104-58-7827
MOTC-IOT-103-H2DA001a

103 年臺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

中 華 民 國 104 年 5 月

104-58-7827
MOTC-IOT-103-H2DA001a

103 年臺灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(2/4)

著 者：曾相茂、何良勝、曾俊傑

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 104 年 5 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

臺灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究. 103 年. (2/4) / 曾相茂, 何良勝, 曾俊傑著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 104.05
面 ; 公分
ISBN 978-986-04-4935-8(平裝)

1.海洋氣象 2.港埠 3.臺灣

444.94 104008221

103 年臺灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究 (2/4)

著　　者：曾相茂、何良勝、曾俊傑
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市敦化北路 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 104 年 5 月
印 刷 者：
版(刷)次冊數：初版一刷 70 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：300　元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02)25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號 • 電話：(04)22260330

GPN：1010400648　　ISBN：978-986-04-4935-8（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。

104

103年臺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

GPN：1010400648
定價 300 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：103 年臺灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(2/4)			
國際標準書號 ISBN978-986-04-4935-8 (平裝)	政府出版品統一編號 1010400648	運輸研究所出版品編號 104-58-7827	計畫編號 103-H2DA001a

主辦單位：港灣技術研究中心
主管：邱永芳
計畫主持人：曾相茂
研究人員：何良勝、曾俊傑、陳志弘、黃茂信
參與人員：楊怡芸、陳進冰
聯絡電話：04-26587193

研究期間
自 103 年 01 月
至 103 年 12 月

關鍵詞：海氣象觀測網、半日潮、全日潮、風速、波高、流速

摘要：

今年(1)基隆港風觀測結果，冬季平均風速最高，達 5.45m/s，全年平均風速值為 3.6m/s;波浪觀測結果，年平均 Hs 波高為 1.23m，本年度測得 Hs 極大值 5.49m；海流觀測結果，年平均流速為 25.87cm/s，年流速極大值為 114.0cm/s；水位以全日潮為主，半日潮為輔，主要為複合潮。(2)蘇澳港風觀測結果，冬季平均風速最高為 3.96m/s，全年平均風速值為 3.32m/s；波浪觀測結果，年平均 Hs 波高為 1.15m，本年度測得 Hs 極大值 8.26m；海流觀測結果，年平均流速為 14.2cm/s，年流速極大值為 72.6cm/s；水位以全日潮為主，半日潮為輔，主要為複合潮。(3)花蓮港風觀測結果，冬季平均風速最高 3.96m/s，全年平均風速值為 3.32m/s；波浪觀測結果，年平均 Hs 波高為 1.22m，本年度測得 Hs 極大值 7.07m；海流觀測結果，年平均流速為 18.39cm/s，年流速極大值為 149.0cm/s;水位以全日潮為主，半日潮為輔，主要為複合潮。(4)高雄港風觀測結果，冬平均風速最高為 4.98m/s，全年平均風速值為 4.24m/s；波浪觀測結果，年平均 Hs 波高為 0.8m，本年度測得 Hs 極大值 5.0m；海流觀測結果，年平均流速為 20.27cm/s，年流速極大值為 87.8cm/s；水位以全日潮為主，半日潮為輔，主要為複合潮。(5)臺中港風觀測結果，冬季平均最高風速為 13.94cm/s，全年平均風速值為 9.14m/s；波浪觀測結果，年平均 Hs 波高為 1.29m，本年度測得 Hs 極大值 4.51m；海流觀測結果，年平均流速為 35.357cm/s，年流速極大值為 145.5cm/s；水位主要為複合潮，但半日潮的成分大於全日潮。依據本計畫完成之工作成果，歷年來觀測數據已提供政府機關及多所學術單位作進一步利用，而本所建立各港口長期觀測網站查詢系統及海氣象資料庫，可協助及提供各港務分公司所屬船舶交通管理系統所迫切需要之海氣象資料。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。

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
104 年 5 月	374	300	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: Measurement of the Environmental Data in the Ocean and Atmosphere Near the International Harbors in Taiwan (2/4)

ISBN	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-04-4935-8 (pbk)	1010400648	104-58-7827	103-H2DA001a

DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER
DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-Fang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tseng Hsiang - Mao
PROJECT STAFF: Ho Liang-Sheng, Ho Liang-Sheng, Zeng Jun-Jie,
PHONE: 886-4-26587193
FAX: 886-4-26571329

PROJECT PERIOD
FROM January 2014
TO December 2014

KEY WORDS: Weather observational net, Marine meteorological information, Keelung Harbor observation station, Suao Harbor observation station, Hualien Harbor observation station, Kaohsiung Harbor observation station, Taichung Harbor observation station.

ABSTRACT:

This year (1) Keelung Harbor wind observations, the average winter maximum wind speed, up to 5.45m/s, the annual average wind speed is 3.6m/s; wave observations, the average wave height Hs is 1.23m, the maximum value measured Hs year 5.49m; ocean current observations, the average flow rate of 25.87cm/s, the maximum value in velocity 114.0cm/s; full-tide level mainly semidiurnal tide, giving the main composite tide. (2) Suao Harbor wind observations, the average winter wind speed up to 3.96m/s, the annual average wind speed is 3.32m/s; wave observations, the average wave height Hs is 1.15m, the maximum value measured Hs year 8.26m; ocean current observations, the average flow rate of 14.2cm/s, the maximum value in the flow rate of 14.2cm/s, the maximum value in the flow rate of 72.cm/s; full-tide level mainly semidiurnal tide, giving the main composite tide. (3) Haulien Harbor wind observations, the average winter wind speed up to 3.96m/s, the annual average wind speed is 3.32m/s; wave observations, the average height Hs is 1.22m, the maximum value measured Hs year 7.07m; current observations, the average flow rate of 18.39cm/s, the maximum value in velocity 149.0cm/s; full-tide level mainly semidiurnal tide, giving the main composite tide. (4) Kaohsiung Harbor wind observations, winter average wind speed of up to 4.98m/s, the annual average wind speed is 4.24m/s; wave observations, the average wave height Hs 0.8m, measured 5.0m Hs maxima year; current observations, the average flow rate of 20.27cm/s, the maximum value in the flow rate of 87.8cm/s; full-tide level mainly semidiurnal tide, giving the main composite tide. (5) Taichung Harbor wind observations, the average winter wind speed of up to 13.94m/s, the annual average wind speed is 9.14m/s; wave observations, the average wave height Hs is 1.29m, the maximum value measured Hs year 4.51m; Current observations, the average flow rate of 35.657cm/s, the maximum value in velocity 145.5cm/s; water main composite tide, but semidiurnal tide ingredients is greater than the whole day. Based on the results of this project work completed over the years observed data have been provided to government agencies and a number of academic institutions for further use, and this long-term observation of the harbor established website and sea meteorological database system, can assist and provide each port companies vessel traffic management system is an urgent need for a sea of meteorological data.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
May 2015	374	300	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ■UNCLASSIFIED

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

目　錄

頁 次

中文摘要 ..... Ⅰ

英文摘要 ..... Ⅱ

目錄 ..... Ⅲ

圖目表 III

表目錄 III

第一章　海氣象資料蒐集與資料庫建置 1-1

1.1　前言 1-1

1.2　資料庫作業概述 1-3

1.2.1 波浪資料庫 1-3

1.2.2 海流資料庫 1-3

1.2.3 風速、風向資料庫 1-4

1.2.4 潮汐資料庫 1-4

第二章　臺灣五個國際港區海氣象現場觀測調查概述 2-1

2.1　本所五個國際港區海氣象觀測儀器回顧與演進 2-1

2.1.1 海氣象觀測的目的 2-2

2.1.2 臺灣地區五個國際港區觀測儀器的演進 2-2

2.1.3 儀器型式 2-4

2.2　臺灣五個國際港區觀測站的現況概述 2-5

2.2.1 基隆港 2-5

2.2.2 蘇澳港.....2-6
2.2.3 花蓮港.....2-7
2.2.4 高雄港 2-7
2.2.5 臺中港 2-8
2.3 臺灣五個國際港區海氣象觀測站儀器介紹 2-10
2.3.1 儀器介紹.....2-11
2.3.2 系統硬體架構.....2-12
2.3.3 AWCP 系統資料處理架.....2-12
2.4 系統資料處理.....2-14
2.4.1 前處理 2-14
2.4.2 中處理 2-14
2.4.3.後處理 2-15
第三章　2014 年基隆港海氣象資料分析與特性.....3-1
3.1　觀測方法.....3-1
3.1.1 波浪的量測.....3-1
3.1.2 水位的量測.....3-1
3.1.3 海流的量測.....3-1
3.1.4 溫度的量測.....3-2
3.2　基隆港海氣象觀測站基本資料分析與特性.....3-2
3.2.1 海流、水位.....3-2
3.2.2 波浪.....3-2

3.2.3 颱風波浪.....3-3
第四章　2014 年蘇澳港海氣象資料分析與特性.....4-1
4.1　觀測方法.....4-1
4.1.1 波浪的量測.....4-1
4.1.2 水位的量測.....4-1
4.1.3 海流的量測.....4-2
4.1.4 溫度的量測.....4-2
4.2　蘇澳港基本資料分析與特性.....4-2
4.2.1 海流、水溫、水位.....4-2
4.2.2 波浪.....4-3
4.2.3 颱風波浪.....4-3
第五章　2014 年花蓮港海氣象資料分析與特性.....5-1
5.1　觀測方法.....5-1
5.1.1 波浪的量測.....5-1
5.1.2 水位的量測.....5-1
5.1.3 海流的量測.....5-1
5.1.4 溫度的量測.....5-1
5.2　花蓮港基本資料分析與特性.....5-2
5.2.1 海流、水溫、水位.....5-2
5.2.2 波浪.....5-2
第六章　2014 年高雄港海氣象資料分析與特性.....6-1

6.1 觀測方法.....6-1
6.1.1 波浪的量測.....6-1
6.1.2 水位的量測.....6-1
6.1.3 海流的量測.....6-1
6.1.4 溫度的量測.....6-2
6.2 高雄港基本資料分析與特性.....6-2
6.2.1 海流.....6-2
6.2.2 波浪.....6-2
第七章 2014 年臺中港海氣象資料分析與特性.....7-1
7.1 觀測方法.....7-1
7.1.1 波浪的量測.....7-2
7.1.2 水位的量測.....7-2
7.1.3 海流的量測.....7-2
7.1.4 溫度的量測.....7-2
7.2 臺中港基本資料分析與特性.....7-2
7.2.1 海流、水位.....7-2
7.2.2 波浪.....7-3
第八章 2014 年颱風觀測資料分析.....8-1
8.1 前言.....8-1
8.2 2014 年之颱風波浪特性.....8-1
8.3 量測期間颱風概況.....8-2

8.4 淺談瘋狗浪之預警.....8-7
第九章 歷年來觀測資料分析.....9-1
9.1 海氣象資料應用.....9-1
9.2 歷年來波浪資料分析.....9-2
9.2.1 波高、週期、波向統計.....9-2
9.3 歷年來海流資料分析.....9-5
9.4 歷年來風速風向資料分析.....9-7
第十章 結論與建議.....10-1
10.1 結論.....10-1
10.2 建議.....10-4
10.3 成果效益及後續應用情形.....10-6
參考文獻 R-1
附錄一、 臺中港「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 1-1
附錄二、中國土木水利工程學刊 第二十六卷 第四期 (民國一〇三年)，第 265-271 頁「基隆港與高雄港潮汐對稱性的分析探討」.....附錄 2-1
附錄三、第 36 屆海洋工程研討會 第 95-100 頁「淺談瘋狗浪之預警」.....附錄 3-1
附錄四、 2014 民眾自主防減災創意徵集「瘋狗浪之預警_概念可行性評估報告」.....附錄 4-1

圖 目 錄

圖 2.1　100 年 8 月完成之基隆港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖.....2-10
圖 2.2　101 年 8 月完成之蘇澳港海氣象測站儀器安裝佈置示意圖.....2-11
圖 2.3　102 年 7 月完成之花蓮港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖.....2-12
圖 2.4　99 年 8 月完成之高雄港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖.....2-13
圖 2.5　103 年 8 月完成之臺中港海氣象觀測站儀器安裝佈置示意圖.....2-14
圖 2.6　本所海氣象長期觀測監測系統架構圖.....2-15
圖 2.7　海氣象觀測站監測系統網站 2-16
圖 2.8　AWCP 波高波向與剖面海流即時傳送監測系統示意圖....2-17
圖 2.9　五個國際港區海氣象觀測站系統架構示意圖.....2-18
圖 2.10　AWCP 監測系統波浪量測模式說明圖.....2-19
圖 2.11　AWCP 監測系統海流量測模式說明圖.....2-20
圖 2.12　AWCP 監測系統資料前處圖.....2-22
圖 2.13　AWCP 監測系統之壓力式波浪水位變化圖.....2-22
圖 2.14　AWCP 監測系統之波高、週期、潮位、流速、流向、波向之逐時變.....2-22
圖 2.15 AWCP 系統傳回本所接收站經過前處理後結果狀.....2-23
圖 2.16 AWCP 系統傳回本所接收站經過中處理後結果狀況.....2-24
圖 2.17 臺灣五個國際港區潮位觀測資料轉換成即時傳輸顯示圖 .2-24

圖 2.18 基隆港、蘇澳港、花蓮潮位站 2011 年 3 月 11 日 12 時到 13 日 12 時日本 3 月 11 日 13:47 大地震引發強烈海嘯傳遞抵達之狀況.....2-24
圖 2.19 基隆港、高雄港、臺中港潮位站 2011 年 3 月 11 日 12 時到 13 日 23 時日本 3 月 11 日 13:47 大地震引發強烈海嘯傳遞抵達之狀況.....2-25
圖 2.20 基隆港 AWCP 觀測站 3 月 11 日 18:10 至 18:44 及 19:10 至 19:44 之壓力式水位變化狀況圖.....2-25
圖 3.1 2014 年 1 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-4
圖 3.2 2014 年 2 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-5
圖 3.3 2014 年 3 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-6
圖 3.4 2014 年 4 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-7
圖 3.5 2014 年 5 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-8
圖 3.6 2014 年 6 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-9
圖 3.7 2014 年 7 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-10
圖 3.8 2014 年 8 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-11
圖 3.9 2014 年 9 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-12
圖 3.10 2014 年 10 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-13
圖 3.11 2014 年 11 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-14
圖 3.12 2014 年 12 月基隆港波、流、潮、風逐時歷線圖 3-15
圖 3.13 2014 年 1 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-16
圖 3.14 2014 年 2 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-16
圖 3.15 2014 年 3 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-16
圖 3.16 2014 年 4 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-16
圖 3.17 2014 年 5 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-17

圖 3.18　2014 年 6 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-17
圖 3.19　2014 年 7 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-17
圖 3.20　2014 年 8 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-17
圖 3.21　2014 年 9 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-18
圖 3.22　2014 年 10 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-18
圖 3.23　2014 年 11 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-18
圖 3.24　2014 年 12 月基隆港測站-波浪玫瑰圖 3-18
圖 3.25　2014 年 1 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-19
圖 3.26　2014 年 2 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-19
圖 3.27　2014 年 3 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-19
圖 3.28　2014 年 4 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-19
圖 3.29　2014 年 5 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-20
圖 3.30　2014 年 6 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-20
圖 3.31　2014 年 7 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-20
圖 3.32　2014 年 8 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-20
圖 3.33　2014 年 9 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-21
圖 3.34　2014 年 10 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-21
圖 3.35　2014 年 11 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-21
圖 3.36　2014 年 12 月基隆港測站-上層海流玫瑰圖 3-21
圖 3.37　2014 年 1 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-22
圖 3.38　2014 年 2 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-22
圖 3.39　2014 年 3 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-22
圖 3.40　2014 年 4 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-22
圖 3.41　2014 年 5 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-23

圖 3.42 2014 年 6 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-23
圖 3.43 2014 年 7 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-23
圖 3.44 2014 年 8 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-23
圖 3.45 2014 年 9 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-24
圖 3.46 2014 年 10 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-24
圖 3.47 2014 年 11 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-24
圖 3.48 2014 年 12 月基隆港測站-風玫瑰圖 3-24
圖 4.1 2014 年 1 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-4
圖 4.2 2014 年 2 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-5
圖 4.3 2014 年 3 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-6
圖 4.4 2014 年 4 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-7
圖 4.5 2014 年 5 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-8
圖 4.6 2014 年 6 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-9
圖 4.7 2014 年 7 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-10
圖 4.8 2014 年 8 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-11
圖 4.9 2014 年 9 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-12
圖 4.10 2014 年 10 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-13
圖 4.11 2014 年 11 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-14
圖 4.12 2014 年 12 月蘇澳港波、流、潮、風逐時歷線圖 4-15
圖 4.13 2014 年 1 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-16
圖 4.14 2014 年 2 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-16
圖 4.15 2014 年 3 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-16
圖 4.16 2014 年 4 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-16
圖 4.17 2014 年 5 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-17

圖 4.18　2014 年 6 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-17
圖 4.19　2014 年 7 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-17
圖 4.20　2014 年 8 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-17
圖 4.21　2014 年 9 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-18
圖 4.22　2014 年 10 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-18
圖 4.23　2014 年 11 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-18
圖 4.24　2014 年 12 月蘇澳港測站-波浪玫瑰圖 4-18
圖 4.25　2014 年 1 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-19
圖 4.26　2014 年 2 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-19
圖 4.27　2014 年 3 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-19
圖 4.28　2014 年 4 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-19
圖 4.29　2014 年 5 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-20
圖 4.30　2014 年 6 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-20
圖 4.31　2014 年 7 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-20
圖 4.32　2014 年 8 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-20
圖 4.33　2014 年 9 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-21
圖 4.34　2014 年 10 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-21
圖 4.35　2014 年 11 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-21
圖 4.36　2014 年 12 月蘇澳港測站-上層海流玫瑰圖 4-21
圖 4.37　2014 年 1 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-22
圖 4.38　2014 年 2 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-22
圖 4.39　2014 年 3 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-22
圖 4.40　2014 年 4 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-22
圖 4.41　2014 年 5 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-23

圖 4.42 2014 年 6 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-23
圖 4.43 2014 年 7 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-23
圖 4.44 2014 年 8 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-23
圖 4.45 2014 年 9 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-24
圖 4.46 2014 年 10 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-24
圖 4.47 2014 年 11 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-24
圖 4.48 2014 年 12 月蘇澳港測站-風玫瑰圖 4-24
圖 5.1 2014 年 1 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-4
圖 5.2 2014 年 2 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-5
圖 5.3 2014 年 3 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-6
圖 5.4 2014 年 4 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-7
圖 5.5 2014 年 5 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-8
圖 5.6 2014 年 6 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-9
圖 5.7 2014 年 7 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-10
圖 5.8 2014 年 8 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-11
圖 5.9 2014 年 9 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-12
圖 5.10 2014 年 10 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-13
圖 5.11 2014 年 11 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-14
圖 5.12 2014 年 12 月花蓮港波、流、潮、風逐時歷線圖 5-15
圖 5.13 2014 年 1 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-16
圖 5.14 2014 年 2 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-16
圖 5.15 2014 年 3 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-16
圖 5.16 2014 年 4 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-16
圖 5.17 2014 年 5 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-17

圖 5.18　2014 年 6 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-17
圖 5.19　2014 年 7 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-17
圖 5.20　2014 年 8 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-17
圖 5.21　2014 年 9 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-18
圖 5.22　2014 年 10 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-18
圖 5.23　2014 年 11 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-18
圖 5.24　2014 年 12 月花蓮港測站-波浪玫瑰圖 5-18
圖 5.25　2014 年 1 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-19
圖 5.26　2014 年 2 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-19
圖 5.27　2014 年 3 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-19
圖 5.28　2014 年 4 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-19
圖 5.29　2014 年 5 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-20
圖 5.30　2014 年 6 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-20
圖 5.31　2014 年 7 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-20
圖 5.32　2014 年 8 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-20
圖 5.33　2014 年 9 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-21
圖 5.34　2014 年 10 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-21
圖 5.35　2014 年 11 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-21
圖 5.36　2014 年 12 月花蓮港測站-上層海流玫瑰圖 5-21
圖 5.37　2014 年 1 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-22
圖 5.38　2014 年 2 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-22
圖 5.39　2014 年 3 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-22
圖 5.40　2014 年 4 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-22
圖 5.41　2014 年 5 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-23

圖 5.42 2014 年 6 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-23
圖 5.43 2014 年 7 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-23
圖 5.44 2014 年 8 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-23
圖 5.45 2014 年 9 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-24
圖 5.46 2014 年 10 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-24
圖 5.47 2014 年 11 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-24
圖 5.48 2014 年 12 月花蓮港測站-風玫瑰圖 5-24
圖 6.1 2014 年 1 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-4
圖 6.2 2014 年 2 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-5
圖 6.3 2014 年 3 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-6
圖 6.4 2014 年 4 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-7
圖 6.5 2014 年 5 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-8
圖 6.6 2014 年 6 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-9
圖 6.7 2014 年 7 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-10
圖 6.8 2014 年 8 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-11
圖 6.9 2014 年 9 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-12
圖 6.10 2014 年 10 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-13
圖 6.11 2014 年 11 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-14
圖 6.12 2014 年 12 月高雄港波、流、潮、風逐時歷線圖 6-15
圖 6.13 2014 年 1 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-16
圖 6.14 2014 年 2 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-16
圖 6.15 2014 年 3 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-16
圖 6.16 2014 年 4 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-16
圖 6.17 2014 年 5 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-17

圖 6.18　2014 年 6 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-17
圖 6.19　2014 年 7 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-17
圖 6.20　2014 年 8 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-17
圖 6.21　2014 年 9 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-18
圖 6.22　2014 年 10 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-18
圖 6.23　2014 年 11 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-18
圖 6.24　2014 年 12 月高雄港測站-波浪玫瑰圖 6-18
圖 6.25　2014 年 1 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-19
圖 6.26　2014 年 2 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-19
圖 6.27　2014 年 3 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-19
圖 6.28　2014 年 4 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-19
圖 6.29　2014 年 5 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-20
圖 6.30　2014 年 6 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-20
圖 6.31　2014 年 7 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-20
圖 6.32　2014 年 8 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-20
圖 6.33　2014 年 9 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-21
圖 6.34　2014 年 10 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-21
圖 6.35　2014 年 11 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-21
圖 6.36　2014 年 12 月高雄港測站-上層海流玫瑰圖 6-21
圖 6.37　2014 年 1 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-22
圖 6.38　2014 年 2 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-22
圖 6.39　2014 年 3 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-22
圖 6.40　2014 年 4 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-22
圖 6.41　2014 年 5 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-23

圖 6.42 2014 年 6 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-23
圖 6.43 2014 年 7 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-23
圖 6.44 2014 年 8 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-23
圖 6.45 2014 年 9 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-24
圖 6.46 2014 年 10 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-24
圖 6.47 2014 年 11 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-24
圖 6.48 2014 年 12 月高雄港測站-風玫瑰圖 6-24
圖 7.1 2014 年 1 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-4
圖 7.2 2014 年 2 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-5
圖 7.3 2014 年 3 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-6
圖 7.4 2014 年 4 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-7
圖 7.5 2014 年 5 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-8
圖 7.6 2014 年 6 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-9
圖 7.7 2014 年 7 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-10
圖 7.8 2014 年 8 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-11
圖 7.9 2014 年 9 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-12
圖 7.10 2014 年 10 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-13
圖 7.11 2014 年 11 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-14
圖 7.12 2014 年 12 月臺中港波、流、潮、風逐時歷線圖 7-15
圖 7.13 2014 年 1 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-16
圖 7.14 2014 年 2 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-16
圖 7.15 2014 年 3 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-16
圖 7.16 2014 年 4 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-16
圖 7.17 2014 年 5 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-17

圖 7.18　2014 年 6 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-17
圖 7.19　2014 年 7 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-17
圖 7.20　2014 年 8 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-17
圖 7.21　2014 年 9 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-18
圖 7.22　2014 年 10 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-18
圖 7.23　2014 年 11 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-18
圖 7.24　2014 年 12 月臺中港測站-波浪玫瑰圖 7-18
圖 7.25　2014 年 1 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-19
圖 7.26　2014 年 2 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-19
圖 7.27　2014 年 3 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-19
圖 7.28　2014 年 4 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-19
圖 7.29　2014 年 5 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-20
圖 7.30　2014 年 6 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-20
圖 7.31　2014 年 7 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-20
圖 7.32　2014 年 8 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-20
圖 7.33　2014 年 9 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-21
圖 7.34　2014 年 10 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-21
圖 7.35　2014 年 11 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-21
圖 7.36　2014 年 12 月臺中港測站-上層海流玫瑰圖 7-21
圖 7.37　2014 年 1 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-22
圖 7.38　2014 年 2 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-22
圖 7.39　2014 年 3 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-22
圖 7.40　2014 年 4 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-22
圖 7.41　2014 年 5 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-23

圖 7.42 2014 年 6 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-23
圖 7.43 2014 年 7 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-23
圖 7.44 2014 年 8 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-23
圖 7.45 2014 年 9 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-24
圖 7.46 2014 年 10 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-24
圖 7.47 2014 年 11 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-24
圖 7.48 2014 年 12 月臺中港測站-風玫瑰圖 7-24
圖 8.1 2014 年西太平洋所有發生的颱風概況示意圖.....8-10
圖 8.2 2014 年 06 月 13 日至 06 月 17 日第 7 號之哈吉貝 (HAGIBIS) 輕度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-11
圖 8.3 2014 年 06 月 13 日至 06 月 17 日第 7 號之哈吉貝 (HAGIBIS) 輕度颱風路徑圖 8-11
圖 8.4 2014 年 07 月 05 日至 07 月 11 日第 8 之號浣熊(NEOGURI) 強烈颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-12
圖 8.5 2014 年 07 月 03 日至 07 月 11 日第 8 號之浣熊(NEOGURI) 強烈颱風路徑圖 8-12
圖 8.6 2014 年 07 月 11 日至 07 月 20 日之第 9 號雷馬遜 (RAMMASUN)中度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-13
圖 8.7 2014 年 07 月 11 日至 07 月 20 日第 9 號之雷馬遜 (RAMMASUN) 中度颱風路徑圖 8-13
圖 8.8 2014 年 07 月 17 日至 07 月 25 日第 10 號之麥德姆 (MATMO) 中度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-14
圖 8.9 2014 年 07 月 17 日至 07 月 25 日第 10 號之麥德姆 (MATMO) 中度颱風路徑圖 8-14

圖 8.10 2014 年 08 月 03 日至 08 月 07 日第 11 號之哈隆(HALONG)強烈颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-15
圖 8.11 2014 年 07 月 28 日至 08 月 10 日第 11 號之哈隆(HALONG)強烈颱風路徑圖 8-15
圖 8.12 2014 年 09 月 12 日至 09 月 17 日之第 15 號海鷗(KALMAEG)中度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-16
圖 8.13 2014 年 09 月 10 日至 09 月 16 日之第 15 號海鷗(KALMAEG) 中度颱風路徑圖 8-16
圖 8.14 2014 年 09 月 17 日至 09 月 24 日第 16 號之鳳凰(FUNG-WONG) 輕度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-17
圖 8.15 2014 年 09 月 17 日至 09 月 24 日第 16 號之鳳凰(FUNG-WONG) 輕度颱風路徑圖 8-17
圖 8.16 2014 年 10 月 02 日至 10 月 08 日之第 18 號巴逢(PHANFONE)中度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-18
圖 8.17 2014 年 09 月 29 日至 10 月 06 日之第 18 號巴逢(PHANFONE) 中度颱風路徑圖 8-18
圖 8.18 2014 年 10 月 08 日至 10 月 14 日之第 19 號黃蜂(VONGFONG) 強烈颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-19
圖 8.19 2014 年 10 月 03 日至 10 月 14 日之第 19 號黃蜂(VONGFONG) 強烈颱風路徑圖 8-19
圖 8.20 2014 年 12 月 03 日至 12 月 09 日之第 22 號哈格比(HAGUPIT) 強烈颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖 8-20
圖 8.21 2014 年 12 月 05 日至 12 月 09 日之第 22 號哈格比(HAGUPIT) 強烈颱風路徑圖 8-20

圖 8.22 2014 年 6 月哈貝吉颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-21
圖 8.23 2014 年 6 月哈貝吉颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-22
圖 8.24 2014 年 6 月哈貝吉颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-23
圖 8.25 2014 年 6 月哈貝吉颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-24
圖 8.26 2014 年 6 月哈貝吉颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-25
圖 8.27 2014 年 7 月浣熊颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-26
圖 8.28 2014 年 7 月浣熊颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-27
圖 8.29 2014 年 7 月浣熊颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-28
圖 8.30 2014 年 7 月浣熊颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-29
圖 8.31 2014 年 7 月浣熊颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-30
圖 8.32 2014 年 7 月雷馬遜颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-31
圖 8.33 2014 年 7 月雷馬遜颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-32
圖 8.34 2014 年 7 月雷馬遜颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-33
圖 8.35 2014 年 7 月雷馬遜颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-34
圖 8.36 2014 年 7 月雷馬遜颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-35

圖 8.37 2014 年 7 月麥德姆颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-36
圖 8.38 2014 年 7 月麥德姆颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-37
圖 8.39 2014 年 7 月麥德姆颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-38
圖 8.40 2014 年 7 月麥德姆颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-39
圖 8.41 2014 年 7 月麥德姆颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-40
圖 8.42 2014 年 8 月哈隆颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-41
圖 8.43 2014 年 8 月哈隆颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-42
圖 8.44 2014 年 8 月哈隆颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-43
圖 8.45 2014 年 8 月哈隆颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-44
圖 8.46 2014 年 8 月哈隆颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-45
圖 8.47 2014 年 9 月海鷗颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-46
圖 8.48 2014 年 9 月海鷗颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-47
圖 8.49 2014 年 9 月海鷗颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-48
圖 8.50 2014 年 9 月海鷗颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-49
圖 8.51 2014 年 9 月海鷗颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-50

圖 8.52 2014 年 9 月鳳凰颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-51
圖 8.53 2014 年 9 月鳳凰颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-52
圖 8.54 2014 年 9 月鳳凰颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-53
圖 8.55 2014 年 9 月鳳凰颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-54
圖 8.56 2014 年 9 月鳳凰颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-55
圖 8.57 2014 年 10 月巴達颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-56
圖 8.58 2014 年 10 月巴達颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-57
圖 8.59 2014 年 10 月巴達颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-58
圖 8.60 2014 年 10 月巴達颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-59
圖 8.61 2014 年 10 月巴達颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-60
圖 8.62 2014 年 10 月黃蜂颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-61
圖 8.63 2014 年 10 月黃蜂颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-62
圖 8.64 2014 年 10 月黃蜂颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-63
圖 8.65 2014 年 10 月黃蜂颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-64
圖 8.66 2014 年 10 月黃蜂颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-65
圖 8.67 2014 年 12 月哈格比颱風基隆港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-66

圖 8.68　2014 年 12 月哈格比颱風蘇澳港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-67
圖 8.69　2014 年 12 月哈格比颱風花蓮港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-68
圖 8.70　2014 年 12 月哈格比颱風高雄港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-69
圖 8.71　2014 年 12 月哈格比颱風臺中港測站風、浪、潮、流歷線圖 8-70
圖 9.1　基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈圖 9-3
圖 9.2　蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈 9-3
圖 9.3　花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈 9-3
圖 9.4　高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈 9-3
圖 9.5　臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈 9-3
圖 9.6　基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖 9-4
圖 9.7　蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖 9-4
圖 9.8　花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖 9-4
圖 9.9　高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖 9-4
圖 9.10　臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖 9-4
圖 9.11　基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖 9-4
圖 9.12　蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖 9-4
圖 9.13　花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖 9-5
圖 9.14　高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖 9-5
圖 9.15　臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖 9-5

圖 9.16 基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖 9-6
圖 9.17 蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖 9-6
圖 9.18 花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖 9-6
圖 9.19 高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖 9-6
圖 9.20 臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖 9-6
圖 9.21 基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖 9-6
圖 9.22 蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖 9-7
圖 9.23 花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖 9-7
圖 9.24 高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖 9-7
圖 9.25 臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖 9-7
圖 9.26 基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖 9-8
圖 9.27 蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖 9-8
圖 9.28 花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖 9-8
圖 9.29 高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖 9-8
圖 9.30 臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖 9-8
圖 9.31 基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖 9-8
圖 9.32 蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖 9-9
圖 9.33 花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖 9-9
圖 9.34 高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖 9-9

圖 9.35　臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖 9-9
圖 10.1　五個國際港區 2014 年每月平均風速風向分佈圖表 10-8
圖 10.2　五個國際港區 2014 年每月最大風速及對應風向分佈圖表 10-9
圖 10.3　五個國際港區 2014 年每月平均流速流向分佈圖表 10-10
圖 10.4　五個國際港區 2014 年每月最大流速及對應流向分佈圖表 10-11
圖 10.5　五個國際港區 2014 年每月 Hs 最大波高及對應波向分佈圖表 10-12
圖 10.6　五個國際港區 2014 年每月 Hs 最大波高及 Tp 平均週期分佈圖表 10-13

表 目 錄

表 1.1　現有波浪測站資料概況表.....1-5
表 1.1(續)現有波浪測站資料概況表.....1-6
表 1.2　現有海流測站資料概況表.....1-7
表 1.3　現有風速、風向資料概況表.....1-8
表 1.4　現有潮汐測站資料概況表.....1-9
表 1.5　臺灣五個國際港區觀測站波浪資料蒐集概況表.....1-10
表 1.6　臺灣五個國際港區觀測站海流資料蒐集概況表.....1-11
表 1.7　臺灣五個國際港區觀測站風資料蒐集概況表.....1-12
表 1.8　臺灣五個國際港區觀測站潮汐資料蒐集概況表.....1-13
表 3.1　基隆港測站示性波高、示性週期及波向統計表.....3-25
表 3.2　基隆港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....3-25
表 3.3　基隆港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....3-26
表 3.4　基隆港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....3-26
表 3.5　基隆港測站海流流速及流向統計表.....3-27
表 3.6　基隆港測站海流流速分佈百分比(%)統計表.....3-27
表 3.7　基隆港測站海流流向分佈百分比(%)統計表.....3-27
表 3.8　基隆港測站風速及風向統計表.....3-28
表 3.9　基隆港測站風速分佈百分比(%)統計表.....3-28
表 3.10　基隆港測站風向分佈百分比(%)統計表.....3-28
表 4.1　蘇澳港測站示性波高、示性週期及波向統計表.....4-25
表 4.2　蘇澳港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....4-25
表 4.3　蘇澳港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....4-26

表 4.4　蘇澳港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....4-26
表 4.5　蘇澳港測站海流流速及流向統計表.....4-27
表 4.6　蘇澳港測站海流流速分佈百分比(%)統計表.....4-27
表 4.7　蘇澳港測站海流流向分佈百分比(%)統計表.....4-27
表 4.8　蘇澳港測站風速及風向統計表.....4-28
表 4.9　蘇澳港測站風速分佈百分比(%)統計表.....4-28
表 4.10　蘇澳港測站風向分佈百分比(%)統計表.....4-28
表 5.1　花蓮港觀測示性波高、示性週期及波向統計表.....5-25
表 5.2　花蓮港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....5-25
表 5.3　花蓮港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....5-26
表 5.4　花蓮港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....5-26
表 5.5　花蓮港測站海流流速及流向統計表.....6-27
表 5.6　花蓮港測站海流流速分佈百分比(%)統計表.....6-27
表 5.7　花蓮港測站海流流向分佈百分比(%)統計表.....5-27
表 5.8　花蓮港測站風速及風向統計表.....5-28
表 5.9　花蓮港測站風速分佈百分比(%)統計表.....5-28
表 5.10　花蓮港測站風向分佈百分比(%)統計表.....5-28
表 6.1　高雄港測站示性波高、示性週期及波向統計表.....6-25
表 6.2　高雄港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....6-25
表 6.3　高雄港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....6-26
表 6.4　高雄港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....6-26
表 6.5　高雄港測站海流流速及流向統計表.....6-27
表 6.6　高雄港測站海流流速分佈百分比(%)統計表.....6-27
表 6.7　高雄港測站海流流向分佈百分比(%)統計表.....6-27

表 6.8　高雄港測站風速及風向統計表.....6-28
表 6.9　高雄港測站風速分佈百分比(%)統計表.....6-28
表 6.10　高雄港測站風向分佈百分比(%)統計表.....6-28
表 7.1　臺中港測站示性波高、示性週期及波向統計表.....7-26
表 7.2　臺中港測站示性波高分佈百分比(%)統計表.....7-26
表 7.3　臺中港測站示性週期分佈百分比(%)統計表.....7-27
表 7.4　臺中港測站示性波向分佈百分比(%)統計表.....7-27
表 7.5　臺中港測站海流流速及流向統計表.....7-28
表 7.6　臺中港測站海流流速分佈百分比(%)統計表.....7-28
表 7.7　臺中港測站海流流向分佈百分比(%)統計表.....7-28
表 7.8　臺中港測站風速及風向統計表.....7-29
表 7.9　臺中港測站風速分佈百分比(%)統計表.....7-29
表 7.10　臺中港測站風向分佈百分比(%)統計表.....7-29
表 8.1　2014 年五個國際港區觀測站颱風最大波浪之波高、週期及波向資料表.....8-71
表 8.1(續) 2014 年五個國際港區觀測站颱風最大波浪之波高、週期及波向資料表.....8-72
表 8.2　2014　8 個颱風浣熊、雷馬遜、哈隆、金娜薇、巴逢、黃蜂、鸚鵡及哈格比等接近中心最高時，持續風速各國之強度比較表。.....8-73

第一章

海氣象資料蒐集與資料庫建置

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，並推動海上海氣象觀測業務，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。

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區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。近三十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(2014)年度計畫是 2013 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，將五個國際港區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，2008 年度第二次更新完成花蓮港觀測站，2009 年度第二次臺中港汰舊換新重新安裝完成於原觀測站，2010 年

度第三次更新完成高雄二港口觀測站，2011 年度第三次更新完成基隆港觀測站，2012 年度第三次更新完成蘇澳港觀測站， 2013 年第三次更新完成花蓮港觀測站，而今(2014)年已第三次更新完成臺中港觀測站。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。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區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區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。

五個國際港區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區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 2013 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 2013 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 2013 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 2013 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　-2014/12	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；983/01-1983/12 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　-2014/12	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 2005/0820-2014/12	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　-2014/12	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 1989/1229-2014/12	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 2003/07-2014/12	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 2002/07-2014/12	運研所港研中心	RCM-9 AWCP
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 2000/09-2014/12	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 2005/0820-2014/12	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 2001/07-2014/12	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 2001/07-2014/12	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 2001/06-2014/12	中央氣象局 運研所港研中心	
蘇澳	SA	1984/01-2003/12 2002/06-2014/12	中央氣象局 運研所港研中心	
高雄	KS	1984/01-2003/12 2002/06-2014/12	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 1982/10-2000/11 2001/04-2014/12	中港局 運研所港研中心 運研所港研中心	
興達港	SD	1984/06-1985/11	臺電火力發電廠	
高雄港	KS10 KS02	1971/01-2009/12 1990/07-2014/12 1988/01-2014/12	高港局 運研所港研中心 高港局	
花蓮港	HL	2001/07-2014/12	運研所港研中心	
蘇澳港	SA	1976/01-1994/01 1994/07-2014/12	中央氣象局 運研所港研中心	
基隆港	KL	1981/01-2002/10 2001/07-2014/12	中央氣象局 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	
蟳廣嘴	KT	1988/01-2001/08	水利局	

表 1.5　台灣五個國際港區觀測站波浪資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	緯度 經度	觀測 期間	觀測單位	備註 (觀測儀器)
1	波浪	基隆港 (KL)	B (1)	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 (2)	25°09’47”N 121°44’57” E	2006/08-2013/01	港研中心	AWCP
3	波浪	基隆港 (KL)	C (1)	25°09’57”N 121°45’17” E	2011/08-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
4	波浪	基隆港 (KL)	3 (1)	25°09’48.5”N 121°45’28.6” E	1999/01-1999/10	港研中心	
5	波浪	蘇澳港 (SA)	V (1)	24°35’51.5”N 121°54’42.8” E	1999/11-2000/10	港研中心	
6	波浪	蘇澳港 (SA)	A (2)	24°35’23”N 121°53’07” E	2002/07-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
7	波浪	花蓮港 (HL)	S (2)	23°55’43.6”N 121°37’1.35” E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP
8	波浪	花蓮港 (HL)	N (2)	23°58’10”N 121°37’10” E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP
9	波浪	花蓮港 (HL)	M (2)	23°58’00”N 121°37’30” E	2000/09-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
10	波浪	高雄港 (KH)	A (1)	22°34’29”N 120°15’40” E	2000/12-2005/10	港研中心	AWCP
11	波浪	高雄港 (KH)	R (2)	22°32’33.9”N 120°17’38.4” E	2005/08-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
12	波浪	臺中港 (TC)	A (2)	24°18’09.4”N 120°28’55.9” E	2003/08-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
13	波浪	臺中港 (TC)	(1)	24°18’00”N 120°29’10” E	1999/10-2000/08	港研中心	AWCP
14	波浪	臺中港 (TC)	1 (1)	24°19’5.8”N 120°30’52.4” E	1994/09-1997/03	港研中心	
15	波浪	臺中港 (TC)	2 (2)	24°18’00”N 120°29’4.4” E	1994/10-1996/02	港研中心	
16	波浪	臺中港 (TC)	4 (2)	24°16’54.7”N 120°29’22.1” E	1994/09-1995/12	港研中心	

表 1.6　台灣五個國際港區觀測站海流資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	緯度 經度	觀測 期間	觀測單位	備註 (觀測儀器)
1	海流	基隆港 (KL)	B (1)	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 (2)	25°09’50”N 121°44’50” E	2006/08-2013/01	港研中心	AWCP
3	海流	基隆港 (KL)	C (1)	25°09’57”N 121°45’17” E	2011/08-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
4	海流	蘇澳港 (SA)	V (1)	24°35’51.5”N 121°54’42.8” E	1999/11-2000/05	港研中心	RCM
5	海流	蘇澳港 (SA)	A (2)	24°35’23”N 121°53’07” E	2002/08-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
6	海流	花蓮港 (HL)	S (2)	23°55’43.6”N 121°37’1.35” E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP
7	海流	花蓮港 (HL)	S (2)	23°58’10”N 121°37’10” E	2005/07-2005/11	港研中心	AWCP
8	海流	花蓮港 (HL)	S (2)	23°585’00”N 121°37’30” E	2000/09-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
9	海流	高雄港 (KH)	A (1)	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 (2)	22°32’33.9”N 120°17’38.4” E	2005/08-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
11	海流	高雄港 (KH)	I,J (1)	22°30’37.6”N 120°19’30.7” E	1992/01-1992/12	港研中心	RCM7 (上下兩層)
12	海流	高雄港 (KH)	O,Q (1)	22°29’27.9”N 120°18’17.8” E	1992/01-1992/12	港研中心	RCM7 (上下兩層)
13	海流	臺中港 (TC)	A (1)	24°18’00”N 120°29’10” E	1999/10-2000/08	港研中心	AWCP
14	海流	臺中港 (TC)	A (2)	24°18’09.5”N 120°28’55.9” E	2003/07-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
15	海流	臺中港 (TC)	1 (1)	24°19’5.8”N 120°30’52.4” E	1994/09-1997/03	港研中心	RCM-9
16	海流	臺中港 (TC)	2 (1)	24°18’00”N 120°29’4.4” E	1994/10-1996/02	港研中心	RCM-9
17	海流	臺中港 (TC)	N (1)	24°17’58”N 120°29’06” E	1995/09-1996/02	港研中心	RCM-9
18	海流	臺中港 (TC)	4 (1)	24°16’54.7”N 120°29’22.1” E	1994/09-1995/12	港研中心	RCM-9

表 1.7　台灣五個國際港區觀測站風資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	緯度 經度	觀測期間	觀測單位	備註 (觀測儀器)
1	風	基隆港 (KL)	1 (2)	25°09’19”N 121°45’10” E	2002/06-2014/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計 2011 年 10 月改為 Gill 二維超音波式風速計
2	風	蘇澳港 (SA)	2 (2)	24°35’33”N 121°51’56” E	2002/06-2014/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計 2012 年 10 月改為 Gill 二維超音波式風速計
3	風	花蓮港 (HL)	W (2)	22°36’59”N 120°17’19” E	1981/02-2014/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計 2007 年 12 月改為 Gill 三維超音波式風速計
4	風	高雄港 (KH)	X (2)	22°36’53.8”N 120°31’34.3” E	2002/06-2014/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計 2010 年 10 月改為 Gill 二維超音波式風速計
5	風	臺中港 (TC)	7 (2)	22°36’53.8”N 120°31’34.3” E	1971/01-1981/01	台中港務局	Young Brand 風速計
6	風	臺中港 (TC)	7 (2)	24°18’24”N 120°31’23” E	1981/02-2014/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計 2009 年 09 月改為 Gill 二維超音波式風速計
7	風	臺中港 (TC)	3 (1)	24°18’48”N 120°31’31” E	1994/01-1996/03	港研中心	
8	風	臺中港 (TC)	B (1)	24°17’58”N 120°28’57” E	1996/09-1997/11 2010/10-2014/12 (觀測中)	港研中心	Young Brand 風速計 2009 年 09 月改為 Gill 二維超音波式風速計

表 1.8　台灣五個國際港區觀測站潮汐資料蒐集概況表

序號	資料類別	港區名稱	測站	緯度 經度	觀測期間	觀測單位	備註 (觀測儀器)
1	潮位	基隆港 (KL)	1 (2)	25°09’19”N 121°45’10” E	1966/01-2000/12	基隆港務局	浮筒式自記式
2	潮位	基隆港 (KL)	2 (2)	25°09’19”N 121°45’10” E	2002/07-2014/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
3	潮位	基隆港 (KL)	B (1)	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 (2)	25°09’50”N 121°44’50” E	2006/08-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
5	潮位	蘇澳港 (SA)	2 (2)	24°35’33”N 121°51’56” E	1994/07-2014/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
6	潮位	蘇澳港 (SA)	A (2)	24°35’23”N 121°53’07” E	2002/07-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
7	潮位	花蓮港 (HL)	T (1)	23°58’30.6”N 121°37’6.9” E	2001/07-2014/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
8	潮位	花蓮港 (HL)	3 (2)	23°58’0.34”N 121°37’33.74” E	2000/09-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
9	潮位	高雄港 (KH)	1 (2)	22°32’30”N 120°17’40” E	1971/01-2014/12 (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 (2)	22°36’59”N 120°17’19” E	1988/01-2014/12 (觀測中)	高雄港務局	
11	潮位	高雄港 (KH)	A (2)	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 (2)	22°32’33.9”N 120°17’38.4” E	2005/08-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP
13	潮位	臺中港 (TC)	8 (1)	24°17’22.3”N 120°31’27.6” E	1989/12-2014/12 (觀測中)	港研中心	Water Log 潮位計
14	潮位	臺中港 (TC)	 (2)	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 (2)	24°18’09.4”N 120°28’38.4” E	2003/07-2014/12 (觀測中)	港研中心	AWCP

註：測站(1)為由海軍水道海圖上直接採取的經緯度座標；測站(2)為直接採自衛量導航系統之位置，係以 WGS84 座標系統為基準量測的經緯度座標。

第二章

臺灣五個國際港海氣象現場觀測調查概述

第二章 臺灣五個國際港海氣象現場觀測調查概述

2.1 本所五個國際港海氣象觀測儀器回顧與演進

一般而言在海上從事科學研究調查、現場資料蒐集及海事工程都需使用到海洋及氣象觀測儀器。若依海洋觀測儀器研究的領域，大致上可分類成下述幾種應用類型，海洋物理儀器(如氣象，海流、波浪、潮汐、鹽溫深儀、音響釋放儀等)、海洋生物儀器(如浮游生物網)、海洋化學儀器(如水質、水色、沉積物、海水取樣器、南森瓶、溶氧量等)、地球物理儀器(如地形、地質、水深、地熱、取樣器、測深儀、運動感應元件、震測設備、聲速儀、水下定位系統、海底地震儀、地磁與重力儀等)、及漁業用儀器(科學漁探機、網深記錄器等)，其實有的儀器在不同的領域及研究都會同時使用到，如定位系統、音響釋放儀等。

因各觀測機構任務不同，所使用相關觀測儀器特性及收集之資料精度、格式亦不一。所以在建立台灣自動觀測網之前，應先整合各相關單位有關海洋調查、觀測之年度計劃。使得任務導向之海洋觀測得以整合。以獲取整合性觀測資料。

由於海洋調查研究，須要龐大的經費及人力，因此首先應整體規劃調查工作，避免調查機構及調查項目之重複，以提高效率。再則需引進先進的調查量測技術與設備、儀器，才能較快而有效地獲得充分的資料。同時，由於調查所得之各項資料均很寶貴，因此須依取得目的及方便使用之形式加以分析整理。如此俾能有效利用，因此資料之統籌管理系統建立非常重要。

本所因任務須要，目前僅在海洋物理量測方面，且觀測項目僅是指風、波浪、潮汐及海流為主。本文從儀器做個簡略的回顧，與其近幾年來的發展做個簡單的介紹。在回顧海氣象觀測儀器演變前，先就它的資料存取方式介紹。大約可分為兩大類，一為直讀式，它是藉由電纜線

或無線傳輸方式直接傳送到岸上接收站記錄器或電腦中；另一類為自記式，它將現場蒐集到的資料存在儀器中，待使用者回收後再將裡面所儲存的檔案轉存到電腦裡。

2.1.1 海氣象觀測的目的

1.風速觀測目的：

(1)計算風壓(2)計算風波(3)法線佈置之檢討(4)推算工程及裝卸作業可能日數(5)推定船舶進出港操船之難易(6)煙害、公害、飛沙對策之檢討。

2.波浪觀測目的：

(1)港灣計劃之制定(2)設計波浪之決定(3)港內靜穩度推算(4)施工管理(5)防災對策及災害解析(6)波浪推算(7)各種調查及研究。

3.潮位觀測目的：

(1)決定基本水準面(2)決定潮位調和分析常數(3)水深測量時求取每個時刻之水位(4)異常水位(暴潮)的決定。

4.流況觀測目的：

(1)瞭解港灣、海岸、航道等處地形與流之關係(2)預報潮流(3)預報將來地形改變之流況(4)綜合波浪觀測結果，瞭解漂沙動態(5)推定操船之難易(6)海岸侵蝕對策。

2.1.2 臺灣地區五個國際港口觀測儀器的演進

第一階段：國內早期在50年代中辦理波浪觀測大多採用目測法，在淺海水域設立覘標式波高儀，觀測員利用望遠鏡或經緯儀直接讀取波峰與波谷時浮標高度，測得淺海高潮時粗略且有限之波浪資料。60年代初期引進階段式波高儀及直結式波高儀；在防波堤等海上構造物安裝階段電阻式波高儀直接記錄堤前類比波形，或在淺海安裝

直結式波高儀，量取海底波壓變化，再轉換為水面波浪。兩種型式波高計，雖可連續紀錄海上波浪變化，但仍無法取得長期可靠之外海波浪資料。

第二階段：70年代規劃建設台中港，籌備處成立後有感於過去波浪資料殘缺不全，除再度於低潮位時水深4.5m及8m處設置波浪觀測桿，利用經緯儀安裝記錄器，追縱浮標漲落記錄波形。台中港工程局成立後，積極展開各項資料調查，1971年初在北防波堤外海低潮位下水深19m處安裝超音波式波高儀一台(如圖2.1)，每隔兩小時紀錄外海波高20分鐘，開始我國波浪觀測新紀元；其後採用超音波式波高儀儀器的有中央氣象局於1976年在小琉球水深34m處設站；高雄港務局為規劃大鵬灣為輔助港，於1978年在大鵬灣外海水深13m處設立長期波浪觀測站。氣象局在1980年初著手規劃設置鼻頭角、東吉與成功(新港)測站，使氣象局同時擁有四個長期波浪觀測站。1983年6月基隆港務局在港口外水深56m處設立新測站；蘇澳港分局也在1984年於蘇澳港外海水深29m處安裝超音波式波高儀。接著本所在1981年2月1日成立後,1986年開始將各港之波高儀資料記錄在個人電腦上並負責連線，將蒐集的資料傳回本所處理與分析。

第三階段：1981年至1996年11月在臺中港附近海域及1989年12月至2000年8月，在花蓮港附近海域使用荷蘭DATAWELL之WAVERIDER浮球式波浪儀，詳如2.1.3儀器型式第2項浮球式波高波向波浪說明(如圖2.2)。

第四階段：從2000年8月陸續在花蓮港、2000年12月高雄港、2001年7月基隆港、2001年8月花蓮港、2002年8月蘇澳港、2003年6月臺中港建立完成臺灣五個國際港表面波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，廣泛使用挪威 NORTEK 公司出品之AWCP 超音波式波向波高與剖面海流儀器，詳如2.3臺灣五個國際港海氣象觀測站儀器介紹(如圖2.5~圖2.20)。

2.1.3 儀器型式

國內波浪觀測儀器主要有超音波式波高儀，浮球式波高儀及壓力式波高儀三種，其他型式波高儀雖曾引進但不普遍。

1. 超音波式波高儀可以長時間連續紀錄海面波浪資料，廣泛被安裝在台灣四周長期測站，包括氣象局的小琉球、鼻頭角、成功及東吉四個長期測站及基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港(大鵬灣)及臺中港五個國際港口測站。超音波式波高儀設置水深範圍較大(約10m至60m)，可以取得即時波浪資料，作為海上作業之依據；可依需要調整記錄時間，取樣頻率為其主要優點。但設置費用昂貴，需舖設電纜線，安裝費時費力，故障維修不易；在惡劣海象測取波浪極端值容易造成誤差為其缺點。

   以量測音速而求得波高。其形狀是一個倒置的回音測深儀，聲音波束由海底射向海面，然後海面反射回海底之接受器。此種系統之缺點在於音束中有一固定的散開角，所以會使表面波浪形中的小波浪失其真狀,早期使用的如日本海上電機公司出品的超音波式(如圖2.1)，從2000年8月起本所廣泛使用挪威 NORTEK 公司出品之 AWCP 超音波式波向波高與剖面海流儀器(如圖2.3)。

2. 浮球式波高波向波浪儀(如圖2.2)，內部電池約可維持七個月(70 CM直徑)到十二個月(90 CM直徑)的電力，波浪資料可經由天線傳輸到陸上控制站，或利用浮球內儲存量測的資料。此種儀器可以適用於較大水深，短、中期觀測站採用，港研中心外傘頂洲測站、花蓮港及臺中港(短期替代站)、臺大海洋研究所在CBK測站及台電蘇澳測站、鹽寮測站、中華工程淡水測站等均安裝浮球式波浪儀、浮球式波浪儀具有容易安裝、機動性強，可隨時取得即時資料，具備隨需要隨時可調整記錄時間及取樣頻率等優點；而其缺點則是浮球在惡劣海象或人為外力容易遭受破壞，使得資料中斷，並且無法感應較長週期(約大於20sec)波浪資料；因為浮球浮在自由水面，當波浪通過時，浮球隨著表面水分子作橢圓運動，此時裝設於浮球內之加速

度計能感應水面上、下運動所產生之垂直加速度，加速度變化對時間積分二次後，即為Lagranian座標系之水位變化(以求其位移)，本所常使用之儀器如荷蘭Datawell之WAVERIDER浮球式波浪儀。

3. 壓力式波浪儀(如圖2.4) ，內部用乾電池及卡帶式(Solid State RAM)儲存量測的資料(約512KB) ，每隔二小時記錄10分鐘，約可使用20天，適合於淺水地區短期波浪觀測使用。通常壓力式波浪儀安裝在海底(水深較大除外)，較不易遭受破壞，容易安裝，機動性大為其優點；但不能取得即時資料，品質較難掌握，海象不佳時水下安裝困難，不適合長期觀測站採用，且安裝在較大水深(大於20公尺水深)及短週期波浪(2.5秒以下)未能感應到精確的資科。在淺水域量測表面波浪最容易之方法，大概就是用一個壓力感應器安放於水底。我們將壓力變遷與時間之關係作一分析，就可以得到表面的段面圖，如英國NBA DNW5，美國Wods Hole之PACER及SP2200(如圖2.4)。

2.2 五個國際港觀測站的現況概述

本所臺灣五個國際港到2014年12月底前均將陸續建立起波浪、海流、潮位及風之觀測站，目前五個國際港海氣象觀測站，由本所港研中心及各當地港務分公司協助本中心研究人員出海安裝觀測站儀器、觀測站資料的收集、整理及觀測站儀器的維護等，如基隆港分公司(前基隆港務局測量隊與基隆港務局蘇澳分局前測量隊)、花蓮港分公司(前花蓮港務局工務組設計科)、高雄港分公司(前高雄港務局測量隊)及臺中港分公司(前臺中港務局勘測隊)等五個單位，臺灣北區五個國際港之海氣象觀測站詳述如下：

2.2.1基隆港

1. 基隆港海氣象觀測站：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)，因基隆港務局決定東防波堤從2006年5月開始施工往北延長200公尺，工期約3年，因此，2006年8月中旬，海氣象觀測站第二次更新，使用挪威NORTEK公司之波高波向與剖面海

流即時傳送監測系統,配合施工改安裝在西防外海水深36公尺處(如圖2.1)；2010年11月東防波堤往北延長200公尺之工期完工後，本所港研中心於2011年8月下旬，在新東防波堤堤頭外200公尺, 水深48公尺處(如附圖2.1)，海氣象觀測站第三次更新，同樣安裝挪威NORTEK公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統。

2. 基隆港潮位站與風速站：2011年10月並同時更新安裝在西防波堤光華燈塔附近之壓力式潮位儀及超音波式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。

2.2.2 蘇澳港

1. 蘇澳港海氣象觀測站：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日重新更新鋪換放一段長200公尺之海底電纜，恢復完成海氣象觀測站整套系統即時監測之功能；到2007年已滿五年儀器與電纜漸漸老化故障頻繁，因此2007年10月中旬第二次更新海氣象觀測站，亦使用挪威NORTEK公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，同樣安裝在原地水深25公尺處(如圖2.2)；2012年8月第三次更新，同樣安裝在原地水深25公尺處，目前正常運轉量測。

2. 蘇澳港潮位站與風速站:2003年6月本所港研中心在基隆港務局蘇澳港分局勘測隊原測站安裝一具壓力式潮位儀及Young公司之風速風向即時傳送監測系統，到2008年已滿五年儀器漸漸老化故障頻繁，因此2008年8月中旬更新日本KAIJO公司之三維超音波式風速儀與壓力式潮位儀即時傳送監測系統，2012年10月第三次更新為Gill之二維超音波式風速儀與壓力式潮位儀之即時傳送監測系統，至今都在正常運轉中且資料完整。

2.2.3 花蓮港

1. 花蓮港海氣象觀測站：1989年12月至2000年8月，在花蓮港附近海域使用荷蘭DATAWELL之WAVERIDER浮球式波浪儀。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，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，恢復達成即時監測之功能；到2008年已滿七年儀器與電纜漸漸老化故障頻繁，因此2008年8月中旬第二次更新，使用與前同品牌的挪威NORTEK公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，安裝在原測站水深33公尺附近處；2013年8月中旬第三次更新安裝同品牌的挪威NORTEK公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統,安裝在原地水深33公尺處(如圖2.3)；目前正常運轉量測。

2. 花蓮港潮位站與風速站:潮位站則是本所港研中心2001年6月在白燈塔附近安裝一具壓力式潮位儀，但在2007年8月17日受到大雷雨侵襲中之閃電擊中，導致觀測中之潮位儀嚴重受損， 2007年11月30日第二次更新，在原測站重新安裝一組壓力式潮位儀及花蓮港務局大樓樓頂安裝一組三維超音波式風速風向即時傳送監測系統，2013年10月第三次更新，至今都在正常運轉中且資料完整。

2.2.4 高雄港

1. 高雄港海氣象觀測站：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，安裝一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，受到雙拖網漁船拉斷，暫時以自記方式量測中，雖無法達到即時傳送資料的功能，但還能用自記方式繼續量測調查得到寶貴的資料；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公尺安裝一組波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，海底電纜沿著海床舖設如圖2.4，進行長期觀測，至今年超過五年，因此於2010年8月第三次更新，在原測站附近重新更新儀器及海底電纜，2013年5月18日起兩個AWCP儀器系統組，在半個月內陸續遭外力破壞，電纜都已斷成支離破碎且一組AWCP儀遺失，經與高雄港務分公司連絡，得知可能是港正在擴建施工的工作船挖斷的原因，即時改用自記方式量測，2014年3月中旬完成了AWCP觀測站的修理，目前正常運轉量測。

2. 高雄港潮位站與風速站：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2010年已使用7年以上，因此在11月在原測站重新安裝一組二維超音波式風速風向風速及壓力式潮位儀之即時傳送監測系統。另於高雄港二港口南防波堤堤頭紅燈塔，亦安裝一組二維超音波式風速風向風速及風速站，至今狀況良好。

2.2.5 台中港

1. 臺中港海氣象觀測站：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，影響到本所港研中心海氣象觀測站海中儀器的安全，2000年8月18日暫時停止量測並將設備收回。直到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日隨即安裝完成(挪威NORTEK公司)波高波向與剖面海流即時傳送監測系統，安裝地點在臺中港北防波堤堤頭，290度左右150公尺之外、水深25公尺處(如附圖2.5)，但2008年9月28日因連續二個強烈颱風下了超大豪雨，雨水從北邊的大甲溪與大安溪流出攜帶著

大量的砂石，將整座高2.5公尺的AWCP儀器埋剩10公分左右，並將海底電纜沖斷，本所隨即在2009年6月20日，重新安裝完成新的波高波向與剖面海流即時傳送監測系統一套，安裝地點在臺中港北防波堤堤頭，290度左右570公尺之外、水深23公尺處(如附圖2.5)，2013年11月30日突然無法正常傳回資料，經過7次日出海檢查，從北防波堤下水之海底電纜約300公尺長已有3部份斷裂，但因東北季風增強無法出海作業，暫時用自記方式量測，決定在2014年8月中旬第三次重新更新安裝一組AWCP儀器系統，安裝地點在原測站附近，目前正常運轉量測。

2. 臺中港潮位站與風速站：1981年2月1日本所成立時，由於地緣之便，臺中港務局將位於南內堤堤頭之潮位站轉交由本所負責維修及資料分析，1979年潮位站由原先的南內堤堤頭，位移至現在的四號碼頭。由先前的浮筒式自記的(史蒂芬 A-71 型)儀器，更換為美國 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壓力式潮位儀在潮位站內，2009、2014年每5年更新一次儀，目前資料傳輸一切正常；風速測站則在1981年2月1日本所成立時在臺中港北防沙堤風林內，2000年3月受雷擊嚴重損壞，2001年6月重新安裝一組風速站，在2009年7月23日已使用8年，在原地重新更新儀器，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，但本觀測站位於北防波堤堤頭，因風浪大，儀器故障較頻繁，雖然常易損壞，須常常更新儀器，但為探討臺中港冬季強勁的東北風的特性，臺中港北防波堤堤頭風速資料是可代表此地區的風力特性。2009年9月及2014年9月每5年更新一次，在二站原測站重新安裝二維超音波式風速風向風速儀之即時傳送監測系統。二個觀測站都使用無線電式與GSM數據傳送機傳回本所港研中心，，目前資料傳輸一切正常。

2.3 臺灣五個國際港海氣象觀測站儀器介紹

台灣地區國際港附近海域海氣象調查研究，已於七十五年開始作有系統之資料整理，並建立初期之電腦資料處理系統，每年配合國家經建中所投入海象觀測經費、人力與站網有系統整合，逐漸完成基隆港、蘇澳港、花蓮港、臺中港及高雄港等五個國際港之長期海氣象觀測網站。

本所已在第一個五年(89-93)的中程計畫期間，汰舊換新引進較精密的觀測儀器即挪威 NORTEK 公司出品之AWCP 超音波式波向波高與剖面海流儀，建立完成五個國際港長期觀測網站，以期獲得較長期的海氣象資料，以後第二個(94-97年) 中程計畫及第三個(98-101年) 中程計畫，即現在正在執行的第四個(102-105年) 中程計畫，長期獲得較全面性完整之海氣象特性。

本所在臺灣五個國際港到目前(2014年12月底)均已建立起波浪、海流、潮位及風之觀測站(如圖2.5~圖2.8)，由本所港研中心第二科負責現場觀測站規劃、設計、安裝、建立後資料的收集、整理及儀器的維護。

本所有關臺灣地區五個國際港海氣象觀測系統架構如示意圖2.5。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。各測站的即時觀測資料可不必侷限於本中心海象觀測中央接收站才能查詢，而可以在任何地點，透過網際網路即可接收及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。

本所港研中心五個國際港海氣象觀測站，是從2000年起到2014年間已經陸續在基隆港(2001年6月安置2006年8月第二次更新，2011年8月又第三次更新)、蘇澳港(2002年7月建置2007年10月第二次更新，2012年8月又第三次更新)、花蓮港(2001年8月建置2008年8月第二次更新，2013年8月又第三次更新)、高雄港(2000年建置2005年8月第二次更新，2010年7月再第三次更新) 、臺中港(2003年7月建置2009年6月第二次更

新，2014年8月再第三次更新)裝設了海氣象觀測站；五個國際港已建立完成一個長期連續觀測網站系統(如圖2.5)。並將各海氣象觀測站之資料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三科經過港灣環境資訊網提供全球人員使用參閱

2.3.1 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，如圖3-1，五個國際商港在海上裝設了五組海氣象觀測儀器(如圖2.9)，都是由挪威NORTEK公司出品的AWCP儀器，(如圖2.3)。

本系統現場安裝於各港口外附近之海底，超音波式感應器是固定在海底床上處(如圖2.10)，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直接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惱中，再經由電話線之數據機傳送回本所港研中心(如圖2.7)。先將原始資料前處理步驟後將風、波、潮、流等資料再轉入資料庫做中處

理步驟，最後處理步驟才提供到本所港研中心之電腦室或各港務局及學術單位各別分析參考及應用。

2.3.2 系統硬體架構

1. AWCP波高波向與剖面海流儀
2. 水下傳輸電纜
3. 資料傳輸介面箱
4. 上資料傳輸系統
5. 統資料擷取顯示及分析軟體。

2.3.3 AWCP 系統資料處理架構

1. AWCP 量測海象資料內容(如圖 2.10)：
   (1) 剖面流速、流向(三軸向或地球座標)
   (2) 波高(Hs、H1/3、Hmax、H1/10)，波向(主波向及次波向)，週期(Tp、Tmean)
   (3) 水位變化、水溫

2.系統運作模式：

(1) 自記式及長期即時傳送監控。

量測深度範圍：10m到60m。

速度範圍：±10m/s以內。

(如圖2.11)所示聲波訊號沿著相同的波束，被同一個探頭發送及接收，量測被水流所帶動的懸浮粒子的流速量測的流速為該水層的平均流速都卜勒效應及量測模式，AWCP是利用都卜勒效應原理測量水流速度。如果視聲源相對於接收器而移動，則其頻率會有所偏移。運用其所產

生的頻率差來計算流速其原理與高速公路測速照相偵測來往車輛的速度類似，高速公路本身視為一股水流，來往其中的車輛則視為被這股水流所帶動的懸浮粒子

AWCP是以都卜勒方式量測流速其技術優於傳統的流速量測是因為(如圖2.12)：

(1) 只要一個AWCP即能量測整個剖面水層
(2) 不需要考慮水層中的障礙物對儀器本身所造成的干擾
(3) 沒有需替換的零件（如螺旋槳等）
(4) 不需作定期校正
(5) 不會因有附著物而產生量測的干擾

3. 波向量測：

(1) 四組聲波陣列形成一向位陣列(圖2.12)監測波浪行進路線。
(2) 選擇最接近水面層的流速層,根據其垂直速度變化判斷波浪行進方向。
(3) 可同時監測不同行進方向的波浪變化。

4. 波高量測:共有三種模式

(1)PUV模式：如(圖2.11)根據壓力計(P)及U，V向量流速量測波高適合量測長週期波，但由於壓力變化隨深度衰減而有所限制(約為25M) 。

(2)波速量測模式：根據由波浪上下運動所形成的波速來計算波高變化(如圖2.13) 。

(3)直接量測水面波高變化：以置中的聲波探頭直接打到水面量測由波浪所形成的水面位移變化，量測頻率高(達4Hz)可量測短週期波(如圖2.14) 。

(4)AWAC來量測波浪其優點：

a. 多種量測模式適用不同量測情形

b. 可分析不同方向所形成的波浪

c. 可置放於較深位置量測波浪

2.4 系統資料處理

2.4.1 前處理

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。軟體顯示目前傳輸狀態、時間、成功與否及目前記錄資料位址，以供日後判斷傳輸失敗原因。

將傳回到接收站之原始資料經統計後顯示列表(如圖2.15)：

2.4.2中處理

五個國際港之風、波、潮、流歷史資料及即時資料轉入資料庫轉換處理

1. 具有自動搜尋及掃描磁碟資料夾功能,能自動及過濾讀取：潮位org及raw檔；風速風向1he檔;溫度raw檔。
2. 將上述之org、1he、raw檔轉換並傳送至資料庫。
3. 自動比對站名、日期時間資料存入自動濾除資料重複功能。
4. 五港氣象潮位站統計圖及展示軟體擴充,從資料庫讀取最新潮位、風速及風向之讀值。
5. 新增潮位、風速及風向之各站觀測統計圖形資料。

6. 修改並調整文字顯示個別日期之潮位、風速及風向之各站最新觀測資料內容。(如圖2.16) AWCP系統傳回本所港研中心五樓接收站，經過以上中處理後得到的結果狀況。

7. 新增潮位觀測資料即時傳輸顯示系統，當太平洋海嘯警報發報後本所港研中心接收站,改每秒即時接收五港之潮位資料, 在海嘯初達波抵達臺灣時即能與預警做比對，以免造成重大災害，如圖2.17至圖2.20顯示。

2.4.3.後處理

最後處理步驟才提供到本所港研中心之電腦室或各港務局及學術單位各別分析參考及應用。探討分析臺灣地區國際港附近海域海氣象特性與建立整合性觀測資料庫，擬定本計畫之研究範疇。工作為長期性之觀測與配合本所其他研究計畫所須之任務觀測，建立e化航運，提升船舶運輸航行安全，促進港埠營運效率；建立近岸防救災預警與搜救系統，減低災害損失；建置海氣象及近岸環境監測與服務系統並建立資料庫以促進測報現代化；促進觀測技術現代化，提升量測精確性與測報能力。



圖2.1 日本kaijo海上電機公司出品的超音波式波高儀



圖2.2 荷蘭Datawell公司出品的浮球式波高波向儀



圖2.3 挪威Nortek公司出品的AWCP超音波式波高波向與剖面海流儀海氣象觀測站監控室示意圖

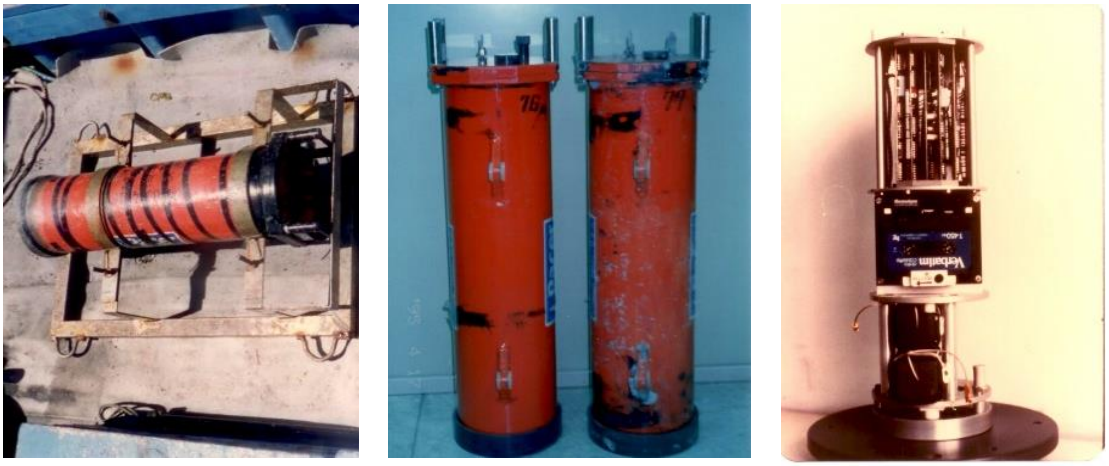


圖2.4 美國Paroscientific公司出品的Facer壓力式波浪儀及英國NBA公司出品的DNW-5壓力式波浪儀

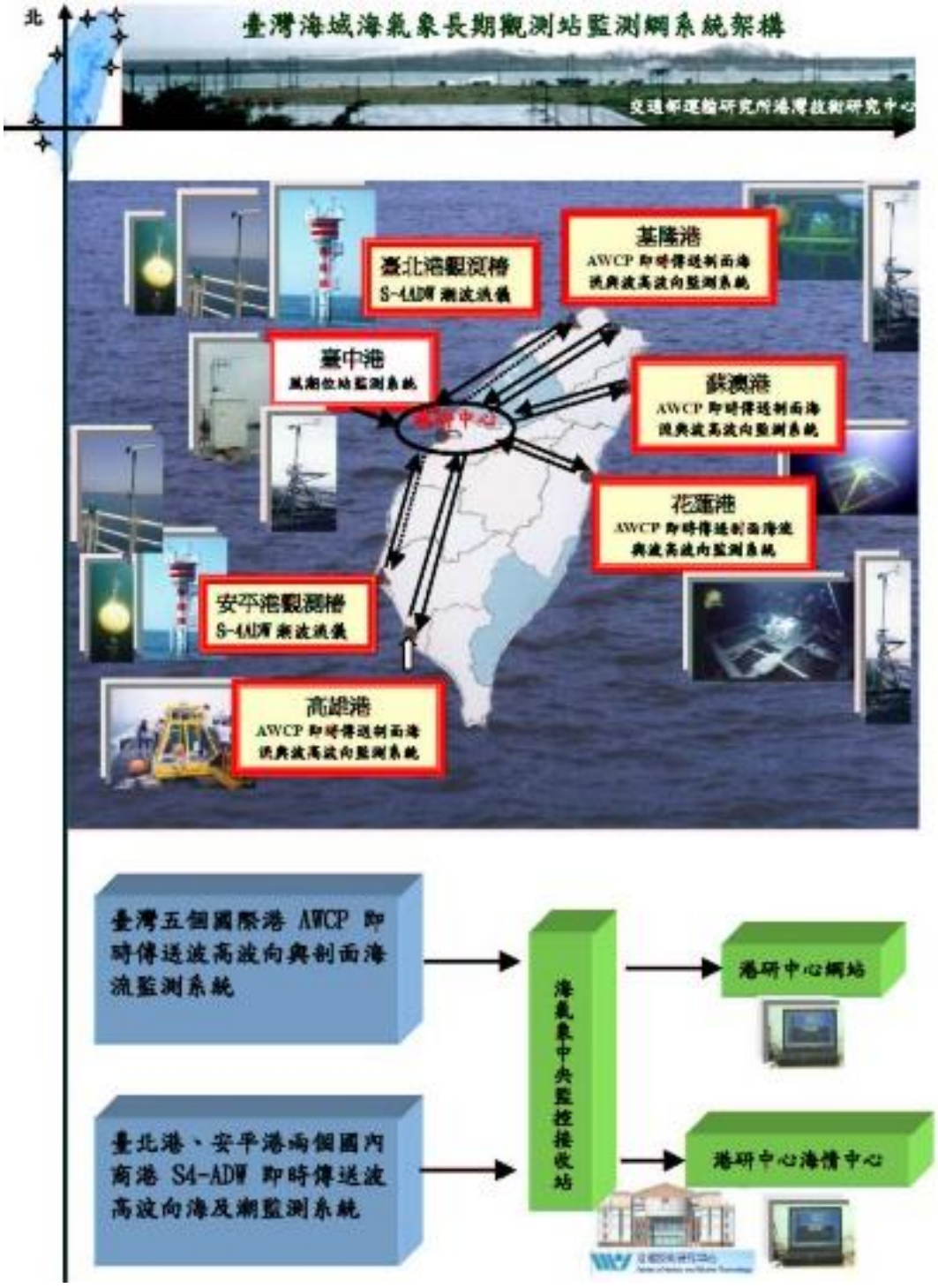


圖 2.5 本所海氣象長期觀測系統架構圖



圖2.6 臺灣五個國際港海氣象長期聯合觀測網站系統架構示意圖

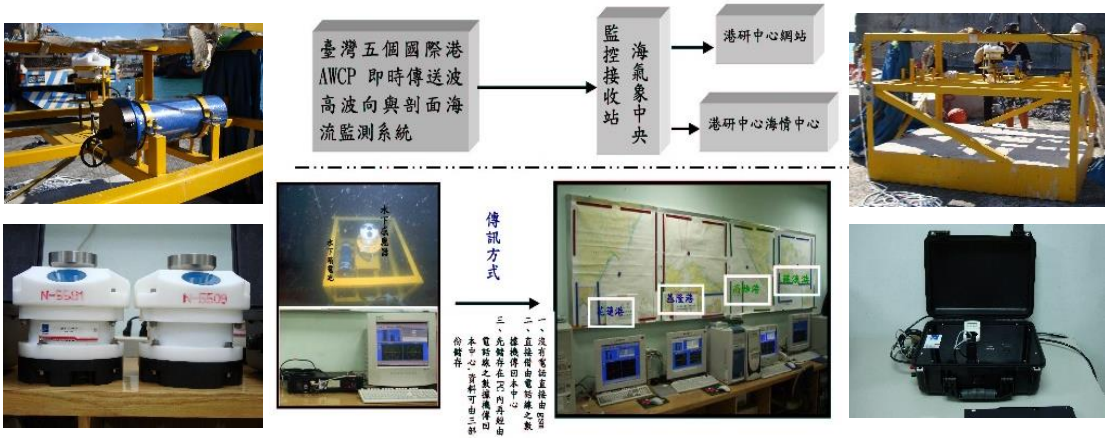


圖 2.7 臺灣五個國際港海氣象長期聯合觀測網監測系統

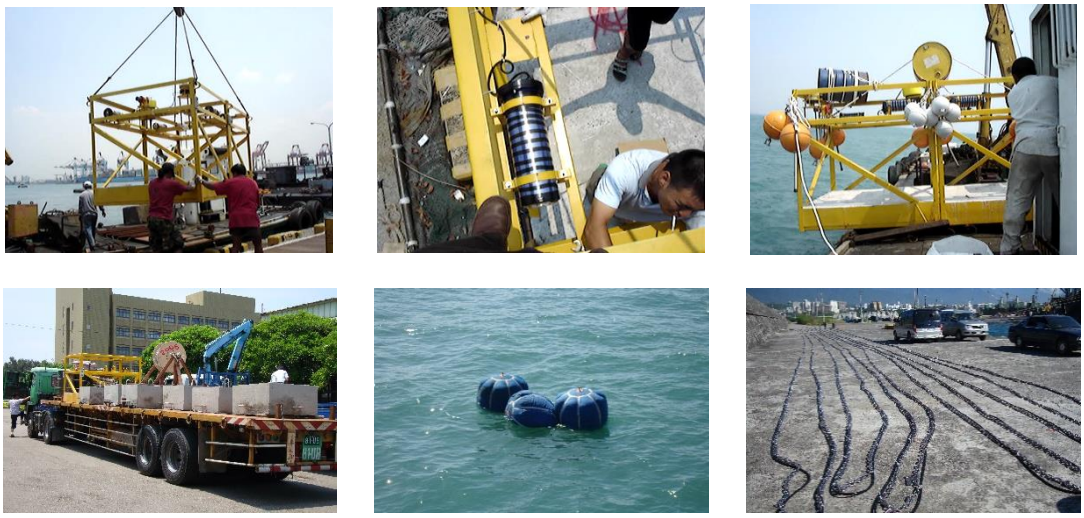


圖2.8　AWCP系統現場安裝作業示意圖

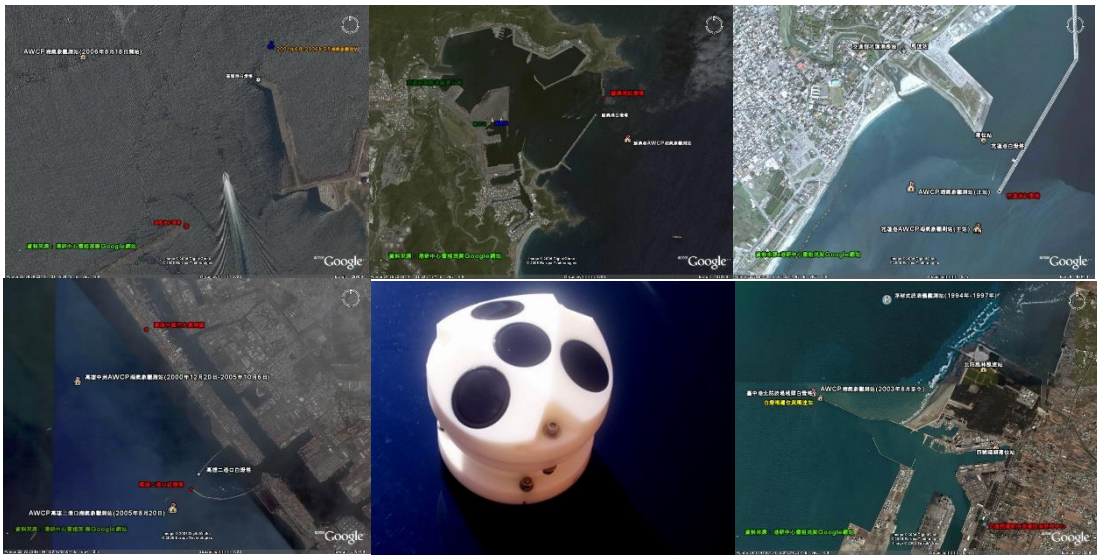


圖2.9 臺灣五個國際港海氣象長期聯合觀測站儀器安裝佈置位置示意圖

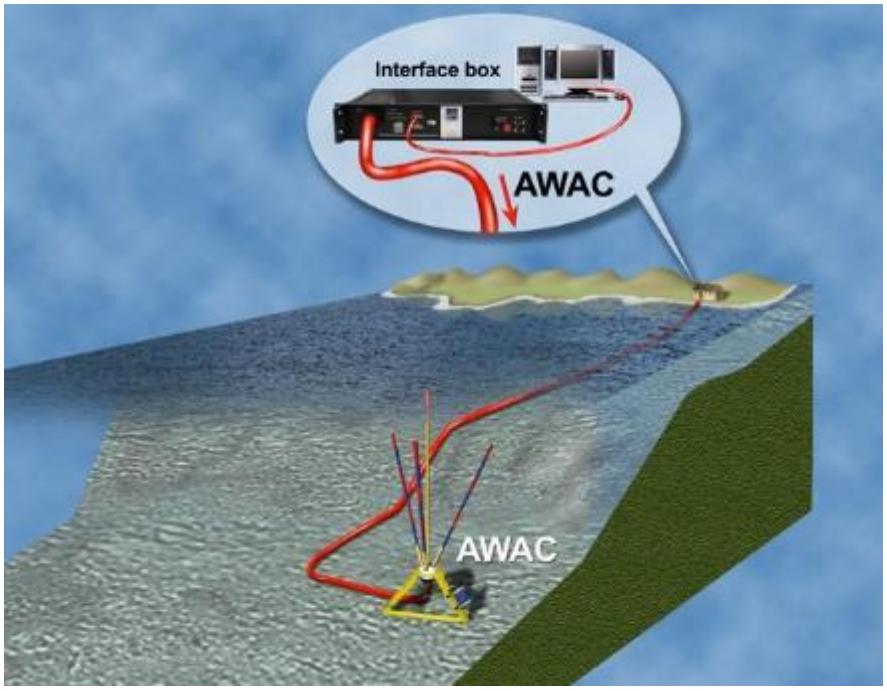


圖2.10 即時傳輸系統硬體構示意圖

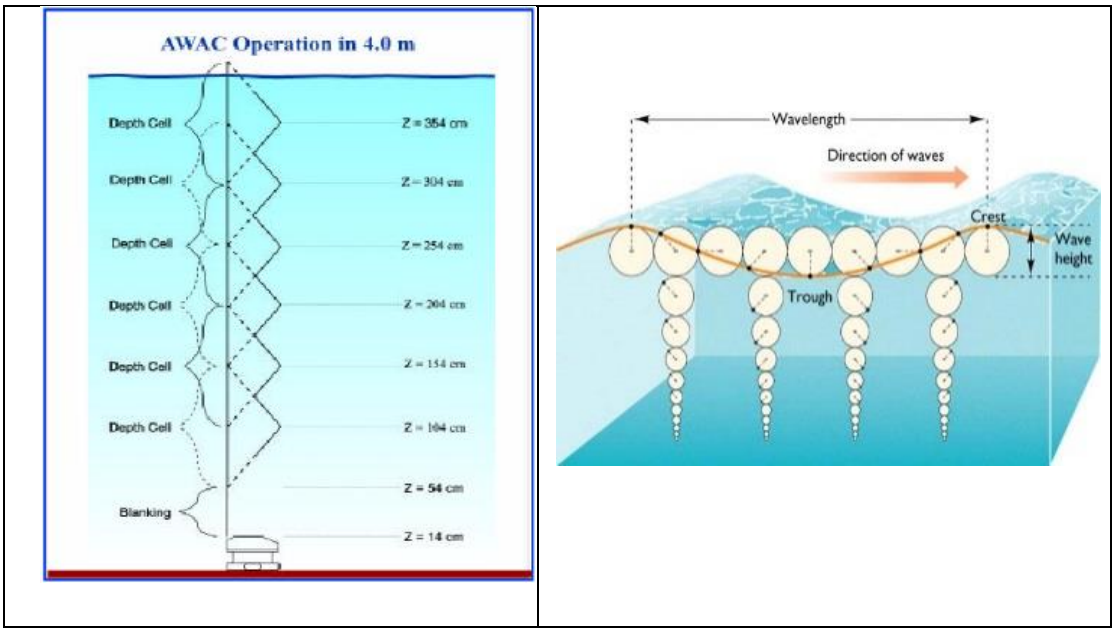


圖2.11 AWCP聲波訊號傳訊示意圖

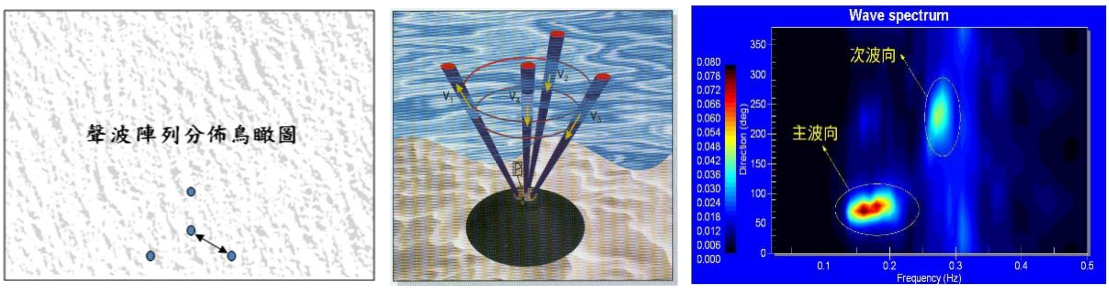


圖 2.12 AWCP 以都卜勒方式量測流速流向示意圖

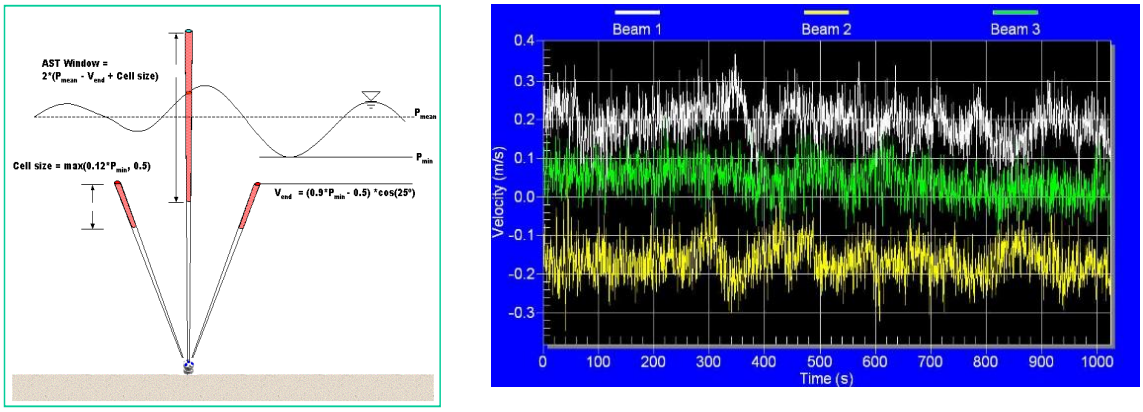


圖 2.13 AWCP 波浪上下運動示意圖

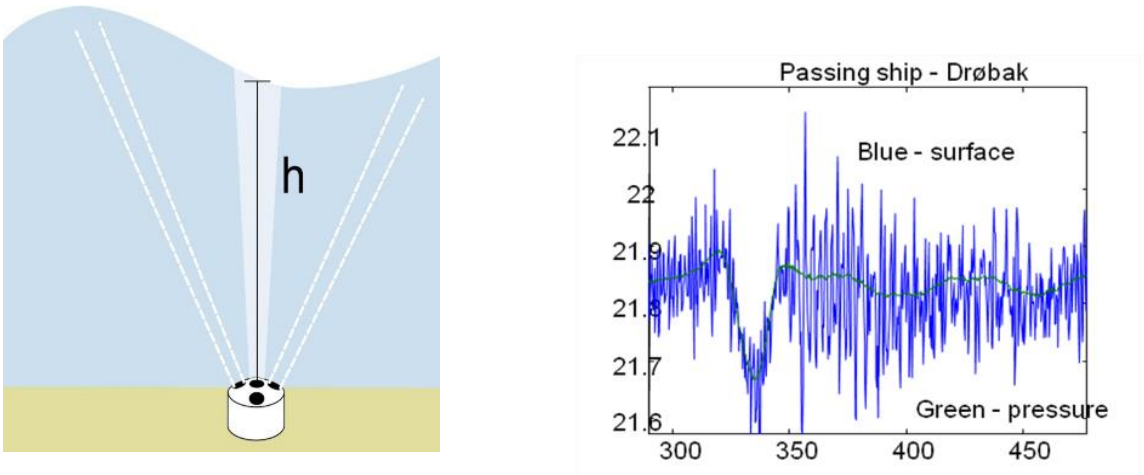
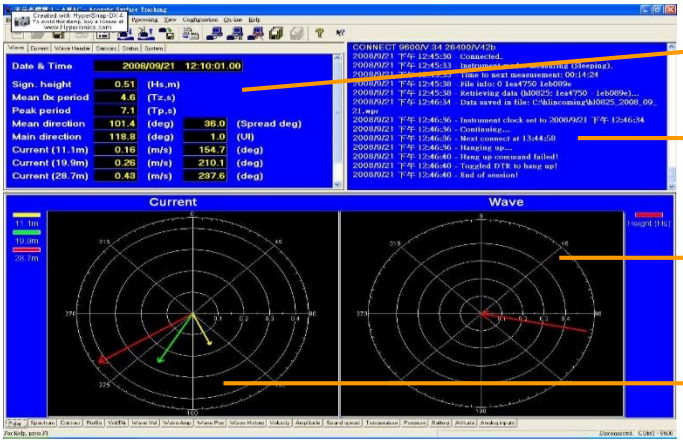


圖2.14　AWCP監測系統之聲波探頭直接打到水面量測由波浪所形成的水面位移變化示意圖

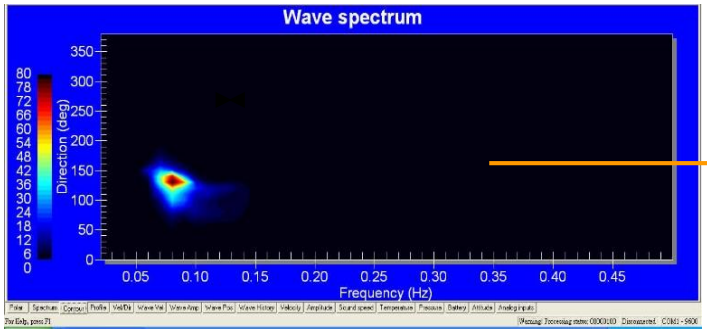


波浪資料量測值剖面流速流向

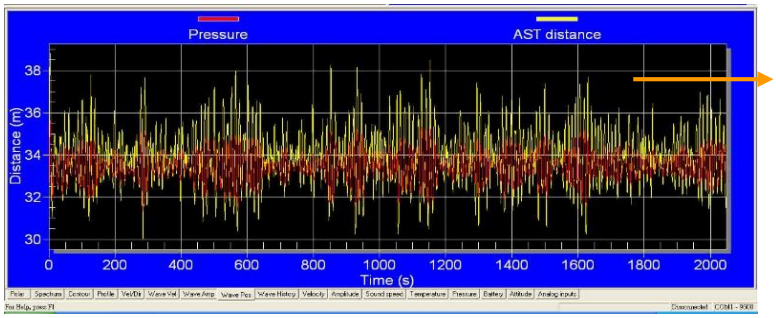
通訊記錄狀況

波浪來向

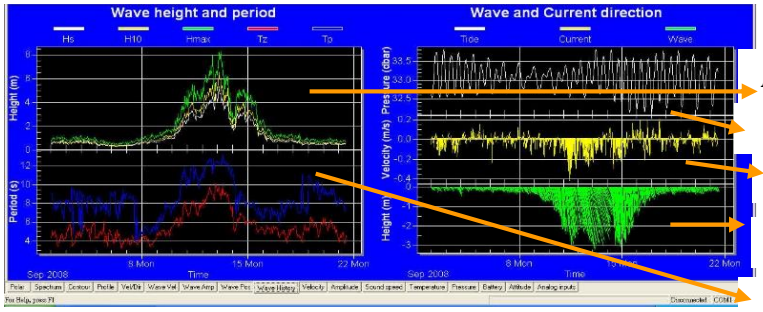
上中下層海流去向
多重視窗波浪資料



3D波浪能量顯示



壓力式(紅線)及
超音波式(黃線)
波浪即時資料顯示



AWCP監測系統之波高

水位

流速流向

波高波向逐時变化圖

週期

圖2.15　AWCP系統傳回本所接收站經過前處理後結果狀況

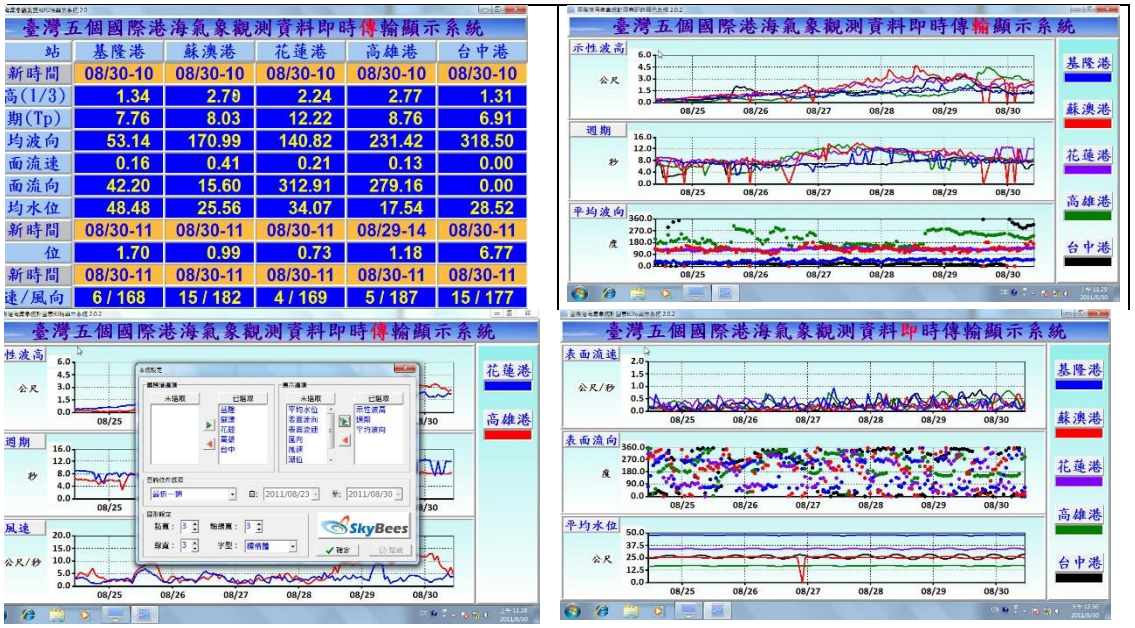


圖2.16　AWCP系統傳回本所接收站經過中處理後結果狀況

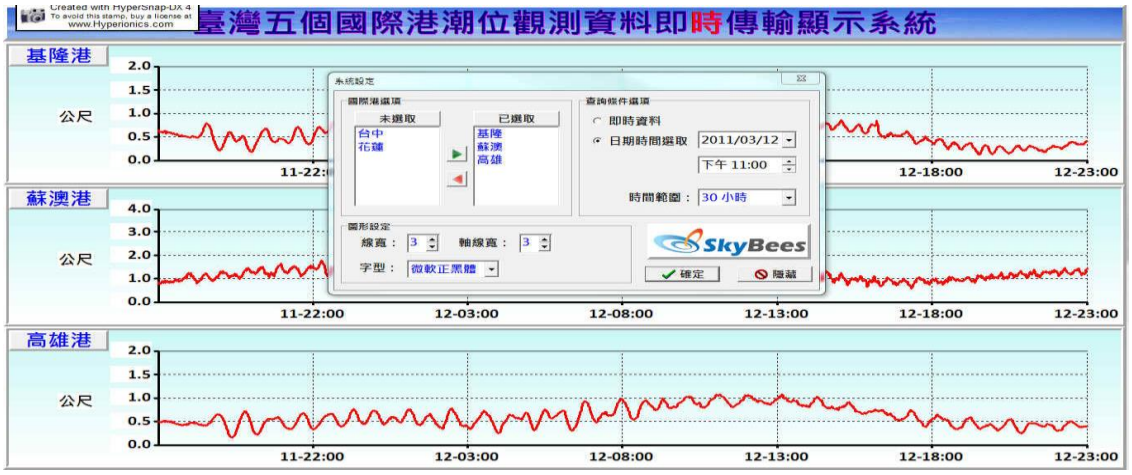


圖2.17 臺灣五個國際港潮位觀測資料轉換成即時傳輸顯示圖

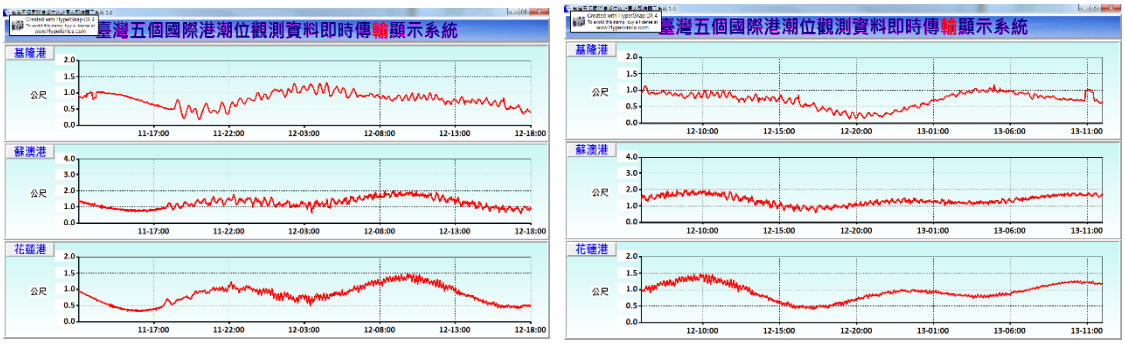


圖2.18　基隆港、蘇澳港、花蓮潮位站2011年3月11日12時到13日12時
日本3月11日13:47大地震引發強烈海嘯傳遞抵達之狀況

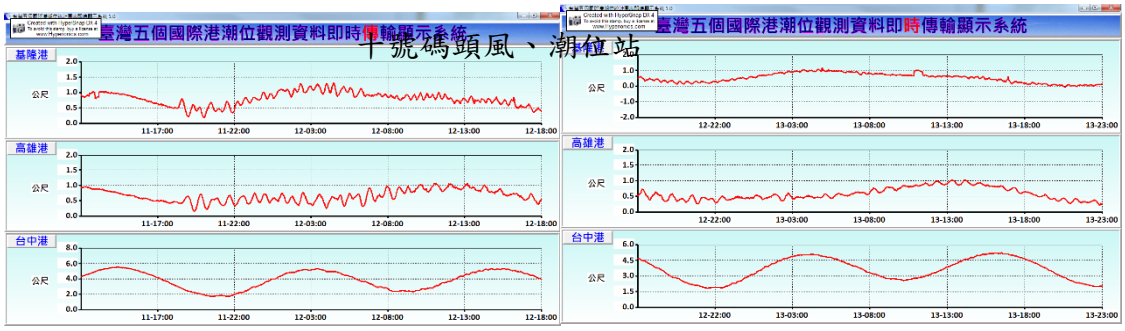


圖2.19 基隆港、高雄港、臺中港潮位站2011年3月11日12時到13日23時日本3月11日13:47大地震引發強烈海嘯傳遞抵達之狀況

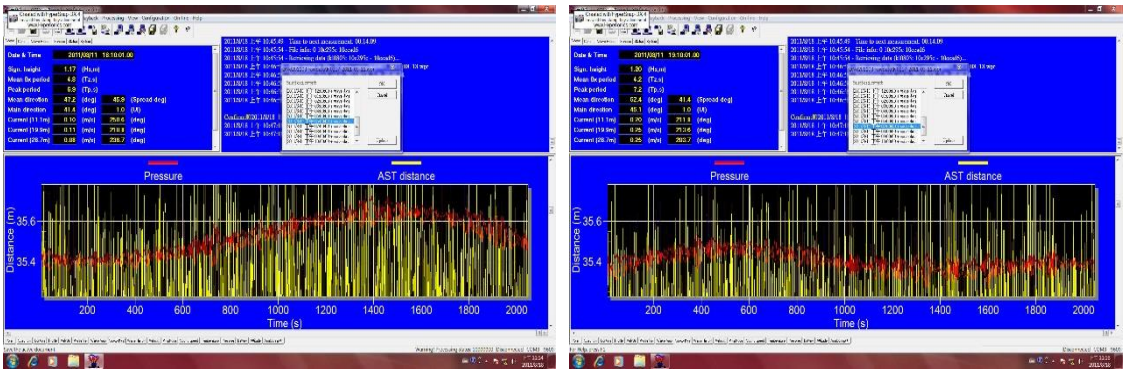


圖2.20 基隆港AWCP觀測站 3月11日18:10至18:44及19:10至19:44之壓力式水位變化狀況圖

第三章

2014 年基隆港海氣象資料分析與特性

第三章　2014 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 2006 年 5 月起往北延長 200 公尺約四年的工期，因此本所之觀測站自 2006 年 7 月起將觀測站儀器改安裝在基隆港西防波堤外水深 36 公尺位置，2010 年 11 月基隆港務局電話通知已完工，所以 2011 年 8 月，本所又將 AWCP 海象觀測站安裝在東防波堤堤頭北方約 200 公尺，水深 48 公尺位置。潮位站與風速站同在 2011 年 10 月在原位置(基隆港光華燈塔附近屬基隆港務局測量隊之潮位站)更新安裝一組壓力式潮位儀及二維超音波式風速風向，以 GPRS 傳訊方式可即時傳送監測系統回本所港研中即時傳送監測系統，詳如圖 2.9。

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 6 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 48 公尺，因此間距設定為 2 公尺,每整小時第 0 分至 10 分期間連續量測 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，並隔每整小時之第 44 分開始，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 44 分鐘後，再經由海底電纜傳回本中心各觀測站之電腦儲存。俟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、波向及週期的統計分析與波譜分析，可提供各港務局之船舶交通管理系統 VMS 連線做即時傳送，以及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 2014 年 01 月 01 日~2014 年 12 月 31 日間在基隆港東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 3.1 至圖 3.3 及、圖 3.11 至圖 3.12 為 2014 年 1、2、3、11 及 12 月的冬季波浪資料，因自 2014 年 112 月 19 日至 2014 年 11 月 25 日止，AWCP 海象觀測儀器故障沒有資料外，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 3.14 至圖 3.15 及圖 3.23 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 3.5~圖 3.10 為 2014 年 5 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(1) 哈吉貝颱風 6 月 14 日 7 時測得最大有義波高 0.91 公尺、週期 5.3 秒，波浪來向 35.6 度；(2) 浣熊颱風於 7 月 8 日 16 時測得最大之有義波為 3.31 公尺、週期 12.8 秒，波浪來向 63.2 度；(3) 雷馬遜颱風於 7 月 17 日 3 時測到最大之有義波為 0.57 公尺、週期 9.1 秒，波浪來向 79.5 度；(4) 麥德姆颱風 7 月 23 日 10 時測得最大有義波高為 2.25 公尺、週期 9.6，波浪來向 64.3 度；(5) 哈隆颱風 8 月 1 日 1 時測得最大有義波高為 1.81 公尺、週期 7.6，波浪來向 54.8 度；(6) 海鷗颱風 9 月 15 日 7 時測得最大有義波高為 1.54 公尺、週期 8.2，波浪來向 16.7 度；(7) 鳳凰颱風 9 月 21 日 0 時測得最大有義波高為 2.53 公尺、週期 9.5，波浪來向 13.7 度；(8) 巴逢颱風 10 月 5 日 20 時測得最大有義波高為 4.44 公尺、週期 11.8，波浪來向 18.3 度；(9) 黃蜂颱風 10 月 11 日 12 時測得最大有義波高為 4.92 公尺、週期 12.8，波浪來向 59.2 度；(10) 哈格比颱風 12 月 4 日 11 時測得最大有義波高為 4.37 公尺、週期 10.5，波浪來向 18.2 度。

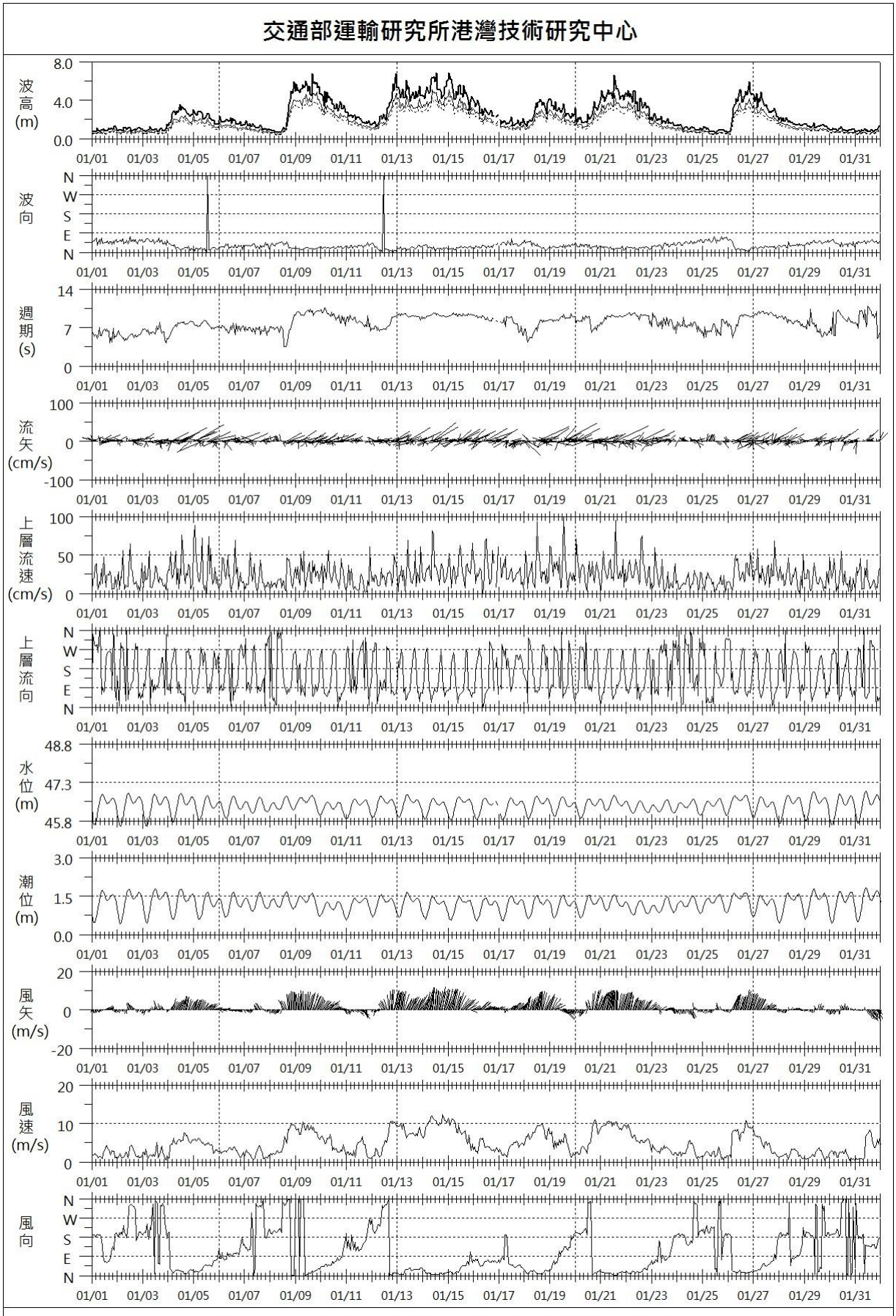


圖3.1 2014年1月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

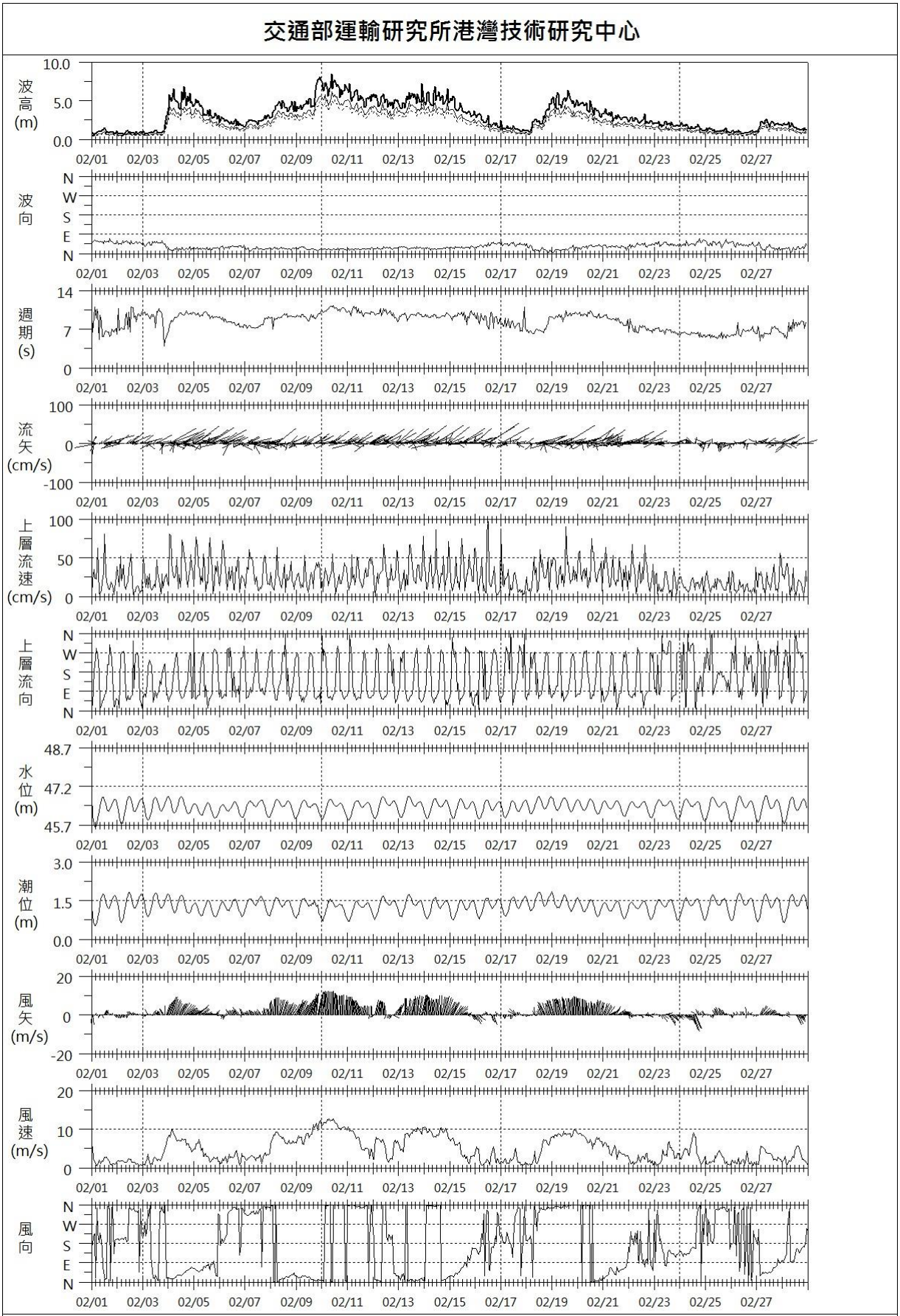


圖3.2 2014年2月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

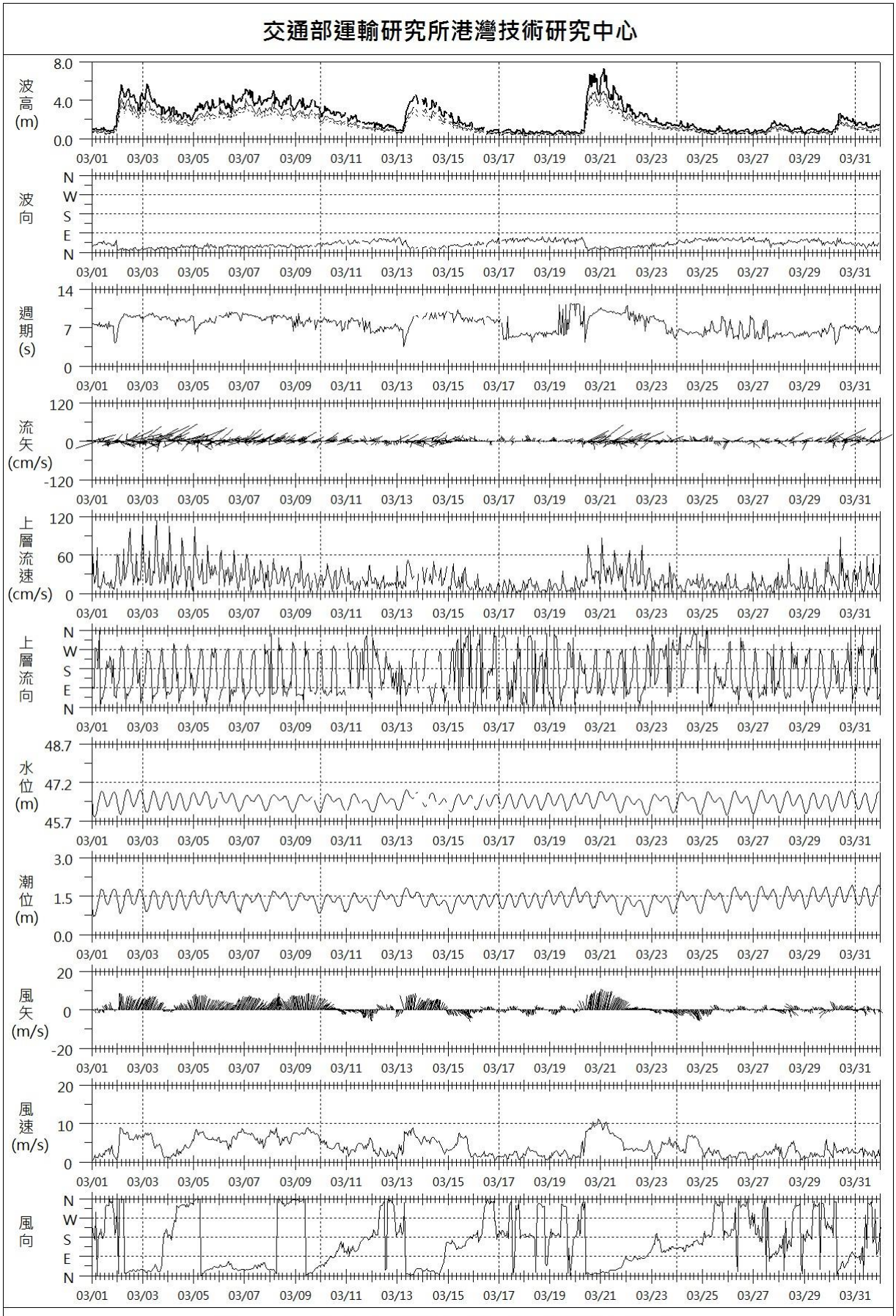


圖3.3 2014年3月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

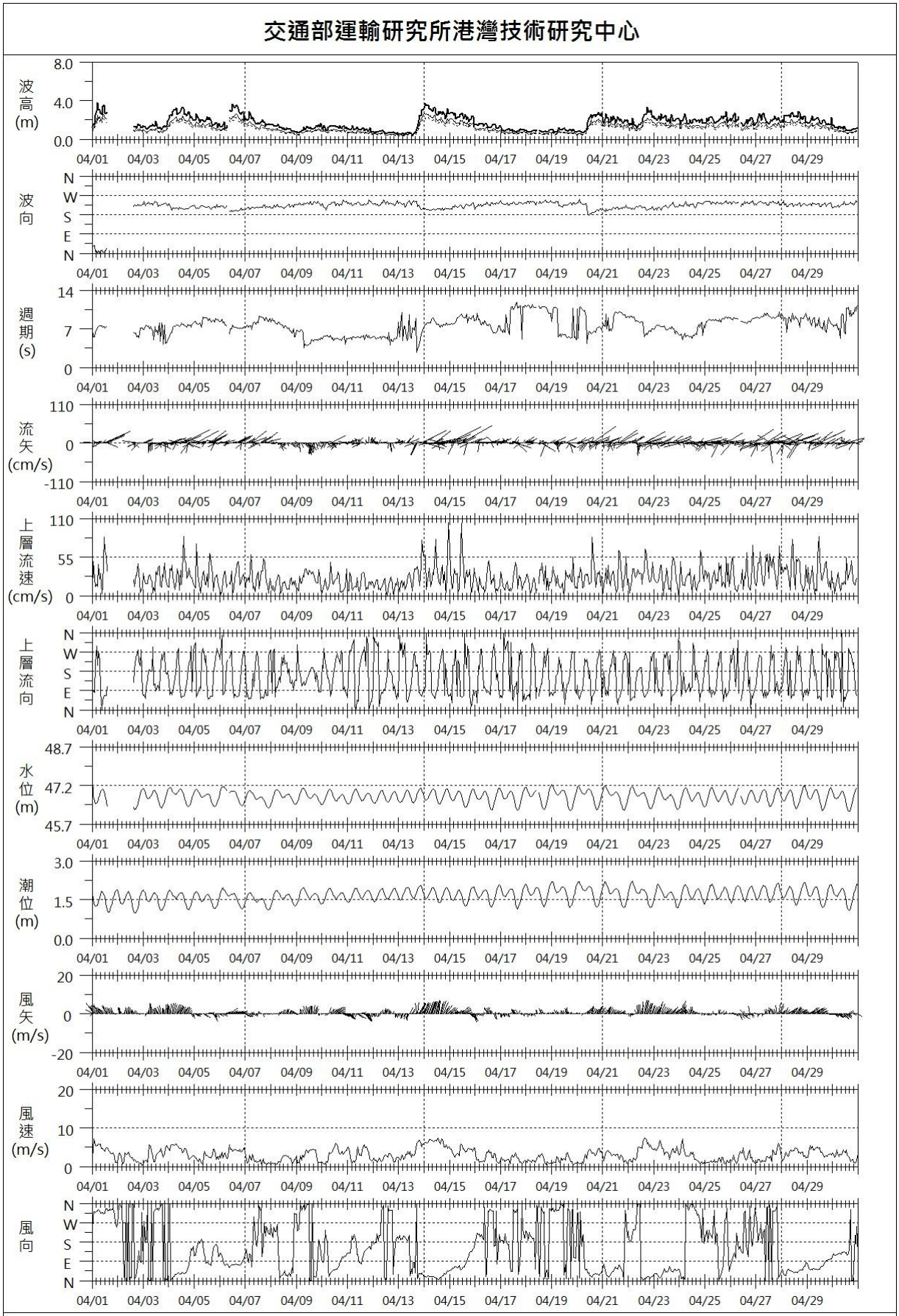


圖3.4 2014年4月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

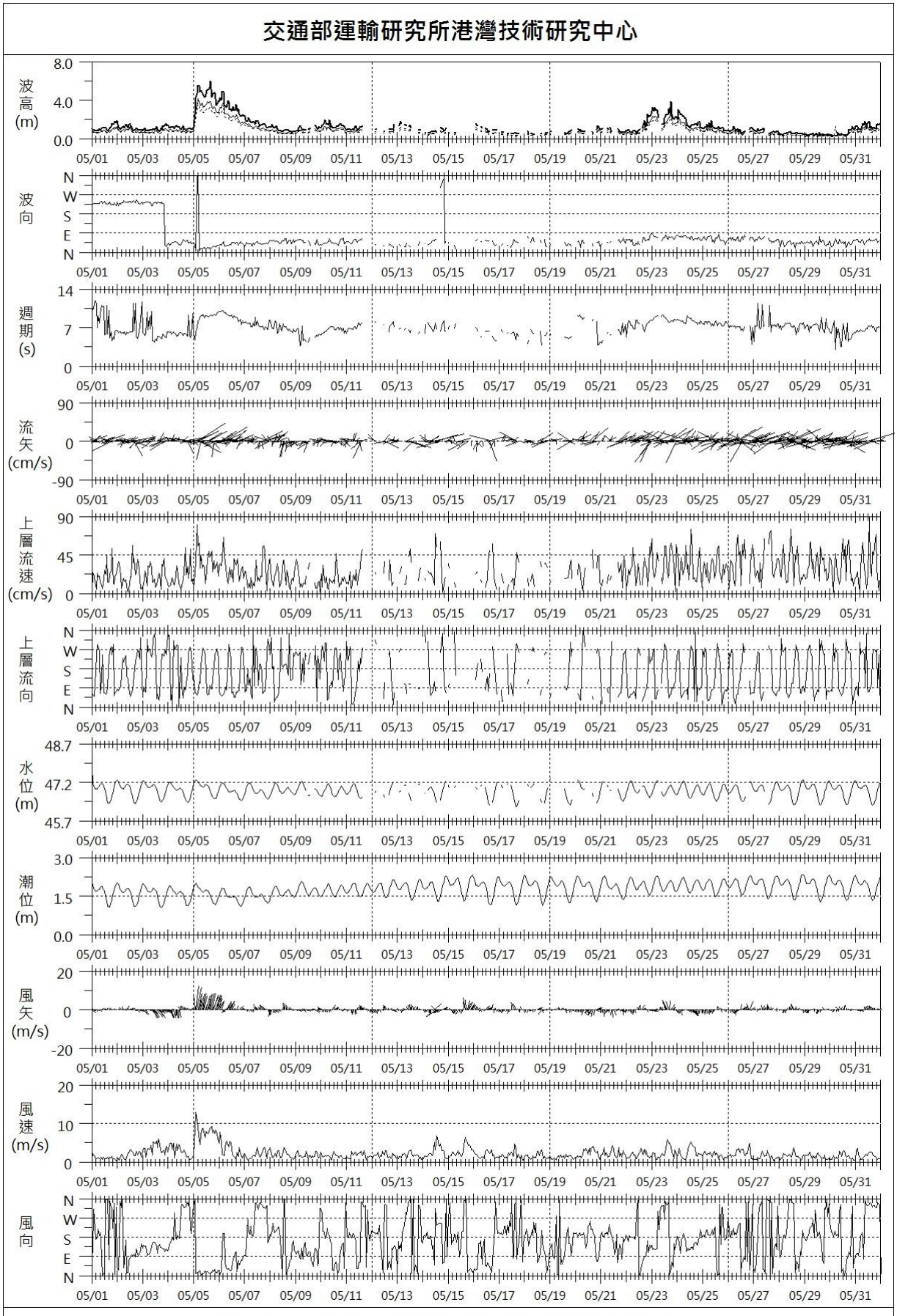


圖3.5 2014年5月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

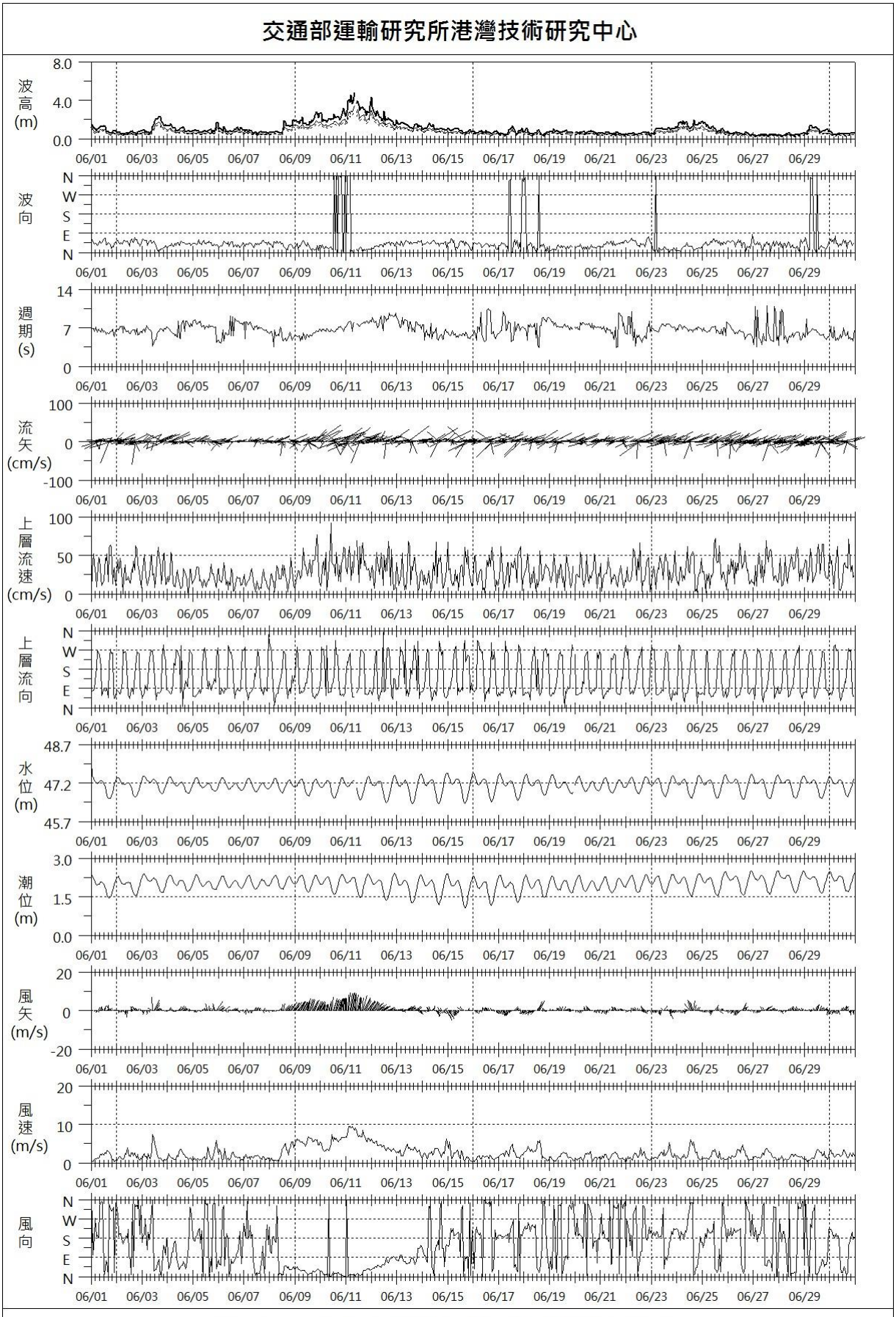


圖3.6 2014年6月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

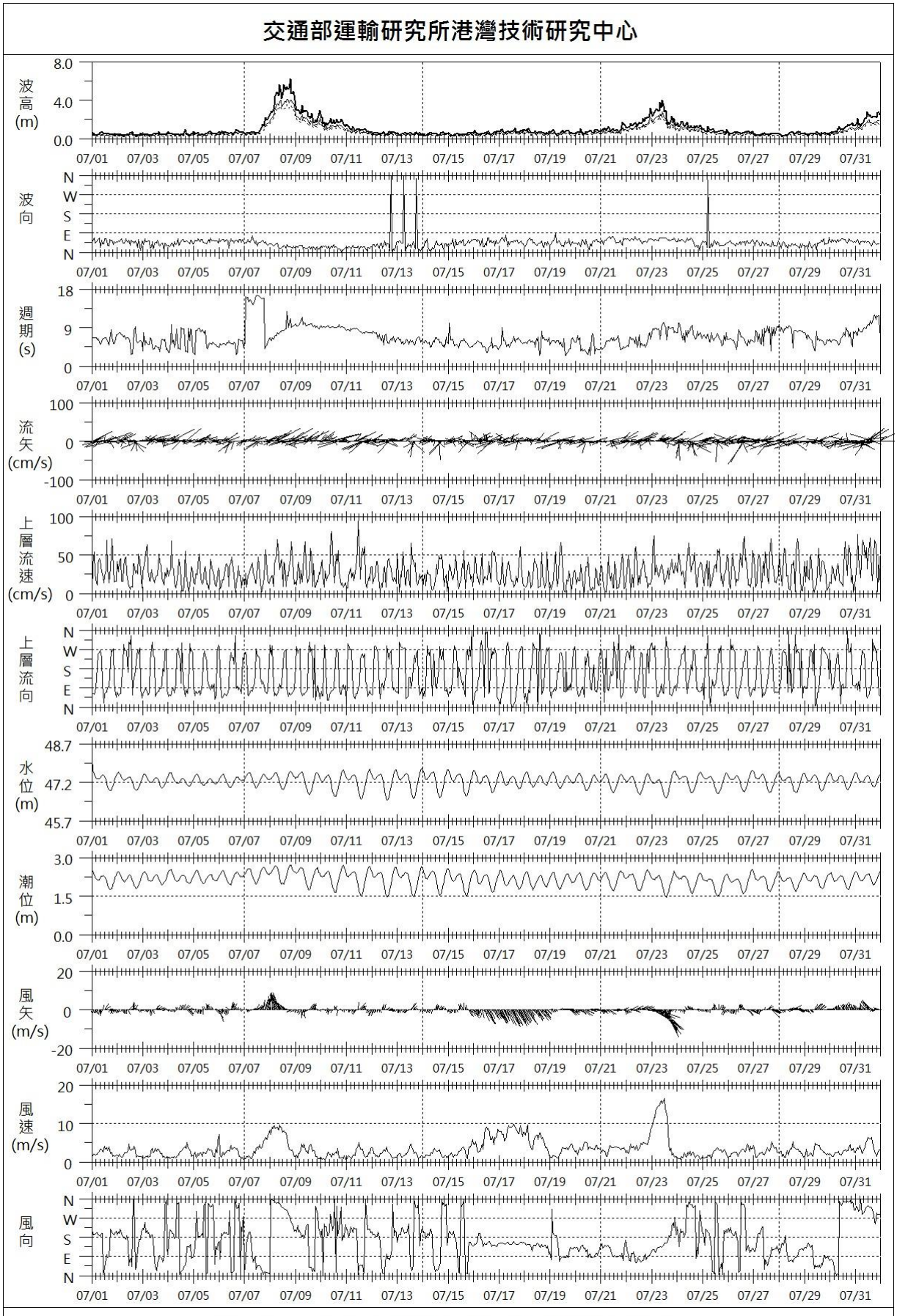


圖3.7 2014年7月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

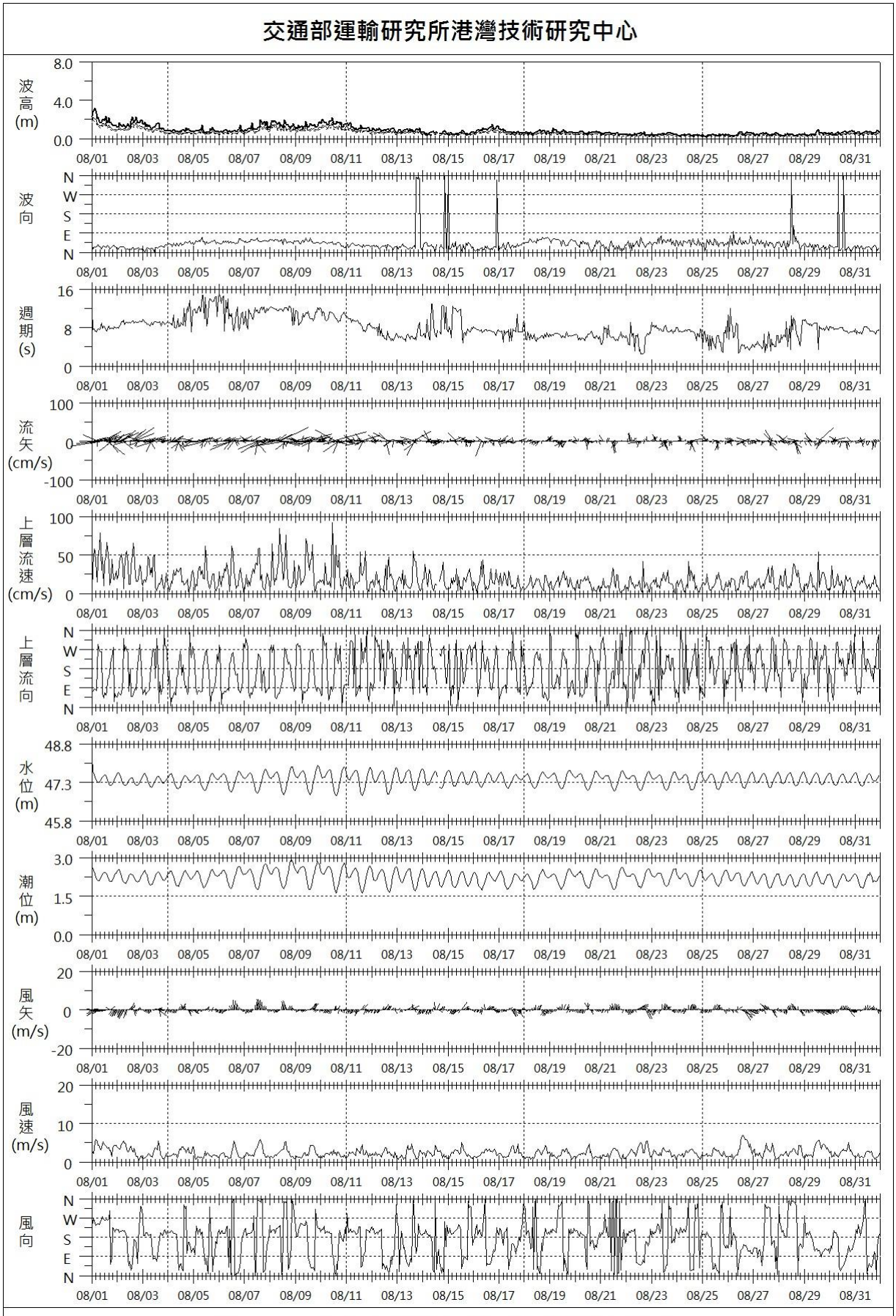


圖3.8 2014年8月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

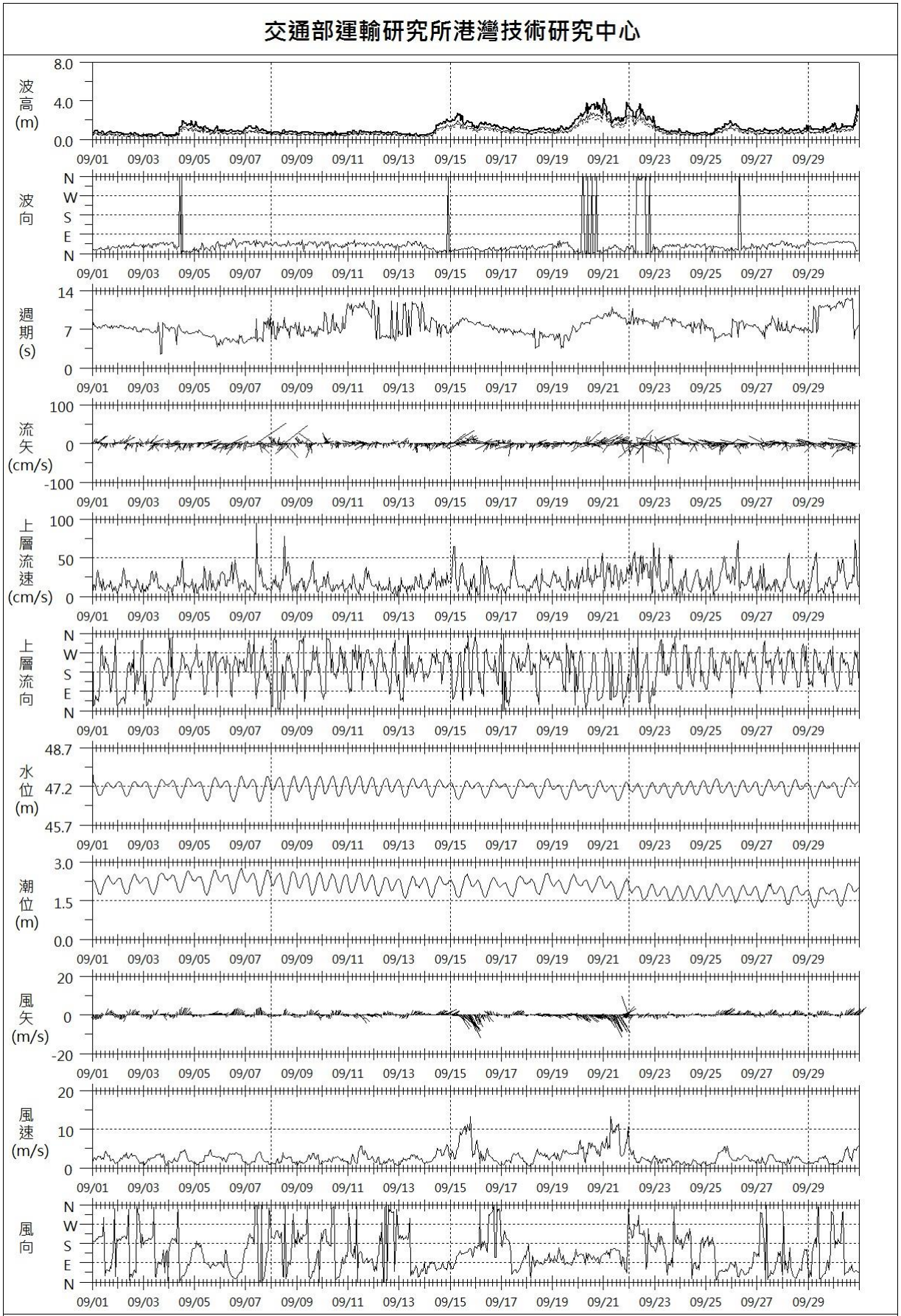


圖3.9 2014年9月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

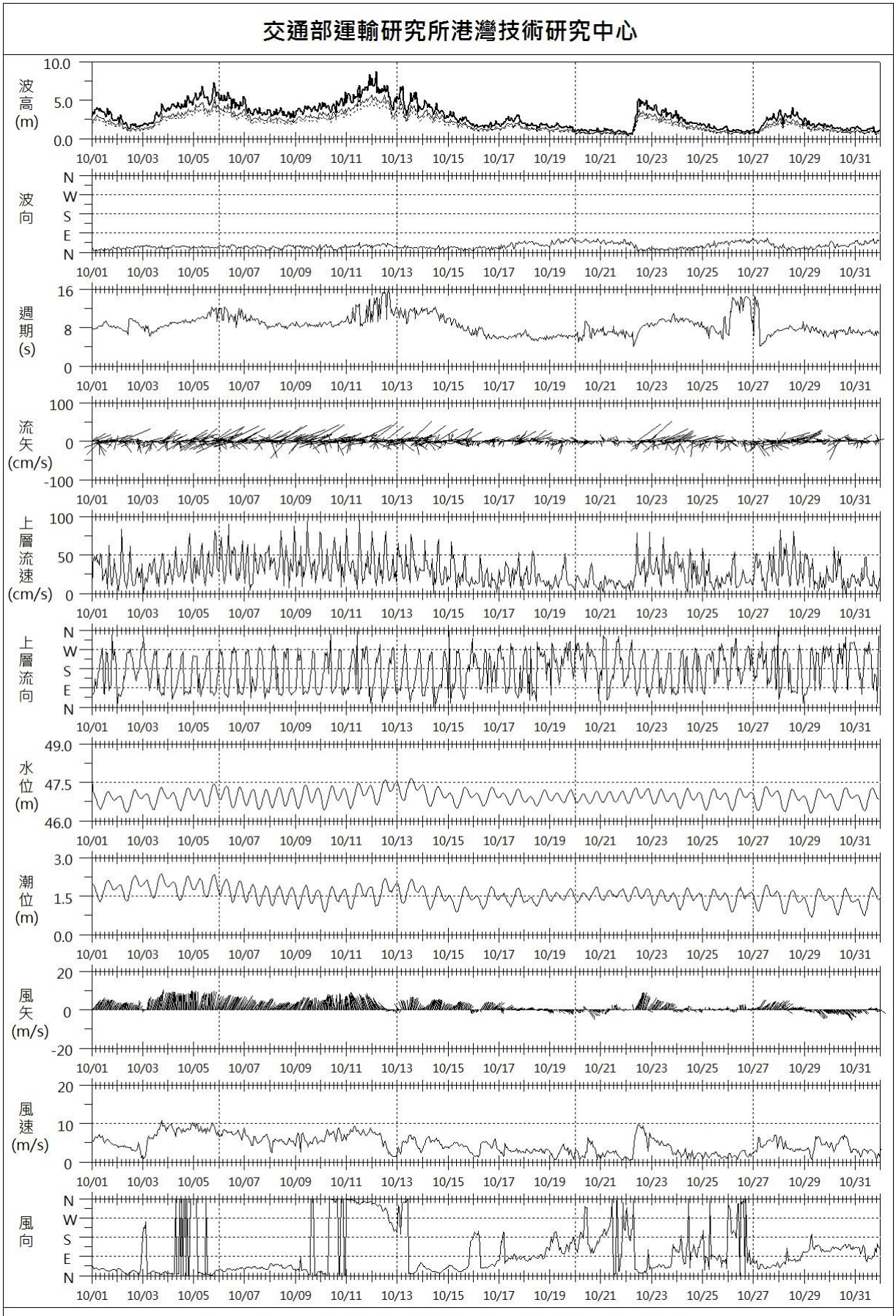


圖3.10 2014年10月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

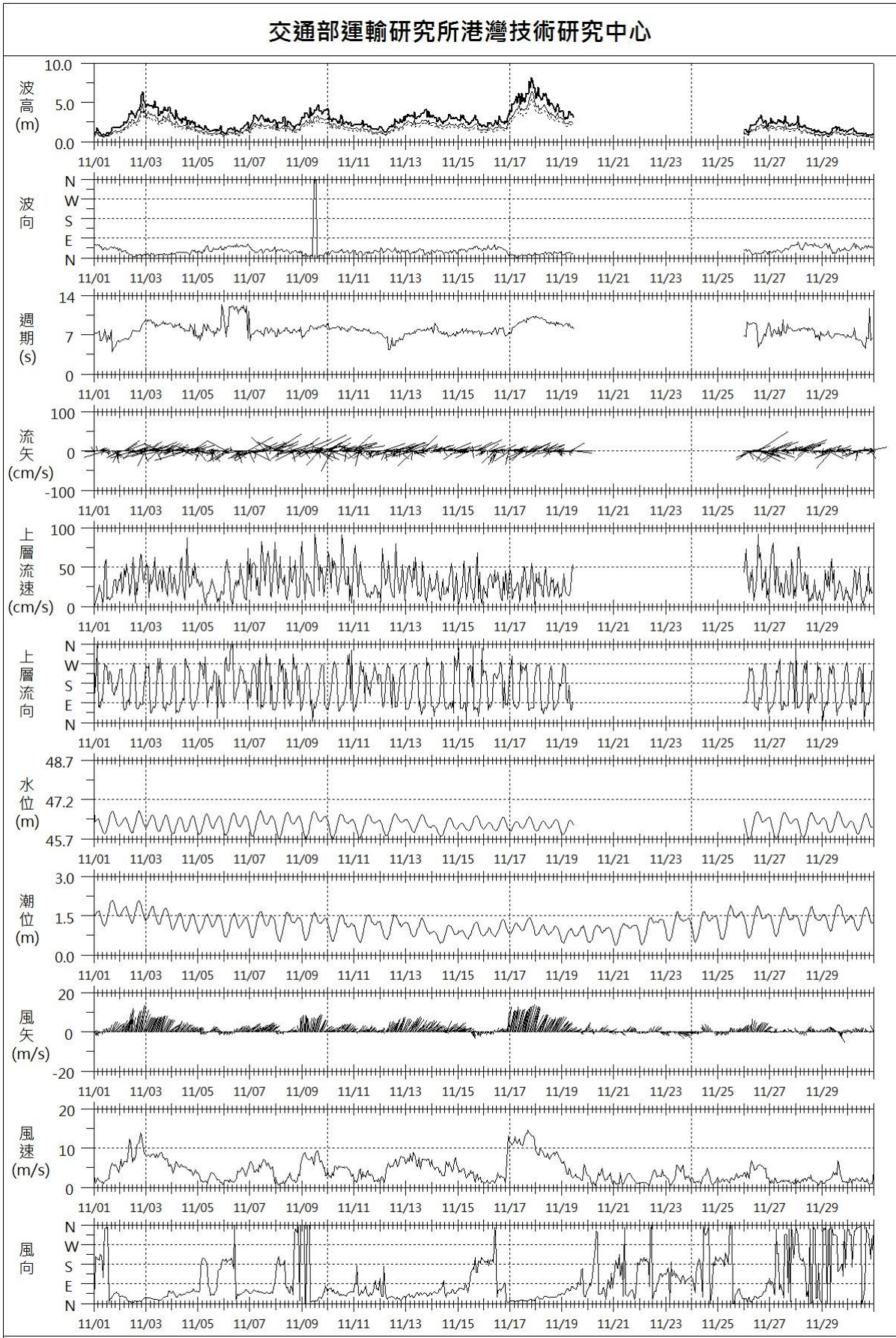


圖3.11 2014年11月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

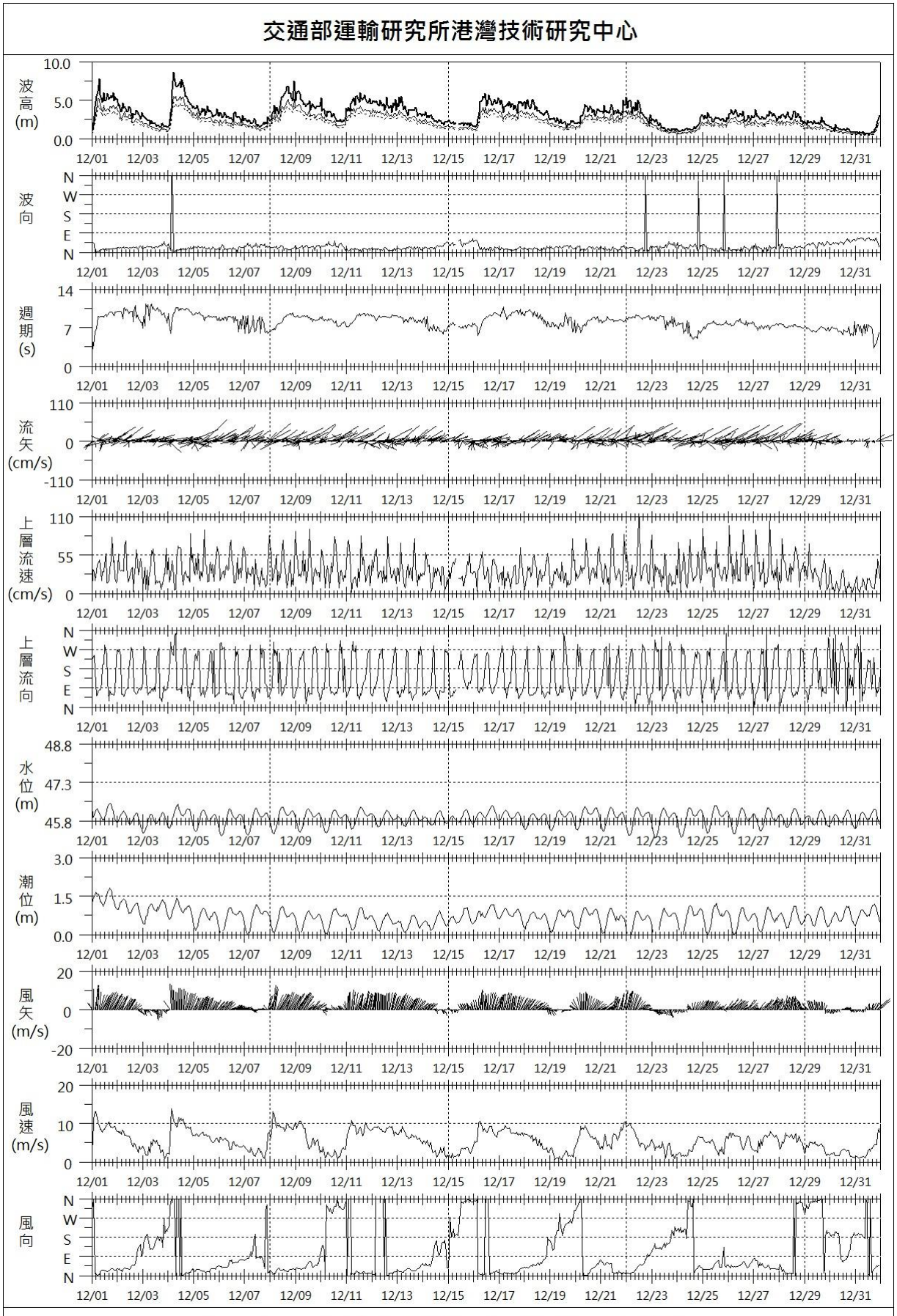


圖3.12 2014年12月基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

基隆港波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/01/01 00:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 741

