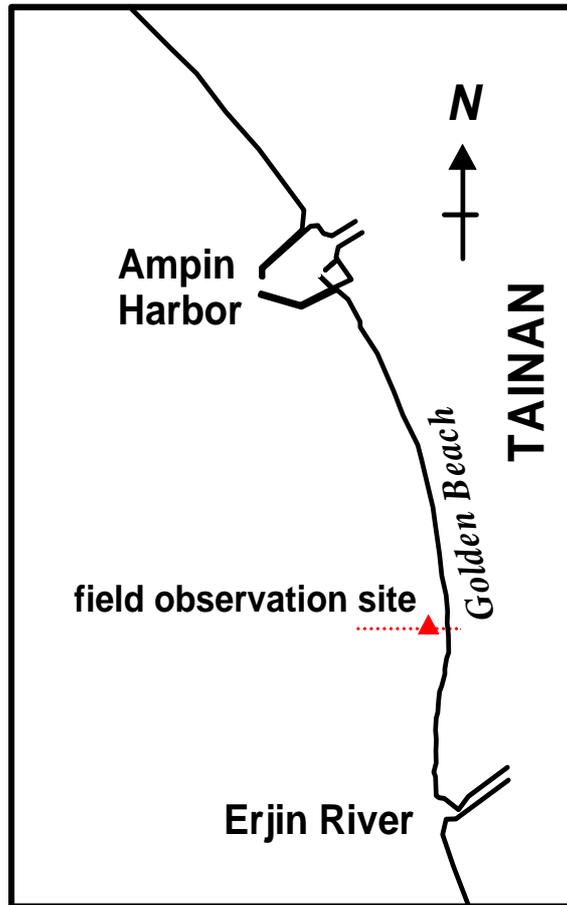


圖 3.1 安平近岸海象及漂沙觀測站位置圖

測點附近海岸線為南北走向，冬、夏季時分別受東北與西南季風影響，海岸地形受不同方向的優勢漂砂作用而有不同變化。圖 3.2 顯示當地主要波浪能量來自 SSW 及 WSW 方向間，並集中於每年 5 月至 9 月，即夏季西南季節風時。如以 S、SSW、WSW 及 WNW、NNW、N 分別代表沿岸向北及向南方向之輸沙作用能量，其能量比約為 4:1，所以全年漂沙優勢方向為向北。

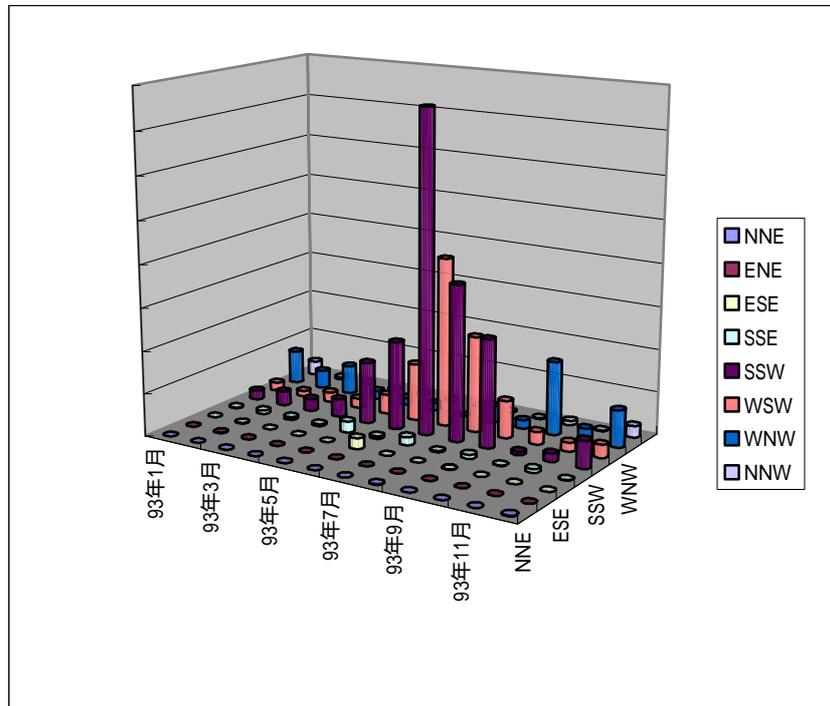


圖 3.2 安平海域全年波浪能量分佈

3.2 現場地形測量

安平海岸漂沙活躍，海岸線受季節風浪與潮流作用，不斷改變，底床漂沙移動方向除沿岸方向外還有向、離岸方向，因此有必要持續進行灘面與底床測量，以瞭解該海域波浪與漂沙之關係。地形測量高程由附近灣裡濱海陸橋之 G090 水準點引入，並在近岸碎波帶觀測站附近堤防上選擇一固定地面參考點，以經緯儀及水準儀逐一定點量測灘面高程，說明如圖 3.3。至於水面下較淺部份則由潛水人員協助扶持標桿尺，而較深部份則須由水位儀之觀測資料逐點校正潮位差後計算取得。

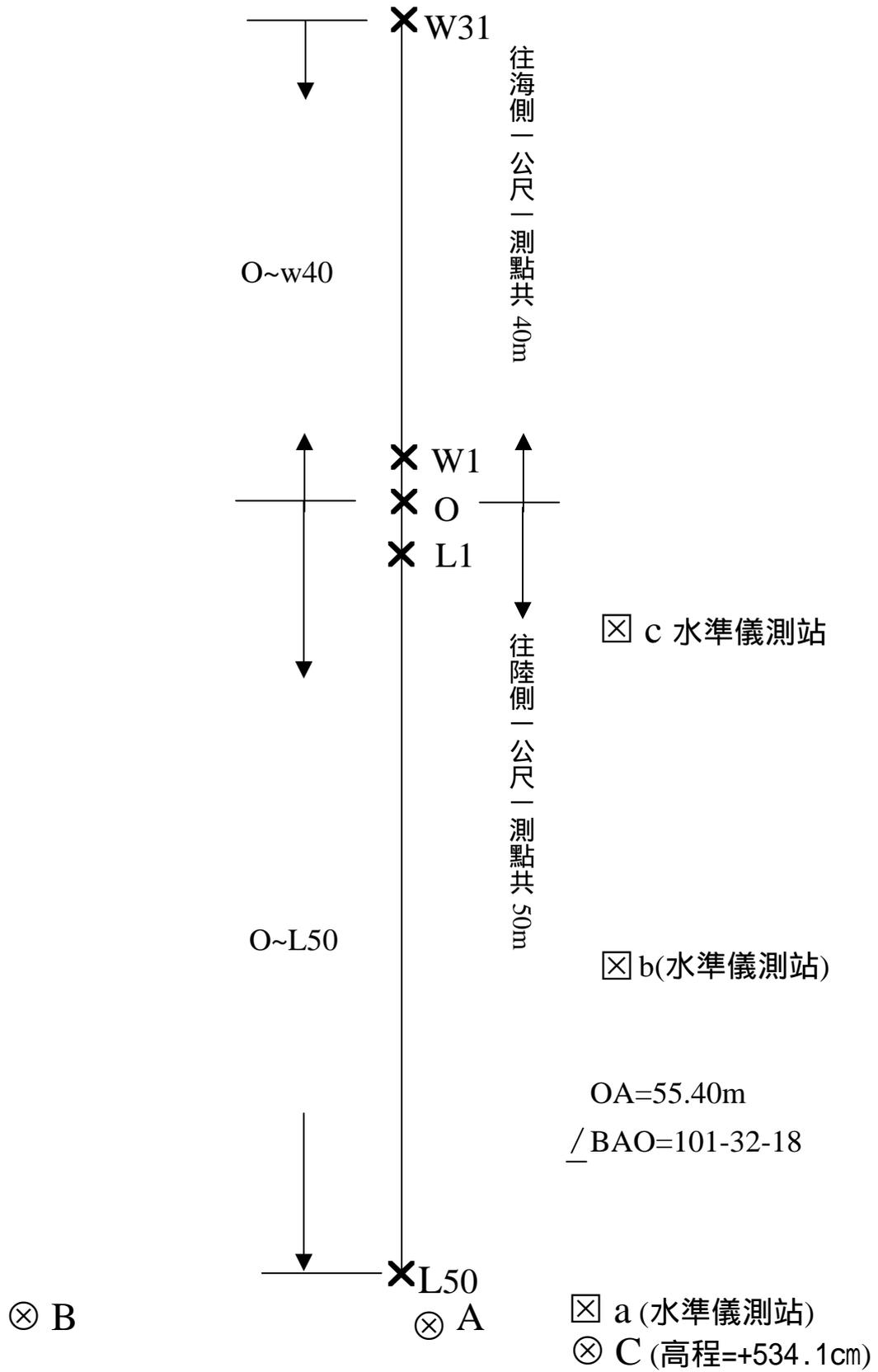


圖 3.3 灘面地形與高程測量示意圖

圖 3.4、圖 3.5 及圖 3.6 分別為 94 年 11 月至 95 年 3 月、95 年 3 月至 95 年 8 月以及 95 年 9 月至 11 月之海岸灘面與水面下底床高程變化情形。顯示冬季期間，北方布袋斜向西北方向延伸之陸地海岸阻擋了北風浪進入該海域的能量，使該海域灘面與近岸底床地形變化不大，水面下底床則有稍許淤積情形。每年 3 月至 8 月該海域逐漸盛行西南風，強烈風浪直接侵入該海域，在碎波帶以較大入射角形成向北沿岸流，碎波帶不但捲起大量懸浮砂，沿岸流及底迴流更將懸浮砂向北及外海方向帶走，因此造成該海域灘面與近岸底床地形之強烈侵蝕。

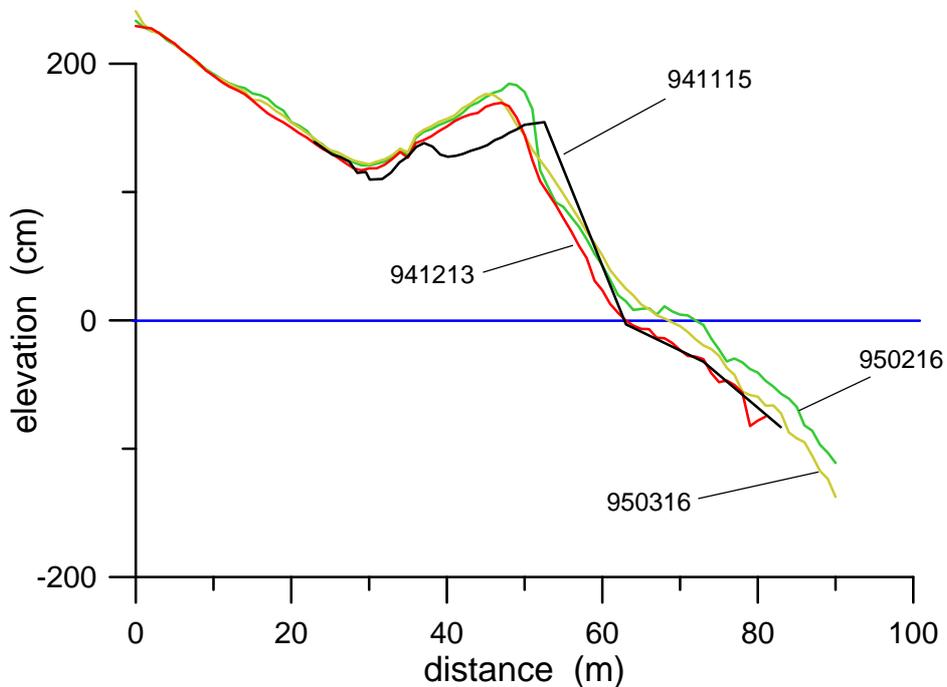


圖 3.4 94 年 11 月至 95 年 3 月之灘面與近岸底床地形變化

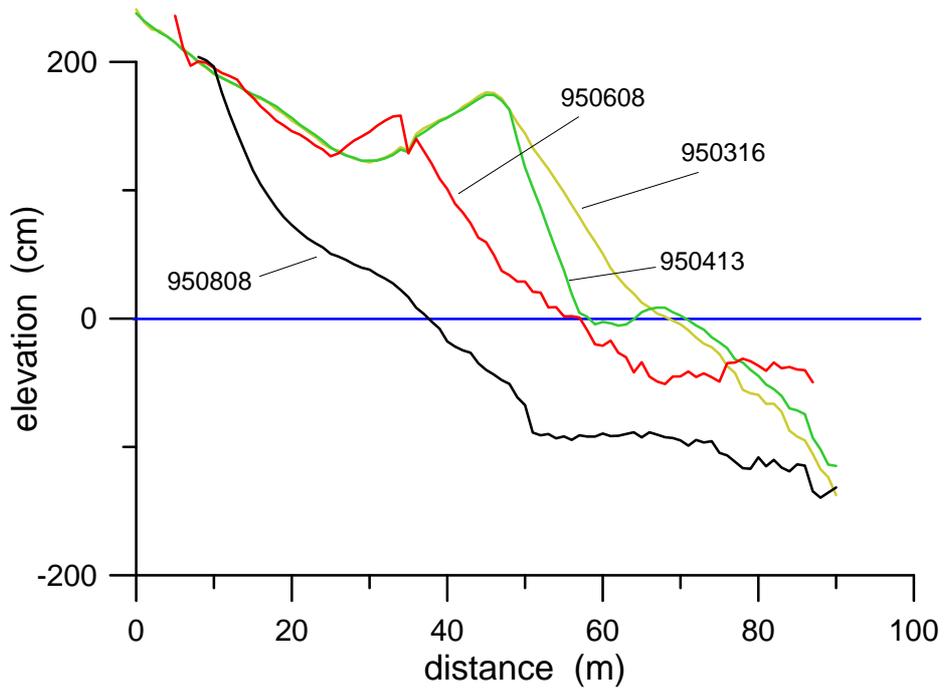


圖 3.5 95 年 3 月至 95 年 8 月之灘面與近岸底床地形變化

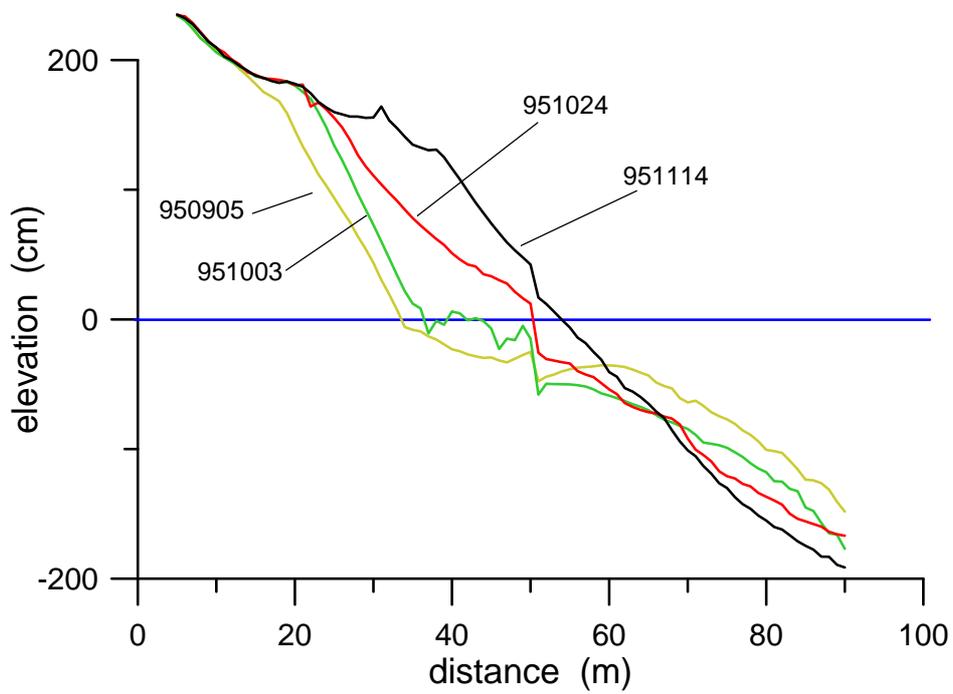


圖 3.6 95 年 9 月至 95 年 11 月之灘面與近岸底床地形變化

該海域於 9 月後西南風逐漸減弱，並進入東北季節風時節，微弱風浪與稍微向南的碎波入射角度使該海域灘面又逐漸回填淤積，雖然較深水域仍有少許侵蝕現象。該海域南側有二仁溪為主要漂砂來源，夏季強烈西南風浪將沿岸懸浮砂帶往外海及北方，由於北方海岸建有向海延伸的安平港防波堤，阻擋沿岸輸砂並使漂砂在防波堤南側淤積。冬季東北風風浪受北方陸地地形阻擋，風浪大受影響，接近海岸時碎波角度將近垂直，碎波時向南輻射應力小，往南輸砂能力也大為減弱。此時沿岸輸砂主要受南、北向變化的潮流影響，由於現場海域南有二仁溪口，溪口多淺灘，未受遮蔽的東北風風浪在此因碎浪產生大量懸浮砂，較之北方受遮蔽的海岸，由二仁溪上游攜帶出海的漂砂便逐漸在該海域淤積，此為海岸不平衡輸砂的結果。本研究將持續進行測量監控，以瞭解該海域海岸變化趨勢與波浪、潮流等之關係。

3.3 現場觀測作業與資料分析

本研究分別於冬、夏兩季在測點碎波帶內外裝設多層次流速計及濁度計等，以 2Hz 取樣方式量測離底不同高度之流速與懸浮質濃度，波浪儀取樣頻率則為 4Hz，每個測點觀測時間約十分鐘，同時將整組儀器在最短時間內沿垂直海岸線方向移動，最後經潮位修正、時間校正與觀測值率定後可以獲得近岸碎波帶附近不同相對位置之波浪及剖面流場與懸浮質濃度分佈，圖 3.7 為 2006 年 6 月 8 日進行現場觀測時之碎波帶附近地形與相關測點位置。流速計、水位計及濁度計等儀器配置如圖 3.8。

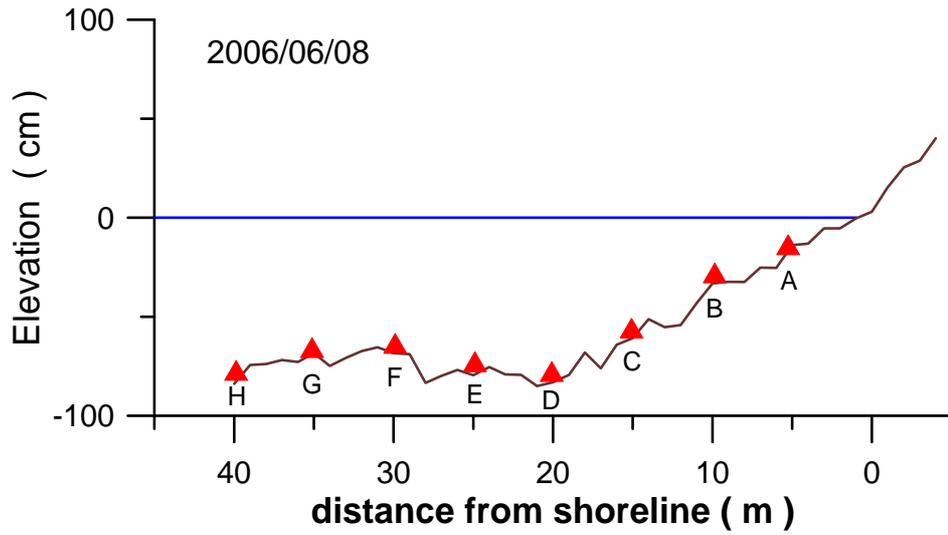


圖 3.7 碎波帶附近地形與相關測點位置

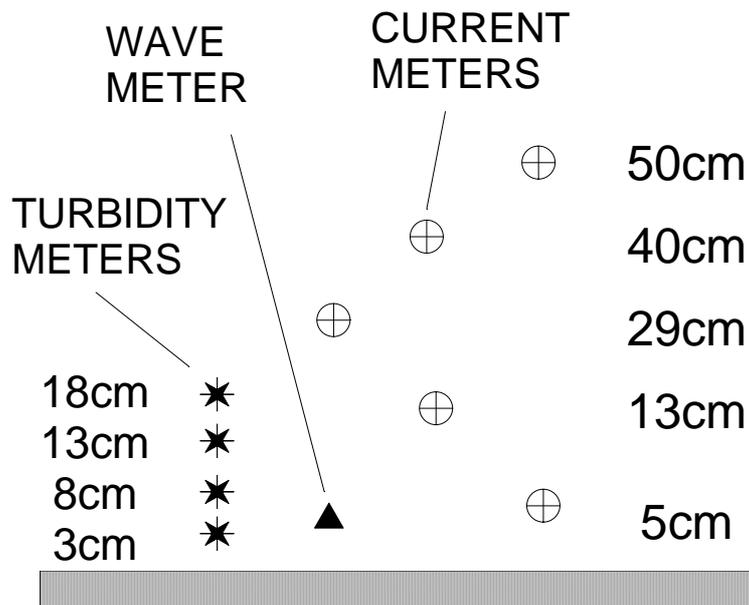


圖 3.8 現場觀測儀器配置圖

3.3.1 西南季節風時之現場觀測與資料分析

本(95)年 6 月 8 日進行現場觀測時，海面吹西南風，5 至 6 雷雨區陣風 9 級，中至大浪。碎波帶內底床坡度約為 0.047，夏季浪大，碎波相似參數(surf similarity parameter)介於 0.5 與 3.3 之間，碎波多為捲波(plunging breaker)形態，碎波點波高將近 1m，圖 3.9 為現場碎波之連續照片。





圖 3.9 現場碎波之連續照片

波浪由外海向岸前進並於近岸地區碎波帶內崩解，波能瞬間大量釋出，引起漂沙現象。在現場進行觀測時，為考量儀器安全及取得資料的正確性，大多採用自記式儀器，避免外部訊號線路被碎浪、急流毀損。近岸碎波點距岸約 40 公尺，視當時浪況而定。作業時由岸向海方向選取 8 個測點，每個測點相距 5m。五組二維電磁式流速計分別安裝於離底 5cm、13cm、29cm、40cm 及 50cm 位置，進行現場量測，取樣頻率為 2Hz。碎波帶內底床上 5cm 處之平均流速與流向如圖 3.10，圖中右側 y 軸為岸線位置，顯示碎波帶內底床附近之平均流場為向北及向外海方向，較大流速發生於碎波點附近。向北之沿岸流不斷將懸浮砂往北帶，如果南側二仁溪口之砂源補充不及，則造成海岸侵蝕。圖 3.11 則為碎波點附近之垂直剖面流況，y 軸為離底高度，x 軸負值為向外海方向流速，圖中顯示底床上 50cm 高度內有向海之底迴流存在，該底迴流將碎波捲起之懸浮砂帶往外海，也會造成海岸侵蝕。整合碎波帶內各個測點之觀測結果，其流場分佈如圖 3.12，強烈的底迴流將近岸侵蝕的砂帶至碎波帶外形成暫時性沙洲。

