96-53-7269
MOTC-IOT-95-H3DA002

港灣環境資訊系統與數值模式應用研究（2/4）

交 通 部 運 輸 研 究 所
中華民國 96 年 4 月

96-53-7269
MOTC-IOT-95-H3DA002

港灣環境資訊系統與數值模式應用研究（2/4）

著 者：簡仲璟

交 通 部 運 輸 研 究 所
中華民國 96 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目資料

港灣環境資訊系統與數值模式應用研究. (2/4)
/ 簡仲璟著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部
運研所, 民96
面 ; 公分

ISBN 978-986-00-9414-5(平裝)

1. 港埠 - 管理 - 自動化 2. 地理資訊系統

443.2029 96007177

港灣環境資訊系統與數值模式應用研究（2/4）

著　　者：簡仲璟
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：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 96 年 4 月
印 刷 者：承亞興企業有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 120 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： 500 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880
國家書坊臺視總店：臺北市八德路 3 段 10 號 B1•電話：(02)25781515
五南文化廣場：臺中市中山路 6 號 • 電話：(04)22260330

GPN：1009600969　　ISBN：978-986-00-9414-5（平裝）
著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)
本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

96 港灣環境資訊系統與數值模式應用研究(2/4)

交通部運輸研究

GPN：1009600969
定價 500 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：**港灣環境資訊系統與數值模式應用研究（2/4）**

國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號	計畫編號
978-986-00-9414-5 （平裝）	1009600969	96-53-7269	95-H3DA002

主辦單位：港灣技術研究中心
主管：邱永芳
計劃主持人：簡仲璟
研究人員：張金機、陳明宗、曾相茂、劉清松
聯絡電話：04-26587131
傳真號碼：04-26564415

研究期間
自 95 年 01 月
至 95 年 12 月

關鍵詞：**花蓮港、港池共振、海氣象、即時傳輸、波譜參數**

摘要：本報告包含 3 個研究子計畫（一）花蓮港港池共振機制研究（2/4）、（二）港灣環境資訊網規劃與建置維護(1/3)及（三）颱風波浪頻譜形狀參數之研究（2/4）。

（一）花蓮港港池共振機制研究（2/4）

本計畫為四年期計畫，其目標為利用相關的現場觀測、數值模擬及水工模型試驗，探討花蓮港的港灣共振機制。第一年的工作成果包括由斷面及平面水槽的模型試驗，發現波壓水位轉換函數並不僅是水面波形與水下壓力的直接關係，其可能與水粒子運動速度或流速有關。由花蓮港內水位觀測站的資料，發現港內一直都有長週期的振盪，且颱風侵襲時 2000 秒以上的振盪有明顯的能量增加。

（二）港灣環境資訊網規劃與建置維護(1/3)

本計畫為整體建置之第二階段，主要工作項目包括： 1. 建置一個由關聯式資料庫管理系統所構成的海情資料庫，以彙整現場觀測所得之風速、風向、潮位、波高、週期、流速、流向、及數值模擬計算所得之港區附近海域海象預報資訊。2. 整合海氣象觀測子系統及數值預報子系統之系統介面控制軟體開發。3. 規劃設計建置高雄港即時影像監視及傳輸通訊系統，並可透過網頁查看即時影像。4. 擴充建置港灣環境資訊管理系統，以確保整體系統運作之穩定性、資料品質可靠性以及系統保密與安全性。

（三）颱風波浪頻譜形狀參數之研究（2/4）

本研究對於定義波浪頻譜形狀參數有關之頻譜動差的計算方式，提出依不同參考頻率將波譜分割為高、低頻區的新構想及依主能量觀點定義頻譜形狀參數之新計算式，並檢視各階頻譜動差在高、低頻區的差異及其隨不同標準波譜模式參數之變化趨勢。同時根據高、低頻區之各階頻譜動差值，重新計算頻譜形狀參數，並檢討這些參數的特性及和以往計算方法所得結果的差異。

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
96 年 4 月	502	500	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: **Applications of Harbor-Environment-Information-System and Mathematical Hydraulic Models（2/4）**

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-00-9414-5 (pbk)	1009600969	96-53-7269	95-H3DA002

DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER
DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chung-Ching Chien
PROJECT STAFF: Chien-Kee Chang, Ming-Tzung Chen, Hsiang-Mao Tseng, Ching-Song Liu
PHONE: 886-4-26587131
FAX: 886-4-26564415

PROJECT PERIOD
FROM January 2006
TO December 2006

KEY WORDS: **Kaohsiung Harbor, Harbor Resonance, Oceanic and Meteorological, Real-time Transmission, Spectral Parameters**

ABSTRACT: This report includes three sub-projects: (1) Harbor Resonance of Hwalien Harbor (2/4), (2) Construction and Maintenance for Harbor Environment Information System (1/3), and (3) Estimating Parameters of Typhoon Wave Spectra (2/4). The summaries of the above three projects are as follows.

(1) Harbor Resonance of Hwalien Harbor (2/4)

Within the first year project results of the entire four-year research, the harbor resonance problem of Hwalien Harbor was studied. The data from hydraulic model tests in a wave flume and in the basin about the transfer function of wave pressure and water elevation have been analyzed, and the results indicated that the transfer function between wave pressure and wave profile is not only the function of surface elevation, but also the function of current or particle velocity around the pressure gauge. Three field tidal stations in Hwalien Harbor have been installed and operated, long period oscillations with period over 2000 seconds were found to be existed even in ordinary wave duration, and they will increase their energies during typhoon intrusions.

(2) Construction and Maintenance for Harbor Environment Information System (1/3)

Important tasks of this project include: (a) Building a database of ocean conditions constituted with relational database managing system, which can compile the wind speed and direction, tide level, wave height and period, current speed and direction obtained from site observation, as well as forecast information on ocean model at sea area near harbor and obtained from simulation experiments, (b) Development of interface controlled software on integration of sub systems of weather observation and numerical forecast, (c) Planning for the construction of a real-time video monitoring and transmitted communication system in Kaohsiung Harbor, as well as real-time images searching function via web page, and (d) Expansion on constructing harbor-environment-information-management-system, which ensures the stability of overall system operation, reliability of information quality, and system's security and safety.

(3) Estimating Parameters of Typhoon Wave Spectra (2/4)

To estimate spectral shape parameters, two new conceptions are proposed that the one wave spectra is divided into higher and lower two frequency regions by a new frequency level, and the other a new calculation method for the shape parameter by main energy region of spectra. Generally, the shape parameters of wave spectra obtained from the moment of spectra. According to the moment of spectra at higher and lower frequency regions from different frequency levels, the shape parameters of spectra were rechecked, and examined the variation trend of spectral moment and new shape parameters with the parameter of standard wave spectrum model.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
April 2007	502	500	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ▨UNCLASSIFIED

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

港灣環境資訊系統與數值模式應用研究（2/4）

目　錄

中文摘要..... I

英文摘要..... II

目錄..... III

第一子計畫: 花蓮港港池共振機制研究(2/4) ..... PART 1

第二子計畫: 港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）..... PART 2

第三子計畫: 颱風波浪頻譜形狀參數之研究（2/4）..... PART 3

附錄 A、期末審查會辦理情形..... A-1

附錄 B、期末審查簡報..... B-1

第一子計畫

花蓮港港池共振機制研究（2/4）

著者：林炤圭、岳景雲、林玉峰、涂宗男、簡仲璟

Part 1

花蓮港港池共振機制研究（2/4）

摘 要

本計畫為四年期計畫，其工作目標在利用相關的現場觀測、數值模擬及水工模型試驗，探討花蓮港的港灣共振機制。在第一年中已經著手進行波壓水位轉換函數的探討、花蓮港現場港內港外波浪及沈箱波壓的統計分析、以及港灣穩靜度規則波數值模式的建置，此外也進行花蓮港的長週期波動的觀測。研究成果中發現波壓與波高的轉換關係可能可以透過線性波理論的轉換函數乘上一非線性的係數來修正；花蓮港的波動中包含有極長週期成分波動，可能改變有關花蓮港共振機制的研究方向。本年度除了持續進行波壓與波高轉換函數的相關水工模型平面試驗、花蓮港現場波浪觀測的資料分析與波浪特性統計外；並進行不規則波的港灣波動數值模擬、以及規劃及設計三維潮流數值模式。在波壓與波高轉換函數的研究上發現波峰與波谷的轉換關係不同，波谷部分呈線性關係但隨水深的增加而減小；波峰部分則呈現非線性的關係且隨波形非線性的增加成快速衰減。長週期波浪觀測的結果發現花蓮港一直存在著 1000 秒以上的波動但振福不大，颱風來襲期間 100 秒至 500 秒間的波動能量則有明顯地增加。

關鍵詞：花蓮港共振、現場觀測、數值模擬、波壓轉換函數

Harbor Resonance of Hwalien Harbor（2/4）

ABSTRACT

In this four-year project, the harbor resonance problem of Hwalien Harbor is studied. In the first year, the transfer function of wave pressure and water elevation from experimental data, field wave data inside and outside the harbor and pressure on east breakwater caisson are analyzed and discussed, and the numerical model of Hwalien Harbor tranquility under regular wave actions have already setup. Our findings are as follows. First, the empirical transfer function is differ from the linear wave theory's and may be adjusted with a non-linear function of water depth, Second, the very long period wave components exist in Hwalien Harbor. This might re-direct the research about the harbor resonance mechanism of the harbor. In the second year, the analysis of first year are continued, and the irregular wave model of harbor tranquility and the 3-D tidal current model are evaluated and established. In transfer function of wave profile and water pressure analyses, linear relation is found in wave trough but it is decayed as water depth increases, an highly non-linear relation is found in wave crest and it is decayed as water depth or wave steepness increases. In long period oscillation observations, the component waves with period longer than 1000 seconds are found around Hwalien Harbor all the time, However, in typhoon wave intrusion duration, the wave energies for periods between 100 seconds and 500 seconds increases dominantly.

KEY WORDS: Harbor resonance, Field observation, Numerical simulation, Wave pressure transfer function

花蓮港港池共振機制研究(2/4)

目　錄

中文摘要 I

英文摘要 II

目　錄 III

圖目錄 VI

表目錄 XI

照片目錄 XII

第一章 計畫背景分析 1-1

1.1 計畫目的 1-1

1.2 計畫重要性 1-2

1.3 相關研究 1-4

1.4 研究成果的檢討 1-7

1.5 研究範圍與對象 1-8

1.6 研究內容與工作項目 1-9

1.7 研究方法與進行步驟 1-12

第二章 波壓與波高轉換函數的相關研究 2-1

2.1 前人研究 2-1

2.2 波高波壓轉換函數的相關理論 2-2

2.3 頻譜轉換 2-7

2.4 斷面水槽模型試驗之水面波動與水下波壓資料的分析 2-9

第三章 現場波浪觀測資料的統計與分析 3-1

3.1 花蓮港內長週期成分波動的統計分析 3-1
3.2 花蓮港內長週期波動的觀測 3-5
3.3 2006 年 4 月的花蓮港港內水面波動聯合觀測 3-16
3.4 2006 年 6 月鹽寮漁港的水位觀測 3-17
3.5 2006 年 8 月的聯合觀測 3-18
3.6 綜合比較 3-20
第四章 不規則波的港灣波動數值模擬 4-1
4.1 不規則波引致港灣波動數值模式的建立 4-1
4.2 理論頻譜 4-2
4.1.1 Bretschneider 頻譜 4-2
4.1.2 Pierson-Moskowitz 頻譜 4-4
4.1.3 JONSWAP 頻譜 4-4
4.3 波高增幅係數 4-5
4.4 花蓮港的水深地形檔與規則波模擬 4-7
4.5 不規則波的數值模擬 4-13
4.6 長週期波動的模擬 4-14
第五章 規劃及設計三維潮流數值模式 5-1
5.1 POM (PRINCETON OCEAN MODEL)簡介 5-1
5.2 基本方程式 5-2
5.3 邊界條件 5-5
5.4 資料的輸入 5-6
5.5 計算結果的輸出 5-11
5.6 使用範例 5-11
5.6.1. 日本的 JCOPE 海洋預報系統 5-12

5.6.2. Princeton 大學的 PROFS(the Princeton Regional Ocean Forecast System).....5-13

5.7 基本資料的準備 5-14

第六章 結　論 6-1

參考文獻 7-1

圖目錄

圖 1.1 花蓮港位置示意圖.....1-3
圖 1.2 花蓮港現況配置圖.....1-3
圖 2.1 壓力與水位轉換水工試驗的斷面模型.....2-10
圖 2.2 波浪通過凹陷地形時水面波形與水中壓力波形間相關係數的水深變化圖.....2-12
圖 2.3 波浪通過等深地形時水面波形與水下壓力波形間相關係數的水深變化圖.....2-13
圖 2.4 規則波通過等深地形之波高比值沿水深變化圖.....2-14
圖 2.5 規則波通過凹陷地形之波高比值沿水深變化圖.....2-15
圖 2.6 波峰與波谷之垂直波壓分布.....2-16
圖 2.7 各相關係數與水深之關係圖(H08T10).....2-19
圖 2.8 各相關係數與水深之關係圖(H13T10).....2-20
圖 2.9 各相關係數與水深之關係圖(H19T10).....2-20
圖 2.10 各相關係數與水深之關係圖(H25T10).....2-21
圖 2.11 各相關係數與水深之關係圖(H08T13).....2-21
圖 2.12 各相關係數與水深之關係圖(H13T13).....2-22
圖 2.13 各相關係數與水深之關係圖(H19T13).....2-22
圖 2.14 各相關係數與水深之關係圖(H25T13).....2-23
圖 2.15 各相關係數與水深之關係圖(H08T16).....2-23
圖 2.16 各相關係數與水深之關係圖(H13T16).....2-24
圖 2.17 各相關係數與水深之關係圖(H19T16).....2-24
圖 2.18 各相關係數與水深之關係圖(H25T16).....2-25
圖 2.19 各相關係數與水深之關係圖(H08T20).....2-25
圖 2.20 各相關係數與水深之關係圖(H13T20).....2-26
圖 2.21 各相關係數與水深之關係圖(H19T20).....2-26
圖 2.22 各相關係數與水深之關係圖(H25T20).....2-27
圖 2.23 凹陷地形中水位波壓轉換函數的出現機率分佈圖.....2-28
圖 2.24 凹陷地形中水位與波壓的相關性.....2-29
圖 2.25 等深地形中水位波壓轉換函數的出現機率分佈圖.....2-30
圖 2.25(續) 等深地形中水位波壓轉換函數的出現機率分佈圖.....2-31
圖 2.26 等深地形中水位與波壓的相關性.....2-32
圖 3.1 花蓮港內波浪觀測站位置佈署圖.....3-2
圖 3.2 寶發颱風路徑圖(西元 2000/9/6 至 2000/10/11).....3-2
圖 3.3 各測站的頻譜能量(m_0)時序圖.....3-3

圖 3.4 港內波高的能量比值堆疊分布(西元 2000/9/6 至 2000/10/11) .3-4
圖 3.5 測站 8 各成分波區間的能量分布比值(西元 2000/9/6 至 2000/10/11) 3-5
圖 3.6 花蓮港潮位站(✦)安裝位置示意圖 3-8
圖 3.7 潮位計檢測記錄.....3-8
圖 3.8 民國 94/4/5 0:00~94/4/9 16:00 花蓮港各潮位站之水位變化時間序列圖 3-9
圖 3.9 民國 94/4/5 0:00~94/4/5 12:00 花蓮港各潮位站之水位變化時間序列圖 3-9
圖 3.10 瑪莎颱風侵襲記錄.....3-10
圖 3.11 花蓮港瑪莎颱風侵襲期間的港內水位變化時間序列.....3-11
圖 3.12 花蓮港瑪莎颱風侵襲期間的港內水位變化的頻譜分析圖 ...3-12
圖 3.12(續) 花蓮港瑪莎颱風侵襲期間的港內水位變化的頻譜分析圖 3-13
圖 3.12(續) 花蓮港瑪莎颱風侵襲期間的港內水位變化的頻譜分析圖 3-14
圖 3.13 花蓮港及鹽寮漁港位置關係圖.....3-20
圖 3.14 花蓮港波高計配置圖(圖中的◯點).....3-21
圖 3.15 鹽寮漁港衛星遙測及波高計配置圖.....3-21
圖 3.16 花蓮港內港 20060405 15:00 水位觀測及頻譜分析 3-22
圖 3.17 花蓮港內港 20060405 19:10 水位觀測及頻譜分析 3-22
圖 3.18 花蓮港內港 20060405 23:20 水位觀測及頻譜分析 3-23
圖 3.19 花蓮港內港 20060406 03:30 水位觀測及頻譜分析 3-23
圖 3.20 花蓮港內港 20060406 07:40 水位觀測及頻譜分析 3-24
圖 3.21 花蓮港內港 20060406 11:50 水位觀測及頻譜分析.....3-24
圖 3.22 花蓮港內港 20060406 16:00 水位觀測及頻譜分析 3-25
圖 3.23 花蓮港內港 20060406 20:10 水位觀測及頻譜分析 3-25
圖 3.24 花蓮港內港 20060407 00:20 水位觀測及頻譜分析 3-26
圖 3.25 花蓮港內港 20060407 04:30 水位觀測及頻譜分析 3-26
圖 3.26 花蓮港內港 20060407 08:40 水位觀測及頻譜分析 3-27
圖 3.27 花蓮港內港 20060407 12:50 水位觀測及頻譜分析 3-27
圖 3.28 花蓮港外港 20060405 15:00 水位觀測及頻譜分析 3-28
圖 3.29 花蓮港外港 20060405 19:10 水位觀測及頻譜分析 3-28
圖 3.30 花蓮港外港 20060405 23:20 水位觀測及頻譜分析 3-29
圖 3.31 花蓮港外港 20060406 03:30 水位觀測及頻譜分析 3-29
圖 3.32 花蓮港外港 20060406 07:40 水位觀測及頻譜分析 3-30

圖 3.33 花蓮港外港 20060406 11:50 水位觀測及頻譜分析.....3-30
圖 3.34 花蓮港外港 20060406 16:00 水位觀測及頻譜分析 3-31
圖 3.35 花蓮港外港 20060406 20:10 水位觀測及頻譜分析 3-31
圖 3.36 花蓮港外港 20060407 00:20 水位觀測及頻譜分析 3-32
圖 3.37 花蓮港外港 20060418 04:30 水位觀測及頻譜分析 3-32
圖 3.38 花蓮港外港 20060407 08:40 水位觀測及頻譜分析 3-33
圖 3.39 花蓮港外港 20060407 12:50 水位觀測及頻譜分析 3-33
圖 3.40 鹽寮漁港 20060610 06:00 水位觀測及頻譜分析 3-34
圖 3.41 鹽寮漁港 20060610 10:10 水位觀測及頻譜分析 3-34
圖 3.42 鹽寮漁港 20060610 14:20 水位觀測及頻譜分析 3-35
圖 3.43 鹽寮漁港 20060610 18:30 水位觀測及頻譜分析 3-35
圖 3.44 鹽寮漁港 20060610 22:40 水位觀測及頻譜分析 3-36
圖 3.45 鹽寮漁港 20060611 02:50 水位觀測及頻譜分析.....3-36
圖 3.46 鹽寮漁港 20060612 07:00 水位觀測及頻譜分析 3-37
圖 3.47 鹽寮漁港 20060612 11:10 水位觀測及頻譜分析.....3-37
圖 3.48 花蓮港內港 20060818 10:40 水位觀測及頻譜分析 3-38
圖 3.49 花蓮港內港 20060818 14:50 水位觀測及頻譜分析 3-38
圖 3.50 花蓮港內港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析 3-39
圖 3.51 花蓮港內港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析 3-39
圖 3.52 花蓮港內港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析 3-40
圖 3.53 花蓮港內港 20060819 07:30 水位觀測及頻譜分析 3-40
圖 3.54 花蓮港內港 20060819 11:40 水位觀測及頻譜分析.....3-41
圖 3.55 花蓮港內港 20060819 15:50 水位觀測及頻譜分析 3-41
圖 3.56 花蓮港外港 20060818 10:40 水位觀測及頻譜分析 3-42
圖 3.57 花蓮港外港 20060818 14:50 水位觀測及頻譜分析 3-42
圖 3.58 花蓮港外港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析 3-43
圖 3.59 花蓮港外港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析 3-43
圖 3.60 花蓮港外港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析 3-44
圖 3.61 花蓮港外港 20060819 07:30 水位觀測及頻譜分析 3-44
圖 3.62 花蓮港外港 20060819 11:40 水位觀測及頻譜分析.....3-45
圖 3.63 鹽寮漁港 20060818 10:40 水位觀測及頻譜分析 3-45
圖 3.64 鹽寮漁港 20060818 14:50 水位觀測及頻譜分析 3-46
圖 3.65 鹽寮漁港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析 3-46
圖 3.66 鹽寮漁港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析 3-47
圖 3.67 鹽寮漁港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析 3-47
圖 3.68 石梯漁港 20060818 14:50 水位觀測及頻譜分析 3-48

圖 3.69 石梯漁港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析 3-48
圖 3.70 石梯漁港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析 3-49
圖 3.71 石梯漁港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析 3-49
圖 3.72 石梯漁港 20060819 07:30 水位觀測及頻譜分析 3-50
圖 3.73 金樽漁港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析 3-50
圖 3.74 金樽漁港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析 3-51
圖 3.75 金樽漁港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析 3-51
圖 3.76 金樽漁港 20060819 07:30 水位觀測及頻譜分析 3-52
圖 3.77 花蓮港水域數值水深地形及測試點位.....3-52
圖 3.78 九個測站之波高增幅係數 Kd 曲線圖.....3-53
圖 4.1 不規則波港灣波動數值模式的計算流程圖.....4-3
圖 4.2 花蓮港水域數值水深資料彙整情形.....4-8
圖 4.3 修正過的花蓮港水域數值水深地形.....4-8
圖 4.4 九個測站之波高增幅係數 K_D 曲線圖 4-9
圖 4.5 九個測站之波高增幅係數 K_D 曲線圖(重力波部分) 4-10
圖 4.6 波高增幅係數 K_D 分佈圖 4-11
圖 4.6(續) 波高增幅係數 K_D 分佈圖.....4-12
圖 4.7 規則波作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s).....4-15
圖 4.8 不規則波(B-M 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s, Hs=6 m) 4-15
圖 4.9 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s, Hs=6 m) 4-15
圖 4.10 不規則波(B-M 頻譜)作用下波高分佈圖(Ts=8 s，Hs=6 m，式 4.16) 4-16
圖 4.11 不規則波(B-M 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s，Hs=6 m，式 4.17) 4-16
圖 4.12 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s，Hs=6 m，式 4.16).....4-16
圖 4.13 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s，Hs=6 m，式 4.17).....4-16
圖 4.14 規則波作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s).....4-17
圖 4.15 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m) 4-17
圖 4.16 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=10 m) 4-17
圖 4.17 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m，式 4.16).....4-17

圖 4.18 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m，式 4.17).....4-18
圖 4.19 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=10 m，式 4.16) 4-18
圖 4.20 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=10 m，式 4.17) 4-18
圖 4.21 不規則波(JONSWAP 頻譜)+84 秒長波(波高 1 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m).....4-19
圖 4.22 不規則波(JONSWAP 頻譜)+84 秒長波(波高 2 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m).....4-19
圖 4.23 不規則波(JONSWAP 頻譜)+84 秒長波(波高 3 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m).....4-19
圖 4.24 不規則波(JONSWAP 頻譜)+1134 秒長波(波高 0.1 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m).....4-20
圖 4.25 不規則波(JONSWAP 頻譜)+1134 秒長波(波高 0.5 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m).....4-20
圖 4.26 不規則波(JONSWAP 頻譜)+1134 秒長波(波高 1 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 4-20
圖 5.1 σ座標系統 5-2

表目錄

表 2.1 斷面試驗造波條件 2-10

表 3.1 西元 2005/8/3 至 2005/8/5 馬莎颱風警報記錄.....3-10

表 3.2 2006/08/18 各觀測站的資料收集範圍 3-15

照片目錄

照片 3.1 現場觀測使用的潮位計 3-6

照片 3.2 潮位計安裝情形 3-9

第一章 計畫背景分析

1.1 計畫目的

花蓮港為我國的國際商港之一，就地理位置來說對於臺灣東部地區的貨物運輸，應佔有相當重要的地位。然而，由於有些颱風侵襲期間，港內曾發生長週期蕩漾的現象，不利於船舶的靠泊與人員貨物的裝載，再加上東部的產業逐漸偏向於自然資源的利用與觀光產業的發展，因而導致花蓮港的貨運量偏低。然為了充分發揮花蓮港地利優勢，港灣的功能勢必轉型朝向多元化發展。在轉型的過程中，其服務範圍將由貨物運輸而逐漸偏向於海上遊憩的相關運輸行為，服務對象也將偏向於以人為主，相對地對於港灣的相關設施及功能，尤其是港灣的靜穩度的要求也會更高。

花蓮港由於海底地形與特有港形的緣故，在港內容易激發與港池特性長度相關的長週期振盪，嚴重影響港內船舶的靠泊。不僅影響船舶靠泊安全，也直接影響到人員登船與下船過程間的安全性。目前此一長週期蕩漾現象已經造成在惡劣天候下，尤其是在某些颱風侵襲之前，港內的船舶必須離港避難，明顯地違背港灣建設開發的目的。

為了瞭解花蓮港港池共振機制以及研提改善防治對策，有鑑於此，交通部運輸研究所(以下簡稱本所)乃依據 94-97 年度科技研究計畫「港灣環境資訊系統及數值模式應用研究」之綱要計畫總目標擬定為期四年的研究計畫以進行與花蓮港港池共振機制相關的研究。其中，並配合本所的相關研究，從水工模型試驗、現場觀測、及數值模擬等方面探討花蓮港的港池共振機制。

1.2 計畫重要性

花蓮港為我國唯一為處於台灣東部海岸的國際商港(如圖 1.1 所示)，就其位置性來說花蓮港對於台灣東部地區的貨物運輸應佔有相當重要的地位，然而自四期擴建完成後由於港內經常發生長週期蕩漾的現象，不利於船舶的靠泊與人員貨物的裝載，再加上東部的產業逐漸偏向於自然資源的利用與觀光產業的發展，使得航商因為船舶安全以及成本業績的考量而裹足不前，因而導致花蓮港的貨運量偏低，與業務的衰退。就目前國內的經濟發展策略而言，由於相關的工業多集中在西部海岸，再加上北宜高速公路以及規劃中東部高速公路的開發，未來東部的工業發展仍會因為其地理位置、地質因素、以及政策的導向而趨於保守，自然資源、觀光產業及傳統農漁業仍可能主導花蓮港海洋運輸發展方向。

然而換另一角度，從地緣關係來看，花蓮縣位處台灣東部海岸的中段，其海岸線綿延約 110 公里，且面臨太平洋遼闊的豐富漁場。在台灣東部海岸，花蓮港以北較大的人工港灣(扣除特定用途的和平水泥專用港)就屬大約距離 60 公里外的蘇澳港，往南則也是大約 50 公里外的石梯漁港。以近海船舶的活動性與機動性來看，花蓮港的地理位置對發展東部海岸的各種型式的海洋事業或活動，不論是作為前進基地或是中繼站，都有其不可忽視的重要性。因此，為了充分發揮花蓮港地利優勢，花蓮港的功能勢須配合鐵公路交通的變革與發展，以及花東地區產業的發展結構，重新加以定位，並朝向多元性的港灣利用來進行規劃及轉型。在轉型的過程中，其服務的對象當然也可能由主要的貨物運輸而逐漸偏向於與海上遊憩的相關運輸行為。

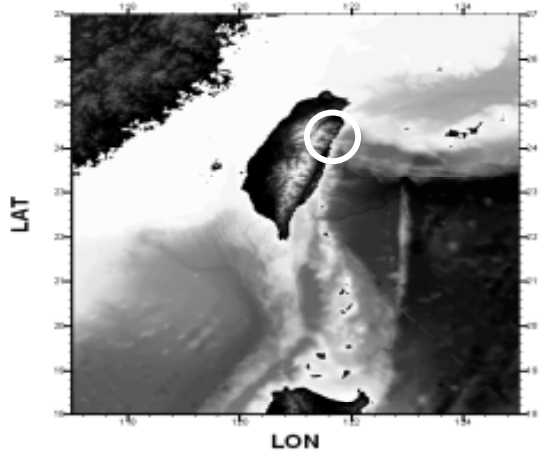


圖 1.1 花蓮港位置示意圖

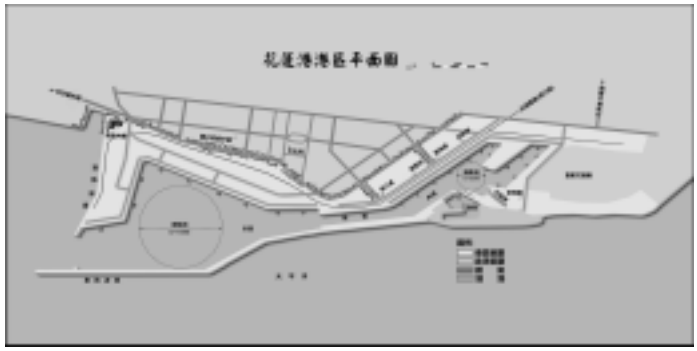


圖 1.2 花蓮港現況配置圖

由於服務對象將逐漸由以貨物為主移轉為以人為主，相對地對於港灣的相關設施及功能，尤其是港灣穩靜度的要求將會更加提高。然而目前花蓮港由於附近海底地形的陡峭與特有狹長港形的緣故(如圖 1.2 所示)，在港內容易激發與港池特性長度相關的長週期振盪，並嚴重地影響到港內船舶的靠泊，以及人員登船與下船過程間的安全性。目前此一長週期蕩漾現象已經造成在惡劣天候下，尤其是颱風侵襲之前，花蓮港內的船舶必須離港避難，而明顯地違背港灣建設開發的目的。再加上由於花蓮港外海水深浪大，船舶的出海錨泊仍可能因為流錨而發生船舶擱淺的船難事件，所以基本上不應該是一標準正常的作業程序。

目前，花蓮港的水域屬於漁業與商業共用，其中漁業包括了傳統漁業及遊憩漁業，這些用途對水域的穩靜度有不同的要求。例如，位

於花蓮港內的花蓮漁港原係由商港的小型船渠撥用改建，由於水域空間不足於西元 2000 年起進行專用漁港的規劃設計與建設，原先有另外闢建進出口航道的構想，但基於建設經費與港內穩靜度的考量，最後仍決定使用商港部份的航道作為漁船進出口。如果再加上花蓮港正在推動未來的海上遊樂船舶活動，則將使得對花蓮港港內穩靜度的要求更形提高，而如何解決港內長週期波動的需求也相對提高。

1.3 相關研究

為了找出花蓮港長週期振盪機制，在花蓮港務局的委託下，本所港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)自西元 1989 年起即陸續在港內及港外展開一系列的長期海氣象觀測，至西元 2000 年更擴充至全港內與東防波堤外側多個測波站的同步觀測，其間也包括了許多自發性的研究計畫。由於收集的資料相當龐大，目前的資料分析僅完成初步港灣規劃、管理及工程設計所需的基本分析外，進一步的相關比對則仍陸續累積與整理當中。除了現場調查之外，港研中心也進行了相當多的數值模擬及水工模型試驗。為了探討花蓮港共振的問題，花蓮港務局與港研中心也曾於西元 1996 年共同舉辦『花蓮港港池振盪及其改善方案研討會』。相關的研究有張及曾(1993)、張及曾(1995)、蘇及陳(1995)、曾及簡(1996)、蘇等人(1996)、簡及邱(1996)、張(1996)、曾(1998)、簡及曾(1999)、莊(2000)、莊及江(2000)、李等人(2001)、李(2001)、郭等人(2002)、蕭等人(2000)、邱等人(2003)、張及林(2003)、邱等人(2003)、蘇(2003)等、邱等人(2005)。

邱等人(2005)的文獻中從改善花蓮港長週期振盪的出發點，整理了過去相關的現場觀測、模型試驗及數值分析的成果。在文章中指出有關現場觀測的資料分析部份，曾(1996)分析西元 1990 至 1996 年間的 31 個港外颱風波浪，其中西元 1994 年的 6 個颱風(提姆、凱特琳、道格、弗雷特、葛拉絲及席斯)，以及西元 1995 年的肯特颱風期間港內也進行了同步觀測。分析結果指出外海的颱風波能多集中在 11 至 15 秒

之間，但在港口外側則顯示長週期成份波的能量顯著增加；內港區的長週期能量集中在 147 及 158 秒左右，而外港區則在 137、147 及 185 秒左右。由於東防波堤的遮蔽效應，外港區池的短週期能量可以降低一階，而內港區池則降了兩階，然而 160 秒左右的波能卻增加二階。文中並指出可能引起港內超長重力波的機制有二：碎波點位置振盪所生的自由長波；或者伴隨短波群前進之強制長波。曾及簡(1996) 分析西元 1989 年至 1993 年的現場觀測資料也指出在西元 1994 年提姆颱風侵襲期間港內有明顯的能量集中在 47、82、98、114 及 158 秒成份波處。簡及曾(1999)分析西元 1990 年至 1998 年間的 45 個颱風動態資料與現場波浪資料指出，颱風波浪的波高逐時變化除與颱風行進路徑、強度規模及移動速度有關外，也和背景波浪場、陸地遮蔽效應有密切關連。對花蓮港而言，颱風波浪的總作用時間大約 1 至 2 天；颱風波浪的明顯增大時間大約是颱風中心距花蓮港約 500~900 公里。郭等人(2002)利用西元 1994 年至 1997 年間的五個颱風時期所觀測的港內及港外波浪資料進行分析，以探討港池振盪的發生機制。其認為港內的振盪機制大致與線性波理論吻合，是由港外波浪低頻域能量所引起。但也指出港外風浪愈大，不一定港內振盪就大，必須視港外的低頻成份波的波向而定，而港外低頻波之波向也不一定與風浪主方向相同。顯示港池振盪的機制有著很複雜的關係。張及林(2003)利用最小二乘法發展出兩種可辨識水位訊號之主成份波週期及振幅的模式，並將其應用在花蓮港西元 1994 年提姆(Tim)颱風的港內波動訊號上，辨識出港內主要成份波週期為 87.6 及 152 秒，而港外為 15、52、80 及 130 秒。

在數值模擬方面，蘇等人(1996)利用近岸波場推算數值模式-Model WP21 探討港內的波動，並指出當入射波週期為 42、87、92、118 及 155 秒時，港內會引起明顯的振盪。莊(2000)、莊及江(2000)應用 MIKE21-EMS 以數值模擬方式探討花蓮港於颱風期間的港池不穩靜機制，並認為亞重力波顯著支配花蓮港的共振特性。他同時指出當亞重力波之入射週期為 100、130、160 及 190 秒時，港內會引起程度不同的共振，而且若花蓮港外海存在具有較顯著振幅(能量)的 195 秒波動時，則花蓮港內港域各碼頭區將面對全面性之最嚴重共振波動振盪。

蕭等人(2000)應用雙互換邊界元素法解析花蓮港的港池波動問題時，指出港內增設消能池可改善長週期之波動，但港外設置潛堤則無多大效果。航道拓寬與航道浚深可降低波高增幅係數值，但可能引發新的共振週期。李等人(2001)利用緩坡方程式及邊界元素法進行解析並發現入射波週期為 48、56、96、116、140 及 160 秒時會引起港內的長週期振盪。以上數值模擬所得到的振盪週期略有出入，猜測其原因應是各項研究所用數值模擬技巧不同所致，例如數值方法、元素切割等。但是可以確認的是，從數值模擬上可以曉得花蓮港的共振週期特性。

在水工模型試驗方面，簡(1996)嘗試幾種不同的港內配置方案試圖改善港內的長週期共振，但只能獲得有限的效果。簡等人(1997)藉由探討舊東堤改建、美崙溪導流堤延伸改善港口淤積、及南濱海岸侵蝕的問題，提出多種配置方案探討港內的長浪防制問題。邱等人(2000)從拓寬內航道、以及在港外加設潛堤或突堤的方式來探討長浪可能的防制方法，其中共測試了三種颱風週期(12.6、13.5 及 15.3 秒)及四種長週期(40、100、140 及 160 秒)，並發現 140 及 160 秒的入射波會引起港內的長週期振盪。在水工模擬方面，由於經費、時程與計畫任務導向的限制，往往只能針對少數幾個特定波浪週期進行實驗，因此我們可以將其視為一項驗證的工作，瞭解某些週期的港遲波動情形，或是確認某些週期會引發共振，但是對於沒有進行的波浪週期則無法獲得任何資訊。

綜合而言，從過去所有的研究中可以發現花蓮港的港池共振週期特性已經透過現場觀測、模型試驗、以及數值模擬的方式加以探討多年，但是對於如何引發此一現象的機制：亞重力波、波群所附帶的長波、緣岸波、或是其他因素，卻仍是無法定論。蘇(2003)從物理性質的角度分析三種可能的長週期振盪發生機制：亞重力波、波群所附帶的長波、及緣岸波。其認為接近 80 至 90 秒或 130 至 160 秒週期的亞重力波很難在一般颱風區域內產生。而除非是很規則的湧浪，現場不規則波浪很難出現有規則性的群波，因此推論波群所附帶的長波不應該是有效引起港池共振的入射波。然而該文僅只是概念性地認為花蓮港

的長週期振盪應是由緣岸波所造成，但未作任何證明。再者，緣波的理論主要說明了入射波浪可以近似平行於海岸線走向的方向沿岸傳播，並可能攜帶大量能量入侵花蓮港。此一現象或許與花蓮港的共振有關，但就波浪週期而言，緣岸波並未改變外海波浪的週期結構，因此猜測可能尚有其他的共振機制。

1.4 研究成果的檢討

就目前已經完成的研究成果來看，其研究的方法與方向幾乎已經涵蓋了目前所有的海岸工程方面的知識與技術，然而花蓮港的長週期振盪的機制似乎仍無法明確定位。為此，港研中心乃決定重新審視過去所進行過的研究成果，以其尋找其中可能被忽略掉的資訊。本節將就從水工模型試驗、數值模擬及現場觀測三個方向，分析過去的研究中所可能遭遇到問題。

在水工模型試驗部份，港研中心已經從改變近海入射波能的結構、削減或消散入侵港灣的波能、及改變港灣自然振動週期的構想，進行過多次的穩靜度改善試驗，但是發現都僅能夠做到有限程度的改善。邱等人(2005)彙整三個與花蓮港港池波動有關的水工模型試驗結果，包括港研中心於民國 85、86 及 89 年專題計畫的試驗結果(其成果分別發表於簡及邱，1996、簡等人，1999 及邱等人，2003b)，進行綜合性的檢討。在這三個年度的計畫中，港研中心嘗試著由變化各種不同的外廓設施配置方案，以期能削減港內的長週期振盪的發生或其能量。然而，試驗的結果發現改善的成效有限，花蓮港的港內仍然會有共振的現象出現。邱等人(2005)指出一旦港灣的主體佈置定型後，任何局部性改善措施都只能產生有限的效果而已。

基本上，由於花費的人力、經費與時間龐大，以及模型縮尺的限制，水工模型試驗一般較屬於是被動性與趨勢性的研究方法。也就是說，先決定要試驗的狀況與條件後，才進行相關的佈置與試驗測試。因此，大多數的港灣遮蔽或是港灣波動折繞射試驗是在驗證或評估指

定的波浪條件下的港灣內外波動情形，並藉以驗證理論分析、數值模擬的結果。花蓮港的相關水工模型試驗也有類似的情形：其主要是驗證了某些入射波週期會引起花蓮港的港內共振、港內的波動情形與消波效果，很難找到花蓮港的共振機制。

數值模擬部份則由於各個學者各時期所使用的數值模式的控制方程式、邊界條件與數值解析度不同，雖然其都確認了花蓮港有長週期的共振週期，但是各個數值試驗所得的共振週期都略有出入，而無法作成具體的結論。林(1997)曾指出數值模擬網格的不恰當切割可能導致港內共振週期的偏移。因此，如果要詳細驗證數值模擬的結果，可能先要確認各數值模式的收斂性與穩定性。

至於現場觀測部份則由於港灣附近的波浪量測在考量不影響船舶及其他水上活動的前提下，只能用壓力式的波高計。但由於壓力式波高計所需要的壓力水位轉換函數在國際間仍一直在討論而無法確認其間的關係，加上港內的波動可能屬於波動窄頻但多方向的狀況，其轉換函數可能與外海的寬頻多方向不同。因此，對於港內外的波浪觀測結果的分析仍有其不確定性。

1.5 研究範圍與對象

本計畫擬利用水工模型試驗、現場觀測、及數值模擬等方法探討花蓮港港池共振的機制。所有相關的模型試驗及現場觀測主要由港研中心提供，而計畫執行單位必須配合港研中心的內部研究，參與實驗或量測的規劃與資料的分析，必要時得配合進行附屬相關工作。

在為期四年的研究工作中，首先利用水工模型試驗討論波壓與波高的關係，以便確認適合花蓮港海底地形的波壓與波高的轉換關係。其後，利用現場波浪觀測資料進行統計及頻譜分析以了解花蓮港港內及港外的波浪特性。此外，建置花蓮港附近水域的不規則波及任意地形之波浪折繞射模式與三維潮流模式，以探討花蓮港附近的波動與水流特性，藉此研擬改善防治對策。

在第一年的研究成果裡，對於波壓與波高轉換函數的相關研究方面，發現線性波理論可能仍適合於解釋規則進行波水面波形與水中壓力波形間的關係，但需要加上一個隨水深、波浪週期及波高變化的比例係數進行修正。此外，即使是非線性波動，其壓力傳遞到某一水深(例如-42.5 cm)以下，所量測到的壓力都幾乎呈規則性變化的情形，而且在一半波長之水深以下，仍然可以量測到相同週期的微小波動，顯示波動下的水壓力傳遞可能尚有其他機制例如水力子的運動所造成的局部性流速，而非一般在流體力學中純粹以靜水壓力的形式來計算。在現場波浪觀測資料統計分析方面，本研究已經建置一分析程式，但由於花蓮港的觀測資料含有無法以傳統的去除平均值及趨勢方法去除的極長週期水面波動，而且該成分的去除也將造成分析結果的代表性的疑義。因此，本研究也同步進行了長週期的波動觀測，透過延伸資料取樣的時程，由分析資料中發現花蓮港內在常時波浪中即已含有週期大於 1000 秒的波動。在花蓮港港灣波動數值模式的建立上，已經建立了規則波的數值模式。此外，本研究也邀請美國北卡羅萊那州立大學土木、營建及環境工程系榮譽退休教授董啟超博士協助本計畫的進行，並針對海岸結構物安全評估理論在海大及港研中心一共舉辦四場演講。

1.6 研究內容與工作項目

依據公告之招標文件所述，本計畫預定執行四年，目前係進行第二年的工作，各年之主要工作項目包括：

第一年(94 年)：

1. 進行波壓與波高轉換函數相關的水工模型斷面試驗，建立港內波壓與波轉換關係

   以不同深度的等水深地形，在同一位置使用容量式波高計及壓力頭模擬壓力式波高計同步量測不同入射週期及波高的水面波動與水底壓力變化時序性資料，分析比較壓力與波高之轉換關

係。其次，變換底床坡度重複上項試驗與分析。試驗之波浪將以規則波與不規則波分別進行。而模型的配置也將分為空水槽及直立堤兩種。

在第一年的計畫裡，在有關波壓與波高的轉換函數的探討上發現規則進行波水面波形與水中壓力波形間的關係可能隨著波浪的特性而不同，深水波的波壓力在二分之一波長之內的水深中，波壓力有隨水深衰減的情形，波高也顯示出有局部性的影響，而二分之一波長以下的水深中由於流體的質量與動量連續，仍然有某一程度的擾動；中間性波由於水粒子的運動幅度隨水深而不同，因此也有不同程度衰減；而淺水波則會有完全相關的性質。顯示線性波理論可能仍適合於解釋規則進行波水面波形與水中壓力波形間的關係，但需要加上一個隨水深、波浪週期及波高變化的比例係數進行修正。

2. 針對花蓮港現場波浪觀測的資料作波浪特性的統計與分析(觀測由本中心執行)

針對目前正在持續進行的現場波浪觀測，以傳統的及第一項的經驗公式進行統計分析與比較。傳統的波浪分析將包含如零上切求個別波高及特性波高，頻譜分析及波高週期統計分析與理論曲線套配。

藉由已經建構的波浪分析程式設計的經驗與心得，將原為FOTRAN 程式語言的架構改寫為 Matlab 程式語言，並利用Matlab 的繪圖功能，逐步建構可以同時進行波浪分析以及繪圖的分析軟體。目前初步的架構已經完成，而且可以進行波浪的零上切分析及頻譜分析。

3. 建置花蓮港港灣波動數值模擬的模式，進行規則波的數值模擬，並與相關研究成果相比對

以花蓮港的地形，並考慮外海的波浪折射與淺化，以及海岸及碼頭岸壁的非定值反射特性，建構港灣波動數值模式。其中，將首先進行元素分割大小及數值收斂性的比較。其後，進行規則波的數值模擬以計算港內波高分布及特定點的增幅曲線，以

與過去的研究成果相比較與驗證。

花蓮港的數值地形在整合不同的資料來源後，已經建構有限元素方法使用的三角元素網格地形，同時也調整港灣波動數值模擬程式並完成花蓮港的規則波模擬。

4. 花蓮港防波堤振動特性與沉箱變位資料分析(資料由本中心提供)

   由於觀測資料的儲存格式與一般分析程式所可解讀的格式不同，本年度的工作主要在進行資料的轉換與彙整。

第二年(95 年)：

1. 繼續進行波壓與波高轉換函數的相關水工模型試驗分析研究

   在平面水槽設置部份開口之矩形港池，並視需要調整港外的海底地形坡度，進行不同入射方向所造成之港外入反射波場及港內多次反射波場之波壓與波高的轉換關係的探討。

2. 繼續進行花蓮港現場波浪觀測的資料分析與波浪特性統計(合辦)

3. 以理論頻譜進行不規則波的港灣波動數值模擬

   以理論頻譜如 JONSWAP、P-M 或 Bretschneider 頻譜進行不規則波之港灣波動數值模擬，並計算港內特定點之反應頻譜，以及相關的波高與週期參數。

4. 規劃及設計三維潮流數值模式

   針對花蓮港的地形引進三維潮流模式理論，建構適合花蓮港的潮流數值模式。

第三年(96 年)：

1. 繼續進行花蓮港現場波浪觀測的資料分析與波浪特性統計(合辦)

2. 除延續第一及第二年工作內容外，將著重在理論頻譜的擬合與相關參數的評估。

3. 以現場實測頻譜進行不規則波的港灣波動數值模擬，並與港內的實測值進行比較。同時，也進行多方向不規則波的數值模擬

4. 進行三維潮流數值模擬
5. 港池共振改善方案研擬(合辦)

第四年(97 年)：

1. 延續前三年工作內容繼續進行花蓮港現場波浪觀測的資料分析與波浪特性統計(合辦)
2. 以規則波及不規則波的港灣波動數值模擬結果，對各改善方案之港池靜穩度進行評估
3. 以花蓮港的潮汐與潮流特性進行花蓮港附近三維潮流數值模擬
4. 配合本所 92~96 年「近岸數值模擬系統之建立」研究計畫成果，探討及測試港灣波動數值模式與近海波浪預報模式結合，建構花蓮港波浪預報模式(合辦)

1.7 研究方法與進行步驟

本第二年的各主要工作項目之研究方法及進行步驟分別說明如下：

1. 繼續進行波壓與波高轉換函數的相關水工模型試驗分析研究

   除了繼續分析及規劃平面水槽及斷面水槽之波壓與波高的轉換關係的試驗外，也規劃現場外海及港內的容量式波高計與壓力式波高計的聯測與分析比較。由於目前的研究分析結果中發現波壓與波高的轉換關係會受到地形以及鄰近結構物的影響，本年度將進一步針對水平底床及凹陷地形的模型試驗資料進行分析，以瞭解各自的特性及其間的差異性。

2. 繼續進行花蓮港現場波浪觀測的資料分析與波浪特性統計(合辦)

   原係配合本所所提供的觀測資料，除了持續進行基本分析外，也進行相關性的分析與比較，例如港內與港外的波動關係、港

外波浪與防波堤受力的關係。但由於現場觀測儀器受到外在環境的影響較嚴重，目前發現觀測資料中的雜訊相當強烈，必須設法解決。有鑑於上一年度發現花蓮港內有極長週期的波動成分，對於該類成分時空變化有必要進行瞭解，以釐清花蓮港的水面振動特性。

3. 以理論頻譜進行不規則波的港灣波動數值模擬

以理論頻譜如 JONSWAP、P-M 或 Bretschneider 頻譜進行不規則波之港灣波動數值模擬，並計算港內特定點之反應頻譜，以及相關的波高與週期參數。有關頻譜成分波的分割方式，將以等週期分割的方式進行。

4. 規劃及設計三維潮流數值模式

針對花蓮港的地形引進三維潮流模式理論，建構適合花蓮港的潮流數值模式。目前除了配合 Taicoms 計畫的執行內容外，也將評估引入 POM(Princeton Ocean Model)或 ROM(Regional Ocean Model)等模式。POM/ROM 為 public domain 上的免費軟體，在軟體的取得及更新上均較為方便，本年度擬先針對建置 POM 所需要的相關資料進行收集與整理。

第二章 波壓與波高轉換函數的相關研究

本年度主要進一步針對水平底床及凹陷地形的模型試驗資料進行分析，以瞭解各自的特性及其間的差異性。

2.1 前人研究

有關波壓與波高間的轉換關係，首先 Folsom 與 Seiwell(1947)利用線性波理論提出相關的轉換關係。然而由過去的模型實驗或現場觀測的結果比對，發現即使在規則波的情況下，亦無法正確地利用線性理論來描述波壓與波高間的關係。因此大多數學者皆認同於在波壓與波高間的轉換公式中加入一個經驗修正係數，以改善線性理論轉換時的不正確性。而此一經驗修正係數可能受到相當多參數的影響，例如相對水深、波浪尖銳度、壓力計設置深度、水流及雜訊等，且各參數間的關係亦相當複雜，導致至今壓力修正係數仍未能有一定論。

關於此一修正係數的研究自西元 1966 年起即陸續有許多學者提出相關研究與建議，相關的研究列於參考文獻，例如 Hom-ma et al.(1966)、Bergan et al.(1968)、Simpson(1969)、Esteva and Harris(1970)、Cavaleri(1980) 、 Biesel(1982) 、 Lee and Wang(1984) 、 Hameed and Baba(1985)、Gabriel and Hedges(1986)、Bishop and Donelan(1987)、郭(1983)、簡仲璟等(1990)、邱永芳等(1993)、黃家祥(1993)、張炯殷(1995)、Huang et al.(1998)、Huang(2001)、陳松輝等(2003)。其中，Bergan et al.(1968)比較量測的壓力及 Stoke's 的理論結果，發現用 Stoke's 五階波差異性遠比線性波理論小。Lee and Wang(1984) 用二階攝動法(perturbation technique)解弱非線性不規則波並發現由於線性及非線性的轉換函數在中間性波至深水波的範圍中差異不大，因此判斷非線性的影響並不顯著。Wang et al.(1986)提出之修正線性濾波法(modified linear filter method)，其方法是將線性濾波法進行修正，以一簡單視窗轉換函數的型式應用於波壓與水位間的轉換。然而，一般研究都了解

在淺水波的部分非線性的修正是相當重要的。Kuo and Chiu(1994)比較了量測波壓及線性波與 Stoke's 三階波理論，並發現在他們的實驗中非線性的波形尖銳度影響很小。然而，Baquerizo and Losada(1995)使用微小振幅波理論的推導，認為邱、郭與簡(1993)之經驗轉換函數中之常數項應為水深無因次項 $\omega^2 d/g$ 之函數($\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ 為波浪之角週頻率；f 為頻率；T 為波浪週期；d 為水深；g 為重力加速度)，不應為一定值。黃明志也指出此一不一致的結論似乎祇反映了研究中的波浪條件不同而已。

2.2 波高波壓轉換函數的相關理論

依據線性波理論，二維進行波的波壓公式可表示為

$$p(x,y;t) = p_S - \rho g z + \rho \frac{\partial \phi}{\partial t} - \frac{1}{2}\rho\left(u^2 + w^2\right) \tag{2.1}$$

其中，t 為時間；x-軸為水平軸，z-軸為直立軸，以平均水面為零點並取向上為正；p 為總水壓力；p_s 為自由水面大氣壓力；ρ 為水的密度；ϕ 為流體的速度勢(velocity potential)；$u = -\partial\phi/\partial x$ 為水平水分子速度；$v = -\partial\phi/\partial y$ 為垂直水分子速度。而單一波動的波形及相關速度勢函數為

$$\eta(x;t) = a\sin(kx - \omega t) \tag{2.2}$$

$$\phi(x,z;t) = \frac{ag}{\omega}\frac{\cosh k(z+h)}{\cosh kh}\cos(kx - \omega t) \tag{2.3}$$

其中，而 a 為波浪的振幅；h 為水深；$k = 2\pi/L$ 為波數(wave number)；L 為波長。ω 及 k 滿足線性波的分散關係式

$$\omega^2 = gk\tanh kh \tag{2.4}$$

其動壓部分可以表為

$$p_d(x,z;t) = \rho g K_{pL}\eta(x;t) = \rho g \frac{\cosh k(z+h)}{\cosh kh}\eta(x;t) \tag{2.5}$$

其中，K_{pL}稱為線性波的壓力轉換函數。依循類似的推導過程可得非線性波的波壓公式為

$$p_d(x,z;t) = \rho g K_{pN}\eta(x;t) \tag{2.6}$$

對於量測及線性波理論間的差異性，一般提出一個經驗的修正係數N

$$p_d(x,z;t) = \rho g K_{pC}\eta(x;t) = \rho g \frac{K_{pL}}{N}\eta(x;t) \tag{2.7}$$

Forristal(1982)曾指出量測及線性波理論間差異性的可能原因為二階的動能項或是非線性波的影響未被考慮，或者是分析的方法不恰當。Bishop and Donelan(1987)：曾根據不同的試驗及現場資料對 N 值做了檢討。並依據他們自己的試驗，他們認為線性波理論在由水下壓力紀錄計算波高時還是正確的。一個設計良好的壓力式波高計系統估算水面波高應可達到 95%的準確性。他們也指出以前的修正係數可能受到不正確的波高量測、儀器限制(如訊號/雜訊比，率定誤差、動水壓力干擾等)、以及不恰當的分析方法(波別法 wave-by-wave method，頻譜洩漏 spectral leakage)的影響。Kuo and Chiu(1994)提出一動壓力的經驗公式

$$p_d(x,z;t) = \rho g K_{pE}\eta(x;t) \tag{2.8}$$

其中，K_{pE}為經驗轉換函數，已由因次分析及中間性波與深水波的試驗資料的迴歸得到下列的結果

$$K_{pE} = \exp(0.905\frac{\omega^2 z}{g} - 0027) \quad ; \quad 0.1 \le \frac{\omega^2|z|}{g} \le 5.0 \quad , \quad \frac{h}{L} \ge 0.07 \tag{2.9}$$

由因次分析可以得到下列的函數關係

$$K_{pE} = f_1\left(\frac{\omega^2 z}{g}, \frac{\omega^2 h}{g}, \frac{\omega^2 H}{g}\right) = f_2\left(\frac{\omega^2 z}{g}, \frac{z}{h}, \frac{H}{L}\right) \tag{2.10}$$

其中，H 為波高；$\omega^2|z|/g$ 為頻率參數；$\omega^2 h/g$ 為水深參數；H/L 為波形尖銳度；$|z|/h$ 為壓力計沒水深度參數。因此，式(2.9)是在中間性波及深水波的範疇內推導的，且僅在波性尖銳度影響較小及壓力計沒水深度參數可被忽略的情形下才適用。

Chen(2000)的沒水深度參數 0.9 的迴歸公式則表為

$$K_{pN} = \exp(0.711\frac{\omega^2 z}{g} + 0022) \tag{2.11}$$

在 Kuo and Chiu(1994)中發現由於第三階壓力與第一階壓力的比值小於 1.08，因此非線性的效應很小。他們也認為"由於同一頻率波動及沒水深度的轉換函數在不同的水深處均沒改變"因此壓力計沒水深度參數是可以被忽略的。然而黃(2001)認為依據 Kuo and Chiu(1994)文章的第四圖即顯示此一結論不正確，即使是最簡單的線性波理論轉換函數也強烈地顯示其與沒水深度有關。當壓力計安置在底床時，Kuo and Chiu(1994)的經驗公式有比線性波理論較大的波高預測結果。Baqerizo and Losada(1995)對 Kuo and Chiu(1994)的建議是應該將該項試驗結論歸類在較小的深度參數或沒水深度參數中。公式(2.9)的另一個問題是在高頻區的資料過少可能導致迴歸推算時的誤差。由於在波壓轉換波高的過程中可能會引介入額外的高頻能量，因此在使用 Kuo and Chiu 的經驗公式時必須特別小心。

各種不同的壓力轉換函數也可以用對線性壓力轉換函數的修正係數來表示，即

$$K_{pN} = \frac{K_{pL}}{N}, \quad K_{pC} = \frac{K_{pL}}{N}, \quad K_{pE} = \frac{K_{pL}}{N} \tag{2.12}$$

其中，N 一般為相對水深、波形尖銳度及壓力計沒水深度的函數，可由數值計算或實驗資料獲得。

一般進行因次分析時，主要的目標是將因變數推導轉換成多個由自變數所組成的無因次參數。因此，在推導波壓轉換函數的因次分析時，假設其為水深(h)、波高(H)與壓力計沒水深度(z)的函數並表示成

$$K_P = f_1\left(\frac{\omega^2|z|}{g}, \frac{\omega^2 h}{g}, \frac{\omega^2 H}{g}\right) \tag{2.13}$$

依 Chiu & Kuo 的推導

$$K_{PE} = f_1\left(\frac{\omega^2|z|}{g}, \frac{|z|}{h}, \frac{H}{L}\right) \tag{2.14}$$

式中，$\omega^2|z|/g$ 為頻率參數(frequency parameter)；$|z|/h$ 為壓力計沒水參數(transducer submergence parameter)；H/L 為波型尖銳度(wave steepness)。

黃正欣等(2003)利用斷面水槽進行一系列的模型試驗，包含五種不同水深、六種規則波週期、及六種相對應的不規則波示性波週期，以及多種入射波高，並發現壓力轉換函數仍與底床水深、波高及壓力計的放置水深都有關係。並利用迴歸分析方式得到不同的參數如下所示：

$$K_p = \exp\left(-0.539\frac{\omega^2|z|}{g} - 0.067\right) \quad \text{Kuo 及 Chiu 模式} \tag{2.15}$$

$$K_p = \exp\left(-\left(0.015\frac{\omega^2 d}{g} + 0.532\right)\frac{\omega^2|z|}{g} + \left(0.012\frac{\omega^2 d}{g} - 0.072\right)\right)$$

Baquerizo 及 Losada 模式 (2.16)

而黃正欣等也提出自己的壓力轉換函數

$$K_p = \exp\left(-\left(0.151\frac{\omega^2 d}{g} - 0.460\frac{\omega^2 H}{g} + 0.498\right)\frac{\omega^2|z|}{g} + \left(0.189\frac{\omega^2 d}{g} - 0.838\frac{\omega^2 H}{g} - 0.059\right)\right) \tag{2.17}$$

並以壓力值 p 取代較不容易獲得的波高值 H

$$K_p = \exp\left(-\left(0.106\frac{\omega^2 d}{g} - 0.114\frac{\omega^2 P}{g} + 0.517\right)\frac{\omega^2|z|}{g} + \left(0.157\frac{\omega^2 d}{g} - 0.797\frac{\omega^2 P}{g} - 0.057\right)\right) \tag{2.18}$$

然而，由於黃正欣等係採用迴歸方法求得各項係數，利用壓力值 p 取代波高值 H，卻也連帶著變動了水深 d 的係數，使得該公式仍存在有不確定性。也顯示出波高與波壓間的關係仍有深入探討的必要性。

有關頻率參數的部份似乎有些混淆，因為如果是頻率參數的話，則該參數中之自變數應是與波浪頻率直接相關的變數。然而，波浪頻率並不會隨壓力計沒水深度(z)而變。而且

$$\frac{\omega^2|z|}{g} = \frac{\omega^2 h}{g} \times \frac{|z|}{h} \tag{2.19}$$

其實此一參數為 $\omega^2 h/g$ 與 $|z|/h$ (壓力計沒水參數)的函數。因此，若重新整理 Chiu & Kuo 以及 Chen 的建議公式

$$K_{PE} = Exp(-0.905\frac{\omega^2 h}{g} \bullet \frac{|z|}{h} - 0.027) \qquad for\ 0.1 \le {\omega^2|z|}/{g} \le 5, \quad {h}/{L} \ge 0.07 \tag{2.20}$$

$$K_{PN} = Exp(-711\frac{\omega^2 h}{g} \bullet \frac{|z|}{h} + 0.022) \qquad for\ {|z|}/{h} = 0.9 \tag{2.21}$$

由公式中可知，蔡等所說 Chiu & Kuo 的經驗公式忽略了壓力計沒水參數，似乎有待商榷。不過值得一提的是，波形尖銳度目前沒有任何理論可以說明。

至於不規則波之壓力和水位間的轉換關係，可分為兩種不同的轉換方式，一種方式是將量測到的壓力，先求出壓力頻譜，再利用壓力轉換函數將壓力頻譜轉換為水位頻譜，邱、郭與簡(1993)即是以此種方法對不規則波做分析。另一種方式則是將量測到的壓力，利用線性壓力轉換函數或邱、郭與簡(1993)之經驗公式轉換為水位，再由轉換得到

的水位，求出水位頻譜，此方式所得之水位頻譜在高頻處會有急遽放大的不合理現象，因此轉換公式的頻率適用上限是一個重要的因子，而且必須適當的決定。另對於不規則波之轉換，Nielson(1986)提出局部波壓波形近似處理法(local approximation method)，係將局部波壓波形以正弦波形來描述，將求出之相對應局部頻率視為該點之頻率，再應用線性波理論加以轉換；張(1995)提出前後週期平均法，對轉換函數的頻率做一上限，再代入線性反應函數或經驗轉換函數加以轉換。

在考慮水流或非線性效應對轉換結果之影響方面，亦有學者提出相關文獻，如 Bergan et al.(1968)由風洞水槽模擬水深 20 公尺外之波浪，比較線性波浪理論與 Stokes 五階波浪理論之轉換結果，以頻譜及波高分析做估算，發現其誤差在 10%以內；Lee and Wang(1984)指出在淺水時需考慮水流及非線性效應之影響。

2.3 頻譜轉換

波浪能量譜可以由壓力譜得到

$$S_{\eta\eta}(f)=\frac{S_{pp}(f)}{[K_P(f)]^2} \tag{2.22}$$

其中，f 為頻率；$S_{\eta\eta}$ 為波譜；S_{pp} 為壓力譜；K_p 為正確的壓力轉換函數，例如 K_{pL} 、K_{pN} 、K_{pC} 、K_{pE} 中的任何一個。Bergan et al.(1968)根據試驗室的資料發現利用線性壓力轉換函數所得的轉換頻譜與波譜相當接近。Esteva and Harris(1970) 根據現場的資料也指出有同樣的情形。Lee and Wang(1984)也同樣地指出線性轉換函數在能量守恒的範圍內有很好的表現，但是在低頻部分有低估能量而高頻部分則有高估的情形。

由於沒水式波高計的壓力轉換函數受到水深增幅的影響而有隨著頻率增加而減小的情形，壓力譜的高頻的成分可能太小甚至因壓力計的解析度或精確度的極限，以及儀器本身的電子或數值上的雜訊干擾

(noise)而完全漏失，Lee and Wang(1984)建議依據下式從高頻成分中完全移除雜訊部分

$$S_{\eta\eta}(f)=\frac{S_{pp}(f)-NL}{\left[K_P(f)\right]^2} \tag{2.23}$$

式中，NL 為高頻部分的平均雜訊部分(average noise level)。上式與Huang and Chen(1998)所推導利用浮筒式(pitch roll buoy)波浪觀測的訊號中處理低頻雜訊的修正技巧類似。Lee and Wang(1984)也建議可以用如下所示的切除高頻的 windowed 轉換函數(windowed transfer function with high-frequency cut-off)處理

$$S_{pp}(f)=0; \qquad f \geq f_C \tag{2.24}$$

利用式(2.24)從實際的波浪成分裡面移除額外的的雜訊部份(noise level)的一個好處是在轉換後的頻譜的高頻部分總是有一幅度較大的增量然後伴隨著快速地消減至零振幅的情形(Lee and Wang, 1984)

其他的雜訊修正技巧討論如下：

(1) 根據解析度或精確度的雜訊修正

假設壓力計受限於它的解析度或精確度，則可以這一極限值 a_{ppl} (例如壓力計的解析度為 0.1cm)作為整個雜訊部分的評估值(estimate)及設定振幅的切斷條件

$$a_{ppn}(f)=0; \qquad a_{ppn}(f) \leq a_{ppl} \tag{2.25}$$

式中，$a_{ppn}(f)$ 為第 n 個壓力成分的振幅。同樣地，上式也可以改寫為頻譜振幅的切斷條件

$$S_{ppn}(f)=0; \qquad S_{ppn}(f) \leq S_{ppl} \tag{2.26}$$

式中，$S_{ppn}(f)$ 及 S_{ppl} 為與 $a_{ppn}(f)$ 及 a_{ppl} 相關的頻譜振幅。

(2) 根據最大頻譜振幅的雜訊修正

在理論上，假如雜訊是個頻率的已知函數，則壓力訊號便可以被修正。然而實際上卻因為全部的雜訊部分(包含水動力雜訊、非線性及流的影響)乃是隨著海象而變。一個解決此一問題的方法是利用一個與最大頻譜振幅 S_{ppm} 有關的固定比例係數 R 作為切斷條件。

$$S_{ppn}(f) = 0; \qquad S_{ppn}(f) \le R \cdot S_{ppm} \tag{2.27}$$

假如 R 值較小則相對的切斷頻率 f_c 將會較高。

(3) 根據最小轉換函數值的雜訊修正

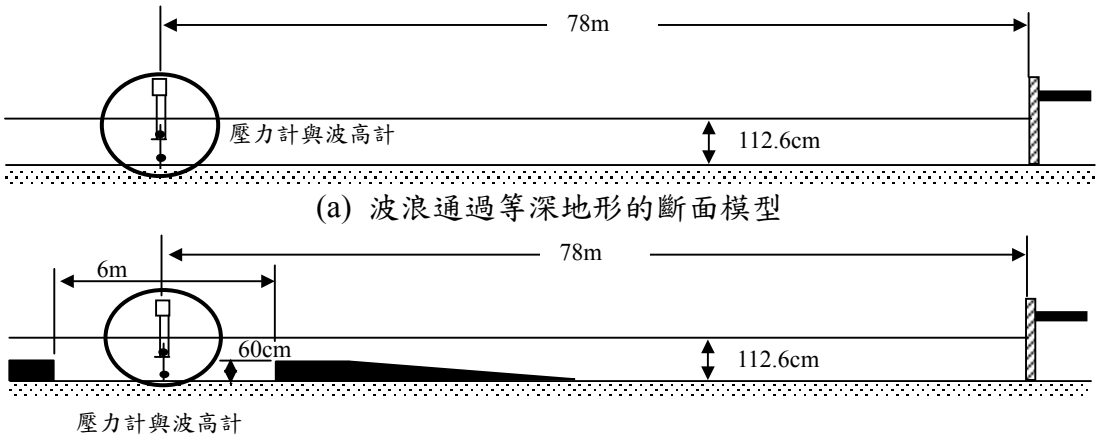
除了式(2.27)以外，我們也可以在高頻部分設定一最小轉換函數

$$K_p(f) = K_p(f_c); \qquad S_{ppn}(f) \le R \cdot S_{ppm} \tag{2.28}$$

式中，K_p 為正確的壓力轉換函數。這種方式等於是對轉換頻譜在切斷頻率 f_c 以上的部分進行平滑化的處理。

2.4 斷面水槽模型試驗之水面波動與水下波壓資料的分析

依據本計畫團隊與港研中心於西元2003年合作在中心的風洞實驗室中所進行有關壓力與水面波動轉換關係的試驗研究，試驗地形如圖2.1所示包含等深地形及凹陷地形兩種，除了在水面上設置容量式波高計(編號為 W_0)外，也在同一點的不同深度處(12.6 cm 至 92.6 cm 每間隔 10 cm 一個，原點設在靜水面上，Z 軸以向下為正)設置了 9 個壓力頭(由上而下分別編號為 P_1～P_9)。相關的造波條件如表 2.1 所示。從線性波理論而言，所試驗的波浪中，週期 1 秒的波浪在本試驗水深中屬於深水波，而其餘三種波浪週期皆屬於中間性波。



(a) 波浪通過等深地形的斷面模型

(b) 波浪通過凹陷砂槽的斷面模型

圖 2.1 壓力與水位轉換水工試驗的斷面模型

表 2.1 斷面試驗造波條件

規則波通過凹陷地形		
週期(秒)	波高(cm)	代　　號
1.0	5,8	H05T10, H08T10
1.3	13	H13T13
1.6	19	H19T16
2.0	25	H25T20
不規則波通過凹陷地形		
頻率(Hz)	波高(cm)	代　　號
0.9	8	F09H08

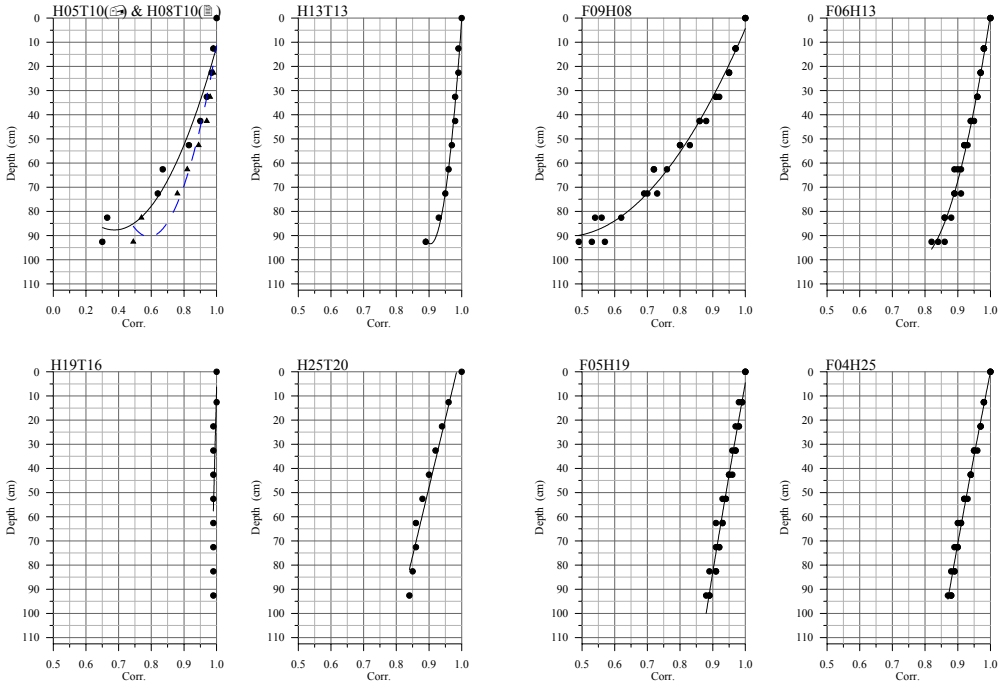
0.6	13	F06H13
0.5	19	F05H19
0.4	25	F04H25
規則波通過等深地形		
週期(秒)	波高(cm)	代　　號
1.0	8, 13, 19, 25	H08T10, H13T10, H19T10, H25T10
1.3	8, 13, 19, 25	H08T13, H13T13, H19T13, H25T13
1.6	8, 13, 19, 25	H08T16, H13T16, H19T16, H25T16
2.0	8, 13, 19, 25	H08T20, H13T20, H19T20, H25T20

為了瞭解波壓在水中的傳遞情形，本研究首先就水面波形與水中壓力波形的相關性進行探討，圖 2.2 及 2.3 分別顯示規則/不規則波浪通過凹陷地形，以及規則波通過水平底床時，不同水深處之壓力波形與水面波形間最大相關係數值隨水深的變化圖。由於凹陷地形為一有限長度(6 公尺)的矩形凹槽，可能與波長產生交互作用，因此圖 2.2(a)大致上顯示水面波形與水中壓力波形的相關性有隨著波浪週期的加長而加大。圖 2.2(b)中的不規則波作用下亦有相類似的趨勢。但是圖 2.2(a)中週期為 1 秒(深水波長為 156cm)的結果顯示相關係數值在水深大於 78cm 時便急遽減小。如果以線性波理論的二分之一波長的影響水深為準，則在 Z=78cm 處的最大相關係數約為 0.5。此外，同圖中也顯示波高的增加會提高水面波形與水中壓力的相關性。

當波浪通過水平底床時，圖 2.3 顯示不同造波週期之規則波水面波形與水中壓力波形間相關係數的水深變化圖，各圖中均含有四種不同波高的結果。就大趨勢而言，隨著造波週期的加長，水面波形與水中壓力波形間相關性就越高，在水深方向的相關性相對增大。除了週期為 1 秒的結果可能受到波形非線性的影響使得波高增大時其相關性有減小的趨勢外，其他週期裡的波高影響性不大。由於週期 1 秒的波浪屬於深水波，因此圖 2.3 之右上圖中可以發現水深大於 78cm 時，相關係數值有急遽變化。

圖 2.4 及 2.5 分別顯示在等深地形與凹陷地形中四種不同造波週期的波高比曲線。波高比值係以水面上的容量式波高計量測波高求各壓

力頭轉換波高的比值。圖中也比對了線性波理論、郭與邱、以及 Baquerio and Losada 的壓力水位轉換理論。其中可發現，不同的波高的差異性不大，但即使在等水深的情況下，各個理論仍與試驗值有一差距，而且似乎壓力的量測有發生衰減的現象(以 T=2 秒為例)。而當波浪通過凹陷地形時(圖 2.5)，此種衰減現象更是明顯。對於不同造波條件所得的時間序列以及波高計與各壓力計所量測的水面波動變化關係，讀者可參考 94 年度的期末報告之附錄 B



(a) 規則波　　(b)不規則波

圖 2.2 波浪通過凹陷地形時水面波形與水中壓力波形間相關係數的水深變化圖

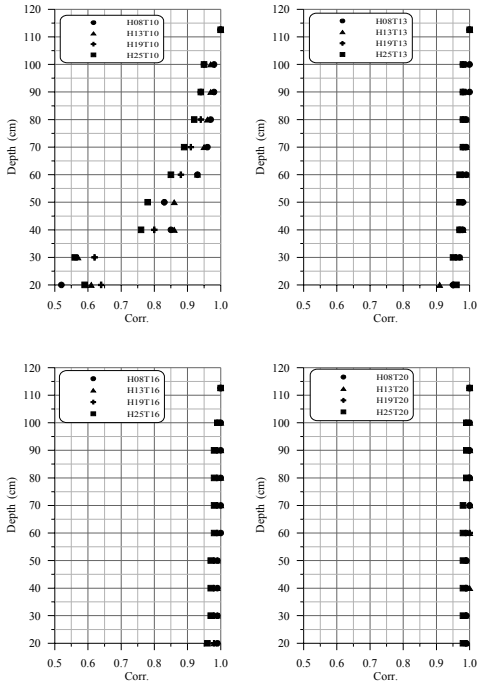
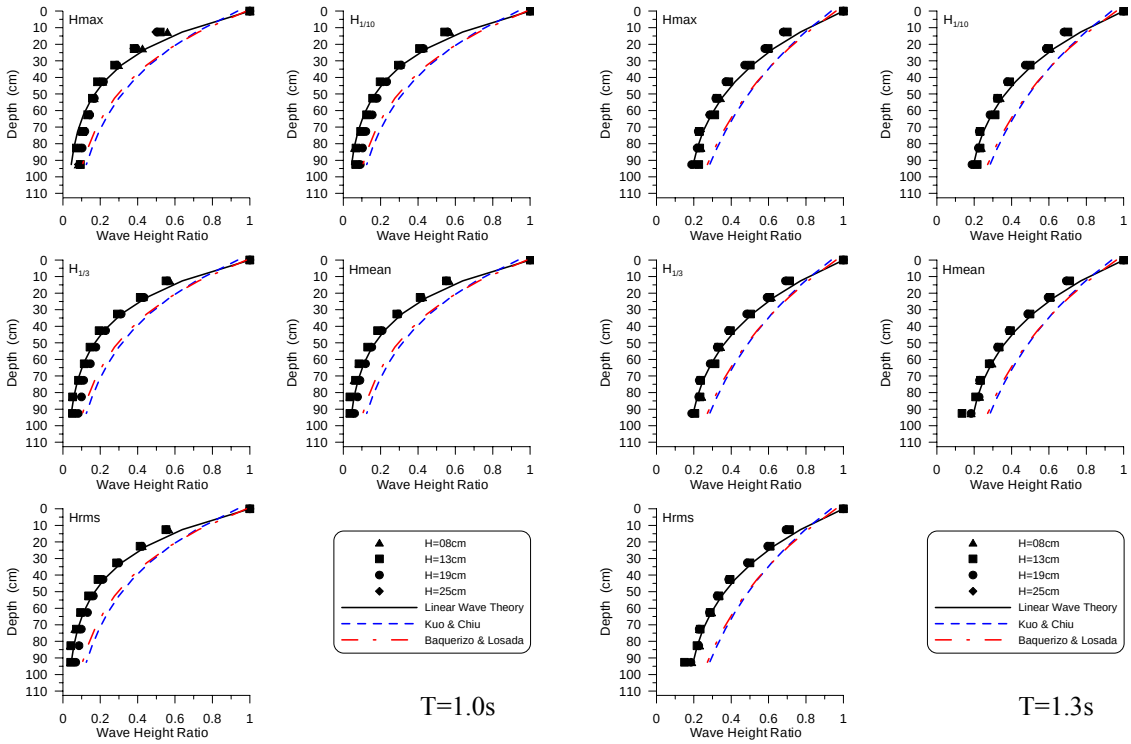


圖 2.3 波浪通過等深地形時水面波形與水下壓力波形間相關係數的水深變化圖



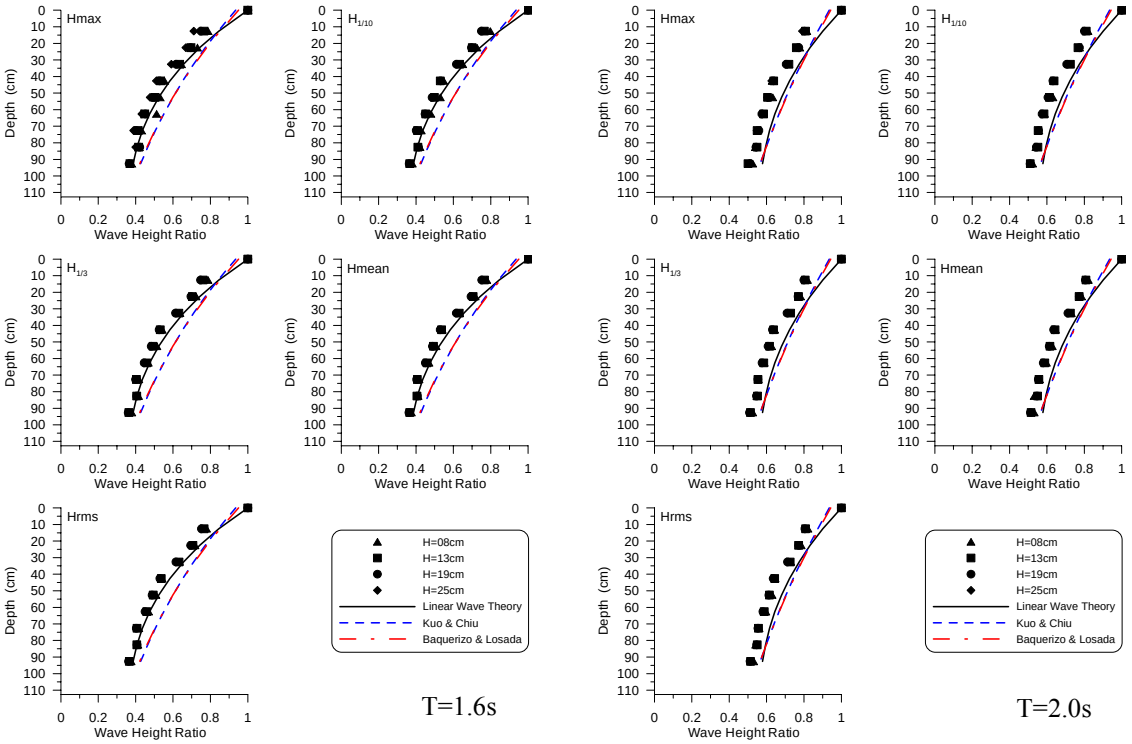
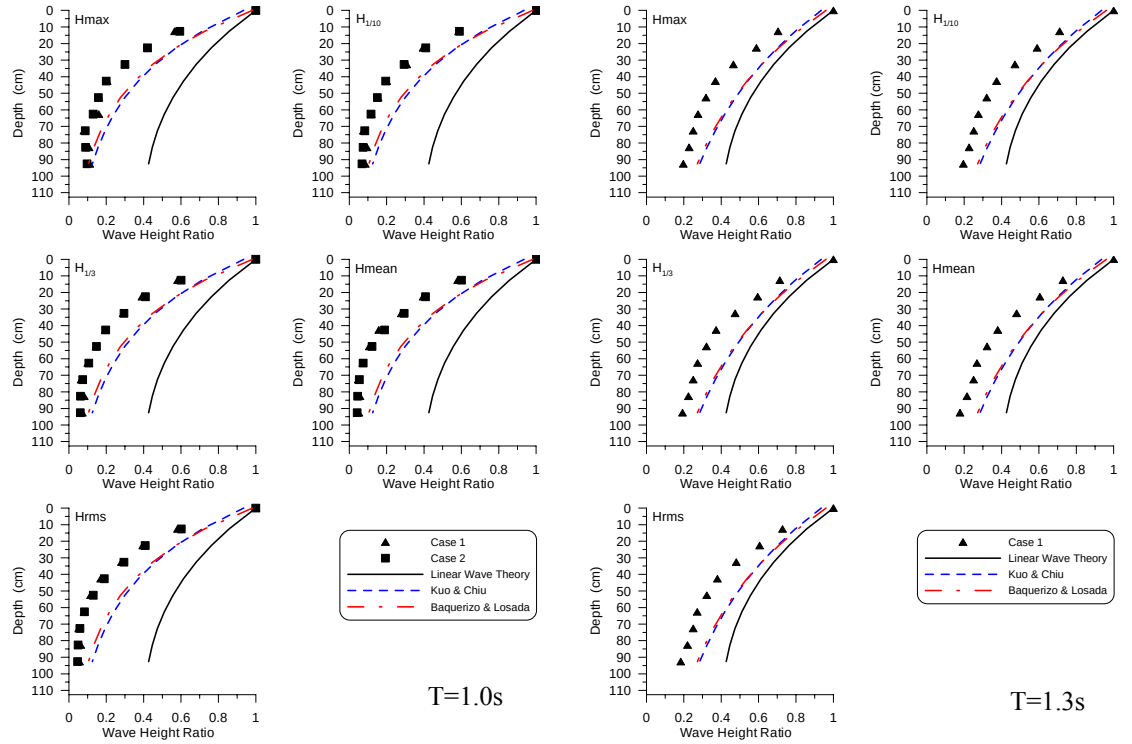


圖 2.4 規則波通過等深地形之波高比值沿水深變化圖



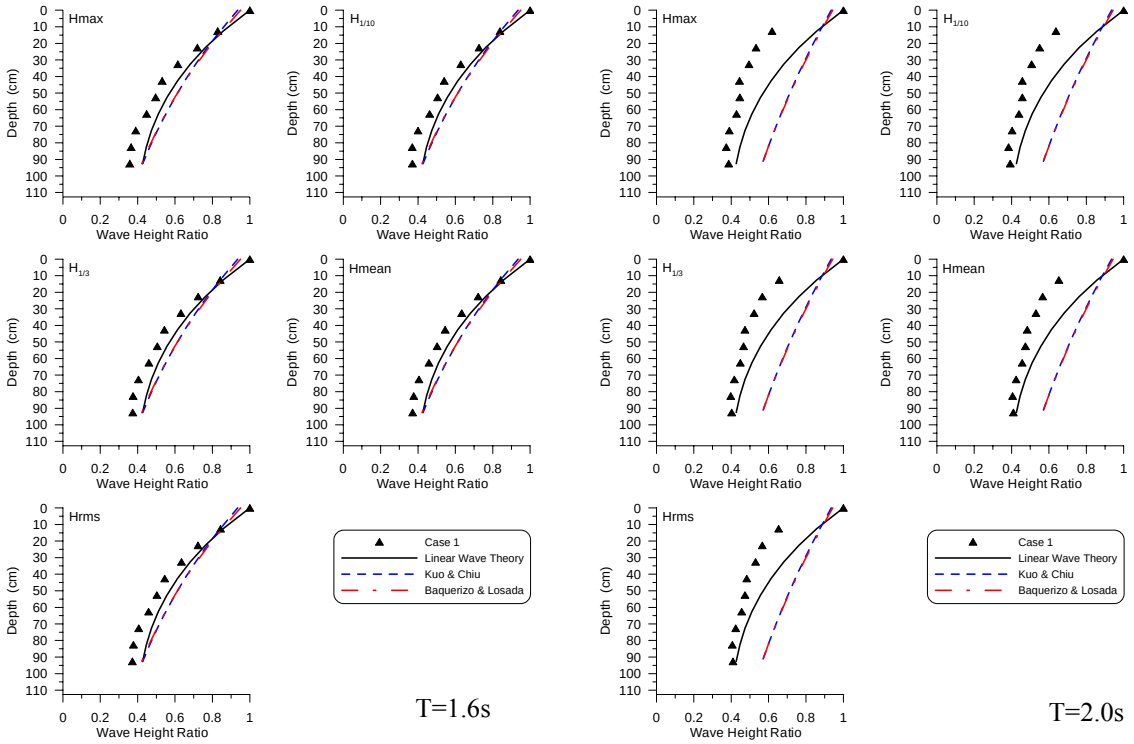


圖 2.5 規則波通過凹陷地形之波高比值沿水深變化圖

從這些圖中可得到一整體的印象就是隨著水深的加大，壓力頭所量測到水頭變化就相對減少，此與壓力與波形轉換的關係一致。也就是由於長週期波的水粒子可及於底床，因此水壓力變化也可以傳達到底床，而短週期波則因為水粒子運動不及於底床，因此較深水處的壓力計量到很小的壓力變化。在深水處的波形都有高頻振動的情形應是由於壓力計的體積所造成的擾動。未來將利用濾波的方式將此一干擾濾除再在進行比較。而需要注意到的是，即使是非線性波動，其壓力傳遞到某一水深(例如-42.5 cm)以下，所量測到的壓力都幾乎呈規則性變化的情形。而由於波形尖銳度過大而形成不穩定波形的試驗中，壓力計所量測到的波形也都較為平滑，此與依波壓與水位轉換函數所述的關係應為形狀類似但振幅大小呈餘弦超越函數衰減的特性有不合之處。而由各圖中之水位高程變化比較圖也發現，在短週期波(1 秒)時深水處的波壓力近似於零，但仍有些微的變化，而且其關係分佈明顯顯示在波峰及波谷處的非線性現象。

在第一年度的分析中，顯示波動下的水壓力傳遞可能尚有其他機制，例如水力子的運動所造成的局部性流速，而非一般在流體力學中所認定的 $p=\gamma(h+\eta)$，h 及η係指某一點垂直方向的高度值，純粹以(非水平面)靜水壓的形式來計算，如圖 2.6 所示。壓力有隨水深重新分佈組合的情形。

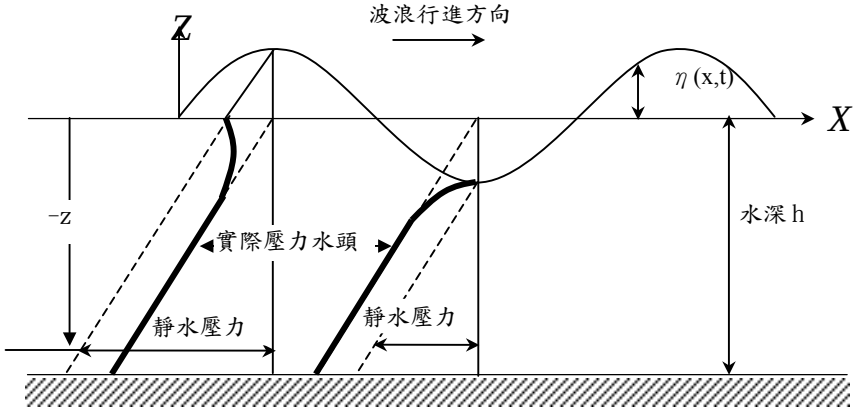


圖 2.6 波峰與波谷之垂直波壓分布

規則進行波之水面波形與水中壓力變化間的關係可能隨著波浪的特性而不同，深水波的波壓力在二分之一波長之內的水深中，波壓力有隨水深衰減的情形，波高也顯示出有局部性的影響，而二分之一波長以下的水深中由於流體的質量與動量連續，仍然有某一程度的擾動；中間性波由於水粒子的運動幅度隨水深而不同，因此也有不同程度衰減；而淺水波則會有完全相關的性質。因此，線性波理論可能仍適合於解釋規則進行波水面波形與水中壓力波形間的關係，但需要加上一個隨水深、波浪週期及波高變化的比例係數進行修正。

本年度進一步分析相關的資料，圖 2.7 至圖 2.22 為如表 2.1 所示之造波條件下各相關係數與水深之關係圖。各圖中包含(a)係數 a；(b)波形尖銳度 (H/L)；(c)壓力水頭轉換波高 $(H_{pressure})$ 與實測波高 (H_{wave}) 比值；(d)壓力轉換函數等關係圖。其中，圖(c)與圖(d)不同的地方是圖(c)是以零上切方式判讀實測與波壓轉換的水面波動之個別波高，並求其比值，而圖(d)則是以水面波動與壓力波動訊號的比值來討論。

假設在線性波理論的壓力與水面的轉換關係中，除了轉換函數外，還有一個常係數值 a。也就是

$$p = a\frac{\cosh k(z+h)}{\cosh kh}\eta \tag{2.28}$$

因此，如令

$$Kp = \frac{\cosh k(z+h)}{\cosh kh} \tag{2.29}$$

可得

$$a = \frac{p}{Kp\eta} = \frac{H_{pressure}}{H_{wave}} \tag{2.30}$$

圖(a)之係數 a 係以零上切法對水面波動及壓力水頭時間序列進行判讀之個別波壓力轉換波高 $(H_{pressure})$ 及波高 (H_{wave}) 之比值；圖(c)則是以 $H_{pressure}$ 及 H_{wave} 之代表波($1/10$ 、$1/3$ 、$mean$ 及 rms)之比值。從各圖之(a)可

發現係數α並非為一常數，而且水深愈深其比值愈大，顯示線性波理論之水粒子運動的型態與實際波動仍有差距。圖(b)之波形尖銳度亦可發現H_{wave}/L均大於$H_{pressure}/L$，但週期較長之波動其差異性較小，此一現象意謂著波浪的非線性對壓力的傳遞有影響，波形尖銳度會隨著水深的加深而變小，也就是代表水面的波動非線性會隨著水深的加深而線性化。圖(c)的以$H_{pressure}$及H_{wave}之代表波之比值隨水深的變化亦明白顯示水深較深處$H_{pressure}$及H_{wave}的差異性加大。圖(d)則顯示線性波理論的壓力轉換函數與實際之壓力水頭與水面波形的關係仍有差異，尤其是較大水深處。

為瞭解波動與波壓轉換函數的變化情形，圖 2.23 至圖 2.26 分別顯示凹陷地形與等深地形模型試驗中各造波條件下不同水深處的壓力轉換函數 K_P 的變化情形。圖 2.23 及圖 2.25 分別為凹陷地形與等深地形模型試驗中的 K_P 分佈曲線(histogram)，圖中顯示 K_P 值並非為一定值，其值隨波高的增加而增大。與波浪週期的關係則是在等深地形中隨著週期的加長，K_P 分佈更趨集中；但在凹陷地形中則在隨著週期的加長，K_P 分佈更趨分散。此一現象顯示地形對轉換函數有明顯影響。圖 2.24 及圖 2.26 係不同造波條件中水面波形與水中壓力相關分佈的近似迴歸曲線，各圖均顯示九個不同深度處的關係曲線。從各圖中可以發現，平均水面以下的波動與水壓間的關係近似於線性關係，但並非 1:1 的正比關係，而且隨著水深的加深其關係愈不明顯(趨於水平線)；但平均水面以上的波動則明顯呈現非線性的關係，同一週期波浪下，水壓隨著波高的增加而快速衰減。顯示非線性的波動其傳遞至水下的動壓力會有明顯衰減的現象，也意謂著利用壓力式高計量測非線性水面波動的話，可能會有低估的情形。

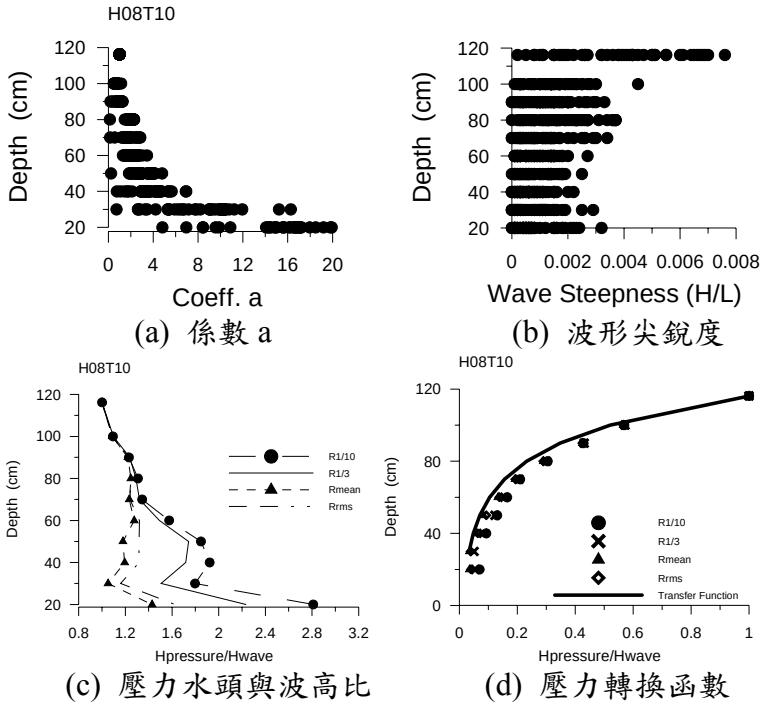
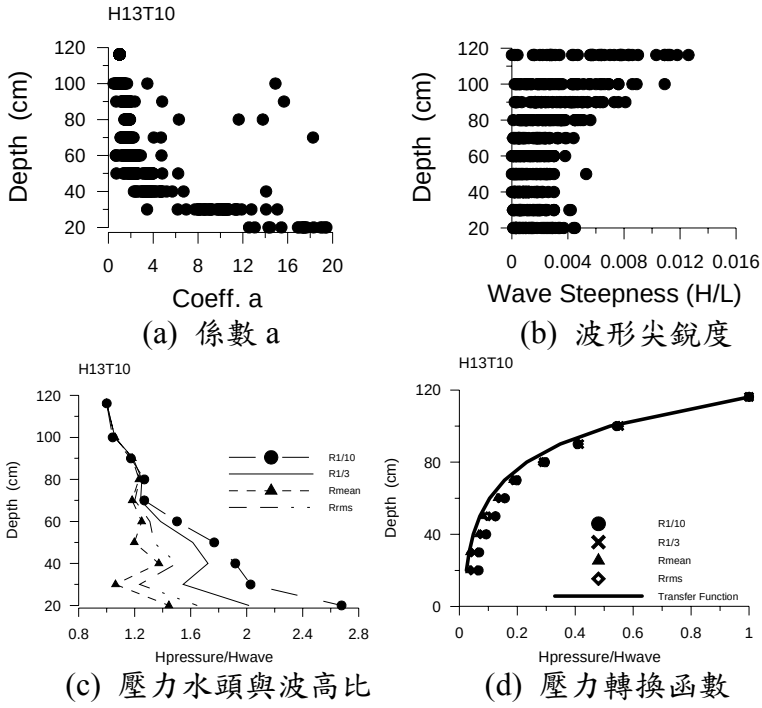


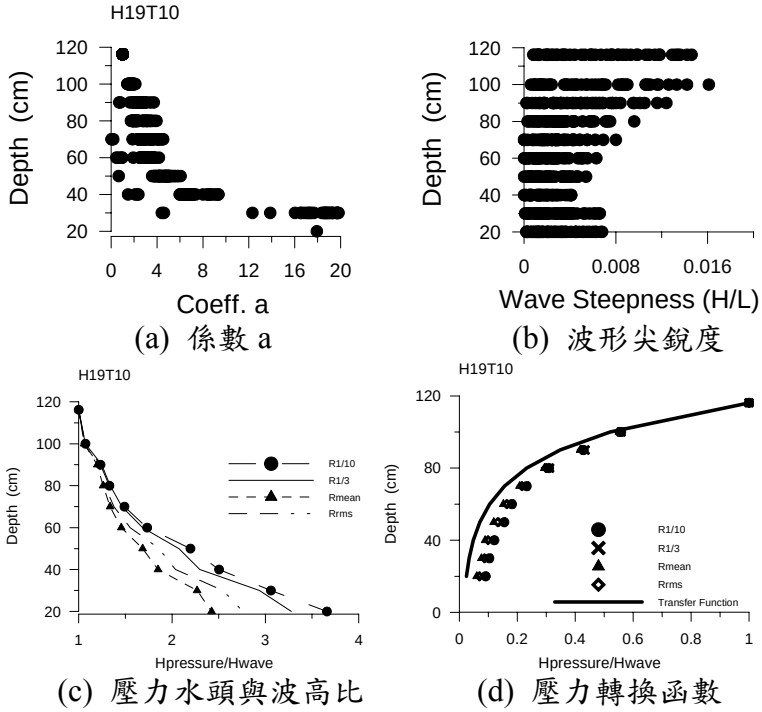
圖 2.7 各相關係數與水深之關係圖(H08T10)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

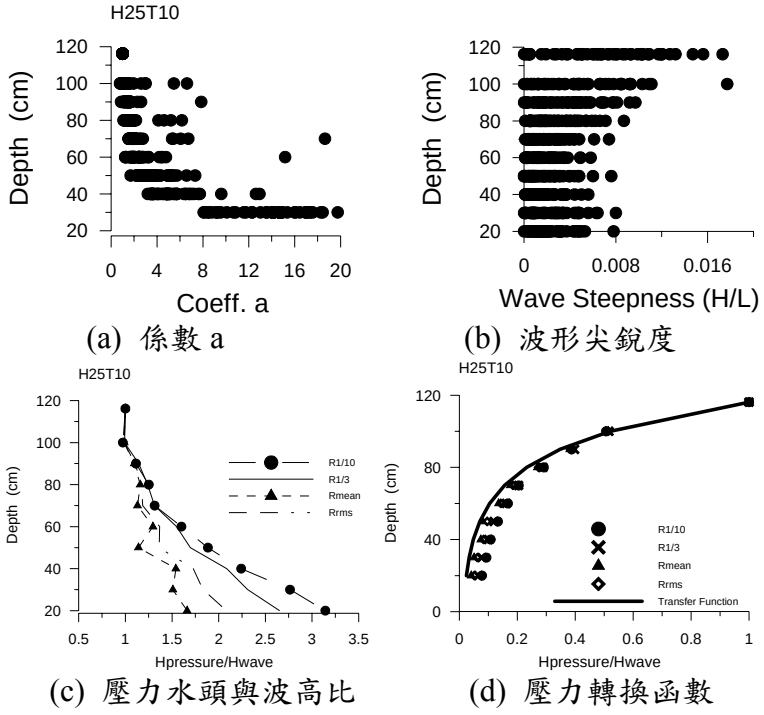
圖 2.8 各相關係數與水深之關係圖(H13T10)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

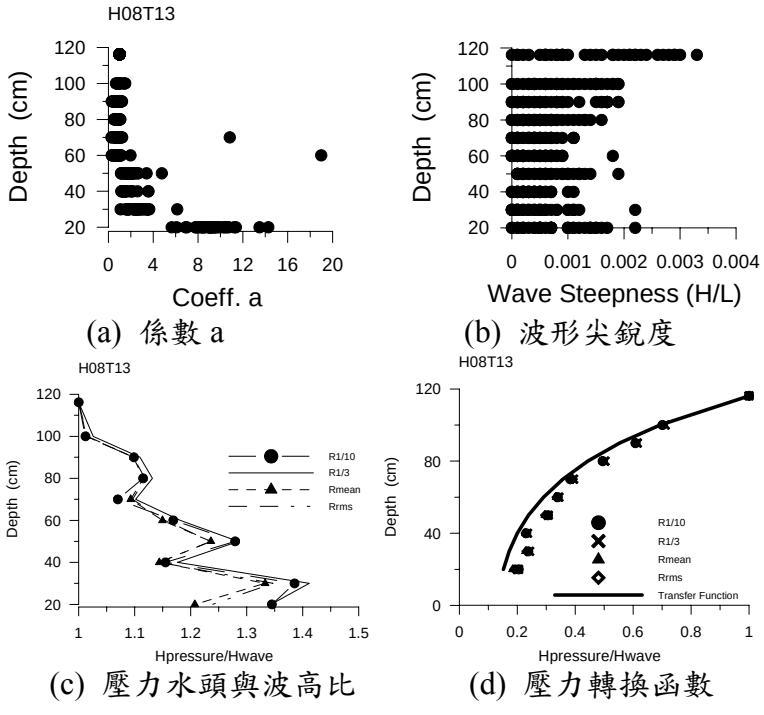
圖 2.9 各相關係數與水深之關係圖(H19T10)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

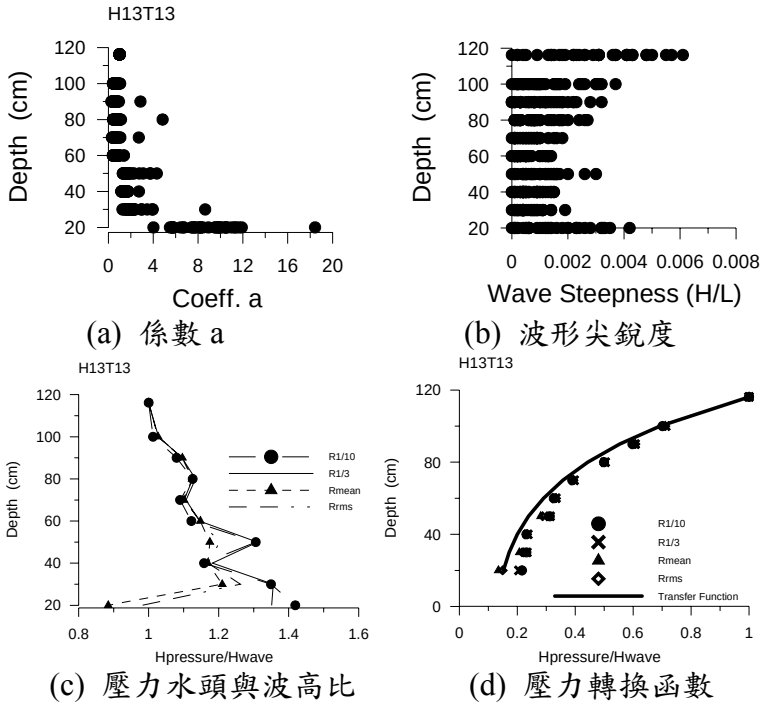
圖 2.10 各相關係數與水深之關係圖(H25T10)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

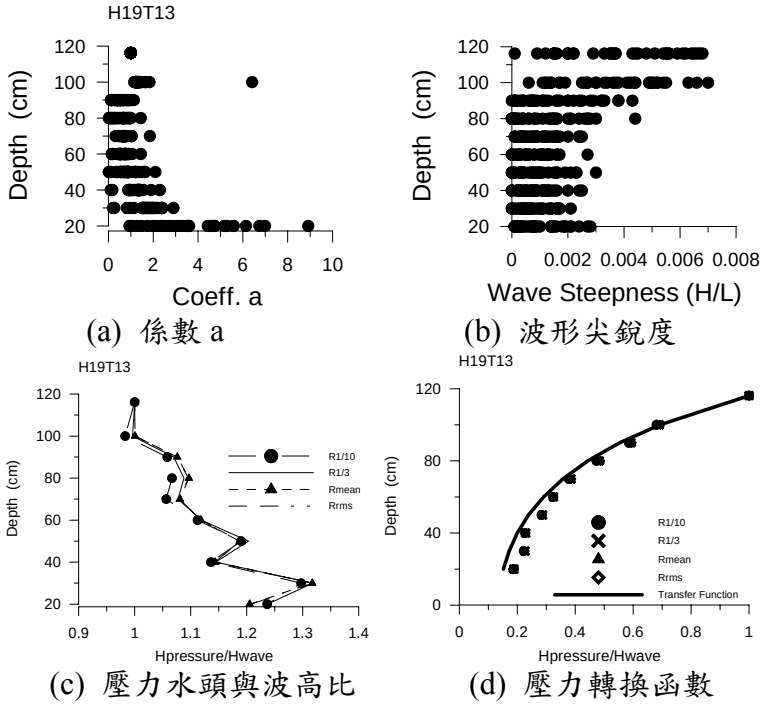
圖 2.11 各相關係數與水深之關係圖(H08T13)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

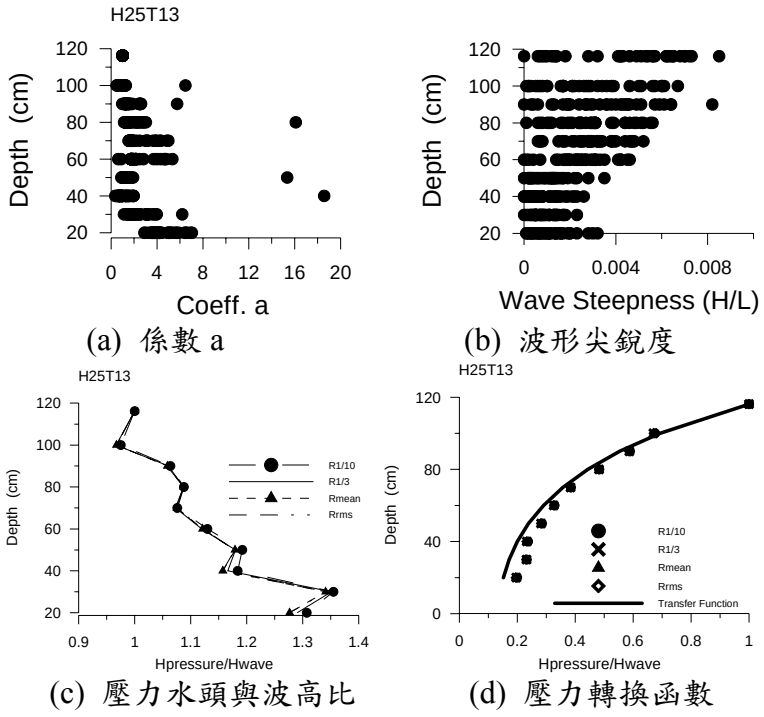
圖 2.12 各相關係數與水深之關係圖(H13T13)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

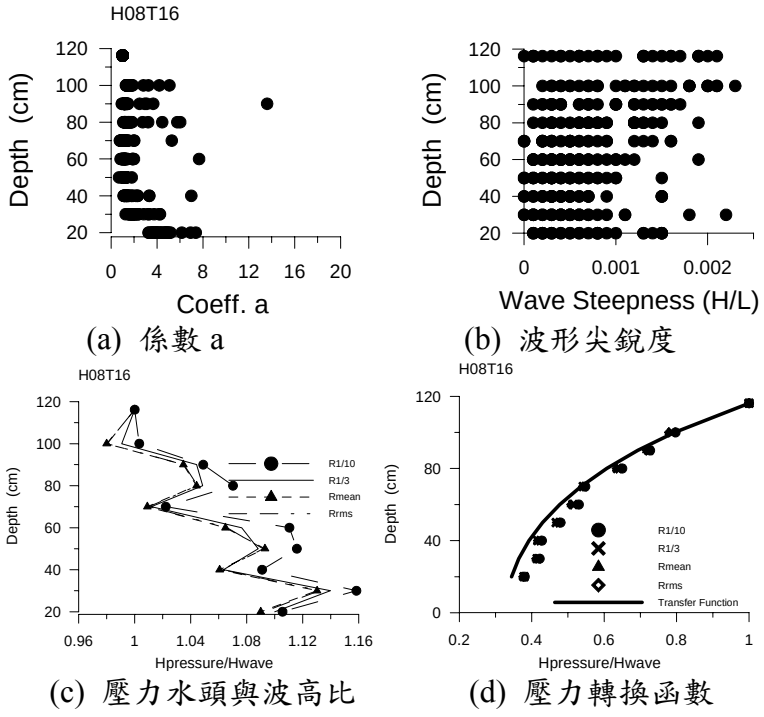
圖 2.13 各相關係數與水深之關係圖(H19T13)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

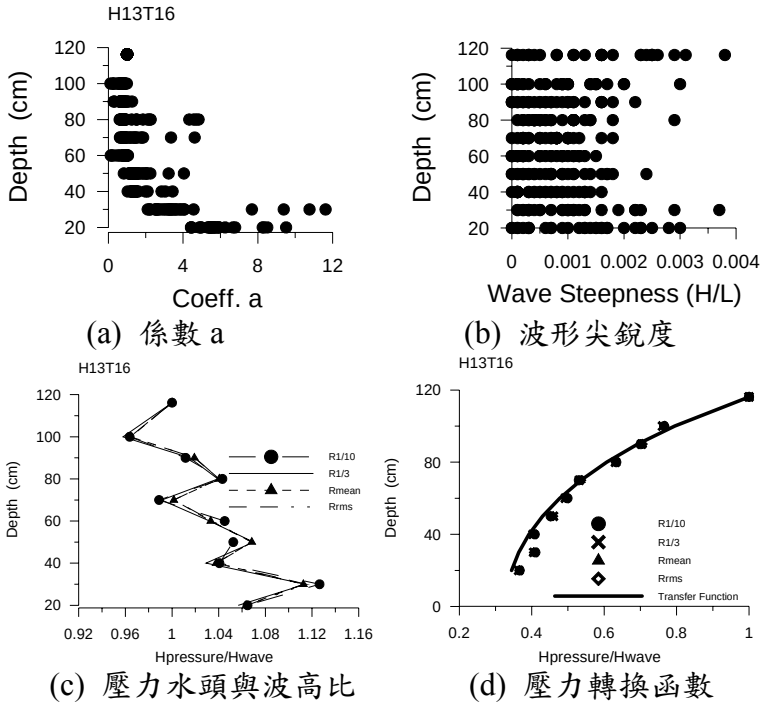
圖 2.14 各相關係數與水深之關係圖(H25T13)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

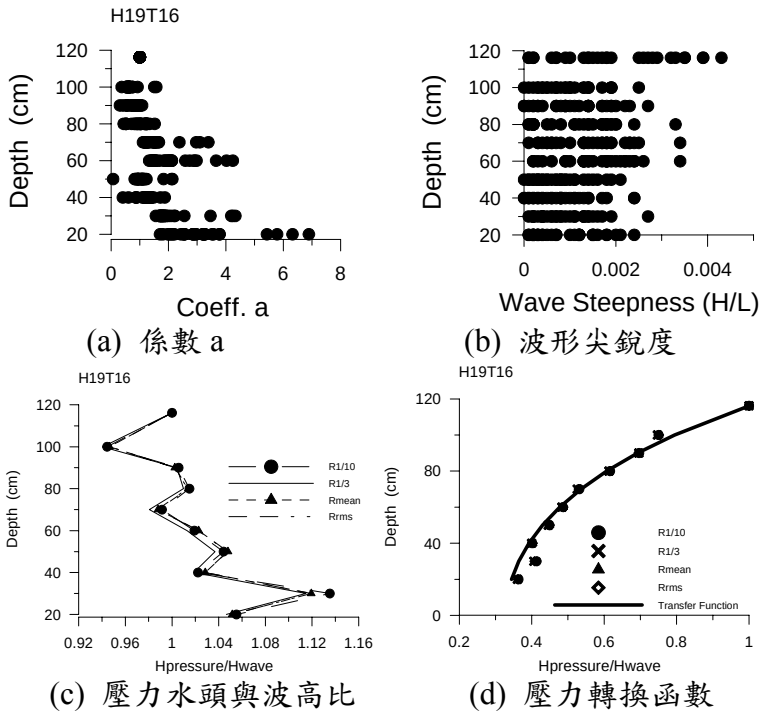
圖 2.15 各相關係數與水深之關係圖(H08T16)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

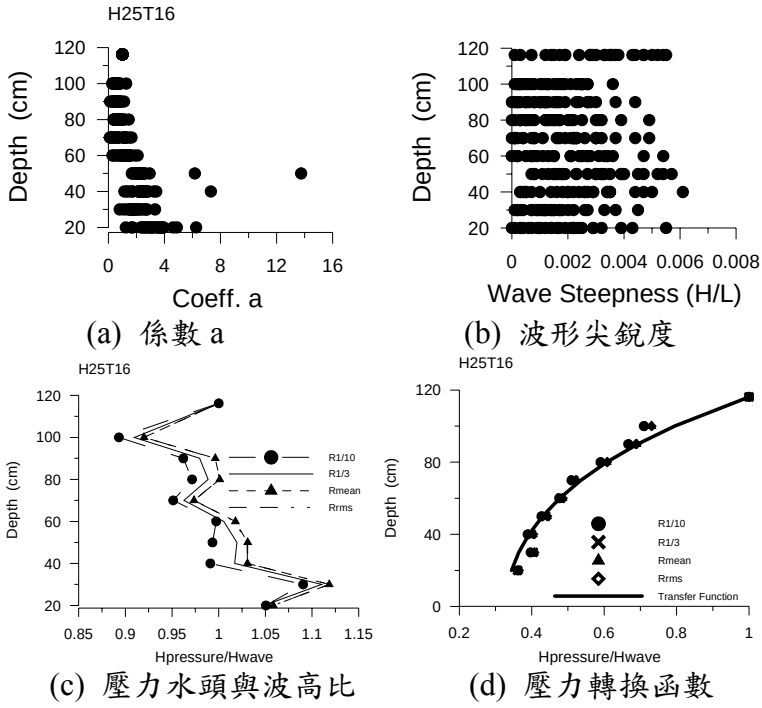
圖 2.16 各相關係數與水深之關係圖(H13T16)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

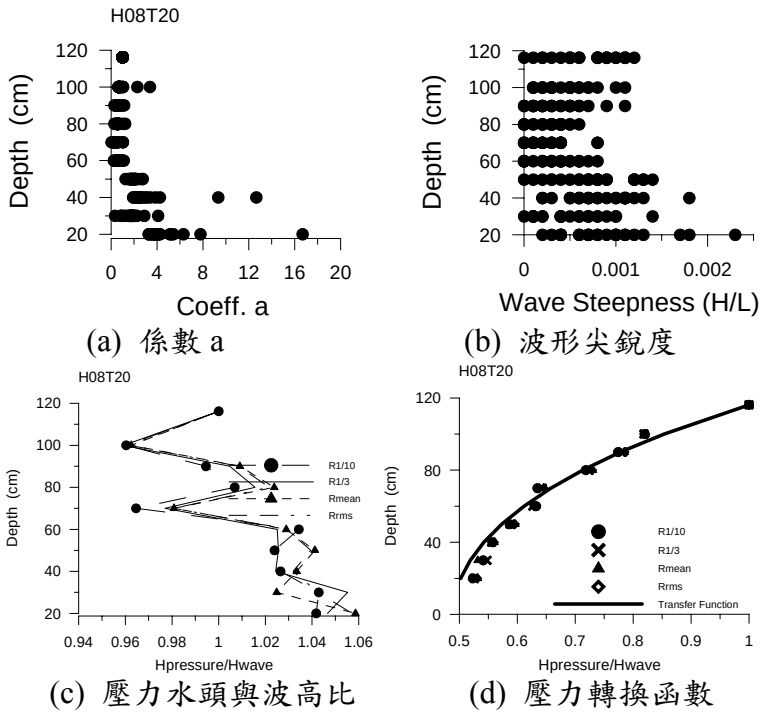
圖 2.17 各相關係數與水深之關係圖(H19T16)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

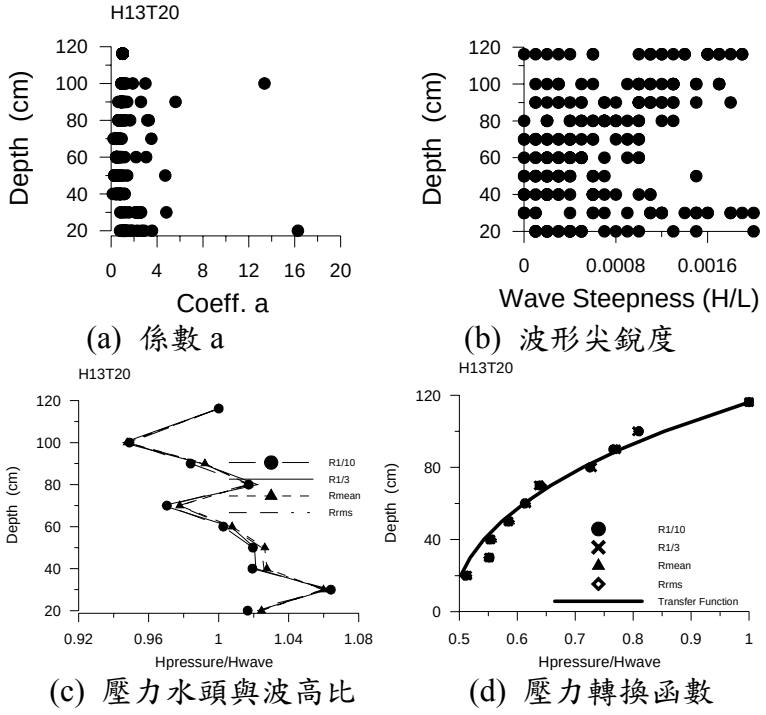
圖 2.18 各相關係數與水深之關係圖(H25T16)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

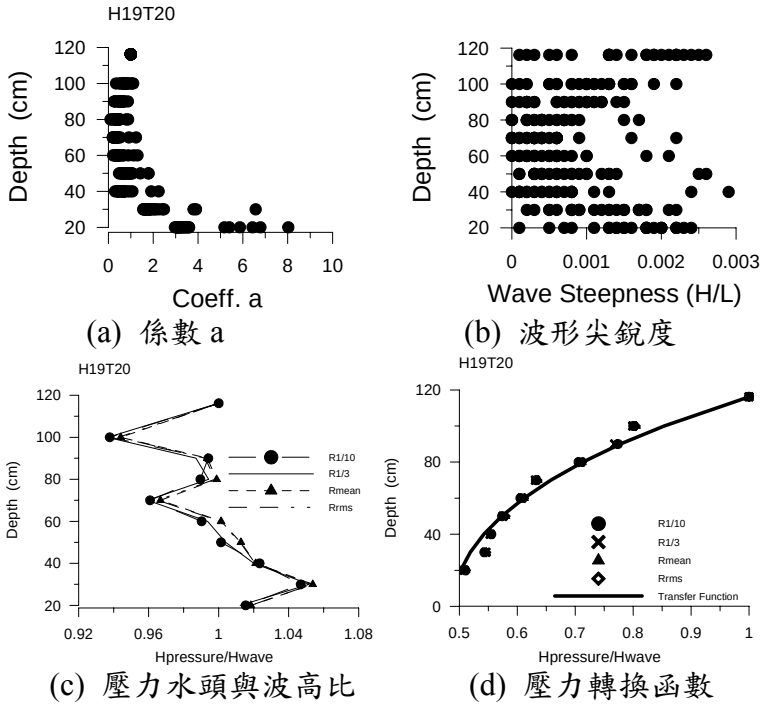
圖 2.19 各相關係數與水深之關係圖(H08T20)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

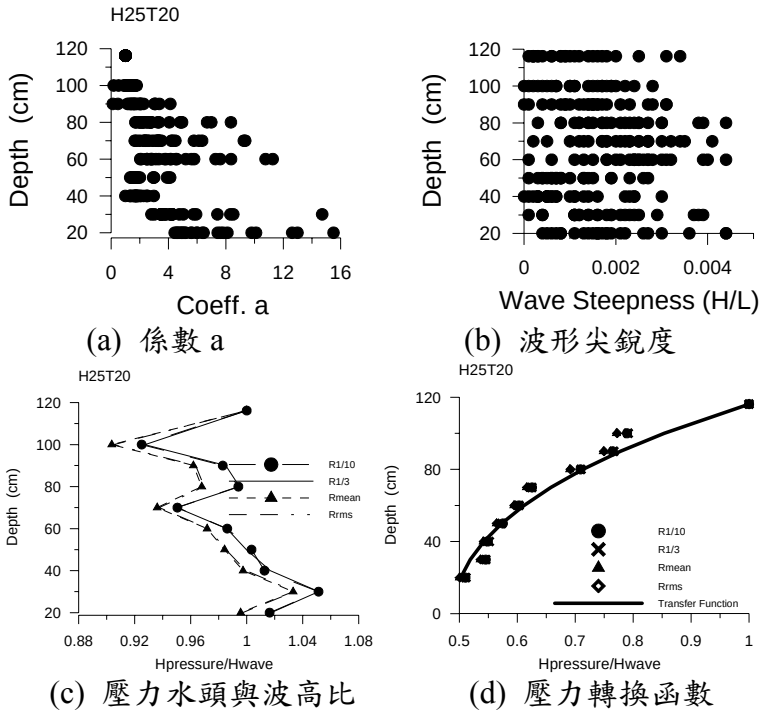
圖 2.20 各相關係數與水深之關係圖(H13T20)



(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

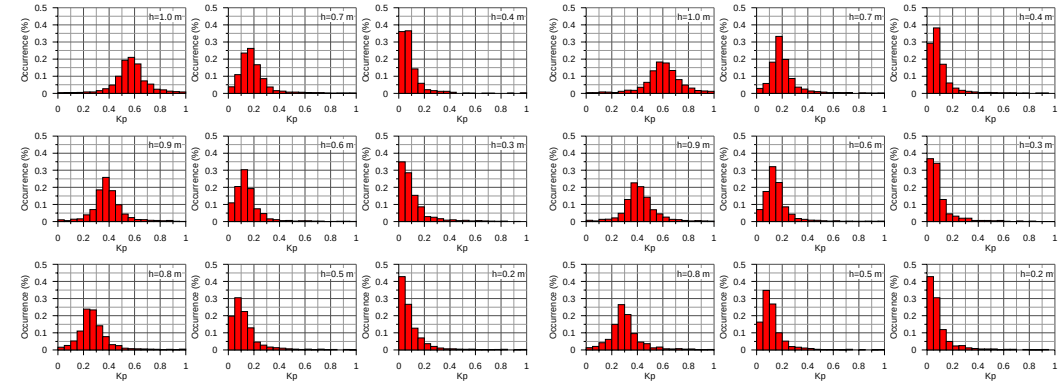
圖 2.21 各相關係數與水深之關係圖(H19T20)



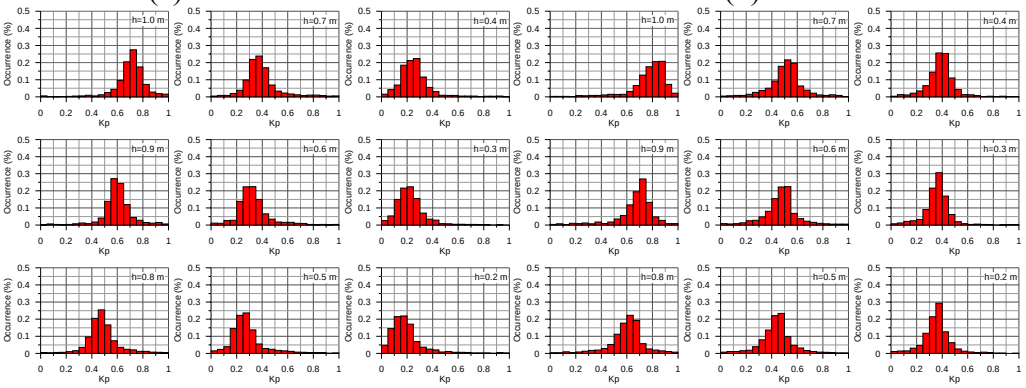
(a) 係數 a　(b) 波形尖銳度

(c) 壓力水頭與波高比　(d) 壓力轉換函數

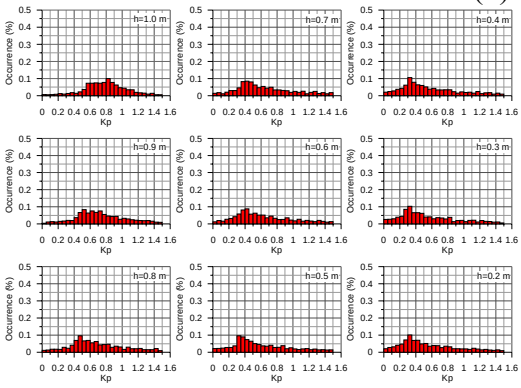
圖 2.22 各相關係數與水深之關係圖(H25T20)



(a) H05T10 (b) H08T10

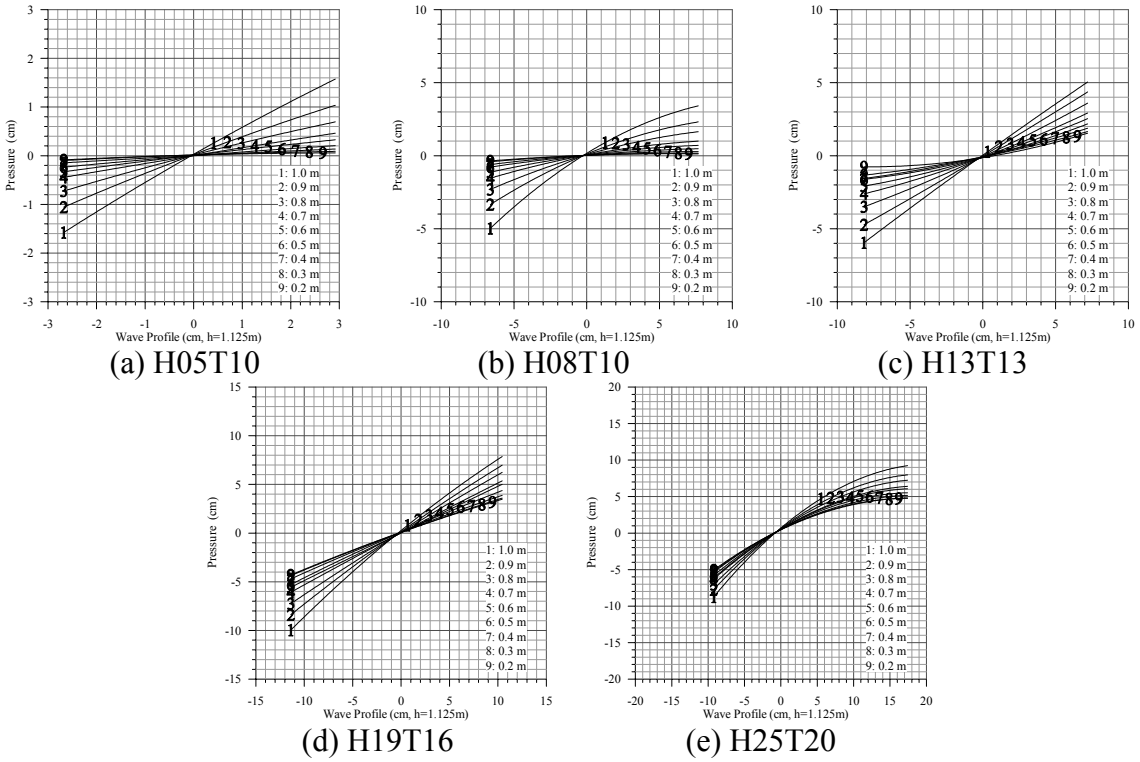


(c) H13T13 (d) H19T16



(e) H25T20

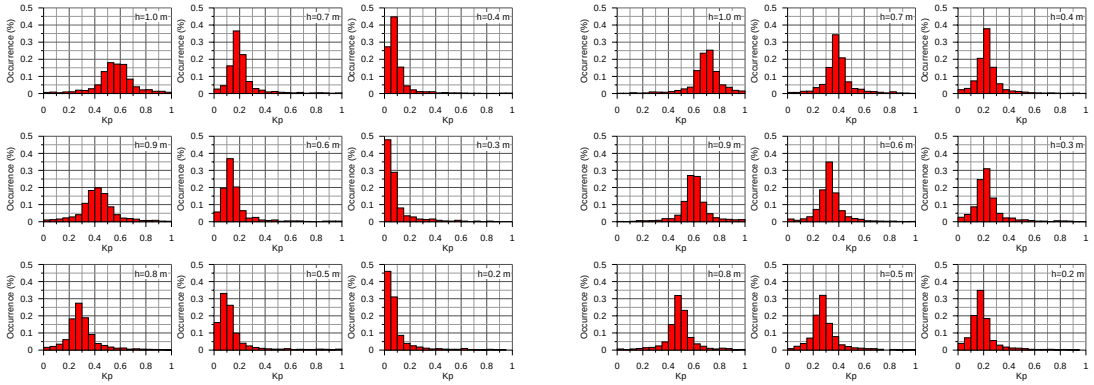
圖 2.23 凹陷地形中水位波壓轉換函數的出現機率分佈圖



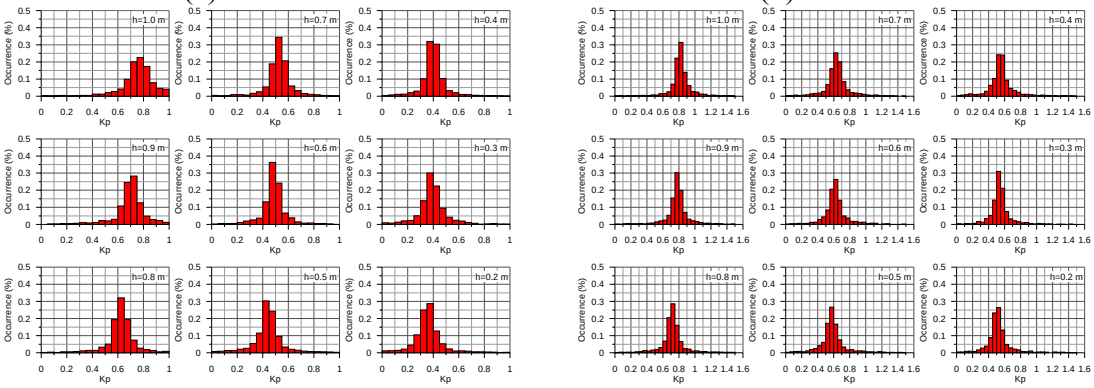
(a) H05T10　(b) H08T10　(c) H13T13

(d) H19T16　(e) H25T20

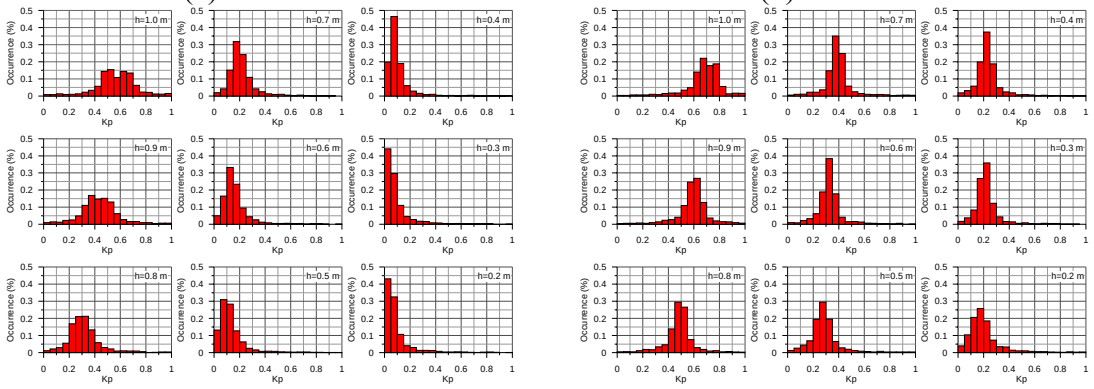
圖 2.24 凹陷地形中水位與波壓的相關性



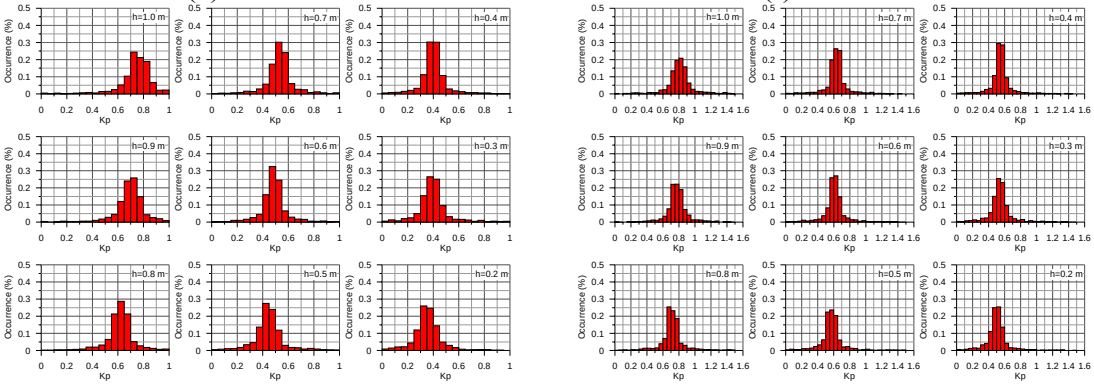
(a) H08T10　　(b) H08T13



(c) H08T16　　(d) H08T20

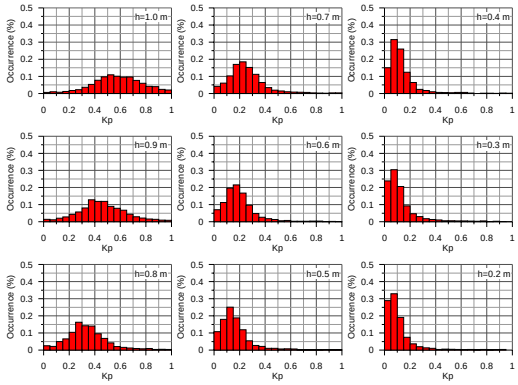


(e) H13T10　　(f) H13T13

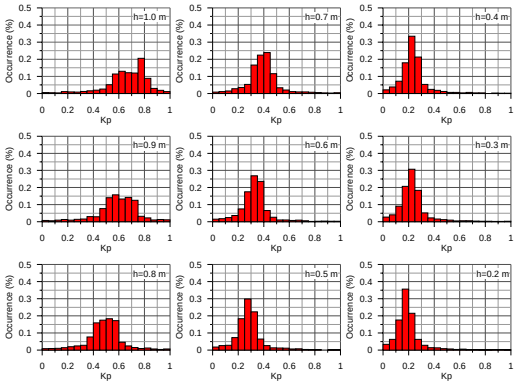


(g) H13T16　　(h) H13T20

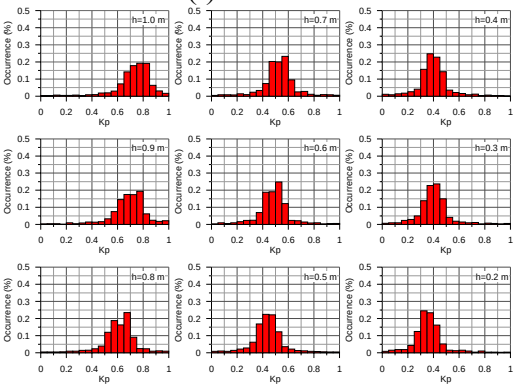
圖 2.25 等深地形中水位波壓轉換函數的出現機率分佈圖



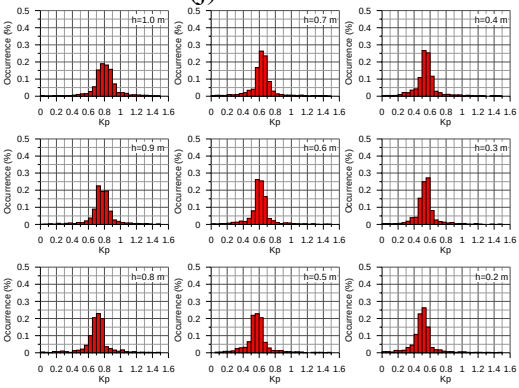
(i) H19T10



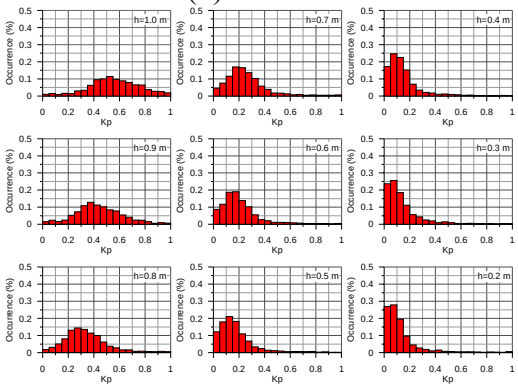
(j) H19T13



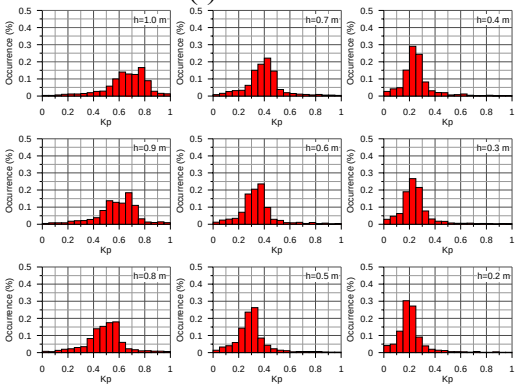
(k) H19T16



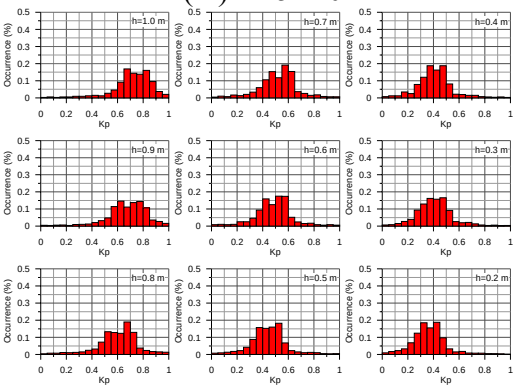
(l) H19T20



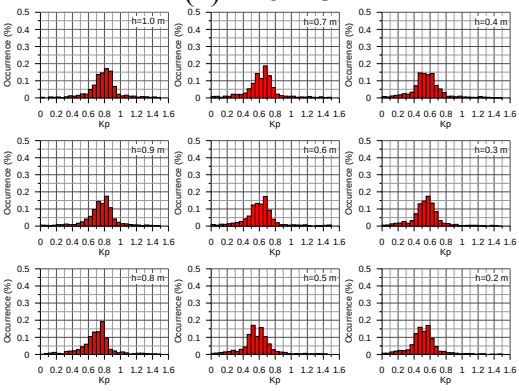
(m) H25T10



(n) H25T13

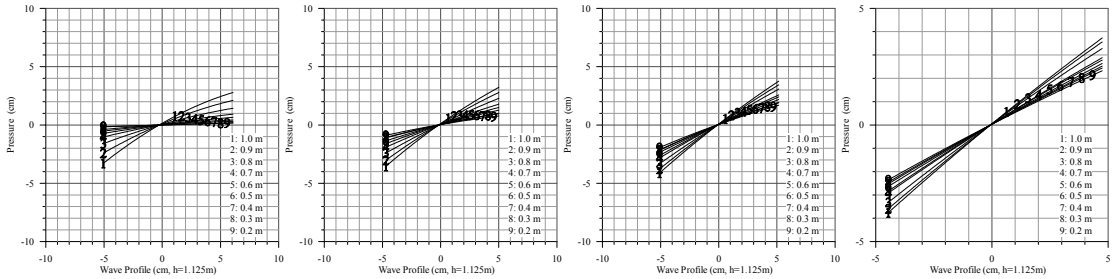


(o) H25T16

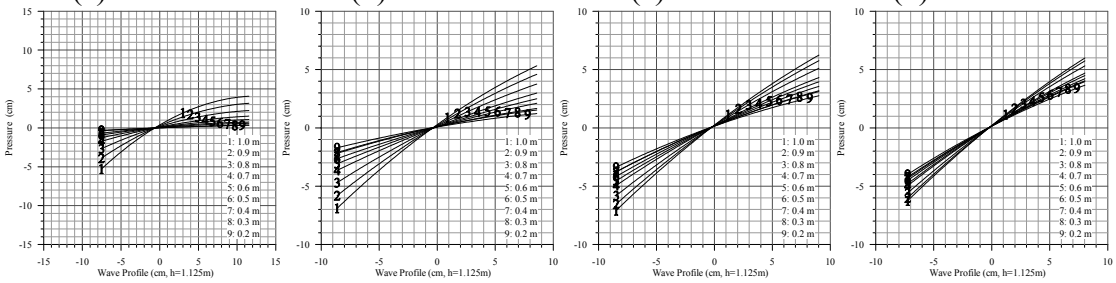


(p) H25T20

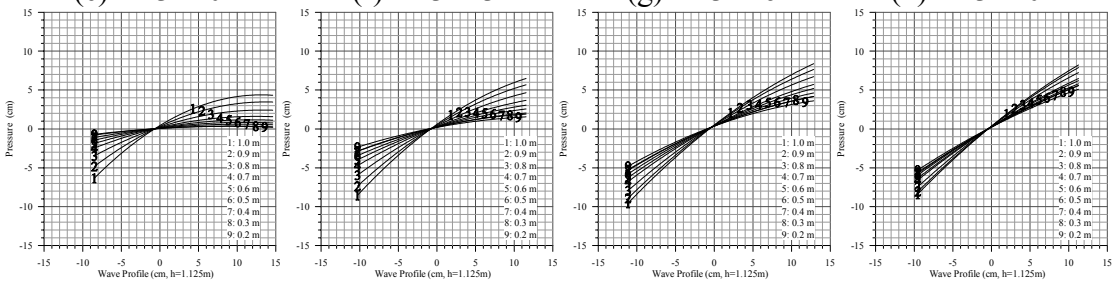
圖 2.25(續) 等深地形中水位波壓轉換函數的出現機率分佈圖



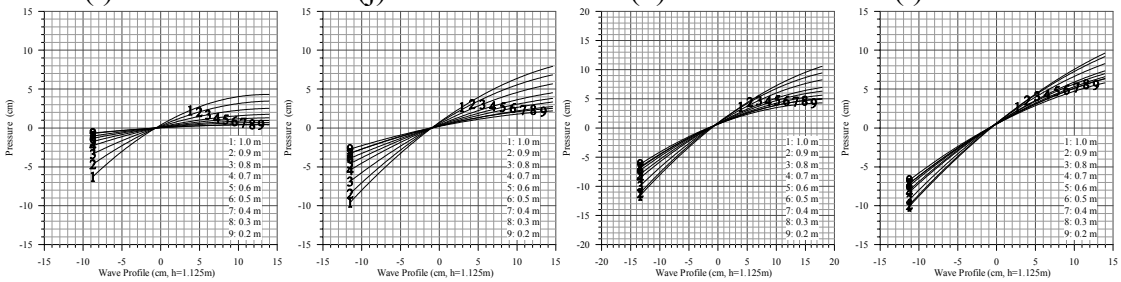
(a) H08T10 (b) H08T13 (c) H08T16 (d) H08T20



(e) H13T10 (f) H13T13 (g) H13T16 (h) H13T20



(i) H19T10 (j) H19T13 (k) H19T16 (l) H19T20



(m) H25T10 (n) H25T13 (o) H25T16 (p) H25T20

圖 2.26 等深地形中水位與波壓的相關性

第三章 現場波浪觀測資料的統計與分析

為了瞭解花蓮港港內的長週期振盪，本計畫曾於上一年度(94 年 4 月)起在外港、受限航道及內港分別設置水位觀測站，進行長時間的連續性水位觀測。在觀測初期取樣週期設定 6 秒，但因為儀器本身的記憶容量有限，為能擷取較長時間的水位資料，後來改為 15 秒。在初步分析中，三個水位觀測站均觀測到長週期的振盪成分。然而由於觀測資料所涵蓋的時間不足一年，而且僅限於港內的觀測，因此對於該長週期的振盪尚無法確認其來源，本年度繼續擴大進行相關的觀測。

3.1 花蓮港內長週期成分波動的統計分析

根據港研中心所提供的西元 2000/9/6 至 2000/10/11 間的現場波浪觀測資料，該資料係每一個小時中以 2 Hz 取樣頻率連續取樣 2400 個資料點(也就是 20 分鐘)，8 個港內波高觀測站的位置如圖 3.1 所示。在該時期中只有 9/8～9/10 期間有寶發颱風過境台灣東部海域(如圖 3.2 所示)。圖 3.3 為各個測站的頻譜能量(m_0)時序圖，圖 3.4 則是將各次取樣的頻譜能量依不同的週期間隔累計該區間的波浪能量比例的波浪能量堆疊圖，Y 軸的 Occurrence 即是各成分波區間所佔總能量的比例。圖 3.3 中可發現內港水域各個測站在颱風時期的累積波動能量至少是外港水域的五分之一以上，顯示花蓮港的波動特性，與港內消波功能的不良。圖 3.4 中也可以看到在常時波浪中，花蓮港港內的長週期的振盪成份始終佔有很大的比例，而在颱風波浪時則長週期能量的比例反而較低。從測站 2 的能量比例分佈可以發現在颱風波浪作用時期外港水域除了有大比例的一般風波外，在 100 至 200 秒間也有較大的量，而 500 秒以上的長週期波動部份則佔相當少的比例。但是從聯絡水道至內港水域部分則發現所有的長週期波動都顯著地增加，而且 500 秒以上的長週期波動部份佔據了 50%以上的波動能量。圖 3.5 為測站 8 各個成分波區間的能量比例變化時序圖，圖中可以明確看出內港水域除了 30

至 90 秒、以及 120 至 180 秒間的波動在颱風波浪時期有較大的能量外，幾乎整個觀測時期都有大比例的 500 秒以上的能量。由於現場波浪觀測的取樣時間是依照一般的慣例以 2 Hz 取樣頻率連續取樣 20 分鐘，在資料分析時僅能以 2048 個資料點進行相關的頻譜分析，導致可解析的最長週期為 1024 秒，因此我們只能曉得有大量的能量集中在長週期的部分，但是無法辨識其實際的週期。然而，此一現象顯示花蓮港港內的長週期波動除了一百多秒的振盪週期以外，可能還有其他更長週期的波動的問題。此外，依據過去的數值模擬研究可以確認一百多秒的振盪屬於花蓮港的自然共振週期，但是 500 秒上波動的來源則需要再進行更深廣的探討。