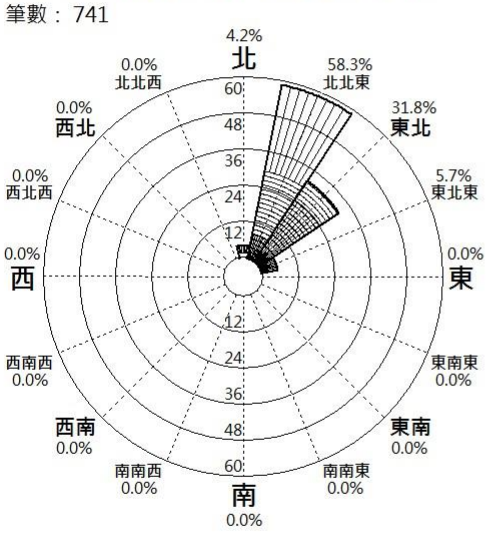


圖3.13 2014年1月基隆港測站波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/28 23:10
筆數： 671

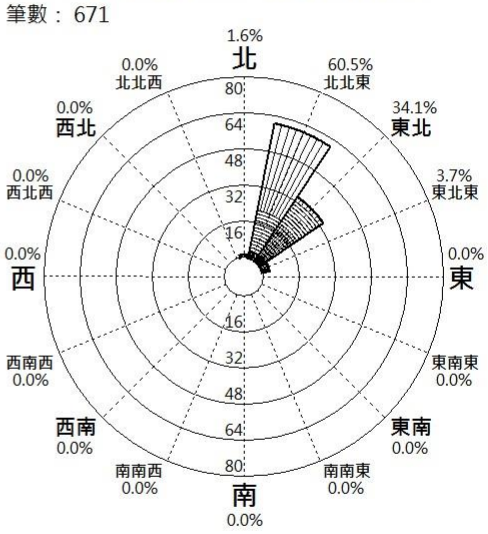


圖3.14 2014年2月基隆港測站波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/03/01 00:10 - 2014/03/31 23:10
筆數： 727

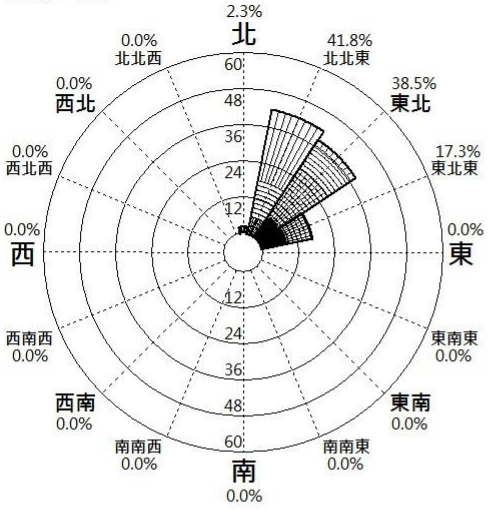


圖3.15 2014年3月基隆港測站波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/04/01 00:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 691

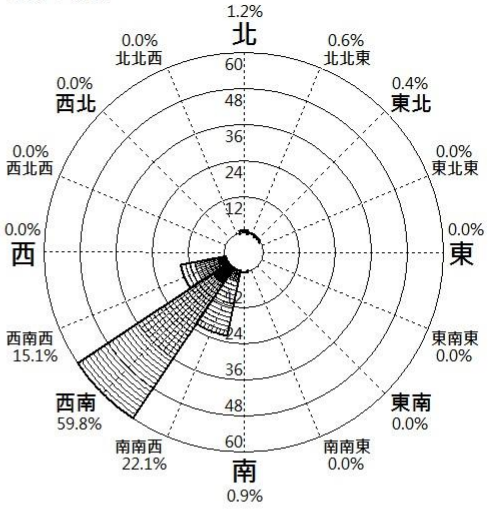
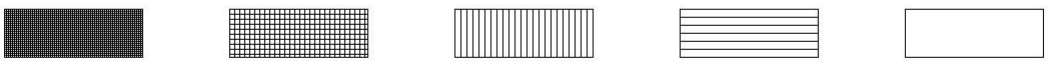


圖3.16 2014年4月基隆港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

基隆港波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 609

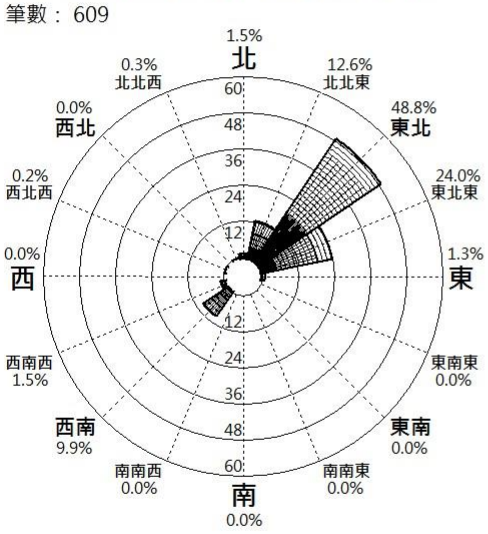


圖3.17 2014年5月基隆港測站波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 718

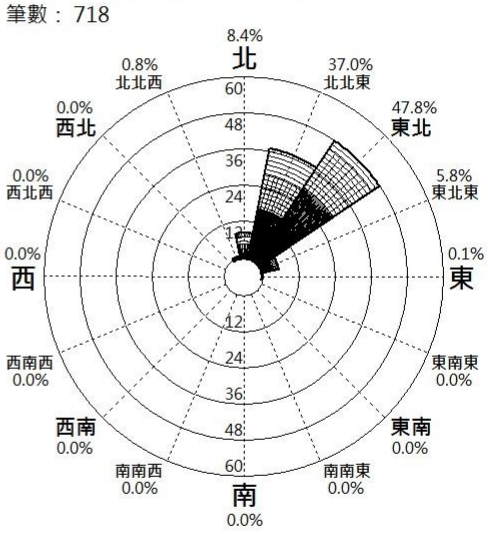


圖3.18 2014年6月基隆港測站波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/31 23:10
筆數： 744

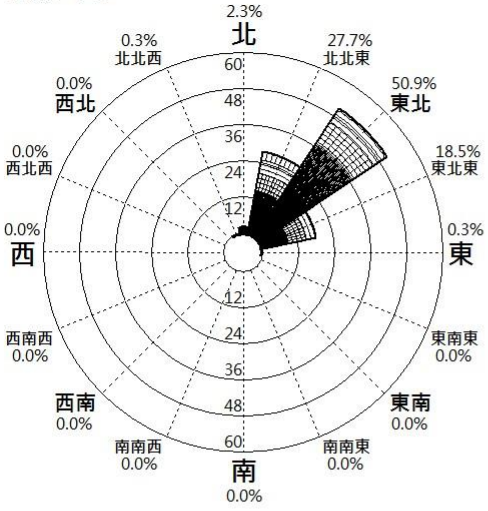


圖3.19 2014年7月基隆港測站波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/08/01 00:10 - 2014/08/31 23:10
筆數： 743

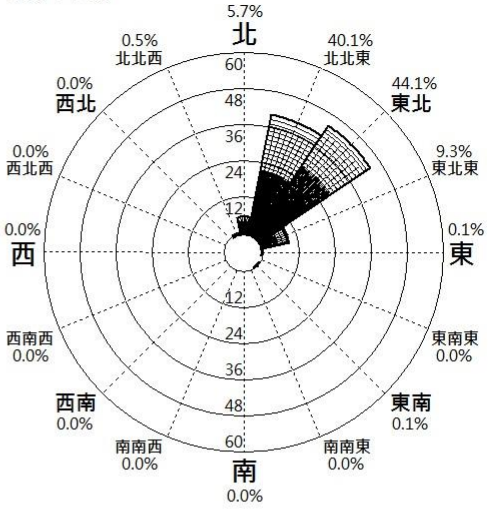
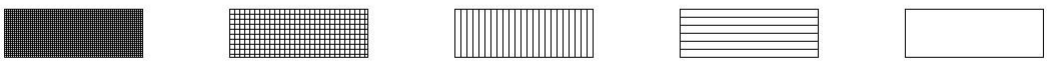


圖3.20 2014年8月基隆港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

基隆港波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 720

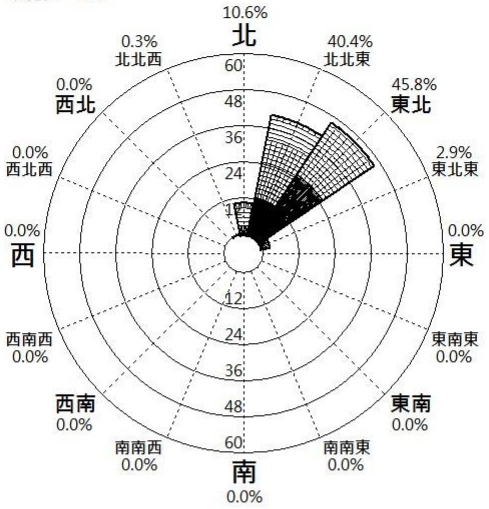


圖3.21 2014年9月基隆港測站波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 744

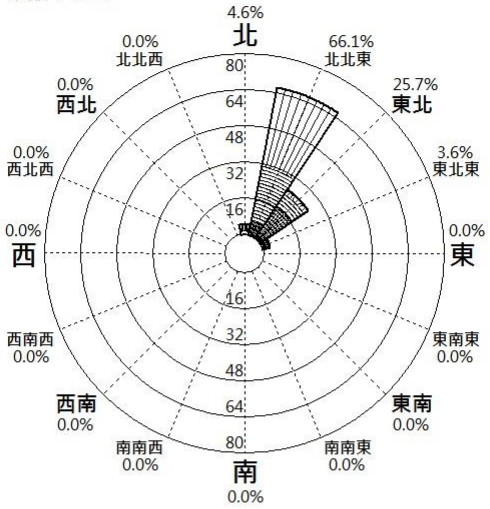


圖3.22 2014年10月基隆港測站波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 564

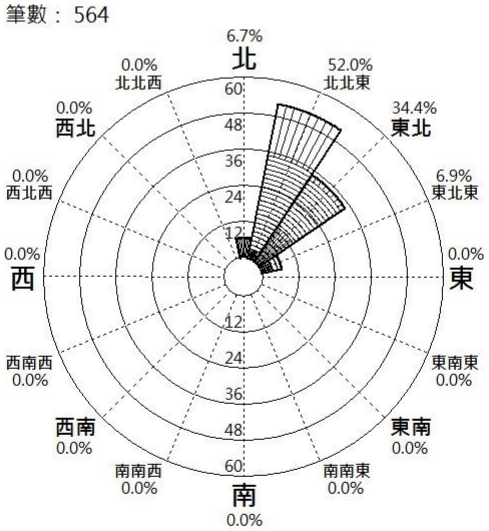


圖3.23 2014年11月基隆港測站波浪玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 742

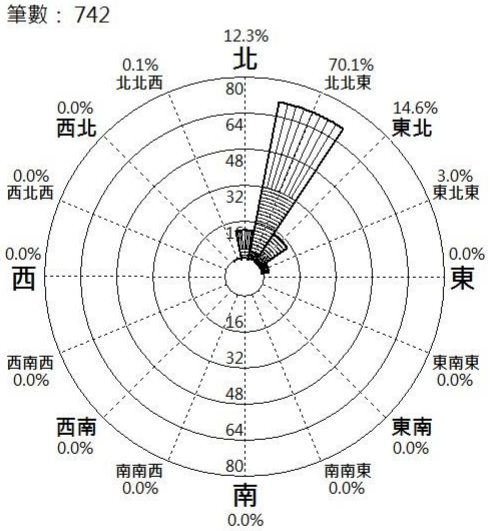
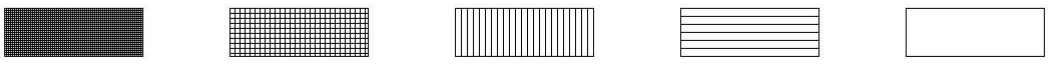


圖3.24 2014年12月基隆港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

基隆港海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/01/01 00:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 741

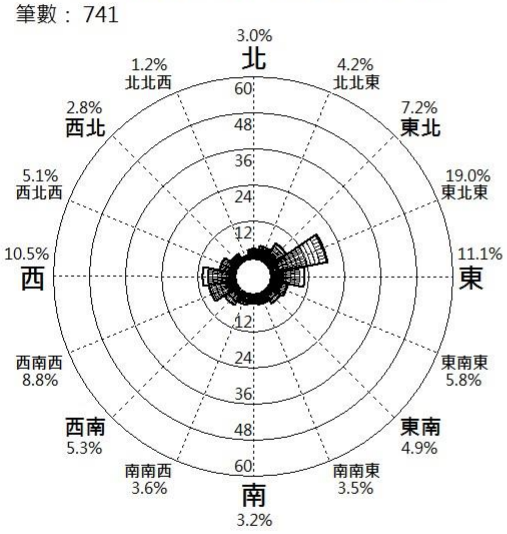


圖3.25 2014年1月基隆港測站海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/28 23:10
筆數： 671

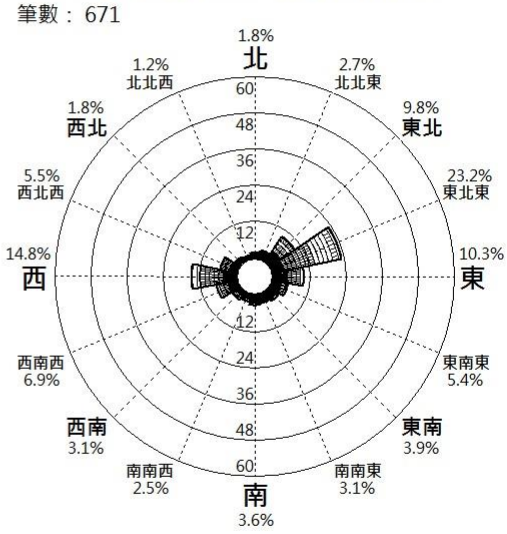


圖3.26 2014年2月基隆港測站海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/03/01 00:10 - 2014/03/31 23:10
筆數： 727

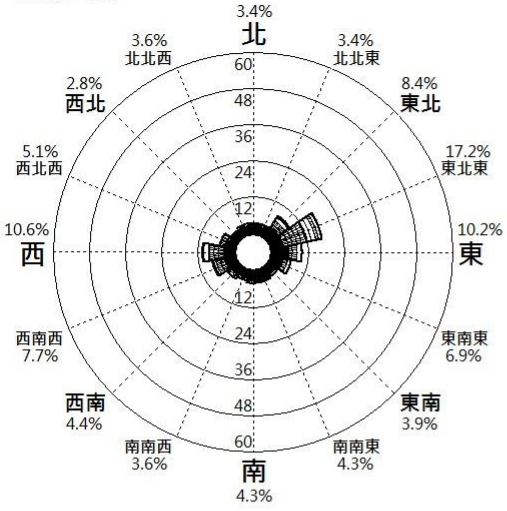


圖3.27 2014年3月基隆港測站海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/04/01 00:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 691

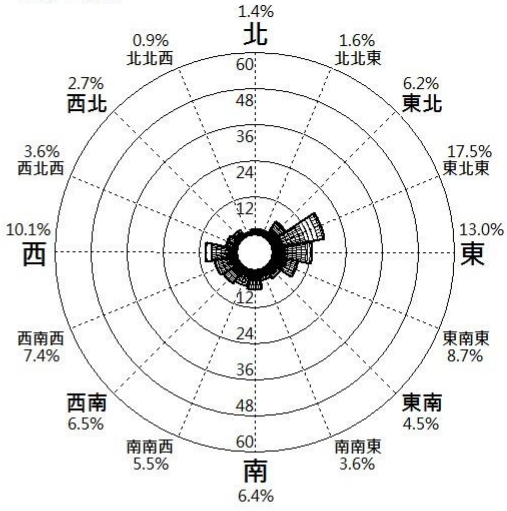
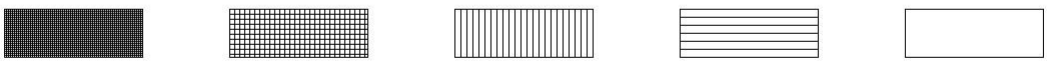


圖3.28 2014年4月基隆港測站海流玫瑰圖



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

基隆港海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 609

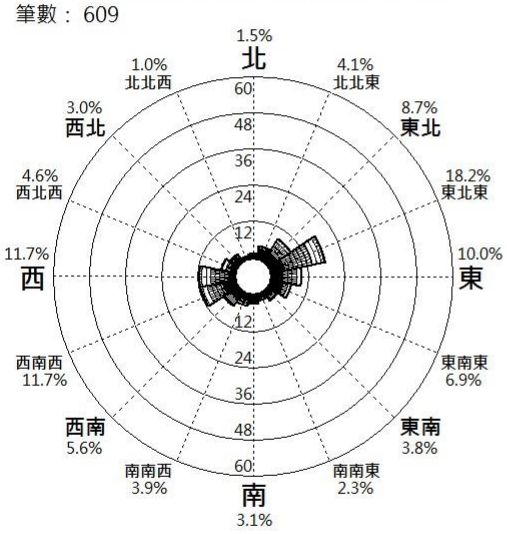


圖3.29 2014年5月基隆港測站海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 718

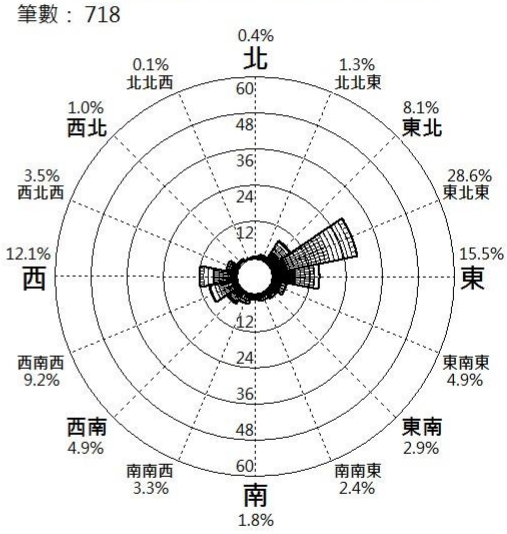


圖3.30 2014年6月基隆港測站海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/31 23:10
筆數： 744

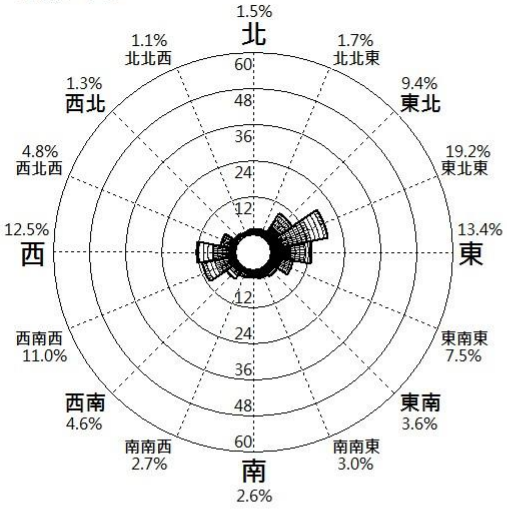


圖3.31 2014年7月基隆港測站海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/08/01 00:10 - 2014/08/31 23:10
筆數： 743

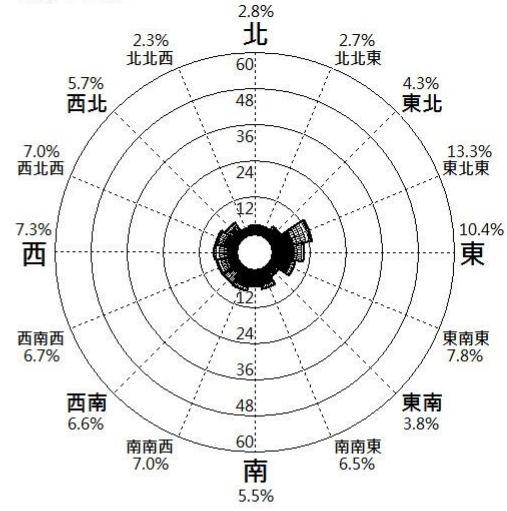
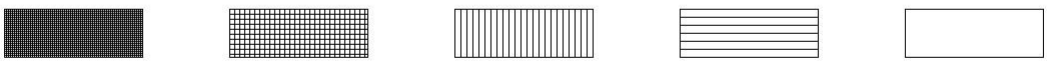


圖3.32 2014年8月基隆港測站海流玫瑰圖



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

基隆港海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 720

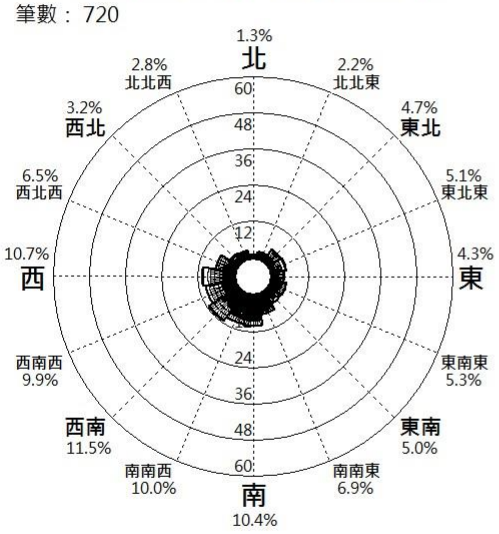


圖3.33 2014年9月基隆港測站海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 744

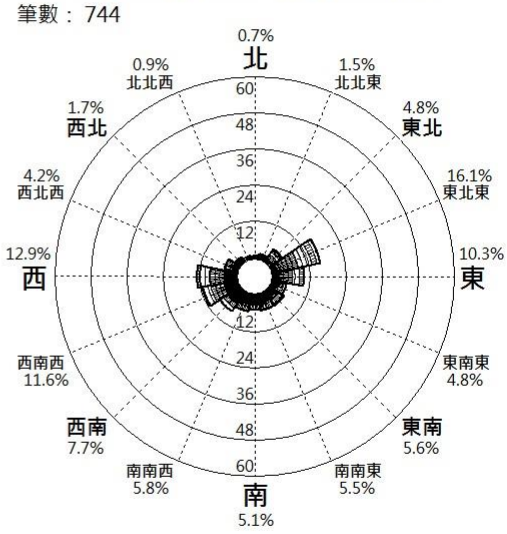


圖3.34 2014年10月基隆港測站海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 564

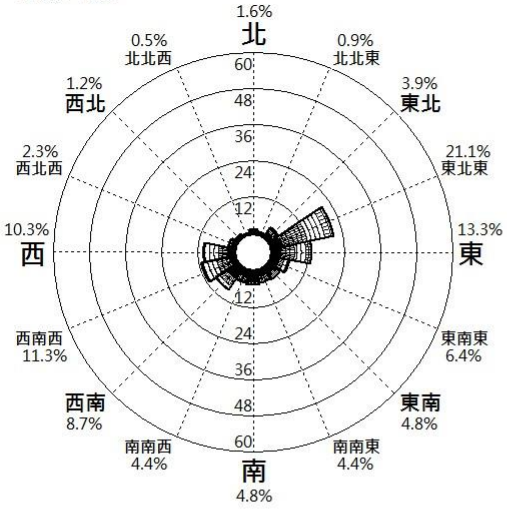


圖3.35 2014年11月基隆港測站海流玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 742

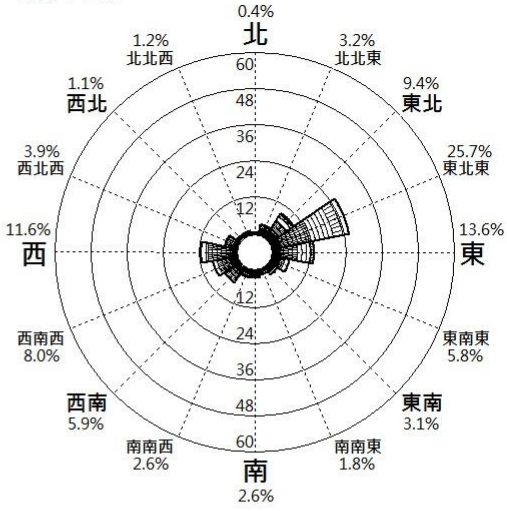
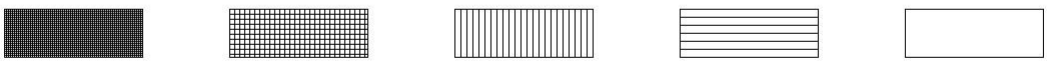


圖3.36 2014年12月基隆港測站海流玫瑰圖



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

基隆港風速風向玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/01/01 00:00 - 2014/01/31 23:00
筆數： 744
靜風： 0.0%

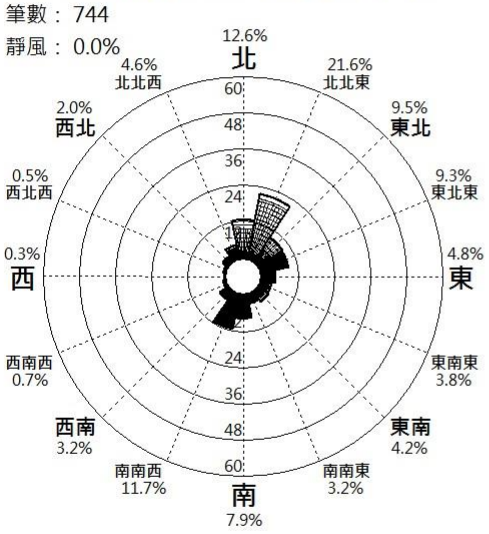


圖3.37 2014年1月基隆港測站風速風向玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/02/01 00:00 - 2014/02/28 23:00
筆數： 672
靜風： 0.0%

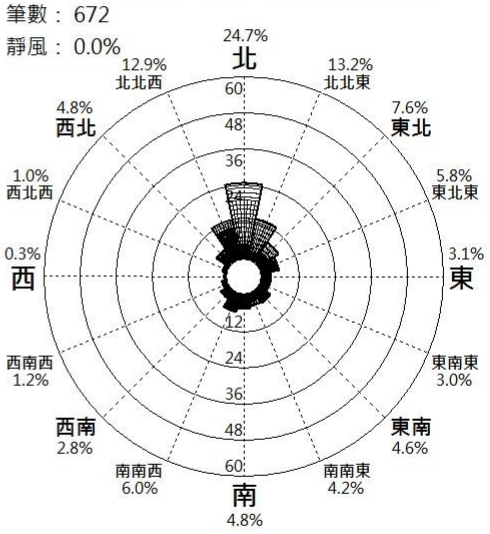


圖3.38 2014年2月基隆港測站風速風向玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/03/01 00:00 - 2014/03/31 23:00
筆數： 744
靜風： 0.0%

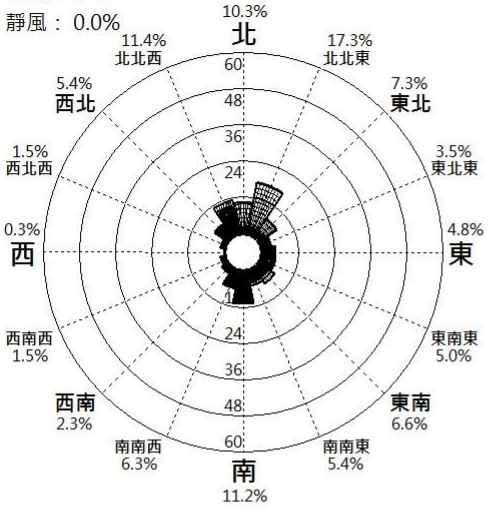


圖3.39 2014年3月基隆港測站風速風向玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/04/01 00:00 - 2014/04/30 23:00
筆數： 720
靜風： 0.0%

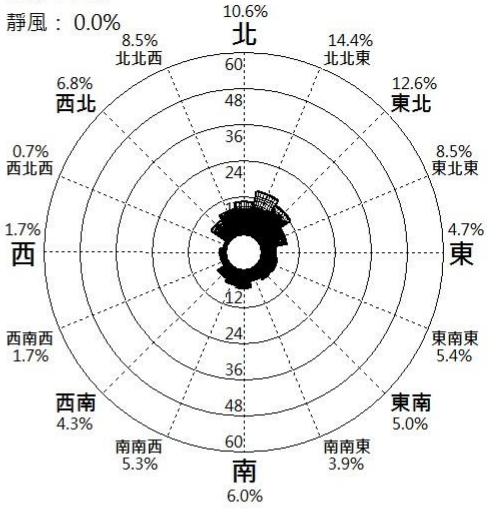
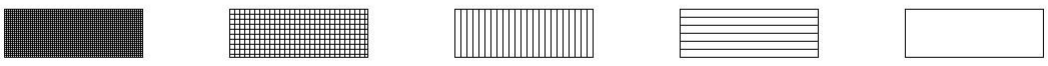


圖3.40 2014年4月基隆港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

基隆港風速風向玫瑰圖

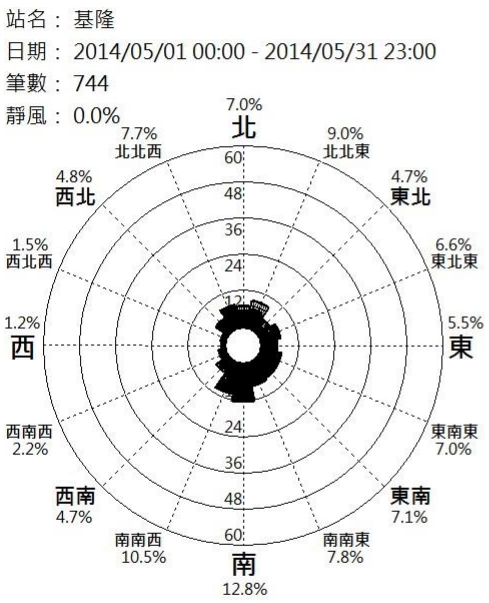


圖3.41 2014年5月基隆港測站風速風向玫瑰圖

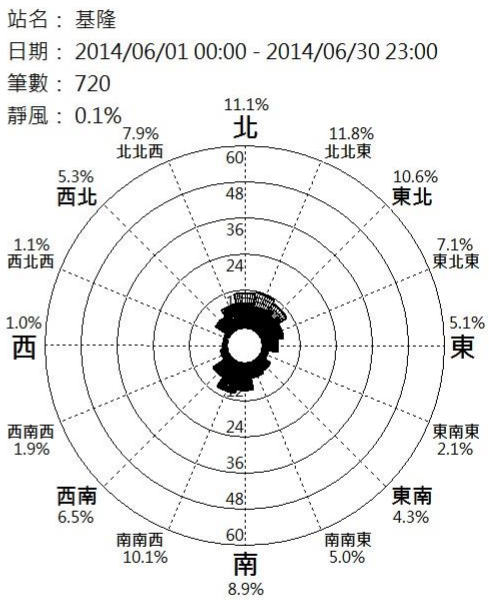


圖3.42 2014年6月基隆港測站風速風向玫瑰圖

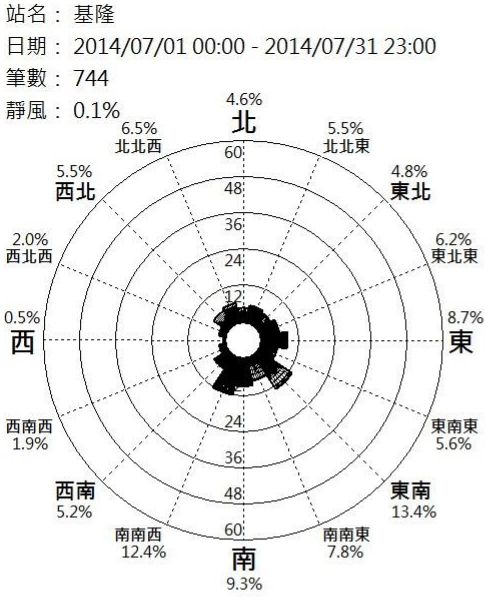


圖3.43 2014年7月基隆港測站風速風向玫瑰圖

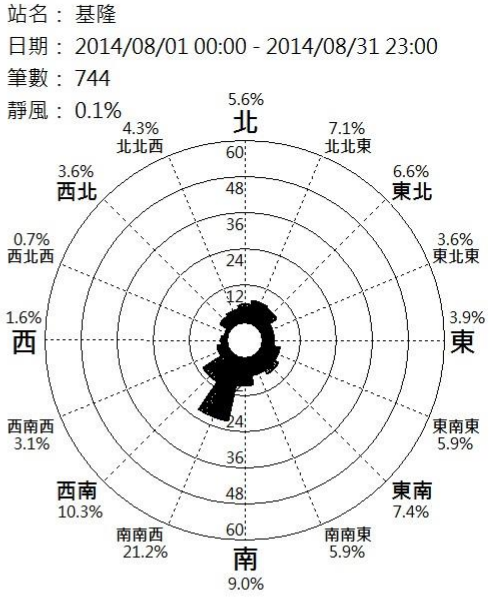
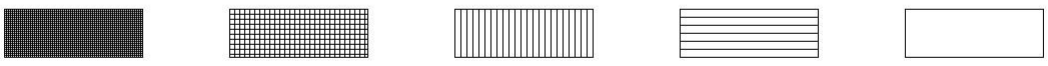


圖3.44 2014年8月基隆港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

基隆港風速風向玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/09/01 00:00 - 2014/09/30 23:00
筆數： 720
靜風： 0.0%

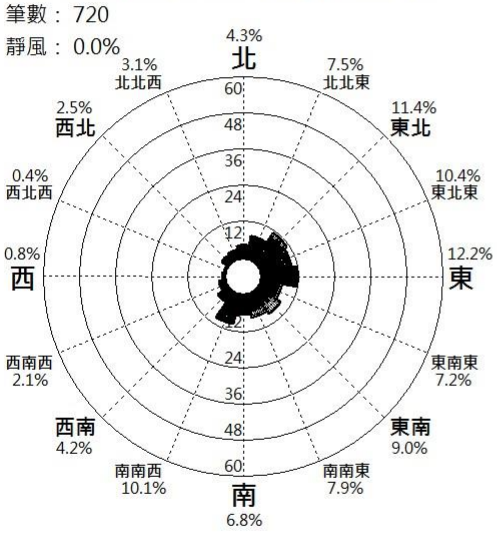


圖3.45 2014年9月基隆港測站風速風向玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/10/01 00:00 - 2014/10/31 23:00
筆數： 744
靜風： 0.0%

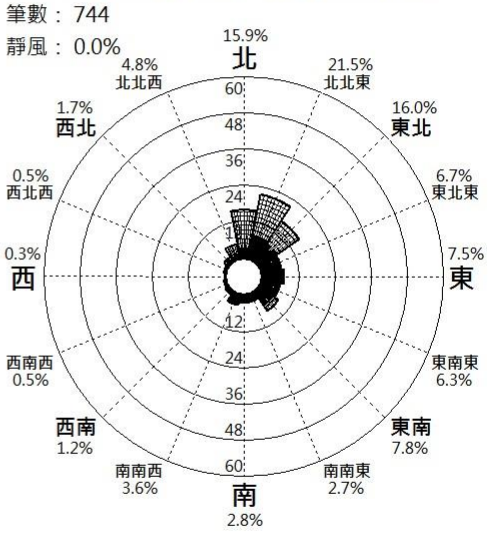


圖3.46 2014年10月基隆港測站風速風向玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/11/01 00:00 - 2014/11/30 23:00
筆數： 720
靜風： 0.0%

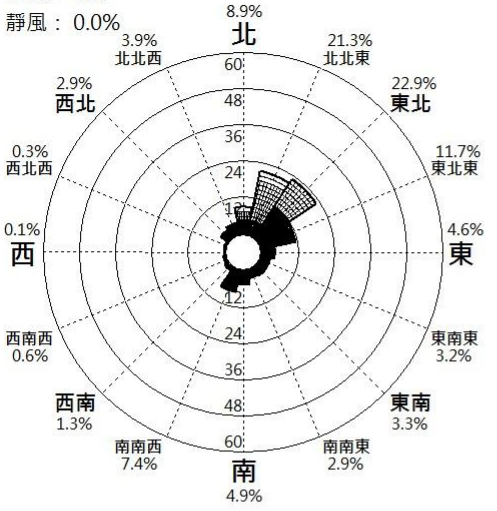


圖3.47 2014年11月基隆港測站風速風向玫瑰圖

站名： 基隆
日期： 2014/12/01 00:00 - 2014/12/31 23:00
筆數： 744
靜風： 0.0%

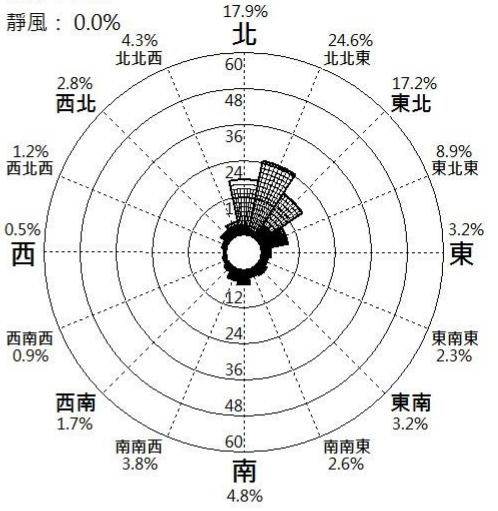
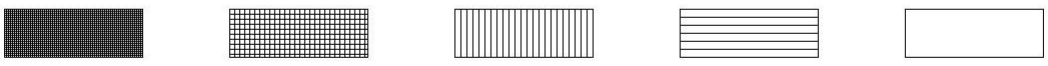


圖3.48 2014年12月基隆港測站風速風向玫瑰圖



0.2 - 5m/s　5 - 10m/s　10 - 15m/s　15 - 20m/s　> 20m/s

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表3.1 基隆港測站示性波高、示性週期及波向統計表

年/月	觀測點數	H1/3 平均值 (m)	T1/3 平均值 (m)	H1/3 最大值 (m)	週期 (s)	波向 (來向)	H1/3 < 0.5m (%)	H1/3 0.5~1m (%)	H1/3 1~5m (%)	H1/3 >5m (%)	波向 北~東 (%)	波向 東~南 (%)	波向 南~西 (%)	波向 西~北 (%)	T1/3 < 6s (%)	T1/3 6~8s (%)	T1/3 8~10s (%)	T1/3 >10s (%)
2014/01	741(100%)	1.59	7.8	4.36	10.9	北北東	5.9	31.8	62.2	0.0	99.7	0.0	0.0	0.3	11.6	37.5	48.3	2.6
2014/02	671(100%)	1.93	8.4	5.12	11.2	北北東	3.9	22.4	73.6	0.1	100.0	0.0	0.0	0.0	7.3	31.4	50.2	11.0
2014/03	727(98%)	1.37	7.6	4.22	11.3	東北	16.5	32.7	50.8	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	19.9	30.9	45.7	3.4
2014/04	691(96%)	1.05	7.6	2.25	11.8	西南	8.8	40.7	50.5	0.0	2.2	0.1	97.7	0.0	22.4	35.5	34.2	8.0
2014/05	609(82%)	0.80	7.1	3.60	12.0	東北東	27.6	54.7	17.7	0.0	87.8	0.0	11.3	0.8	21.3	56.0	19.9	2.8
2014/06	718(100%)	0.65	6.6	2.90	11.0	東北	50.3	33.6	16.2	0.0	96.8	0.0	0.0	3.2	31.5	54.9	12.4	1.3
2014/07	744(100%)	0.65	6.8	3.56	16.5	東北	62.4	21.0	16.7	0.0	99.5	0.0	0.0	0.5	42.6	29.7	23.1	4.6
2014/08	743(100%)	0.52	7.9	1.93	14.8	東北	58.1	34.6	7.3	0.0	98.4	0.3	0.0	1.3	18.7	40.1	22.3	18.8
2014/09	720(100%)	0.72	7.5	2.73	12.6	東北	36.4	46.1	17.5	0.0	97.2	0.0	0.0	2.8	18.8	48.6	21.3	11.4
2014/10	744(100%)	1.83	8.5	5.22	15.7	北北東	1.2	24.5	74.1	0.3	100.0	0.0	0.0	0.0	7.7	35.8	39.0	17.6
2014/11	564(78%)	1.67	7.8	5.49	12.4	北北東	0.0	19.9	79.8	0.4	99.5	0.0	0.0	0.5	6.4	54.3	34.4	5.0
2014/12	742(100%)	1.99	8.1	4.68	11.3	北北東	1.3	10.2	88.4	0.0	99.2	0.0	0.0	0.8	4.6	41.1	49.3	5.0

表3.2 基隆港測站示性波高分佈百分比(%)統計表

H1/3(m) 年/月	0 ~ 0.5	~ 1.0	~ 1.5	~ 2	~ 3	~ 4	~ 5	~ 6	~ 7	~ 8	~ 10	~ 12	~ 16	~ 50	合計(%)
2014/01	5.9	31.8	18.5	11.7	20.2	11.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	3.9	22.4	19.4	12.1	18.5	19.7	4.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	16.5	32.7	11.3	11.4	22.7	5.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	8.8	40.7	34.2	14.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	27.6	54.7	7.9	3.9	4.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	50.3	33.6	10.9	2.9	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	62.4	21.0	8.1	5.0	1.7	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	58.1	34.6	6.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	36.4	46.1	10.0	4.3	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	1.2	24.5	19.2	14.1	26.6	11.0	3.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	0.0	19.9	27.0	28.0	17.9	5.9	1.1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	1.3	10.2	19.9	22.2	34.0	10.1	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表3.3 基隆港測站示性週期分佈百分比(%)統計表

T1/3(秒)

年/月	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 9	9 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	60 ~ 200	合計(%)
2014/01	0.0	0.5	1.8	9.3	16.2	21.3	23.1	25.2	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.0	0.1	0.3	6.9	18.0	13.4	13.4	36.8	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	0.0	0.3	2.6	17.1	16.9	14.0	28.9	16.8	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	0.1	0.6	4.3	17.4	12.0	23.4	21.9	12.3	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	0.0	1.6	4.6	15.1	27.8	28.2	12.6	7.2	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	0.0	1.5	8.2	21.7	30.8	24.1	9.3	3.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	1.9	5.0	12.1	23.7	19.5	10.2	13.4	9.7	2.0	1.7	0.8	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	1.1	3.1	4.0	10.5	16.0	24.1	12.2	10.1	12.8	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	0.3	1.1	3.2	14.2	22.4	26.3	14.9	6.4	9.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	0.0	0.0	1.1	6.6	16.5	19.2	20.4	18.5	10.8	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	0.0	0.2	1.4	4.8	16.5	37.8	25.5	8.9	4.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.0	0.4	0.5	3.6	13.9	27.2	29.1	20.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表3.4 基隆港測站波向分佈百分比(%)統計表

波向

年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	4.2	58.3	31.8	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	1.6	60.5	34.1	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	2.3	41.8	38.5	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	1.2	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	22.1	59.8	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	1.5	12.6	48.8	24.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	1.5	0.0	0.2	0.0	0.3	100.0
2014/06	8.4	37.0	47.8	5.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	100.0
2014/07	2.3	27.7	50.9	18.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	100.0
2014/08	5.7	40.1	44.1	9.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	100.0
2014/09	10.6	40.4	45.8	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	100.0
2014/10	4.6	66.1	25.7	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	6.7	52.0	34.4	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	12.3	70.1	14.6	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	100.0

表3.5 基隆港測站流速及流向統計表

年/月	觀測點數	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)(去向)	流速 <25cm/s (%)	流速 25~50cm/s (%)	流速 50~75cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 北~東 (%)	流向 東~南 (%)	流向 南~西 (%)	流向 西~北 (%)
2014/01	741	024.1	099.0 / 東北東	59.9	32.7	6.5	0.9	38.2	20.4	25.6	15.8
2014/02	671	025.6	096.9 / 東北東	57.8	32.9	7.6	1.6	42.6	18.0	22.1	17.3
2014/03	727	022.3	114.0 / 東北東	65.2	27.6	5.4	1.8	37.0	22.0	23.2	17.7
2014/04	691	025.6	103.8 / 東北東	54.3	38.2	6.2	1.3	35.2	23.9	27.1	13.9
2014/05	609	026.5	089.0 / 東北東	53.2	36.8	9.4	0.7	37.1	18.7	28.9	15.3
2014/06	718	028.9	091.9 / 東北東	46.4	41.5	11.8	0.3	49.0	15.2	27.0	8.8
2014/07	744	027.8	094.2 / 東	50.1	38.7	10.5	0.7	39.0	21.2	26.3	13.4
2014/08	743	018.2	092.0 / 東北東	77.8	18.0	3.6	0.5	27.1	26.0	26.6	20.3
2014/09	720	019.4	095.0 / 東北	75.0	21.7	3.1	0.3	14.9	24.2	40.7	20.3
2014/10	744	028.8	094.7 / 東北東	50.0	37.2	10.3	2.4	30.0	21.2	36.0	12.8
2014/11	564	030.9	091.9 / 東北東	44.0	40.8	13.3	2.0	34.9	22.9	33.7	8.5
2014/12	742	032.3	109.8 / 東北東	38.5	46.6	10.9	3.9	48.2	16.3	23.9	11.6

表3.6 基隆港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 ~ 120	120 ~ 150	150 ~	合計(%)
2014/01	5.5	12.3	15.4	13.8	13.0	11.5	8.6	6.5	3.8	2.3	4.0	2.7	0.7	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	5.4	13.4	11.6	12.5	14.9	9.4	8.2	7.2	4.3	3.9	4.6	3.6	1.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	10.9	14.0	17.3	13.5	9.5	9.2	7.7	4.0	4.3	2.5	3.3	2.3	0.8	0.7	0.0	0.0	100.0
2014/04	3.9	11.0	13.0	14.5	11.9	12.3	10.6	7.2	4.1	4.1	4.2	2.2	0.9	0.3	0.0	0.0	100.0
2014/05	3.0	10.2	12.8	15.6	11.7	9.5	10.5	9.0	4.6	3.1	7.1	2.8	0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	3.6	7.0	9.5	14.1	12.3	10.3	11.1	7.8	6.5	5.7	7.1	4.9	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	3.8	10.8	12.4	10.5	12.8	10.2	8.6	7.8	7.5	4.6	6.9	4.0	0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	9.4	21.0	20.6	16.6	10.2	7.0	4.3	3.0	2.7	1.1	2.3	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	4.6	18.2	24.7	15.7	11.8	8.1	4.3	4.2	3.5	1.7	2.2	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	2.7	8.7	14.4	12.9	11.3	9.5	9.0	6.9	6.5	5.4	5.6	5.5	1.6	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	2.1	7.1	12.8	12.9	9.0	10.5	8.0	7.3	8.0	7.1	8.0	5.9	1.4	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	2.7	7.0	6.6	10.5	11.7	11.9	11.2	10.6	7.1	5.8	6.7	5.4	2.4	0.3	0.0	0.0	100.0

表3.7 基隆港測站流向分佈百分比(%)統計表

流向

年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	3.1	4.2	7.2	19.0	11.2	5.9	5.0	3.5	3.2	3.6	5.3	8.8	10.5	5.1	3.1	1.2	100.0
2014/02	1.8	2.7	9.8	23.4	10.3	5.4	3.9	3.1	3.7	2.5	3.3	6.9	14.8	5.5	1.8	1.2	100.0
2014/03	3.6	3.4	8.4	17.2	10.2	6.9	3.9	4.3	4.3	3.6	4.5	7.7	10.6	5.1	2.8	3.7	100.0
2014/04	1.4	1.6	6.2	17.5	13.0	8.7	4.5	3.8	6.4	5.5	6.7	7.4	10.1	3.6	2.7	0.9	100.0
2014/05	1.5	4.1	8.7	18.2	10.0	6.9	3.8	2.3	3.1	3.9	5.6	11.7	11.7	4.6	3.0	1.0	100.0
2014/06	0.4	1.3	8.1	28.6	15.5	4.9	2.9	2.4	1.8	3.3	4.9	9.2	12.3	3.5	1.0	0.1	100.0
2014/07	1.5	1.7	9.4	19.2	13.4	7.5	3.6	3.0	2.6	2.7	4.6	11.0	12.5	4.8	1.3	1.1	100.0
2014/08	2.8	2.7	4.4	13.3	10.4	7.8	3.8	6.5	5.7	7.1	6.6	6.7	7.3	7.0	5.7	2.3	100.0
2014/09	1.3	2.2	4.7	5.1	4.3	5.4	5.0	6.9	10.4	10.0	11.5	9.9	10.7	6.5	3.2	2.8	100.0
2014/10	0.8	1.5	4.8	16.1	10.3	4.8	5.6	5.6	5.2	5.8	7.7	11.6	12.9	4.2	1.7	1.2	100.0
2014/11	1.6	0.9	3.9	21.1	13.3	6.4	4.8	4.4	4.8	4.4	8.7	11.3	10.3	2.3	1.2	0.5	100.0
2014/12	0.5	3.2	9.4	25.7	13.6	5.8	3.1	1.8	2.6	2.6	5.9	8.0	11.6	3.9	1.1	1.2	100.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表3.8 基隆港測站風速及風向統計表

年/月	觀測點數	風速 平均值 (m/s)	風速/風向 最大值 (m/s)(來向)	風速 <5m/s (%)	風速 5~10m/s (%)	風速 10~15m/s (%)	風速 >15m/s (%)	風向 北~東 (%)	風向 東~南 (%)	風向 南~西 (%)	風向 西~北 (%)	靜風 (%)
2014/01	744	4.6	12.2 / 北	60.3	34.0	5.6	0.0	53.1	15.9	21.1	9.9	0.0
2014/02	672	4.6	12.6 / 北	59.1	35.3	5.7	0.0	37.1	15.5	12.8	34.7	0.1
2014/03	744	4.0	11.1 / 北	66.4	32.9	0.7	0.0	36.4	22.7	17.6	23.3	0.0
2014/04	720	2.9	7.4 / 北	88.8	11.3	0.0	0.0	43.8	19.2	15.4	21.7	0.0
2014/05	744	2.2	12.8 / 北	94.9	4.8	0.3	0.0	25.7	30.2	25.8	18.3	0.0
2014/06	720	2.4	9.5 / 北	88.6	11.3	0.0	0.0	40.7	16.8	24.9	17.6	0.0
2014/07	744	3.3	16.4 / 南南東	85.1	13.0	1.2	0.7	24.3	32.5	26.6	16.5	0.0
2014/08	744	2.3	6.9 / 東南	96.2	3.8	0.0	0.0	22.3	22.8	42.5	12.4	0.0
2014/09	720	2.7	13.2 / 南南東	91.3	7.2	1.5	0.0	38.2	32.6	20.8	8.3	0.0
2014/10	744	4.6	10.8 / 北	56.7	42.7	0.5	0.0	59.3	20.6	6.7	13.4	0.0
2014/11	720	4.1	14.5 / 北北東	66.7	28.6	4.7	0.0	63.8	13.5	12.1	10.7	0.0
2014/12	744	5.4	13.9 / 北	45.8	49.7	4.4	0.0	63.6	11.7	9.4	15.3	0.1

表3.9 基隆港測站風速分佈百分比(%)統計表

風速(m/s) 年/月	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 14	14 ~ 16	16 ~ 18	18 ~ 20	20 ~ 30	30 ~	合計(%)
2014/01	4.7	18.5	16.3	11.3	9.5	9.0	6.2	6.5	12.4	5.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	6.8	18.9	16.7	9.8	6.8	5.5	7.7	7.6	14.4	4.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	5.0	19.4	18.8	14.2	9.0	9.3	9.7	9.1	4.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	9.3	24.2	20.0	19.4	15.8	7.1	3.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	16.0	42.9	22.2	9.0	4.8	1.5	0.9	1.2	1.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	16.1	36.5	19.7	12.2	4.2	5.0	4.2	0.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	3.8	26.9	24.1	22.4	7.9	3.2	2.8	2.2	4.8	0.4	0.4	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	5.8	38.8	29.7	14.8	7.1	3.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	7.6	33.2	25.8	18.2	6.4	4.2	1.1	0.4	1.5	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	3.6	10.6	16.7	13.4	12.4	13.8	10.8	8.1	10.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	4.4	24.3	17.5	11.7	8.8	10.8	5.7	6.0	6.1	2.2	2.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	1.2	10.8	10.3	11.8	11.7	9.5	13.0	10.9	16.3	3.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表3.10 基隆港測站風向分佈百分比(%)統計表

風向 年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	靜風(%)
2014/01	12.6	21.6	9.5	9.3	4.8	3.8	4.2	3.2	7.9	11.7	3.2	0.7	0.3	0.5	2.0	4.6	0.0
2014/02	24.7	13.2	7.6	5.8	3.1	3.0	4.6	4.2	4.8	6.0	2.8	1.2	0.3	1.0	4.8	12.9	0.0
2014/03	10.3	17.3	7.3	3.5	4.8	5.0	6.6	5.4	11.2	6.3	2.3	1.5	0.3	1.5	5.4	11.4	0.0
2014/04	10.6	14.4	12.6	8.5	4.7	5.4	5.0	3.9	6.0	5.3	4.3	1.7	1.7	0.7	6.8	8.5	0.0
2014/05	7.0	9.0	4.7	6.6	5.5	7.0	7.1	7.8	12.8	10.5	4.7	2.2	1.2	1.5	4.8	7.7	0.0
2014/06	11.1	11.8	10.6	7.1	5.1	2.1	4.3	5.0	8.9	10.1	6.5	1.9	1.0	1.1	5.3	7.9	0.1
2014/07	4.6	5.5	4.8	6.2	8.7	5.6	13.4	7.8	9.3	12.4	5.2	1.9	0.5	2.0	5.5	6.5	0.0
2014/08	5.6	7.1	6.6	3.6	3.9	5.9	7.4	5.9	9.0	21.2	10.3	3.1	1.6	0.7	3.6	4.3	0.0
2014/09	4.3	7.5	11.4	10.4	12.2	7.2	9.0	7.9	6.8	10.1	4.2	2.1	0.8	0.4	2.5	3.1	0.0
2014/10	15.9	21.5	16.0	6.7	7.5	6.3	7.8	2.7	2.8	3.6	1.2	0.5	0.3	0.5	1.7	4.8	0.0
2014/11	8.9	21.3	22.9	11.7	4.6	3.2	3.3	2.9	4.9	7.4	1.3	0.6	0.1	0.3	2.9	3.9	0.0
2014/12	17.9	24.6	17.2	8.9	3.2	2.3	3.2	2.6	4.8	3.8	1.7	0.9	0.5	1.2	2.8	4.3	0.0

第四章

2014 年蘇澳港海氣象資料分析與特性

第四章　2014 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，但已於 2002 年 2 月故障停止使用，本所在 2002 年另重新新增購挪威 NORTEK 公司波高波向與剖面海流即時傳送監測系統的 AWCP 儀器，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，於 2007 年 8 月在原位置第一次更新，2012 年 8 月在原位置第二次更新，繼續長期觀測蒐集海象資料，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，2008 年 10 月在原位置第一次更新儀器，氣象站改用三維超音波式風速風向儀，2012 年 10 月在原位置第二次更新儀器，氣象站改用二維超音波式風速風向儀，可即時傳回本所港研中心之即時傳送監測系統，詳如圖 2.9。

4.1.1 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 1.0 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 44 分鐘後再經由海底電纜傳回各觀測站之電腦儲存。俟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，可提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 2014 年 1 月 1 日~2014 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 4.36。

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，2014 年 1 月至 2014 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 6 月到 9 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 4.6~圖 4.12，其實測有義波高(1) 哈吉貝颱風 6 月 17 日 10 時測得最大有義波高 1.33 公尺、週期 6.9 秒，波浪來向 196.7 度；(2) 浣熊颱風於 7 月 7 日 23 時測得最大之有義波為 4.97 公尺、週期 15.4 秒，波浪來向 117.7 度；(3) 雷馬遜颱風於 7 月 16 日 22 時測到最大之有義波為 2.05 公尺、週期 11.3 秒，波浪來向 170.6 度；(4) 麥德姆颱風 7 月 23 日 3 時測得最大有義波高為 6.99 公尺、週期 11.8，波浪來向 183.6 度；(5) 哈隆颱風 8 月 5 日 16 時測得最大有義波高為 3.4 公尺、週期 14.2，波浪來向 131.5 度；(6) 海鷗颱風 9 月 15 日 8 時測得最大有義波高為 4.4 公尺、週期 14.5，波浪來向 168.2 度；(7) 鳳凰颱風 9 月 22 日 0 時測得最大有義波高為 5.3 公尺、週期 9.4，波浪來向 198.5 度；(8) 巴逢颱風 10 月 6 日 8 時測得最大有義波高為 3.68 公尺、週期 14.0，波浪來向 87.8 度；(9) 黃蜂颱風 10 月 11 日 21 時測得最大有義波高為 5.51 公尺、週期 14.8，波浪來向 82.0 度；(10) 哈格比颱風 12 月 9 日 9 時測得最大有義波高為 2.93 公尺、週期 10.1，波浪來向 112.8 度。

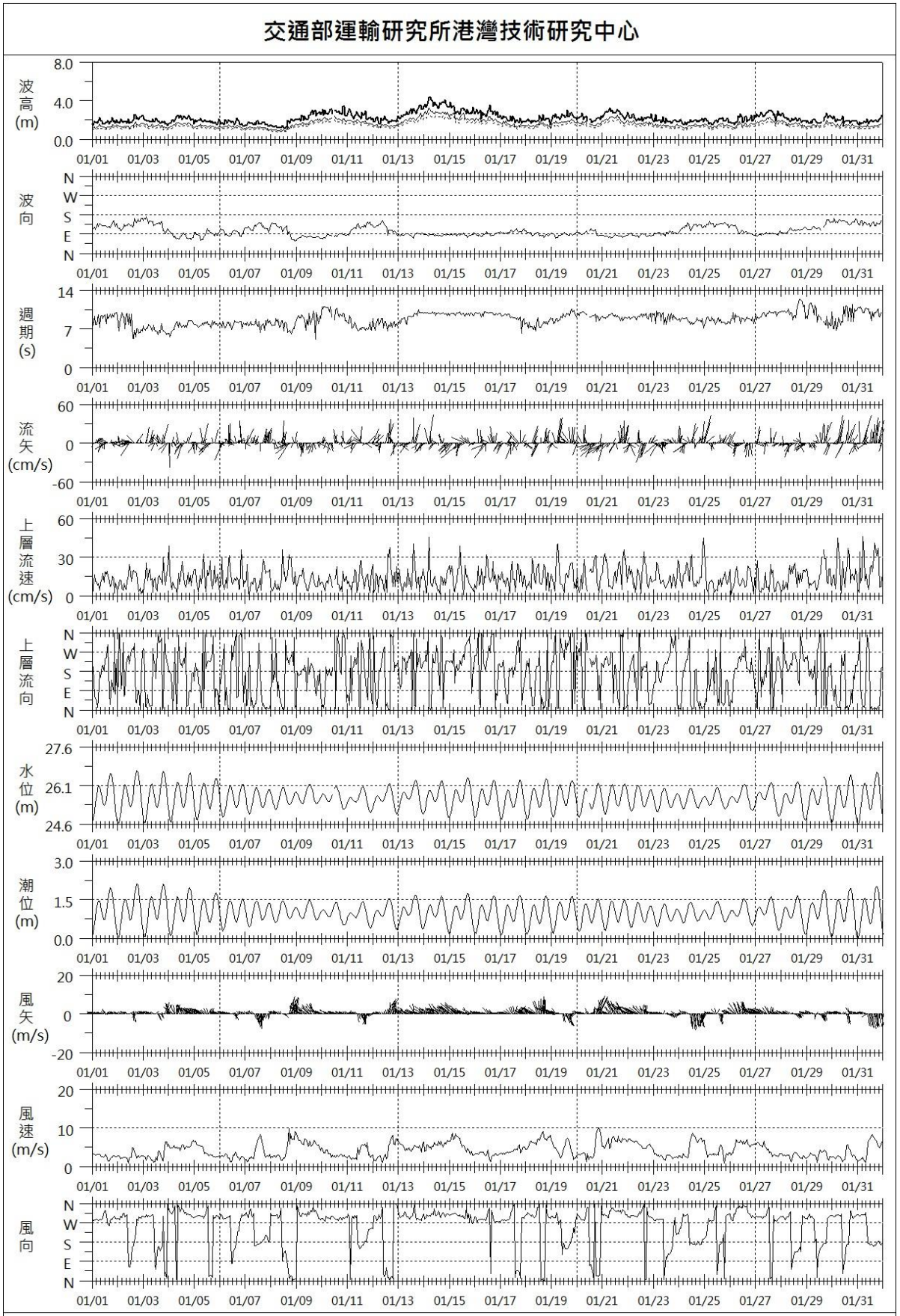


圖4.1 2014年1月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

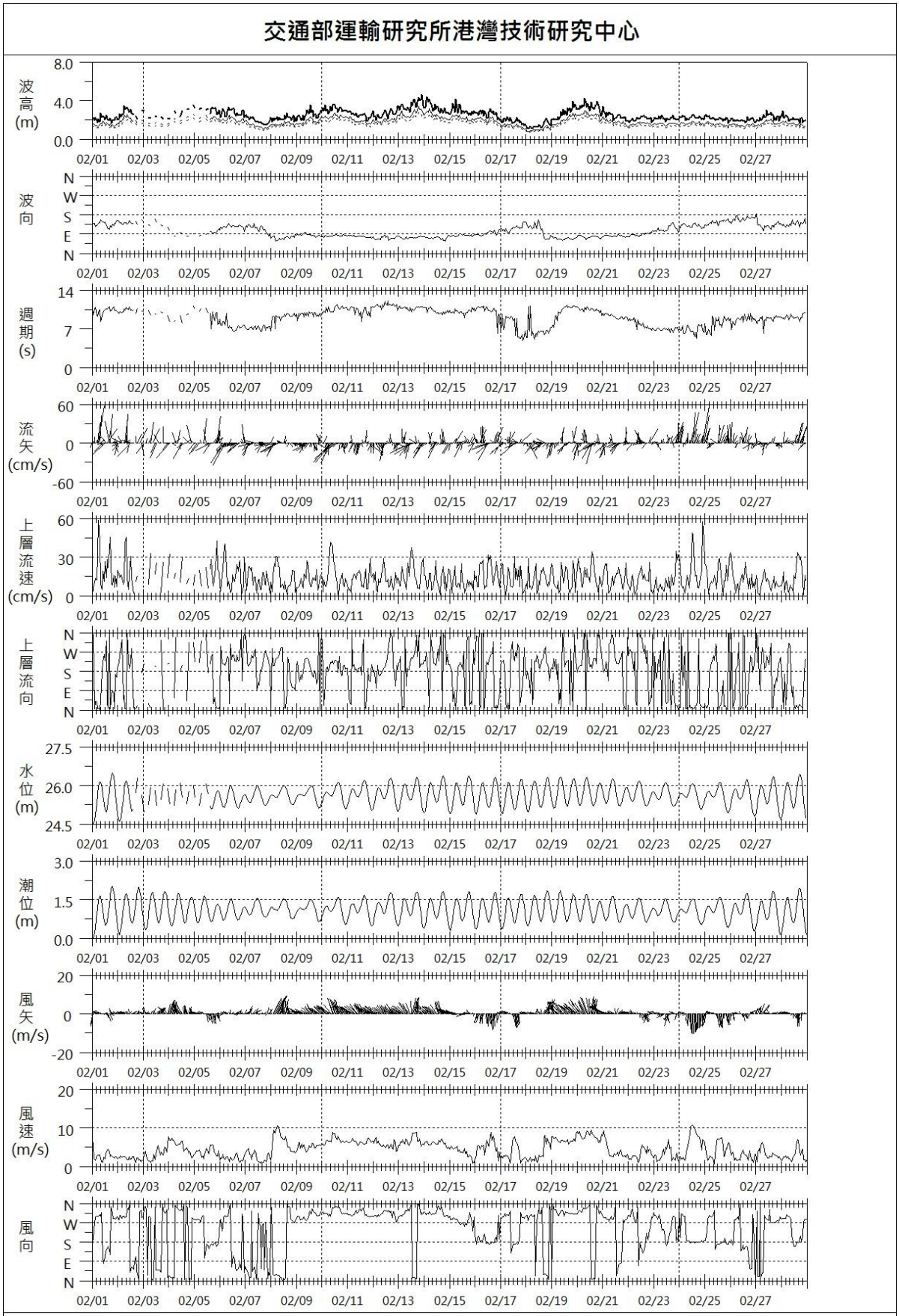


圖4.2 2014年2月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

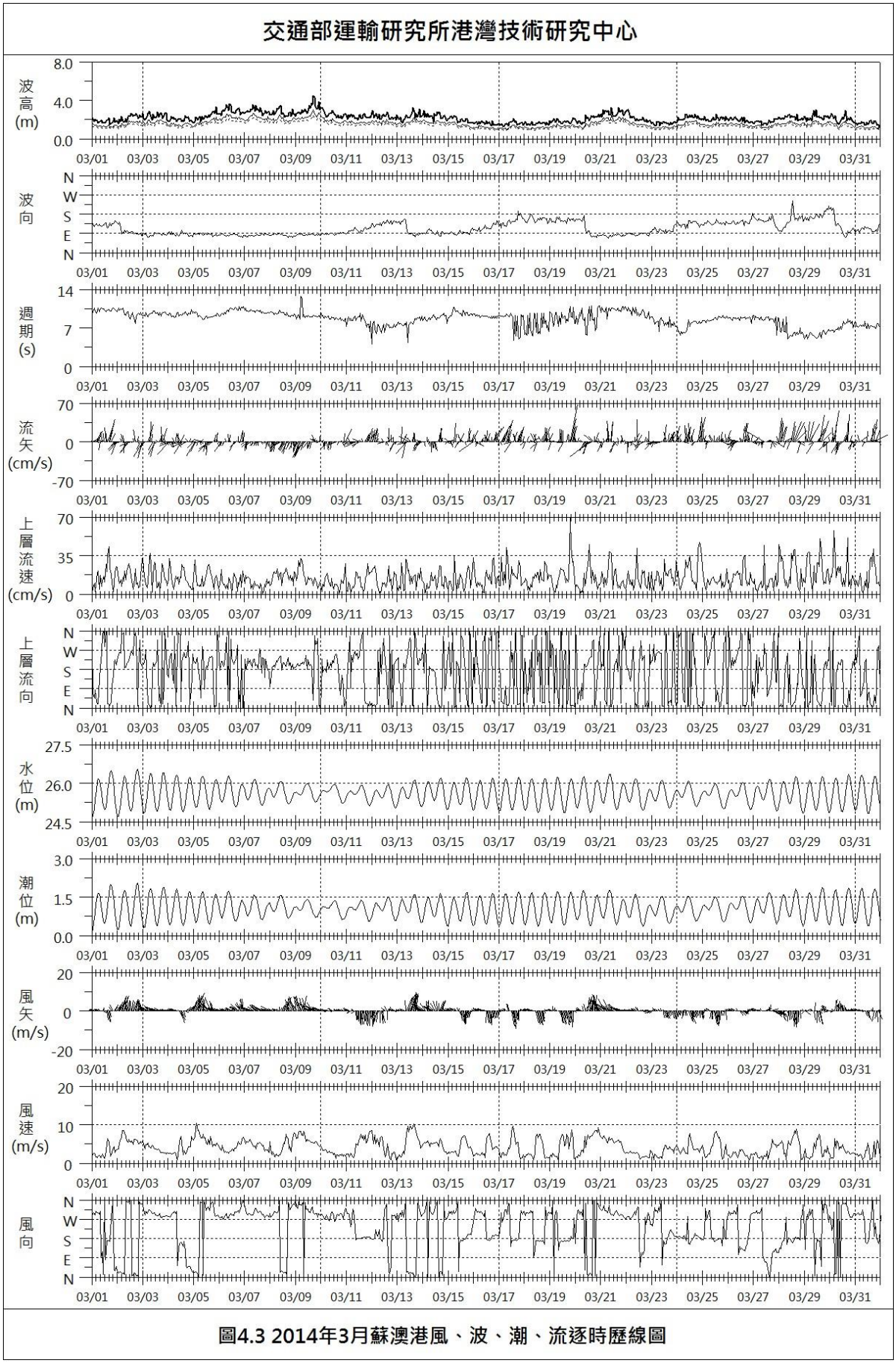


圖4.3 2014年3月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

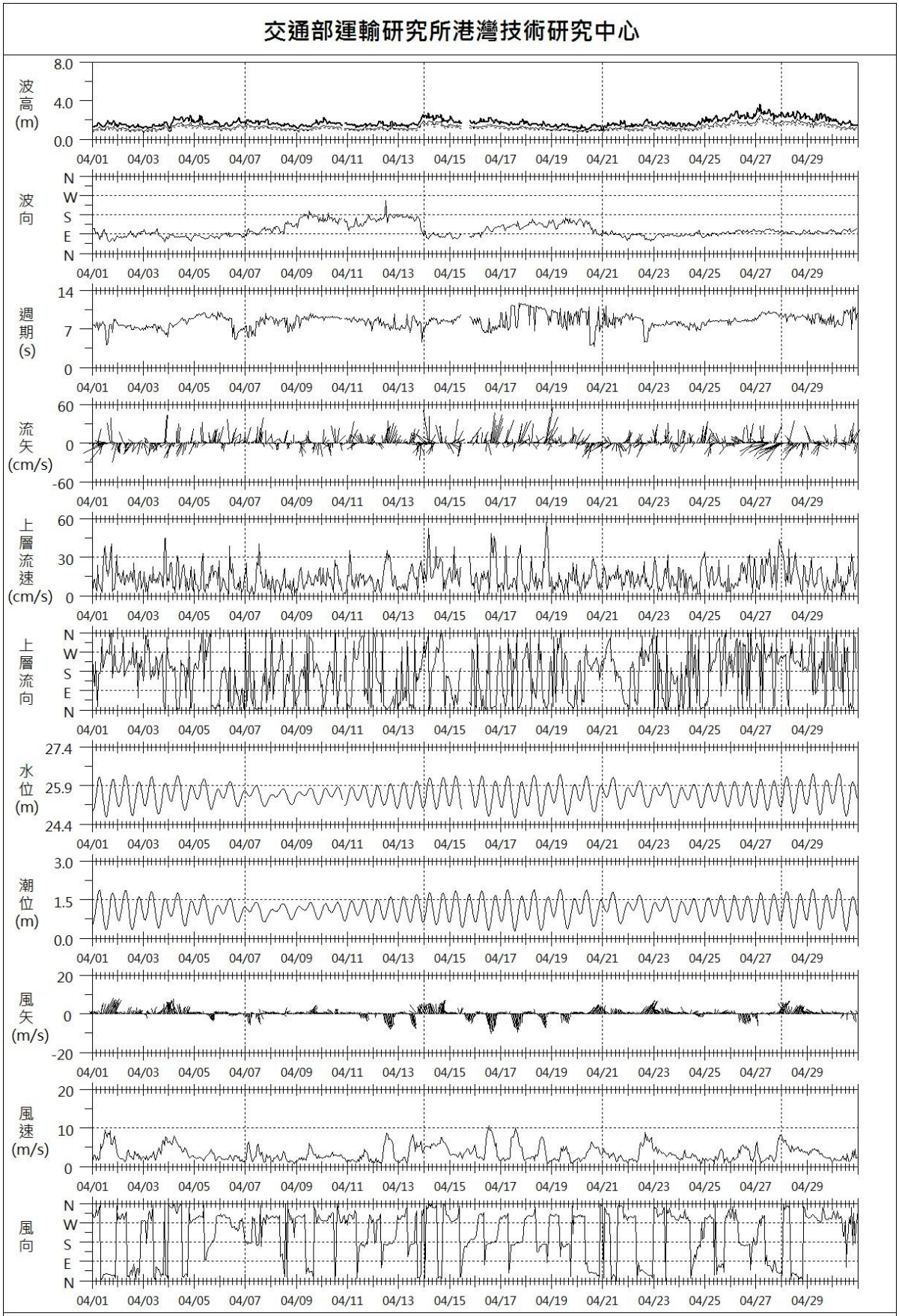


圖4.4 2014年4月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

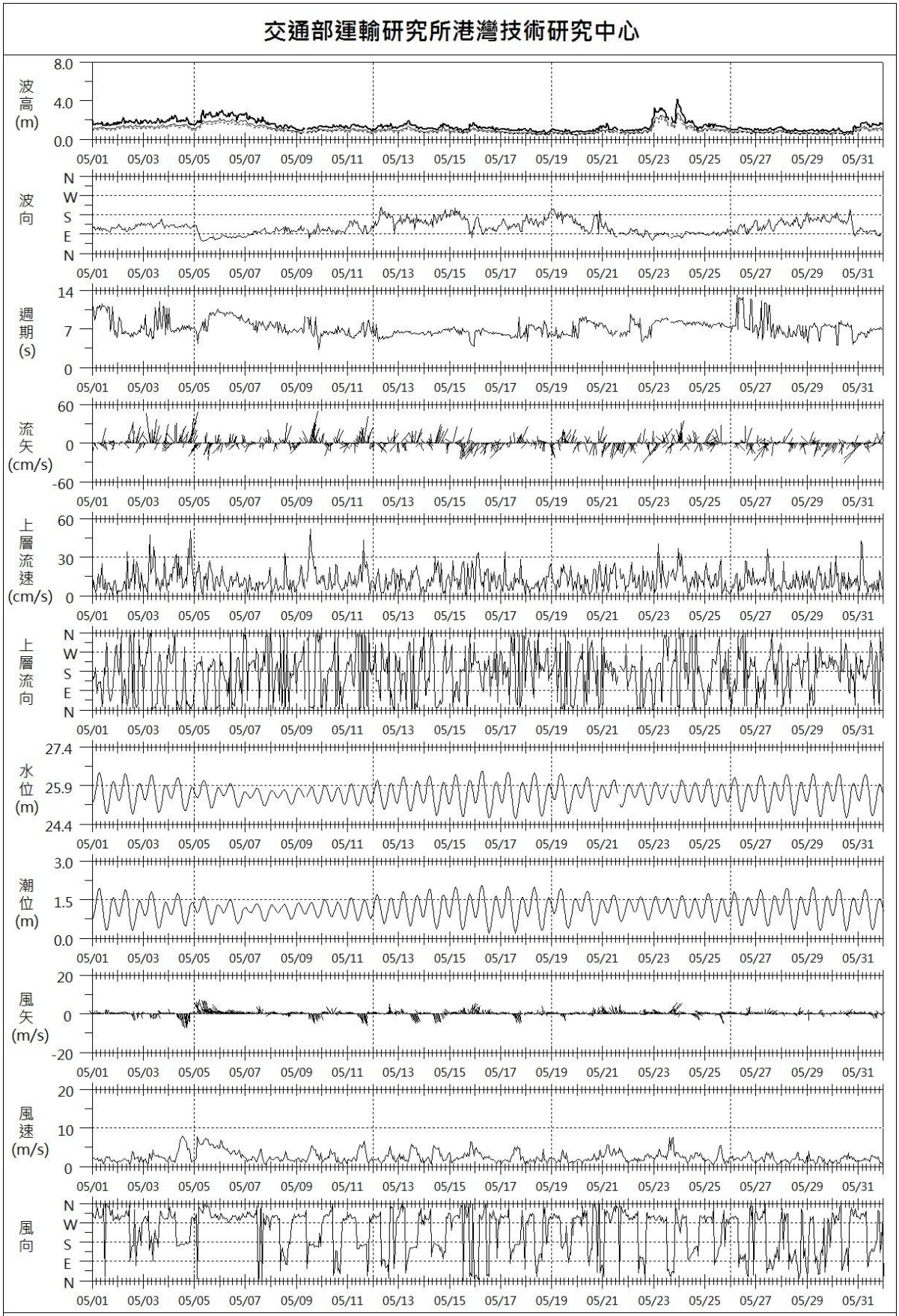


圖4.5 2014年5月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

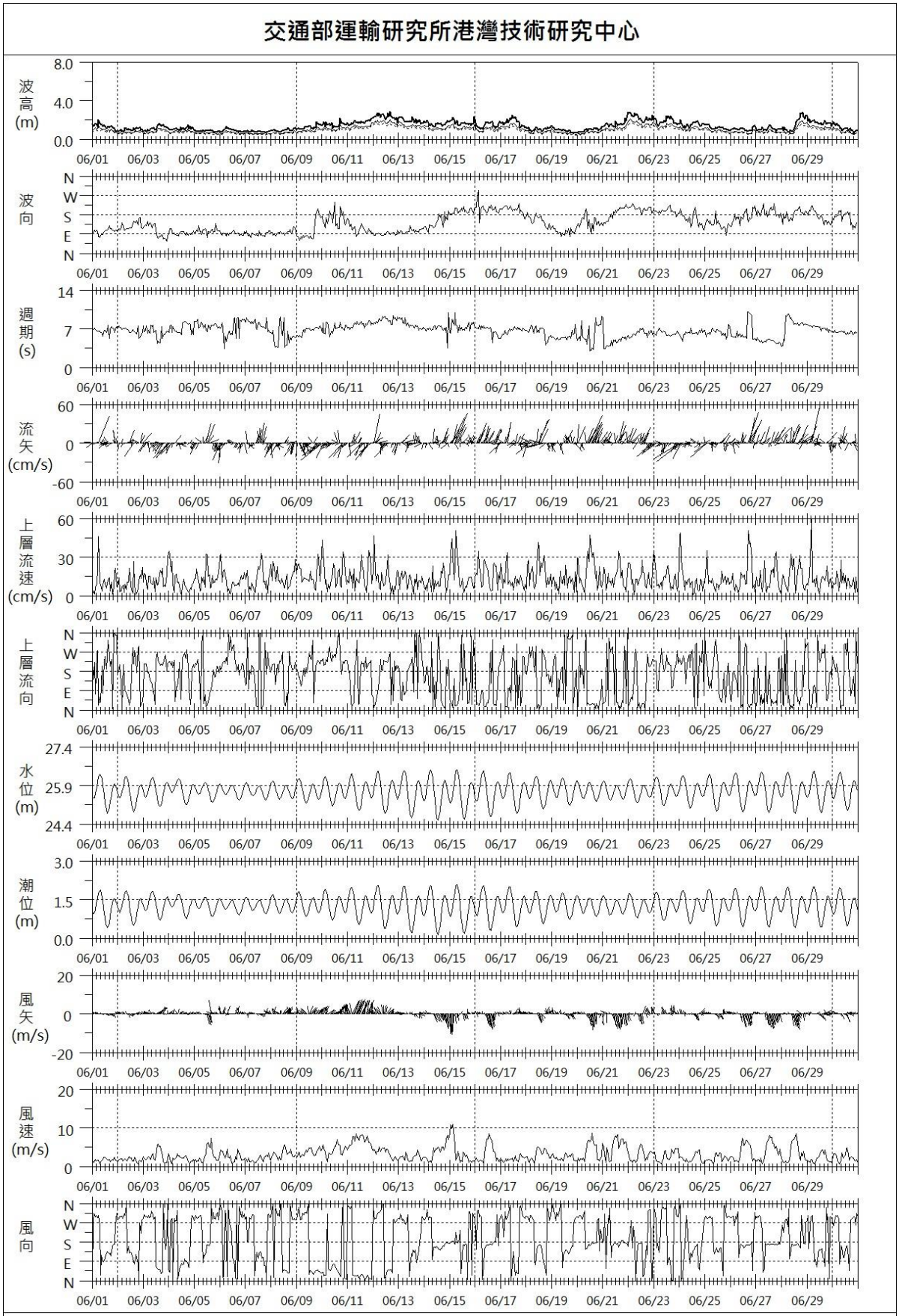


圖4.6 2014年6月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

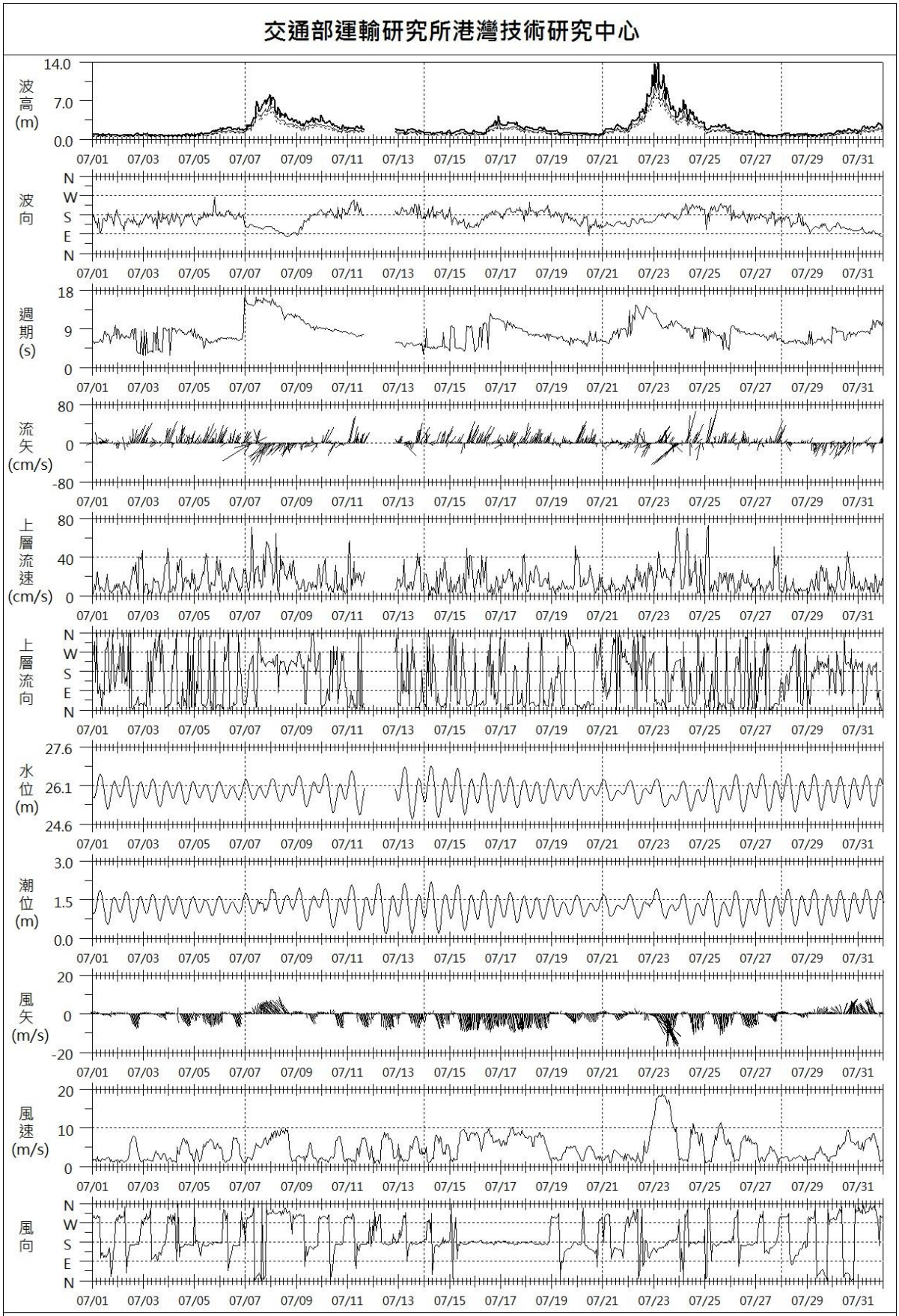


圖4.7 2014年7月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

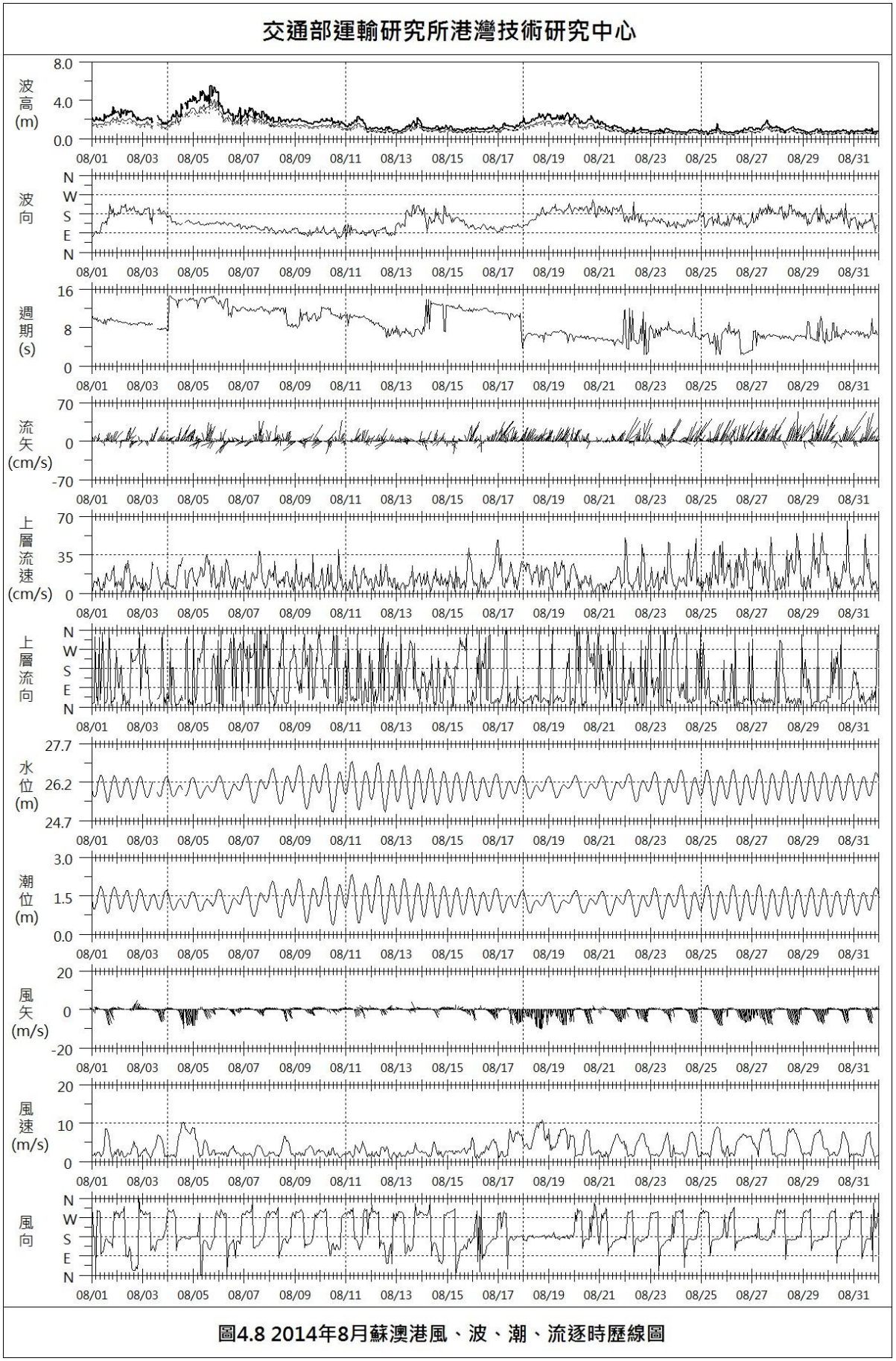


圖4.8 2014年8月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

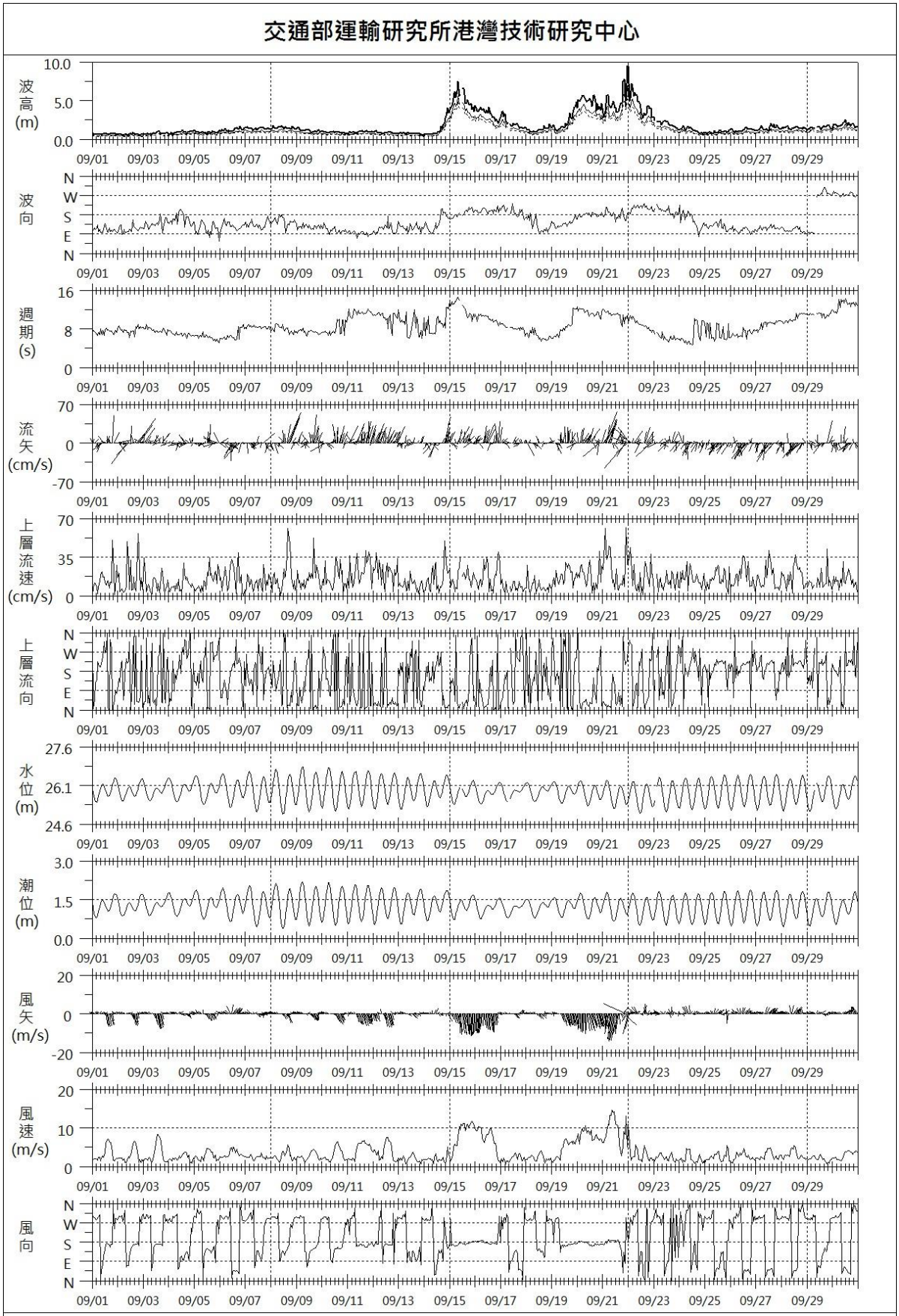


圖4.9 2014年9月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

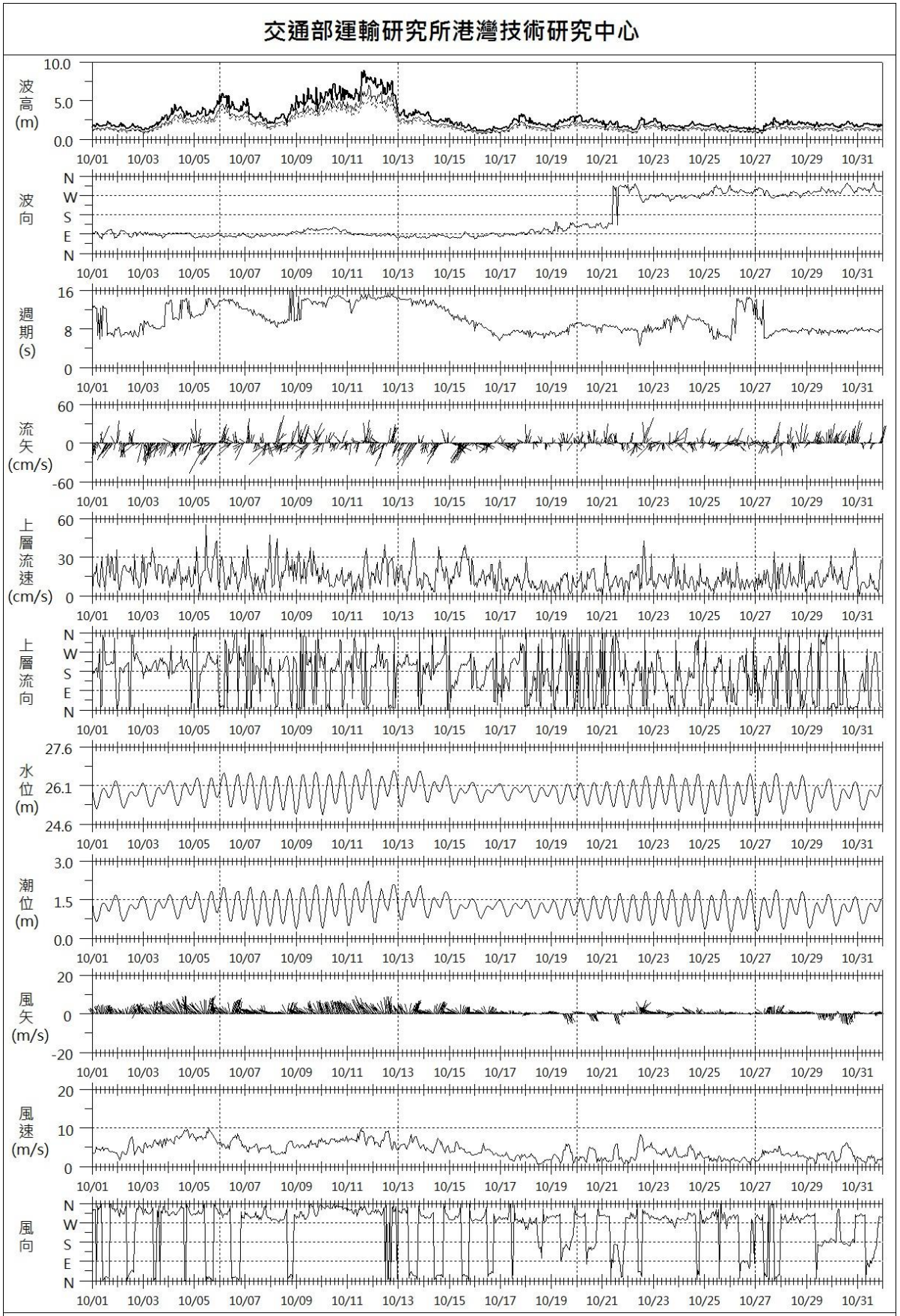


圖4.10 2014年10月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

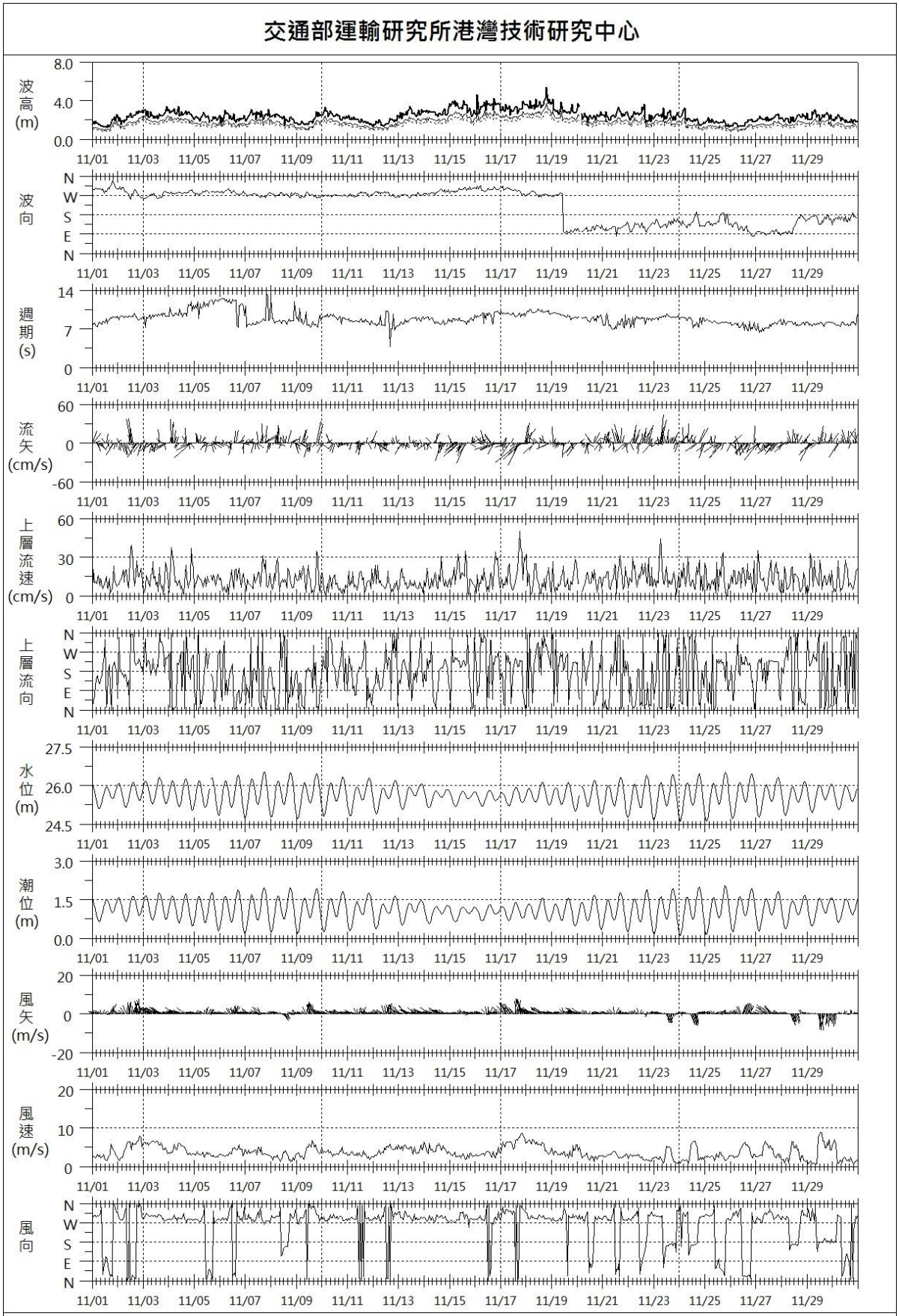


圖4.11 2014年11月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

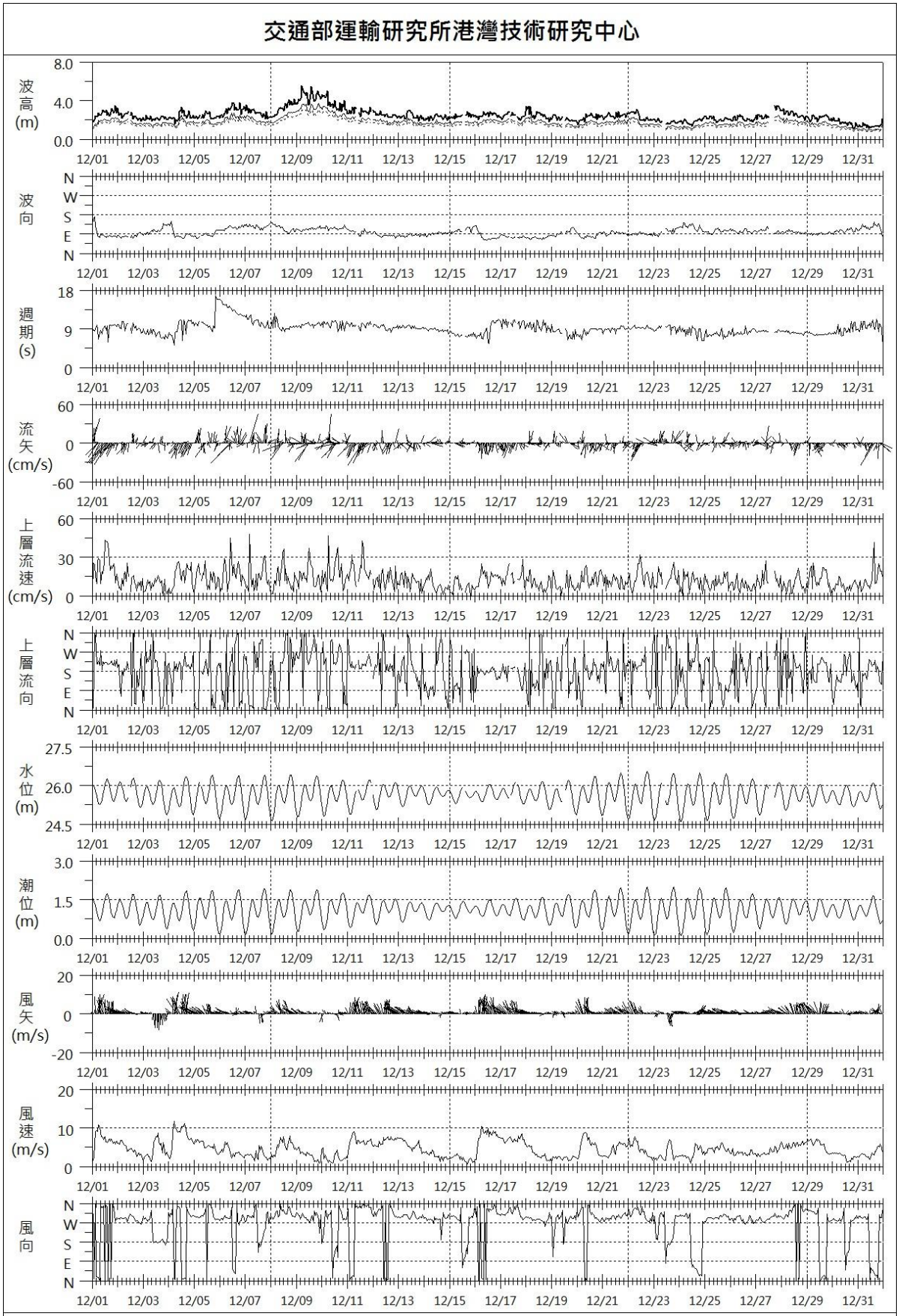


圖4.12 2014年12月蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

蘇澳港波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/01/01 00:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 741

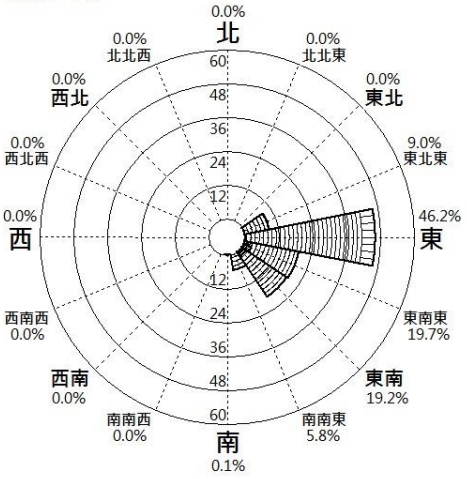


圖4.13 2014年1月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/28 23:10
筆數： 634

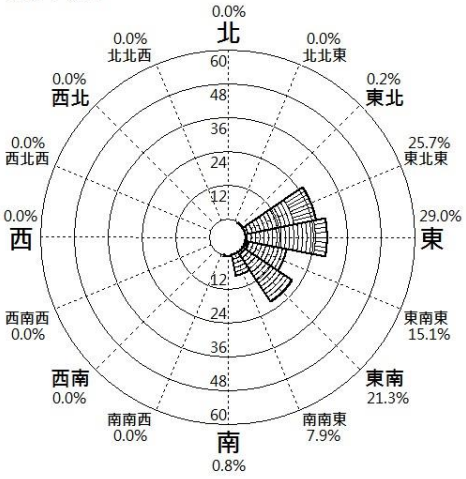


圖4.14 2014年2月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/03/01 00:10 - 2014/03/31 23:10
筆數： 743

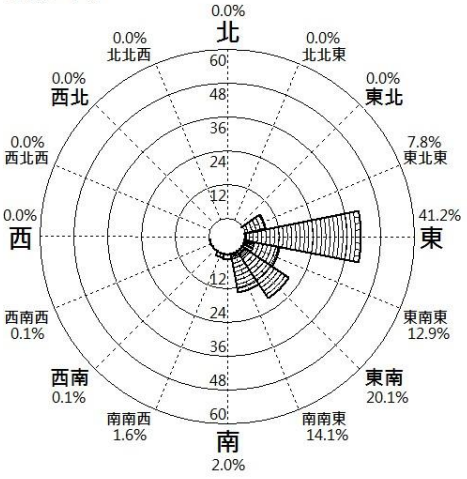


圖4.15 2014年3月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/04/01 00:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 712

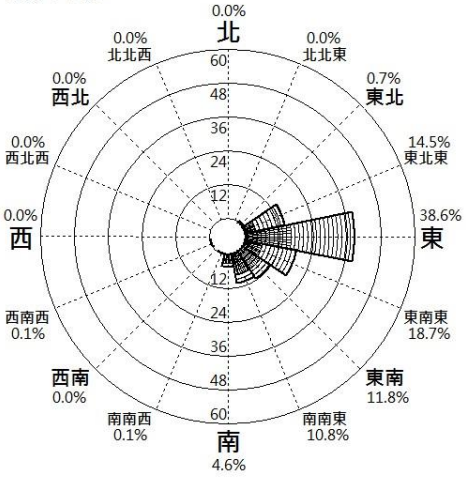
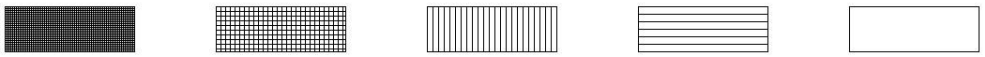


圖4.16 2014年4月蘇澳港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

蘇澳港波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 741

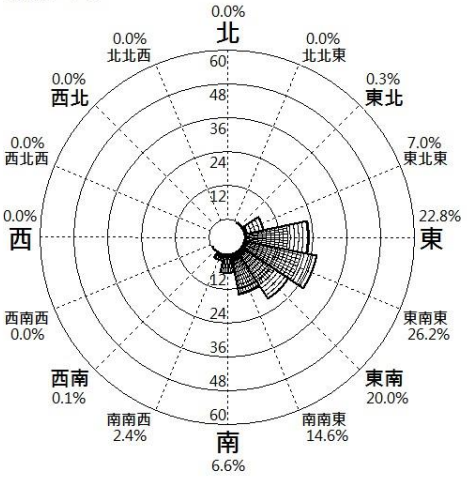


圖4.17 2014年5月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 720

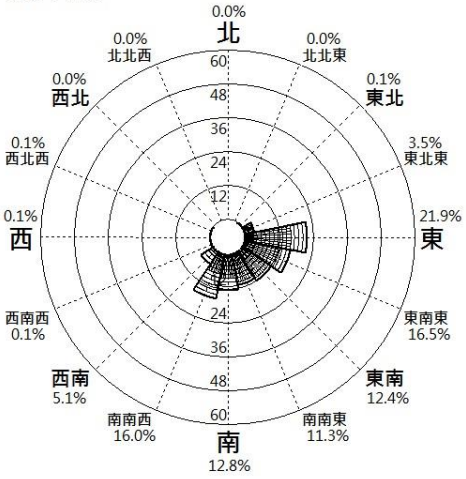


圖4.18 2014年6月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/31 23:10
筆數： 715

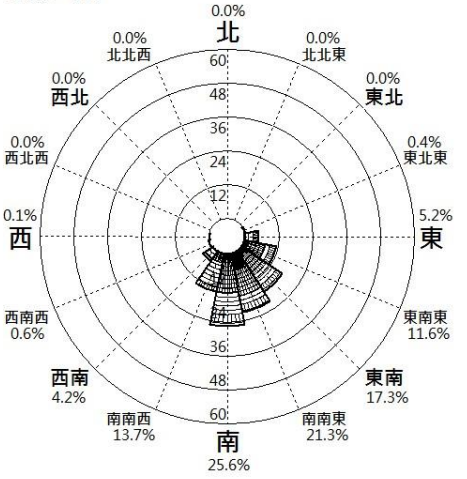


圖4.19 2014年7月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/08/01 00:10 - 2014/08/31 23:10
筆數： 739

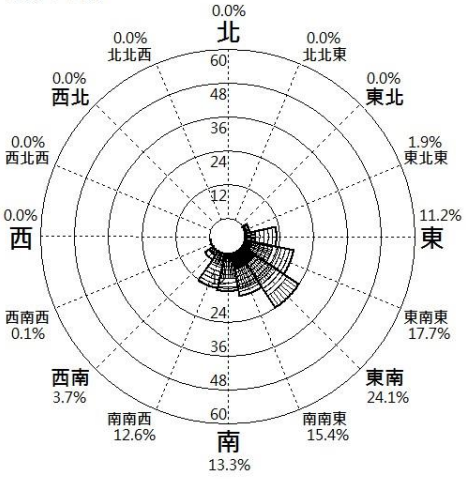
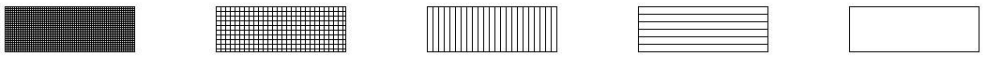


圖4.20 2014年8月蘇澳港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

蘇澳港波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 714

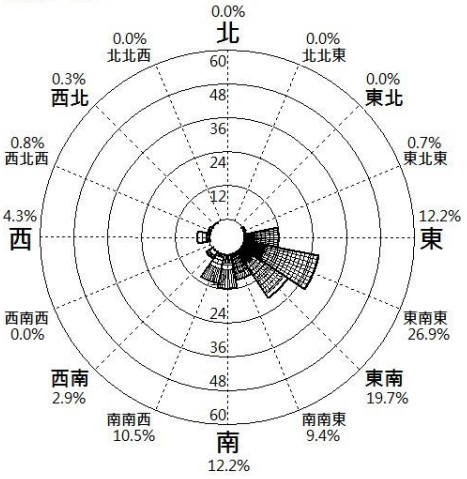


圖4.21 2014年9月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 742

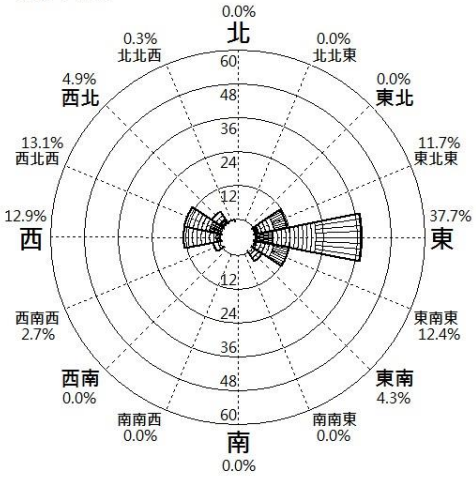


圖4.22 2014年10月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 717

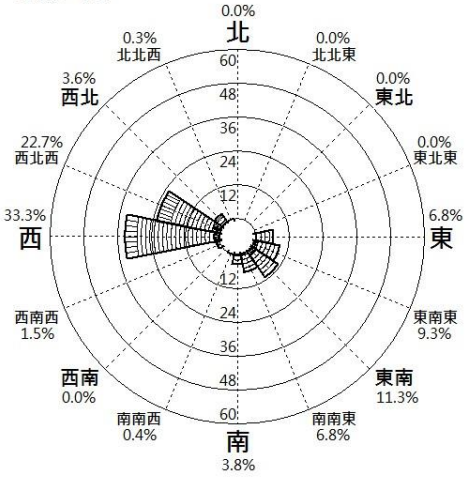


圖4.23 2014年11月蘇澳港測站波浪玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 725

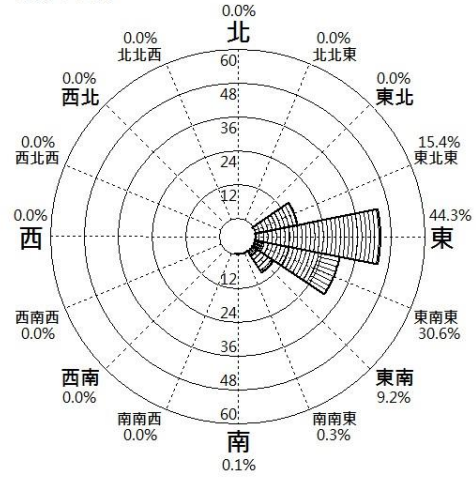
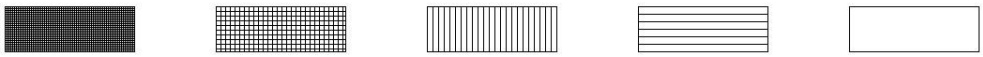


圖4.24 2014年12月蘇澳港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

蘇澳港海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/01/01 00:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 741

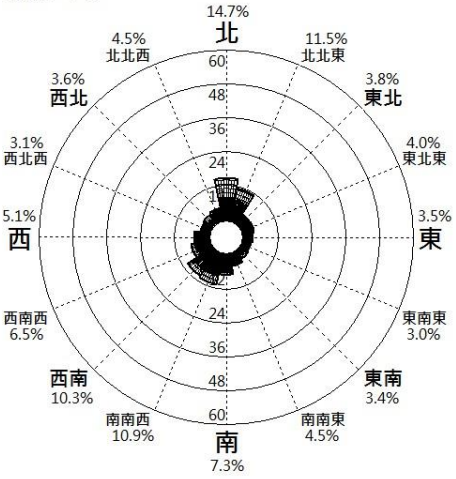


圖4.25 2014年1月蘇澳港測站海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/28 23:10
筆數： 634

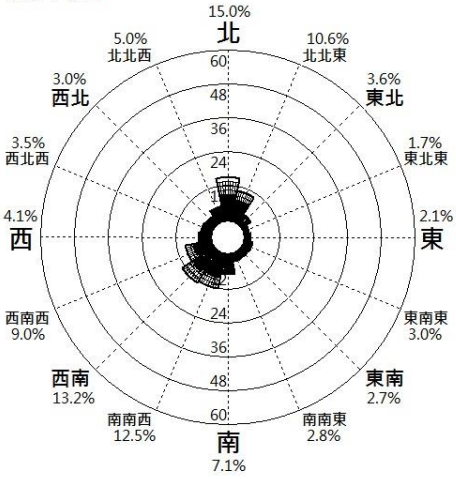


圖4.26 2014年2月蘇澳港測站海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/03/01 00:10 - 2014/03/31 23:10
筆數： 743

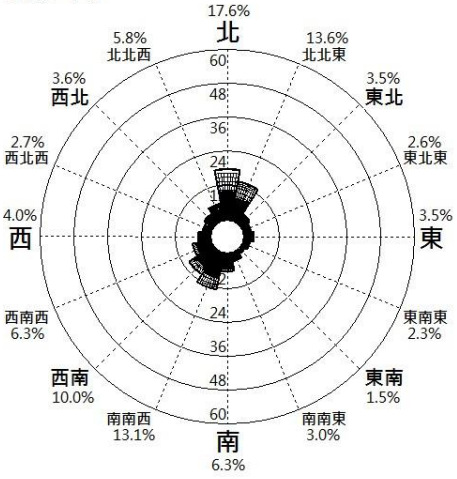


圖4.27 2014年3月蘇澳港測站海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/04/01 00:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 712

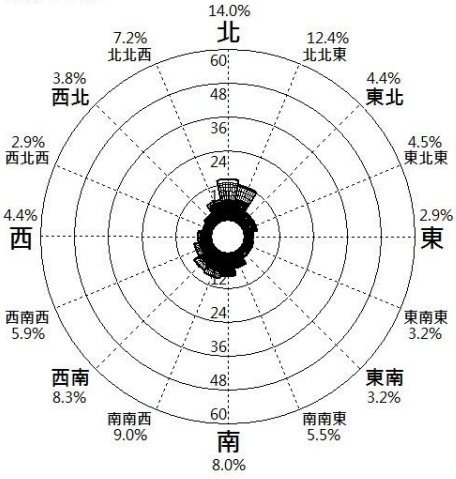
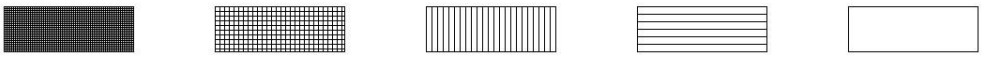


圖4.28 2014年4月蘇澳港測站海流玫瑰圖



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

蘇澳港海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 741

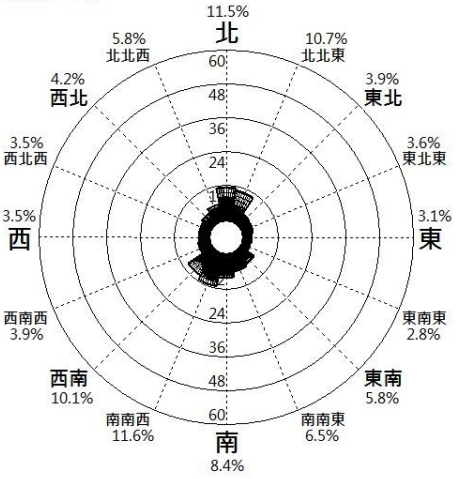


圖4.29 2014年5月蘇澳港測站海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 720

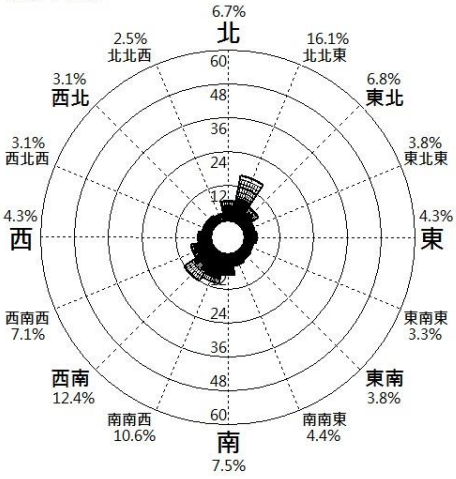


圖4.30 2014年6月蘇澳港測站海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/31 23:10
筆數： 715

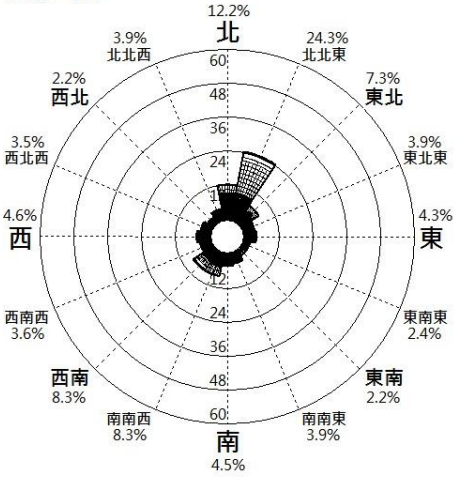


圖4.31 2014年7月蘇澳港測站海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/08/01 00:10 - 2014/08/31 23:10
筆數： 739

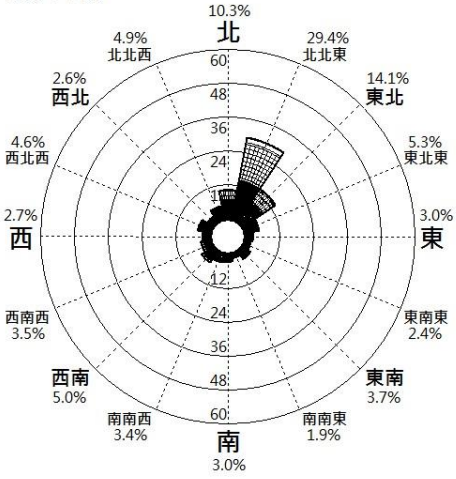
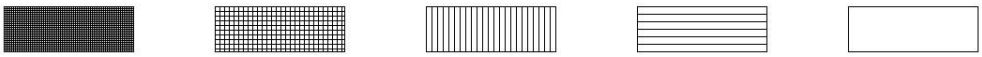


圖4.32 2014年8月蘇澳港測站海流玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

蘇澳港海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 714

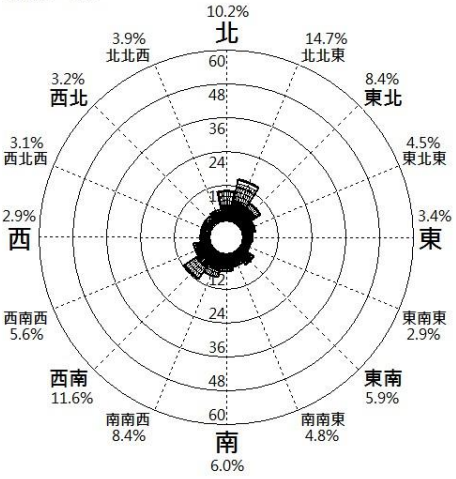


圖4.33 2014年9月蘇澳港測站海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 742

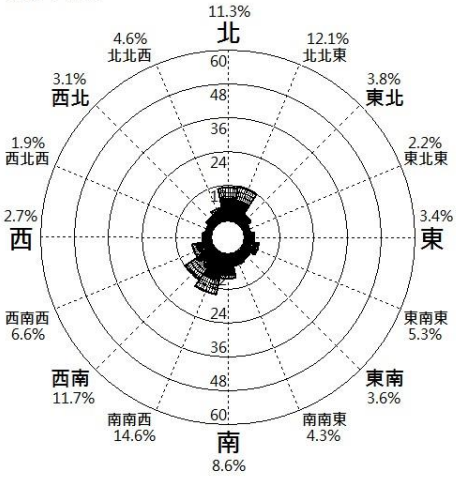


圖4.34 2014年10月蘇澳港測站海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 717

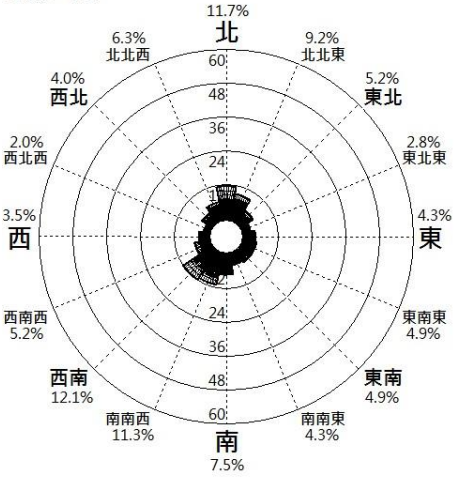


圖4.35 2014年11月蘇澳港測站海流玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 725

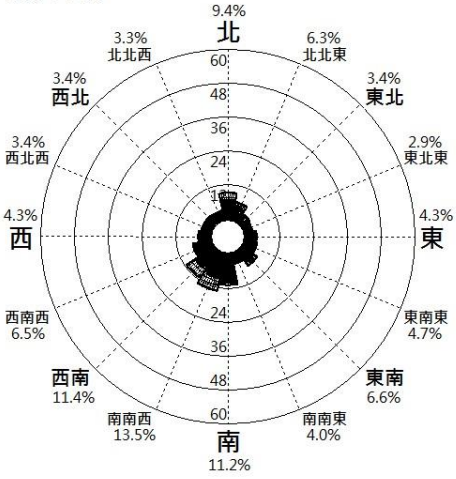
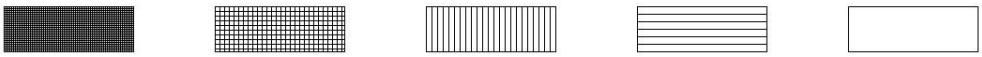


圖4.36 2014年12月蘇澳港測站海流玫瑰圖



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

蘇澳港風速風向玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/01/01 00:00 - 2014/01/31 23:00
筆數： 744
靜風： 0.0%

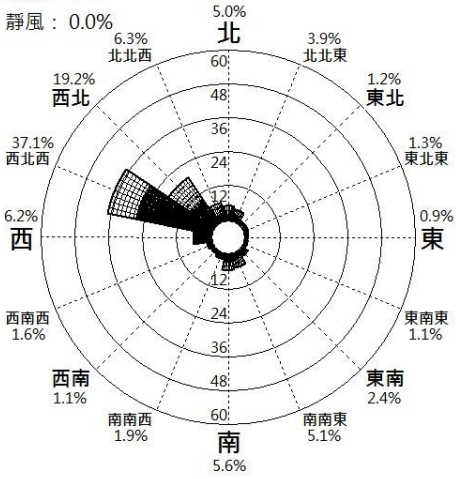


圖4.37 2014年1月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/02/01 00:00 - 2014/02/28 23:00
筆數： 672
靜風： 0.0%

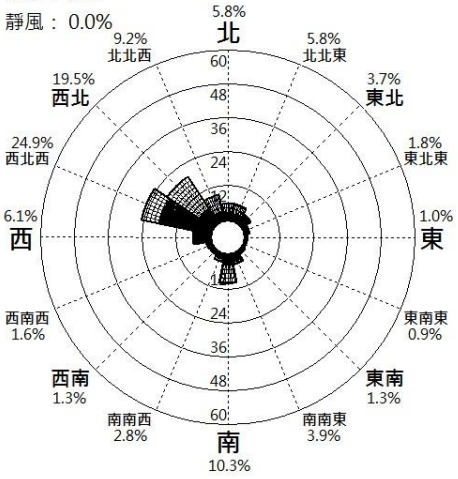


圖4.38 2014年2月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/03/01 00:00 - 2014/03/31 23:00
筆數： 744
靜風： 0.0%

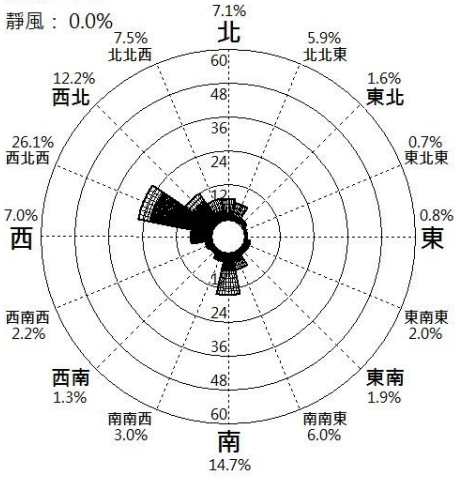


圖4.39 2014年3月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/04/01 00:00 - 2014/04/30 23:00
筆數： 720
靜風： 0.0%

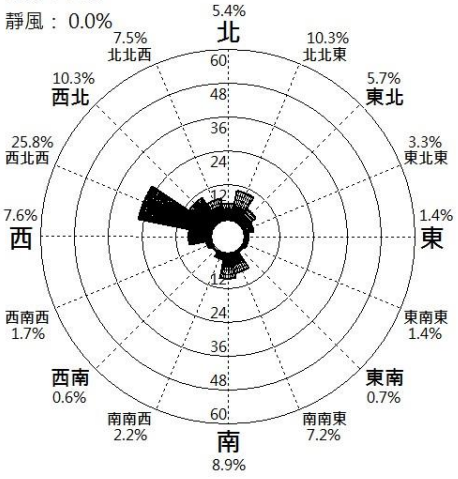
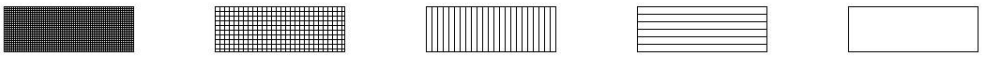


圖4.40 2014年4月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

蘇澳港風速風向玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/05/01 00:00 - 2014/05/31 23:00
筆數： 744
靜風： 0.0%

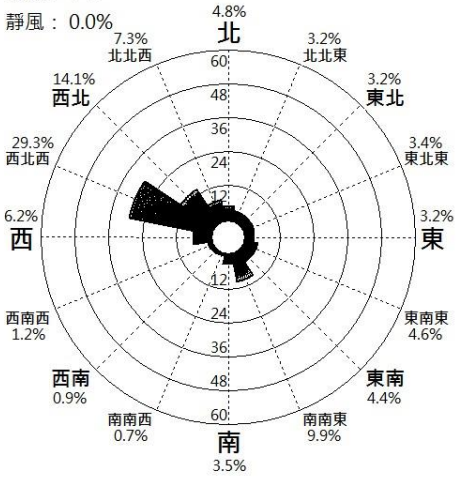


圖4.41 2014年5月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/06/01 00:00 - 2014/06/30 23:00
筆數： 720
靜風： 0.0%