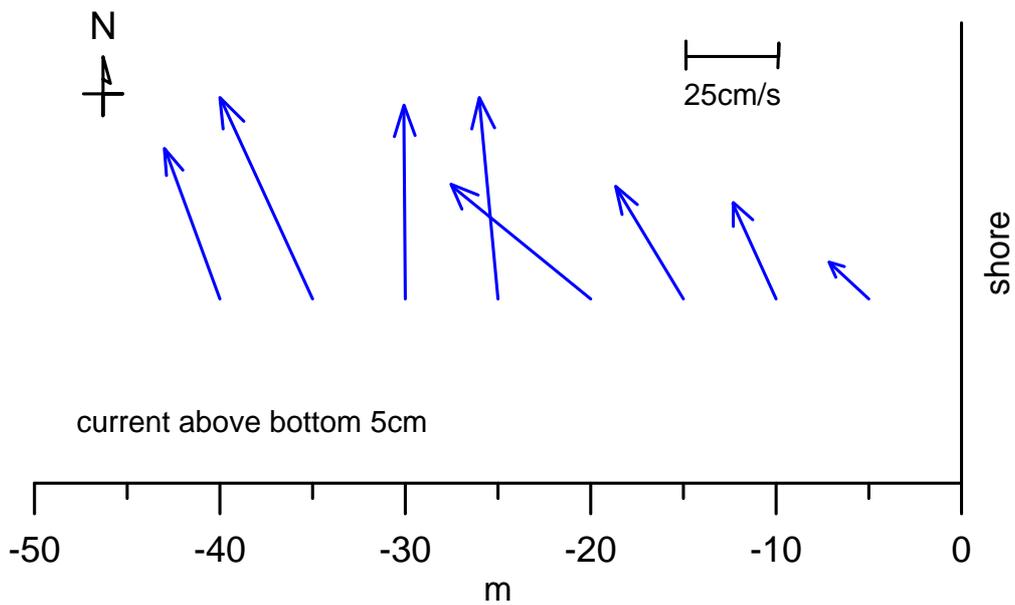


圖 3.10 碎波帶內底床上 5cm 處之平均流速與流向

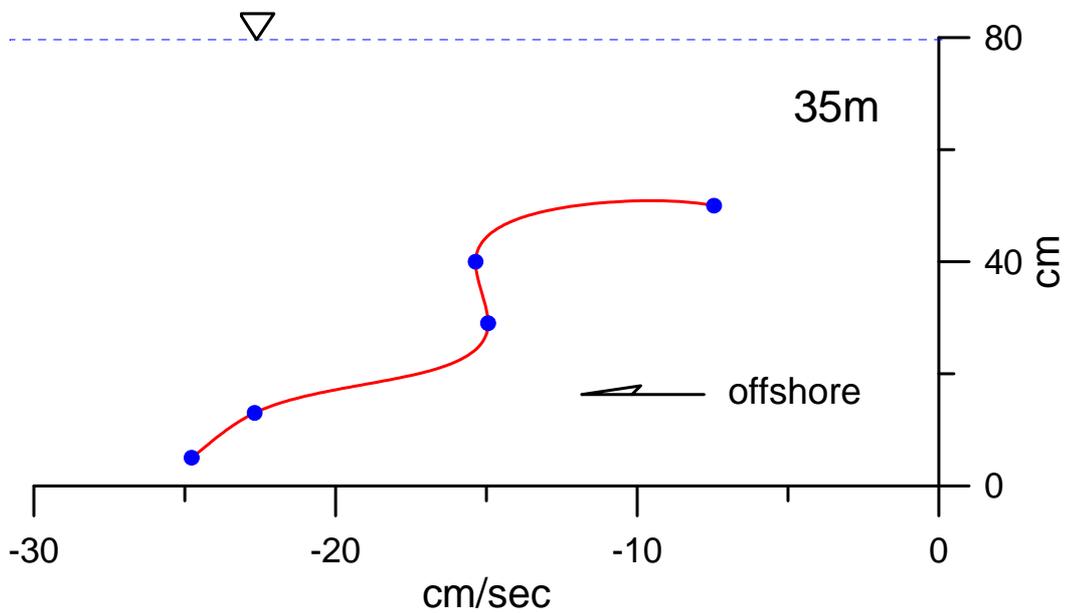


圖 3.11 碎波點附近之垂直剖面流況

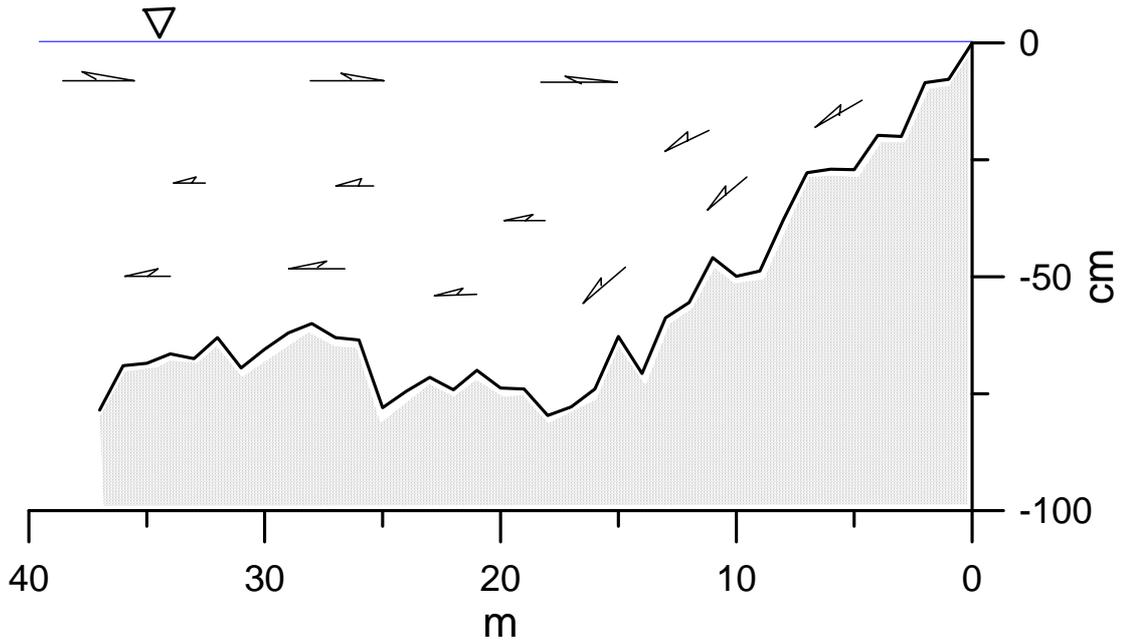


圖 3.12 碎波帶內之斷面流場分佈示意圖

另外，安裝於離底 3cm、8cm、13cm 及 18cm 高度的濁度計則分別觀測底床附近不同高度位置的懸浮質濁度，經率定轉換後可得懸浮砂之濃度。圖 3.13 為碎波帶內垂直剖面之平均懸浮砂濃度分佈，其濃度在離底 20cm 高度內高達 4g/L 且呈均勻分佈，顯示碎浪在碎波帶內之劇烈攪拌作用。圖 3.14 則為由岸向海垂直斷面之平均懸浮砂濃度分佈，圖中顯示在距岸約 30m 位置出現最大懸浮砂濃度，其位置正好位於碎波點前方，由於該處之沿岸流最強，因此也是最大沿岸輸砂量位置。

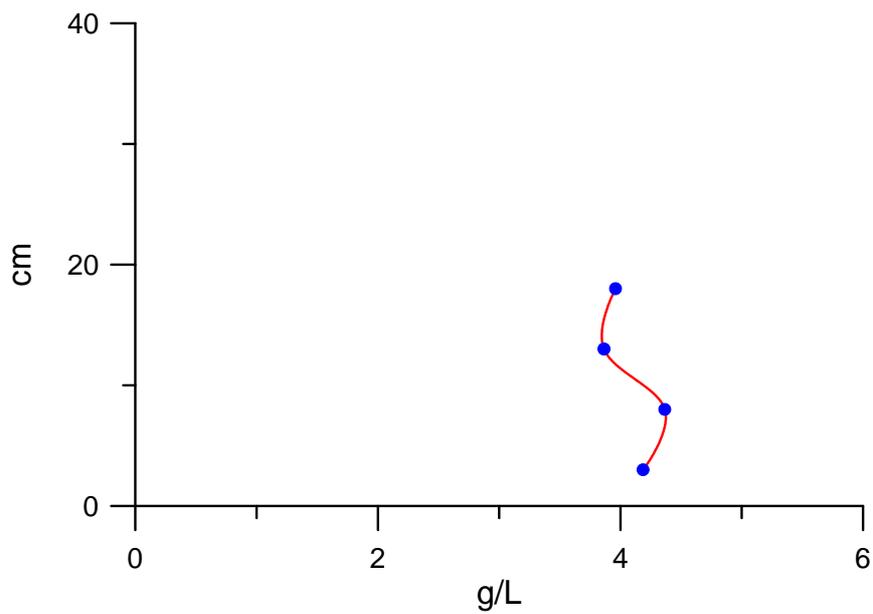


圖 3.13 碎波帶內垂直剖面之平均懸浮砂濃度分佈

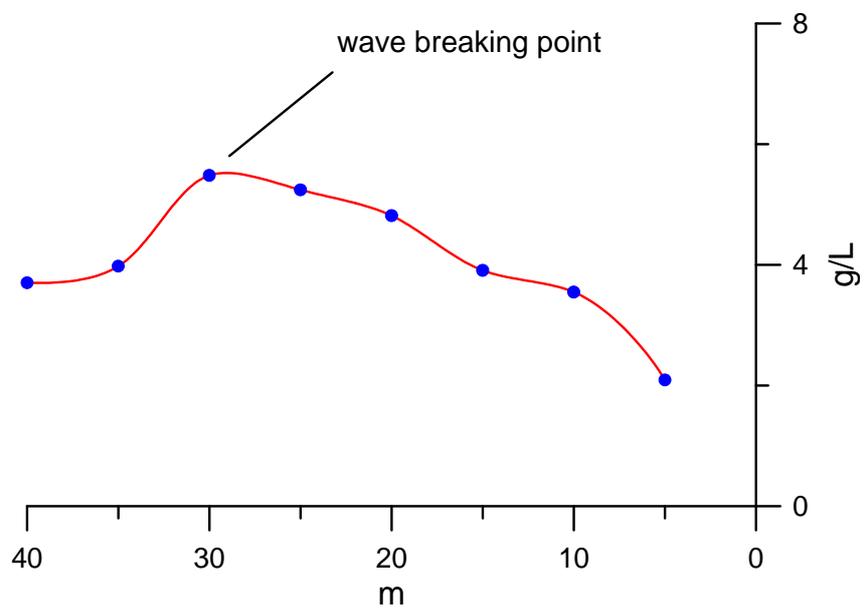


圖 3.14 由岸向海垂直斷面之平均懸浮砂濃度分佈

2 月當臺灣海峽東北季節風稍微減弱之際，南部海域已開始吹起西南風，雖然風浪不大但對本地海岸已開始發生侵蝕作用，圖 3.15 即顯示海岸灘面由淤積轉為侵蝕之際，灘面出現波浪作用所造成之斷崖結構。本次觀測由岸向外海方向共設置 15 個觀測點，分別位於離岸 15m、20m、25m、30m、35m、40m、45m、50m、55m、60m、70m、80m、90m、100m 及 110m 等位置架設儀器進行現場觀測，儀器配置如圖 3.16。在各個測點以垂直剖面配置之電磁式流速計及濁度計等進行剖面及斷面觀測，流速量測點分別位於離底 4cm、10cm、16cm、27cm、39cm、58cm 及 85cm 等高度位置，濁度量測點則位於 2cm、8cm、13cm、18cm 及 26cm 等高度位置，另外還有水位計分別量測各測點之水位與波高。

圖 3.17、圖 3.18 及圖 3.19 分別為離岸 20m、35m 及 60m 等不同位置之垂直剖面流況，圖中顯示在底床上約 30cm 高度內存在一流向外海方向的底迴流，而 30cm 以上至水面之間則有流向岸的平均流，兩者形成一環流系統，由於波浪捲起之懸浮砂主要分佈於底床附近，因此該環流系統的形成為造成海岸侵蝕的主要原因之一。觀測當時海面吹西南風，4 至 5 陣風 7 級，小至中浪，碎波帶只有約 25m 寬，碎波帶內受碎波角度形成之輻射應力作用使沿岸流方向向北，但碎波帶外由於沒有碎波之輻射應力作用，在當時之退潮流作用下，流向往南，圖 3.20 為斷面沿岸方向之平均流流速變化，右側 y 軸為陸地灘線位置。考量懸浮砂濃度主要集中於底床附近，繪出斷面上各測點底床上 4cm 之流場如圖 3.21，顯示碎波帶內懸浮砂被帶往西北方向，如南來砂源補充不及，則會造成海岸侵蝕現象。

圖 3.22 為平均剖面懸浮砂濃度分佈，主要懸浮砂濃度集中於底床上 10cm 厚度內，圖 3.23 則為懸浮砂濃度之斷面分佈情形，在 45m 及 20m 位置出現較高懸浮砂濃度，分別是當時碎波點位置。圖 3.24 為斷面流場環流系統之示意圖。



圖 3.15 灘面出現波浪侵蝕作用所造成之斷崖結構



圖 3.16 現場觀測儀器配置

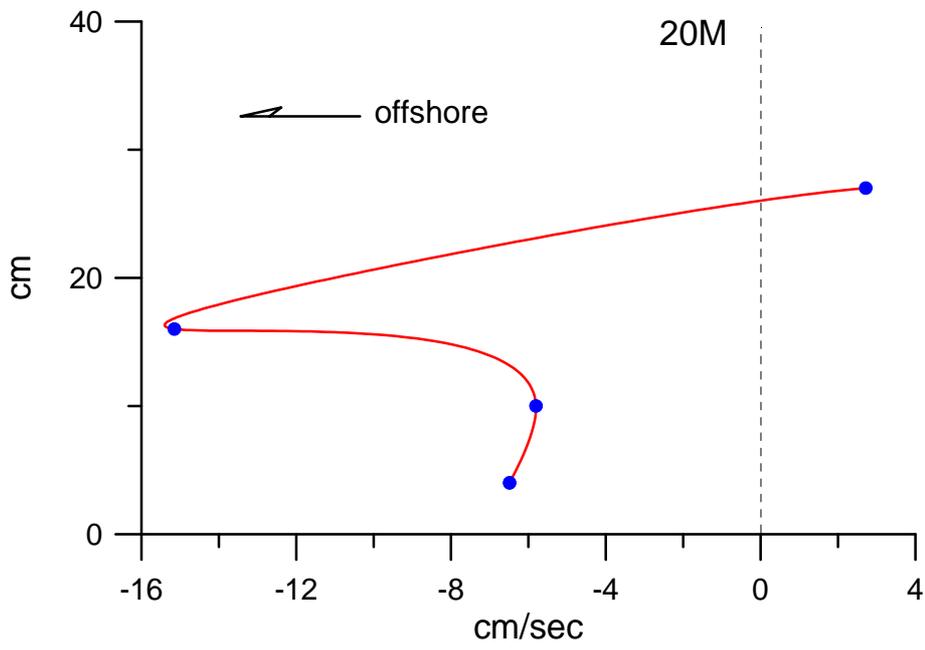


圖 3.17 距岸 20m 處之剖面流速分佈

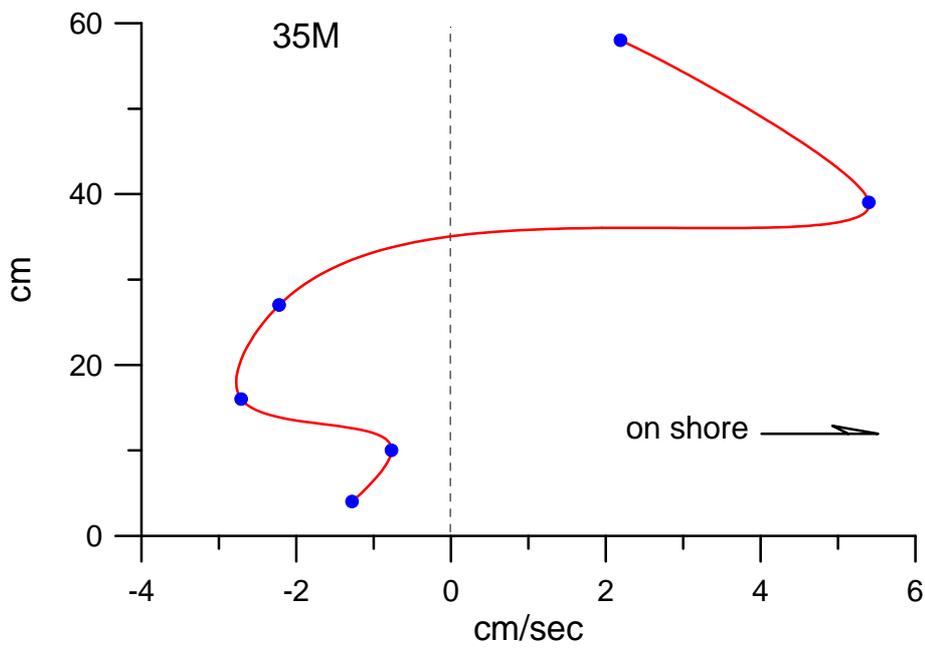


圖 3.18 距岸 35m 處之剖面流速分佈

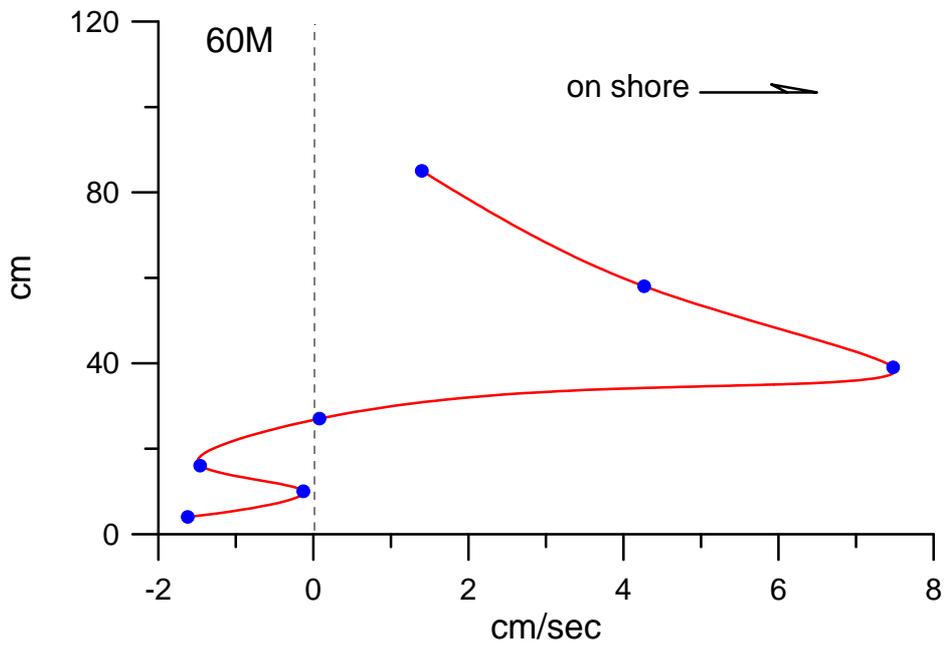


圖 3.19 距岸 60m 處之剖面流速分佈

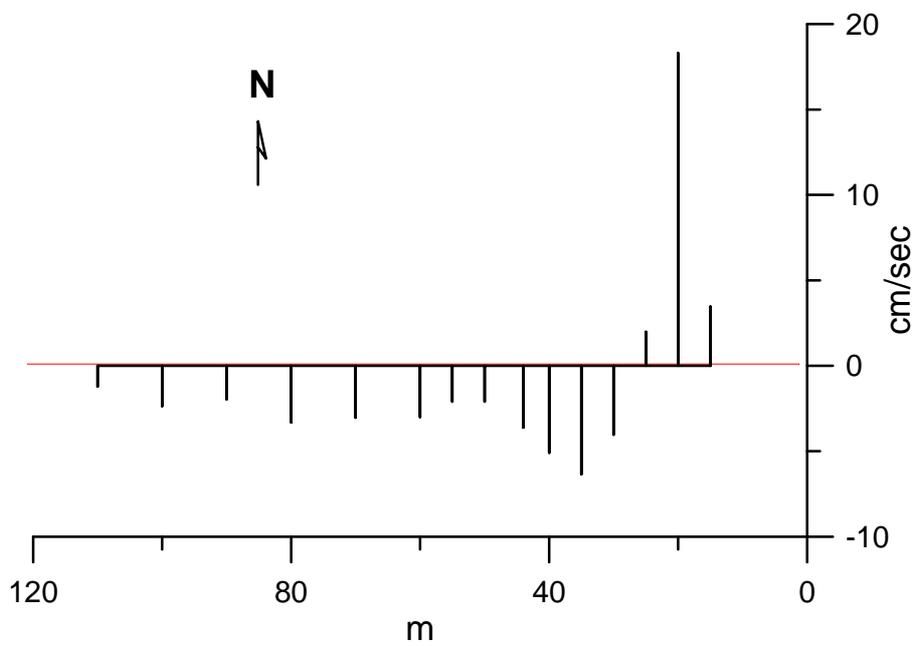


圖 3.20 斷面沿岸方向之平均流流速變化

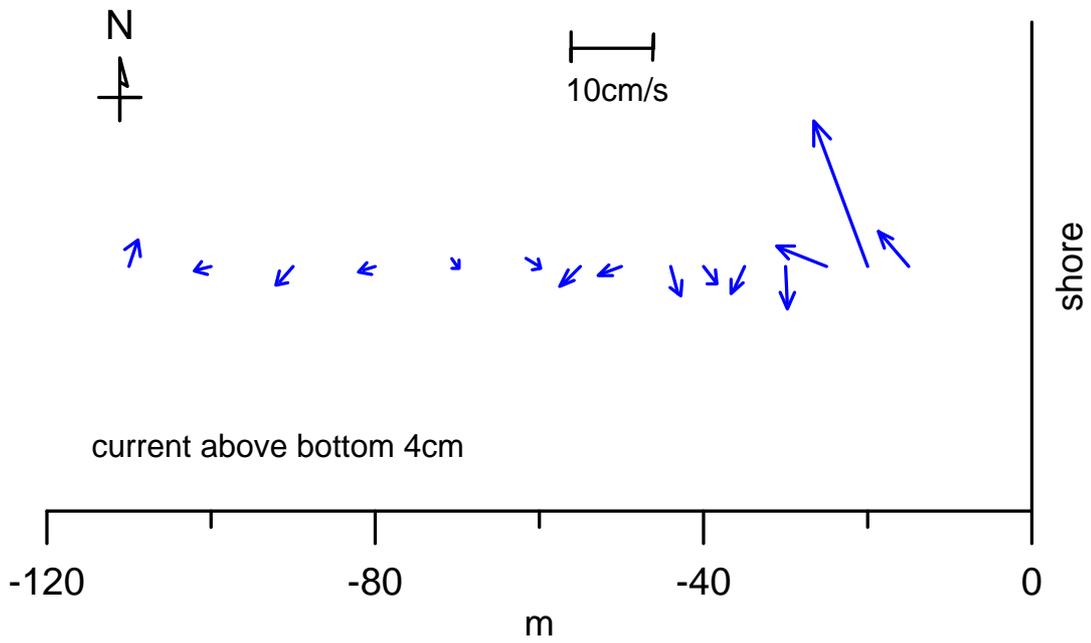


圖 3.21 斷面上各測點底床上 4cm 之流場

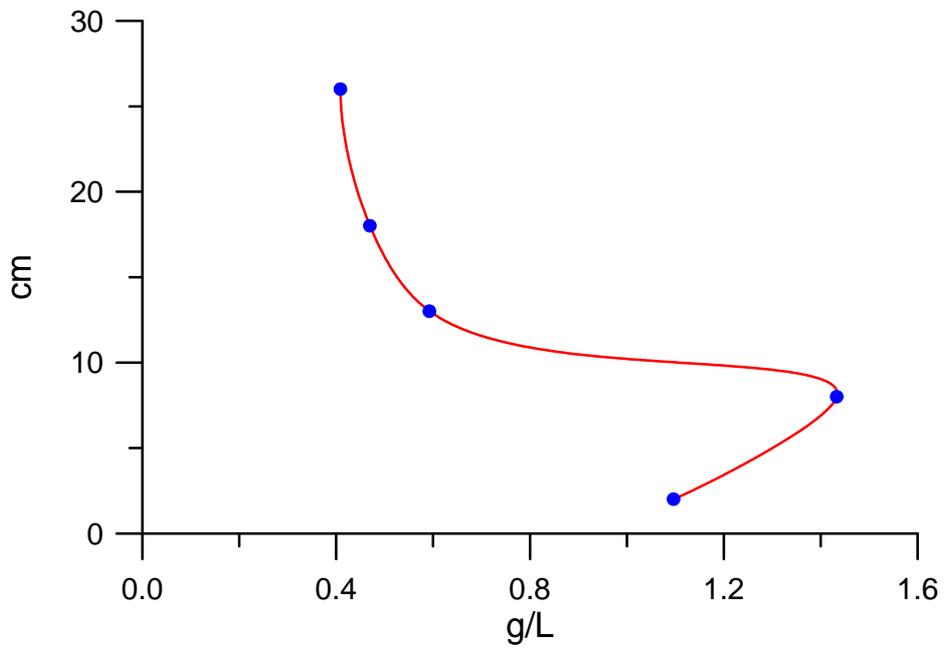


圖 3.22 平均剖面懸浮砂濃度分佈

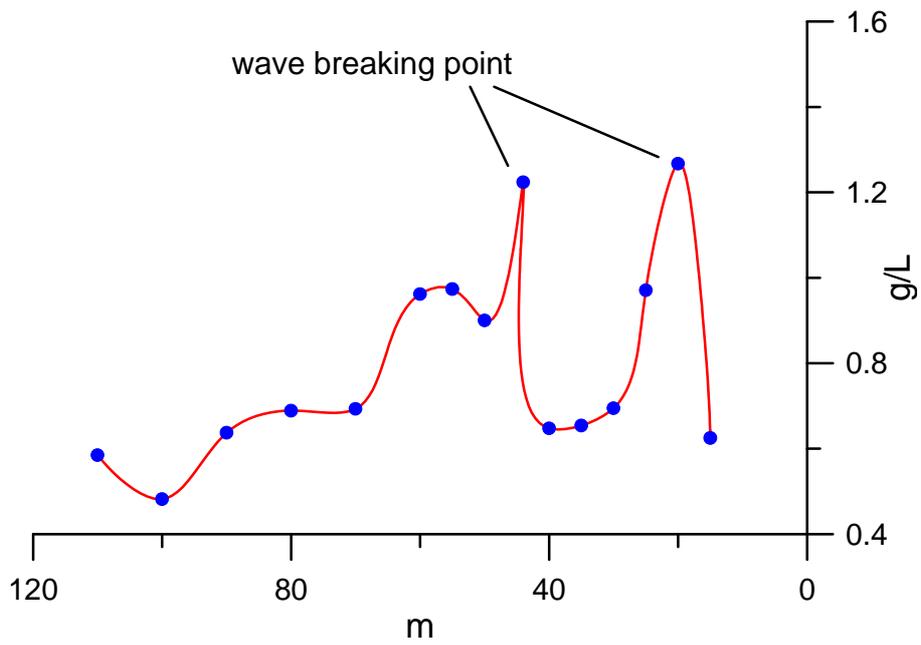


圖 3.23 懸浮砂濃度之斷面分佈

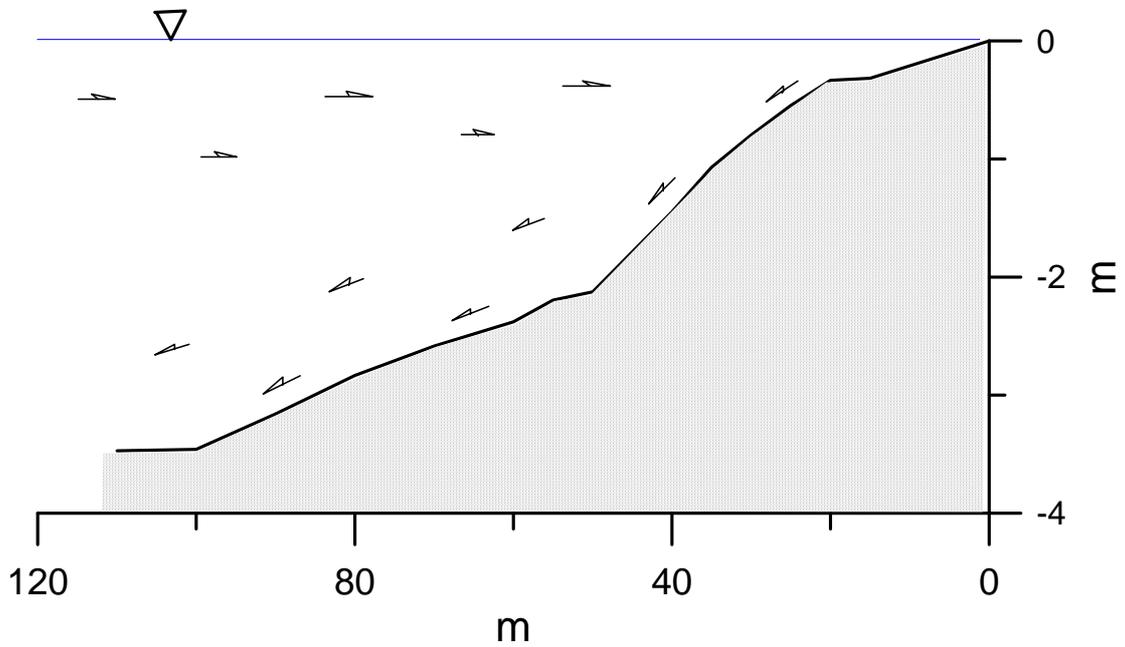


圖 3.24 斷面流場環流系統之示意圖

3.3.2 東北季節風時之現場觀測與資料分析

本(95)年 10 月進行現場觀測時，碎波帶內底床坡度約為 0.036。檢視圖 3.4、圖 3.5 及圖 3.6，該海域於夏季末西南季節風開始減弱，即 9 月至 11 月平均水位上之陸地灘面明顯淤積，但平均水位下較深部份之底床則被侵蝕，因此碎波帶之靠岸內側灘面逐漸變陡，直至 2、3 月時達到最陡，其平均水面下之碎波帶內側底床坡度約為 0.063。3 月起該海域西南風逐漸增強，3 月至 8 月平均水位上之陸地灘面被明顯侵蝕，而平均水位下較深部份之底床則有淤積情形，因此碎波帶之靠岸內側灘面逐漸變緩，直至 9 月時達到最緩坡度，其平均水位下之碎波帶內側底床坡度約為 0.012。