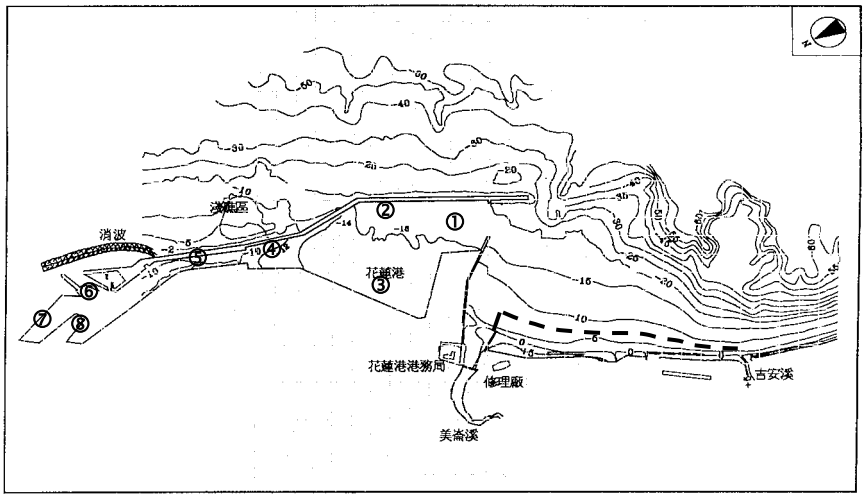


圖 3.1 花蓮港內波浪觀測站位置佈署圖

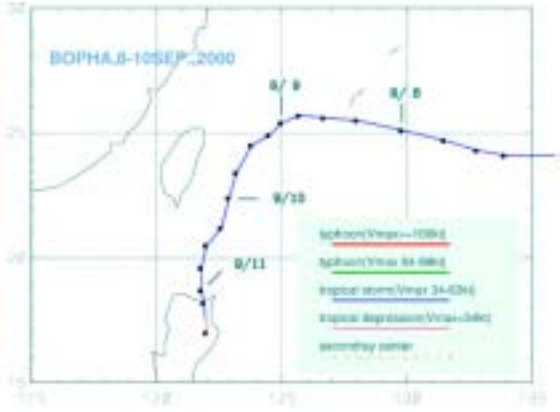


圖 3.2 寶發颱風路徑圖(西元 2000/9/6 至 2000/10/11)

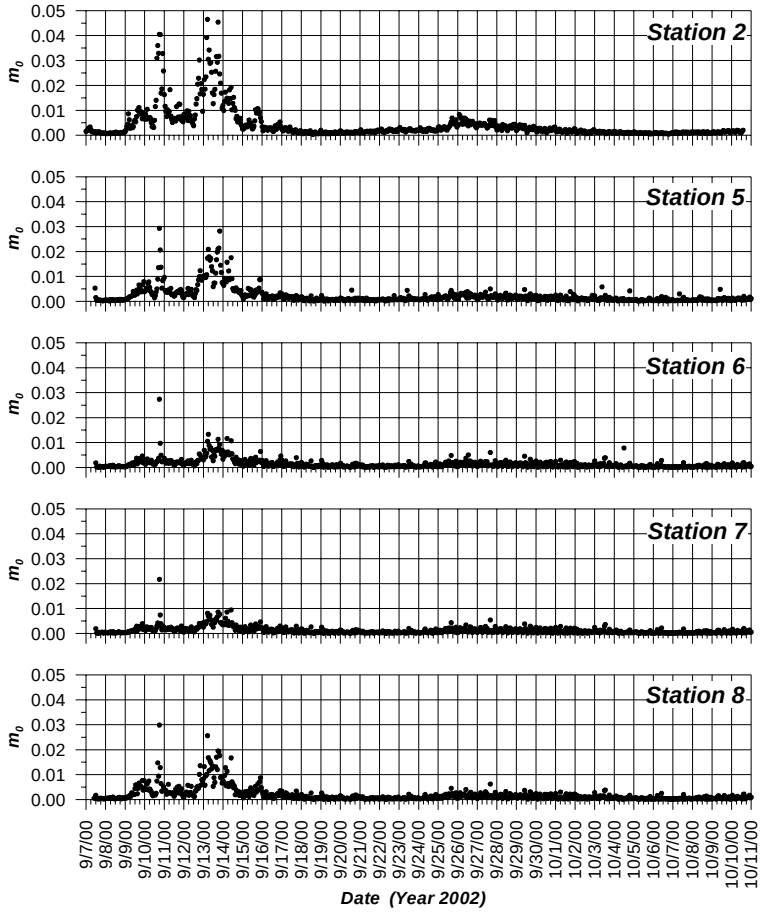
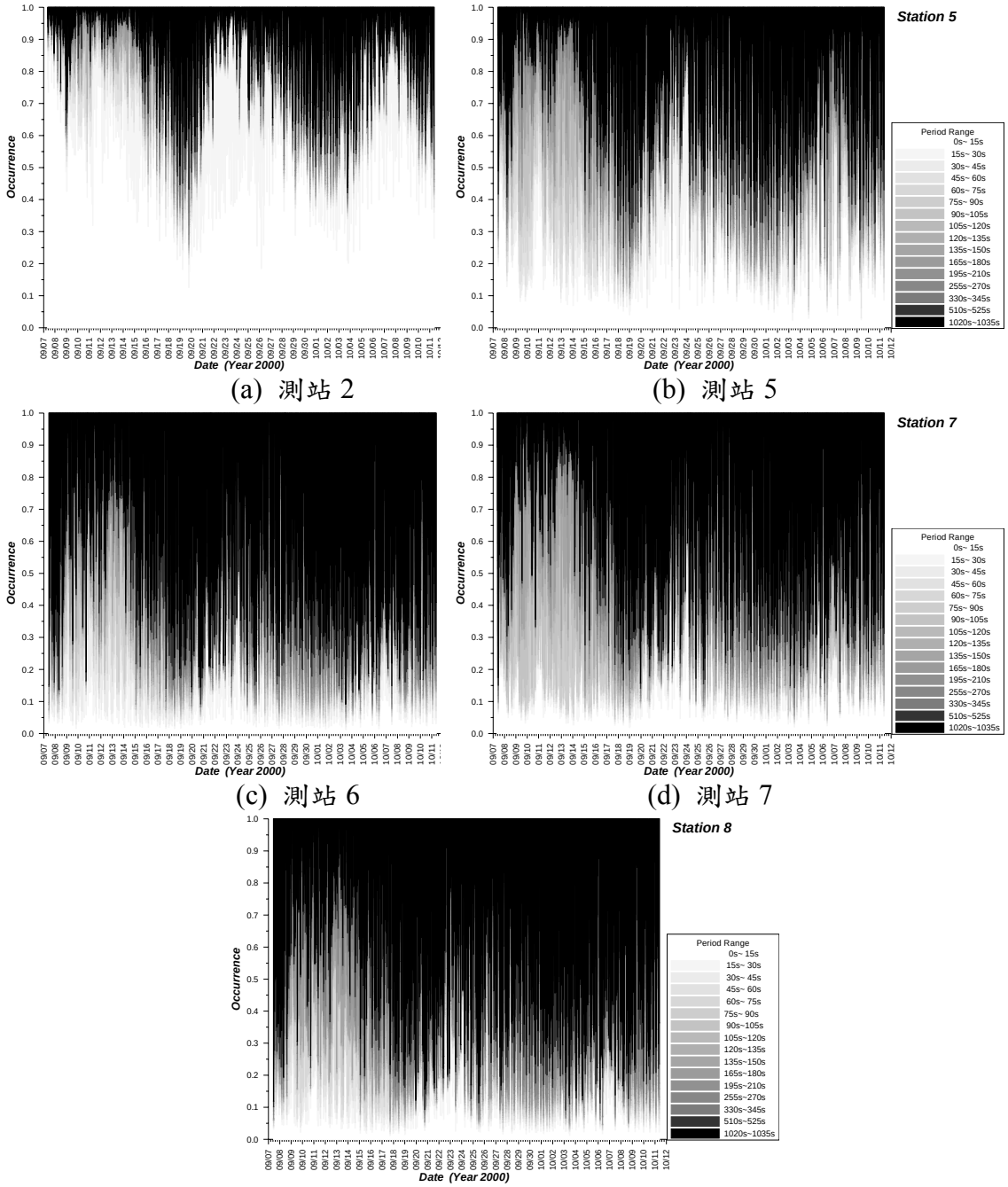


圖 3.3 各測站的頻譜能量(m_0)時序圖



(a) 測站 2　(b) 測站 5

(c) 測站 6　(d) 測站 7

(e) 測站 8

圖 3.4 港內波高的能量比值堆疊分布(西元 2000/9/6 至 2000/10/11)

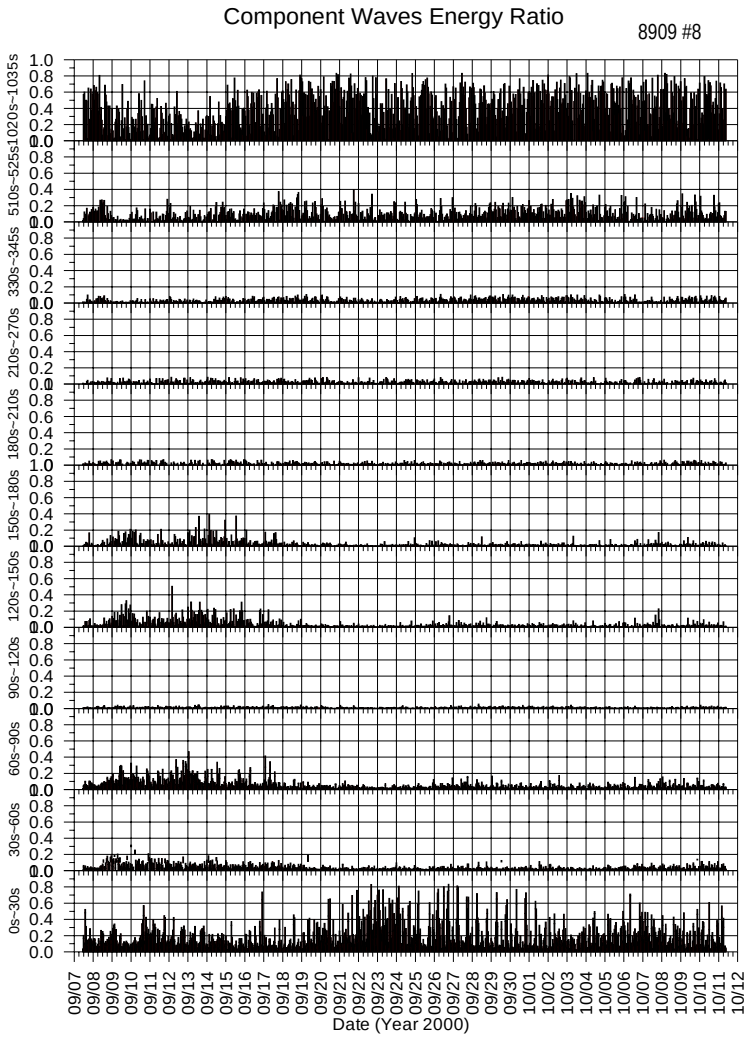


圖 3.5 測站 8 各成分波區間的能量分布比值(西元 2000/9/6 至 2000/10/11)

3.2 花蓮港內長週期波動的觀測

為了瞭解花蓮港內長週期波動成分，本計畫規劃了現場港內水位觀測計畫。所使用的潮位計係 Sea-Bird Electronics, Inc.出品的 SBE 39 型無電纜線的壓力式潮位計(如照片 3.1 所示)，配合自行設計訂製的觀測架，組裝成簡易的潮位站進行潮位觀測。此式無電纜線潮位儀使用長方型 9V 乾電池為供電來源，當電池裝置後，先使用 RS 232 外接式電腦接續線，連接桌上型電腦或筆記型電腦進行潮位儀正確的日期、時間及觀測時間的間隔等調整，完成後放入自製的塑膠保護管內再以

繩索連結、投入已架設在碼頭岸壁上的潮位觀測架之不鏽鋼保護外管內即可進行潮位觀測。

(a) SBE 39 型壓力式

(b) 壓力感應頭

(c) RS 232 接續線

照片 3.1 現場觀測使用的潮位計

圖 3.6 所示是目前在花蓮港的港內水域配合實際環境所安裝的潮位站位置(以下討論分別以外港測站、中間水道測站及內港測站稱之)，照片 3.2 為潮位計的安裝情形。由於是採用乾電池自記式的潮位計，為了資料的安全性設計每隔約 15 天便取出潮位記下載資料、並重新設定後放回潮位站中繼續觀測。在進行現場水位觀測前，首先在波高計率定筒中進行水位的校定，並確認儀器本身是否有電子振盪訊號。圖 3.7 顯示 5 支潮位計在率定筒中以 6 秒的取樣週期對 0 m 至 5 m 每隔 1 m 水位進行約 40 分鐘的連續取樣的結果，由圖形曲線可以確認本研究所使用的潮位計相當穩定，而且沒有自身的振盪訊號。

圖 3.8 為第一次觀測時間序列，但也發現資料僅有西元 2005/4/5~2005/4/9 不到 5 天的資料，研判可能是所用的乾電池電力不足或者是記憶體容量不足所致。未來在確認港內的長週期波動狀況後，可能加大取樣時間間距以提升資料的長度。由於花蓮港的碼頭設消波效果不佳，使得港內的波動無法儘速消除，其中尤其是船行波的部分在某些水域可以達到約 1 公尺的水位變化。圖 3.9 係 4 月 5 日 0 時至 12 時的水位變化時間序列圖，從圖中可以看到與基隆港水位變化相類似的 20 分鐘長週期振盪，另外可能還有其他稍短的長週期振盪。但由於資料夾雜了太多雜訊，無法清楚辨別。後續將對資料進行濾波

後在進行相關分析與討論，另外也將和基隆港的觀測資料進行比較分析，並設法解釋此一約 20 分鐘長週期振盪的來源。

圖 3.10 至圖 3.12 為西元 2005/8/1 至 2005/8/10 的水位觀測分析資料，在該期間紀錄了瑪莎颱風的侵襲過程 。圖 3.10 為瑪莎颱風的紀錄與行進路徑，表 3.1 為馬莎颱風的颱風警報記錄。瑪莎颱風係於 8/3 至 8/7 之間。由鵝鑾鼻的外海以由東南向西北的方向通過台灣北部的外海。圖 3.11 係 10 天的水位變化時間序列圖，就整個侵襲過程來看，從圖中可明顯看到在 9/2 上午花蓮港便開始感受到颱風波浪與水位的變化，而開始有長週期的水位變化。其中，又以中間水道測站反應最強、外港測站次之、而內港測站最小。當瑪莎颱風在花蓮的東方外海時(8/3 中午至 8/4 中午)，港內的水位變動最大。而颱風中心通過花蓮的緯度向上行進後，水面的波動便開始減小，內港在 8/5 上午後便回復常時水位變化，但外港則一直到 8/9 才恢復正常。

圖 3.12 是 10 天的水位訊號經過低頻濾波後的分析頻譜，各圖中左欄是外港測站、中欄是中間水道測站、而右欄是內港測站，濾波的目的主要是想把潮汐波加以分離。從各圖中我們發現花蓮港的長週期振盪大約可以 0.0005Hz 及 0.002Hz 分成三個部分。外港水域介於 0.0005Hz 至 0.002Hz 間的波動明顯小於內港；但 0.002Hz 以上的能量則又以外港多於內。週期在 0.0005Hz 以下的不論常時或颱風時期都始終存在於港內，其能量並未因颱風侵襲而增加太多。反而是 0.0005Hz 以下的低頻振盪則在颱風侵襲期間有很明顯地成長。如果就目前所觀測到的資料，則港內在颱風時期大量增加能量的部分是週期大約在 2000 秒以上的振盪，此一現象明顯與港灣共振的研究不同。至於這些成分是屬於港內特有，或是外海在颱風侵襲期間也有此一能量分佈，則因為無法在港外設置水位觀測儀器，而無法認定。

由於水位觀測是在本年度的 4 月份才安裝，由於儀器的設定與操作不夠純熟(因經費不足，以人工方式下載資料及更換電池)，資料的收集一直斷斷續續，以致今年的颱風侵襲期間的水位資料未能收集完

整，相當可惜。目前該工作仍持續進行中。而未來也應考慮在外海設置水位觀測站進行同步量測。

圖 3.6 花蓮港潮位站(✦)安裝位置示意圖

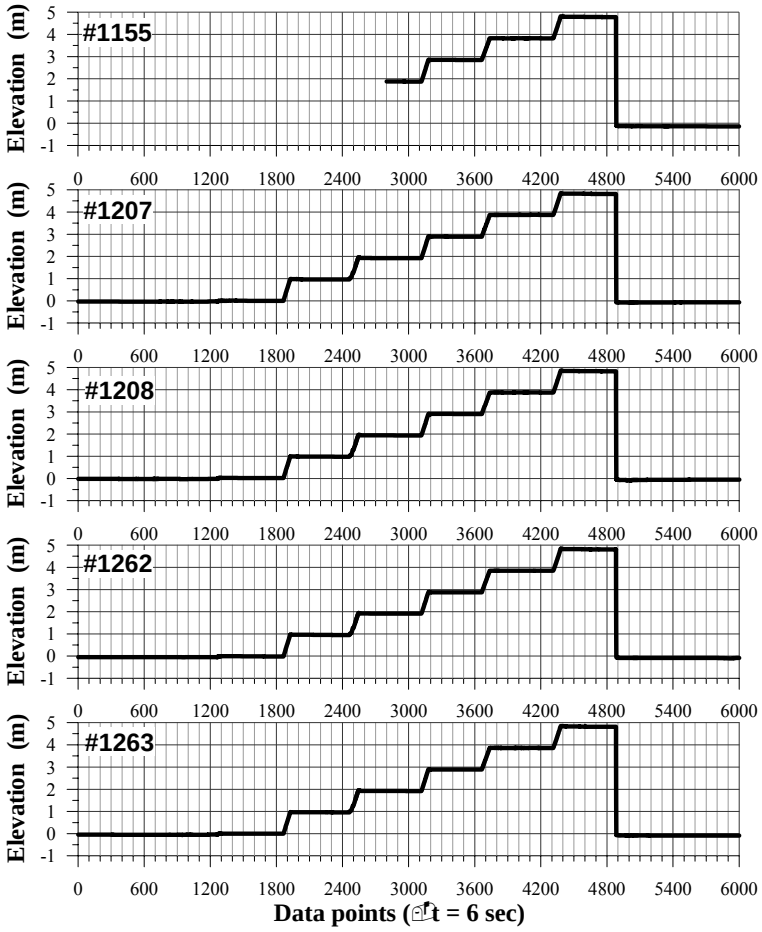


圖 3.7 潮位計檢測記錄

照片 3.2 潮位計安裝情形

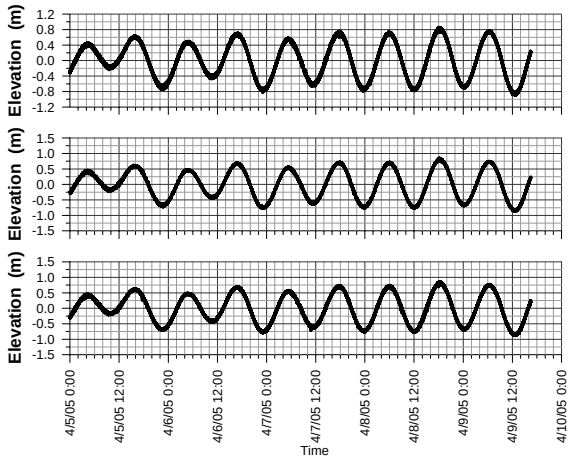


圖 3.8 民國 94/4/5 0:00~94/4/9 16:00 花蓮港各潮位站之水位變化時間序列圖

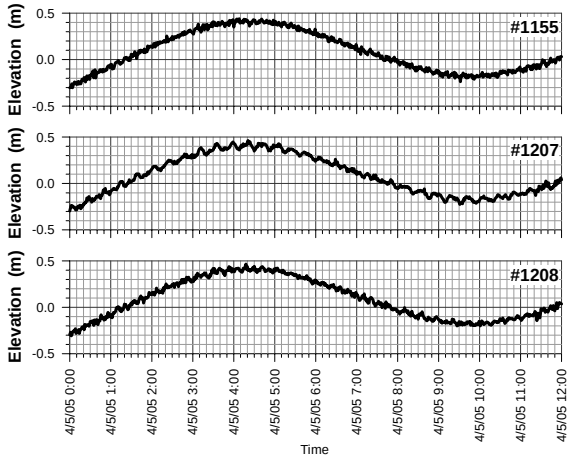


圖 3.9 民國 94/4/5 0:00~94/4/5 12:00 花蓮港各潮位站之水位變化時間序列圖

表 3.1 西元 2005/8/3 至 2005/8/5 馬莎颱風警報記錄

中央氣象局颱風警報發布概況表	
名稱	馬莎(MATSA)
編號	0509
生成地點	關島西南西方海面
侵(近)台日期	民國 94 年 8 月 4 日
發佈時間	海上:民國 94 年 8 月 3 日 8 時 30 分 陸上:民國 94 年 8 月 4 日 2 時 30 分
解除時間	海上:民國 94 年 8 月 6 日 8 時 30 分 陸上:民國 94 年 8 月 5 日 20 時 30 分
發佈報數	25
最大強度	中度
近中心最大風速	40.0(公尺/秒)
侵台路徑分類	1
登陸地段	--
動態	7 月 31 日在關島西南西方生成後，向西北方向移動。8 月 4 至 5 日通過台灣東方海面及北方海面，6 日進入大陸，隨後於 7 日減弱為熱帶性低氣壓。
災情	--

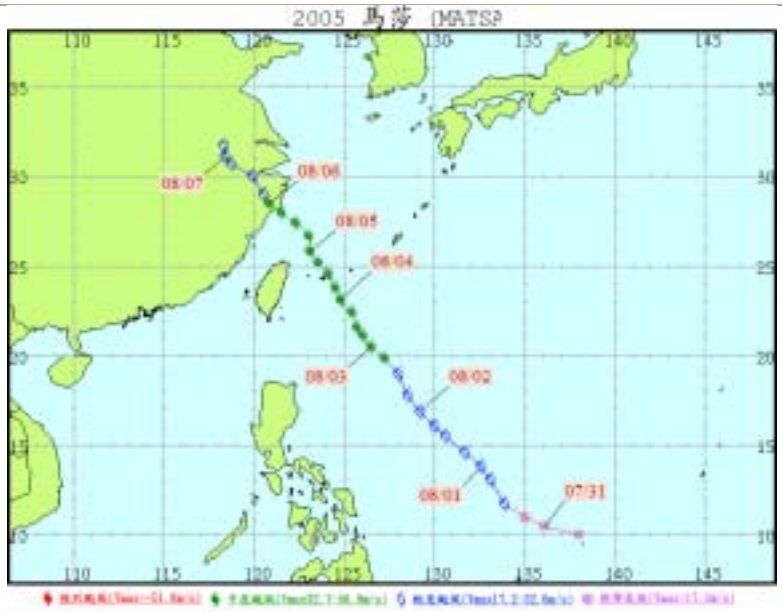


圖 3.10 瑪莎颱風侵襲記錄

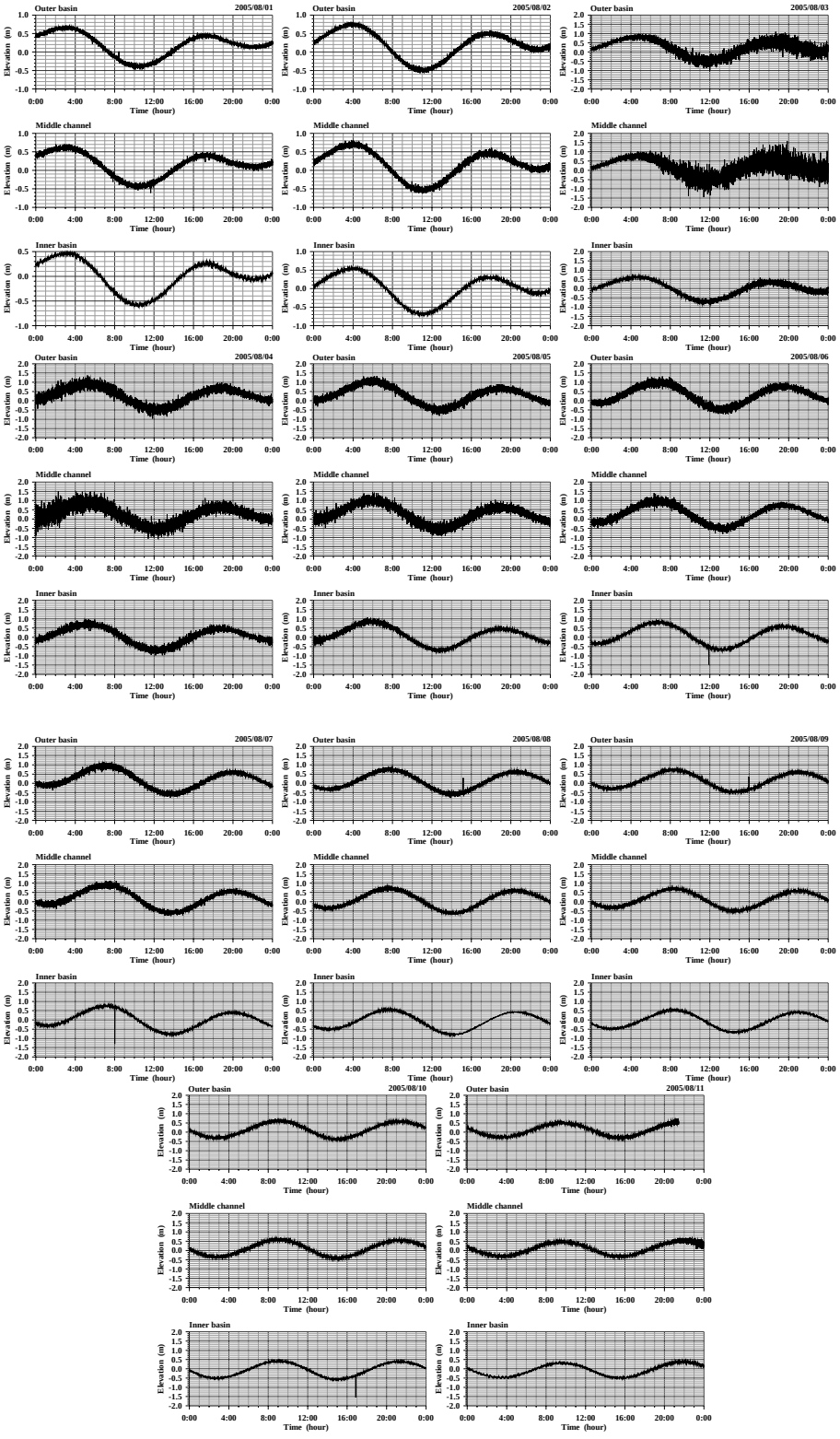


圖 3.11 花蓮港瑪莎颱風侵襲期間的港內水位變化時間序列

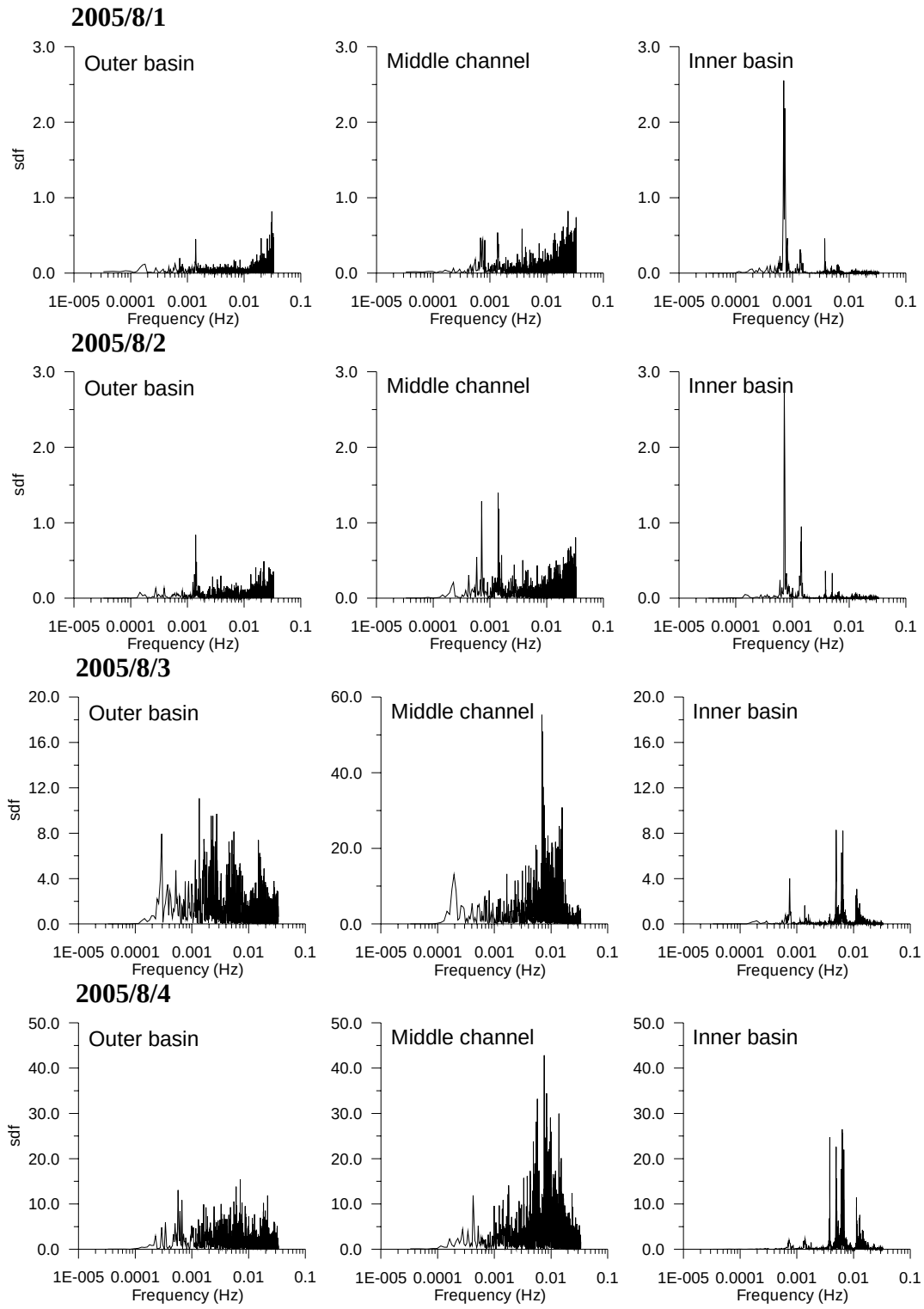


圖 3.12 花蓮港瑪莎颱風侵襲期間的港內水位變化的頻譜分析圖

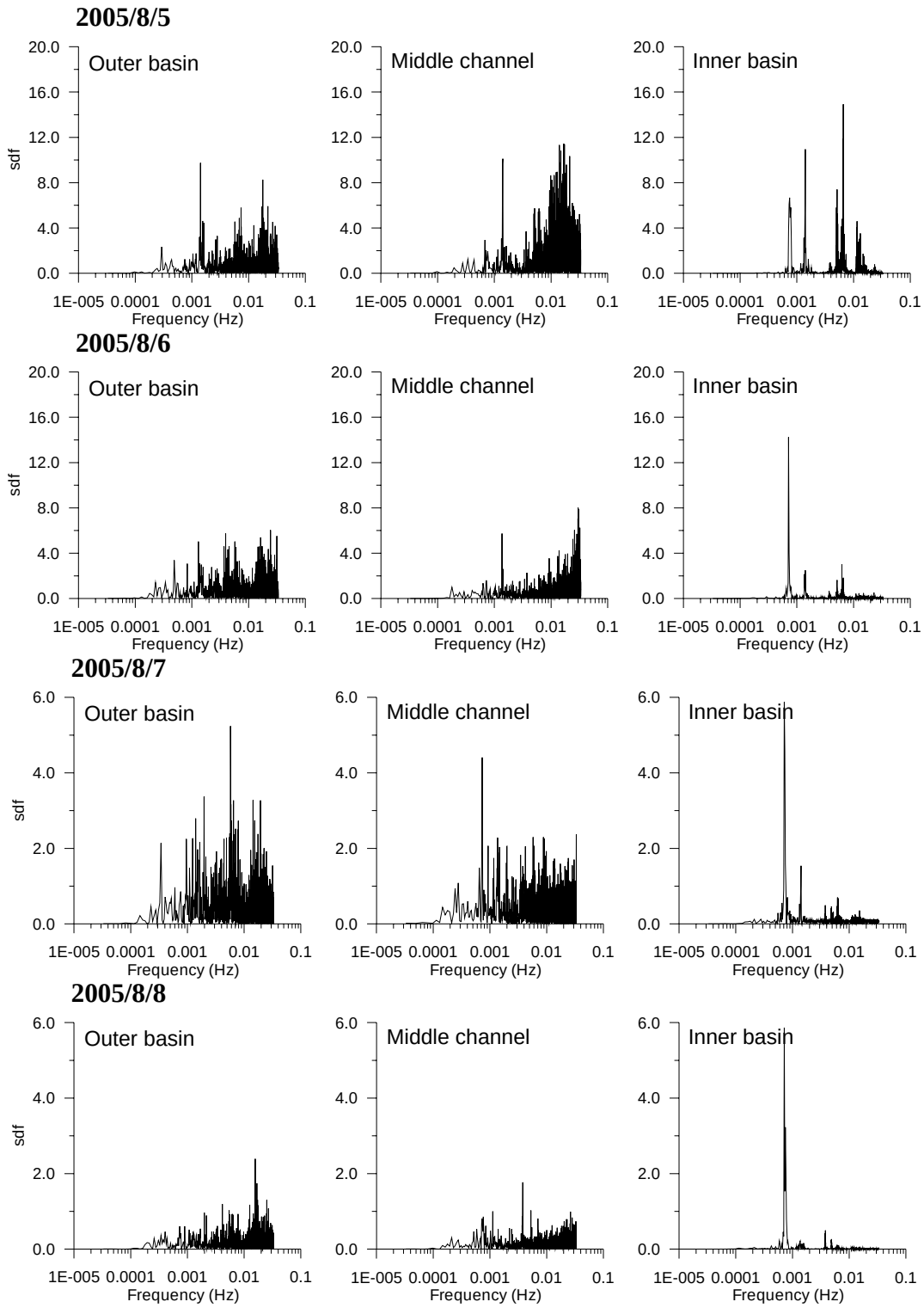


圖 3.12(續) 花蓮港瑪莎颱風侵襲期間的港內水位變化的頻譜分析圖

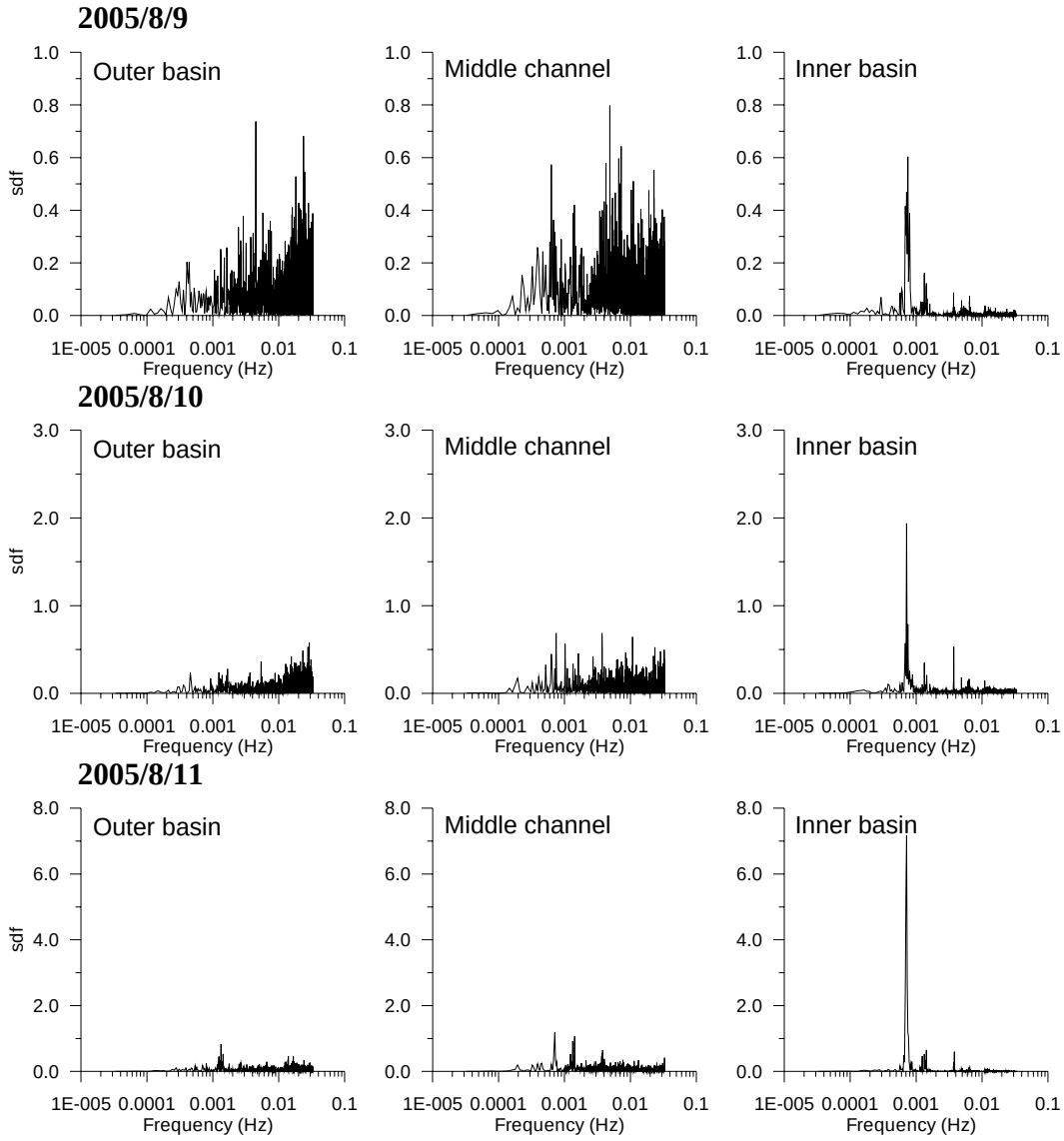


圖 3.12(續) 花蓮港瑪莎颱風侵襲期間的港內水位變化的頻譜分析圖

本年度除了繼續進行觀測外，為了能釐清是否該長週期振盪的成分起因於取樣頻率或儀器本身的問題，本計畫團隊於 2006 年 4 月在花蓮港的外港及內港水位觀測站附近，以現場容量式波高計、壓力式波高計(鎮儀公司，S700)及壓力式水位計(Sea Bird，SBR90)，以不同的取樣頻率同步進行約兩天的水位觀測。此外，為了瞭解是否外海有此一成分的波動，及考量花蓮港的外海設置觀測站的困難度，於 2006 年 6 月在較南邊海岸的鹽寮漁港(相關位置如圖 3.12 所示)以壓力式波高計(鎮儀公司，S700)及壓力式水位計(Sea Bird，SBR90)設置觀測站進行短期性的觀測(圖 3.13 及 3.14 為花蓮港與鹽寮漁港的儀器佈放位置圖)。

於2006年8月更擴大同步觀測範圍涵蓋東部海岸線以瞭解各地的波動特性的共通性，觀測地點包含了蘇澳港、花蓮港、鹽寮漁港、石梯漁港及金樽漁港。三個時期的資料收集期間如表3.2所示。本報告將主要針對以2 Hz取樣頻率進行連續觀測的S700壓力式波高計的觀測結果進行討論。其中為瞭解不同週期範圍的成分波變化情形，除了進行頻譜分析以外，也以數值濾波的方法分離各週期(頻率)範圍的成分波。圖3.15至圖3.76為部分的相關分析資料，各圖中均包含兩個部分：時間序列分析與頻譜分析。時間序列分析圖中(各圖之左圖，由上而下)顯示水面波動原始時間序列、以及大於200秒、介於30秒至200秒之間、以及30秒以下的波動成分；頻譜分析圖中(各圖之右圖，由上而下)則顯示成分波頻率與頻譜密度，以及成分波週期與頻譜密度間的關係，以方便對各特性週期的分析。圖3.15至圖3.76所繪製之時間序列圖係以未經過校正的原始資料進行分析的，主要目的是讓讀者看到原始的觀測資料，並藉以瞭解各筆資料的正確性，而成份波的時間序列圖亦未將透過數值濾波方式分離各成分波時可能在兩邊的端點處發生的偏差情形加以去除，亦是基於此一目的。在後續年度的分析中將會進行更進一步的處理與分析。綜合相關的分析結果由港外至港內依序討論如下：

表3.2　2006/08/18各觀測站的資料收集範圍

觀測位置	資料收集期間	使用儀器
蘇澳港	儀器故障	鎮儀公司S700壓力式波高計 Seabird公司SBR90潮位儀
花蓮港內港	20060405 15:00 ~ 20060407 17:00(12筆) 20060818 10:40 ~ 20060819 20:00(8筆)	
花蓮港外港	20060405 15:00 ~ 20060407 17:00(12筆) 20060818 10:40 ~ 20060819 15:50(7筆)	
鹽寮漁港	20060610 06:00 ~ 20060412 15:20(8筆) 20060818 10:40 ~ 20060819 07:30(5筆)	
石梯漁港	20060818 14:50 ~ 20060819 11:40(5筆)	
金樽漁港	20060818 19:00 ~ 20060819 11:40(4筆)	

3.3 2006 年 4 月的花蓮港港內水面波動聯合觀測

為瞭解花蓮港內的波動的特性，本計畫團隊檢討波浪觀測的傳統方法發現以 2 Hz 連續取樣 20 分鐘，或是以 4 Hz 取樣 10 分鐘，雖然均能夠提供 2048 個資料點進行頻譜分析，但是對於可以解析的最長成分波週期(即最頻率)則會受到限制。例如以以 2 Hz 取樣的 2048 個資料點可得到的最成週期為 512 秒；而以 4 Hz 取樣的 2048 個資料點可得到的最成週期為 256 秒。此一範圍如果是針對一般重力波範圍內的觀測應已可滿足。但是如果是要探討類似花蓮港內的長週期振盪，則仍嫌不足。由於花蓮港內可能有的最長週期為何尚不可知，本計畫乃嘗試以儀器可以記錄的最大能量進行長時間且連續的觀測，因此，採用 2 Hz 連續取樣 250 分鐘(即 15000 秒)，於 2006 年 4 月 5 日至 7 日之間在花蓮港的內港及外港水域進行現場觀測，並收集到 12 筆各 250 分鐘的波動記錄。在該段觀測期間僅有氣象局預報低壓鋒面的可能到達外，並無其他異常氣象。圖 3.16 至圖 3.27 為內港的部分分析結果，圖 3.28 至圖 3.39 則為外港的部分分析結果。

從圖 3.16 至圖 3.39 中均可以看到在本段觀測期間花蓮港的內外水域都含有週期大於 30 秒的水面振盪，30 秒至 200 秒之間的波動振幅不論是內港或外港水域均約在 2 公分左右；而在 200 秒以上的部分的波動振幅外港約 2 至 4 公分，但內港則約為 4 至 6 公分，顯示 200 秒以上長週期成分會在內港水域增幅。如果檢視各圖之圖(b)之週期與頻譜密度關係圖，則可發現內港水域有明顯的譜峰出現在 165 秒、714 秒、1250 秒、4998 秒及 7498 秒附近，外港則有明顯譜峰出現在 714 秒、1250 秒、4998 秒及 7498 秒附近(因取樣頻率及頻譜解析度而會略微不同)，但這些譜峰並非在每一筆記錄中都有。另一個現象是：外港的 30 秒以下一般重力波波動的成分很多，但是內港則非常明顯，反而是長週期波動主導內港的水面波動。顯示受限水道的規劃對阻擋一般重力波的入侵相當有成效，但是極長週期成分的波動則反而發生增幅現象。

3.4 2006 年 6 月鹽寮漁港的水位觀測

由於花蓮港的縱深約為 3000 公尺，如果以 10 至 18 公尺水深，以及四倍縱深的波長代入分散關係式可以概算出等深矩形港池的自然共振週期約 903 至 1212 秒之間，因此上節所發現的長週期成分中 1250 秒以下的成分可能與花蓮港的港池特性有關；但是 4998 秒及 7498 秒的週期成分的激發機制則仍不清楚。為了進一步瞭解各週期成分是屬於港池的尺度(在港內激發與增幅)還是屬於大洋的尺度(直接來至外海)，本計畫考量花蓮港外海設置水下觀測儀器的困難度，乃於 2006 年 6 月 10 日至 11 日期間在南方的鹽寮漁港中以相同的儀器進行資料觀測收集，共收集到 8 筆 15000 秒的資料，圖 3.40 至圖 3.48 為 8 筆記錄的部分分析結果。

從圖 3.40 至圖 3.48 中可以明顯地看到在本觀測時段中鹽寮漁港附近水域的波動也含有週期大於 30 s 以上的長週期波動，有明顯的譜峰出現在 3749 秒、4998 秒及 7498 秒附近。在圖 3.40 也看到在 400 秒至 600 秒之間也有略小的譜峰，但察看其他記錄中並未出現，研判應該是屬於異常氣象所致。在一般頻譜分析中，一般認為分頻大約是一至二個解析頻率($\Delta f=1/15000$ Hz)的成分波，由於頻率過於接近頻率的解析度，屬於數學解析誤差的可能性極高而建議不討論。但是如果從圖 3.40 至圖 3.42 中則可以明顯地看出鹽寮漁港的水面波動時間序列中確實含有 4998 秒及 7498 秒成分的波動，因此該成分波的存在應是肯定的。而水位記錄中不論是 30 秒至 200 秒或是更長的 200 秒以上的波動也都能觀察到存在相當明顯的能量。

由於鹽寮漁港僅係為一簡易漁港，其防波堤及碼頭呈向南的 F 型佈置，屬於開放性空間，在更南側有拋放防止漂砂的消波塊群，而北側則已經因為淤積的緣故形成一新生海灘。潮位計是佈放於外防波堤的內側，由於該港的遮蔽效果並不好，反之可將其視為與外海聯繫良好的水域，因此在該處所量測到的水位變化除了區域性因為水深太淺所發生的短週期擾動外，對於潮汐或其他長週期波動的干擾應該較

小。因此，該地區的長週期水位變化對外海的波動應該有相當地代表性。

綜合比較 3.2 節與本節的觀測分析結果，可以發現花蓮港內及鹽寮漁港都發現有數千秒的波動成分，依此研判花蓮港內之 4998 秒及 7498 秒的波動成分來自外海的可能性較高。但由於鹽寮漁港與花蓮港仍有一段距離，並非直接地在花蓮港外海，且兩處的觀測時間並未同步，因此無法做進一步的結論。

3.5 2006 年 8 月的聯合觀測

為了瞭解長週期成分波動的區域特性，在本次觀測中規劃了由花蓮港以北的蘇澳港，至以南的鹽寮漁港、石梯漁港及金樽漁港進行同步觀測。所選的漁港都屬於較為偏僻且單純的漁港，主要是為避開沿海遊憩的人潮，減少訊號受到船舶或人為的干擾，以及可能的遺失問題。但由所收集的資料中仍發現儀器曾經有被中途提出水面的紀錄情形，顯示要進行沿海的海象觀測，必須要顧慮到相當多的可能發生狀況。為了持續進行水位的觀測，本計畫也於 2006 年 9 月在鹽寮漁港安裝固定觀測架，但因為近岸波浪的強大而反覆作用下，不到一個星期儀器架就被波浪力從固定的螺栓處及銲接處撕裂而沉落海底底床。

由於儀器佈放的距離過長(宜蘭蘇澳港到台東金樽漁港)，波高計設定為提前一天啟動(2006/08/17 18 時)，因此各波高計所取得的資料筆數不相一致。記錄的方式是以 2Hz 連續取樣 15000 秒(30000 個資料點)，以及連續觀測。各測站的觀測資料範圍如表 3.2 所示。圖 3.49 至圖 3.55、圖 3.56 至圖 3.62、圖 3.63 至圖 3.67、圖 3.68 至圖 3.72、及圖 3.73 至圖 3.76 依序分別為本觀測時段在花蓮港內港及外港、鹽寮漁港、石梯漁港及金樽漁港的部分分析結果。

從圖 3.49 至圖 3.76 中均可以看到在本段觀測期間從花蓮港以南至金樽漁港的水域都含有週期大於 30 秒的水面振盪，但是由於觀測站散

佈在各漁港中，觀測環境幾乎無法控制，因此所獲得的資料中常有一些干擾，使得可分析的資料長度可能不相同而造成比較上的困難(資料長度不同引出頻率解析度不同的問題)，本節將主要先針對各觀測站的資料分析結果進行討論。圖 3.49 至圖 3.62 中仍顯示 30 秒至 200 秒之間的波動振幅不論是內港或外港水域均約在 2 公分左右；而在 200 秒以上的部分的波動振幅外港約 2 至 4 公分，但內港則約為 3 至 4 公分。如果檢視各圖之圖(b)之週期與頻譜密度關係圖，則可發現內港水域有明顯的譜峰出現在 197 秒、263 秒、656 秒、999 秒、1250 秒、1272 秒、1363 秒、1500 秒、2798 秒、3749 秒、4998 秒、6998 秒及 7498 秒附近，外港則有明顯譜峰出現在 577 秒、656 秒、666 秒、714 秒、750 秒、1166 秒、1222 秒、1250 秒、3498 秒、3832 秒、4998 秒、5248 秒、5498 秒、5748 秒及 7498 秒附近，必須要注意到的是，由於有效解析資料的長度不同，譜峰會因為取樣頻率及頻譜解析度不同而變動，並非在每一筆記錄中都有上述的譜峰。

圖 3.63 至圖 3.67 為同時期鹽寮漁港的部分分析結果，圖中可以發現 30 秒至 200 秒之間的波動振幅較花蓮港內為大約在 6 公分左右，但是 200 秒以上的波動振幅則多在 2 公分以下。圖中可以看到明顯的譜峰出現在 1153 秒、2333 秒、2499 秒、3749 秒、4998 秒、6998 秒及 7498 秒等。圖 3.68 至圖 3.72 為同時期石梯漁港的部分分析結果，圖中可以發現 30 秒至 200 秒之間的波動振幅較花蓮港內為大約在 8 公分左右，但是 200 秒以上的波動振幅則多在 3 公分以下，而且發現有群波的現象。圖中可以看到明顯的譜峰出現在 319 秒、384 秒、395 秒、405 秒、417 秒、428 秒、3749 秒、4998 秒及 7498 秒等。從圖 3.73 至圖 3.76 為同時期金樽漁港的部分分析結果，圖中可以發現 30 秒至 200 秒之間的波動振幅較花蓮港內為大約在 2 公分左右，但是 200 秒以上的波動振幅則多在 4 公分以下，而且發現有群波的現象。圖中可以看到明顯的譜峰出現在 349 秒、428 秒、484 秒、500 秒、600 秒、625 秒、789 秒、882、3749 秒、4998 秒及 7498 秒等。同樣的，由於有效解析資料的長度不同，譜峰會因為取樣頻率及頻譜解析度不同而變動，並

非在每一筆記錄中都有上述的譜峰。

如果以同一觀測時段的五個觀測站的結果來比較，可以發現各個地點皆含有 3749 秒、4998 秒及 7498 秒等的波動成分。

3.6 綜合比較

綜合以上的分析，我們可以發現不論是花蓮港、鹽寮漁港、石梯漁港及金樽漁港，都含有長週期的成分，尤其是 3749 秒以上的成分波。就花蓮港而言，週期大於 30 秒至 1250 秒之間的波動可能與花蓮港的自然共振特性有關，但是 1250 秒以上的波動則由與其他觀測站的結果比較，可發現其屬於大洋尺度特性的可能性極高。但是由於經費、時程及人力有限，目前無法進行更大規模的觀測與檢驗。

圖 3.77 及圖 3.78 為花蓮港的港灣波動數值模擬的結果。圖 3.77 為數值地形水深圖以及九個測試點的位置，圖 3.78 則為九個測點的波高增幅曲線圖。從圖中可以看到大約在 1135 秒附近港內會引發較大的波動。此值與觀測的結果相當近，而其間的差異應是數值模擬中的理論與地形及邊界的簡化處理，以及現場觀測時的頻譜解析度有關。

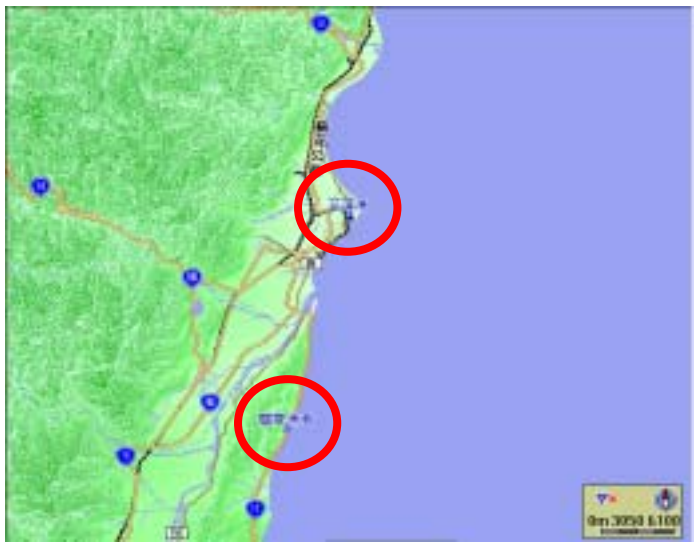
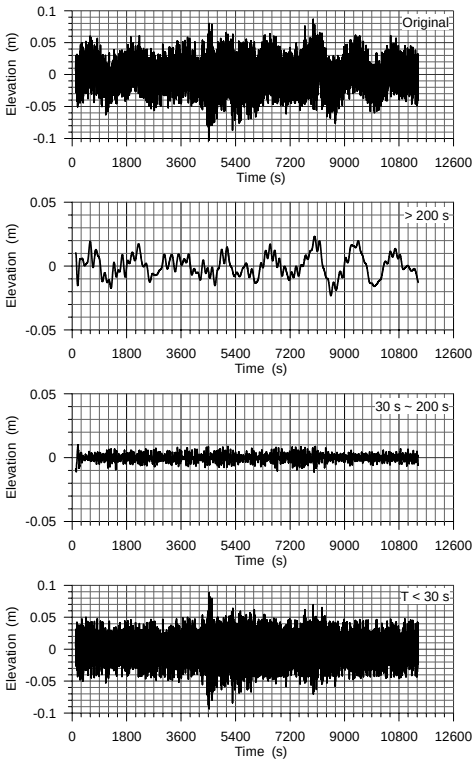
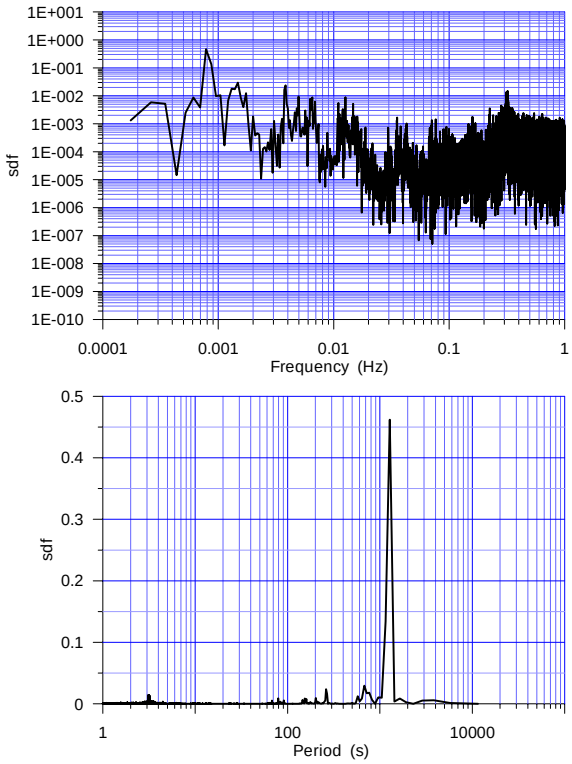


圖 3.13 花蓮港及鹽寮漁港位置關係圖

圖 3.14 花蓮港波高計配置圖(圖中的○點)

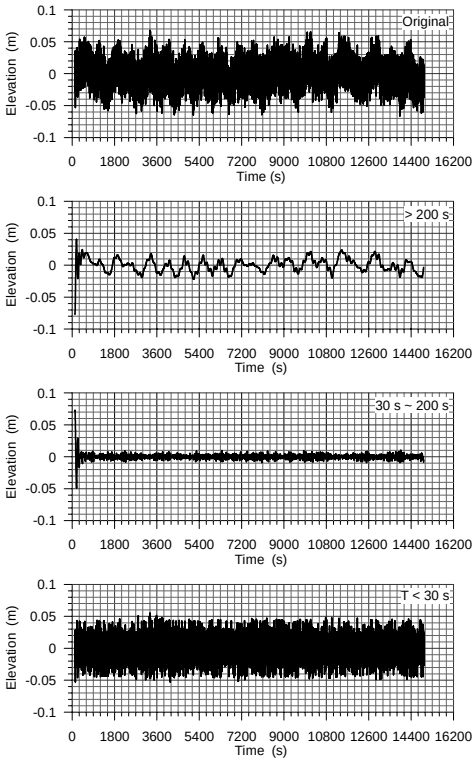
圖 3.15 鹽寮漁港衛星遙測及波高計配置圖

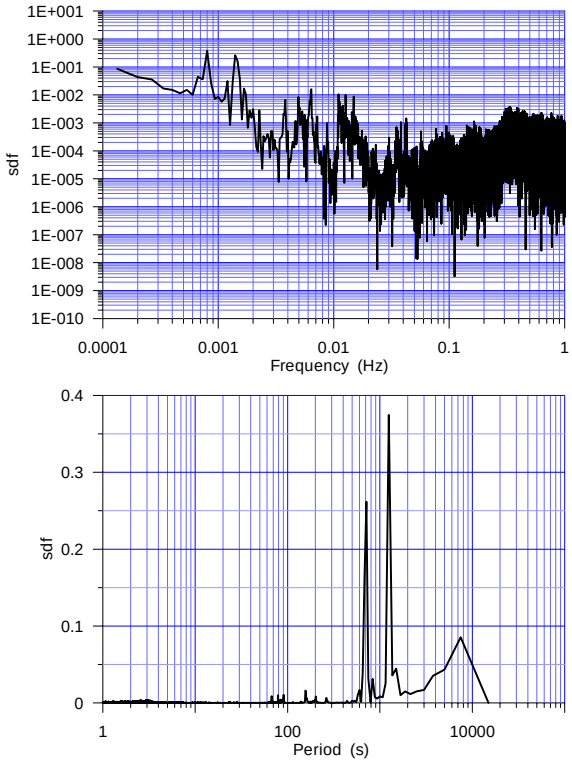




(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

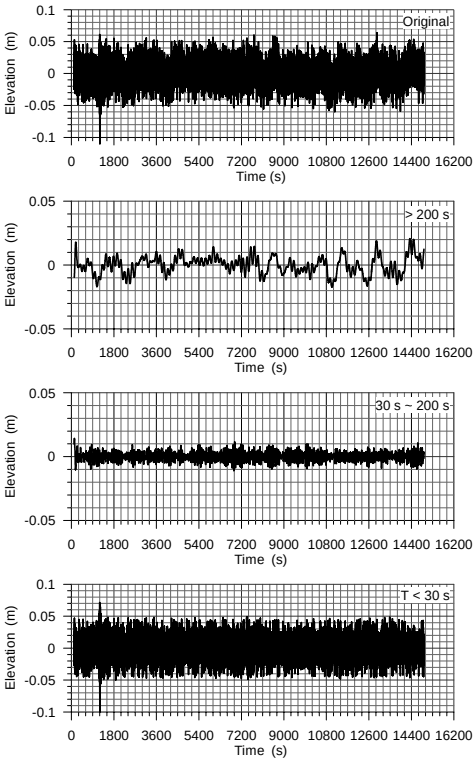
圖 3.16 花蓮港內港 20060405 15:00 水位觀測及頻譜分析



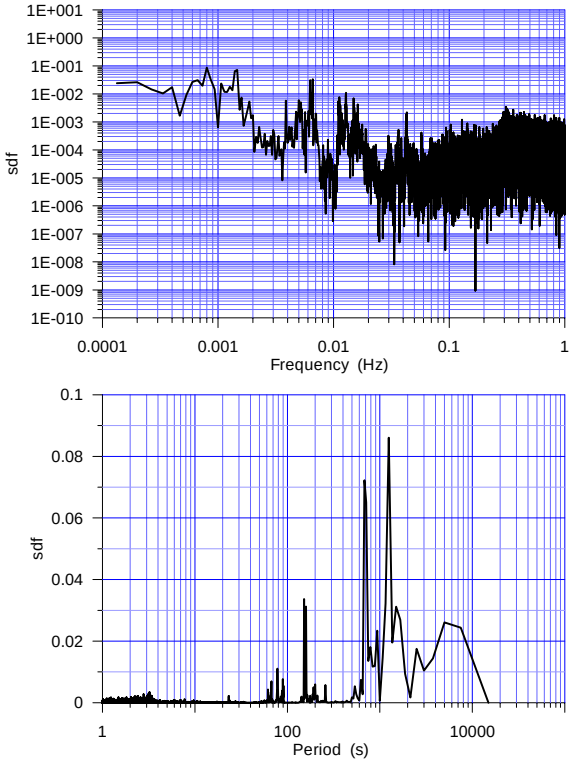


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.17 花蓮港內港 20060405 19:10 水位觀測及頻譜分析

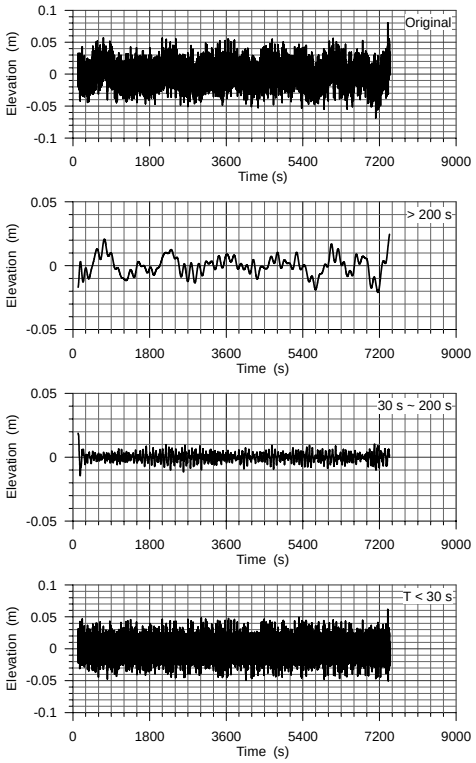


(a) 水位觀測及分析資料

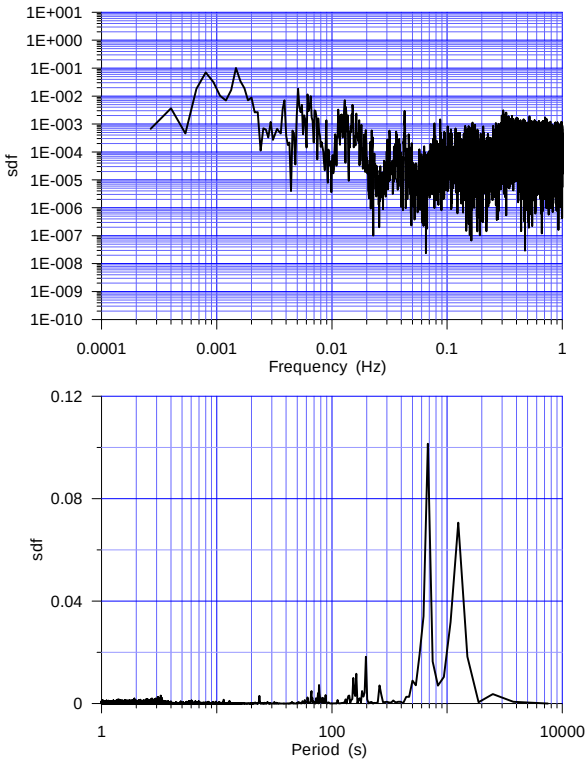


(b) 頻譜

圖 3.18 花蓮港內港 20060405 23:20 水位觀測及頻譜分析

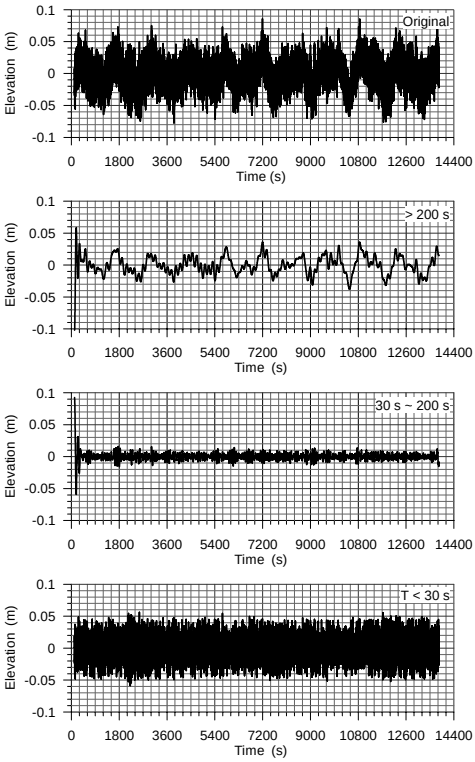


(a) 水位觀測及分析資料

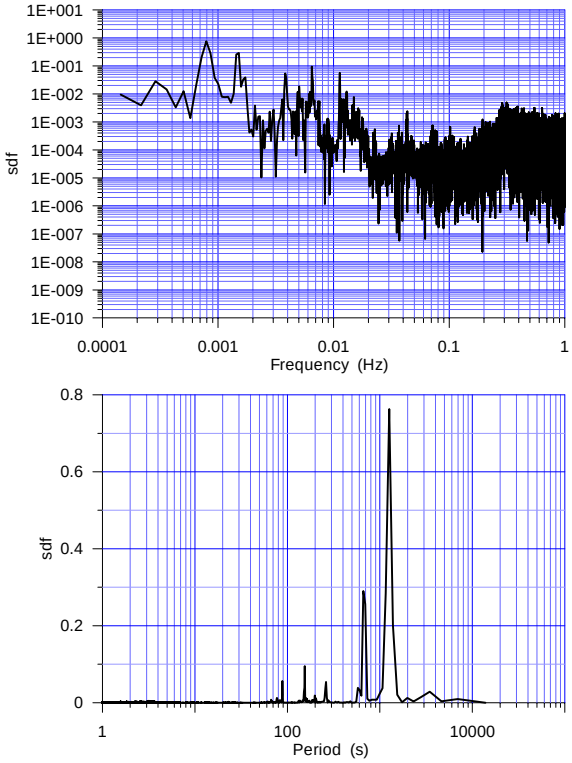


(b) 頻譜

圖 3.19 花蓮港內港 20060406 03:30 水位觀測及頻譜分析

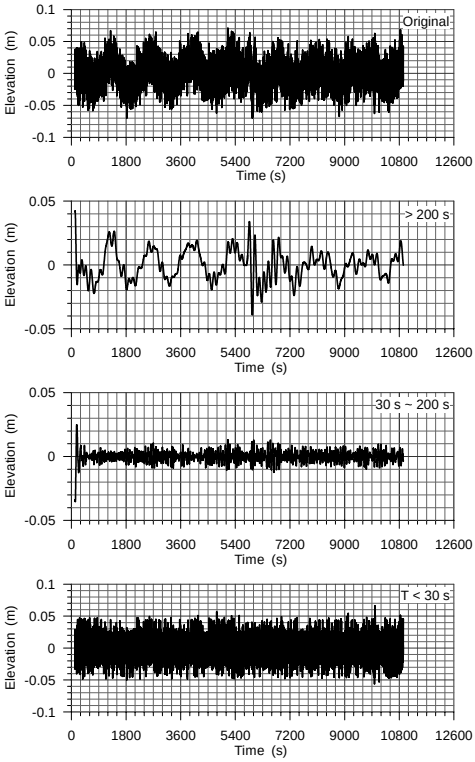


(a) 水位觀測及分析資料

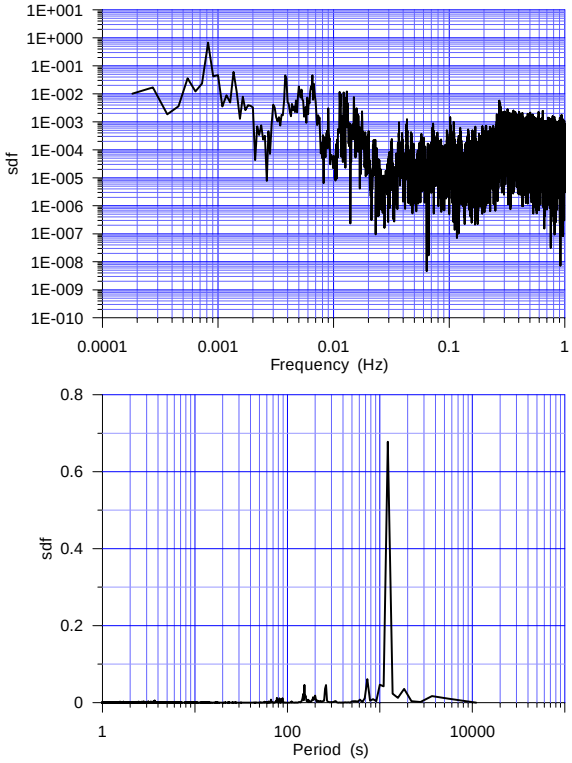


(b) 頻譜

圖 3.20 花蓮港內港 20060406 07:40 水位觀測及頻譜分析

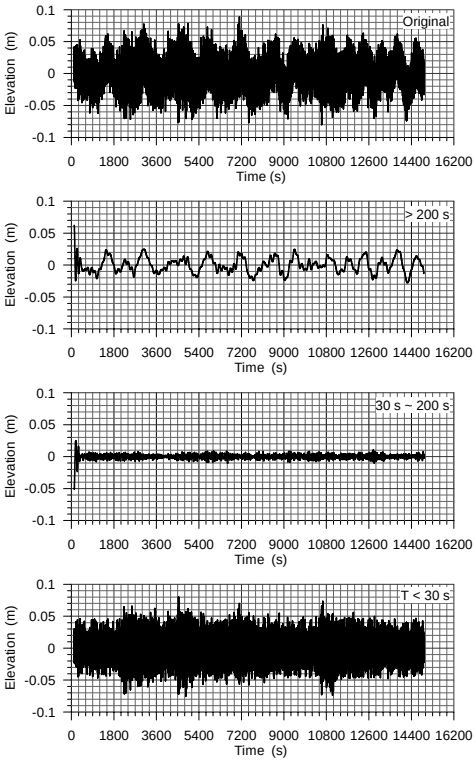


(a) 水位觀測及分析資料

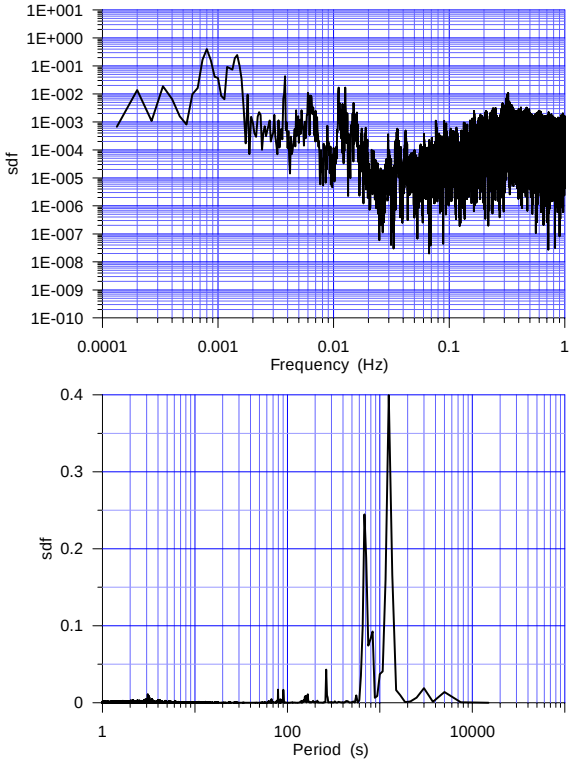


(b) 頻譜

圖 3.21 花蓮港內港 20060406 11:50 水位觀測及頻譜分析

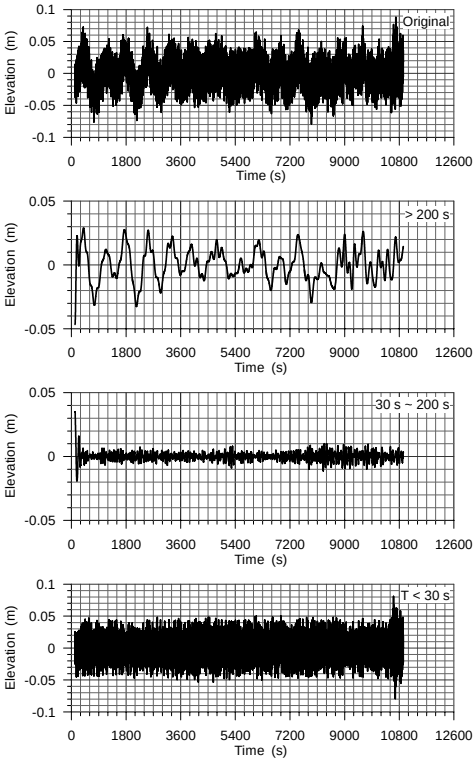


(a) 水位觀測及分析資料

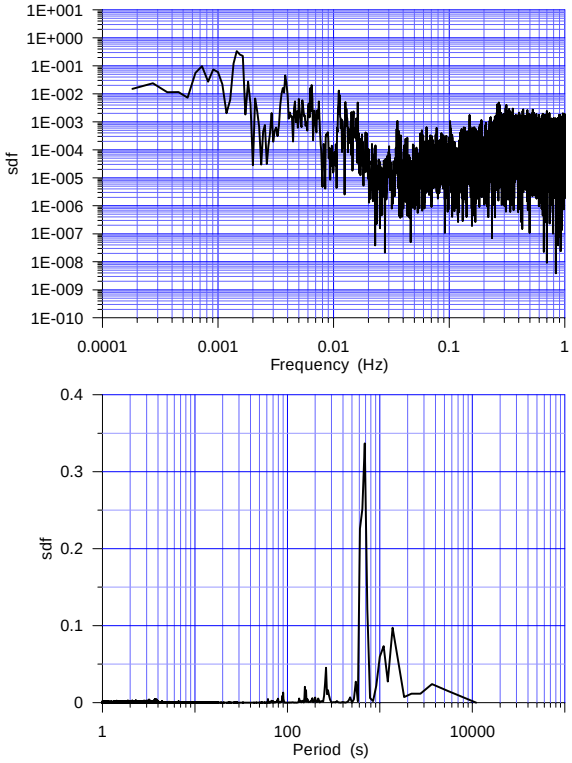


(b) 頻譜

圖 3.22 花蓮港內港 20060406 16:00 水位觀測及頻譜分析

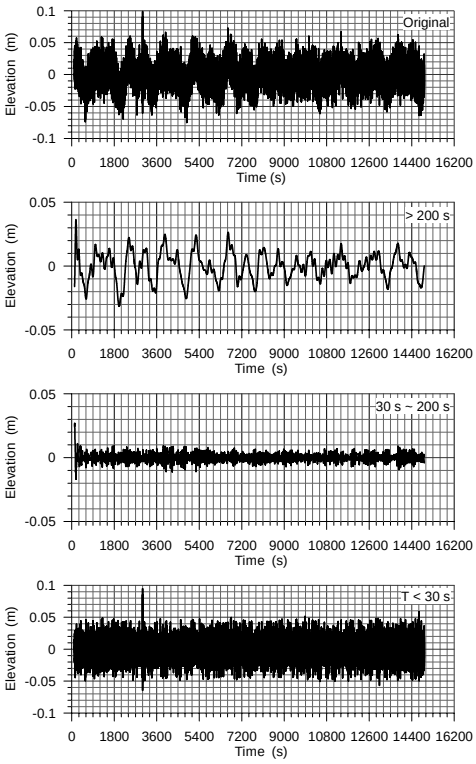


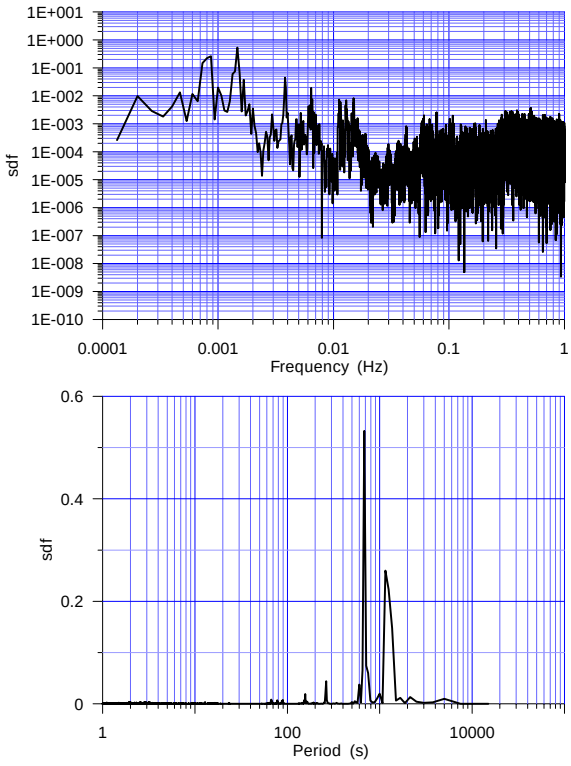
(a) 水位觀測及分析資料



(b) 頻譜

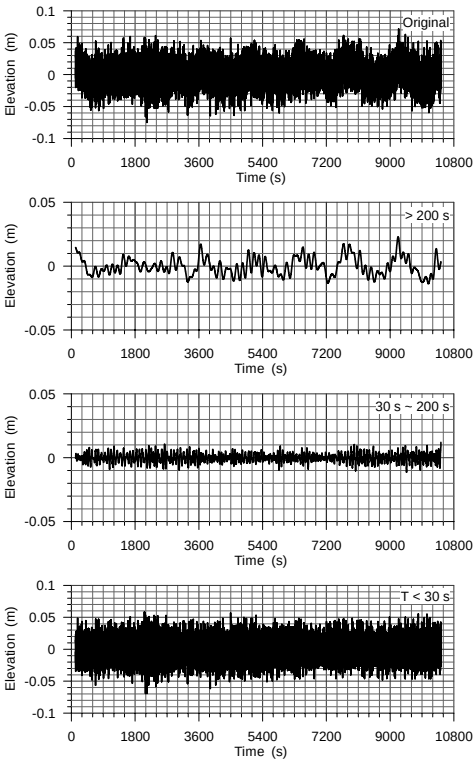
圖 3.23 花蓮港內港 20060406 20:10 水位觀測及頻譜分析

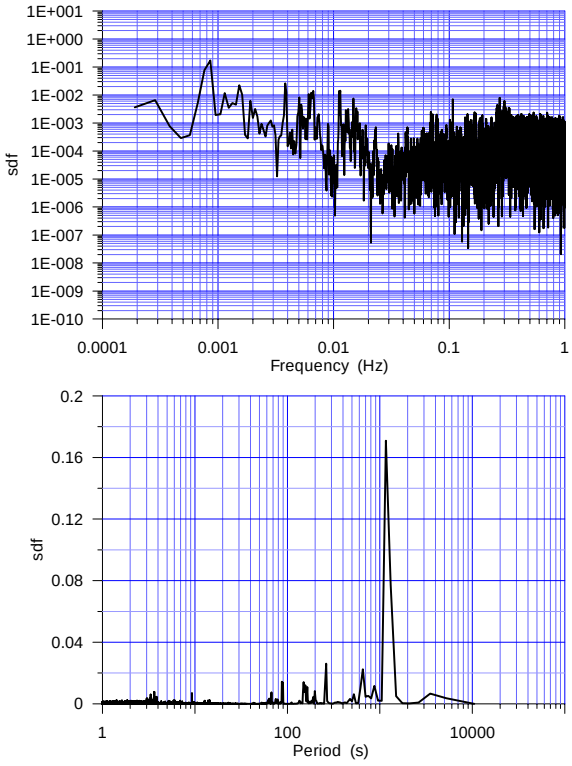




(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

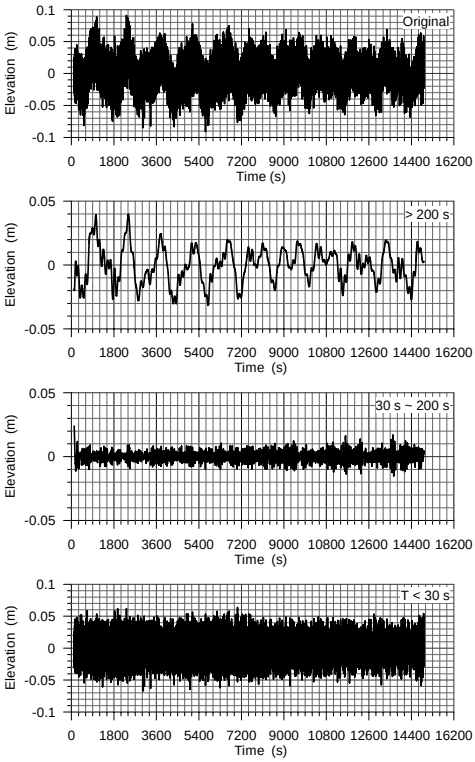
圖 3.24 花蓮港內港 20060407 00:20 水位觀測及頻譜分析



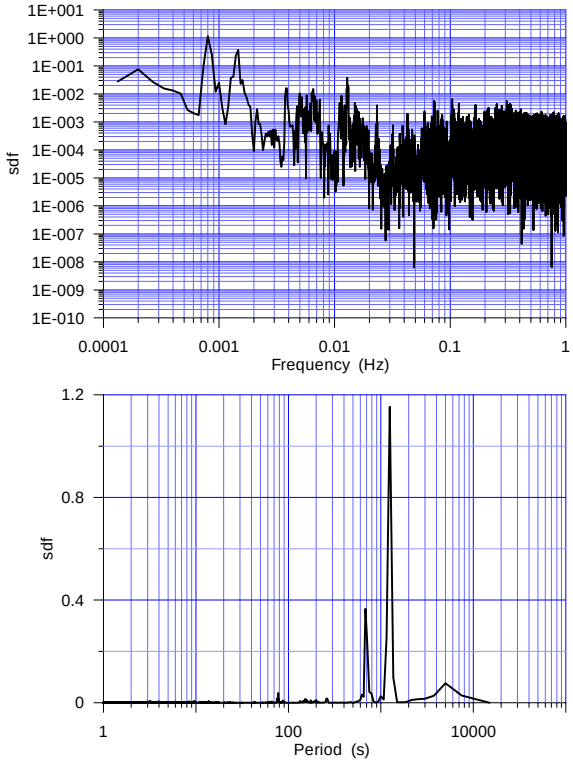


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.25 花蓮港內港 20060407 04:30 水位觀測及頻譜分析

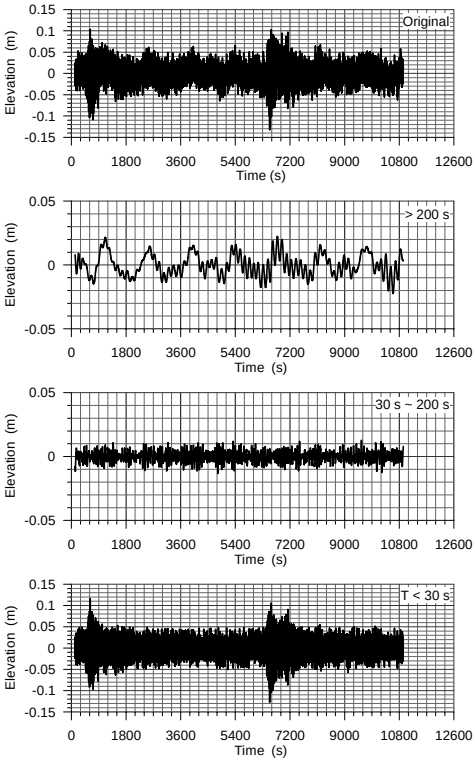


(a) 水位觀測及分析資料

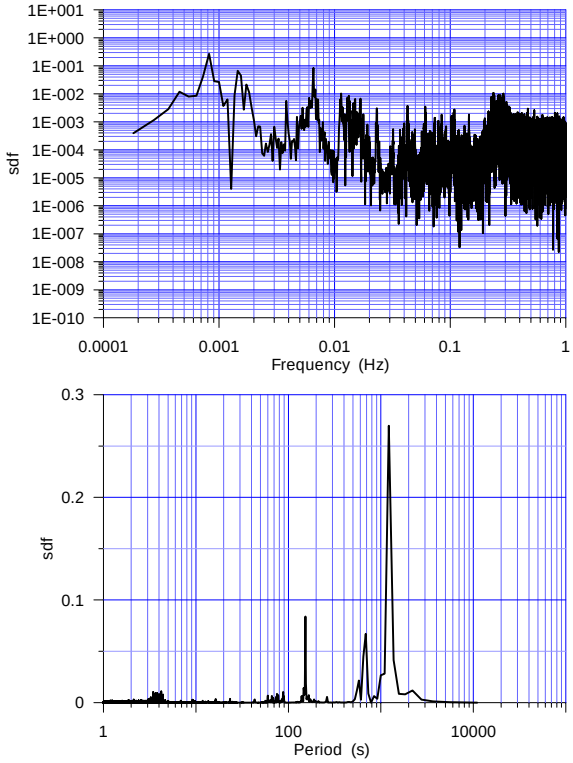


(b) 頻譜

圖 3.26 花蓮港內港 20060407 08:40 水位觀測及頻譜分析

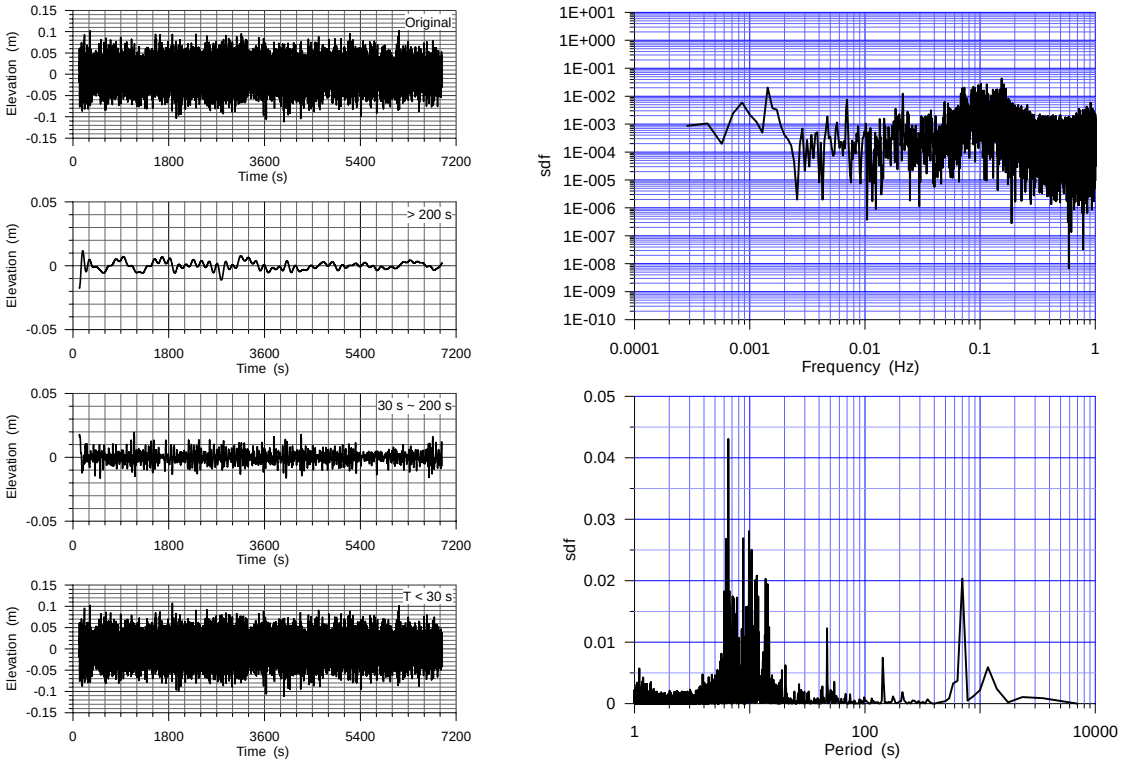


(a) 水位觀測及分析資料



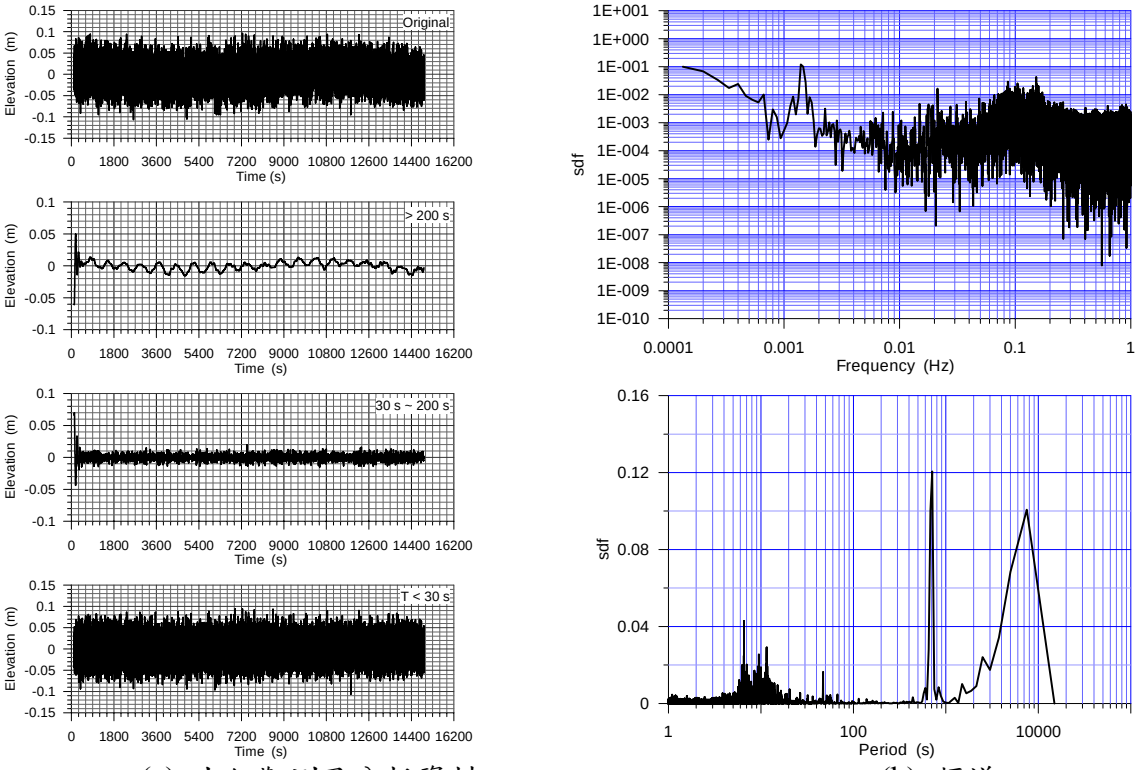
(b) 頻譜

圖 3.27 花蓮港內港 20060407 12:50 水位觀測及頻譜分析



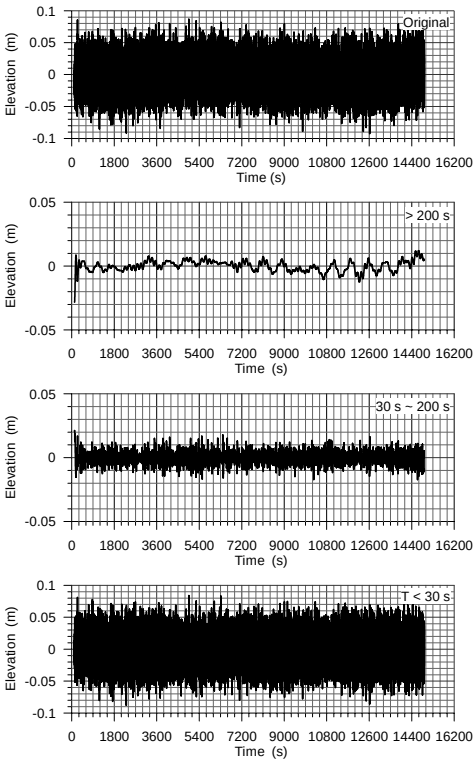
(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.28 花蓮港外港 20060405 15:00 水位觀測及頻譜分析

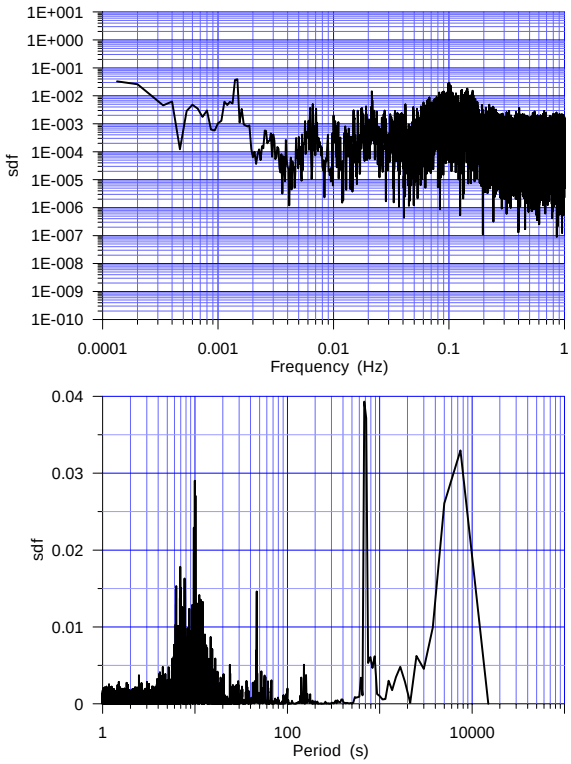


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.29 花蓮港外港 20060405 19:10 水位觀測及頻譜分析

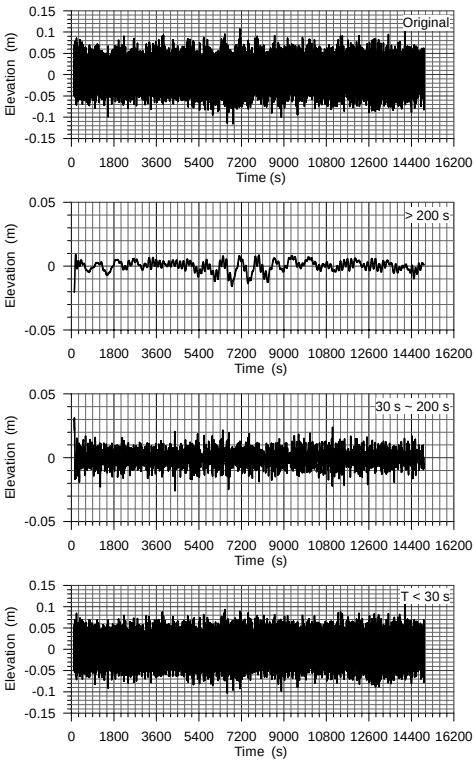


(a) 水位觀測及分析資料

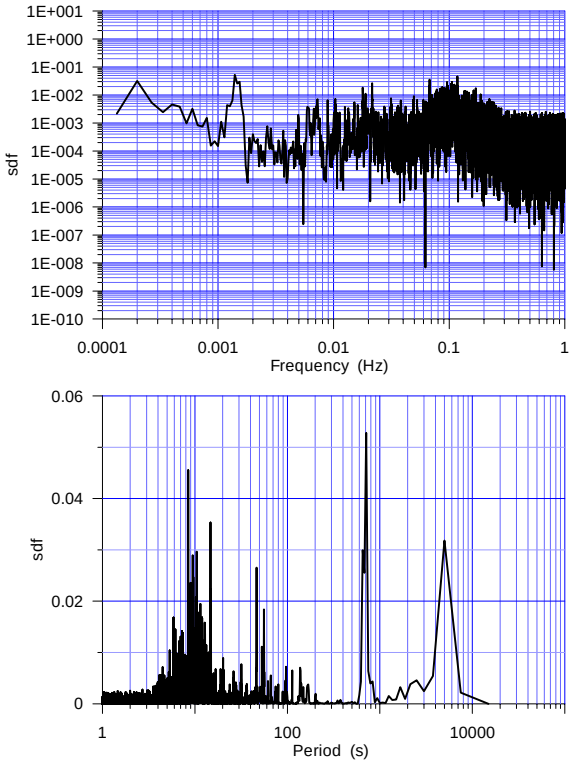


(b) 頻譜

圖 3.30 花蓮港外港 20060405 23:20 水位觀測及頻譜分析

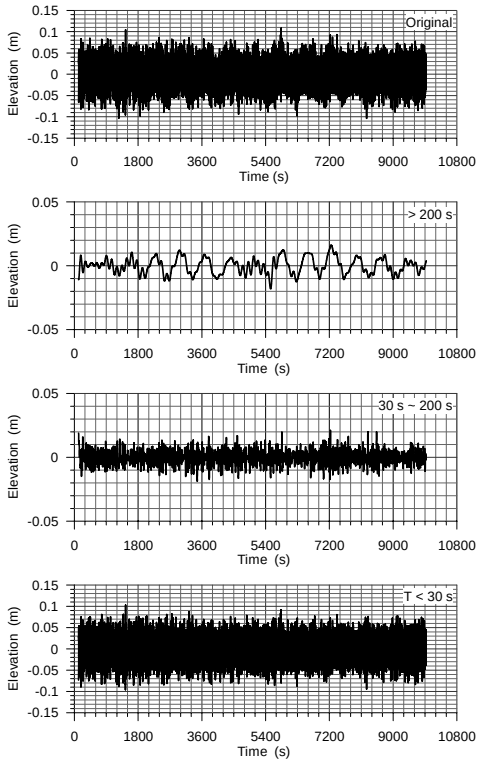


(a) 水位觀測及分析資料

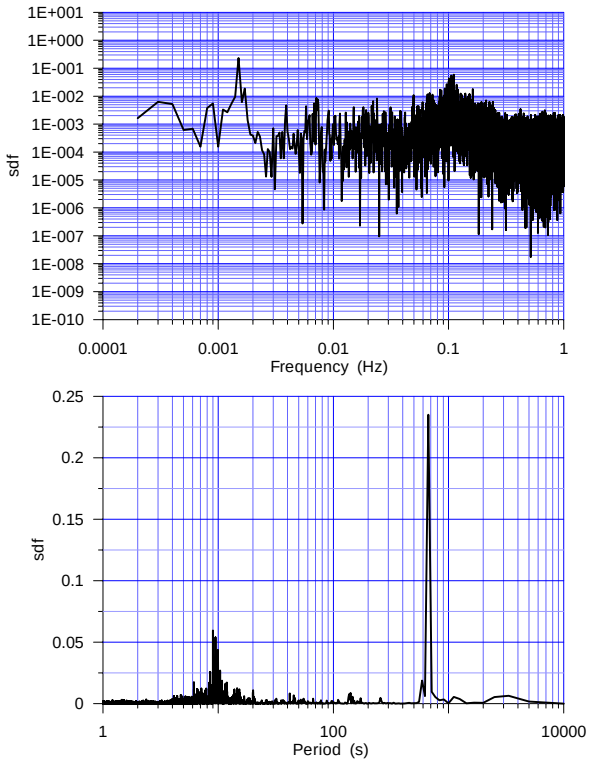


(b) 頻譜

圖 3.31 花蓮港外港 20060406 03:30 水位觀測及頻譜分析

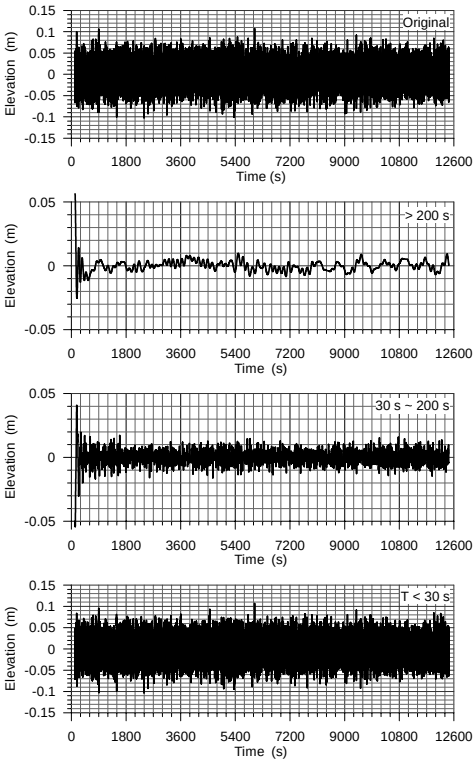


(a) 水位觀測及分析資料

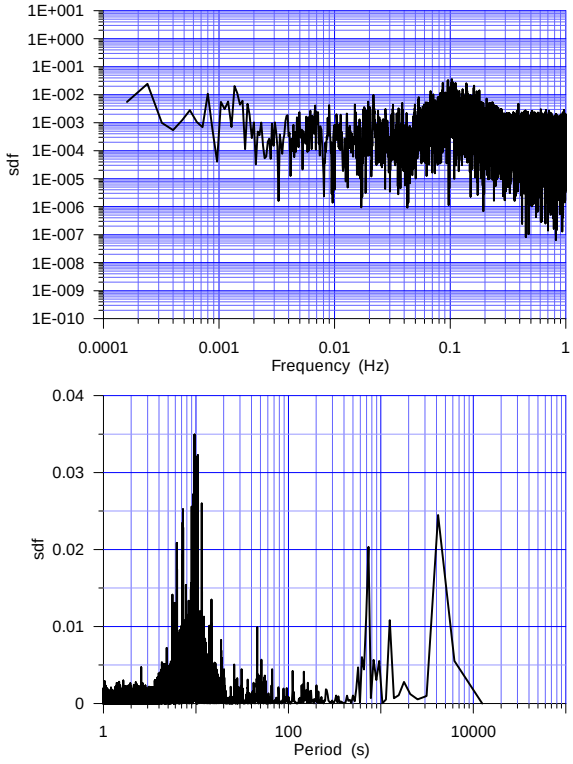


(b) 頻譜

圖 3.32 花蓮港外港 20060406 07:40 水位觀測及頻譜分析

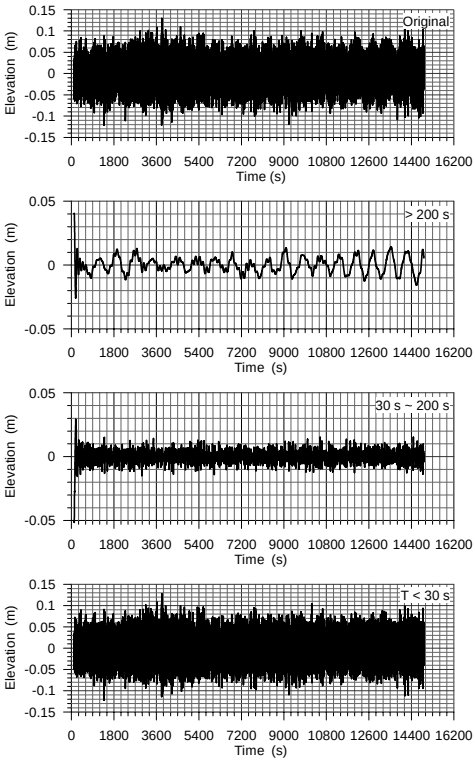


(a) 水位觀測及分析資料

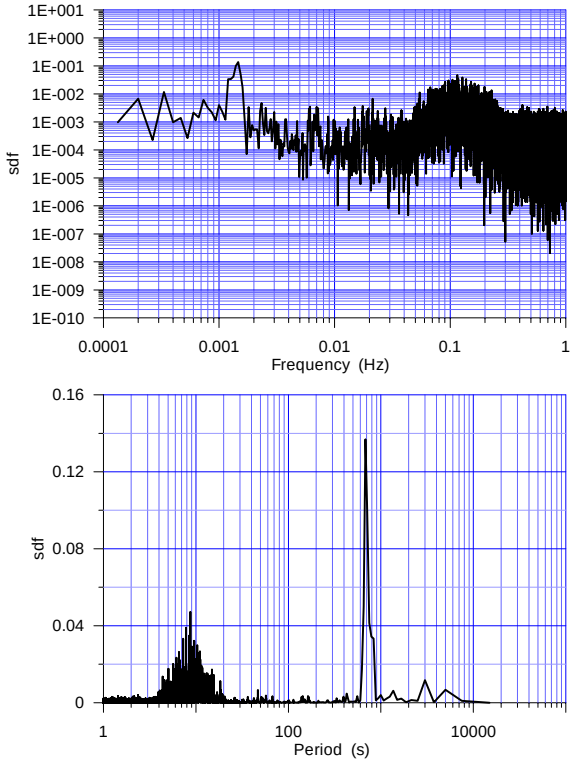


(b) 頻譜

圖 3.33 花蓮港外港 20060406 11:50 水位觀測及頻譜分析

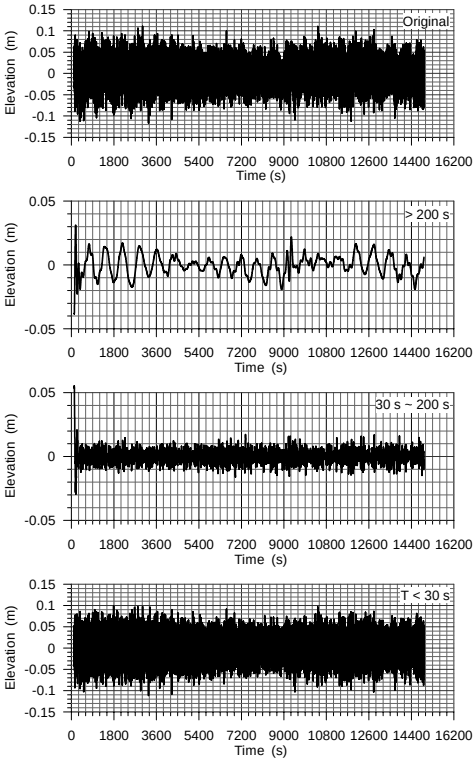


(a) 水位觀測及分析資料

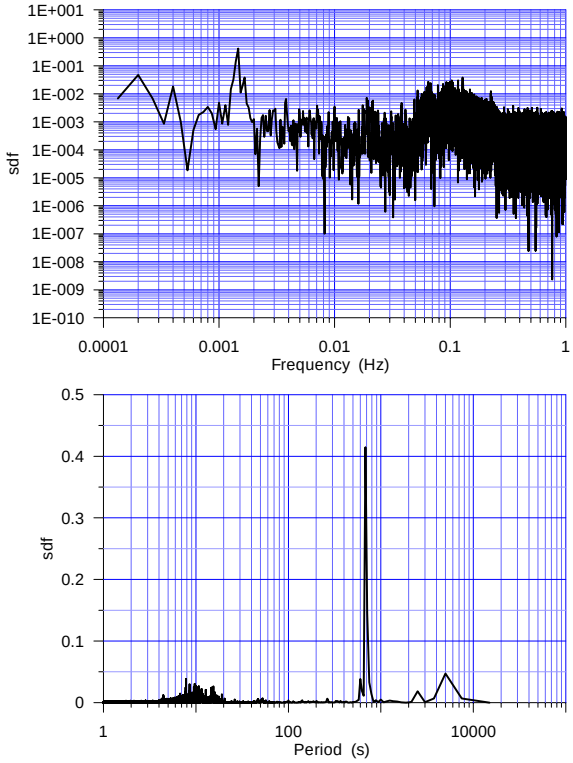


(b) 頻譜

圖 3.34 花蓮港外港 20060406 16:00 水位觀測及頻譜分析

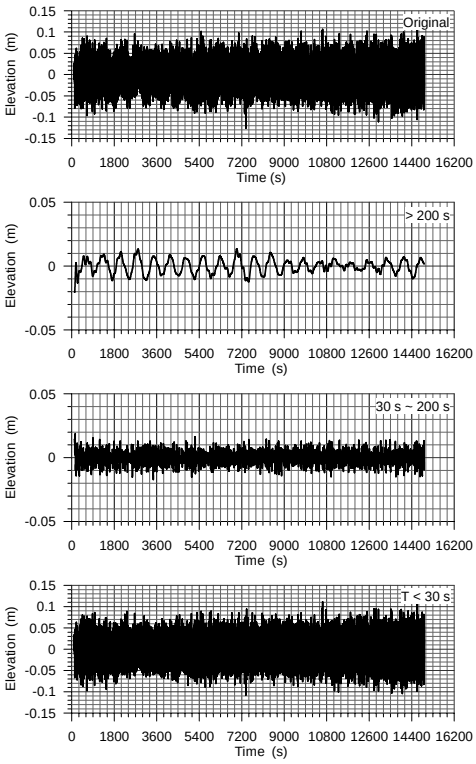


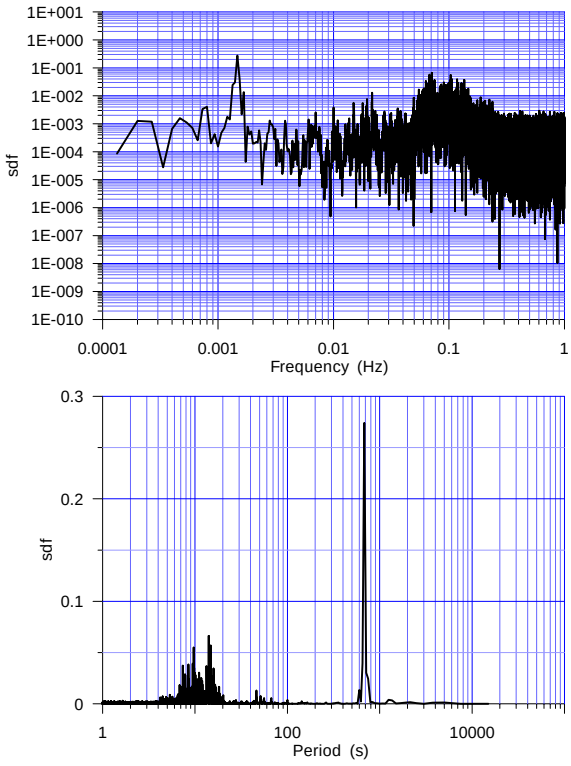
(a) 水位觀測及分析資料



(b) 頻譜

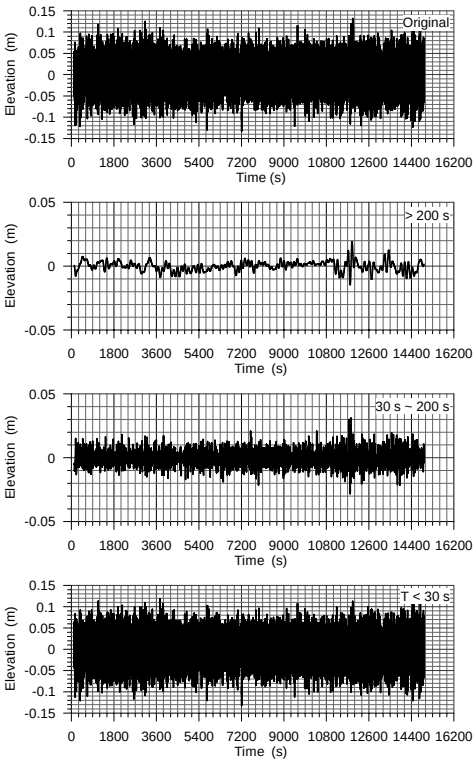
圖 3.35 花蓮港外港 20060406 20:10 水位觀測及頻譜分析

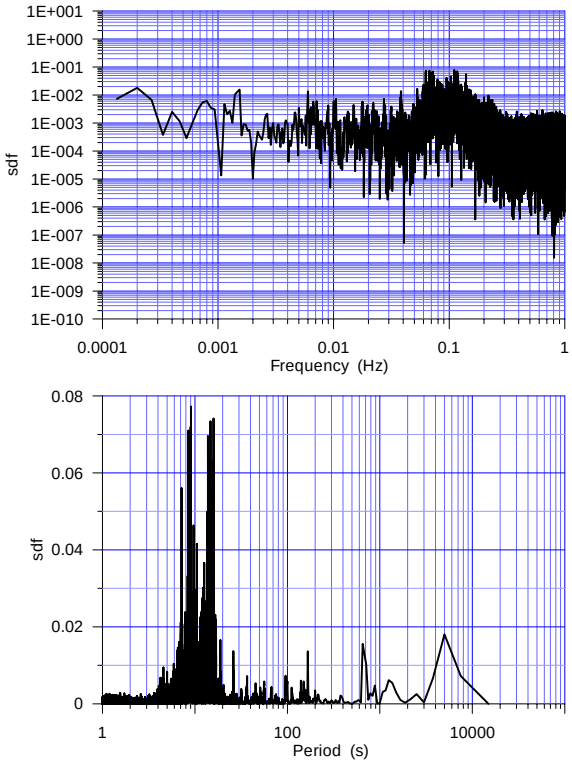




(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

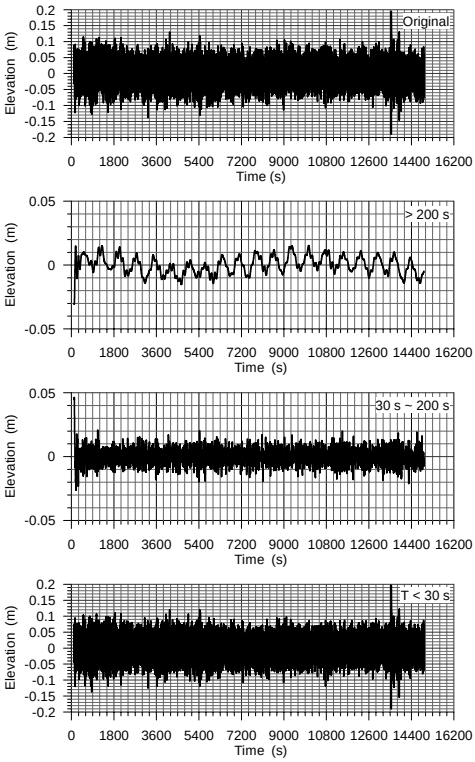
圖 3.36 花蓮港外港 20060407 00:20 水位觀測及頻譜分析



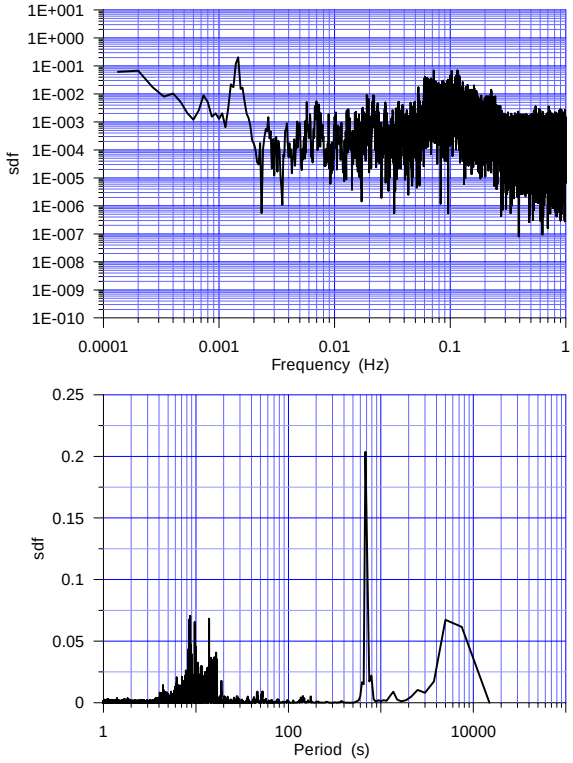


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.37 花蓮港外港 20060418 04:30 水位觀測及頻譜分析

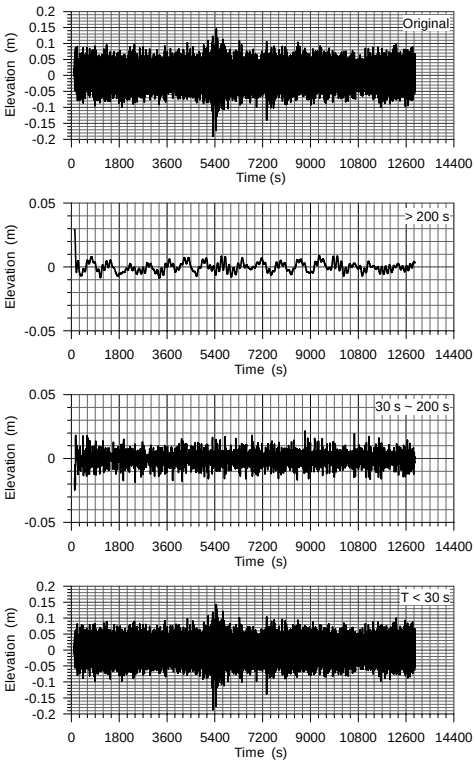


(a) 水位觀測及分析資料

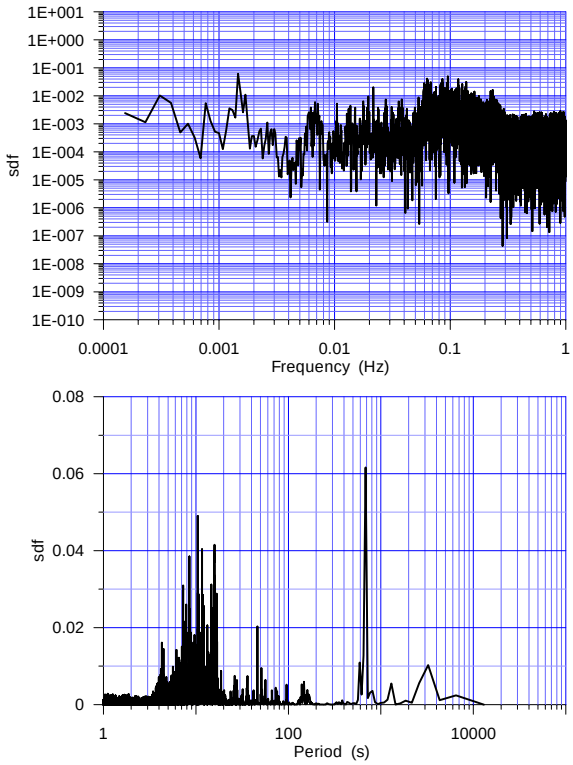


(b) 頻譜

圖 3.38 花蓮港外港 20060407 08:40 水位觀測及頻譜分析

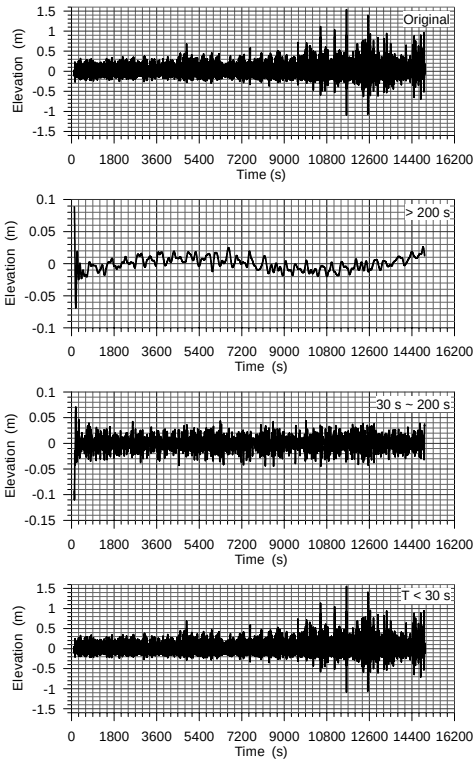


(a) 水位觀測及分析資料

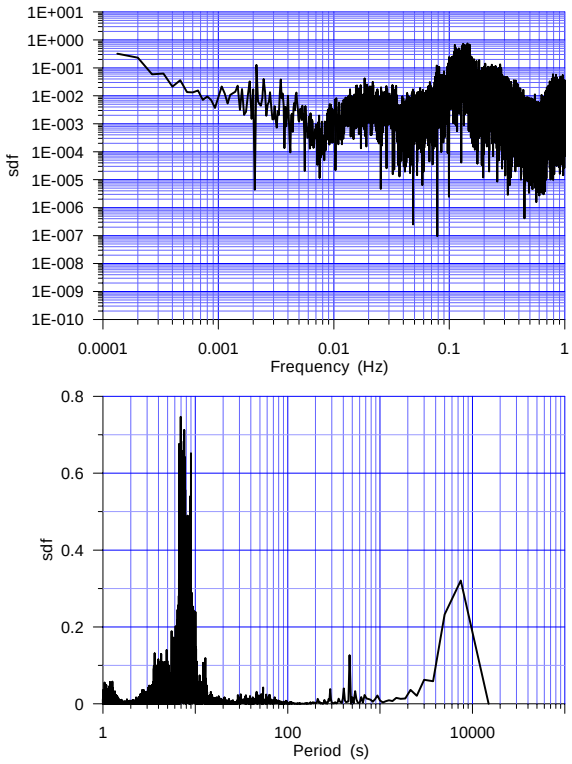


(b) 頻譜

圖 3.39 花蓮港外港 20060407 12:50 水位觀測及頻譜分析

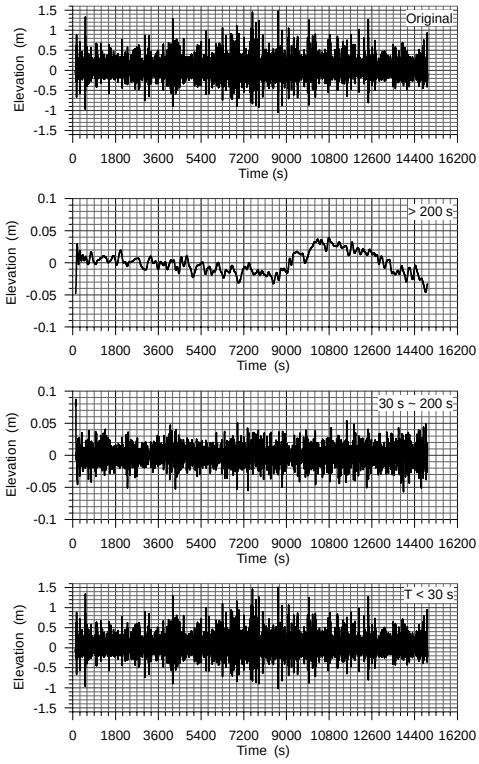


(a) 水位觀測及分析資料

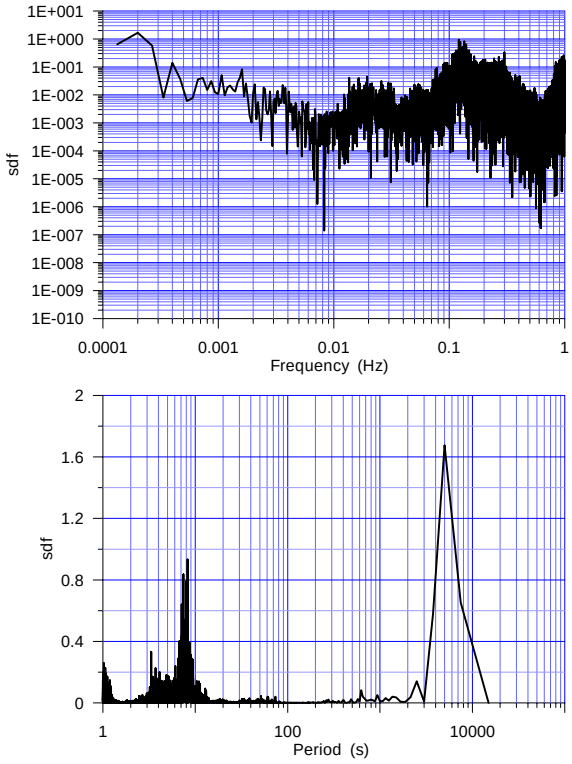


(b) 頻譜

圖 3.40 鹽寮漁港 20060610 06:00 水位觀測及頻譜分析

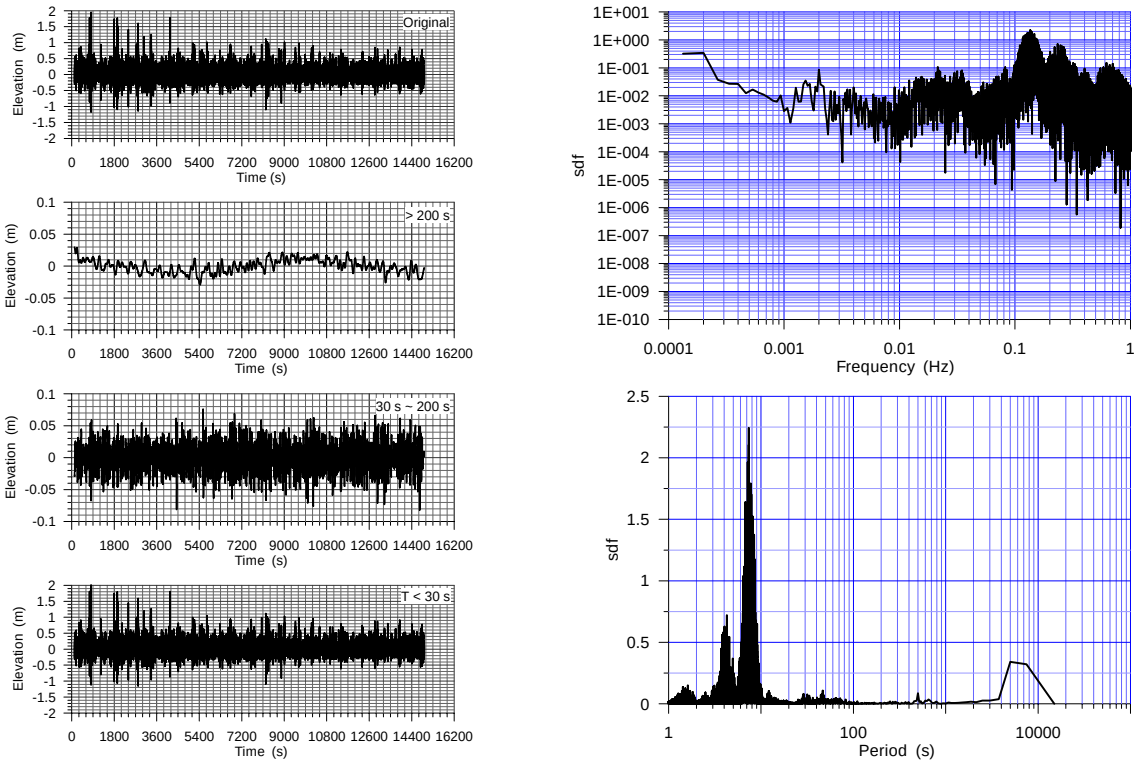


(a) 水位觀測及分析資料



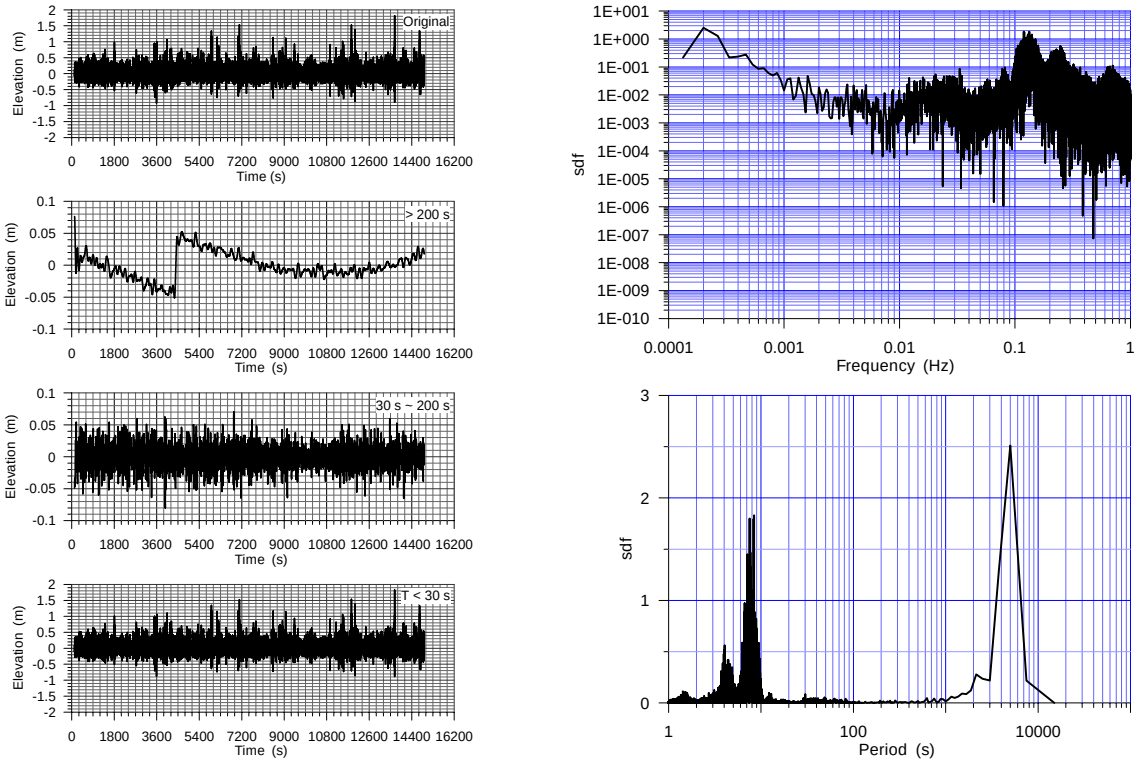
(b) 頻譜

圖 3.41 鹽寮漁港 20060610 10:10 水位觀測及頻譜分析



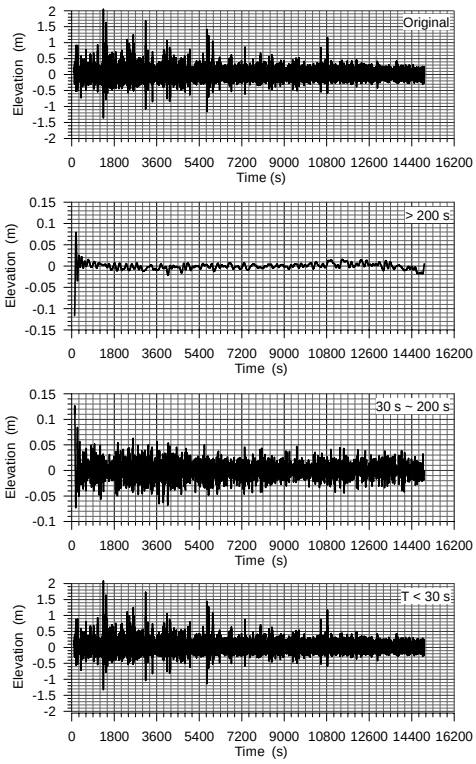
(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.42 鹽寮漁港 20060610 14:20 水位觀測及頻譜分析

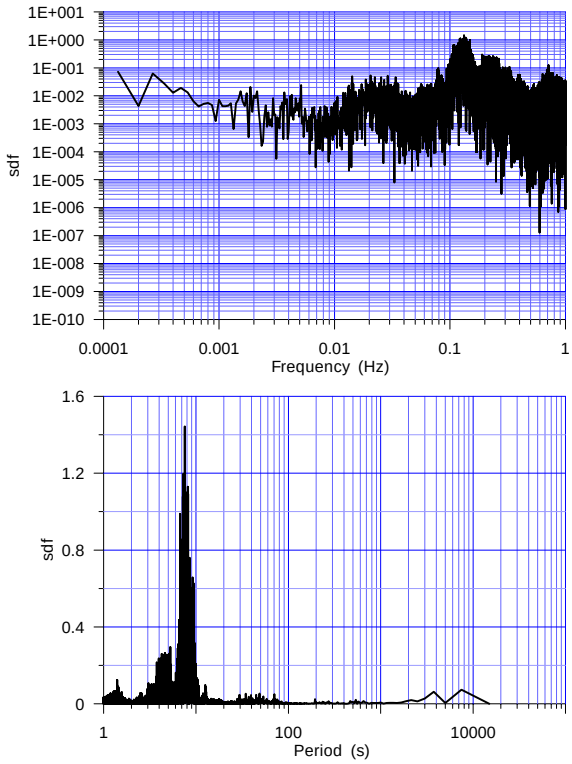


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.43 鹽寮漁港 20060610 18:30 水位觀測及頻譜分析

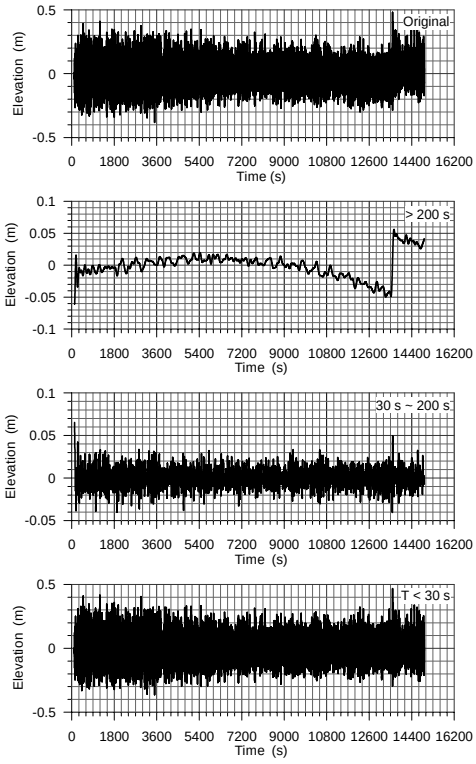


(a) 水位觀測及分析資料

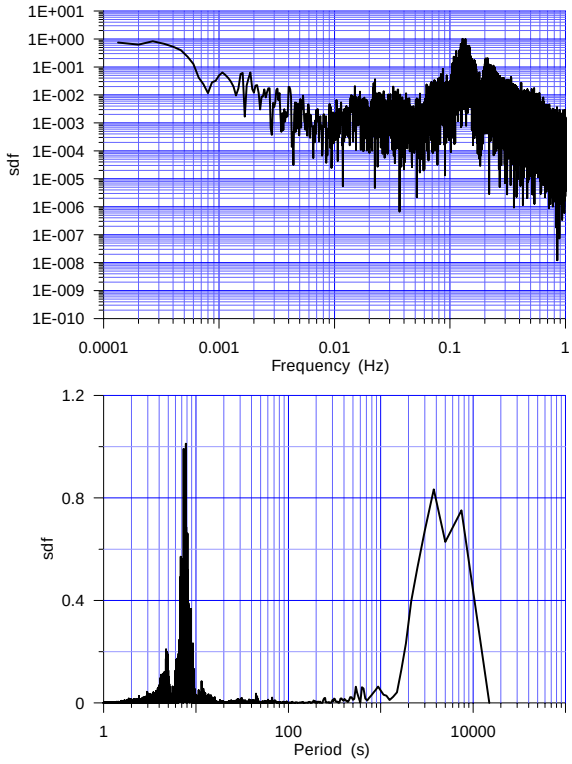


(b) 頻譜

圖 3.44 鹽寮漁港 20060610 22:40 水位觀測及頻譜分析

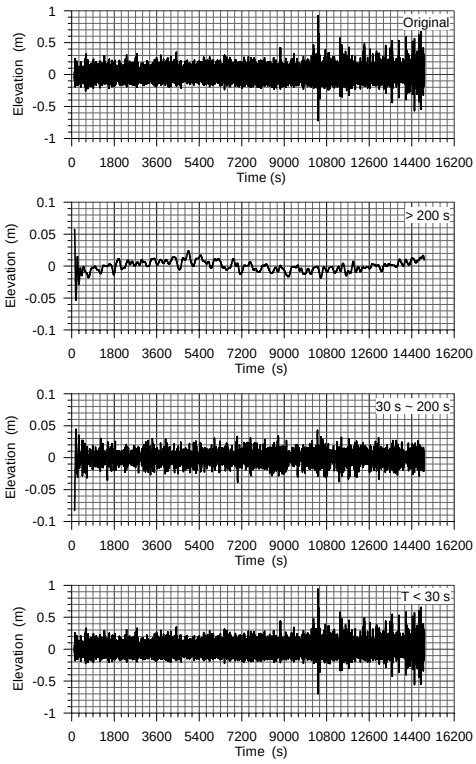


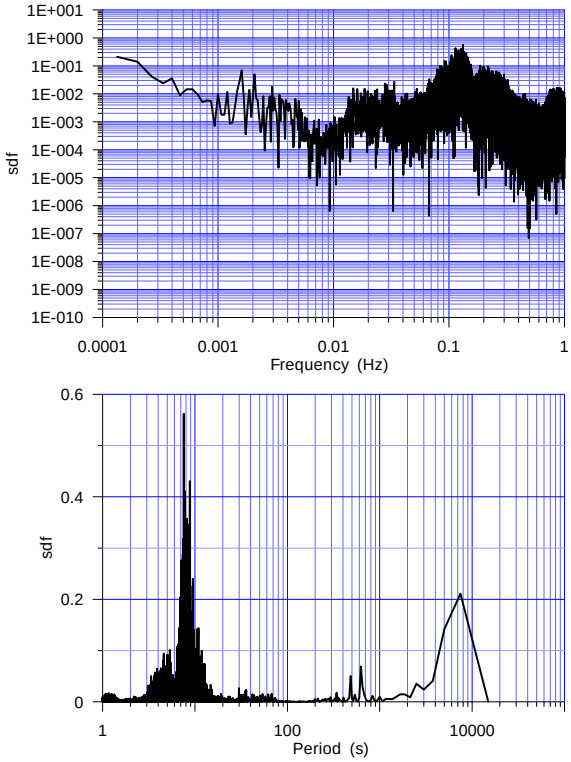
(a) 水位觀測及分析資料



(b) 頻譜

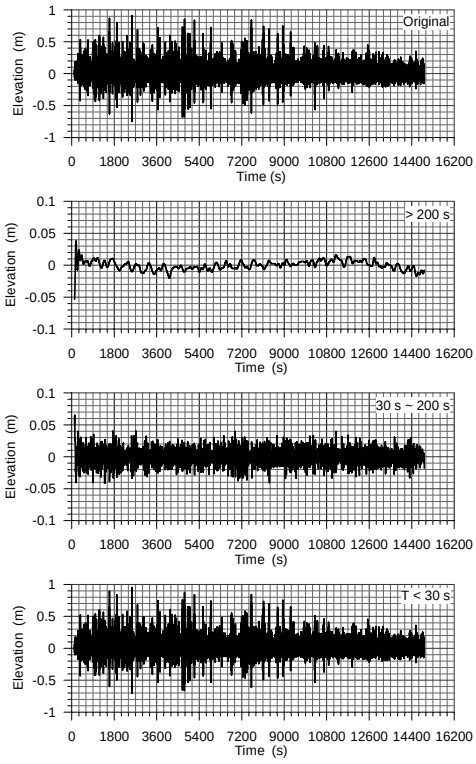
圖 3.45 鹽寮漁港 20060611 02:50 水位觀測及頻譜分析

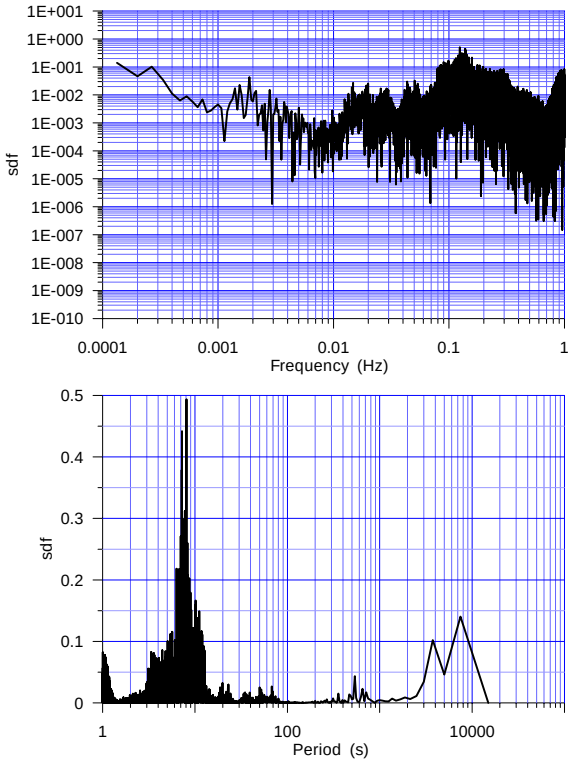




(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

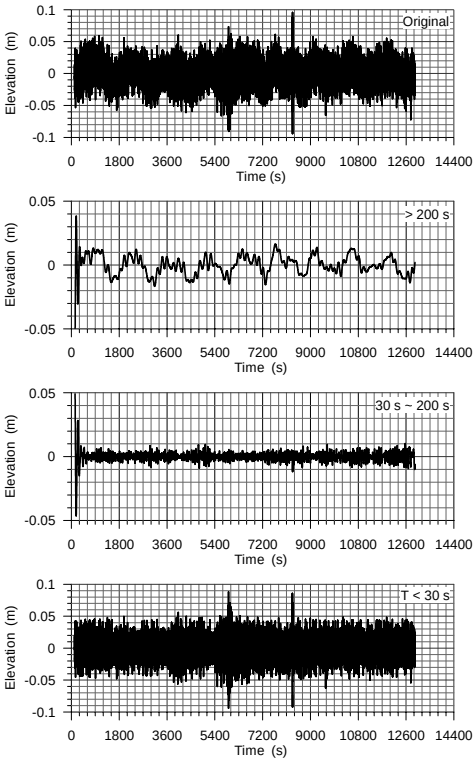
圖 3.46 鹽寮漁港 20060612 07:00 水位觀測及頻譜分析



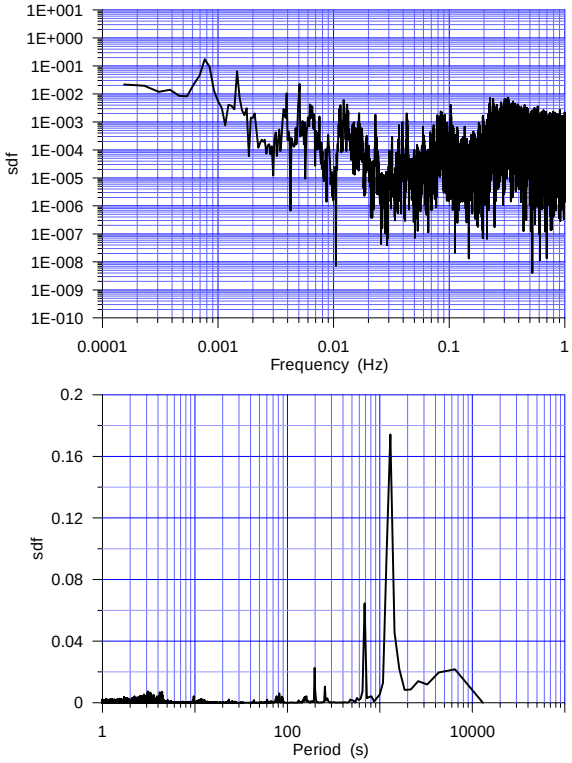


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.47 鹽寮漁港 20060612 11:10 水位觀測及頻譜分析

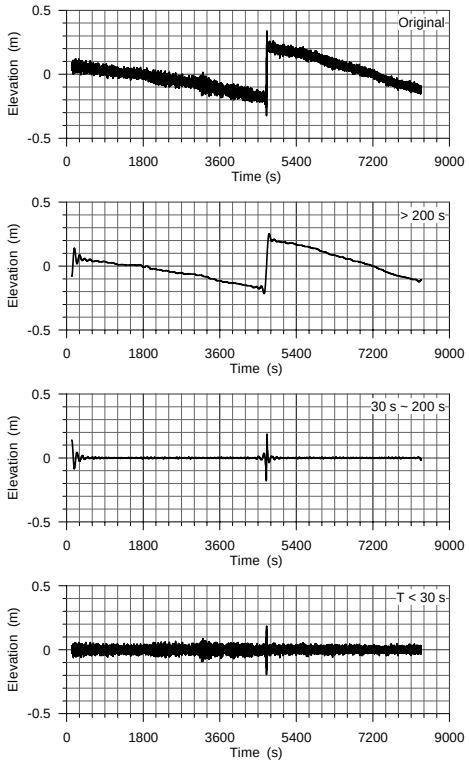


(a) 水位觀測及分析資料

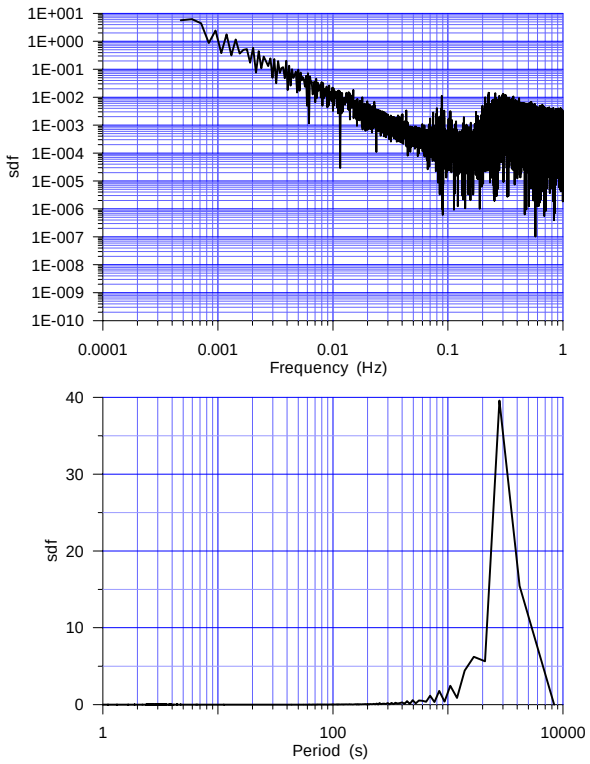


(b) 頻譜

圖 3.48 花蓮港內港 20060818 10:40 水位觀測及頻譜分析

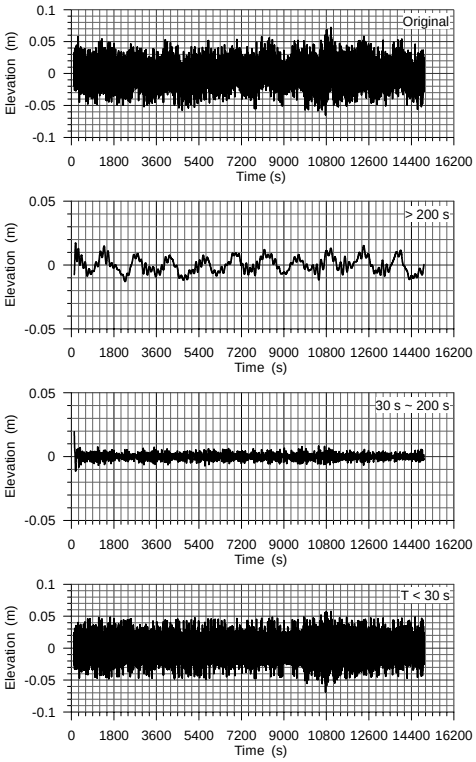


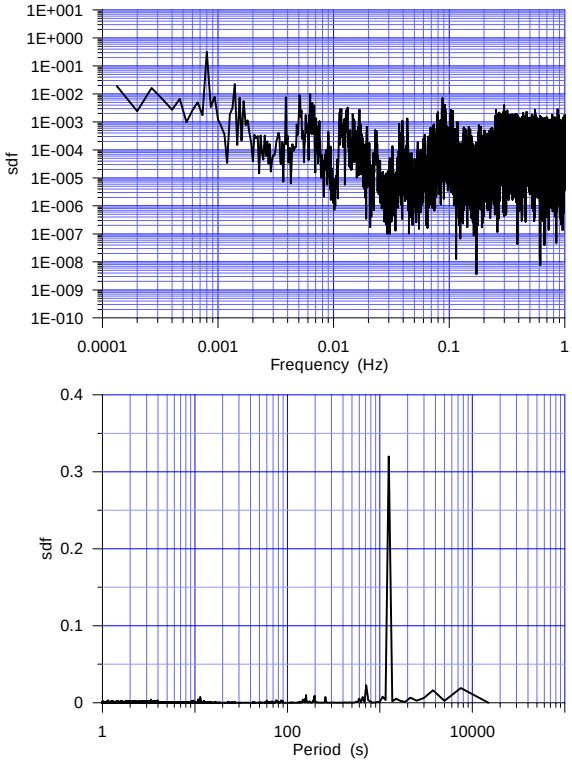
(a) 水位觀測及分析資料



(b) 頻譜

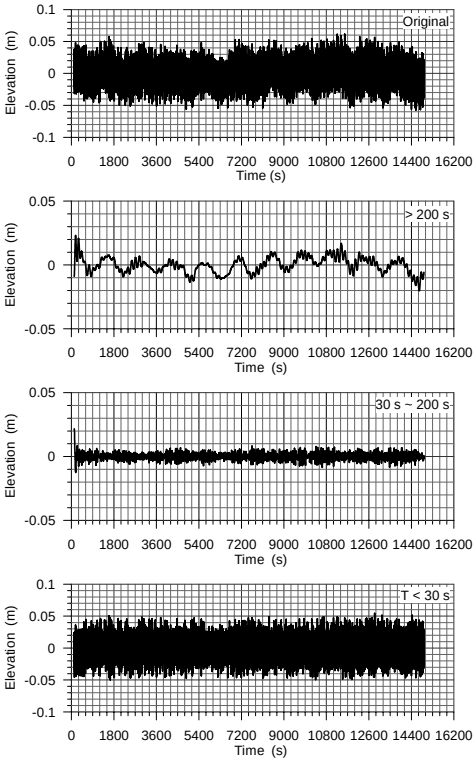
圖 3.49 花蓮港內港 20060818 14:50 水位觀測及頻譜分析

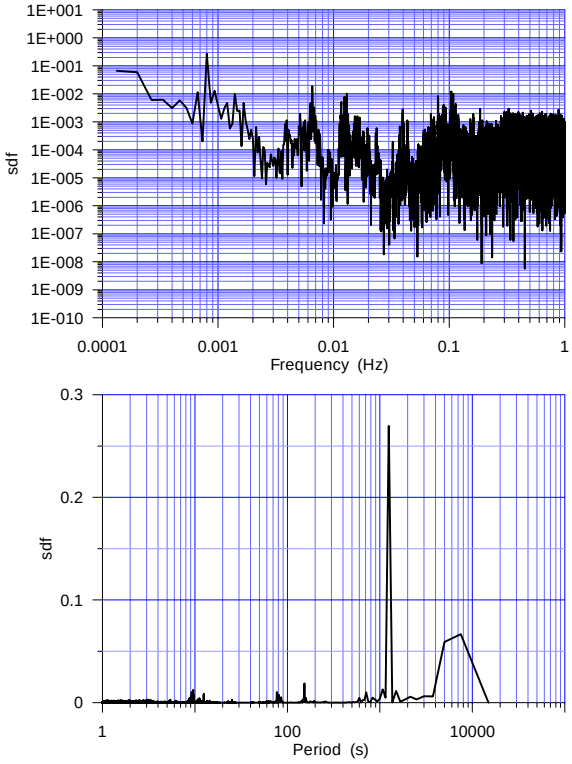




(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

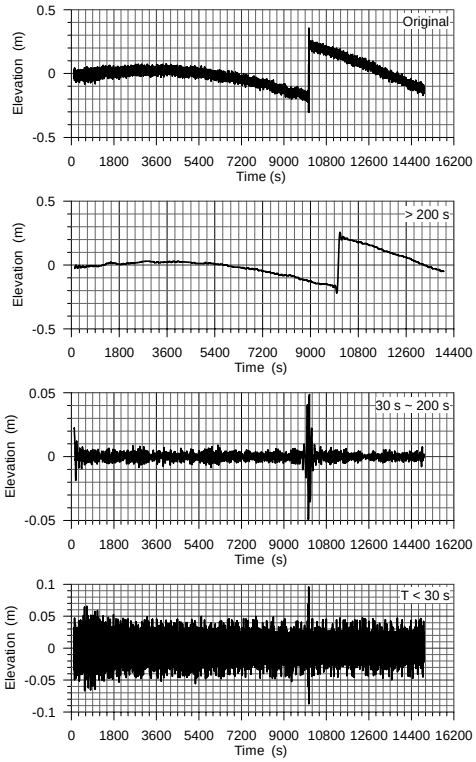
圖 3.50 花蓮港內港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析



