98-31-7388
MOTC-IOT-96-H3DB001

近岸海象數值模擬及預警系統之建立(2/4)

交 通 部 運 輸 研 究 所
中華民國 98 年 4 月

98-31-7388
MOTC-IOT-97-H3DB001

近岸海象數值模擬及預警系統之建立(2/4)

著 者：邱永芳、蘇青和、李忠潘、劉正琪
于嘉順、陳陽益、林炤圭、江朕榮
李俊穎、陳明宗

交通部運輸研究所
中華民國 98 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目資料

近岸海象數值模擬及預警系統之建立. (2/4) /
邱永芳等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部
運研所 , 民 98.04
面 : 公分
參考書目:面
ISBN 978-986-01-8198-2(平裝)

1. 海洋氣象 2.數值分析 3.自動化

444.94029 98006541

近岸海象數值模擬及預警系統之建立(2/4)

著　　者：邱永芳、蘇青和、李忠潘、劉正琪、于嘉順、陳陽益、
林炤圭、江朕榮、李俊穎、陳明宗
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網　　址：www.ihmt.gov.tw (中文版＞中心出版品)
電　　話：(04)26587176
出版年月：中華民國 98 年 4 月
印 刷 者：承亞興企業有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 110 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定　　價：400　元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02)25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號 • 電話：(04)22260330

GPN：1009800894　　ISBN：978-986-01-8198-2 (平裝)

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：近岸海象數值模擬及預警系統之建立(2/4)</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN 978-986-01-8198-2 (平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1009800894</td><td>運輸研究所出版品編號
98-31-7388</td><td>計畫編號
97-H3DB001</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：港研中心
主管：邱永芳
主持人：邱永芳、蘇青和
研究人員：李俊穎、陳明宗
參與人員：錢爾潔、陳正義
聯絡電話：04-26587135
傳真號碼：04-26571329</td><td colspan="2">合作研究單位：國立中山大學
計畫主持人：李忠潘
共同主持人：劉正琪、于嘉順、陳陽益
協同主持人：林炤圭、王兆璋、薛憲文
研究人員：江朕榮、許馨尹
地址：高雄市鼓山區蓮海路 70 號
聯絡電話：07-5252000-5067</td><td>研究期間
自 97 年 2 月
至 97 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：近岸海象數值模擬及預警系統；波浪模式；水動力模式</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
近岸防救災系統的建立是在21世紀配合臺灣要邁向海洋國家最重要的施政項目之一。本研究屬交通部運輸研究所「臺灣近岸防救災預警系統技術與作業化之研究」計畫規劃四年合作研究計畫之第二年，主要工作有以下幾項：
(1)台北港及高雄港區及附近海域海流及波浪計算與即時模擬上線。(2)七港區作業化預報操作及成果評估。(3)風、浪、潮及流長期模擬。(4)波浪相關模式建置。(5)建立近岸防救災預報展示資訊系統。(6)網站資料更新維護與技術之轉移。
本年度本研究執行完成後，可得到以下的成果：
(1)本土化波浪、水位及流場數值模式，可提供環島海域及港區之波場、水位場及流場之預測與即時資訊。(2)整合性近岸防救災預報系統:包括風壓預報系統、波浪預報系統、水位預報系統、流場預報系統、洩油污染模擬系統等5個系統。(3)年度侵臺颱風期及典型季風期之風場、氣壓、波浪、水位及海流模擬預報及檢驗成果評估。(4)整合臺灣環島海岸觀測水位資料，及數值模擬結果，迅速且經確的提供海岸溢淹之預警資訊。(5)區域性之風浪模式及流場模式，迅速的提供港口航運安全所需之風浪、流場等預警資訊。(6)油污擴散數值模式，以能訊速正確掌控海岸油污染擴散現象，以供環境災害防護措施之使用。
本年度本研究執行完成後，可得到以下的效益及應用:
(1)颱風造成大規模的人命財產損失，近岸防救災系統的建立可提昇防災抗災能力，以減低災害的衝擊。(2) 本預警系統平時提供即時水位及流場等海象資訊，以供各港務局港口船舶交通航運安全使用，在颱風期間，或面臨緊急海難及各種海岸災害等防救時，也迅速提供救災必要資訊。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>98 年 4 月</td><td>498</td><td>400</td><td>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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">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</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

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

TITLE: Taiwan Coastal Ocean Modeling and Prediction System (II)

ISBN (OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN978-986-01-8198-2 (pbk)	1009800894	98-31-7388	97-H3DB001

DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiu Yung-fang
PROJECT STAFF: Su Chin-ho, Lee Chun-Ting, Chen Ming-tzong, Chen Er-Jier and Chen Cheng-yi
PHONE: (04) 26587135 FAX: (04) 26571329

PROJECT PERIOD
FROM February 2008
TO December 2008

RESEARCH AGENCY: National Sun Yat-sen University
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Lee Chung-pan
PROJECT STAFF: Liu Cheng-chi, Yu Chia-shun, Chen Yang-yih, Lin Jaw-guei, Wang Chau-chang, Shyue Shiahn-wern, Chang Chen-Jung, Hsin-Yin Hsu
ADDRESS: 70, Lien-hai Rd., Kaohsiung City, Taiwan (R.O.C)
PHONE: (07) 5252000-5067

KEY WORDS:
TAIWAN COASTAL OCEAN MODELING AND PREDICTION SYSTEM, WAVE MODEL, HYDRODYNAMIC MODELS

ABSTRACT:

In order to protect the coastal area and maximize the applications for stepping into the 21st century marine nation, require measures to protect human lives and properties along the coast. Designs, which based on statistical analysis of historical data, are no longer sufficient due to the global climate changes. The return periods analyzed for various constructions are not suitable for the crucial conditions recently faced in the world. Therefore, the setting up of a coastal defense and rescue system is the top priority of the national policies for Taiwan to become a 21st century ocean nation.

This project is a part of a four-year program entitled "Technology and Operation of a Early-warning System for Near-shore Disaster Prevention and Rescue" approved by the Executive Yuan. The major items of the achievements of the second year are as follows:

1. On-line operations of the models along the Taipei Harbor and the Kaohsiung Harbor areas.
2. Evaluation of the on-line operations for the 7 major harbors.
3. Long-term simulation of the winds, waves, tides and tidal currents.
4. Developments of wave correlation models for the 7 harbors.
5. Setup coastal defense on-line information system.
6. Maintenance of web pages and technology transfer.

As of the end of the project, the estimated results will be as follows:

1. Development of local coastal model for simulating wave, tide, currents and oil spills.
2. Integration of the defense system including wind predictions, waves and tide forecast systems, and dispersion simulation system.
3. Evaluation of the operations during this year's typhoon periods.
4. Integration of the observations and the model predictions for the use of flooding warning system.
5. Providing wave and tidal information for the navigations of the 7 harbors.
6. Oil spill predictions can offer quick and precise information for the necessary risk response system.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
April 2009	498	400	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ■UNCLASSIFIED

近岸海象數值模擬及預警系統之建立（2/4）

目錄

第一章　計畫背景分析

1.1　背景分析

台灣四面環海，陸域面積約 3 萬 6 千平方公里，在這狹小的地區卻居住了 2 千 4 百萬的人口，海洋的發展方向是必然的趨勢，所以城市發展亦多集中於濱海地區，更是居住生活密集的地區，為了保護人民的生命財產，必須在海岸興建人工建築物來抵擋海域的天然災害，如海岸侵蝕、海水倒灌等等的災害。因此，對於近海的海象狀況必需要有一定程度的了解與掌握；另一方面台灣的領海面積約為 17 萬平方公里，比起陸域面積大上許多，提供了許多能源、資源及遊憩活動空間，如台灣海峽廣大的漁場、海岸開發、各縣市政府積極推行的藍色公路等等，皆將人民的生活空間由沿岸陸地漸漸的推向海洋，所以為了讓政府決策單位及人民有一個依據，發展一套近岸海域海象預報系統是迫切需要的，港研中心為配合政府「廿一世紀台灣要邁向海洋國家」的政策，近岸防救災系統的建立是最重要的施政項目之一。

近年來，由於受到全球氣候變遷的影響，天然災害的威脅更為嚴苛，侵襲的頻率也有逐漸增加的趨勢，早期為了近岸防災所設定的標準，已經無法符合現實的需求，因而，防災設施必須隨之從新評估，以因應新的需求標準，因此，根據長期觀測的資料重新分析評估並設定新的防災標準，是防災建設的基礎工作。由於工程科技與電腦技術的進步，利用電腦程式建立數值海象預報模式已是歐美先進國家的發展趨勢，因此除了觀測資料的蒐集與分析，預報資訊已是近岸防救災系統不可或缺的決策支援工具。

近海海水水位變化的原動力可分為由太陽及月球引力產生潮汐（通稱為天文潮）、由風及大氣壓力變化產生的風暴潮（通稱為氣象潮，可影響水位變化由數小時到數天），另外就是由風產生的風浪與近岸作用所造成的近岸波浪。風暴潮由於影響水位時間較長，所以暴

潮溢淹會造成沿海低窪地區的災害。近岸波浪在傳遞的過程受到地形的影響，能量足以破壞岸邊的人工結構物，並且有可能造成海岸侵蝕，尤其以颱風期間所產生的颱風波浪必須特別注意。由於颱風的風力強大，在海面產生的風剪力也相對較大，所以可以產生週期較長且波高較高，能量也相對增強的颱風波浪，再經由地形的淺化效應，波高放大所造成的影響就更為嚴重。影響水位最主要的因素就是天文潮及風暴潮，天文潮由於具有週期性，研究發展的經驗較早，分析及預測的方法與成果很多，所以現在天文潮的預報已經具有相當的基礎；由於引起風暴潮的因素是風場及大氣壓力，並非規則性的現象，所以風暴潮的預報較天文潮困難許多；再加上正確氣象預報資料取得較困難，更增加了推算風暴潮的難度。雖然目前已有大氣模式可以預報大範圍區域的氣象資料，但是風速及風向卻會受到區域性地形的影響，尤其以台灣的地形四面環海中央是高達四千公尺的山脈，要得到近岸地區正確的風場不易。若是風場本身不正確，對於推算波浪以及水位的計算精確度影響也很大。水位的變化雖然不若波浪那樣的明顯及快速，但是由於屬於長波現象，影響的時間比波浪長，影響的區域也比較大，而且往往具有增加破壞的效果。當天文大潮適逢颱風暴潮時，整個水位的抬昇會更加嚴重，除了海水倒灌的問題之外，波浪更可藉由抬昇的水位深入到近岸內部陸地，造成更大的損失。

為保護和利用近岸海域，邁向 21 世紀的海洋國家，除近岸海域的開發使用外，更應著重百姓生命財產的保護，以補往昔之不足。由於全球環境變遷，藉由過去觀測的資料加以統計分析所得的結果已不足為憑，各項迴歸週期之設計基準也將不足以應付新的自然條件所加諸之嚴酷挑戰。因此，近岸防救災系統的建立是在 21 世紀配合臺灣要邁向海洋國家最重要的施政項目之一。

本年度研究屬交通部運輸研究所「臺灣近岸防救災預警系統技術與作業化之研究」計畫規劃四年合作研究計畫之第二年，整體系統架構如圖 1.1 所示，本研究之主要目的有以下幾項：

1. 近岸波潮流之模擬技術與污染控制之研發及預警精度改進。

2. 近岸防災預警系統之作業化研究，加強作業效能之提昇，預報系統並採用地理資訊系統之人性化操作界面，以利相關單位使用。

3. 結合交通部運輸研究所相關計畫之海象即時監測作業，發展颱風波浪及暴潮之模擬技術，建置近岸防災預警方法，以減低颱風期間近岸結構物破壞及淹水災害。

4. 沿海防護設施設計水位、設計波高標準推算以做海岸災害防護措施的依據。

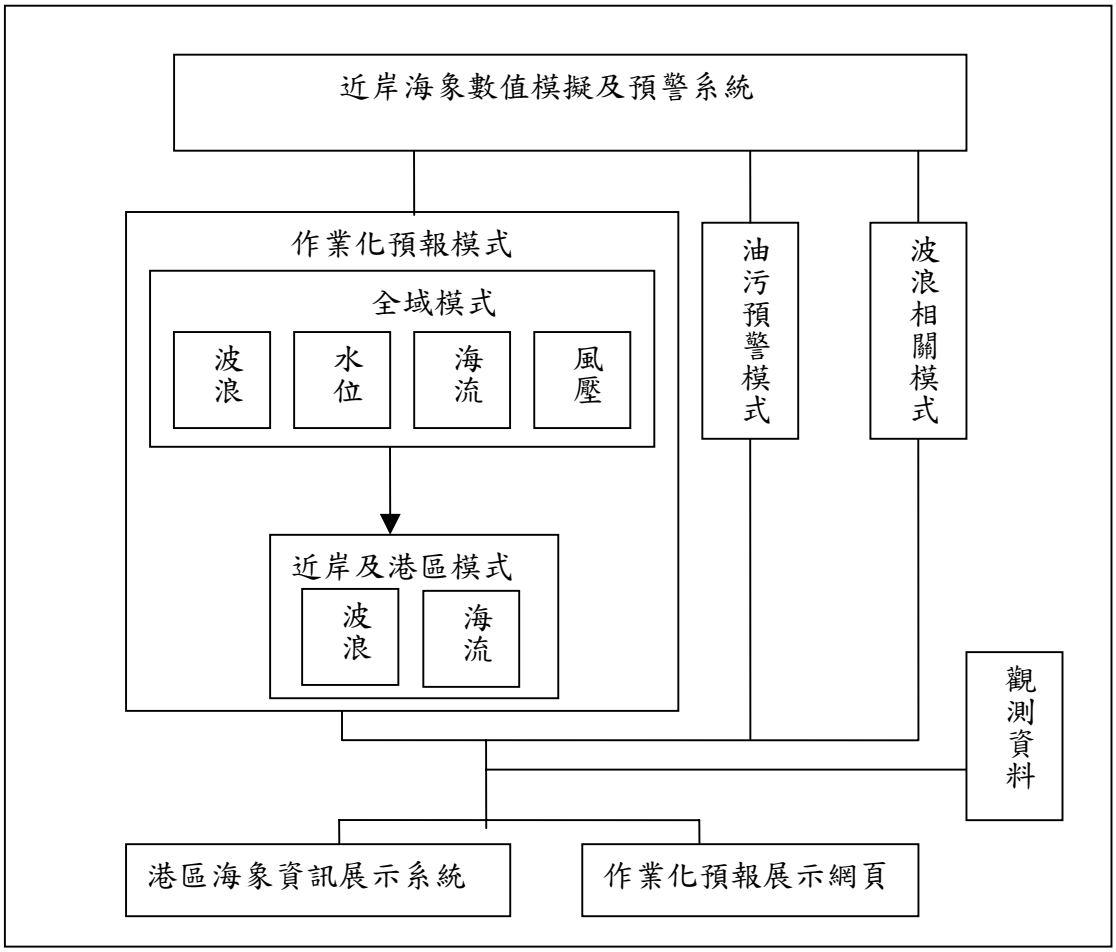


圖 1.1 近岸海象數值模擬及預警系統架構圖

1.2 研究工作內容及成果

近岸海象數值模擬及預警系統的建置包含許多工作項目，本年度預期完成的工作項目及預期成果說明后。

1.2.1 本年度新增工作

1. 台灣七個主要商港區及附近海域(港口)風場、波浪、水位及流場模擬作業上線：本年度需完成高雄及台北兩港之模擬上線作業，查詢應包括 72 小時模擬及即時模擬部份。

2. 臺灣環島近岸長期風場模擬結果分析：引用風場預報模式推算至少 4 年以上之結果(包括夏季、冬季及颱風等重點期間)，並引用本中心七個商港(或其他單位)觀測資料進行比較驗證，以求得重要據點之風力特性。

3. 臺灣環島近岸長期波場模擬結果分析：引用波浪預報模式推算至少 4 年以上之結果(包括夏季、冬季及颱風等重點期間)，並引用本中心七個商港(或其他單位)觀測資料進行比較驗證，以求得重要據點之波浪特性。

4. 臺灣環島近岸長期水位模擬結果分析：引用水位預報模式推算至少 4 年以上之推算結果(包括夏季、冬季及颱風等重點期間)，並引用本中心七個商港(或其他單位)觀測資料進行比較驗證，以求得重要據點之水位特性。

5. 臺灣環島近岸長期流場模擬結果分析：引用預報模式推算至少 4 年以上之推算結果(包括夏季、冬季及颱風等重點期間)，並引用本中心七個商港(或其他單位)觀測資料進行比較驗證，以求得重要據點(由港灣研究中心指定) 之海流特性(包括恒流、潮流及風驅流)。

6. 相關模式(correlation model)：在臺灣環島七個主要商港，利用波浪模式以進行長期且代表性之模擬推算，並引用觀測資料比較驗證，建立相關模式以增進預報速度。

7. 建立近岸防救災預報地理資訊展示系統:包括整合風場(氣壓)預報系統、波浪預報系統、水位預報系統、流場預報系統、汙染擴散預警系統等 5 個系統於地理資訊系統展示，並與海情中心資料庫系統整合，以建置人性化操作界面。

1.2.2 本年度延續工作

1. 台中及花蓮商港區及附近海域(港口)風場、波浪、水位及流場模式校驗。

2. 風場(氣壓)預報模式作業化成果評估：本計畫引進或建立之各種風場(氣壓)預報模式精確度及成果評估，以自動作業化方式進行全年逐日資料蒐集或推算，並取用本中心七個商港(或其他單位)現場觀測資料進行檢驗及精度評估等工作，並於每個颱風離臺後及每季結束後(分四季)兩星期內將預報資料及評估結果提送本中心，近岸(港區)及颱風風場為評估重點。

3. 波浪預報模式作業化成果評估：本計畫建立之各種波浪模式(包括大中小細四種全區域模式)精確度、計算速度改進及成果評估，以自動作業化方式進行全年逐日預報結果，並取用本中心七個商(或其他單位)現場觀測資料進行校驗及精度評估等工作，並於每個颱風離臺後及每季結束後(分四季)兩星期內將預報資料及評估結果提送本中心，近岸(港區)及颱風波場為評估重點。

4. 水位預報模式作業化成果評估：本計畫建立之各種水位模式(包括大中小三種全區域模式)精確度、計算速度改進及成果評估：以自動作業化方式進行全年逐日預報結果，並取用本

中心七個商港及氣象局(或其他單位)現場觀測資料進行校驗及精度評估等工作，並於每個颱風離臺後及每季結束後(分四季)兩星期內將預報資料及評估結果提送本中心，颱風暴潮為評估重點。

5. 海流預報模式作業化成果評估：本計畫建立之各種海流模式(包括大中小三種全區域模式)精確度、計算速度改進及成果評估：，以自動作業化方式進行全年逐日預報結果，並取用本中心七個商港及氣象局(或其他單位)現場觀測資料進行校驗及精度評估等工作，並於每個颱風離臺後及每季結束後(分四季)兩星期內將預報資料及評估結果提送本中心，近岸及港口流場為評估重點。

6. 油汙染擴散預警系統成果評估：以漏油事件，進行擴散模擬，並以觀測或衛星遙測等資料比較評估成果。

7. 建立預報系統網站：網站需提供包括利用各種風場、氣壓、波浪、水位、流場等數值模式之計算結果，包括即時預報資訊、典型颱風成果、歷年詳細資料等查詢功能。計畫期間網站需維持穩定提供每日即時海象觀測資訊與預報等資訊之查詢功能，颱風侵臺時期為重點期間。

8. 資料與技術之轉移：數值模式、網站資料及相關資料與技術之轉移，年度結束時，須將風場、氣壓、波浪、潮位、流場、擴散等數值模擬結果，包括各種測試結果、與現場觀測資料比較評估成果、正式預報結果及網站相關資料等，裝設於港研中心之個人電腦，並提供相關程式及使用手冊予港研中心。

1.2.3 研究成果

本年度工作項目及內容於本計畫書皆有完整說明，而整年度工作得到以下成果。

1. 本土化風壓數值模式，可提供環島海域及港區之風場及氣壓場計算。
2. 本土化波浪數值模式，可提供環島海域及港區之波場計算。
3. 本土化水位數值模式,可提供環島海域及港區之水位場計算。
4. 本土化流場數值模式，可提供環島海域及港區之流場計算。
5. 本土化污染擴散模式,可提供環島海域及港區污染擴散計算。
6. 整合性近岸防救災預報系統:包括風壓預報系統、波浪預報系統、水位預報系統、流場預報系統、汙染擴散預警系統等 5 個系統。
7. 年度侵臺颱風期及典型季風期之風場及氣壓模擬預報及檢驗成果評估。
8. 年度侵臺颱風期及典型季風期之波浪模擬預報及檢驗成果評估。
9. 年度侵臺颱風期及典型季風期之水位模擬預報及檢驗成果評估。
10. 年度侵臺颱風期及典型季風期之海流模擬預報及檢驗成果評估。
11. 整合臺灣環島海岸觀測水位資料，及數值模擬結果，迅速且精確的提供海岸溢淹之預警資訊。
12. 區域性之風浪模式及流場模式，迅速的提供港口航運安全所需之風浪、流場等預警資訊。
13. 油污擴散數值模式，能訊速正確掌控海岸油污染擴散現象，提供環境災害防護措施之使用。

第二章　近岸海域及港區海象模式建置

本章節介紹本年度建置的台北及高雄近岸海域及港區的流場及波浪場，另外由於港區波浪場計算相當費時，為了要達到預報的時效性，也進行波浪相關模式的建置，本年度以台中港進行建置，工作內容及結果詳述於後。

2.1　台北港及高雄港近岸與港區周圍流場模擬

理想的海流模式應可配合研究海域之全面需要，將可能影響海流的各種因素盡量納入模式中，我們選用之海流計算模式是採用有限體積數值方法模式。

本模式是用來解析沙洲、港灣、具有廣大潮間帶沼澤等及錯綜複雜地形河口而發展的三維水理及生態模式。其目的是為了藉由具有非結構性的網格、有限體積、自由表面及三維方程式的近岸海洋環境模式，來了解錯綜複雜的地形對水理及生態之影響。

過去十年間，有限元素法及有限差分法等數值方法廣泛的應用於海洋模式中，最典型的模式是就是 POM(Princeton Ocean Model)(Blumberg and Mellor,1987) 及 ROM(Regional Ocean Model)(Haidvogel et al.,2000)。然而，近岸海洋模式在數值計算難以突破的困難，包括(1)無法解決不規則地形、(2)無法保證質量、動量及能量的守恆。模式中所使用的非結構性網格及有限體積數值方法結合有線差分法容易識別及計算效率高的特色，同時也具備有限元素法幾何靈活性的特徵，提升計算的效率及準確性，同時滿足三大守恆定律。模式中流場的劃分是使用三角形網格，在垂直分層面是使用 σ 座標系統(sigma-coordinate system)，σ 座標系統的定義 $\sigma=(z-\zeta)/(H+\zeta)$，在垂直面上呈現相對分層，使全域的垂直座標在[-1 0]之間變化。這種方法在垂直面上具有相同的網格數，可隨意分層，且在淺水的部分具有較高的垂直分辨率。本模式目前在全世界廣泛的使用，如 East China

Sea、Jiaozhou Bay 等。

模式中能考慮波浪作用力、潮汐水位變化、風場、地球自轉科氏力及海床底床摩擦等因素，可模擬海域水位變化及海域潮流流況。亦可考慮蒸發、降雨、日照等自然條件因素，河川入流之流量及溫鹽度皆可納入模式考量範圍。

2.1.1 海流水理模式

(一) 模式理論

水理模式的部份將包括流場、溫度及鹽度的擴散。其理論基礎分別是三維的水理控制方程式及計算溫度及鹽度的擴散傳輸方程式，詳細公式介紹請參見附錄 A。

(二) 數值方法及收斂條件

模式採用非結構性三角形網格，可在任意加密或縮小網格。為了能完整解析整體海域複雜的地形變化，預計使用 500~1500 個三角形網格，注重於港口內部及鄰近海域之計算，且探討由河流入流之淡水對海域的影響範圍，此外在時間步階上必須滿足以下的條件：

$$\Delta t_E \le \frac{\Delta L}{U + \sqrt{gD}}$$

Δt_E 為時間步階，ΔL 為三角形網格最短邊的長度，U 為水平速度，D 為水深。

(三) 計算條件及邊界條件

模式計算時所需的邊界條件及初始資料來源及假設值包括：

1. 潮位資料：利用 taicoms 系統之台灣海域水動力模式計算結果，取出模式所需的邊界點的潮位及流速進行輸入。

2. 氣象資料：模式所需氣象方面資料來源，則利用港研中心於觀測站所測得的風場資料進行輸入。

3. 流量資料：利用各河川之流量站所量測的流量，作為模式計算之用。

2.1.2 模式計算範圍

(一) 台北港

台北港位於台北縣八里鄉淡水河口南岸，東北隔淡水河與淡水鎮相望，西接林口鄉，南隔觀音山與五股鄉為鄰，西鄰台灣海峽。台北港實測站位於北緯 25˚10’44”、東經 121˚22’41”位置，距離台北港北方防波堤堤頭約 1150m，水深-15m 處之海上觀測樁。

依據台北港港域實際海流調查成果得知，台北港港域之海流活動受淡水河流量影響很大，基本上漲潮期間受地球自轉效應，往西南方向。而選定良好的計算範圍，具有良好的邊界條件資料可提供，是海流數值模擬成功的先決條件。

模式計算範圍，因須包含港灣研究中心的觀測站，以利後期於模式驗證部份，與實測資料比對。目前所採用的計算範圍(如圖 2.1-1 所示)，在地形資料上結合實測地形資料，再用以內插方法得到台北港港域的完整地形資料(如圖 2.1-2 所示)。

模式中模擬台北港第二期工程之建置，模擬港域流場變化，以 2007 年 1 月為例。淡水河流量採用台灣地區河川流量站資料，將鄰近流量站資料平均所得，假設 1 月淡水河流量為 15 CMS。

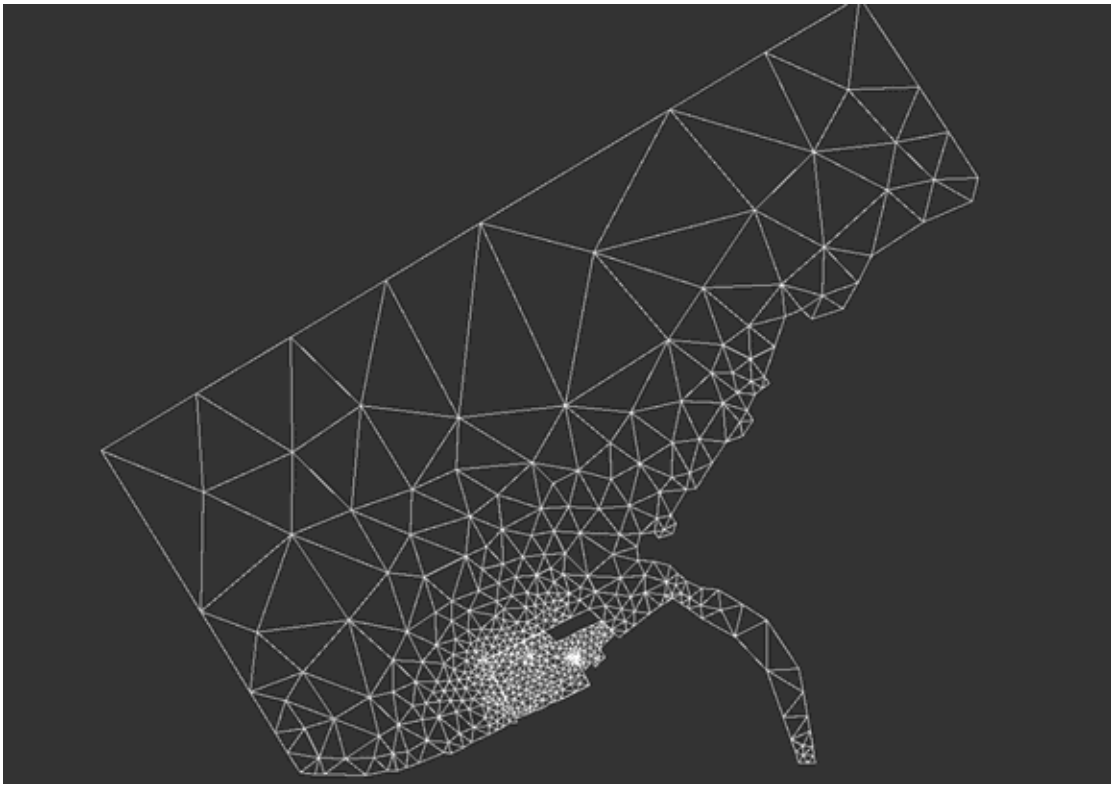


圖 2.1-1　台北港目前模式計算範圍

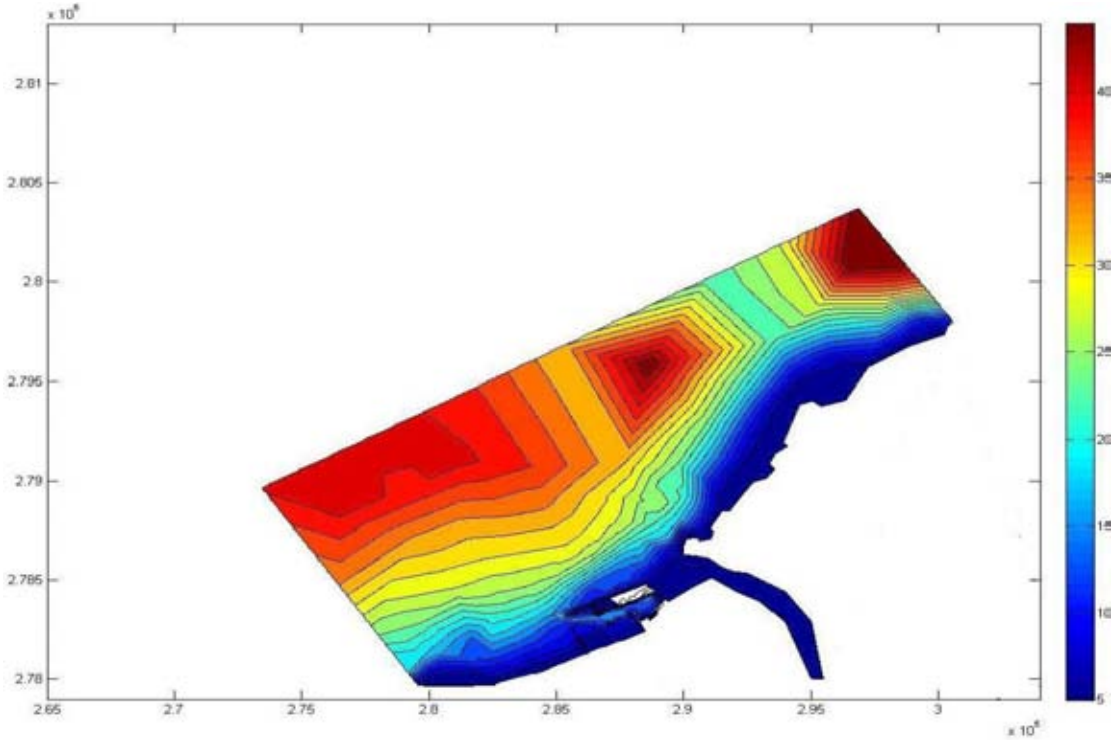


圖 2.1-2　台北港海流計算模式水深

(二) 高雄港

高雄港港域的調查資料顯示，其調查水深最深處僅約二十米左右，模式計算範圍(如圖 2.1-3 所示)，地形資料也是採用港域實測資料在加以內插所得(如圖 2.1-4 所示)。

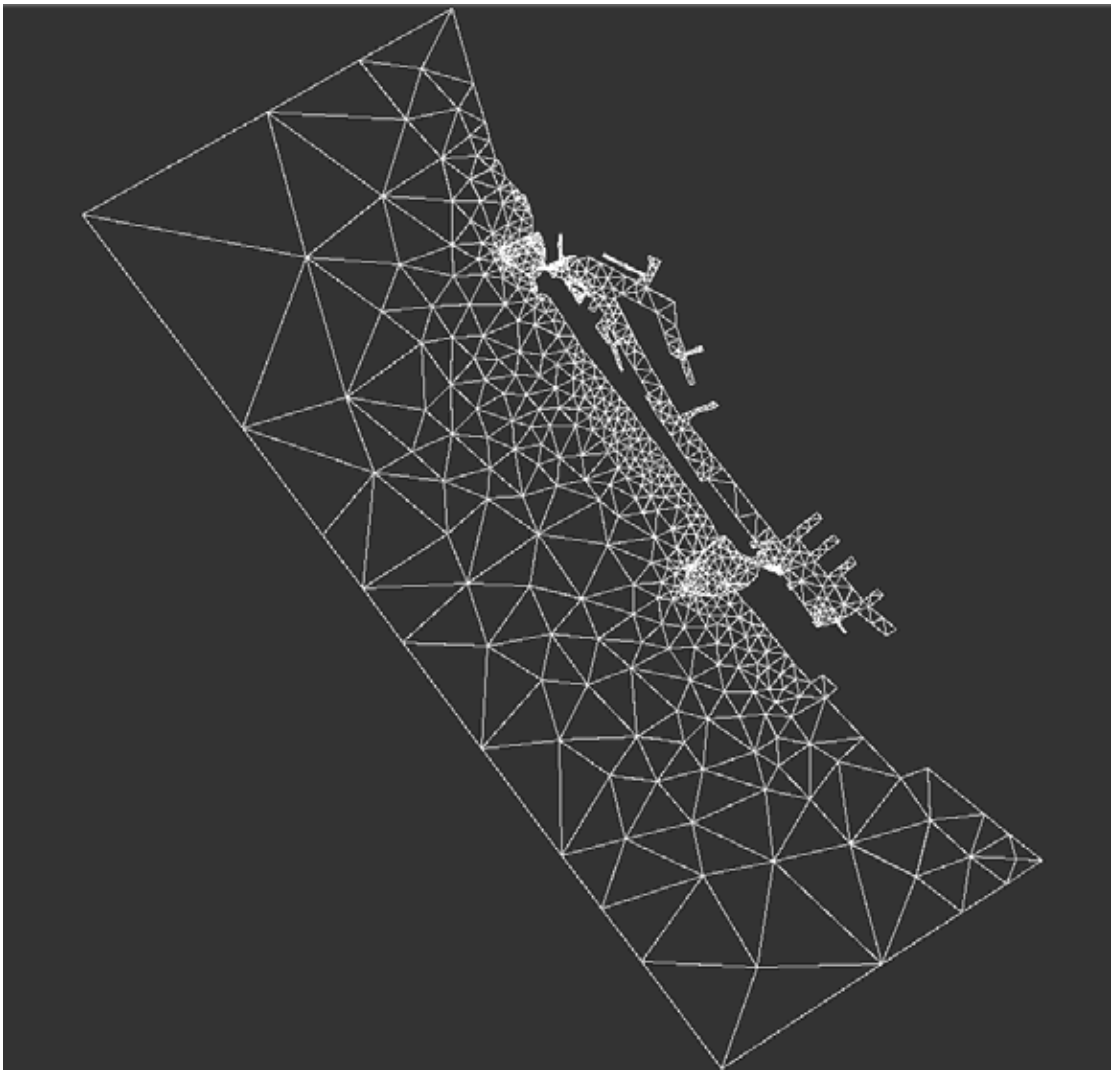


圖 2.1-3　高雄港模式計算範圍

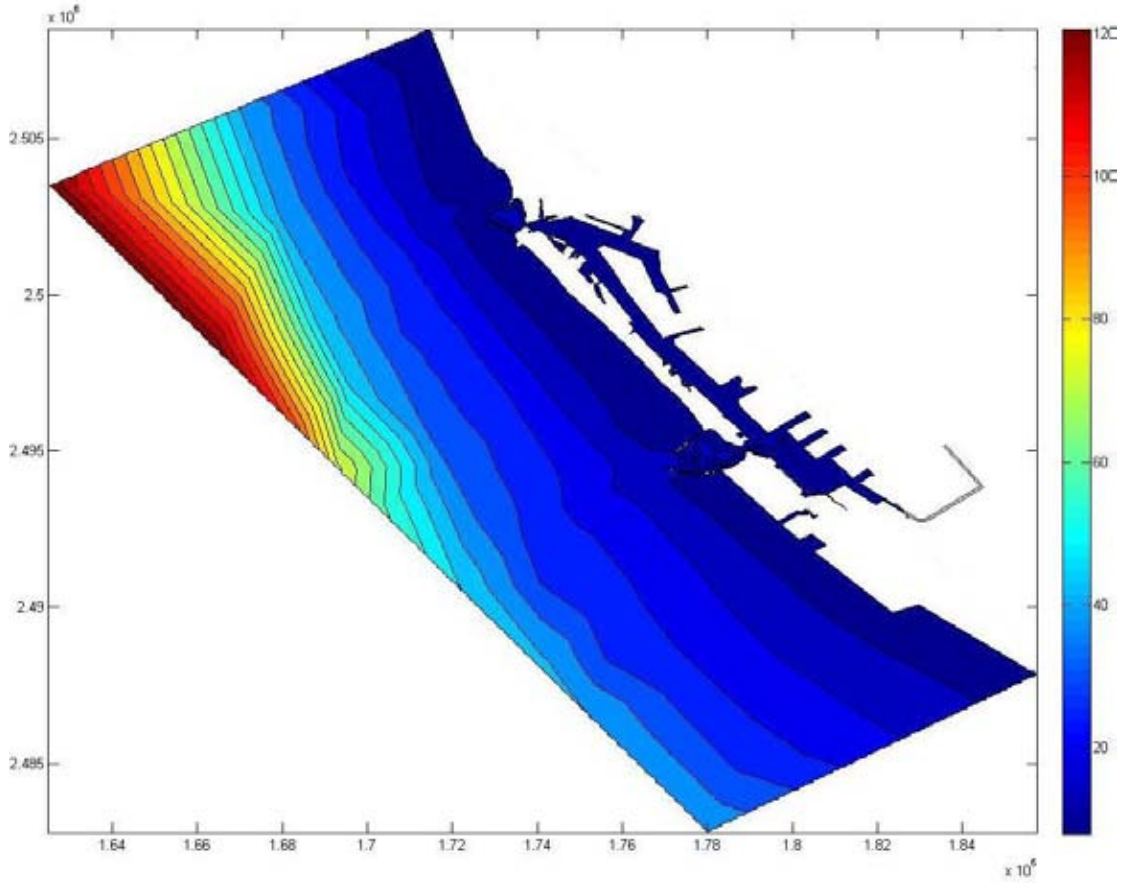


圖 2.1-4　高雄港海流計算模式水深

2.1.3 模擬結果

(一) 台北港模式模擬與驗證

1.　台北港實測海流及水位及風場

台北港實測水位及流場，以 2007 年 1 月為例(如圖 2.1-5、圖 2.1-6 所示)，可看到漲潮流場往南，退潮流場往北的現象。

模式中使用之風速及風向表示 1 小時平均風速及風向。最大風速、風向表示最大的 1 小時平均風速及當時之平均風向。風向定義為正北為零度，順時針為正，表示風之來向(如圖 2.1-7 所示)。

2.　計算港域之海流模擬

模式模擬時間取 2007 年 1 月 1 日至 2007 年 1 月 31 日止，模擬範

圍由淡水河北側至台北港八里一帶海域。

以目前的計算範圍模擬其漲退潮流場的變異，圖 2.1-8 至圖 2.1-11 是模擬其港域於漲退潮期間，流場變化情形。

在淡水河河口附近水域流場受潮流影響，在漲潮時，潮汐會注入淡水河；在退潮時，淡水河所排入海域的河水，流出河口後隨潮流往東北方向流去(如圖 2.1-12、圖 2.1-13 所示)。

3. 模擬結果與實測資料比對

由模式的流向方面(圖 2.1-16)可看出，整體流場流向大致吻合，漲潮呈現西南流向，退潮沿岸線往北北東流向，流速部分(圖 2.1-15)，大潮時，整體流場呈現流速較快的情形，在漲退潮轉換中間，其平均流速也會呈現較低的現象。

台北港港域目前計畫進行第二期工程及第三期工程，其工程建設對台北港域海流特性之影響，未來擬持續研究及分析。水位及流場流速驗證方面擬持續改善，以求完整解析台北港港域海流狀況。

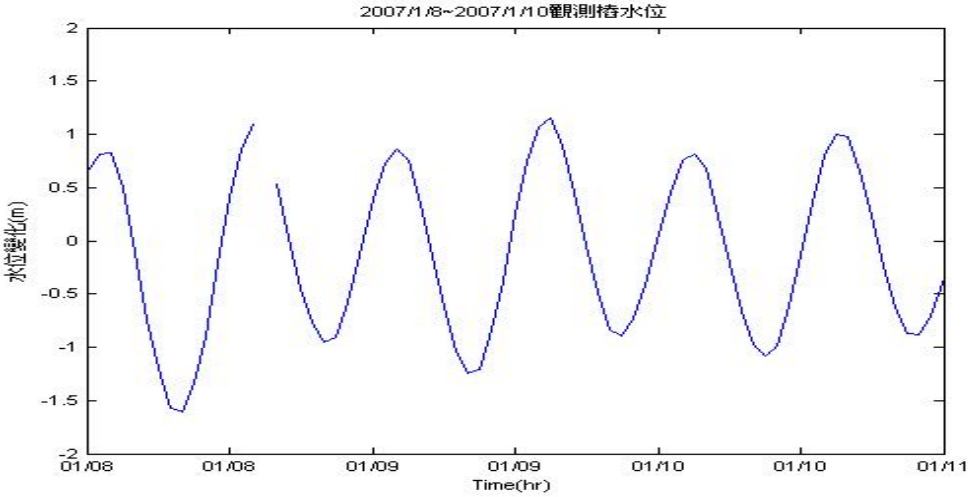


圖 2.1-5　台北港觀測樁水位實測資料時序圖

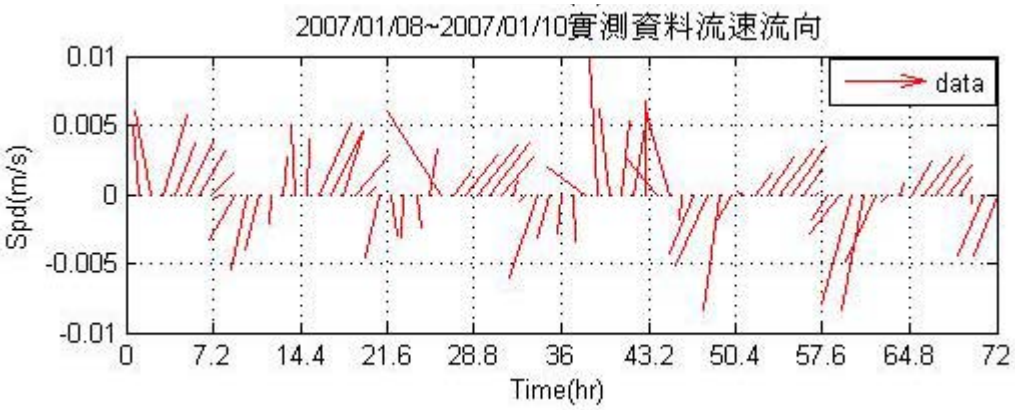
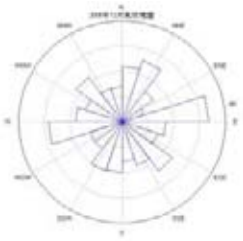
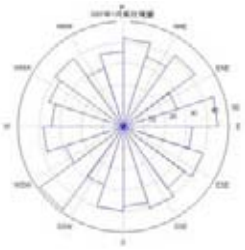


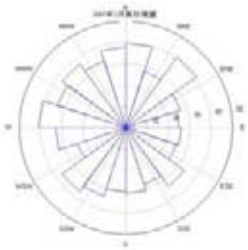
圖 2.1-6　流速實測資料時序圖



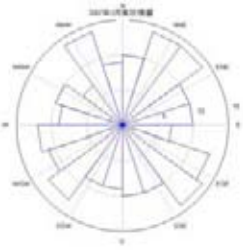
12 月份風向玫瑰圖



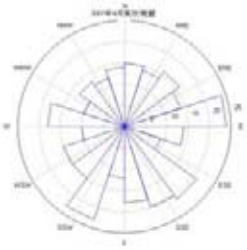
1 月份風向玫瑰圖



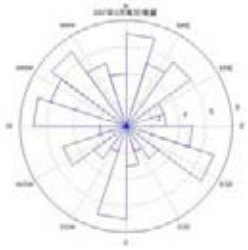
2 月份風向玫瑰圖



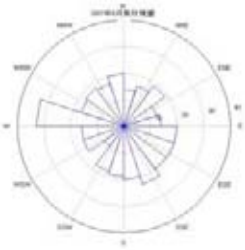
3 月份風向玫瑰圖



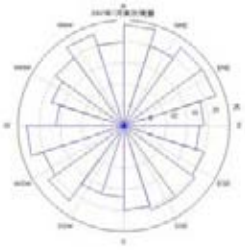
4 月份風向玫瑰圖



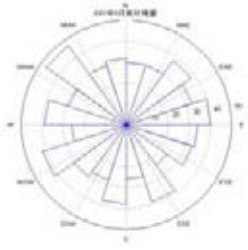
5 月份風向玫瑰圖



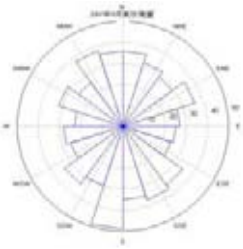
6 月份風向玫瑰圖



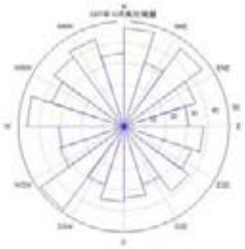
7 月份風向玫瑰圖



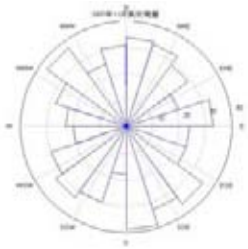
8 月份風向玫瑰圖



9 月份風向玫瑰圖



10 月份風向玫瑰圖



11 月份風向玫瑰圖

圖 2.1-7　台北港實測風場風向統計(以 2007 年為例)

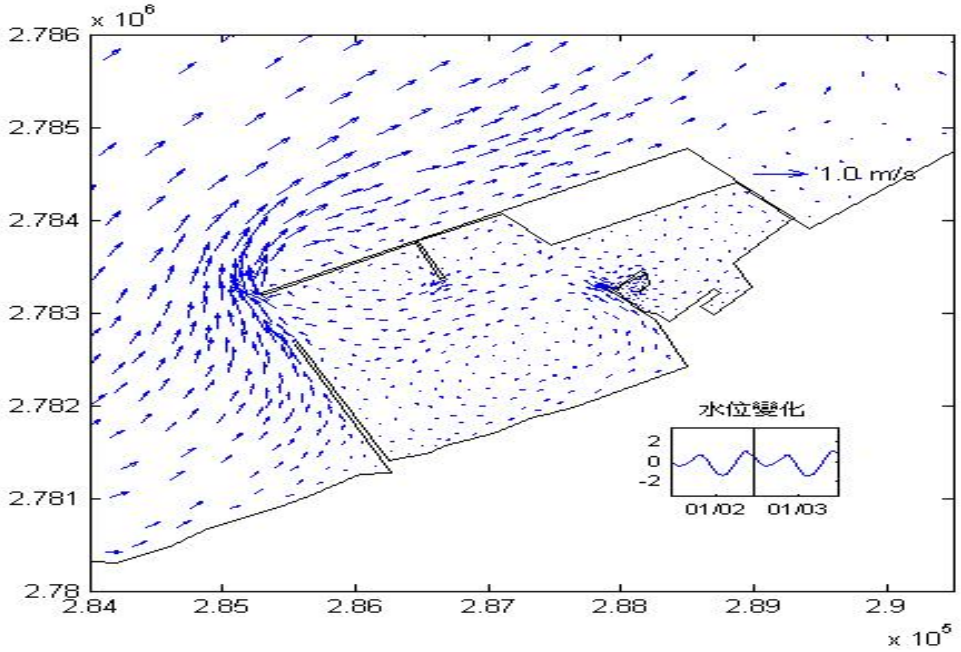


圖 2.1-8　台北港域退潮時期流場

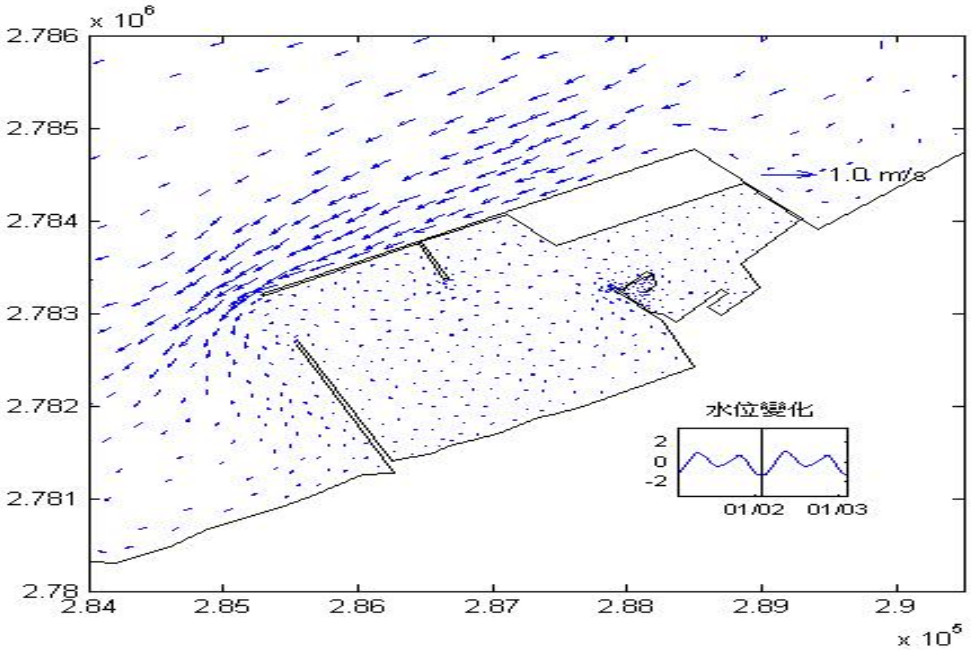


圖 2.1-9　台北港域低平潮時期流場

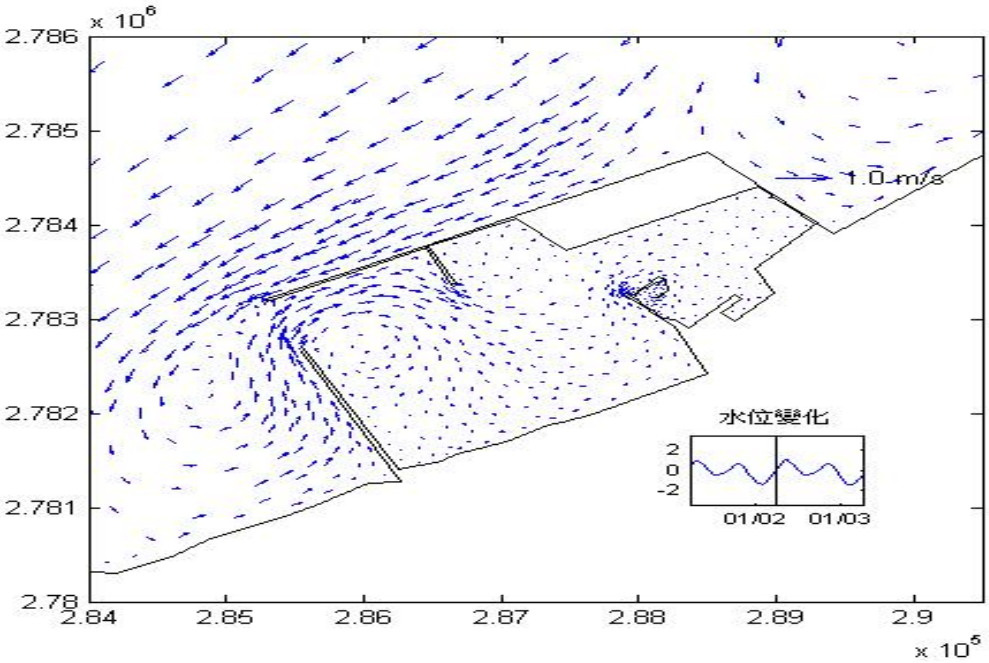


圖 2.1-10　台北港漲潮時期流場

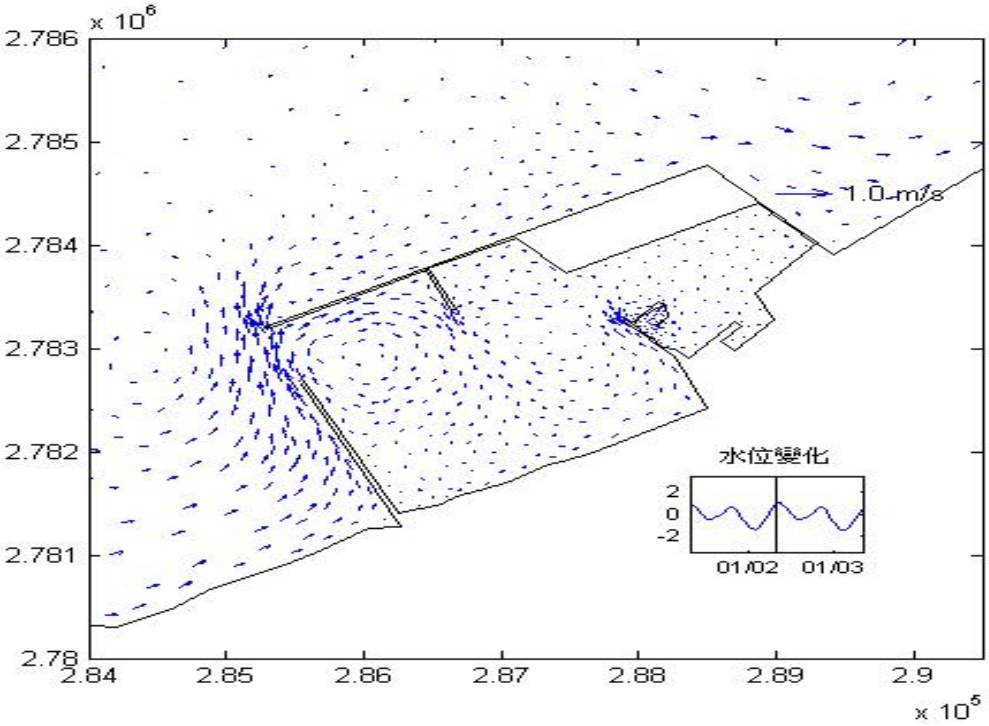


圖 2.1-11　台北港高平潮時期流場

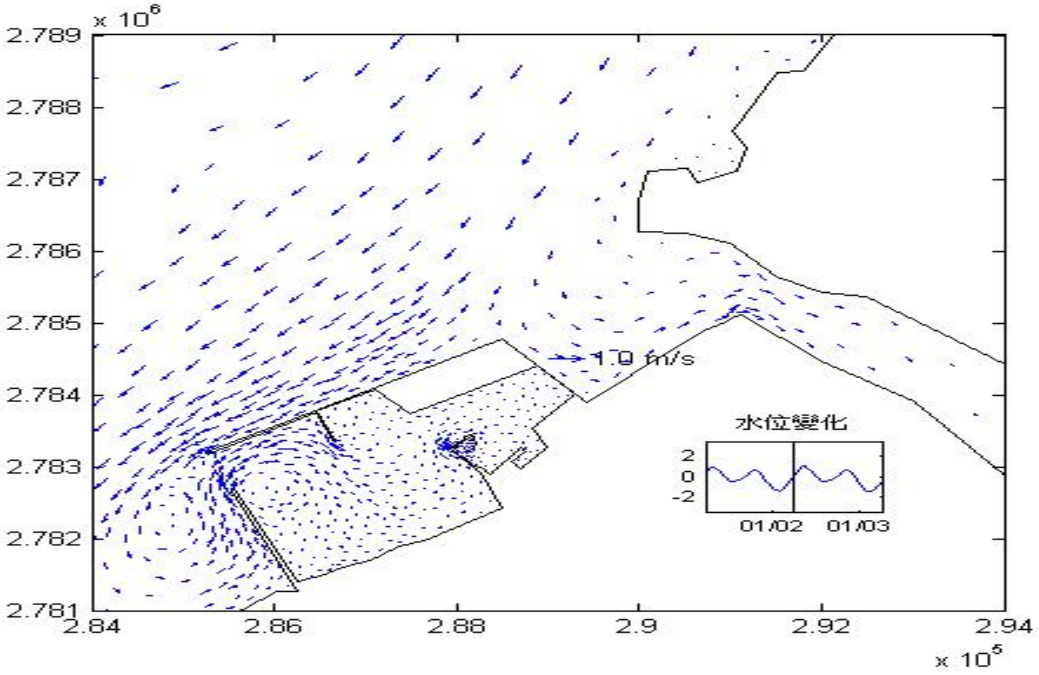


圖 2.1-12　台北港漲潮時期淡水河域流場

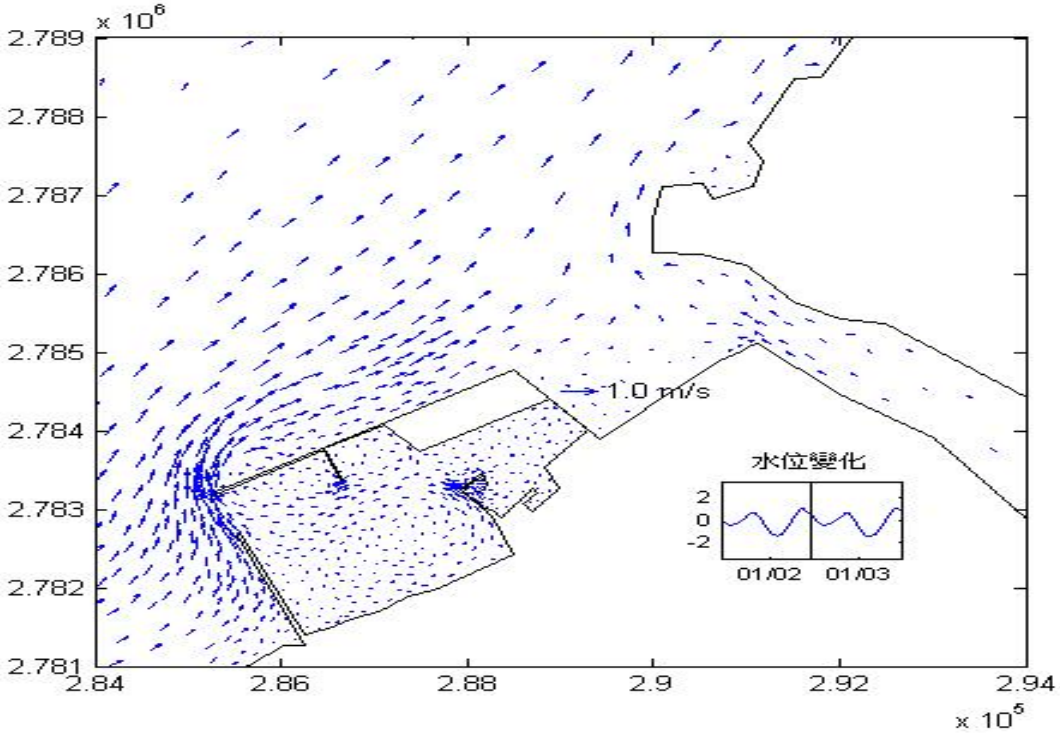


圖 2.1-13　台北港退潮時期淡水河域流場

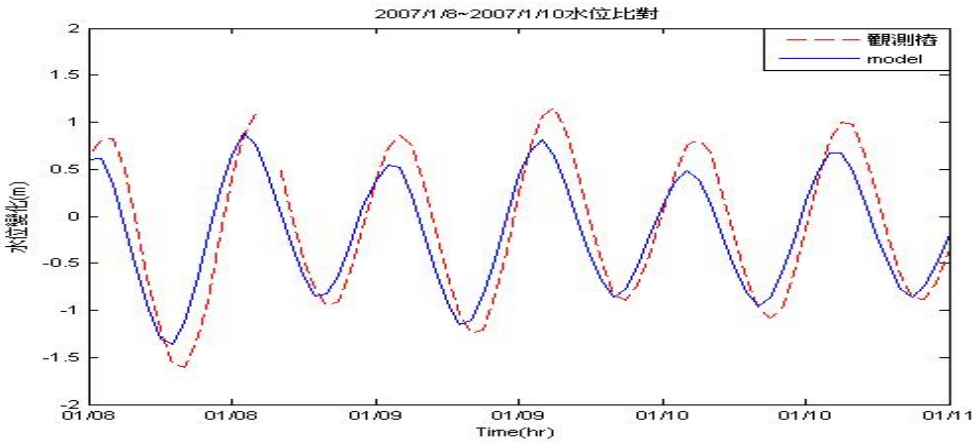


圖 2.1-14　模式水位與實測水位比對圖

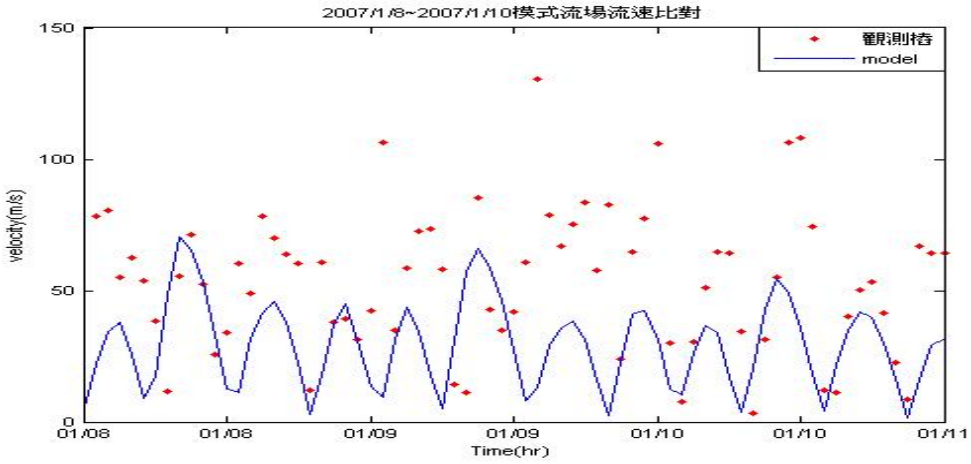


圖 2.1-15　模式流速與實測資料比對圖

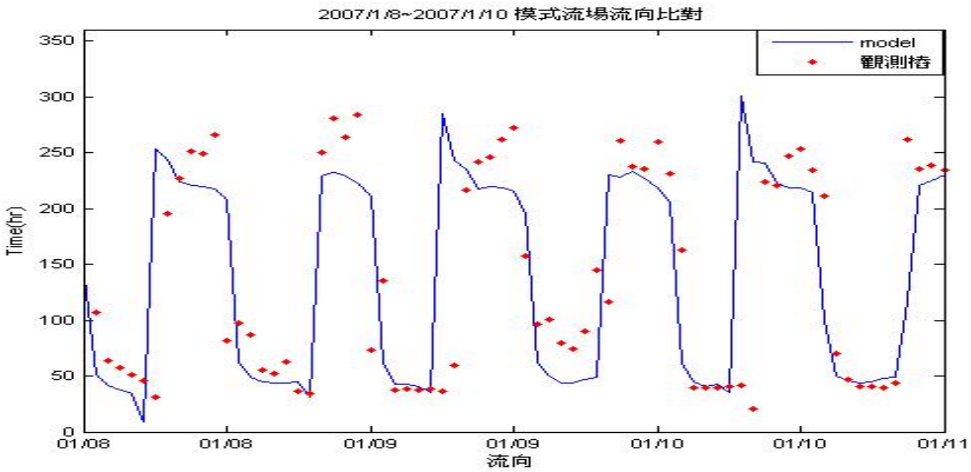


圖 2.1-16　模式流向與實測資料比對圖

(二) 高雄港

目前高雄港模擬結果為初步結果，未來仍會繼續效驗模式。

1. 高雄港實測海流及水位

高雄港實測水位及流場資料採用港灣研究中心於高雄港二港口附近所測之海流資料。

高雄港實測水位(如圖 2.1-17 所示)，以 2007 年 4 月為例。

2. 計算港域之海流模擬

模式模擬時間取 2007 年 4 月 1 日至 2007 年 4 月 30 日止，模擬範圍由高雄港港域往外延伸。

以目前的計算範圍模擬其漲退潮流場的變異，圖 2.1-18 至圖 2.1-21 是模擬其港域於漲退潮期間，流場變化情形。

3. 模式驗證

由模式的流向方面(圖 2.1-18~圖 2.1-21)可看出，漲潮呈現東南流向，退潮沿岸線往西北流向，與實測資料結果大致吻合。

水位驗證方面，取用模式中與實測海流觀測樁位置相近的計算水位作為模式驗證之水位(如圖 2.1-22 所示)，計算潮位與實際潮位大致吻合。

港口內部流向由圖 2.1-23 可看出，流速正值表示流量進流，流速負值表示流量出流，漲潮時期流場由高雄港一港口往高雄港二港口移動，退潮時其流場則由高雄港二港口往高雄港一港口移動。圖 2.1-24 及圖 2.1-25 為高雄港流速及流向比對圖，由於目前模式還在效驗中，且仍有許多資料缺乏，因此比對結果不理想，未來仍會持續精進模式結果。

高雄港港域海流特性複雜多變，海流模式仍屬於發展階段，未來

擬加入氣象條件(如風…等)，以求更接近實際高雄港港域情況。未來擬增加模式校正及驗證部分，如流場流速、流向等，用以修正海流模式，使能精確模擬高雄港港域海流狀況。

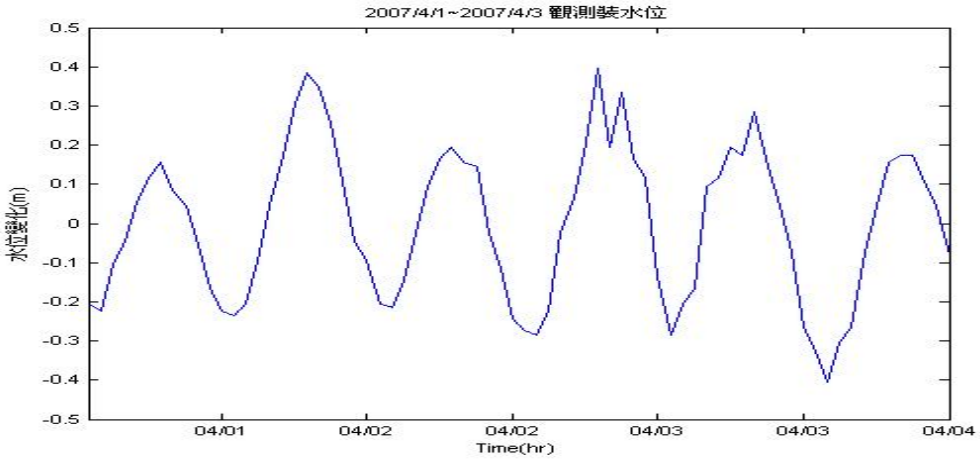


圖 2.1-17　高雄港水位實測資料時序圖

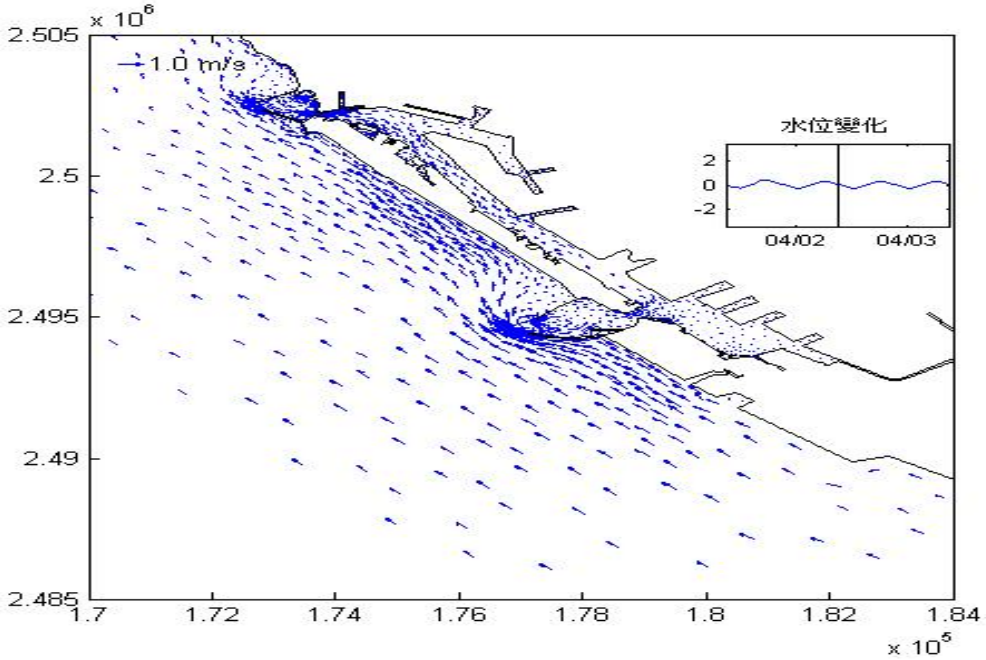


圖 2.1-18　高雄港退潮時期流場

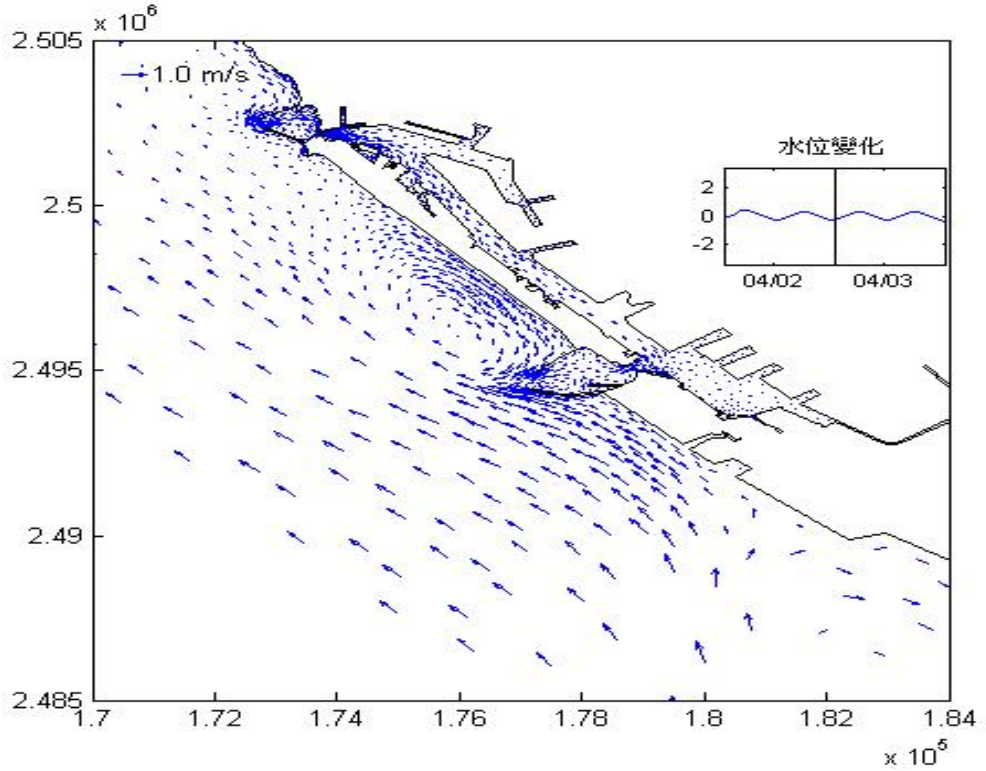


圖 2.1-19　高雄港低平潮時期流場

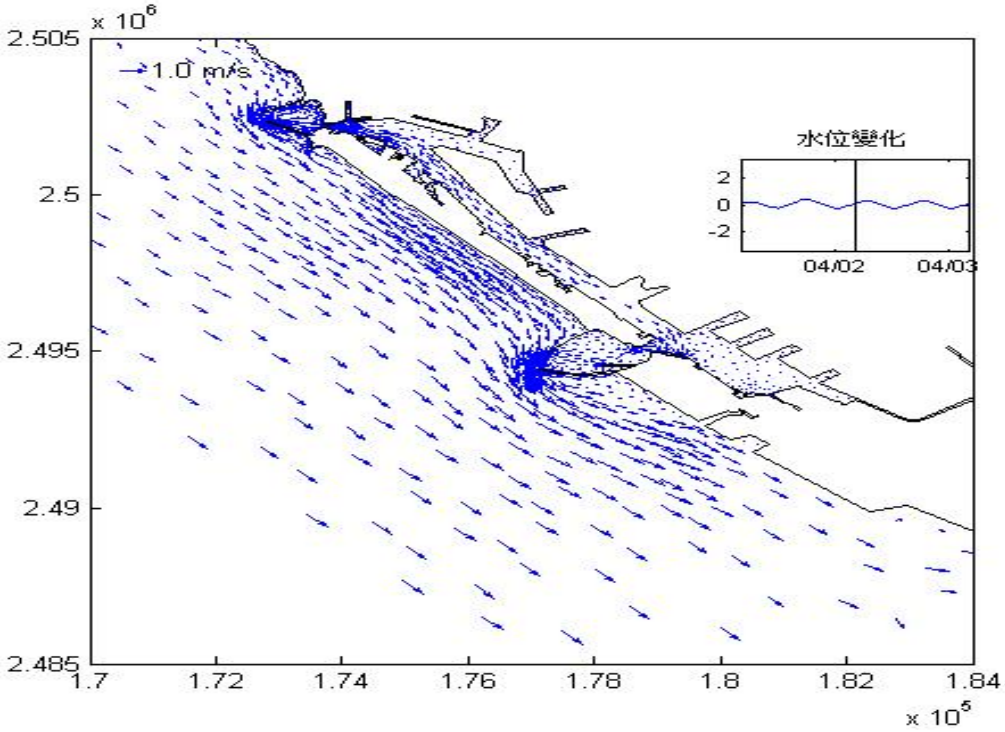


圖 2.1-20　高雄港漲潮時期流場

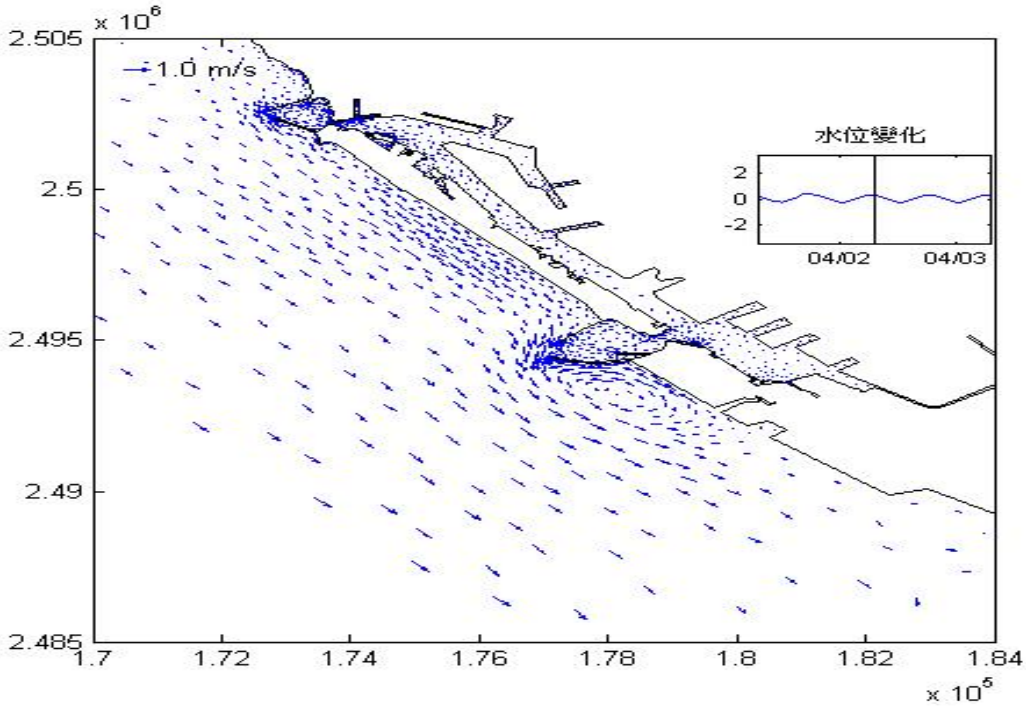


圖 2.1-21　高雄港高平潮時期流場

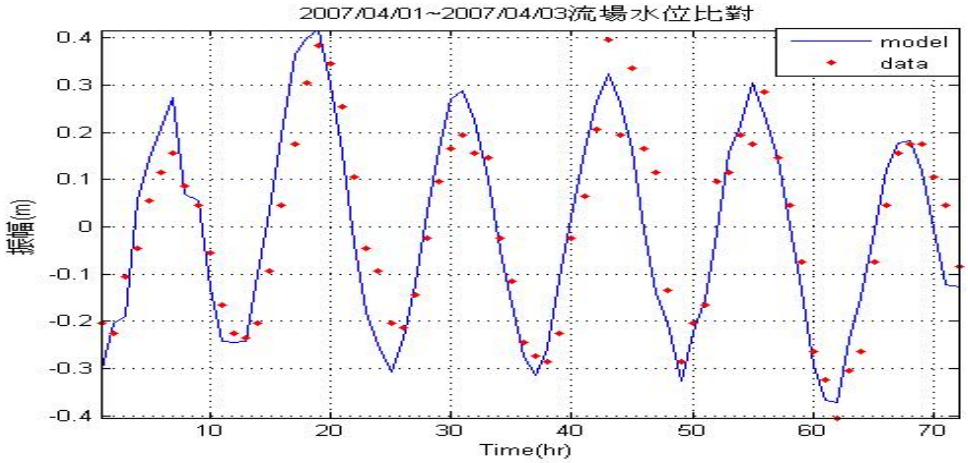


圖 2.1-22　模式水位與實測資料比對圖

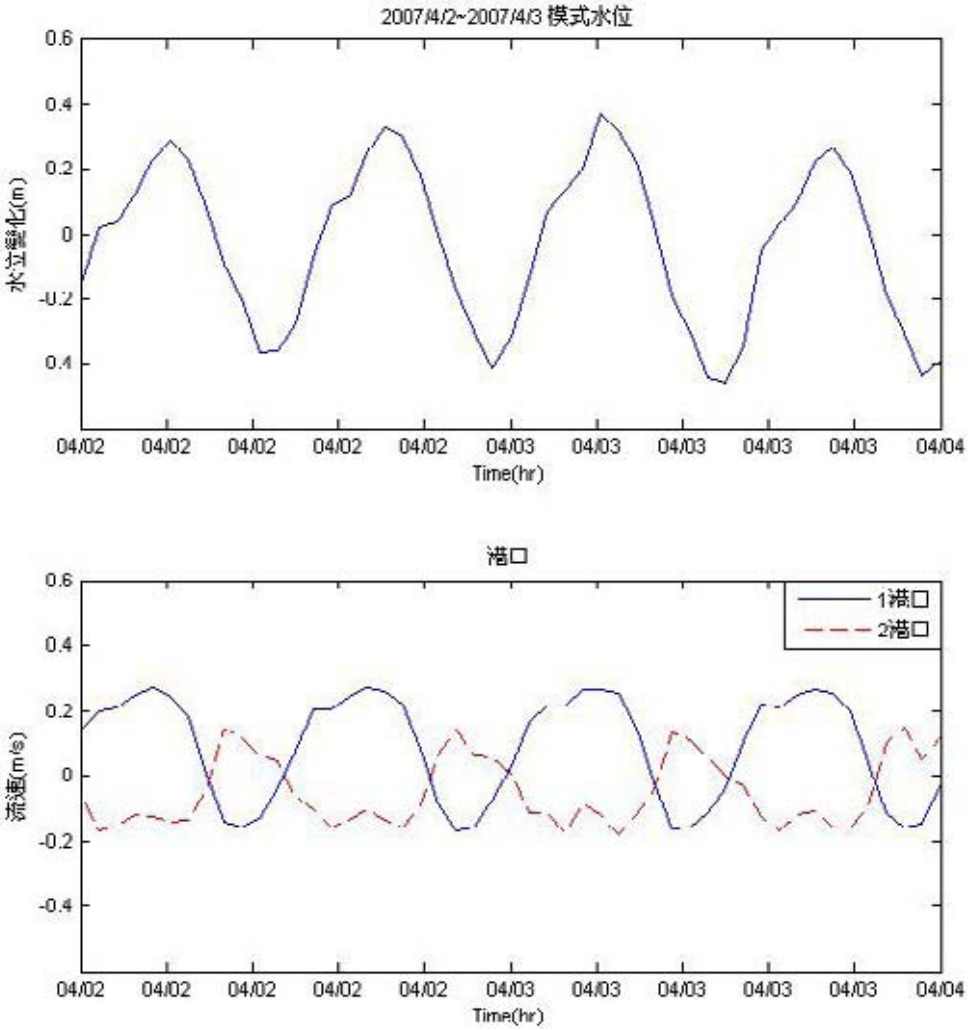


圖 2.1-23　模式港口流速與水位時序圖

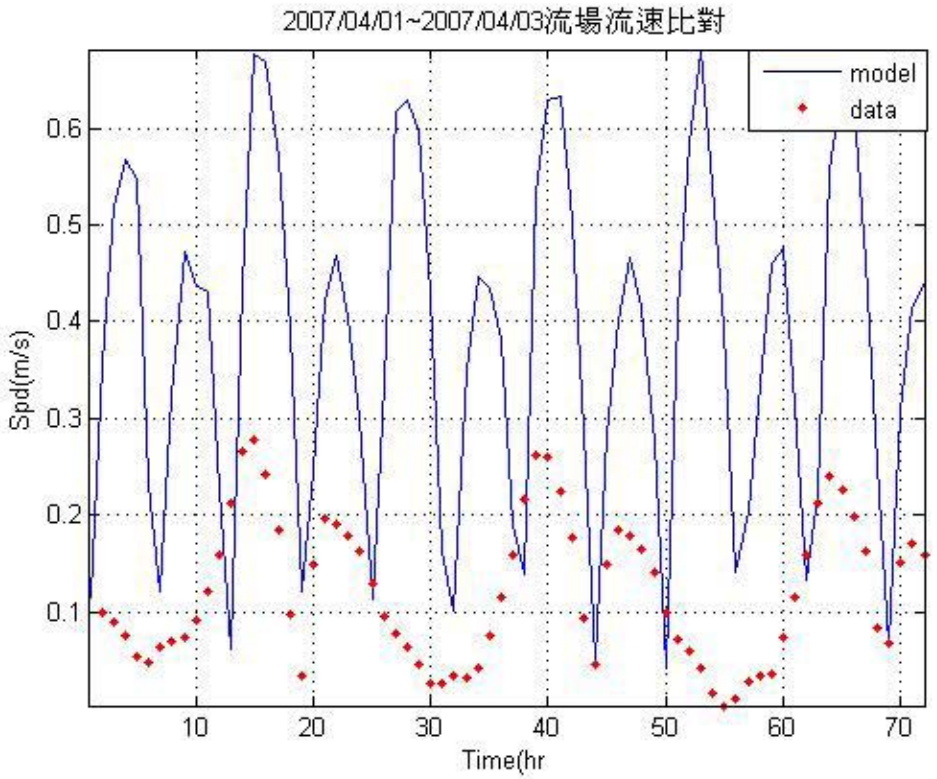


圖 2.1-24 高雄港流速比對圖

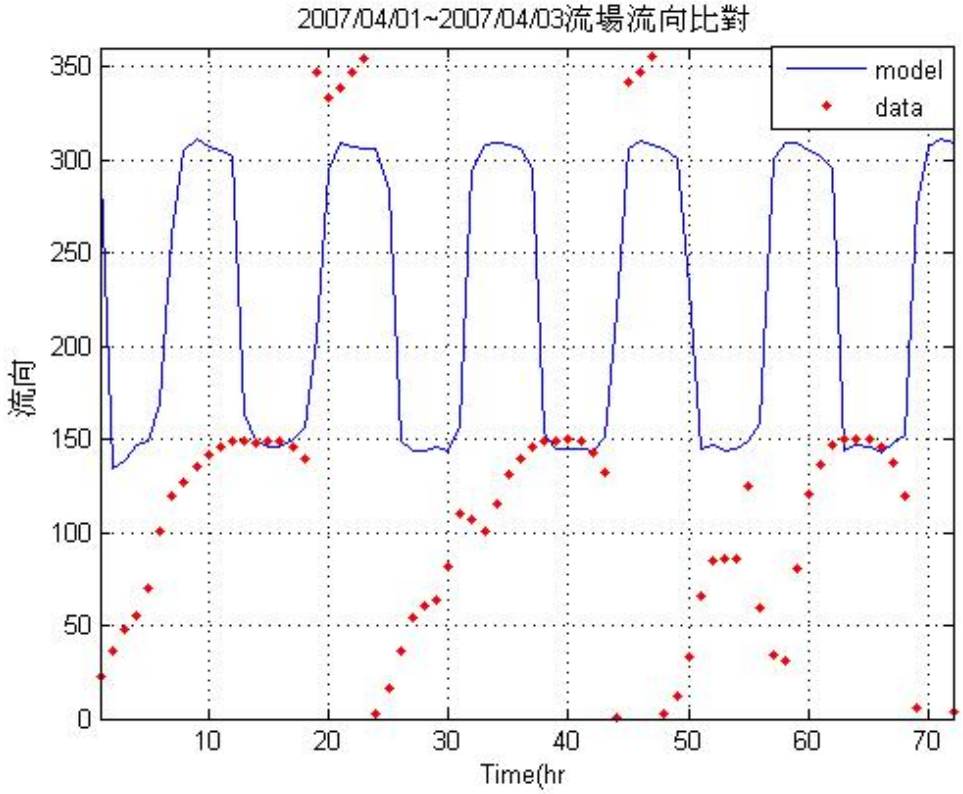


圖 2.1-25 高雄港流向比對圖

2.2 台北港及高雄港近岸與港區波浪模擬

當外海波浪向近岸傳播時，受到海域水深變淺之影響，波浪本身會產生淺化效應（即波長變短，波高增大），導致波浪尖銳度變大，產生非線性效應。一旦波浪尖銳度增大至波形保存極限時，波浪即發生碎波現象，並釋出大量的波能。此外，在波浪傳播過程中，平面波浪受到底床地形變化或水中結構物之影響則會產生諸如折射，繞射及反射等現象，導致海面波浪形狀變得相當複雜。除上述物理現象外，底床之摩擦效應以及碎波所造成的波能損失均會改變波浪之形狀。

為了能夠瞭解各港區周圍及港內波浪狀況，本計畫分別規劃小尺度之近岸波浪模式(nearshore wave model)模擬港區周圍近岸波浪場狀況，及近域港區波浪模式(nearfield harbor wave model)模擬港口及港內水域波浪狀況。前項採用 Kirby and Dalrymple (1983)所發展的有限差分法波浪折繞射模式(REF/DIF)為本計畫小尺度近岸區域波浪模式，模式主要功能為模擬外海波浪向近岸傳播過程中因地形及水深變化所產生的波浪變形，其物理機制包括波浪之淺化效應、折繞射現象以及波浪碎波後波高減衰現象；後者採用以橢圓型緩坡方程式為基礎的有限元素法港域波浪模式為本計畫之近域港區波浪模式，模式主要功能為模擬波浪傳播至港口及港內水域之波浪變化，其物理機制包括地形水深引起的淺化效應、港口或海岸結構物或港域形狀所引起的折射、繞射及反射等現象。關於上述二模式之基本理論及架構則詳述於附錄 B 數值模式介紹。

本計畫 TaiCOMS 近岸波浪數值模擬主要針對花蓮港、蘇澳港、基隆港、台北港、台中港、安平港及高雄港等國內七大港口，各港口地理位置如圖 2.2-1 所示，模擬近岸及港域之波浪狀況。本年度工作重點為台北港及高雄港近岸及港內波浪場建置與模擬。

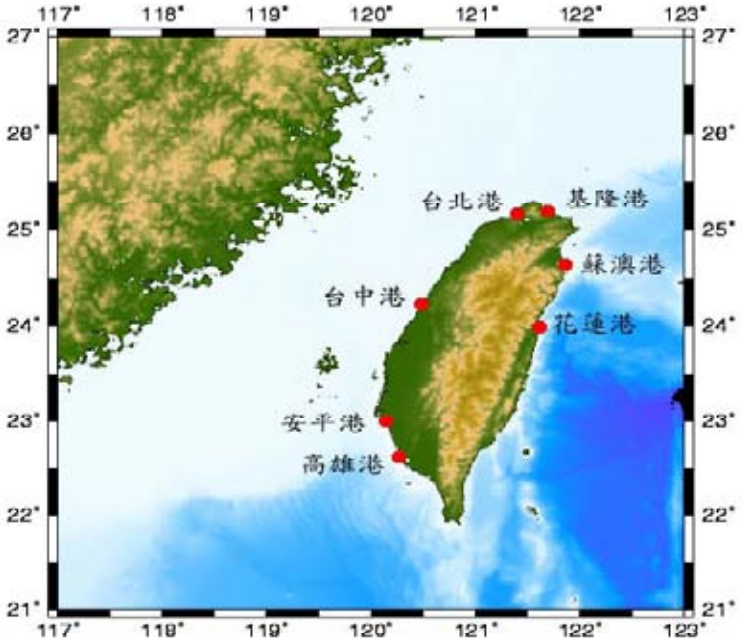


圖 2.2-1　國內七大港口位置示意圖

2.2.1 台北港及高雄港波浪觀測資料分析

本計畫蒐集 2006 年台北港及高雄港波浪觀測資料以為近岸區域及港域波浪模擬之依據及模式相關參數之率定。圖 2.2-2 及圖 2.2-3 所示分別為台北港及高雄外海波浪觀測資料(示性波高 H1/3、週期 T1/3 及波向)之逐時序列圖。依據 2006 年觀測資料之波高、週期及波向統計結果得知台北港波浪主要波向以 N 及 NNE 方向為主，二者合計約佔 56%；其次為 NE 及 NNW 方向，二者合計約佔 13%。台北港波浪示性波高分布以介於 0.25m~0.75m 間之波高分佈為主，約佔 42.5%；波高 2.0m 以上者則約佔 13.8%，全年示性波高觀測最大值為 5.44 m。示性波週期主要介於 4.5sec~6.5sec 之間，週期 8.0sec 以上的波浪所佔比率相當小(<1.0%)，全年波浪觀測資料示性波週期最大值為 9.1sec。

高雄港波浪觀測資料之波高、週期及波向統計結果顯示高雄港海域示性波波向分布相當集中，以 W、WSW 及 WNW 方向為主要波向，三者合計約佔 74.4%；其次分別為 SW 及 NW 方向，二者合計約佔

19.2%。在波高及週期資料統計上，高雄港波浪示性波高普遍小於1.0m，全年波浪觀測資料示性波波高最大值為 1.91m；示性波週期主要介於 5.0sec~6.5sec 之間，週期 8.0sec 以上的波浪所佔比率則超過 10%，全年波浪觀測資料示性波週期最大值為 12.2sec。

2.2.2 近岸港區周圍及港域波浪數值計算網格

本計畫近岸波浪模式模擬範圍大小之選取，除了與各港口面積大小及形狀有關外，亦與海岸線走向及波浪來向有關，因此各港區周圍近岸波浪場模擬範圍之選取大致上依循沿岸方向距離約在 10km～20km 之間，離岸方向距離與地形水深有關約在 5km～10km 以內。依據上述原則，本計畫台北港及高雄港近岸波場模擬範圍如圖 2.2-4 及圖 2.2-5 所示，其中台北港近岸波浪場模擬範圍在沿岸方向之距離為 13km，離岸方向之距離為 8km，外海邊界水深約 30m 左右；高雄港近岸波浪場模擬範圍在沿岸方向之距離為 17km，離岸方向之距離為 8km，外海邊界水深約介於 25m~33m 間。由於本計畫近岸波浪折繞射模式之數值計算方法係以方格網座標為基礎，因此需針對上述波浪場模擬範圍建立數值計算網格如圖 2.2-6 及圖 2.2-7 所示，其中台北港因持續擴建中，為因應台北港港池外廓之變化，本年度台北港波浪場數值計算網格有二，如圖 2.2-6a 及圖 2.2-6b 所示，分別代表南防波堤完工前及完工後之情況。圖中所示之座標為數值計算網格之(X,Y)直角座標系統，其中台北港與高雄港數值計算網格之 Y 軸與方位正北之夾角分別為-55º及 38º(逆時針方向為正)，各計算網格原點之二度分帶座標分別為(278577，2784690)及(177877，2487555)；各數值計算網格之格點間距為 10 m，台北港與高雄港數值計算網格之大小分別為 801×1301 及 801×1701。此外，圖中所示 A~D 點位代表數值模擬結果輸出之點位，其中點位 A 代表各港口波浪觀測點位置。

在港域波浪模擬方面，模式模擬範圍之選取除了需要配合海岸地形及港口形狀與方向等因素建置外，亦需能夠符合模式理論之基本假設，如半圓無限領域等。圖 2.2-4 所示之圓形計算範圍為本計畫台北港

港域波浪模式模擬範圍示意圖，圖中貫穿圓形範圍之虛線為模式之假想岸線位置，模式模擬之半圓領域半徑為 3.5km。在有限元素法港域波浪模式中，數值網格大小基本上須滿足一個波長內至少涵蓋 6 至 10 個節點才足以合理地描述波浪場變化之要求，因此模式計算所需之有限元素網格數量除了與外海半圓假想領域大小有關外，亦與所欲模擬之波浪條件及地形水深關係密切。有鑑於此，本計畫針對常見之風浪(週期約 5、6sec)及颱風波浪、湧浪(週期約 9~11sec)分別規劃兩種不同元素大小及密度的數值計算網格，分別模擬一般風浪以及颱風波浪、湧浪等不同週期大小之波浪，以節省港域波浪模式數值計算之時間。於計畫中港域波浪模式數值網格之建立係先依據所選取的計算領域以人工方式建立適當的邊界節點及內部節點資料檔(包含座標及水深等資料)，再利用三角形網格自動生成程式將邊界節點及內部節點連結產生三角形元素網格資料(稱之為粗網格)，如圖 2.2-8 所示為台北港港域波浪模擬範圍之三角形元素粗網格分佈及水深分布圖。之後，再依據給定三角形元素細網格生成之波浪條件如入射波浪週期及每個波長之節點數產生新的邊界及內部節點資料檔，進而以程式產生滿足港域波浪模式計算所需之細網格資料。本計畫台北港港域波浪模擬對於颱風波浪及湧浪波浪條件採用以週期為 10 秒之波浪條件產生的有限元素三角形網格共 202234 個節點及 401493 個元素；對於一般風浪模擬則採用以 7 秒之波浪條件產生的有限元素三角形網格共 308551 個節點及 613593 個元素。

2.2.3 台北港港區周圍近岸波浪數值模擬結果

本年度近岸波浪模擬主要工作為依據各港區波浪觀測資料進行港區周圍近岸波浪場模擬，並比較近岸區域波浪模式推算結果與觀測資料之差異，以作為未來改善波浪模式模擬結果之依據。

在港區周圍近波浪場模擬工作上，本計畫延續上年度模擬方法，即先以港外波浪觀測資料為模式之輸入邊界條件進行系列波浪場數值模擬並輸出波浪觀測地點附近之波浪模擬結果，再依據波浪觀測資料

與模式模擬結果，利用回歸分析方法求得模式邊界條件之校正因子。最後再依據校正後之邊界條件進行港區周圍近岸波浪場模擬，以提升模式模擬結果之精確度。

首先，本計畫選取台北港 2006 年 3 月及 7 月波浪觀測資料進行近岸波浪場模擬，為避免外海波浪入射角過大影響模式模擬結果之準確性，本計畫選取波向介於 265º~360º及 0º~25º間之波浪觀測資料共 804 筆進行數值模擬。此外，由於 2006 年台北港南防堤尚未興建，故本計畫採用圖 2.2-6a 所示之數值計算網格(未含南防波堤)進行近岸波浪場模擬。針對數值模擬結果，本計畫以觀測資料為橫座標，數值模擬結果為縱座標，點繪波浪觀測點位之觀測值與數值模擬結果間之對應關係如圖 2.2-10 及圖 2.2-11 所示。其中圖 2.2-10 所示為波向觀測值與模式模擬結果之對應關係，顯示二者之間較大偏差主要出現在波向模擬範圍之兩端(註:波向大於 360º者減去 360º即等於觀測波浪之波向)；圖 2.2-11 所示為波高觀測值與模式模擬結果之對應關係。整體而言，台北港近岸波浪模式模擬結果與觀測值間相關性非常高，故本計畫採用台北港波浪觀測資料模擬台北港港區周圍波浪場具有高度的適當性。

本計畫選取 2006 年侵臺颱風碧利斯(輕度)、桑美(中度)、寶發(輕度)及珊珊(中度)等颱風侵臺期間台北港波浪觀則資料進行近岸波浪場模。圖 2.2-12 所示為輕度颱風碧利斯侵臺路徑路，顯示碧利斯颱風登陸後由淡水河口附近出海。圖 2.2-13 及圖 2.2-14 所示為波浪場模擬結果輸出之波高時序列圖，其中圖 2.2-13 所示為台北港觀測點位數值模擬之波高與觀測值之比較，顯示數值模擬結果與觀測值相當一致；圖 2.2-14 所示模式模擬結果輸出點位 B、C 及 D 等三點位(相關位置如圖 2.2-6 所示)之波高模擬結果，其中 D 點波高模擬結果顯示當颱風出海後外海波向改變致防波堤遮蔽效應減弱而波高明顯地變大。圖 2.2-15 及圖 2.2-16 所示分別為輕度颱風寶發及中度颱風桑美侵臺路徑路，由於二者侵臺時間相當接近，因此本計畫選取 8 月 7 日零時至 8 月 13 日零時波浪觀測資料進行數值模擬。圖 2.2-17 所示為台北港觀測點位數值模擬之波高與觀測值之比較，顯示數值模擬結果與觀測值亦相當一

致；圖 2.2-18 所示模式模擬結果輸出點位 B、C 及 D 等三點位之波高模擬結果，其中 D 點波高模擬結果顯示受到防波堤遮蔽效應影響波高普遍小於外海波高(B 及 C)。圖 2.2-19 所示為中度颱風珊珊侵臺路徑路，雖然珊珊颱風並未登陸但在珊珊颱風接近臺灣時台北港觀測到示性波高 5.4m 之大浪。圖 2.2-20 所示為台北港觀測點位數值模擬之波高與觀測值之比較，顯示數值模擬結果與觀測值亦相當一致；圖 2.2-21 所示模式模擬結果輸出點位 B、C 及 D 等三點位之波高模擬結果，其中 D 點波高模擬結果顯示受到防波堤遮蔽效應影響波高遠小於外海波高(B 及 C)。