該海域東北季節風時，近岸海域因陸地遮蔽效應使波浪大為減小，其碎波相似參數(surf similarity parameter)小於 0.5，碎波多以溢波(spilling breaker)形態出現，如圖 3.25。



圖 3.25 東北風時之溢波(spilling breaker)形態碎波

本(95)年 10 月於現場進行水面波高測量，海面吹東北風，4 至 5 陣風 7 級，小至中浪，其近岸之波高變化如圖 3.26，在近岸約 37m 與 20m 附近各有一個碎波點，波向幾與岸垂直。量測時正好是退潮時段，潮流加上因波浪碎波引起的向南輻射應力使近岸地區有較大向南沿岸流，底床附近同樣出現底迴流可將底床附近懸浮砂往外海方向攜帶，如圖 3.27 為近岸離底 6cm 高之流速與流向分佈，較大流速發生於近岸 20m 範圍內。平均懸浮質濃度分佈則如圖 3.28，在碎波點及近岸地區有較大平均懸浮質濃度出現，檢視各測點之剖面懸浮質濃度如圖 3.29，底床附近有較大懸浮質濃度，碎波點濃度變化斜率最大，剖面平均懸浮質濃度分佈則如圖 3.30。

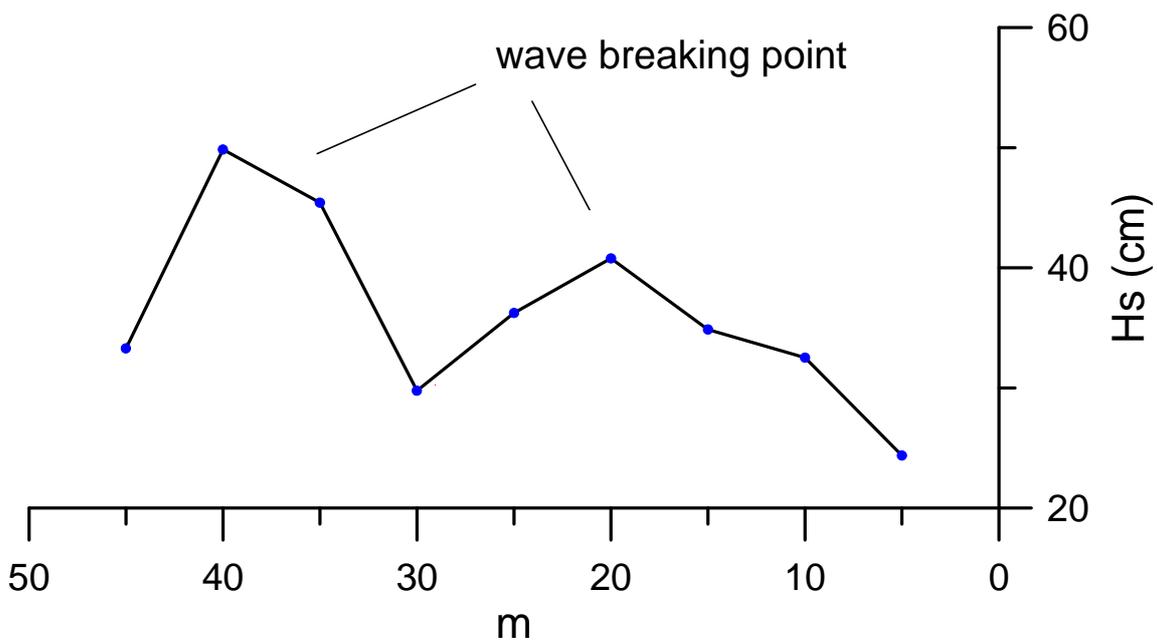


圖 3.26 近岸之波高變化

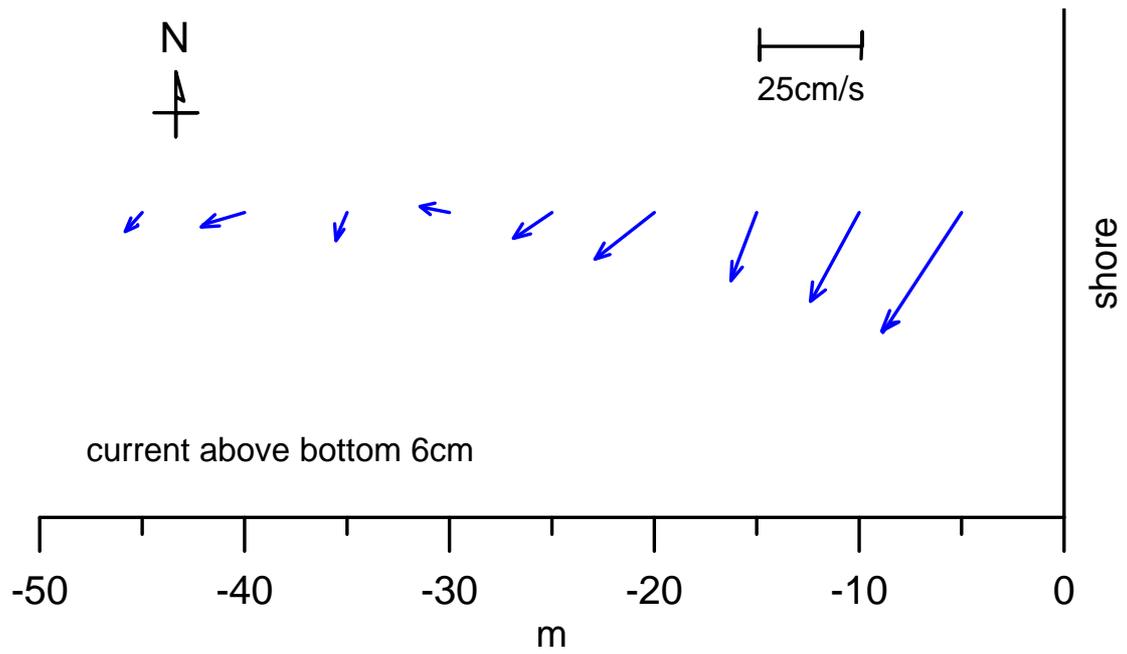


圖 3.27 近岸離底 6cm 高之流速與流向分佈

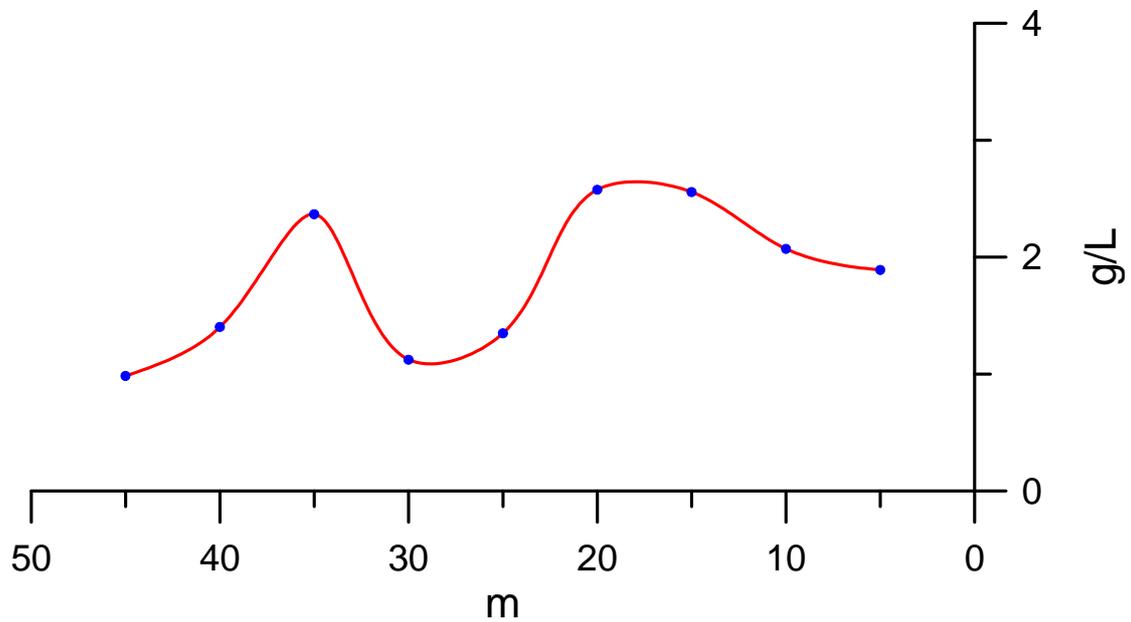


圖 3.28 平均懸浮質濃度分佈

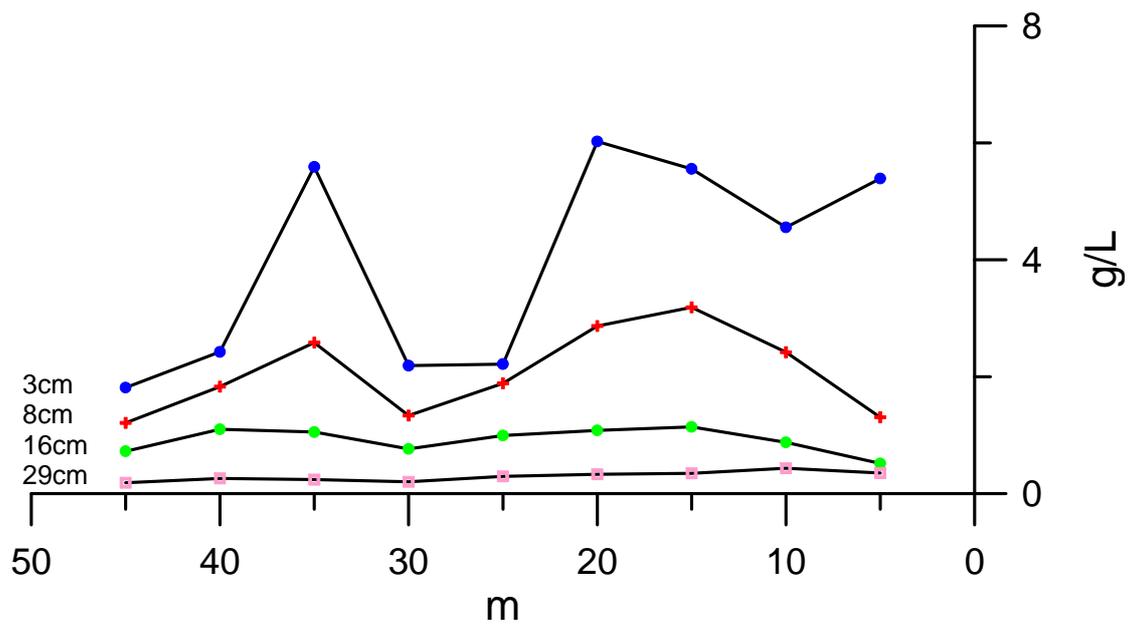


圖 3.29 各測點之剖面懸浮質濃度

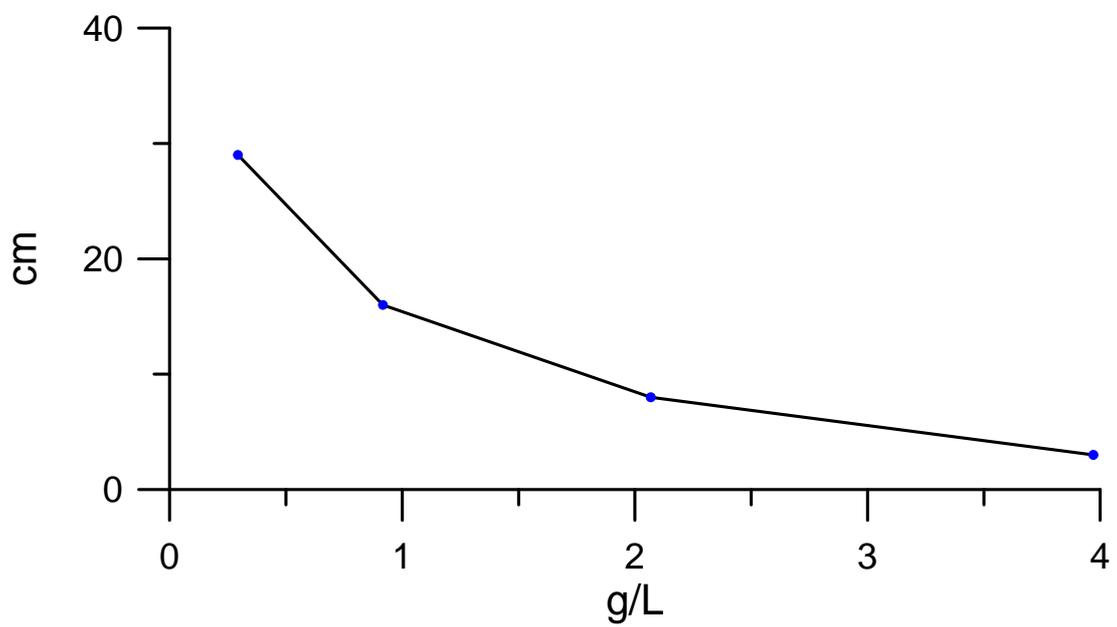


圖 3.30 剖面平均懸浮質濃度分佈

3.4 輸砂率與侵淤分析

由上述三個時段 2 月 16 日、6 月 8 日及 10 月 24 日之現場觀測資料，分別計算其沿岸與向離岸方向之懸浮砂輸砂率，如表 3.1。其中，向離岸方向輸砂率為沿岸每 m 寬向海方向之輸砂率，而沿岸輸砂率則為當時碎波帶寬沿岸方向之輸砂率。百分比部份則代表向離岸與沿岸方向輸砂率的比值，由表中分析可知大部份輸砂量為沿岸輸砂，而西南風風浪大時會產生大量的向北輸砂。不論東北風或西南風都會產生向海之底迴流，將底床懸浮砂帶往外海，其量雖然不大，卻沒有向岸的輸砂機制可以平衡，唯有靠沿岸輸砂加以補充，長久下來其侵蝕量仍相當可觀。

表 3.1 沿岸與向離岸方向之懸浮砂輸砂率

觀測日期	風向	碎波點波高	向離岸輸砂率 kg/hr-m	沿岸輸砂率 kg/hr
2 月 16 日	西南風	31cm	30.35 向海 2.6%	1121.75 向北 97.6%
6 月 8 日	西南風	100cm	920.4 向海 0.94%	96637 向北 99.06%
10 月 24 日	東北風	50cm	108.1 向海 3.27%	3200.9 向南 96.73%

計算全年各月份平均海平面上 0m 水線垂直向岸 50m 之陸地灘面至 0m 水線向海方向延伸 40m 之底床的侵淤量變化，如圖 3.31 及表 3.2。顯示夏季強烈西南風時輸砂量大也造成海岸大量侵蝕，不過在隨後之東北風季節，海岸會再度發生淤積並逐漸恢復，但總計一年來之侵淤量，發現仍為侵蝕狀況，顯示該區海岸正逐漸遭受侵蝕，若不設法改善，臺南海域美麗的黃金海岸將走入歷史。

表 3.2 灘面與底床侵淤量

項次	計算起訖時間	侵淤量(m ³)
1	94 年 11 月 15 日 ----- 94 年 12 月 13 日	2.57
2	94 年 12 月 13 日 ----- 95 年 02 月 16 日	8.96
3	95 年 02 月 16 日 ----- 95 年 03 月 16 日	-3.44
4	95 年 03 月 16 日 ----- 95 年 04 月 13 日	-4.40
5	95 年 04 月 13 日 ----- 95 年 05 月 09 日	3.95
6	95 年 05 月 09 日 ----- 95 年 06 月 08 日	-22.39
7	95 年 06 月 08 日 ----- 95 年 07 月 06 日	-2.22
8	95 年 07 月 06 日 ----- 95 年 08 月 08 日	-63.45
9	95 年 08 月 08 日 ----- 95 年 09 月 05 日	22.28
10	95 年 09 月 05 日 ----- 95 年 10 月 03 日	0.53
11	95 年 10 月 03 日 ----- 95 年 10 月 24 日	10.84
12	95 年 10 月 24 日 ----- 95 年 11 月 14 日	11.52
	總計	-35.24

正值：淤積；負值：侵蝕。

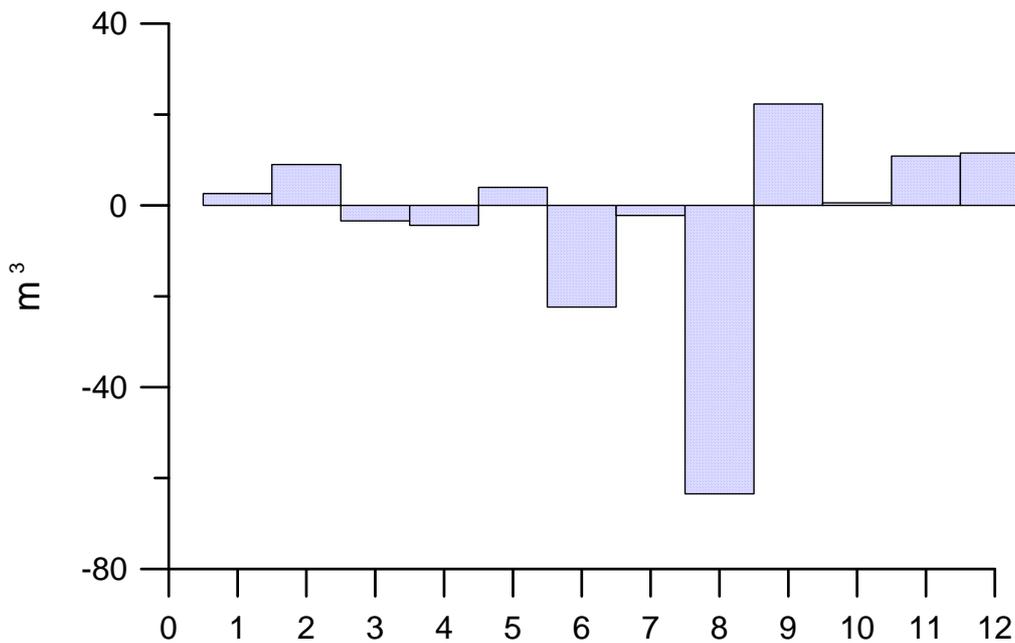


圖 3.31 灘面與底床侵淤量變化

3.5 淺灘動盪造成之沿岸流振盪現象

波浪由外海折射進入近岸海域，可能受當地地形及防波堤等構造物影響，極易形成振盪現象(surf beat)，尤其是沿岸流之流速變動最為明顯。圖 3.32 及圖 3.33 分別為西南風(6月8日)及東北風(10月24日)時現場測得沿岸流之振盪情形，振盪週期分別約為 170 及 120 秒。以 hht (Hilbert Transform)分析 6 月 8 日沿岸流振盪及當地水位資料，分別得圖 3.34 與圖 3.35 之邊際能譜(Marginal Spectrum)，顯示水位分析資料在 170 秒附近確有長波振盪能量存在，該些振盪現象對海岸輸砂之影響仍須進一步觀察與分析探討。

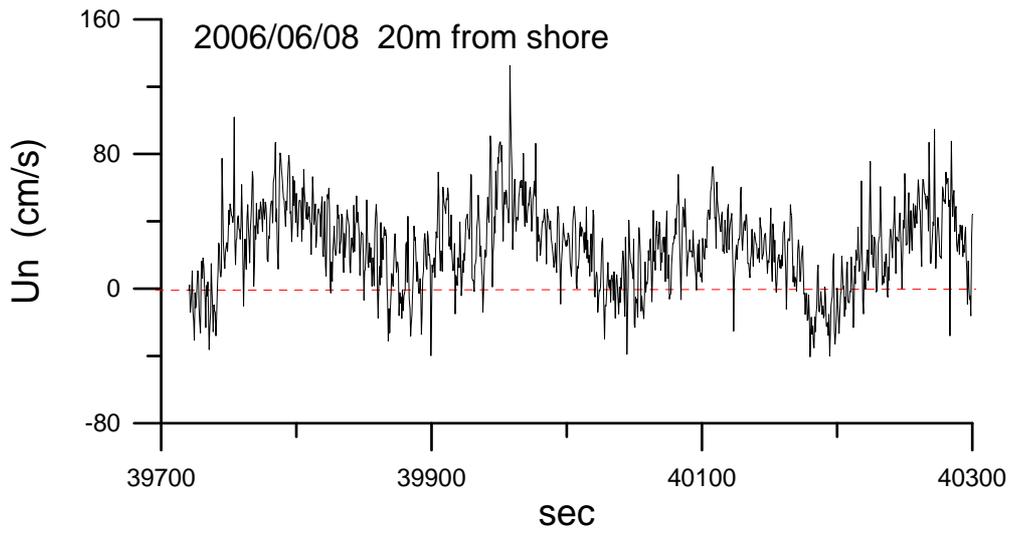


圖 3.32 西南風時現場測得沿岸流變化

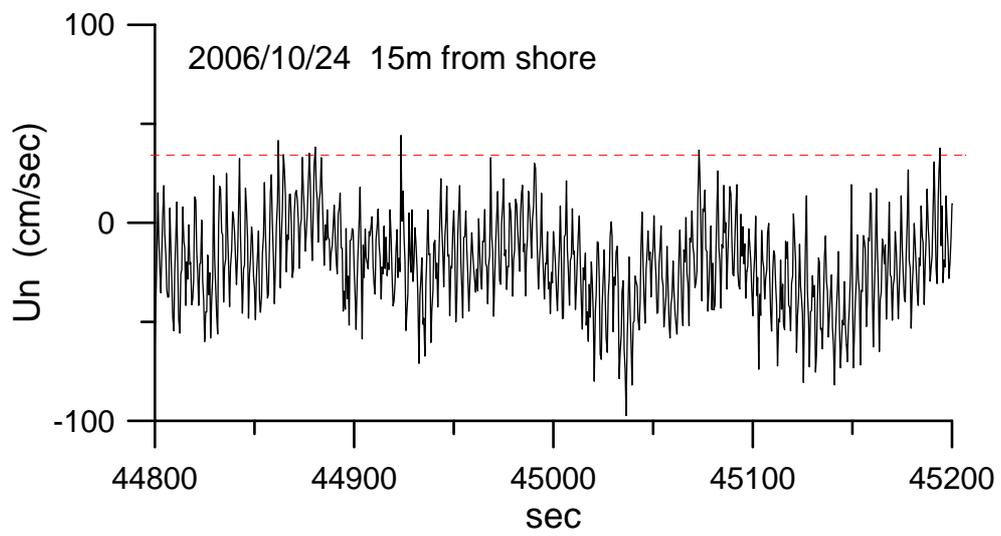


圖 3.33 東北風時現場測得沿岸流變化

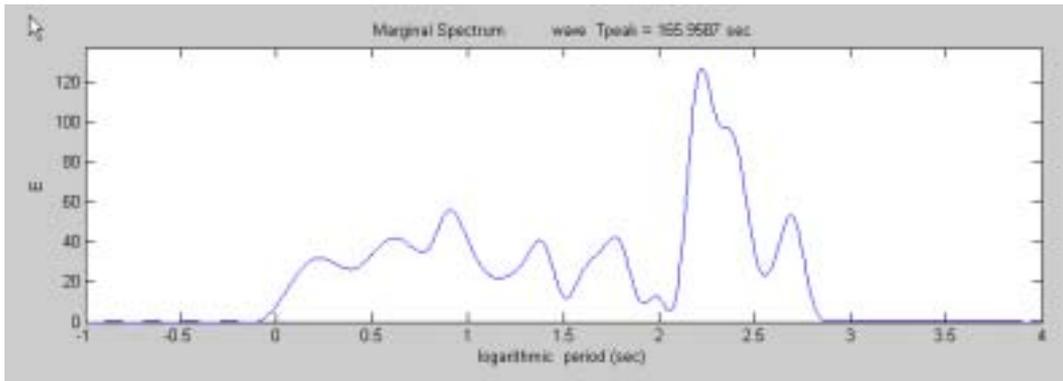


圖 3.34 2006 年 6 月 8 日沿岸流振盪分析

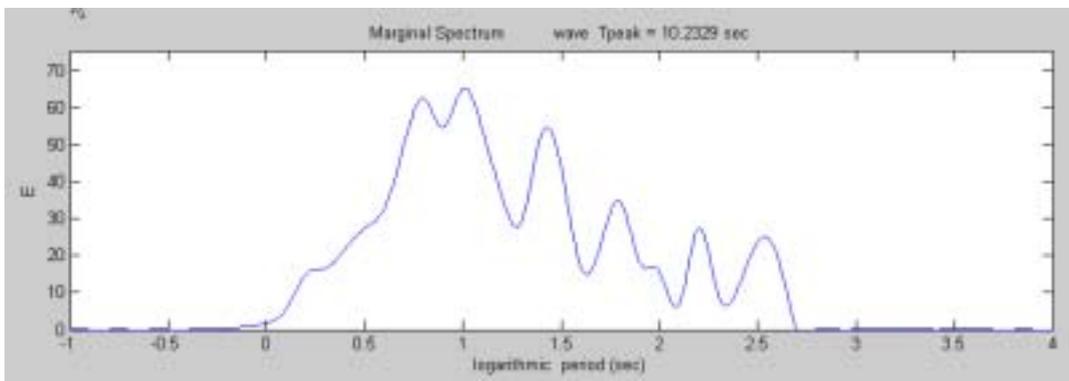


圖 3.35 2006 年 6 月 8 日現場水位資料分析

3.6 底床薄層流之現場觀測

近岸輸砂多發生在碎波帶內，波浪由外海向岸折射經淺化觸底，在強大波動水粒子帶動下底床砂跟著移動。實際海域波浪為不規則波又有不同成份波形成的群波效應，進入近岸受底床作用而變形不對稱，此皆影響底床薄層流之輸砂量與方向。