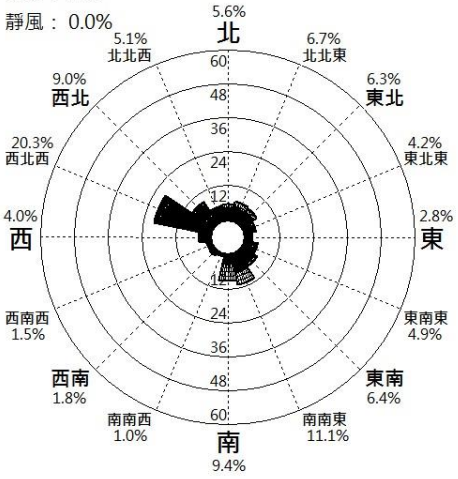


圖4.42 2014年6月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/07/01 00:00 - 2014/07/31 23:00
筆數： 744
靜風： 0.0%

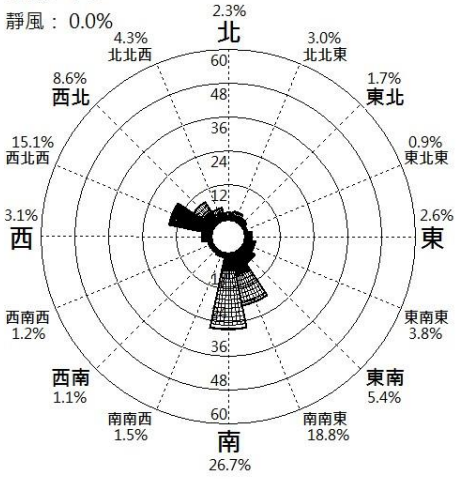


圖4.43 2014年7月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖

站名： 蘇澳
日期： 2014/08/01 00:00 - 2014/08/31 23:00
筆數： 744
靜風： 0.0%

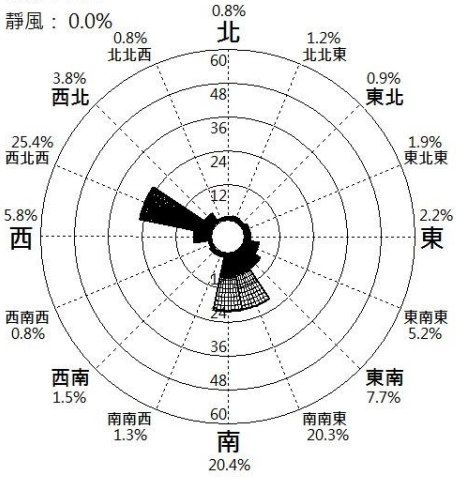
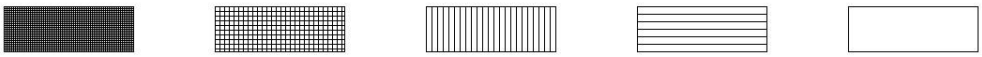


圖4.44 2014年8月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

蘇澳港風速風向玫瑰圖

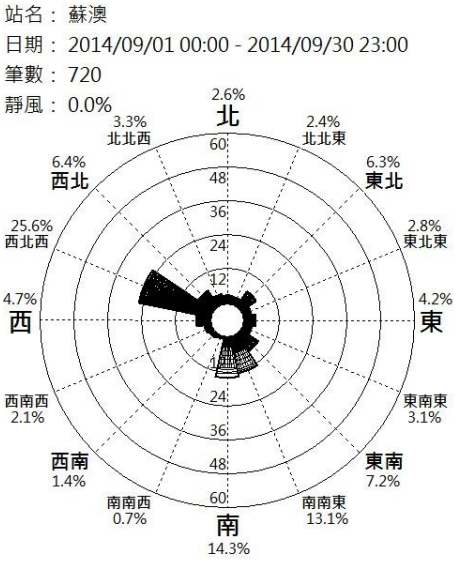


圖4.45 2014年9月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖

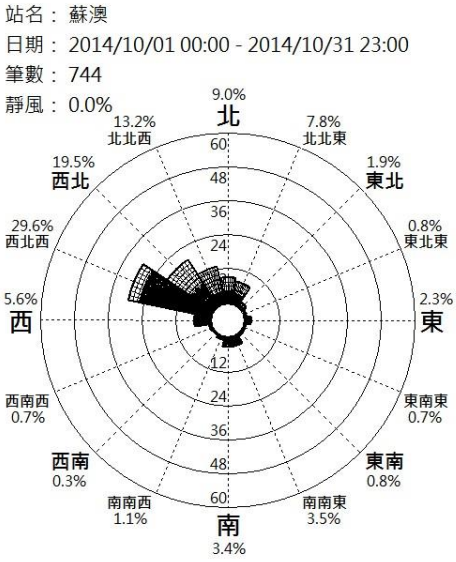


圖4.46 2014年10月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖

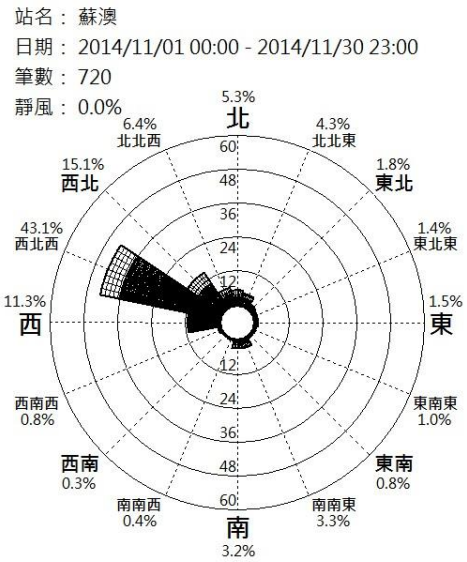


圖4.47 2014年11月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖

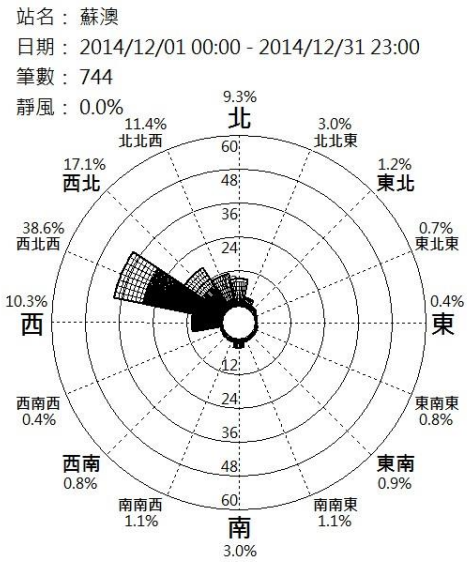


圖4.48 2014年12月蘇澳港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

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	H1/3 平均值 (m)	T1/3 平均值 (m)	H1/3 最大值 (m)	週期 (s)	波向 (來向)	H1/3 < 0.5m (%)	H1/3 0.5~1m (%)	H1/3 1~5m (%)	H1/3 >5m (%)	波向 北~東 (%)	波向 東~南 (%)	波向 南~西 (%)	波向 西~北 (%)	T1/3 < 6s (%)	T1/3 6~8s (%)	T1/3 8~10s (%)	T1/3 >10s (%)
2014/01	741(100%)	1.37	8.8	2.71	12.4	東南東	0.0	5.3	94.7	0.0	35.2	64.8	0.0	0.0	0.9	26.3	62.6	10.1
2014/02	634(94%)	1.56	9.1	2.75	12.1	東南東	0.0	3.8	96.2	0.0	48.3	51.6	0.2	0.0	2.8	23.2	39.6	34.4
2014/03	743(100%)	1.37	8.6	2.46	12.8	東南東	0.0	8.6	91.4	0.0	35.8	61.8	2.4	0.0	6.2	19.9	59.9	14.0
2014/04	712(99%)	1.09	8.4	2.10	11.6	東南東	0.0	44.0	56.0	0.0	35.1	63.3	1.5	0.0	3.4	35.3	52.9	8.4
2014/05	741(100%)	0.86	7.2	2.26	13.1	東南東	6.1	67.6	26.3	0.0	15.1	80.6	4.3	0.0	21.1	55.3	18.1	5.5
2014/06	720(100%)	0.86	6.7	1.72	10.1	東南	4.9	64.6	30.6	0.0	12.6	58.5	28.8	0.1	27.1	58.5	14.2	0.3
2014/07	715(96%)	1.38	8.1	8.26	16.5	南南東	11.9	39.0	46.3	2.8	2.4	66.4	31.2	0.0	20.3	33.0	29.0	17.8
2014/08	739(99%)	1.00	8.6	3.49	14.5	南南東	13.9	42.4	43.7	0.0	6.2	70.4	23.4	0.0	17.5	32.2	16.1	34.2
2014/09	714(99%)	1.12	8.7	5.61	14.5	南南東	15.5	53.2	31.0	0.3	2.9	71.7	21.3	4.1	8.0	36.8	27.2	28.0
2014/10	742(100%)	1.75	9.9	5.66	16.0	南南東	0.0	14.3	85.2	0.5	36.3	29.9	9.0	24.8	1.8	34.1	24.3	39.9
2014/11	717(100%)	1.50	8.8	2.99	13.4	西南	0.0	7.8	92.2	0.0	1.4	36.3	15.1	47.3	0.1	23.7	64.4	11.7
2014/12	725(97%)	1.55	9.2	3.07	16.7	東	0.0	4.8	95.2	0.0	35.4	64.6	0.0	0.0	0.7	19.4	58.3	21.5

表4.2 蘇澳港測站示性波高分佈百分比(%)統計表

H1/3(m) 年/月	0 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 1.5	1.5 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 50	合計(%)
2014/01	0.0	5.3	66.3	23.2	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.0	3.8	45.3	37.9	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	0.0	8.6	59.8	28.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	0.0	44.0	47.8	8.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	6.1	67.6	18.5	6.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	4.9	64.6	27.4	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	11.9	39.0	22.5	9.2	8.5	3.8	2.2	1.1	1.1	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	13.9	42.4	29.1	9.5	4.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	15.5	53.2	12.5	3.2	9.2	4.8	1.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	0.0	14.3	44.7	14.2	13.6	8.4	4.3	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	0.0	7.8	43.0	38.4	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.0	4.8	47.6	37.8	9.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表4.3 蘇澳港測站示性週期分佈百分比(%)統計表

T1/3(秒)

年/月	2 ~ 3	~ 4	~ 5	~ 6	~ 7	~ 8	~ 9	~ 10	~ 12	~ 16	~ 20	~ 40	~ 60	~ 200	合計(%)
2014/01	0.0	0.0	0.0	0.9	6.6	19.7	26.2	36.4	9.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.0	0.0	0.2	2.7	10.9	12.3	12.8	26.8	34.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	0.0	0.0	0.5	5.7	7.4	12.5	25.2	34.7	13.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	0.0	0.1	1.7	1.5	7.6	27.7	31.3	21.6	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	0.0	0.4	2.4	18.2	31.0	24.3	13.0	5.1	4.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	0.0	3.1	5.7	18.3	32.1	26.4	11.3	2.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	0.4	2.9	6.4	10.5	15.9	17.1	16.9	12.0	8.4	8.7	0.7	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	2.0	1.1	2.3	12.0	20.3	11.9	8.8	7.3	20.6	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	0.0	0.0	0.7	7.3	16.7	20.2	15.3	11.9	20.9	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	0.0	0.0	0.1	1.6	10.4	23.7	12.8	11.5	10.1	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	0.0	0.1	0.0	0.0	2.0	21.8	36.7	27.8	8.5	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.0	0.0	0.0	0.7	3.0	16.4	26.8	31.6	17.4	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0

表4.4 蘇澳港測站波向分佈百分比(%)統計表

波向

年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	0.0	0.0	0.0	9.0	46.2	19.7	19.2	5.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.0	0.0	0.2	25.7	29.0	15.1	21.3	7.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	0.0	0.0	0.0	7.8	41.2	12.9	20.1	14.1	2.0	1.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	0.0	0.0	0.7	14.5	38.6	18.7	11.8	10.8	4.6	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	0.0	0.0	0.3	7.0	22.8	26.2	20.0	14.6	6.6	2.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	0.0	0.0	0.1	3.5	21.9	16.5	12.4	11.3	12.8	16.0	5.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	100.0
2014/07	0.0	0.0	0.0	0.4	5.2	11.6	17.3	21.3	25.6	13.7	4.2	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	0.0	0.0	0.0	1.9	11.2	17.7	24.1	15.4	13.3	12.6	3.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	0.0	0.0	0.0	0.7	12.2	26.9	19.7	9.4	12.2	10.5	2.9	0.0	4.3	0.8	0.3	0.0	100.0
2014/10	0.0	0.0	0.0	11.7	37.7	12.4	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	12.9	13.1	4.9	0.3	100.0
2014/11	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	9.3	11.3	6.8	3.8	0.4	0.0	1.5	33.3	22.7	3.6	0.3	100.0
2014/12	0.0	0.0	0.0	15.4	44.3	30.6	9.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表4.5 蘇澳港測站流速及流向統計表

年/月	觀測點數	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)(去向)	流速 <25cm/s (%)	流速 25~50cm/s (%)	流速 50~75cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 北~東 (%)	流向 東~南 (%)	流向 南~西 (%)	流向 西~北 (%)
2014/01	741	013.9	045.8 / 北北東	89.1	10.9	0.0	0.0	30.9	15.0	34.8	19.3
2014/02	634	014.3	058.7 / 北	86.9	12.8	0.3	0.0	26.7	13.1	40.9	19.4
2014/03	743	014.8	069.0 / 北	86.4	13.1	0.5	0.0	32.3	11.3	35.5	20.9
2014/04	712	014.2	057.1 / 北	88.1	11.7	0.3	0.0	31.9	16.9	30.3	20.9
2014/05	741	012.3	051.8 / 北北東	92.4	7.3	0.3	0.0	26.3	20.6	33.9	19.2
2014/06	720	013.7	059.1 / 北北東	88.3	11.3	0.4	0.0	32.6	16.8	36.7	13.9
2014/07	715	016.3	072.6 / 北北東	80.1	17.5	2.4	0.0	46.3	11.6	24.6	17.5
2014/08	739	014.9	065.5 / 北北東	83.5	15.4	1.1	0.0	57.6	10.7	15.4	16.2
2014/09	714	015.5	061.8 / 西南	83.6	15.4	1.0	0.0	36.7	18.2	30.3	14.8
2014/10	742	014.9	055.2 / 南南西	87.1	12.8	0.1	0.0	27.4	20.1	38.0	14.6
2014/11	717	012.9	049.9 / 西南	91.6	8.4	0.0	0.0	27.5	20.1	34.9	17.6
2014/12	725	012.6	047.7 / 北北東	93.5	6.5	0.0	0.0	21.0	22.6	40.7	15.7

表4.6 蘇澳港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 ~ 120	120 ~ 150	150 ~	合計(%)
2014/01	11.6	25.5	23.8	18.9	9.3	5.4	3.0	1.6	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	12.1	25.4	22.4	17.7	9.3	7.6	2.7	0.9	0.9	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	11.0	25.6	23.6	16.6	9.7	5.8	3.8	1.7	1.3	0.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	13.8	25.1	22.8	16.2	10.3	5.2	2.8	2.1	1.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	17.1	28.7	23.9	14.3	8.4	4.0	1.9	0.8	0.4	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	12.6	27.2	26.1	14.6	7.8	5.6	3.8	0.6	0.7	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	14.0	24.3	19.6	13.0	9.2	6.6	4.3	3.4	2.5	0.7	1.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	13.7	25.4	22.5	11.9	10.0	8.1	2.4	2.7	1.4	0.8	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	11.1	23.4	22.7	16.4	10.1	6.9	4.2	2.7	1.1	0.6	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	9.4	22.8	25.9	17.8	11.2	6.1	4.0	1.8	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	12.3	28.2	27.2	14.9	9.1	4.9	2.2	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	14.5	27.2	26.6	17.9	7.3	3.6	0.8	0.7	1.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表4.7 蘇澳港測站流向分佈百分比(%)統計表

流向 年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	14.7	11.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.4	4.5	7.3	10.9	10.3	6.6	5.1	3.1	3.6	4.5	100.0
2014/02	15.0	10.7	3.6	1.7	2.1	3.2	3.0	2.8	7.3	12.5	13.2	9.0	4.3	3.5	3.0	5.2	100.0
2014/03	17.6	13.6	3.6	2.6	3.6	2.3	1.6	3.0	6.3	13.1	10.1	6.5	4.0	2.7	3.6	5.8	100.0
2014/04	14.0	12.4	4.4	4.5	2.9	3.2	3.2	5.6	8.1	9.0	8.3	6.0	4.4	2.9	3.8	7.2	100.0
2014/05	11.6	10.7	3.9	3.8	3.1	3.0	5.8	6.7	8.4	11.9	10.1	3.9	3.5	3.6	4.2	5.8	100.0
2014/06	6.7	16.1	6.8	3.8	4.3	3.3	3.9	4.4	7.5	10.7	12.4	7.2	4.3	3.1	3.1	2.5	100.0
2014/07	12.2	24.3	7.3	3.9	4.3	2.4	2.2	3.9	4.6	8.4	8.3	3.8	4.6	3.5	2.2	4.1	100.0
2014/08	10.4	29.4	14.1	5.3	3.0	2.4	3.8	1.9	3.0	3.5	5.0	3.5	2.7	4.6	2.6	4.9	100.0
2014/09	10.4	14.7	8.5	4.5	3.4	2.9	5.9	4.8	6.0	8.4	11.8	5.6	2.9	3.1	3.2	3.9	100.0
2014/10	11.3	12.1	3.9	2.2	3.4	5.4	3.6	4.3	8.6	14.6	11.7	6.6	2.7	1.9	3.1	4.6	100.0
2014/11	11.7	9.2	5.2	2.8	4.3	5.0	4.9	4.5	7.5	11.4	12.1	5.2	3.6	2.1	4.2	6.3	100.0
2014/12	9.4	6.5	3.6	2.9	4.4	4.7	6.9	4.1	11.3	13.8	11.4	6.5	4.3	3.4	3.4	3.3	100.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表4.8 蘇澳港測站風速及風向統計表

年/月	觀測點數	風速 平均值 (m/s)	風速/風向 最大值 (m/s)(來向)	風速 <5m/s (%)	風速 5~10m/s (%)	風速 10~15m/s (%)	風速 >15m/s (%)	風向 北~東 (%)	風向 東~南 (%)	風向 南~西 (%)	風向 西~北 (%)	靜風 (%)
2014/01	744	4.2	10.0 / 北北東	63.7	36.0	0.3	0.0	9.5	13.0	6.9	70.6	0.0
2014/02	672	4.5	10.7 / 南	57.1	42.0	0.9	0.0	15.2	12.8	11.2	60.9	0.0
2014/03	744	4.1	10.4 / 北北東	65.1	34.7	0.3	0.0	12.0	18.0	14.5	55.5	0.0
2014/04	720	3.3	10.6 / 南	79.3	20.4	0.3	0.0	22.1	16.9	8.2	52.8	0.0
2014/05	744	2.5	7.9 / 南	92.7	7.3	0.0	0.0	12.4	23.4	5.6	58.6	0.0
2014/06	720	3.1	10.9 / 南	84.3	15.4	0.3	0.0	21.7	30.8	7.1	40.4	0.0
2014/07	744	4.7	18.7 / 南南東	57.1	39.0	2.0	1.9	8.3	48.9	12.1	30.6	0.0
2014/08	744	3.5	10.8 / 南	74.6	24.6	0.8	0.0	5.2	48.5	12.0	34.3	0.0
2014/09	720	3.5	14.5 / 南	79.3	16.4	4.3	0.0	14.0	35.0	10.6	40.4	0.0
2014/10	744	4.2	9.9 / 北北東	64.2	35.8	0.0	0.0	16.3	8.6	4.3	70.8	0.0
2014/11	720	3.6	8.8 / 南	77.5	22.5	0.0	0.0	11.0	7.9	3.9	77.2	0.0
2014/12	744	4.5	11.8 / 北北東	59.5	39.1	1.3	0.0	9.5	4.4	5.0	81.0	0.0

表4.9 蘇澳港測站風速分佈百分比(%)統計表

風速(m/s) 年/月	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 14	14 ~ 16	16 ~ 18	18 ~ 20	20 ~ 30	30 ~	合計(%)
2014/01	0.3	6.7	27.8	18.3	10.6	15.3	11.6	6.2	3.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.9	12.9	20.5	12.1	10.7	13.7	15.2	8.0	5.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	1.7	14.7	23.7	13.2	11.8	14.0	10.2	6.0	4.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	1.8	25.4	28.2	14.0	9.9	8.2	6.1	3.5	2.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	6.7	39.7	29.2	9.8	7.4	4.2	1.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	2.6	33.6	23.6	14.0	10.4	5.8	4.0	3.6	1.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	0.9	24.2	16.8	9.4	5.8	10.3	8.6	9.8	10.2	1.6	0.3	0.1	1.1	0.8	0.0	0.0	100.0
2014/08	1.3	29.6	25.0	11.6	7.1	6.5	6.9	5.6	5.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	2.5	27.2	30.8	11.3	7.5	4.2	5.6	2.6	4.0	3.5	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	2.0	12.8	16.8	18.0	14.7	13.3	10.3	7.3	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	2.8	10.3	26.1	25.0	13.3	11.9	8.3	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.5	8.5	21.4	17.7	11.4	12.9	13.4	8.1	4.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表4.10 蘇澳港測站風向分佈百分比(%)統計表

風向 年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	靜風(%)
2014/01	5.0	3.9	1.2	1.3	0.9	1.1	2.4	5.1	5.6	1.9	1.1	1.6	6.2	37.1	19.2	6.3	0.0
2014/02	5.8	5.8	3.7	1.8	1.0	0.9	1.3	3.9	10.3	2.8	1.3	1.6	6.1	24.9	19.5	9.2	0.0
2014/03	7.1	5.9	1.6	0.7	0.8	2.0	1.9	6.0	14.7	3.0	1.3	2.2	7.0	26.1	12.2	7.5	0.0
2014/04	5.4	10.3	5.7	3.3	1.4	1.4	0.7	7.2	8.9	2.2	0.6	1.7	7.6	25.8	10.3	7.5	0.0
2014/05	4.8	3.2	3.2	3.4	3.2	4.6	4.4	9.9	3.5	0.7	0.9	1.2	6.2	29.3	14.1	7.3	0.0
2014/06	5.6	6.7	6.3	4.2	2.8	4.9	6.4	11.1	9.4	1.0	1.8	1.5	4.0	20.3	9.0	5.1	0.0
2014/07	2.3	3.0	1.7	0.9	2.6	3.8	5.4	18.8	26.7	1.5	1.1	1.2	3.1	15.1	8.6	4.3	0.0
2014/08	0.8	1.2	0.9	1.9	2.2	5.2	7.7	20.3	20.4	1.3	1.5	0.8	5.8	25.4	3.8	0.8	0.0
2014/09	2.6	2.4	6.3	2.8	4.2	3.1	7.2	13.1	14.3	0.7	1.4	2.1	4.7	25.6	6.4	3.3	0.0
2014/10	9.0	7.8	1.9	0.8	2.3	0.7	0.8	3.5	3.4	1.1	0.3	0.7	5.6	29.6	19.5	13.2	0.0
2014/11	5.3	4.3	1.8	1.4	1.5	1.0	0.8	3.3	3.2	0.4	0.3	0.8	11.3	43.1	15.1	6.4	0.0
2014/12	9.3	3.0	1.2	0.7	0.4	0.8	0.9	1.1	3.0	1.1	0.8	0.4	10.3	38.6	17.1	11.4	0.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表4.8 蘇澳港測站風速及風向統計表

年/月	觀測點數	風速 平均值 (m/s)	風速/風向 最大值 (m/s)(來向)	風速 <5m/s (%)	風速 5~10m/s (%)	風速 10~15m/s (%)	風速 >15m/s (%)	風向 北~東 (%)	風向 東~南 (%)	風向 南~西 (%)	風向 西~北 (%)	靜風 (%)
2013/01	744	4.4	12.5 / 北北西	59.5	39.8	0.7	0.0	9.0	5.5	4.8	80.6	0.0
2013/02	669	4.1	10.7 / 北北東	63.2	36.3	0.4	0.0	12.1	14.8	8.2	64.9	0.0
2013/03	744	3.9	11.5 / 北北東	70.4	28.6	0.9	0.0	15.9	15.3	7.4	61.4	0.0
2013/04	720	3.4	11.7 / 北北東	78.8	20.7	0.6	0.0	14.0	16.0	9.3	60.7	0.0
2013/05	743	2.8	8.9 / 南南東	89.6	10.4	0.0	0.0	17.2	34.9	6.3	41.6	0.0
2013/06	560	3.3	14.5 / 南	78.6	20.9	0.5	0.0	15.7	34.3	9.8	40.2	0.0
2013/07	468	5.4	23.8 / 南	53.6	35.9	6.0	4.5	4.7	50.9	22.2	22.2	0.0
2013/08	744	4.5	13.7 / 南	59.0	37.6	3.4	0.0	6.9	44.9	15.2	33.1	0.0
2013/09	720	3.6	11.2 / 南南東	81.1	16.8	2.1	0.0	20.6	26.0	3.5	50.0	0.0
2013/10	744	5.1	10.9 / 北	51.1	47.6	1.3	0.0	17.6	6.9	4.3	71.2	0.0
2013/11	720	4.1	11.7 / 北北東	65.0	34.2	0.8	0.0	16.3	18.5	8.5	56.8	0.1
2013/12	744	4.4	10.0 / 西北西	62.2	37.6	0.1	0.0	8.2	2.7	3.2	85.9	0.0

表4.9 蘇澳港測站風速分佈百分比(%)統計表

風速(m/s) 年/月	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 14	14 ~ 16	16 ~ 18	18 ~ 20	20 ~ 30	30 ~	合計(%)
2013/01	0.1	6.9	21.4	17.6	13.6	16.3	14.7	5.4	3.5	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/02	1.3	14.1	25.7	12.4	9.7	14.5	10.8	7.5	3.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/03	0.7	13.4	31.0	12.9	12.4	11.4	9.0	5.0	3.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/04	1.8	23.3	31.4	12.8	9.4	9.6	5.3	2.6	3.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/05	5.4	31.6	28.3	15.3	9.0	5.0	3.6	1.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/06	2.5	30.7	28.2	11.3	5.9	7.5	5.4	4.6	3.4	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/07	2.1	22.6	13.5	7.7	7.7	9.2	7.7	6.0	13.0	4.3	1.1	0.9	1.1	0.6	2.6	0.0	100.0
2013/08	1.1	24.6	16.1	8.3	8.9	9.1	8.3	9.0	11.2	2.4	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/09	0.4	14.0	27.9	23.5	15.3	10.8	3.8	1.4	0.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/10	0.3	4.6	18.8	14.9	12.5	11.7	10.6	13.2	12.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/11	1.4	12.5	22.4	14.7	14.0	13.2	12.8	5.4	2.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2013/12	0.4	5.0	20.8	22.4	13.6	16.7	10.9	5.6	4.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表4.10 蘇澳港測站風向分佈百分比(%)統計表

風向 年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	靜風(%)
2013/01	9.1	3.1	0.9	0.7	0.7	0.5	0.4	1.6	3.6	2.7	0.4	0.3	7.8	40.1	14.2	13.8	0.0
2013/02	7.8	5.7	0.9	0.7	1.3	0.9	1.0	5.7	11.1	1.0	0.9	1.2	6.9	30.2	15.5	9.1	0.0
2013/03	9.8	5.8	3.2	2.0	1.6	2.0	2.2	5.9	7.4	1.9	1.5	0.9	5.8	28.2	13.8	7.9	0.0
2013/04	7.1	5.6	2.6	1.7	1.8	1.9	1.3	7.4	7.4	1.9	0.8	2.1	5.8	31.9	13.9	6.8	0.0
2013/05	5.9	4.0	4.8	3.8	4.4	4.6	5.0	16.0	8.6	1.3	1.1	1.3	3.5	19.7	9.8	6.1	0.0
2013/06	2.5	4.6	6.1	2.1	3.9	3.0	4.3	12.5	15.9	1.4	1.8	1.4	5.2	22.1	8.6	4.5	0.0
2013/07	1.3	1.7	1.1	1.1	1.1	2.8	5.3	24.1	32.5	4.1	1.7	1.3	2.6	11.1	6.4	1.9	0.0
2013/08	1.1	2.8	2.0	1.2	0.9	2.8	3.6	20.8	25.8	2.2	2.2	0.7	2.4	19.1	9.3	3.1	0.0
2013/09	5.4	6.3	4.9	4.2	3.5	2.9	5.1	13.2	4.2	0.6	0.4	0.8	6.1	21.3	13.6	7.6	0.0
2013/10	8.7	6.9	3.5	3.1	1.3	1.3	1.5	2.4	1.1	0.8	0.1	1.1	5.0	25.7	23.9	13.6	0.0
2013/11	7.5	8.9	1.7	2.5	0.4	0.4	1.8	9.6	10.3	1.3	0.7	1.1	5.3	25.3	15.0	8.3	0.0
2013/12	3.4	2.2	0.9	1.7	2.4	0.3	0.5	1.2	0.1	0.1	0.4	0.9	10.9	49.6	16.9	8.3	0.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

第五章

2014 年花蓮港海氣象資料分析與特性

第五章　2014 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 2.9)。

5.1.1 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 1.0 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 6 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 33 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 44 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，可提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 5.12 為 2014 年 1 月 1 日~2014 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 5.25~圖 5.36 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 5.12 為 2014 年 1 月至 2014 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 5.1~圖 5.2；以及圖 5.11 至圖 5.12 與圖 5.37 至圖 5.48 之風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 5.12，其實測有義波高 (1) 哈吉貝颱風 6 月 17 日 12 時因測得最大有義波高 1.81 公尺、週期 6.6 秒，波浪來向 164.1 度；(2) 浣熊颱風於 7 月 8 日 9 時測得最大之有義波為 3.76 公尺、週期 14.5 秒，波浪來向 123.1 度；(3) 雷馬遜颱風於 7 月 17 日 4 時測到最大之有義波為 1.67 公尺、週期 9.1 秒，波浪來向 139.7 度；(4) 麥德姆颱風 7 月 23 日 1 時測得最大有義波高為 7.07 公尺、週期 12.4，波浪來向 143.3 度；(5) 哈隆颱風 8 月 5 日 11 時測得最大有義波高為 2.64 公尺、週期 14.0，波浪來向 141.9 度；(6) 海鷗颱風 9 月 15 日 8 時測得最大有義波高為 3.85 公尺、週期 13.0，波浪來向 152.7 度；(7) 鳳凰颱風 9 月 22 日 16 時測得最大有義波高為 3.83 公尺、週期 10.6，波浪來向 143.9 度；(8) 巴逢颱風 10 月 6 日 13 時測得最大有義波高為 2.92 公尺、週期 12.9，波浪來向 99.8 度；(9) 黃蜂颱風 10 月 10 日 21 時測得最大有義波高為 3.84 公尺、週期 13.9，波浪來向 130.5 度；(10) 哈格比颱風 12 月 9 日 6 時測得最大有義波高為 2.88 公尺、週期 9.9，波浪來向 102.3 度。。

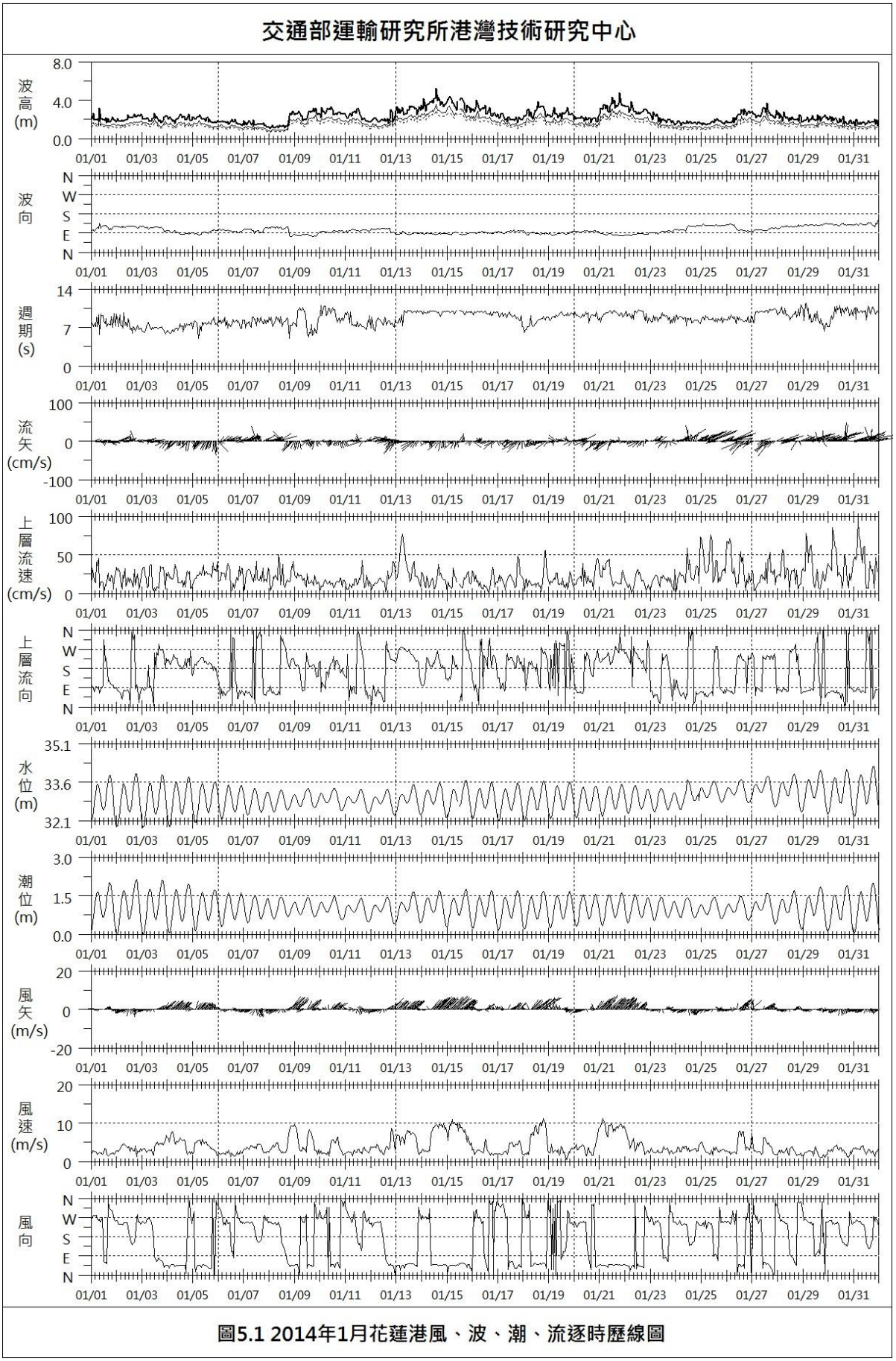


圖5.1 2014年1月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

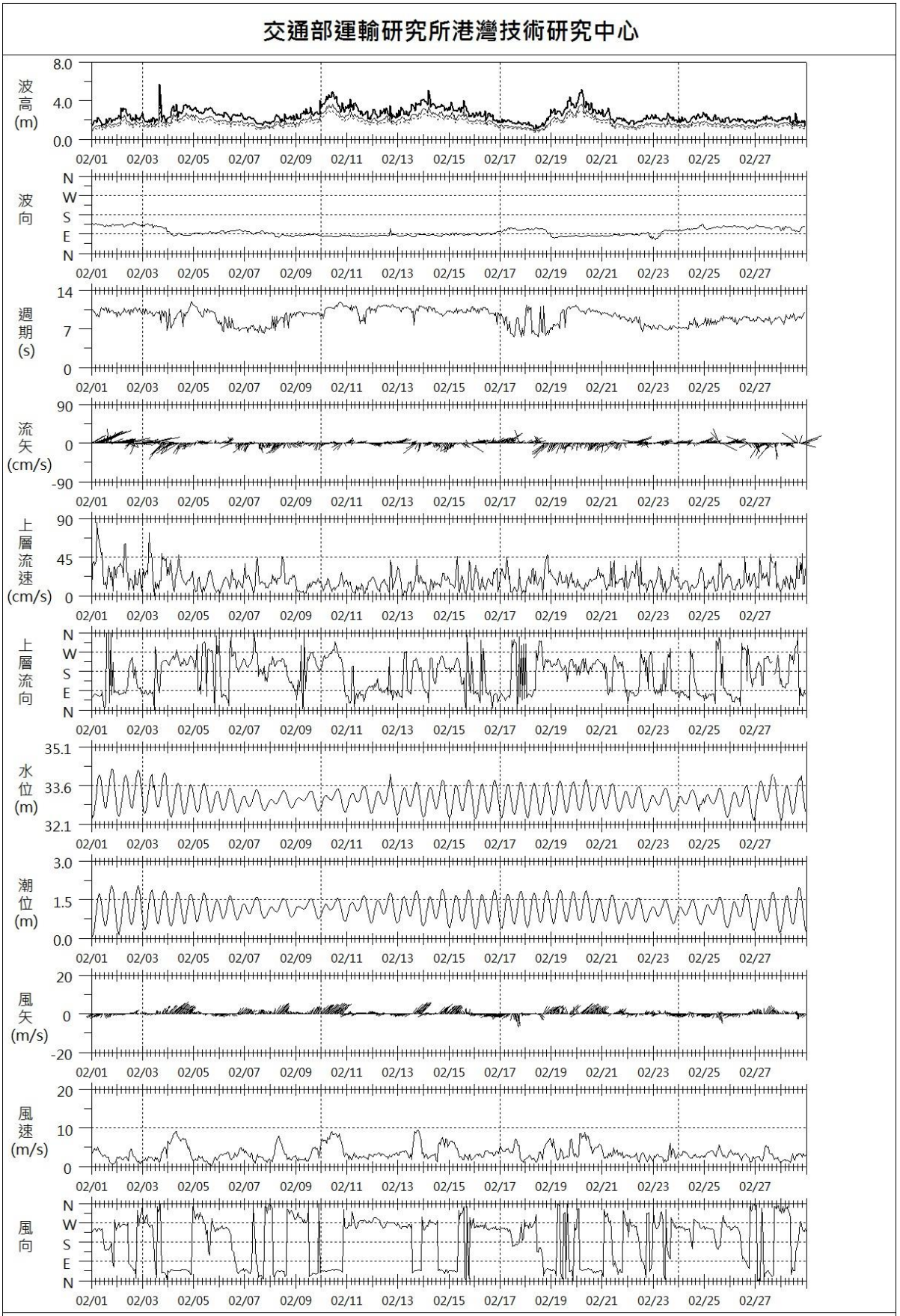


圖5.2 2014年2月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

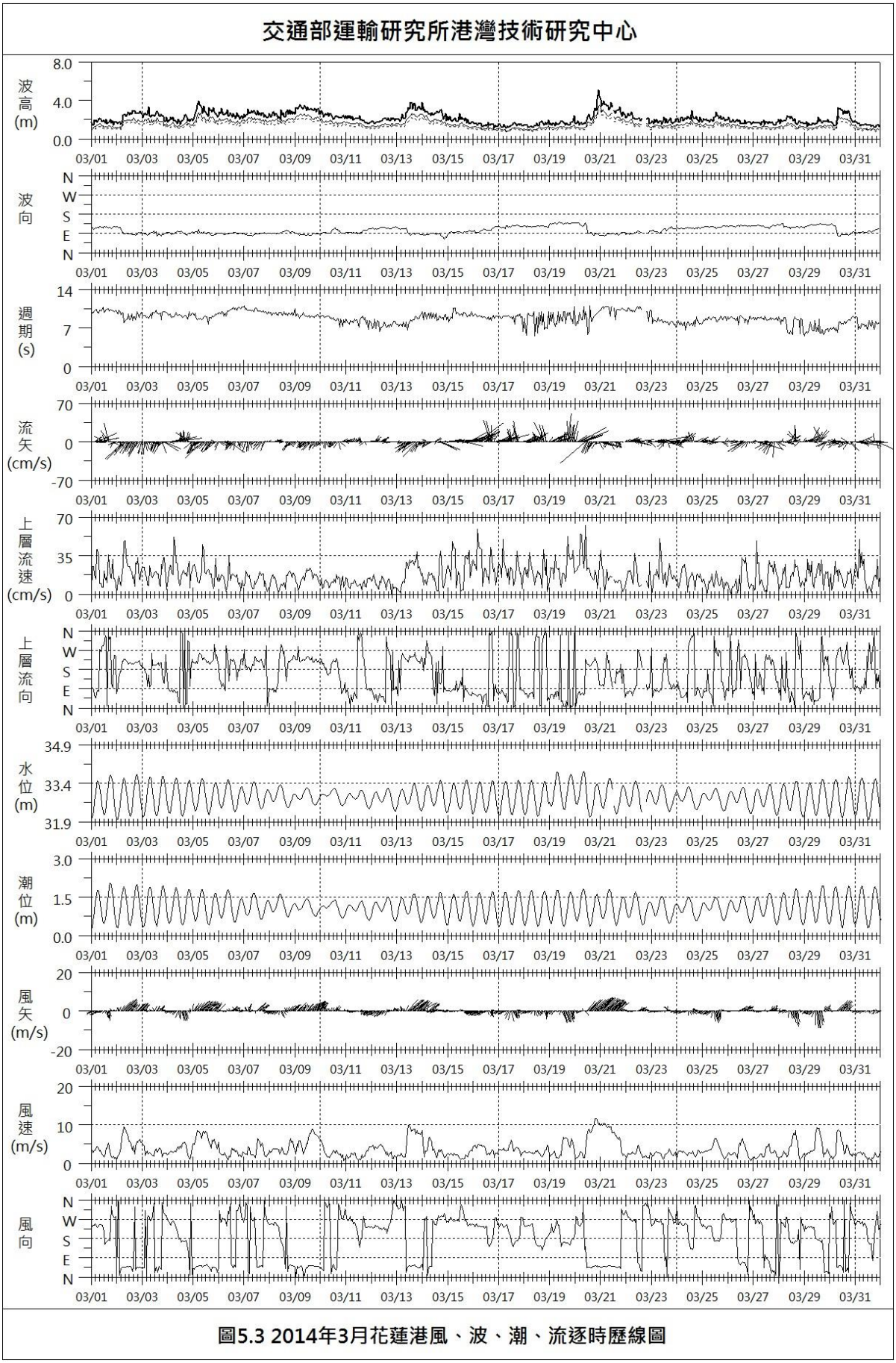


圖5.3 2014年3月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

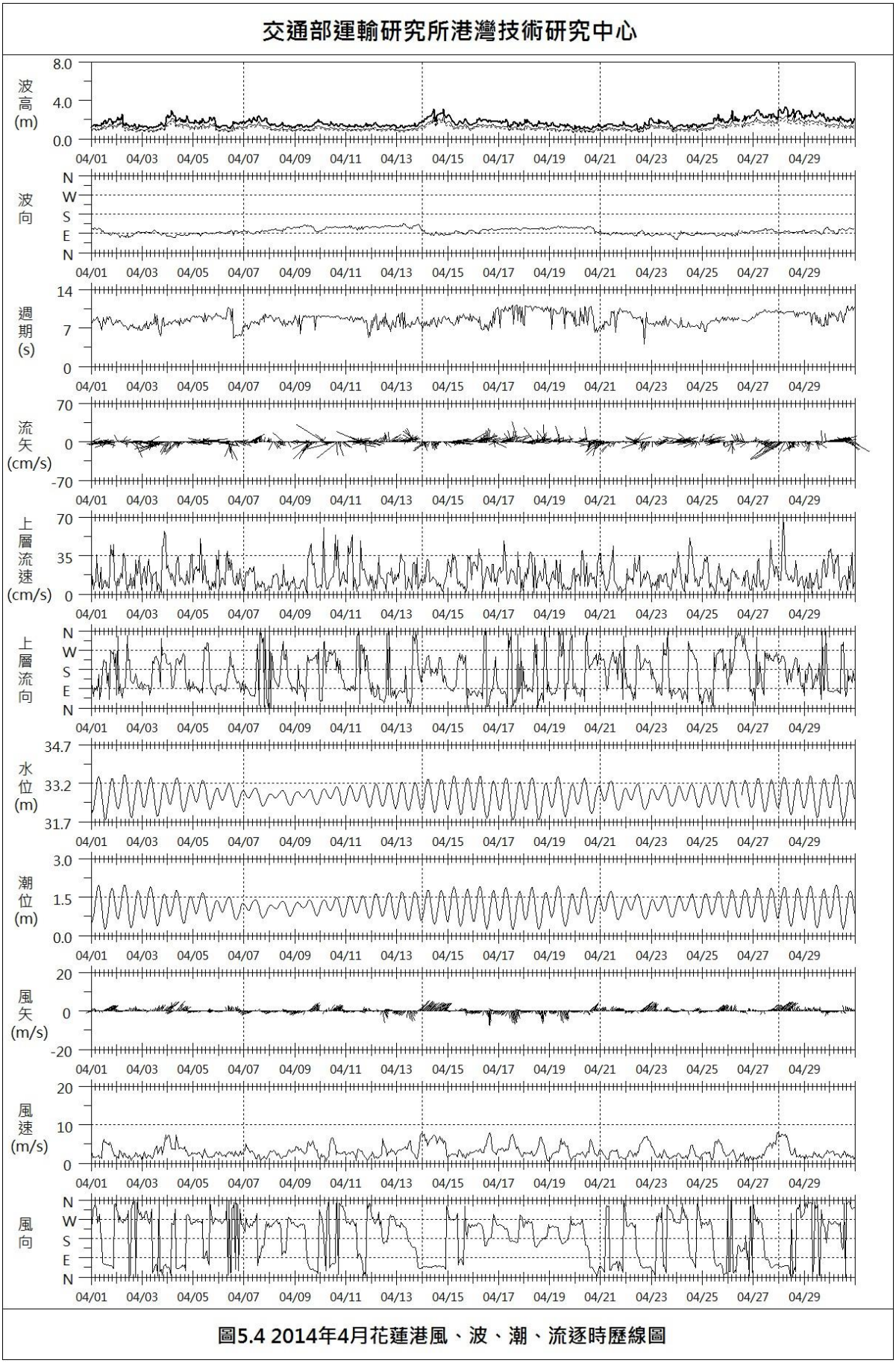


圖5.4 2014年4月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

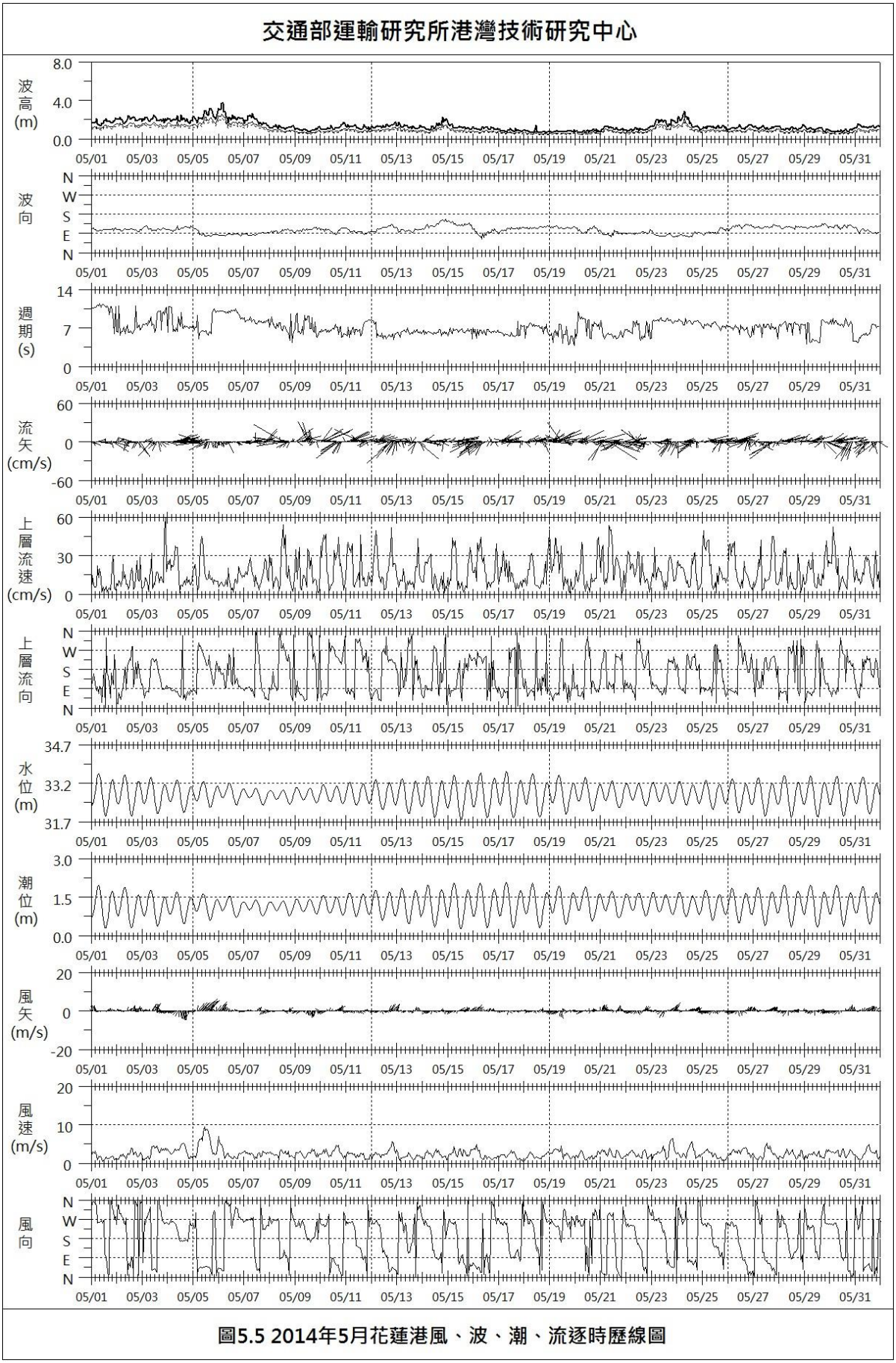


圖5.5 2014年5月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

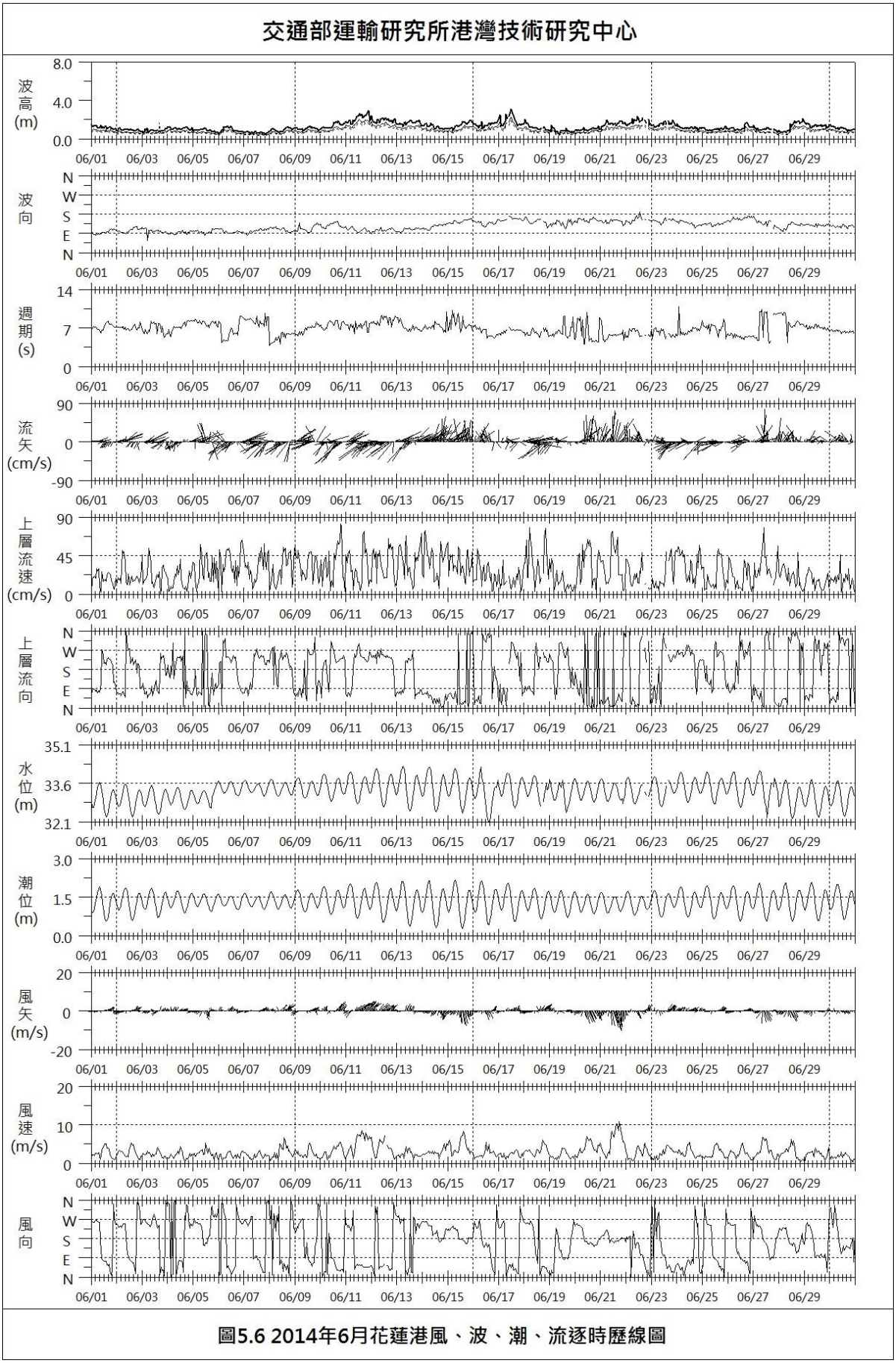


圖5.6 2014年6月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

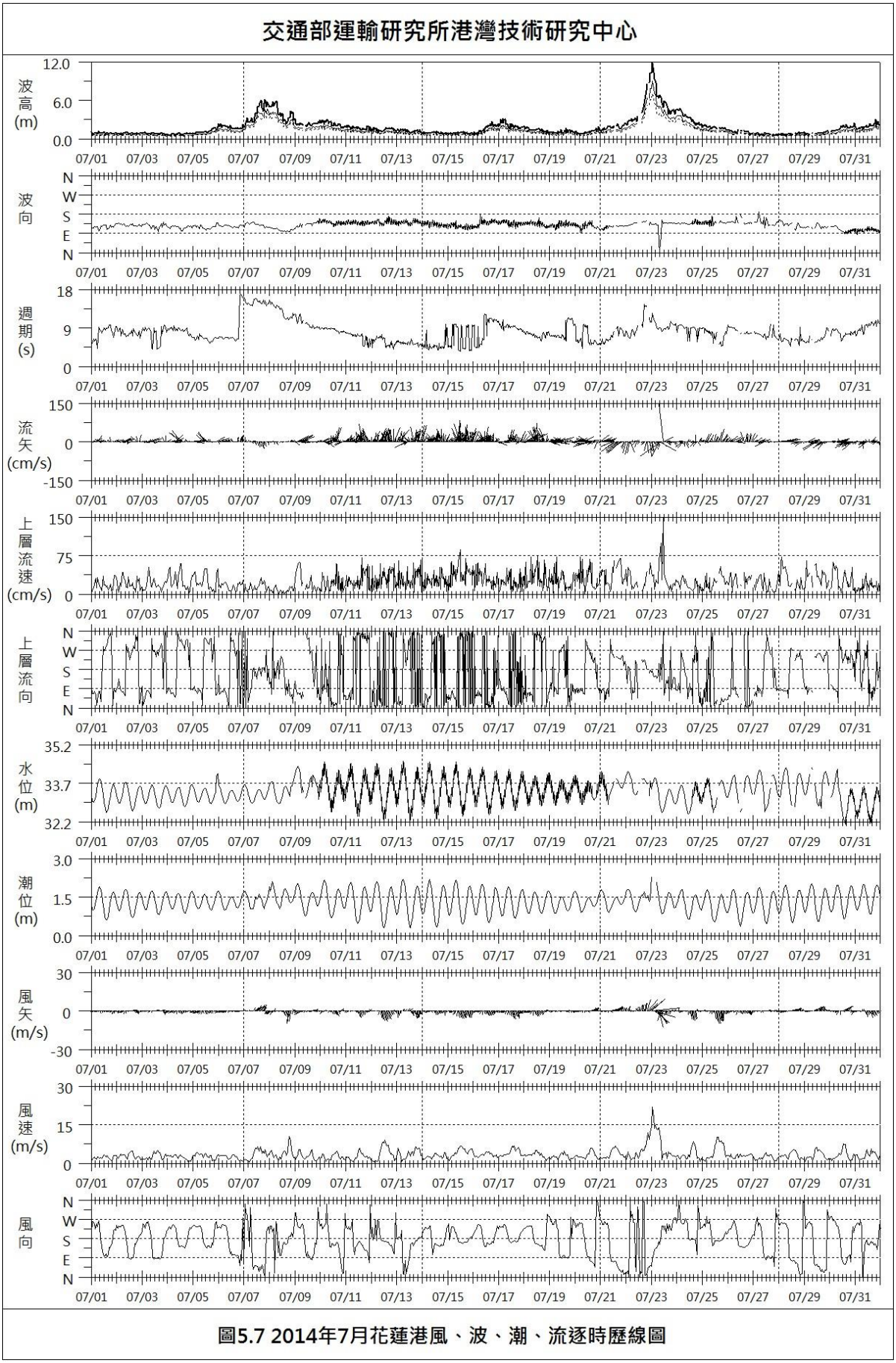


圖5.7 2014年7月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

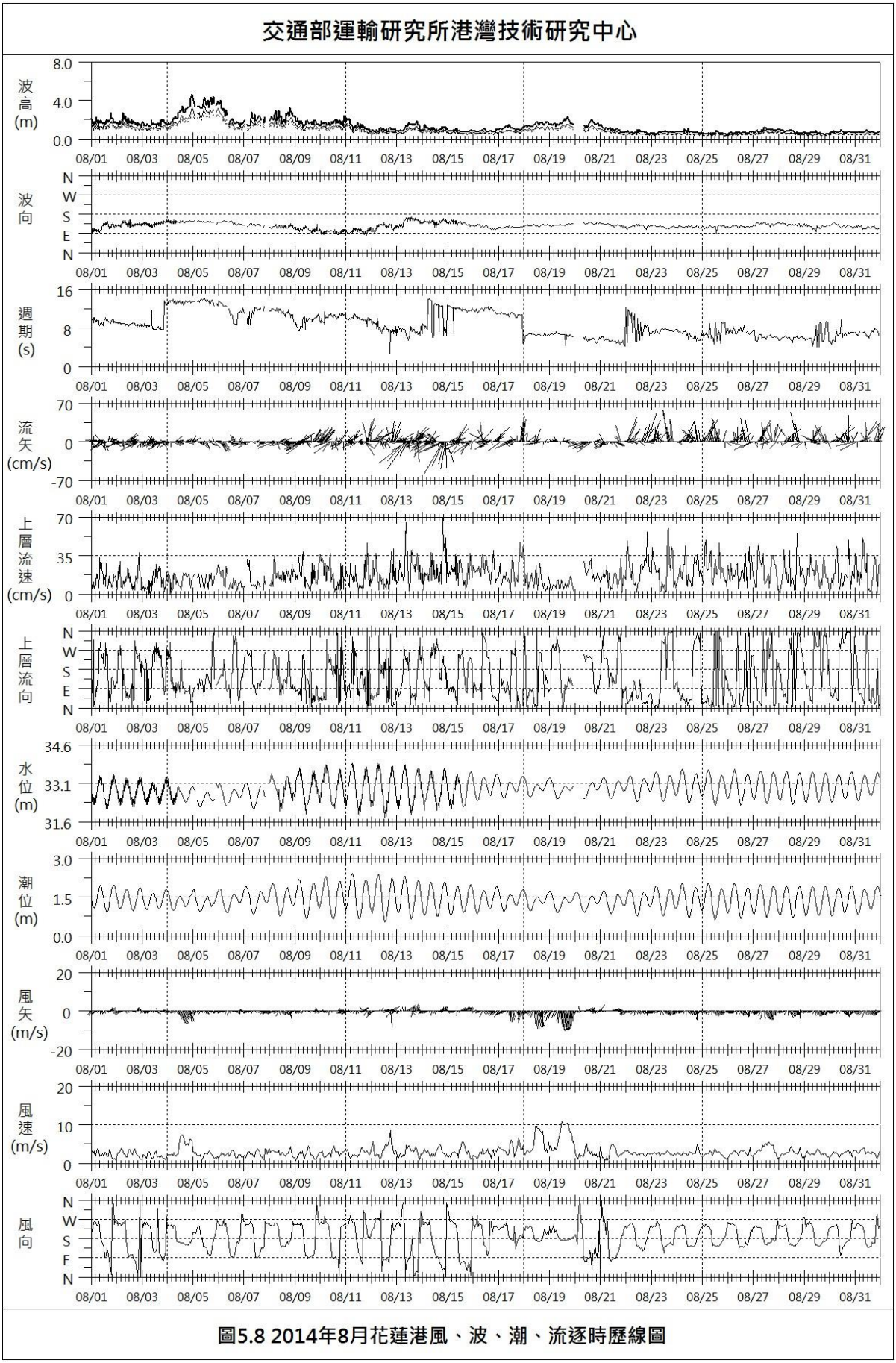


圖5.8 2014年8月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

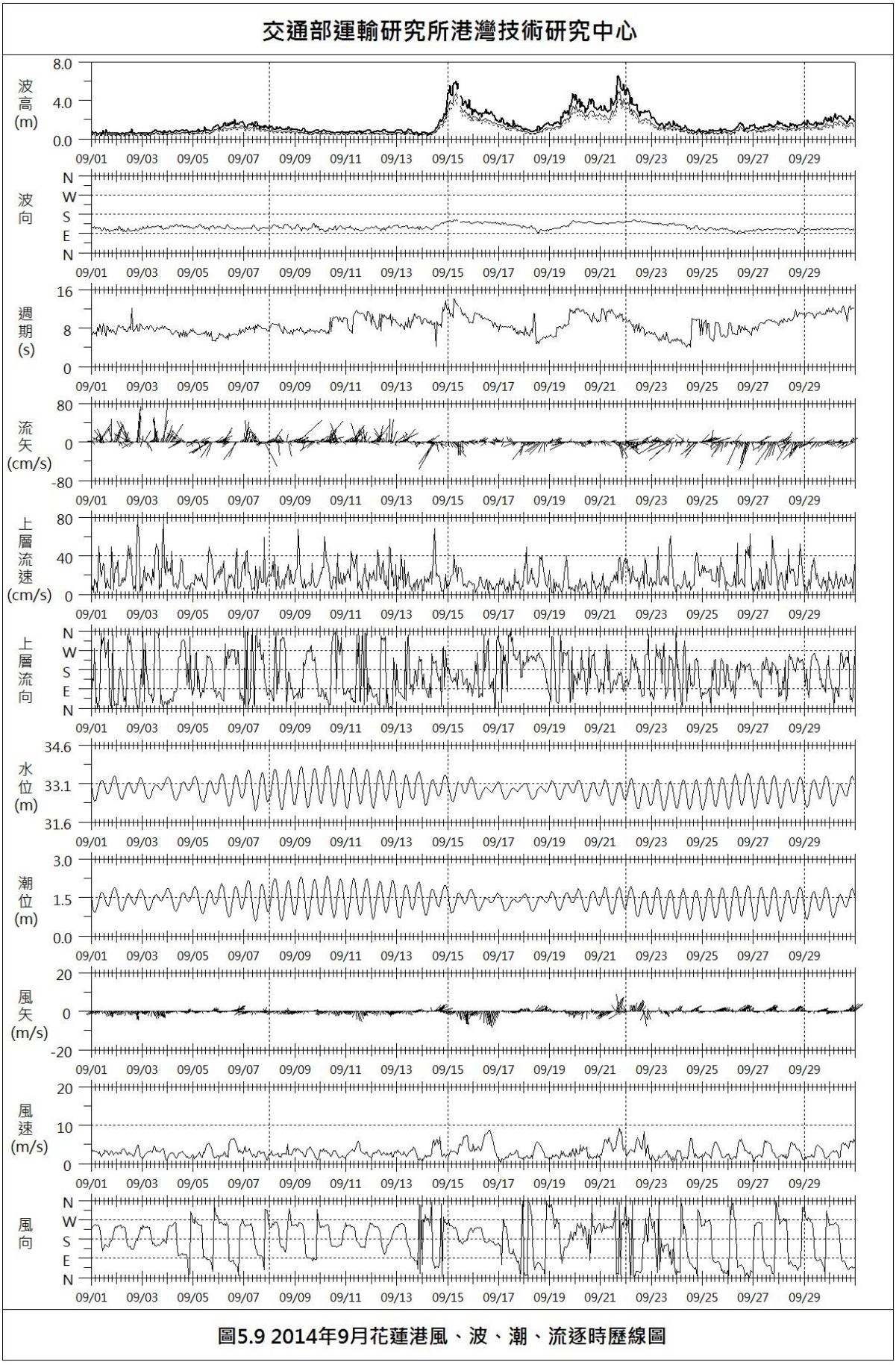


圖5.9 2014年9月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

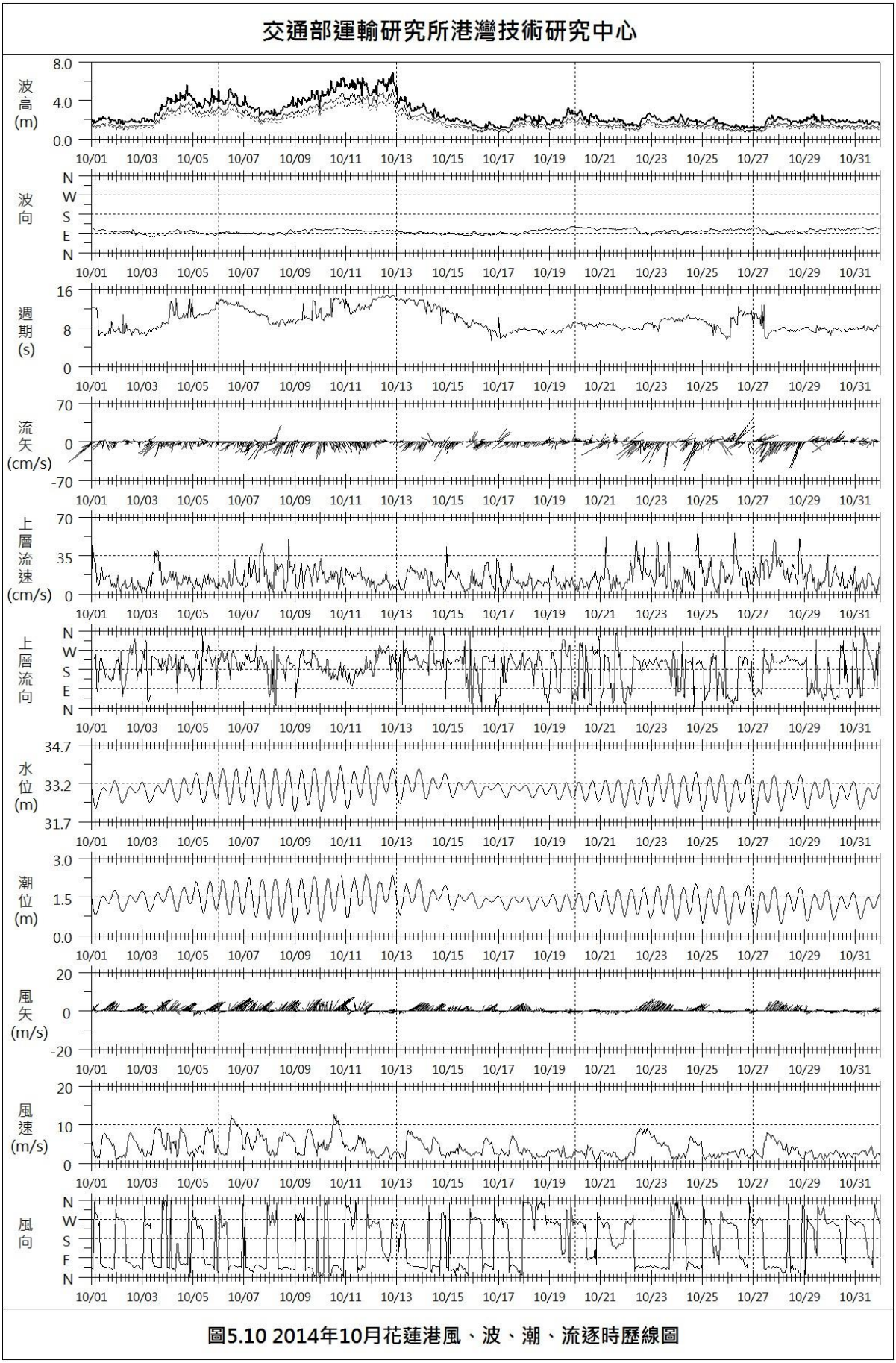


圖5.10 2014年10月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

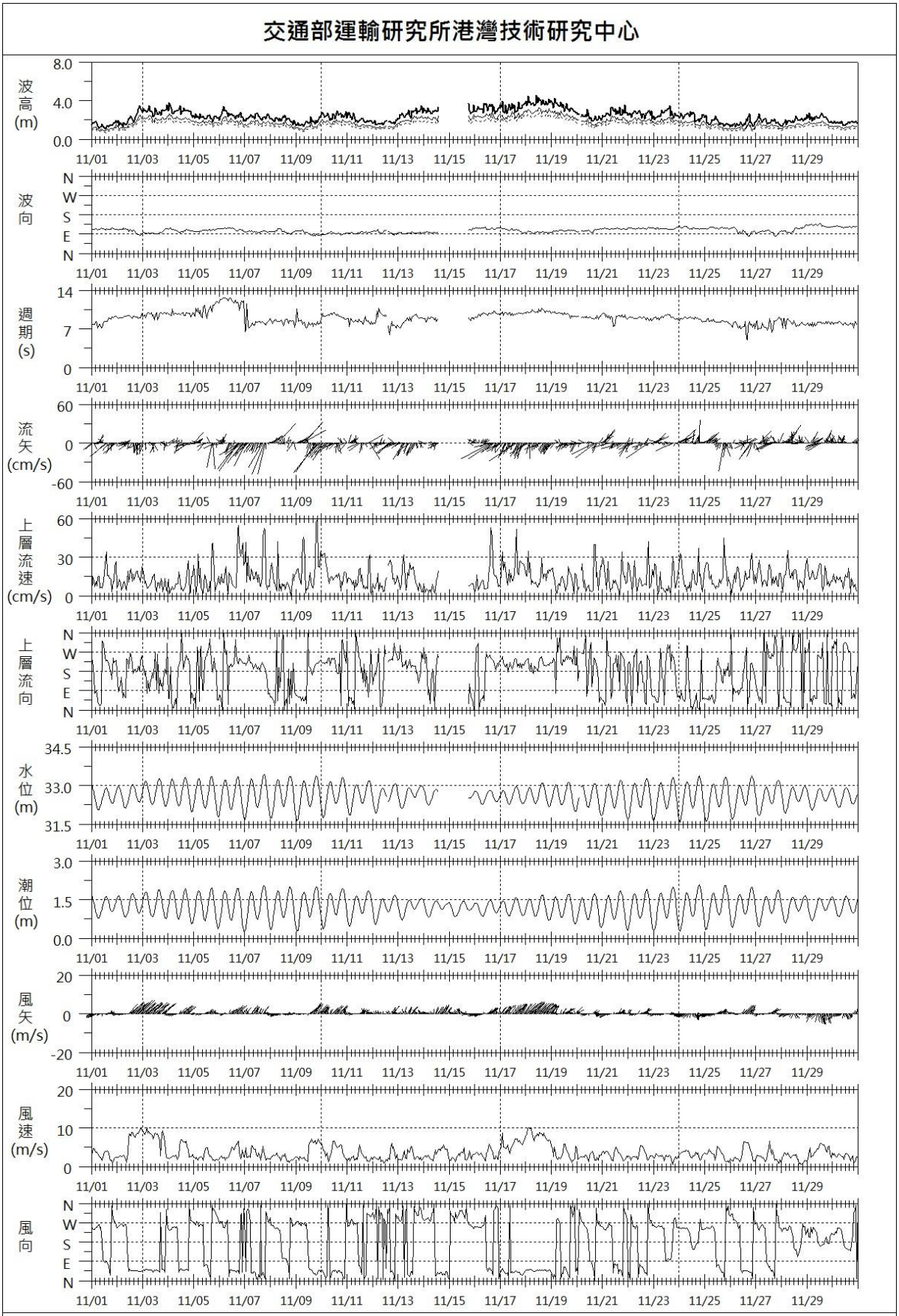


圖5.11 2014年11月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

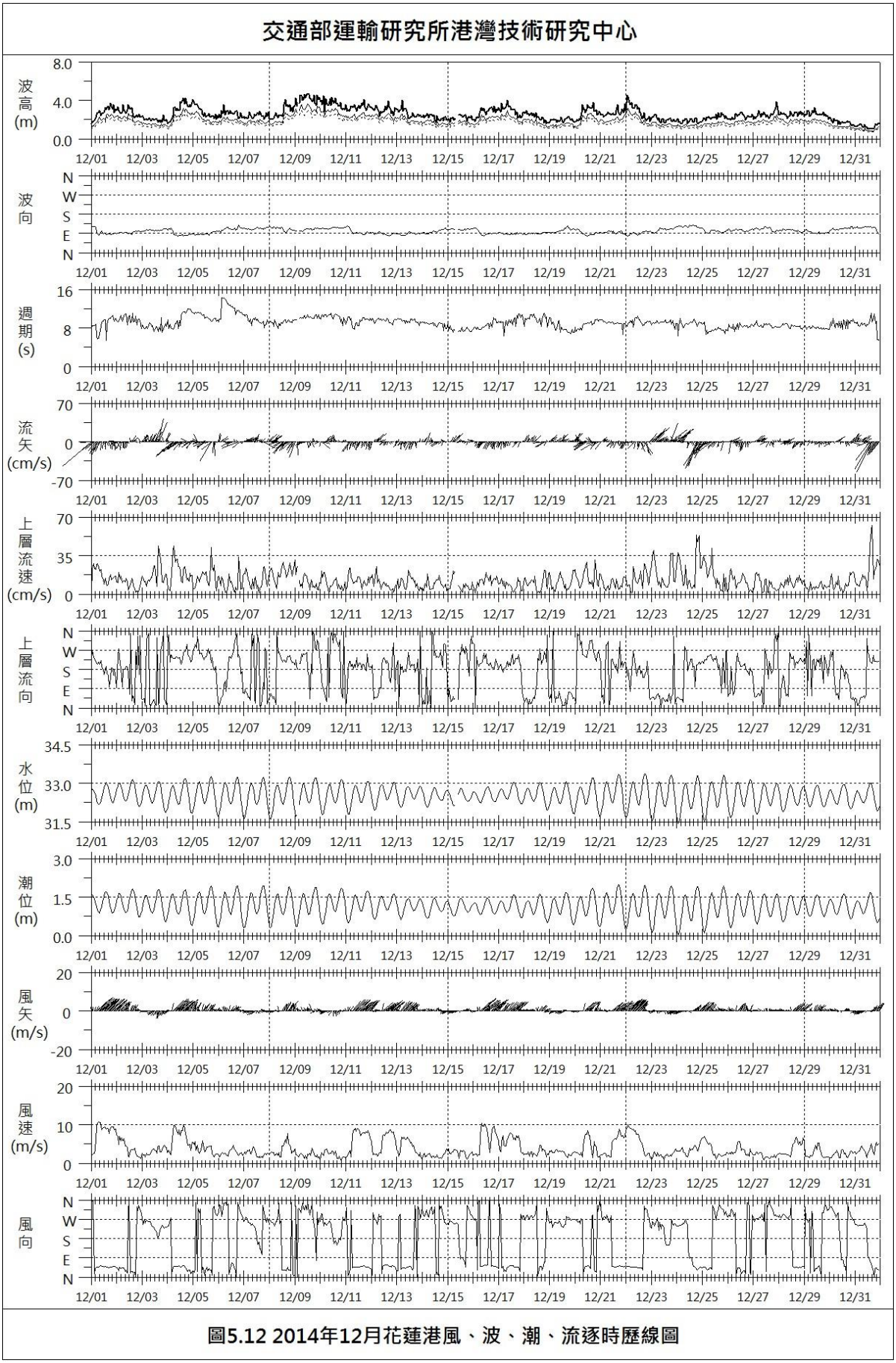


圖5.12 2014年12月花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

花蓮港波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/01/01 00:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 743

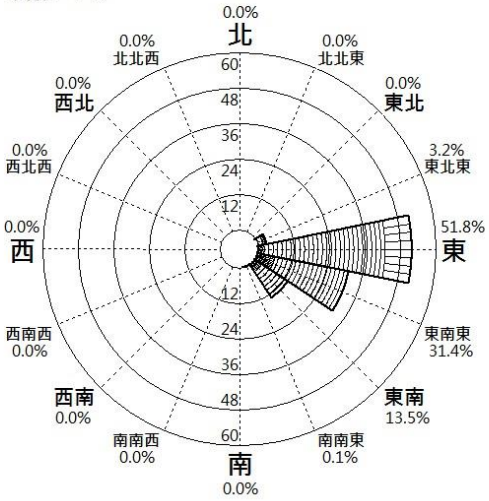


圖5.13 2014年1月花蓮港測站波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/28 23:10
筆數： 671

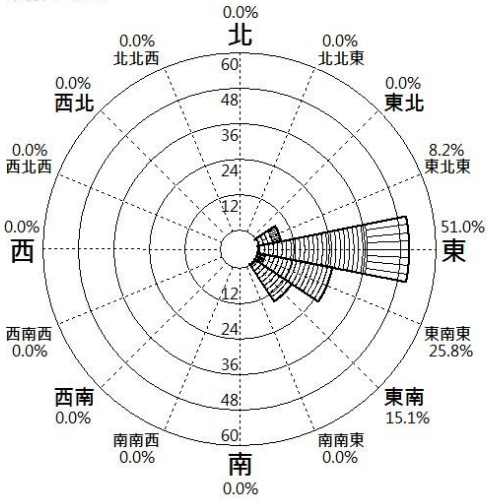


圖5.14 2014年2月花蓮港測站波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/03/01 00:10 - 2014/03/31 23:10
筆數： 738

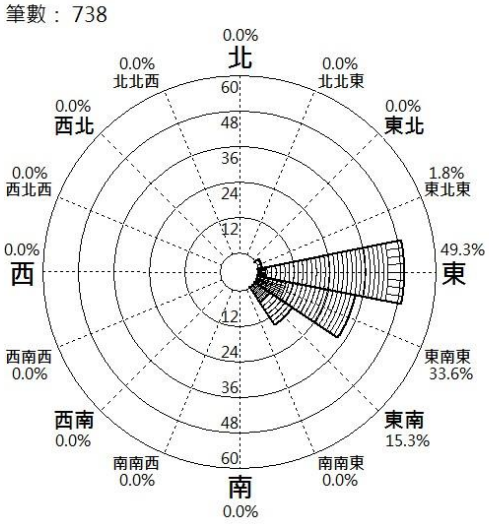


圖5.15 2014年3月花蓮港測站波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/04/01 00:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 718

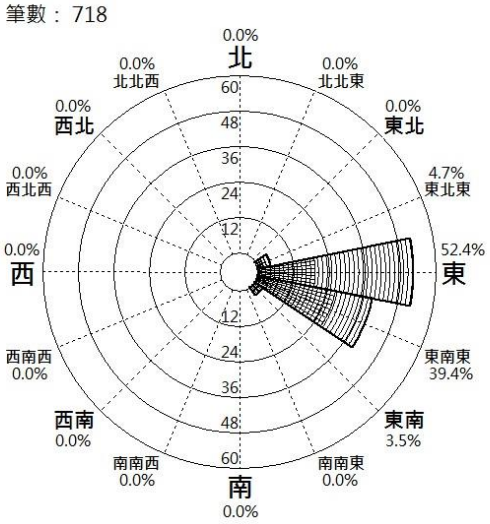
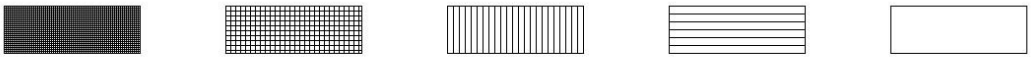


圖5.16 2014年4月花蓮港測站波浪玫瑰圖



0.05 - 0.5m　0.5 - 1m　1 - 2m　2 - 5m　> 5m

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

花蓮港波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 744

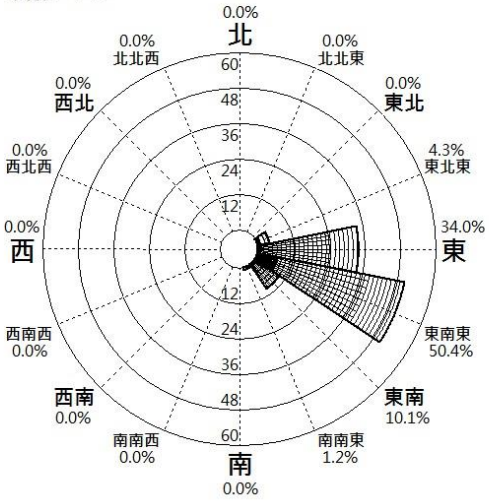


圖5.17 2014年5月花蓮港測站波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 709

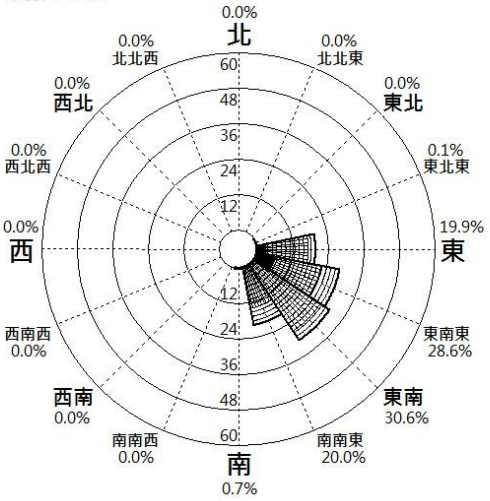


圖5.18 2014年6月花蓮港測站波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/31 23:15
筆數： 1048

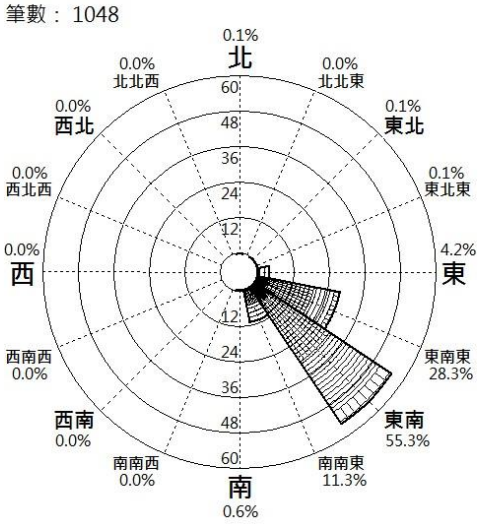


圖5.19 2014年7月花蓮港測站波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/08/01 00:10 - 2014/08/31 23:10
筆數： 936

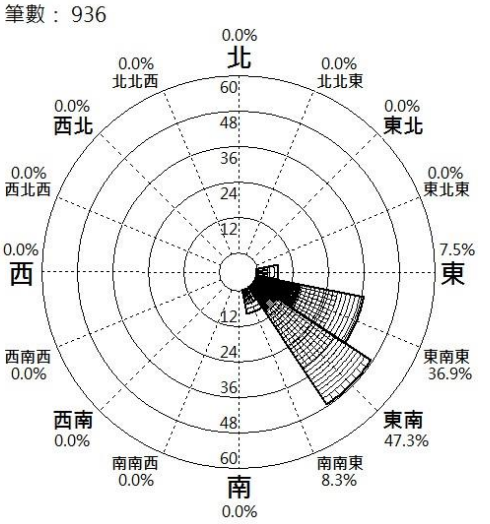
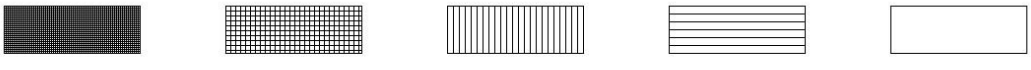


圖5.20 2014年8月花蓮港測站波浪玫瑰圖



0.05 - 0.5m　0.5 - 1m　1 - 2m　2 - 5m　> 5m

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

花蓮港波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 718

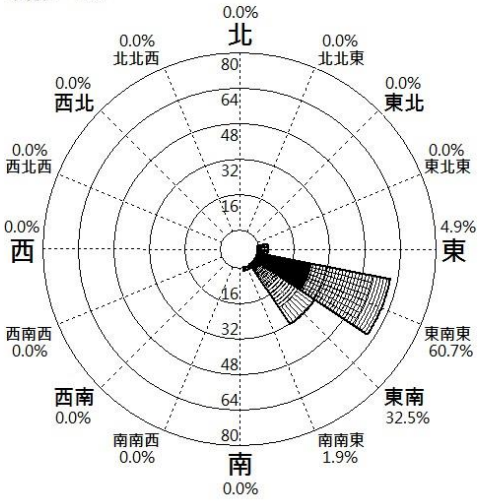


圖5.21 2014年9月花蓮港測站波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 743

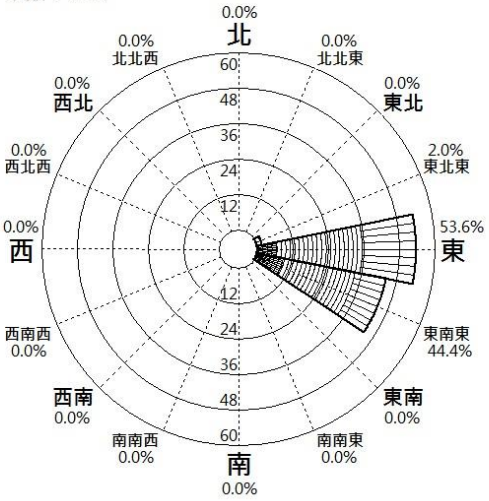


圖5.22 2014年10月花蓮港測站波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 690

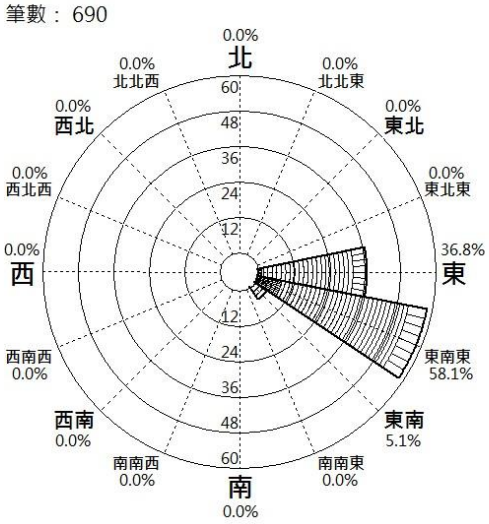


圖5.23 2014年11月花蓮港測站波浪玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 740

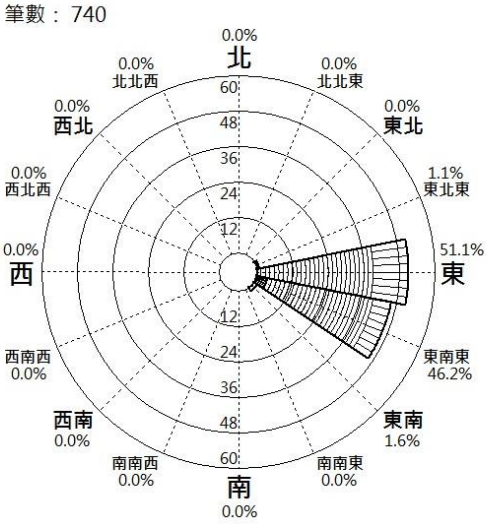
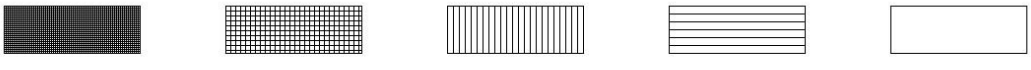


圖5.24 2014年12月花蓮港測站波浪玫瑰圖



0.05 - 0.5m　0.5 - 1m　1 - 2m　2 - 5m　> 5m

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

花蓮港海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/01/01 00:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 743

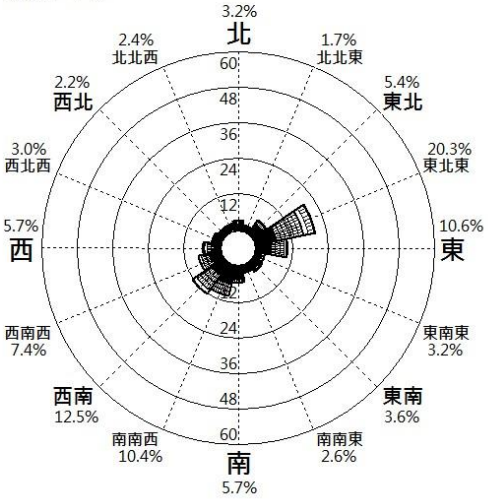


圖5.25 2014年1月花蓮港測站海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/28 23:10
筆數： 671

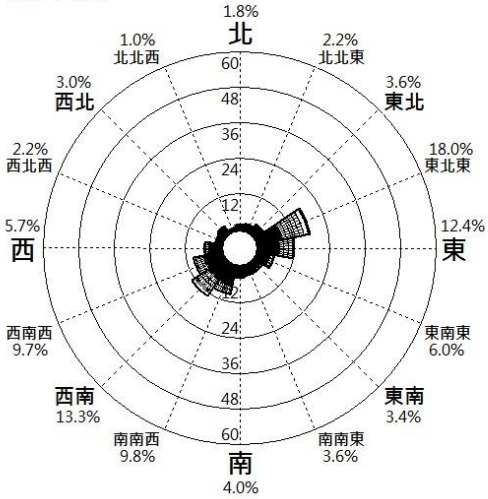


圖5.26 2014年2月花蓮港測站海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/03/01 00:10 - 2014/03/31 23:10
筆數： 738

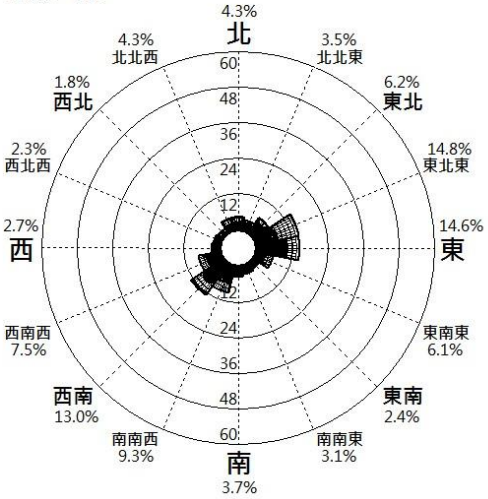


圖5.27 2014年3月花蓮港測站海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/04/01 00:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 718

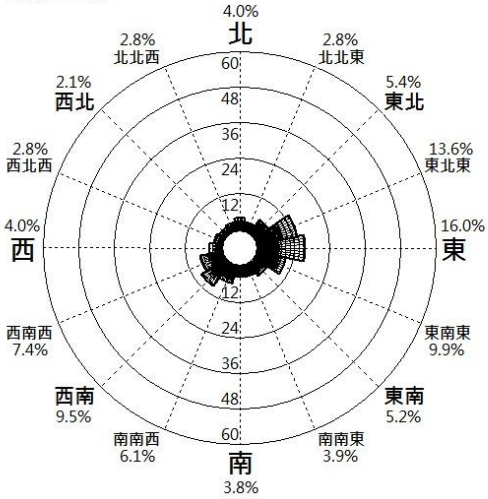
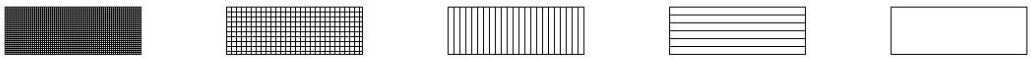


圖5.28 2014年4月花蓮港測站海流玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

花蓮港海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 744

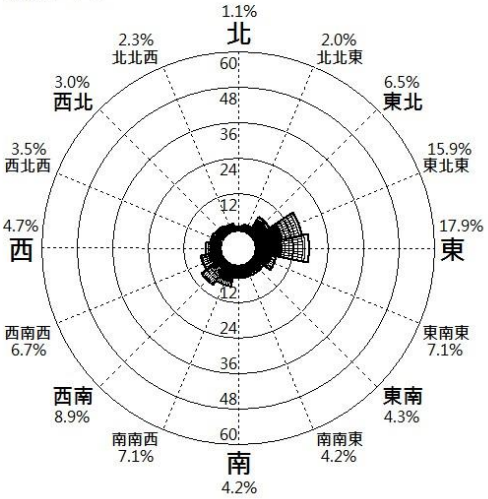


圖5.29 2014年5月花蓮港測站海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 709

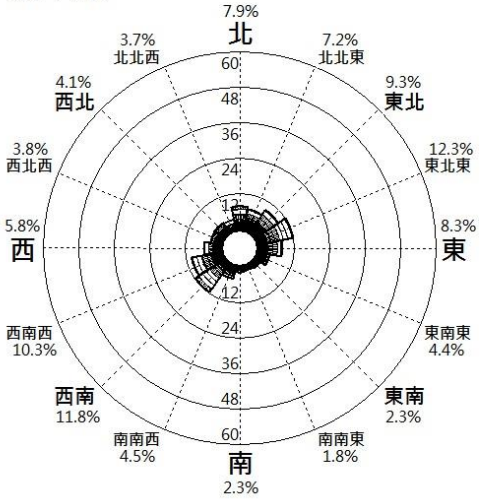


圖5.30 2014年6月花蓮港測站海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/31 23:15
筆數： 1048

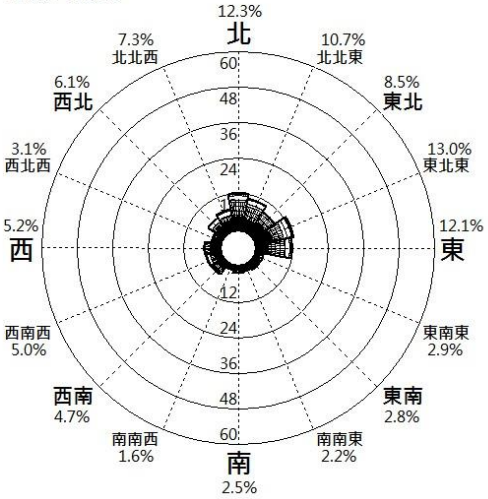


圖5.31 2014年7月花蓮港測站海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/08/01 00:10 - 2014/08/31 23:10
筆數： 936

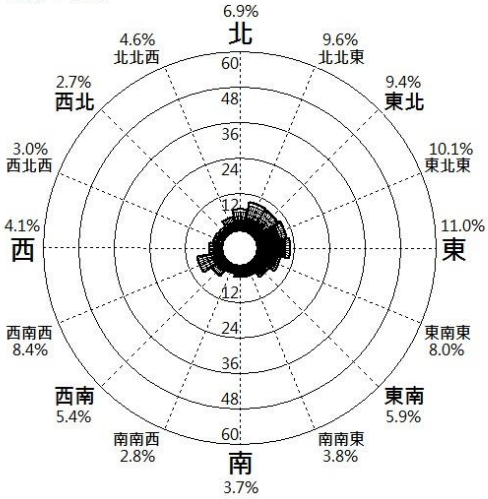
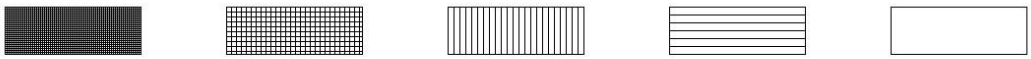


圖5.32 2014年8月花蓮港測站海流玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

花蓮港海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 718

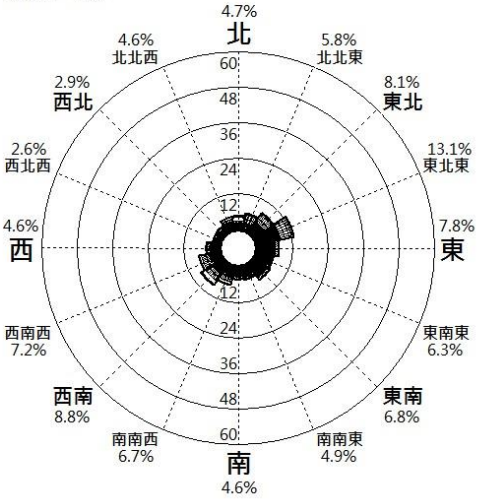


圖5.33 2014年9月花蓮港測站海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 743

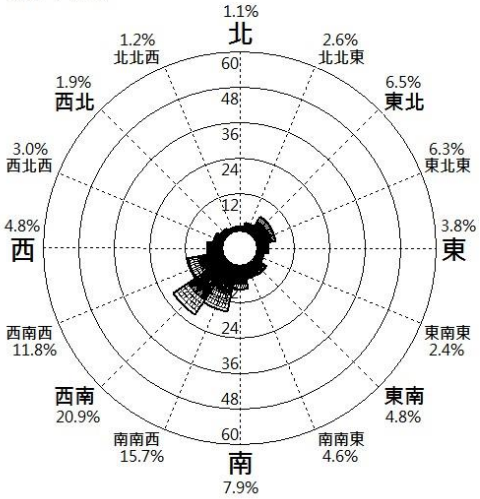


圖5.34 2014年10月花蓮港測站海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 690

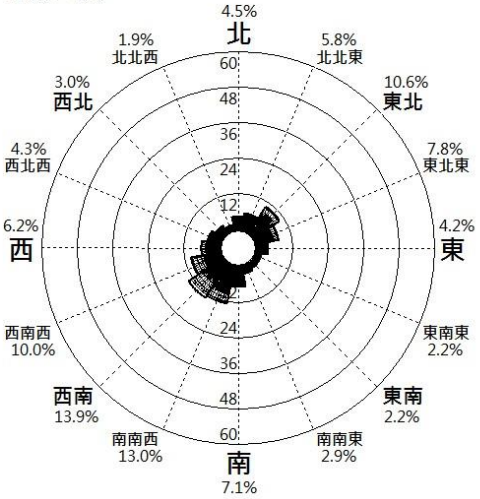


圖5.35 2014年11月花蓮港測站海流玫瑰圖

站名： 花蓮
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 740

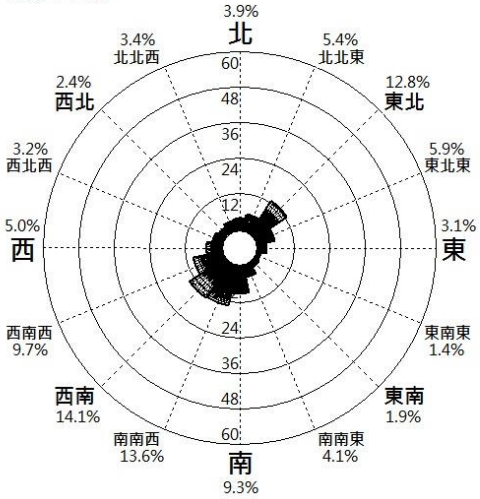
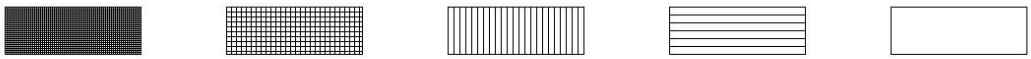


圖5.36 2014年12月花蓮港測站海流玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

花蓮港風速風向玫瑰圖

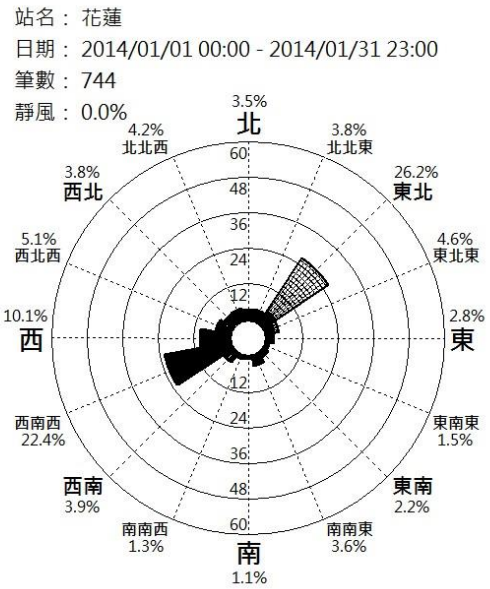


圖5.37 2014年1月花蓮港測站風速風向玫瑰圖

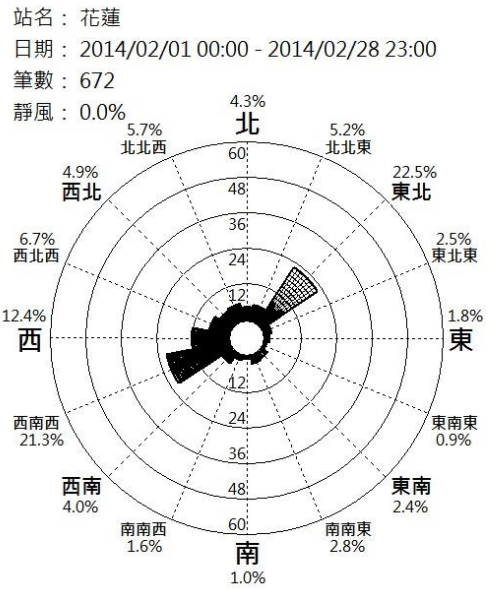


圖5.38 2014年2月花蓮港測站風速風向玫瑰圖

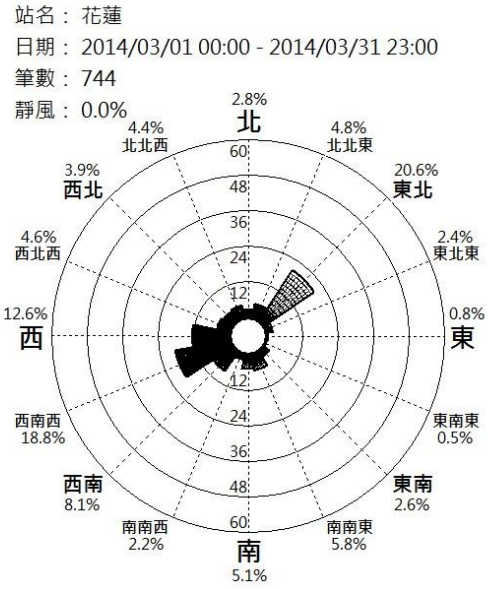


圖5.39 2014年3月花蓮港測站風速風向玫瑰圖

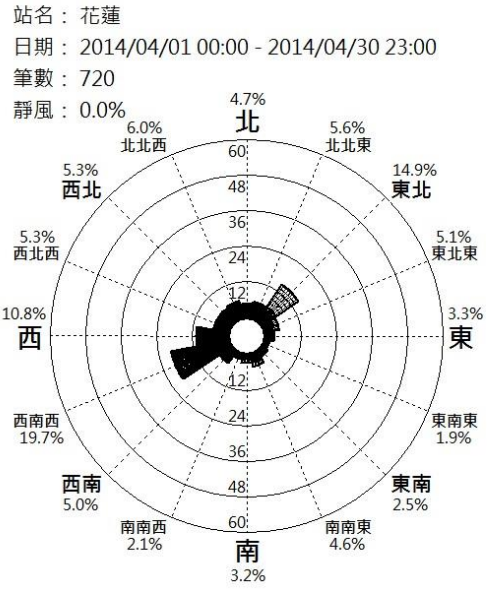
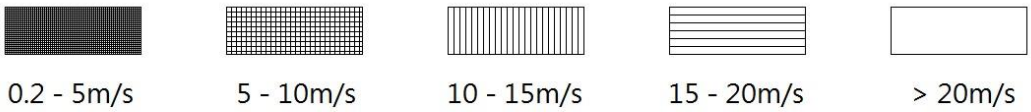


圖5.40 2014年4月花蓮港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

花蓮港風速風向玫瑰圖

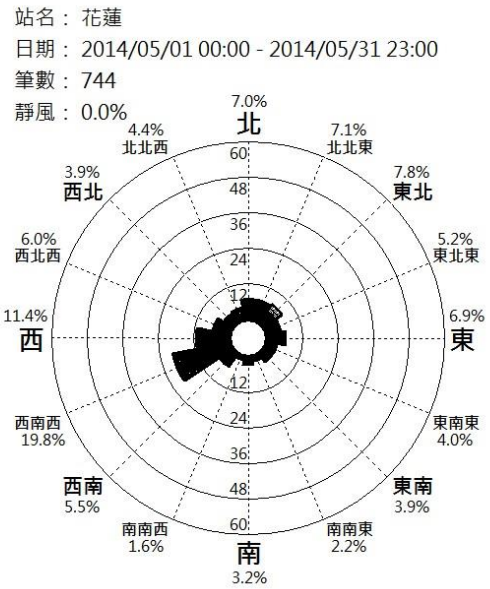


圖5.41 2014年5月花蓮港測站風速風向玫瑰圖

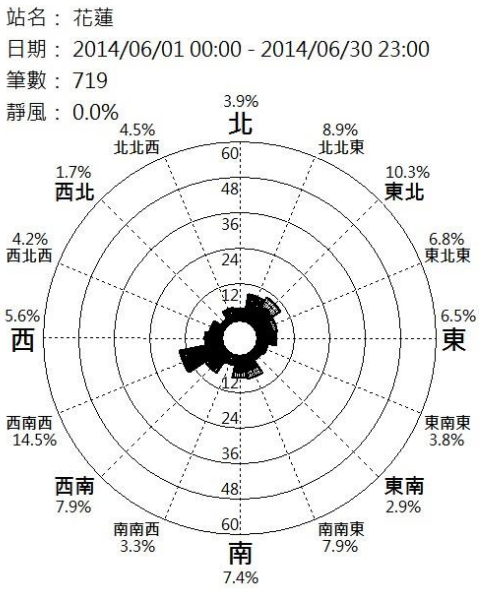


圖5.42 2014年6月花蓮港測站風速風向玫瑰圖

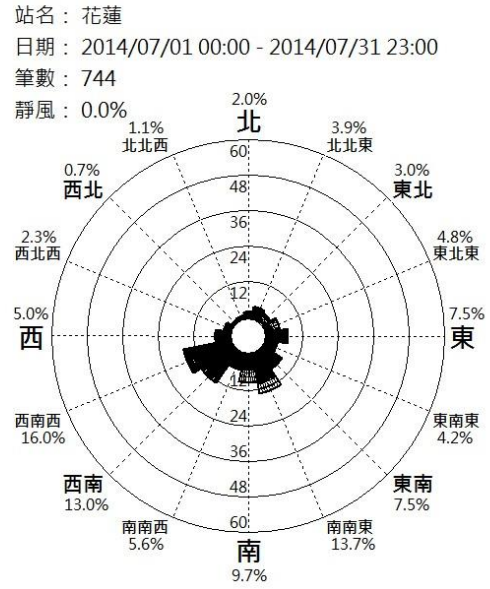


圖5.43 2014年7月花蓮港測站風速風向玫瑰圖

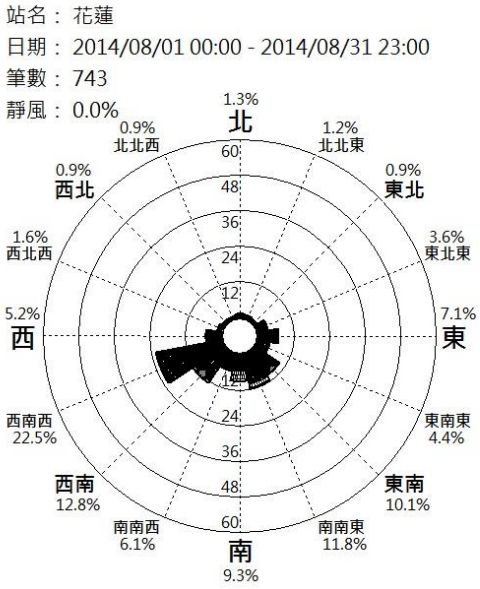
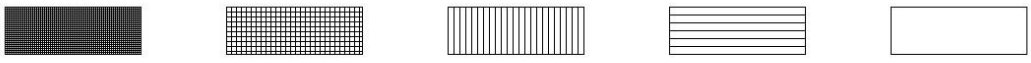


圖5.44 2014年8月花蓮港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

花蓮港風速風向玫瑰圖

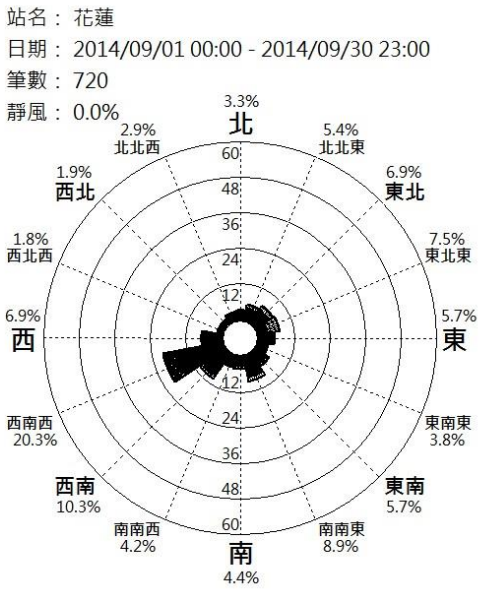


圖5.45 2014年9月花蓮港測站風速風向玫瑰圖

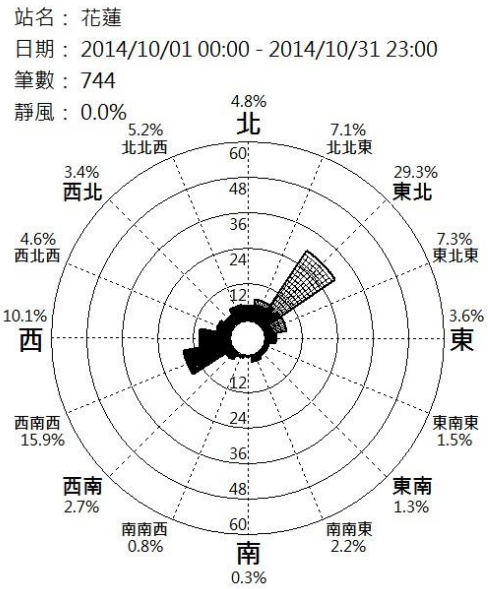


圖5.46 2014年10月花蓮港測站風速風向玫瑰圖

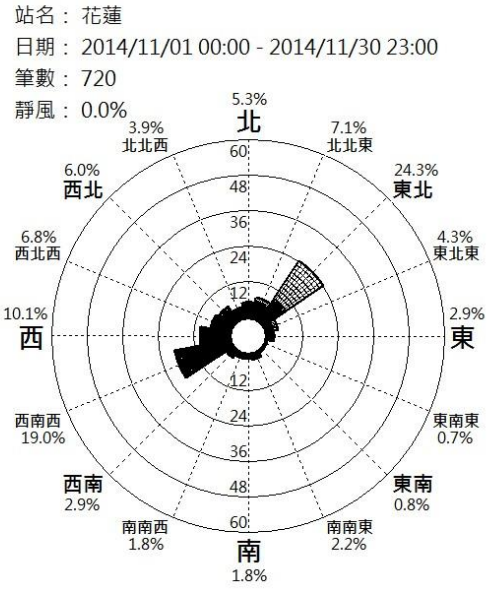


圖5.47 2014年11月花蓮港測站風速風向玫瑰圖

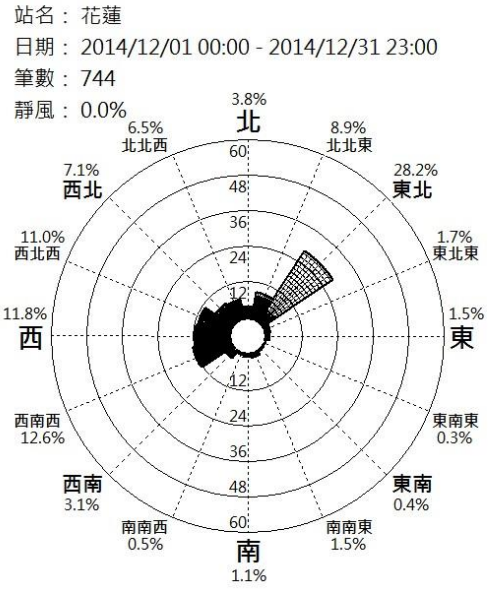
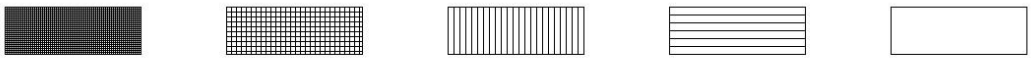


圖5.48 2014年12月花蓮港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表5.1 花蓮港測站示性波高、示性週期及波向統計表

年/月	觀測點數	H1/3 平均值 (m)	T1/3 平均值 (m)	H1/3 最大值 (m)	週期 (s)	波向 (來向)	H1/3 < 0.5m (%)	H1/3 0.5~1m (%)	H1/3 1~5m (%)	H1/3 >5m (%)	波向 北~東 (%)	波向 東~南 (%)	波向 南~西 (%)	波向 西~北 (%)	T1/3 < 6s (%)	T1/3 6~8s (%)	T1/3 8~10s (%)	T1/3 >10s (%)
2014/01	743(100%)	1.44	8.6	2.92	11.4	東南東	0.0	10.2	89.8	0.0	28.8	71.2	0.0	0.0	1.7	28.4	59.8	10.1
2014/02	671(100%)	1.56	9.2	3.38	11.9	東	0.0	3.9	96.1	0.0	45.5	54.5	0.0	0.0	1.5	23.2	40.8	34.4
2014/03	738(99%)	1.33	8.8	2.93	11.0	東南東	0.0	17.6	82.4	0.0	26.6	73.4	0.0	0.0	1.2	18.8	66.8	13.1
2014/04	718(100%)	1.06	8.6	2.11	11.1	東	0.0	50.6	49.4	0.0	28.4	71.6	0.0	0.0	1.9	30.6	55.0	12.4
2014/05	744(100%)	0.83	7.1	2.17	11.3	東南東	7.7	66.3	26.1	0.0	19.6	80.4	0.0	0.0	22.8	52.7	18.4	6.0
2014/06	709(98%)	0.78	6.9	1.87	10.9	東南	10.0	70.4	19.6	0.0	3.7	96.2	0.1	0.0	27.1	55.4	17.1	0.4
2014/07	1048(141%)	1.09	7.9	7.07	16.9	東南	9.7	46.2	43.3	0.8	0.7	99.2	0.1	0.0	22.6	32.0	33.1	12.3
2014/08	936(126%)	0.84	8.9	2.78	14.0	東南	23.8	44.4	31.7	0.0	1.7	98.3	0.0	0.0	11.9	30.2	25.5	32.4
2014/09	718(100%)	0.97	8.5	4.08	14.1	東南東	27.2	43.0	29.8	0.0	0.3	99.7	0.0	0.0	7.5	35.5	32.2	24.8
2014/10	743(100%)	1.66	9.6	4.06	14.8	東	0.0	15.5	84.5	0.0	24.0	76.0	0.0	0.0	1.2	31.2	31.4	36.2
2014/11	690(96%)	1.49	8.9	2.67	12.6	東南東	0.0	9.4	90.6	0.0	5.8	94.2	0.0	0.0	0.4	18.1	71.3	10.1
2014/12	740(99%)	1.61	9.1	2.92	14.2	東	0.0	3.6	96.4	0.0	23.9	76.1	0.0	0.0	0.8	16.8	65.1	17.3

表5.2 花蓮港測站示性波高分佈百分比(%)統計表

H1/3(m) 年/月	0 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 1.5	1.5 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 50	合計(%)
2014/01	0.0	10.2	52.6	26.6	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.0	3.9	48.7	29.4	17.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	0.0	17.6	51.2	24.8	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	0.0	50.6	39.8	9.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	7.7	66.3	23.3	2.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	10.0	70.4	17.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	9.7	46.2	29.1	7.4	3.4	3.1	0.3	0.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	23.8	44.4	25.0	4.2	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	27.2	43.0	12.0	7.1	8.1	2.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	0.0	15.5	44.8	10.6	19.7	9.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	0.0	9.4	43.3	35.9	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.0	3.6	40.1	36.6	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表5.3 花蓮港測站示性週期分佈百分比(%)統計表

T1/3(秒)

年/月	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 9	9 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	60 ~ 200	合計(%)
2014/01	0.0	0.0	0.0	1.7	7.3	21.1	27.2	32.6	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.0	0.0	0.0	1.5	7.0	16.2	13.9	27.0	34.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	0.0	0.0	0.0	1.2	5.6	13.3	33.7	33.1	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	0.0	0.0	0.1	1.8	6.1	24.5	31.3	23.7	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	0.0	0.3	3.9	18.7	25.5	27.2	14.4	4.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	0.0	0.1	5.6	21.3	28.2	27.2	11.6	5.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	0.0	1.1	9.0	12.5	14.3	17.7	17.4	15.7	6.9	5.0	0.5	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	0.1	0.1	1.5	10.1	16.0	14.2	13.2	12.3	18.1	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	0.0	0.1	1.7	5.7	13.8	21.7	17.4	14.8	22.1	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	0.0	0.0	0.0	1.2	6.3	24.9	18.6	12.8	17.5	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	0.0	0.0	0.1	0.3	1.0	17.1	35.2	36.1	8.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.0	0.0	0.0	0.8	1.2	15.5	30.3	34.9	15.5	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表5.4 花蓮港測站波向分佈百分比(%)統計表

波向

年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	0.0	0.0	0.0	3.2	51.8	31.4	13.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.0	0.0	0.0	8.2	51.0	25.8	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	0.0	0.0	0.0	1.8	49.3	33.6	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	0.0	0.0	0.0	4.7	52.4	39.4	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	0.0	0.0	0.0	4.3	34.0	50.4	10.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	0.0	0.0	0.0	0.1	19.9	28.6	30.6	20.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	0.1	0.0	0.1	0.1	4.2	28.3	55.3	11.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	36.9	47.3	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	60.7	32.5	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	0.0	0.0	0.0	2.0	53.6	44.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	0.0	0.0	0.0	0.0	36.8	58.1	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.0	0.0	0.0	1.1	51.1	46.2	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表5.5 花蓮港測站流速及流向統計表

年/月	觀測點數	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)(去向)	流速 <25cm/s (%)	流速 25~50cm/s (%)	流速 50~75cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 北~東 (%)	流向 東~南 (%)	流向 南~西 (%)	流向 西~北 (%)
2014/01	743	022.3	095.6 / 東	67.0	27.6	4.6	0.8	35.9	14.8	37.8	11.4
2014/02	671	018.4	085.3 / 東北東	79.0	19.8	1.0	0.1	32.8	18.5	38.3	10.4
2014/03	738	017.0	062.6 / 西南	81.8	17.2	0.9	0.0	35.2	19.4	33.6	11.8
2014/04	718	016.8	068.4 / 西南西	78.7	20.1	1.3	0.0	33.4	27.9	27.3	11.4
2014/05	744	016.7	059.1 / 東	77.7	21.4	0.9	0.0	34.7	26.2	26.6	12.5
2014/06	709	027.1	082.0 / 西南	54.6	32.3	12.4	0.7	37.8	12.8	31.7	17.6
2014/07	1048	025.4	149.0 / 北	58.9	32.0	8.9	0.3	46.9	13.1	15.1	24.9
2014/08	936	017.2	069.1 / 南南西	79.3	19.6	1.2	0.0	39.1	25.5	20.0	15.4
2014/09	718	017.8	075.3 / 北	78.0	19.5	2.4	0.1	32.6	24.9	28.7	13.8
2014/10	743	015.0	060.6 / 南南西	86.7	12.4	0.9	0.0	18.7	16.4	56.1	8.7
2014/11	690	014.1	059.8 / 西南	88.7	10.1	1.2	0.0	29.3	11.9	45.1	13.8
2014/12	740	012.8	069.2 / 西南	92.2	7.2	0.7	0.0	28.4	12.6	46.5	12.6

表5.6 花蓮港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 ~ 120	120 ~ 150	150 ~	合計(%)
2014/01	4.0	12.2	17.6	19.2	13.9	11.7	7.3	3.9	3.1	1.6	2.0	3.1	0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	6.1	17.1	21.3	22.4	12.1	6.9	5.1	2.8	3.1	1.9	0.4	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	7.9	18.4	20.6	21.7	13.3	7.6	4.5	2.6	1.6	0.9	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	10.3	21.2	21.3	15.7	10.2	6.8	6.4	4.5	1.3	1.1	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	11.7	23.4	20.8	12.4	9.4	7.0	5.2	4.6	3.2	1.3	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	4.8	12.0	13.4	14.7	9.7	8.2	5.9	5.6	5.8	6.8	9.4	3.5	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	4.7	12.2	14.3	16.5	11.2	8.5	7.3	5.5	5.4	5.2	5.1	3.8	0.2	0.0	0.1	0.0	100.0
2014/08	8.7	18.6	22.9	17.8	11.3	8.0	4.8	4.2	1.5	1.1	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	8.5	22.8	22.1	13.1	11.4	7.2	3.8	3.6	2.6	2.2	1.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	10.0	24.6	24.5	17.2	10.4	6.2	2.4	1.3	1.2	1.2	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	13.3	25.7	24.1	16.4	9.3	4.8	2.9	0.9	1.2	0.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	14.5	29.6	24.7	15.3	8.1	3.2	1.6	1.4	0.7	0.3	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表5.7 花蓮港測站流向分佈百分比(%)統計表

流向

年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	3.2	1.7	5.4	20.3	10.6	3.2	3.6	2.6	5.7	10.4	12.5	7.4	5.7	3.0	2.2	2.6	100.0
2014/02	1.9	2.2	3.6	18.0	12.4	6.0	3.4	3.6	4.0	10.0	13.3	9.7	5.7	2.2	3.0	1.0	100.0
2014/03	4.3	3.7	6.2	14.8	14.6	6.1	2.4	3.1	3.7	9.3	13.0	7.5	2.7	2.4	1.8	4.3	100.0
2014/04	4.0	2.8	5.4	13.6	16.0	9.9	5.2	4.0	4.0	6.3	9.5	7.4	4.0	2.8	2.2	2.8	100.0
2014/05	1.1	2.2	6.7	16.0	17.9	7.1	4.3	4.2	4.2	7.1	8.9	6.7	4.8	3.6	3.0	2.3	100.0
2014/06	8.0	7.2	9.3	12.3	8.3	4.4	2.3	1.8	2.3	4.5	11.8	10.4	5.8	3.8	4.1	3.7	100.0
2014/07	12.3	10.7	8.5	13.0	12.1	2.9	2.9	2.2	2.6	1.6	4.7	5.0	5.2	3.1	6.1	7.3	100.0
2014/08	7.1	9.6	9.4	10.1	11.0	8.0	6.0	4.0	3.7	2.8	5.4	8.4	4.1	3.0	2.8	4.6	100.0
2014/09	4.7	5.8	8.1	13.1	7.8	6.3	6.8	4.9	4.7	6.7	8.8	7.4	4.6	2.8	2.9	4.6	100.0
2014/10	1.1	2.7	6.5	6.3	3.9	2.4	4.8	4.7	7.9	15.7	20.9	11.8	4.8	3.0	2.2	1.2	100.0
2014/11	4.6	5.8	10.6	7.8	4.2	2.2	2.2	2.9	7.2	13.0	13.9	10.0	6.2	4.3	3.0	1.9	100.0
2014/12	4.1	5.4	13.0	5.9	3.2	1.4	1.9	4.1	9.3	13.6	14.1	9.7	5.1	3.2	2.4	3.5	100.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表5.8 花蓮港測站風速及風向統計表

年/月	觀測點數	風速 平均值 (m/s)	風速/風向 最大值 (m/s)(來向)	風速 <5m/s (%)	風速 5~10m/s (%)	風速 10~15m/s (%)	風速 >15m/s (%)	風向 北~東 (%)	風向 東~南 (%)	風向 南~西 (%)	風向 西~北 (%)	靜風 (%)
2014/01	744	4.0	11.2 / 東北東	75.8	23.0	1.2	0.0	38.2	8.9	34.4	18.5	0.0
2014/02	672	3.4	9.4 / 東北	82.6	17.4	0.0	0.0	33.5	7.7	34.2	24.6	0.0
2014/03	744	3.6	11.5 / 東北	78.5	20.3	1.2	0.0	29.4	12.9	36.4	21.2	0.0
2014/04	720	3.0	8.0 / 東北東	85.7	14.3	0.0	0.0	30.1	12.6	34.3	22.9	0.0
2014/05	744	2.5	9.4 / 東北	96.8	3.2	0.0	0.0	27.8	14.0	35.9	22.3	0.1
2014/06	719	2.9	10.7 / 南	89.3	10.3	0.4	0.0	32.3	21.4	33.0	13.4	0.0
2014/07	744	3.3	21.9 / 東	85.5	12.6	1.6	0.3	15.9	35.3	42.2	6.6	0.0
2014/08	743	2.9	10.9 / 南	93.0	6.2	0.8	0.0	10.0	35.9	48.3	5.8	0.0
2014/09	720	3.0	9.2 / 北	87.2	12.8	0.0	0.0	24.9	24.3	40.1	10.7	0.0
2014/10	744	4.0	12.6 / 東北	70.0	28.4	1.6	0.0	48.0	6.5	24.9	20.7	0.0
2014/11	720	3.5	10.0 / 東北	79.7	19.9	0.4	0.0	40.0	6.3	30.1	23.6	0.0
2014/12	744	3.8	10.7 / 東北	75.0	23.9	1.1	0.0	41.9	3.4	22.3	32.4	0.0

表5.9 花蓮港測站風速分佈百分比(%)統計表

風速(m/s) 年/月	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 14	14 ~ 16	16 ~ 18	18 ~ 20	20 ~ 30	30 ~	合計(%)
2014/01	0.1	10.8	35.1	18.8	11.0	6.6	3.8	4.0	8.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	1.8	17.0	32.1	22.6	9.1	4.9	5.4	4.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	1.2	17.6	32.0	17.3	10.3	6.5	4.4	3.5	5.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	2.5	26.3	31.4	18.1	7.5	6.3	4.6	3.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	4.0	32.8	37.5	17.1	5.4	1.3	1.1	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	4.6	27.1	33.0	16.3	8.3	4.7	2.8	1.9	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	3.6	19.2	30.4	21.5	10.8	6.5	3.1	1.3	1.7	0.7	0.7	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	100.0
2014/08	1.3	18.8	45.8	19.8	7.3	2.7	1.2	0.4	1.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	2.1	24.6	29.9	22.2	8.5	7.2	3.5	1.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	1.6	16.1	28.8	14.7	8.9	9.7	6.5	6.6	5.6	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	1.4	18.2	33.2	16.9	10.0	6.8	5.4	2.4	5.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.7	16.9	33.6	15.9	7.9	5.6	4.7	6.0	7.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表5.10 花蓮港測站風向分佈百分比(%)統計表

風向 年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	靜風(%)
2014/01	3.5	3.8	26.2	4.6	2.8	1.5	2.2	3.6	1.1	1.3	3.9	22.4	10.1	5.1	3.8	4.2	0.0
2014/02	4.3	5.2	22.5	2.5	1.8	0.9	2.4	2.8	1.0	1.6	4.0	21.3	12.4	6.7	4.9	5.7	0.0
2014/03	2.8	4.8	20.6	2.4	0.8	0.5	2.6	5.8	5.1	2.2	8.1	18.8	12.6	4.6	3.9	4.4	0.0
2014/04	4.7	5.6	14.9	5.1	3.3	1.9	2.5	4.6	3.2	2.1	5.0	19.7	10.8	5.3	5.3	6.0	0.0
2014/05	7.0	7.1	7.8	5.2	6.9	4.0	3.9	2.2	3.2	1.6	5.5	19.8	11.4	6.0	3.9	4.4	0.0
2014/06	3.9	8.9	10.3	6.8	6.5	3.8	2.9	7.9	7.4	3.3	7.9	14.5	5.6	4.2	1.7	4.5	0.0
2014/07	2.0	3.9	3.0	4.8	7.5	4.2	7.5	13.7	9.7	5.6	13.0	16.0	5.0	2.3	0.7	1.1	0.0
2014/08	1.3	1.2	0.9	3.6	7.1	4.4	10.1	11.8	9.3	6.1	12.8	22.5	5.2	1.6	0.9	0.9	0.0
2014/09	3.3	5.4	6.9	7.5	5.7	3.8	5.7	8.9	4.4	4.2	10.3	20.3	6.9	1.8	1.9	2.9	0.0
2014/10	4.8	7.1	29.3	7.3	3.6	1.5	1.3	2.2	0.3	0.8	2.7	15.9	10.1	4.6	3.4	5.2	0.0
2014/11	5.3	7.1	24.3	4.3	2.9	0.7	0.8	2.2	1.8	1.8	2.9	19.0	10.1	6.8	6.0	3.9	0.0
2014/12	3.8	8.9	28.2	1.7	1.5	0.3	0.4	1.5	1.1	0.5	3.1	12.6	11.8	11.0	7.1	6.5	0.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

第六章

2014 年高雄港海氣象資料分析與特性

第六章　2014 年高雄港海氣象資料分析與特性

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，因此 2005 年 8 月，本所經會勘後，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，2010 年 8 月在原位置第一次更新。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，2010 年 10 月在原位置第一次更新儀器，氣象站改用二維超音波式風速風向儀，並在高雄二港口南防波堤堤頭，增設一組二維超音波式風速風向儀，改用 GPRS 傳訊方式，可將資料每小時即時傳回本所港研中心之即時傳送監測系統，詳如圖 2.9。

6.1.1 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 1.0 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 6 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 17 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 2014 年 1 月~2014 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 6.6~圖 6.12，其實測有義波高 (1) 哈吉貝颱風 6 月 15 日 1 時因測得最大有義波高 3.01 公尺、週期 9.8 秒，波浪來向 202.3 度；(2) 浣熊颱風於 7 月 8 日 16 時測得最大之有義波為 1.61 公尺、週期 5.8 秒，波浪來向 312.8 度；(3) 雷馬遜颱風於 7 月 18 日 10 時測到最大之有義波為 1.67 公尺、週期 9.1 秒，波浪來向 139.7 度；(4) 麥德姆颱風 7 月 23 日 6 時測得最大有義波高為 3.22 公尺、週期 8.09，波浪來向 277.9 度；(5) 哈隆颱風儀器故障沒有資料(7 月 23 日 7 時左右麥德姆颱風臺東登陸後造成閃電打雷儀器損壞，停止量測)；(6) 海鷗颱風 9 月 16 日 8 時測得最大有義波高為 3.89 公尺、週期 12.0，波浪來向 231.1 度；(7) 鳳凰颱風 9 月 21 日 5 時測得最大有義波高為 4.71 公尺、週期 12.2，波浪來向 183.4 度；(8) 巴逢颱風 10 月 6 日 23 時測得最大有義波高為 1.07 公尺、週期 6.7，波浪來向 291.5 度；(9) 黃蜂颱風 10 月 12 日 14 時測得最大有義波高為 1.28 公尺、週期 6.0，波浪來向 323.7 度；(10) 哈格比颱風 12 月 10 日 18 時測得最大有義波高為 1.13 公尺、週期 6.7，波浪來向 232.6 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。