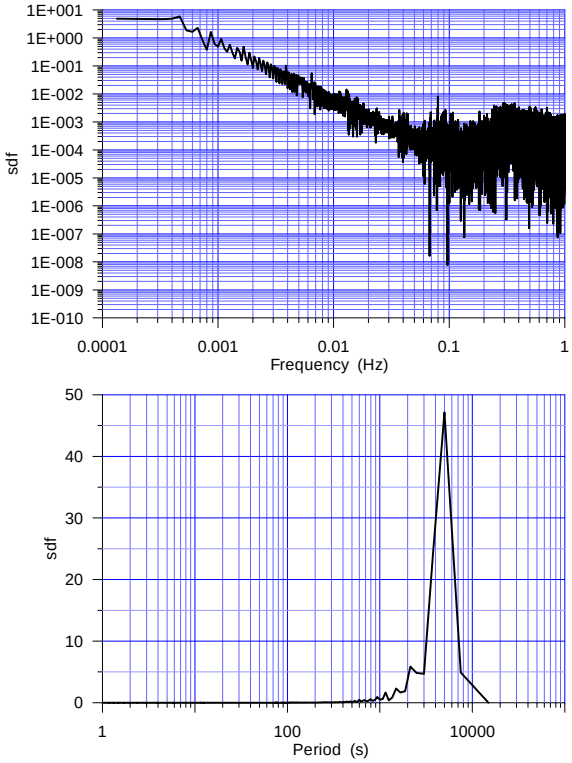


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.51 花蓮港內港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析

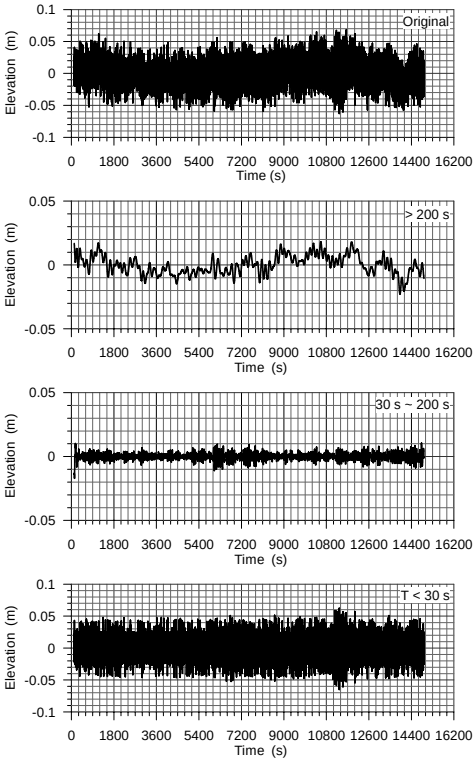


(a) 水位觀測及分析資料

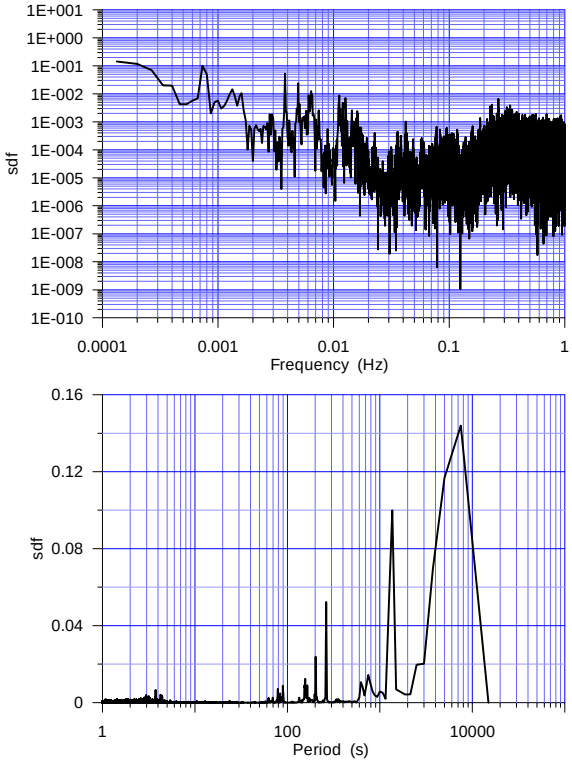


(b) 頻譜

圖 3.52 花蓮港內港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析

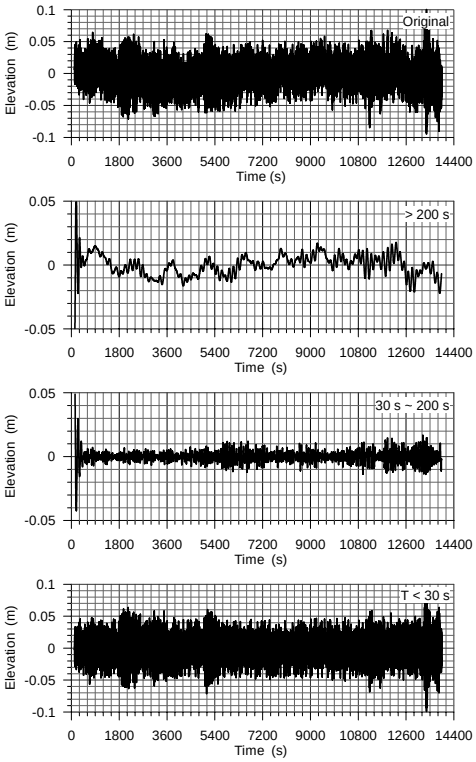


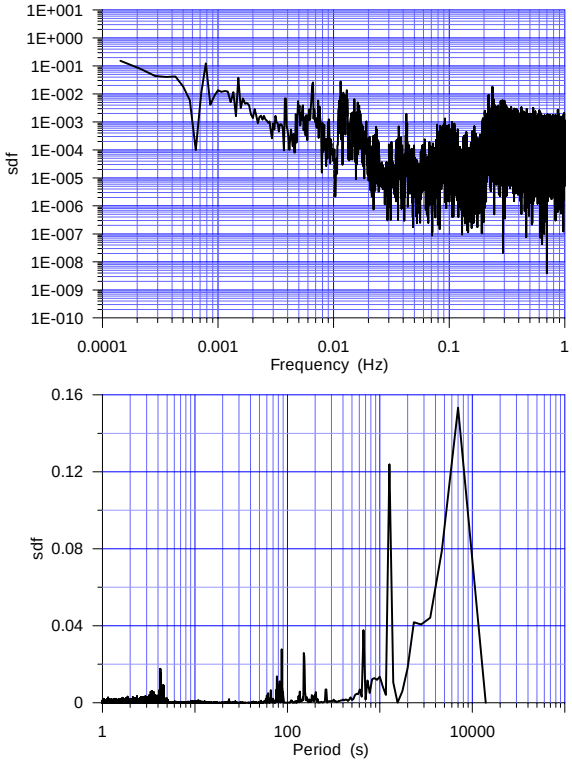
(a) 水位觀測及分析資料



(b) 頻譜

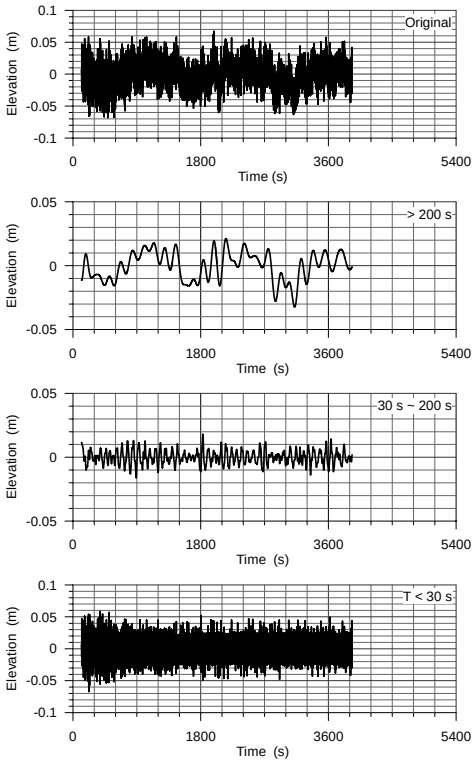
圖 3.53 花蓮港內港 20060819 07:30 水位觀測及頻譜分析

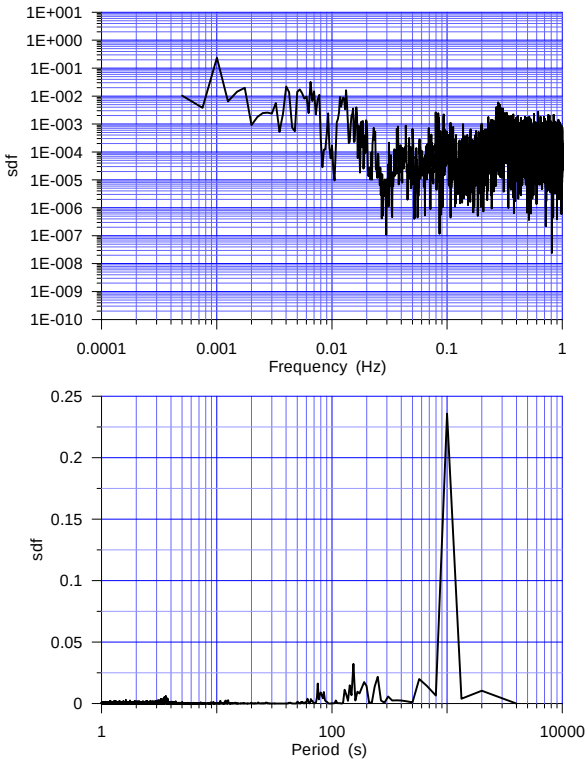




(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

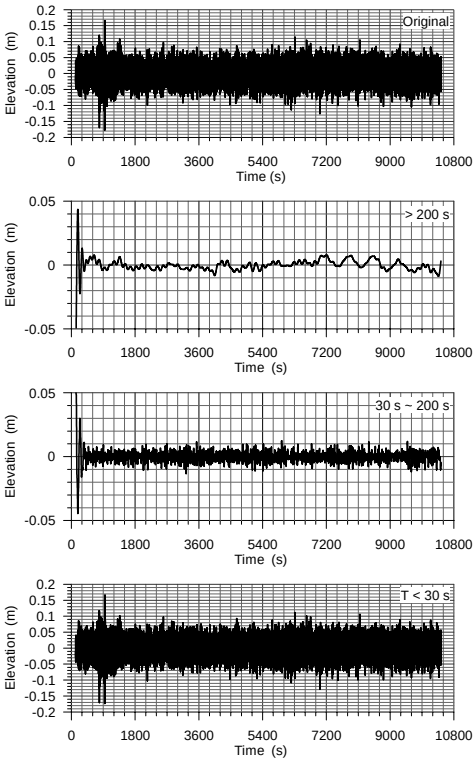
圖 3.54 花蓮港內港 20060819 11:40 水位觀測及頻譜分析



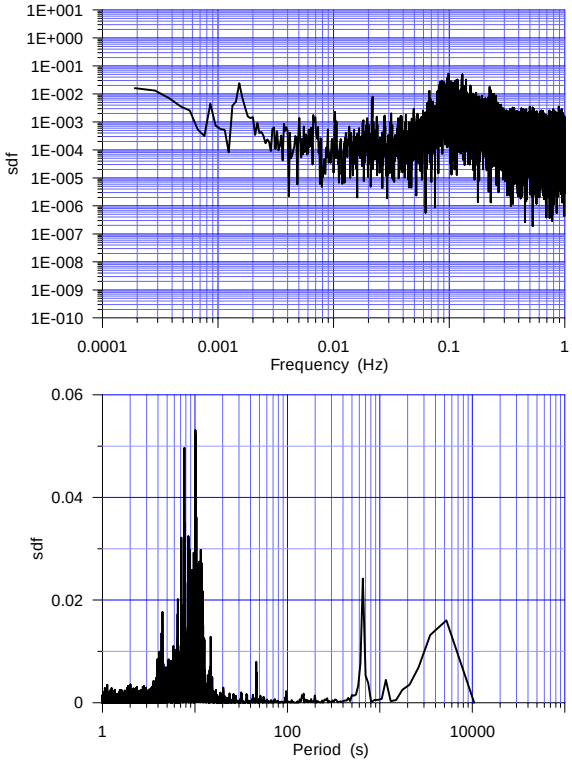


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.55 花蓮港內港 20060819 15:50 水位觀測及頻譜分析

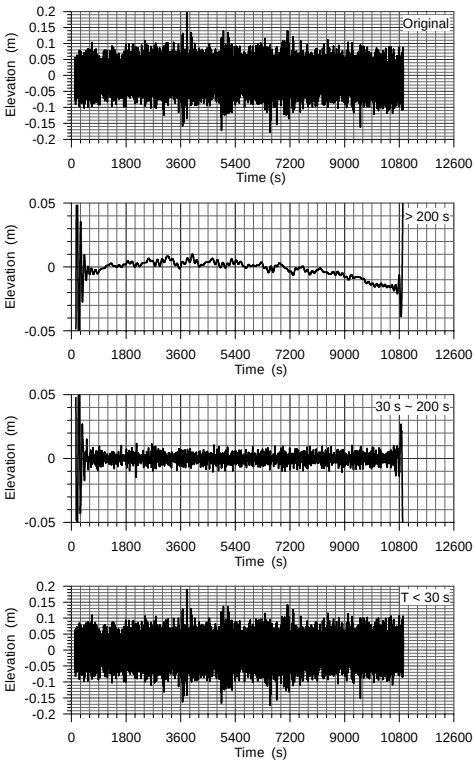


(a) 水位觀測及分析資料

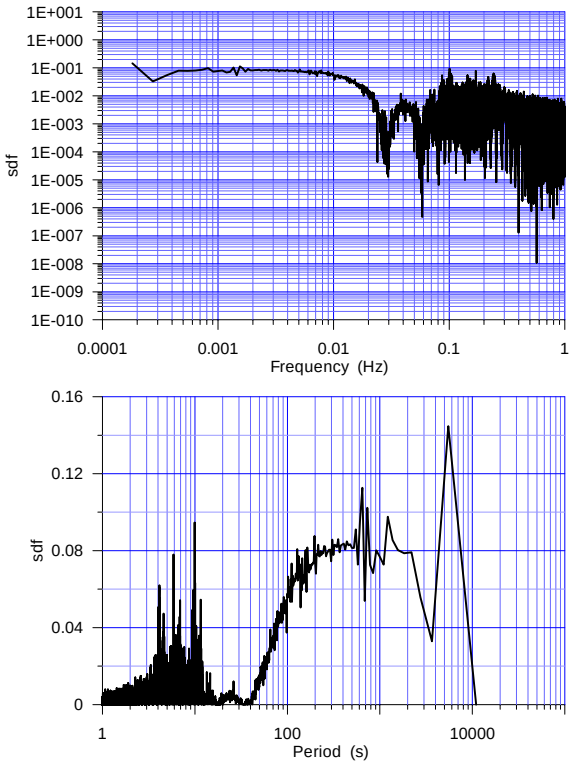


(b) 頻譜

圖 3.56 花蓮港外港 20060818 10:40 水位觀測及頻譜分析

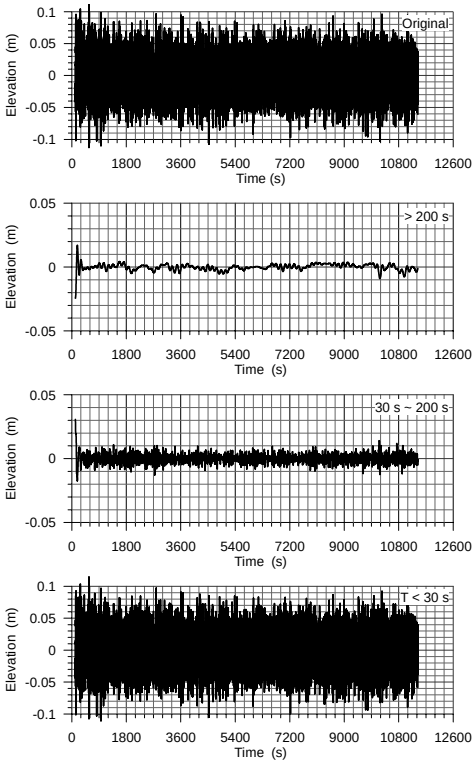


(a) 水位觀測及分析資料

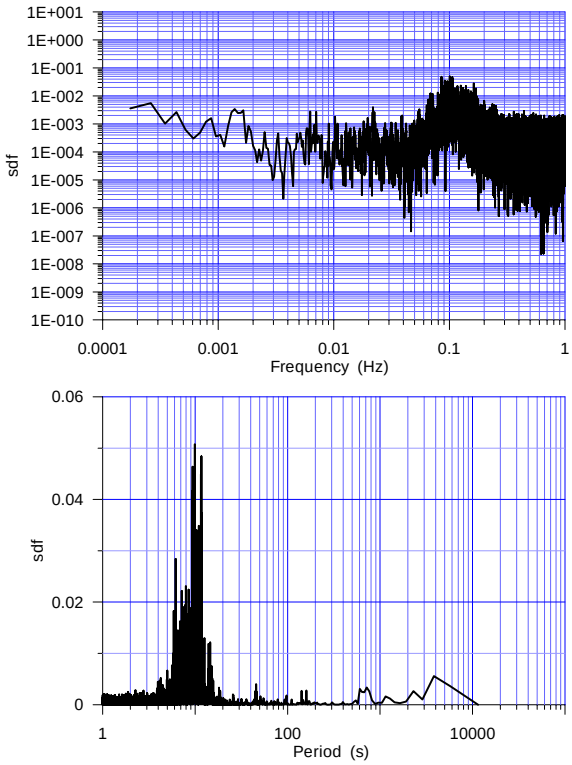


(b) 頻譜

圖 3.57 花蓮港外港 20060818 14:50 水位觀測及頻譜分析

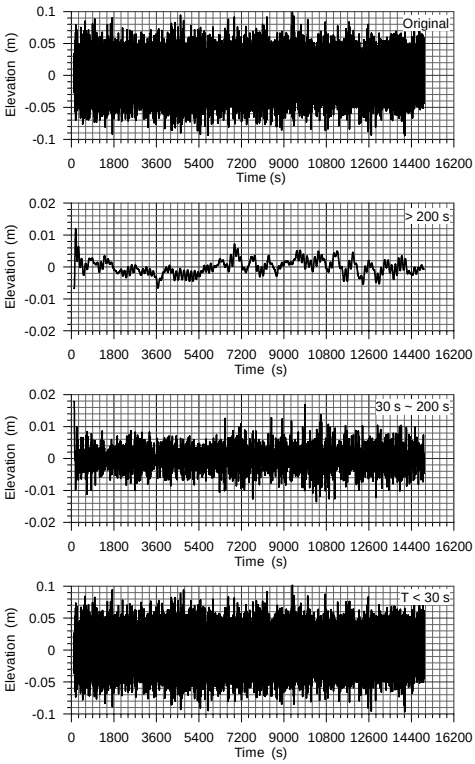


(a) 水位觀測及分析資料

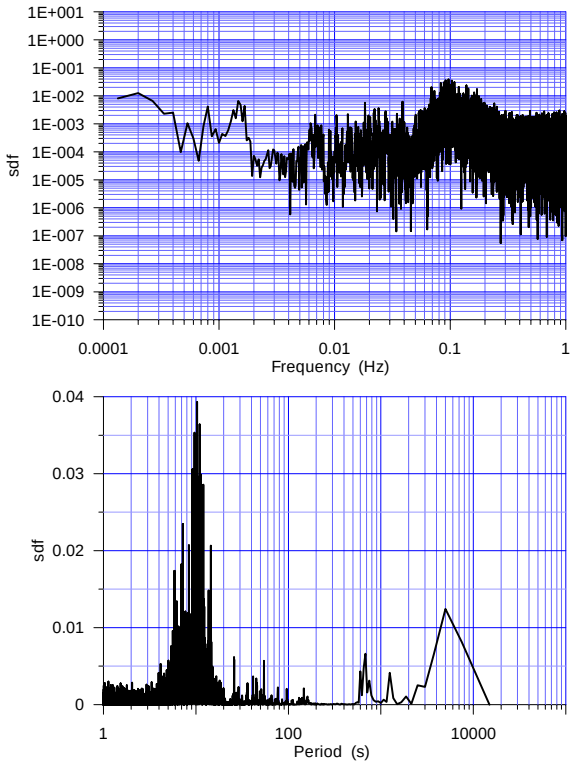


(b) 頻譜

圖 3.58 花蓮港外港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析

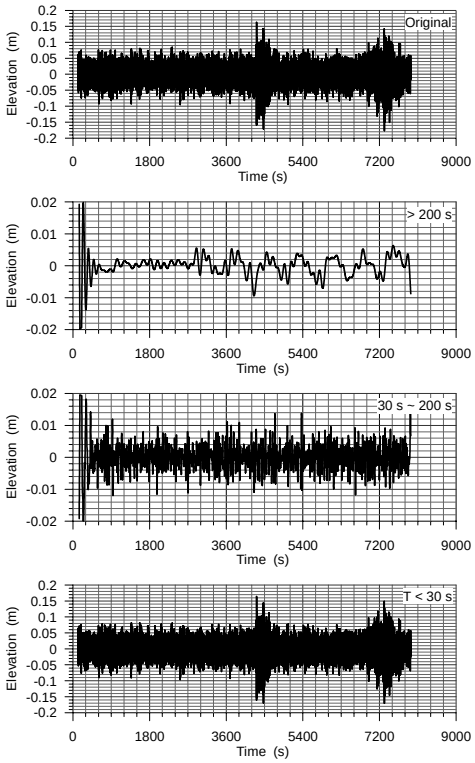


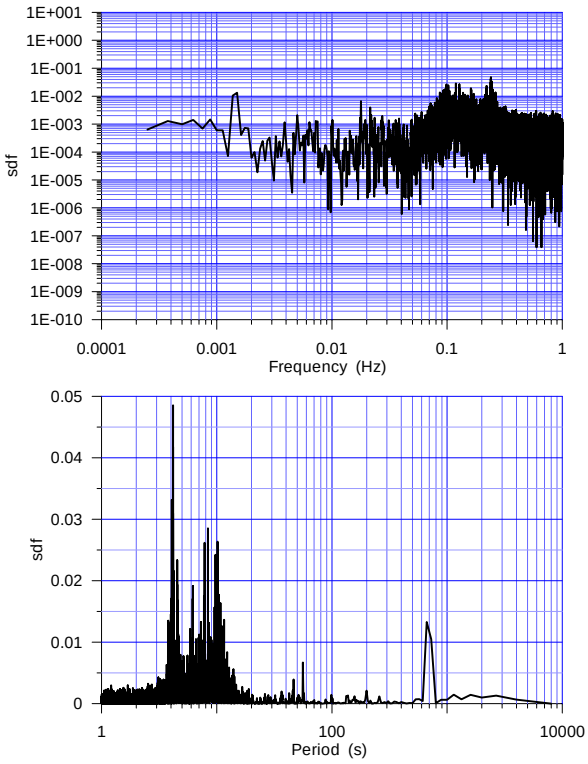
(a) 水位觀測及分析資料



(b) 頻譜

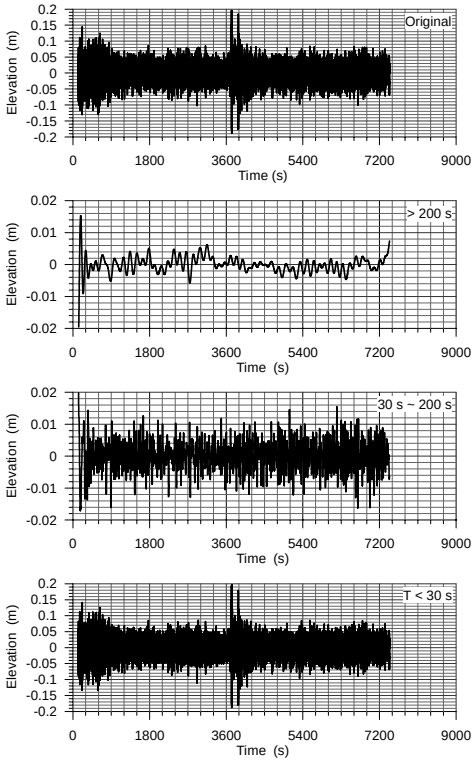
圖 3.59 花蓮港外港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析

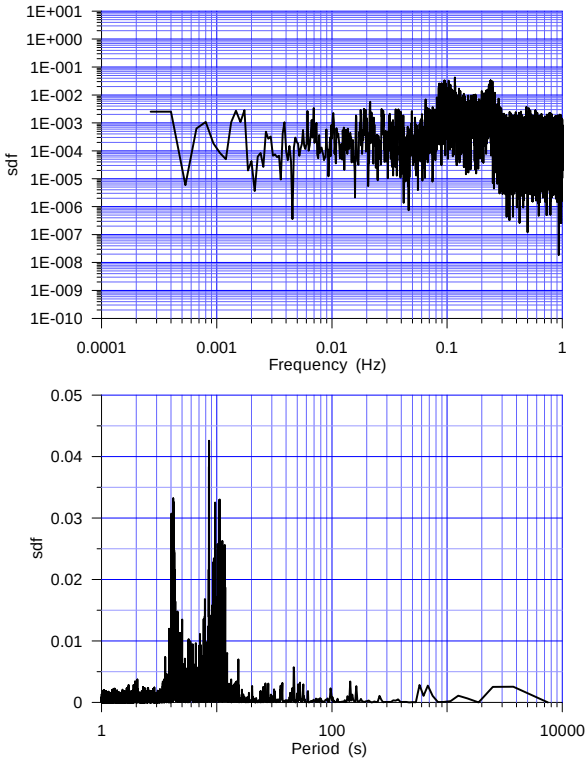




(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

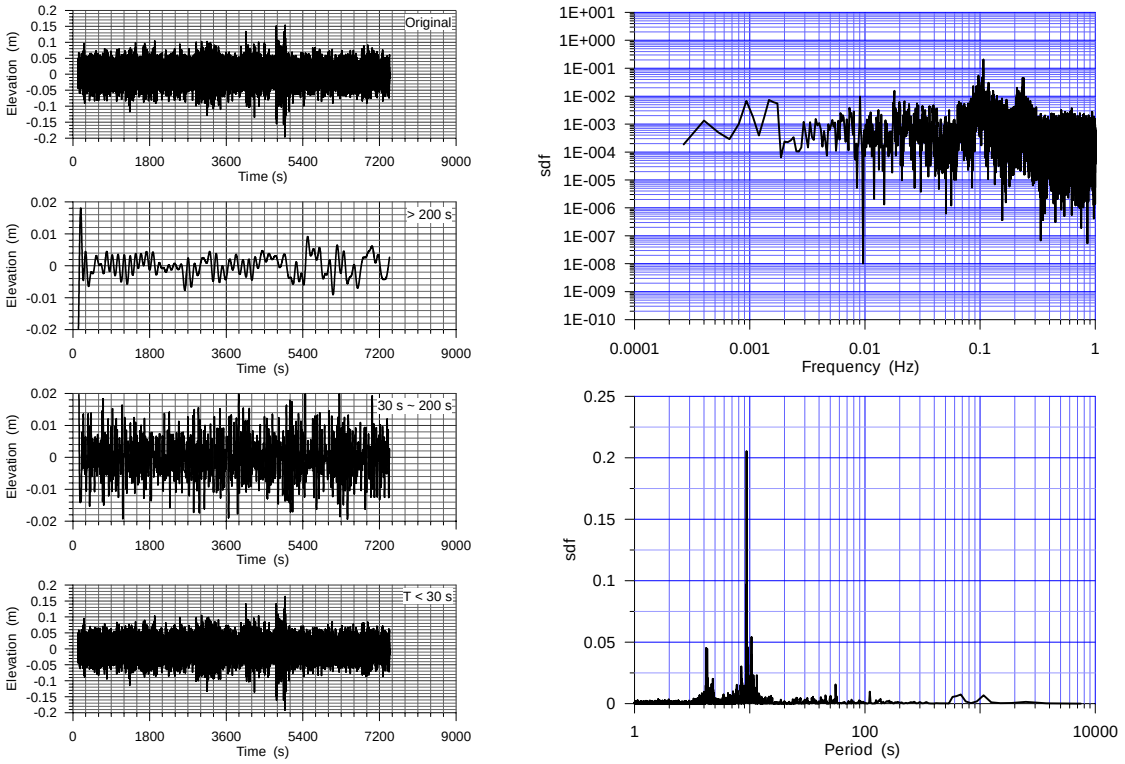
圖 3.60 花蓮港外港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析





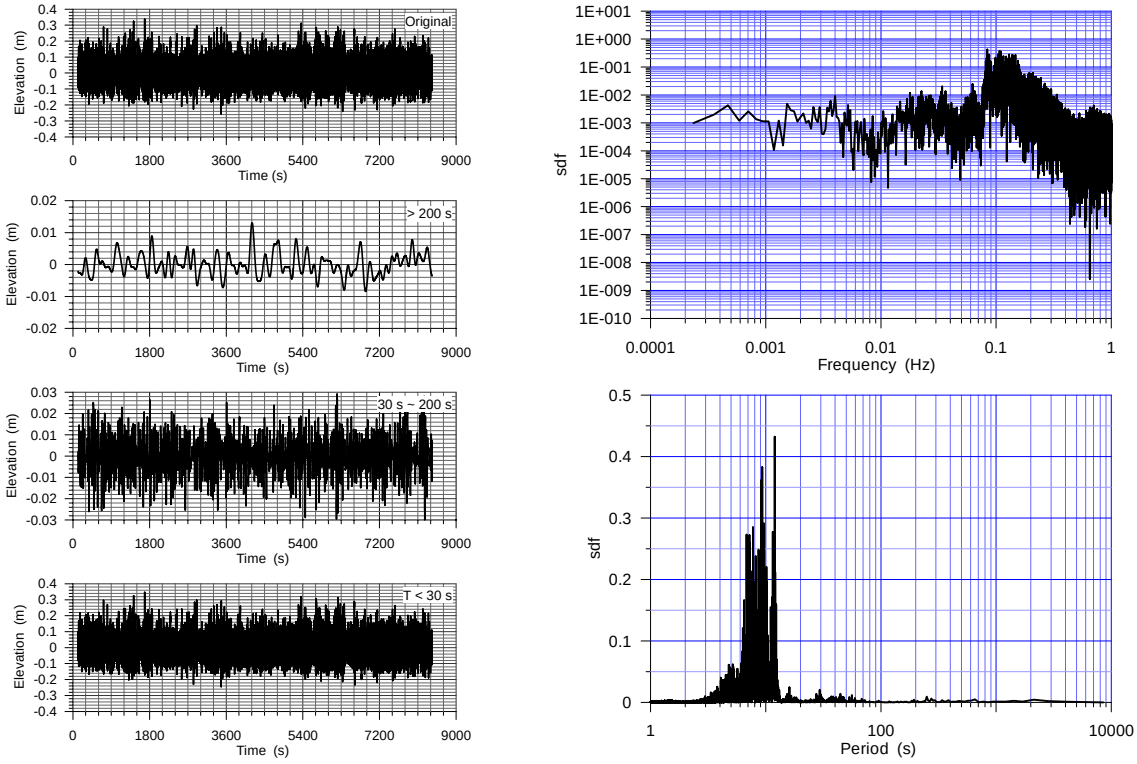
(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.61 花蓮港外港 20060819 07:30 水位觀測及頻譜分析



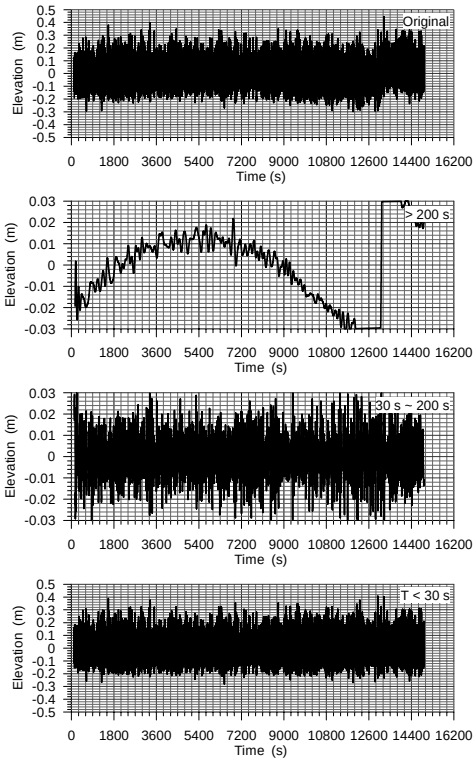
(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.62 花蓮港外港 20060819 11:40 水位觀測及頻譜分析

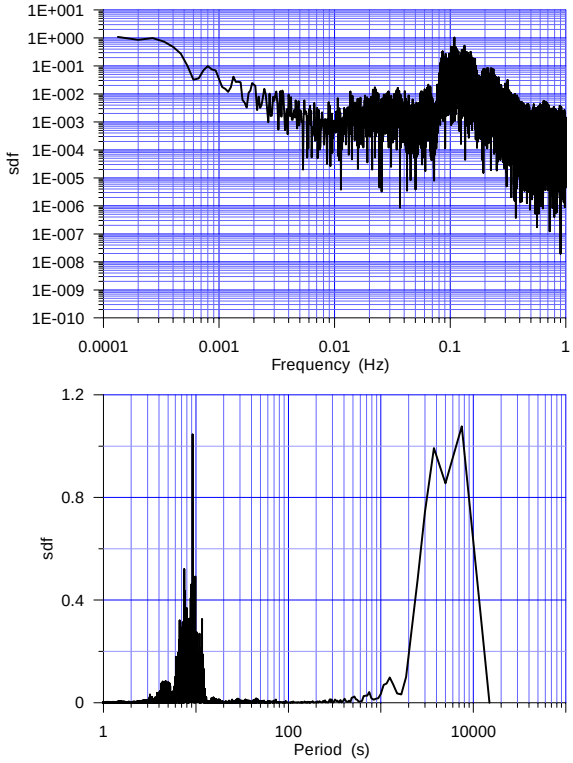


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.63 鹽寮漁港 20060818 10:40 水位觀測及頻譜分析

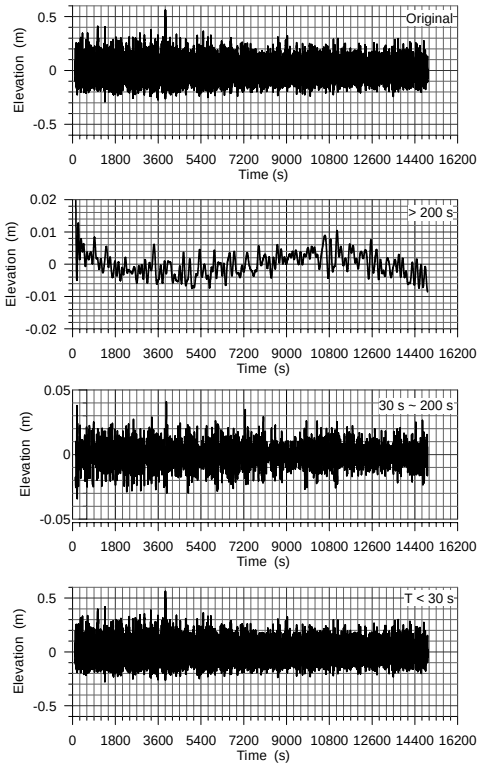


(a) 水位觀測及分析資料

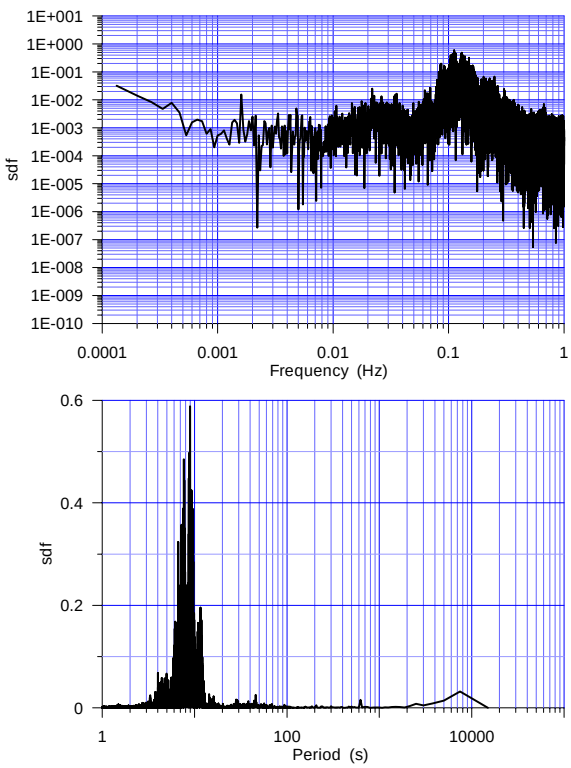


(b) 頻譜

圖 3.64 鹽寮漁港 20060818 14:50 水位觀測及頻譜分析

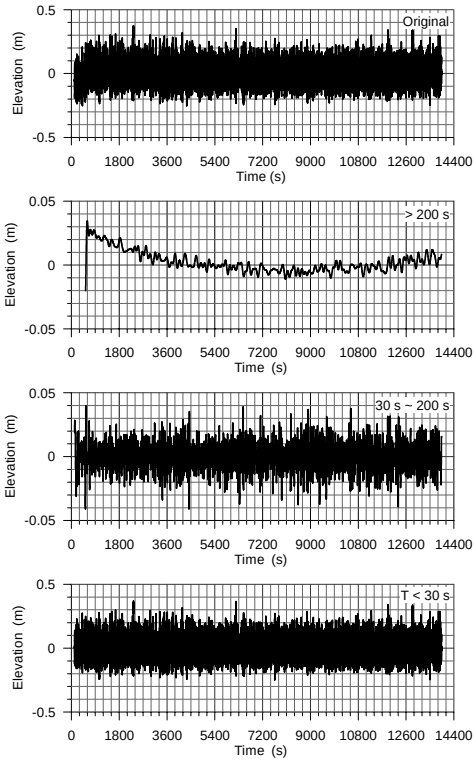


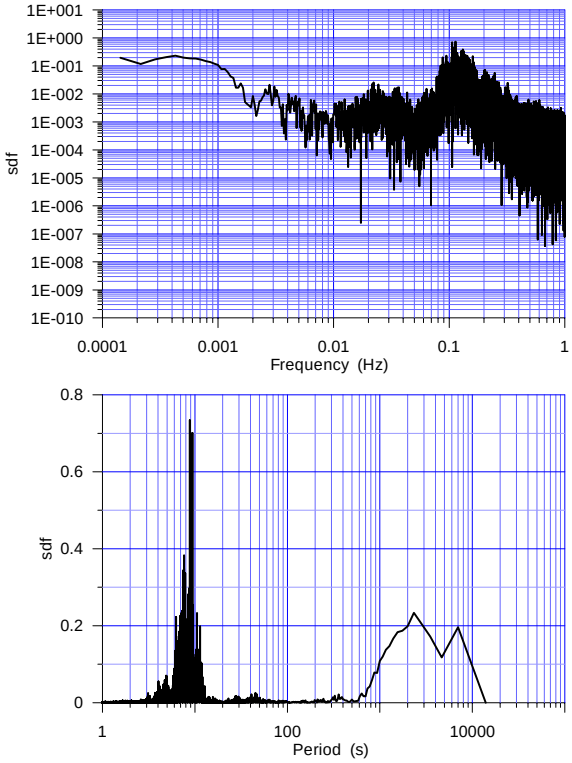
(a) 水位觀測及分析資料



(b) 頻譜

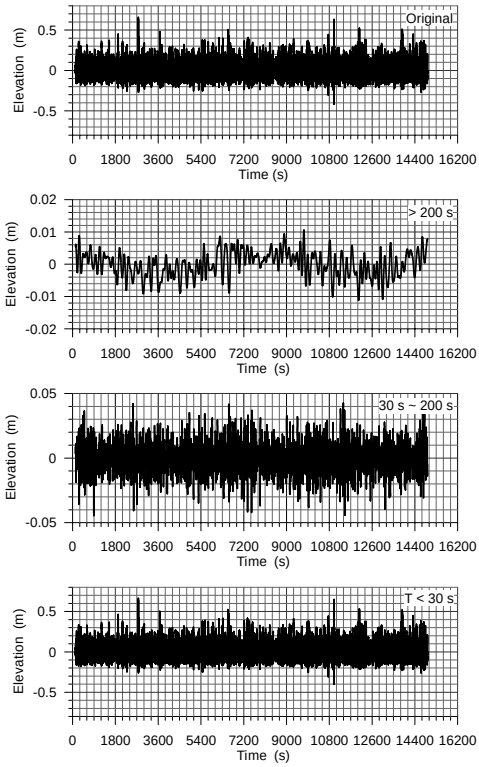
圖 3.65 鹽寮漁港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析

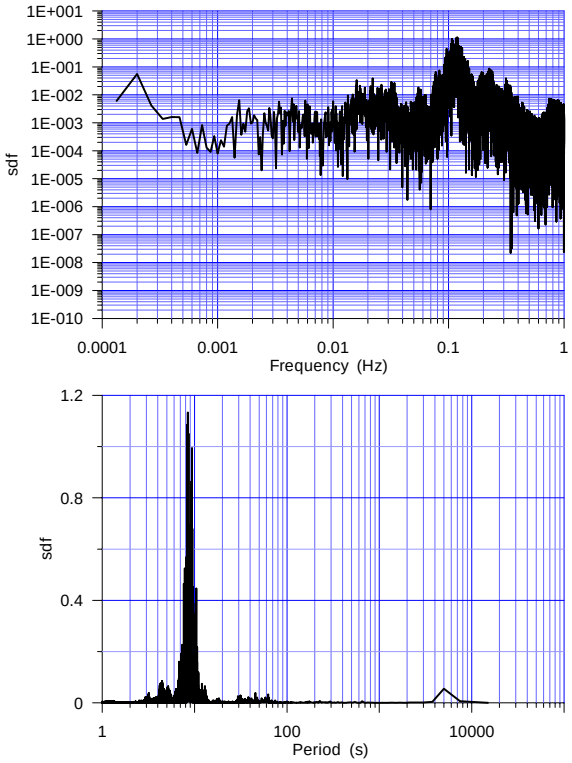




(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

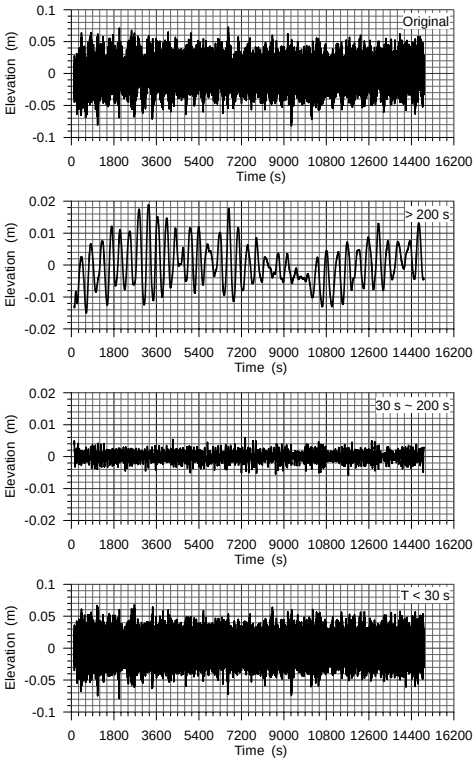
圖 3.66 鹽寮漁港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析



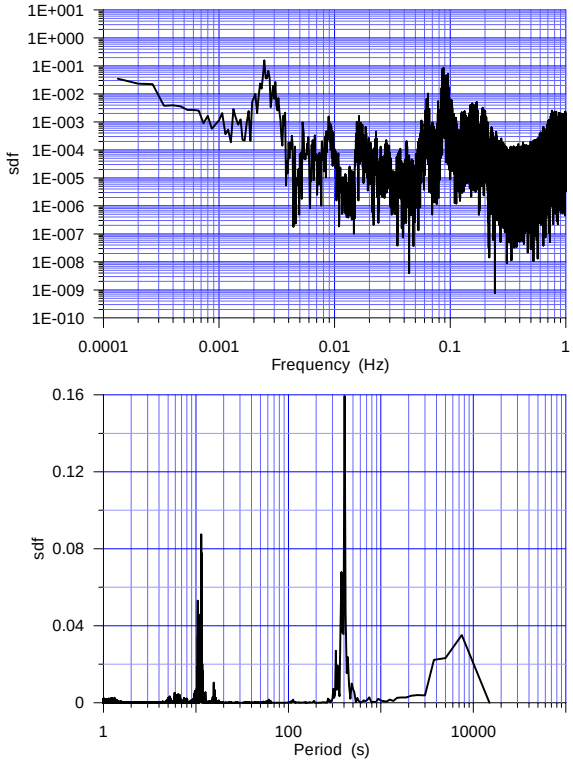


(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.67 鹽寮漁港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析

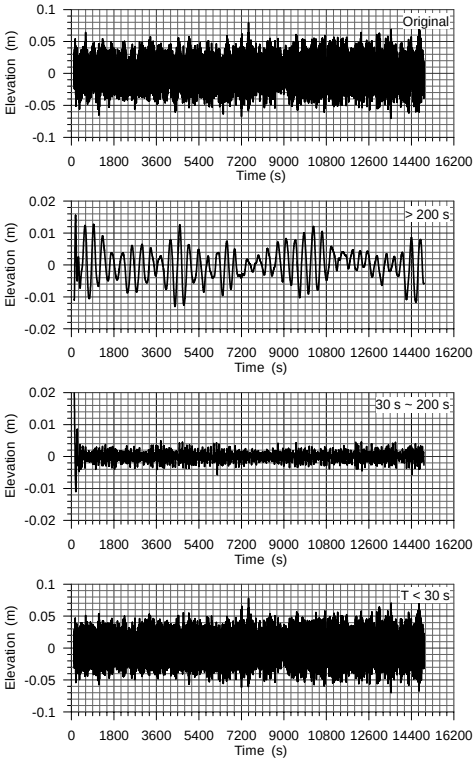


(a) 水位觀測及分析資料

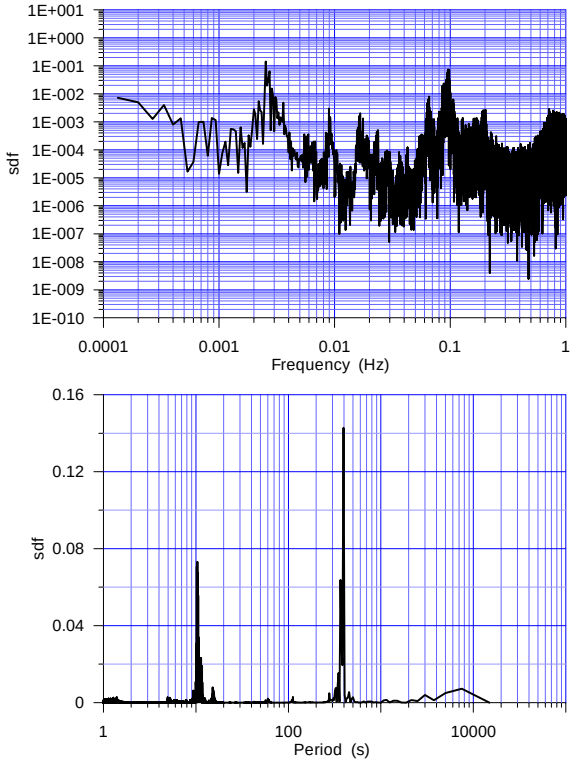


(b) 頻譜

圖 3.68 石梯漁港 20060818 14:50 水位觀測及頻譜分析

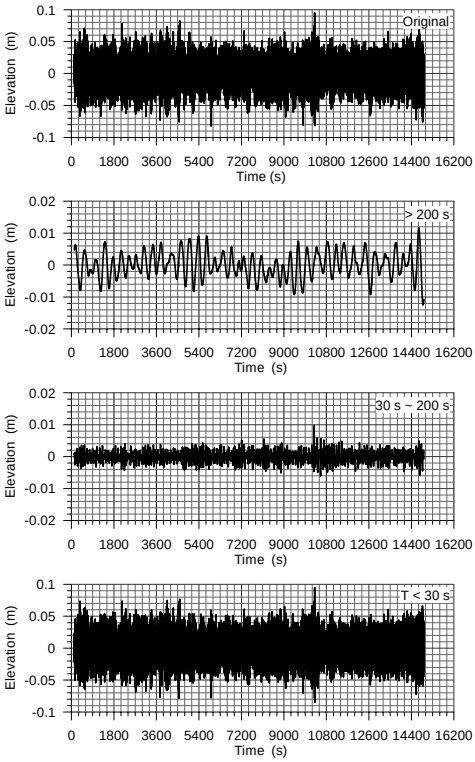


(a) 水位觀測及分析資料

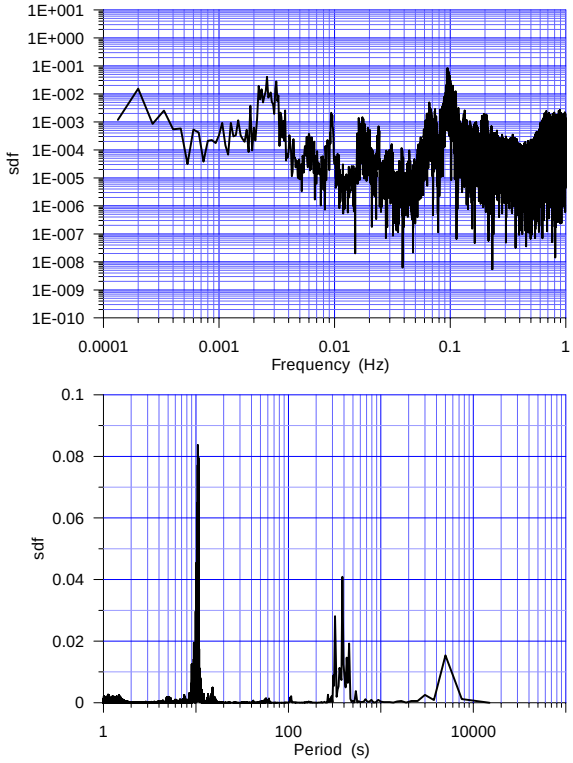


(b) 頻譜

圖 3.69 石梯漁港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析

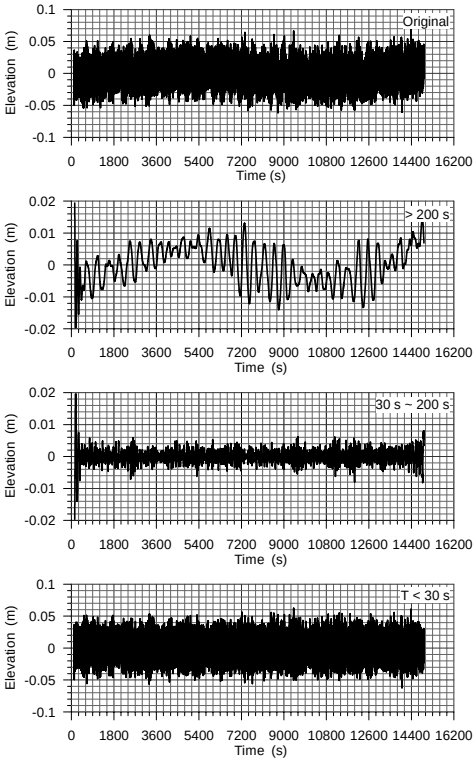


(a) 水位觀測及分析資料

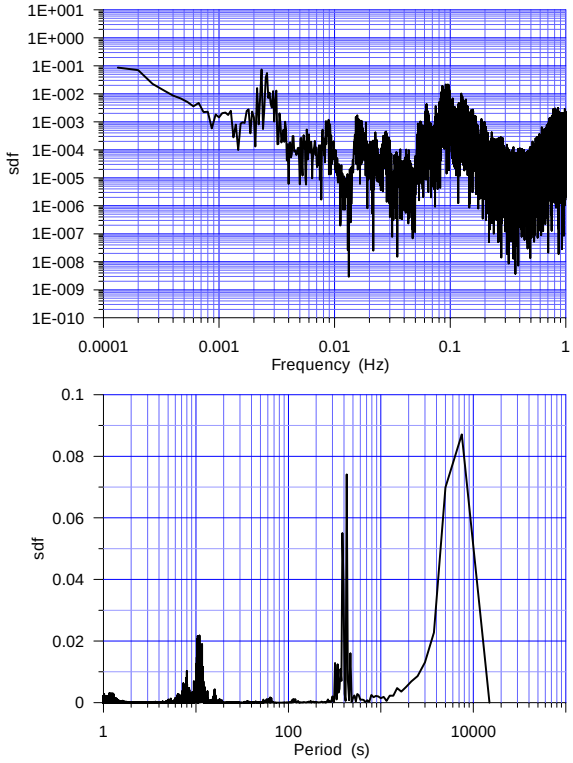


(b) 頻譜

圖 3.70 石梯漁港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析

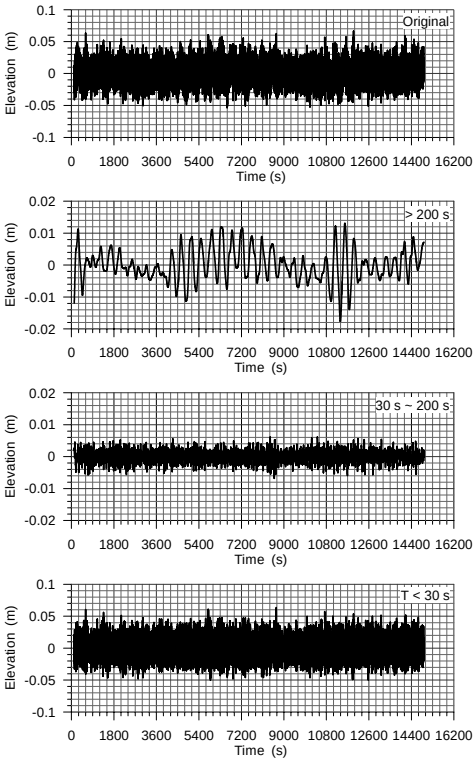


(a) 水位觀測及分析資料

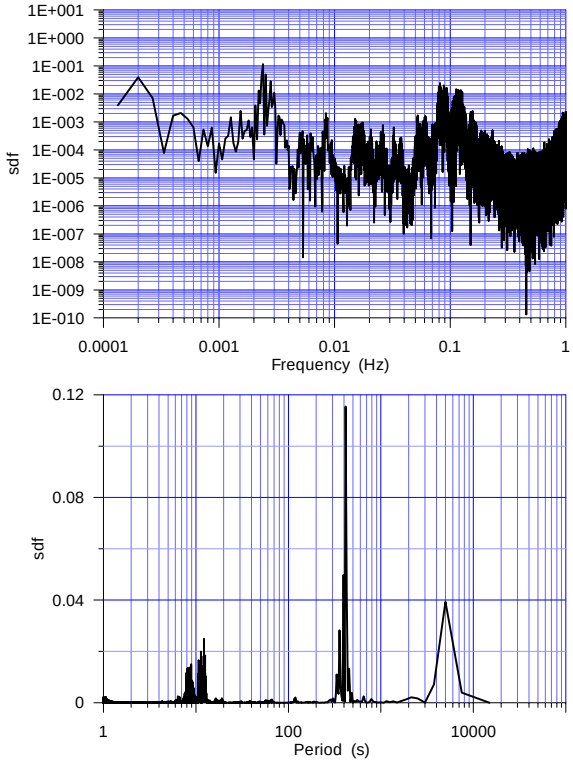


(b) 頻譜

圖 3.71 石梯漁港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析

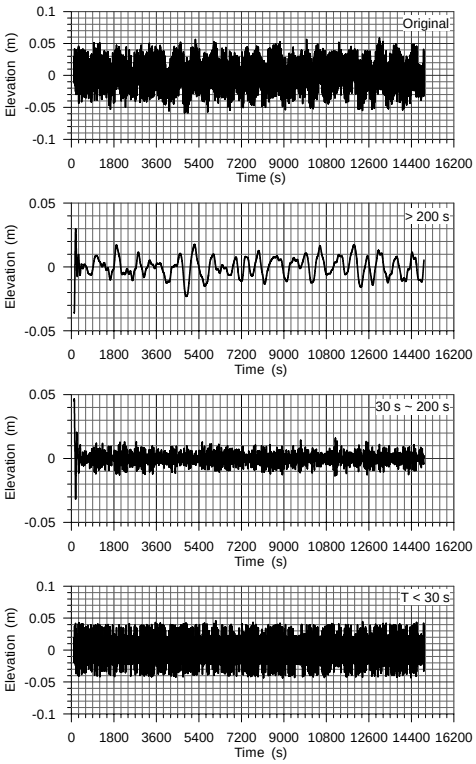


(a) 水位觀測及分析資料

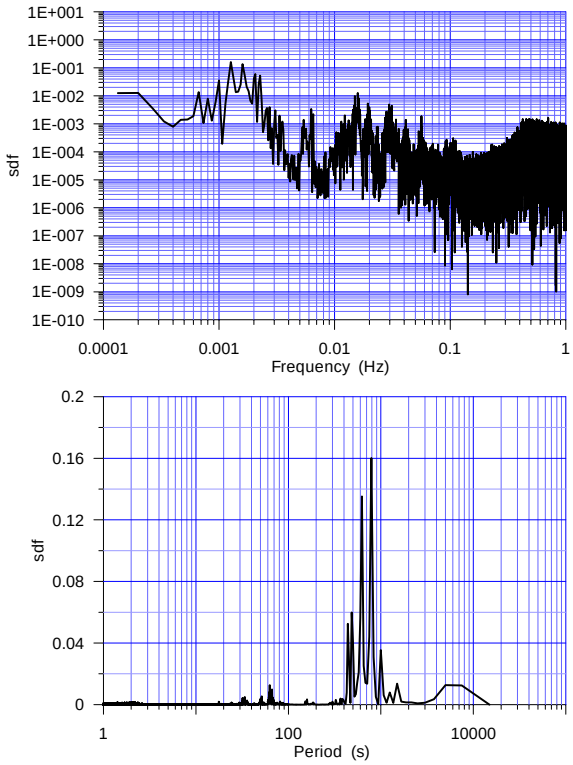


(b) 頻譜

圖 3.72 石梯漁港 20060819 07:30 水位觀測及頻譜分析

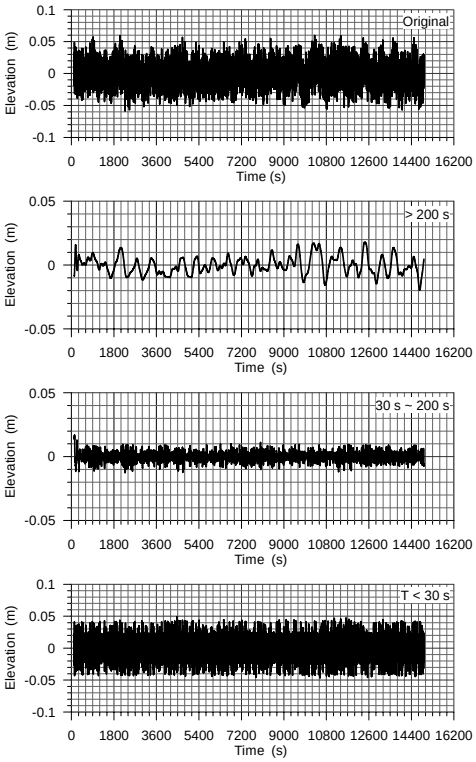


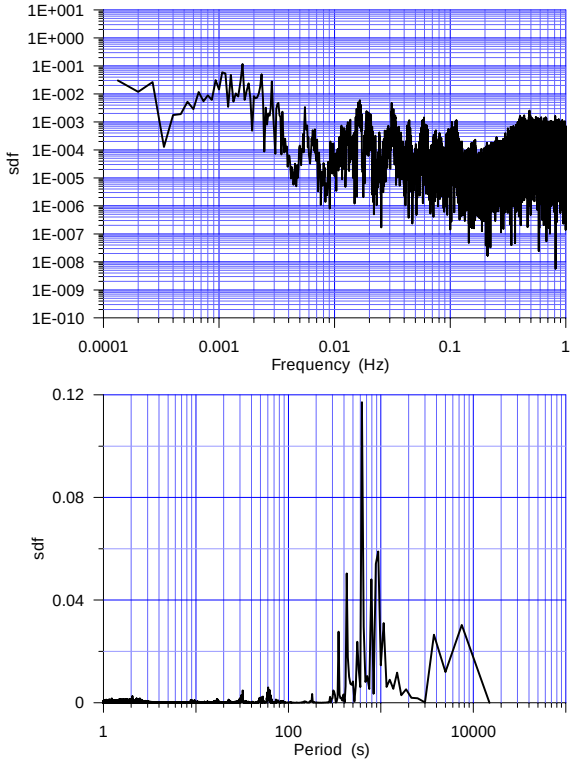
(a) 水位觀測及分析資料



(b) 頻譜

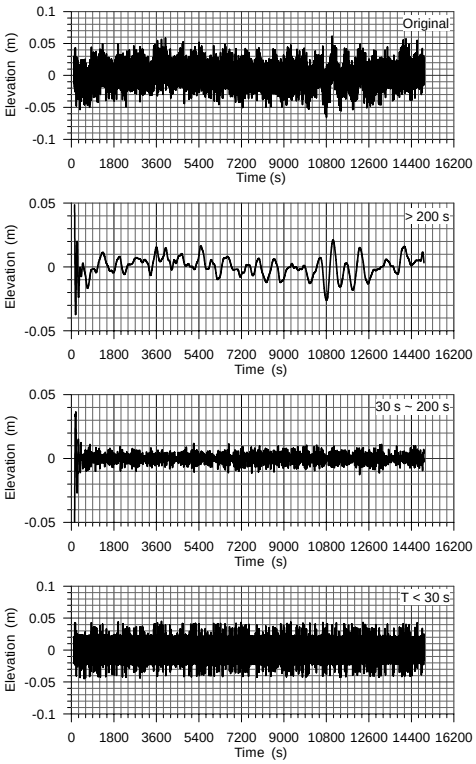
圖 3.73 金樽漁港 20060818 19:00 水位觀測及頻譜分析

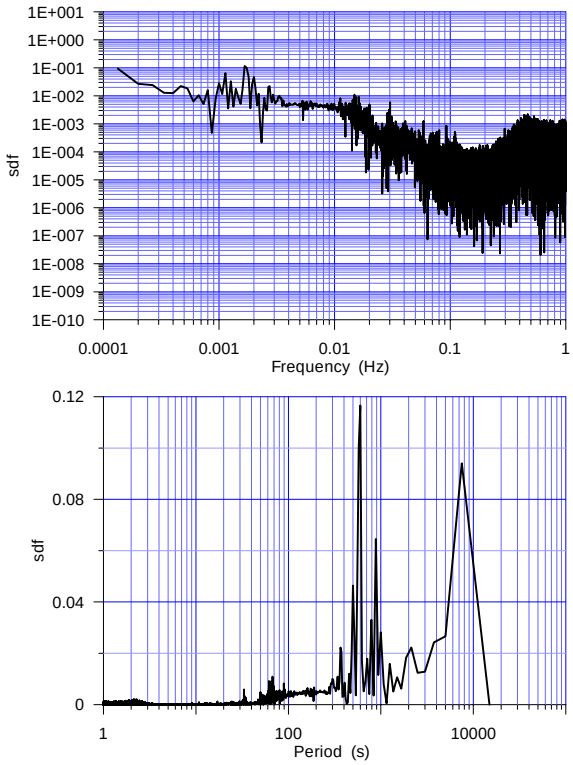




(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

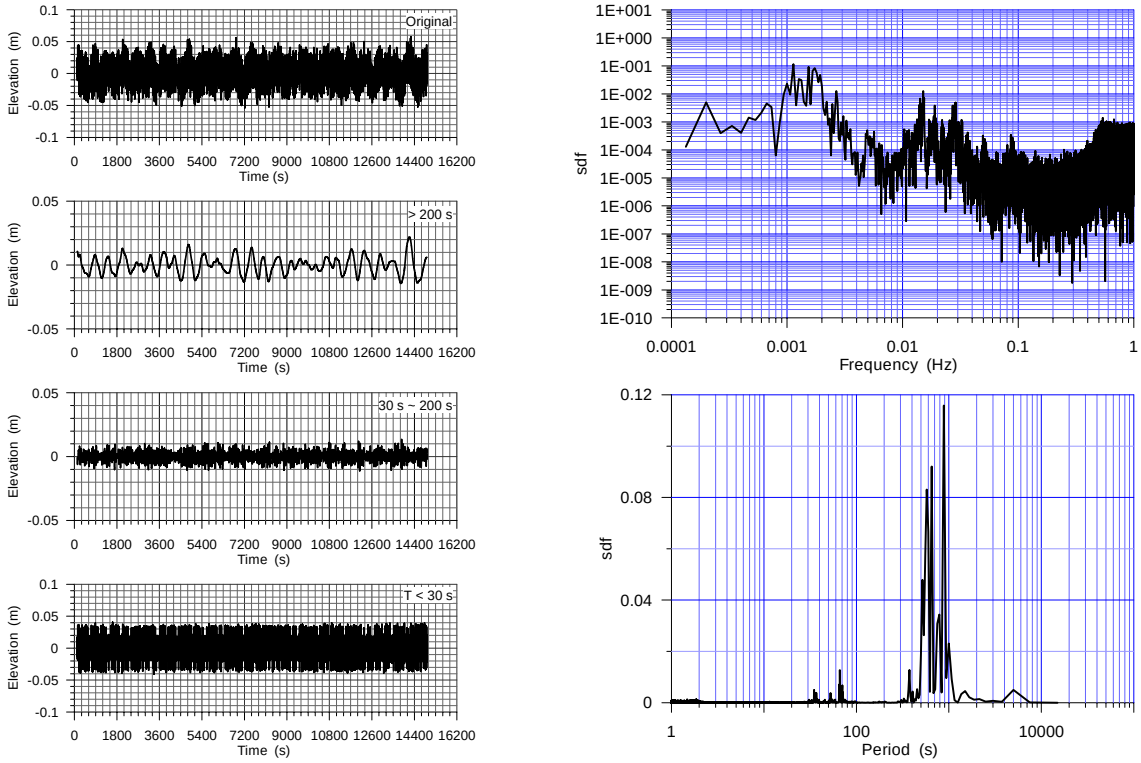
圖 3.74 金樽漁港 20060818 23:10 水位觀測及頻譜分析





(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.75 金樽漁港 20060819 03:20 水位觀測及頻譜分析



(a) 水位觀測及分析資料　　(b) 頻譜

圖 3.76 金樽漁港 20060819 07:30 水位觀測及頻譜分析

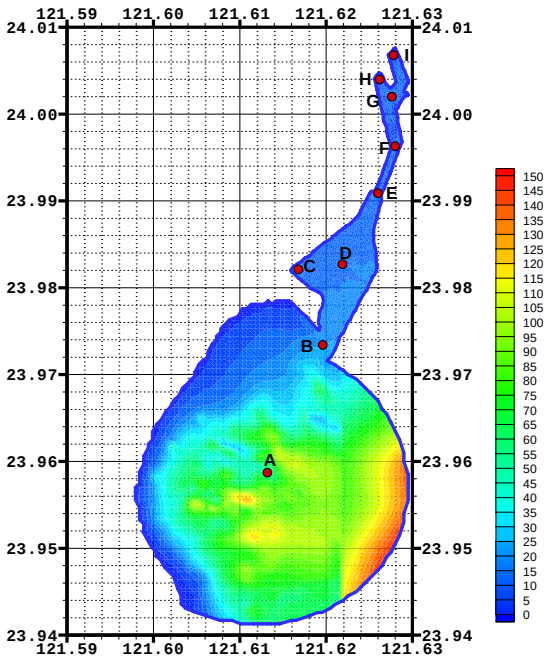


圖 3.77 花蓮港水域數值水深地形及測試點位

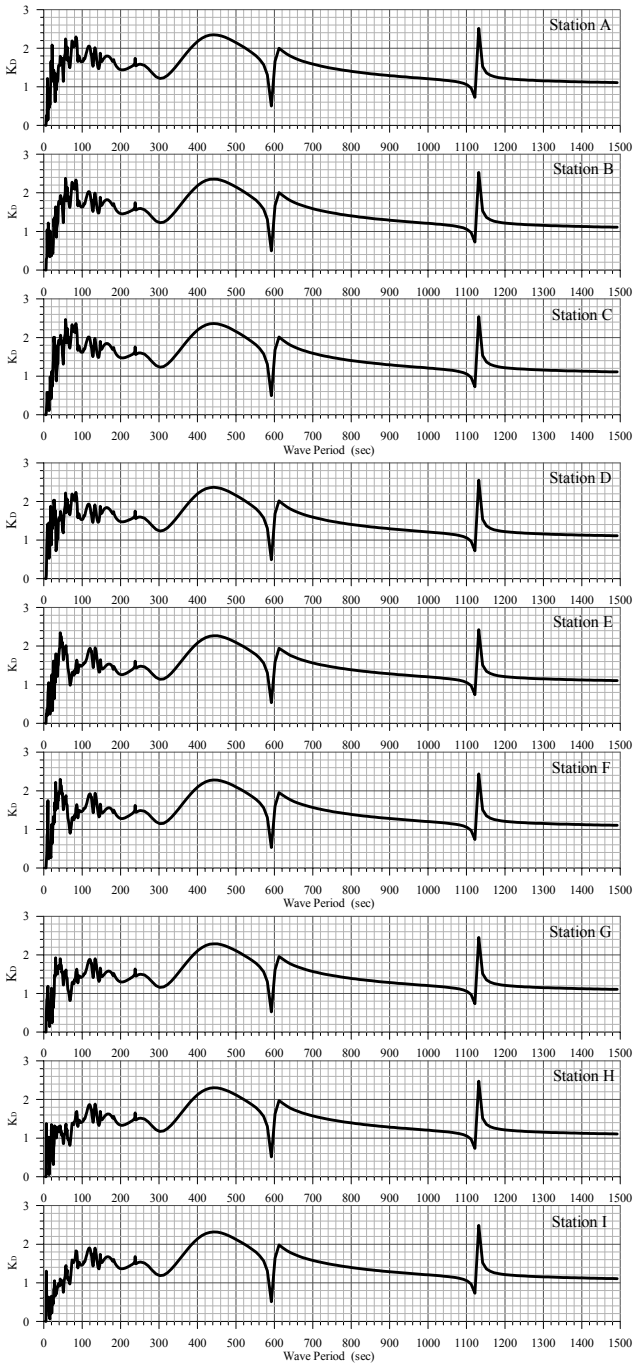


圖 3.78 九個測站之波高增幅係數 Kd 曲線圖

第四章 不規則波的港灣波動數值模擬

在上一個年度裡，本研究以 Lin (1995)無限元素法港灣波動數值模式建置了花蓮港港灣波動數值模式，並進行規則波的模擬以瞭解花蓮港及附近水域的水面波動在不同規則入射波作用下的反應，以及花蓮港的自然頻率。本年度更進一步地建置不規則波的花蓮港港灣波動數值模式，以瞭解特定入射波譜下，特定點的反應頻譜以及相關的波高與週期參數，或是全港灣水域的波動分佈。在理論頻譜方面目前已建置 JONSWAP 及 Bretschneider 頻譜，並參考涂(2005)的研究成果，以等週期分割方式進行理論頻譜的成分波分割。

為了考量海洋波浪進入港內後，由於港口的濾波作用(短週期波進入港內的能量比例較大，長週期波則較小)、消波岸壁對不同週期波動的消波效果不同、以及港內的多重反射等，可能引起港內各點的波浪能量重組，並造成與港外入射波波譜不同形狀的波譜，因此各點的代表週期均可能與外海不同。由於不規則波的計算是以規則成分波分別計算再以能量方式進行組合因此在計算過程中，所有相關規則成分波的港灣波動值也將被保存下來，因此無損於原有的規則波模擬的目標。各相關的工作說明如以下各節。

4.1 不規則波引致港灣波動數值模式的建立

如圖 4.1 所示為不規則波作用下港灣波動數值模式的計算流程，首先讀入港池的水深地形、計算領域的邊界及相關邊界條件，其此選擇欲計算的理論頻譜形狀，並輸入相關的參數值，如代表頻率、週期、及波高等。利用適當的成分波分割方法將指定的頻譜分割成 n 個成分波，並計算其代表頻率或週期，以及能量或波高等參數值。將各個成分波視為規則波，分別規則波的港灣波動數值模擬，並儲存各個造波條件的計算結果。利用計算領域內各點的增幅係數 K_D 值與外海入射波的成分波能量值計算該點的成分波能量值，將各個成分波的能量組合

後得到港內任一點反應頻譜。最後利用各點的反應頻譜能量與外海入射波能量的比值開根號求得不規則波作用下的有效增幅係數$(K_D)_{eff}$值，以及利用頻譜距計算代表之平均週期$T_{0,1}$，並繪製其分佈圖。藉由港池相關資料的輸入與入射波頻譜的輸入，數值模式可以自動進行所有的相關計算，簡化了需要複雜處理程序的不規則波港灣波動數值模擬作業。

規則成分波的港灣波動數值模擬程式是以 Lin(1995)的數值模式建置花蓮港的港池波動數值模擬，該模式係延續以 Snell 法則計算外海入射波受到近海淺水區地形的影響所發生的淺化及折射效應，並連結 Chen(1990)的無限元素解計算領域內的波浪折繞射。其相關的理論推導如附錄 F 中所示。

在不規則波模式中所引入的理論頻譜有 Pierson-Moskowitz 頻譜、Bretschneider- Mitsuyasu 頻譜、以及 JONSWAP 頻譜。頻譜的分割方式則測試等能量分割、等頻率分割、等週期分割、以及混合分割等方法。

4.2 理論頻譜

4.1.1 Bretschneider 頻譜

Bretschneider(1959)由無因次波高與無因次波長的聯合分佈函數所推導出之頻譜如下：

$$S(f)=3.437\frac{F_1^2}{F_2^4}\frac{g^2}{f^5}\exp\left[-0.675\frac{g^4}{(UF_2f)^4}\right] \tag{4.1}$$

其中，$F_1=g\overline{H}/U^2$，$F_2=g\overline{T}/(2\pi U)$，$U$ 為風速；$\overline{H}$ 為平均波高；$\overline{T}$ 為平均週期。

上式經過修正後，可以用示性波波高 H_s 及譜峰頻率 f_p 來表示：

$$S(f)=\frac{1.25}{4}\frac{f_p^4}{f^5}H_s^2\exp\left[-1.25(\frac{f_p}{f})^4\right] \tag{4.2}$$

修改後的頻譜不同的地方在於頻譜所使用的特徵參數不再是風速 U ，而是使用示性波波高 H_s 及譜峰頻率 f_p 作為波譜的特徵參數，由於示性波波高 H_s 與譜峰頻率 f_p 可經由風速、吹風距離及吹風延時三者間的關係求得，因此此頻譜適用於成長階段或充分成長的風浪。

其後 Mitsuyasu(1970) 利用其觀測資料推得，譜峰週期 T_p 或者其倒數譜峰頻率 f_p 與示性波週期 T_s 之間的關係為：$T_p = 1.05T_s$ 。再針對式(4.2)中的係數作修改，修改後的公式如下：

$$S(f) = 0.257 H_s^2 T_s^{-4} f^{-5} \exp[-1.03(T_s f)^{-4}] \tag{4.3}$$

式(4.3)也被稱為 Bretschneider-Mitsuyasu 頻譜(B-M 譜)。

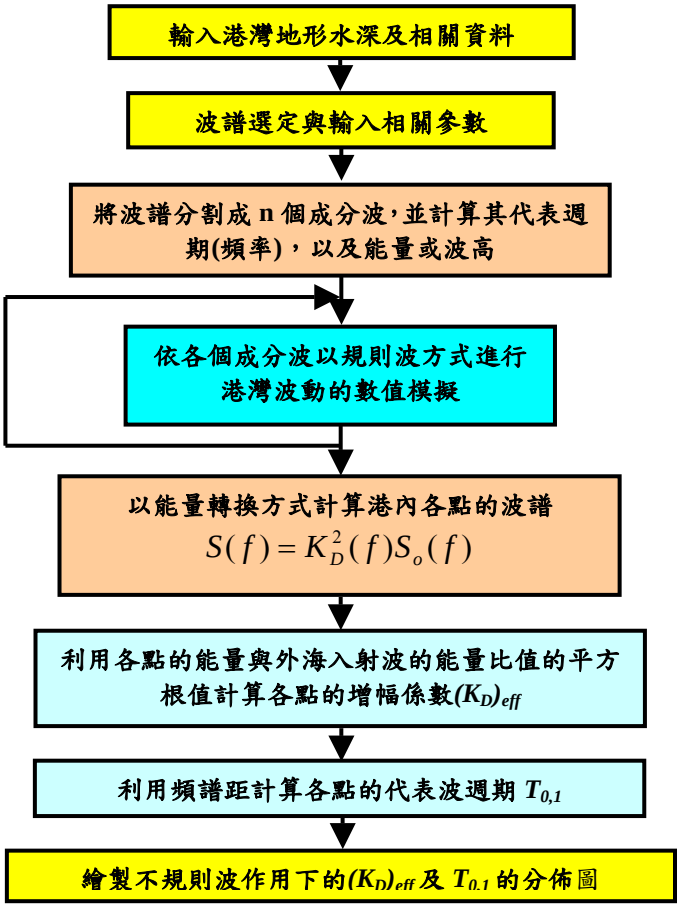


圖 4.1 不規則波港灣波動數值模式的計算流程圖

4.1.2 Pierson-Moskowitz 頻譜

Pierson-Moskowitz 頻譜(P-M 譜)，這是最常被使用到的風浪頻譜之一，是 Pierson 與 Moskowitiz 在 1964 年時，根據在北大西洋的現場觀測資料，經過篩選分析所得出的風浪波譜，公式如下：

$$S(f)=8.1\times10^{-3}(2\pi)^{-4}g^{2}f^{-5}\exp\left[-0.74(g/2\pi fU)^{4}\right] \tag{4.4}$$

其中，g 為重力加速度，單位為 m/s^2，U 為在平均海水面上 19.5 公尺高度所觀測到的風速，單位為 m/s。

由於所觀測資料是在北大西洋收集到的，因此此風浪頻譜適用的範圍僅僅在外海遼闊且充分發展成熟的風浪。由於 P-M 頻譜公式需要風速作為輸入條件，若利用窄頻譜假設，可以得到譜峰頻率與風速間的轉換公式為：$f_p=1.253/\sqrt{4.0\sqrt{2.84\times10^{-5}U^{4}}}$。將其代入原頻譜公式可以得到以下的公式：

$$S(f)=\frac{0.0081g^{2}}{(2\pi)^{4}}\frac{1}{f^{5}}\exp\left[-1.25(\frac{f_p}{f})^{4}\right] \tag{4.5}$$

4.1.3 JONSWAP 頻譜

在 1968 至 1969 年間，由 Hasselmann 等人所進行的聯合北海波浪計畫(Joint North Sea Wave Project，簡稱 JONSWAP)，從丹麥、德國交界處西南岸的 Sylt 島沿西北方向布置一個測波段面，測站最大水深為 50 公尺。由所觀測到的資料得到有限風距下的風浪頻譜如下：

$$S(f)=\frac{\alpha_J g^{2}}{(2\pi)^{4}f^{5}}\exp\left[-1.25(\frac{f_p}{f})^{4}\right]\gamma_J^{\varepsilon_f} \tag{4.6}$$

$$\alpha_J=\begin{cases}0.07 & for\ f\le f_p\\ 0.09 & for\ f>f_p\end{cases} \tag{4.7}$$

$$\varepsilon_f=\exp\left[-\frac{(f-f_p)^{2}}{2\alpha^{2}f_p^{2}}\right] \tag{4.8}$$

其中，$\gamma_J = S(f)_{\max} / S(f)_{\max}^{PM}$，稱為譜峰升高因子，為頻譜最大值與 P-M 頻譜最大值 $S(f)_{\max}^{PM}$ 之比；α_J 為能量尺度因子。

為了工程上的方便應用，Goda(1999)將原頻譜改寫成以示性波波高及尖峰週期表示的型式，改寫後的 JONSWAP 頻譜如下：

$$S(f) = \beta_J H_s^2 T_p^{-4} f^{-5} \exp[-1.25(T_p f)^{-4}] \gamma_J^{\exp[-(T_p f - 1)^2 / 2\alpha_J^2]} \tag{4.9}$$

$$\beta_J = \frac{0.06238}{0.230 + 0.0336\gamma_J - 0.185(1.9 + \gamma_J)^{-1}} (1.094 - 0.01915 \ln \gamma_J) \tag{4.10}$$

$$T_s = [1 - 0.132(\gamma_J + 0.2)^{-0.559}] T_p \tag{4.11}$$

$$\overline{T} = [1 - 0.532(\gamma_J + 2.5)^{-0.569}] T_p \tag{4.12}$$

$$\alpha_J = \begin{cases} 0.07 & for\ f \le f_p \\ 0.09 & for\ f > f_p \end{cases} \tag{4.13}$$

其中，$\overline{T}$ 表示為由零上切法所得到的平均週期；Hasselmann et al.(1973)建議 γ_J 值的範圍為 1 到 7 之間，平均值為 3.3。

4.3 波高增幅係數

一般在描述港灣附近的波動情況時，常利用繞射係數 K_d (diffraction coefficient)來表示，繞射係數定義為港內之波高與港外入射波波高的比值，由繞射係數可以知道入射波浪對港灣內部所造成波高分佈之影響程度。由於港內波高並非為單一方向，與繞射係數的定義略有不同，因此後來對此一波高比改稱為波高增幅係數(wave amplification factor)，但是仍用 K_d 表示。

有關港內水面波動的評估，以往都是用波高增幅係數分佈圖以及增幅曲線圖(共振曲線)。波高增幅係數分佈圖是在特定的入射波條件下描述計算水域的等增幅係數值分佈，藉以評估港內的波動情形；增幅

曲線圖是在指定的位置記錄不同外海入射波週期所引起的K_d變化情形，藉以瞭解港內特定點的波動自然頻率。然而這些計算多是在假設入射波週期以及入射波方向為一定的規則波條件下所求得的，與實際上的紛紜現象並不相同。

為了求不規則波作用下的水面波動情形，Goda 將方向波譜導入，以求得實際之繞射波高，其不規則波之增幅係數公式如下：

$$K_d = [\frac{1}{m_0}\int_0^{\infty}\int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} S(f,\theta)K_d^2(f,\theta)d\theta df]^{1/2} \tag{4.14}$$

其中，K_d表示不規則波之增幅係數；$K_d(f,\theta)$為在波浪頻率f且入射波向θ條件下之成分波(規則波)所求得的增幅係數；m_0表示方向頻譜的零階面積矩，即

$$m_0 = \int_0^{\infty}\int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} S(f,\theta)d\theta df \quad 。$$

本文利用與 Goda 公式相同的方式來計算港內的增幅係數，即：

$$K_d = [\frac{1}{m_0}\int_0^{\infty} S(f)K_d^2(f)df]^{1/2} \tag{4.15}$$

由於波高與頻譜能量的關係一般在假設頻譜為單峰窄頻，且波高為 Raleigh 分佈時，可表示為

$$H_s = 4.004\sqrt{m_0} \tag{4.16}$$

而波高亦可以由傳統的增幅係數的定義求得

$$H = K_d H_I \tag{4.17}$$

為了瞭解這兩種波高的求取方法的差異性，本研究也進行比較。

4.4 花蓮港的水深地形檔與規則波模擬

在花蓮港港灣波動模擬中除了必要的花蓮港的地形外，需考慮外海長週期入射波的折射與淺化，以及海岸及碼頭岸壁的非定值反射特性，以建構港灣波動數值模式。目前整個花蓮港內外的水深地形數值資料的取得，以及資料的一致性檢核。目前所知，如要建立花蓮港內外水域數值地形檔，將會需要花蓮港務局所測的港內水深地形、河川局的花蓮水深地形、以及國科會海科中心的外海水深方能竣工，然而其中的座標系統可能大不相同，而必須設法整合。在整合過程中發現，雖然各個測量系統可能使用不同的參考基準面，但其差值應僅在一至二公尺範圍，對供波浪折繞射計算的數值地形的建立尚不構成嚴重問題。比較顯著的問題是在各個水深測量系統的量測精度與解析度不同，再經過內插至較小網格時其誤差便以存在而且無法作有效地修正。

圖 4.2 是花蓮港水域數值水深資料彙整情形，由於上述的理由，我們可以發現外海的水深與灣內及港內的水深有一明顯的介面，而且外海水深過於規則應是在資料不足的情況下，利用較大網格的水深測量資料進行內插的結果。經過節點水深比較及部分平均化的處理後，得到圖 4.3 的數值水深地形，其差異性仍然存在，但已經較為緩和。本計畫乃以此一數值地形進行花蓮港的波動模擬。該數值地形的有限元素網格計有 5579 個節點，10799 個三角元素，比原始資料檔案的 10568 節點，20572 個三角元素精簡很多。在沒有其他任何分享之下，平均利用個人電腦的計算每個波浪條件約需 65 秒。

為進行數值模擬，港外的海岸假設為部分消波(K_R=0.5)，而港內則全部假設為完全反射，以模擬最惡劣的情況。為瞭解極長週期波作用下港內可能的波動情形，本計劃模擬的造波週期介於 8 至 1200 秒。圖 4.4 為九個測站(位置如圖 4.2 中所示)全部的波高增幅曲線圖，而圖 4.5 則僅繪出重力波的部分。從圖中可以看出，在長週期波部分，當波動週期約在 60、65 至 90、108、116、380 至 530、606、以及 1130 秒時，整個港域會整體性地引發共振現象(K_D>2.0)，此一結論與以前的研究成

果相當接近。而在重力波部分(圖 4.5)則顯示當波浪週期較短時，內港水域、受限航道、外港水域、以及港外，有不同的波動行為，但隨著波浪週期的加長則趨勢月趨於一致。圖 4.6 顯示造波週期分別為 8、89、108、116、402 及 1132 秒時之港區水域波高增幅係數分佈圖。

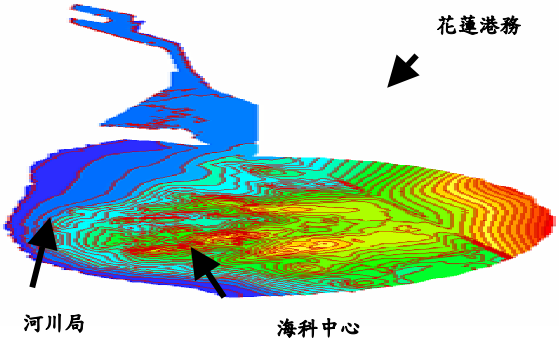


圖 4.2 花蓮港水域數值水深資料彙整情形

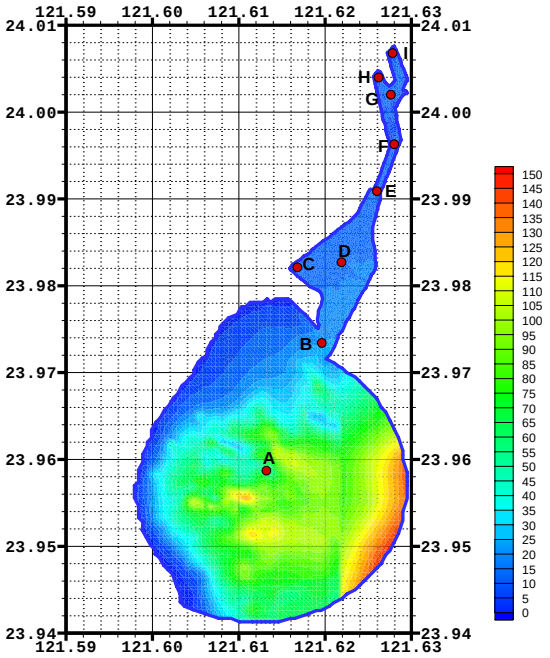


圖 4.3 修正過的花蓮港水域數值水深地形

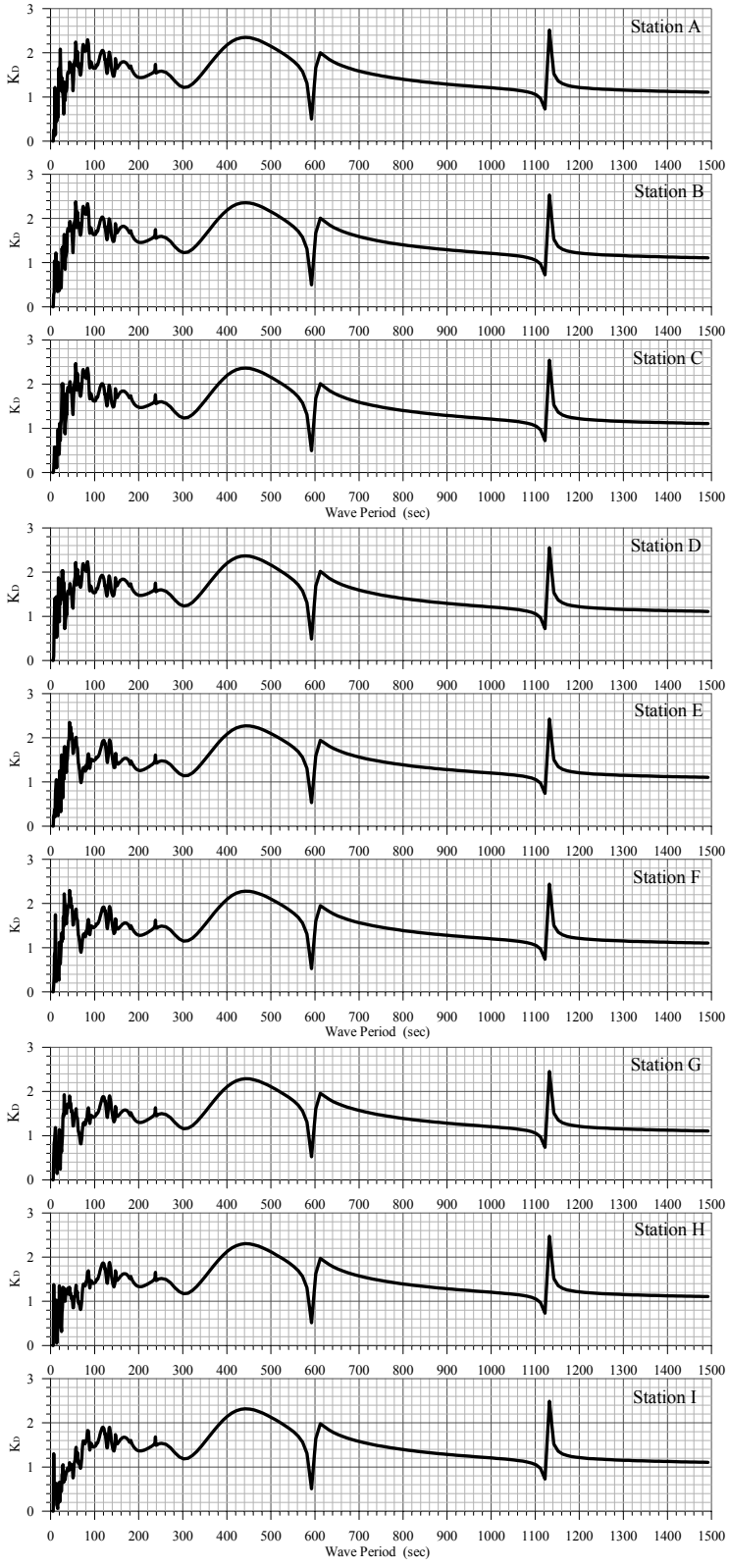


圖 4.4 九個測站之波高增幅係數 K_D 曲線圖

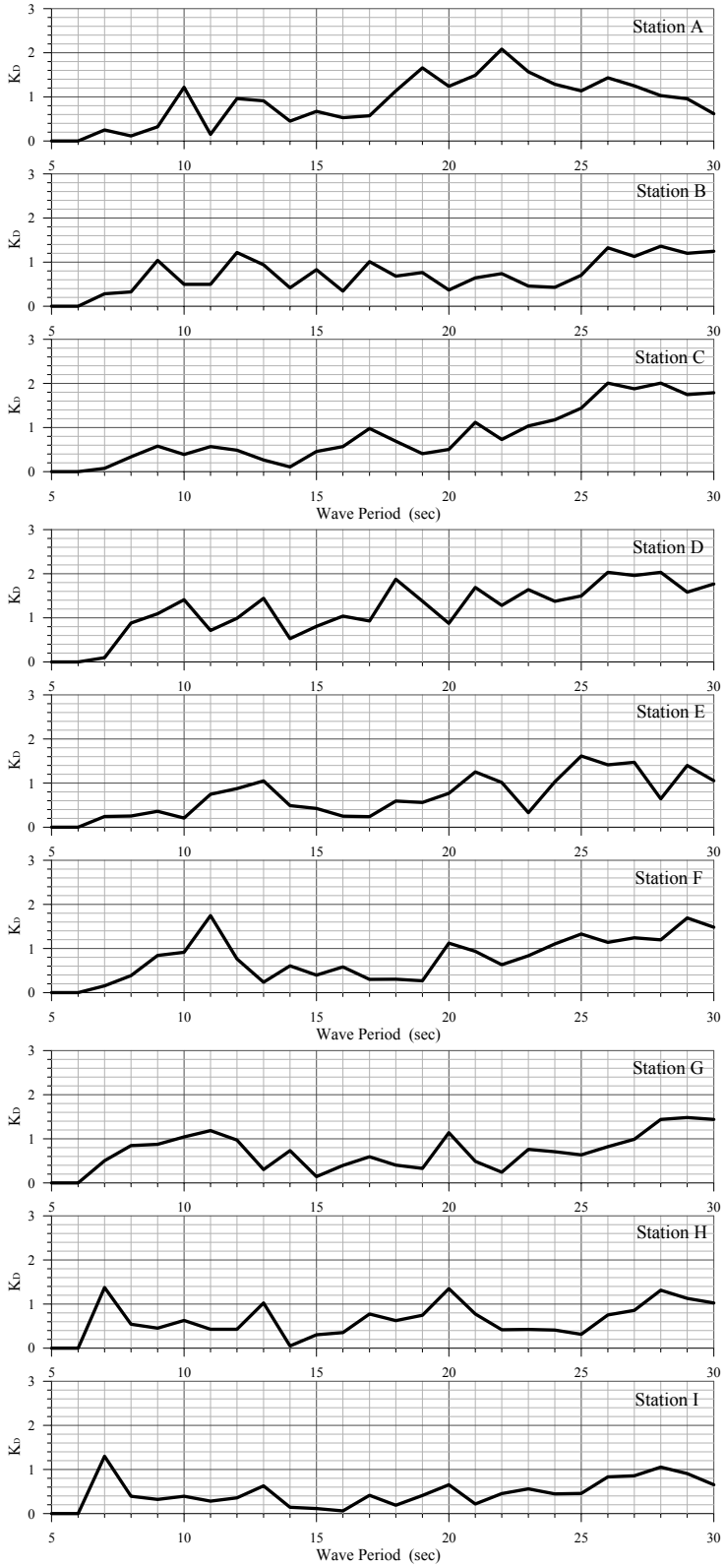


圖 4.5 九個測站之波高增幅係數 K_D 曲線圖(重力波部分)

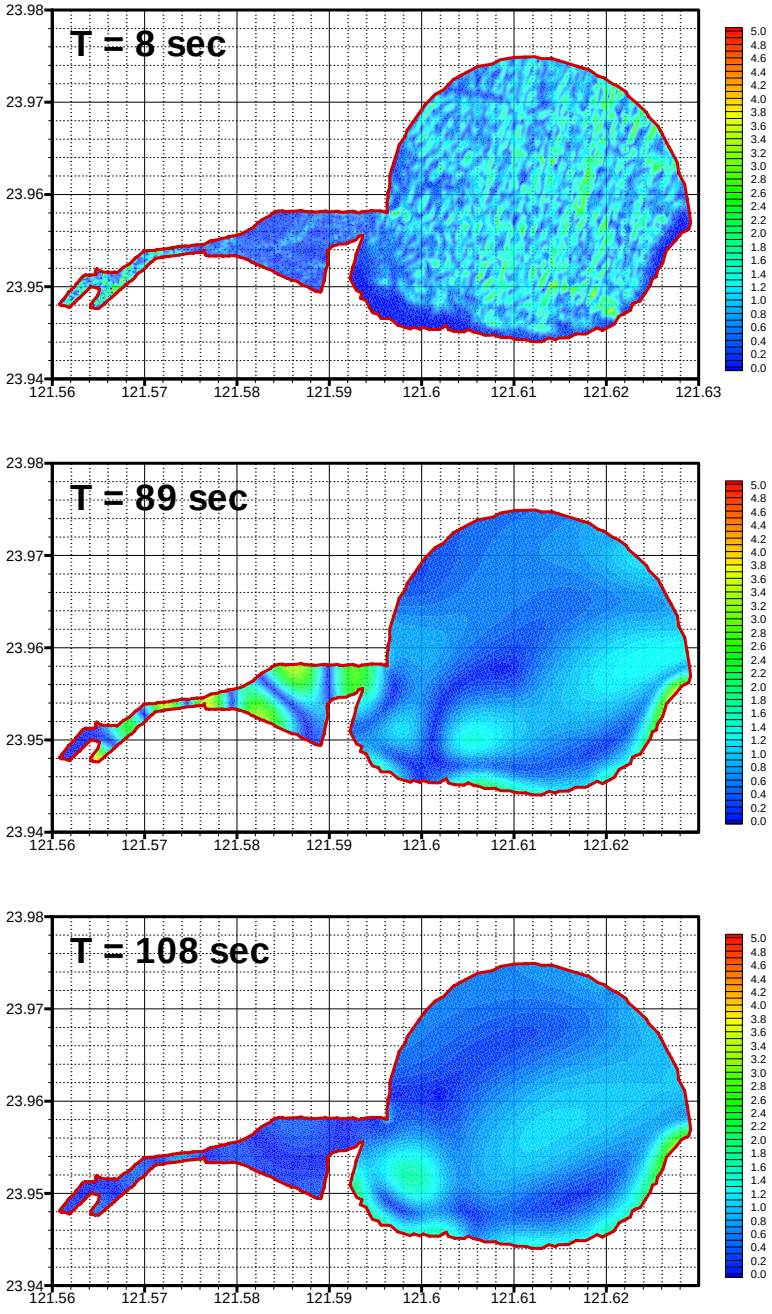


圖 4.6 波高增幅係數 K_D 分佈圖

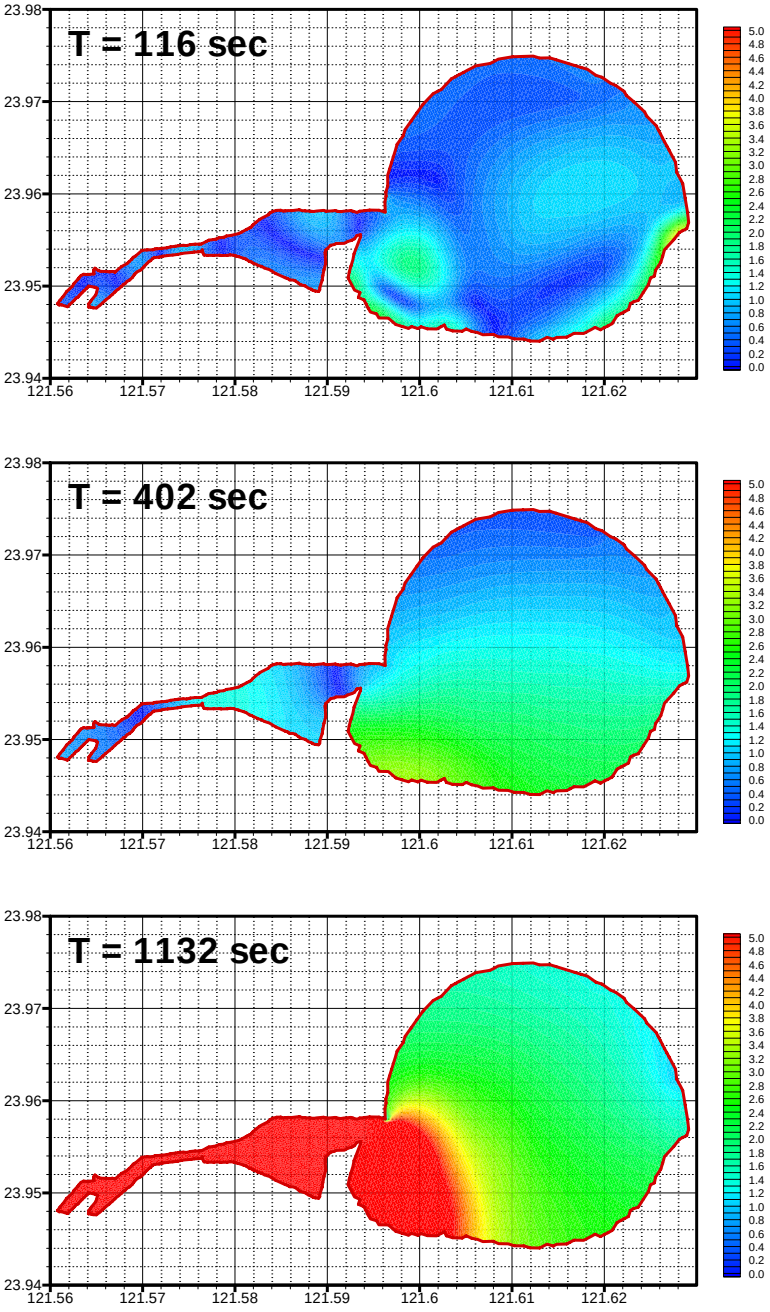


圖 4.6(續) 波高增幅係數 K_D 分佈圖

4.5 不規則波的數值模擬

圖 4.7 至圖 4.9 為代表入射波週期為 Ts=8 s 時，利用規則波模式及不規則波模式(B-M 波譜及 JONSWAP 波譜，代表入射波波高為 Hs=6 m，週期範圍 5 s 至 30 s)所計算之波高增幅係數分佈圖。從圖中可以發現，利用規則波進行的數值模擬結果較不規則波的數值來得小，但其他的入射波條件則可能增大。其原因應是港灣波動模擬對入射波週期的敏感度相當高，利用規則波進行模擬時，很容易反映出入射波週期與港灣的自然頻率的關係；反之，不規則波對入射波頻譜的能量是依理論頻譜規定的權重，將波能分配到所有的成分波裡，因此不同週期波動的線性疊加中，波浪能量便很容易地被分散掉。圖 4.8 及圖 4.9 的兩種不同理論頻譜的模擬結果則相當接近，應該與重力波範圍內(週期介於 5 s 至 30 s)的能量分配相近。但 JONSWAP 頻譜的模擬結果比 B-M 頻譜略大，應是與能量的集中情形有關。

不規則波所引致的港灣水面波動在一般的認知裡面，常以波高增幅係數的分佈來闡釋無因次波高的變化情形，但是如果我們注意到不規則波的模擬是需要輸入有因次的特定頻譜，在該頻譜內包含了特定的波能、波高及週期等參數資訊，而且不同的參數值就可能引發不同的反應。因此，用無因次的增幅係數來表示不規則波的波動在基本定義上是不像在模擬規則波波動上那麼肯定。目前有關不規則波的波高增幅係數可以有兩種不同的解讀：代表波高的比值，以及能量的比值開根號。其間的差異主要出在頻譜能量與波高間的關係，也就是說，一般在深海波時，如果波高滿足 Rayleigh 分佈，則示性波高等於頻譜能量開根號的 4.004 倍，但是港內的代表波高與頻譜能量間的關係則因為頻譜不屬於單峰的窄頻頻譜，波高分佈也不再是 Rayleigh 分佈，其間的關係是否能再適用，值得進一步思考。本研究在此先針對不規則波水面波動的表示方法進行探討於比較。圖 4.10 至圖 4.13 依序分別為以 B-M 頻譜及 JONSWAP 頻譜進行模擬，並分別以式(4.16)及式(4.17)的分別計算水面的波高分佈的數值結果。從圖中可以看出圖 4.10 及圖

4.12 間，以及圖 4.11 及圖 4.13 間的分佈極為相似，顯示在本模擬條件下，B-M 頻譜及 JONSWAP 頻譜的能量分佈差異性不大。但是比較圖 4.10 與圖 4.11 之間，以及圖 4.12 與圖 4.13 之間就發現其波高分佈有些差異。其可能的原因應是式(4.16)進行波高計算時係假設示性波高與頻譜能量開根號值有 4.004 的比例，但目前在現場的波浪觀測中皆顯示大約在 3.8 左右，而且外海與港內可能有不同的係數。未來應針對此一部份進行探討。

圖 4.14 至圖 4.16 為代表入射波週期為 Ts=10 s 時，利用規則波模式及不規則波模式(JONSWAP 波譜，代表入射波波高分別為為 Hs=6 m 及 10 m，週期範圍 5 s 至 30 s)所計算之波高增幅係數分佈圖。從各圖的比較也可以發現規則波的波動分佈較大，而入射波波高較大的頻譜所得到的水面 K_d 分佈也相對提高，顯示不規則波的水面波動分佈受到入射波波高及週期的影響，這點與規則波模擬中的想法不同。圖 4.17 及圖 4.19，圖 4.18 及圖 4.20 是由圖 4.15 及圖 4.16 以式(4.16)及式(4.17)的分別計算水面的波高分佈。圖中也充分顯示入射波波高的影響。

4.6 長週期波動的模擬

在一般的理論頻譜中，波浪的能量主要包含在重力波的範圍內，週期大於 30 秒的成分波往往不具備太大的能量，然而，依花蓮港的波浪觀測資料來看(如第三章的討論)，除了重力波以外，還存在有極長週期的波動。就連在 94 年度計畫中回顧的文獻中所提到的約 80 秒到 160 秒之內的共振週期也無法在理論頻譜中找到它們的能量。為了在數值模擬中能反映重力波以外的成分波所可能影響的水面波動情形，本計畫在考量沒有外海入射波波譜的狀況下，以獨立成分波動線性加入理論頻譜的方式，進行相關模擬。

圖 4.21 至圖 4.26 係將單一長週期波(週期為 84 秒，波高分別為 1、2 及 3 公尺；以及 1134 秒，波高分別為 0.1、0.5 及 1 公尺，所選定之週期為規則波模擬中會引起 Kd 值大於 2 的成分波)加入示性波高為 6

公尺，而示性週期為 10 秒的 JONSWAP 理論頻譜後所得的波高增幅係數分佈圖(原有模擬結果如圖 4.15 所示)。從圖中可以看到在 84 秒的模擬中，雖然相對規則波的 Kd 分佈可能都大於 1 甚至到 2，但是如果其能量不夠大的話，對整體性的水面波動影響並不大。然而，對於 1134 秒的模擬中，即使波高僅有 0.1 公尺，也會引起港內很大的振盪。

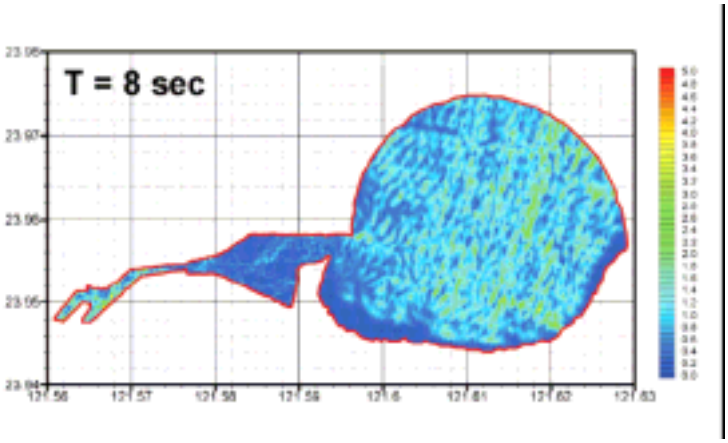


圖 4.7 規則波作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s)

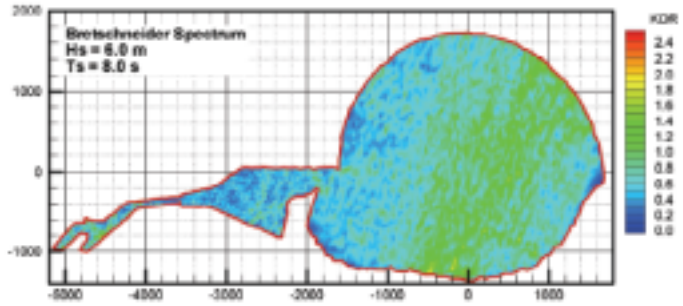


圖 4.8 不規則波(B-M 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s, Hs=6 m)

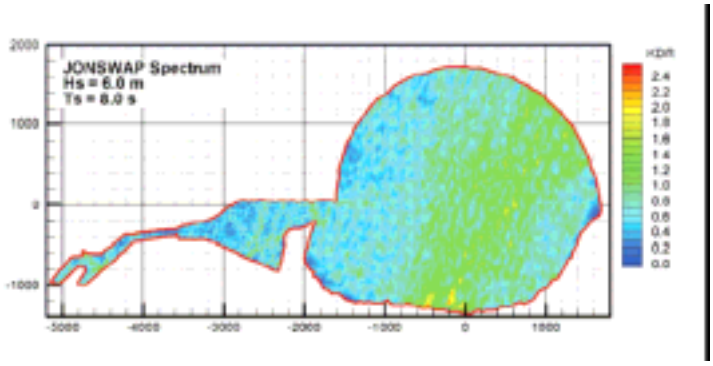


圖 4.9 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s, Hs=6 m)

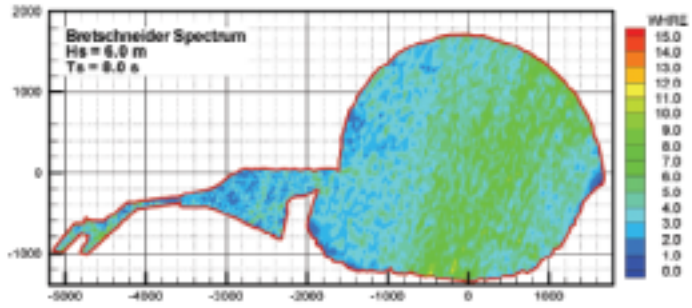


圖 4.10 不規則波(B-M 頻譜)作用下波高分佈圖(Ts=8 s，Hs=6 m，式 4.16)

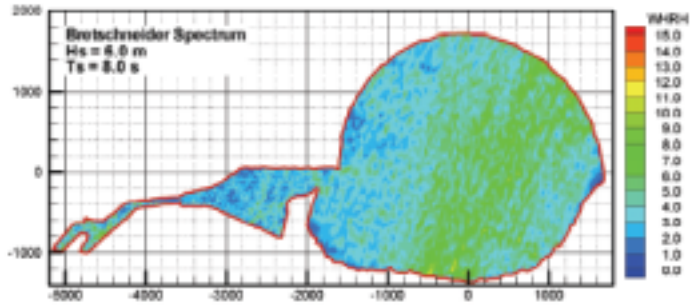


圖 4.11 不規則波(B-M 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s，Hs=6 m，式 4.17)

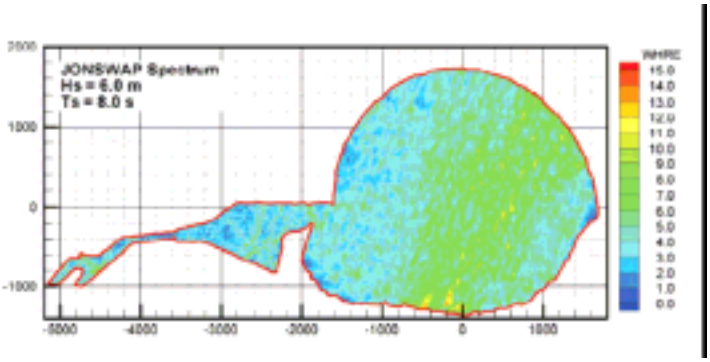


圖 4.12 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s，Hs=6 m，式 4.16)

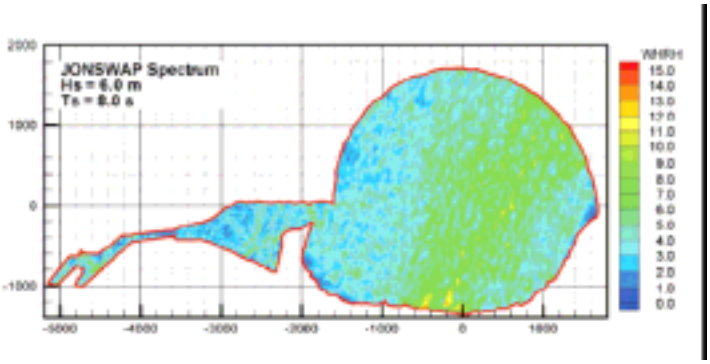


圖 4.13 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=8 s，Hs=6 m，式 4.17)

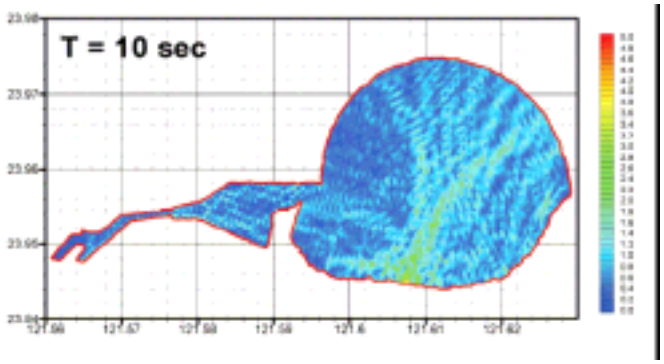


圖 4.14 規則波作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s)

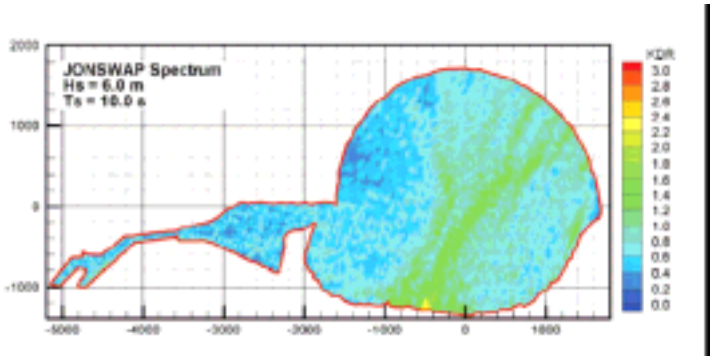


圖 4.15 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m)

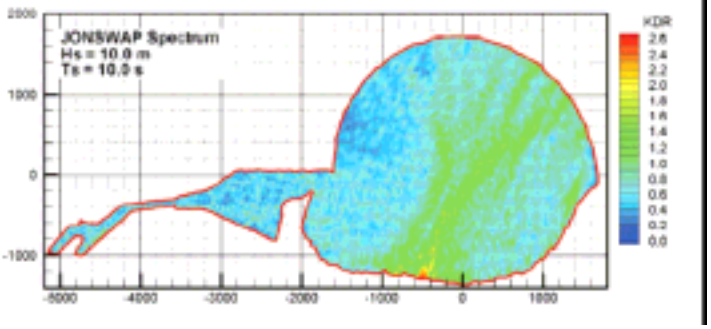


圖 4.16 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=10 m)

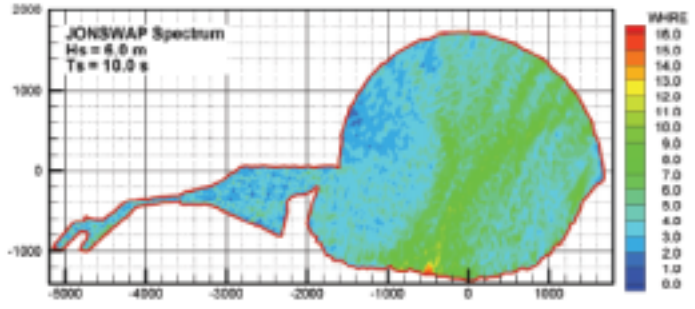


圖 4.17 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m，式 4.16)

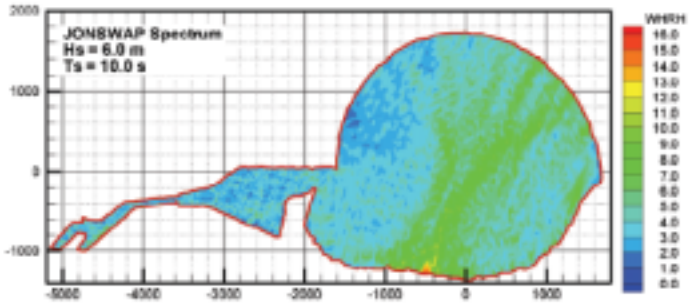


圖 4.18 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m，式 4.17)

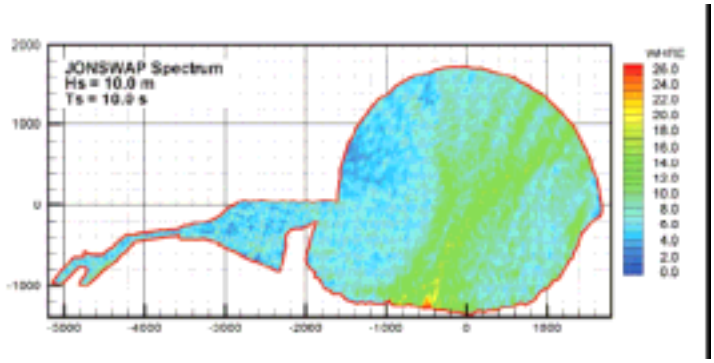


圖 4.19 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=10 m，式 4.16)

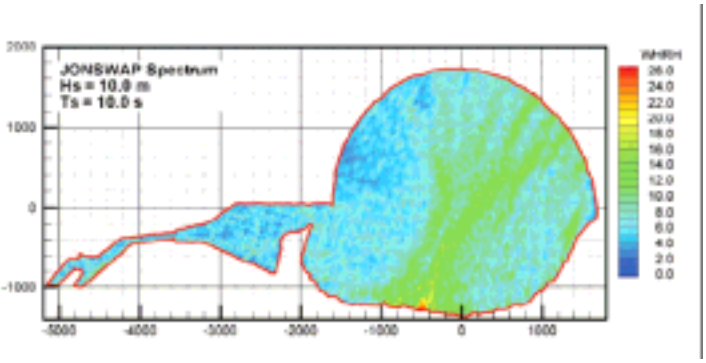


圖 4.20 不規則波(JONSWAP 頻譜)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=10 m，式 4.17)

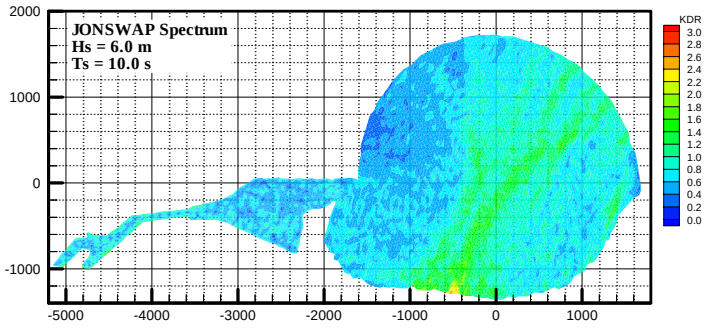


圖 4.21 不規則波(JONSWAP 頻譜)+84 秒長波(波高 1 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m)

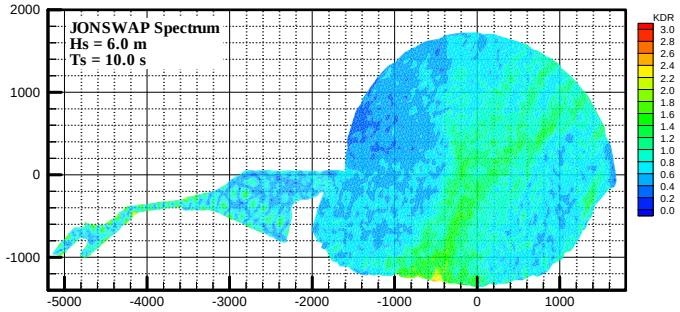


圖 4.22 不規則波(JONSWAP 頻譜)+84 秒長波(波高 2 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m)

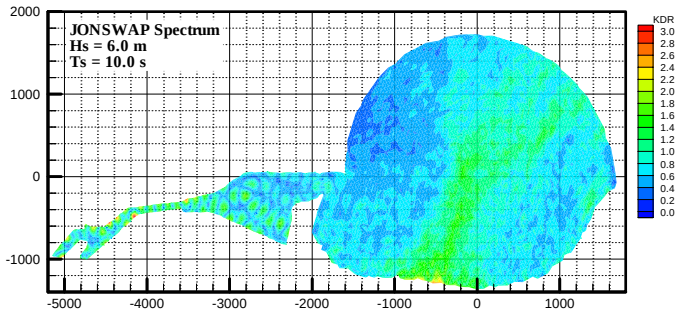


圖 4.23 不規則波(JONSWAP 頻譜)+84 秒長波(波高 3 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m)

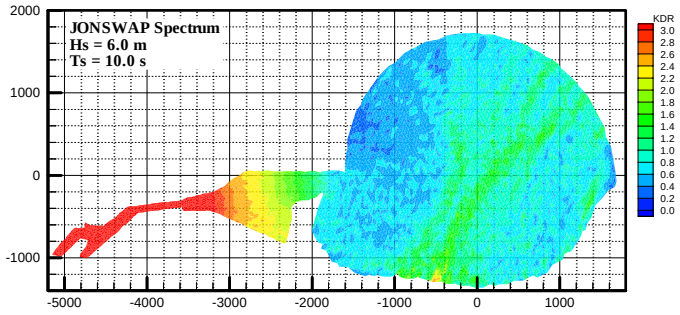


圖 4.24 不規則波(JONSWAP 頻譜)+1134 秒長波(波高 0.1 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m)

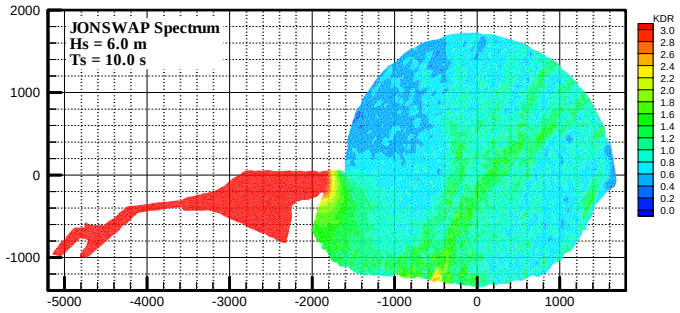


圖 4.25 不規則波(JONSWAP 頻譜)+1134 秒長波(波高 0.5 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6 m)

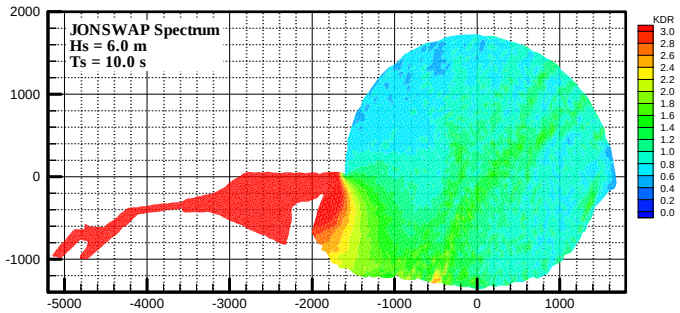


圖 4.26 不規則波(JONSWAP 頻譜)+1134 秒長波(波高 1 公尺)作用下 Kd 分佈圖(Ts=10 s，Hs=6

第五章 規劃及設計三維潮流數值模式

在建立花蓮港三維潮流數值模式的規劃與設計中，本計畫目前所收集到的數值模式包含 POM(Princeton Ocean Model，由 Princeton 大學發展及維護)、ROMS(Regional Ocean Modeling System，由 Rutgers 大學發展及維護)及 COHERENS(A Coupled Hydrodynamical -Ecological Model for Regional and Shelf Seas，由歐盟跨國合作計畫(MAST)所共同發展及維護)。由於目前在交通部運輸研究所委託中山大學合作研究之『近岸數值模擬系統之建立』計畫裡已經在引用 COHERENS 軟體。為了避免重複，以及未來可供相互比對，本章僅針對目前最被廣泛使用的 POM 模式進行簡要回顧，以及基本資料的收集。在未來模式建構完成後，在考慮與 COHERENS 模擬結果間的比對與評估。本章主要參考資料為：

Mellor, George L., 2004, “User guide for a three-dimensional, primitive equation, numerical ocean model,” Program in Atmospheric and Oceanic Sciences, Princeton University, Princeton, NJ 08544-0710

5.1 POM (Princeton Ocean Model)簡介

POM(Princeton Ocean Model)是一個三維基本方程式的數值海洋模式, 它的主要屬性有：

(1) 包含一個隱藏的二階力矩紊流終止模式(imbedded second moment turbulence closure sub-model)以提供垂直方向的混合係數。

(2) 採用σ座標處理垂直方向的水深變化。

(3) 水平網格使用區現正交座標系統以及一個"Arakawa C"差分技巧。

(4) 水平及時間差分為外顯式，但垂直差分則為內隱式。後者消除了垂直座標的時間限制，也允許在表面及底床邊界層裡使用較細的垂直解析度。

該模式有一個自由水面及一個分離的時間間隔。模式的表面形式部份為二度空間，且根據 CFL 的條件與表面的波速使用一較短的時間間隔；而內部形式則是三度空間且依據 CFL 的條件與內部的波速使用一較長的時間間隔。

模式也配備了完整的熱力學理論(thermodynamics)。

5.2 基本方程式

基本方程式已經被調整成順著底床的 σ座標系統(如圖 5.1 所示)。σ座標系統與直角座標系統間的轉換關係為

$$x^* = x, \quad y^* = y, \quad \sigma = \frac{z-\eta}{H+\eta}, \quad t^* = t \tag{5.1}$$

式中，x，y 及 z 為傳統的直角座標；D≡H+η；H(x, y)為底床的地形變化；η(x, y; t)為表面的水位變化。因此，當 z=η時，σ=0；z=H 時，σ=1。在座標轉換為σ座標系統，並去除 x*，y*及 t*的上標*後，基本方程式可表示為

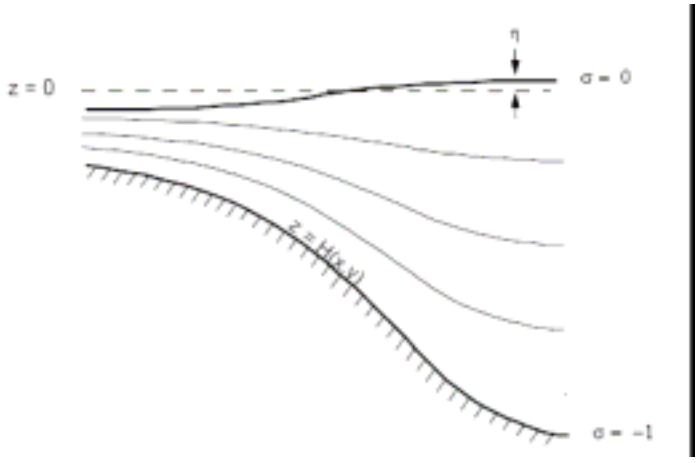


圖 5.1 σ座標系統

$$\frac{\partial DU}{\partial x} + \frac{\partial DV}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} + \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0 \tag{5.2}$$

$$\frac{\partial UD}{\partial t}+\frac{\partial U^2D}{\partial x}+\frac{\partial UVD}{\partial y}+\frac{\partial U\omega}{\partial \sigma}-fVD+gD\frac{\partial \eta}{\partial x}$$
$$+\frac{gD^2}{\rho_o}\int_\sigma^0\left[\frac{\partial \rho'}{\partial x}-\frac{\sigma'}{D}\frac{\partial D}{\partial x}\frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'}\right]d\sigma'=\frac{\partial}{\partial \sigma}\left[\frac{K_M}{D}\frac{\partial U}{\partial \sigma}\right]+F_x \tag{5.3}$$

$$\frac{\partial VD}{\partial t}+\frac{\partial UVD}{\partial x}+\frac{\partial V^2D}{\partial y}+\frac{\partial V\omega}{\partial \sigma}+fUD+gD\frac{\partial \eta}{\partial y}$$
$$+\frac{gD^2}{\rho_o}\int_\sigma^0\left[\frac{\partial \rho'}{\partial y}-\frac{\sigma'}{D}\frac{\partial D}{\partial y}\frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'}\right]d\sigma'=\frac{\partial}{\partial \sigma}\left[\frac{K_M}{D}\frac{\partial V}{\partial \sigma}\right]+F_y \tag{5.4}$$

$$\frac{\partial TD}{\partial t}+\frac{\partial TUD}{\partial x}+\frac{\partial TVD}{\partial y}+\frac{\partial T\omega}{\partial \sigma}=\frac{\partial}{\partial \sigma}\left[\frac{K_H}{D}\frac{\partial T}{\partial \sigma}\right]+F_T-\frac{\partial R}{\partial z} \tag{5.5}$$

$$\frac{\partial SD}{\partial t}+\frac{\partial SUD}{\partial x}+\frac{\partial SVD}{\partial y}+\frac{\partial S\omega}{\partial \sigma}=\frac{\partial}{\partial \sigma}\left[\frac{K_H}{D}\frac{\partial S}{\partial \sigma}\right]+F_S \tag{5.6}$$

$$\frac{\partial q^2D}{\partial t}+\frac{\partial Uq^2D}{\partial x}+\frac{\partial Vq^2D}{\partial y}+\frac{\partial \omega q^2}{\partial \sigma}=\frac{\partial}{\partial \sigma}\left[\frac{K_q}{D}\frac{\partial q^2}{\partial \sigma}\right]$$
$$+\frac{2K_M}{D}\left[\left(\frac{\partial U}{\partial \sigma}\right)^2+\left(\frac{\partial V}{\partial \sigma}\right)^2\right]+\frac{2g}{\rho_O}K_H\frac{\partial \tilde{\rho}}{\partial \sigma}-\frac{2Dq^3}{B_1 l}+F_q \tag{5.7}$$

$$\frac{\partial q^2lD}{\partial t}+\frac{\partial Uq^2lD}{\partial x}+\frac{\partial Vq^2lD}{\partial y}+\frac{\partial \omega q^2l}{\partial \sigma}=\frac{\partial}{\partial \sigma}\left[\frac{K_q}{D}\frac{\partial q^2l}{\partial \sigma}\right]$$
$$+E_1 l\left(\frac{K_M}{D}\left[\left(\frac{\partial U}{\partial \sigma}\right)^2+\left(\frac{\partial V}{\partial \sigma}\right)^2\right]+E_3\frac{g}{\rho_O}K_H\frac{\partial \tilde{\rho}}{\partial \sigma}\right)-\frac{Dq^3}{B_1}\tilde{W}+F_l \tag{5.8}$$

其中，U 及 V 為 x 及 y 方向的水平流速(m/s)；T 為溫度；S 為鹽度；f 為 Coriolis 參數(1/s)；g 為重力加速度(m/s^2)；ρ_O 為參考密度；$\tilde{\rho}$ 為垂直方向平均密度；$\partial\tilde{\rho}/\partial z$ 為垂直方向密度梯度；$\rho'=\rho-\tilde{\rho}$；R 為輻射通量的散度(divergence)；q 為紊流動能；l 為長度比例；K_M、K_H、及 K_q 為密度層所造成的垂直混和係數；ω 為σ座標的垂直流速(m/s)，其與直角座標的垂直流速關係為

$$W = \omega + U\left(\sigma\frac{\partial D}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial x}\right) + V\left(\sigma\frac{\partial D}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial y}\right) + \left(\sigma\frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial \eta}{\partial t}\right)$$

$\widetilde{W}$ 是所謂 wall proximity function，可寫為 $\widetilde{W} = 1 + E_2(l/kL)$，其中 $L^{-1} = (\eta - z)^{-1} + (H - z)^{-1}$。而 $\partial\widetilde{\rho}/\partial\sigma = \partial\rho/\partial\sigma - c_s^{-2}\,\partial p/\partial\sigma$，其中 c_s 是音速。

F_x 及 F_y 為水平方向的黏性及擴散項，定義為

$$F_x \equiv \frac{\partial}{\partial x}(H\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(H\tau_{xy}) \tag{5.9a}$$

$$F_y \equiv \frac{\partial}{\partial x}(H\tau_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(H\tau_{yy}) \tag{5.9b}$$

其中，

$$\tau_{xx} = 2A_M\frac{\partial U}{\partial x}, \quad \tau_{xy} = \tau_{yx} = A_M\left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x}\right), \quad \tau_{yy} = 2A_M\frac{\partial V}{\partial y} \tag{5.10}$$

同樣的，

$$F_\phi \equiv \frac{\partial}{\partial x}(Hq_x) + \frac{\partial}{\partial y}(Hq_y) \tag{5.11}$$

其中，ϕ代表 T、S、q_2 或 q_{2l}，而

$$q_x = A_H\frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad q_y = 2A_H\frac{\partial \phi}{\partial y} \tag{5.12}$$

在水平方向的擴散，POM 是使用 Smagorinsky Diffusivity

$$A_M = C\Delta x\Delta y\frac{1}{2}\left|\nabla V + (\nabla V)^T\right|$$

其中，$\left|\nabla V + (\nabla V)^T\right| = \left[(\partial u/\partial x)^2 + (\partial v/\partial x + \partial u/\partial y)^2/2 + (\partial v/\partial y)^2\right]^{1/2}$；C 為 HORCON 參數，其範圍為 0.10 至 0.20，但是如果計算網格太小的話，C 值可設為零。

5.3 邊界條件

式(5.2)的垂直邊界條件為

$$\omega(0)=\omega(-1)=0 \tag{5.13}$$

但是如果自由水面有水流的話(通常是淡水)，$\omega(0)\neq 0$ 。

式(5.3)及(5.4)的表面邊界條件為

$$\frac{K_M}{D}\left(\frac{\partial U}{\partial\sigma},\frac{\partial V}{\partial\sigma}\right)=-\left(\langle wu(0)\rangle,\langle wv(0)\rangle\right),\quad \sigma\to 0 \tag{5.14a}$$

其中，右式是表面紊流動量通量的輸入值。而底床邊界條件為

$$\frac{K_M}{D}\left(\frac{\partial U}{\partial\sigma},\frac{\partial V}{\partial\sigma}\right)=C_z\left[U^2+V^3\right]^{1/2}(U,V),\quad \sigma\to -1 \tag{5.14b}$$

其中，

$$C_z=MAX\left[\frac{\kappa^2}{\left[\ln\{(1+\sigma_{kb-1})H/z_O\}\right]^2},\quad 0.0025\right] \tag{5.14c}$$

而 $\kappa=0.4$ 是 Von Karman 常數；z_O 糙度參數。

式(5.5)及(5.6)的邊界條件為

$$\frac{K_H}{D}\left(\frac{\partial T}{\partial\sigma},\frac{\partial S}{\partial\sigma}\right)=-\left(\langle w\theta(0)\rangle\right),\quad \sigma\to 0 \tag{5.15a}$$

$$\frac{K_H}{D}\left(\frac{\partial T}{\partial\sigma},\frac{\partial S}{\partial\sigma}\right)=0,\quad \sigma\to -1 \tag{5.15b}$$

式(5.7)及(5.8)的邊界條件為

$$\left(q^2(0),\quad q^2l(0)\right)=\left(B_1^{2/3}u_\tau^2(0),\quad 0\right) \tag{5.16a}$$

$$\left(q^2(-1),\quad q^2l(-1)\right)=\left(B_1^{2/3}u_\tau^2(-1),\quad 0\right) \tag{5.16b}$$

其中，B_1是紊流閉合常數之一；u_τ是表層及底部的摩擦速度(friction velocity)。

相關的推導與詳細的說明可參考 POM 的使用手冊(Mellor, 2004)。

5.4 資料的輸入

POM 可以控制的輸入參數簡要說明如下：

計畫標題

title='Run 1 '

是否啟動 netCDF 的輸出處理檔

netcdf_file='pom2k.nc'

問題的類型

iproblem=1：seamount

iproblem=2：conservation box

iproblem=3：IC from file

計算狀態

mode=2：2-D calculation (bottom stress calculated in advave)

mode=3：3-D calculation (bottom stress calculated in profu,v)

mode=4：3-D calculation with t and s held fixed

水平對流計算技巧

nadv=1：Centred scheme, as originally provide in POM

nadv=2：Smolarkiewicz iterative upstream scheme, 根據 Gianmaria Sannino and Vincenzo Artale 所提供的副程式

Smolarkiewicz iterative upstream scheme 的常數：

nitera 介於 1 至 4 之間

nitera=2：預設值

nitera=1：standard upstream differencing

nitera=3：會增加 50%的 CPU time

平滑化參數

sw=0.5e0：最好為 1，但當 nitera > 1 時，0 < sw < 1 可以使得計算結果較為平滑

控制是否啟動初期 restart input 檔案

nread=0: 不啟動 restart input file

nread=1: 啟動 restart input file

根據 CFL 法則訂定的 External (2-D) time step (secs.)

dte=6.e0

比例值<Internal (3-D) time step>/<External (2-D) time step>

isplit=30：dti/dte; dimensionless

模式初期運算(initial run)的起始日期與時間

time_start='2000-01-01 00:00:00 +00:00'

說明：格式為[YYYY-MM-DD HH:MM:SS <+/->HH:MM]

其中，YYYY-MM-DD HH:MM:SS 為格林威治標準時間(UDUNIT)；"<+/->HH:MM"是時區。

計算的時間長度(以天為單位)

days=0.025e0

起始列印的時間(以天為單位)

prtd1=0.0125e0

最終列印的時間(以天為單位)

prtd2=1.e0

列印的時間間距

swtch=1000.e0

列印時在 i 軸方向的輸出間距

iskp=4

列印時在 j 軸方向的輸出間距

jskp=3

inertial ramp 的使用與否

lramp=.true.：if inertial ramp to be applied to wind stress and baroclinic forcing

lramp=.false.：otherwise

參考之水密度

rhoref=1025.e0：建議海水為 1025；淡水為 1000。

氣溫偏差

tbias=0.e0：單位為℃

鹽度偏差

sbias=0.e0

重力加速度

grav=9.806e0

von Karman 常數

kappa=0.4e0

底床粗糙度

z0b=.01e0：單位為 m

最小底床摩擦係數

cbcmin=.0025e0

最大底床摩擦係數

cbcmax=1.e0

Smagorinsky 擴散性係數

horcon=0.2e0

逆向水平紊流 Prantle 數

tprni=.2e0：

說明：ah/am 為無因次量。當 tprni=0.e0 表示沒有水平方向擴散。

背景黏滯性係數(用於副程式 profq, proft, profu 及 profv)

umol=2.e-5

輻射邊界條件中的最大深度

hmax=4500.e0：單位為 m

最大的 vaf 值(用於檢核 CFL 法則)

vmaxl=100.e0

相鄰兩個計算無因次網格之最大容許(深度變化差值/深度總和)之比值

slmax=2.e0：用於副程式 slpmax。如果 slmax >= 1，將不執行 slpmax。

定義介於表面至底床間之對數分層(logarithmic layers)個數

kl1=6

kl2=kb-2

說明：對數分層的數目為水表面 kl1-2 層以及底床 kb-kl2-1 層。如果沒有對數部份，則設 kl1=2 及 kl2=kb-1:

水的型式(用於副程式 proft)

ntp=1：Jerlov water type i

ntp=2：Jerlov water type ia

ntp=3：Jerlov water type ib

ntp=4：Jerlov water type ii

ntp=5：Jerlov water type iii

表面溫度邊界條件(用於副程式 proft)

nbct=1：規定通量

nbct=2：規定通量及有短週期波侵入

nbct=3：規定溫度

nbct=4：規定溫度及有短週期波侵入

表面鹽度邊界條件(用於副程式 proft)

nbcs=1：規定通量

nbcs=3：規定鹽度

更新 external (2-D) mode 對流項的計算間隔數

ispadv=5

使用在避免計算結果分離的 temporal filter 常數

smoth=0.10e0

在 external (2-D)動力方程式中表面坡度項所使用的加權值

alpha=0.225e0：

說明：alpha=0.e0 表示可完全接受的，但 alpha=0.225e0 容許使用較長的時間間隔

aam 的初期值

aam_init=500.e0

5.5 計算結果的輸出

POM 計算結果的輸出包含指定時間的水位場、水流場、溫度場及鹽度場的變化。

5.6 使用範例

POM 的使用屬於全球性的，此處僅引用日本及美國 Princeton 大學所發展的模式系統為例。

5.6.1. 日本的 JCOPE 海洋預報系統

The JCOPE ocean forecast system

Yasumasa Miyazawa and Toshio Yamagata

(FRSGC/JAMSTEC) (FRSGC/JAMSTEC and The Univ. of Tokyo)

INTRODUCTION

Recent development in the global ocean observation system such as the ARGO enables us to effectively forecast oceanic conditions on a real-time basis. As a part of the Japan Coastal Ocean Predictability Experiment (JCOPE), we have developed a high-resolution ocean forecast system. The routine prediction of oceanic variation ('ocean weather forecast'), combining with in-situ verifications, will significantly contribute to improve atmosphere-ocean models for prediction of longer-term climate change.

MODEL

The present ocean model is based on one of world community models, which is called Princeton Ocean Model (POM). A high-resolution, regional model with spatial grid of 1/12 degree and 35 sigma levels is embedded in a low-resolution basin-wide model with spatial grid of about 1/4 degree and 21 sigma levels (Fig.1). The former model domain covers the northwestern Pacific ocean(117E-180E, 12N-56N) and its lateral boundary condition is specified using the one-way nesting method (Guo et al., 2003) from the latter model. The model is driven by wind stresses, and heat and salt fluxes. The wind stress and heat flux field are calculated from the 6-hourly NCEP/NCAR reanalysis data and the QuikSCAT Near-Realtime (NRT) data product using the bulk formula. The salinity at the surface is restored to the monthly mean climatology with a time scale of 30 days. Synoptic variations in the northwestern Pacific ocean are well simulated using the high-resolution model (Miyazawa et al.,2002).

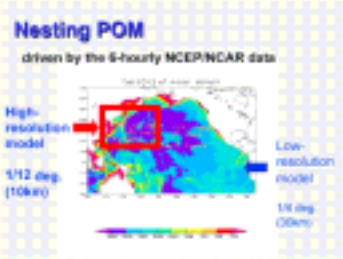


Figure 1. Bottom topography of the JCOPE model

FORECAST SYSTEM

Using an optimum interpolation (OI) method, weekly mean various data are created from sea surface height anomaly (Jason-1 and Geosat Follow On), sea surface temperature (NOAA/AVHRR), and subsurface temperature/salinity profiles including the ARGO data (GTSPP). To consistently assimilate those data into the model, the multivariate optimum interpolation method is adopted to estimate the analysis data of temperature/salinity in vertical column. The analysis data are smoothly introduced into the model using the Incremental Analysis Update(IAU). Two months forecast run driven by the monthly mean climatological surface forcing is weekly updated.

DATA ASSIMILATION

The data assimilation creates the initial state with root mean square (RMS) error of about 1 deg.C for temperature and 0.2 psu for salinity (Fig.2). Magnitude of the RMS error, which depends on the simulation skill, the assimilation method and the quality of the data, is consistent with that of the OI error (not shown).

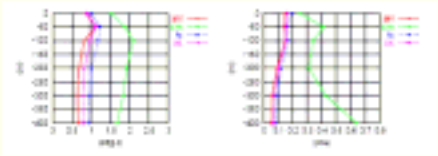


Figure 2. Vertical profiles of RMS error for temperature (left) and salinity (right) during the period from 6 Sep. 2002 to 26 Feb. 2003. 'anl': analysis(assimilation), 'sim': simulation, '3c': 3.5 days forecast, 'pc': persistence for 3.5 days forecast.

Assimilating subsurface temperature/salinity profiles improves the surface high-salinity water distribution in the subtropical front as well as meso-scale features associated with variations of the Kuroshio and the Kuroshio Extension (Fig.3).