一般認為薄層流輸砂現象僅發生於 shields number > 0.8 時，此時底床平坦，波漣(ripple)消失，底床砂粒運動成掃流狀態。

$$\theta = \frac{\tau_b}{\rho(s-1)gd_{50}} = \frac{\frac{1}{2}f_w u_b^2}{(s-1)gd_{50}} \quad (3-1)$$

式中， τ_b 為底床剪應力， u_b 為底床邊界層上水平流速， s 為底質比重， g 為重力加速度， d_{50} 為底質中值粒徑， f_w 為波浪摩擦係數。

設無流時未擾動之底床高程為 $z=0$ ，水深 h ，則在薄層流作用下，根據 Dohmen-Janssen (1999) 之定義，薄層流之上邊界濃度 $c = 8\%$ ；下邊界濃度 $c_b = 52\%$ ，如底床侵入深度 δ ，薄層流厚度為 $\delta - \zeta$ ，則濃度分佈：

$$\int_{-\zeta}^0 c_b = \int_{-\zeta}^{\delta-\zeta} cdz + \int_{\delta-\zeta}^h cdz \quad (3-2)$$

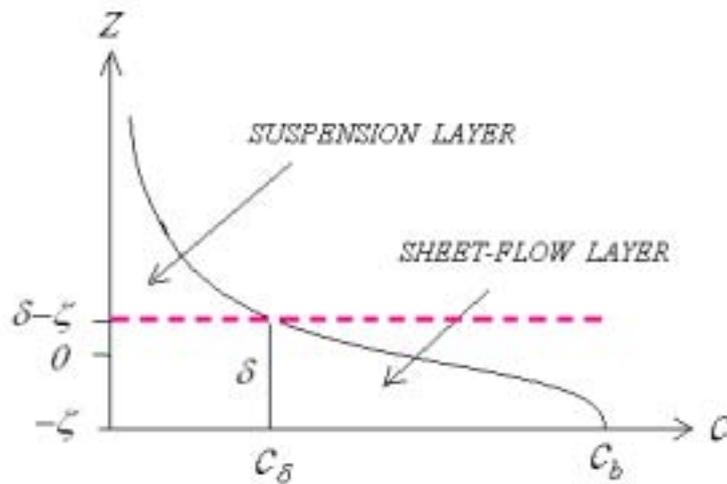


圖 3.36 薄層流濃度剖面示意圖

薄層流觀測一般仍以實驗室為主，主要原因為現場若要達到發生薄層流的標準，即 shields number > 0.8 ，則海上可能已是暴風浪狀

況，此時進行現場觀測非常困難，尤其在碎波帶內更是危險。本研究以上述儀器組合在碎波帶內移動，觀測各不同點位之波浪、流場及懸浮質濃度分佈，並根據式(3-1)計算其 θ_m 值，發現每一個波的最大 shields number θ_m 與底床懸浮質濃度變化有較密切關係，如圖 3.37。

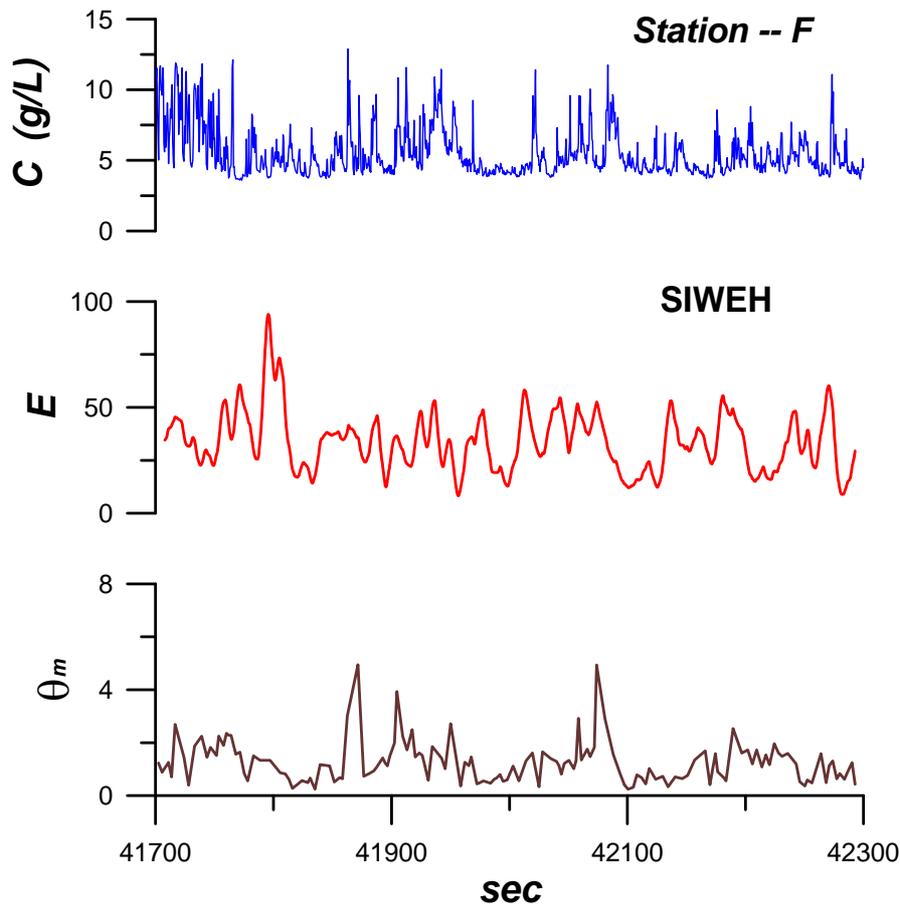


圖 3.37 碎波帶內懸浮質與波能及 θ_m 之比較

而由 SIWEH(Smoothed Instantaneous Wave Energy History, Funke and Mansard,1980)計算之波能變化由於碎波帶內碎波與未碎波混合及波浪非線性現象致波能與懸浮質濃度間相關性較差。深海入射波一般有群波現象，以 $\theta_m > 0.8$ 統計碎波帶內各測點可能發生薄層流之比例，如圖 3.38 由岸向外比例逐漸升高，A、B 兩點因位於較陡斜面上，比例稍大。

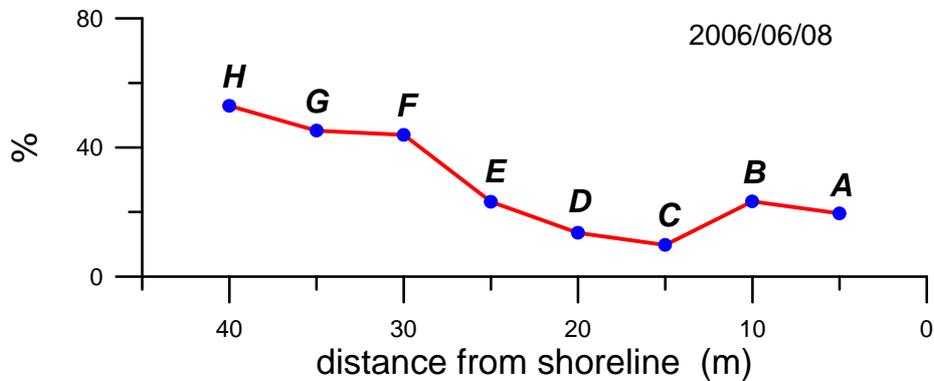


圖 3.38 碎波帶內各測點 $\alpha_m > 0.8$ 之比例分佈

由於薄層流輸沙為侵入底層並以極高濃度平移之輸沙現象，如僅量測並估算懸浮質在流場中的輸送量，在薄層流現象發達的碎波帶內可能會產生極大偏差。本研究在現場以水下攝影機拍攝碎波帶底床薄層流輸沙，並以 1/30 秒之格點播放，檢視薄層流侵入底床深度，發現現場正確量測極為困難，因為在非線性波作用下，懸浮後不同沉降速度之懸浮沙使得底床零點不斷變動，其底床侵入深度與薄層流厚度則明顯隨底流強度而增加。現場觀測使用電導式濁度計，如圖 3.39，並以高精度水位計進行高程定位，圖 3.40 為底床下 0 至 5cm 深度之砂濃度變化。根據現場觀察，沙漣常存在於碎波帶內，此由於實際波浪之群波現象， α_m 無法經常維持在 0.8 以上，因此薄層流與沙漣底床交互出現。當底流強度達 1m/s 時，薄層流之輸沙層厚度可達 10mm 以上，對碎波帶輸沙有相當大影響。

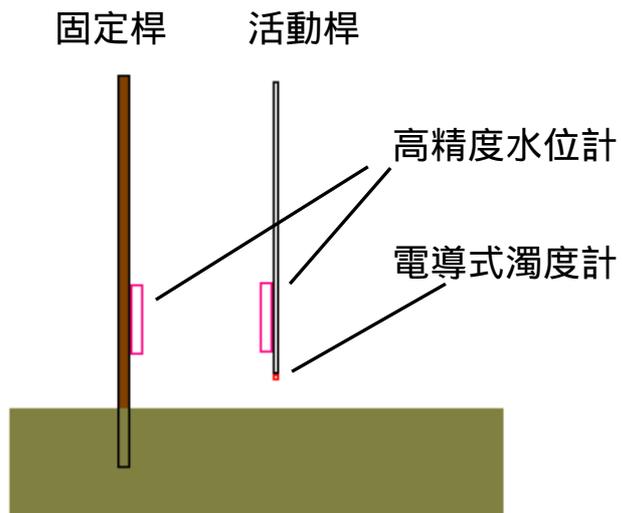


圖 3.39 薄層流觀測之儀器配置

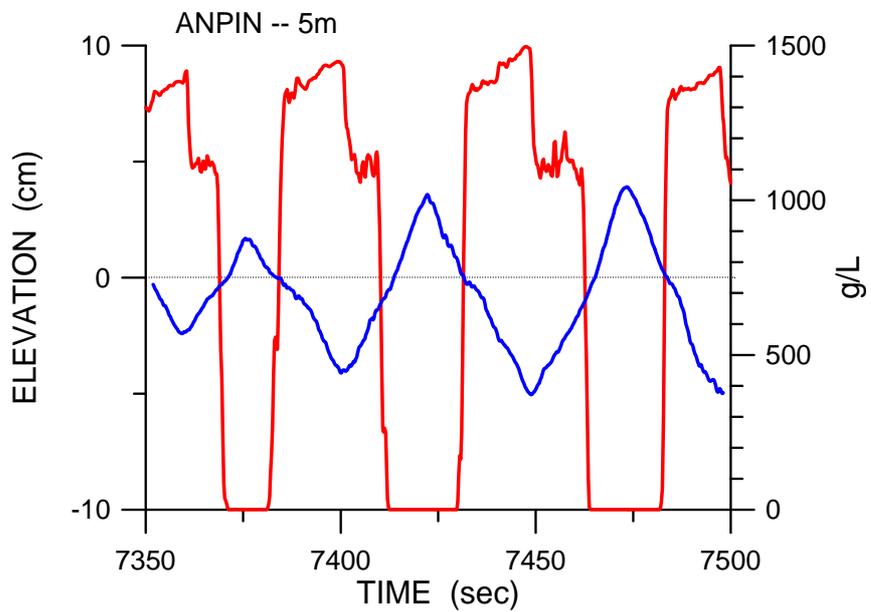


圖 3.40 底床下 0 至 5cm 深度之砂濃度變化

第四章 結論與建議

本計畫係利用本所港研中心於臺灣地區主要港口附近海域長期觀測之波浪、海流等海象資料，並配合近岸碎波帶內現場流況與懸浮質濃度觀測系統之建立，探討近岸海域漂沙與波浪之關係。本年度主要工作首先建立碎波帶現場觀測與灘面測量模式，累積長期觀測結果以瞭解近岸海域漂沙與地形變化關係，建立相關模式可提供各海域海岸侵淤之研判及輸沙量推估使用，以作為未來港灣工程建設之重要依據。

1. 根據目前觀測結果，冬季東北季風期間，北方海岸向海延伸的安平港防波堤阻擋了北風浪進入該海域的能量，使該海域灘面與近岸底床地形變化量不大，水面下較深底床部份則有稍許淤積情形。每年3月至8月該海域逐漸盛行西南風，強烈風浪直接侵入該海域，在碎波帶以較大入射角形成向北沿岸流，碎波不但捲起大量懸浮砂，沿岸流及底迴流更將懸浮砂向北及外海方向帶走，因此造成該海域灘面與近岸底床地形之強烈侵蝕。該海域於9月後西南風逐漸減弱，並進入東北季節風時節，微弱風浪與稍微向南的碎波入射角度使該海域灘面又逐漸回填淤積，雖然較深水域仍有侵蝕現象。
2. 該海域於夏季末西南季節風開始減弱，即9月至11月平均水位上之陸地灘面明顯淤積，但平均水位下較深部份之底床則被侵蝕，因此碎波帶之靠岸內側灘面逐漸變陡，直至2、3月時達到最陡，其平均水面下之碎波帶內側底床坡度約為0.063。3月起該海域西南風逐漸增強，3月至8月平均水位上之陸地灘面被明顯侵蝕，而平均水位下較深部份之底床則有淤積情形，因此碎波帶之靠岸內側灘面逐漸變緩，直至9月時達到最緩坡度，其平均水位下之碎波帶內側底床坡度約為0.012。
3. 冬季時浪小，碎波相似參數(surf similarity parameter)小於0.5，碎波多以溢波(spilling breaker)形態出現；而夏季浪大時，碎波相似參數介於0.5與3.3之間，碎波多為捲波(plunging breaker)形態，易產生

較強底迴流將底床砂帶往外海，造成海岸侵蝕。

4. 海岸輸砂中大部份輸砂量為沿岸方向輸砂，該海域以西南風為主要風場能量，浪大時會產生大量的向北輸砂。不論東北風或西南風都會產生向海之底迴流，將底床較高濃度懸浮砂帶往外海，其量雖然不大，卻沒有向岸的輸砂機制可以平衡，唯有靠沿岸輸砂加以補充，長久下來其侵蝕量仍相當可觀。
5. 計算全年各月份平均海平面上 0m 水線垂直向岸 50m 之陸地灘面至 0m 水線向海方向延伸 40m 之底床的侵淤量變化，顯示夏季強烈西南風時輸砂量大也造成海岸大量侵蝕，不過在隨後之東北風季節，海岸會再度發生淤積並逐漸恢復，但總計一年來之侵淤量，發現仍為侵蝕狀況，顯示該區海岸正逐漸遭受侵蝕。
6. 波浪由外海折射進入近岸海域，可能受當地地形及防波堤等構造物影響，極易形成振盪現象，尤其是沿岸流之流速變動最為明顯。該些振盪現象普遍存在於東北風或西南風形成的沿岸流振盪中，其對海岸輸砂之影響仍須進一步觀察與分析探討。
7. 碎波帶為近岸海域主要的漂砂活動區域，其輸砂機制分別有碎波紊流、沿岸流、底迴流及波浪水粒子運動造成的砂粒懸浮與薄層流。現場觀測發現淺灘動盪造成的沿岸流振盪普遍存在於安平近岸海域，由於實際波浪之群波現象， β 無法經常維持在 0.8 以上，因此薄層流與沙漣底床交互出現。當底流強度達 1m/s 時，薄層流之輸沙層厚度可達 10mm 以上，對碎波帶輸沙有相當大影響。推算碎波帶輸砂量時應同時考量懸浮輸砂與薄層流輸砂，捲波型碎波因產生較強的離岸底迴流，容易造成海灘侵蝕，而不同季風波向與向海延伸堤防的遮蔽效應使沿岸輸砂不平衡。

由於影響安平海域的風浪除東北季風外還有西南季風及颱風，現場資料的蒐集與分析極為重要，有必要繼續進行觀察與監測。如前所述，現場漂沙活動包括懸浮沙及底床薄層流輸沙，由於薄層流輸沙為

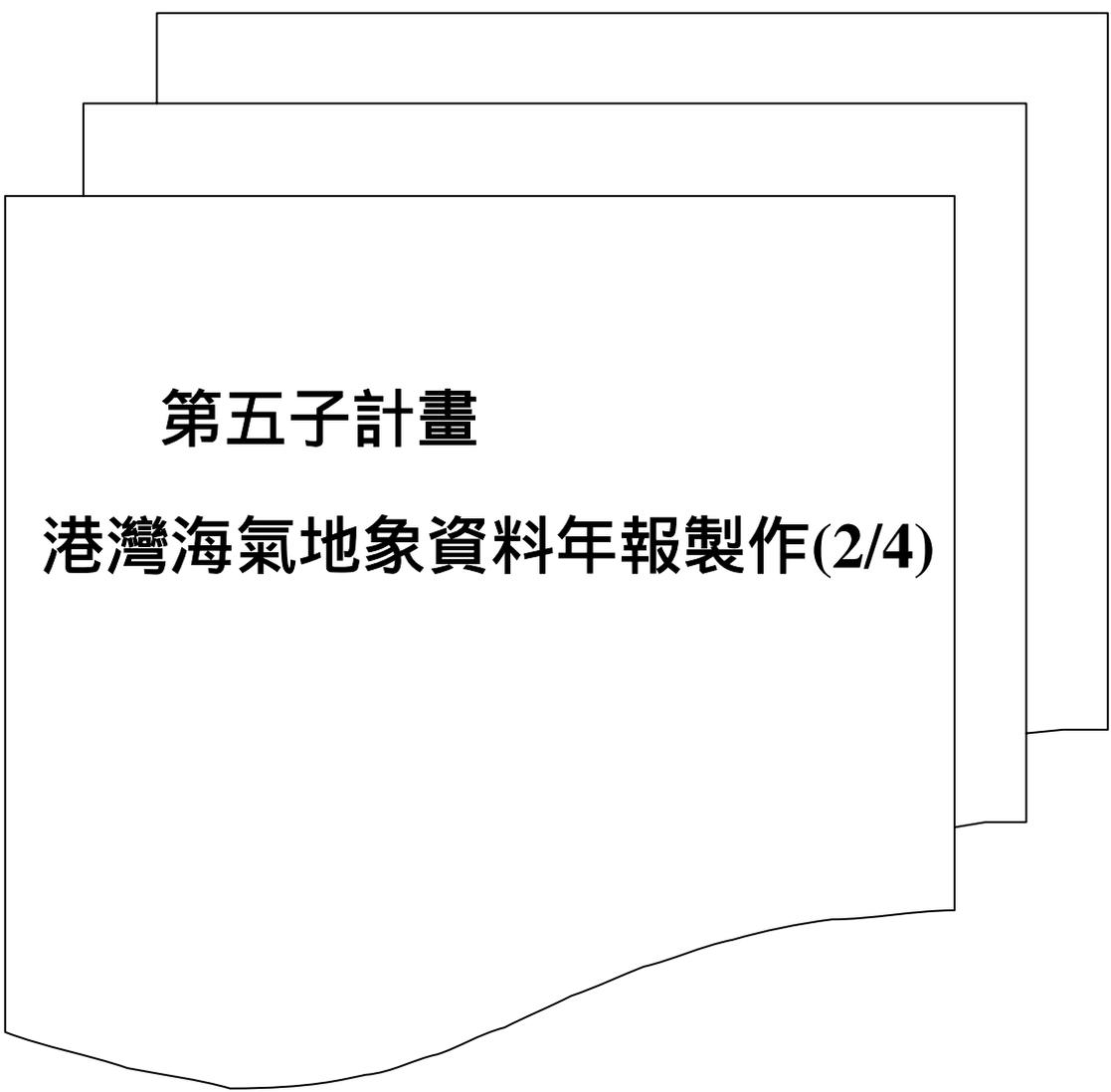
位於底床附近極高濃度之高速薄層流輸沙運動，觀測極為困難，必須等待適當儀器到位才能作有效的觀測，其輸沙量可能佔總輸沙量一半以上因此重要性不容忽視。

參考文獻

1. 黃煌輝、賴泉基、張裕弦 1992. “波浪運動下沙漣流場之數值模擬,” 第十四屆海洋工程研討會論文集, pp. 575-589.
2. 歐善惠、許泰文, 1992. “薄層流輸沙量之研究,” 第十四屆海洋工程研討會論文集, pp. 602-615.
3. Ahilan, R.V. and Sleath, J.F.A., 1987. “Sediment transport in oscillatory flow over flat bed,” *Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)*, 113(3), pp. 308-322.
4. Asano, T., 1995. “Sediment transport under sheet flow conditions,” *ASCE Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering* 121 (5), pp. 239-246.
5. Blondeaux, P. and G. Vittor, 1990. “Oscillatory flow and sediment motion over a rippled bed,” *Proc. 22nd Coastal Eng. Conf., ASCE*, pp. 2186-2199.
6. Brenninkmeyer, B.M., 1975. “Mode and period of sand transport in the surf zone,” *Proc. 14th Coastal Eng. Conf.* Pp. 812-827.
7. Conley, D.C. and D.L. Inman, 1992. “Field observation of the fluid-granular boundary layer under near-breaking waves,” *J. Geophysical research*, Vol. 97, No. C6, pp. 9631-9643.
8. Dick, J.E., Sleath, J.F.A., 1991. “Velocities and concentrations in oscillatory flow over beds of sediment,” *Journal of Fluid Mechanics* 233, pp. 165-196.
9. Dick, J.E., Sleath, J.F.A., 1992. “Sediment transport in oscillatory sheet flow,” *Journal of Geophysical Research '97*, pp. 5745-5758.
10. Dohmen-Janssen, C.M., 1999. “Grain size influence on sediment transport in oscillatory sheet flow: phase lags and mobile bed effects,” PhD thesis, Delft University of Technology.
11. Dohmen-Janssen, C.M., Hanes, D.M., 2002. “Sheet flow dynamics under monochromatic non-breaking waves,” *Journal of Geophysical Research-Oceans* 107 (C10), 13-1 – 13-21, (art. no. 3149).