本計畫近岸波浪場作業化模擬分為七十二小時預報作業模擬及每小時現報作業模擬兩種作業方式。在七十二小時預報作業化模擬上，近岸波浪模式係依據全域風浪模式 WAM 模式七十二小時預報模擬輸出各港口外海 72 小時逐時之波高、週期及波向結果進行波浪場模擬。在模式模擬結果後處理上，除了繪製特定點位(如上述 A~D 點位)之波高逐時歷線圖外，亦繪製波高分布及波向向量平面圖(如圖 2.2-22 所示)。在每小時現報作業模擬上，本計畫近岸波浪模式將依據各港口每小時回傳之觀測資料(波高、週期、波向及水位)進行數值模擬，並將模擬結果透過即時展示系統呈現。

2.2.4 高雄港港區周圍近岸波浪數值模擬結果

本計畫選取高雄港 2006 年 1 月及 9 月波浪觀測資料進行近岸波浪場模擬，為避免外海波浪入射角過大影響模式模擬結果之準確性，本計畫選取波向介於 172º~292º間之波浪觀測資料共 865 筆進行數值模擬。在數值模擬結果分析上，本計畫以觀測資料為橫座標，數值模擬結果為縱座標，點繪波浪觀測點位之觀測值與數值模擬結果間之對應關係如圖 2.2-23 及圖 2.2-24 所示。其中圖 2.2-23 所示為波向觀測值與模式模擬結果之對應關係，顯示二者之間較大偏差除了出現在波向模擬範圍之兩端外，在波向為 240º附近亦有較大之偏差現象，此時入射波向約對準高雄港二港口，研判可能受到二港口防波堤繞射之影響所

致；圖 2.2-24 所示為波高觀測值與模式模擬結果之對應關係，經線性回歸分析得到確定係數為 0.9524，顯示二者仍具有強烈的線性關係。基本上，高雄港近岸波浪模式模擬之波高與觀測值間仍具有高度的線性關係，故本計畫乃依據圖 2.2-24 所示之回歸關係式修正高雄港外海邊界之波高值進行高雄港近岸波浪數值模擬工作。

由於高雄港 2006 年波浪觀測資料缺少 5 月~8 月間之波浪資料，因此本計畫僅選取 2006 年中度颱風珊珊侵臺期間波浪觀測資料進行波浪場數值模擬。圖 2.2-25 所示為高雄港觀測點位數值模擬之波高與觀測值之比較，顯示大部份數值模擬結果與觀測值吻合，唯部份觀測資料因入射波向與模式邊界夾角過大而忽略未進行數值模擬；圖 2.2-26 所示模式模擬結果輸出點位 B、C 及 D 等三點位之波高模擬結果。

如上節所述，高雄港近岸波浪場作業化模擬分為七十二小時預報作業模擬及每小時現報作業模擬兩種作業方式。其中七十二小時預報作業化模擬依據全域風浪模式 WAM 模式七十二小時預報模擬輸出高雄港外海 72 小時逐時之波高、週期及波向結果進行波浪場模擬。為確保模式模擬結果之正確性，模式在操作上控制輸入波浪條件需在週期大於 4.5 秒且波向介於 170º~290º間才進行波浪場模擬。此外，在模式模擬結果後處理上，除了繪製特定點位(如上述 A~D 點位)之波高逐時歷線圖外，亦繪製波高分布及波向向量平面圖(如圖 2.2-27 所示)。每小時現報之作業模擬則依據高雄港海象觀測每小時回傳之觀測資料如波高、週期、波向及水位等且符合前述控制條件才進行數值模擬，並將模擬結果透過即時展示系統呈現。

2.2.5 台北港港內波浪數值模擬結果

由於港域波浪模式係採用有限元素法求解橢圓型緩坡方程式，因此面對龐大的數值計算網格時模式本身運算即相當費時，因此本計畫初步僅針對特定週期及波向進行台北港港域波浪模擬並率定模式相關參數，如全反射或部份反射等。

圖 2.2-28 所示為台北港港域波浪模式邊界條件設定示意圖，圖中(I)代表自然沙灘邊界，其邊界之反射率為 0.1～0.3(設定值為 0.1)；(II)代表不透水斜坡堤加消波拋石邊界，其邊界反射率介於 0.3～0.6(設定值為 0.5)；(III)為直立碼頭區邊界，其邊界反射率為 0.95~1.0(設定值為 1.0，即全反射邊界)；(IV)為無消波設施之直立堤邊界，其邊界反射率為 0.95~1.0(設定值為 0.95)；(V)為具有消波設施保護之直立海堤，其邊界反射率介於 0.5～0.65(設定值為 0.6)。

本計畫港域波浪模式作業化模擬針對七十二小時預報作業化模擬採取每間隔 3 小時之預報模擬波浪資料(波高、週期及波向等)進行港域波浪模擬。基於模式數值運算執行效率，在操作上設定颱風期間且波浪週期大於 7 秒時才進行模式運算。對於每小時港域波浪模擬未來將採波浪相關模式(如 2-3 節所述)方式進行。

2.2.6 2008 年颱風侵臺期間各港口近岸波浪場模擬結果

本計畫目前已分別完成（針對）花蓮港、台北港、台中港、安平港及高雄港等五大港口之近岸波浪場數值模式建置與模式即時模擬結果之率定與驗証，其中花蓮港、台中港及安平港等港口則持續進行線上作業化模擬與測試。為評估上述各港口近岸波浪場場即時模擬結果之精確性，本計畫針對上述各港口選取本年度(2008 年)侵臺颱風侵臺期間之波浪觀測資料進行波浪場數值模擬。

本年度中央氣象局發佈之侵臺颱風共有六個分別為：中度颱風卡玫基(07/16 ~ 07/18)、中度颱風鳳凰(07/26 ~ 07/29)、中度颱風如麗(08/19 ~08/21)、強烈颱風辛樂克(09/11 ~ 09/16)、中度颱風哈格比(09/21 ~ 09/23)及強烈颱風薔蜜(09/26 ~ 09/29)等。圖 2.2-29 所示分別為上述侵臺颱風路徑圖，其中中度颱風如麗及哈格比從臺灣南端巴士海峽通過未與陸地接觸，中度颱風鳳凰由東部海岸登陸通過中央山脈從中部海岸出海，其餘颱風卡玫基、辛樂克及薔蜜均由北部海岸登陸及出海。圖 2.2-30～圖 2.2-35 所示分別為上述颱風侵臺期間花蓮港等港口之波浪觀測資料，結果顯示上述颱風侵臺期間僅花蓮港及高雄港具有完整的波浪觀

測資料，台中港波浪觀測資料於強烈颱風薔蜜侵臺期間發生資料中斷，台北港則缺少 9 月份侵臺颱風哈格比及薔蜜之波浪觀測資料，安平港缺乏 9 月份三場侵臺颱風之波浪觀測資料。本計畫依據上述各港口波浪觀測資料進行波浪場模擬，其中波高資料採用每小時觀測資料之最大波高值為模式之輸入條件。此外，為避免入射波波向與數值計算網格 x 軸之夾角過大而影響模擬結果之正確性，本計畫模式設定入射波波向與數值計算網格 x 軸之夾角小於 70˚時才進行波浪場模擬。

圖 2.2-36 所示為花蓮港近岸波浪場模擬所採用之數值計算網格及水深分佈情形，其中數值計算網格原點之二度分帶座標為(316892.0, 2655232.0)，與 x 軸平行(即與 y 軸垂直)之入射波向為 120˚。圖 2.2-36 所示點位 A ~ D 代表模式輸出計算結果之點位，其中點位 A 代表波浪觀測位置。圖 2.2-37a,b 至圖 2.2-42a,b 所示分別為 2008 年颱風卡玫基、鳳凰、如麗、辛樂克、哈格比及薔蜜侵臺期間，花蓮港近岸波浪場模擬結果點位 A ~ D 之逐時波高序列圖。其中點位 A 波高模擬結果與波高觀測值比較結果顯示，點位 A 波高模擬結果有明顯偏大之趨勢，且波高愈大二者間之誤差亦大；而模式模擬波高與觀測值間誤差偏大之原因，除了與入射波波向、週期及海域地形有關外，觀測點離防波堤距離過近造成模擬波浪場受結構物影響而不易率定模式之邊界條件亦為影響模式模擬結果準確性之重因因素。因此在目前觀測點位無法移位之情況下，未來需要針對花蓮港颱風期間波浪場模擬結果進行模式邊界條件之重新率定與修正。圖 2.2-43 所示為強烈颱風辛樂克侵臺期間花蓮港近岸波浪場模擬結果之波高分布及波向平面圖。

2008 年台北港近岸波浪場模擬所使用的數值計算網格如圖 2.2-6b 所示，代表南防波堤完工後之情況，其中點位 A 代表波浪觀測位置。圖 2.2-44a,b 至圖 2.2-46a,b 所示分別為 2008 年颱風卡玫基、鳳凰及辛樂克侵臺期間，台北港近岸波浪場模擬結果與波高觀測值之比較及點位 B ~ D 之逐時波高序列圖。結果顯示除了少數波高模擬結果顯著偏小外，點位 A 波高模擬結果與台北港波高觀測值相當一致。進一步分析點位 A 少數波高模擬結果偏小之原因，得知主要發生於波浪週期小

於 5.0sec 以下之情況，顯示當數值計算網格間距為 10m 之情況下，週期小於 5.0sec 之波浪在模擬過格會遇到數值網格解析度不足之問題。由於增加數值計算網格解析度，將會增加數值模擬時間而影響模擬結果現報之時效，因此現階段在線上作業時將以控制波浪計算條件方式，設定波浪週期大(等)於 5.0sec 以上之波浪才進行線上模擬，以避免不正確的模擬結果發生。圖 2.2-47 所示為強烈颱風辛樂克侵臺期間台北港近岸波浪場模擬結果之波高分布及波向平面圖。

圖 2.2-48 所示為台中港近岸波浪場模擬所採用之數值計算網格及水深分佈情形，其中數值計算網格原點之二度分帶座標為(186945.0, 2680791.0)，與 x 軸平行之入射波向為 306°。圖中點位 A ~ D 代表模式輸出計算結果之點位，其中點位 A 代表波浪觀測位置。圖 2.2-49a,b 至圖 2.2-54a,b 所示分別為 2008 年侵臺颱風卡玫基等六個颱風侵臺期間，台中港近岸波浪場模擬結果與波高觀測值之比較及點位 B ~ D 之逐時波高序列圖。由模式點位 A 波高模擬值與波高觀測值比較結果得知，當入射波高大於 4.0 m 時模式模擬之點位 A 波高明顯地高於觀測值。此外，受到數值計算網格解析度之影響，當入射波週期小於 5.0 sec 時模式模擬結果易出現波高偏低之現象。圖 2.2-55 所示為強烈颱風辛樂克侵臺期間台中港近岸波浪場模擬結果之波高分布及波向平面圖。

圖 2.2-56 所示為安平港近岸波浪場模擬所採用之數值計算網格及水深分佈情形，其中數值計算網格原點之二度分帶座標為(162072.0, 2533583.0)，與 x 軸平行之入射波向為 240°。圖中點位 A ~ D 代表模式輸出計算結果之點位，其中點位 A 代表波浪觀測位置。圖 2.2-57a,b 至圖 2.2-59a,b 所示分別為 2008 年侵臺颱風卡玫基、鳳凰及如麗侵臺期間，安平港近岸波浪場模擬結果與波高觀測值之比較及點位 B ~ D 之逐時波高序列圖。模擬結果顯示點位 A 波高模擬值與觀測值相當一致，此一現象與波高觀測點位遠離港口較不受結構物影響有關。圖 2.2-60 所示為中度颱風如麗侵臺期間安平港近岸波浪場模擬結果之波高分布及波向平面圖。

高雄港近岸波浪場模擬之數值計算網格如圖 2.2-7 所示，數值計算

網格點為 801×1701，與 x 軸平行之入射波向為 232˚。圖 2.2-61a,b 至圖 2.2-66a,b 所示分別為 2008 年侵臺颱風卡玫基等六個颱風侵臺期間，高雄港近岸波浪場模擬結果與波高觀測值之比較及點位 B ~ D 之逐時波高序列圖。模擬結果顯示除了少數波高較大之情況(如中度颱風如麗及哈格比)呈現出與觀測值較大偏差外，點位 A 波高模擬結果與波高觀測值大致上相當吻合。圖 2.2-67 所示為強烈颱風辛樂克侵臺期間高雄港近岸波浪場模擬結果之波高分布及波向平面圖。

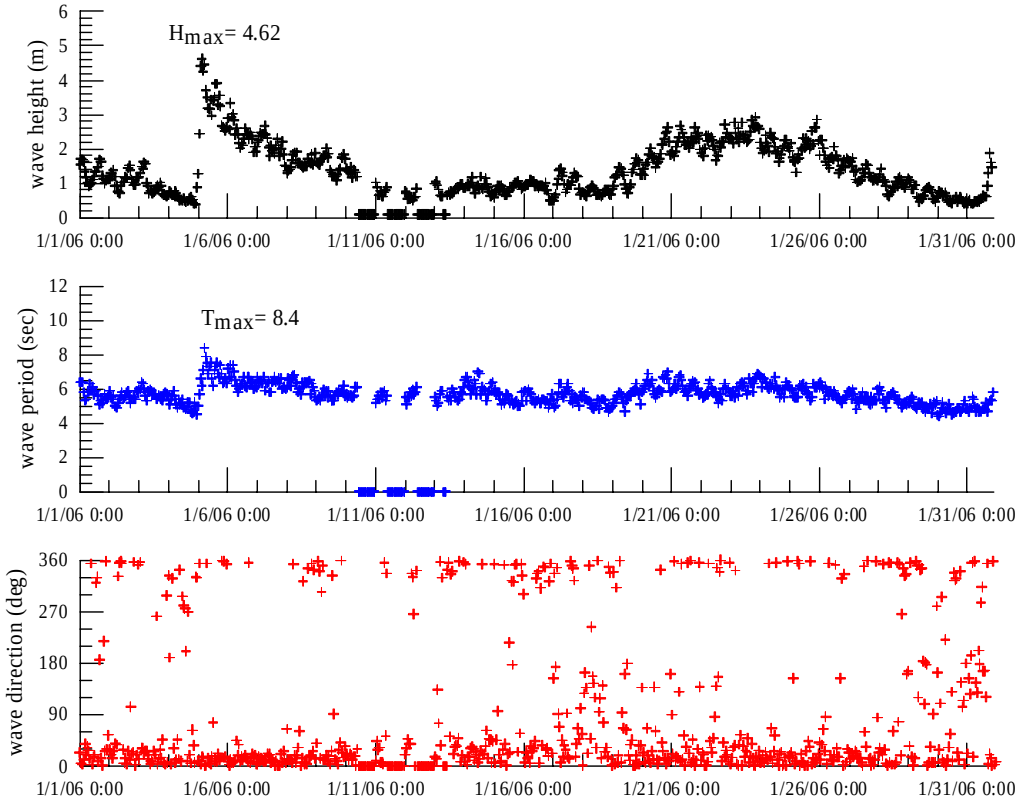


圖2.2-2　2006年台北港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

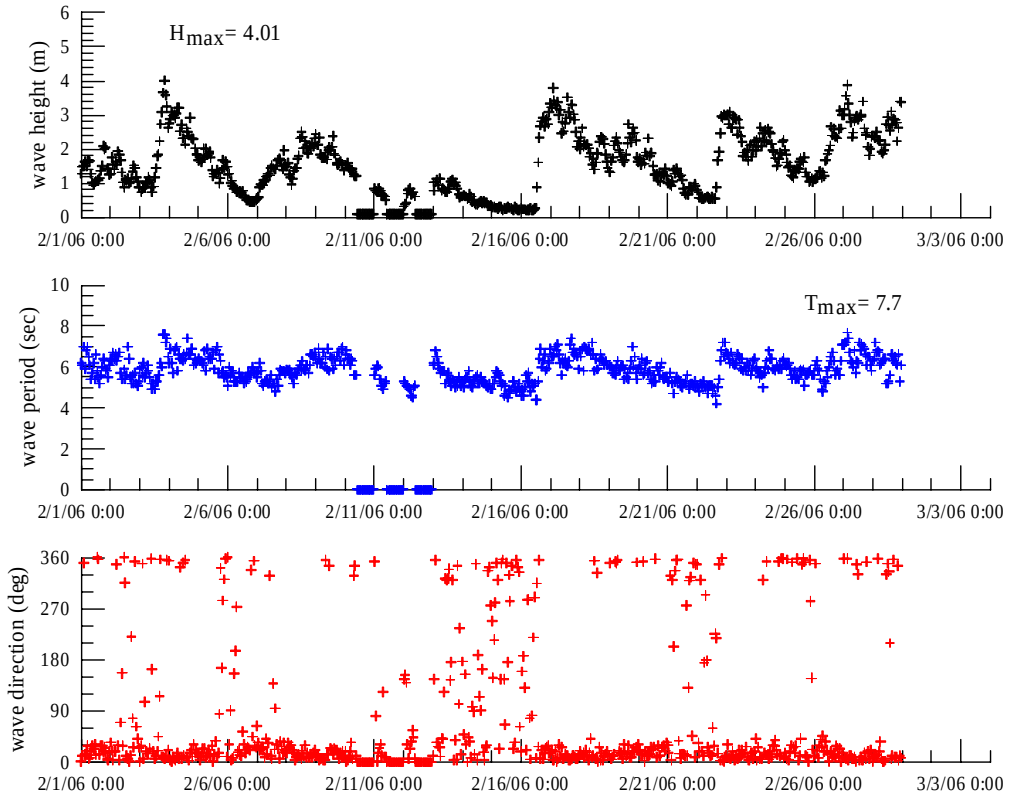


圖2.2-2 (續1) 2006年台北港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

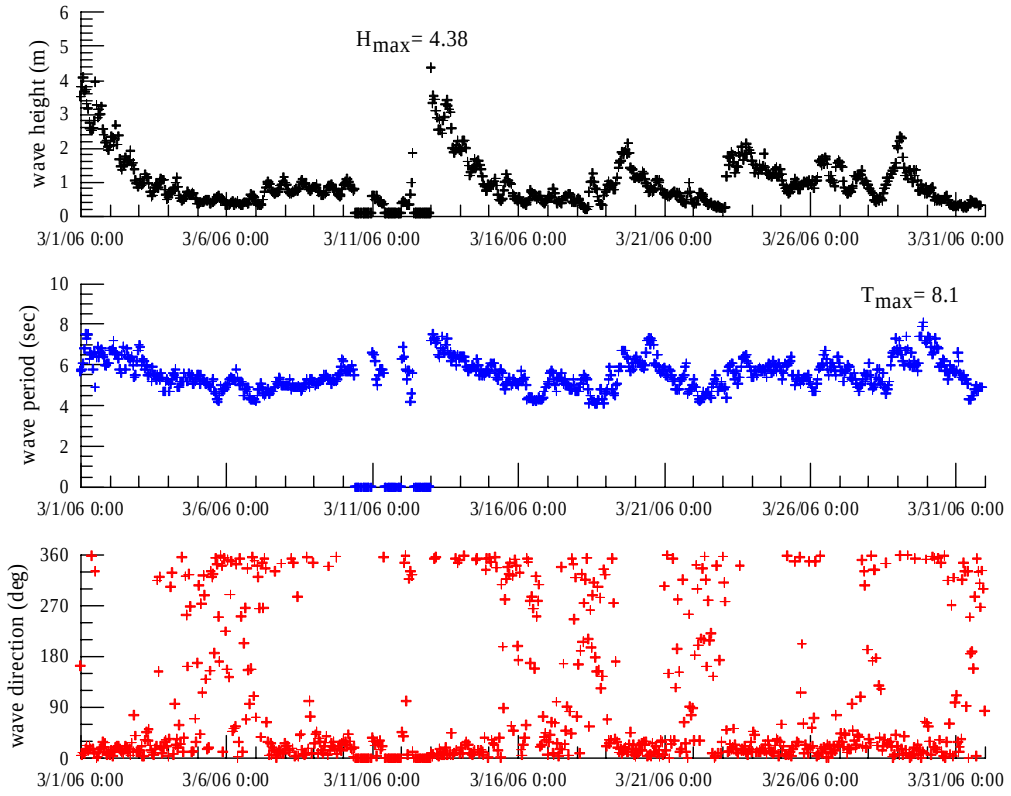


圖2.2-2 (續2) 2006年台北港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

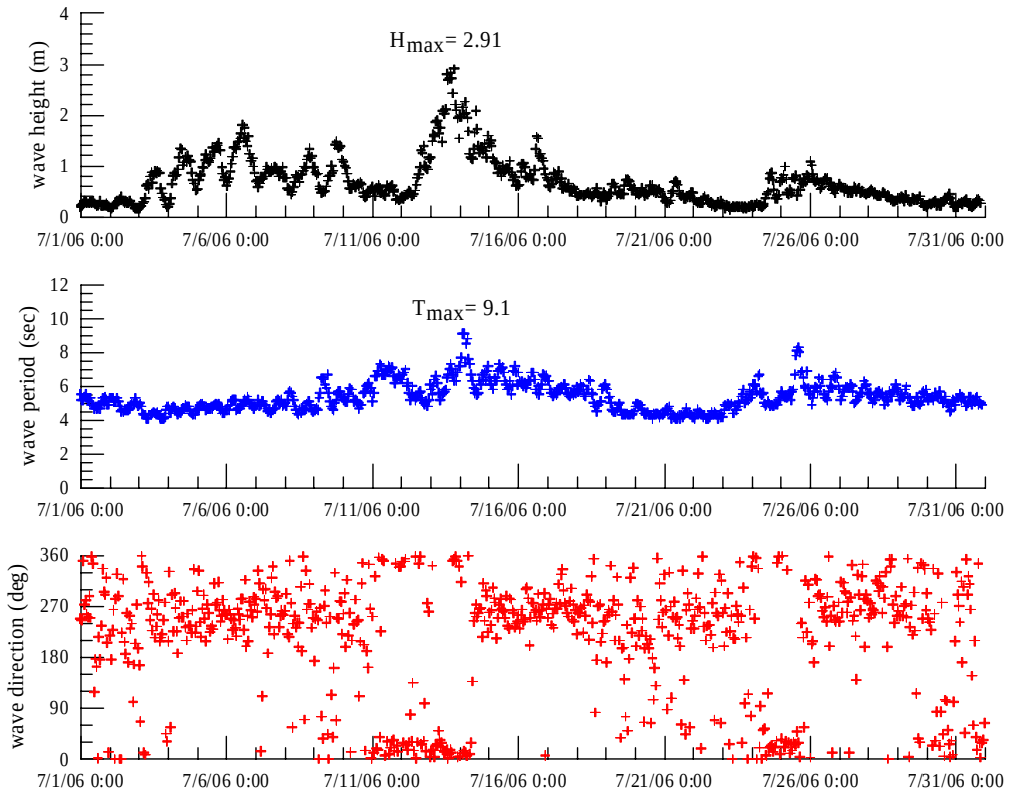


圖2.2-2 (續3) 2006年台北港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

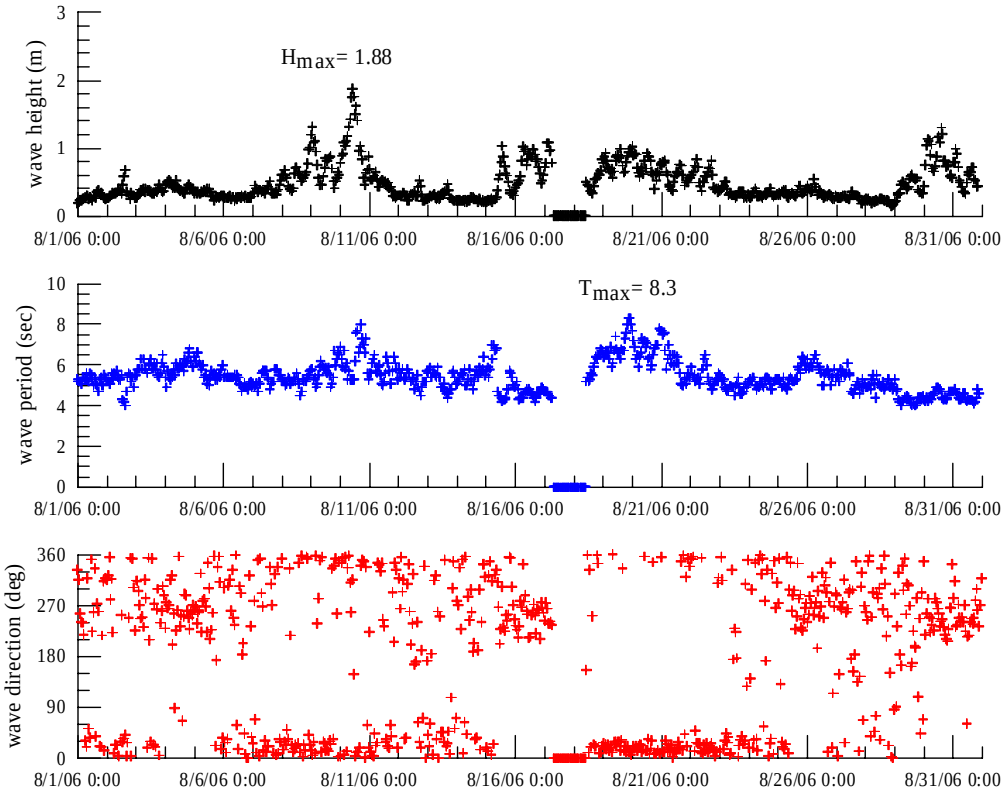


圖2.2-2 (續4) 2006年台北港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

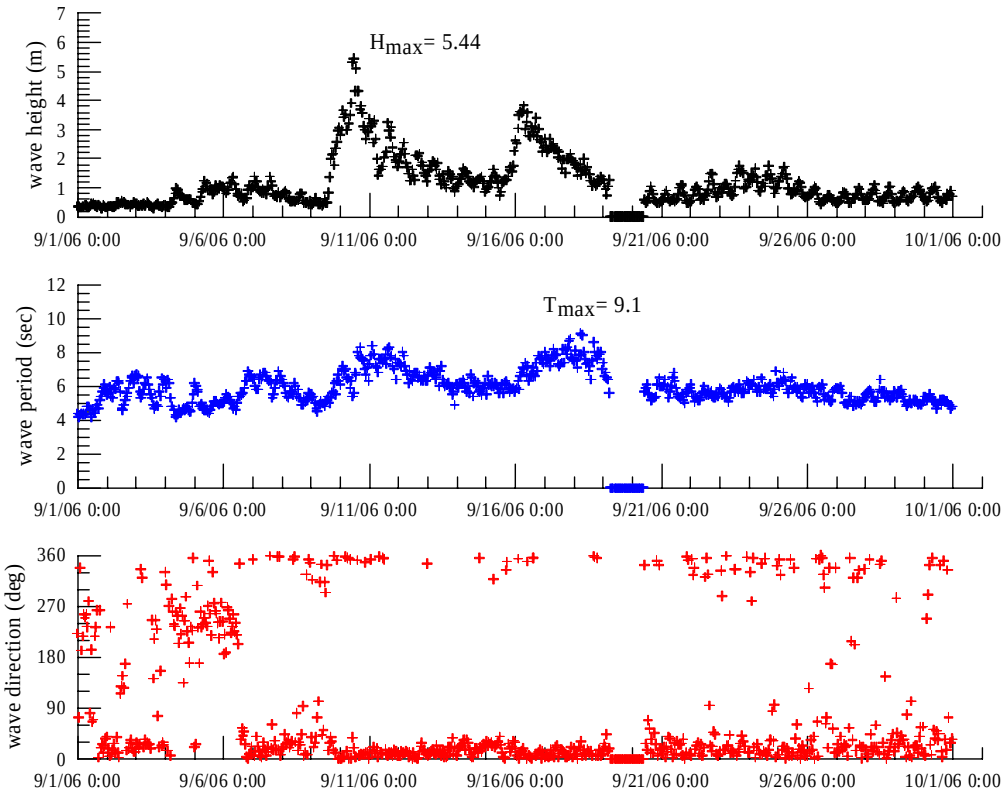


圖2.2-2 (續5) 2006年台北港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

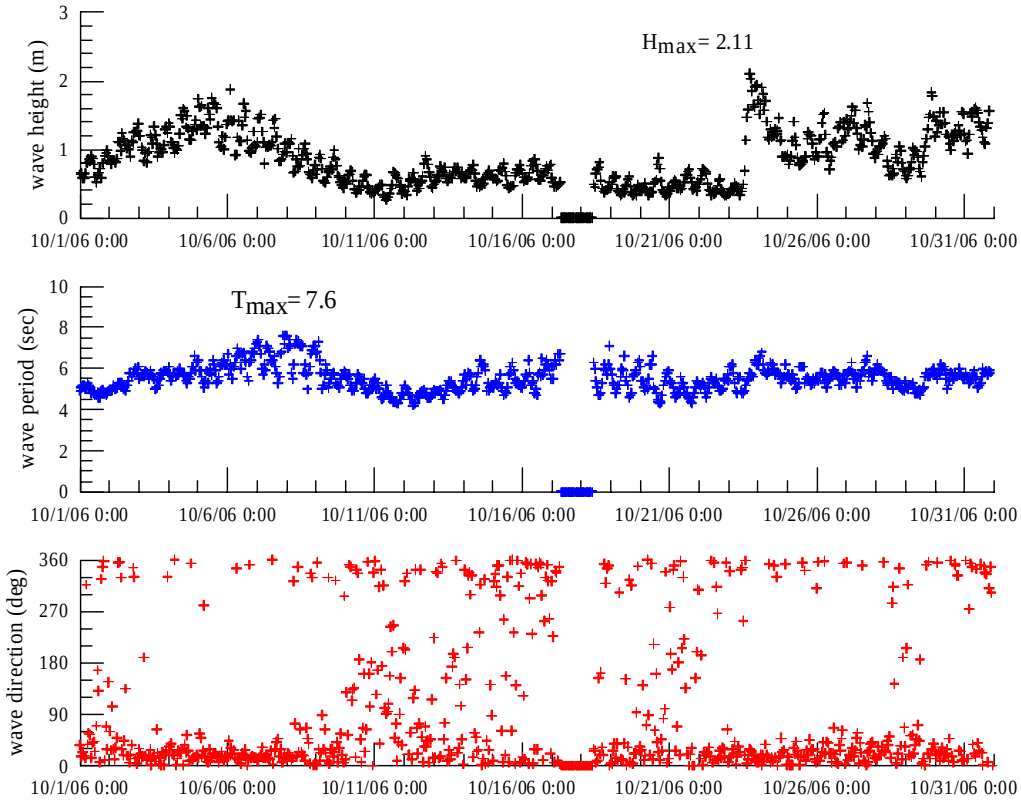


圖2.2-2 (續6) 2006年台北港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

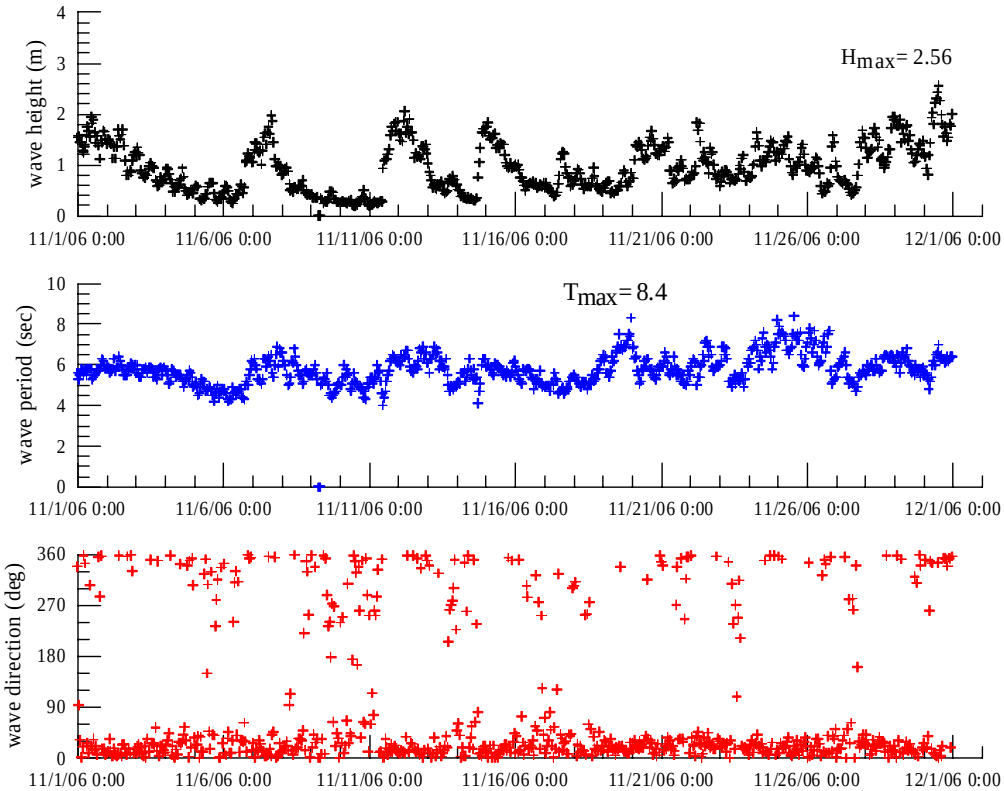


圖2.2-2 (續7) 2006年台北港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

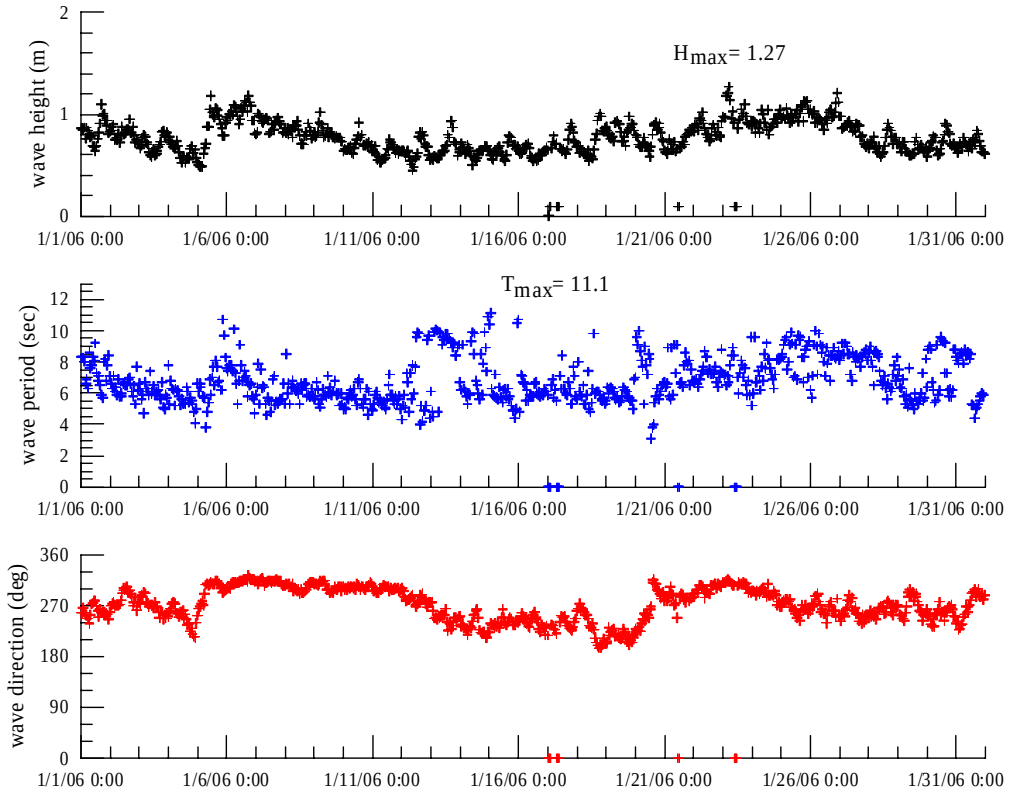


圖2.2-3　2006年高雄港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

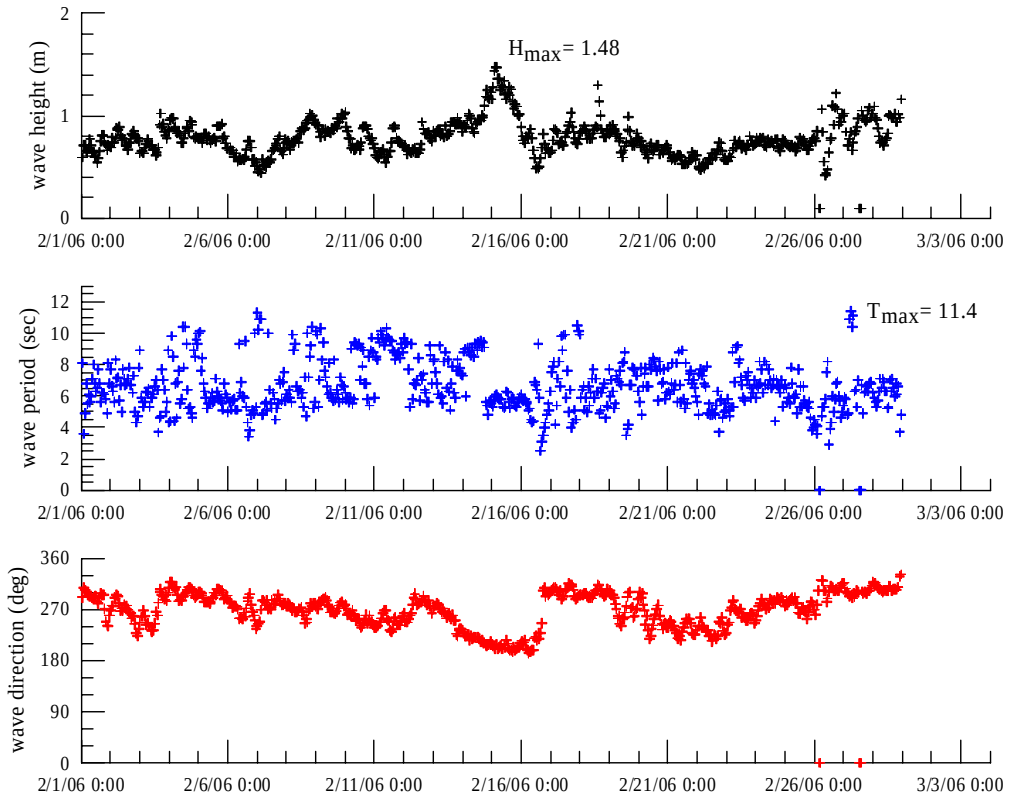


圖2.2-3 (續1) 2006年高雄港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

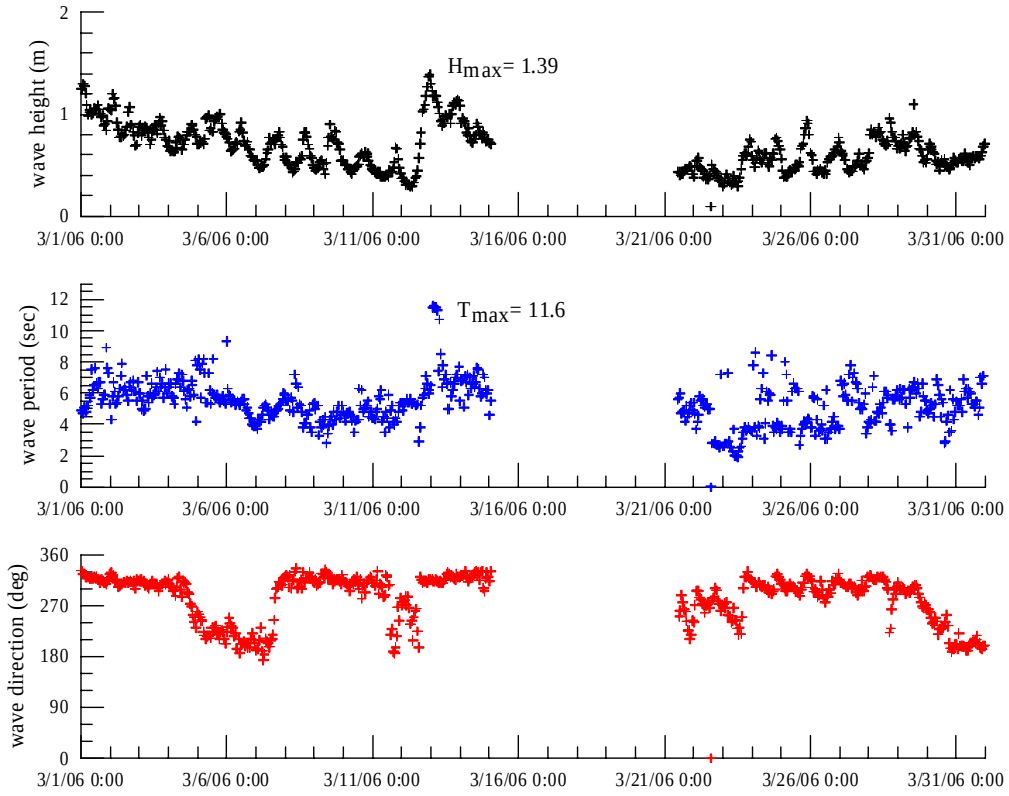


圖2.2-3 (續2) 2006年高雄港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

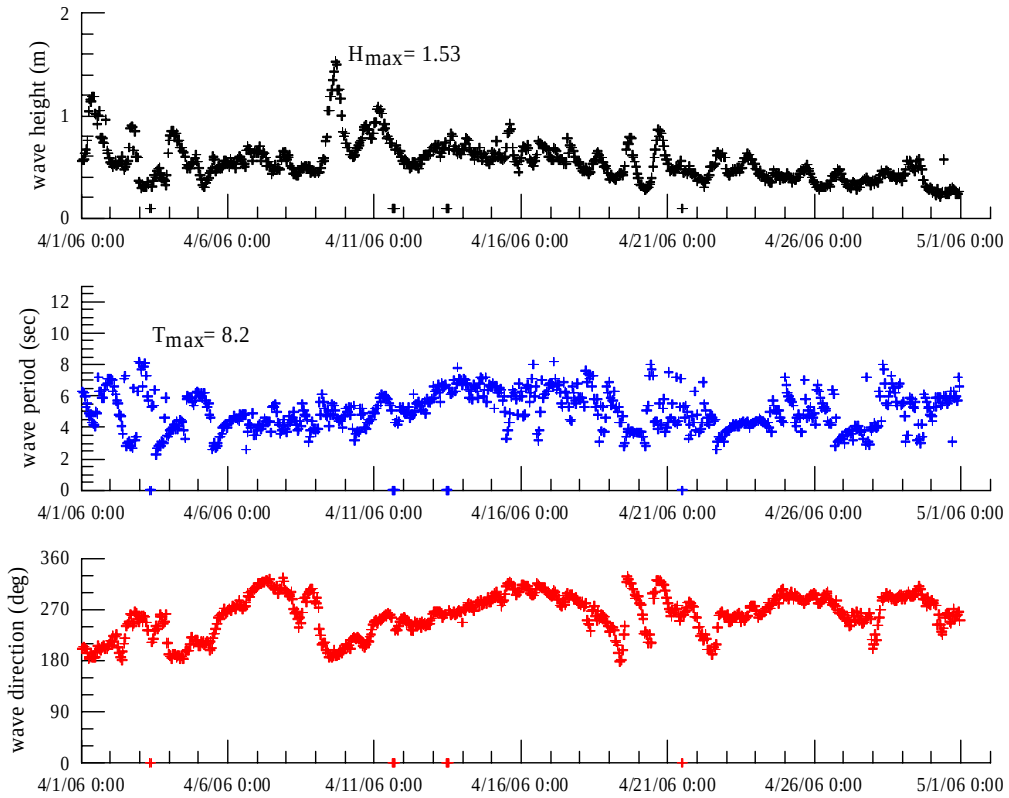


圖2.2-3 (續3) 2006年高雄港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

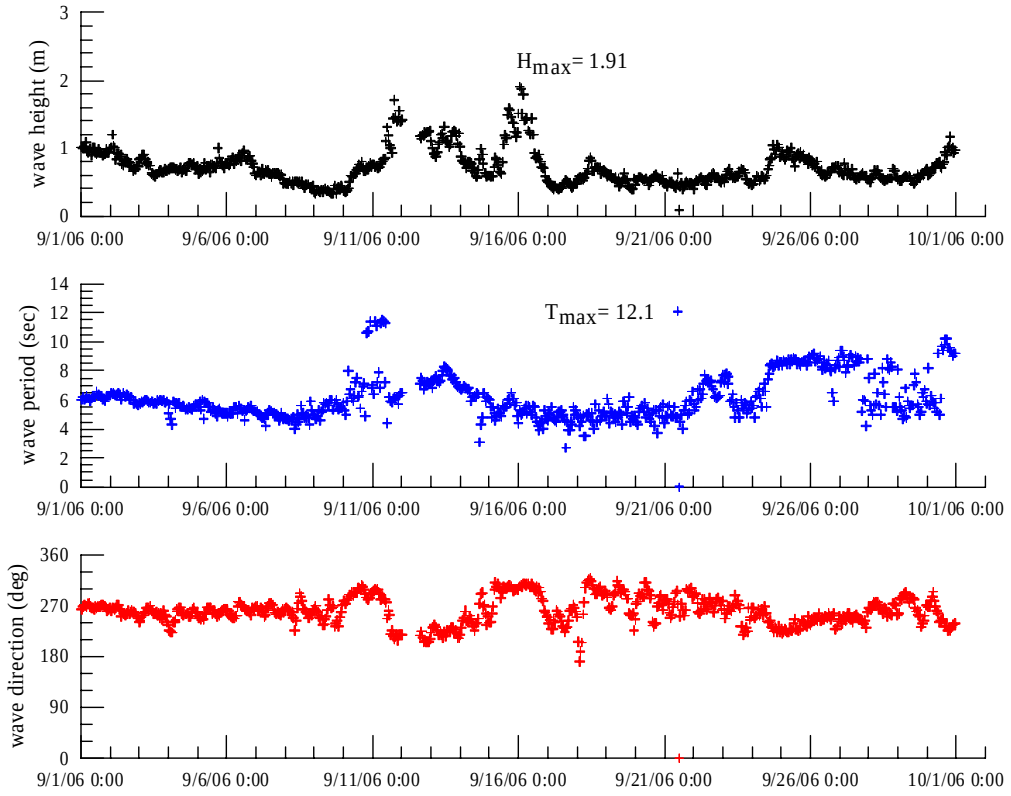


圖2.2-3 (續4) 2006年高雄港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

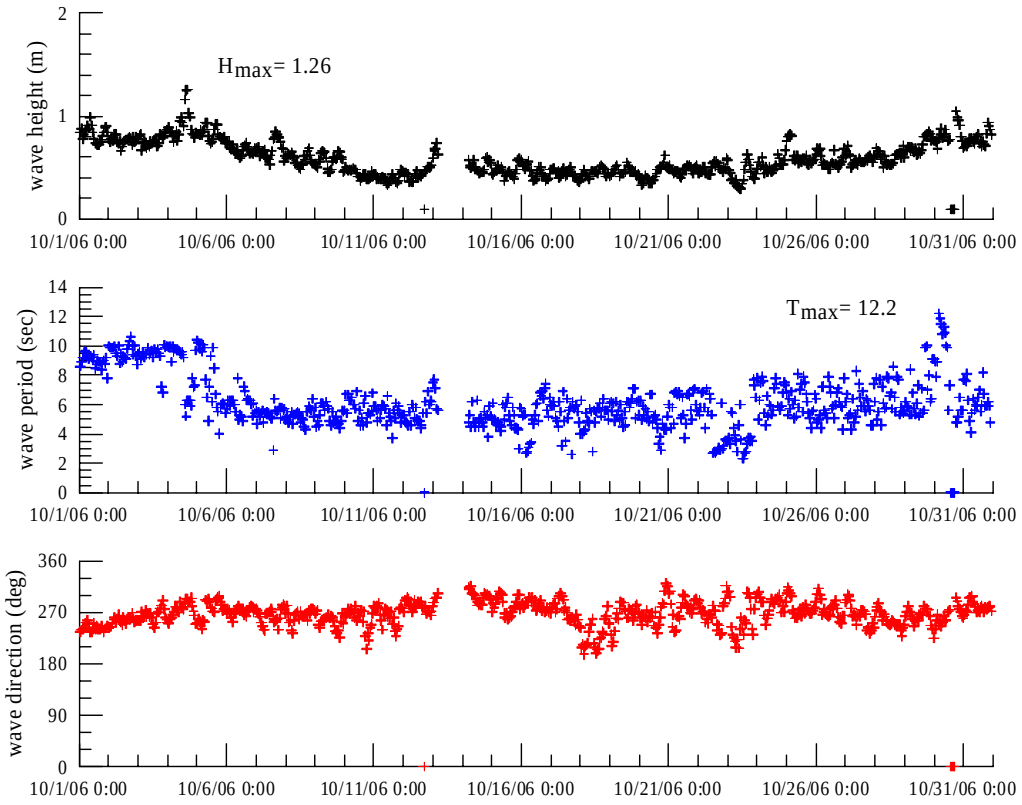


圖2.2-3 (續5) 2006年高雄港波浪觀測資料波高、週期及波向之逐時序列圖

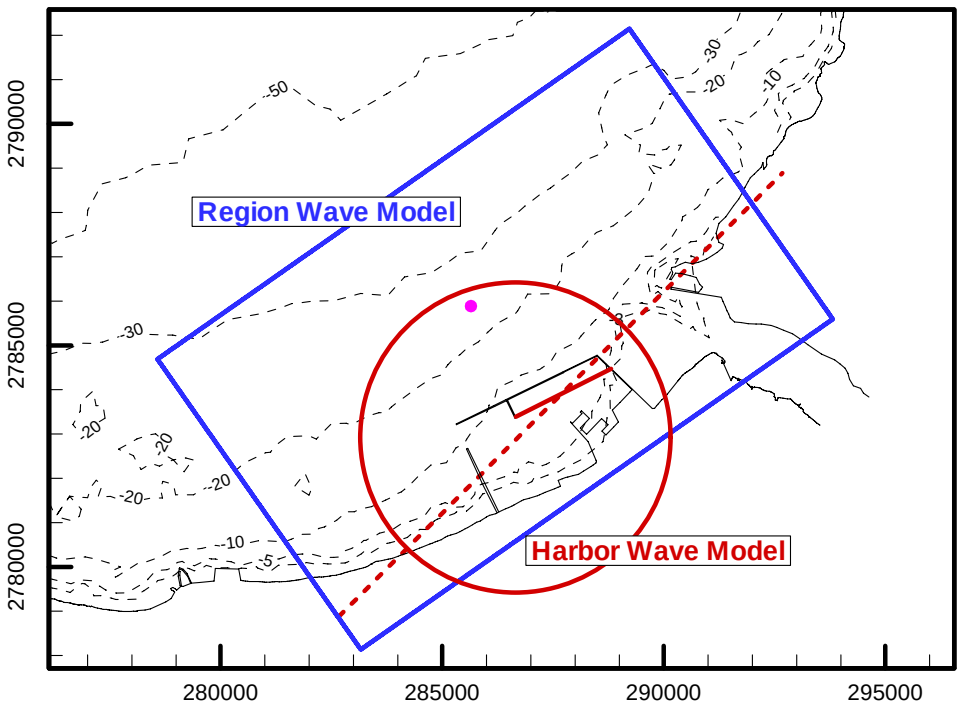


圖2.2-4　台北港近岸海域地形水深分布及近岸區域波浪及港域波浪模式之模擬範圍示意圖(圓點為台北港波浪觀測位置)

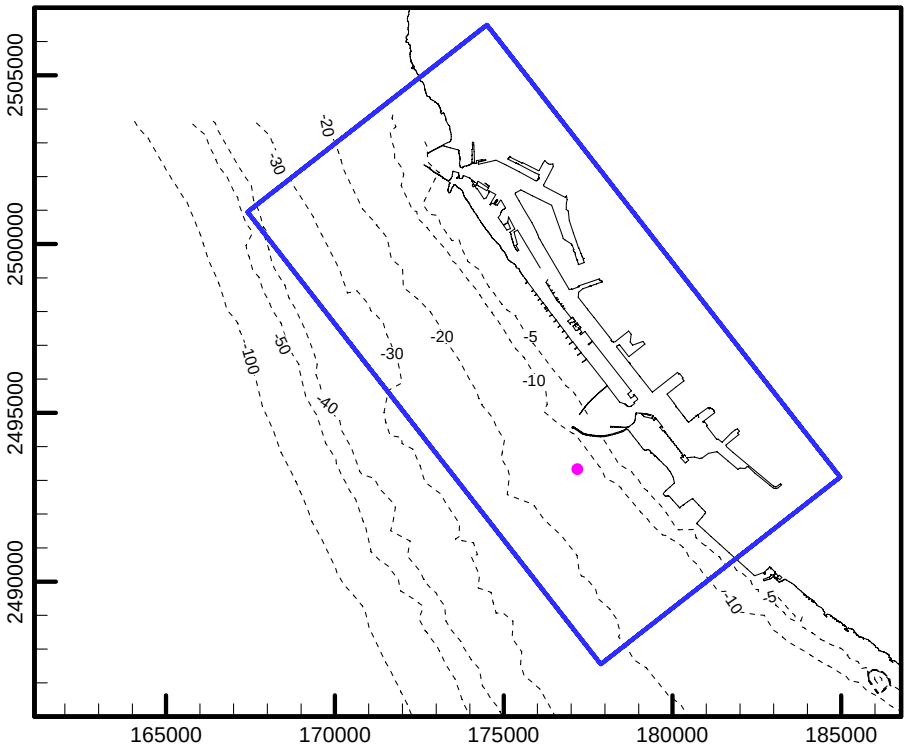


圖2.2-5　高雄港近岸海域地形水深分布及近岸區域波浪及港域波浪模式之模擬範圍示意圖(圓點為高雄港波浪觀測位置)

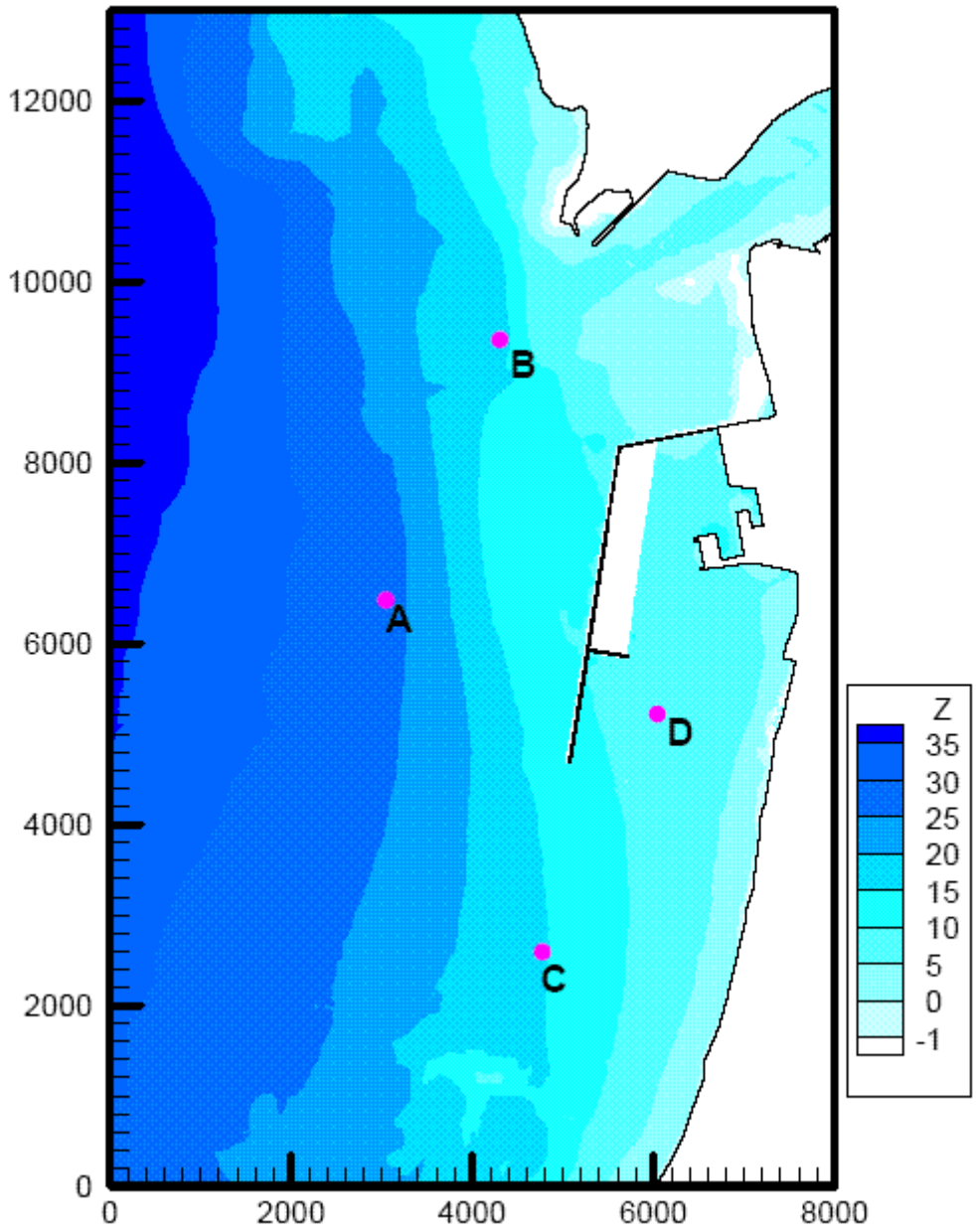


圖2.2-6a　台北港近岸波浪模式數值計算網格及地形水深分布圖
(點位A~D為模式模擬結果之輸出點位)

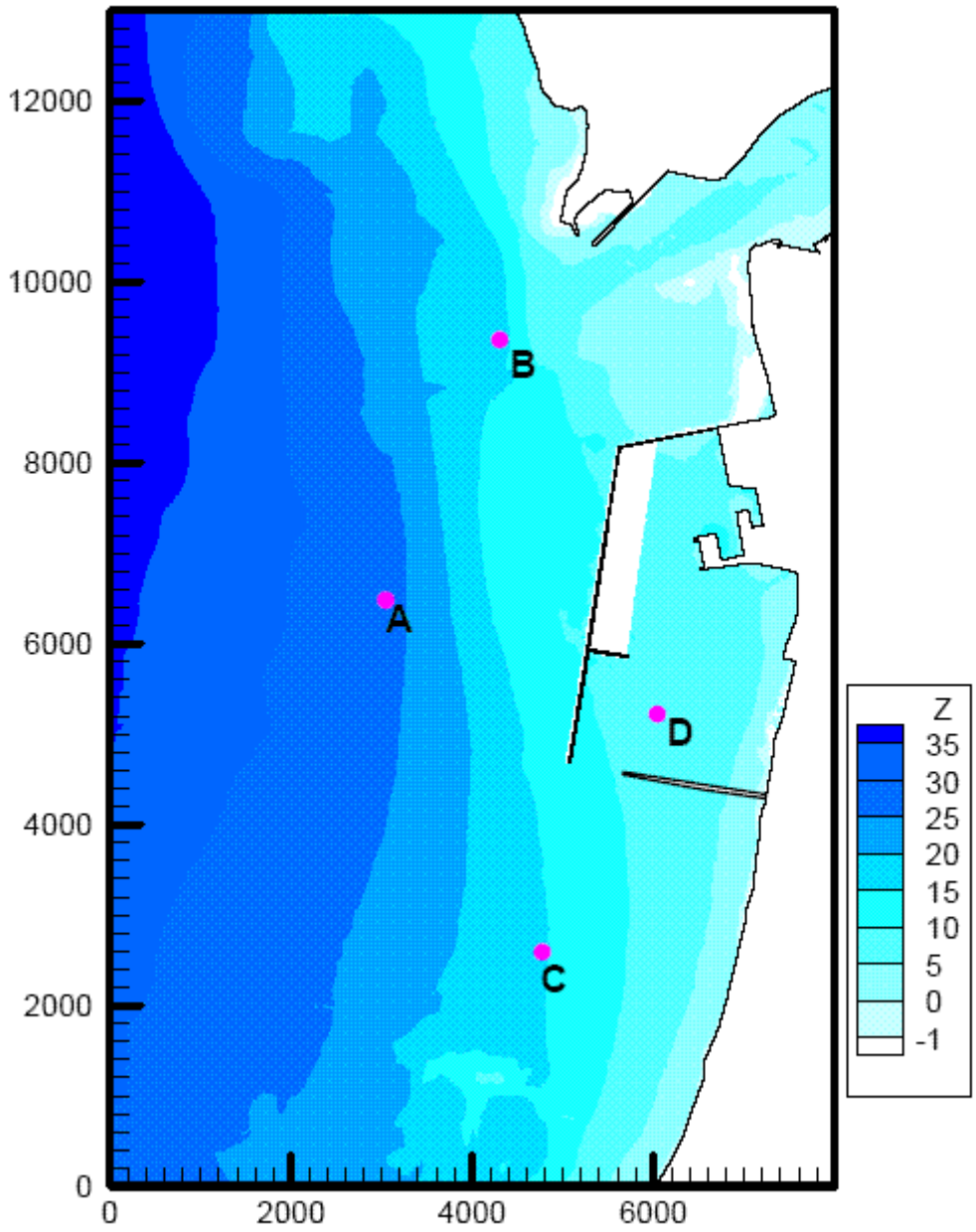


圖2.2-6b　台北港近岸波浪模式數值計算網格及地形水深分布圖
(點位A~D為模式模擬結果之輸出點位)

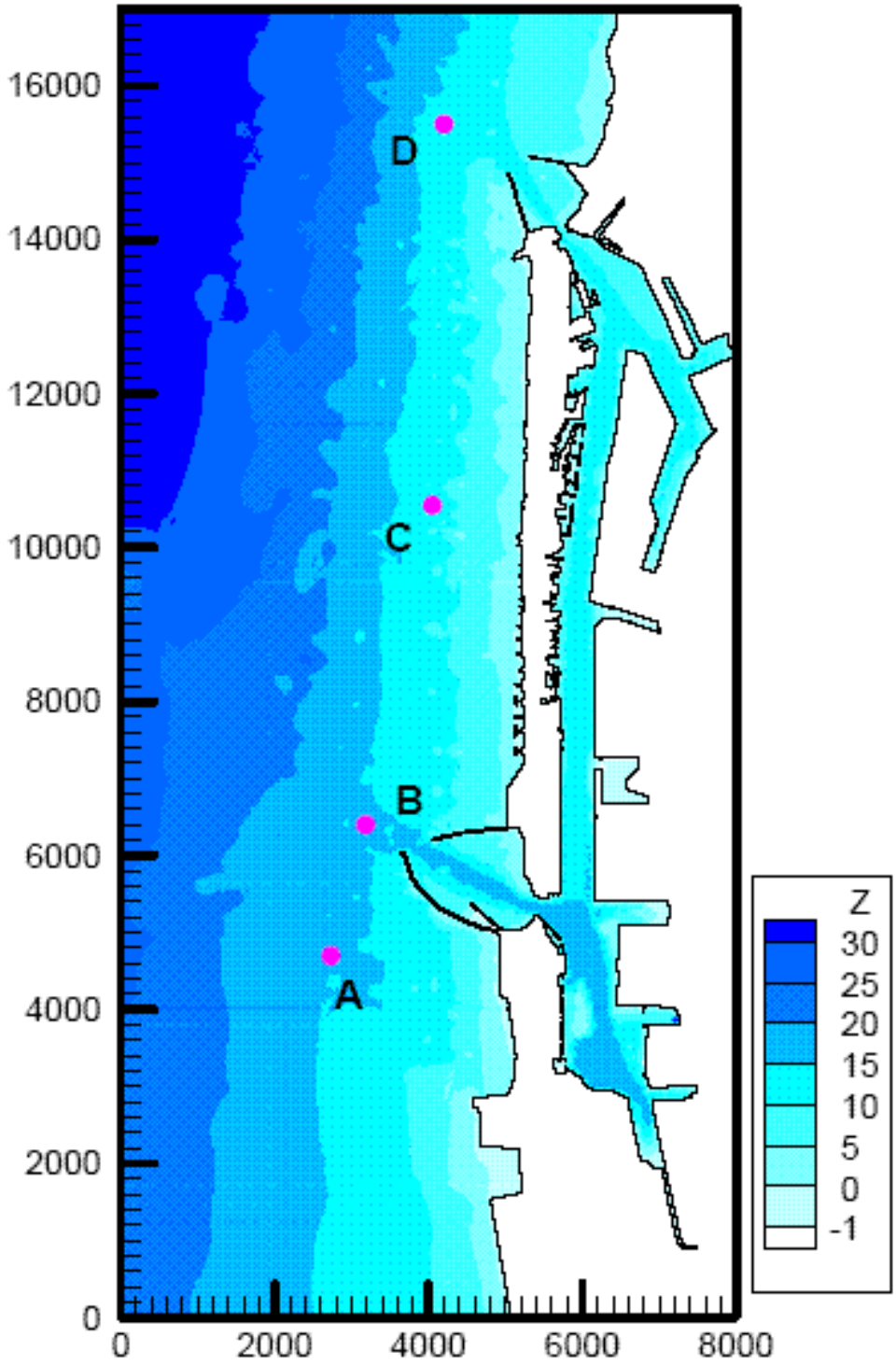


圖2.2-7　高雄港近岸波浪模式數值計算網格及地形水深分布圖
(點位A~D為模式模擬結果之輸出點位)

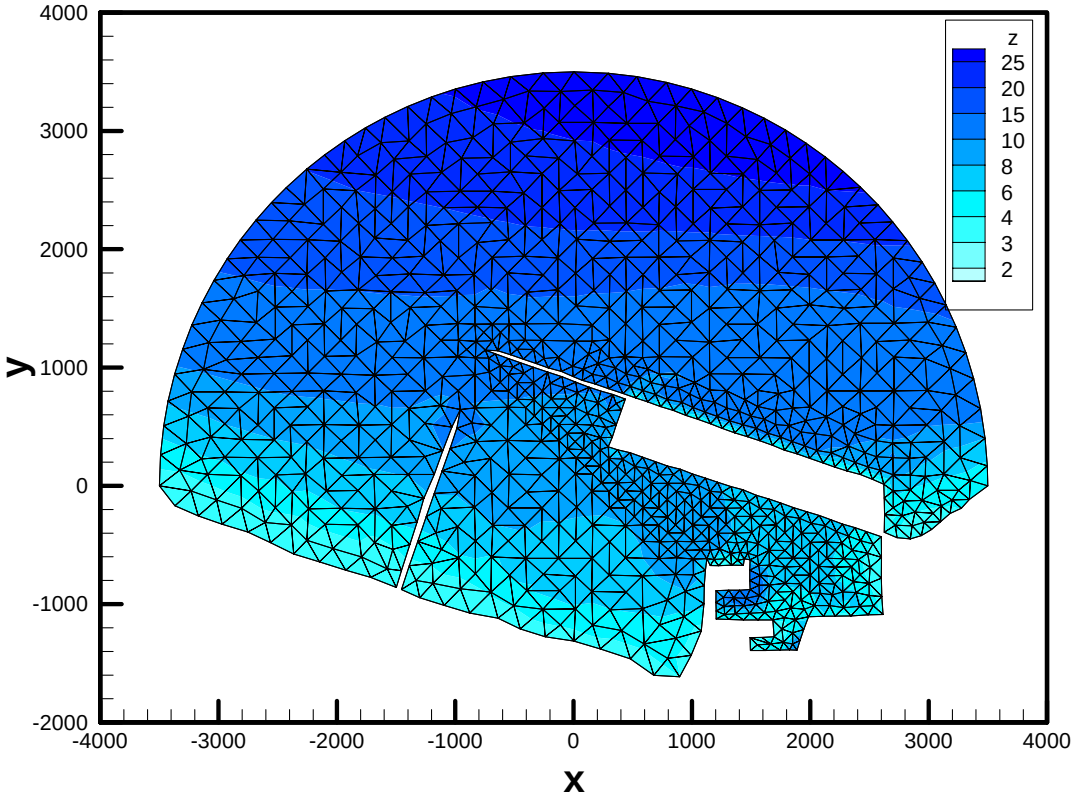


圖2.2-8 台北港近域波浪模式之座標系統及三角形元素粗網格分佈圖
(內含2344個節點及4041個三角形元素)

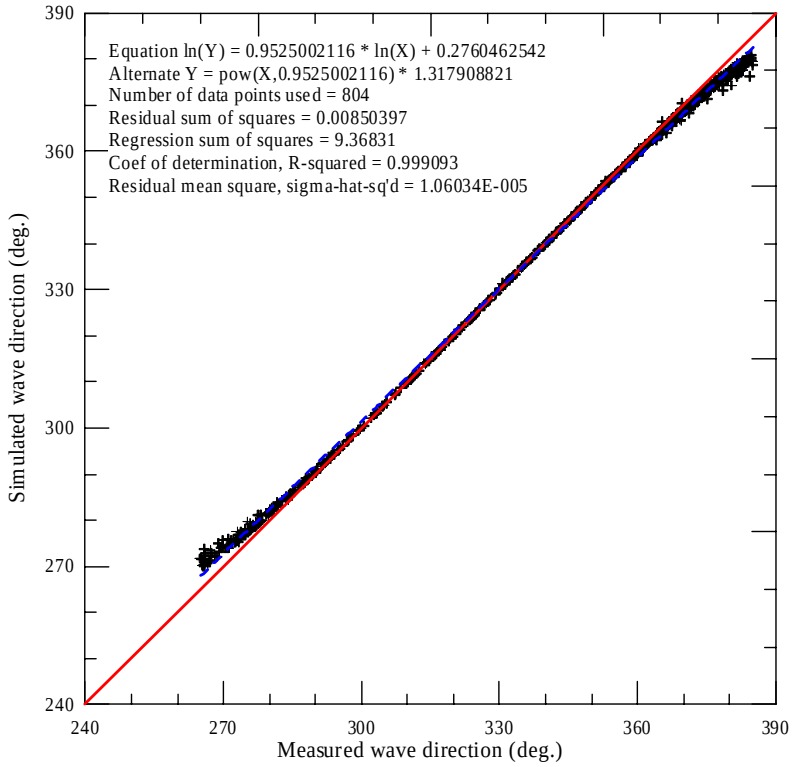


圖2.2-10　台北港波浪觀測值之波向與模式模擬結果之波向之比較
(圖中紅色對角線代表1:1之關係)

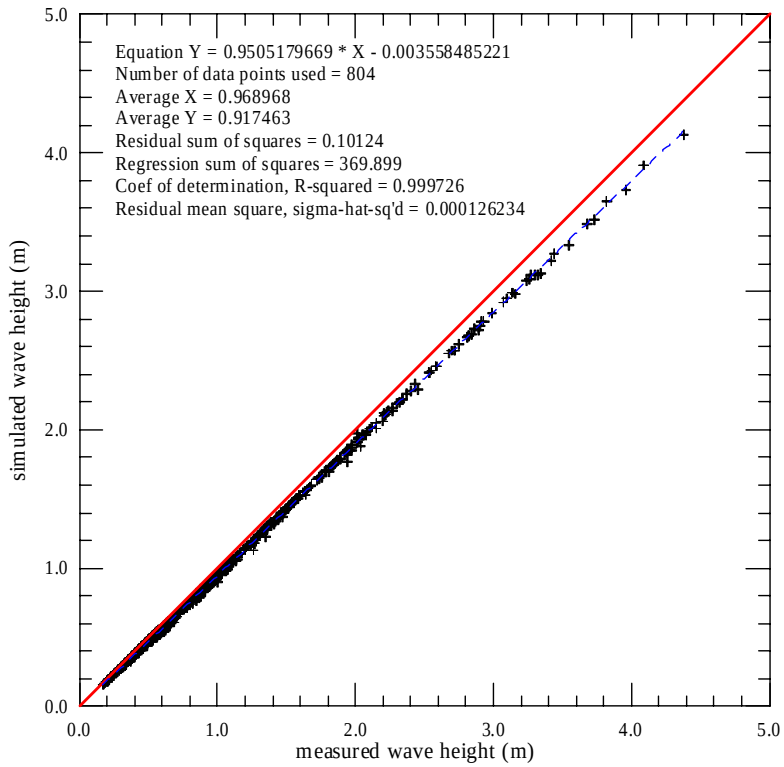


圖2.2-11　台北港波浪觀測值之波高與模式模擬結果之波高之比較
(圖中紅色對角線代表1:1之關係)

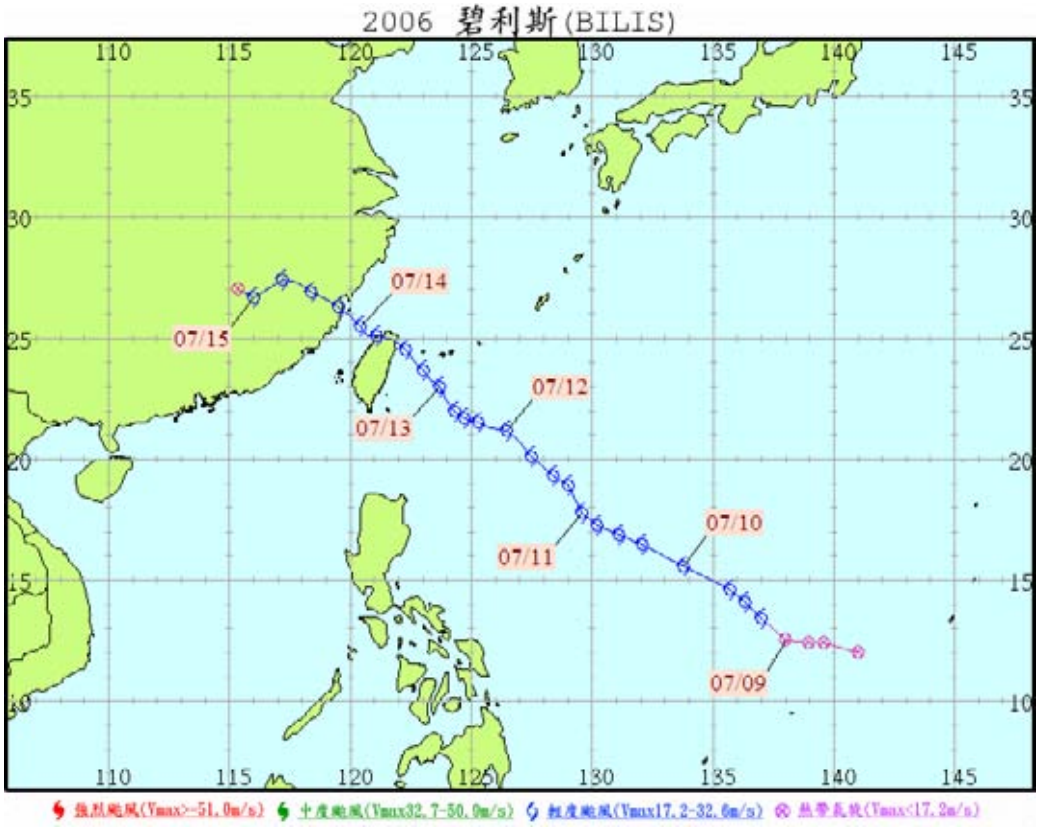


圖2.2-12　2006年輕度颱風碧利斯侵臺路徑圖(中央氣象局颱風資料庫)

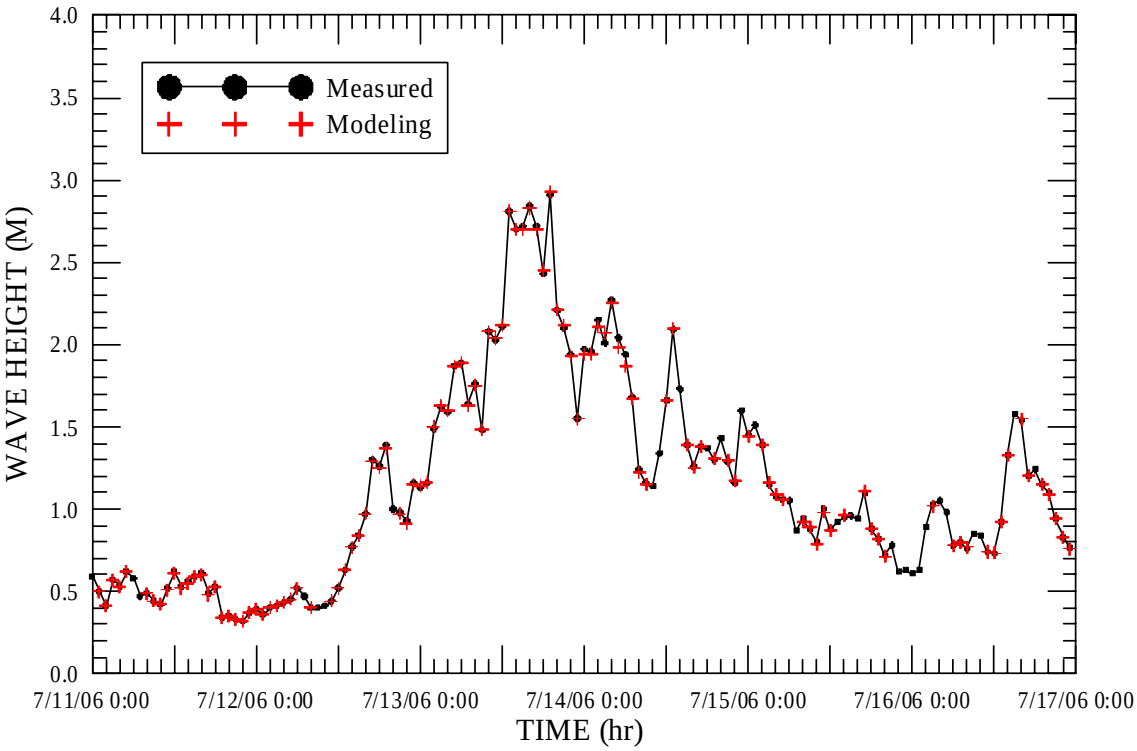


圖2.2-13　2006年輕度颱風碧利斯侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

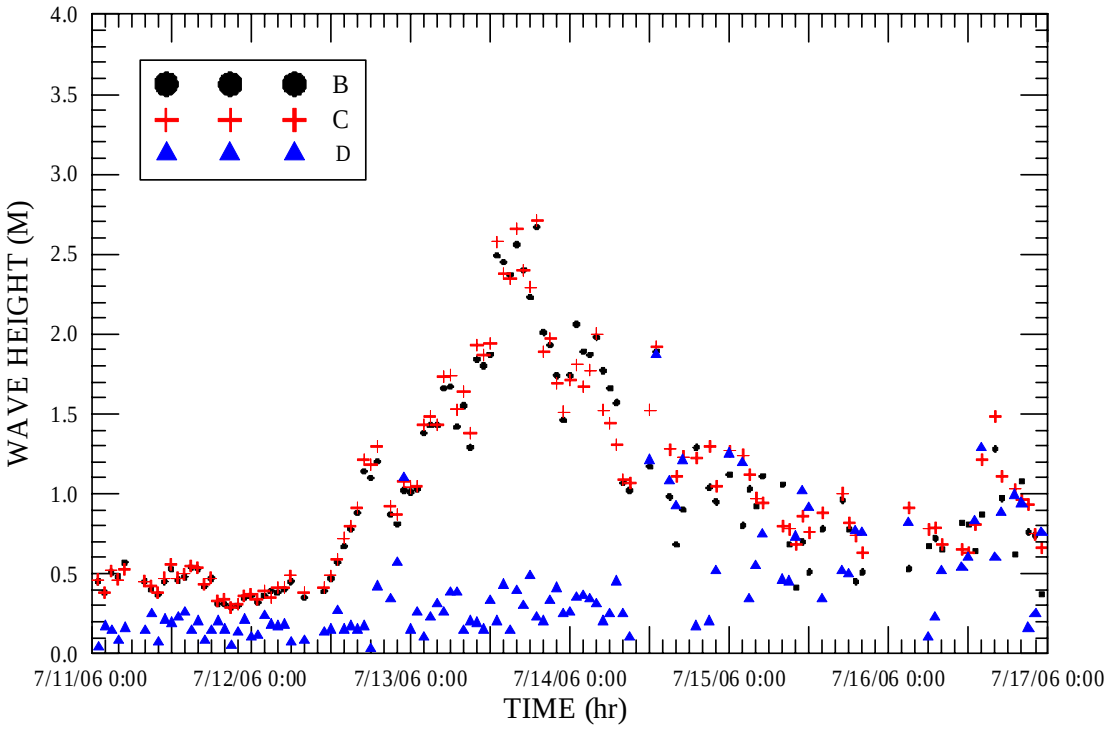


圖2.2-14　2006年輕度颱風碧利斯侵臺期間台北港波浪模擬點位B、C及D之波高逐時變化圖

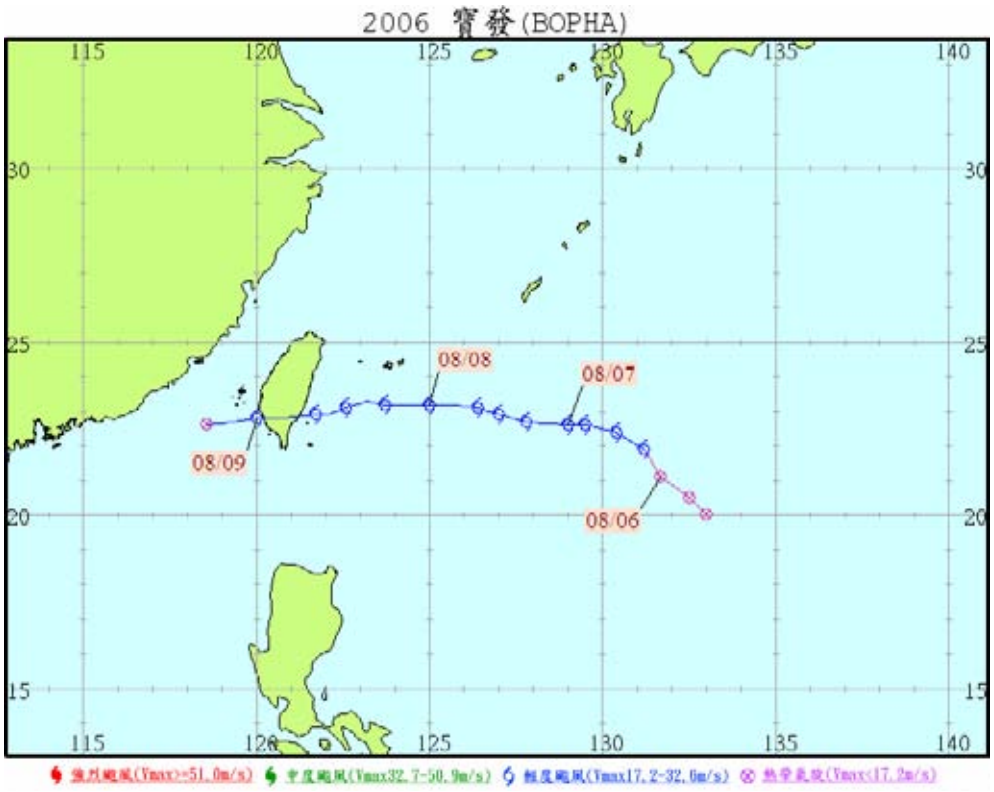


圖2.2-15　2006年輕度颱風寶發侵臺路徑圖(中央氣象局颱風資料庫)

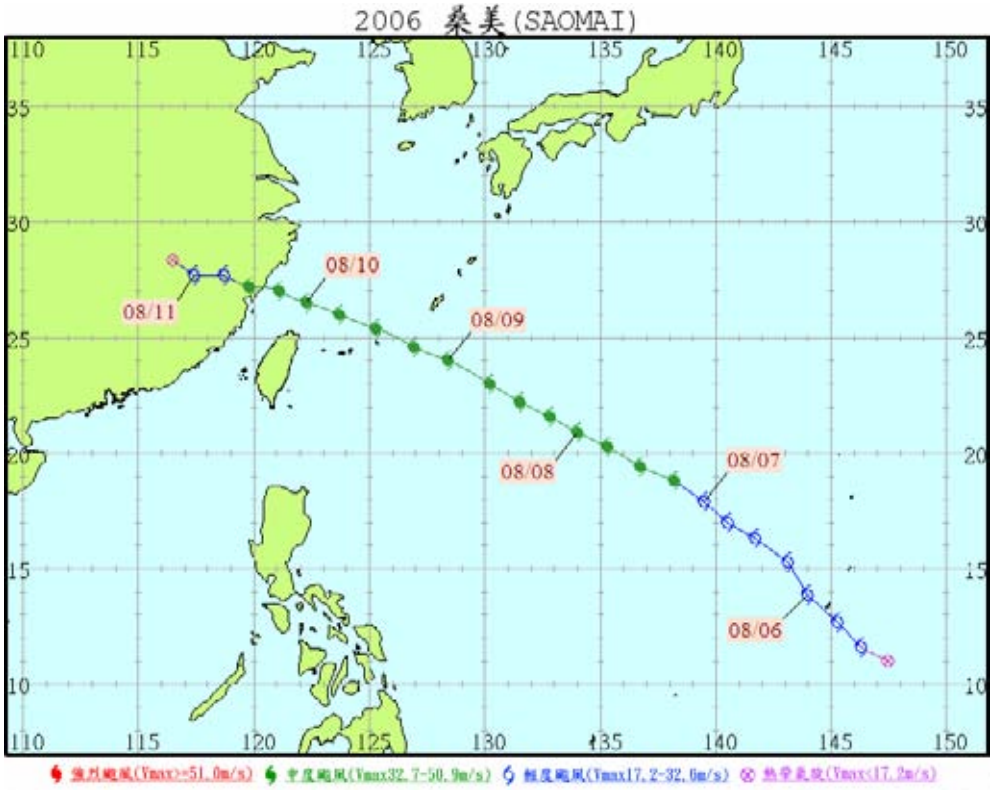


圖2.2-16　2006年中度颱風桑美侵臺路徑圖(中央氣象局颱風資料庫)

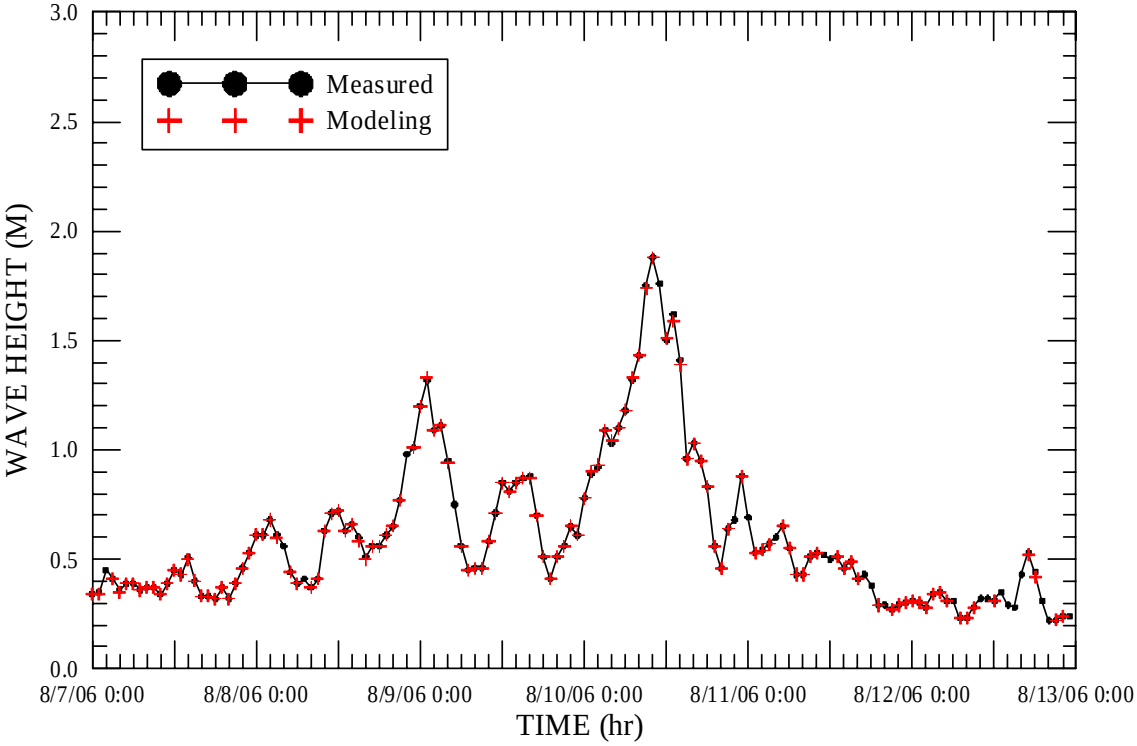


圖2.2-17　2006年輕度颱風寶發及中度颱風桑美侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

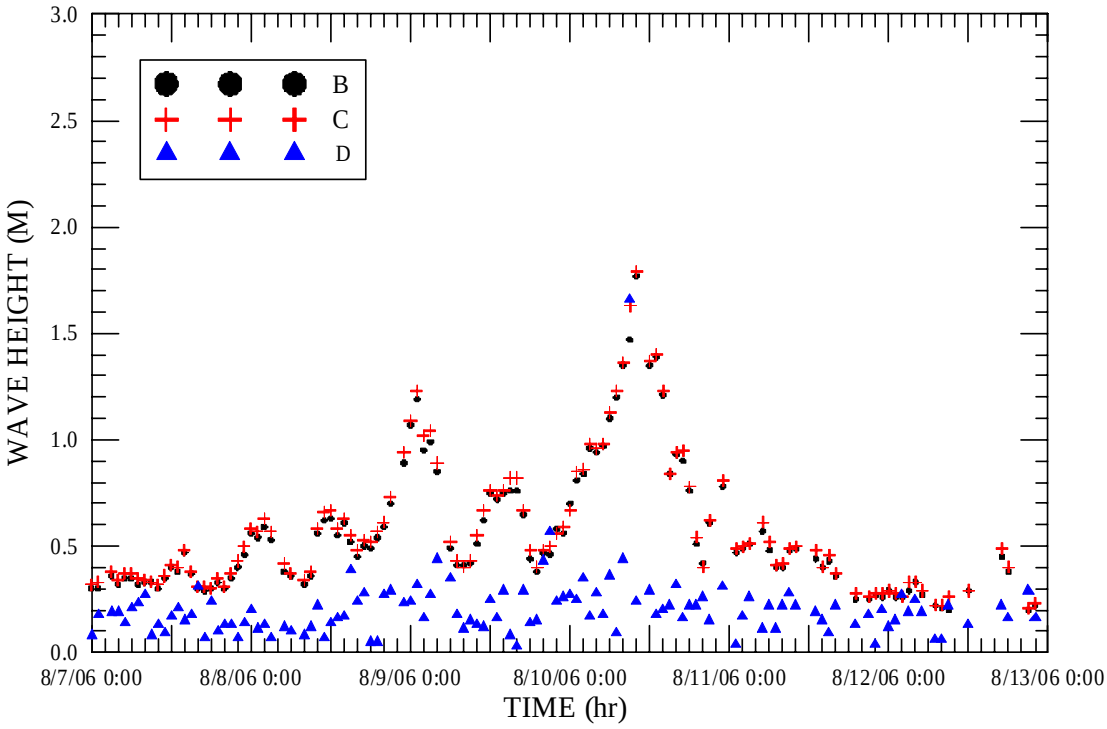


圖2.2-18　2006年輕度颱風寶發及中度颱風桑美侵臺期間台北港波浪模擬點位B、C及D之波高逐時變化圖

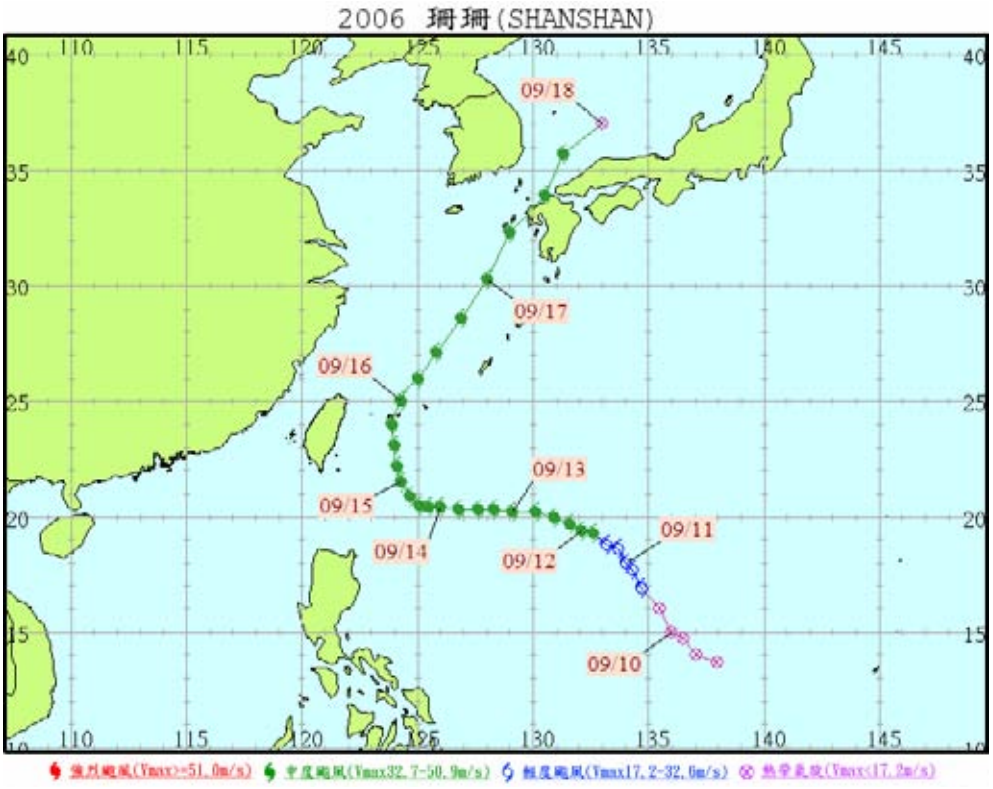


圖2.2-19　2006年中度颱風珊珊侵臺路徑圖(中央氣象局颱風資料庫)