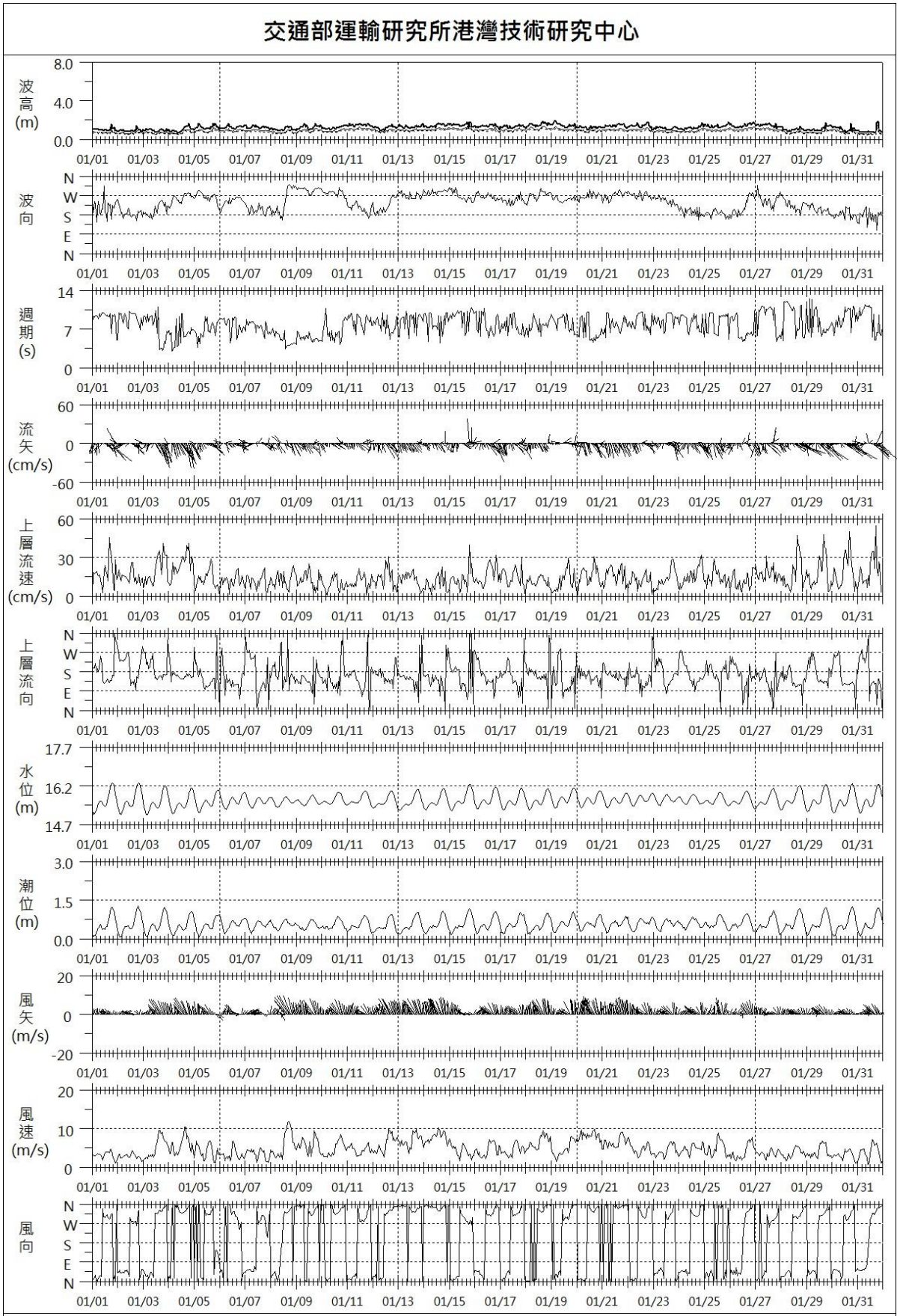


圖6.1 2014年1月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

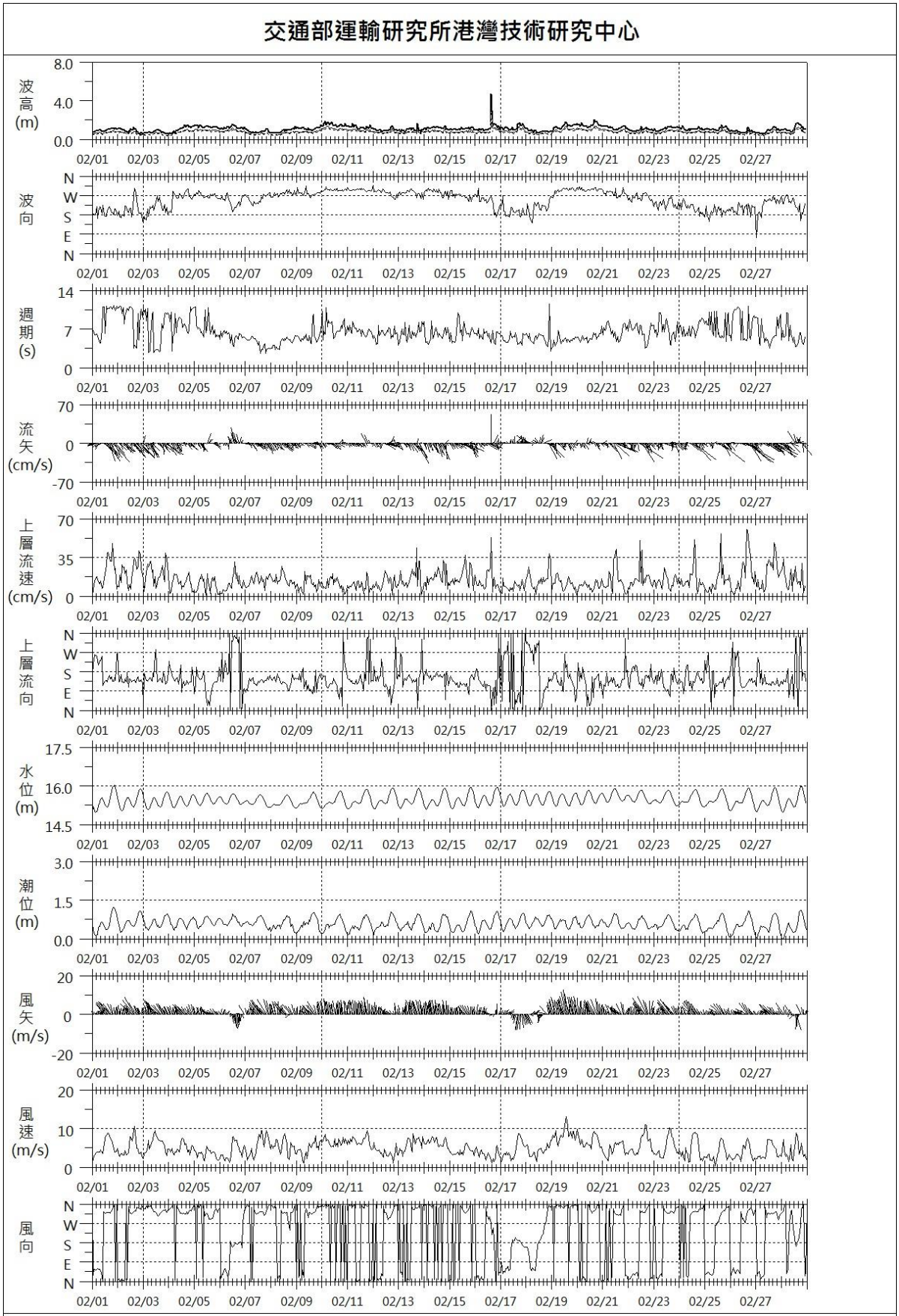


圖6.2 2014年2月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

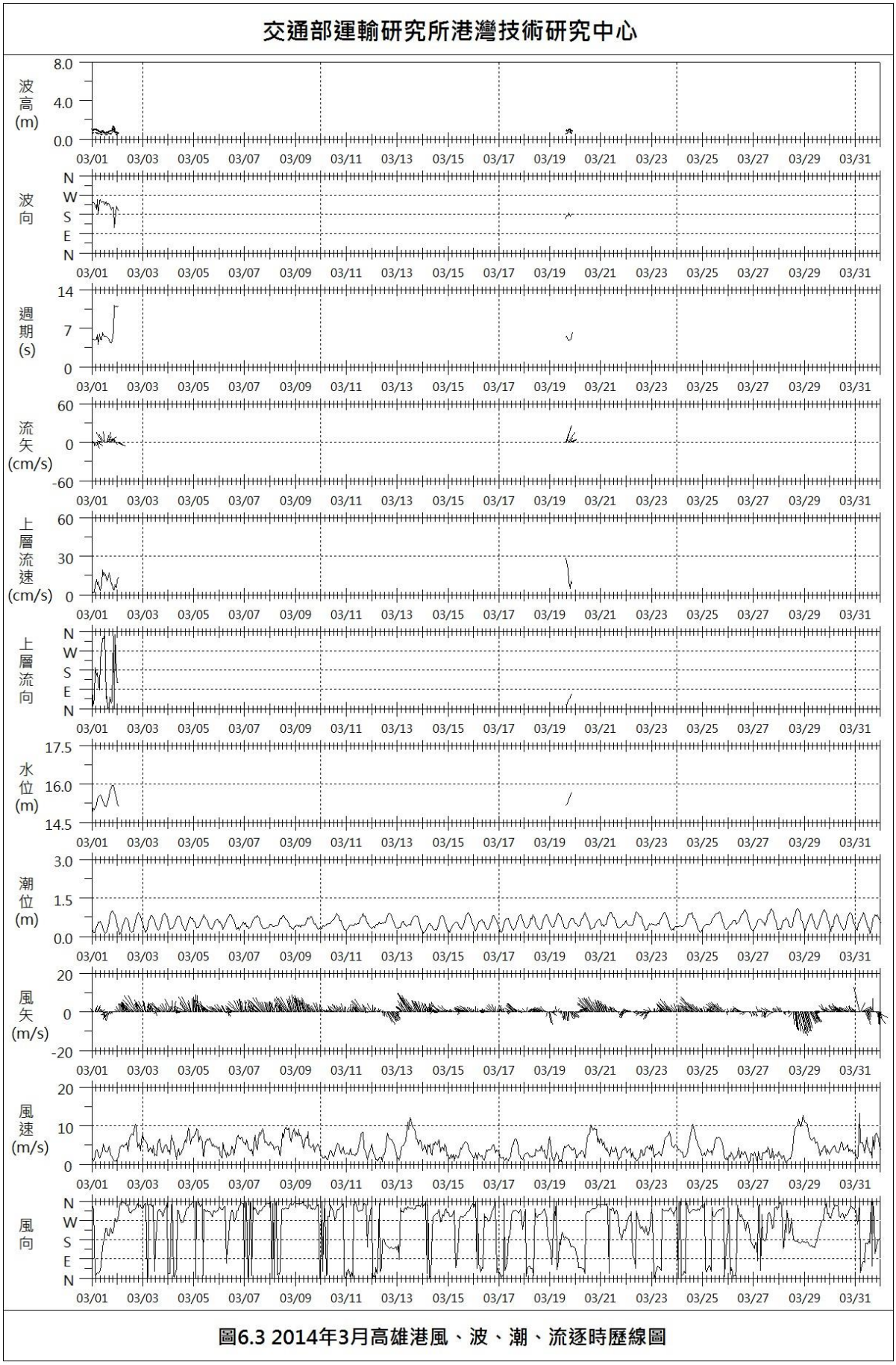


圖6.3 2014年3月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

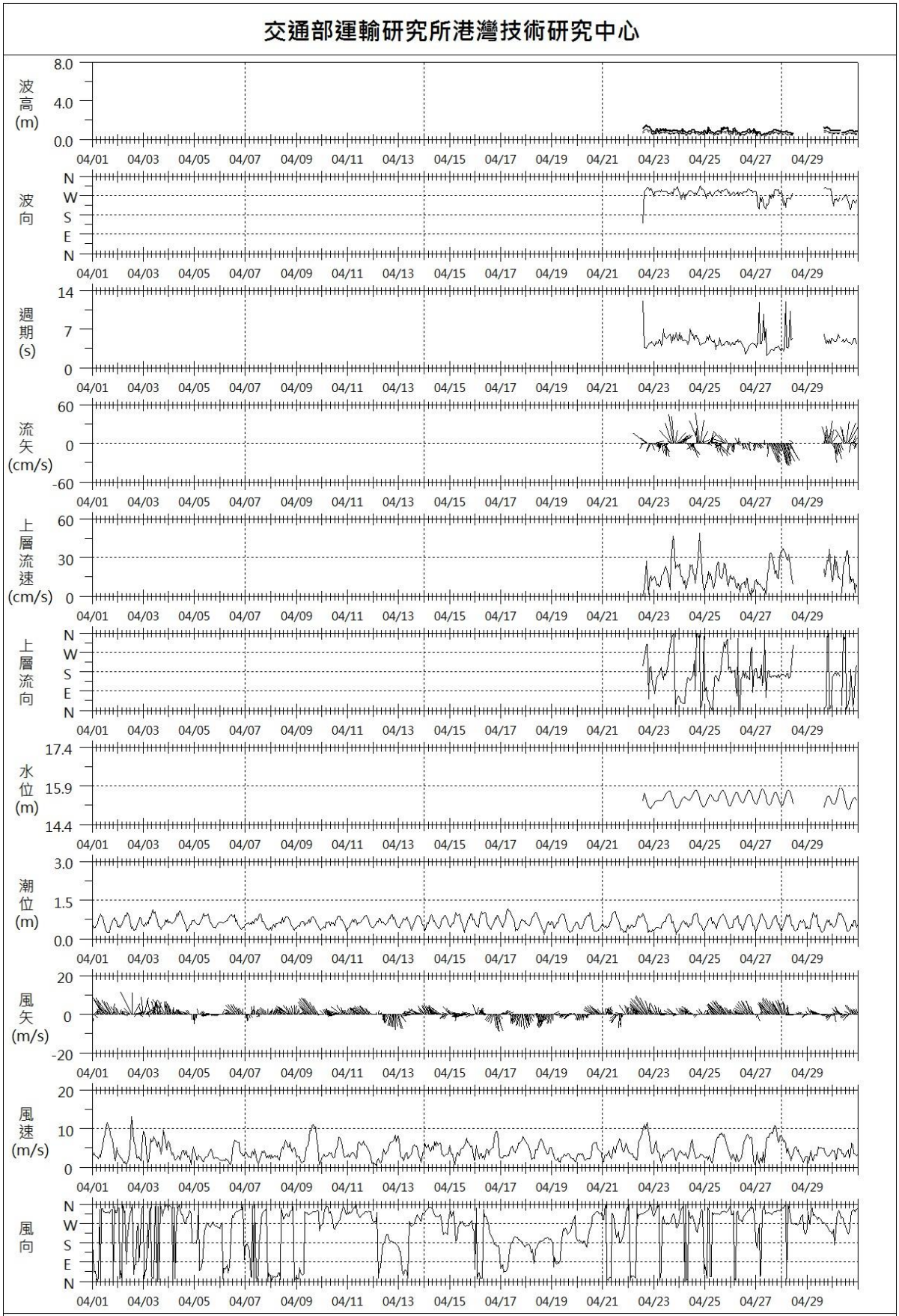


圖6.4 2014年4月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

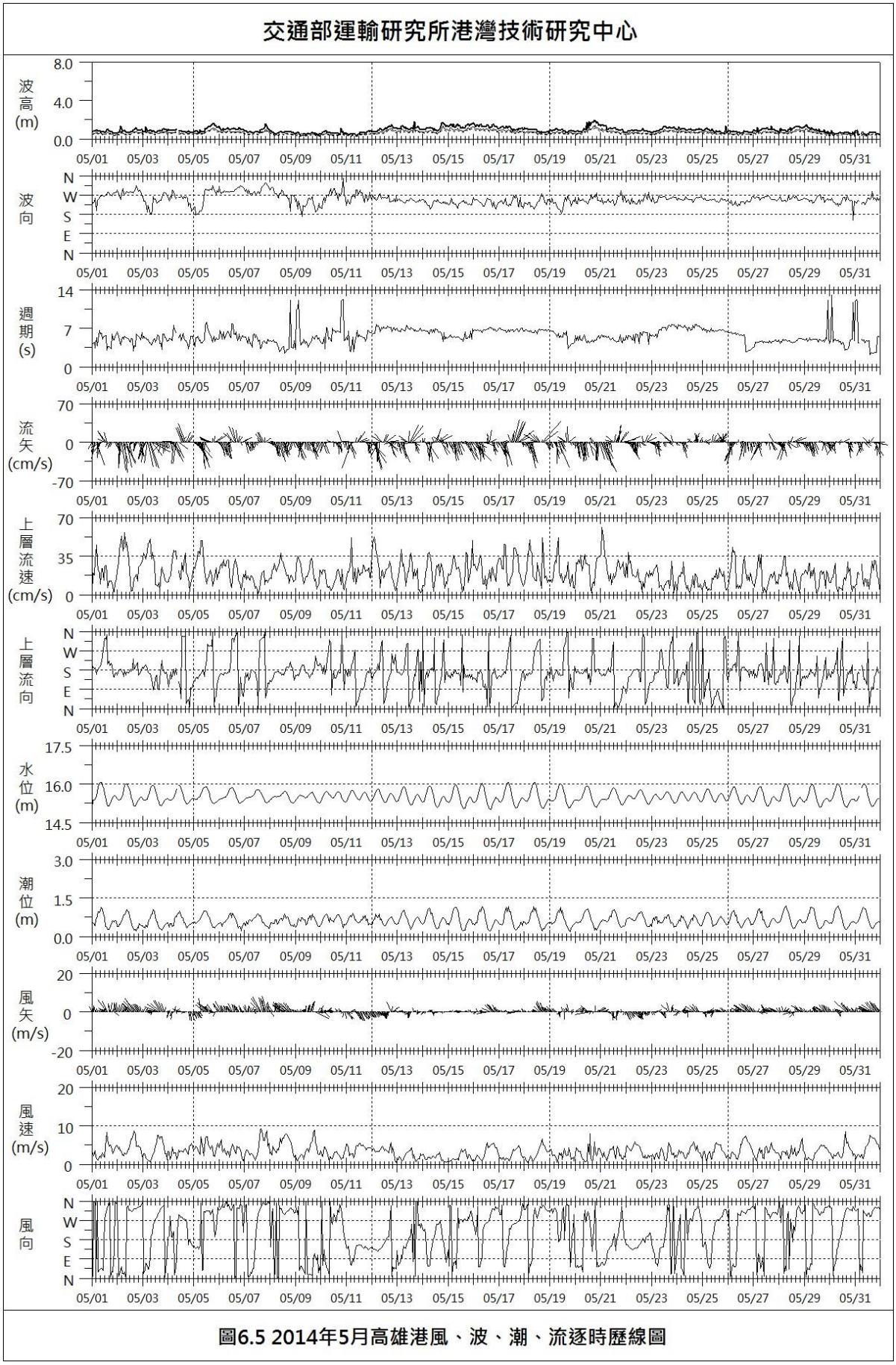


圖6.5 2014年5月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

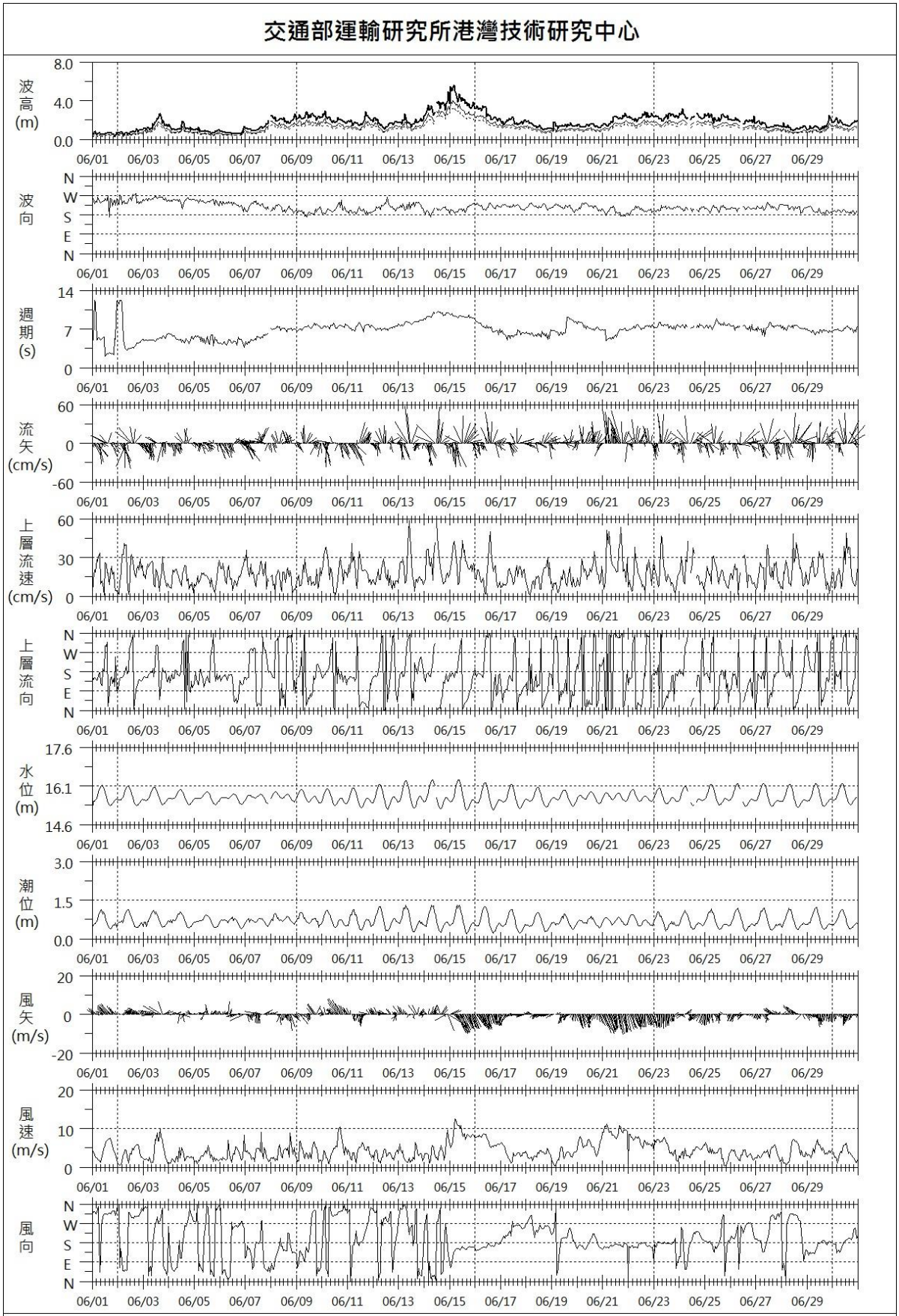


圖6.6 2014年6月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

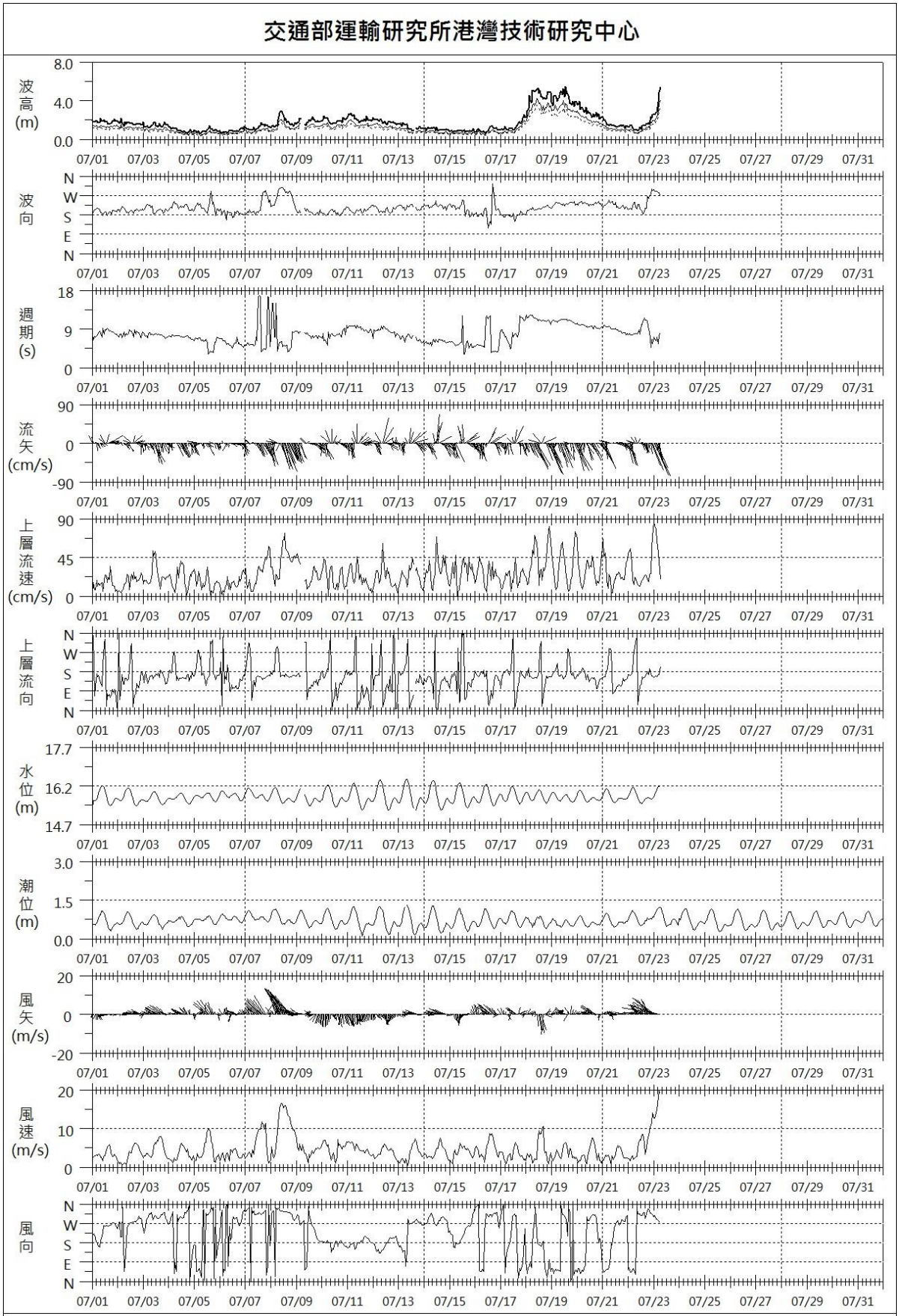


圖6.7 2014年7月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

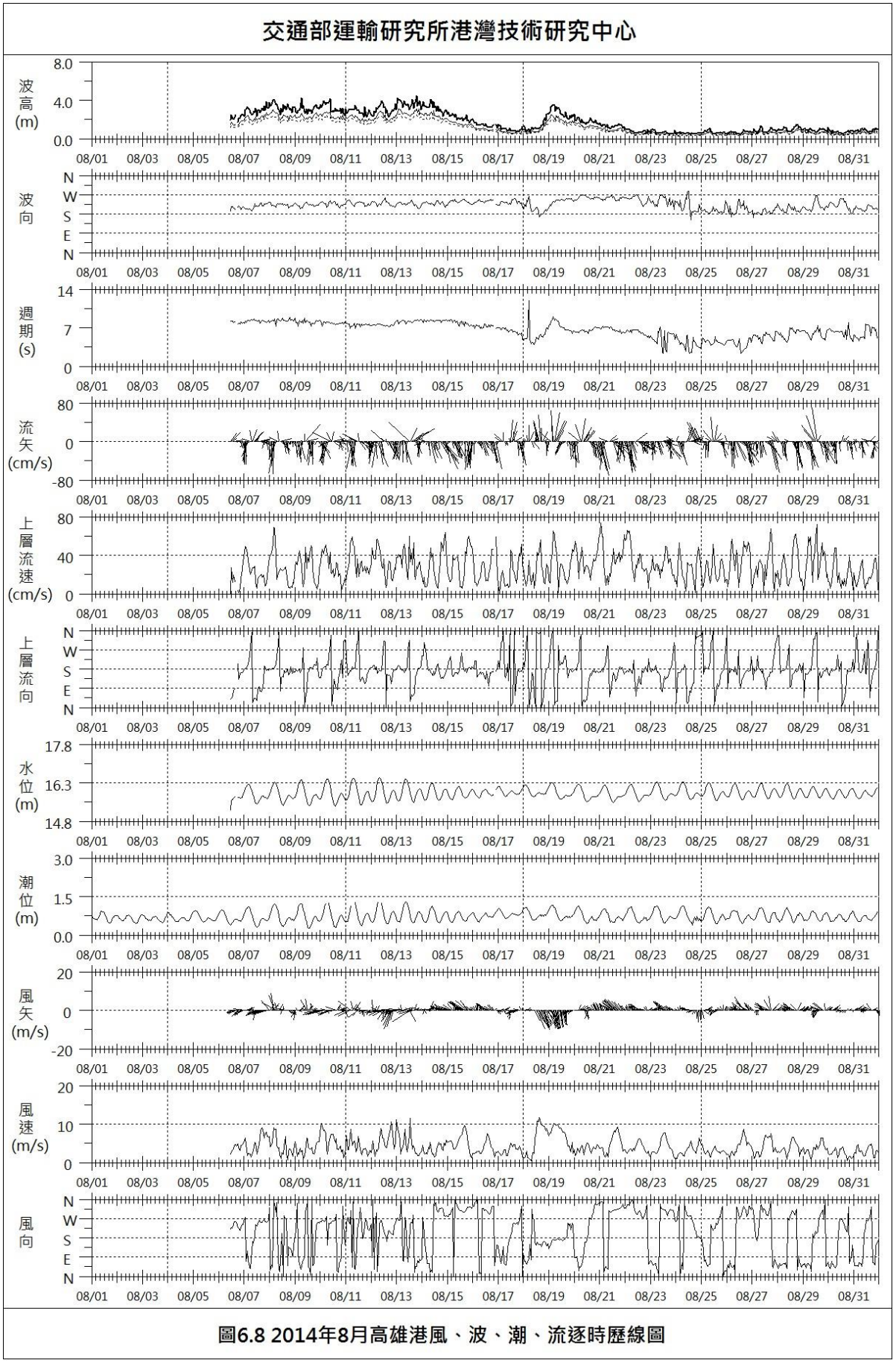


圖6.8 2014年8月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

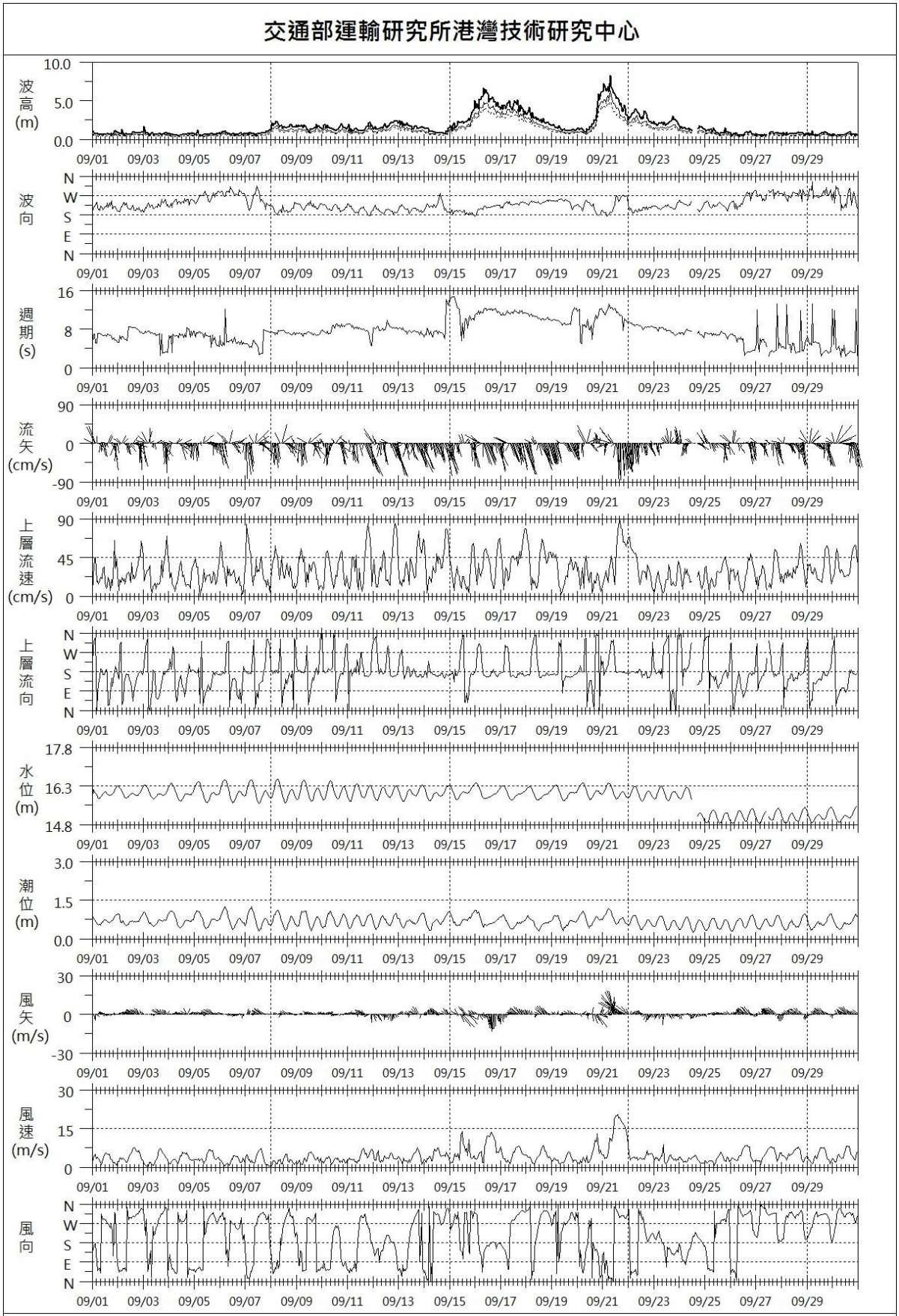


圖6.9 2014年9月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

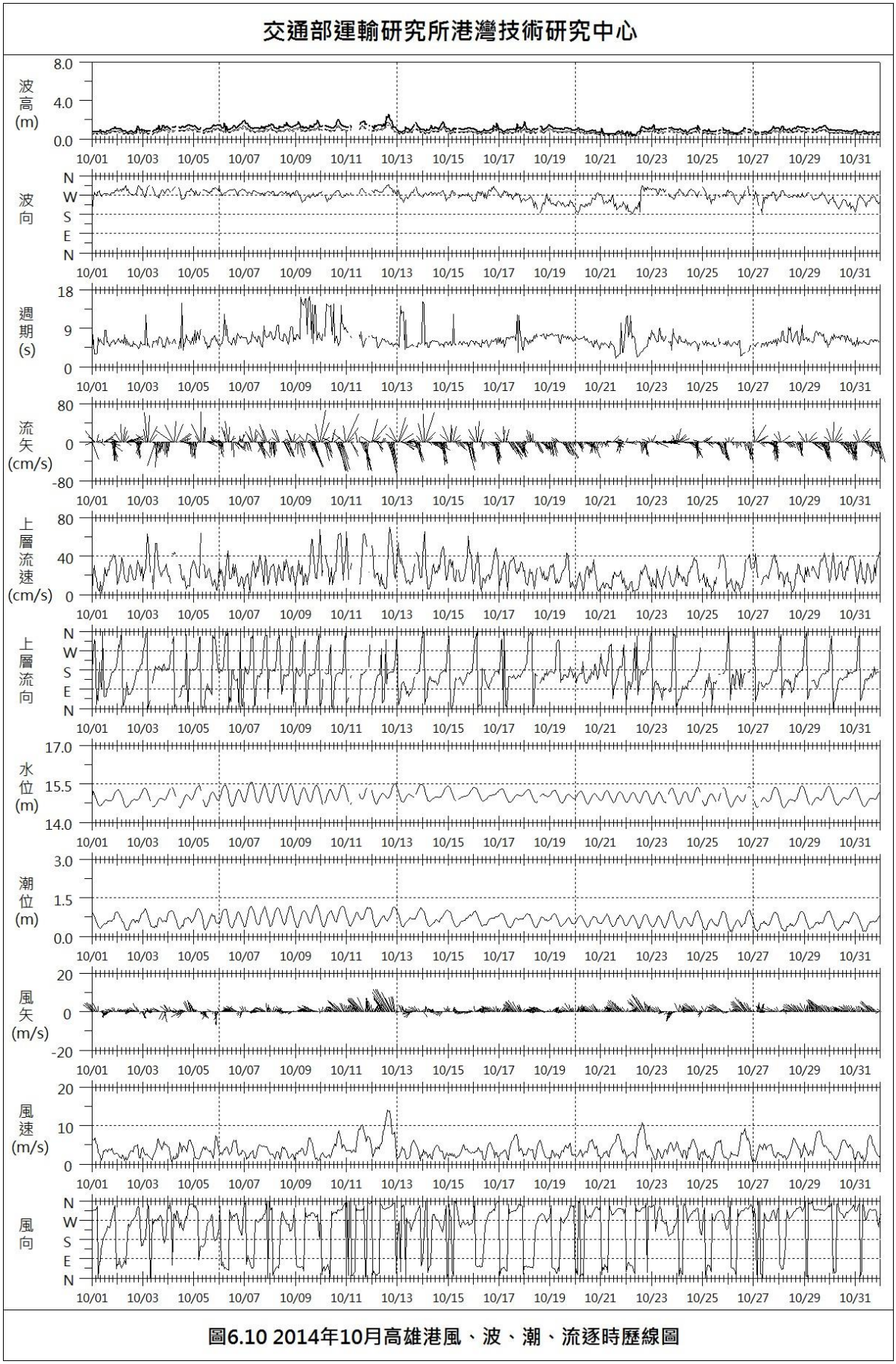


圖6.10 2014年10月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

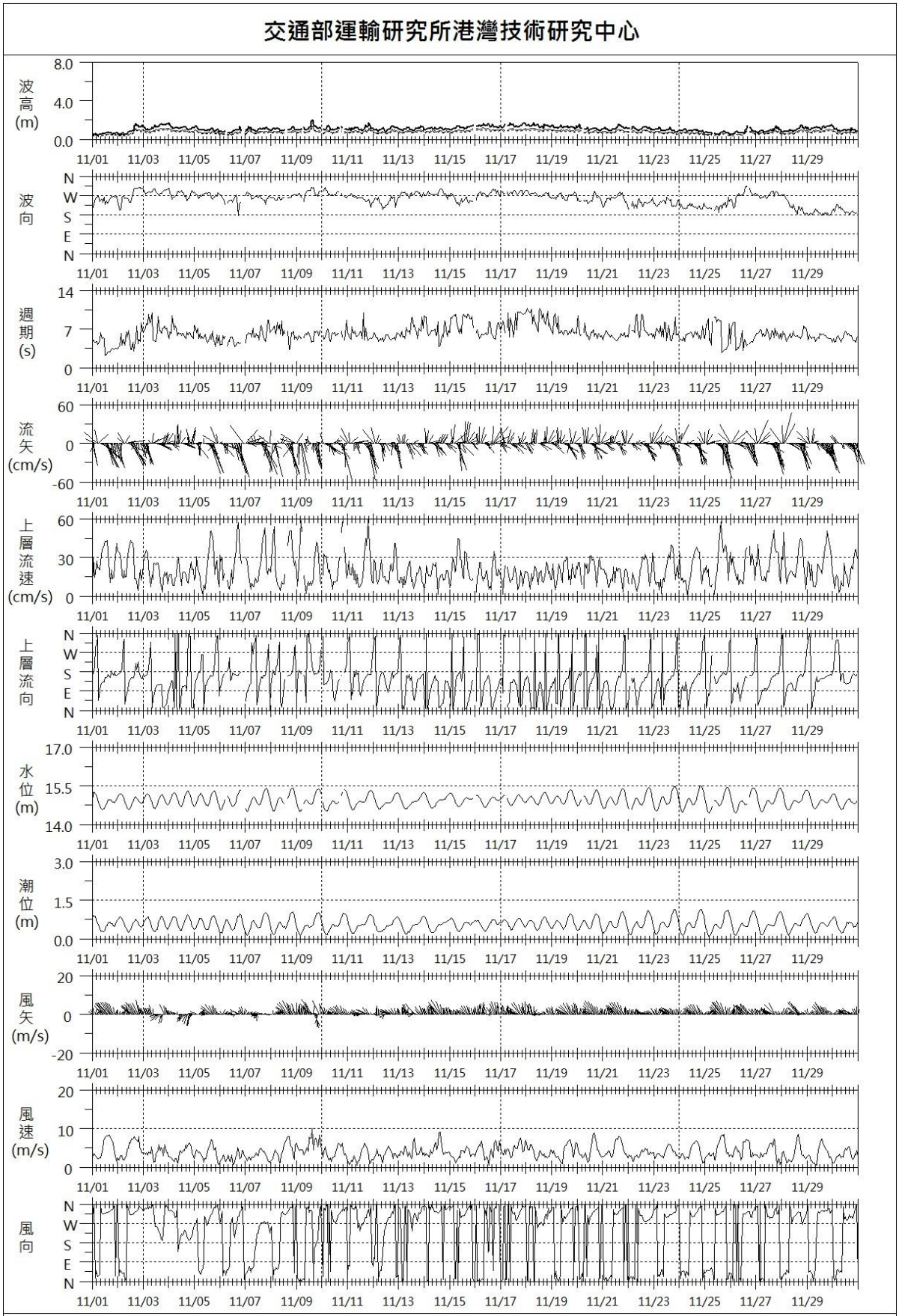


圖6.11 2014年11月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

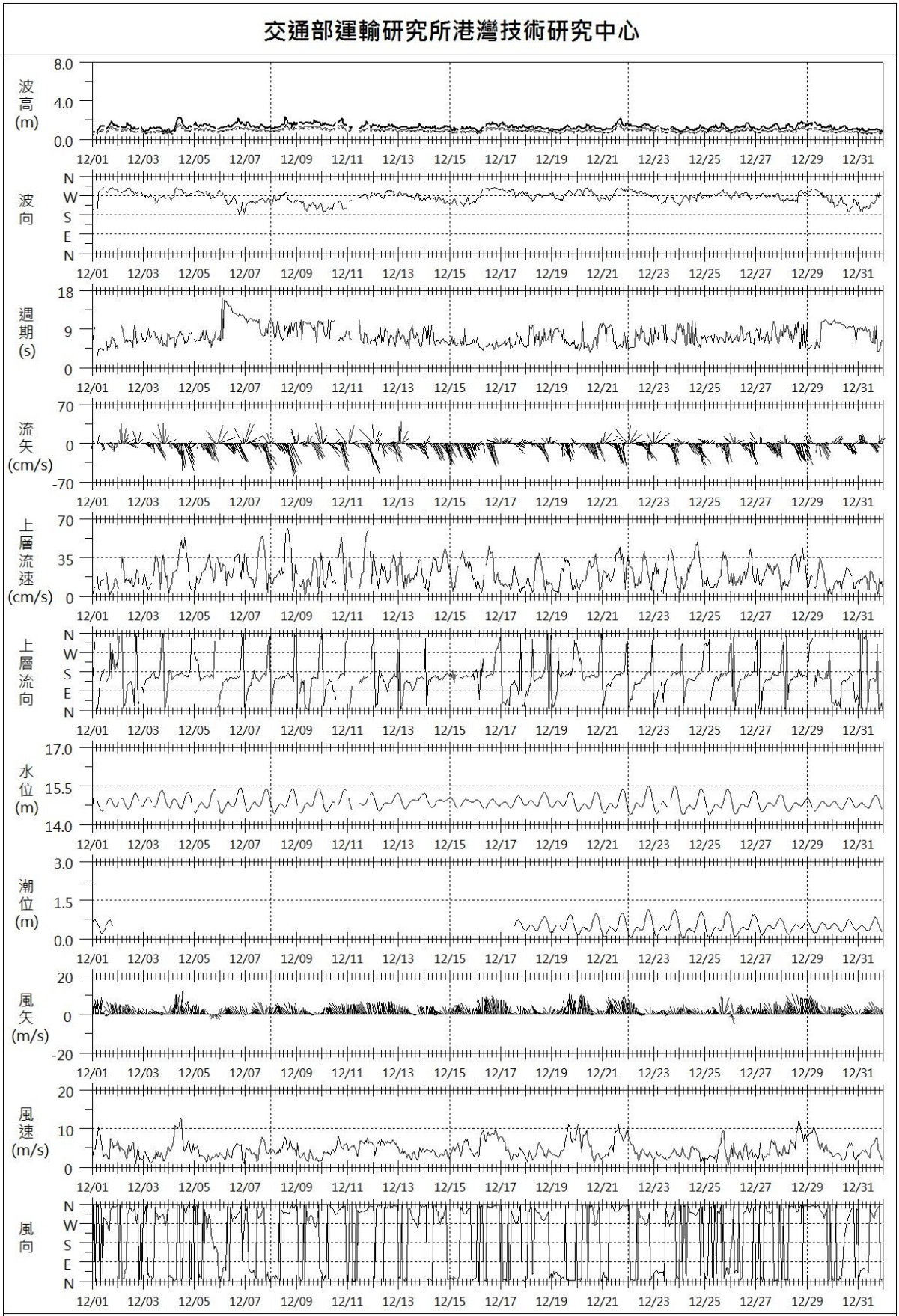


圖6.12 2014年12月高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

高雄港波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/01/01 00:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 744

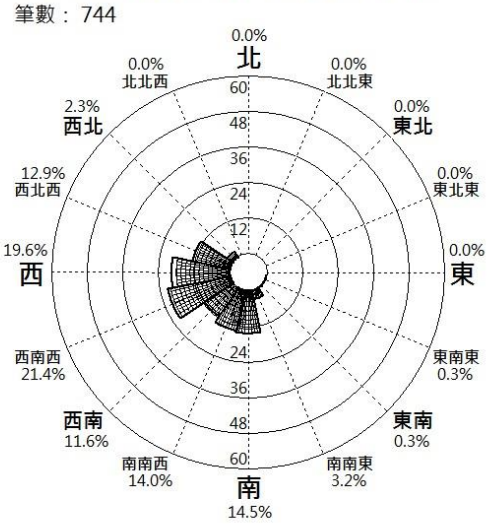


圖6.13 2014年1月高雄港測站波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/28 23:10
筆數： 672

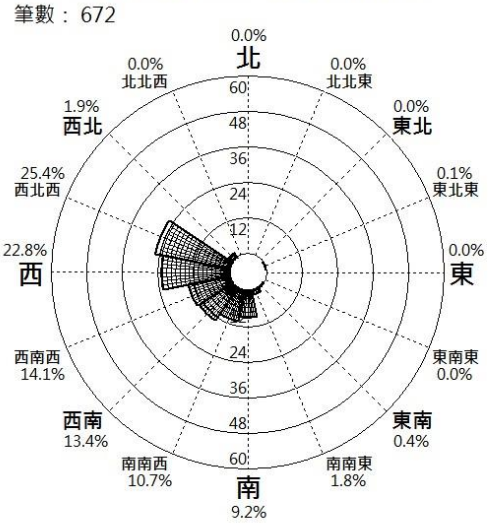


圖6.14 2014年2月高雄港測站波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/03/01 00:10 - 2014/03/19 21:10
筆數： 33

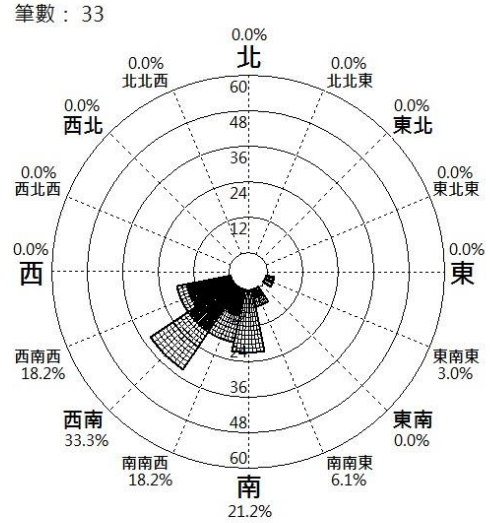


圖6.15 2014年3月高雄港測站波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/04/22 14:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 172

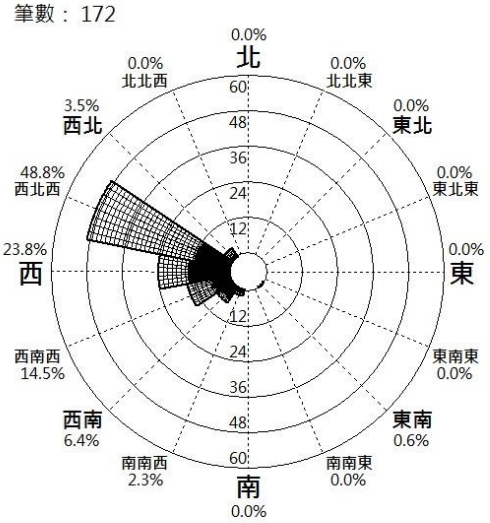
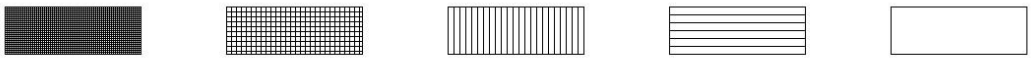


圖6.16 2014年4月高雄港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

高雄港波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 741

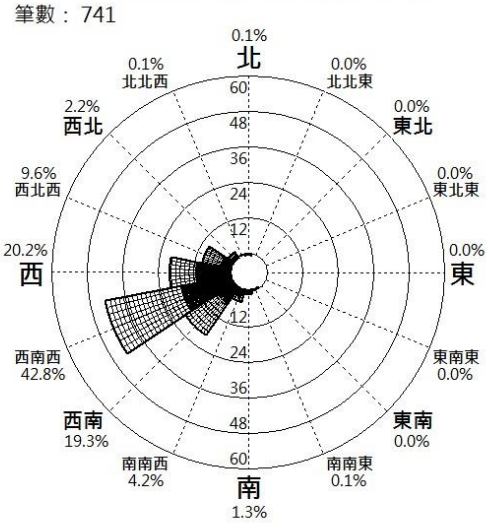


圖6.17 2014年5月高雄港測站波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 710

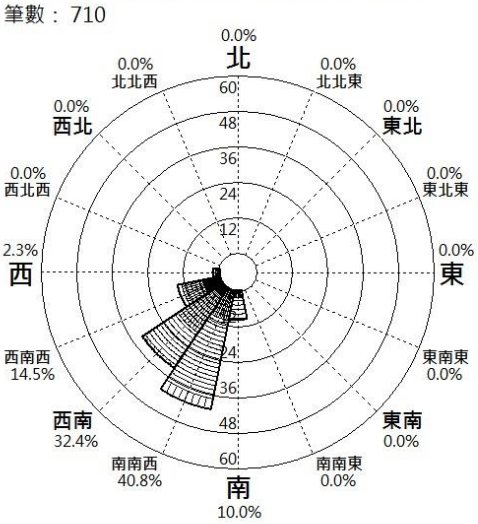


圖6.18 2014年6月高雄港測站波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/23 06:10
筆數： 531

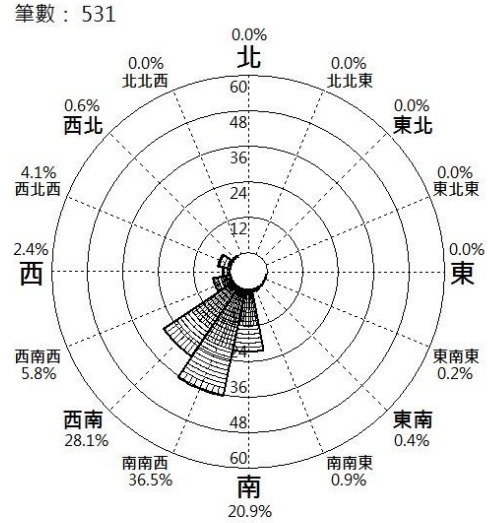


圖6.19 2014年7月高雄港測站波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/08/06 11:10 - 2014/08/31 23:10
筆數： 609

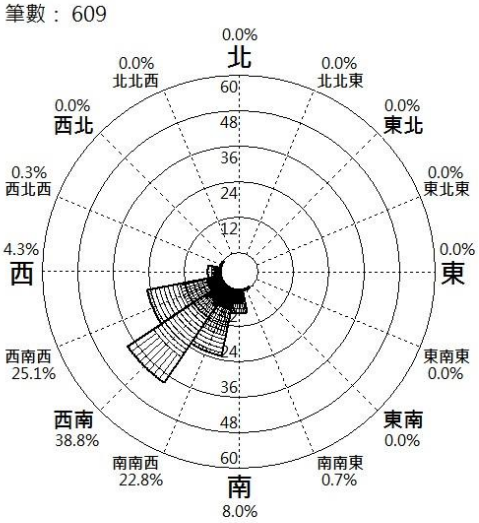
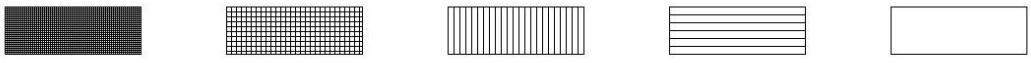


圖6.20 2014年8月高雄港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

高雄港波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 712

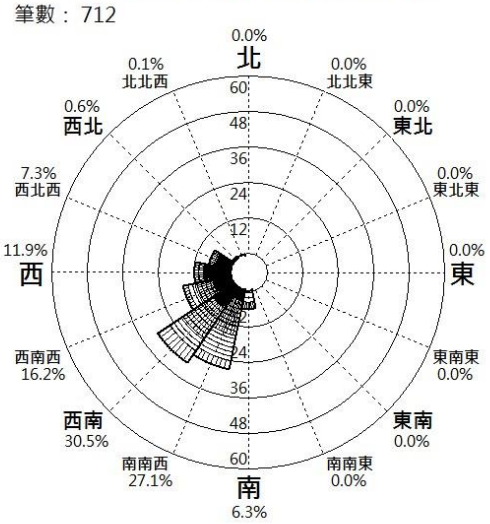


圖6.21 2014年9月高雄港測站波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 711

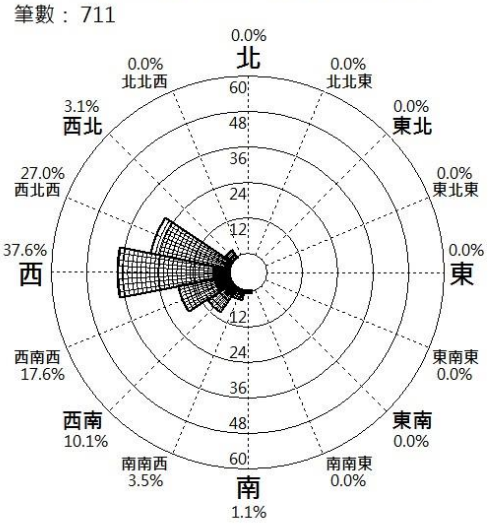


圖6.22 2014年10月高雄港測站波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 692

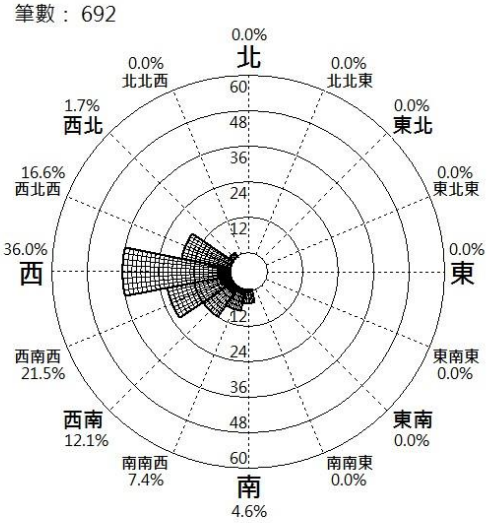


圖6.23 2014年11月高雄港測站波浪玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 720

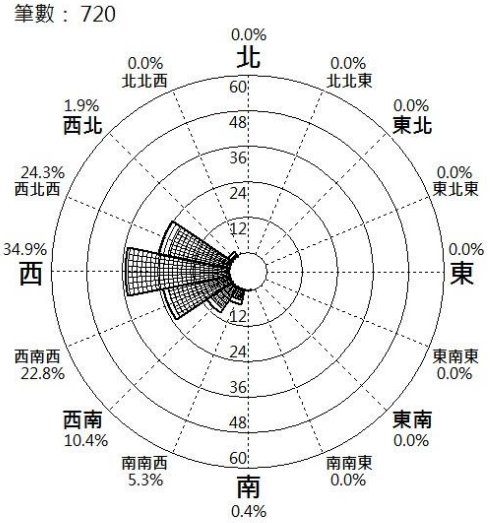
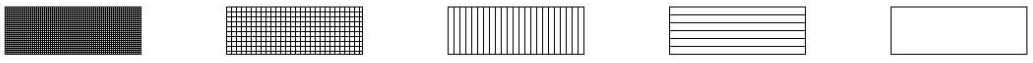


圖6.24 2014年12月高雄港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

高雄港海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/01/01 00:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 744

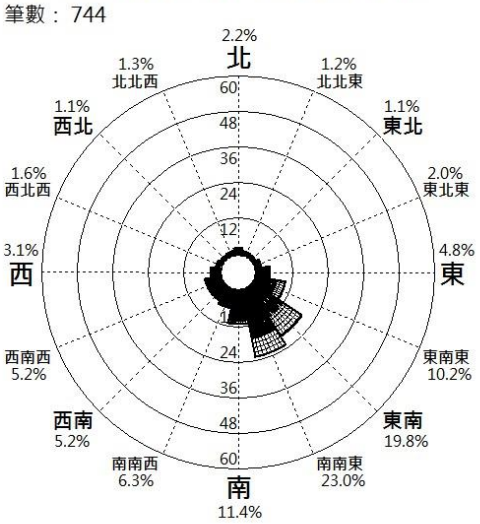


圖6.25 2014年1月高雄港測站海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/28 23:10
筆數： 672

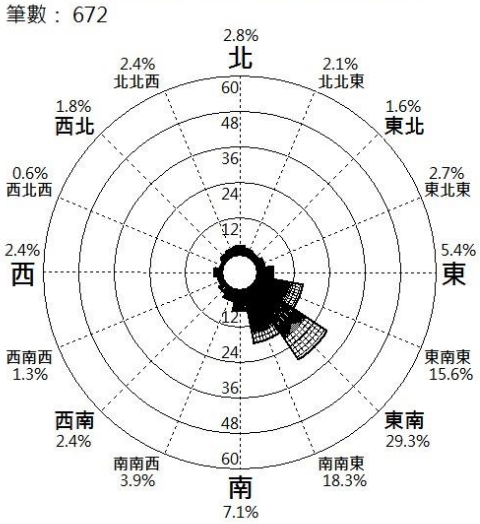


圖6.26 2014年2月高雄港測站海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/03/01 00:10 - 2014/03/19 21:10
筆數： 33

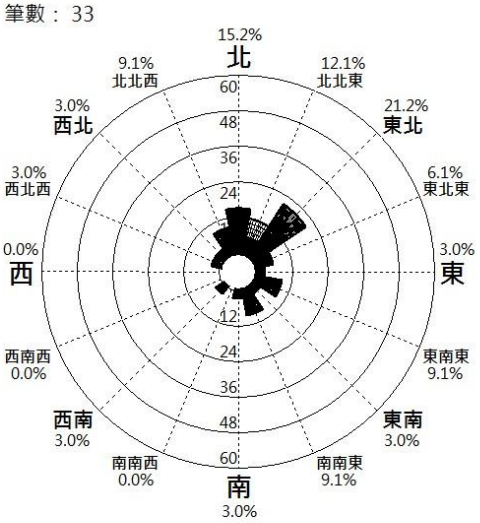


圖6.27 2014年3月高雄港測站海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/04/22 14:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 172

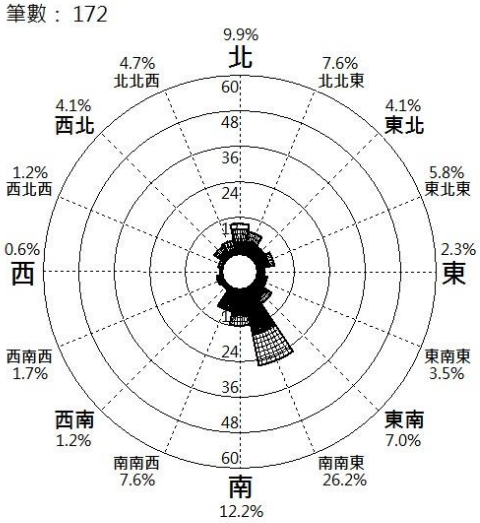


圖6.28 2014年4月高雄港測站海流玫瑰圖

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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

高雄港海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 741

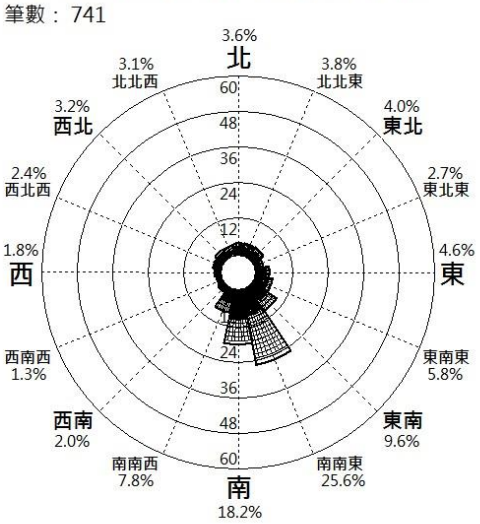


圖6.29 2014年5月高雄港測站海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 710

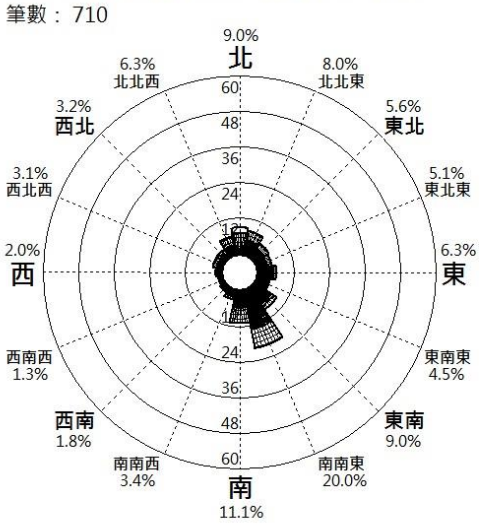


圖6.30 2014年6月高雄港測站海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/23 06:10
筆數： 531

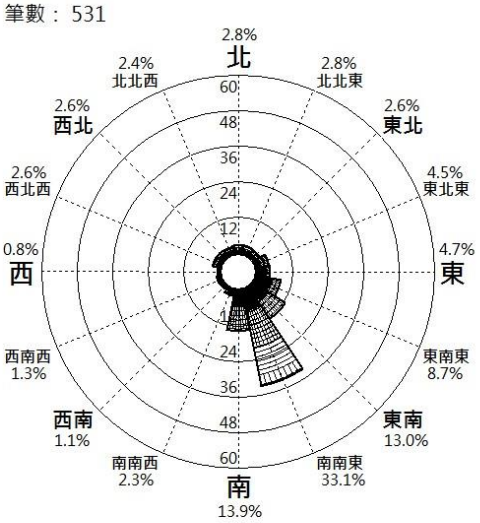


圖6.31 2014年7月高雄港測站海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/08/06 11:10 - 2014/08/31 23:10
筆數： 609

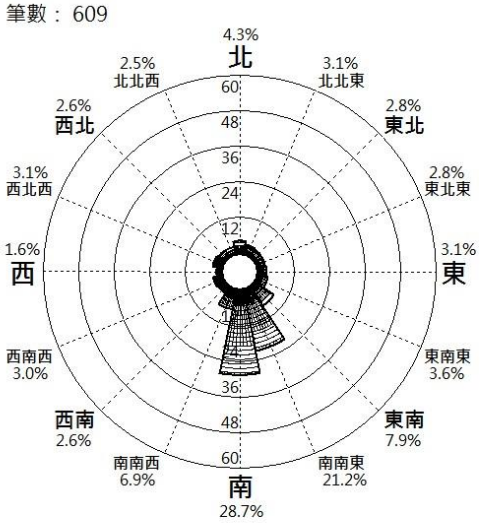
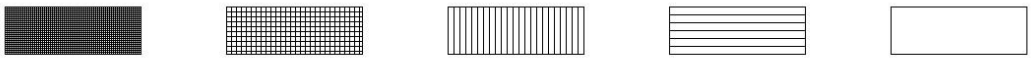


圖6.32 2014年8月高雄港測站海流玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

高雄港海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 712

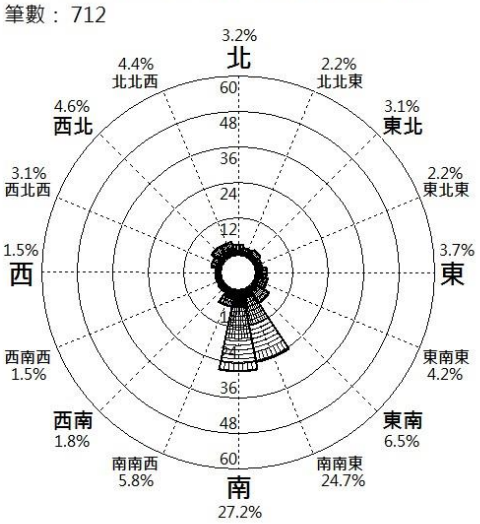


圖6.33 2014年9月高雄港測站海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 711

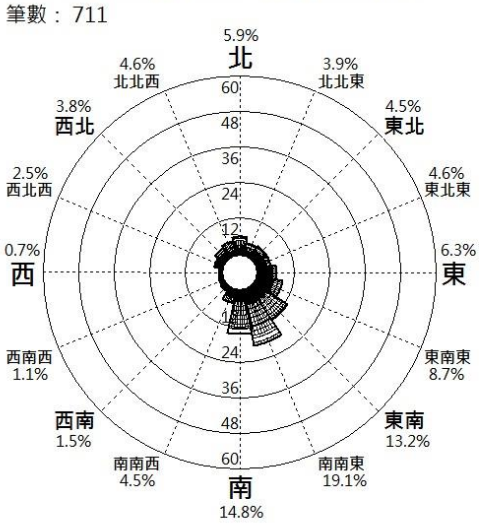


圖6.34 2014年10月高雄港測站海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 692

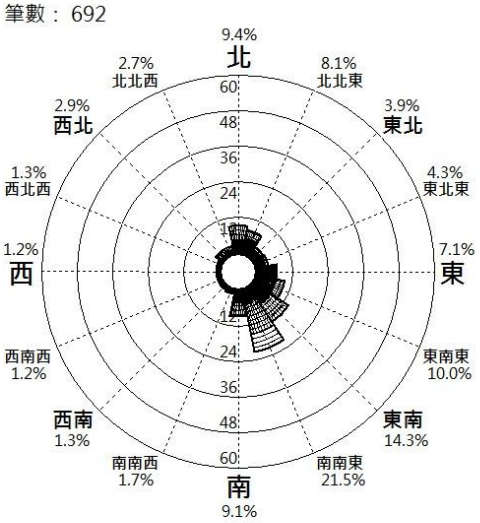


圖6.35 2014年11月高雄港測站海流玫瑰圖

站名： 高雄
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 720

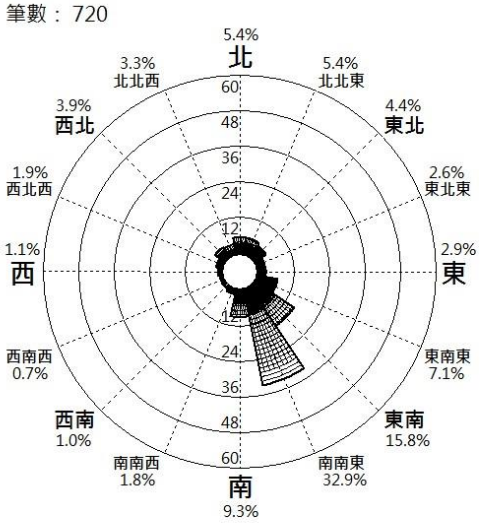
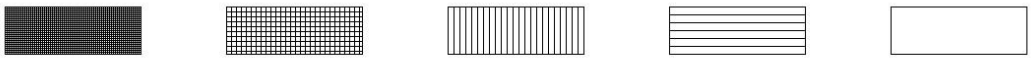


圖6.36 2014年12月高雄港測站海流玫瑰圖



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

高雄港風速風向玫瑰圖

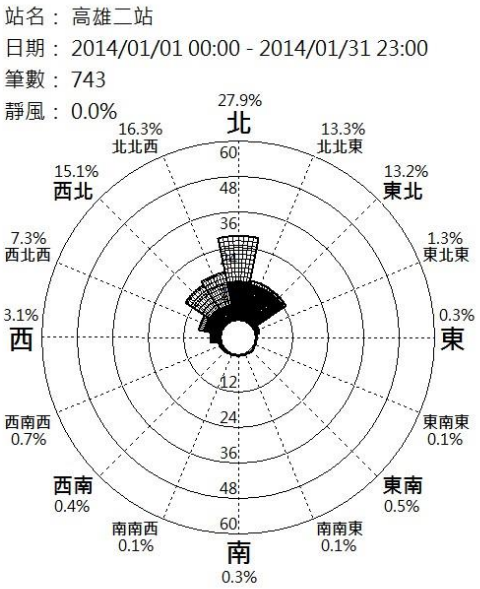


圖6.37 2014年1月高雄港測站風速風向玫瑰圖

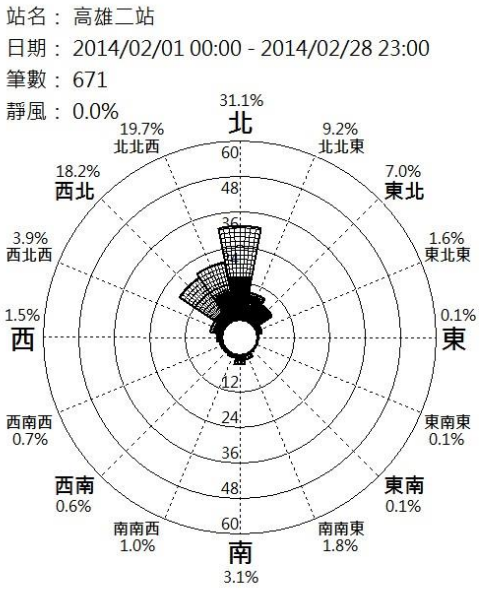


圖6.38 2014年2月高雄港測站風速風向玫瑰圖

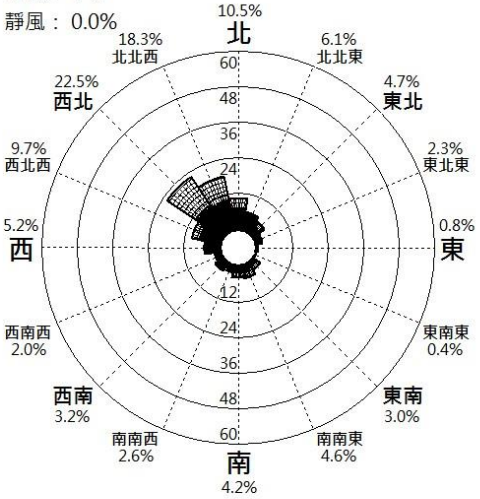


圖6.39 2014年3月高雄港測站風速風向玫瑰圖

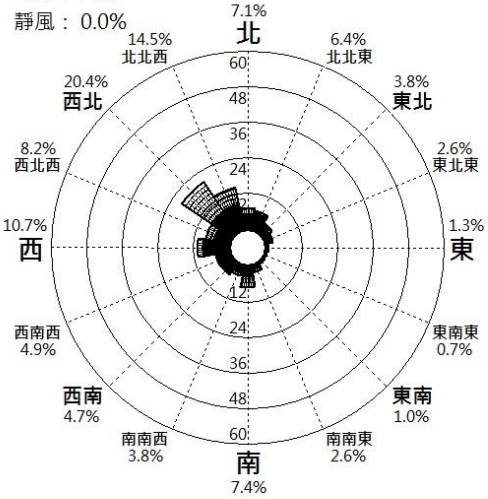
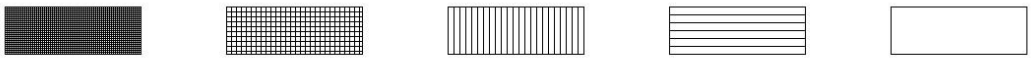


圖6.40 2014年4月高雄港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

高雄港風速風向玫瑰圖

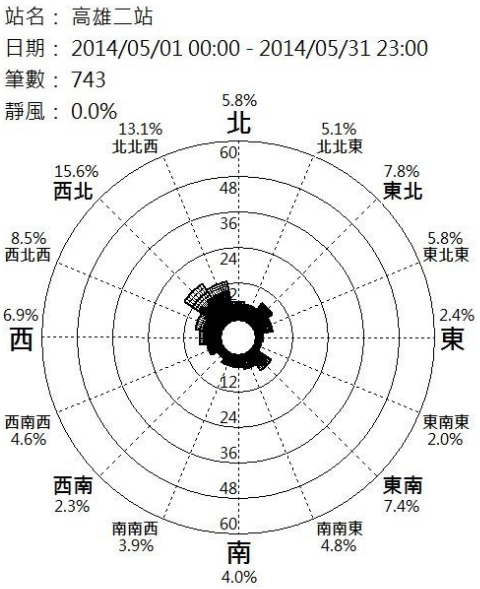


圖6.41 2014年5月高雄港測站風速風向玫瑰圖

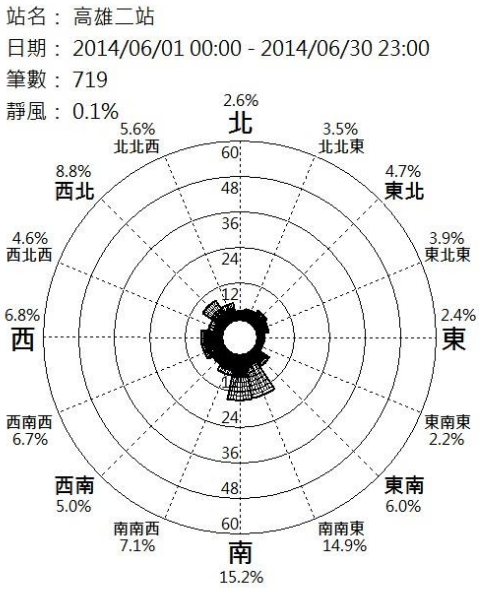


圖6.42 2014年6月高雄港測站風速風向玫瑰圖

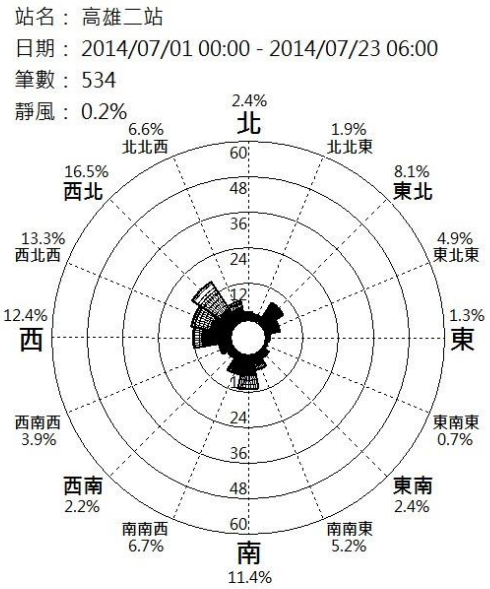


圖6.43 2014年7月高雄港測站風速風向玫瑰圖

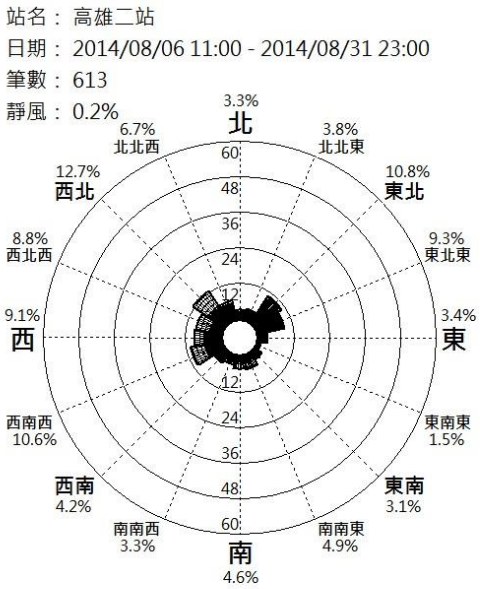
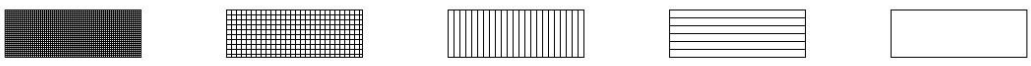


圖6.44 2014年8月高雄港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

高雄港風速風向玫瑰圖

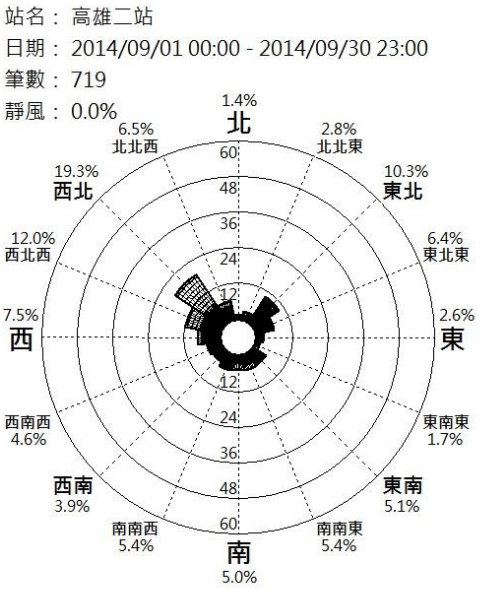


圖6.45 2014年9月高雄港測站風速風向玫瑰圖

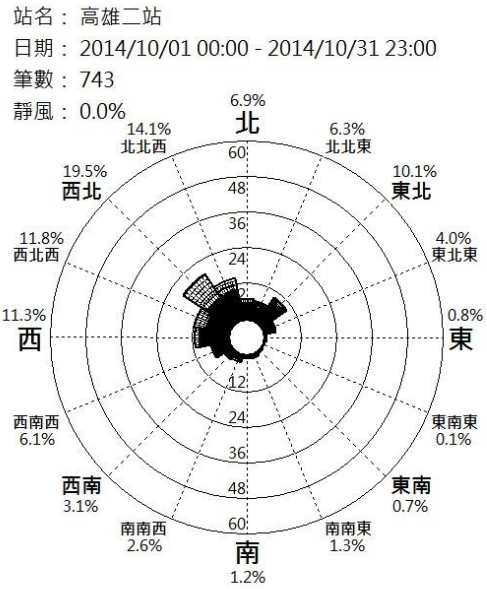


圖6.46 2014年10月高雄港測站風速風向玫瑰圖

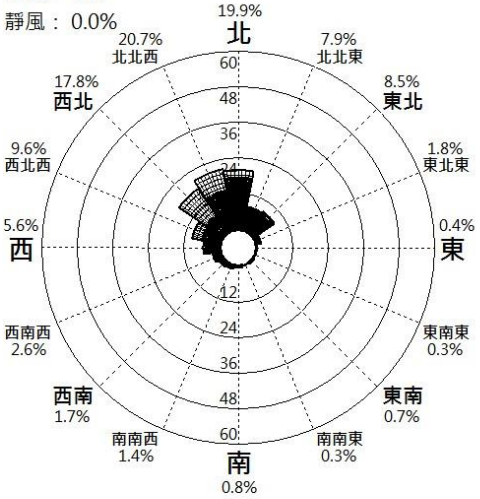


圖6.47 2014年11月高雄港測站風速風向玫瑰圖

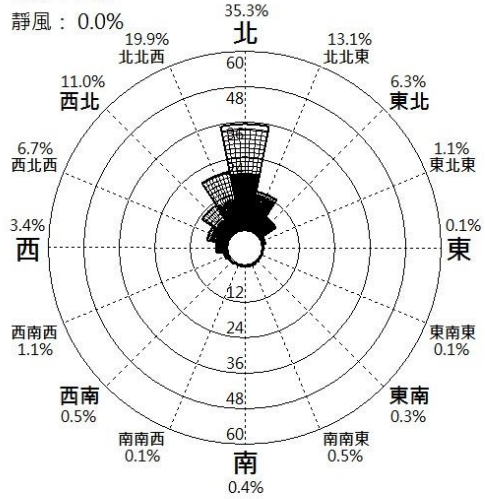
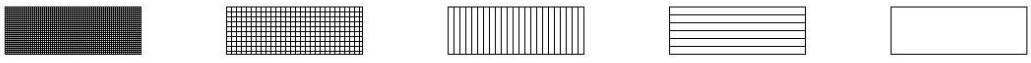


圖6.48 2014年12月高雄港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表6.1 高雄港測站示性波高、示性週期及波向統計表

年/月	觀測點數	H1/3 平均值 (m)	T1/3 平均值 (m)	H1/3 最大值 (m)	週期 (s)	波向 (來向)	H1/3 < 0.5m (%)	H1/3 0.5~1m (%)	H1/3 1~5m (%)	H1/3 >5m (%)	波向 北~東 (%)	波向 東~南 (%)	波向 南~西 (%)	波向 西~北 (%)	T1/3 < 6s (%)	T1/3 6~8s (%)	T1/3 8~10s (%)	T1/3 >10s (%)
2014/01	744(100%)	0.78	7.8	1.16	12.4	西南西	2.6	91.1	6.3	0.0	0.0	9.9	64.8	25.3	20.3	31.2	38.2	10.3
2014/02	672(100%)	0.69	6.4	2.79	11.5	西南西	11.0	85.1	3.9	0.0	0.1	6.4	53.3	40.2	48.8	32.0	10.9	8.3
2014/03	33(4%)	0.52	6.1	0.80	11.1	南南西	39.4	60.6	0.0	0.0	0.0	27.3	72.7	0.0	75.8	9.1	0.0	15.2
2014/04	172(24%)	0.54	4.8	0.84	12.1	西	36.0	64.0	0.0	0.0	0.0	0.6	29.7	69.8	91.3	5.8	0.6	2.3
2014/05	741(100%)	0.57	5.6	1.14	13.0	西南西	38.3	61.0	0.7	0.0	0.0	0.7	79.8	19.6	62.2	35.9	0.1	1.8
2014/06	710(99%)	1.09	6.8	3.23	12.3	西南	10.0	34.8	55.2	0.0	0.0	1.8	97.2	1.0	27.0	58.5	12.8	1.7
2014/07	531(71%)	1.09	7.8	3.57	16.7	南南西	5.6	50.1	44.3	0.0	0.0	7.5	85.9	6.6	21.5	36.5	27.5	14.5
2014/08	609(82%)	1.10	6.6	2.63	12.0	西南	25.0	29.4	45.6	0.0	0.0	1.8	97.2	1.0	31.0	47.3	21.5	0.2
2014/09	712(99%)	1.06	7.6	5.00	14.7	西南	30.8	35.7	33.4	0.1	0.0	1.4	84.3	14.3	24.2	38.8	18.5	18.5
2014/10	711(96%)	0.66	6.4	1.51	16.3	西	18.1	78.3	3.5	0.0	0.0	0.0	48.7	51.3	52.5	36.7	5.8	5.1
2014/11	692(96%)	0.67	6.2	1.13	10.7	西南西	12.1	87.4	0.4	0.0	0.0	0.9	62.3	36.8	49.3	36.4	12.6	1.7
2014/12	720(97%)	0.81	7.4	1.43	16.3	西	0.6	87.5	11.9	0.0	0.0	0.0	56.5	43.5	29.4	34.9	20.4	15.3

表6.2 高雄港測站示性波高分佈百分比(%)統計表

H1/3(m) 年/月	0 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 1.5	1.5 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 50	合計(%)
2014/01	2.6	91.1	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	11.0	85.1	3.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	39.4	60.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	36.0	64.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	38.3	61.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	10.0	34.8	41.1	8.6	4.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	5.6	50.1	28.1	6.2	8.1	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	25.0	29.4	11.5	21.2	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	30.8	35.7	15.6	4.9	6.9	4.8	1.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	18.1	78.3	3.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	12.1	87.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.6	87.5	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表6.3 高雄港測站示性週期分佈百分比(%)統計表

T1/3(秒) 年/月	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 9	9 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	60 ~ 200	合計(%)
2014/01	0.0	1.7	5.0	13.6	16.8	14.4	12.5	25.7	10.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	1.0	5.1	14.9	27.8	21.4	10.6	6.1	4.8	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	0.0	0.0	30.3	45.5	9.1	0.0	0.0	0.0	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	3.5	15.7	48.8	23.3	5.2	0.6	0.0	0.6	1.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	2.3	6.3	27.9	25.6	27.8	8.1	0.1	0.0	0.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	1.3	1.7	8.5	15.6	20.4	38.0	6.9	5.9	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	0.0	3.8	4.7	13.0	13.0	23.5	16.4	11.1	11.3	2.3	0.9	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	2.0	3.1	11.3	14.6	22.3	25.0	21.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	1.8	7.7	6.3	8.3	15.7	23.0	12.9	5.6	12.8	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	1.7	2.8	11.5	36.4	23.6	13.1	3.5	2.3	0.8	3.9	0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	1.0	4.0	11.3	32.9	28.0	8.4	6.1	6.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.3	0.7	10.3	18.2	20.3	14.6	10.3	10.1	12.6	2.5	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0

表6.4 高雄港測站波向分佈百分比(%)統計表

波向 年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	3.2	14.5	14.0	11.6	21.4	19.6	12.9	2.3	0.0	100.0
2014/02	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	1.8	9.2	10.7	13.4	14.1	22.8	25.4	1.9	0.0	100.0
2014/03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	6.1	21.2	18.2	33.3	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	2.3	6.4	14.5	23.8	48.8	3.5	0.0	100.0
2014/05	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	4.2	19.3	42.8	20.2	9.6	2.2	0.1	100.0
2014/06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	40.8	32.4	14.5	2.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.9	20.9	36.5	28.1	5.8	2.4	4.1	0.6	0.0	100.0
2014/08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	8.0	22.8	38.8	25.1	4.3	0.3	0.0	0.0	100.0
2014/09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	27.1	30.5	16.2	11.9	7.3	0.6	0.1	100.0
2014/10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.5	10.1	17.6	37.6	27.0	3.1	0.0	100.0
2014/11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	7.4	12.1	21.5	36.0	16.6	1.7	0.0	100.0
2014/12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	5.3	10.4	22.8	34.9	24.3	1.9	0.0	100.0

表6.5 高雄港測站流速及流向統計表

年/月	觀測點數	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)(去向)	流速 <25cm/s (%)	流速 25~50cm/s (%)	流速 50~75cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 北~東 (%)	流向 東~南 (%)	流向 南~西 (%)	流向 西~北 (%)
2014/01	744	014.6	054.6 / 東南	90.3	9.4	0.3	0.0	7.9	62.2	23.4	6.5
2014/02	672	014.5	060.2 / 東南東	88.2	10.7	1.0	0.0	10.6	70.8	11.6	7.0
2014/03	33	010.7	028.1 / 北北東	93.9	6.1	0.0	0.0	54.5	21.2	6.1	18.2
2014/04	172	017.1	048.6 / 北	79.7	20.3	0.0	0.0	23.8	43.6	16.9	15.7
2014/05	741	019.5	060.9 / 南南東	73.3	25.5	1.2	0.0	14.3	54.1	20.1	11.5
2014/06	710	017.8	058.5 / 北	80.3	18.9	0.8	0.0	26.2	42.8	11.7	19.3
2014/07	531	025.7	086.7 / 南南東	56.5	36.0	6.4	1.1	13.9	65.9	10.7	9.4
2014/08	609	028.2	073.2 / 南南東	46.6	43.7	9.7	0.0	11.8	50.6	25.9	11.7
2014/09	712	030.5	087.8 / 南	45.1	40.3	12.2	2.4	11.2	55.5	18.5	14.7
2014/10	711	023.3	070.0 / 南南東	59.6	36.8	3.5	0.0	18.8	55.6	11.5	14.1
2014/11	692	020.9	059.2 / 南南東	69.7	28.3	2.0	0.0	24.6	55.8	8.1	11.6
2014/12	720	020.5	060.7 / 南	68.1	30.1	1.8	0.0	17.1	64.0	6.8	12.1

表6.6 高雄港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 ~ 120	120 ~ 150	150 ~	合計(%)
2014/01	8.1	23.1	27.0	21.1	11.0	4.3	2.8	1.3	0.5	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	10.1	24.3	28.0	18.2	7.7	4.5	3.4	1.5	0.9	0.4	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	15.2	33.3	33.3	12.1	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	6.4	19.2	24.4	16.3	13.4	8.7	5.8	4.1	0.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	6.3	14.6	16.2	19.4	16.7	9.9	6.9	5.5	1.5	1.8	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	5.1	18.0	20.4	20.0	16.8	9.3	4.4	3.1	1.4	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	2.8	10.2	13.0	17.7	12.8	12.4	8.7	5.6	5.3	4.0	3.2	3.8	0.6	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	2.3	8.0	12.3	12.0	12.0	10.3	11.5	8.9	6.9	6.1	7.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	2.0	6.5	10.8	12.9	12.9	10.7	10.3	7.6	6.0	5.8	8.3	5.5	0.8	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	3.4	9.0	14.1	19.3	13.9	14.8	9.0	7.5	4.5	1.1	1.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	3.2	11.4	22.1	18.9	14.0	10.7	7.4	4.9	3.6	1.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	4.6	14.6	18.3	17.4	13.2	9.6	10.0	6.4	3.2	1.0	1.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表6.7 高雄港測站流向分佈百分比(%)統計表

流向

年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	2.2	1.2	1.1	2.0	5.0	10.2	19.8	23.1	11.4	6.3	5.4	5.2	3.1	1.6	1.1	1.3	100.0
2014/02	2.8	2.1	1.6	2.8	5.4	15.6	29.3	18.3	7.1	4.0	2.4	1.3	2.4	0.6	1.8	2.4	100.0
2014/03	15.2	12.1	21.2	6.1	3.0	9.1	3.0	9.1	3.0	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	3.0	9.1	100.0
2014/04	9.9	7.6	4.1	5.8	2.3	3.5	7.0	26.2	12.2	7.6	1.2	1.7	1.2	1.2	4.1	4.7	100.0
2014/05	3.8	3.8	4.0	2.7	4.6	5.8	9.6	25.6	18.2	7.8	2.0	1.3	1.8	2.4	3.4	3.1	100.0
2014/06	9.0	8.0	5.6	5.1	6.3	4.5	9.0	20.0	11.3	3.4	1.8	1.3	2.0	3.1	3.2	6.3	100.0
2014/07	2.8	3.0	2.6	4.7	4.7	8.7	13.0	33.1	14.1	2.3	1.1	1.3	0.8	2.6	2.6	2.4	100.0
2014/08	4.3	3.1	2.8	2.8	3.1	3.6	7.9	21.2	28.9	6.9	2.6	3.0	1.6	3.1	2.6	2.5	100.0
2014/09	3.2	2.4	3.1	2.2	3.7	4.2	6.5	24.7	27.2	5.8	1.8	1.5	1.5	3.1	4.6	4.4	100.0
2014/10	5.9	3.9	4.5	4.6	6.3	8.7	13.2	19.1	14.8	4.5	1.5	1.1	0.7	2.5	3.8	4.6	100.0
2014/11	9.4	8.1	3.9	4.3	7.1	10.0	14.3	21.5	9.1	1.7	1.3	1.2	1.2	1.3	2.9	2.7	100.0
2014/12	5.4	5.6	4.4	2.6	2.9	7.1	15.8	32.9	9.3	1.8	1.0	0.7	1.1	1.9	4.0	3.3	100.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表6.8 高雄港測站風速及風向統計表

年/月	觀測點數	風速 平均值 (m/s)	風速/風向 最大值 (m/s)(來向)	風速 <5m/s (%)	風速 5~10m/s (%)	風速 10~15m/s (%)	風速 >15m/s (%)	風向 北~東 (%)	風向 東~南 (%)	風向 南~西 (%)	風向 西~北 (%)	靜風 (%)
2014/01	743	4.8	11.7 / 北北西	59.8	39.2	1.1	0.0	39.6	1.1	2.0	57.3	0.1
2014/02	671	5.0	13.0 / 北	54.1	44.9	1.0	0.0	29.1	3.3	5.1	62.6	0.0
2014/03	743	4.3	13.3 / 北北西	67.0	30.7	2.3	0.0	17.6	11.2	11.6	59.6	0.0
2014/04	719	4.2	13.0 / 北北西	68.8	29.1	2.1	0.0	16.8	8.2	22.8	52.2	0.0
2014/05	743	3.3	9.2 / 北北西	84.9	15.1	0.0	0.0	22.3	17.4	15.5	44.8	0.0
2014/06	719	4.2	12.5 / 東南	67.5	30.3	2.1	0.0	14.5	33.4	28.0	24.2	0.0
2014/07	534	4.5	19.7 / 西	68.0	26.6	3.6	1.9	16.7	15.0	24.7	43.6	0.0
2014/08	613	4.2	11.8 / 南南東	71.3	27.2	1.5	0.0	27.6	13.4	25.0	34.1	0.0
2014/09	719	4.2	20.3 / 西北	71.9	23.8	2.8	1.5	21.1	16.6	20.6	41.7	0.0
2014/10	743	3.7	14.0 / 北北西	78.1	20.7	1.2	0.0	23.7	3.1	17.8	55.5	0.0
2014/11	719	3.9	10.0 / 西北	74.1	25.7	0.1	0.0	27.5	1.8	7.9	62.7	0.0
2014/12	743	4.6	12.6 / 北	64.7	33.0	2.3	0.0	38.1	1.3	3.6	56.9	0.1

表6.9 高雄港測站風速分佈百分比(%)統計表

風速(m/s) 年/月	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 14	14 ~ 16	16 ~ 18	18 ~ 20	20 ~ 30	30 ~	合計(%)
2014/01	0.1	4.6	16.8	21.9	16.3	11.6	11.7	8.2	7.7	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.1	5.7	12.4	19.5	16.4	12.8	12.1	11.8	8.2	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	2.7	12.5	18.0	18.6	15.2	11.7	8.3	4.2	6.5	1.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	1.7	9.9	21.7	21.7	13.9	10.0	9.2	5.6	4.3	1.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	5.1	19.1	21.8	21.3	17.6	8.1	3.1	2.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	1.9	12.4	19.1	19.9	14.3	12.2	6.1	5.8	6.1	1.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	2.1	10.9	23.6	18.0	13.5	11.0	8.2	2.8	4.5	1.9	0.9	1.5	0.7	0.4	0.0	0.0	100.0
2014/08	1.3	10.0	24.0	21.4	14.7	7.8	7.5	4.7	7.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	2.8	12.2	22.7	20.0	14.2	9.6	6.7	5.1	2.4	1.3	1.4	0.3	0.4	0.8	0.1	0.0	100.0
2014/10	1.3	16.2	22.9	22.5	15.2	9.2	5.8	2.8	3.0	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	1.5	9.9	22.4	23.8	16.6	10.4	8.5	4.0	2.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.4	6.6	19.0	22.1	16.7	10.9	10.0	5.2	6.9	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表6.10 高雄港測站風向分佈百分比(%)統計表

風向 年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	靜風(%)
2014/01	27.9	13.3	13.2	1.3	0.3	0.1	0.5	0.1	0.3	0.1	0.4	0.7	3.1	7.3	15.1	16.3	0.0
2014/02	31.1	9.2	7.0	1.6	0.1	0.1	0.1	1.8	3.1	1.0	0.6	0.7	1.5	3.9	18.2	19.7	0.0
2014/03	10.5	6.1	4.7	2.3	0.8	0.4	3.0	4.6	4.2	2.6	3.2	2.0	5.2	9.7	22.5	18.3	0.0
2014/04	7.1	6.4	3.8	2.6	1.3	0.7	1.0	2.6	7.4	3.8	4.7	4.9	10.7	8.2	20.4	14.5	0.0
2014/05	5.8	5.1	7.8	5.8	2.4	2.0	7.4	4.8	4.0	3.9	2.3	4.6	6.9	8.5	15.6	13.1	0.0
2014/06	2.6	3.5	4.7	3.9	2.4	2.2	6.0	14.9	15.2	7.1	5.0	6.7	6.8	4.6	8.8	5.6	0.1
2014/07	2.4	1.9	8.1	4.9	1.3	0.7	2.4	5.2	11.4	6.7	2.2	3.9	12.4	13.3	16.5	6.6	0.0
2014/08	3.3	3.8	10.8	9.3	3.4	1.5	3.1	4.9	4.6	3.3	4.2	10.6	9.1	8.8	12.7	6.7	0.0
2014/09	1.4	2.8	10.3	6.4	2.6	1.7	5.1	5.4	5.0	5.4	3.9	4.6	7.5	12.0	19.3	6.5	0.0
2014/10	6.9	6.3	10.1	4.0	0.8	0.1	0.7	1.3	1.2	2.6	3.1	6.1	11.3	11.8	19.5	14.1	0.0
2014/11	19.9	7.9	8.5	1.8	0.4	0.3	0.7	0.3	0.8	1.4	1.7	2.6	5.6	9.6	17.8	20.7	0.0
2014/12	35.3	13.1	6.3	1.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.4	0.1	0.5	1.1	3.4	6.7	11.0	19.9	0.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

第七章

2014 年臺中港海氣象資料分析與特性

第七章　2014 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, 但去(2008) 年 6 次颱風侵襲，在 9 月 28 日因連續二個強烈颱風中下了豪雨，從北邊的大甲溪與大安溪流出的大量砂石，將整座高 2.5 公尺的 AWCP 儀器埋剩 10 公分左右並將海底電纜沖斷，本所隨即在 2009 年 6 月 20 日重新安裝完成新的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 570 公尺外、水深 23 公尺處(如附圖 2.9)；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； 2001 年 6 月風速測站則受雷擊嚴重損壞，重新安裝一組風速站，目前正常運作中，但兩部儀器都已使用 8 年，因此在 2009 年 7 月 23 日在原地重新更新儀器，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，本觀測站則因在北防波堤堤頭處，風浪大儀器經常受損亦同時更新儀器，氣象站改用二維超音波式風速風向儀，三個觀測站都使用無線電式與 GSM 數據傳送機傳回本所港研中心；2014 年 8 月第三次重新更新安裝一組 AWCP 儀器系統，目前正常運轉量測。

7.1.1 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 1.0 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 6 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 44 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 2014 年 1 月 01 日~2014 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 2014 年 1 月至 2014 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

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. 冬季季風波浪

如圖 7.1、圖 7.1 及圖 7.12 為 2014 年 1、2、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 7.13、圖 7.14 及圖 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。

2. 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) 哈吉貝颱風 6 月 13 日 10 時因測得最大有義波高 2.26 公尺、週期 6.8 秒，波浪來向 26.3 度；(2) 浣熊颱風於 7 月 7 日 21 時測得最大之有義波為 2.03 公尺、週期 6.6 秒，波浪來向 9.2 度；(3) 雷馬遜颱風於 7 月 19 日 22 時測到最大之有義波為 1.03 公尺、週期 6.2 秒，波浪來向 20.0 度;(4) 麥德姆颱風 7 月 23 日 1 時測得最大有義波高為 3.94 公尺、週期 9.1，波浪來向 9.3 度；(5) 哈隆颱風 8 月 10 日 11 時測得最大有義波高為 0.89 公尺、週期 7.9，波浪來向 311.1 度；(6) 海鷗颱風 9 月 14 日 14 時測得最大有義波高為 2.44 公尺、週期 7.3，波浪來向 10.1 度；(7) 鳳凰颱風 9 月 21 日 16 時測得最大有義波高為 4.03 公尺、週期 10.7，波浪來向 356.0 度；(8) 巴逢颱風 10 月 6 日 17 時測得最大有義波高為 3.24 公尺、週期 7.9，波浪來向 14.5 度；(9) 黃蜂颱風 10 月 10 日 18 時測得最大有義波高為 3.39 公尺、週期 9.1，波浪來向 358.0 度；(10) 哈格比颱風 12 月 8 日 19 時測得最大有義波高為 3.97 公尺、週期 9.9，波

浪來向 5.4 度。

3. 夏季季風波浪

夏季月份之風玫瑰圖(如圖 7.42 至圖 7.45)，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 7.6~圖 7.9 及各月份之風玫瑰圖(圖 7.42~圖 7.45)所顯示。

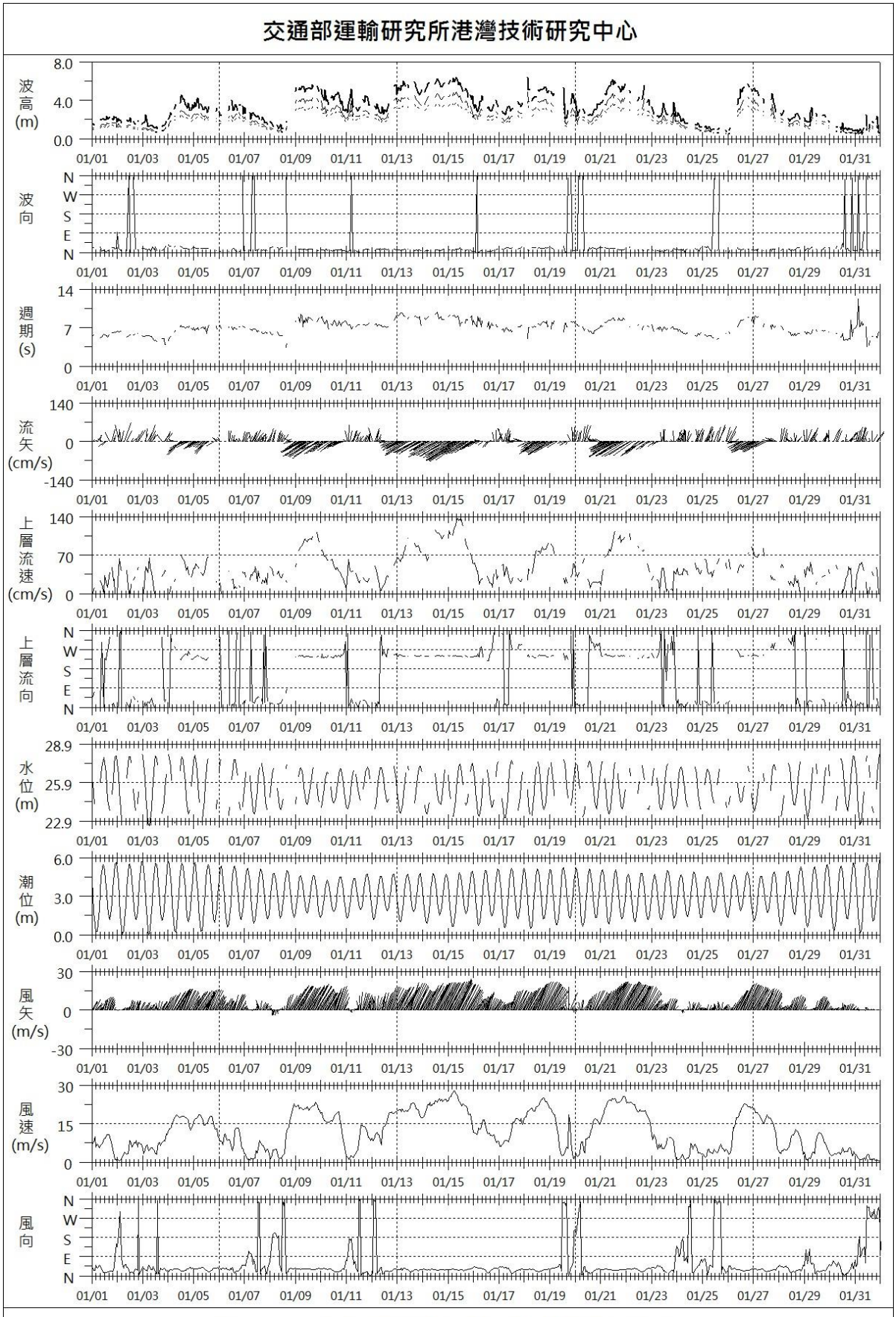


圖7.1 2014年1月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

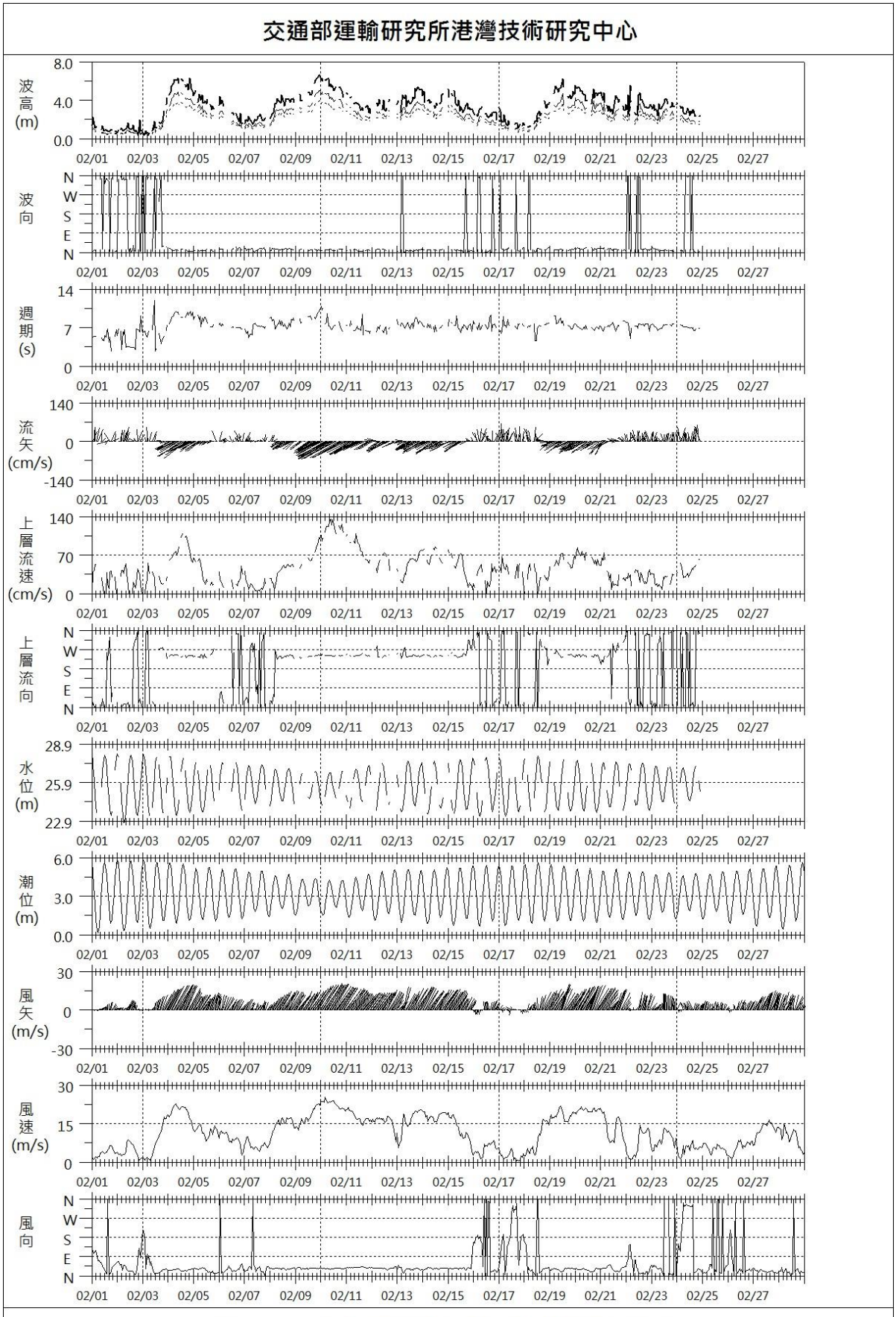


圖7.2 2014年2月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

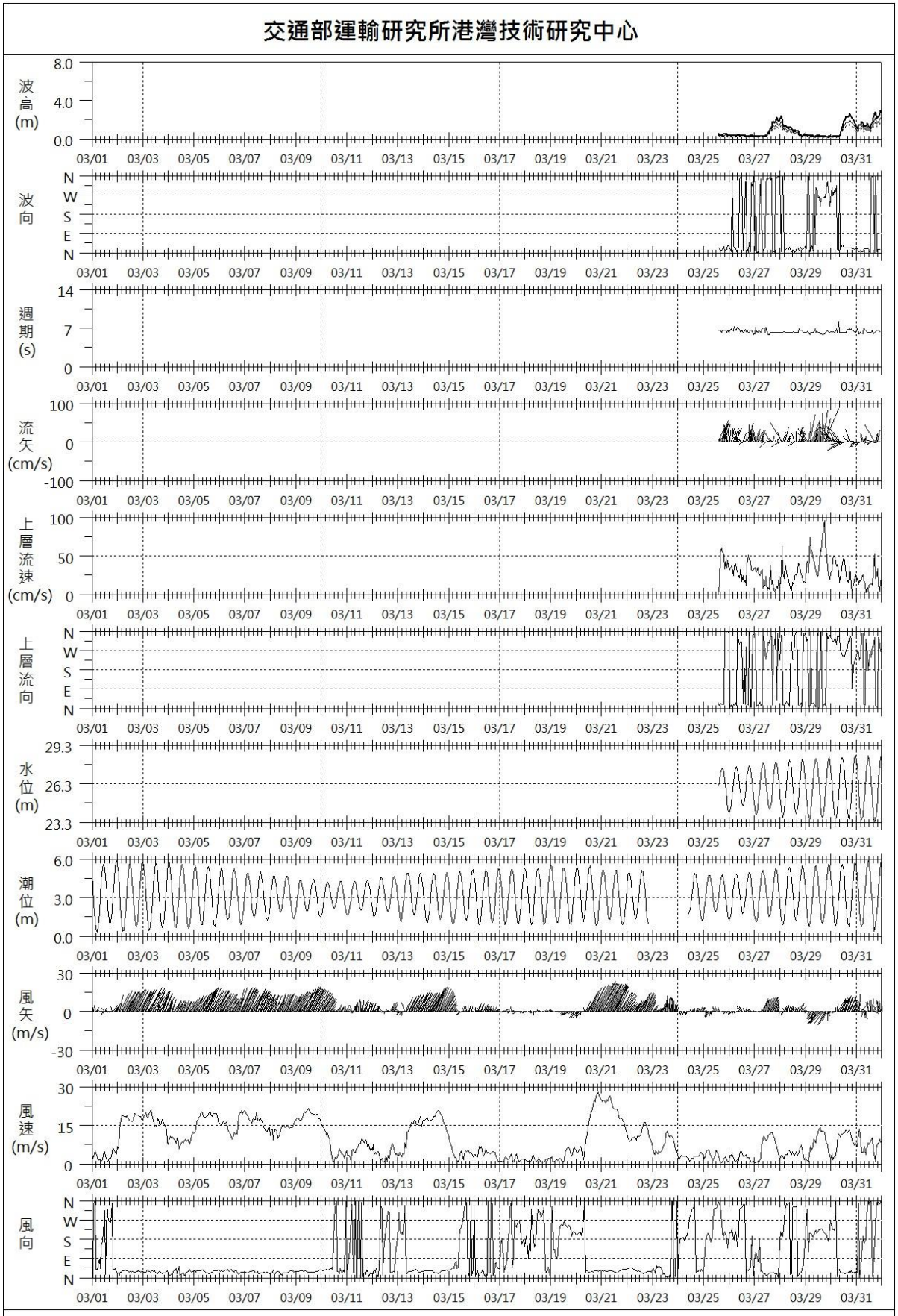


圖7.3 2014年3月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

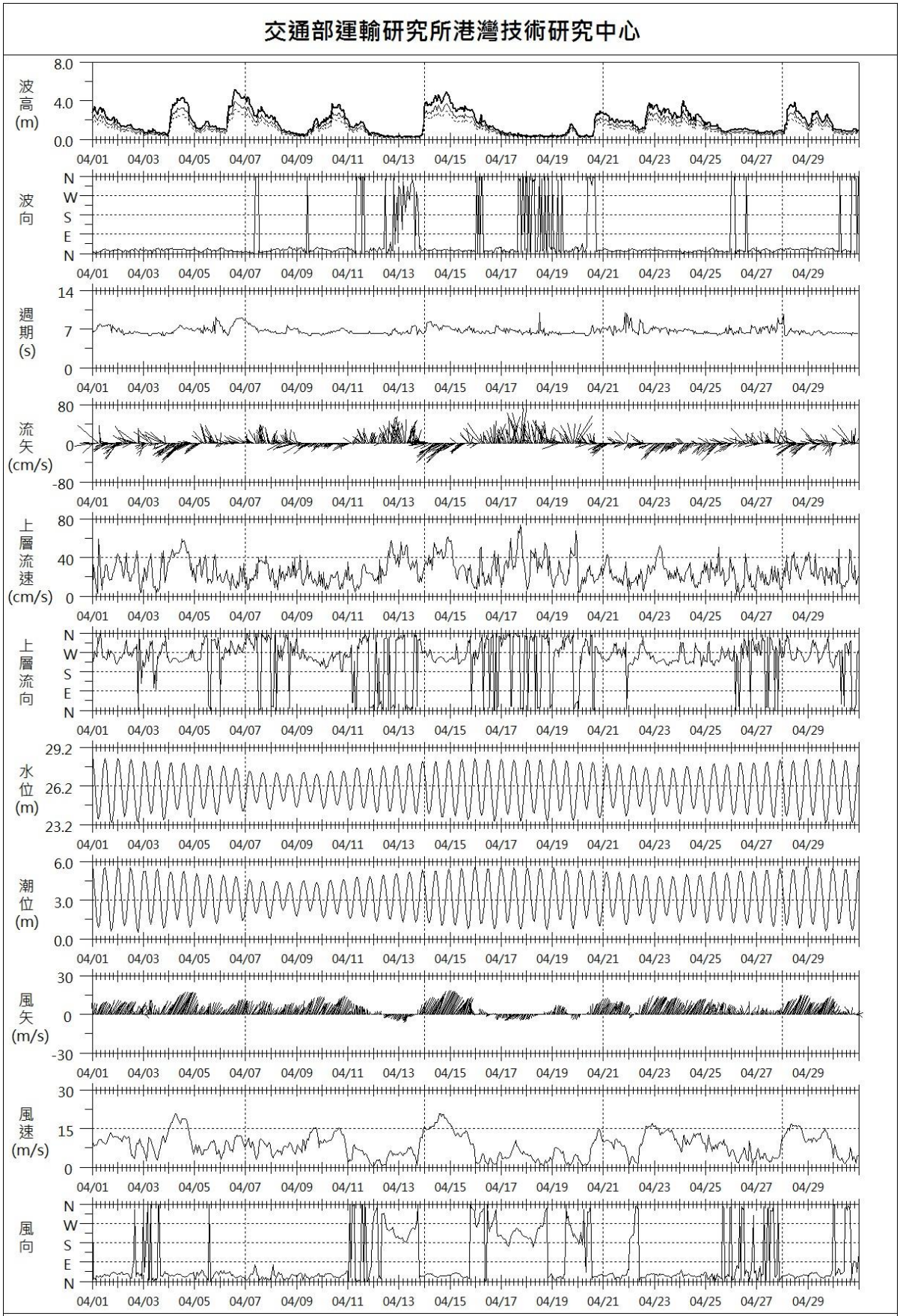


圖7.4 2014年4月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

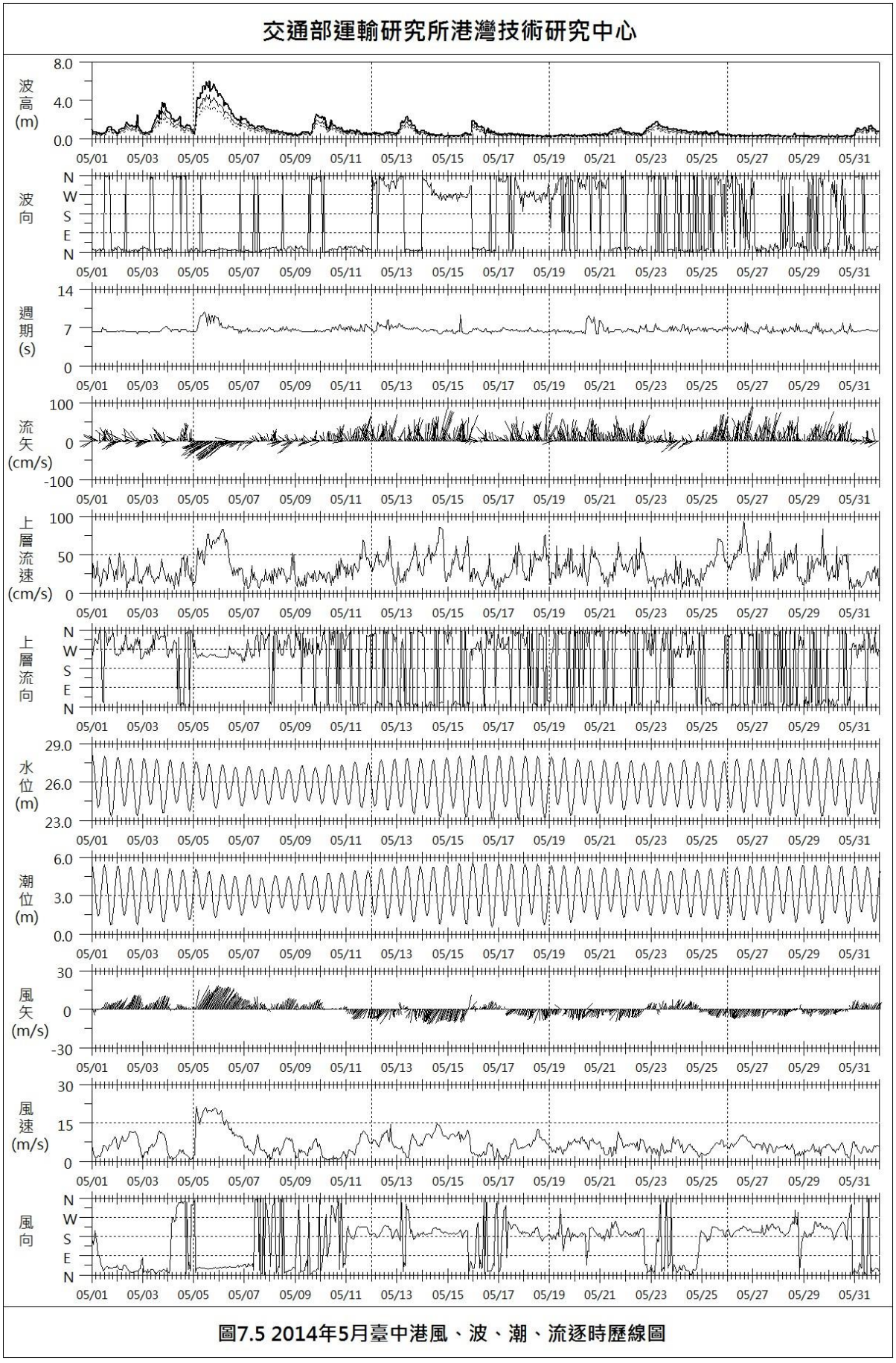


圖7.5 2014年5月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

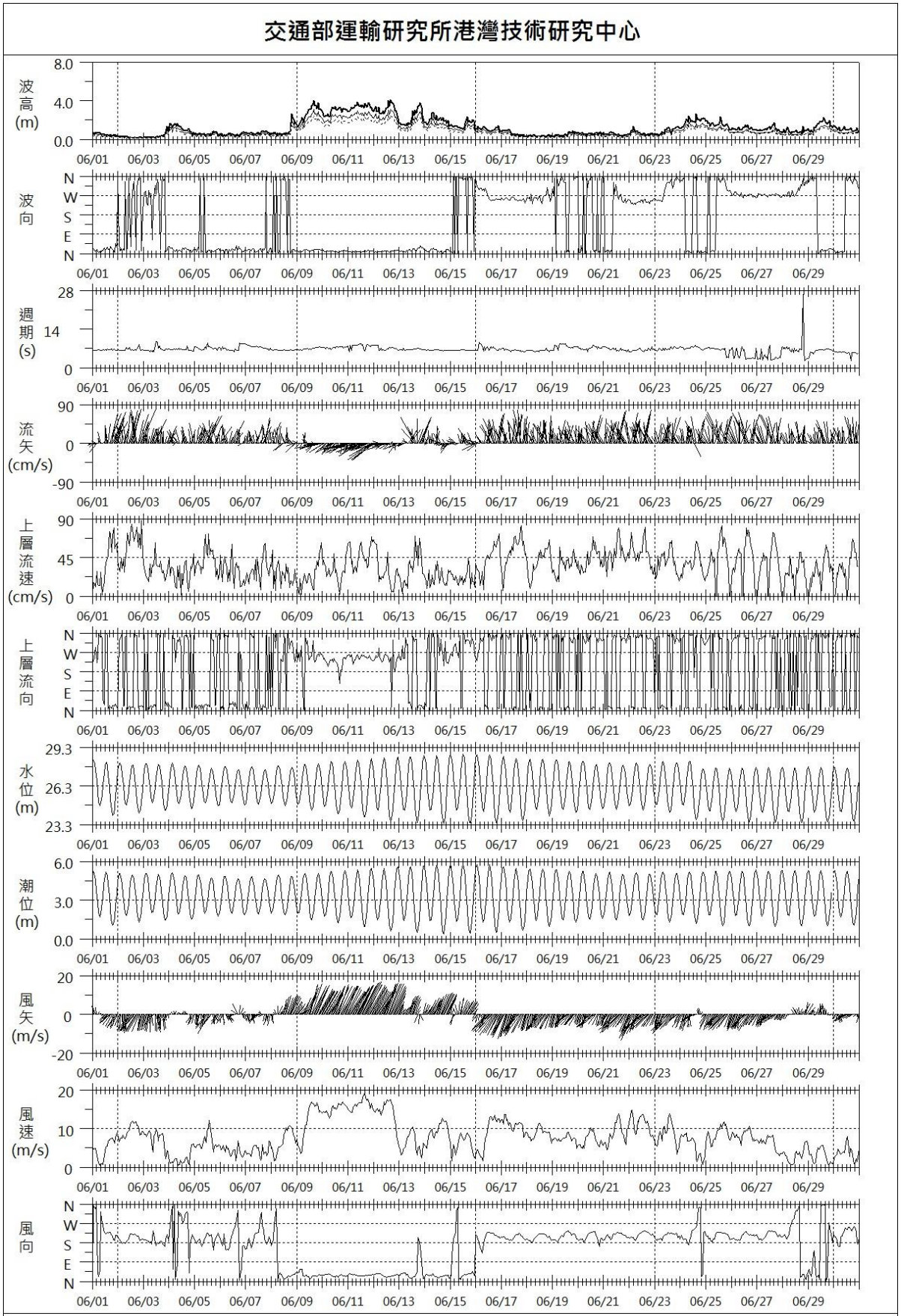


圖7.6 2014年6月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

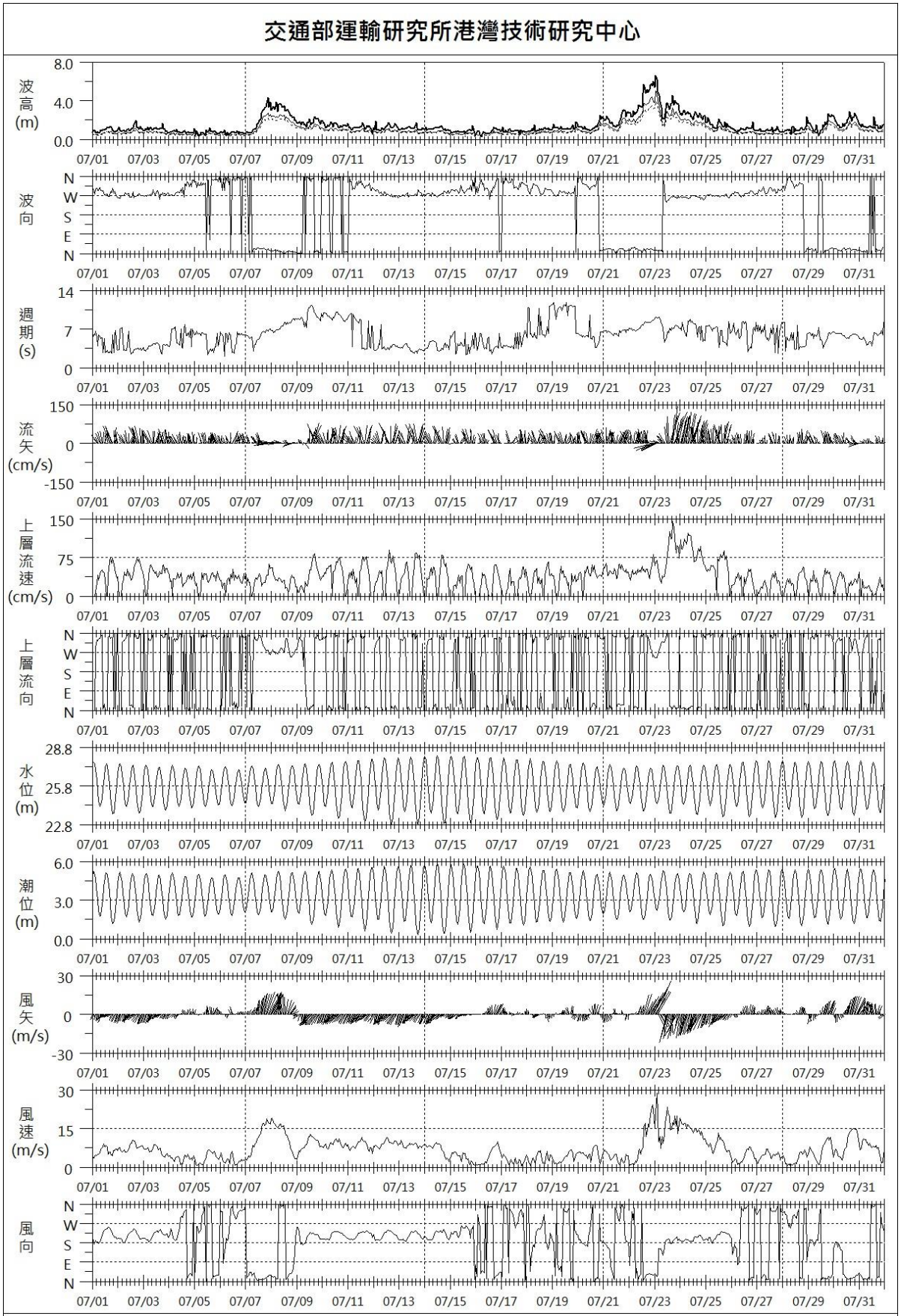


圖7.7 2014年7月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

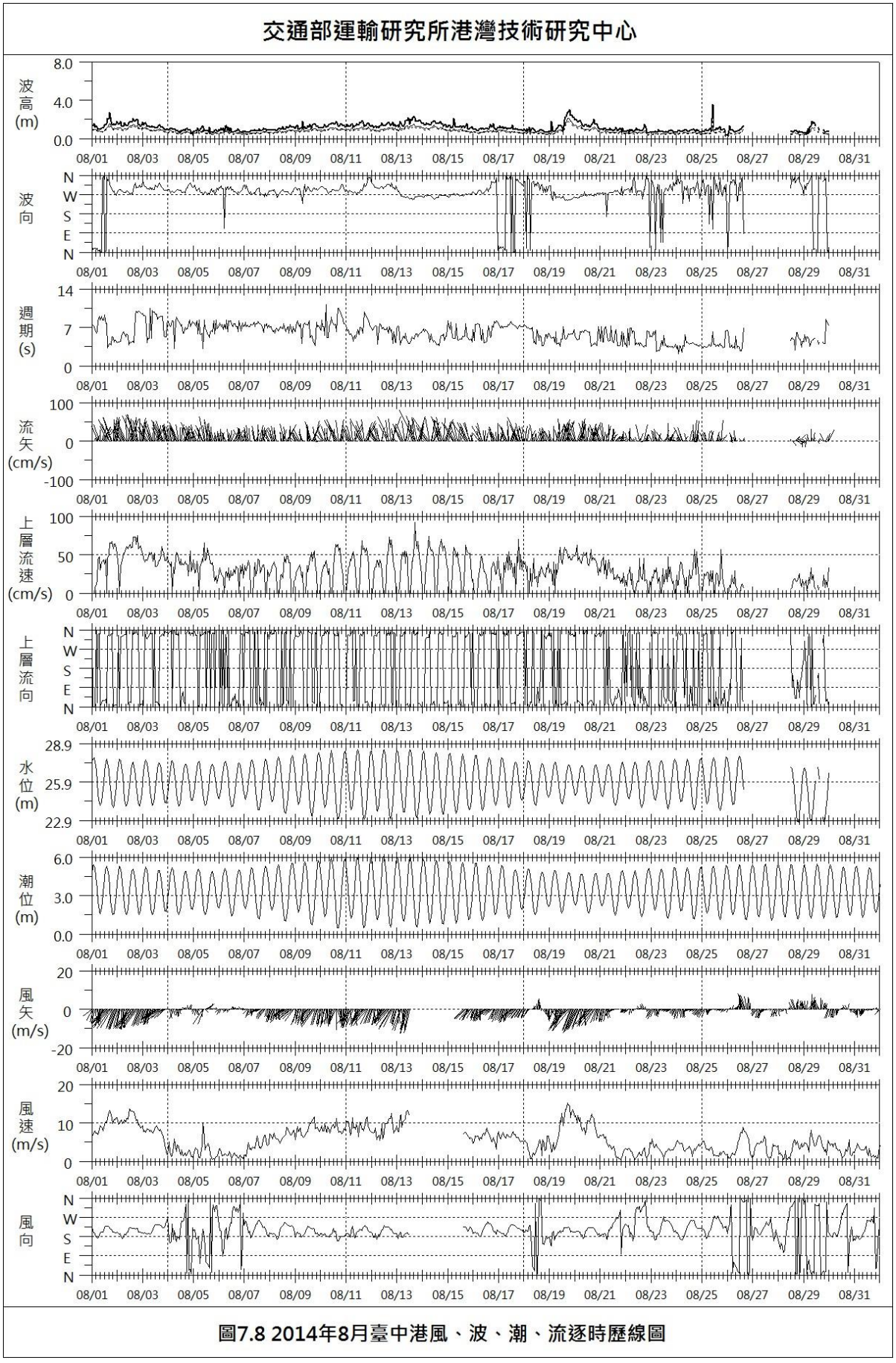


圖7.8 2014年8月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

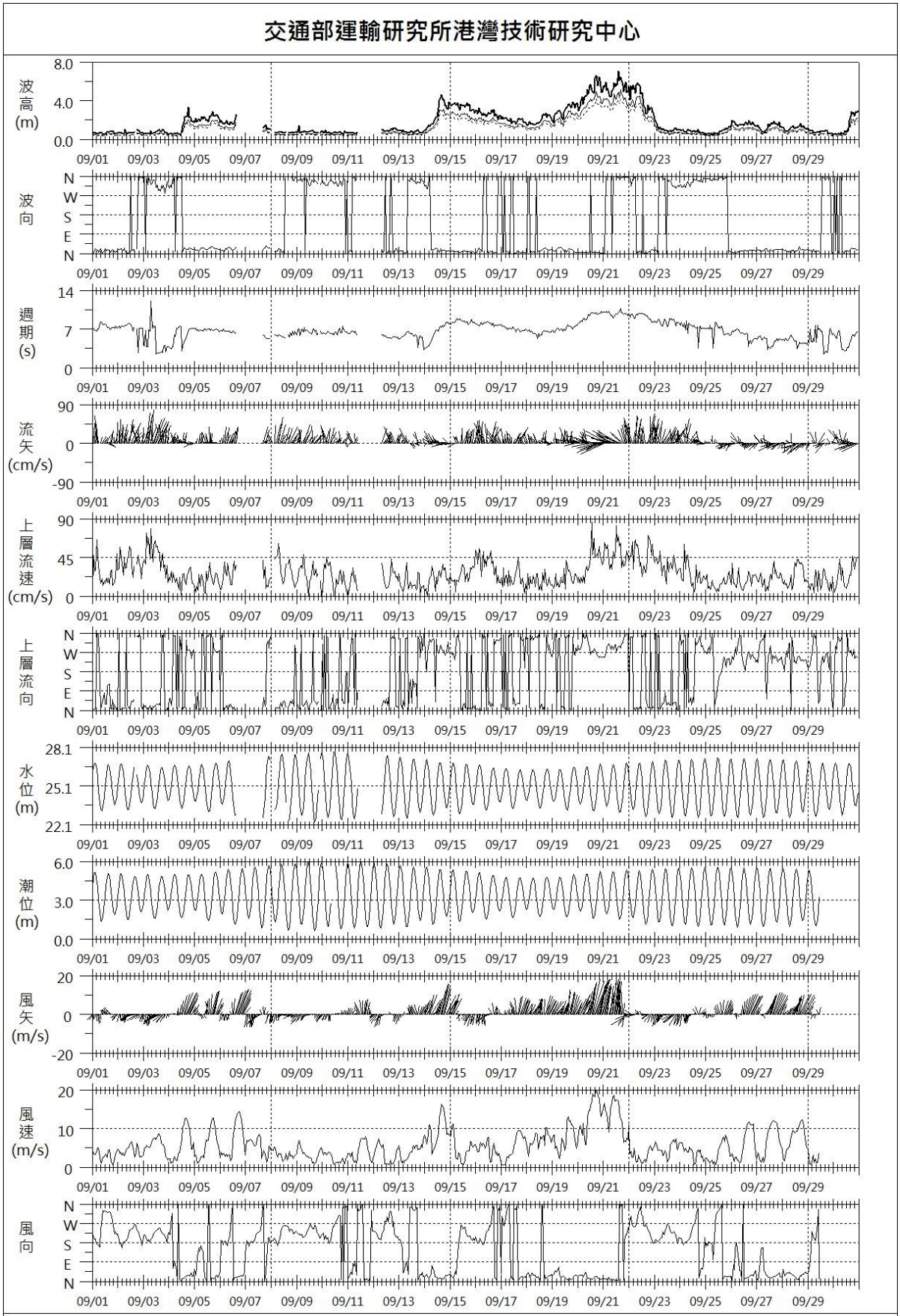


圖7.9 2014年9月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

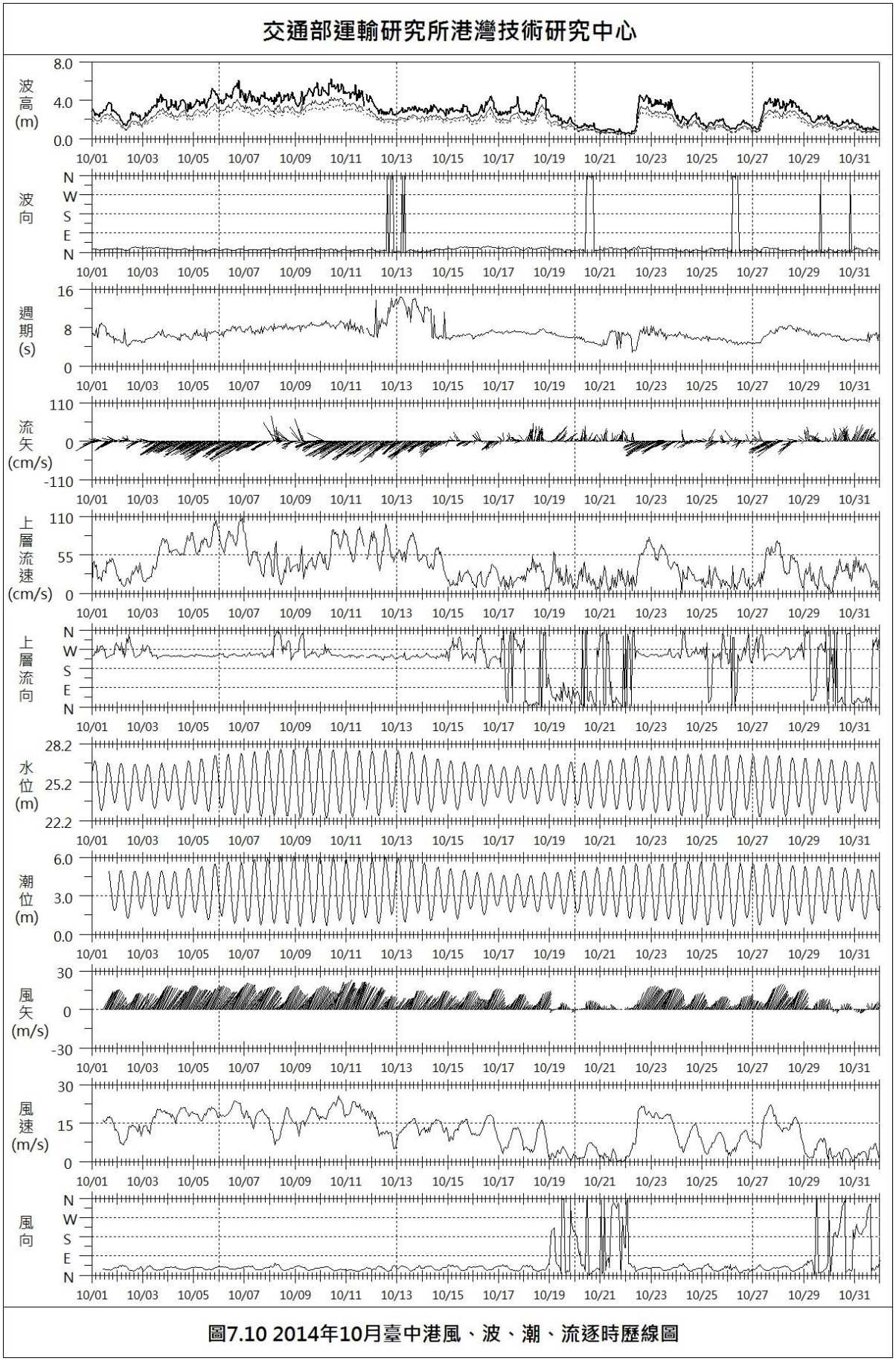


圖7.10 2014年10月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

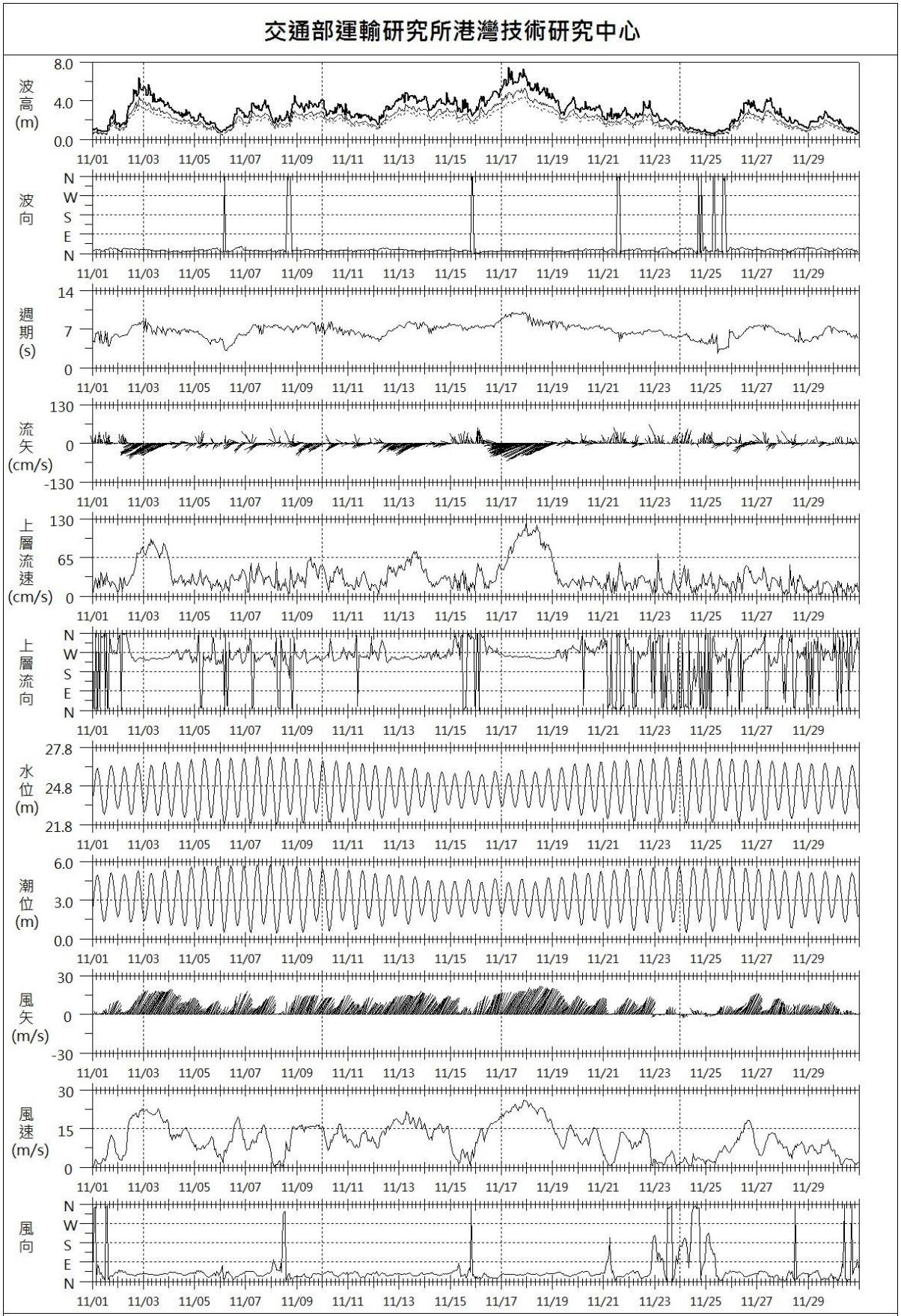


圖7.11 2014年11月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

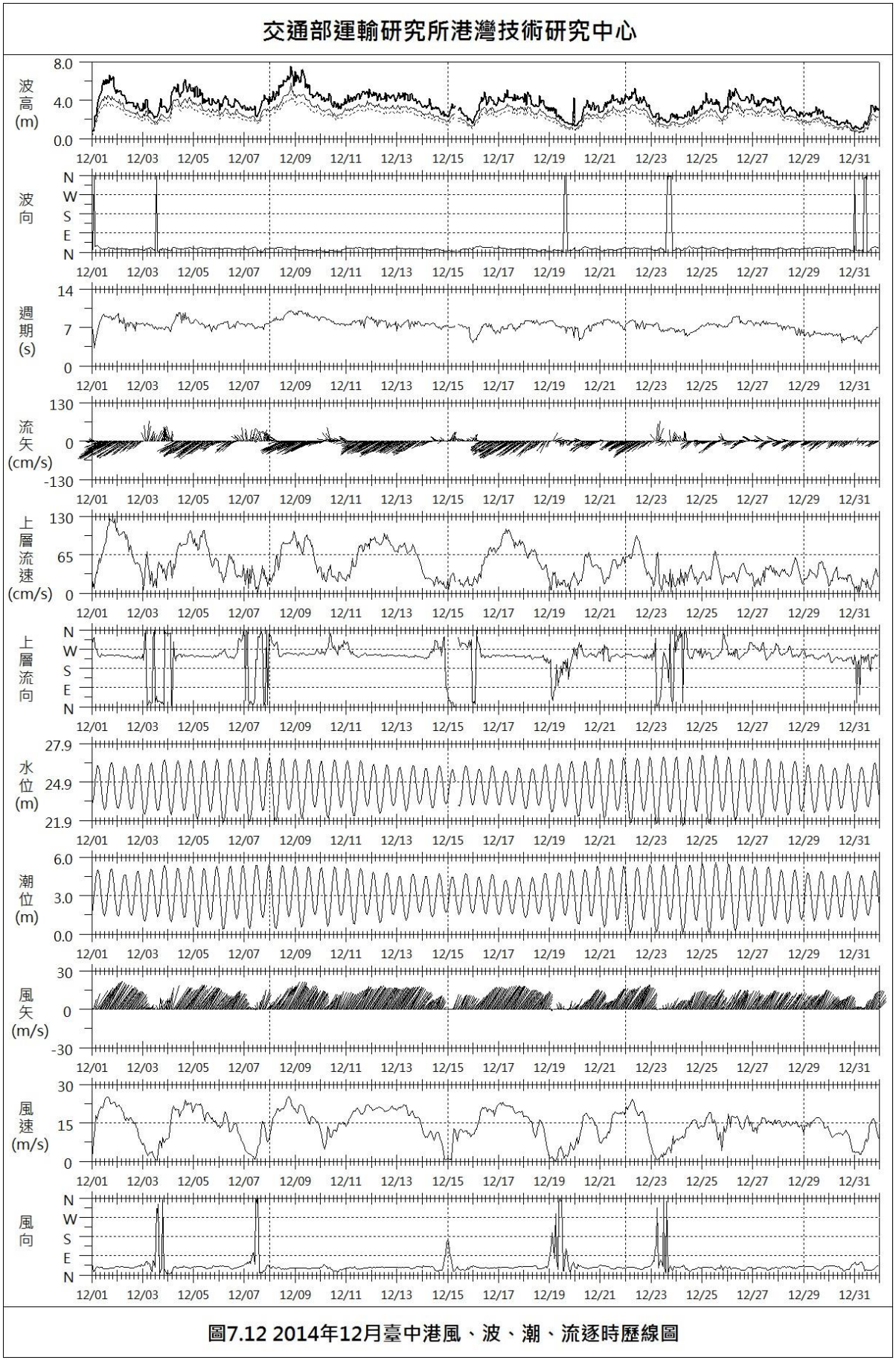


圖7.12 2014年12月臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

臺中港波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/01/01 01:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 518

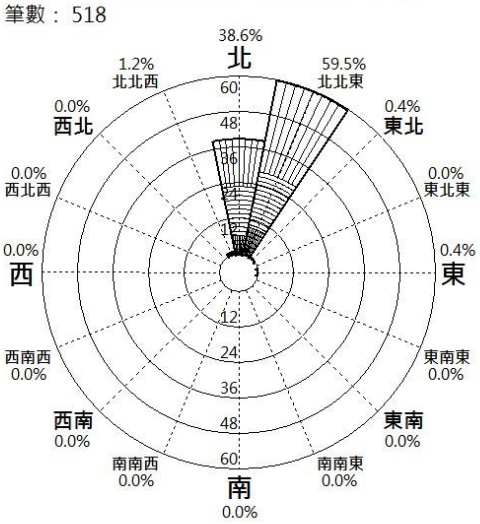


圖7.13 2014年1月臺中港測站波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/24 21:41
筆數： 461