12. Dong, P. and K. Zhang, 1999. "Two-phase flow modeling of sediment motions in oscillatory sheet flow," *Coastal Eng.*, 36, pp. 87-109.
13. Fairchild, J.C., 1959. "Suspended sediment sampling in oscillatory wave action," Beach Erosion Board, Tech. Memo 115.
14. Fredsoe, J. and Deiguard, R., 1992. "Mechanics of coastal sediment transport," Singapore: World Scientific 369p.
15. Homma, M. and K. Horikawa, 1962. "Suspended sediment due to wave action," *Proc. 8th Coastal Eng. Conf.*, pp. 168-193.
16. Horikawa, K., Watanabe, A. and Katori, S. 1982. "Sediment transport under sheet flow condition," *Proc. 18th Int. Conf. On Coastal Eng.*, Cape Town. ASCE, New York, pp. 1335-1352.
17. Ifuku, M., 1988. "Field observation and numerical calculation of suspended sediment concentration in the surf zone," *Coastal Eng. In Japan*, Vol. 30, No. 2, pp. 75-88.
18. Katopodi, I., Ribberink, J.S., Roul, P., Lodahl, C., 1994. "Sediment transport measurements in combined wave-current flows," *ASCE, Proceedings Coastal Dynamics '94, Barcelona*, pp. 837-851.
19. Kawata, Y., H. Yoshioka and Y. Tsuchiya, 1990. "The in-situ measurements of sediment transport and bottom topography changes," *Coastal Eng.*, pp. 2332-2345.
20. Kawata, Y., T. Shirai and Y. Tsuchiya, 1992. "Field observation on sand ripples under rough sea state," *Coastal Eng.*, pp. 2164-2175.
21. Kobayashi, N. and Seo, N.J., 1985. "Fluid and sediment interaction over a plan bed," *Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)*, 111(6), pp. 903-921.
22. Kos'yan, R., I. Podymov and N. Pykhov, 1990. "Investigation of suspended sediment dynamics in the course of nearshore experiment in the Ob sea," *MEDCOAST '99 – EMECS '99 Joint Conference*, pp. 1675-1691.
23. Lin, P.C., H.T., Chou and J.T. Juang, 2002. "The influence of energy grouping and undulating on sediment suspension in the surf zone," *J. Marine Science and Technology*, Vol. 10, No. 2, pp. 83-91.

24. Madsen, O.S. and Grant, W.D., 1977. "Quantitative description of sediment transport by waves," Proceedings of the 15th Conference on Coastal Engineering (New York, ASCE), pp. 1093-1112.
25. McLean, S.R., Ribberink, J.S., Dohmen-Janssen, C.M., Hssan, W.N., 2001. "Sand transport in oscillatory sheet flow with mean current," ASCE, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering 127 (3), 141-151.
26. Nishi, R., M. Sato and K. Nakamura, 1992. "Grain-size distribution of suspended sediments," Coastal Eng., pp. 2293-2306.
27. Noda, H., 1967. "Sediment suspension by waves," Proc. 14th Japanese Conf. On Coastal Eng., pp. 306-314.
28. O'Donoghue, T., Wright, S., 2004. "Concentrations in oscillatory sheet flow for well sorted and graded sands," Coastal Engineering 50 (3), pp. 117-138.
29. Ribberink, J.S., Al-Salem, A.A., 1995. "Sheet flow and suspension of sand in oscillatory boundary layers," Coastal Engineering 25, 205-225.
30. Sleath, J.F.A., 1982. "The suspension of sand by waves," J. Hydr. Res., Vol. 19, pp. 439-452.
31. Staub, C., Jonsson, I.G. AND Svendsen, I.A., 1984. "variation of sediment suspension in oscillatory flow," Proceedings of 19th Conference on Coastal Engineering (Houston, ASCE), pp. 2310-2321.
32. Wilson, K.C., 1989. "Friction of wave-induced sheet flow," Coastal Engineering 12 (4), pp. 371-379.
33. Wright, L.D., R.T. Guza and A.D. Short, 1982. "Dynamics of high energy dissipative surf zone," Marine Geology, Vol. 45, pp. 41-61.
34. Wright, S., 2002. "Well-sorted and Graded Sands in Oscillatory Sheet-flow," PhD Thesis, University of Aberdeen.
35. Yu, Z., H.D. Niemeyer and W.T. Bakker, 1990. "Site investigation on sand concentration in the sheet flow layer," Coastal Eng., pp. 2360-2371.
36. Zala-Flores, N., Sleath, J.F.A., 1998. "Mobile layer in oscillatory sheet flow." Journal of Geophysical Research 103 (C6), 12783-12793.



第五子計畫

港灣海氣地象資料年報製作(2/4)

臺灣地區主要港口附近海域海氣象 觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)

第五子計畫

港灣海氣地象資料年報製作(2/4)

摘要

本計畫本年度工作以製作年報為主，為基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、臺北港及安平港等七個港口 2005 年海氣象現場觀測資料之分析彙整。現場監測資料項目，包括風力(颱風)、波浪、潮汐及海流等資料，年報內容計有觀測記錄表、月報表、原始資料、及各項重要統計量之統計表、統計圖等項。本報告內容主要為各港觀測站位置、儀器安置，及資料蒐集、處理與分析方式之說明，相關資料成果可參考本所出版之 2005 年海氣地象觀測資料年報。

目 錄

摘要	
目錄	
表目錄	
圖目錄	
第一章 潮汐資料蒐集、處理及分析	1-1
1.1 潮汐觀測資料蒐集	1-1
1.1.1 基隆港潮汐觀測位置及儀器安置	1-1
1.1.2 臺北港潮汐觀測位置及儀器安置	1-1
1.1.3 臺中港潮汐觀測位置及儀器安置	1-1
1.1.4 安平港潮汐觀測位置及儀器安置	1-2
1.1.5 高雄港潮汐觀測位置及儀器安置	1-2
1.1.6 花蓮港潮汐觀測位置及儀器安置	1-2
1.1.7 蘇澳港潮汐觀測位置及儀器安置	1-3
1.2 潮汐資料處理	1-3
1.2.1 基隆港潮汐資料處理	1-3
1.2.2 臺北港潮汐資料處理	1-3
1.2.3 臺中港潮汐資料處理	1-4
1.2.4 安平港潮汐資料處理	1-4
1.2.5 高雄港潮汐資料處理	1-4

1.2.6	花蓮港潮汐資料處理.....	1-5
1.2.7	蘇澳港潮汐資料處理.....	1-5
1.3	潮汐資料分析.....	1-5
第二章	海流資料蒐集、處理及分析.....	2-1
2.1	海流觀測資料蒐集.....	2-1
2.1.1	基隆港海流觀測位置及儀器安置.....	2-1
2.1.2	臺北港海流觀測位置及儀器安置.....	2-1
2.1.3	臺中港海流觀測位置及儀器安置.....	2-1
2.1.4	安平港海流觀測位置及儀器安置.....	2-2
2.1.5	高雄港海流觀測位置及儀器安置.....	2-2
2.1.6	花蓮港海流觀測位置及儀器安置.....	2-2
2.1.7	蘇澳港海流觀測位置及儀器安置.....	2-2
2.2	海流資料處理.....	2-3
2.2.1	基隆港海流資料處理.....	2-3
2.2.2	臺北港海流資料處理.....	2-3
2.2.3	臺中港海流資料處理.....	2-3
2.2.4	安平港海流資料處理.....	2-4
2.2.5	高雄港海流資料處理.....	2-4
2.2.6	花蓮港海流資料處理.....	2-4
2.2.7	蘇澳港海流資料處理.....	2-4

2.3 海流資料分析	2-5
第三章 風資料蒐集、處理及分析	3-1
3.1 風觀測資料蒐集	3-1
3.1.1 基隆港風觀測位置及儀器安置	3-1
3.1.2 臺北港風觀測位置及儀器安置	3-1
3.1.3 臺中港風觀測位置及儀器安置	3-1
3.1.4 安平港風觀測位置及儀器安置	3-2
3.1.5 高雄港風觀測位置及儀器安置	3-2
3.1.6 花蓮港風觀測位置及儀器安置	3-2
3.1.7 蘇澳港風觀測位置及儀器安置	3-2
3.2 風資料處理	3-2
3.2.1 基隆港風資料處理	3-2
3.2.2 臺北港風資料處理	3-3
3.2.3 臺中港風資料處理	3-3
3.2.4 安平港風資料處理	3-3
3.2.5 高雄港風資料處理	3-3
3.2.6 花蓮港風資料處理	3-4
3.2.7 蘇澳港風資料處理	3-4
3.3 風資料分析	3-4
第四章 波浪資料蒐集、處理及分析	4-1

4.1 波浪觀測資料蒐集	4-1
4.1.1 基隆港波浪觀測位置及儀器安置	4-1
4.1.2 臺北港波浪觀測位置及儀器安置	4-1
4.1.3 臺中港波浪觀測位置及儀器安置	4-1
4.1.4 安平港波浪觀測位置及儀器安置	4-2
4.1.5 高雄港波浪觀測位置及儀器安置	4-2
4.1.6 花蓮港波浪觀測位置及儀器安置	4-2
4.1.7 蘇澳港波浪觀測位置及儀器安置	4-2
4.2 波浪資料處理	4-2
4.2.1 基隆港波浪資料處理	4-2
4.2.2 臺北港波浪資料處理	4-3
4.2.3 臺中港波浪資料處理	4-3
4.2.4 安平港波浪資料處理	4-3
4.2.5 高雄港波浪資料處理	4-4
4.2.6 花蓮港波浪資料處理	4-4
4.2.7 蘇澳港波浪資料處理	4-4
4.3 波浪資料分析	4-4
參考文獻	5-1

表目錄

表 1.1	臺灣主要港口觀測潮汐資料蒐集概況表.....	1-7
表 2.1	臺灣主要港口觀測海流資料蒐集概況表.....	2-7
表 3.1	臺灣主要港口觀測風資料蒐集概況表.....	3-6
表 4.1	台灣主要商港觀測波浪資料蒐集概況表.....	4-6

圖目錄

圖 1.1	基隆港海氣象觀測站位置示意圖.....	1-10
圖 1.2	臺北港海氣象觀測站位置示意圖.....	1-11
圖 1.3	臺中港海氣象觀測站位置示意圖.....	1-12
圖 1.4	安平港海氣象觀測站位置示意圖.....	1-13
圖 1.5	高雄港海氣象觀測站位置示意圖.....	1-14
圖 1.6	花蓮港海氣象觀測站位置示意圖.....	1-15
圖 1.7	蘇澳港海氣象觀測站位置示意圖.....	1-16

第一章 潮汐資料蒐集、處理及分析

1.1 潮汐觀測資料蒐集

至 2005 年為止，包括基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、安平港及臺北港等七個主要港口現場觀測潮汐資料蒐集概況如表 1，各港蒐集成果包括本所(港研中心)自行辦理之觀測資料，及蒐集自各港務局、中央氣象局、水利署等單位觀測部份，相關觀測位置及儀器安置說明如下。

1.1.1 基隆港潮汐觀測位置及儀器安置

基隆港潮位站(測站 1)早期是由臺灣電力公司勘測隊安裝後，再由基隆港務局管理，測站位置為 $25^{\circ}08'28''N$ ， $121^{\circ}44'23''E$ ，如圖 1.1 所示。2002 年 6 月本所(港研中心)於同位置安裝 Water Log 公司之潮位計(測站 2)，另本所於 2001 年 6 月中旬在基隆港東防波堤堤頭外水深 44 公尺處安置 AWCP 即時傳送監測系統(測站 A)，也具量測水位功能。

1.1.2 臺北港潮汐觀測位置及儀器安置

臺北港潮位觀測資料係利用淡水海上觀測樁上 Inter Ocean Systems 裝置之海氣象觀測系統取得，使用儀器為 S-4ADW 潮波儀(壓力式)，裝設位置為水下 5 米或 10 米處，1996 年 10 月至 2004 年 9 月舊觀測樁測站位置為 $25^{\circ}10'44''N$ ， $121^{\circ}22'41''E$ (測站 1)，2004 年 12 月以後新觀測樁測站位置為 $25^{\circ}10'54''N$ ， $121^{\circ}22'32''E$ (測站 A)，如圖 1.2。另水利署於淡水河口另安置水位計(測站 2)進行長期觀測，測站位置為 $25^{\circ}11'4''N$ ， $121^{\circ}24'7''E$ 。

1.1.3 臺中港潮汐觀測位置及儀器安置

1981 年 2 月 1 日本所(港研中心)前身省府交通處港灣技術研究所

成立時，由於地緣之便，臺中港務局將潮位站與風速站轉交由港灣技術研究所負責，潮位站由原先的南內堤堤頭，位移至現在的四號碼頭地方，如圖 1.3。由先前的浮筒自記式的史蒂芬 A-71 型儀器，到目前美國 HANDAR 公司的無線傳送壓力式自動感應儀器，1999 年 10 月 18 日因 921 集集大地震臺中港務局重新整修 1 4 號碼頭，而將潮位站拆除，2001 年 3 月 31 日碼頭整修完成後重新安裝 Water Log 公司之潮位計，目前正常運轉，資料傳輸正常。另本所(港研中心)於 2003 年 7 月，在臺中港北防波堤堤頭 150 公尺外、水深 25 公尺處(測站 A) 安置 AWCP 即時傳送監測系統，也具量測水位功能。

1.1.4 安平港潮汐觀測位置及儀器安置

安平港之潮位觀測資料係利用安平海上觀測樁上 Inter Ocean Systems 裝置之海氣象觀測系統取得，使用儀器為 S-4ADW 潮波流儀(壓力式)，裝設位置為水下 5 米處(測站 1)，測站位置為 $22^{\circ}56'37''N$ ， $120^{\circ}08'10''E$ (WGS-84)，如圖 1.4。另安平港分局於辦公區旁碼頭(測站 A)也設有長期水位觀測。

1.1.5 高雄港潮汐觀測位置及儀器安置

高雄港務局測量隊甚早即於第一港口 10 號碼頭(稱測站 1)與第二港口各安置潮位站(測站 2)，並負責維修及提供報表資料，至今狀況良好，2003 年 6 月本所(港研中心)在十號碼頭原站(稱測站 X)安裝一具壓力式潮位儀監測系統。第一港口(10 號碼頭)測站位置為 $22^{\circ}37'04''N$ ， $121^{\circ}16'02''E$ ，第二港口測站位置 $22^{\circ}33'35''N$ ， $121^{\circ}18'31''E$ ，如圖 1.5。另本中心於 2000 年 12 月，在高雄一港口與二港口間亦即高雄市中區污水處理廠附近海域處(測站 A) 安置 AWCP 即時傳送監測系統，也具量測水位功能。

1.1.6 花蓮港潮汐觀測位置及儀器安置

1997 年 1 月由中央氣象局海象中心在花蓮港安裝潮位站(稱測站 B)並由港務局管理，測站位置為 $23^{\circ}59'36''N$ ， $121^{\circ}37'42''E$ ，如圖 1.6。本所(港研中心)2002 年 6 月另於堤頭(稱測站 T)安裝 Water Log 公司之潮位計，同時進行觀測。另本中心於 2000 年 9 月，在花蓮港東防波堤往南延長 380 公尺水深 34 公尺處(測站 3) 安置 AWCP 即時傳送監測系統，也具量測水位功能。

1.1.7 蘇澳港潮汐觀測位置及儀器安置

蘇澳港潮位站(測站 1)，位置為 $24^{\circ}36'04''N$ ， $121^{\circ}51'32''E$ ，由臺灣電力公司勘測隊安裝後，由港務局管理至今。2003 年 6 月本中心在原始站(測站 2)安裝一具壓力式潮位儀監測系統，如圖 1.7。另本中心於 2002 年 7 月，在蘇澳港港口外 700 公尺水深約 25 公尺處(測站 A)安置 AWCP 即時傳送監測系統，也具量測水位功能。

1.2 潮汐資料處理

1.2.1 基隆港潮汐資料處理

本中心測站 1 潮位資料取樣方式為每一小時取前 6 分鐘之水位變化，取樣頻率為 1Hz，然後加以平均得出該小時之平均水位值。經轉換後輸入電腦中。基隆港測站 2 資料由中央氣象局提供。本中心測站 A 設置之 AWCP 即時傳送監測系統，其壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值，各觀測站之潮位資料記錄期間統計表如表 1.1 所示。

1.2.2 臺北港潮汐資料處理

本中心潮位測站 1 觀測所用之儀器為 Inter Ocean 公司生產之 S-4ADW 潮波流儀，以位于水下 5 米之壓力感測器測得水壓變化時間

序列，取樣方式為每一小時取前 10 分鐘之水位變化，取樣頻率為 2Hz，然後加以平均得出該小時之平均水位值。潮位資料之平均水位以觀測水位資料之平均值為基準，未經高程量測，與一般固定式潮位計不同。水利署觀測之潮位測站 2，則由中央氣象局提供逐時水位資料，相關潮位資料記錄期間統計表如表 1.1。

1.2.3 臺中港潮汐資料處理

本中心潮位測站資料取樣方式為每一小時取前 6 分鐘之水位變化，取樣頻率為 1Hz，然後加以平均得出該小時之平均水位值。本中心測站 A 設置之 AWCP 即時傳送監測系統，其壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值，相關潮位資料記錄期間統計表如表 1.1。

1.2.4 安平港潮汐資料處理

本中心潮位測站 1 觀測所用之儀器為 Inter Ocean 公司生產之 S-4ADW 潮波流儀，以位于水下 5 米之壓力感測器測得水壓變化時間序列，取樣方式為每一小時取前 10 分鐘之水位變化，取樣頻率為 2Hz，然後加以平均得出該小時之平均水位值。潮位資料之平均水位以觀測水位資料之平均值為基準，未經高程量測，與一般固定式潮位計不同，相關潮位資料記錄期間統計表如表 1.1。

1.2.5 高雄港潮汐資料處理

本中心觀測站資料取樣方式為每一小時取前 6 分鐘之水位變化，取樣頻率為 1Hz，然後加以平均得出該小時之平均水位值。本中心測站 A 設置之 AWCP 即時傳送監測系統，其壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值，相關潮位資料記錄期間統計表如表 1.1。

1.2.6 花蓮港潮汐資料處理

本中心測站潮汐資料資料取樣方式為每一小時取前 6 分鐘之水位變化，取樣頻率為 1Hz，然後加以平均得出該小時之平均水位值。測站 B 潮汐資料由中央氣象局海象中心提供資料經轉換後輸入電腦中。本中心測站 3 設置之 AWCP 即時傳送監測系統，其壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值，相關潮位資料記錄期間統計表如表 1.1。

1.2.7 蘇澳港潮汐資料處理

本中心觀測站 2 資料取樣方式為每一小時取前 6 分鐘之水位變化，取樣頻率為 1Hz，然後加以平均得出該小時之平均水位值。測站 1 潮汐資料由中央氣象局海象中心提供資料經轉換後輸入電腦中。本中心測站 A 設置之 AWCP 即時傳送監測系統，其壓力感應器所測得之壓力訊號可轉換為水位訊號，取樣頻率亦設定為每小時觀測 10 分鐘之平均水位值，相關相關潮位資料記錄期間統計表如表 1.1。

1.3 潮汐資料分析

潮汐觀測是海象調查中最基本的項目，也是港灣工程設計重要的參考數據，潮汐水位資料分析結果依調查月份分別整理如下之月報表、統計表、資料圖及統計圖。

1. 每月逐時潮位月報表，包括 2005 年基隆港、臺北港、臺中港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等七個港口不同測站逐時潮位月報表，表中並列出每日之高潮及低潮發生時間及潮差大小，每月之最大潮差及平均潮差等統計量。
2. 每月潮位逐時歷線圖，包括 2005 年基隆港、臺北港、臺中港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等七個港口，不同測站每月之潮位逐時歷線圖。

3. 潮汐重要統計量統計表：包括 2005 年及歷年在基隆港、臺北港、臺中港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等七個港口不同測站分月、分季、分年，潮汐之潮差、週期及潮位重要統計量統計表，表中有月平均潮差、最大潮差、平均週期、最大週期、月潮差點數、平均潮位、最大潮位、最小潮位及、月潮位點數等統計量。表格包括潮差分佈百分比統計表、潮汐之週期分佈百分比統計表，潮汐之潮位分佈百分比統計表、逐時潮位平均值統計表、逐時潮位最大值統計表、潮位平均值統計表及潮位最大值統計表等。
4. 潮差及週期聯合分佈統計表：包括歷年在基隆港、臺北港、臺中港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等七個港口不同測站，潮差及週期聯合分佈統計表。
5. 潮汐方塊圖：包括 2005 年及歷年每月(季、年) 潮汐之潮差、週期及潮位方塊圖。
6. 潮汐調和分析：選取基隆港、臺北港、臺中港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等七個港口歷年連續之潮位資料，並選取 39 個分潮作調和分析：包括各分潮之振幅及遲角計算值、各港 10 個較大振幅分潮之振幅分佈圖、各港 4 個主要分潮之歷線比較圖。
7. 颱風期間潮位統計：包括 2005 年各港颱風期間潮位報表、歷線圖，2005 年各港颱風期間最高(低)潮位統計表等。

表 1.1 臺灣主要港口觀測潮汐資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	經度 緯度	觀測期間	觀測單位	備註 (觀測儀器)
1	潮位	基隆港 (KL)	1	25°08'28"N 121°44'23" E	1966/01-2000/12	基隆港務局	浮筒式自記式
2	潮位	基隆港 (KL)	2	25°08'28"N 121°44'23" E	2002/07-2005/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
3	潮位	基隆港 (KL)	A	25°10'00"N 121°44'50" E	2001/06-2006/05	港研中心	AWCP
4	潮位	基隆港 (KL)	A	25°09'50"N 121°44'50" E	2006/08-2005/12(觀測中)	港研中心	AWCP
5	潮位	臺中港 (TC)	8	24°17'15"N 120°31'58" E	1971/03-1981/01	臺中港務局	浮筒自記式
6	潮位	臺中港 (TC)	8	24°17'22.3"N 120°31'58" E	1981/02-1989/11	港研中心	浮筒自記式
7	潮位	臺中港 (TC)	8	24°17'22.3"N 120°31'28 E	1989/12-2005/12(觀測中)	港研中心	Water Log
8	潮位	臺中港 (TC)	A	24°18'00"N 120°29'10" E	1999/10-2000/08	港研中心	AWCP
9	潮位	臺中港 (TC)	A	24°18'10"N 120°28'30" E	2003/07-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
10	潮位	高雄港 (KH)	1	22°32'30"N 120°17'40" E	1971/01-2003/12 (觀測中)	高雄港務局	
11	潮位	高雄港 (KH)	X	22°32'30"N 120°17'40" E	2003/06-2005/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計

12	潮位	高雄港 (KH)	2	22°33'10"N 120°18'38" E	1988/01-2005/12(觀測中)	高雄港務 局	
13	潮位	高雄港 (KH)	A	22°34'29"N 120°15'40" E	2000/12-2005/08	港研中心	AWCP
14	潮位	高雄港 (KH)	R	22°32'30"N 120°17'40" E	2005/08-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
15	潮位	花蓮港 (HL)	T	23°58'31"N 121°37'07" E	2001/07-2005/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
16	潮位	花蓮港 (HL)	B	23°59'36"N 121°37'42" E	1980/01-2005/12 (觀測中)	中央氣象 局	
17	潮位	花蓮港 (HL)	3	23°58'00"N 121°37'30" E	2000/09-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
18	潮位	蘇澳港 (SA)	2	24°35'33"N 121°51'56" E	1994/07-2005/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
19	潮位	蘇澳港 (SA)	1	24°36'04"N 121°51'32" E	1981/01-2005/12 (觀測中)	中央氣象 局	
20	潮位	蘇澳港 (SA)	A	24°35'20"N 121°53'10" E	2002/08-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
21	潮位	臺北港 (TP)	1	25°10'44"N 121°22'41" E	1996/10-2004/09	港研中心	S4 舊觀測樁
22	潮位	臺北港 (TP)	A	25°10'54"N 121°22'32" E	2005/03-2005/12 (觀測中)	港研中心	S4 新觀測樁
23	潮位	臺北港	2	25°11'4"N	1994/10-2005/12	水利署	

		(TP)		121°24'07" E	(觀測中)		
24	潮位	安平港 (AP)	1	22°56'37"N 120°08'10" E	1999/10-2005/12 (觀測中)	港研中心	S4 觀測樁
25	潮位	安平港 (AP)	A	22°59'02"N 120°12'50" E	2003/01-2005/12 (觀測中)	高雄港務 局	
26	潮位	安平港 (AP)	B	22°58'27"N 120°11'08" E	2003/01-2005/12 (觀測中)	高雄港務 局	
27	潮位	安平港 (AP)	X	22°58'46"N 120°12'07" E	1979/03-1993/12	高雄港務 局	