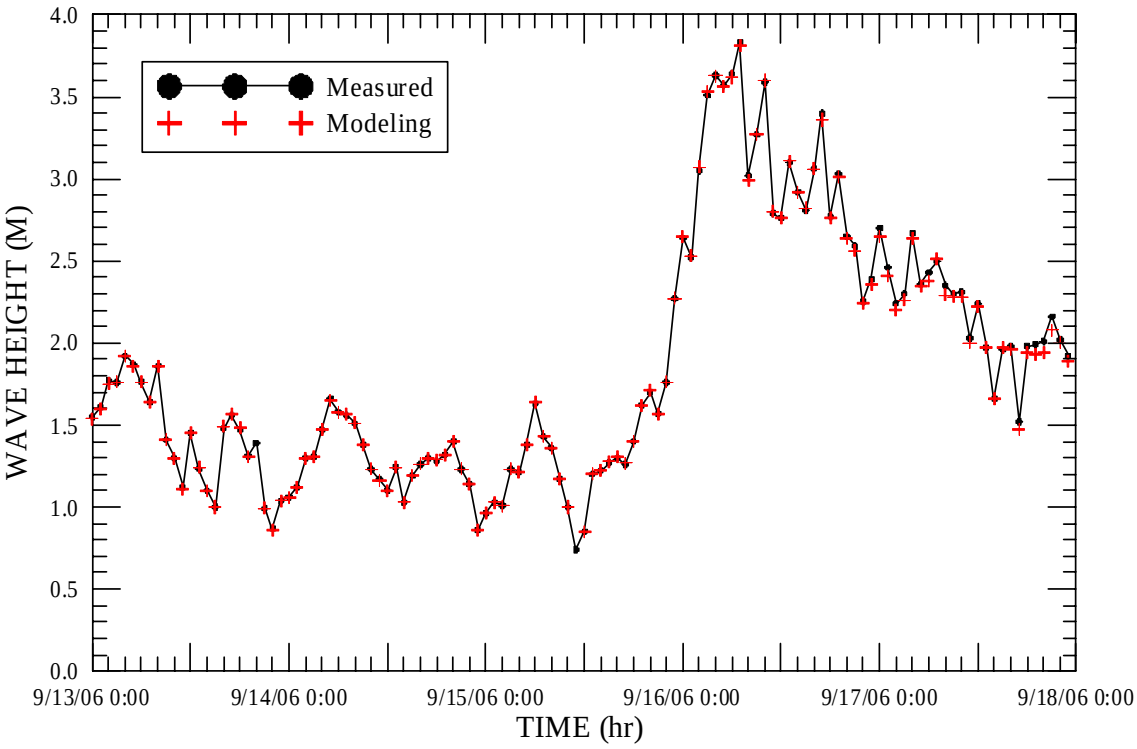


圖2.2-20　2006年中度颱風珊珊侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

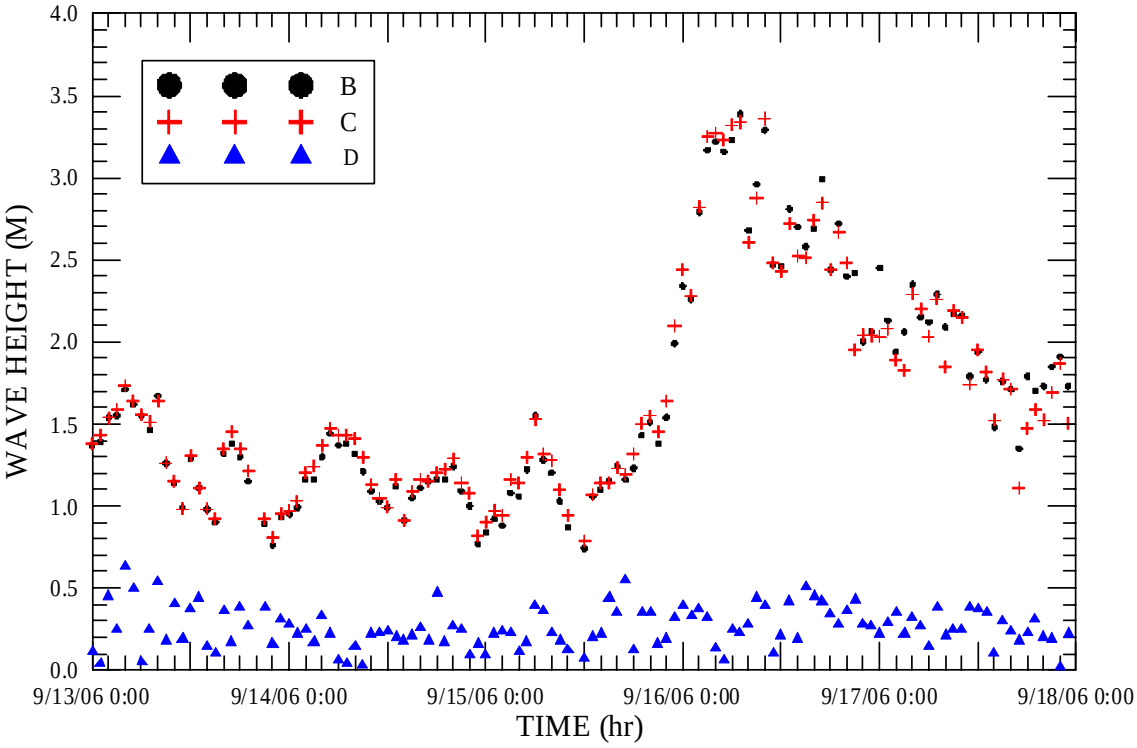


圖2.2-21　2006年中度颱風珊珊侵臺期間台北港波浪模擬點位B、C及D之波高逐時變化圖

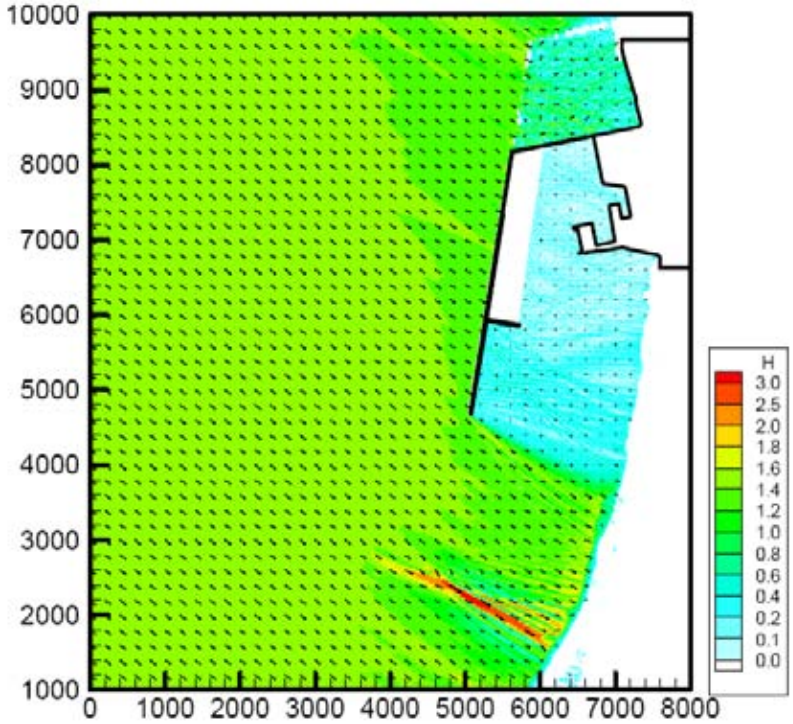


圖2.2-22 台北港近岸波浪場模擬結果之波高分布與波向向量平面圖

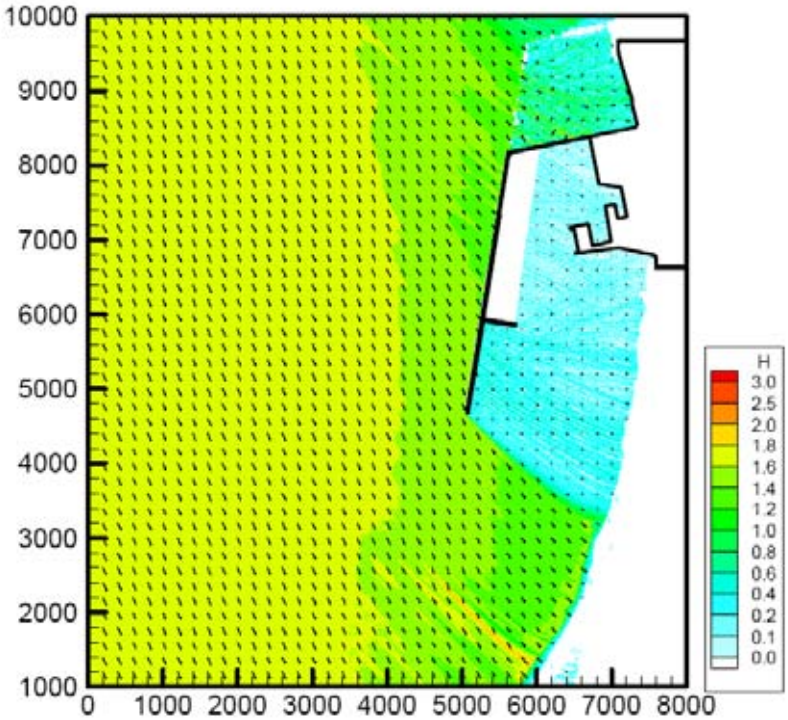


圖2.2-22 (續1)台北港近岸波浪場模擬結果之波高分布與波向向量平面圖

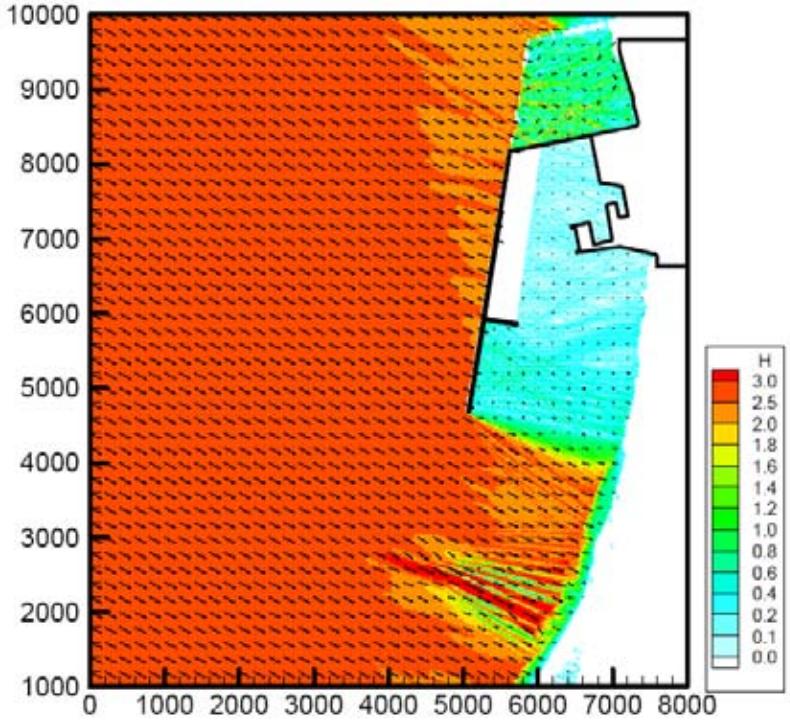


圖2.2-22 (續2)台北港近岸波浪場模擬結果之波高分布與波向向量平面圖

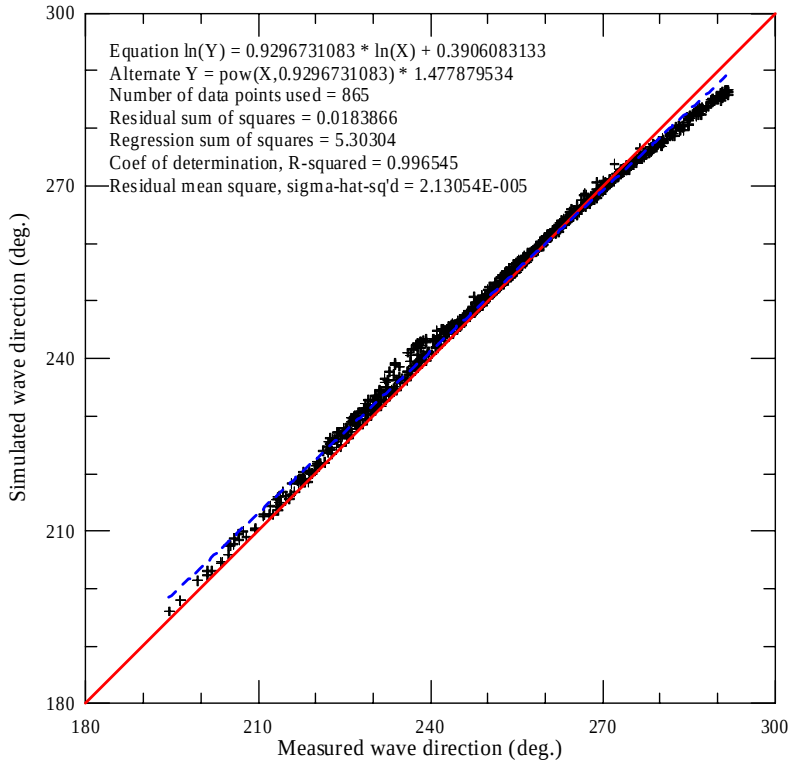


圖2.2-23　高雄港波浪觀測值之波向與模式模擬結果之波向之比較

(圖中紅色對角線代表1:1之關係)

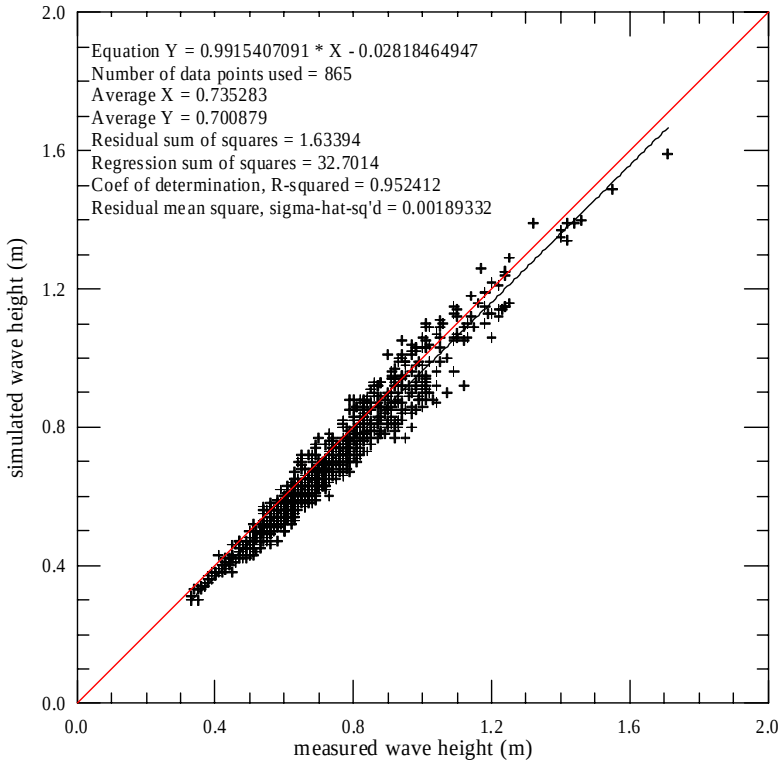


圖2.2-24　高雄港波浪觀測值之波高與模式模擬結果之波高之比較
(圖中紅色對角線代表1:1之關係)

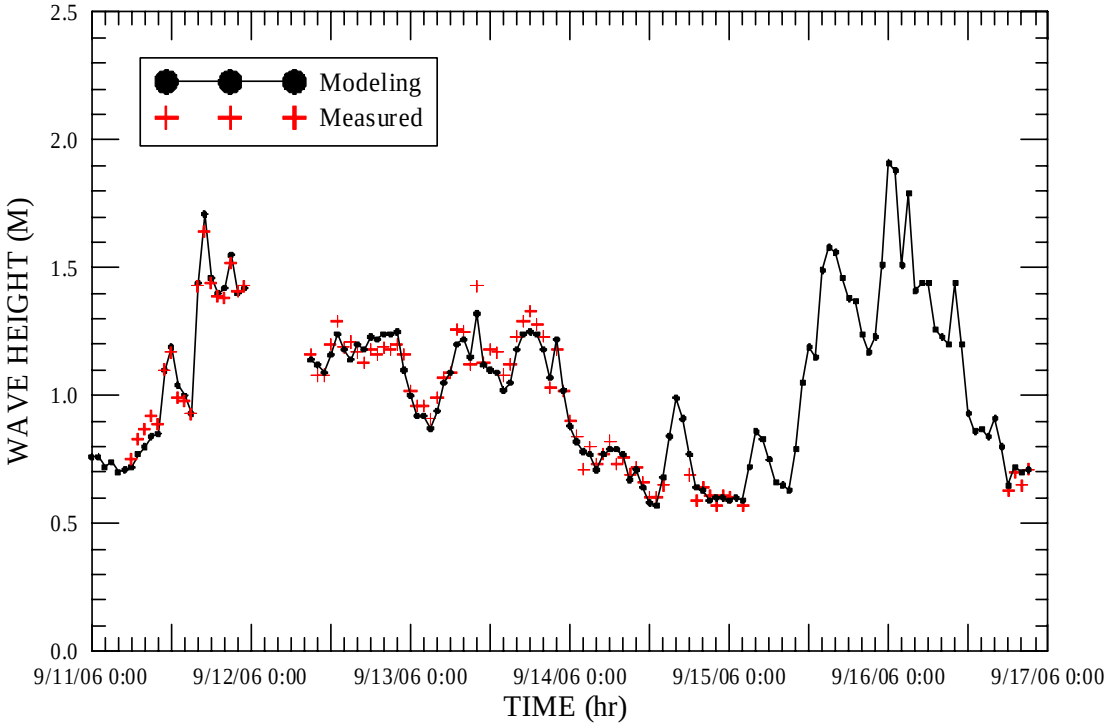


圖2.2-25　2006年中度颱風珊珊侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

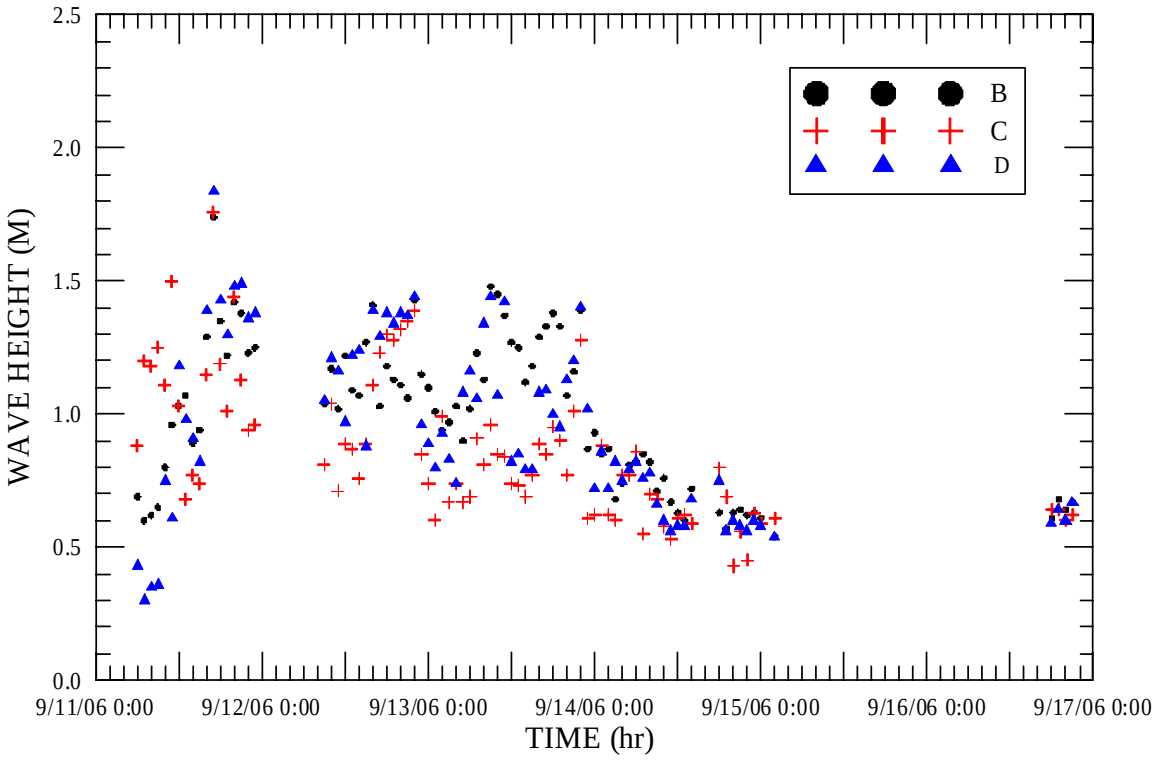


圖2.2-26　2006年中度颱風珊珊侵臺期間高雄港波浪模擬點位B、C及D之波高逐時變化圖

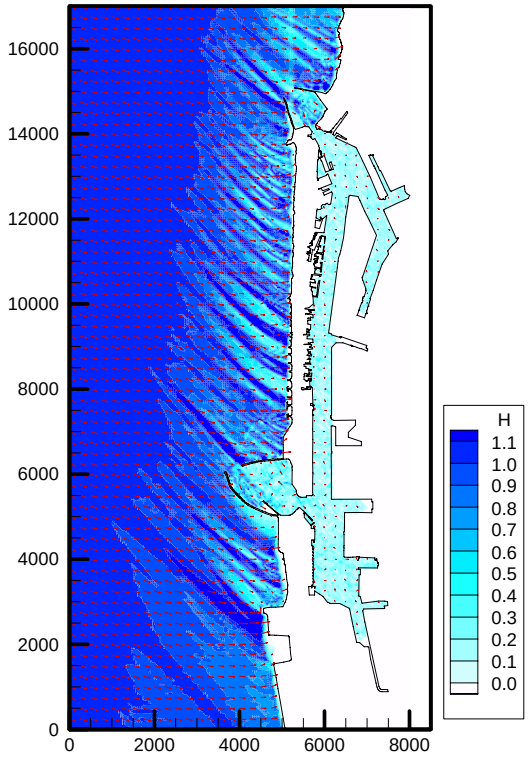


圖2.2-27 高雄港近岸波浪場模擬結果之波高分布與波向向量平面圖

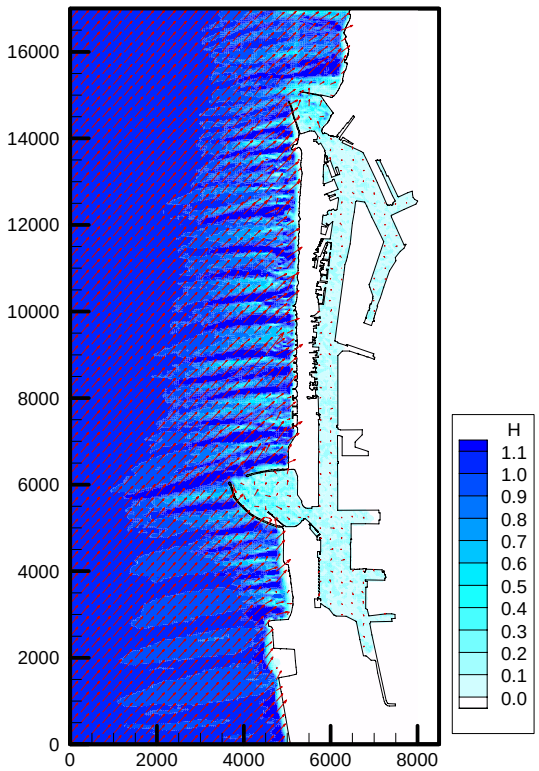


圖2.2-27 (續1)高雄港近岸波浪場模擬結果之波高分布與波向向量平面圖

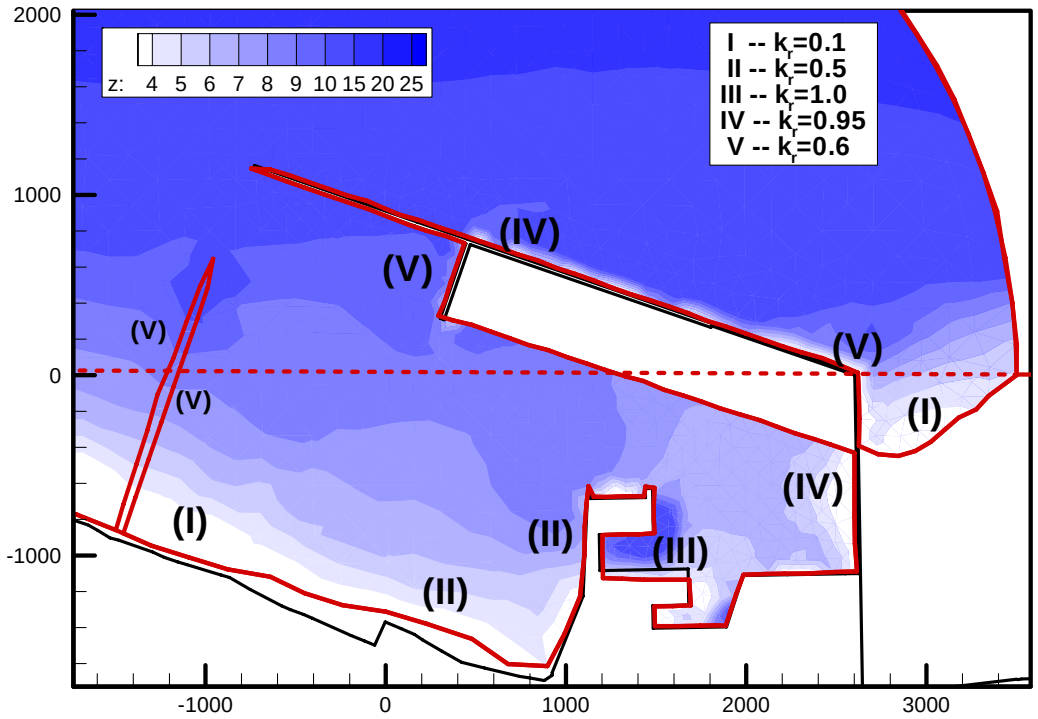


圖2.2-28 台北港港域波浪模式邊界條件設定示意圖

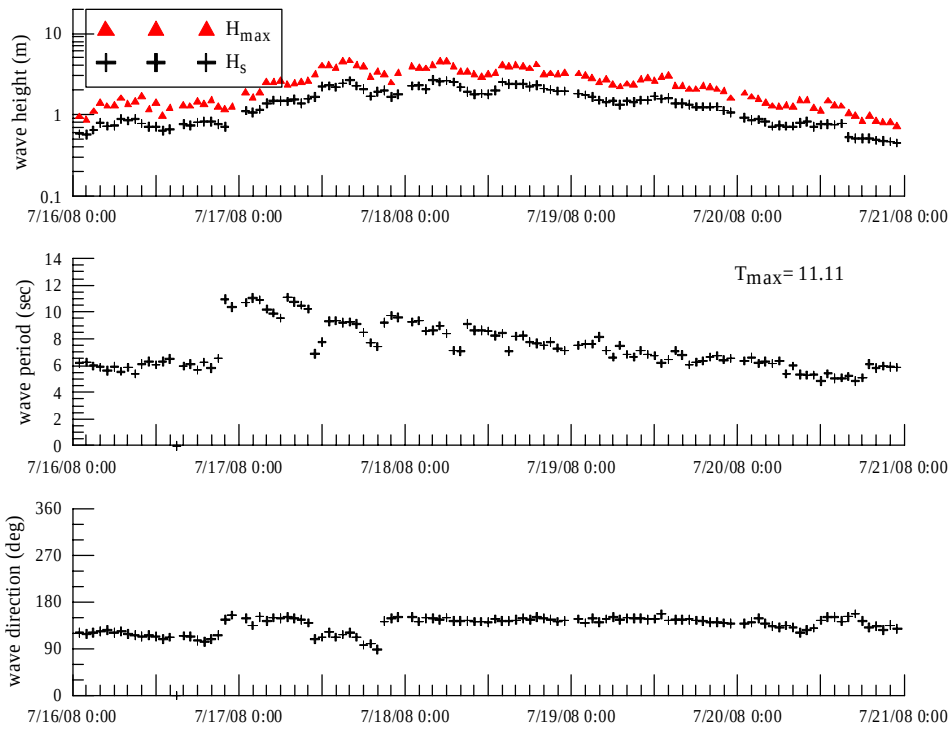


圖2.2-30　2008年卡玫基颱風侵臺期間花蓮港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

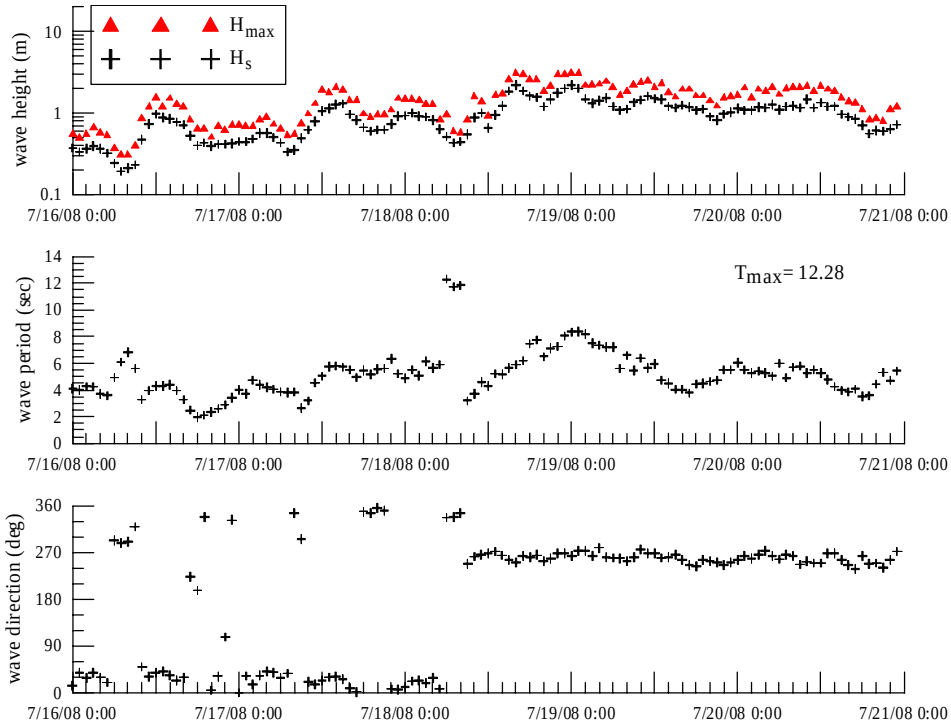


圖2.2-30　(續1)2008年卡玫基颱風侵臺期間台北港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

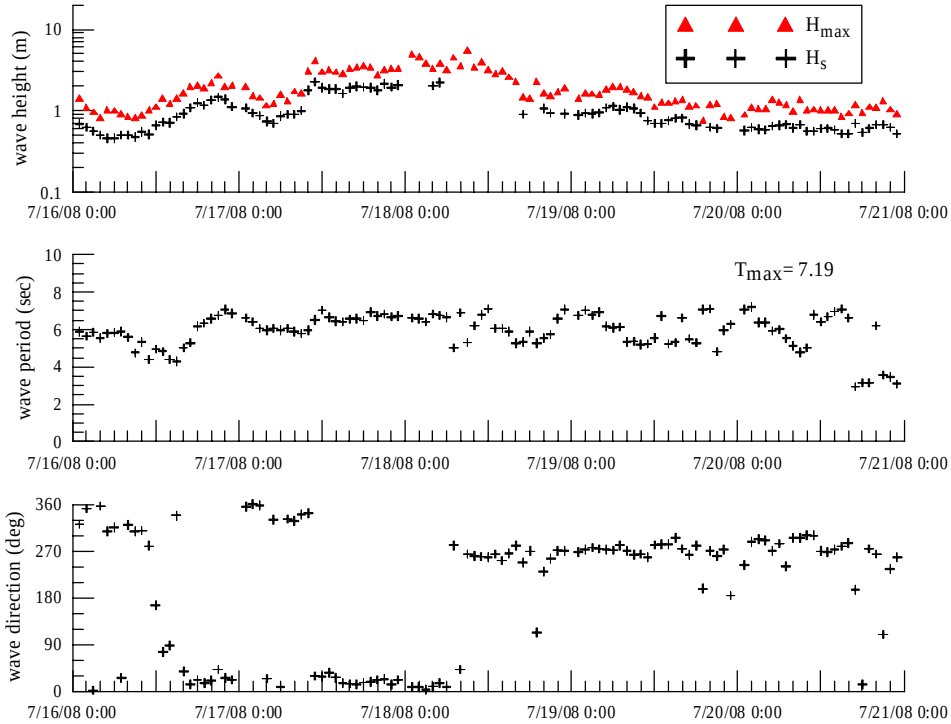


圖2.2-30　(續2)2008年卡玫基颱風侵臺期間台中港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

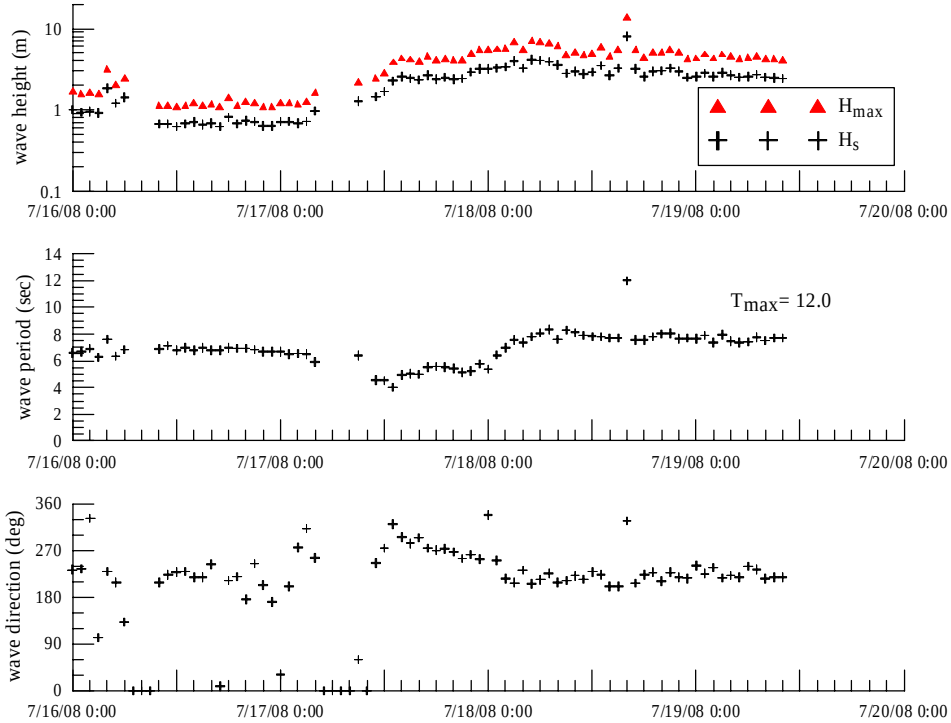


圖2.2-30　(續3)2008年卡玫基颱風侵臺期間安平港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

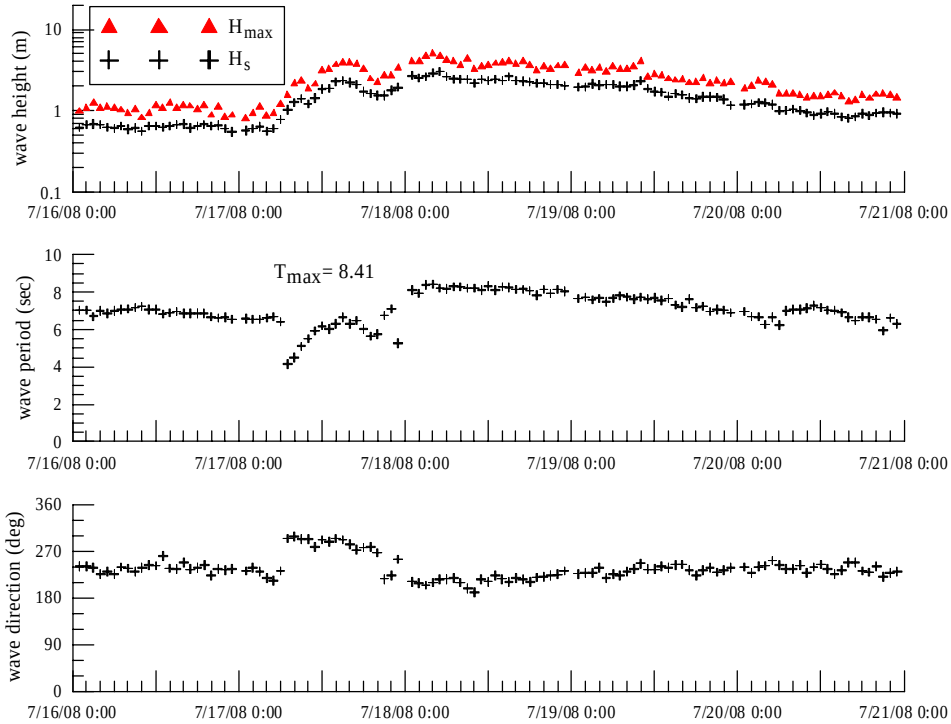


圖2.2-30　(續4)2008年卡玫基颱風侵臺期間高雄港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

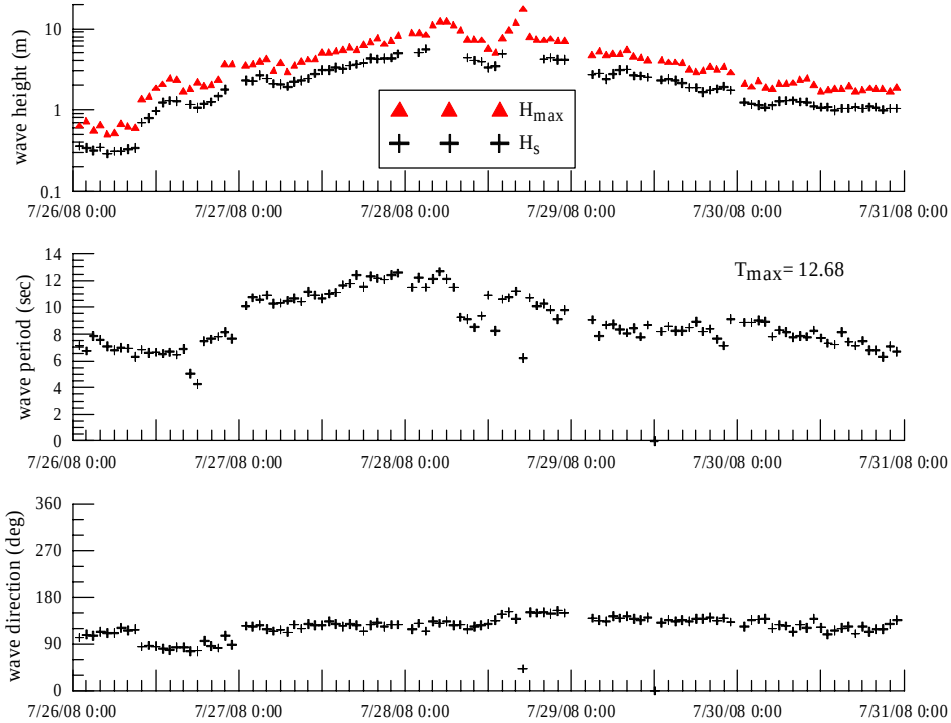


圖2.2-31　2008年鳳凰颱風侵臺期間花蓮港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

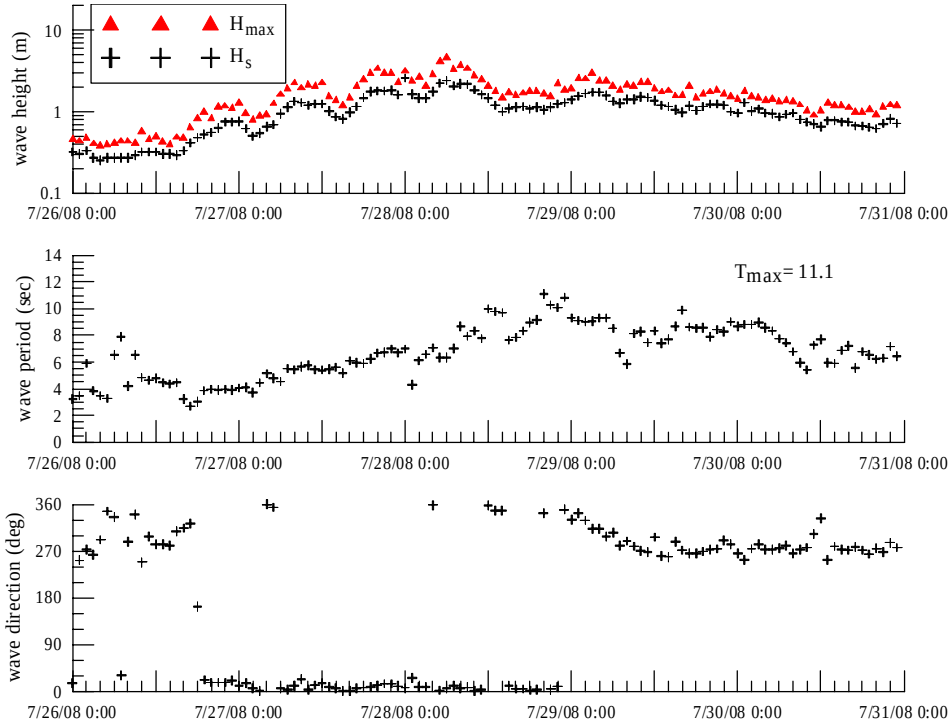


圖2.2-31　(續1)2008年鳳凰颱風侵臺期間台北港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

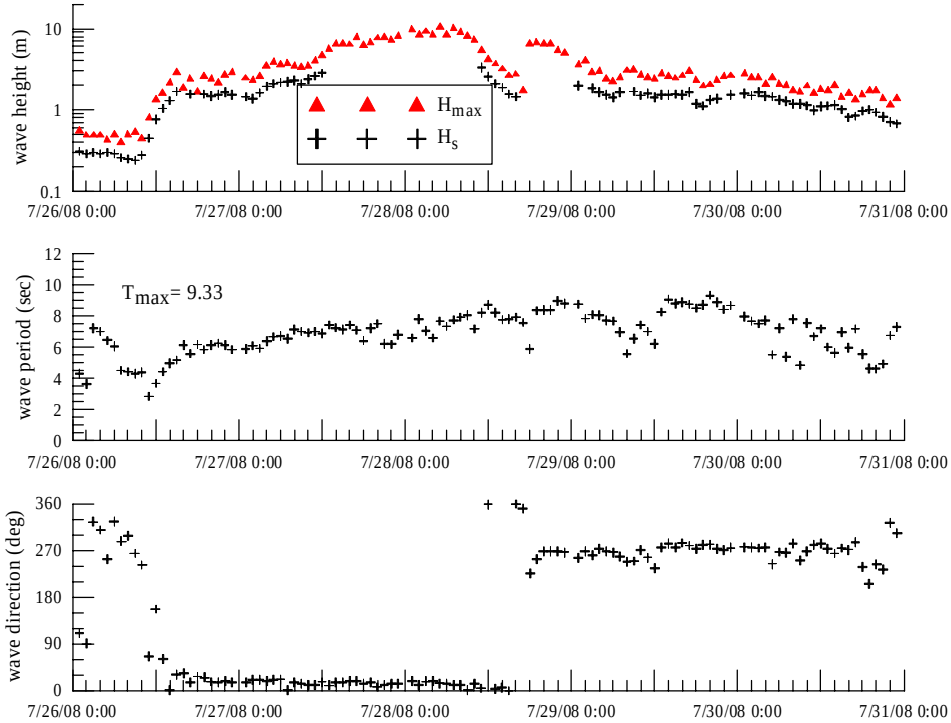


圖2.2-31　(續2)2008年鳳凰颱風侵臺期間台中港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

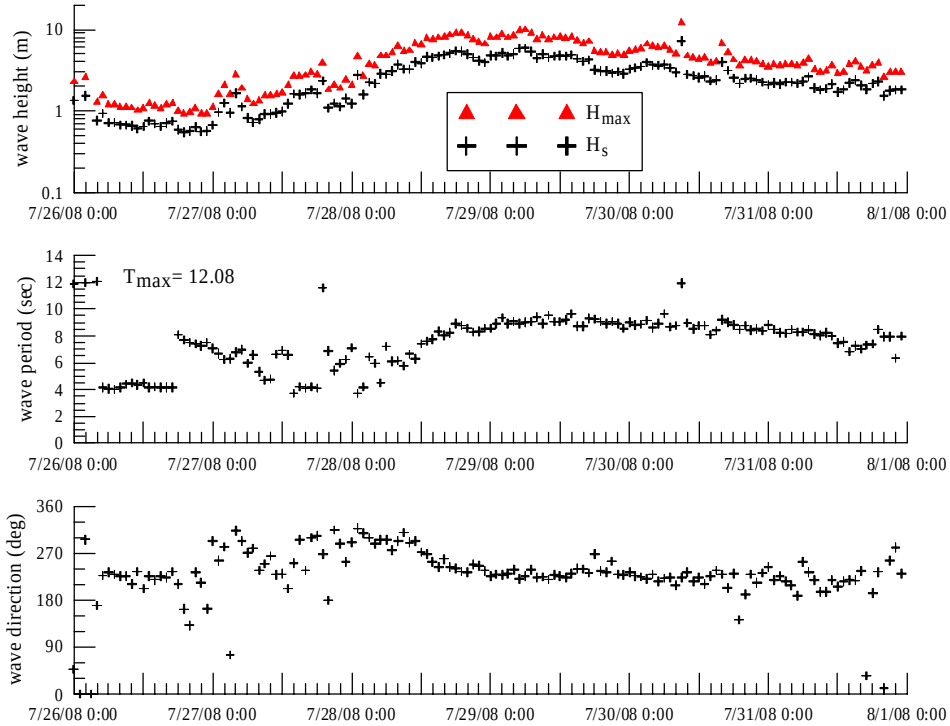


圖2.2-31　(續3)2008年鳳凰颱風侵臺期間安平港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

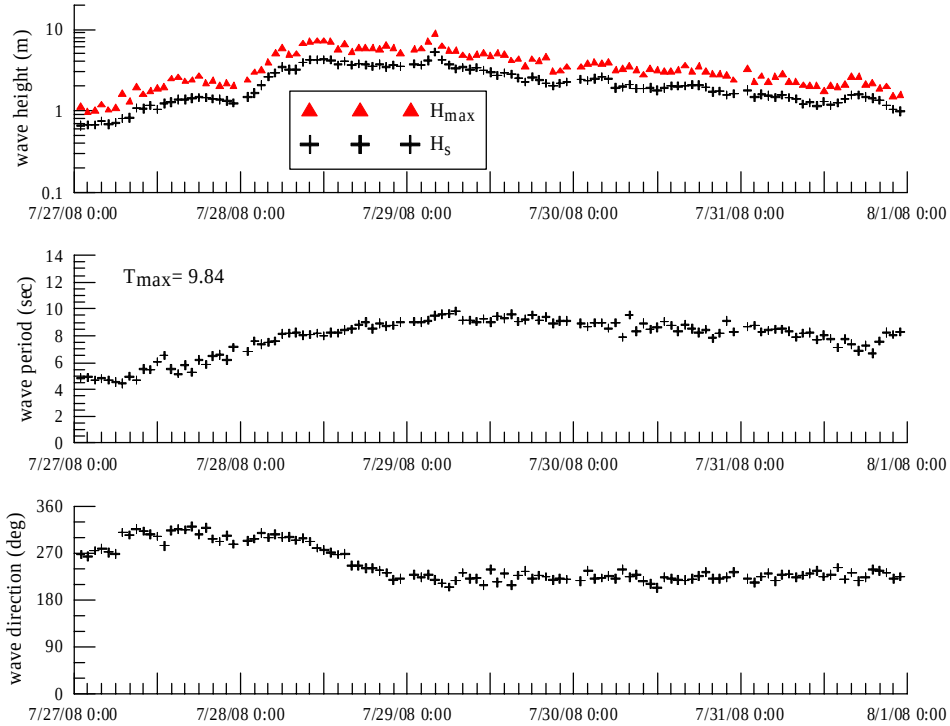


圖2.2-31　(續4)2008年鳳凰颱風侵臺期間高雄港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

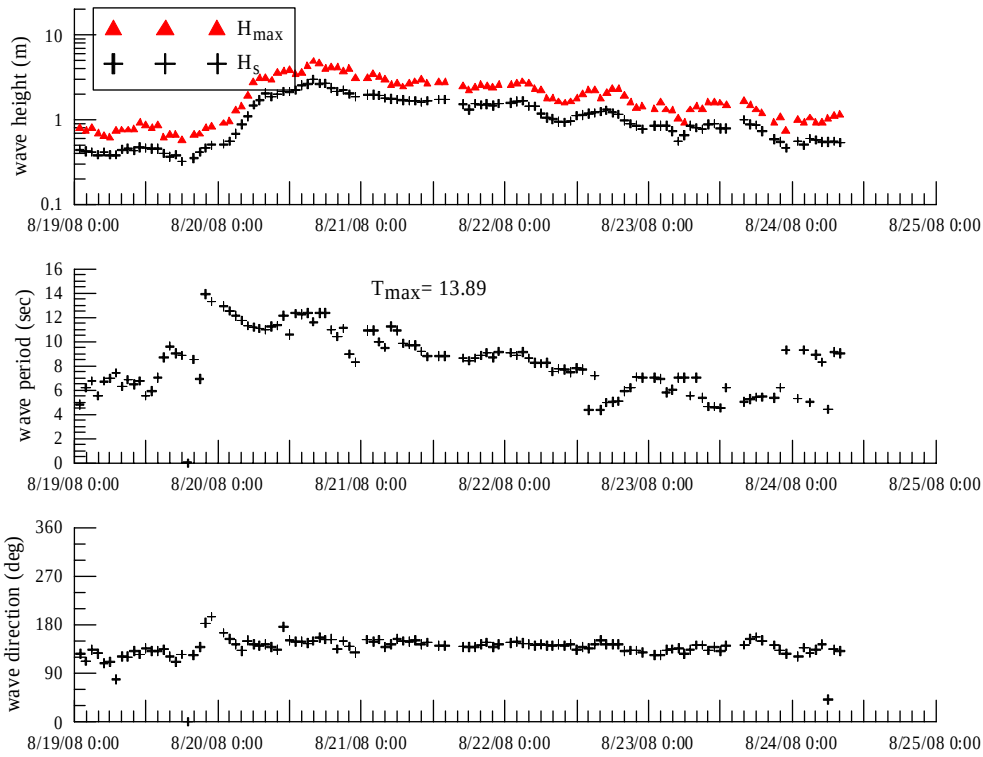


圖2.2-32　2008年如麗颱風侵臺期間花蓮港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

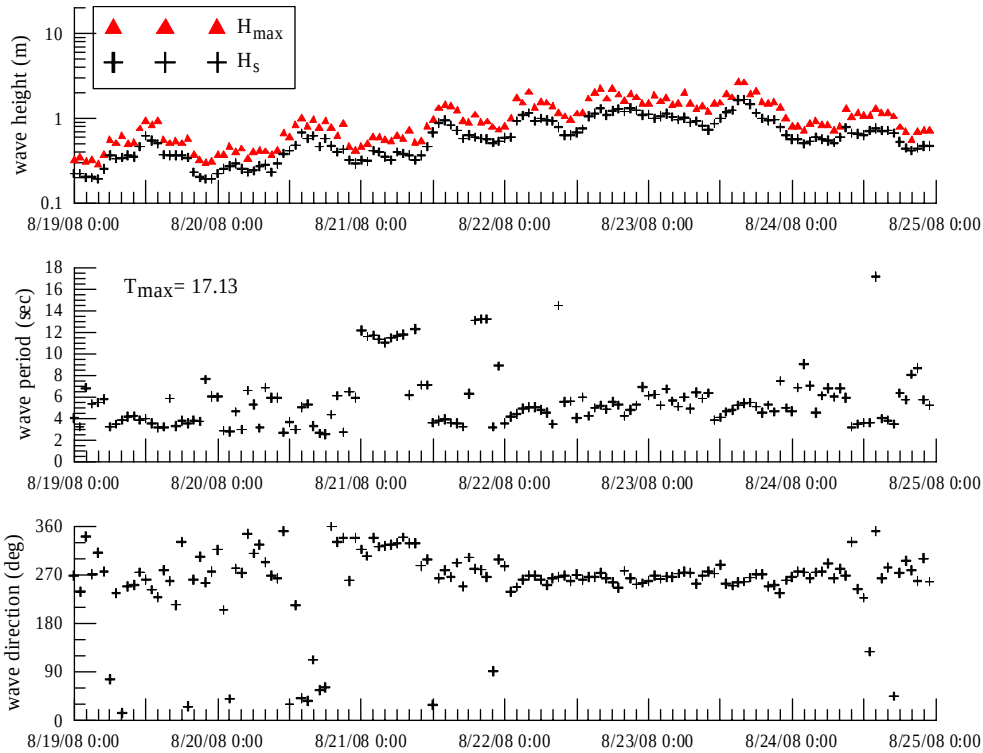


圖2.2-32　(續1)2008年如麗颱風侵臺期間台北港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

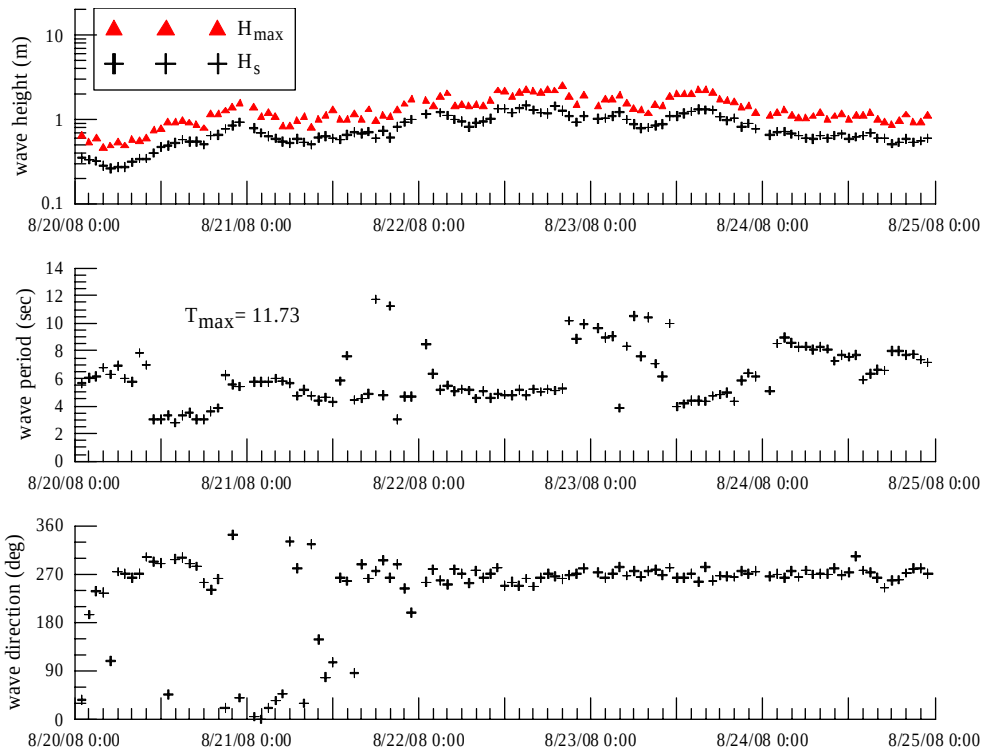


圖2.2-32　(續2)2008年如麗颱風侵臺期間台中港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

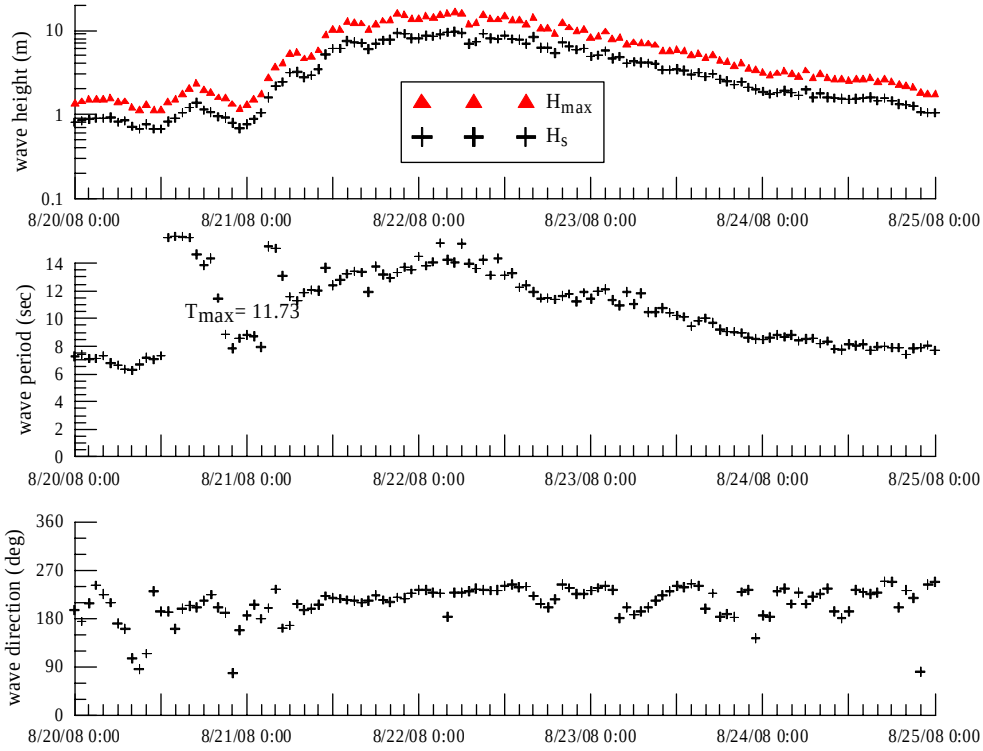


圖2.2-32　(續3)2008年如麗颱風侵臺期間安平港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

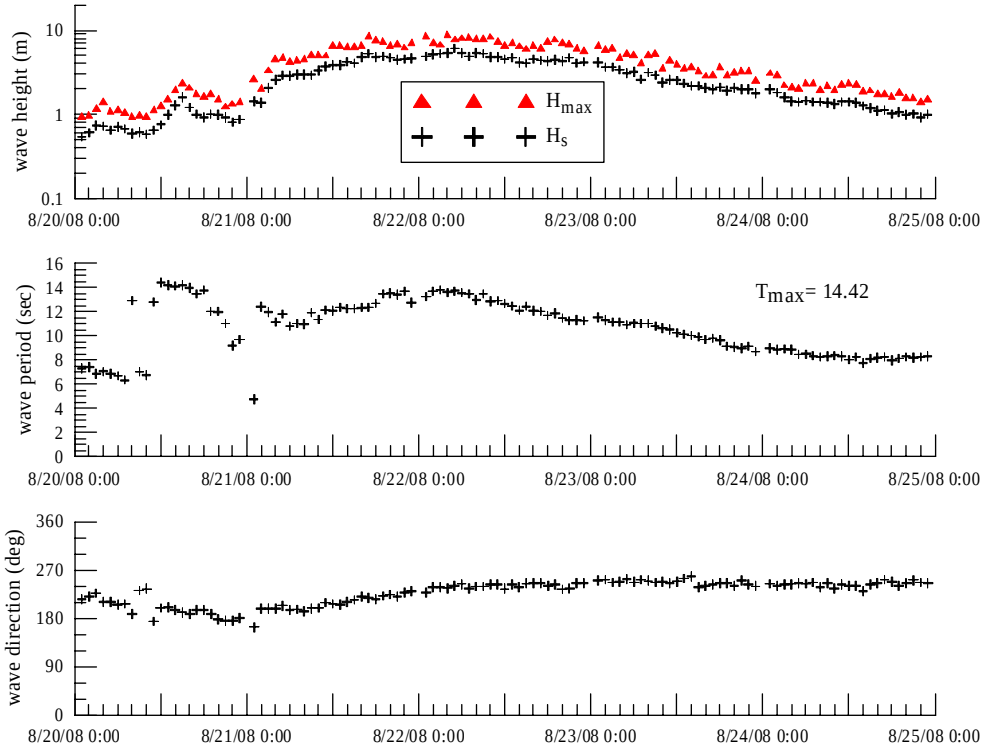


圖2.2-32　(續4)2008年如麗颱風侵臺期間高雄港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

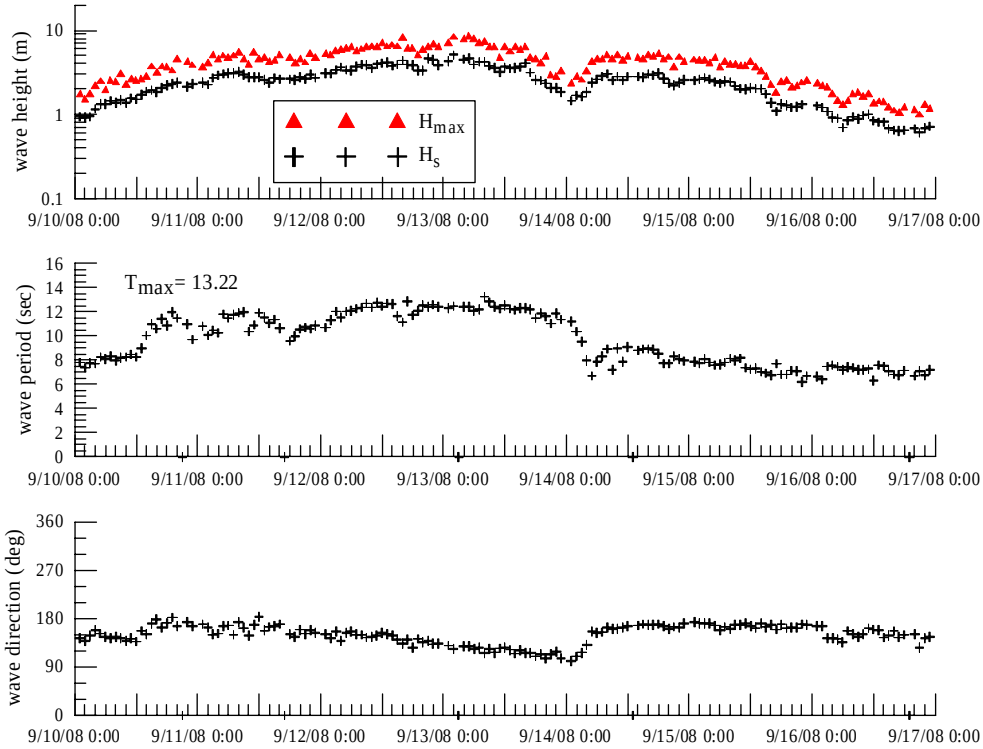


圖2.2-33　2008年辛樂克颱風侵臺期間花蓮港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

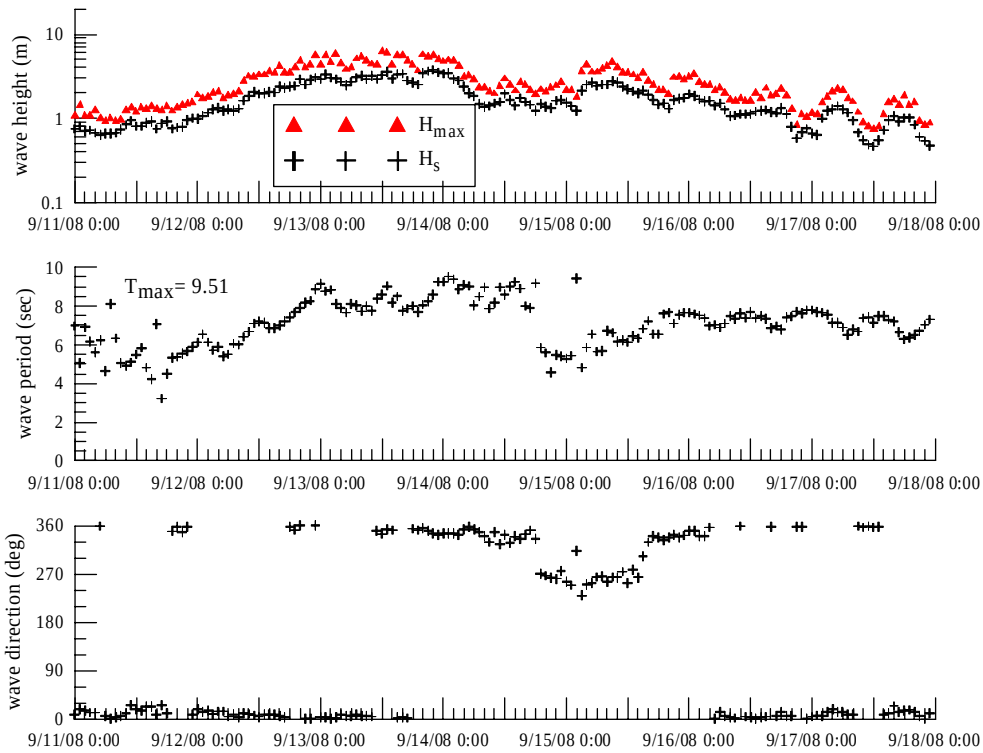


圖2.2-33　(續1)2008年辛樂克颱風侵臺期間台北港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

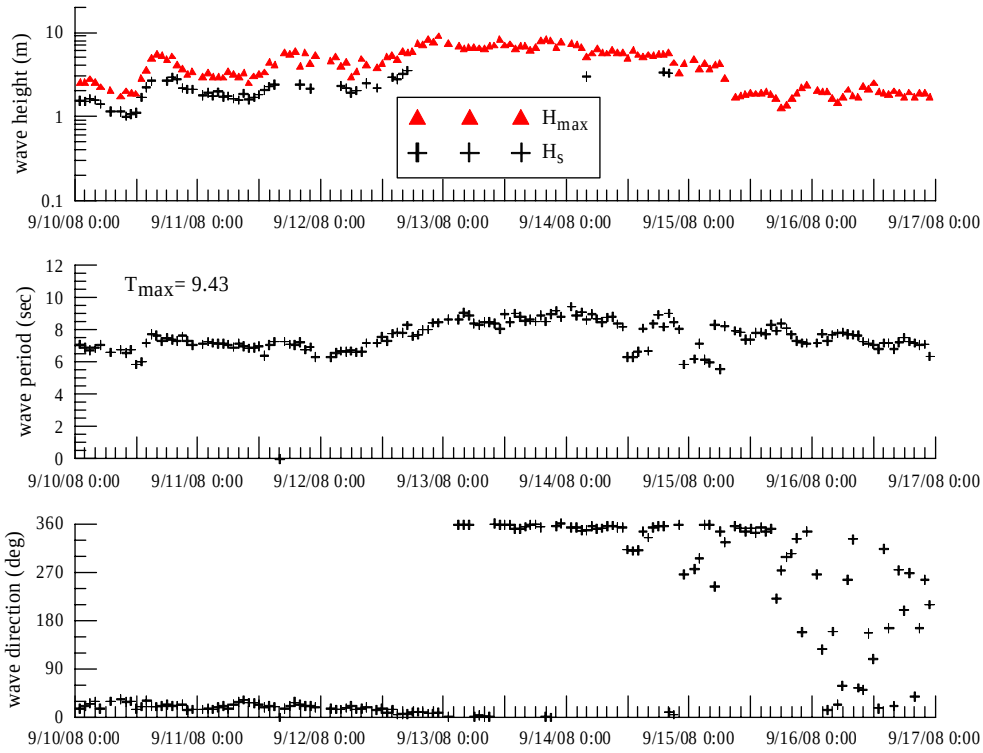


圖2.2-33　(續2)2008年辛樂克颱風侵臺期間台中港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

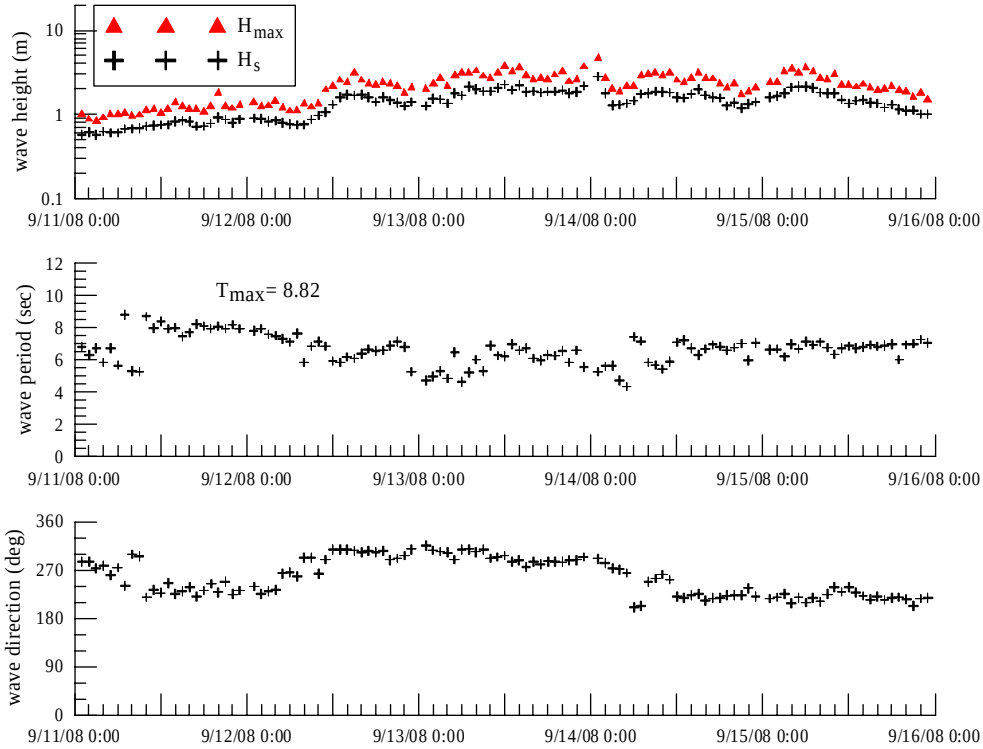


圖2.2-33　(續3)2008年辛樂克颱風侵臺期間高雄港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

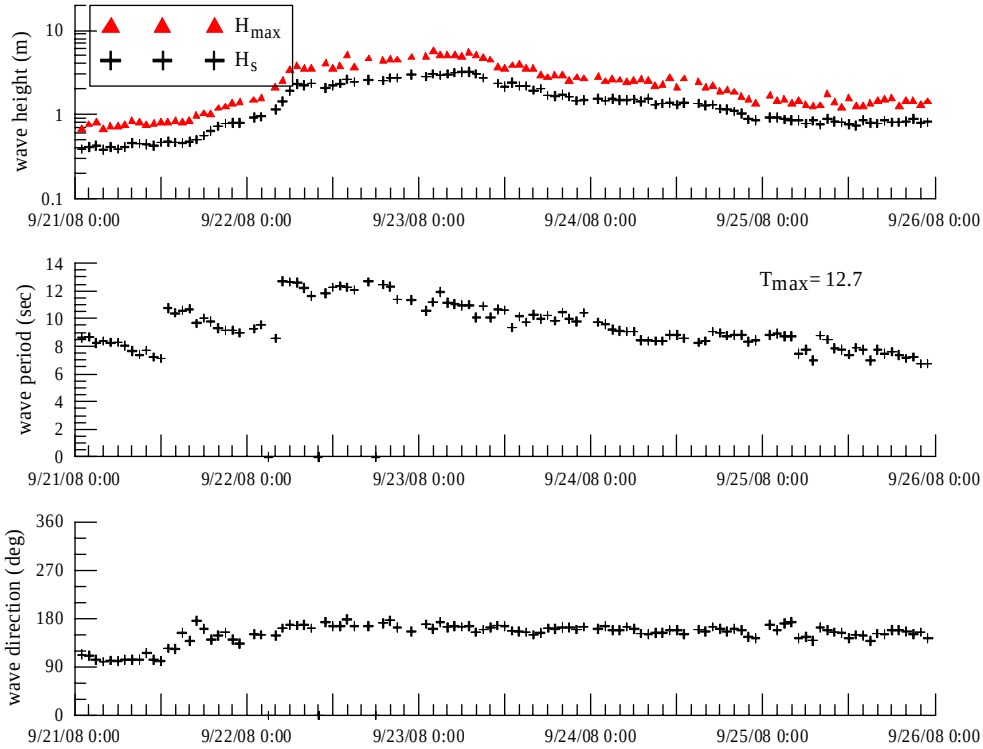


圖2.2-34　2008年哈格比颱風侵臺期間花蓮港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

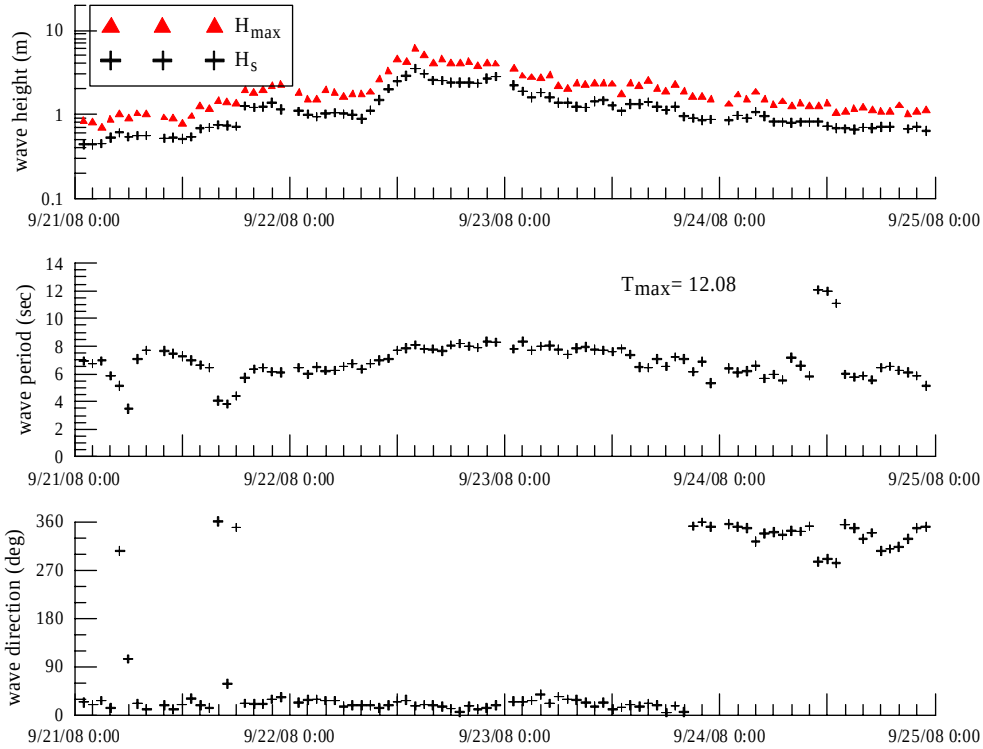


圖2.2-34　(續1)2008年哈格比颱風侵臺期間台中港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

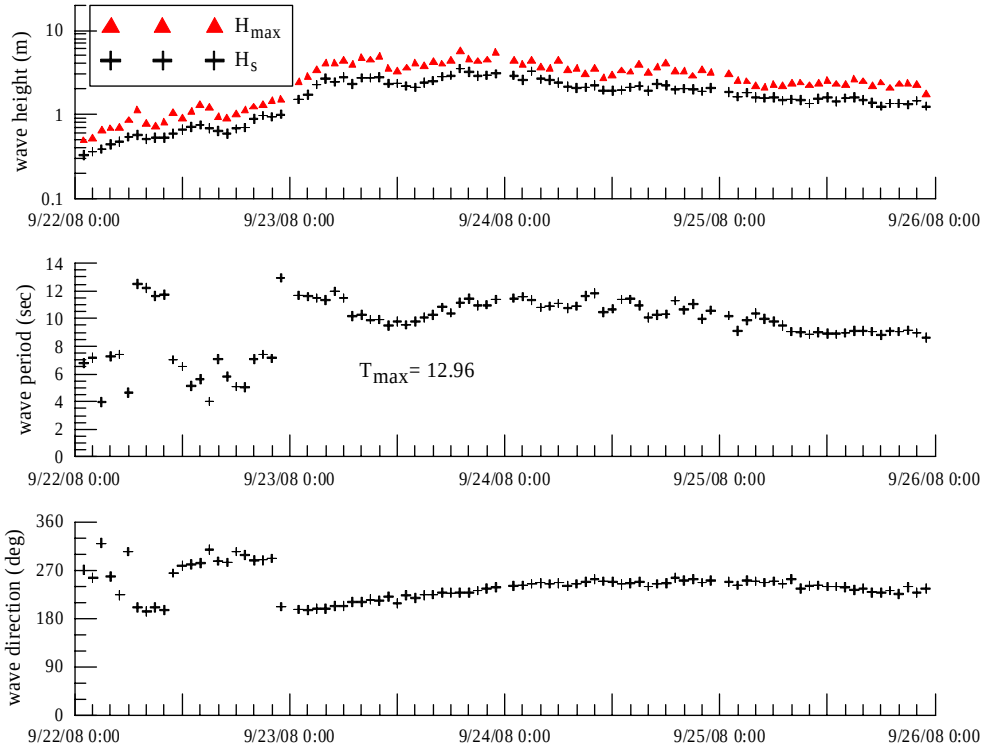


圖2.2-34　(續2)2008年哈格比颱風侵臺期間高雄港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

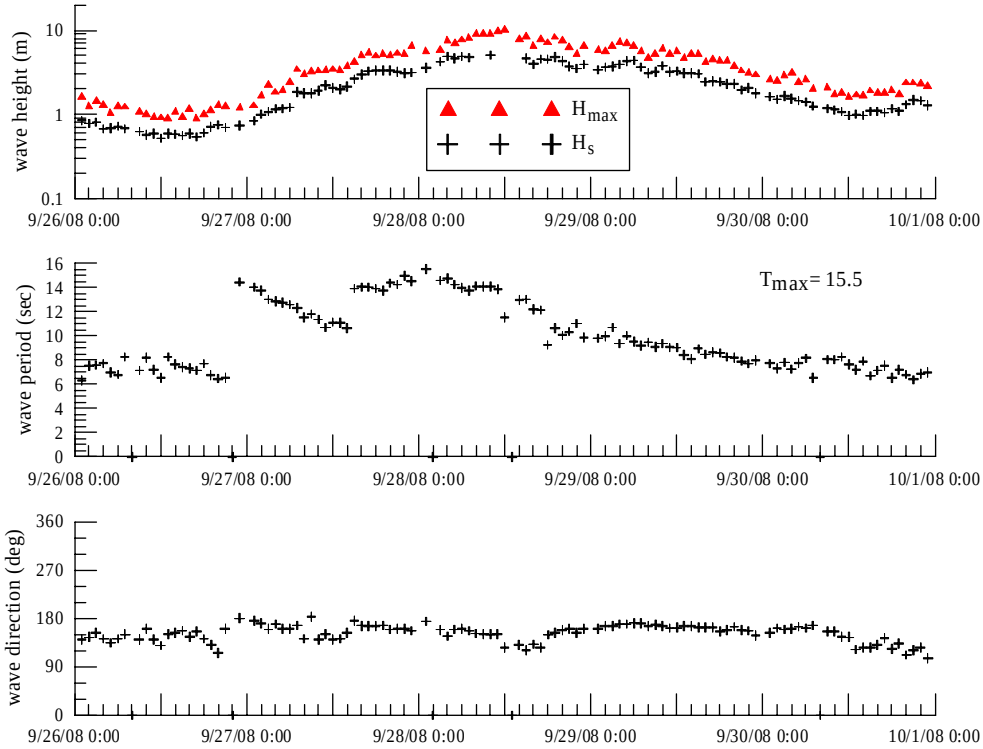


圖2.2-35　2008年薔密颱風侵臺期間花蓮港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

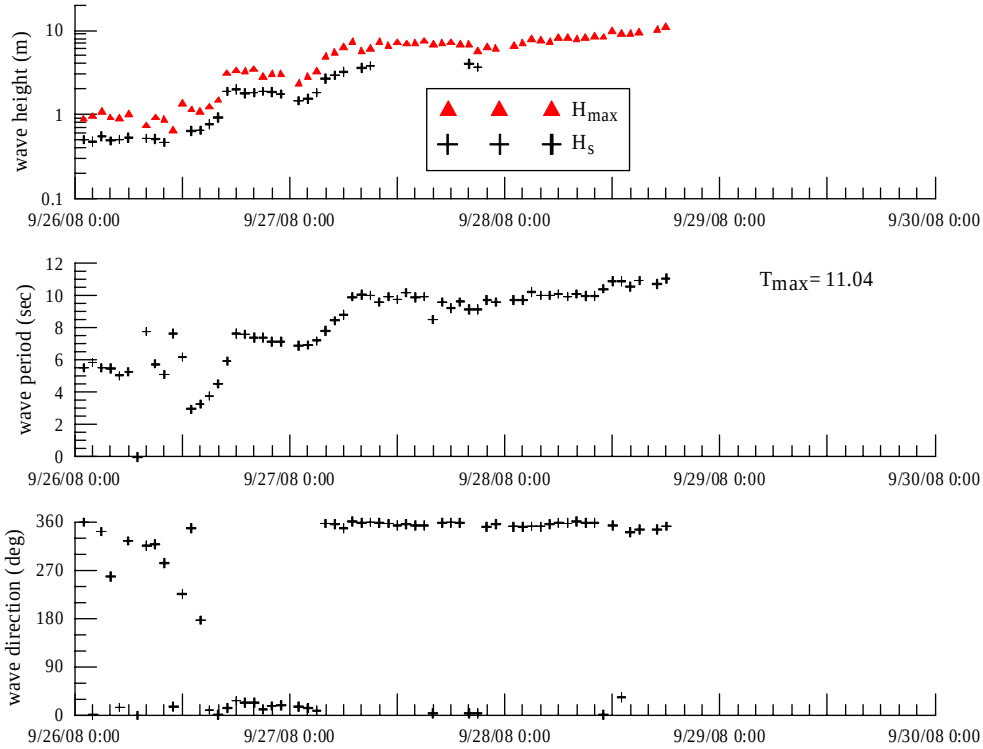


圖2.2-35　(續1)2008年薔密颱風侵臺期間台中港波浪觀測資料波高(H_{max}及H_s)、週期(T_p)及波向之逐時序列圖

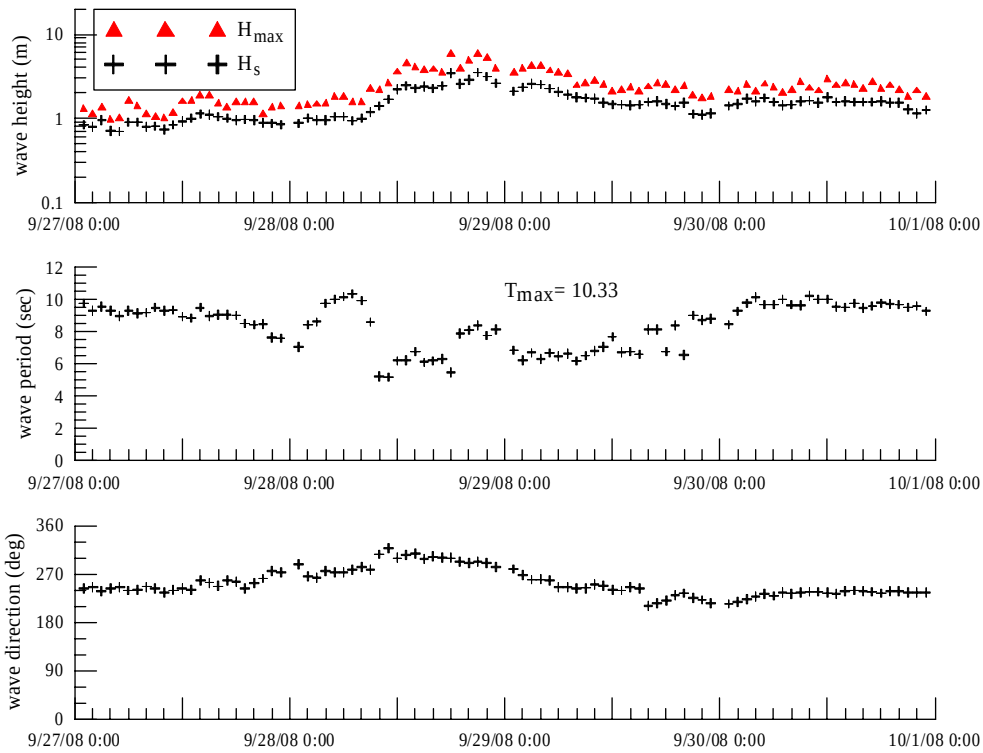


圖2.2-35　(續2)2008年薔密颱風侵臺期間高雄港波浪觀測資料波高(Hmax及Hs)、週期(Tp)及波向之逐時序列圖

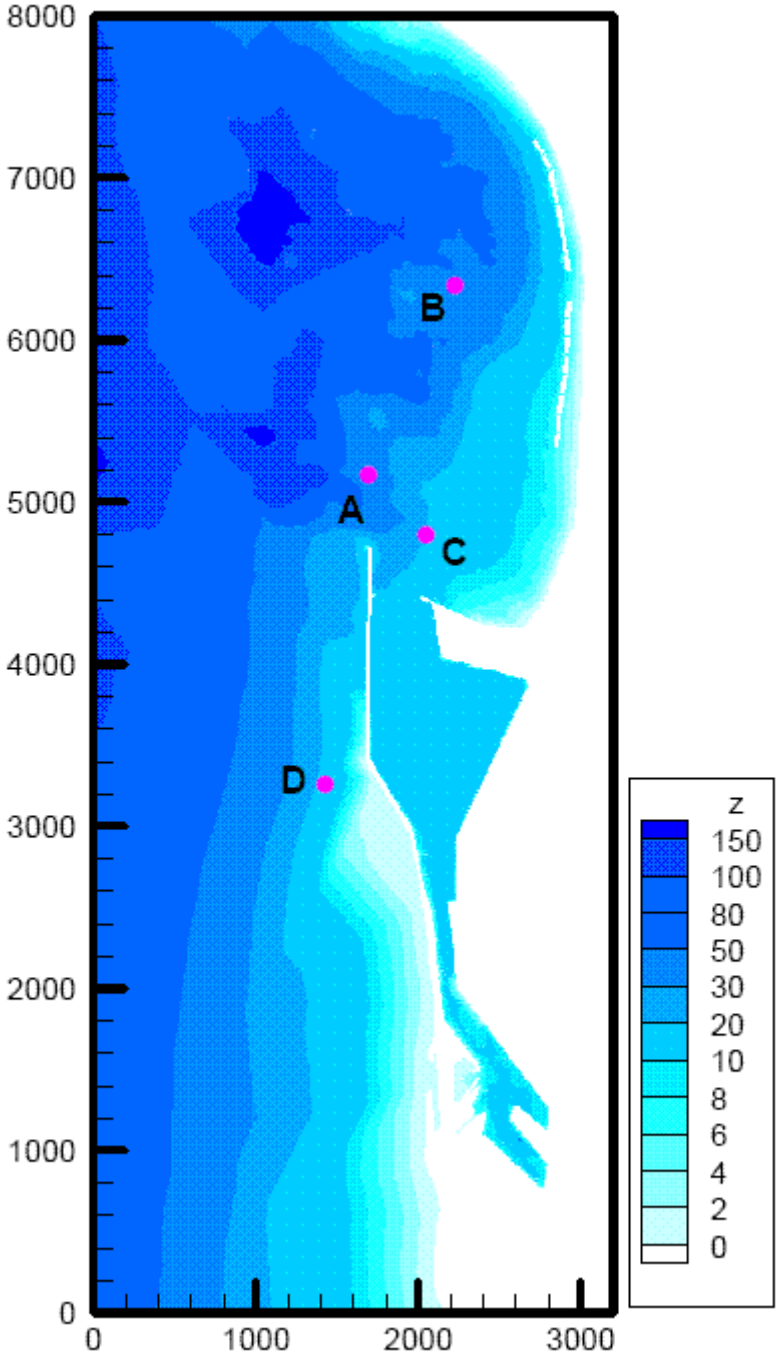


圖2.2-36 花蓮港近岸波浪場模擬之數值計算網格及水深分布
(點位A~D為模式模擬結果之輸出點位，A為波浪觀測位置)