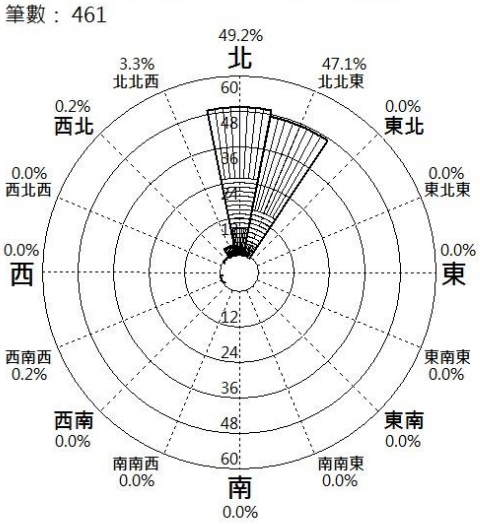


圖7.14 2014年2月臺中港測站波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/03/25 14:10 - 2014/03/31 23:10
筆數： 154

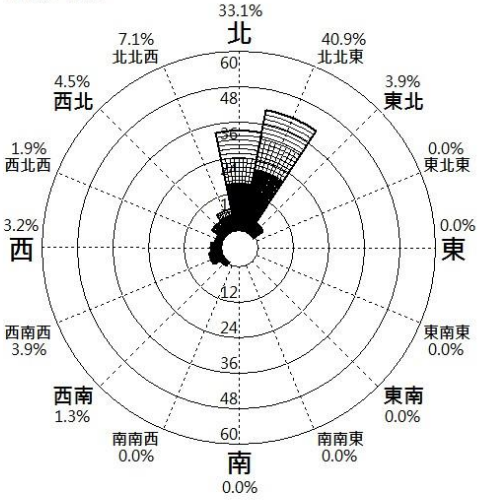


圖7.15 2014年3月臺中港測站波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/04/01 00:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 720

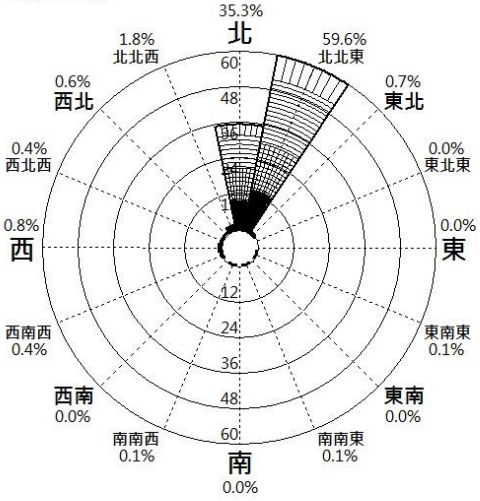
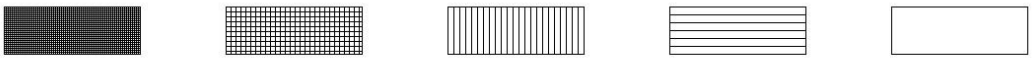


圖7.16 2014年4月臺中港測站波浪玫瑰圖



0.05 - 0.5m　0.5 - 1m　1 - 2m　2 - 5m　> 5m

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

臺中港波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 744

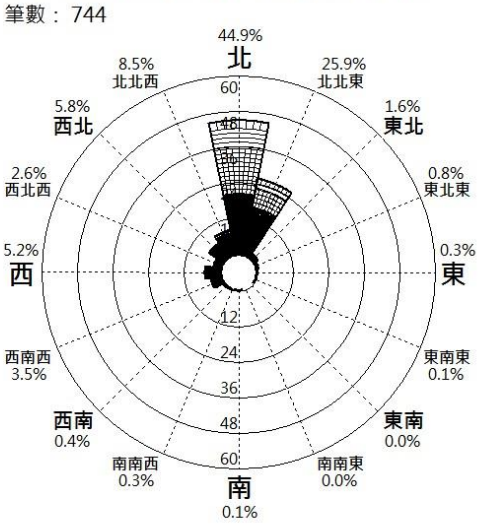


圖7.17 2014年5月臺中港測站波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 720

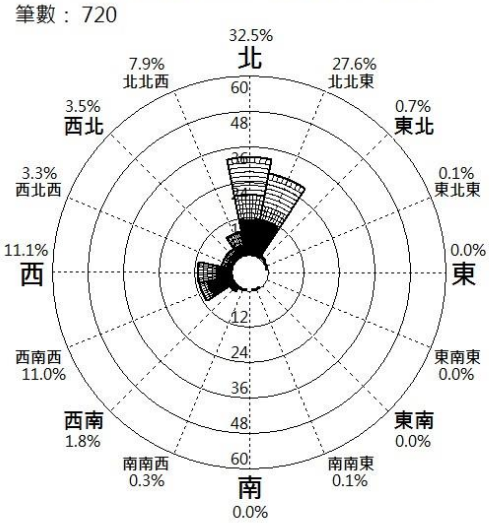


圖7.18 2014年6月臺中港測站波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/31 23:10
筆數： 744

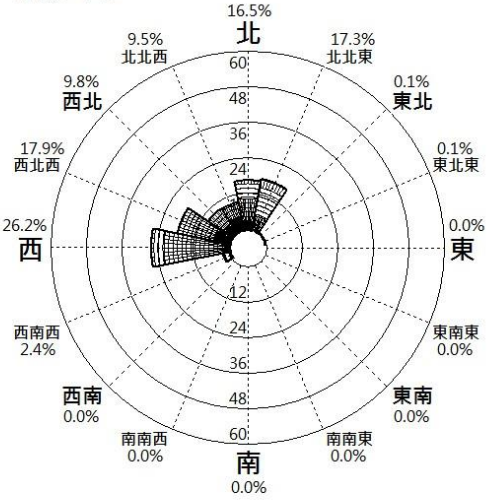


圖7.19 2014年7月臺中港測站波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/08/01 00:10 - 2014/08/30 00:10
筆數： 650

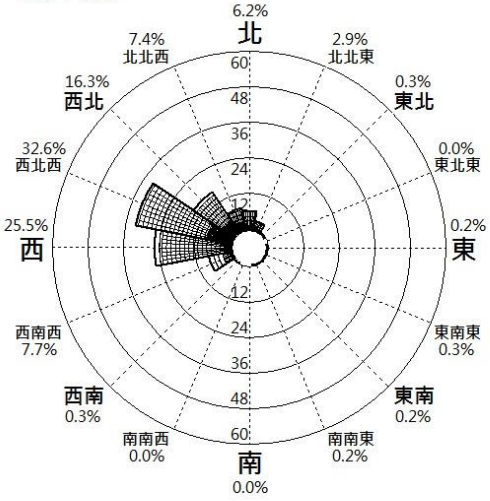
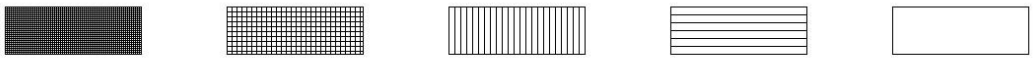


圖7.20 2014年8月臺中港測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

臺中港波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 664

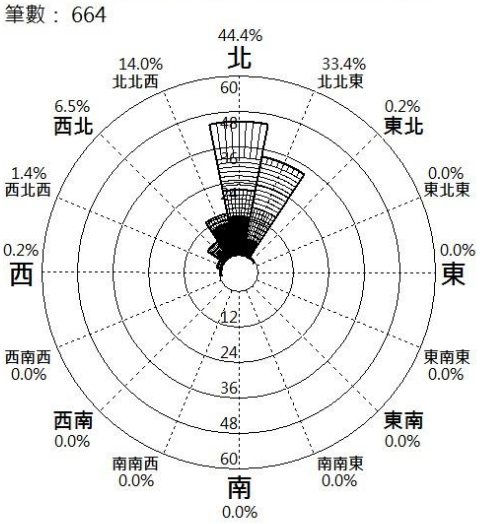


圖7.21 2014年9月臺中港測站波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 743

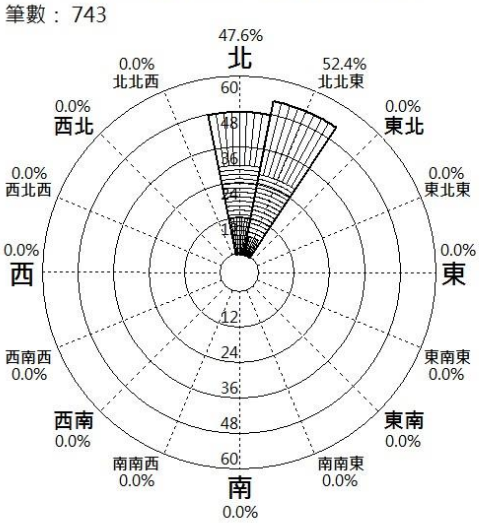


圖7.22 2014年10月臺中港測站波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 720

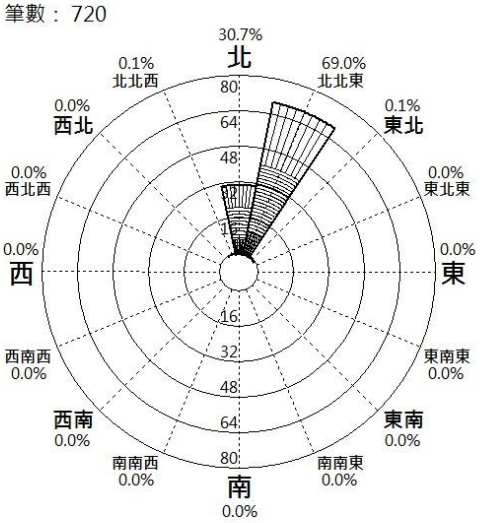


圖7.23 2014年11月臺中港測站波浪玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 740

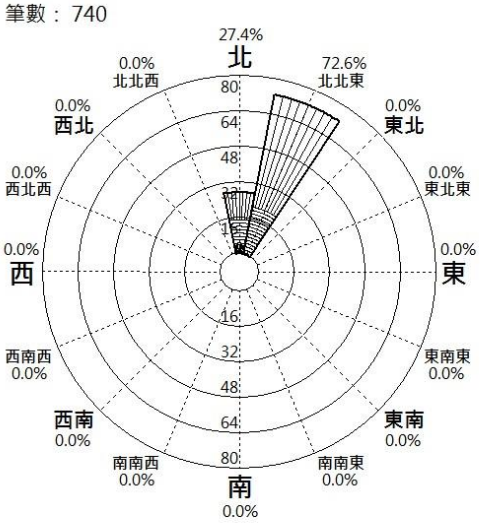
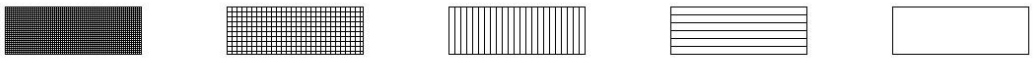


圖7.24 2014年12月臺中港測站波浪玫瑰圖



0.05 - 0.5m　0.5 - 1m　1 - 2m　2 - 5m　> 5m

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

臺中港海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/01/01 01:10 - 2014/01/31 23:10
筆數： 518

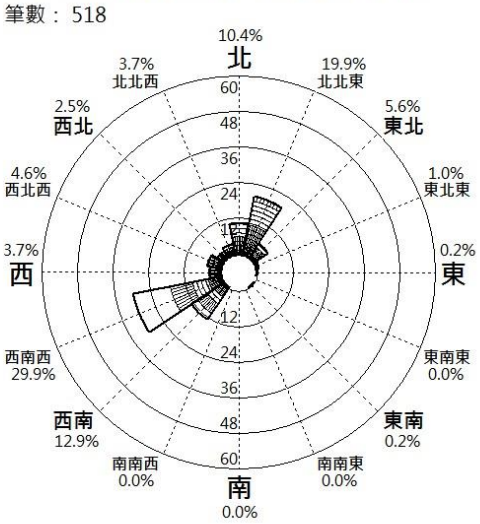


圖7.25 2014年1月臺中港測站海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/02/01 00:10 - 2014/02/24 21:41
筆數： 461

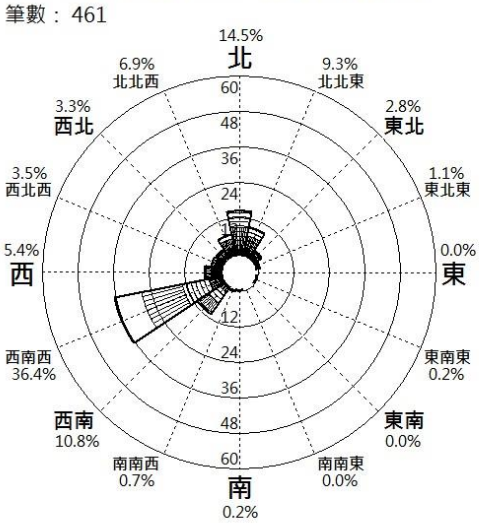


圖7.26 2014年2月臺中港測站海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/03/25 14:10 - 2014/03/31 23:10
筆數： 154

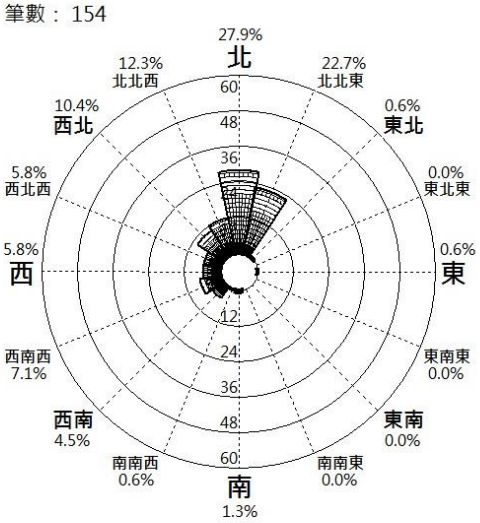


圖7.27 2014年3月臺中港測站海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/04/01 00:10 - 2014/04/30 23:10
筆數： 720

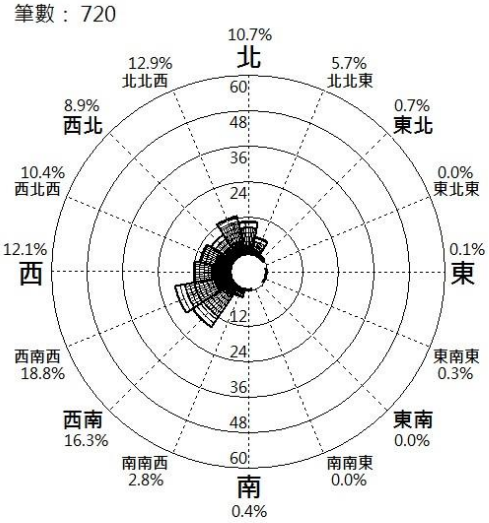
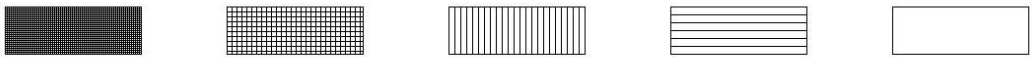


圖7.28 2014年4月臺中港測站海流玫瑰圖



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

臺中港海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/05/01 00:10 - 2014/05/31 23:10
筆數： 744

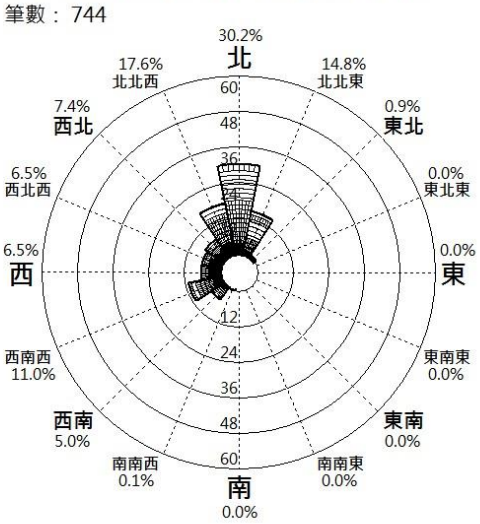


圖7.29 2014年5月臺中港測站海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/06/01 00:10 - 2014/06/30 23:10
筆數： 720

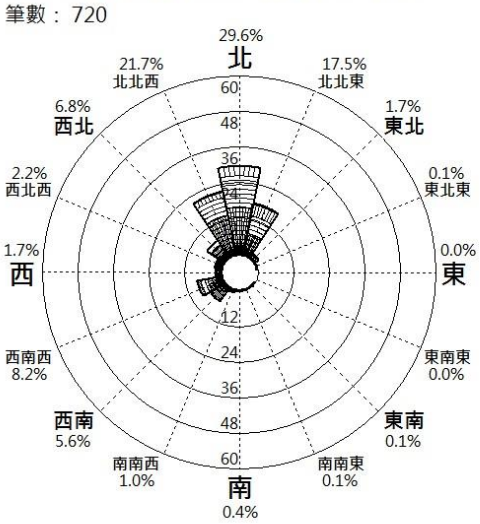


圖7.30 2014年6月臺中港測站海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/07/01 00:10 - 2014/07/31 23:10
筆數： 744

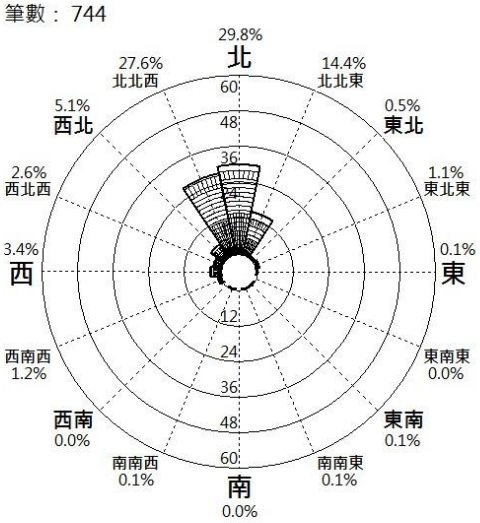


圖7.31 2014年7月臺中港測站海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/08/01 00:10 - 2014/08/30 00:10
筆數： 650

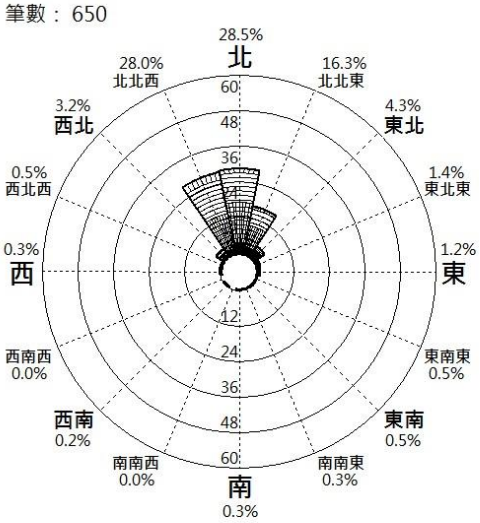
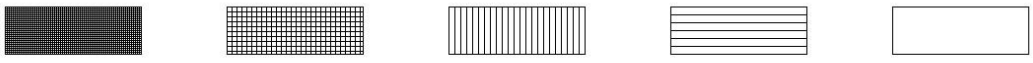


圖7.32 2014年8月臺中港測站海流玫瑰圖



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

臺中港海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/09/01 00:10 - 2014/09/30 23:10
筆數： 664

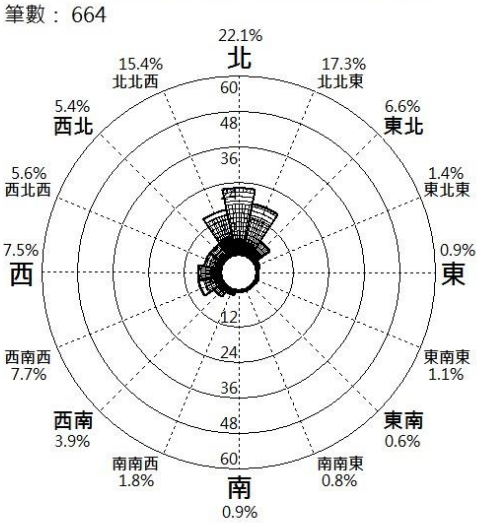


圖7.33 2014年9月臺中港測站海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/10/01 00:10 - 2014/10/31 23:10
筆數： 743

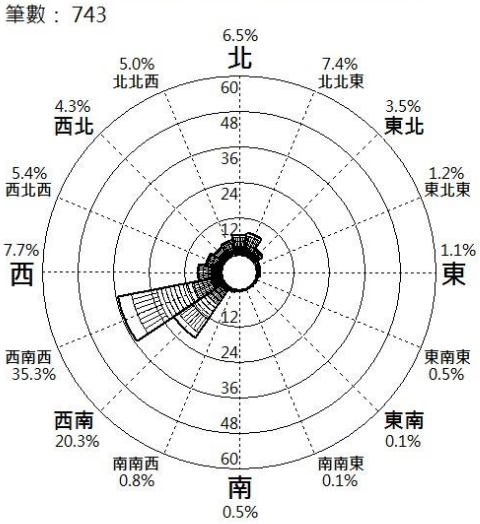


圖7.34 2014年10月臺中港測站海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/11/01 00:10 - 2014/11/30 23:10
筆數： 720

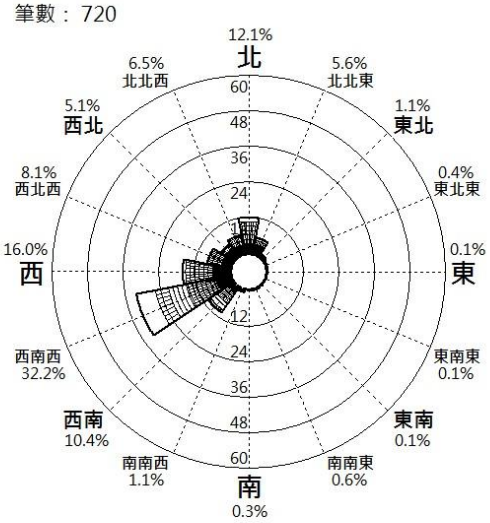


圖7.35 2014年11月臺中港測站海流玫瑰圖

站名： 台中
日期： 2014/12/01 00:10 - 2014/12/31 23:10
筆數： 740

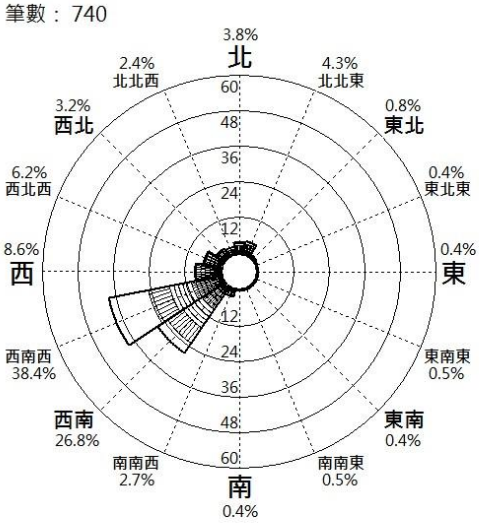
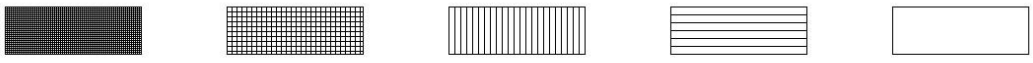


圖7.36 2014年12月臺中港測站海流玫瑰圖



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

臺中港風速風向玫瑰圖

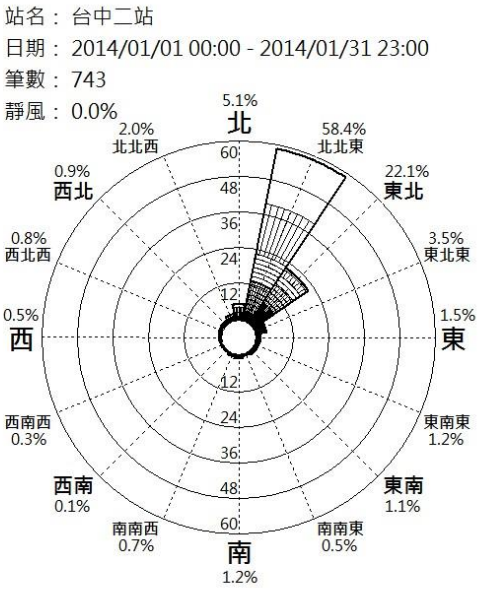


圖7.37 2014年1月臺中港測站風速風向玫瑰圖

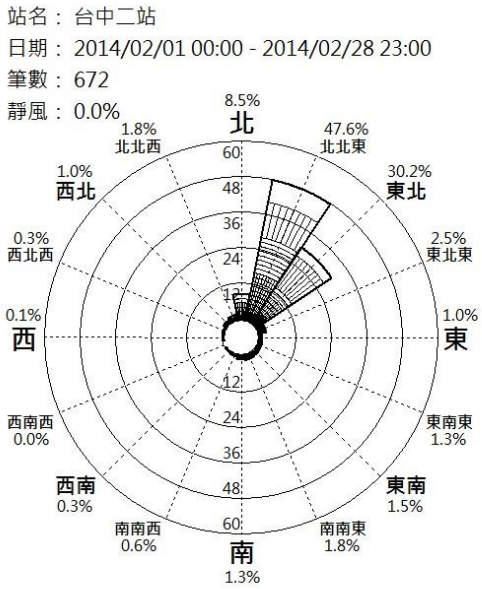


圖7.38 2014年2月臺中港測站風速風向玫瑰圖

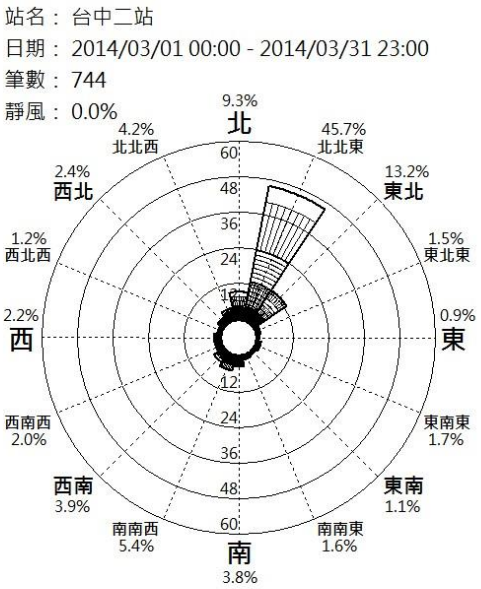


圖7.39 2014年3月臺中港測站風速風向玫瑰圖

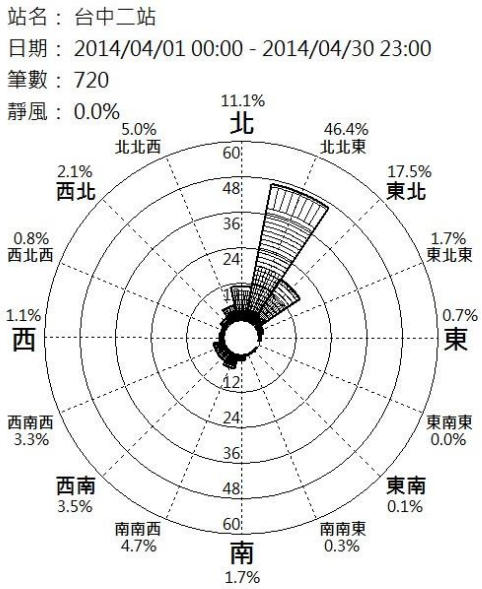
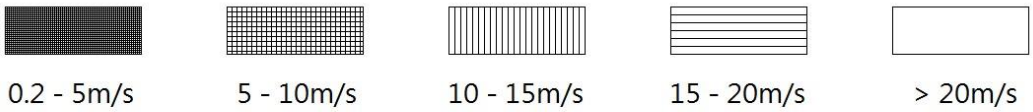


圖7.40 2014年4月臺中港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

臺中港風速風向玫瑰圖

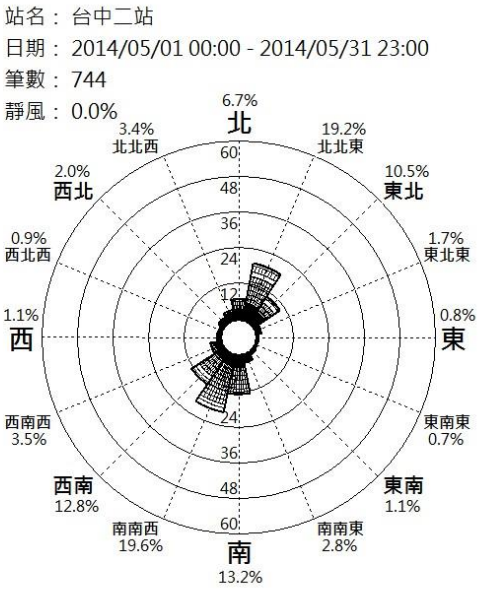


圖7.41 2014年5月臺中港測站風速風向玫瑰圖

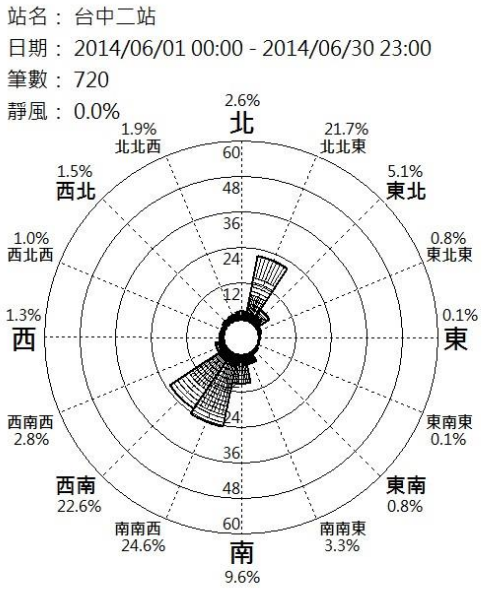


圖7.42 2014年6月臺中港測站風速風向玫瑰圖

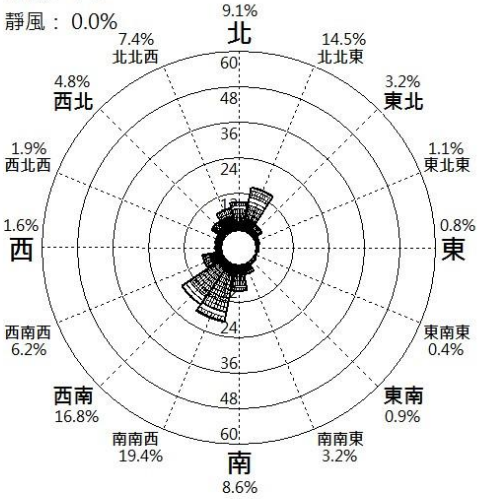


圖7.43 2014年7月臺中港測站風速風向玫瑰圖

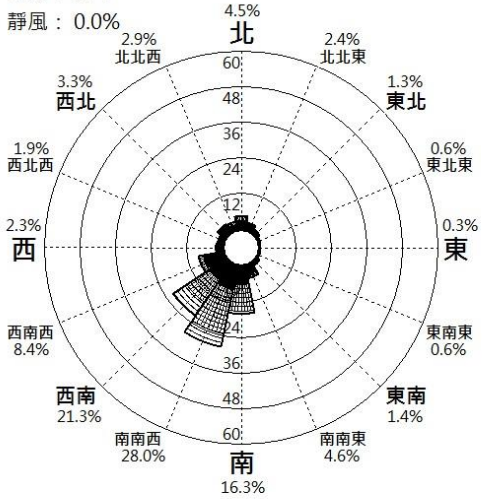
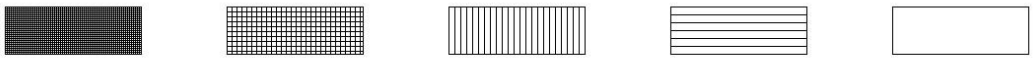


圖7.44 2014年8月臺中港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

臺中港風速風向玫瑰圖

站名： 台中二站
日期： 2014/09/01 00:00 - 2014/09/29 11:00
筆數： 684
靜風： 0.0%

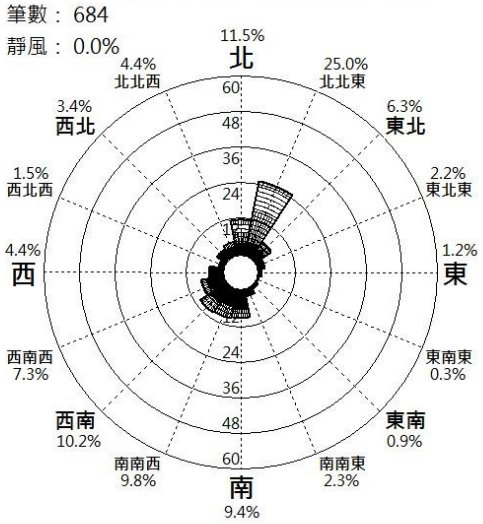


圖7.45 2014年9月臺中港測站風速風向玫瑰圖

站名： 台中二站
日期： 2014/10/01 11:00 - 2014/10/31 23:00
筆數： 733
靜風： 1.0%

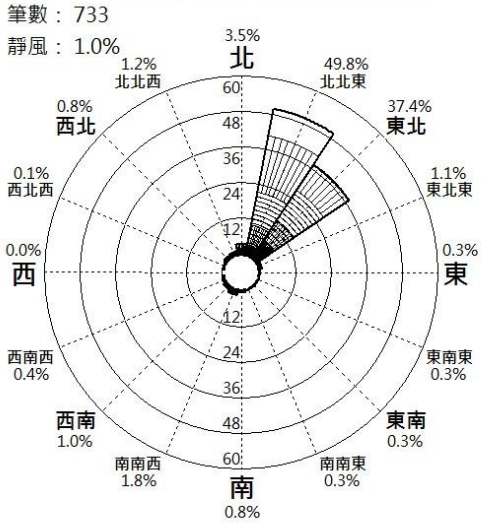


圖7.46 2014年10月臺中港測站風速風向玫瑰圖

站名： 台中二站
日期： 2014/11/01 00:00 - 2014/11/30 23:00
筆數： 720
靜風： 1.0%

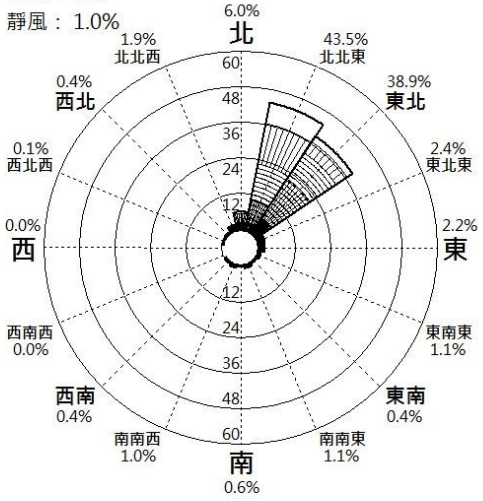


圖7.47 2014年11月臺中港測站風速風向玫瑰圖

站名： 台中二站
日期： 2014/12/01 00:00 - 2014/12/31 23:00
筆數： 744
靜風： 1.1%

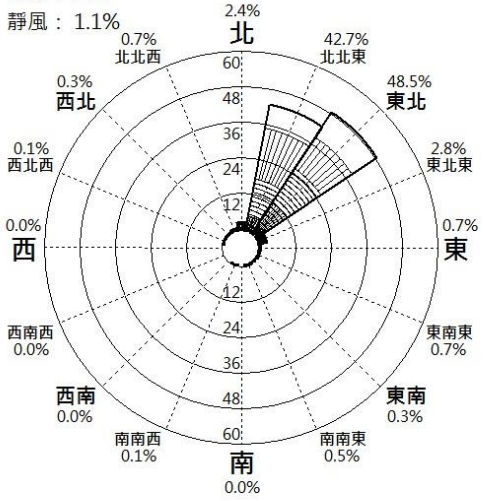
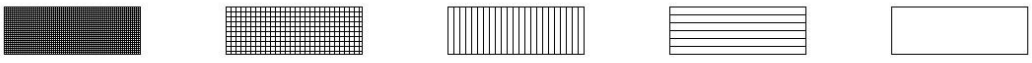


圖7.48 2014年12月臺中港測站風速風向玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表7.1 臺中港測站示性波高、示性週期及波向統計表

年/月	觀測點數	H1/3 平均值 (m)	T1/3 平均值 (m)	H1/3 最大值 (m)	週期 (s)	波向 (來向)	H1/3 < 0.5m (%)	H1/3 0.5~1m (%)	H1/3 1~5m (%)	H1/3 >5m (%)	波向 北~東 (%)	波向 東~南 (%)	波向 南~西 (%)	波向 西~北 (%)	T1/3 < 6s (%)	T1/3 6~8s (%)	T1/3 8~10s (%)	T1/3 >10s (%)
2014/01	518(70%)	1.99	7.0	3.82	12.1	北北東	1.2	15.4	83.4	0.0	95.0	0.4	0.0	4.6	21.8	55.4	22.6	0.2
2014/02	461(69%)	2.03	7.2	3.93	11.9	東北	4.3	11.1	84.6	0.0	88.5	0.0	0.2	11.3	11.3	70.7	16.9	1.1
2014/03	154(21%)	0.54	6.4	1.75	8.2	東南東	58.4	21.4	20.1	0.0	65.6	0.0	8.4	26.0	9.1	90.3	0.6	0.0
2014/04	720(100%)	1.03	6.7	3.09	9.9	東北	27.6	27.6	44.7	0.0	89.3	0.3	1.1	9.3	6.5	88.3	5.1	0.0
2014/05	744(100%)	0.57	6.6	3.57	9.8	東南	63.3	23.0	13.7	0.0	59.4	0.1	7.3	33.2	5.8	90.3	3.9	0.0
2014/06	720(100%)	0.73	6.6	2.44	26.4	南南東	45.4	30.0	24.6	0.0	51.7	0.1	18.1	30.1	14.9	78.2	6.8	0.1
2014/07	744(100%)	0.90	5.9	3.94	11.9	西南	17.3	57.0	25.7	0.0	27.2	0.0	14.4	58.5	51.6	30.5	13.3	4.6
2014/08	650(87%)	0.70	6.0	2.14	11.1	西	20.2	69.2	10.6	0.0	6.0	0.6	18.8	74.6	49.7	39.4	10.2	0.8
2014/09	664(92%)	1.11	6.7	4.12	12.1	東南	31.6	26.7	41.7	0.0	62.7	0.0	0.0	37.3	30.0	50.2	18.4	1.5
2014/10	743(100%)	1.81	6.9	3.58	14.4	北北東	2.6	16.3	81.2	0.0	97.2	0.0	0.0	2.8	29.2	51.1	14.1	5.5
2014/11	720(100%)	1.79	6.7	4.40	10.0	北北東	3.3	13.2	83.5	0.0	97.6	0.0	0.0	2.4	29.0	60.3	10.4	0.3
2014/12	740(99%)	2.22	7.3	4.51	10.0	北北東	0.3	4.3	95.4	0.0	98.1	0.0	0.0	1.9	12.6	62.7	24.6	0.1

表7.2 臺中港測站示性波高分佈百分比(%)統計表

H1/3(m) 年/月	0 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 1.5	1.5 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 50	合計(%)
2014/01	1.2	15.4	15.8	20.1	28.8	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	4.3	11.1	10.8	18.2	43.2	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	58.4	21.4	16.9	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	27.6	27.6	18.2	14.7	11.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	63.3	23.0	7.4	1.9	2.8	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	45.4	30.0	11.8	8.9	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	17.3	57.0	12.6	7.7	3.6	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	20.2	69.2	9.8	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	31.6	26.7	16.3	10.5	7.8	6.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	2.6	16.3	15.6	22.7	36.6	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	3.3	13.2	22.1	23.1	30.1	6.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.3	4.3	11.4	20.5	53.0	10.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表7.3 臺中港測站示性週期分佈百分比(%)統計表

T1/3(秒) 年/月	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 9	9 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 16	16 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	60 ~ 200	合計(%)
2014/01	0.0	1.0	3.3	17.6	24.7	30.7	17.6	5.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/02	0.7	2.6	1.7	6.3	25.2	45.6	11.1	5.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/03	0.0	0.0	0.0	9.1	86.4	3.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	0.0	0.0	0.0	6.5	66.4	21.9	3.9	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	0.0	0.0	0.0	5.8	78.6	11.7	2.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	1.1	4.9	0.3	8.6	54.0	24.2	6.4	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	100.0
2014/07	4.7	20.3	10.8	15.9	20.7	9.8	9.0	4.3	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/08	1.4	15.1	17.1	16.2	17.4	22.0	6.6	3.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	2.3	5.6	5.6	16.6	26.7	23.5	11.3	7.1	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	0.1	0.8	8.1	20.2	32.3	18.8	12.4	1.7	1.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	0.1	2.6	7.4	18.9	27.5	32.8	7.1	3.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/12	0.0	0.1	3.0	9.5	17.6	45.1	19.5	5.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表7.4 臺中港測站波向分佈百分比(%)統計表

波向 年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	38.6	59.5	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	100.0
2014/02	49.2	47.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	3.3	100.0
2014/03	33.1	40.9	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.9	3.2	1.9	4.5	7.1	100.0
2014/04	35.3	59.6	0.7	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.8	0.4	0.6	1.8	100.0
2014/05	44.9	25.9	1.6	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	3.5	5.2	2.6	5.8	8.5	100.0
2014/06	32.5	27.6	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	1.8	11.0	11.1	3.3	3.5	7.9	100.0
2014/07	16.5	17.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	26.2	17.9	9.8	9.5	100.0
2014/08	6.2	2.9	0.3	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.3	7.7	25.5	32.6	16.3	7.4	100.0
2014/09	44.4	33.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	6.5	14.0	100.0
2014/10	47.6	52.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/11	30.7	69.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	100.0
2014/12	27.4	72.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

表7.5 臺中港測站流速及流向統計表

年/月	觀測點數	流速 平均值 (cm/s)	流速/流向 最大值 (cm/s)(去向)	流速 <25cm/s (%)	流速 25~50cm/s (%)	流速 50~75cm/s (%)	流速 >75cm/s (%)	流向 北~東 (%)	流向 東~南 (%)	流向 南~西 (%)	流向 西~北 (%)
2014/01	518	046.3	137.4 / 西南西	24.1	40.2	17.4	18.3	38.8	0.2	44.6	16.4
2014/02	461	045.3	135.9 / 西南西	26.5	31.9	28.9	12.8	27.3	0.4	49.5	22.8
2014/03	154	028.8	096.1 / 北北東	46.1	42.9	9.1	1.9	37.0	1.3	15.6	46.1
2014/04	720	025.9	073.3 / 北	54.3	41.1	4.6	0.0	12.5	0.4	43.9	43.2
2014/05	744	032.6	093.0 / 北北東	40.5	44.4	12.9	2.3	30.9	0.0	19.5	49.6
2014/06	720	035.9	088.2 / 北北東	27.2	49.2	21.5	2.1	37.6	0.3	16.4	45.7
2014/07	744	037.5	145.5 / 北	28.0	46.6	19.0	6.5	45.0	0.3	3.1	51.6
2014/08	650	030.1	091.8 / 北北西	39.5	44.5	15.8	0.2	48.9	2.2	0.6	48.3
2014/09	664	026.4	086.4 / 西	52.4	40.5	6.6	0.5	41.0	3.0	16.6	39.5
2014/10	743	039.6	107.8 / 西南西	33.5	33.9	22.9	9.7	16.6	1.3	60.6	21.5
2014/11	720	032.3	120.7 / 西南西	47.9	35.8	8.5	7.8	13.6	1.3	51.8	33.3
2014/12	740	047.1	125.5 / 西南西	24.2	36.9	17.7	21.2	7.6	1.8	72.8	17.8

表7.6 臺中港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 ~ 120	120 ~ 150	150 ~	合計(%)
2014/01	6.2	2.1	2.7	5.8	7.3	7.7	7.9	8.5	9.5	6.6	7.3	12.9	9.5	4.6	1.4	0.0	100.0
2014/02	5.6	3.3	4.1	7.8	5.6	6.7	5.6	8.0	5.0	6.5	13.0	18.9	4.6	3.0	2.2	0.0	100.0
2014/03	4.5	5.8	11.7	11.0	13.0	12.3	11.7	7.8	6.5	4.5	6.5	3.2	1.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/04	1.8	6.0	12.8	16.5	17.2	12.5	10.7	6.5	7.6	3.8	3.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/05	0.4	4.4	7.5	13.7	14.4	11.2	10.2	7.8	8.5	6.7	6.7	7.1	1.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/06	4.4	2.8	5.7	7.4	6.9	12.4	11.4	9.7	9.6	6.1	12.6	10.3	0.7	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/07	14.1	1.9	2.2	4.2	5.6	6.7	9.9	11.0	10.5	8.5	10.6	9.8	3.0	1.5	0.5	0.0	100.0
2014/08	15.2	3.5	4.2	7.2	9.4	8.8	9.2	9.1	10.6	6.8	10.8	5.1	0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	2.9	7.1	15.4	14.0	13.1	12.5	9.8	8.0	5.1	5.1	3.9	2.9	0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/10	1.6	5.2	8.3	9.2	9.2	7.4	8.7	7.3	6.2	4.3	11.6	14.5	5.8	0.7	0.0	0.0	100.0
2014/11	3.1	8.2	7.5	14.2	15.0	12.2	9.7	5.1	5.1	3.6	4.3	5.3	3.8	2.6	0.3	0.0	100.0
2014/12	0.8	2.3	5.4	6.6	9.1	11.1	9.1	6.2	5.0	5.5	7.7	13.8	13.6	3.2	0.5	0.0	100.0

表7.7 臺中港測站流向分佈百分比(%)統計表

流向

年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	合計(%)
2014/01	15.8	19.9	5.6	1.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	12.9	29.9	3.7	4.6	2.5	3.7	100.0
2014/02	19.3	9.3	2.8	1.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.7	10.8	36.4	5.4	3.5	3.3	6.9	100.0
2014/03	27.9	22.7	0.6	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	1.3	0.6	4.5	7.1	5.8	5.8	10.4	12.3	100.0
2014/04	10.7	5.7	0.7	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.4	2.8	16.3	18.8	12.1	10.4	8.9	12.9	100.0
2014/05	30.2	14.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.0	11.0	6.5	6.5	7.4	17.6	100.0
2014/06	32.9	17.5	1.7	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	1.0	5.6	8.2	1.7	2.2	6.8	21.7	100.0
2014/07	43.7	14.4	0.5	1.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	1.2	3.4	2.6	5.1	27.6	100.0
2014/08	43.1	16.3	4.3	1.4	1.2	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	0.2	0.0	0.3	0.5	3.2	28.0	100.0
2014/09	22.9	17.3	6.6	1.4	0.9	1.1	0.6	0.8	0.9	1.8	3.9	7.7	7.7	5.7	5.4	15.4	100.0
2014/10	6.5	7.4	3.5	1.2	1.1	0.5	0.1	0.1	0.5	0.9	20.3	35.3	7.7	5.5	4.3	5.0	100.0
2014/11	12.1	5.6	1.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.6	0.3	1.1	10.6	32.2	16.0	8.1	5.1	6.5	100.0
2014/12	3.8	4.3	0.8	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	2.7	26.8	38.4	8.6	6.2	3.2	2.4	100.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

表7.8 臺中港測站風速及風向統計表

年/月	觀測點數	風速 平均值 (m/s)	風速/風向 最大值 (m/s)(來向)	風速 <5m/s (%)	風速 5~10m/s (%)	風速 10~15m/s (%)	風速 >15m/s (%)	風向 北~東 (%)	風向 東~南 (%)	風向 南~西 (%)	風向 西~北 (%)	靜風 (%)
2014/01	743	11.9	27.9 / 北北東	25.4	21.5	13.3	39.7	88.2	4.3	1.7	5.8	0.0
2014/02	672	11.4	25.2 / 北北東	19.6	26.2	18.5	35.7	87.1	5.4	1.9	5.7	0.0
2014/03	744	9.2	27.8 / 北北東	39.5	19.1	15.9	25.5	66.4	6.3	15.1	12.2	0.0
2014/04	720	8.3	20.7 / 北北東	28.9	34.9	26.5	9.7	73.5	1.5	13.3	11.7	0.0
2014/05	744	6.4	21.3 / 北北東	38.2	48.4	9.7	3.8	36.2	9.4	44.9	9.5	0.1
2014/06	720	7.8	19.3 / 北北東	27.2	46.8	18.3	7.6	29.0	7.5	57.5	6.0	0.0
2014/07	744	6.9	28.6 / 北北東	37.9	42.9	11.8	7.4	23.5	8.3	48.3	19.9	0.0
2014/08	694	5.5	15.2 / 西南	49.0	39.8	11.1	0.1	7.1	14.1	68.2	10.7	0.0
2014/09	684	5.6	19.7 / 北北東	53.4	32.3	11.1	3.2	42.1	7.9	36.1	13.9	0.0
2014/10	733	11.9	25.6 / 北北東	20.2	16.8	23.6	39.2	90.5	1.6	3.8	4.1	0.0
2014/11	720	10.8	26.0 / 北北東	21.8	25.8	24.6	27.8	90.8	4.3	1.5	3.3	0.0
2014/12	744	13.9	25.2 / 北北東	11.7	13.3	26.3	48.7	96.0	1.9	0.1	2.0	0.0

表7.9 臺中港測站風速分佈百分比(%)統計表

風速(m/s)

年/月	0 ~ 1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 10	10 ~ 12	12 ~ 14	14 ~ 16	16 ~ 18	18 ~ 20	20 ~ 30	30 ~	合計(%)
2014/01	2.0	6.2	4.4	7.4	5.4	5.0	4.0	4.4	8.1	6.3	4.8	5.4	8.6	7.7	20.2	0.0	100.0
2014/02	1.3	5.1	4.6	4.5	4.2	7.0	5.7	5.1	8.5	7.3	6.5	9.1	11.9	7.9	11.5	0.0	100.0
2014/03	3.6	10.2	7.8	9.5	8.3	4.8	3.5	3.1	7.7	6.2	6.5	5.9	8.9	8.2	5.8	0.0	100.0
2014/04	2.4	5.8	6.0	7.1	7.6	5.8	6.5	7.1	15.4	14.6	8.5	7.1	3.2	2.1	0.8	0.0	100.0
2014/05	2.4	6.3	8.1	9.3	12.1	13.8	14.0	7.8	12.8	7.3	1.5	1.2	0.5	1.9	1.1	0.0	100.0
2014/06	2.4	4.6	4.9	7.5	7.9	9.0	8.2	11.0	18.6	9.4	5.7	5.7	4.7	0.4	0.0	0.0	100.0
2014/07	3.0	8.9	7.0	9.4	9.7	9.3	8.1	9.8	15.7	7.1	2.3	4.0	3.5	0.7	1.6	0.0	100.0
2014/08	4.8	12.8	9.5	12.0	9.9	8.1	9.4	9.9	12.4	7.8	3.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2014/09	3.8	11.8	12.9	13.0	11.8	9.9	8.8	5.7	7.9	6.4	3.4	1.8	1.6	1.2	0.0	0.0	100.0
2014/10	2.7	4.9	3.5	5.0	4.2	4.2	2.7	4.6	5.2	9.4	10.5	8.5	12.7	12.0	9.7	0.0	100.0
2014/11	2.6	5.8	4.7	5.0	3.6	3.1	5.3	6.0	11.5	9.9	10.7	11.0	6.7	4.7	9.4	0.0	100.0
2014/12	1.6	2.6	2.8	3.0	1.7	1.6	1.5	2.7	7.5	8.7	10.1	14.0	12.1	11.6	18.5	0.0	100.0

表7.10 臺中港測站風向分佈百分比(%)統計表

風向

年/月	北	北北東	東北	東北東	東	東南東	東南	南南東	南	南南西	西南	西南西	西	西北西	西北	北北西	靜風(%)
2014/01	5.1	58.4	22.1	3.5	1.5	1.2	1.1	0.5	1.2	0.7	0.1	0.3	0.5	0.8	0.9	2.0	0.0
2014/02	8.5	47.6	30.2	2.5	1.0	1.3	1.5	1.8	1.3	0.6	0.3	0.0	0.1	0.3	1.0	1.8	0.0
2014/03	9.3	45.7	13.2	1.5	0.9	1.7	1.1	1.6	3.8	5.4	3.9	2.0	2.2	1.2	2.4	4.2	0.0
2014/04	11.1	46.4	17.5	1.7	0.7	0.0	0.1	0.3	1.7	4.7	3.5	3.3	1.1	0.8	2.1	5.0	0.0
2014/05	6.7	19.2	10.5	1.7	0.8	0.7	1.1	2.8	13.2	19.6	12.8	3.5	1.1	0.9	2.0	3.4	0.0
2014/06	2.6	21.7	5.1	0.8	0.1	0.1	0.8	3.3	9.6	24.6	22.6	2.8	1.3	1.0	1.5	1.9	0.0
2014/07	9.1	14.5	3.2	1.1	0.8	0.4	0.9	3.2	8.6	19.4	16.8	6.2	1.6	1.9	4.8	7.4	0.0
2014/08	4.5	2.4	1.3	0.6	0.3	0.6	1.4	4.6	16.3	28.0	21.3	8.4	2.3	1.9	3.3	2.9	0.0
2014/09	11.5	25.0	6.3	2.2	1.2	0.3	0.9	2.3	9.4	9.8	10.2	7.3	4.4	1.5	3.4	4.4	0.0
2014/10	3.7	49.8	37.4	1.1	0.3	0.3	0.4	0.3	0.8	1.9	1.1	0.4	0.0	0.1	1.0	1.2	0.3
2014/11	6.0	43.5	38.9	2.4	2.2	1.1	0.4	1.1	0.6	1.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.4	1.9	0.0
2014/12	2.4	42.7	48.5	2.8	0.7	0.7	0.3	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.7	0.0

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

第八章

2014年
颱風觀測資料分析

第八章 2014 年颱風觀測資料分析

8.1 前言

臺灣地處西太平洋，基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港及臺中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。

2014 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，觀測期間颱風季節內對臺灣本島有關是直接侵襲、附近海域過境或遠方之颱風，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，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 2014 年之颱風波浪特性

2014 年 1 月 20 日在菲律賓方海域生成的第一個颱風玲玲(lingling)，至 12 月 28 日之薔蜜颱風止，西北太平洋只有 23 個颱風。其中 1 月生成 2 個颱風，3 月生成 1 個颱風，4 月生成 2 個颱風，6 月生成 2 個颱風，7 月生成 4 個颱風，8 月 2 個颱風的生成，9 月生成 6 個颱風，10 月份生成 1 個，11 月份生成 1 個，最後 12 月份生成 2 個，2014 年西北太平洋所發生的颱風概況如圖 8-1，其中中央氣象局共發布 3 次海上颱風警報及陸上颱風警報。

臺灣地處西北太平洋，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 1990 年 6 月 23 日歐菲莉颱風、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 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。

2014 年 6 月 14 日起至 12 月 10 日止，2 個輕度 1 個中度颱風，只有 3 個颱風經過臺灣但有 7 個雖然在遠方，但颱風形成之長浪傳到臺灣，而且不能忽略他造成臺灣的災害，因伴隨颱風所衍生之湧浪，未達海上或陸上警報

的發佈，但其造成的災害性不容小覷特別是 在陽光普照、風和日麗之天氣下，且在風景秀麗、地質景觀天成之臺灣東北部及 西南部礁岩海岸。

可能是由颱風形成之長浪(瘋狗浪)傳到臺灣侵襲所造成的傷亡，依據相關研究報告之調查及分析統計，自 2003 年至 2013 年之過去十年間，至少曾造成 57 人死亡、6 人失蹤、7 人受傷。而自 2000 年至 2012 年間，侵襲案件總計有 253 件，共造成 380 人落海；平均每年 21 案例、29 人受害。而這僅是曾受到媒體報導的案件，其他未被紀錄者應更多，可見瘋狗浪的災害性不容小覷。

8.3 量測期間颱風概況

2014 年西北太平洋颱風自哈吉貝颱風生成起(如圖 8-1 所示) ，即 6 月 14 日至 9 月 23 日止，根據氣象資料顯示造成侵襲臺灣附近海城颱風共有 3 個，即西北太平洋經過臺灣附近共只生成 3 個颱風。其中 6 月生成 1 個颱風，7 月生成 1 個颱風，9 月生成 1 個颱風。 (1) 6 月 13 日至 6 月 17 日之輕度颱風哈吉貝(HAGIBIS)，如圖 8-3；(2) 7 月 17 日至 7 月 25 日之中度颱風麥德姆(MATMO)，如圖 8-9；(3) 9 月 17 日至 9 月 24 日之輕度颱風鳳凰(FUNG-WONG)，如圖 8-15。

2014 年至本計畫為止至今共有 10 個颱風，直接或間接影響到臺灣；3 個中央氣象局已發佈的海上陸上颱風警報，直接侵襲臺灣的颱風及 7 個未直接侵襲臺灣且距離 1000~2000 公里的颱風，但其長浪已到達臺灣而影響基隆港、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 8.18 至圖 8.67)。所以自 2014 年 6 月 13 日至 12 月 09 日期間，總共有 10 個颱風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 8.1 表示。

(1) 今年編號為第 7 號的第一個影響臺灣地區的輕度颱風哈吉貝(HAGIBIS)，自 6 月 14 日 14 時在臺灣西南東沙島海面生成後，逐漸向北前進，因距離臺灣南部不到 300 公里，形成後 3 小時立即發佈海上颱風警報，而依颱風路徑潛勢預測圖顯示，持續朝北往大陸前進不會直撲臺灣，但受其外圍環流影響下，這種路徑的颱風，臺灣西南部沿海低窪地區要注意淹

水的情形，15 日下午 5 時在廣東汕頭附近登陸，速度加快，仍持續朝北行進逐漸遠離臺灣，氣象局在 5 時 30 分解除本島的海上警報。當颱風進入臺灣南部海域時，基隆港其有義波 0.91 公尺，蘇澳港其有義波 1.33 公尺，花蓮港其有義波 1.81 公尺，高雄港其有義波 3.01 公尺，臺中港其有義波高 2.26 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-22 至圖 8-26。

(2) 第二個編號為第 8 號的強烈颱風浣熊(NEOGURI)， 7 月 3 日清晨在菲律賓東方海面形成熱帶性低氣壓，距離臺灣還有三千公里以上，而臺灣則在高壓籠罩的影響之下，直接侵襲臺灣而來的機率不高。7 月 7 日上午 2 時已增強為強烈颱風並一直往西北移動，此時中心位置在鵝鑾鼻東南東方 910 公里之海面上，以每小時 22 公里速度快速前進，臺灣已受到浣熊颱風外圍環流影響，台東南迴公路掀起巨浪，南興段浪花打上公路，中午過後風浪減緩，恢復 4 線道通車。「浣熊」晚 8 時中心位置距離花蓮東南東方約 560 公里海面上，向北北西轉北直撲日本而去，7 月 8 日 8 時到達日本琉球繼續往日本方向移動減為中度颱風；此時颱風浣熊：造成野柳風景區有一家九口因其環流帶來的巨浪而遭襲擊，其中有七名受到輕傷。10 日 8 時中心位置在日本南部海域，繼續以每小時 39 公里速度，向東北方向朝日本前進，對臺灣的威脅已解除，詳如圖 8-5。中央氣象局雖未發佈颱風警報，基隆港其有義波 3.31 公尺，蘇澳港其有義波 4.97 公尺，花蓮港其有義波 3.76 公尺，高雄港其有義波 1.61 公尺，臺中港其有義波有 2.03 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-27 至圖 8-31。

(3) 今年編號第 9 號的中度颱風雷馬遜(RAMMASUN)，浣熊颱風剛走，7 月 11 日氣象局又偵測到熱帶性低氣壓在關島東南東方海面（距離鵝鑾鼻東南東方約 3240 公里），向西北西移動，12 日清晨發展為輕度颱風。7 月 14 日 20 時第 9 號颱風雷馬遜增強為中颱，逐漸接近台灣，7 月 15 日凌晨 2 時中心距離台灣鵝鑾鼻東南方約 1230 公里的海面，沿著太平洋高壓南緣向西移動， 16 日中午通過菲律賓中部進入南海，朝海南島方向前進，中颱雷馬遜對我們沒有直接影響，但是它的外圍雲系已經到台灣南部。中央氣象局未發布颱風警報，詳如圖 8-7。基隆港其有義波高 0.57 公尺，蘇澳港其有義波高達 2.05 公尺，花蓮港其有義波高達 1.67 公尺，

高雄港其有義波高達 3.35 公尺，臺中港其有義波高 1.03 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-32 至圖 8-36。

(4) 今年編號為第 10 號的第二個影響臺灣地區的中度颱風麥德姆(MATMO)，自 7 月 17 日在關島附近形成熱帶性低氣壓，持續往西移動，18 日第 10 號發展形成颱風，由於當時太平洋高壓略為減弱，所以接近台灣海面附近的機會增加，19 日增強為中度颱風，轉向西北移動。22 日晚 5 時臺灣臺東外海 100 公里左右，繼續往西北接近陸地，颱風中心在 23 日凌晨 0 時 10 分在台東長濱登陸，強度、速度不變，4 時 20 分由彰化附近出海。麥德姆 7 級風暴風半徑 200 公里，中 心 最大風速每秒 38 公尺，相當於 13 級風，以每小時二十公里的速度向西北轉北北西移動。15 時由馬祖登陸大陸後台灣已脫離暴風圈，中央氣象局解除陸上海上警報，詳如圖 8-9。此颱風造成基隆港其有義波高達 2.25 公尺，蘇澳港其有義波高達 6.99 公尺，花蓮港其有義波高達 7.07 公尺，高雄港其有義波高達 3.22 公尺，臺中港其有義波高 3.94 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-37 至圖 8-41。

(5) 今年編號第 11 號的強烈颱風哈隆(HALONG)，7 月 26 日在關島的東方海面生成的熱帶性低氣壓，初期往西移動， 29 日已轉為輕度颱風「哈隆」，當時距離鵝鑾鼻東南東方 3000 公里處， 8 月 2 日增強為中度颱風，其中心位置在鵝鑾鼻東南東方 2000 公里的海面上，8 月 3 日結構扎實的「哈隆」已發展為強烈颱風繼續朝西轉前進，4 日晚因受太平洋高壓影響，減弱為中度颱風，颱風中心位置已在鵝鑾鼻東南東方約 1000 公里海面上，且行進方向由西北西轉北移動，距離臺灣東部約 900 公里海面北上，10 日登陸日本，詳如圖 8-11，此颱風造成基隆港其有義波 1.81 公尺，蘇澳港其有義波高達 3.40 公尺，花蓮港其有義波高達 2.64 公尺，高雄港儀器故障沒有資料，臺中港其有義波高 0.89 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-42 至圖 8-46。

(6) 今年編號第 15 號的中度颱風海鷗(KALMAEG)，9 月 10 日在菲律賓東方海面生成的熱帶性低氣壓， 9 月 12 日增強為輕度颱風，中心往西北西移動，14 日凌晨 6 時增強為中度颱風，中心位置距離台灣南部鵝鑾鼻

東南東方約 720 公里，朝西北西方向移動，由於暴風半徑擴大，且太平洋高壓增強，使得颱風偏西之西北方向移動，更接近臺灣，隨然對台灣不會有直接影響，但外圍雲系已讓北部山區和東半部、南部出現局部大雨，14 日 17 時登陸菲律賓北部後朝西北西往海南島前進， 17 日登陸大陸與越南交界後強度略為減弱且暴風圈縮小，詳如圖 8-13，此颱風造成基隆港其有義波高達 1.54 公尺，蘇澳港其有義波高 4.40 公尺，花蓮港其有義波高達 3.85 公尺，高雄港其有義波高達 3.89 公尺，臺中港其有義波高達 2.44 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-47 至圖 8-51。

(7) 今年編號第 16 號的輕度颱風鳳凰(FUNG-WONG)， 9 月 17 日清晨在菲律賓東方海面形成熱帶性低氣壓，中心往西方向移動，18 日清晨已形成為輕度颱風，中央氣象局在 19 日上午 8 時 30 分針對今年入秋後第一個颱風鳳凰(FUNG-WONG)發佈海上颱風警報，輕度颱風鳳凰當時的中心位置在鵝鑾鼻南南東方約 560 公里的海面上，以每小時 20 轉 15 公里的速度向西北西轉北北西進行。輕度颱風鳳凰持續朝台灣接近，中央氣象局 19 日晚上 8 時 30 分再發佈陸上颱風警報。鳳凰颱風中心位置，是在鵝鑾鼻的南方約 370 公里海面上，7 級風暴風半徑 150 公里，以每小時 11 轉 15 公里速度，向北北西轉北北東進行。中心於 21 日 10 時左右掠過鵝鑾鼻，繼續向北北東轉北移動，並於 21 日 22 時左右掠過三貂角後，中心進入北部海面繼續往北移動，中央氣象局於 22 日清晨 5:30，解除台灣、澎湖陸上警報，颱風中心在台灣北部海面，向北移動，台灣本島已脫離暴風圈。詳如圖 8-15，此颱風造成基隆港其有義波高 2.53 公尺，蘇澳港其有義波高達 5.30 公尺，花蓮港其有義波高達 3.83 公尺，高雄港其有義波高達 4.71 公尺，臺中港其有義波高達 4.03 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-52 至圖 8-56。

(8) 今年編號第 18 號的中度颱風巴逢(PHANFONE)， 2014 年 9 月 29 日清晨，一個熱帶性低氣壓在諾魯東南部海面上生成，下午 2 時增強為輕度颱風，因臺灣持續在高壓籠罩的影響之下，直接侵襲臺灣而來的機率不高。10 月 1 日下午 8 時已增強為中度颱風並一直往西北移動，當時中心位置在鵝鑾鼻東南東方 2000 公里之海面上，以每小時 22 公里速度快速

前進。10 月 5 日 8 時中心位置在日本南部海域東方約 300 公里海面上，減弱為輕度颱風向北北西轉北直撲日本而去，10 月 6 日 8 時巴逢於日本靜岡縣濱松市附近登陸，詳如圖 8-17。中央氣象局雖未發佈颱風警報，但此颱風且造成基隆港其有義波 4.44 公尺，蘇澳港其有義波 3.68 公尺，花蓮港其有義波 2.92 公尺，高雄港其有義波 1.07 公尺，臺中港其有義波有 3.24 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-57 至圖 8-61。

(9) 今年編號第 19 號的強烈颱風黃蜂(VONGFONG)，10 月 2 日下午 2 時，在馬紹爾群島西南部海面上生成一個熱帶性低氣壓，距離臺灣還有 3500 公里以上，10 月 3 日下午 8 時增強為輕度颱風，10 月 5 日上午 8 時，增強為中度颱風。並一直往西稍偏北移動，中心位置在鵝鑾鼻東南東方 3000 公里之海面上，以每小時 25 公里速度快速前進。10 月 7 日上午 8 時，已升格為強烈颱風，因受到太平洋高氣壓影響移動速度減慢，這時中心位置距離花蓮東南東方約 1560 公里海面上，向西轉北移動，10 月 10 日 8 時到達臺東東部海域 800 公里左右，繼續往日本方向移動已減為中度颱風，10 月 11 日下午 11 時 30 分，黃蜂於日本沖繩縣國頭郡宜野座村附近登陸。10 月 12 日上午 3 時減弱為輕度颱風，10 月 13 日上午 7 時 30 分，黃蜂於鹿兒島縣枕崎市附近登陸。黃蜂颱風因未直接侵襲臺灣，所以中央氣象局雖未發佈颱風警報，但在 10 月 10 日，載有 45 人隸屬國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心的研究船海研五號，原定航程是自台南市安平港開往金門縣。途中因黃蜂外圍環流，再加上農曆九月十五日暴潮及東北季風所造成之強風以及巨浪而折返，下午行經澎湖龍門外四海里處時，遭逢九級風勢，船體又故障失去動力，船隻觸礁，右舷傾斜船艙進水，由於海象惡劣，立即發出求救訊號。當晚 9 時 30 分，於澎湖縣湖西鄉龍門外海沉沒。海軍 4 艘艦艇、海巡署 5 艘艦艇、2 架運輸機及國搜中心 2 架直升機全力搜救，船上 45 人全部獲救。送醫後有 2 人宣告不治，另有 25 人受傷。詳如圖 8-19。基隆港其有義波 4.92 公尺，蘇澳港其有義波 5.51 公尺，花蓮港其有義波 3.84 公尺，高雄港其有義波 1.38 公尺，臺中港其有義波有 3.39 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-62 至圖 8-66。

(10) 今年編號第 22 號的強烈颱風哈格比(HAGUPIT)，12 月 1 日上午 3 時 30 分，在關島東方海域形成熱帶性低氣壓，下午 2 時，升格為輕度颱風。12 月 2 日下午 2 時，增強為中度颱風，距離臺灣還有三千公里以上。12 月 3 日下午 2 時已增強為強烈颱風並一直往西移動，中心位置在鵝鑾鼻東南東方 2400 公里之海面上，以每小時 22 公里速度快速前進。12 月 4 日上午 8 時，聯合颱風警報中心將其升格為五級超級颱風，與颱風黃蜂和颱風鸚鵡並列為今年最強颱風，更一度預測其將會達到與 2013 年颱風海燕同樣強度的超級颱風，如表 8.2。但由於哈格比在翌日盛極而衰，12 月 5 日上午其強度開始減弱。同時，哈格比移動速度減至每小時 15 公里。12 月 6 日上午，受到強大大陸性高氣壓影響使其再度減弱。上午 8 時，減弱為中度颱風。12 月 7 日下午 9 時 15 分，哈格比於菲律賓東薩馬省沿海登陸。哈格比颱風在菲律賓停滯時間總共長達 60 小時又 45 分鐘。12 月 9 日上午 10 時哈格比離開菲律賓，進入南海。12 月 12 日上午 8 時，再減弱為熱帶性低氣壓。詳如圖 8-21。中央氣象局雖未發佈颱風警報，但此颱風造成基隆港其有義波 4.37 公尺，蘇澳港其有義波 2.93 公尺，花蓮港其有義波 2.88 公尺，高雄港其有義波 1.13 公尺，臺中港其有義波有 3.97 公尺，詳如表 8-1 及圖 8-67 至圖 8-71。

8.4 淺談瘋狗浪之預警

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。

在去年 2013 年 11 月 9 日海燕颱風從菲律賓中南部橫掃而過，因颱風距離臺灣 1500 公里遠，所以中央氣象局沒有發佈颱風警報，但颱風的湧(長)浪傳到台灣東北海岸造成 8 死 8 傷後，在這一(2014)年來， 如表 8.2 為 2014 強烈颱風浣熊、雷馬遜、哈隆、金娜薇、巴逢、黃蜂、鸚鵡及哈格比等 8 個颱風接近中心最高時，持續風速各國之強度比較表顯示，今年(2014)7 月 8 日，在新北市野柳風景特定區，據媒體報導有遊客一家九口 歡欣協同出遊，

當於 17 時左右行經野柳地質公園觀景步道時,卻突然遭到高約二層樓之大浪侵襲，並同時造成七人受傷。經查當時臺灣鄰近海域之移動風暴氣象 資訊可確認,早於 2014/07/04 生成於關島之浣熊(NEOGURI)颱風,正以圖 8.9 所示之移動路徑,由西北向轉北北西向接近臺灣,並於 7 月 7 日凌晨兩點增強為強烈颱風,且於 7 日至 8 日期間,最接近臺灣東部海岸。僅管中央氣象局研判其直撲 臺灣之機率不大而未發布颱風警報，但仍提醒沿海居民及趁暑假到海邊遊憩之民眾，要嚴防巨浪。。

綜合以上曾造成傷亡輕重不等之瘋狗浪不幸侵襲事件可確認，其共通地均與過境或接近臺灣鄰近海域之颱風，具有密切之關聯性。而從瘋狗浪之侵襲時間與當時之海氣象狀況可進一步判定，無論是否為發布警報之颱風，也不論颱風的移 動路徑與強弱，伴隨颱風移動風暴所造成之湧浪，明確應可視為是導致瘋狗浪不幸侵襲事件之最主要決定因素。

每當遠洋已成形的颱風,尤其是不會到台灣附近,而中央氣象局又沒發海上或陸上警報的颱風,一般人就忽略它會對台灣的東北海岸及西南海岸的威脅,所以特別注意本中心在蘇澳港、花蓮港及高雄港海象觀測站,即時傳回的資料內其波浪的週期與波高有沒有異樣,並跟電視媒體或報紙所報出在海邊造成民眾傷亡或財產損失的瘋狗浪侵襲事件之時間關聯性做比對,得到結果在過去 10 年間瘋狗浪侵襲的案件，大部份都在遠洋無警報的颱風，在臺灣沿岸造成了波浪的週期 10 秒以上及示性波高 1.5 公尺以上的長浪所造成，如附錄三及附錄四的報告所說，大部份如當波浪週期大於 10 秒以上至少還大約有 10 小時的時間後才會有造成人民的傷亡的長浪事件，跟報告中瘋狗浪之預警分級所稱可對照亦相當穩合,因此引發異常大浪的重要機制與關鍵原因。

如報告中結論「湧浪在近岸之群波非線性演化本質與在特定局部海域地形下之波能聚積與堆疊效應，應是引發瘋狗浪或異常大浪的重要機制與關鍵原因。

現今之科技研究之成就，欲對瘋狗浪之準確發生時間與地點進行預測或預報，僅管尚有諸多物理課題層面待突破與辯證，但就防護、避災、減災、消災之各項防災目標而言，本研究認為：現階段應可依據即時監測湧浪特性之變化，而簡速地從預警著手。

至於起動或結束預警之時機，本研究建議：以交通部運輸研究所港灣技術研究中心在蘇澳港與花蓮港海象測站之即時波浪監測特性作為準據，無論季節是夏季或冬季，也無論天氣是風和日麗或狂風暴雨，當該二指定海象測站之一所監測到波浪之示性波高大於 1.5 公尺、且其示性週期在甚短期間內由通常小於 10 秒之風浪，突然轉變為超過 10 秒以上之湧浪時，即應發布「瘋狗浪警報」；而當波浪之示性週期再度減降回復至 10 秒以下時，「瘋狗浪警報」即可解除。

最終的目的是可以不須再增加國家太多的財力，而利用本所港研中心現有的「五個國際港海氣象觀測資料即時傳輸系統」的資料，就能做成【瘋狗浪簡速的預警系統】， 並減少民眾國人無畏的傷亡。

有發警報颱風列表

年份	編號	中文名稱	英文名稱	侵臺路徑分類	警報期間	近臺強度	生命期近中心最低氣壓(hPa)	近臺近中心最大風速(m/s)	近臺7級風暴風半徑	近臺10級風暴風半徑	警報發布報數
2014	201416	鳳凰	FUNG-WONG	特殊	2014-09-19 08:30 2014-09-22 08:30	輕度	985	25	150	---	25
2014	201410	麥德姆	MATMO	3	2014-07-21 17:30 2014-07-23 23:30	中度	960	38	200	80	19
2014	201407	哈吉貝	HAGIBIS	---	2014-06-14 23:30 2014-06-15 17:30	輕度	992	20	100	---	7

(資料來源：中央氣象局網上)

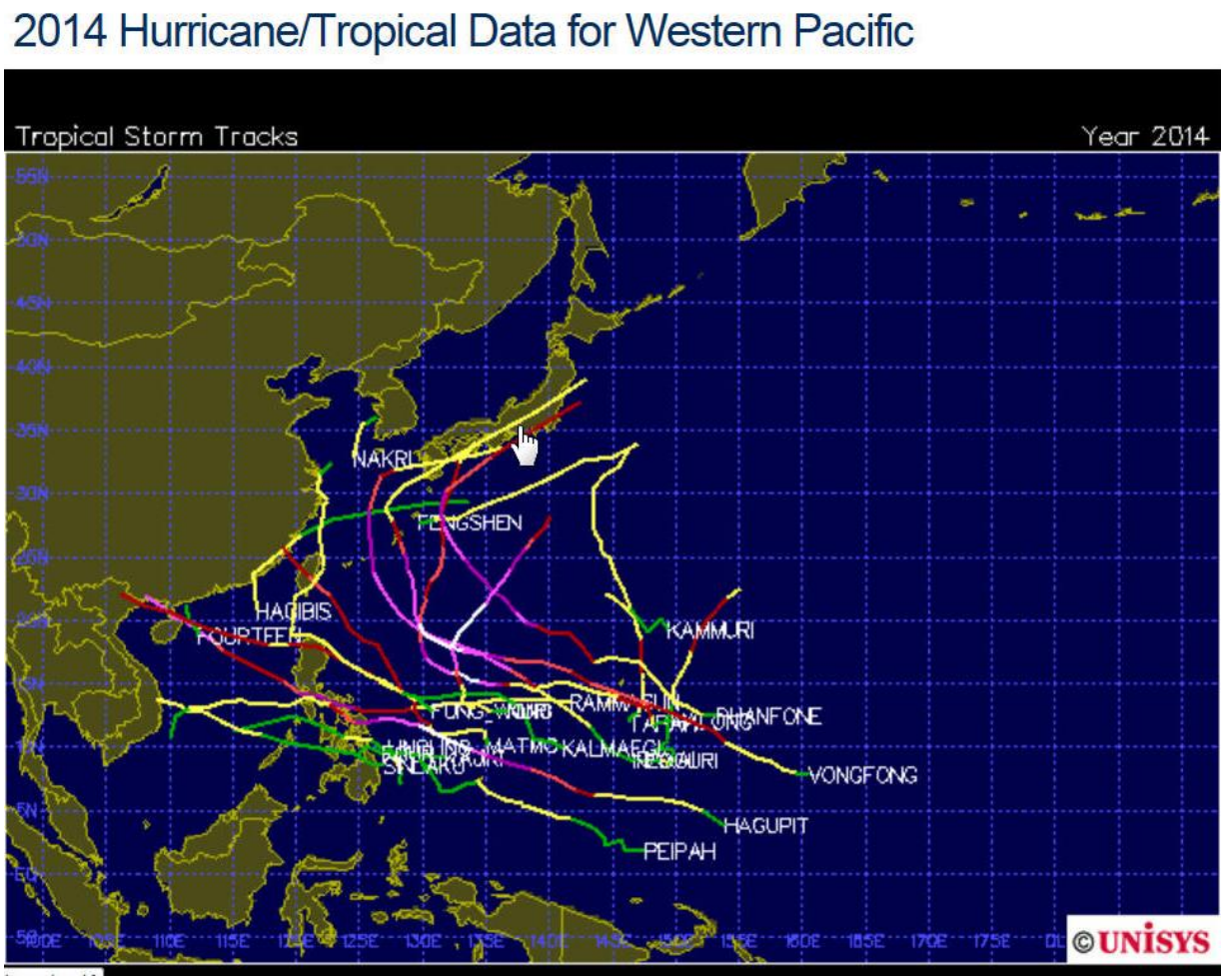


圖 8.1　2014 年西太平洋所有發生的颱風概況示意圖

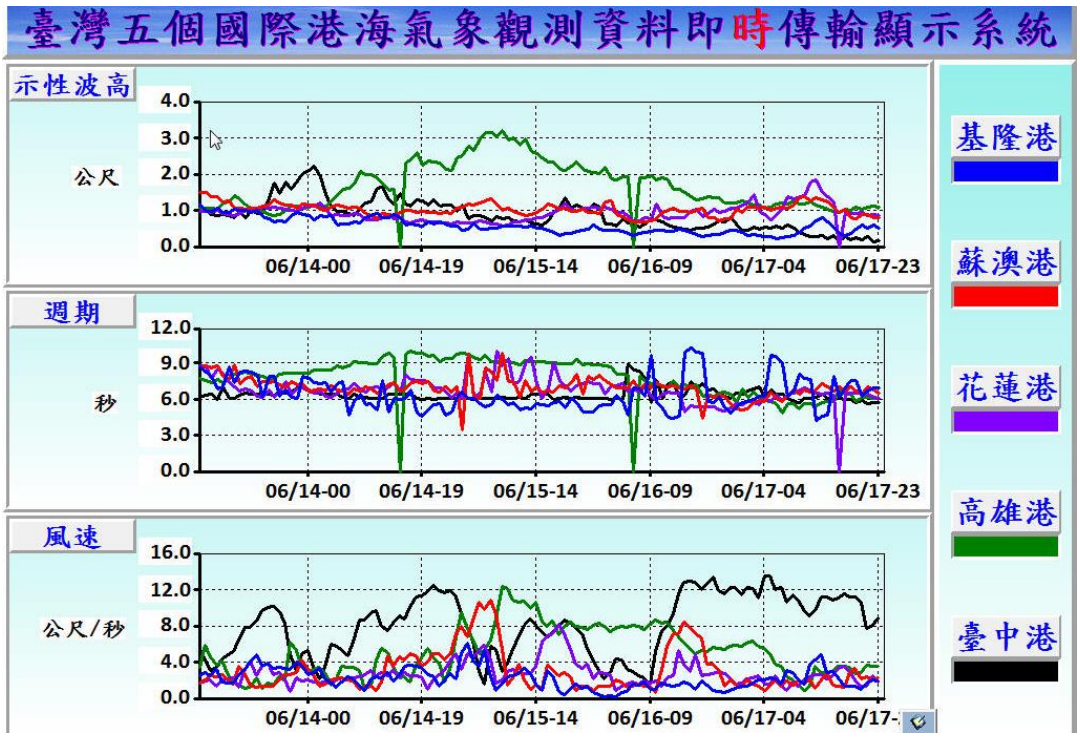


圖 8.2　2014 年 06 月 13 日至 06 月 17 日第 7 號之哈吉貝(HAGIBIS)輕度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

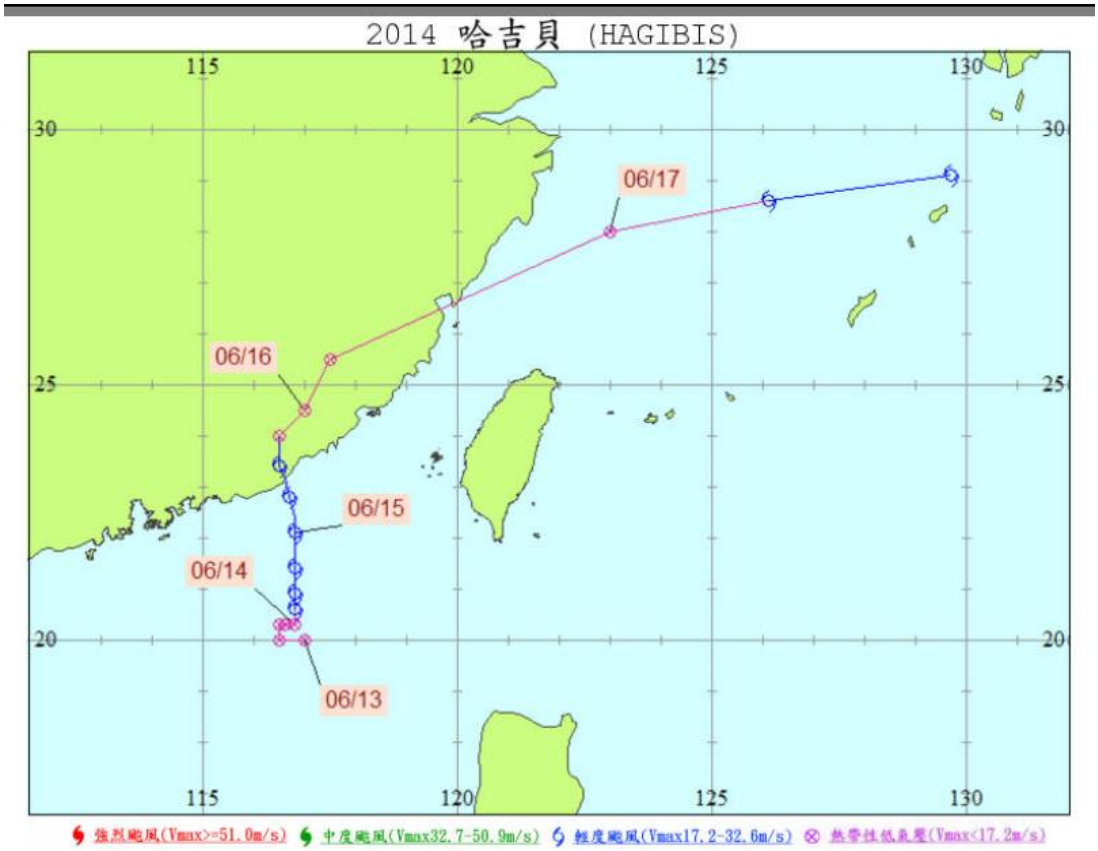


圖 8.3　2014 年 06 月 13 日至 06 月 17 日第 7 號之哈吉貝(HAGIBIS)輕度颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

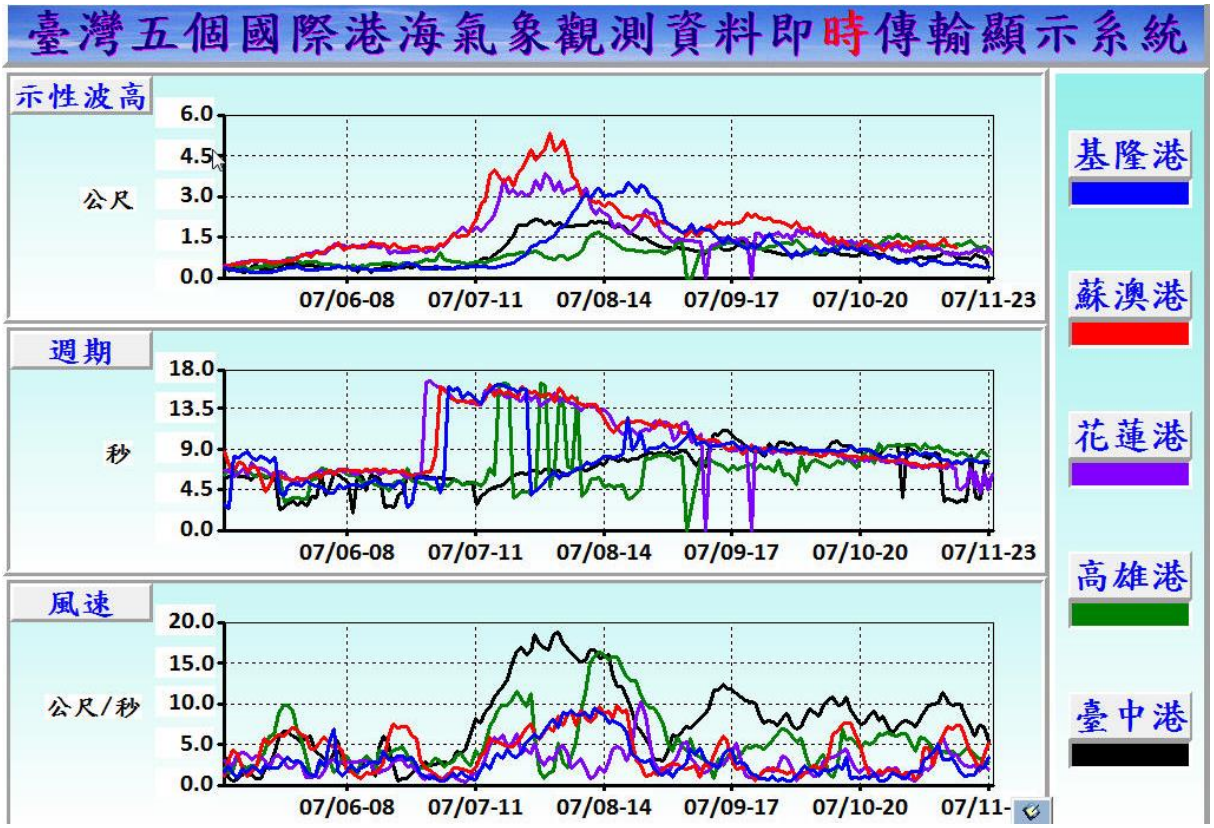


圖 8.4　2014 年07 月05 日至07 月11 日第 8 之號浣熊(NEOGURI)強烈颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

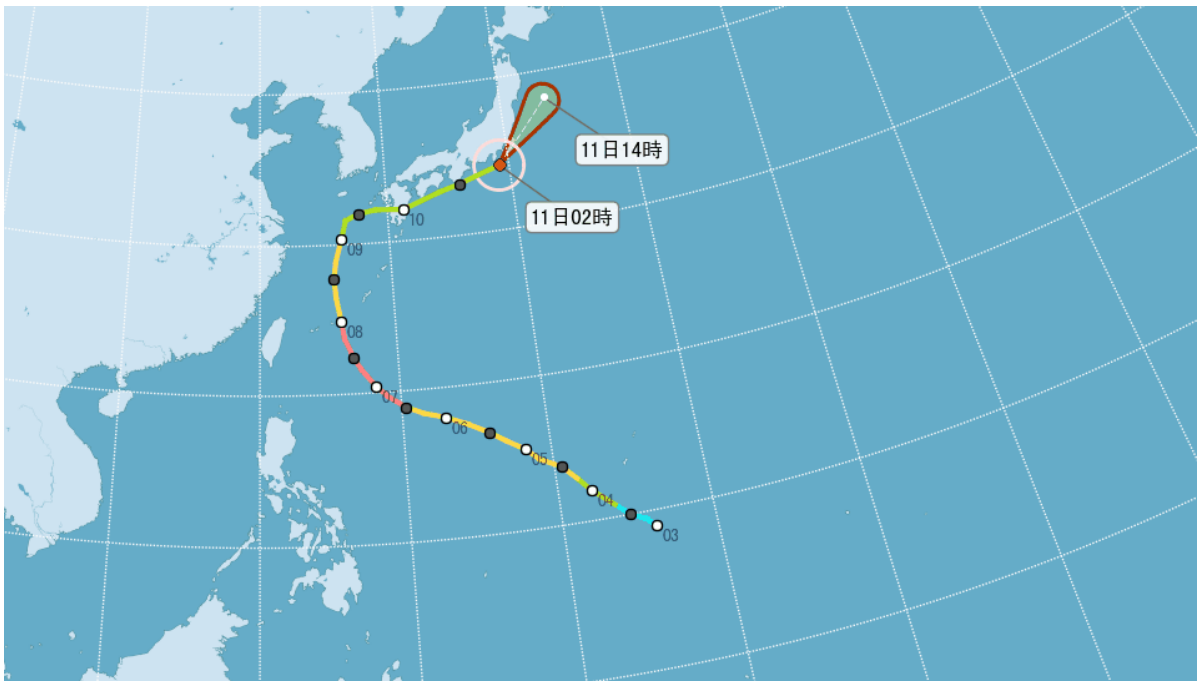


圖 8.5　2014 年07 月03 日至07 月11 日第 8 號之浣熊(NEOGURI)強烈颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

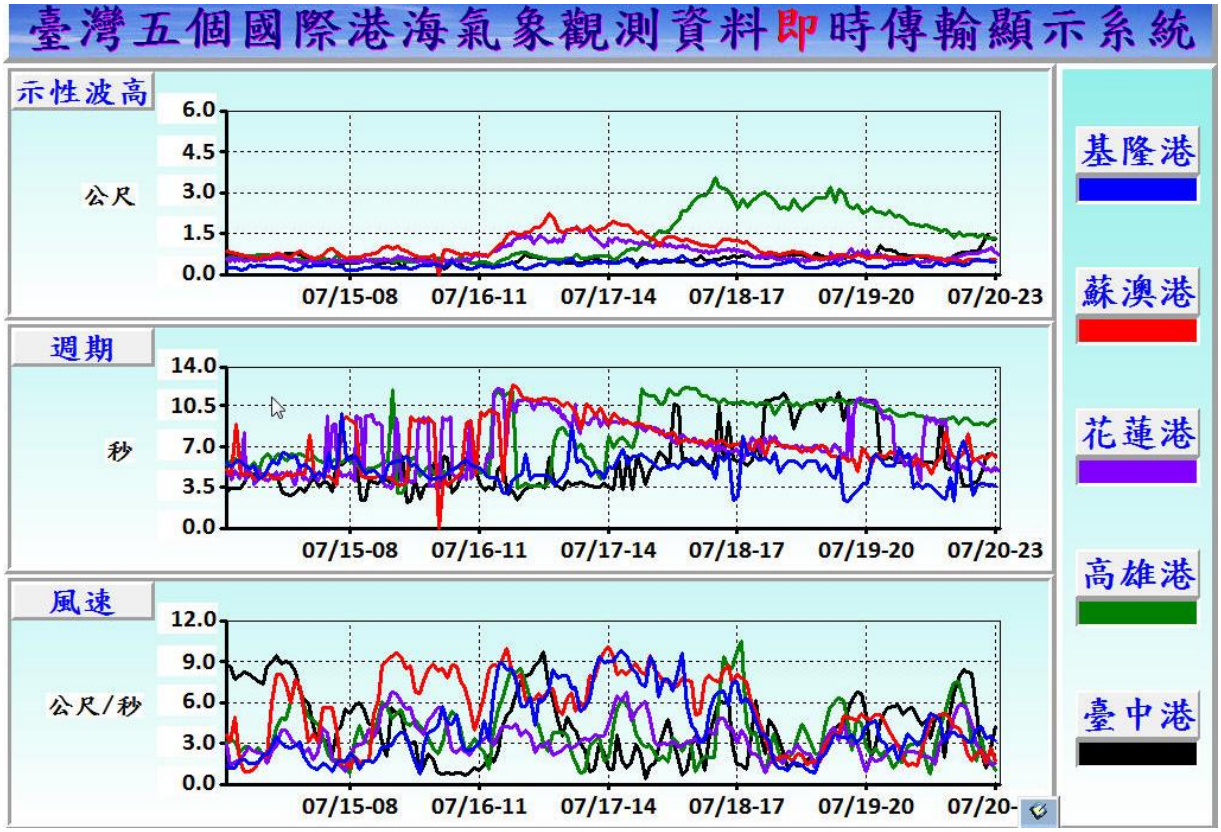


圖 8.6　2014 年 07 月 11 日至 07 月 20 日之第 9 號雷馬遜(RAMMASUN)
中度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

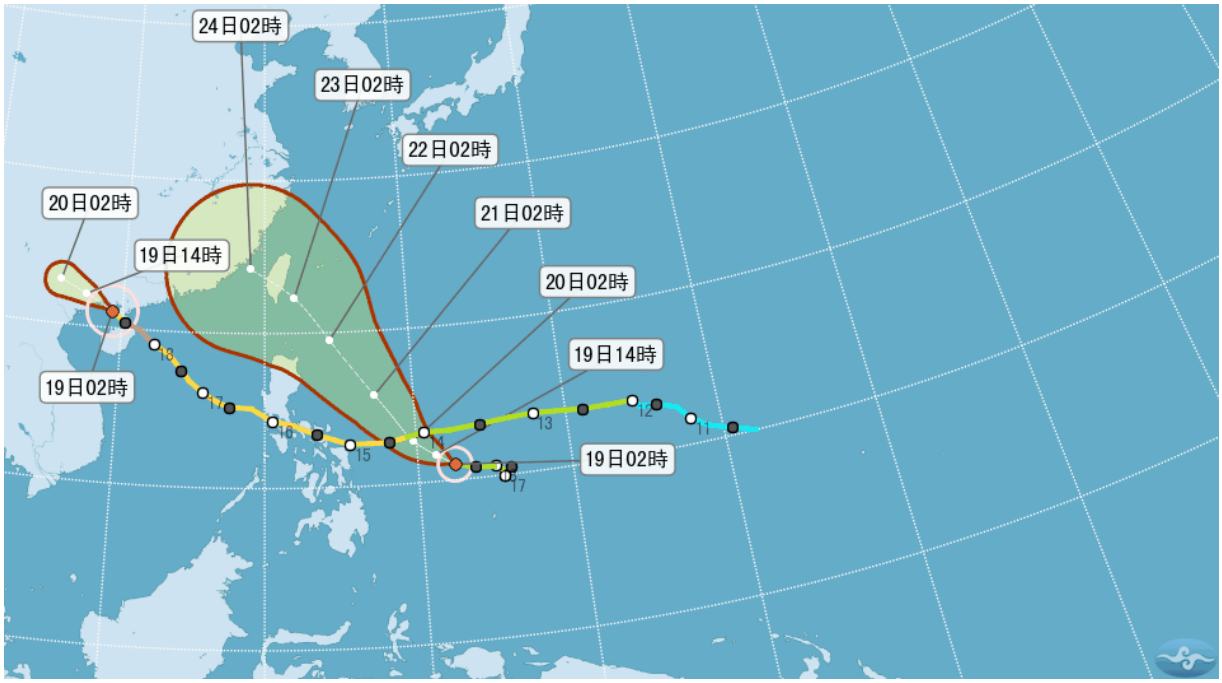


圖 8.7　2014 年 07 月 11 日至 07 月 20 日第 9 號之雷馬遜(RAMMASUN)中度颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

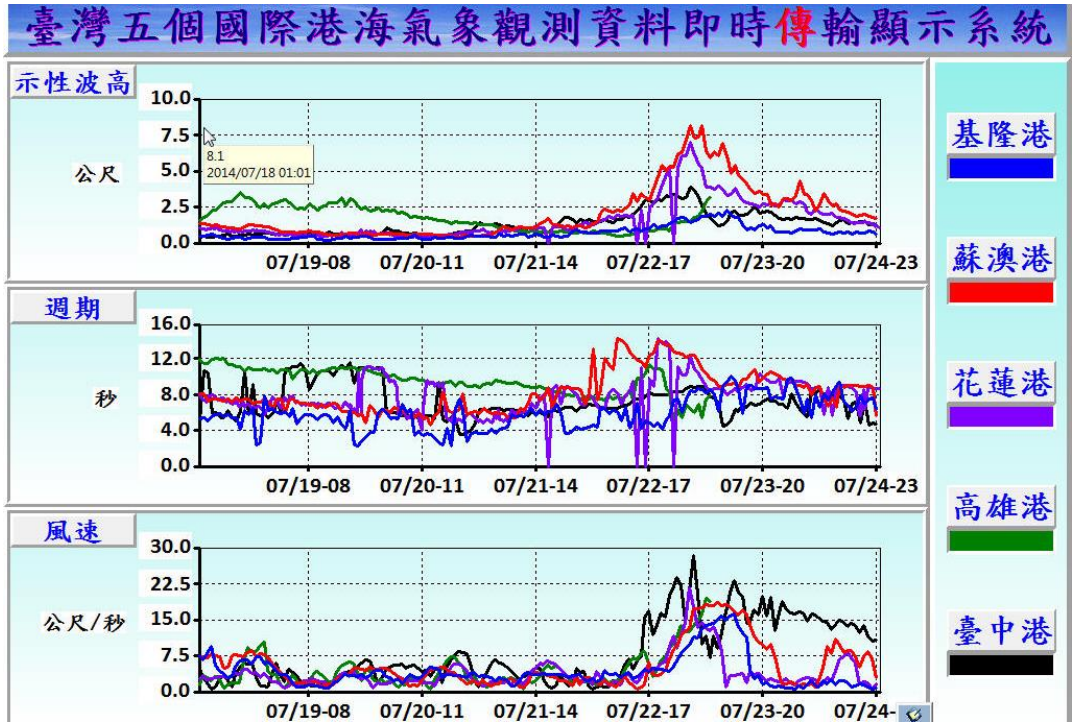


圖 8.8　2014 年 07 月 17 日至 07 月 25 日第 10 號之麥德姆(MATMO)中度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

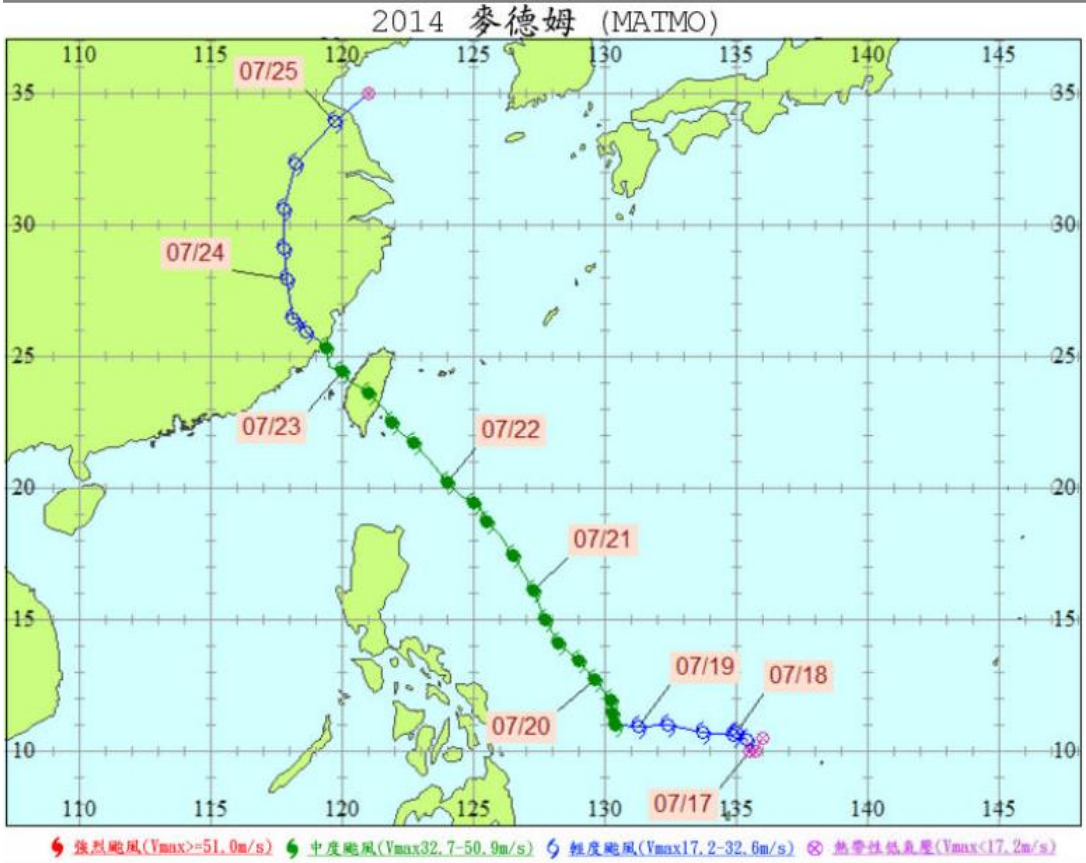


圖 8.9　2014 年 07 月 17 日至 07 月 25 日第 10 號之麥德姆(MATMO)中度颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

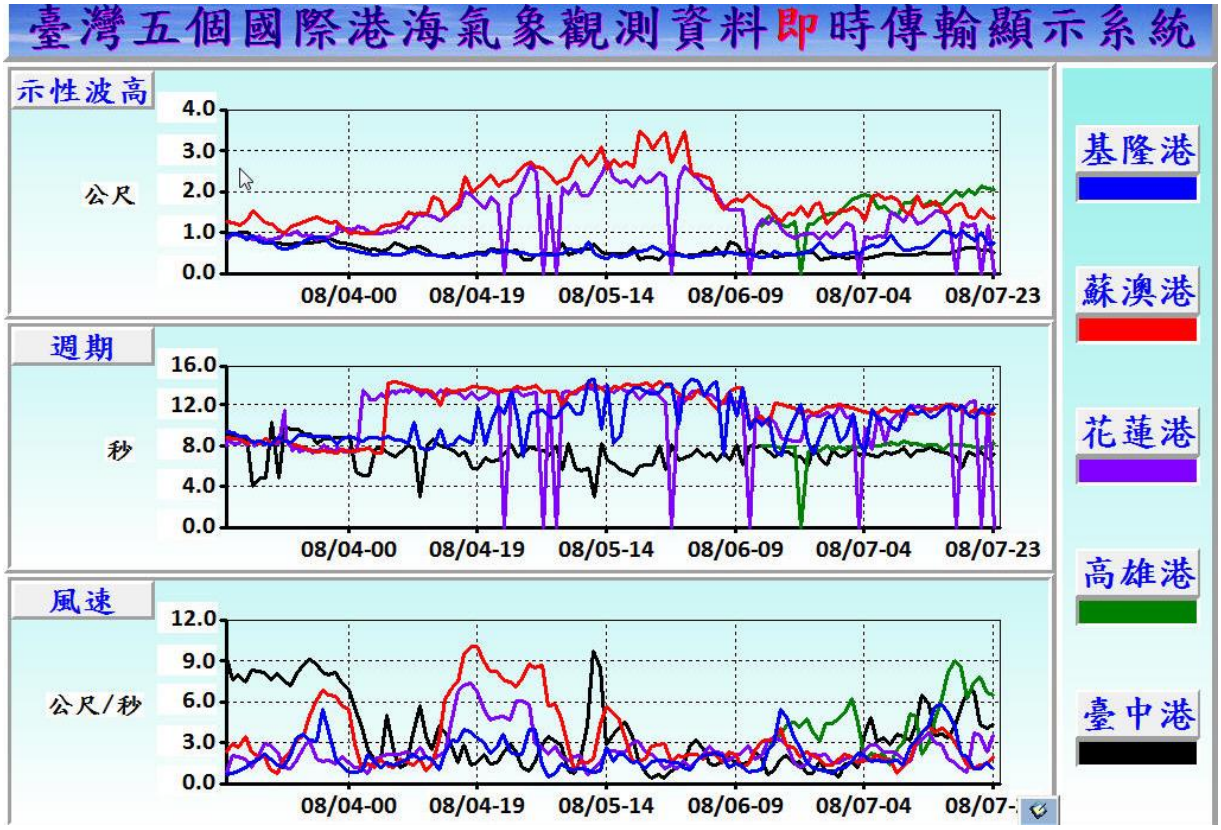


圖 8.10　2014 年08 月03 日至08 月07 日第11 號之哈隆(HALONG)強烈颱風5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

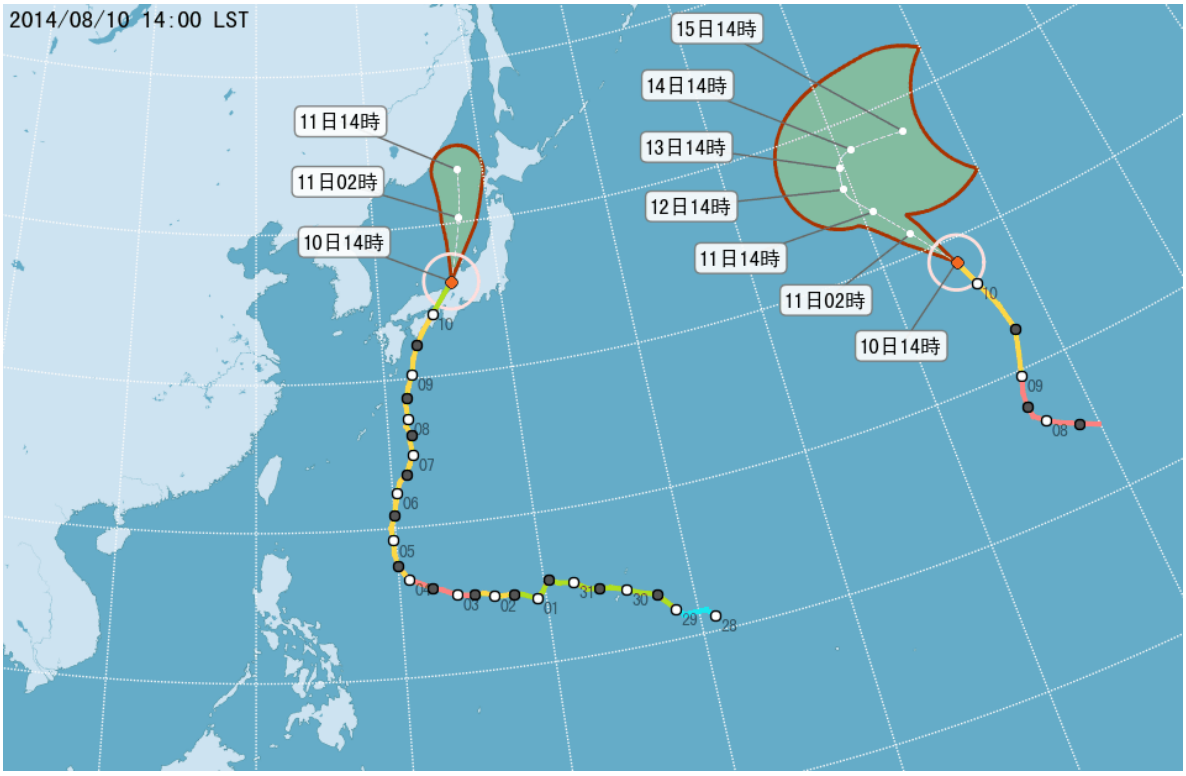


圖 8.11　2014 年07 月28 日至08 月10 日第11 號之哈隆(HALONG)強烈颱風路徑圖

(資料來源：中央氣象局網站)

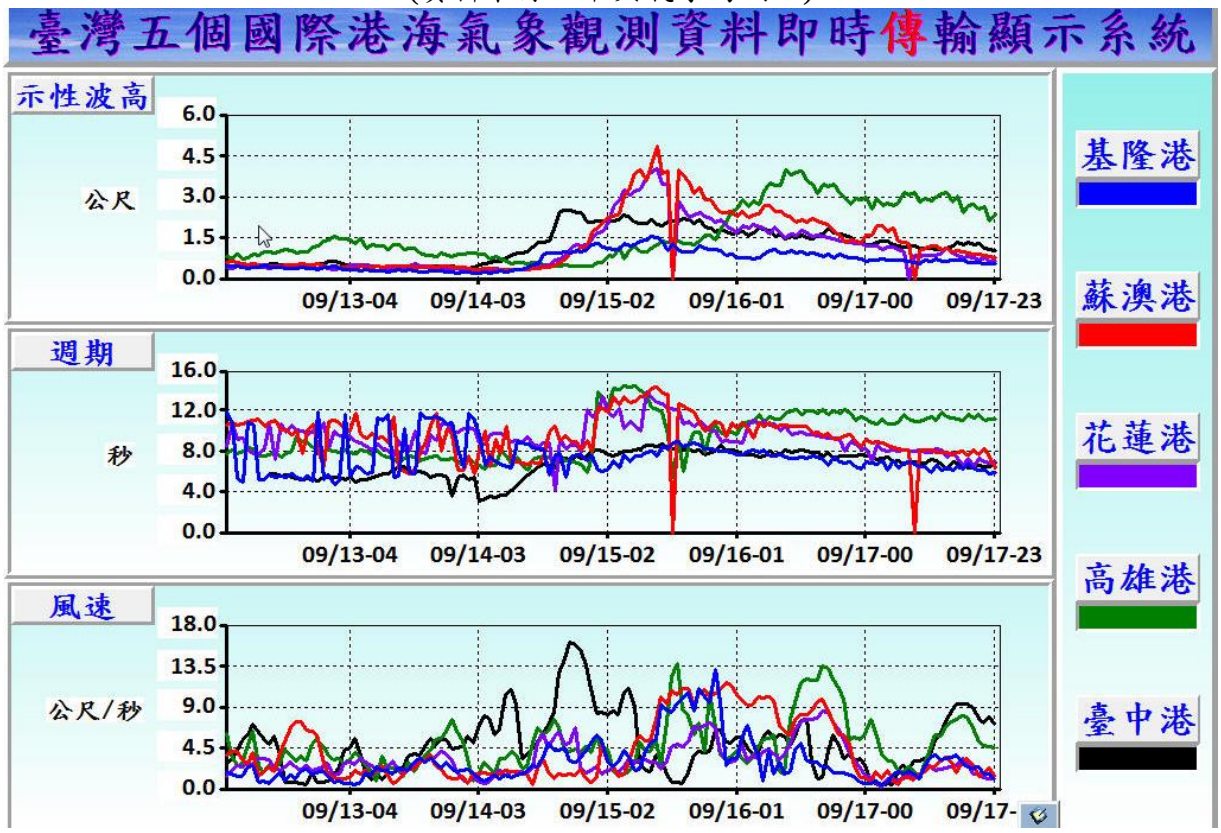


圖 8.12　2014 年 09 月 12 日至 09 月 17 日之第 15 號海鷗(KALMAEG)中度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

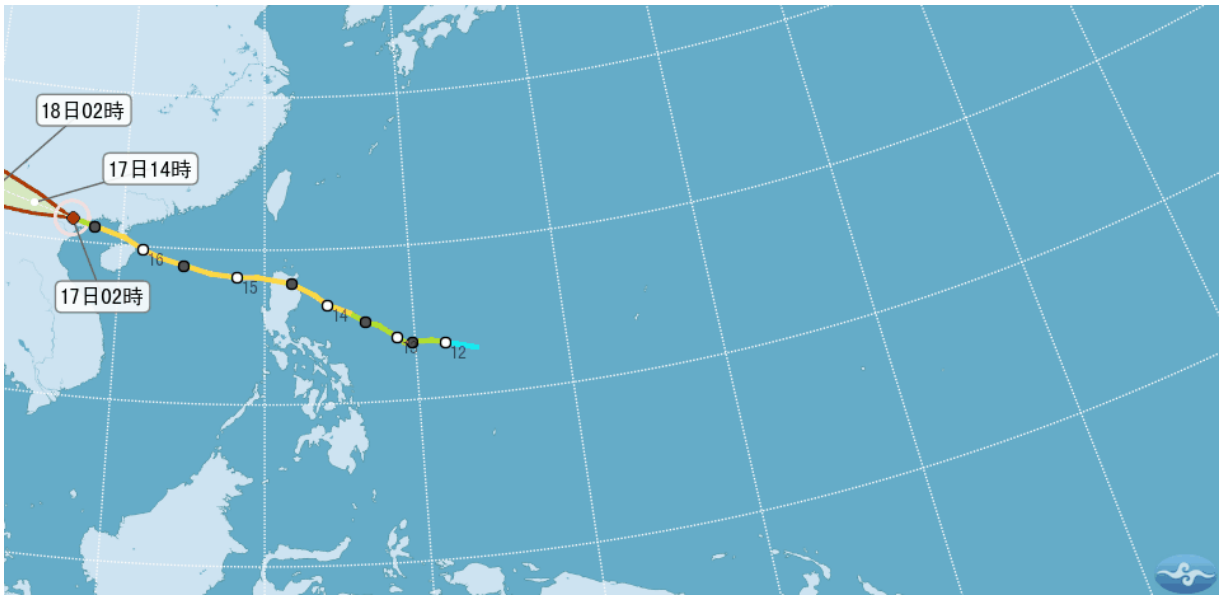


圖 8.13　2014 年 09 月 10 日至 09 月 16 日之第 15 號海鷗(KALMAEG)中度颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

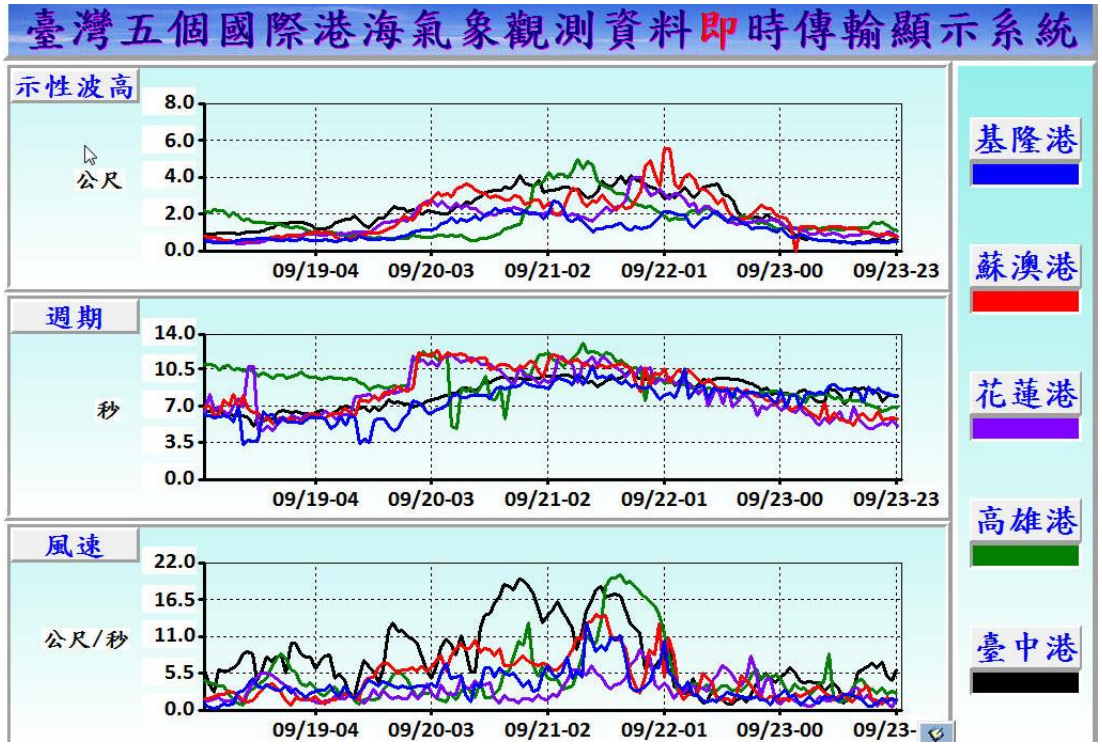


圖 8.14　2014 年 09 月 17 日至 09 月 24 日第 16 號之鳳凰(FUNG-WONG)輕度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

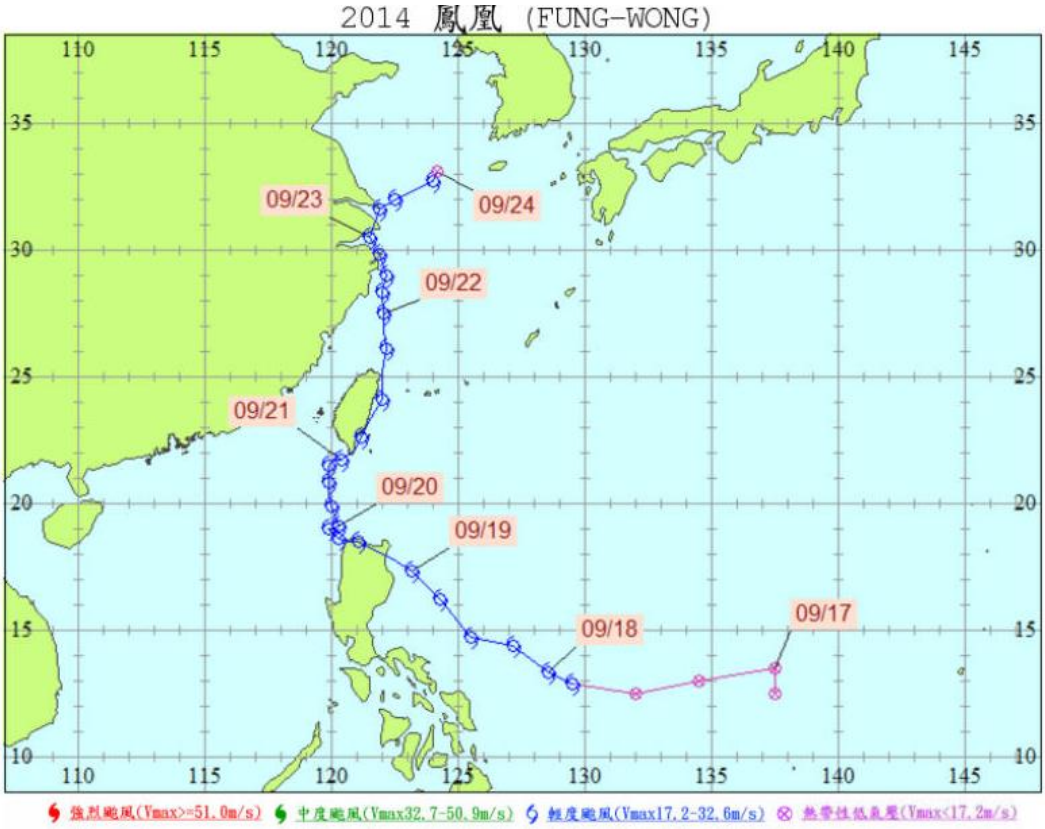


圖 8.15　2014 年 09 月 17 日至 09 月 24 日第 16 號之鳳凰(FUNG-WONG)輕度颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

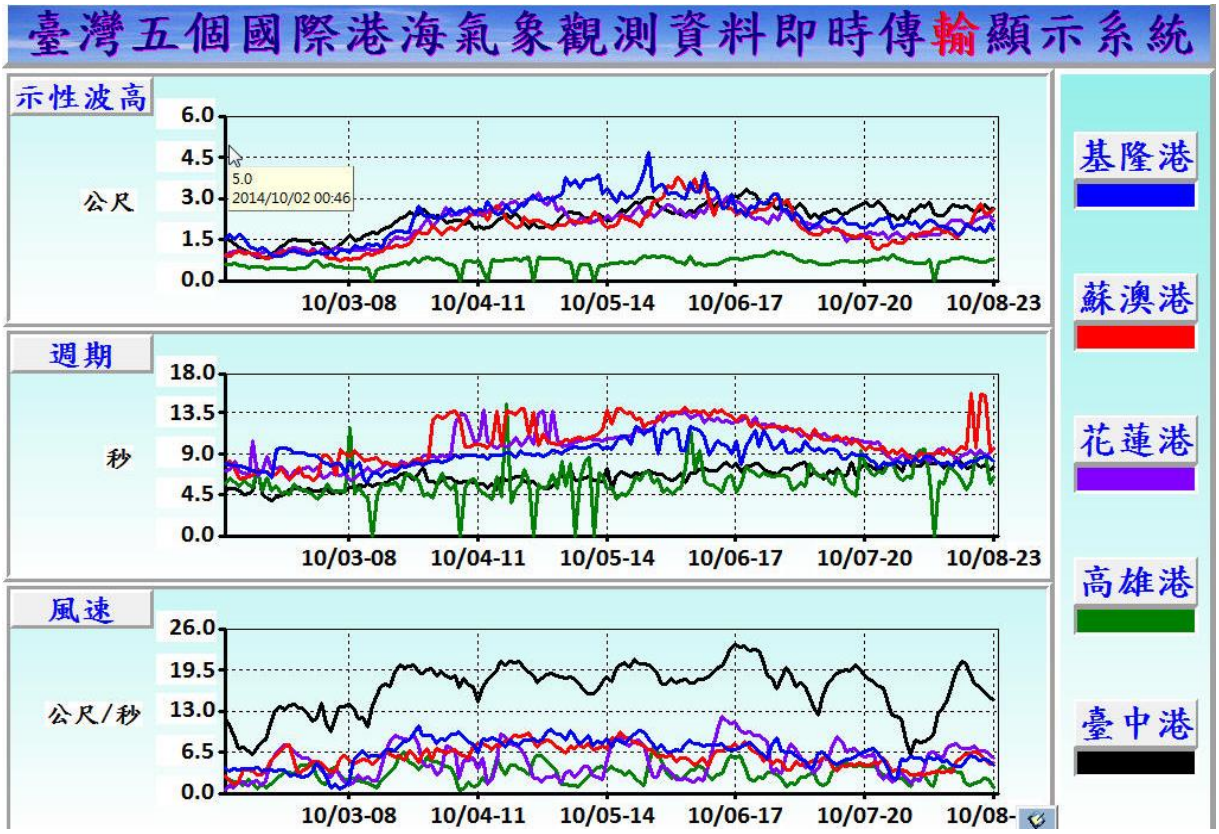


圖 8.16　2014 年 10 月 02 日至 10 月 08 日之第 18 號巴逢(PHANFONE)
中度颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

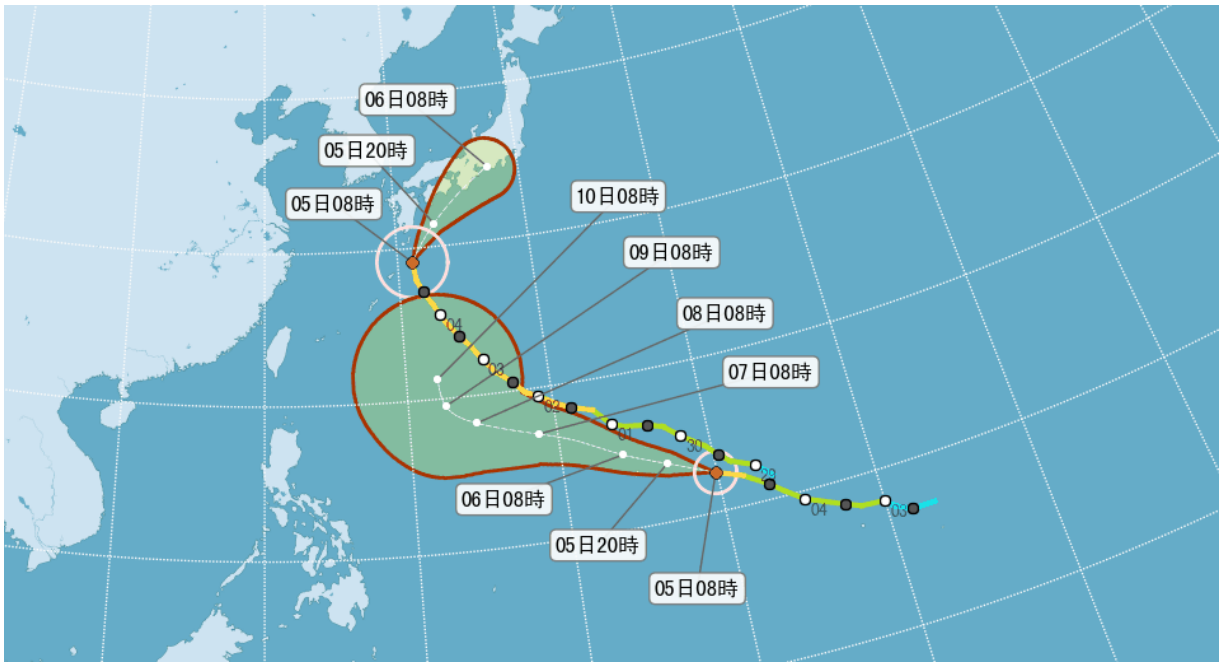


圖 8.17　2014 年 09 月 29 日至 10 月 06 日之第 18 號巴逢(PHANFONE)中度颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

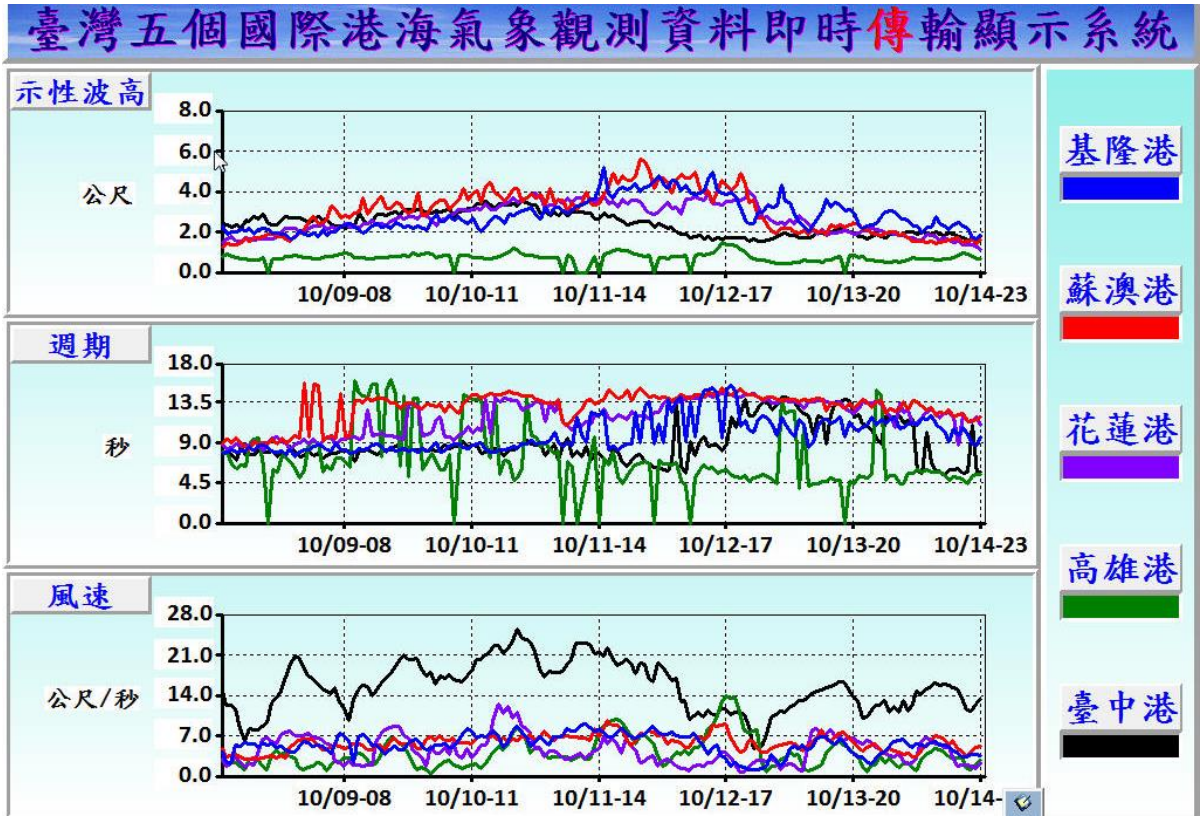


圖 8.18　2014 年 10 月 08 日至 10 月 14 日之第 19 號黃蜂(VONGFONG)強烈颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

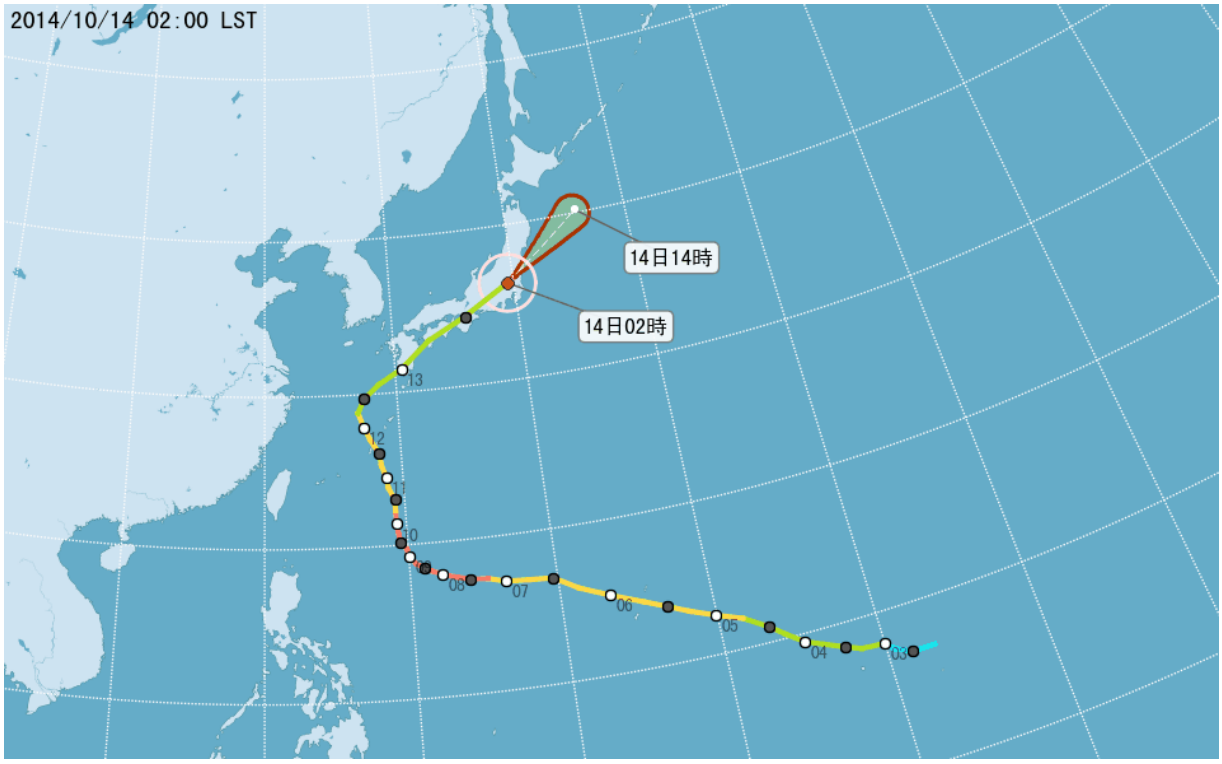


圖 8.19　2014 年 10 月 03 日至 10 月 14 日之第 19 號黃蜂(VONGFONG)強烈颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

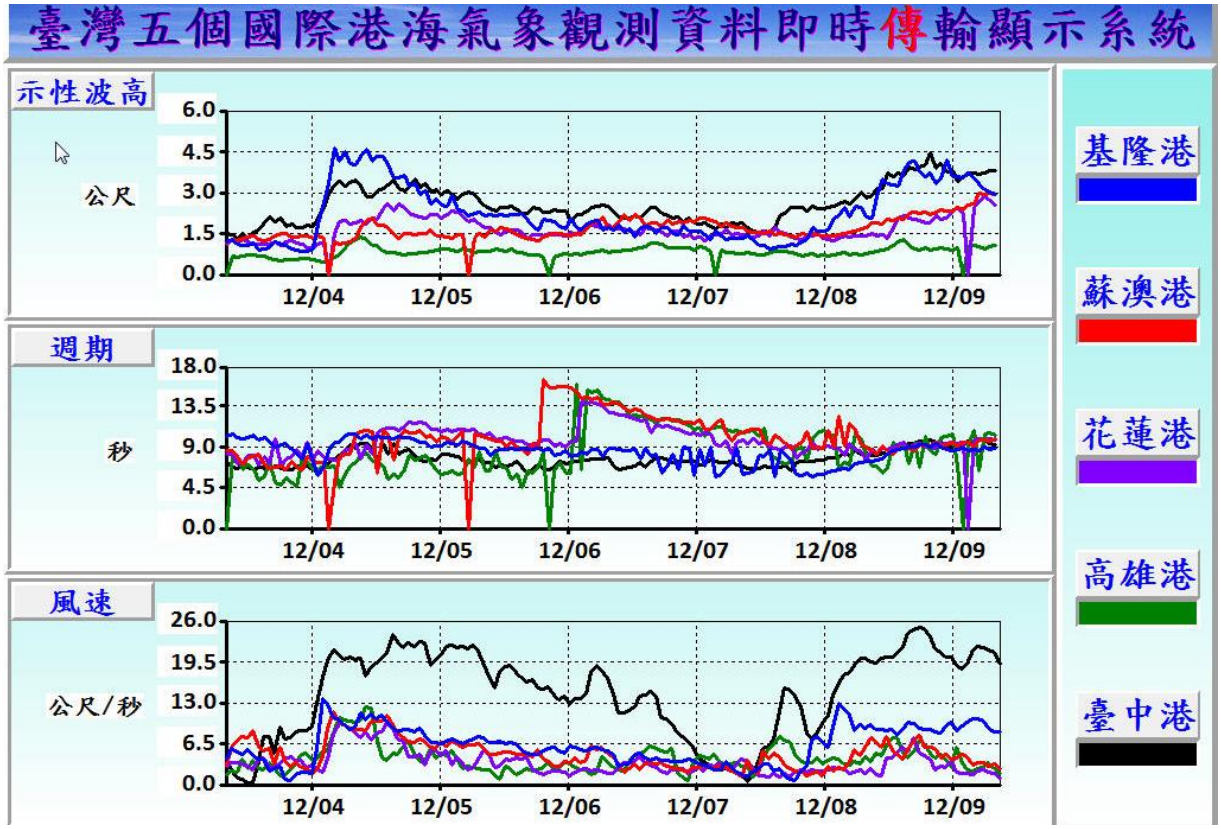


圖 8.20　2014 年 12 月 03 日至 12 月 09 日之第 22 號哈格比(HAGUPIT)強烈颱風 5 個國際港實測之波高、週期、風速逐時歷線圖

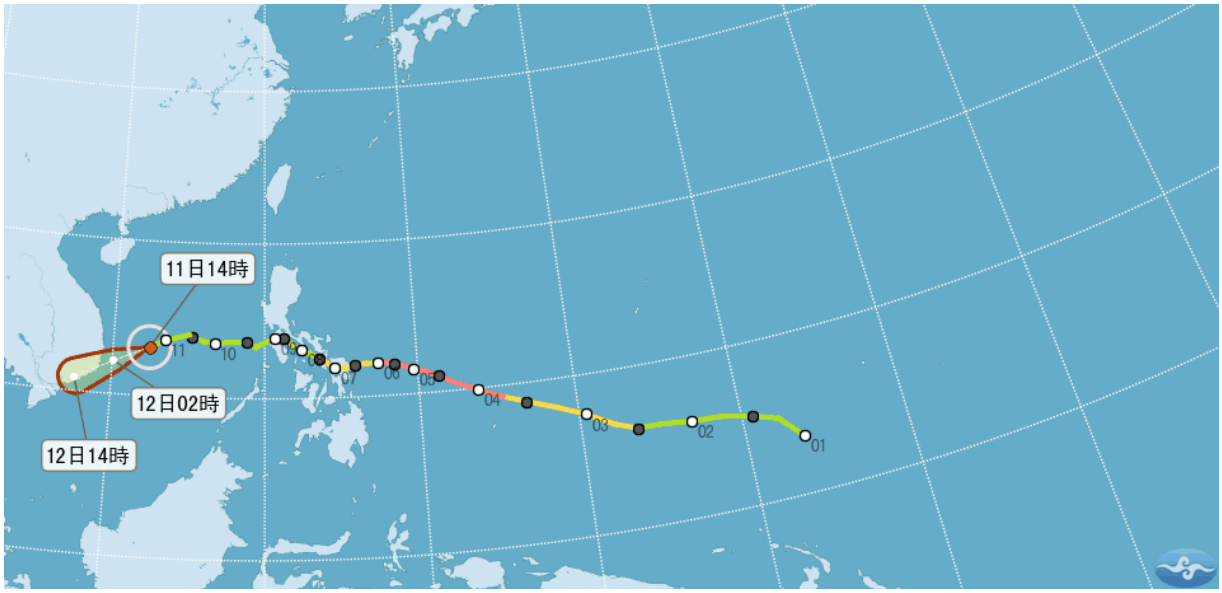


圖 8.21　2014 年 12 月 05 日至 12 月 09 日之第 22 號哈格比(HAGUPIT)強烈颱風路徑圖
(資料來源：中央氣象局網站)