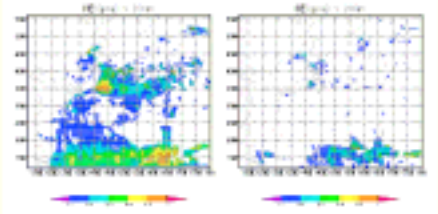


Figure 3. RMS error for salinity at 200m during the period from 6 Sep. 2002 to 26 Feb. 2003. Left: simulation. Right: assimilation.

FORECAST

The system has shown a forecasting skill of about one month during the real-time experiment in 2003 (Fig.4:left). In particular, the system has successfully predicted a small meander propagating eastward along the Kuroshio south of Japan during March-May 2003 (Fig.4:right and Fig.5). However, the right panel of Fig.4 shows that the system failed to predict a rise of the sea level difference between Kushimoto and Uragami in June 2003 due to decay of the meander. Increasing vertical levels of the model, we are trying to improve the forecasting skill for this event.

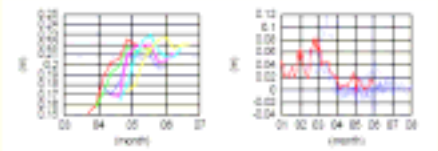


Figure 4. Results from the forecast in 2003. Left: evolutions of RMS error for sea surface height anomaly. Right: evolutions of sea level difference between Kushimoto and Uragami. Dotted lines (blue): forecasts. Thick line (red): assimilation.

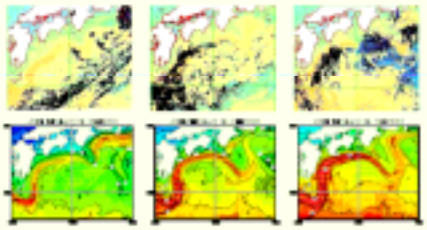
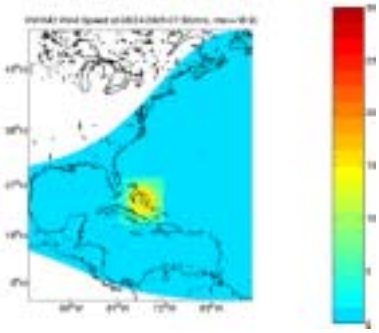


Figure 5. Snapshots of sea surface temperature from 26 April to 9 May 2003. Upper: observation from the NOAA satellites provided by the Japan Coastal Guard. Lower: forecast of the JCOPE system from 16 APR. 2003.

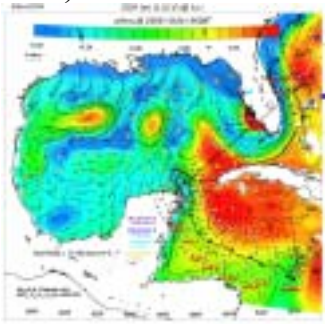
5.6.2. Princeton 大學的 PROFS(the Princeton Regional Ocean Forecast System)

PROFS 是 Princeton 大學根據 POM 發展的一個可追報、現報及預報的海洋模式，目前已經有一個即時預報的系統正在測試中。PROFS 的目標是針對海岸水域(coastal oceans)及半封閉性海洋(semi-enclosed seas)，例如墨西哥灣、加勒比海、Santa Barbara 水道及 Santa Monica 海灣等，根據實際的海洋環境建置巢狀網格、資料同化及高解析度的大氣模式，發展一套高解析度及精確度的數值模式，模式的計算品質隨時利用歸測值進行監督與評估。

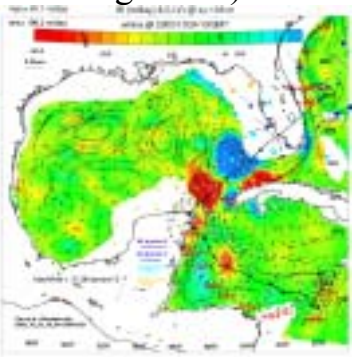
範例：Nowcast/Forecast of Gulf of Mexico Loop Current and Eddies (Experimental)--Ocean Forecasts for Hurricane Wilma



Tracks and Wind Speed for Hurricanes Katrina, Rita and Wilma, Aug-Oct, 2005. (data from NOAA Hurricane Research Div.)



Surface height, SSH, from simulation of Wilma (Blue/Red for Low/High SSH)



Vertical velocity, W, from simulation of Wilma (Blue/Red for Up/Downwelling)

5.7 基本資料的準備

在進行 POM 的潮流模擬之前，首先要準備包含水深地形、風場、鹽度場及溫度場的資料檔案(IC.DAT)，檔案的內容依序包含

Z：σ座標系統下的水深分割值

ZZ：σ座標系統下的水深分割點的中點值

DZ：相鄰水深分割點的差值

DZZ：相鄰水深分割中點的差值

ALON：水平面上網格點的經度值(以由下而上、由左而右輸入)

ALAT：水平面上網格點的緯度值(以由下而上、由左而右輸入)

H：網格點上之水深值

T：網格點上之溫度值(溫度場；包含各個水深)

S：網格點上之鹽度值(鹽度場；包含各個水深)

RMEAN：網格點上之平均密度值(平均密度場；包含各個水深)

WUSUR：網格點上之 x-方向表面風速值

WVSUR：網格點上之 y-方向表面風速值

由於該檔案每列資料的固定輸入格式為 8E12.4，而且皆是計算網格節點上的值，因此對於各項相關的數值如水深、溫度、鹽度；E 密度、及風速，由於其來源不同，解析度也不同，因此必須先經過 GRID.F 程式的處理。在 GRID.F 程式中除了以橢圓函數曲線方程式進行各相關數值的內插至計算節點網格外，也協助將資料以符合 POM 程式所需的格式儲存。目前 GRID.F 建議至美國海洋及大氣署(NOAA)的 NGDC 網站下載 ETOPO5 或 ETOPO2 的水深地形資料，而鹽度場及溫度場則可至 NOAA 的 NODC 網站下載 WOA(World Ocean Atlas)資料庫。

就目前規劃及準備階段中發現由於 GRID.F 中預設了許多參數，例如基本的計算範圍在美國大陸附近的水域(在程式裡面設有固定的經緯

度)；水深地形以預設為 ETOPO5，因此水深地形格網的解析度為 5’；鹽度及溫度場的輸入則屬於 1°的解析度。在要將相關資料內插至計算網格上時， GRID.F 係採用橢圓函數關係進行內插，然而此一措施可能也造成平滑化的處理，使得陡變的地形被平滑掉。由於台灣附近海域水深地形屬於多變的特性：西部平緩，但東部複雜。如果讓 GRID.F 進行自動分割的話，則可能造成數值模擬地形的扭曲。在後續的研究裡必須加以探討。

第六章 結　論

在本年度的工作裡，分別進行了下列的工作項目：

(1) 波壓與波高轉換函數的相關水工模型平面試驗

從各個不同的角度持續探討波壓與波高轉換函數的關係。本年度原預定規劃進行相關的模型試驗，包含在平面水槽設置部份開口之矩形港池，並視需要調整港外的海底地形坡度，進行不同入射方向所造成之港外入反射波場及港內多次反射波場之波壓與波高的轉換關係的探討。以及在斷面水槽進行水面波動與波壓在空間中的關係。但由於試驗水槽另有重要任務以及人力時間調配的問題，以致本年度無法排入時程。目前由於波浪條件的組數仍不足夠，因此無法得到肯定而具體的結論。在後續的研究中將持續進行。

(2) 進行花蓮港現場波浪觀測的資料分析與波浪特性統計

本年度分別於 4 月、6 月及 8 月共進行了三次的現場聯合觀測，觀測站涵蓋蘇澳港、花蓮港、鹽寮漁港、石梯漁港、及金樽漁港。其中除了蘇澳港因為儀器故障而無法獲取資料外，其餘各站均獲得數筆 15000 秒的觀測資料。在分析及比較中發現，花蓮港內除了一般重力波以外，尚有因為港池特性所激發的振盪(週期介於 30 秒至 1250 秒之間)，以及高於 1250 秒至 7500 秒的極長週期成分。後者成分波，在其他漁港內也可收集到顯示一個港灣內的波動包含了風波、因為港池特性所激發的振盪波、以及來自外海的極長週期波動。

(3) 以理論頻譜進行不規則波的港灣波動數值模擬

本年度建構了不規則波之港灣波動數值模式，並進行模擬與相關討論。在模擬中，除了進行理論頻譜的模擬外，也嘗試加入極長週期(例如 1134 秒)的獨立成分波。在試驗中發現即使是 10 公分的

波高，也可能使得極長週期的波動主導整個港內的水域波動。

(4) 規劃及設計三維潮流數值模式

配合 POM 模式的需求，以及花蓮港的特性建置花蓮港附近水域的三維潮流模式。目前已經收集了相關的資料與程式，但由於台灣附近的水深地形變化很大，而且有關風場及近岸水深地形的資料格式又與 POM 的預設格式不同，目前正進行必要的程式設計與修改。

參考文獻

1. Baquerizo, A. and Losada, M. A.(1995), “Transfer function between wave height and wave pressure for progressive waves, by Y-Y Kuo and J-F Chiu: comments,” coastal Engineering, Vol. 24, pp.351-353.
2. Bergan, A. O., Torum, A. and Traetteberg, A.(1968), “Wave measurements by pressure type wave gauge,” Proceedings of the Eleventh Coastal Engineering conference, ASCE, London, Vol. 1, pp. 19-29.
3. Biesel F.(1982) “Second order theory of manometer wave measurement”. Proceedings of the 18th International Conference on Coastal Engineering, pp.129-135.
4. Bishop, C. T. and Donelan, M. A.(1987), “Measuring waves with pressure transducers,” Coastal Engineering, Vol. 11, pp.309-328.
5. Cavaleri, L., Ewing, J. A. and Smith, N. D.(1978), “Measurement of the pressure and velocity field below surface waves,” in Turbulent Fluxes through the Sea Surface, Wave Dynamics and Prediction, Plenum Press, New York, pp.257-272.
6. Cavaleri, L.(1980), “Wave measurement using pressure transducer”. Oceanal. Acta, 3(3), pp.339-945.
7. Chen, H. S.,(1990), “Infinite Elements for Water Wave Radiation and Scattering,” International Journal for Numerical Methods in Fluids, Vol. 11, pp.555-569.
8. Esteva, D. and Harris, D. L.(1970) “Comparison of pressure and staff wave gage records,” Proceedings of the twelfth Coastal Engineering Conference, ASCE, Vol. 1, pp.101-116.
9. Forristal, G. Z.(1982), “Subserface wave-measuring systems,” in: Measuring Ocean Waves, National Academy Press, Washington, D.C., pp.194-209.

10. Forristall, G.Z.(1987) “On the ststistical distribution of wave heights in a storm”. Journal of Geophysival Reserch, Vol.83, No.C5, pp.2253-2358.

11. Gabriel D. W. and T. S. Hedges(1986) “Effects of currents on interpretation of sub-surface pressure spectra”, Journal of Coastal Engineering, Vol. 10. No.3, pp.309-323.

12. Grace, R.A.(1970) “How to measure waves”. Ocean Ind., 5(2).pp.65-69.

13. Grace R. A.(1978) “Surface wave heights from pressure records”. Journal of Coastal Engineering, Vol. 2. No. 1. pp.55-67.

14. Hameed T. S. S.(1985) and M. Baba, “Wave height distribution in shallow water”. Journal of Ocean Engineering, Vol. 12, No. 4, pp.309-319.

15. Hom-ma, M. Horikawa, K. and Komori, S.(1966), “Response characteristics of underwater wave gauge,” Proceedings of the Tenth Coastal Engineering Conference, ASCE, New York, Vol. 1, pp.99-114.

16. Huang, M.-C. and Chen, J-Y.(1998), “Wave direction analysis from data buoys,” Ocean Engineering, Vol. 25(8), pp.621-637.

17. Huang, M.-C.,(2001), “Comparison of pressure transfer functions,” 海洋工程學刊，第 1 卷，第 1 期，第 23-34 頁

18. Lee, D.-Y. and Wang, H.(1984), “measurement of surface waves from subsurface gage,” Proceedings of the Nineteenth Coastal Engineering Conference, ASCE, Tokyo, Vol. 1, pp.271-286.

19. Lin, J. G.,(1995), “Statistical Properties of Wave Conditions in Harbors,” Department of Civil Engineering, North Carolina State University, USA.

20. Nielsen P.(1986), “Local approximations: A new way of dealing with irregular waves”. Proceedings of the 20th International Conference on Coastal Engineering, pp.633-646.

21. Seiwell, H.R.(1947), “Investigation of underwater pressure records and simultaneous sea surface patterns”, Trans. Am. Geophys. Union, Vol.28, pp.722-724.

22. Wang H., D.-Y. Lee and Allen Garcia(1986), “Time series surface-wave recovery from pressure gage”. Journal of Coastal Engineering, Vol. 10, No.4, pp.379-393.

23. 郭一羽(1983), “不規則波浪水中波壓特性的研究”, 中國工程學刊第六卷第一期, pp.1-8。

24. 簡仲璟、郭一羽、黃啟天(1990), “水中波壓與水位變化之相關係研究”, 第十二屆海洋工研討會論文集, pp.336-351。

25. 邱永芳、郭一羽、簡仲璟(1993), “海洋波浪之波高與波壓間的轉換函數”, 港灣技術第八期, pp.69-85。

26. 張金機、曾相茂(1993),「花蓮港港池不穩靜初步調查研究」, 第 15 屆海洋工程研討會, 第 489~502 頁。

27. 黃家祥(1993), “水中波壓之實驗研究”, 國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。

28. 張金機、曾相茂(1995),「花蓮港港池不穩靜初步調查研究」, 第 17 屆海洋工程研討會暨兩岸港口及海洋工程研討會, 第 131~143 頁。

29. 蘇青和、陳明宗(1995),「花蓮港港池之共振特性探討」, 第 17 屆海洋工程研討會, 第 113~128 頁。

30. 張炯殷(1995), “現場觀測的水中波壓轉換為水面波浪之研究”, 國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。

31. 簡仲璟、邱永芳(1996),「花蓮港港灣設施改善計畫之研究-模型試驗」, 專刊 127 號, 交通處港灣技術研究所。

32. 張金機(1996),「花蓮港港灣設施改善計畫之研究-綜合改善方案」,

專刊 131 號，交通處港灣技術研究所。

33. 曾相茂、簡仲璟(1996),「花蓮港海域海象現場調查與分析」，花蓮港港池振盪及其改善方案研討會，第 31~59 頁，交通處港灣技術研究所。

34. 蘇青和、蔡丁貴、張金機(1996),「花蓮港港灣設施改善計畫之研究-數值模擬」，專刊 128 號，交通處港灣技術研究所。

35. 林炤圭、陳炫杉(1996),"外海底床坡度在港灣波動模擬上的影響"，第 18 屆海洋工程研討會，pp.55~62。

36. 曾相茂(1998),「台灣海域海岸現象調查與及時回報系統建立之應用研究」，87-研(三)，交通處港灣技術研究所。

37. 簡仲璟、曾相茂(1999),「花蓮港颱風波浪特性研究」，第 21 屆海洋工程研討會，第 55~62 頁。

38. 蕭松山、王昭文、方惠民、陳建興(2000),「雙互換邊界元素法解析花蓮港港池波動問題」，第 22 屆海洋工程研討會，第 327~334 頁。

39. 莊文傑(2000),「亞重力波與花蓮港之波動共振」，港灣報導，第 54 期，第 26~33 頁，交通處港灣技術研究所。

40. 莊文傑、江中權(2000),「亞重力波引起花蓮港之共振機制與對策」，第 22 屆海洋工程研討會，第 578~585 頁。

41. 邱永芳、蔡金吉、張金機(2000),「花蓮港商漁港分道與港池穩靜水工模型試驗研究-水工模型試驗報告」，MOTC-IOT-IHMT-CE-8801，交通處港灣技術研究所。

42. 李兆芳(2001),「港池振盪之數值模擬計算」，2001 海洋數值模式研討會，第 4-1~4-20 頁。

43. 李兆芳、劉正琪、張憲國(2001),「港池振盪之數值模擬計算」，海

洋工程學刊，第一卷第一期，第 1~22 頁，海洋工程學會。

44. 郭一羽、林明儀、曾相茂(2002),「花蓮港池振盪現象的探討」，海洋工程學刊，第二卷第一期，第 55~71 頁，海洋工程學會。

45. 邱永芳、蔡瑤堂、張富東、蔡金吉(2003),「花蓮港商漁分道之可行性研究」，第 25 屆海洋工程研討會，第 897~902 頁。

46. 邱永芳、蔡金吉、張富東(2003),「花蓮港長浪防治之試驗研究」，第 25 屆海洋工程研討會，第 655~660 頁。

47. 張憲國、林立青(2003),「花蓮港港池振盪之頻率與振幅辨識模式」，第 25 屆海洋工程研討會，第 103~110 頁。

48. 蘇明陽(2003),「花蓮港港池振盪入射波種類之探討及建議」，第 25 屆海洋工程研討會，第 917~923 頁。

49. 陳松輝(2003), “水中波壓與水面波浪間轉換函數之研究”, 成功大學水利及海洋工程學系碩士論文。

50. 涂宗男(2005), “不規則波作用下港灣波動之數值分析研究”, 海洋大學河海工程學系碩士論文。

第二子計畫

港灣環境資訊網規劃與建置維護(1/3)

著者：林廷燦、簡仲璟、陳明宗、劉清松

Part 2

港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）

摘　要

本計畫之主要為以下各項：

一、建置一個由關聯式資料庫管理系統所構成的海情資料庫，以彙整現場觀測所得之風速、風向、潮位、波高、週期、流速、流向、及數值模擬計算所得之港區附近海域海象預報資訊。

二、整合海氣象觀測子系統及數值預報子系統之系統介面控制軟體開發。

三、規劃設計建置高雄港即時影像監視及傳輸通訊系統，並可透過網頁查看即時影像。

四、擴充建置港灣環境資訊管理系統，以確保整體系統運作之穩定性、資料品質可靠性以及系統保密與安全性。

計畫完成後，預計可以達成以下之成果：

一、港灣環境資訊內容具全面性、一致性、流通性及方便性，同時達到資訊整合、精確與即時之目的。

二、建立國內各主要港口「港灣環境資訊系統」之查詢下載網站，隨時提供各相關單位參考，以提昇港埠營運效能。

三、整合港區附近海域涵蓋面式海象預報資訊及現場海氣象觀測即時資料，提供給船舶交通服務系統，以增進船舶近出港操航安全。

四、提供各種可能發生之惡劣環境條件下的港灣水理特性，以快速研擬突發狀況之緊急因應對策。

關鍵詞：港灣環境、關聯式資料庫、即時影像、海氣象

Construction and Maintenance for Harbor Environment Information System（1/3）

ABSTRACT

The important tasks of this project are as follows:

1. Building a relational database of oceanography, which can store data obtained from in-situ observations, such as wind speeds, wind directions, tide levels, wave heights, frequency, current speeds and current directions, as well as the values obtained from simulations about forecast information through an ocean model at harbors.
2. Development of an interface on integrating sub-system of oceanographic observation and forecast.
3. Planning for construction of a real-time video monitoring and transmitted communication system in Kaohsiung Harbor, as well as checking real-time images via Web page.
4. Expansion on constructing harbor environment information management system, which ensures stability, reliability, security and safety of the whole system.

After the completion of the project, the following results are expected to be achieved:

1. The content of harbor environment information will be thorough, consistent, circulating and convenient, and achieving the purpose of information integration, precision and promptness.
2. Establishment of “the harbor environment information system” Web site of each major harbor in Taiwan for information / data searching and downloading. The Web provides information for the authorities concerned all times to improve the efficiency of harbor operation.
3. Integrating forecast information about sea around harbor and real-time information of observation, which provides the Ship Transportation System to enhance safety for ships entering and exiting the harbor.
4. Providing various possible harbors’ hydrodynamic characteristics under severe weather condition for rapidly drafting emergent solutions at an unexpected moment.

KEY WORDS: Harbor environment , Relational database , Real-time video monitoring , Oceanography

港灣環境資訊網規劃與建置維護(1/3)

目　錄

中文摘要.....I

英文摘要.....II

目錄.....III

圖目錄.....V

第一章 前言.....1-1

1.1 計畫背景.....1-1

1.2 計畫內容與工作項目.....1-3

1.3 港灣環境資訊網站.....1-4

1.4 工作方法與進行步驟.....1-5

1.4.1 工作方法.....1-5

1.4.2.進行步驟.....1-6

1.5 預期成果.....1-8

第二章 整體計畫架構.....2-1

2.1 資訊系統架構.....2-1

2.2 軟體系統架構.....2-3

2.2.1 關聯式資料庫.....2-3

2.2.2 應用軟體系統.....2-7

2.2.3 系統開發工具.....2-8

第三章 計畫執行成果.....3-1

3.1 海情資料庫管理系統.....3-1

3.1.1 海氣象即時觀測資料庫.....3-1

3.1.2 數值模擬資料庫.....3-11

3.2 海氣象即時觀測資料統計.....3-22

3.3 數值模擬資料庫圖表.....3-25

3.4 海氣象預報單.....3-38

3.5 XML 標準語言.....3-41

3.5.1 標準架構.....3-41

3.5.2 海氣象 XML 輸出介面.....3-43

3.6 地震監測系統.....3-44

3.7 即時影像監視及傳輸通訊系統.....3-47
3.7.1 高雄港即時影像系統規劃.....3-47
3.7.2 高雄港即時影像系統建置成果.....3-49
3.8 港灣環境資訊管理系統.....3-56
3.8.1 港灣環境資訊網頁更新.....3-56
3.8.2 其他系統修正.....3-57
3.9 資料圖層展示評估.....3-62
3.9.1 數值模擬場數值.....3-62
3.9.2 即時觀測逐時變化資料.....3-68
3.10 港灣環境資訊網 PDA 版評估.....3-74
第四章 結論與未來工作.....4-1
參考文獻.....5-1
附錄 A、高雄港即時影像傳輸系統建置規範說明.....A-1
附錄 B、資料庫備份與還原作業.....B-1
附錄 C、海氣象資料庫資料筆數統計.....C-1
附錄 D、海氣象資料檢核資料.....D-1
附錄 E、工作會議紀錄.....E-1
附錄 F、ESRI ArcGIS Brochures F-1
附錄 G、Surfer 8 Brochures G-1

圖 目 錄

圖 1-1 港灣環境資訊網站..... 1-4
圖 1-2 進行步驟流程圖..... 1-6
圖 2-1 伺服主機架構圖..... 2-1
圖 2-2 微軟 SQL Server 2000 資料庫系統軟體架構..... 2-5
圖 2-3 應用軟體開發架構圖..... 2-7
圖 2-4 軟體開發工具架構圖..... 2-8
圖 3-1 觀測資料收集作業示意圖..... 3-1
圖 3-2 觀測資料檔案設定圖..... 3-3
圖 3-3 觀測資料檔案讀取設定圖..... 3-3
圖 3-4 資料轉檔異常通知設定圖..... 3-4
圖 3-5 觀測資料轉換作業示意圖..... 3-5
圖 3-6 觀測資料轉換作業狀況圖..... 3-6
圖 3-7 資料庫事件資料記錄狀況圖..... 3-6
圖 3-8 資料品管作業模式圖..... 3-7
圖 3-9 資料品管設定作業圖..... 3-7
圖 3-10 即時觀測資料庫..... 3-8
圖 3-11 即時觀測資料表 1..... 3-8
圖 3-12 即時觀測資料表 2..... 3-8
圖 3-13 即時觀測資料表 3..... 3-9
圖 3-14 即時觀測資料表 4..... 3-9
圖 3-15 安平港海氣象即時觀測網頁..... 3-10
圖 3-16 海情資料庫整體運作架構圖..... 3-11
圖 3-17 海氣象即時觀測資料結轉至中山大學 FTP 站..... 3-13
圖 3-18 數值模擬計算資料檔案..... 3-13
圖 3-19 數值模擬計算資料檔案資料格式..... 3-14
圖 3-20 數值模擬計算資料庫..... 3-16
圖 3-21 數值模擬計算資料表..... 3-16
圖 3-22 數值模擬計算資料表 Schema..... 3-17
圖 3-23 海氣象觀測資料統計圖使用介面..... 3-22
圖 3-24 流向時間區間統計圖 1..... 3-22
圖 3-25 流向時間區間統計圖 2..... 3-23
圖 3-26 波高、週期時間區間統計圖..... 2-23
圖 3-27 波向時間區間統計圖..... 3-24
圖 3-28 風速及風向時間區間統計圖..... 3-24
圖 3-29 數值模擬資料統計圖統計圖使用介面..... 3-25

圖 3-30 海氣象數值模擬資料查詢(選擇單一種類資料)..... 3-25
圖 3-31 海氣象數值模擬資料歷線圖與數值資料(花蓮港潮位)..... 3-26
圖 3-32 海氣象數值模擬資料歷線圖與數值資料(基隆港波高)..... 3-26
圖 3-33 海氣象數值模擬資料查詢(潮位)..... 3-27
圖 3-34 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(花蓮港、基隆港潮位)..... 3-28
圖 3-35 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(高雄港、蘇澳港潮位)..... 3-28
圖 3-36 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(台中港潮位)..... 3-29
圖 3-37 海氣象數值模擬與即時觀測資料整合(花蓮港、基隆港潮位)..... 3-29
圖 3-38 海氣象數值模擬與即時觀測資料整合(基隆港、高雄港潮位)..... 3-30
圖 3-39 海氣象數值模擬與即時觀測資料整合(台中港潮位)..... 3-30
圖 3-40 海氣象數值模擬資料查詢(波高)..... 3-31
圖 3-41 海氣象數值模擬資料查詢-72 小時..... 3-31
圖 3-42 海氣象數值模擬資料查詢(週期)..... 3-32
圖 3-43 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(花蓮港、基隆港週期)..... 3-32
圖 3-44 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(高雄港、蘇澳港週期)..... 3-33
圖 3-45 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(花蓮港、基隆港波向)..... 3-33
圖 3-46 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(高雄港、蘇澳港波向)..... 3-34
圖 3-47 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(蘇澳港、台中港波向)..... 3-34
圖 3-48 海氣象數值模擬資料查詢(by 港口)..... 3-35
圖 3-49 海氣象數值模擬資料查詢(花蓮港-潮汐、波高)..... 3-35
圖 3-50 海氣象數值模擬資料查詢(基隆港-潮汐、波高)..... 3-36
圖 3-51 海氣象數值模擬資料查詢(高雄港-潮汐、波高)..... 3-36
圖 3-52 海氣象數值模擬資料查詢(蘇澳港-潮汐、波高)..... 3-37
圖 3-53 海氣象數值模擬資料查詢(台中港-潮汐、波高)..... 3-37
圖 3-54 氣象預報單設定操作介面..... 3-38
圖 3-55 整合數值模擬資料於圖表中..... 3-38
圖 3-56 海氣象測報單製作設定..... 3-39
圖 3-57 報表輸出格式..... 3-39
圖 3-58 報表列印說明..... 3-40
圖 3-59 XML 基礎標準架構圖..... 3-42
圖 3-60 海氣象 XML 資料轉出介面..... 3-43
圖 3-61 海氣象 XML 資料轉出(潮汐)..... 3-43
圖 3-62 地震監測系統..... 3-44
圖 3-63 地震監測系統測站選擇..... 3-44
圖 3-64 地震監測系統資料查詢結果..... 3-45
圖 3-65 地震監測系統資料查詢結果 2..... 3-45
圖 3-66 地震監測系統測站位置查詢 1..... 3-46

圖 3-67 地震監測系統測站位置查詢 2..... 3-46
圖 3-68 高雄港平面圖 3-47
圖 3-69 高雄港即時影像通訊架構圖 3-48
圖 3-70 即時影像傳輸整體通訊架構圖 3-48
圖 3-71 高雄港第一港口..... 3-49
圖 3-72 高雄港第二港口..... 3-49
圖 3-73 高雄港第一港口即時影像..... 3-50
圖 3-74 高雄港第二港口即時影像..... 3-50
圖 3-75 即時影像整合畫面..... 3-51
圖 3-76 高雄港第一港口即時影像網頁查詢..... 3-52
圖 3-77 高雄港第二港口即時影像網頁查詢..... 3-52
圖 3-78 台北港即時影像網頁查詢..... 3-53
圖 3-79 儲存容量計算表 1(30 天)..... 3-53
圖 3-80 儲存容量計算表 2(365 天)..... 3-54
圖 3-81 即時影像通訊頻寬架構圖..... 3-55
圖 3-82 港灣環境資訊新網頁風格..... 3-56
圖 3-83 網頁頁面修改 1 3-57
圖 3-84 網頁頁面修改 2 3-57
圖 3-85 網頁頁面修改 3 3-58
圖 3-86 網頁頁面修改 4 3-58
圖 3-87 WebGIS 工作概念圖 3-63
圖 3-88 WebGIS 系統發展架構圖 3-64
圖 3-89 Surfer Suite 8.0 3D 圖..... 3-65
圖 3-90 Surfer Suite 8.0 等高線圖..... 3-65
圖 3-91 ESRI ArcGIS 產品架構圖..... 3-66
圖 3-92 波向、水位及流向圖..... 3-67
圖 3-93 玫瑰圖..... 3-68
圖 3-94 基隆港風向玫瑰圖..... 3-69
圖 3-95 Windows CE.NET 執行畫面 3-75
圖 3-96 PDA 觀看即時影像及數值示意圖..... 3-76

第一章 前言

1.1 計畫背景

台灣為海洋之島人民生活與及開發「海洋資源」、「發展航運」等均需長期收集可靠之「海氣象」及「港灣水理」資料作為依據。

因此，港灣技術研究中心已於 92 年『海情展示及即時資訊傳輸控制系統建置規畫』、93 年『海情展示及即時資訊傳輸控制系統建置(第一階段)』、94 年『港灣環境即時資訊傳輸控制系統建置研究』等計畫已完成：

1.海氣象即時觀測系統資料收集、傳輸及資料庫的建立。

2.於即時影像部份已完成基隆港及花蓮港即時影像系統建置。

3.配合「近岸數值模擬系統之建立(2/4)」已完成潮位之整合。

上述已將台灣各國際港之海氣象與港灣水理資料，以靜態或動態方式，透過資訊網路即時提供給港灣管理單位、國內外船舶業者及有關人員查詢，達到資訊分享、整合、應用之目的。

目前港灣自然環境資訊是以提供港區觀測站所量測到之該測點即時資訊，並非港區全面式的即時資訊。船舶在進出港的航行中是最危險時刻，此乃港區之水理特性，常因港灣結構物的影響，而有局部性的效應產生，此對船舶進出港的操航安全有極大之影響。因此提供少數測點資訊是不足的，必須進一步提供全面性之即時港灣水理資訊，對上述問題的解決才可能有幫助。

換言之，必須整合即時觀測與數值模計算結果建立具有全面性、即時性與預測性之港區環境資訊，同時與船舶交通服務系統連結，以提供給港灣管理單位、船長、引水人等，使其對港區之自然環境狀況能有較確實完整的掌握。

如此進港船隻錨泊管理、操航安全與港灣危機（船隻碰撞及擱淺、漏油污染、危險品爆炸失火等）處理，才能擬定適當之處置措施。

為順利將上述海氣象現場觀測即時資料與數值模式計算預報資訊加以系統整合，以建置港灣環境資訊系統，提供港埠管理單位、全國災害防救中心及中央主管機關查詢。藉此，迅速、準確獲得各港區海域之海氣象即時與預報資訊，擬定適當之因應對策。

1.2 計畫內容與工作項目

本計畫預定執行三年，本年之主要工作項目包括：

1. 擴充建置及維護一個由 Microsoft SQL Server 2000 關聯式資料庫管理系統所構成的海情資料庫，以彙整現場觀測（五個國際港）及數值模擬計算所得之港區附近海域海象預報資訊，包括風速、風向、潮位、波高、週期、流速及流向等。

2. 海氣象觀測子系統及數值預報子系統之系統整合介面控制軟體擴充。

3. 港區地震觀測子系統之整合介面控制軟體建置。

4. 建置高雄港即時影像監視及傳輸通訊系統，並可透過網頁查看即時影像及作選擇性自動錄影與歷史影像查詢規劃。

5. 擴充建置港灣環境資訊管理系統，以確保整體系統運作之穩定性、資料品質可靠性以及系統保密與安全性。

6. 擴充建置港灣環境即時資訊展示系統之查詢及資訊下載網站，透過資訊網路即時提供給港灣管理單位、國內外船舶業者及相關研究人員查詢及下載。

7. 提供系統規劃設計書、系統建置報告書、系統操作及維護手冊等文件更新及系統管理人員操作訓練課程（32 小時）、公開說明會（1 天）。

1.3 港灣環境資訊網站

港灣技術研究中心建置完成之『港灣環境資訊網站』將可以提供關心海象資訊的民眾一個整合性的海氣象資訊平台，將中心多年來的研究成果及即時影像，展現在大家面前。

所以港灣環境資訊網站採『一般資訊查詢』及『專業查詢』兩種方式，依查詢網站需要的使用者呈現不同資訊。依據中心業務發展與研究成果，建構「海情中心資訊系統」相關整體架構，以海情資料庫為中心，逐步將研究成果之資料輸入，資料部份包含海氣象觀測、數值模擬預測報及國際港即時影像等系統為一完整的展示系統。

『港灣環境資訊網站』以關聯式資料庫為中心，並以自動化系統分析功能確保資料品質，並搭配現行運作所需之通訊與網路傳輸系統，強化日常維護工作效率與品質；並且透過管理系統的運作協助系統管理人員日常資訊收集、分析作業，並即時掌握系統各種即時狀況與異常狀況。該系統目前已可由 http://isohe.ihmt.gov.tw 連結上網進行海氣象即時資訊查詢，如下圖 1-1。

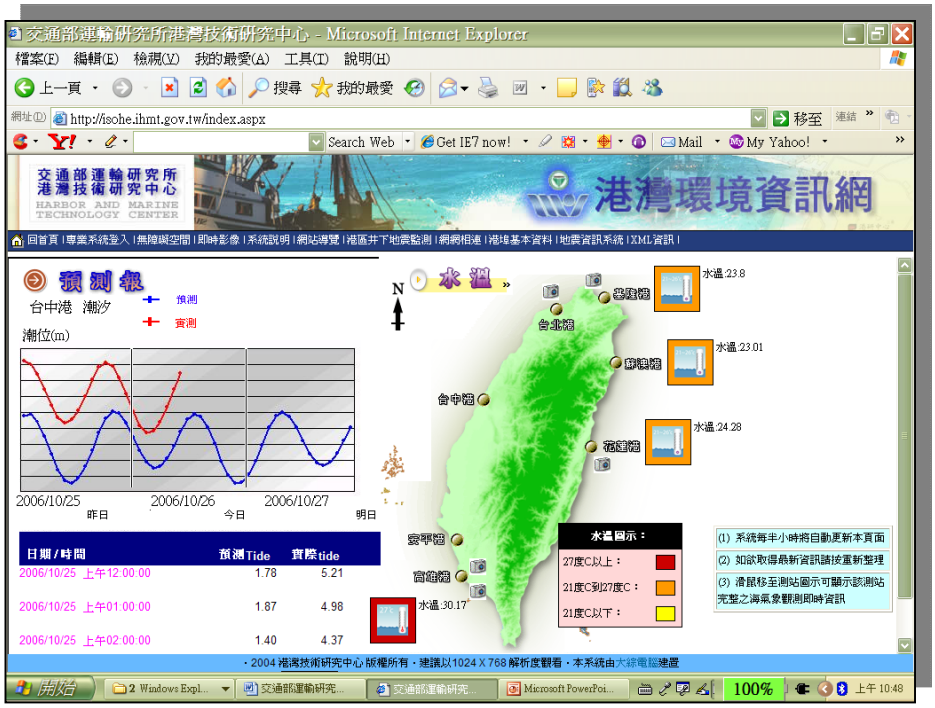


圖 1-1 港灣環境資訊網站

1.4 工作方法與進行步驟

1.4.1 工作方法

本計畫實際為相關系統開發發、功能新增及資訊相關之技術應用，工作方法包括相關系統技術分析與探討、資料收集與整理、資訊系統設計與規劃、系統分析與設計等。

主要工作項目及進行步驟可分為：海情資料庫擴充、港區地震觀測子系統、即時影像監視及傳輸通訊系統及港灣環境資訊管理系統等。

(1)海情資料庫之擴充

本項工作重點在於資料的收集、解析及呈現，首先將運用網際網路和數位化資料庫的便利性，彙集相關的資料檔案材料，藉以建置海氣象所需的數位化的「海情資料庫」。

(2)港區地震觀測子系統

本項工作重點在於資料的收集、解析及即時通報，首先將運用網際網路便利性，彙集相關的資料檔案材料，透過即時的傳輸達到即時通報防災減災之目標。

(3)即時影像監視及傳輸通訊系統

本項工作重點在於現場環境的現勘及相關系統的規劃，配合現有之基隆港及花蓮港系統予以檢討，並於高雄港規劃過程中予以避免。整體架構仍以 IP 攝影機為主體架構，透過 GSN-VPN 網路進行影像之即時傳輸。

(4)港灣環境資訊管理系統

已發展迄今之港灣環境資訊網已具相當的專業性及資料豐富性，本項工作重點在於系統的穩定度改善及透過網際網路的傳輸達成資料分享與應用。

1.4.2. 進行步驟

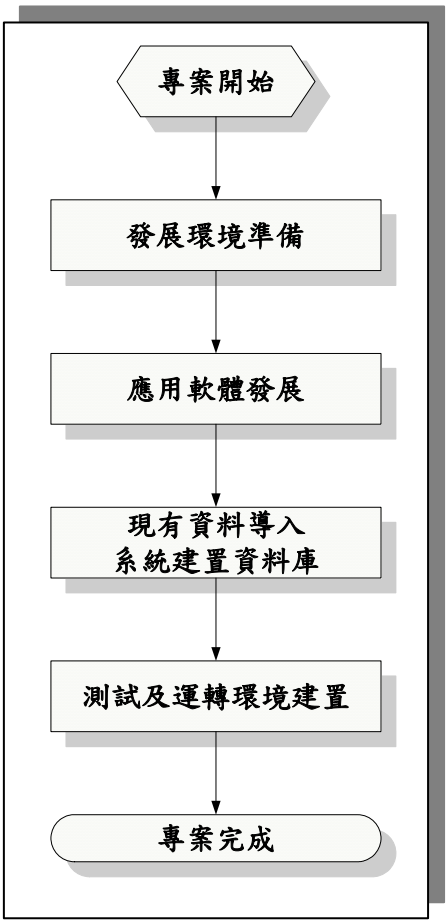


圖 1-2 進行步驟流程圖

計畫建置流程包括：

海情資料庫系統擴充工作內容

(1)擴充建置及維護一個由 Microsoft SQL Server 2000 關聯式資料庫管理系統所構成的海情資料庫，以彙整現場觀測（五個國際港）及數值模擬計算所得之港區附近海域海象預報資訊，包括風速、風向、潮位、波高、週期、流速及流向等。

(2)海氣象觀測子系統及數值預報子系統之系統整合介面控制軟體擴充。配合現行硬體設備與軟體環境，並依本計畫之需求進行系統訪談、規劃、設計、開發、安裝與設定。由港灣技術研究中心提供本計畫所需電子檔資料(含檔案格式說明)，藉由轉換軟體工具，將資料電子檔導入資料庫並建立本系統資料庫。

(3)建置策略:將本計畫現有資料的電子檔導入Microsoft SQL Server 2000 資料庫中，可兼具資料檢索功能之發揮及儲存空間之有效運用，更可提升海情資料庫效能。

(4)發展環境採開放式 N-Tire 架構，應用系統開發工具採用 Delphi & .NET，資料庫採用 Microsoft SQL Server 2000。

港區地震觀測子系統之整合介面控制軟體建置應用軟體發展

(1)發展方法：採物件導向分析、模組化分析、雛型系統設計、結構化設計。

(2)發展策略：系統提供 Web 環境下的圖形使用者操作介面，並且提供在確認使用者的名稱及密碼均正確後方可操作，並依不同權限做不同等級之資料輸入及修改。系統將提供依特定條件查詢、排序及列印資料的功能。

高雄港即時影像監視及傳輸通訊系統

(1)工作內容：建置高雄港即時影像監視及傳輸通訊系統，並可透過網頁查看即時影像及作選擇性自動錄影與歷史影像查詢規劃。

(2)建置策略：依據計畫之需求及配合高雄港務局之現場環境進行評估及規劃設計，並與現有之基隆港及花蓮港系統整合。

1.5 預期成果

本計畫於完成後，預計可以有下述之成果：

1. 港灣環境資訊內容具全面性、一致性、流通性及方便性，同時達到資訊整合、精確與即時之目的。

2. 建立國內各主要港口「港灣環境資訊系統」之查詢下載網站，隨時提供各相關單位參考，以提昇港埠營運效能。

3. 整合港區附近海域涵蓋面式海象預報資訊及現場海氣象觀測即時資料，提供給船舶交通服務系統，以增進船舶近出港操航安全。

4. 提供各種可能發生之惡劣環境條件下的港灣水理特性，以快速研擬突發狀況之緊急因應對策。

第二章 整體計畫架構

2.1 資訊系統架構

海情資訊系統整體架構設備計有海情中心內的資料庫伺服器、網頁伺服器、資料收集工作站、影像接收工作站、通訊設備等，其架構如下圖 2-1 所示：

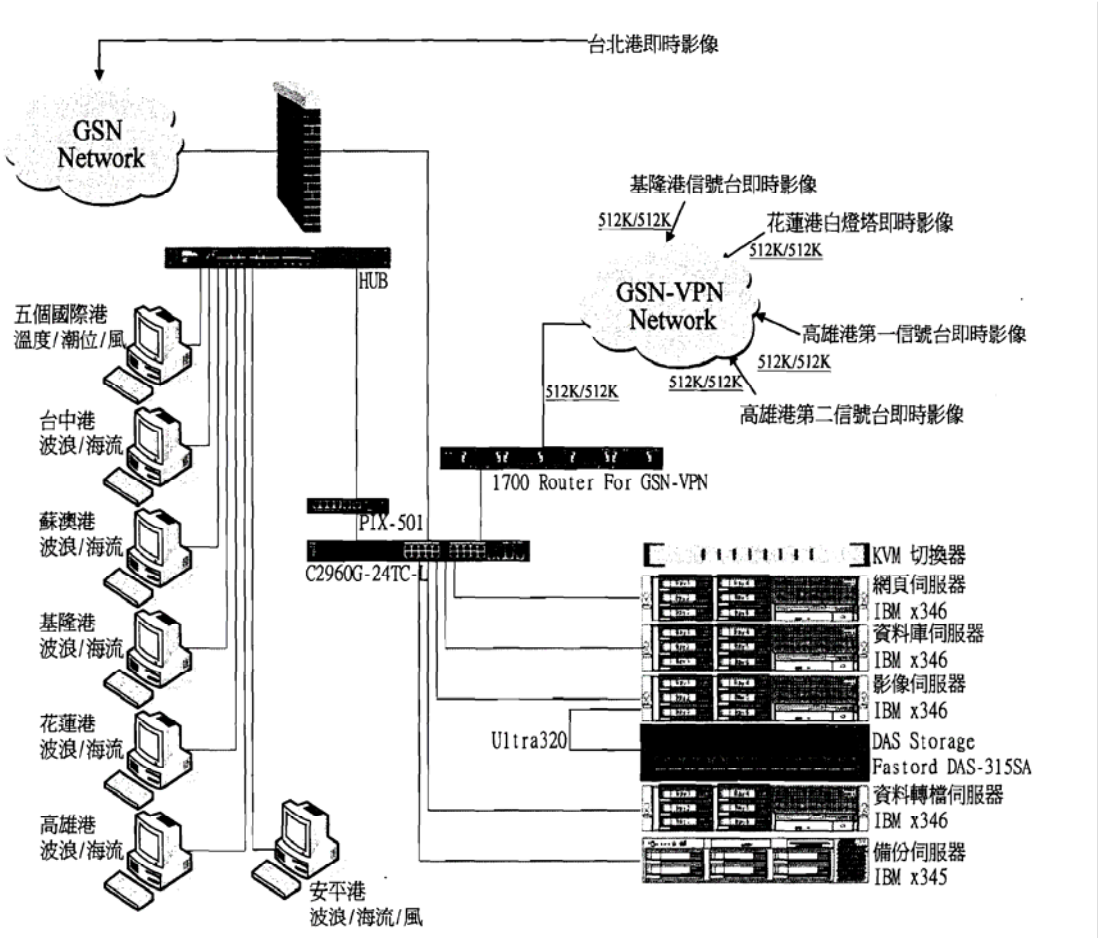


圖 2-1 伺服主機架構圖

網站主要採用 Microsoft Internet Information Server 作為網路伺服器並加上 Microsoft SQL 2000 Server 資料庫伺服器，使之網路功能更加的完整。

而 IIS Server 是微軟網站伺服器產品，自版本 4.0 開始 IIS 允許每個 Web 應用程式在獨立的記憶體空間執行，防止應用程式將整個 Web Server 當掉，如此一來大大的提高了 IIS 的穩定性。

另外就作業系統為 Windows 2003 Server 而言，以 IIS 作為網站伺服器可以首先排除相容性的問題，且 IIS 的設定簡單維護容易，只要熟悉基本操作，選擇預設的 Web 站臺內容，做站臺基本設定即可。

2.2 軟體系統架構

2.2.1 關聯式資料庫

文數字資料庫方面、過去有階層式資料庫（heirarchical database system）、網路式料庫系統（network database system）。大多數近代的資料庫系統，例如，DBASE、FOXBASE、ACCESS、ORACLE、INFORMIX 等為關聯式資料庫系統（relational database system）。資料庫特性具有獨立性、完整性及安全性等特性。

依照資料庫的儲存架構，大略可粗分為四種：

1. 階層式資料庫（Hierarchical Database）：以樹狀結構、分門別類的方式將資料儲存在不同的階層中，像是硬碟中目錄式檔案系統就是屬於此類。因此最上層是頂端，並以樹狀形式往下擴散，形成一座金字塔，其上下階層之間的關聯性直接而簡單。 例如名為「男歌手」的目錄其上層名為「全部歌手」，下層則是歌手名字。不過因為資料關聯是以上下階層為主軸的縱 向發展，所以在橫向階層之間的關聯不易處理，容易造成資料重複出現而浪費空間，或是管理不易。

2. 網路式資料庫（Network Database）：將每一筆紀錄使用節點的方式儲存，而每個節點之間可以互相建立關聯，最終成為一個龐大而複雜的網路架構。有 點像是人際關係架構一樣，你認識十個朋友，這十個朋友又各自認識其他人，變成人際網路，或是人脈。最近網路上當 紅的社群網站 - http://www.orkut.com/ - 就是類似這樣的系統。這種資料庫避免了資料重複性的問題，但是關聯性容 易過於複雜。所以當節點愈來愈多的時間，關聯性的維護就會愈發複雜。

3. 關聯式資料庫（Relational Database）：資料會依照不同的分類而儲存在數個表格之中，再利用欄位之間的參考來建立表格之間的關聯。每個表格都可以各 自進行資料的新增、修改、查詢和刪除，也可以使用關聯性在數個表格中取得所要查詢的資訊。這是目前最廣泛應用的 資料庫架構。

4.物件導向式資料庫（Object-Oriented Database）：此架構是用物件導向的觀念來建立資料庫，每個類別都有各自的屬性和方法，並且也具有類別、物件和繼承的架構。 這種資料庫的出現時間較晚，因此發展還不如關聯式資料庫普及。

目前市面上主流的架構是關聯式資料庫，它的 DBMS 就稱之為關聯式資料庫管理系統（Relational Database Management System，以下簡稱 RDBMS）。它主要是使用表格（table）做為其儲存資料的方法，所以一個資料庫中會有 一至數個表格，分別存放各式資料。每個表格中都有各自的欄位（field）或行（column）。在定義好資料後， 接下資料便可以一筆筆分門別類地輸入與其相對應的表格之中，稱之為記錄（record）或列（row），而同一表格之中的 每筆資料都有共有的欄性。

關聯式資料庫使用關聯模式來解決這個問題，也就是將資料切割成數個較小的單位，彼此之間互相關聯起來。為 了達到將各自獨立的表格之間產生關聯，表格中的指定欄位可讓其他表格取得參考（reference）或者說鍵值（key）。

一個關聯式資料庫系 統必須要滿足一些簡單的規則。

1. 在關聯式系統內，每一個表格只能存放一種類型的記錄，每個記錄的欄 位數目必須固定，並有明確定義，取自同一個定義域。整個資料庫可以包含許多表格。
2. 在一個表格每一欄位的定義必須明確，而且不准重複的項目出現。
3. 表格內每一個記錄必須是唯一的；既不可有重複的記錄出現。
4. 表格內每個記錄的次序沒有規定。每個記錄得出現次序並不一定。
5. 每一行內的資料必須取自同一個定義域。
6. 一個新的表格可由兩個不同表格內中有相同定義域的欄位資料進行對比 而產生出來。重舊表格中產生新表格，就是關聯式資料庫系統的本質。

關聯式資料庫的基本操作有：

- 橫向擷取（selection）—擷取表格中部分記錄
- 縱向擷取（projection）—擷取表格中部份欄位
- 結合（join）—將兩個表格合併。

港灣技術研究中心之「海情資料庫系統」以提供海氣象相關數值為目標，因此資料庫中除了海氣象一般的即時觀測資料外，本計畫將延展擴建增加數值預測推估資料於海情中心資料庫中。

本案預定延展擴建增加數值預測推估資料於海情中心資料庫中，以現有之 Microsoft Windows 2000 Server 及 Microsoft SQL 2000 Server Enterprise Edition，為單一資料庫系統架構，可維持資料的統一性及一致性的開發設計。

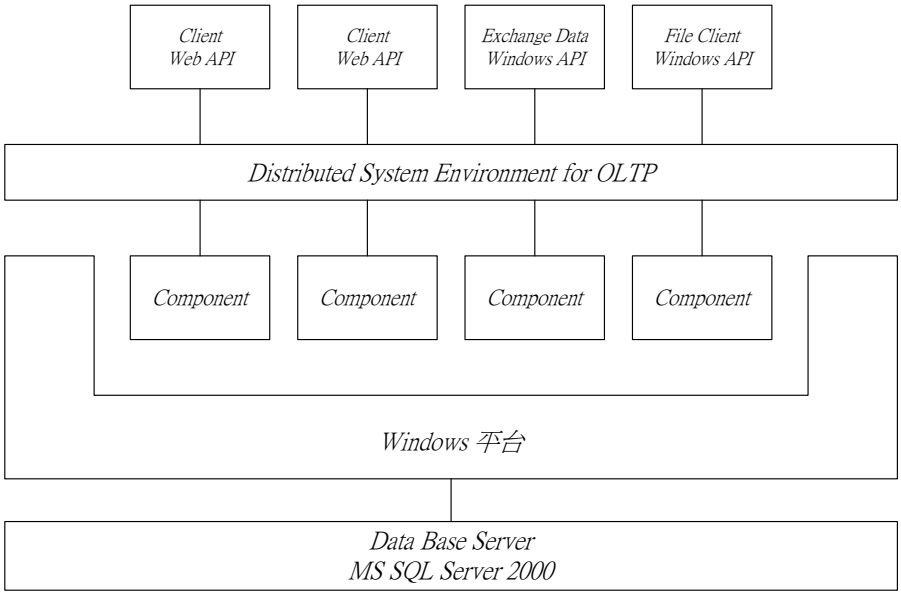


圖 2-2 微軟 SQL Server 2000 資料庫系統軟體架構

因應資料的統一性及一致性需求，本系統聯式資料庫管理系統將建立資料庫維護機制，以供系統管理人員進行系統資料庫維護作業。詳細功能說明如下：

1. 建立可設定並啟動定期自動刪除超過保存期限之資料及檔案。
2. 建立可設定並啟動定期自動備份。
3. 建立可手動備份、回復、刪除各項觀測資料、影像檔特定期間之

資料。

4. 建立檔案文件管理功能，各項檔案自系統資料夾移除時，可選擇是否一併移除資料庫中的屬性記錄。若選擇保留該筆屬性記錄，則須於記錄內加註識別資訊，以利後續維護追蹤及回應查詢之依據。

2.2.2 應用軟體系統

本計畫經過需求訪談確認需求方向後，所建置完成之海情展示及資訊傳輸控制系統，從使用功能上區分可分為四大部分：

1. 海氣象觀測資料及數值預測報收集系統。
2. 國際港即時影像收集系統。
3. 管理系統。
4. 網頁查詢系統。

由此四大部分結合而提供完整海氣象資訊展示查詢服務，其功能架構如下圖 2-2-1 所示：

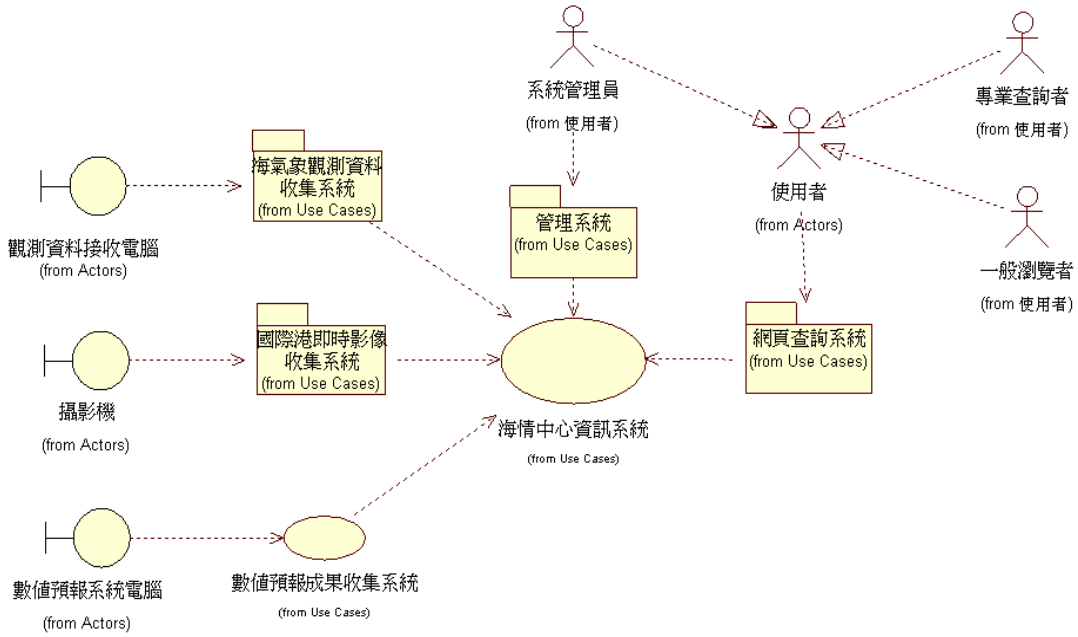


圖 2-3 應用軟體開發架構圖

2.2.3 系統開發工具

利用網際網路連結伺服器端與使用者，採用 Microsoft Windows 2003 作業系統與 Microsoft SQL 2000 Server 資料庫，加上 ASP.Net 處理網頁資訊，使用者端只要連上網際網路，利用瀏覽器便可瀏覽整個網站。

本專案系統開發時所使用之軟體工具如下圖 2-2-2 所示：

1. Web Site：以 Microsoft ASP .Net 為主。

2. Server Site：以 Service Component Microsoft C#為主。

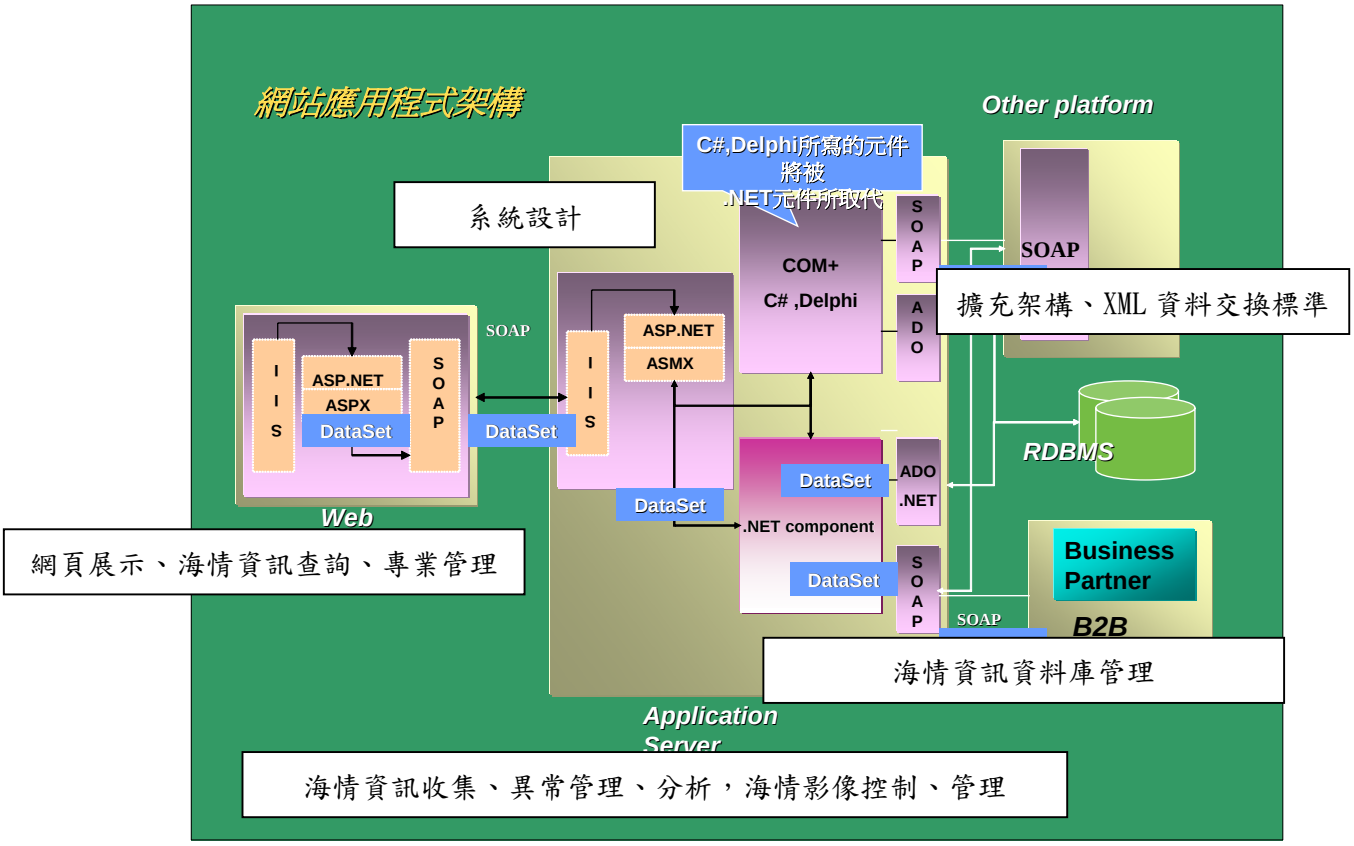


圖 2-4 軟體開發工具架構圖

3.報表元件 Crystal Reports®—

世界標準的企業報表工具，協助使用者設計、管理以及發佈報表在企業網站或企業應用軟體上。它可提供企業一個紮實的商業智慧策略(Business Intelligence Strategy) 起始點，將零散且需要的資訊透過高效能的報表格式，安全且快速的提供給企業內部或外部的使用者。

Crystal Reports XI 特色:

- 快速擷取個人及企業資料掌握企業及產業脈動。
- 可快速取得動態的資料分析。
- 降低軟體開發整合報表功能的困難度，CRXI 支援多程式語言 。
- 彈性控制資料的呈現方式以及格式，利於決策執行。
- 透過網站發佈高安全性、彈性、豐富功能的互動性報表。
- 彈性化的應用程式發展方式：發展人員可以獲得在 Java、.NET 與 COM 等技術上的跨平台支援能力。
- 提供在 web/server 應用系統中進行報表建立與整合性開發支援
- 提供由個人或企業資料來源進行報表建置

Crystal Reports XI New Features

(1)相依性檢測 (Dependency Checker)

快速找尋連結與公式錯誤以及資料相依性的問題以提升品質管理。

(2)Editable Data Export

可將報表內容匯出成 Excel、RTF、PDF、Word 讓使用者更容易自行修改。

(3)智慧圖型(Intelligent charting)

自動選擇最適合圖表格式來呈現您的資料。

(4)增加資料存取模式

有許多的選擇，可透過 Oracle, DB2, Sybase, NCR, SQLServer, MySQL, MS Access, ODBC, JDBC, OLEDB, XML, Javabean, ADO.NET, COM, MS Excel, MS Exchange, Informix, Pervasive SQL, Lotus Notes, ACT!6, Borland Database Engine, Text, File System, xBase, MS Outlook, NT Event Log, Microsoft IIS Log, Web Log, Business Objects universes 進行資料存取

(5)增強視覺化設計工具(Visual Designer)

使用直覺的使用者介面以及簡單的設計工具來設計報表

(6)動態與層疊提示 (Dynamic and Cascading Prompts)

滿足所有使用者透過同一張報表來動態展示不同的需求。此外使用者可以建立屬於自己所需的報表與資料。

(7)HTML 預覽(HTML Preview)

在將報表公佈到網站前可透過 HTML Preview 功能瀏覽並修改資料。

(8)寶庫瀏覽器與工作檯 (Repository Explorer and Workbench)

友善的開發介面，同時呈現時程表、管理以及安全性等相關資訊，增加生產力。

(9)免費的 runtime licensing

使用報表引擎元件開發且發佈應用系統於企業內部，無須增加額外費用。透過工具所提供 750 以上跨平台的 API 將可更有效率的開發報表。

第三章 計畫執行成果

3.1 海情資料庫管理系統

3.1.1 海氣象即時觀測資料庫

1.港口及資料說明

(1)彙集基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港及台中港港區附近海域海象即時觀測資訊，包括波浪、海流、風、潮汐、水溫資料。

(2)彙集安平港港區附近海域海象即時觀測資訊，包括波浪、海流、及風資料。

(3)國際港口名稱代碼

KL　　：基隆港
SA　　：蘇澳港
HL　　：花蓮港
KH(KS)：高雄港
TC　　：台中港

(4)商業港口名稱代碼

AP　　：安平港

2. 現況分析：

海氣象觀測資料收集作業：

(1)海氣象觀測資料收集作業主要對於資料收集工作站上的波浪、海流、風、潮汐、水溫資料進行第一步驟收集。然後進行資料篩檢，並進行資料品管程序，以進行海情中心資料庫建立，系統功能需求如下圖 3-2-3 所示：

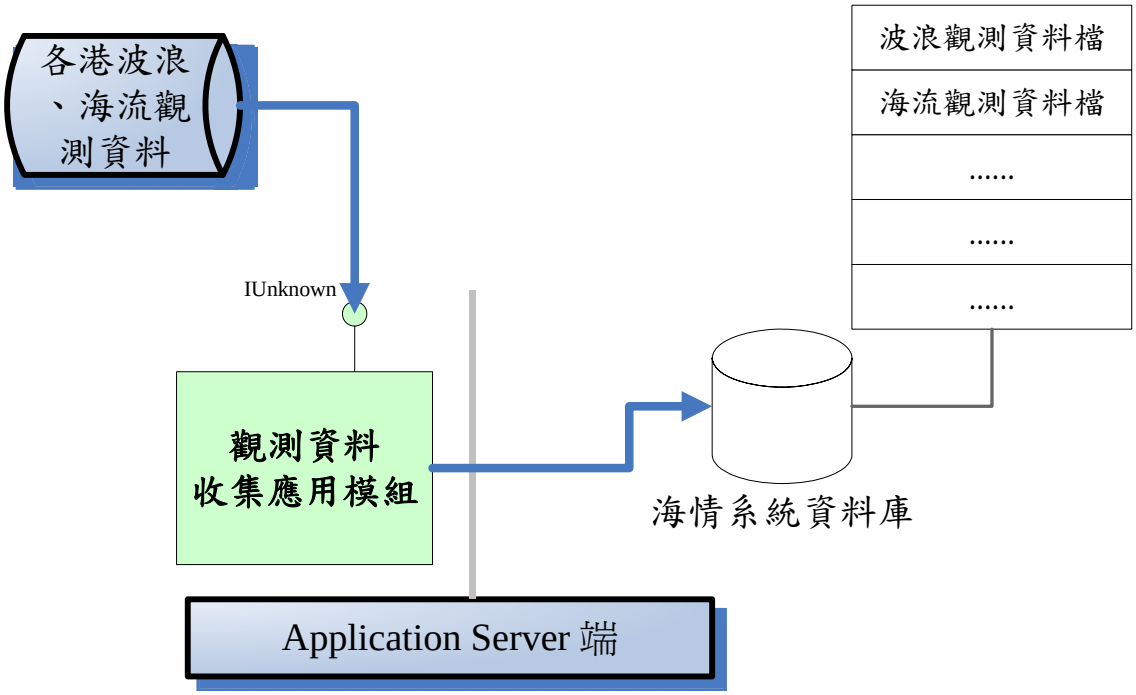


圖 3-1 觀測資料收集作業示意圖

圖 3-2 觀測資料檔案設定圖

(2)觀測資料收集作業為常駐程式，於資料收集工作站啟動後自動執行、可指定建立各港的資料來源電腦名稱與檔案路徑、可建立個別啟動或關閉每一港口之收集功能、可配合建立各港口觀測資料收集時間指定本收集功能執行時段，以避開寫檔與讀檔的衝突。

圖 3-3 觀測資料檔案讀取設定圖

(3)預設若有讀取失敗的情形，可自動重試回補檔案。建立結合「資料品管」功能，對收集到的資料進行品質篩選，並且建立事件記

錄檔，記錄各種異常狀況或重要事件，至少包括系統啟動時間、系統停止時間、連線失敗記錄、資料接收失敗記錄、檔案回補記錄。

(4)建立事件通知功能，系統管理員可分別設定各事件連絡人及以電子郵件通知方式，並依事件設定方式執行通知。

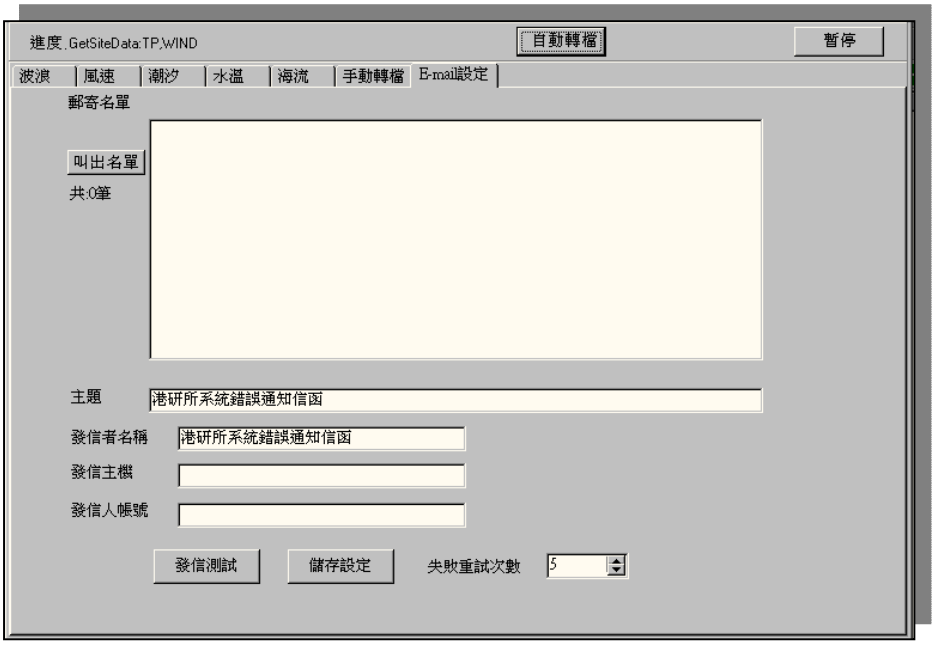


圖 3-4 資料轉檔異常通知設定圖

海氣象觀測資料格式轉換作業：

本項轉換作業乃將經過資料收集作業得來之資料，經過解譯後統一格式置於海情系統資料庫，資料項目包含波浪(波高、週期、波向)、海流(流速、流向)、風力(風速、風向)、潮汐及水溫等資料之轉換。

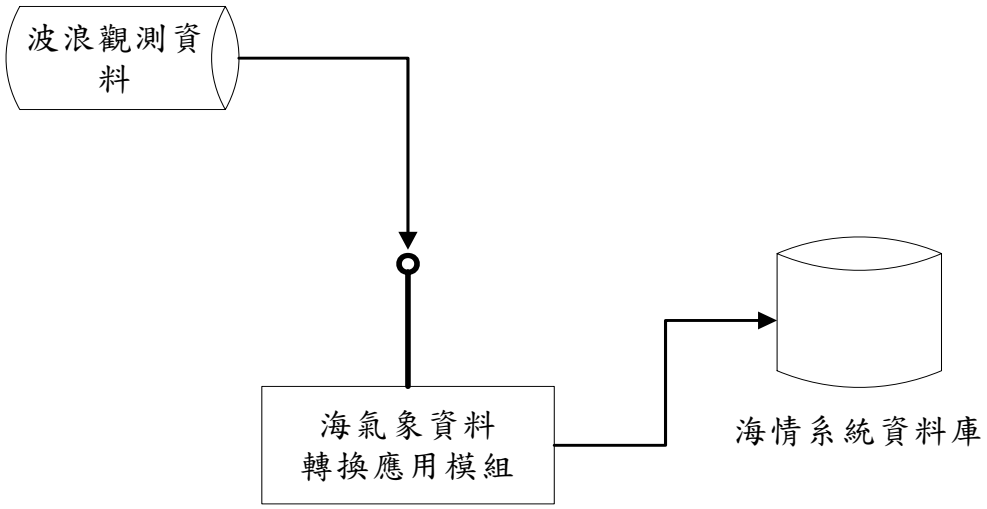


圖 3-5 觀測資料轉換作業示意圖

觀測資料轉換作業功能如下：

(1)依據資料收集作業設定，取得文字檔。

(2)由資料欄位長度設定、解譯資料，資料統一格式。

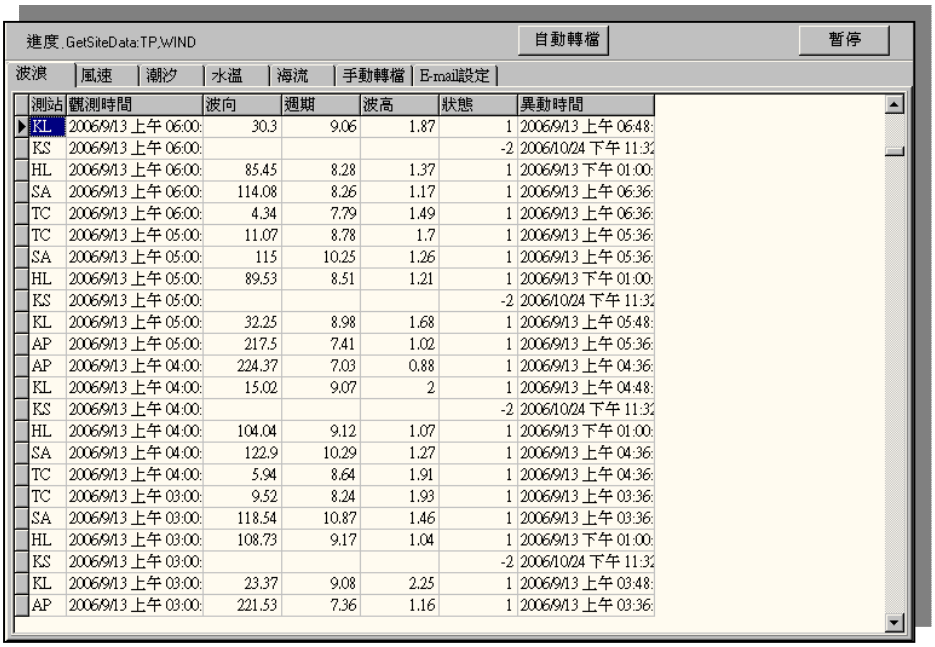
(3)將資料解譯後，經過品管比對後，給予每筆資料狀態代碼。

(4)結合異常通知，於讀取檔案失敗或資料品管異常時，依事件通知設定，通知相關人員，並將異常記錄於異常事件記錄檔。

(5)資料讀取失敗時，可自動重試回補檔案。

(6)使用者可手動針對區間內資料做刪除並重新轉檔。

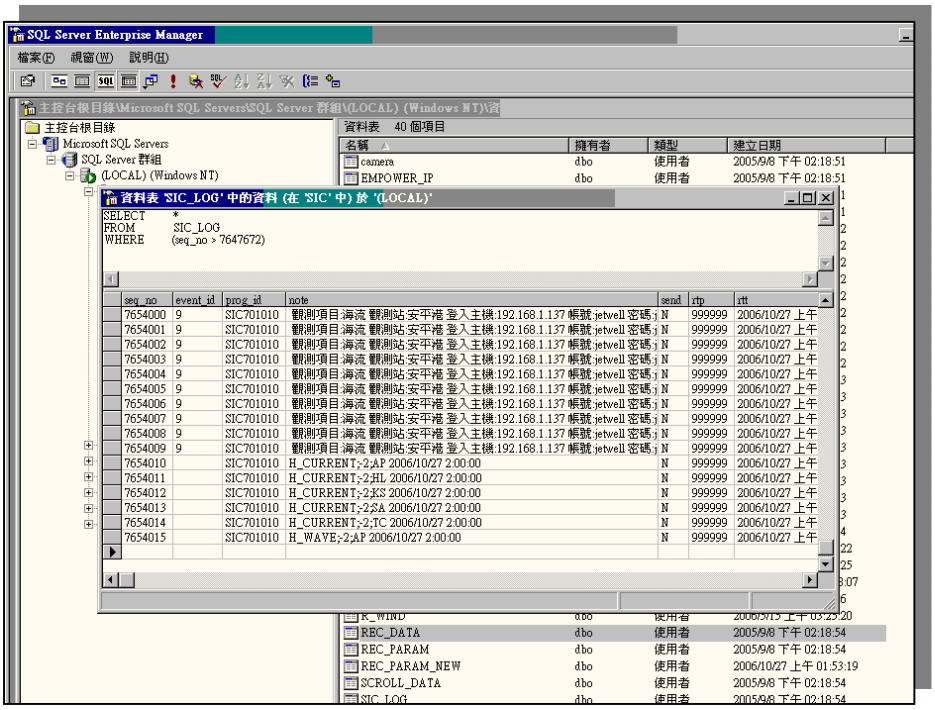
(7)每小時一筆資料。



測站	觀測時間	波向	週期	波高	狀態	異動時間
KL	2006/9/13 上午 06:00:	30.3	9.06	1.87	1	2006/9/13 上午 06:48:
KS	2006/9/13 上午 06:00:				-2	2006/10/24 下午 11:3
HL	2006/9/13 上午 06:00:	85.45	8.28	1.37	1	2006/9/13 下午 01:00:
SA	2006/9/13 上午 06:00:	114.08	8.26	1.17	1	2006/9/13 上午 06:36:
TC	2006/9/13 上午 06:00:	4.34	7.79	1.49	1	2006/9/13 上午 06:36:
TC	2006/9/13 上午 05:00:	11.07	8.78	1.7	1	2006/9/13 上午 05:36:
SA	2006/9/13 上午 05:00:	115	10.25	1.26	1	2006/9/13 上午 05:36:
HL	2006/9/13 上午 05:00:	89.53	8.51	1.21	1	2006/9/13 下午 01:00:
KS	2006/9/13 上午 05:00:				-2	2006/10/24 下午 11:3
KL	2006/9/13 上午 05:00:	32.25	8.98	1.68	1	2006/9/13 上午 05:48:
AP	2006/9/13 上午 05:00:	217.5	7.41	1.02	1	2006/9/13 上午 05:36:
AP	2006/9/13 上午 04:00:	224.37	7.03	0.88	1	2006/9/13 上午 04:36:
KL	2006/9/13 上午 04:00:	15.02	9.07	2	1	2006/9/13 上午 04:48:
KS	2006/9/13 上午 04:00:				-2	2006/10/24 下午 11:3
HL	2006/9/13 上午 04:00:	104.04	9.12	1.07	1	2006/9/13 下午 01:00:
SA	2006/9/13 上午 04:00:	122.9	10.29	1.27	1	2006/9/13 上午 04:36:
TC	2006/9/13 上午 04:00:	5.94	8.64	1.91	1	2006/9/13 上午 04:36:
TC	2006/9/13 上午 03:00:	9.52	8.24	1.93	1	2006/9/13 上午 03:36:
SA	2006/9/13 上午 03:00:	118.54	10.87	1.46	1	2006/9/13 上午 03:36:
HL	2006/9/13 上午 03:00:	108.73	9.17	1.04	1	2006/9/13 下午 01:00:
KS	2006/9/13 上午 03:00:				-2	2006/10/24 下午 11:3
KL	2006/9/13 上午 03:00:	23.37	9.08	2.25	1	2006/9/13 上午 03:48:
AP	2006/9/13 上午 03:00:	221.53	7.36	1.16	1	2006/9/13 上午 03:36:

圖 3-6 觀測資料轉換作業狀況圖

(8)資料庫事件 log 檔查循。



seq_no	event_id	prog_id	note	send	rtp	rtt
7654000	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654001	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654002	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654003	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654004	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654005	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654006	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654007	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654008	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654009	9	SIC701010	觀測項目:海流 觀測站:安平港 登入主機:192.168.1.137 帳號:jetwell 密碼:j	N	999999	2006/10/27 上午
7654010		SIC701010	H_CURRENT;-2;AP 2006/10/27 2:00:00	N	999999	2006/10/27 上午
7654011		SIC701010	H_CURRENT;-2;HL 2006/10/27 2:00:00	N	999999	2006/10/27 上午
7654012		SIC701010	H_CURRENT;-2;KS 2006/10/27 2:00:00	N	999999	2006/10/27 上午
7654013		SIC701010	H_CURRENT;-2;SA 2006/10/27 2:00:00	N	999999	2006/10/27 上午
7654014		SIC701010	H_CURRENT;-2;TC 2006/10/27 2:00:00	N	999999	2006/10/27 上午
7654015		SIC701010	H_WAVE;-2;AP 2006/10/27 2:00:00	N	999999	2006/10/27 上午

名稱	擁有者	類型	建立日期
camera	dbo	使用者	2005/9/8 下午 02:18:51
EMPOWER_IP	dbo	使用者	2005/9/8 下午 02:18:51
REC_DATA	dbo	使用者	2005/9/8 下午 02:18:54
REC_PARAM	dbo	使用者	2005/9/8 下午 02:18:54
REC_PARAM_NEW	dbo	使用者	2006/10/27 上午 01:53:19
SCROLL_DATA	dbo	使用者	2005/9/8 下午 02:18:54
SIC_LOG	dbo	使用者	2005/9/8 下午 02:18:54

圖 3-7 資料庫事件資料記錄狀況圖

海氣象觀測資料品管作業：

目前為確保資料之正確性，本階段初步建置完成資料篩檢管理，提供第一段之資料把關作業。

海氣象資料收集流程即透過電信網路向相關海氣象監測站，依不同格式擷取目標資料，相關資料並透過品管程式藉由系統管理員對於資料收集方式進行設定，由系統依固定週期時間逕向工作站進行資料收集與排程，並依據品管設定排除異常資料，並通知管理者發生異常事件。系統品管模式作業說明如下圖所示：

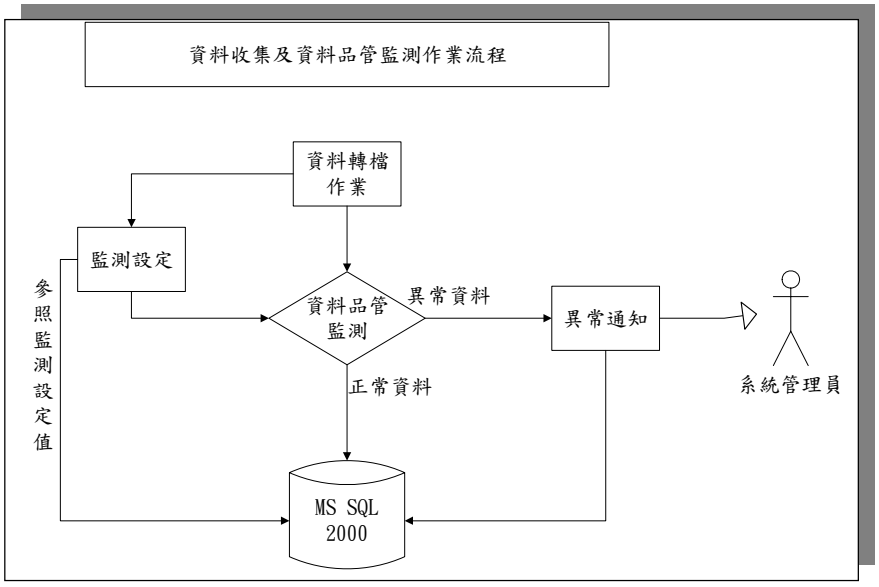


圖 3-8 資料品管作業模式圖

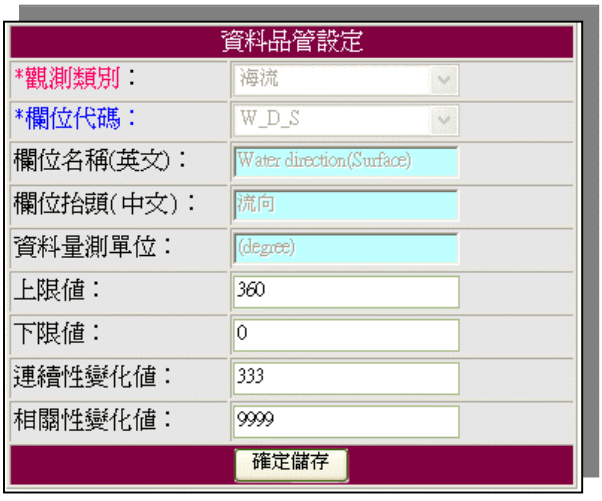


圖 3-9 資料品管設定作業圖

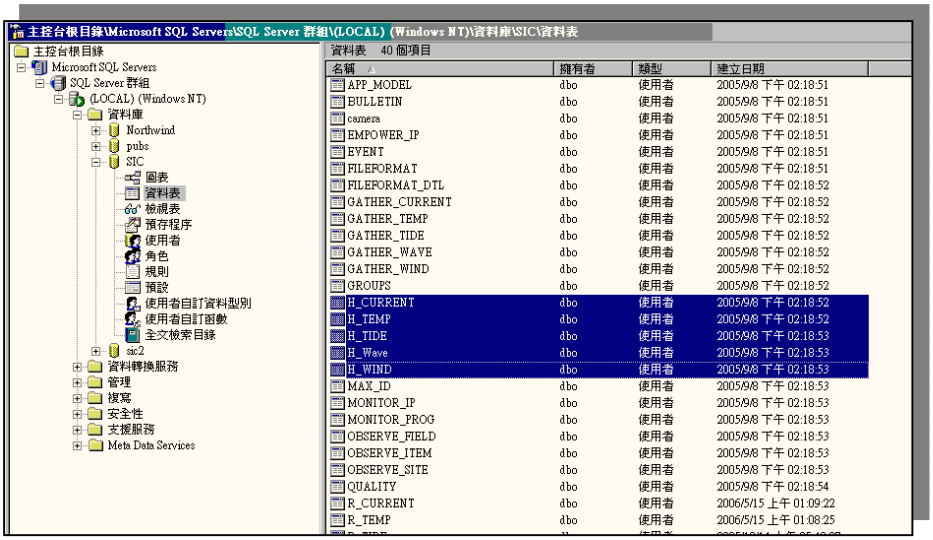


圖 3-10 即時觀測資料庫

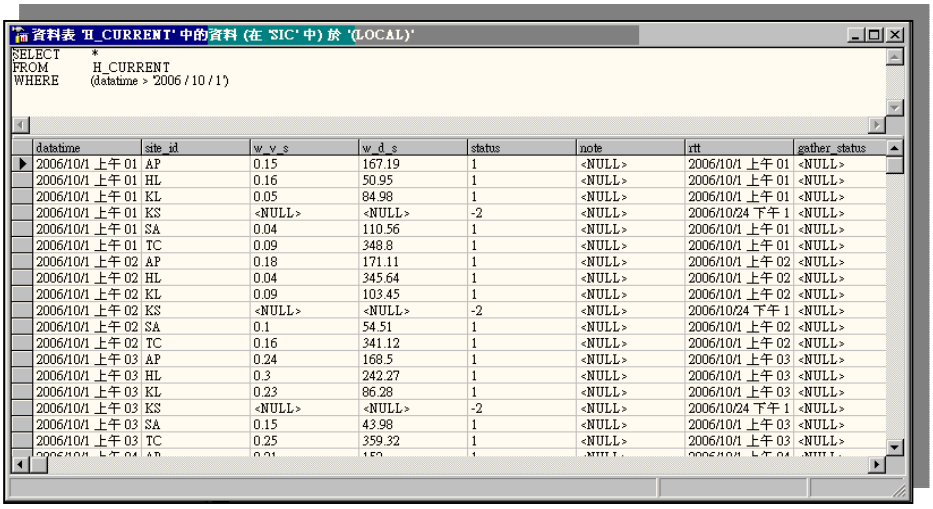


圖 3-11 即時觀測資料表 1

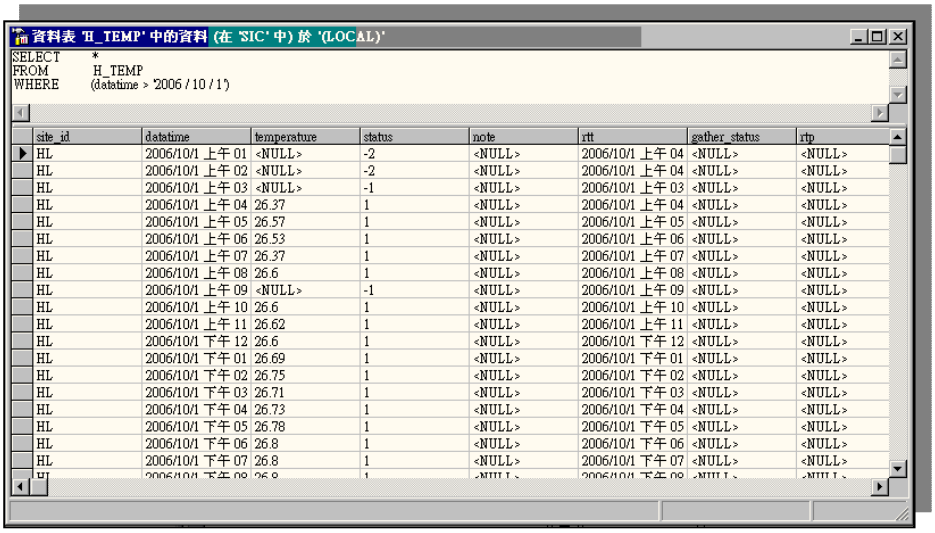


圖 3-12 即時觀測資料表 2

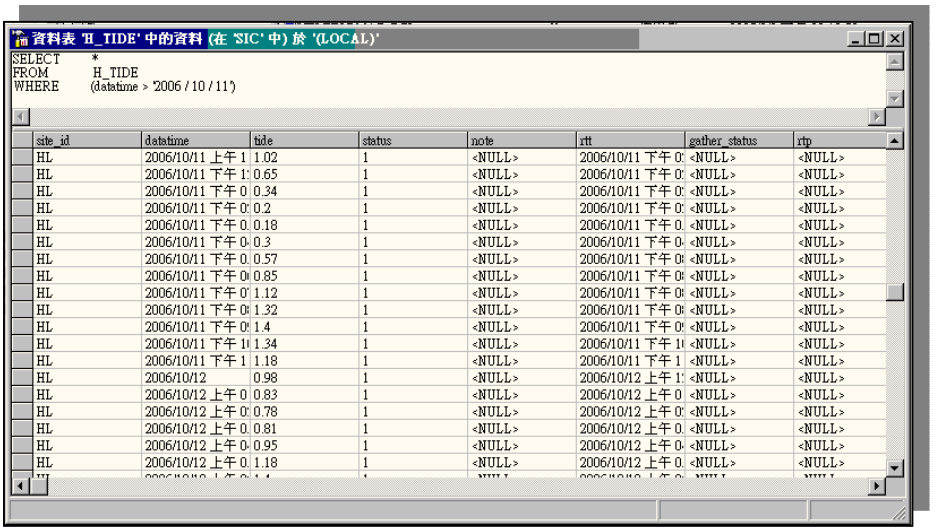


圖 3-13 即時觀測資料表 3

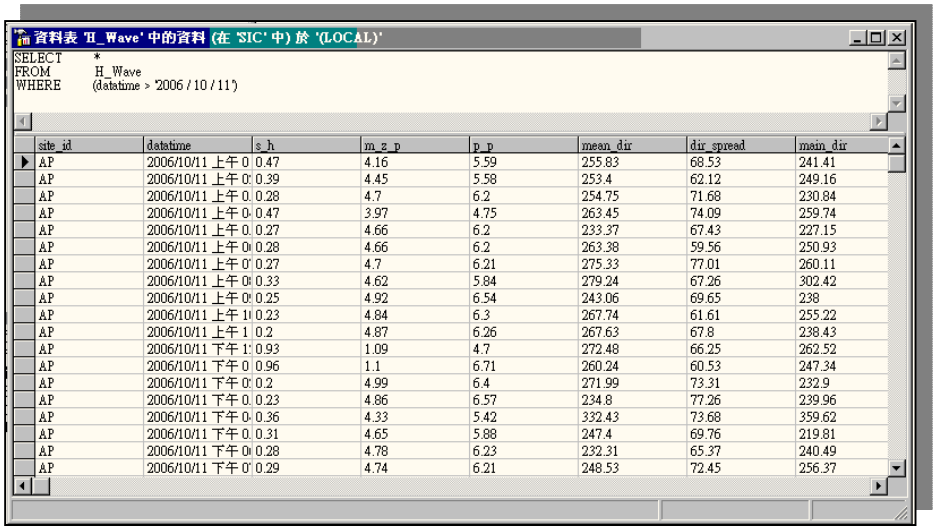


圖 3-14 即時觀測資料表 4

3. 新增安平港港區附近海域海氣象即時觀測資訊，包括波浪、海流、及風資料。

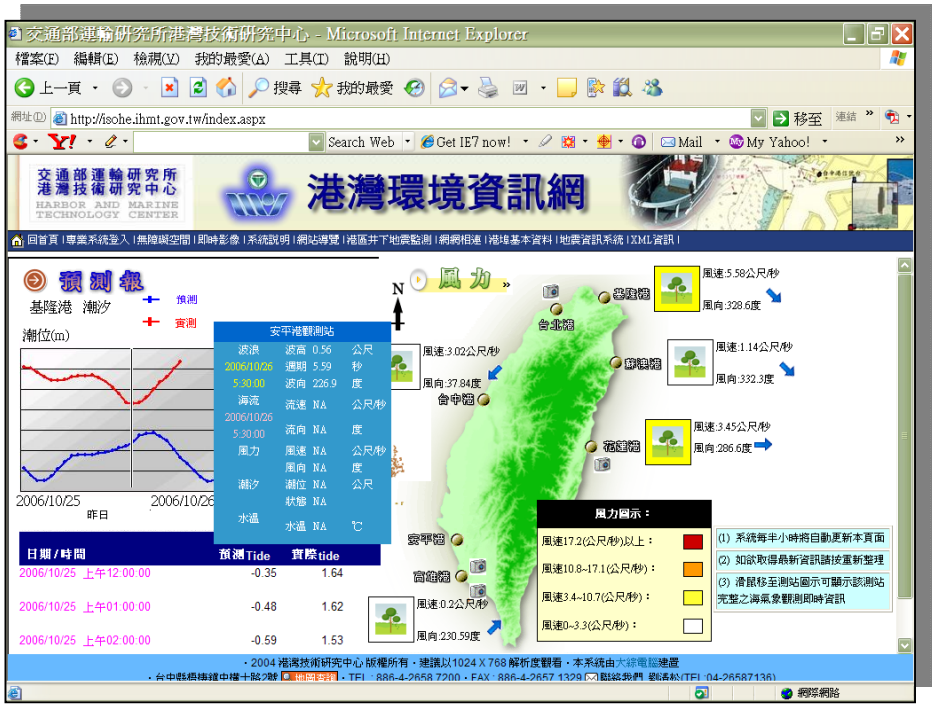


圖 3-15 安平港海氣象即時觀測網頁

3.1.2 數值模擬資料庫

94 年已配合港灣技術研究中心另案所進行之「近岸數值模擬系統之建立(2/4)」計畫，由海情中心提供海氣象觀測即時數值資料至數值推估預報系統指定主機。

本計畫利用 FTP 程式，配合數值模擬系統所推估完成之數值時間，定時讀取推估數值檔案。程式執行於資料轉檔主機，工作排程於每日定時自動執行，將自動將 C:\SICTMP*.DAT 資料上傳至中山大學 FTP 站。

1. 系統運作架構

(1)利用 FTP 程式，配合數值推估預報系統所推估之數值時間，定時讀取推估數值檔案。

(2)依數值格式標準進行資料轉檔程序，並將數值寫入關聯性資料庫中。

(3)於網頁上加上網頁撰寫語言及 ASP 程式語法，擷取關聯式資料庫中之數值資料，以歷線圖方式呈現。

(4)海氣象觀測子系統及數值預報子系統之系統整合於同一畫面，以利比較分析。

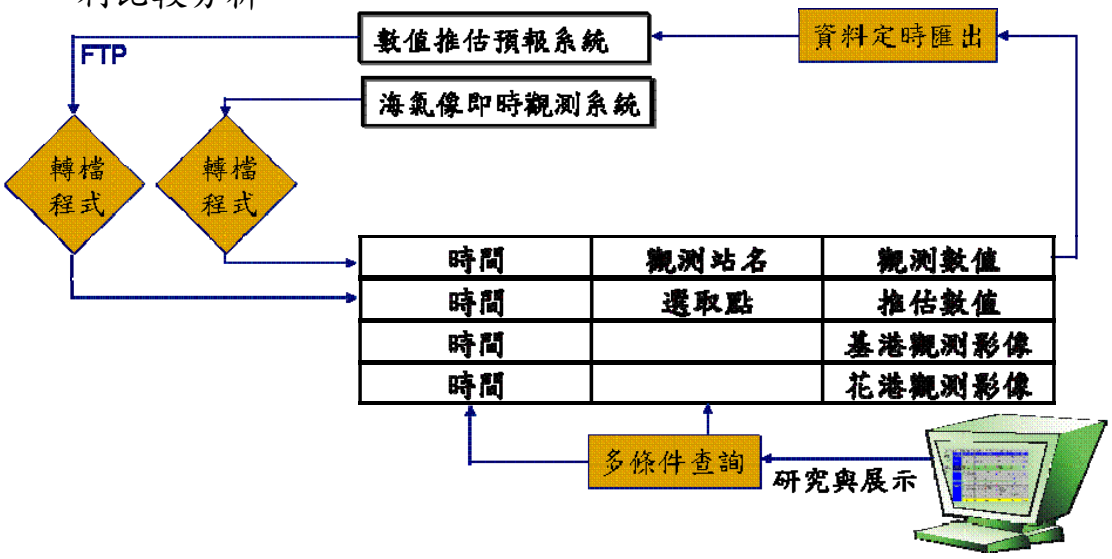


圖 3-16 海情資料庫整體運作架構圖

2. 目前架構之特點:

(1)在預測報介接轉檔程式運作時，同步整合原即時資料表內容，更

新異動至預測資料表中，可減少原即時資料轉檔程式之執行負載。

(2)預測報介接轉檔程式移至 web 主機上運行,以減少原執行轉檔程式的轉檔主機之執行負載。

(3)因功能需求須同時整合呈現即時與預測報資料於同一表格中,所以預先將即時資料及預測資料更新整合至同一資料表中，可避免在同一時間多隻程式同時異動同一資料表而造成資料異常或資料不同步的現象發生。

(4)預先整合資料於同一資料表中，亦可減少 out join 其他資料表的次數，並透過 SQL COMMAND 的優化，進而增加資料搜尋及處理的效能。

3.流程說明:

(1)中山大學系統每日會由程式計算產出個港口之預測報資料(72小時)，並記錄於文字檔中儲存於 FTP 網站中目錄(每日約 04:00 左右)。

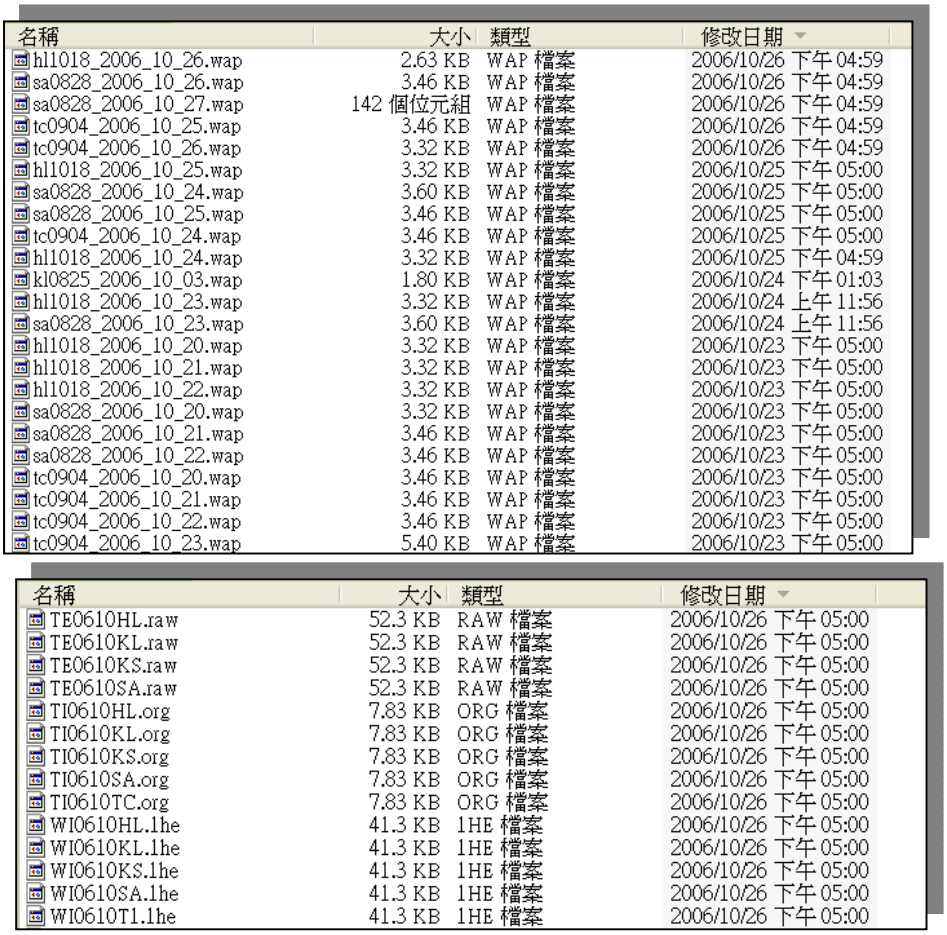
(2)『港灣環境資訊網站』系統會每日會於零晨自動透過介接程式連入中山大學 FTP 網站中目錄中，下載最新一期預測報文字檔資料

(3)系統下載資料完成後，介接程式自動進入轉檔模式，將下載完成之預測報文字檔資料依時間順序等格式，新增或更新寫入關聯式資料庫中。

(4)系統轉檔程式會同時檢查即時資料庫中是否有轉檔成功之資料，若有即同步將比對資料更新進入預測資料庫中。

完成轉檔流程後，系統將預測資料備份至備份目錄下，並自動結束介接程式。

4. 海氣象即時觀測資料結轉至中山大學 FTP 站。



名稱	大小	類型	修改日期
hl1018_2006_10_26.wap	2.63 KB	WAP 檔案	2006/10/26 下午 04:59
sa0828_2006_10_26.wap	3.46 KB	WAP 檔案	2006/10/26 下午 04:59
sa0828_2006_10_27.wap	142 個位元組	WAP 檔案	2006/10/26 下午 04:59
tc0904_2006_10_25.wap	3.46 KB	WAP 檔案	2006/10/26 下午 04:59
tc0904_2006_10_26.wap	3.32 KB	WAP 檔案	2006/10/26 下午 04:59
hl1018_2006_10_25.wap	3.32 KB	WAP 檔案	2006/10/25 下午 05:00
sa0828_2006_10_24.wap	3.60 KB	WAP 檔案	2006/10/25 下午 05:00
sa0828_2006_10_25.wap	3.46 KB	WAP 檔案	2006/10/25 下午 05:00
tc0904_2006_10_24.wap	3.46 KB	WAP 檔案	2006/10/25 下午 05:00
hl1018_2006_10_24.wap	3.32 KB	WAP 檔案	2006/10/25 下午 04:59
kl0825_2006_10_03.wap	1.80 KB	WAP 檔案	2006/10/24 下午 01:03
hl1018_2006_10_23.wap	3.32 KB	WAP 檔案	2006/10/24 上午 11:56
sa0828_2006_10_23.wap	3.60 KB	WAP 檔案	2006/10/24 上午 11:56
hl1018_2006_10_20.wap	3.32 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00
hl1018_2006_10_21.wap	3.32 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00
hl1018_2006_10_22.wap	3.32 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00
sa0828_2006_10_20.wap	3.32 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00
sa0828_2006_10_21.wap	3.46 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00
sa0828_2006_10_22.wap	3.46 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00
tc0904_2006_10_20.wap	3.46 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00
tc0904_2006_10_21.wap	3.46 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00
tc0904_2006_10_22.wap	3.46 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00
tc0904_2006_10_23.wap	5.40 KB	WAP 檔案	2006/10/23 下午 05:00

名稱	大小	類型	修改日期
TE0610HL.raw	52.3 KB	RAW 檔案	2006/10/26 下午 05:00
TE0610KL.raw	52.3 KB	RAW 檔案	2006/10/26 下午 05:00
TE0610KS.raw	52.3 KB	RAW 檔案	2006/10/26 下午 05:00
TE0610SA.raw	52.3 KB	RAW 檔案	2006/10/26 下午 05:00
TI0610HL.org	7.83 KB	ORG 檔案	2006/10/26 下午 05:00
TI0610KL.org	7.83 KB	ORG 檔案	2006/10/26 下午 05:00
TI0610KS.org	7.83 KB	ORG 檔案	2006/10/26 下午 05:00
TI0610SA.org	7.83 KB	ORG 檔案	2006/10/26 下午 05:00
TI0610TC.org	7.83 KB	ORG 檔案	2006/10/26 下午 05:00
WI0610HL.1he	41.3 KB	1HE 檔案	2006/10/26 下午 05:00
WI0610KL.1he	41.3 KB	1HE 檔案	2006/10/26 下午 05:00
WI0610KS.1he	41.3 KB	1HE 檔案	2006/10/26 下午 05:00
WI0610SA.1he	41.3 KB	1HE 檔案	2006/10/26 下午 05:00
WI0610T1.1he	41.3 KB	1HE 檔案	2006/10/26 下午 05:00

圖 3-17 海氣象即時觀測資料結轉至中山大學 FTP 站

5. 數值推估預報系統所產生之資料，程式系統排程每日定時自動執 c 行，將資料自中山大學 FTP 站下載讀取。各檔案代表意義：TC.dat 台中港、KH.dat 高雄港、KL.dat 基隆港、SA.dat 蘇澳港、HL.dat 花蓮港，數值預報資料檔案如下圖所示。

名稱	大小	類型	修改日期
WAP		檔案資料夾	2006/10/26 下午 04:59
WTD		檔案資料夾	2006/10/24 上午 11:56
AP.dat	8.48 KB	DAT 檔案	2006/10/27 上午 04:30
HL.dat	8.48 KB	DAT 檔案	2006/10/27 上午 04:30
KH.dat	8.48 KB	DAT 檔案	2006/10/27 上午 04:30
KL.dat	8.48 KB	DAT 檔案	2006/10/27 上午 04:30
SA.dat	8.48 KB	DAT 檔案	2006/10/27 上午 04:30
TC.dat	8.48 KB	DAT 檔案	2006/10/27 上午 04:30
TP.dat	8.48 KB	DAT 檔案	2006/10/27 上午 04:30

圖 3-18 數值模擬計算資料檔案

6.進行方案：

現有關聯式資料庫已彙整現場觀測（五個國際港）所得之港區附近海域海象預報資訊，包括風速、風向、潮位、波高、週期、流速及流向及數值模擬計算所得之潮位資料。

(1)海氣象觀測資料庫依年度進行資料表之切割重整，以增進使用者查詢之速度。

(2)資料收集問題發生之標準作業程序建立以增強系統之穩定度。

(3)數值模擬計算所得之港區附近海域海象預報資訊導入關聯式資料庫中。

(4)配合「近岸數值模擬系統之建立(2/4)」計畫完成，現有數值模擬計算所得資料已有水位、波高、週期、波向、風等資料，檔案實際結構如下：

AP - 記事本

檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)

Date	Hour	WaterLevel	Tide	WHeight	WPeriod	WDirection	WindU	WindV	WindSpeed	WindDir
26-OCT-2006	01:00	0.098	0.128	0.775	5.279	186.200	-3.372	-2.830	4.402	49.994
26-OCT-2006	02:00	-0.087	-0.055	0.756	5.288	186.100	-2.920	-2.777	4.030	46.438
26-OCT-2006	03:00	-0.325	-0.285	0.738	5.318	185.600	-2.450	-2.873	3.776	40.456
26-OCT-2006	04:00	-0.556	-0.520	0.722	5.357	185.000	-2.027	-2.801	3.458	35.892
26-OCT-2006	05:00	-0.686	-0.639	0.709	5.404	184.400	-1.762	-2.558	3.106	34.560
26-OCT-2006	06:00	-0.667	-0.627	0.699	5.450	183.900	-0.997	-2.635	2.817	20.725
26-OCT-2006	07:00	-0.559	-0.551	0.693	5.488	183.500	-0.243	-2.878	2.888	4.826
26-OCT-2006	08:00	-0.430	-0.435	0.692	5.514	183.000	0.105	-3.021	3.023	358.009
26-OCT-2006	09:00	-0.333	-0.313	0.698	5.518	182.500	0.329	-3.250	3.267	354.220
26-OCT-2006	10:00	-0.210	-0.182	0.711	5.490	182.000	0.335	-3.601	3.617	354.685
26-OCT-2006	11:00	-0.100	-0.077	0.735	5.437	181.400	-0.332	-3.750	3.765	5.059
26-OCT-2006	12:00	-0.013	-0.001	0.767	5.396	181.000	-1.100	-3.905	4.057	15.732
26-OCT-2006	13:00	0.066	0.085	0.805	5.392	180.700	-2.063	-3.734	4.266	28.920
26-OCT-2006	14:00	0.138	0.148	0.842	5.446	180.600	-2.974	-3.099	4.295	43.821
26-OCT-2006	15:00	0.117	0.148	0.875	5.543	180.500	-3.538	-2.637	4.413	53.301
26-OCT-2006	16:00	0.048	0.114	0.901	5.651	180.400	-4.053	-2.043	4.539	63.249
26-OCT-2006	17:00	0.079	0.119	0.918	5.743	180.500	-4.476	-1.650	4.770	69.764
26-OCT-2006	18:00	0.192	0.204	0.926	5.791	181.000	-4.608	-1.764	4.934	69.053
26-OCT-2006	19:00	0.264	0.287	0.926	5.793	182.000	-4.764	-1.713	5.063	70.223
26-OCT-2006	20:00	0.347	0.366	0.917	5.767	183.300	-4.726	-1.905	5.095	68.046
26-OCT-2006	21:00	0.410	0.435	0.901	5.729	184.600	-4.599	-2.033	5.028	66.152
26-OCT-2006	22:00	0.470	0.486	0.879	5.688	185.900	-4.498	-2.016	4.929	65.858
26-OCT-2006	23:00	0.456	0.482	0.854	5.636	187.000	-4.586	-2.044	5.021	65.977
27-OCT-2006	00:00	0.372	0.392	0.831	5.573	188.200	-4.485	-2.134	4.967	64.555
27-OCT-2006	01:00	0.215	0.253	0.807	5.525	189.200	-4.349	-1.719	4.676	68.433
27-OCT-2006	02:00	0.030	0.097	0.783	5.503	189.700	-4.204	-1.567	4.487	69.558
27-OCT-2006	03:00	-0.164	-0.102	0.760	5.495	190.000	-3.978	-1.663	4.312	67.313
27-OCT-2006	04:00	-0.406	-0.349	0.737	5.510	189.900	-3.633	-1.516	3.937	67.350
27-OCT-2006	05:00	-0.637	-0.574	0.713	5.558	189.400	-3.037	-1.449	3.365	64.493
27-OCT-2006	06:00	-0.719	-0.662	0.689	5.617	188.800	-2.613	-1.604	3.066	58.456
27-OCT-2006	07:00	-0.674	-0.648	0.666	5.656	188.200	-2.094	-1.902	2.829	47.751
27-OCT-2006	08:00	-0.572	-0.571	0.644	5.668	187.900	-1.741	-2.105	2.732	39.593
27-OCT-2006	09:00	-0.481	-0.464	0.622	5.654	187.600	-1.570	-2.166	2.675	35.936
27-OCT-2006	10:00	-0.360	-0.345	0.602	5.616	187.400	-1.610	-2.370	2.865	34.189
27-OCT-2006	11:00	-0.222	-0.210	0.584	5.552	187.100	-1.985	-2.301	3.039	40.783
27-OCT-2006	12:00	-0.134	-0.097	0.569	5.471	186.700	-2.286	-2.022	3.052	48.507
27-OCT-2006	13:00	-0.038	0.005	0.558	5.382	186.300	-2.560	-1.907	3.192	53.317
27-OCT-2006	14:00	0.062	0.112	0.551	5.300	185.700	-2.821	-1.746	3.318	58.245
27-OCT-2006	15:00	0.099	0.169	0.548	5.234	185.000	-3.137	-1.444	3.453	65.283
27-OCT-2006	16:00	0.096	0.177	0.548	5.184	184.500	-3.412	-1.159	3.603	71.238
27-OCT-2006	17:00	0.074	0.156	0.548	5.141	184.200	-3.597	-0.889	3.705	76.118
27-OCT-2006	18:00	0.138	0.192	0.548	5.107	184.100	-3.786	-0.813	3.872	77.880

圖 3-19 數值模擬計算資料檔案資料格式

7.檔案格式說明:

由中山大學 FTP 網站自動下載之預測報資料檔案，包括 AP.dat、HL.dat、KH.dat、KL.dat、SA.dat、TC.dat、TP.dat 等資料，其中各檔案代表一個港口之預測報資料，且資料格式相同。

文字檔中第一列為欄位說明，第二列起每一列代表一個整點時間之預測資料：

第 0~11 位元: 日-月-西元年

第 13~19 位元: 整點時間

第 23~29 位元: 水位(潮汐之潮位)資料

第 45~51 位元: 波高資料

第 56~62 位元: 週期資料

第 65~73 位元: 波向資料

第 78~84 位元: 風速資料

第 89~95 位元: 風向資料

8. 依數值格式進行資料轉檔程序，並將數值寫入關聯性資料庫R_TIDE資料表中。

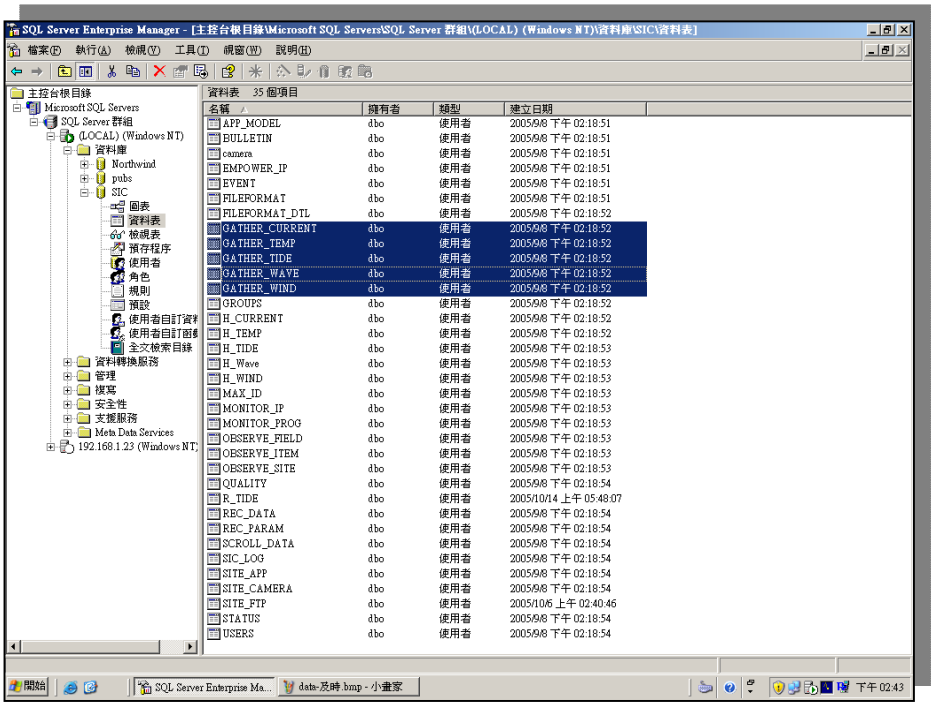


圖 3-20 數值模擬計算資料庫

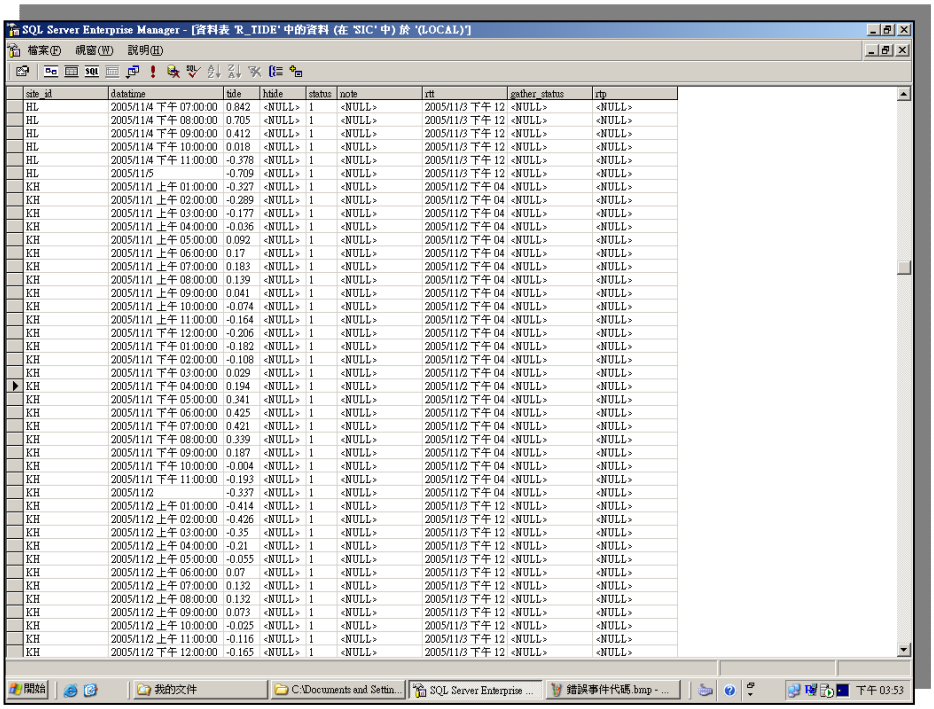


圖 3-21 數值模擬計算資料表

9. 預測報數值資料庫最新 Schema

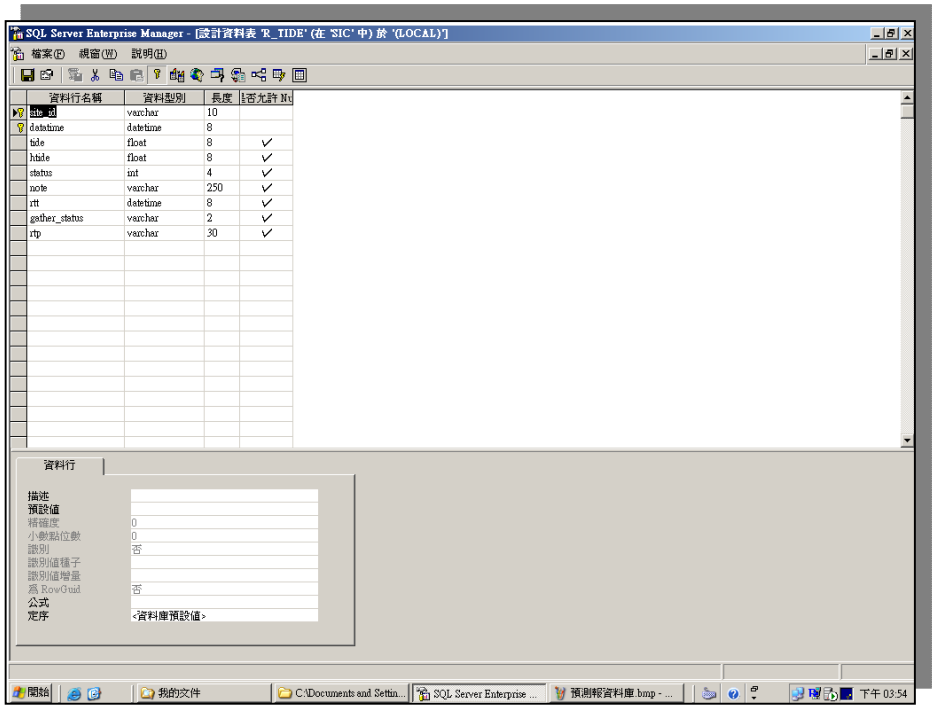


圖 3-22 數值模擬計算資料表 Schema

10. 新增資料表及欄位說明

資料表	欄位	型態	大小	備註
R_CURRENT	site_id	varchar	10	港口代號
(海流資料)	datatime	datetime		日期時間
	w_d_s	float		預測
	hw_d_s	float		實測
	status	int		狀態
	note	varchar		備註
	rtt	datetime		最後更新時間
	gather_status	varchar	2	
	rtp	varchar	30	最後更新人
R_TEMP	site_id	varchar	10	港口代號
(水溫資料)	datatime	datetime		日期時間
	temperature	float		預測
	htemperature	float		實測
	status	int		狀態
	note	varchar		備註
	rtt	datetime		最後更新時間
	gather_status	varchar	2	
	rtp	varchar	30	最後更新人

R_TIDE	site_id	varchar	10	港口代號
(潮汐資料)	datatime	datetime		日期時間
	tide	float		預測
	htide	float		實測
	status	int		狀態
	note	varchar		備註
	rtt	datetime		最後更新時間
	gather_status	varchar	2	
	rtp	varchar	30	最後更新人
R_WIND	site_id	varchar	10	港口代號
(風力)	datatime	datetime		日期時間
	ws_avg	float		預測
	hws_avg	float		實測
	ws_max	float		預測
	hws_max	float		實測
	status	int		狀態
	note	varchar		備註
	rtt	datetime		最後更新時間
	gather_status	varchar	2	
	rtp	varchar	30	最後更新人
R_Wave	site_id	varchar	10	港口代號
(波浪資料)	datatime	datetime		日期時間
	s_h	float		預測
	p_p	float		預測
	mean_dir	float		預測
	hs_h	float		實測
	hp_p	float		實測
	hmean_dir	float		實測
	status	int		狀態
	note	varchar		備註
	rtt	datetime		最後更新時間
	gather_status	varchar	2	
	rtp	varchar	30	最後更新人

11. 資料庫 SCRIPT 語法:

```
if exists (select * from dbo.sysobjects where id = object_id(N'[dbo].[R_CURRENT]') and
OBJECTPROPERTY(id, N'IsUserTable') = 1)
drop table [dbo].[R_CURRENT]
GO

if exists (select * from dbo.sysobjects where id = object_id(N'[dbo].[R_TEMP]') and
OBJECTPROPERTY(id, N'IsUserTable') = 1)
drop table [dbo].[R_TEMP]
GO

if exists (select * from dbo.sysobjects where id = object_id(N'[dbo].[R_TIDE]') and
OBJECTPROPERTY(id, N'IsUserTable') = 1)
drop table [dbo].[R_TIDE]
GO

if exists (select * from dbo.sysobjects where id = object_id(N'[dbo].[R_WIND]') and
OBJECTPROPERTY(id, N'IsUserTable') = 1)
drop table [dbo].[R_WIND]
GO

if exists (select * from dbo.sysobjects where id = object_id(N'[dbo].[R_Wave]') and
OBJECTPROPERTY(id, N'IsUserTable') = 1)
drop table [dbo].[R_Wave]
GO

CREATE TABLE [dbo].[R_CURRENT] (
        [site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT NULL ,
        [datatime] [datetime] NOT NULL ,
        [w_d_S] [float] NULL ,
        [hw_d_s] [float] NULL ,
        [status] [int] NULL ,
        [note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
        [rtt] [datetime] NULL ,
        [gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
        [rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]
GO
```

```
CREATE TABLE [dbo].[R_TEMP] (
	[site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT NULL ,
	[datatime] [datetime] NOT NULL ,
	[temperature] [float] NULL ,
	[htemperature] [float] NULL ,
	[status] [int] NULL ,
	[note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
	[rtt] [datetime] NULL ,
	[gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
	[rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]
GO

CREATE TABLE [dbo].[R_TIDE] (
	[site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT NULL ,
	[datatime] [datetime] NOT NULL ,
	[tide] [float] NULL ,
	[htide] [float] NULL ,
	[status] [int] NULL ,
	[note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
	[rtt] [datetime] NULL ,
	[gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
	[rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]
GO

CREATE TABLE [dbo].[R_WIND] (
	[site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT NULL ,
	[datatime] [datetime] NOT NULL ,
	[ws_avg] [float] NULL ,
	[hws_avg] [float] NULL ,
	[wd_avg] [float] NULL ,
	[hwd_avg] [float] NULL ,
	[status] [int] NULL ,
	[note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
	[rtt] [datetime] NULL ,
	[gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
```

```
	[rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]
GO

CREATE TABLE [dbo].[R_Wave] (
	[site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT NULL ,
	[datatime] [datetime] NOT NULL ,
	[s_h] [float] NULL ,
	[p_p] [float] NULL ,
	[mean_dir] [float] NULL ,
	[hs_h] [float] NULL ,
	[hp_p] [float] NULL ,
	[hmean_dir] [float] NULL ,
	[status] [int] NULL ,
	[note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
	[rtt] [datetime] NULL ,
	[gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
	[rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]
GO
```

3.2 海氣象即時觀測資料統計

提供海氣象觀測資料統計圖表

圖 3-23 海氣象觀測資料統計圖使用介面

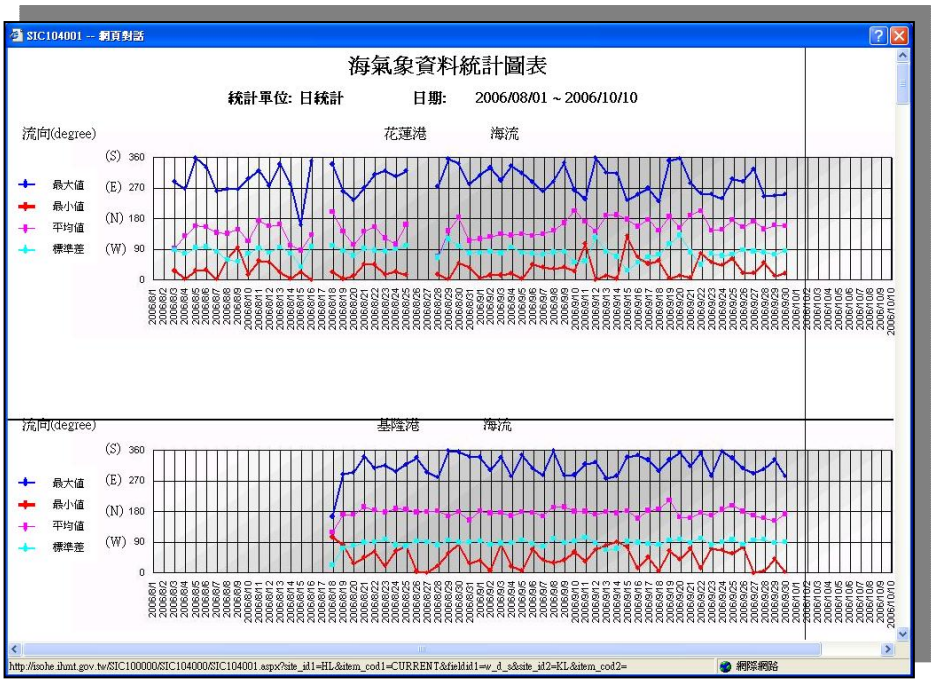
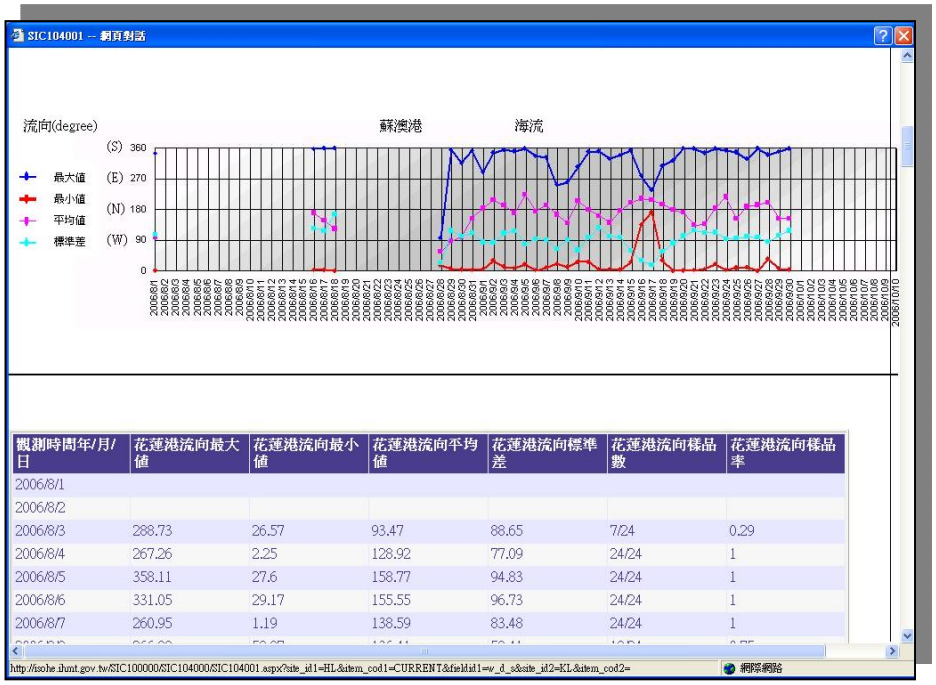


圖 3-24 流向時間區間統計圖 1



觀測時間年/月/日	花蓮港流向最大值	花蓮港流向最小值	花蓮港流向平均值	花蓮港流向標準差	花蓮港流向樣品數	花蓮港流向樣品率
2006/8/1						
2006/8/2						
2006/8/3	288.73	26.57	93.47	88.65	7/24	0.29
2006/8/4	267.26	2.25	128.92	77.09	24/24	1
2006/8/5	358.11	27.6	158.77	94.83	24/24	1
2006/8/6	331.05	29.17	155.55	96.73	24/24	1
2006/8/7	260.95	1.19	138.59	83.48	24/24	1

圖 3-25 流向時間區間統計圖 2

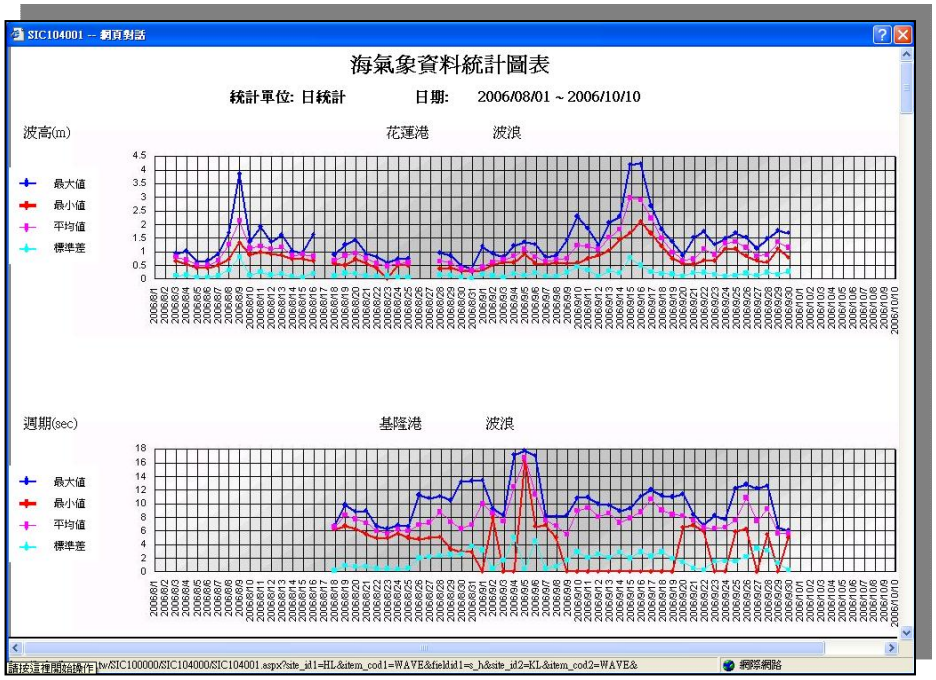


圖 3-26 波高、週期時間區間統計圖

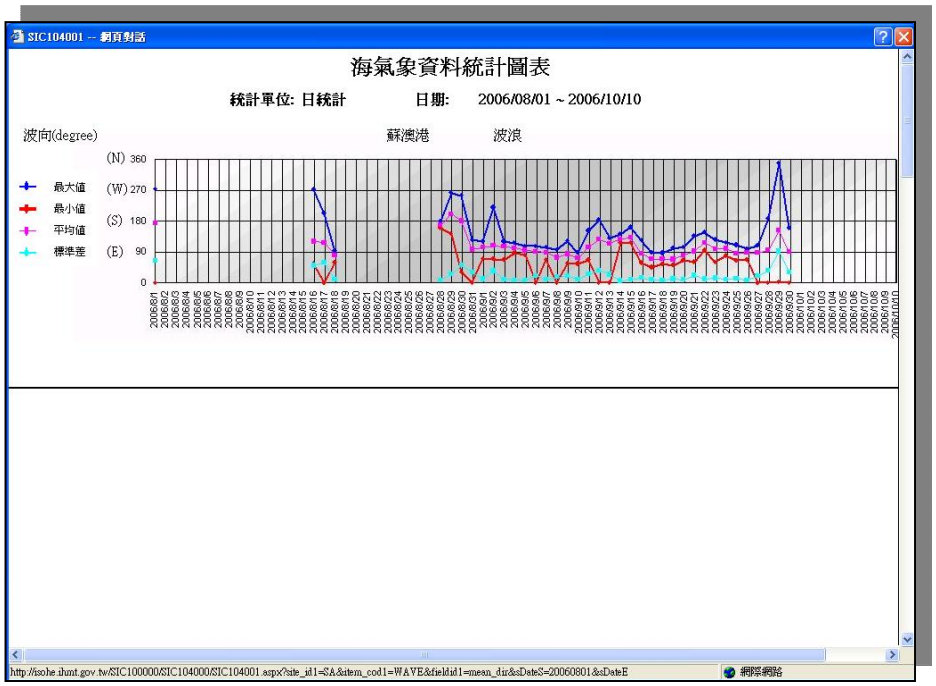


圖 3-27 波向時間區間統計圖

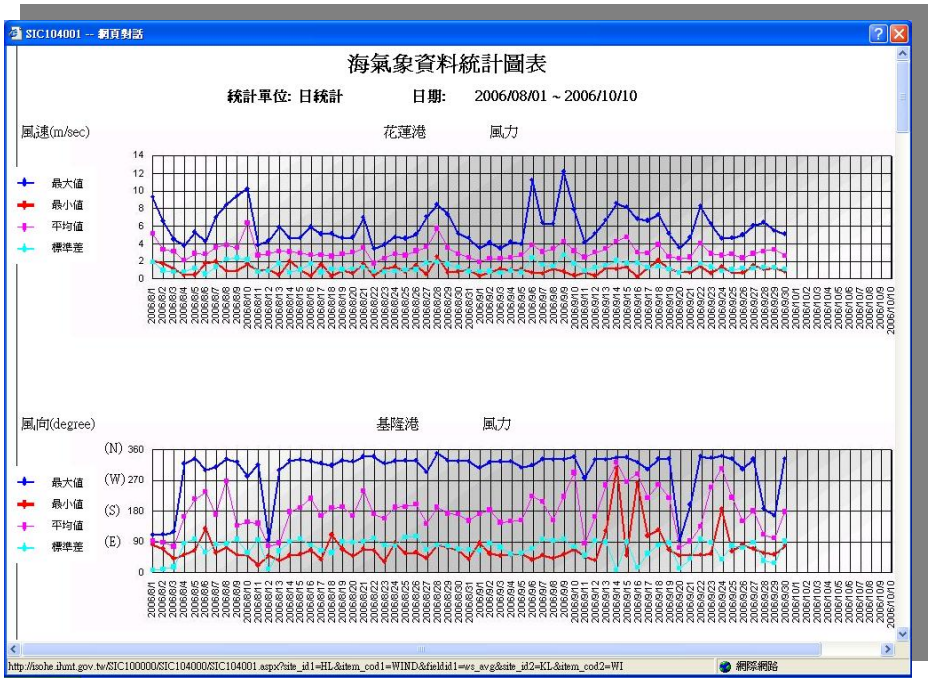


圖 3-28 風速及風向時間區間統計圖

3.3 數值模擬資料庫圖表

本計畫於網頁上加上網頁撰寫語言及 ASP 程式語法，讀取關聯式資料庫中之數值資料，選取時使用方式如下說明-選擇單一種類資料：

圖 3-29 數值模擬資料統計圖統計圖使用介面

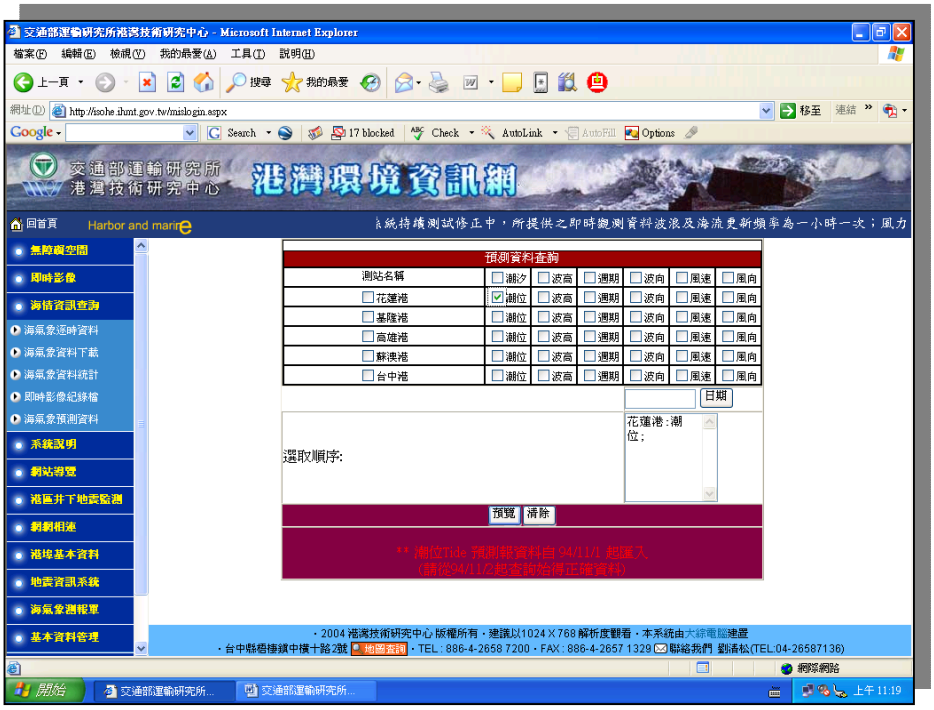


圖 3-30 海氣象數值模擬資料查詢(選擇單一種類資料)

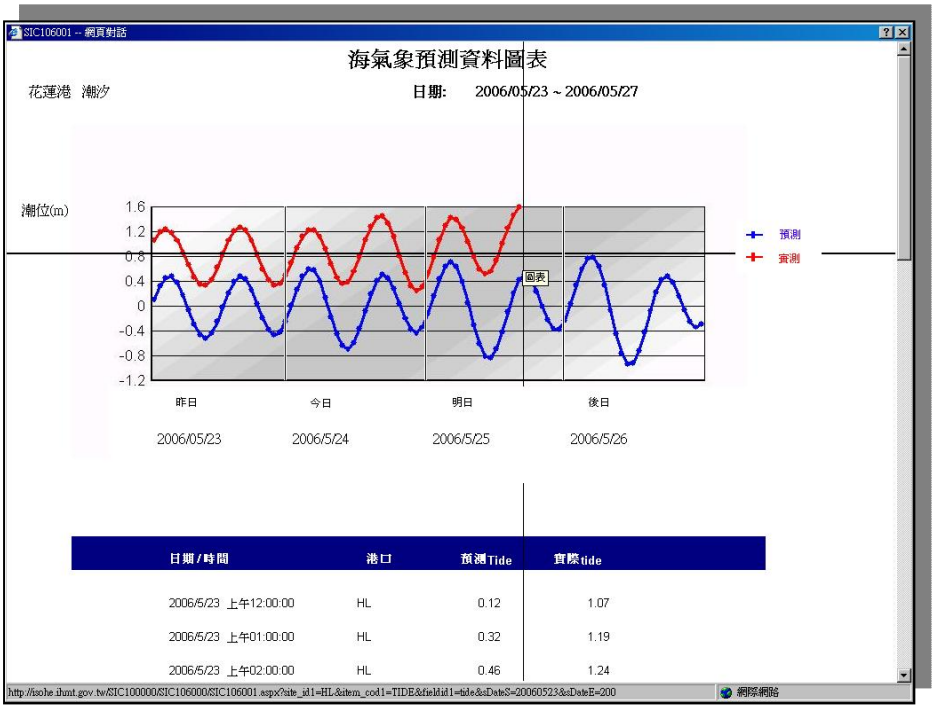


圖 3-31 海氣象數值模擬資料歷線圖與數值資料(花蓮港潮位)

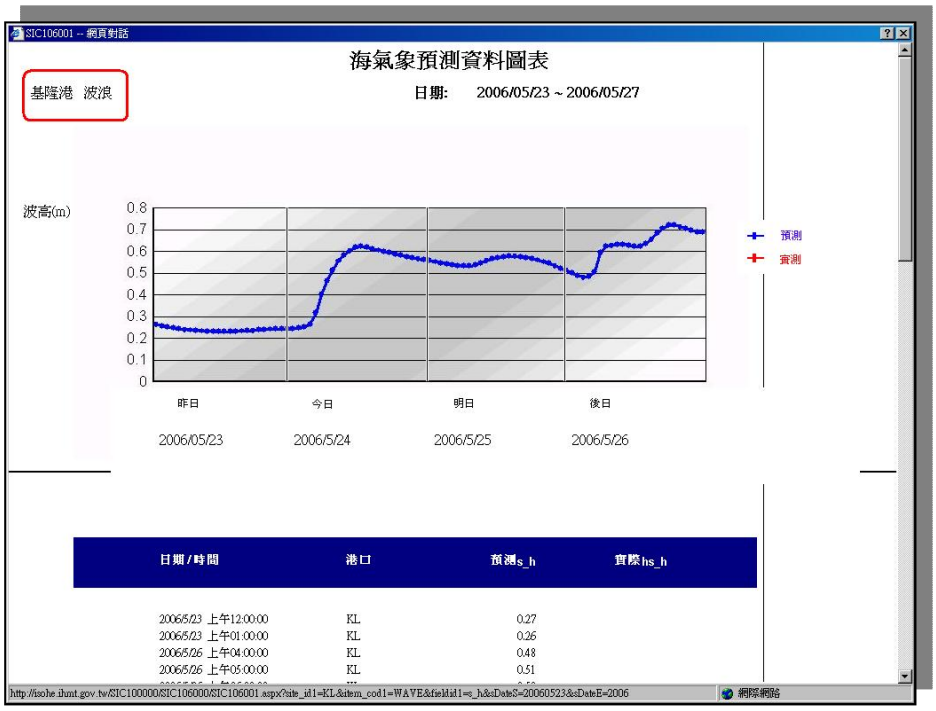


圖 3-32 海氣象數值模擬資料歷線圖與數值資料(基隆港波高)

選擇多港口及種類資料使用說明:

1. 當選擇畫面上方之”潮汐”左方核取方塊。

2. 將出現”潮汐:全部;”的提示字樣。

3. 再按下預覽後即能看到同為潮汐類型之所有港口預測資料。

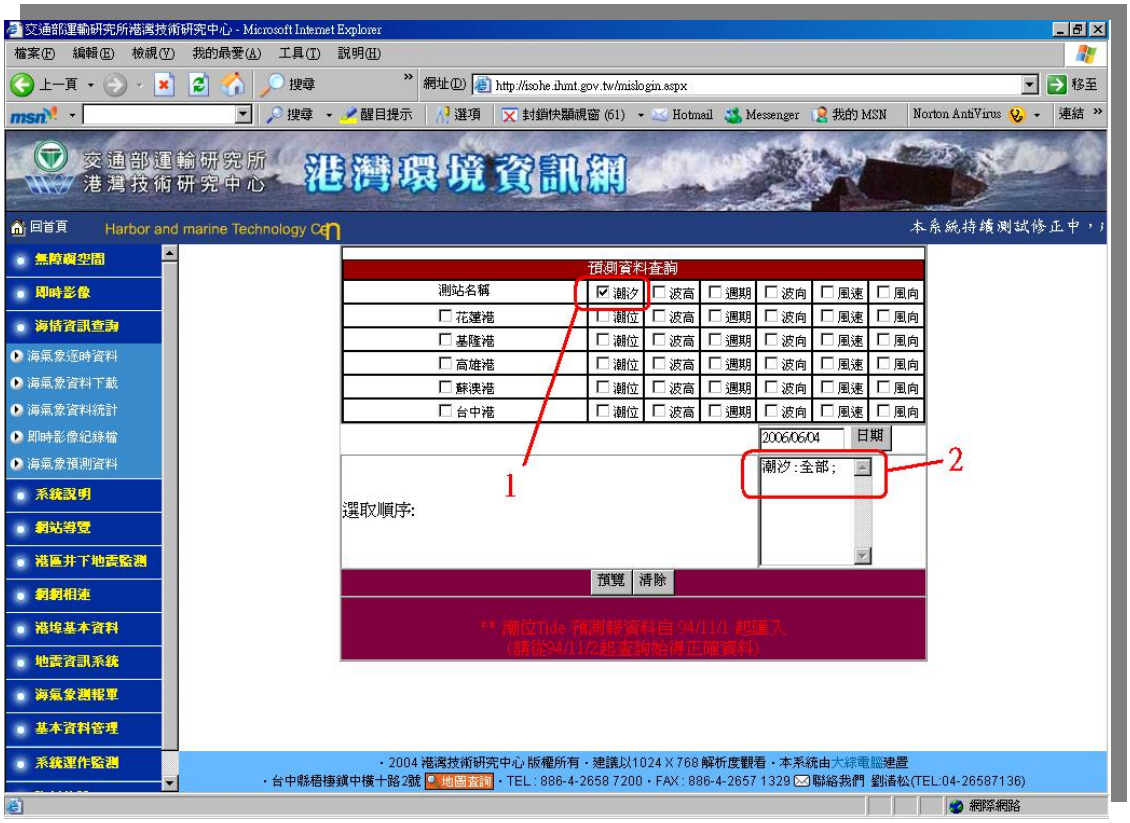


圖 3-33 海氣象數值模擬資料查詢(潮位)

以下為預測報數值資料 72 小時資料，以顯示藍色數據：

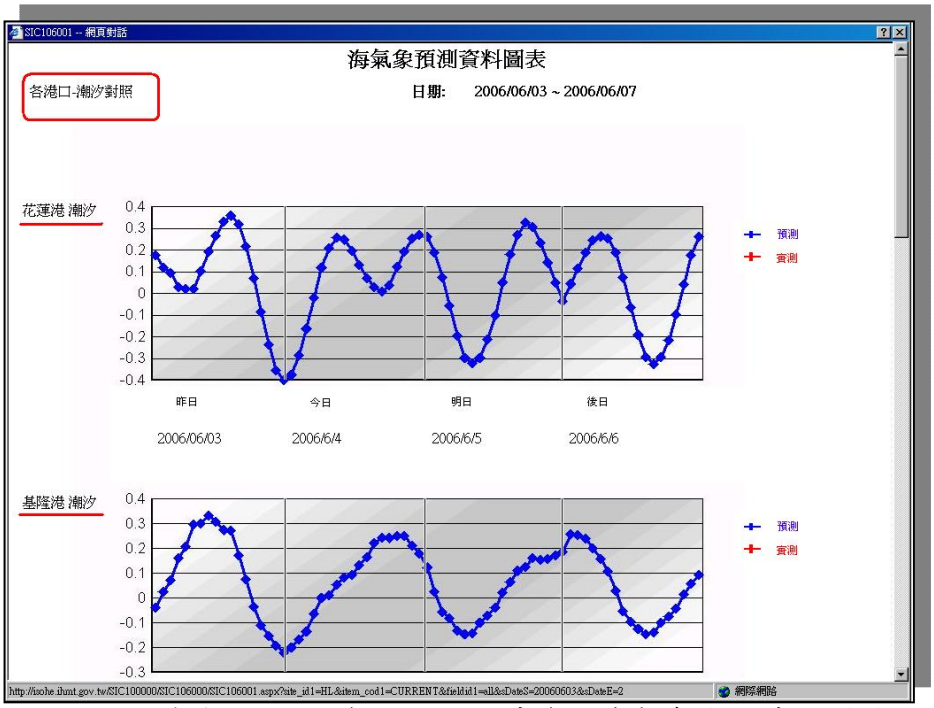


圖 3-34 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(花蓮港、基隆港潮位)

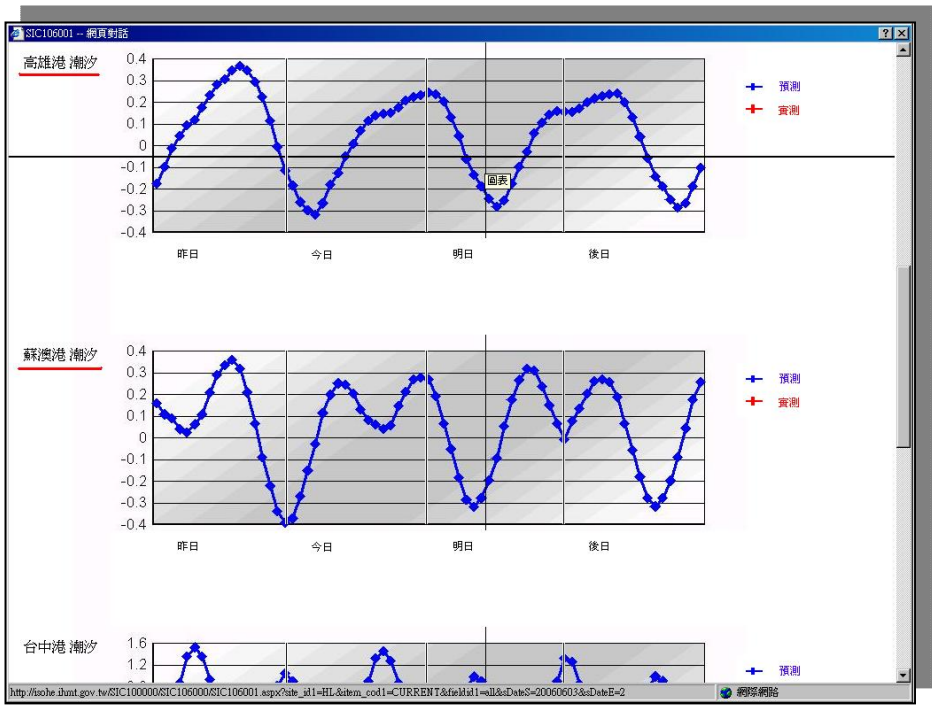


圖 3-35 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(高雄港、蘇澳港潮位)