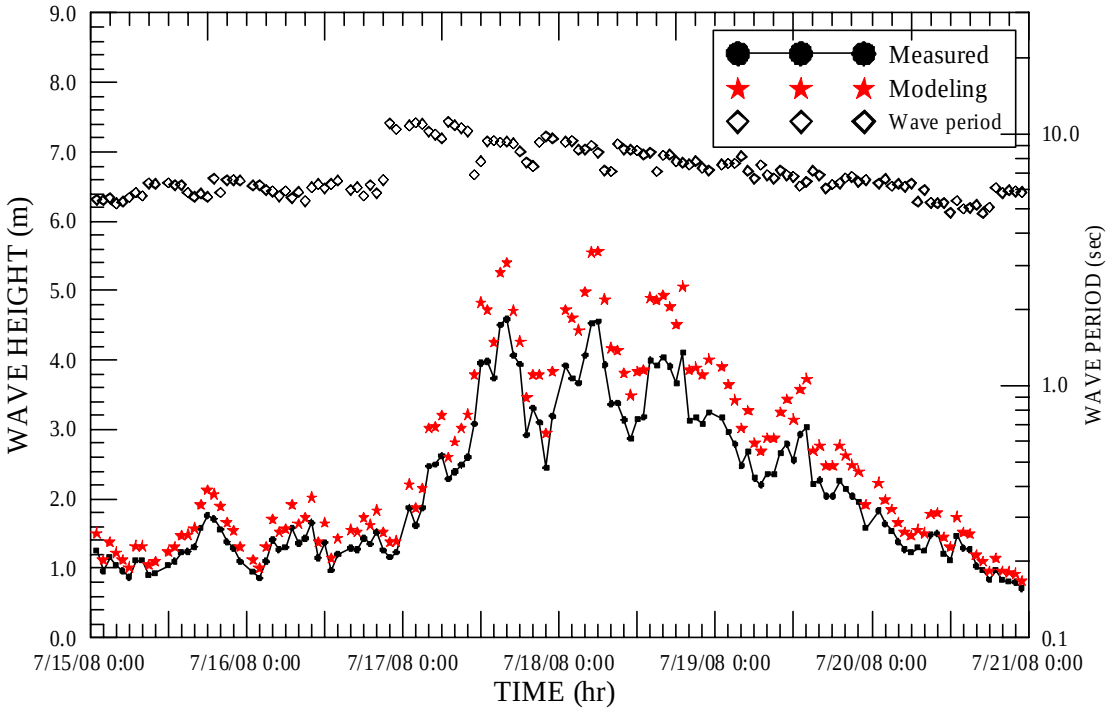


圖2.2-37a　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

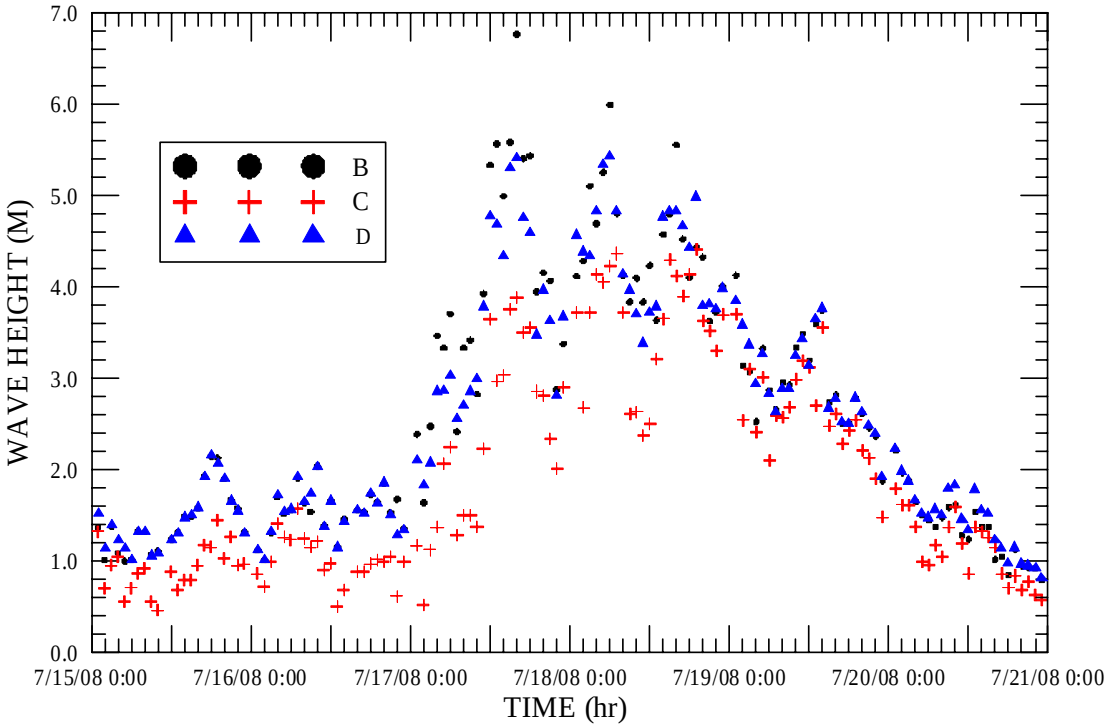


圖2.2-37b　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

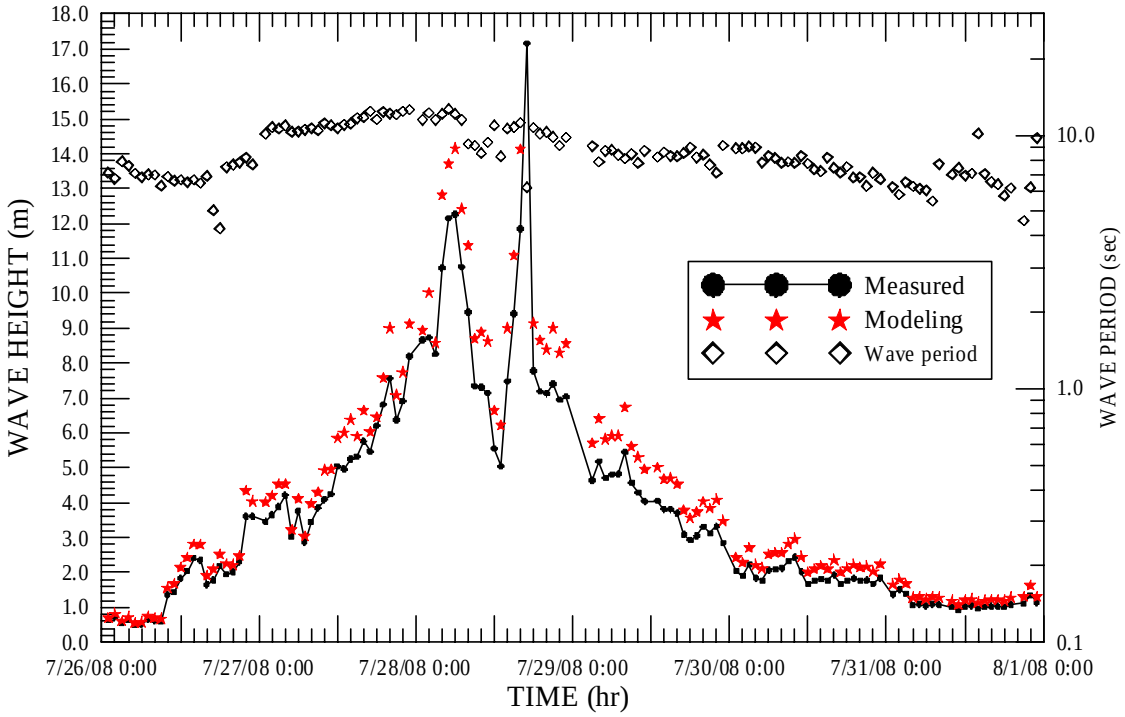


圖2.2-38a　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

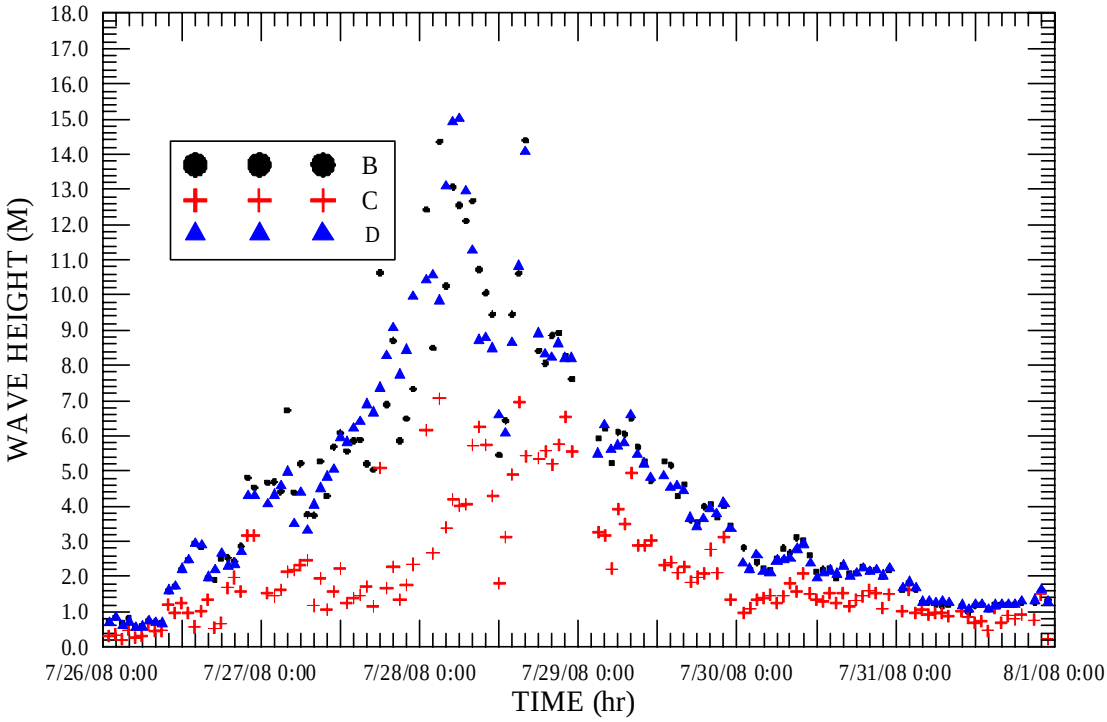


圖2.2-38b　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

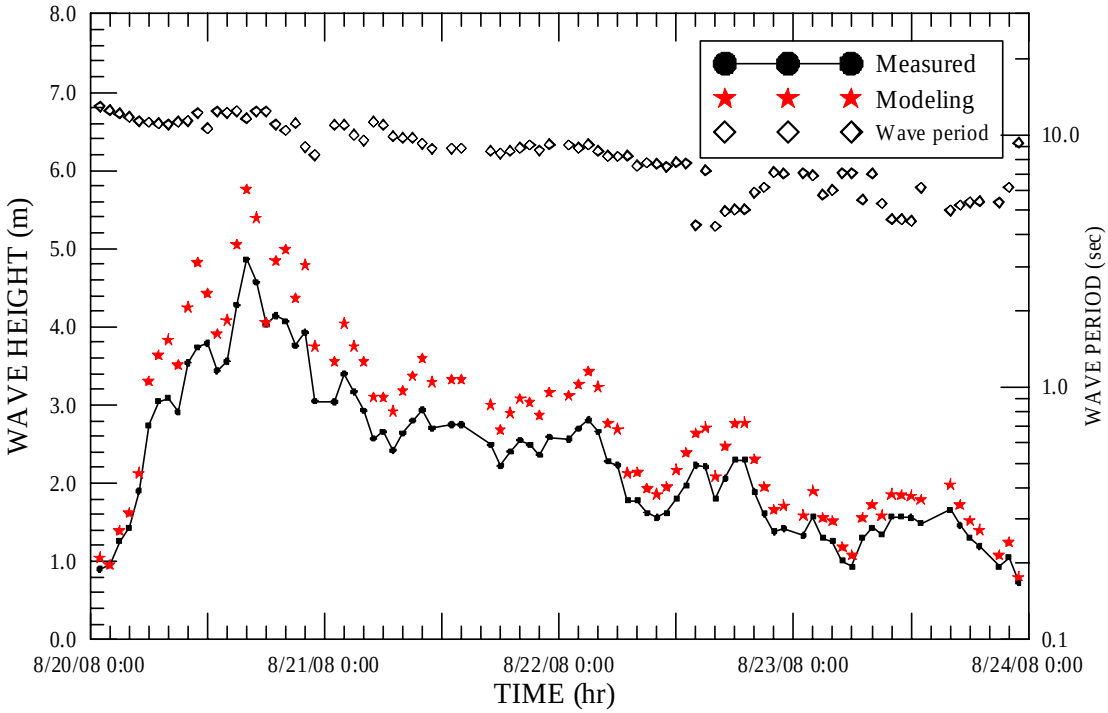


圖2.2-39a　2008年中度颱風如麗侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

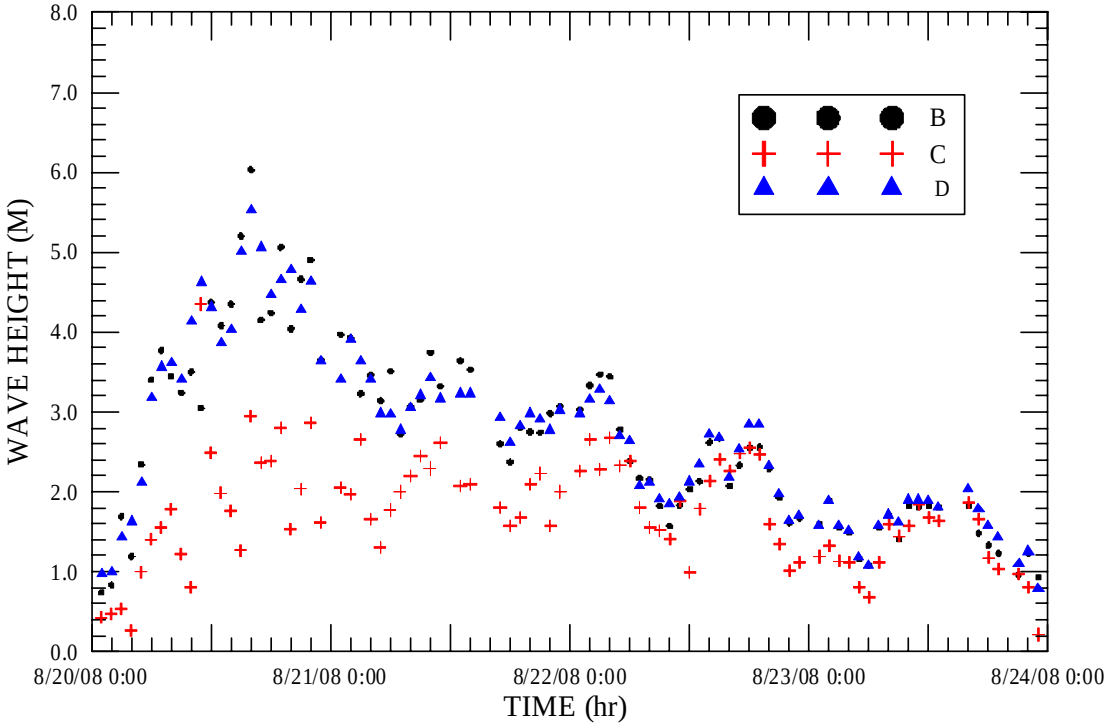


圖2.2-39b　2008年中度颱風如麗侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

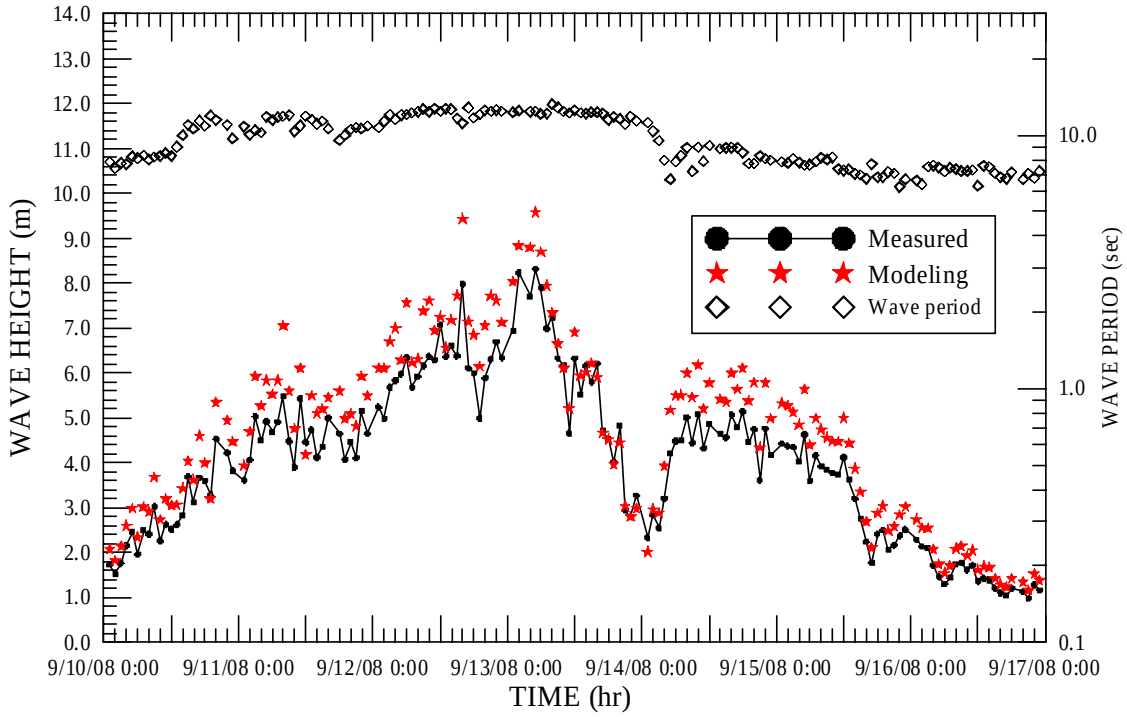


圖2.2-40a　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

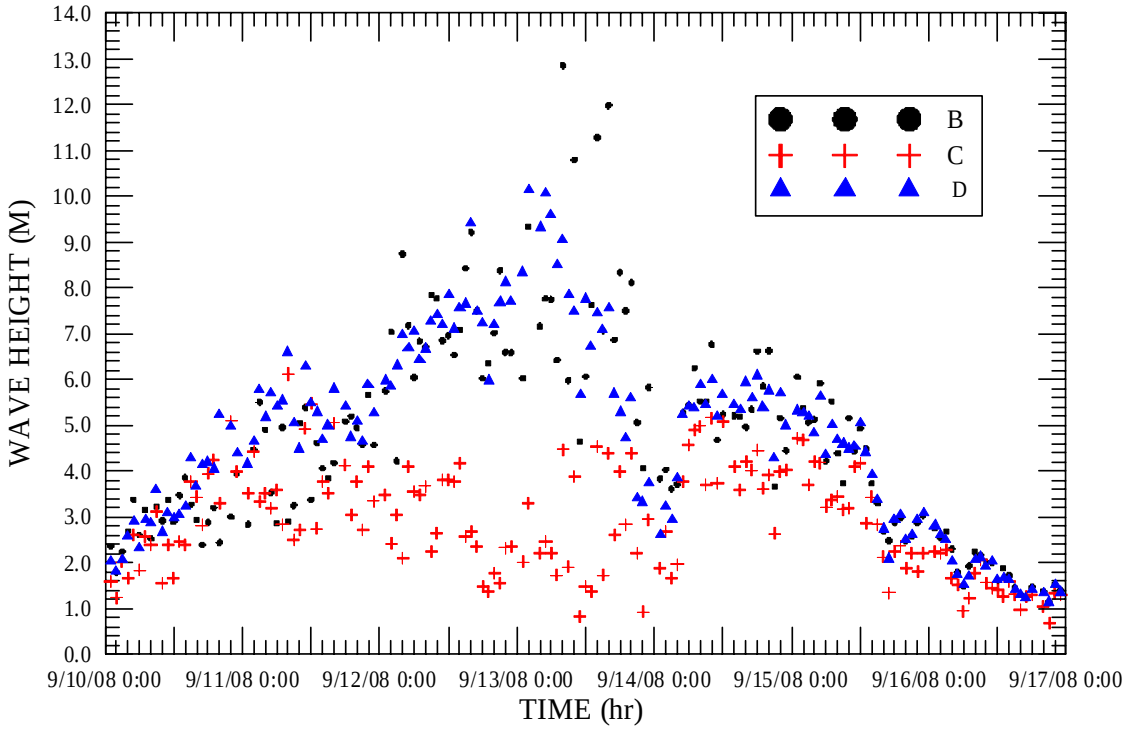


圖2.2-40b　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

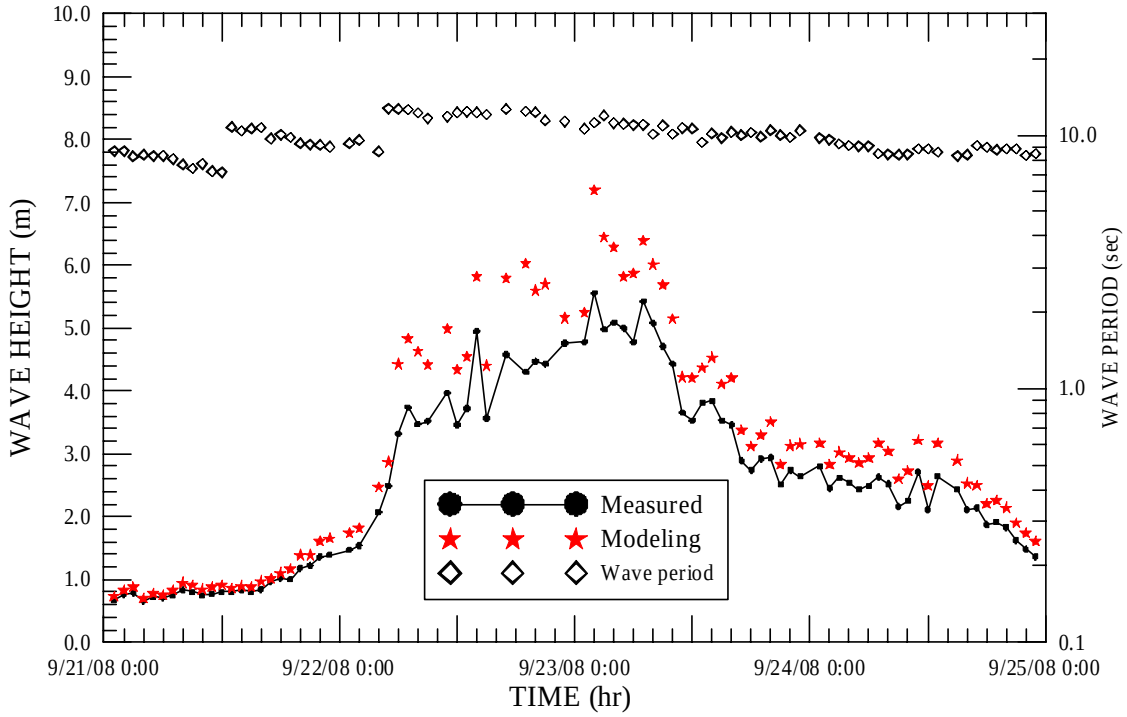


圖2.2-41a　2008年中度颱風哈格比侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

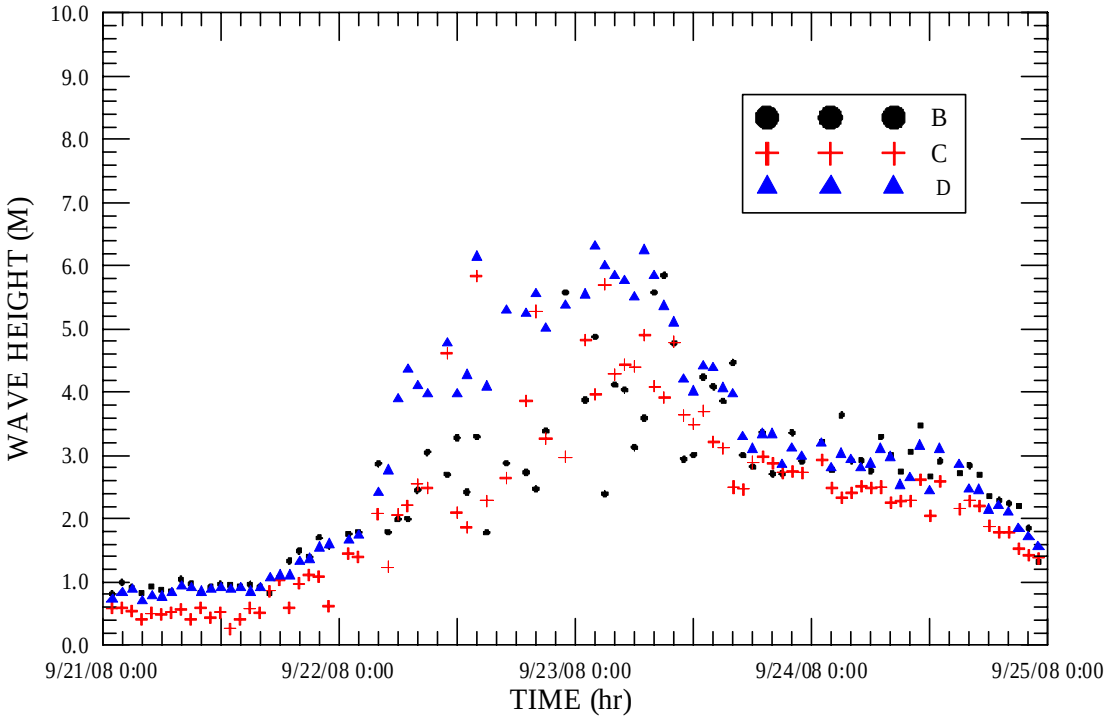


圖2.2-41b　2008年中度颱風哈格比侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

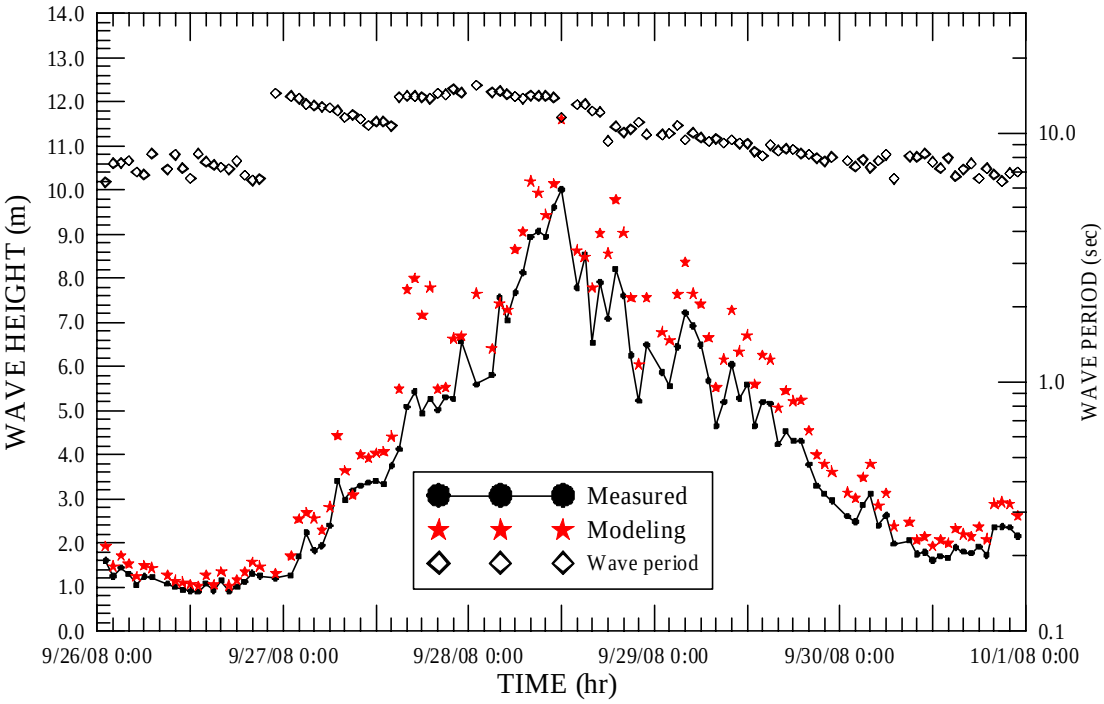


圖2.2-42a　2008年強烈颱風薔蜜侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

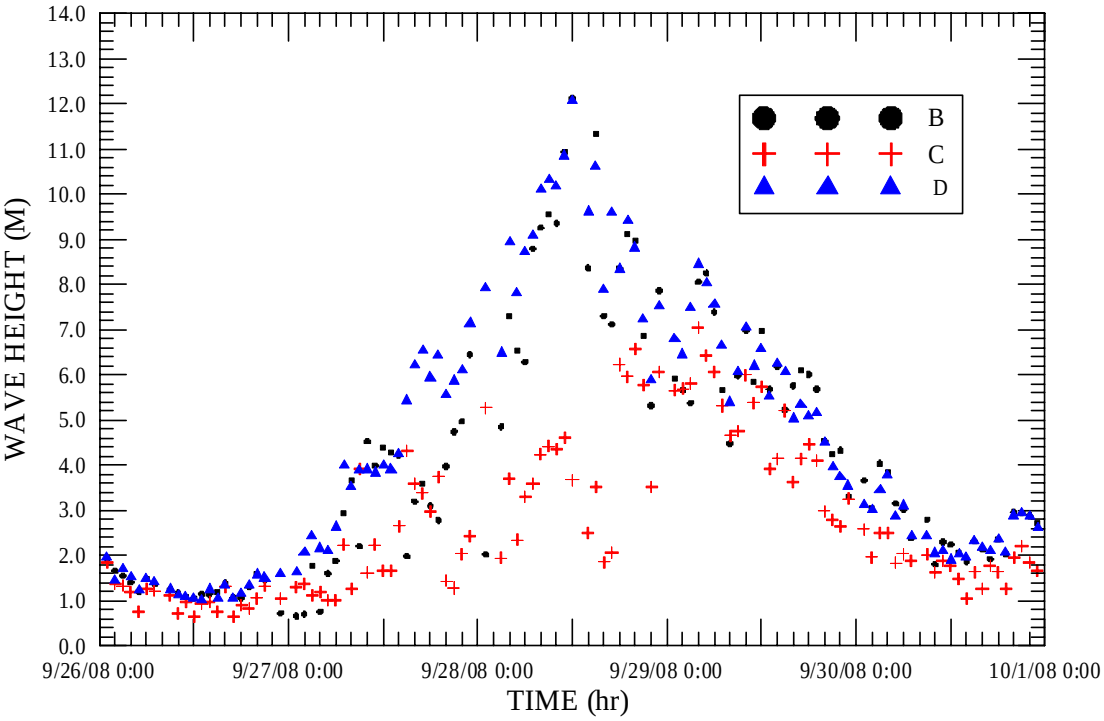


圖2.2-42b　2008年強烈颱風薔蜜侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

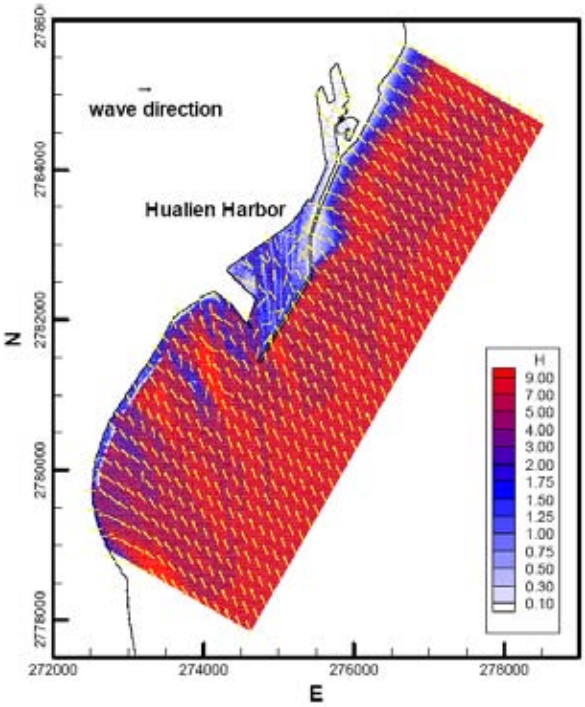


圖2.2-43　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/09/12　3:00)

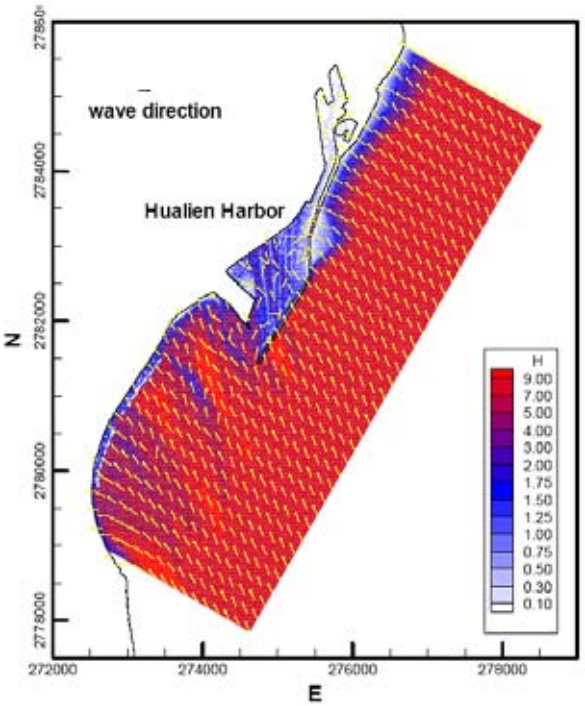


圖2.2-43　(續1)2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間花蓮港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/09/12　6:00)

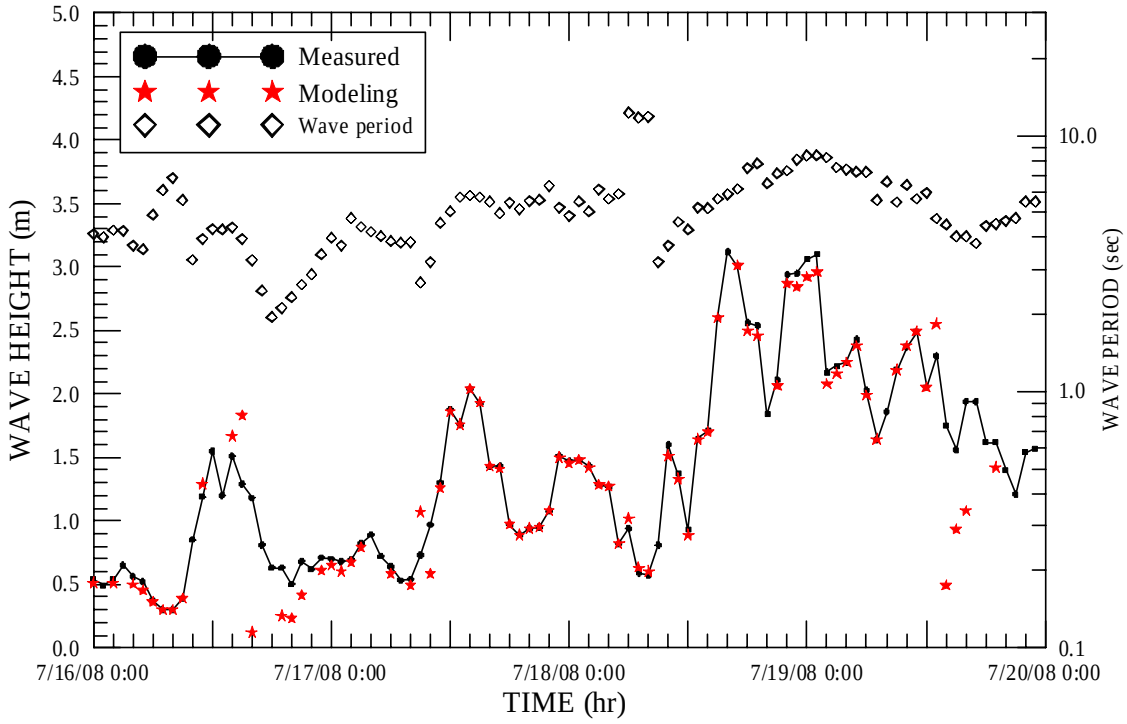


圖2.2-44a　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

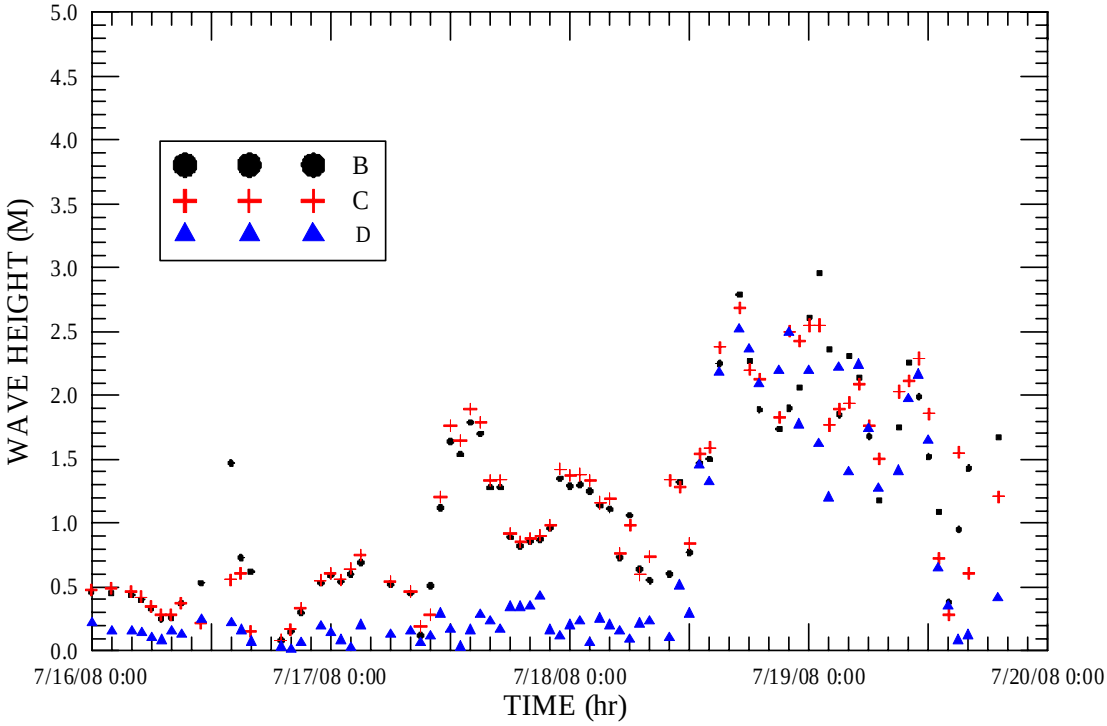


圖2.2-44b　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

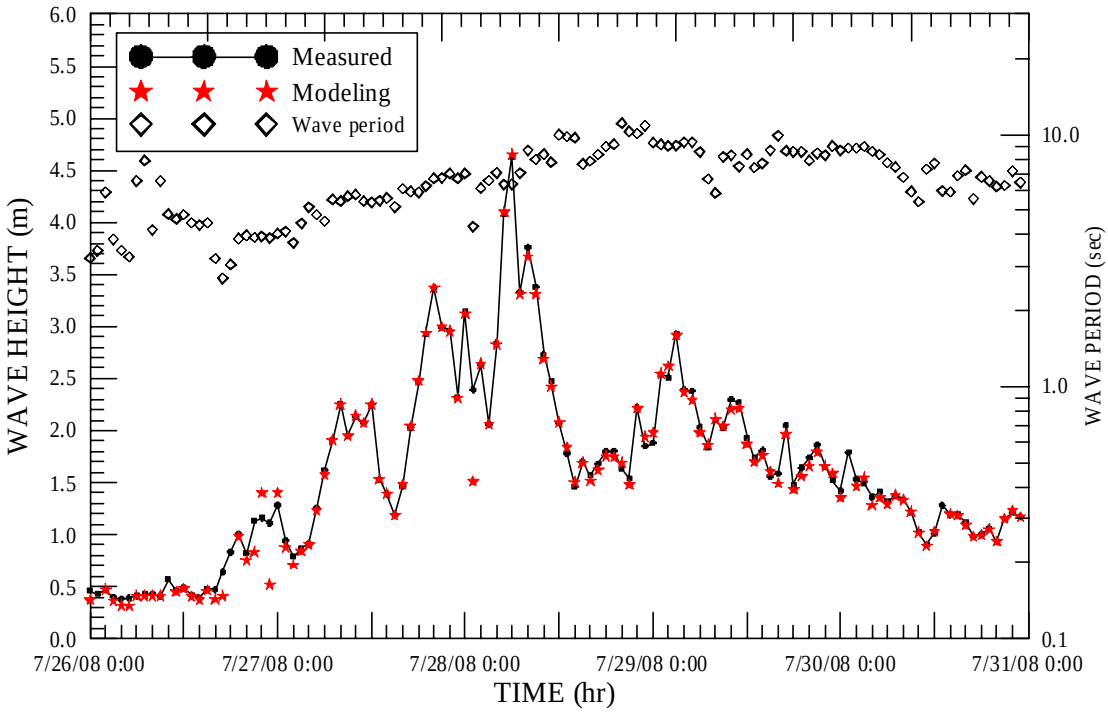


圖2.2-45a　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

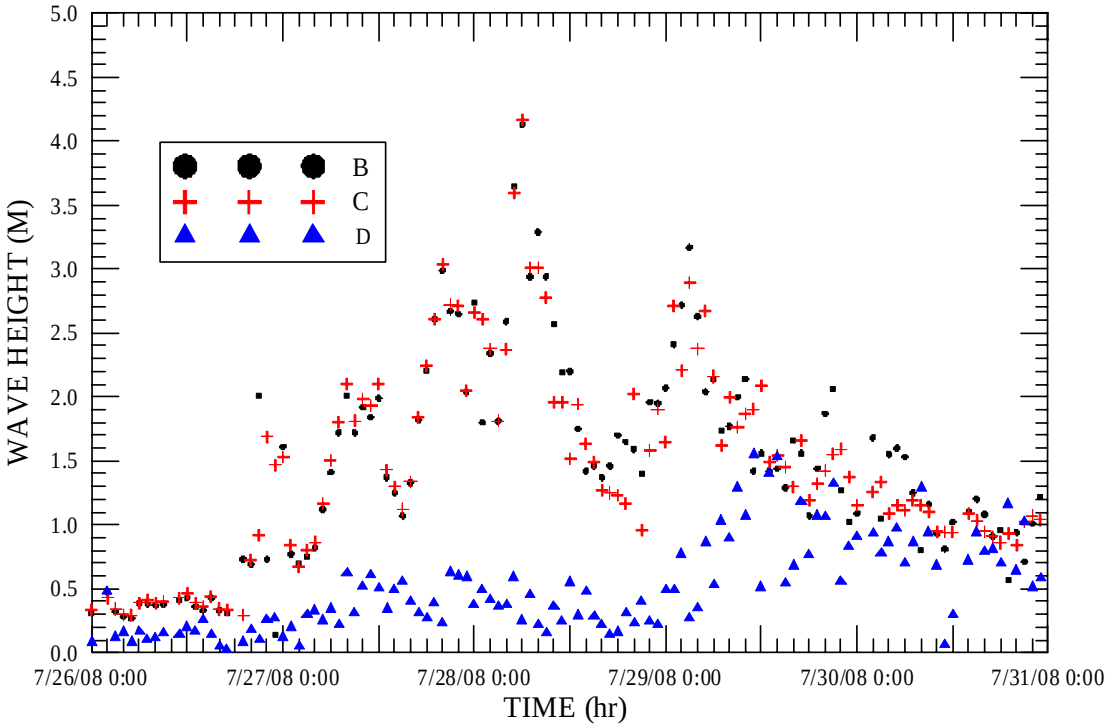


圖2.2-45b　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

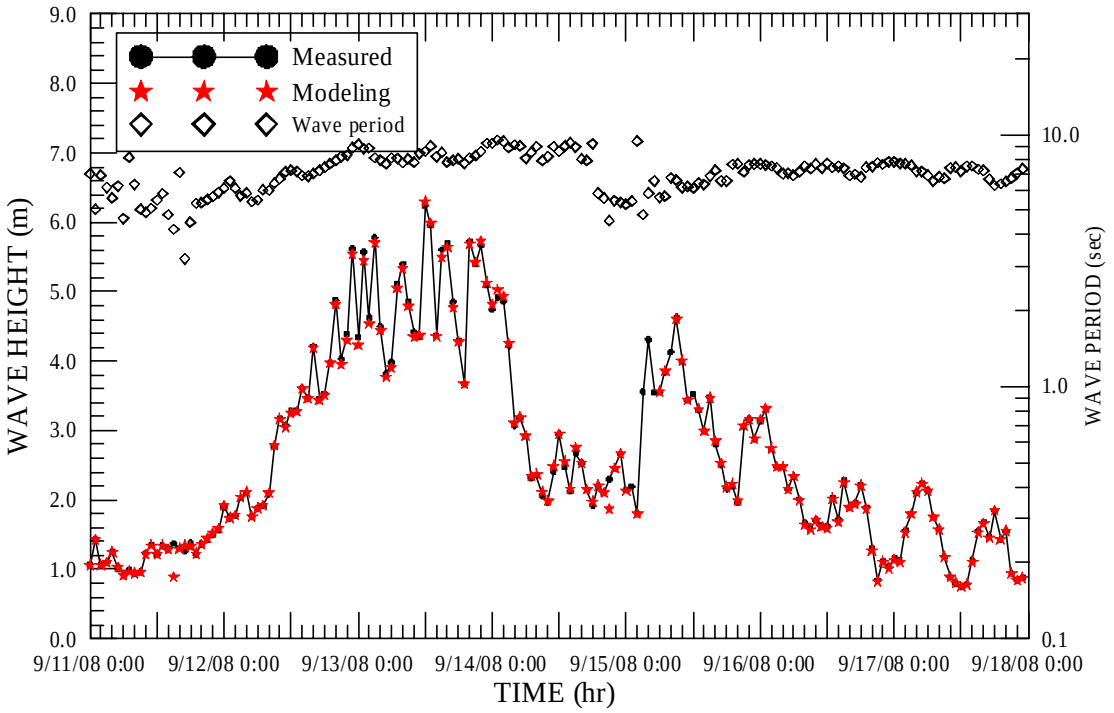


圖2.2-46a　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

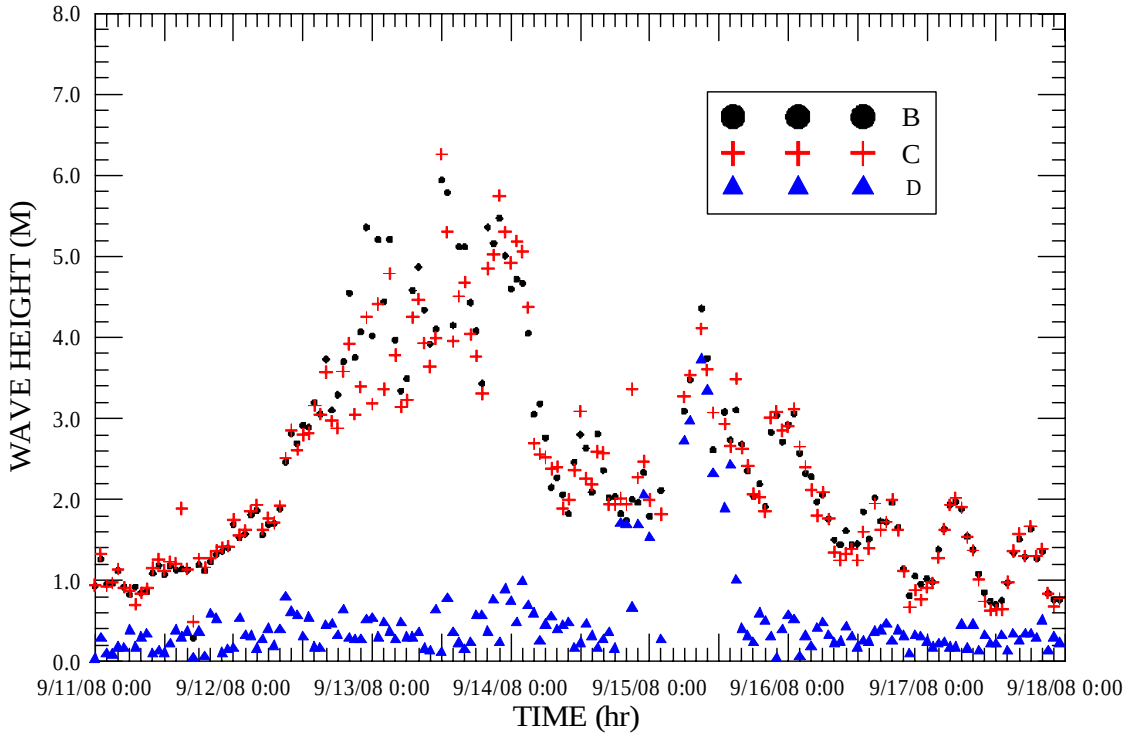


圖2.2-46b　2008年強烈颱風辛樂克臺期間台北港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

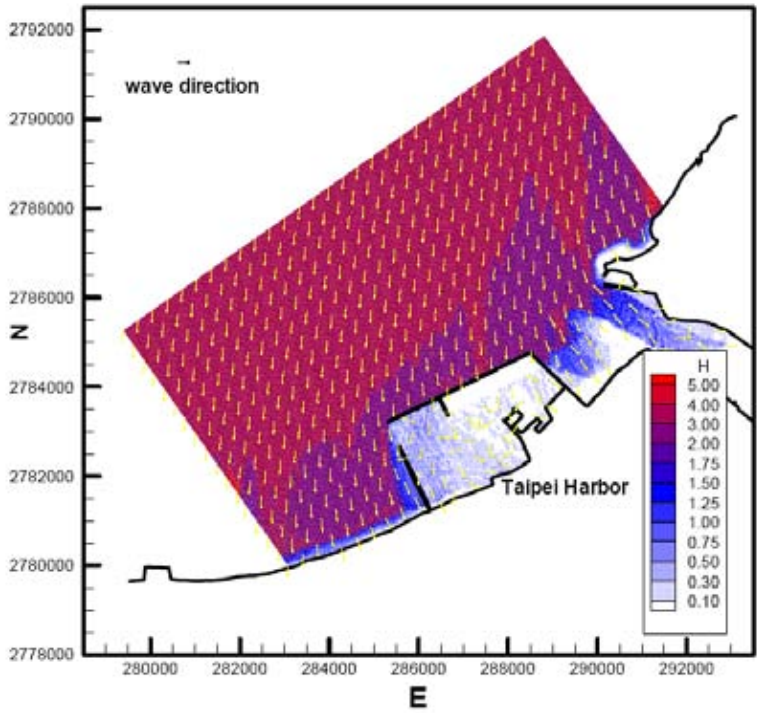


圖2.2-47　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/09/12 12:00)

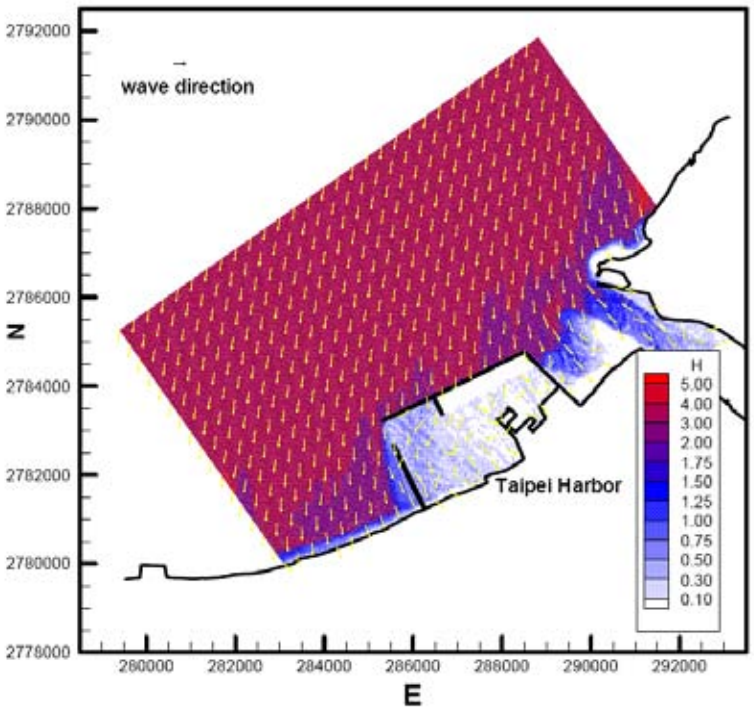


圖2.2-47　(續1)2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間台北港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/09/12 15:00)

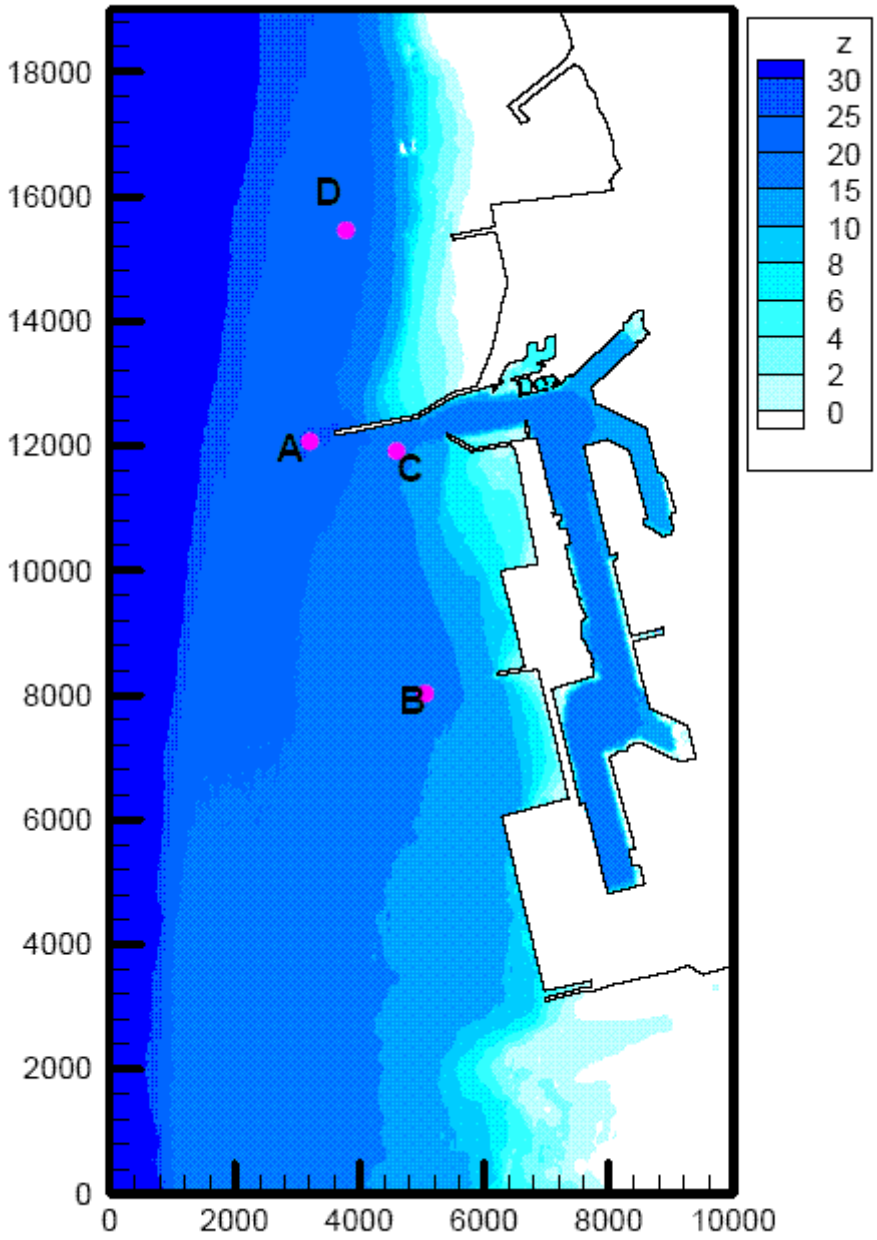


圖2.2-48　台中港近岸波浪場模擬之數值計算網格及水深分布
(點位A~D為模式模擬結果之輸出點位，A為波浪觀測位置)

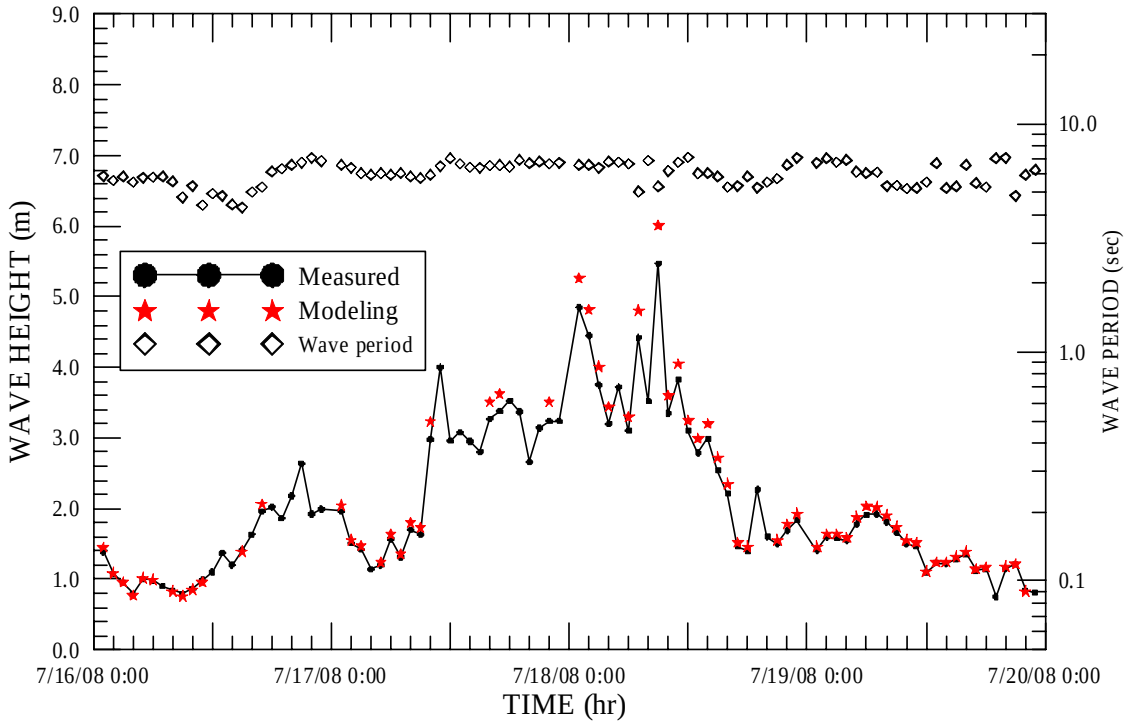


圖2.2-49a　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

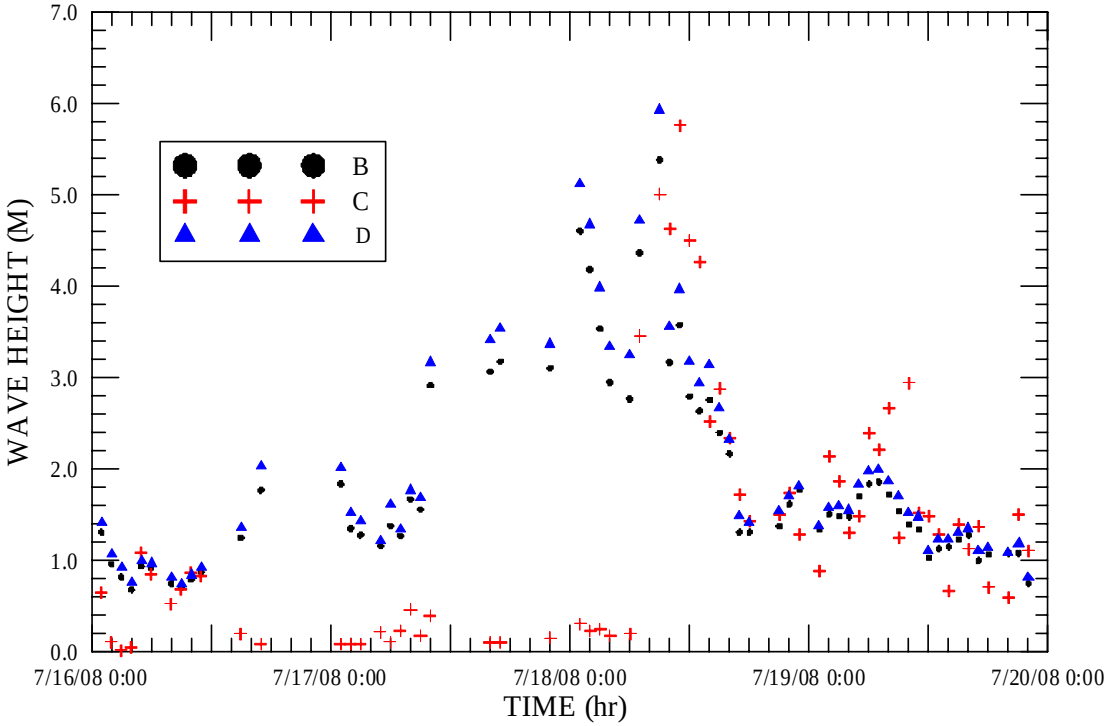


圖2.2-49b　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

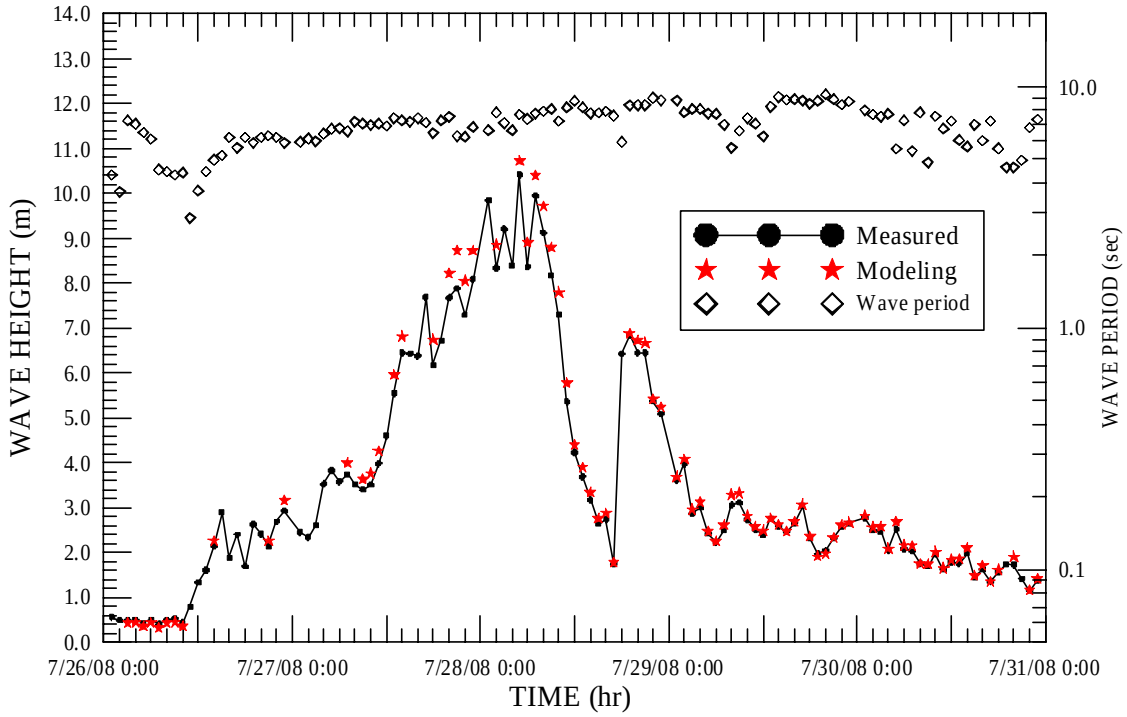


圖2.2-50a　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

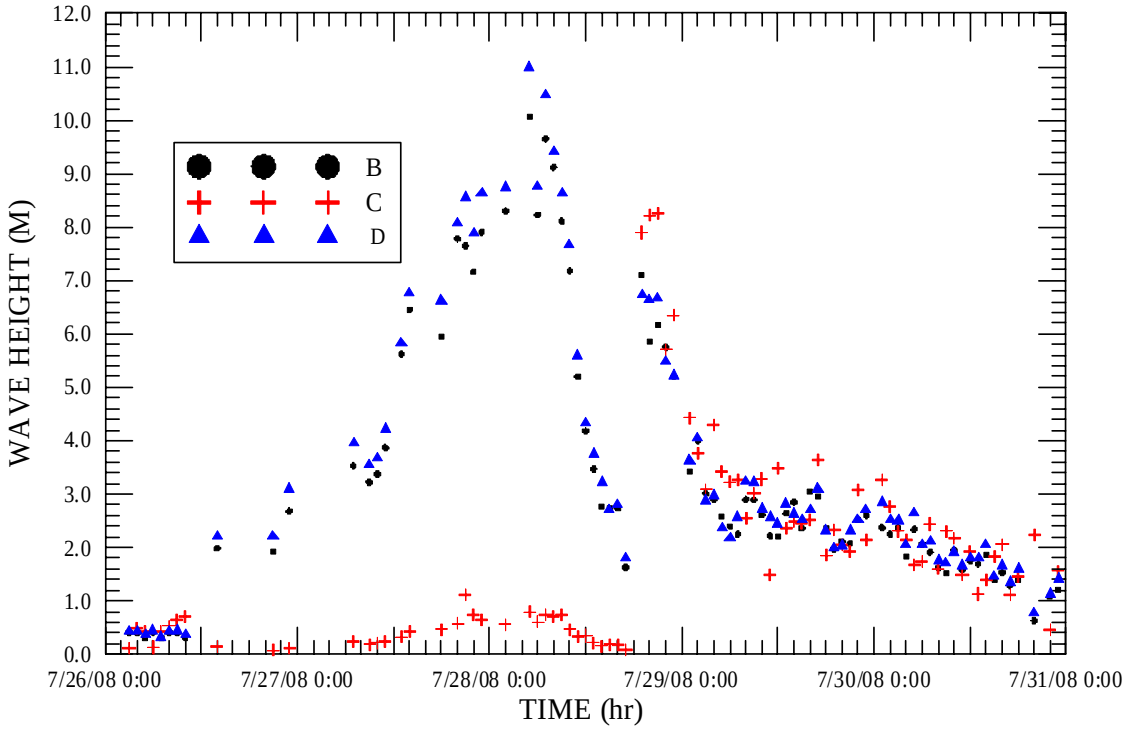


圖2.2-50b　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

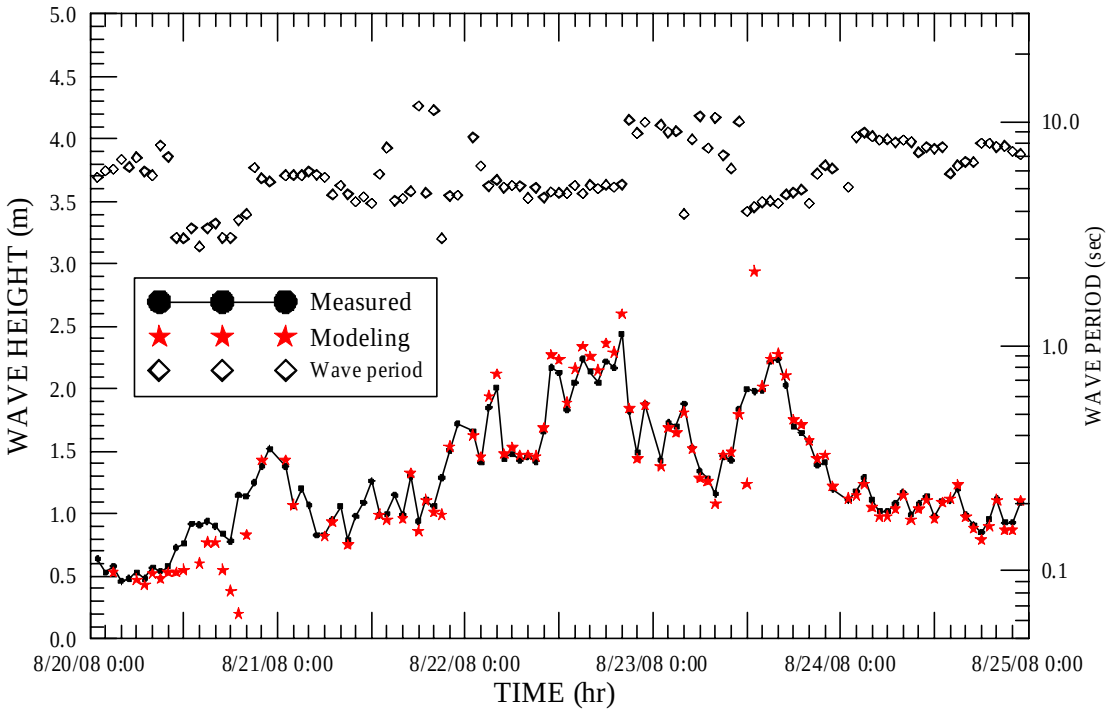


圖2.2-51a　2008年中度颱風如麗侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

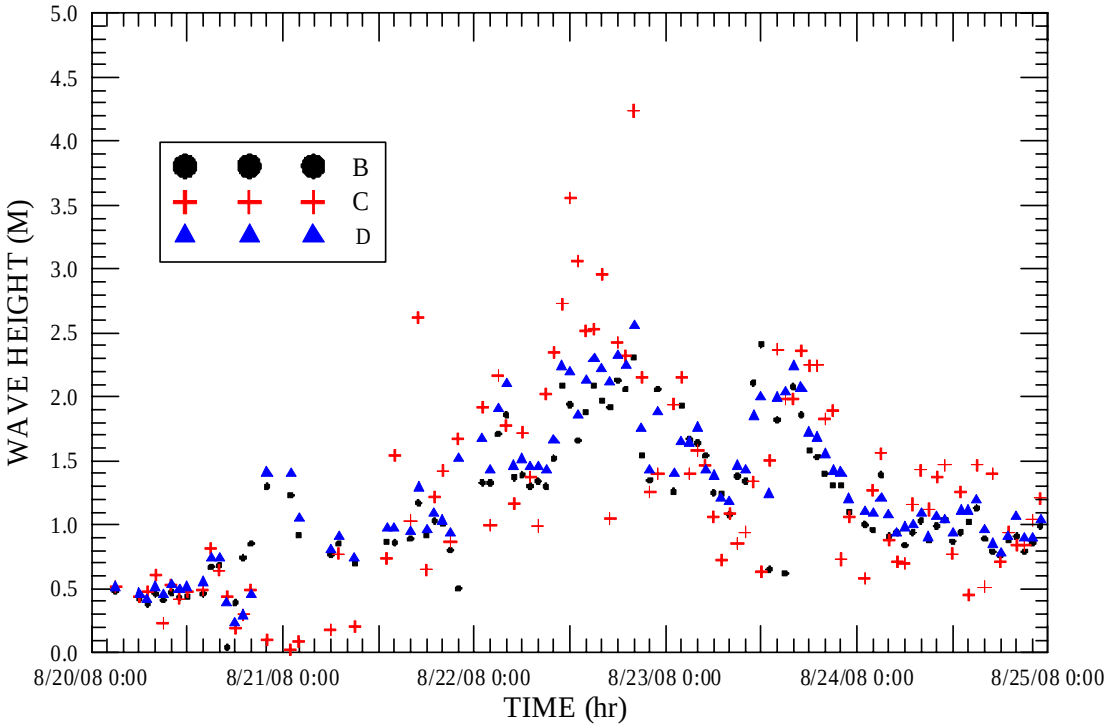


圖2.2-51b　2008年中度颱風如麗侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

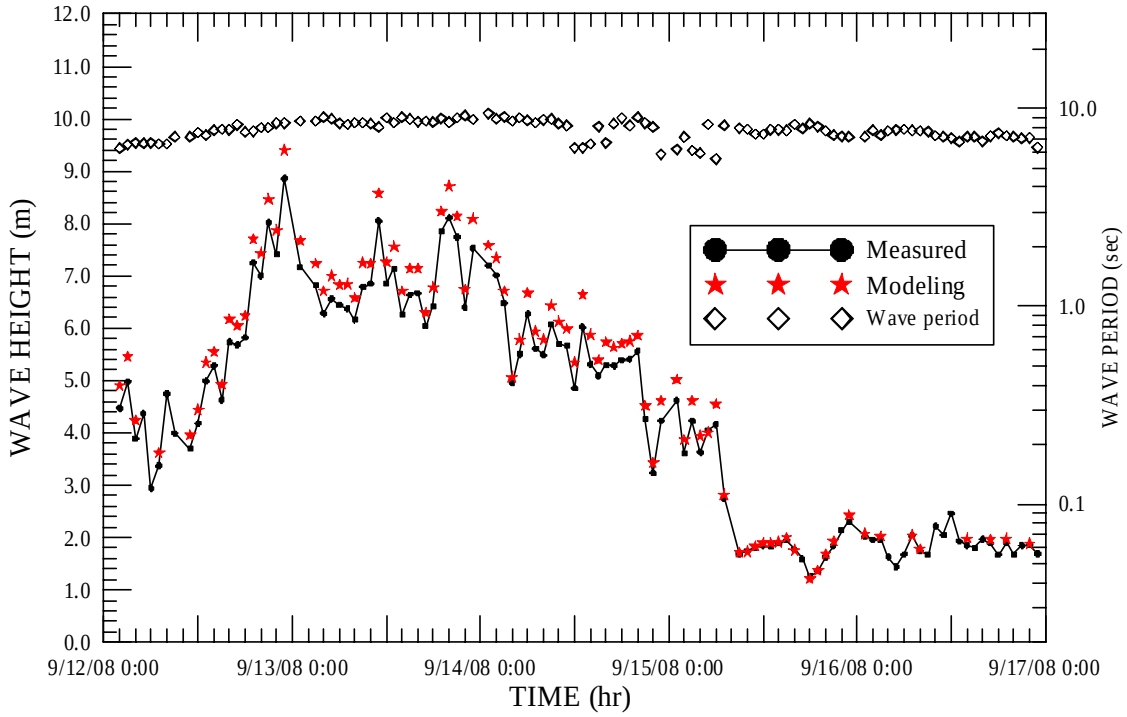


圖2.2-52a　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

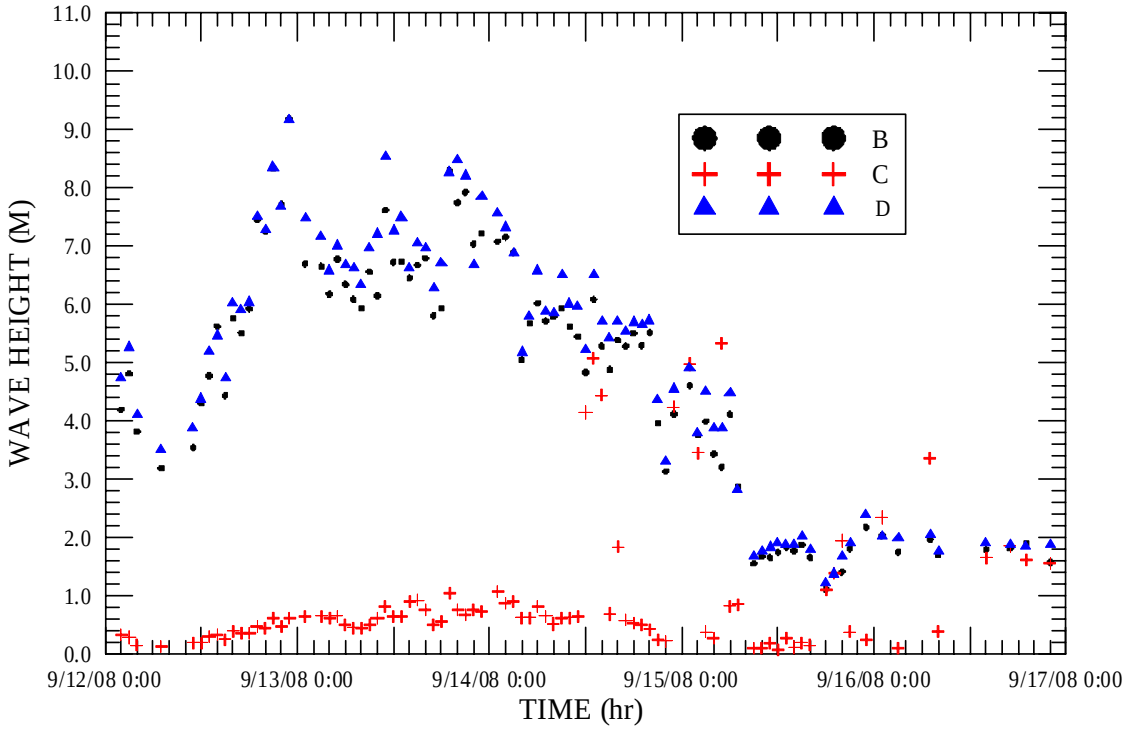


圖2.2-52b　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

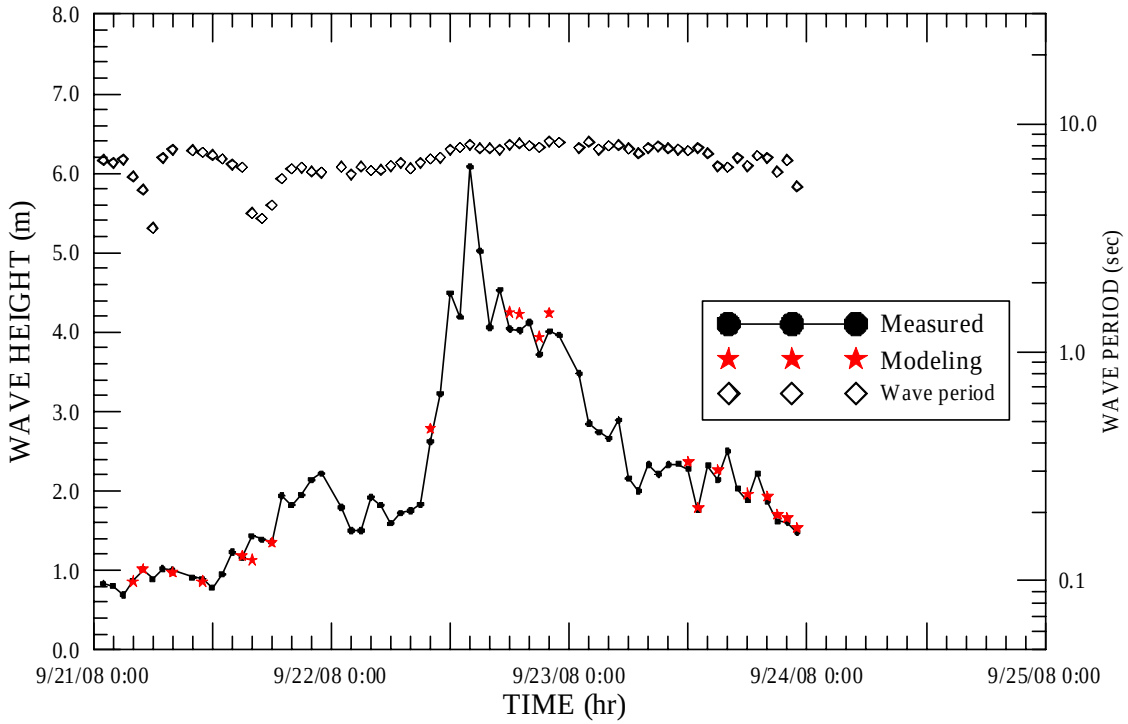


圖2.2-53a　2008年中度颱風哈格比侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

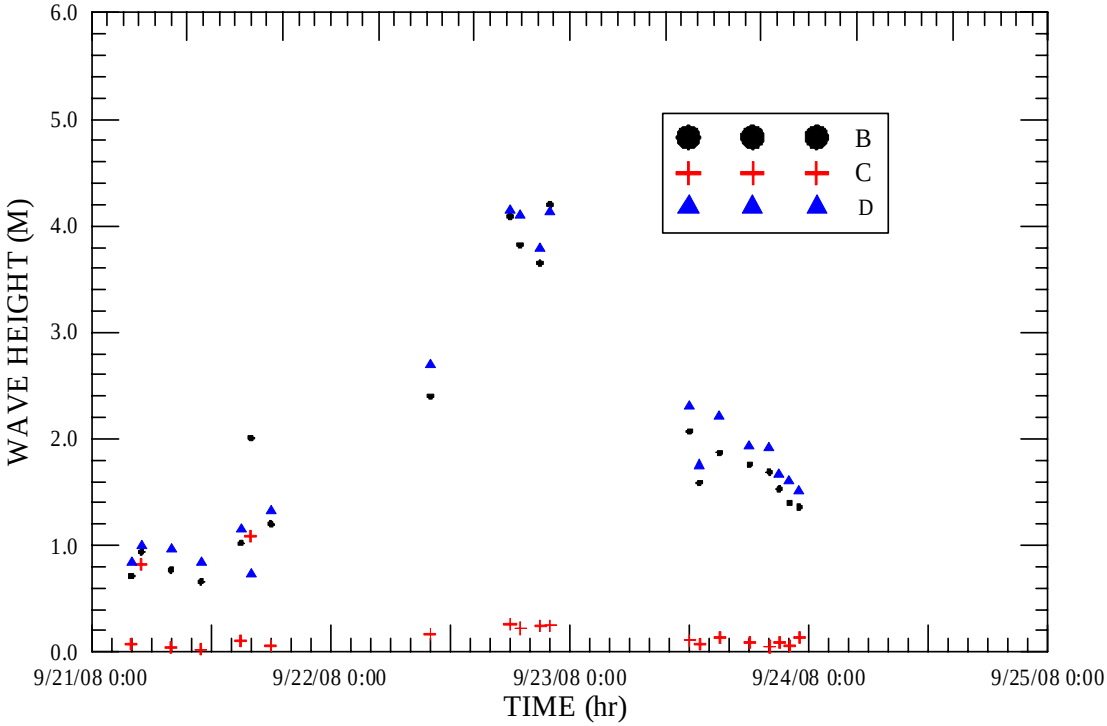


圖2.2-53b　2008年中度颱風哈格比侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

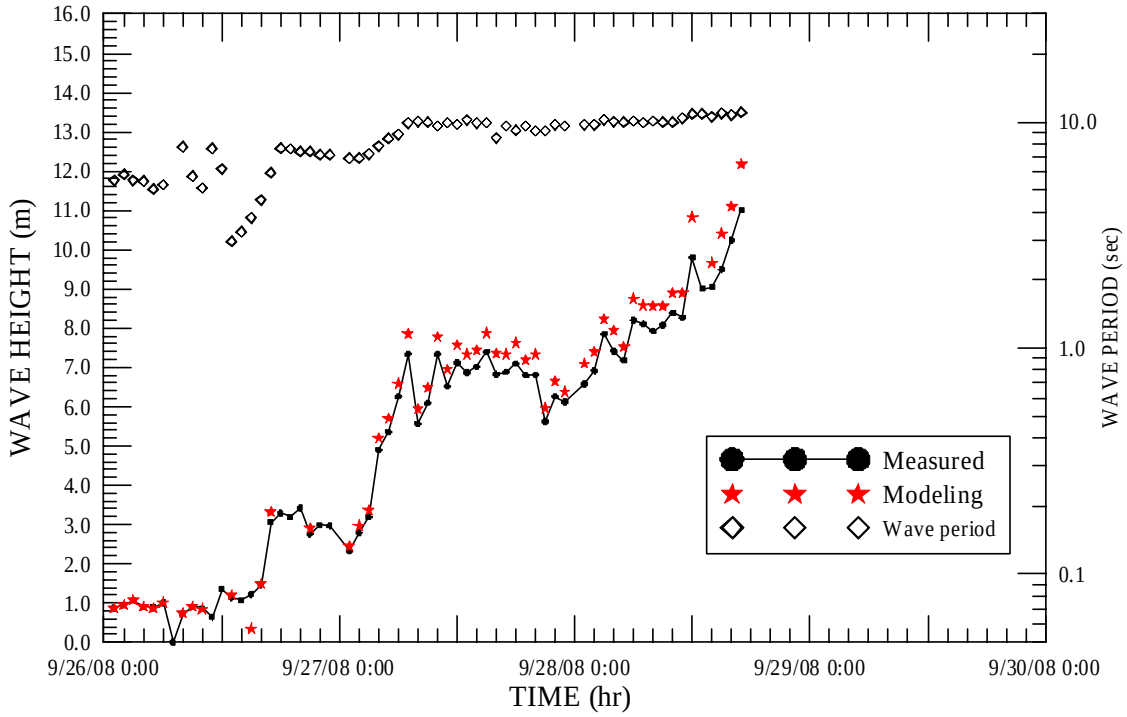


圖2.2-54a　2008年強烈颱風薔蜜侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

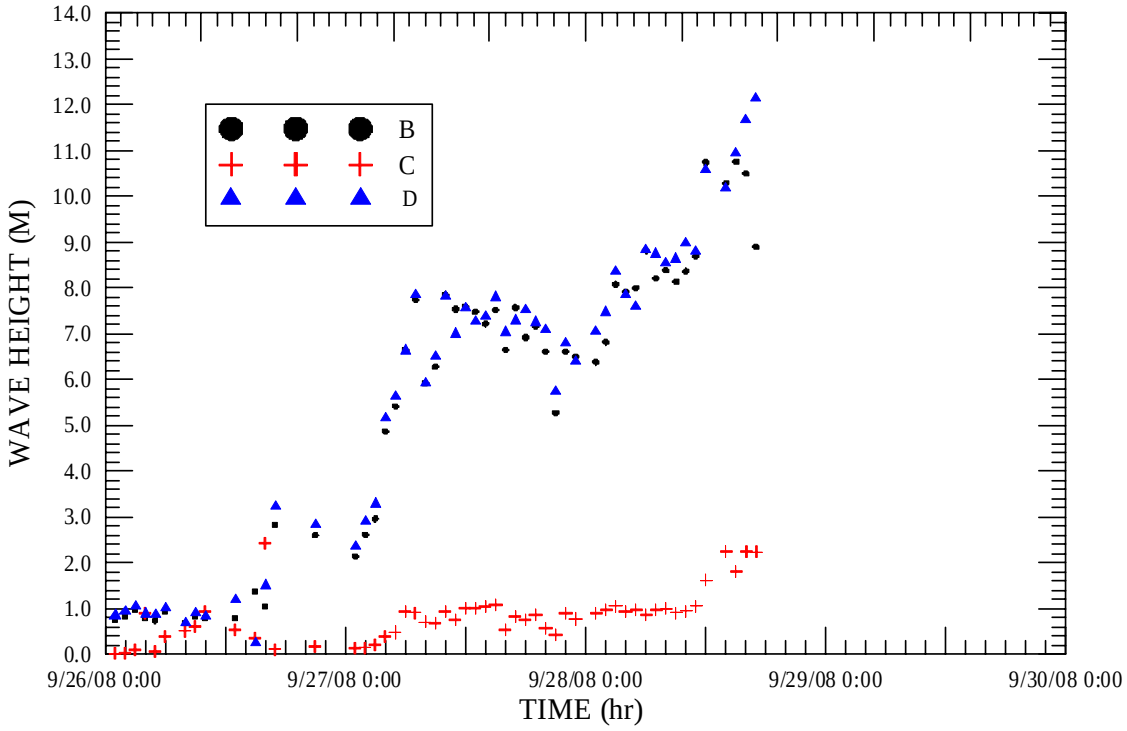


圖2.2-54b　2008年強烈颱風薔蜜侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

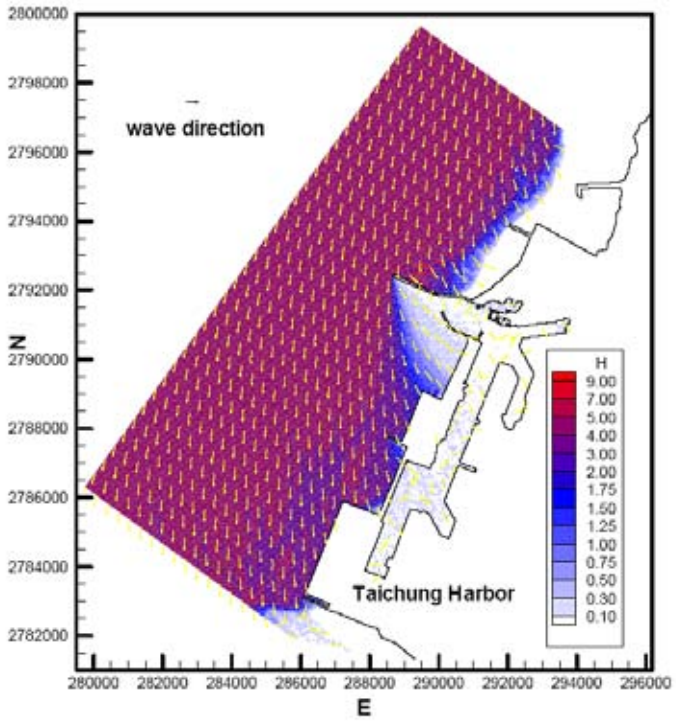


圖2.2-55　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/09/12 12:00)

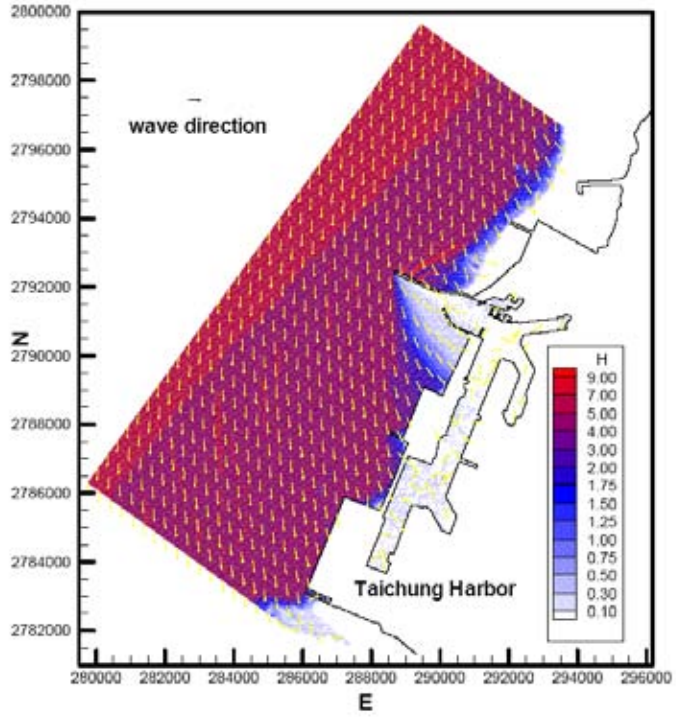


圖2.2-55　(續1)2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間台中港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/09/12 15:00)

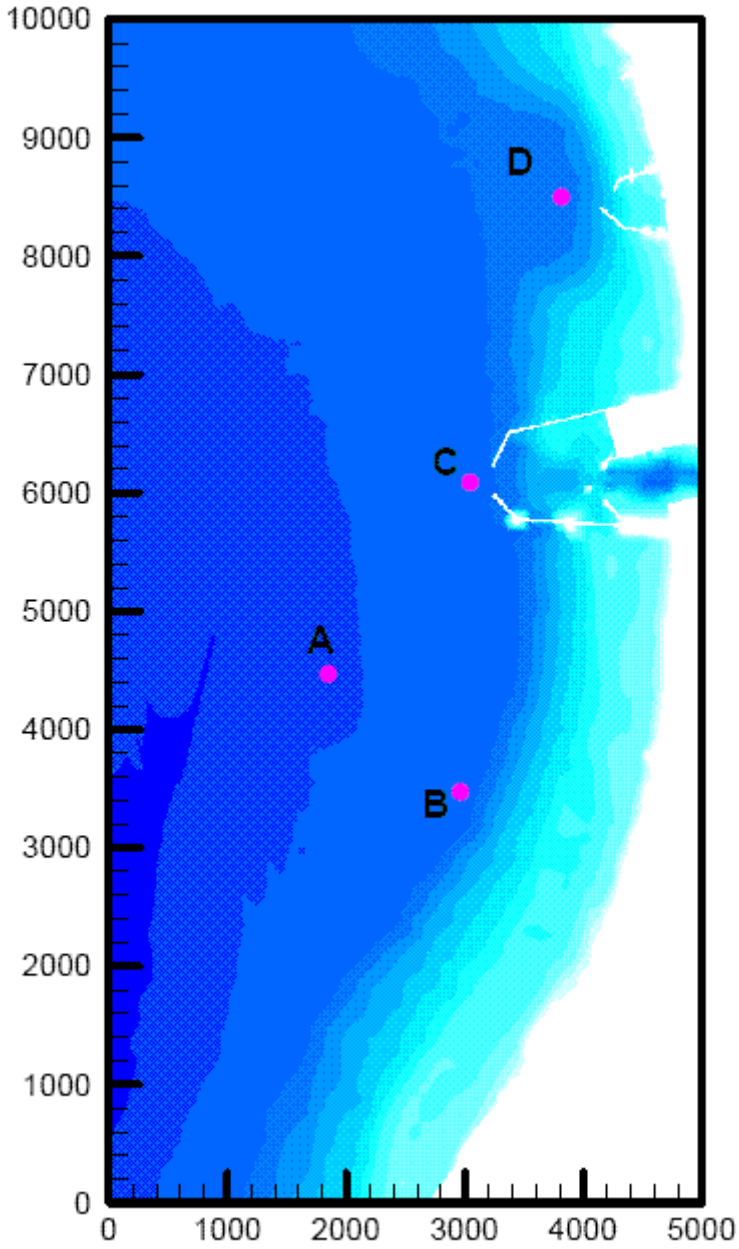


圖2.2-56　安平港近岸波浪場模擬之數值計算網格及水深分布
(點位A~D為模式模擬結果之輸出點位，A為波浪觀測位置)

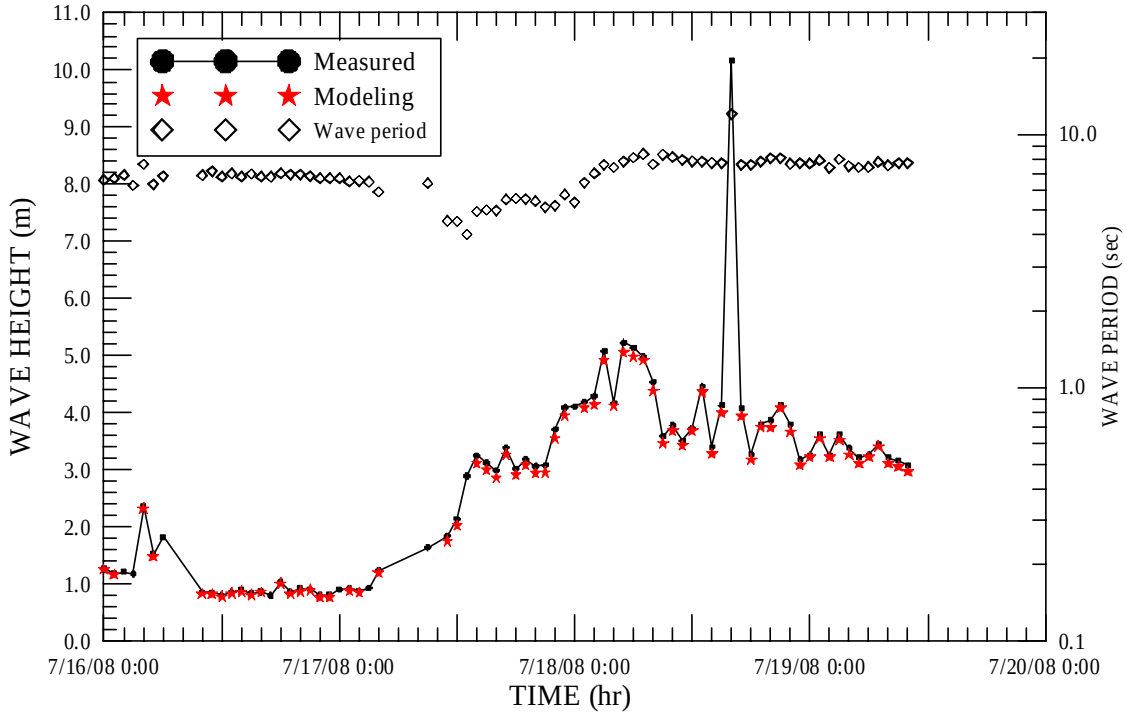


圖2.2-57a　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間安平港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

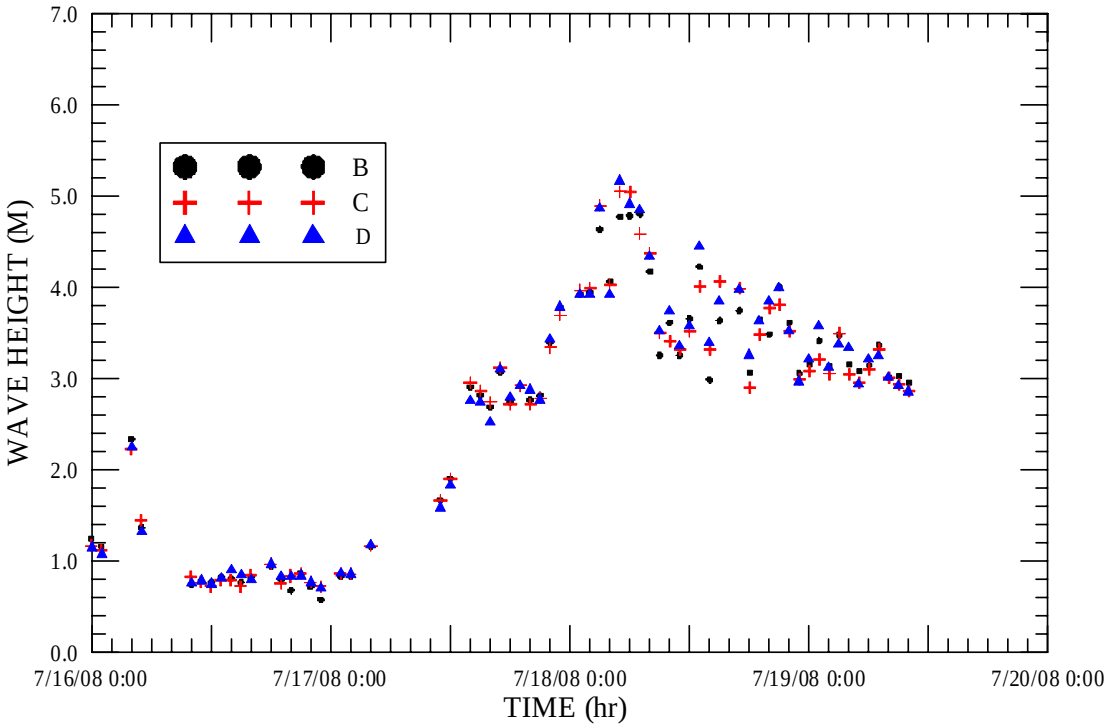


圖2.2-57b　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間安平港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

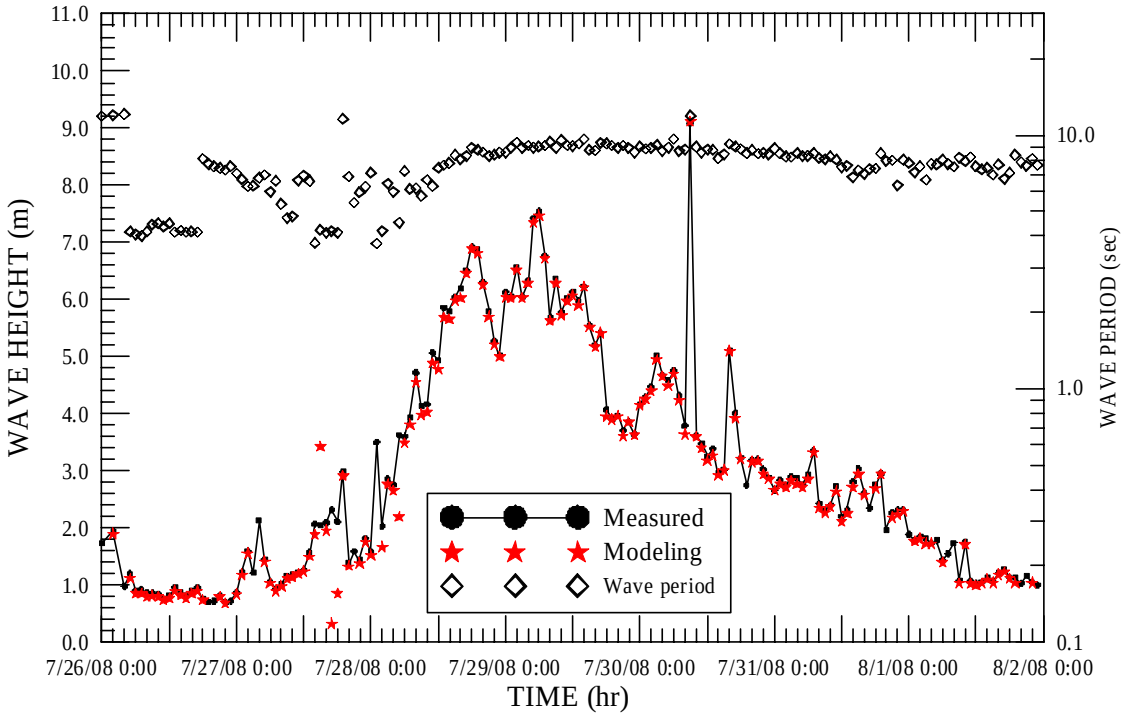


圖2.2-58a　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間安平港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

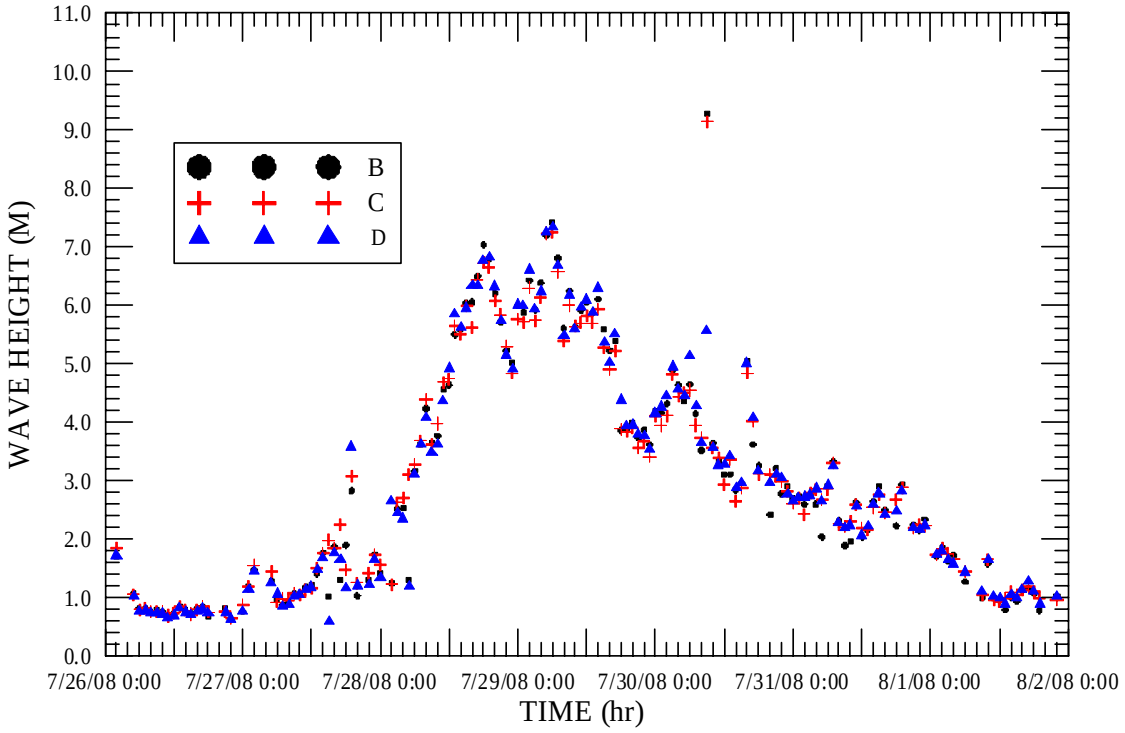


圖2.2-58b　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間安平港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

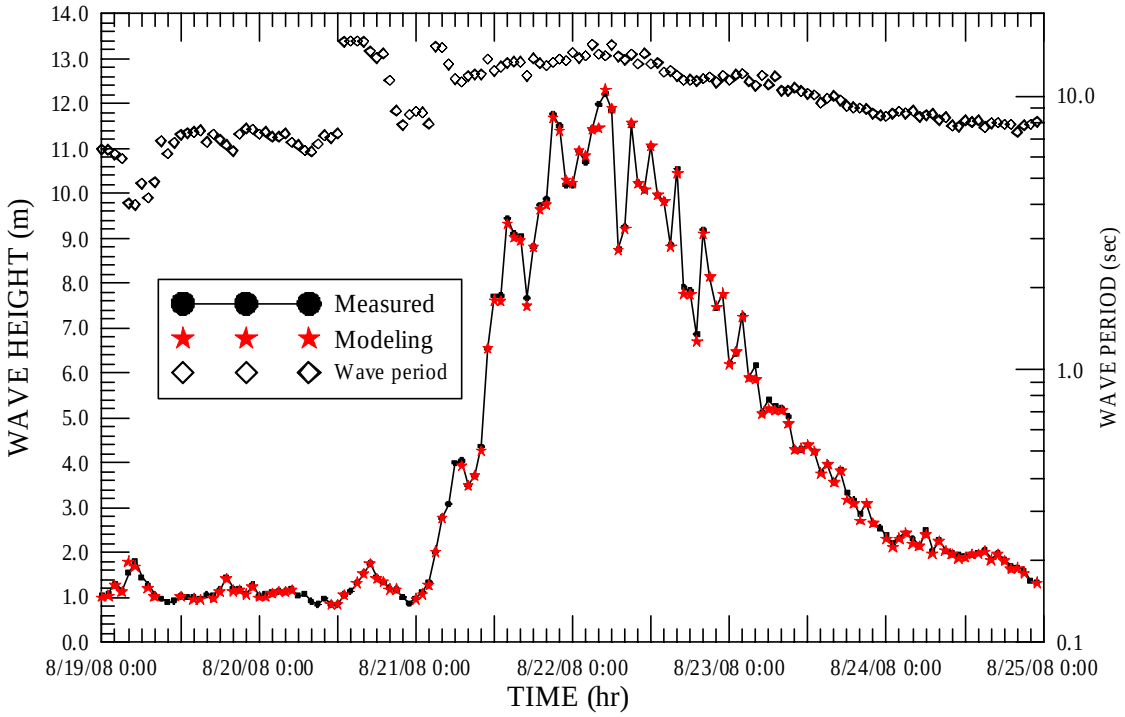


圖2.2-59a　2008年中度颱風如麗侵臺期間安平港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

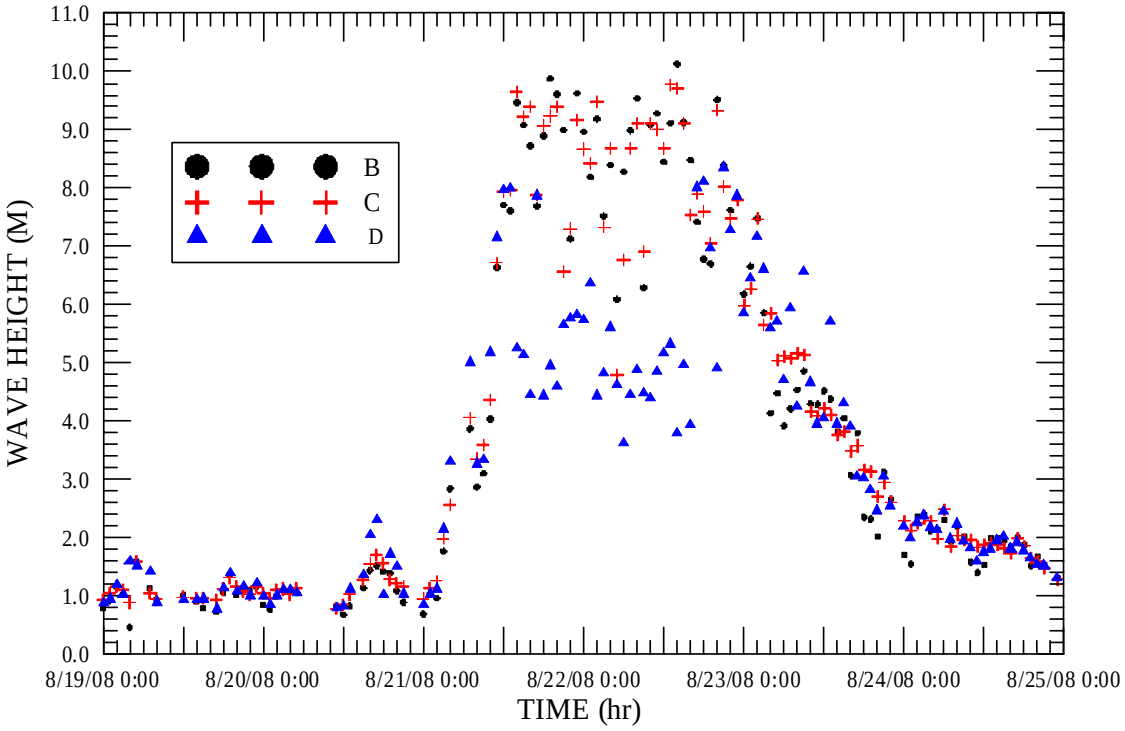


圖2.2-59b　2008年中度颱風如麗侵臺期間安平港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

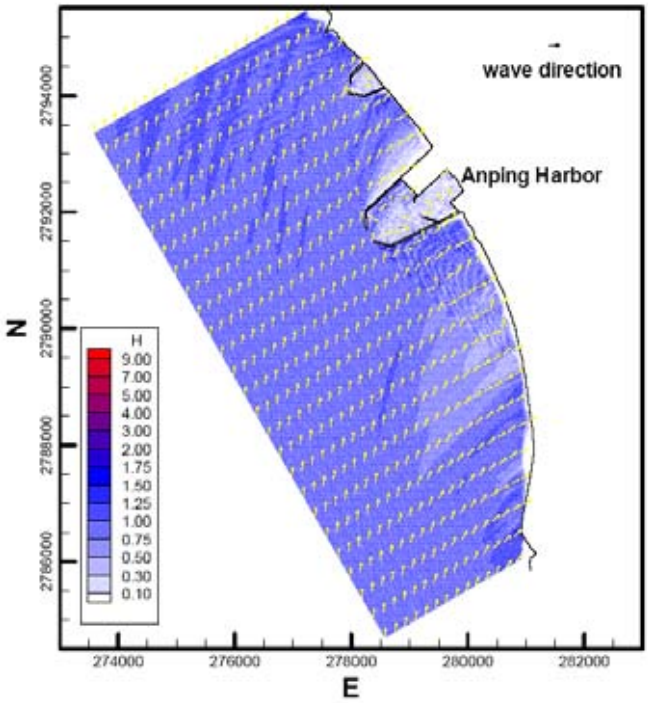


圖2.2-60　2008年中度颱風如麗侵臺期間安平港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/08/21　0:00)

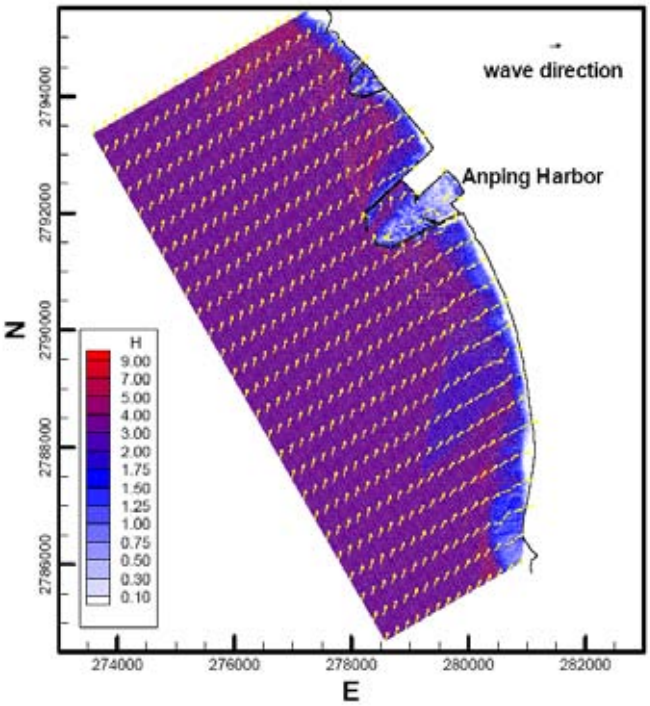


圖2.2-60　(續1)2008年中度颱風如麗侵臺期間安平港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/08/21　9:00)