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

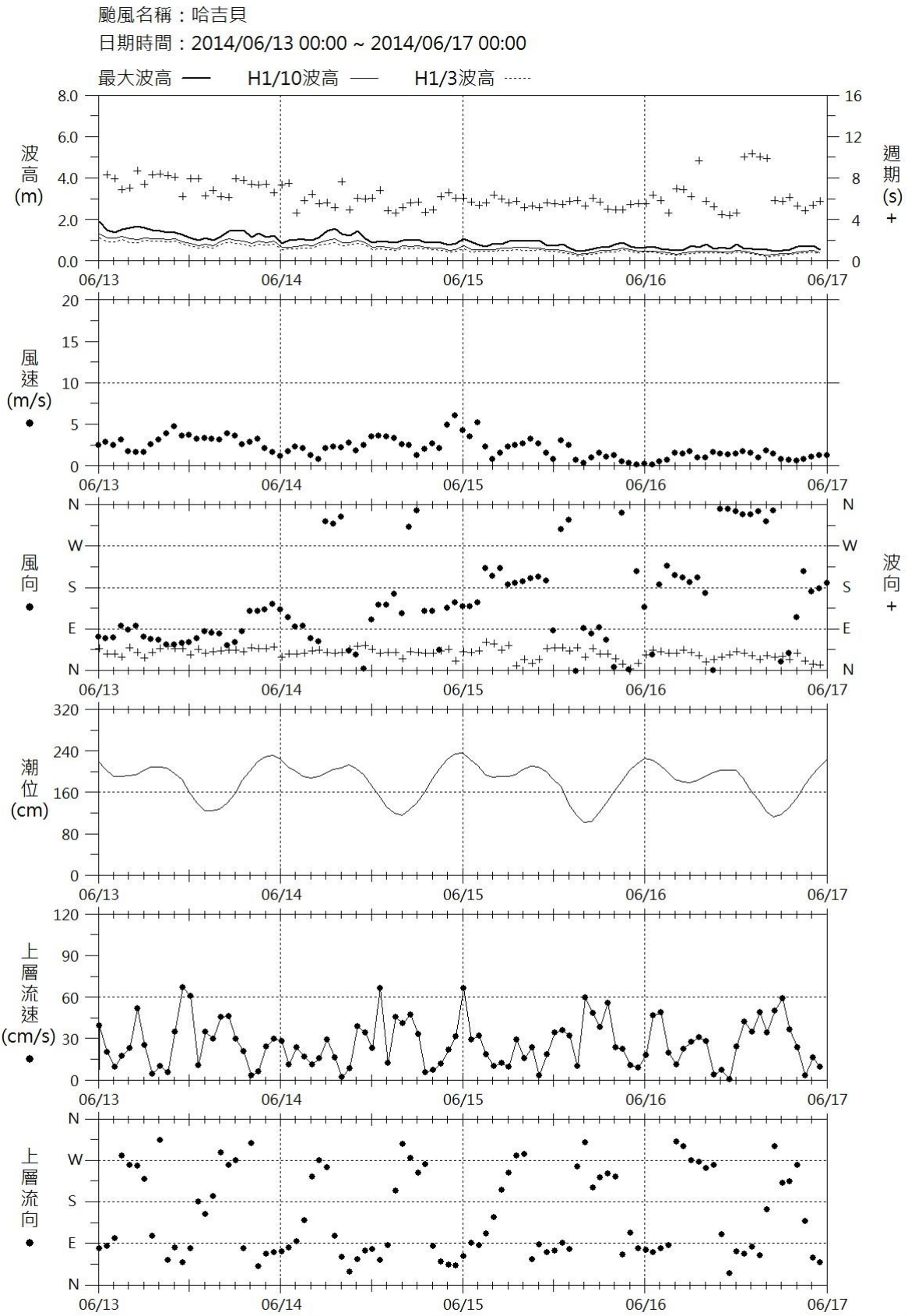


圖8.22 2014年6月哈吉貝颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

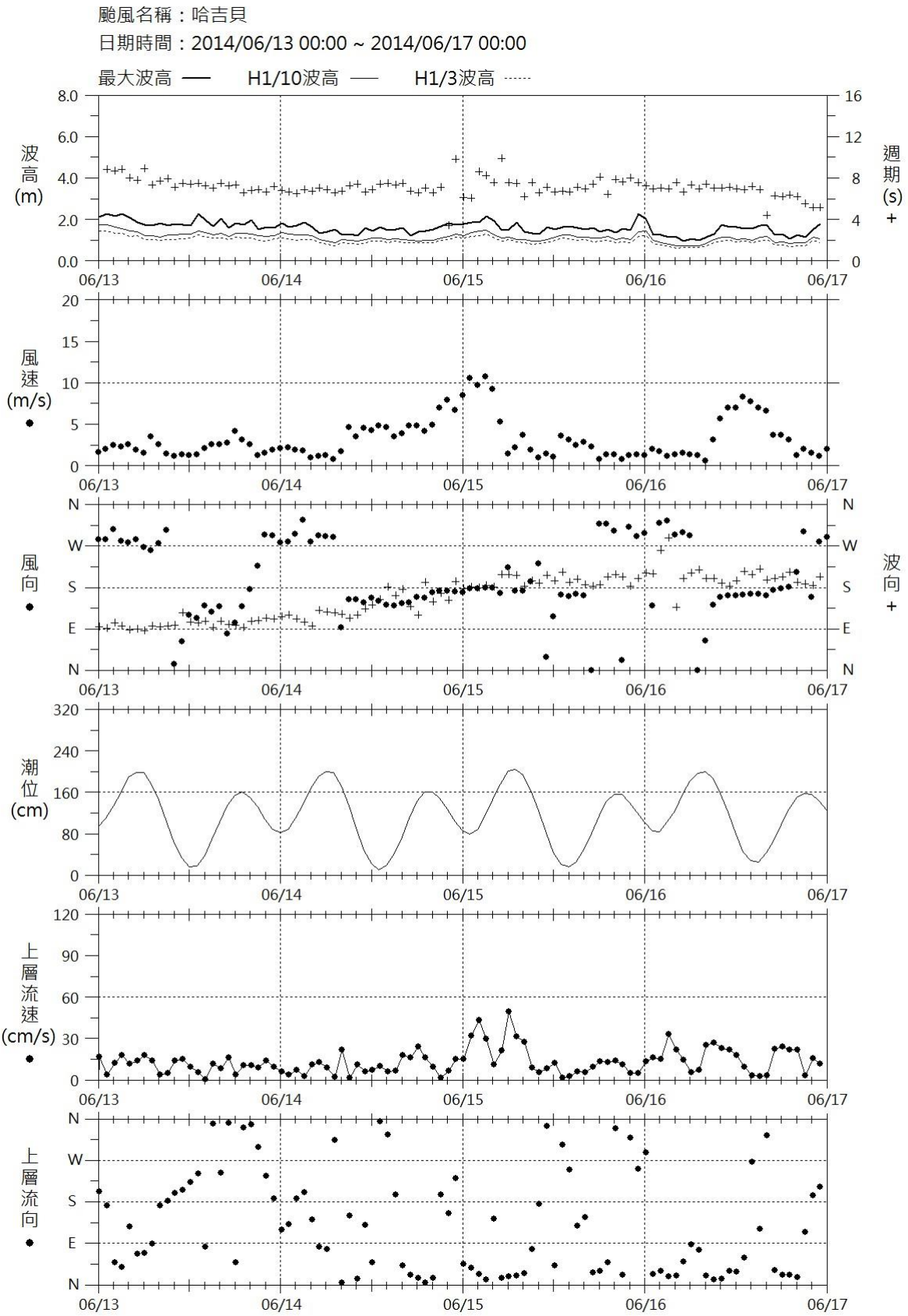


圖8.23 2014年6月哈吉貝颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

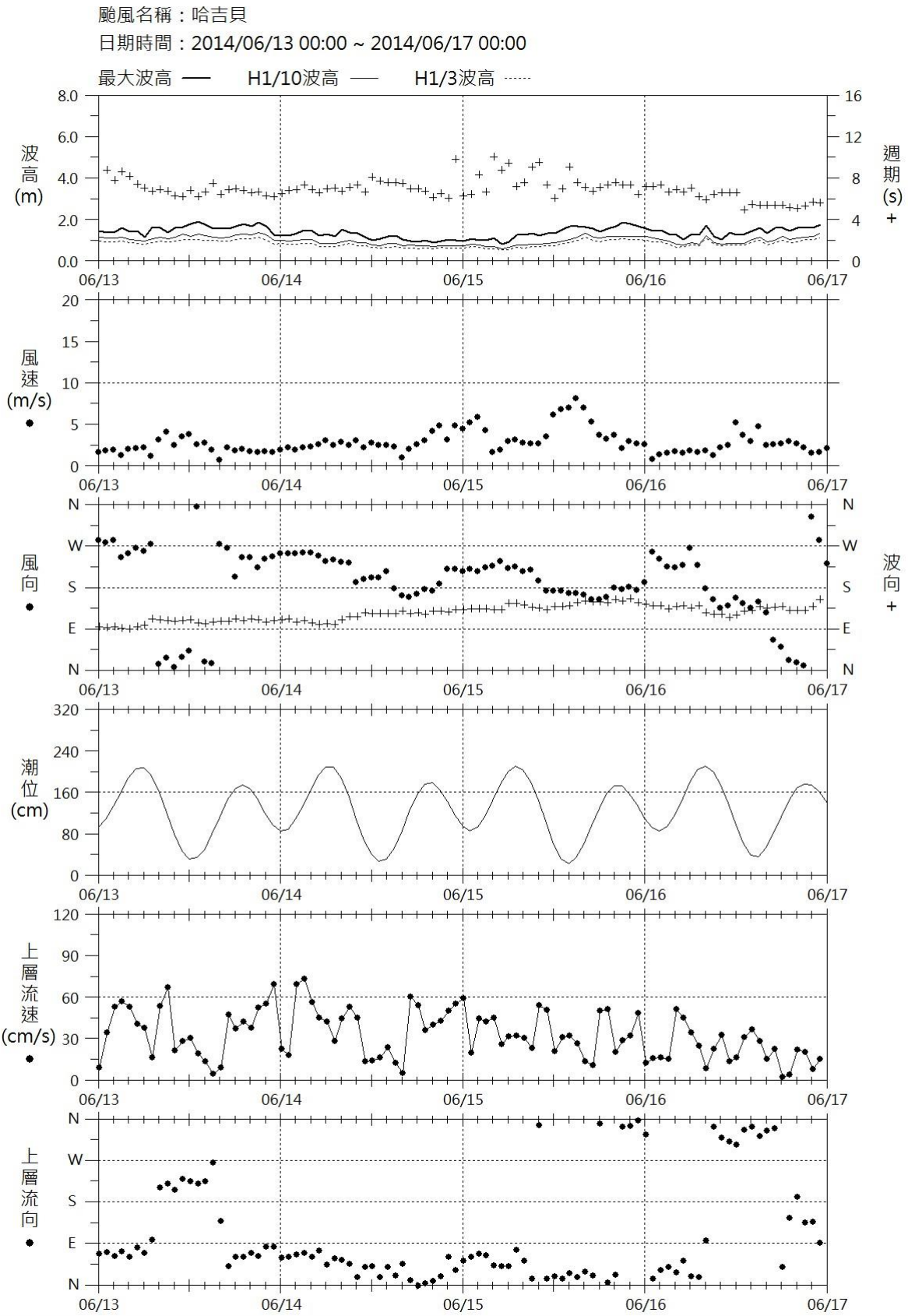


圖8.24 2014年6月哈吉貝颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

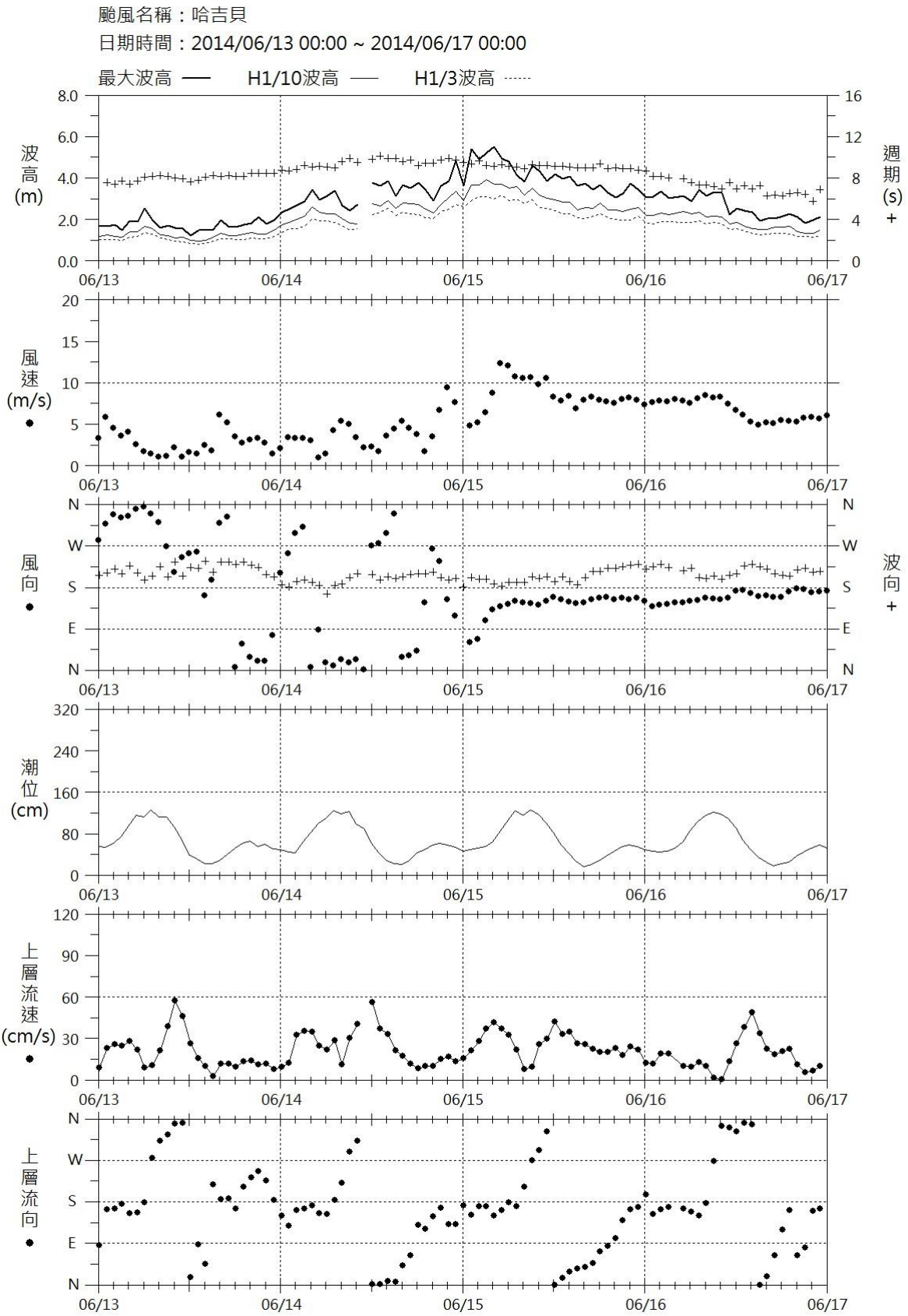


圖8.25 2014年6月哈吉貝颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

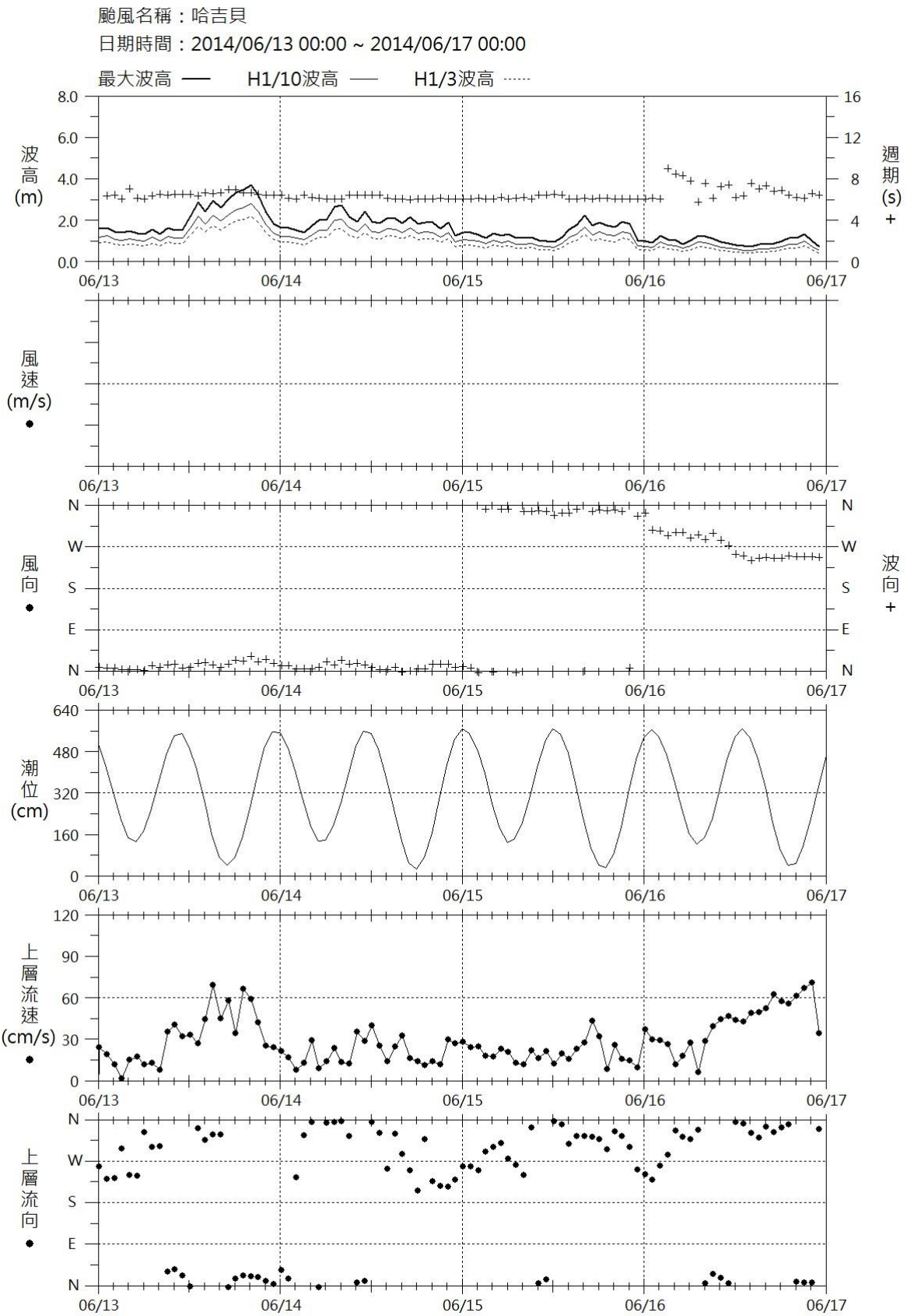


圖8.26 2014年6月哈吉貝颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

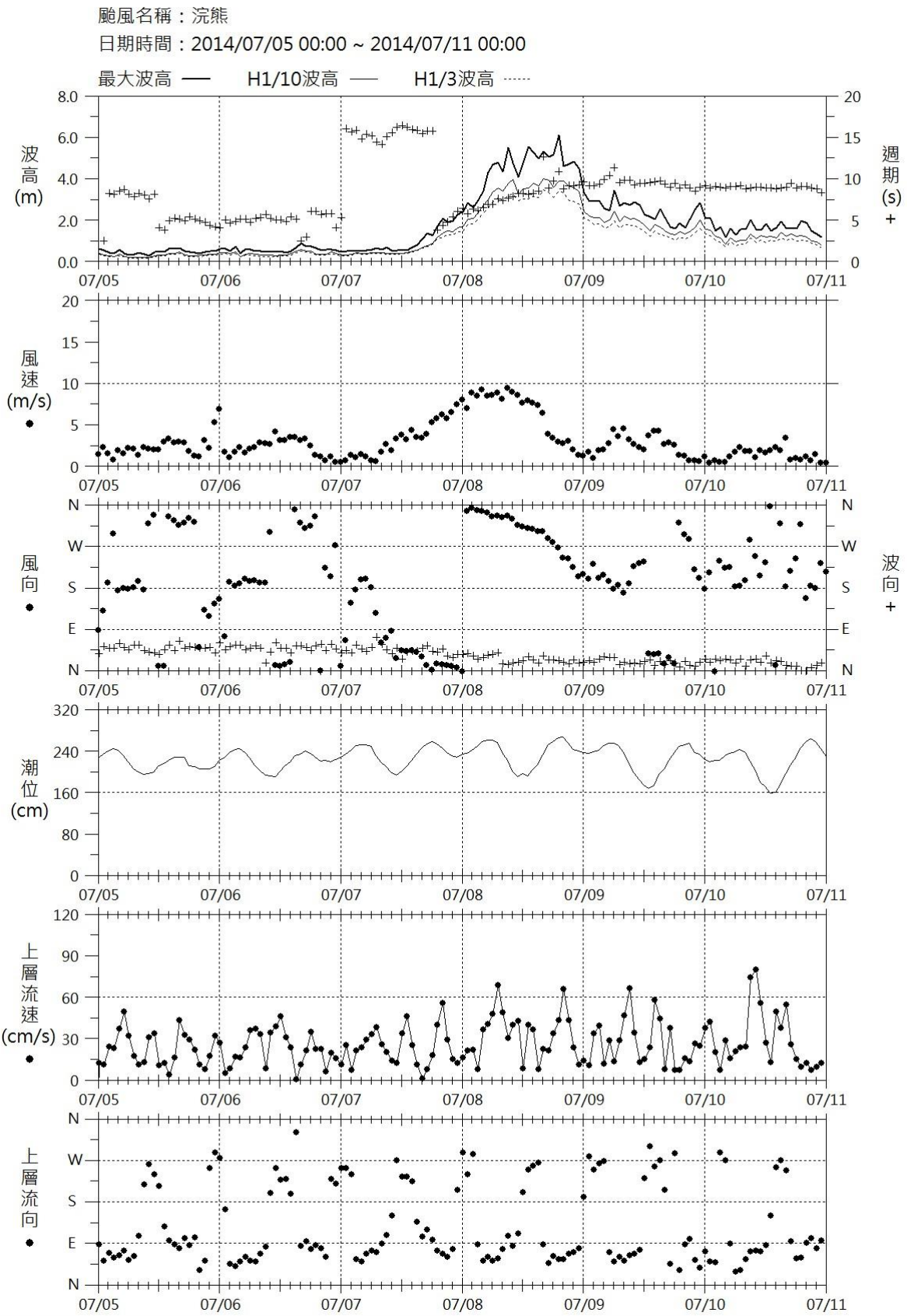


圖8.27 2014年7月浣熊颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

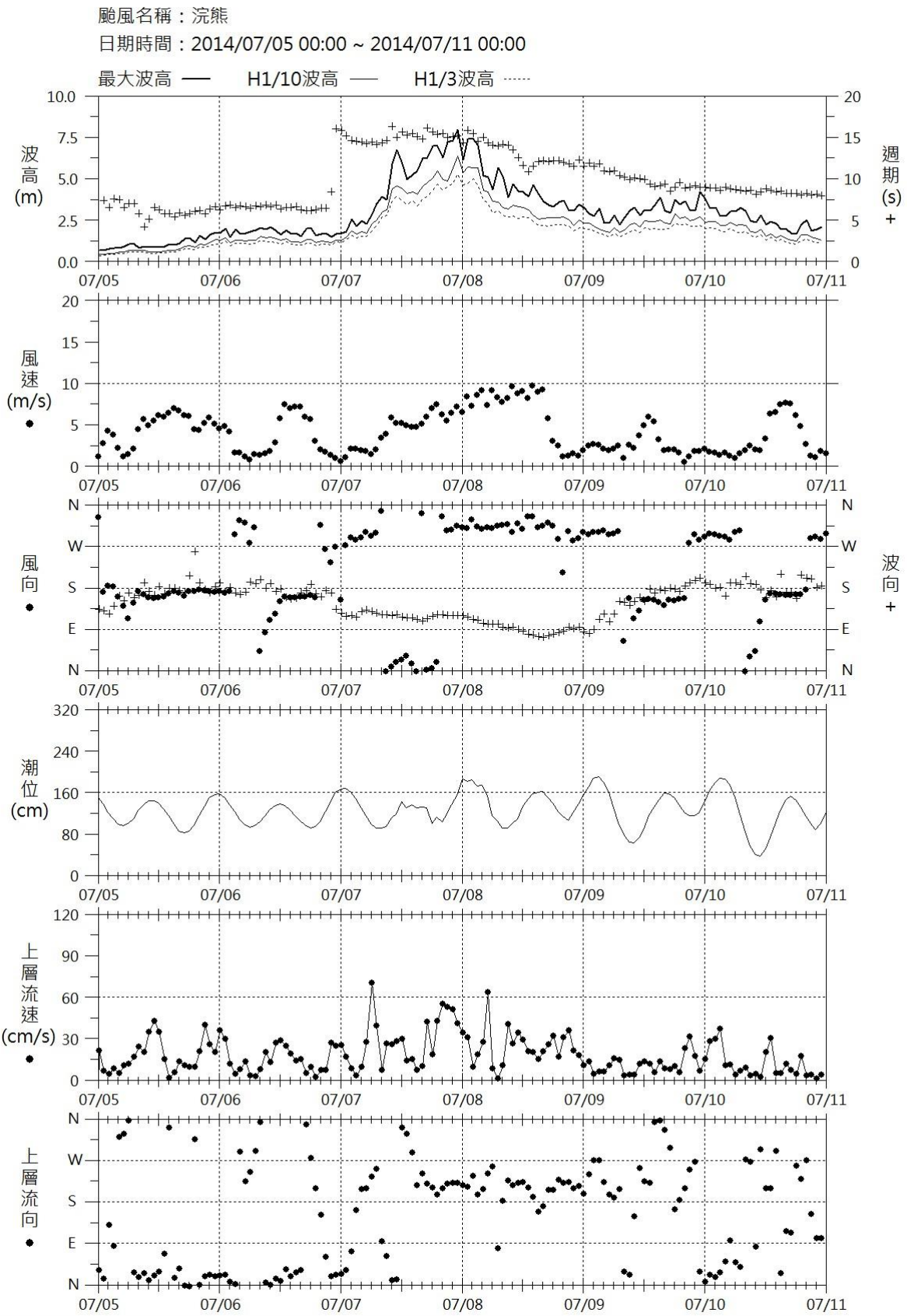


圖8.28 2014年7月浣熊颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

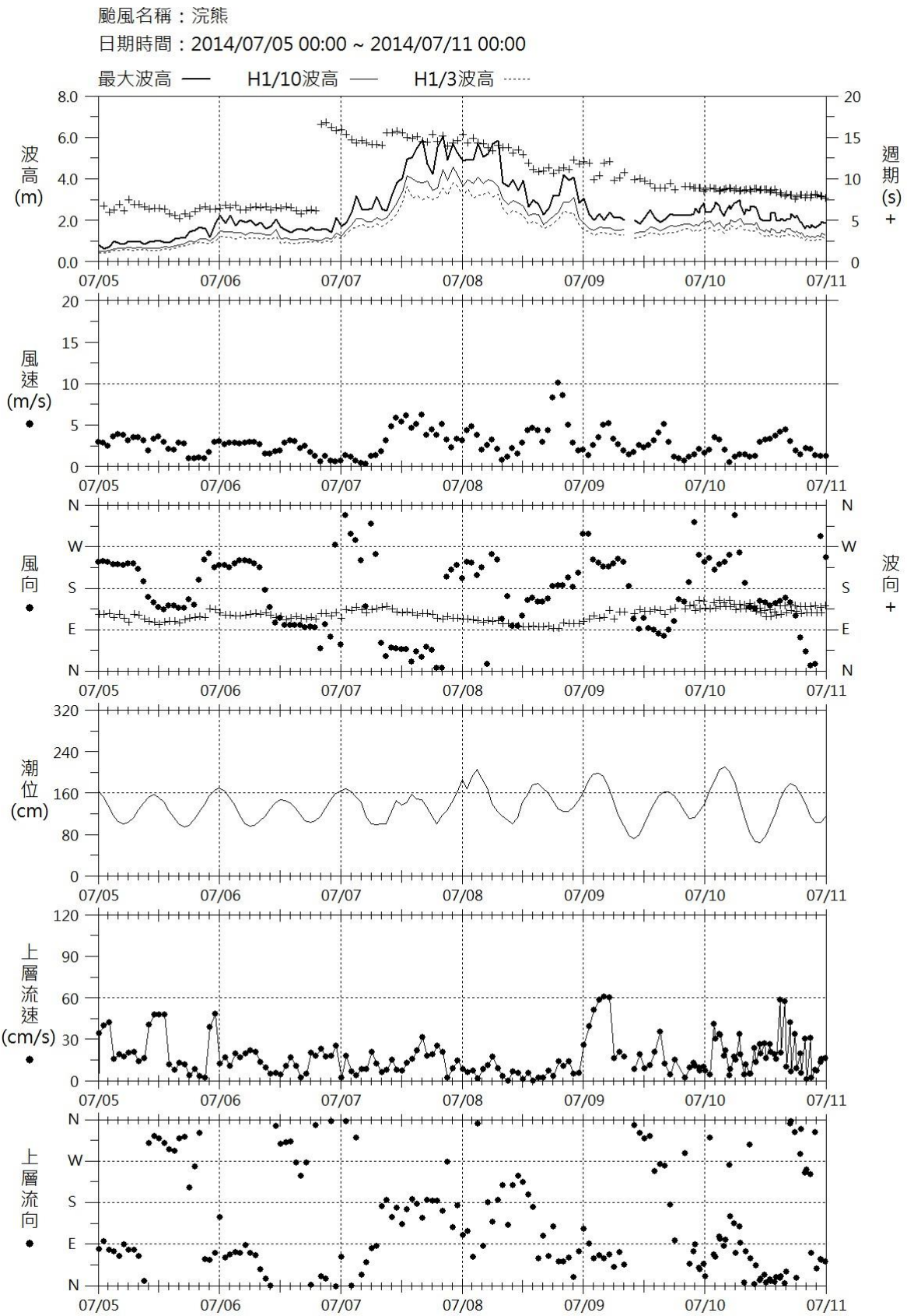


圖8.29 2014年7月浣熊颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

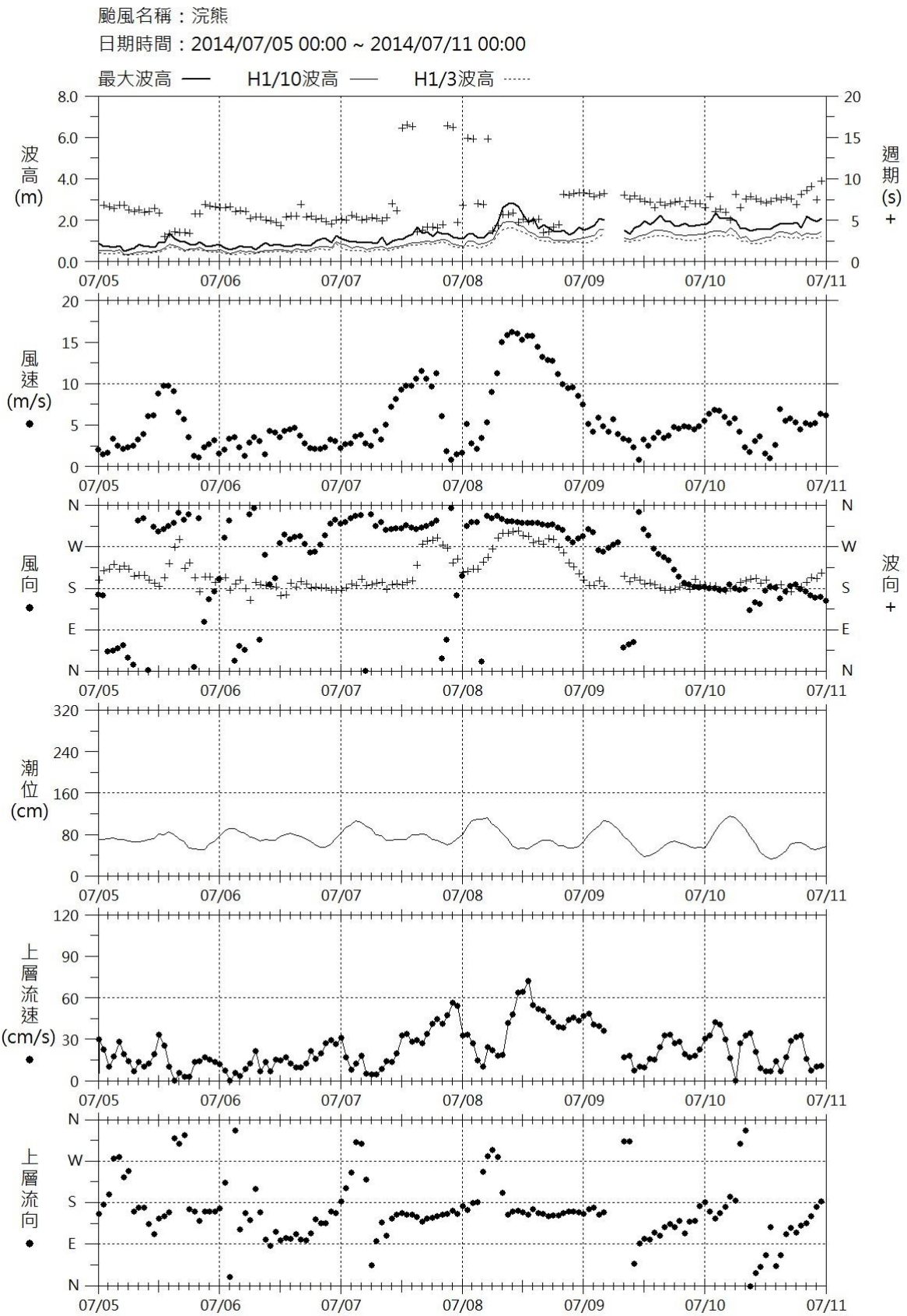


圖8.30 2014年7月浣熊颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

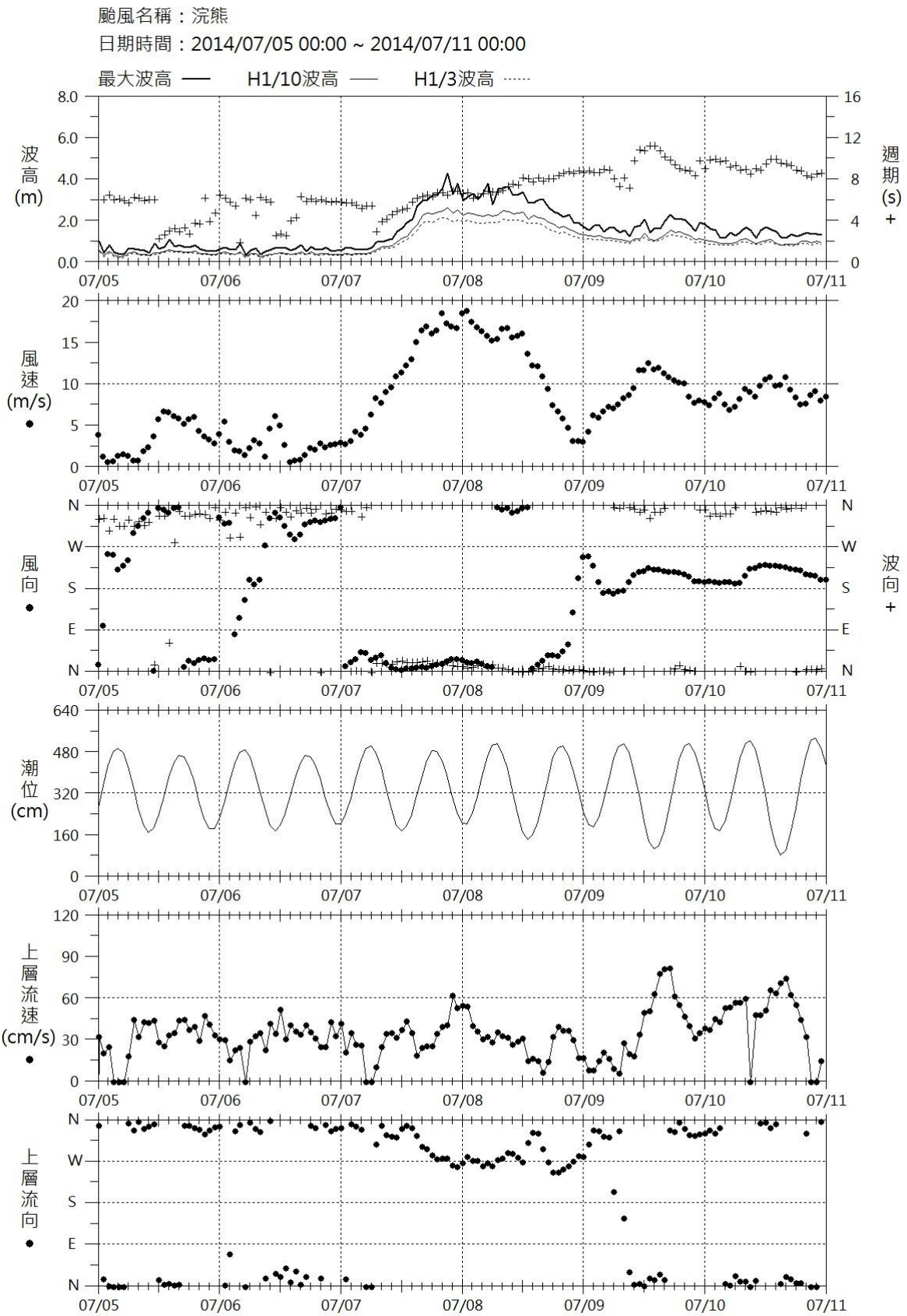


圖8.31 2014年7月浣熊颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

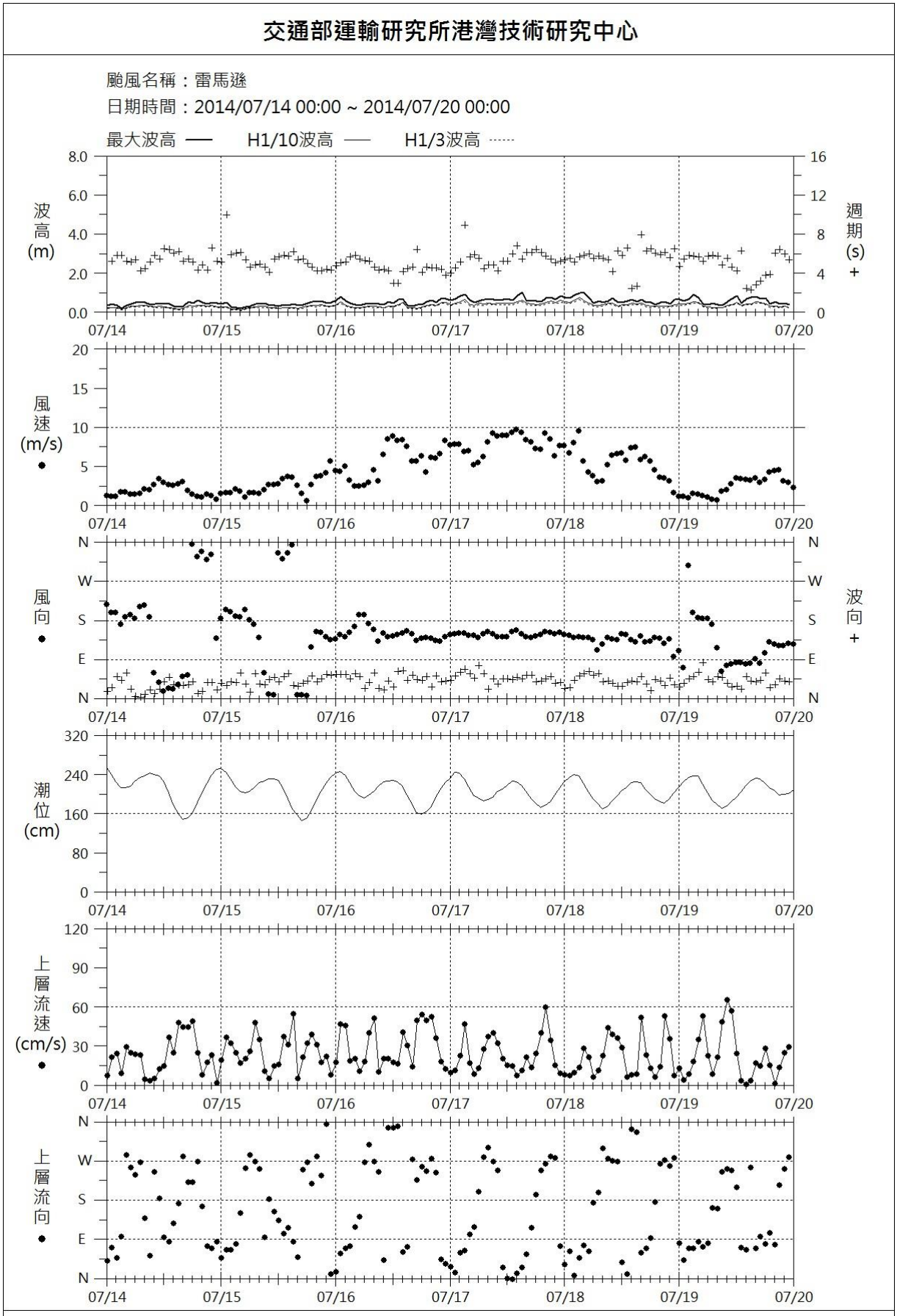


圖8.32 2014年7月雷馬遜颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

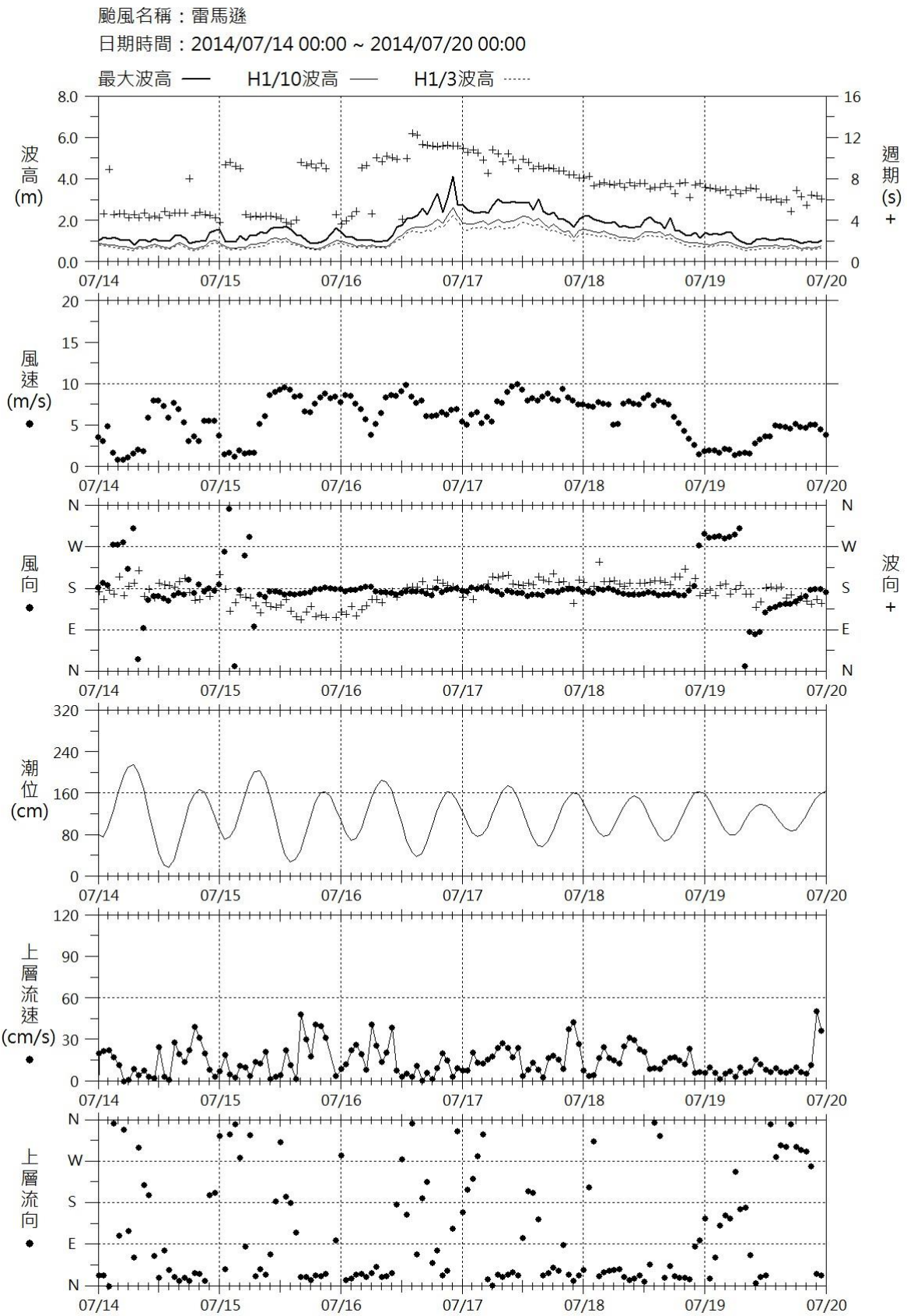


圖8.33 2014年7月雷馬遜颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

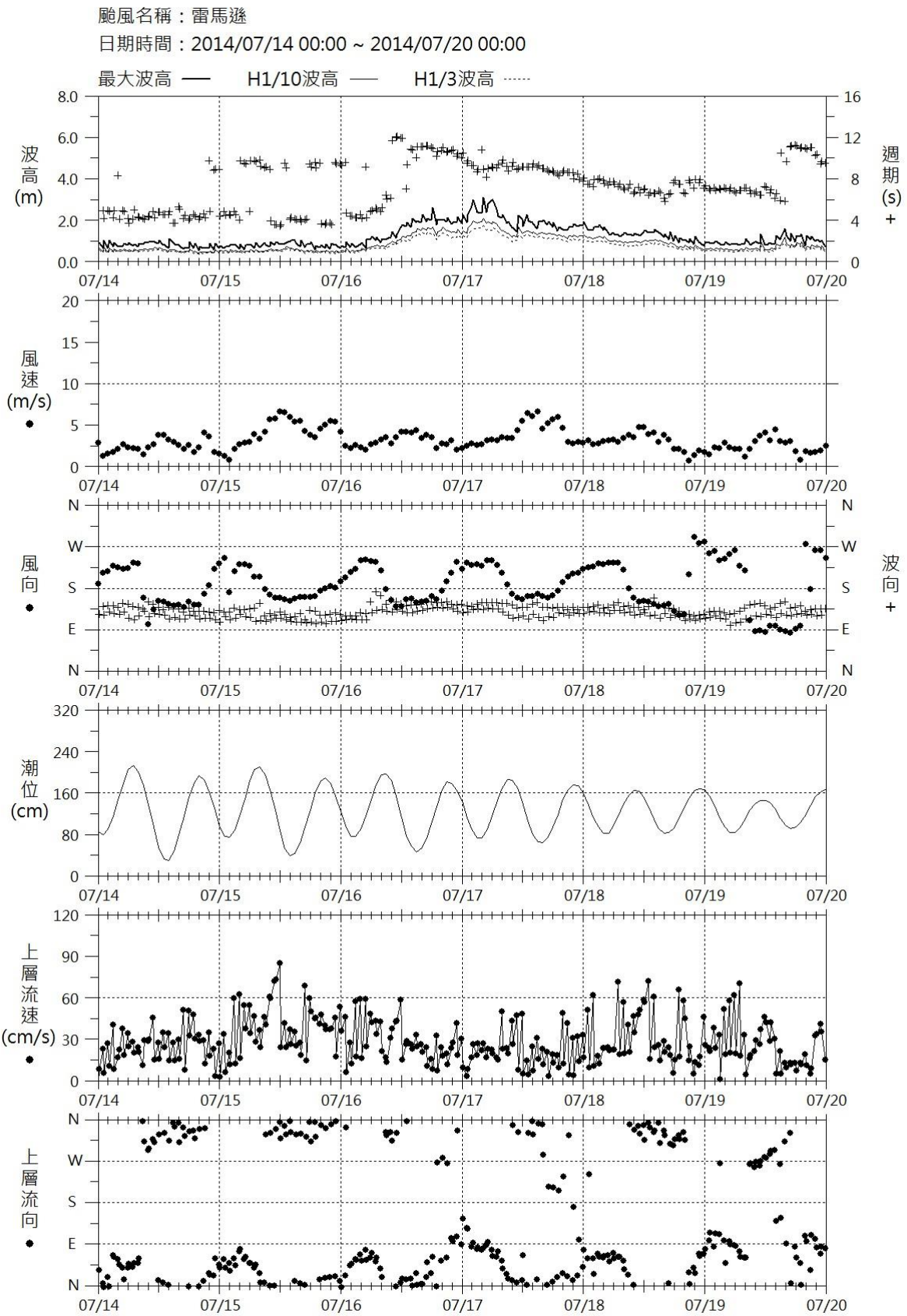


圖8.34 2014年7月雷馬遜颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

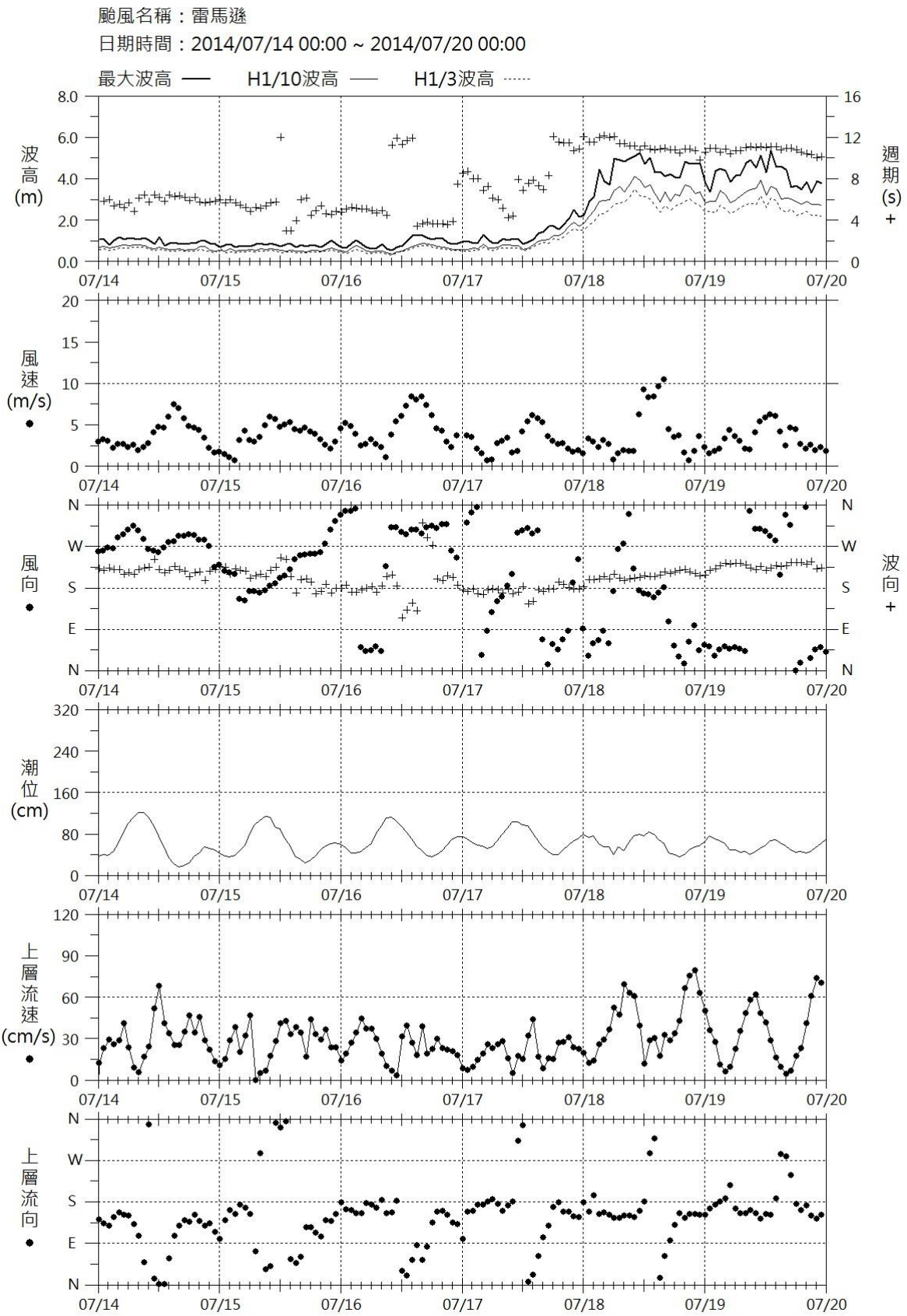


圖8.35 2014年7月雷馬遜颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

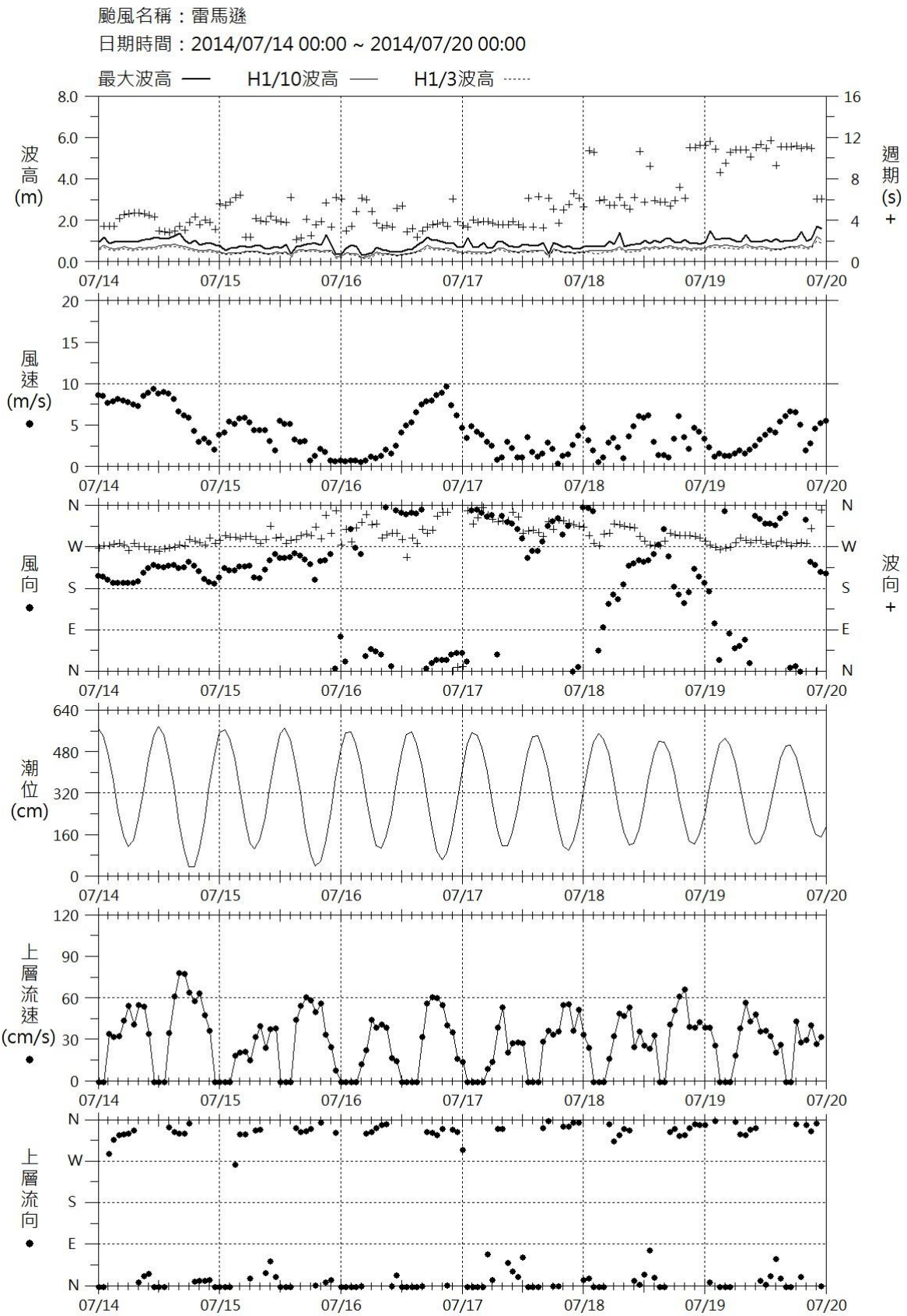


圖8.36 2014年7月雷馬遜颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

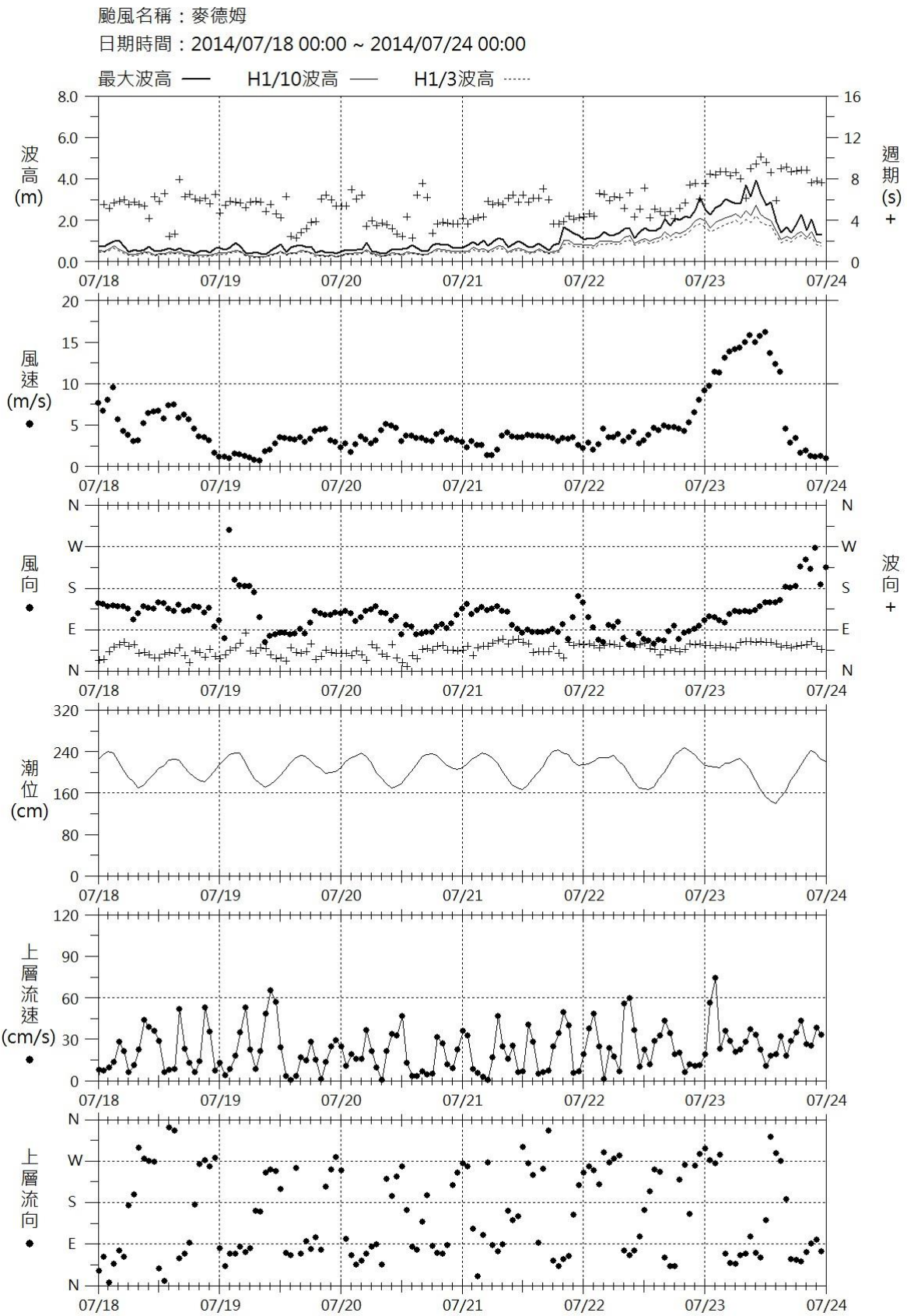


圖8.37 2014年7月麥德姆颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

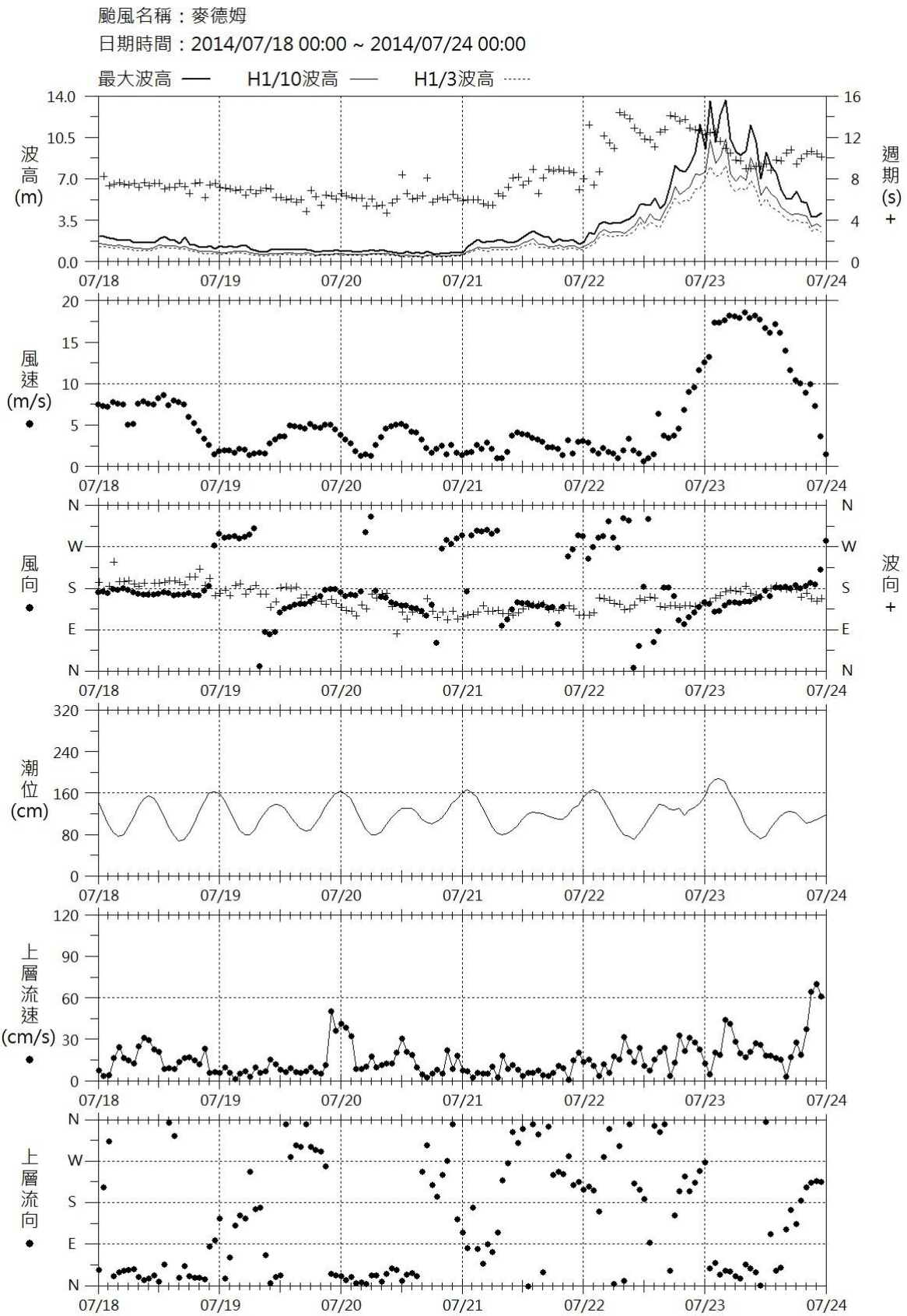


圖8.38 2014年7月麥德姆颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

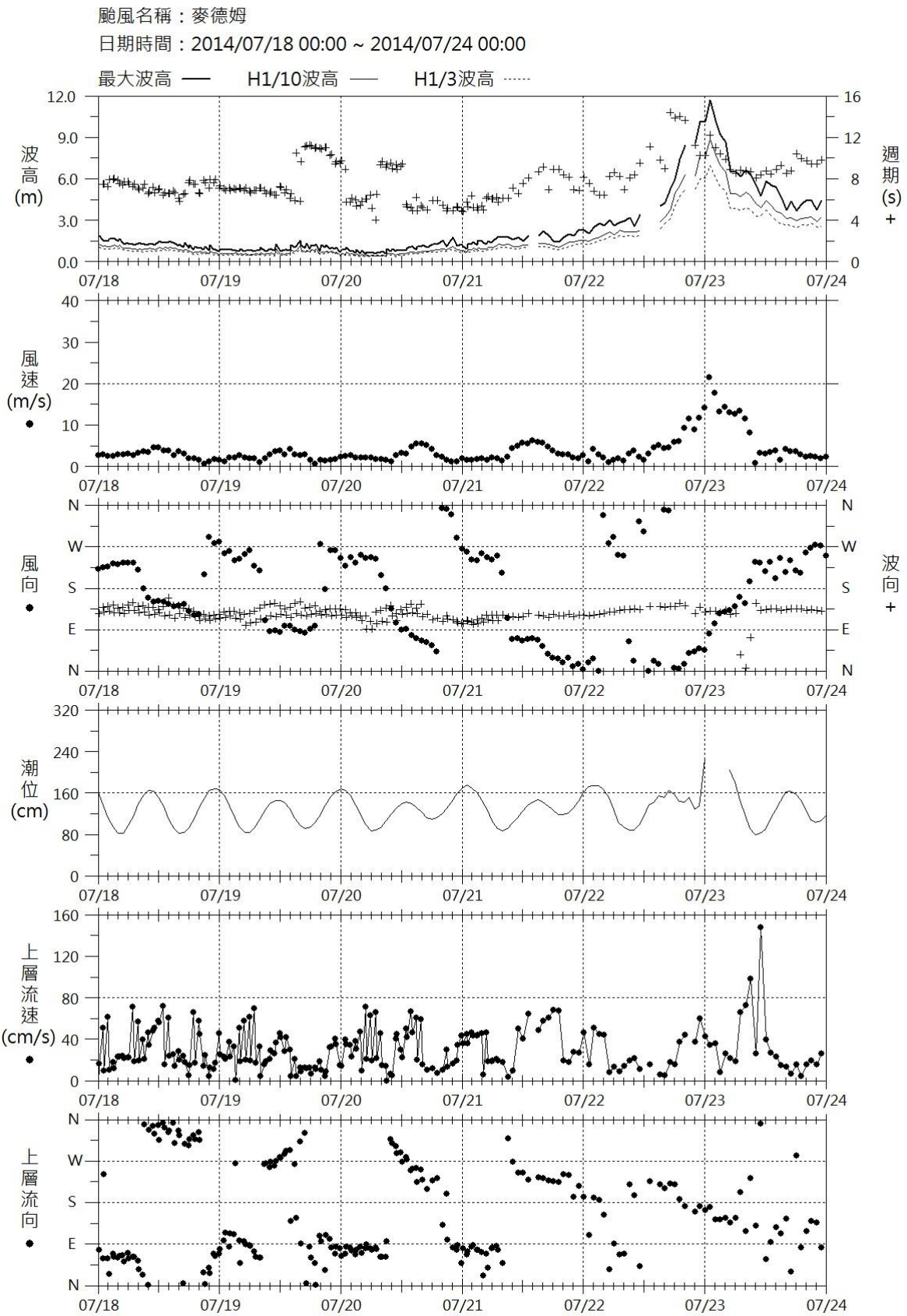


圖8.39 2014年7月麥德姆颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

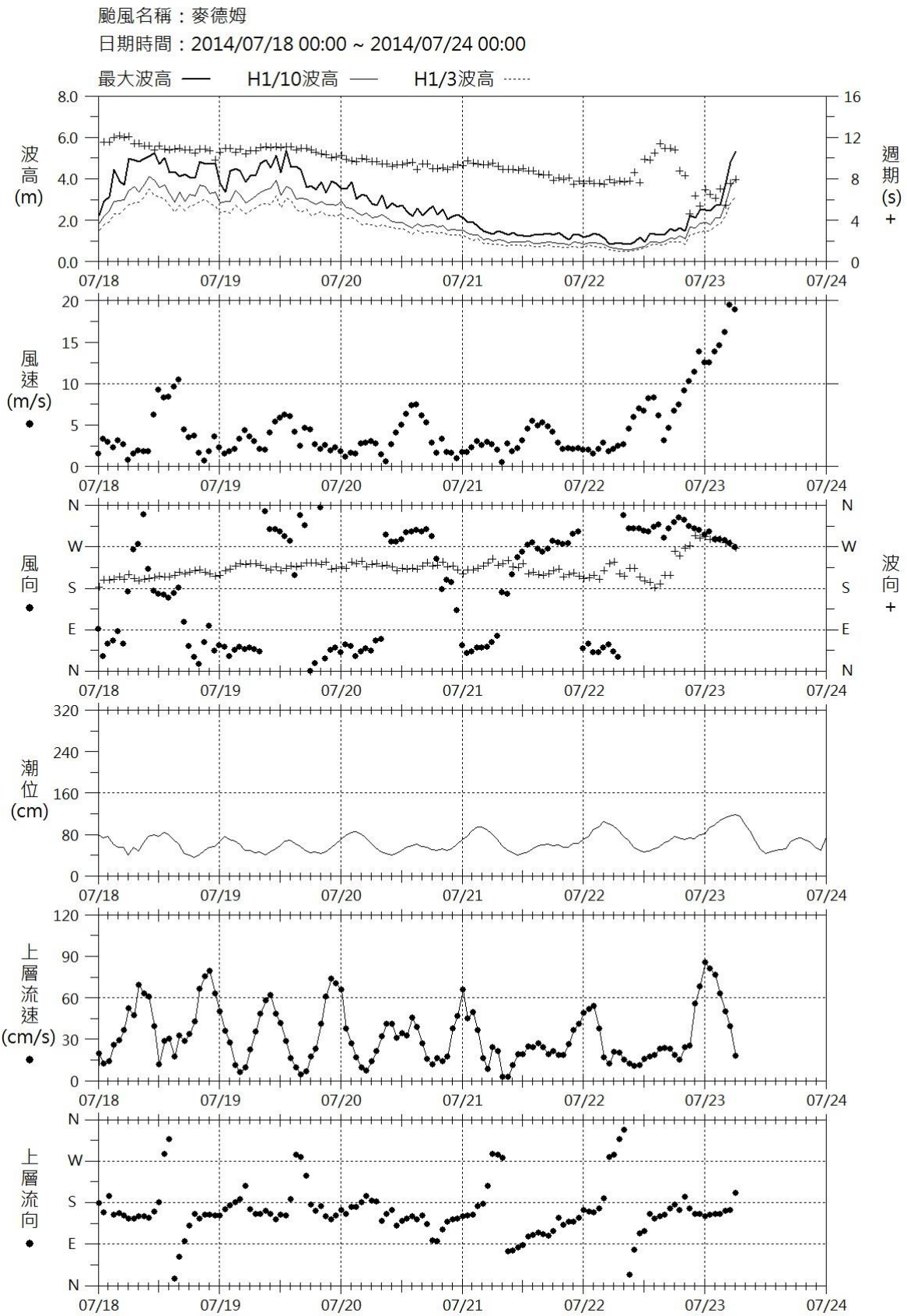


圖8.40 2014年7月麥德姆颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

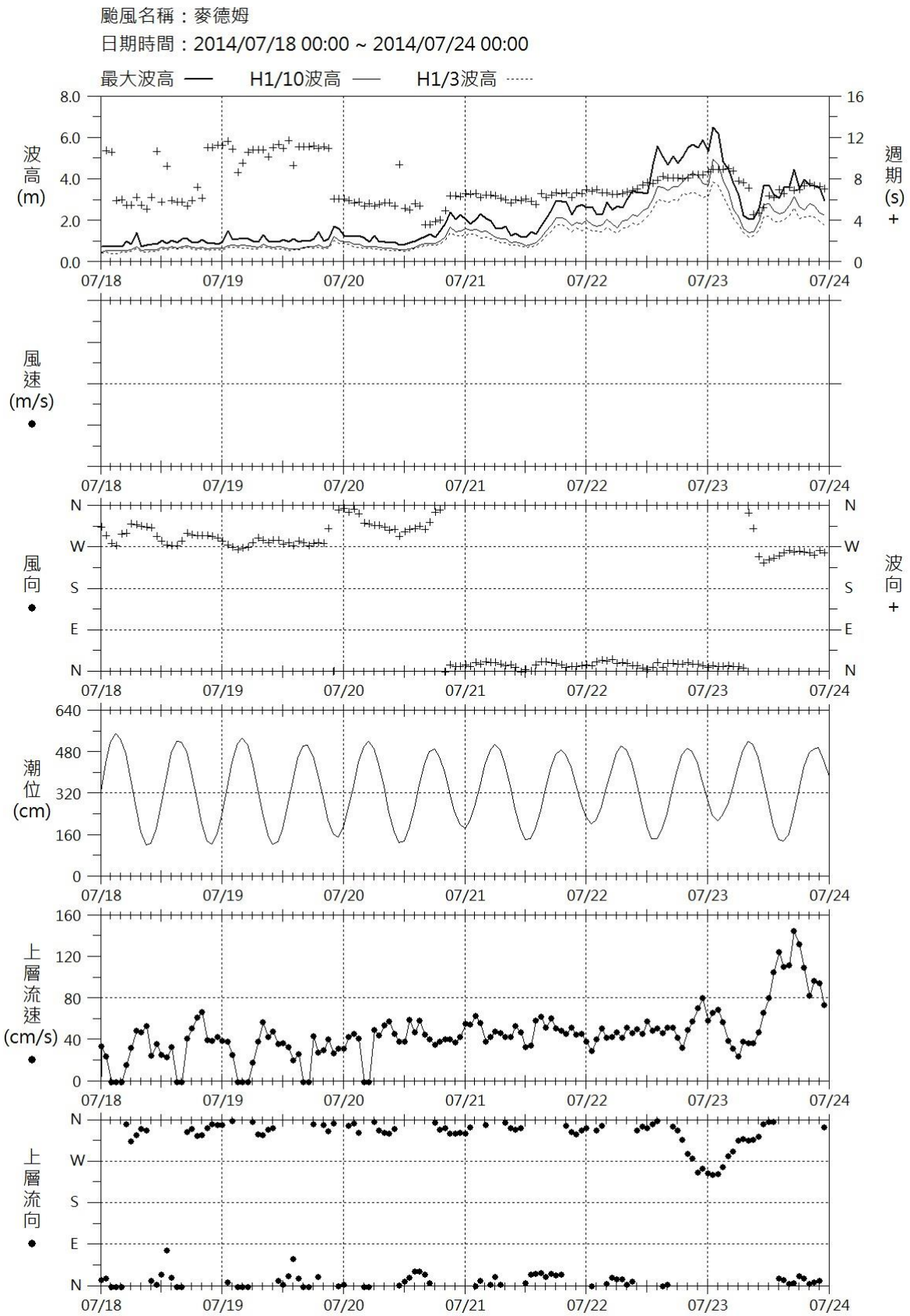


圖8.41 2014年7月麥德姆颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

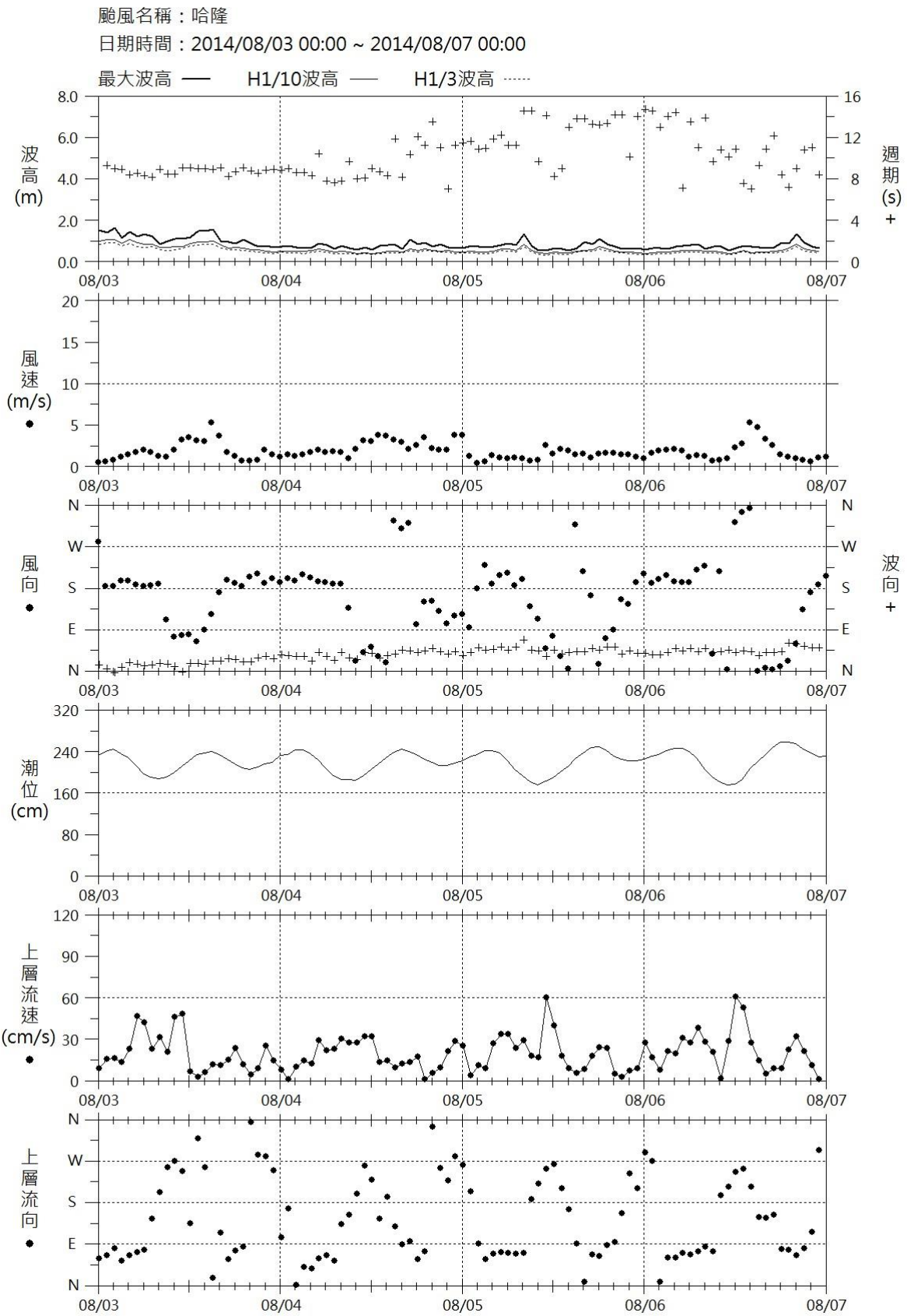


圖8.42 2014年8月哈隆颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

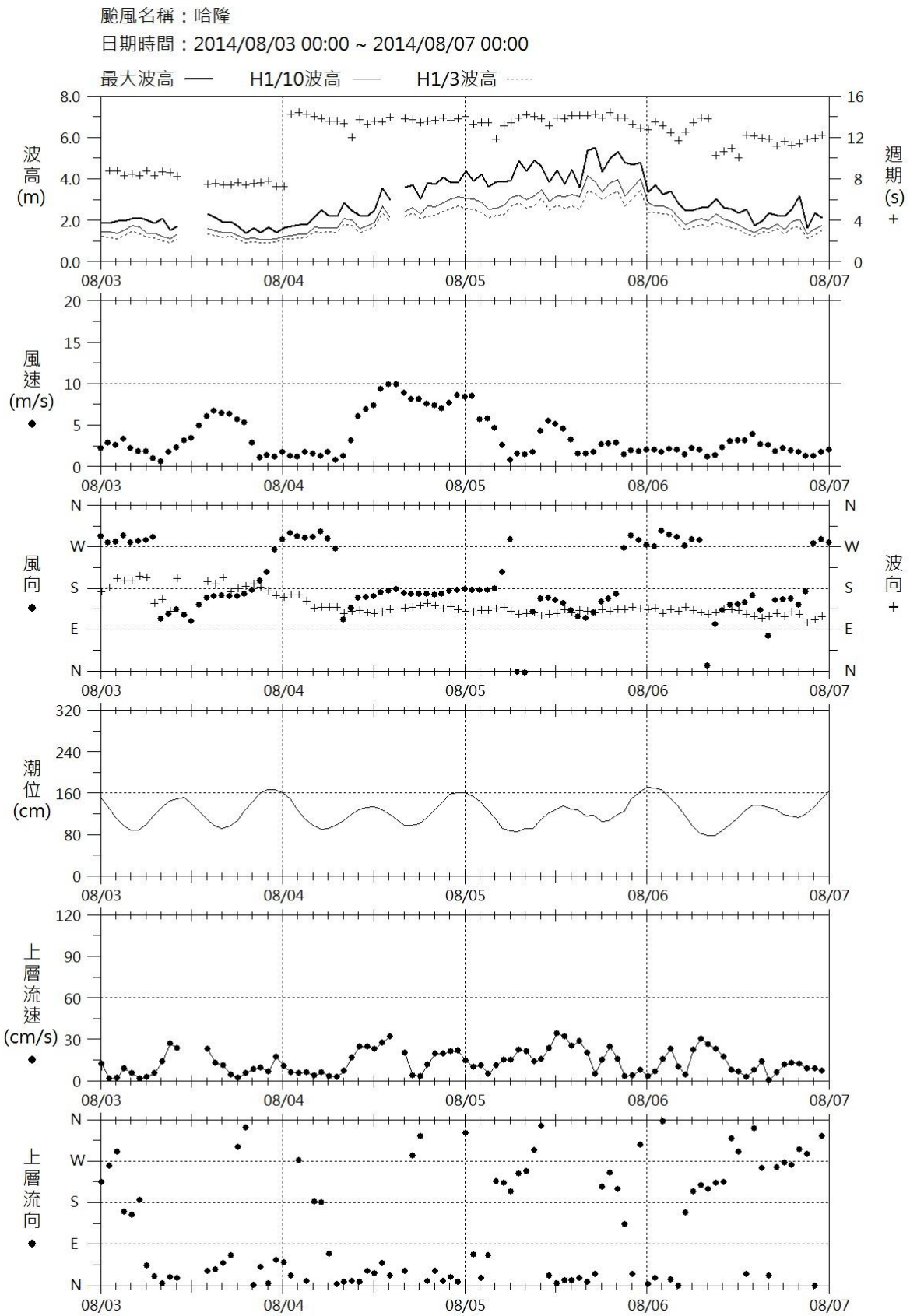


圖8.43 2014年8月哈隆颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

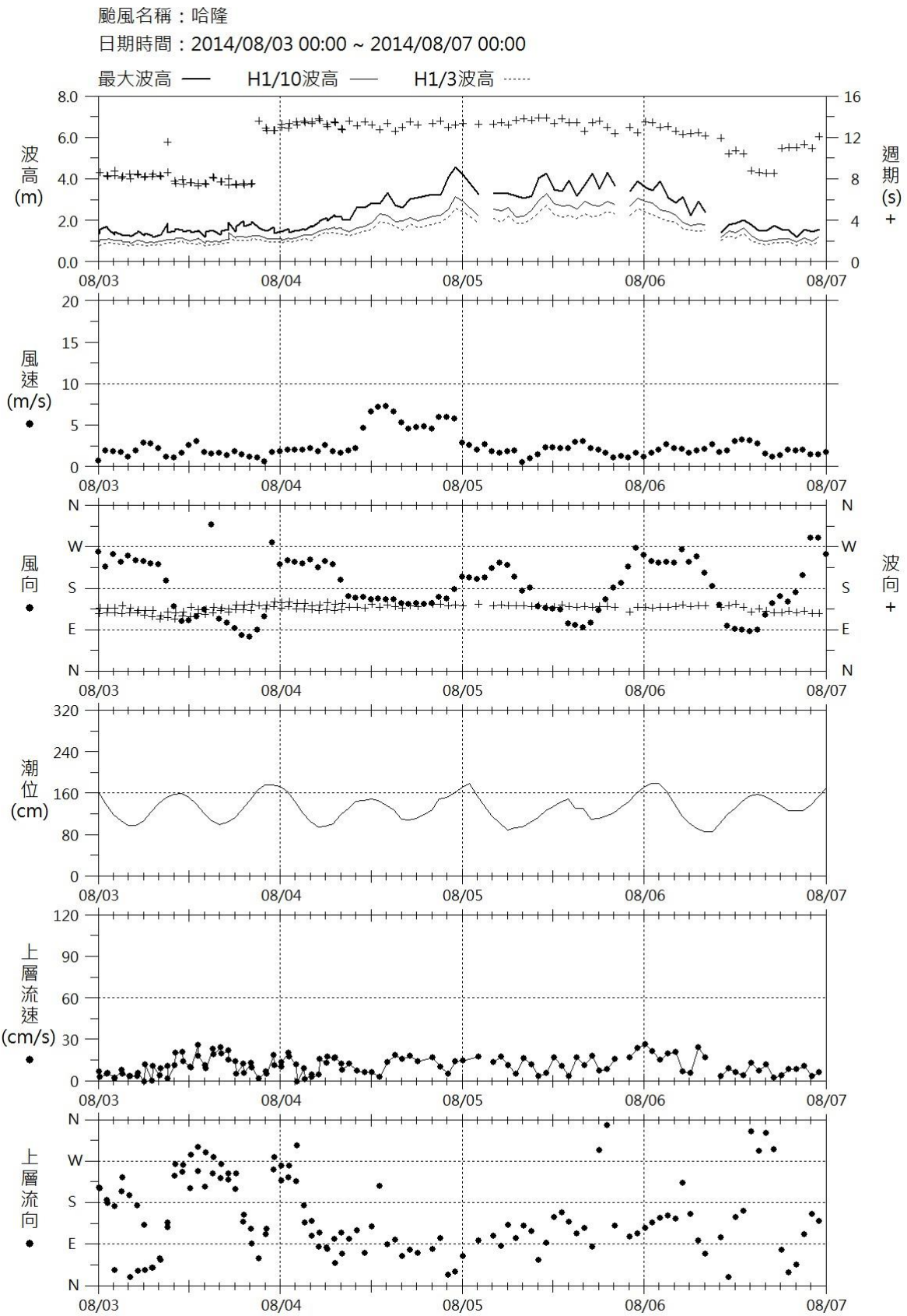


圖8.44 2014年8月哈隆颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

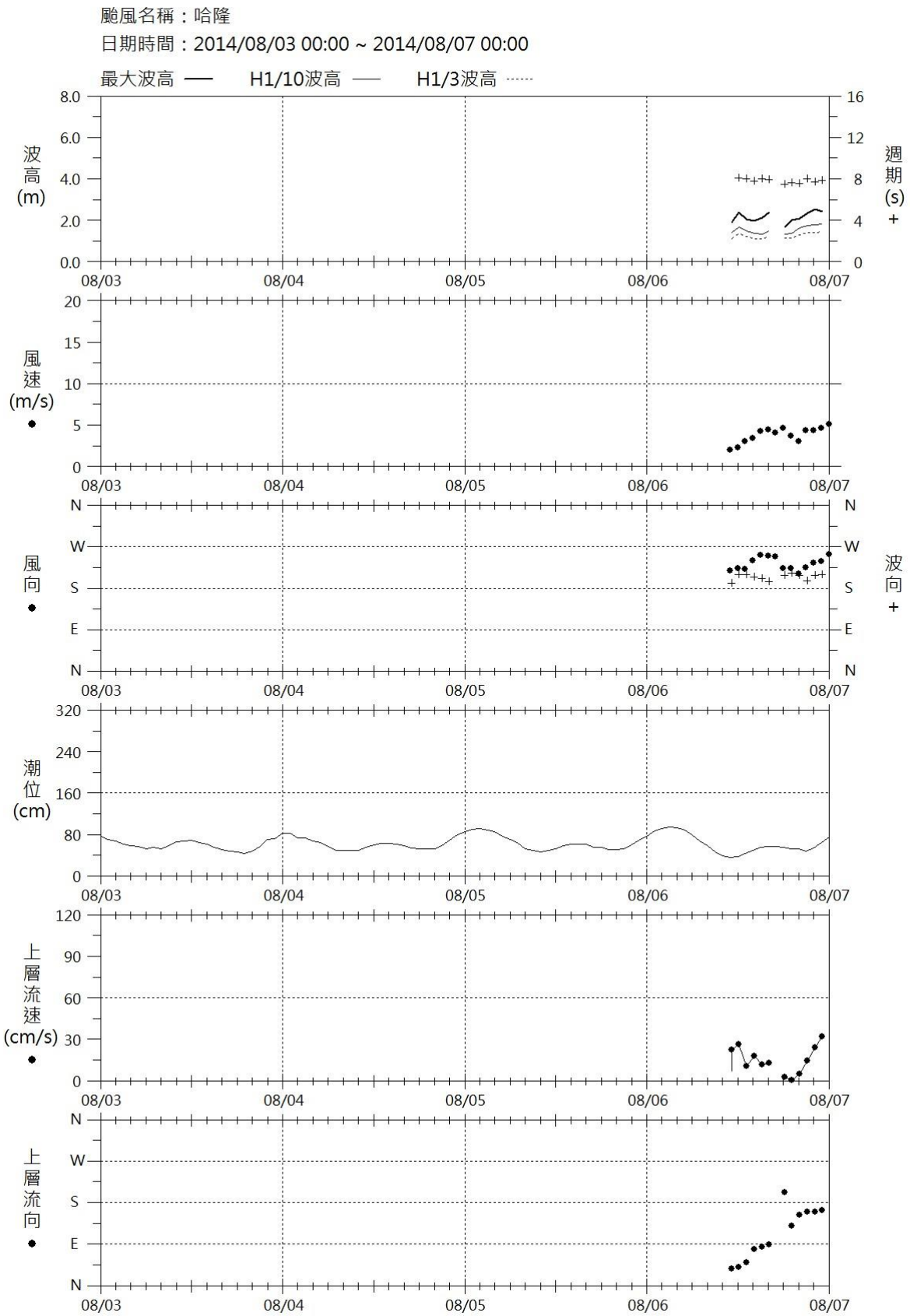


圖8.45 2014年8月哈隆颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

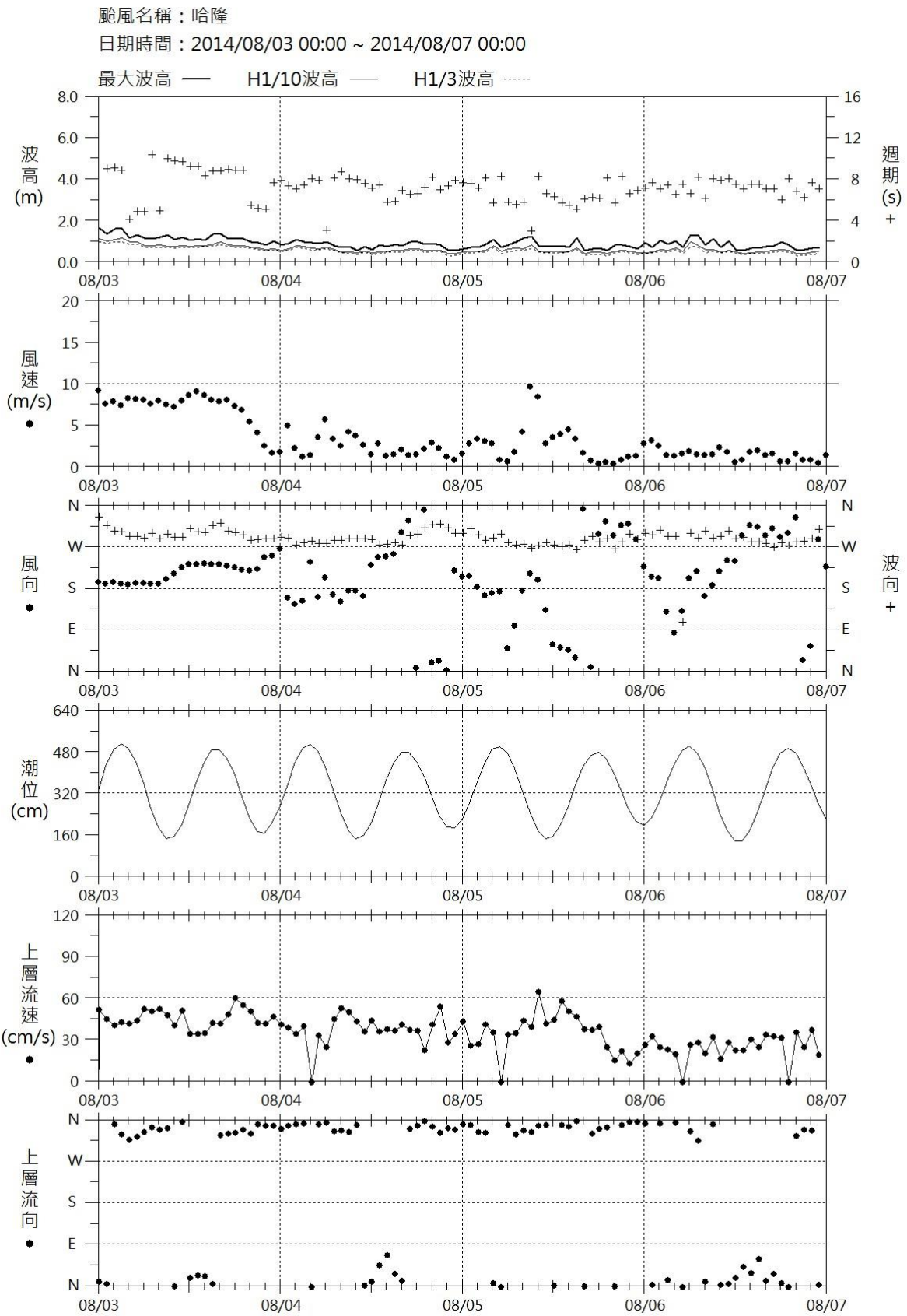


圖8.46 2014年8月哈隆颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

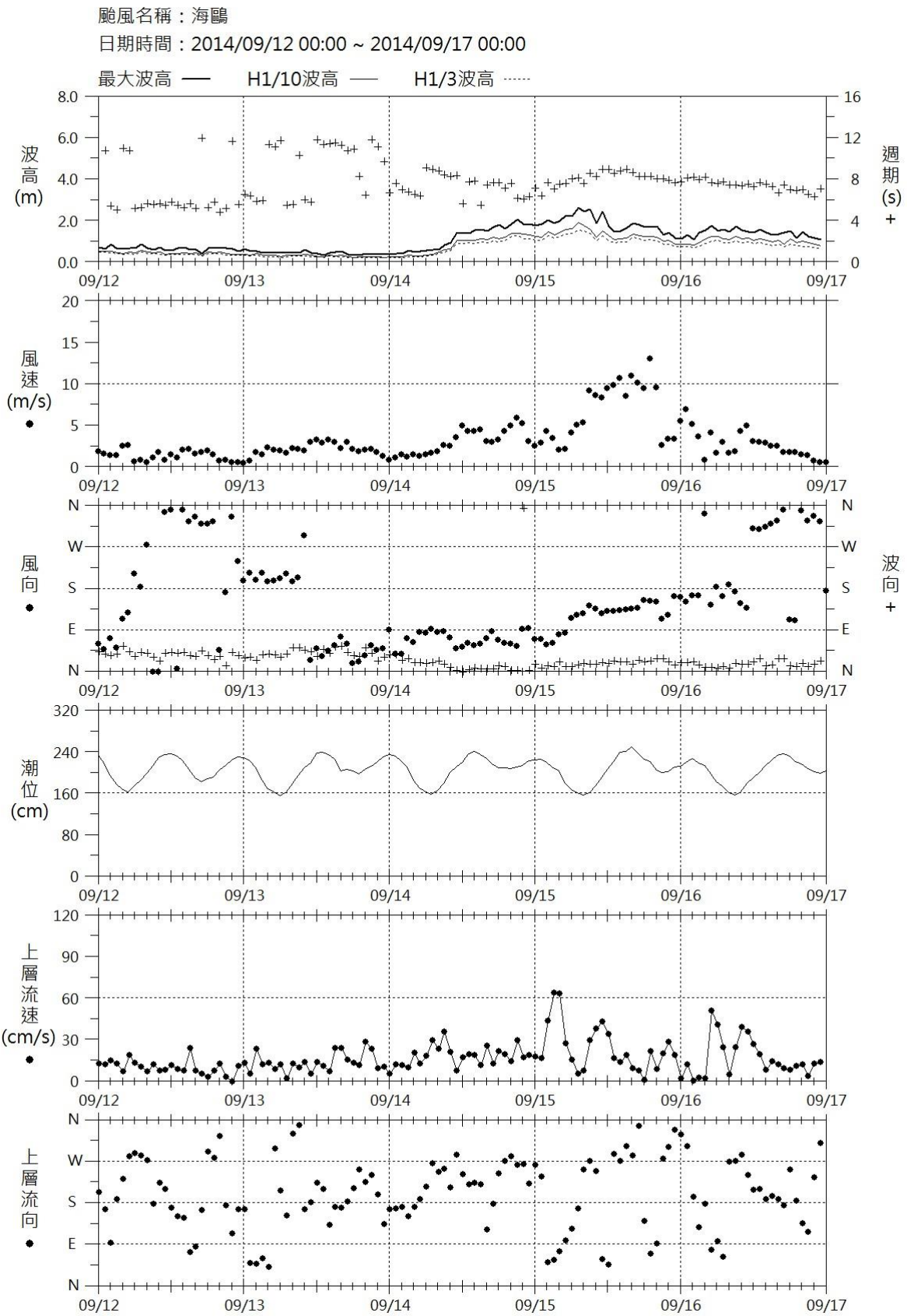


圖8.47 2014年9月海鷗颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

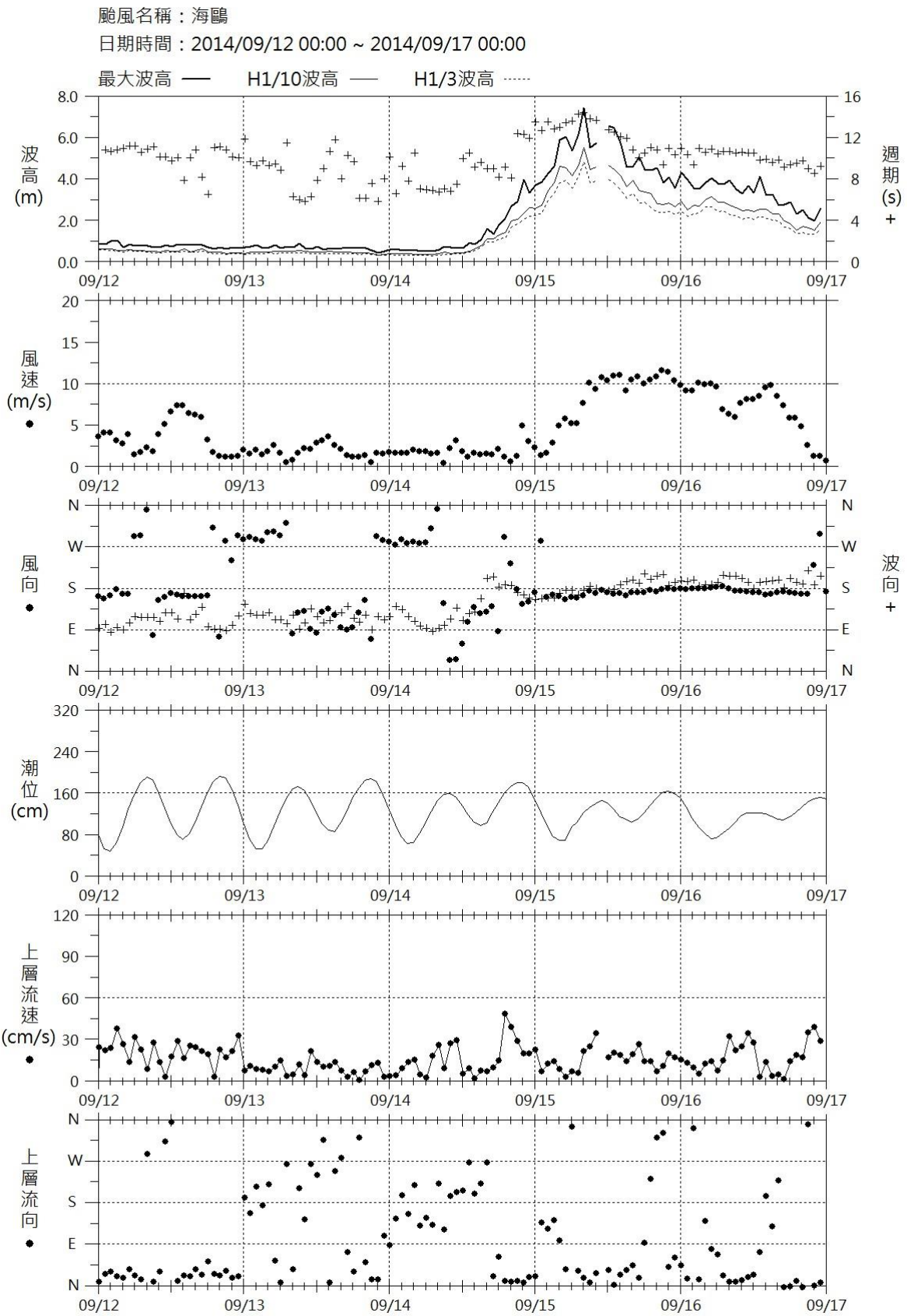


圖8.48 2014年9月海鷗颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

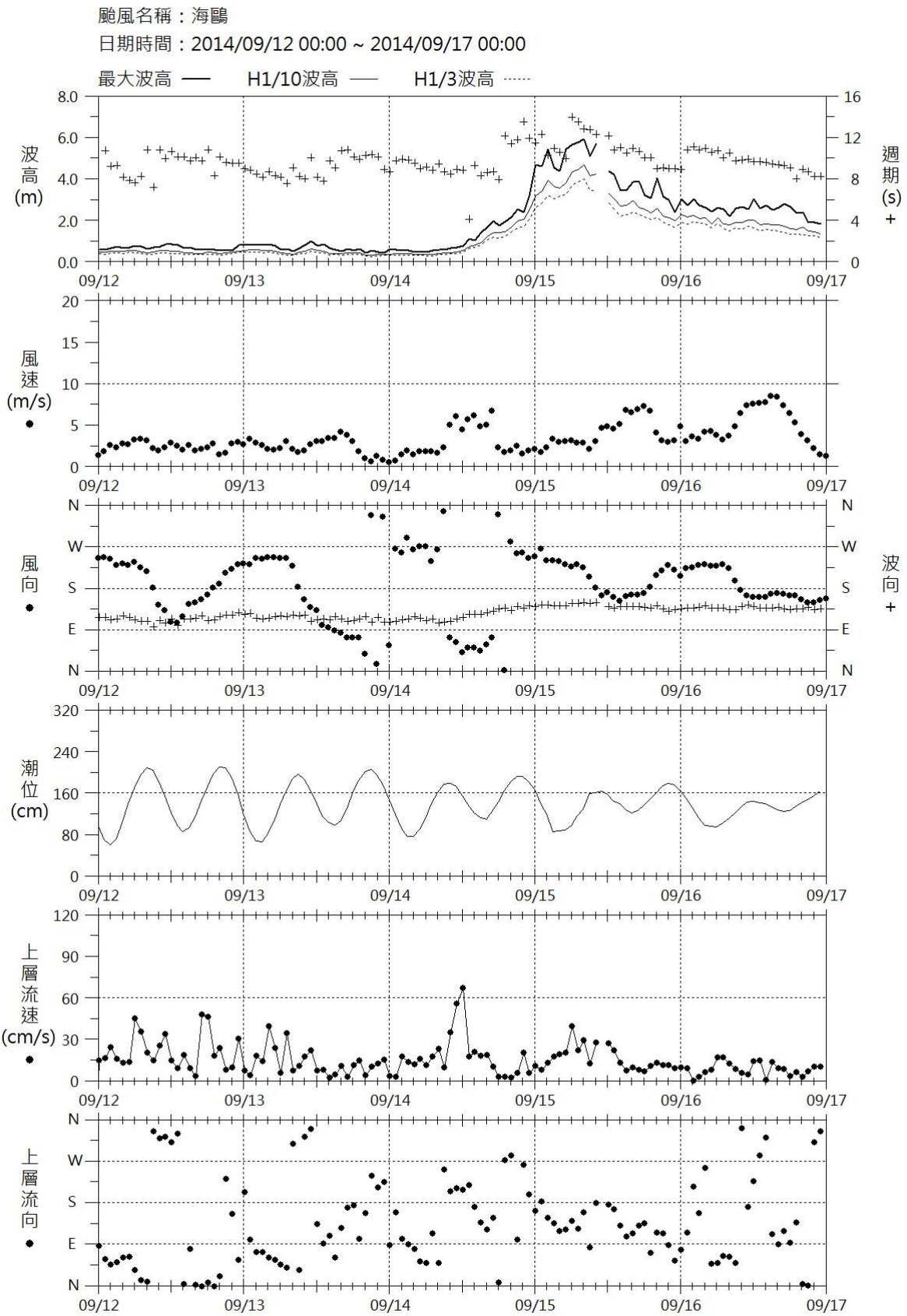


圖8.49 2014年9月海鷗颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

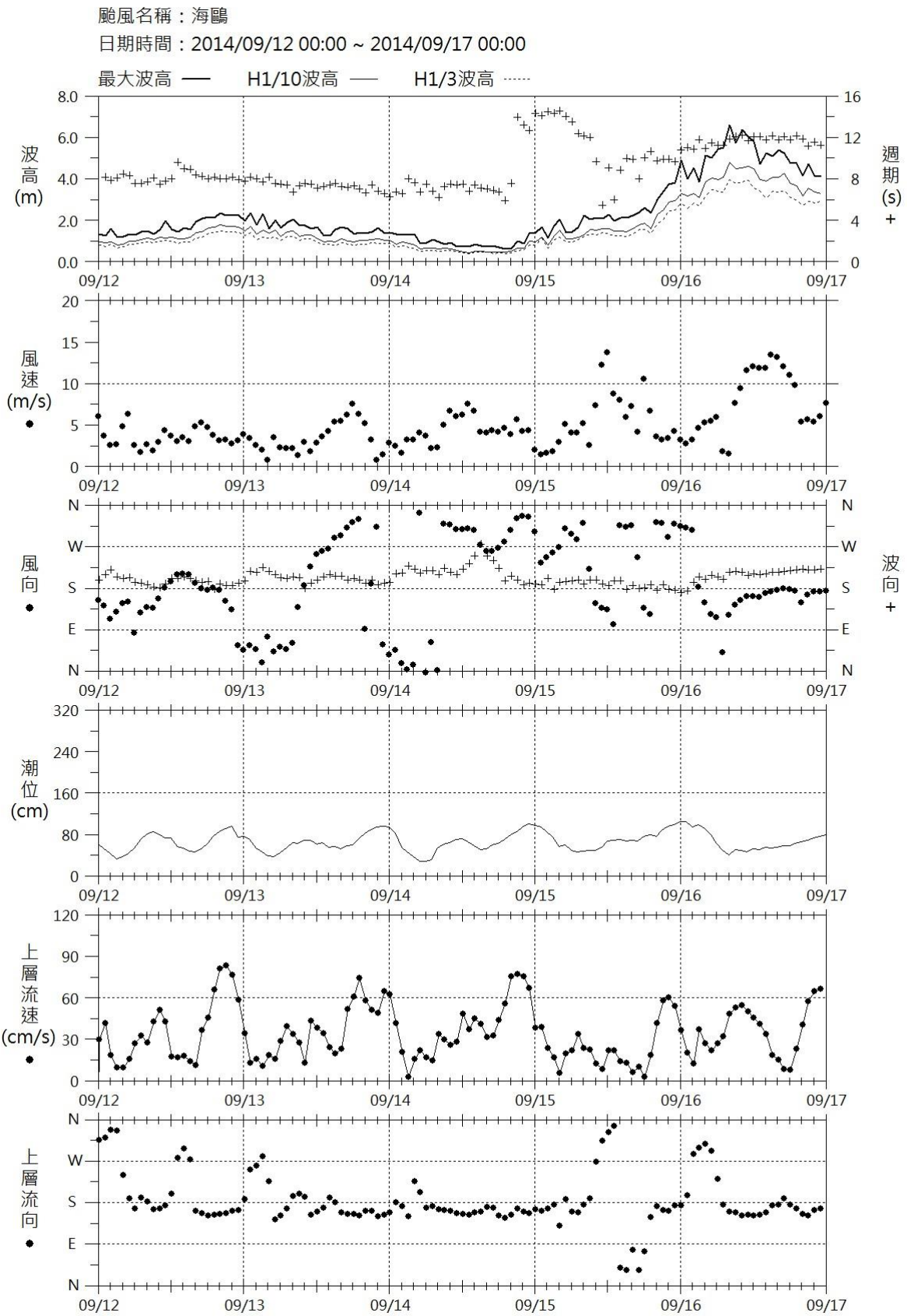


圖8.50 2014年9月海鷗颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

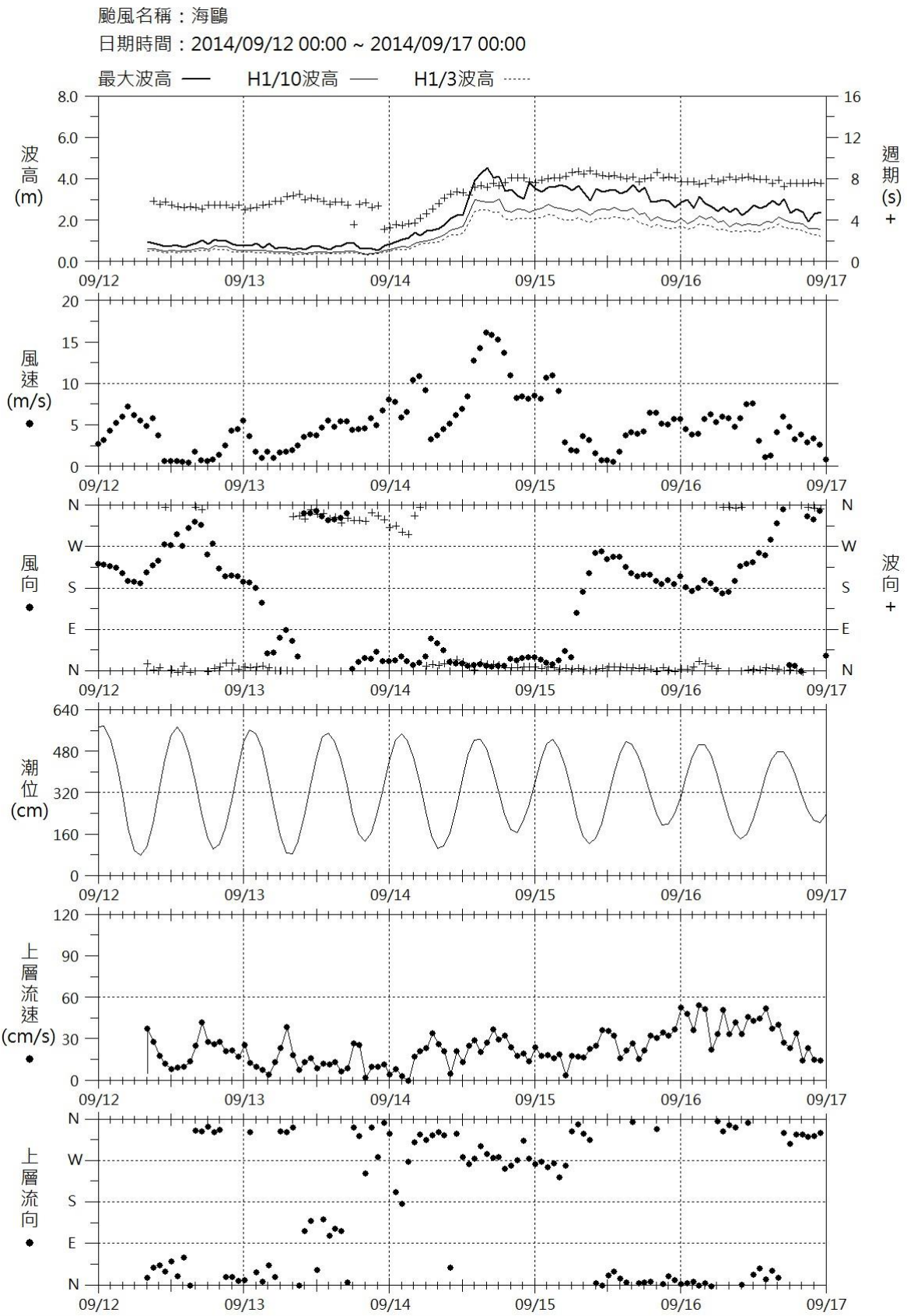


圖8.51 2014年9月海鷗颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

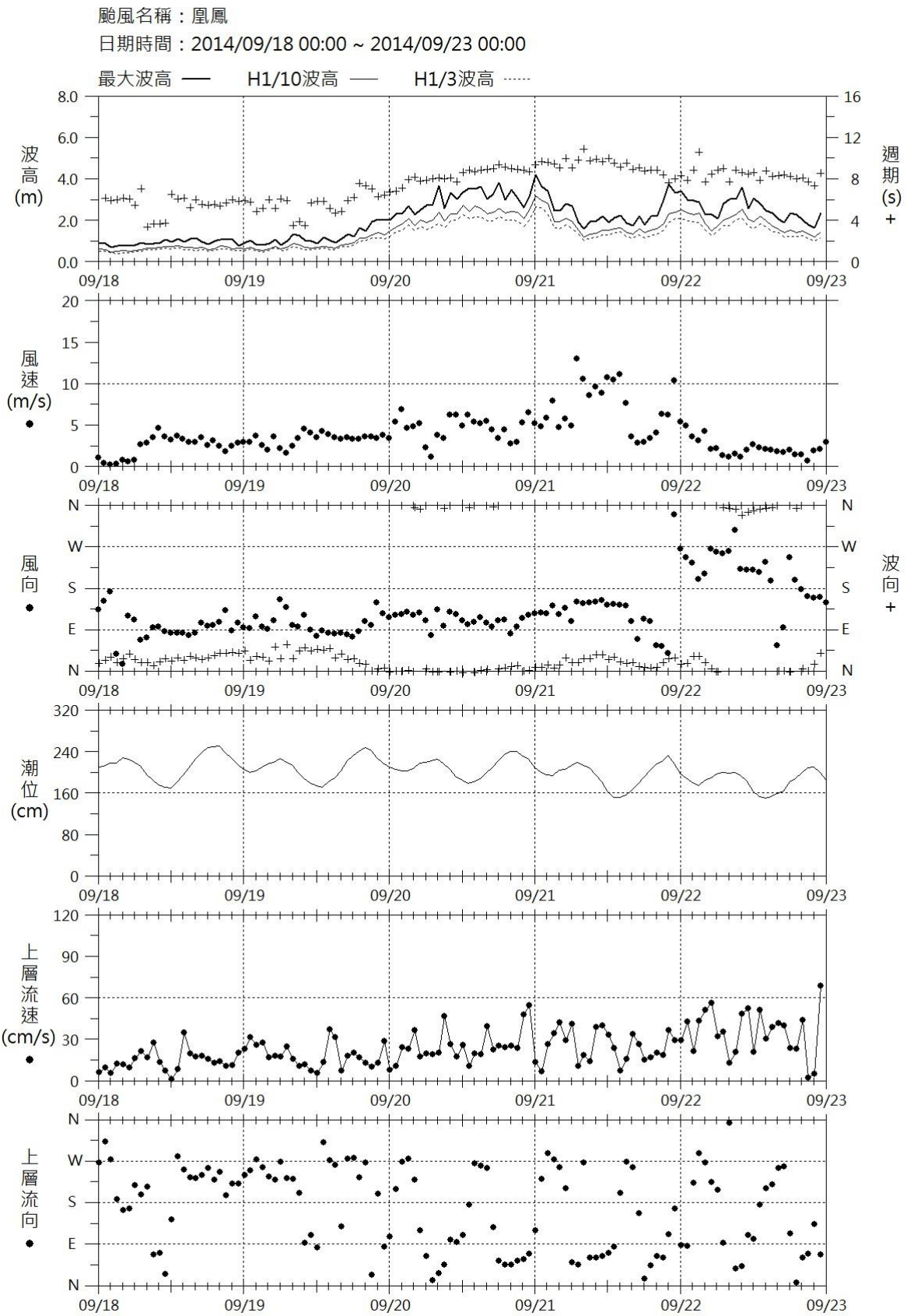


圖8.52 2014年9月鳳鳳颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

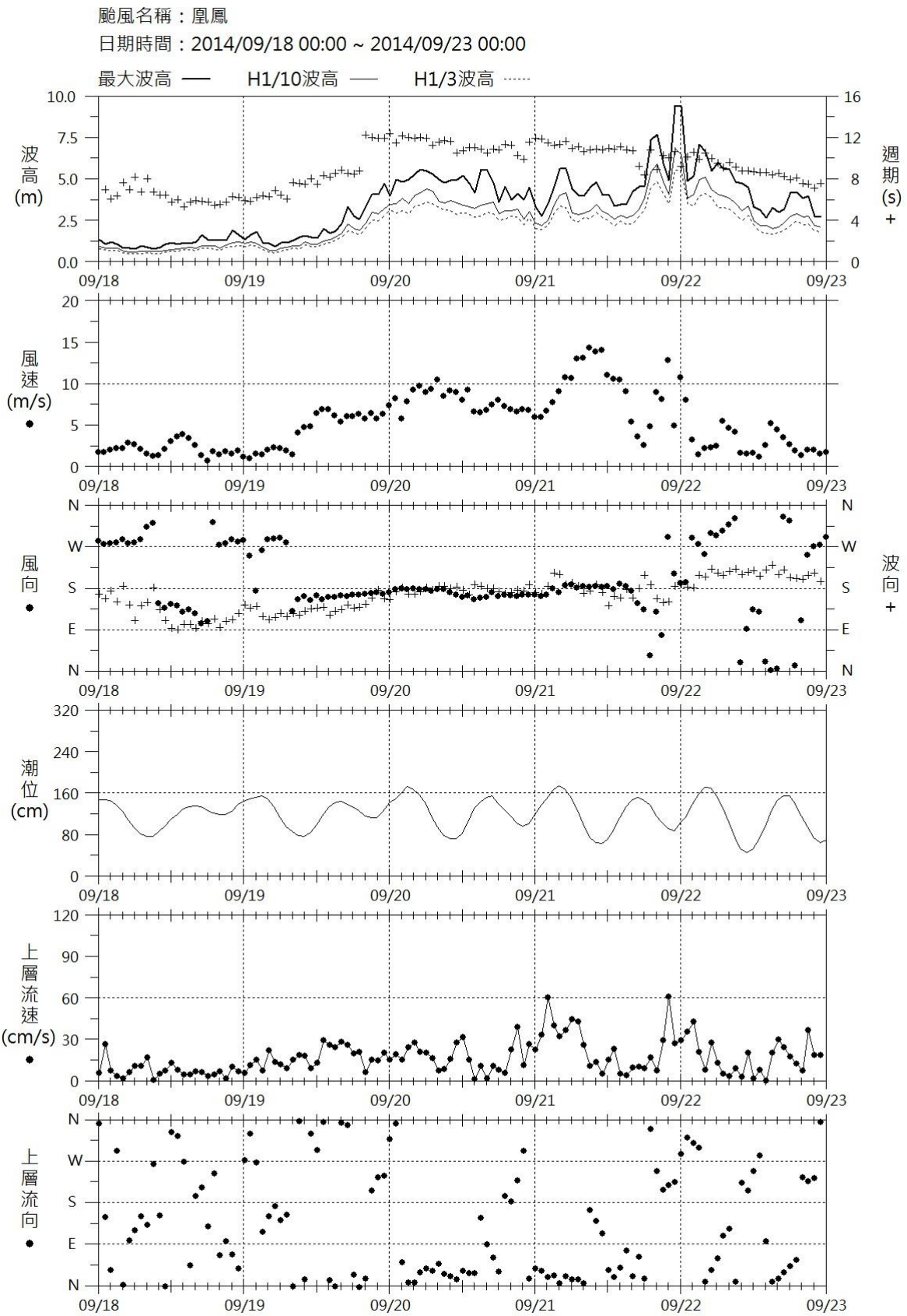


圖8.53 2014年9月凰鳳颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

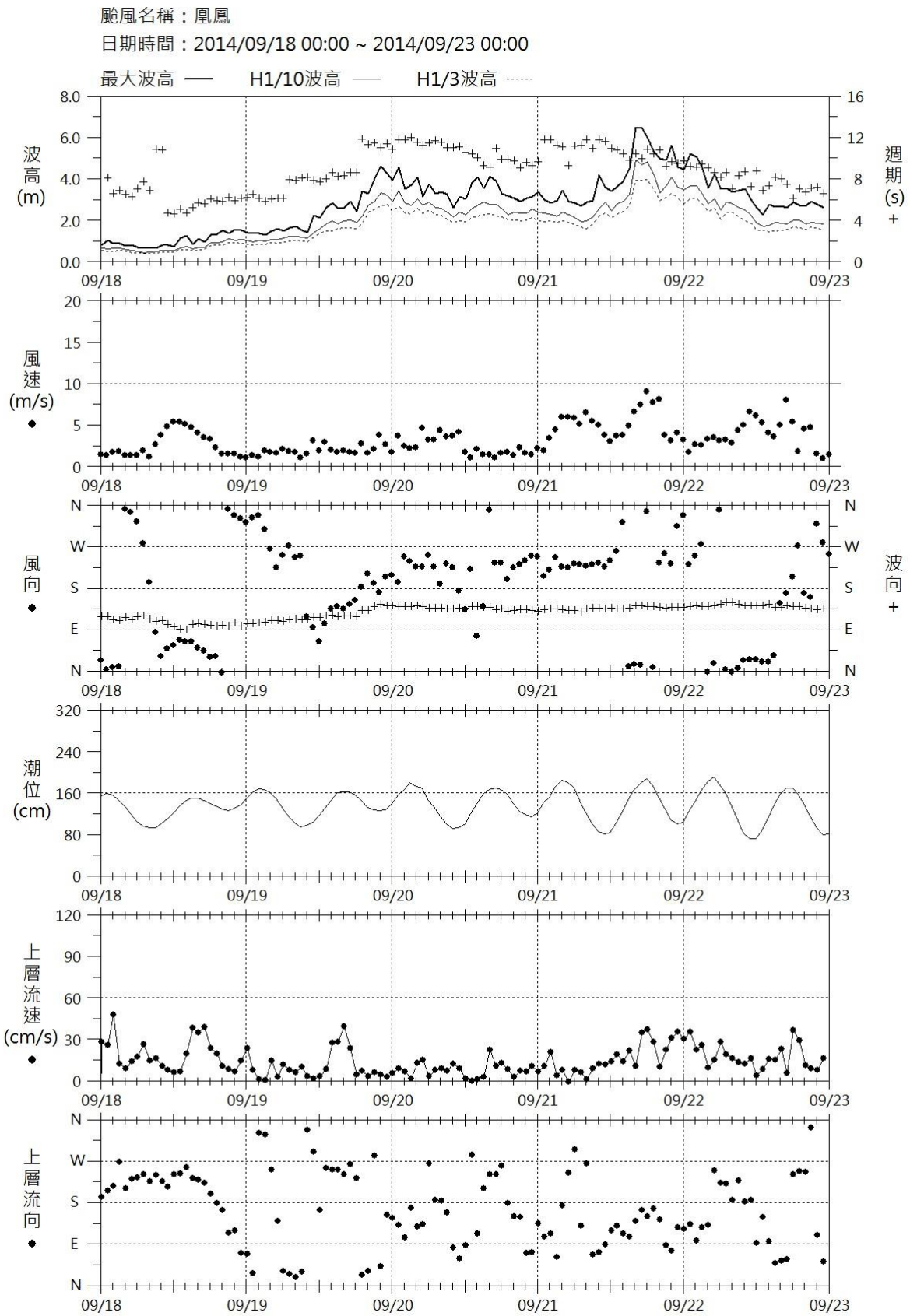


圖8.54 2014年9月凰鳳颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

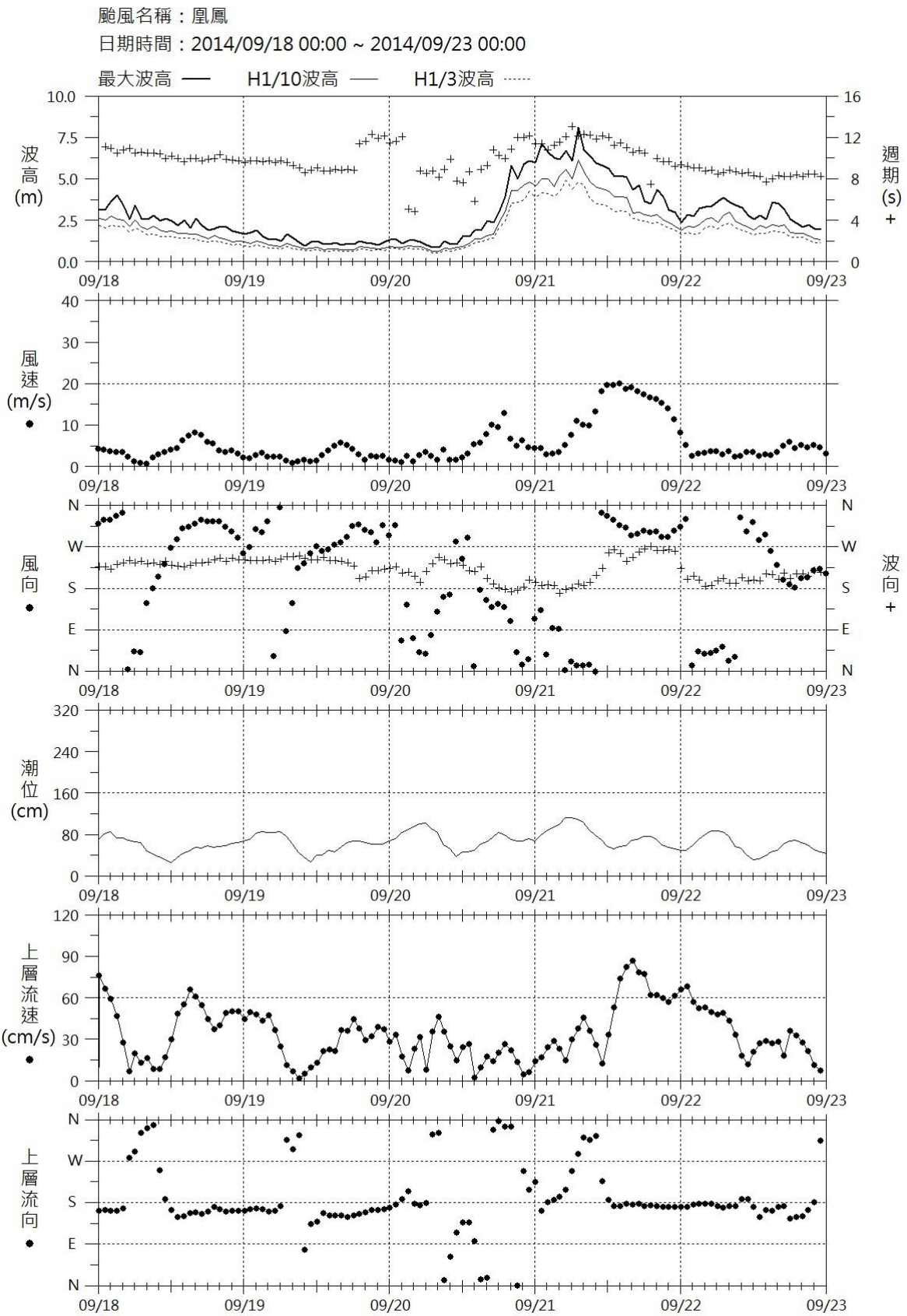


圖8.55 2014年9月凰鳳颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

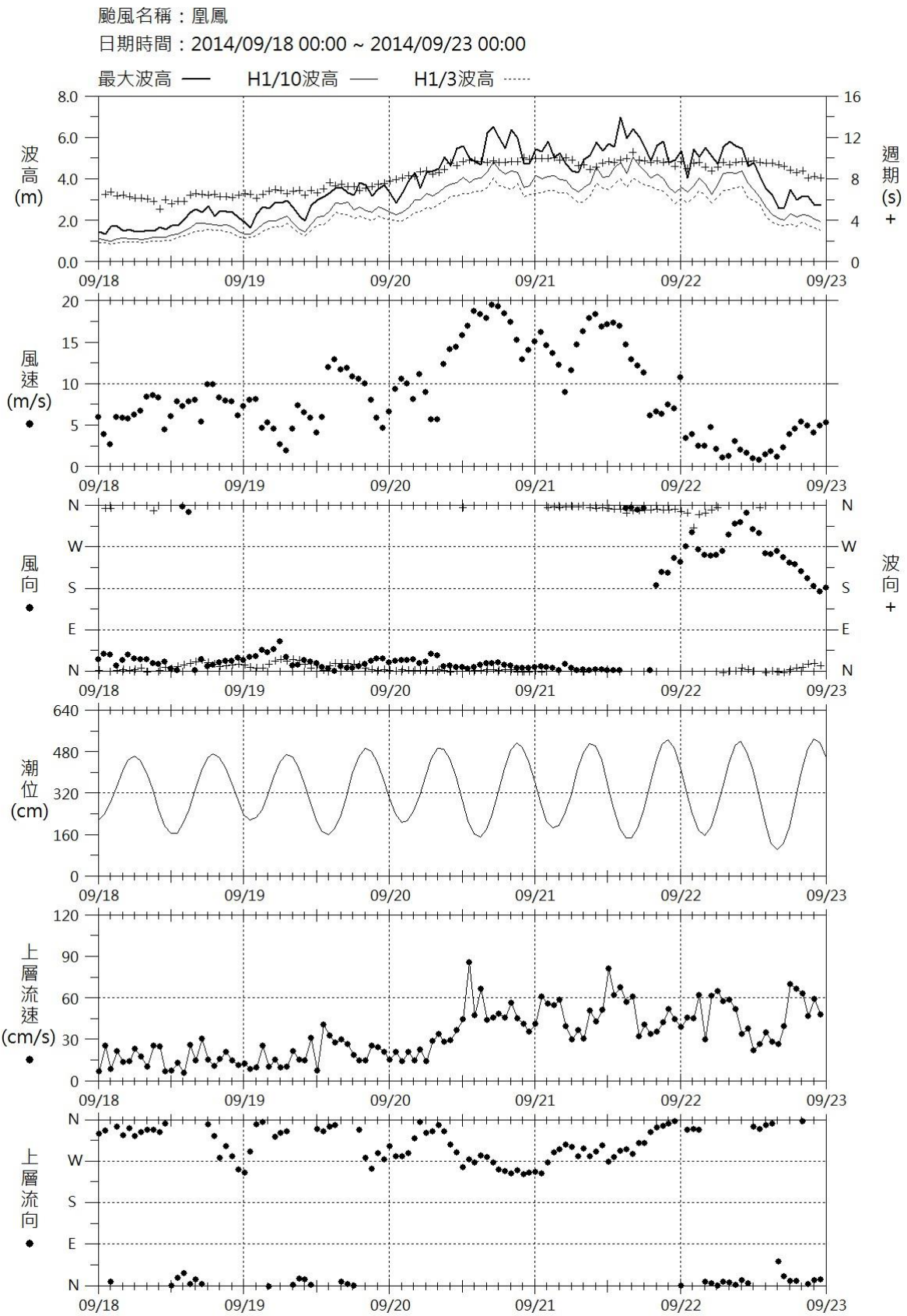


圖8.56 2014年9月凰鳳颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

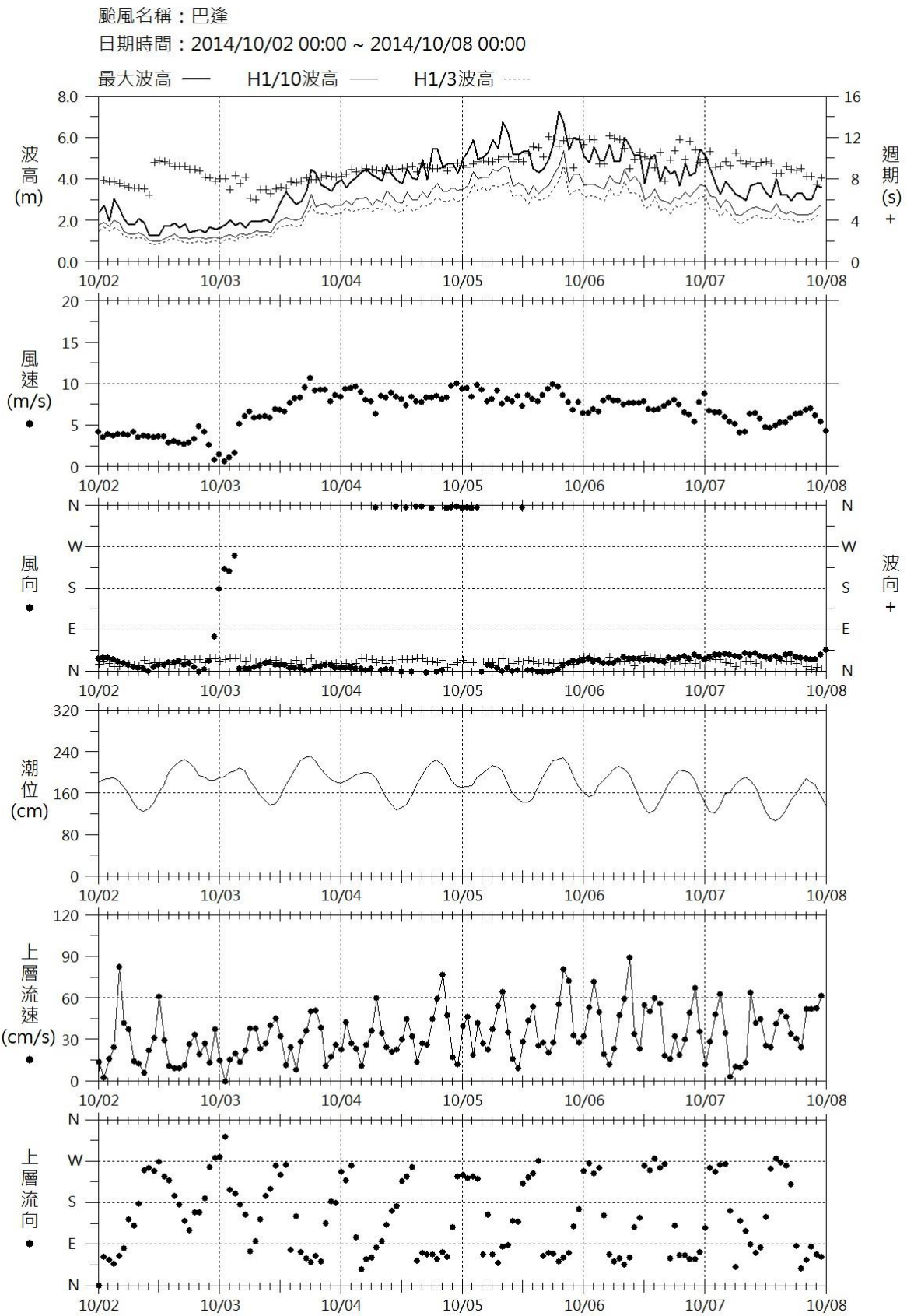


圖8.57 2014年10月巴逢颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

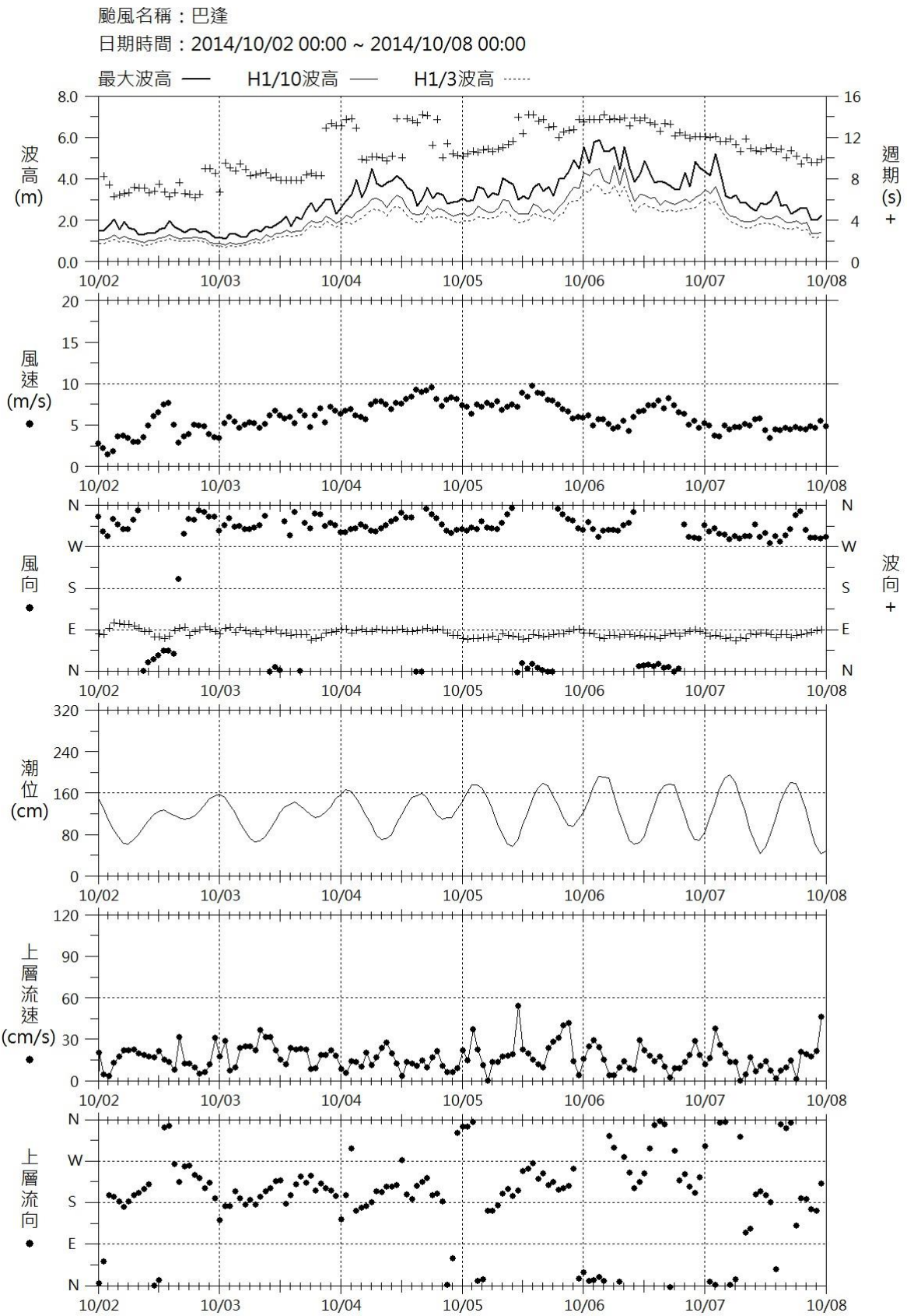


圖8.58 2014年10月巴逢颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

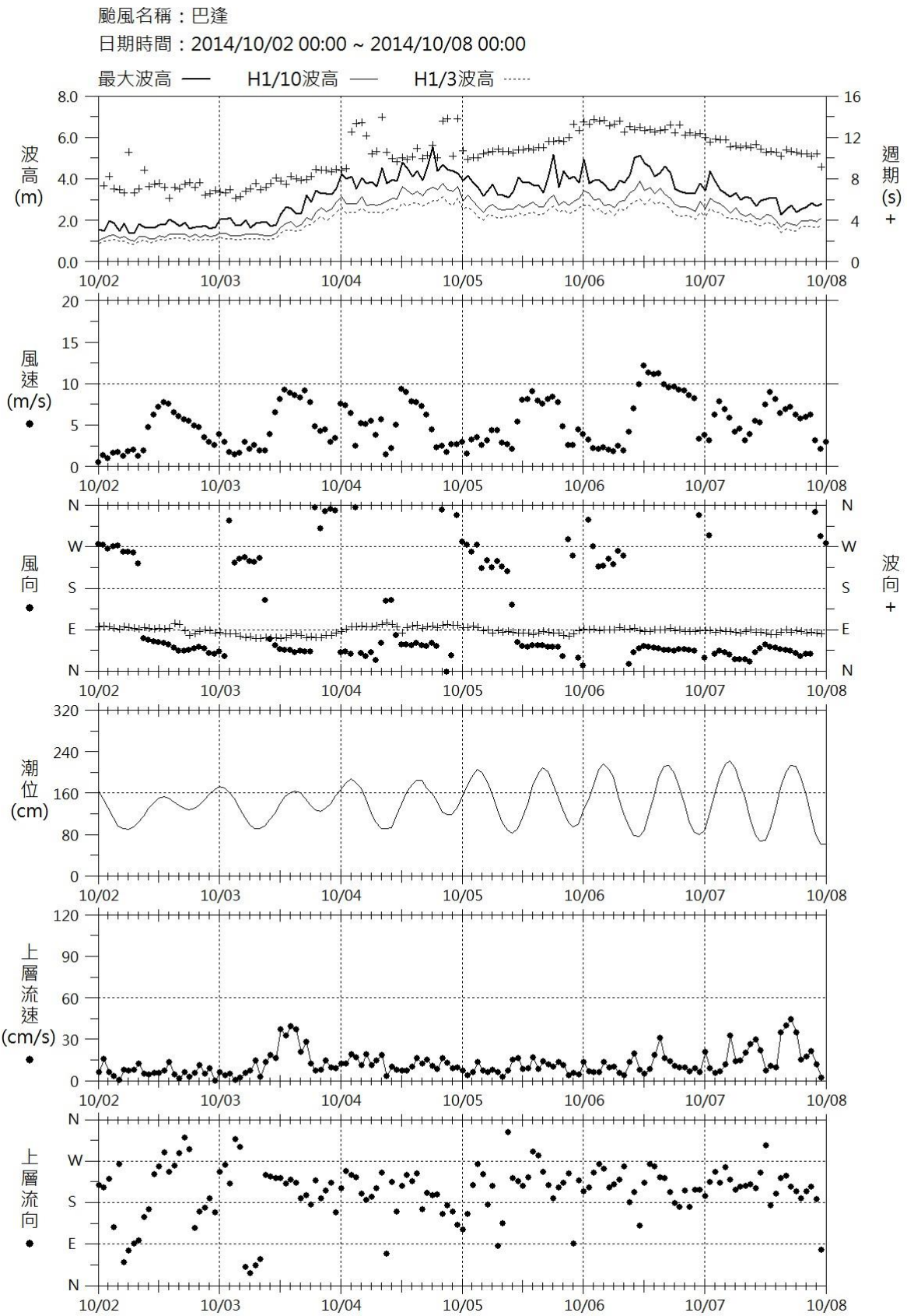


圖8.59 2014年10月巴逢颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

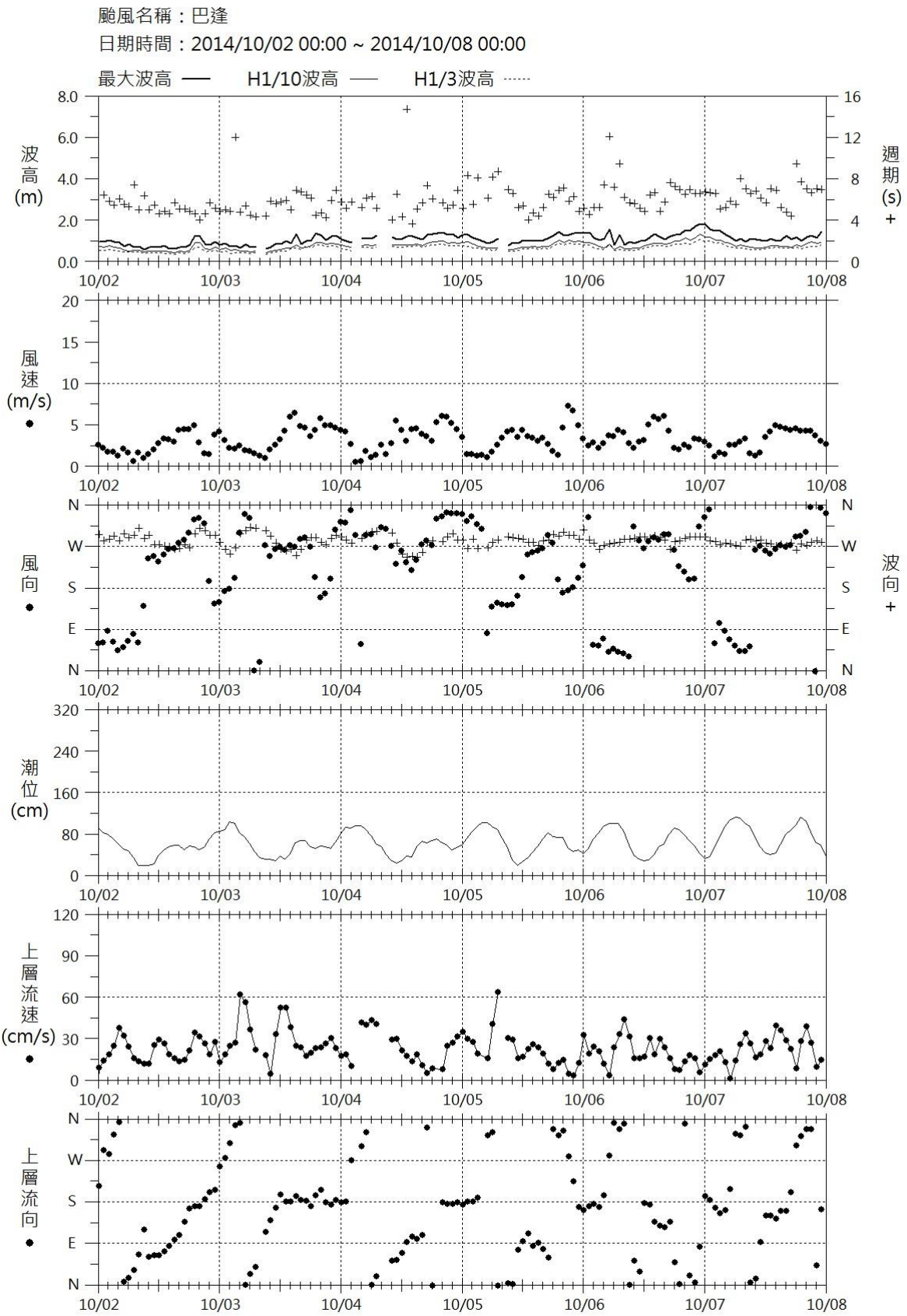


圖8.60 2014年10月巴逢颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

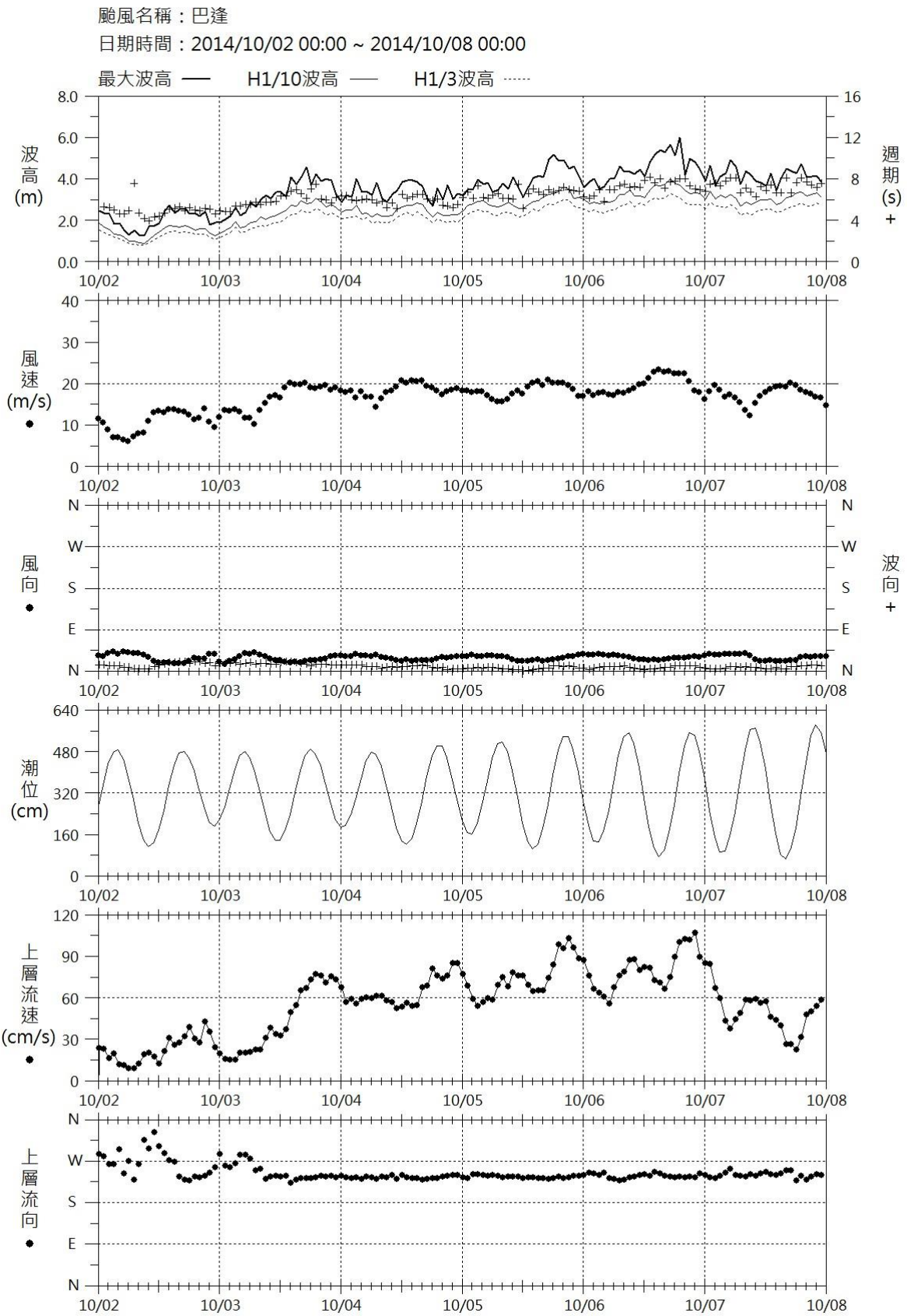


圖8.61 2014年10月巴逢颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

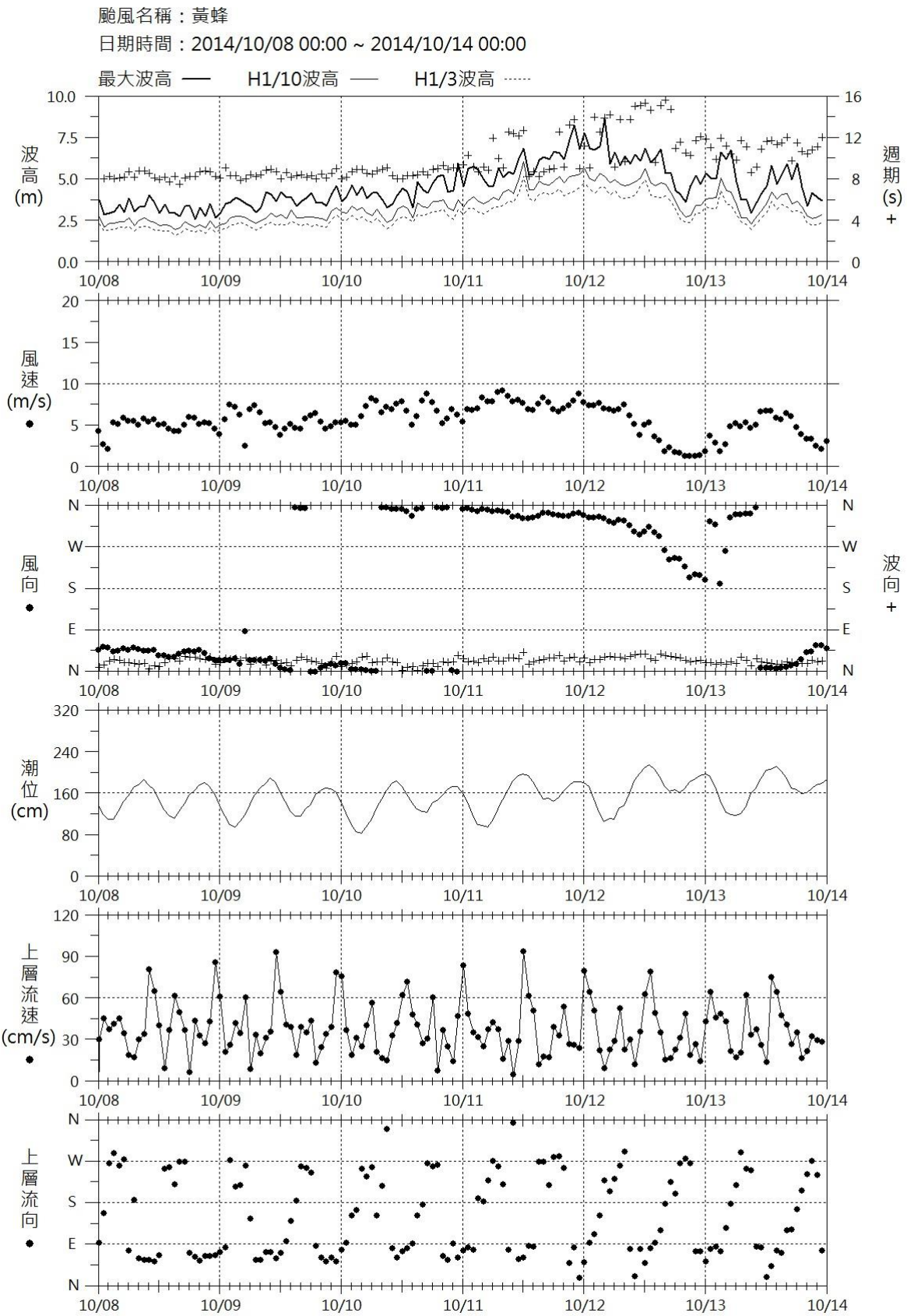


圖8.62 2014年10月黃蜂颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

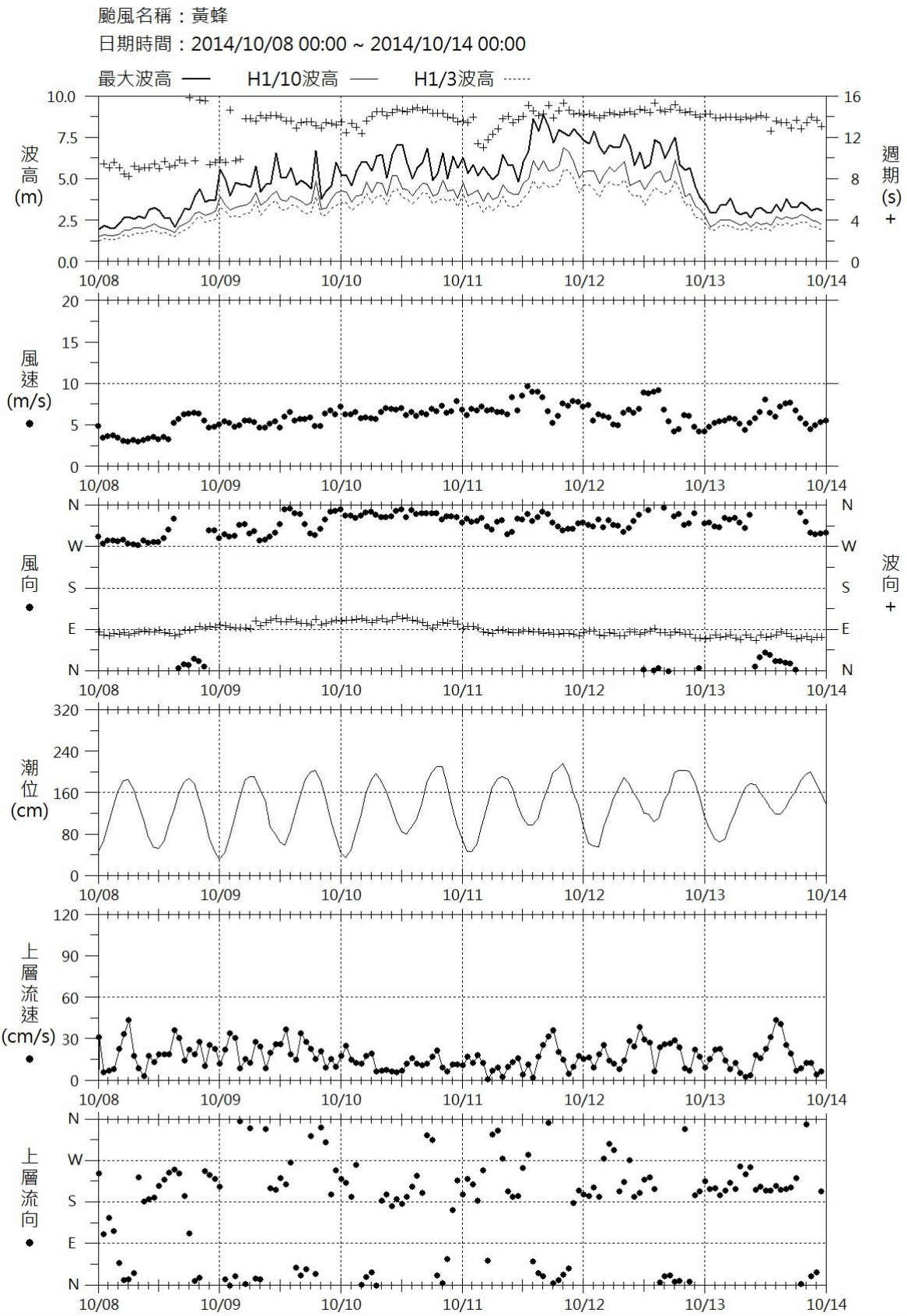


圖8.63 2014年10月黃蜂颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

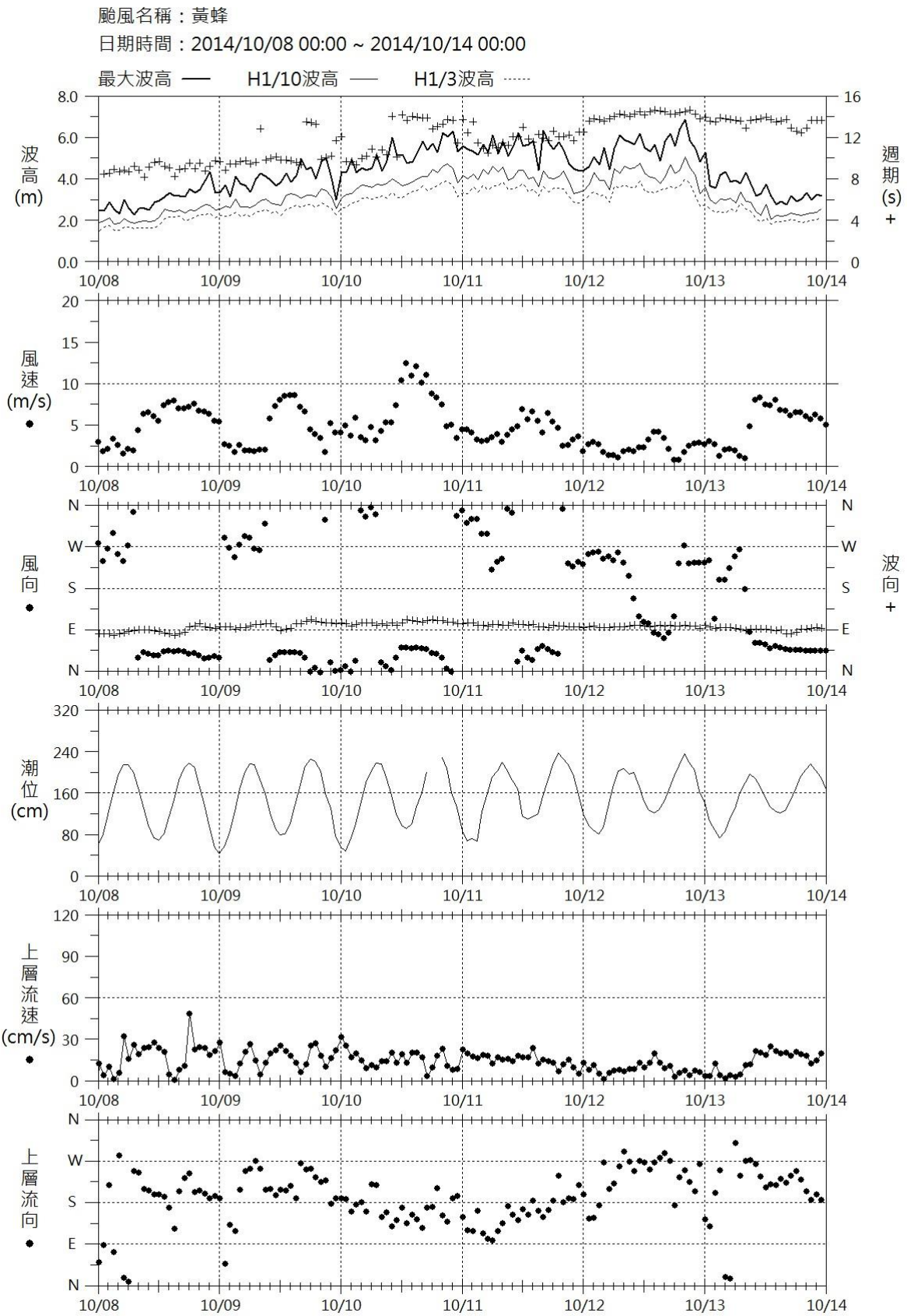


圖8.64 2014年10月黃蜂颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

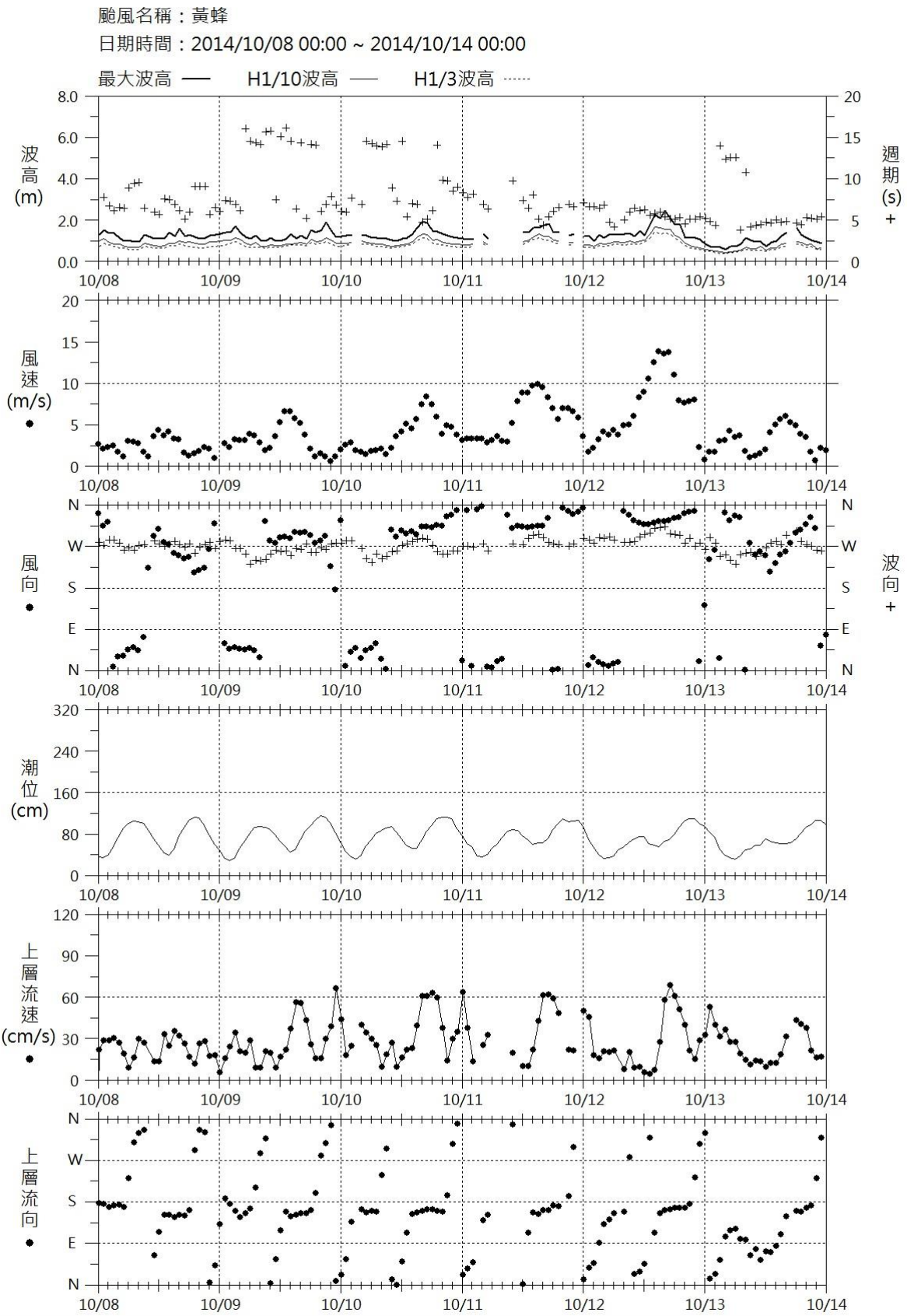


圖8.65 2014年10月黃蜂颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

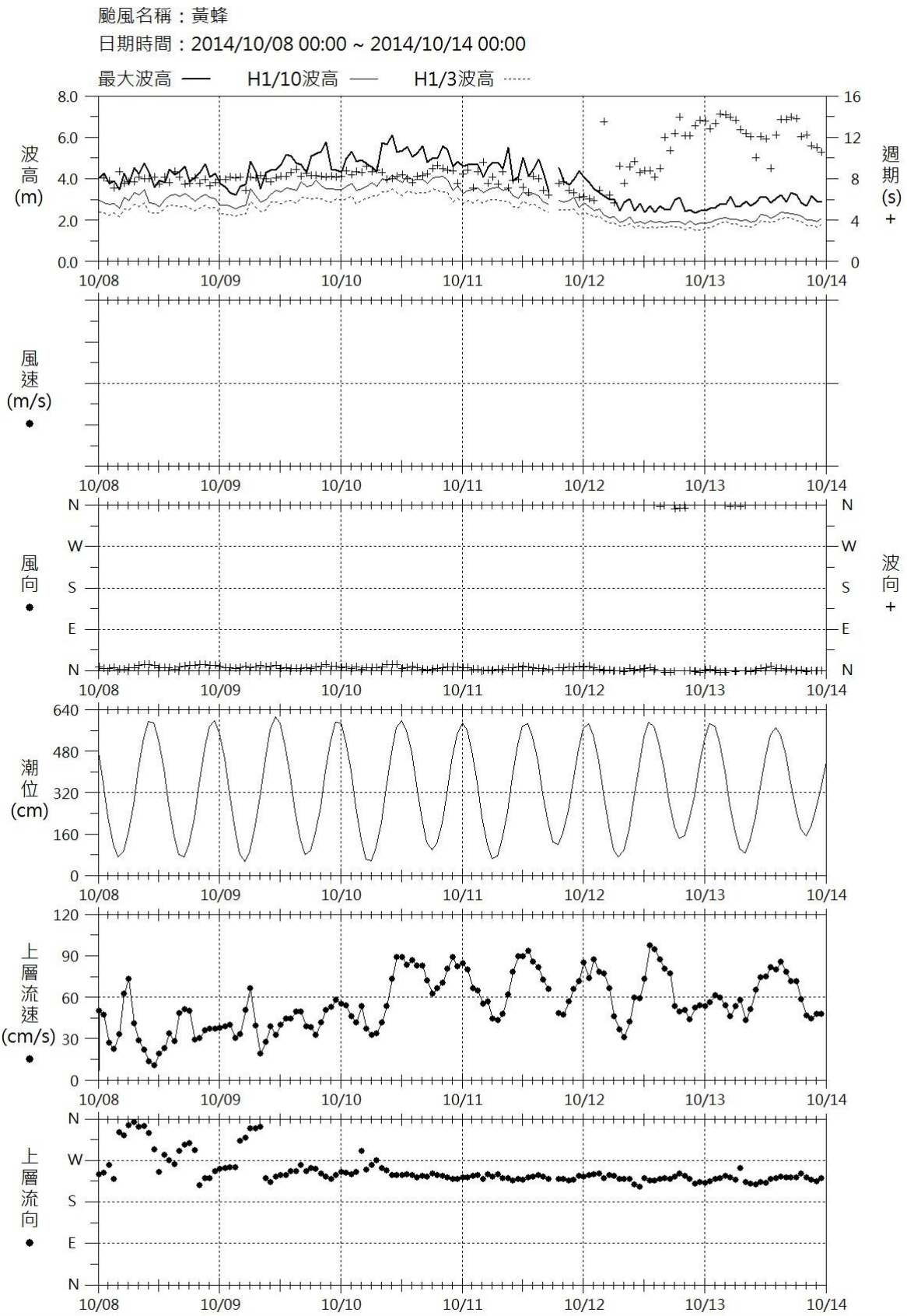


圖8.66 2014年10月黃蜂颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

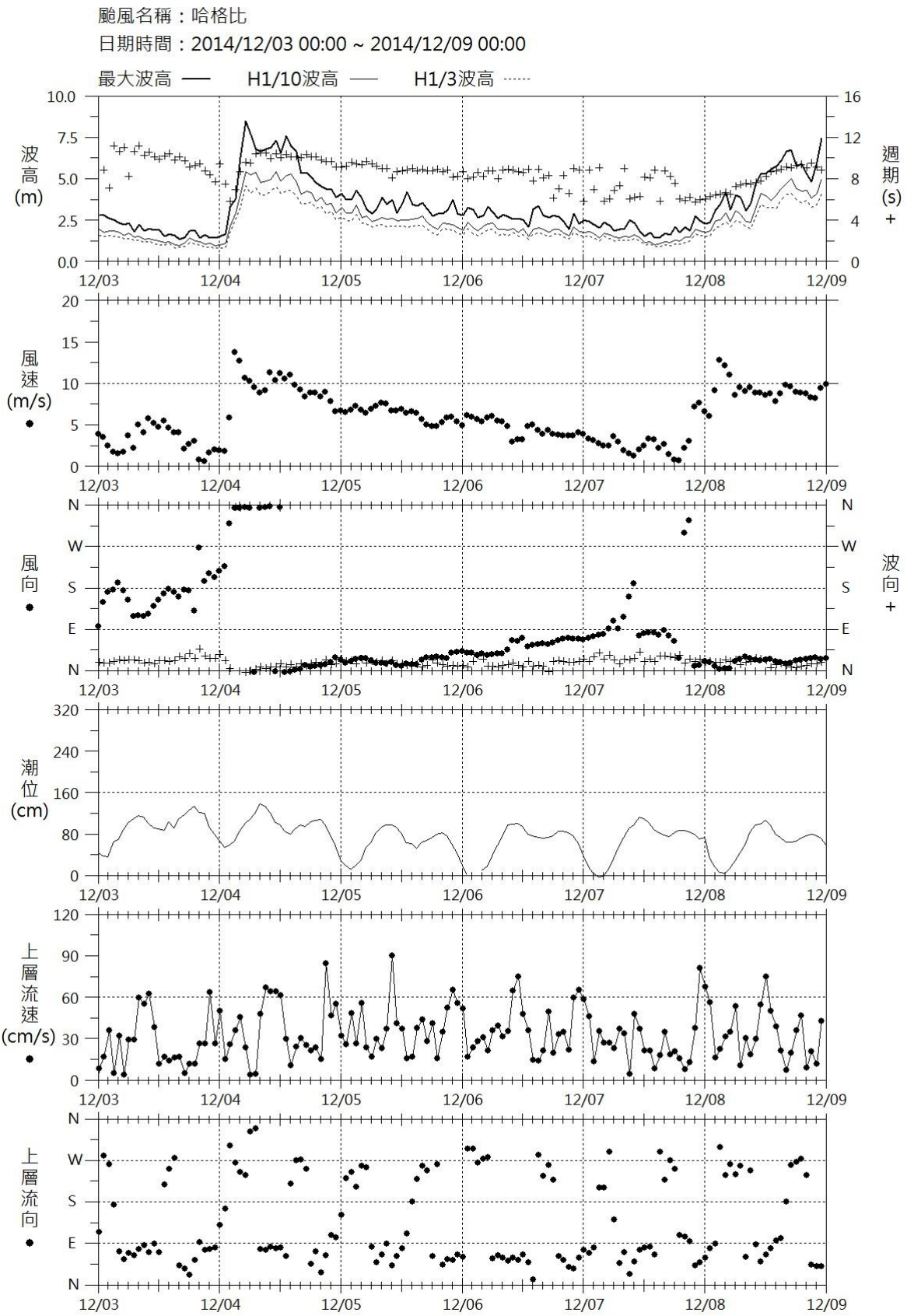


圖8.67 2014年12月哈格比颱風基隆港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

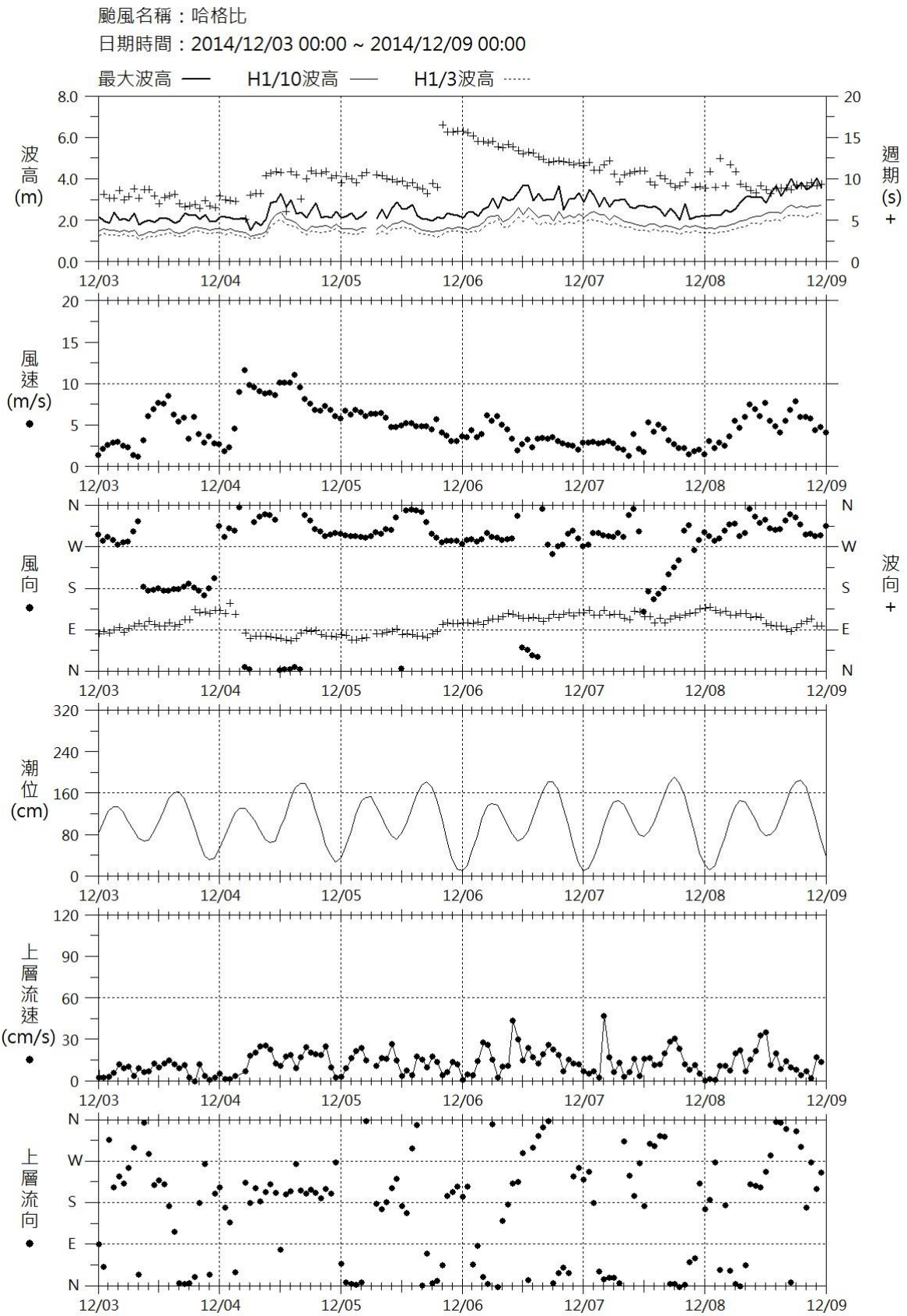


圖8.68 2014年12月哈格比颱風蘇澳港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

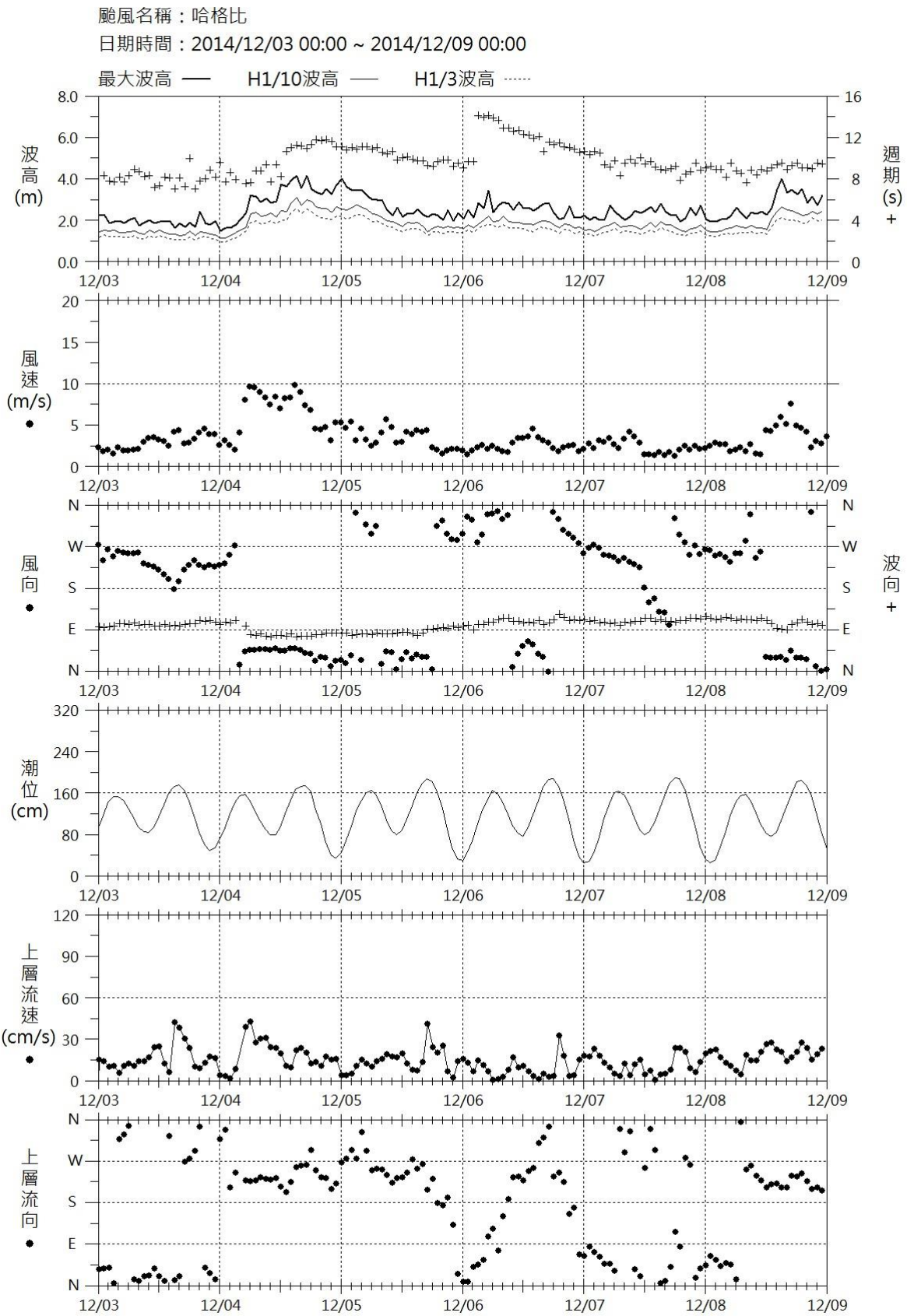


圖8.69 2014年12月哈格比颱風花蓮港風、波、潮、流逐時歷線圖

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

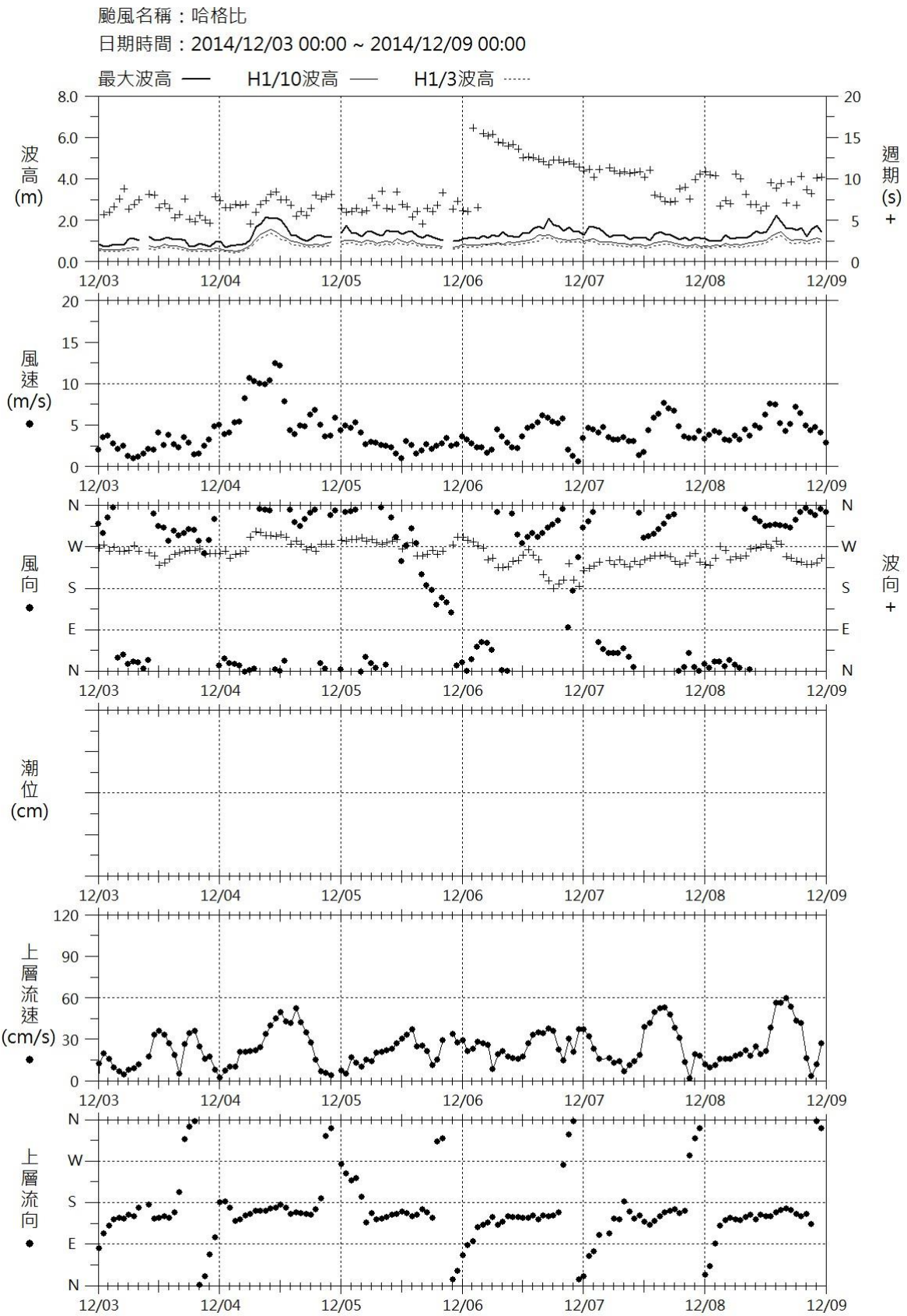


圖8.70 2014年12月哈格比颱風高雄港風、波、潮、流逐時歷線圖

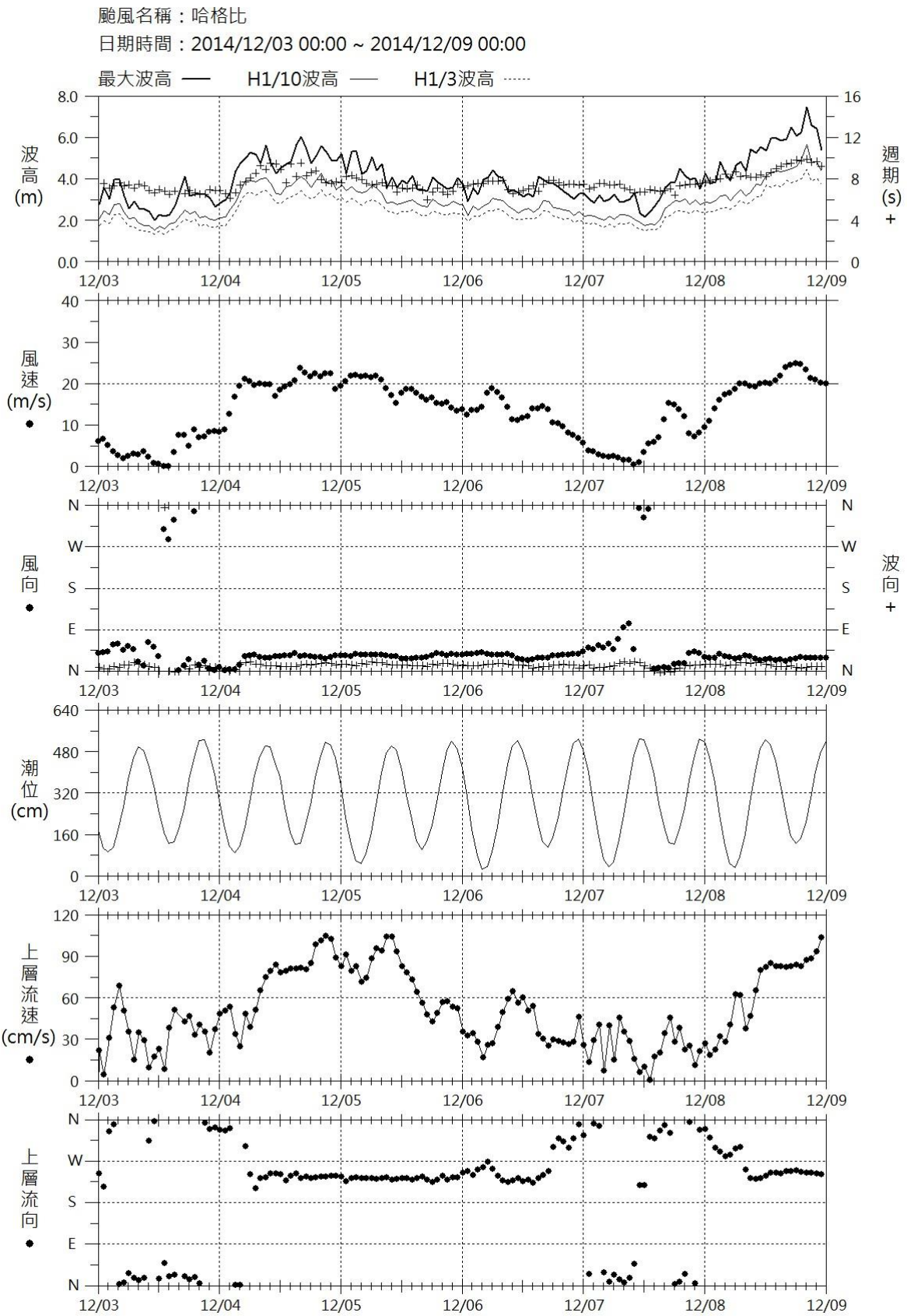


圖8.71 2014年12月哈格比颱風臺中港風、波、潮、流逐時歷線圖

表 8.1　2014 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)
哈吉貝(輕度)發佈警報	基隆港	06 月 14 日 07 時	0.91	5.3	35.6
	蘇澳港	06 月 17 日 10 時	1.33	6.9	196.7
	花蓮港	06 月 17 日 12 時	1.81	6.6	164.4
	高雄港	06 月 15 日 01 時	3.01	9.8	202.3
	臺中港	06 月 13 日 10 時	2.26	6.8	26.3
浣熊(強烈)	基隆港	07 月 08 日 16 時	3.31	12.8	63.2
	蘇澳港	07 月 07 日 23 時	4.97	15.4	117.7
	花蓮港	07 月 08 日 09 時	3.76	14.5	123.1
	高雄港	07 月 08 日 09 時	1.61	5.8	312.8
	臺中港	07 月 07 日 21 時	2.03	6.6	9.2
雷馬遜(中度)	基隆港	07 月 17 日 03 時	0.57	9.1	79.5
	蘇澳港	07 月 16 日 22 時	2.05	11.3	170.6
	花蓮港	07 月 17 日 04 時	1.67	9.1	139.7
	高雄港	07 月 18 日 10 時	3.35	11.3	211.2
	臺中港	07 月 19 日 22 時	1.03	6.2	20.0
麥德姆(中度)發佈警報	基隆港	07 月 23 日 10 時	2.25	9.6	64.3
	蘇澳港	07 月 23 日 03 時	6.99	11.8	183.6
	花蓮港	07 月 23 日 01 時	7.07	12.4	143.3
	高雄港	07 月 23 日 06 時	3.22	8.1	277.9
	臺中港	07 月 23 日 01 時	3.94	9.1	9.3
哈隆(強烈)	基隆港	08 月 01 日 01 時	1.81	7.6	54.8
	蘇澳港	08 月 05 日 16 時	3.40	14.2	131.5
	花蓮港	08 月 05 日 11 時	2.64	14.0	141.9
	高雄港	儀器故障			
	臺中港	08 月 10 日 11 時	0.89	7.9	311.1

表 8.1(續)　2014 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)
海鷗 (中度)	基隆港	09 月 15 日 07 時	1.54	8.2	16.7
	蘇澳港	09 月 15 日 08 時	4.40	14. 5	168.2
	花蓮港	09 月 15 日 08 時	3.85	13.0	152.7
	高雄港	09 月 16 日 08 時	3.89	12.0	231.1
	臺中港	09 月 14 日 14 時	2.44	7.3	10.1
凰鳳 (輕度) 發佈警報	基隆港	09 月 21 日 00 時	2.53	9.5	13.7
	蘇澳港	09 月 22 日 00 時	5.30	9.4	198.5
	花蓮港	09 月 21 日 16 時	3.83	10.6	143.9
	高雄港	09 月 21 日 05 時	4.71	12.2	183.4
	臺中港	09 月 21 日 16 時	4.03	10.7	356.0
巴逢 (中度)	基隆港	10 月 05 日 20 時	4.44	11.8	18.3
	蘇澳港	10 月 06 日 08 時	3.68	14.0	87.8
	花蓮港	10 月 06 日 13 時	2.92	12.9	99.8
	高雄港	10 月 06 日 23 時	1.07	6.7	291.5
	臺中港	10 月 06 日 17 時	3.24	7.9	14.5
黃蜂 (強烈)	基隆港	10 月 11 日 12 時	4.92	12.8	59.2
	蘇澳港	10 月 11 日 21 時	5.51	14. 8	82.0
	花蓮港	10 月 10 日 21 時	3.84	13.90	130.5
	高雄港	10 月 12 日 14 時	1.38	6.0	323.7
	臺中港	10 月 10 日 18 時	3.39	9.1	358.0
哈格比 (強烈)	基隆港	12 月 04 日 11 時	4.37	10.5	18.2
	蘇澳港	12 月 09 日 09 時	2.93	10.1	112.8
	花蓮港	12 月 09 日 06 時	2.88	9.9	102.3
	高雄港	12 月 10 日 18 時	1.13	6.7	232.6
	臺中港	12 月 08 日 19 時	3.97	9.9	5.4

表 8.2　2014　8 個颱風浣熊、雷馬遜、哈隆、金娜薇、巴逢、黃蜂、鸚鵡及哈格比等接近中心最高時，持續風速各國之強度比較表。

颱風名稱 活動日期	中華民國 中央氣象局	日本氣象廳	聯合颱風 警報中心
第 8 號浣熊(Florita) 7 月 3 日~7 月 11 日	10 分鐘平均： 185km/h	10 分鐘平均： 185km/h	1 分鐘平均： 250km/h
第 9 號雷馬遜(Glenda) 7 月 10 日~7 月 21 日	10 分鐘平均： 185km/h	10 分鐘平均： 165km/h	1 分鐘平均： 250km/h
第 11 號哈隆(Jose) 7 月 28 日~8 月 1 日	10 分鐘平均： 190km/h	10 分鐘平均： 195km/h	1 分鐘平均： 260km/h
第 13 號金娜薇 (Fengghen) 8 月 7 日~8 月 14 日	10 分鐘平均： 200km/h	10 分鐘平均： 205km/h	1 分鐘平均： 260km/h
第 18 號巴逢(Neneng) 9 月 28 日~10 月 6 日	10 分鐘平均： 175km/h	10 分鐘平均： 175km/h	1 分鐘平均： 240km/h
第 19 號黃蜂(Ompong) 10 月 2 日~10 月 14 日	10 分鐘平均： 210km/h	10 分鐘平均： 215km/h	1 分鐘平均： 285km/h
第 20 號鸚鵡(Paeng) 10 月 30 日~11 月 7 日	10 分鐘平均： 200km/h	10 分鐘平均： 205km/h	1 分鐘平均： 285km/h
第 22 號哈格比(Ruby) 12 月 1 日~12 月 12 日	10 分鐘平均： 210km/h	10 分鐘平均： 215km/h	1 分鐘平均： 285km/h

(維基百科 2014 年太平洋颱風季)

第九章

歷年來觀測資料分析

第九章 歷年來觀測資料分析

9.1 海氣象資料應用

港研中心二十年來，在台灣地區幾個國際港區附近海域，進行海氣象等資料觀測站建立長期觀測，將海氣象資料以靜態及動態方式透過資訊網路提供國內船舶業者及有關人員查詢，提供國內外各種方便的資訊服務。且隨著港埠業務之增加及船舶交通管理系統之建立，五個國際港區之長期即時觀測網站建立甚為重要，如何將五個國際港區之海氣象資料透過資訊網路提供國內外各種方便的資訊服務，及各機關間的資訊交換則為重要目標。

海氣象資料目前包括的項目有：風力(颱風)、波浪、潮汐、海流等項。含蓋之港口則主要為基隆、蘇澳、花蓮、高雄及臺中等五個主要港口。一般風力、波浪、潮汐、海流皆為定點的長期觀測（測點）。海氣象資料特性皆與時間相關，如風力、波浪、流場等與季節（春夏秋冬）皆有相關，潮位也與日及月的變化有關。因此時間也是海氣象資料特性考慮重要因子。

海氣象資料之資料蒐集及處理，主要分(1)現場觀測及資料蒐集(2)資料分析及品管(3)資料管理(4)本所海情中心展示等四個步驟。

海氣象資料依應用分類可分(1)即時資料(2)當年資料(3)歷年資料等三種。

(1)即時資料：應用於海岸防災、船舶進港　管理等需求，目前現場觀測資料蒐集及傳輸至港研中心之工作，由基本研究計畫及代理計畫執行，這由本所港研中心第二科負責，而有關集中展示之項目及內容，目前由港研中心第三科之海情中心負責，即時資料此部分提供之資訊特點為:當天、前幾天、後幾天(模擬)等詳細之數據檔、歷線圖等。

(2)當年資料：包括港研中心現場觀測資料或外來資料，由相關基本研究及代理計畫執行，有關資料處理及分析工作由各計畫研究人員負責。當年資料於(a)相關計畫研究計畫報告(b)當年海氣地象年報(光碟片) (c) 港研中心 GIS 系統展示(d) 港研中心網路上，等提供相關資訊。此部分提供之資訊特點為:當年在一年中詳細完整之數據檔、月報表、月歷線圖、統計表、統計圖等。

(3)歷年資料：包括港研中心現場觀測資料或外來資料，由相關基本研究及代理計畫執行，有關資料處理及分析工作由各計畫研究人員

負責。歷年資料於(a)相關計畫研究計畫報告(b)海氣地象專刊(光碟片) (c) 港研中心 GIS 系統展示(d) 港研中心網路上，等提供相關資訊。此部分提供之資訊特點為：長期或代表性之統計量、統計表、統計圖等。

海氣象資料分析及展示結果，有資料檔、說明檔、報表或統計表、資料圖或統計圖(靜態或動態)、年報及專刊等分析之結果，將配合中心海情中心管理系統，建立海氣象資料分析及查詢系統，最後將歷年及即時等海氣象資料以靜態及動態方式,透過資訊網路提供國內船舶業者、研究機構，及國內外各種方便的資訊服務。

9.2 歷年來波浪資料分析

臺灣四周海域波浪的現象主要由東北季風及西南季風兩個時期交替影響，另外在夏天有劇烈天氣系統颱風影響，呈現出季節性變化。基隆、高雄兩港海域分居臺灣島西海岸北、南兩端,且兩港海岸線走向完全不同，基隆港兩邊海岸線走向為東-西，高雄港海岸線則為西北-東南，而臺中港海域居臺灣中部海岸線走向為北北東-西南西，蘇澳、花蓮兩港都居臺灣東部面臨太平洋，海岸線走向為北北東-西南西，波浪特性受地理位置、陸地遮蔽情況等不同的影響，故兩地波浪現象季節變化特性亦有差異。

本節五個國際港區歷年分季(春 3-5 月；夏 6-8 月；秋 9-11 月；冬 12、1、2 月)統計結果，綜括 2005 年至 2013 年歷年來基隆、蘇澳、花蓮、高雄及臺中港，紀錄時數以波高、週期聯合機率分佈表統計表結果為主。

9.2.1 波高、週期、波向統計

海上波浪主要由風而生，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。(1)基隆港海域位於台灣北部，觀測站位置離海岸約 1 公里多，南邊有陸地屏障，北方則為開闊的海洋，當冬季吹襲東北季風時，平均風速大，方向為由海面往基隆港海岸吹，吹風距離甚長，因此容易形成大浪。在西南季風期間，基隆港平均風力較東北季風為弱，且因南邊有陸地屏障，基隆港海域夏日有礙於形成大浪，所以夏天的平均波高小於冬季。唯在夏季有颱風發生時，有異常大浪發生。(2)高雄港位居台灣西南部，冬季東北季風吹襲至台灣南部時風力本較北部為弱，且因海岸線走向為西北-東南，高雄二港口海域因北邊有陸地屏障，故高雄二港口海域之波高小。夏季時則狀況相反，風與浪均自西南方來，風域不受阻擋，可充分成長，故波高增大。此與基隆港季節波高變化趨勢相反。兩港之季節平均波高型態雖然完全不同，但全年中 Hs 波高極值卻都出現在夏季，這是由於西南季風與颱風侵襲的影響。(3)臺中港海域之觀測，冬季東北季風

吹襲至台灣中部時因地勢影響風力強，且因海岸線走向為北北東-南南西，故臺中港海域之波高大，最多波向為北北東向，平均週期約 7-8 秒。夏季時則狀況相反，風與浪均自西南方來，最多波向約為西向，週期平均約 6-7 秒，波高多發生在小於 1 公尺之波浪。(4) 蘇澳港與花蓮港，波浪特性因東邊面臨太平洋，受地理位置影響，故兩港波浪現象隨季節及颱風之變化特性相似，冬季風速較夏季大，因此冬季示性波高大部份在 2 公尺以下，週期一般在 6-8 秒間，波向在東北東-東南東為主，夏秋季常常有颱風侵襲或行經附近海域而來的湧浪為主，平時沒有颱風波高小於 1 公尺以下為主，週期 6-8 秒，波向為東南東為主。

總結來說，由於臺灣的大氣環流現象，受東北季風期間影響較長，且東北季風強度之大於夏季西南季風，故分居臺灣西海岸北、中、南及東各地的海域相關統計可參見圖 9.1 至圖 9.15。

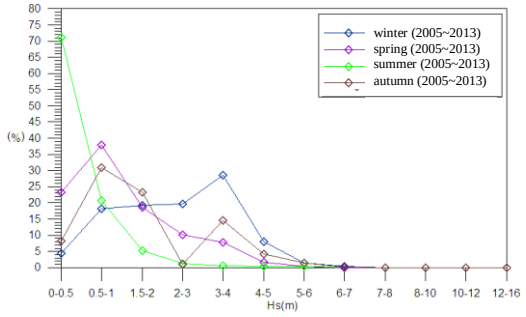


圖 9.1 基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈圖

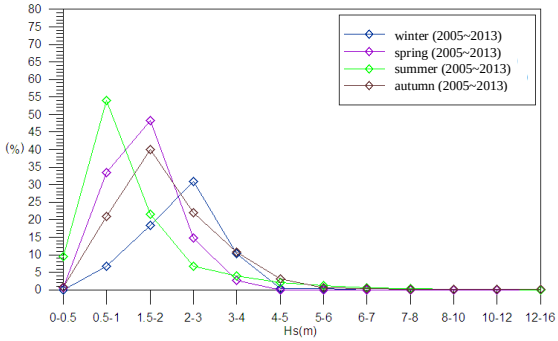


圖 9.2 蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈圖

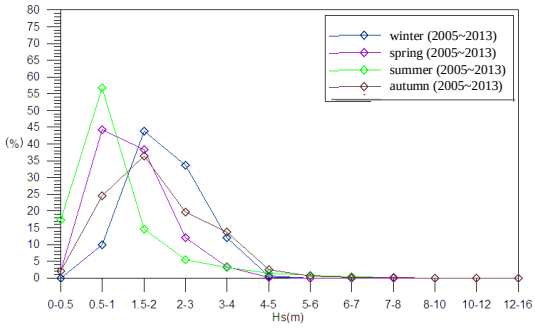


圖 9.3 花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈圖

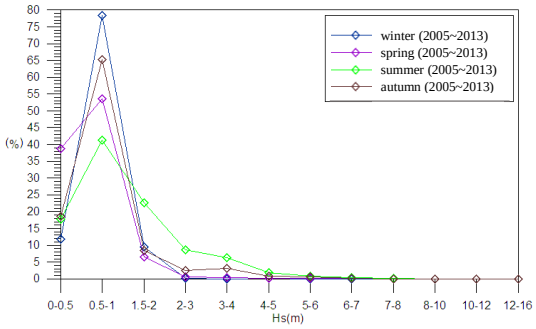


圖 9.4 高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈圖

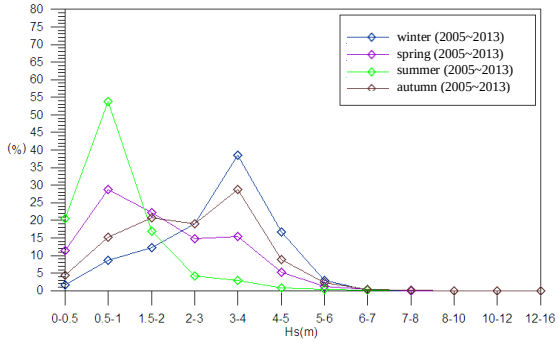


圖 9.5 臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期波高機率分佈圖

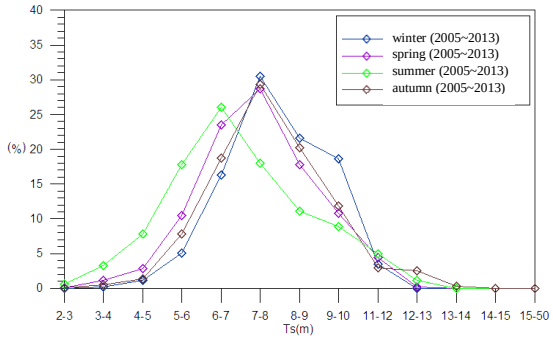


圖 9.6 基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖

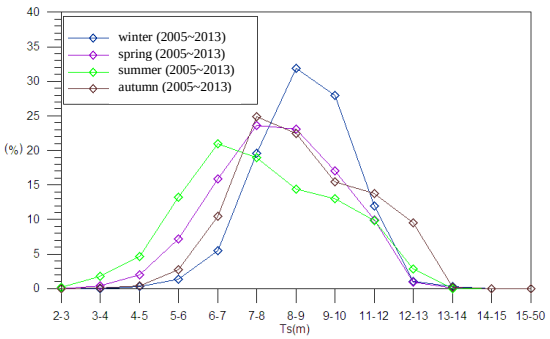


圖 9.7 蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖

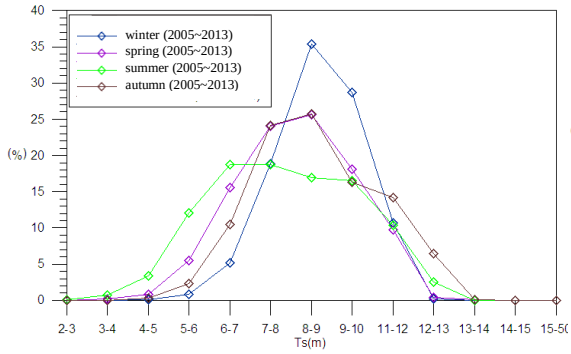


圖 9.8 花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖

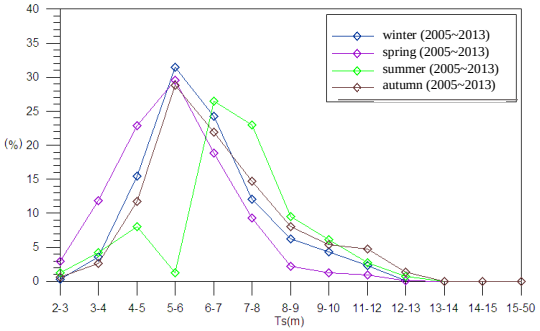


圖 9.9 高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖

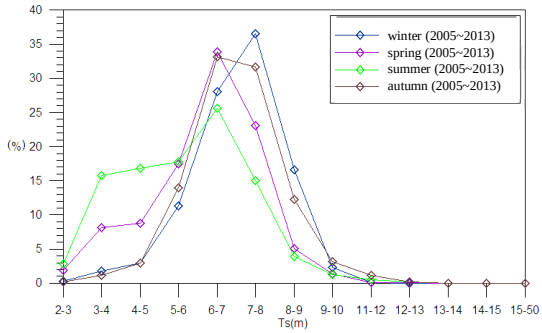


圖 9.10 臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖

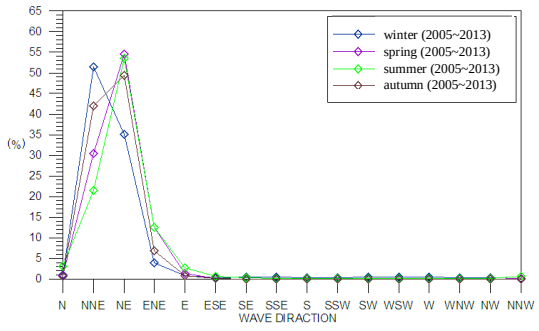


圖 9.11 基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖

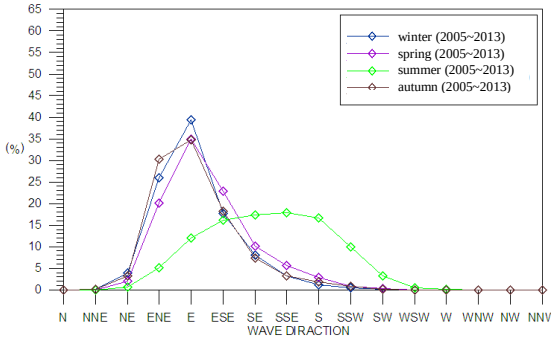


圖 9.12 蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖

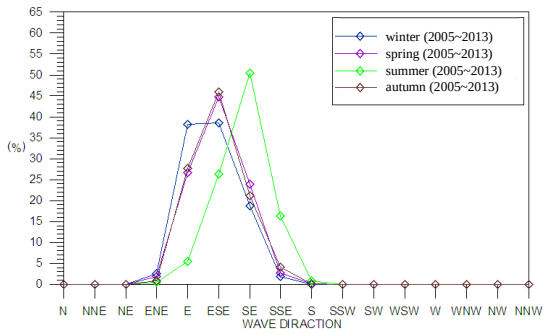


圖 9.13 花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖

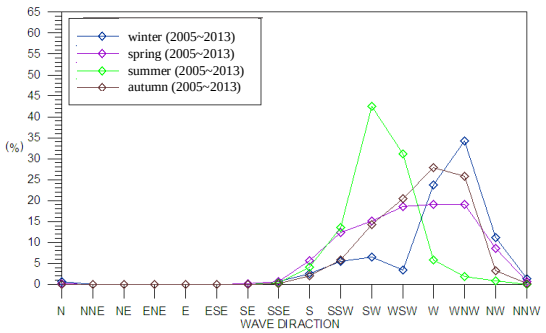


圖 9.14 高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖

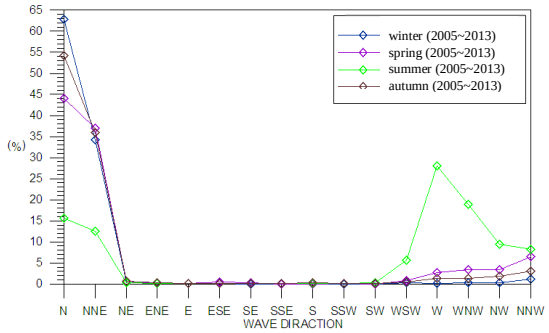


圖 9.15 臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期波向機率分佈圖

9.3 歷年來海流資料分析

由圖 9.16 至圖 9.25 可知，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 節左右。綜觀其水位，可見此地區以全日潮為主，半日潮為輔主要為複合潮。

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，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。

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。花蓮港東防波堤外海處蒐集之海流，主要是以長週期海流以及潮流所組合而成。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。

在高雄二港口附近所蒐集到之海流資料，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。

在臺中港北防波堤白燈塔外海處蒐集之海流，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，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。

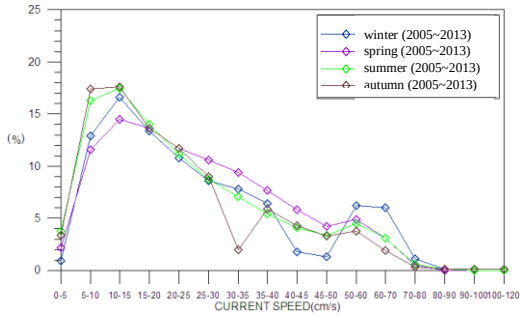


圖 9.16 基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖

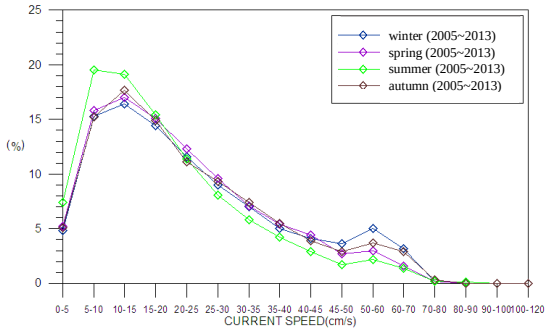


圖 9.17 蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖

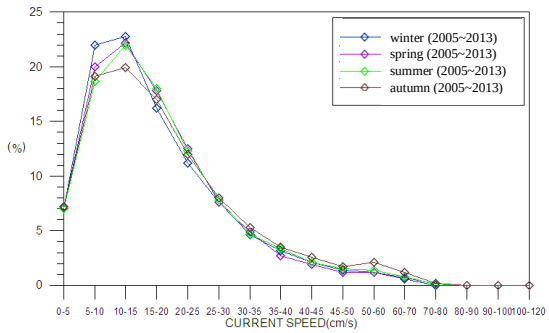


圖 9.18 花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖

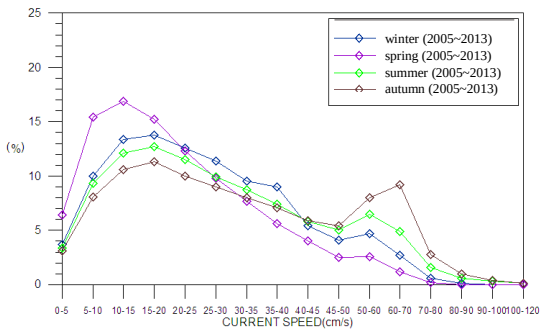


圖 9.19 高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖

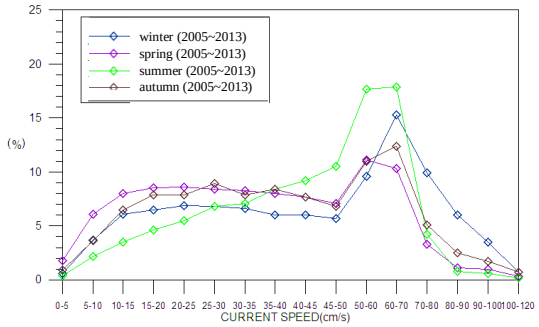


圖 9.20 臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖

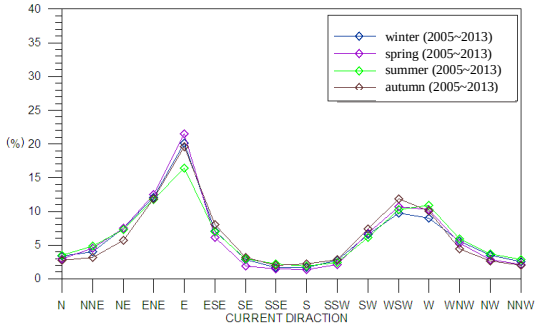


圖 9.21 基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖

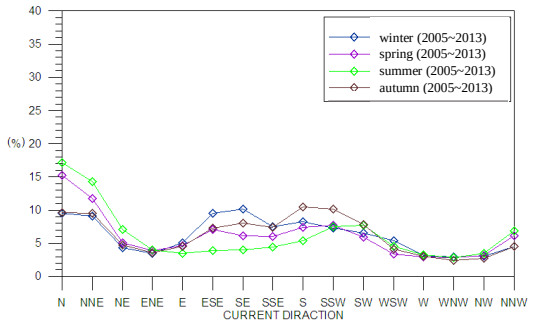


圖 9.22 蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈

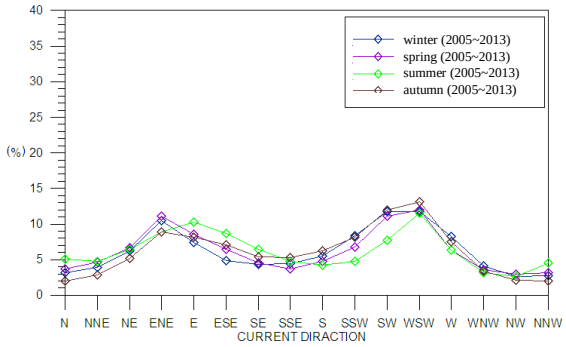


圖 9.23 花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖

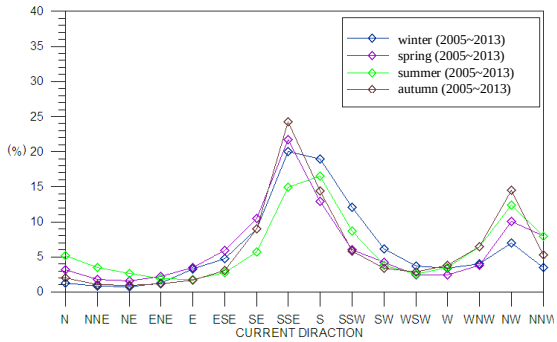


圖 9.24 高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖

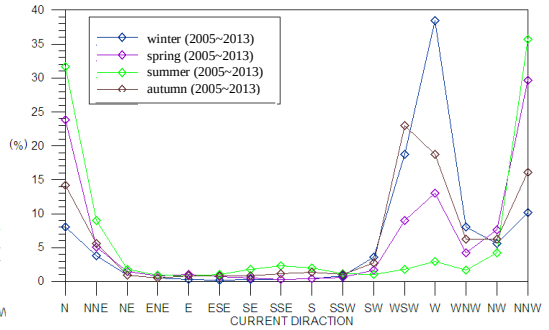


圖 9.25 臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖

9.4 歷年來風速風向資料分析

由於臺灣海域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。以下之風資料統計均以 10 分鐘平均風速、10 分鐘平均風向資料為準。針對五個國際港區(2005 年至 2013 年)觀測期間資料加以分析，由圖 9.26 至圖 9.35 顯示(1) 基隆港冬季因東北季風強而隱定，平均風速較高，但因觀測站地形位置關係, 南邊有陸地屏障，基隆港海域夏季西南風較弱，所以四季風向較散佈，唯在夏季有颱風發生時，常有異常風速發生。(2) 蘇澳及花蓮兩港因東邊面臨太平洋，受地理位置影響，故兩港風速現象隨季節及颱風之變化特性相似，但因夏季有颱風侵襲時風速較大，但風速分佈在 5 米/秒以下者佔 80%，總結來說，由於臺灣的大氣環流現象，受東北季風期間影響較長，且東北季風強度之大於夏季西南季風，故分居臺灣西海岸北、中、南及東各地(3)至於高雄港海域位居臺灣西南部，但因臺灣西部並無顯著高山阻擋，但冬季東北季風順著西部走廊直吹襲高雄沿海已減弱，故冬季東北季風風速超過 5 米/秒以上，約只佔 5-10%左右。夏季風速分佈在 5 米/秒以下者佔 80%，5~10 米/秒之區間佔全部之 15 %，大於 10 米/秒者佔 5%。(4)臺中港風防林站冬季因東北季風強而穩定，冬季觀測最大 10 分鐘平均風速在 20-25 米/秒，風速分佈在 8-10 米/秒之區間佔 15.0%；風向主要集中在北北東方向，大約佔 50%，夏季

風速分佈在 5 米/秒以下者佔 60%，5~10 米/秒之區間佔全部之 29.1%以上，大於 10 米/秒者佔 9.4%，風向主要在南-南南西，約佔 40%。春秋兩季較相似，觀測風速分佈在 5 米/秒以下者佔 30%，5~10 米/秒之區間佔全部之 40%以上，大於 10 米/秒者佔 20%，風向主要在北北東-東北區間，約佔 50%左右。

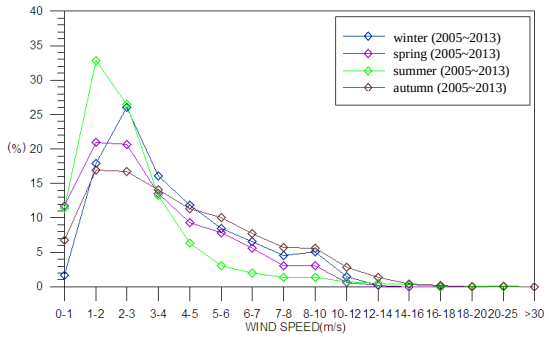


圖 9.26　基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖

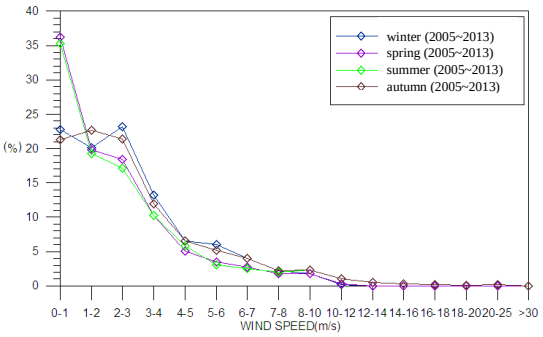


圖 9.27　蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖

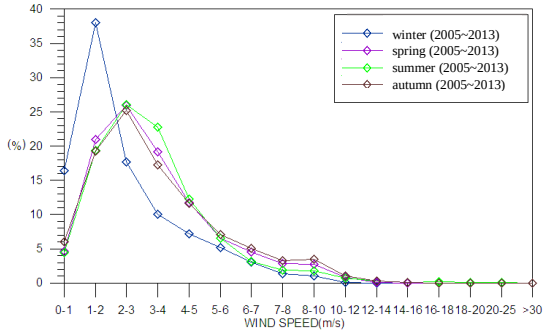


圖 9.28　花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖

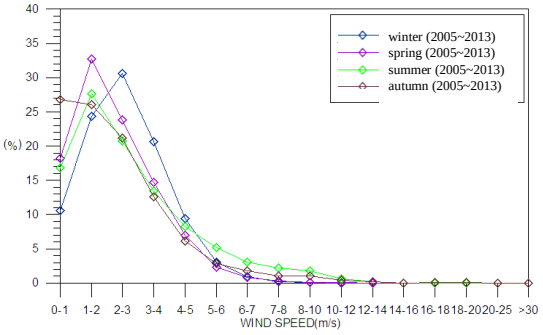


圖 9.29　高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖

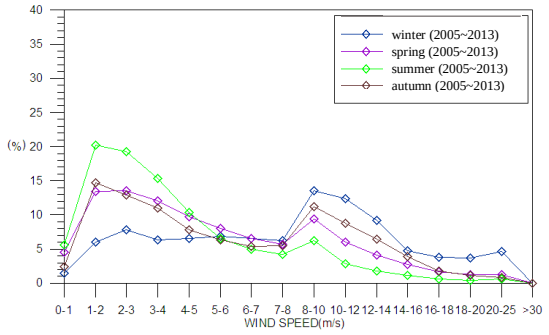


圖 9.30　臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期風速機率分佈圖

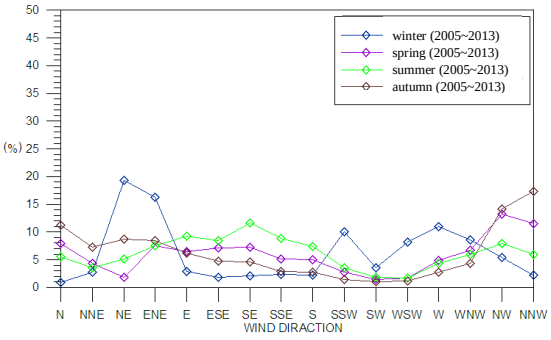


圖 9.31　基隆港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖

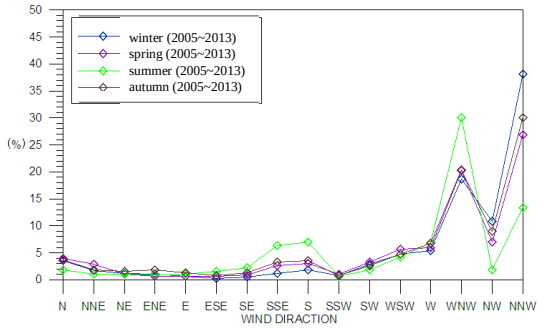


圖 9.32　蘇澳港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖

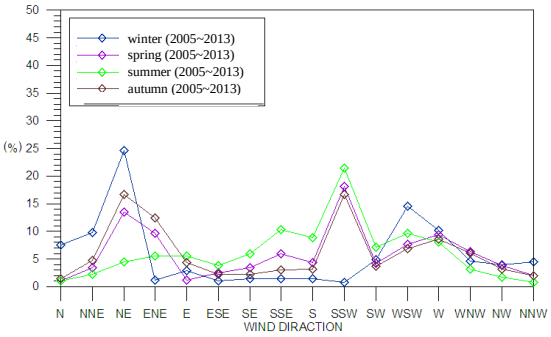


圖 9.33　花蓮港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖

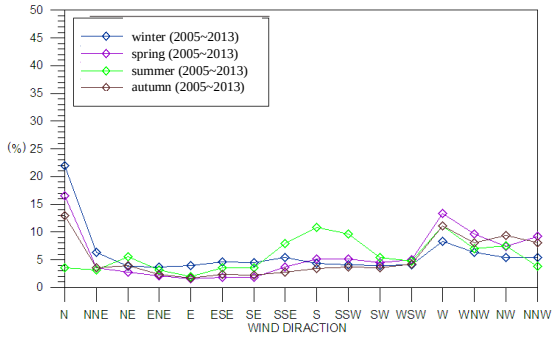


圖 9.34　高雄港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖

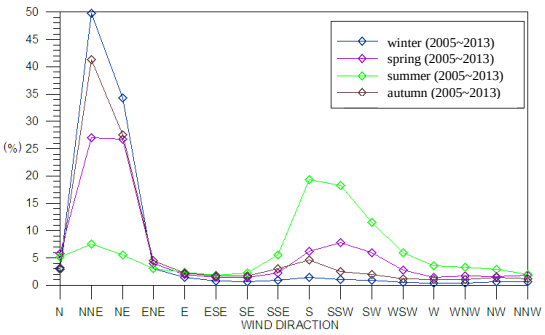


圖 9.35　臺中港 2005~2013 年四季及全觀測期風向機率分佈圖

第十章

結論與建議

第十章　結論與建議

依據前述政策目標，本研究計畫以四年時間(民國 102~105 年)賡續更新建置與維護臺灣基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港及臺中港等五個國際港附近海域之長期性海氣象(風、波、潮、流)觀測站，自動擷取傳輸系統及現場作業方式持續觀測蒐集海氣象資料，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之內容，辦理各港海域海氣象特性分析、建立即時性的船舶動態管理操作模式與電子資訊化港灣構造物維護管理資訊系統，及近岸漂沙監測系統等應用性工作，可用於提供相關營運、工程、研究單位作為環評、規劃、設計、施工、環境監控之重要參考資訊，以具體可行之工作項目，完成本研究之目標。

10.1 結論