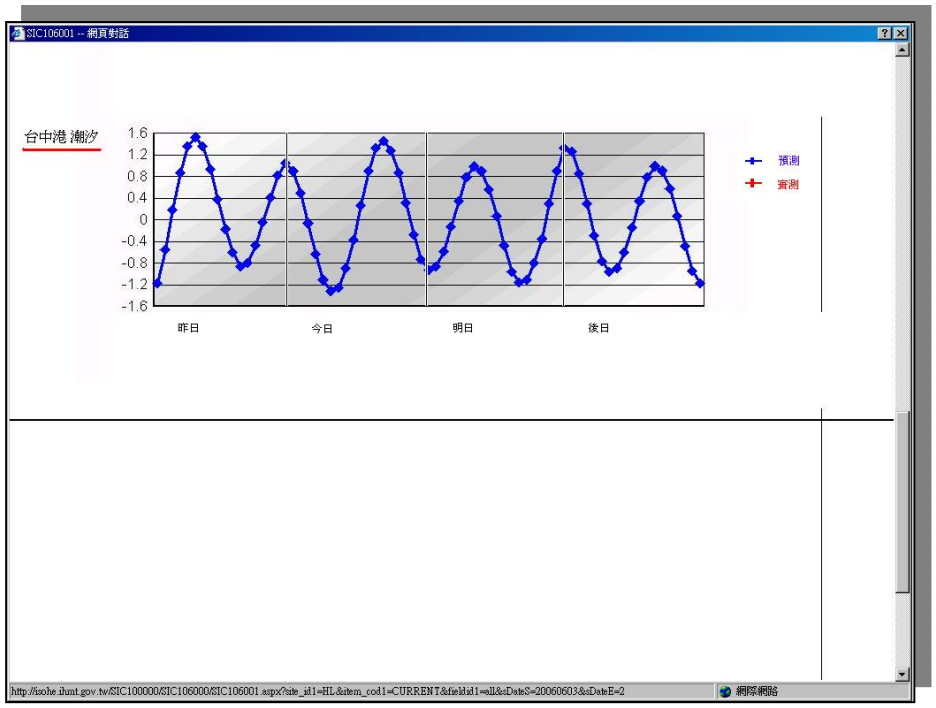


圖 3-36 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(台中港潮位)

以下為預測報數值資料 72 小時與實際觀測資料合併顯示：

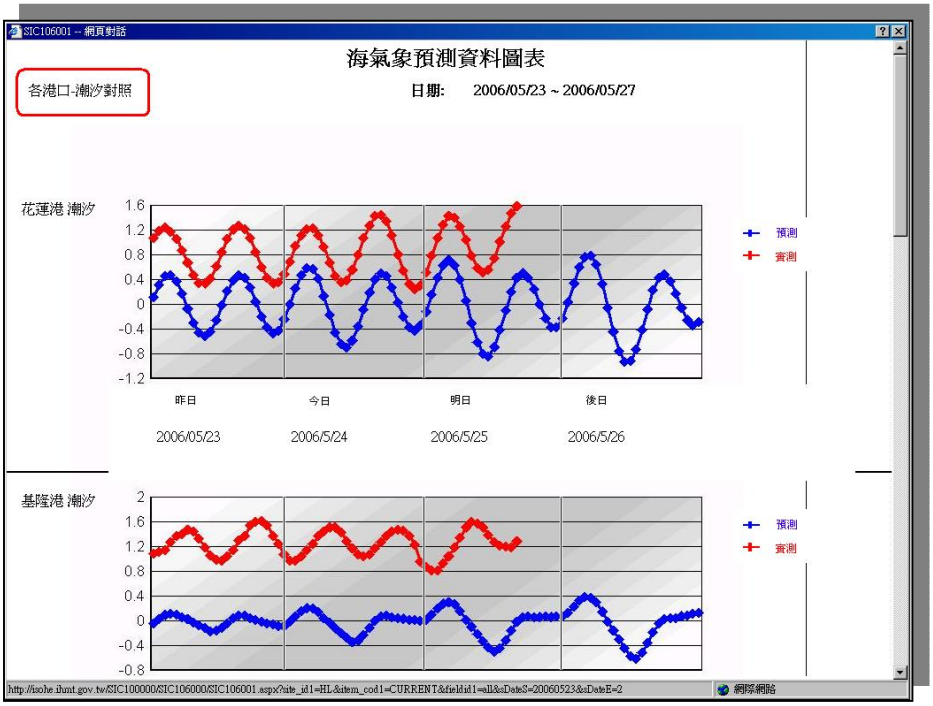


圖 3-37 海氣象數值模擬與即時觀測資料整合(花蓮港、基隆港潮位)

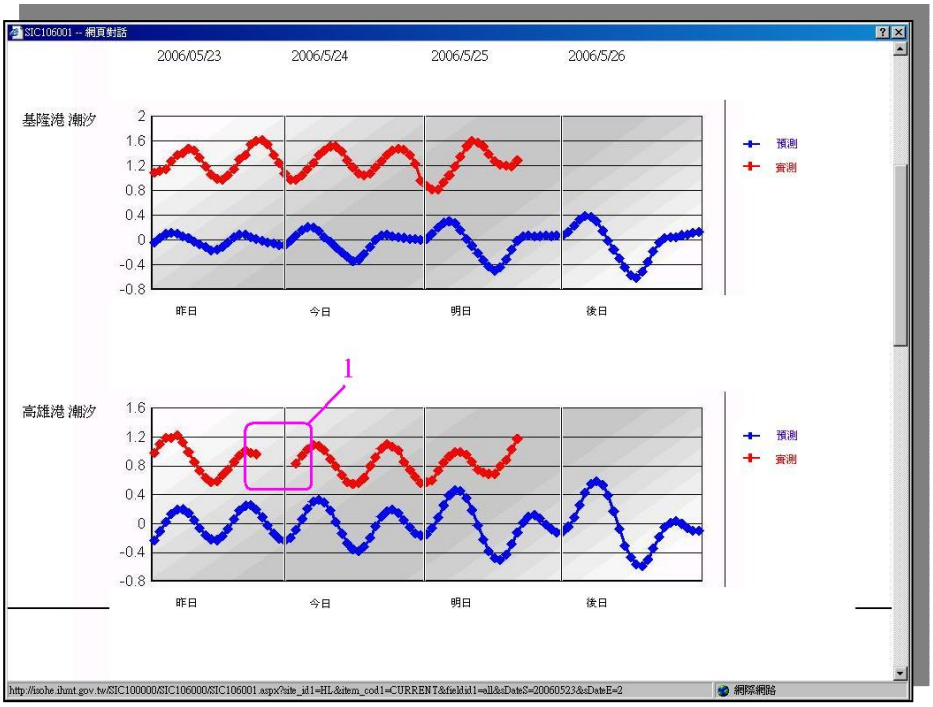


圖 3-38 海氣象數值模擬與即時觀測資料整合(基隆港、高雄港潮位)

當實測資料數據有中斷時, 會依實際狀況顯示

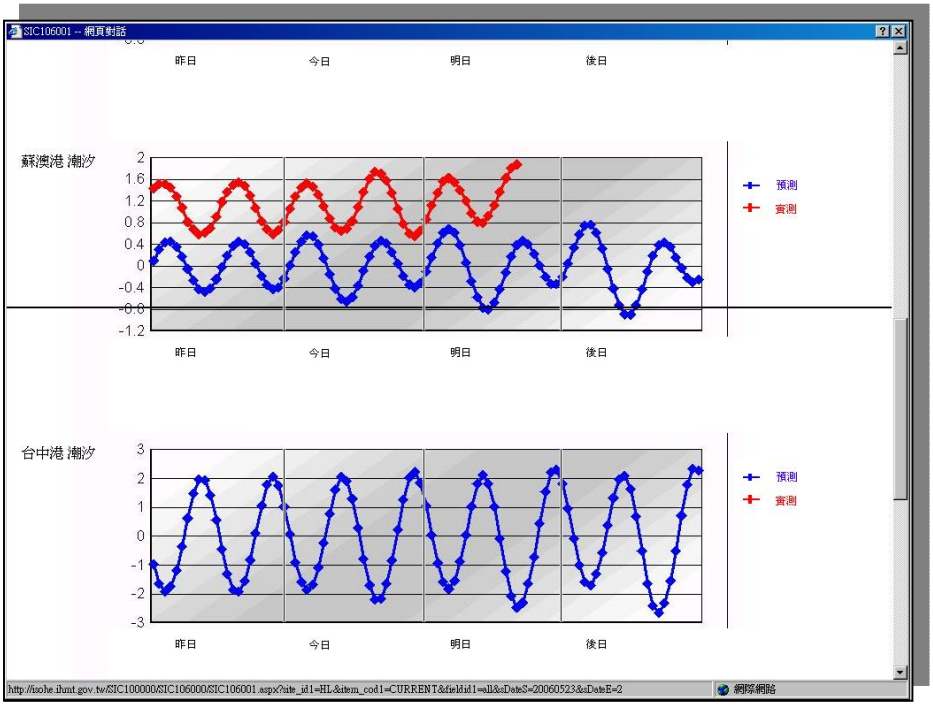


圖 3-39 海氣象數值模擬與即時觀測資料整合(台中港潮位)

當點選波高左方之核取方塊時，將會出現”波高:全部”的提示字樣，並會帶出各港口同是波高之實測預測資料報表：

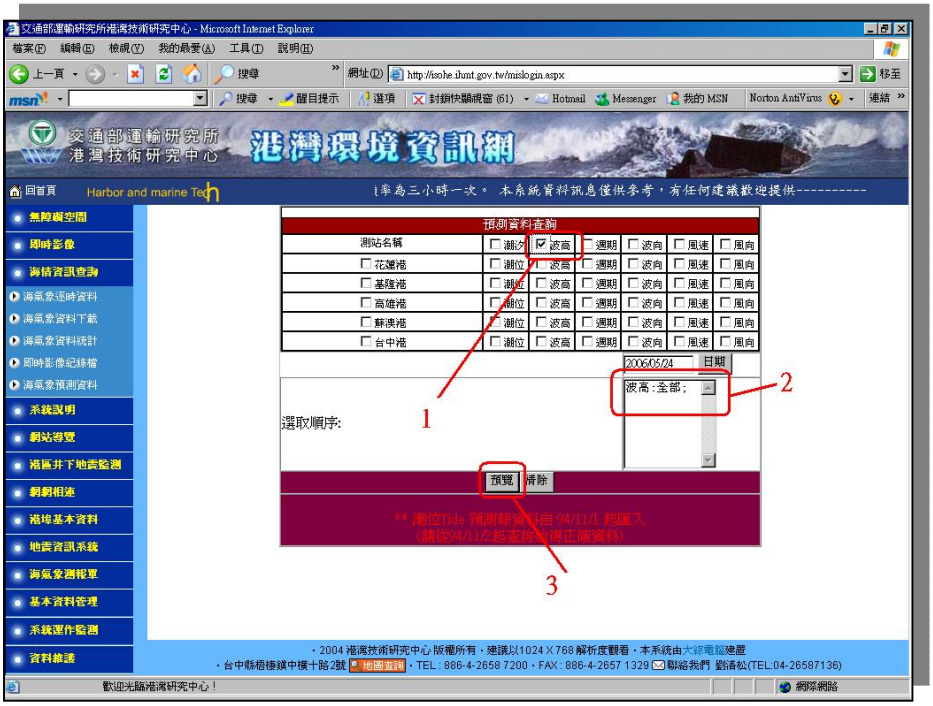


圖 3-40 海氣象數值模擬資料查詢(波高)

當該港口於該日期區間無預測資料時, 將不呈現比對數據及圖型。

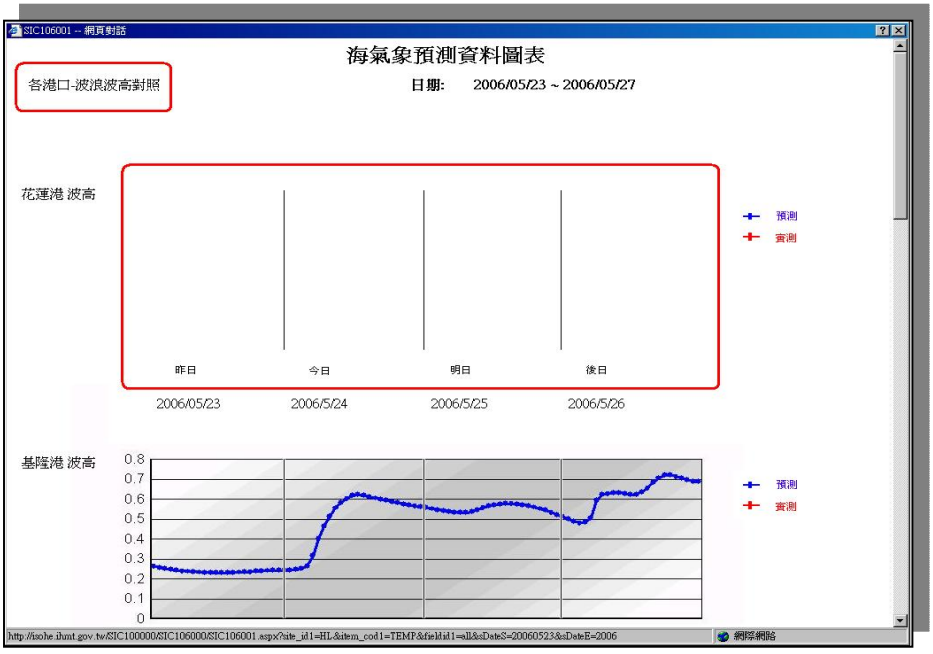


圖 3-41 海氣象數值模擬資料查詢-72 小時

可以同樣方式觀看”週期”之各港口對照圖型報表

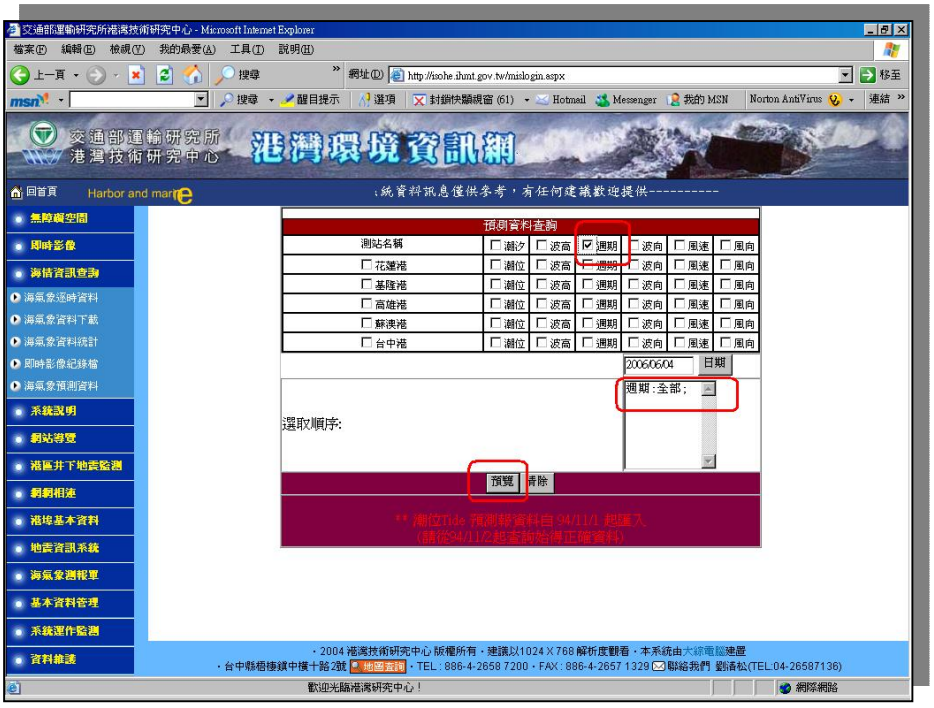


圖 3-42 海氣象數值模擬資料查詢(週期)

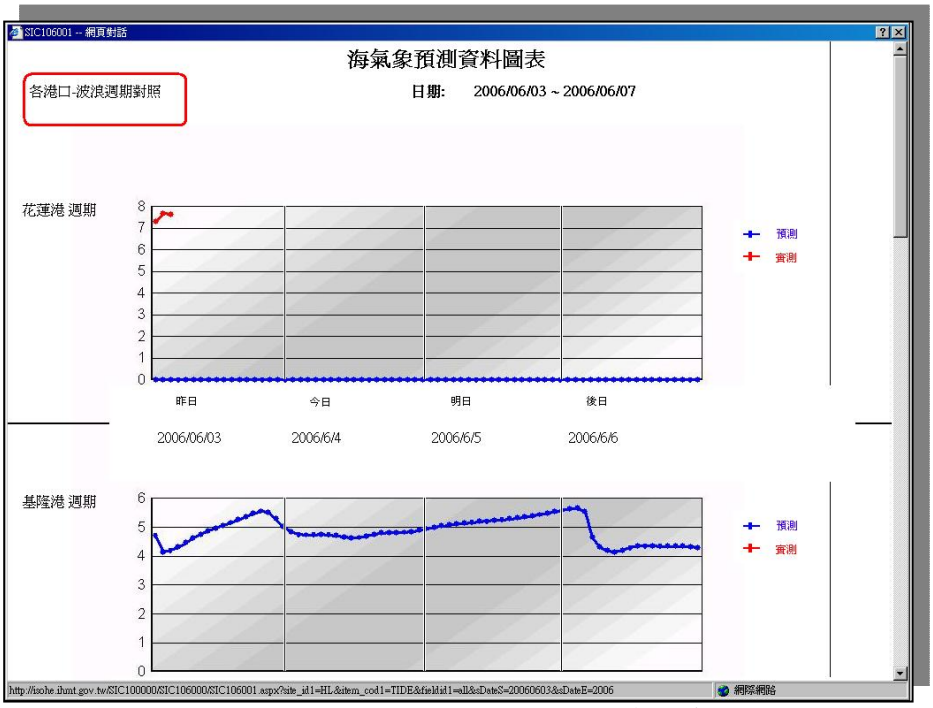


圖 3-43 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(花蓮港、基隆港週期)

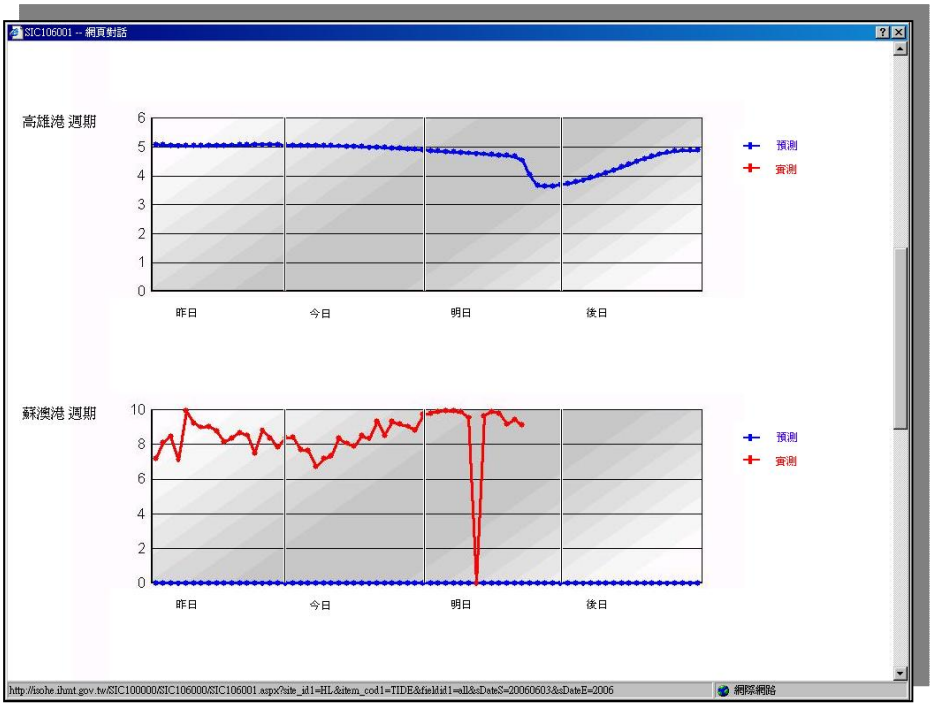


圖 3-44 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(高雄港、蘇澳港週期)

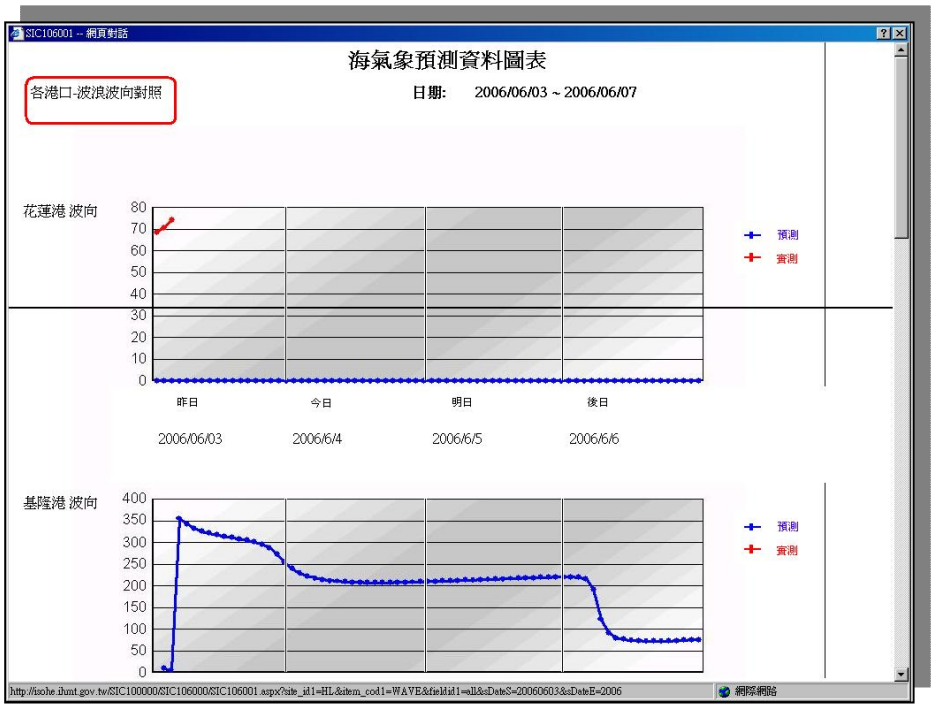


圖 3-45 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(花蓮港、基隆港波向)

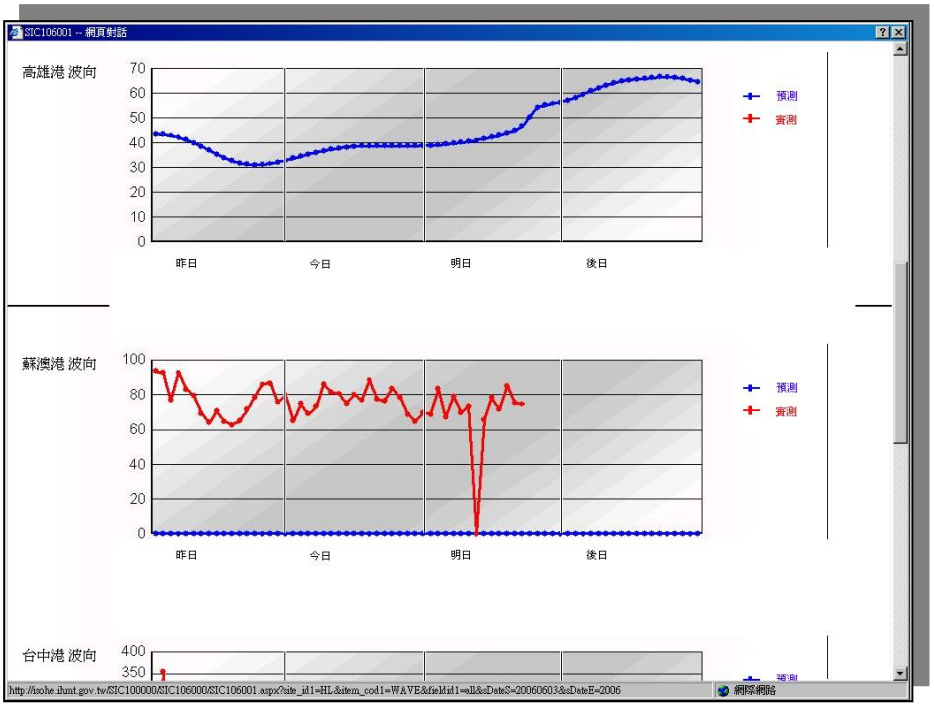


圖 3-46 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(高雄港、蘇澳港波向)

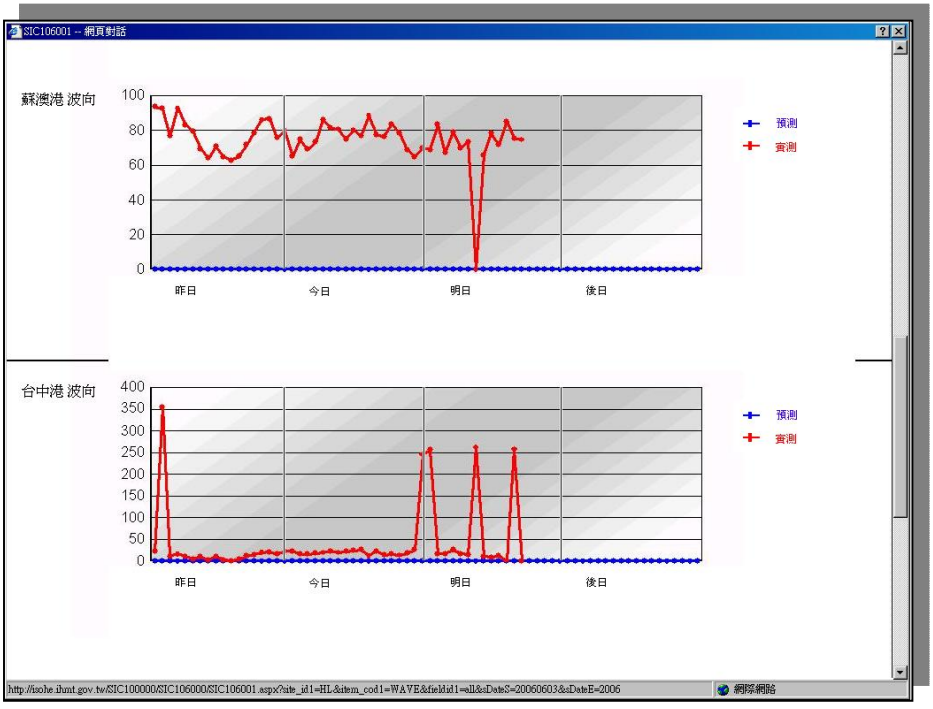


圖 3-47 海氣象數值模擬資料-72 小時資料(蘇澳港、台中港波向)

亦可選擇各港口之左測核取方塊，將顯示其港口之所有實測與預測數據資訊做為比較：

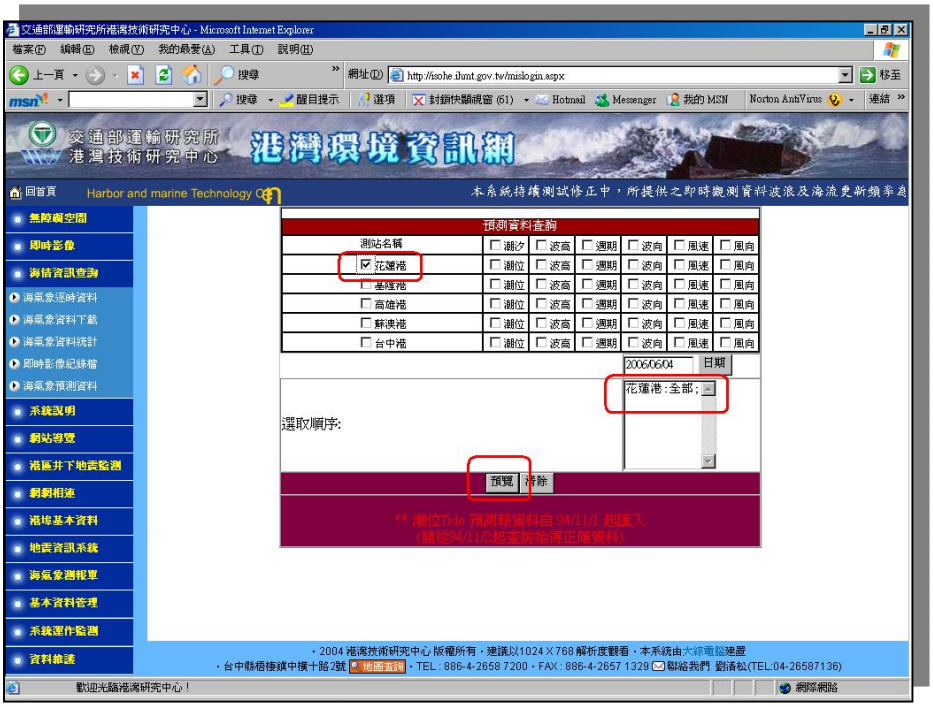


圖 3-48 海氣象數值模擬資料查詢(by 港口)

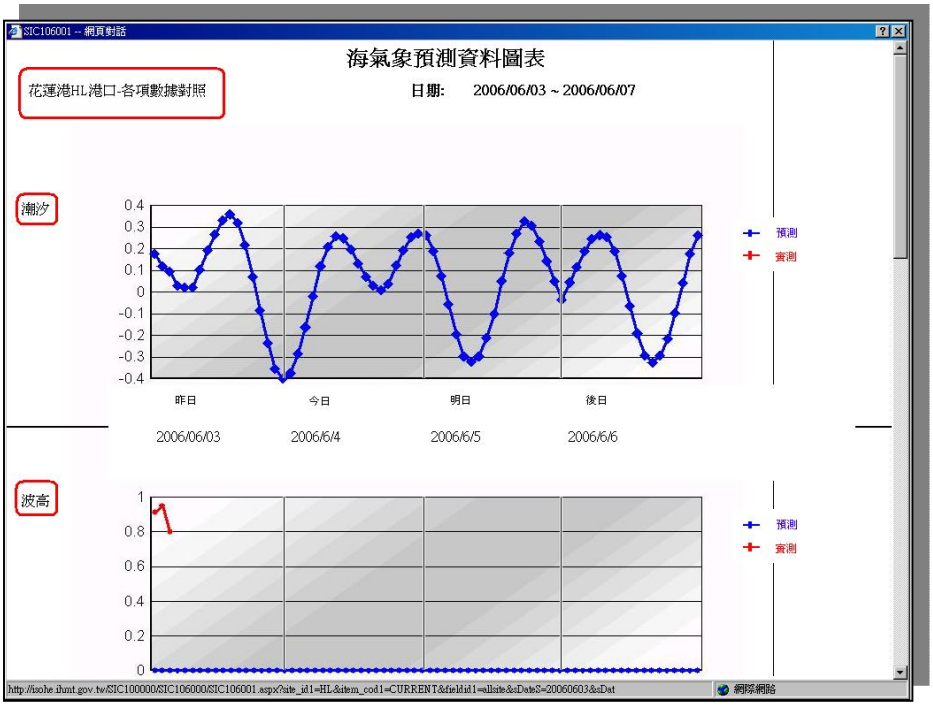


圖 3-49 海氣象數值模擬資料查詢(花蓮港-潮汐、波高)

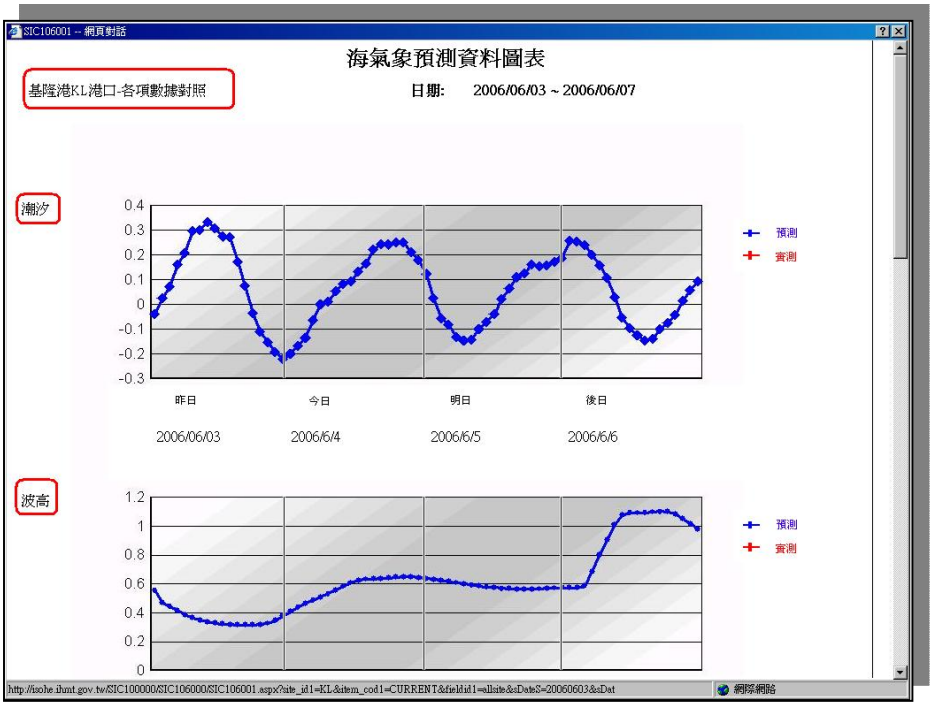


圖 3-50 海氣象數值模擬資料查詢(基隆港-潮汐、波高)

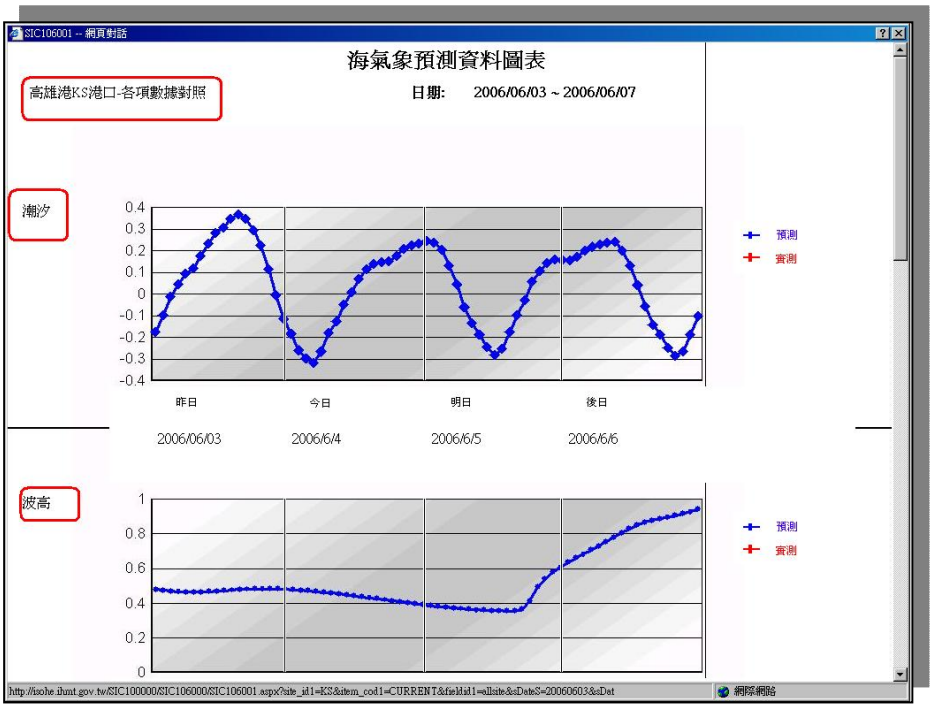


圖 3-51 海氣象數值模擬資料查詢(高雄港-潮汐、波高)

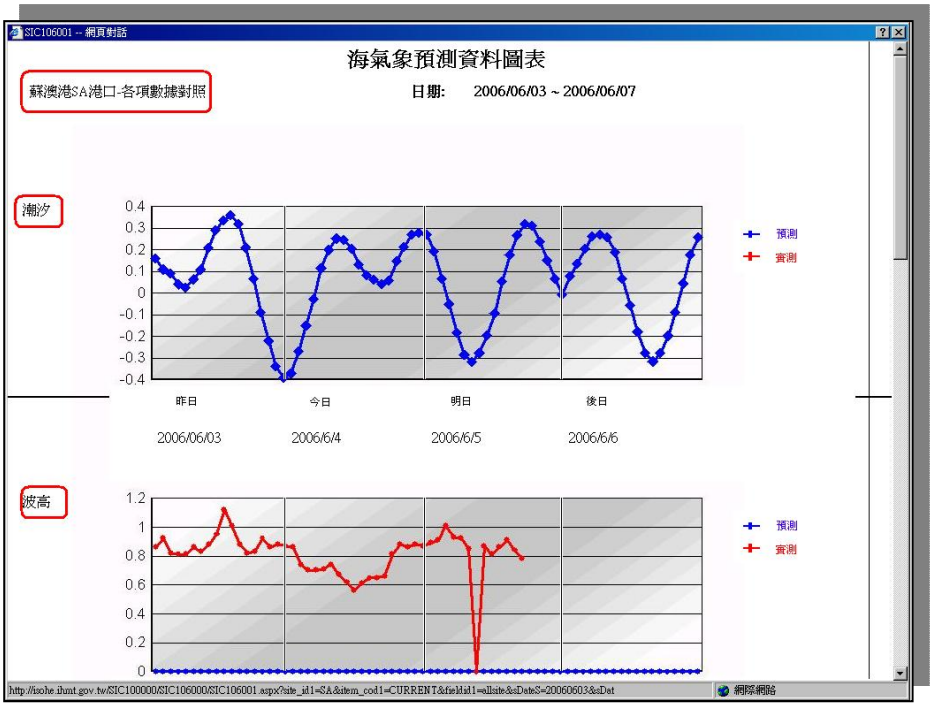


圖 3-52 海氣象數值模擬資料查詢(蘇澳港-潮汐、波高)

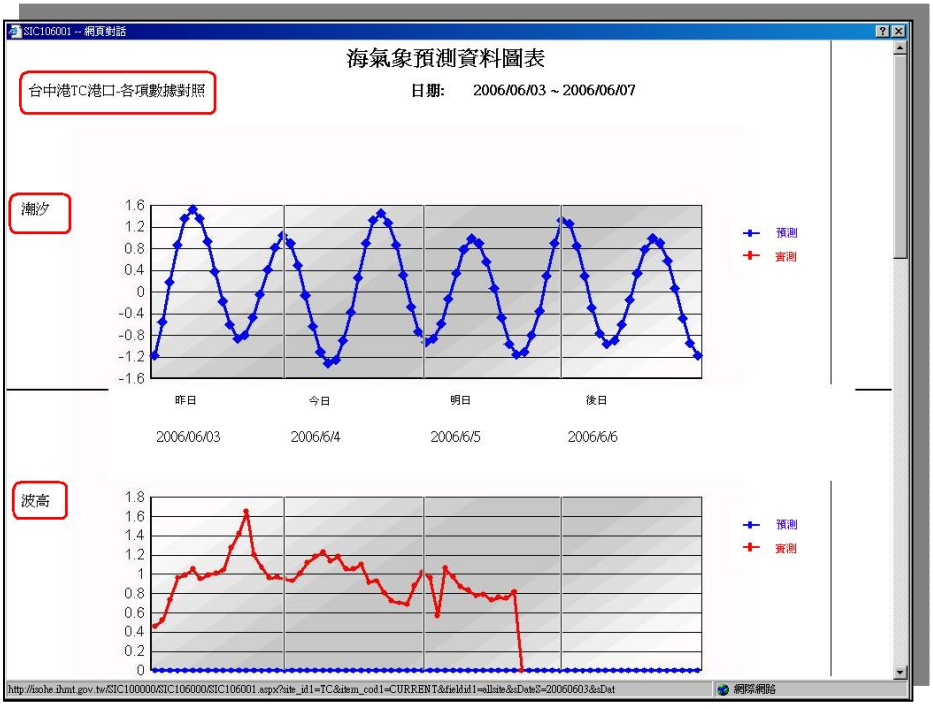


圖 3-53 海氣象數值模擬資料查詢(台中港-潮汐、波高)

3.4 海氣象預報單

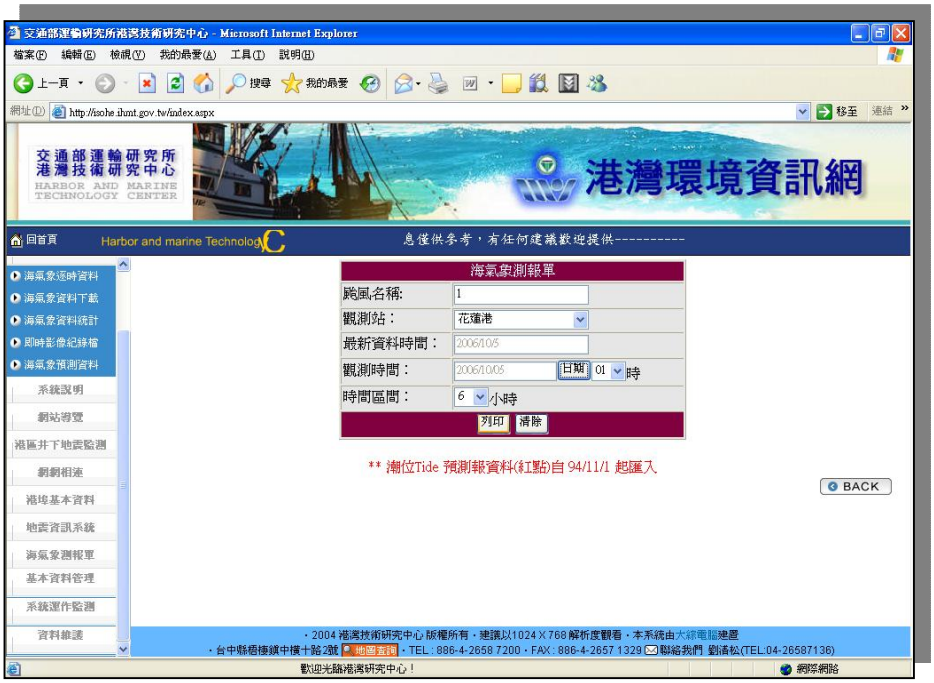


圖 3-54 氣象預報單設定操作介面

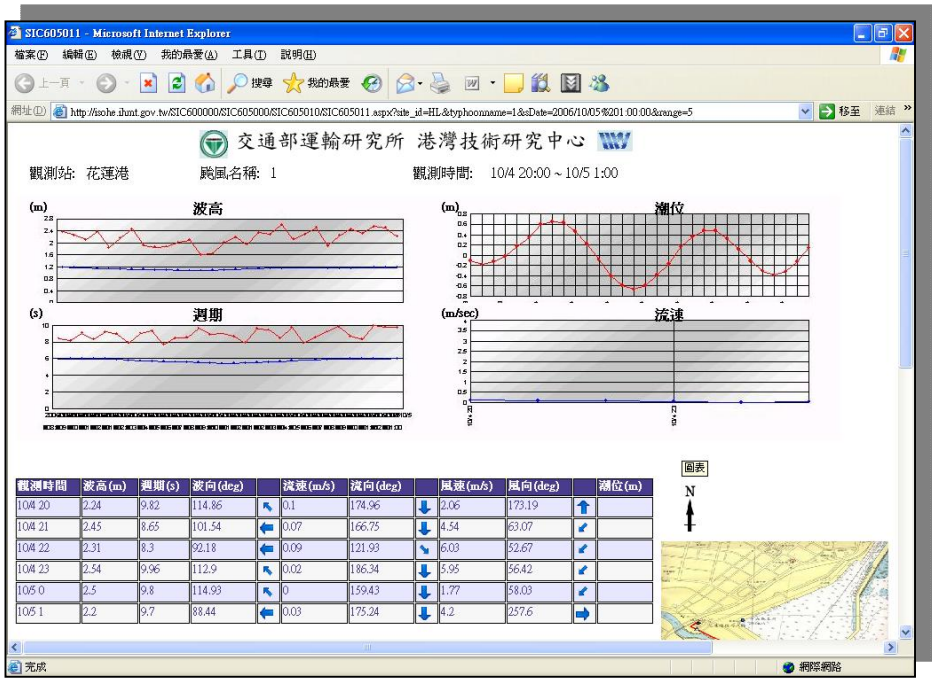


圖 3-55 整合數值模擬資料於圖表中

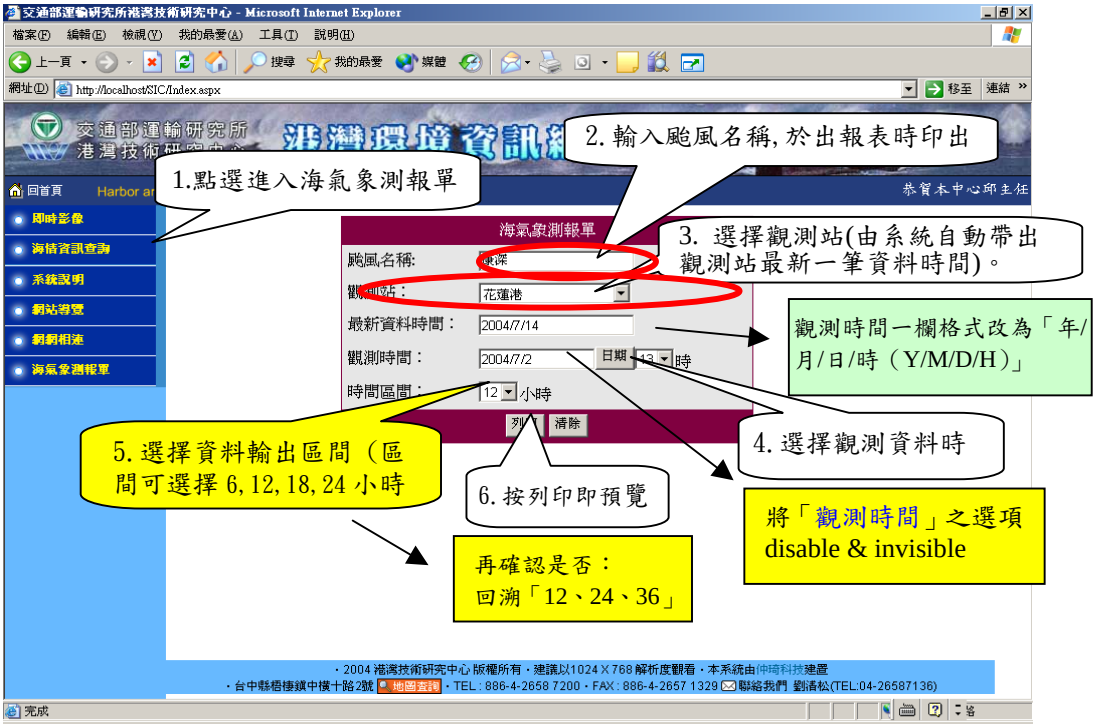


圖 3-56 海氣象測報單製作設定

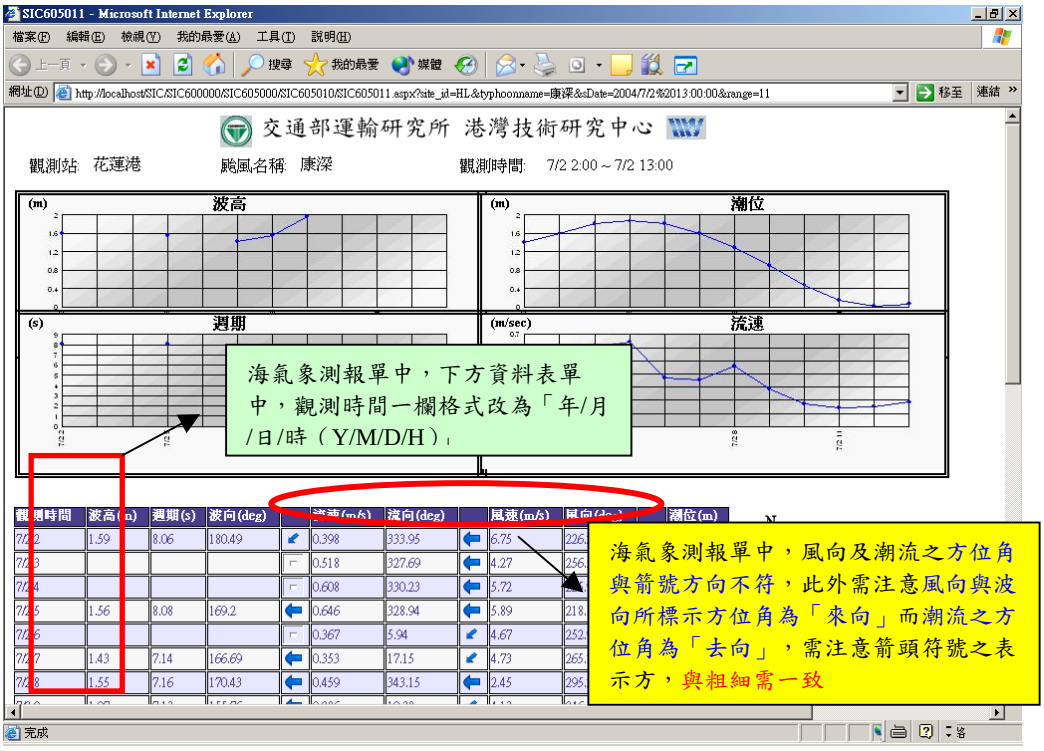


圖 3-57 報表輸出格式

依上述設定使用本功能產出海氣象測報單後，可直接使用瀏覽器列印成 A4 格式，列印設定說明如下圖所示。

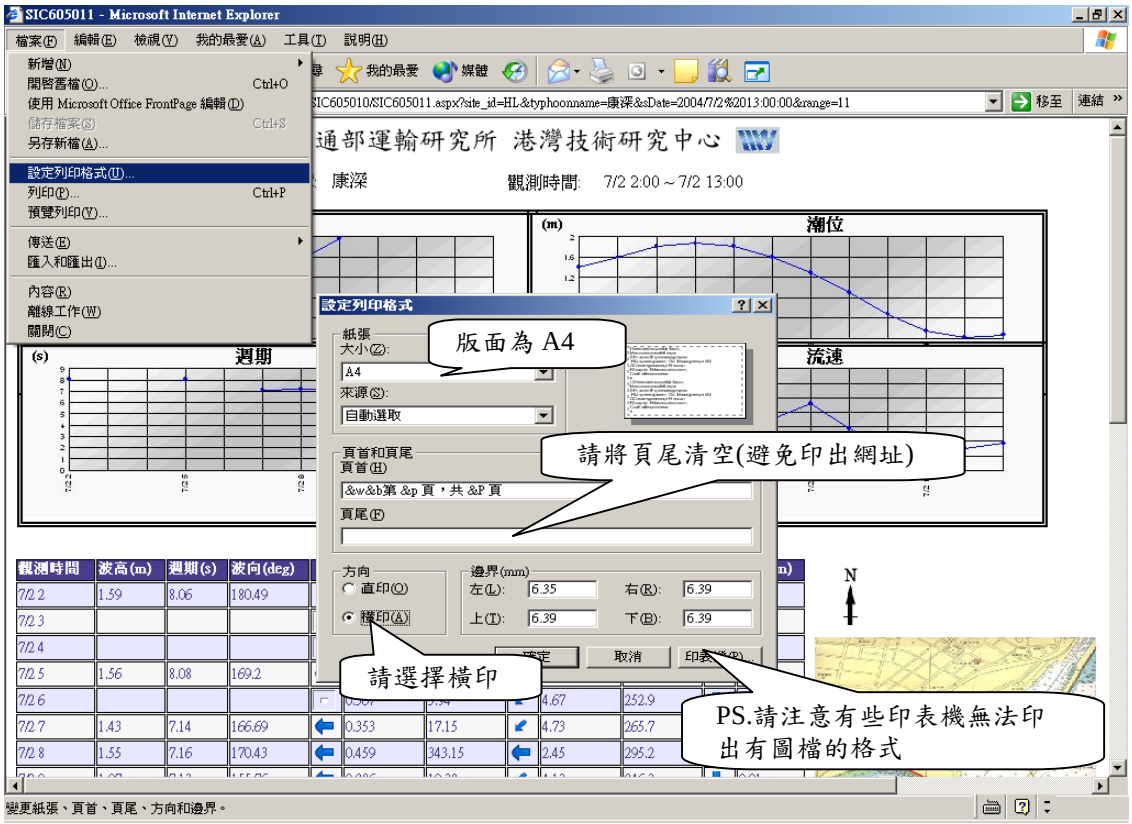


圖 3-58 報表列印說明

3.5 XML 標準語言

3.5.1 標準架構

本公司考量海氣象數據資料的「多方收集性」及海情中心建立完成後與「學術性」機構、「港務單位」等資訊交換與分享需要；於本計畫分析規劃時一併考量數據處理交換的介面，共區分為處理「標準數據」與「非標準數據」二種：

1. 標準數據處理介面:依據既有已收集之海氣象數據資料，建立共同擷取轉入關聯性資料庫系統之資料格式(Format)，以利即時且自動的收集彙整前端所測得之海氣象數據資料。

   於標準數據處理介面建立後；未來於前端之海氣象測站新建或系統更新時，可提供海氣象數據資料遵循的格式(Format)，快速及便利的轉入現有之海氣象關聯式資料庫系統中。

2. 非標準數據處理介面:為了便於與「學術性」機構、「港務單位」等資訊交換與分享需要；提供非標準數據處理介面，以處理轉出非關保密性及經檢核後之資料自動轉入海氣象關聯式資料庫系統中。

3. 本計畫採用 XML 標準語言架構：

   (a)XML 是繼 HTML 之後的下一代的資料描述語言，它可以讓使用者以標準的方式定義及描述文件中的資料格式和結構。

   (2)XML 擁有了 EDI 和 HTML 的優點，使得 XML 除了可以被機器處理之外還同時可以讓人看的懂。

   (3)XML 的標準是依 UN/CEFACT 的說明，關於 XML 相關的標準與規格，可以被分類為三種，第一為 XML 的基礎標準，第二是垂直面的 XML 產業標準，第三是水平面的 XML 共通架構。

   (4)XML 的基礎標準指的是 W3C 所制訂 XML 語言本身的標準，垂直面的 XML 產業標準指的是各個產業對於資料交換(Data Exchange)或流程整合(Process Integration)所需遵循的標準，而水平面的 XML 共通架構則是一個開放性的架構(Open Framework)來讓所有符合規範的 XML 文件可以互相交換。

(5)XML 基礎標準是由 World Wide Web Con- sortium (W3C)所發展的。除了 XML 語言本身的規格，還有一些其他的相關標準被制訂，如定義連結的 Xlink 和 Pointer，定義文件展現及轉換的 XSL，及定義文件結構的 DTD 和 XML Schema。

f.下圖中說明了 XML 基礎標準的特性，可以看出它是一個基礎的語言架構而已。

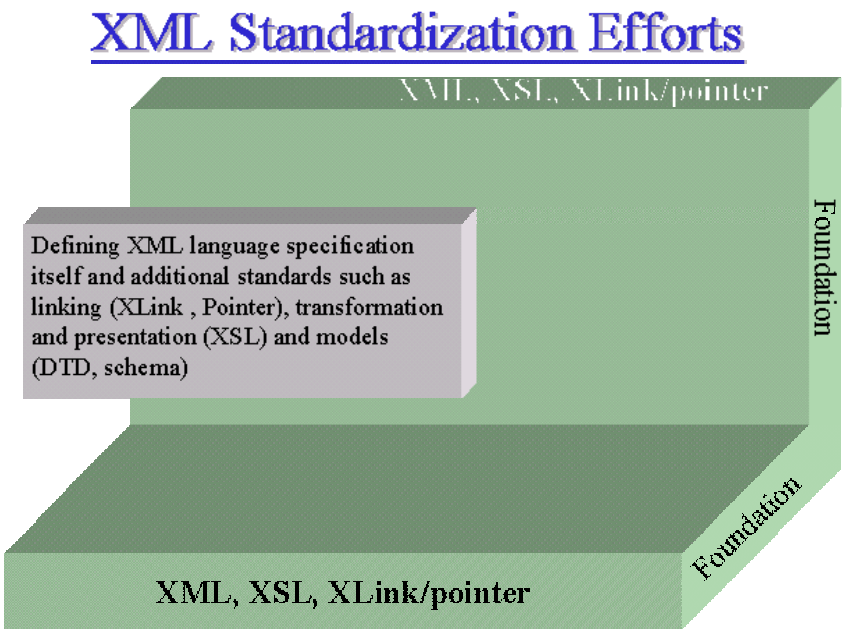


圖 3-59 XML 基礎標準架構圖

3.5.2 海氣象 XML 輸出介面

依據 XML 標準語言架構，現階段海氣象觀測已可轉出潮系資料，已提供需求單位介接轉入資料庫中：

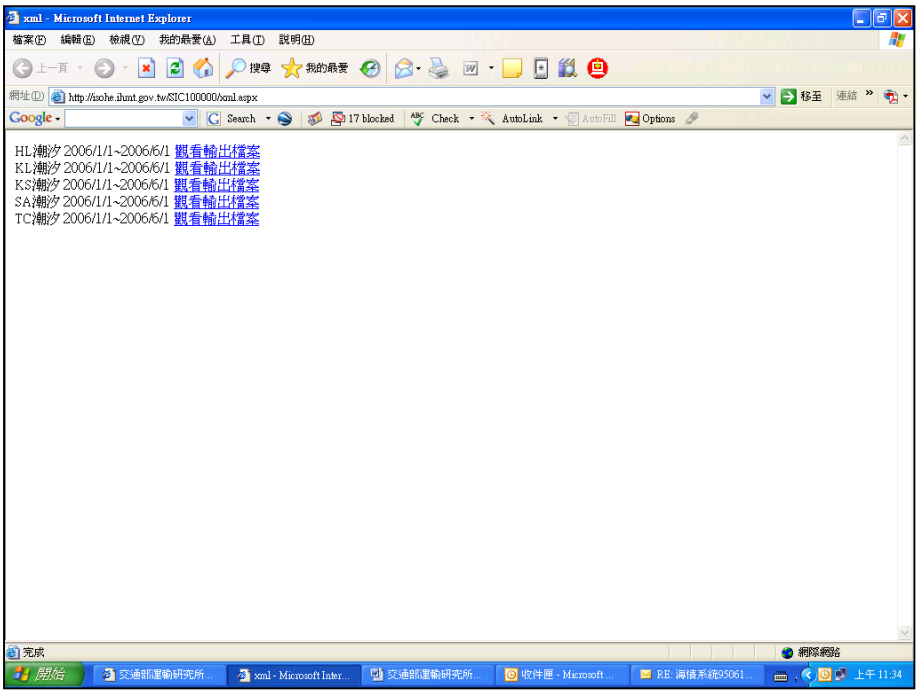


圖 3-60 海氣象 XML 資料轉出介面

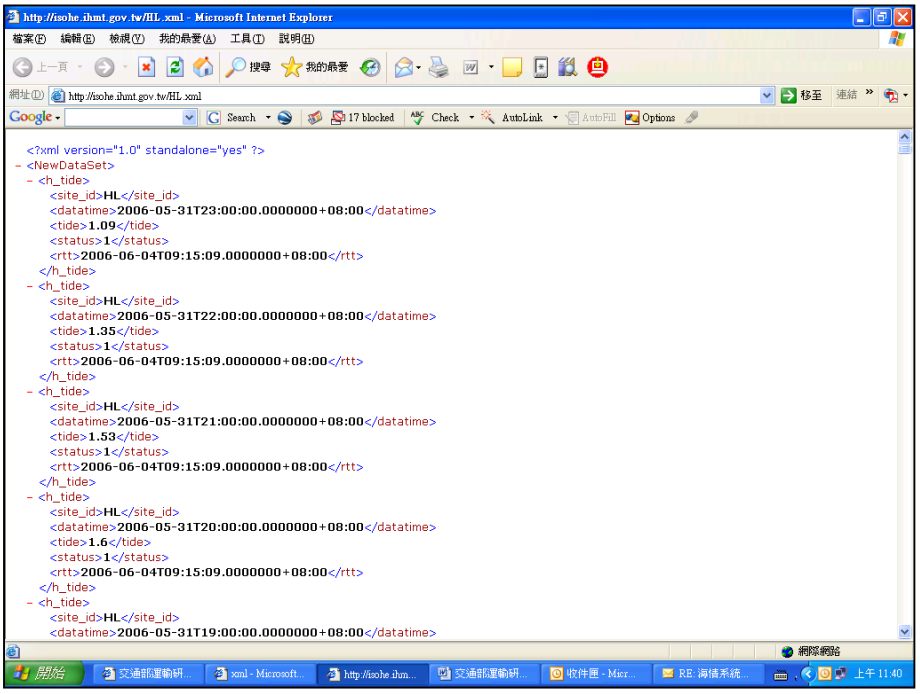


圖 3-61 海氣象 XML 資料轉出(潮汐)

3.6 地震監測系統

圖 3-62 地震監測系統

點選台北港之”查詢資料”

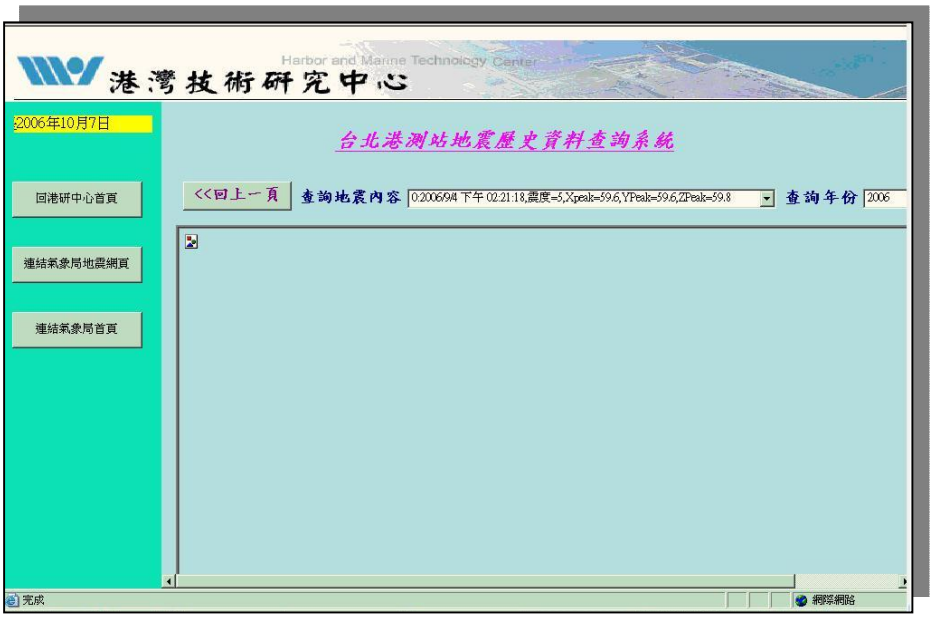


圖 3-63 地震監測系統測站選擇

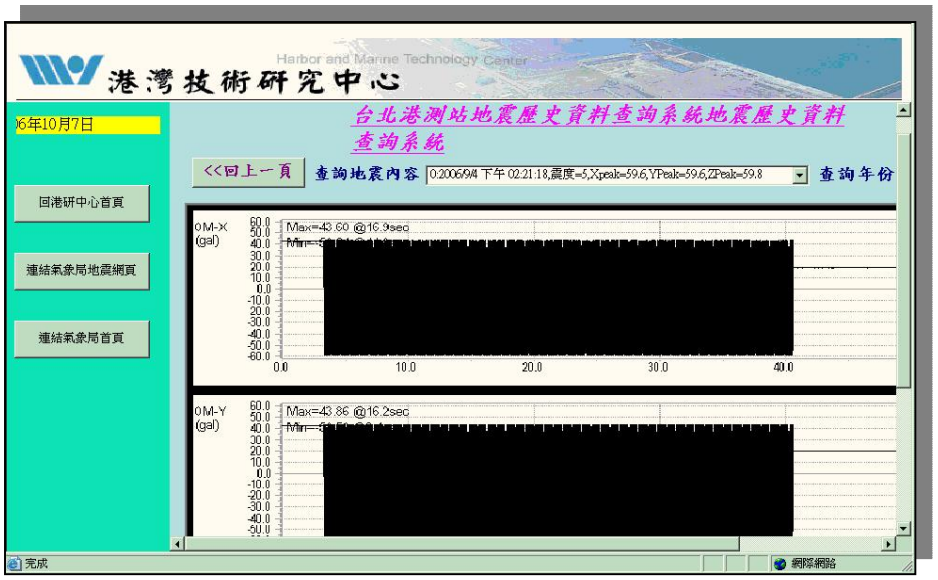


圖 3-64 地震監測系統資料查詢結果

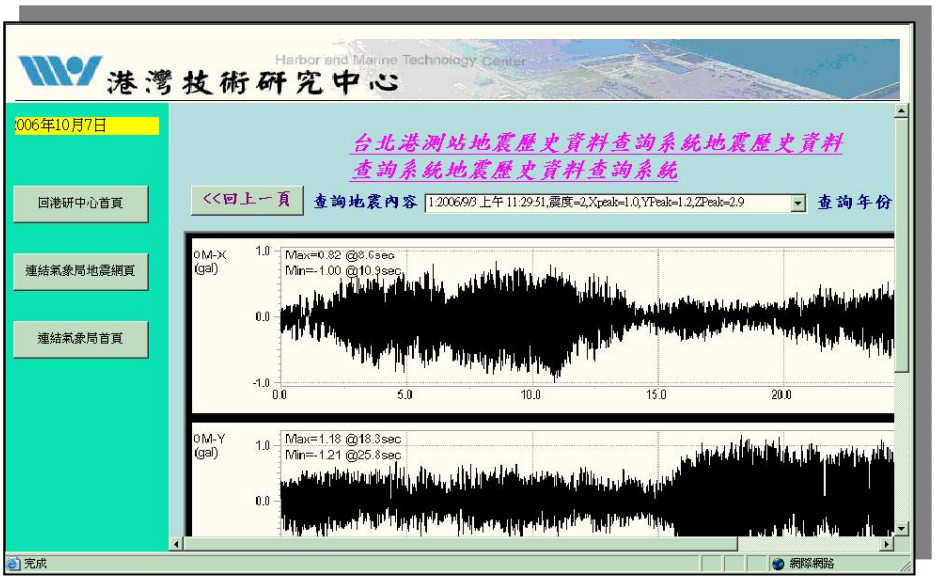


圖 3-65 地震監測系統資料查詢結果 2

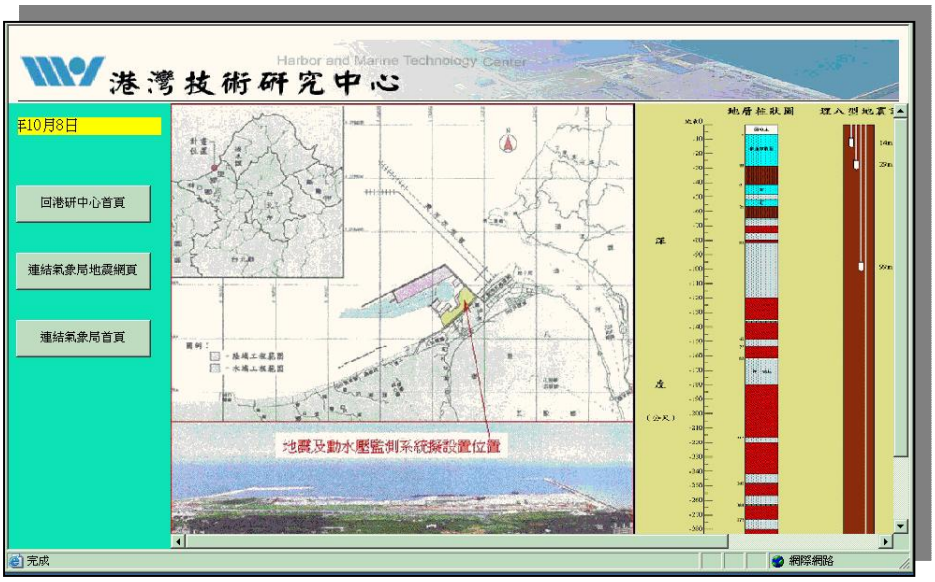


圖 3-66 地震監測系統測站位置查詢 1

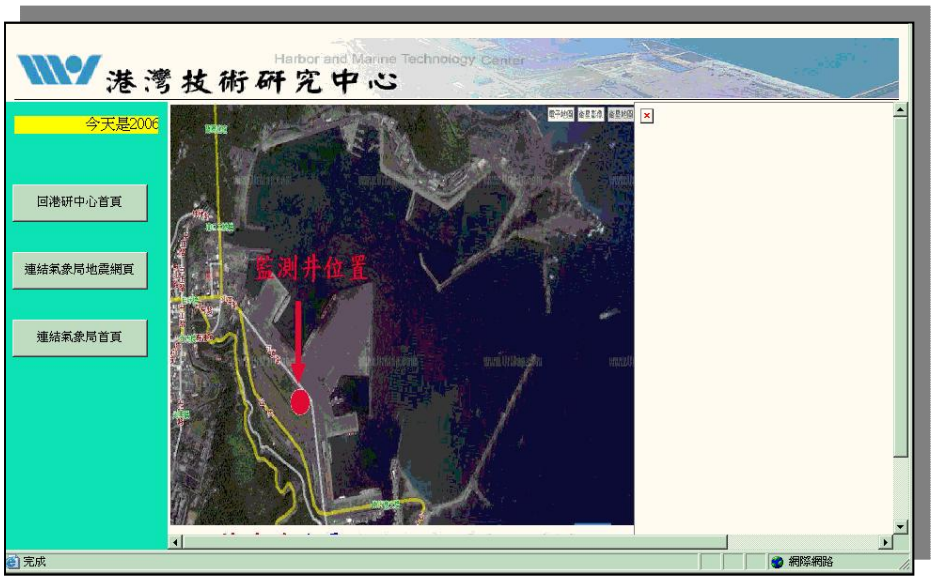


圖 3-67 地震監測系統測站位置查詢 2

3.7 即時影像監視及傳輸通訊系統

3.7.1 高雄港即時影像系統規劃

1. 建置高雄港即時影像監視及傳輸通訊系統，並可透過網頁查看即時影像及作選擇性自動錄影與歷史影像查詢規劃。

2. 高雄港分析：

高雄港是我國最大的國際港埠，位於台灣省西南海岸，扼台灣海峽與巴士海峽交匯之要衝，且港域遼闊，腹地廣大，氣候溫和，臨海有狹長沙洲，為港灣的天然防波堤，地理條件優良，港灣形勢天成，為一天然良港。

高雄港具有兩個出入港口，其中第二港口吞吐量較大，為觀測海氣象影像主要地點之一。

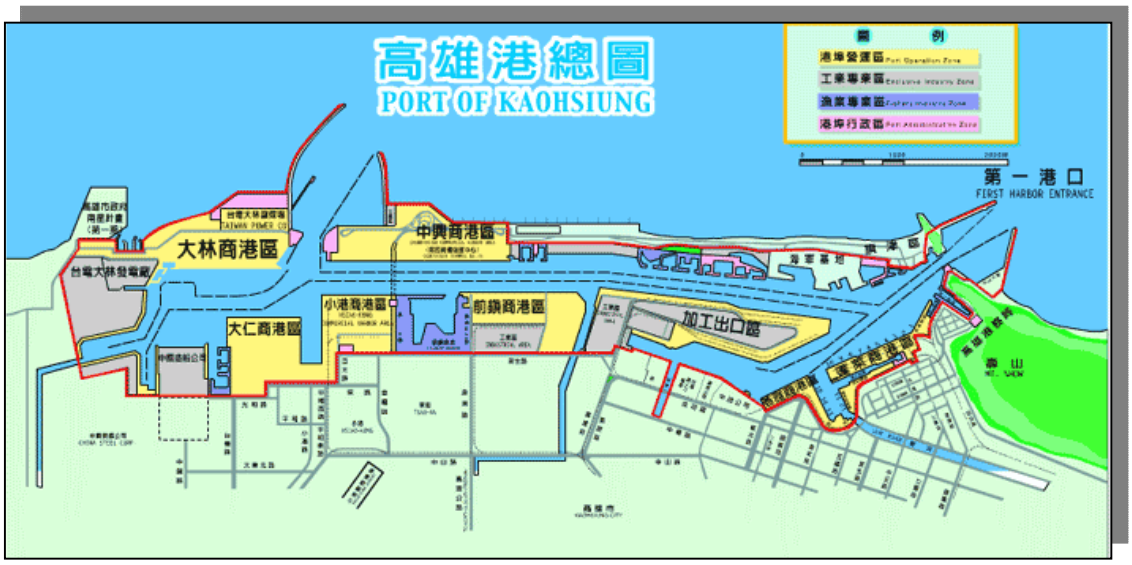


圖 3-68 高雄港平面圖

3. 網路通訊線路：

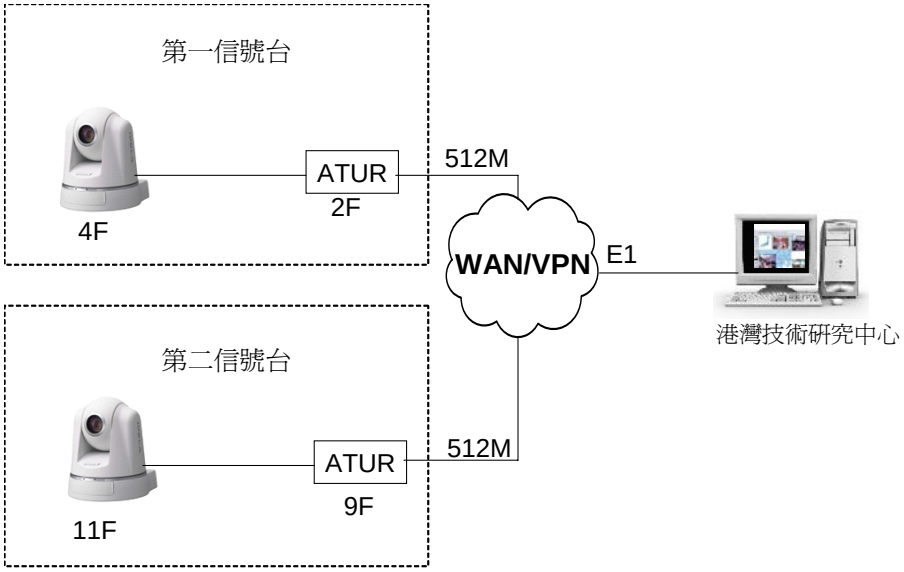


圖 3-69 高雄港即時影像通訊架構圖

4. 整體海情即時影象系統架構圖如下說明:

圖 3-70 即時影像傳輸整體通訊架構圖

(1)系統主監控台設置於港灣技術研究中心，可以透過 GSN-VPN 網際網路操控基隆港、花蓮港及高雄港網路攝影機；並可依權限透過機關內部網路與網際網路來瀏覽影像。

(2)即時影像傳輸系統包含：(一)網路攝影機 (二)影像傳輸包含以 TCP/IP 通訊協定及 GSN-VPN 通道以利使用者安全數據通訊使用；

GSN-VPN 專線網路系統提供線上影像監測及影像存錄充分使用頻寬資源。

3.7.2 高雄港即時影像系統建置成果

現勘各處所之地理環境及所能安裝攝影機高度之不同，所能觀測取得的影像亦不同，依現行攝影機可支援最大全景拍攝 340 度、傾斜範圍 115 度、26 倍光學變焦(300 倍數位變焦)，可視距離約 200 公尺，依據攝影機裝設地點不同會有不同之取景效果。經評估之後第一港口及第二港口皆適合建置即時影像監視及傳輸通訊系統。

圖 3-71 高雄港第一港口

圖 3-72 高雄港第二港口

1. 攝影機即時影像透過 IE 網頁傳輸及控制。

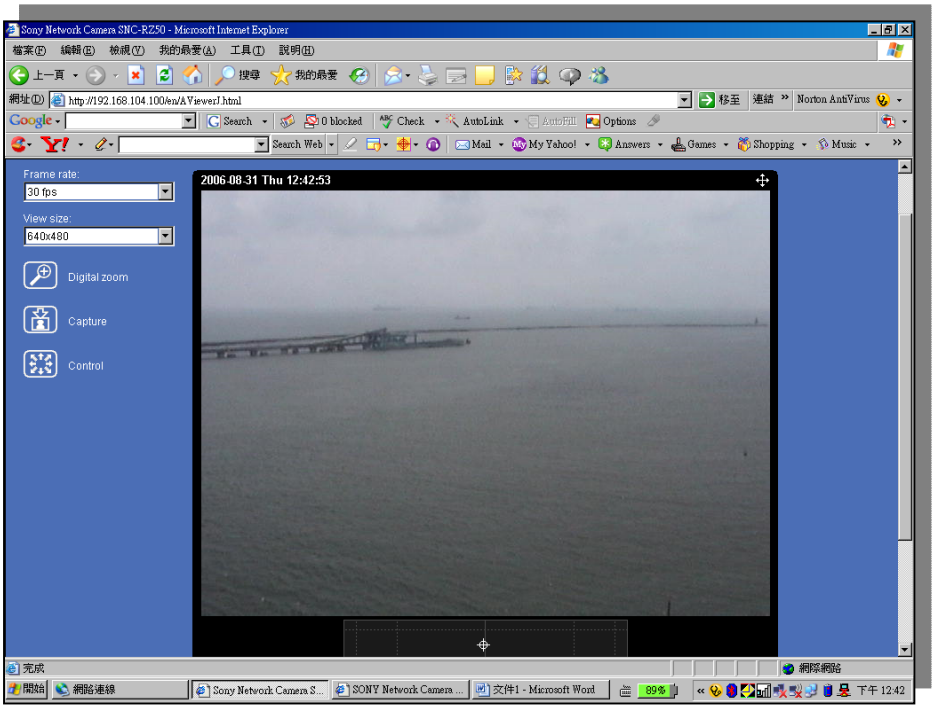


圖 3-73 高雄港第一港口即時影像

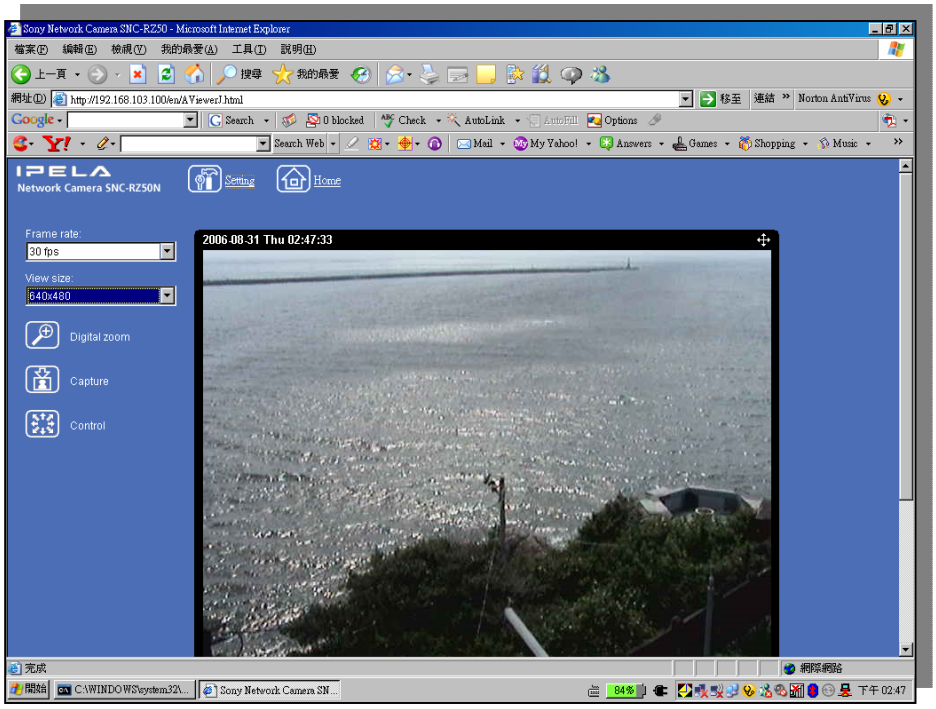


圖 3-74 高雄港第二港口即時影像

2. 整合基隆港花蓮港及高雄港即時影像

Sony Realshot Manager 支援 Sony IP 網路攝影機，並且可透過預覽視窗的方式管理 32 部攝影機，預錄排程、PTZ 控制及客製化設計影像展示。

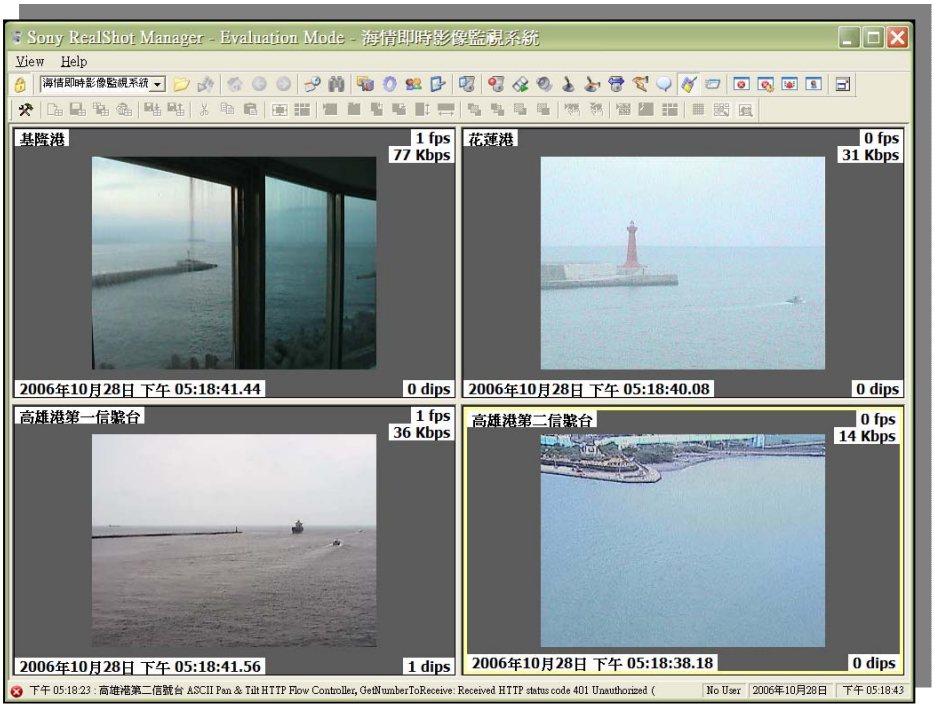


圖 3-75 即時影像整合畫面

3. 港灣環境資訊網站新增即時影像查詢

(1)高雄港第一信號台即時影像：

圖 3-76 高雄港第一港口即時影像網頁查詢

(2)高雄港第二信號台即時影像：

圖 3-77 高雄港第二港口即時影像網頁查詢

(3)台北港即時影像：

圖 3-78 台北港即時影像網頁查詢

4.儲存媒體容量：

(1)設定影像儲存 30 天規劃，每支畫面採錄影 8 小時，共 4 支攝影機計算所得:總容儲存容量共計約:221.41GByte

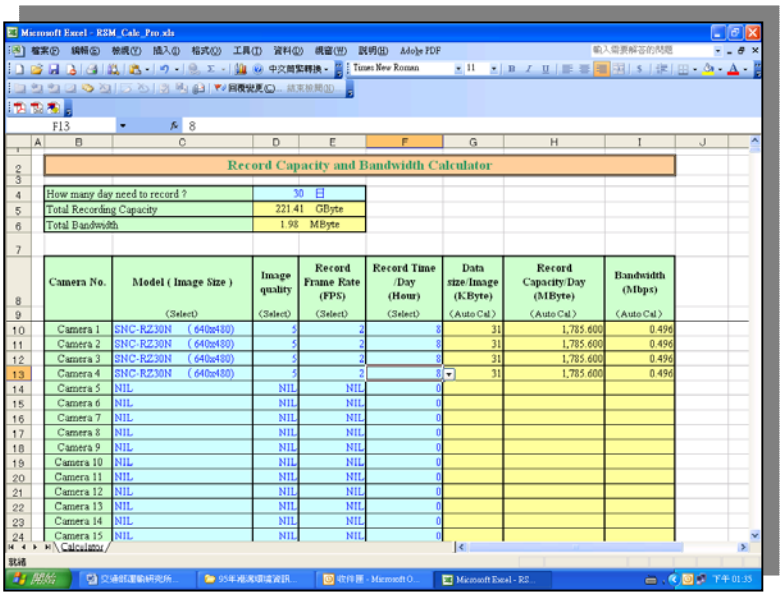
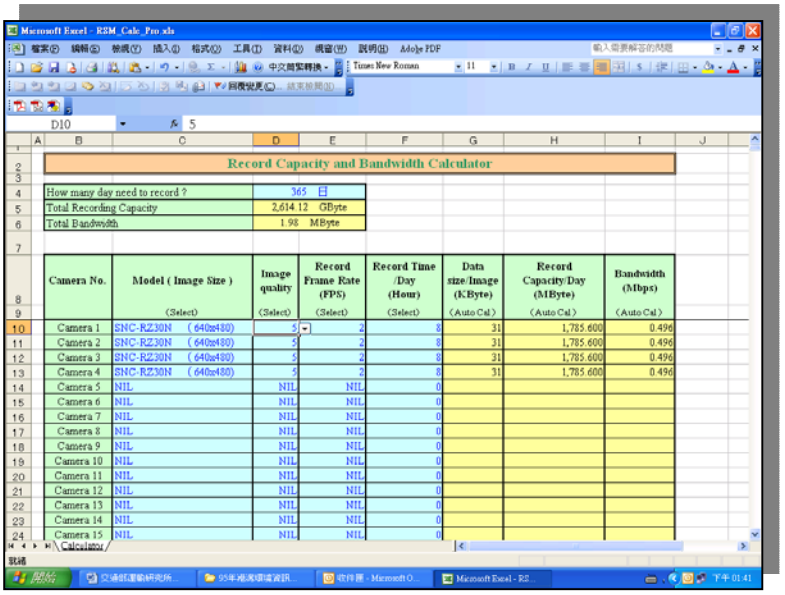


圖 3-79 儲存容量計算表 1(30 天)

(2)設定影像儲存 365 天規劃，每支畫面採錄影 8 小時，共 4 支攝影機計算所得:總容儲存容量共計約:2614.12GByte



Record Capacity and Bandwidth Calculator

How many day need to record ?	365	日
Total Recording Capacity	2,614.12	GByte
Total Bandwidth	1.98	MByte

Camera No.	Model (Image Size) (Select)	Image quality (Select)	Record Frame Rate (FPS) (Select)	Record Time /Day (Hour) (Select)	Data size/Image (KByte) (Auto Cal)	Record Capacity/Day (MByte) (Auto Cal)	Bandwidth (Mbps) (Auto Cal)
Camera 1	SNC-RZ30N (640x480)	5	2	8	31	1,785.600	0.496
Camera 2	SNC-RZ30N (640x480)	5	2	8	31	1,785.600	0.496
Camera 3	SNC-RZ30N (640x480)	5	2	8	31	1,785.600	0.496
Camera 4	SNC-RZ30N (640x480)	5	2	8	31	1,785.600	0.496
Camera 5	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 6	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 7	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 8	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 9	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 10	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 11	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 12	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 13	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 14	NIL	NIL	NIL	0			
Camera 15	NIL	NIL	NIL	0			

圖 3-80 儲存容量計算表 2(365 天)

6. 整體頻寬計算

(1)整體即時影像系統架構圖如下：

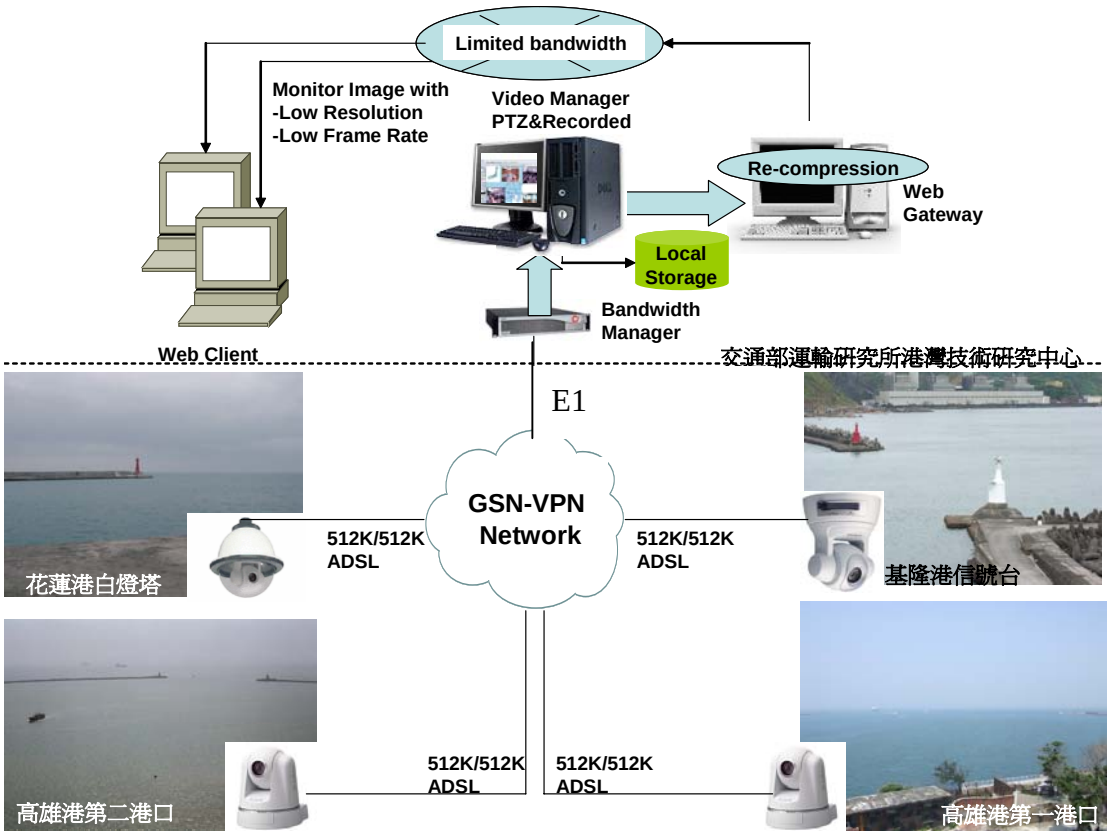


圖 3-81 即時影像通訊頻寬架構圖

(2)現有 GSN VPN 計有基隆港 512k、花蓮港 512k 及中心端 512k ADSL 線路。

(3)高雄港第一及第二港口計畫建置 GSN VPN 512k 二路。

(4)現有每一路 GSN VPN 512K 線路，於傳輸影像 640x480 及中階品質時最高影像數只能為 2FPS。

(5)整體中心端所需頻寬為 1.98MByte，建議提升速率以提高整體傳輸品質。

3.8 港灣環境資訊管理系統

3.8.1 港灣環境資訊網頁更新

網站架構更新以考量使用者進入此網站時，便可一目了然的理解網站所要呈現的內容，同時也可以充份應用中心現階段及已完成之研究結果。於網頁上利用一些多媒體技術來加強網頁的活潑生動。

網頁設計以讓使用者一目了然的架框結構來做為更新開發之基礎。本計畫網頁更新規劃將網頁切割為二個 Frame(頁框)；上頁框主要是顯示中心 mark、首頁頁面及可選擇之功能選單；下方則為選擇功能項目之內容呈現展示，如下圖所示。

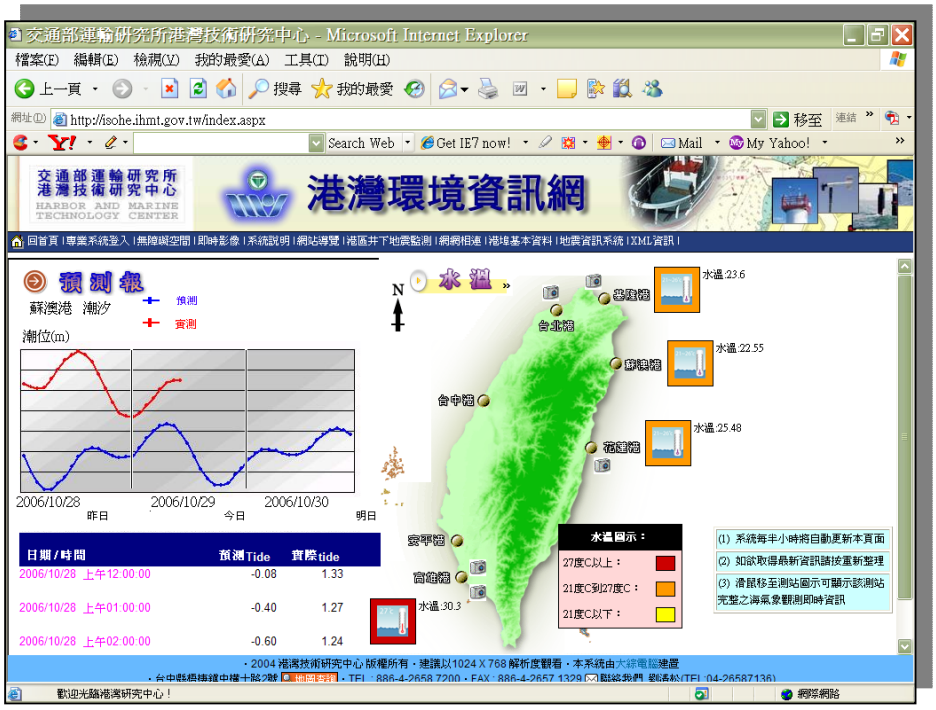


圖 3-82 港灣環境資訊新網頁風格

與前一版本最大差異是增加數值模擬預報資料與即時觀測資料同時呈現於首頁之中。

3.8.2 其他系統修正

1. 網頁頁面修改

圖 3-83 網頁頁面修改 1

基隆港與花蓮港觀測資料格式皆相同.

圖 3-84 網頁頁面修改 2

2. 畫面更新-改採每 30 分鐘自動更新方式

圖 3-85 網頁頁面修改 3

3. 配合觀測資料傳回時間之變更，更改風力, 潮汐與水溫顯示時間改為整點。

圖 3-86 網頁頁面修改 4

4.其他修改:

本次報表所需程式:

(1)於 web server 上每天會自動執行 C:\SIC\DL500.EXE 以自動將中山大學之預測報資訊讀檔並更新記錄於資料庫中.

(2)報表程式於 web server 上之 d:\sic2\rpt\

(3)資料庫結構:

```
TABLE [dbo].[R_CURRENT] (
    [site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT
NULL ,
    [datatime] [datetime] NOT NULL ,
    [w_d_S] [float] NULL ,
    [hw_d_s] [float] NULL ,
    [status] [int] NULL ,
    [note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
    [rtt] [datetime] NULL ,
    [gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS
NULL ,
    [rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]

TABLE [dbo].[R_TEMP] (
    [site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT
NULL ,
    [datatime] [datetime] NOT NULL ,
    [temperature] [float] NULL ,
    [htemperature] [float] NULL ,
    [status] [int] NULL ,
    [note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
    [rtt] [datetime] NULL ,
    [gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS
NULL ,
    [rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]

TABLE [dbo].[R_TIDE] (
```

```
    [site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT
NULL ,
    [datatime] [datetime] NOT NULL ,
    [tide] [float] NULL ,
    [htide] [float] NULL ,
    [status] [int] NULL ,
    [note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
    [rtt] [datetime] NULL ,
    [gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS
NULL ,
    [rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]

TABLE [dbo].[R_WIND] (
    [site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT
NULL ,
    [datatime] [datetime] NOT NULL ,
    [ws_avg] [float] NULL ,
    [hws_avg] [float] NULL ,
    [ws_max] [float] NULL ,
    [hws_max] [float] NULL ,
    [status] [int] NULL ,
    [note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
    [rtt] [datetime] NULL ,
    [gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS
NULL ,
    [rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]

TABLE [dbo].[R_Wave] (
    [site_id] [varchar] (10) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NOT
NULL ,
    [datatime] [datetime] NOT NULL ,
    [s_h] [float] NULL ,
    [p_p] [float] NULL ,
    [mean_dir] [float] NULL ,
    [hs_h] [float] NULL ,
    [hp_p] [float] NULL ,
```

```
    [hmean_dir] [float] NULL ,
    [status] [int] NULL ,
    [note] [varchar] (250) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL ,
    [rtt] [datetime] NULL ,
    [gather_status] [varchar] (2) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS
NULL ,
    [rtp] [varchar] (30) COLLATE Chinese_Taiwan_Stroke_CI_AS NULL
) ON [PRIMARY]
```

3.9 資料圖層展示評估

3.9.1 數值模擬場數值

電子化資料形式透過地圖於資料之展現、分析或整合模式，其目的在於以時間及空間為基底，透過資料意涵與其關連(透過詮釋資料分析，以充分表達資料內容與關聯性)，整合同一時間、研究空間中的所有資訊，以及研究空間中、不同時間所記載或發生之現象，而空間資訊技術則為實踐上述概念的關鍵要素。

空間資訊技術的發展大約始於 1960 年代，加拿大學術界為解決土地資源管理問題而起。70 年代，電腦圖形學、資料庫和統計分析技術日趨成熟，各先進國家積極發展太空探測能力，空間資訊技術得到進一步發展，部份亦被被美、加政府部門採用。80 年代，做為空間資訊技術主要項目之一的地理資訊系統(Geographical Information System，GIS)軟體技術蓬勃發展、美國並特別成立國家GIS研究中心(The National Center for Geographic Information and Analysis, NCGIA)，大力推廣基礎研究，以奠定其紮實的理論基礎。90 年代 GIS 已成為環境科學與自然資源管理不可或缺的工具；目前GIS如何應用於人文社會科學的研究，則日益受到重視。

就資料架構而言，GIS係由空間（位址）及屬性（統計）資料兩大部分所構成。前者出於由地理座標形式所表現之點、線、面等空間物件;後者則為描述空間屬性的文字或量化資訊,其應用如環域分析、變遷研究、空間分布分析、關聯分析、預測模擬、歷史重塑等，均為最常見者。近來除延續以資源管理、全球變遷、災害防治等攸關生命財產與永續發展之應用外，GIS如何廣泛應用於人文社會科學研究，並進而整合全球文化資訊，已成為不可忽視的主流之一。

港灣技術研究中心於進行海洋之研究多年,其間就各港口其範圍內的海氣象、港灣環境等研究調查成果累積豐碩。將模式及觀測網的資料作圖形化展示，採用地理資訊系統之人性化操作界面，以利各界之使用。相關的資料、數值等結合GIS地圖方式進行多維度展示，亦可以充分展示海氣象主題的空間關聯性。

1. 整體系統架構

配合「近岸數值模擬系統之建立」於可提供”流場場數值”之資料後，以自動化的資訊應用系統與資訊處理技術，透過系統化有效的使用者需求，依空間化（地圖形式）提供所需訊息，輔助專家學者或使用者對於海洋資源動態的掌握能力，並提升對資料的解譯能力，進而發揮最大的資訊分享功能。工作概念如下圖所示：

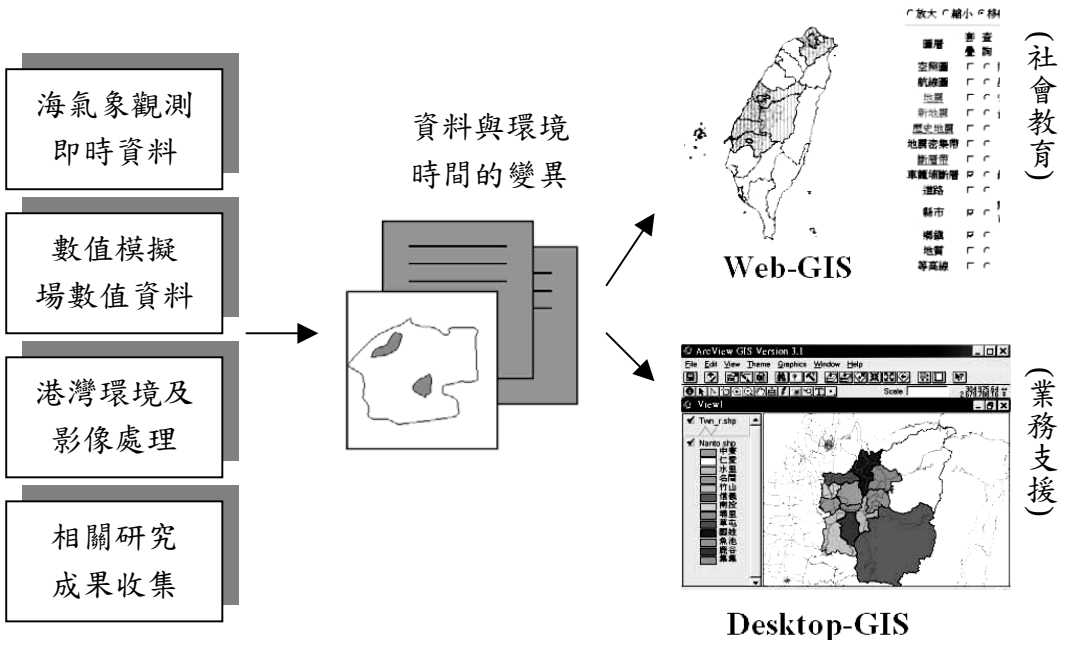


圖 3-87 WebGIS 工作概念圖

整體系統發展架構與流程如下圖所示。

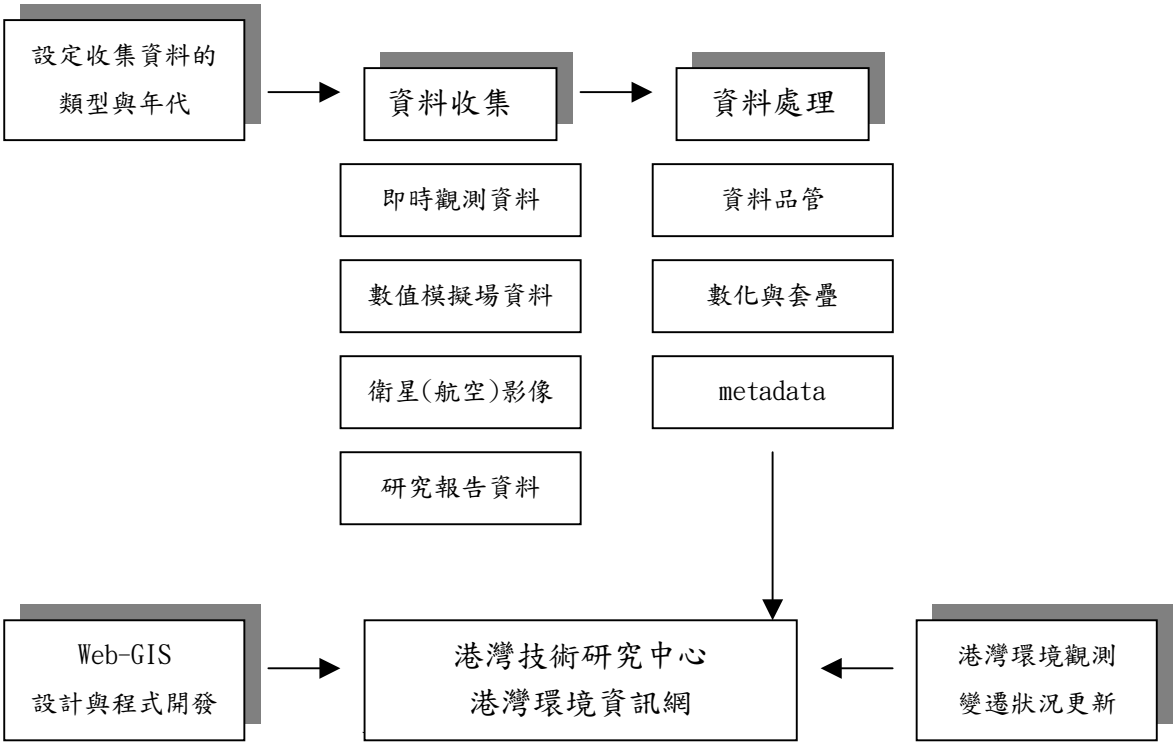
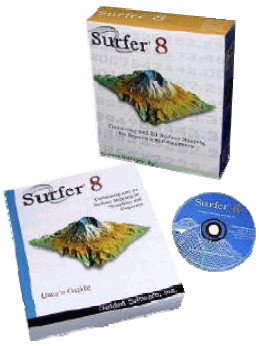


圖 3-88 WebGIS 系統發展架構圖

2. 系統軟體

(1)Surfer Suite 8.0 3D 科學繪圖軟體



Surfer Suite 是市面上功能強大和易於使用的繪製等高線和 3D 地型圖的軟體。Surfer 可以精確地將你的 XYZ 資料轉成彩色的等高線、地形圖、影像圖等圖形。

自從 1984 年以來 Surfer Suite 軟體已經賣出超過十萬套，Surfer 的使用者有水文學家、工程師、地質學家、考古學家、海洋學家、生物學家、森林管理者、地球物理學家、醫療研究員、氣候學家。

Surfer Suite 簡介：

優越的網格能力：Surfer 是市面上繪圖軟體中提供最多種網格和控制網格的參數。使用 Surfer 可以由 12 種產生網格檔案的方法中選出最能夠解釋資料的一種。

強大的繪製等高線能力：經由調整等高線的區間、厚度、空間、色彩和標籤可以讓你很容易地客制化你的等高線圖。

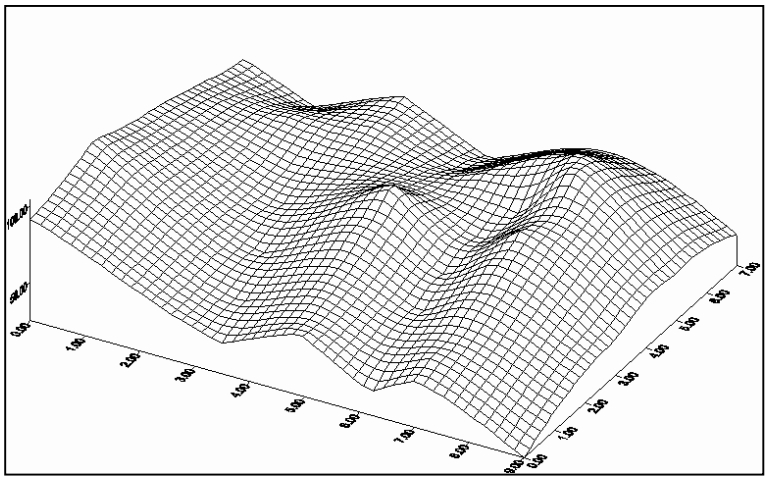


圖 3-89 Surfer Suite 8.0 3D 圖

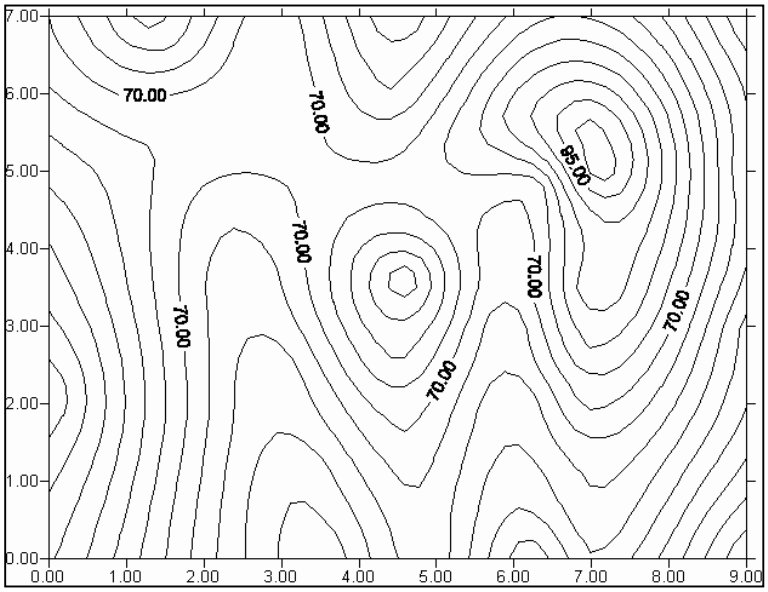


圖 3-90 Surfer Suite 8.0 等高線圖

(2)ESRI ArcGIS 地理資訊系統

ESRI 最新版ArcGIS 9,不但保留了先前版本（ArcGIS 8.3）的優點，也新增了許多重要的功能。包括有：新的地理資料處理架構(Geoprocessing framework)，全球 3D 資料檢視軟體（global 3D data viewer)，開發人員工具（developer deployment tools)、地圖與地理編碼的網路服務（web service for mapping and geocoding)。

ArcGIS 9 系統整合了 desktop、server、web、以及 developer application and tools， 在這些領域中都有新功能發表，期望能帶來更完整且有效率的 GIS 系統。

主產品架構包含：

Desktop GIS ：ArcView、ArcEditor、ArcInfo、ArcGIS、Extensions
Embedded GIS：ArcGIS Engine
Server GIS ：ArcSDE、ArcIMS、ArcGIS Server
Mobile Software：ArcPad
產品架構圖：

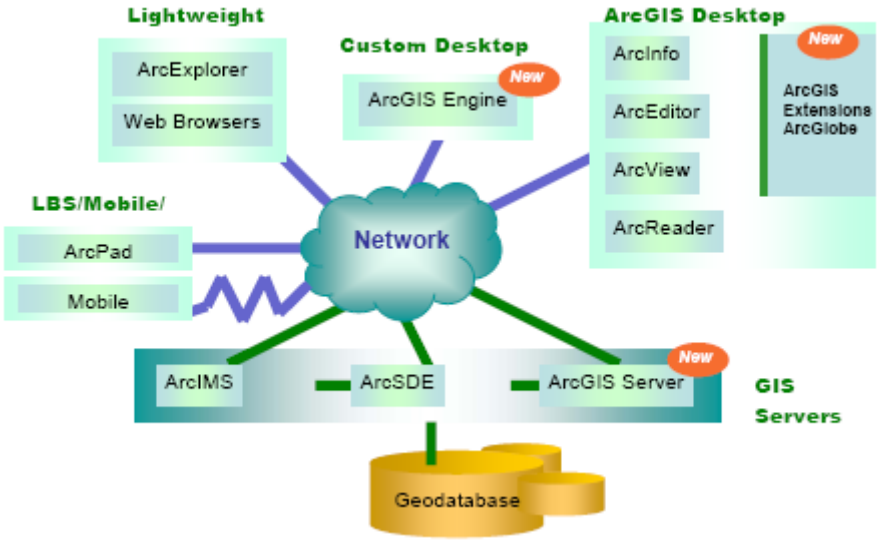


圖 3-91 ESRI ArcGIS 產品架構圖

ArcGIS 依循使用者介面設計標準，可支援 Windows 及 Unix 等多種作業平台，其特色包含：符合標準 IT 技術、使用 C/C++, VB,

Delphi, Java 等作為程式開發的開發環境、利用關聯性資料庫管理系統 RDBMS 的觀念儲存資料、及遵循 XML、SOAP、TCP/IP 與 HTTP 的網路通訊協定。結合上述各類軟體，整個地理資訊系統的操作與運用將更臻完善。

3. 系統執行

系統主軸核心為ArcIMS網路地理資訊系統，配合網頁程式之撰寫、模式結果繪圖機制、資料庫之讀取建構成即時預報展示系統。

系統首先須自資料庫取得測站資料以建置測站圖層，再利用ArcIMS Author工具建置Map Services，經由ArcIMS Server將相關地理資訊影像傳輸至客戶端或是由客戶端使用瀏覽器查詢數值模擬預報之流場展示最新之即時資料。

數值建立之資料則經由Surfer Script語言之執行建置等值線與流速/波向等結果圖檔，並輸出成地理資訊普遍使用之shapefile格式圖層檔案。

透過ArcIMS直接且動態的讀取shapefile檔案，如此則地理資訊基本資料與模式產生之預報資料即可相互套疊，讓使用者更輕易的瞭解模式之結果。

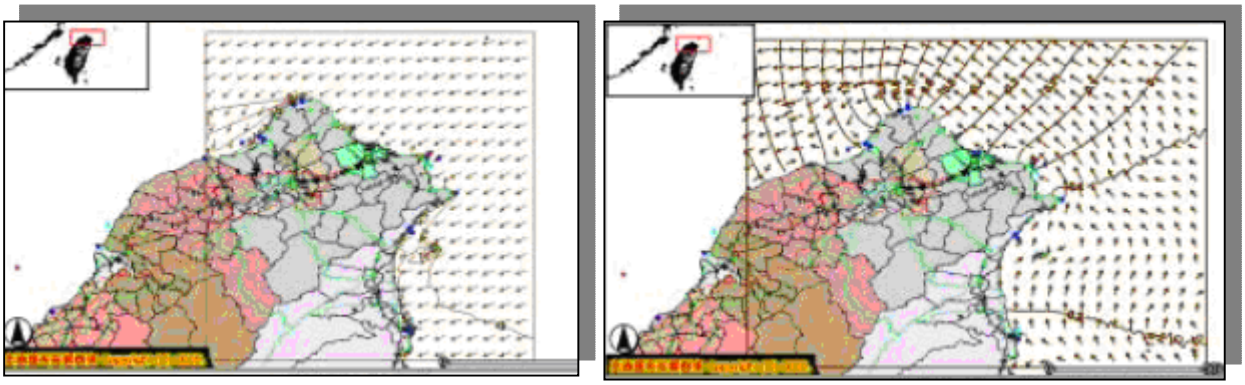


圖 3-92 波向、水位及流向圖

3.9.2 即時觀測逐時變化資料

1.直方圖(histogram)：

一種用來展示分組數據的圖，圖中每個長方形寬度相對於組區間，面積則相對於它所代表的次數。

2.玫瑰圖：

方向性資料在地質資訊裡面佔非常大的比例。層面，斷層面，節理等等都是以走向及傾角來表現他們的特性。另外還有以方位角來表現特性的資料，這些特性可以被測量，並且賦予屬性，就像其他的地質特性。

當我們獲得一份方向性資料時，可以用兩種方法來展現這份資料各個方向上的分布。我們可以在單位圓上用單位向量來表示這些資料的分布。若我們將圓做等分的分割，計算資料落在每一分割區的數量，依此我們就可以畫出玫瑰圖，如下參考示意圖，實際仍需以資料所得提供為主。

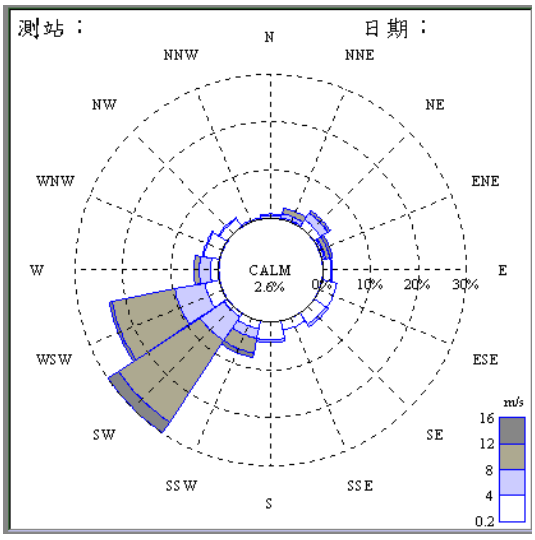


圖 3-93 玫瑰圖

圖面說明：

圖面左上角	測站名稱
圖面右上角	觀測資料時間
圖面右下角	圖例，風速統計區間範圍及顏色
實心區塊	在特定統計區間及風向上，資料分類統計結果，例如西南風風速在 8 米 ~ 12 米間約佔 20 %
扇形	在特定風向上，資料累積機率，例如西南風約佔 30 %

3. 圖層展示玫瑰圖試作

程式介紹：玫瑰圖的形成，是根據數學式 r= sin(nθ)，藉著變換變數 n 和 θ，來做圖形的變化。

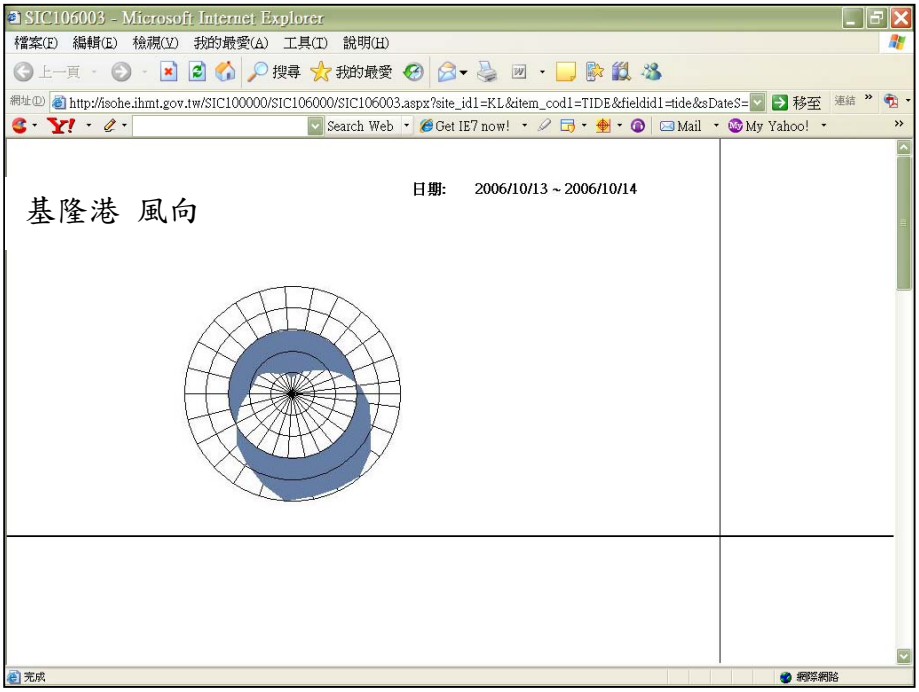


圖 3-94 基隆港風向玫瑰圖

```
import MathUtils.*;
import java.lang.*;
import javax.swing.*;
import java.util.*;
import java.applet.*;
```

```
import java.awt.*;
import java.awt.Color;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.geom.*;
import java.awt.event.*;
import java.net.URL;
public class movie extends Applet
{
Image tempImage;
public Graphics g1 = null;

     CoordChange cc = new CoordChange();
     int[] cbbox = {128,0,1024,1024};
     double[] mpt1 = new double[2];
     double[] mpt2 = new double[2];
     double[] mpt3 = new double[2];
     double[] mpt0 = new double[2];
     int[] cpt1 = new int[2];
     int[] cpt2 = new int[2];
     int[] cpt0 = new int[2];
     int[] cpt3 = new int[2];
    public void init()
    {
    cc.compBoundingBox = cbbox ;
    this.setBackground(Color.black);
    }

public void paint( Graphics g )
{

    this.setFont(new Font("標楷體" , Font.PLAIN ,30)) ;

    String midiFile = "ff.mid";
    AudioClip onceClip, loopClip;
    onceClip = this.getAudioClip( getCodeBase(), midiFile);
    onceClip.loop();
```

```
cc.mathBoundingBox[0]= -1.2;
cc.mathBoundingBox[1]= 1.2;
cc.mathBoundingBox[2]= 1.2;
cc.mathBoundingBox[3]= -1.2;

double r , r2 , a , b , c , d , pi=3.14159265358979;
int N , D , Z , E , F , i , j , k , l , p , s=0;
float c1=0.5f , c2=1f , c3=0.8f , c4 ;
 tempImage = createImage( 1280 , 1024 );
 g1 = tempImage.getGraphics();

Z=367 ;
E=6 ;
F=20 ;
for(l=E;l<=F;l+=2)
{
D=l ;
N=l ;
for(k=0;k<Z/2.0+1;k++)
{
b=-(4*pi/Z)*(k) ;
c=Math.sqrt((k-Z/2)*(k-Z/2))*2/Z+0.2;
d=-Math.sqrt((k-Z/2)*(k-Z/2))*2/Z+1;

p=gcd(D,Z);

D++ ;
for(j=0;j<p;j++)
{
a=(2*pi/Z)*(j+s) ;
r=0.8 * Math.sin(N*a);
mpt1[0]=c * r * Math.cos(a+b);
mpt1[1]=c * r * Math.sin(a+b);
mpt0[0]=r * Math.cos(2*pi/N+b);
mpt0[1]=-r * Math.sin(2*pi/N+b);

c1+=0.01 ;
if(c1>=1) c1=c1-1 ;
```

```
g1.setColor( Color.getHSBColor(c1,c2,c3) );

for(i=1;i<=(Z/p);i++)
{
a=(2*pi/Z)*(i*D+j+s) ;
r=Math.sin(N*a);
mpt2[0]=c * r * Math.cos(a+b);
mpt2[1]=c * r * Math.sin(a+b);
mpt3[0]=d * r * Math.cos(a+4*b);
mpt3[1]=d * r * Math.sin(a+4*b);

cpt1 = cc.MathToComp(mpt1);
cpt2 = cc.MathToComp(mpt2);
cpt3 = cc.MathToComp(mpt3);
cpt3[0]=(cpt3[0]-640)/2;
cpt3[1]=(cpt3[1]-512)/2;

c4=0f ;
for(s=1;s<7;s++)
{
c4+=0.15f ;
g1.setColor( Color.getHSBColor(c1+0.2f-c4,c2-c4,c3) );
mpt0[0]=Math.cos(2*s*pi/6+1.2*b);
mpt0[1]=-Math.sin(2*s*pi/6+1.2*b);
cpt0 = cc.MathToComp(mpt0);
g1.fillOval(150+cpt3[1]+cpt0[0],cpt3[0]+cpt0[1], 5, 5);
}
g1.setColor( Color.getHSBColor(c1,c2,c3) );

g1.drawLine(150+cpt1[0], cpt1[1],150+cpt2[0], cpt2[1]);

mpt1[0]=mpt2[0];
mpt1[1]=mpt2[1];

}
}
g1.setColor(Color.black);
g1.fillRect(0, 0, 200, 1024);
```

```
        g1.setColor( Color.getHSBColor(c1,c2,c3) );
        g.drawImage( tempImage , 0 , 0 , this );
        try { Thread.sleep(10);}
        catch (InterruptedException e)
        {return; }
        g1.setColor(Color.black);
        if(k!=Z)
        g1.fillRect(200, 0, 1280, 1024);
        }
        }
        onceClip.stop();
        }

        int gcd(int D,int Z)
        {
                if(Z%D == 0)
                return(D);
                else
                return(gcd(Z%D,D));
        }
}
```

3.10 港灣環境資訊網 PDA 版評估

PDA 是 Personal Digital Assistant 的縮寫，可以說是簡化版的手持式個人電腦。

個人隨身助理（PDA）與智慧型手機（SmartPhone）的市場逐年成熟，從早期 Palm 獨領風騷的年代，到 Windows CE 後來居上的時代，行動商務人士對行動裝置提供的即時資訊倚賴日深，體型輕巧，容易攜帶，可以無線上網的隨身裝置因而比筆記型電腦獲得更多行動族的關注。雖然筆記型電腦可以提供的運算能力和功能更多也更強大，但是比較偏向專業人士的用途，一般的商務人士需要的是一台攜帶起來不會很笨重，但是又可以隨時隨地提供所需要的即時資訊（例如股市即時資訊，行事曆，聯絡簿，街道地圖，GPRS 等等）的裝置即可。除了商務人士以外，行動裝置在各行各業的應用也逐漸普及，包括保險業務，餐飲業的侍者，醫院的護士，以及公司的倉管人員，都可以見到行動裝置的蹤跡，也因此帶動了行動裝置應用程式的需求。

目前 PDA 版本服務（個人數位助理）可提供使用者、透過 PDA 的無線上網及桌上電腦同步連線功能連結至相關/網址，以開啟 PDA 入口網的即時與動態資訊。

行動裝置應用的實例，除了可以用來當做商務人士的資訊處理工具以外，在其他產業的應用也頗為普遍，例如房屋仲介的業務員可以利用行動裝置顯示房屋的相關資訊給客戶檢視，餐廳的侍者可以利用行動裝置完成客戶的點菜作業，並將結果傳送給廚房，傳送給櫃台以利結帳作業，醫院的醫生和護士可以利用行動裝置執行查病房的作業，倉庫的盤點作業也可以利用行動裝置來完成，警衛的巡邏作業也可以攜帶行動裝置來進行，計程車隊的叫車服務更可以透過全球衛星定位系統（GPRS）服務來提供給客戶最佳的服務品質，交通警察的事故處理更可以利用可以拍照的行動裝置和資料輸入功能來完成。

行動裝置 vs. Tablet PC 或筆記型電腦

行動裝置以其體積輕巧，可以隨身攜帶的特性成功地在 Tablet PC 與筆記型電腦以外另外覓得一塊戰場，行動裝置與 Tablet PC 或筆記型電腦的特性比較詳見下表說明：

	優點	缺點
個人隨身助理與智慧型手機	輕巧，適合行動族，非電腦專業人士使用	功能較少
Tablet PC 與筆記型電腦	功能完整，適合電腦專業人士使用	笨重，長時間攜帶會形成沉重的

使用 Visual Studio .NET 2003 開發行動裝置應用程式

Microsoft Visual Studio .NET 2003 應用程式開發工具內建支援開發兩種平台的行動裝置應用程式：Windows CE 和 Pocket PC 2002。

Visual Studio .NET 2003 支援的 Windows CE .NET 應用程式開發環境可以用來開發 Windows CE .NET 裝置（不一定是行動裝置）的應用程式。圖 4 即為 Visual Studio .NET 2003 提供的 Windows CE .NET 模擬器的執行畫面，其操作和感覺和 Windows 作業系統十分近似：

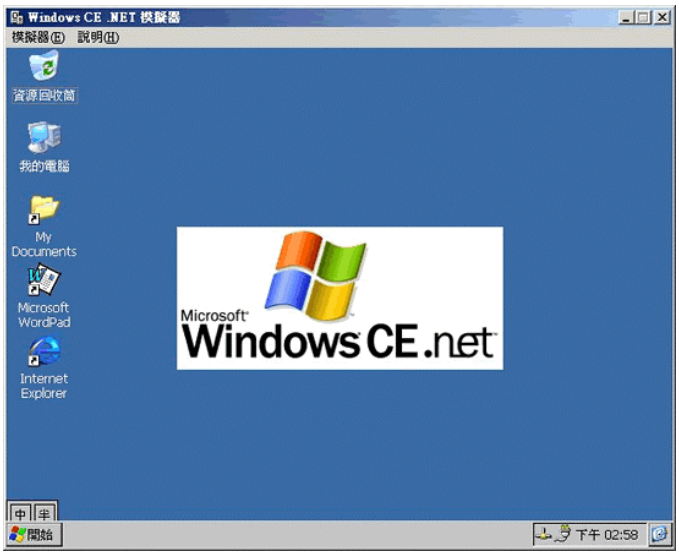


圖 3-95 Windows CE.NET 執行畫面

Visual Studio .NET 2003 對行動裝置應用程式的開發有兩種，一種是提供開發行動裝置應用程式的［智慧型裝置應用程式］專案

型態，一種是支援開發行動裝置瀏覽的網頁的［ASP.NET Mobile Web 應用程式］專案型態。

『港灣環境資訊網』PDA 版未來可同時應用於以 Palm 、 Pocket PC 以至所有支援瀏覽器的手提電話等流動裝置（PDA / PDA Phone / 3G Phone）。我們可以選擇利用無線裝置（例：Wireless LAN / GPRS / 3G , Bluetooth）即時連上互聯網（Internet）來瀏覽『港灣環境資訊網』又或是利用市面上多項離線瀏覽技術（例：Avantgo，IE 離線瀏覽）將『港灣環境資訊網』下載到的流動裝置內。

『港灣環境資訊網』PDA 版所提供之功能將以符合 PDA 小螢幕的需求、文字簡潔、每一頁主題明確、標題清楚等述求重點，目前評估提供海氣象即時觀測資訊及即時影像為主。

圖 3-96 PDA 觀看即時影像及數值示意圖

第四章 結論與未來工作

本計畫歷經將近10個月的建置時程，除成功完成建置上述成果外，於討論過程中發現可再加強之處亦予以改善處理，以下僅針對本計畫列出結果分析建議，提供海氣象系統後續發展檢討方向參考：

1. 政府逐漸重視各項災害防治、減災、防災、救災等工作，海情中心所建置、收集、推估之各項海氣象資訊，對於各港灣發展建設及防救災可提供更多安全防護或緊急通報等支援。

2. 海情資料庫為本計畫之資料技術核心，現行之資料儲存與備援機制採用原有設備及資料庫內建功能，對於如此重要且未來資料量會陸續增加的資料庫，應於後續考量儲存及異地備援機制之建立。

4. 本計畫以於基隆港、花蓮港及高雄港建置即時影像傳輸系統，未來可依此經驗陸續建置於各國際港中，並且透過網路傳輸，提供即時影像服務。

5. 地理資訊系統（GIS）應用日益廣泛，可於後續適度導入應用，提供各項資料分析展示應用層面。

參考文獻

1. 經濟部水資源局、國立成功大學近海水文中心，90 年度，近海水文網基本站之建置(3/5) 第一冊近海水文觀測站網建置

2 許順智、黃貴麟，91 年度，網際整合技術在工程管理上之應用－以專案管理服務入口網站為例

3. 吳瑞濱、黃貴麟，90 年水利生態工法網站暨資料庫系統發展

4. 黃貴麟、吳瑞濱，90 年度，網際整合資料庫技術在工程管理上之應用

5. 薛憲文、許馨尹、吳基、林受勳，94 年海氣象即時查詢系統建構管理研究

6. 賴進貴等，國家公園自然環境資料庫建構規劃

7. 台澎金馬全區水文及地理資訊整合運用於海巡工作之可行性研究

8. 李培芬，遙測和地理資訊系統在生態學研究之應用

9. 林峰田，開放式地理資訊系統

10. 邱永芳、林奕翔、蔡金吉、張富東，台灣港灣及海岸數位圖像資料庫建立之研究（ II ）

11. 詹森、王玉懷、邱朝聰，台灣海峽短期預報系統之發展

12. 台灣周邊海域高解析度海流數值預報及漂流模擬資訊系統之建置

附錄 A、高雄港即時影像傳輸系統建置規範說明

一、計畫說明

本計畫預定提升港灣環境資訊系統，並且於高雄港第一港口信號台及第一港口信號台架設網路攝影機，以整合基隆港、花蓮港攝影機以網路傳輸攝影機之影像及建置中心端儲存備份系統。系統說明如下：

(一)港灣環境資訊系統提升包括：(1)網頁伺服器升級 (2)網路交換器更新與線路重新規劃整理 (3)數位監控錄影主機儲存空間擴充等工作(另案辦理)。

(二)即時影像傳輸系統架設地點包括：(1)高雄港第一港口信號台 (2)高雄港第二港口信號 (3)港灣技術研究中心。

(三)系統以 TCP/IP 通訊協定將影像由高雄港第一港口、第二港口透過 GSN-VPN 網際網路傳送，並由港灣技術研究中心作為即時影像監測及遠端存錄。

(四)透過GSN-VPN網際網路連結整合基隆港、花蓮港即時影像監測系統，提供影像儲存、多媒體播放以及網頁瀏覽之功能。

二、即時影像系統架構

系統主監控台設置於港灣技術研究中心，可以透過 GSN-VPN 網際網路操控基隆港、花蓮港及高雄港網路攝影機；並可依權限透過機關內部網路與網際網路來瀏覽影像。

即時影像傳輸系統包含:(一)網路攝影機 (二)影像傳輸包含以 TCP/IP 通訊協定及 GSN-VPN 通道以利使用者安全數據通訊使用；GSN-VPN 專線網路系統提供線上影像監測及影像存錄充分使用頻寬資源，連結圖示如下說明。

圖 1 即時影像系統連接示意圖

三、全功能網路攝影機規格(或同等品以上)

■硬體

1.系統使用 Intel Pentium IV 1.5GHz(含)以上處理器，256MB(含)以上記憶體，並內建影像伺服器。

2.提供 100 Base-TX/10Base-T 網路介面及支援 802.11 無線網路卡(WLAN)。

3.攝影機可提供倒掛與桌上型模式，並且可以當成 FTP Server。

4.攝影機提供一個 BNC、兩個 PCMCIA、一個 RS-232C/485，可以整合二個外接感應器輸入、兩個外接警報器輸出。

5.PCMCIA 擴充槽支援外接儲存媒體：快閃 ATA 卡、ATA 硬碟機卡、Memory Stick。

6.提供無齒輪直接驅動馬達操作時安靜無聲。

■效能

1.攝影機為 1/4 型彩色 CCD，支援 26 倍光學變焦、312 倍數位變焦。

2.支援全景拍攝/傾斜/變焦 (P/T/Z) 功能，全景拍攝為 340°，傾斜範圍 115°。

3.畫素可達 630,000(含)以上。

■功能

1.提供 Motion JPEG、MPEG-4 及 H.264 技術，可支援 640x480、320x240、160x120 等解析度。

2.最高可達每秒 30 張影像，並且可任意調整解析度大小 (Area setting)，節省檔案空間。

3.攝影機提供下列功能可選擇自動或手動 (伸縮對焦、逆光補正、快門順位、光圈順位、白平衡、光圈、增強)。

4.支援 Day/Night 模式，光線不佳也能觀看。

5.支援巡迴模式，使用者可預設五種模式，每種可以自動掃描多個地點。

6.支援 FTP、SMTP 傳送影像。

7.內建影像比對警告功能，可以自行設定感應區域，並且可以調整敏感度與雜訊值，支援警告觸發時能自動透過 FTP 及 SMTP 傳送當時影像至指定伺服器。

8.可以設定時間排程(Schedule)拍攝，符合不同時間的需求。

9.提供聲音接收功能，支援 G.711(64Kb/s)/G.726(40,32,24,16Kb/s)模式。

■管理

1.可以控制使用頻寬大小(Bandwidth Control)及 WEP 加密。

2.支援以下協定 TCP/IP，DHCP，HTTP，ARP，FTP，SMTP，ICMP，SNMP。

3.提供使用者安全控管的機制，可以利用使用者帳號密碼限制使用者存取的權限或ＩＰ的過濾功能來限制使用者存取攝影機。

4.使用者可以使用瀏覽器(IE,Netscape)瀏覽與執行設定，不需外掛軟體。

5.可選擇標準 http 或自行更改 Port Number。

6.同時允許多位使用者同時存取，並且具備計時模式自動分配優先權。

7.可透過遠端網路韌體升級，並可快速還原工廠預設值。

8.可以提供不同的手控設定參數調整：影像品質、解析度和畫格率，來搭配客戶端不同的網路環境。

9.可以整合於本中心現有網路攝影機錄影軟體 Sony RealShot Manager 系統中使用。

10.提供 SDK 及後續網頁客製化技術文件。

11.得標廠商依現場環境提供吊架，並依需要製作牢靠固定基座。

12.提供原廠戶外型防護罩二組。

11.提供原廠 1 年保固服務。

四、其他系統要求

1.本案工作除於高雄港信號台建置即時傳輸攝影機外，並且需要整合基隆港及花蓮港攝影機以網路傳輸攝影機之影像於同一控制系統介面，藉由該介面可快速查詢、觀察相關資料與影像。說明如下：

(1)Sony RealShot Manager 網路攝影機錄影軟體系統安裝及設定、測試，

(2)整合高雄港即時影像展示於港灣環境資訊網站」

http://isohe.ihmt.gov.tw，並且開發提供錄影影像查詢介面，隨時提供各相關單位查詢參考，以提昇港埠水理研究與營運規劃參考。

(3)提供影像整體儲蓄空間及頻寬使用規劃說明書。

4.連線網路

(1)本案所租用電信業者之電路為 GSN-VPN 512K ADSL 專線二路，並對現有監控中心端專線速率進行提升。

(2)配合上述影像資料傳送所需之通訊協定。

(3)得標廠商需提供相關申請協助，線路費用由本機關支付。

五、系統購置之設備數量明細

設備名稱		單位	數量	安裝地點
	數位攝影機(含吊掛架、基座)	套	2	高雄港務局第一、二信號台
2.	室外型保護罩	套	4	高雄港務局第一、二信號台
3.	不鏽鋼立桿及五金組件	式	2	高雄港務局第一、二信號台
7.	戶外安裝及測試	式	2	高雄港務局、港灣技術研究中心
8.	系統整合	式	1	港灣技術研究中心

六、施工要求

(一)一般要求

1.除合約文件另有規定外，廠商須遵照本規範進行安裝，範圍包含安裝之要求及安裝所需之材料。

2.土木、電信、通信、電力、勞工、安全、環保…等相關作業均需依照本國相

關法規規定辦理。

3. 具體安裝位置由廠商建議機關，經機關同意後方可施工；詳細施工細節依本中心指示辦理。。

4. 施工時，應依公共工程施工綱要規範之相關規定辦理。

(二)設備安裝

1. 廠商於得標後需進行現場勘察，並提出安裝架構圖及相關說明書。

2. 安裝地點依據需求可提供現有之空間、電力，配合增修部份工程概由廠商負責。

3. 安裝所需之必要機箱、配線及載台概由廠商負責提供。

4. 施工位置參考圖(詳細仍應以實際狀況為主)：

第一港口

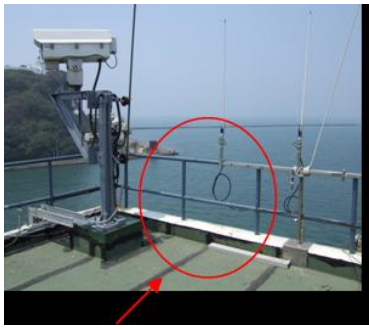


圖 2. 攝影機安裝位置

圖 3. 原有線路施工溝槽

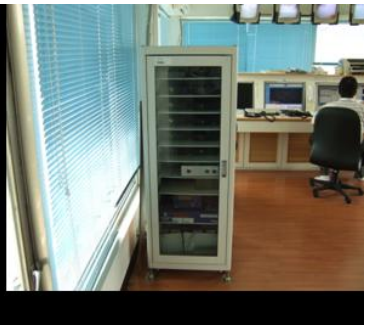


圖 4. GSN 安裝機櫃

第二港口

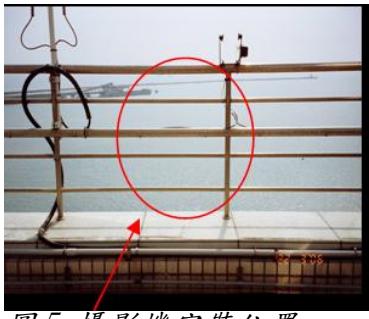


圖 5. 攝影機安裝位置

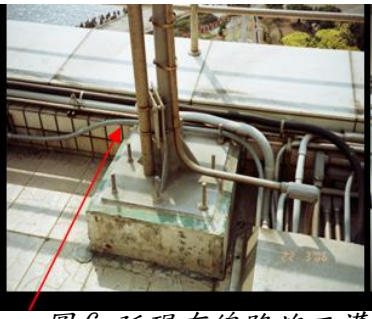


圖 6. 延現有線路施工溝槽

圖 7. GSN 安裝機櫃

(三)施工完成交付文件

廠商於施工時不得變更現場原主要結構，並應於施工完成後提供下列文件

1. 施工佈線圖。

2. 設備平面配置圖。

3. 設備相關及應用系統原廠手冊。

七、完工期限及測試驗收

廠商應於得標後 60 日曆天內完成相關建置施工、應用系統安裝設定及相關驗收工作。

八、教育訓練

於整體系統整合測試通過後，廠商須依規定提供本機關相關人員訓練課程。

1. 訓練計畫：廠商須於實施前提出整體之詳細訓練計畫及摘要內容本交機關核可，訓練計畫內容須包括預定日期、地點、訓練大綱等。
2. 本專案之教育訓練由廠商負責，依訓練對象採不同之訓練方式與內容開課。
   (1)系統維護人員：著重系統之設計方式與功能之說明，安裝及設定，以及系統相關維護、備份、資料轉換與故障排除，以利系統維護並熟練運用。
   (2)系統使用者：使之熟練運用，應使其了解如何配合使用，簡易故障排除。
3. 訓練所需之講師、軟體設備及安裝、講義、手冊（區分不同使用者），暨相關事項概由廠商負責。教育訓練之課程內容及時程安排計畫書，需先送本機關認可後，作為教育訓練依據，且不得要求增加服務費用。

九、保固維護

本專案於完成驗收後由廠商提供一年保固服務，相關事宜規定如下：

(一)預防性保養

廠商需每季至現場進行設備維護保養工作。

(二)故障維修

有關故障維修至少由維修工程師提供對於系統及設備故障時之偵錯步驟流程及故障排除方法之詳細內容，以便對故障或功能異常之設備作問題隔離及修護。

(三)設備修復時間

廠商於接到故障通知後，應迅即派遣相關技術工程人員趕赴設施故障地點，進行故障排除修復作業。

保固期限內，遇系統故障時，於機關電話通知維修時間算起，廠商必須在 8 個工作小時內檢視，並以更換設備、查修方式儘速使系統恢復至正常作業情況(以不影響機關日常營運為原則，若因天候或其他可証明之不可抗拒因素所產生之時間延誤，經機關認可後得自修復時間內扣除之）。

於保固期間廠商所需之交通工具概由廠商自行負責，其費用包含於契約總價內。

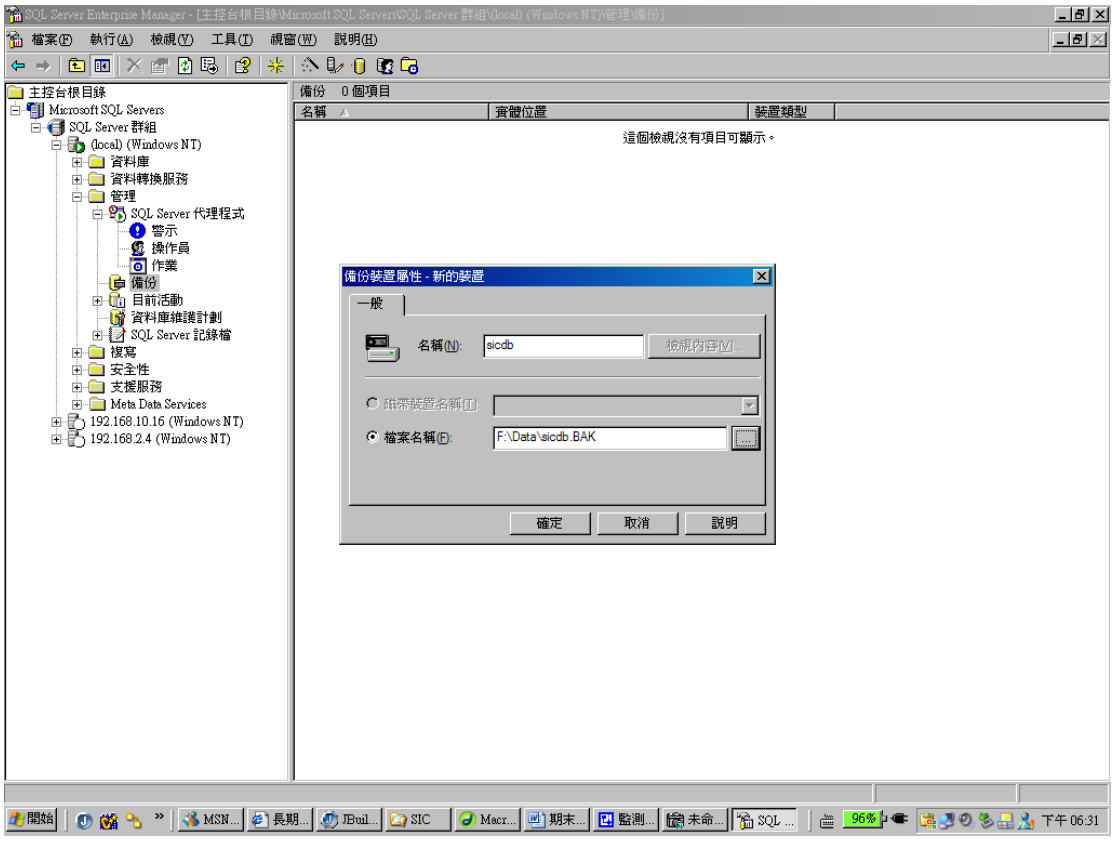
附錄 B、資料庫備份與還原作業

A. 資料庫備份作業（Backup DataBase）

Step 1：請從 程式集 ➔ Microsoft SQL Server ➔ 點選 Enterprise Manager 開啟資料庫管理工具。

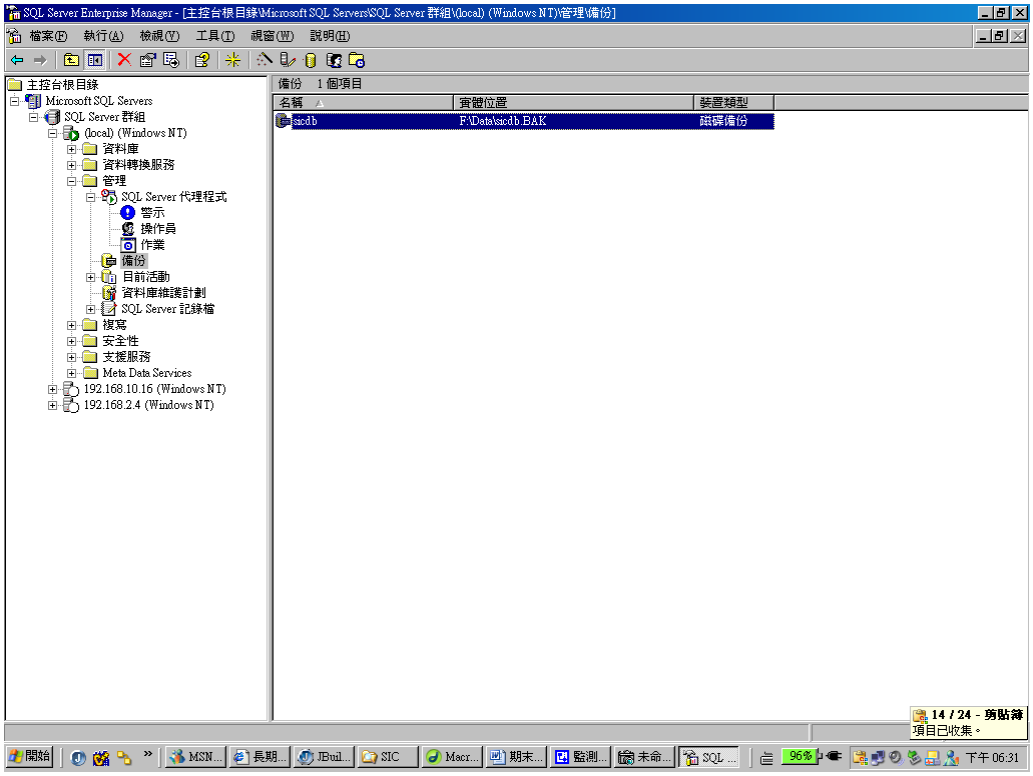
Step 2： 在由 Enterprise Manager 資料庫管理工具中點選 管理，請先將 SQL Server 代理程式啟動。