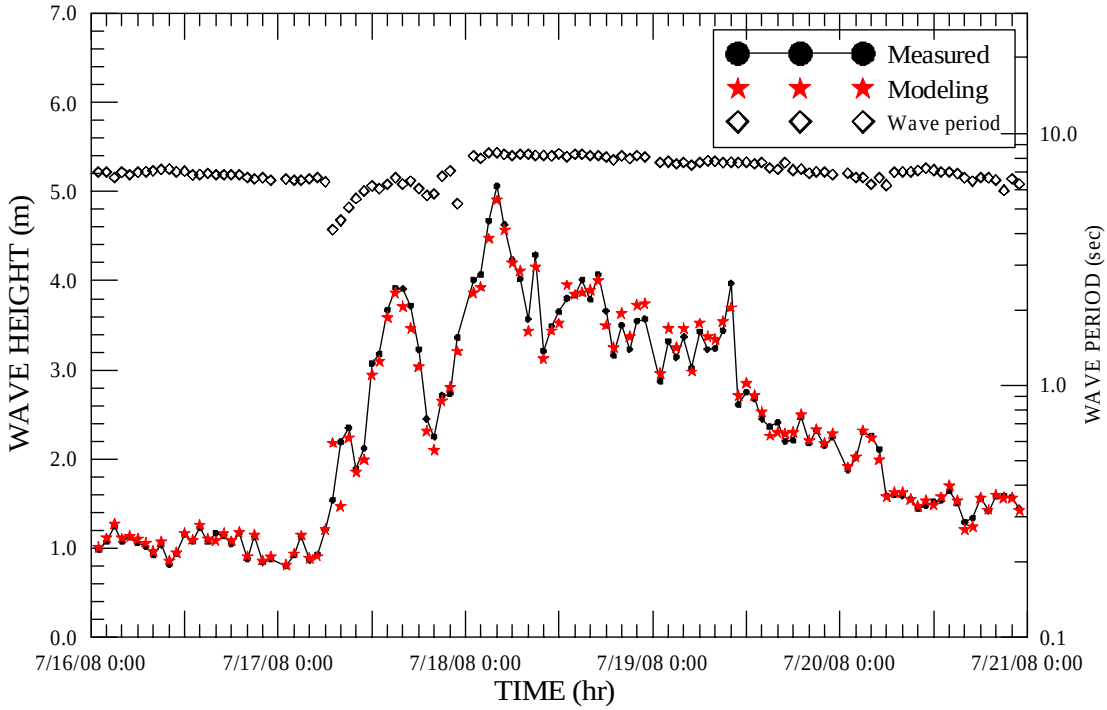


圖2.2-61a　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

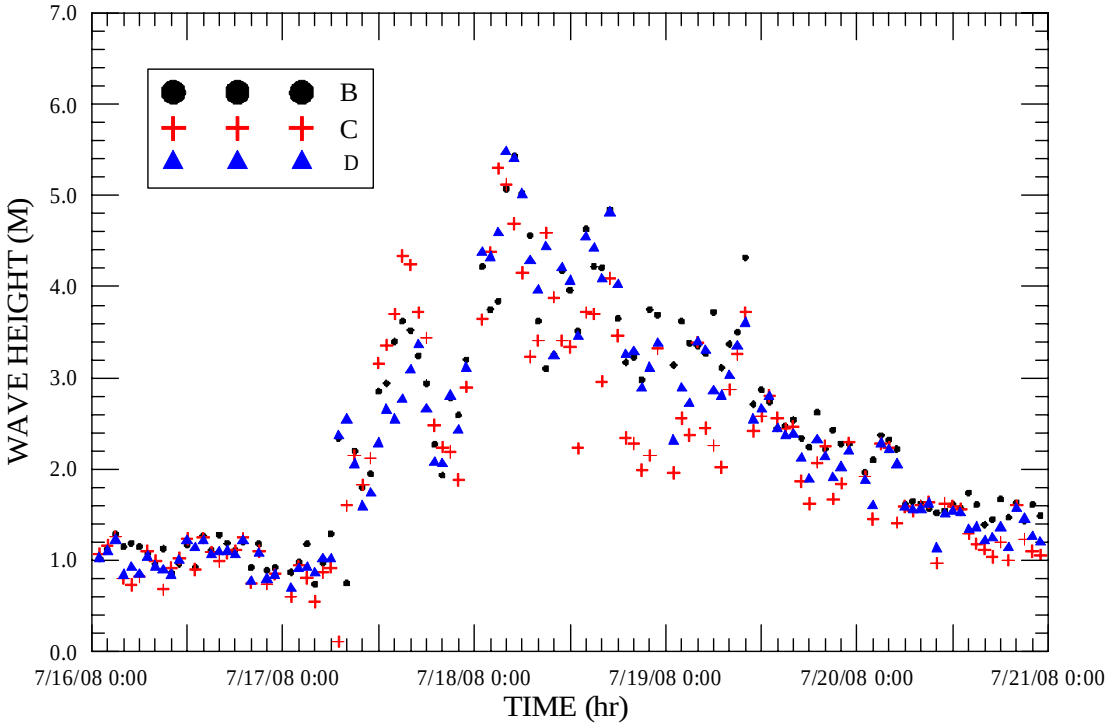


圖2.2-61b　2008年中度颱風卡玫基侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

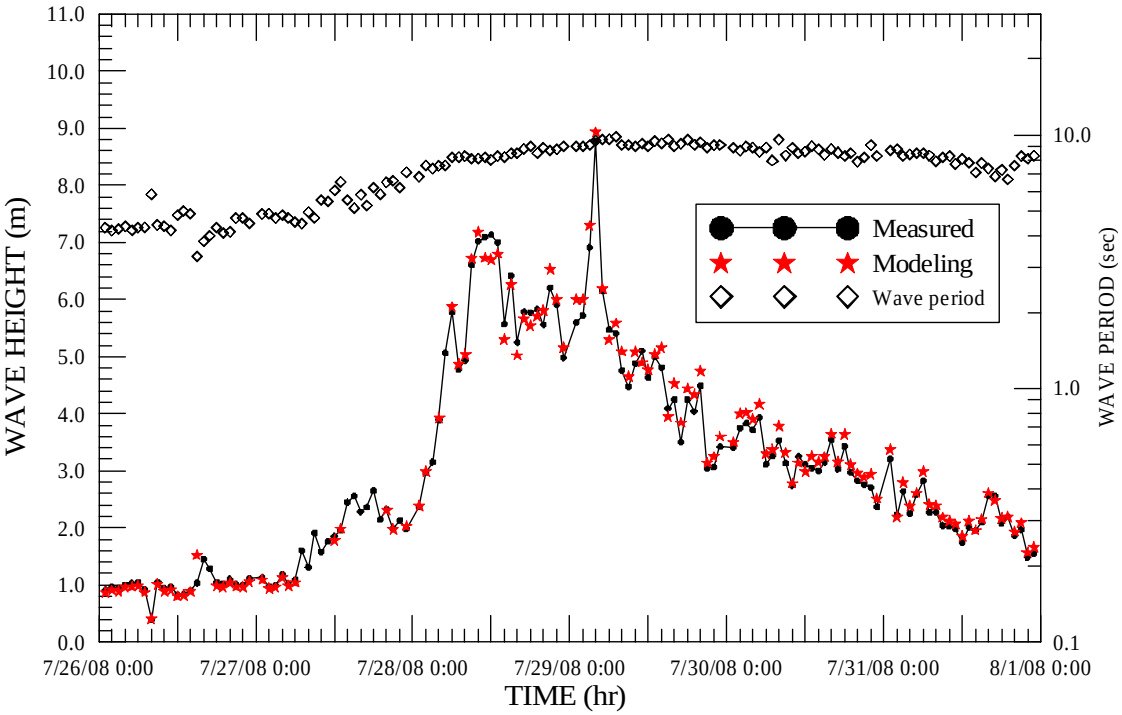


圖2.2-62a　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

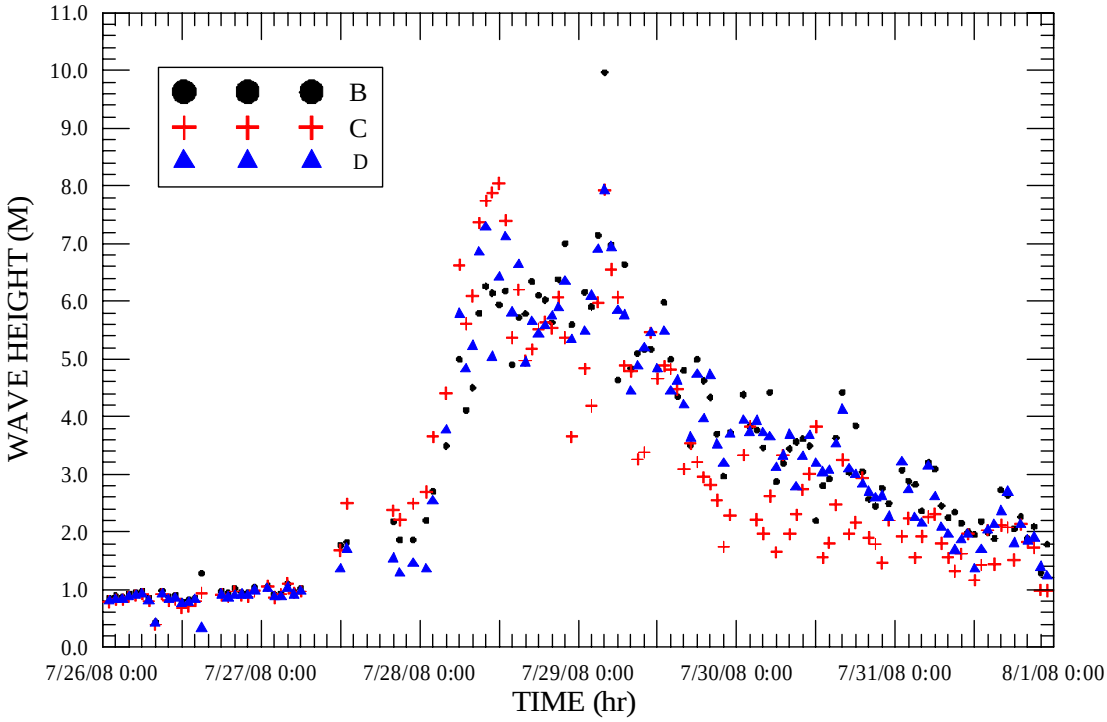


圖2.2-62b　2008年中度颱風鳳凰侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

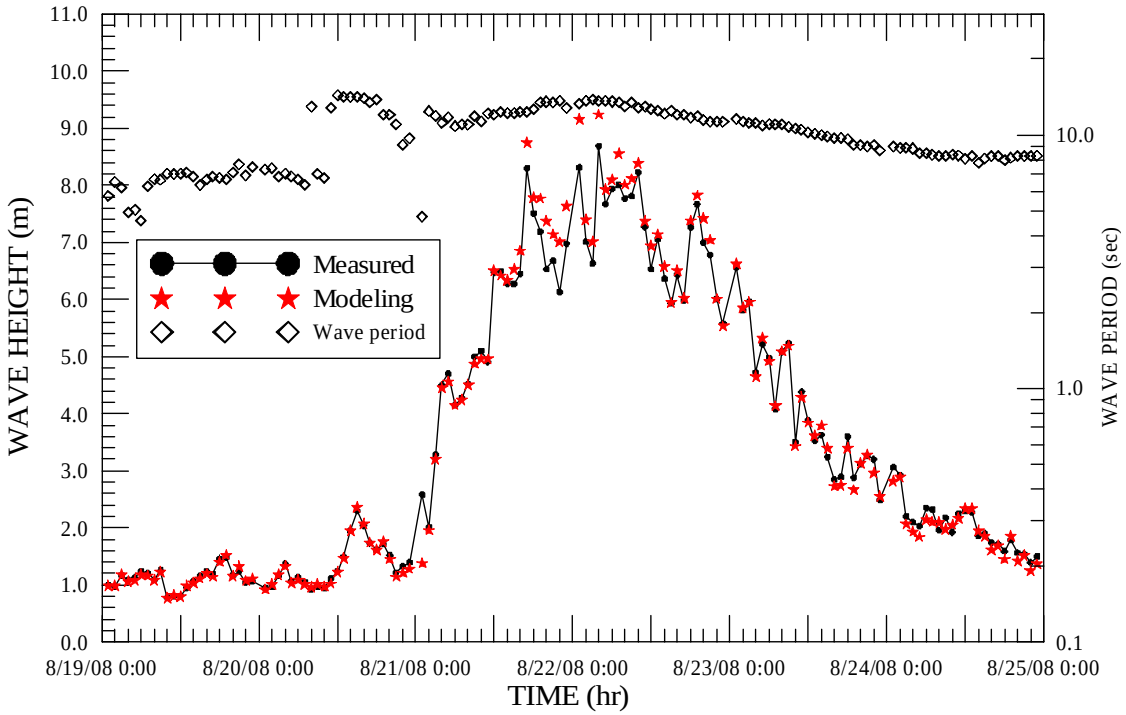


圖2.2-63a　2008年中度颱風如麗侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

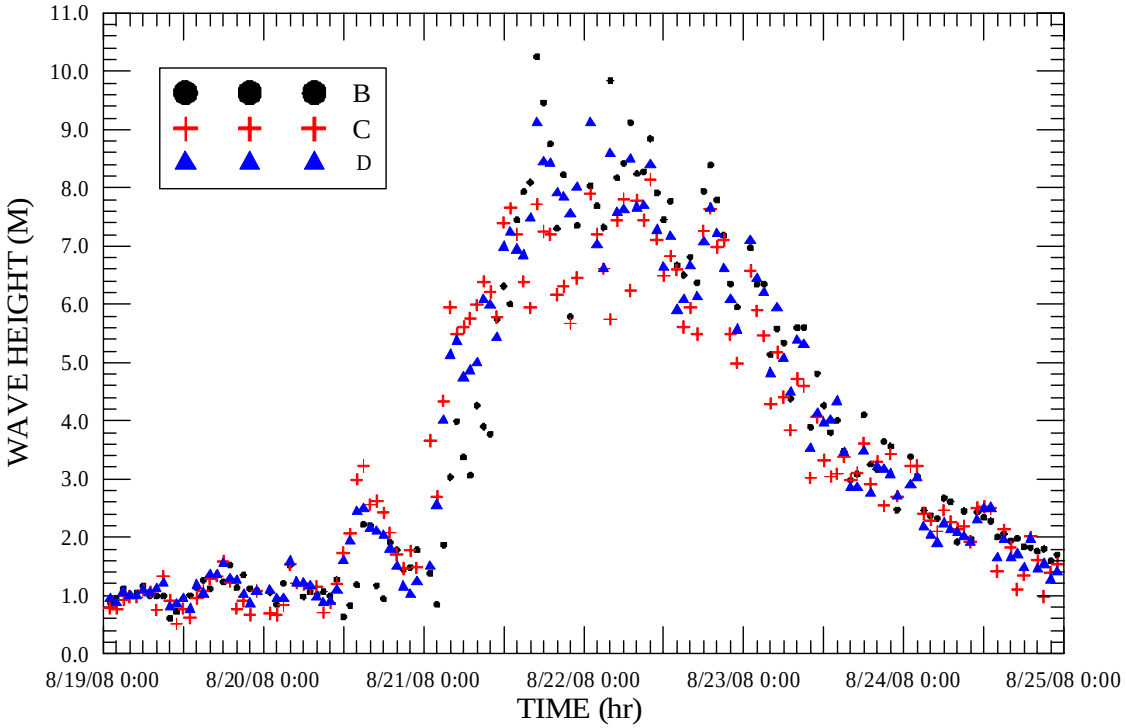


圖2.2-63b　2008年中度颱風如麗侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

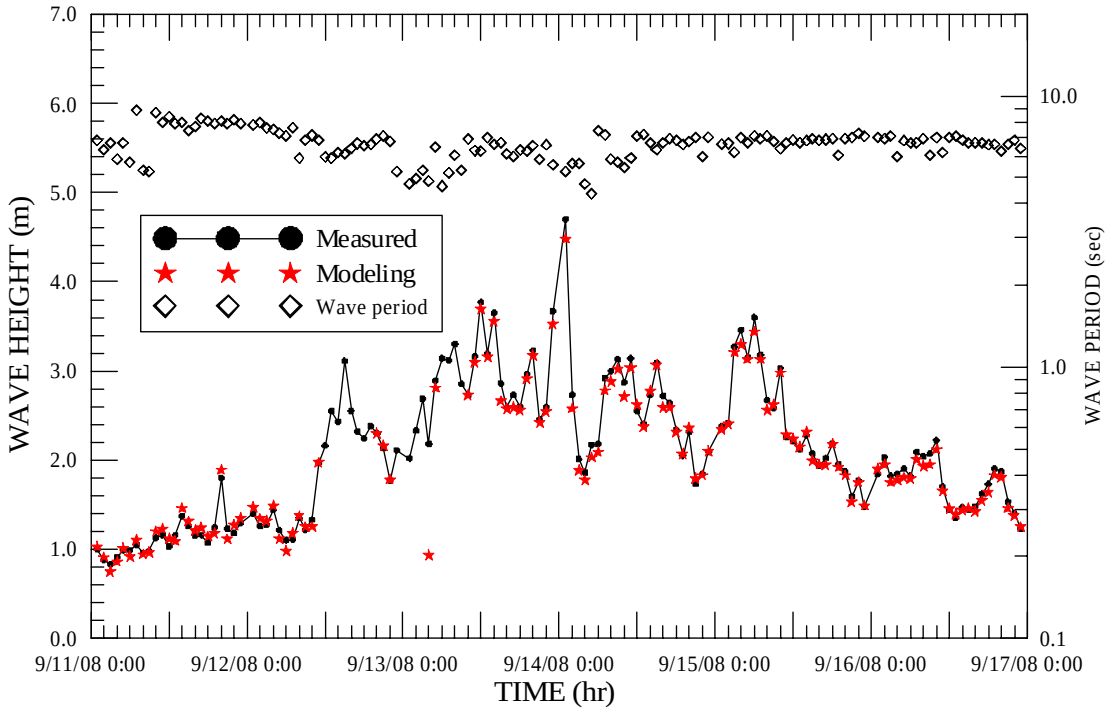


圖2.2-64a　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

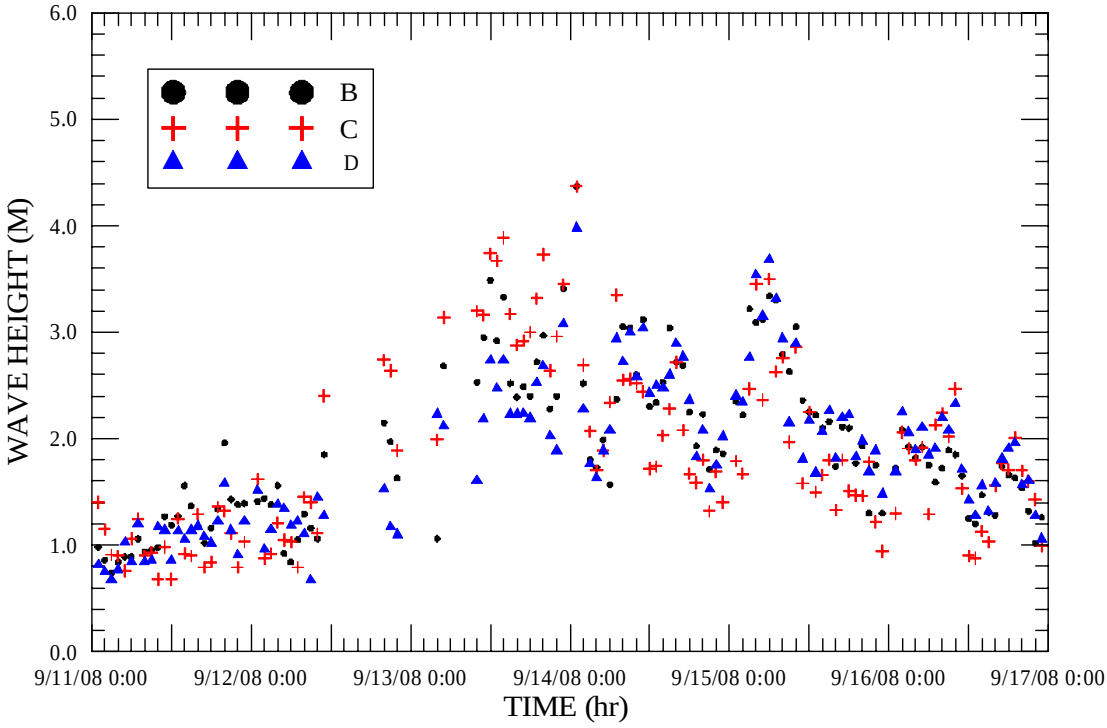


圖2.2-64b　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

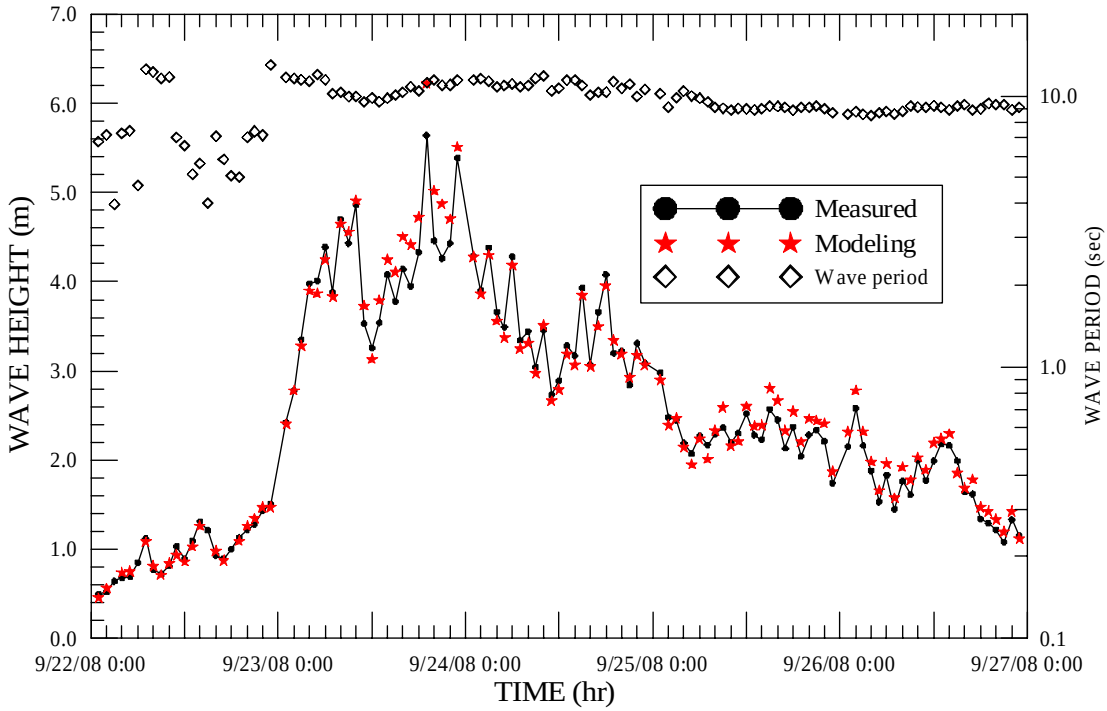


圖2.2-65a　2008年中度颱風哈格比侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

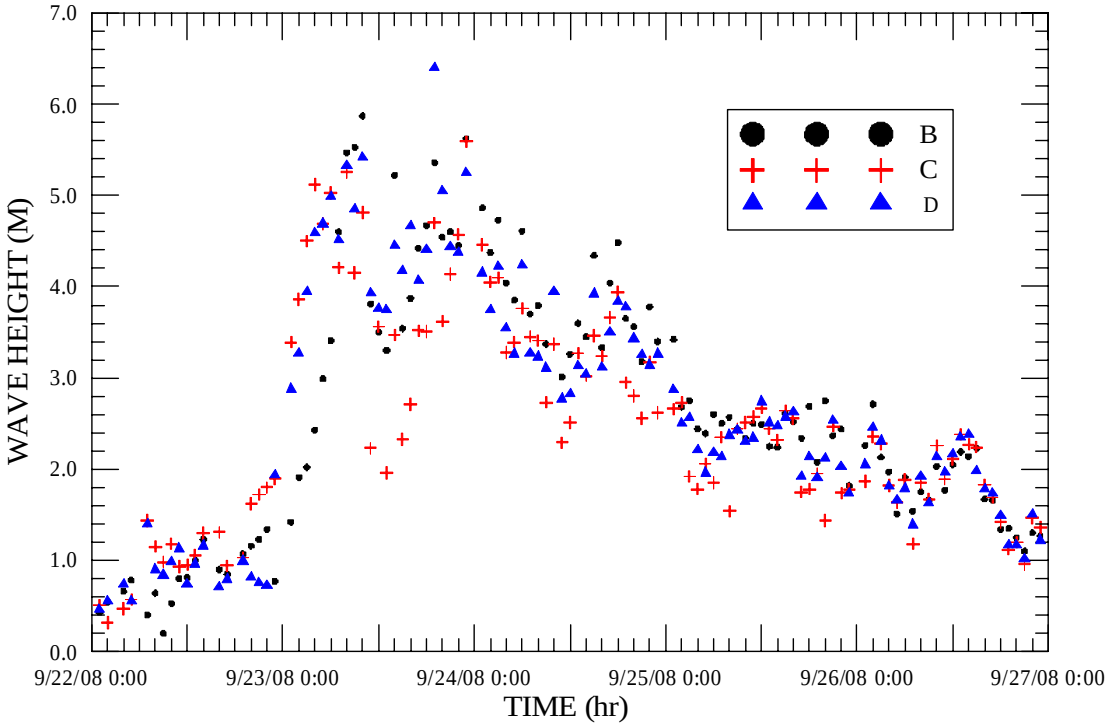


圖2.2-65b　2008年中度颱風哈格比侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

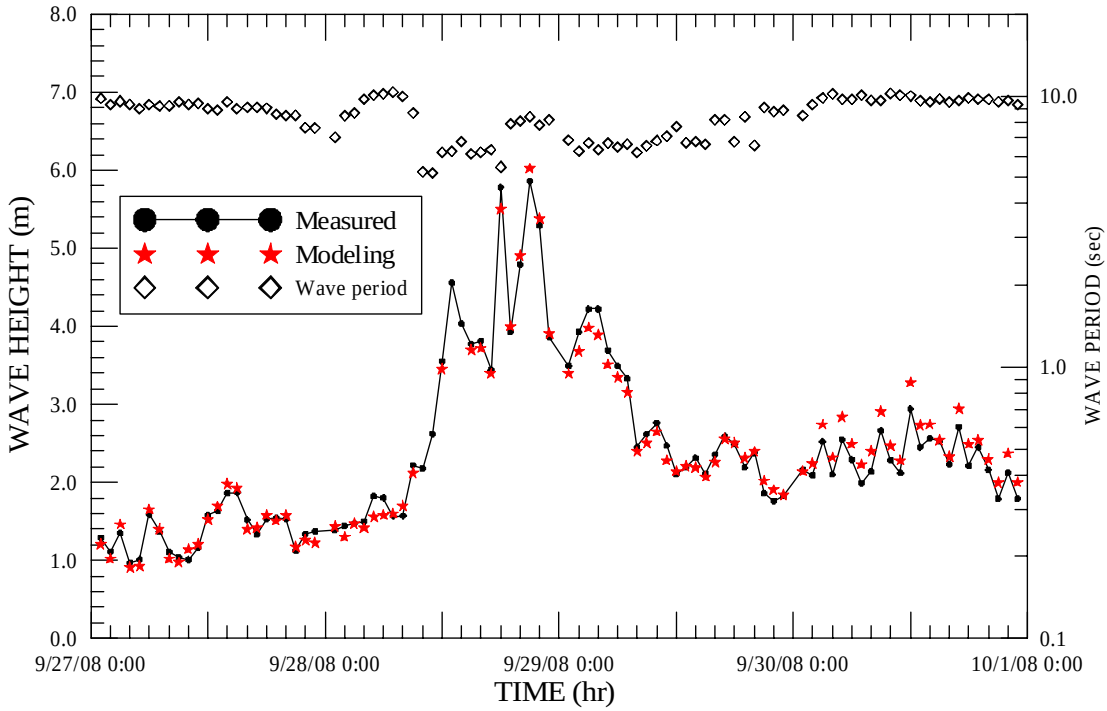


圖2.2-66a　2008年強烈颱風薔蜜侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果與波高觀測值之比較

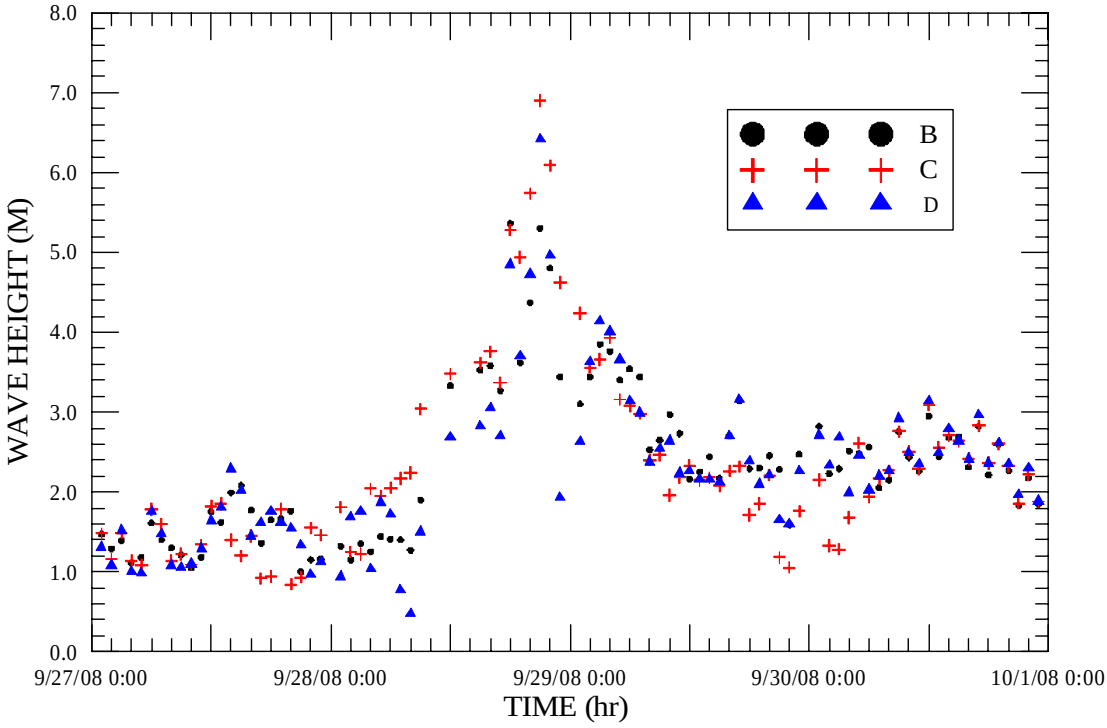


圖2.2-66b　2008年強烈颱風薔蜜侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果點位B、C及D之波高逐時變化圖

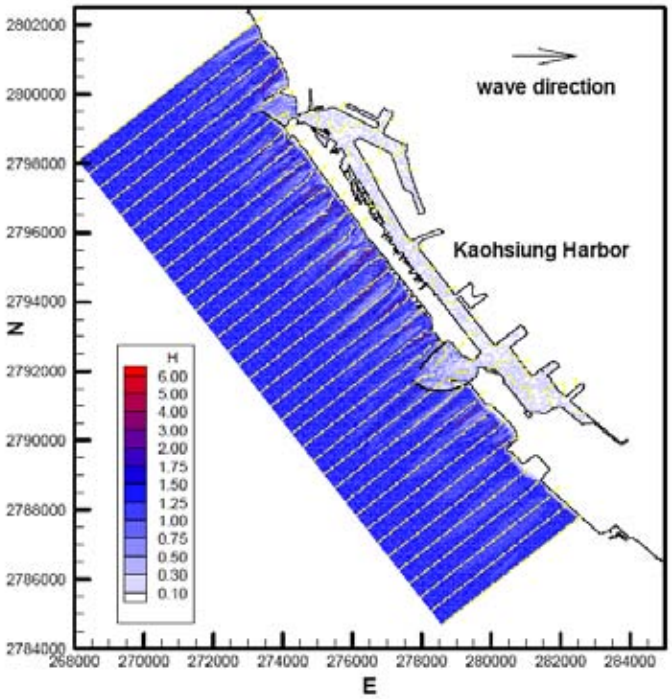


圖2.2-67　2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/09/12　3:00)

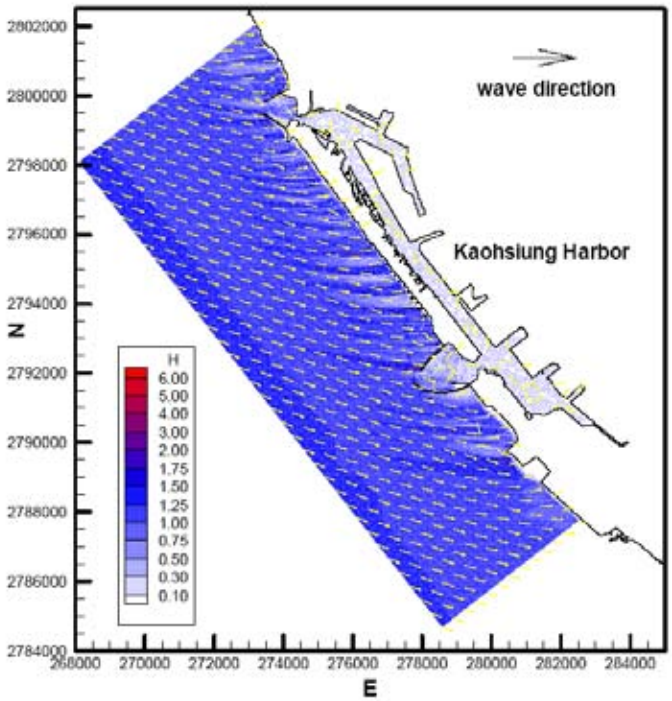


圖2.2-67　(續1)2008年強烈颱風辛樂克侵臺期間高雄港近岸波浪模擬結果之波高分布與波向(2008/09/12　9:00)

2.3 台中港波浪相關模式

鑑於本計畫港域波浪模式係以橢圓型緩坡方程式為基礎之波浪場模式，模式本身不僅數值計算網格需求量相當龐大，且相當耗費電腦運算時間，因此無法滿足 TaiCOMS 線上作業之需求。為克服港域波浪模式運算費時問題，達成未來線上作業之目標，則有賴事先依長期波浪觀測結果模擬港域波浪場建立資料庫，璽依據波浪模擬條件與模擬結果建立波場相關模式，以期達到未來線上作業之目標。

為落實此一構想本計畫擬以資料庫方式構建七大港口近域波浪場資料庫，即根據長期波浪觀測資料構建波浪模擬條件資料庫，再根據波浪模擬條件以近域模式模擬各港口近域波浪場，並將相關模擬結果(網格座標、波高及相位角等)儲存成波場資料庫，再將波浪模擬條件及波場資料庫內波浪資料建立關聯模式。未來即可根據外海入射波浪條件透過此一關聯模式於波場資料庫內蒐取適當波浪場進行各港口近域波場模擬之線上作業。

本年度港域波浪相關模式之建立主要以台中港為研究對象，由於本計畫港域波浪模式基本上屬於線性模式，因此外海入射波浪之波高可以採用單位化方式表示，以減少波浪模擬條件，亦即本計畫波浪相關模式主要考慮之波浪條件為波浪週期及入射波向。

2.3.1 台中港港域波浪場模擬資料庫之建置

根據台中港波浪觀測資料得知，觀測點波浪之波向以 NNW ~ NNE 為主，其次為W ~ NW；週期分佈介於 4.0 ~ 12.0 sec 之間。鑑於台中港港域波浪模式建置之數值計算網格對於週期太短之波浪，如週期等 4 秒或 5 秒，模式模擬結果之正確性可能失真；因此目前台中港相關模式之波浪場資料庫模擬條件為週期 6 sec 至 12 sec，週期間隔為 0.1 sec；波向為 225˚(SW)至 360˚(N)，波向間距為 15˚。本計畫港域波浪場資料庫係假設外海波高為 1m 情況下所模擬之結果，儲存資料包括網格節點

座標(x,y)、水深、三角網格資料、波高、相位角及水面變化等數位資料及圖檔資料。其中圖檔資料如圖 2.3-1 所示，包含了波高分佈、相位分佈及水面波形分佈等三種圖形。

波浪場資料庫目錄及檔案名稱建置原則:

(1). 港域：如台中港以英文字母 “TC”代表，台北港以 “TP”表示，基隆港以 “KL”表示，蘇澳港以 “SA”表示，花蓮港以 “HL”表示，高雄港以 “KH”表示，安平港以 “AP”表示。

(2). 波向：以英文字母 “D”為開頭，後接３碼阿拉伯數代表波向，以波向以正北為 “000”，順時針方向依序為“015”、“030”、“045”、“060”….. 。

(3). 週期：以英文字母 “T”為開頭，後接３碼阿拉伯數代表週期；如 “T100”代表週期為 10.0sec 之波浪。

(4). 檔案格式：以附屬檔名為辨別碼，如 “PLT”表示數位資料檔，“PDF”表示圖檔等。

上述第(1)及(2)項原則除了用於檔案名稱外，亦被用於資料庫目錄管理上。以台中港為例，所有波浪場模擬資料均存放於硬碟目錄 TC:\，在目錄 TC:\下依波向分別建立 “D225”、“D240”、“D270”…..等子目錄。

2.3.2 台中港港域波浪相關模式之建置

本計畫關聯模式主要用於連結現場觀測資料或數值模式輸出之波浪條件：波向、週期及波高值，利用簡單之判別式決定波向及週期檔案名稱，從資料庫中開啟所需要的波浪場資料，如開啟數位化資料檔時，程式會進行相關之處現如波高值之轉換、水面波形之時序列資料計算與輸出、特定區位波高之計算與輸出等。其中特定區位波高之計算與輸出可以給定二度分帶座標或網格座標。圖 2.3-2 所示為本計畫波浪相關模式之流程架構示意圖。

為即時展現台中港港域波浪狀況，本計畫配合台中港港區預報地

理資訊即時展示系統，針對台中港港區特地區位如圖 2.3-3 所示之 1~8 點位建立網格連續資料以利即時計算相關波高資訊。

2.3.3 台中港港域波浪相關模式之操作

目前台中港港域波浪模式操作主要透過作業系統設定時間啓動程式，一旦網路接收系統收到台中港外海觀測站每小時回傳之波浪資料(波高、週期及波向)即進行相關程式計算，若無收接到更新資料時則仍以舊資料進行相計算，再將結果傳至台中港港區預報地理資訊即時展示系統。此外，相關模式對於超出資料庫儲存資訊範圍之即時觀測波浪條件則以”NA”值回應。

即時資訊展示上目前主要以台中港區規劃之特定區位，如圖 2.3-3 所示，進行數位資料展示，並保留 72 小時數位資料提供查詢。對於平面波場或者波場動畫部份則有待繪圖技術克服再提供給即時資訊展示系統。

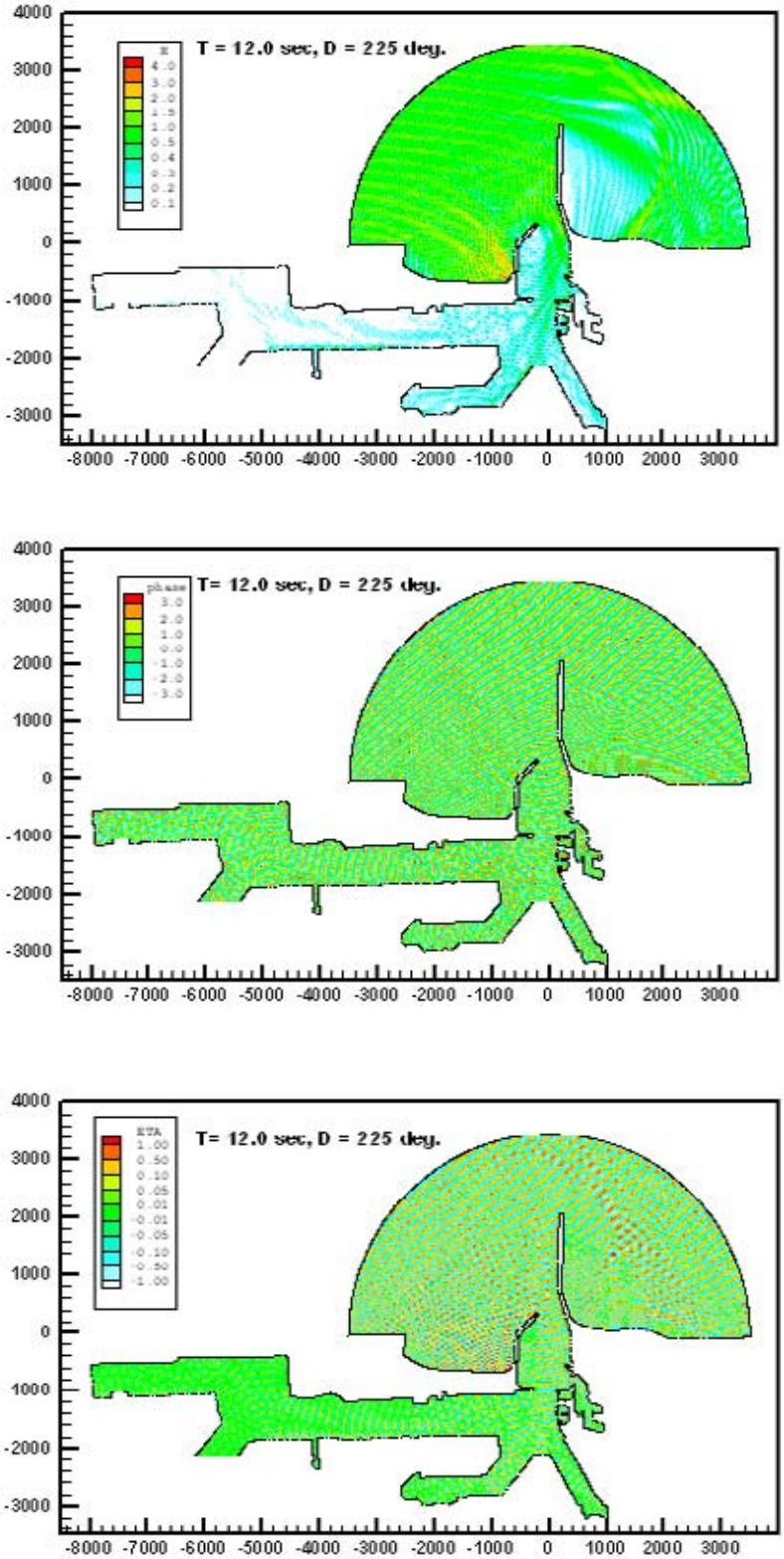


圖 2.3-1　台中港模擬波浪場資料庫儲存之圖形資料
(上：波高；中：相位；下：波形)

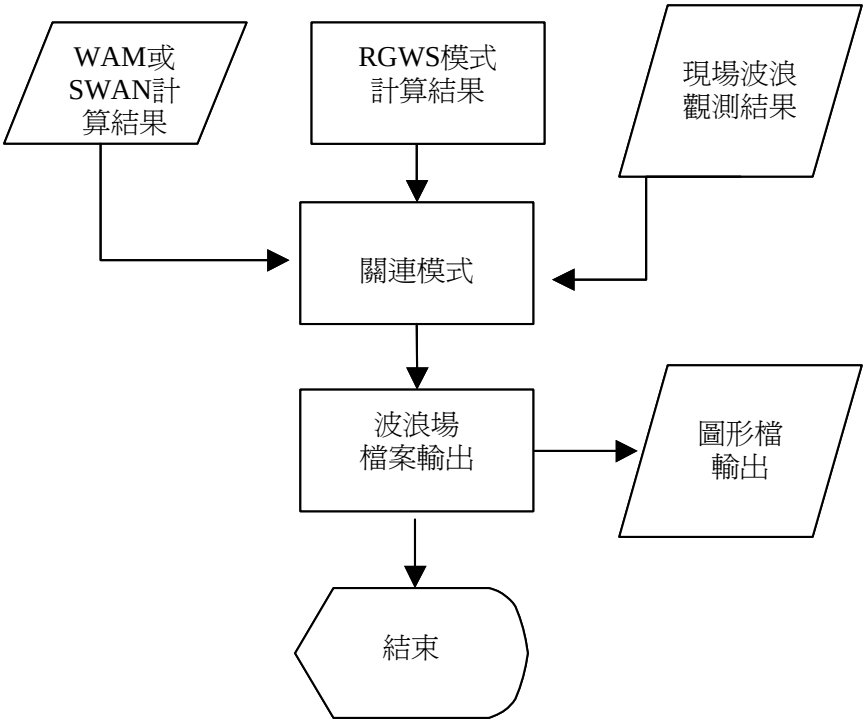


圖 2.3-2 波浪相關模式之流程架構示意圖

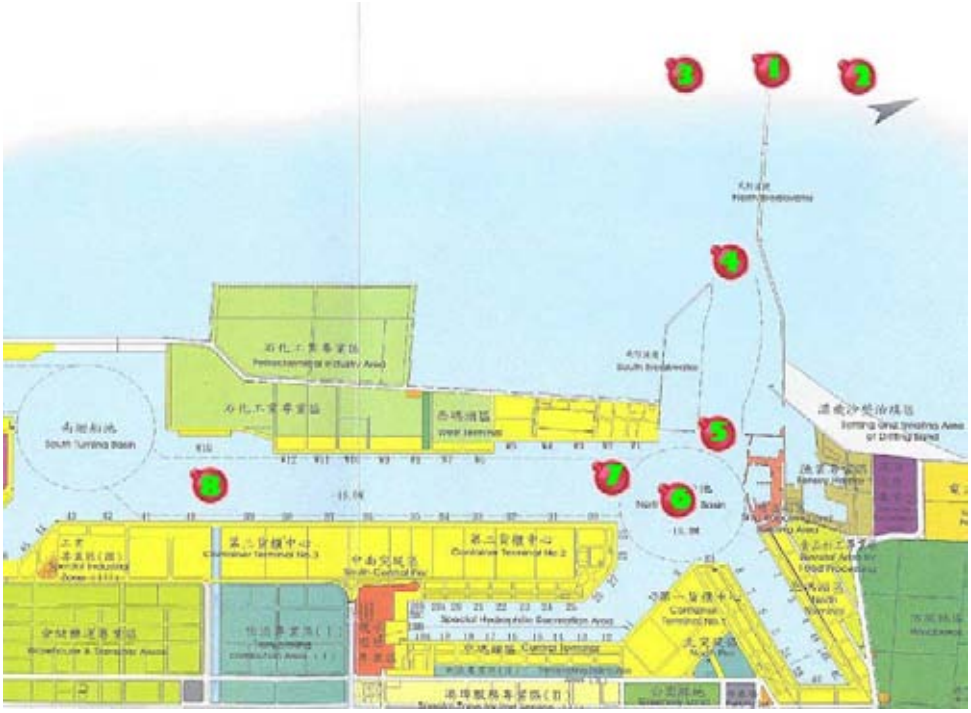


圖 2.3-3 台中港港區預報地理資訊即時展示系統之港區特地區位示意圖

第三章　港區作業化預報操作及成果評估

近岸海象數值模擬及預警系統最重要的功能便是每日進行模擬計算作業，提供七大港區每日的風場、氣壓、水位、波浪及海流資訊供使用者參考，本系統目前建置測試的線上預報作業的模式如下：

風壓模式：

中央氣象局提供之 RC（西太平洋範圍）及 MC（台灣周圍海域）風壓場資料

波浪模式：

WAM－ 西太平洋大範圍模式

SWAN－ 台灣周圍海域波浪模式

安平、台中、花蓮近岸波場模式

台中港區相關模式（颱風時啟動）

水位模式：

全域天文潮模式

全域複合潮模式

海流模式：

西太平洋海流模式

台灣海域海流模式

台中近岸海流模式

擴散模式：

油污擴散模式

作業程序

本系統之表面氣壓及風場資訊以接收中央氣象局每日 0 點及中午 12 點的預報資訊時間為主，由於氣象預報資料計算完成至上傳仍需數小時，為考量模擬計算的時效性，目前規劃以前一日 12 時的預報資料作為氣象資料，期望能夠在每日凌晨 0 時開始之每日模擬欲警計算作業能在清晨 3 點以前下載取得前一日中午 12 時產生的 72 小時預報資料，經解碼重整及內差產出各模式所需氣象資料後，隨即開始進行各模式的計算作業，全部計算結果預計將會於中午 10 點以前完成，待圖

表製作完成後，預計於每天下午 2 點即時更新網頁資料，如圖 3-1。每次模擬作業時間為三天（72 小時），其中包含 24 小時現報模擬（現報結果將與七大港即時觀測系統資料比對以便由使用者判斷本次模擬作業結果之可信度）及 48 小時預測模擬計算（僅提供模式計算結果），每日作業一次。圖 3-2 為即時現報作業範例，即 6 月 27 日下午兩點發佈的現報資料時間為 6 月 26 日 0 時至 6 月 28 日 0 時，此時會將 6 月 27 日 0 時的計算結果存檔，以作為 6 月 28 日的計算起始點（warm start data），如此便可以直接將每日的氣象條件引入模式進行計算，無須重新起使模式，如此更能模擬連續的波浪及水位結果。圖 3-3 為本年度規劃進行之線上預報成果評估的流程。由於目前近岸海流模式仍在校驗中，且西太平洋範圍及台灣海域範圍之海流模式解析度無法解析近岸流場，因此暫不列入評估當中，待近岸海流模式校驗完成後，再將其列入評估系統中。洩油預警模式由於本年度並未有重大洩油事件產生，因此沒有啟動執行。

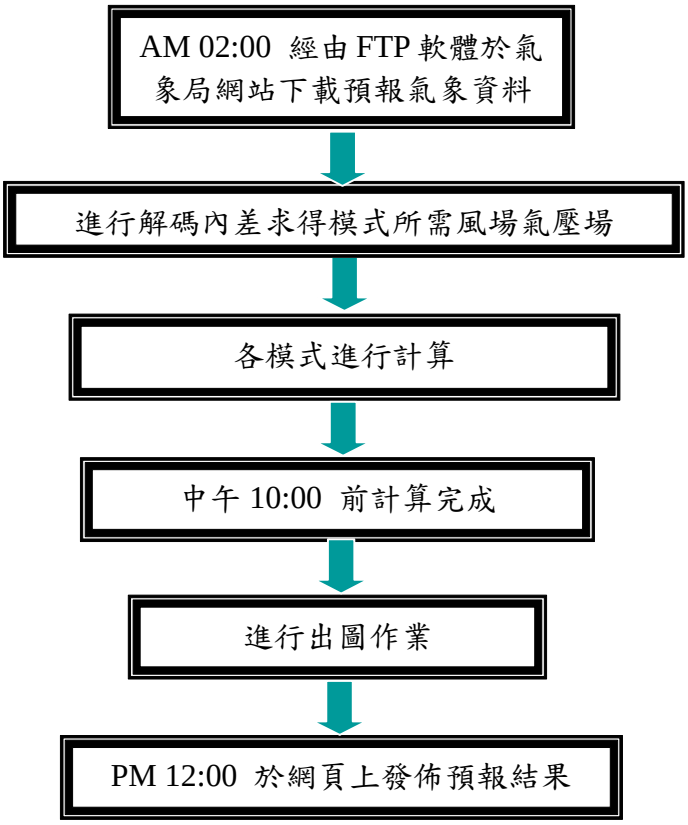


圖 3-1　近岸海象數值模擬及預警系統線上作業流程

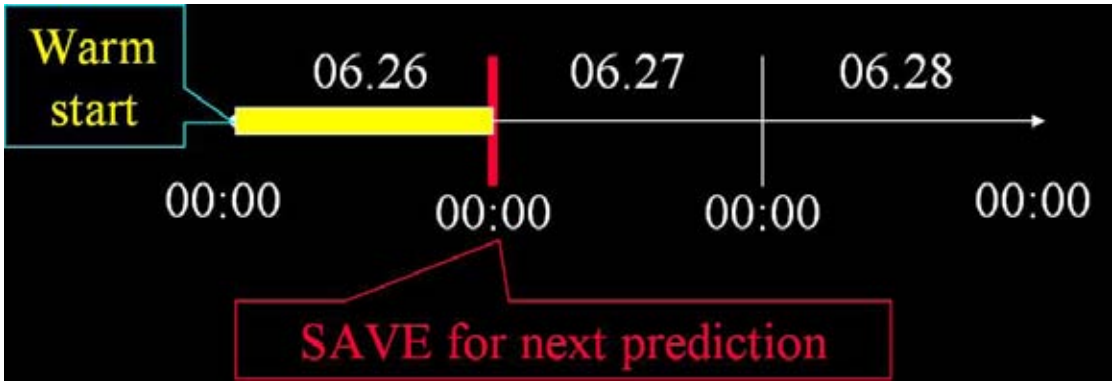


圖 3-2　近岸海象數值模擬及預警系統每日線上作業範例

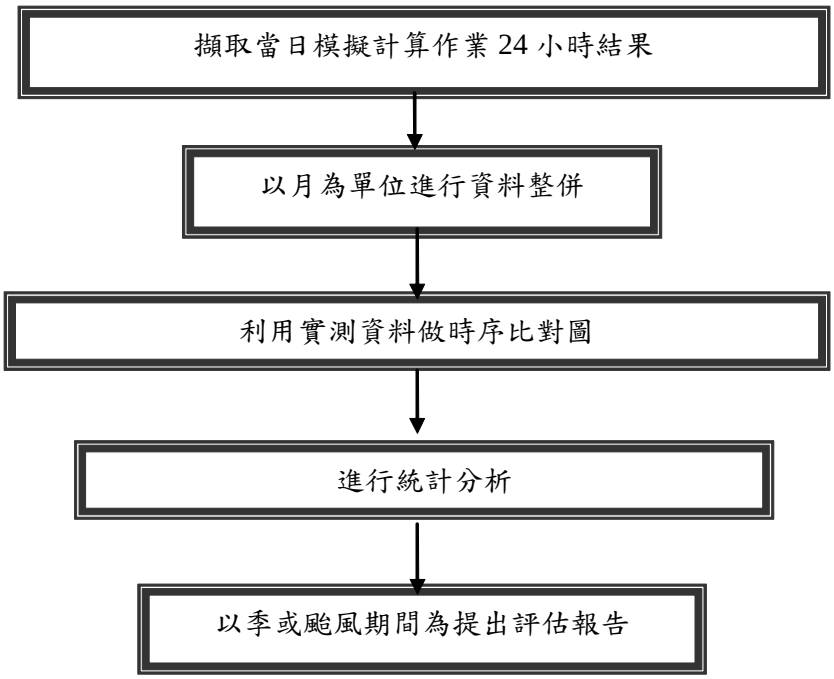


圖 3-3　近岸海象數值模擬及預警系統線上作業成果評估流程

3.1 年度觀測料統計

本年度取得的實測潮位有兩組，一組為每日上傳至計算主機的 AWCP 資料，另一組則為由海情中心下載之潮位計資料；波浪資料同為兩組資料，每日上傳(每小時平均波高及平均週期)及海情中心資料庫下載(每小時最大波高及最大週期)；風速及海流資料則皆由海情中心資料庫下載。表 3.1-1 至表 3.1-5 即為第一季、第二季、第三季及第四季(2007 年 12 月至 2008 年 11 月止)實測資料比數統計。表中可了解 AWCP 資料較海情中心資料庫數量缺乏，台中測站兩季皆無資料，安平測站則有整月無資料的紀錄；以目前統計的資料比數，風速資料最為完整，其次為海流資料，再來為波浪資料，水位資料則是最容易缺少的。

表 3.1-1 實測水位資料筆數統計(海情中心)

		花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
2007 年 12 月	應到筆數	745	745	745	745	745
	實到筆數	582	467	728	732	731
	百分比	78.12	62.69	97.72	98.26	98.12
2008 年 1 月	應到筆數	745	745	745	745	745
	實到筆數	499	550	537	537	338
	百分比	66.98	73.83	72.08	72.08	45.37
2008 年 2 月	應到筆數	697	697	697	697	697
	實到筆數	47	109	36	36	36
	百分比	6.74	15.64	5.17	5.17	5.17
2008 年 3 月	應到筆數	745	745	745	745	745
	實到筆數	120	265	61	68	68
	百分比	16.11	35.57	8.19	9.13	9.13
2008 年 4 月	應到筆數	721	721	721	721	721
	實到筆數	721	721	721	721	721
	百分比	100	100	100	100	100
2008 年 5 月	應到筆數	745	745	745	745	745
	實到筆數	602	598	602	602	602
	百分比	80.81	80.27	80.81	80.81	80.81
2008 年 6 月	應到筆數	721	721	721	721	721
	實到筆數	496	478	617	617	617
	百分比	68.79	66.3	85.58	85.58	85.58
2008 年 7 月	應到筆數	745	745	745	745	745
	實到筆數	704	742	727	740	619
	百分比	95.5	99.6	97.58	99.33	83.09
2008 年 8 月	應到筆數	745	745	745	745	745
	實到筆數	465	580	643	638	646
	百分比	62.42	77.85	86.31	85.64	86.71
2008 年 9 月	應到筆數	721	721	721	721	721
	實到筆數	710	718	712	720	718
	百分比	98.47	99.58	98.75	99.86	99.58
2008 年 10 月	應到筆數	744	744	744	744	744
	實到筆數	744	416	744	649	744
	百分比	100	55.91	100	87.23	100
2008 年 11 月	應到筆數	720	720	720	720	720
	實到筆數	720	720	720	720	720
	百分比	100	100	100	100	100

表 3.1-2 實測水位資料筆數統計(每日上傳)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
2007 年 12 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	0	731	726	689	728	0
	百分比	0	98.25	97.58	92.61	97.85	0
2008 年 1 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	522	713	720	742	719	0
	百分比	70.16	95.83	96.77	99.73	96.64	0
2008 年 2 月	應到筆數	696	696	696	696	696	696
	實到筆數	0	646	666	681	662	0
	百分比	0	92.82	95.69	97.85	95.12	0
2008 年 3 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	0	710	723	718	728	0
	百分比	0	95.43	97.18	96.51	97.85	0
2008 年 4 月	應到筆數	720	720	720	720	720	720
	實到筆數	0	675	678	531	575	0
	百分比	0	93.75	94.17	73.75	79.86	0
2008 年 5 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	0	645	595	667	661	0
	百分比	0	86.69	79.97	89.65	88.84	0
2008 年 6 月	應到筆數	720	720	720	720	720	720
	實到筆數	427	636	541	626	677	649
	百分比	59.31	88.33	75.14	86.94	94.03	90.14
2008 年 7 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	687	661	599	0	663	643
	百分比	92.34	88.84	80.51	0	89.11	86.43
2008 年 8 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	48	661	689	0	438	685
	百分比	6.45	88.84	92.61	0	58.87	92.07
2008 年 9 月	應到筆數	720	720	720	720	720	720
	實到筆數	653	642	650	0	609	572
	百分比	90.69	89.17	90.28	0	84.58	79.44
2008 年 10 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	89	718	722	699	699	0
	百分比	11.96	96.51	97.04	93.95	93.95	0
2008 年 11 月	應到筆數	720	720	720	720	720	720
	實到筆數	163	707	710	646	717	0
	百分比	22.64	98.19	98.61	89.72	99.58	0

表 3.1-3 實測波浪資料筆數統計(海情中心)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
2007 年 12 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	573	720	716	703	724	0
	百分比	76.91	96.64	96.11	94.36	97.18	0
2008 年 1 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	743	618	632	655	629	0
	百分比	99.73	82.95	84.83	87.92	84.43	0
2008 年 2 月	應到筆數	697	697	697	697	697	697
	實到筆數	697	655	677	695	669	0
	百分比	100	93.97	97.13	99.71	95.98	0
2008 年 3 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	742	687	704	712	705	0
	百分比	99.59	92.22	94.5	95.57	94.631	0
2008 年 4 月	應到筆數	721	721	721	721	721	721
	實到筆數	534	673	690	528	587	0
	百分比	74.06	93.34	95.7	73.23	81.42	0
2008 年 5 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	740	639	592	635	662	0
	百分比	99.33	85.77	79.46	85.24	88.86	0
2008 年 6 月	應到筆數	721	721	721	721	721	721
	實到筆數	673	612	457	652	688	604
	百分比	93.34	84.88	63.38	90.43	95.42	83.77
2008 年 7 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	614	592	569	0	635	602
	百分比	82.42	79.46	76.38	0	85.24	80.81
2008 年 8 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	559	610	650	0	405	646
	百分比	75.03	81.88	87.25	0	54.36	86.71
2008 年 9 月	應到筆數	721	721	721	721	721	721
	實到筆數	87	615	636	1	591	573
	百分比	12.07	85.3	88.21	0.14	81.97	79.17
2008 年 10 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	89	716	722	699	701	0
	百分比	11.96	96.24	97.04	93.95	94.22	0
2008 年 11 月	應到筆數	720	720	720	720	720	720
	實到筆數	159	705	710	646	717	0
	百分比	22.08	97.92	98.61	89.72	99.58	0

表 3.1-4 實測流場資料筆數統計

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
2007 年 12 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	575	728	726	722	743	0
	百分比	77.18	97.72	97.45	96.91	99.73	0
2008 年 1 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	745	639	650	657	650	0
	百分比	100	86.77	87.25	88.19	87.25	0
2008 年 2 月	應到筆數	697	697	697	697	697	697
	實到筆數	697	686	692	695	691	0
	百分比	100	98.42	99.28	99.71	99.14	0
2008 年 3 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	743	699	720	717	721	0
	百分比	99.73	93.83	96.64	96.24	96.78	0
2008 年 4 月	應到筆數	721	721	721	721	721	721
	實到筆數	538	706	711	535	604	0
	百分比	74.62	97.92	98.61	74.2	83.77	0
2008 年 5 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	742	671	607	640	671	0
	百分比	99.56	90.07	81.48	85.91	90.07	0
2008 年 6 月	應到筆數	721	721	721	721	721	721
	實到筆數	673	636	481	676	710	1
	百分比	93.34	88.21	66.71	93.76	98.47	0.14
2008 年 7 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	614	616	576	0	654	616
	百分比	82.42	82.69	77.32	0	87.79	82.69
2008 年 8 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	559	617	660	0	406	658
	百分比	75.03	82.82	88.59	0	54.5	88.32
2008 年 9 月	應到筆數	721	721	721	721	721	721
	實到筆數	87	637	647	1	591	559
	百分比	12.07	88.35	89.74	0.14	81.97	77.53
2008 年 10 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	89	716	722	699	701	0
	百分比	11.96	96.24	97.04	93.95	94.22	0
2008 年 11 月	應到筆數	720	720	720	720	720	720
	實到筆數	163	708	710	646	717	0
	百分比	22.64	98.33	98.61	89.72	99.58	0

表 3.1-5 實測風速資料筆數統計

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
2007 年 12 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	744	743	501	739	742	737
	百分比	99.87	99.73	67.25	99.2	99.6	98.93
2008 年 1 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	745	571	745	745	745	697
	百分比	100	76.64	100	100	100	93.56
2008 年 2 月	應到筆數	697	697	697	697	697	697
	實到筆數	697	358	639	693	697	584
	百分比	100	51.36	91.68	99.43	100	83.79
2008 年 3 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	745	514	745	745	745	736
	百分比	100	68.99	100	100	100	98.79
2008 年 4 月	應到筆數	721	721	721	721	721	721
	實到筆數	721	720	721	721	721	717
	百分比	100	99.86	100	100	100	99.45
2008 年 5 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	745	745	744	745	745	745
	百分比	100	100	99.87	100	100	100
2008 年 6 月	應到筆數	721	721	721	721	721	721
	實到筆數	721	481	721	721	721	721
	百分比	100	66.71	100	100	100	100
2008 年 7 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	745	745	723	745	745	745
	百分比	100	100	97.05	100	100	100
2008 年 8 月	應到筆數	745	745	745	745	745	745
	實到筆數	325	744	745	745	726	208
	百分比	43.62	99.87	100	100	97.45	27.92
2008 年 9 月	應到筆數	721	721	721	721	721	721
	實到筆數	0	721	721	721	721	0
	百分比	0	100	100	100	100	0
2008 年 10 月	應到筆數	744	744	744	744	744	744
	實到筆數	0	743	416	744	374	0
	百分比	0	99.87	55.91	100	50.27	0
2008 年 11 月	應到筆數	720	720	720	720	720	744
	實到筆數	562	720	720	720	720	0
	百分比	78.06	100	100	100	100	0

3.2 颱風波浪及颱風暴潮評估

本年度颱風到九月份共發佈 6 個颱風警報，其中有 4 個颱風登陸台灣，包括卡玫基(200807)、鳳凰(200808)、辛樂克(200813)及薔蜜(200815)；如麗(200812)及哈格比(200814)則未登陸台灣。圖 3.2-1 至圖 3.2-6 為 6 個颱風路徑圖。

卡玫基颱風於 2008 年 7 月 15 日於菲律賓東方生成，於 7 月 17 日 17 時轉為中度颱風，並且在同一日 21 時於宜蘭縣南部登入，18 日 7 時 20 分於桃園附近出海，警報解除時間為 2008 年 7 月 18 日 23 時；鳳凰颱風於 2008 年 7 月 25 日於琉球東南方生成，7 月 26 日轉為中度颱風，於 7 月 28 日凌晨 6 時 50 分由靜浦與長濱之間登入，並於同日 14 時 30 分從彰化現出海，警報解除時間為 2008 年 7 月 29 日 13 時；圖 3.2-7 為卡玫基及鳳凰颱風期間模式各港風力與實測比對圖，圖 3.2-8 為卡玫基及鳳凰颱風期間模式各港波浪與實測比對圖，圖 3.2-9 為卡玫基及鳳凰颱風期間模式各港水位與實測比對圖，圖 3.2-10 為卡玫基及鳳凰颱風期間模式各港海流與實測比對圖。由於卡玫基及鳳凰颱風為中度颱風，且移動速度較快，因此對水位的影響並不大，僅在路徑上的蘇澳及花蓮可看出有暴潮的產生。

如麗颱風於 2008 年 8 月 18 在菲律賓東方海上生成後，向西北西移動，於 19 日增強為中度颱風，行進方向不變，至 20 日穿越巴士海峽後往香港方向移動，22 日於香港登陸，並在 23 日減弱為熱帶低氣壓。圖 3.2-11 為如麗颱風期間模式各港風力與實測比對圖，圖 3.2-12 為如麗颱風期間模式各港波浪與實測比對圖，圖 3.2-13 為如麗颱風期間模式各港水位與實測比對圖，圖 3.2-14 為如麗颱風期間模式各港海流與實測比對圖。

辛樂克颱風於 2008 年 9 月 9 日於菲律賓東方海面生成，9 月 10 日增強為中度颱風，9 月 11 日 14 時轉為強烈颱風，於 9 月 14 日凌晨 1 時 15 分由宜蘭縣蘭陽溪附近登入，並且在此呈現打轉滯留狀態，警報解除時間為 2008 年 9 月 16 日 14 時 30 分，圖 3.2-15 為辛樂克颱風期間模式各港風力與實測比對圖，圖 3.2-16 為辛樂克颱風期間模式各港波浪與實測比對圖，圖 3.2-17 為辛樂克颱風期間模式各港水位與實測比對圖，圖 3.2-18 為辛樂克颱風期間模式各港海流與實測比對圖。

哈格比颱風於 2008 年 9 月 19 日於菲律賓東方海面生成，往西南西方向移動，20 日轉為西北方向移動，於 21 日增強為中度颱風，暴風圈些許擴大，22 日繼續增強且暴風圈進入巴士海峽，14 時左右轉向，向西北方向移動，17 時左右暴風圈接觸恆春半島，23 日 2 時離開後向西前進，最後於 8 時 30 分解除海上颱風警報。圖 3.2-19 為哈格颱風期間模式各港風力與實測比對圖，圖 3.2-20 為哈格颱風期間模式各港波浪與實測比對圖，圖 3.2-21 為哈格颱風期間模式各港水位與實測比對圖，圖 3.2-22 為哈格颱風期間模式各港海流與實測比對圖。

薔蜜颱風於 2008 年 9 月 24 日在菲律賓東方海面生成，9 月 25 日轉為中度颱風，9 月 27 日增強為強烈颱風，於 9 月 28 日 15 時 40 分由宜蘭縣南澳附近登入，並且在此減弱打轉，並於 9 月 29 日 4 時 20 分由桃園出海，警報解除時間為 2008 年 9 月 29 日 23 時 30 分，圖 3.2-23 為如麗颱風期間模式各港風力與實測比對圖，圖 3.2-24 為薔蜜颱風期間模式各港波浪與實測比對圖，圖 3.2-25 為薔蜜颱風期間模式各港水位與實測比對圖，圖 3.2-26 為薔蜜颱風期間模式各港海流與實測比對圖。

表 3.2-1 為 6 個颱風期間最大高波(對應週期及波向)統計表，受到颱風路徑的影響，花蓮及蘇澳測站量測到的最大波高較其他測站大，花蓮測站介於 2~8 公尺，蘇澳測站介於 5~9 公尺，模式結果則都小於實測資料。

表 3.2-2 為 6 個颱風期間，最大的暴潮偏差統計，由於颱風主要皆是由東部侵台，因此蘇澳及花蓮的暴潮偏差較大，模式及 AWCP 的暴潮值介於 0.1~0.4 公尺，潮位計的暴潮偏差則較大，介於 0.2~0.8 公尺。