註：測站位置請參各港區位置示意圖。



：潮位站 ：風速站 ：波浪站 ：海流站

圖 1.1 基隆港海氣象觀測站位置示意圖



△ : 潮位站 S : 風速站 S : 波浪站 ≡ : 海流站

圖 1.2 臺北港海氣象觀測站位置示意圖



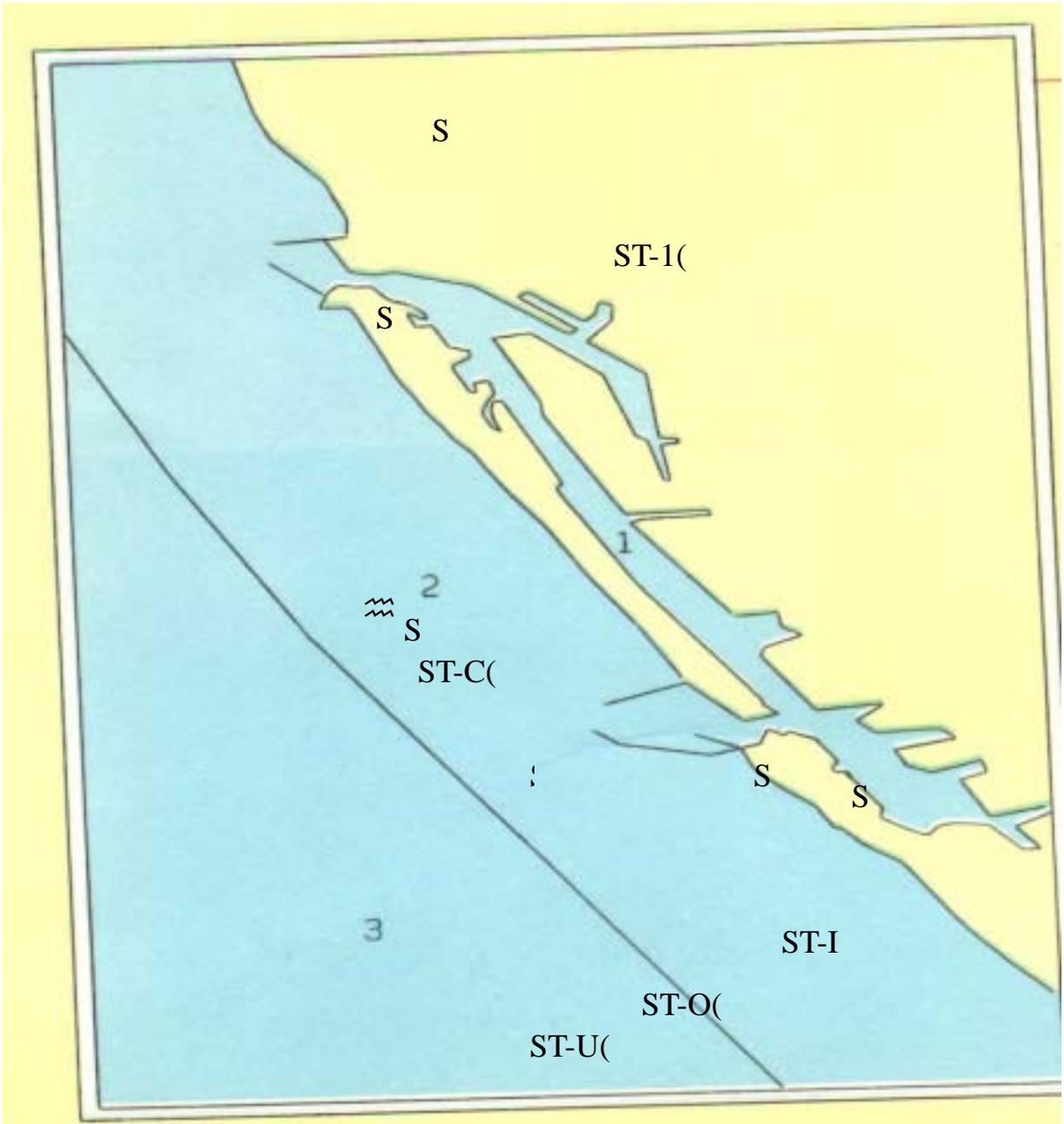
△ : 潮位站 □ : 風速站 ○ : 波浪站 ≍ : 海流站

圖 1.3 臺中港海氣象觀測站位置示意圖



:潮位站 :風速站 :波浪站 ≡ :海流站

圖 1.4 安平港海氣象觀測站位置示意圖



：潮位站 ：風速站 ：波浪站 ≍ ：海流站

圖 1.5 高雄港海氣象觀測站位置示意圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心花蓮港觀測站儀器安裝位置圖

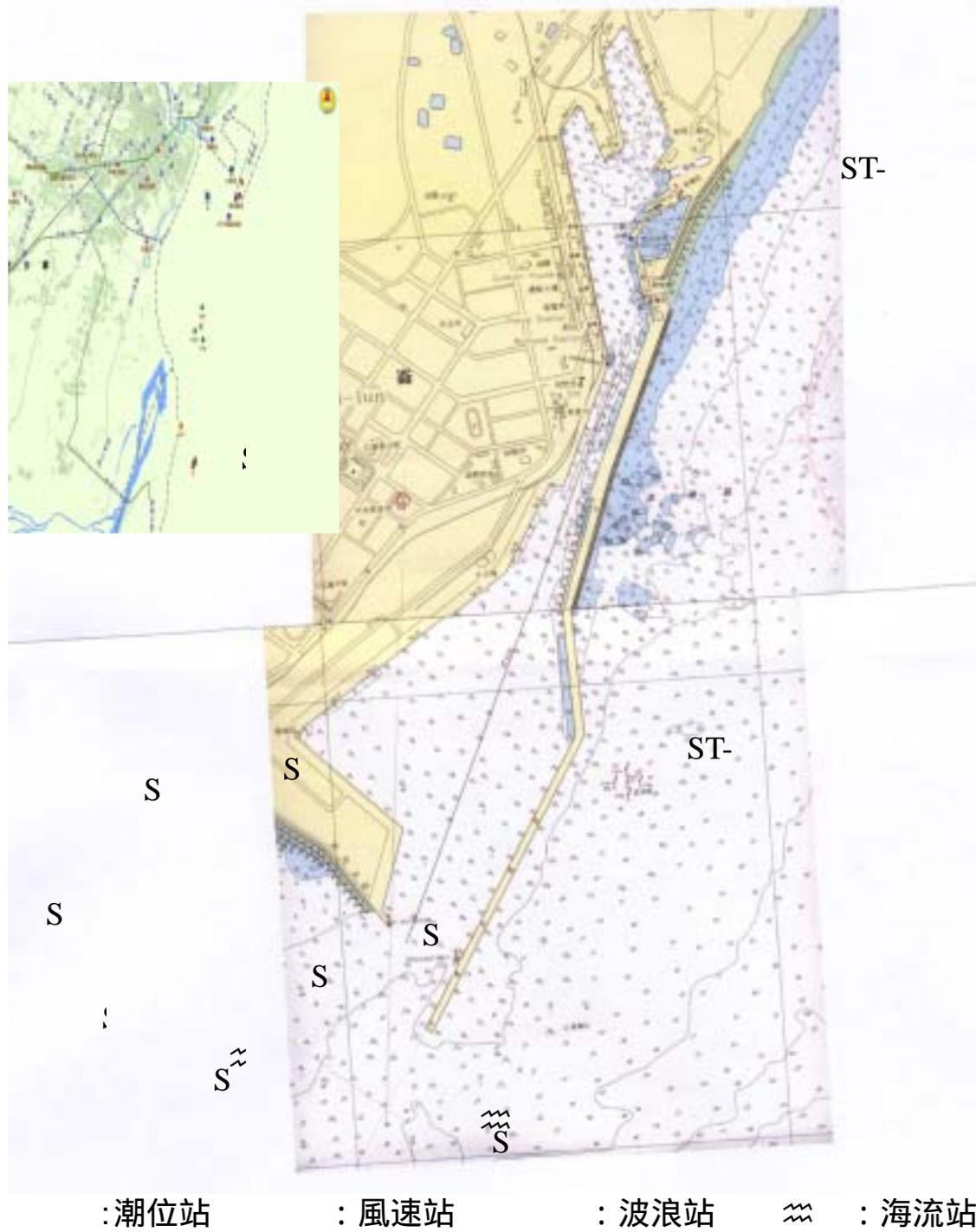


圖 1.6 花蓮港海氣象觀測站位置示意圖



:潮位站 : 風速站 : 波浪站 ≡ : 海流站

圖 1.7 蘇澳港海氣象觀測站位置示意圖

第二章 海流資料蒐集、處理及分析

2.1 海流觀測資料蒐集

至 2005 年為止，包括基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、安平港及臺北港等七個主要商港，現場觀測海流資料蒐集概況如表 2.1 所示，各港蒐集成果主要為本所(港研中心)自行辦理之觀測資料，相關觀測位置及儀器安置說明如下。

2.1.1 基隆港海流觀測位置及儀器安置

海流之觀測本所(港研中心)於 2001 年 6 月中旬安置挪威 NORTEK 公司之剖面海流與表面波浪(波高、週期及波向)即時傳送監測系統(AWCP)，安裝在基隆港東防波堤堤頭外水深 44 公尺處(測站 A)，如前圖 1.1 所示。

2.1.2 臺北港海流觀測位置及儀器安置

海流之觀測數據取自淡水觀測樁水下 5 米之 Inter Ocean 公司生產之 S-4ADW 潮波流儀，該儀器可同步觀測 VE、VN 及水位變化等資料，並得以求出波浪、海流及水位變化。1996 年 10 月至 2004 年 9 月舊觀測樁測站位置為 $25^{\circ}10'44''N$ ， $121^{\circ}22'41''E$ (稱測站 1)，2004 年 12 月以後新觀測樁測站位置為 $25^{\circ}10'54''N$ ， $121^{\circ}22'32''E$ (測站 A)，如前圖 1.2。

2.1.3 臺中港海流觀測位置及儀器安置

海流之觀測方面，因臺中港務局北防波堤延長工程開始展開整平拋石工作影響到儀器安全，2000 年 8 月 18 日暫時停止量測並將設備收回。2003 年 5 月臺中港務局北防波堤延長工程完成後本所隨即在 2003 年 7 月 5 日就安裝完成(挪威 NORTEK 公司)波高波向與剖面海流即時

傳送監測系統，安裝在臺中港北防波堤堤頭 150 公尺外、水深 25 公尺處(測站 A)，如圖 1.3。

2.1.4 安平港海流觀測位置及儀器安置

海流之觀測數據取自安平觀測樁(測站 1)水下 5 米之 Inter Ocean 公司生產之 S-4ADW 潮波流儀，該儀器可同步觀測 V_E 、 V_N 及水位變化等資料，並得以求出波浪、海流及水位變化，觀測樁測站位置為 $22^{\circ}56'37''N$ ， $120^{\circ}08'10''E$ (WGS-84)，如圖 1.4。

2.1.5 高雄港海流觀測位置及儀器安置

本中心在 2000 年 12 月中旬經會勘後選定在高雄一港口與二港口間亦即高雄市中區污水處理廠附近海域(測站 A)，安裝挪威 NORTEK 公司之剖面海流與表面波浪(波高、週期及波向)即時傳送監測系統(AWCP)，如圖 1.5。其間，2001 年 6 月 23 日奇比颱風經過形成之外圍環流影響以致海底電纜遭受到外力拉扯受損後，暫時以自記方式量測，資料狀況良好。後因漁船作業困擾，於 2005 年 8 月後相關觀測系統改置於二港口紅燈塔西南外約 700 公尺處。

2.1.6 花蓮港海流觀測位置及儀器安置

本中心在花蓮港東防波堤往南延長 380 公尺水深 34 公尺處(測站 3)，於 2000 年 9 月 8 日安裝挪威 NORTEK 公司剖面海流與表面波浪(波高、週期及波向)即時監測系統(AWCP)，如圖 1.6。另本中心曾於 2005 年 7 月 1 日至 2005 年 11 月 30 日間於美崙溪口南附近水深 13M 處(測站 N)及花蓮溪口南附近水深 20M 處(測站 S)，各安裝一組 NORTEK 公司之剖面海流與波浪即時監測系統。

2.1.7 蘇澳港海流觀測位置及儀器安置

本中心於 2002 年 7 月 19 日於蘇澳港港口外 700 公尺水深約 25 公

尺處(測站 A)，安置挪威 NORTEK 公司剖面海流與表面波浪(波高、週期及波向)即時監測系統(AWCP)海流觀測站，如圖 1.7。

2.2 海流資料處理

2.2.1 基隆港海流資料處理

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床上之儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，基隆港觀測站水深 44 公尺間距設定為 2 公尺；每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表其數樣每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔 1 小時經由海底電纜傳訊回接收站之電腦中儲存，觀測海流資料記錄時間統計表如表 2.1。

2.2.2 臺北港海流資料處理

海流觀測使用 Inter Ocean 公司生產之 S-4ADW 潮波流儀，裝設深度為水下 5 米處，讓儀器收取每小時之前 10 分鐘之 V_E 、 V_N 速分量；取樣頻率為 2Hz，所得之數據加以平均得出該小時之平均流速、平均流向等資料，相關資料記錄時間統計表如表 2.1。

2.2.3 臺中港海流資料處理

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床上之儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，基隆港觀測站水深 25 公尺間距設定為 1 公尺；每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表其數樣每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔 1 小時經由海底電纜傳訊回接收站之電腦中儲存，相關資料記錄時間統計表如表 2.1。

2.2.4 安平港海流資料處理

海流觀測使用 Inter Ocean 公司生產之 S-4ADW 潮波流儀裝設深度為水下 5 米處，讓儀器收取每小時之前 10 分鐘之 V_E 、 V_N 速分量；取樣頻率為 2Hz，所得之數據加以平均得出該小時之平均流速、平均流向等資料，相關資料記錄時間統計表如表 2.1。

2.2.5 高雄港海流資料處理

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床之上儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，高雄港觀測站水深 19 公尺，間距設定為 1 公尺；每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表其數樣每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔 1 小時經由海底電纜傳訊回接收站之電腦中儲存，相關資料記錄時間統計表如表 2.1。

2.2.6 花蓮港海流資料處理

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床之上儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，花蓮港觀測站水深 34 公尺，間距設定為 2 公尺；每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表其數樣每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔 1 小時經由海底電纜傳訊回接收站之電腦中儲存，相關資料記錄時間統計表如表 2.1。

2.2.7 蘇澳港海流資料處理

剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床之上儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，蘇澳港觀測站水深 25 公尺，間距設定為 1 公尺；每小時連續量測 600 秒，再將總和平均代表其數樣每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔 1 小時經由海底電纜傳訊回接收站之電腦中儲存，相關資料記錄時

間統計表如表 2.1。

2.3 海流資料分析

影響近岸域之流場，主要外力有潮汐作用、波力、風力等。潮汐可視為一種淺水長波，其引致之流場稱為潮流，潮流一般較為規則化。風剪力所引起之流場稱為風吹流，其影響之深度有限，而颱風產生之暴潮及流況則較複雜。另將波浪視為一外力，其引致之流場，稱為沿岸流，波場本身即為一複雜之現象，因此沿岸流較為複雜。影響流場之因素尚有流體剪應力、科氏力、地形邊界效應、底床摩擦力等項目，而流體密度變化、濃差效應，除某些特定地區造成較大影響，一般實際情形影響不大。

海流資料分析結果分別整理如下之月報表、統計表、資料圖及統計圖。

1. 流速及流向月報表：2005 年每月逐時流速及流向月報表，包括基隆港、臺北港、臺中港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等七個港口，逐時流速及流向月報表，表中包括日平均流速、月平均流速，日最大流速(流向)，月最大流速(流向)。整點流速及流向表示該小時平均流速及流向(去向)。流向由正北為零度開始，順時針為正，表示海流之去向。
2. 海流逐時及 48 小時向量平均歷線圖：2005 年每月海流逐時及 48 小時向量平均歷線圖，包括七個港口每月海流之流矢、流速(cm/sec)，流向、東西分量流速(V_E)及南北分量流速 (V_N)逐時變化圖。
3. 海流重要統計量統計表：2005 年及歷年流速及流向分月、分季、分年重要統計量，包括平均流速、最大流速(流向)、流速分佈百分比之分月、分季、分年統計、流向分佈百分比之分月、分季、分年統計。表格包括 2005 年及歷年之逐時流速平均值統計表、逐時流速最大值統計表、流速平均值統計表及流速最大值統計表等。

4. 流速、流向聯合分佈統計表：2005 年及歷年分月、分季、分年之流速、流向聯合分佈百分比統計表，其中 2005 年為每月(季、年)流速、流向聯合分佈百分比統計量，而歷年(1999~2004 年)為每月、每季與歷年之流速及流向聯合分佈百分比統計量。
5. 海流方塊圖：2005 年及歷年分月、分季、分年之海流方塊圖，包括 2005 年每月(季、年)海流方塊圖，歷年(1999~ 2005 年) 每月、每季與歷年之海流方塊圖。
6. 海流玫瑰圖：2005 年及歷年分月、分季、分年之海流玫瑰圖，包括 2005 年每月(季、年)海流玫瑰圖，歷年(1999~ 2005 年) 每月、每季與歷年之海流玫瑰圖。
7. 逐時海流向量點分佈圖及海流向量行進圖：2005 年每月逐時海流向量點分佈圖及海流向量行進圖。
8. 潮流調和分析：選取 M2、S2、K1 及 O1 等 4 個分潮作調和分析，則各分潮之潮流橢圓重要統計量。包括各港 M2、S2、K1 及 O1 四個分潮流之潮流半長軸、半短軸及長軸方向角等大小分佈圖，各港 M2、S2、K1 及 O1 四個分潮流之潮流橢圓圖。
9. 颱風期間海流統計：包括 2005 年各港颱風期間流速與流向報表、歷線圖，2005 年各港颱風期間最大風速統計表等。

表 2.1 臺灣主要港口觀測海流資料蒐集概況表

序 號	資料 類別	港區 名稱	測 站	精度 緯度	觀測 期間	觀測單位	備註 (觀測儀器)
1	海流	基隆港 (KL)	A	25°10'00"N 121°44'50" E	2001/06-2006/05	港研中心	AWCP
2	海流	基隆港 (KL)	A	25°09'50"N 121°44'50" E	2006/08-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
3	海流	臺中港 (TC)	A	24°18'00"N 120°29'10" E	1999/10-2000/08	港研中心	AWCP
4	海流	臺中港 (TC)	A	24°18'10"N 120°28'40" E	2003/07-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
5	海流	臺中港 (TC)	1	24°19'06"N 120°30'52" E	1994/09-1997/03 (停止觀測)	港研中心	RCM-9
6	海流	臺中港 (TC)	2	24°18'00"N 120°29'04" E	1994/10-1996/02	港研中心	RCM-9
7	海流	臺中港 (TC)	N	24°17'58"N 120°29'06" E	1995/09-1996/02	港研中心	RCM-9
8	海流	臺中港 (TC)	4	24°16'55"N 120°29'22" E	1994/09-1995/12	港研中心	RCM-9
9	海流	高雄港 (KH)	A	22°34'29"N 120°15'40" E	2000/12-2005/08	港研中心	AWCP
10	海流	高雄港 (KH)	R	22°32'30"N 120°17'40" E	2005/08-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
11	海流	高雄港	I,J	22°30'38"N	1992/01-1992/12	港研中心	RCM-7(上下)

		(KH)		120°19'31" E			兩層)
12	海流	高雄港 (KH)	O,Q	22°29'28"N 120°18'18" E	1992/01-1992/12	港研中心	RCM-7(上下 兩層)
13	海流	花蓮港 (HL)	3	23°58'00"N 121°37'30" E	2000/09-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
14	海流	花蓮港 (HL)	2	24°00'07"N 121°38'25" E	1994/05-1994/11 2000/01-2000/08	港研中心	RCM9
15	海流	花蓮港 (HL)	4	23°58'13"N 121°37'18" E	1994/06-1994/09	港研中心	RCM9
16	海流	花蓮港 (HL)	5	23°58'04"N 121°37'09" E	1994/05-1994/11	港研中心	RCM9
17	海流	花蓮港 (HL)	N	23°58'10"N 121°37'10" E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP
18	海流	花蓮港 (HL)	S	23°55'40"N 121°37'01" E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP
19	海流	蘇澳港 (SA)	V	24°35'52"N 121°54'42" E	1999/11-2000/05	港研中心	RCM
20	海流	蘇澳港 (SA)	A	24°35'20"N 121°53'10" E	2002/08-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
21	海流	臺北港 (TP)	1	25°10'44"N 121°22'41" E	1996/10-2004/09	港研中心	S4 舊觀測樁
22	海流	臺北港 (TP)	A	25°10'54"N 121°22'32" E	2005/03-2005/12 (觀測中)	港研中心	S4 新觀測樁

23	海流	安平港 (AP)	1	22°56'37"N 120°08'10" E	1999/10-2005/12 (觀測中)	港研中心	S4 觀測樁
----	----	-------------	---	----------------------------	--------------------------	------	--------

註：測站位置請參各港區位置示意圖。

第三章 風資料蒐集、處理及分析

3.1 風觀測資料蒐集

至 2005 年為止，包括基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、安平港及臺北港等七個主要港口之現場觀測風力資料蒐集概況如表 3.1 所示，各港蒐集成果包括本中心自行辦理之觀測資料，及蒐集自中央氣象局觀測部份，相關觀測位置及儀器安置分別說明如下。

3.1.1 基隆港風觀測位置及儀器安置

2002 年 6 月本中心安裝 Young Brand 風速計於基隆港測站 1，測站 W 之風速儀屬中央氣象局所有，其位置為 $25^{\circ}08'05''\text{N}$ ， $121^{\circ}43'56''\text{E}$ ，如前圖 1.1 所示。

3.1.2 臺北港風觀測位置及儀器安置

風之觀測係本中心利用位於臺北港海上觀測樁頂安裝之 Young Brand 風速計(測站 1)，此風速計之觀測範圍為 0 60 米/秒，最大陣風則可測至 80 米/秒。新舊觀測樁測站設置時間及位置如前第二章所述，風速計安裝之高度約為海平面上 15 米。另測站 W 之風速儀屬中央氣象局所有，其位置為 $25^{\circ}09'56''\text{N}$ ， $121^{\circ}26'24''\text{E}$ 。

3.1.3 臺中港風觀測位置及儀器安置

2001 年 6 月本中心於臺中港北防風林處安裝 Young Brand 風速計，儀器高度約 10m。而測站 W 之風速儀屬中央氣象局所有，其位置為 $24^{\circ}15'31''\text{N}$ ， $120^{\circ}30'54''\text{E}$ ，相關位置如圖 1.3。

3.1.4 安平港風觀測位置及儀器安置

本中心係利用位於安平港海上觀測樁頂安裝之 Young Brand 風速計為之，風速計之施測範圍為 0 60 米/秒，最大陣風則可測至 80 米/秒，觀測樁位置如前第二章所述，風速計安裝之高度約為海平面上 14 米，如圖 1.4。

3.1.5 高雄港風觀測位置及儀器安置

2003 年 6 月本中心在高雄港十號碼頭安裝一具風速風向即時傳送監測系統(測站 X)，至今都在正常運轉中且資料完整。而高雄港壽山風力觀測站(測站 B)風速儀屬中央氣象局所有，測站之位置為 22°34'05"N，120°18'29"E，相關位置圖 1.5

3.1.6 花蓮港風觀測位置及儀器安置

2002 年 6 月本中心安裝 Young Brand 風速計於測站 W，而花蓮港花崗山測站(測站 A)風速儀屬中央氣象局所有，其位置如圖 1.6。

3.1.7 蘇澳港風觀測位置及儀器安置

2003 年 6 月本中心安裝一具風速風向即時傳送監測系統(測站 2)，至今都在正常運轉中且資料完整。其位置如圖 1.7，而蘇澳港原風測站(測站 W)之風速儀屬中央氣象局所有。

3.2 風資料處理

3.2.1 基隆港風資料處理

本中心測站 1 風資料之蒐集係採取每小時測定前十分鐘之風速、風向數據加以平均而得出該小時之平均風速、平均風向、最大陣風風速、最大陣風風向、最大陣風之發生時間。基隆港測站 W 風資料由中

央氣象局提供，觀測風速、風向資料經算術平均而得以代表該小時之風速、風向，風資料記錄期間統計表如表 3.1 所示。

3.2.2 臺北港風資料處理

本中心測站 1 風速、風向之取樣方法為由每小時準點後 50 分至 60 分連續各取 600 組資料點，取樣頻率為 1Herz。風速、風向資料經算術平均而得該小時(例如 10 時 50 分至 60 分所測風速、風向，即定義為 11 時之風速、風向之平均風速(m/s)及風向(度)。最大風速代表該月每小時平均風速中之最大值，最大風速之風向為當時相對之風向。測站 W 風資料由中央氣象局提供，觀測風速、風向資料經算術平均而得以代表該小時之風速、風向，相關風資料記錄期間統計表如表 3.1。

3.2.3 臺中港風資料處理

本中心測站 7 風資料之蒐集係採取每小時測定前十分鐘之風速、風向數據加以平均而得出該小時之平均風速、平均風向、最大陣風風速、最大陣風風向、最大陣風之發生時間。測站 W 風資料由中央氣象局提供。觀測風速、風向資料經算術平均而得以代表該小時之風速、風向，相關風資料記錄期間統計表如表 3.1。

3.2.4 安平港風資料處理

本中心測站 1 風資料之蒐集係採取每小時測定前十分鐘之風速、風向數據加以平均而得出該小時之平均風速、平均風向、最大陣風風速、最大陣風風向、最大陣風之發生時間，相關風資料記錄期間統計表如表 3.1。

3.2.5 高雄港風資料處理

本中心測站 X 風資料之蒐集係採取每小時測定前十分鐘之風速、風向數據加以平均而得出該小時之平均風速、平均風向、最大陣風風

速、最大陣風風向、最大陣風之發生時間。測站 B 風資料由中央氣象局提供。觀測風速、風向資料經算術平均而得以代表該小時之風速、風向，相關風資料記錄期間統計表如表 3.1。

3.2.6 花蓮港風資料處理

本中心測站 W 風資料之蒐集係採取每小時測定前十分鐘之風速、風向數據加以平均而得出該小時之平均風速、平均風向、最大陣風風速、最大陣風風向、最大陣風之發生時間。測站 A 風資料由中央氣象局提供。觀測風速、風向資料經算術平均而得以代表該小時之風速、風向，相關風資料記錄期間統計表如表 3.1。

3.2.7 蘇澳港風資料處理

本中心測站 2 風資料之蒐集係採取每小時測定前十分鐘之風速、風向數據加以平均而得出該小時之平均風速、平均風向、最大陣風風速、最大陣風風向、最大陣風之發生時間。測站 W 風資料由中央氣象局提供。觀測風速、風向資料經算術平均而得以代表該小時之風速、風向，相關風資料記錄期間統計表如表 3.1。

3.3 風資料分析

風力大小直接影響到船隻在碼頭卸貨等港埠作業，風力也直接作用於船隻，對船隻進港操船安全也有影響。其次風力也是造成波浪之主要外力，而風吹海面引起之風吹流，皆為影響整個海面及港池之靜穩重要因素。