本(103)年度本研究計畫針對基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港及臺中港等五個國際港附近海域之長期性海氣象(風、波、潮、流)觀測網站，自動擷取傳輸系統及現場作業方式持續觀測蒐集海氣象資料，所得之資料研究分析(如圖 10.1~10.6)，綜合前述各章節說明，彙整結論如下。

1. 基隆港本(2014)年 01 月 1 日至 12 月 31 日間所觀測之資料統計，風的觀測，平均風速最高在冬季的 12 月，達 5.45 m/s，風向則以 NNE 為主，全年平均風速為 3.60 m/s，而本年測得逐時平均風速極值為 16.40 m/s；波浪觀測，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，因此可看出是以東北季風甚盛時或颱風來襲、颱風行經北部或附近海域而引起較大的波浪為主。年平均 Hs 波高為 1.23 m，本年度波高最大，平均波高 1.99 m，冬季週期較夏季長，主波向集中在 NNE~NE 方位，本年測得 Hs 極值為 5.49 m；海流觀測，年平均流速約 25.87 cm/s，流速平均不大；年流速極值為 114.0 cm/s。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；

主軸為東北東與西南西向，即退潮時段流向為東北東，漲潮時段流向為西南西，大潮時其流速甚強，最大流速約可達約 2 節左右。其水位以全日潮為主，半日潮為輔，主要為複合潮。

2. 蘇澳港本(2014)年 01 月 1 日至 12 月 31 日間所觀測之資料統計，風的觀測，平均風速最高在夏季的 7 月，達 4.65 m/s，風向則以 NW 為主，全年平均風速為 3.81 m/s，而本年測得逐時平均風速極值為 18.70 m/s；波浪觀測，蘇澳港外海觀測站處之資料，本(2014)年 1 月至 12 月間所蒐集之波浪逐時變化圖，可看出波浪變化是夏季期間颱風大小、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。年平均 Hs 波高為 1.15 m，本年度波高最大，平均波高 1.75 m，冬季週期較夏季長，主波向集中在 ENE ~SE 方位，本年測得 Hs 極值為 8.26m；海流觀測，年平均流速約 14.2 cm/s，流速平均不大；年流速極值為 72.6 cm/s。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。

3. 花蓮港本(2014)年 01 月 1 日至 12 月 31 日間所觀測之資料統計，風的觀測，平均風速最高在冬季的 1 月，達 3.96 m/s，風向則以 NNE 為主，全年平均風速為 3.32 m/s，而本年測得逐時平均風速極值為 21.9 m/s；波浪觀測，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，因此可看出是以東北季風甚盛時或颱風來襲、颱風行經東南部海域或附近海域而引起較大的波浪為主。年平均 Hs 波高為 1.22 m，本年度波高最大，平均波高 1.66 m，冬季週期較夏季長，主波向集中在 ENE ~SSE 方位，本年測得 Hs 極值為 7.07 m；海流觀測，年平均流速約 18.39 cm/s，流速平

均不大；年流速極值為 149.0 cm/s。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；主軸為北北東與南南西向，即退潮時段流向為北北東，漲潮時段流向為南南西，大潮時其流速甚強，最大流速約可達約 1.5 節左右。。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。

4. 高雄港本(2014)年 01 月 1 日至 12 月 31 日間所觀測之資料統計，風的觀測，平均風速最高在冬季的 2 月，達 4.98 m/s，風向則以 NNW 為主，全年平均風速為 4.24 m/s，而本年測得逐時平均風速極值為 20.3 m/s；波浪觀測，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，波浪主要受發生在南海的颱風影響，其次亦受到旺盛西南氣流的影響，東北季風影響較小。年平均 Hs 波高為 0.8 m，本年度波高最大，平均波高 1.1 m，主波向集中在 SW~WNW 方位，本年測得 Hs 極值為 5.0 m；海流觀測，年平均流速約 20.27 cm/s，流速平均不大；年流速極值為 87.8 cm/s。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；主軸為東北東與西南西向，即退潮時段流向為西北，漲潮時段流向為南南東為主，大潮時其流速甚強，最大流速約可達約 2 節左右。其水位以全日潮為主，半日潮為輔，主要為複合潮。大都以全日潮及半日潮為主，海流受到潮流的影響較大。

5. 臺中港本(2014)年 01 月 1 日至 12 月 31 日間所觀測之資料統計，風的觀測，平均風速最高在冬季的 12 月，達 13.94 m/s，風向則以 NNE 為主，全年平均風速為 9.14 m/s，而本年測得逐時平均風速極值為 28.6 m/s，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中午前漸增大，傍晚開始減弱，而於午夜至

翌日清晨風速最小。波浪觀測，波浪主要可分為冬季東北季風與颱風波浪，但觀測站受陸上遮蔽及夏季西南風較弱，因此可看出是以東北季風甚盛時或颱風來襲期間，颱風行經北部或附近海域而引起較大的波浪為主。年平均 Hs 波高為 1.29 m，本年度波高最大，平均波高 2.22 m，冬季週期較夏季長，主波向集中在 NNE ~NE 方位，本年測得 Hs 極值為 4.51 m 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。海流觀測，年平均流速約 35.65 cm/s，流速平均不大；年流速極值為 145.5 cm/s。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 2~3 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。其水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。

10.2 建議

海氣象觀測工作需耗費龐大經費與人力，尤其長期性之觀測資料的擷取與分析建檔，更需專業及經驗之累積。本計畫工作成果除提供本所相關計畫之分析應用外，並有效提供國內公務機關、大學、顧問公司與民間企業等相關機構，從事學術研究、環境評估與相關性工作等多面向參考應用，本資源分享之原則，已節省國家相當經費與人力。

本計畫中應用之觀測儀器多數引自民間企業，相關觀測儀器與技術，是改進提昇海氣象調查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，不僅朝向自動化與多元化，更使海氣象觀測在時間及空間的作業能力大幅增加，且即時性之資料傳輸更為迅速，對海洋科學的研究應用與預報技術的提昇極為重要。因此，針對觀測技術與儀器性能需求，本計畫工作團隊依據專業經驗提供改進方法，此對相關民間企業之技術提昇與獲利多所

助益。另外，因應計畫工作需要僱用潛水人力與漁船作業，增加彼等之就業機會。此兩者當為有形與無形之社會效益。

本計畫應用之現場觀測儀器、資料分析方法，及統一化格式之海氣象資料庫與年報皆須具備熟練之工作經驗與智識技能，因此，結合相關產、官、學、研等共同研討、探詢更佳之工作方式及解析方法，當對國內海洋自然環境保護、海氣象監測技術與培育港灣研究專業人才，有極大助益。

後續工作構想之重點，海氣象資料調查與分析工作為本計畫之首要項目，而長期性的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影響環境評估之重要依據，因此本計畫除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。依據本計畫之延續工作與目標，歸納相關子計畫之後續工作重點如下列說明：

維護保養現有之觀測站，保持長期觀測網站之正常運轉及引進較精密的觀測儀器與技術，以期獲得長期的海氣象觀測資料品質。同時利用本所建置之資訊網站提供臺灣各主要港口的海氣象初級分析資料，並以提供即時性資訊為後續工作重點。

本計畫之工作項目不論海氣象觀測站之更新建置、現場資料之擷取與分析或模式系統之建立皆須投入大量經費與充足人力，並配合專業技能及工作經驗方得完成。因此，針對本計畫本年度之工作歷程與完成成果，下列數點是為後續工作執行之改進參考與展望：

1. 資料之取得、研究人員專業技能之訓練及經費之支援以作為儀器之汰舊換新與保養維護，是為本計畫之第一要件。

2. 目前各觀測站之資料蒐集與分析或推算模式之建立，仍需利用有效之學理進一步研發與驗證，以達成工作成果得以應用之目的。

3. 建立海氣象觀測站之過程中調查與量測資料實屬珍貴，儀器於觀測站附近常有漁民及釣客停留，因此，必須勸導漁民注意儀器安全，俾使觀測儀器與資料擷取維持正常，避免國家資源浪費與工作成果的損失。

4. 海氣象資料特性分析或波浪推算模式，以及底床輸沙模式等皆須具備當學理專業智識，因此，仍須進一步研討與獲取相關之專業學識與技能。

5. 國內目前雖已初步進行有關海氣象資料庫之整合工作，惟其觀測儀器使用種類、資料擷取與分析方式等前端性工作仍各行其為，欠缺整合統一之工作。因此，如何探討國內現有海氣象觀測儀器使用種類與方式、各種水深、地形之適用情況、觀測資料分析之等級、檢核與應用方式等，是為從事港灣與海岸產、官、學、研等各界刻不容緩之課題。

10.3 成果效益及後續應用情形

本計畫依據計畫目標以建置與維護臺灣五國際港附近海域之長期性海氣象觀測站為首要工作，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港池安全操作系統，及近岸漂沙監測系統等應用性工作。

歷年來本所港研中心接受相關海氣象資料申請而提供之學術及公民營單位計有：

公務機關：中央研究院地球研究所、中央研究院環境變遷中心、中央氣象局、基港局港埠工程處、高雄港務分公司、海巡署海洋總局、水利署水規所、台中市政府、台南縣政府、台中發電廠、台中港供油中心、海軍大氣海洋局等。

學校機構：臺灣大學海洋研究所、中山大學(海科中心、海工系、海下所、海資系)、成功大學水工所、財團法人成大研究發展基金會、臺灣海洋大學(河工系、海環系) 、交通大學土木系、高雄師大地理系、高雄海科大海工系、私立建國科技大學。

顧問公司：工研院、台灣世曦公司、宇泰公司、永碁工程顧問公司，太乙顧問公司。

民營機構：宏華營造公司、匯僑股份有限公司等。

依據本計畫年度完成之工作成果，相關各港口附近海域之海氣象觀測資料已提供國內研究單位與公民營機構辦理研究計畫或相關工程作業之參考依據，且各港口長期觀測網站查詢系統及海氣象資料庫，可協助及提供各港務分公司所屬船舶交通管理系統所迫切需之海氣象資料。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

	基隆		蘇澳		花蓮		高雄		臺中	
年/月	平均風速	平均風向	平均風速	平均風向	平均風速	平均風向	平均風速	平均風向	平均風速	平均風向
2014/01	4.60	29.24	4.20	302.79	3.96	28.01	4.75	346.68	11.89	27.84
2014/02	4.65	13.36	4.46	311.01	3.39	358.92	4.98	343.43	11.40	28.89
2014/03	3.96	33.54	4.08	291.50	3.64	29.78	4.28	323.65	9.20	25.23
2014/04	2.94	35.94	3.34	333.23	3.02	9.35	4.21	308.24	8.35	22.74
2014/05	2.15	78.00	2.45	307.70	2.46	327.90	3.29	321.17	6.37	191.90
2014/06	2.42	31.64	3.07	113.01	2.86	118.58	4.23	191.19	7.79	215.96
2014/07	3.34	119.57	4.65	175.57	3.30	165.68	4.47	289.37	6.94	234.53
2014/08	2.34	149.79	3.55	178.09	2.90	185.61	4.21	283.33	5.50	207.60
2014/09	2.71	98.91	3.53	181.15	3.02	168.58	4.23	301.77	5.59	5.85
2014/10	4.57	30.86	4.25	325.24	3.96	33.13	3.73	317.36	11.93	30.06
2014/11	4.09	35.57	3.63	303.37	3.53	20.14	3.90	331.67	10.77	30.64
2014/12	5.45	25.52	4.50	314.68	3.82	19.71	4.57	348.54	13.94	33.11

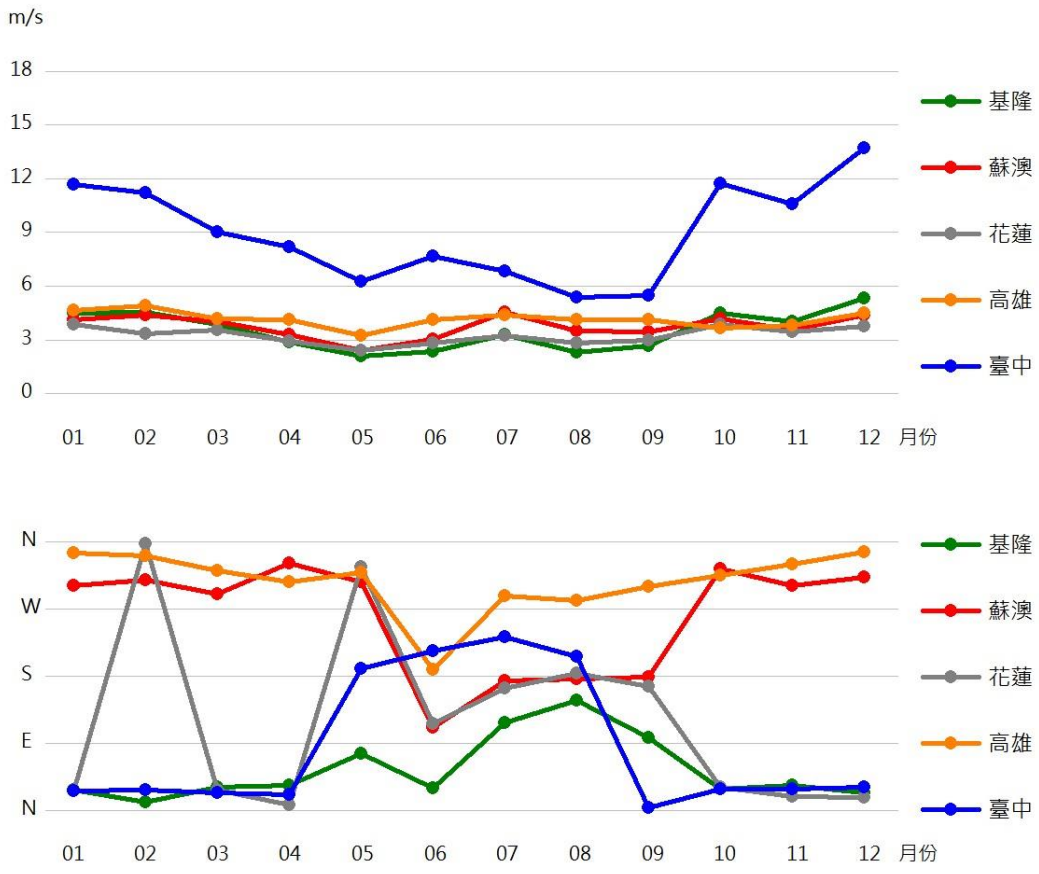


圖10.1 五個國際港2014年每月平均風速風向分佈圖表

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

	基隆		蘇澳		花蓮		高雄		臺中	
年/月	最大風速	對應風向	最大風速	對應風向	最大風速	對應風向	最大風速	對應風向	最大風速	對應風向
2014/01	12.20	6.60	10.00	19.80	11.20	57.30	11.70	327.00	27.90	28.90
2014/02	12.60	358.10	10.70	178.80	9.40	49.70	13.00	352.70	25.20	32.80
2014/03	11.10	7.90	10.40	23.20	11.50	51.70	13.30	348.00	27.80	29.20
2014/04	7.40	8.70	10.60	173.60	8.00	56.60	13.00	333.40	20.70	29.80
2014/05	12.80	7.10	7.90	170.80	9.40	45.80	9.20	329.40	21.30	28.90
2014/06	9.50	7.50	10.90	181.90	10.70	174.60	12.50	141.90	19.30	26.60
2014/07	16.40	151.60	18.70	154.60	21.90	84.50	19.70	280.00	28.60	23.30
2014/08	6.90	127.40	10.80	182.90	10.90	172.70	11.80	150.30	15.20	221.70
2014/09	13.20	155.60	14.50	186.80	9.20	349.90	20.30	320.20	19.70	21.00
2014/10	10.80	5.40	9.90	19.30	12.60	54.80	14.00	327.30	25.60	24.10
2014/11	14.50	12.80	8.80	178.60	10.00	43.90	10.00	323.90	26.00	31.00
2014/12	13.90	356.90	11.80	12.00	10.70	46.10	12.60	7.00	25.20	30.80

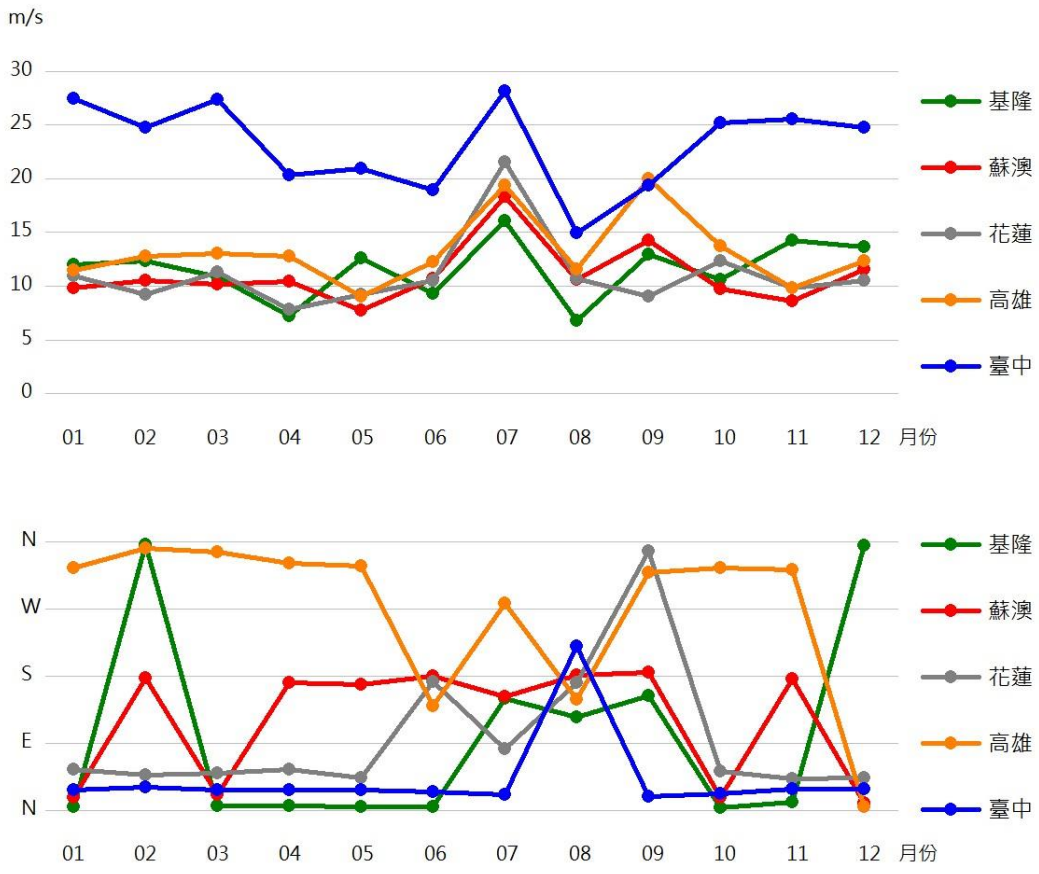
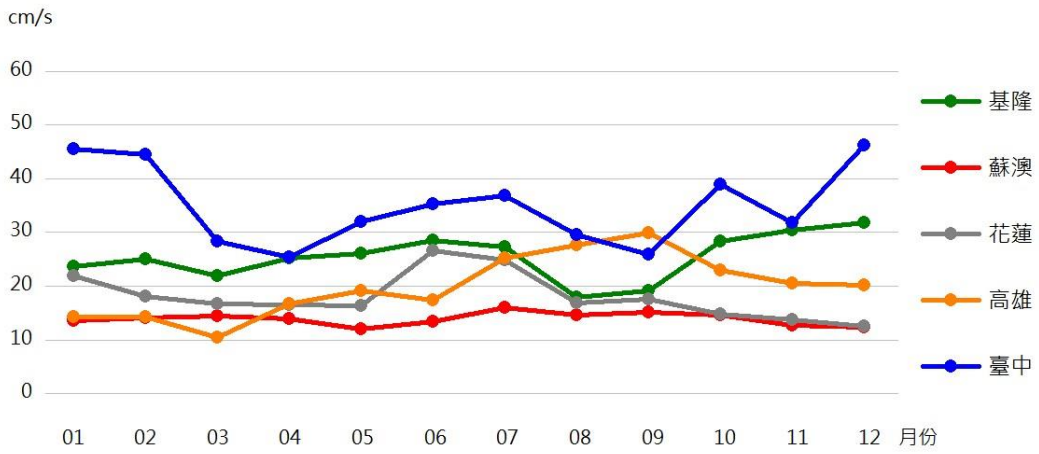


圖10.2 五個國際港2014年每月最大風速及對應風向分佈圖表

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

	基隆		蘇澳		花蓮		高雄		臺中	
年/月	平均流速	平均流向	平均流速	平均流向	平均流速	平均流向	平均流速	平均流向	平均流速	平均流向
2014/01	24.05	73.15	13.91	316.63	22.27	117.34	14.55	151.13	46.28	267.06
2014/02	25.56	62.59	14.31	276.30	18.38	141.44	14.54	135.16	45.35	261.81
2014/03	22.34	70.02	14.80	334.68	17.03	102.72	10.74	35.73	28.78	348.85
2014/04	25.64	98.76	14.17	337.79	16.84	110.17	17.06	133.59	25.87	286.93
2014/05	26.48	69.74	12.34	296.49	16.69	107.40	19.54	157.00	32.62	339.54
2014/06	28.95	81.04	13.75	333.75	27.06	0.95	17.77	94.28	35.92	347.28
2014/07	27.76	92.67	16.28	6.70	25.39	25.81	25.67	147.24	37.50	351.04
2014/08	18.19	140.30	14.93	23.47	17.25	39.05	28.18	165.74	30.07	355.55
2014/09	19.44	224.38	15.50	356.59	17.83	86.17	30.48	164.99	26.37	343.50
2014/10	28.79	115.20	14.90	231.84	15.05	209.32	23.35	140.56	39.62	252.13
2014/11	30.92	111.86	12.91	264.19	14.08	223.01	20.87	133.12	32.31	264.87
2014/12	32.32	69.55	12.61	206.18	12.82	216.26	20.53	145.47	47.08	246.00



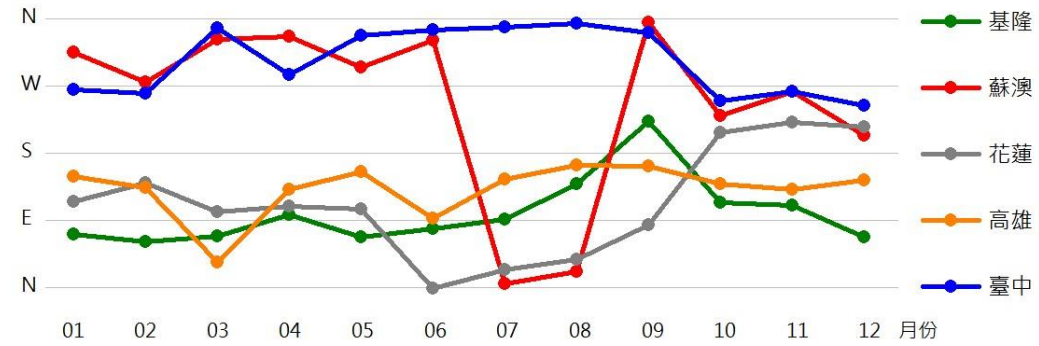
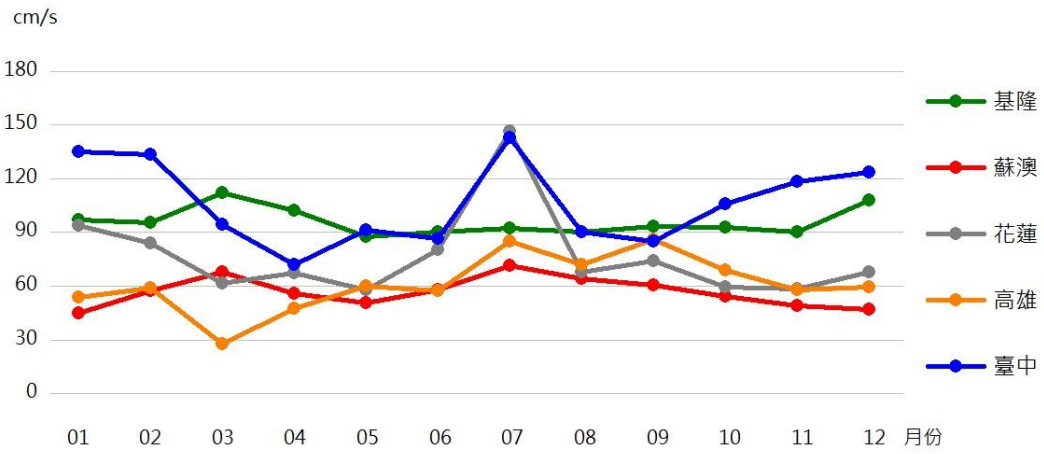


圖10.3 五個國際港2014年每月平均流速流向分佈圖表

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

	基隆		蘇澳		花蓮		高雄		臺中	
年/月	最大流速	對應流向	最大流速	對應流向	最大流速	對應流向	最大流速	對應流向	最大流速	對應流向
2014/01	99.00	61.13	45.80	16.38	95.60	81.09	54.60	126.14	137.40	236.67
2014/02	96.90	56.79	58.70	8.03	85.30	70.63	60.20	120.57	135.90	241.13
2014/03	114.00	64.54	69.00	10.95	62.60	229.67	28.10	18.89	96.10	22.91
2014/04	103.80	63.71	57.10	10.39	68.40	240.89	48.60	352.19	73.30	4.54
2014/05	89.00	72.48	51.80	13.63	59.10	91.74	60.90	154.19	93.00	13.11
2014/06	91.90	73.89	59.10	12.70	82.00	228.91	58.50	352.83	88.20	22.75
2014/07	94.20	86.41	72.60	15.41	149.00	353.80	86.70	153.35	145.50	6.99
2014/08	92.00	74.05	65.50	32.60	69.10	209.27	73.20	166.42	91.80	333.32
2014/09	95.00	56.03	61.80	220.67	75.30	3.88	87.80	178.50	86.40	276.05
2014/10	94.70	63.73	55.20	208.93	60.60	205.00	70.00	167.45	107.80	237.15
2014/11	91.90	63.16	49.90	231.84	59.80	219.09	59.20	168.10	120.70	248.26
2014/12	109.80	61.66	47.70	16.42	69.20	229.75	60.70	169.95	125.50	240.02



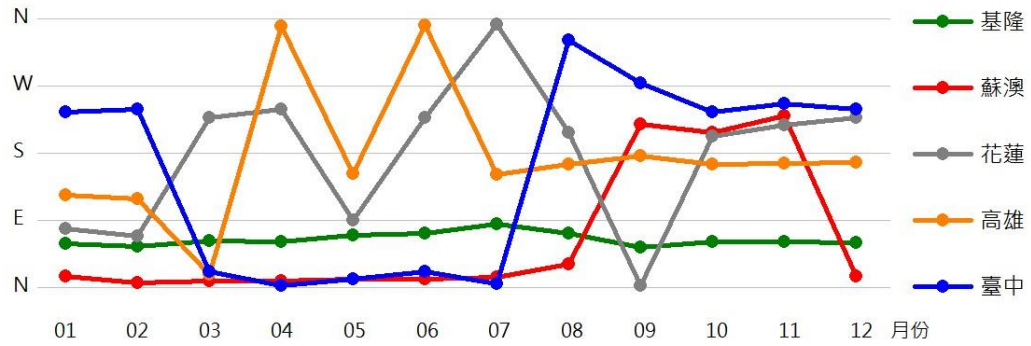
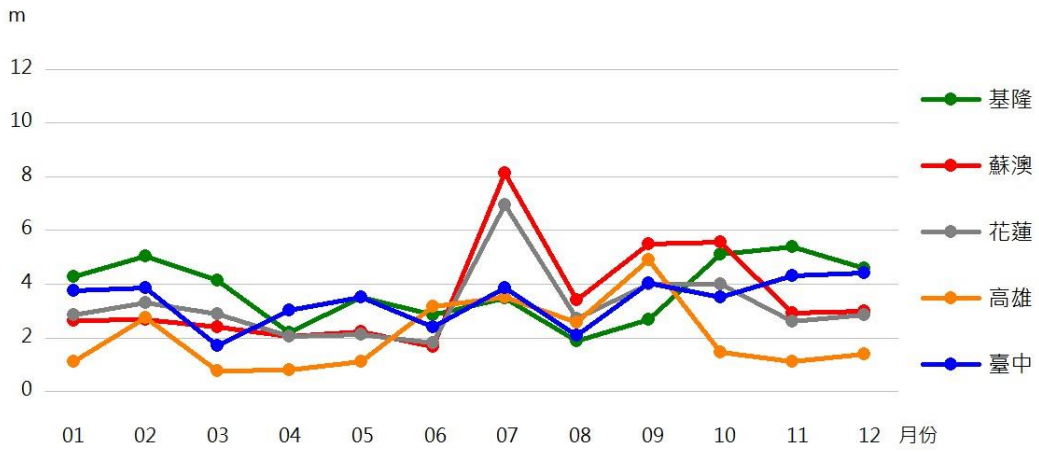


圖10.4 五個國際港2014年每月最大流速及對應流向分佈圖表

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

	基隆		蘇澳		花蓮		高雄		臺中	
年/月	最大波高	對應波向	最大波高	對應波向	最大波高	對應波向	最大波高	對應波向	最大波高	對應波向
2014/01	4.36	15.12	2.71	82.65	2.92	83.03	1.16	286.22	3.82	11.24
2014/02	5.12	19.08	2.75	78.36	3.38	123.91	2.79	266.43	3.93	10.29
2014/03	4.22	18.67	2.46	83.85	2.93	81.30	0.80	209.57	1.75	11.46
2014/04	2.25	203.61	2.10	105.27	2.11	79.28	0.84	308.18	3.09	7.99
2014/05	3.60	355.43	2.26	78.86	2.17	80.23	1.14	260.09	3.57	11.06
2014/06	2.90	3.72	1.72	214.95	1.87	166.09	3.23	186.70	2.44	9.73
2014/07	3.56	35.28	8.26	175.75	7.07	133.01	3.57	204.95	3.94	14.51
2014/08	1.93	16.03	3.49	139.15	2.78	142.05	2.63	205.11	2.14	107.18
2014/09	2.73	12.61	5.61	186.91	4.08	152.42	5.00	181.63	4.12	6.09
2014/10	5.22	44.62	5.66	85.17	4.06	103.09	1.51	313.13	3.58	6.39
2014/11	5.49	10.28	2.99	273.03	2.67	98.33	1.13	305.05	4.40	10.24
2014/12	4.68	0.72	3.07	119.69	2.92	102.53	1.43	298.39	4.51	11.03



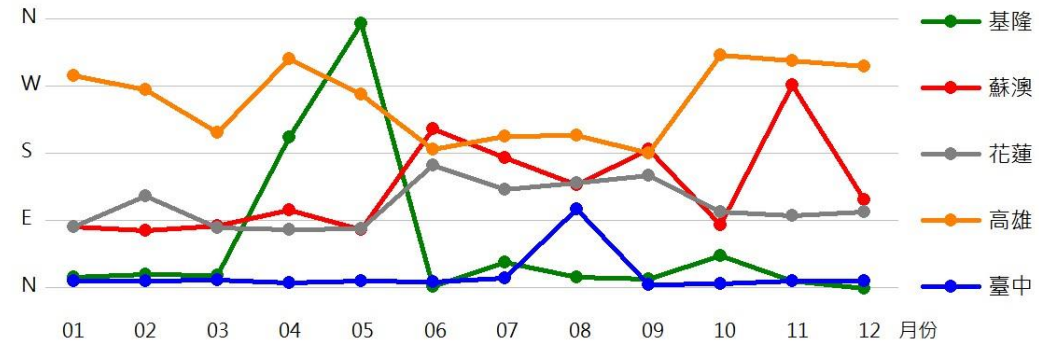
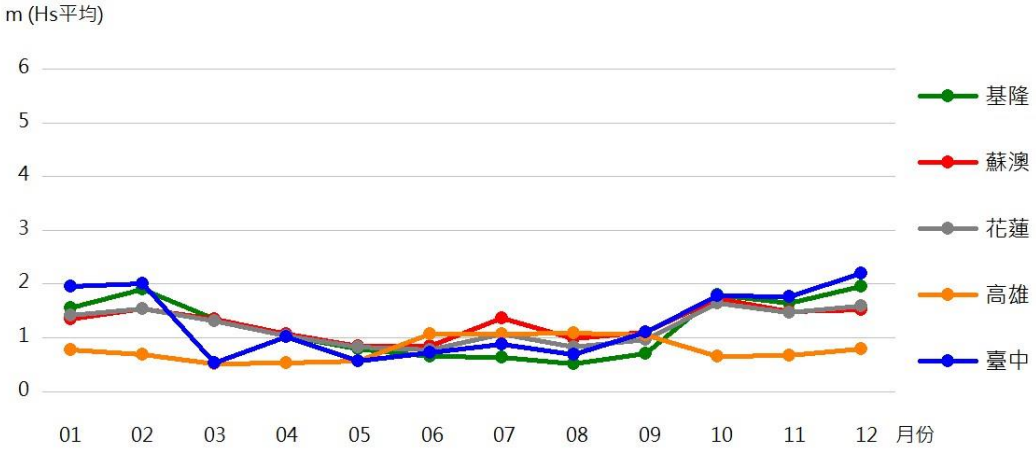


圖10.5 五個國際港2014年每月Hs最大波高及對應波向分佈圖表

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

	基隆		蘇澳		花蓮		高雄		臺中	
年/月	Hs平均	Tp平均	Hs平均	Tp平均	Hs平均	Tp平均	Hs平均	Tp平均	Hs平均	Tp平均
2014/01	1.59	7.84	1.37	8.76	1.44	8.64	0.78	7.81	1.99	7.03
2014/02	1.93	8.37	1.56	9.10	1.56	9.19	0.69	6.45	2.03	7.19
2014/03	1.37	7.62	1.37	8.65	1.33	8.80	0.52	6.07	0.54	6.37
2014/04	1.05	7.59	1.09	8.37	1.06	8.56	0.54	4.78	1.03	6.69
2014/05	0.80	7.06	0.86	7.17	0.83	7.15	0.57	5.59	0.57	6.58
2014/06	0.65	6.63	0.86	6.69	0.78	6.85	1.09	6.83	0.73	6.57
2014/07	0.65	6.78	1.38	8.11	1.09	7.86	1.09	7.79	0.90	5.93
2014/08	0.52	7.94	1.00	8.58	0.84	8.85	1.10	6.60	0.70	5.96
2014/09	0.72	7.52	1.12	8.66	0.97	8.55	1.06	7.57	1.11	6.71
2014/10	1.83	8.51	1.75	9.91	1.66	9.56	0.66	6.39	1.81	6.92
2014/11	1.67	7.81	1.50	8.83	1.49	8.93	0.67	6.24	1.79	6.66
2014/12	1.99	8.09	1.55	9.16	1.61	9.08	0.81	7.42	2.22	7.34



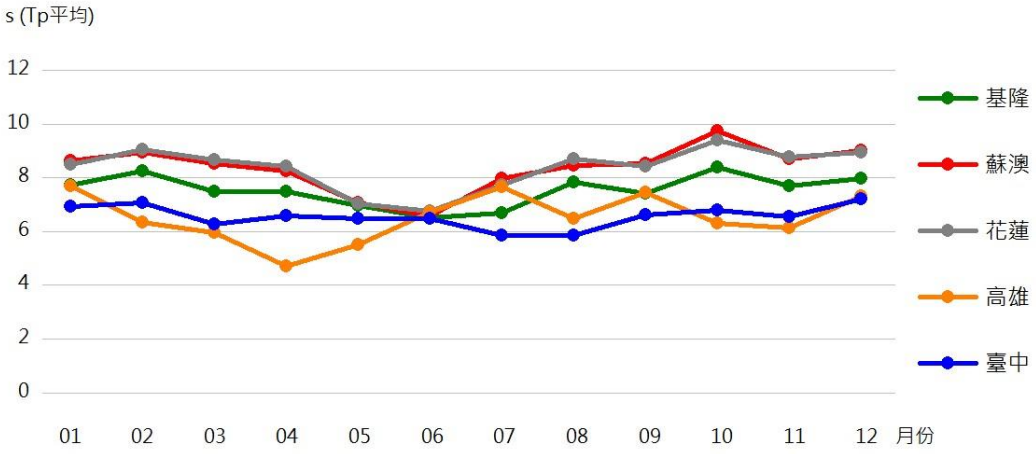


圖10.6 五個國際港2014年每月Hs平均波高及Tp平均週期分佈圖表


參考文獻

參考文獻

1. 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。

2. 曾相茂、陳佳興、何良勝等(2006)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。

3. 曾相茂、陳佳興、何良勝等(2007)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。

4. 曾相茂、陳佳興、何良勝等(2008)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。

5. 曾相茂、陳佳興、何良勝等(2009)台灣主要港口海域長期性海氣象觀測及資料特性應用之研究(1/4)，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。

6. 曾相茂、陳佳興、何良勝等(2010)台灣主要港口海域長期性海氣象觀測及資料特性應用之研究(2/4)，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。

7. 曾相茂、何良勝、陳佳興等(2011) 臺灣國際港口海氣象觀測技術及資料分析，海氣象觀測資料應用暨港灣結構物安全及檢測作業研討會。

8. 曾相茂、何良勝、陳佳興等(2011)台灣主要港口海域長期性海氣象觀測及資料特性應用之研究(3/4)，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。

9. 曾相茂、何良勝、曾俊傑等(2012)台灣主要港口海域長期性海氣象觀測及資料特性應用之研究(4/4)，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。

10. 曾相茂、何良勝、曾俊傑等(2013)台灣主要港口海域長期性海氣象觀測及資料特性應用之研究(1/4)，交通部運輸研究所港灣技術研究中心。

附錄

施工報告書

單位名稱：交通部運輸研究所

採購案編號：IOT-103-H2D006

採購案標的名稱：

103年(臺中)港海象觀測網站

即時傳送監測系統

第一階段：

一、作業名稱：安裝元件吊運及陸上安裝前置作業、單鎧海底電纜結合鐵鍊等作業

二、作業地點：港研中心-臺中港

三、施工日期：103 年 8 月 25-27 日。

四、作業人員：1.詮瑩企業股份有限公司-洪復昌、何永松

2.台灣潛水-陳靜觀等 6 員。

3.15 噸吊車、20 噸拖板車

五、作業紀要：

103 年 8 月 25 日

本日至港研中心實施儀器架、鐵鍊、載重水泥塊、水下電纜及週邊安裝元件吊運並運送至臺中港檢查哨，預備安裝前作業。25 日上午十時於港研中心配合貴中心曾相茂研究員及曾俊傑助理，協助吊運水下儀器架、水泥塊 10 塊、單鎧海底電纜 500 米四捆合計 2000 米、5 分粗中碳鋼鐵鍊 1000 米、6 分編織繩等安裝元件後，由吊卡車分批吊運至檢查哨後，準備開始實施安裝。

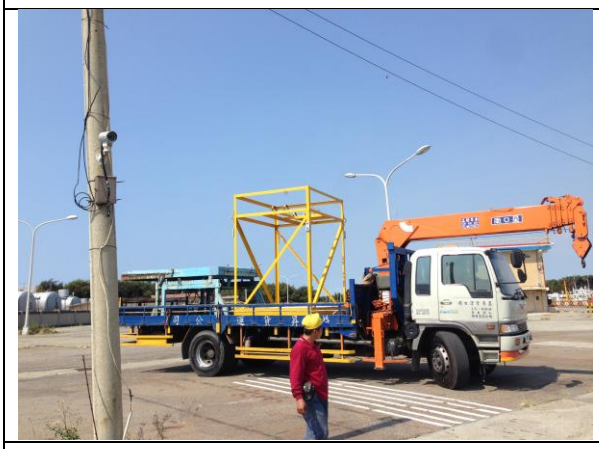
首先由吊車將水泥塊 10 顆調運至北堤舊燈塔(已拆除)處，再將 5 分中碳鋼錨鏈、4 綑個 500 米水下電纜, 2 米高之儀器架分批調運至檢查哨備便

103 年 8 月 26 日

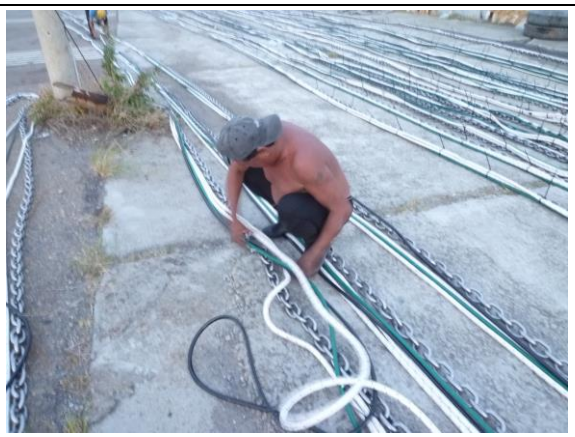
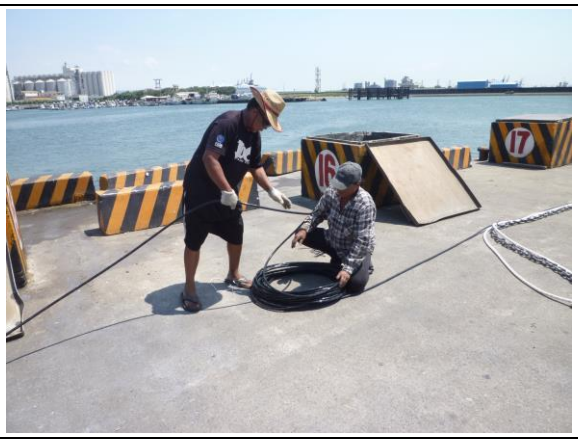
鐵鍊計 1000 米平鋪於地面後，每段以 5 分恰克連結後，以不銹鋼絲予以固定，再將 2000 米水下電纜由纜軸依序與鐵鍊平行擺置，並以 6 分之編織繩兩股合併，以束帶每隔 50 公分左右之間隔與電纜固定，再以每隔約 5 公尺左右之距離，以尼龍繩索將電纜與錨鍊捆綁固定。。

靠近儀器架末端之水下電纜保留 50 米之長度，預留將來之維修用，末端以公-公接頭與儀器相接，經岸上人員先行以電腦連結測試正常後，備便後續之海上佈放作業。相關作業如下方圖示：

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖一</td><td>圖二</td></tr>
</table>

	
圖三	圖四
	
圖五	圖六
	
圖七	圖八

	
圖九	圖十
	
圖十一	圖十二
	
圖十三	圖十四

	
圖十五	圖十六
	
圖十七	圖十八
	
圖十九	圖二十

	
圖二十一	圖二十二
	
圖二十三	圖二十四

第二階段：

一、作業名稱：單鎧海底電纜及壓重水泥塊海上佈放及陸上太陽能充電系統裝設

二、作業地點：臺中港北堤綠燈塔及附近海域

三、施工日期：103 年 8 月 27 日。

四、作業人員：1.詮瑩企業股份有限公司-林嘉煥、洪復昌、何永松

2.台灣潛水-陳靜觀等 8 員。

3.吊車、工作船

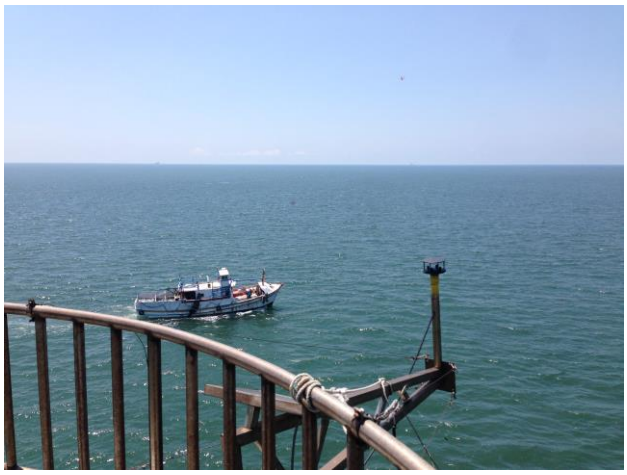
五、作業紀要：

本日上午，將 5 分粗中碳鋼錨鍊結合兩組單鎧海底電纜及兩股編織繩後之傳輸線，以吊車吊運至工作船，並取適當距離製作制動繩，繫於鐵鍊上以控制佈放進度，並以浮球標示佈放路徑，配合吊車平均擺放於工作船甲板。至佈放起點後將錨鏈與舊儀器架聯結做為錨定點沿邵定路徑佈放海底電纜後，將末端交由岸上人員配合吊車先行固定於岸邊。儀器架則置放於船尾鐵架後，拖至臺中港航道前方約 800 米處之佈放點後，升起船尾鐵架讓儀器假自然滑落，脫離後坐底於海床上船隻並於稍後陸續載運壓重水泥塊，依浮球之佈放路徑佈放。

岸上人員實施太陽能充電系統之架設，首先將 90W 之太陽能板安裝於是先訂置之太陽能板架固定於北堤綠燈塔欄杆，電源線順著綠燈塔現有線路一路下放安裝至二樓之

AWCP 介面箱置放桌面上，沿既有線路以束帶固定，並拉至儀器箱內，水下電纜分新(黑皮)舊(綠皮)兩組上岸後舊(綠)電纜與原有已置放於保護不鏽鋼管內之舊懶線連接; 新(黑)纜線則另行製作不鏽鋼保護鋼管穿管保護, 一路延伸至綠燈塔內。

儀器箱內部另置一防潮箱，內置 AWCP 控制箱一台，包含 GSM 數據機並更新 GSM 天線。太陽能充電控器連接來自太陽能板之電源後，供電給 12V100AH 之電瓶計 2 顆供 AWCP 量測作業，安裝完成後先期測試系統運作正常。相關作業情形如下所示：

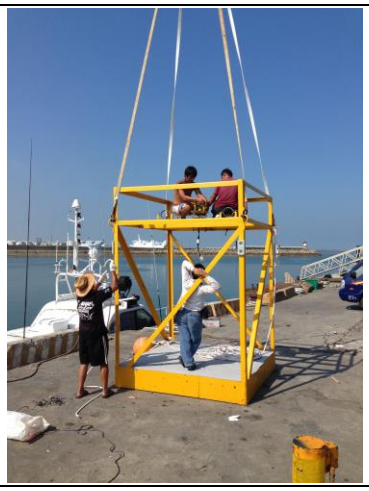
<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖二十五</td><td>圖二十六</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖二十七</td><td>圖二十八</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖二十九</td><td>圖三十</td></tr>
</table>



圖三十一



圖三十二



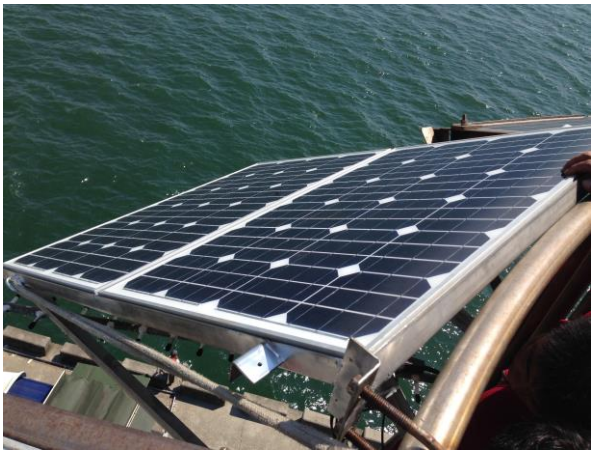
圖三十三



圖三十四

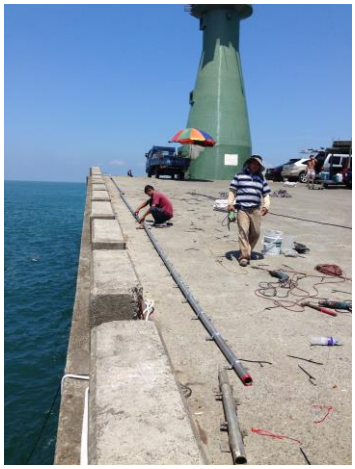


圖三十五



圖三十六

	
圖三十七	圖三十八
	
圖三十九	圖四十
	
圖四十一	圖四十二

	
圖四十三	圖四十四
圖四十五	圖四十六

第三階段

一、作業名稱：水下作業。

二、作業地點：臺中港航道進港方向偏南側約 800 公尺處至纜線上岸點

三、施工日期：103 年 8 月 28-29 日。

四、作業人員：1.詮瑩企業股份有限公司-林嘉煥、何永松等二人

2.台灣潛水企業有限公司-陳靜觀等四人。

五、作業紀要：

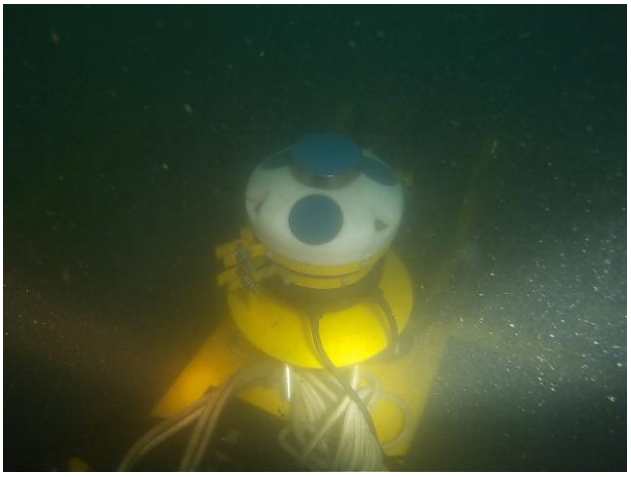
本日於臺中港外海實施水下作業，先實施纜線保護水泥塊拋放作業，將水泥塊吊放至船尾鐵架上,以作業船隻沿原先纜線拋放時於懶線上綁縛之浮球記號每隔 80 公尺佈放一顆水泥塊，拋放完畢後實施水下水泥塊與錨鍊之連結作業。

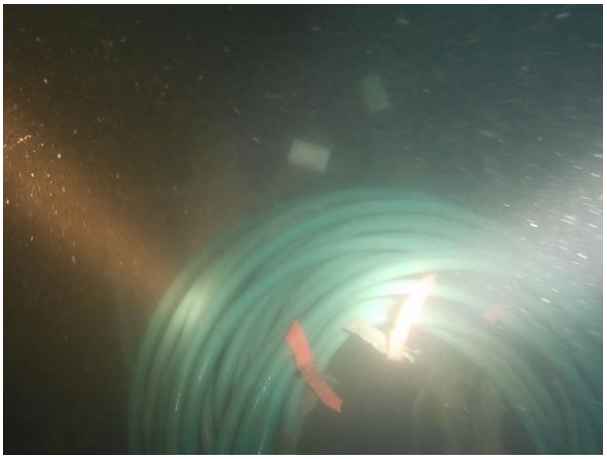
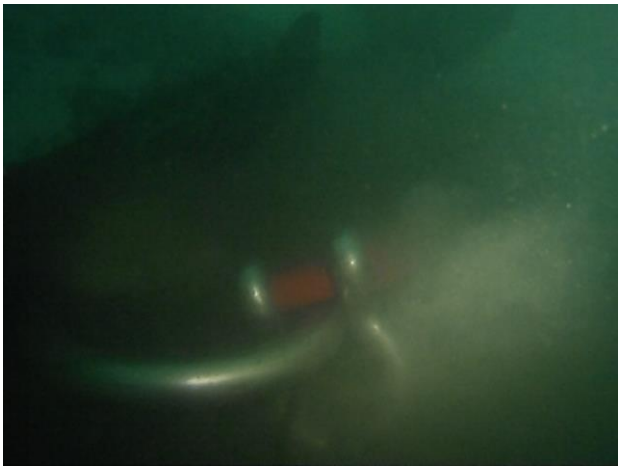
水下人員依序將外海之新儀器架與鐵鍊結合後，並沿途將壓重水泥塊計 10 塊與鐵鍊結合，因應部分水泥塊因距離過長有無法連結之情形者，則另以 10 米長之鐵鍊，將壓重水泥塊與主要海底電纜之 5 分中碳鋼鐵鍊以恰克環結合，以固定海底電纜。

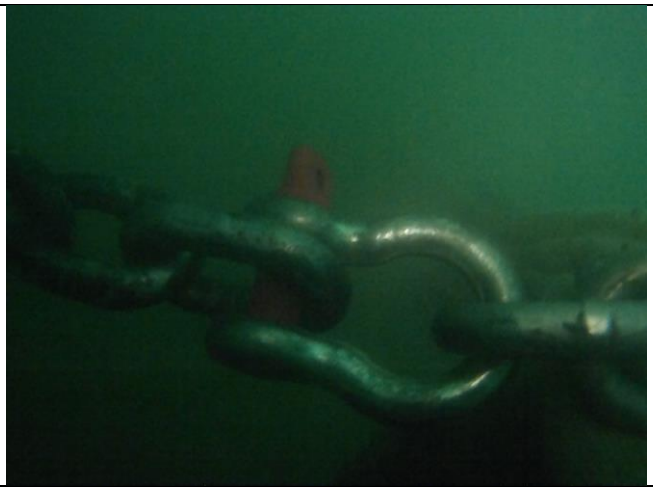
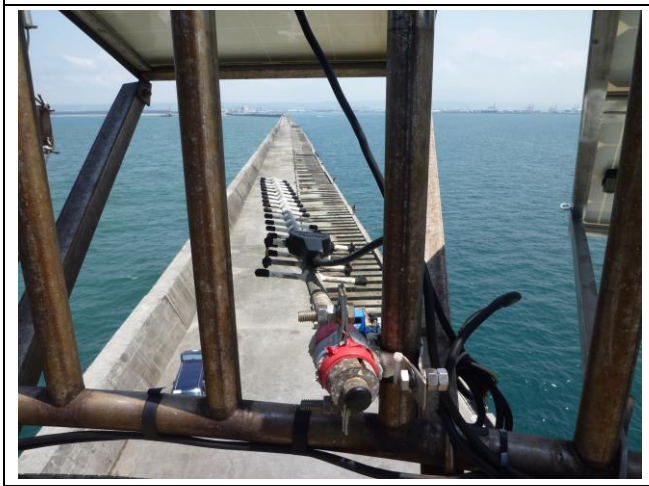
待纜線與水泥塊連結固定完成後即進行纜線出水初潮間帶固定作業，提防岸上至水線部分由工作人員以電鑽協助固定，水下部分由潛水人員以氣動工具予以固定。

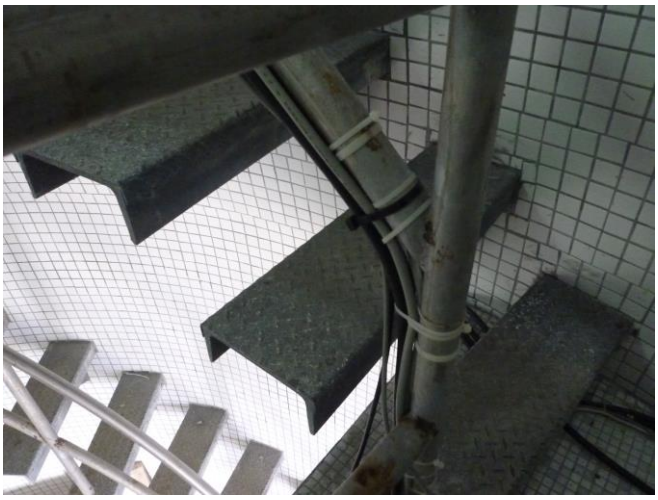
相關作業如下所示：

<table>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖四十七</td><td>圖四十八</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖四十九</td><td>圖五十</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>圖五十一</td><td>圖五十二</td></tr>
</table>

	
圖五十三	圖五十四
	
圖五十五	圖五十六
	
圖五十七	圖五十八

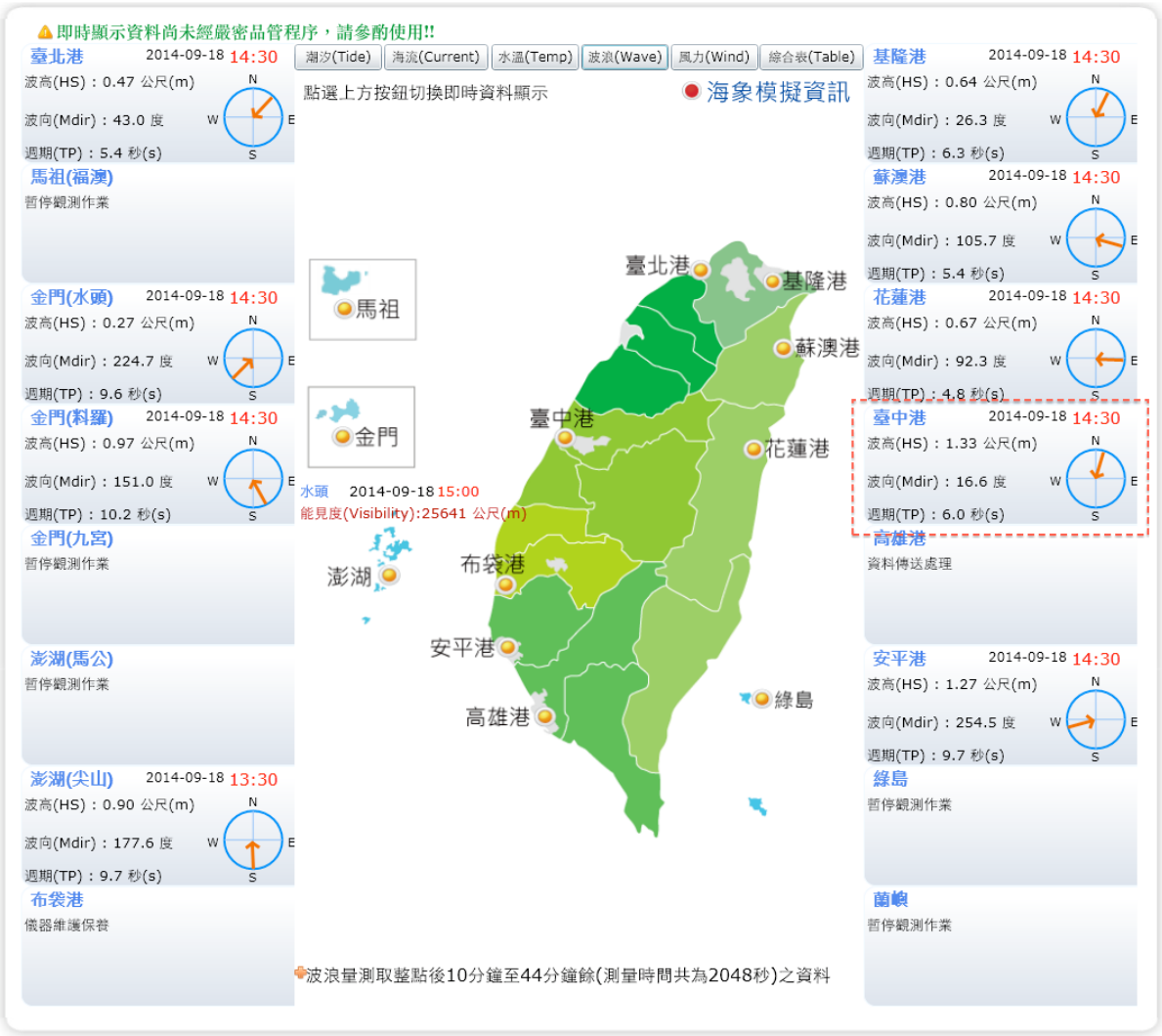
	
圖五十九	圖六十
	
圖六十一	圖六十二
	
圖六十三	圖六十四

	
圖六十五	圖六十六
	
圖六十七	圖六十八
	
圖六十九	圖七十

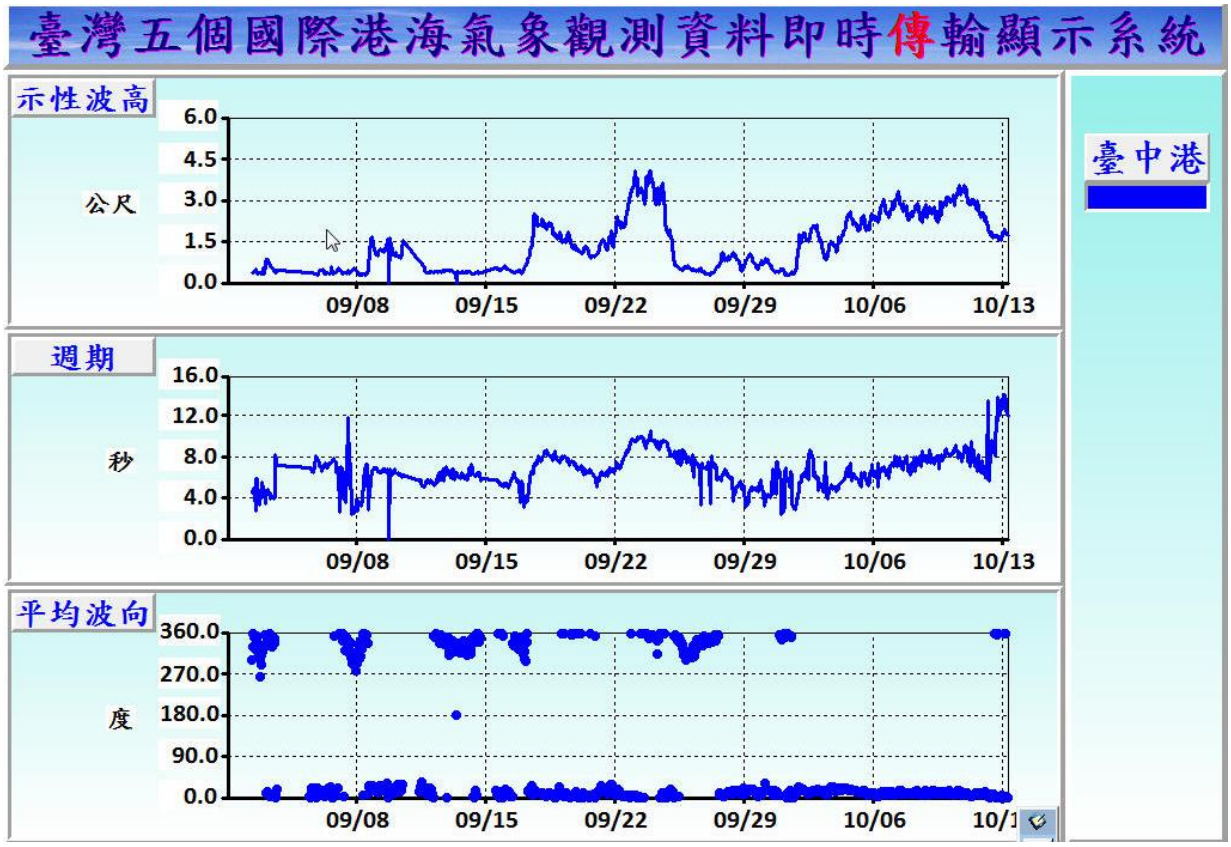
	
圖七十一	圖七十二
	
圖七十三	圖七十四
	
圖七十五	圖七十六

施工完成後顯示資料傳輸一切正常：

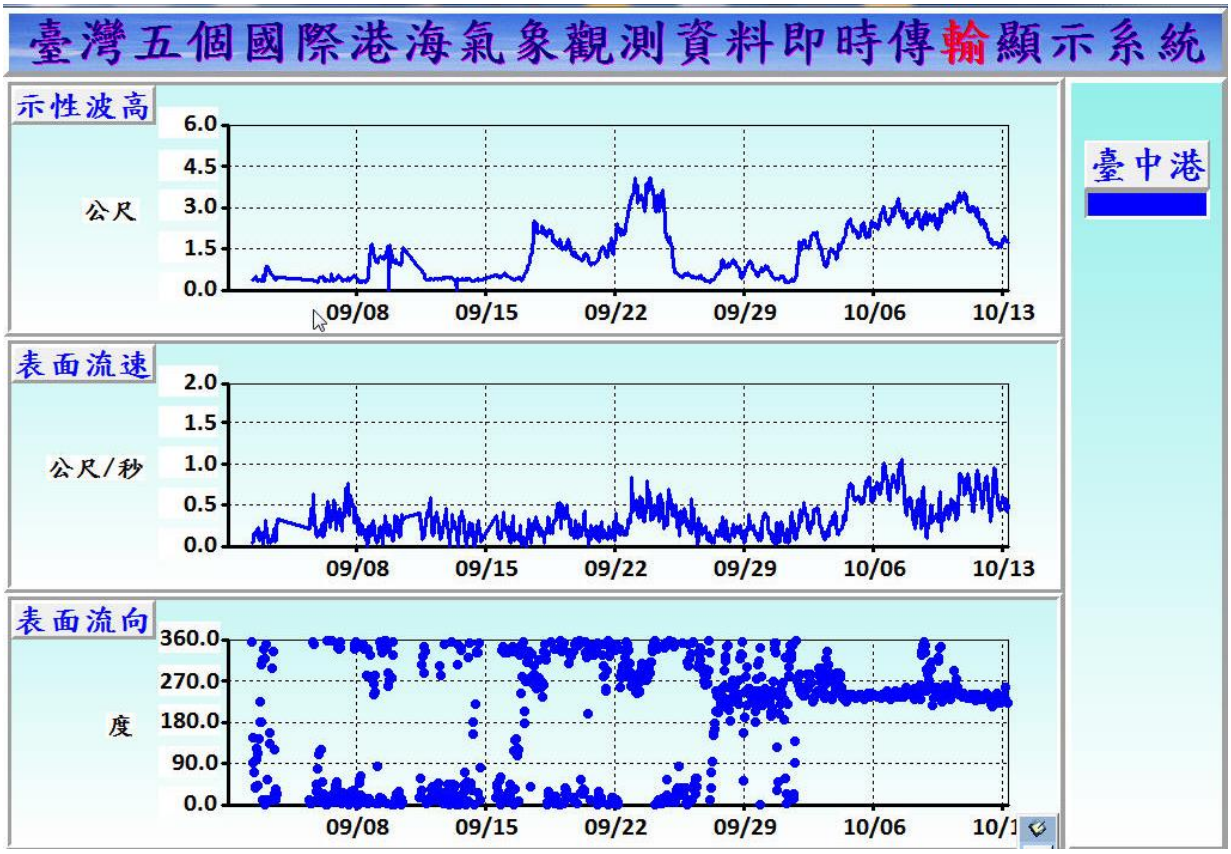
(1)



(2)


臺灣五個國際港海氣象觀測資料即時傳輸顯示系統
示性波高
公尺
6.0
4.5
3.0
1.5
0.0
09/08
09/15
09/22
09/29
10/06
10/13
臺中港
週期
秒
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
平均波向
度
360.0
270.0
180.0
90.0
0.0

(3)


臺灣五個國際港海氣象觀測資料即時傳輸顯示系統
示性波高
公尺
6.0
4.5
3.0
1.5
0.0
09/08
09/15
09/22
09/29
10/06
10/13
臺中港
表面流速
公尺/秒
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
表面流向
度
360.0
270.0
180.0
90.0
0.0

(4)
ATD0933295941

CONNECT 9600 開工後尚未連線
2014/8/26 上午 10:49:13 - Connected.
2014/8/26 上午 10:49:37 - Instrument mode: Unknown. Retrying...
2014/8/26 上午 10:49:59 - Instrument mode: Unknown. Retrying...
2014/8/26 上午 10:50:22 - Instrument mode: Unknown. Retrying...
2014/8/26 上午 10:50:45 - Instrument mode: Unknown. Retrying...
2014/8/26 上午 10:50:46 - Instrument mode: Unknown.
2014/8/26 上午 10:50:46 - Break failed! Acknowledge not received.
2014/8/26 上午 10:50:46 - Hanging up...
2014/8/26 上午 10:50:50 - Hang up command failed!
2014/8/26 上午 10:51:00 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/8/26 上午 10:51:04 - Redialing (3) 0933295941...