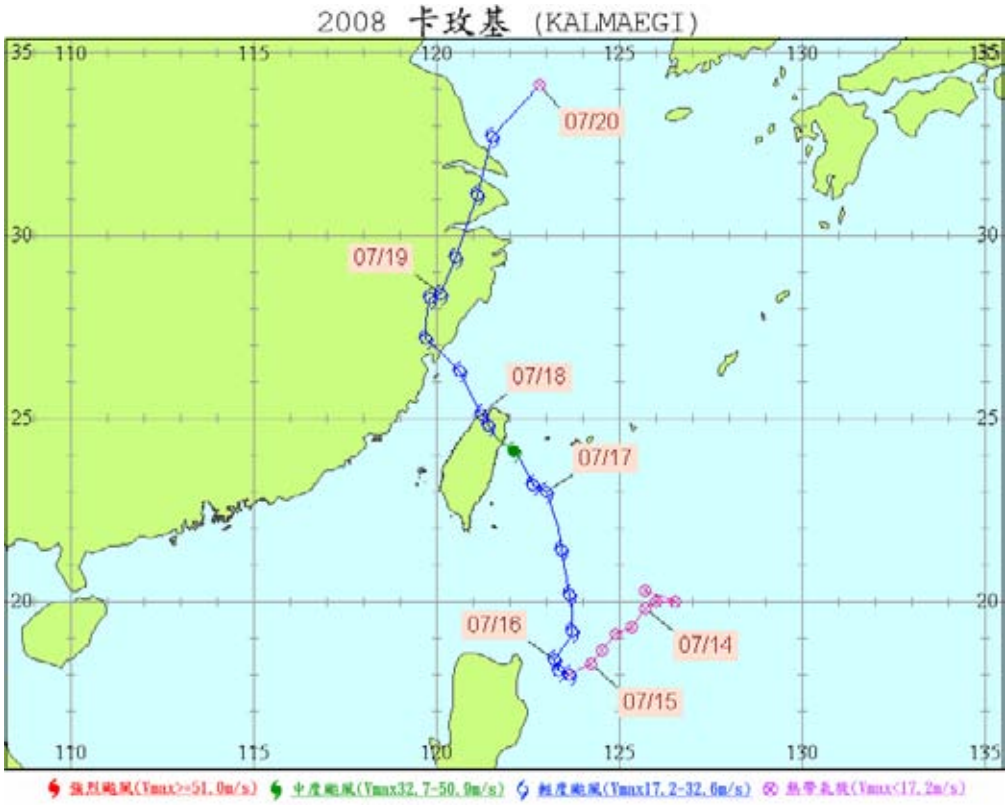


圖 3.2-1 卡玫基颱風路徑圖

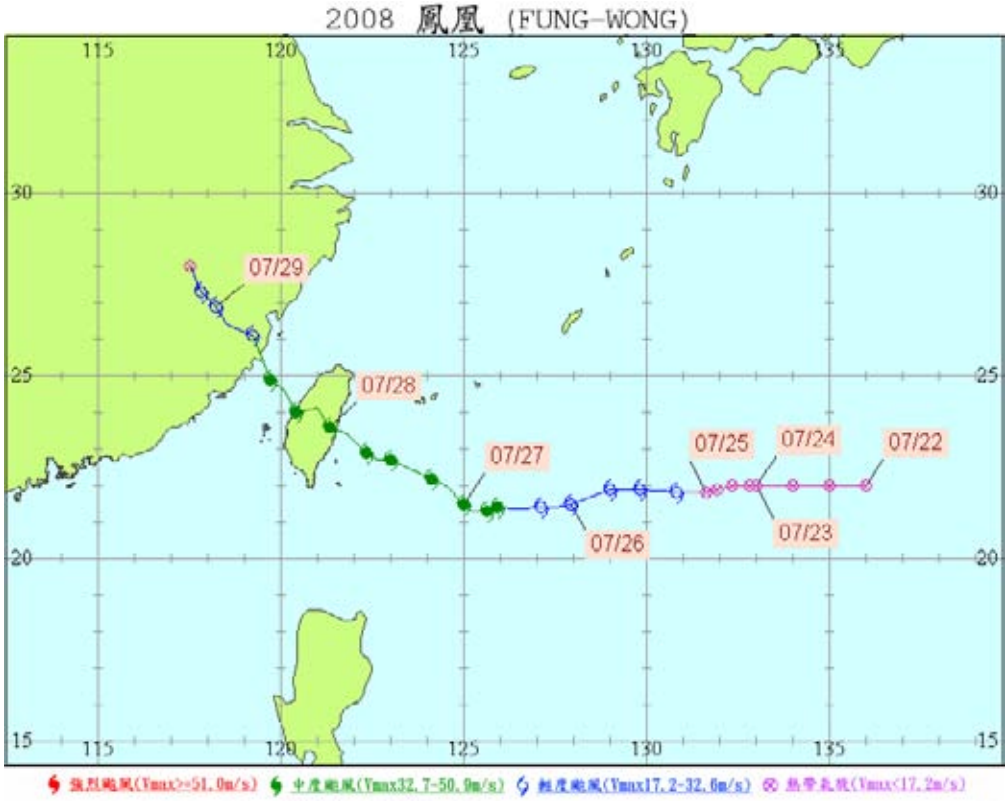


圖 3.2-2 鳳凰颱風路徑圖

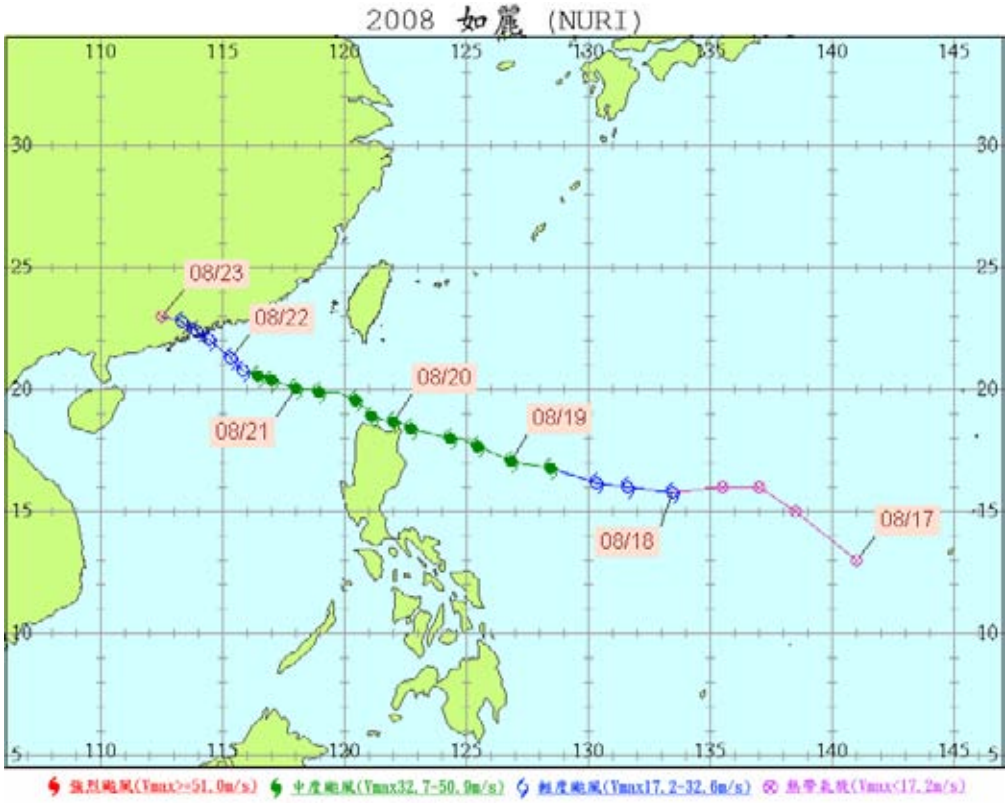


圖 3.2-3 如麗颱風路徑圖

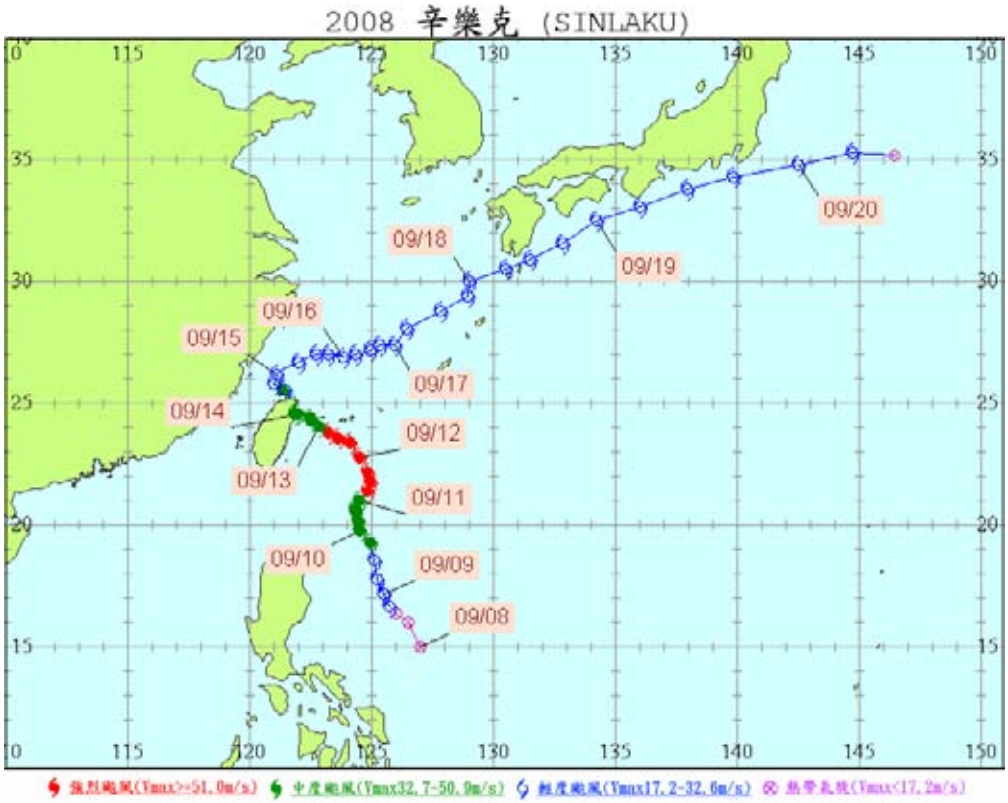


圖 3.2-4 辛樂克颱風路徑圖

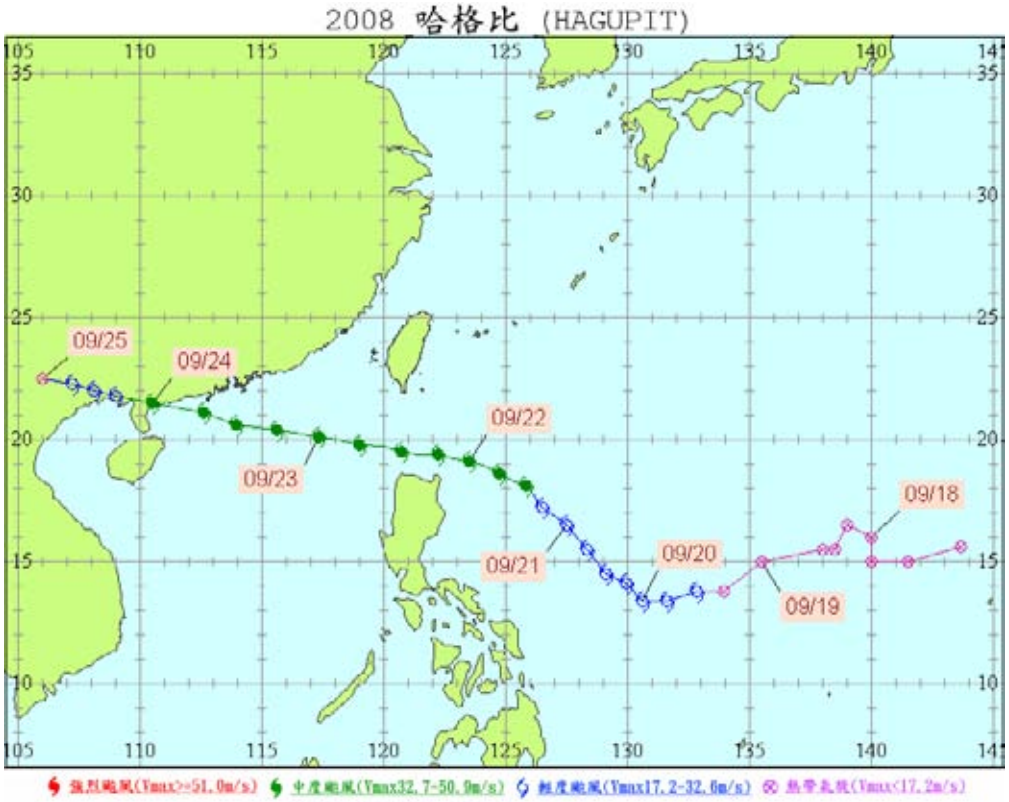


圖 3.2-5 哈格比颱風路徑圖

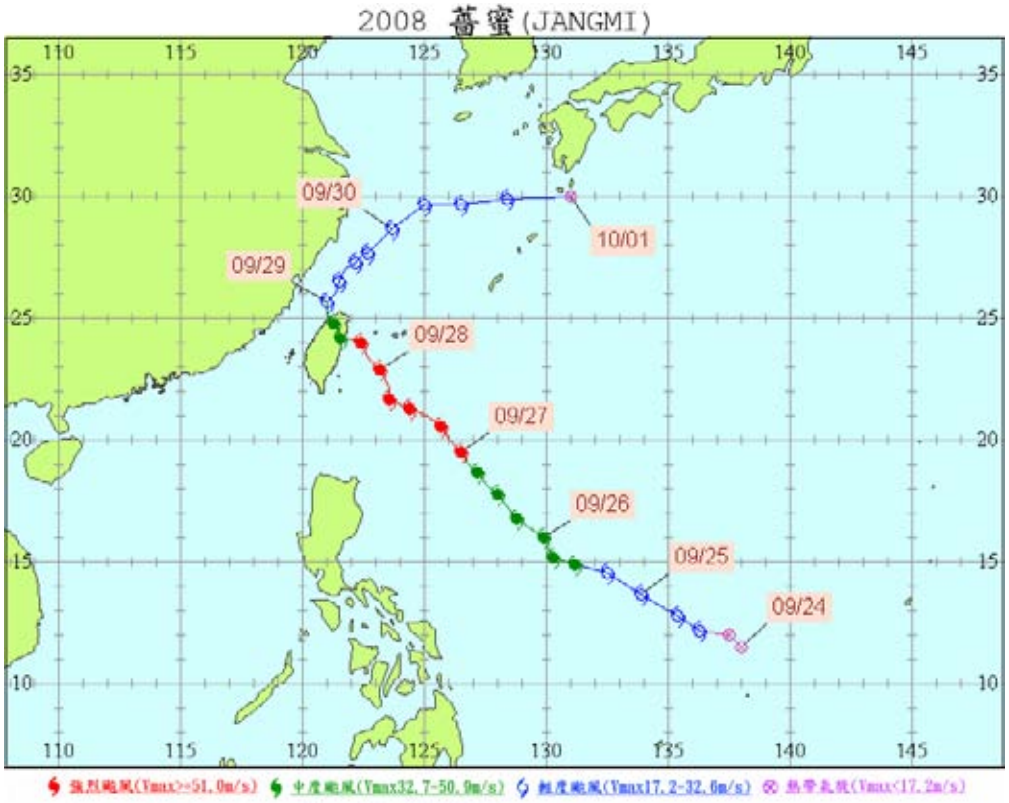


圖 3.2-6 薔蜜颱風路徑圖

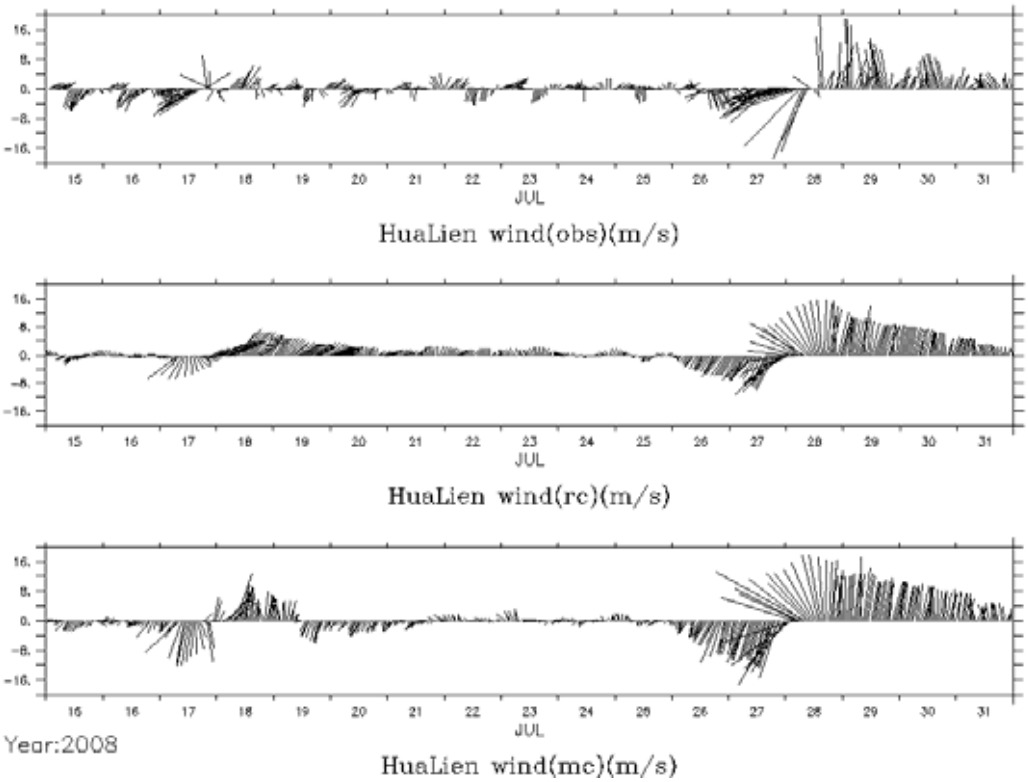


圖 3.2-7a 花蓮港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間風速比對圖

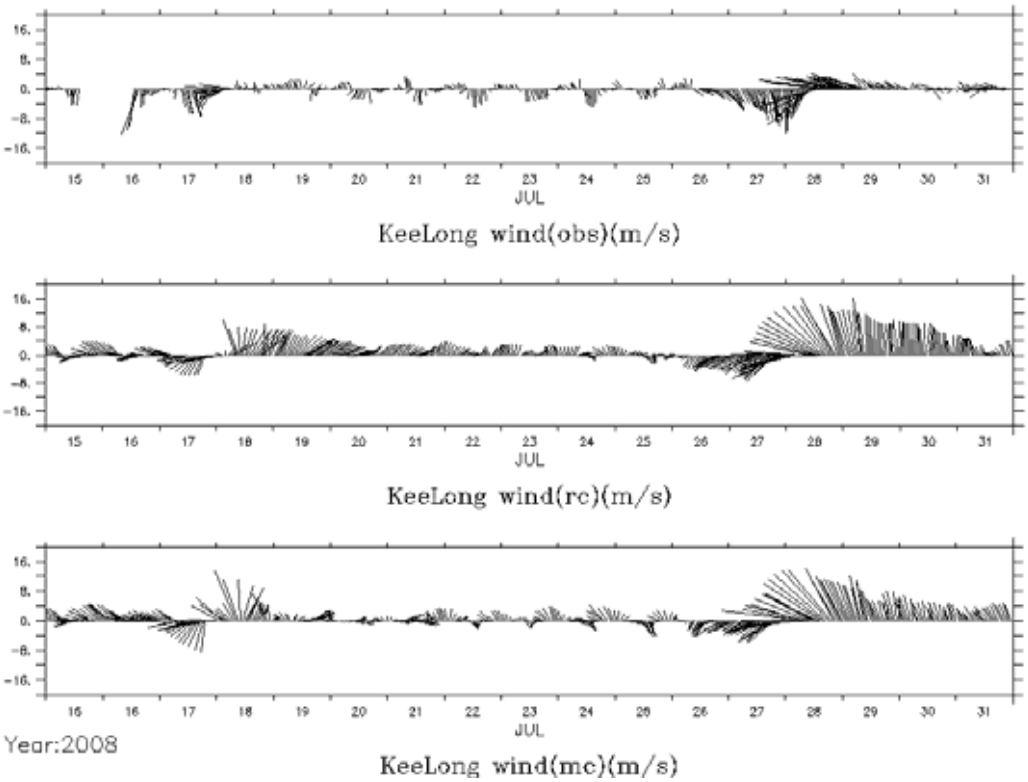


圖 3.2-7b 基隆港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間風速比對圖

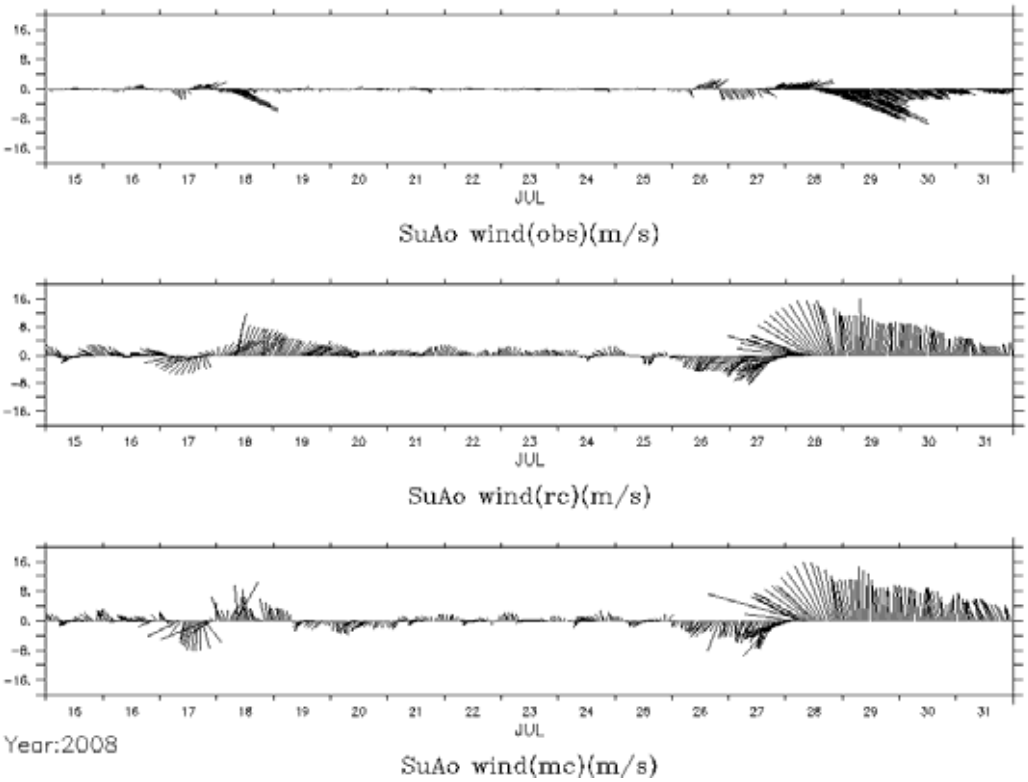


圖 3.2-7c 蘇澳港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間風速比對圖

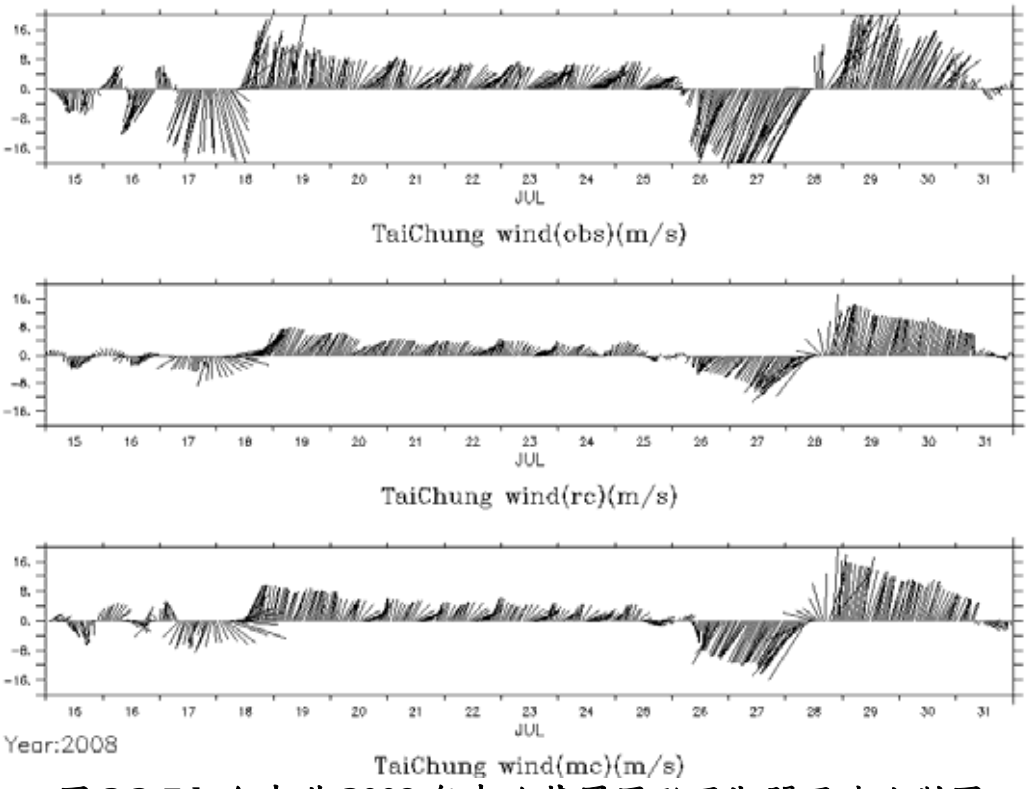


圖 3.2-7d 台中港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間風速比對圖

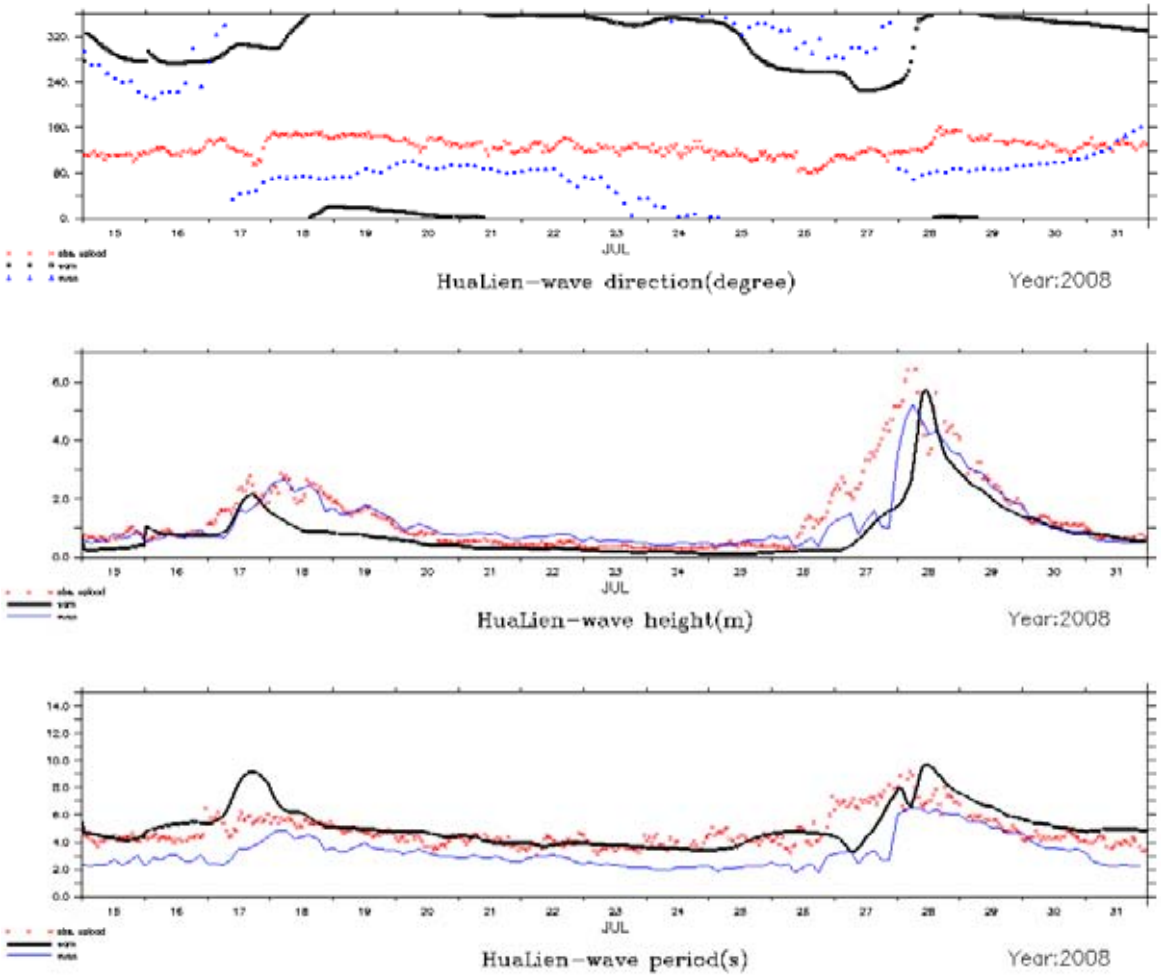


圖 3.2-8a 花蓮港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間波向波高週期比對圖

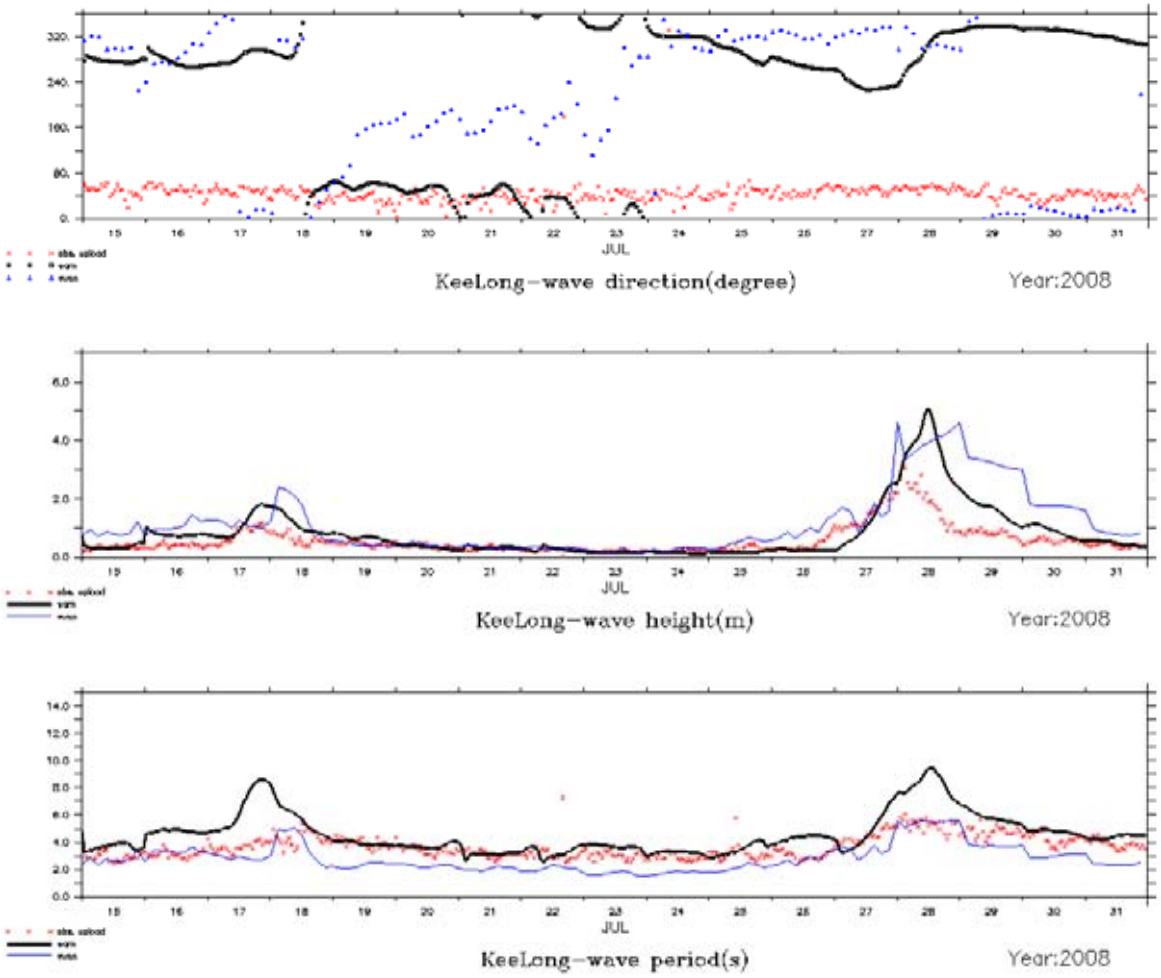


圖 3.2-8b 基隆港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間波向波高週期比對圖

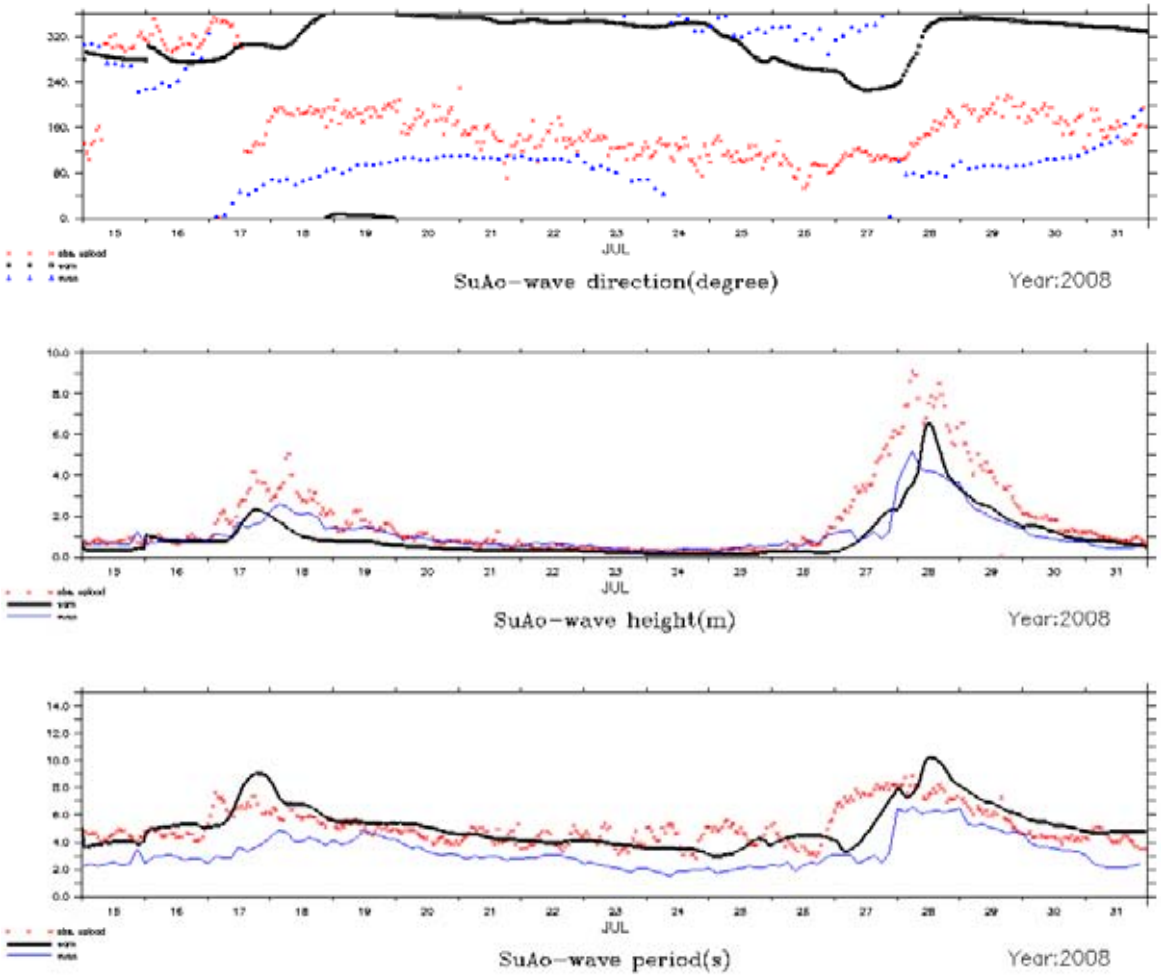


圖 3.2-8c 蘇澳港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間波向波高週期比對圖

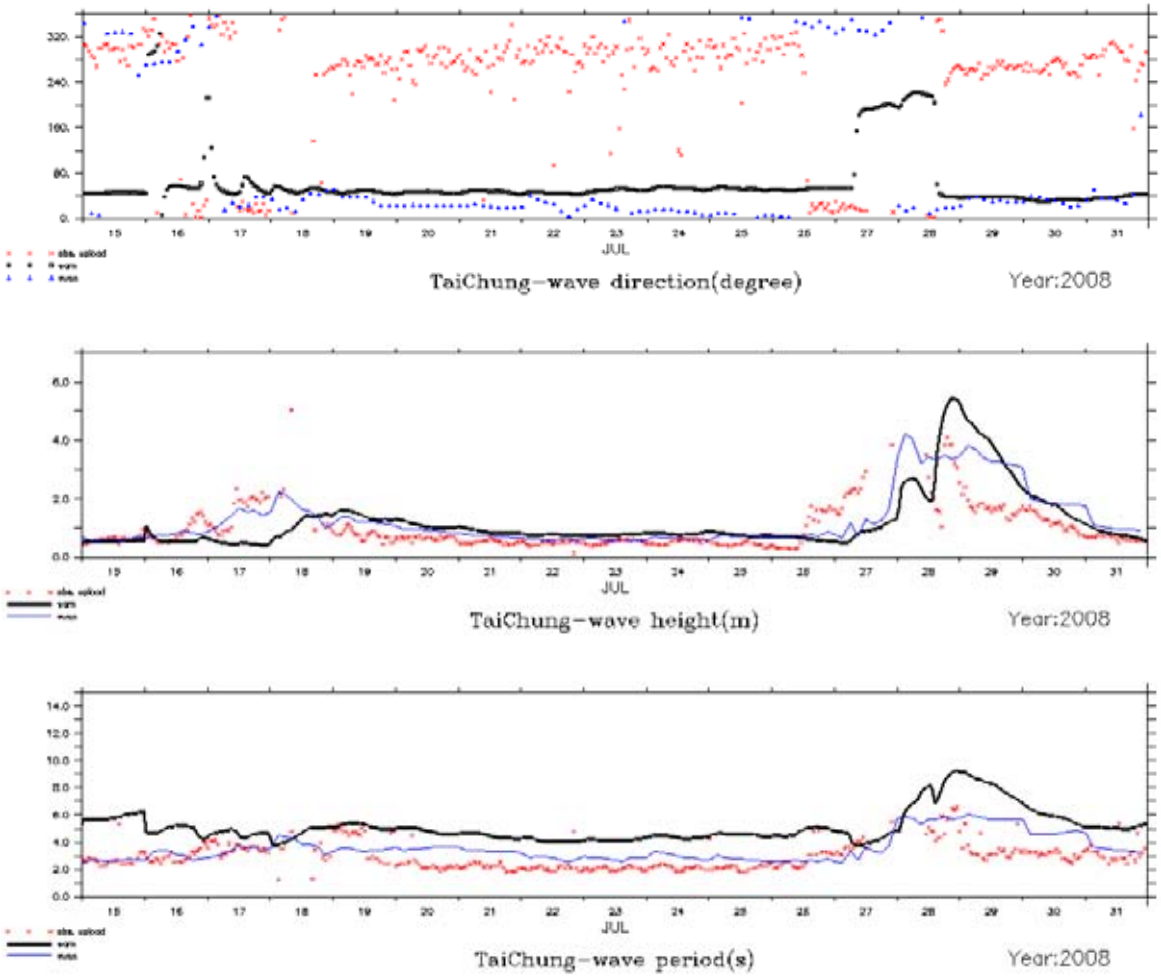


圖 3.2-8d 台中港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間波向波高週期比對圖

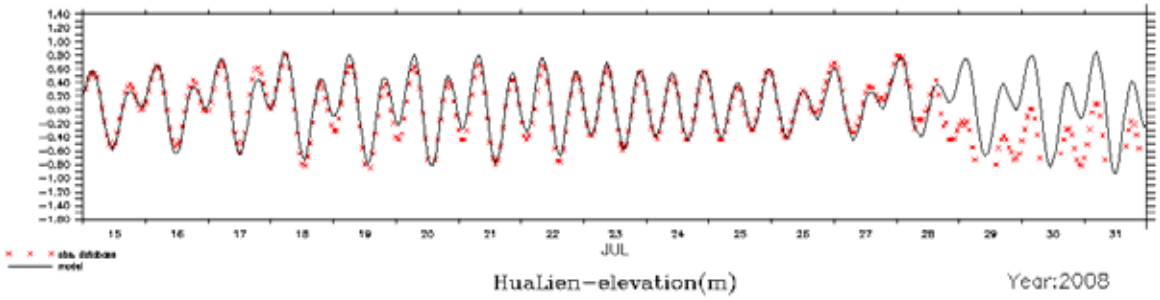


圖 3.2-9a 花蓮港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

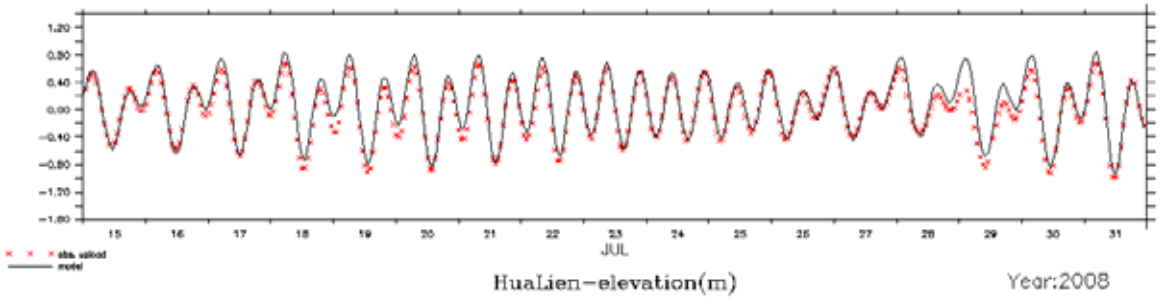


圖 3.2-9b 花蓮港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

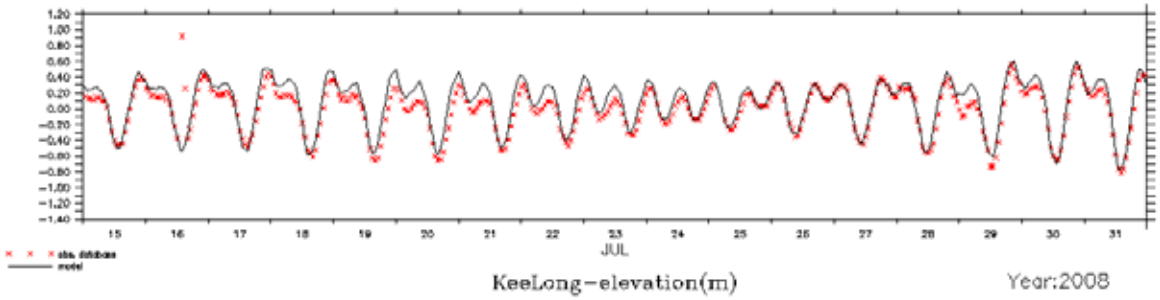


圖 3.2-9c 基隆港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

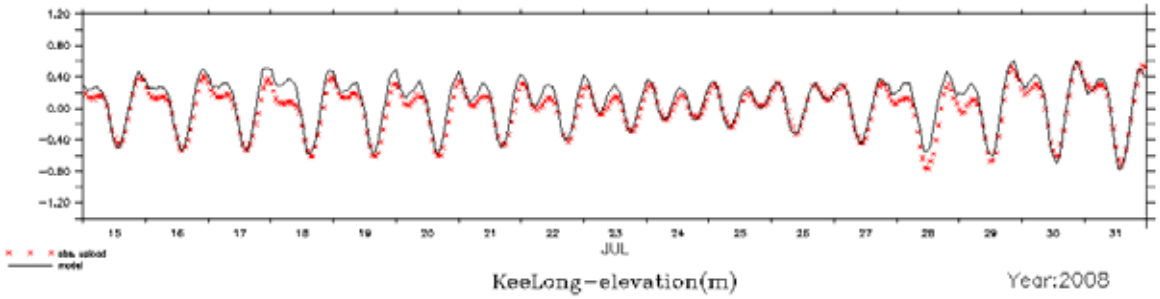


圖 3.2-9d 基隆港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

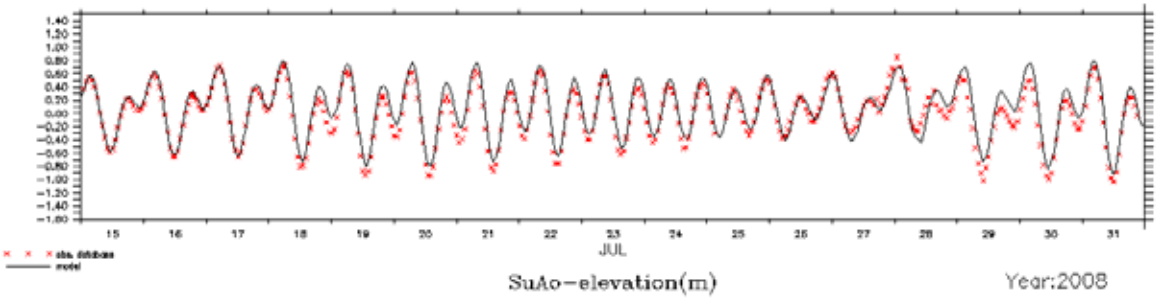


圖 3.2-9e 蘇澳港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

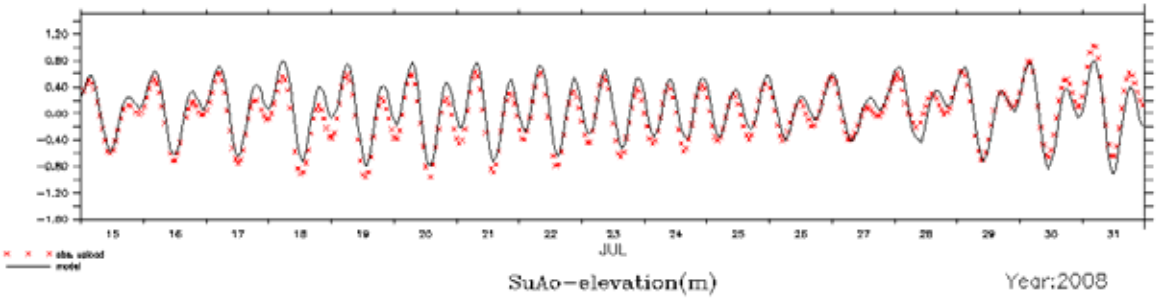


圖 3.2-9f 蘇澳港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

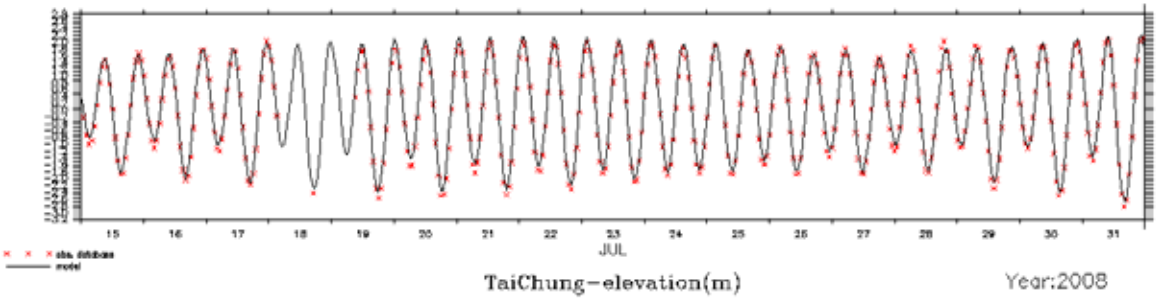


圖 3.2-9g 台中港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

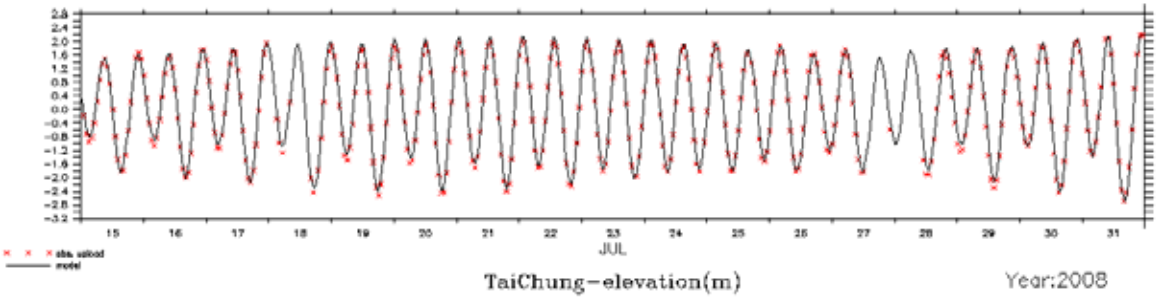


圖 3.2-9h 台中港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

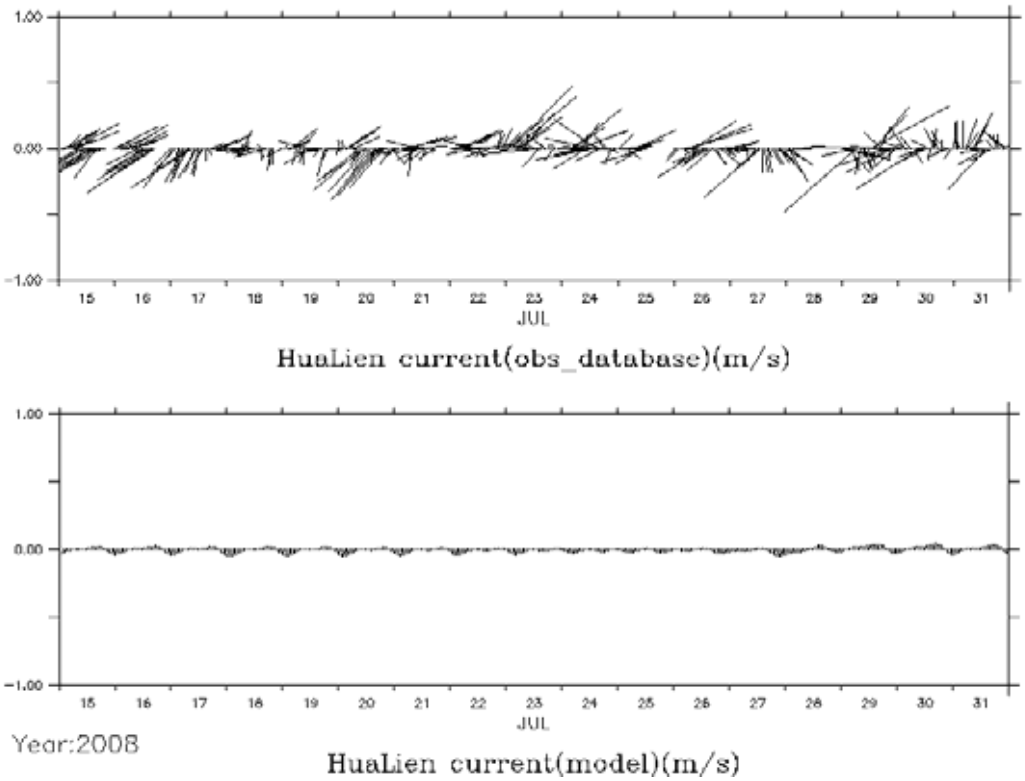


圖 3.2-10a 花蓮港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間流速比對圖

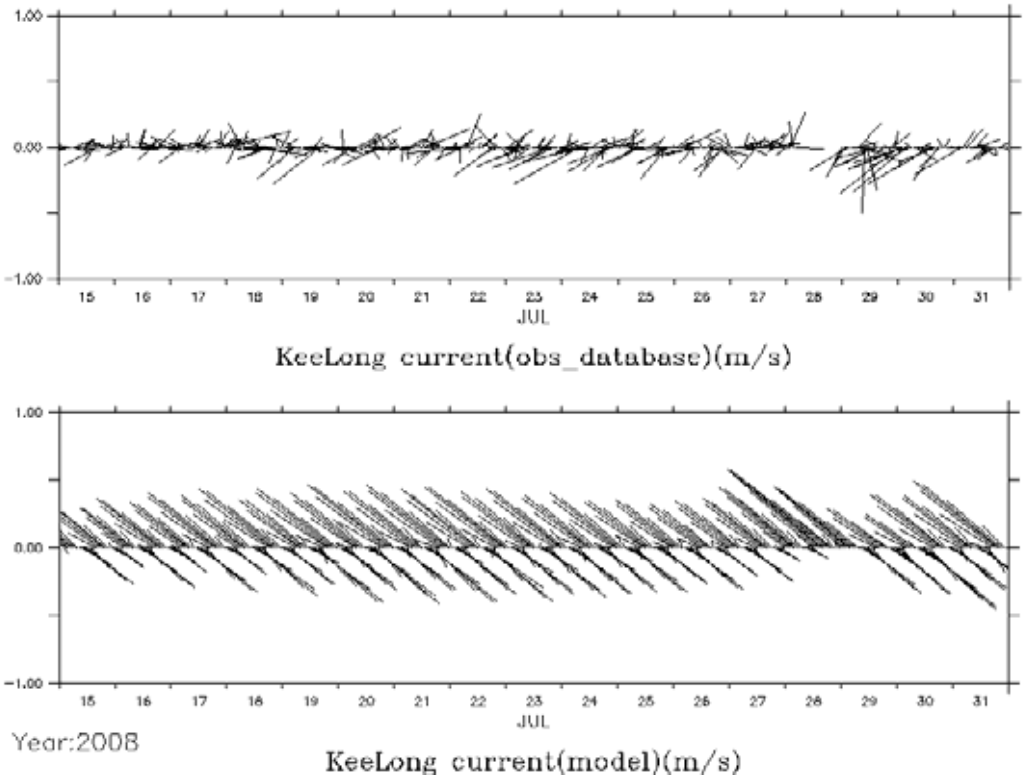


圖 3.2-10b 基隆港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間流速比對圖

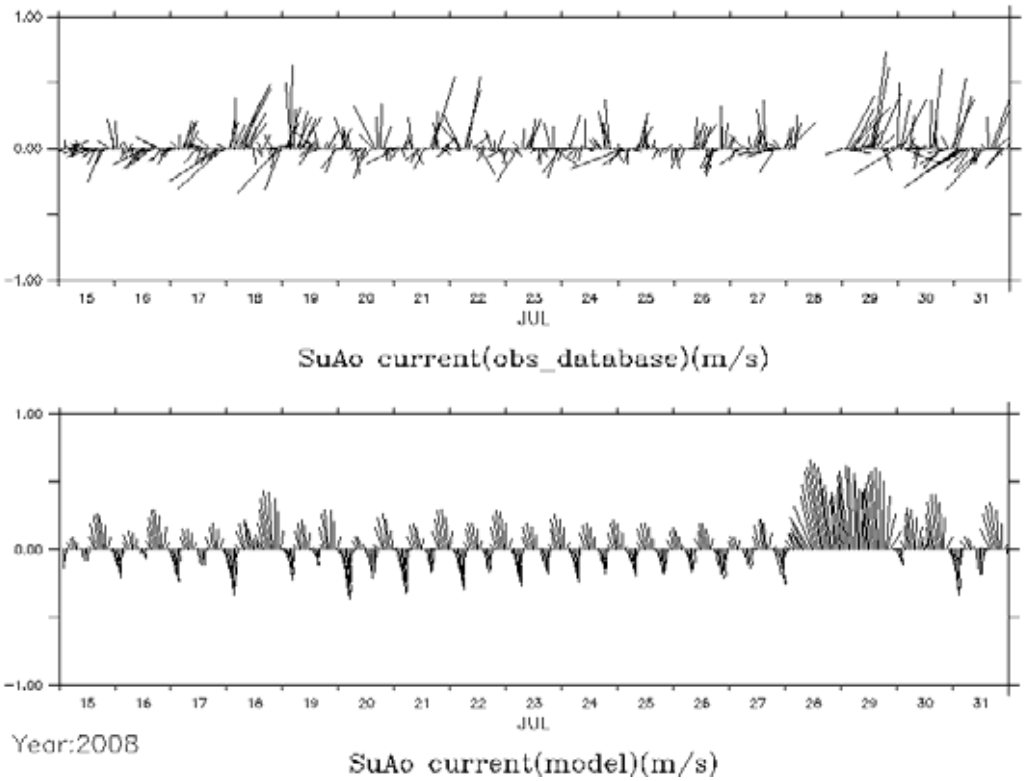


圖 3.2-10c 蘇澳港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間流速比對圖

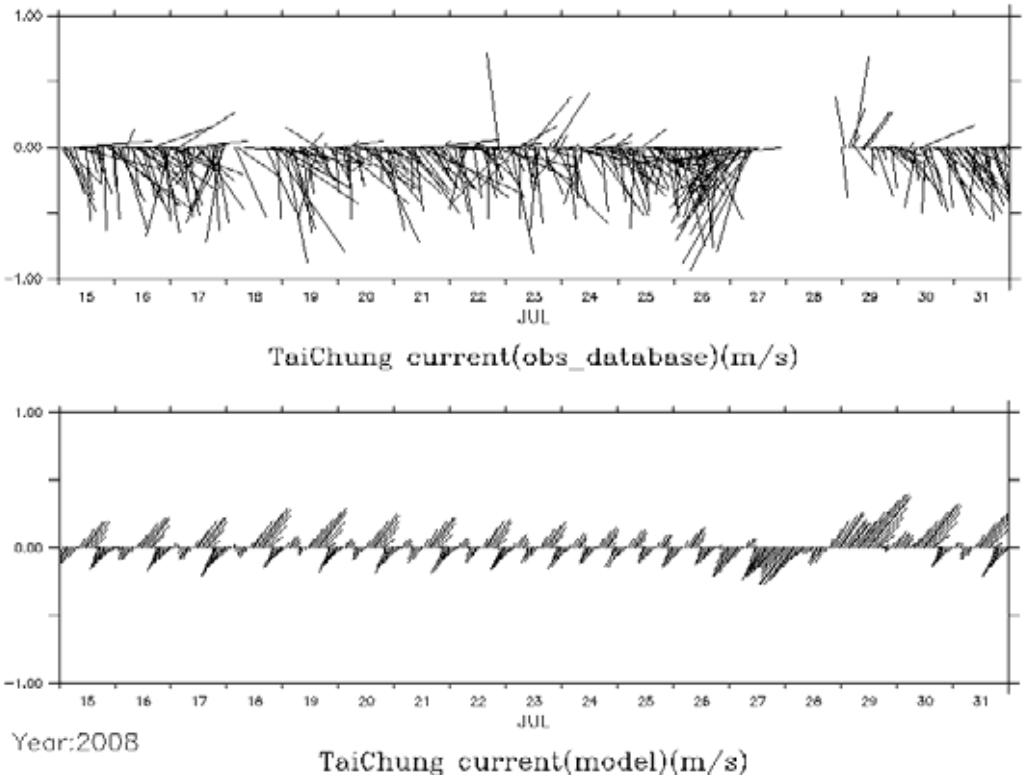


圖 3.2-10d 台中港 2008 年卡玫基鳳凰颱風期間流速比對圖

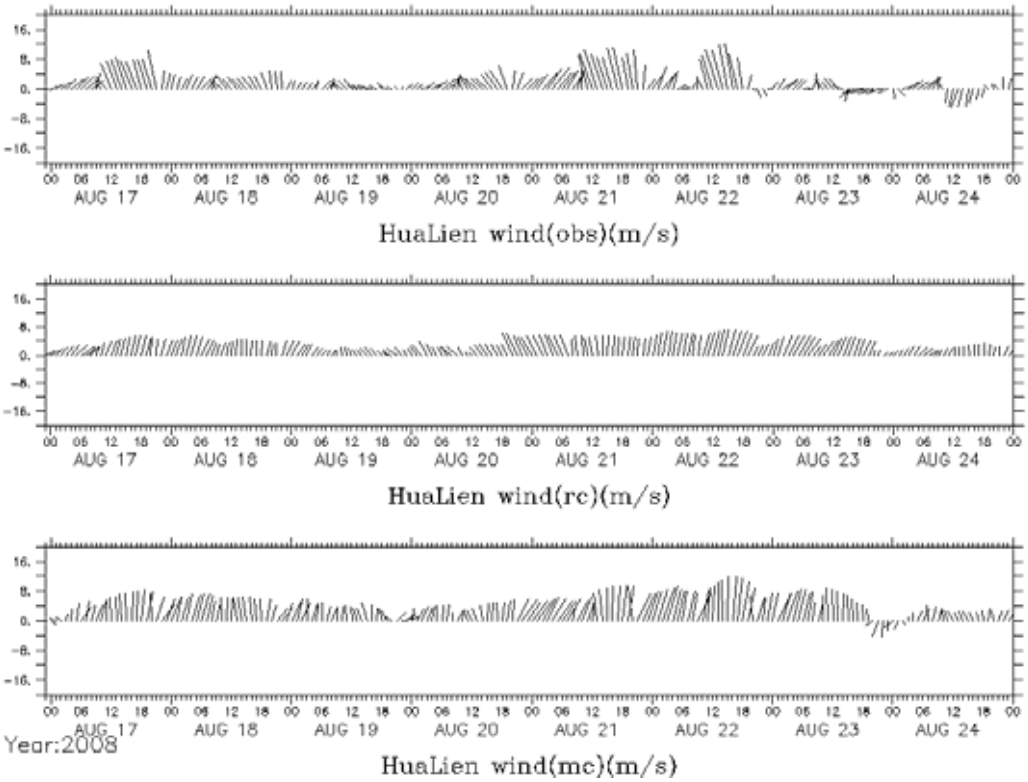


圖 3.2-11a 花蓮港 2008 年如麗颱風期間風速比對圖

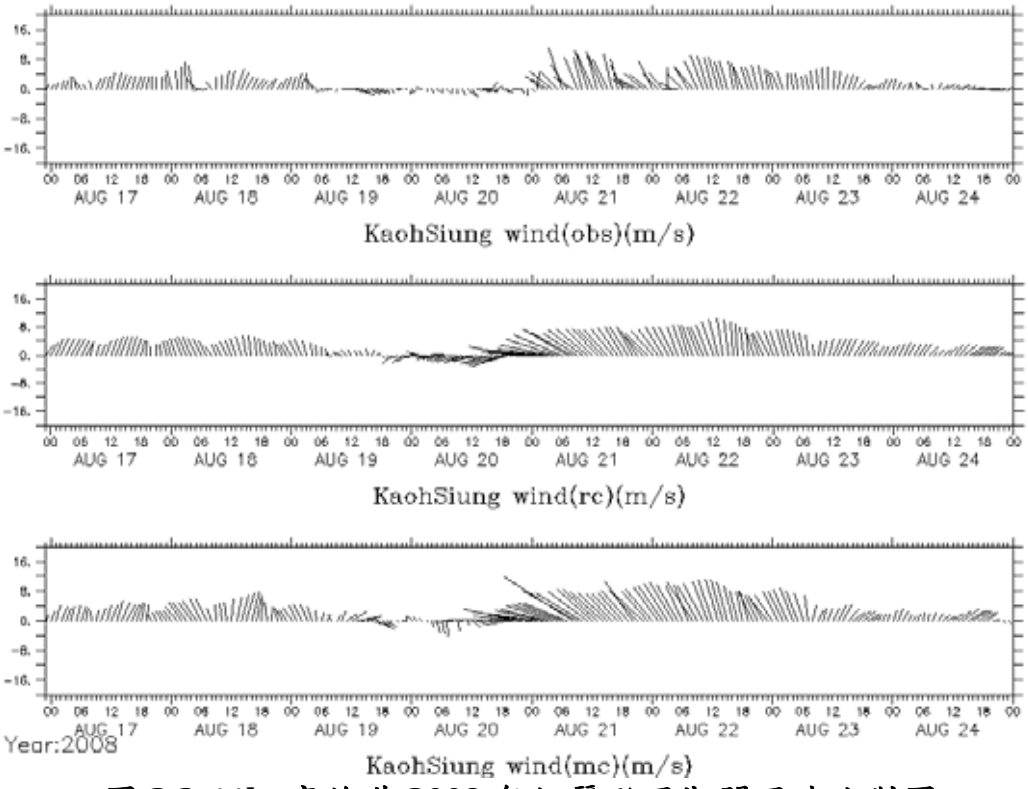


圖 3.2-11b 高雄港 2008 年如麗颱風期間風速比對圖

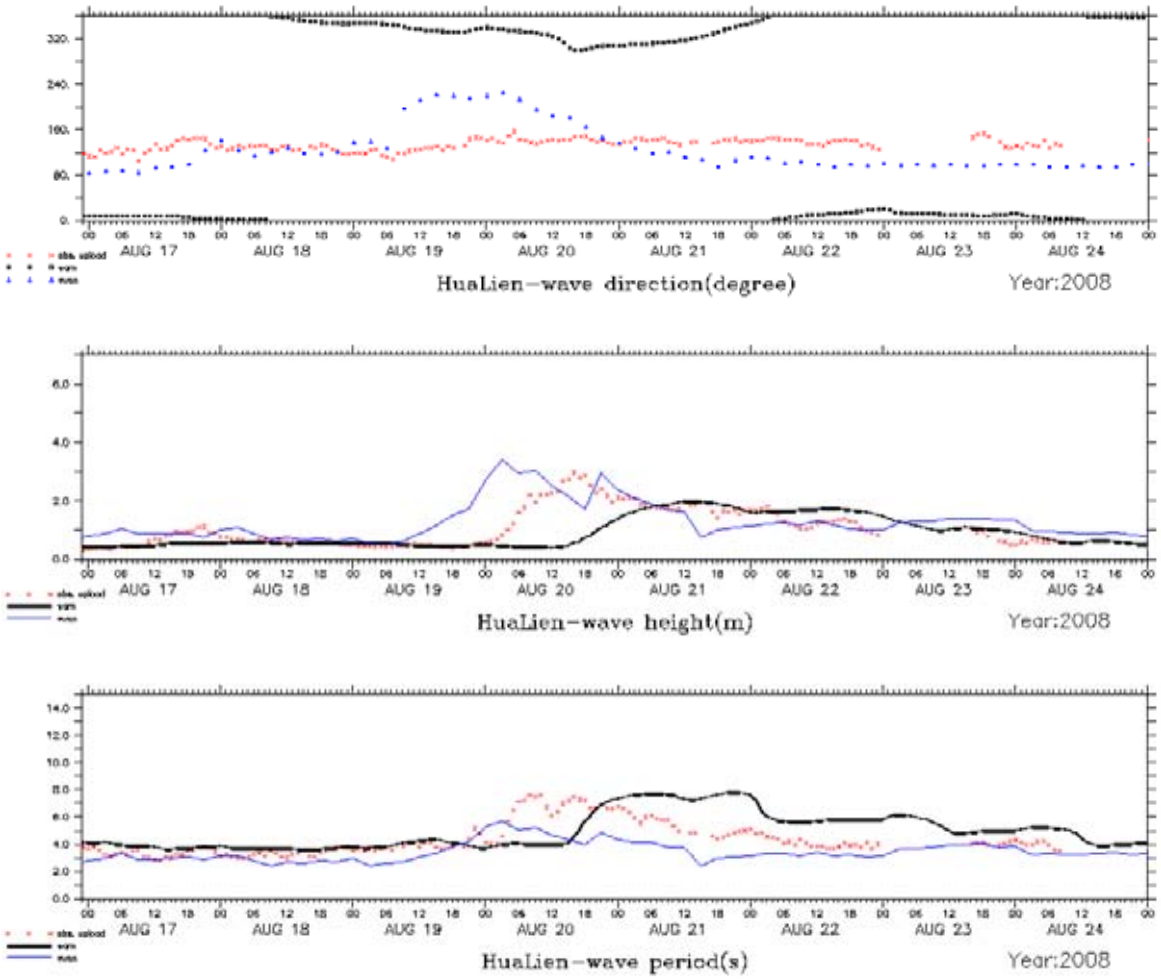


圖 3.2-12a 花蓮港 2008 年如麗颱風期間波向波高週期比對圖

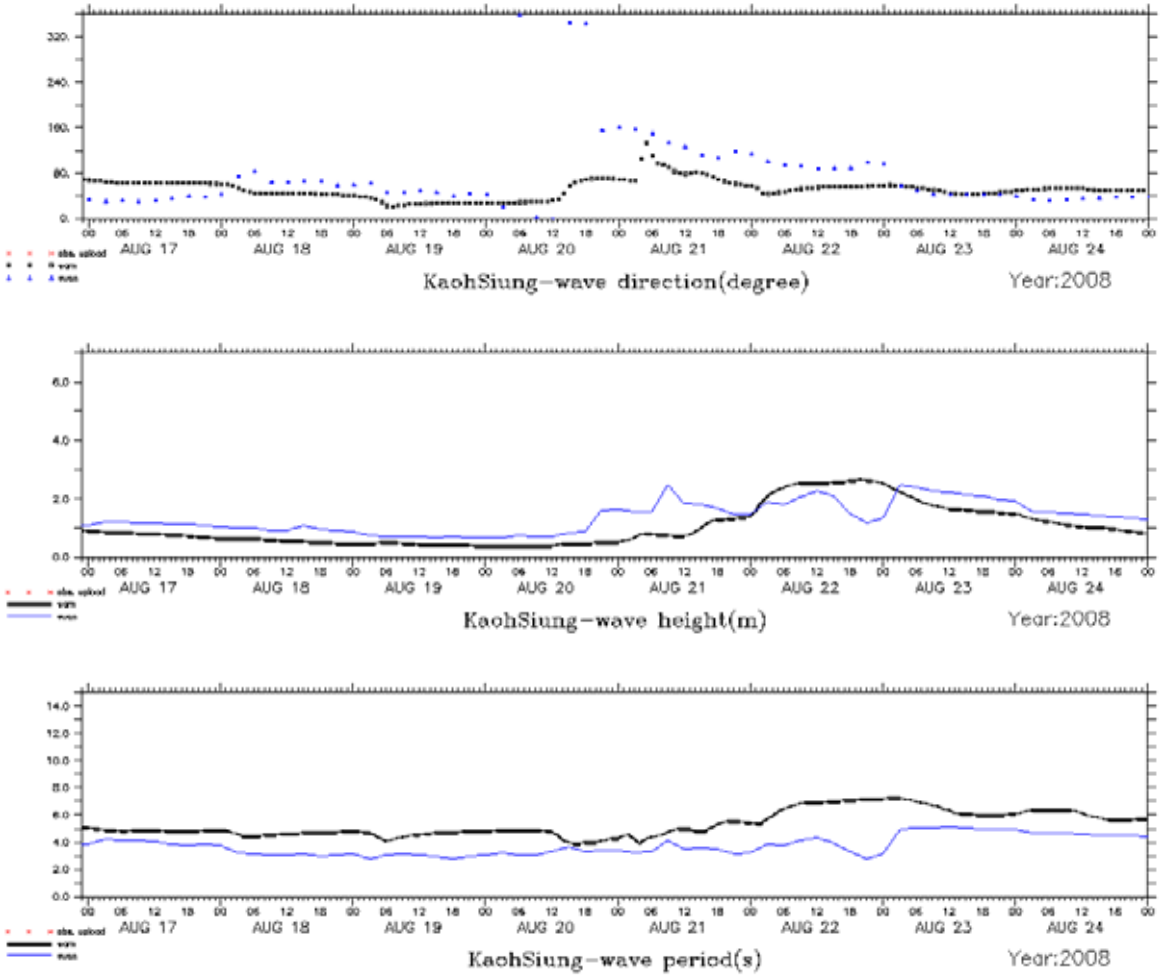


圖 3.2-12b 高雄港 2008 年如麗颱風期間波向波高週期比對圖

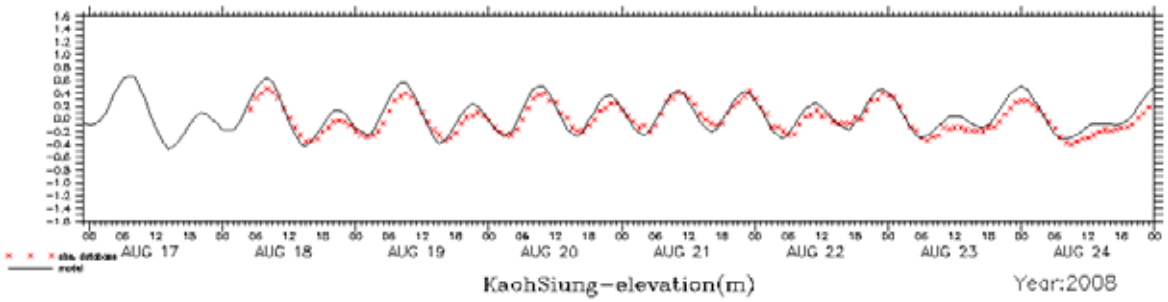


圖 3.2-13a 高雄港 2008 年如麗颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

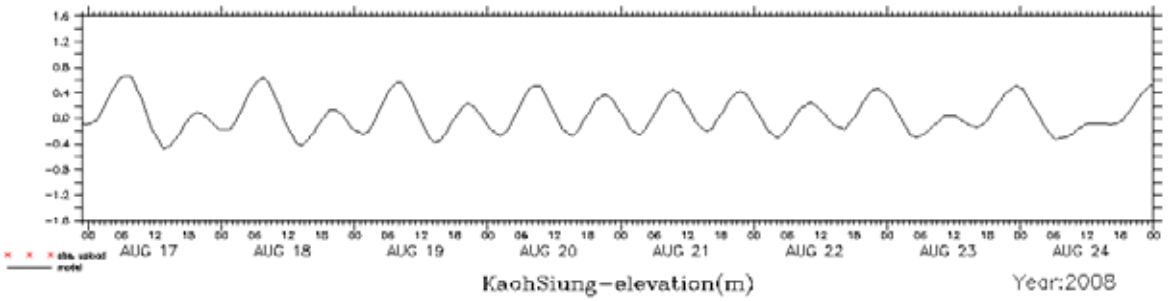


圖 3.2-13b 高雄港 2008 年如麗颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

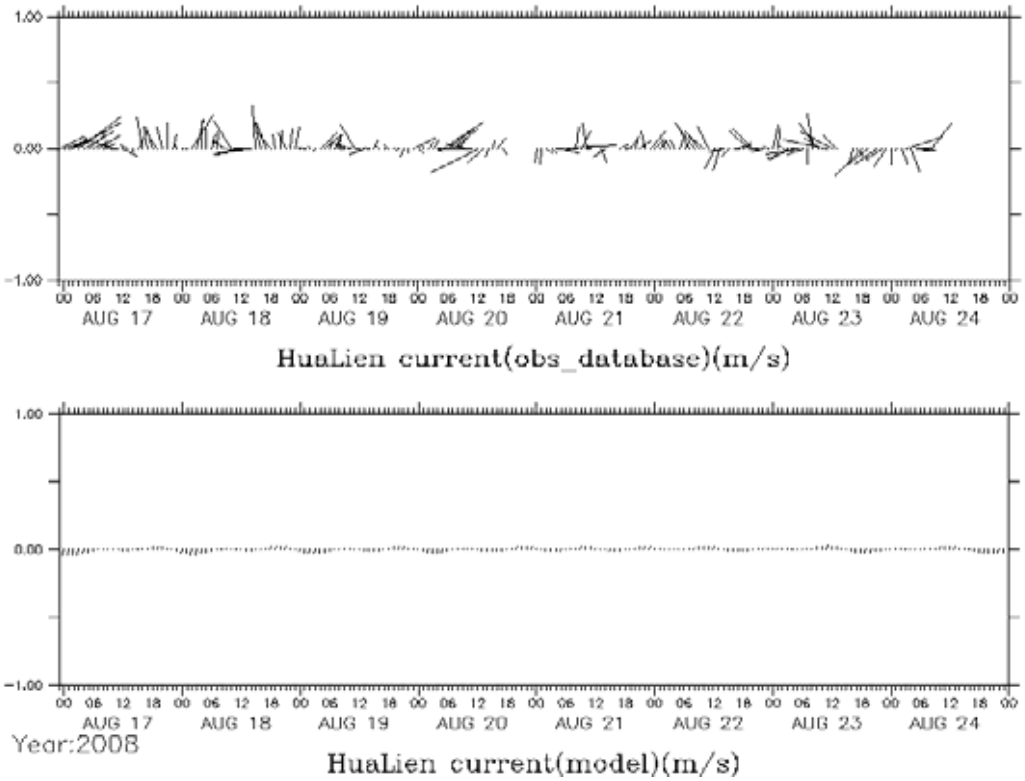


圖 3.2-14a 花蓮港 2008 年如麗颱風期間流速比對圖

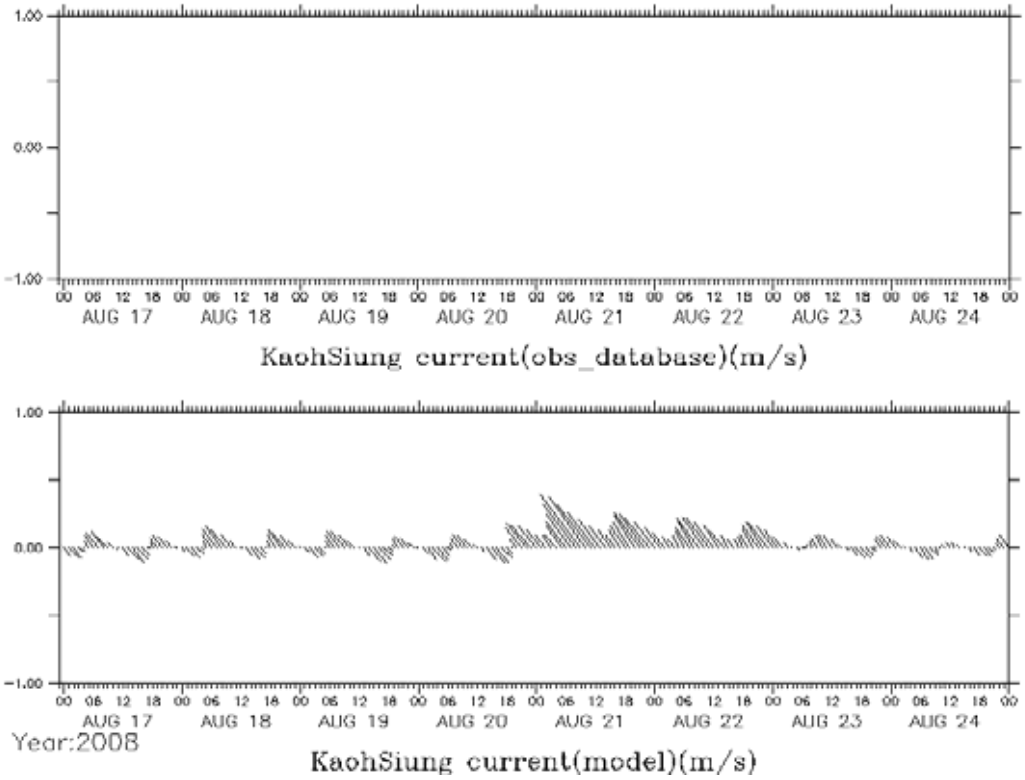


圖 3.2-14b 高雄港 2008 年如麗颱風期間流速比對圖

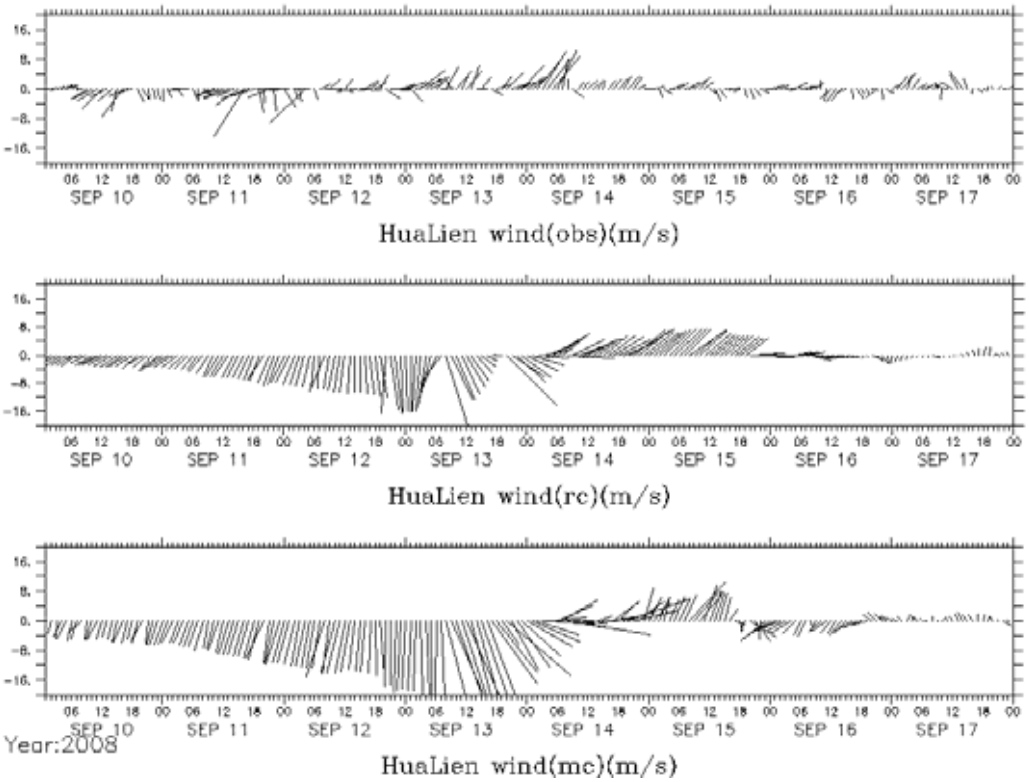


圖 3.2-15a 花蓮港 2008 年辛樂克颱風期間風速比對圖

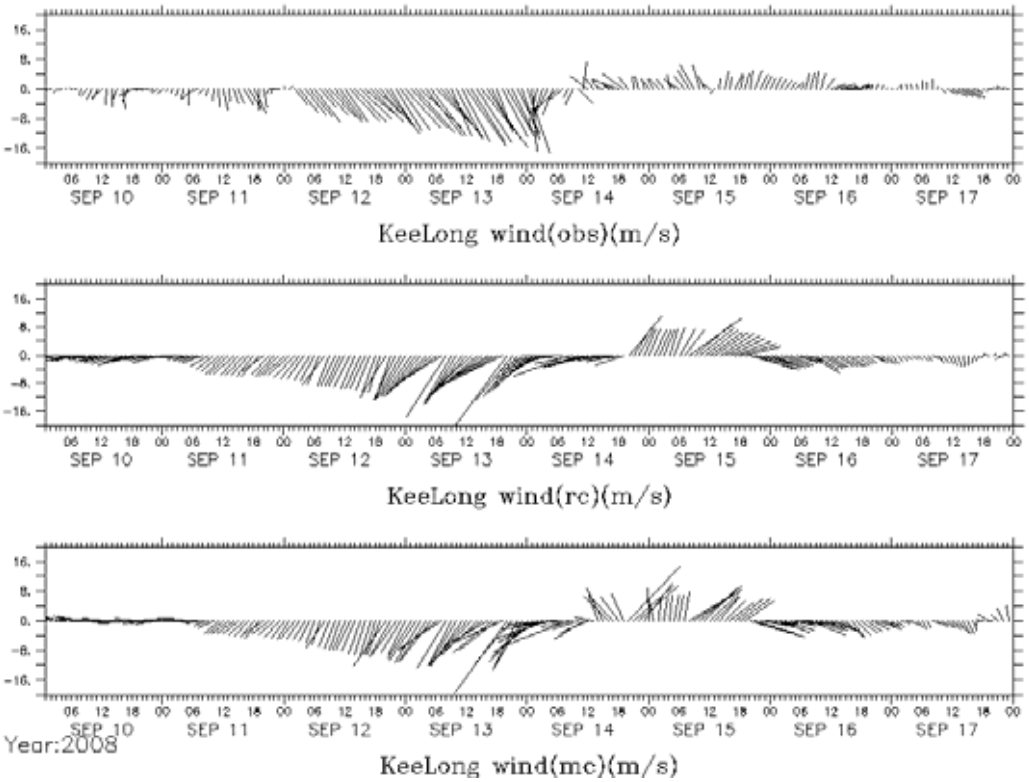


圖 3.2-15b 基隆港 2008 年辛樂克颱風期間風速比對圖

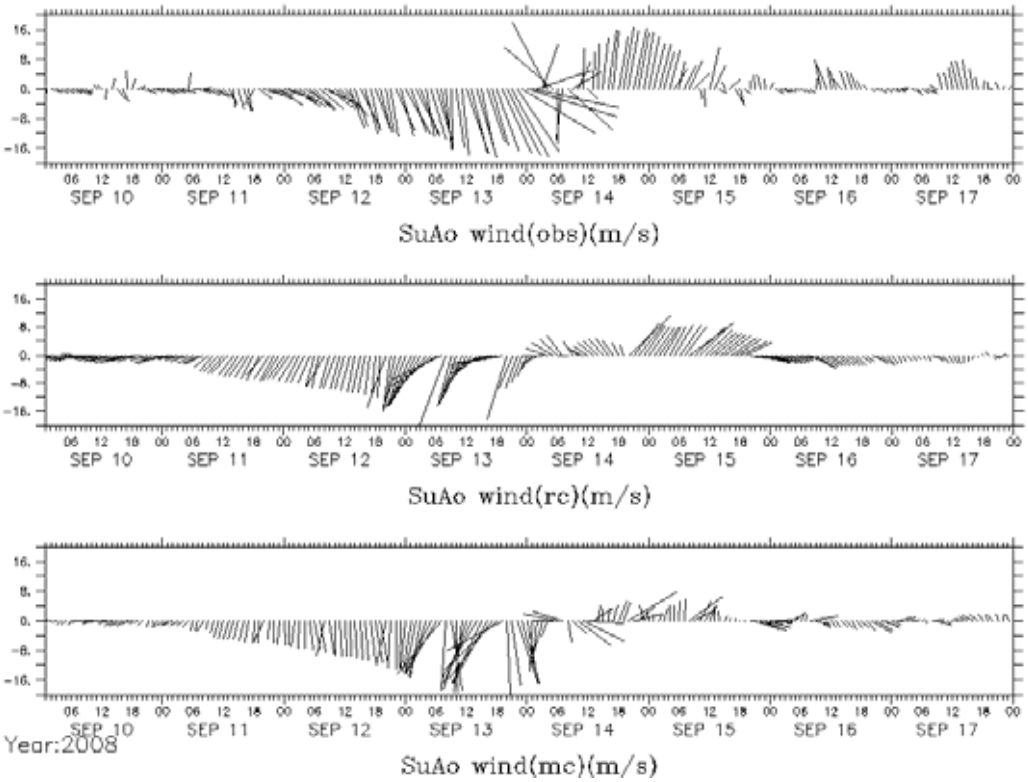


圖 3.2-15c 蘇澳港 2008 年辛樂克颱風期間風速比對圖

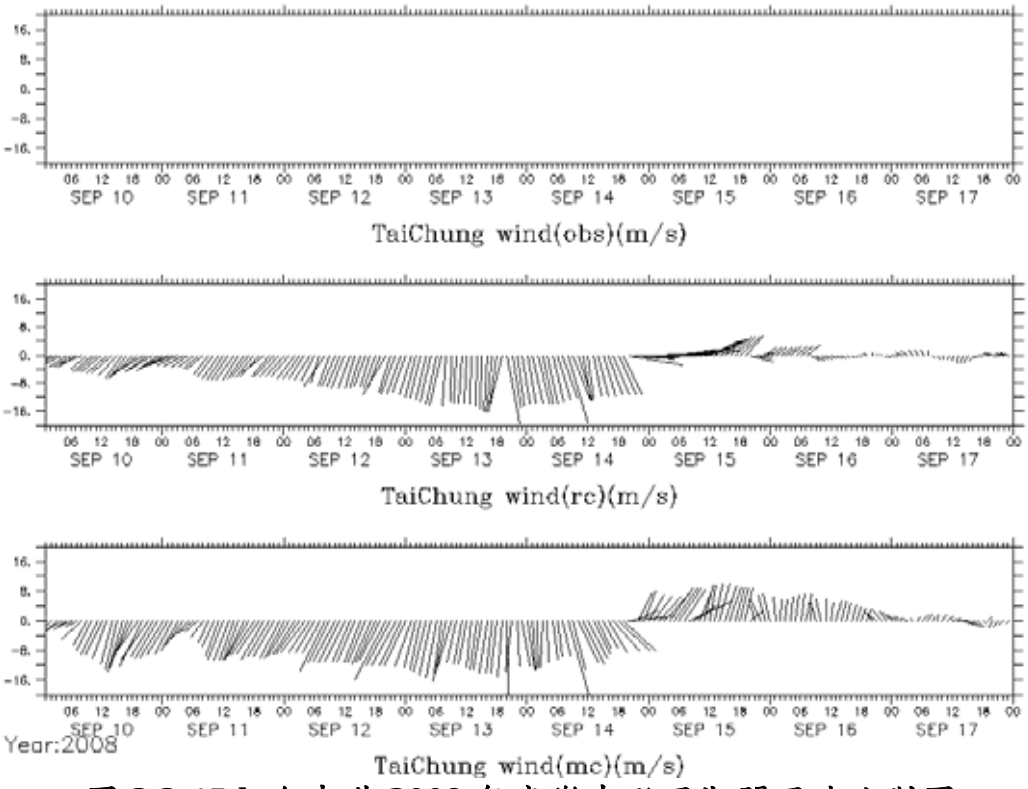


圖 3.2-15d 台中港 2008 年辛樂克颱風期間風速比對圖

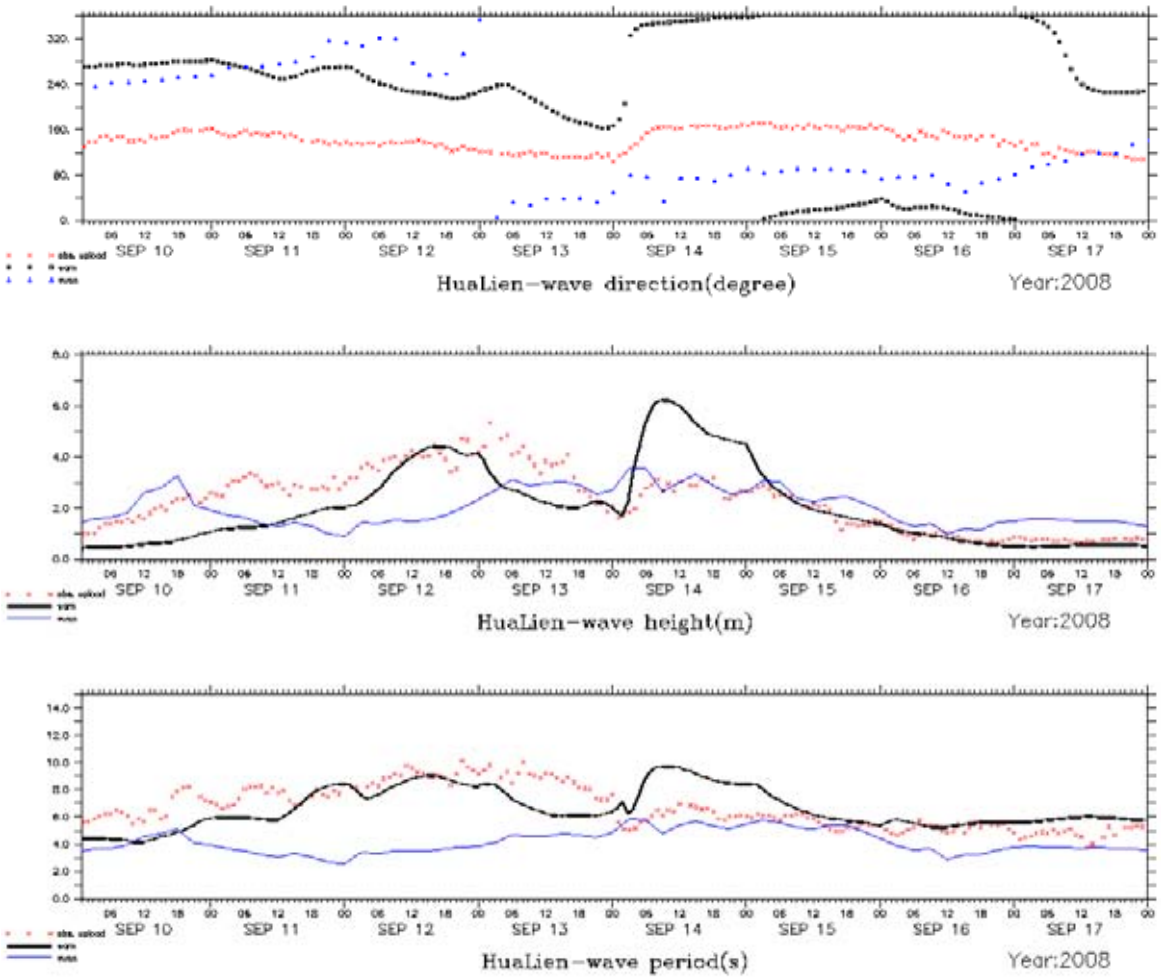


圖 3.2-16a 花蓮港 2008 年辛樂克颱風期間波向波高週期比對圖

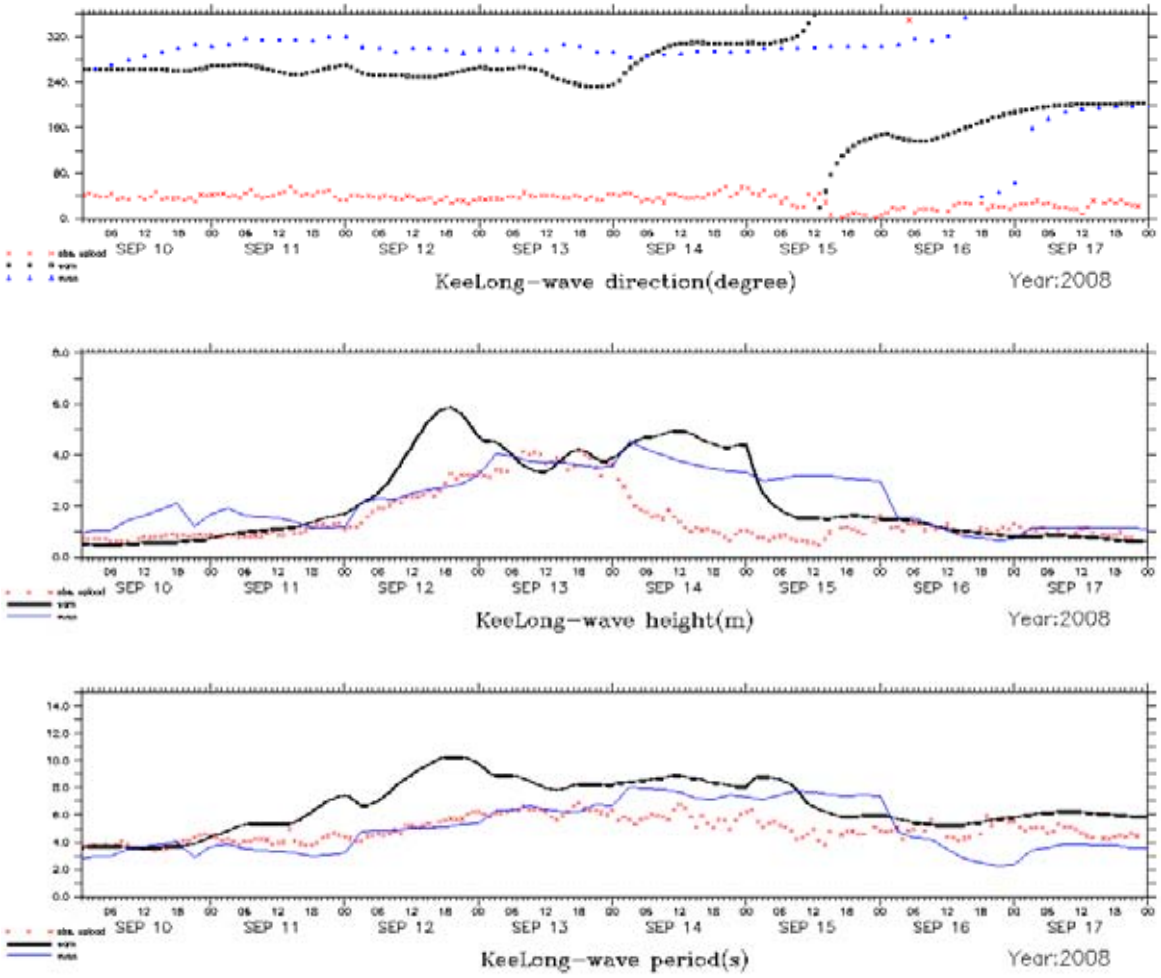


圖 3.2-16b 基隆港 2008 年辛樂克颱風期間波向波高週期比對圖

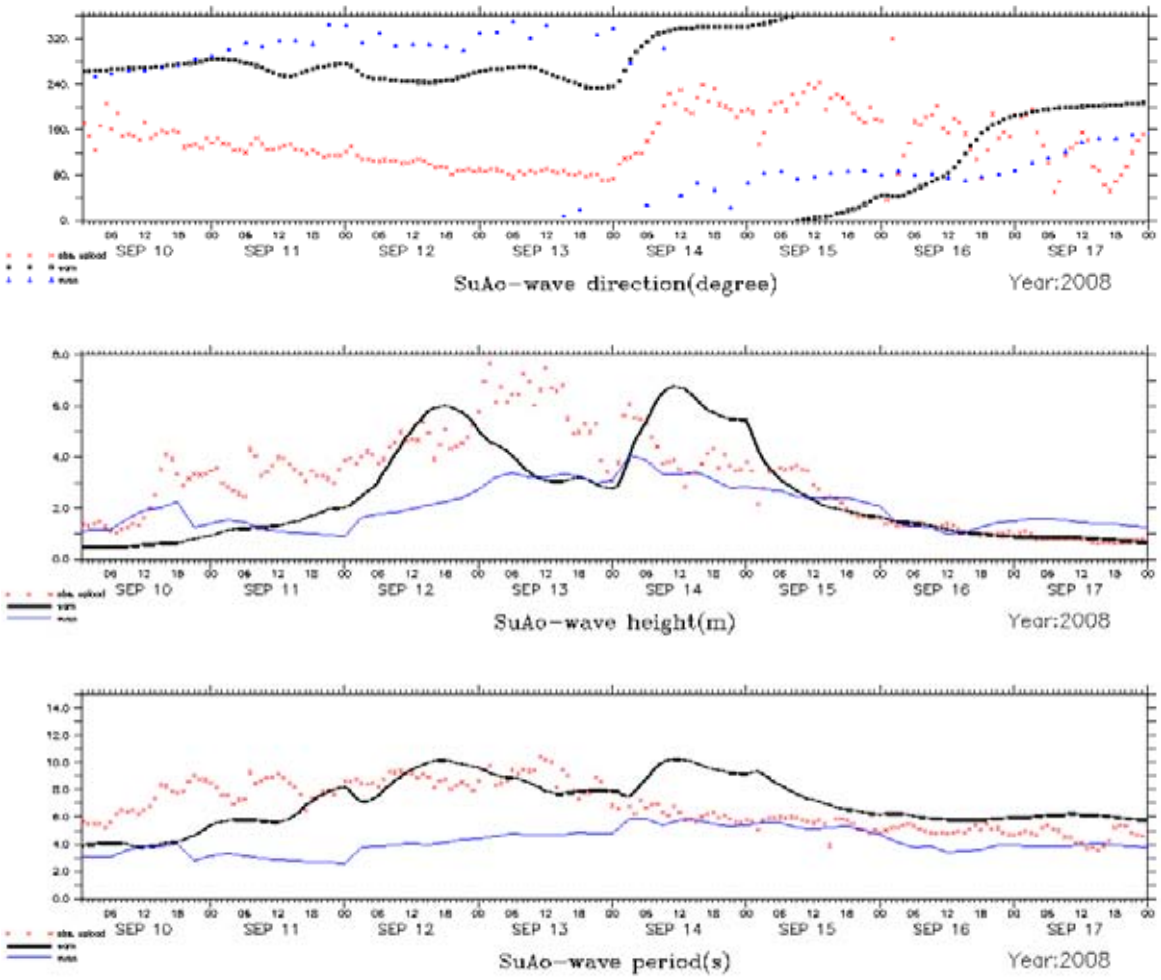


圖 3.2-16c 蘇澳港 2008 年辛樂克颱風期間波向波高週期比對圖

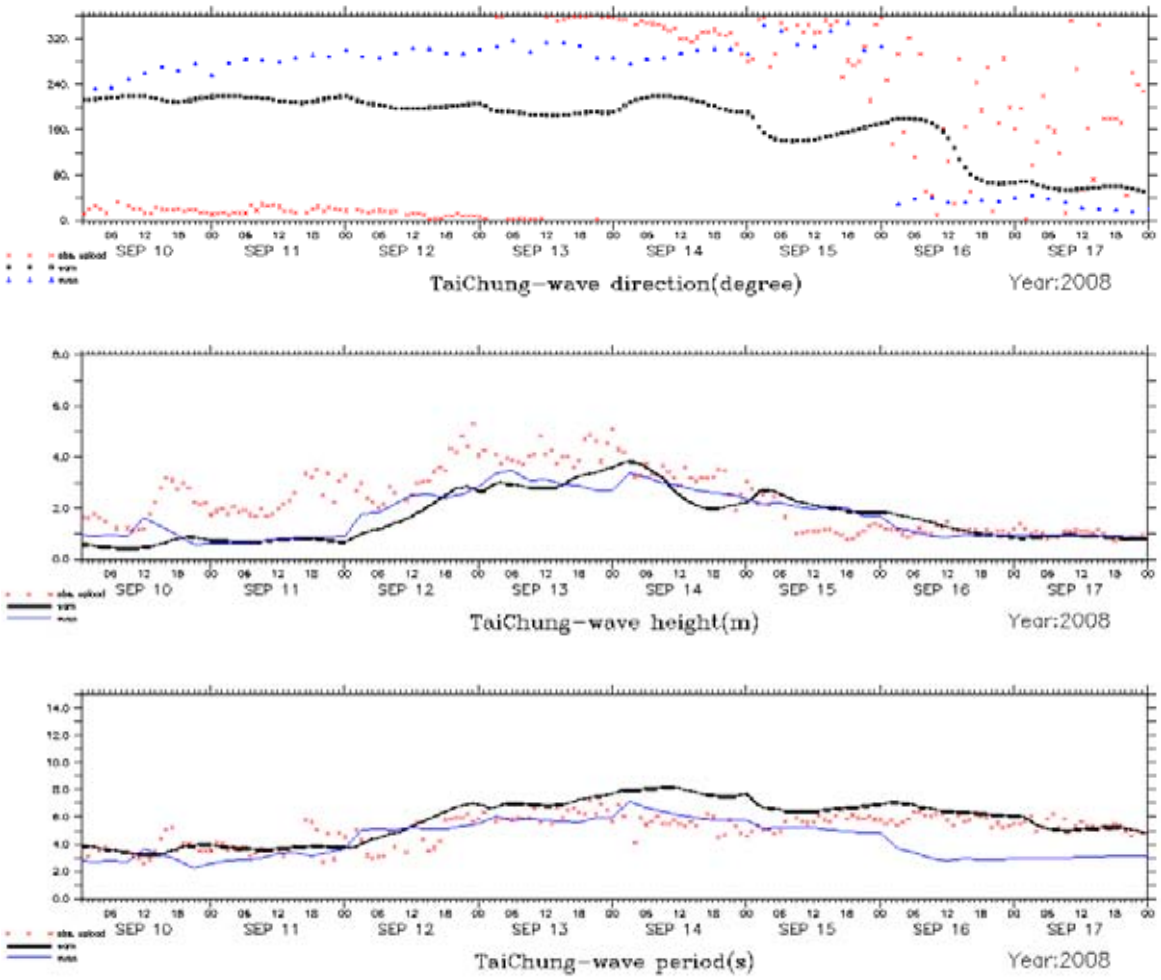


圖 3.2-16d 台中港 2008 年辛樂克颱風期間波向波高週期比對圖

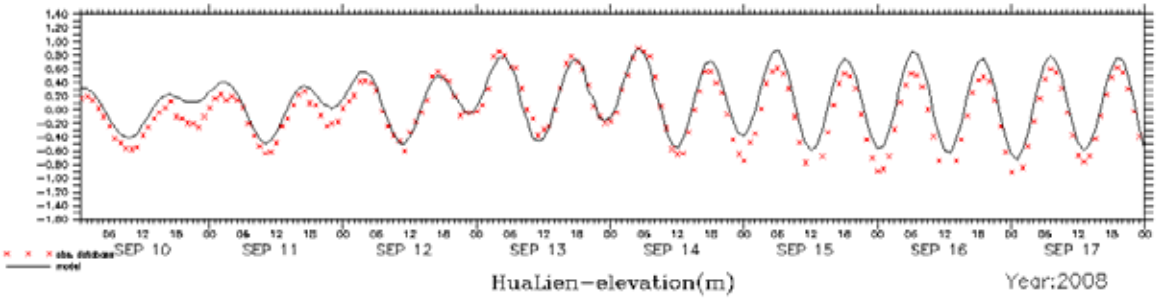


圖 3.2-17a 花蓮港 2008 年辛樂克颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

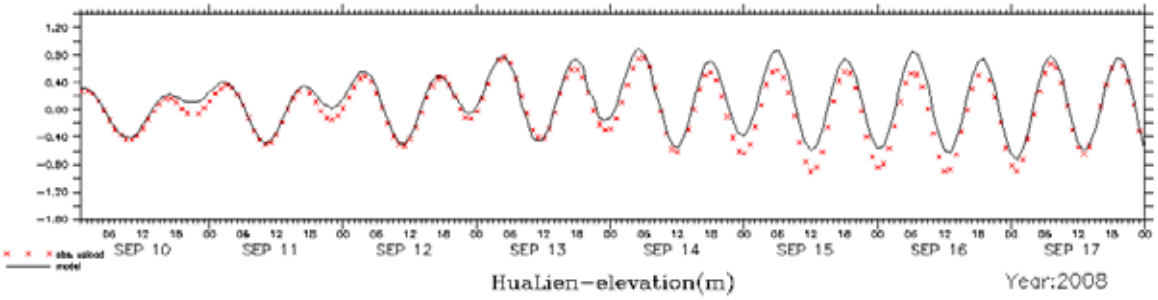


圖 3.2-17b 花蓮港 2008 年辛樂克颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

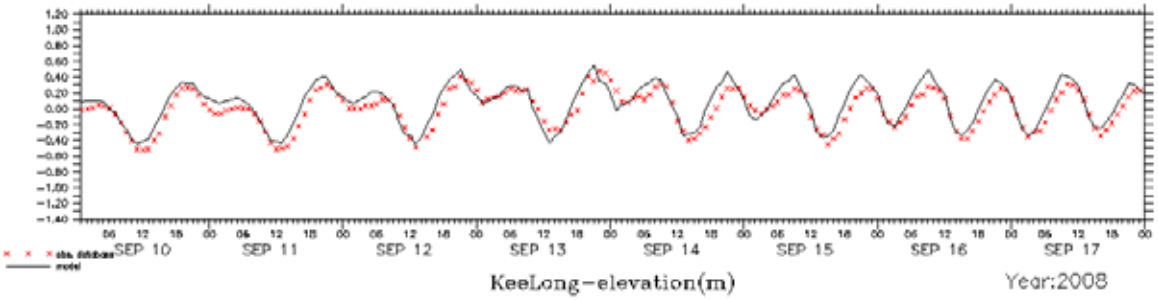


圖 3.2-17c 基隆港 2008 年辛樂克颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

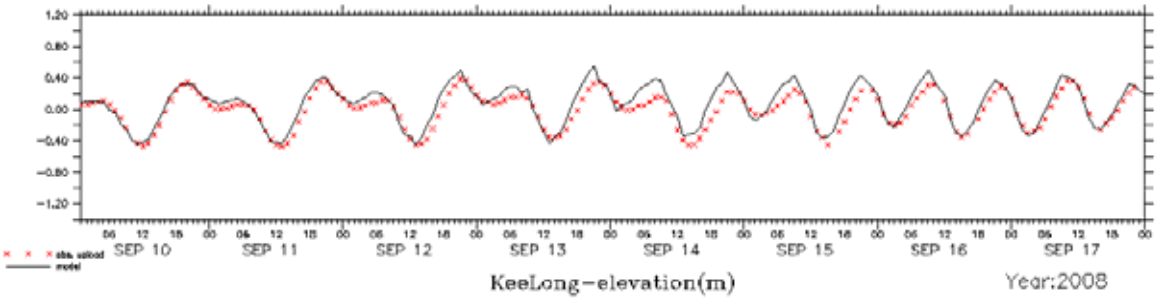


圖 3.2-17d 基隆港 2008 年辛樂克颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

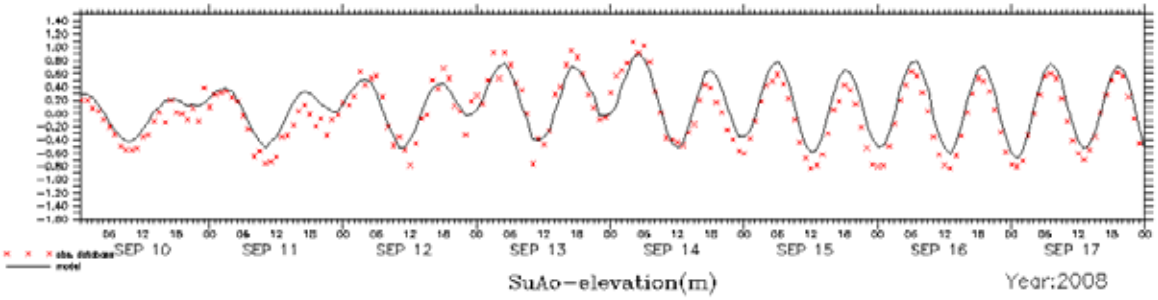


圖 3.2-17e 蘇澳港 2008 年辛樂克颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

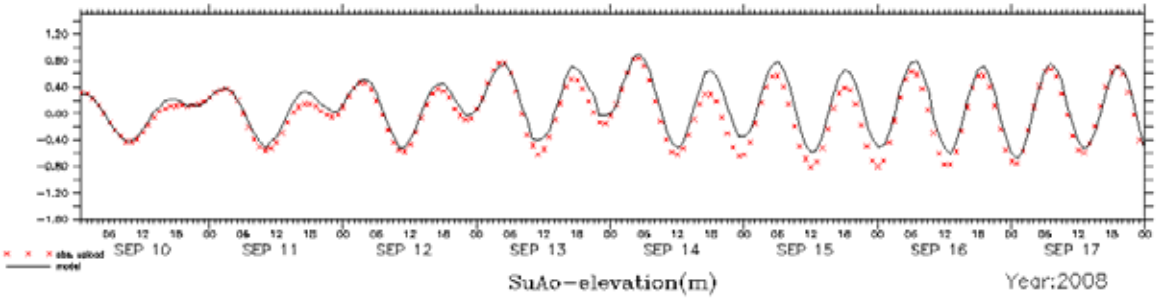


圖 3.2-17f 蘇澳港 2008 年辛樂克颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

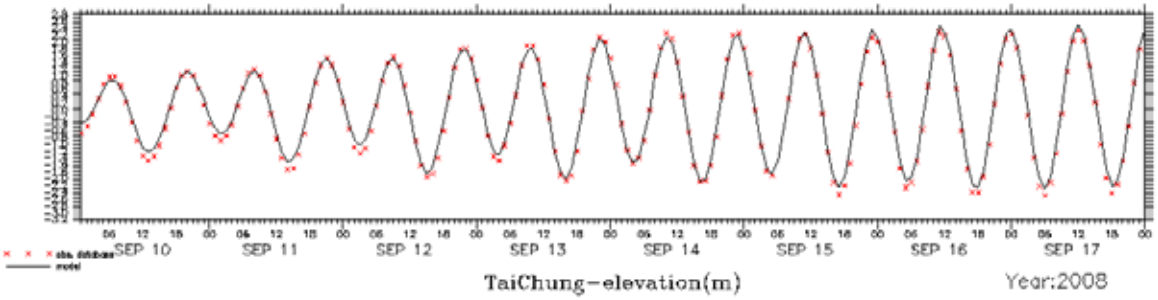


圖 3.2-17g 台中港 2008 年辛樂克颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

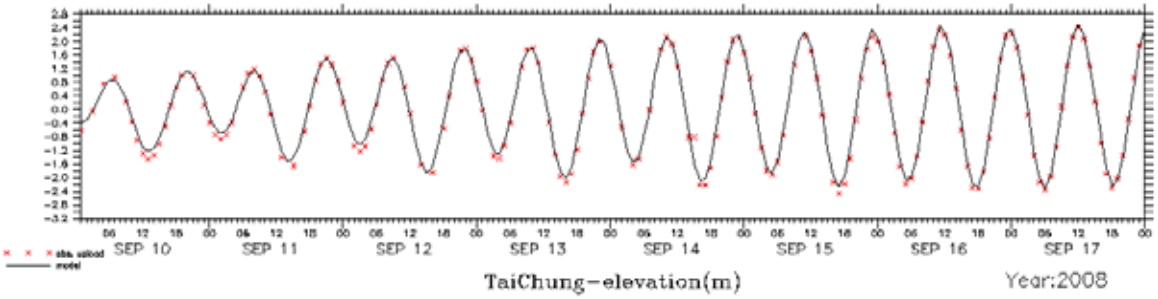


圖 3.2-17h 台中港 2008 年辛樂克颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

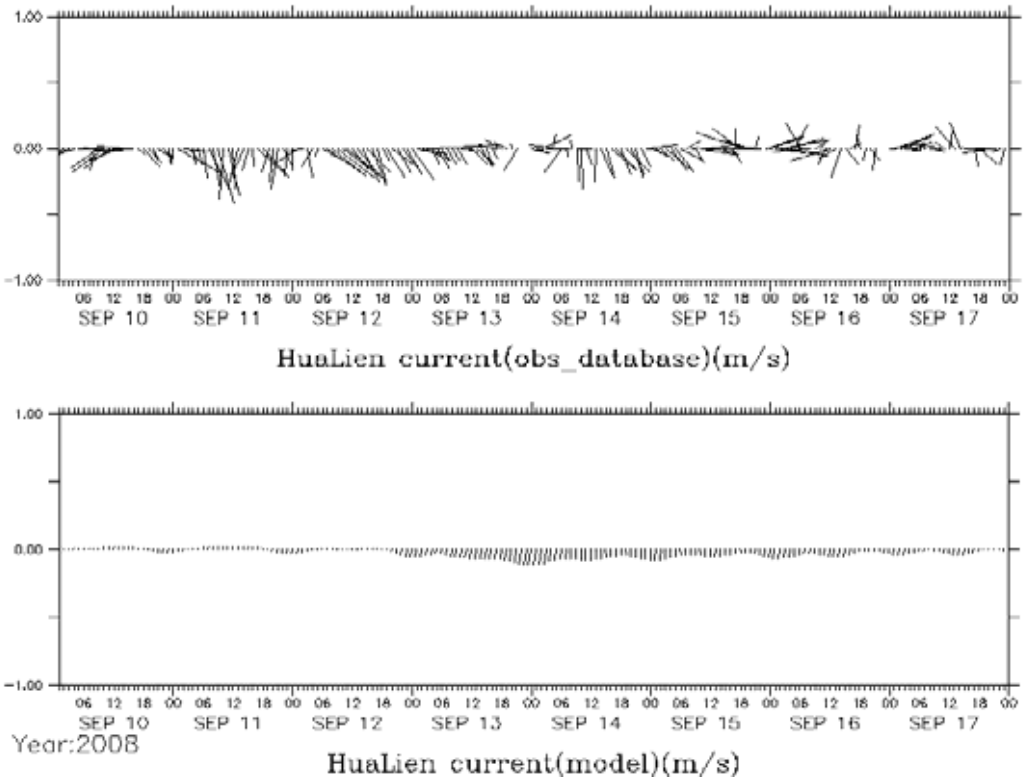


圖 3.2-18a 花蓮港 2008 年辛樂克颱風期間流速比對圖

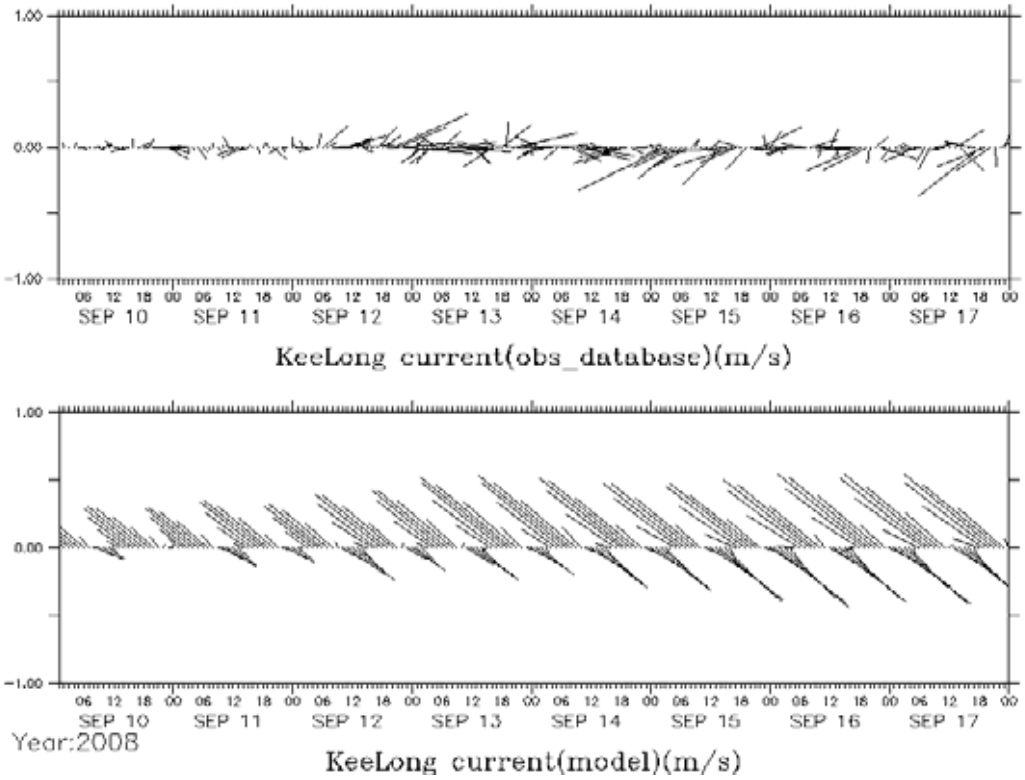


圖 3.2-18b 基隆港 2008 年辛樂克颱風期間流速比對圖

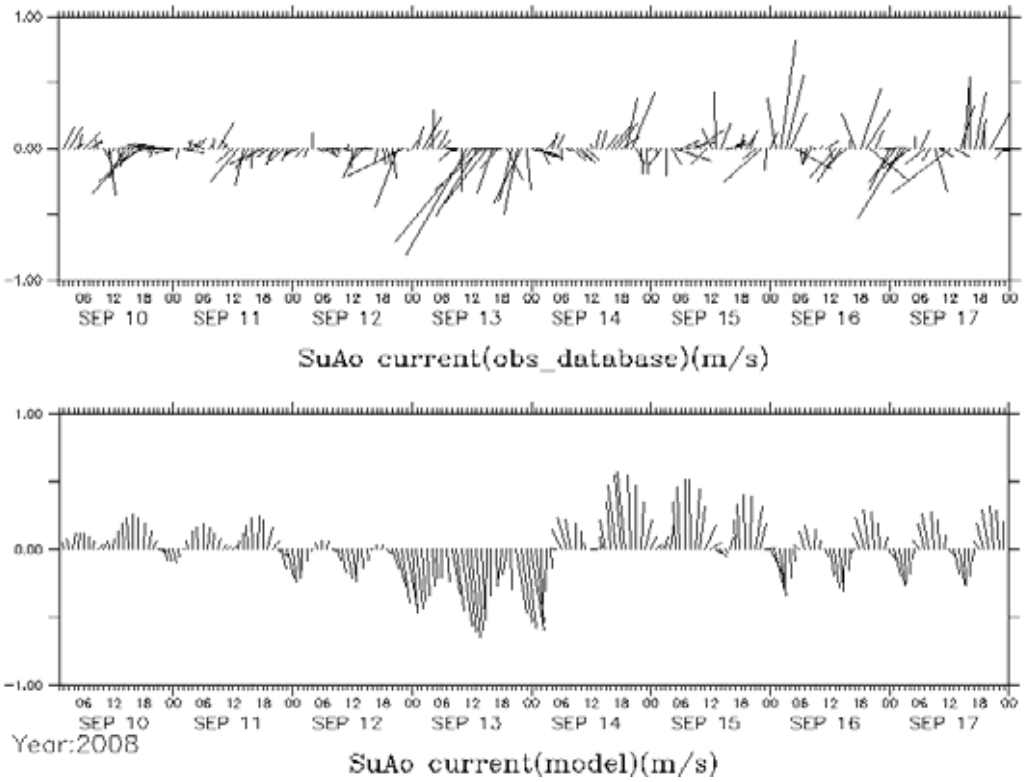


圖 3.2-18c 蘇澳港 2008 年辛樂克颱風期間流速比對圖

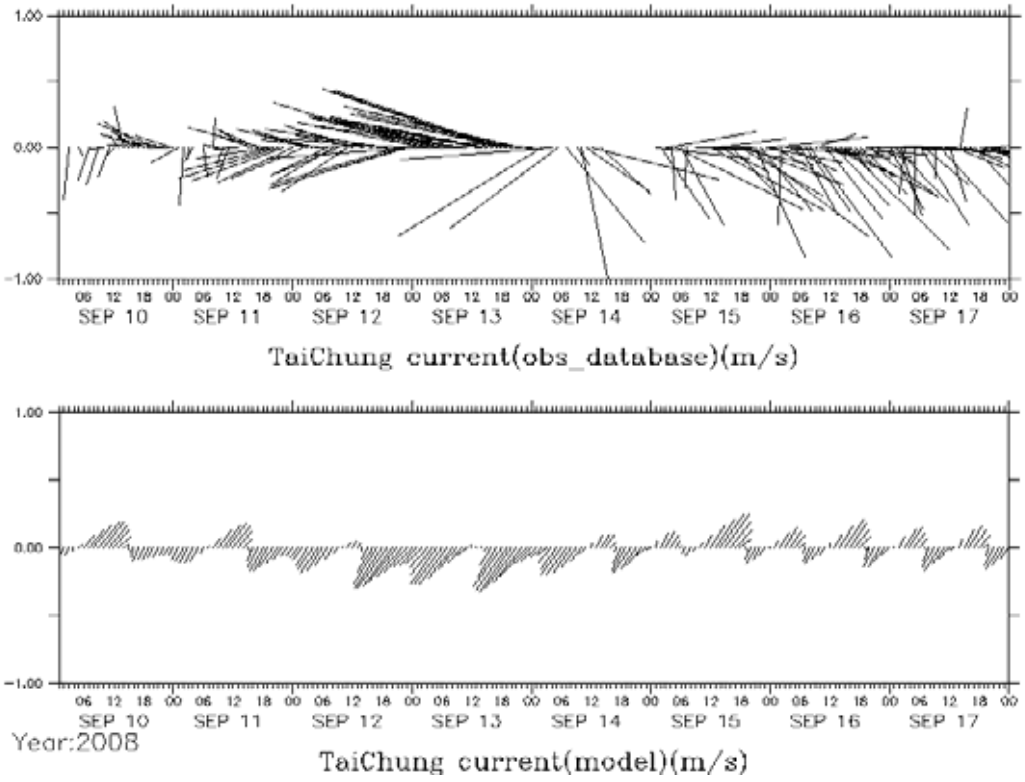


圖 3.2-18d 台中港 2008 年辛樂克颱風期間流速比對圖

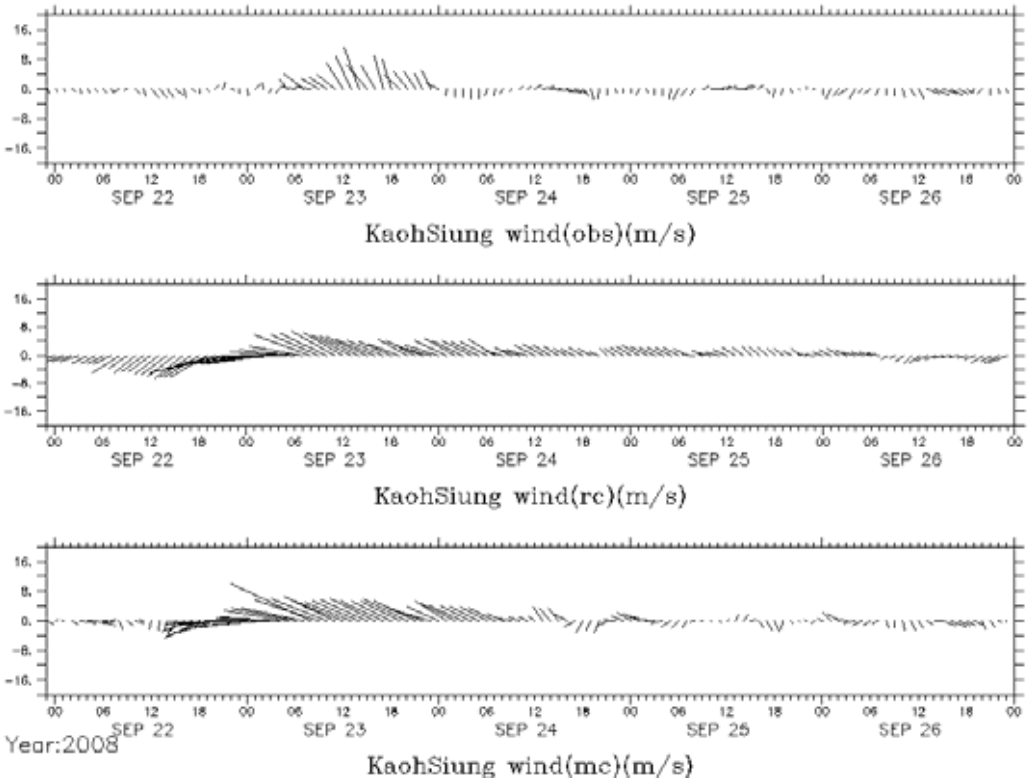


圖 3.2-19 高雄港 2008 年哈格比颱風期間風速比對圖

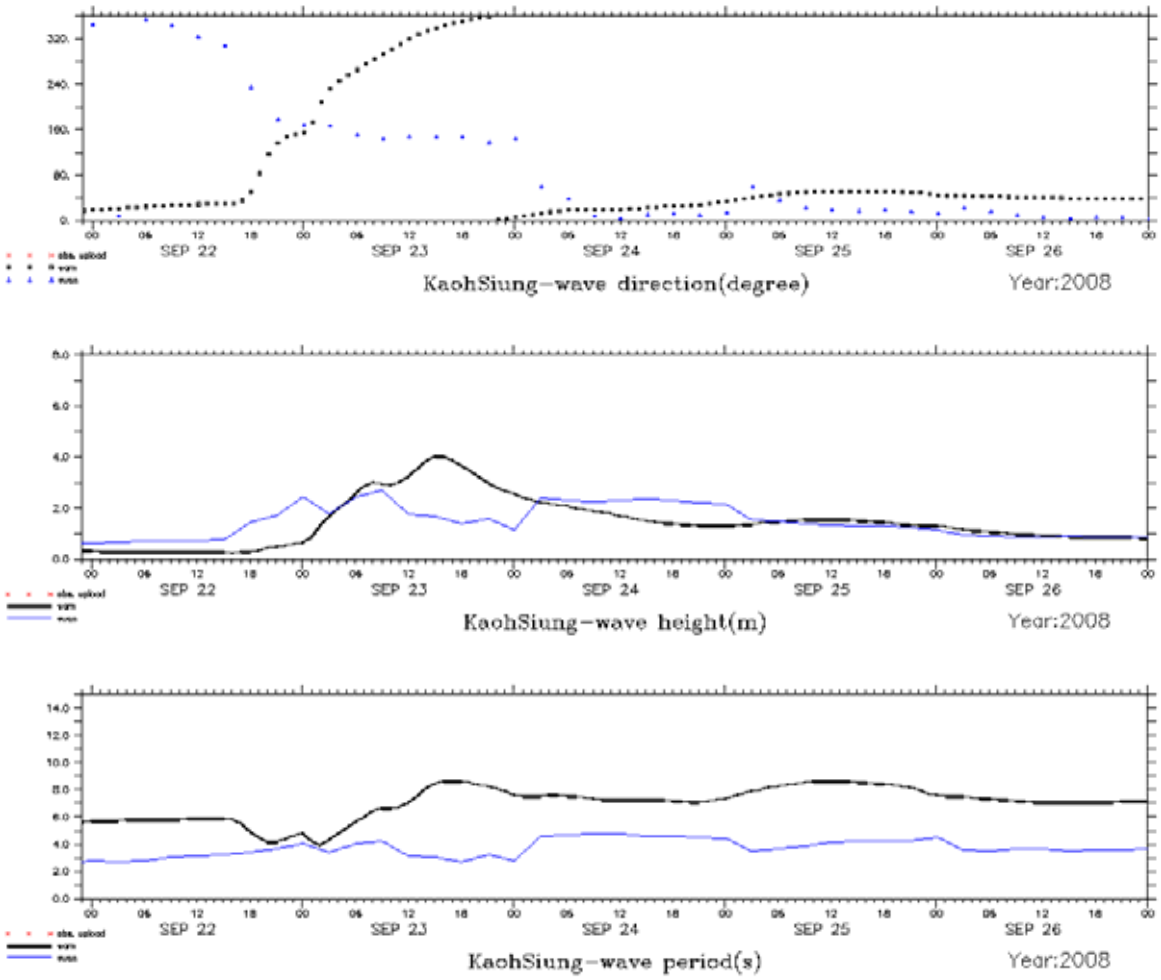


圖 3.2-20 高雄港 2008 年哈格比颱風期間波向波高週期比對圖

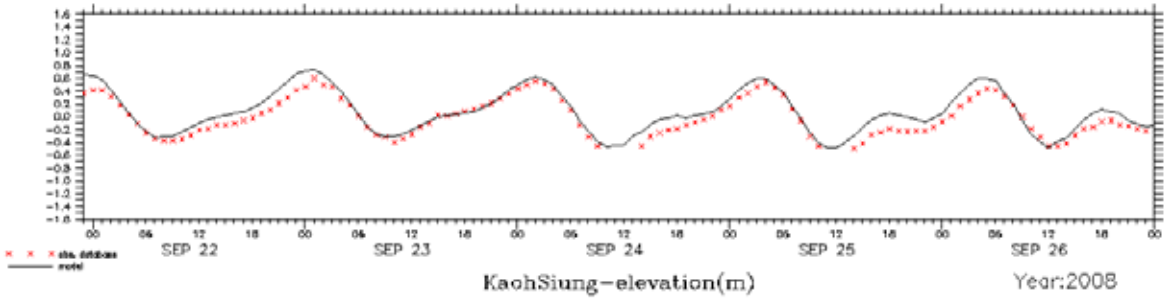


圖 3.2-21a 高雄港 2008 年哈格比颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

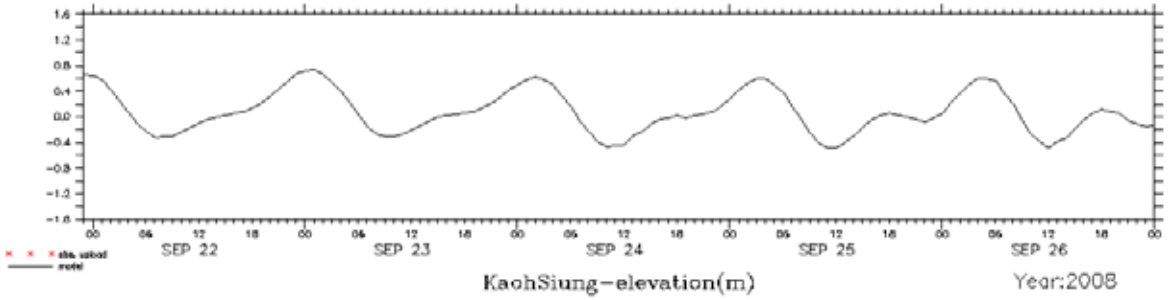


圖 3.2-21b 高雄港 2008 年哈格比颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

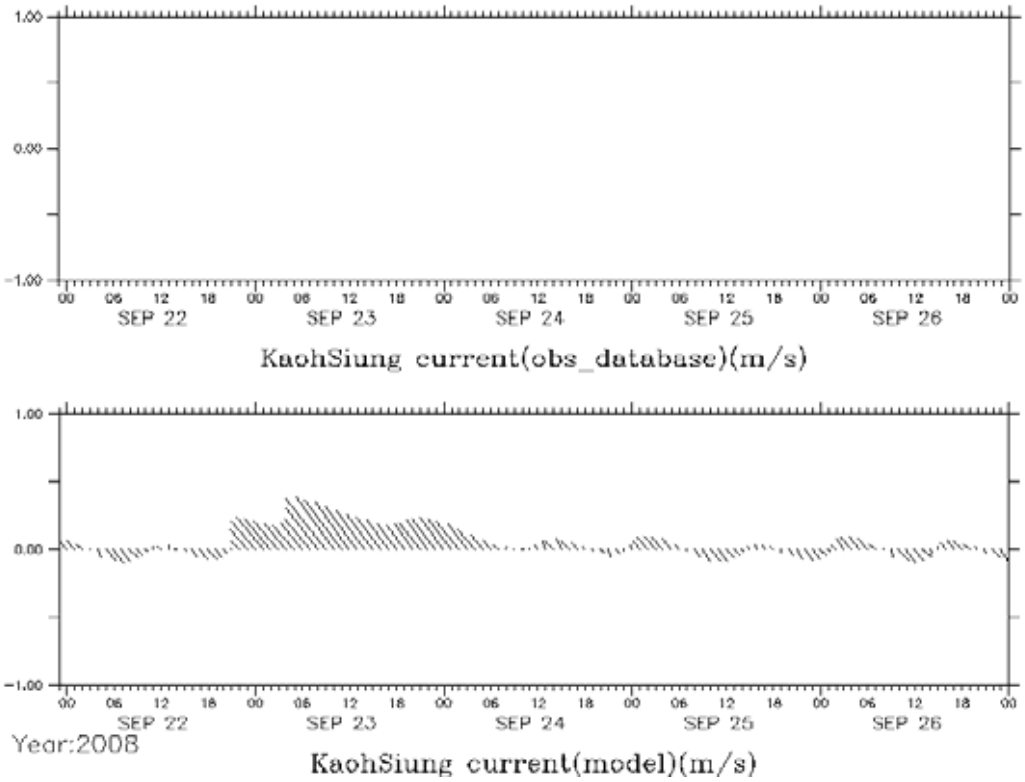


圖 3.2-22 高雄港 2008 年哈格比颱風期間流速比對圖

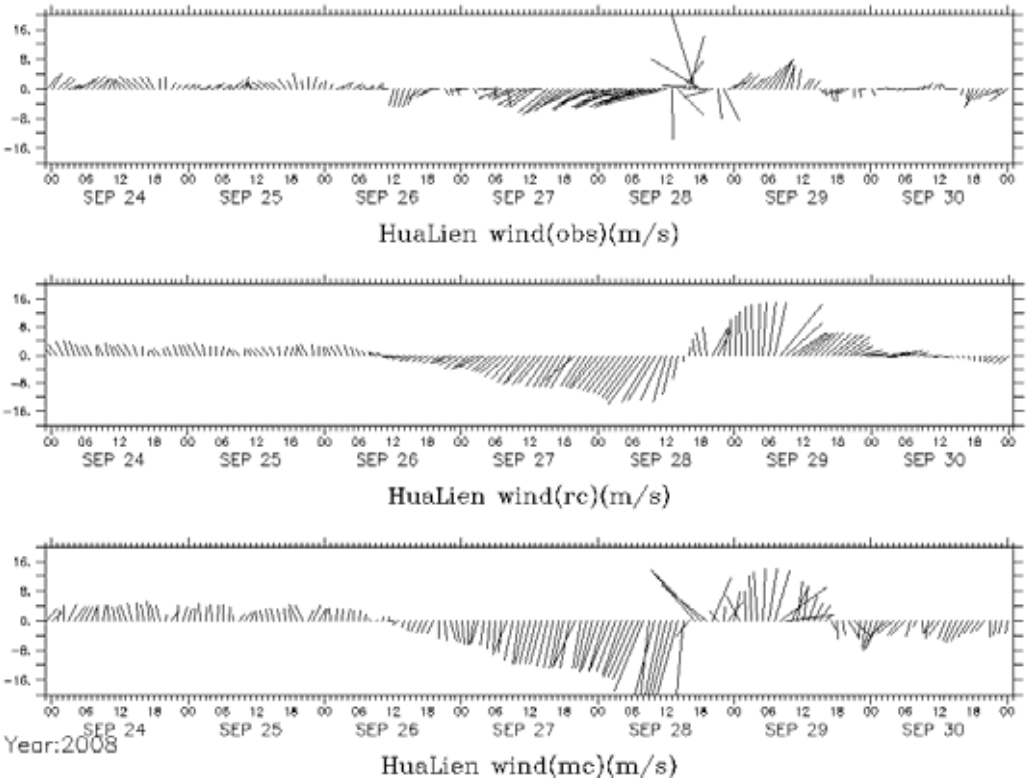


圖 3.2-23a 花蓮港 2008 年薔蜜颱風期間風速比對圖

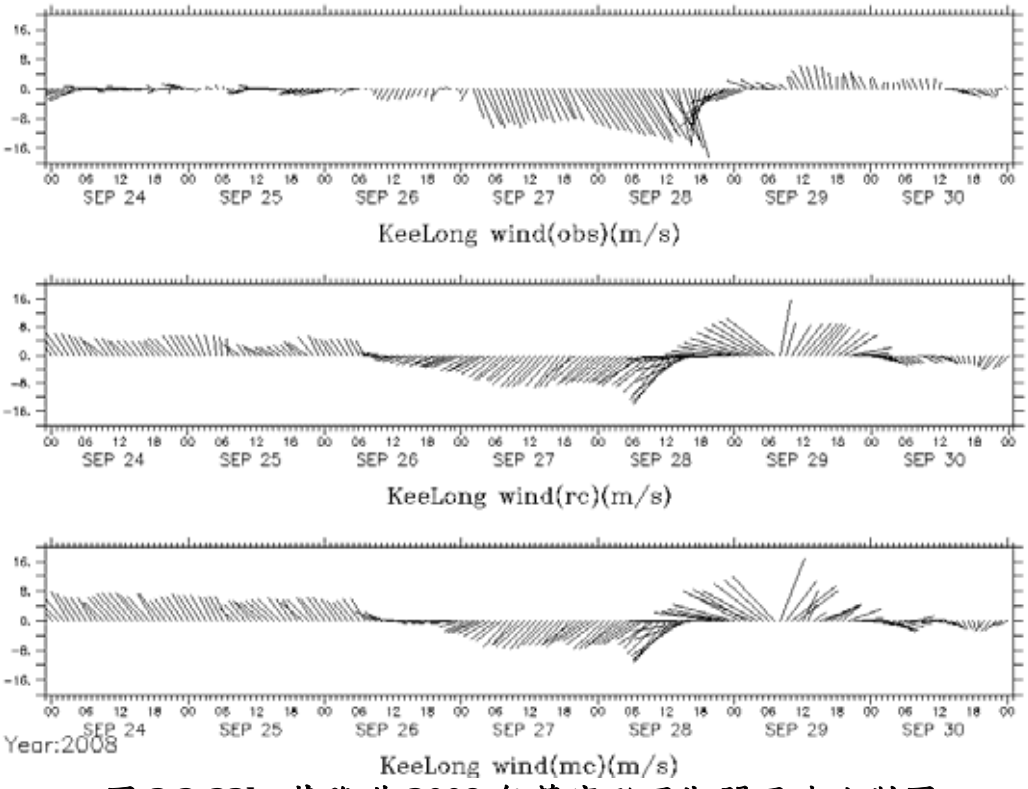


圖 3.2-23b 基隆港 2008 年薔蜜颱風期間風速比對圖

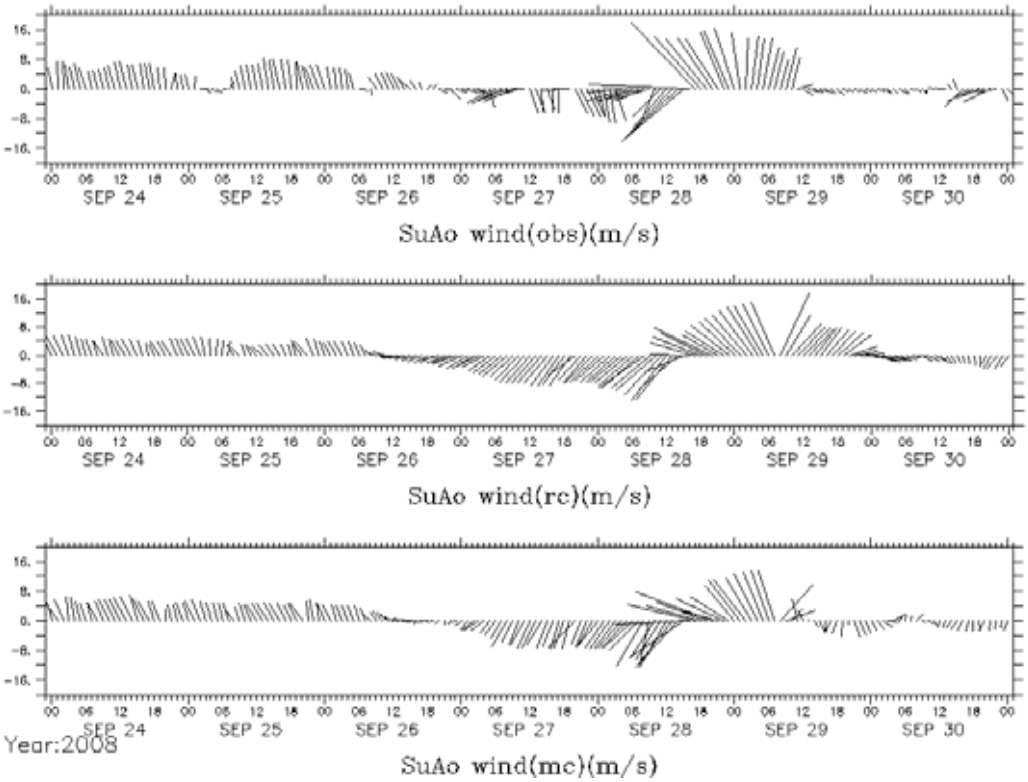


圖 3.2-23c 蘇澳港 2008 年薔蜜颱風期間風速比對圖

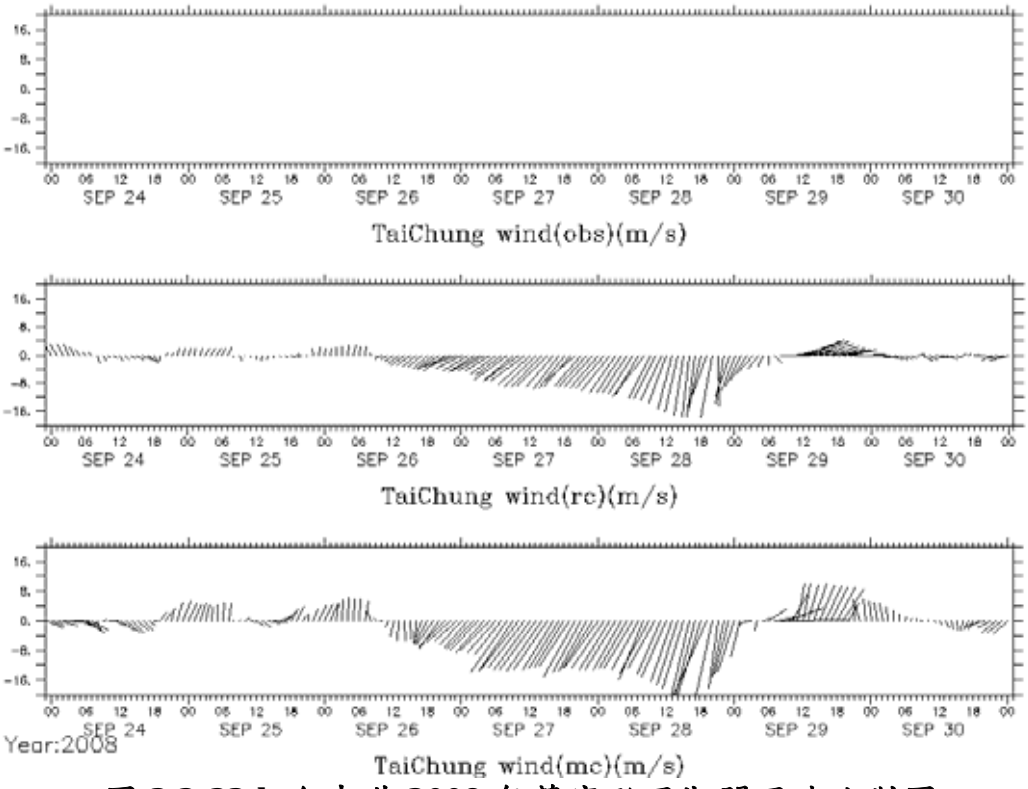


圖 3.2-23d 台中港 2008 年薔蜜颱風期間風速比對圖

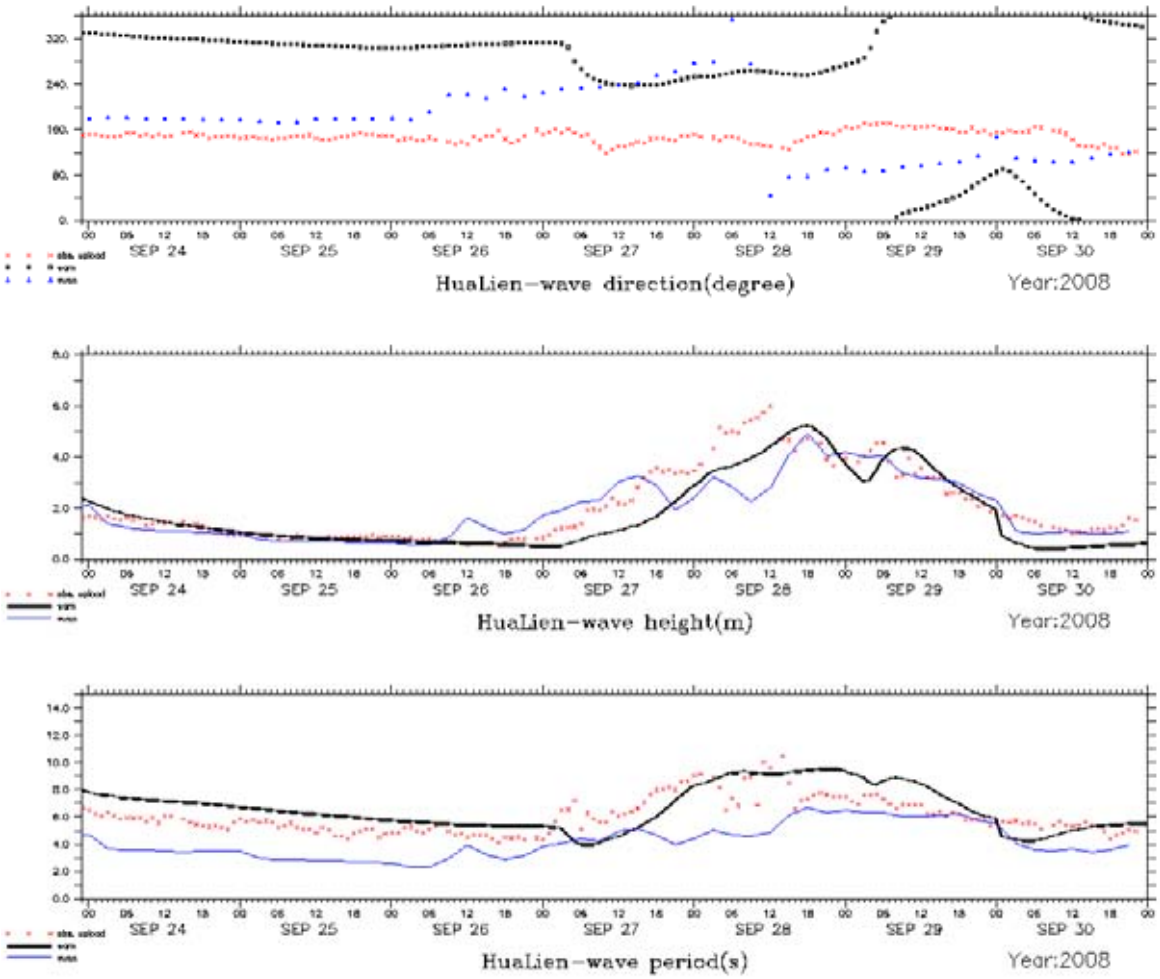


圖 3.2-24a 花蓮港 2008 年薔蜜颱風期間波向波高週期比對圖