季節來分 12 月、1 月及 2 月份風速較大，為典型冬季東北季風；3 月、4 月屬春季季風型態；7 月及 8 月屬夏季季風型態；9 月、10 月及 11 月屬秋季為夏、冬間之轉換期。

風力及颱風資料分析結果分別依調查月份整理如下之圖表。

1. 逐時風速及風向月報表，包括 2005 年七個港口之逐時風速及風向月報表，表中包括日平均風速、月平均風速、日最大風速(風向)、月最大風速(風向)。
2. 每月逐時風歷線圖，包括 2005 年七個港口每月風速、風向、風東西分量及風南北分量逐時歷線圖。
3. 風力重要統計量統計表：2005 年及歷年分月、分季、分年之風速及風向重要統計量統計表，表格包括風速分佈百分比統計表、，風向分佈百分比統計表、逐時風速平均值統計表、逐時風速最大值統計表、每日風速平均值統計表及每日風速最大值統計表等。
4. 風速及風向聯合分佈百分比統計表：包括 2005 年及歷年分月、分季、分年之風速及風向(來向)聯合分佈百分比統計表。
5. 風方塊圖：包括 2005 年及歷年分月、分季、分年之風速及風向 方塊圖。
6. 風玫瑰圖：包括 2005 年及歷年分月、分季、分年之風玫瑰圖。
7. 風向量圖：包括 2005 年每月、每季、全年之風向量圖。
8. 颱風路徑圖：包括 2005 年 7 個侵臺颱風路徑圖。
9. 颱風期間風統計：包括 2005 年各港颱風期間風速與風向報表、歷線圖，2005 年各港颱風期間最大風速統計表等。

表 3.1 臺灣主要港口觀測風資料蒐集概況表

序 號	資料 類別	港區 名稱	測 站	精度 緯度	觀測 期間	觀測單位	備註 (觀測儀器)
1	風	基隆港 (KL)	1	25°08'28"N 121°44'23" E	2002/06-2005/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
2	風	基隆港 (KL)	W	25°08'05"N 121°43'56" E	1999/01-2005/12 (觀測中)	中央氣象 局	
3	風	臺中港 (TC)	7	24°18'24"N 120°31'23" E	1971/01-1981/01	臺中港務 局	Young Brand 風速計
4	風	臺中港 (TC)	7	24°18'24"N 120°31'23" E	1981/02-2005/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
5	風	臺中港 (TC)	3	24°18'49"N 120°31'31" E	1994/01-1996/03	港研中心	
6	風	臺中港 (TC)	B	24°17'59"N 120°28'58 E	1996/09-1997/11	港研中心	
7	風	臺中港 (TC)	W	24°15'31"N 121°30'54 E	1996/09-2005/12 (觀測中)	中央氣象 局	
8	風	高雄港 (KH)	X	22°36'54"N 120°17'19" E	2002/06-2005/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
9	風	高雄港 (KH)	B	22°34'05"N 120°18'29" E	1999/01-2005/12 (觀測中)	中央氣象 局	
10	風	花蓮港 (HL)	W	23°58'53"N 121°36'43" E	2002/06-2005/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
11	風	花蓮港	A	23°58'23"N	1981/02-2005/12	中央氣象	

		(HL)		121°36'13" E	(觀測中)	局	
12	風	蘇澳港 (SA)	2	24°35'33"N 121°51'57 E	2003/06-2005/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計
13	風	蘇澳港 (SA)	W	24°35'43"N 121°51'37 E	1999/01-2005/12 (觀測中)	中央氣象 局	
14	風	臺北港 (TP)	1	25°10'44"N 121°22'41" E	1996/10-2004/09	港研中心	舊觀測樁 Young Brand 風速計
15	風	臺北港 (TP)	A	25°10'54"N 121°22'32" E	2005/03-2005/12 (觀測中)	港研中心	新觀測樁 Young Brand 風速計
16	風	臺北港 (TP)	W	25°09'56"N 121°26'24" E	2004/01-2005/12 (觀測中)	中央氣象 局	
17	風	安平港 (AP)	1	22°56'37"N 120°08'10" E	1999/10-2005/12 (觀測中)	港研中心	觀測樁 Young Brand 風速計

註：測站位置請參各港區位置示意圖。

第四章 波浪資料蒐集、處理及分析

4.1 波浪觀測資料蒐集

至 2005 年為止，包括基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、安平港及臺北港等七個主要港口之現場觀測波浪資料蒐集概況如表 4.1 所示，各港蒐集成果主要為本中心自行辦理現場觀測資料，相關觀測位置及儀器安置分別說明如下。

4.1.1 基隆港波浪觀測位置及儀器安置

基隆港波浪之觀測，本所港灣技術研究中心於 2001 年 6 月中旬安置挪威 NORTEK 公司之剖面海流表面波浪與潮汐之監測系統 (AWCP)，安裝在基隆港東防波堤堤頭外水深 44 公尺處(測站 A)，如前圖 1.1 所示。

4.1.2 臺北港波浪觀測位置及儀器安置

臺北港波浪資料之蒐集，為淡水觀測樁(測站 1)水下 5 米處之 Inter Ocean S-4ADW 潮波儀所測得之 2Hz 水位變化時間序列處理而得，新舊觀測樁測站設置時間及位置如前第二章所述。

4.1.3 臺中港波浪觀測位置及儀器安置

臺中港波浪之觀測方面，因臺中港務局北防波堤延長工程開始展開整平拋石工作影響到儀器安全，2000 年 8 月 18 日暫時停止量測並將設備收回。2003 年 5 月臺中港務局北防波堤延長工程完成後本所隨即在 2003 年 7 月 5 日就安裝完成(挪威 NORTEK 公司)波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，安裝在臺中港北防波堤堤頭 150 公尺外、水深

25 公尺處(測站 A)，如圖 1.3。

4.1.4 安平港波浪觀測位置及儀器安置

安平港波浪資料之蒐集，為安平觀測樁水下 5 米處(測站 1)之 Inter Ocean S-4ADW 潮波儀所測得之 2Hz 水位變化時間序列處理而得，觀測樁位置如前第二章所述。

4.1.5 高雄港波浪觀測位置及儀器安置

有關高雄港海流觀測儀器為挪威 NORTEK 公司之剖面海流與波浪即時監測系統(簡稱 AWCP)，本儀器系統可同時觀測波浪與海流。因此，相關儀器位置說明如前第二章所述。

4.1.6 花蓮港波浪觀測位置及儀器安置

有關花蓮港海流觀測儀器亦為挪威 NORTEK 公司之剖面海流與表面波浪即時傳送監測系統，相關儀器位置說明亦如前第二章所述。另本中心於 2005 年 7 月 1 日至 2005 年 11 月 30 日間於美崙溪口南附近水深 13M 處(測站 N)及花蓮溪口南附近水深 20M 處(測站 S)，位置如圖 1.6，各安裝一組 NORTEK 公司之剖面海流與波浪即時監測系統。

4.1.7 蘇澳港波浪觀測位置及儀器安置

有關花蓮港海流觀測儀器亦為挪威 NORTEK 公司之剖面海流與表面波浪即時傳送監測系統，相關儀器位置說明亦如前第二章所述，其位置如圖 1.7。

4.2 波浪資料處理

4.2.1 基隆港波浪資料處理

波浪資料取樣頻率都設定為 2Hz，每小時取樣 2048 筆資料，亦即波高精度在每 0.5 秒間隔內分別量測所得速度 U、V、W 向量與壓力量，量測取得之資料再作整合而得到波高、波向的資料，觀測之波浪資料記錄期間統計表，如表 4.1 所示。

4.2.2 臺北港波浪資料處理

波浪觀測使用 Inter Ocean Systems Inc.的 S-4ADW 潮波流儀，儀器架裝於觀測樁海平面下約 5 米之位置。潮波流儀可將安裝於其上之壓力偵測器(pressure sensor)及速計所在位置之壓力及水分子運動速度偵測並加以記錄，此壓力將包括大氣壓力、流體動壓及靜壓，取樣方法為每小時由整點向後連續取 2048 組水壓及水分子運動速度資料，取樣頻率為 2Hz。波向則由此 2048 組水壓及水分子運動速度資料計算而得。經由波浪理論之轉換方法將水壓之時間序列(time series)轉成水位之時間序列。可輸出 H_s 、 H_{ave} 、 H_{max} 、 $H_{1/10}$ 、 T_s 、 $T_{1/10}$ 、 T_p 、 T_c 、 T_z 、 T_{max} 、水位、波向等統計結果，並可進一步作 FFT 分析，相關波浪資料記錄期間統計表如表 4.1。

4.2.3 臺中港波浪資料處理

波浪資料取樣頻率都設定為 2Hz，每小時取樣 2048 筆資料，亦即波高精度在每 0.5 秒間隔內分別量測所得速度 U、V、W 向量與壓力量，量測取得之資料再作整合而得到波高、波向的資料，相關波浪資料記錄期間統計表如表 4.1。

4.2.4 安平港波浪資料處理

波浪觀測使用 Inter Ocean Systems Inc.的 S-4ADW 潮波流儀，儀器架裝於觀測樁海平面下約 5 米之位置。取樣頻率為 2Hz，設定為每小時取樣 18 分鐘，所得之數據經由 14bit 之 A/D 可達到 1 公分以內之解析度。基地站在接收每次觀測數據後即利用波浪處理軟體將壓力訊號

配合同步之水粒子運動記錄，得出波浪之波高及方向，可輸出 H_s 、 H_{ave} 、 H_{max} 、 $H_{1/10}$ 、 T_s 、 $T_{1/10}$ 、 T_p 、 T_c 、 T_z 、 T_{max} 、水位、波向等統計結果，並可進一步作 FFT 分析，相關波浪資料記錄期間統計表如表 4.1。

4.2.5 高雄港波浪資料處理

AWCP 系統有兩個分離波高量測模式：一個是對平靜波浪時，當資料由傳統式壓力感應器量測時將會因儀器佈放的深度而受很大的影響。此時，表面高度必須用一個聲波式的高度感應器量測波高。波高量測範圍(1)資料量測模式：壓力及沿每一個波束選取一個流速層；(2)量測流層距離：0.5、1.0、2.0 公尺可選擇性；(3)最大資料輸出頻率：2Hz(以內含)；(4)儀器內取樣頻率：4~6Hz；(5)取樣期間之取樣數：512、1024 或 2048 次可選擇性；(6)所有資料都儲存於岸上的電腦與主機內。

波向量測範圍：波向的量測從海面下 3 米以上的流向資料與波高資料計算轉換而得。對攪動的海況來說；用於轉換波向的該層深度應該自動被調整為平均水位 – 也就是 $H_{max}/2$ 。量測的參數為：平均波向及波向分佈，波向單位為度。所有的 Raw Data 都會被儲存於岸上的電腦及本主機內，相關波浪資料記錄期間統計表如表 4.1。

4.2.6 花蓮港波浪資料處理

AWCP 系統同高雄港資料處理方法，相關波浪資料記錄期間統計表如表 4.1。

4.2.7 蘇澳港波浪資料處理

AWCP 系統同高雄港資料處理方法，相關波浪資料記錄期間統計表如表 4.1。

4.3 波浪資料分析

配合風資料分類，以季節來分 12 月、1 月及 2 月份風速較大，為典型冬季東北季風期，3 月、4 月及 5 月屬春季，6 月、7 月及 8 月屬夏季，9 月、10 月及 11 月屬夏轉冬之秋季，波浪水位資料分析結果分別依調查月份整理如下之圖表：

1. 每月逐時波高及週期(波高及波向)月報表，包括 2005 年七個港口逐時波高及週期(波高及波向)月報表，表中包括日平均值、月平均值，日最大值，月最大值。
2. 每月示性波高 $H_{1/3}$ 、示性週期 $T_{1/3}$ 及波向逐時歷線圖，包括 2005 年七個港口每月波浪(示性波高 $H_{1/3}$ 、示性週期 $T_{1/3}$ 及波向)逐時歷線圖。
3. 波浪重要統計量統計表，2005 年及歷年分月、分季、分年之示性波高 $H_{1/3}$ 、示性週期 $T_{1/3}$ 及波向重要統計量統計表，表格包括示性波高 $H_{1/3}$ 分佈百分比統計表、波向分佈百分比統計表、示性週期 $T_{1/3}$ 分佈百分比統計表、每日逐時示性波高 $H_{1/3}$ 平均值統計表、每日逐時示性波高 $H_{1/3}$ 最大值統計表、每日示性波高 $H_{1/3}$ 平均值統計表及每日示性波高 $H_{1/3}$ 最大值統計表等。
4. 示性波高 $H_{1/3}$ 及示性週期 $T_{1/3}$ (波向)分佈百分比(%)統計表：包括 2005 年及歷年分月、分季、分年之示性波高 $H_{1/3}$ 及示性週期 $T_{1/3}$ 聯合分佈百分比(%)統計表，示性波高 $H_{1/3}$ 及波向(來向)聯合分佈百分比(%)統計表。
5. 波浪方塊圖：包括 2005 年及歷年分月、分季、分年之波浪(示性波高 $H_{1/3}$ 、示性週期 $T_{1/3}$ 及波向)方塊圖。
6. 波浪玫瑰圖：包括 2005 年及歷年分月、分季、分年之波浪玫瑰圖。
7. 波浪向量圖：包括 2005 年每月、每季、全年波浪向量圖。
8. 颱風期間波浪統計：包括 2005 年各港颱風期間波高、週期與波向報表、歷線圖，2005 年各港颱風期間最大波高統計表等。

表 4.1 台灣主要商港觀測波浪資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	精度緯度	觀測期間	觀測單位	備註(觀測儀器)
1	波浪	基隆港(KL)	A	25°10'00"N 121°44'50" E	2001/06-2006/05	港研中心	AWCP
2	波浪	基隆港(KL)	A	25°09'50"N 121°44'50" E	2006/08-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
3	波浪	基隆港(KL)	3	25°09'49"N 121°45'29" E	1999/01-1999/10	港研中心	
4	波浪	臺中港(TC)	A	24°18'10"N 120°28'40" E	2003/08-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
5	波浪	臺中港(TC)	A	24°18'00"N 120°29'10" E	1999/10-2000/08	港研中心	AWCP
6	波浪	臺中港(TC)	1	24°19'06"N 120°30'52" E	1994/09-1997/03	港研中心	Datawell 浮球式波浪儀
7	波浪	臺中港(TC)	2	24°18'00"N 120°29'04" E	1994/10-1996/02	港研中心	Datawell 浮球式波浪儀
8	波浪	臺中港(TC)	4	24°16'55"N 120°29'22" E	1994/09-1995/12	港研中心	Datawell 浮球式波浪儀
9	波浪	高雄港(KH)	A	22°34'29"N 120°15'40" E	2000/12-2005/08	港研中心	AWCP
10	波浪	高雄港(KH)	R	22°32'30"N 120°17'40" E	2005/08-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
11	波浪	花蓮港(HL)	3	23°58'00"N 121°37'30" E	2000/09-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
12	波浪	花蓮港(HL)	2	24°00'07"N 121°38'25" E	1993/05-2000/08 2000/01-2000/08	港研中心	Datawell 浮球式波浪儀
13	波浪	花蓮港(HL)	1	23°58'28"N 121°38'12" E	1990/01-1992/12	港研中心	Datawell 浮球式波浪儀
14	波浪	花蓮港(HL)	N	23°58'10"N 121°37'10" E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP

15	波浪	花蓮港 (HL)	S	23°55'40"N 121°37'01" E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP
16	波浪	蘇澳港 (SA)	V	24°35'52"N 121°54'43" E	1999/11-2000/10	港研中心	
17	波浪	蘇澳港 (SA)	A	24°35'20"N 121°53'10" E	2002/08-2005/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
18	波浪	台北港 (TP)	1	25°10'44"N 121°22'41" E	1996/10-2004/09	港研中心	S4 舊觀測樁
19	波浪	台北港 (TP)	A	25°10'54"N 121°22'32" E	2005/03-2005/12 (觀測中)	港研中心	S4 新觀測樁
20	波浪	安平港 (AP)	1	22°56'37"N 120°08'10" E	1999/10-2005/12 (觀測中)	港研中心	S4 觀測樁

註：測站位置請參各港區位置示意圖。



總結論與建議

柒 總結論與建議

本研究報告係由四個分項子計畫之工作成果合構而成，依據計畫目標以建置與維護臺灣地區五國際港與臺北、安平等國內商港附近海域之長期性海氣象觀測網站為首要工作，並將相關觀測資料進行各港域之海氣象特性分析、資料庫建檔與後續年報、專刊之製作；同時配合計畫內容建立即時性的波浪查詢與船舶動態管理操作系統，及近岸漂沙監測系統等應用性工作。綜合各子計畫內容之論述，可得數點結論如下：

一、有關國際港附近海域海氣象調查之分析結果方面：

1. 基隆港所觀測之海流流向有週期性往復運動，退潮時段流向為東向，漲潮時段則是向西，大潮之最大流速約可達 2.0 節；其潮位以全日潮為主，半日潮為輔，主要為複合潮。波浪波浪主要可分為夏季波浪與颱風波浪，以颱風來襲或颱風行經附近海域所引起較大的波浪為主。
2. 蘇澳港所觀測之海流流向有週期性往復運動，海流運動方向主要集中在沿海岸平行方向，即退潮時段流向為北至北北東向，漲潮時段流向為南南西向，大潮之最大流速約可達 1.5 節左右；其潮位以半日潮為主，全日潮為輔，主要為複合潮。波浪之情況，從 12 月到翌年 2 月是東北季風盛行的型態，6 月到 10 月則是颱風侵襲臺灣附近海域的型態。
3. 花蓮港海流主要以長週期之海流與潮流組合而成，但受地形影響主要以東北東至西南向為主，每日流速變化大小約為 10~40 cm/sec，；其潮位以半日潮為主，全日潮為輔。波浪觀測方面，冬季波浪為東北季風盛行的型態，示性波高大都在 2m 以下，週期在 6~8sec 間，波向以東南東為主；夏季季風波浪，以來自菲律賓濱東部海域及颱風形成後傳播而來的湧浪為主，波高大都小於 1m，週期 6~8sec，波向為以東南東為主。

4. 高雄港海流流速、流向有週期性往復運動，運動方向集中在沿岸平行方向，流向主要為北北西與南南東向，在一港口處為偏北北西與南南東向而二港口處則偏西北與東南向；流速二港口較一港口大，夏季明顯較其他季節大許多，而上層流速有較下層大的驅勢；大致漲潮時偏南退潮時偏北，但在複合潮(混合潮)時較不一致。波浪主要受發生在南海的颱風影響，而東北季風影響較小。
5. 臺中港海流於冬季東北季風增強時，強制裂流之成份較為明顯，流向為西向；東北季風減弱後則以恆流為主，流向為北北西，最大流速約可達 1.5~2.0 節左右；潮位主要為半日潮，全日潮為輔。波浪觀測方面，冬季波浪屬東北季風盛行的型態，其示性波高大部份在 2~5m 間，週期在 6~8sec 間，波向以北至北北東為主；夏季西南季風期間之波高約為 1m 左右。而風向與風速的觀測結果，冬季風向主要分佈在北北東及東北方向，風速在 10~15m/s 佔 30% 左右；夏季風向集中在南及南南西方向為主，風速在 5~10m/s 佔 40% 左右，是屬夏季季風型態。

二、有關國內商港附近海域海氣象調查之分析結果方面：

1. 依據風之觀測分析結果，臺北港海域歷年資料之統計，冬季之平均風速最高，約有 7.6m/sec，夏季之平均風速為 4.9 m/sec。安平港海域歷年風觀測結果，冬季平均風速最高，為 7.0 m/sec，夏季為 5.0 m/sec。風向分析方面，臺北港海域全年以 NE 及 ENE 向為主，但夏季為西南季風期，風向以 S~W 象限機率較高。至於安平港也有類似的現象。在風速分析方面，臺北港歷年之平均風速極值為 31.8 m/sec，而安平港則為 28.1 m/sec。
2. 波浪觀測部份，臺北港海域方面，全年平均之示性波高為 0.81m，依季節分則以冬季之平均示性波高達 1.25m 為最大；波向分佈以在 N~NNE 方位約佔七成以上為最多；歷年之示性波高極值達 8.75m。而安平港海域方面，全年平均之示性波高為 0.60m，以夏季波高最大為 0.92m；波向分佈以 W~N 象限最多，約佔四成；其歷年之示性波高極值為 6.99m。

3. 海流觀測結果部份，臺北與安平兩港主要成份均是潮流，依據調和分析，臺北港主要為半日潮流，半日潮流遠較全日潮流為大；而安平港主要為半日潮流及全潮流，半日潮流較全日潮流為大。流向分析方面，依據觀測站位置所測得之流向，兩港皆隨季節並無明顯的變化，主要為依海岸線方向作往復流動。依歷年之流速分析，臺北港之年平均流速約 36.4cm/s，安平港之年平均流速約有 20.1cm/s；而各月份之海流極值臺北港除 11 月份外均超過 100cm/s，相對的安平港海流流速較慢。

三、有關港灣波浪推算與構造物安全監測之分析結果方面：

1. 利用颱風影響因子探討花蓮港船隻異動的分析結果得知，在颱風規模 4 以上之颱風來襲時，為避免斷纜之可能，船隻原則上需出港避風；而颱風發生於東經 $120^{\circ} \sim 140^{\circ}$ 、北緯 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 之範圍，將影響花蓮港域之船隻異動。
2. 利用倒傳遞式類神經網路建立花蓮港船舶動態預警模式，經由含蓋 5 種颱風規模、4 種船隻異動指數與 9 種颱風路徑之 36 場颱風的學習，及另以 3 場颱風的驗證比對，不論港內發生湧浪、警示船隻出港避風或船隻發生斷纜情況，模式推算之船隻異動指數與實際發生情況頗為脗合。
3. 波浪統計特性模式分析方面，本年度以花蓮港之實測波浪資料探討最適之機率分佈特性與最佳分組組數。依據波高特性之分析結果顯示，花蓮港域的波高分佈較符合於 Weibull 分佈，其波高直方圖之分組數以 5 至 8 組較適合；另以 Weibull 分佈所計算而得之理論 H_s 與實測波高 H_s 甚為接近。週期特性的分析結果，在示性波高大於 1.5m 區間所對應的週期資料，其最適之理論分佈為 Erlang 分佈；而在示性波高小於 1.5m 區間，以 Longuet-Higgins 分佈較適合；然在波高不分區間之週期分析，則以 Normal 分佈為較佳；而任一波高區間內的週期直方圖之分組數均以 7 組較為適合。另以季節性 Erlang 理論參數經驗公式，藉由頻譜矩 T_{01} 計算出 Erlang 理論示性週期與平均週期所需之參數，可大略推算其理論週期統計參數。

4. 有關防波堤堤址調查與堤體高程測量的結果顯示，蘇澳港南外防波堤沉箱底部並未有明顯掏空或護基方塊移位現象，而花蓮港東防波堤則有部份沉箱之底部有明顯掏空情況，且其護基方塊有較明顯位移現象，其中最嚴重之位移量達 5~6m。另有關沉箱堤面高程位移差量的調查結果顯示，除蘇澳港南外防波堤 #25 至 #34 等沉箱面西側有約 20cm 的高程變化，其餘兩港各沉箱堤面各方位的高程差異皆在 1~3cm 以內，並無明顯變化或差異。

四、有關港灣近岸海域漂沙調查之分析結果方面：

1. 依據現場灘面地形測量結果顯示，安平港附近海域於 9~11 月時平均水位上之陸地灘面明顯淤積，但平均水位下較深部份之底床則被侵蝕，直至 2、3 月時灘面達到最陡，其底床坡度約為 0.063。而 3~8 月平均水位上之陸地灘面反被明顯侵蝕，平均水位下較深部份之底床則有淤積情形，直至 9 月達到最緩坡度，其底床坡度約為 0.012。
2. 由現場剖面懸浮質濃度觀測結果得知，冬季時浪小，碎波相似參數小於 0.5；而夏季浪大時，碎波相似參數介於 0.5 與 3.3 之間，碎波多為捲波形態，易產生較強底迴流將底床砂帶往外海，造成海岸侵蝕。安平港海域以西南風為主要風場能量，浪大時會產生大量的向北輸砂，但不論東北風或西南風都會產生向海之底迴流，將底床較高濃度懸浮砂帶往外海。
3. 由懸浮輸砂率計算安平港海域全年各月份之底床的侵淤量變化，顯示夏季強烈西南風時輸砂量大會造成海岸大量侵蝕，而在隨後之東北風季節，海岸會再度發生淤積並逐漸恢復，但總計一年來之侵淤量，發現仍為侵蝕狀況，顯示該區海岸正逐漸遭受侵蝕。
4. 現場觀測發現淺灘動盪造成的沿岸流振盪普遍存在於安平近岸海域，由於實際波浪之群波現象，shields number θ_m 無法經常維持在 0.8 以上，造成薄層流與沙漣底床交互出現。當底流強度達 1m/s 時，薄層流之輸沙層厚度可達 10mm 以上。

五、有關港灣海氣地象資料年報製作，本年度已完成包括基隆港、臺中港、高雄港、蘇澳港、花蓮港、臺北港與安平港等七個主要港

口 2005 年風、波浪、海流與潮汐的觀測資料年報製作並已出版，本報告中僅陳述相關資料蒐集、處理與分析過程。

六、長期性海氣象觀測資料為港灣工程規劃設計或海域近岸變遷過程等進行分析或研究之重要依據，本研究除本諸計畫目標繼續精進觀測技術與分析方法外，將對往昔觀測資料進行資料補遺與校核工作，以期建置完整之資料庫。目前除已能透過相關資訊網站或應國內政府機關、大專院校、研究機構與顧問公司需求提供必要之海氣象基本分析資料外，未來擬進一步探討與建立各港區海氣象特性分析模式及其他應用式之視窗化資訊操作系統，如颱風波浪推算模式與船舶動態管理系統等，擴展本研究之應用功能。