Step 3：建立一個備份裝置，並給該裝置一個名稱。

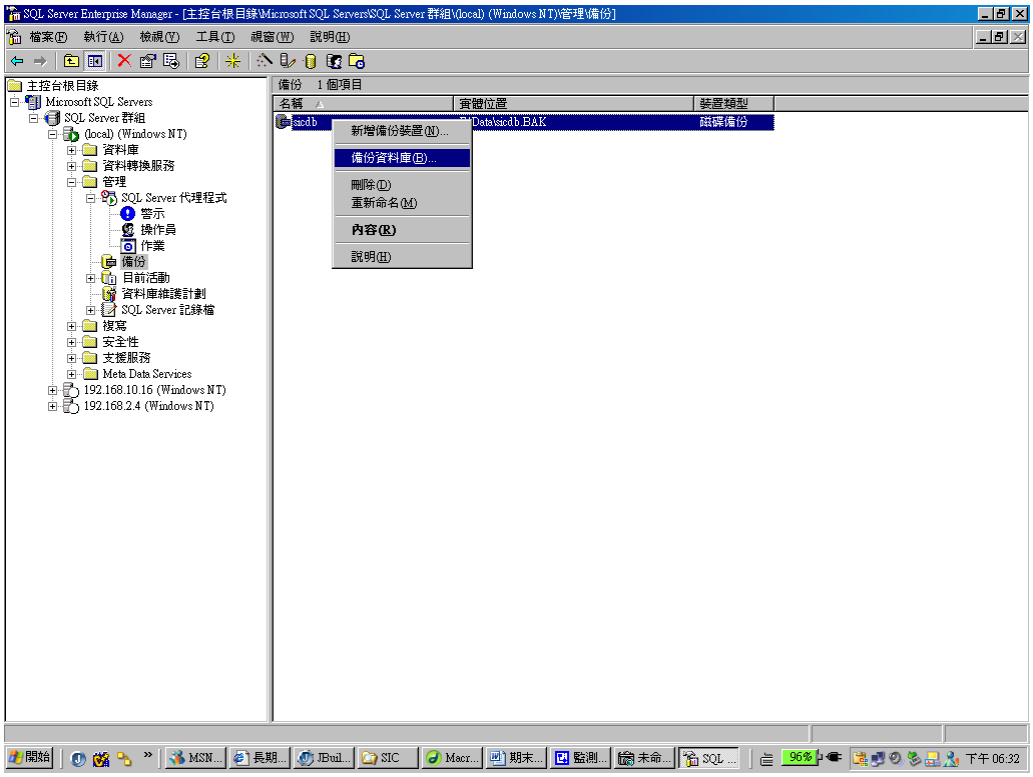


Step 4：並設定該裝置的磁碟路徑。

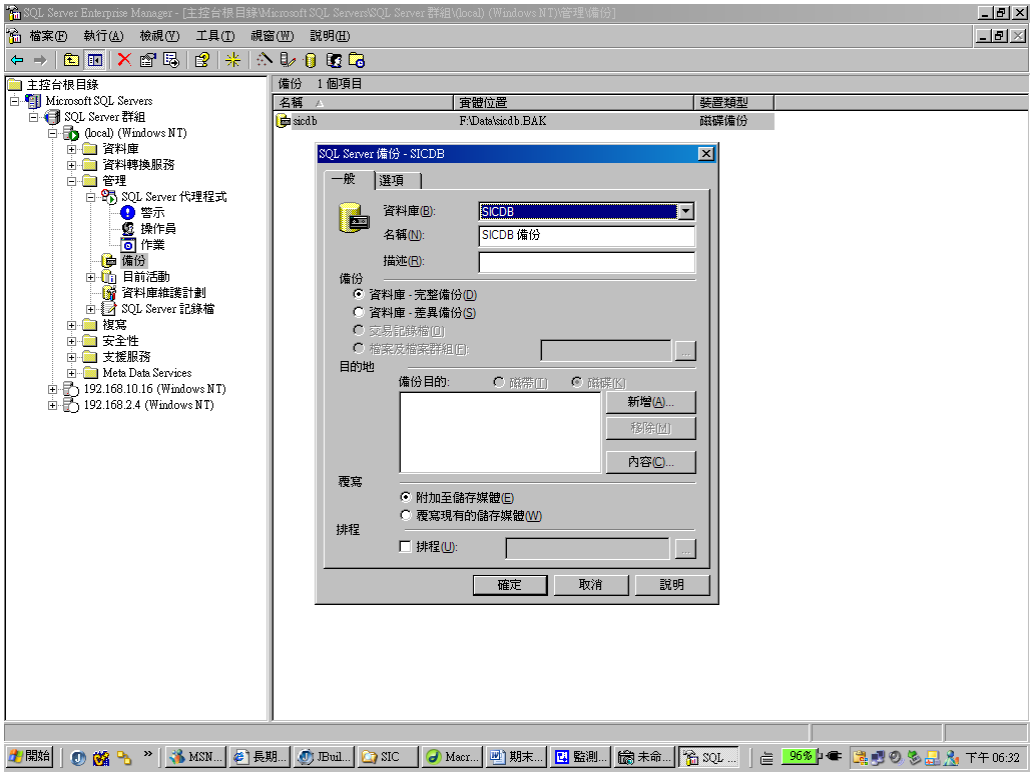
Step 5：設定完成之後，會如下圖所示。



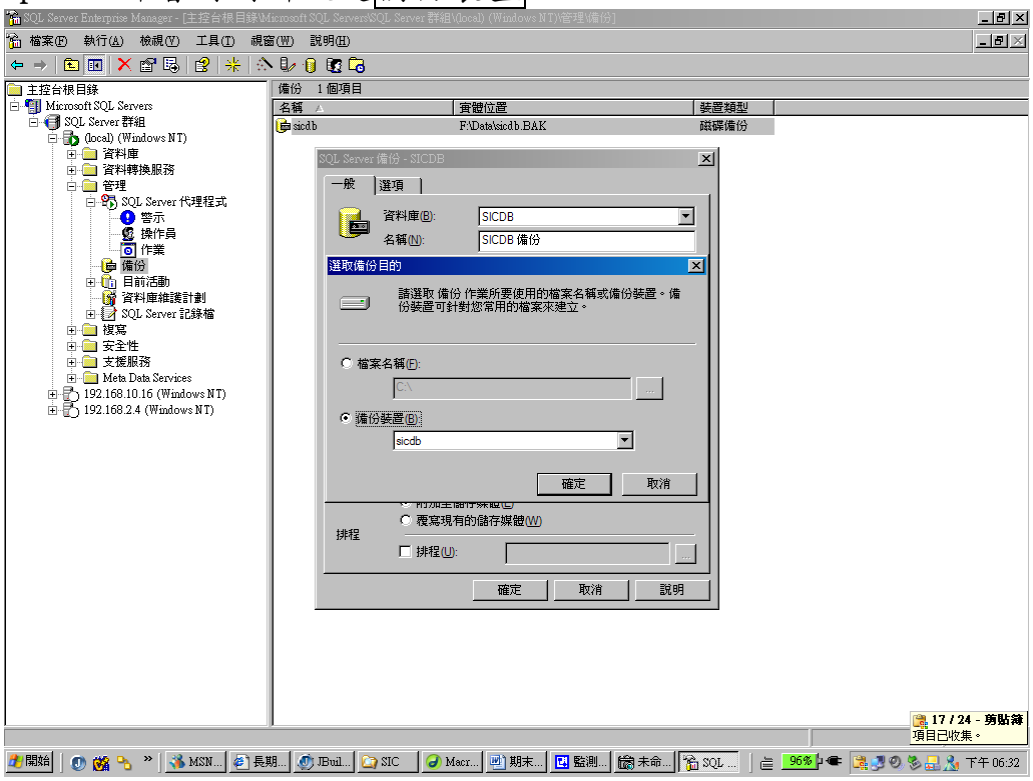
Step 6：設定完成之後，設定備份資料庫的相關參數。



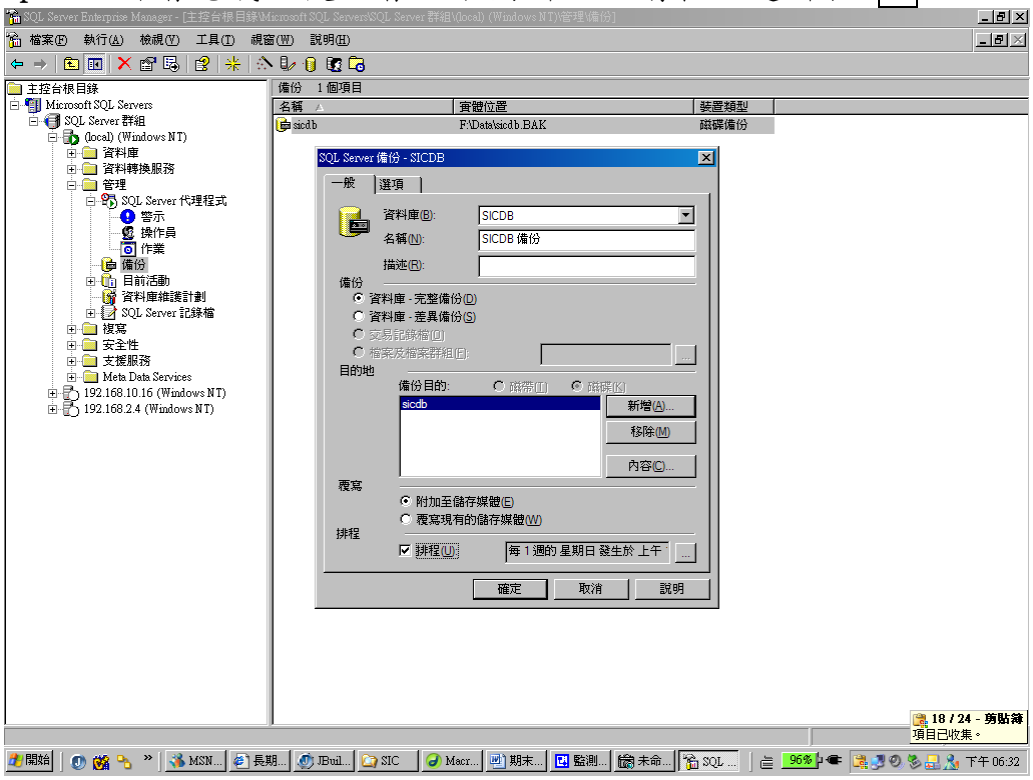
Step 7：指向所要備份的資料庫名稱。



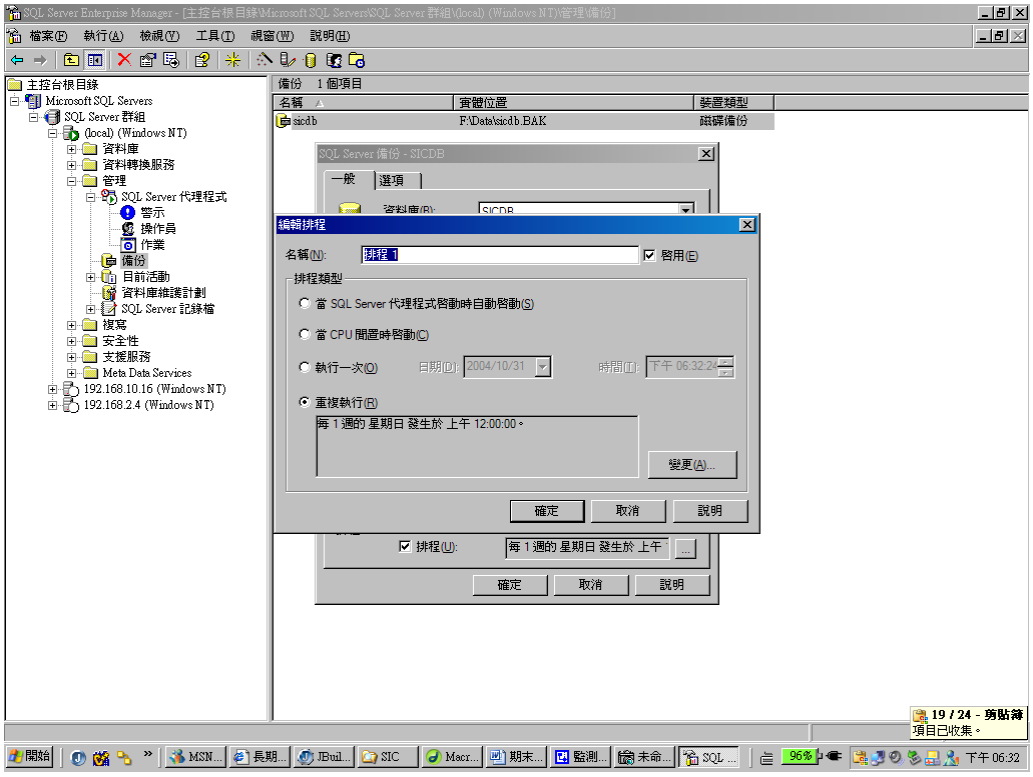
Step 8：新增剛剛所設定備份裝置。



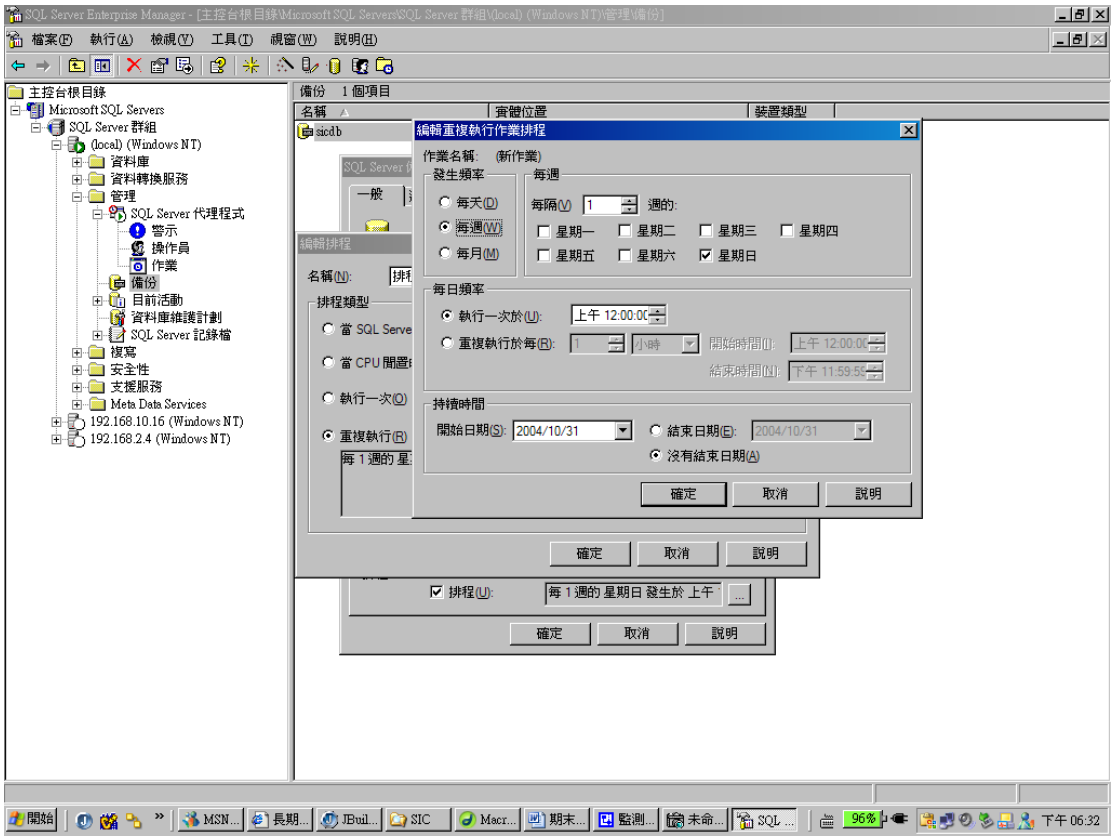
Step 9：新增完成之後，會如下圖所示，請在點選排程 [...]。



Step 10：設定備份排程作業，預設值(每週一次)會如下圖所示。



Step 11：若要修改備份排程預設值，請點選變更修改為所需要的排程方式。

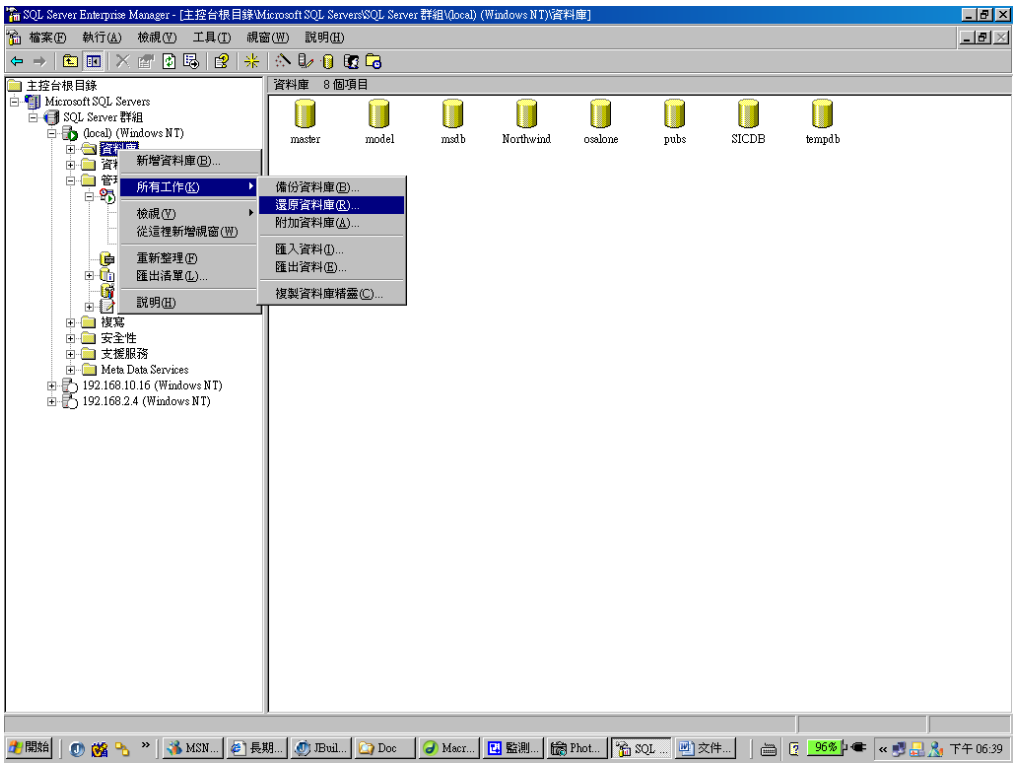


Step 12：已上既已完成備份排程設定作業，MS SQL Server 資料庫系統將會依你所設定之排程參數進行備份作業。

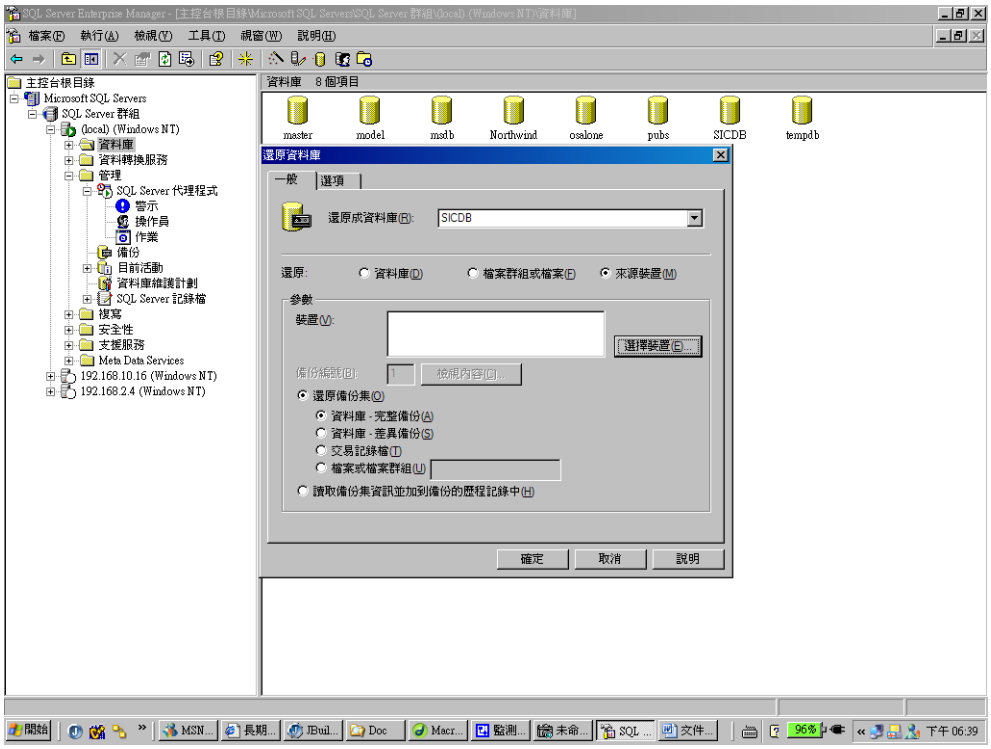
B. 資料庫還原作業(Restore DataBase)

當資料庫發生異常或毀損時，可以透過以下作業方式還原你所備份的資料庫。

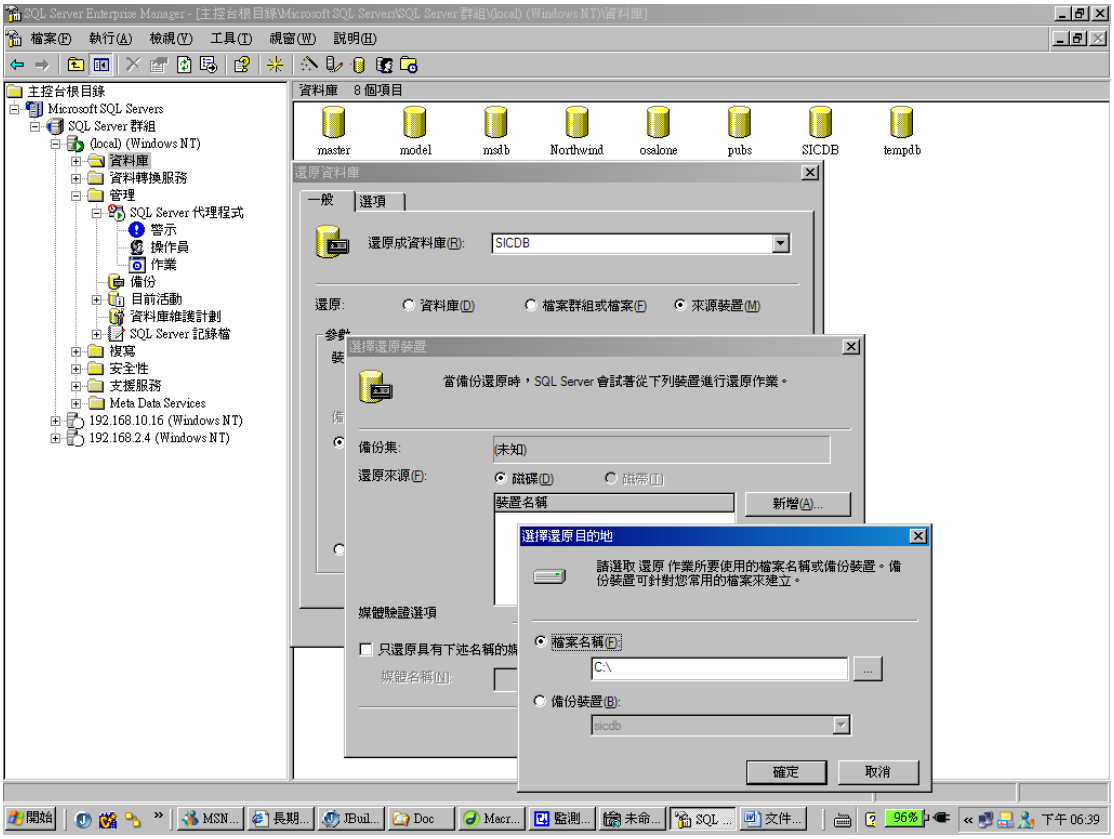
Step 1：請選取還原資料庫的選項。

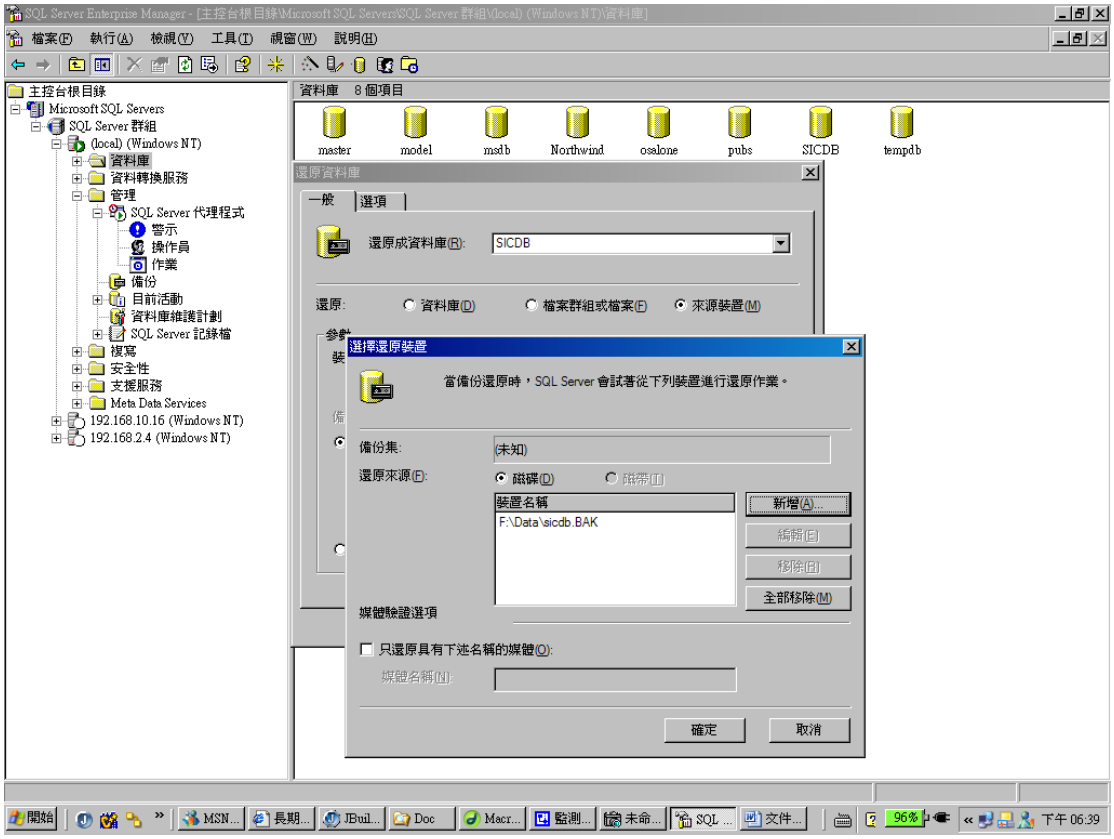


Step 2：請選取所要還原資料庫的名稱，並點選來源裝置的選項。



Step 3：請選取備份裝置名稱，如下圖所示。





Step 4：再按確定鍵，就開始進行資料庫還原作業。

附錄 C、海氣象資料庫資料筆數統計

一、風資料筆數統計

HL-h_wind
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 07 : total:672 / 744=90.32258%
year:2004 08 : total:717 / 744=96.37096%
year:2004 09 : total:718 / 720=99.72222%
year:2004 10 : total:729 / 744=97.98387%
year:2004 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 12 : total:740 / 744=99.46236%
HL All year2004 -h_wind- total:56.96535%

KL-h_wind
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:683 / 720=94.86111%
year:2004 07 : total:741 / 744=99.59677%
year:2004 08 : total:737 / 744=99.05914%
year:2004 09 : total:718 / 720=99.72222%
year:2004 10 : total:736 / 744=98.92473%
year:2004 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 12 : total:741 / 744=99.59677%
KL All year2004 -h_wind- total:57.63516%

SA-h_wind
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%

year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 07 : total:645 / 744=86.69355%
year:2004 08 : total:738 / 744=99.19355%
year:2004 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 10 : total:737 / 744=99.05914%
year:2004 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 12 : total:737 / 744=99.05914%
SA All year2004 -h_wind- total:56.96572%

TC-h_wind
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 07 : total:696 / 744=93.54839%
year:2004 08 : total:741 / 744=99.59677%
year:2004 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 10 : total:708 / 744=95.16129%
year:2004 11 : total:711 / 720=98.75%
year:2004 12 : total:738 / 744=99.19355%
TC All year2004 -h_wind- total:57.16435%

KS-h_wind
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:544 / 720=75.55556%
year:2004 07 : total:636 / 744=85.48387%
year:2004 08 : total:705 / 744=94.75806%

year:2004 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 10 : total:743 / 744=99.86559%
year:2004 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 12 : total:735 / 744=98.79032%
KS All year2004 -h_wind- total:54.51464%

HL-h_wind
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:671 / 696=96.40804%
year:2005 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 06 : total:381 / 720=52.91667%
year:2005 07 : total:224 / 744=30.10753%
year:2005 08 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 09 : total:717 / 720=99.58334%
year:2005 10 : total:736 / 744=98.92473%
year:2005 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 12 : total:711 / 744=95.56451%
HL All year2005 -h_wind- total:89.39079%

KL-h_wind
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:667 / 696=95.83334%
year:2005 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 06 : total:653 / 720=90.69444%
year:2005 07 : total:706 / 744=94.89247%
year:2005 08 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 10 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 12 : total:710 / 744=95.43011%
KL All year2005 -h_wind- total:97.98013%

SA-h_wind
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:671 / 696=96.40804%
year:2005 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 07 : total:719 / 744=96.63979%
year:2005 08 : total:736 / 744=98.92473%
year:2005 09 : total:710 / 720=98.61111%
year:2005 10 : total:740 / 744=99.46236%
year:2005 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 12 : total:702 / 744=94.35484%
SA All year2005 -h_wind- total:98.63175%

TC-h_wind
year:2005 01 : total:681 / 744=91.53226%
year:2005 02 : total:360 / 696=51.72414%
year:2005 03 : total:652 / 744=87.63441%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 07 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 08 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 10 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 12 : total:696 / 744=93.54839%
TC All year2005 -h_wind- total:93.61216%

KS-h_wind
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:671 / 696=96.40804%
year:2005 03 : total:629 / 744=84.54301%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%

year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 07 : total:742 / 744=99.73119%
year:2005 08 : total:742 / 744=99.73119%
year:2005 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 10 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 12 : total:702 / 744=94.35484%
KS All year2005 -h_wind- total:97.81747%

HL-h_wind
year:2006 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 02 : total:671 / 696=96.40804%
year:2006 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 04 : total:716 / 720=99.44444%
year:2006 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 07 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 08 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 10 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 12 : total:201 / 744=27.01613%
HL All year2006 -h_wind- total:93.47046%

KL-h_wind
year:2006 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 02 : total:670 / 696=96.26437%
year:2006 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 07 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 08 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 10 : total:743 / 744=99.86559%

year:2006 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 12 : total:201 / 744=27.01613%
KL All year2006 -h_wind- total:93.4932%

SA-h_wind
year:2006 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 02 : total:671 / 696=96.40804%
year:2006 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 07 : total:739 / 744=99.32796%
year:2006 08 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 10 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 12 : total:201 / 744=27.01613%
SA All year2006 -h_wind- total:93.46038%

TC-h_wind
year:2006 01 : total:574 / 744=77.15054%
year:2006 02 : total:483 / 696=69.39655%
year:2006 03 : total:610 / 744=81.98925%
year:2006 04 : total:263 / 720=36.52778%
year:2006 05 : total:724 / 744=97.31183%
year:2006 06 : total:120 / 720=16.66667%
year:2006 07 : total:491 / 744=65.99462%
year:2006 08 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 10 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 12 : total:201 / 744=27.01613%
TC All year2006 -h_wind- total:72.62556%

KS-h_wind

year:2006 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 02 : total:671 / 696=96.40804%
year:2006 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 07 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 08 : total:741 / 744=99.59677%
year:2006 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 10 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2006 12 : total:198 / 744=26.6129%
KS All year2006 -h_wind- total:93.44918%

二、潮汐資料筆數統計

HL-h_tide
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:687 / 720=95.41666%
year:2004 07 : total:668 / 744=89.78494%
year:2004 08 : total:717 / 744=96.37096%
year:2004 09 : total:641 / 720=89.02778%
year:2004 10 : total:578 / 744=77.68817%
year:2004 11 : total:0 / 720=0%
year:2004 12 : total:435 / 744=58.46774%
HL All year2004 -h_tide- total:42.22969%

KL-h_tide
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:6 / 744=0.8064516%
year:2004 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 07 : total:702 / 744=94.35484%
year:2004 08 : total:735 / 744=98.79032%
year:2004 09 : total:613 / 720=85.13889%
year:2004 10 : total:722 / 744=97.04301%
year:2004 11 : total:691 / 720=95.97222%
year:2004 12 : total:492 / 744=66.12904%
KL All year2004 -h_tide- total:53.17466%

SA-h_tide
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%

year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:677 / 720=94.02778%
year:2004 07 : total:654 / 744=87.90323%
year:2004 08 : total:692 / 744=93.01075%
year:2004 09 : total:630 / 720=87.5%
year:2004 10 : total:720 / 744=96.77419%
year:2004 11 : total:694 / 720=96.38889%
year:2004 12 : total:633 / 744=85.08064%
SA All year2004 -h_tide- total:53.39046%

TC-h_tide
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:1 / 744=0.1344086%
year:2004 06 : total:197 / 720=27.36111%
year:2004 07 : total:170 / 744=22.84946%
year:2004 08 : total:179 / 744=24.05914%
year:2004 09 : total:155 / 720=21.52778%
year:2004 10 : total:204 / 744=27.41936%
year:2004 11 : total:195 / 720=27.08333%
year:2004 12 : total:211 / 744=28.36021%
TC All year2004 -h_tide- total:14.89957%

KS-h_tide
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:544 / 720=75.55556%
year:2004 07 : total:691 / 744=92.87634%
year:2004 08 : total:743 / 744=99.86559%
year:2004 09 : total:610 / 720=84.72222%

year:2004 10 : total:720 / 744=96.77419%
year:2004 11 : total:689 / 720=95.69444%
year:2004 12 : total:443 / 744=59.54301%
KS All year2004 -h_tide- total:50.41928%

HL-h_tide
year:2005 01 : total:519 / 744=69.75806%
year:2005 02 : total:131 / 696=18.82184%
year:2005 03 : total:737 / 744=99.05914%
year:2005 04 : total:683 / 720=94.86111%
year:2005 05 : total:741 / 744=99.59677%
year:2005 06 : total:649 / 720=90.13889%
year:2005 07 : total:267 / 744=35.8871%
year:2005 08 : total:115 / 744=15.45699%
year:2005 09 : total:174 / 720=24.16667%
year:2005 10 : total:106 / 744=14.24731%
year:2005 11 : total:126 / 720=17.5%
year:2005 12 : total:169 / 744=22.71505%
HL All year2005 -h_tide- total:50.18408%

KL-h_tide
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:667 / 696=95.83334%
year:2005 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 06 : total:653 / 720=90.69444%
year:2005 07 : total:278 / 744=37.36559%
year:2005 08 : total:190 / 744=25.53763%
year:2005 09 : total:241 / 720=33.47222%
year:2005 10 : total:240 / 744=32.25806%
year:2005 11 : total:134 / 720=18.61111%
year:2005 12 : total:230 / 744=30.91398%
KL All year2005 -h_tide- total:63.67869%

SA-h_tide
year:2005 01 : total:733 / 744=98.52151%
year:2005 02 : total:669 / 696=96.12069%
year:2005 03 : total:742 / 744=99.73119%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:377 / 744=50.67204%
year:2005 06 : total:647 / 720=89.86111%
year:2005 07 : total:245 / 744=32.93011%
year:2005 08 : total:0 / 744=0%
year:2005 09 : total:19 / 720=2.638889%
year:2005 10 : total:112 / 744=15.05376%
year:2005 11 : total:44 / 720=6.111111%
year:2005 12 : total:153 / 744=20.56452%
SA All year2005 -h_tide- total:51.00551%

TC-h_tide
year:2005 01 : total:234 / 744=31.45161%
year:2005 02 : total:155 / 696=22.27011%
year:2005 03 : total:213 / 744=28.62903%
year:2005 04 : total:198 / 720=27.5%
year:2005 05 : total:83 / 744=11.15591%
year:2005 06 : total:0 / 720=0%
year:2005 07 : total:0 / 744=0%
year:2005 08 : total:0 / 744=0%
year:2005 09 : total:0 / 720=0%
year:2005 10 : total:603 / 744=81.04839%
year:2005 11 : total:391 / 720=54.30556%
year:2005 12 : total:120 / 744=16.12903%
TC All year2005 -h_tide- total:22.70747%

KS-h_tide
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:671 / 696=96.40804%
year:2005 03 : total:629 / 744=84.54301%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%

year:2005 06 : total:653 / 720=90.69444%
year:2005 07 : total:251 / 744=33.73656%
year:2005 08 : total:25 / 744=3.360215%
year:2005 09 : total:27 / 720=3.75%
year:2005 10 : total:109 / 744=14.65054%
year:2005 11 : total:32 / 720=4.444445%
year:2005 12 : total:156 / 744=20.96774%
KS All year2005 -h_tide- total:54.34561%

HL-h_tide
year:2006 01 : total:86 / 744=11.55914%
year:2006 02 : total:229 / 696=32.9023%
year:2006 03 : total:222 / 744=29.83871%
year:2006 04 : total:344 / 720=47.77778%
year:2006 05 : total:470 / 744=63.17204%
year:2006 06 : total:283 / 720=39.30556%
year:2006 07 : total:73 / 744=9.811828%
year:2006 08 : total:167 / 744=22.44624%
year:2006 09 : total:293 / 720=40.69444%
year:2006 10 : total:529 / 744=71.10215%
year:2006 11 : total:464 / 720=64.44444%
year:2006 12 : total:0 / 744=0%
HL All year2006 -h_tide- total:36.08789%

KL-h_tide
year:2006 01 : total:92 / 744=12.36559%
year:2006 02 : total:233 / 696=33.47701%
year:2006 03 : total:233 / 744=31.3172%
year:2006 04 : total:357 / 720=49.58333%
year:2006 05 : total:474 / 744=63.70968%
year:2006 06 : total:272 / 720=37.77778%
year:2006 07 : total:88 / 744=11.82796%
year:2006 08 : total:172 / 744=23.11828%
year:2006 09 : total:504 / 720=70%
year:2006 10 : total:529 / 744=71.10215%
year:2006 11 : total:465 / 720=64.58334%

year:2006 12 : total:0 / 744=0%
KL All year2006 -h_tide- total:39.07186%

SA-h_tide
year:2006 01 : total:15 / 744=2.016129%
year:2006 02 : total:207 / 696=29.74138%
year:2006 03 : total:182 / 744=24.46237%
year:2006 04 : total:329 / 720=45.69444%
year:2006 05 : total:446 / 744=59.94624%
year:2006 06 : total:219 / 720=30.41667%
year:2006 07 : total:30 / 744=4.032258%
year:2006 08 : total:154 / 744=20.69893%
year:2006 09 : total:504 / 720=70%
year:2006 10 : total:448 / 744=60.21505%
year:2006 11 : total:459 / 720=63.75%
year:2006 12 : total:0 / 744=0%
SA All year2006 -h_tide- total:34.24779%

TC-h_tide
year:2006 01 : total:3 / 744=0.4032258%
year:2006 02 : total:41 / 696=5.890805%
year:2006 03 : total:59 / 744=7.930108%
year:2006 04 : total:0 / 720=0%
year:2006 05 : total:0 / 744=0%
year:2006 06 : total:0 / 720=0%
year:2006 07 : total:14 / 744=1.88172%
year:2006 08 : total:528 / 744=70.96774%
year:2006 09 : total:0 / 720=0%
year:2006 10 : total:178 / 744=23.92473%
year:2006 11 : total:445 / 720=61.80556%
year:2006 12 : total:0 / 744=0%
TC All year2006 -h_tide- total:14.40032%

KS-h_tide
year:2006 01 : total:16 / 744=2.150538%

year:2006 02 : total:200 / 696=28.73563%
year:2006 03 : total:154 / 744=20.69893%
year:2006 04 : total:324 / 720=45%
year:2006 05 : total:443 / 744=59.54301%
year:2006 06 : total:219 / 720=30.41667%
year:2006 07 : total:0 / 744=0%
year:2006 08 : total:150 / 744=20.16129%
year:2006 09 : total:498 / 720=69.16666%
year:2006 10 : total:519 / 744=69.75806%
year:2006 11 : total:465 / 720=64.58334%
year:2006 12 : total:0 / 744=0%
KS All year2006 -h_tide- total:34.18451%

三、波浪資料筆數統計

HL-h_wave
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:0 / 720=0%
year:2004 07 : total:100 / 744=13.44086%
year:2004 08 : total:634 / 744=85.21506%
year:2004 09 : total:683 / 720=94.86111%
year:2004 10 : total:582 / 744=78.22581%
year:2004 11 : total:661 / 720=91.80556%
year:2004 12 : total:733 / 744=98.52151%
HL All year2004 -h_wave- total:38.50583%

KL-h_wave
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:0 / 720=0%
year:2004 07 : total:44 / 744=5.913979%
year:2004 08 : total:15 / 744=2.016129%
year:2004 09 : total:104 / 720=14.44444%
year:2004 10 : total:67 / 744=9.005377%
year:2004 11 : total:119 / 720=16.52778%
year:2004 12 : total:593 / 744=79.7043%
KL All year2004 -h_wave- total:10.63433%

SA-h_wave
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%

year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:608 / 720=84.44444%
year:2004 07 : total:618 / 744=83.06451%
year:2004 08 : total:441 / 744=59.27419%
year:2004 09 : total:342 / 720=47.5%
year:2004 10 : total:0 / 744=0%
year:2004 11 : total:0 / 720=0%
year:2004 12 : total:493 / 744=66.26344%
SA All year2004 -h_wave- total:28.37888%

TC-h_wave
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:626 / 720=86.94444%
year:2004 07 : total:601 / 744=80.77957%
year:2004 08 : total:675 / 744=90.72581%
year:2004 09 : total:646 / 720=89.72222%
year:2004 10 : total:641 / 744=86.15591%
year:2004 11 : total:698 / 720=96.94444%
year:2004 12 : total:681 / 744=91.53226%
TC All year2004 -h_wave- total:51.90039%

KS-h_wave
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:0 / 720=0%
year:2004 07 : total:0 / 744=0%
year:2004 08 : total:0 / 744=0%
year:2004 09 : total:0 / 720=0%

year:2004 10 : total:0 / 744=0%
year:2004 11 : total:0 / 720=0%
year:2004 12 : total:0 / 744=0%
KS All year2004 -h_wave- total:0%

HL-h_wave
year:2005 01 : total:669 / 744=89.91936%
year:2005 02 : total:605 / 696=86.92529%
year:2005 03 : total:671 / 744=90.18817%
year:2005 04 : total:691 / 720=95.97222%
year:2005 05 : total:705 / 744=94.75806%
year:2005 06 : total:603 / 720=83.75%
year:2005 07 : total:644 / 744=86.55914%
year:2005 08 : total:742 / 744=99.73119%
year:2005 09 : total:717 / 720=99.58334%
year:2005 10 : total:276 / 744=37.09678%
year:2005 11 : total:158 / 720=21.94444%
year:2005 12 : total:723 / 744=97.17742%
HL All year2005 -h_wave- total:81.96712%

KL-h_wave
year:2005 01 : total:681 / 744=91.53226%
year:2005 02 : total:641 / 696=92.0977%
year:2005 03 : total:684 / 744=91.93549%
year:2005 04 : total:715 / 720=99.30556%
year:2005 05 : total:724 / 744=97.31183%
year:2005 06 : total:661 / 720=91.80556%
year:2005 07 : total:731 / 744=98.25269%
year:2005 08 : total:738 / 744=99.19355%
year:2005 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 10 : total:621 / 744=83.46774%
year:2005 11 : total:715 / 720=99.30556%
year:2005 12 : total:695 / 744=93.41398%
KL All year2005 -h_wave- total:94.79025%

SA-h_wave
year:2005 01 : total:542 / 744=72.84946%
year:2005 02 : total:636 / 696=91.37931%
year:2005 03 : total:589 / 744=79.16666%
year:2005 04 : total:507 / 720=70.41666%
year:2005 05 : total:84 / 744=11.29032%
year:2005 06 : total:335 / 720=46.52778%
year:2005 07 : total:409 / 744=54.97312%
year:2005 08 : total:197 / 744=26.47849%
year:2005 09 : total:105 / 720=14.58333%
year:2005 10 : total:532 / 744=71.50538%
year:2005 11 : total:688 / 720=95.55556%
year:2005 12 : total:392 / 744=52.68817%
SA All year2005 -h_wave- total:57.28452%

TC-h_wave
year:2005 01 : total:700 / 744=94.08602%
year:2005 02 : total:519 / 696=74.56896%
year:2005 03 : total:146 / 744=19.62366%
year:2005 04 : total:43 / 720=5.972222%
year:2005 05 : total:335 / 744=45.02688%
year:2005 06 : total:47 / 720=6.527778%
year:2005 07 : total:2 / 744=0.2688172%
year:2005 08 : total:196 / 744=26.34409%
year:2005 09 : total:466 / 720=64.72222%
year:2005 10 : total:445 / 744=59.81183%
year:2005 11 : total:308 / 720=42.77778%
year:2005 12 : total:0 / 744=0%
TC All year2005 -h_wave- total:36.64419%

KS-h_wave
year:2005 01 : total:0 / 744=0%
year:2005 02 : total:0 / 696=0%
year:2005 03 : total:0 / 744=0%
year:2005 04 : total:0 / 720=0%
year:2005 05 : total:0 / 744=0%

year:2005 06 : total:0 / 720=0%
year:2005 07 : total:0 / 744=0%
year:2005 08 : total:0 / 744=0%
year:2005 09 : total:0 / 720=0%
year:2005 10 : total:446 / 744=59.94624%
year:2005 11 : total:716 / 720=99.44444%
year:2005 12 : total:527 / 744=70.83334%
KS All year2005 -h_wave- total:19.18534%

HL-h_wave
year:2006 01 : total:734 / 744=98.65591%
year:2006 02 : total:664 / 696=95.4023%
year:2006 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 04 : total:697 / 720=96.80556%
year:2006 05 : total:727 / 744=97.71506%
year:2006 06 : total:688 / 720=95.55556%
year:2006 07 : total:369 / 744=49.59678%
year:2006 08 : total:561 / 744=75.40323%
year:2006 09 : total:698 / 720=96.94444%
year:2006 10 : total:707 / 744=95.02688%
year:2006 11 : total:586 / 720=81.38889%
year:2006 12 : total:201 / 744=27.01613%
HL All year2006 -h_wave- total:84.11469%

KL-h_wave
year:2006 01 : total:734 / 744=98.65591%
year:2006 02 : total:653 / 696=93.82184%
year:2006 03 : total:440 / 744=59.13979%
year:2006 04 : total:666 / 720=92.5%
year:2006 05 : total:78 / 744=10.48387%
year:2006 06 : total:0 / 720=0%
year:2006 07 : total:0 / 744=0%
year:2006 08 : total:304 / 744=40.86021%
year:2006 09 : total:689 / 720=95.69444%
year:2006 10 : total:56 / 744=7.526882%
year:2006 11 : total:409 / 720=56.80556%

year:2006 12 : total:164 / 744=22.04301%
KL All year2006 -h_wave- total:48.12763%

SA-h_wave
year:2006 01 : total:261 / 744=35.08065%
year:2006 02 : total:0 / 696=0%
year:2006 03 : total:491 / 744=65.99462%
year:2006 04 : total:670 / 720=93.05556%
year:2006 05 : total:728 / 744=97.84946%
year:2006 06 : total:712 / 720=98.88889%
year:2006 07 : total:382 / 744=51.34409%
year:2006 08 : total:149 / 744=20.02688%
year:2006 09 : total:715 / 720=99.30556%
year:2006 10 : total:613 / 744=82.39247%
year:2006 11 : total:688 / 720=95.55556%
year:2006 12 : total:196 / 744=26.34409%
SA All year2006 -h_wave- total:63.81981%

TC-h_wave
year:2006 01 : total:0 / 744=0%
year:2006 02 : total:0 / 696=0%
year:2006 03 : total:11 / 744=1.478495%
year:2006 04 : total:196 / 720=27.22222%
year:2006 05 : total:732 / 744=98.3871%
year:2006 06 : total:716 / 720=99.44444%
year:2006 07 : total:729 / 744=97.98387%
year:2006 08 : total:701 / 744=94.22043%
year:2006 09 : total:602 / 720=83.61111%
year:2006 10 : total:722 / 744=97.04301%
year:2006 11 : total:689 / 720=95.69444%
year:2006 12 : total:192 / 744=25.80645%
TC All year2006 -h_wave- total:60.0743%

KS-h_wave
year:2006 01 : total:667 / 744=89.65054%

year:2006 02 : total:648 / 696=93.10345%
year:2006 03 : total:440 / 744=59.13979%
year:2006 04 : total:619 / 720=85.97222%
year:2006 05 : total:395 / 744=53.0914%
year:2006 06 : total:0 / 720=0%
year:2006 07 : total:0 / 744=0%
year:2006 08 : total:0 / 744=0%
year:2006 09 : total:0 / 720=0%
year:2006 10 : total:189 / 744=25.40322%
year:2006 11 : total:412 / 720=57.22222%
year:2006 12 : total:102 / 744=13.70968%
KS All year2006 -h_wave- total:39.77438%

四、海流資料筆數統計

HL-h_current
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:0 / 720=0%
year:2004 07 : total:100 / 744=13.44086%
year:2004 08 : total:636 / 744=85.48387%
year:2004 09 : total:685 / 720=95.13889%
year:2004 10 : total:584 / 744=78.49462%
year:2004 11 : total:671 / 720=93.19444%
year:2004 12 : total:733 / 744=98.52151%
HL All year2004 -h_current- total:38.68952%

KL-h_current
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:0 / 720=0%
year:2004 07 : total:44 / 744=5.913979%
year:2004 08 : total:18 / 744=2.419355%
year:2004 09 : total:107 / 720=14.86111%
year:2004 10 : total:140 / 744=18.8172%
year:2004 11 : total:129 / 720=17.91667%
year:2004 12 : total:625 / 744=84.00538%
KL All year2004 -h_current- total:11.99447%

SA-h_current
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%

year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:691 / 720=95.97222%
year:2004 07 : total:732 / 744=98.3871%
year:2004 08 : total:741 / 744=99.59677%
year:2004 09 : total:507 / 720=70.41666%
year:2004 10 : total:0 / 744=0%
year:2004 11 : total:0 / 720=0%
year:2004 12 : total:524 / 744=70.43011%
SA All year2004 -h_current- total:36.23357%

TC-h_current
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:0 / 720=0%
year:2004 07 : total:335 / 744=45.02688%
year:2004 08 : total:730 / 744=98.11828%
year:2004 09 : total:689 / 720=95.69444%
year:2004 10 : total:651 / 744=87.5%
year:2004 11 : total:700 / 720=97.22222%
year:2004 12 : total:682 / 744=91.66666%
TC All year2004 -h_current- total:42.93571%

KS-h_current
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:0 / 720=0%
year:2004 07 : total:0 / 744=0%
year:2004 08 : total:0 / 744=0%
year:2004 09 : total:0 / 720=0%

year:2004 10 : total:0 / 744=0%
year:2004 11 : total:0 / 720=0%
year:2004 12 : total:0 / 744=0%
KS All year2004 -h_current- total:0%

HL-h_current
year:2005 01 : total:669 / 744=89.91936%
year:2005 02 : total:645 / 696=92.67242%
year:2005 03 : total:729 / 744=97.98387%
year:2005 04 : total:703 / 720=97.63889%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 06 : total:604 / 720=83.88889%
year:2005 07 : total:711 / 744=95.56451%
year:2005 08 : total:742 / 744=99.73119%
year:2005 09 : total:716 / 720=99.44444%
year:2005 10 : total:276 / 744=37.09678%
year:2005 11 : total:158 / 720=21.94444%
year:2005 12 : total:723 / 744=97.17742%
HL All year2005 -h_current- total:84.41065%

KL-h_current
year:2005 01 : total:690 / 744=92.74194%
year:2005 02 : total:667 / 696=95.83334%
year:2005 03 : total:739 / 744=99.32796%
year:2005 04 : total:716 / 720=99.44444%
year:2005 05 : total:740 / 744=99.46236%
year:2005 06 : total:662 / 720=91.94444%
year:2005 07 : total:731 / 744=98.25269%
year:2005 08 : total:738 / 744=99.19355%
year:2005 09 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 10 : total:621 / 744=83.46774%
year:2005 11 : total:715 / 720=99.30556%
year:2005 12 : total:695 / 744=93.41398%
KL All year2005 -h_current- total:96.02075%

SA-h_current
year:2005 01 : total:571 / 744=76.74731%
year:2005 02 : total:671 / 696=96.40804%
year:2005 03 : total:668 / 744=89.78494%
year:2005 04 : total:508 / 720=70.55556%
year:2005 05 : total:84 / 744=11.29032%
year:2005 06 : total:335 / 720=46.52778%
year:2005 07 : total:409 / 744=54.97312%
year:2005 08 : total:198 / 744=26.6129%
year:2005 09 : total:154 / 720=21.38889%
year:2005 10 : total:533 / 744=71.63979%
year:2005 11 : total:690 / 720=95.83334%
year:2005 12 : total:393 / 744=52.82258%
SA All year2005 -h_current- total:59.54871%

TC-h_current
year:2005 01 : total:700 / 744=94.08602%
year:2005 02 : total:569 / 696=81.75288%
year:2005 03 : total:172 / 744=23.11828%
year:2005 04 : total:44 / 720=6.111111%
year:2005 05 : total:416 / 744=55.91398%
year:2005 06 : total:60 / 720=8.333333%
year:2005 07 : total:4 / 744=0.5376344%
year:2005 08 : total:218 / 744=29.30107%
year:2005 09 : total:516 / 720=71.66666%
year:2005 10 : total:460 / 744=61.82796%
year:2005 11 : total:312 / 720=43.33333%
year:2005 12 : total:0 / 744=0%
TC All year2005 -h_current- total:39.66519%

KS-h_current
year:2005 01 : total:0 / 744=0%
year:2005 02 : total:0 / 696=0%
year:2005 03 : total:0 / 744=0%
year:2005 04 : total:0 / 720=0%
year:2005 05 : total:0 / 744=0%

year:2005 06 : total:0 / 720=0%
year:2005 07 : total:0 / 744=0%
year:2005 08 : total:0 / 744=0%
year:2005 09 : total:176 / 720=24.44444%
year:2005 10 : total:621 / 744=83.46774%
year:2005 11 : total:717 / 720=99.58334%
year:2005 12 : total:529 / 744=71.10215%
KS All year2005 -h_current- total:23.21647%

HL-h_current
year:2006 01 : total:734 / 744=98.65591%
year:2006 02 : total:664 / 696=95.4023%
year:2006 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2006 04 : total:697 / 720=96.80556%
year:2006 05 : total:727 / 744=97.71506%
year:2006 06 : total:688 / 720=95.55556%
year:2006 07 : total:371 / 744=49.86559%
year:2006 08 : total:562 / 744=75.53764%
year:2006 09 : total:698 / 720=96.94444%
year:2006 10 : total:707 / 744=95.02688%
year:2006 11 : total:586 / 720=81.38889%
year:2006 12 : total:201 / 744=27.01613%
HL All year2006 -h_current- total:84.14829%

KL-h_current
year:2006 01 : total:735 / 744=98.79032%
year:2006 02 : total:654 / 696=93.96552%
year:2006 03 : total:439 / 744=59.00537%
year:2006 04 : total:668 / 720=92.77778%
year:2006 05 : total:79 / 744=10.61828%
year:2006 06 : total:0 / 720=0%
year:2006 07 : total:0 / 744=0%
year:2006 08 : total:305 / 744=40.99463%
year:2006 09 : total:695 / 720=96.52778%
year:2006 10 : total:56 / 744=7.526882%
year:2006 11 : total:427 / 720=59.30556%

year:2006 12 : total:174 / 744=23.3871%
KL All year2006 -h_current- total:48.57493%

SA-h_current
year:2006 01 : total:266 / 744=35.75269%
year:2006 02 : total:0 / 696=0%
year:2006 03 : total:512 / 744=68.81721%
year:2006 04 : total:673 / 720=93.47222%
year:2006 05 : total:729 / 744=97.98387%
year:2006 06 : total:713 / 720=99.02778%
year:2006 07 : total:385 / 744=51.74731%
year:2006 08 : total:149 / 744=20.02688%
year:2006 09 : total:715 / 720=99.30556%
year:2006 10 : total:614 / 744=82.52688%
year:2006 11 : total:688 / 720=95.55556%
year:2006 12 : total:198 / 744=26.6129%
SA All year2006 -h_current- total:64.23574%

TC-h_current
year:2006 01 : total:0 / 744=0%
year:2006 02 : total:0 / 696=0%
year:2006 03 : total:11 / 744=1.478495%
year:2006 04 : total:196 / 720=27.22222%
year:2006 05 : total:738 / 744=99.19355%
year:2006 06 : total:716 / 720=99.44444%
year:2006 07 : total:737 / 744=99.05914%
year:2006 08 : total:702 / 744=94.35484%
year:2006 09 : total:612 / 720=85%
year:2006 10 : total:723 / 744=97.17742%
year:2006 11 : total:690 / 720=95.83334%
year:2006 12 : total:193 / 744=25.94086%
TC All year2006 -h_current- total:60.39202%

KS-h_current
year:2006 01 : total:674 / 744=90.5914%

year:2006 02 : total:645 / 696=92.67242%
year:2006 03 : total:440 / 744=59.13979%
year:2006 04 : total:616 / 720=85.55556%
year:2006 05 : total:396 / 744=53.22581%
year:2006 06 : total:0 / 720=0%
year:2006 07 : total:0 / 744=0%
year:2006 08 : total:0 / 744=0%
year:2006 09 : total:0 / 720=0%
year:2006 10 : total:189 / 744=25.40322%
year:2006 11 : total:418 / 720=58.05556%
year:2006 12 : total:102 / 744=13.70968%
KS All year2006 -h_current- total:39.86279%

五、溫度資料筆數統計

HL-h_temp
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:711 / 720=98.75%
year:2004 07 : total:675 / 744=90.72581%
year:2004 08 : total:722 / 744=97.04301%
year:2004 09 : total:626 / 720=86.94444%
year:2004 10 : total:578 / 744=77.68817%
year:2004 11 : total:0 / 720=0%
year:2004 12 : total:664 / 744=89.24731%
HL All year2004 -h_temp- total:45.03323%

KL-h_temp
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 07 : total:663 / 744=89.1129%
year:2004 08 : total:729 / 744=97.98387%
year:2004 09 : total:626 / 720=86.94444%
year:2004 10 : total:720 / 744=96.77419%
year:2004 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 12 : total:743 / 744=99.86559%
KL All year2004 -h_temp- total:55.86694%

SA-h_temp
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%

year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:711 / 720=98.75%
year:2004 07 : total:675 / 744=90.72581%
year:2004 08 : total:725 / 744=97.44624%
year:2004 09 : total:623 / 720=86.52778%
year:2004 10 : total:720 / 744=96.77419%
year:2004 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 12 : total:743 / 744=99.86559%
SA All year2004 -h_temp- total:55.82922%

TC-h_temp
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:0 / 720=0%
year:2004 07 : total:0 / 744=0%
year:2004 08 : total:0 / 744=0%
year:2004 09 : total:0 / 720=0%
year:2004 10 : total:0 / 744=0%
year:2004 11 : total:0 / 720=0%
year:2004 12 : total:0 / 744=0%
TC All year2004 -h_temp- total:0%

KS-h_temp
year:2004 01 : total:0 / 744=0%
year:2004 02 : total:0 / 696=0%
year:2004 03 : total:0 / 744=0%
year:2004 04 : total:0 / 720=0%
year:2004 05 : total:0 / 744=0%
year:2004 06 : total:528 / 720=73.33334%
year:2004 07 : total:660 / 744=88.70968%
year:2004 08 : total:743 / 744=99.86559%
year:2004 09 : total:623 / 720=86.52778%

year:2004 10 : total:720 / 744=96.77419%
year:2004 11 : total:719 / 720=99.86111%
year:2004 12 : total:743 / 744=99.86559%
KS All year2004 -h_temp- total:53.74477%

HL-h_temp
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:663 / 696=95.25862%
year:2005 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 04 : total:683 / 720=94.86111%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 06 : total:652 / 720=90.55556%
year:2005 07 : total:243 / 744=32.66129%
year:2005 08 : total:24 / 744=3.225806%
year:2005 09 : total:25 / 720=3.472222%
year:2005 10 : total:105 / 744=14.1129%
year:2005 11 : total:35 / 720=4.861111%
year:2005 12 : total:161 / 744=21.63979%
HL All year2005 -h_temp- total:55.02044%

KL-h_temp
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:666 / 696=95.68965%
year:2005 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 06 : total:652 / 720=90.55556%
year:2005 07 : total:210 / 744=28.22581%
year:2005 08 : total:24 / 744=3.225806%
year:2005 09 : total:25 / 720=3.472222%
year:2005 10 : total:103 / 744=13.84409%
year:2005 11 : total:35 / 720=4.861111%
year:2005 12 : total:160 / 744=21.50538%
KL All year2005 -h_temp- total:55.06979%

SA-h_temp
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:670 / 696=96.26437%
year:2005 03 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:376 / 744=50.53764%
year:2005 06 : total:652 / 720=90.55556%
year:2005 07 : total:239 / 744=32.12366%
year:2005 08 : total:0 / 744=0%
year:2005 09 : total:18 / 720=2.5%
year:2005 10 : total:111 / 744=14.91935%
year:2005 11 : total:35 / 720=4.861111%
year:2005 12 : total:153 / 744=20.56452%
SA All year2005 -h_temp- total:50.99321%

TC-h_temp
year:2005 01 : total:0 / 744=0%
year:2005 02 : total:0 / 696=0%
year:2005 03 : total:0 / 744=0%
year:2005 04 : total:0 / 720=0%
year:2005 05 : total:0 / 744=0%
year:2005 06 : total:0 / 720=0%
year:2005 07 : total:0 / 744=0%
year:2005 08 : total:0 / 744=0%
year:2005 09 : total:0 / 720=0%
year:2005 10 : total:0 / 744=0%
year:2005 11 : total:0 / 720=0%
year:2005 12 : total:2 / 744=0.2688172%
TC All year2005 -h_temp- total:0.02240144%

KS-h_temp
year:2005 01 : total:743 / 744=99.86559%
year:2005 02 : total:670 / 696=96.26437%
year:2005 03 : total:628 / 744=84.4086%
year:2005 04 : total:719 / 720=99.86111%
year:2005 05 : total:743 / 744=99.86559%

year:2005 06 : total:652 / 720=90.55556%
year:2005 07 : total:248 / 744=33.33333%
year:2005 08 : total:23 / 744=3.091398%
year:2005 09 : total:83 / 720=11.52778%
year:2005 10 : total:108 / 744=14.51613%
year:2005 11 : total:26 / 720=3.611111%
year:2005 12 : total:157 / 744=21.10215%
KS All year2005 -h_temp- total:54.83356%

HL-h_temp
year:2006 01 : total:17 / 744=2.284946%
year:2006 02 : total:215 / 696=30.8908%
year:2006 03 : total:203 / 744=27.28495%
year:2006 04 : total:334 / 720=46.38889%
year:2006 05 : total:412 / 744=55.37634%
year:2006 06 : total:467 / 720=64.86111%
year:2006 07 : total:352 / 744=47.31183%
year:2006 08 : total:647 / 744=86.96236%
year:2006 09 : total:292 / 720=40.55556%
year:2006 10 : total:666 / 744=89.51613%
year:2006 11 : total:644 / 720=89.44444%
year:2006 12 : total:179 / 744=24.05914%
HL All year2006 -h_temp- total:50.41138%

KL-h_temp
year:2006 01 : total:17 / 744=2.284946%
year:2006 02 : total:215 / 696=30.8908%
year:2006 03 : total:203 / 744=27.28495%
year:2006 04 : total:380 / 720=52.77778%
year:2006 05 : total:438 / 744=58.87097%
year:2006 06 : total:501 / 720=69.58334%
year:2006 07 : total:401 / 744=53.89785%
year:2006 08 : total:678 / 744=91.12904%
year:2006 09 : total:654 / 720=90.83334%
year:2006 10 : total:689 / 744=92.60753%
year:2006 11 : total:666 / 720=92.5%

year:2006 12 : total:182 / 744=24.46237%
KL All year2006 -h_temp- total:57.26024%

SA-h_temp
year:2006 01 : total:14 / 744=1.88172%
year:2006 02 : total:199 / 696=28.59195%
year:2006 03 : total:185 / 744=24.86559%
year:2006 04 : total:320 / 720=44.44444%
year:2006 05 : total:349 / 744=46.9086%
year:2006 06 : total:306 / 720=42.5%
year:2006 07 : total:271 / 744=36.42473%
year:2006 08 : total:577 / 744=77.55376%
year:2006 09 : total:598 / 720=83.05556%
year:2006 10 : total:581 / 744=78.0914%
year:2006 11 : total:634 / 720=88.05556%
year:2006 12 : total:109 / 744=14.65054%
SA All year2006 -h_temp- total:47.25199%

TC-h_temp
year:2006 01 : total:0 / 744=0%
year:2006 02 : total:6 / 696=0.862069%
year:2006 03 : total:6 / 744=0.8064516%
year:2006 04 : total:0 / 720=0%
year:2006 05 : total:0 / 744=0%
year:2006 06 : total:0 / 720=0%
year:2006 07 : total:0 / 744=0%
year:2006 08 : total:0 / 744=0%
year:2006 09 : total:0 / 720=0%
year:2006 10 : total:0 / 744=0%
year:2006 11 : total:0 / 720=0%
year:2006 12 : total:0 / 744=0%
TC All year2006 -h_temp- total:0.1390434%

KS-h_temp
year:2006 01 : total:14 / 744=1.88172%

year:2006 02 : total:199 / 696=28.59195%
year:2006 03 : total:159 / 744=21.37097%
year:2006 04 : total:316 / 720=43.88889%
year:2006 05 : total:308 / 744=41.39785%
year:2006 06 : total:246 / 720=34.16667%
year:2006 07 : total:43 / 744=5.77957%
year:2006 08 : total:451 / 744=60.61828%
year:2006 09 : total:551 / 720=76.52778%
year:2006 10 : total:594 / 744=79.83871%
year:2006 11 : total:597 / 720=82.91666%
year:2006 12 : total:157 / 744=21.10215%
KS All year2006 -h_temp- total:41.50676%

附錄 D、海氣象資料檢核表

查驗時間			實際時間			10.1.1.2					
港口代碼	港口	波浪wap(波高、週期、波向)		海流wap(流速、流向)		風力winddata-*. 1he(風速、風向		潮夕tidedata-*.org(潮位)		水溫tempdata-8.raw(溫度)	
		顯示	實際	顯示	實際	顯示	實際	顯示	實際	顯示	實際
KL	基隆港 10.1.1.7										
SA	蘇澳港 10.1.1.6										
HL	花蓮港 10.1.1.8										
KH(KS)	高雄港 10.1.1.9										
TC(T1/T2)	台中港 10.1.1.4										

附錄 E、工作會議記錄

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 03 月 02 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：專案計畫啟動會議
主要結論：

1. 本年度硬體計畫經費所需用途於包含高雄港即時影像建置及海情中心設備汰換檢討，請參照中信局規格做整體性規劃建議。
2. 請評估數值模擬”面”之呈現可行之技術與所需工具。
3. 3/6 14:00 與中山大學于教授討論數值模擬系統之資料提供及相關技術問題。
4. 即時影像希望達到最佳之 10FPS，請檢討線路及攝影機之功能。
5. 花蓮港即時影像系統維護安排時間前往。
6. 高雄港即時影像系統建置規劃現勘安排時間前往。
7. 風與潮汐資料有時會中斷，請確認原因為何。
8. 請評估提供”港灣環境資訊網”建置成果之推廣計畫。
9. ”港灣環境資訊網”首頁無法自動更新。

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 03 月 6 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：海情系統現況及問題討論
主要結論：

如附件檔案。

Q1 基隆港與花蓮港觀測資料格式要相同.

Q2.溫度每一港口都停在 2/23，但我看 5F 原始資料夾內皆有 3/6 的資料?

Q3.潮汐蘇澳港及高雄港都停在 3/1，但我看 5F 原始資料夾內皆有 3/6 的資料?

Q4.轉檔那支程式好像有問題?會當機無法顯示?

Q5.以下畫面….觀測資料不會隨時間改變…?需要”重新整理後才會再更新?

是不是有 bug?可有解決方法?

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 03 月 21 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：專案計畫執行工作會議
主要結論：

10. 台中港即時觀測資料中斷於 3/10 請確認原因為何。
11. 海情系統 SOP 文件交付。
12. 水溫資料會中斷且與其他資料時間有差異請確認原因為何。
13. 請提供網路整體頻寬規劃。
14. 高雄港即時影像系統建置規劃-採用 SONY RZ50N 攝影機。
15. 高雄港即時影像系統建置規劃現勘時間為四月份第二週，現勘第二港口。
16. 高雄港即時影像系統建置規劃書需至少含系統說明及相關照片、圖示等。
17. 餘附件簡報資料。

交通部運輸研究所

『港灣環境資訊網規劃與建置維護』

MOTC-IOT-95-H3DB003

工作報告

95年3月21日

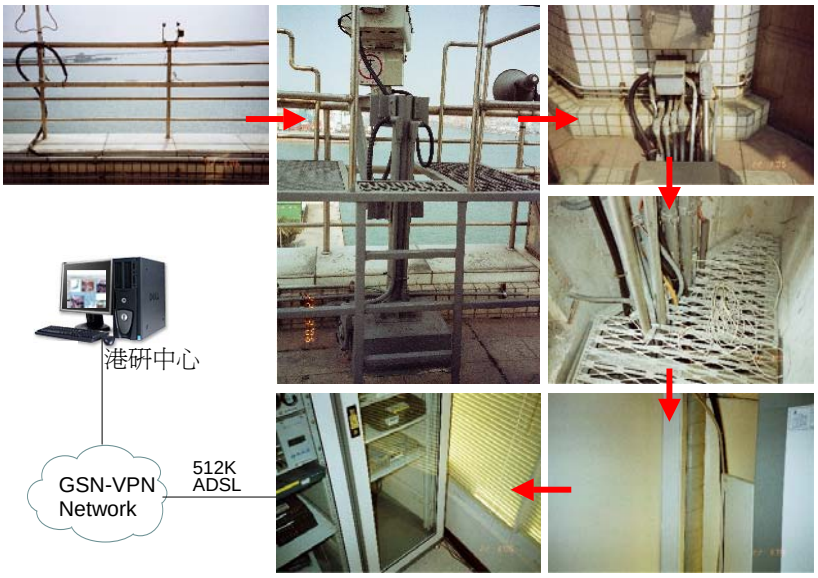
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

報告項目

- 高雄港即時影像監視及傳輸通訊系統
- 海氣象觀測及數值預報子系統整合
- 網路系統檢討

- 高雄港即時影像監視及傳輸通訊系統

JETWELL 大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.



大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

Sony SNC-RZ30N
>25倍光學變焦、300倍數位變焦
>支援全景拍攝/傾斜/變焦P/T/Z功能
>全景拍攝為340°、傾斜範圍115°
>JPEG

Sony SNC-RZ50N
>26倍光學變焦、312倍數位變焦
>支援全景拍攝/傾斜/變焦P/T/Z功能
>全景拍攝為340°、傾斜範圍115°
>JPEG/MPEG-4(640x480 30fps)、H.264(640x480 10fps)

Sony SNC-RX550N
>26倍光學變焦、312倍數位變焦
>支援全景拍攝/傾斜/變焦P/T/Z功能
>全景拍攝為360、傾斜範圍90°
>JPEG/MPEG-4(640x480 30fps)、H.264(640x480 10fps)

大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

影像壓縮格式比較

項目	MPEG1	MPEG2	MPEG4	M-JPEG
設定畫質	NTSC 352x240 30FPS	NTSC 704x480 30FPS	NTSC 704x480 30FPS	JPEG 320x240 30FPS
畫質等級	VCD	DVD	近DVD	Picture
即時傳輸所需頻寬	約1.5M (相當於T1)	約6M (T1x4)	約1.2M	約5M
擷取30S秒影像之檔案大小	約4.5MB	約18MB	約3.5MB	約15MB
以512K頻寬傳輸上述影像檔所需時間 (以50Kb/秒估算)	約1'30"	約6'00"	約1'10"	約5'00"
以T1頻寬傳輸上述影像檔所需時間 (以150Kb/秒估算)	約30"	約2'00"	約23"	約1'40"
經常性影像儲存空間（以每半小時取樣30秒，保存5個國際港一個月影像估算）	約35GB	約140GB	約26GB	約115GB
所需系統資源	低	中	高	低

MPEG-4 與其他 MPEG 格式規格比較

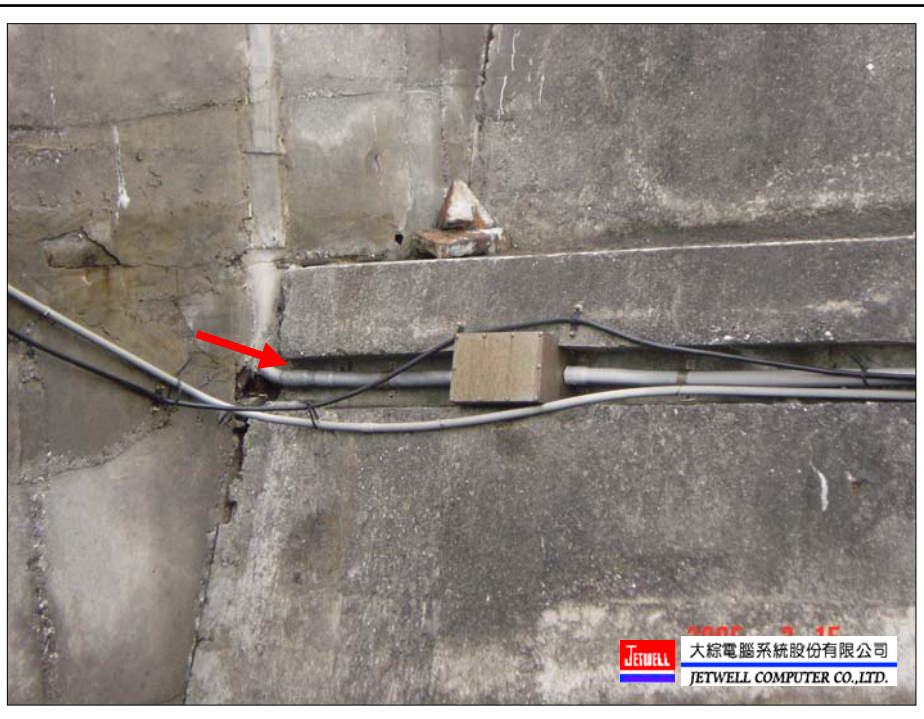
	MPEG-4	MPEG-2	MPEG-1
被業界及用家成爲標準的年份	1999	1995	1992
最高解像度	720 x 576	1920 x 1152	352 x 288
最多儲存聲道數目	8	8	2
最大資料速率	5 - 10Mbit/s	80Mbit/s	3Mbit/s
每秒畫格（NTSC）	30 fps	30 fps	30 fps
影像品質滿意程度	滿意 / 極滿意	極滿意	一般

JETWELL 大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

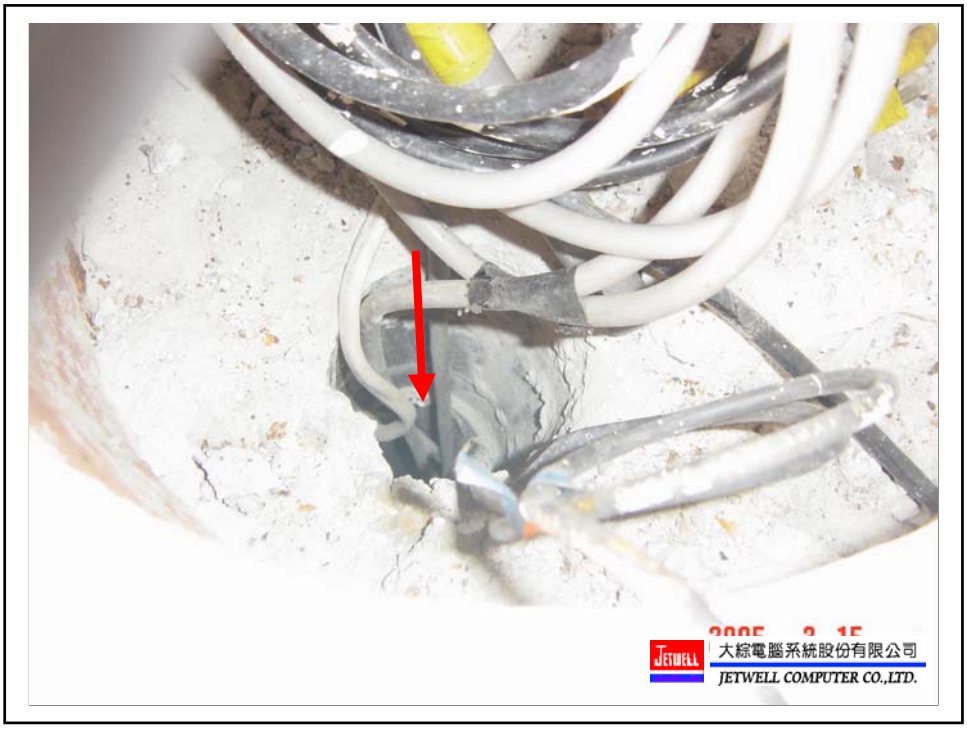

JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

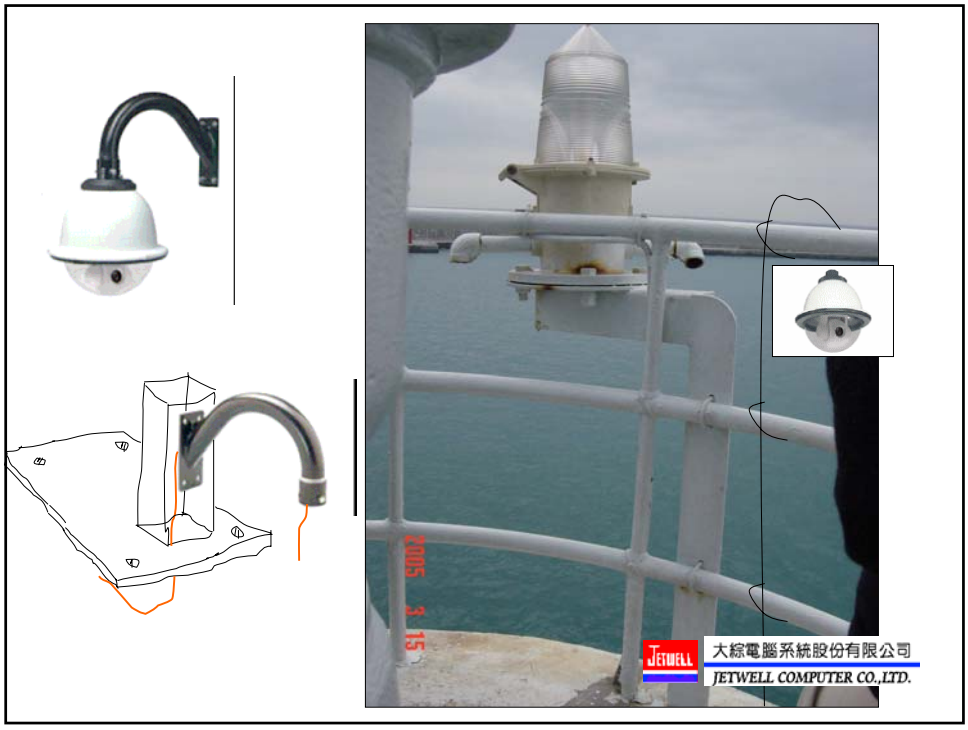
JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

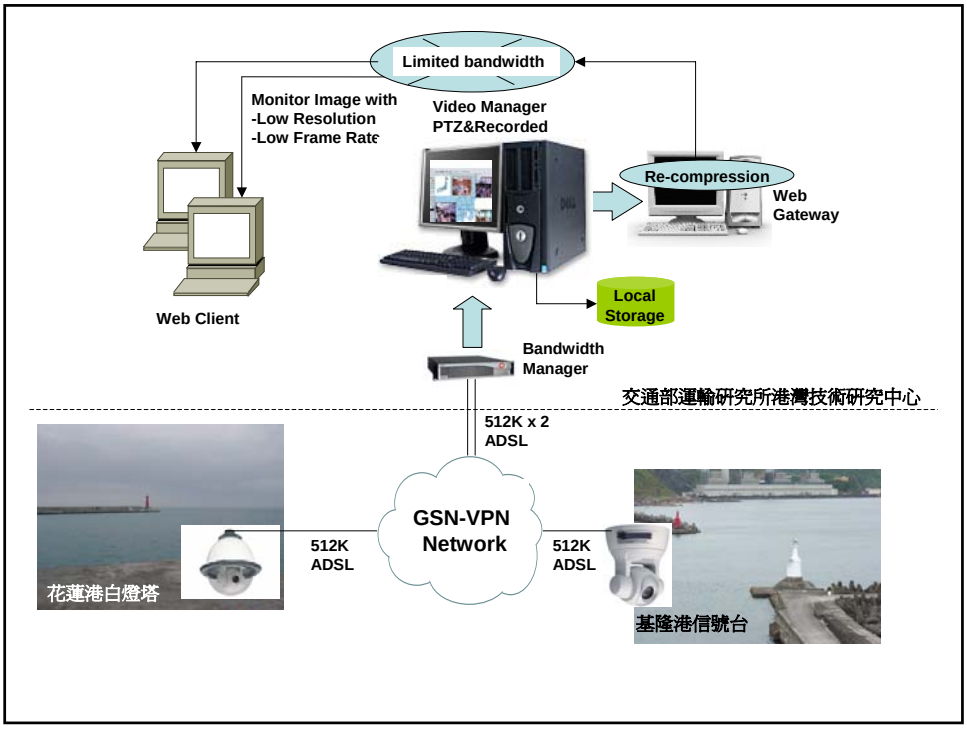
JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.


JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

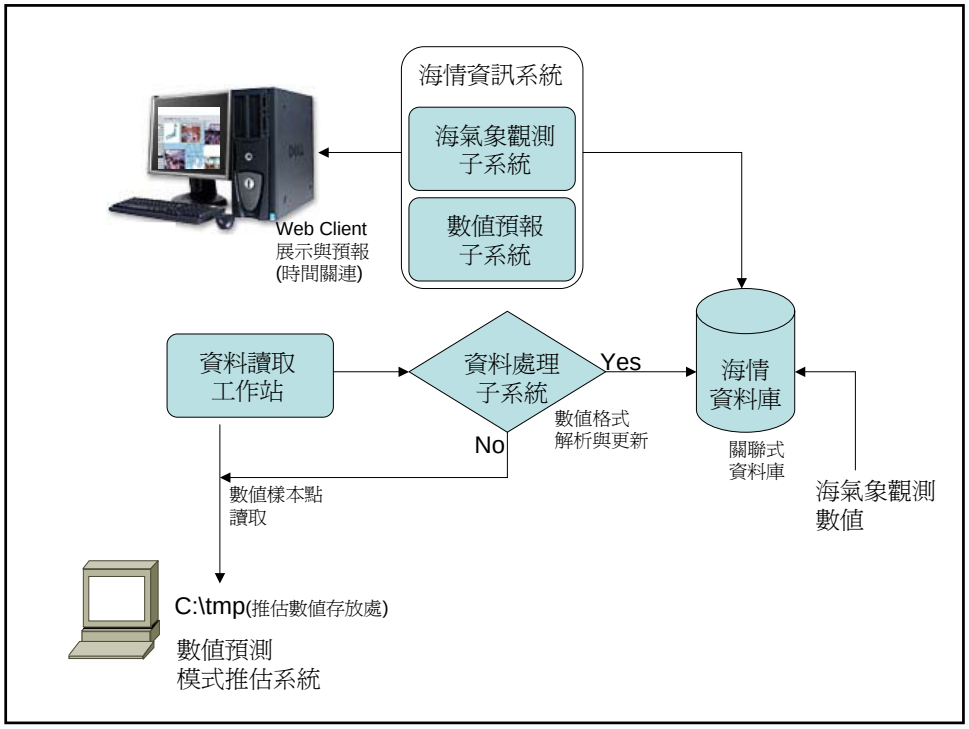
JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

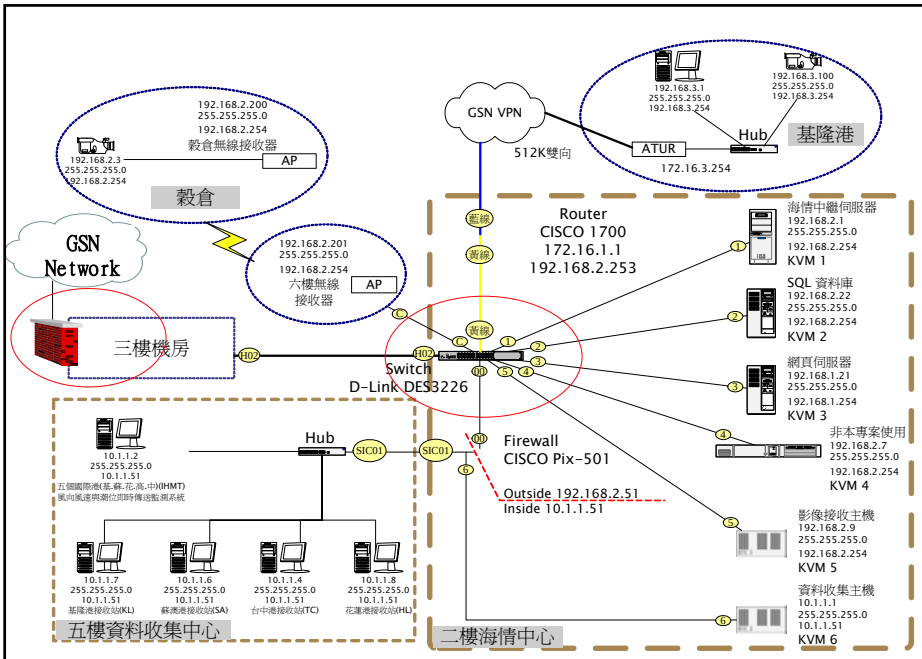

JETWELL
大綜電腦系統股份有限公司
JETWELL COMPUTER CO.,LTD.



- 海氣象觀測及數值預報子系統整合


海情資訊系統
海氣象觀測
子系統
數值預報
子系統
Web Client
展示與預報
(時間關連)
資料讀取
工作站
資料處理
子系統
Yes
No
數值格式
解析與更新
海情
資料庫
關聯式
資料庫
海氣象觀測
數值
數值樣本點
讀取
C:\tmp(推估數值存放處)
數值預測
模式推估系統

- **網路系統檢討**



1.網路架構現勘(含IP)　2.Firewell 狀況分析

四月份預定工作計畫

一、4月1日

14:00海氣象觀測及數值預報子系統整合訪談。

二、4月6日

完成(發文)第二階段擴充所需”硬體需求規範報告書”　。

三、4月8日

工作會報

四、4月22日

工作會報

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 04 月 20 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：專案計畫執行工作會議
主要結論：

1. 台中港即時觀測資料異常很久，請確認曾博士系統狀況。
2. 配合台中港船舶辨示系統建立所需海氣像觀測資料：
   (1)以新增工作站讀取資料外傳固定位置方式進行，以確保資訊安全。
   (2)提供資料欄位說明。
   (3)維護一年需含所增加之工作站。
3. 觀測儀器及位置更改時資料庫如何因應。

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 05 月 05 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：專案計畫執行工作會議
主要結論：

4. 即時觀測資料回傳時間請確認，以利資料庫系統穩定運作。
5. SOP 文件依所提供之資料時間區分版本存查。
6. 請提供 SONY RZ30N、RS309 操作手冊電子檔。
7. 請提供儲存媒體總容量計算規劃。
8. 請確認 CA 9.13 版本是否適用於本計畫 Backup Stroage。

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 05 月 12 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：專案計畫執行工作會議
主要結論：

9. Sony RS309 錄影時間可以分及小時等模式設定。
10. 錄影規劃依中心需求定案後可執行之。
11. 如需外掛播放工具應另外提供下載。
12. 高雄港即時影像系統建置規範檢討。

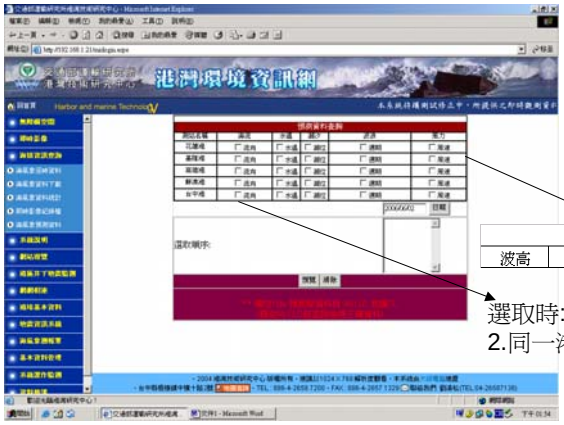
工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 05 月 23 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：專案計畫執行工作會議
主要結論：
13. 潮汐、水溫資料約在整點時，請修改網頁顯示時間。
（程式讀取資料後再加 30 分鐘導致時間超前）
14. Microsoft SQL 與 Oracle 資料庫評估。
15. PDA 版網頁評估。

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護(1/3)
時　　間：95 年 06 月 02 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：專案計畫執行工作會議
主要結論：
16. 高雄港即時影像系統建置規範定稿。
17. 預測報資料傳輸及格式討論。
18. 餘附件簡報資料。

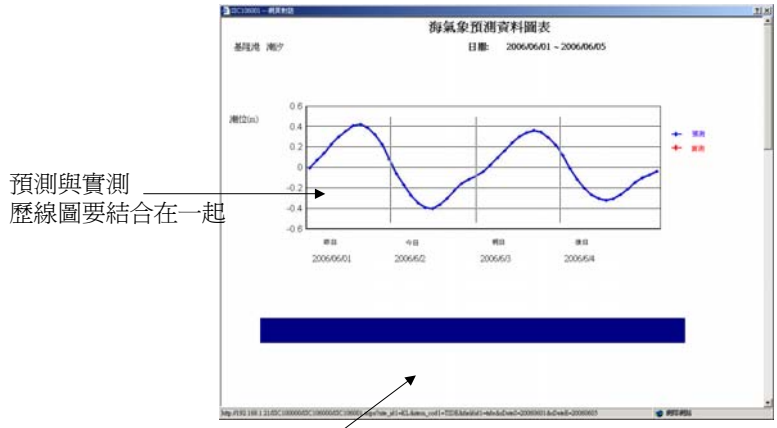
Date	Hour	WaterLevel	Tide	WHeight	WPeriod	WDirection	WindU	WindV
01-JUN-2006	01:00	0.116	0.074	0.593	3.690	318.400	3.760	3.060
01-JUN-2006	02:00	0.187	0.140	0.604	3.783	317.000	4.065	3.768
01-JUN-2006	03:00	0.254	0.228	0.579	3.776	319.200	4.245	3.757
01-JUN-2006	04:00	0.342	0.301	0.482	3.770	329.900	4.537	3.728
01-JUN-2006	05:00	0.433	0.355	0.488	3.758	341.700	4.819	3.615
01-JUN-2006	06:00	0.468	0.410	0.495	3.764	352.900	4.976	3.568
01-JUN-2006	07:00	0.467	0.422	0.504	3.776	3.900	5.038	3.638
01-JUN-2006	08:00	0.436	0.389	0.516	3.802	13.000	5.011	3.693
01-JUN-2006	09:00	0.384	0.323	0.528	3.852	19.200	5.072	3.558
01-JUN-2006	10:00	0.305	0.224	0.536	3.934	22.200	4.993	3.468
01-JUN-2006	11:00	0.159	0.083	0.541	4.038	22.000	4.883	3.397
01-JUN-2006	12:00	0.018	-0.061	0.542	4.154	19.000	4.659	3.273
01-JUN-2006	13:00	-0.103	-0.171	0.541	4.264	14.100	4.508	3.251
01-JUN-2006	14:00	-0.213	-0.271	0.537	4.358	8.400	4.283	3.233
01-JUN-2006	15:00	-0.278	-0.347	0.528	4.444	1.900	3.975	3.142
01-JUN-2006	16:00	-0.336	-0.394	0.516	4.525	355.100	3.748	3.036
01-JUN-2006	17:00	-0.333	-0.402	0.504	4.566	350.300	3.933	2.979
01-JUN-2006	18:00	-0.308	-0.363	0.497	4.543	349.400	4.124	3.008
01-JUN-2006	19:00	-0.235	-0.301	0.494	4.481	351.300	4.223	2.978
01-JUN-2006	20:00	-0.146	-0.223	0.493	4.403	354.500	4.343	3.048
01-JUN-2006	21:00	-0.124	-0.158	0.493	4.314	358.800	4.538	3.073
01-JUN-2006	22:00	-0.042	-0.117	0.492	4.229	3.200	4.618	3.063
01-JUN-2006	23:00	-0.021	-0.082	0.490	4.158	7.100	4.637	3.065
02-JUN-2006	00:00	0.017	-0.039	0.484	4.109	9.800	4.596	2.855
02-JUN-2006	01:00	0.056	0.026	0.467	4.128	9.500	4.830	1.072
02-JUN-2006	02:00	0.137	0.094	0.443	4.188	5.100	4.307	0.801
02-JUN-2006	03:00	0.181	0.164	0.415	4.296	355.500	3.712	0.334
02-JUN-2006	04:00	0.262	0.242	0.387	4.458	342.700	3.052	0.123
02-JUN-2006	05:00	0.331	0.301	0.364	4.619	332.400	2.961	-0.138
02-JUN-2006	06:00	0.375	0.339	0.348	4.748	325.600	2.436	-0.604
02-JUN-2006	07:00	0.378	0.361	0.336	4.859	321.000	2.258	-0.898
02-JUN-2006	08:00	0.359	0.343	0.328	4.957	317.500	1.980	-1.580
02-JUN-2006	09:00	0.322	0.294	0.322	5.053	314.500	1.133	-2.312
02-JUN-2006	10:00	0.267	0.222	0.318	5.150	311.600	0.826	-2.888
02-JUN-2006	11:00	0.144	0.116	0.316	5.252	308.400	-0.136	-3.063
02-JUN-2006	12:00	0.035	-0.007	0.315	5.358	304.800	-1.083	-3.143
02-JUN-2006	13:00	-0.078	-0.119	0.316	5.464	300.700	-1.767	-3.005
02-JUN-2006	14:00	-0.169	-0.202	0.318	5.547	295.700	-2.385	-2.804
02-JUN-2006	15:00	-0.241	-0.267	0.326	5.511	287.900	-2.702	-2.431
02-JUN-2006	16:00	-0.268	-0.304	0.346	5.278	273.100	-2.861	-1.966



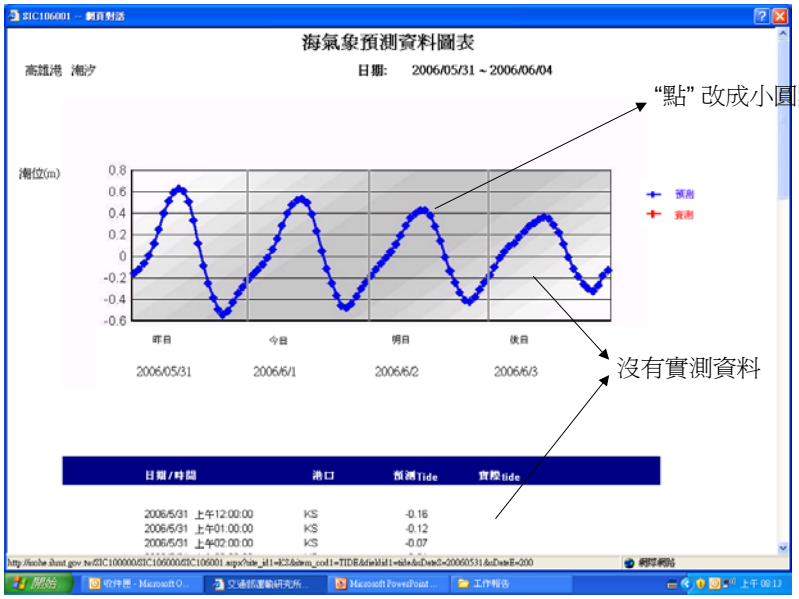
改成這個樣子

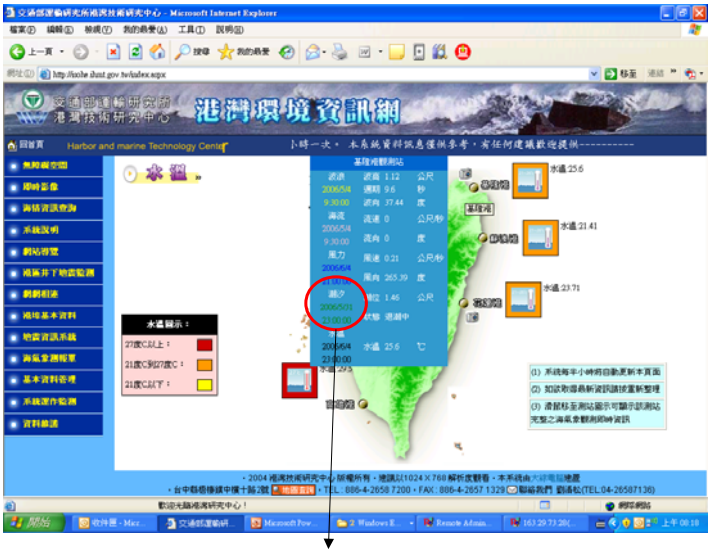
波浪			風力		潮汐
波高	週期	波向	風速	風向	潮位

選取時:1.可以同一類型所有港口都選取
2.同一港口所有資料都選取


海氣象預測資料圖表
預測與實測
歷線圖要結合在一起
當選擇單一港口單一項目時
預測與實測數值要顯示出來
顏色依上圖例

“□”取銷
“□”取銷
改成”波浪”
改成”風力”
港灣環境資訊網


海氣象預測資料圖表
高雄港 潮汐
日期: 2006/05/31 ~ 2006/06/04
潮位(m)
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
昨日
今日
明日
後日
2006/05/31
2006/6/1
2006/6/2
2006/6/3
預測
實測
日期/時間
港口
預測Tide
實際tide
2006/5/31 上午12:00:00 KS -0.16
2006/5/31 上午01:00:00 KS -0.12
2006/5/31 上午02:00:00 KS -0.07
“點” 改成小圓點
沒有實測資料


港灣環境資訊網
Harbor and marine Technology Center
潮汐資料各港口皆已經到6/4

工作會議記錄

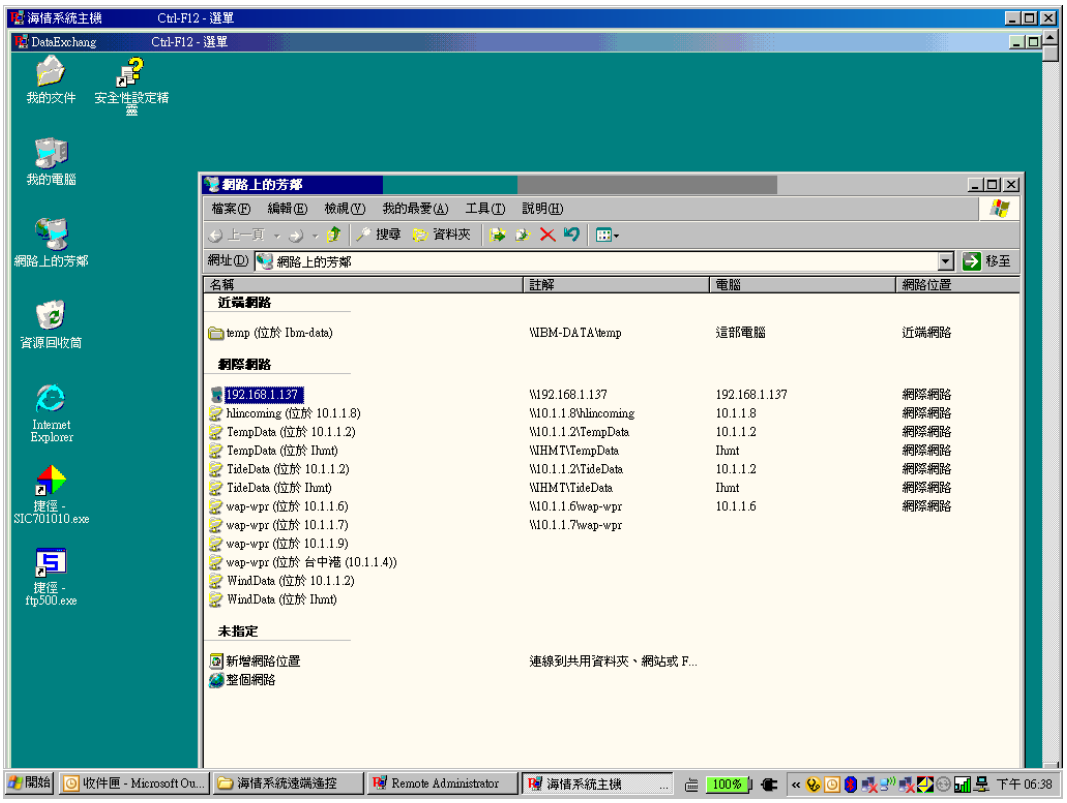
採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 8 月 18 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：海情系統即時觀測資料新增安平港資料問題討論
主要結論：1.安平港波浪、海流及風力觀測資料納入系統。資料傳輸伺服主機連線與相關系統設定，洽林助理研究員受勳。
2.新增布袋港觀測風力資料。

海氣象即時觀測：

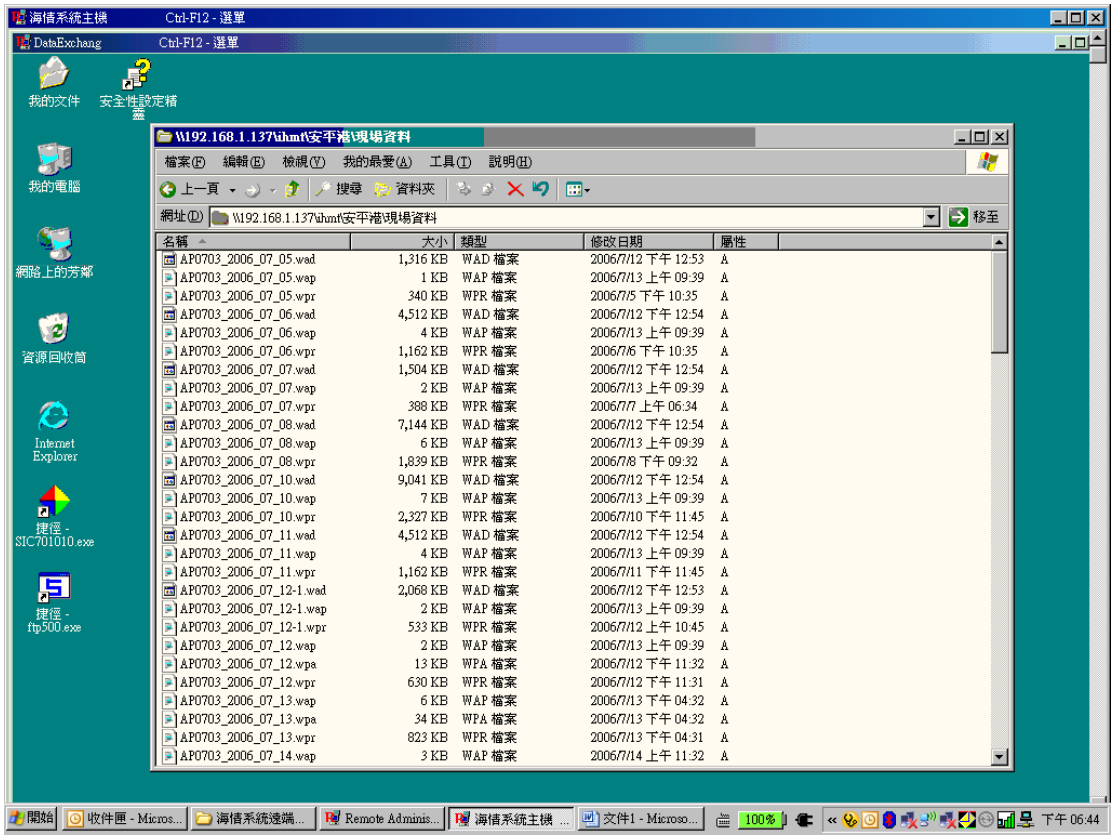
1.新增加安平港：波浪、海流、風速及風向資料

2.新增加布袋港：風速及風向資料

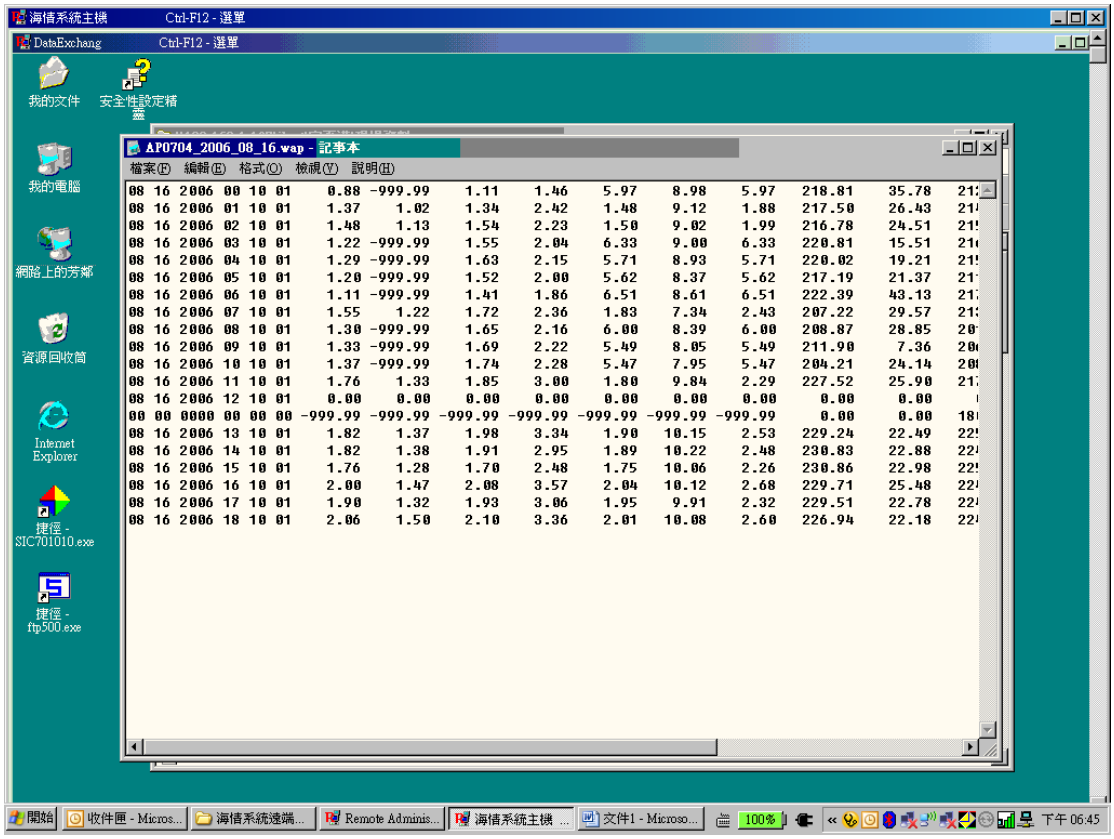
3.資料主機 IP:192.168.1.137



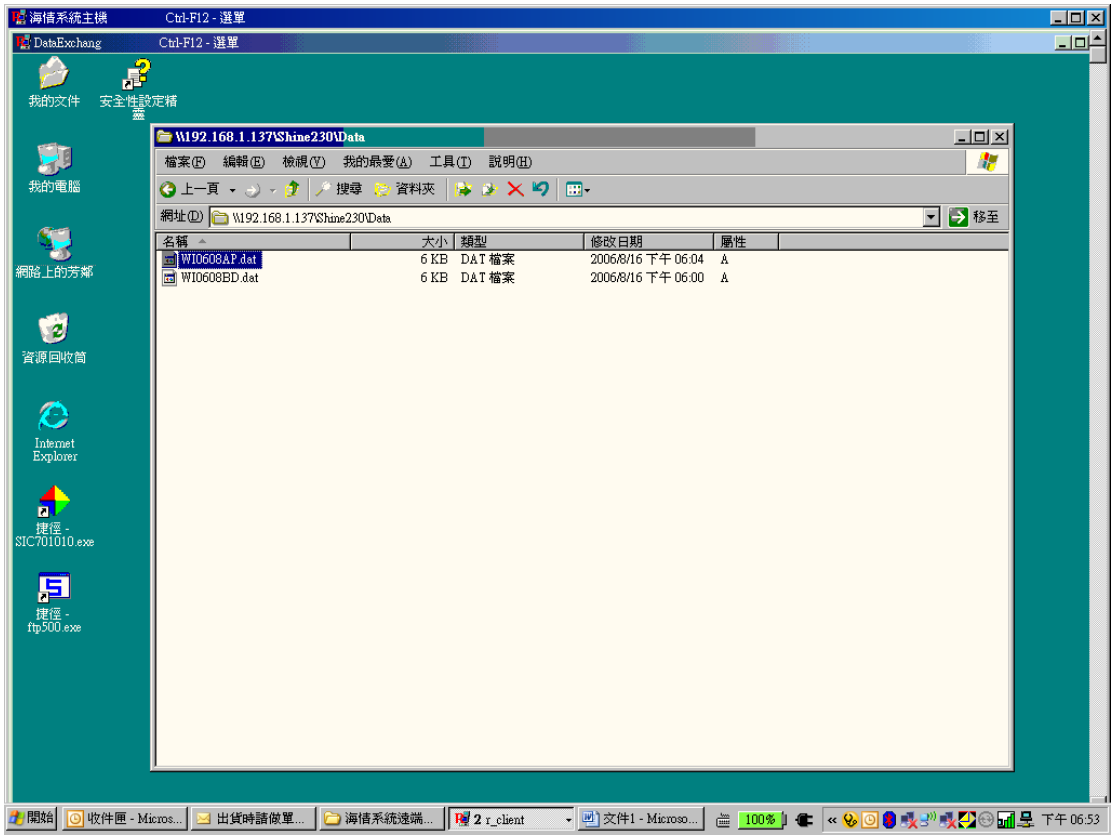
安平港波浪及海流資料夾：



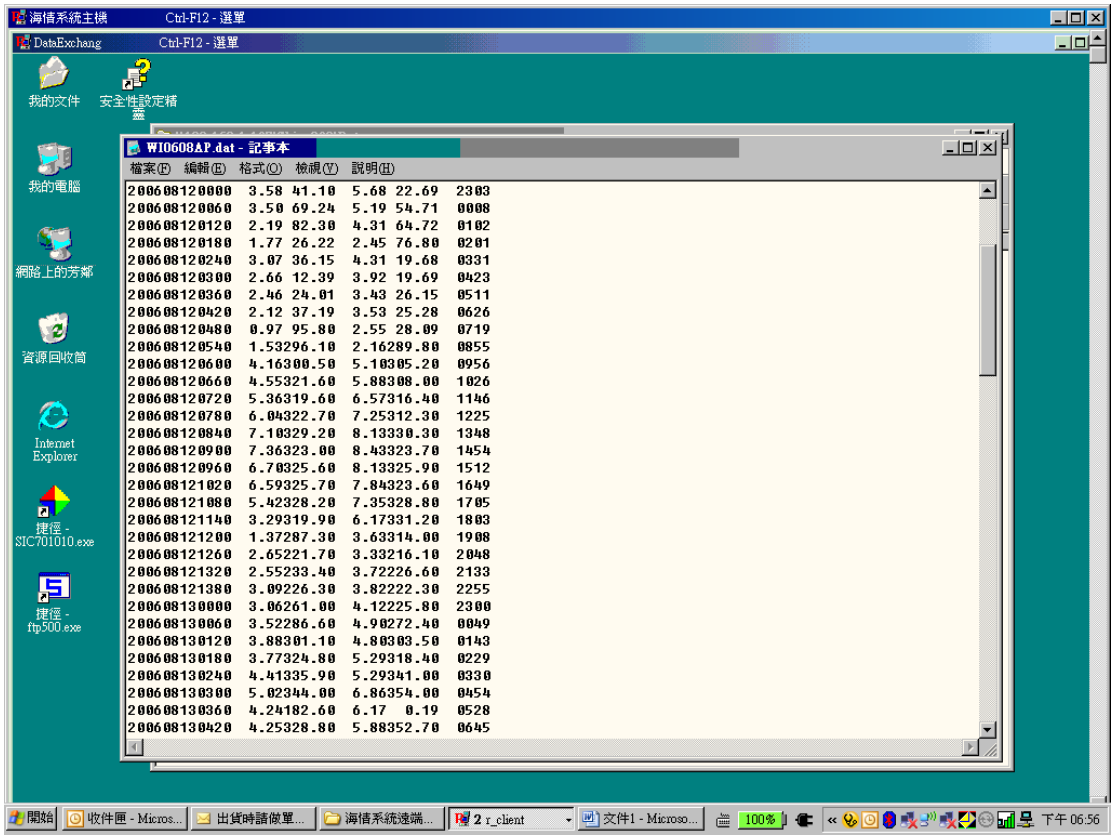
安平港波浪及海流資料格式：與現有五個國際港資料格式相同



安平港風力與風向資料夾(1 個月 1 個檔案)



安平港風力與風向資料格式：



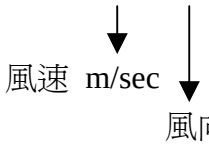
資料格式說明:

200608120000 3.58 41.10 5.68 22.69 2303 這是 2006 年 8 月 12 日 0 點的資料

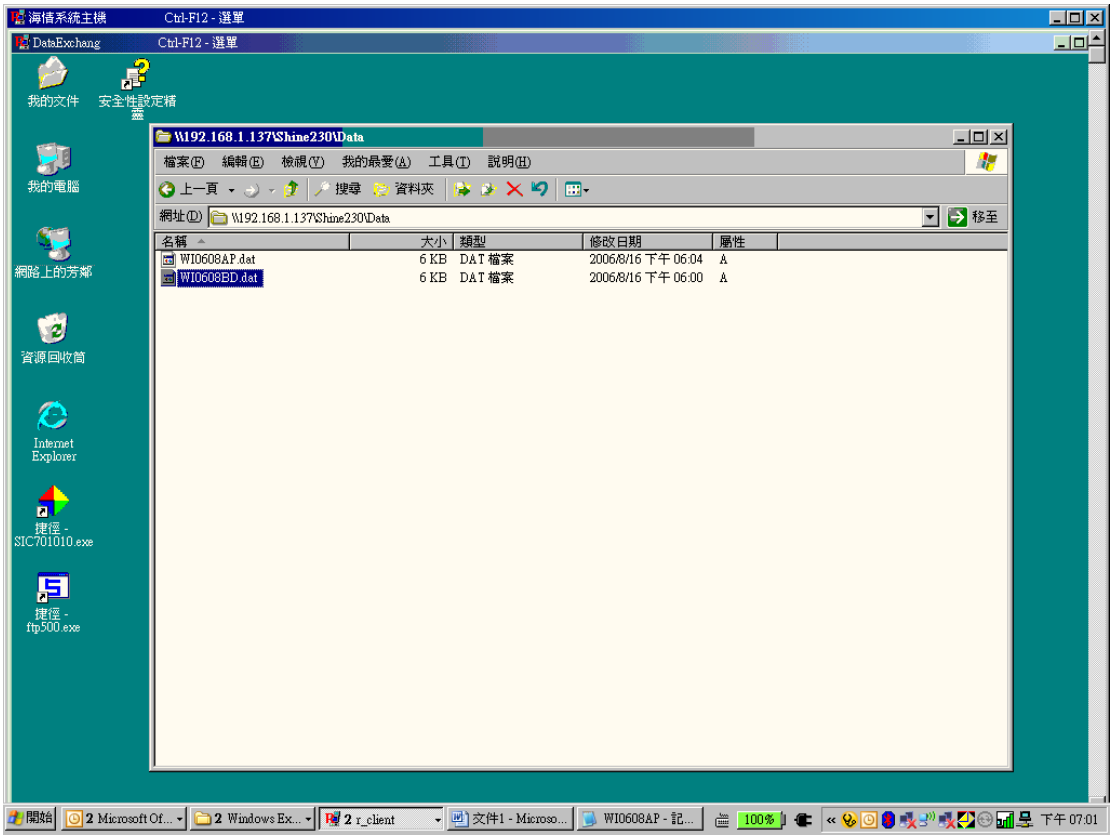
200608120060 3.50 69.24 5.19 54.71 0008 這是 2006 年 8 月 12 日 1 點的資料

200608120120 2.19 82.30 4.31 64.72 0102 這是 2006 年 8 月 12 日 2 點的資料

200608120180 1.77 26.22 2.45 76.80 0201 這是 2006 年 8 月 12 日 3 點的資料

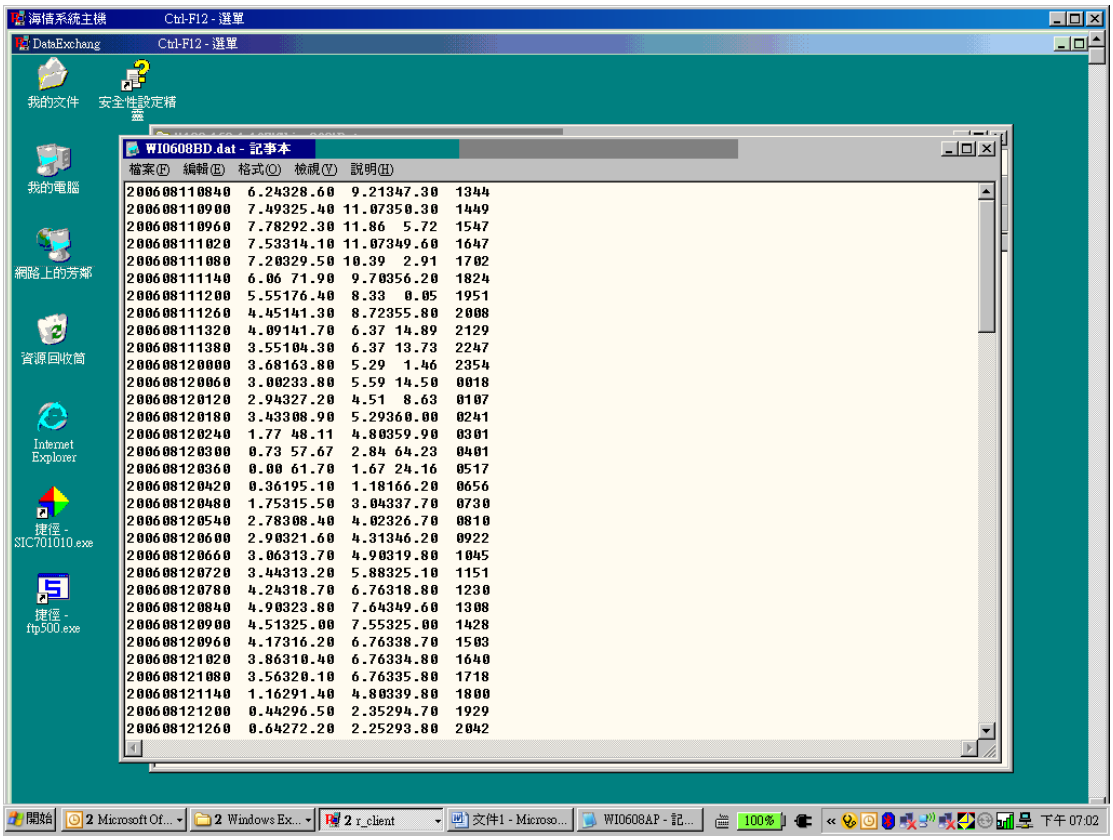


布袋港風力與風向資料夾(1 個月 1 個檔案)



布袋港風力與風向資料格式：

資料格式說明:(同安平港)



工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 9 月 4 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：海情系統即時觀測資料問題討論
主要結論：

1. 即時影像播放工具程式需確認？如為特殊格式工具，需能提供使用者免費下載安裝。
2. 提供即時影像播放工具及系統操作使用手冊。
3. 網頁改版新增加預測報模式資料，須依據顯示頁面之風格與可視範圍進行調整。
   提供管理介面可控制時間顯示筆數：
   +1
   +1
   +3
   +6
   } 可由系統管理者調整設定
4. 台北港即時影像 Intranet 無法觀看，請確認原因？
5. 安平港風資料未顯示出來，請確認原因？
6. 提供台中港即時觀測資料 For 台中港 AIS 系統廣播使用。

Jetwell Every where for you!

大綜電腦 系統股份有限公司 JETWELL COMPUTER CO.,LTD.

交通部運輸研究所 Institute of Transportation, MOTC

高雄港即時影像系統

教育訓練

大綜電腦系統 林廷燦

中華民國 九十五 年 十 月 二 日

www.jetwell.com.tw

Jetwell Every where for you!

影像系統安裝位置

95.3.22 第一港口

95.4.19 第二港口

www.jetwell.com.tw

Jetwell Every where for you!

網路IP攝影機

Sony RZ-50N 攝影機主要規格說明：

※攝影機主機：1/4 型彩色CCD，支援26倍光學變焦、312倍數位變焦。

※拍攝角度：全景拍攝爲340˚，傾斜範圍115˚。

※攝影機尺寸(W x H x D)：140 x 166 x 142mm

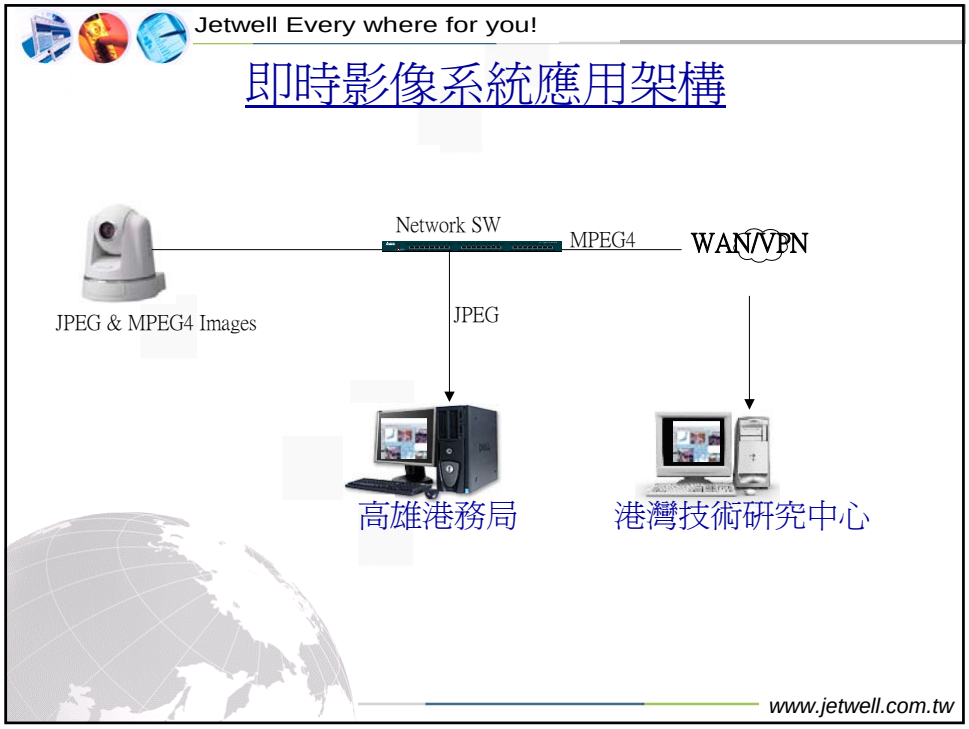
※電源需求：DC12V via AC adapter 100-240v

※消耗功率：20W

Jetwell Every where for you!

即時影像系統架構

www.jetwell.com.tw


Jetwell Every where for you!
即時影像系統應用架構
Network SW
MPEG4
WAN/VPN
JPEG & MPEG4 Images
JPEG
高雄港務局
港灣技術研究中心
www.jetwell.com.tw

Jetwell Every where for you!
即時影像系統整體架構
Limited bandwidth
Monitor Image with
-Low Resolution
-Low Frame Rate
Video Manager
PTZ&Recorded
Re-compression
Web
Gateway
Local
Storage
Bandwidth
Manager
Web Client
交通部運輸研究所港灣技術研究中心
512K/512K ADSL
1536K/384K ADSL(提升)
GSN-VPN
Network
512K/512K
ADSL
512K/512K
ADSL
花蓮港白燈塔
基隆港信號台
512K/512K
ADSL
512K/512K
ADSL
高雄港第二港口
高雄港第一港口
ell.com.tw

影像壓縮格式比較

項目	MPEG1	MPEG2	MPEG4	M-JPEG
設定畫質	NTSC 352x240 30FPS	NTSC 704x480 30FPS	NTSC 704x480 30FPS	JPEG 320x240 30FPS
畫質等級	VCD	DVD	近DVD	Picture
即時傳輸所需頻寬	約1.5M	約6M	約1.2M	約5M
擷取30S秒影像之檔案大小	約4.5MB	約18MB	約3.5MB	約15MB
以512K頻寬傳輸上述影像檔所需時間(以50Kb/秒估算)	約1'30"	約6'00"	約1'10"	約5'00"
以T1頻寬傳輸上述影像檔所需時間(以150Kb/秒估算)	約30"	約2'00"	約23"	約1'40"
經常性影像儲存空間 (以每半小時取樣30秒，保存5個國際港一個月影像估算)	約35GB	約140GB	約260GB	約115GB
所需系統資源	低	中	高	低

Jetwell Every where for you!

系統設定及操作

- Sony Realshot Manager
  → *V3.3*
  - *✓高雄港即時影像設定*
  - *✓7x12 12hr排程錄影*

✓更新版本V3.0-

www.jetwell.com.tw

Jetwell Every where for you!

系統設定及操作

- Sony RZ-50N 系統設定操作

基隆港 192.168.100.100→:7000

花蓮港 192.168.102.100→:7200

高雄港第一信號台 192.168.103.100→:7300

高雄港第二信號台 192.168.104.100→:7400

- 使用權限區分表
- 主要系統功能說明

www.jetwell.com.tw

Jetwell Every where for you!

系統設定及操作

- SNC Privacy Masking Tool
- IP Setup Program

www.jetwell.com.tw

Jetwell Every where for you!

影像儲蓄空間

- 30天規劃
  - ✓設定影像儲存30天規劃，每支畫面採錄影8小時，共4支攝影機計算所得:
    總容儲存容量計約 221.41GByte。
- 365天規劃
  - ✓設定影像儲存365天規劃，每支畫面採錄影8小時，共4支攝影機計算所得:
    總容儲存容量計約 2614.12GByte。

www.jetwell.com.tw

Jetwell Every where for you!

影像頻寬

- 頻寬使用
  - ✓現有GSN VPN 512k計有基隆港 、花蓮港及中心端512k ADSL線路。
  - ✓新增高雄港第一、二港口建置GSN VPN 512k二路。
- 頻寬建議
  - ✓每一路GSN VPN 512K線路，於傳輸影像640x480及中階品質時最高影像數只能約爲2FPS。
  - ✓整體中心端所需頻寬約爲1.98MByte，建議提升速率以提高整體傳輸品質。

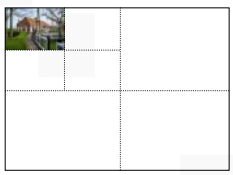
www.jetwell.com.tw

Image Data Size Reference

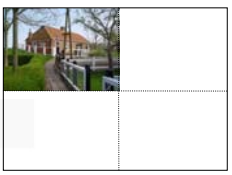
Image quality		Image size							
Camera Image quality	RSM Image Quality	736x544 (Auto)	736x544 (Frame)	736x544 (Field)	640x480 (Auto)	640x480 (Frame)	640x480 (Field)	320x240	160x120
Level 1	0~9%	18	18	18	16	16	16	4	2
Level 2	10~19%	22	22	22	19	19	19	5	2
Level 3	20~29%	27	27	27	24	24	24	6	2
Level 4	30~39%	31	31	31	27	27	27	7	2
Level 5	40~49%	36	36	36	31	31	31	8	3
Level 6	50~59%	43	43	43	37	37	37	10	3
Level 7	60~69%	54	54	54	46	46	47	12	3
Level 8	70~79%	71	71	70	62	61	62	16	4
Level 9	80~89%	107	106	105	92	92	93	24	6
Level 10	90~100%	212	212	210	184	185	186	46	12

Jetwell Every where for you!

Image Resolution



QQVGA
160x120
3 KByte
per image

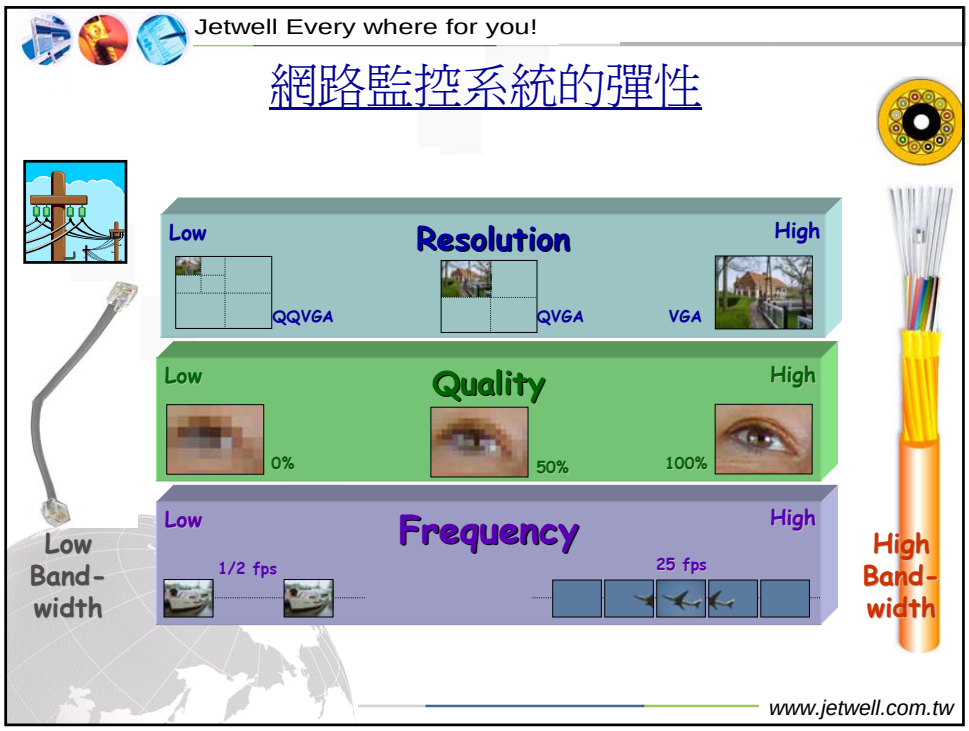


QVGA
320x240
8 KByte
per image

VGA
640x480
31 KByte
per image

(*) Image size is example of quality level 5

www.jetwell.com.tw


Jetwell Every where for you!
網路監控系統的彈性
Low
Resolution
High
QQVGA
QVGA
VGA
Low
Quality
High
0%
50%
100%
Low
Frequency
High
1/2 fps
25 fps
Low Band-width
High Band-width
www.jetwell.com.tw

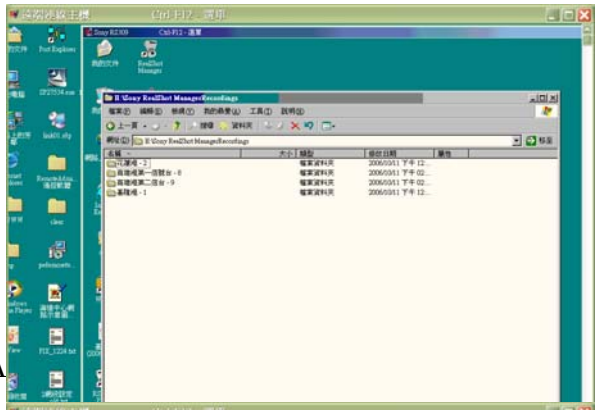
即時影像查詢系統

一、錄影主機及儲存位置

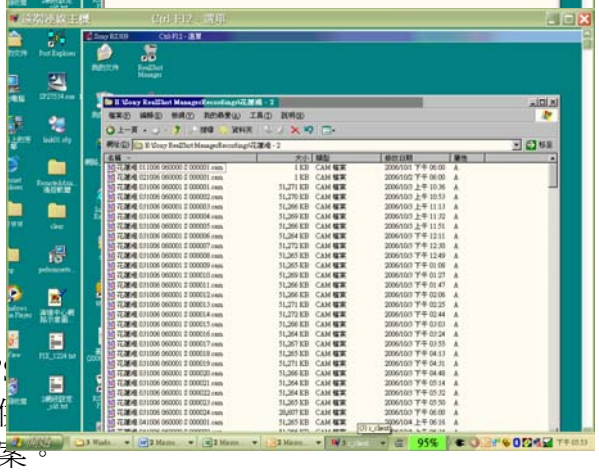
1.錄影主機 IP:192.168.1.30

2.錄影存檔位置: DAS-315SA(H:)

3.共區分爲基隆港、花蓮港、高雄港第一信號台及高雄港第二信號台目錄存放。



4.檔案格式爲”CA



二、需要下載安裝”

1.請於網頁上提

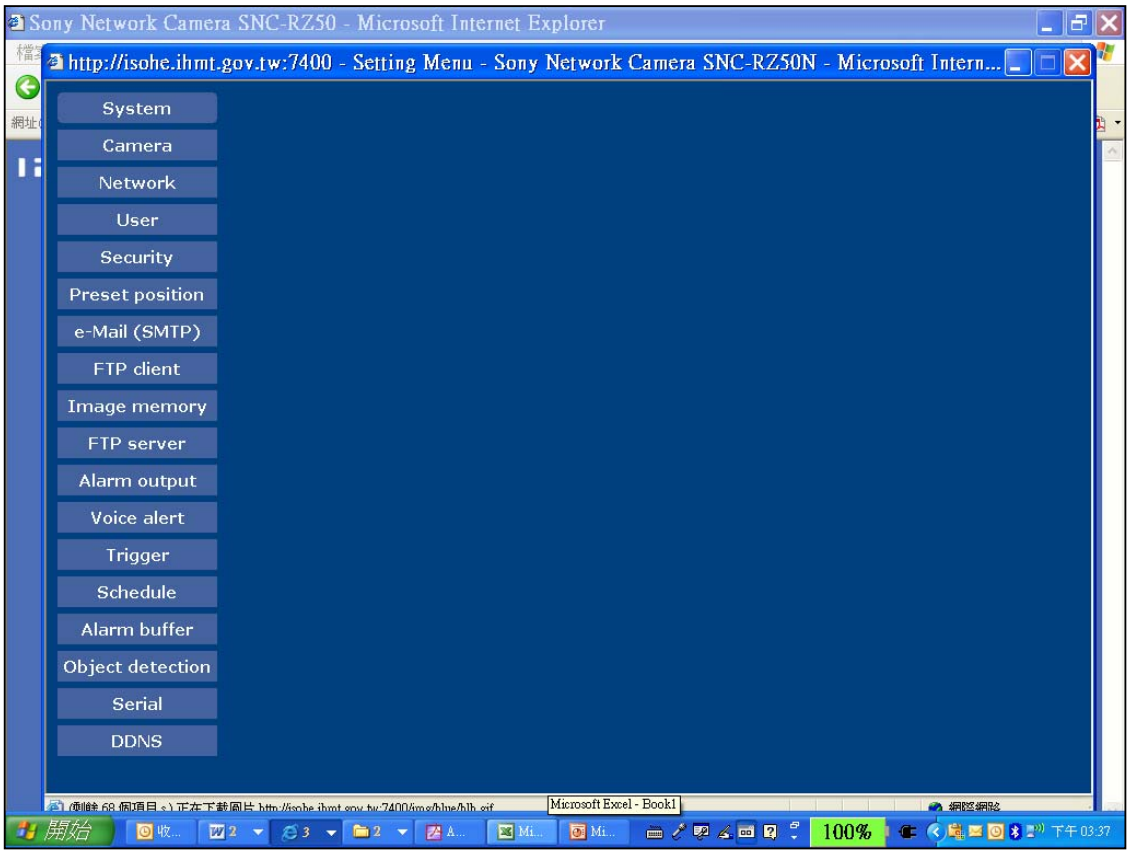
2.軟體如附件檔案。

三、錄影存檔影像查詢

1.採目錄檢索方式

2.下載至本機端撥放

Administrator 功能選單



1.System：顯示系統功能表。
2.Camera：顯示用於設定攝像機影像和音頻的功能表。
3.Network：顯示用於設定網路連接的功能表。
4.User：顯示用於設定登錄用戶名和密碼的功能表。
5.Security：顯示用於指定允許連接攝像機的電腦的安全選單功能。
6.Preset position：顯示用於設定您想要保存的位置的功能。
(在設定位置之間轉動的“巡視功能”也在此設定。)
7.e-Mail (SMTP)：顯示用於發送電子郵件的e-Mail (SMTP)功能。
8.FTP client：顯示用於向FTP 伺服器發送影像/ 音頻等檔的FTP client 選單。
9.Image memory：顯示用於在內置記憶體或插入到攝像機中的ATA 存儲卡（非附件）或CF 存儲卡（非附件）上記錄影像/ 音頻檔等的選單。
10.FTP server：顯示用於設定本機的FTP 伺服器功能的選單。
11.Alarm output：顯示用於設定攝像機的警報輸出端子的選單。
12.Voice alert：顯示用於與感測器輸入或物體檢測功能的警報檢測同步播放存儲在攝像機中的音頻檔的選單。
13.Trigger：顯示用於當您在主流覽器中單擊觸發按鈕時的操作的觸發功能選單。
14.Schedule：顯示用於日/ 夜功能、預設位置功能、e-Mail(SMTP) 功能、FTP 用戶

端功能、影像存儲功能和警報輸出功能、聲音警報功能、還有其他功能的選單。

15.Alarm buffer：顯示用於記錄與警報檢測有關的影像和音頻的緩衝器的Alarm buffer選單。

16.Object detection：顯示用於攝像機內置的物體檢測功能的Object選單。

17.Serial：顯示經由外部串列端子與外部設備通信用的選單。

18.DDNS：顯示在DDNS 服務中註冊和改變*DDNS 設置功能表。

設定攝像機的圖像和音頻

－ Camera 菜單

在Administrator 菜單中單擊Camera 時，出現Camera 菜單。使用此功能表設定攝像機的功能。

Camera 功能表由5 個選項卡構成：Common、Picture、Day/Night、Video codec 和 Streaming。

Common 選項卡

Image mode：選擇從攝像機輸出影像的模式。

>Field：當拍攝移動影像時選擇此選項。

>Frame：當拍攝靜止影像時選擇此選項。使用此設置，影像的垂直解析度增大，但移動物體的邊緣可能會參差不齊。

>Auto：根據影像的移動狀態，自動執行Frame 或Field 模式處理。Frame 用於不移動區域的處理，Field 用於移動區域的處理。

Color：爲圖像選擇Color 或Monochrome。

E. flip：圖像可以翻轉顯示。當您將本機固定在天花板上時，選擇Off。當您在架子或桌子上安裝攝像機時選擇On。

Zoom mode：選擇變焦模式。

>Full：影像最大可以放大26 x光學變焦和12 x數碼變焦，總計312 x變焦。

>Optical：影像最大可以放大26 x光學變焦。

Focus mode：選擇對焦模式。

>Auto：自動調節對焦。

>Manual：可以使用由主流覽器顯示的控制面板上的NEAR、FAR 和ONE PUSH FOCUS 按鈕調節對焦。

Stabilizer：選擇用來補償擺動的安定器。當攝像機受到擺動的影響時，請選擇On 啓動安定器。

注意：

安定器對電腦上的影像有效。 這些設置對視頻輸出無效。

- 當Stabilizer 設爲On 時，攝像機的視角減少大約10%。
- 當Stabilizer 設爲On 時，幀頻降低一半。
- 根據擺動的程度大小，安定器可能沒有效果。
- 當使用隱私遮罩時，將Stabilizer 設爲Off。
- 如果拍攝場景的大部分爲實心牆壁或地板等平面物體，或者佔據場景較大部分的大型被攝體掠過畫面或持續移動，整個影像可能會擺動。此種情況下，將Stabilizer 設爲Off。

- 當場景亮度突然發生變化或您改變亮度設置時，整個影像可能會擺動片刻。

Microphone：選擇是否從m麥克風輸入連接器發送音頻。選擇On 使本網路攝像機發送音頻。

Audio upload：使用存儲於附屬CD-ROM 內的SNC audio upload tool, 可以將輸入到電腦的音頻輸入端子的音頻從連接在攝像機的線路輸出插孔上的揚聲器輸出。選擇Enable 從揚聲器輸出音頻。

Reset camera menu：點選Reset，出現“Camera menu setting is reset to default. Are you sure?”信息。如果要重設爲預設值，請點選 OK。

Picture 選項

此項功能可以對攝像機進行色彩調節、曝光度等設置。

White balance：選擇白平衡模式。
>Auto：自動調節色彩以接近於您正在觀看的影像色彩。（大約3000 K 至7500 K）
>Indoor：將白平衡調節爲在室內的白熾燈下拍攝時的條件。（約3200 K）
>Outdoor：將白平衡調節爲室外拍攝時的條件。（約5800 K）
>One push WB：One push trigger 按鈕被啓動。點選此按鈕會立即調整白平衡。
>ATW：令被攝體更亮並自動調節以再現原來的色彩。（大約2000 K 至10000 K）
>Manual：當選擇此項時，R gain 和B gain 被啓動。可選擇的增益值爲0 至255。

Exposure mode
選擇攝像機的曝光模式。
所選模式的所需設置專案被啓動。
>Full auto：攝像機自動執行增益調節和光圈調節。此種情況下，快門速度被固定。（NTSC 時爲1/60 秒，PAL 時爲1/50 秒）。當選擇此項時，Slow shutter 和Backlight compensation 被啓動。
>Shutter priority：攝像機自動執行增益調節和光圈調節, 您可選擇快門速度。當選擇此項時，Shutter speed 被啓動。
>Iris priority：攝像機自動執行增益調節和快門速度調節, 您可選擇光圈。當選擇此項時，Iris 被啓動。
>Manual：您可以手動設定曝光度。當選擇此項時，Shutter speed、Iris 和Gain 被啓動。根據所選擇的曝光模式，按需要設定功能選項。

Backlight compensation
可以設定背光補償的On 或Off。當選擇On 時，背光補償功能開始工作。

Exposure compensation
曝光補償功能調節AE 的亮度。當選擇On 時，可以選擇曝光補償值。
可選擇的數值如下：
-10.5, -9, -7.5, -6, -4.5, -3, -1.5, 0, +1.5,+3, +4.5, +6, +7.5, +9, +10.5 (dB)

Slow shutter
設定慢速快門。當選擇On 時，自動曝光設置（包括長時間曝光在內）設爲適應場景亮度。

Shutter speed
從下拉清單中選擇攝像機的快門速度。
可選擇的快門速度值如下：
SNC-RZ50N: 1/10000, 1/6000, 1/4000, 1/3000,1/2000, 1/1500, 1/1000, 1/725, 1/500,

1/350, 1/250, 1/180, 1/125, 1/100, 1/90,1/60, 1/30, 1/15, 1/8, 1/4, 1/2, 1 (sec.)

Iris
從下拉清單中選擇光圈。可選擇的光圈值如下：
Close, F28, F22, F19, F16, F14, F11, F9.6, F8,F6.8, F5.6, F4.8, F4, F3.4, F2.8, F2.4, F2, F1.6

Gain
從下拉清單框中選擇增益。可選擇的增益值如下：
-3, 0, +2, +4, +6, +8, +10, +12, +14, +16, +18,+20, +22, +24, +26, +28 (dB)

Brightness
調節曝光模式中設定的曝光。選擇較大的數值時較亮，選擇較小的數值時較暗。可以設定-5 至+5 之間的數值。

Saturation
從-3 到+3 的7 個等級選擇飽和度。選擇+3 時影像具有最高的飽和度。

Sharpness
從-3 到+3 的7 個等級選擇清晰度。選擇+3 時影像具有最高的清晰度。

Contrast
從-3 到+3 的7 個等級選擇對比度。選擇+3 時影像具有最高的對比度。

Day/Night 選項

使用本項功能可以設定攝像機的日/ 夜功能。

Day/Night mode
從5 種模式中選擇日/ 夜模式。
Disable：一直以白天模式工作。

Auto：通常以白天模式工作。在黑暗的地方自動切換到夜晚模式。
當在Picture 選項卡中選擇了Exposure mode 的Full auto 時，此模式被啓動。

Manual：手動切換日/ 夜模式。當選擇Manual 時，On 和Off 被啓動。選擇On 時，攝像機以夜晚模式工作。選擇Off 時，攝像機以白天模式工作。
Timer：通常攝像機以白天模式工作。依據您在Schedule 功能表中設定的時間切換到夜晚模式。

Sensor：透過與感測器輸入同步控制日/ 夜模式。
選擇想要令本模式與其同步的感測器輸入：Sensor input 1 或Sensor input 2。
在檢測到感測器輸入期間，攝像機以夜晚模式工作。

Video codec 選項

使用本項功能可以設定視頻編解碼器的功能。
Mode
選擇攝像機的操作模式。
Single codec: 從JPEG、MPEG4 和H.264 中選擇一個視頻編解碼器。
Dual codec：攝像機同時支援JPEG 和MPEG4 視頻編解碼器。
當選擇此選項時，可以選擇從JPEG 或 MPEG4 中選擇優先編解碼器。

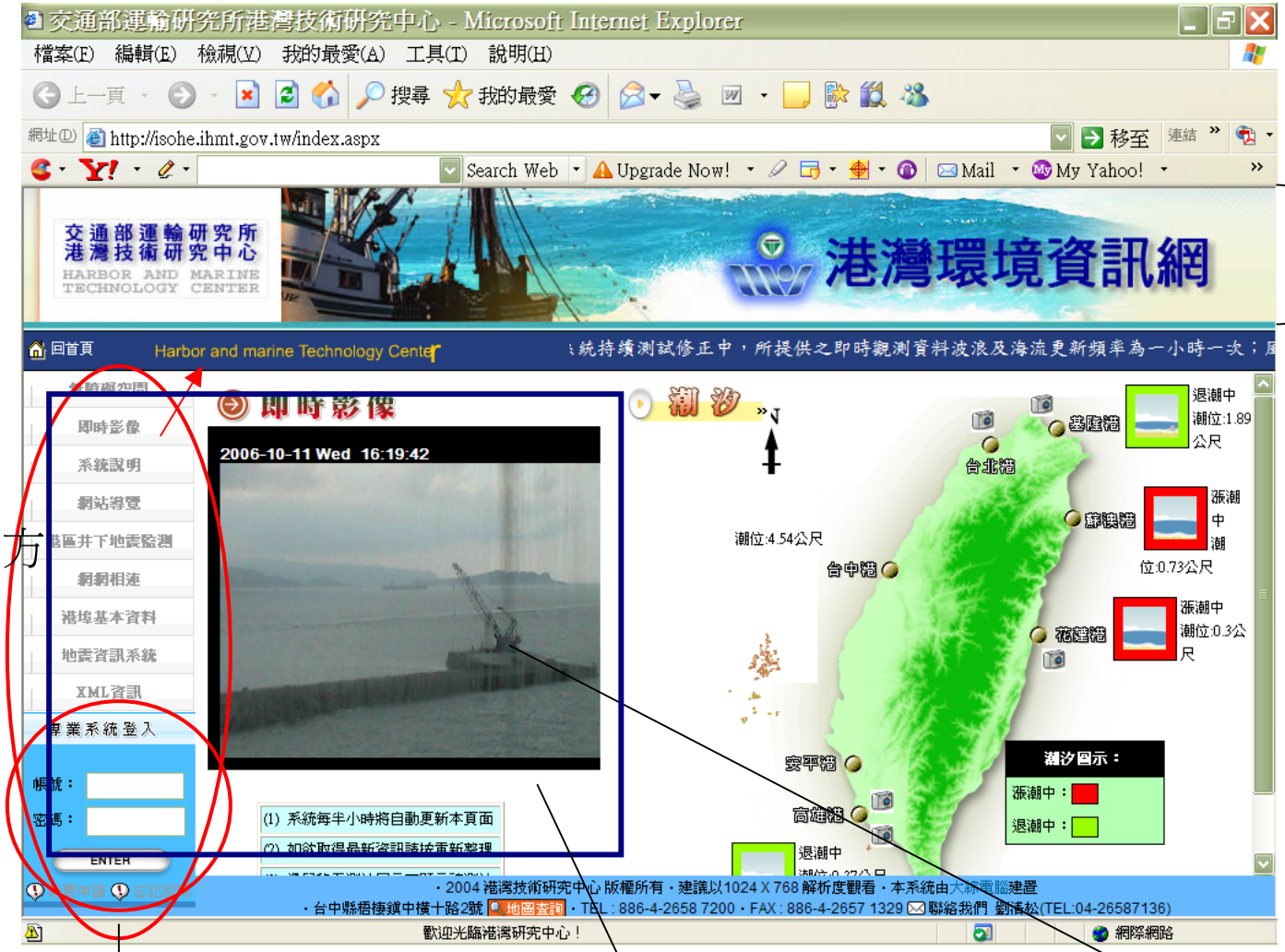
JPEG setting/MPEG4 setting/H.264
setting
設定視頻編解碼器的詳細內容。
根據Mode 設置，可選系統被啓動，在JPEG setting、MPEG4 setting 或H.264 setting 中設定有效的功能。

Image size
可以選擇攝像機所發送的影像尺寸。
可以選擇640 × 480 （VGA），320 × 240 （QVGA）或160 × 120 （QQVGA）。
當選擇640 × 480 (VGA) 並且Cropping 設爲On時，可以修剪影像的一部分並在電腦上顯示修剪後的影像。

Cropping
當圖像尺寸被設置爲640 × 480 （VGA）時，您可以修剪一部分圖像，並在電腦上顯示修剪後的圖像。修剪影像可使傳輸資料量減小，從而使網路負荷減小，進而獲得較高的幀頻。
選擇On 修剪影像，或選擇Off。Cropping 設爲On，物體檢測對修剪前的影像尺寸的影像工作。

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-95-H3DB003
採購案名稱：港灣環境資訊網規劃與建置維護（1/3）
時　　間：95 年 10 月 11 日
地　　點：港灣技術研究中心
出 席 者：港灣技術研究中心：簡科長、劉清松
　　大綜電腦系統(股)公司：林廷燦
記　　錄：林廷燦
討論議題：海情系統網頁更新問題討論及教育訓練
主要結論：1.新增觀測資料及數值預報計算結果比較圖。
　　2.功能選單重新設計調整，以獲得較大之展示畫面空間。
　　3.即時影像操作教育訓練，如附件檔案。



縮小
圖請換漂亮

移至上方

取銷,點選後再出現帳號及密碼選項

此處顯示數值模擬資料

此處影像取銷,維持之前狀況
1.點選台灣地圖上之攝影機
2.右邊"即時影像"

附錄 F、ArcGIS

ArcGIS®

The Complete Geographic Information System

ESRI ArcGIS™

ESRI®

ArcGIS®

The Complete Geographic Information System

ESRI® ArcGIS® is an integrated collection of software products for building a complete geographic information system (GIS) that is right for your organization. The ArcGIS framework enables you to deploy GIS functionality and business logic wherever it is needed—on desktops, servers, or mobile devices and in custom applications or Web services. Coupled with the geodatabase, this architecture gives you the tools to assemble intelligent GIS applications.