OK
2014/8/29 下午 03:44:03 - Dialing 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600

AWCP 海象儀器及海底電線已鋪設完成正在測試中
Confirm:2014/8/29 下午 03:44:32 - Connected.
2014/8/29 下午 03:44:35 - Instrument mode: Measuring (Sleeping).
2014/8/29 下午 03:44:38 - Unable to enter data retrieval mode!
2014/8/29 下午 03:44:38 - Hanging up...
2014/8/29 下午 03:44:47 - Hang up command failed!
2014/8/29 下午 03:44:57 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK

2014/8/29 下午 03:45:00 - Redialing (1) 0933295941...
ATD0933295941
第一筆量測資料已可傳回港研中心
CONNECT 9600
2014/8/29 下午 03:45:29 - Connected.
2014/8/29 下午 03:45:32 - Instrument mode: Data retrieval.
2014/8/29 下午 03:45:34 - Time to next measurement: 00:13:27
2014/8/29 下午 03:45:41 - File info: 0 4f798 28147c
2014/8/29 下午 03:45:41 - Retrieving data (tcn827: 7000 - 28147c)...
2014/8/29 下午 04:08:46 - Read data failed (104000)!
2014/8/29 下午 04:08:46 - Data saved in file: D:\TCincoming\tcn827_2014_08_29.wpr
2014/8/29 下午 04:08:48 - Unable to set instrument clock!
2014/8/29 下午 04:08:48 - Continuing...
2014/8/29 下午 04:08:54 - Unable to continue!
2014/8/29 下午 04:08:54 - Next connect at 16:44:00
2014/8/29 下午 04:08:54 - Hanging up...
2014/8/29 下午 04:08:59 - Hang up command failed!
2014/8/29 下午 04:08:59 - Toggled DTR to hang up!
2014/8/29 下午 04:08:59 - End of session!
2014/8/29 下午 04:44:01 - Starting download session.
2014/8/29 下午 04:44:01 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/8/29 下午 04:44:04 - Dialing 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600

Confirm:2014/8/29 下午 04:44:43 - Connected.
2014/8/29 下午 04:44:47 - Instrument mode: Measuring (Sleeping).
2014/8/29 下午 04:44:50 - Unable to enter data retrieval mode!
2014/8/29 下午 04:44:50 - Hanging up...
2014/8/29 下午 04:44:58 - Hang up command failed!
2014/8/29 下午 04:45:08 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/8/29 下午 04:45:12 - Redialing (1) 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600
2014/8/29 下午 04:45:40 - Connected.
2014/8/29 下午 04:45:44 - Instrument mode: Data retrieval.
2014/8/29 下午 04:45:45 - Time to next measurement: 00:13:16
2014/8/29 下午 04:45:51 - File info: 0 104000 28147c
2014/8/29 下午 04:45:51 - Retrieving data (tcn827: 104000 - 28147c)...
2014/8/29 下午 05:09:05 - Read data failed (204000)!
2014/8/29 下午 05:09:05 - Data saved in file: D:\TCincoming\tcn827_2014_08_29.wpr
2014/8/29 下午 05:09:07 - Unable to set instrument clock!
2014/8/29 下午 05:09:07 - Continuing...
2014/8/29 下午 05:09:08 - Unable to continue!
2014/8/29 下午 05:09:08 - Next connect at 17:44:00
2014/8/29 下午 05:09:08 - Hanging up...
2014/8/29 下午 05:09:10 - Hanging up...
2014/8/29 下午 05:09:11 - Hang up command failed!
2014/8/29 下午 05:09:11 - Toggled DTR to hang up!
2014/8/29 下午 05:09:11 - Hang up command failed!
2014/8/29 下午 05:09:11 - Toggled DTR to hang up!
2014/8/29 下午 05:09:11 - End of session!
2014/8/29 下午 05:09:14 - Starting dialup session.
2014/8/29 下午 05:09:14 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/8/29 下午 05:09:17 - Dialing 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600
2014/8/29 下午 05:09:46 - Hanging up...
2014/8/29 下午 05:09:54 - Hang up command failed!
2014/8/29 下午 05:09:54 - Toggled DTR to hang up!
2014/8/29 下午 05:09:54 - End of session!
2014/8/29 下午 05:44:00 - Starting download session.
2014/8/29 下午 05:44:00 - Initializing modem...

ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/8/29 下午 05:44:04 - Dialing 0933295941...
ATD0933295941

NO CARRIER
2014/8/29 下午 05:45:00 - Dial up connection failed!
2014/8/29 下午 05:45:01 - Hanging up...
+++AT

OK
ATH

OK
2014/8/29 下午 05:45:20 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/8/29 下午 05:45:24 - Redialing (1) 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600

Confirm:2014/8/29 下午 05:45:53 - Connected.
2014/8/29 下午 05:45:57 - Instrument mode: Measuring (Sleeping).
2014/8/29 下午 05:46:00 - Unable to enter data retrieval mode!
2014/8/29 下午 05:46:00 - Hanging up...
2014/8/29 下午 05:46:08 - Hang up command failed!
2014/8/29 下午 05:46:18 - Initializing modem...

OK
2014/9/1 上午 11:45:00 - Redialing (1) 0933295941...
+++AT

已可穩定正常傳回量測之海象資料到港研中心

2014/9/1 上午 11:45:47 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/9/1 上午 11:45:51 - Redialing (2) 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600

Confirm:2014/9/1 上午 11:46:19 - Connected.
2014/9/1 上午 11:46:23 - Instrument mode: Measuring (Sleeping).
2014/9/1 上午 11:46:26 - Unable to enter data retrieval mode!
2014/9/1 上午 11:46:26 - Hanging up...
2014/9/1 上午 11:46:34 - Hang up command failed!
2014/9/1 上午 11:46:44 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/9/1 上午 11:46:48 - Redialing (3) 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600
2014/9/1 上午 11:47:16 - Connected.
2014/9/1 上午 11:47:20 - Instrument mode: Data retrieval.
2014/9/1 上午 11:47:22 - Time to next measurement: 00:12:38
2014/9/1 上午 11:47:28 - File info: 0 57be90 588226
2014/9/1 上午 11:47:28 - Retrieving data (tcn827: 57be90 - 588226)...
2014/9/1 上午 11:48:37 - Data saved in file: D:\TCincoming\tcn827_2014_09_01.wpr
2014/9/1 上午 11:48:39 - Instrument clock set to 2014/9/1 上午 11:48:37
2014/9/1 上午 11:48:39 - Continuing...
2014/9/1 上午 11:48:40 - Next connect at 12:44:00
2014/9/1 上午 11:48:40 - Hanging up...

Confirm:2014/9/1 上午 11:48:56 - Hang up command failed!
2014/9/1 上午 11:48:56 - Toggled DTR to hang up!

2014/9/1 上午 11:48:56 - End of session!
2014/9/1 下午 12:44:00 - Starting download session.
2014/9/1 下午 12:44:00 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/9/1 下午 12:44:03 - Dialing 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600

Confirm:2014/9/1 下午 12:44:33 - Connected.
2014/9/1 下午 12:44:37 - Instrument mode: Measuring (Sleeping).
2014/9/1 下午 12:44:40 - Unable to enter data retrieval mode!
2014/9/1 下午 12:44:40 - Hanging up...
2014/9/1 下午 12:44:48 - Hang up command failed!
2014/9/1 下午 12:44:58 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

2014/9/16 13:45:05 - Dialing 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600

Confirm:2014/9/16 13:45:34 - Connected.
2014/9/16 13:45:38 - Instrument mode: Measuring (Sleeping).
2014/9/16 13:45:41 - Unable to enter data retrieval mode!
2014/9/16 13:45:41 - Hanging up...
2014/9/16 13:45:49 - Hang up command failed!
2014/9/16 13:45:59 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/9/16 13:46:03 - Redialing (1) 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600
2014/9/16 13:46:32 - Connected.
2014/9/16 13:46:36 - Instrument mode: Data retrieval.
2014/9/16 13:46:37 - Time to next measurement: 00:13:22
2014/9/16 13:46:43 - File info: 0 4c0790 4cc914
2014/9/16 13:46:43 - Retrieving data (tcn912: 4c0790 - 4cc914)...
2014/9/16 13:47:42 - Data saved in file: D:\TCincoming\tcn912_2014_09_16.wpr
2014/9/16 13:47:44 - Instrument clock set to 2014/9/16 13:47:42
2014/9/16 13:47:44 - Continuing...
2014/9/16 13:47:45 - Next connect at 14:45:01
2014/9/16 13:47:45 - Hanging up...

Confirm:2014/9/16 13:48:01 - Hang up command failed!
2014/9/16 13:48:01 - Toggled DTR to hang up!
2014/9/16 13:48:01 - End of session!
2014/9/16 14:45:02 - Starting download session.
2014/9/16 14:45:02 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK

2014/9/26 07:45:11 - Dialing 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600

Confirm:2014/9/26 07:45:39 - Connected.
2014/9/26 07:45:43 - Instrument mode: Measuring (Sleeping).
2014/9/26 07:45:46 - Unable to enter data retrieval mode!
2014/9/26 07:45:46 - Hanging up...
2014/9/26 07:45:54 - Hang up command failed!
2014/9/26 07:46:04 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/9/26 07:46:08 - Redialing (1) 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600
2014/9/26 07:46:36 - Connected.
2014/9/26 07:46:40 - Instrument mode: Data retrieval.
2014/9/26 07:46:42 - Time to next measurement: 00:13:18
2014/9/26 07:46:47 - File info: 0 fcea38 fdabbc
2014/9/26 07:46:47 - Retrieving data (tcn912: fcea38 - fdabbc)...
2014/9/26 07:47:45 - Data saved in file: D:\TCincoming\tcn912_2014_09_26.wpr
2014/9/26 07:47:47 - Instrument clock set to 2014/9/26 07:47:45
2014/9/26 07:47:47 - Continuing...
2014/9/26 07:47:48 - Next connect at 08:45:07
2014/9/26 07:47:48 - Hanging up...

Confirm:2014/9/26 07:48:04 - Hang up command failed!
2014/9/26 07:48:04 - Toggled DTR to hang up!
2014/9/26 07:48:04 - End of session!
2014/9/26 08:45:07 - Starting download session.
2014/9/26 08:45:07 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK

2014/10/13 08:46:18 - Redialing (1) 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600
2014/10/13 08:46:46 - Connected.
2014/10/13 08:46:50 - Instrument mode: Data retrieval.
2014/10/13 08:46:51 - Time to next measurement: 00:13:08
2014/10/13 08:46:57 - File info: 0 232161c 232d7a0
2014/10/13 08:46:57 - Retrieving data (tcn912: 232161c - 232d7a0)...

2014/10/13 08:47:55 - Data saved in file: D:\TCincoming\tcn912_2014_10_13.wpr
2014/10/13 08:47:57 - Instrument clock set to 2014/10/13 08:47:55
2014/10/13 08:47:57 - Continuing...
2014/10/13 08:47:58 - Next connect at 09:45:16
2014/10/13 08:47:58 - Hanging up...

Confirm:2014/10/13 08:48:14 - Hang up command failed!
2014/10/13 08:48:14 - Toggled DTR to hang up!
2014/10/13 08:48:14 - End of session!
2014/10/13 09:45:16 - Starting download session.
2014/10/13 09:45:16 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/10/13 09:45:20 - Dialing 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600

Confirm:2014/10/13 09:45:49 - Connected.
2014/10/13 09:45:53 - Instrument mode: Measuring (Sleeping).
2014/10/13 09:45:57 - Unable to enter data retrieval mode!
2014/10/13 09:45:57 - Hanging up...
2014/10/13 09:46:06 - Hang up command failed!
2014/10/13 09:46:16 - Initializing modem...
ATE1Q0V1M0&D2

OK
2014/10/13 09:46:19 - Redialing (1) 0933295941...
ATD0933295941

CONNECT 9600
2014/10/13 09:46:49 - Connected.
2014/10/13 09:46:53 - Instrument mode: Data retrieval.
2014/10/13 09:46:55 - Time to next measurement: 00:13:05
2014/10/13 09:47:00 - File info: 0 232d7a0 2339924

2014/10/13 09:47:00 - Retrieving data (tcn912: 232d7a0 - 2339924)...
2014/10/13 09:47:58 - Data saved in file: D:\TCincoming\tcn912_2014_10_13.wpr
2014/10/13 09:48:00 - Instrument clock set to 2014/10/13 09:47:58
2014/10/13 09:48:00 - Continuing...
2014/10/13 09:48:01 - Next connect at 10:45:16
2014/10/13 09:48:01 - Hanging up...

Confirm:2014/10/13 09:48:17 - Hang up command failed!
2014/10/13 09:48:17 - Toggled DTR to hang up!
2014/10/13 09:48:17 - End of session!

從 2014 年 9 月 1 日 11 時開始至今都可自動正常傳回海象資料到港研中心

中國土木水利工程學刊 第二十六卷 第四期

Journal of the Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering, Vol. 26, No. 4,

pp. 335–341, 2014

基隆港與高雄港潮汐對稱性的分析探討

莊文傑　曾相茂　張憲國

中國土木水利工程學刊 第二十六卷 第四期 (民國一〇三年)
Journal of the Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering, Vol. 26, No. 4, pp. 335–341, 2014

基隆港與高雄港潮汐對稱性的分析探討

莊文傑 [1*] **曾相茂** [1] **張憲國** [2]

關鍵詞：調和分析、合成潮、包絡波、陸架特徵寬度、臺灣海峽。

摘 要

高雄港與基隆港分別位處臺灣海峽之南、北兩端，雖然彼此距離遙遠，但其潮汐波形，卻很特殊地具有相互對稱性。主要的造成原因，經蒐集兩港 1989 ~ 1991 年同期間之實測潮位紀錄，並分年各別進行調和分析後可發現，其係兩港皆具有 M_2、K_1 與 Q_1 等相同之前三大分潮，且分潮振幅均相近似，相對之潮時相位角差亦甚固定，因而促使兩港之潮汐波形，實際皆具有相同之高頻載波及相近似之低頻包絡波，只是低頻包絡波間存在有 60° 之相對潮時相位差或相當於 8.61 小時之潮時延遲而已。另外，若將此兩港間低頻包絡波之相對潮時差轉換為空間位置之差異，則在平均水深約為 60 m 之臺灣海峽內，即可依據低頻包絡波之群波波速，計算基隆港與高雄港間之波動傳播距離，或推估具有等深特性之陸架地形剖面特徵寬度，約為 698.3 km。

ANALYSIS ON THE SYMMETRY OF TIDES AT THE KEELUNG AND KAOHSIUNG PORTS

Wen-Jye Juang Hsiang-Mao Tseng
Center of Harbor and Marine Technology
Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications
Taichung, Taiwan 43542, R.O.C.

Hsien-Kuo Chang
Department of Civil Engineering
National Chiao Tung University
Hsinchu, Taiwan 30010, R.O.C.

Key Words：harmonic analysis, synthetic tides, waves envelope, the characteristic width of continental shelf, the Taiwan Strait.

ABSTRACT

The tides at both of the Keelung port (KL) and the Kaohsiung port (KH) that located at the north and south ends of Taiwan, respectively, exhibit interestingly symmetrical appearance. Applying the harmonic analysis on the yearly tidal records of both ports during 1989 ~ 1991, it is found that the causes are mainly due to the top three constituents: M_2, K_1 and Q_1, are same, and the amplitudes are similar. Moreover, the phase lags of each of the constituents that evaluated by KH relative to KL is nearly constant. With those essential characteristics of constituents to form the synthetic tides for both of the ports, we further confirm that the carrier and the envelope are same, besides existing a

[1*] 通訊作者，交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員
[2] 國立交通大學土木工程學系教授

phase lags of 60°, eq. a time lags of 8.61 hrs on the envelope. By the way of transforming the time lags into location difference, therefore, the wave group velocity is applied to estimate the propagation distance between KL and KH, so as to the characteristic width of the continental shelf which dominates the tidal appearance around the west coast of Taiwan. And it is about 698.3 km supposed the mean water depth of 60 m on the Taiwan Strait.

一、前 言

臺灣海峽，於地理定義上，北以臺灣富貴角與中國福建省平潭島 (又稱海壇島) 連線為界；南至鵝鑾鼻與福建省東山島連線為限 [1]，全海域濱處在東亞大陸棚架上，為聯接東海與南海的重要通道，其鄰近之海域環境及水深地形，如圖 1 所示，南北總長約 400 公里，平均寬度 200 公里，平均水深 60 米 [2]。其中，分別約位處海峽南、北兩端之高雄港與基隆港，其間之距離，常因不同的應用而有不同的特性 (characteristic) 長度，例如：在 Google 地球上，直接依據地圖作量測，可得直線距離約為 325 公里；若依公路運輸里程估算，則順行國道 3 號，自基隆至屏東林邊，約為 430 公里；若就海上航運而言，則兩港間順沿臺灣西部海岸之航程約為 415 公里，而從基隆港－經澎湖－到高雄港，其間之航程則可達約 502 公里；此外，自圖 1 中，由臺灣東部之蘭嶼起，以逆時鐘方向環繞臺灣本島，再回至綠島止，於離岸約 50 公里的近海萃取水深地形，經平面展開後，可得一甚平坦的陸架 (continental shelf) 型剖面，如圖 2 所示 [3]，而依據圖中之尺度標示，估量自基隆港東北方之龍洞起至高雄港止之距離，可得約 650 公里；其中，基隆港與高雄港間之距離，估量亦約可達 600 公里。 針對

波動之水理 (hydraulic) 特性，於高雄港至基隆港間之臺灣海峽海域內，Lin *et al.* [3] 及莊、江 [4-6] 分別即曾針對圖 2 所示之東亞陸架地形，探討引致潮波展現如圖 3 所示特殊振盪型態之顯著影響因素，並提出當臺灣海峽之陸架平坦海域具有約 60 公尺之平均水深、且特性距離 (characteristic distance) 約為 650 公里之情況下，具有凱文波 (Kelvin waves) 特性，即順循波動行進方向右側波高大於左側 [7] 且入射波向主要為由北而南之半日型潮波，將會因東亞陸架緣南、北兩端突變水深所造成之強反射效應而形成相向凱文波相交會之近似重複駐波 (standing waves) 振盪型態 [5] 與旋轉潮波系統 [8,9]，同時會因陸架地形之長度近似 1/2 波長以及抓陷 (trapping) 效應而導致波動共振 (resonance) 現象，因此，在臺灣海峽中段海域內，由於有駐波腹點 (anti-node) 之形成，故潮差特別大；而在南、北陸架緣端，由於皆為駐波節點 (node)，故潮差特別小。另外，Jan *et al.* [2,10] 採用地理 (geographic) 特性長度，主 張半日型潮波由北而南以單一方向入射臺灣海峽海域後，將因水深淺化、臺灣灘 (平均水深不及 30 米) 南側陸架緣陡變深水海域所造成之反射、及海峽地形長度滿足 1/4 波長等因素，致使潮波振幅，亦會展現異常放大之共振特性。

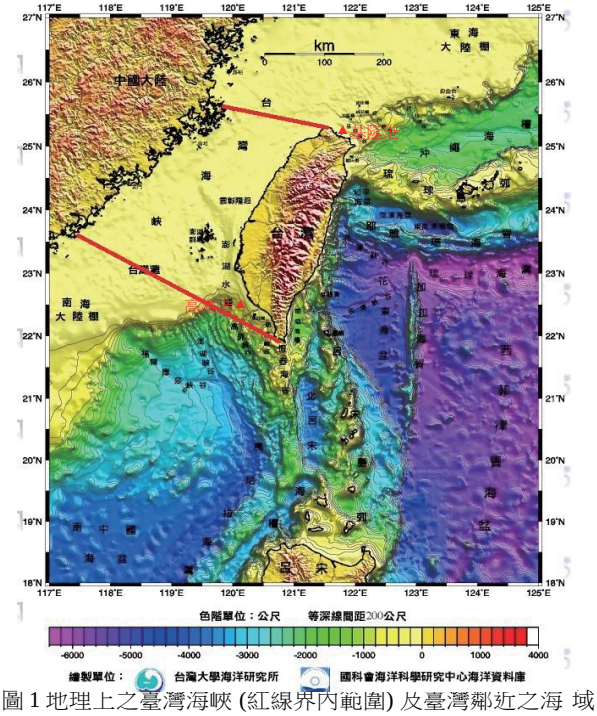


圖 1 地理上之臺灣海峽 (紅線界內範圍) 及臺灣鄰近之海 域環境與水深地形 (資料提供：國科會海洋科學研究 中心海洋資料庫，1998)

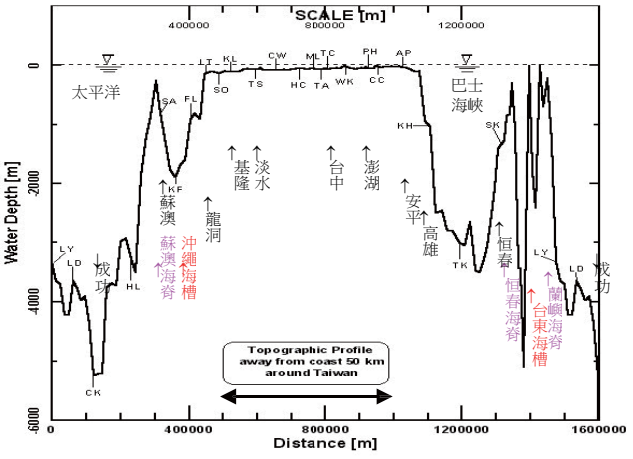


圖 2 自臺灣東部之蘭嶼起，以逆時鐘方向環繞臺灣近海，而至綠島止，在離岸約 50 公里所萃取並經平面展開之平坦陸架地形剖面 [3]

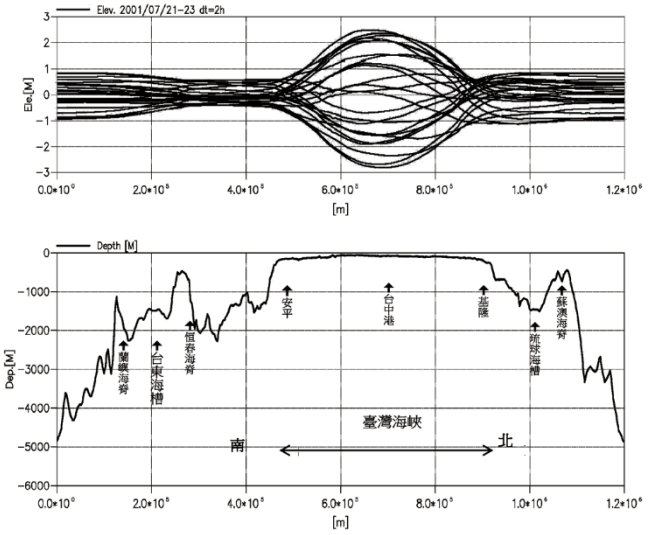


圖 3 以順時鐘方向環繞臺灣近岸海域經平面展開陳現近似重複駐波之潮波振盪型態 (上) 與對應之水下陸架地形剖面 (下) [5]

在海岸工程領域，於高雄港至基隆港間之臺灣西部近岸海域內，由於關聯該海域特異波動型態與共振機制闡釋之陸架特徵寬度，國內迄今尚無定論、仍多爭議，因此，基於不同地點、同時期之潮位紀錄，應隱含有豐富的波動特性 (水理) 資訊認知，本研究首先將介紹兩港間實測潮汐波形之特殊關聯性；其次，應用 1989 年至 1991 年期間之逐時潮位紀錄，逐年進行固定分潮成分之調和分析，並探討其主要分潮調和分析常數之相關性；接著，藉最主要分潮振幅與相位所展現之特殊相對差異關係，建構簡化之合成潮波；最後，應用合成潮波之波能傳播特性，闡釋兩港間潮汐波形陳現特殊關聯性之原因，並估量與判定存在兩港間之陸架特徵寬度。

二、潮汐波形之特殊關聯性

臺灣環島海域潮汐之總體波動特性，可引用圖 4 所示由莊、江 [11] 合成共計 13 個長、短週期分潮所建構之擬真潮波同潮圖 (cotidal chart) 或旋轉潮波系統 [9] 加以闡釋。圖中，黑色虛線為同振幅線 (co-amplitude lines)，其標值 (單位為公尺) 之兩倍約可表示潮差之大小；紅色實線為同潮時線 (co-phase lines)，其兩線各自標值 (單位為小時) 之相對差，即約是滿潮之時間延遲，且標值由小至大之空間變化趨勢，可用以展現潮波之運動傳播方向。因此，綜合觀察圖 4 可見，高雄港與基隆港，僅管其經過澎湖之海上航程約相距有 502 公里之遙，但在兩港鄰近海域，概似皆有無潮點 (amphidromic points) 存在，致使彼此之潮差，實際皆小且甚相近似，各僅約 1.5 公尺 (亦可參見圖 3)；而滿潮時，高雄港 (標值 8.5) 僅比基隆港 (標值 10.0) 提早約 1.5 小時。至於潮波之運動傳播方向，沿著臺灣西南部海岸係為由南而北，而沿西北部海岸則為由北而南，兩相向運行之潮波，約略於臺中港海域交會。另外，沿著中國大陸海岸，尚可見潮波之行進方向，明確為由北而南，且波動型態為順循波向右側水位高於左側之行進凱文波。

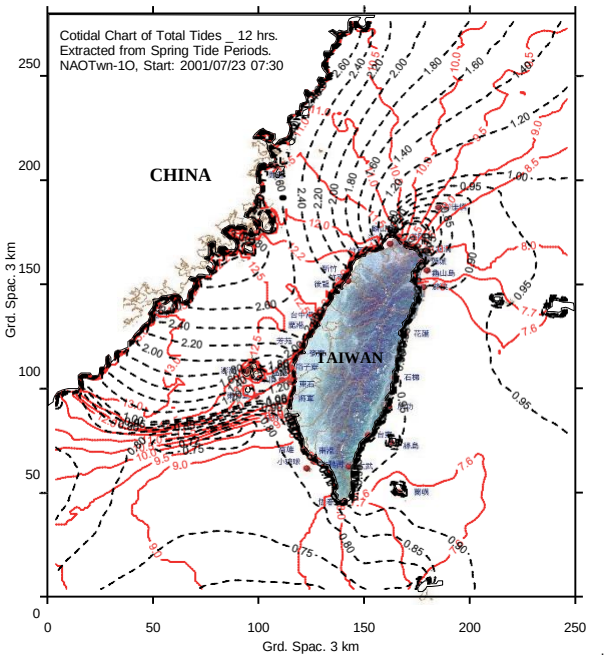


圖 4 臺灣環島海域合成十三個長、短週期主要分潮所建構之擬真潮波同潮圖 (—— 同潮時線；－－－－ 同振幅線) [11]

實測潮汐通常涵括天文潮與氣象潮二主要部分。而為避免氣象潮之干擾，俾據以清楚衡量高雄港 (KH) 與基隆港 (KL) 潮汐之相關性，於 1989 年 1 月 25 日至 3 月 1 日期間，應用中央移動平均法，自實測潮位濾除氣象潮後 [12]，可得兩港含括月大、小潮期間之實測逐時潮位，分別如圖 5 所示。

在圖 5 中，針對 2 月 6 日或 2 月 20 日之月大潮期間，觀察 KL 與 KH 潮位之逐時變化，分別可得日滿、乾潮時序，在 KL 為：高高潮－高低潮－低高潮－低低潮；而在 KH 為：高高潮－低低潮－低高潮－高低潮，顯然，只要相對作時序移位 (shift)，兩者即具有高－低間之對稱性。此外，對照比較潮幅之逐日變化可見，在 KL，其高高潮幅，均比低低潮幅小；而在 KH，其高高潮幅，則皆比低低潮幅大。兩港之潮汐特性，實際並不相似。僅管如此，經詳細觀察兩港之日滿、乾潮時序，並對照比較潮幅之逐日變化型態後可發現，若以 KH 之逐時潮位為對照比較基準，則只要將 KL 之逐時潮位，對其平均潮位作對稱轉換，則可見兩港間之潮位時序，將具有相近似之日潮幅與日滿、乾潮變化特性，有所差異的，僅是相互間存在滿、乾潮之潮時延遲 (時差) 而已。至於時差之大小，歷經如圖 6 所示之詳細調校試驗與相關性分析，結果可發現當時差值約為 8.5 小時，則兩港潮位時序將具有 –0.924 之最高相關係數 (correlation coefficient)。據此，以 KH 全月期間之潮位時序作為參考基準，進而將 KL 同時期之潮位時序，先對其平均潮位作對稱轉換，再調整潮時使其提早 8.5 小時，然後作相互對照比較，結果如圖 7 所示，圖中，兩港間之誤差度與相關性，經分析可得均方根誤差 (root mean square error) 僅約 9.7 公分，而相關係數為 0.924。故而可確認，基、高兩港間之天文潮，彼此確實具有特殊之對稱關聯性。至於，其造成之主要原因與意義，將於下一章作論述與探究。

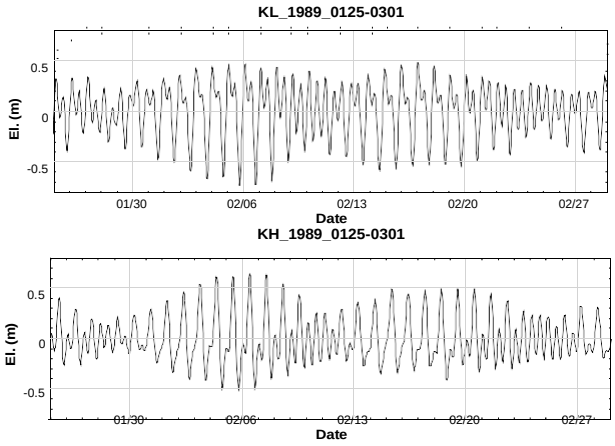


圖 5 基隆港 (上) 與高雄港 (下) 1989 年含括月大、小潮期 間之實測逐時潮位與其由日滿、乾潮幅所構成包絡波形之相互對稱性

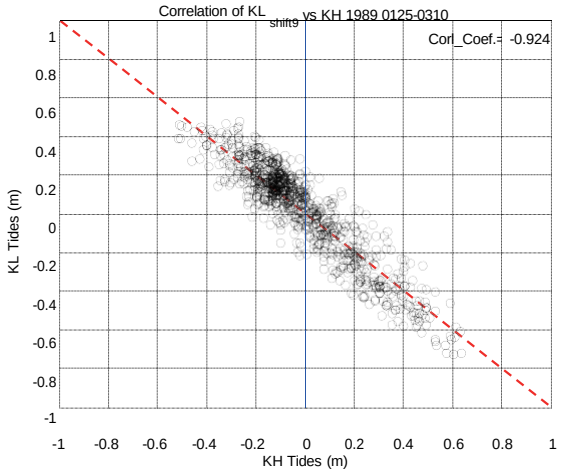


圖 6 基隆港全月期間實測潮位時序調校 8.5 小時後相對於高雄港之相關性分析

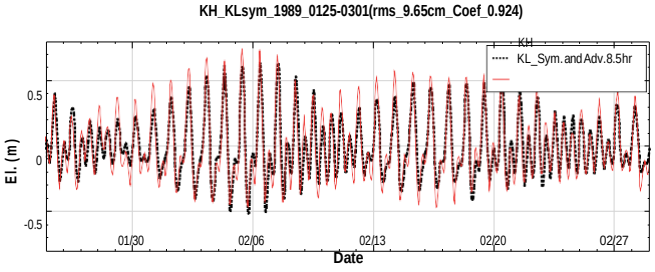


圖 7 高雄港全月期間之實測逐時潮位時序 (黑點線) 與將基隆港同時期潮位時序先對其平均潮位作對稱轉換，再調整提早 8.5 小時潮時 (紅實線) 之相互對照比較

三、潮汐調和分析結果之對照比較

為深入探究基、高兩港實測潮位在圖 7 中所展現特殊對稱關聯性之意涵，經蒐集整理兩港自 1989 年至 1991 年相同期間之逐時實測潮汐紀錄，考量紀錄期距長、短對調和分析之影響 [13,14]，應用自行研發固定含括十三個長、短週期分潮成分之 HIS (Harmonic Interpolation Supplements) 調和內差補遺模式 [12]，分年各別進行兩港潮汐之調和分析，因而可得半日型 M_2、S_2 及全日型 K_1、O_1 等四個主要分潮之調和分析常數 (分潮振幅與相位角) 及其各別相對差異之分析結果，如表 1 所示。

觀察表 1 並先就分潮振幅而論，比較基隆港與高雄港分年之半日型分潮可知，由於 M_2 之振幅，明顯皆大於 S_2，故兩港之半日型分潮，皆以 M_2 最主要；而全日型分潮，由於 K_1 與 O_1 具有甚相近似之振幅，故兩者同屬主要。此外，分年各別將兩港 M_2、K_1、O_1 三個主要分潮之振幅再作相互比較，可發現各分潮振幅之大小，彼此皆甚相當，尤其特別的是，其皆與 Nagata *et al.* [15] 依據平衡潮所估算太陰潮之最低潮位 (約 –17.8 公分) 及太陽潮之最大潮位 (約 16.4 公分) 相近似。進一步，再分年計算兩港各主要分潮振幅之 相對差更可發現，其彼此之差異值，實際均甚微小，其中，具有最大振幅相對差之分潮為 M_2，但其差異值不足 5 公 分，至於 S_2、K_1、O_1 分潮，其差異值則皆小於 1.5 公分。很 明顯地，由主要分潮振幅之分年對照比較結果可發現，兩 港雖分處臺灣海峽的南、北兩端，但主要分潮之振幅大小， 卻極特殊地具有一致性。造成該現象之確切原因，尚待另 文深入探究，但由圖 3 所示之潮波振盪型態作初步觀察，可推測其應與臺灣海峽之陸架地形影響有關，而其意涵，應即在促使潮波陳現明顯地部分重複駐波特性。

接著，就分潮相位角而論，再由表 1 觀察可知，僅管 兩港各自主要分潮分年之相位角皆具有變化，但其相對之 相位角差，卻甚固定。以高雄港相對於基隆港而言，M_2 與 S_2 半日型分潮分年之相對相位角差，各別約是正 60°與正 50°，亦即是高雄港主要半日潮之滿潮時，約比基隆港提早 1/6 ~ 1/7 週期，若以 12 小時作為半日潮之代表週期，則其相當於 2 ~ 1.7 小時；或可謂基隆港主要半日潮之滿潮時，約比高雄港延遲 (落後) 10 小時 (5/6 週期)。而就 K_1 與 O_1 全日型分潮分年之相對相位角差而言，其各別約為負 60°與 負 47°，亦即是高雄港主要全日潮之滿潮時，反而皆比基隆 港落後約 1/6 ~ 1/7 週期，若以 24 小時作為全日潮之代表週 期，則其相當於 4 ~ 3.1 小時，或可謂基隆港主要全日潮之 滿潮時，約比高雄港提早 20 小時 (5/6 週期)。很明顯地， 從對照比較兩港各自主要分潮分年之相對相位角差可發 現，雖然基、高兩港間之海上航程約為 415 公里，但主要 分潮之滿潮時 (相位角)，均仍具有極固定之相對性。

表 1 基隆港 (KL) 與高雄港 (KH) 分年實測潮位經調和 分析所得主要天文分潮之振幅與相位角及其在兩港間之相對差異性

分潮	年別	驗潮站	振幅 (m)	振幅差 KH-KL (m)	相位 (θ°)	相位差 KH-KL (θ°)
M_2	1991	KH	0.173	−0.044	10.62	+56.88
		KL	0.217		313.74	
	1990	KH	0.169	−0.046	271.82	+60.05
		KL	0.215		211.77	
	1989	KH	0.170	−0.043	168.51	+60.82
		KL	0.214		107.69	
S_2	1991	KH	0.070	+0.012	07.55	+48.72
		KL	0.058		318.83	
	1990	KH	0.068	+0.014	08.81	+50.53
		KL	0.054		318.28	
	1989	KH	0.066	+0.011	09.76	+55.07
		KL	0.055		314.69	
K_1	1991	KH	0.182	−0.013	211.92	−60.31
		KL	0.195		272.23	
	1990	KH	0.184	−0.015	210.60	−59.34
		KL	0.199		269.94	
	1989	KH	0.190	−0.014	207.84	−59.18
		KL	0.204		267.02	
Q_1	1991	KH	0.174	+0.008	210.20	−47.27
		KL	0.166		257.47	
	1990	KH	0.182	+0.011	111.60	−45.19
		KL	0.171		156.79	
	1989	KH	0.185	+0.007	11.49	−47.04
		KL	0.178		58.53	

四、合成主要分潮之潮汐特性

應用調和分析，即可將實測潮汐分解為多個具有特定頻率之天文分潮，各分潮並具有其各別之波動特性。對於基、高兩港之實測潮汐，從表 1 之調和分析結果可見，其前四大主要分潮分別為 M_2、S_2、K_1 與 O_1，但 M_2、K_1 與 O_1 分潮各別之振幅大小，彼此卻極相近，且比具有最小振幅之 S_2 分潮約大 3 倍，因此，實際之潮汐波動，參見圖 5，無疑地應可藉 M_2、K_1 與 O_1 等三個主要分潮之合成潮加以近似。惟為闡釋基、高兩港間潮汐所陳現之特殊關聯性 (參見圖 7)，也為合成潮之單純化，因此，僅管 M_2 與 K_1，或 M_2 與 O_1 之合成潮，甚或近似於實測潮之 M_2、K_1 與 O_1 合成潮，各自皆有其對應之波動特性，但本研究仍將選擇僅由 M_2 與 K_1 二具有最大振幅分潮所組成之合成潮進行探討。

設定 M_2 與 K_1 分潮之振幅、頻率、與相位角，分別為(A、ω_2、ϕ) 與 (B、ω_1、φ)，則在基、高兩港，其由 M_2 與 K_1 二最主要分潮所組成合成潮 (η) 之波動時序 (t)，可共通表示為

$$\eta = A\times\cos(\omega_2 t+\varphi)+B\times\cos(\omega_1 t+\phi) \quad (1)$$

或

$$\eta = (A+B)\cos(\omega^- t+\theta^-)\times\cos(\omega^+ t+\theta^+) -(A-B)\sin(\omega^- t+\theta^-)\times\sin(\omega^+ t+\theta^+) \quad (2)$$

式中，

$$\omega^- = \frac{\omega_2-\omega_1}{2};\ \omega^+ = \frac{\omega_2+\omega_1}{2} \quad (3)$$

$$\theta^- = \frac{\varphi-\phi}{2};\ \theta^+ = \frac{\varphi+\phi}{2} \quad (4)$$

$$\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2},\ T_2 = 12.42060120 \text{ 小時};$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1},\ T_1 = 23.93446961 \text{ 小時} \quad (5)$$

檢視式(2)可知，由兩個各具有不同振幅與頻率之分潮所合成之潮汐波動，其波形實際將由具 90°相位角差的高頻(ω^+) 正、餘弦載波 (carrier)，以及振幅分別為 $(A+B)\cos(\omega^- t+\theta^-)$ 與 $(A-B)\sin(\omega^- t+\theta^-)$ 且相位角差亦洽是 90°之低頻 (ω^-) 正、餘弦包絡波 (envelope) 或群波 (wave group) 所組成。又因振幅與波能密切相關，因此，低頻包括波之逐時振幅變化，將直接影響合成潮波總體波動特性之展現。

針對高雄港及基隆港，自表 1 中將 1991 年兩港最主要之 M_2 與 K_1 分潮調和分析常數分別代入式(1)或式(2)中計算，因而各別可得由低頻包絡波與高頻載波所構成之具體合成潮汐波動時序與型態，如圖 8 所示。

先就合成潮波之日滿、乾潮時序觀察圖 8 可見，在時序 300 或 700 上，在基隆港為：高高潮－低低潮－低高潮－高低潮；而在高雄港為：高高潮－高低潮－低高潮－低低潮。亦即是兩港彼此間之日滿、乾潮時序，雖因未將主要分潮 O_1 納入考量而致與實測潮位在月大潮期間之日滿、乾潮時序 (參見圖 5 之 1989 年 2 月 6 日或 2 月 20 日) 變化有所差異，但兩港之合成潮，相對於各自之平均潮位，仍相同地具有高－低間之對稱性且存在有固定之潮時相位差。另外，再就圖 8 所示之全月逐日潮幅變動特性而論，在基隆港，可見合成潮之逐日高高潮幅，均比低低潮幅小；而在高雄港，則高高潮幅，皆比低低潮幅大。再次將其與兩港實測潮汐之潮幅變動特性 (參見圖 5) 相對照比較，可發現其明顯亦具有相互一致之吻合性。因此，可確認，實測潮汐與僅由 M_2 與 K_1 二最主要分潮所組成之合成潮，其總體波動特性實際是甚相近似地。

以式(2)所示之合成潮為基礎，為清楚闡釋基、高兩港實測潮汐相互間所陳示之波形對稱性與滿、乾潮時固定存在 60°相位差或有 8.5 小時延遲之意涵，再依據表 1，並進一步應用兩港最主要之 M_2 與 K_1 分潮各自皆具有近似相同振幅之特性，即當 $A\cong B$，則式(2)可再簡化為振幅具有低頻包絡波特性之單純高頻載波，即

$$\eta \approx 2A\cos(\omega^- t+\theta^-)\times\cos(\omega^+ t+\theta^+) \quad (6)$$

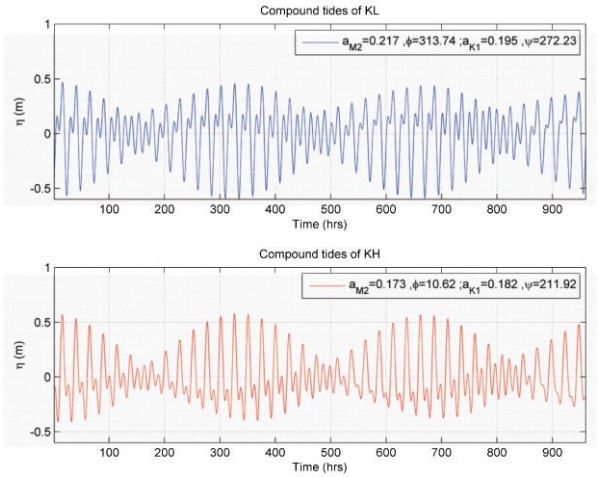


圖 8 基隆港 (上) 與高雄港 (下) 各別僅依據其 M_2 與 K_1 最主要分潮之振幅與相位角所合成之具體潮汐波動 時序及型態

因此，基隆港 (KL) 與高雄港 (KH) 之合成潮波，分別可以 η_{KL} 及 η_{KH} 表示為

$$\eta_{KL} \approx 2A_{KL}\cos(\omega^{-}t+\theta^{-}_{KL})\times\cos(\omega^{+}t+\theta^{+}_{KL}) \tag{7}$$

$$\eta_{KH} \approx 2A_{KH}\cos(\omega^{-}t+\theta^{-}_{KH})\times\cos(\omega^{+}t+\theta^{+}_{KH}) \tag{8}$$

觀察式(7)與式(8)可見，僅管基、高兩港之低頻包絡波與高頻載波，各自具有不同之相位角，但合成潮之波動型態，實際並無太大差異。據此，再應用兩港 M_2 與 K_1 二最主要分潮相互間所具有振幅相似與相對相位角差固定之特性，即

$$\left.\begin{aligned} A_{KH} &\approx A_{KL} \\ \varphi_{KH} &\approx \varphi_{KL} + 60^{\circ} \\ \phi_{KH} &\approx \phi_{KL} - 60^{\circ} \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

並將式(9)代入式(8)中化簡，因而可得高雄港之合成潮波，最終將可完全以基隆港合成潮波之振幅與相位角表示為

$$\eta_{KH} \approx 2A_{KL}\cos(\omega^{-}t+\theta_{KL}+60^{o})\times\cos(\omega^{+}t+\theta_{KL}) \tag{10}$$

針對式(7)與式(10)，將其相互對照比較可見，基、高兩港之合成潮，實際具有相同之高頻載波以及波動型態相似之低頻包絡波或群波。相關具體之高、低頻波動型態，參見圖 8 所示。至於關聯滿、乾潮時固定延遲之低頻包絡波頻率 ($\omega^{-}=2\pi/T^{-}$) 或週期 (T^{-})，將式(5)代入式(3)中計算，可得其週期為 51.64 小時。故而，在基、高兩港低頻包絡波相對具有 60°相位角差或相當於潮時延遲 $T^{-}/6$之情況下，基隆港逐日陳現滿、乾潮之潮時，將約比高雄港落後約 8.61 小時。而這正洽與圖 5 所示實測潮汐潮時約延遲 8.5 小時相近似。藉由以上基、高兩港合成潮特性之探討，綜合可確認， 兩港間潮汐之特殊對稱關聯性，實際係因緣於各自皆具有相同之前三大分潮 (M_2、K_1 與 O_1)，且分潮振幅均相近似，加以相對相位角差亦皆固定所導致。

五、基隆港與高雄港間之潮波傳播距離

基隆港與高雄港間潮汐之特殊對稱關聯性，在工程應用上，除了可提供潮位交互校正之基礎及作為缺漏紀錄補遺之依據外，尚可交互用以濾除天文潮位，而作氣象潮位或暴潮位之萃取。惟本文將針對合成潮波，應用其低頻包絡波所具有之群速度，推估基、高兩港間之波動傳播距離，甚或是位在臺灣海峽內近似等深之東亞陸棚架地形的特徵寬度 (參見圖 3)，俾據以闡釋及檢驗潮波受地形抓陷 (trapping) 效應影響而陳現波動共振之機制 [3,6]。

在基、高兩港間，依據式(7)與式(10)，假定關聯潮汐振幅與波能變動之低頻包絡波，其相對所具有 60°之相位角差或相當於於 8.61 小時之潮時延遲，係由空間位置差異所引致，則於臺灣海峽內，可設定一平面二維正交曲線 (curvilinear) 座標系統 (X, Y)，並取順沿海峽中軸線為 X 軸，且以由北而南為正向。再設定具有週期為 T^{-}或頻率為 ω^{-}之低頻包絡波之波長為 L^{-}，或其週波數為 $k^{-}(=2\pi/L^{-})$，因而即可將基、高兩港各自低頻包絡波之相位角，分別表示為

$$k^{-}X_{KL} = \theta_{KL} \tag{11}$$

$$k^{-}X_{KH} = \theta_{KL} + \frac{2\pi}{6} \tag{12}$$

式中，X_{KL} 與 X_{KH} 分別為基、高兩港在 (X, Y) 座標系統中之位置座標。因而可得兩港間之相對距離為

$$k^{-}(X_{KH}-X_{KL}) = \frac{2\pi}{6} \tag{13}$$

或

$$X_{KH}-X_{KL} = \frac{L^{-}}{6} \tag{14}$$

這意謂位處在臺灣海峽南端之高雄港，其相對於北端基隆港之波動傳播距離，明確可應用低頻包絡波波長之 1/6 進行估算。至於波長，應用淺水波分散關係 (dispersion relation)：

$$\omega^{-} = C^{-}\cdot k^{-} \tag{15}$$

式中，C^{-}表示波動傳播速度或群波波速 (wave group velocity)，且 $C^{-}=\sqrt{gd}$，g、d 分別為波動傳播海域之重力加速度與水深。再依據式(3)及式(5)，透過 M_2 與 K_1 分潮頻率所約具有$\omega_2 \approx 2\omega_1$ 之關係，因而可將低頻包絡波之頻率 (ω^{-}) 表示為

$$\omega^{-} = \omega_1/2 \tag{16}$$

或

$$\omega^{-} = \omega_2/4 \tag{17}$$

而週波數 (k^{-}) 或與其對應之波長 (L^{-})，在特定水深下，應用式(15)，即可分別將其以 M_2 與 K_1 分潮各別對應之波長

L_2 與 L_1 表示為

$$\bar{L} = 2L_1 \quad (18)$$

或

$$\bar{L} = 4L_2 \quad (19)$$

因此，在基、高兩港間，當臺灣海峽之平均水深為 50 ~ 60 米 [2,4]，則同樣應用式(15)所示之淺水波分散關係，配合式(5)之分潮週期，即可算得 K_1 分潮之 L_1 約為 1913.0 ~ 2095.0 km，而 M_2 分潮之 L_2 約為 956.3 ~ 1048.0 km，接著，再依據式(18)或式(19)，進而可推算低頻包絡波之波長約為 3825.2 ~ 4192.0 km，而後，依據式(14)，即可估算高雄港相對於基隆港之波動傳播距離 ($X_{KH} - X_{KL}$)，約為 637.7 ~ 698.3 km。將其再與圖 2 所示鄰接在臺灣西部近海且具有等深特性之東亞陸架地形剖面特徵寬度 (characteristic width) 相互比較，尚可確認彼此洽相吻合。

另外，在式(7)及式(8)中，於將潮時相位角轉換為式(11)及式(12)所示之空間位置差異後，基、高兩港各自之低頻包絡波，由於其波動相位皆將具有$\omega t + kX$ 之形式，因而具有負 X 方向之群波波速，而這意謂在以由北而南為正向之臺灣海峽座標系統中，兩港支配振幅或主控波能變化之低頻包絡波，其傳播方向實際係為由南而北。值得特別注意的是，若將低頻包絡波由南而北之波能傳遞方向，與依據圖 4 所示擬真潮波同潮圖之同潮時線空間變化所判定之潮波行進方向相互對照比較，則可發現在臺灣西南部近海，僅管兩者之波動方向一致，但在臺灣西北部近海，卻明顯存在差異。造成差異的原因，實際係因依據同潮時線空間變化所判定之潮波行進方向，為針對高頻載波而論。

六、結　論

分別位處臺灣海峽南、北兩端之高雄港與基隆港，雖然彼此距離遙遠，但潮汐相互間卻具有甚為特殊之對稱關聯性。經蒐集實測潮汐資料進行調和分析後可發現，主要之造成原因，係兩港皆具有相同之前三大分潮，且分潮振幅均相近似，相對之潮時相位角差亦固定，因而促使潮汐波形，實際皆具有相同之高頻載波及相近似之低頻包絡波，只是低頻包絡波間存在有 60° 之相對潮時相位差或相當於 8.61 小時之潮時延遲而已。進一步若將兩港間低頻包絡波之相對潮時差轉換為空間位置之差異，則在平均水深約為 60 m 之臺灣海峽內，即可依據低頻包絡波之群波波速，計算基隆港與高雄港間之波動傳播距離，或推估具有等深特性之陸架地形剖面特徵寬度，約為 698.3 km。

參考文獻

1. 王鑫，「臺灣海峽」，台灣大百科全書，文化部，行政院，中華民國 (2009) (http:// taiwanpedia.culture.tw/web/content?ID=1459)。
2. Jan, S., Chern, C. S., and Wang, J., "Transition of tidal waves from the east to south china seas over the Taiwan strait: Influence of the abrupt step in the topography," *Journal of Oceanography*, Vol. 58, No. 6, pp. 837–850 (2002).
3. Lin, M. C., Juang, W. J., and Tsay, T. K., "Anomalous amplification of semidiurnal tides along the western coast of Taiwan," *Ocean Engineering*, Vol. 28, No. 9, pp. 1171–1198 (2001).
4. 莊文傑、江中權，「台灣四周海域海流數值模擬研究」，MOTC-IOT-IHMT-NA8916 基本研究報告，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，共 282 頁 (2000)。
5. 莊文傑、江中權，「臺灣海峽海域潮波振盪型態之確認」，第 25 屆海洋工程研討會論文集，台灣海洋工程學會，國立臺灣海洋大學，第 31–38 頁 (2003)。
6. 莊文傑、江中權，「臺灣海峽的水深地形對潮波振盪之影響研究」，MOTC-IOT-93- H3DA004 基本研究報告，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，共 438 頁 (2005)。
7. Pedlosky, J., *Geophysical Fluid Dynamics*, Springer- Verlag, New York (1979).
8. 林琿、閻國年、宋志堯，東中國海潮波系統與海岸演變模擬研究，科學出版社 北京，中國，共 266 頁 (2000)。
9. 莊文傑、江中權，「臺灣四周海域的潮波系統」，第 27 屆海洋工程研討會論文集，台灣海洋工程學會，國立中興大學，第 154–161 頁 (2005)。
10. Jan, S., Chern, C. S., Wang, J., and Chao, S. Y., "The anomalous amplification of M2 tide in the Taiwan strait," *Geophysical Research Letters*, Vol. 31, No. 7, L07308, pp. 1–4 (2004).
11. 莊文傑、江中權，「台灣四周海域旋轉潮波系統之同潮圖」，第 28 屆海洋工程研討會論文集，台灣海洋工程學會，國立中山大學，第 325–330 頁 (2006)。
12. 莊文傑、曾相茂、江中權，「潮汐資料之補遺及其在暴潮位萃取之應用」，第 28 屆海洋工程研討會論文集，國立中山大學，台灣海洋工程學會，第 277–282 頁 (2006)。
13. Foreman, M. G. G., *Manual for Tidal Heights Analysis and Prediction*, Revised Edition (Jul., 1996), Pacific Marine Science Report 77-10, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Victoria, B.C., Canada (1977).
14. Emery, W. J. and Thomson, R. E., *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*, Second and Revised Edition, Elsevier, Amsterdam, Netherlands (2001).
15. Nagata, Y., Hikosaka, S., and Miyazaki, M., *Physical Oceanography III*, Tokai Univ. Press, Tokyo, Japan (1971) (in Japanese).

103 年 7 月 24 日　收稿
103 年 9 月 20 日　修改
103 年 11 月 26 日　接受

第 36 屆海洋工程研討會論文集　國立交通大學

Proceedings of 36th Ocean Engineering Conference in Taiwan

National Chiao Tung University, December 2014

淺談瘋狗浪之預警

莊文傑　　曾相茂

第 36 屆海洋工程研討會論文集　國立交通大學　2014 年 12 月
Proceedings of 36th Ocean Engineering Conference in Taiwan
National Chiao Tung University, December 2014

淺談瘋狗浪之預警

莊文傑 [1]　曾相茂 [1]

[1] 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員

摘要

對照近岸監測波浪之時序特性變化與發生瘋狗浪侵襲事件之時間關聯性，本研究認為：伴隨颱風或季風所衍生之湧浪，其在近岸之群波非線性演化本質與波能聚積堆疊效應，應是引發瘋狗浪或異常大浪的重要機制與關鍵原因。因此，為現階段瘋狗浪避災與防災之需要，本研究將避免對瘋狗浪之準確發生時間與地點進行預測或預報，而僅以預警為目標。主要的預警準據，建議以東部海岸既有海象測站之即時波浪監測特性作為基礎，當所監測到波浪之示性波高大於 1.5 公尺、且其示性週期在甚短期間內由通常小於 10 秒之風浪，突然轉變為超過 10 秒以上之湧浪時，應即起動相關之預警作為；而當波浪之示性週期再度減降回復至 10 秒以下時，即可解除預警。

關鍵詞：瘋狗浪、預警、湧浪、突浪、群波演化

Proposing a Primary Early Warning Scheme for the Coastal Freak Waves

Wen-Jye Juang*　Hsiang-Mao Tseng

* Researcher, Center of Harbor and Marine Technology, Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications, Taiwan (R.O.C.)

ABSTRACT

Contrasting the time varying characters of measured waves with the the coastal freak waves occurred, we consider that the essential of wave grouping evolution associated with the wave accumulation effects of the swell should be the main mechanism and key cause to generate the coastal freak waves. To partially fit the requirements of hazards mitigation and prevention at present stage, we therefore focus on the works of proposing a primary early warning scheme instead of forecasting and predicting. Basing on the real time wave monitoring system that managed by the center of harbor and marine science and technology, I.O.T., the main proposing scheme is exactly monitoring and identifying the growth of swell such that the early warning scheme should be started when the significant wave height and period bigger than 1.5m and 10s, and could be stopped when the wave period restoring to less than 10s, i.e., the general wind waves.

Keywords: Freak waves; Warning scheme; Swell; Rogue waves; Wave grouping evolution

一、前言

「瘋狗浪」係臺灣民間在風和日麗期間對近岸海域突發性所發生異常大浪之俗稱 (氣象局，2014a)。由於其具有時、空之不可預測性，故在學研課題上，常將其與發生在海洋上之突浪、詭浪(freak waves)或暴浪(rogue waves)作相同歸類。

發生瘋狗浪之原因，目前尚不明確，但推測其應與颱風及季風等劇烈氣象變動因素及與局部海岸地形、水深、海流等海象環境因素相關。主要之引發機制，除了寬頻波浪間之交互作用、能量的堆疊匯聚、群波的非線性演化等波動內在本質特性外，

尚包括波—流之交互作用、移動風暴之海氣能量傳遞、近岸水深造成波浪變形之聚焦、以及地形引發之波動共振等外在海域環境影響(許等，1993；陳，1999；蔡 等，2001；陳等，2001；陳，2002；張，2006；董，2008；曾等，2011；張、歐，2013；Doong et al., 2009；Klinting and Sand, 1987)。

瘋狗浪，就其在近岸海域所具有之巨大突衝波動特性而論，其型態應與 Quevedo et al.(2008)所提及之邊緣波 (edge waves) 或與 Monserrat et al. (2006)、林(2013)所描述之氣象海嘯(meteotsunamis)甚相近似；而就其經常好發於風和日麗期間，故其實際尚應與颱風及強烈季風所生成長浪或湧浪(swell) 之波動能量聚積與堆疊效應(Accumulation effect)具有密切之關聯(梁、林，1978；林、梁，1999；梁，2008；Liang, 2007；Liang, 2012)。

湧浪或長浪，通常係由遠域海洋中之移動低氣壓或颱風或強烈季風所引起。當其生成且離開風域後，傳播速度甚快、傳播距離甚遠、所挾帶的能量甚大，僅管其在大海中，常不易被察覺，但到了岸邊時，常在水深變淺、地形效應及相向海流與人造結構物之阻塞(block)作用影響下，因傳播速度減慢，先來、後到波浪發生擠壓，進而促使波動能量聚積與堆疊，以致形成突發性之異常大浪_瘋狗浪。

在與臺灣鄰接之東海海域，由於每年冬季(12~2月)皆有強盛東北季風之吹襲作用，又在西北太平洋及南海海域，每年夏、秋季節(6~11 月)皆有颱風形成，平均每年約可高達 26.32 個(氣象局，2014b)。故而臺灣環島海岸，在季節性強、弱不同之湧浪侵襲下，瘋狗浪之發生地點，實際具有地域性，主要概略分布在臺灣東北角之基隆八斗子、鼻頭角至宜蘭頭城、烏石港間海岸，以及在臺灣西南部之恆春貓鼻頭至墾丁與高雄西子灣至旗津間海岸。

研究瘋狗浪，國內學研界迄今尚有諸多課題待釐清與確認，故欲準確地預測或預報發生時間與地點，仍具困難度。惟面對其所經常引致之不幸侵襲災害，本研究將以交通部運輸研究所港灣技術研究中心在臺灣五大國際商港外廓海域所建置之海氣象即時監測系統資料(曾、陳，2012)作為基礎架構，再應用湧浪迥異於風浪之波動特性，純粹從避災與防災之觀點，以預警為目標，具體提出建議措施。

二、瘋狗浪與湧浪之關聯

在民國 76 年 10 月 23 日下午 1 時，屏東縣水利國小學童，在老師帶領下，至恆春貓鼻頭礁岩海岸郊遊，但不幸意外遭受瘋狗浪之侵襲，以致有 9 名學童被突發性之三個巨浪吞噬，舉國哀悼。當時，生成於 1987/10/22 的強烈颱風琳恩(LYNN)，即是在菲律賓呂宋島東方距鵝鑾鼻數百公里之海面快速向西北西方向移動。

在民國 87 年 9 月 29 日下午 1 時左右，基隆和平島公園之中山仔礁岩，據報導有釣客遭瘋狗浪侵襲，並造成二傷一失踪之悲劇。而當時亦有生成於 1998/09/27 之輕度颱風楊妮(YANNI)，過境臺灣東北部海域。

在去年(民國 102 年)11 月 9 日 14 時左右，新北市樹林社區大學總共有 26 名學員正在進行東北角鼻頭角海岸地質美學教學，當學員行經鼻頭角東邊地質公園內距海約 20 公尺的礁岩平台步道時，很不幸地突然遭到連續三波高估計超過 5 公尺之大浪侵襲，並造成 8 死 8 傷的悲劇，而於隔日(11 月 10 日)22 時至 11 日 5 時之間，臺南安平海岸亦遭到西南向長浪之侵襲，並造成大量蚵棚被沖毀，損失估計約 4~5 億。據查，早於 2013/11/04 生成之強烈颱風海燕(HAIYAN)，正以 63m/s 之強大中心風速，快速接近菲律賓呂宋島南側海域，且於 11 月 8 日 6 時登陸，而後西行進入南海。

以上三個造成瘋狗浪不幸侵襲事件之颱風，前兩者(琳恩、楊妮)中央氣象局皆曾發布颱風警報，而最後者(海燕)，則為非發布警報之颱風。這意謂不論是否為發布警報之颱風，也不論其強弱，其所造成之湧浪，明確皆會與瘋狗浪侵襲事件有所關聯。

三、發生瘋狗浪的關鍵癥候

臺灣東北部鼻頭角海岸之岬頭地形地貌與地質，如圖 1 所示。由圖觀察可見，在鼻頭角與龍洞岬間，實際有一矩形灣澳存在，且在礁岩海岸上，明顯有海蝕溝與海蝕平台遍布。

針對 102/11/09 海燕颱風期間發生在鼻頭角岬頭東側海岸步道之 11-9 瘋狗浪侵襲事件，在鄰近海域缺乏波浪測站情況下，為具體掌握其湧浪之逐時演化特性，爰自交通部運輸研究所港灣技術研究中心在臺灣五大國際商港外廓海域所建置之海氣象即

時監測系統中(曾、陳，2012)，檢選與鼻頭角地理位置相鄰近之蘇澳港測站，並整理與 11-9 事件相關聯之部分波動監測紀錄，因此可得最大觀測波高約達 8.3 公尺(2013/11/09 07:43:00)之突發性異常大浪紀錄(同時期之示性波高不及 1.5 公尺)，如圖 2 所示；而若以深水波速估計波動自蘇澳港傳播至鼻頭角所需之時間，則在 11-9 事件發生前 2 小時與前 1 小時，可整理蘇澳港之實測波浪時序紀錄，如圖 3 所示，由圖觀察可見，當時波浪之群波特性，實際上甚明顯。



圖 1 鼻頭角與龍洞岬間之礁岩矩形灣澳地形(左)與鼻頭角地質步道鄰近之海蝕溝與海蝕平台(右)

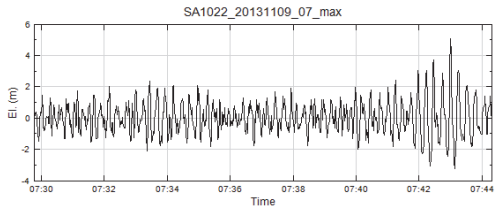


圖 2 蘇澳港海象測站在海燕颱風期間所觀測到最大波高約達 8.3 公尺(2013/11/09 07:43:00)之異常大波浪紀錄(同時期之示性波高不及 1.5 公尺)

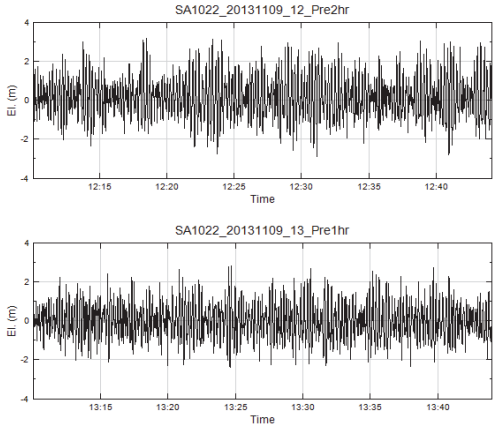


圖 3 蘇澳港海象測站於鼻頭角 11-9 瘋狗浪侵襲事件發生前 2 小時(上)與前 1 小時(下)之波浪紀錄

進一步針對事件發生前 2 小時之波動時序紀錄，應用 EMD 經驗模態分解方法進行分析，因而可得不同頻段之固有模態函數(IMF)，如圖 4 所示，觀察圖中具有較大波能之第 2 與第 3 IMF 可見，其不僅群波特性顯著，透過頻譜分析，尚可確認，其實際分別為具有示性週期約 13 秒與 20 秒之湧浪。因此，綜合鼻頭角之海岸地形與颱風移動風暴 之作用應可確認，造成 11-9 不幸事件之瘋狗浪，不 僅與近岸波動之群波非線性演化機制相關，波群中 具有示性週期約 13 秒之湧浪，更應是發生瘋狗浪的重要因素與關鍵癥候。

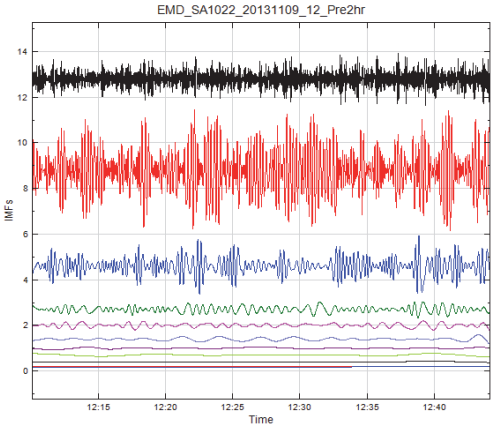


圖 4 以 EMD 分析蘇澳港對應 11-9 瘋狗浪侵襲事件前 2 小時之波浪紀錄所得之 IMFs 及明顯具群波型態之第 2(紅)與第 3(藍)IMF (週期分別約 13 秒與 20 秒之湧浪)

四、近岸湧浪之演化特性

針對關聯 11-9 瘋狗浪侵襲事件之海燕颱風湧浪，於 2013 年 11 月 8 日至 12 日期間，自交通部運輸研究所港灣技術研究中心在臺灣五大國際商港外廓海域所建置之海氣象即時監測系統中，整理基隆港、蘇澳港及花蓮港所量測之波浪紀錄，可得各港之示性波高與週期時序變化，如圖 5 所示。由圖觀察可見，在 11 月 9 日 00 時以前，各港所觀測之波高皆不及 1.5 公尺，週期均小於 8 秒，總體海象，尚算風平浪靜；但之後，位處臺灣東部海岸之蘇澳港及花蓮港，其波動週期在甚短期間內均即突增而超過 13 秒，波高亦皆逐漸增高中，這意謂當時已有湧浪到達；10 小時以後，即至 11 月 9 日 10 時左右，蘇澳港的波高，已大幅成長而超越 4 公尺，週期亦持續維持在 13 秒以上，這說明東部海岸先來、後到之湧浪，已大量聚積與堆疊在近岸海域，因而於隨

後之 14 時左右，在鼻頭角近岸引發瘋狗浪侵襲事件；再接續至 11 月 9 日 19 時以後，蘇澳港超過 3 公尺的大浪，已開始減衰消散，週期亦隨著逐潮縮短；而至 11 月 10 日 14 時之後，波高已回復至接近 1.5 公尺、週期減降至 10 秒以下之一般高頻風浪狀態。此外，圖 5 中所示基隆港之湧浪演化歷程亦值得特別關注，因該港域受東北角岬頭海岸之屏蔽，故不僅東向入射湧浪之侵襲時間大幅延後，其能量的聚積與週期的變動，相對上亦較隱晦不明。

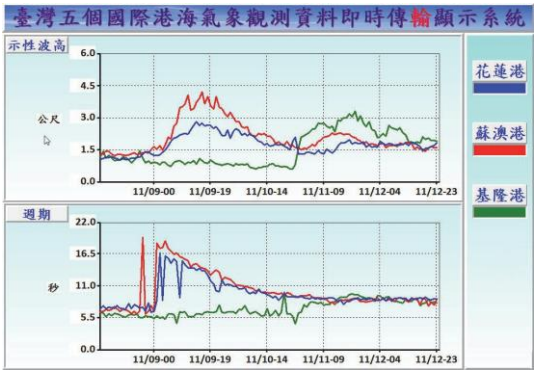


圖 5 海燕颱風期間，基隆港(綠)、蘇澳港(紅)及花蓮港(藍)海象測站自 2013 年 11 月 8 日至 12 日以 AWCP 所量測波浪之示性波高(上)與週期(下)之時序變化

為更清楚確認颱風湧浪在近岸海域之逐時演化特性，再針對今年(2014 年)7 月 4 日生成於關島之浣熊(NEOGURI)颱風，由於她在 7 月 7 日凌晨兩點增強為強烈颱風，且於 7 日至 8 日期間，最接近臺灣東部海岸，僅管中央氣象局研判其直撲臺灣之機率不大而未發布颱風警報，但仍提醒沿海居民及趁暑假到海邊遊憩之民眾，要嚴防巨浪。

在 2014 年 7 月 5 日至 10 日浣熊颱風過境臺灣東部海域期間，整理基隆港、蘇澳港、花蓮港及高雄港所量測之波浪紀錄，可得各港之示性波高、週期與波向時序變化，如圖 6 所示。由圖觀察可見，在 7 月 7 日凌晨以前，各港所觀測之波高皆不及 1.5 公尺，週期均小於 9 秒，總體海象狀態，係屬經常性之高頻風浪；但隨著颱風靠近之後，位處臺灣東部海岸之蘇澳港及花蓮港，其波動週期於甚短期間內均即突增而超過 14 秒，波高亦皆逐漸增高中，這意謂當時已有湧浪到達；接著，與海燕颱風相似，同樣約經過 10 小時以後，即至 7 月 7 日 13 時左右，蘇澳港與花蓮港之波高，均已大幅成長而分別超越 4 與 3 公尺，週期亦皆持續維持在 14 秒以上，這說明東部海岸先來、後到之湧浪，已大量聚積與堆疊於近岸海域，僅管當時臺灣東北角海域未有任何瘋狗浪侵襲事件發生，但深信該海域之波動，將與圖 2 及圖 3 相近似，同樣應已充分具有群波非線性演化狀態及可以引發瘋狗浪之關鍵機制；再接續至 7 月 8 日 5 時以後，蘇澳港與花蓮港超過 3 公尺的大浪，已開始減衰消散，週期亦隨著逐潮縮短；而至 7 月 9 日 1 時後，波高再度回復至接近 1.5 公尺且週期減降至 10 秒以下之一般經常性高頻風浪狀態。此外，圖 6 中所示高雄港之湧浪演化歷程亦值得特別關注，因該港域受臺灣南端岬頭海岸之屏蔽，故不僅東向入射湧浪之侵襲時間大幅延後，其能量的聚積效應與週期的變動，相對上亦較微弱與和緩。

因此，不論颱風湧浪是否引發瘋狗浪侵襲事件，依據以上海燕颱風與浣熊颱風在近岸海域所衍生湧浪之演化特性(參見圖 5 與圖 6)綜合可見，當位處臺灣東部海岸之蘇澳港與花蓮港，若所監測到波動之示性波高大於 1.5 公尺，且其週期在甚短期間內由小於 10 秒之一般風浪，突變為超過 10 秒以上之湧浪，則約 10 小時後，在東北角近岸海域之波浪，必會因群波非線性演化與湧浪能量之大量聚積與堆疊而衍生異常大浪，甚或是瘋狗浪。

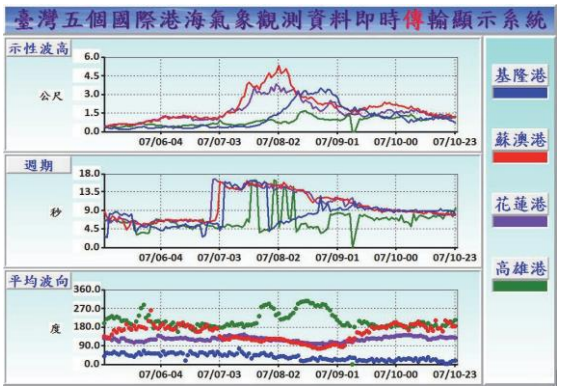


圖 6 浣熊颱風期間，基隆港(藍)、蘇澳港(紅)、花蓮港(紫)、高雄港(綠)海象測站自 2014 年 7 月 5 日至 10 日以 AWCP 所量測波浪之示性波高(上)、週期(中)與波向(下)之時序變化

五、瘋狗浪之預警與作為

去年(2013 年)11 月 9 日海燕颱風期間在鼻頭角岬頭東側海岸步道發生不幸的 11-9 瘋狗浪侵襲事件後，依據隨後的平面媒體報導，交通部長葉匡時

曾提出：宣導海岸防衛知識、瘋狗浪盛行季節將嚴格管制、增設監視系統、善用志工勸導及海岸風景區將和氣象局設立預報機制等 5 項具體防災措施，並承諾將會督導交通部所屬的海岸型國家風景管理處跟中央氣象局建立長期的研究合作，來研擬小區域氣候預報機制，並且會把氣候方面的訊息，充分提供給予遊客知悉，藉以防範未然。部分學者也透過媒體呼籲：建構瘋狗浪警報，莫讓民眾怕海。但亦有學者認為：在海岸增加再多的防護設施，經海浪沖擊，幾年就破壞殆盡，治本之道應是建立預警系統，並加強民眾對海洋安全的警覺。國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系副教授董東璟到意外發生地點勘查後，依據其對瘋狗浪之豐富研究經驗指出：透過從遠處傳來湧浪的高度、方向以及時間，可預測海岸邊出現瘋狗浪的機會，一般而言，可提早一天預警，同時並建議，未來應建立一套瘋狗浪預警系統。

對於瘋狗浪之預警，本研究於詳細研究臺灣環島近岸湧浪之演化特性後(參見第四章)認為，若以交通部運輸研究所港灣技術研究中心在臺灣五大國際商港外廓海域所建置之海氣象即時監測系統作基礎，並以位處臺灣東部海岸之蘇澳港與花蓮港海象測站所即時監測到之波動特性作依據，則在冬季之季風期，或在夏、秋季之颱風期，不論中央氣象局是否發布「強風特報」或「颱風警報」，當蘇澳港與花蓮港之即時監測波高大於 1.5 公尺，且其週期在甚短期間內即由小於 10 秒之一般風浪，突然轉變為超過 10 秒以上之湧浪時，應即已達到發布「瘋狗浪警報」之時機；而當波動週期再度減降回復至 10 秒以下之經常性高頻風浪狀態時，「瘋狗浪警報」應即可解除。如此，不僅將可於極可能發生瘋狗浪之 10 小時前，從容執行預警作為與措施，更可以最科學之方法、最親海之方式、最合理人力之配置、最儉省社會成本之耗費，有效消弭瘋狗浪侵襲事件之發生，進而徹底達成消災與防災之雙重目標。至於相關之預警作為與措施，建議如下：

1. 政府應儘速責成發布與解除「瘋狗浪警報」之相關權責機構或單位；相關海岸管理機構，對於歷年瘋狗浪之好發地域，應研擬預警配合措施，並落實預警作為。
2. 除了既有如圖 7 所示之常設靜態瘋狗浪警示標誌外，應配合警報發布與解除期間，於通往海岸之重要入口處，建設易於辨識警報之動態燈號與標誌。
3. 在重要之海岸公路或鐵路區段，建設可提示警報資訊之電子看板與跑馬燈布告，並配合瘋狗浪警報發布期間，作動態之起閉。
4. 預先在高程不及 5 公尺之礁岩海岸，劃設警戒線，並於瘋狗浪警報期間，統整各式與公權力相關之人力與物力資源，藉以短暫禁止或勸離民眾進入警戒帶內從事各式活動。
5. 透過教育與媒體，強化風浪與湧浪在近岸所具有之本質演化特性知識，並宣導其對人民財產損失之潛在威脅與引發瘋狗浪侵襲對生命之危害。



圖 7 鼻頭角地質步道區既有常設之靜態瘋狗浪警示標誌

六、結論

湧浪在近岸之群波非線性演化本質與在特定局部海域地形下之波能聚積與堆疊效應，應是引發瘋狗浪或異常大浪的重要機制與關鍵原因。

現今之科研成就，欲對瘋狗浪之準確發生時間與地點進行預測或預報，僅管尚有諸多物理課題層面待突破與辯證，但就防護、避災、減災、消災之各項防災目標而言，本研究認為：現階段應可依據即時監測湧浪特性之變化，而簡速地從預警著手。

至於起動或結束預警之時機，本研究建議：以 交通部運輸研究所港灣技術研究中心在蘇澳港與花蓮港海象測站之即時波浪監測特性作為準據，無論季節是夏季或冬季，也無論天氣是風和日麗或狂風

暴雨，當該二指定海象測站之一所監測到波浪之示性波高大於 1.5 公尺、且其示性週期在甚短期間內由通常小於 10 秒之風浪，突然轉變為超過 10 秒以上之湧浪時，即應發布「瘋狗浪警報」；而當波浪之示性週期再度減降回復至 10 秒以下時，「瘋狗浪警報」即可解除。

參考文獻

1. 梁乃匡、林文宗(1978)「薇拉颱風波浪實測與推算之比較」，*第 2 屆海洋工程研討會論文集*，第 23-27 頁。
2. 許明光、曾俊超、高家俊(1993)「台灣地區『瘋狗浪』之調查及成因初探」，*第 15 屆海洋工程研討會論文集*，第 525-534 頁。
3. 林文宗、梁乃匡(1999)「颱風湧浪逆風之探討」，*第 21 屆海洋工程研討會論文集*，第 109-114 頁。
4. 陳正宏(1999)*瘋狗浪原因的初探*，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
5. 蔡政翰、林盈成、曾相茂(2001)「群波與瘋狗浪」，*海洋工程學刊*，第 1 卷，第 1 期，第 71-82 頁。
6. 陳冠宇、蘇青和、曾相茂(2001)「瘋狗浪的可能機制與特性」，*第 23 屆海洋工程研討會論文集*，第 140-146 頁。
7. 陳冠宇(2002)「瘋狗浪的可能機制」，*海洋工程學刊*，第 2 卷，第 1 期，第 93-106 頁。
8. 張振洋(2006)*基隆外海三連波與異常波浪探討*，國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系碩士論文。
9. 梁乃匡(2008) 「颱風湧浪與怪浪的預報」，*第 10 屆水下技術研討會暨國科會成果發表會論文集*。
10. 董東璟(2008)「時頻分析應用在異常波浪的分析」，*第一屆時頻分析與地球科學研討會簡報檔*，中央研究院地球科學研究所，共 17 頁。
11. 曾薾璇、董東璟、陶愛峰、鄭金海(2011)「海洋實測資料中異常波浪特性之研究」，*第 33 屆海洋工程研討會論文集*，第 151-156 頁。
12. 曾相茂、陳佳興(2012)*100 年臺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，MOTC-IOT-100-H2DA001a 基本研究報告，共 337 頁。
13. 林立青(2013)「晴天氣候的帽子戲法—氣象海嘯」，專題報導，*科學發展*，第 488 期，第 10-14 頁。
14. 張憲國、歐善惠(2013)「神出鬼沒的瘋狗浪」，專題報導，*科學發展*，第 488 期，第 6-9 頁。
15. 氣象局(2014a)*氣象百科_海象問答_波浪*，中央氣象局編印。(http://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/marine/wave001.htm)
16. 氣象局(2014b)*氣象百科_颱風百問*，中央氣象局編印。(http://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/encyclopedia/typhoon.pdf)
17. Doong, D.J., Chuang, L.Z.H., Kao, C.C., Lin, Y.B. and Jao, K.C. (2009) Statistics of Buoy-observed Waves during Typhoons at Taiwanese Waters from 1997 to 2008, *Proceedings of OCEANS'09 MTS/IEEE*, Biloxi, MS, USA, 26-29.
18. Klinting, P. and Sand, S.E. (1987) Analysis of Prototype Freak Waves, In: *Coastal Hydrodynamics*, Dalrymple, R.A. ed., ASCE, 618-632.
19. Liang, N.K. (2007) The Freak Wave Mystery – A New Hypothesis for its Occurrence, *Journal of Marine Science and Technology*, 15(3), 241-246.
20. Liang, N.K. (2012) The freak wave potential of typhoon swell, *Journal of Marine Science and Technology*, 20(4), 467-471.
21. Monserrat, S., Vilibic, I. and Rabinovich A.B. (2006) Meteotsunamis: Atmospherically induced destructive ocean waves in the tsunami frequency band, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 6, 1035-1051.
22. Quevedo, E., Baquerizo, A., Losada, M.A. and Ortega-Sanchez, M. (2008) Large-scale coastal features generated by atmospheric pulses and associated edge waves, *Marine Geology*, 247, 226-236.

瘋狗浪之預警
概念可行性評估報告

團隊名稱： 海岸之心

莊文傑[1]　曾相茂[1]　張憲國[2]　林珂如[3]

[1] 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員

[2] 國立交通大學土木工程學系教授

[3] 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究助理

一、創意概念與目的

「瘋狗浪」係國內民間及媒體對近岸海域曾造成民眾傷亡或財產損失之大浪的通稱。其侵襲具隨機性、突發性與異常性。不論是否在夏、秋季之「颱風警報」抑或秋、冬季之「強風特報」發布期間，媒體之報導，每年均時有所聞。特別是在陽光普照、風和日麗之天氣下，且在風景秀麗、地質景觀天成之臺灣東北部及西南部礁岩海岸。

瘋狗浪侵襲所造成的傷亡，依據相關研究報告之調查及分析統計，自 2003 年至 2013 年之過去十年間，至少曾造成 57 人死亡、6 人失蹤、7 人受傷。而自 2000 年至 2012 年間，侵襲案件總計有 253 件，共造成 380 人落海；平均每年 21 案例、29 人受害。而這僅是曾受到媒體報導的案件，其他未被紀錄者應更多，可見瘋狗浪的災害性不容小覷。

引發「瘋狗浪」之主要原因或機制，目前尚不明確，更有諸多學研課題待釐清與確認。故應用現今之科研技術，尚難以對其確切之發生時、空進行預測與預報，以致其侵襲，常令人防不勝防。也因此，政府與民眾所可施行之有效防減災策略，迄今尚附之闕如，無計可施；相關可供自主操作的防減災作為，亦仍一籌莫展，無所適從，甚且只能聽天由命，自求多福。

為突破現今瘋狗浪發生時、空尚難以預測與預報之困境，我們在國內外既有之波浪相關科研技術與成就基礎上，綜合分析往昔發生瘋狗浪侵襲事件之時、空特性，經由對照檢視臺灣近海之海氣象監測紀錄資訊後發現，在可能引發瘋狗浪之諸多機制中，其實際最應與伴隨颱風及強烈季風等氣象移動風暴所生成之長浪或湧浪具有密切關聯性。因此，現階段為充分有效對瘋狗浪侵襲達成減災、避災與防災之需要，我們提出之自主防減災創意概念是：「視災如敵」，並以「料敵從寬」與「勿恃敵之不來，正恃吾有以待之。」之簡易「預警」防災策略，替代繁複艱難的「預測」或「預報」。

主要的防減災創意構想與作法是：掌握引發瘋狗浪的關鍵癥候，充分應用長浪或湧浪迥異於經常性波浪之週期識別性，從既有臺灣環島之海象測站中，檢選位在東部海岸之蘇澳港測站為標竿，並以其即時波浪監測資訊作為預警基礎，再依據所監測到波浪之波能聚積演化趨勢，判定瘋狗浪的侵襲潛勢，並作預警之分級，進而建構「瘋狗浪警報」發布與解除之簡易決策準則，具體研提預警之對應措施與作為，俾保障民眾至海邊遊憩，均可「快快樂樂出門，平平安安回家。」有效達成減災、避災與防災之目標。

佛家偈語：「救人一命，勝造七級浮屠。」這是我們精心研提本「瘋狗浪預警」防減災創意概念最主要之價值主張，最冀期能達成「學以致用」的本衷，及實踐「濟世救人」的大願。

二、核心概念_簡易預警準則之建構

2.1 瘋狗浪與颱風湧浪之關聯

「無風不起浪!」颱風，為臺灣首要的「災變天氣」，平均每年約有 3 至 4 個會侵襲臺灣。由於其常會在海、陸、空各領域，引發各類型之重大天然災害，故國內現行較完善且最常施行的防減災策略與作為，大多係以發布警報之颱風為對象。但在與臺灣鄰接之東海海域，每年冬季(12~2 月)，除了有例行強盛東北季風之吹襲外；在西北太平洋及南海海域，每年夏、秋季節(6~11 月)，平均更有高達

26.32 個颱風會形成，惟其所可能造成之相關災害，卻常因無具體預警措施與作為而被輕忽。

海岸邊的波浪，隨著源起動力之不同而有不同的分類，並且各自有其獨特性。其中，長浪或湧浪，係遠域海洋中之移動風暴、或颱風、或強烈季風所引起。生成後，波動週期較一般之經常性波浪為長，傳播速度甚快、傳播距離甚遠、所挾帶的能量甚大，僅管其在大海中，常不易被察覺，但到了岸邊時，常在水深變淺、地形窄縮、相向海流與人造結構物之阻塞作用影響下，因傳播速度減慢，先來、後到之波浪發生擠壓，再伴隨非線性群聚演化，進而促使波動能量聚積與堆疊，以致會形成突發性之異常大浪，甚或是造成侵襲事件之瘋狗浪。

在民國 76 年 10 月 23 日下午 1 時，屏東縣水利國小學童，在老師帶領下，至恆春貓鼻頭礁岩海岸郊遊，但不幸意外遭受瘋狗浪之侵襲，以致有 9 名學童被突發性之三個巨浪吞噬，引動社會驚愕。經查當時臺灣鄰近海域之移動風暴氣象資訊，可確認生成於 1987/10/22 的強烈颱風琳恩(LYNN)，即是在菲律賓呂宋島東方距鵝鑾鼻數百公里之海面快速向西北西方向移動，移動路徑如圖 1 所示，中央氣象局並曾對其發布海上、陸上颱風警報。

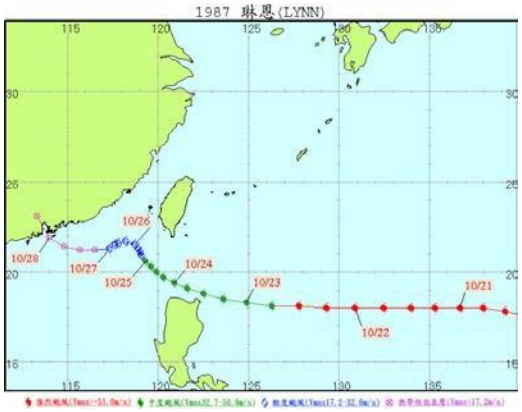


圖 1 曾發布海上、陸上颱風警報之琳恩颱風移動路徑圖(資料來源：中央氣象局颱風資資庫)

在民國 87 年 9 月 29 日下午 1 時左右，基隆和平島公園之中山仔礁岩，據媒體報導有釣客遭瘋狗浪侵襲，並造成二傷一失踪之悲劇。經查當時臺灣鄰近海域之移動風暴氣象資訊，亦可確認有生成於 1998/09/27 之輕度颱風楊妮(YANNI)，正以圖 2 所示之移動路徑，過境臺灣東北部海域，中央氣象局亦曾對其發布海上、陸上颱風警報。

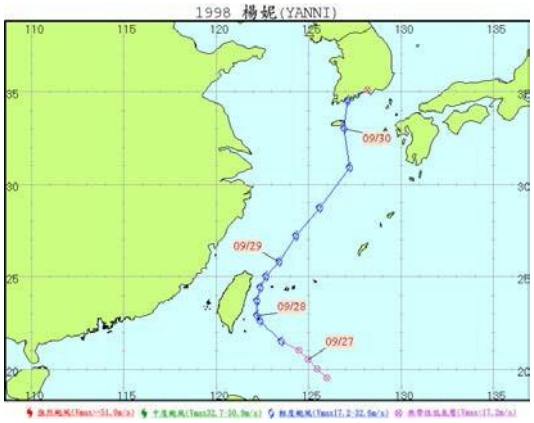


圖 2 曾發布海上、陸上颱風警報之楊妮颱風移動路徑圖(資料來源：中央氣象局颱風資資庫)

在去年(2013)11 月 9 日 14 時左右，新北市樹林社區大學總共有 26 名學員，正在臺灣東北部之鼻頭角海岸，進行地質美學教學，當學員行經鼻頭角東邊地質公園內距海約 20 公尺的礁岩平台步道時，很不幸地突然遭到連續三波高估計超過 5 公尺之大浪侵襲，並造成 8 死 8 傷的悲劇；而於隔日(11 月 10 日)22 時至 11 日 5 時之間，臺南安平海岸據報亦遭到西南向長浪之侵襲，並造成大量蚵棚被沖毀，損失估計約 4~5 億。經查當時臺灣鄰近海域之移動風暴氣象資訊可確認，早於 2013/11/04 生成之強烈颱風海燕(HAIYAN)，正以 63 m/s 之強大中心風速，快速接近菲律賓呂宋島南側海域，且於 11 月 8 日 6 時登陸，而後西行進入南海。移動路徑如圖 3 所示。惟基於其不致會對臺灣海域造成威脅，故中央氣象局並未對其發布颱風警報。



圖 3 未曾發布海上、陸上颱風警報之海燕颱風移動路徑圖(資料來源：中央氣象局)

今年(2014)7 月 8 日，在新北市野柳風景特定區，據媒體報導有遊客一家九口歡欣協同出遊，當於 17 時左右行經野柳地質公園觀景步道時，卻突然遭到高約二層樓之大浪侵襲，並同時造成七人受傷。經查當時臺灣鄰近海域之移動風暴氣象資訊可確認，早於 2014/07/04 生成於關島之浣熊(NEOGURI)颱風，正以圖 4 所示之移動路徑，由西北向轉北北西向接近臺灣，並於 7 月 7 日凌晨兩點增強為強烈颱風，且於 7 日至 8 日期間，最接近臺灣東部海岸。僅管中央氣象局研判其直撲臺灣之機率不大而未發布颱風警報，但仍提醒沿海居民及趁暑假到海邊遊憩之民眾，要嚴防巨浪。



圖 4 未曾發布海上、陸上颱風警報之浣熊颱風移動路徑圖(資料來源：中央氣象局)

綜合以上曾造成傷亡輕重不等之瘋狗浪不幸侵襲事件可確認，其共通地均與過境或接近臺灣鄰近海域之颱風，具有密切之關聯性。而從瘋狗浪之侵襲時間與當時之海氣象狀況可進一步判定，無論是否為發布警報之颱風，也不論颱風的移動路徑與強弱，伴隨颱風_移動風暴所造成之湧浪，明確應可視為是導致瘋狗浪不幸侵襲事件之最主要決定因素。

2.2 發生瘋狗浪的關鍵癥候

為科學研究與工程應用之需要，我國內政部國土測繪中心、經濟部水利署、交通部中央氣象局及運輸研究所港技術研究中心等政府機構，在臺灣環島近海均建置有風、浪、流、潮等海氣象監測站，並經管監測紀錄與資訊分析。而基於監測紀錄之持續性、廣泛性、完整性以及檢視之方便性，我們對於研擬瘋狗浪預警所需之波浪資訊，將檢擇以交通部運輸研究所港灣技術研究中心在臺灣五大國際商港外廓海域所建置之海氣象即時監測系統資料作為論證憑據。

針對 102/11/09 海燕颱風期間(未曾發布海上、陸上颱風警報)發生在鼻頭角岬頭東側海岸步道之 11-9 瘋狗浪侵襲事件，在鼻頭角鄰近海域缺乏波浪測站情況下，為具體掌握與颱風直接關聯湧浪之逐時群聚演化特性，爰就颱風期間整理蘇澳港測站之波動監測紀錄，因此可得最大觀測波高約達 8.3 公尺(2013/11/09 07:43:00)之突發性異常大浪紀錄(同時期之示性波高不及 1.5 公尺)，如圖 5 所示；又若以深水波速估計波動自蘇澳港傳播至鼻頭角所需之時間，則在 11-9 事件發生前 2 小時，可再整理蘇澳港之實測波浪時序紀錄，如圖 6 所示。

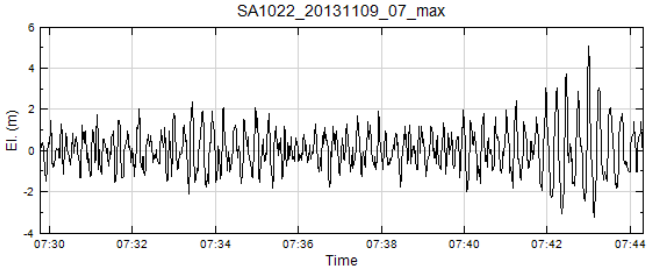


圖 5 蘇澳港海象測站在海燕颱風期間所觀測到最大波高約達 8.3 公尺(2013/11/09 07:43:00)之異常大波浪紀錄(同時期之示性波高不及 1.5 公尺)

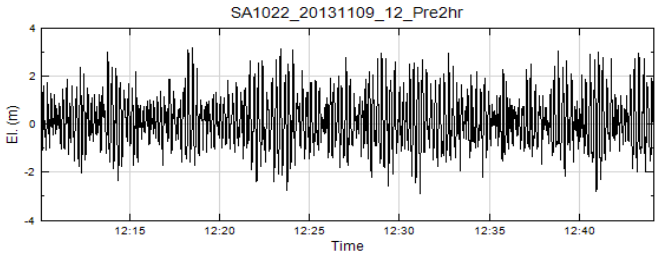


圖 6 蘇澳港海象測站在海燕颱風期間於鼻頭角 11-9 瘋狗浪侵襲事件發生前 2 小時之波浪監測紀錄

觀察圖 5 與圖 6 可見，即使在未曾發布海上、陸上颱風警報之海燕颱風期間，與鼻頭角相鄰之蘇澳港波浪，在 11-9 瘋狗浪侵襲事件發生前後，波群特性實際上皆甚明顯。進一步對圖 6 中之波動時序紀錄進行頻譜分析，可確認其中具有較大波能之波動成分，實際係為示性週期介在 13 秒至 20 秒間之湧浪。故從實際案例可推斷：會造成侵襲事件之瘋狗浪，不僅與近岸波浪之波群非線性演化機制相關，波群中具有示性週期大於 13 秒之湧浪，更應是發生瘋狗浪的重要因素與關鍵癥候。

2.3 瘋狗浪之侵襲潛勢

為掌握瘋狗浪之侵襲潛勢，建構瘋狗浪之預警準則。針對 2013 年 11 月 8 日至 12 日海燕颱風期間關聯 11-9 瘋狗浪侵襲事件之關鍵癥候，從交通部運輸研究所港灣技術研究中心在臺灣五大國際商港外廓海域所建置之海氣象即時監測系統中，整理基隆港、蘇澳港及花蓮港海象測站所監測之波浪紀錄，可得各港之示性波高與週期時序變化，或其湧浪之逐時演化歷程，如圖 7 所示。

配合圖 3 所示之颱風移動路徑，觀察圖 7 可見，在 11 月 9 日 00 時以前，基隆港、蘇澳港及花蓮港三海象測站各別所觀測之波高皆不及 1.5 公尺，週期均小於 8 秒，總體海象，尚算風平浪靜；但之後，隨著颱風之趨近，位處臺灣東部海岸之蘇澳港及花蓮港，其波動週期在甚短期間內，均即突增而超過 13 秒，波高亦皆逐漸增高中，這意謂當時已有湧浪到達，且正開始蓄積瘋狗浪侵襲之潛勢；再經 10 小時以後，即至 11 月 9 日 10 時左右，蘇澳港的波高，已大幅成長而超越 4 公尺，週期亦持續維持在 13 秒以上，這說明東部海岸先來、後到之湧浪，已大量聚積與堆疊在近岸海域，並且已具足侵襲之潛勢，因而隨後在當日 14 時左右，在機緣巧合下，隨即於鼻頭角近岸引發瘋狗浪侵襲事件；再接續至 11 月 9 日 19 時以後，蘇澳港超過 3 公尺的大浪，已開始減衰消散，週期亦隨著逐漸縮短，這意謂侵襲潛勢正漸次降低中；而到 11 月 11 日 00 時之後，波高已回復至接近 1.5 公尺、週期亦減降至 10 秒以下之一般高頻風浪狀態，至此，瘋狗浪已完全喪失其侵襲潛勢。

在本次瘋狗浪侵襲事件中，值得特別關注的是，僅管海燕颱風係過境臺灣南側海域，但位處東部海岸北側之蘇澳港海域，其湧浪聚積與堆疊高度，仍較南側之花蓮港顯著，這意謂蘇澳港近海之湧浪演化，相對上較適切應用於瘋狗浪侵襲潛勢之研判。另外，基隆港之湧浪演化歷程，則因該港域受東北角岬頭海岸之屏蔽，故不僅東向入射湧浪之侵襲時間大幅延後，其能量的聚積與週期的變動，相對上也較隱晦不明。

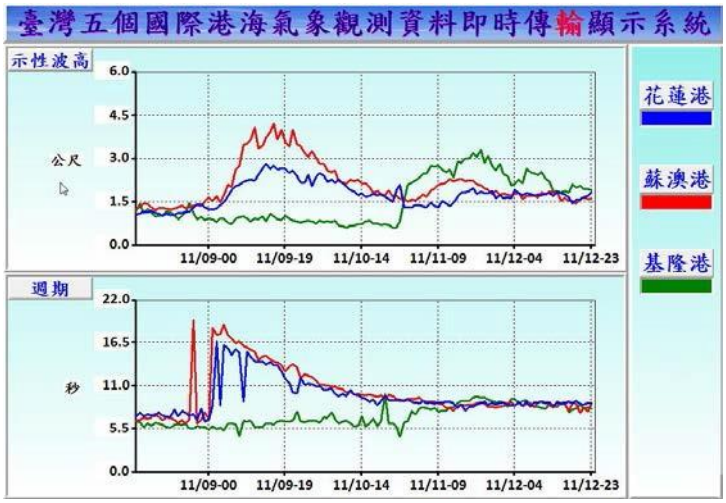


圖 7 海燕颱風期間，基隆港(綠)、蘇澳港(紅)及花蓮港(藍)海象測站自 2013 年 11 月 8 日至 12 日所監測波浪之示性波高(上)與週期(下)之時序變化或其湧浪之逐時演化歷程

為重複性的驗證，再檢視 2014 年 7 月 5 日至 10 日浣熊颱風期間所造成瘋狗浪侵襲事件之關鍵癥候，經整理基隆港、蘇澳港、花蓮港及高雄港海象測站所監測之波浪紀錄，可得各港之示性波高、週期與波向時序變化，或其湧浪之逐時演化歷程，如圖 8 所示。

配合圖 4 所示之颱風移動路徑，觀察圖 8 可見，在 7 月 7 日凌晨以前，各港天氣可謂風和日麗，所觀測之波高皆不及 1.5 公尺，週期均小於 9 秒，總體海象狀態，係屬經常性之高頻風浪；但之後，隨著颱風靠近，位處臺灣東部海岸之蘇澳港及花蓮港，其波動週期亦於甚短期間內，均即從小於 9 秒而突增至超過 14 秒，波高亦皆逐漸增高中，這意謂當時已有前導湧浪到達，且正開始蓄積瘋狗浪侵襲之潛勢；接著，與海燕颱風相似，同樣約經過 10 小時以後，即至 7 月 7 日 13 時左右，蘇澳港與花蓮港之波高，均已大幅成長，並分別超越 4 公尺與 3 公尺，週期亦皆持續維持在 14 秒以上，這說明東部海岸先來、後到之湧浪，已依循往例再

次大量聚積與堆疊於近岸海域，並且已具足侵襲之潛勢，僅管當時臺灣東北角海域未有任何瘋狗浪侵襲事件發生，但深信該海域波動之群波非線性演化狀態，將與圖 5 及圖 6 相近似，已充分成熟並發展完成；再接續至 7 月 8 日 5 時以後，蘇澳港與花蓮港超過 3 公尺的大浪，已開始減衰消散，週期亦隨著逐漸縮短，這意謂侵襲潛勢正漸次降低中，不過，隨後在當日 17 時左右，依舊在機緣巧合下，野柳地質公園觀景步道即傳出瘋狗浪侵襲事件；及至 7 月 9 日 1 時後，波高再度回復至接近 1.5 公尺且週期減降至 10 秒以下之一般經常性高頻風浪狀態。至此，瘋狗浪已完全喪失其侵襲潛勢。

在本次瘋狗浪侵襲事件中，值得特別關注的是，僅管浣熊颱風係由臺灣東南側海域接近，再過境東北部海域，但位處東部海岸北側之蘇澳港，其湧浪聚積與堆疊高度，與海燕颱風相似，亦仍較南側之花蓮港顯著。這意謂就颱風湧浪群聚演化之時變特性監測而言，不論颱風過境臺灣之路徑影響，依據蘇澳港近海之湧浪演化歷程研判瘋狗浪侵襲潛勢，應皆比花蓮港適切。另外，高雄港海象測站因受臺灣南端岬頭海岸之屏蔽，故不僅東向入射湧浪之侵襲時間大幅延後，其能量的聚積效應與週期的變動，相對上亦較微弱與和緩。

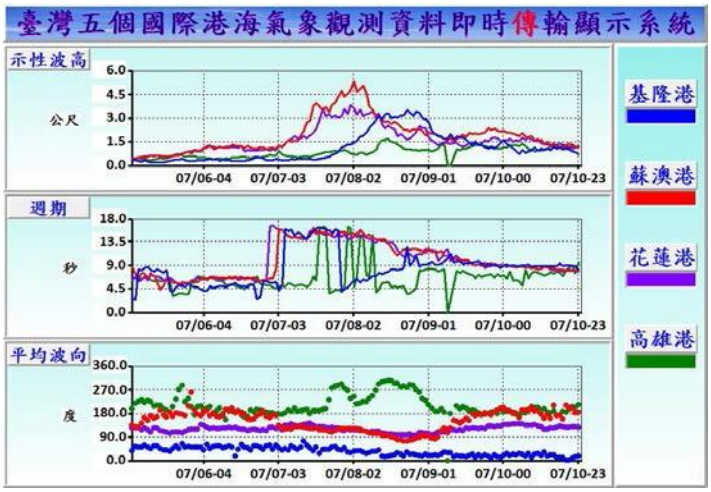


圖 8 浣熊颱風期間，基隆港(藍)、蘇澳港(紅)、花蓮港(紫)、高雄港(綠)海象測站自 2014 年 7 月 5 日至 10 日所監測波浪之示性波高(上)、週期(中)與波向(下)之時序變化或其湧浪之逐時演化歷程

以上列海燕颱風與浣熊颱風期間實際曾引發瘋狗浪侵襲的關鍵癥候為基礎，配合臺灣東部海象測站監測所得之湧浪群聚演化歷程(參見圖 7 與圖 8)可確認，不論颱風過境臺灣鄰近海域之移動路徑與強弱，亦不論中央氣象局是否對其發布警報，引發瘋狗浪侵襲之潛勢，通常可區分為起始、強盛、及衰退等三階段。

在起始階段，蘇澳港或花蓮港海象測站所監測到之示性波高，至少應大於 1.5 公尺，而且其示性週期，必需由小於 10 秒之一般風浪，突然轉變為超過 10 秒以上之湧浪；而自週期突變之時起，約在 10 小時後，瘋狗浪之侵襲潛勢將進入強盛期，亦即在此階段中，湧浪將具足引發瘋狗浪侵襲之最高潛勢；持續此狀態約 48 小時後，當示性週期再次減降回歸至 10 秒以下之一般經常性高頻風浪時，則不論當時之示性波高大小，瘋狗浪之侵襲潛勢已然進入衰退期；而後，當示性波高再回復至小於 1.5 公尺之經常海象狀態時，近岸海域將完全喪失瘋狗浪之侵襲潛勢。

2.4 發布與解除瘋狗浪預警之基準

類比於颱風、豪雨、乾旱、寒潮、防洪溢淹及土石流等災害，我國對其均訂有特定預警基準，以作為警報分級及發布與解除之憑據。針對瘋狗浪之侵襲災害，

為解決其發生時、空迄今尚難以預測與預報之難題，突破政府一籌莫展、束手無策；民眾無所適從、聽天由命、自求多福之困境。我們所提出空前性之創意概念是：以湧浪群聚演化作為關鍵癥候，應用湧浪週期之獨特辨識性，配合前述瘋狗浪侵襲潛勢之階段區隔條件，具體訂定如后發布與解除預警之簡易研判基準。

預警之發布：在瘋狗浪具有起始侵襲潛勢階段時，即當蘇澳港或花蓮港海象測站所監測到波浪之示性波高，至少大於 1.5 公尺，而且其示性週期，必需由小於 10 秒之一般風浪，突然轉變並持續維持為超過 10 秒以上之湧浪。

預警之解除：在侵襲潛勢進入衰退階段時，即當蘇澳港或花蓮港海象測站所監測到波浪之示性週期，由超過 10 秒以上之湧浪，減降回歸至 10 秒以下之一般經常性高頻風浪。

特別值得一提的是，依循上列基準發布預警後，瘋狗浪之侵襲潛勢，通常將會於約 10 小時後，進入強盛期。這意謂政府及民眾，皆約有 10 小時之充裕知災時間，進而可從容執行消災、減災、避災等預警作為，或施行自主防減災措施。此外，自發布預警之時起，通常約經過 48 小時後，即可解除預警。

2.5 瘋狗浪預警之分級

國內民眾從事各類近岸休憩活動，普遍均只著重天氣好壞及潮汐之高低漲退，對於波浪，尤其是長浪或湧浪，亦均只注意颱風警報，卻大幅忽視不發布警報颱風所可能伴隨而來之異常大浪威脅。政府對長浪或湧浪之防災預警，迄今僅止於在媒體上發布"東北部海岸會有長浪發生"等漫不經心、無關痛癢的資訊，對於可能引發瘋狗浪侵襲之長浪或湧浪，仍未有危害潛勢及警示強度之分級。

在臺灣環島瘋狗浪好發之礁岩海岸，針對瘋狗浪預警，依據前述蘇澳港波浪監測所得之湧浪群聚演化歷程、侵襲潛勢以及我們所創意建構之發布與解除瘋狗浪預警研判基準，可進一步將瘋狗浪之預警，分列為三級，如表 1 或如圖 9 所示。

在表 1 或圖 9 中，第一級瘋狗浪之預警，具有最高等級之侵襲危險性。在本預警等級中，蘇澳港所監測到之波浪，其示性週期應維持在 10 秒以上，而且示性波高必需大於 1.5 公尺。亦即應已發布「瘋狗浪警報」。在此海況下，於曾好發瘋狗浪之海岸區域，湧浪必然已成熟群聚演化，並已具足引發異常大浪，甚或是導致瘋狗浪侵襲之最高潛勢。而基於其勢強而不可擋，故自主防減災之對應措施與作為，應以避開或遠離可能致災區之「避災」為重點。

第二級瘋狗浪之預警，在蘇澳港所監測到之波浪，其示性週期應維持在 10 秒以上，但示性波高必需小於 1.5 公尺。在此海況下，近岸湧浪通常才初始其群聚演化，並且逐漸蓄積侵襲潛勢，在近岸尚不致引發異常大浪，故應密切保持警戒；若所監測之示性波高逐漸增長，並接近 1.5 公尺，則湧浪將約在 10 小時後即成熟群聚演化，並具足引發異常大浪之潛勢，故應作「瘋狗浪警報」發布之預備。因此，自主防減災之對應措施與作為，應以預警防護之「防災」為重點。

第三級瘋狗浪之預警，在蘇澳港所監測到之波浪，其示性週期應小於 10 秒，示性波高應大於 1.5 公尺。在本預警等級中，近岸波浪係屬一般之高頻風浪或近域風浪，以致湧浪群聚演化效應減弱，引發瘋狗浪之關鍵癥候消失，故先前若有「瘋狗浪警報」之發布，亦應已解除。但在近岸卻仍具有較差之海象，最大波高可能會高達 3.0 公尺以上，故波浪仍具有侵襲潛勢，仍應保持警戒。因此，自主防減災之對應措施與作為，應以消除災害之「消災」為重點。

當蘇澳港所監測到之波浪，其示性週期小於 10 秒，示性波高小於 1.5 公尺，在曾好發瘋狗浪之海岸區域，其近岸海象，應是風平浪靜，僅管如此，對於潮汐漲退、潮位高低仍應注意。因此，自主防減災之對應措施與作為，應以瞭解災害之「知災」為重點。

表 1 瘋狗浪預警之分級

蘇澳港波浪 即時監測特性	第 1 級	第 2 級	第 3 級
示性週期超過 10 秒	✓	✓	
示性波高大於 1.5 公尺	✓		✓

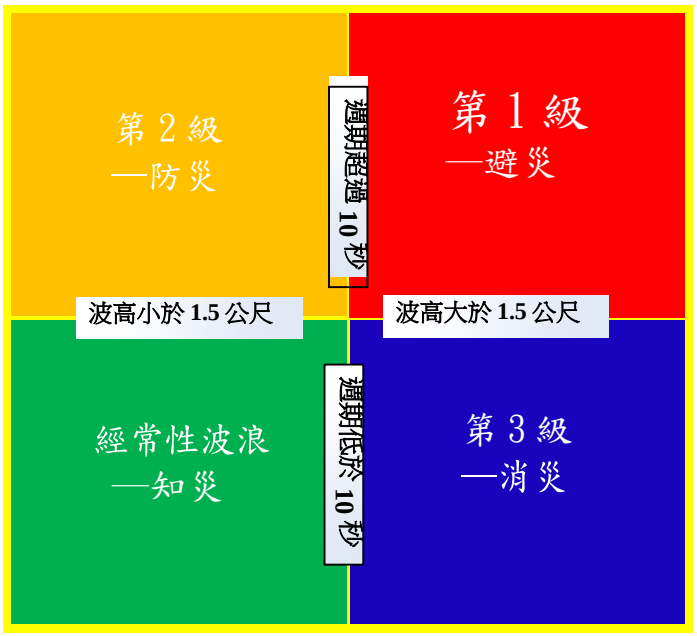


圖 9 瘋狗浪預警之分級及對應之防減災重點

2.6 瘋狗浪預警之建議措施與作為

政府與民眾，若能遵循上述我們對瘋狗浪預警所提出之創意概念、所建構之預警發布與解除基準、所作之預警分級，則不僅未來將可於極可能發生瘋狗浪之 10 小時前，從容執行預警作為或自主防減災措施，更可以最具體簡易之科學方法、最親海之方式、最合理人力之配置、最儉省社會成本之耗費，有效消弭瘋狗浪侵襲事件之發生，進而徹底達成知災、消災、避災、減災等多重之防災目標。相關具體之預警作為與自主防減災措施，建議如下：

(1) 政府應儘速責成發布與解除「瘋狗浪警報」之相關權責機構或單位。

(2) 相關海岸管理機關，對於歷年瘋狗浪之好發海岸區域，應研擬分級預警之配合措施，並落實預警作為。

(3) 比照「豪大雨特報」之「土石流預警」防災措施，在好發瘋狗浪之高潛勢海岸區域，建置如圖 10 之警示標誌，並配合警報之發布與解除，作動態起閉，警示避災。

(4) 除了既有如圖 11 所示之常設靜態瘋狗浪警示標誌外，應配合警報發布與解除期間，於通往海岸之重要入口處，新建或增設醒目且易於辨識發布警報之動態警示燈號與標誌。

(5) 在好發瘋狗浪之高潛勢海岸區域，於其相鄰接之重要海岸公路或鐵路區段，參考圖 11，建設、改善、或應用既有之電子告示板與跑馬燈布告板，配合瘋狗浪警報發布期間，作動態啟閉，醒目提示警報資訊。



圖 10 配合瘋狗浪警報發布與解除而作動態起閉之警示標誌



圖 11 瘋狗浪好發海岸既有常設之靜態警示標誌(左、中)及重要海岸公路區段之動態電子告示板(右)

(6) 配合瘋狗浪警報之最大波高會高達 3.0 公尺以上，故應預先在高程不及 5 公尺之礁岩海岸，劃設警戒帶，並於瘋狗浪警報期間，統整各式與公權力相關之人力與物力資源，藉以短暫禁止或勸離民眾進入警戒帶內從事各式活動。

(7) 廣泛透過一般網頁、手機版網頁、iphone APP、FACEBOOK、電子報、RSS.. 等資訊管道，發布瘋狗浪分級警報。

(8) 透過教育與媒體，強化風浪與湧浪在近岸所具有之本質演化特性知識與判識能力，並宣導其對人民財產損失之潛在威脅與引發瘋狗浪侵襲對生命之危害。

(9) 主動積極具有自主防減災意識，無論是任何季節、天氣、或晨昏時機，欲至

近岸海域從事各類休憩活動時，應主動先至政府相關權責機構或海岸管理單位，查閱湧浪與瘋狗浪預警之發布與解除資訊，並確實配合落實相關預警規定與作為。

三、 可行性評估

3.1 整體構想可行性

「瘋狗浪」係指曾造成民眾傷亡或財產損失之大浪。其侵襲具時、空之隨機性與突發性。每年夏、秋之颱風季節，抑或秋、冬之季風季節，媒體對侵襲事件之報導，時有所聞。特別是在陽光普照、風和日麗之天氣下，且在風景秀麗、地質景觀天成之臺灣東北部及西南部礁岩海岸。

瘋狗浪之侵襲案件，在過去 10 年間，每年約會發生 23 件；所造成的傷亡，年平均可達 6 人。近年(2013/11/09)較嚴重之單一侵襲案件，甚至同時可造成民眾 8 死 8 傷的悲劇，也造成大量蚵棚被沖毀，財產損失估計約 4~5 億。災害性不容小覷。但因引發「瘋狗浪」之主要原因，目前尚不明確，故應用現今之科研技術，尚難以對其發生時、空進行確切之預測與預報，以致政府與民眾，面對其防不勝防之侵襲，可施行之有效防減災對策，迄今尚附之闕如，無計可施；相關可供自主操作的防減災作為，亦仍一籌莫展，無所適從，甚且只能聽天由命，自求多福。

為突破現今對防減瘋狗浪侵襲災害之困境，我們以政府及民眾為目標客層，本於「視災如敵」，並以「料敵從寬」與「勿恃敵之不來，正恃吾有以待之。」之防災策略，以「救人一命，勝造七級浮屠。」「學以致用」「濟世救人」作為最主要之價值主張，本於專業，從研析瘋狗浪之侵襲癥候開始，空前性地確立瘋狗浪侵襲時機之判別，並建構具體且簡易之「預警」發布與解除準則，更開創性地依據侵襲潛勢高低，作預警之分級，更研提預警之對應措施與作為，透過媒體、網路、電子告示板、動態號誌等資訊通路，施行發布與解除「瘋狗浪警報」，俾使政府可免除進行預測與預報之繁複艱難作業，而可有效施行防減災措施，提昇災害防救效能，達成知災、消災、避災、減災等多重之防災目標；民眾可盡情親海，至海邊從事各類遊憩活動，均可確保「快快樂樂出門，平平安安回家。」冀期能全面防減瘋狗浪侵襲所造成之相關災害。

整體構想，經多起實際案例研析及建構原型進行持續驗證，確認具有可行性。

3.2 技術可行性

「無風不起浪。」加以「瘋狗浪」侵襲具有時、空之隨機性與突發性，因此，無論臺灣近海是否有發布警報之颱風，為配合空前性「瘋狗浪預警」之有效施行，其所需之關鍵資源，主要為臺灣近岸海象測站之波浪即時監測資訊，特別是位在臺灣東部近海之蘇澳港或花蓮港。而基於監測資訊之品質、可靠度、持續性與完整性，經評估及洽詢，其將可自關鍵夥伴：交通部運輸研究所港灣技術研究中心，在臺灣五大國際商港外廓海域所建置之海氣象即時監測系統，透過政府機構間之行政協議及網路聯線方式檢索取得。至於預警發布與解除之判別與辨識、預警之分級等關鍵活動，則可依據我們所創意研提之預警基準，建構預警決策支援系統，具體而簡易地以自動化方式完成；而預警發布之關鍵活動，則可比照既有天氣警特報之發布管道，透過一般網頁、手機版網頁、iphone APP、FACEBOOK、電子報、RSS..等現代資訊傳播方式施行；其他之關鍵活動，則應落實我們所具體研提之預警相關作為與自主防減災措施。

整體之技術，經詳實之規劃設計與分析，並經關鍵資源、關鍵夥伴、關鍵活動之綜合評估，均確認具有可行性。

3.3 成本及財務可行性

為支持技術可行性，促使整體創意構想得以具體落實及推展，對於關鍵資源之聯結檢索與應用、關鍵夥伴之聯繫與整合、關鍵活動之執行與管理，所必需投注之成本，主要為電腦、電子告示板、動態號誌等硬體設備建置，以及通信傳輸、網際網路聯結、決策系統運作等軟體支援管理。對於單一之海岸預警區域，初級建置經費估計僅約需新台幣 35 萬元；經常維護費用估計約需 10 萬元。財務來源，均可由政府及相關海岸管理機關既有年度防救災預算之相關科目項下支應。無需額外另行編列，充分可行。

3.4 預期效益與社會價值

瘋狗浪之侵襲案件，每年時有所聞。但因其發生之原因，目前尚不明確，故應用現今之科研技術，尚難以對其可能發生之時間與地點，作準確之掌握。以致政府與民眾，面對其防不勝防之突發侵襲，迄今尚束手無策，可採取之防減災作為，亦仍一籌莫展，無所適從，甚且只能聽天由命，自求多福。

為突破現今之困境，我們本於專業，從研析瘋狗浪之侵襲癥候開始，空前性地確立瘋狗浪侵襲時機之判別，並建構具體且簡易之「預警」發布與解除準則，更開創性地依據侵襲潛勢高低，作預警之分級，更研提預警之對應措施與作為，冀期能全面防減瘋狗浪侵襲所造成之相關災害。主要之預期效益與重要之社會價值，分列如后。

政府之收益流：獨立於颱風警報或強季風特報之防救災整備；免除進行預測與預報之繁複艱難作業；有科學化之具體且簡易「瘋狗浪警報」發布與解除準則可依循；可確切地判別瘋狗浪之侵襲時機及侵襲潛勢；按照預警之分級，執行對應之防減災措施與作為；藉「瘋狗浪警報」滿足對瘋狗浪侵襲之知災、消災、避災、減災等多重防災目標與需要；提昇政府防救災之效能，有效降低民眾生命之傷亡及財產之損失；大幅儉省瘋狗浪防救災相關人力、物力、及經費之投注。

民眾之收益流：有具體明確之自主防減災資訊可供參考遵循；於風和日麗之天氣下，盡情親海，享受臺灣環島碧海藍天之秀麗海岸景觀；至海邊從事各類遊憩活動，均可確保「快快樂樂出門，平平安安回家。」

本創意概念之收益流：「學以致用」「濟世救人」「救人一命，勝造七級浮屠。」

四、創意概念之作品原型

基於整體構想及技術可行性評估之結果，針對今年(2014)之夏、秋季期間，先自關鍵夥伴：交通部運輸研究所港灣技術研究中心，在臺灣五大國際商港外廓海域所建置之海氣象即時監測系統中，檢選所需之關鍵資源：蘇澳港及花蓮港海象測站之波浪即時監測資訊，因此，即可將「瘋狗浪預警」之系統原型，製作如圖 12 所示。

接著，配合圖 9 所示之瘋狗浪侵襲「預警」發布與解除準則，甚簡易地即可判別逐時變化之瘋狗浪侵襲潛勢高低，並作預警之分級，如圖 12 中之紅(第 1 級)、黃(第 2 級)、藍(第 3 級)、綠(第 4 級)色棒所示。其中，紅色棒(第 1 級)之起始，代

表不論臺灣近海是否有發布颱風警報或強季風特報，不論是否風和日麗或陰雨霏霏，更不論是白天或黑夜，皆必需發布「瘋狗浪警報」；而其結尾，「瘋狗浪警報」即可解除。

最後，結合預警之分級，即可透過預警決策系統，按步就班、有條不紊地推展預先規劃之所有關鍵活動，這包括：預警分級與警報之發布，警報資訊之傳播，自主防減災措施與作為之落實。

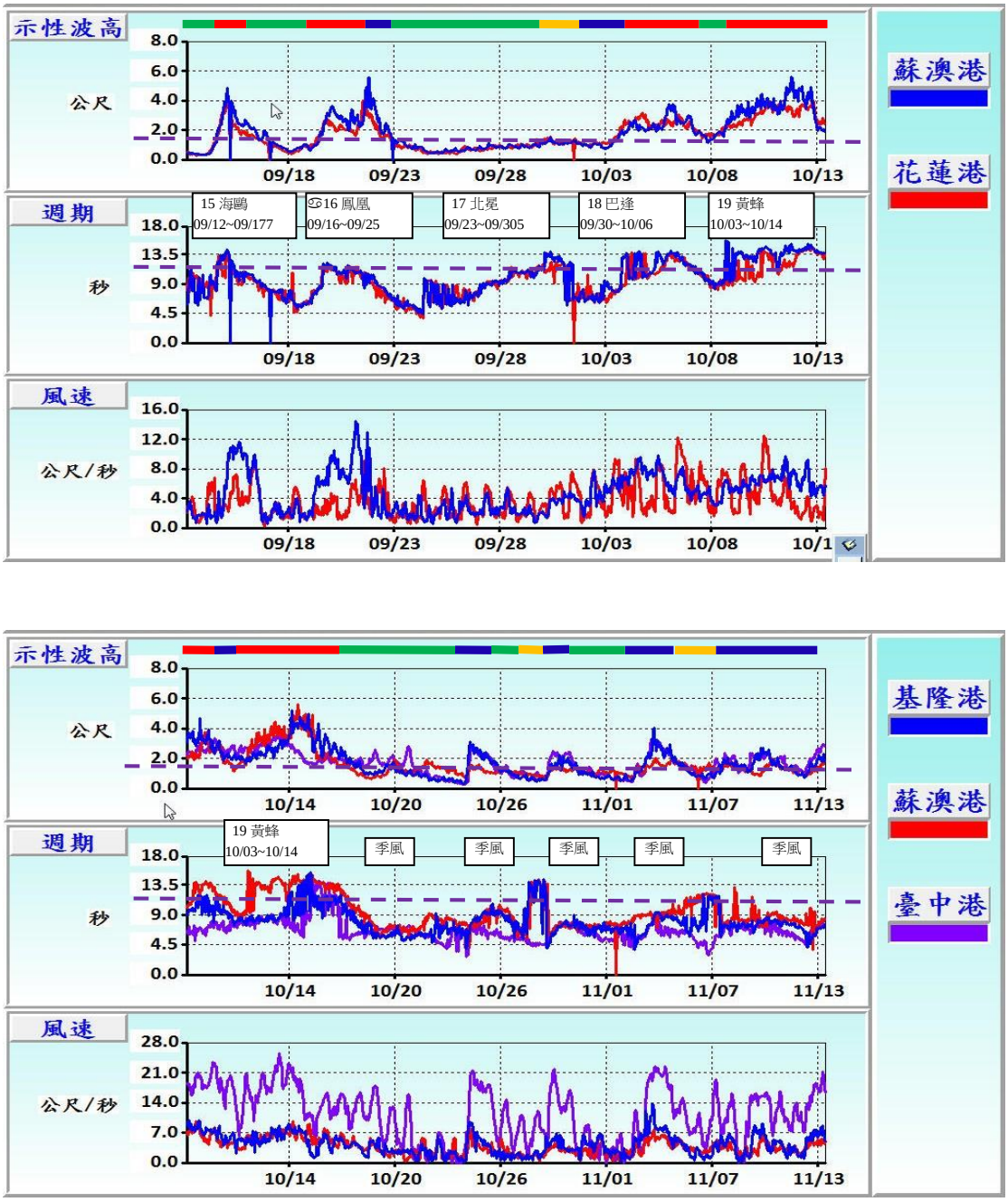


圖 12 蘇澳港及花蓮港海象測站 2014 年夏季颱風期 09/13~10/13(上)及秋季季風期 10/08~11/13(下)之波浪即時監測資訊，其中，紅(第 1 級)、黃(第 2 級)、藍(第 3 級)、綠(第 4 級)色棒表示瘋狗浪逐時侵襲潛勢高低變化及對應之預警分級；紫色粗虛點線表示波高與週期之預警分級基準。