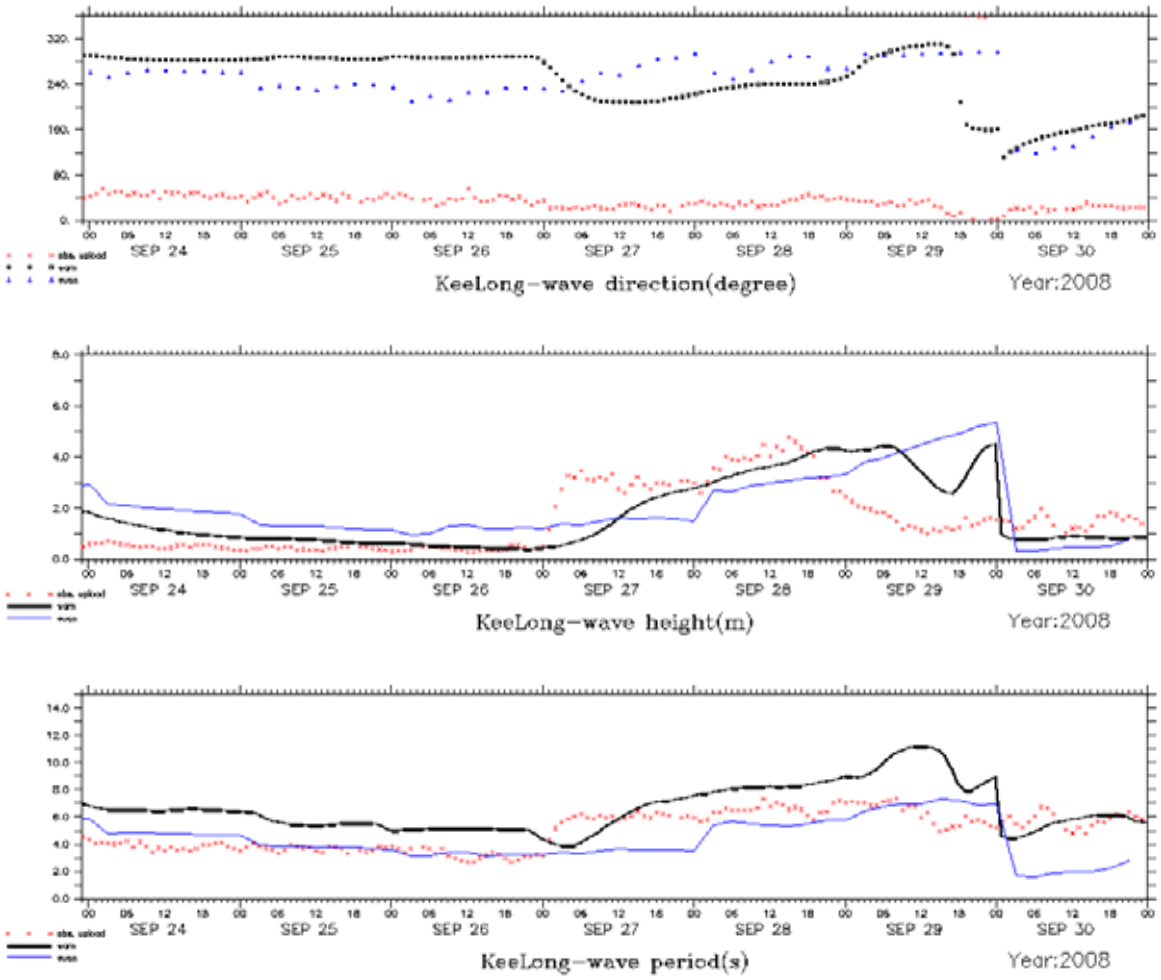


圖 3.2-24b 基隆港 2008 年薔蜜颱風期間波向波高週期比對圖

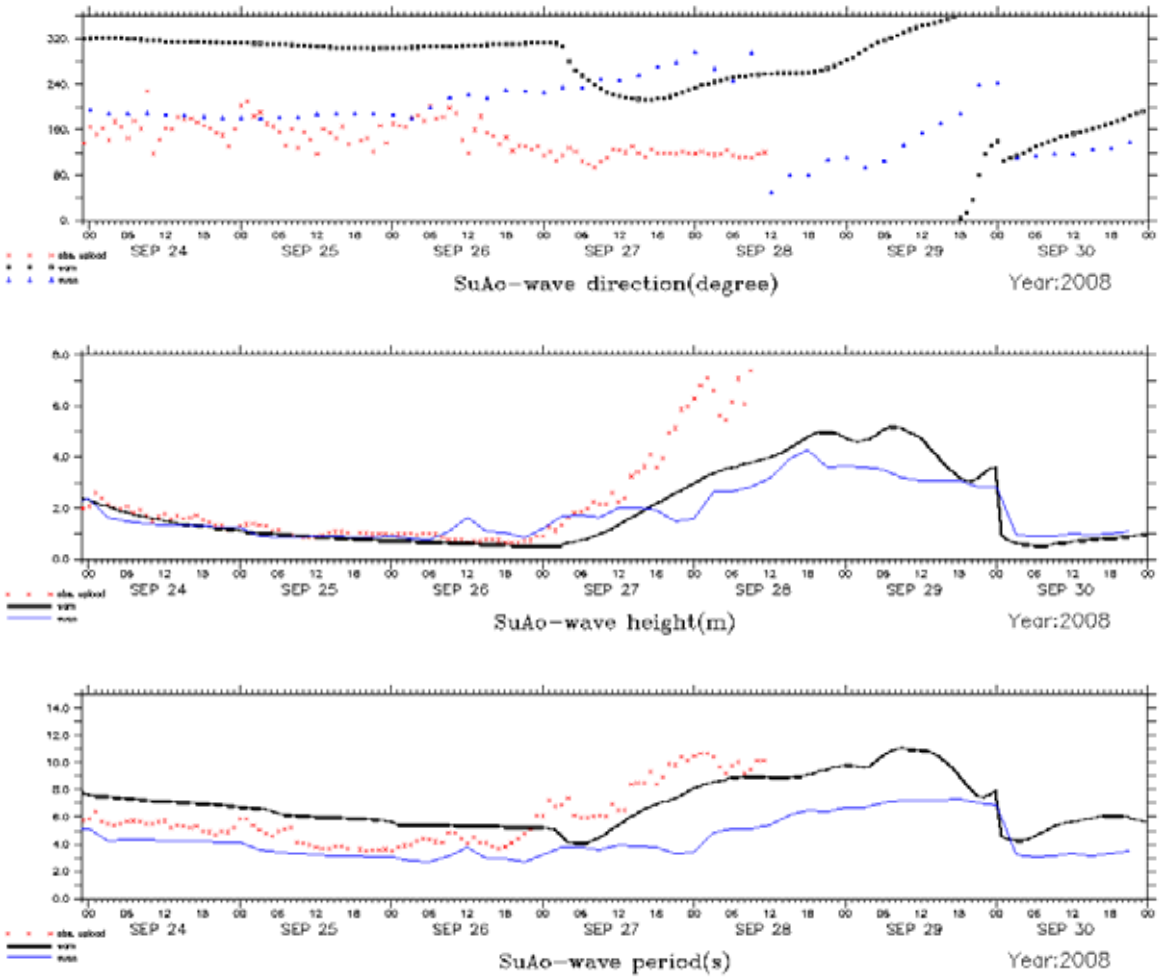


圖 3.2-24c 蘇澳港 2008 年薔蜜颱風期間波向波高週期比對圖

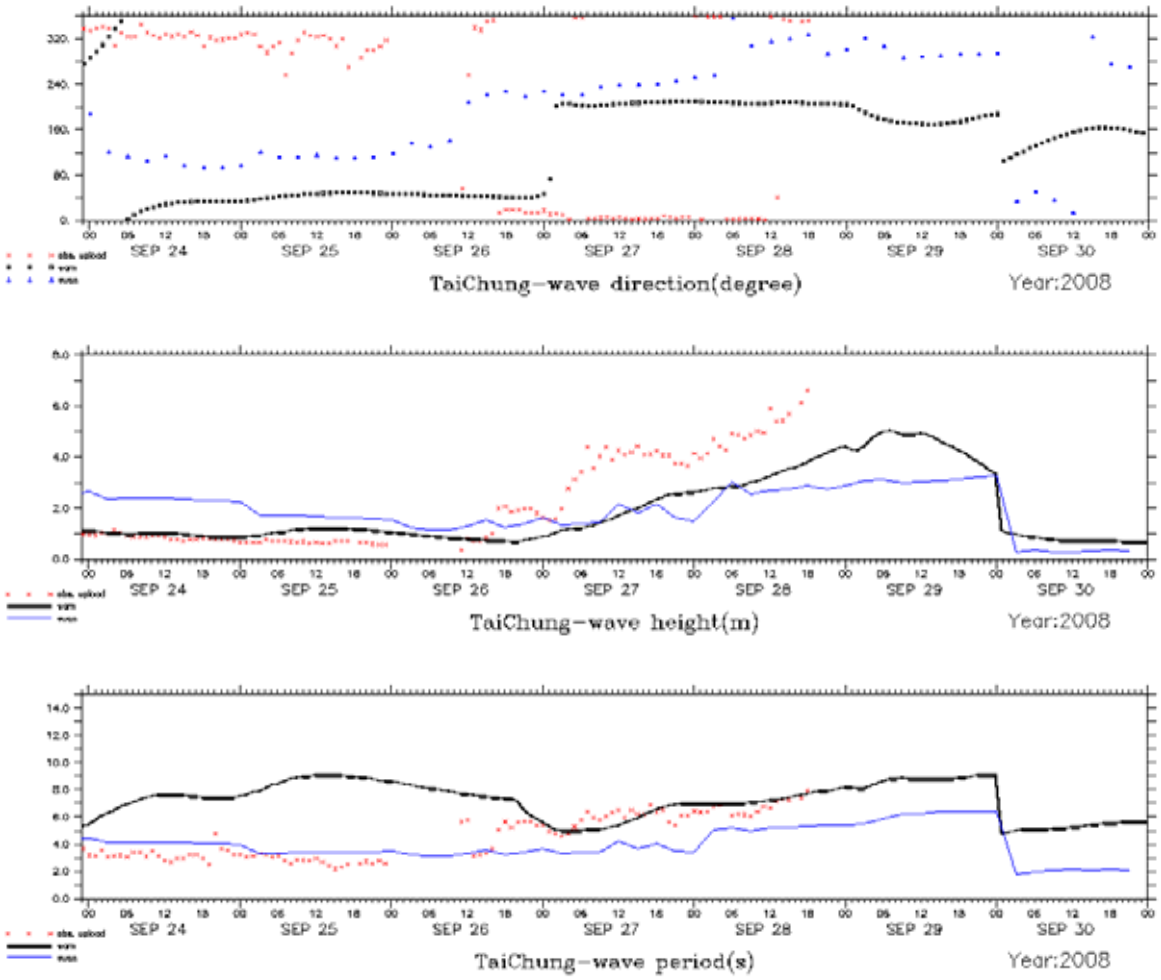


圖 3.2-24d 台中港 2008 年薔蜜颱風期間波向波高週期比對圖

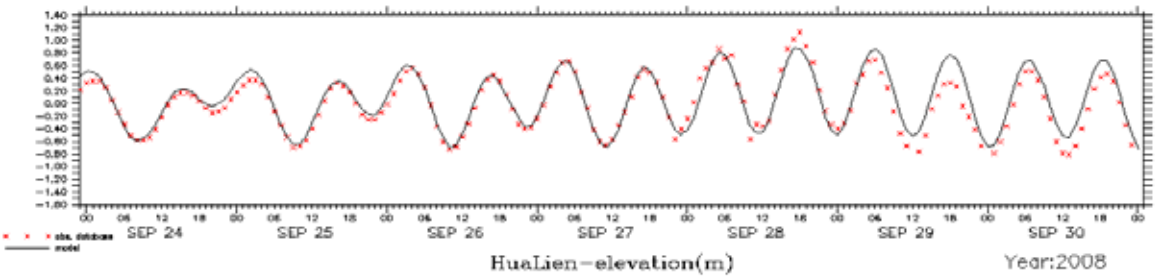


圖 3.2-25a 花蓮港 2008 年薔蜜颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

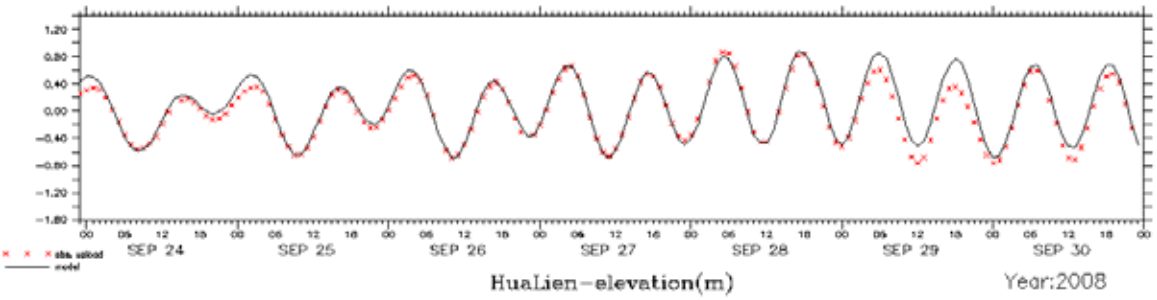


圖 3.2-25b 花蓮港 2008 年薔蜜颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

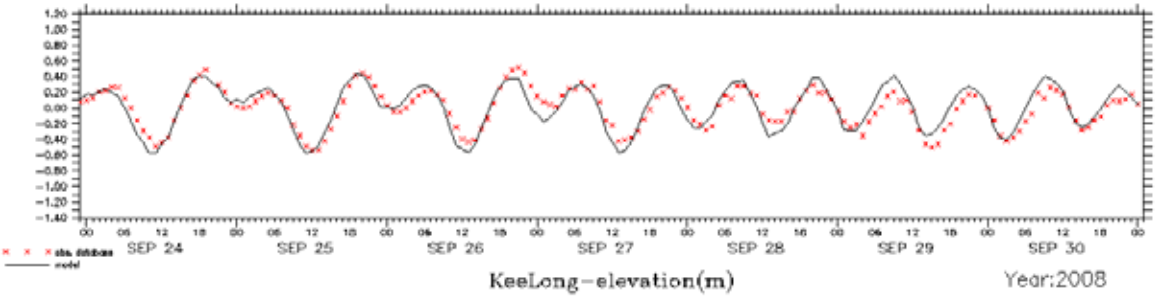


圖 3.2-25c 基隆港 2008 年薔蜜颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

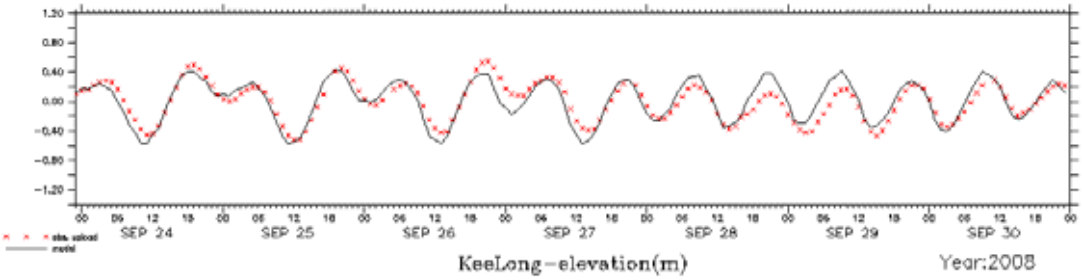


圖 3.2-25d 基隆港 2008 年薔蜜颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

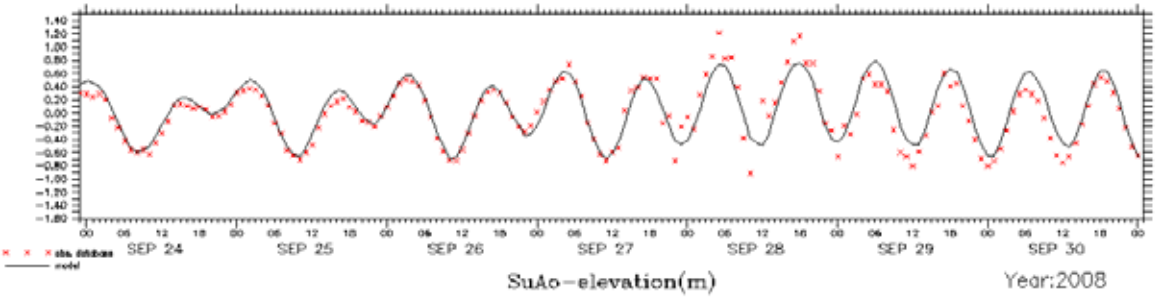


圖 3.2-25e 蘇澳港 2008 年薔蜜颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

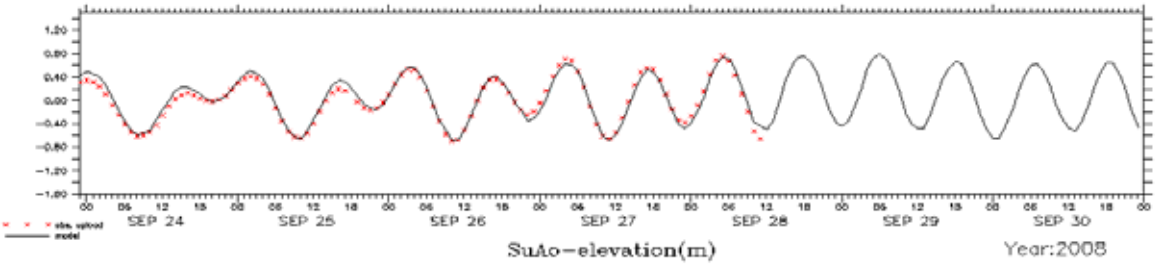


圖 3.2-25f 蘇澳港 2008 年薔蜜颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

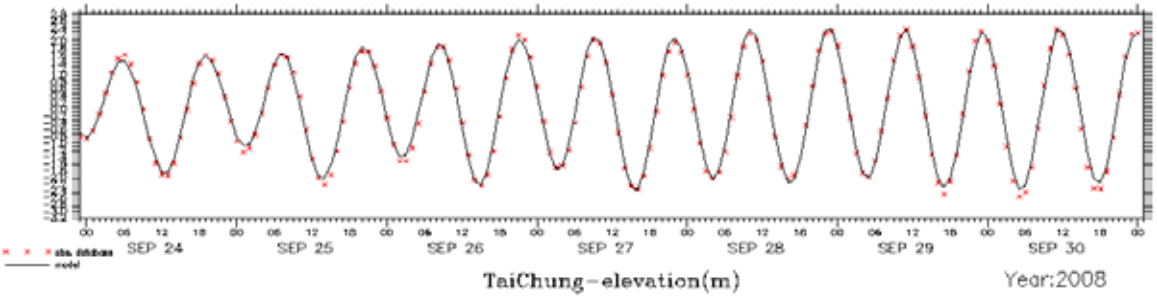


圖 3.2-25g 台中港 2008 年薔蜜颱風期間台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

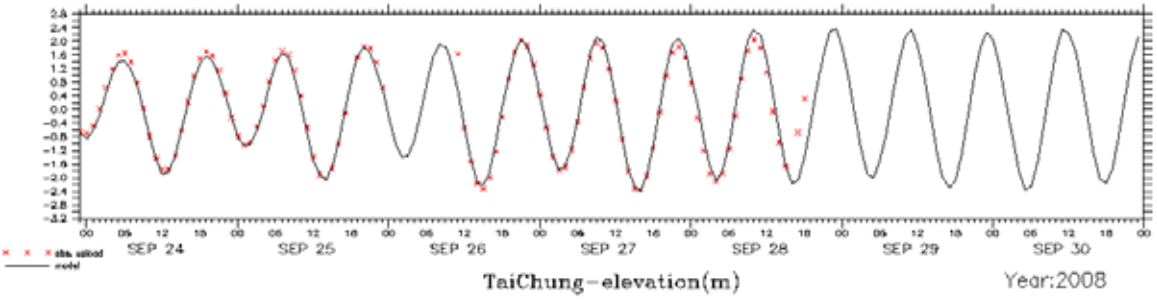


圖 3.2-25h 台中港 2008 年薔蜜颱風期間台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

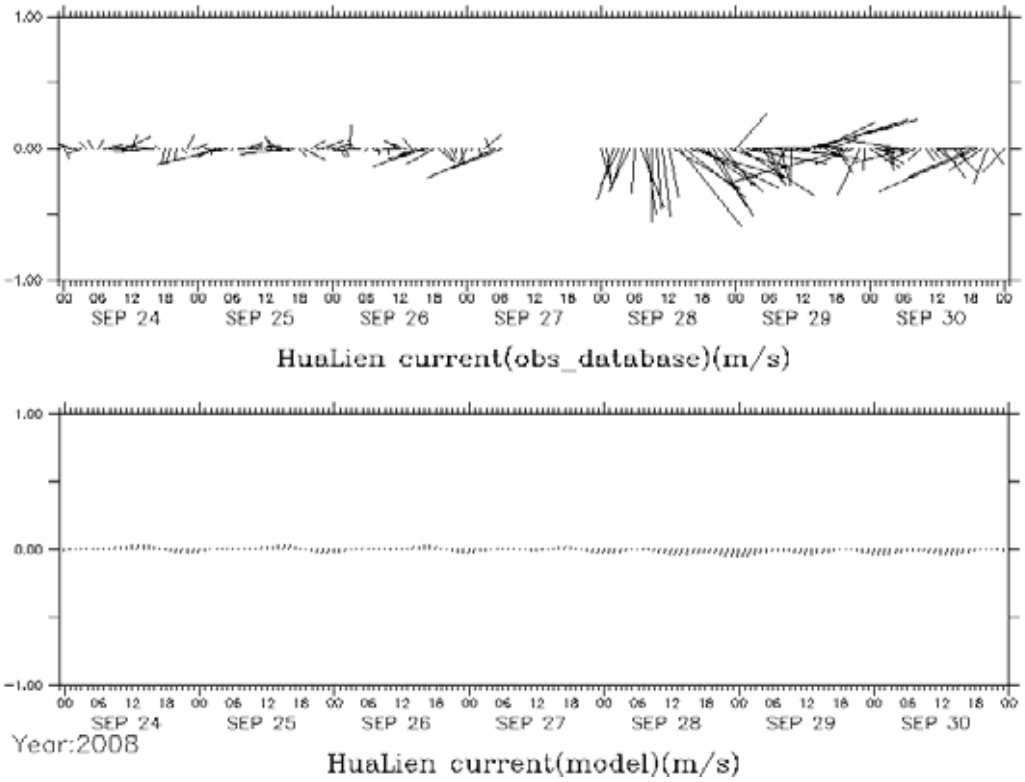


圖 3.2-26a 花蓮港 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

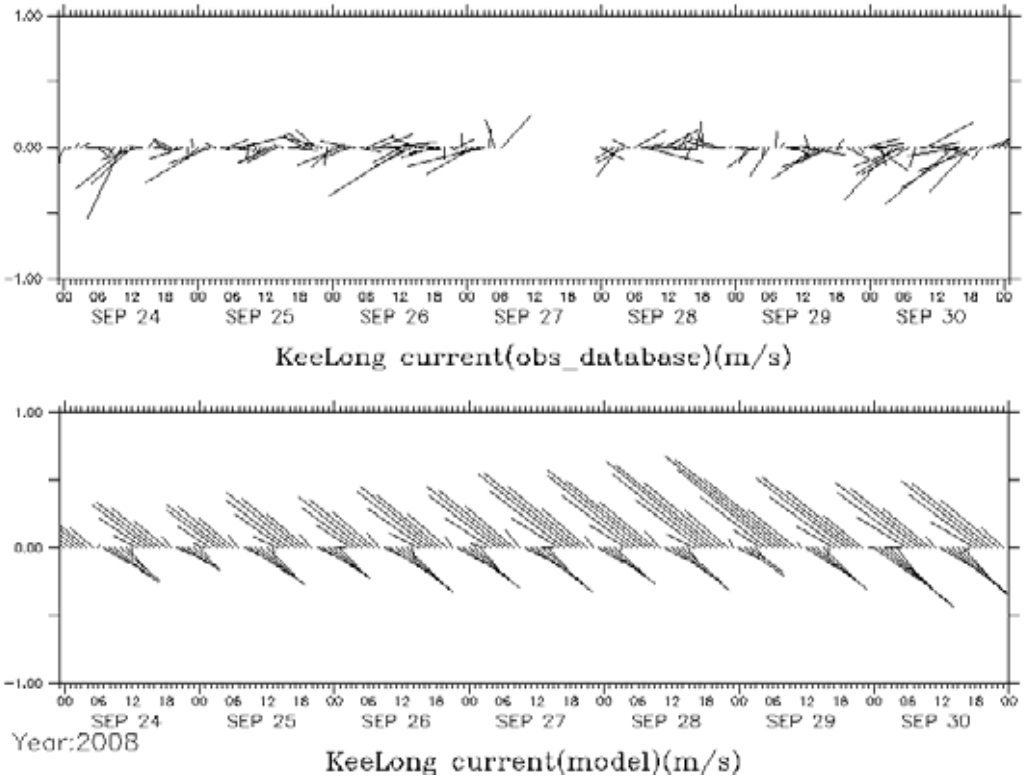


圖 3.2-26b 基隆港 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

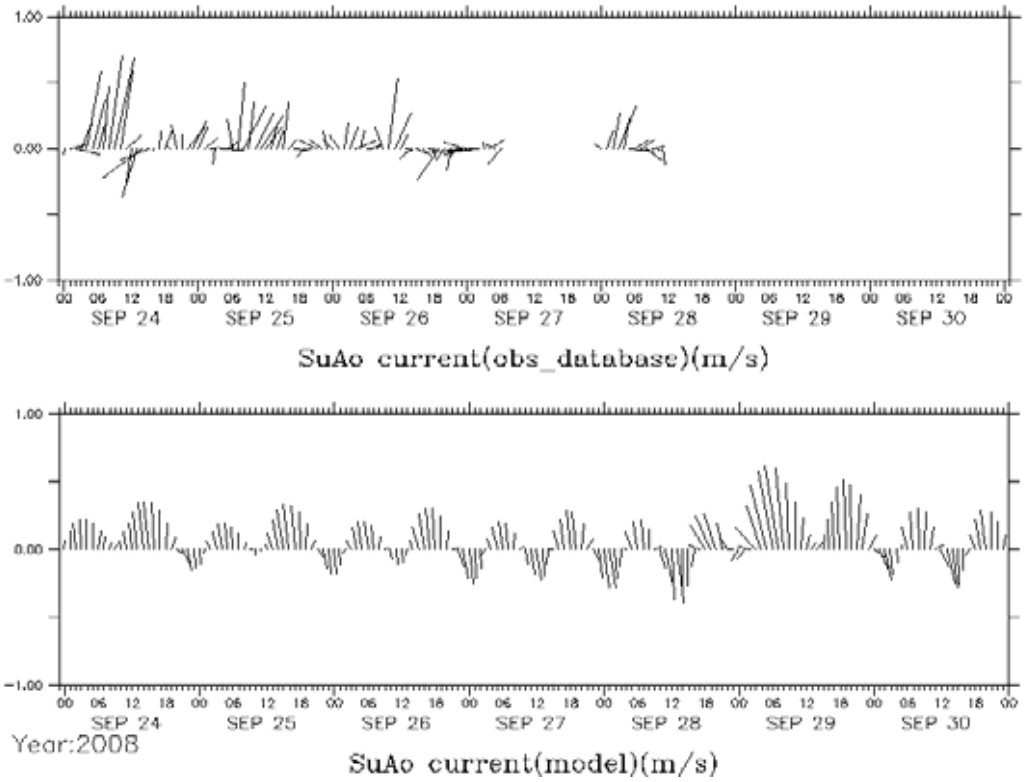


圖 3.2-26c　蘇澳港 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

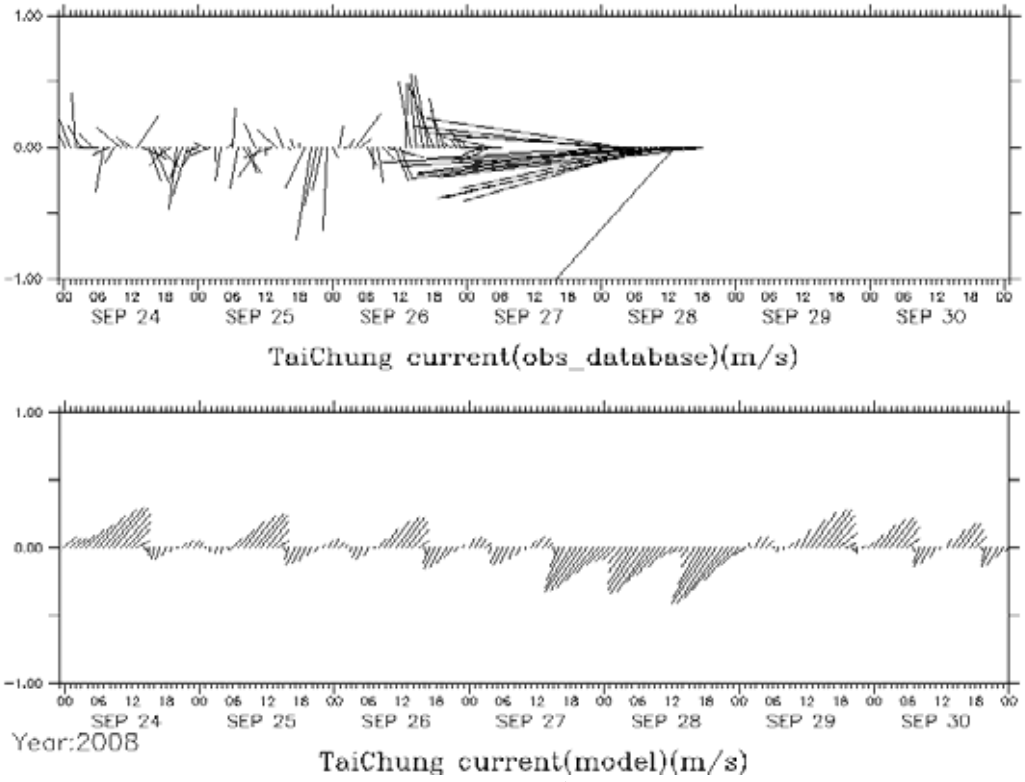


圖 3.2-26d　台中港 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

表 3.2-1a 最大波高統計(公尺)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
卡玫基	實測	2.88	2.85	1.16	無資料	5.08	5.04
	WAM	1.04	2.1	1.79	1.17	2.32	1.59
	SWAN	1.9	2.67	2.37	1.86	2.57	2.23
鳳凰	實測	3.73	7.35	3.19	無資料	9.08	4.09
	WAM	4.9	5.7	5.05	4.87	6.49	5.46
	SWAN	4.49	5.23	4.6	4.23	5.17	4.23
如麗	實測	0.88	2.97	0.57	無資料	3.85	0.98
	WAM	1.21	1.97	1.38	1.359	1.923	0.73
	SWAN	3.095	3.407	5.61	2.48	3.75	4.94
辛樂克	實測	無資料	5.37	4.19	無資料	7.68	5.31
	WAM	4.25	4.39	5.82	3.72	5.97	3.82
	SWAN	2.42	3.57	4.54	2.48	4.06	3.45
哈格比	實測	無資料	3.39	1.14	無資料	5.01	3.23
	WAM	4.25	3.432	2.656	3.996	3.204	1.607
	SWAN	3.559	5.36	6.355	2.684	6.28	7.5
薔蜜	實測	無資料	6.0	4.78	無資料	8.54	6.59
	WAM	4.54	5.21	4.49	3.49	5.18	5.0
	SWAN	2.83	4.17	5.34	3.2	4.28	3.27

表 3.2-1b 最大波高時週期統計(秒)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
卡玫基	實測	7.71	8.63	5.05	無資料	9.28	7.37
	WAM	5.13	9.15	8.59	5.1	9.04	5.34
	SWAN	4.06	4.82	4.92	4.66	4.85	4.49
鳳凰	實測	8.16	12.11	9.93	無資料	12.74	7.19
	WAM	8.55	9.64	9.31	8.38	10.22	9.13
	SWAN	6.91	6.48	5.55	7.03	6.62	5.9
如麗	實測	7.2	11.59	12.55	無資料	14.21	5.4
	WAM	5.24	7.23	6.15	5.436	6.948	4.1
	SWAN	4.799	5.709	6.96	4.17	5.57	6.48
辛樂克	實測	無資料	12.46	9.99	無資料	12.76	8.44
	WAM	7.72	8.92	10.26	7.38	10.08	7.939
	SWAN	4.548	5.856	8.05	4.72	5.85	5.79
哈格比	實測	無資料	10.97	6.92	無資料	12.32	7.78
	WAM	7.71	9.824	8.3	8.555	9.65	5.1
	SWAN	5.07	6.7	6.971	4.212	6.91	7.7
薔蜜	實測	無資料	11.5	10.38	無資料	15.5	11.04
	WAM	8.33	9.37	10.27	7.19	10.94	8.74
	SWAN	4.55	6.52	6.94	5.11	6.51	6.44

表 3.2-1c 最大波高時波向統計(度)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
卡玫基	實測	263.18	147.44	42.2	無資料	177.13	55.63
	WAM	47.82	304.29	297.22	51.58	306.27	46.07
	SWAN	67.51	72.25	314.65	64.52	65.97	17.26
鳳凰	實測	255.41	133.43	60.75	無資料	124.87	8
	WAM	61.35	357.34	310.33	65.9	343.04	37.68
	SWAN	38.45	69.65	298.49	34.25	79.34	37.6
如麗	實測	210.58	149.47	16.05	無資料	166.18	251.55
	WAM	55.8	318.91	313.72	58.51	324.46	44.85
	SWAN	129.73	225.78	230.28	133.83	129.16	240.52
辛樂克	實測	無資料	122.51	45.28	無資料	92.45	8.57
	WAM	99.85	218.43	255.76	89.27	246.58	208.632
	SWAN	314.13	78.98	283.58	303.57	277.17	317.24
哈格比	實測	無資料	165.88	65.92	無資料	171.18	23.12
	WAM	177.14	290.73	241.18	343.23	297.86	233.28
	SWAN	186.25	212.6	191.41	144.75	190.52	255.05
薔蜜	實測	無資料	162.4	40.24	無資料	119.86	352.62
	WAM	173.35	256.81	298.36	41.64	326.41	175.5
	SWAN	320.78	92.21	297.17	324.79	78.95	295.14

表 3.2-2 最大暴潮偏差統計(公尺)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
卡玫基	AWCP	0.19	0.16	0.13	無資料	0.15	0.20
	潮位計	無資料	0.28	0.22	0.28	0.19	0.34
	模式	0.14	0.19	0.18	0.13	0.22	0.19
鳳凰	AWCP	0.17	0.31	0.31	無資料	0.64	0.82
	潮位計	無資料	0.47	0.46	0.54	0.51	0.92
	模式	0.43	0.37	0.52	0.43	0.48	0.73
如麗	AWCP	0.2	0.06	0.05	無資料	0.07	0.21
	潮位計	無資料	0.05	0.07	0.22	0.08	0.18
	模式	0.2	0.07	0.07	0.21	0.06	0.2
辛樂克	AWCP	0.1	0.25	0.16	無資料	0.25	0.2
	潮位計	無資料	0.44	0.41	0.22	0.77	0.2
	模式	0.14	0.33	0.22	0.15	0.31	0.15
哈格比	AWCP	0.21	0.05	0.06	無資料	0.04	0.21
	潮位計	無資料	0.1	0.06	0.19	0.1	0.18
	模式	0.21	0.08	0.06	0.2	0.08	0.19
薔蜜	AWCP	0.13	0.24	0.28	無資料	0.18	無資料
	潮位計	無資料	0.49	0.24	0.2	0.8	0.37
	模式	0.18	0.32	0.14	0.21	0.29	0.27

3.3 氣象局預報風場評估

本計劃利用中央氣象局 NFS 模式的每日預報氣壓及風速，提供本預報系統水位、海流及波浪模式進行運算，包含西太平洋及台灣近海兩種範圍。NFS 模式依據網格解析度及範圍大小，由大到小為 RC(45km)、MC(15km)及 HC(5km)三種，配合本預報模式的範圍，使用 RC 及 MC 來產生需要的風速及氣壓場進行運算。

圖 3.3-1 至 3.3-72 為 2007 年 12 月至 2008 年 11 月共 12 個月模式風速與港研中心測站風速資料比對圖，包含安平、花蓮、基隆、高雄、蘇澳以及台中六個測站。由於港研中心的風速測站除了安平為觀測樁外，其餘五個測站皆是陸站，因此風速主要都受到地形的影響，所以模式風速以安平測站在風向及風速大小最吻合；其次為台中測站模式風向吻合，但是風速較實測風速小；其餘測站則在風速較大的時段如颱風來臨期間，實測風速風向接近。RC 與 MC 風向全時段近乎相同，MC 風速則較 RC 為大。

表 3.3-1 為全年風速 r.m.s 統計表。

表 3.3-1 風速 r.m.s 統計表(公尺/秒)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
2007 年 12 月	MC	3.42	2.6	2.61	1.72	3.01	6.93
	RC	3.42	2.01	3	2.98	4.04	8.56
2008 年 1 月	MC	3.23	3.27	2.66	1.74	3.06	7.37
	RC	3.24	2.38	3.08	3.67	4.55	9.61
2008 年 2 月	MC	4.41	4.76	2.72	1.61	3.41	8.04
	RC	4.12	2.99	3.21	3.02	4.5	10.23
2008 年 3 月	MC	2.84	2.39	2.53	1.96	2.34	5.8
	RC	3.14	2.07	2.68	2.8	3.26	7
2008 年 4 月	MC	2.56	2.0	2.57	1.77	2.2	4.98
	RC	3.16	1.85	2.56	2.43	3.1	6.14
2008 年 5 月	MC	2.16	2	2.66	1.48	2.23	4.52
	RC	2.48	1.96	2.99	2.47	3.06	5.73
2008 年 6 月	MC	2.42	3.51	1.70	2.12	2.68	3.28
	RC	2.32	2.79	2.89	2.5	3	3.83
2008 年 7 月	MC	3.43	3.06	2.56	2.05	2.84	4.57
	RC	3	2.81	3.18	2.35	3.07	5.48
2008 年 8 月	MC	2.03	2.04	2.28	2.47	2.26	2.24
	RC	2.64	1.89	2.09	2.45	2.49	3.19
2008 年 9 月	MC	無資料	4.57	3.65	3.13	2.56	無資料
	RC	無資料	3.55	3.50	3.55	3.37	無資料
2008 年 10 月	MC	無資料	1.86	2.76	1.6	1.66	無資料
	RC	無資料	1.71	3.19	2.53	2.0	無資料
2008 年 11 月	MC	3.97	3.46	2.65	1.79	1.78	無資料
	RC	3.49	2.74	2.64	3.38	2.28	無資料