Interoperable

The ArcGIS family of products is built on a foundation of industry standards including .NET, Java™, and COM for customization; commercial DBMS for data storage; and XML, SOAP, TCP/IP, and HTTP for networked environments.

Exceptional Functionality

Strong editing, analysis, and cartography, along with cutting-edge data models and management, continue to distinguish the ArcGIS software family as the leading GIS software.

Scalable

The modular nature of ArcGIS means that it is equally well suited for a single desktop user or an organization that requires a collaborative environment for multiuser editing and updating.

Web Enabled

ArcGIS allows you to deploy GIS applications within your organization and across the Internet, providing access to geospatial content for better decision making.

Developer Friendly

A common library of software components called ArcObjects™, along with extensive documentation and sample code, provides a consistent and comprehensive developer experience across desktop, mobile, hosted, and server environments.

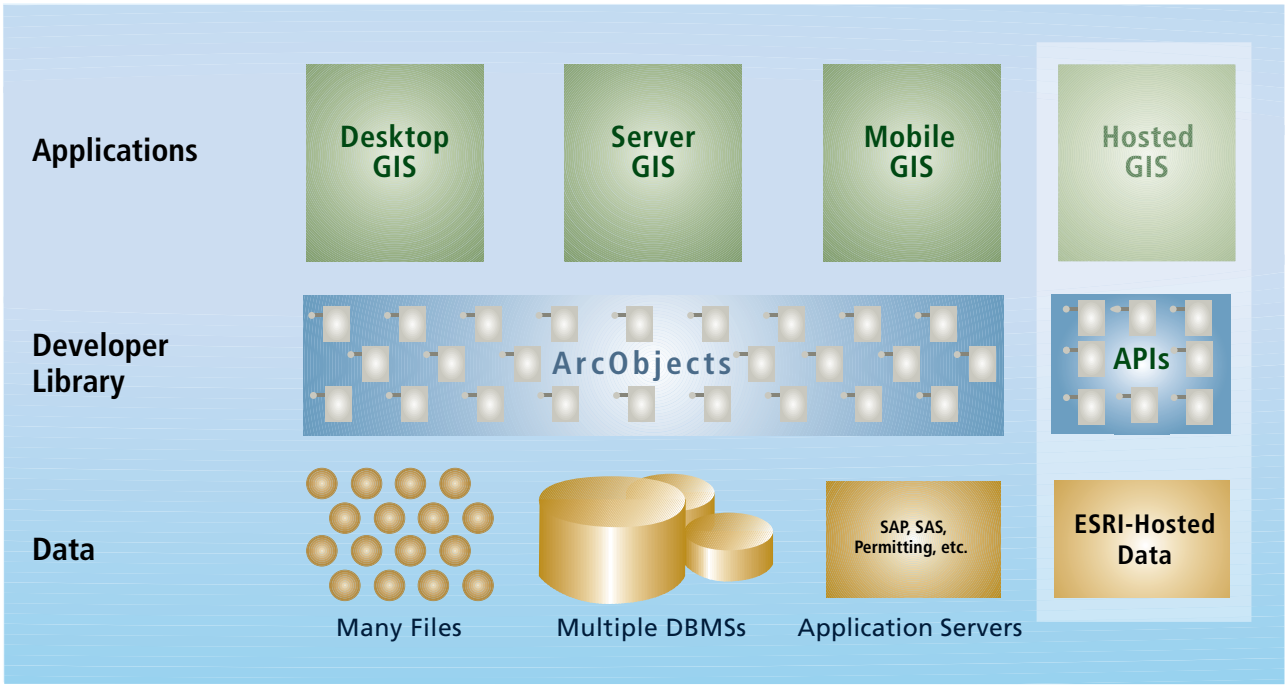
As a result, you can think of ArcGIS as an interoperable information system with tightly integrated data management and an unparalleled collaborative environment.

The ArcGIS family of products includes

- Desktop GIS
- Server GIS
- ESRI Data
- Hosted GIS
- Mobile GIS

www.esri.com/arcgis

ArcGIS System Architecture



Desktop GIS

Desktop GIS allows you to compile, author, analyze, map, and publish geographic information and knowledge.

ArcReader

ArcReader™ is a free, easy-to-use product that allows anyone to view, explore, and print published map files (PMFs) authored by a higher-level ArcGIS Desktop product.

ArcView

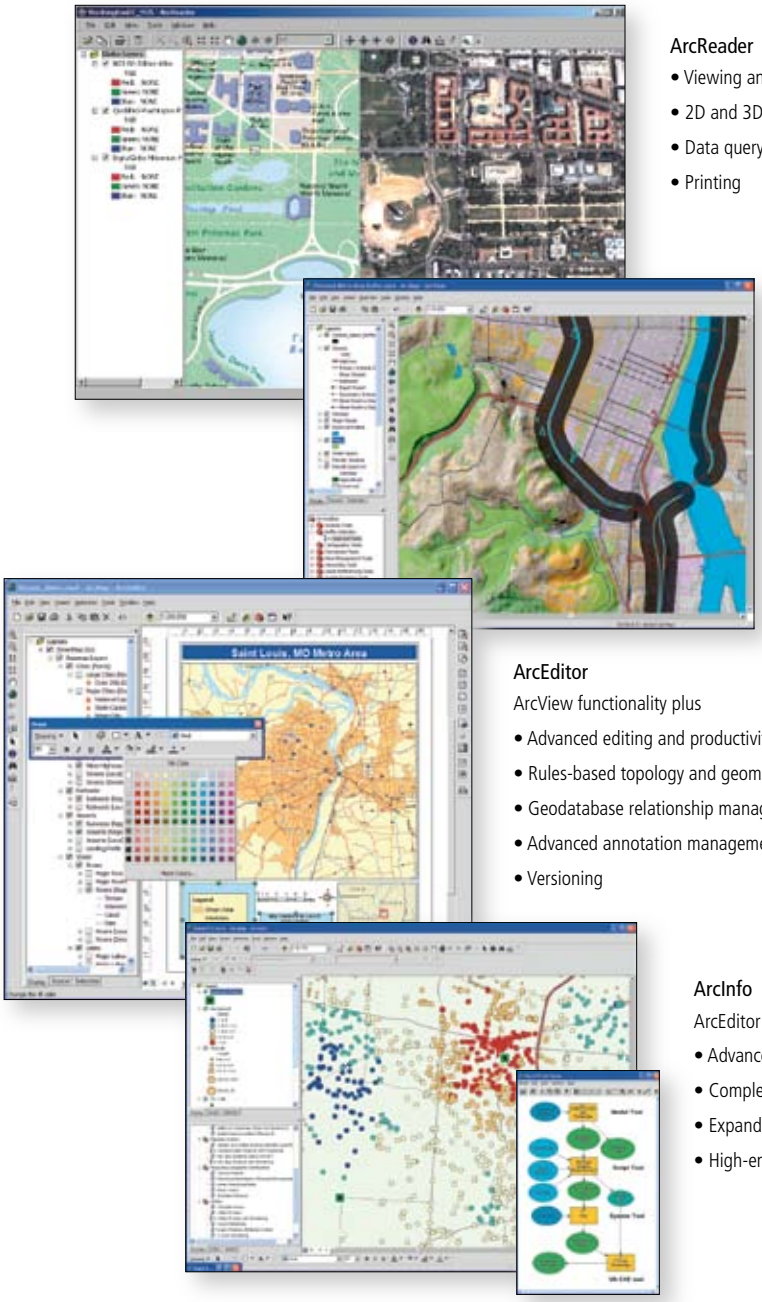
ArcView® provides extensive mapping, data use, and analysis capabilities.

ArcEditor

ArcEditor™ includes advanced editing for shapefiles and geodatabases in addition to the full functionality of ArcView.

ArcInfo

ArcInfo® extends the functionality of both ArcView and ArcEditor with advanced geoprocessing. It is the de facto standard for GIS.



ArcReader
- Viewing and navigation (PMFs)
- 2D and 3D visualization
- Data query and exploration
- Printing

ArcView

ArcReader functionality plus
- Map authoring
- Spatial analysis
- Data creation and editing
- Data integration and management
- Extension ready

ArcEditor

ArcView functionality plus
- Advanced editing and productivity tools
- Rules-based topology and geometric networks
- Geodatabase relationship management
- Advanced annotation management
- Versioning

ArcInfo

ArcEditor functionality plus
- Advanced geoprocessing
- Complete modeling and analysis
- Expanded data conversion
- High-end cartography

ArcGIS Desktop Extensions

ArcGIS Desktop extensions dramatically expand the functional capabilities of ArcInfo, ArcEditor, and ArcView with specialized GIS tools.

Analysis	Productivity	Web Services	Solution Based
ArcGIS 3D Analyst™ ArcGIS Spatial Analyst ArcGIS Network Analyst ArcGIS Schematics ArcGIS Geostatistical Analyst ArcGIS Survey Analyst ArcGIS Tracking Analyst	ArcGIS Data Interoperability ArcGIS Publisher Maplex™ for ArcGIS* ArcScan™ for ArcGIS**	ArcWeb Services	ArcGIS Business Analyst Production Line Tool Set (PLTS™) for ArcGIS Job Tracking for ArcGIS (JTX™)

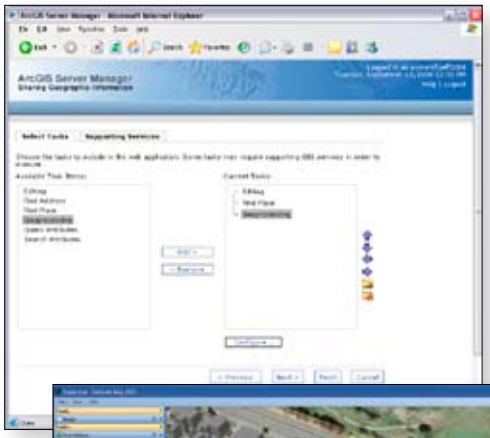
*Included with ArcInfo Licenses
**Included with ArcEditor and ArcInfo Licenses

Server GIS

Server GIS allows organizations to centrally host GIS applications and data, delivering GIS capabilities to large numbers of users.

ArcGIS Server

ArcGIS Server is a complete and integrated server-based GIS. It comes with out-of-the-box end user applications and services for spatial data management, visualization, and spatial analysis.

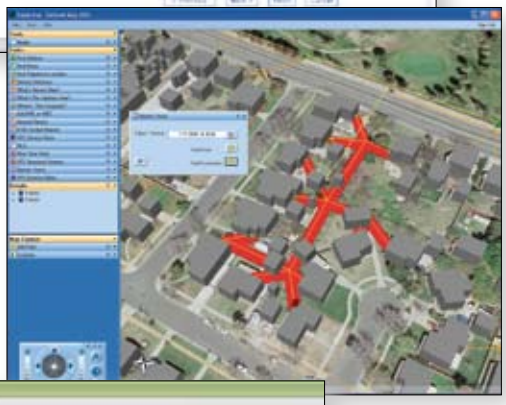


ArcGIS Server

- Browser-based access to GIS
- Integration with other enterprise systems (CRM, ERP)
- Support for GIS and IT interoperability standards
- Ability to create custom applications using .NET or Java

ArcGIS Explorer

ArcGIS Explorer is a lightweight client that is included with ArcGIS Server. It offers an easy way to deliver access to GIS content and capabilities.

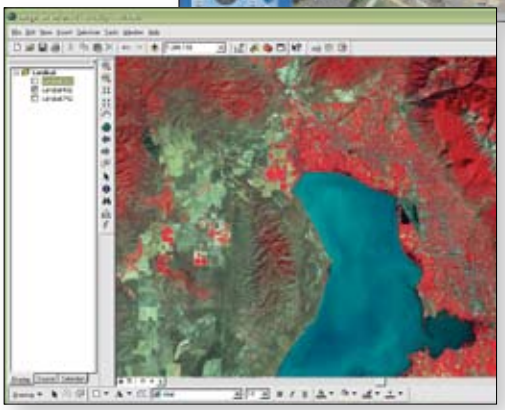


ArcGIS Explorer

- Support for 2D and 3D mapping services
- Support for geoprocessing services
- Ability to access and fuse any standard Web service

ArcGIS Image Server

ArcGIS Image Server is a management, processing, and distribution platform for geospatial imagery. It provides fast and open access to geospatial imagery, allowing organizations to leverage their investments in raster data.



ArcGIS Image Server

- Scalable to massive imagery collections
- Dynamic on-the-fly data processing
- Direct image access (no loading required)
- Shorter time from data capture to distribution

ESRI Developer Network

ESRI Developer Network (EDN℠) is an annual subscription-based program designed to provide developers with comprehensive tools that increase productivity and reduce the cost of GIS development. The EDN software library contains ArcGIS Server and ArcGIS Engine Developer Kit in addition to a block of ArcWeb℠ Services.

ESRI Developer Network™

ESRI Data

ESRI provides a full spectrum of ready-to-use geospatial data products delivered either as a Web service or as packaged media.

ArcGIS Services

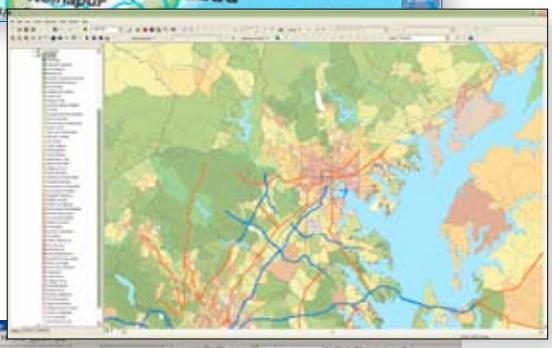
ArcGIS℠ Services provide access to 2D and 3D satellite and street data for the United States as well as the world. 3D data is presented in thematic globes: imagery, shaded relief, physical world, political world, and streets. ArcGIS Services are hosted by ESRI but can also be hosted by customers on their server.

ArcGIS Services

- Multiple scale display
- Perfect for use as background layer
- Enables quick deployment of applications with high-quality cartography
- Optimized for performance with ArcGIS

Community Data

Community™ data encompasses a variety of datasets including current year and five-year projections of ESRI's demographic data as well as consumer expenditure, segmentation, and business data.

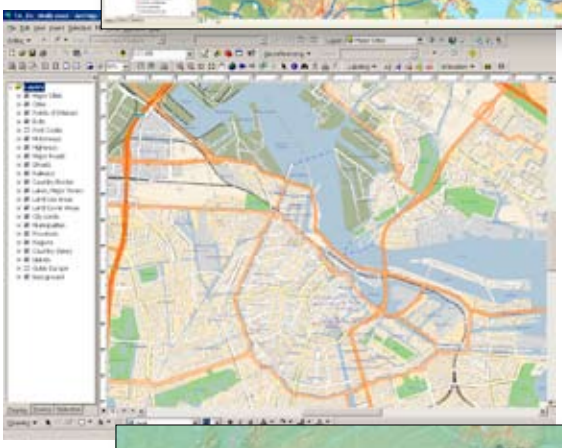


Community Data

- Analyze markets.
- Profile customers.
- Evaluate competitors.
- Conduct strategic planning and forecasting.

StreetMap

StreetMap™ Pro and StreetMap Premium are enhanced street datasets from Tele Atlas or NAVTEQ.

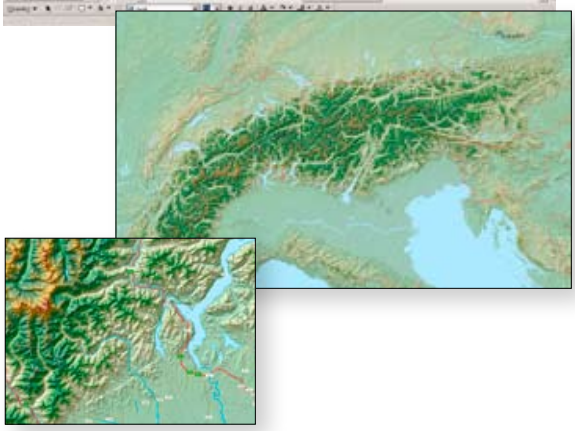


StreetMap

- Multiscale, high-quality cartographic basemap
- Ability to find and batch geocode addresses
- Ability to generate optimal routes for multistop itineraries
- Street data for United States, Canada, and Europe

ESRI Data & Maps

ESRI Data & Maps is a set of map data included at no additional cost and preconfigured to work with ArcGIS software.



ESRI Data & Maps

- More than 15 GB of data, delivered on five DVDs
- Presymbolized data layers
- Scale-dependent rendering and labeling
- Ability to turn layers on and off
- Complete FGDC- and ISO-compliant metadata

Hosted GIS

Hosted GIS Web services offer a cost-effective way to access up-to-date GIS content and capabilities on demand.

ArcWeb Services

ArcWeb Services provide developers with a comprehensive Web platform for integrating GIS content and capabilities into desktop, server, Web, or mobile applications. On-demand content is available from leading commercial geographic data and content providers.

ArcWeb Services

- Hosted by ESRI
- Terabytes of world-class data including demographics, imagery, elevation, traffic, and more
- Application program interfaces (APIs) for SOAP, JavaScript™, OpenLS, REST, and J2ME™

Mobile GIS

Mobile GIS is the expansion of a GIS from the office into the field and is an important tool for achieving an accurate enterprise GIS.

ArcPad

ArcPad® software provides mapping, GIS, and GPS integration to field users via handheld devices. Data collection with ArcPad is fast and easy and improves field-based data validation and availability.

ArcGIS Mobile

The ArcGIS mobile technology can be used to develop customized enterprise-wide deployments of small-footprint, high-performance applications that can run on lightweight devices, including smartphones, while leveraging the power of ArcGIS Server for geoprocessing.

ArcGIS Desktop

ArcInfo, ArcEditor, and ArcView, as well as custom applications built with ArcGIS Engine, can be used on high-end mobile systems such as laptops and Tablet PCs. These solutions are for users who require rich mapping, data compilation, query, and analysis in the field.

Use a custom application on a Tablet PC for rich field-mapping applications.

Use ArcPad for lightweight field applications.

For more information, visit
www.esri.com/arcgis.

ArcGIS Support and Educational Services

ESRI has a long-standing commitment to serving and responding to the GIS user community, which is exemplified by its breadth of support services. ArcGIS support and educational services consist of technical maintenance programs designed to meet the needs of different types of users, software releases and updates, technical support, online support services, publications, training, and consulting services.

ArcGIS Maintenance Program

The ArcGIS maintenance program is a cost-effective program that includes software updates, technical support, and many other benefits. Maintenance is offered as an annual subscription, making it easy to plan for the cost of support and software updates. Users who subscribe to maintenance receive 12 months of technical support and all software updates occurring during those 12 months. For more information, visit **www.esri.com/maintenance**.

Technical Support

ESRI offers a rich array of technical support and user community resources to help you meet your GIS challenges. From 24/7 technical support to online user groups and a variety of self-help resources, ESRI has the tools to make you successful. For more information, visit **www.esri.com/support**.

Training and Education

ESRI offers instructor-led courses at ESRI learning centers and client facilities around the world as well as over the Internet. Self-study Web courses are also available for those who prefer online training. Courses cover a variety of topics related to ESRI software, the theory underlying GIS technology, and applying GIS tools to find solutions in particular fields. ESRI combines hands-on experience, interactivity, and instructional support to create an effective learning environment. For more information, visit **www.esri.com/training**.

Books

ESRI Press books and workbooks on geographic information science, GIS technology, and GIS applications are used in formal university and corporate training programs everywhere. ESRI Press titles help the first-time learner, as well as the professional user, and are available through major booksellers and from ESRI at **www.esri.com/esripress**.

Professional Services

ESRI GIS professionals offer consulting, design, programming, and implementation services as well as database design and assistance in data publishing. For more information, visit **www.esri.com/consulting**.

ESRI
380 New York Street
Redlands, California
92373-8100 USA

Phone: 909-793-2853
Fax: 909-793-5953
E-mail: info@esri.com

For more than 35 years, ESRI has been helping people make better decisions through management and analysis of geographic information. A full-service GIS company, ESRI offers a framework for implementing GIS technology and business logic in any organization from personal GIS on the desktop to enterprise-wide GIS servers (including the Web) and mobile devices. ESRI GIS solutions are flexible and can be customized to meet the needs of our users.

For More Information

1-800-GIS-XPRT (1-800-447-9778)

www.esri.com

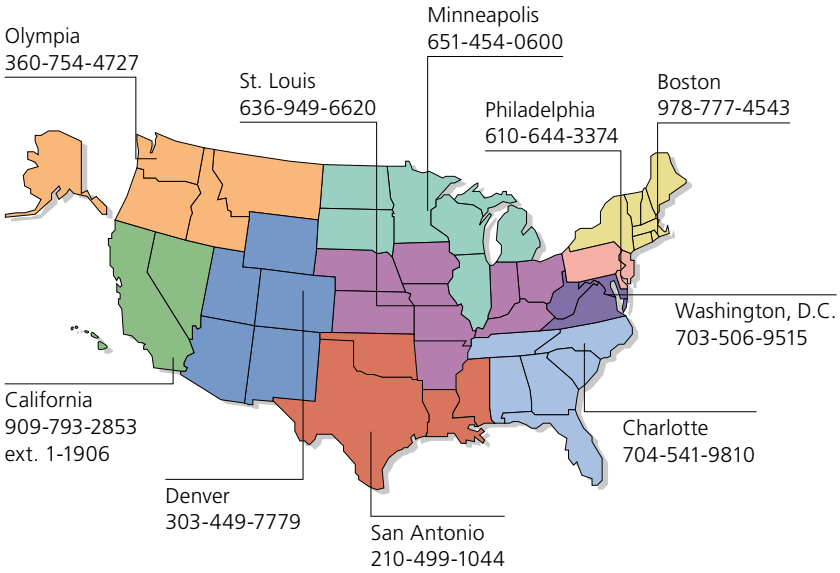
Locate an ESRI value-added reseller near you at

www.esri.com/resellers

Outside the United States, contact your local ESRI distributor. For the number of your distributor, call ESRI at 909-793-2853, ext. 1-1235, or visit our Web site at

www.esri.com/distributors

ESRI Regional Offices



ESRI International Offices

Australia
www.esriaustralia.com.au

Belgium/Luxembourg
www.esribelux.com

Bulgaria
www.esribulgaria.com

Canada
www.esricanada.com

Chile
www.esri-chile.com

China (Beijing)
www.esrichina-bj.cn

China (Hong Kong)
www.esrichina-hk.com

Finland
www.esri-finland.com

France
www.esrifrance.fr

Germany/Switzerland
www.esri-germany.de
www.esri-suisse.ch

Hungary
www.esrihu.hu

India
www.esriindia.com

Indonesia
62-21-527-1023

Italy
www.esriitalia.it

Japan
www.esrij.com

Korea
www.esrikr.co.kr

Malaysia
www.esrisa.com.my

Netherlands
www.esrinl.com

Poland
www.esripolska.com.pl

Portugal
www.esri-portugal.pt

Romania
www.esriro.ro

Singapore
www.esrisa.com

Spain
www.esri-es.com

Sweden
www.esri-sweden.com

Thailand
www.esrith.com

United Kingdom
www.esriuk.com

Venezuela
www.esriven.com

GSA Federal Supply Schedule
No. GS-35F-5086H

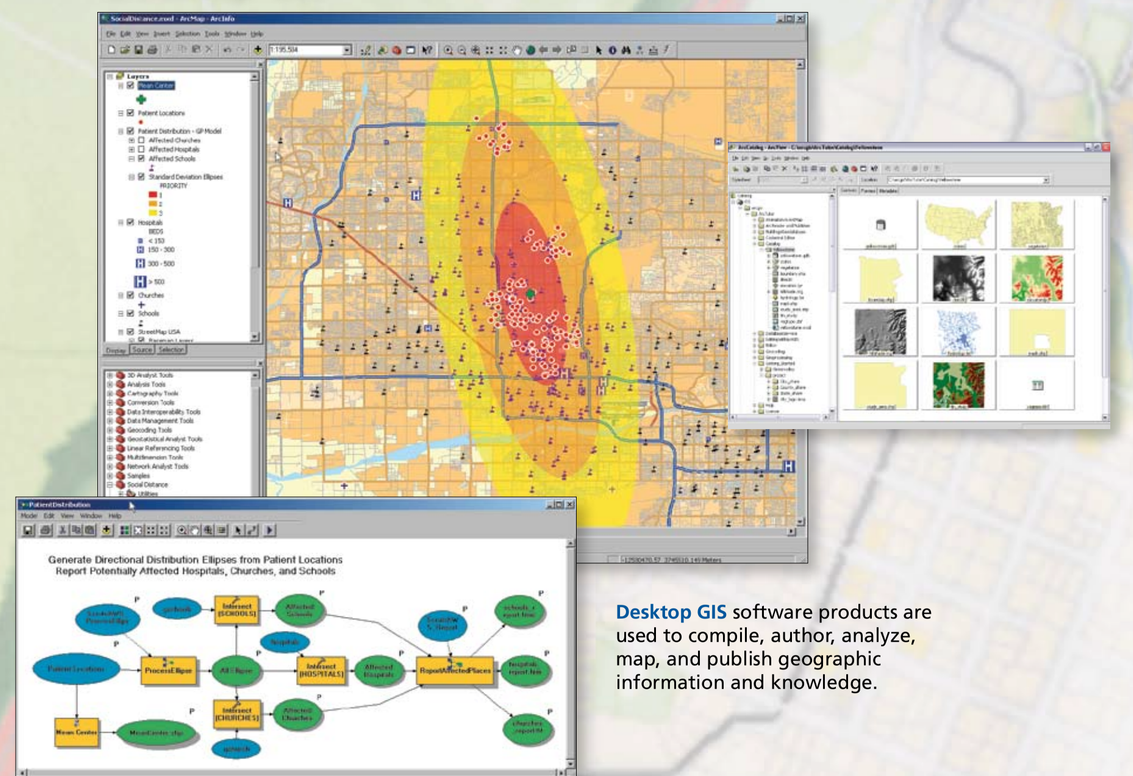
104449
INLD30M10/06jm/pr

Copyright © 2006 ESRI. All rights reserved. ESRI, ArcScan, Maplex, ArcPad, StreetMap, ArcSDE, ArcMap, PLTS, JTX, 3D Analyst, ArcReader, ArcObjects, ArcWeb, the ArcGIS logo, ArcView, Community, ArcIMS, the ESRI Developer Network logo, the ESRI globe logo, ArcInfo, ArcEditor, ArcGIS, ArcScripts, @esri.com, www.esri.com, and EDN are trademarks, registered trademarks, or service marks of ESRI in the United States, the European Community, or certain other jurisdictions. Other companies and products mentioned herein are trademarks or registered trademarks of their respective trademark owners.

Printed in USA

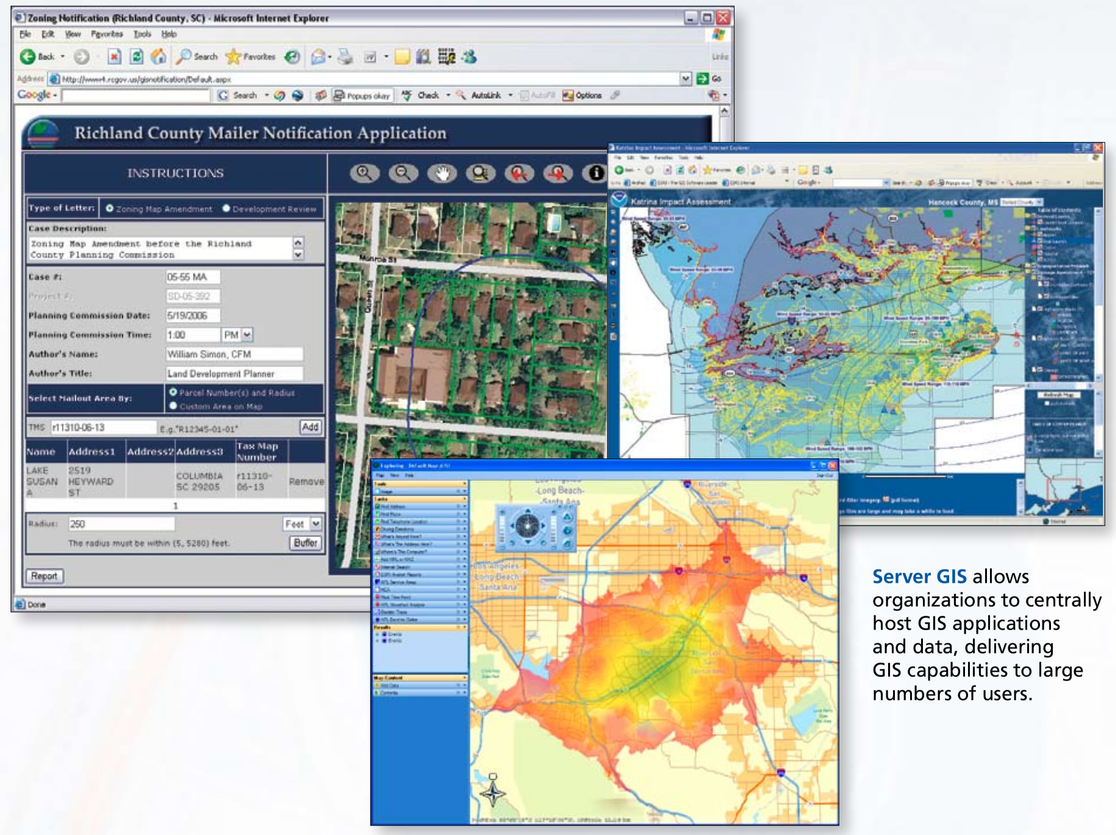
ArcGIS® The Complete Geographic Information System

Desktop GIS



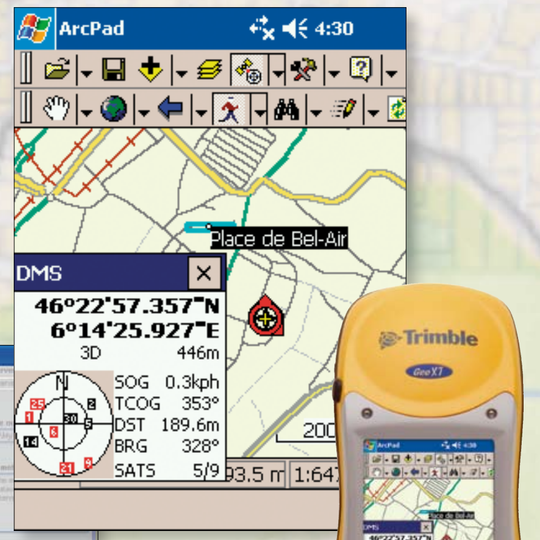
Desktop GIS software products are used to compile, author, analyze, map, and publish geographic information and knowledge.

Server GIS

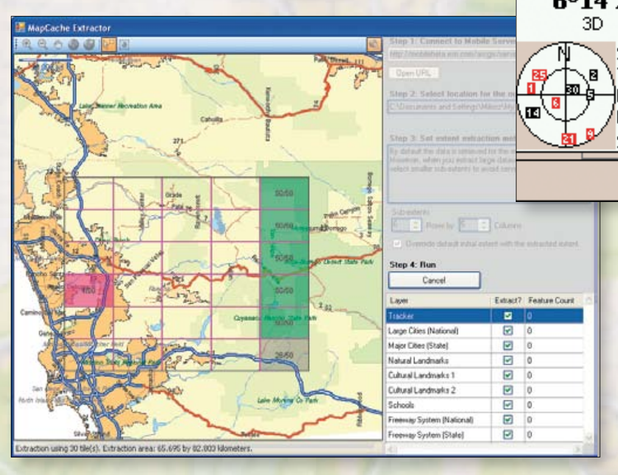


Server GIS allows organizations to centrally host GIS applications and data, delivering GIS capabilities to large numbers of users.

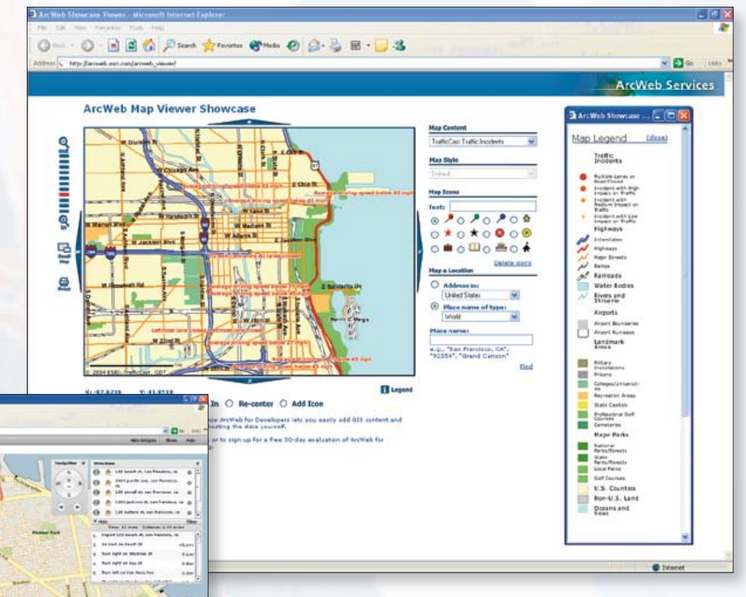
Mobile GIS



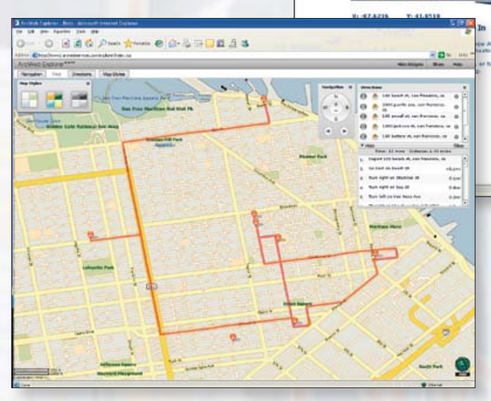
Mobile GIS enables field-based personnel to capture, store, update, manipulate, analyze, and display geographic information.



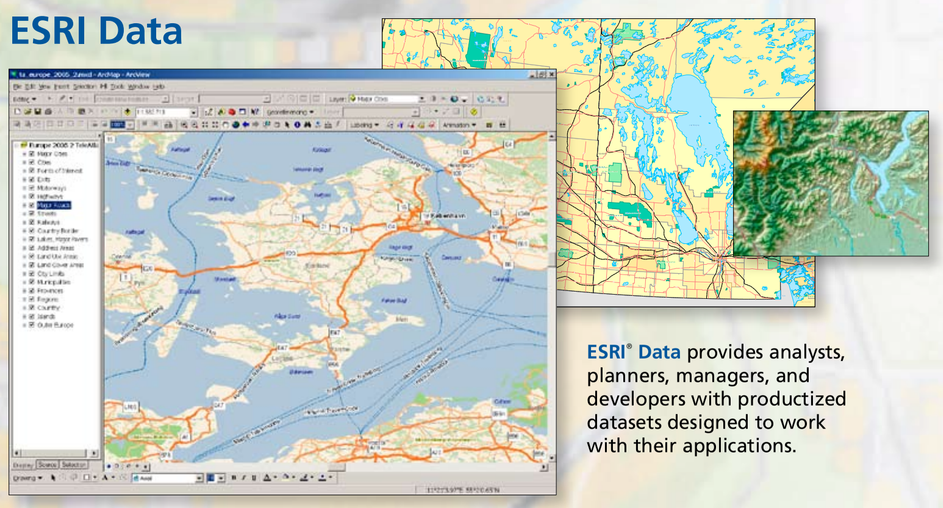
Hosted GIS



Hosted GIS offers a cost-effective way to include mapping and location services in Web-enabled applications.



ESRI Data



ESRI® Data provides analysts, planners, managers, and developers with productized datasets designed to work with their applications.

For more information, visit **www.esri.com/arcgis** or send e-mail to **info@esri.com**.

Copyright © 2006 ESRI. All rights reserved. ESRI, the ESRI globe logo, StreetMap, 3D Analyst, ESRI—The GIS Software Leader, ArcCatalog, Community, the ArcGIS logo, ArcGIS, ArcInfo, ArcEditor, ArcPad, ArcView, ArcReader, ArcMap, ArcWeb, @esri.com, and www.esri.com are trademarks, registered trademarks, or service marks of ESRI in the United States, the European Community, or certain other jurisdictions. Other companies and products mentioned herein are trademarks or registered trademarks of their respective trademark owners.

附錄 G、S8_Brochure

Only $599!

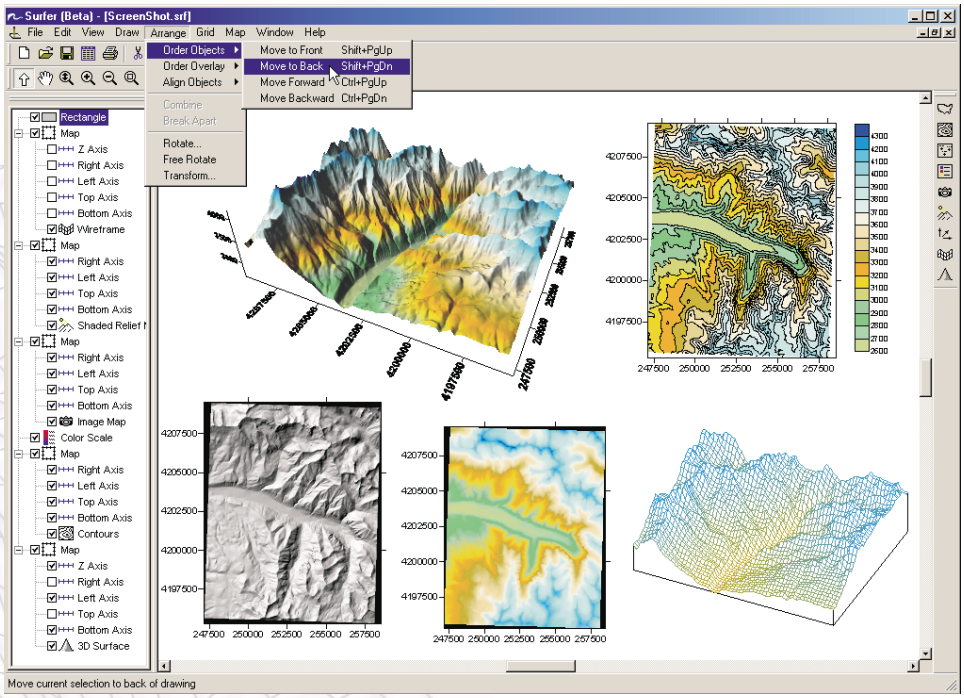
The Industry Standard in Mapping Solutions

Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers

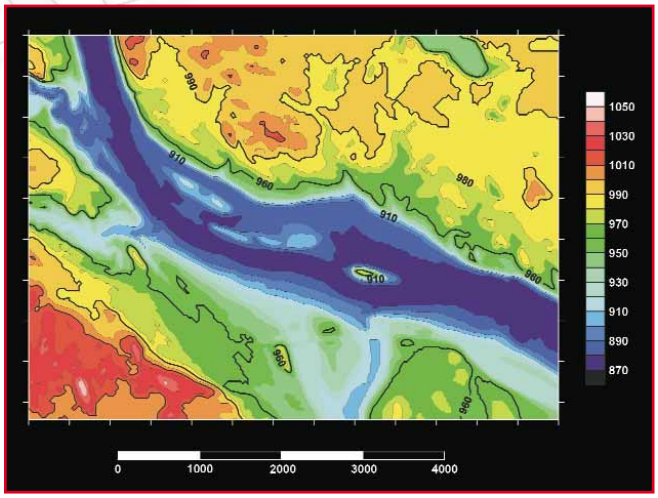
Surfer® 8

Surfer® 8

The software of choice for creating contour maps!



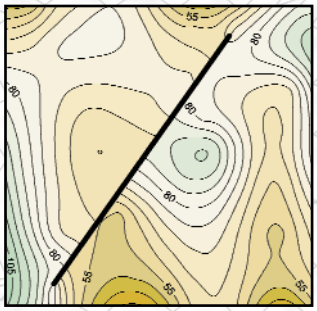
Present your data at its best! Create one of nine differnt colorful map types! Organize all your maps and objects with the easy-to-use Object Manager.



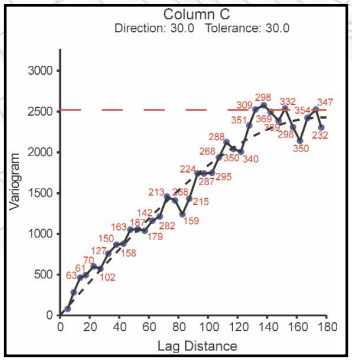
Individual contour labels can be dragged to a new location, new labels can be added and individual labels can be deleted.

Surfer is the most powerful, flexible, and easy-to-use contouring and 3D surface mapping package available. **Surfer** easily and accurately transforms your XYZ data into spectacularly colorful contour, surface, wireframe, shaded relief, image, post, and vector maps in minutes! And best of all, it's affordable!

Since 1984, over 100,000 scientists and engineers world-wide have discovered **Surfer's** power and simplicity. **Surfer's** outstanding gridding and contouring capabilities have made **Surfer** the software of choice for working with XYZ data. Over the years, **Surfer** users have included hydrologists, engineers, geologists, archeologists, oceanographers, biologists, foresters, geophysicists, medical researchers, climatologists, and more! Anyone wanting to visualize their XYZ data with striking clarity and accuracy will benefit from **Surfer's** powerful features!



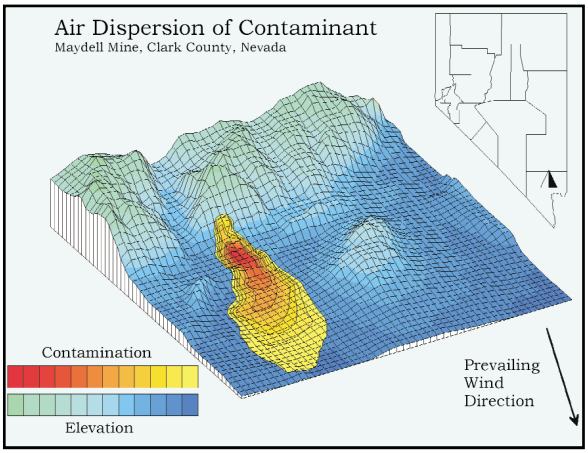
Easily add faults and breaklines to your grid.



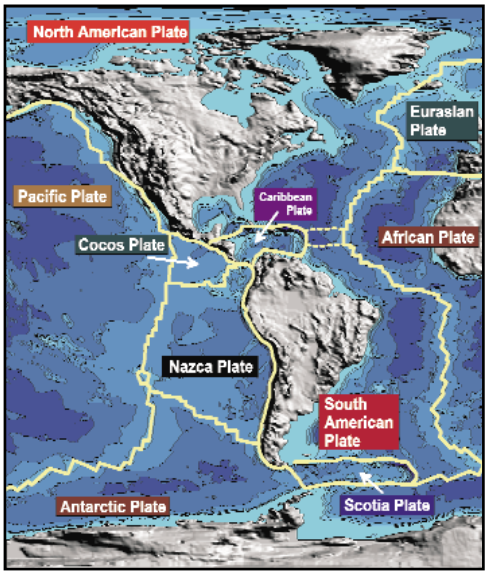
Surfer includes an integrated data analysis tool for variogram modeling. The variogram model helps in selecting an appropriate model when gridding using the Kriging algorithm.

Superior Gridding

Surfer provides more gridding methods and more control over gridding parameters than any other software package on the market. **Surfer** will quickly interpolate irregularly or regularly spaced data into a regularly spaced grid. Use **Surfer's** default settings or choose from twelve different gridding methods to generate a grid file which best represents your data.



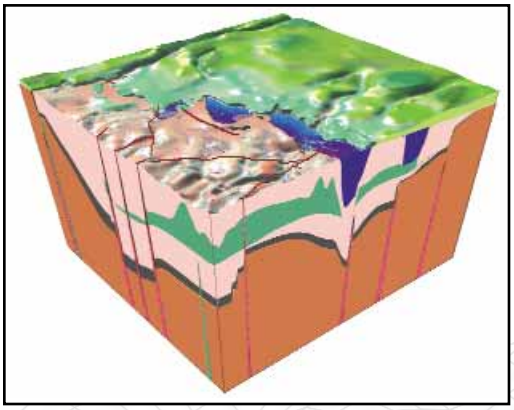
Display multiple Z variables by overlaying a color-filled contour map over a wireframe map.



Use a combination of map types to generate colorful displays of XYZ data.

Powerful Contouring

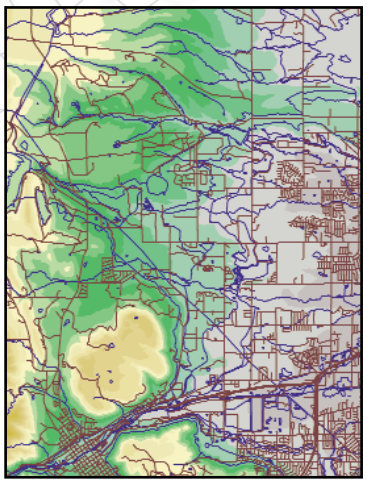
Customize your contour maps by manipulating contour line intervals, thickness, spacing, color, and labeling. Add a gradient color fill, hachures, or a color scale bar for an original map ready for publication. To position contour line labels, simply click on a label and drag it to the desired location! You can even drape a contour map over a wireframe or surface map to display multiple variables. Creating customized high-precision contour maps has never been so easy!



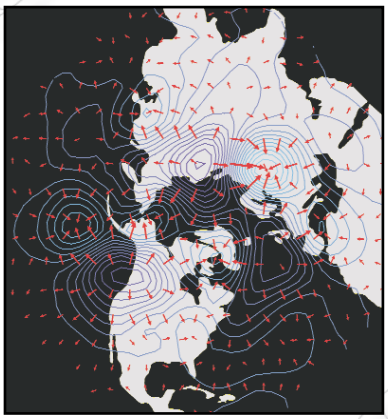
Surface maps display your data as rendered 3D surfaces. Overlay surface maps with other surface maps to generate informative block diagrams.

Numerous Options

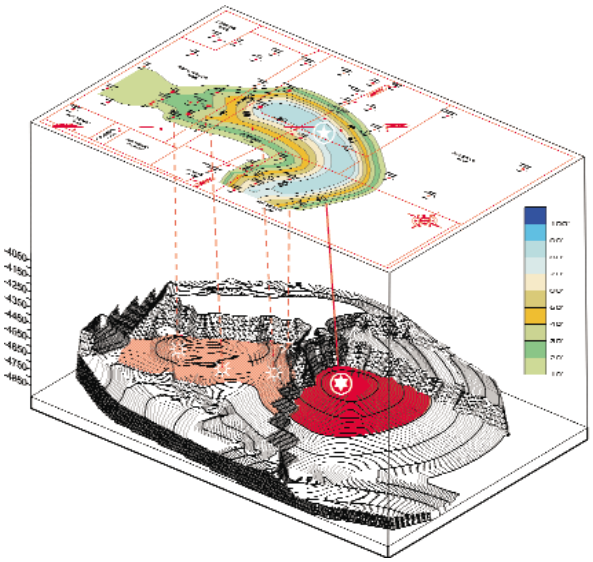
Surfer includes extensive customization options to allow complete control over all map types. Overlay or stack any number of maps and display an unlimited number of maps per page. Scale, tilt, and rotate your maps for the best data presentation possible. Customize maps by adding text, symbols, polylines, and polygons. With **Surfer's** Object Manager, all of the objects on the page are sensibly organized and are readily accessible for editing. With **Surfer**, the possibilities are endless…



Easily generate maps from USGS DEM and DLG files. Surfer has native support for SDTS DEM and DLG files.



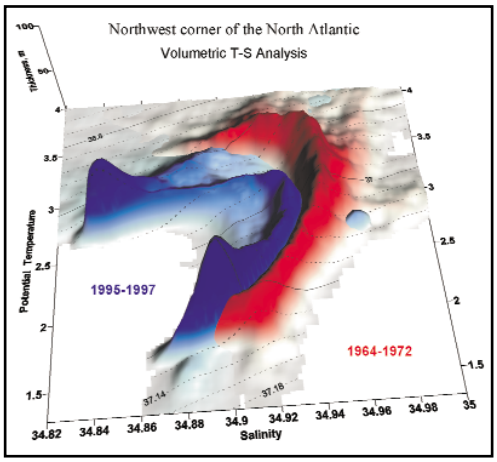
Vector maps show the direction and magnitude of data. Combine vector maps with any other map type!



Stack and rotate maps for the best presentation possible!

Free Technical Support

When you have questions, consult the easy-to-understand User's Guide, check **Surfer's** online help, or browse the **Surfer** Support Forum or the **Surfer** FAQ's on our web page. If you do need additional assistance for any reason, Golden Software provides free technical support to registered users by phone, email and fax.



Combining surface maps is an excellent technique to visually compare data sets.

To order Surfer, please contact Golden Software at:

800-972-1021

or

303-279-1021

Place your order or download a free demo version online at:

www.goldensoftware.com

Surfer® 8 Features

User Friendly
- Easy-to-learn Windows user interface with floating or dockable toolbars that can be turned on and off.
- The Object Manager allows you to select, edit, show, or hide all objects in an easy-to-use hierarchical tree view.
- Full 32-bit, double-precision application.
- Multi-level Undo and Redo.
- Multiple informative reports can be generated in the program.

General Features
- Define custom colors, fill patterns, and line styles.
- Define axis attributes including titles, grid lines, tick marks, and tick spacing for all map types.
- Independent scaling for X, Y, and Z (if applicable) dimensions.
- Rotate and 3D tilt all map types and bitmaps, using either orthographic or perspective projections.
- Directly load USGS SDTS DEM files instead of Surfer grid files.
- Display map scale bars for all map types.

Contour Maps
- Custom or automatic contour intervals.
- Control contour label frequency and spacing.
- Apply color and pattern fill between contours.
- Save and retrieve custom contour fill attributes.
- Add color scale legends.
- Display fault lines with custom line styles.
- Export contours in 3D DXF format.

3D Wireframe Maps
- Apply custom or automatic color zones.
- Display lines of constant X, Y, and Z.
- Use custom or automatic Z levels.

Surface Maps
- Control the color, lighting, mesh, base, and overlay color blending.
- Most map types, including other surface maps and bitmaps, can be overlaid on surfaces.

Post Maps
- Post proportional or fixed size symbols.
- Add labels from a data file.
- Specify the position, label, symbol, and rotation angle for each posted point.
- Post all points from a worksheet column or post every n^{th} point.
- Create classed post maps that show different symbols for different ranges of data.
- Create a classed post map legend.

Shaded Relief Maps
- Create photo-quality shaded relief maps.
- Control light position angles.
- Set relief parameters using central difference or midpoint difference gradient methods.
- Specify how colors are mapped to the reflectance and specify the color for missing data.

Image Maps
- Create continuous solid color image maps.
- Use data independent color spectrum files.
- Dither bitmaps or interpolate pixels.

Vector Maps
- Create vector maps from one or two grid files.
- Define symbol style, color, and frequency.
- Symbol color may be fixed, based on vector magnitude or the values of an arbitrary grid.
- Display color scale and vector scaling legends.
- Scale the arrow shaft length, head length, and symbol width based on minimum and maximum data values.
- Control vector orientation, symbol origin, and choose from linear, logarithmic, or square root scaling methods.

Base Maps
- Import base maps in several formats: EMF, E00, GSI, DXF, DLG, LGO, LGS, GSB, BNA, BLN, PLT, CLP, WMF, SHP, MIF, BMP, JPG, PNG, TIF, TGA, PCX, DCX, WPG, PCT, GIF, and USGS SDTS TVP (DDF).
- Specify the bitmap coordinate system.
- Edit line, fill, text, and symbol attributes for vector base map formats.

Overlay Maps
- Stack and overlay most combinations of maps.
- No limit to the number of overlays that can be combined.

Gridding Methods
- Create grids from up to 1 billion XYZ data points.
- Specify faults and breaklines during gridding.
- Create grids with up to 100 million nodes.
- Gridding methods include: Ordinary and Universal Kriging, Inverse Distance to a Power, Minimum Curvature (with tension), Modified Shepard's Method, Natural Neighbor, Nearest Neighbor, Polynomial Regression, Radial Basis Function, Triangulation with Linear Interpolation, Moving Average, Data Metrics, and Local Polynomial.
- Apply a generic data exclusion filter for eliminating unwanted data.
- Use powerful duplicate data resolution techniques.
- Use Cross Validate to assess the quality of the selected gridding method.
- Create variogram models.
- Generate a report of the gridding statistics and parameters.
- Customize search rules.
- Apply anisotropy ratios and angles for most gridding methods.
- Generate grids from a user specified function of two variables.

Grid Calculus
- Take first or second order directional derivatives.
- Use terrain modeling to analyze terrain slope, terrain aspect, profile curvature, plan curvature, and tangential curvature.
- Apply differential and integral operations including gradient, Laplacian, biharmonic, and integrated volume.
- Apply Fourier and spectral analysis to generate a grid, correlogram or periodogram.

Variography
- Display both the experimental variogram and the variogram model.
- Specify the estimator type as a variogram, standardized variogram, auto covariance, or auto correlation.
- Specify variogram model components: exponential, Gaussian, linear, logarithmic, nugget effect, power, quadratic, rational quadratic, spherical, wave (hole effect), cubic, or pentaspherical.
- Combine multiple variogram components into complex nested models.
- Use the AutoFit feature to define the parameters of selected components.
- Customize the variogram to display symbols, variance, and number of pairs for each lag.
- Export the experimental variogram data for plotting in other graphing programs.

Grid Utilities
- Interactively edit nodes in the grid node editor.
- Blank specified regions of the grid.
- Compute grid volumes, surface areas, cross sections, and residuals.
- Use matrix or spline smoothing utilities.
- Use the on-screen digitizing function to digitize in map coordinates.
- Convert binary grids to ASCII grids or ASCII data files.
- Combine multiple grid files to form a single grid file.
- Filter grids using many pre-defined filters or define your own filter.

Export Options
- Export formats include EMF, MIF, GSI, GSB, DXF, SHP, WMF, CLP, CGM, TIF, BMP, JPG, TGA, PCX, DCX, WPG, PNG, BNA, BLN, GIF, and PCT.

Drawing Tools
- Drawing tools include text, lines, arrows, polygons, rectangles, ellipses, and symbols.
- All objects can be rotated, moved, scaled, and combined into composite objects.
- Math Text system supports superscripts, sub scripts, math and Greek symbols.
- Use the reshape tool to edit areas and curves.

ActiveX Automation
- Automate repetitive tasks with scripts.
- Use Visual Basic, C++, Perl, or any ActiveX Automation compatible programming language.
- Includes Scripter, a VB compatible scripting program to automate Surfer.

Worksheet
- Import Formats include XLS, DAT, SLK, WKx, WRx, CSV, TXT, BNA, and BLN.
- Data file size up to 1 billion rows.
- Calculate data statistics.
- Sort data based on columns.
- Transform data using custom equations.
- Print the worksheet.
- Save your data in XLS, SLK, CSV, TXT, DAT, BNA, and BLN formats.

Order Surfer® Today!

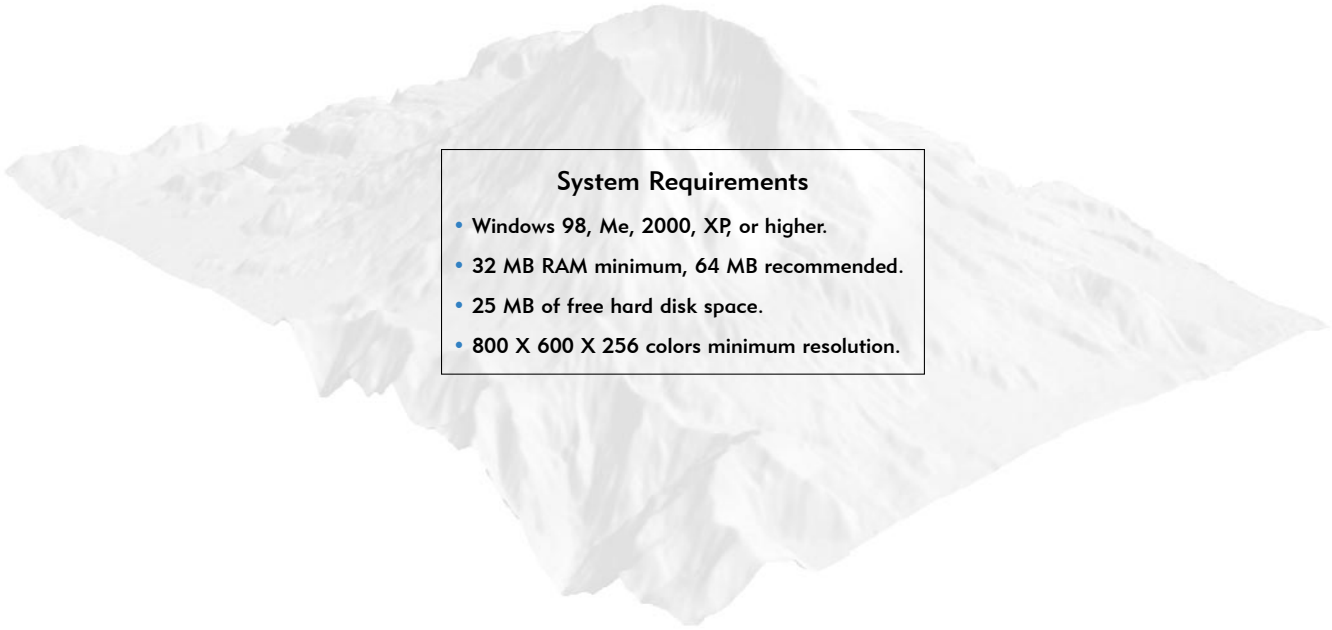
Surfer is available directly from Golden Software.

You can order by phone, fax or

use our secure online order form at:

www.goldensoftware.com

Please contact us if you have any questions.



System Requirements

- Windows 98, Me, 2000, XP, or higher.
- 32 MB RAM minimum, 64 MB recommended.
- 25 MB of free hard disk space.
- 800 X 600 X 256 colors minimum resolution.

Golden Software

www.goldensoftware.com

809 14th Street, Golden, Colorado 80401-1866 U.S.A.
800-972-1021 • 303-279-1021 • FAX 303-279-0909

第三子計畫

颱風波浪頻譜形狀參數之研究（2/4）

著者：簡仲璟

Part 3

颱風波浪頻譜形狀參數之研究（2/4）

摘 要

本研究對於定義波浪頻譜形狀參數有關之頻譜動差的計算方式，提出依不同參考頻率將波譜分割為高、低頻區的新構想及依主能量觀點定義頻譜形狀參數之新計算式，並檢視各階頻譜動差在高、低頻區的差異及其隨不同標準波譜(JONSWAP 或 Pierson-Moskowitz 波譜)模式參數之變化趨勢。同時根據高、低頻區之各階頻譜動差值，重新計算頻譜形狀參數，並檢討這些參數的特性及和以往計算方法所得結果的差異。

關鍵詞：波浪頻譜、形狀參數、頻譜動差

Estimating Parameters of Typhoon Wave Spectra (2/4)

ABSTRACT

In this study, a new procedure for estimating spectral shape parameters is proposed. First, wave spectra are divided into higher and lower two frequency regions by a new frequency level. Second, a new method for calculating the shape parameters is defined by main energy region of spectra. Generally, the shape parameters of wave spectra are obtained from the moment of spectra. According to the moment of spectra at higher and lower frequency regions from different frequency levels, the shape parameters of spectra are rechecked and examined the variation trend of spectral moment, and new shape parameters are compared with the parameter of standard wave spectrum model.

KEY WORDS: Wave Spectral, Shape Parameters, Spectral Moment

港灣環境資訊系統與數值模式應用研究

颱風波浪頻譜形狀參數之研究（2/4）

目　　錄

中文摘要 I

英文摘要 II

目錄 III

圖目錄 V

表目錄 VII

第一章 前言 1-1

1.1 研究背景 1-1

1.2 研究目的 1-1

第二章 波譜形狀參數之應用 2-1

2.1 常用之標準波譜模式 2-1

2.2 波譜形狀參數之定義及應用 2-4

2.3 形狀參數之擬合 2-7

第三章 波譜形狀參數新計算方式與比較 3-1

3.1 波譜動差計算新構想及比較 3-1

3.2 依新動差計算之形狀參數 3-16

3.3 依主頻區能量定義之形狀參數 3-25
3.4 綜合檢討 3-37

第四章 結論與未來研究方向 4-1

4.1 結論 4-1
4.2 未來研究方向 4-2

圖 目 錄

圖 2-1 不同形狀參數γ值之通用型 JONSWAP 波譜形狀圖 2-2
圖 2-2 不同形狀參數 m 值之通用型 Pierson-Moskowitz 波譜形狀圖 . 2-3
圖 2-3 歐菲莉颱風波浪之波高、週期及波譜形狀參數變化 2-5
圖 2-4 奧托颱風波浪之波高、週期及波譜形狀參數變化 2-6
圖 2-5 鼻頭角波浪波譜與標準波譜模式之擬合結果 2-7
圖 3-1 參考頻率 f_b 為尖峰頻率 F_p 之頻譜分割示意圖 3-1
圖 3-2 參考頻率 f_b 為能量中心頻率 F_E 之頻譜分割示意圖 3-2
圖 3-3 以主頻區能量為考察重點參之頻譜分割示意圖 3-3
圖 3-4 多峰波譜之波譜分割之示意圖 3-4
圖 3-5 JONSWAP 波譜高、低頻區之第 0 階及第 1 階動差 3-5
圖 3-6 JONSWAP 波譜高、低頻區之第 2 階及第 4 階動差 3-6
圖 3-7 Pierson-Moskowitz 波譜高、低頻區之第 0 階及第 1 階動差 ... 3-9
圖 3-8 Pierson-Moskowitz 波譜高、低頻區之第 2 階及第 4 階動差 . 3-10
圖 3-9 JONSWAP 波譜不同參考頻率之第 0 階及第 1 階動差 3-12
圖 3-10 JONSWAP 波譜不同參考頻率之第 2 階及第 4 階動差 3-13
圖 3-11 Pierson-Moskowitz 波譜不同參考頻率之第 0 階及第 1 階動差 3-14
圖 3-12 Pierson-Moskowitz 波譜不同參考頻率之第 2 階及第 4 階動差 3-15
圖 3-13 窄度參數ν及寬度參數ε隨波譜參數γ之變化 3-18
圖 3-14 窄度參數ν及寬度參數ε隨波譜參數 m 之變化 3-19
圖 3-15 動差無因次參數 m_0m_3/m_1m_2 隨波譜參數γ及 m 之變化 3-21
圖 3-16 動差無因次參數 m_2m_2/m_1m_3 隨波譜參數γ及 m 之變化 3-22

圖 3-17 動差無因次參數 m_2m_3/m_1m_4 隨波譜參數 γ 及 m 之變化 3-23

圖 3-18 動差無因次參數 m_3m_3/m_2m_4 隨波譜參數 γ 及 m 之變化 3-24

圖 3-19 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 γ 之變化（能量百分比上圖：40%；下圖：50%） 3-27

圖 3-20 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 γ 之變化（能量百分比上圖：55%；下圖：60%） 3-28

圖 3-21 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 γ 之變化（能量百分比上圖：65%；下圖：75%） 3-29

圖 3-22 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 γ 之變化（能量百分比上圖：85%；下圖：40%~85%） 3-27

圖 3-23 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 m 之變化（能量百分比上圖：40%；下圖：50%） 3-31

圖 3-24 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 m 之變化（能量百分比上圖：55%；下圖：60%） 3-32

圖 3-25 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 m 之變化（能量百分比上圖：65%；下圖：75%） 3-33

圖 3-26 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 m 之變化（能量百分比上圖：85%；下圖：40%~85%） 3-34

圖 3-27 不同能量百分比下 SB 參數與參數 γ 或 m 之相對誤差 3-36

表 目 錄

表 3-1 JONSWAP 波譜情況下參數 SB 之迴歸結果..... 3-35

表 3-2 Pierson-Moskowitz 波譜情況下參數 SB 之迴歸結果..... 3-36

第一章　前　言

1.1 研究背景

一般描述波浪最常見也最常使用的是統計的波高及週期。然而實際上波浪具有不規則性，因此，以單一之波高、週期大小（例如示性波高、示性週期）來描述波浪是僅就不規則的波動以統計上的觀點作處理，對於不規則之實質內涵表示是有所不足的。相較而言波浪頻譜對於波浪的不規則性則有較清楚的說明，因為由頻譜分析所得結果可以明瞭波浪在不同頻率（對應於週期）的能量（對應於波高）分佈情形。不過在實用上統計的波高、週期，因為僅以單一數值表示，所以較為方便。相對的，波譜則有一序列相對應之頻率與能量（或振幅）數值（非單一數值）表示，實用上較不方便。然而由於水面波動本身的物理特性，使得波浪之頻譜形狀具有某種程度的一致性。因此，有許多波浪之頻譜表示式被提出，例如常見之 Pierson-Moskowitz 波譜及 JONSWAP 波譜。這些波譜表示式中含有所謂之波譜形狀參數，例如主頻率、頻譜寬度、頻譜窄度、頻譜零階動差及高頻斜率等，波譜表示式即根據這些形狀參數加以定義。換言之，可由這些參數值的大小得知波譜的概略形狀，並進一步瞭解不規則波浪的成分組成。

1.2 研究目的

一般常用波譜形狀參數包括頻譜寬度、頻譜窄度及頻譜尖度等，這些參數基本上式由頻譜各階動差的無因次表示式組成。而這些波譜形狀參數在使用上仍有其缺點，例如 Rye 及 Goda 都指出波譜高頻部分，由於割棄（cut-off）的限界（$f_{max}=1/2dt$，與取樣頻率有關）對高階動差造成影響，因此使得形狀參數便得不穩定，例如頻譜寬度參數即含有頻譜第 4 階動差。目前波譜動差皆以頻率為零當作動差軸進行計算，然為何以頻率為零當作動差軸？並沒有相關的說明或討論。因此

本研究第一年（94 年度）嘗試以不同的動差軸，進行實測波譜之各階頻譜動差的計算，然後根據新的頻譜動差值計算各波譜形狀參數，並與原有形狀參數作比較。藉此明瞭不同的動差軸對波譜形狀參數的影響，並作為進一步嘗試定義新的波譜形狀參數的參考。其研究成果包括：(1) 頻譜動差階數愈高隨波高成長或衰退的一致性變化趨勢愈不明顯，除第 0 階動差外，低頻區之各階頻譜動差值，絕大部分皆較高頻區為小。(2) 頻譜動差值主要是受高頻區影響，而低頻區的影響雖然較小，但其頻譜動差值在高階時之變化趨勢仍與波高有較明顯的一致性，而高頻區則無。(3) 在波高的成長或衰退過程中，頻譜形狀之改變沒有對應之趨勢出現。但是該研究僅利用兩個颱風波浪資料進行初步分析，在統計上樣本是不足的。此外，由於實測波浪之頻譜形狀較複雜，不如理論波浪頻譜的單純與平滑。因此，造成分析結果比對上的困難。因此，本研究今年先利用已知之理論波浪波譜，例如 JONSWAP 或 Pierson-Moskowitz 波譜，在掌握頻譜形狀的情況下，重新檢視由高低頻區頻譜動差計算之頻譜形狀參數的應用情形。同時也利用波譜主要能量分割觀點定義新的形狀參數及探討其適用性。

本報告共分四章，第一章說明本計畫緣由及目的。第二章介紹常用標準波譜模式及說明波譜形狀參數的定義與應用。第三章提出波譜動差之計算新構想及形狀參數之新定義，以標準波譜模式進行波譜形狀參數的計算，並比較新舊參數間的差異，瞭解新參數應用上的可能性與限制性，同時檢討可能的改進方式。第四章根據綜合檢討結果提出結論及未來研究方向的建議。

第二章 頻譜形狀參數之應用

本章除介紹 2 種常用標準波譜模式外，對於目前常用的波譜窄度與波譜寬度兩種波譜形狀參數的定義及應用情形作分析探討，以了解這兩種形狀參數對於波譜的概略形狀的掌握情形。

2.1 常用標準波譜模式

波譜型態常與風速、吹風距離及吹風時間有關。當吹風距離短較時，風浪達到飽和所需時間也較短；當吹風距離較長時，風浪達到飽和所需時間也較長。而風速愈大達到飽和時的風浪規模也愈大。一般實驗室之風浪由於吹風距離短，達到飽和所需時間短，因此較易達到飽和狀態，故其波譜能量較集中且波譜形狀較陡峭；實際海洋上的風浪因吹風距離長，達到飽和所需時間也長，因此較不易達到飽和狀態，故其波譜能量較分散且波譜形狀較平緩。一般海洋重力波較常用的標準波譜模式有 Pierson-Moskowitz 型波譜及 JONSWAP 型波譜。其中 Pierson-Moskowitz 波譜能量較分散，波譜形狀較平緩；JONSWAP 波譜能量較集中，波譜形狀較陡峭、尖銳。依光易恆（Mitsuyasu, H.）之研究認為一般海洋上之波浪波譜大致介於此兩者之間。因此，本文參照此二種標準波譜而分別得其正規化型態之通用型標準波譜如下：

$$\frac{\phi(f)\,f_p}{m_0} = z\tilde{f}^{-5}\exp\left(-\frac{5}{4}\tilde{f}^{-4}\right)\left\{\gamma^{\exp\left[-(\tilde{f}-1)^2/2\sigma^2\right]}\right\} \tag{2-1}$$

(2-1)式為正規化型態之 JONSWAP 通用型標準波譜，式中

$$\sigma = \begin{cases} 0.07 & f \le f_p \\ 0.09 & f > f_p \end{cases} \tag{2-2}$$

z：正規化係數如下：

$$z = 1\Big/\int_0^{\infty}\tilde{f}^{-5}\exp\left(-\frac{5}{4}\tilde{f}^{-4}\right)\left\{\gamma^{\exp\left[-(\tilde{f}-1)^2/2\sigma^2\right]}\right\}df \tag{2-3}$$

γ ：波譜形狀參數

$\tilde{f}$ ：無因次化頻率（$= f / f_p$）

$$\frac{\phi(f) f_p}{m_0} = \frac{4}{\Gamma(m - 1/4)} \left(\frac{m}{4}\right)^{m-1/4} \tilde{f}^{-m} \exp\left(-\frac{m}{4} \tilde{f}^{-4}\right) \tag{2-4}$$

(2-4)式為正規化型態之 Pierson-Moskowitz 通用型標準波譜，式中

m：波譜形狀參數

Γ：Gamma 函數

圖 2-1 為不同γ值所畫出的通用型 JONSWAP 波譜，當γ=3.3 時即為一般之 JONSWAP 波譜型態；γ=1.0 時則與一般之 Pierson-Moskowitz 波譜型態很接近。

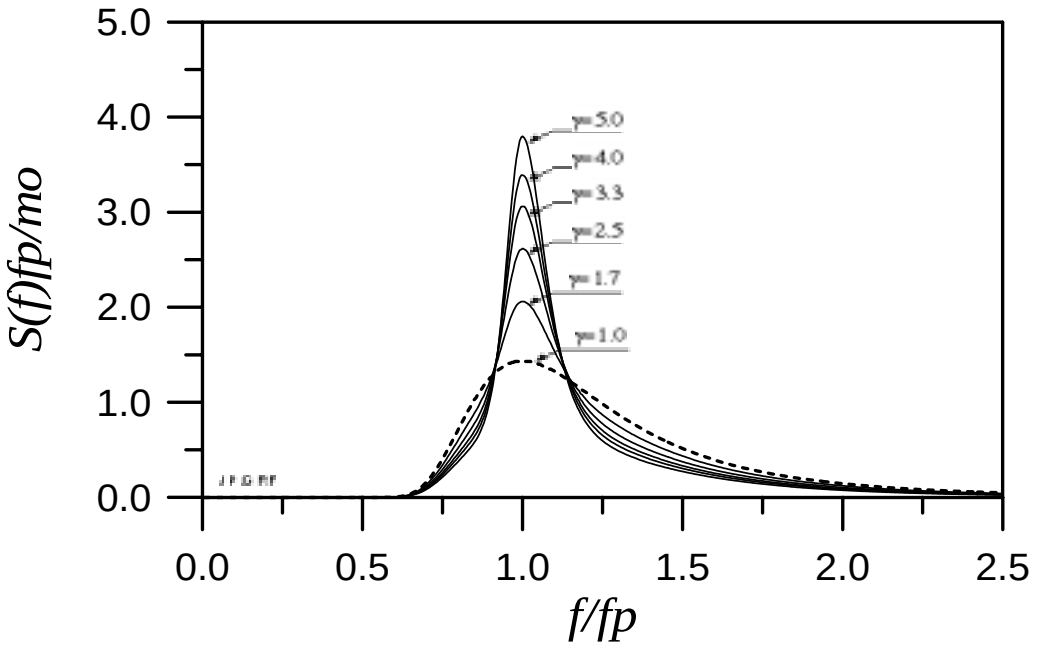


圖 2-1 不同形狀參數γ值之通用型 JONSWAP 波譜形狀圖

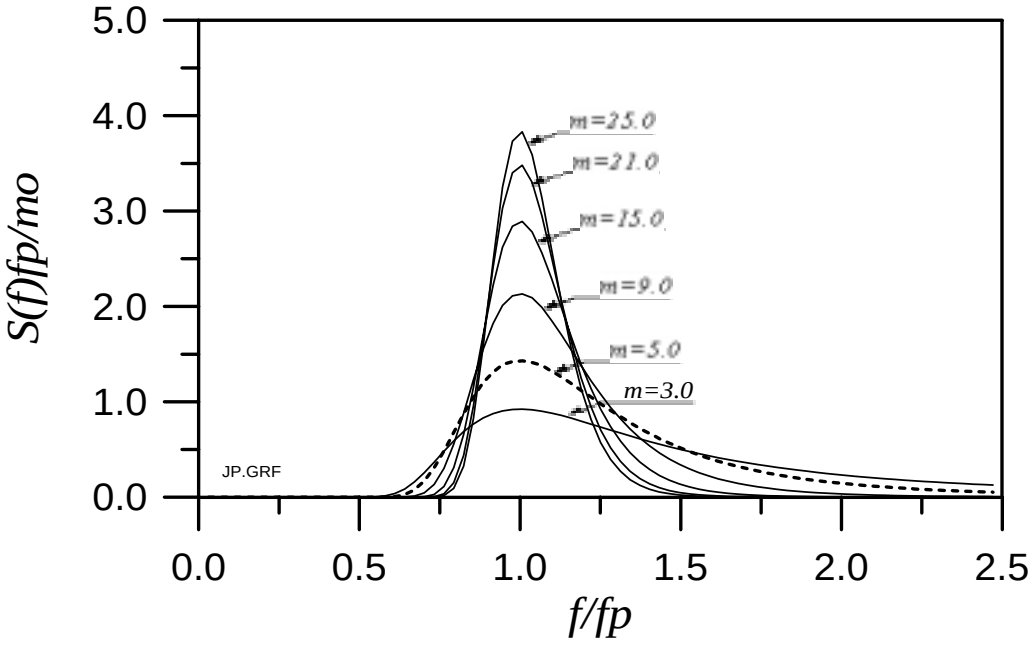


圖 2-2 不同形狀參數 m 值之通用型 Pierson-Moskowitz 波譜形狀圖

圖 2-2 為不同 m 值所畫出的通用型 Pierson-Moskowitz 波譜，當 m=5，即為一般之 Pierson-Moskowitz 波譜型態；m=17 時與一般之 JONSWAP 波譜形狀很接近。由圖 2-1 及 2-2 可知隨 γ 及 m 值的改變，波譜的形狀將會不同，以 Pierson-Moskowitz 波譜為例，當 m 值愈大波譜形狀變得較尖銳，能量分布也變得較集中；反之，當 m 值愈小波譜形狀變得較平緩，能量分布也變得較分散。

波譜形狀如上述，除隨形狀參數而改變外，當未以正規化處理前也會隨主頻率（能譜值最大之對應頻率）及總能量大小而有所不同（即波譜形狀可能相似但大小及主頻率位置不同），此對頻譜形狀之比較分析上將造成不便。因此在比較前須先進行正規化處理，以消除主頻率及總能量對波譜形狀的影響。一般而言由於其他因素的影響，現場實際觀測之波譜與 Pierson-Moskowitz 或 JONSWAP 波譜相較其形狀較複雜，然為波譜形狀的方便比較及探討，本文先以正規化後較單純之 Pierson-Moskowitz 及 JONSWAP 波譜作為分析對象。

2.2 波譜形狀參數之定義及應用

對於波浪能量結構之組成，一般可藉由波譜分析所得之各頻率成分波能量大小獲得瞭解，並且也可由波譜形狀的變化得知各成份波間其能量的轉移情形。在本次研究中參考以往學者所提出的三種常見波譜形狀參數如下：

$$QP = \frac{2}{m_0}\int_0^{\infty} fS^2(f)Df \tag{2-5}$$

Longuet-Higgins(1975)所提出之波譜形狀窄度參數

$$\nu = \sqrt{\frac{m_0 m_2}{m_1^2}} - 1 \tag{2-6}$$

及波譜形狀寬度參數

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{m_2^2}{m_0 m_4}} \tag{2-7}$$

上列各式中 $m_n = \int f^n S(f)df$ 為頻譜的 n 階動差（moment）。

由以上這些參數的定義可知，他們基本上是波譜動差的無因次化組合而成。而他們對於實測波譜的形狀參數的衡量結果，可參考圖 2-3 及圖 2-4，其分別為歐菲莉及奧托颱風波浪逐筆變化圖。圖 2-3 毆菲莉颱風波浪的波高變化趨勢大致為逐筆增大, 而圖 2-4 奧托颱風波浪則為先增大後再減小。從圖中發現無論是形狀窄度參數或寬度參數變化都與波高或週期沒有明顯的關聯性存在，也就是形狀參數並沒有隨波高或週期有一致性的趨勢變化。當然這樣的論述是假設在波高（或週期）增大及減小的過程中，波譜的形狀有對應上的變化，而這樣的假設是考量湧浪（swell）與風浪（wind wave）的波譜形狀應有所不同，前者因為波浪成分較單純所以波譜形狀較尖銳；而相對後者因波浪成分較複雜所以較平緩。如果這樣的假設合理，則這些形狀參數對波譜形狀的衡量結果顯然不理想。

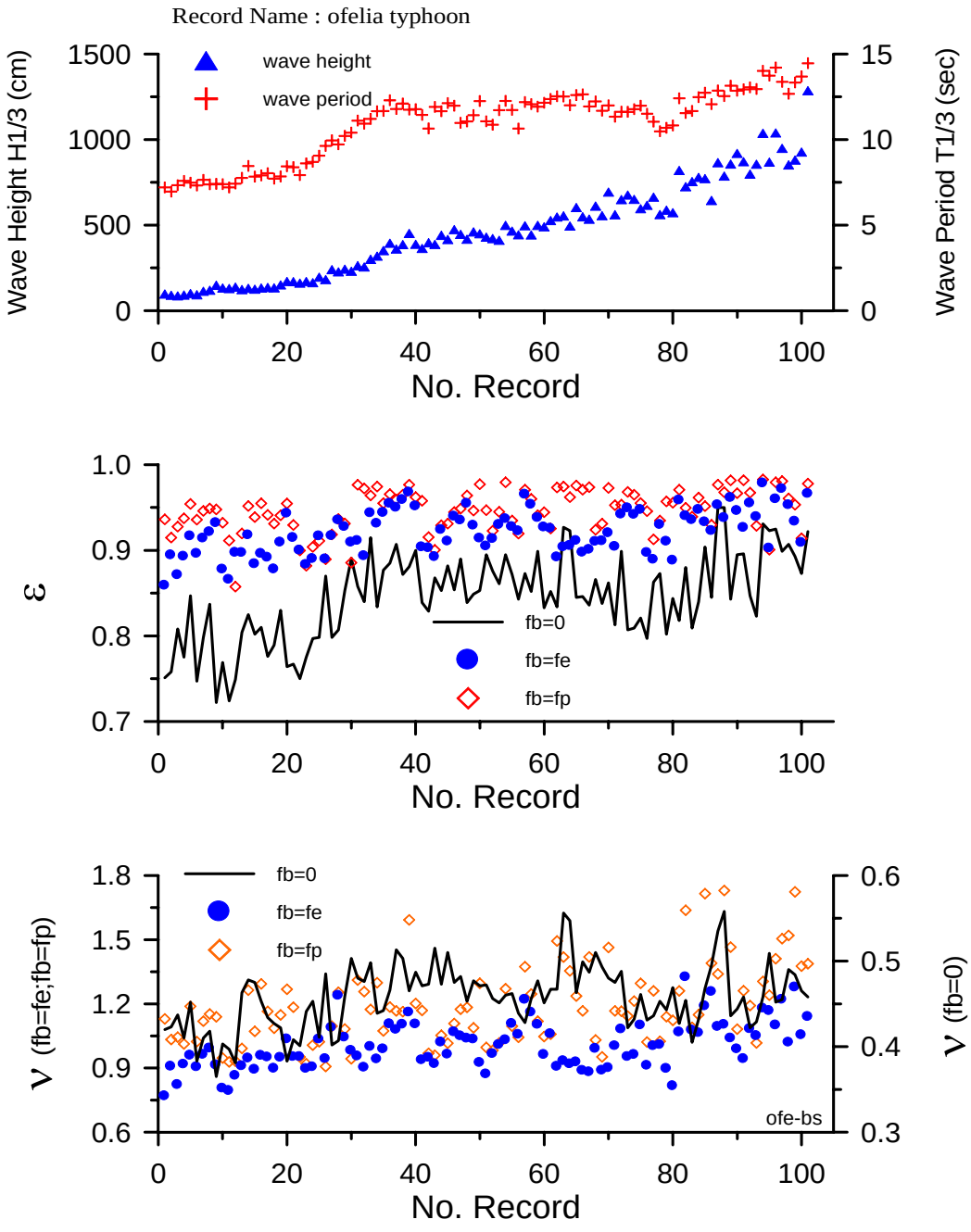


圖 2-3 歐菲莉颱風波浪之波高、週期及波譜形狀參數變化

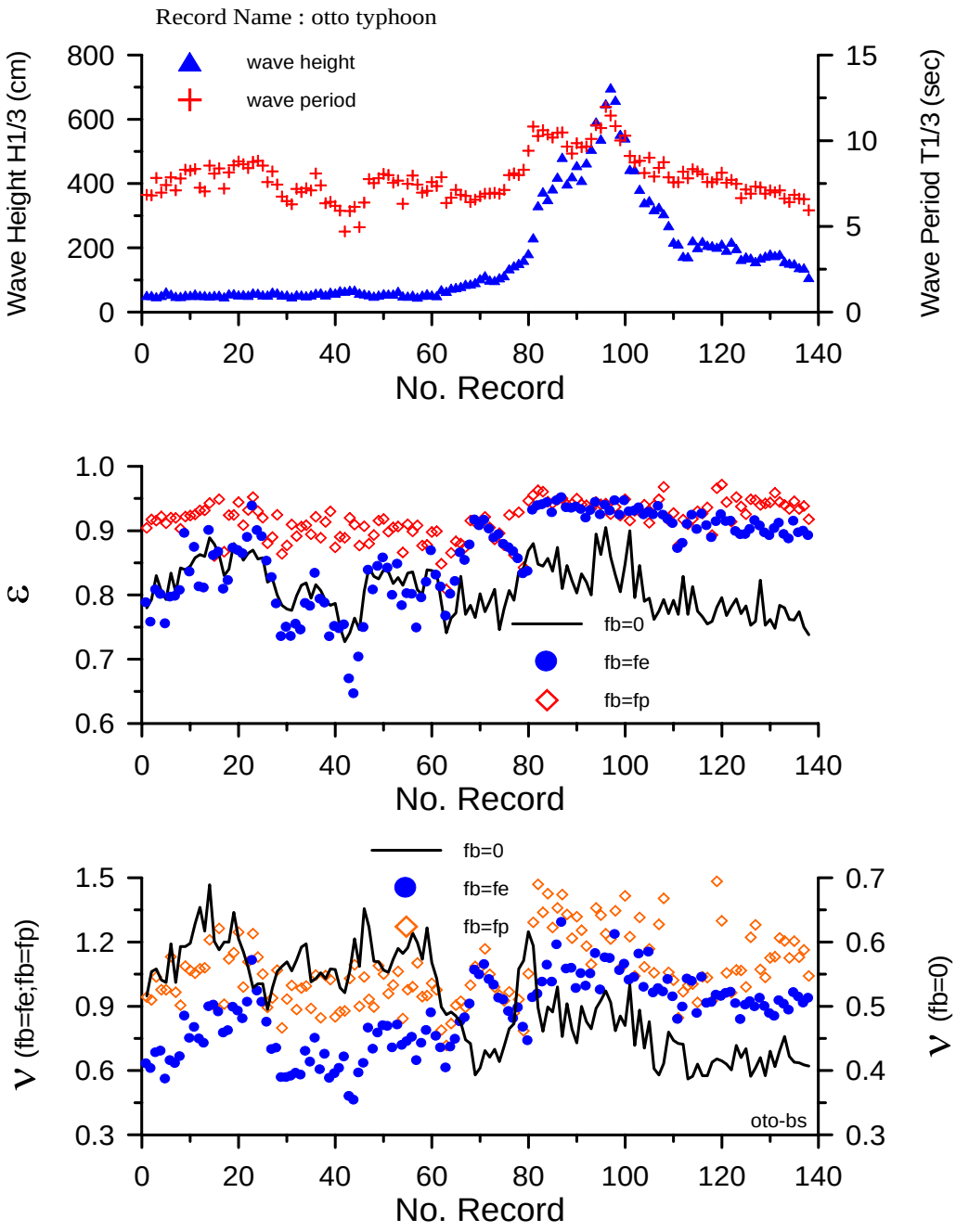


圖 2-4 奧托颱風波浪之波高、週期及波譜形狀參數變化

窄度參數與寬度參數的定義雖然不同，且由其字義檢視也屬反義字，但兩者之變化趨勢由圖 2-3 及 2-4 發現具有正相關性。換言之，窄度參數值愈大寬度參數值也愈大，也就是兩者在衡量波譜形狀上具有相同的結果。

2.3 波譜形狀參數之擬合

由圖 2-1、圖 2-2 可知改變不同的 γ 或 m 值可得不同形狀的波譜，因此若有充分的現場波浪資料，將其正規化的波譜加以疊置、比較而求出一代表性形狀，再套用(2-1)式或(2-4)式的模式，找出式的參數 γ 或 m 值，即可得適用於當地的標準波譜模式。

上述波譜形狀參數之擬合過程，基本上大多以目視法判斷正規化實測波譜與波譜模式兩者形狀最接近來決定代表性形狀參數。但正規化實測波譜形狀一般較複雜不易擬合，且用目視法處理顯得既不科學也不客觀。圖 2-5 為鼻頭角實測正規化波譜之擬合結果，圖中黑粗實線為代表性波譜模式，其與部分實測正規化波譜有明顯的形狀差異。因此正規化實測波譜如何透過相同的計算程序求出對應的 γ 或 m 值？而不是以目視法的主觀比較決定，來作為該波譜之形狀參數，是本文探討課題之一。

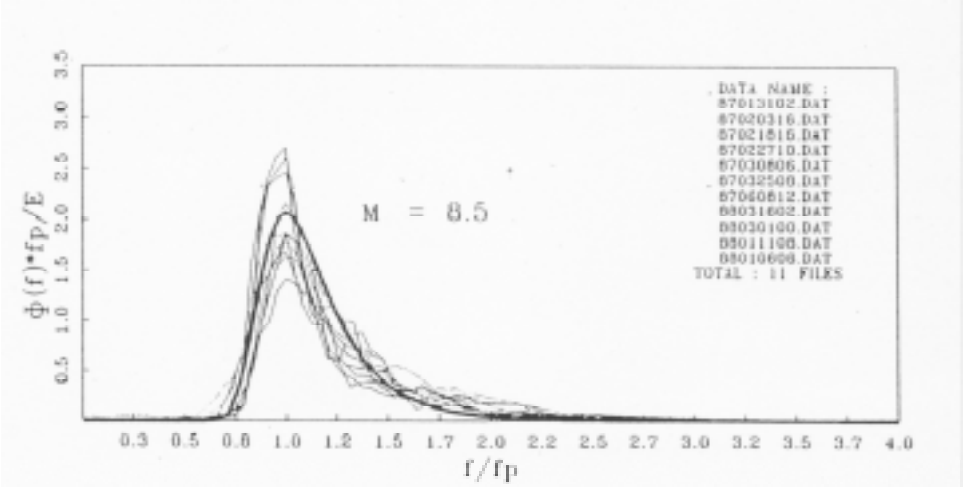


圖 2-5 鼻頭角波浪波譜與標準波譜模式之擬合結果

第三章 波譜形狀參數新計算方式與比較

本章提出由實測正規化波譜求出其相對應標準波譜模式形狀參數的γ及 m 值之新計算方式，並說明其構想與檢討其成果。同時也對目前一般常用之波譜形狀參數波譜寬度ε及波譜窄度ν相較於γ及 m 值作分析比較，以了解其是否能有效衡量波譜形狀上的變化。

3.1 波譜動差計算新構想及比較

前章介紹之三種頻譜形狀參數，由其定義可知與波譜動差有關。換言之，波譜動差的計算方法將影響波譜形狀參數值。以往波譜動差是以參考頻率 f_b=0 當作計算軸處理。但為何選擇參考頻率為 0？並沒有特別之依據，或許僅是考量計算的方便而已。因此本研究嘗試以不同的參考頻率值，進行波譜動差的計算，並進一步應用至波譜形狀參數。首先以波譜能量最大頻率（尖峰頻率）F_p 當作參考頻率進行各階波譜動差的計算，如圖 3-1 所示原波譜將區分高、低頻區域 2 個部分。而其各階波譜動差分別計算如下：

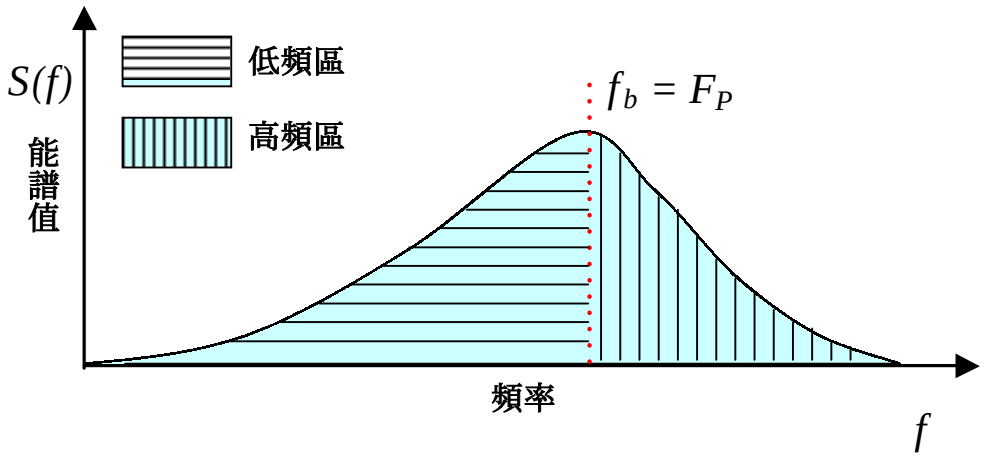


圖 3-1 參考頻率 f_b 為尖峰頻率 F_p 之頻譜分割示意圖

高頻區：

$$m_{nH} = \int_{f_p}^{+\infty} (f - f_p)^n S(f) df \quad n = 0,1,2,4 \tag{3-1}$$

低頻區：

$$m_{nL} = \int_{-\infty}^{f_p} (f_p - f)^n S(f) df \quad n = 0,1,2,4 \tag{3-2}$$

其次以能量中心頻率 F_E 當作參考頻率進行各階頻譜動差的計算，如圖 3-2 所示原頻譜同樣區分高、低頻區域 2 個部分。而其各階頻譜動差則分別計算如下：

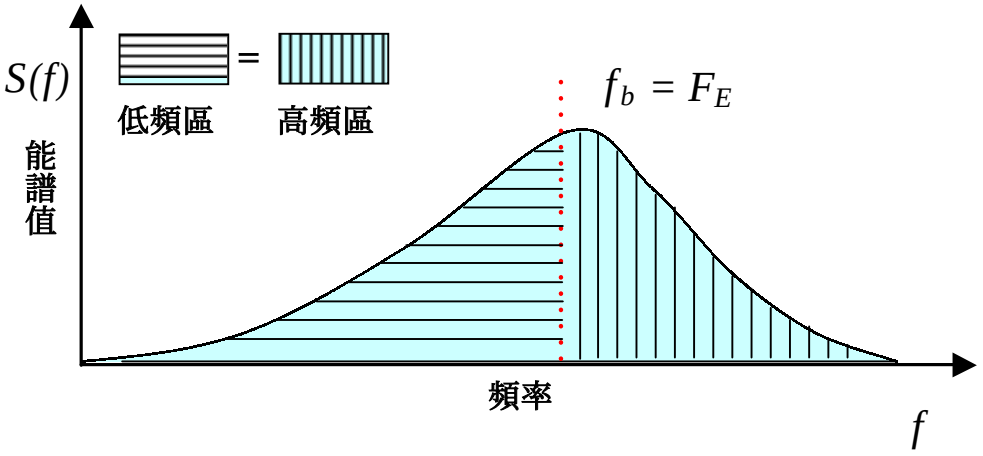


圖 3-2 參考頻率 f_b 為能量中心頻率 F_E 之頻譜分割示意圖

高頻區：

$$m_{nH} = \int_{f_E}^{+\infty} (f - f_E)^n S(f) df \quad n = 0,1,2,4 \tag{3-3}$$

低頻區：

$$m_{nL} = \int_{-\infty}^{f_E} (f_E - f)^n S(f) df \quad n = 0,1,2,4 \tag{3-4}$$

一般而言，頻譜之能量分佈並非以尖峰頻率作對稱分佈，因此 F_p 與 F_E 並不相等，所以不同參考頻率之高、低頻區的頻譜動差不相等，

即使是相同參考頻率也因頻譜形狀之不對稱而不相等，但參考頻率為 F_E 之 0 階動差是例外，因為由其定義可知其高、低頻區之 0 階動差必須相等（0 階動差基本上就是頻譜能量之和）。

除上述 2 種參考頻率作頻譜分割外，也可由主頻率區間（尖峰頻率附近）之能量佔全部總能量之百分比作考量。例如百分比達到某一給定值時之頻率區間，而在該區間之能量稱主頻區能量，同時也是後續頻譜動差之計算範圍；至於不在該區間之能量則稱副頻區能量，而不屬於頻譜動差之計算範圍，如圖 3-3。這樣的計算方式，主要是基於波浪能量在尖峰頻率處最大且大部分集中於此頻率附近，因此是考察重點。

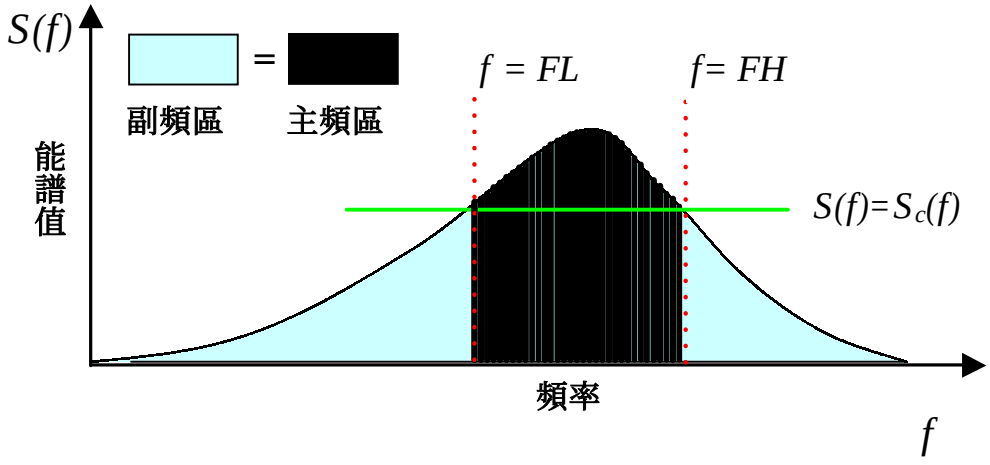


圖 3-3 以主頻區能量為考察重點參之頻譜分割示意圖

圖 3-3 中 FL 及 FH 分別為主頻區之頻率下限及上限，而主頻區之能量等於 $S_c(f)$，而 $S_c(f)$佔全部總能量之一給定百分比值。當頻譜形狀出現多峰時，如圖 3-4，本方法會有頻譜分割後主頻區不易確定之問題，其處理構想可參閱上一年度報告。

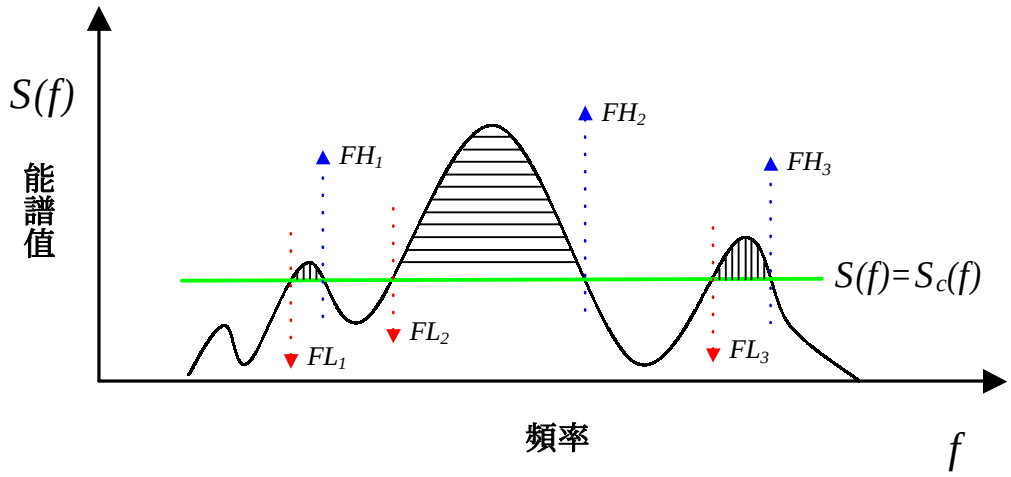


圖 3-4 多峰波譜之波譜分割之示意圖

上述 3 種新構想中，前 2 種僅是改變波譜動差計算之參考頻率，第三種則是分割出一主頻區作為有效計算區域，與前兩種考量方式並不相同。以往波譜形狀參數經常受波譜高階動差的影響，而變得不穩定，其原因為以參考頻率 $f_b=0$ 時高頻區些微的變動，因動差矩（計算頻率與參考頻率之差值）較大，故造成動差值較大的變化，其情況在愈高階愈明顯。因此本節先針對前述所提不同參考頻率（$f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$）下之各階動差值進行計算，並與原動差值（$f_b=0$）作比較。本文先以波譜形狀已知的 JONSWAP 及 Pierson-Moskowitz 波譜模式作為分析對象。一般與波譜形狀參數有關之波譜動差分別有第 0、1、2 及 4 階，其依不同參考頻率為計算軸之動差隨波譜形狀參數（γ 及 m）之變化情形如以下各圖。

圖 3-5 及圖 3-6 為 JONSWAP 波譜高、低頻區之各階動差隨波譜形狀參數γ的變化情形。圖 3-7 及圖 3-8 則為 Pierson-Moskowitz 波譜的結果。

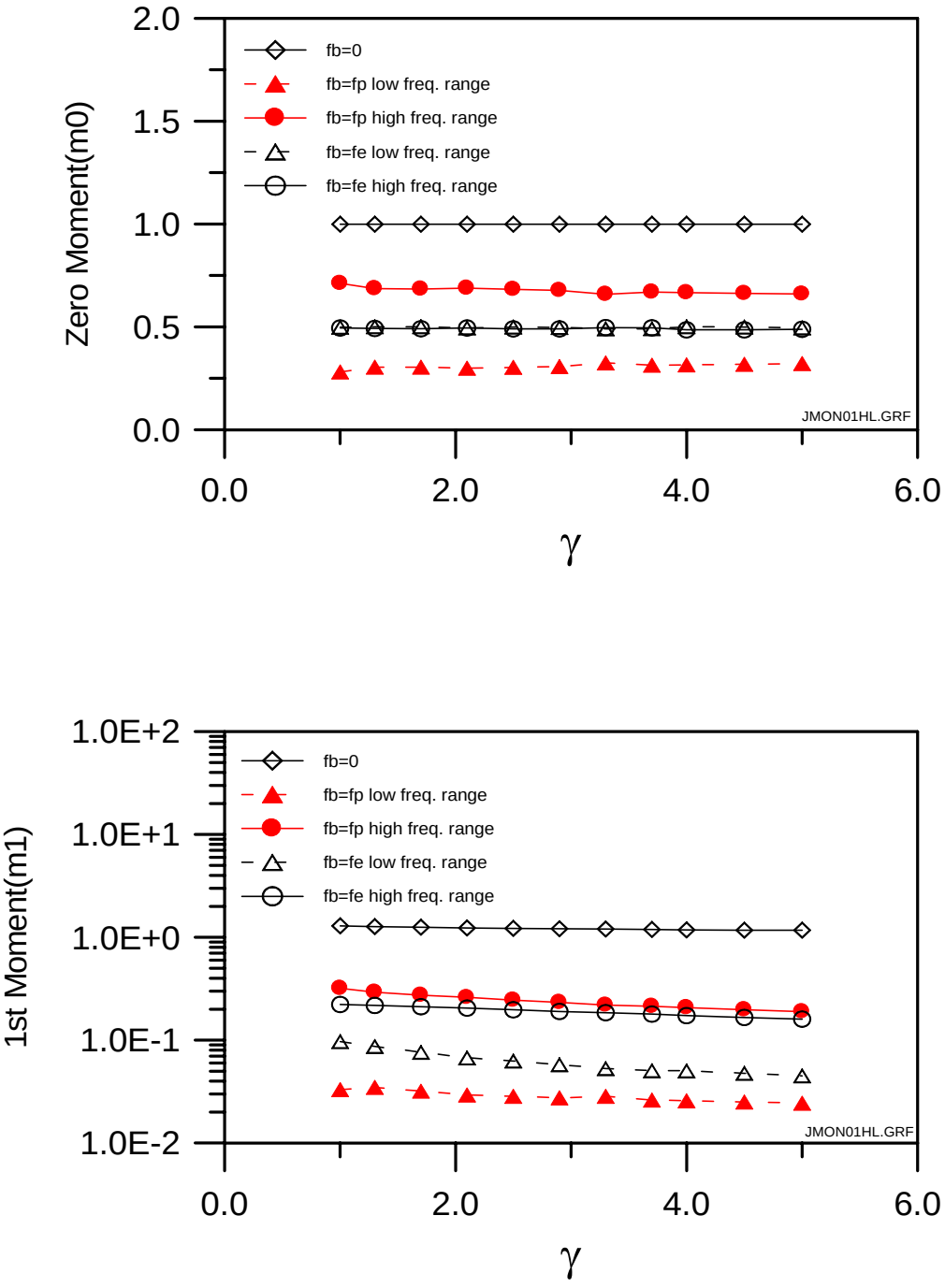
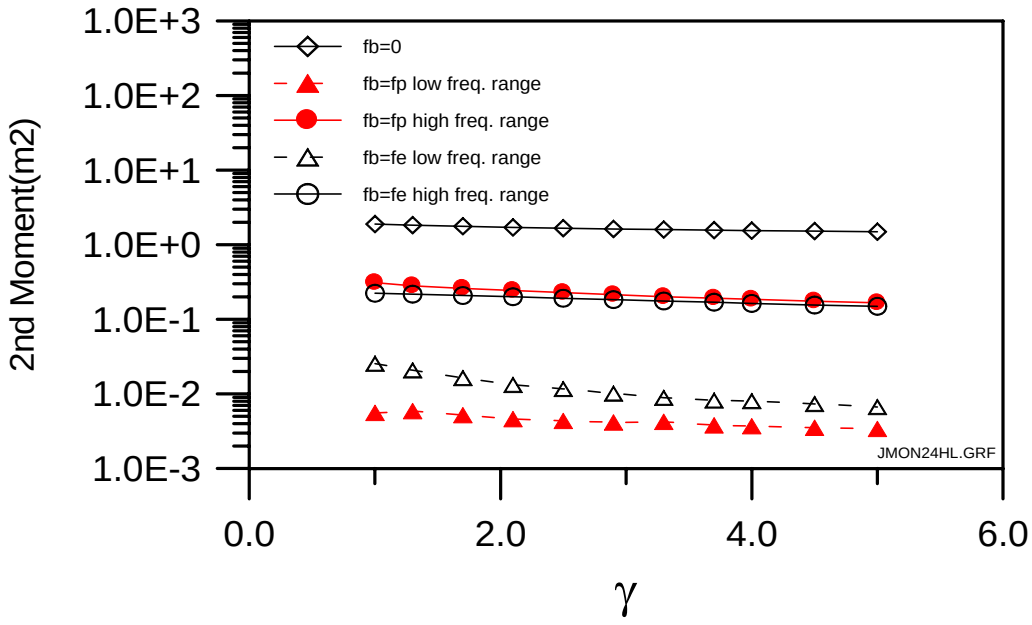


圖 3-5 JONSWAP 波譜高、低頻區之第 0 階及第 1 階動差



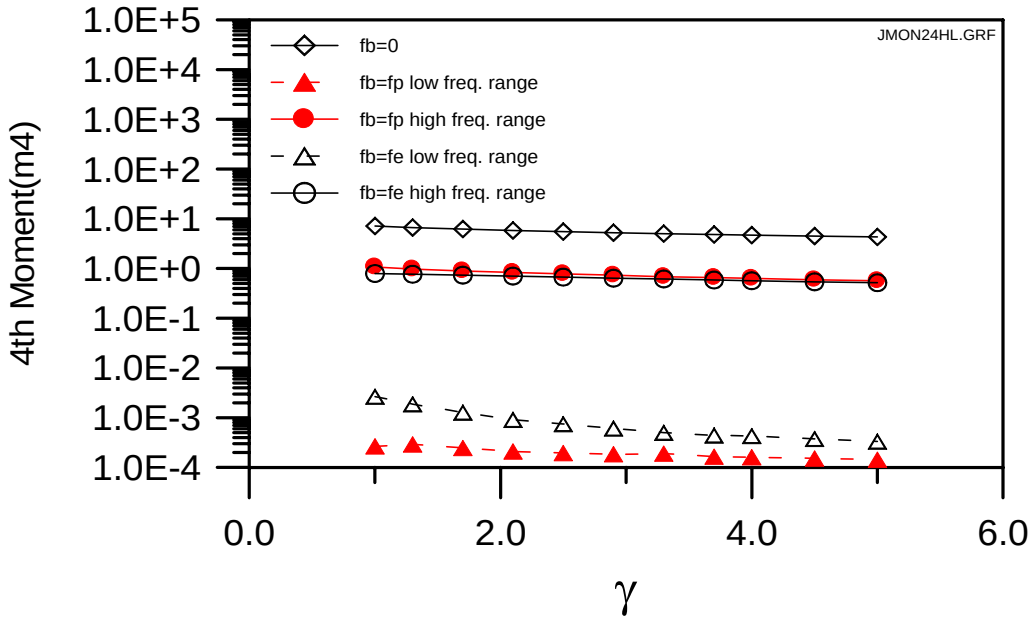


圖 3-6 JONSWAP 波譜高、低頻區之第 2 階及第 4 階動差

由圖 3-5 之上圖可發現第 0 階動差於參考頻率 $f_b=0$ 時最大且其值固定為 1 而不隨形狀參數γ改變，這是因為波譜已經經過正規化（總能量=1）處理。當參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 時之高、低頻區動差值皆較 $f_b=0$ 小，此乃波譜分割成兩區之故，其動差值大致也不隨形狀參數γ改變。此外當 $f_b=F_p$ 時高頻區動差值較低頻區大，此顯示高頻區含有較大能量；而當 $f_b=F_E$ 時高、低頻區動差值相近，此乃因波譜高、低頻區是以等能量分割之故。由圖 3-5 之下圖檢視第 1 階動差於參考頻率 $f_b=0$ 時最大且其值隨形狀參數γ增大由 1.29 些微降至 1.17。當參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 時之高、低頻區動差值皆較 $f_b=0$ 小，這是除了波譜分割成兩區外其動差矩也較小之故。此外動差值隨形狀參數γ增大而逐漸降低，且高頻區動差值皆較低頻區為大。參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 之高頻區動差值較相近，而低頻區動差值有較大差異，且以 $f_b=F_E$ 之動差值較大些，其原因與 F_E 較 F_p 大有關。

由圖 3-6 之上圖可發現第 2 階動差於參考頻率 $f_b=0$ 時最大且其值隨形狀參數γ增大由 1.89 降至 1.5。當參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 時之高、低頻區動差值也皆較 $f_b=0$ 小，且隨形狀參數γ增大而逐漸降低，而高頻區動差值非常接近，同時也皆較低頻區為大。由圖 3-6 之下圖檢視第 4 階動差之變化趨勢發現大致與第 2 階動差結果相似。

上述是有關 JONSWAP 波譜各階高、低頻區動差的分析比較，對於 Pierson-Moskowitz 波譜則由圖 3-7 之上圖可發現，第 0 階動差於參考頻率 $f_b=0$ 時其值固定為 1 且不隨形狀參數 m 改變，其理由同前說明。當參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 時之高、低頻區動差值皆較 $f_b=0$ 小，其中參考頻率 $f_b=F_E$ 其高、低頻區動差約維持定值，大致不隨形狀參數 m 改變。此外當 $f_b=F_p$ 時高頻區動差值較低頻區大，且高頻區動差值隨形狀參數 m 增大而逐漸減小；但低頻區動差值卻隨形狀參數 m 增大而逐漸增大。此顯示高頻區含有較大能量且隨形狀參數 m 增大，高、低頻區能量值愈接近。由圖 3-7 之下圖檢視第 1 階動差，發現於參考頻率 $f_b=0$ 時其值隨形狀參數 m 增大而逐漸減小，且在 m 值愈小時其減小程度愈明顯，但當 m 大於 10 時其值趨於定值。當參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 時之高、

低頻區動差值皆較 f_b=0 小，原因同前。此外動差值隨形狀參數 *m* 增大而逐漸降低，同樣在 *m* 值愈小時其減小程度愈明顯。高頻區動差值皆較低頻區為大，但當 *m* 值愈大時高、低頻區動差值愈接近。相對於 JONSWAP 波譜的分析比較結果，則沒有明顯出現這種情形。其原因為 JONSWAP 波譜及 Pierson-Moskowitz 波譜依參考頻率 $f_b=F_p$ 而言，前者高、低頻區能量的差異沒有隨形狀參數γ增大而改變，但後者之能量差異卻隨 *m* 增大而逐漸減小即高、低頻區能量愈接近。

由圖 3-8 之上圖可發現第 2 階動差於參考頻率 f_b=0 時最大且其值隨形狀參數 *m* 增大而減小，且在 *m* 值愈小時其減小程度愈明顯，但當 *m* 大於 10 時其值趨於定值，其情況與第 1 階動差相似。當參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 時之高、低頻區動差值也皆較 f_b=0 小，且隨形狀參數 *m* 增大而逐漸降低，尤其是在小 *m* 值時的高頻區動差最明顯。而 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 的高頻區動差值非常接近，同時也皆較低頻區為大，但當 *m* 值愈大高、低頻區動差值的差異愈小。由圖 3-8 之下圖檢視第 4 階動差之變化趨勢發現大致與第 2 階動差結果相似，不過在小 *m* 值時的高頻區動差減小程度更明顯。值得注意的是 Pierson-Moskowitz 波譜在小 *m* 值時的高頻區動差明顯隨 *m* 值增大而減小的情況，相對應在 JONSWAP 波譜並沒有在小γ值時出現。

以上係針對不同的參考頻率計算所得之高、低頻區各階動差進行分析比較。但依（2-6）或（2-7）式計算波譜形狀參數時並沒有高、低動差之分。因此本文將各階頻譜動差重新定義如下：

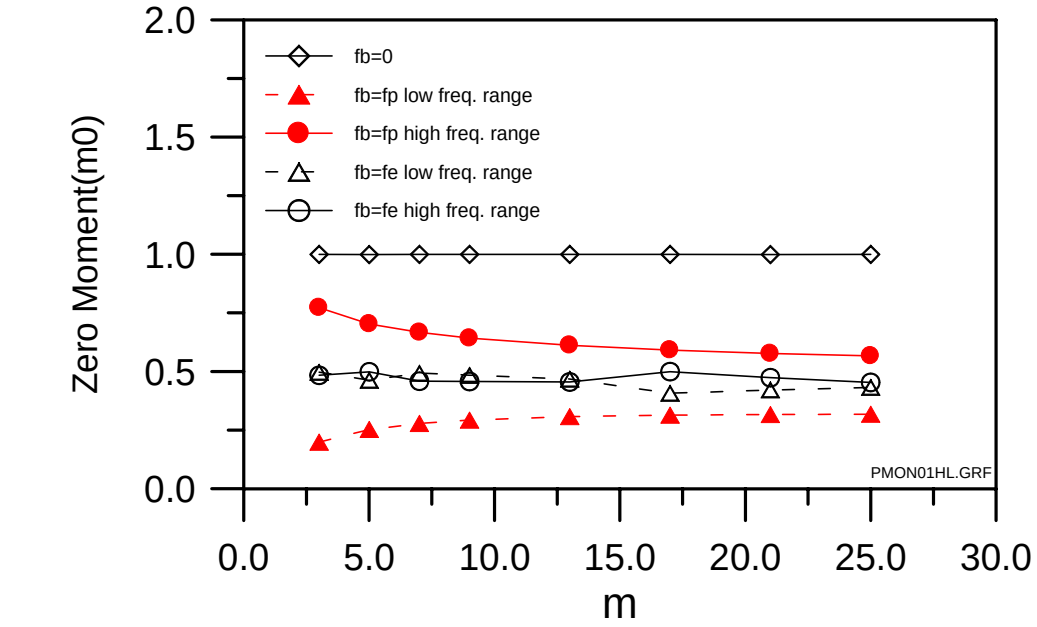
$$m_0=m_{0H}+m_{0L} \tag{3-5}$$

$$m_1=(m_{1H}*m_{1L})^{1/2} \tag{3-6}$$

$$m_2=(m_{2H}*m_{2L})^{1/2} \tag{3-7}$$

$$m_4=(m_{4H}*m_{4L})^{1/2} \tag{3-8}$$

其中 m_{nH} 及 m_{nL}(n=0,1,2,4)分別為以 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 計算所得之高、低頻區各階動差。



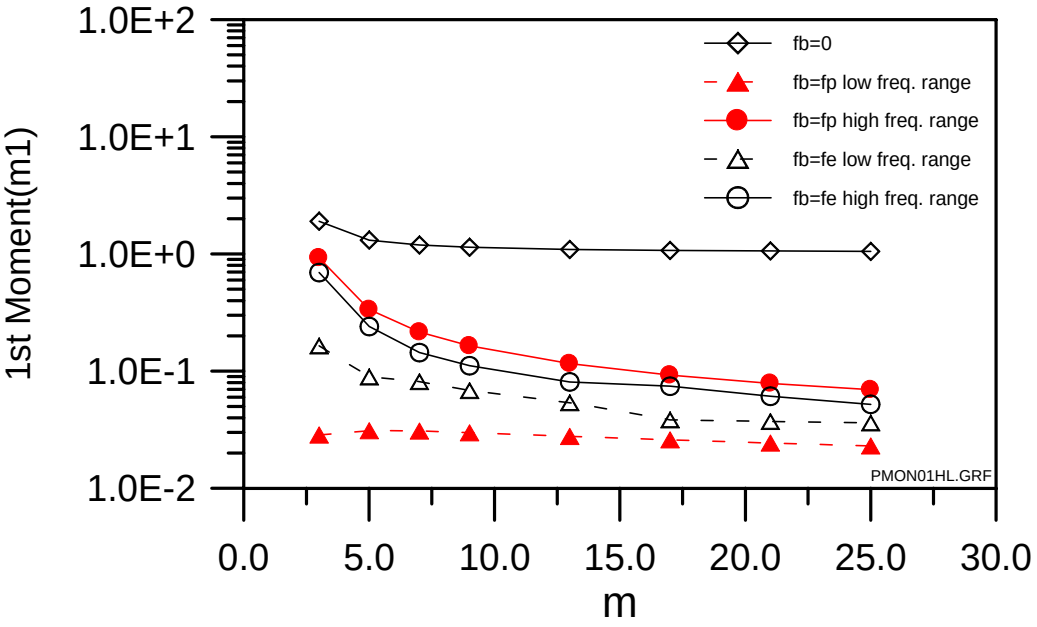
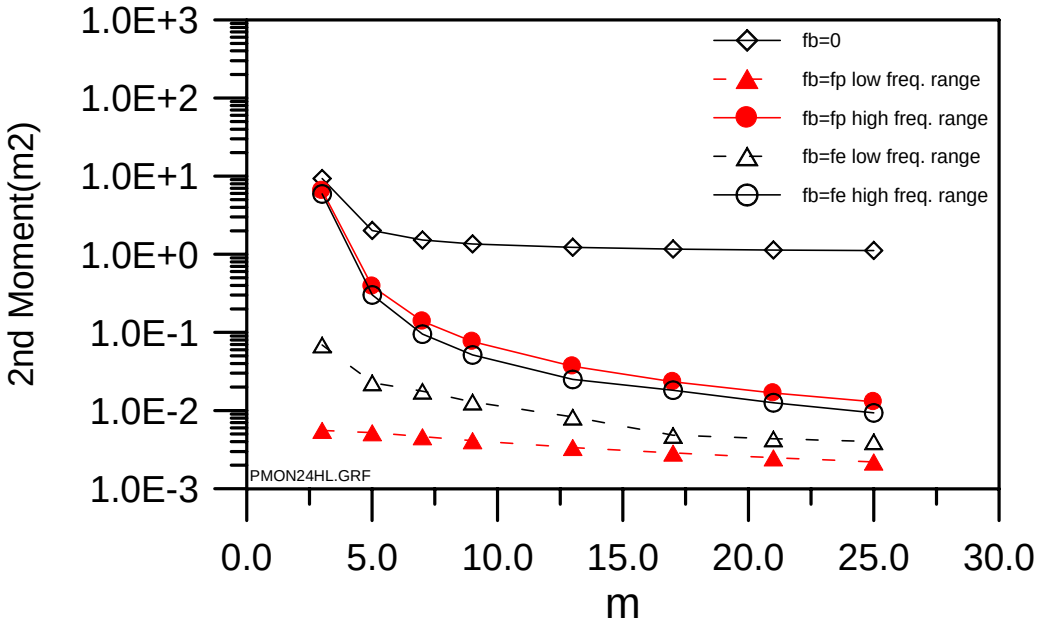


圖 3-7 Pierson-Moskowitz 波譜高、低頻區之第 0 階及第 1 階動差



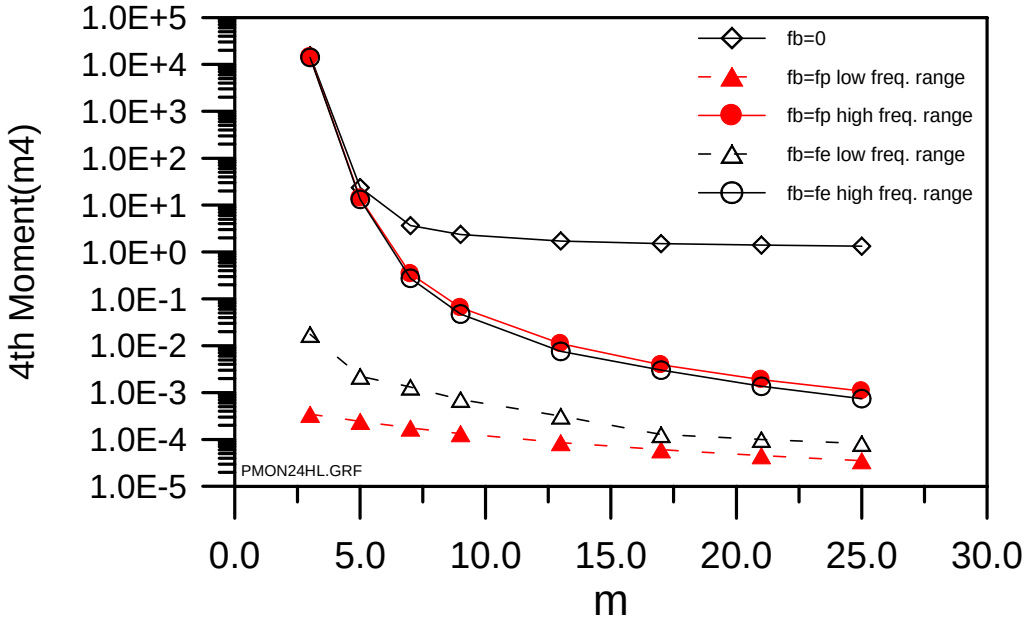


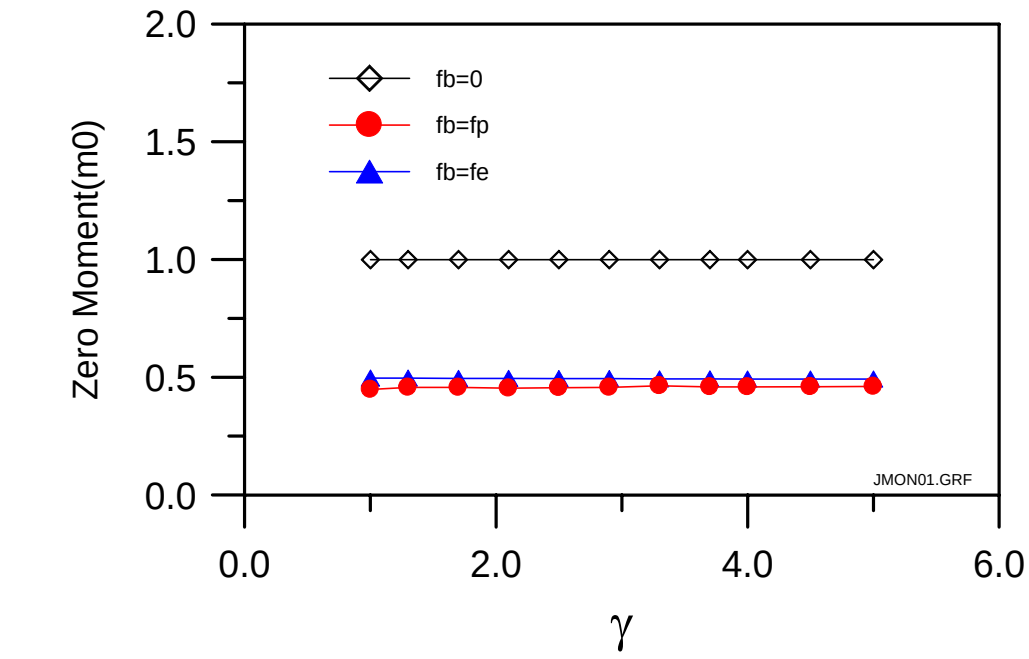
圖 3-8 Pierson-Moskowitz 波譜高、低頻區之第 2 階及第 4 階動差

重新定義之各階動差於不同參考頻率，隨波譜形狀參數之變化情形如以下各圖。圖 3-9 及圖 3-10 為 JONSWAP 波譜之各階動差隨波譜形狀參數γ的變化情形。圖 3-11 及圖 3-12 則為 Pierson-Moskowitz 波譜的結果。

圖 3-9 上圖顯示 JONSWAP 波譜第 0 階動差（相當於波浪總能量）於參考頻率 $f_b=0$ 時最大且其值為 1 大約為參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 時動差值約 0.5 的 2 倍，其中 $f_b=F_E$ 的動差值較 $f_b=F_p$ 稍大些。無論參考頻率為何，動差值大致不隨形狀參數γ改變。圖 3-9 下圖顯示第 1 階動差於參考頻率 $f_b=0$ 時最大且其值大約為參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 時動差值的 10 倍，其中 $f_b=F_E$ 的動差值仍較 $f_b=F_p$ 稍大些，不過 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 的動差值隨形狀參數γ增大而有逐漸減小的趨勢，但 $f_b=0$ 則不明顯。圖 3-10 上、下圖分別為第 2 階及第 4 階動差之結果，圖中顯示動差值之變化趨勢與第 1 階相似，同樣 $f_b=0$ 的動差值比 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 大且隨階數愈高而愈大。

圖 3-11 上圖顯示 Pierson-Moskowit 波譜第 0 階動差於參考頻率 $f_b=0$ 時最大且其值為 1 大約為參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 時動差值約 0.5 的 2 倍，其中 $f_b=F_E$ 的動差值較 $f_b=F_p$ 稍大些，但當形狀參數 m 愈大兩者愈接近。無論參考頻率為何，動差值大致不隨形狀參數 m 改變。圖 3-11 下圖顯示第 1 階動差於參考頻率 $f_b=0$ 時最大且其值同樣大約為參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 動差值的 10 倍，其中 $f_b=F_E$ 的動差值仍較 $f_b=F_p$ 稍大些，不過 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 的動差值隨形狀參數 m 增大同樣有逐漸減小的趨勢，但隨 m 愈大趨勢愈不明顯，而 $f_b=0$ 相較更不明顯。圖 3-12 上、下圖分別為第 2 階及第 4 階動差之結果，圖中顯示動差值與第 1 階相似為隨形狀參數 m 增大同樣有逐漸減小的趨勢，但隨 m 愈大趨勢愈不明顯。

綜合而言，無論以參考頻率 $f_b=F_p$ 或 $f_b=F_E$ 計算所得之各階波譜動差，隨波譜形狀參數γ或 m 的變化趨勢，基本上與參考頻率 $f_b=0$ 相似，只是趨勢較明顯而已。此外 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 的動差值與 $f_b=0$ 相較皆隨動差階數愈高而愈小。



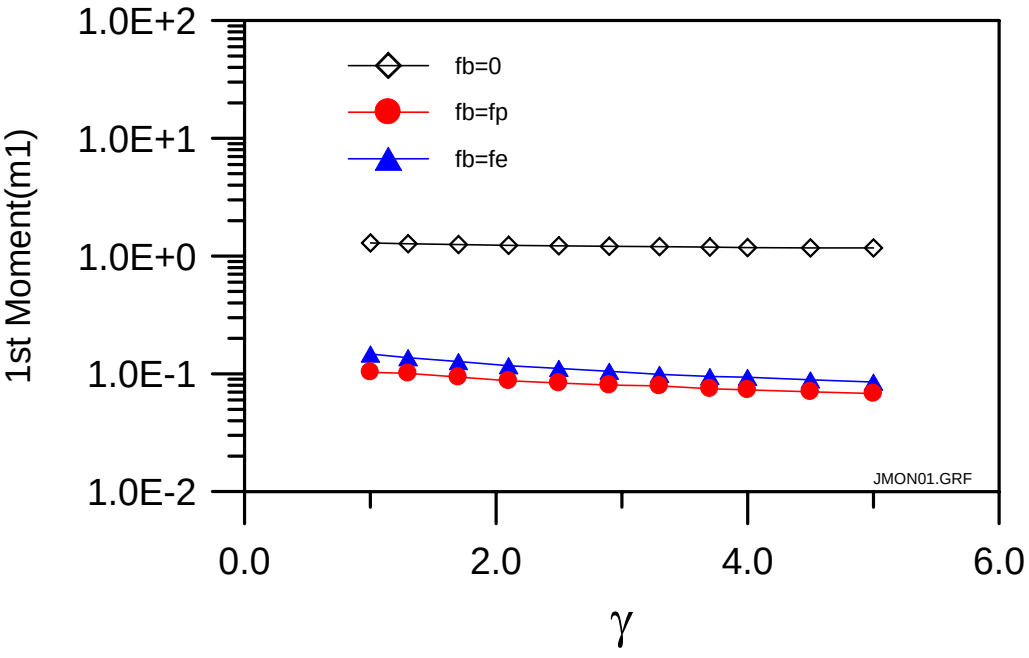
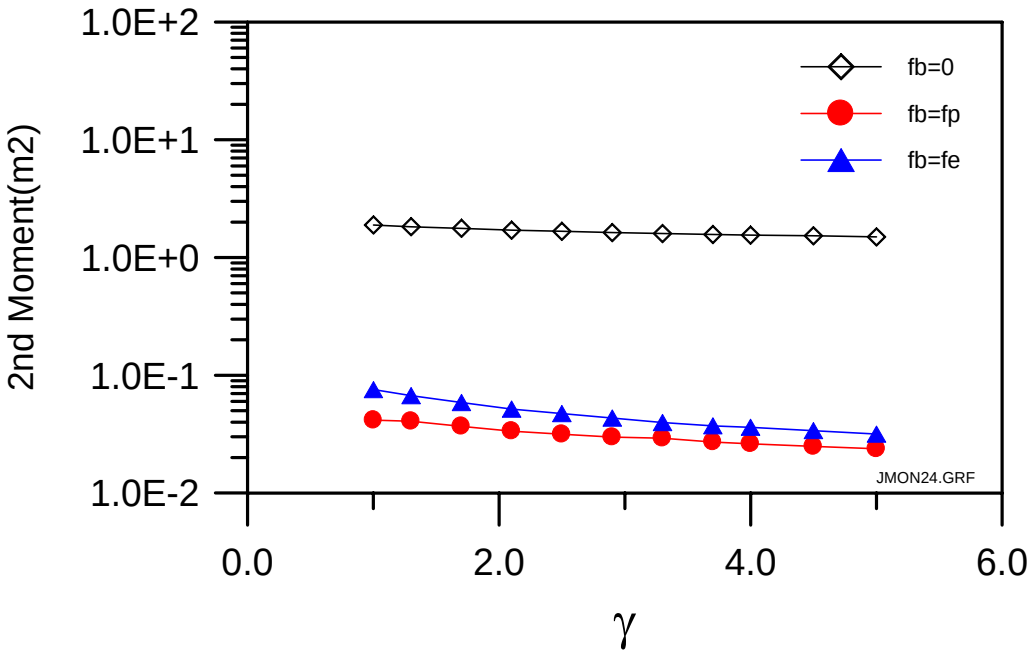


圖 3-9 JONSWAP 波譜不同參考頻率之第 0 階及第 1 階動差



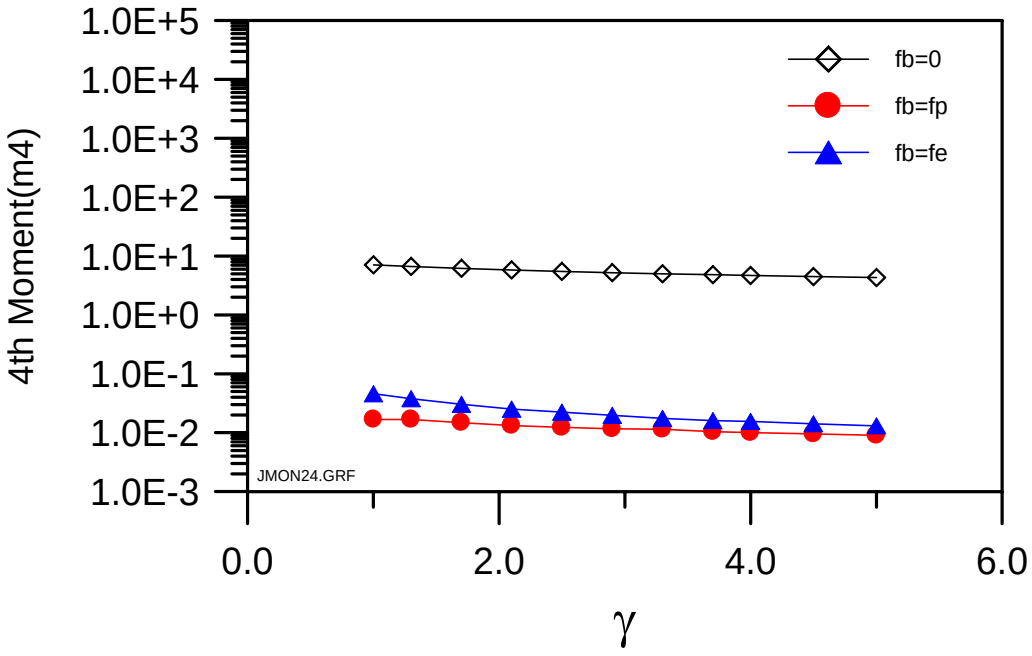


圖 3-10 JONSWAP 波譜不同參考頻率之第 2 階及第 4 階動差

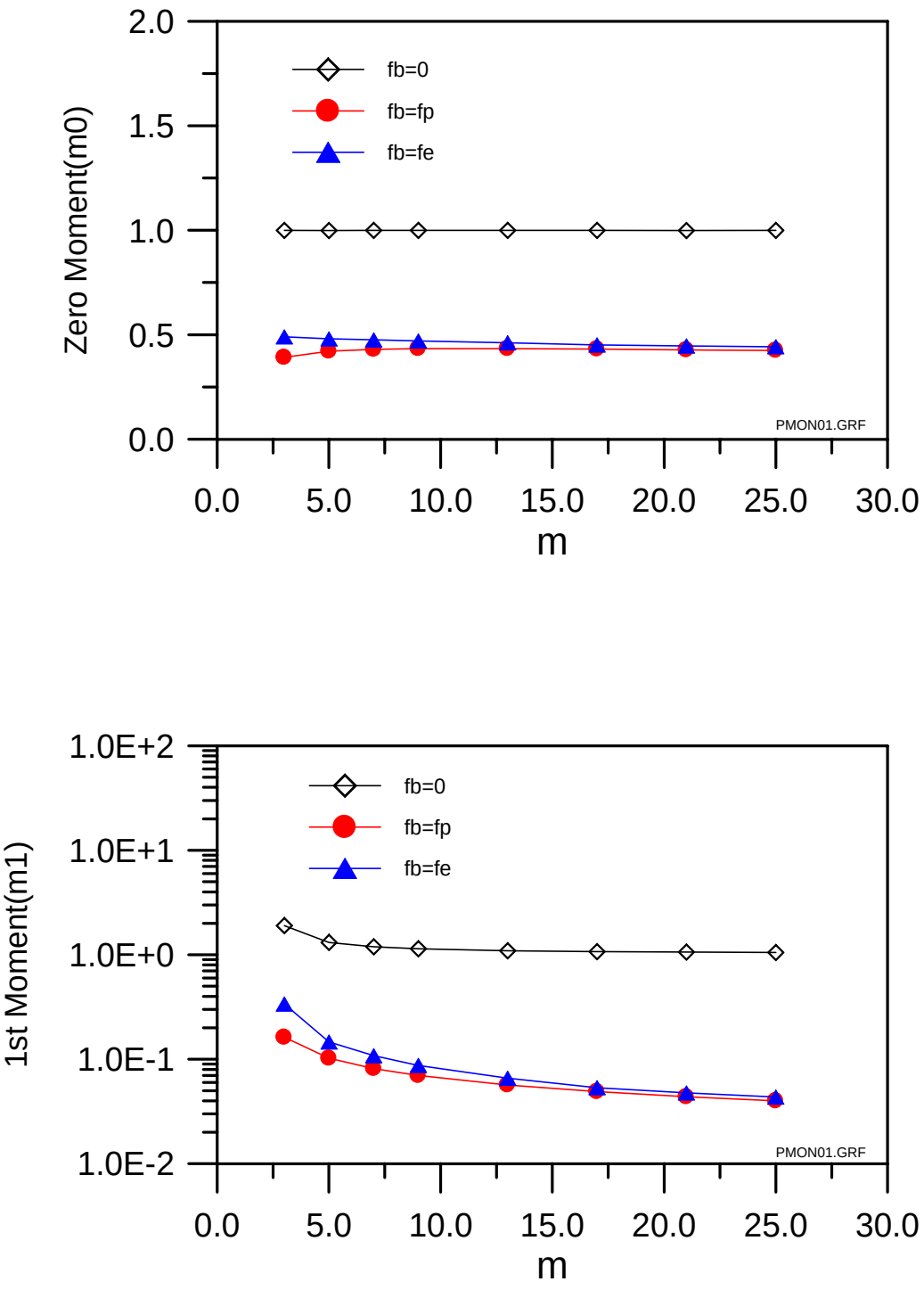


圖 3-11 Pierson-Moskowitz 波譜不同參考頻率之第 0 階及第 1 階動差

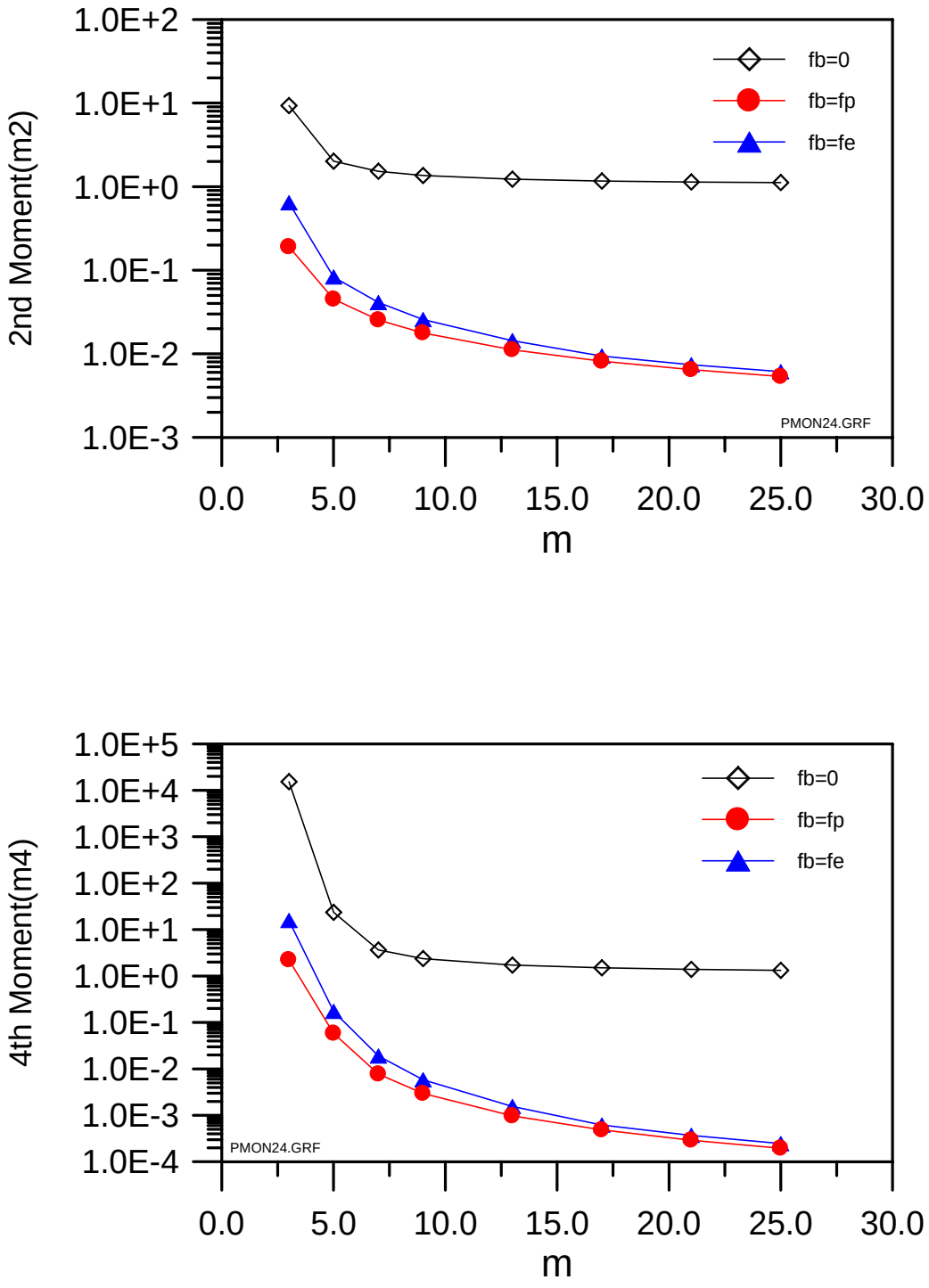


圖 3-12 Pierson-Moskowitz 波譜不同參考頻率之第 2 階及第 4 階動差

3.2 依新動差計算之形狀參數

上節已對不同參考頻率之各階波譜新動差值作分析比較，本節將探討利用新動差值代入（2-6）及（2-7）式以求得新波譜形狀參數寬度參數ε及窄度參數ν。同時（2-5）式 Goda 所提出波譜形狀參數 *QP* 也一併作比較。圖 3-13 及圖 3-14 分別為 JONSWAP 及 Pierson-Moskowitz 波譜之波譜寬度參數ε及窄度參數ν隨波譜參數γ或 *m* 的變化趨勢。

由圖 3-13 上圖發現依參考頻率 f_b=0 計算動差之舊窄度參數ν並沒有明顯隨波譜參數γ增大而增大或減小，而是大約維持一固定值（略有減小趨勢）。此顯示以往的窄度參數未能有效衡量波譜形狀的變化。而依參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 計算動差之新窄度參數ν及 *QP* 值皆隨波譜參數γ增大而增大，此顯示新的窄度參數及 *QP* 皆可以顯現波譜形狀的變化。不過再仔細檢視其數值大小的變化，發現大約是介於 0.8~1.2 左右（*QP* 值則介於 2~4），與波譜參數γ介於 1~5 相較不一致。換言之，無法由新窄度參數ν及 *QP* 值直接替換(2-1)式中之波譜參數γ值。圖 3-13 下圖顯示依參考頻率 f_b=0 計算動差之舊寬度參數ε同樣沒有明顯隨波譜參數γ增大而增大或減小，也是大約維持一固定值（略有減小趨勢）。此顯示以往的寬度參數ε也未能有效衡量波譜形狀的變化。而依參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 計算動差之新寬度參數ε隨波譜參數γ的增大也略有增大趨勢。不過仔細檢視其數值大小的變化，發現大約是介於 0.86~0.92，同樣與波譜參數γ介於 1~5 相較不一致，因此也不適合直接代替（2-1）式中之波譜參數γ值。

對於 Pierson-Moskowitz 波譜的分析情況由圖 3-14 上圖發現依參考頻率 f_b=0 計算動差之舊窄度參數ν隨波譜參數 *m* 的增大而減小並趨近於定值，換言之，其變化趨勢與波譜參數 *m* 不相同。此外也與 JONSWAP 波譜的分析結果明顯不同。而依參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 計算動差之新窄度參數ν也是相同情形。因此無論新、舊窄度參數ν皆無法直接替換（2-4）式中之波譜參數 *m* 值。但是參數 *QP* 值隨波譜參數 *m* 增大而增大，似乎可作為衡量波譜形狀的參數。但其數值僅大約介於 1.2~5.5 與

波譜參數 m 介於 3.0~25.0 相較不一致，因此也不適合直接代替（2-4）式中之波譜參數 m 值。圖 3-14 下圖顯示依參考頻率 $f_b=0$ 計算動差之舊寬度參數 ε 及依參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 計算動差之新寬度參數 ε，皆隨波譜參數 m 增大而減小並趨近於定值，同樣也與 JONSWAP 波譜的分析結果明顯不同。仔細檢視舊寬度參數 ε 數值大約是介於 0.24~1.0；而新寬度參數 ε 則是介於 0.65~0.98，與波譜參數 m 介於 3.0~25.0 相較明顯有差異，因此無論新、舊寬度參數 ε 也都無法直接替換（2-4）式中之波譜參數 m 值。

綜合而言，在 JONSWAP 波譜的情況，新、舊窄度參數 ν 及寬度參數 ε，依其數值分佈範圍及隨波譜參數 γ 之變化趨勢檢視，皆不適合直接代替（2-1）式中之波譜參數 γ 值。對於 Pierson-Moskowitz 波譜的情況，無論新、舊窄度參數 ν 及寬度參數 ε，同樣也皆無法直接替換（2-4）式中之波譜參數 m 值。值得注意的是新窄度參數 ν 及新寬度參數 ε 隨波譜參數 m 的變化趨勢與隨波譜參數 γ 完全不同，此表示新參數對於波譜形狀的衡量在不同波譜的情況無法獲得一致性的結果。因此以不同參考頻率計算動差而求得之新窄度參數 ν 及新寬度參數 ε 仍無法直接取代波譜參數 γ 及 m。