期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫
□期中■期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：臺灣地區主要港口附近海域海氣象觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)
 執行單位：交通部運輸研究所(港灣技術研究中心)

參與審查人員及其所提之意見	執行單位處理情形
<p>一、郭一羽委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 觀測調查分析方法是否參考日本港研所的做法。 2. 觀測位置的適當性如何？其間改變位置在長期統計上如何處理？ 3. 設計波高、機率密度參數是否歷年有持續更新。 4. 有些創新的計算方法，尚待驗證改進。 5. 漂沙調查研究方向，應以實用性為主，理論研究可能還在實驗室階段。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目前外業作業方式係依據臺灣各港口特性，以本所多年經驗並參考國內其他單位作法辦理；至於資料分析方法，一般性之分析則依據通常需求方式進行，而其他資料特性或推算模式分析則有參考國外學者作法。未來會參考與應用日本港研所的觀測調查及分析方法，用以強化本研究觀測調查工作與成果。 2. 本所港研中心自民國 70 年代起即陸續於臺灣各港口建置觀測站，其間或因應港口防波堤延伸需要，或為解決鄰近漁船作業、破壞之困擾，各港觀測位置有所變更，其改變情況皆曾於研究報告中書明。至目前為止，五個國際港除高雄港觀測站水深為 17m 外，其餘四港觀測站水深約在 26~35m 處，而安平港觀測樁水深為 15m，臺北港觀測樁則為 20m。依前說明，各觀測站約位於碎波帶外之中間水深位置，相關觀測資料應僅受折射、淺化等影響。本所港研中心目前已於花蓮港外海約 80m 處佈放浮球式觀測儀作短期性觀測，用以探討同港域不同水深之影響，未來除繼續利用浮球觀測儀於其他各港口作驗證比較外，並擬與國內學者合作探討原有各測站觀測資料的適用性，並研擬補強方法。 3. 本研究自 95 年度起首度進行花蓮港域之波浪統計特性模式分析，由於使用之分析資料時間較短，相關設計波浪或機率密度函數之適用性仍在探討階段。

	<p>4.如前(3)項所述，未來將擴大資料分析時程，並加強與國內學者合作分析探討，以資建立合適之波浪統計特性分析模式。</p> <p>5.本研究中有關近岸漂沙調查研究係以現場資料分析為主，輔以理論依據為驗證手段，本年度工作成果中並提出底層薄層流影響之重要性。未來延續工作仍以實用為主，提供相關研究應用參考。</p>
<p>二、李忠潘委員</p> <p>1.整體計畫的成果頗佳。</p> <p>2.蘇澳港及花蓮港堤前或有沉陷或沒有沉陷，其原因如能進一步分析，更有價值。</p> <p>3.漂沙部份的現場量測難度極高，精神可佩，此部份的地形剖面量測，如能達海底沙洲外側，較能瞭解變化的機制，Bed load 與 Sheet flow 的差別請於文中說明。</p>	<p>1.感謝委員肯定。</p> <p>2.委員意見已於 96 年度起辦理。</p> <p>3.感謝委員之建議，未來計畫將地形測量延伸至沙洲外側，蒐集更完整的資料進行分析。</p>
<p>三、許泰文委員：</p> <p>1.觀測資料整理建議能配合數值模式預報。</p> <p>2.加強颱風波浪資料搜集分析，提升數值模式預報能力。</p> <p>3.薄層流調查建議增加往較深海域測量，以瞭解漂沙移動特性。</p>	<p>1.本研究目前已完成花蓮港之颱風波浪推算模式，96 年將進行臺北、安平港之颱風波浪推算模式之建置，未來將陸續辦理其他港域之即時性預警模式。至於其他海氣象資料之預報將擇要辦理。</p> <p>2.遵照辦理。</p> <p>3.如前說明，未來計畫將地形測量延伸至沙洲外側，蒐集更完整的資料進行分析。</p>

<p>四、蕭松山委員</p> <p>1.港研中心對於現場觀測及資料庫建置已有豐富之經驗及成果，今年度之成果豐碩，將可提供研究、開發等各單位有效之資料參用，成果值得肯定。</p> <p>2.花蓮港測站位置，歷年來有所變動，觀測位置與量測資料統計性建議檢討。</p> <p>3.颱風規模大小、中心位置、路徑等與量測點之波高、波向關聯統計分析建議討論。</p> <p>4.海氣象資料建立與未來之防波堤安全及檢維修系統連結。</p>	<p>1.感謝委員肯定。</p> <p>2.自民國 78 年 12 月至 89 年 8 月，花蓮港測站位置係因漁港擴建影响到測站安全，後又因電纜上岸問題而變動位置。相關觀測位置與量測資料之關係性，將依委員意見辦理。</p> <p>3.本研究中有關臺北及安平港觀測樁均蒐集有多年颱風數據，以同時段風波流之時序圖及極值表呈現；本年度已展開初步之路徑影響海象之研究〔如 2006 年海洋工程研討會發表-颱風侵襲下臺北港海域海象數據變化分析〕。而五個國際港颱風與波浪之一般性關係分析，相關報告中亦有陳列說明，未來將加強分析其特性關連分析。</p> <p>4.遵照辦理。</p>
--	--



期末報告簡報資料

臺灣地區主要港口附近海域海氣象觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)

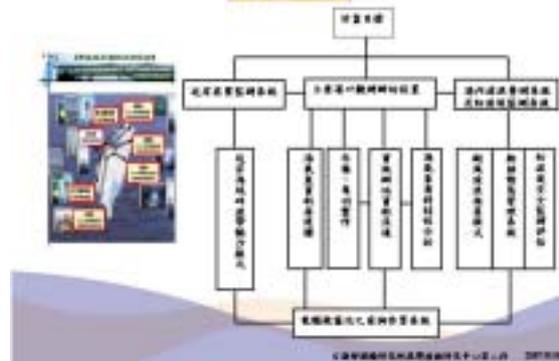
報告人：何良勝

中華民國 96 年 3 月 2 日

計畫群組

- 一、臺灣地區國際商船附近海域海氣象現場調查分析研究 (曾相茂)
 - 二、臺灣地區國內商船附近海域海氣象觀測分析研究 (齊基)
 - 三、臺灣地區遠洋漁業漁業與構造物安全監測研究 (何直騰)
 - 四、臺灣地區遠洋近岸海域泥沙調查研究 (孫柏青)
 - 五、臺灣海區氣象資料年報製作 (羅晉如)
- ☐ 2007年海區氣象觀測資料年報(風、浪、海流、潮沙)

計畫組合



國際港口海氣象觀測



國際港口海氣象觀測



基隆、龍巖、正濱、高砂及長中港五個國際海氣象觀測站設置位置

交通部運輸研究所國際海氣象中心編印 2019年12月

國際港口海氣象觀測

2016年觀測圖



基隆觀測站(2016-05-14) 龍巖觀測站(2016-01-10) 正濱觀測站(2016-01-01) 高砂觀測站(2016-02-11)



長中港觀測站(2016-01-07) 長中港觀測站(2016-01-07) 高砂觀測站(2016-01-07)

交通部運輸研究所國際海氣象中心編印 2019年12月

國際港口海氣象觀測

臺灣觀測站於最大流速之潮流-潮位及流向資料表					
觀測站	日期	$U_{max}(m/s)$	$V_{max}(m/s)$	流向	
基隆	觀測	2016/05/14	0.21	4.78	291.2
	注意	2016/05/14	0.80	4.09	262.1
	注意	2016/05/14	0.80	4.09	262.1
	注意	2016/05/14	0.80	4.09	262.1
	注意	2016/05/14	0.80	4.09	262.1
龍巖	觀測	2016/01/10	0.47	4.04	148.14
	注意	2016/01/10	0.37	3.02	135.33
	注意	2016/01/10	0.37	3.02	135.33
	注意	2016/01/10	0.37	3.02	135.33
	注意	2016/01/10	0.37	3.02	135.33
正濱	觀測	2016/01/01	0.50	3.61	190.7
	注意	2016/01/01	0.51	3.08	188.07
	注意	2016/01/01	0.51	3.08	188.07
	注意	2016/01/01	0.51	3.08	188.07
	注意	2016/01/01	0.51	3.08	188.07
高砂	觀測	2016/02/11	0.52	3.08	128.26
	注意	2016/02/11	0.52	3.08	128.26
	注意	2016/02/11	0.52	3.08	128.26
	注意	2016/02/11	0.52	3.08	128.26
	注意	2016/02/11	0.52	3.08	128.26

交通部運輸研究所國際海氣象中心編印 2019年12月

國際港口海氣象觀測

急流觀測資料分析

- 一、基隆港
 - 1. 海流：流向平均方向，最大流速約1.5-2.0節。
 - 2. 流速：夏季，流速約1.0m，冬季約0.5m；觀測站位於港口區內。
- 二、龍巖港
 - 1. 海流：流向為靜態-100°，最大流速約1.0節。
 - 2. 流速：流速約1.0m；觀測站位於港口區內，冬季約0.5m。
- 三、正濱港
 - 1. 海流：流向為靜態-100°，最大流速約1.0節。
 - 2. 流速：冬季，流速約1.0m以下，觀測站位於港口區內；夏季，流速約1.0m左右，觀測站位於港口區內。
- 四、高砂港
 - 1. 海流：流向為靜態-100°，最大流速約1.0節。
 - 2. 流速：夏季，流速約1.0m以下，觀測站位於港口區內；冬季，流速約1.0m左右，觀測站位於港口區內。
- 五、長中港
 - 1. 海流：流向為靜態-100°，最大流速約1.0節。
 - 2. 流速：冬季，流速約1.0m以下，觀測站位於港口區內；夏季，流速約1.0m左右，觀測站位於港口區內。

交通部運輸研究所國際海氣象中心編印 2019年12月

國內商港海氣象觀測



青洲燈



赤仔燈

歷年風向觀測分季風向分布統計(%)

	(14-E)	(E-E)	(S-W)	(W-W)	總風
春季風					
北	49.3	22.1	13.9	13.9	0.8
南	13.9	25.9	20.7	39.6	3.8
西	49.3	23.1	9.5	5.4	3.1
東	71.4	14.9	5.9	4.8	1.8
不明	49.3	28.9	14.9	11.9	3.3
夏季風					
北	40.4	12.1	14.9	27.1	0.2
南	12.3	27.0	38.1	23.3	0.4
西	49.1	11.9	3.2	35.8	0.2
東	77.2	4.2	3.8	23.7	0
不明	40.7	14.1	17.2	24.3	0.2

交通部運輸研究所航運研究中心編訂 2007年刊

國內商港海氣象觀測

臺北港歷年(1991-2006年)風向觀測平均風速中值表統計

高度	平均風速 (m/s)	10分鐘平均 風速 (m/s)	離地高度 標高(m)
1	7.6	10.6	30
2	6.9	17.9	30
3	9.6	31.6	30
4	9.6	17.9	30
5	6.8	17.8	30
6	9.8	23.8	30
7	9.8	21.8	30
8	6.2	27.2	30
9	6.2	31.8	30
10	7.2	23.8	30
11	7.6	36.4	30
12	6.2	17.8	30
不明	6.1	31.8	

台北港歷年(1991-2006年)風向觀測平均風速和頻數統計

高度	平均風速 (m/s)	10分鐘平均 風速 (m/s)	離地高度 標高(m)
1	7.3	19.1	30
2	6.6	14.9	30
3	9.8	14.6	30
4	4.8	14.6	30
5	4.2	22.7	30
6	4.6	19.1	30
7	5.4	15.6	30
8	4.9	19.2	30
9	4.9	19.2	30
10	4.2	22.1	30
11	9.8	23.1	30
12	7.3	21.4	30
不明	9.9	19.1	

交通部運輸研究所航運研究中心編訂 2007年刊

國內商港海氣象觀測

歷年浪高觀測分季風向分布統計(%)

	(14-E)	(E-E)	(S-W)	(W-W)
春季風				
北	43.8	4.3	0.3	27.7
南	25.2	7.1	13.9	46.8
西	42.9	5.5	5.5	25.3
東	47.3	5.1	5.1	26.5
不明	54.5	5.1	9.9	31.5
夏季風				
北	6.2	17.1	39.9	29.7
南	1.9	9.2	36.8	4.4
西	1.4	6.7	33.7	30.3
東	12.9	17.9	29.9	41.3
不明	3.7	11.9	59.6	27.9

交通部運輸研究所航運研究中心編訂 2007年刊

國內商港海氣象觀測

臺北港歷年分月分浪高、離地高度、波向

月份	浪高 (m)	浪高 (m)	離地高度 (m)	波向 (度)
1	1.51	5.61	9.3	30
1	1.37	4.36	9.4	30
1	4.99	4.36	7.1	30
4	6.76	1.49	4.1	30
5	5.64	2.67	7.2	30
6	5.89	2.21	4.2	30
7	5.89	2.81	6.3	30
8	5.21	6.39	12.3	30
9	5.21	6.44	6.4	30
10	1.81	6.75	18.1	
11	1.87	6.75	18.1	30
12	1.22	4.97	6.7	30
不明	5.97	6.75		

台北港歷年分月分浪高、離地高度、波向

月份	浪高 (m)	浪高 (m)	離地高度 (m)	波向 (度)
1	6.27	1.79	4.8	30
2	6.36	1.36	4.1	30
3	6.22	1.79	3.2	30
4	6.38	1.36	4.9	30
5	6.38	0.86	3.9	30
6	6.75	6.42	6.8	30
7	1.11	6.55	6.7	30
8	6.44	6.59	6.8	30
9	6.71	4.89	3.9	30
10	6.36	1.36	3.4	30
11	6.36	1.36	7.1	30
12	6.36	1.36	6.8	30
不明	6.44	6.39		

交通部運輸研究所航運研究中心編訂 2007年刊

國內商港海氣象觀測

歷年海流觀測分季流向合格統計(%)

	1142	1302	1397	1541
臺北港				
春	47.8	0.1	42.8	1.9
夏	45.8	18.8	39.2	1.3
秋	47.8	0.1	42.8	1.3
冬	45.2	0.1	40.7	1.7
全年	45.4	0.1	41.9	1.3
台中港				
春	1.0	41.8	4.0	47.8
夏	1.0	47.2	1.7	47.8
秋	0.0	46.8	0.2	47.8
冬	12.1	48.0	11.0	47.8
全年	3.0	46.0	7.0	46.6

交通部運輸研究所航運研究中心編訂 2017年12月

國內商港海氣象觀測

臺北港歷年海流觀測月平均流速和流速

月份	平均流速 (cm/s)	流速範圍 (cm/s)	資料筆數
1	11.8	11.8	90
2	17.0	18.1	90
3	26.4	33.4	90
4	30.4	13.1	90
5	14.8	13.0	90
6	10.8	13.1	90
7	14.8	13.4	90
8	10.8	10.9	90
9	10.7	10.1	90
10	10.8	13.4	90
11	10.8	13.1	90
12	17.0	13.1	90
全年平均	11.8	13.1	

台中港歷年海流觀測月平均流速和流速

月份	平均流速 (cm/s)	流速範圍 (cm/s)	資料筆數
1	11.1	11.8	1000
2	10.1	11.1	1000
3	10.9	10.8	1000
4	10.8	10.8	1000
5	10.1	10.8	100
6	11.1	10.1	90
7	11.1	10.7	900
8	10.1	11.8	1000
9	11.1	10.7	1000
10	11.1	10.7	1000
11	10.9	11.1	90
12	10.1	10.8	90
全年平均	10.1	10.7	

交通部運輸研究所航運研究中心編訂 2017年12月

國內商港海氣象觀測

2005年颱風事件

臺北港(1142) (單位: 2005-07-01)				台中港(1302) (單位: 2005-07-01)			
11	1142	11	1142	1302	11	1302	1302
12	1142	12	1142	1302	12	1302	1302
13	1142	13	1142	1302	13	1302	1302
14	1142	14	1142	1302	14	1302	1302
15	1142	15	1142	1302	15	1302	1302
16	1142	16	1142	1302	16	1302	1302
17	1142	17	1142	1302	17	1302	1302
18	1142	18	1142	1302	18	1302	1302
19	1142	19	1142	1302	19	1302	1302
20	1142	20	1142	1302	20	1302	1302
21	1142	21	1142	1302	21	1302	1302
22	1142	22	1142	1302	22	1302	1302
23	1142	23	1142	1302	23	1302	1302
24	1142	24	1142	1302	24	1302	1302
25	1142	25	1142	1302	25	1302	1302
26	1142	26	1142	1302	26	1302	1302
27	1142	27	1142	1302	27	1302	1302
28	1142	28	1142	1302	28	1302	1302
29	1142	29	1142	1302	29	1302	1302
30	1142	30	1142	1302	30	1302	1302
31	1142	31	1142	1302	31	1302	1302

交通部運輸研究所航運研究中心編訂 2017年12月

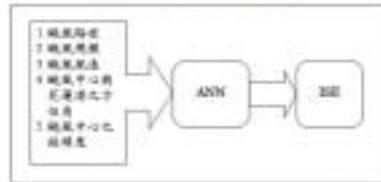
港灣波浪推算與構造物安全監測

- **工作項目**：
 - 颱風波浪推算模式(申請專利中)
 - 船舶動態管理系統(模式建立與驗證)
 - 波浪特性分析(直方圖分析與理論推算模式探討)
 - 防波堤設施安全調查
- **船舶動態管理系統(花蓮港)**
 1. 利用1990-2005年港內船隻異動紀錄
 2. 颱風影響因子(1990-2005年之50場颱風)
 - 颱風路徑、颱風規模、風速、
 - 颱風中心與花蓮港高度、
 - 颱風中心之位置
 3. 船隻異動指數
 - 船隻異動指數1：港內船隻未受影響
 - 指數2：港內有停泊，船隻平常未出港避風
 - 指數3：浪浪大到船隻出港避風
 - 指數4：發生船隻翻覆

交通部運輸研究所航運研究中心編訂 2017年12月

港灣波浪推算與碼頭物安全監測

系統模式建構與驗證



利用倒傳遞式神經網路分析方法，以30幅碼頭為模式學習資料。

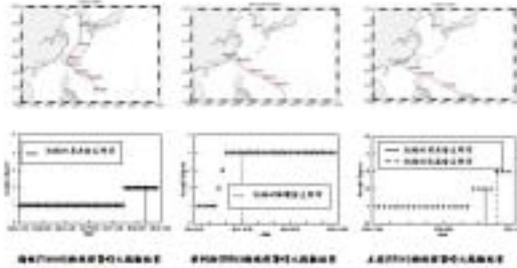


圖 17 碼頭東岸第 1 號碼頭結果圖
圖 18 碼頭西岸第 1 號碼頭結果圖
圖 19 碼頭東岸第 2 號碼頭結果圖



港灣波浪推算與碼頭物安全監測

真方圖分析判定(以碼頭 2004 年全年波浪資料)

一、分析手法

1. 序列參數

該序列中每個序列 - 相關性 (P)
該序列之標準差 (σ)
該序列之平均值 (μ)

2. 機率密度分布函數

- ◎ 正態分布 - Normal 分布 - Gamma 分布
Pareto 分布 - Weibull 分布
- ◎ 對數分布 - Gamma 分布 - Gumbel 分布
Pareto 分布 - Logistic 分布



真方圖分析判定

二、分析結果(全年、分季、分月)

全年波浪資料擬適合機率密度函數之 Test Statistic

分佈	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gamma	0.027	0.028	0.027	0.024	0.024	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.020
βP	0.011	0.007	0.014	0.040	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
Weibull	0.047	0.046	0.030	0.027	0.027	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.020
βP	0.020	0.019	0.012	0.043	0.024	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
Pareto	0.023	0.028	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
βP	0.011	0.007	0.041	0.020	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.020
Weibull	0.041	0.024	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
βP	0.040	0.020	0.014	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
βP	0	0	0	0	1.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
βP	40	10	10	10	40	10	10	10	10	10	10	10

◎ 上述表格內最高分數即為各分佈之 Test Statistic，其分數以 0 至 1 為最合適之分佈。
◎ 最佳分佈 - Weibull 分佈適合 Pareto 分佈，Gamma 分佈適合 Pareto 分佈，Gamma 分佈適合 Pareto 分佈。

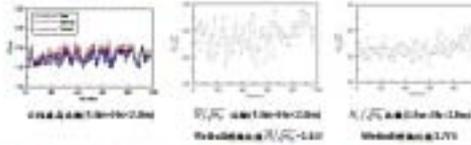


波浪特性推算模式

一、理論解析

Mitsui 分析函数 $f(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos^2(x)$ 由 3 参数，可计算 H_s 、 T_p 、 $H_{1/10}$ 等四波浪特性值。

二、理論與實測值比較



理論值高，則得到波浪譜中較多能量平均的觀測值高，可反映其理論值較低的差異。

港灣波浪推算與構造物安全監測

流速觀安全監測

利用多普勒測速，水下攝影與立體測深方式進行流速、流速剖面等的流速監測。



高流速測速器多普勒流速測量設備

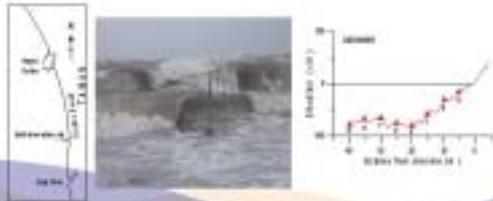


多普勒測速器

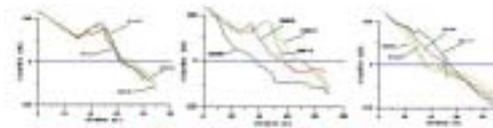
① 流速剖面計的流速剖面在波峰與波谷流速分布不均勻。
 ② 流速剖面計流速剖面，在 12、14 月流速剖面有明顯變化，在 13、15、16、17 年流速剖面與流速剖面計的 2-3 倍，在 20、21、22、23 年流速剖面與流速剖面計 5-7 倍流速量。

近岸海域漂沙調查

1. 參考海峽之安全海岸，利用剖面儀、測深計、水位計及漂沙計觀測儀器，並配合地形高程測量進行現場觀測。
2. 分別在不同季節、不同風況條件下，採不同岸段、流線區、流線數量與流速漂沙觀測。



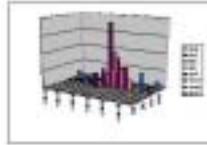
近岸海域漂沙調查



2017年11月20日不同時間剖面觀測值 | 2017年11月21日不同時間剖面觀測值 | 2017年11月22日不同時間剖面觀測值

1. 每年11月至翌年2月，觀測者風况與航季季節感風况剖面變化不大。
2. 2月3日浮測剖面觀測，在浮測中以較大剖面觀測向北剖面，剖面感風况感測大量漂沙向北剖面方向帶走，造成剖面感風况之明年觀測。
3. 2月11日剖面感風况，平均中位上二物感風况剖面感測；平均中位下感風况感測，感風况內剖面感風况，在 2、3 日感風况感測，感風况感測內高 0.5m。

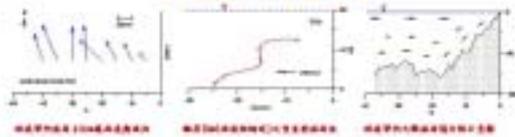
近岸海域漂沙調查



1. 當地主要漂沙能量為SWW及WVW的向離，風暴中的離岸WVW，其影響沿岸向近岸的離沙向二離沙的漂沙量佔比為4:1，全年漂沙量暫定的為向北。
2. 每年工程完工影響漂沙量減少，局部海城已開始向近岸回流，離風浪大於對海岸已造成輸沙量。



近岸海域漂沙調查



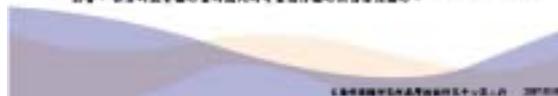
1. 該處在對流管內流管向近岸一離岸方向的流管流，對流管離岸約200m以上才流達海岸，對流管水中即能將管壁沙岸邊，對流管內向的流管流則是一概無異。
2. 海岸輸沙大部分為向近岸，空手海城以向近岸為主，風大時會產生大量的向近岸輸沙，不論風是向近岸或向遠岸的流管流；對流管離岸流管流管輸沙海，其量雖然不大，但其在向岸的輸沙則可以平衡，唯其量向近岸輸沙則可以補充，其天下海區輸沙量則相當可觀。



近岸海域漂沙調查



1. 空手海城輸沙管內式Shallow Trenches管，輸沙管管壁佔比以上，因此管壁輸沙量或完全不流。
2. 管壁管壁佔比1m/s時，管壁管壁輸沙管壁佔比20m/s以上，對流管輸沙量相當大影響，計算對流管輸沙量時應同時考慮管壁輸沙的影響。



計畫後續工作

- 一、運作、維護現有觀測站，引進相關觀測儀器與技術，加強與學者合作。
- 二、繼續完善觀測站特性分析探討，確立海城波浪特性計算模式，50年度並加強觀測臺北、空手海城。
- 三、50年度進行觀測計算模式現場驗證，未來將與船舶動態管理系統，航運安全監測系統結合為一套「觀測海地安全操作系統」。
- 四、繼續進行現場觀測沙及底床磨層流輸沙調查，有礙建立沉岸輸沙機制模式。



臺灣地區主要港口附近海域海氣象
觀測調查及資料庫建立之研究(2/4)

報告完畢
敬請指教



交通部海洋及漁業委員會 2007年12月