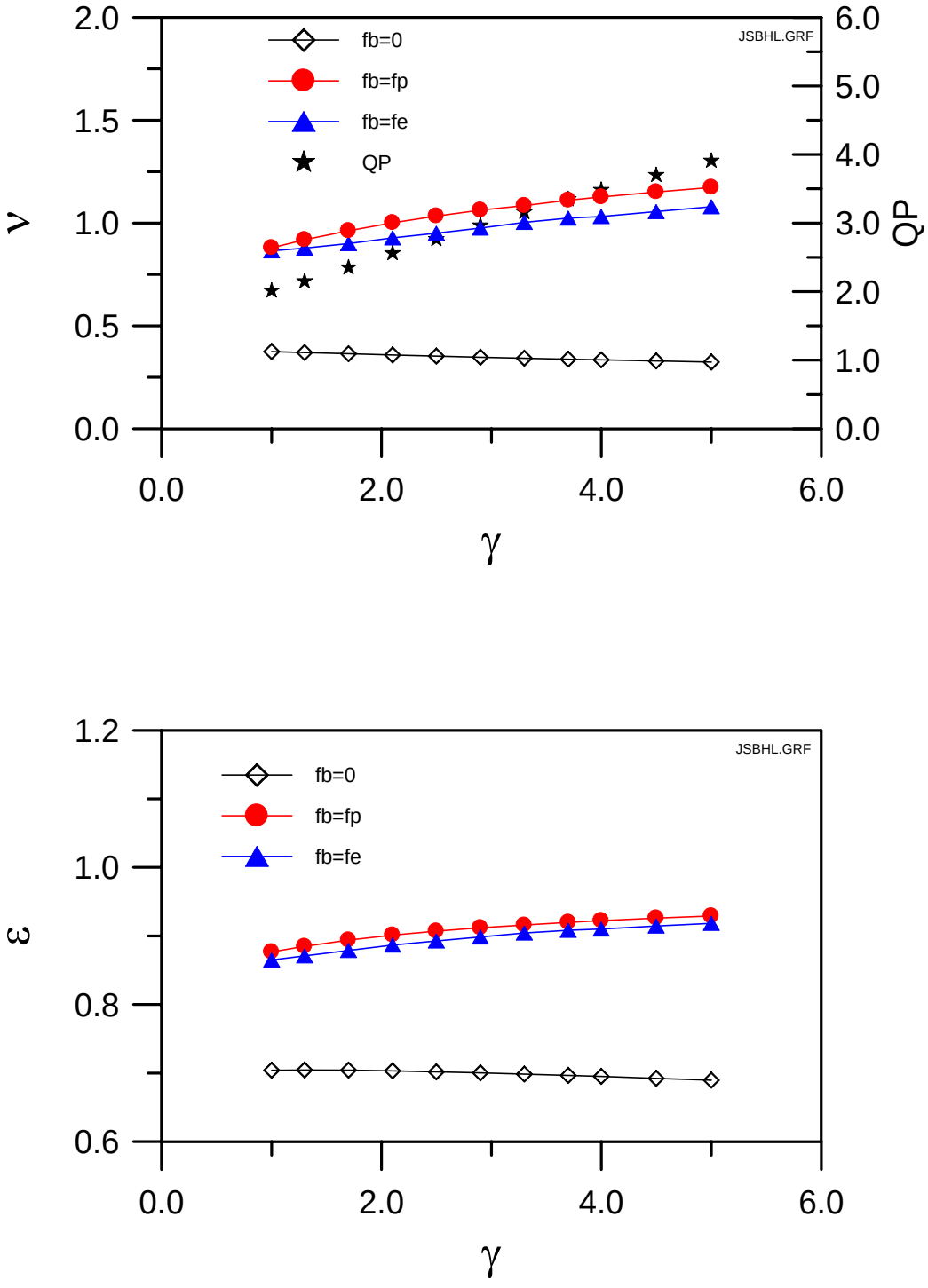


圖 3-13 窄度參數ν及寬度參數ε隨波譜參數γ之變化

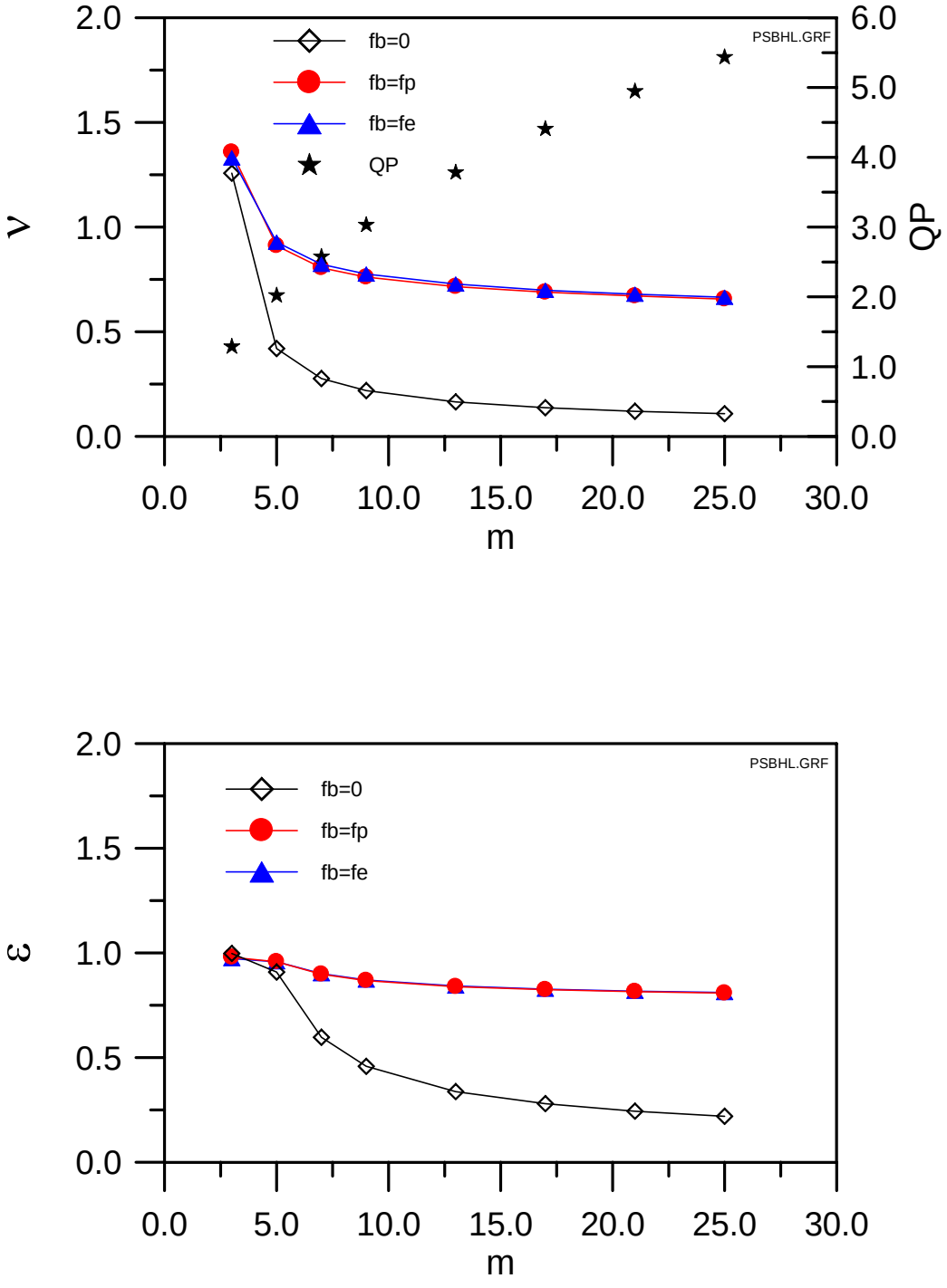


圖 3-14 窄度參數ν及寬度參數ε隨波譜參數 m 之變化

上述係依新動差計算方式求得各階動差後，代入原波譜形狀參數計算式（2-6）窄度參數ν及（2-7）寬度參數ε，並檢討其是否能反應出波譜形狀的變化？經由前述的分析比較發現其結果並不理想。基於原波譜形狀參數是波譜動差之無因次組合，因此本文嘗試以其他新的動差無因次組合，來探討新波譜形狀參數的可行性。

圖 3-15~圖 3-18 為各新動差無因次參數隨波譜參數γ及 m 之變化情形。圖 3-15 上圖為 m_0m_3/m_1m_2 新動差無因次參數隨波譜參數γ之變化。由圖中發現該參數值隨γ之增大而增大，檢視參數值之分部範圍大約介於 2.3~3.7，與波譜參數γ介於 1~5 相較不一致。因此，雖然該參數的變化趨勢與波譜參數γ一致，但因數值大小不相吻合，故不能直接當作波譜形狀參數，必須再作修正。圖 3-15 下圖為 m_0m_3/m_1m_2 隨波譜參數 m 之變化。圖中顯示該參數值隨 m 之增大由 6.8 逐漸減小並趨於約 2.0 之定值，此不僅變化趨勢不一致；數值大小也不相符，故也不能直接當作波譜形狀參數。更值得注意的是無因次參數 m_0m_3/m_1m_2 隨 JONSWAP 波譜參數γ與隨 Pierson-Moskowitz 波譜參數 m 之變化並不一致，此顯示該參數對於波譜形狀的衡量存有不確定性。因此，無因次參數 m_0m_3/m_1m_2 無法當作波譜形狀參數。

圖 3-16 上圖為 m_2m_2/m_1m_3 無因次參數隨波譜參數γ之變化。由圖中發現該參數值隨γ之增大而減小，參數值之分部範圍大約介於 0.65~0.72。由數值變化趨勢及分佈範圍檢視，本參數不能直接當作波譜形狀參數，必須再作修正。圖 3-16 上圖為 m_2m_2/m_1m_3 無因次參數隨波譜參數 m 之變化。圖中顯示該參數值隨 m 之增大由 0.42 逐漸增大並趨於約 0.78 之定值。與上圖相較其變化趨勢也不一致，因此同樣也有波譜形狀衡量的不確定性問題。所以 m_2m_2/m_1m_3 也無法當作波譜形狀參數。圖 3-17 及圖 3-18 分別為 m_2m_3/m_1m_4 及 m_3m_3/m_2m_4 無因次參數隨不同波譜參數之變化情形。檢視這些參數值之分佈範圍及隨波譜參數變化趨勢，發現也是有波譜形狀衡量的不確定性問題。尤其在 Pierson-Moskowitz 波譜情況下，參數值隨波譜參數 m 之變化出現不穩定情形，所以 m_2m_3/m_1m_4 及 m_3m_3/m_2m_4 也無法當作波譜形狀參數。

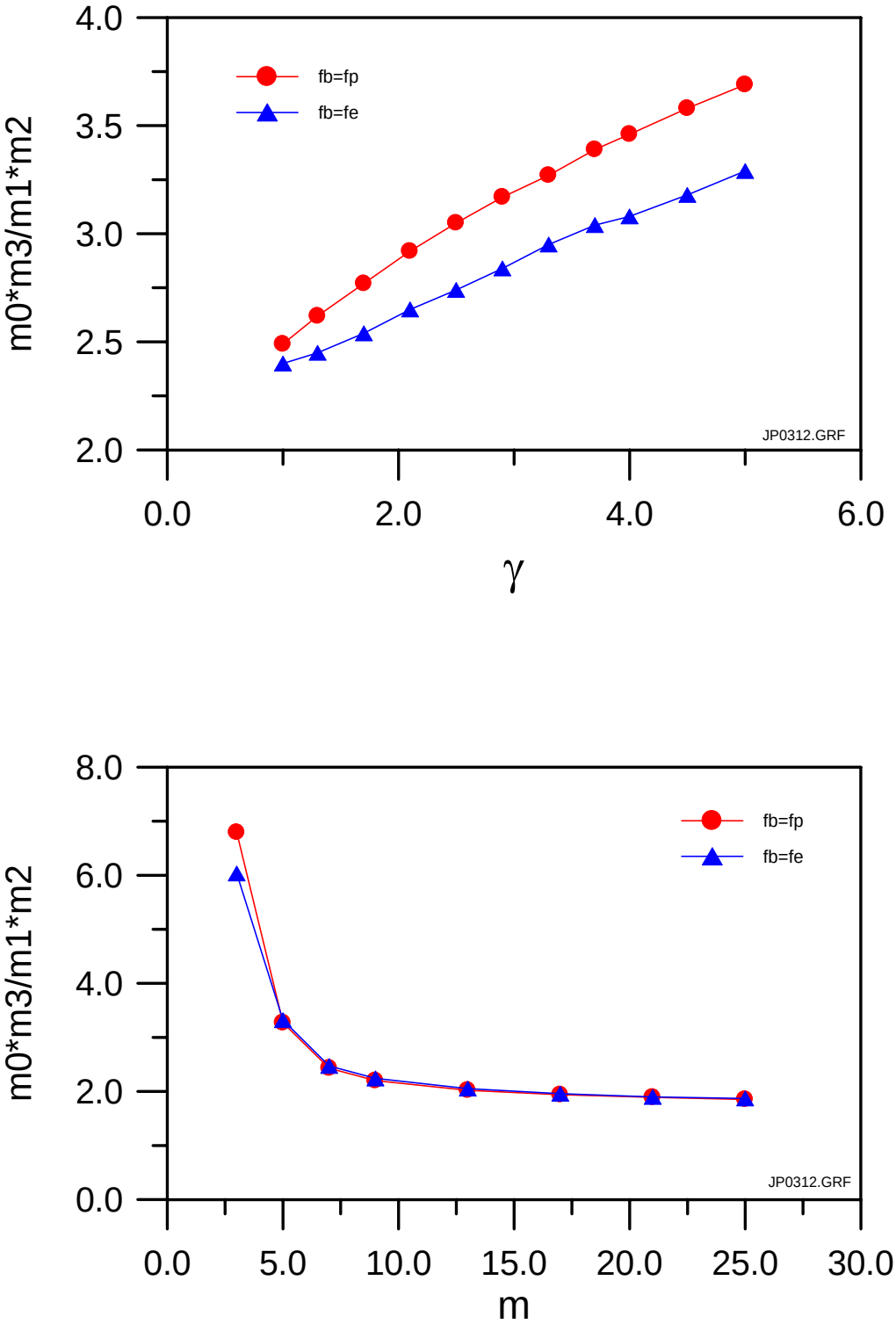
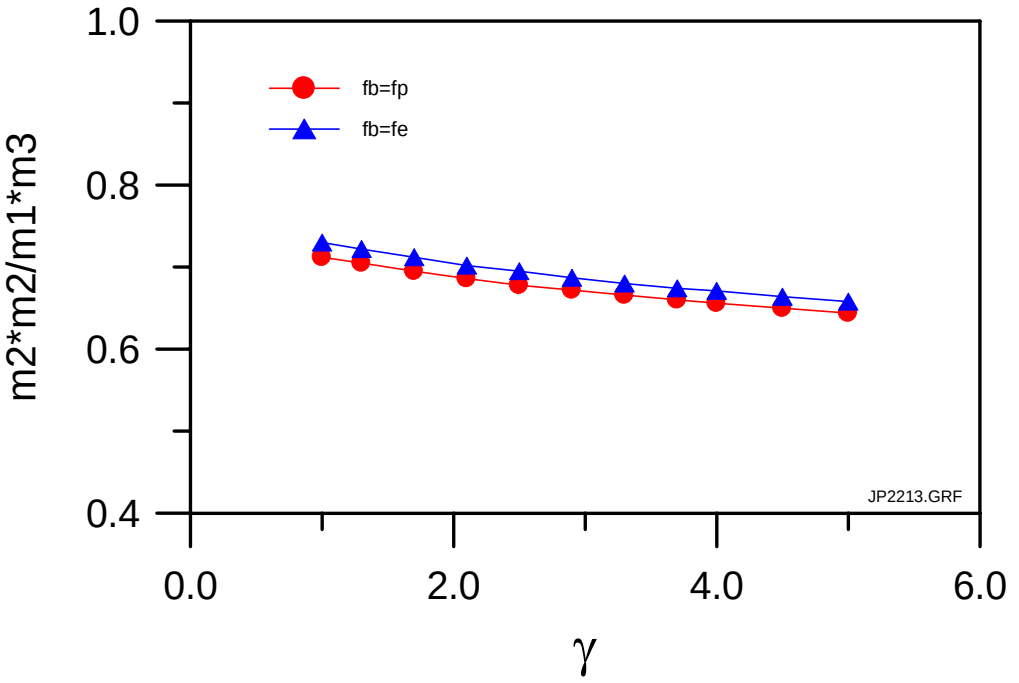


圖 3-15 動差無因次參數 m_0m_3/m_1m_2 隨波譜參數 γ 及 m 之變化



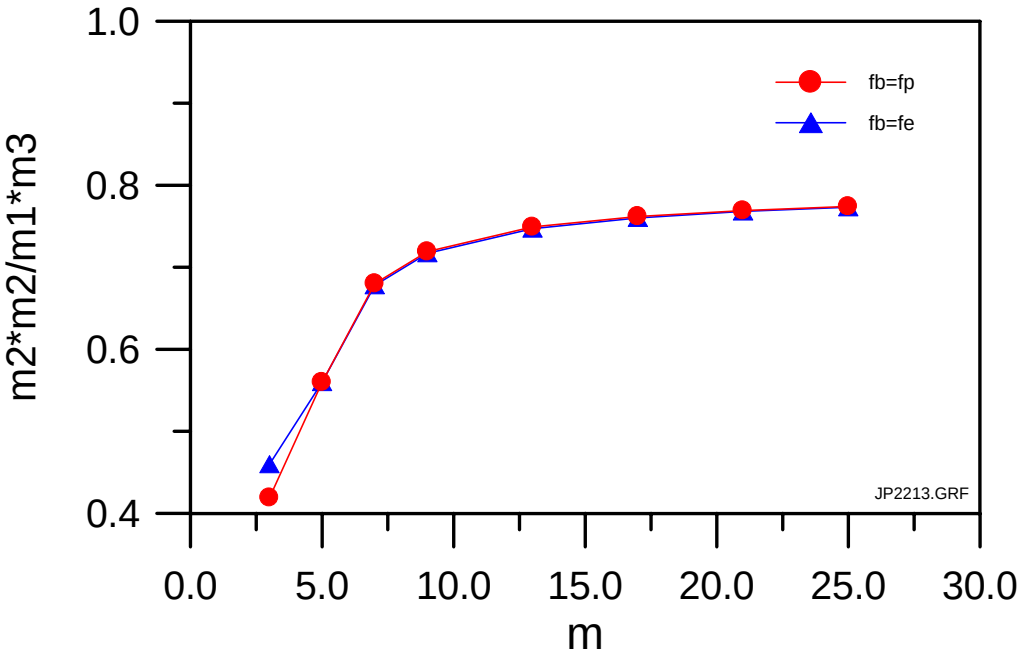
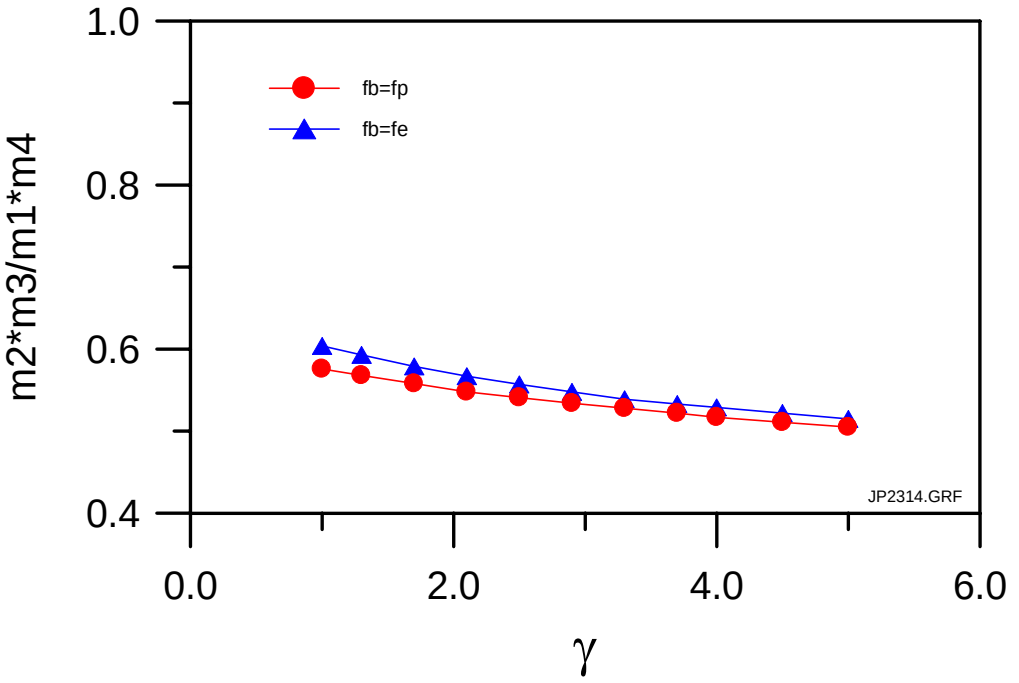


圖 3-16 動差無因次參數 m_2m_2/m_1m_3 隨波譜參數 γ 及 m 之變化



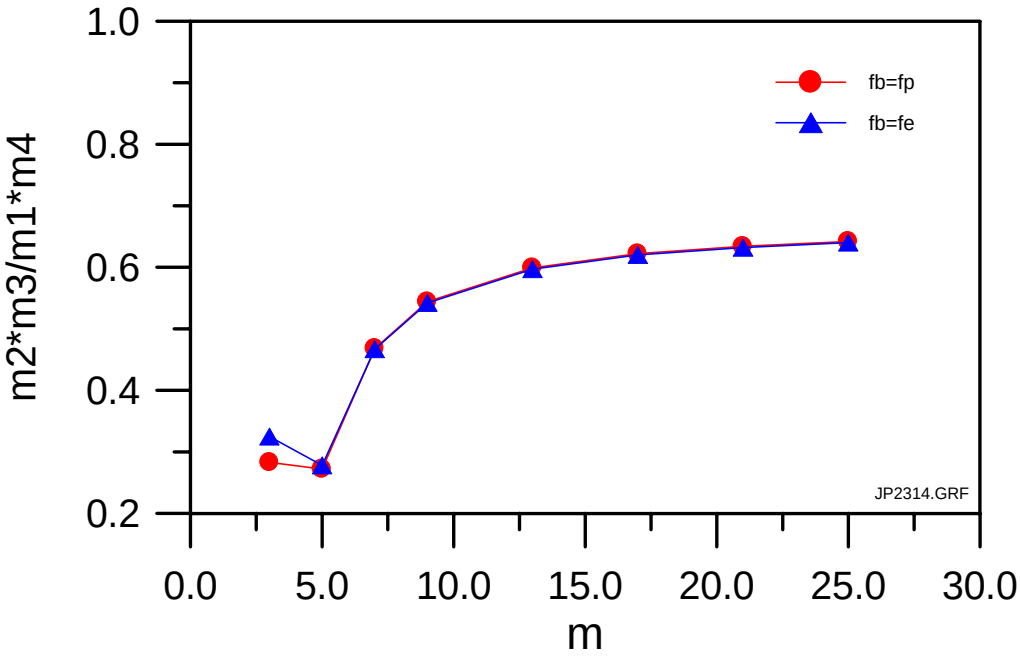
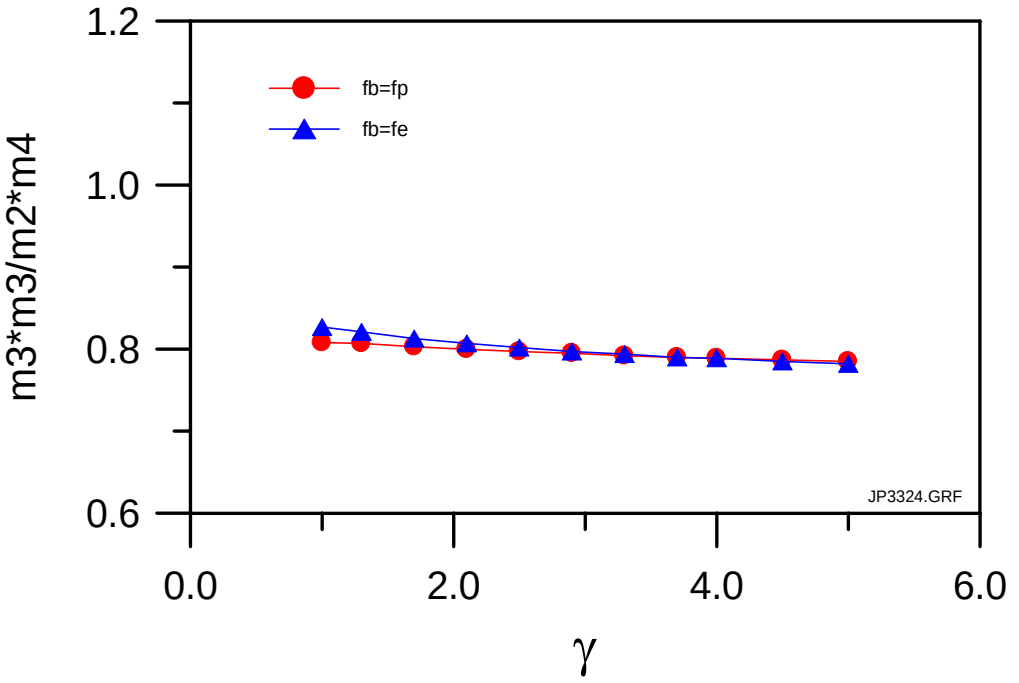


圖 3-17 動差無因次參數 m_2m_3/m_1m_4 隨波譜參數 γ 及 m 之變化



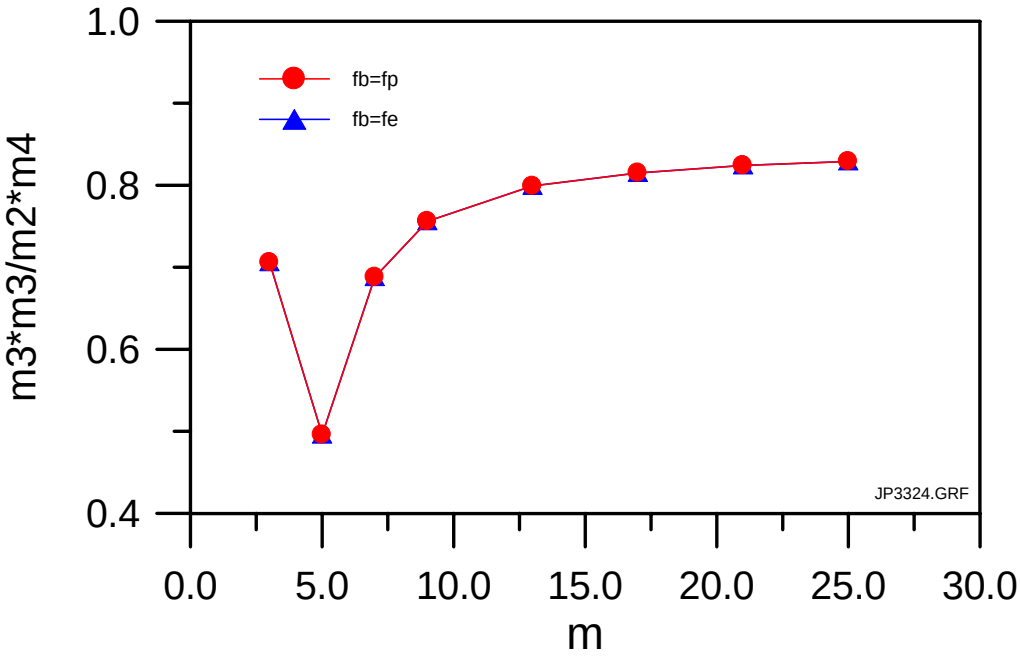


圖 3-18 動差無因次參數 m_3m_3/m_2m_4 隨波譜參數 γ 及 m 之變化

3.3 依主頻區能量定義之形狀參數

由以上分析結果顯示，不僅原波譜寬度及窄度參數，本文由改變參考頻率之新動差所得之新波譜寬度及窄度參數，或者由動差無因次新組合參數，都無法確切反應出波譜形狀的變化。換言之，這些參數無法直接取代（2-1）式波譜參數γ及（2-4）式波譜參數 m。因此本節將由主頻區能量定義新的波譜形狀參數。

依圖 3-3 所示主頻區範圍，檢視圖 2-1 及圖 2-2 波譜形狀隨波譜參數γ或 m 而改變的情形，發現當波譜參數值愈大，主頻區頻率範圍愈小，能量密度最大值愈大；反之波譜參數值愈小，主頻區頻率範圍愈大，能量密度最大值愈小。由於主頻區頻率範圍屬頻率軸上的變化，而能量密度最大值則屬能量軸上的變化，因此本文定義兩個新無因次參數如下：

$$S=S(f_p)/S_c \tag{3-9}$$

$S(f_p)$：主頻率之能量密度

S_c：主頻區之能量基準(如圖 3-3 所示)

$$B=(f_{max}-f_{min})/(f_H-f_L) \tag{3-10}$$

f_{max}：頻率軸之最大值

f_{min}：頻率軸之最小值

f_H：主頻區頻率最大值

f_L：主頻區頻率最小值

基本上無因次參數 S 與波譜形狀之尖銳程度有關，因為當主頻區能量密度值在某一基準之上時，隨波譜形狀參數γ或 m 愈大 $S(f_p)$值也愈大，而參數 S 也愈大，故可視為波譜尖度參數。主頻區之能量基準 S_c 係以主頻區能量總和佔全部頻區總能量之百分比而定，在本文設定為 40%、50%、55%、60%、65%、75%及 85%等 7 種百分比。

無因次參數 B 則與波譜形狀之寬度程度有關，因為當主頻區能量密度值在某一基準之上時，隨波譜形狀參數γ或 m 愈大，主頻區頻率範圍愈小即 f_H-f_L 值愈小，因而參數 B 愈大，故可視為波譜寬度參數。

為了方便與已知的波譜形狀參數γ或 m 作比較，本文將上述兩種無因次參數結合為一新無因次參數如下：

$$SB=S*B \tag{3-11}$$

SB 參數在不同能量基準下，隨波譜形狀參數γ增大的變化情形如圖 3-19~圖 3-22；而隨波譜形狀參數 m 增大的變化情形則如圖 3-23~圖 3-26 中之虛菱形圖記。圖中顯示 SB 參數雖然隨參數γ增大而增大，但其數值明顯較參數γ數值小很多，且γ參數值愈大其差異愈大，因此不能直接作為波譜形狀參數，必須再作修正。SB 參數雖然也隨參數 m 增大而增大，但其數值仍較參數 m 數值為小，尤其當 m 參數值愈大其差異愈大，因此同樣不能直接作為波譜形狀參數，也必須再作修正。

由於上述之 SB 參數不能直接作為波譜形狀參數，因此本文將其作如下之修正：

$$SB=a*(S*B)^b \tag{3-12}$$

式中 a、b 為代定係數，可將（3-12）式改寫為（3-13）式，再利用最小二乘法求得。

$$\log(SB)=\log(a)+b\log(S*B) \tag{3-13}$$

依（3-13）式所求得之新 SB 參數在不同能量基準下，隨波譜形狀參數的變化情形，如圖 3-19~圖 3-26 中之實圓形圖記。圖中顯示修正後之新 SB 參數值非常接近波譜形狀參數γ或 m 之數值，因此新 SB 參數可以直接作為波譜形狀參數。換言之，若有一實測正規化波譜，經由上述計算過程求得新 SB 參數值代入（2-1）式或（2-4）式，即可得該波譜對應之正規化 JONSWAP 波譜或 Pierson-Moskowitz 波譜，而完成波譜擬合過程。

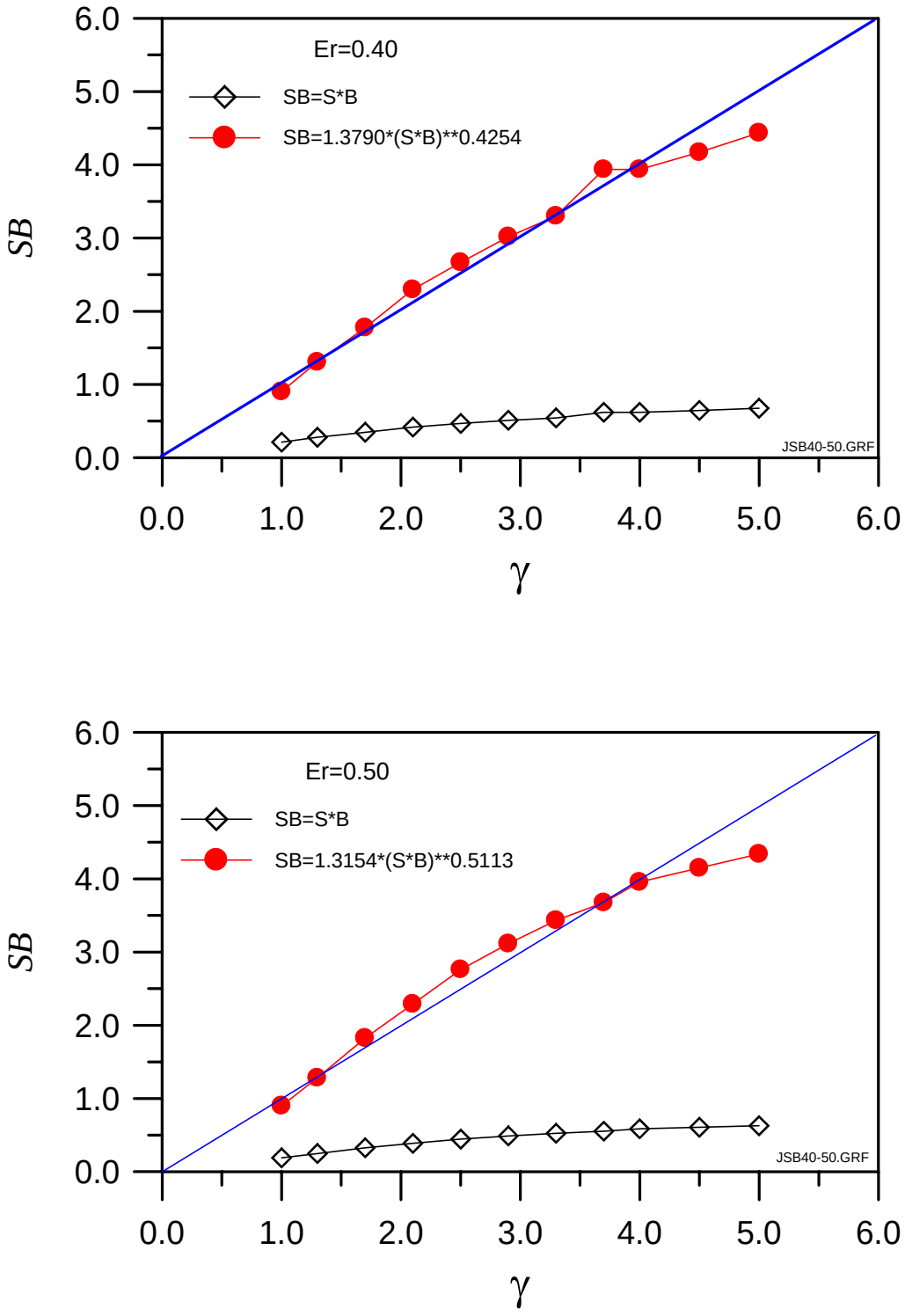
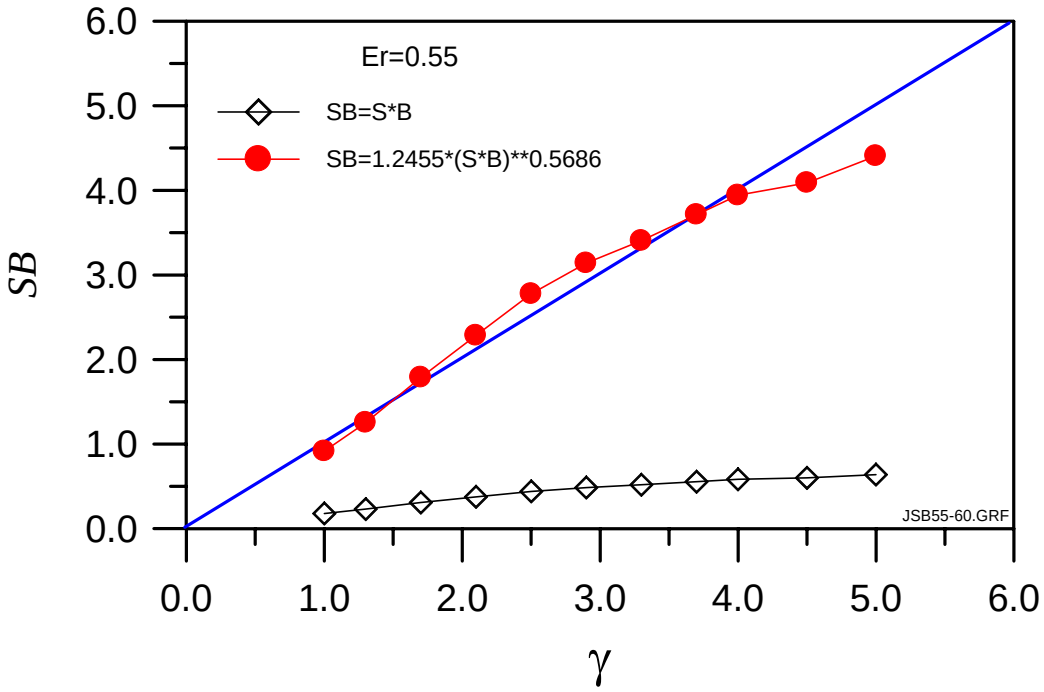


圖 3-19 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數γ之變化

（能量百分比上圖：40%；下圖：50%）



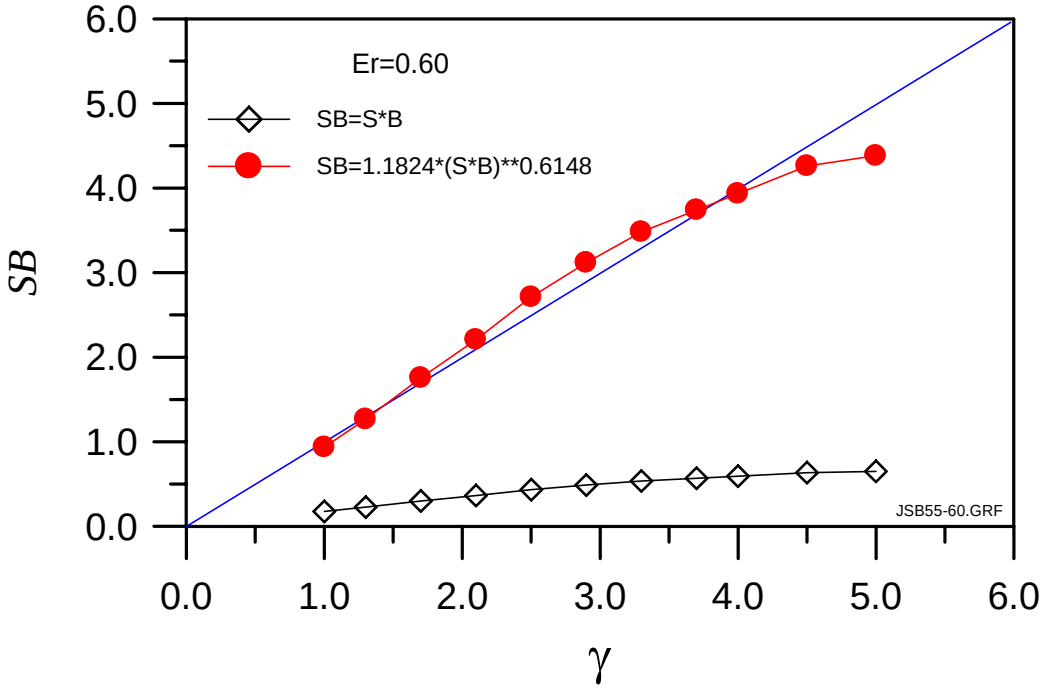


圖 3-20 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數γ之變化

（能量百分比上圖：55%；下圖：60%）

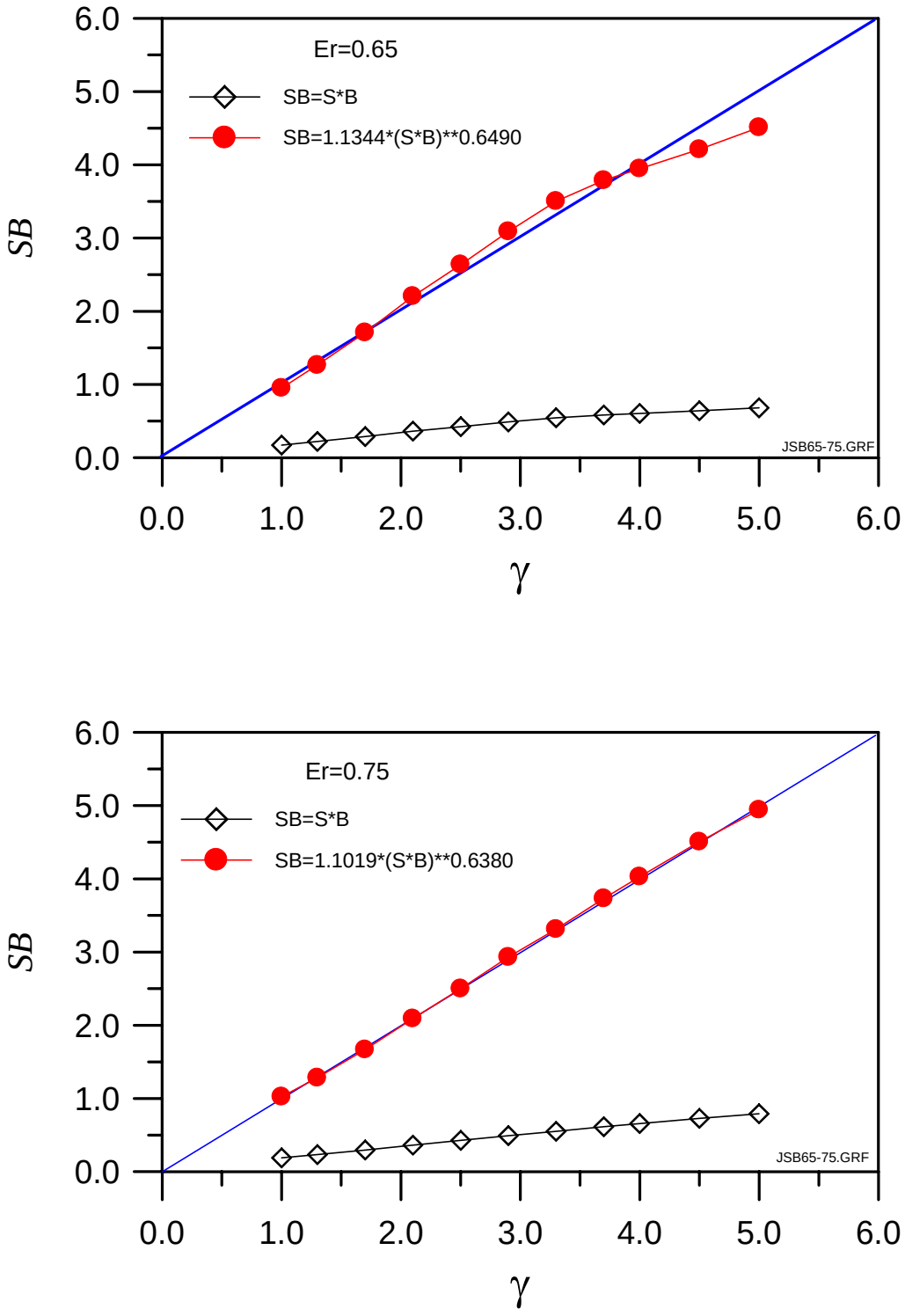


圖 3-21 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數γ之變化

（能量百分比上圖：65%；下圖：75%）

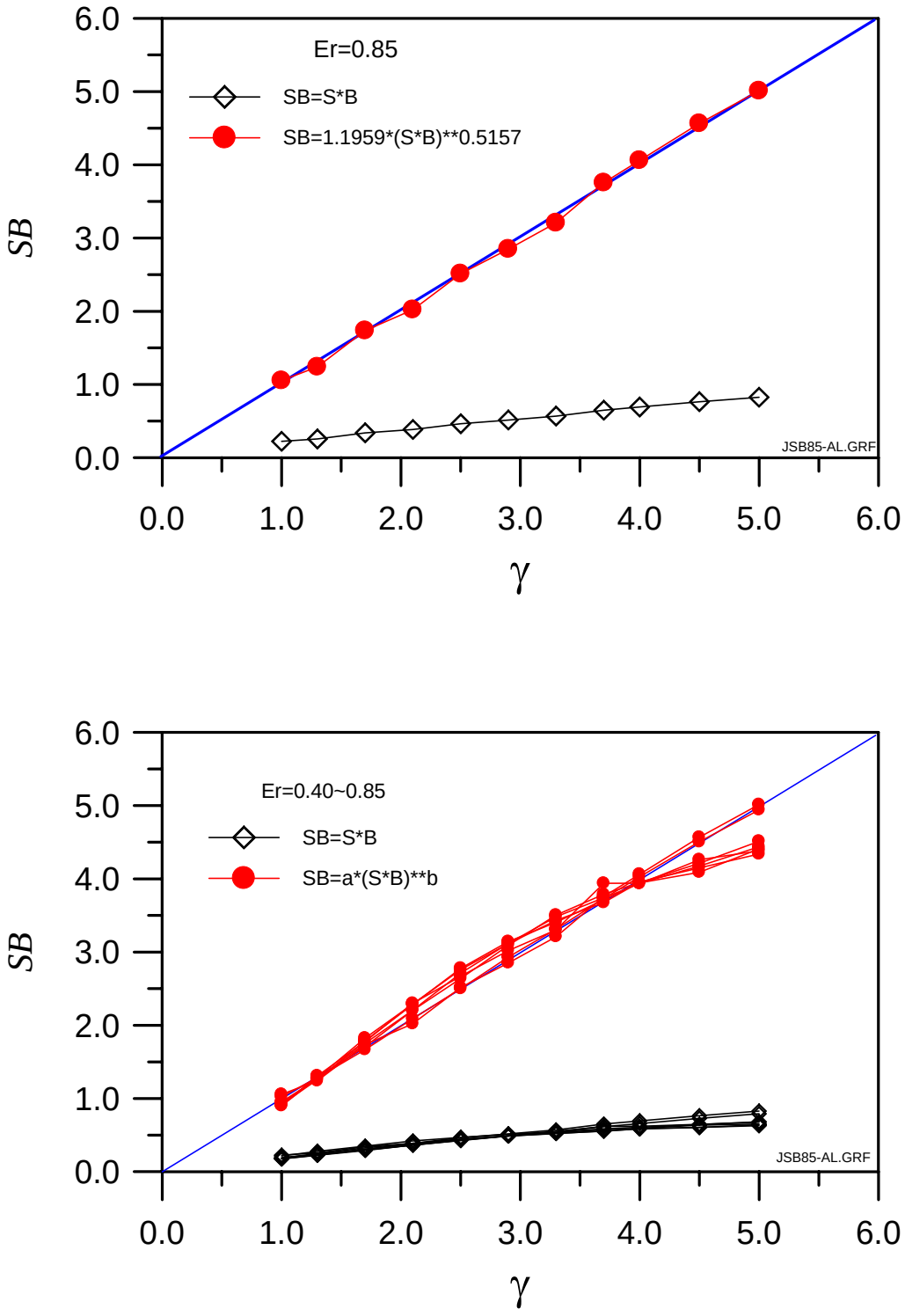
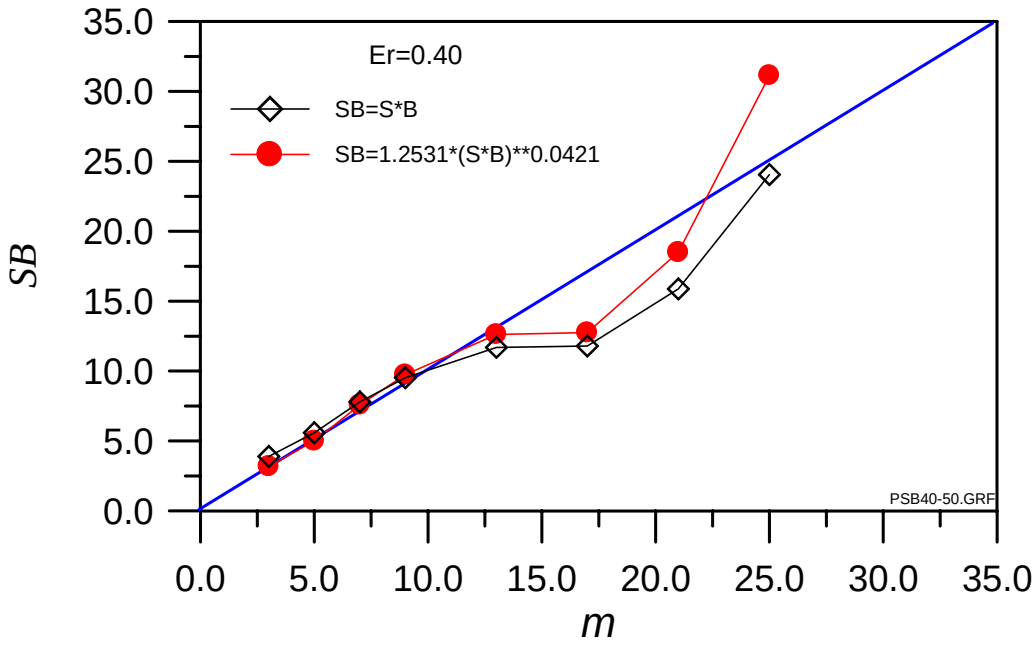


圖 3-22 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數γ之變化

（能量百分比上圖：85%；下圖：40%~85%）



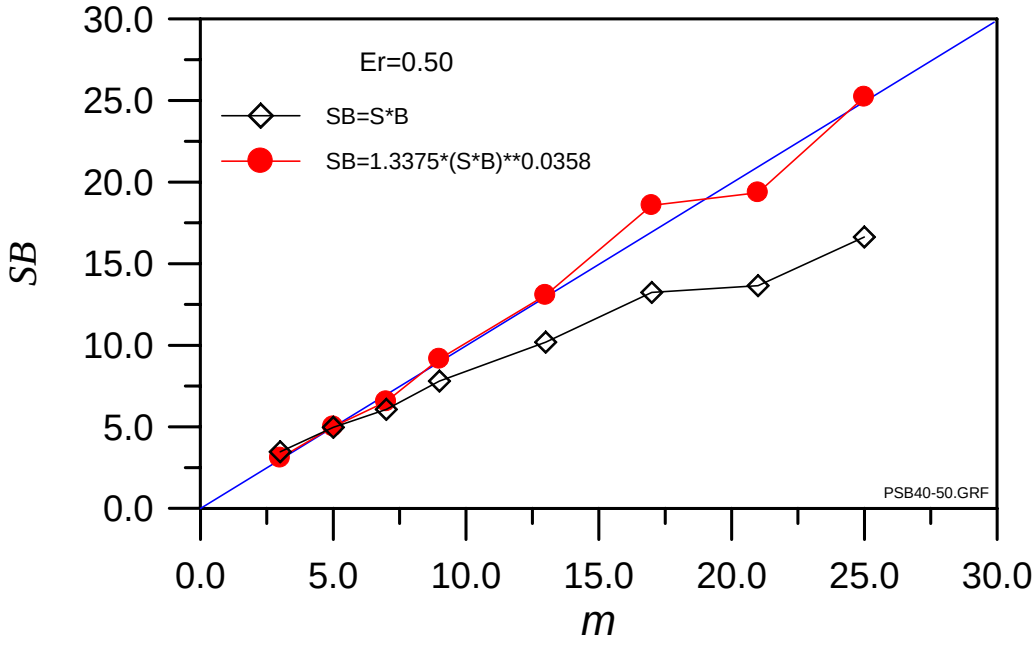
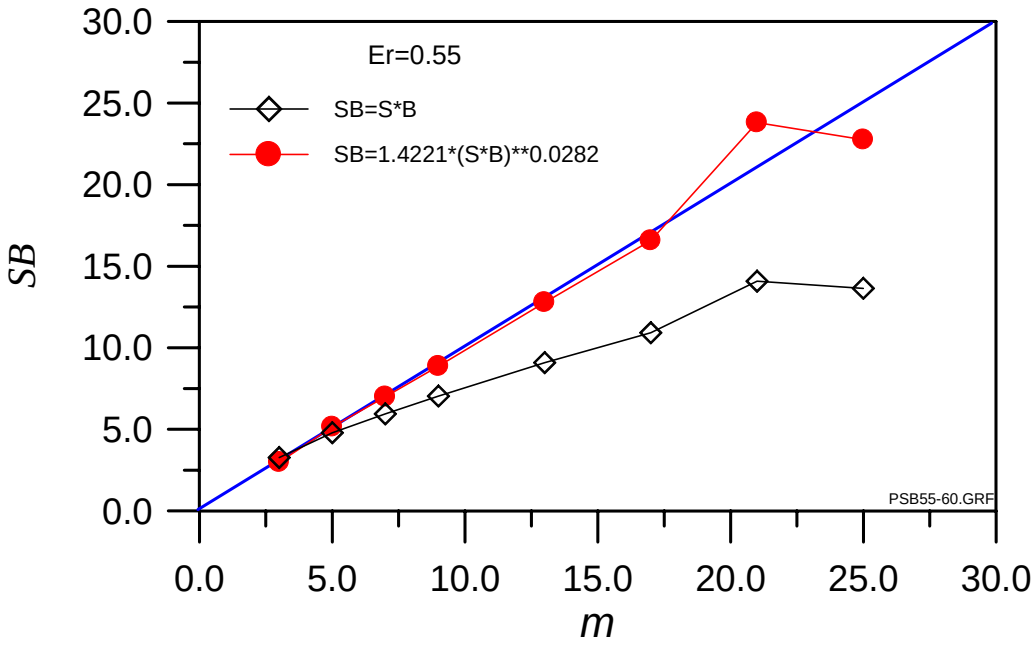


圖 3-23 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 *m* 之變化

（能量百分比上圖：40%；下圖：50%）



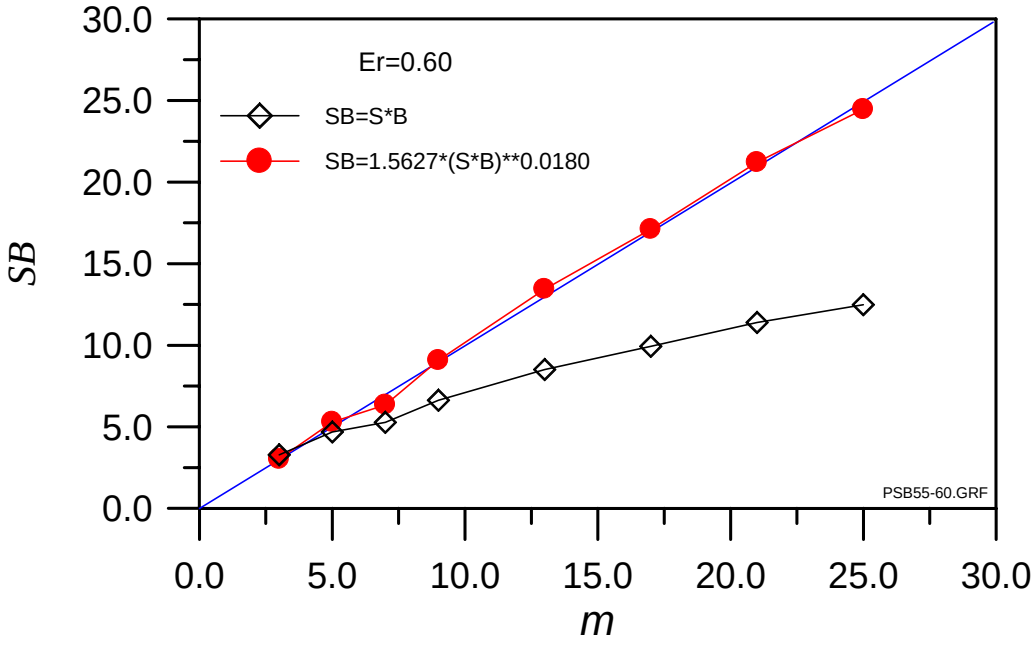
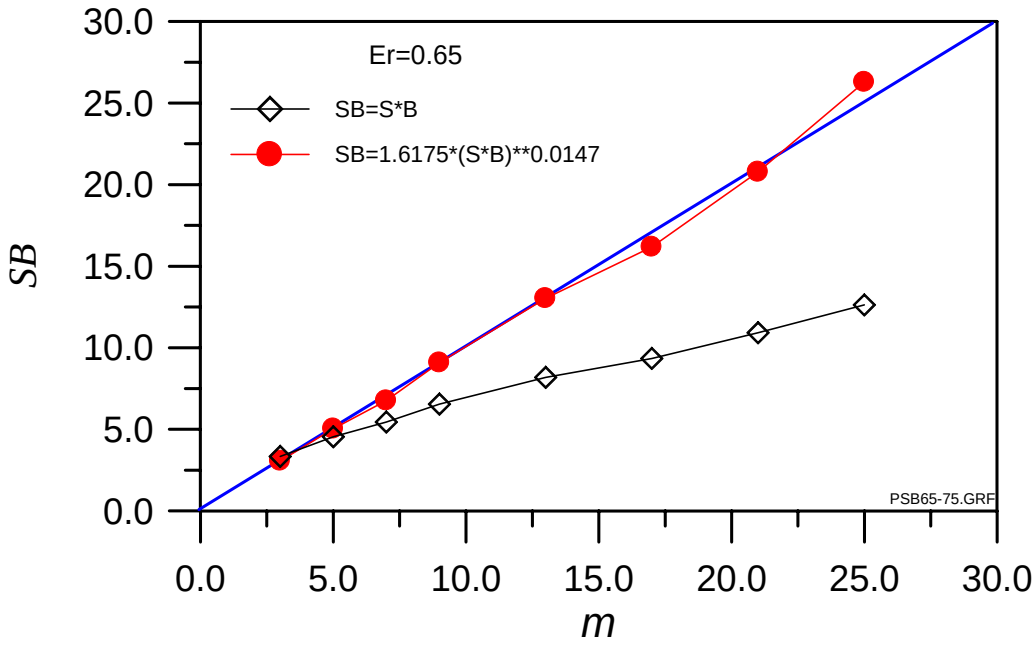


圖 3-24 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 *m* 之變化

（能量百分比上圖：55%；下圖：60%）



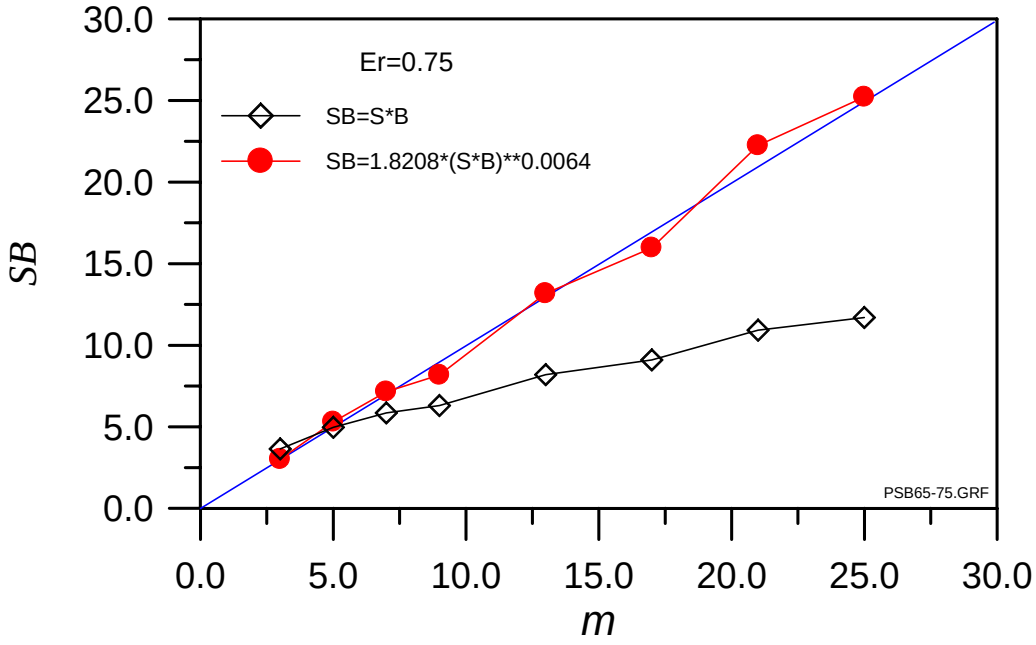
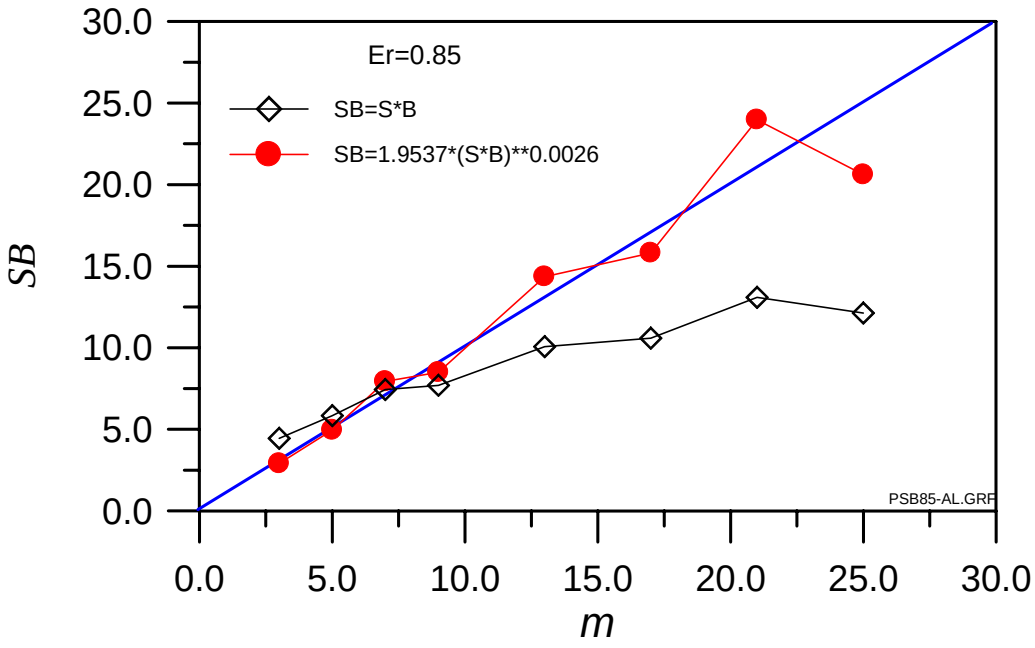


圖 3-25 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 *m* 之變化

（能量百分比上圖：65%；下圖：75%）



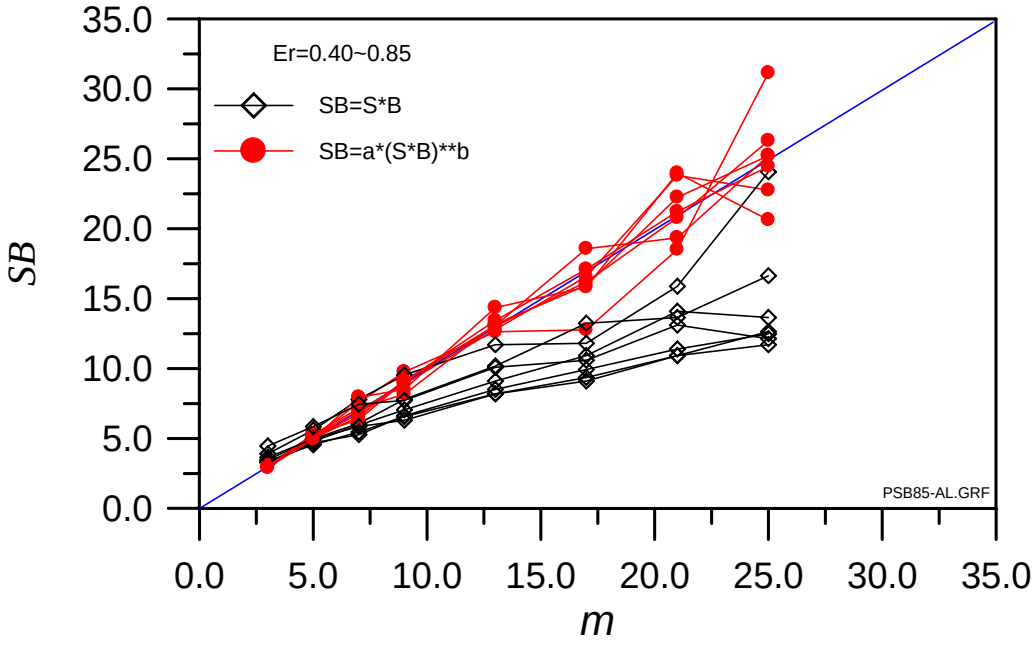


圖 3-26 無因次化 SB 參數隨波譜形狀參數 *m* 之變化

（能量百分比上圖：85%；下圖：40%~85%）

無論由圖 3-19~圖 3-22 之 JONSWAP 波譜或圖 3-23~圖 3-26 之 Pierson-Moskowitz 波譜情況皆顯示（3-13）式中之 a、b 代定係數隨不同能量百分比基準而不同，也就是不同能量百分比基準會有不同迴歸結果。究竟何種能量百分比會有最佳迴歸結果？本文以 SB 參數與參數 γ 或 m 之相對誤差百分比來檢視如下式：

$$ERR = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|SB_i - m_i|}{m_i} \times 100\% \tag{3-14}$$

$$ERR = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|SB_i - \gamma_i|}{\gamma_i} \times 100\% \tag{3-15}$$

不同能量百分比下之待定係數 a、b 及相對誤差值，經整理後列於表 3-1 及表 3-2 中，並繪製如圖 3-27

表 3-1 JONSWAP 波譜情況下參數 SB 之迴歸結果

能量百分比%	待定係數 a	待定係數 b	相對百分誤差%
40	1.3790	0.4254	5.618
50	1.3154	0.5113	6.611
55	1.2455	0.5686	6.457
60	1.1824	0.6148	5.388
65	1.1344	0.6490	4.640
70	1.1030	0.6583	2.740
75	1.1019	0.6380	0.947
85	1.1959	0.5157	2.364

表 3-2 Pierson-Moskowitz 波譜情況下參數 SB 之迴歸結果

能量百分比%	待定係數 a	待定係數 b	相對百分誤差%
40	1.2531	0.0421	10.954
50	1.3375	0.0358	3.739
55	1.4221	0.0282	3.905
60	1.5627	0.0180	2.964
65	1.6175	0.0147	2.317
70	1.6691	0.0123	6.069
75	1.8208	0.0064	3.952
85	1.9537	0.0026	8.973

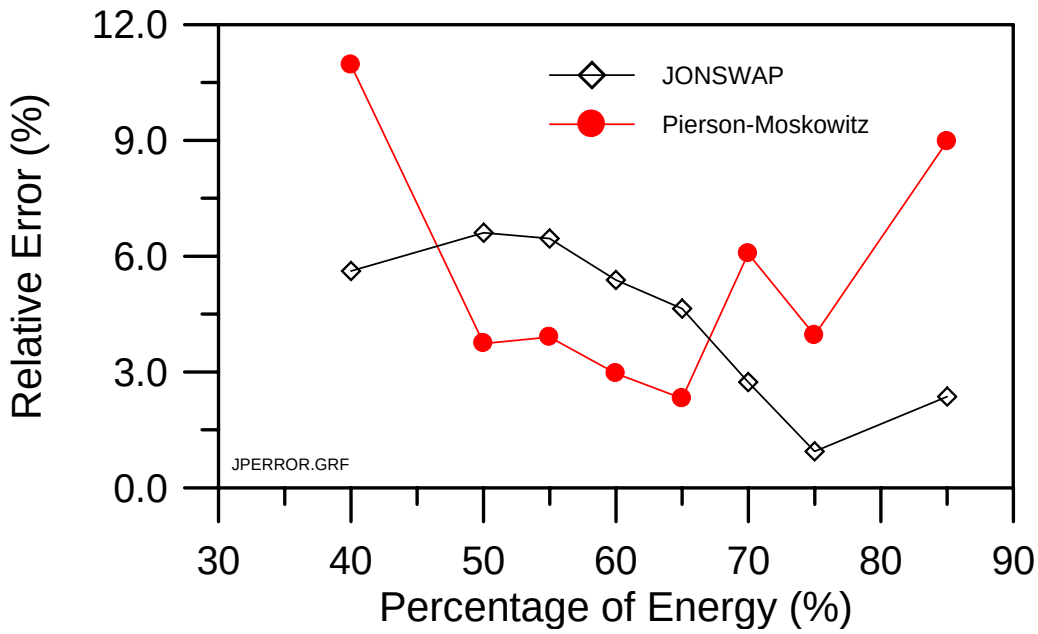


圖 3-27 不同能量百分比下 SB 參數與參數 γ 或 m 之相對誤差

由表 3-1 及表 3-2 或圖 3-27 檢視在不同百分比之能量基準下，SB 參數與波譜形狀參數γ或 m 之相對誤差大致不超過 10% ，若以 65% 能量基準而言，其相對誤差不超過 5% ，故本文建議採用此一基準。以 JONSWAP 波譜而言 $SB=1.1344(S*B)^{0.649}$，若以 Pierson-Moskowitz 波譜而言則 $SB=1.6175(S*B)^{0.0147}$。

3.4 綜合檢討

本章提出以不同參考頻率值 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$（原參考頻率 $f_b=0$），進行波譜各階動差的計算，並進一步應用至波譜形狀參數計算的新構想。然後利用已知波譜形狀參數γ之 JONSWAP 正規化波譜及波譜形狀參數 m 之 Pierson-Moskowitz 正規化波譜，來檢視分別由新動差及原動差所定義之新、舊波譜窄度ν及寬度ε參數值是否和已知參數γ及 m 數值一致？經分析比較後發現新、舊波譜窄度及寬度參數都無法得到理想結果，其原因除數值分佈範圍不一致外，最主要的是新、舊窄度參數ν及新、舊寬度參數ε隨波譜參數 m 的變化趨勢與隨波譜參數γ完全不同，此表示新參數對於波譜形狀的衡量在不同波譜的情況無法獲得一致性的結果。因此無論以不同參考頻率或原參考頻率計算動差而求得之新、舊窄度參數ν及新、舊寬度參數ε仍無法直接取代波譜參數γ及 m。換言之，若有一實測正規化波譜，經由上述計算過程所求得之新、舊波譜窄度ν及寬度ε參數無法代入（2-1）式或（2-4）式，而可得該波譜對應之正規化 JONSWAP 波譜或 Pierson-Moskowitz 波譜。

不過本文以主頻區能量基準觀點所定義之參數 SB 經適當修正後其數值和已知參數γ及 m 數值相當一致，若以 65% 能量基準而言，其相對誤差不超過 5% 。因此，若有一實測正規化波譜，以求得該波譜之參數 SB 代入(2-1)式或(2-4)式，而可得該波譜對應之正規化 JONSWAP 波譜或 Pierson-Moskowitz 波譜，而完成波譜擬合過程。換言之，本文所提出之（3-12）式 SB 參數可直接作為波譜形狀參數。而式中待定係數 a 及 b 於 JONSWAP 波譜分別為 1.1344 及 0.649；於 Pierson-Moskowitz 波譜則分別為 1.6175 及 0.0147。

第四章 結論與後續課題

本研究對於定義波浪頻譜形狀參數有關之頻譜動差的計算方式，提出依不同參考頻率將頻譜分割為高、低頻區的新構想，而檢視各階頻譜動差在高、低頻區的差異。並由這些動差組合之無因次參數檢視其隨已知波譜參數γ之 JONSWAP 波譜及參數 m 之 Pierson-Moskowitz 波譜的變化趨勢。此外，另根據主頻區能量觀點，提出波譜形狀參數之新計算方法，並檢討其衡量波譜形狀的效能，同時和以往常用之計算方法所得的結果進行比較。

4.1 結論

以往由參考頻率 $f_b=0$ 計算所得之波譜動差值，無法瞭解其主要是受高頻區或低頻區影響。但採用參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 之高、低頻區的分割方法後，發現波譜動差值主要是受高頻區影響，因為高頻區動差值明顯較低頻區為較大。不過其差異隨波譜參數γ及 m 之增大而減小，尤其是在 Pierson-Moskowitz 波譜的高階動差。以參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 計算所得之高頻區各階動差值非常接近（$f_b=F_p$ 稍大些），低頻區則以 $f_b=F_E$ 較大。

高、低頻區之各階動差經無因次整合後，以參考頻率 $f_b=F_p$ 及 $f_b=F_E$ 計算所得之各階新動差隨波譜參數γ及 m 之變化趨勢與參考頻率 $f_b=0$ 相似，但其值皆較參考頻率 $f_b=0$ 計算者為小。此外 JONSWAP 波譜的新動差隨波譜參數γ之變化趨勢與 Pierson-Moskowitz 波譜不同，尤其在高階時愈明顯。

以新、舊動差參數分別定義之新、舊波譜形狀參數寬度參數ε及窄度參數ν，無論在 JONSWAP 或 Pierson-Moskowitz 波譜情況，皆不適合直接代替波譜參數γ值或 m 值。因為新、舊窄度參數ν及寬度參數ε隨波譜參數 m 的變化趨勢與隨波譜參數γ完全不同，此表示新參數對於波譜形狀的衡量在不同波譜的情況無法獲得一致性的結果。

其他新動差無因次組合如 m_0m_3/m_1m_2、m_2m_2/m_1m_3、m_2m_3/m_1m_4 及 m_3m_3/m_2m_4 等隨 JONSWAP 波譜參數 γ 與隨 Pierson-Moskowitz 波譜參數 m 之變化並不一致。此顯示這些參數對於波譜形狀的衡量存有不確定性，因此也不適合當作波譜形狀參數。

本文依主頻區能量觀點所定義之新 SB 參數值非常接近波譜形狀參數 γ 或 m 之數值，若以主頻區能量佔全部能量之 65％基準而言，其相對誤差不超過 5％，因此新 SB 參數可以直接作為波譜形狀參數。換言之，若有一實測正規化波譜，以新 SB 參數值代入（2-1）式或（2-4）式，即可得該波譜對應之正規化 JONSWAP 波譜或 Pierson-Moskowitz 波譜，而完成波譜擬合過程。

4.2 後續課題

本文先利用 JONSWAP 及 Pierson-Moskowitz 兩個正規化標準波譜模式，在已知其波譜參數 γ 及 m 的情況下，檢視波譜形狀參數的合適性。後續將依主頻區能量觀點所定義之新 SB 參數應用至實測波譜，以近一步檢視其適用性。檢視方法可由實測波浪波譜正規化後與依新參數 SB 所推估之 JONSWAP 或 Pierson-Moskowitz 正規化波譜進行差異分析。

一般實測波譜形狀較複雜, 即使正規化處理後仍無法如 JONSWAP 或 Pierson-Moskowitz 正規化波譜單純，例如經常有多峰頻的情形出現，造成計算新 SB 參數時之困惱。此部分在上一年度已有初步解決構想，後續將依該構想撰寫計算程式。

本文所提新 SB 參數基本上是由與波譜尖銳程度有關之無因次參數 S 及波譜寬度程度有關之無因次參數 B 合併而成，如 $SB=a*(S*B)^b$ 所示，其中 a、b 為待定係數。後續將考慮不合併而以 $SB=a*S^{b1}*B^{b2}$ 表示，其中 a、b1、b2 為待定係數，可由二自變數之最小平方法求得。

一般尖峰頻率與能量中心頻率並不一定相等，兩者之間有一差

值，而此差值的變化與波浪的成長及衰退之間是否有關？另外高、低頻區之頻譜動差比值變化是否也與波浪的成長及衰退有關？這也都是後續可嘗試探討的課題。

附錄 A、期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所自辦研究計畫
期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：「港灣環境資訊系統與數值模式應用研究(2/4)」

參與審查人員及其所提之意見	本所計畫承辦單位審查意見
一、梁乃匡委員：	
本計畫結合所外專家共同執行，可增加團隊的能力。本計畫目標符合國內港灣工程界的需求，亦兼顧基礎性研究。建議加強各部份的整合性。	遵照辦理。
二、林銘崇委員：	
1. 花蓮港長周期波現場觀測中鹽寮、石梯及金樽三漁港之測站係基於何種理念而設定？與邊緣波之存在機制是否有關？	三漁港之測站是為檢視台灣東部海域長周期波的存在而設立，與邊緣波之存在機制無關。
2. 未來擬進行三維潮流數值模擬探討花蓮港港池共振機制，其必要性或二者間之關聯性似不明確。	後續擬定年度計畫時將作檢討。
3. 觀測資料品管作業中資料品管監控之基準係如何設定？	針對資料之物理特性，分別設定值域範圍、連續變化限值及相關變化現值，作為資料初步品管監控。
三、莊甲子委員：	
1. 報告書總目錄宜補充。	已補充。
2. 第一子計畫報告書內缺摘要頁及照片目錄頁。	已補充。
3. 港池盪漾觀測及模式研究，建議先集中精力於花蓮港及蘇澳港，研究有成後再應用於臺灣東部其他各漁港。	遵照辦理。
4. 圖 3-78(P.3-53)各預測點之共振週期及振幅大小幾近相同宜加深入探討。	後續研究中將作進一步探討。

5. 港灣環境資訊網規劃與建置維護(1/3)本年度結論部份(P.4-1)宜加重點摘述補強。	遵照辦理。
6. 颱風波浪頻譜形狀參數之研究甚具創新性，惟〝新參數〞與〝新動差〞的驗證與應用宜加審慎持續進行。	遵照辦理。
四、翁文凱委員：	
1. 花蓮港池共振現場量測中，增加其他現場觀測地點，其地理與水深地形有無相關性？另外，長週期波(分析所得)資料相當重要，建議進一步確認。	於花蓮港其他地點進行觀測之目的為檢視台灣東部海域長周期波的存在，尚未就地理及水深地形相關性作探討。後續對於長周期波的存在作進一步確認。
2. 港灣環境資訊管理系統中，即時防救災系統顯示系統之時效性為何？	「港灣地區防救災系統」為本中心另案辦理之研究計畫。在港灣環境資訊系統中係擷取該計畫部分靜態資料，因此，不涉及動態資料之時效性問題。

附錄 B、期末審查簡報

港灣環境資訊系統與數值模式應用研究(2/4)

計畫編號：**MOTC-IOT-95-H3DA002**

九十五年度科技計畫期末審查
梧棲，台中　**2007/03/02**

01

研究期程：
全程：**94/01~97/12**　　年度：**95/01~95/12**

研究經費：**4,470**仟元**(95**年度**)**

研究人力：簡仲璟、陳明宗、劉清松、曾相茂

研究主題：
1.花蓮港港池共振機制研究(2/4) -合辦
2.港灣環境資訊網規劃與建置維護(1/3) -合辦
3.颱風波浪頻譜形狀參數之研究（2/4）-自辦

02

花蓮港港池共振機制研究(2/4)

計畫主持人：簡仲璟、林炤圭
參與人員：張金機、曾相茂

一、研究背景與目的
二、工作項目與成果
- 波壓與波高轉換函數研究
- 花蓮港長周期波現場觀測及分析
- 不規則波之港灣波動數值模擬
- 規劃及設計三維潮流數值模式

三、未來研究方向

03

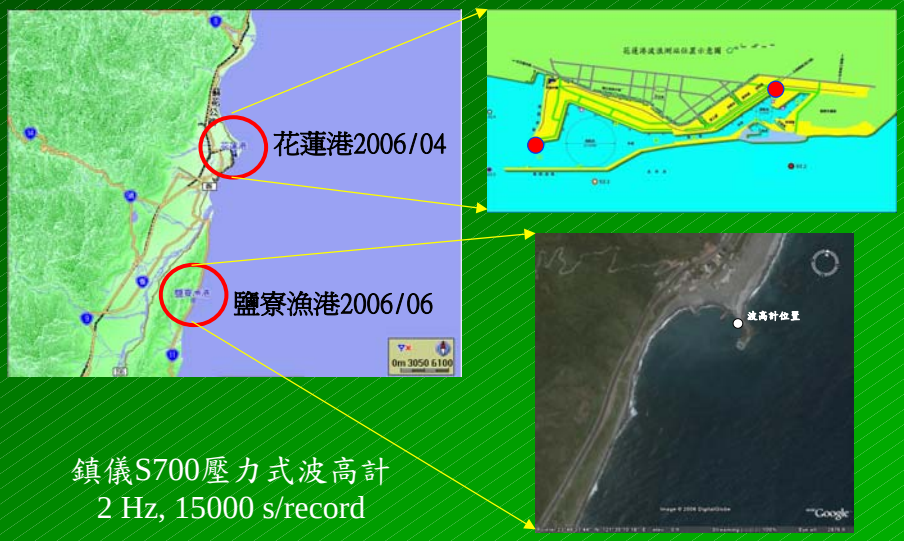
一、研究背景與目的

- 颱風侵襲期間花蓮港港池經常發生不穩靜的情況，造成繫泊船隻斷纜，影響港埠營運。
- 針對花蓮港港池共振問題，國內學者已多次研究探討。但迄今仍未有具體共識，該問題也尚未獲得解決。
- 利用相關的現場觀測、數值模擬及水工模型試驗，探討花蓮港的港灣共振機制。

04

二、工作項目與成果

花蓮港長周期波現場觀測及分析

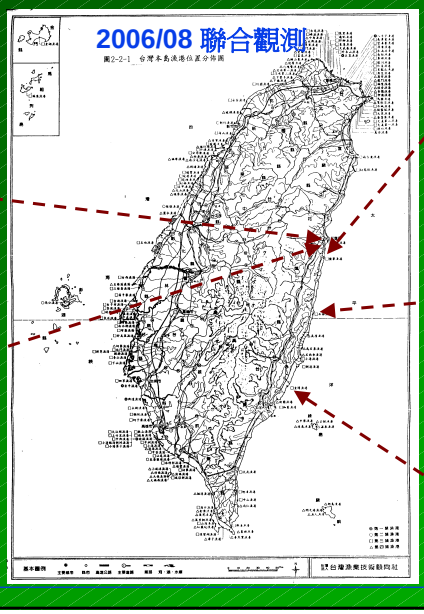


鎮儀S700壓力式波高計
2 Hz, 15000 s/record

05

二、工作項目與成果

花蓮港長周期波現場觀測及分析



06

二、工作項目與成果

花蓮港長周期波現場觀測及分析

2006年各觀測站的資料收集範圍

觀測位置	資料收集期間	使用儀器
蘇澳港	儀器故障	鎮儀公司S700壓力式波高計 Seabird公司SBR90潮位儀
花蓮港內港	20060405 15:00 ~ 20060407 17:00(12筆) 20060818 10:40 ~ 20060819 20:00(8筆)	
花蓮港外港	20060405 15:00 ~ 20060407 17:00(12筆) 20060818 10:40 ~ 20060819 15:50(7筆)	
鹽寮漁港	20060610 06:00 ~ 20060412 15:20(8筆) 20060818 10:40 ~ 20060819 07:30(5筆)	
石梯漁港	20060818 14:50 ~ 20060819 11:40(5筆)	
金樽漁港	20060818 19:00 ~ 20060819 11:40(4筆)	

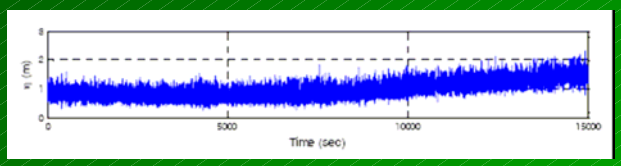
07

二、工作項目與成果

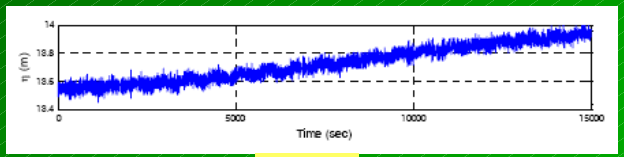
花蓮港長周期波現場觀測及分析

15000秒水面波形記錄

鹽寮漁港

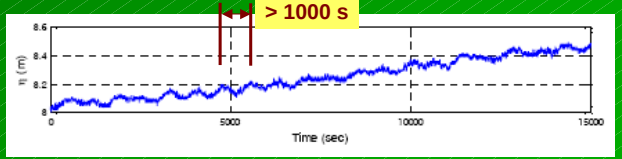


花蓮港外港區



花蓮港內港區

> 1000 s

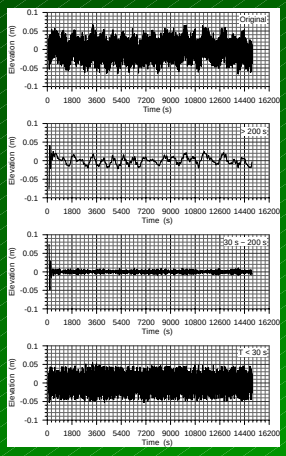


08

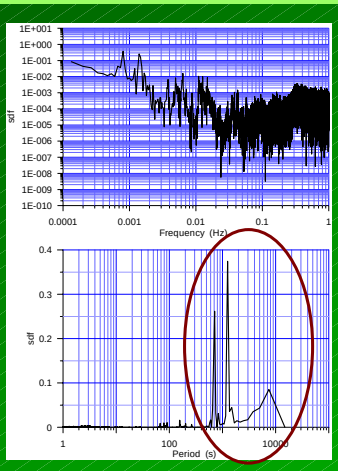
二、工作項目與成果

花蓮港長周期波現場觀測及分析

花蓮港內港區水域的長波現象 (2006/04/05 19:10)

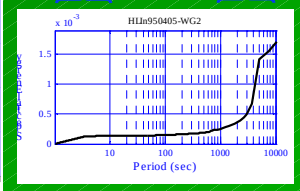


Time series (digital filtering)



Spectra: sdf vs f / T

The energies are concentrated at these two portions

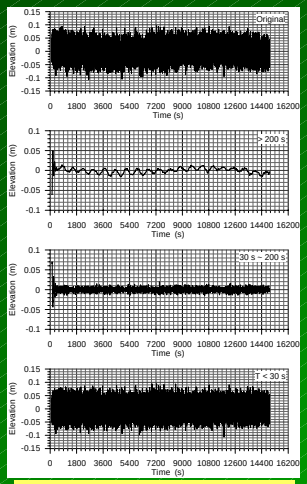


CDF of energy

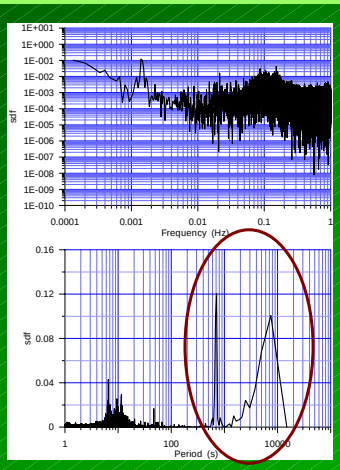
二、工作項目與成果

花蓮港長周期波現場觀測及分析

花蓮港外港區水域的長波現象(2006/04/05 19:10)

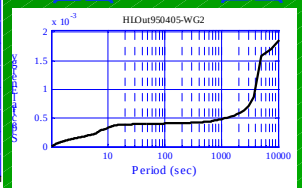


Time series (digital filtering)



Spectra: sdf vs f / T

The energies are concentrated at these two portions

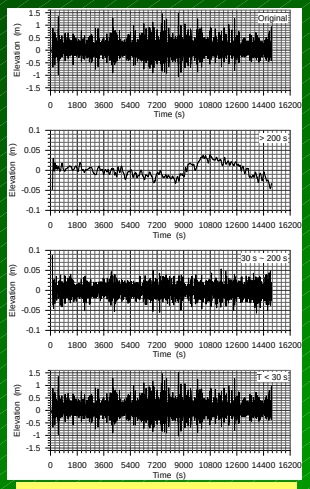


CDF of energy

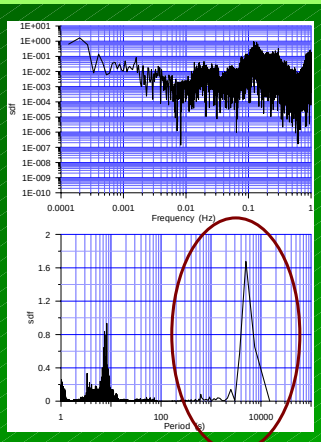
二、工作項目與成果

花蓮港長周期波現場觀測及分析

鹽寮漁港水域的長波現象

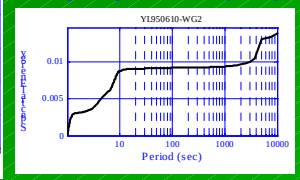


Time series (digital filtering)



Spectra: sdf vs f / T

The energies are concentrated at these two portions



CDF of energy

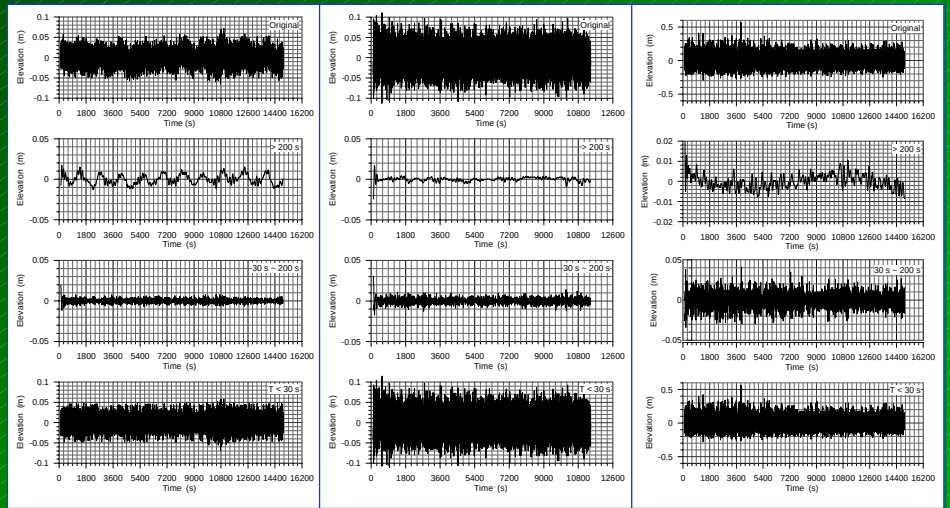
11

二、工作項目與成果

花蓮港長周期波現場觀測及分析

2006/08/18/19:00聯合觀測

花蓮港內港區 | 花蓮港外港區 | 鹽寮漁港



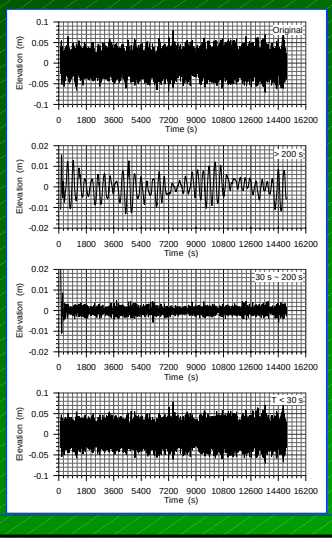
12

二、工作項目與成果

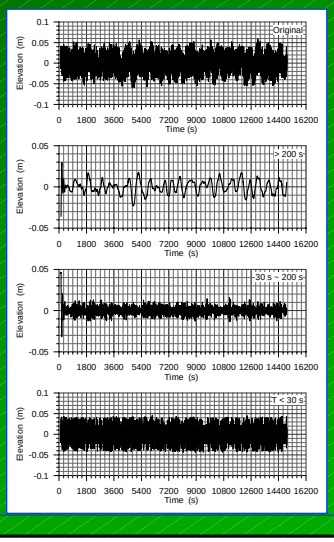
花蓮港長周期波現場觀測及分析

2006/08 /18/19:00聯合觀測

石梯漁港



金樽漁港

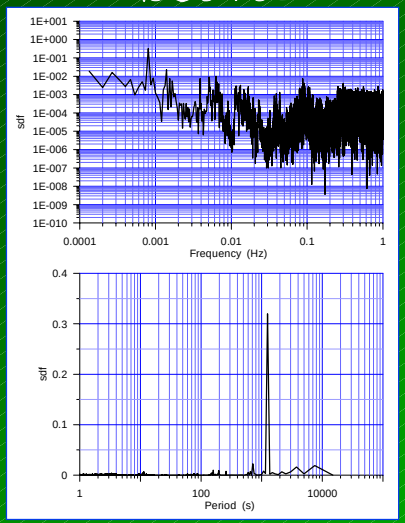


二、工作項目與成果

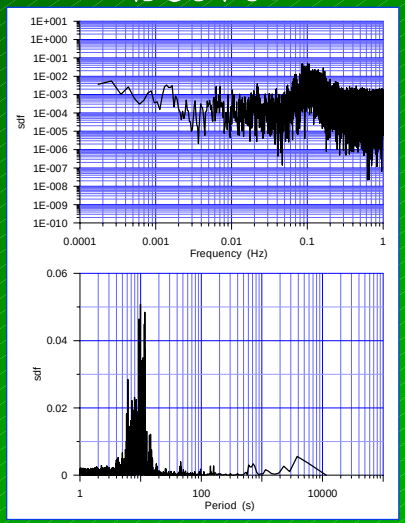
花蓮港長周期波現場觀測及分析

2006/08/18/19:00聯合觀測

花蓮港內港區



花蓮港外港區

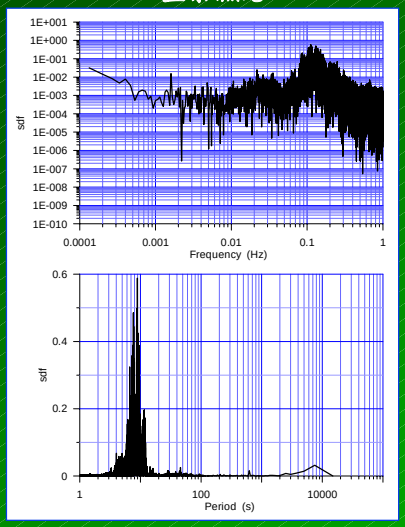


二、工作項目與成果

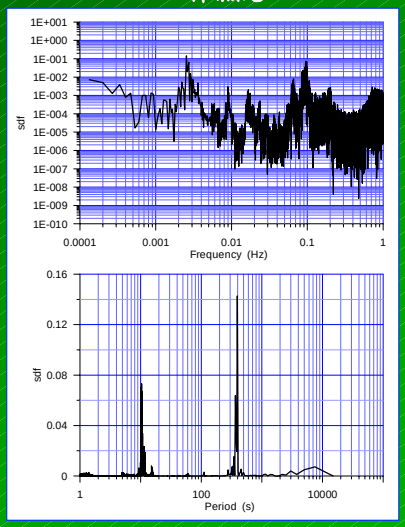
花蓮港長周期波現場觀測及分析

2006/08/18/19:00聯合觀測

鹽寮漁港



石梯漁港

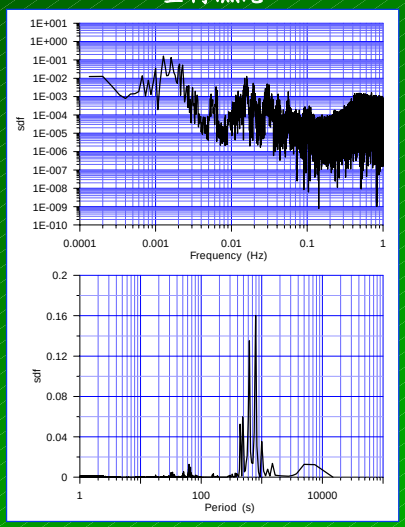


二、工作項目與成果

花蓮港長周期波現場觀測及分析

2006/08/18/19:00聯合觀測

金樽漁港



三、未來研究方向

- 繼續進行花蓮港現場波浪觀測的資料分析與波浪特性統計（合辦）
  -- 港內長週期振盪成分的確認，必要時進行港內流速的觀測
- 以現場實測頻譜進行不規則波的港灣波動數值模擬，並與港內的實測值進行比較。同時，也進行多方向不規則波的數值模擬
- 進行三維潮流數值模擬
- 港池共振改善方案研擬（合辦）

17

港灣環境資訊網規劃與建置維護(1/3)

計畫主持人：簡仲璟、林廷燦
參與人員：陳明宗、劉清松

一、研究背景與目的
二、工作項目與成果
- 系統架構說明
- 海氣象現場觀測資料收集作業
- 數值模擬計算資料收集作業
- 國際港口即時影像擴充建置

三、未來工作方向

18

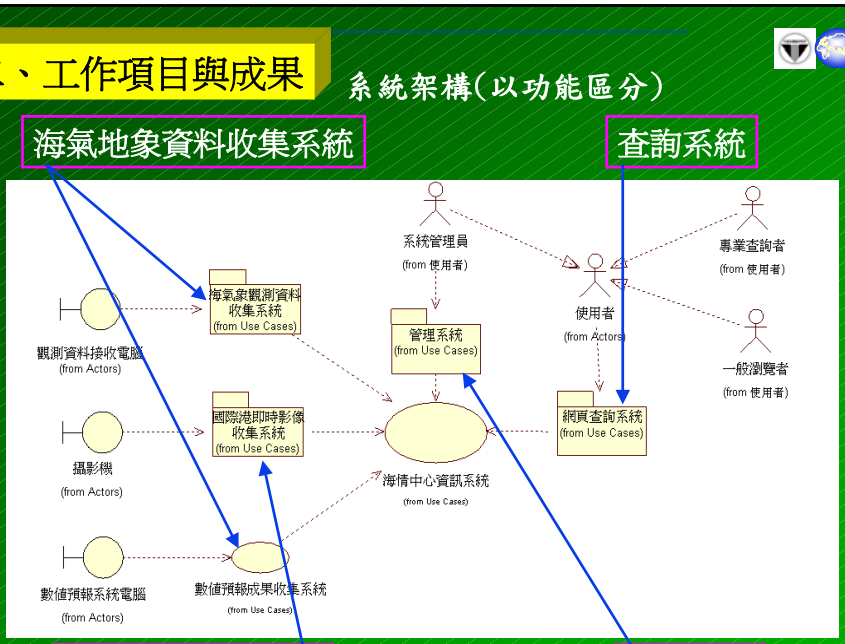
一、研究背景與目的

- 將具有全面性、即時性與預測性之港區環境資訊，提供給港灣管理單位、船長、引水人等，使其對港區之自然環境狀況能有較確實完整的掌握。除提升日常作業安全外，對緊急狀況處理，也可迅速擬定適當之應變措施。
- 為整合各港口海氣地象觀測與其他計畫所建置之相關資料，建立穩定的資訊傳輸系統、方便的資訊展示與查詢系統及完整的資料庫。因此，推動「港灣環境資訊系統建置」計畫。
- 本系統提供各港口風力、波浪、潮汐及海流之現場觀測與數值預報、地震及監視影像等**動態資訊**項目，同時也提供各港口港灣地理資訊、歷史資料之統計及防救災體系等**靜態資訊**項目。

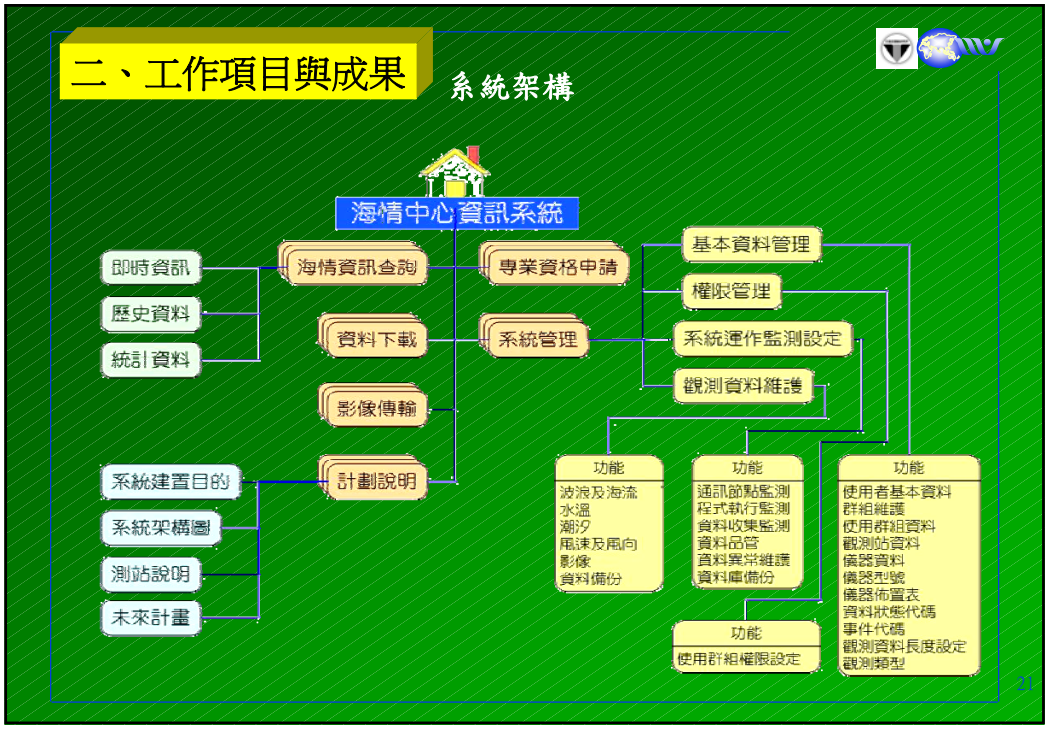
19

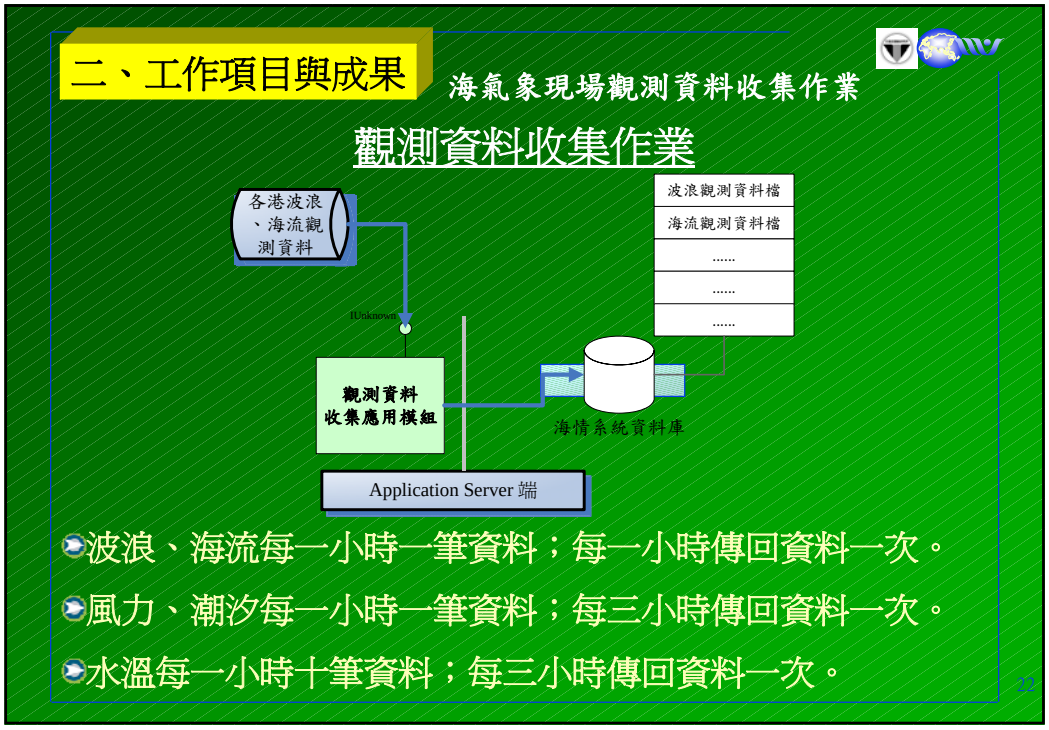
二、工作項目與成果

系統架構(以功能區分)



20

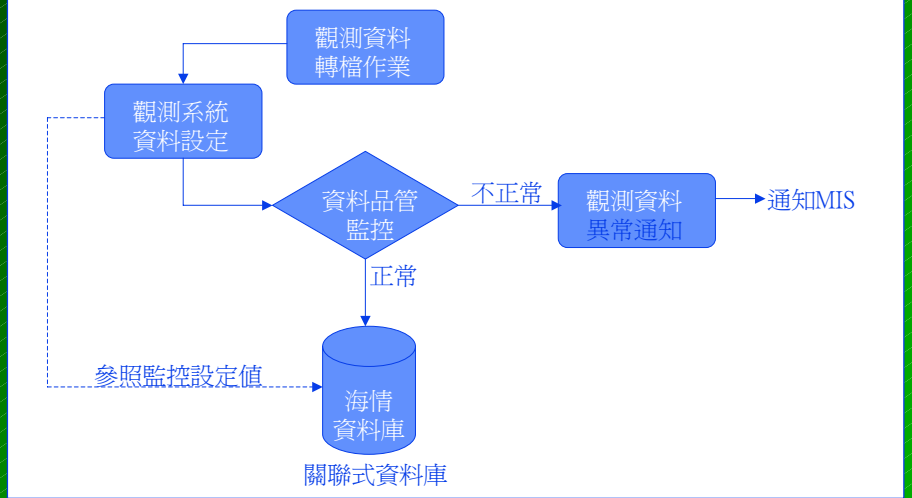

二、工作項目與成果
系統架構
海情中心資訊系統
即時資訊
歷史資料
統計資料
海情資訊查詢
專業資格申請
資料下載
系統管理
影像傳輸
計劃說明
系統建置目的
系統架構圖
測站說明
未來計畫
基本資料管理
權限管理
系統運作監測設定
觀測資料維護
功能
波浪及海流
水溫
潮汐
風速及風向
影像
資料備份
功能
通訊節點監測
程式執行監測
資料收集監測
資料品管
資料異常維護
資料庫備份
功能
使用群組權限設定
功能
使用者基本資料
群組維護
使用群組資料
觀測站資料
儀器資料
儀器型號
儀器佈置表
資料狀態代碼
事件代碼
觀測資料長度設定
觀測類型
21


二、工作項目與成果
海氣象現場觀測資料收集作業
觀測資料收集作業
各港波浪、海流觀測資料
波浪觀測資料檔
海流觀測資料檔
.....
.....
.....
觀測資料收集應用模組
海情系統資料庫
Application Server 端
波浪、海流每一小時一筆資料；每一小時傳回資料一次。
風力、潮汐每一小時一筆資料；每三小時傳回資料一次。
水溫每一小時十筆資料；每三小時傳回資料一次。
22

二、工作項目與成果

海氣象現場觀測資料收集作業

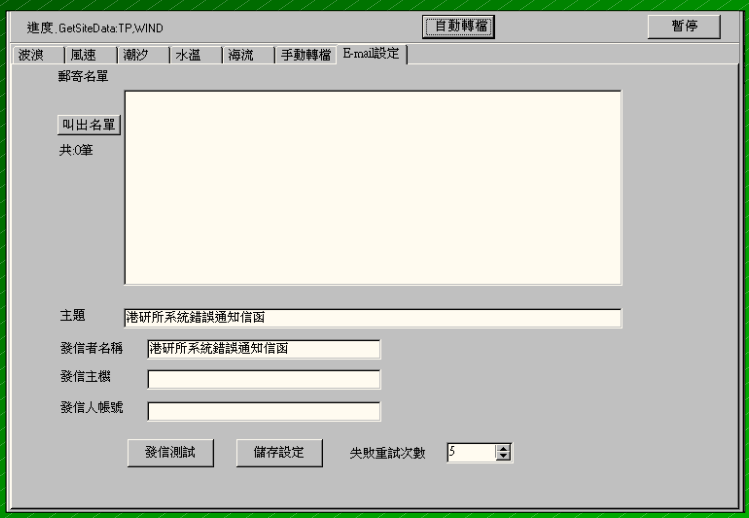
觀測資料品管作業



二、工作項目與成果

海氣象現場觀測資料收集作業

資料異常通知



二、工作項目與成果

海氣象現場觀測資料收集作業

ON-LINE轉檔作業狀況

進度,GetSiteData:TP,WIND　　自動轉檔　　暫停

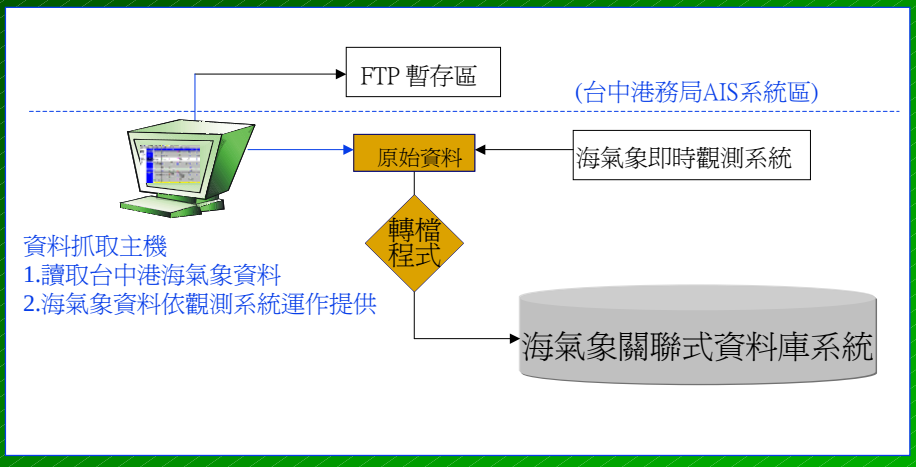
波浪 | 風速 | 潮汐 | 水溫 | 海流 | 手動轉檔 | E-mail設定

測站	觀測時間	波向	週期	波高	狀態	異動時間
KL	2006/9/13 上午 06:00:	30.3	9.06	1.87	1	2006/9/13 上午 06:48:
KS	2006/9/13 上午 06:00:				-2	2006/10/24 下午 11:3
HL	2006/9/13 上午 06:00:	85.45	8.28	1.37	1	2006/9/13 下午 01:00:
SA	2006/9/13 上午 06:00:	114.08	8.26	1.17	1	2006/9/13 上午 06:36:
TC	2006/9/13 上午 06:00:	4.34	7.79	1.49	1	2006/9/13 上午 06:36:
TC	2006/9/13 上午 05:00:	11.07	8.78	1.7	1	2006/9/13 上午 05:36:
SA	2006/9/13 上午 05:00:	115	10.25	1.26	1	2006/9/13 上午 05:36:
HL	2006/9/13 上午 05:00:	89.53	8.51	1.21	1	2006/9/13 下午 01:00:
KS	2006/9/13 上午 05:00:				-2	2006/10/24 下午 11:3
KL	2006/9/13 上午 05:00:	32.25	8.98	1.68	1	2006/9/13 上午 05:48:
AP	2006/9/13 上午 05:00:	217.5	7.41	1.02	1	2006/9/13 上午 05:36:
AP	2006/9/13 上午 04:00:	224.37	7.03	0.88	1	2006/9/13 上午 04:36:
KL	2006/9/13 上午 04:00:	15.02	9.07	2	1	2006/9/13 上午 04:48:
KS	2006/9/13 上午 04:00:				-2	2006/10/24 下午 11:3
HL	2006/9/13 上午 04:00:	104.04	9.12	1.07	1	2006/9/13 下午 01:00:
SA	2006/9/13 上午 04:00:	122.9	10.29	1.27	1	2006/9/13 上午 04:36:
TC	2006/9/13 上午 04:00:	5.94	8.64	1.91	1	2006/9/13 上午 04:36:
TC	2006/9/13 上午 03:00:	9.52	8.24	1.93	1	2006/9/13 上午 03:36:
SA	2006/9/13 上午 03:00:	118.54	10.87	1.46	1	2006/9/13 上午 03:36:
HL	2006/9/13 上午 03:00:	108.73	9.17	1.04	1	2006/9/13 下午 01:00:
KS	2006/9/13 上午 03:00:				-2	2006/10/24 下午 11:3
KL	2006/9/13 上午 03:00:	23.37	9.08	2.25	1	2006/9/13 上午 03:48:
AP	2006/9/13 上午 03:00:	221.53	7.36	1.16	1	2006/9/13 上午 03:36:

二、工作項目與成果

海氣象現場觀測資料收集作業

提供台中港AIS觀測站即時資料



二、工作項目與成果

數值模擬計算資料收集作業

配合本中心「近岸數值模擬系統之建立(2/4)」計畫進行以下作業：

- 定時將海氣象即時資料FTP到中山大學。
- 定時自中山大學取得近岸數值模擬計算資料。
- 每日產生72小時資料。
- 72小時=今天＋明天＋後天。
- 包含水位、波高、週期、波向、風速及風向資料。

17

二、工作項目與成果

數值模擬計算資料收集作業

觀測與預報資料整合

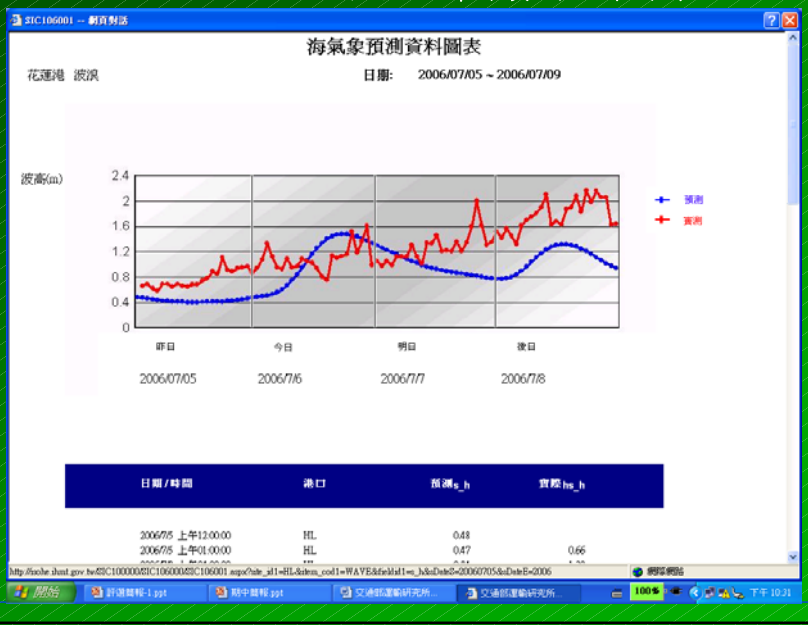
海氣象觀測資料與近岸數值模擬計算資料整合：

- 依數值格式標準進行資料轉檔程序。
- 於網頁上加上撰寫語言及ASP程式。
- 擷取資料庫中之數值資料，以歷線圖呈現。
- 系統整合於同一畫面，繪製網頁互動式圖表以利比較分析。

18

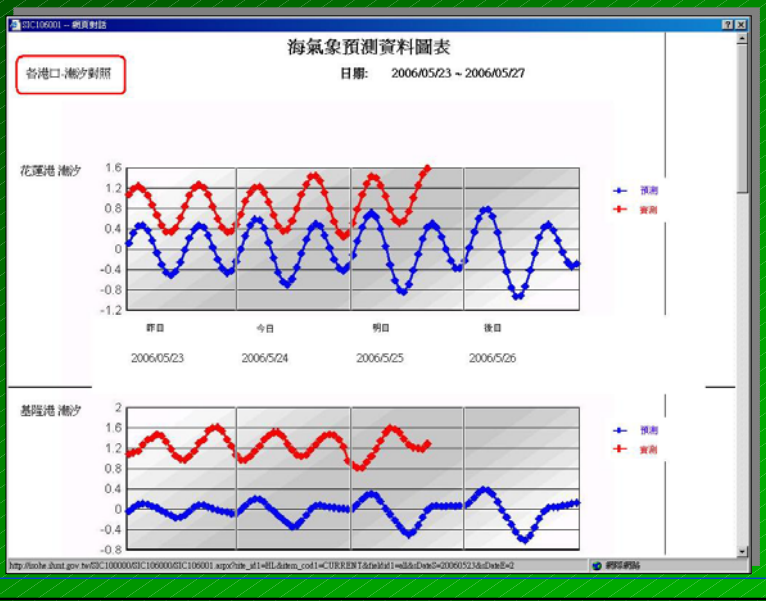
二、工作項目與成果

數值模擬計算資料收集作業



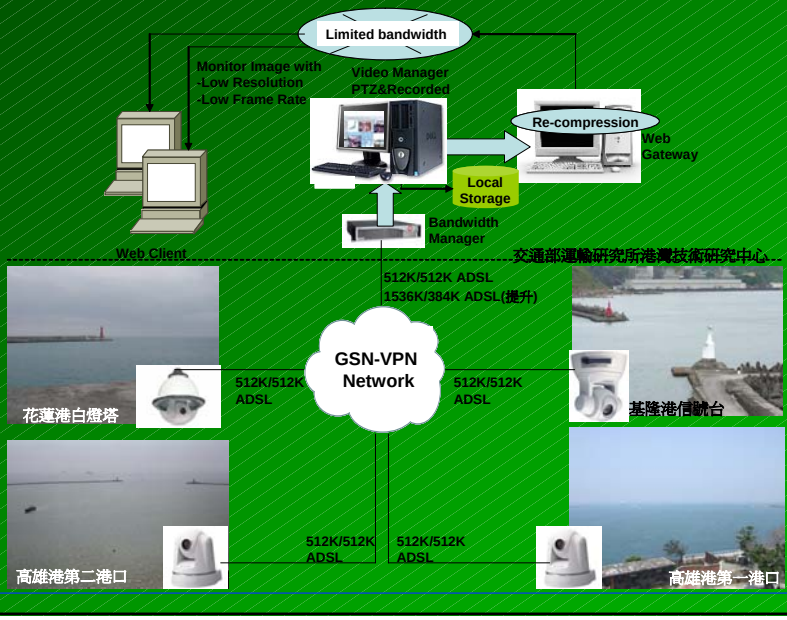
二、工作項目與成果

數值模擬計算資料收集作業



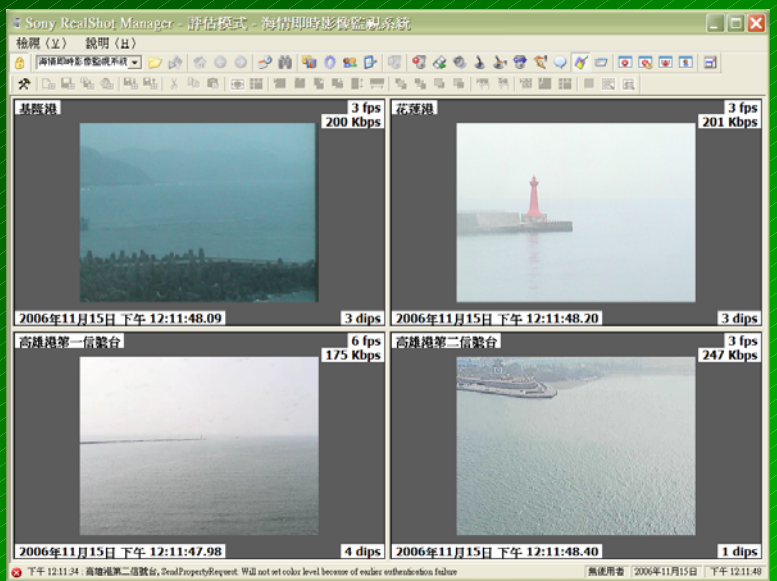
二、工作項目與成果

國際港口即時影像擴充建置



二、工作項目與成果

國際港口即時影像擴充建置



另外加台北港

三、未來研究方向

- 繼續進行系統功能的擴充。例如地理資訊系統（GIS）的適度導入應用，提升各項資料展示與分析應用層面；配合無線網路的建置日漸普及，提供PDA版之網頁查詢功能，以符合現地救災時之需求。
- 持續針對資訊傳輸之穩定性進行細部診斷，釐清斷訊原因，以提升系統運轉可靠度。
- 海情資料庫為本計畫之資料技術核心，對於如此重要且未來資料量會陸續增加的資料庫，應考量儲存安全及異地備援機制之建立。
- 與其他研究成果進行整合。例如港埠三維地理資訊系統、電子海圖服務與資訊安全系統、港灣地區防救災系統等。

33

三、未來研究方向

34

颱風波浪頻譜形狀參數之研究（2/4）

計畫主持人：簡仲璟
參與人員：張金機

一、研究背景與目的
二、工作項目與成果
- 波譜動差計算新構想及比較
- 依新動差計算之形狀參數
- 依主頻區能量定義之形狀參數
- 綜合檢討

三、未來研究方向

一、研究背景與目的

- 一般常見之波譜表示式中含有所謂之波譜形狀參數，例如主頻率、頻譜寬度、頻譜窄度、頻譜零階動差及高頻斜率等，波譜表示式即根據這些形狀參數加以定義。換言之，可由這些參數值的大小得知波譜的概略形狀，並進一步瞭解不規則波浪的成分組成。

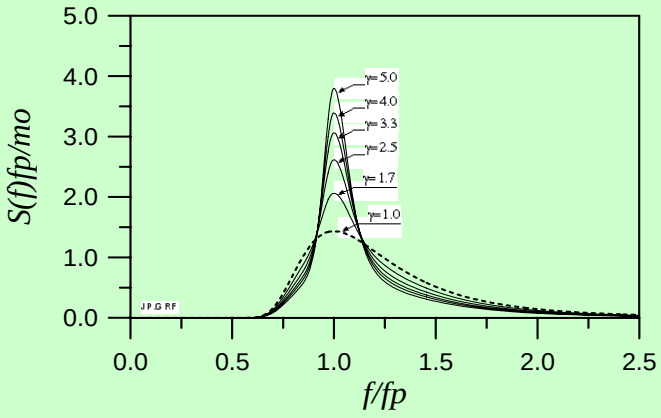
- 這些參數基本上式由頻譜各階動差的無因次表示式組成。而這些波譜形狀參數在使用上，由於割棄（cut-off）的限界對高階動差造成影響，因此使得形狀參數變得不穩定，例如頻譜寬度參數即含有頻譜第4階動差。

一、研究背景與目的

- 目前波譜動差皆以頻率為零當作動差軸進行計算，然為何以頻率為零當作動差軸？其他頻率當動差軸時結果如何？
- 因此，本研究今年先利用已知之理論波浪波譜，例如JONSWAP或Pierson-Moskowitz波譜，在掌握頻譜形狀的情況下，重新檢視由高低頻區頻譜動差計算之頻譜形狀參數的應用情形。同時也利用波譜主要能量分割觀點定義新的形狀參數及探討其適用性。

17

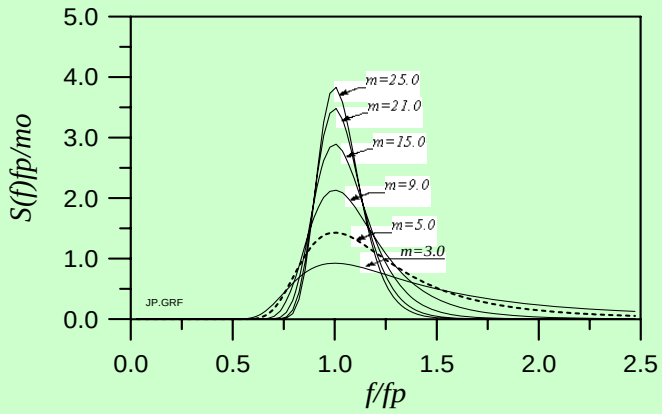
一、研究背景與目的



$$\frac{\phi(f) f_p}{m_0} = z\tilde{f}^{-5} \exp\left(-\frac{5}{4}\tilde{f}^{-4}\right)\left\{\gamma^{\exp\left[-(\tilde{f}-1)^2/2\sigma^2\right]}\right\}$$

18

一、研究背景與目的



$$\frac{\phi(f)f_p}{m_0}=\frac{4}{\Gamma(m-1/4)}\left(\frac{m}{4}\right)^{m-1/4}\tilde{f}^{-m}\exp\left(-\frac{m}{4}\tilde{f}^{-4}\right)$$

一、研究背景與目的

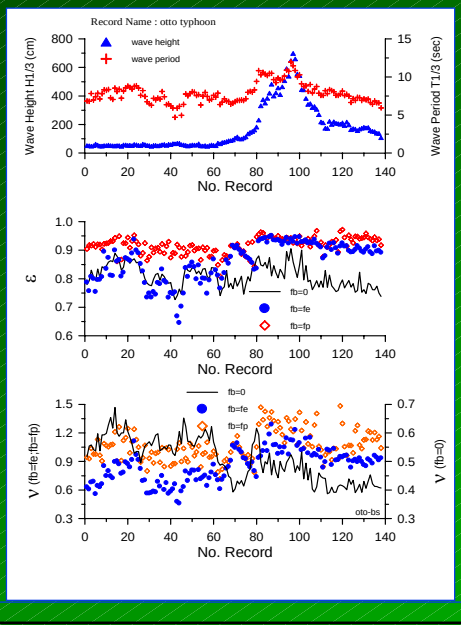
$$\nu=\sqrt{\frac{m_0m_2}{m_1^2}}-1$$ 波譜形狀窄度參數

$$\varepsilon=\sqrt{1-\frac{m_2^2}{m_0m_4}}$$ 波譜形狀寬度參數

$$m_n=\int f^nS(f)df$$

$$QP=\frac{2}{m_0}\int_0^\infty fS^2(f)Df$$ 波譜形狀尖度參數

一、研究背景與目的



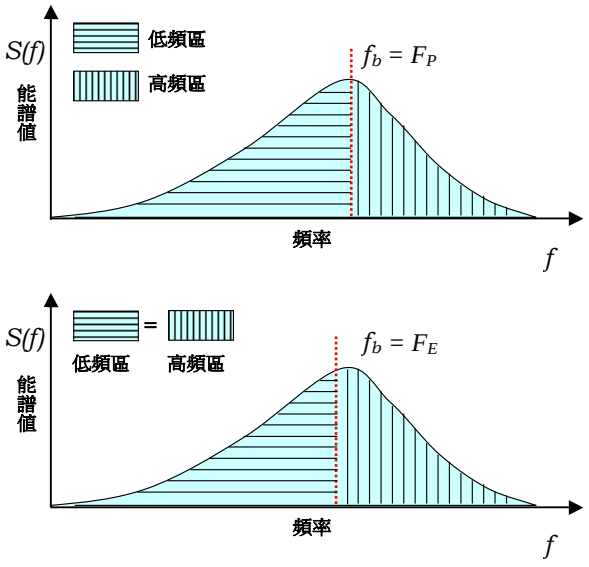
假設在波高（或週期）增大及減小的過程中，波譜的形狀有對應上的變化，而這樣的假設考量湧浪與風浪的波譜形狀應有所不同，前者因為波浪成分較單純所以波譜形狀較尖銳；而相對後者因波浪成分較複雜所以較平緩。

如果這樣的假設合理，則這些形狀參數對波譜形狀的衡量結果顯然不理想。

11

二、工作項目與成果

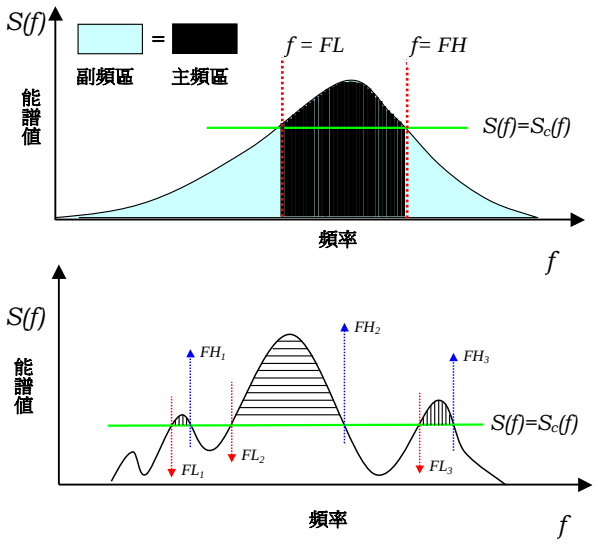
波譜動差計算新構想及比較



12

二、工作項目與成果

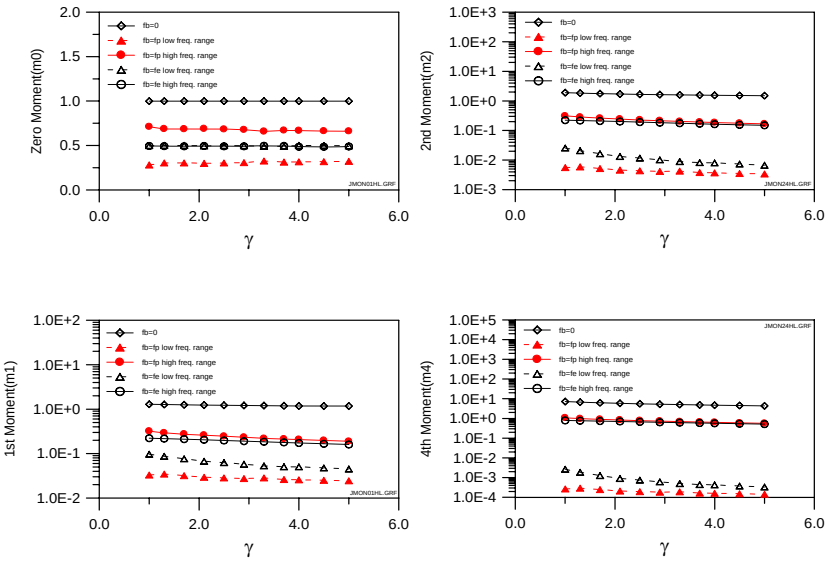
波譜動差計算新構想及比較



11

二、工作項目與成果

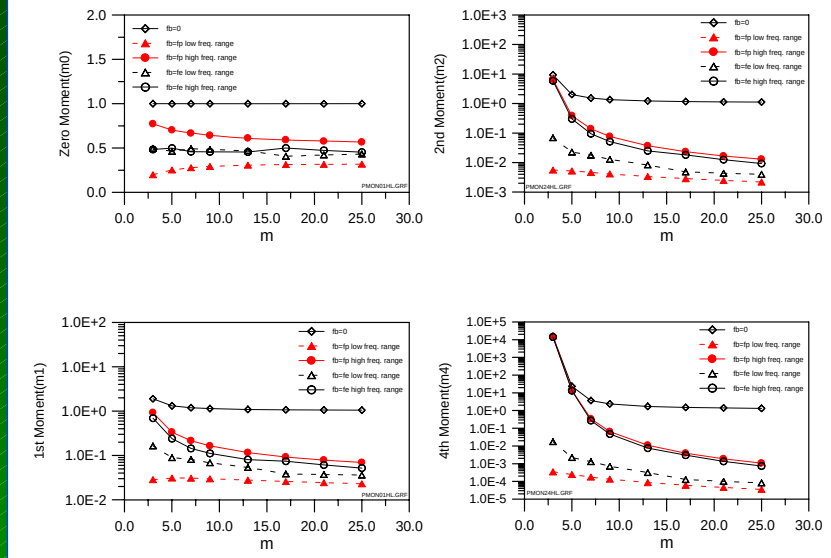
波譜動差計算新構想及比較



11

二、工作項目與成果

波譜動差計算新構想及比較



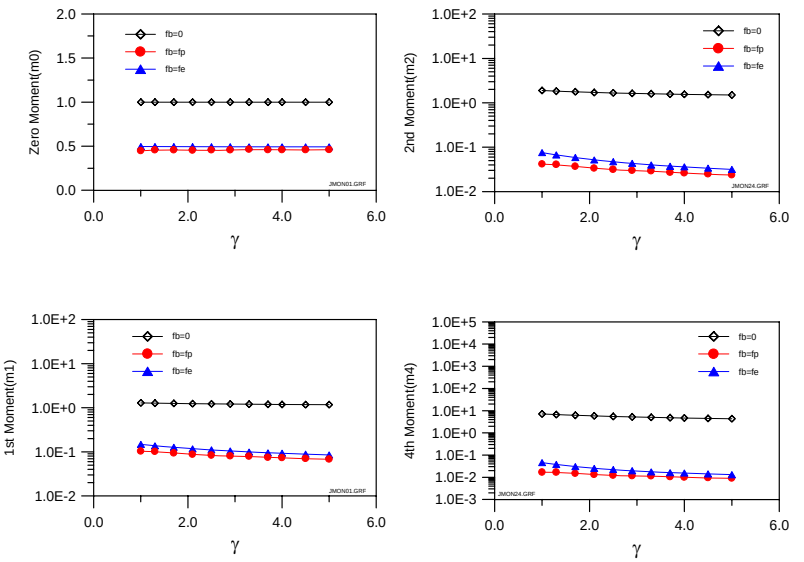
二、工作項目與成果

波譜動差計算新構想及比較

$$m_0=m_{0H}+m_{0L}$$
$$m_1=(m_{1H}*m_{1L})^{1/2}$$
$$m_2=(m_{2H}*m_{2L})^{1/2}$$
$$m_4=(m_{4H}*m_{4L})^{1/2}$$

二、工作項目與成果

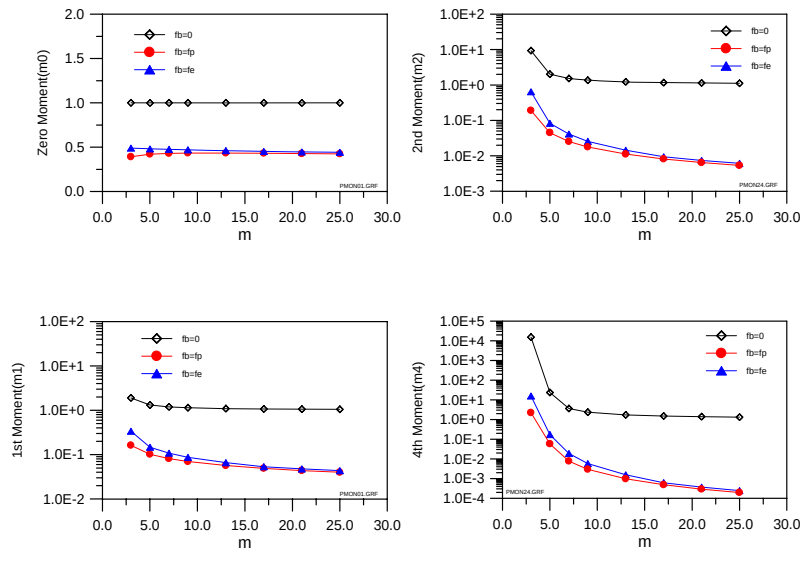
波譜動差計算新構想及比較



17

二、工作項目與成果

波譜動差計算新構想及比較



18

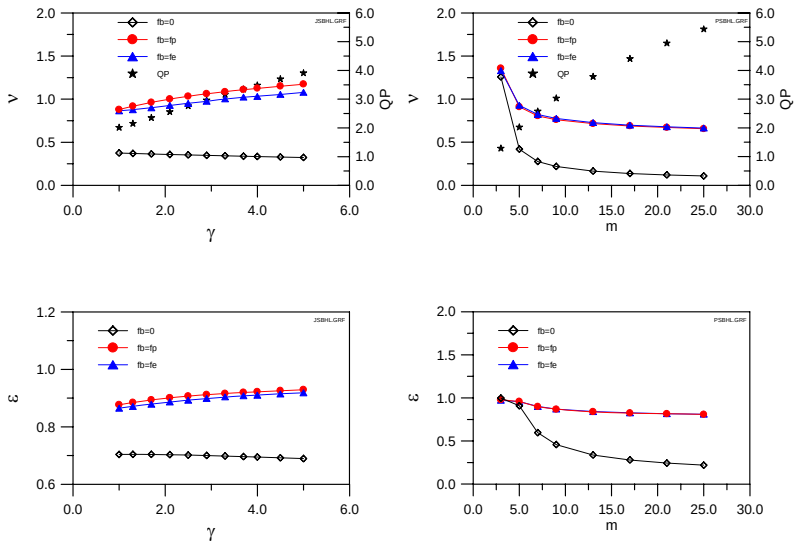
二、工作項目與成果

波譜動差計算新構想及比較

綜合而言，無論以參考頻率$f_b=F_p$或$f_b=F_E$計算所得之各階波譜動差，隨波譜形狀參數γ或m的變化趨勢，基本上與參考頻率$f_b=0$相似，只是趨勢較明顯而已。

二、工作項目與成果

依新動差計算之形狀參數



二、工作項目與成果

依新動差計算之形狀參數

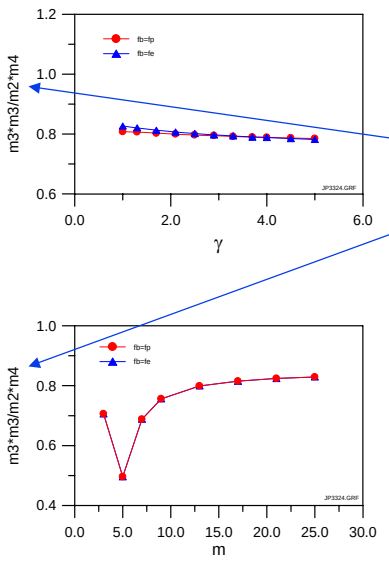
綜合而言，無論在JONSWAP或 P-M波譜的情況，新、舊窄度參數ν及寬度參數ε，皆不適合直接代替之波譜參數值γ或m 值。

值得注意的是新窄度參數及新寬度參數隨波譜參數m的變化趨勢與隨波譜參數γ完全不同，此表示新參數對於波譜形狀的衡量在不同波譜的情況無法獲得一致性的結果。

因此以不同參考頻率計算動差而求得之新窄度參數及新寬度參數仍無法直接取代波譜參數γ及m。

二、工作項目與成果

依新動差計算之形狀參數



其他無因次動差參數

m_0m_3/m_1m_2

m_2m_2/m_1m_3

m_2m_3/m_1m_4

m_3m_3/m_2m_4

出現

變化趨勢不一致；

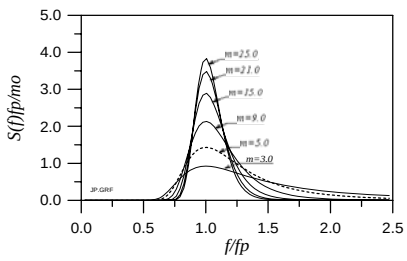
數值大小也不相符

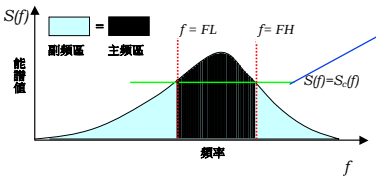
因此

不適合作為形狀參數

二、工作項目與成果

依主頻區能量定義之形狀參數





當波譜參數值愈大，主頻區頻率範圍愈小，能量密度最大值愈大；反之波譜參數值愈小，主頻區頻率範圍愈大，能量密度最大值愈小。

定義兩個新無因次參數

$S=S(f_p)/S_c$

S_c：主頻區之能量基準。

以主頻區能量總和佔全部頻區總能量之百分比而定，在本文設定為40%、50%、55%、60%、65%、75%及85%等7種

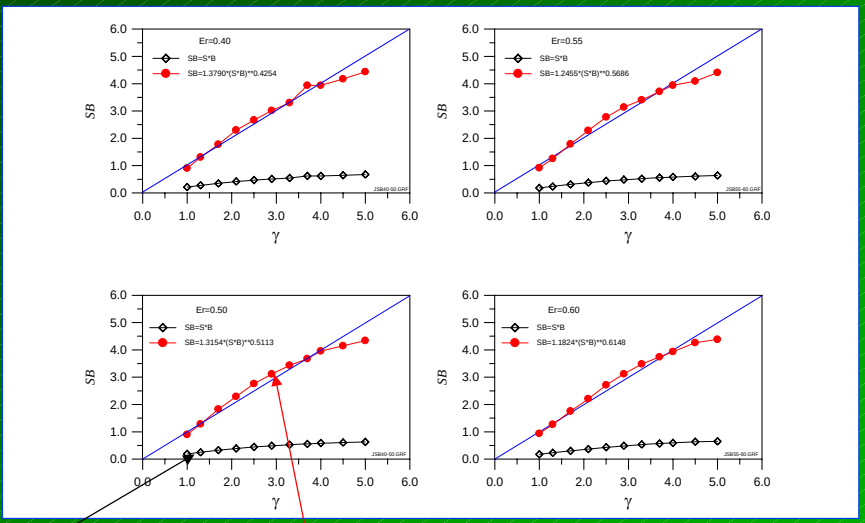
$B=(f_{max}-f_{min})/(f_H-f_L)$

f_H：主頻區頻率最大值

f_L：主頻區頻率最小值

二、工作項目與成果

依主頻區能量定義之形狀參數

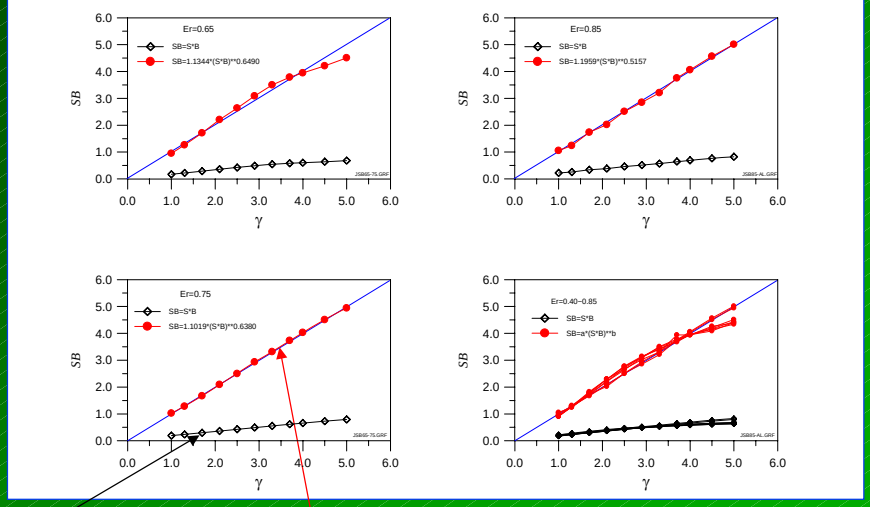


SB=S*B

SB=a*(S*B)^b

二、工作項目與成果

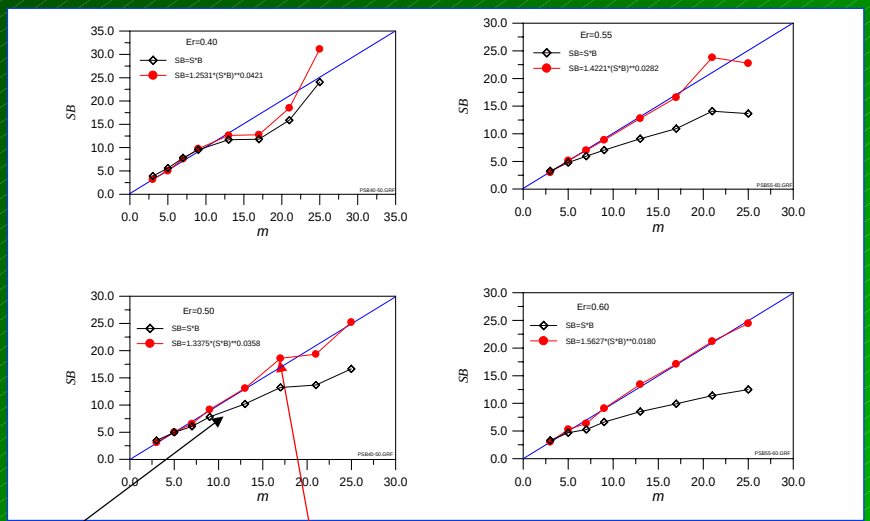
依主頻區能量定義之形狀參數



SB=S*B　　SB=a*(S*B)^b

二、工作項目與成果

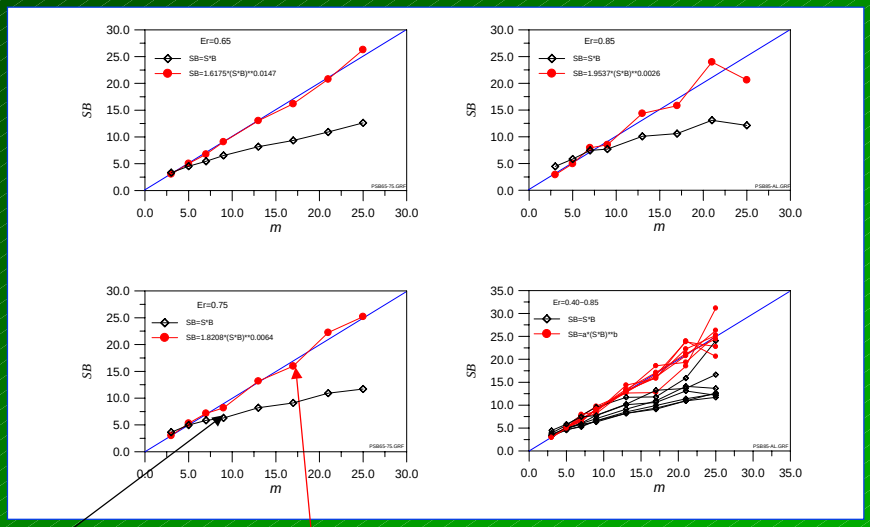
依主頻區能量定義之形狀參數



SB=S*B　　SB=a*(S*B)^b

二、工作項目與成果

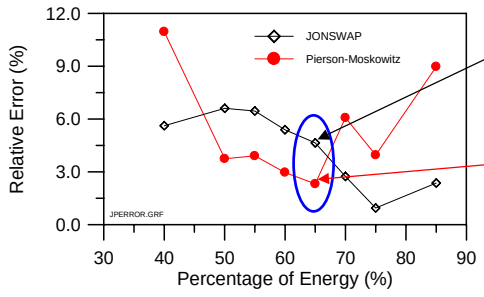
依主頻區能量定義之形狀參數



SB=S*B　　SB=a*(S*B)^{b}

二、工作項目與成果

依主頻區能量定義之形狀參數



JONSWAP
SB=1.1344(S*B)$^{0.649}$

P-M
SB=1.6175(S*B)$^{0.0147}$

何種能量百分比會有最佳迴歸結果？本文以SB參數與參數γ或m之相對誤差百分比來檢視。

$$ERR=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|SB_i-m_i|}{m_i}\times 100 \qquad ERR=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|SB_i-\gamma_i|}{\gamma_i}\times 100$$

二、工作項目與成果 綜合檢討

本文以主頻區能量基準觀點所定義之參數SB經適當修正後其數值和已知參數γ及m數值相當一致，若以65% 能量基準而言，其相對誤差不超過5% 。因此，若有一實測正規化波譜，經求得該波譜之參數SB後，可得該波譜對應之正規化JONSWAP波譜或Pierson-Moskowitz波譜，而完成波譜擬合過程。

換言之，本文所提出之SB參數可直接作為波譜形狀參數。

$$SB=(S(f_p)/S_c)*((f_{max}-f_{min})/(f_H-f_L))$$

$$\gamma \approx SB=1.1344(S*B)^{0.649} \qquad m \approx SB=1.6175(S*B)^{0.0147}$$

三、未來研究方向

- 後續將依主頻區能量觀點所定義之新SB參數應用至實測波譜，以近一步檢視其適用性。檢視方法可由實測波浪波譜正規化後與依新參數SB所推估之JONSWAP或Pierson-Moskowitz正規化波譜進行差異分析。
- 一般實測波譜形狀較複雜，即使正規化處理後仍無法如JONSWAP或Pierson-Moskowitz正規化波譜單純，例如經常有多峰頻的情形出現，造成計算新SB參數時之困惱。
- 本文所提新SB參數基本上是由與波譜尖銳程度有關之無因次參數S及波譜寬度程度有關之無因次參數B合併而成。後續將考慮不合併而以$SB=a*S^{b1}*B^{b2}$表示，其中a、b1、b2為待定係數，而由二自變數之最小平方法求得。

簡報完畢
敬請指教
61