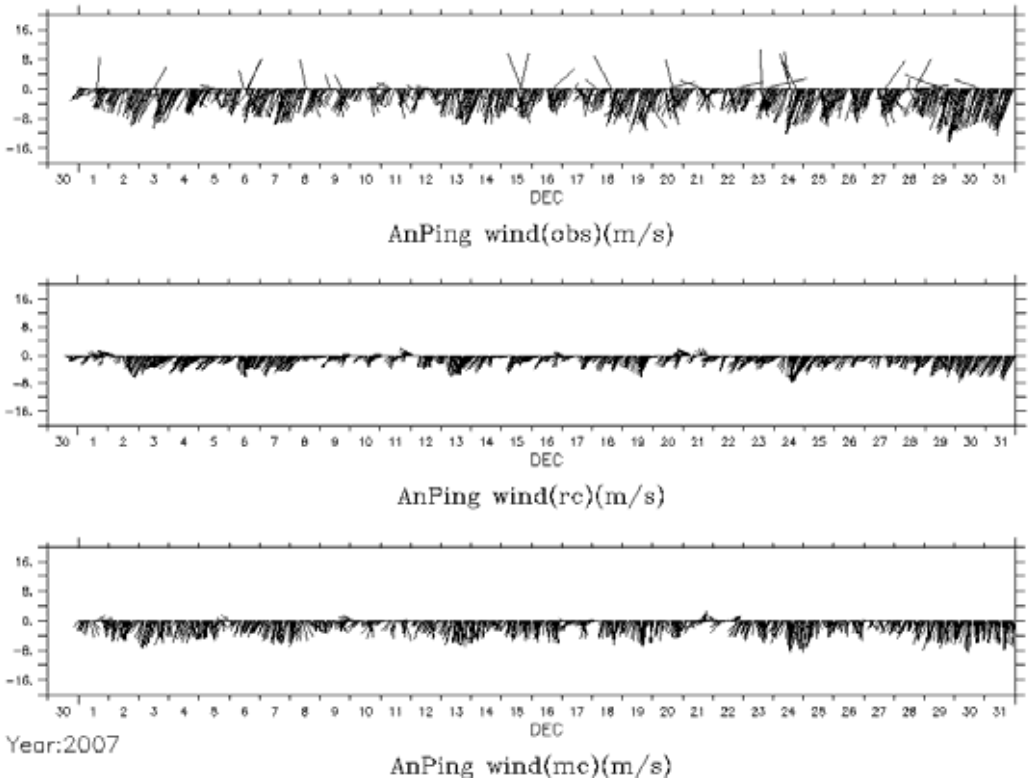


圖 3.3-1 安平港 2007 年 12 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

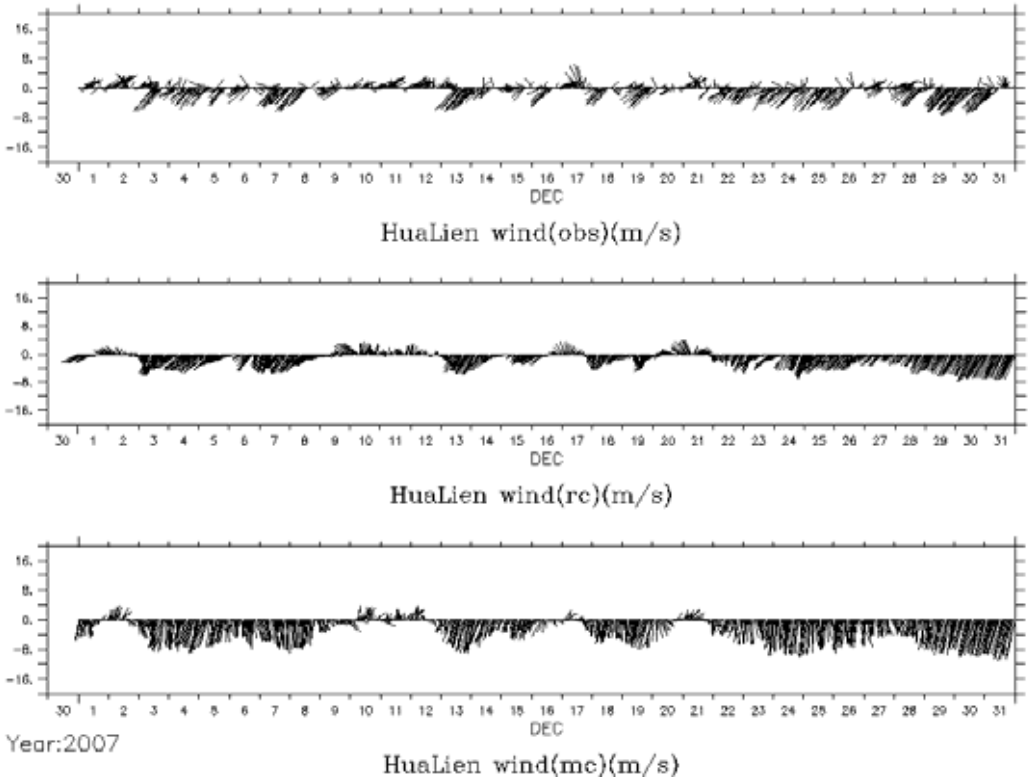


圖 3.3-2 花蓮港 2007 年 12 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

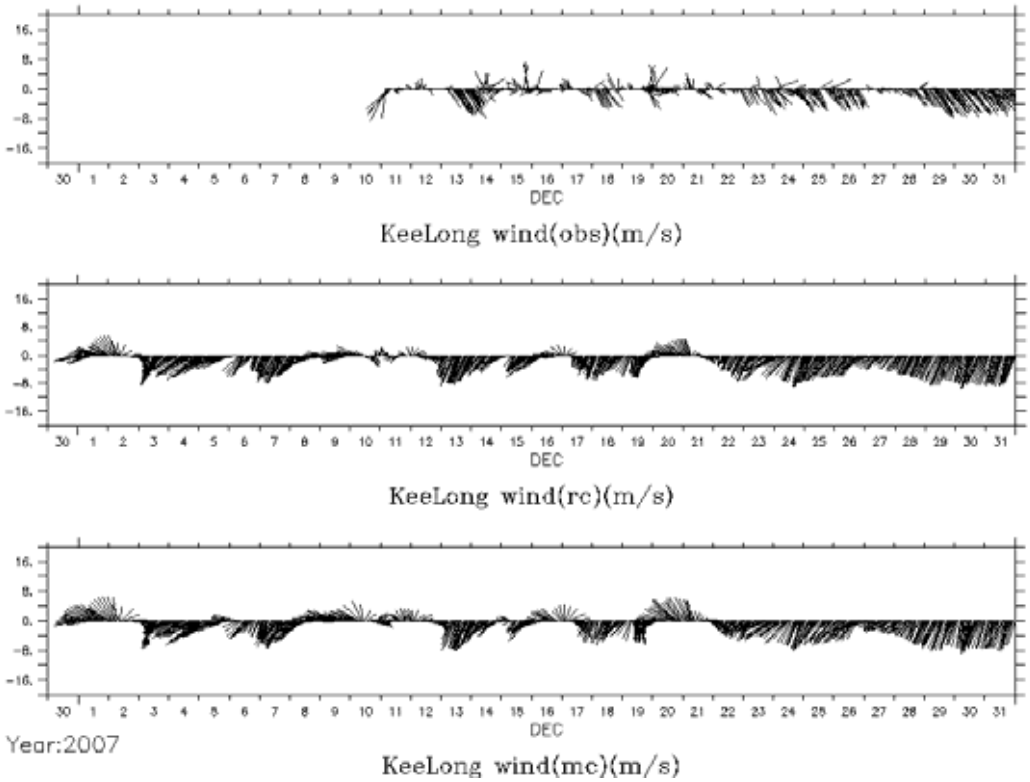


圖 3.3-3 基隆港 2007 年 12 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

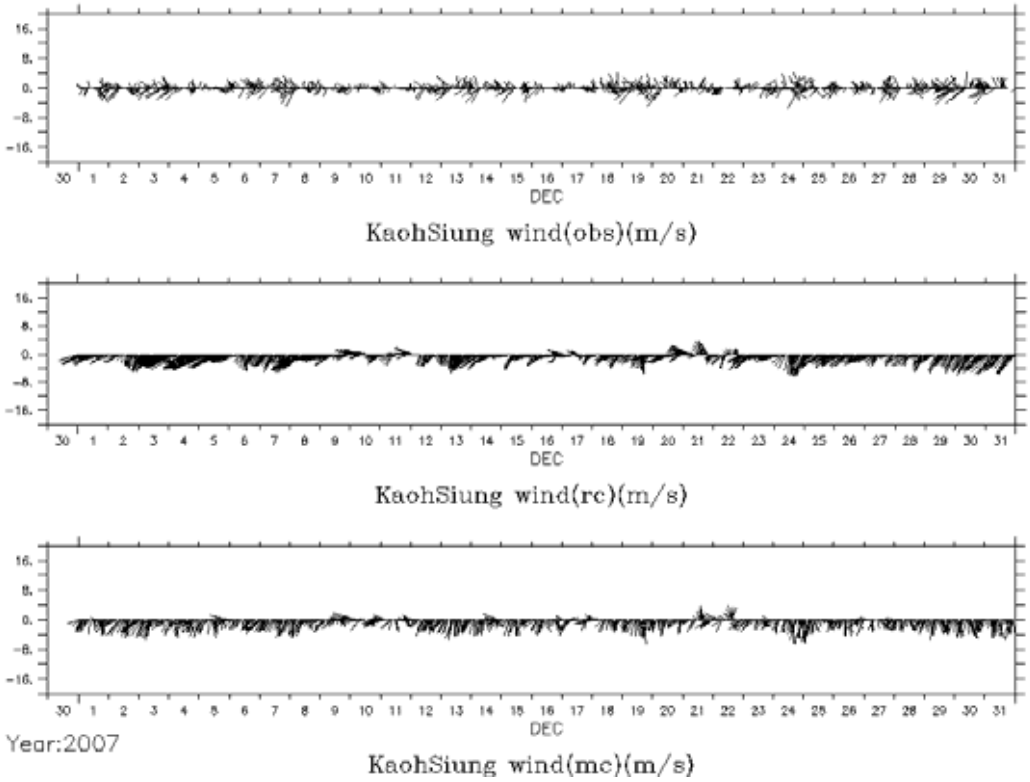


圖 3.3-4 高雄港 2007 年 12 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

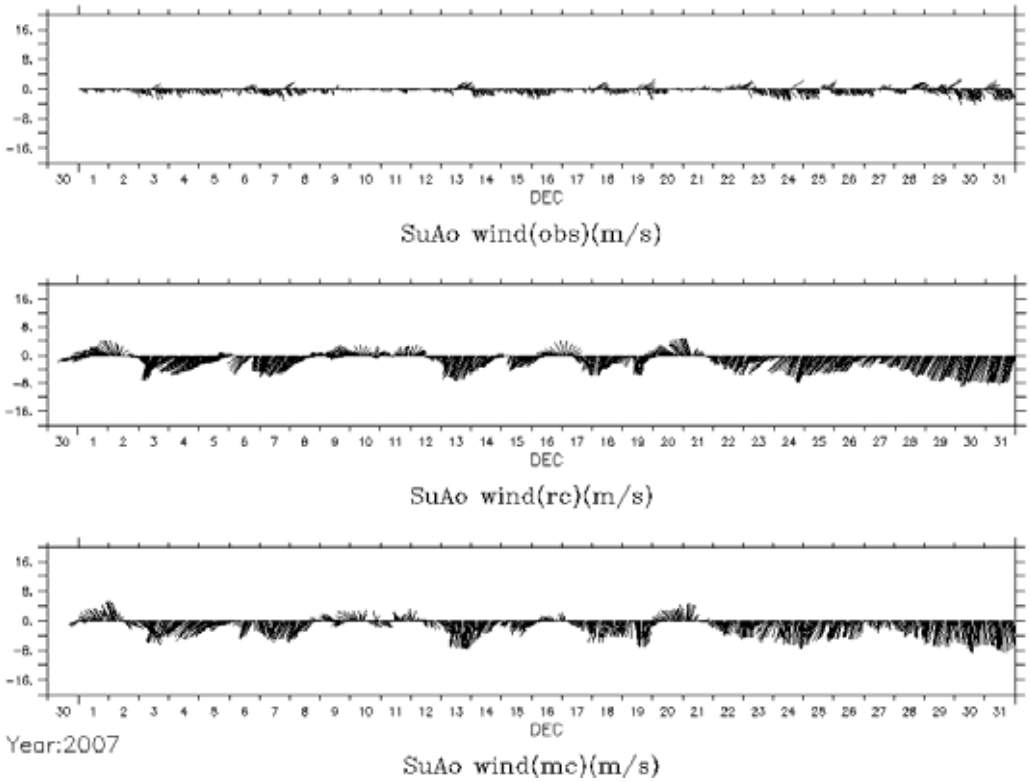


圖 3.3-5 蘇澳港 2007 年 12 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

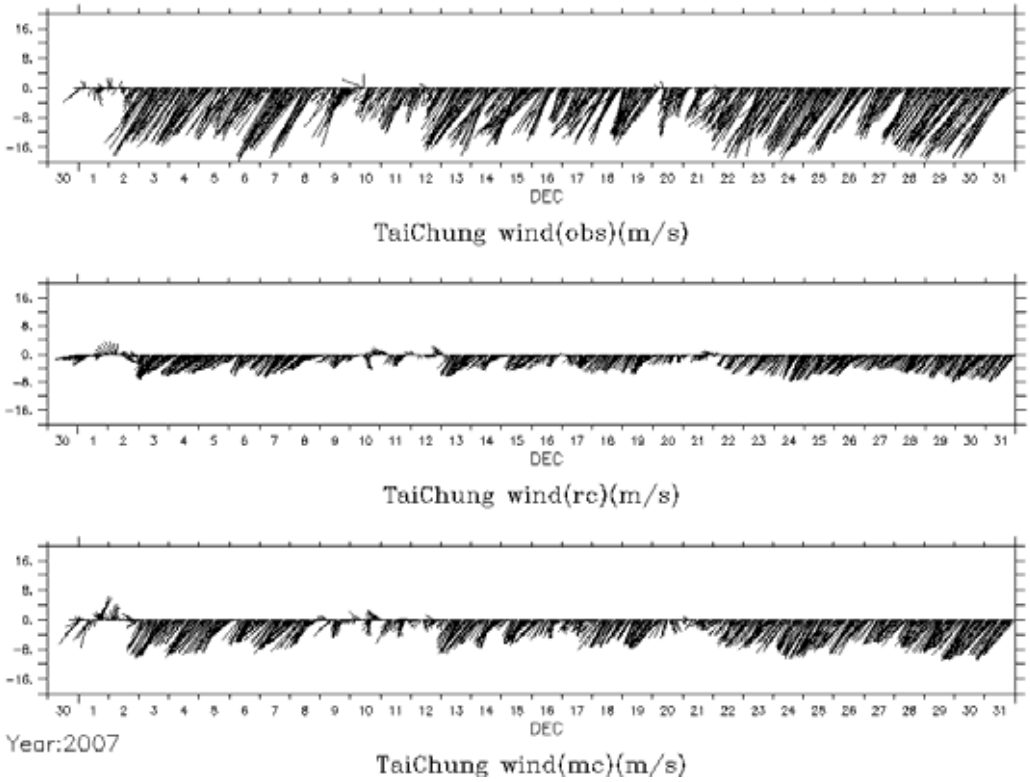


圖 3.3-6 台中港 2007 年 12 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

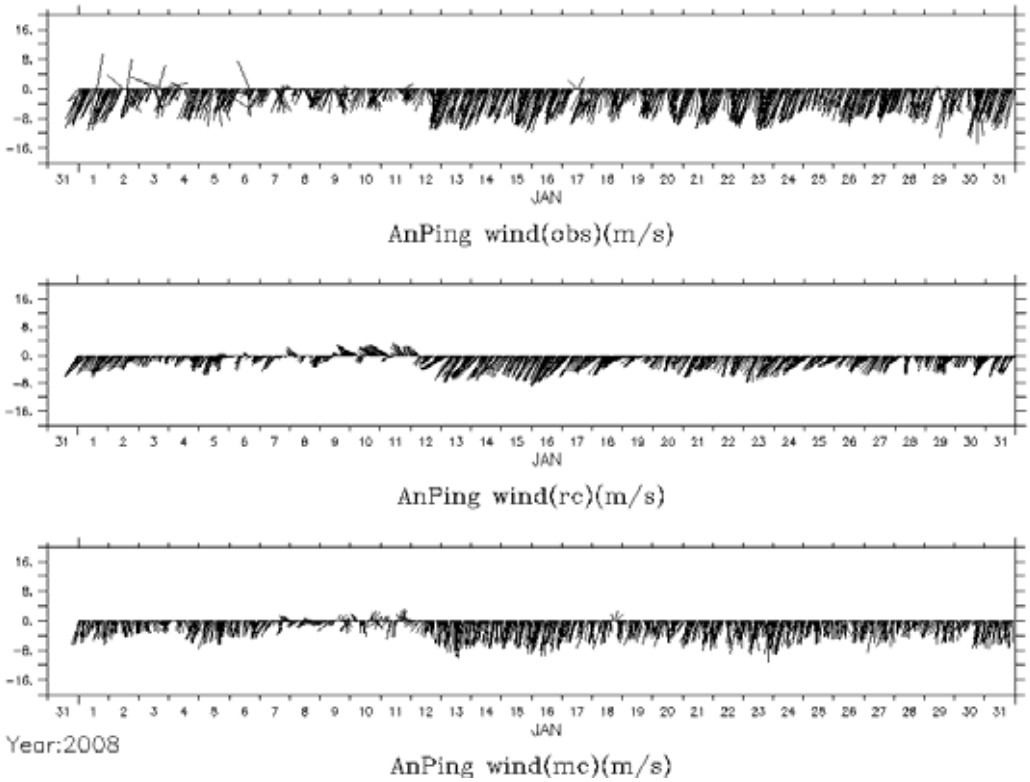


圖 3.3-7 安平港 2008 年 1 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

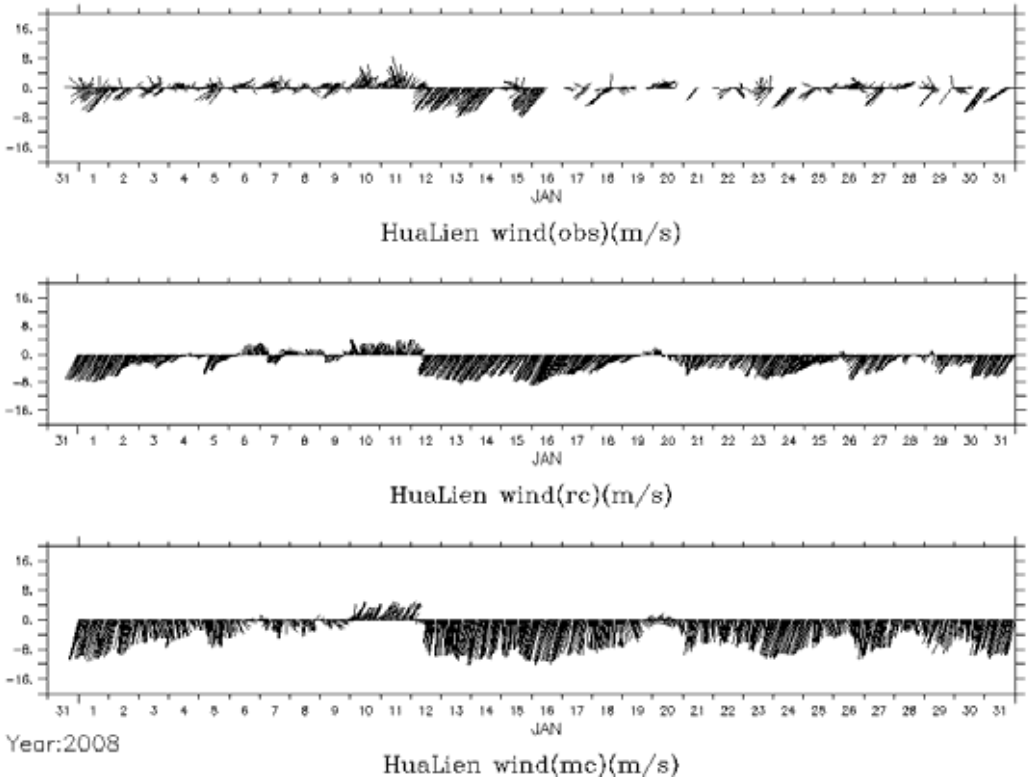


圖 3.3-8 花蓮港 2008 年 1 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

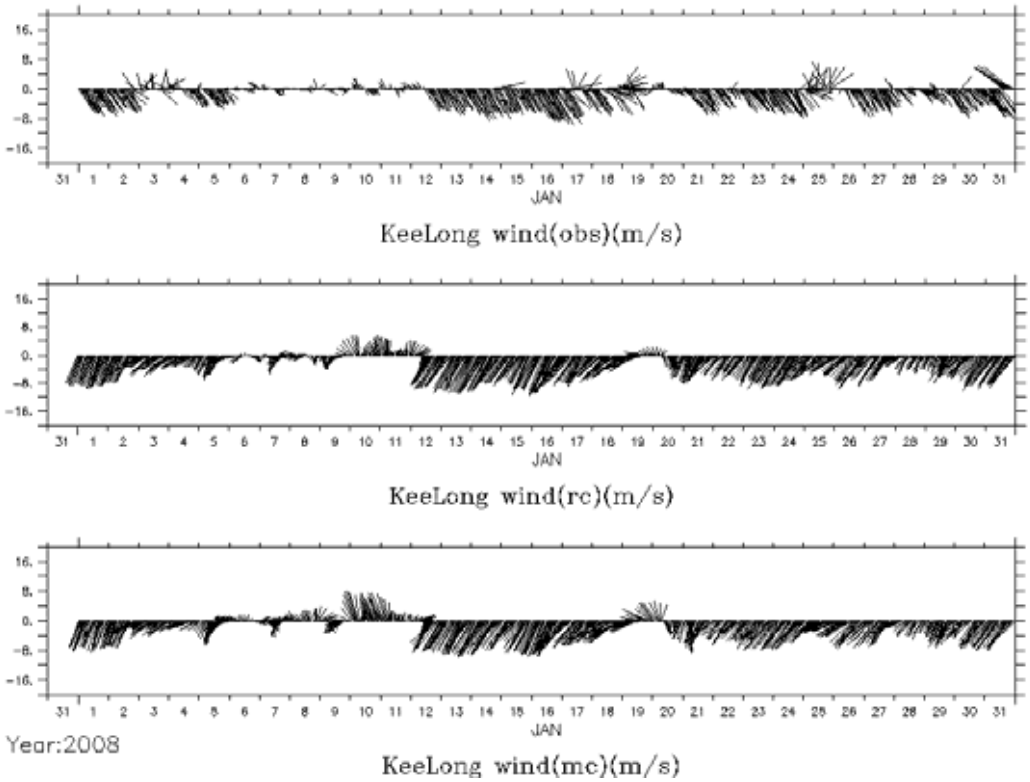


圖 3.3-9 基隆港 2008 年 1 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

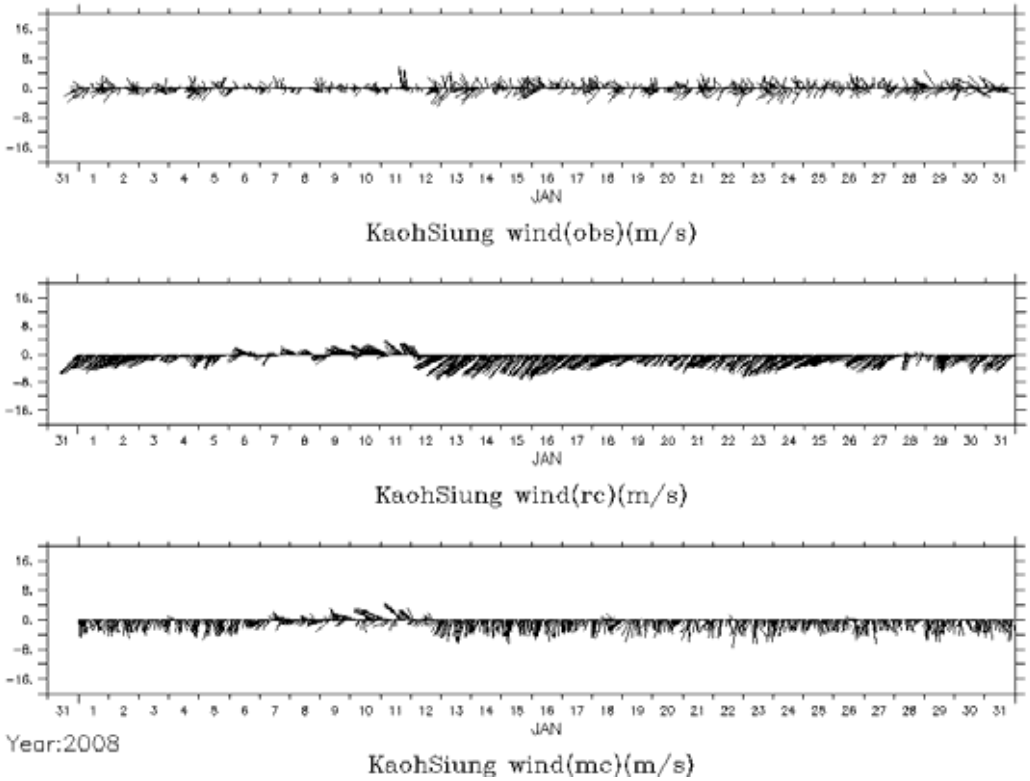


圖 3.3-10 高雄港 2008 年 1 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

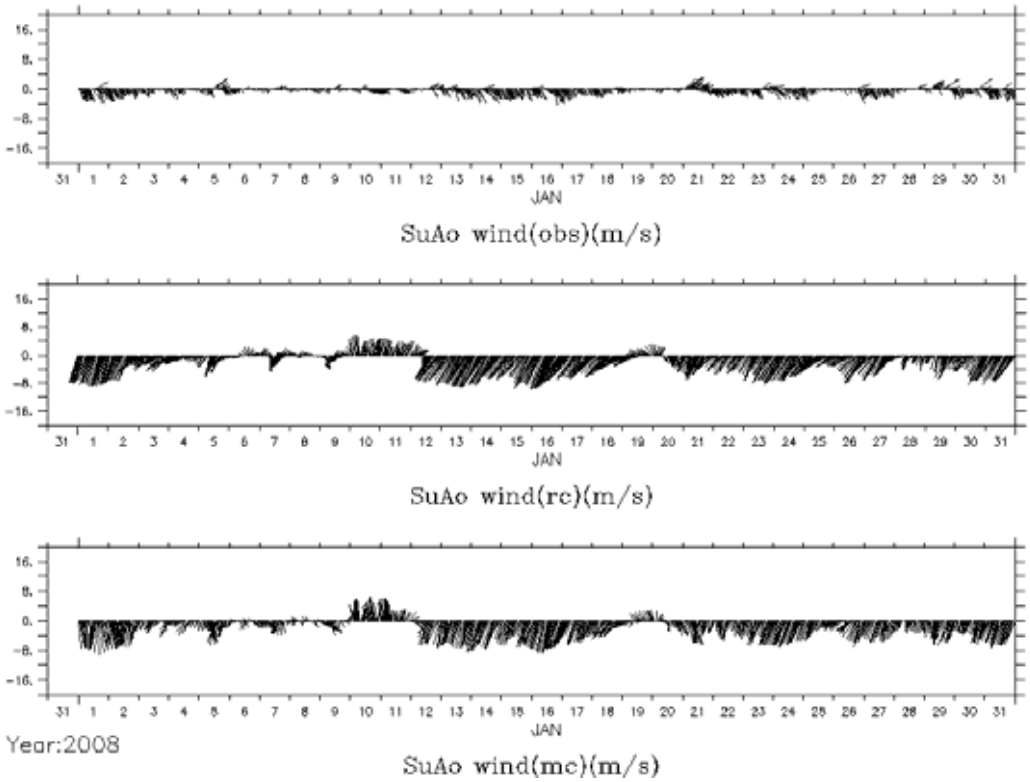


圖 3.3-11 蘇澳港 2008 年 1 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

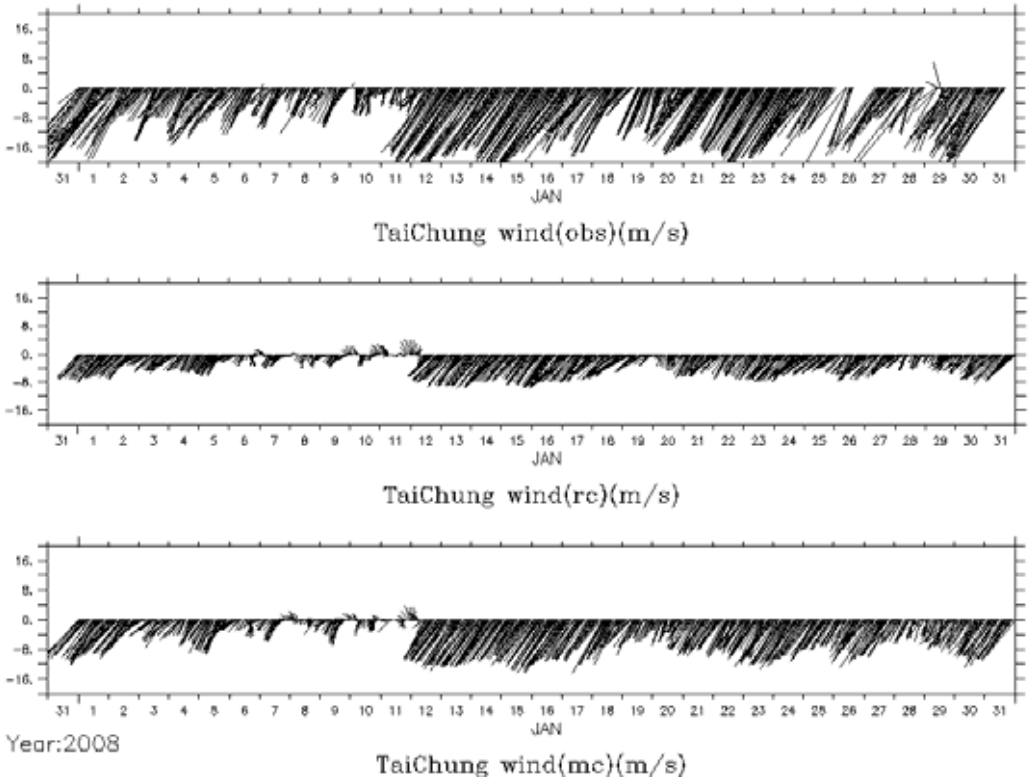


圖 3.3-12 台中港 2008 年 1 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

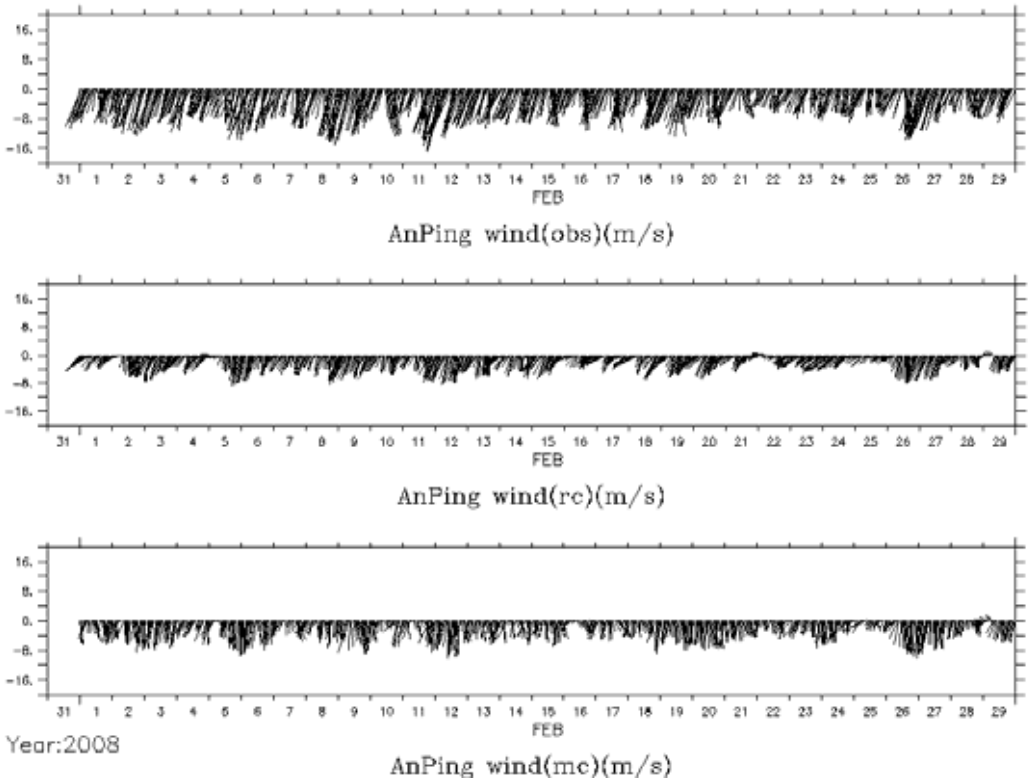


圖 3.3-13 安平港 2008 年 2 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

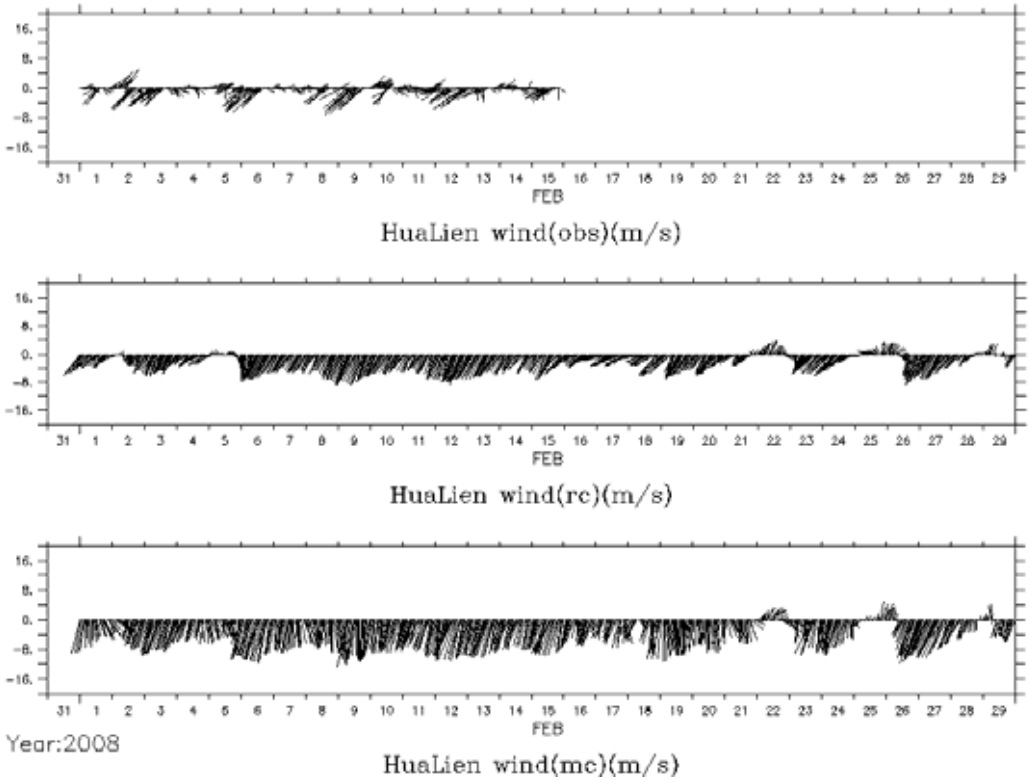


圖 3.3-14 花蓮港 2008 年 2 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

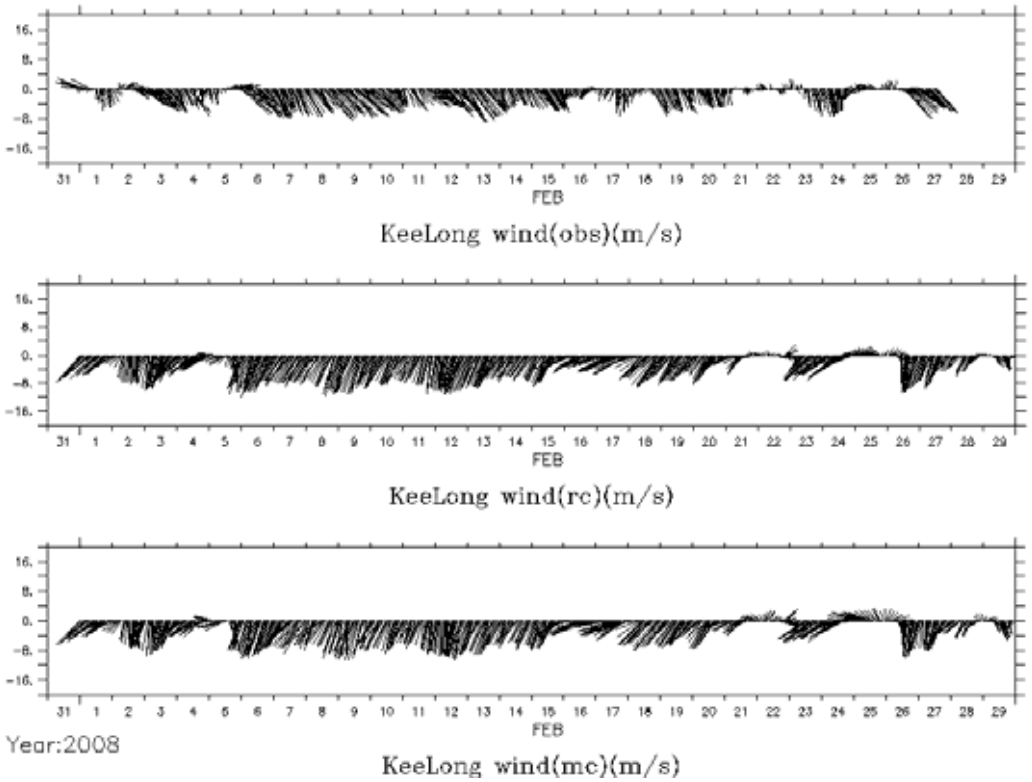


圖 3.3-15 基隆港 2008 年 2 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

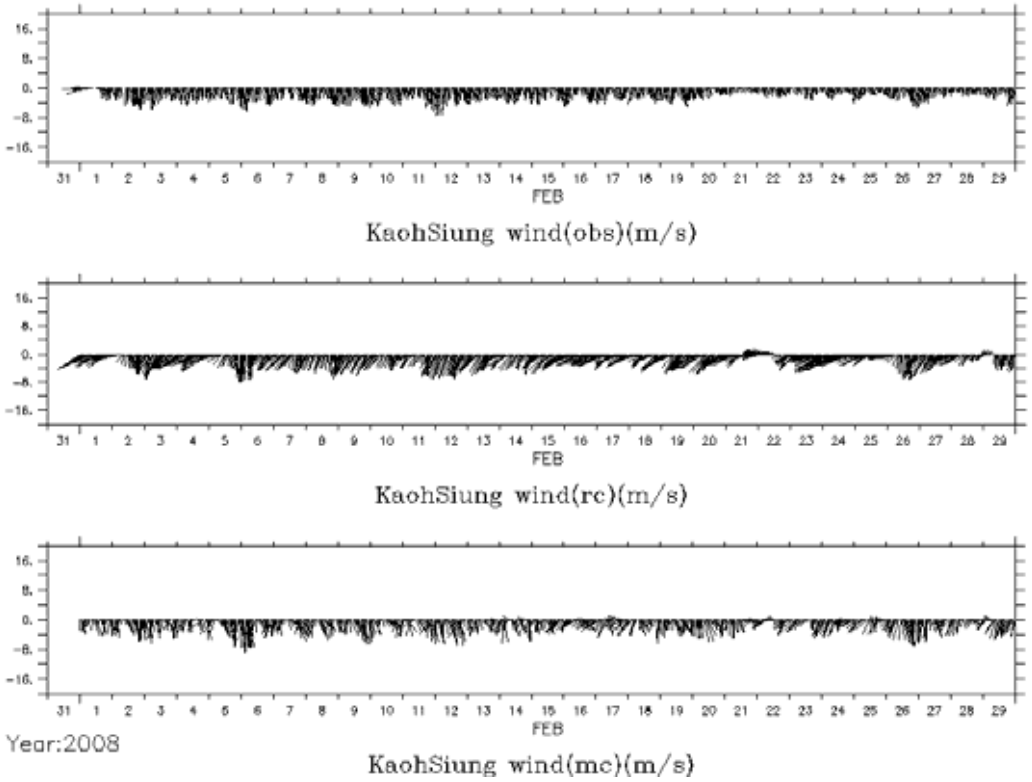


圖 3.3-16 高雄港 2008 年 2 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

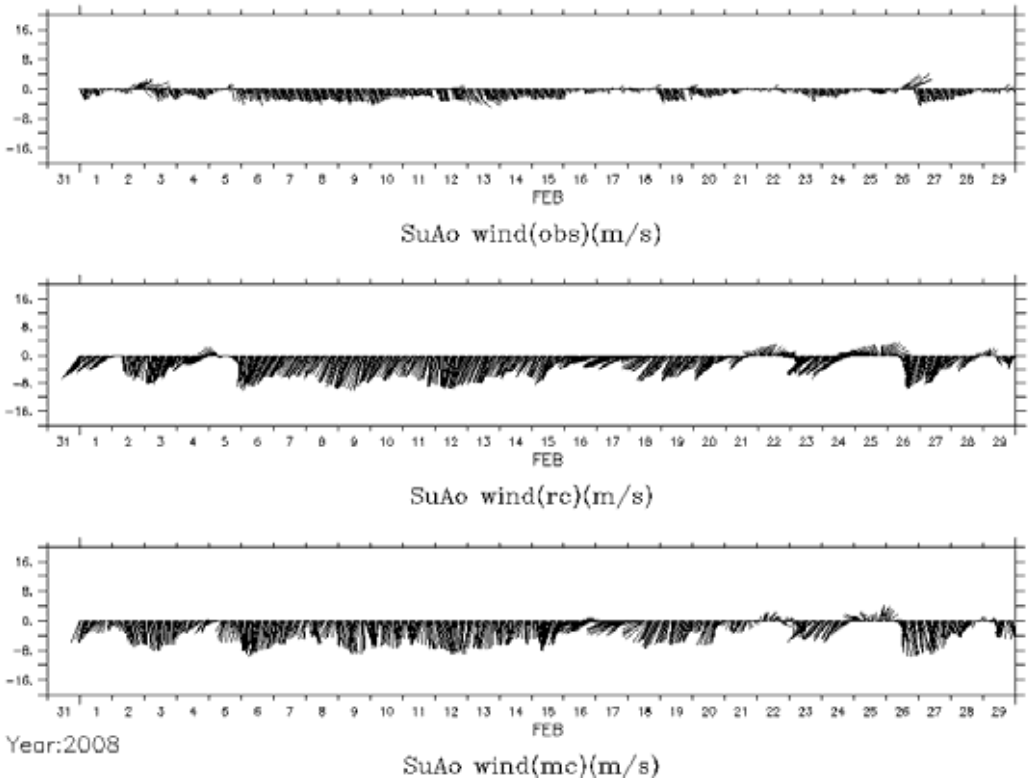


圖 3.3-17 蘇澳港 2008 年 2 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

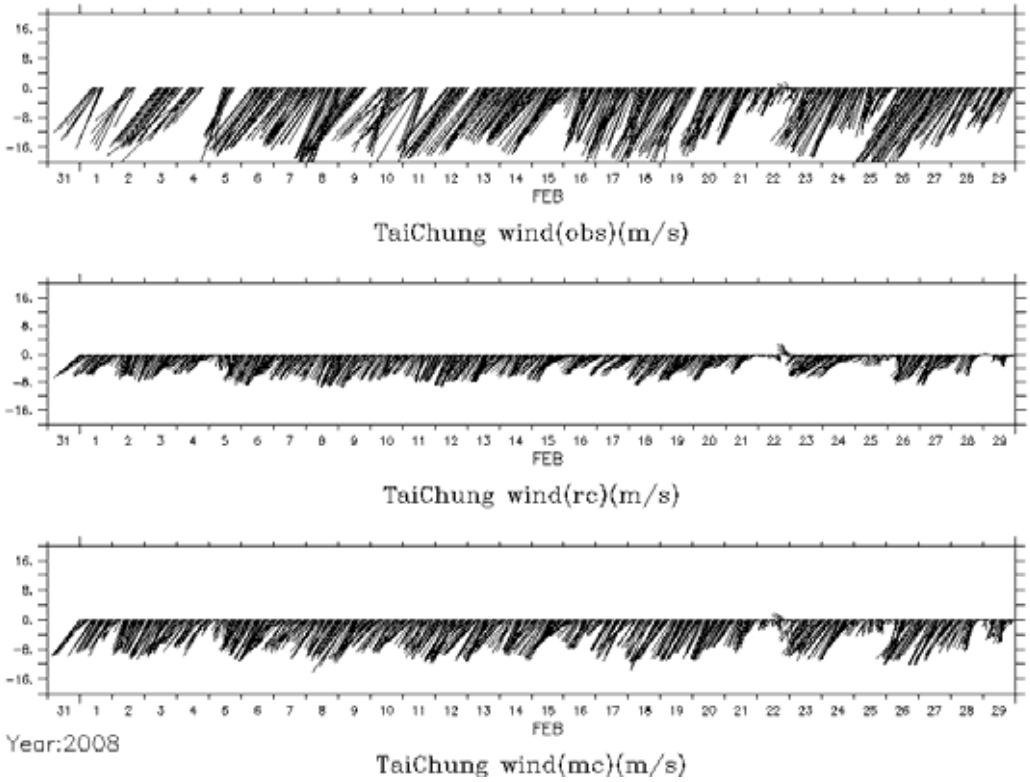


圖 3.3-18 台中港 2008 年 2 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

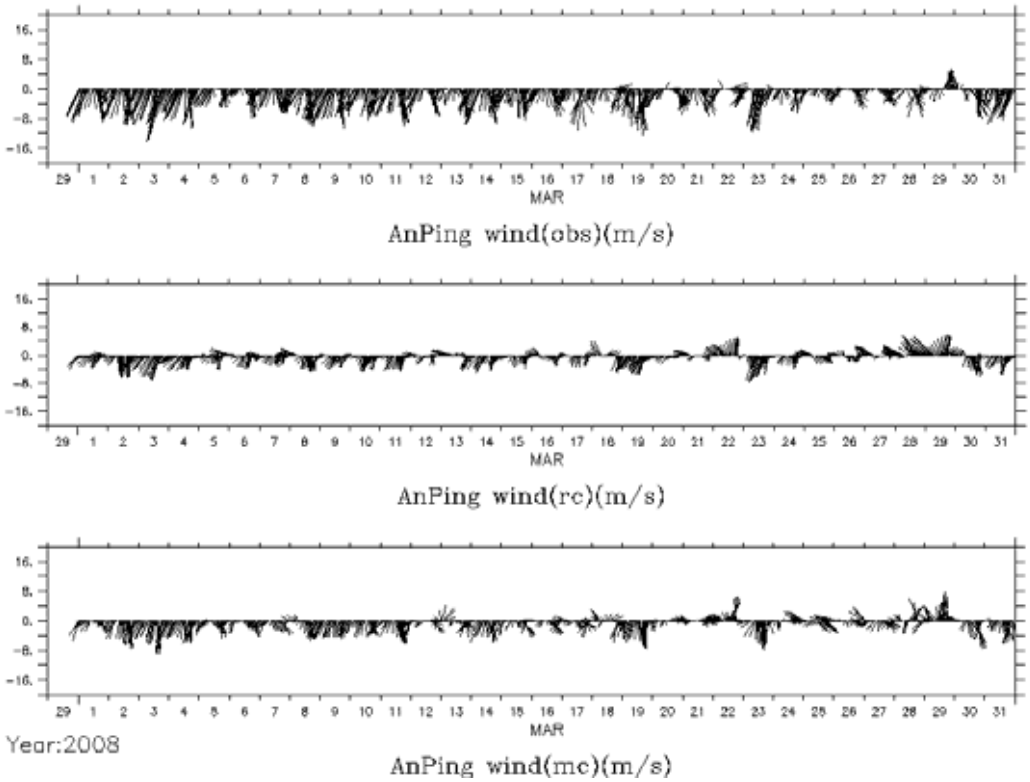


圖 3.3-19 安平港 2008 年 3 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

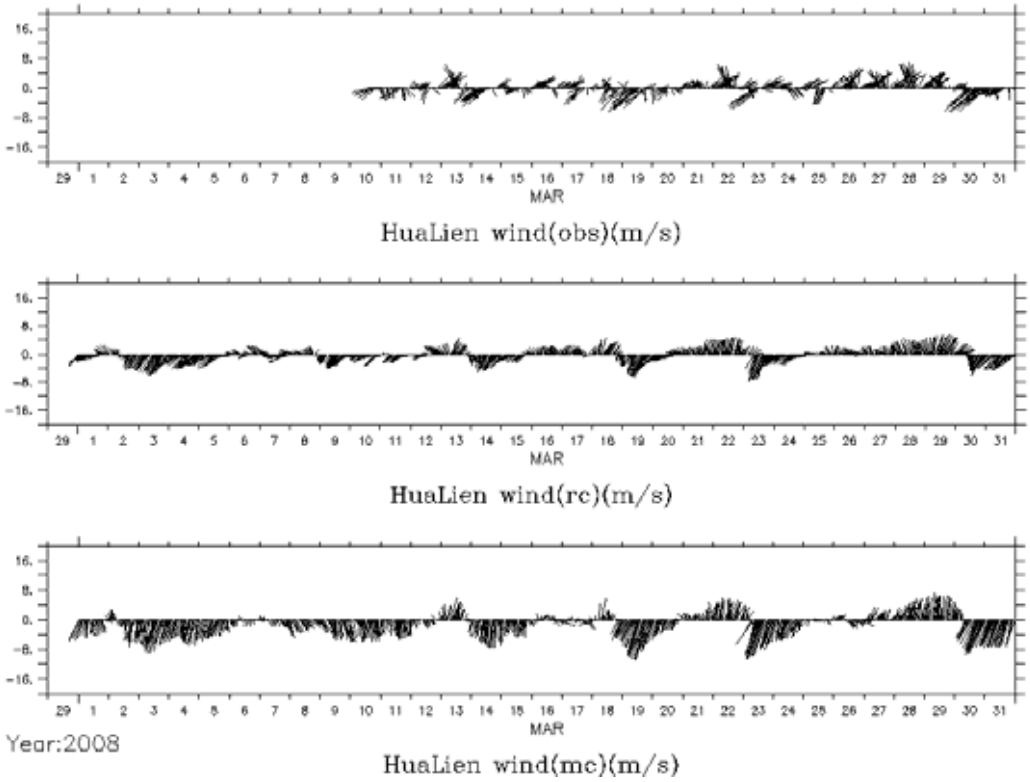


圖 3.3-20 花蓮港 2008 年 3 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

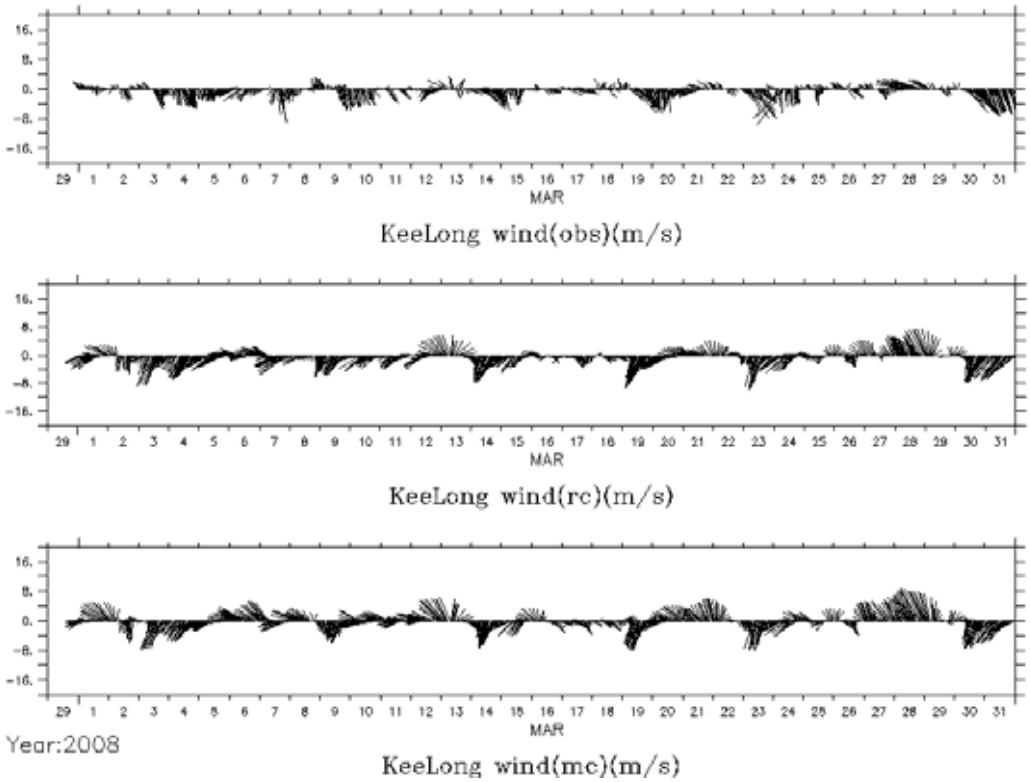


圖 3.3-21 基隆港 2008 年 3 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

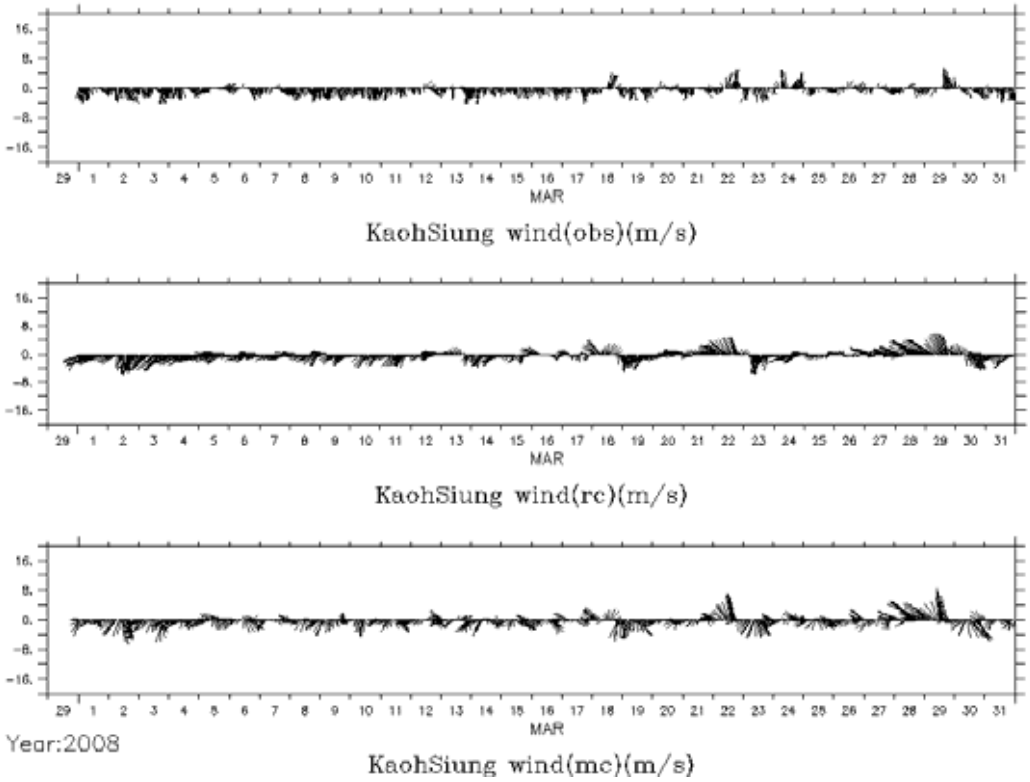


圖 3.3-22 高雄港 2008 年 3 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

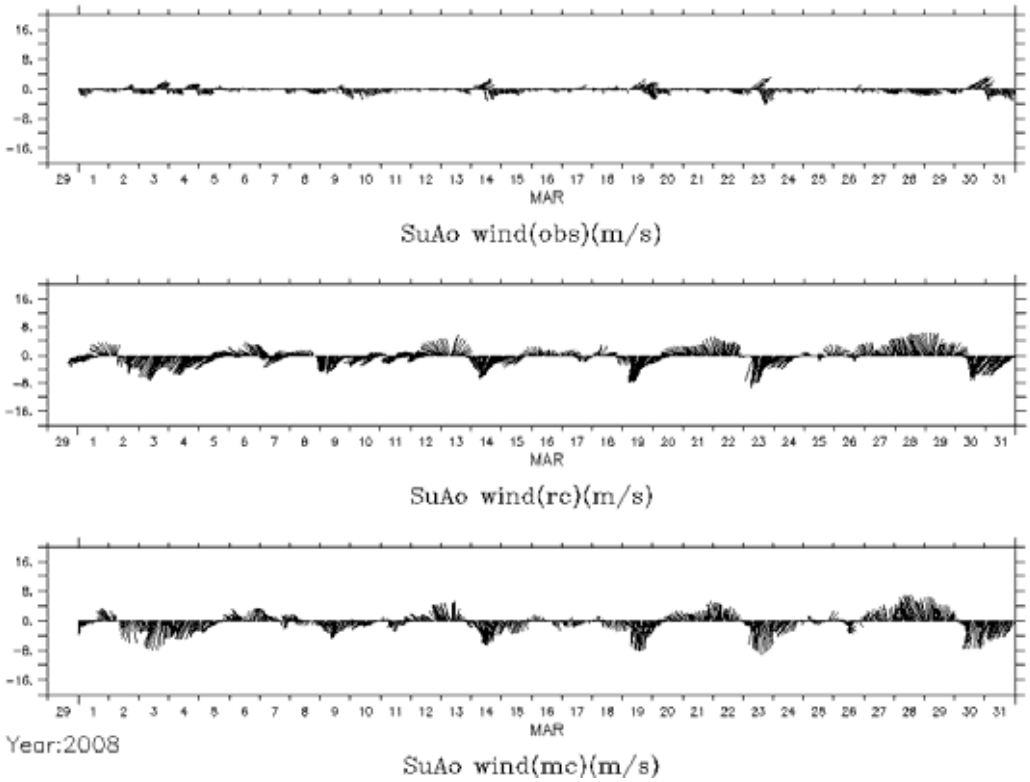


圖 3.3-23 蘇澳港 2008 年 3 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

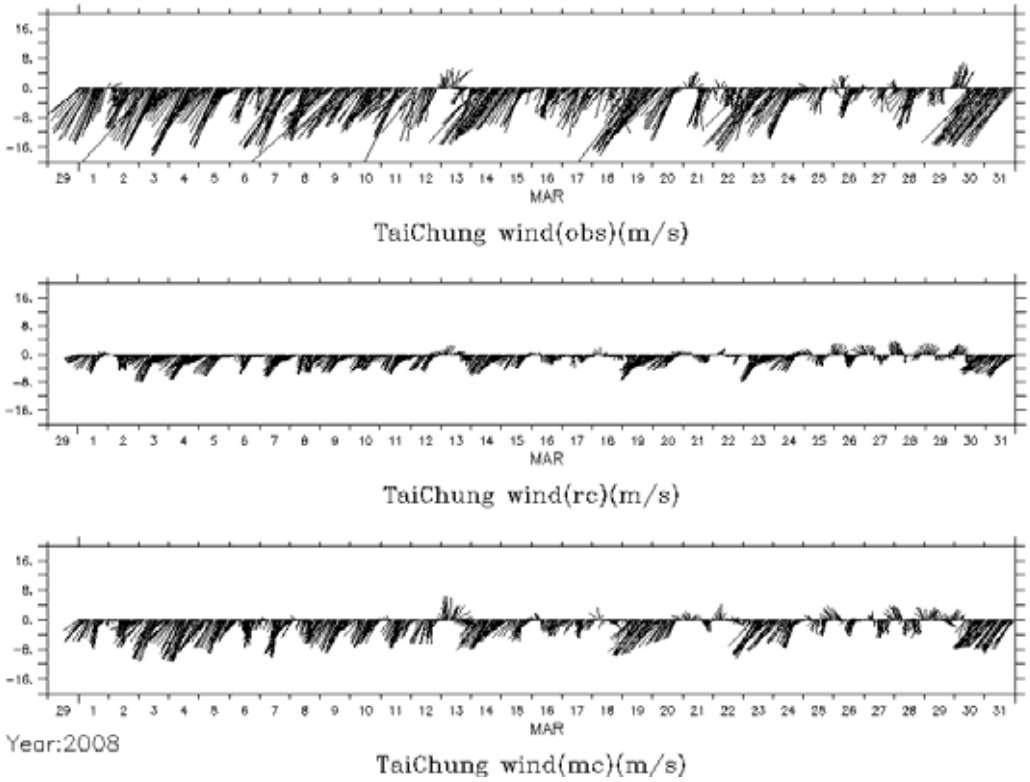


圖 3.3-24 台中港 2008 年 3 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

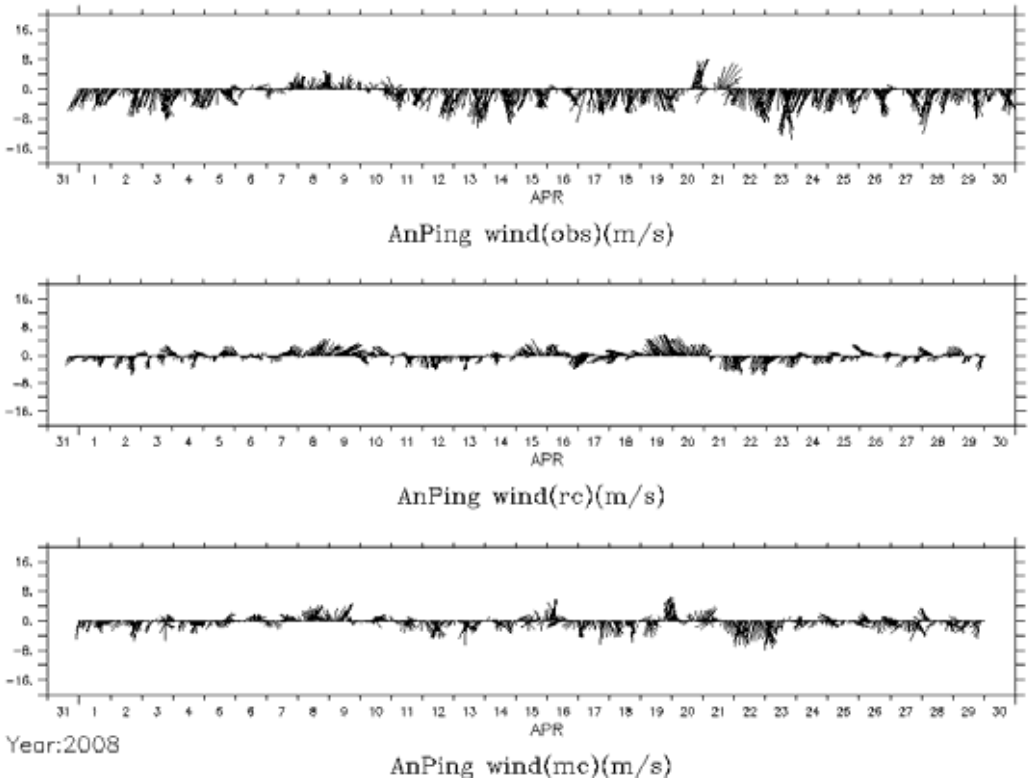


圖 3.3-25 安平港 2008 年 4 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

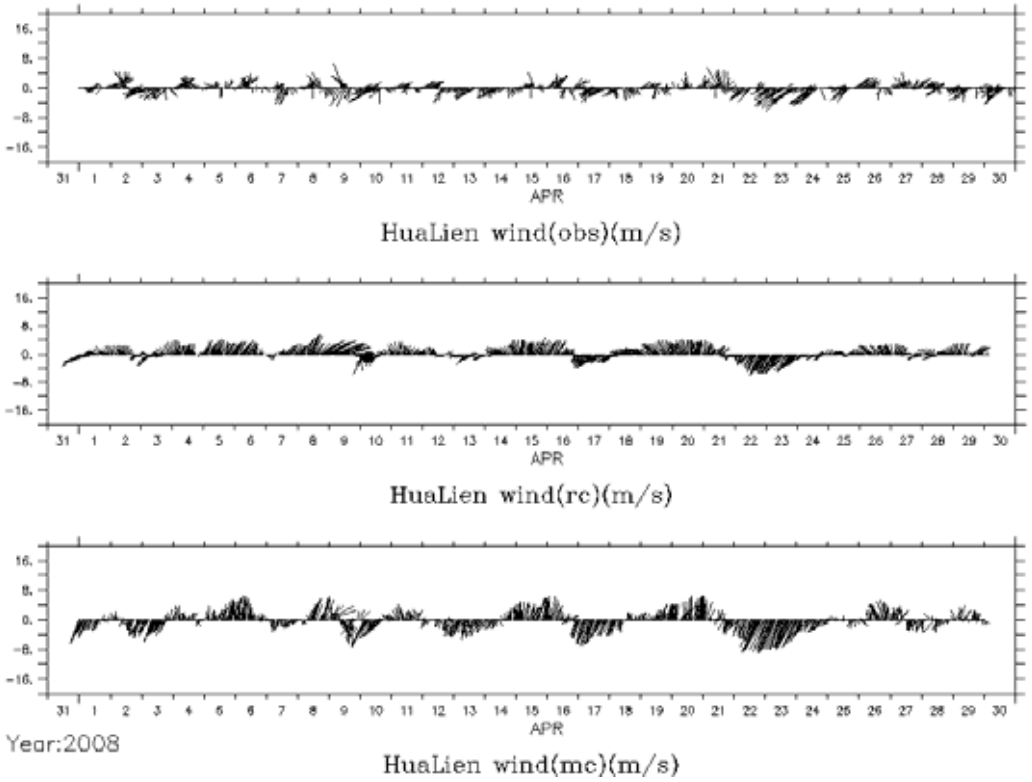


圖 3.3-26 花蓮港 2008 年 4 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

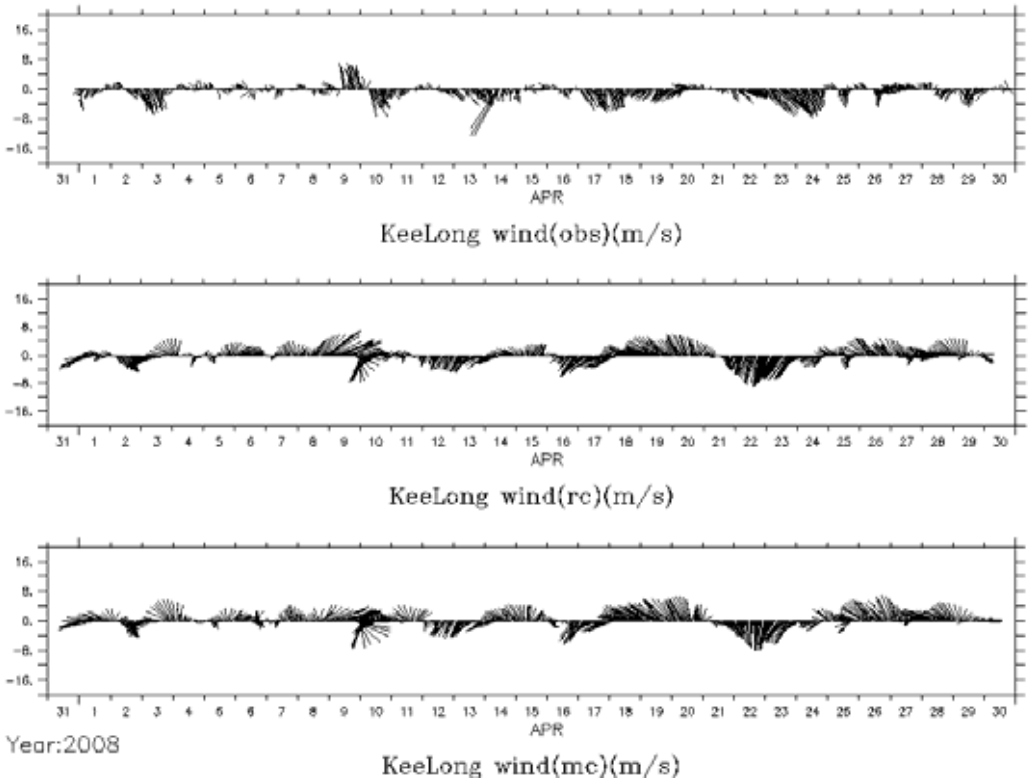


圖 3.3-27 基隆港 2008 年 4 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

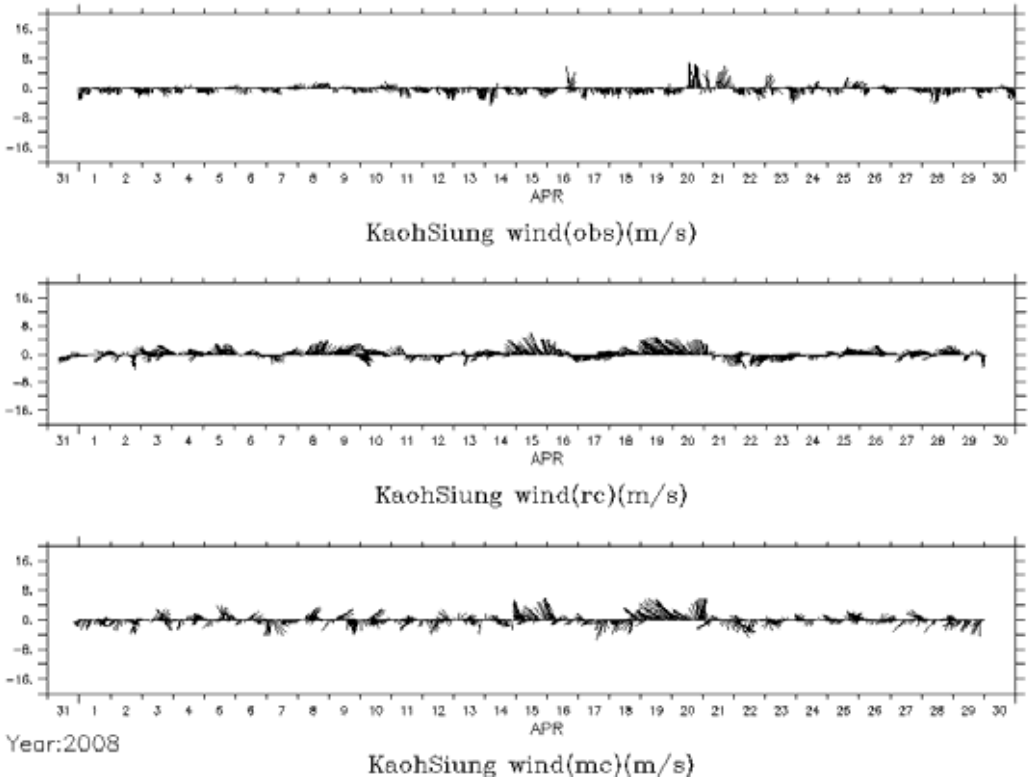


圖 3.3-28 高雄港 2008 年 4 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

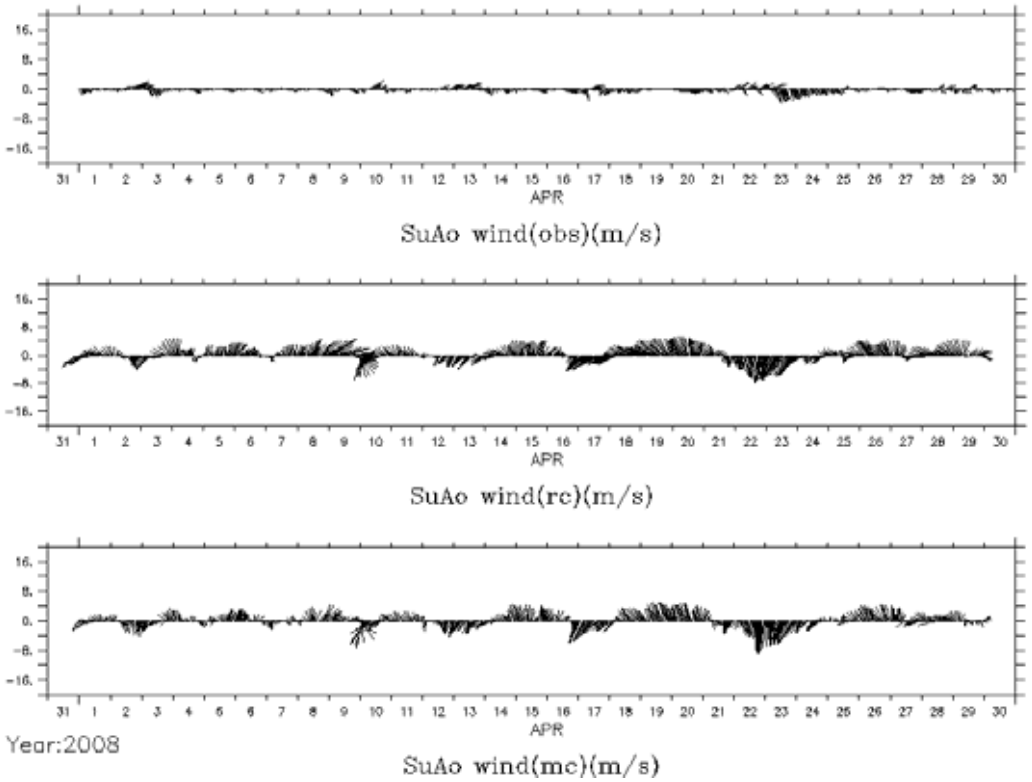


圖 3.3-29 蘇澳港 2008 年 4 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

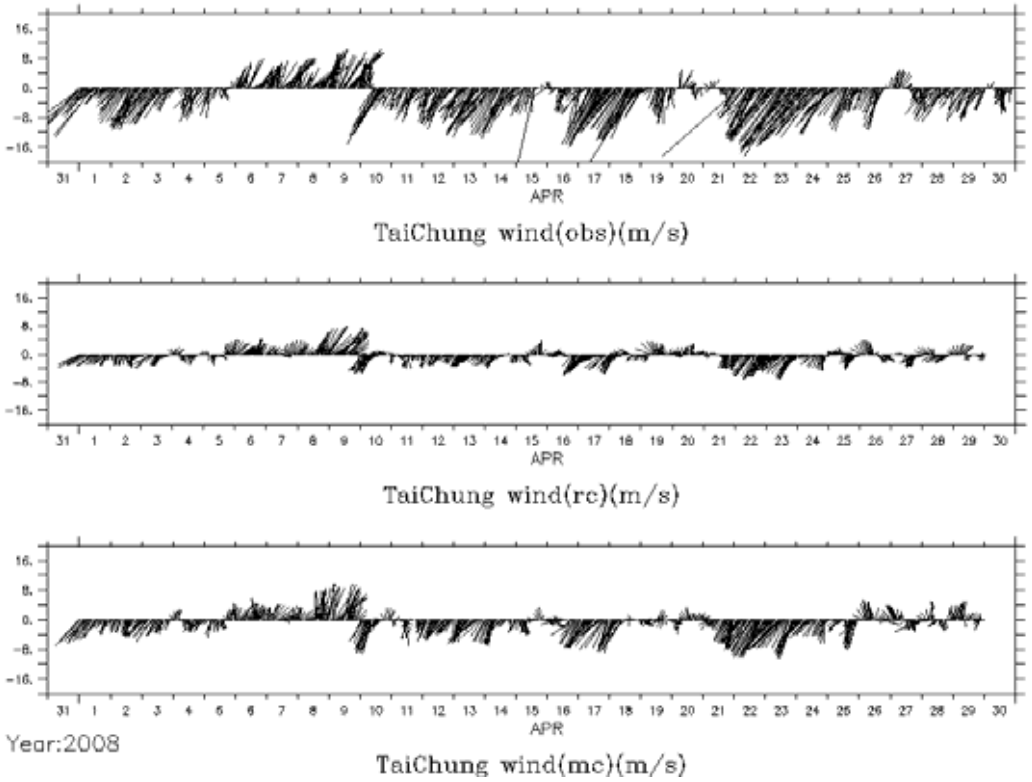


圖 3.3-30 台中港 2008 年 4 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

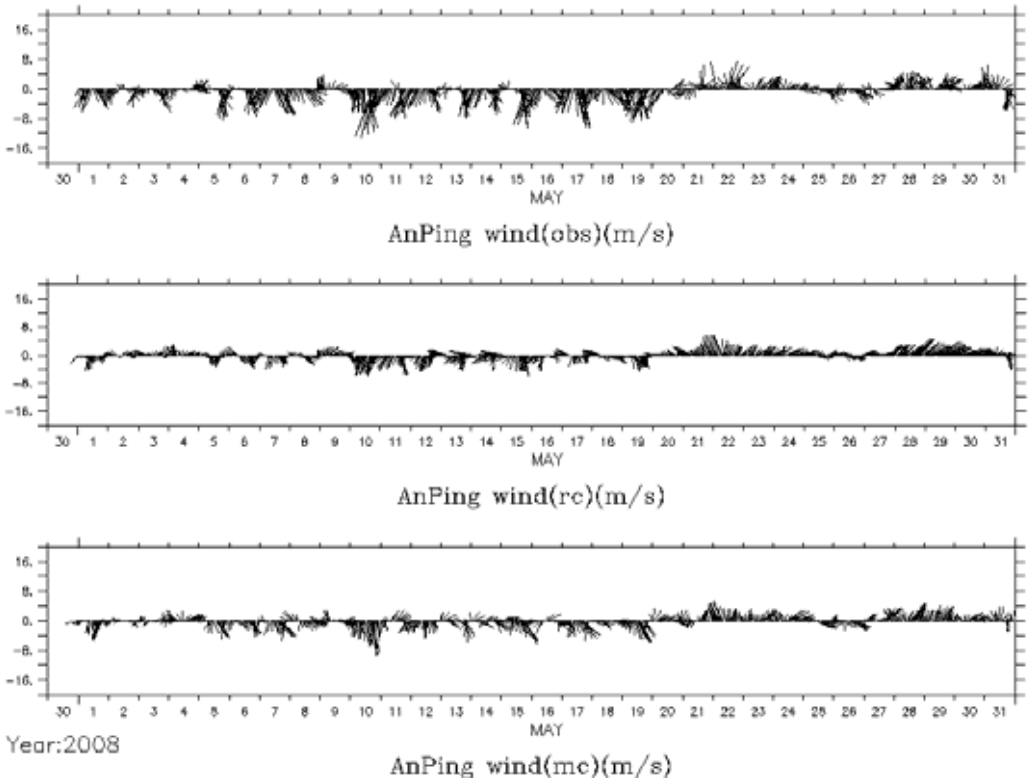


圖 3.3-31 安平港 2008 年 5 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

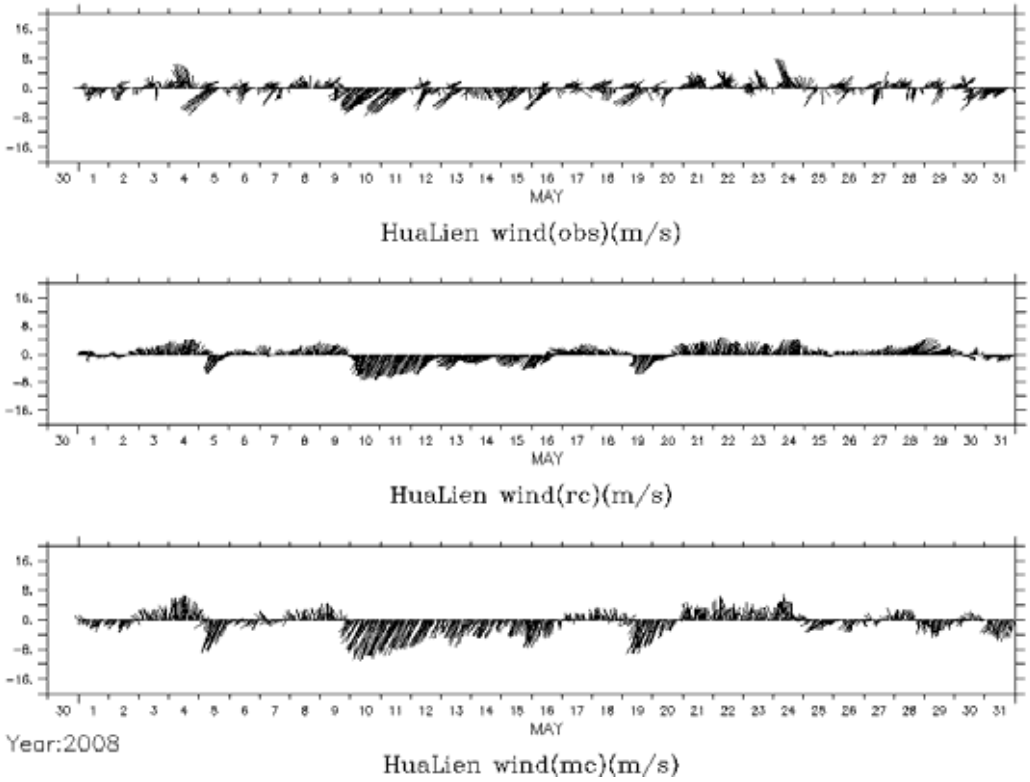


圖 3.3-32 花蓮港 2008 年 5 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

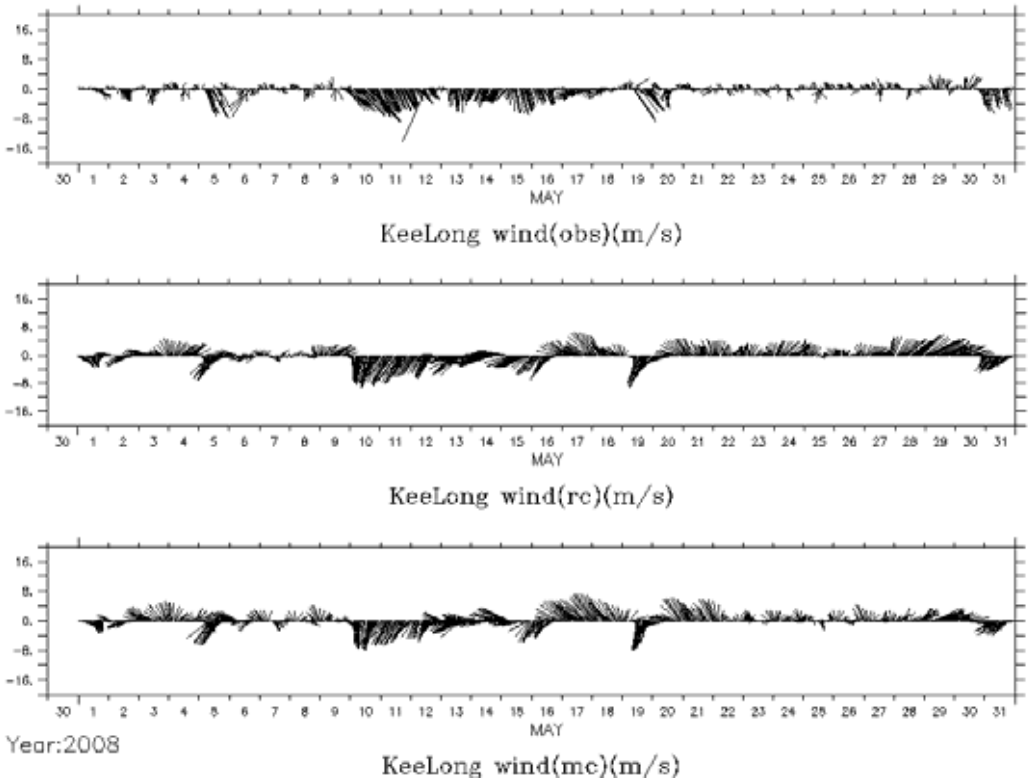


圖 3.3-33 基隆港 2008 年 5 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

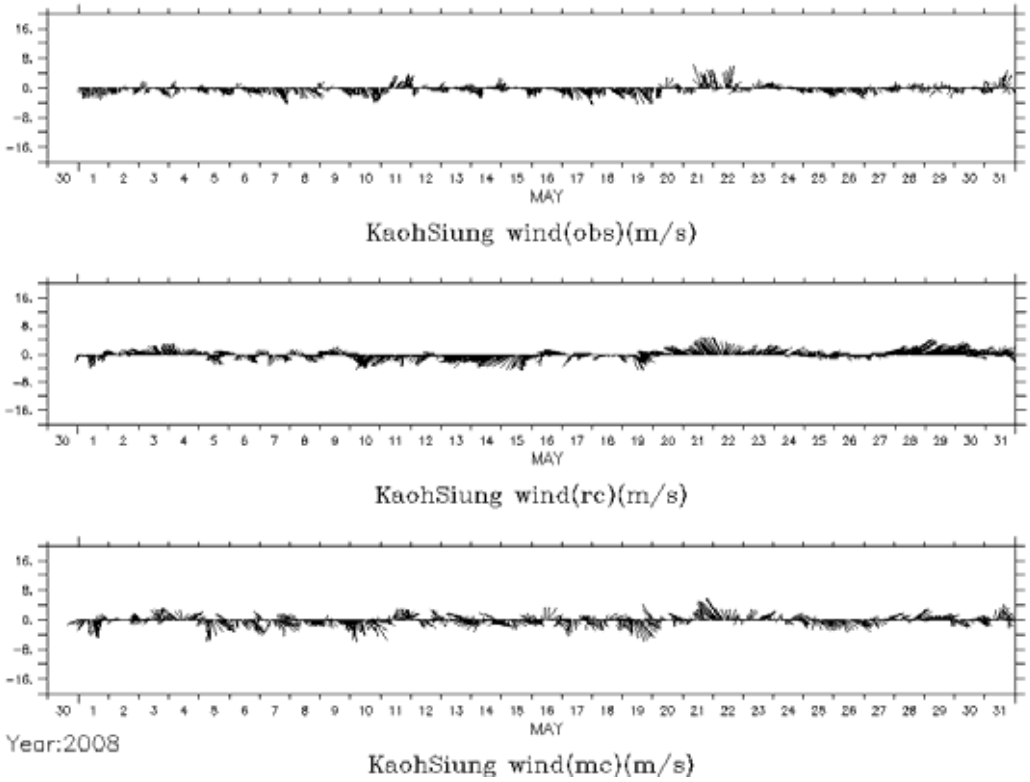


圖 3.3-34 高雄港 2008 年 5 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

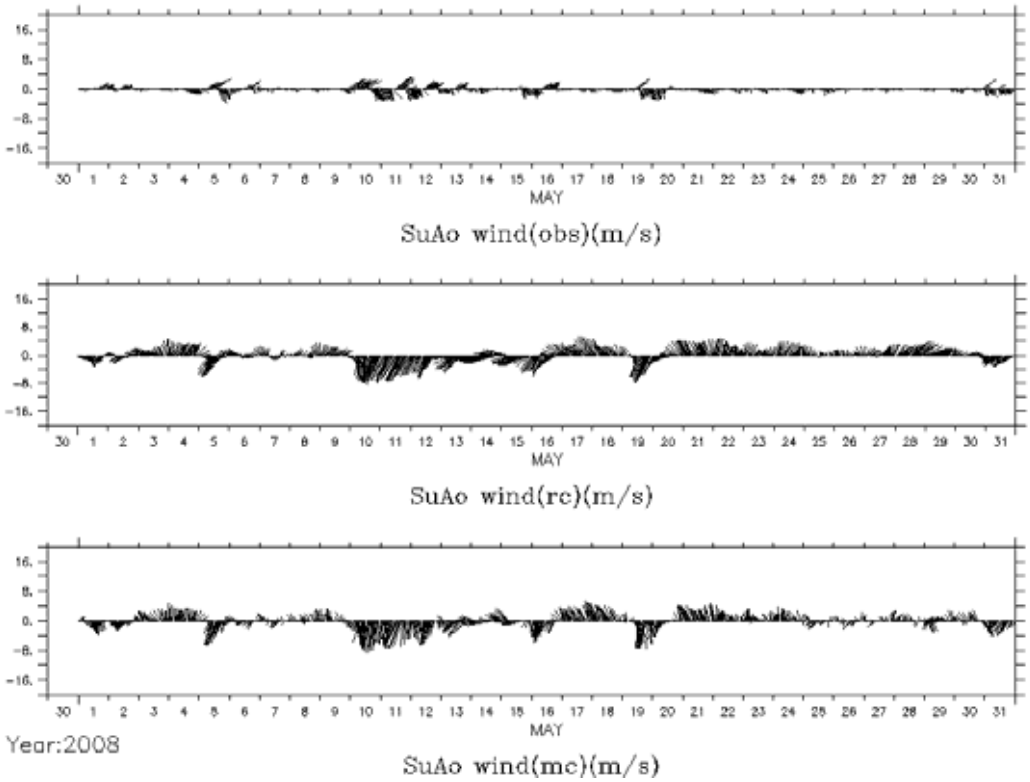


圖 3.3-35 蘇澳港 2008 年 5 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

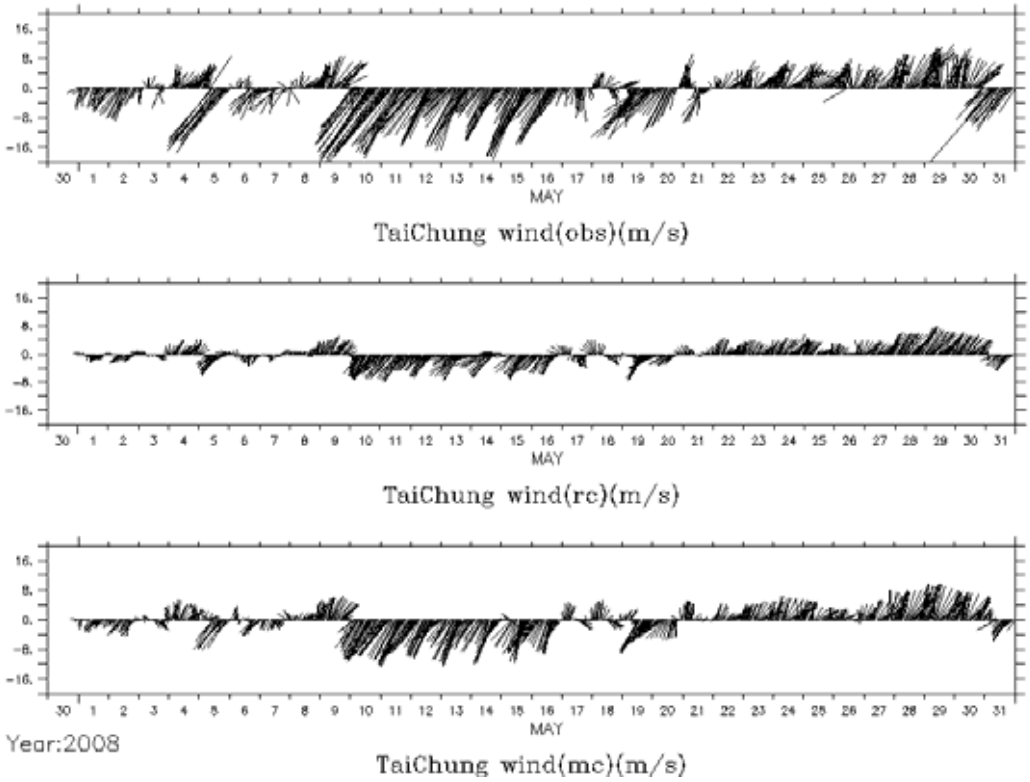


圖 3.3-36 台中港 2008 年 5 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

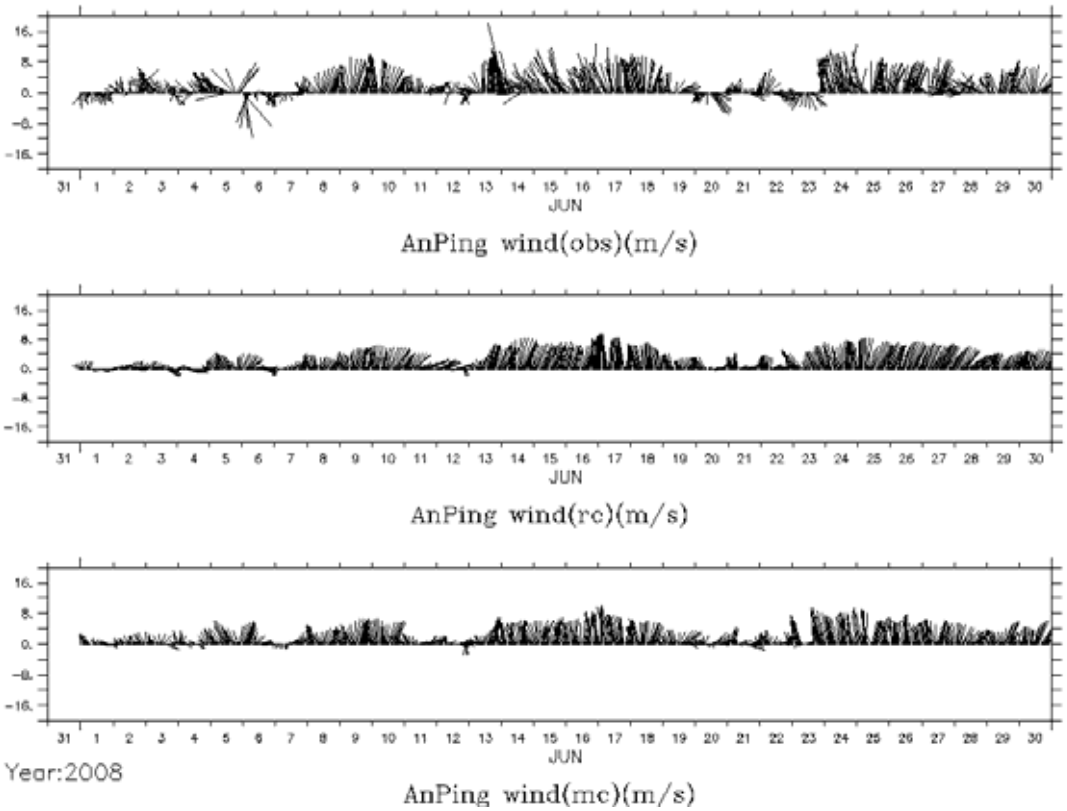


圖 3.3-37 安平港 2008 年 6 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

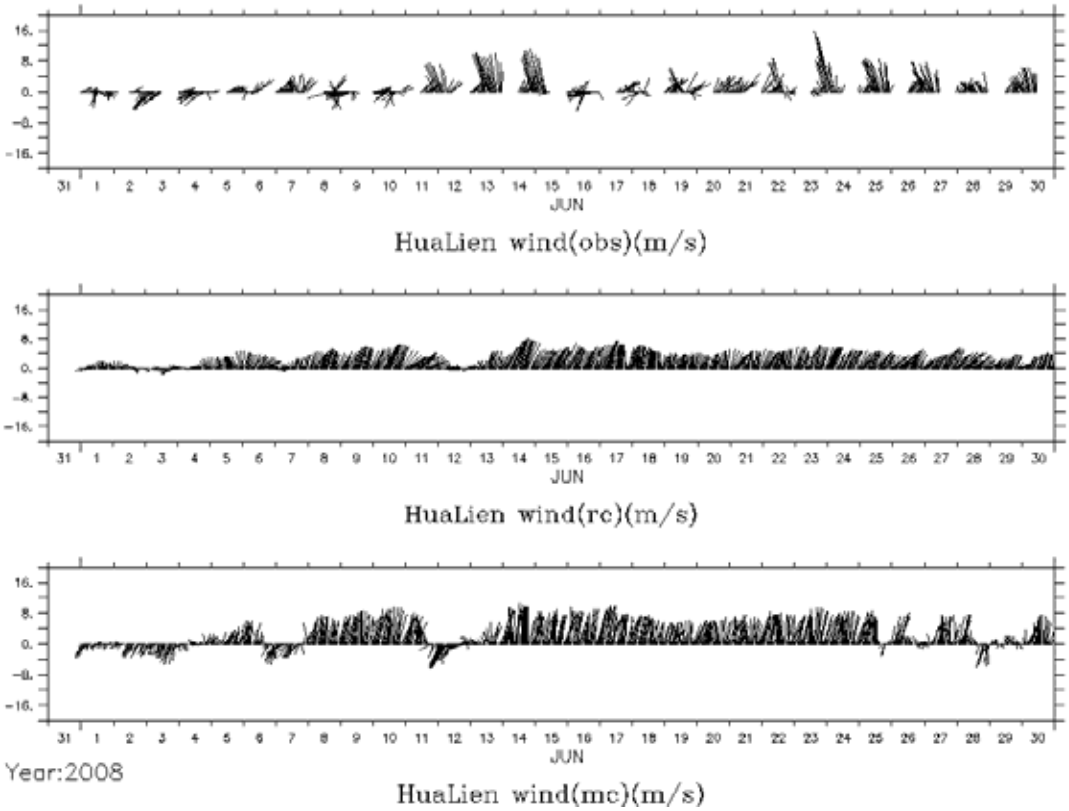


圖 3.3-38 花蓮港 2008 年 6 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

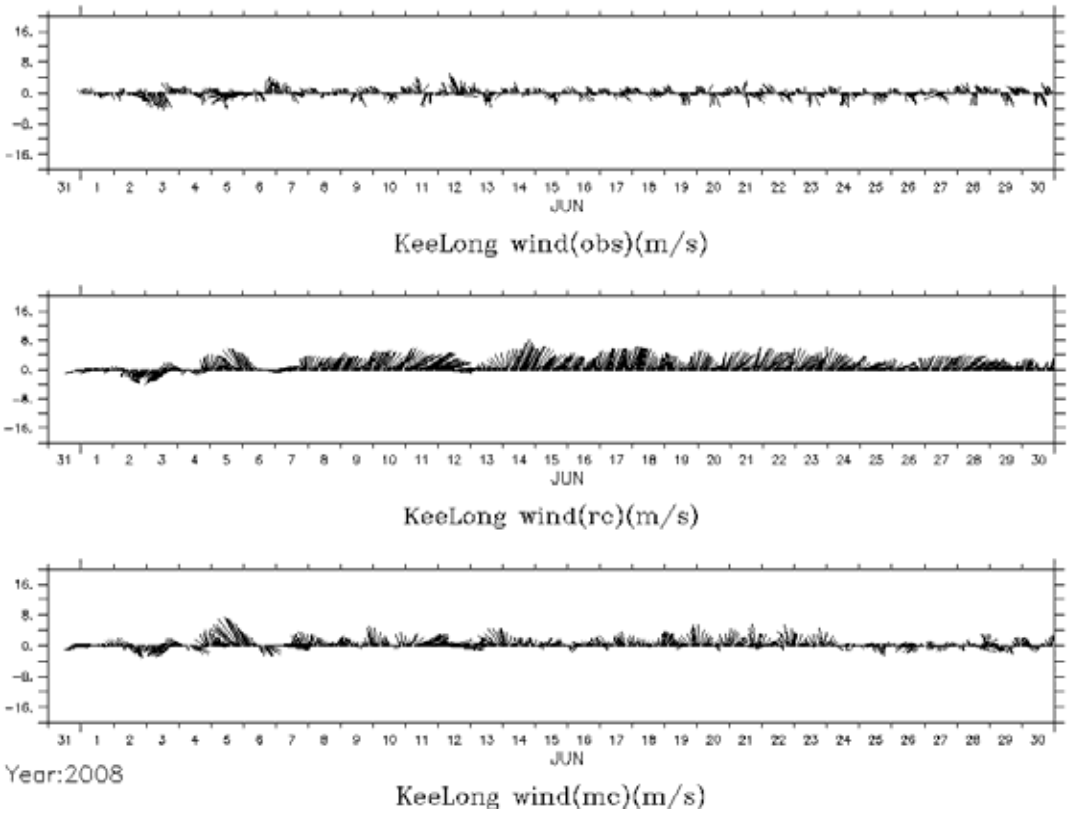


圖 3.3-39 基隆港 2008 年 6 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

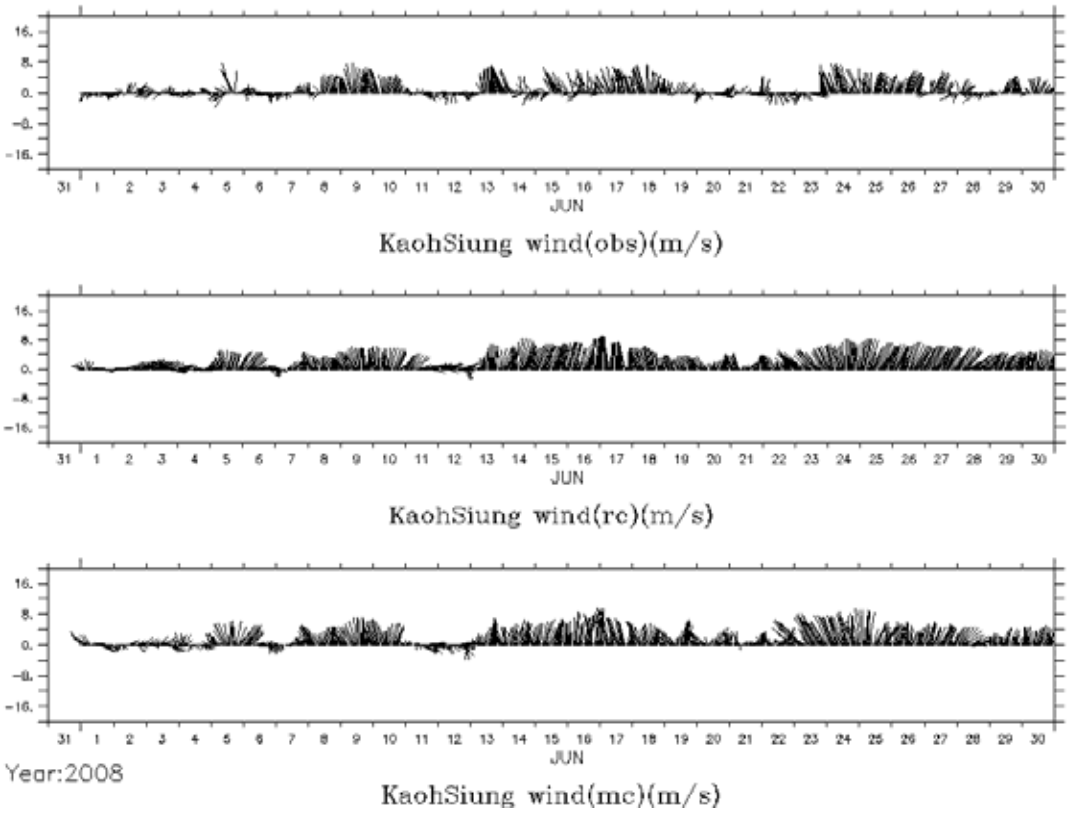


圖 3.3-40 高雄港 2008 年 6 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

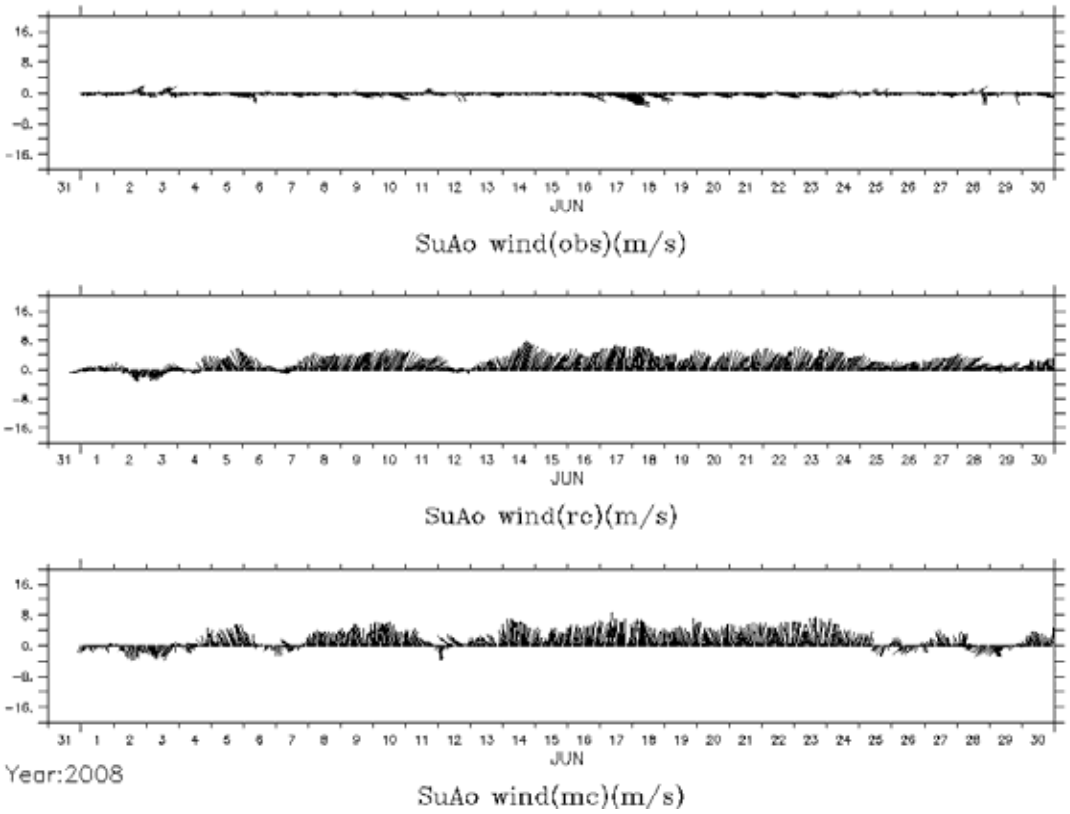


圖 3.3-41 蘇澳港 2008 年 6 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

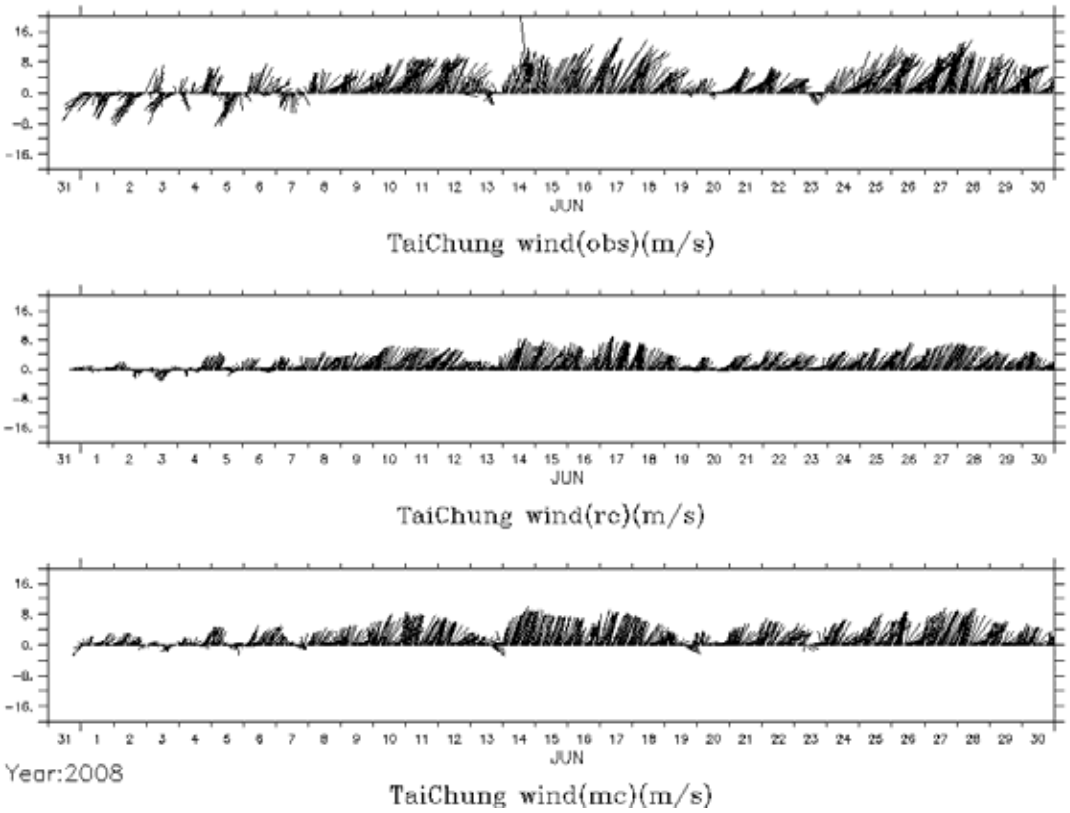


圖 3.3-42 台中港 2008 年 6 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

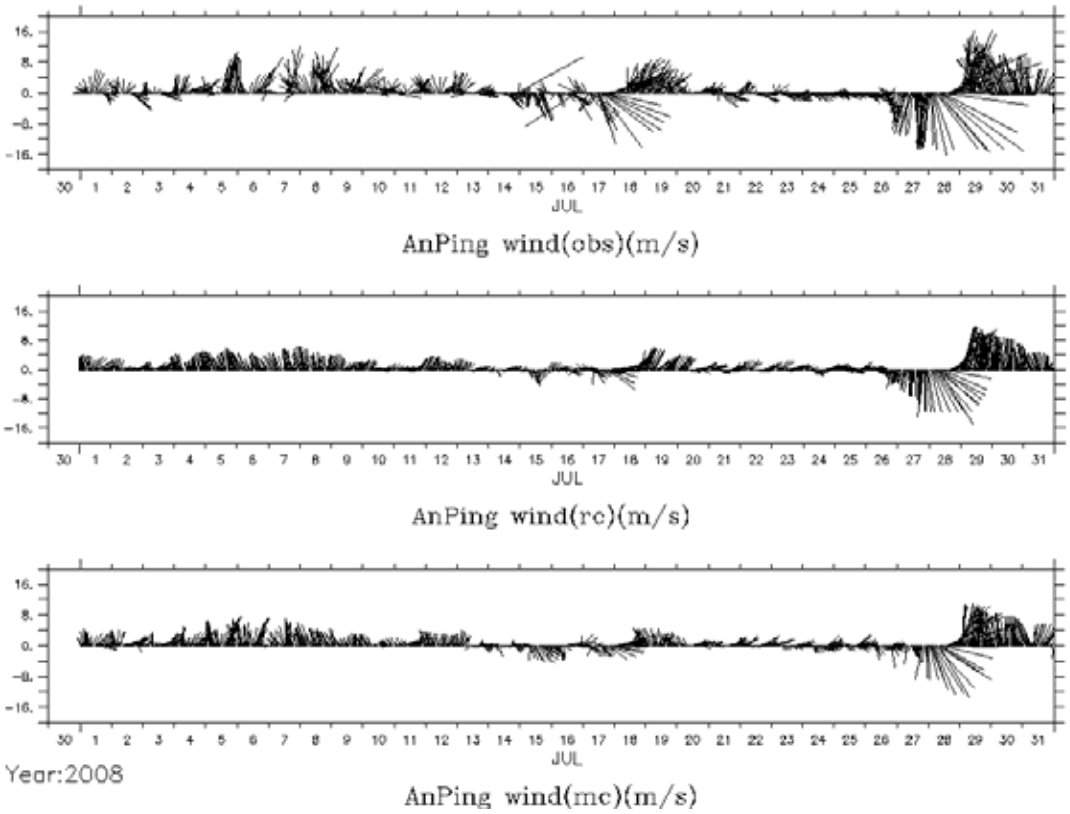


圖 3.3-43 安平港 2008 年 7 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

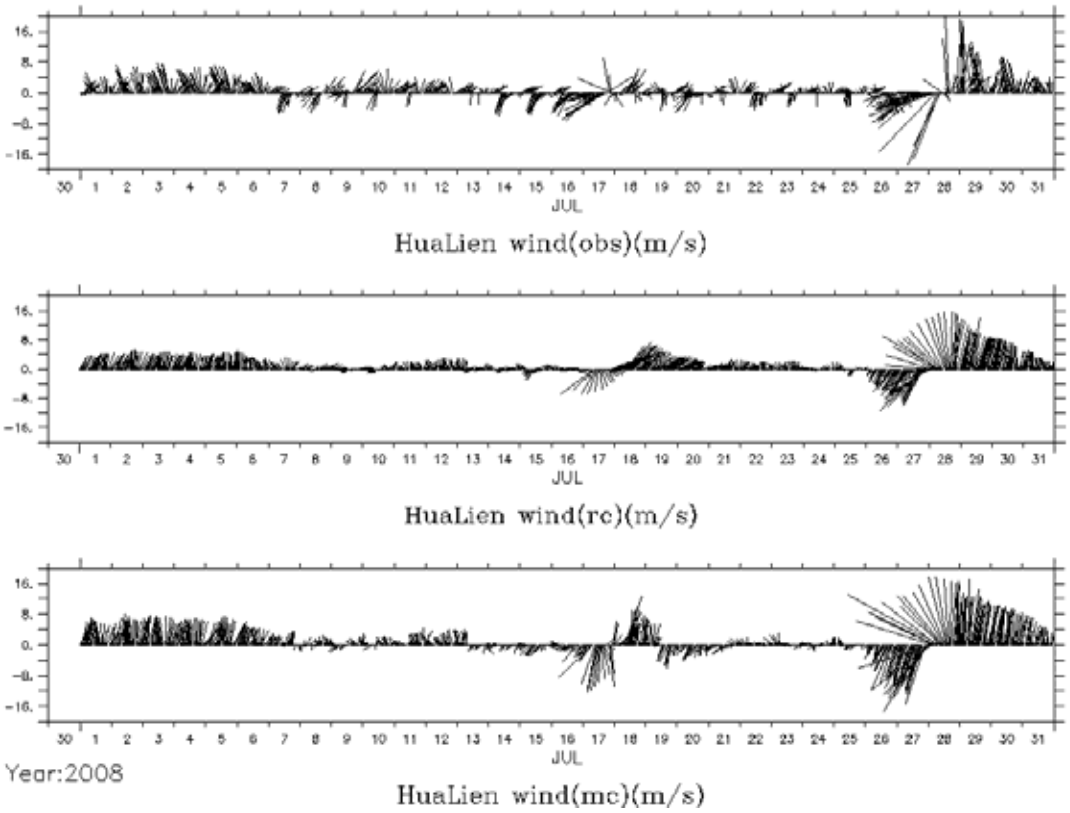


圖 3.3-44 花蓮港 2008 年 7 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

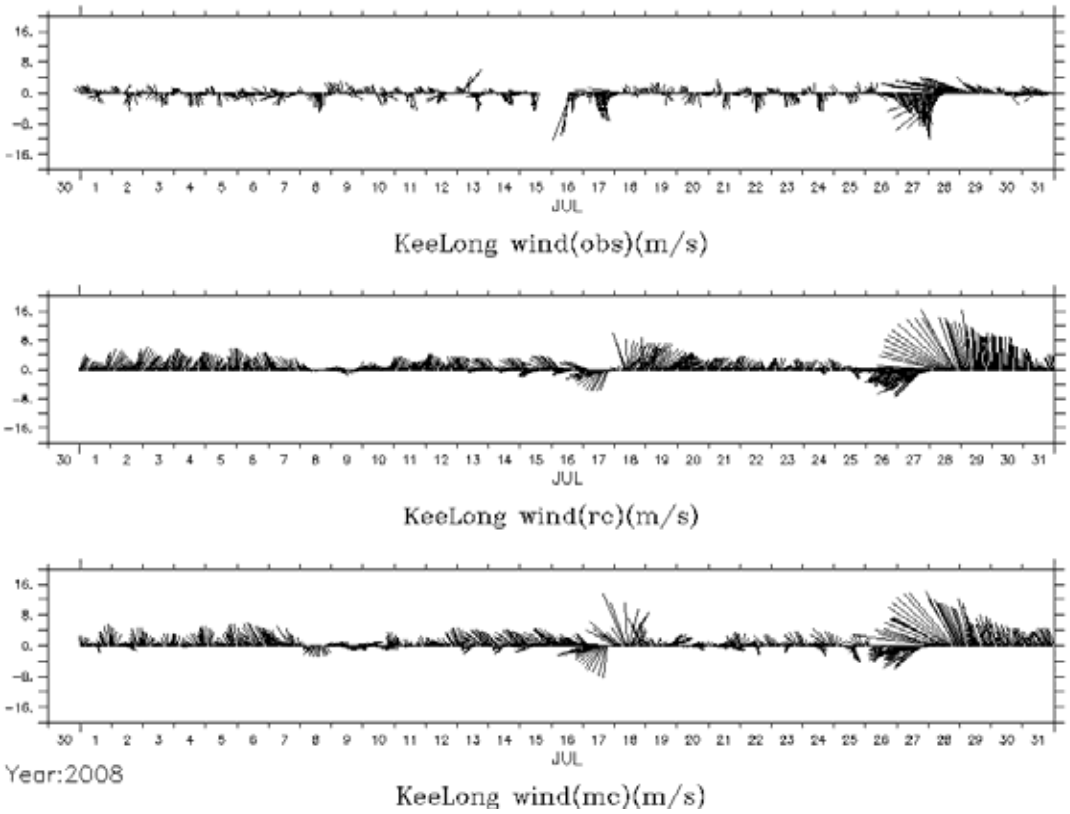


圖 3.3-45 基隆港 2008 年 7 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

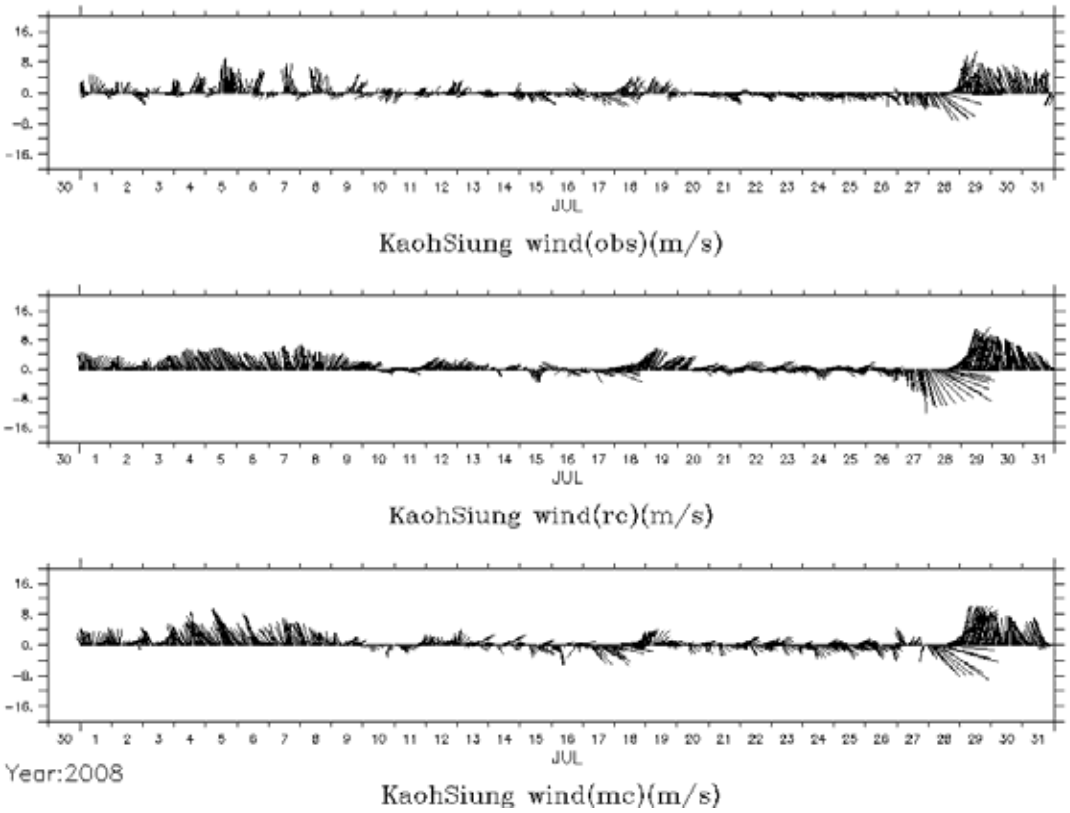


圖 3.3-46 高雄港 2008 年 7 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

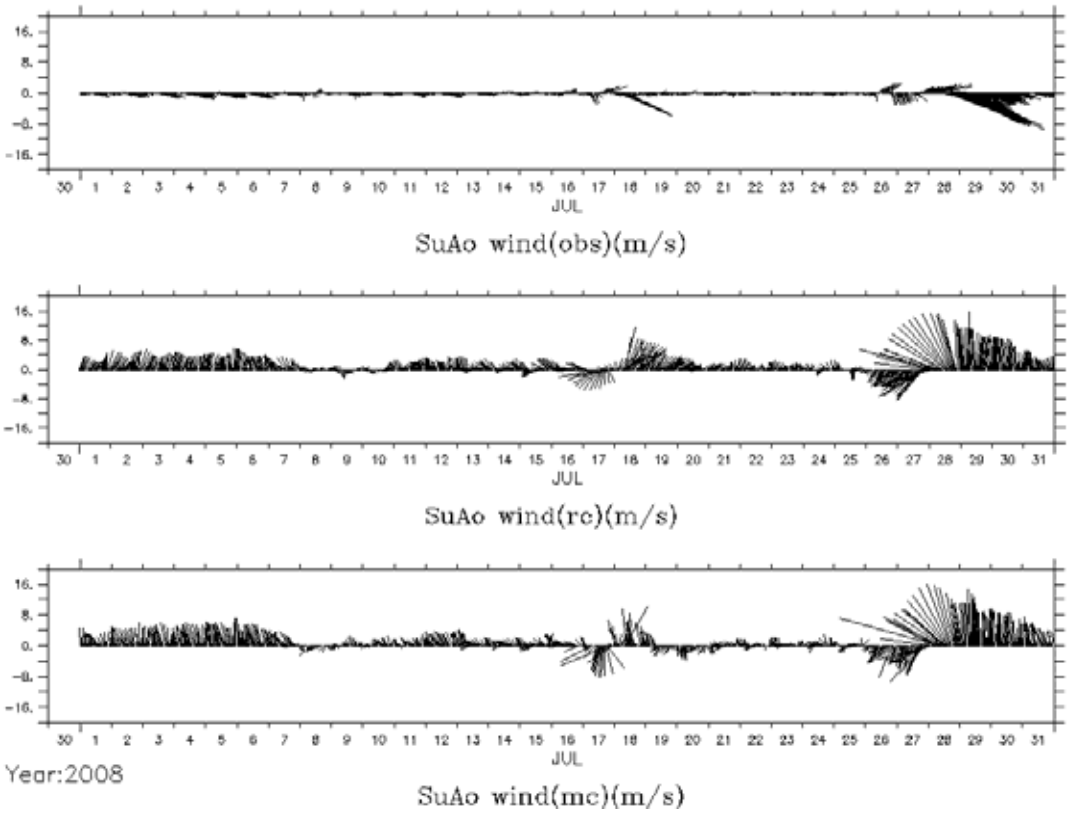


圖 3.3-47 蘇澳港 2008 年 7 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

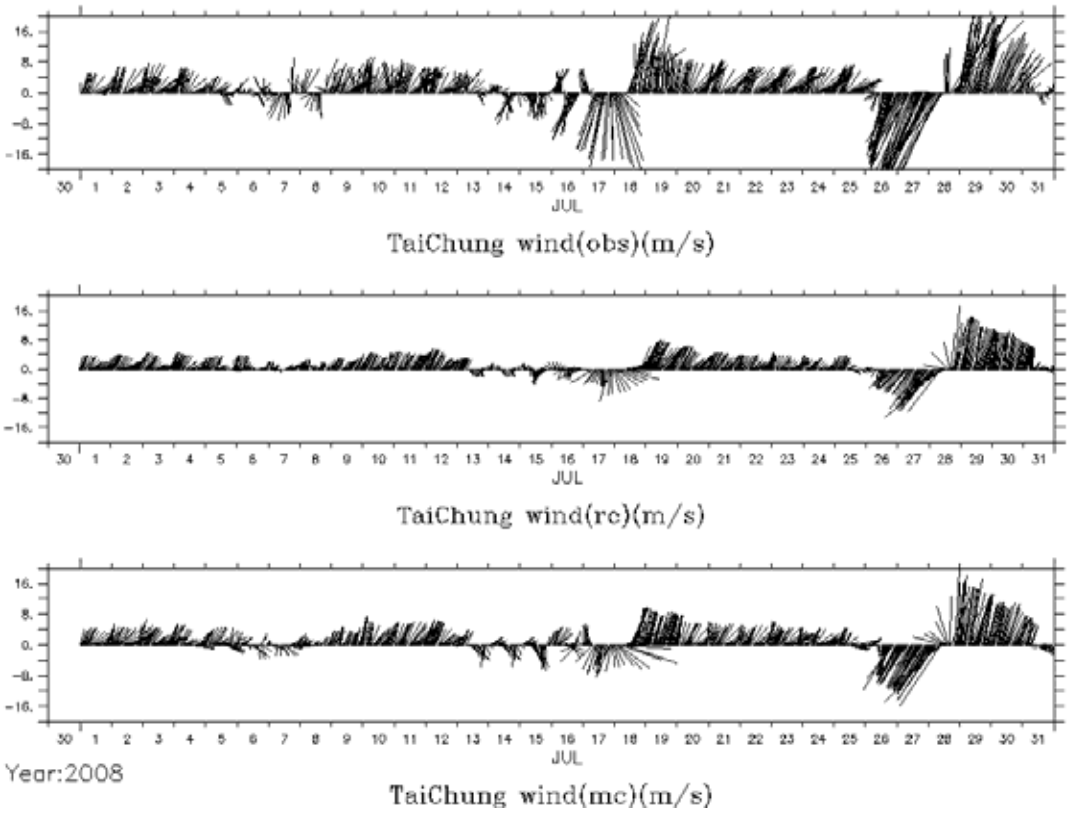


圖 3.3-48 台中港 2008 年 7 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

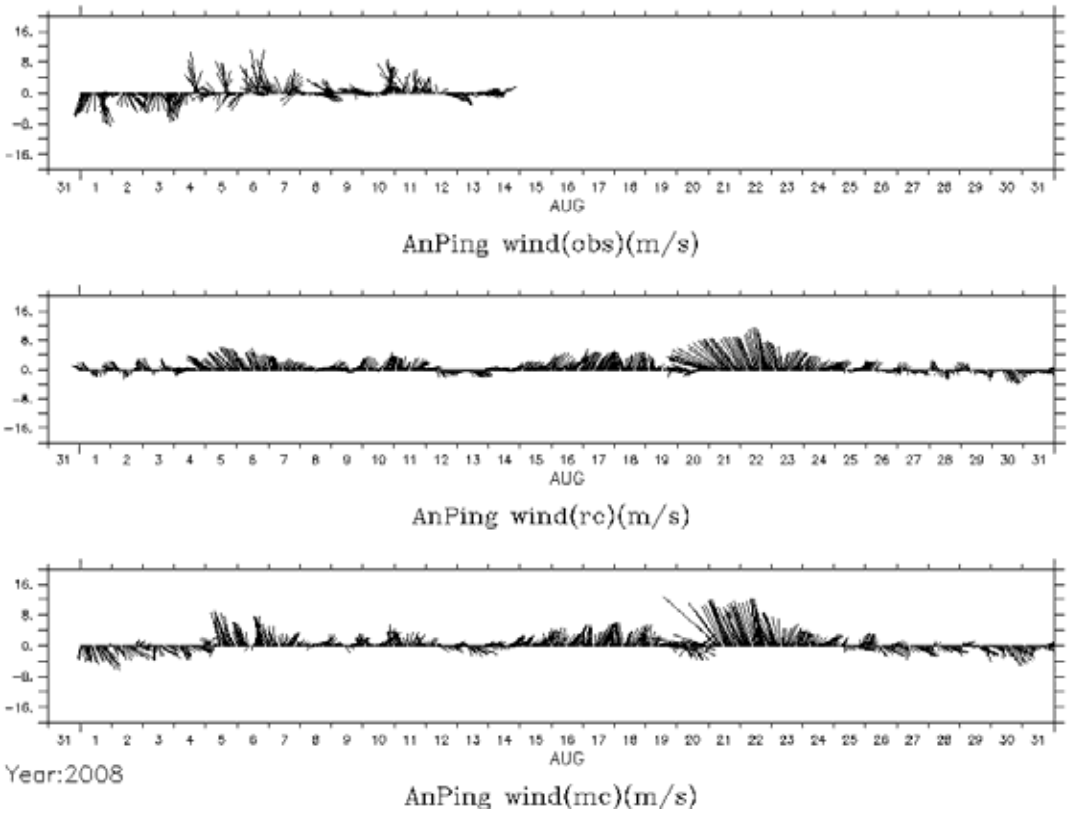


圖 3.3-49 安平港 2008 年 8 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

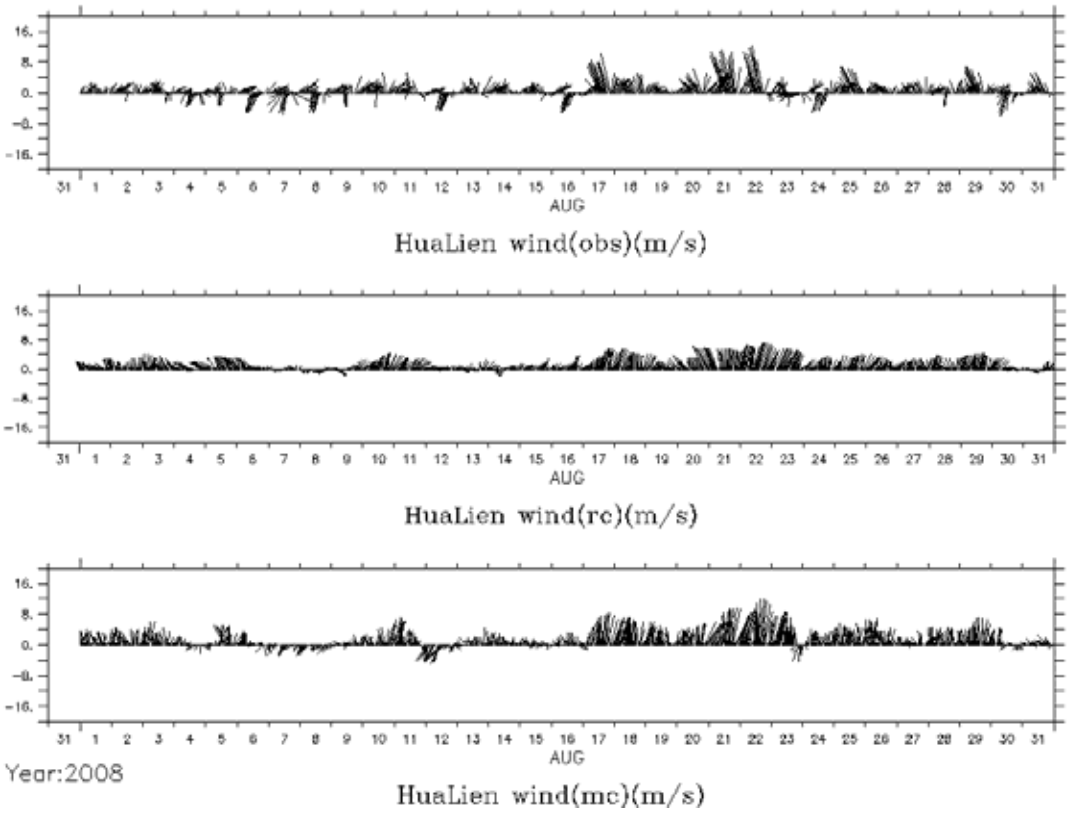


圖 3.3-50 花蓮港 2008 年 8 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

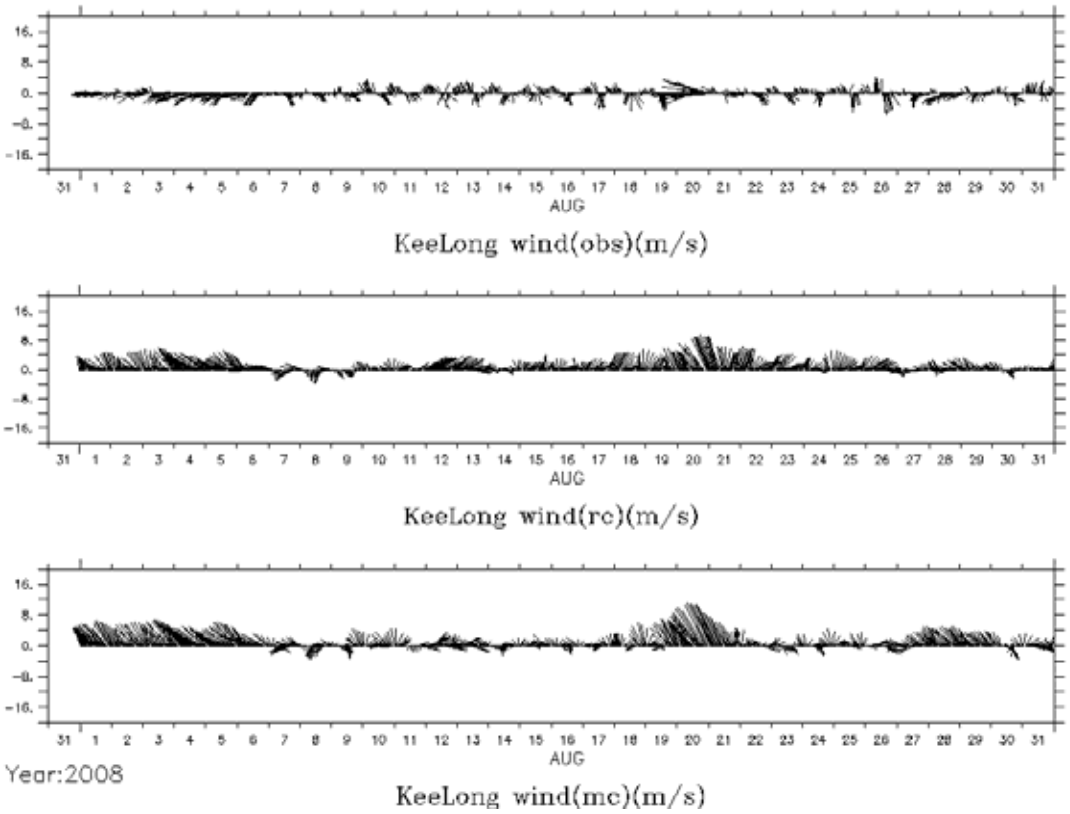


圖 3.3-51 基隆港 2008 年 8 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

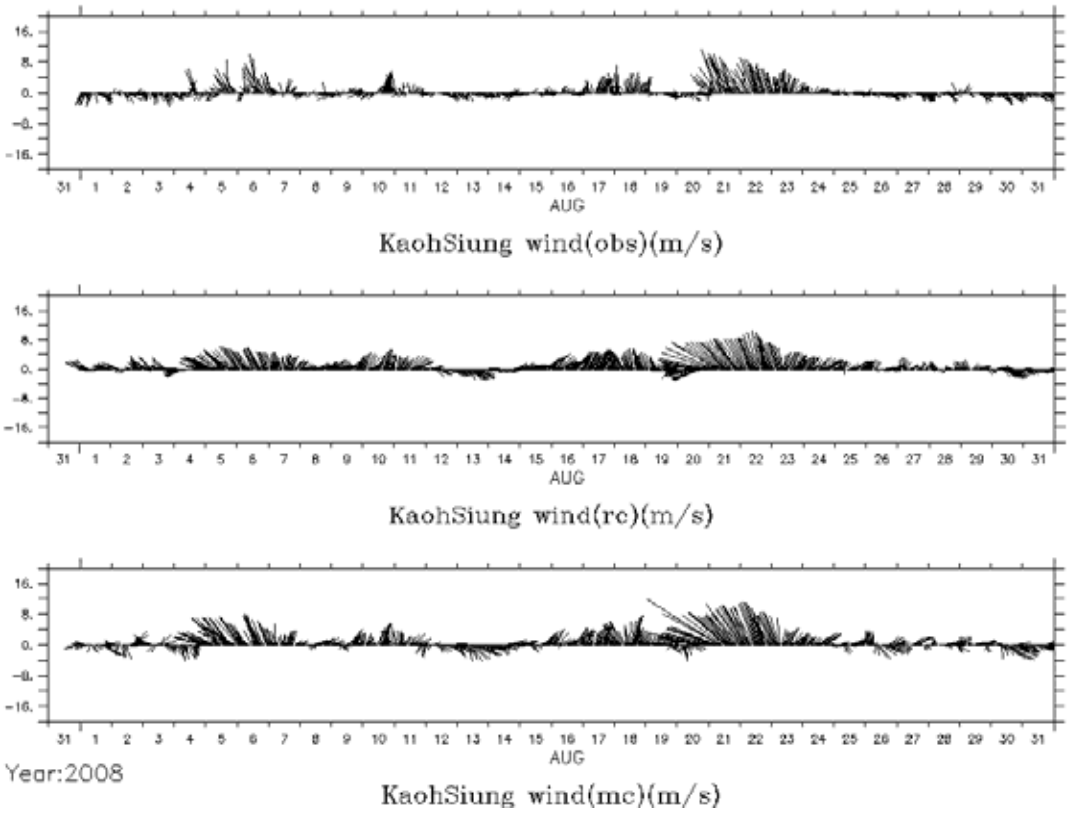


圖 3.3-52 高雄港 2008 年 8 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

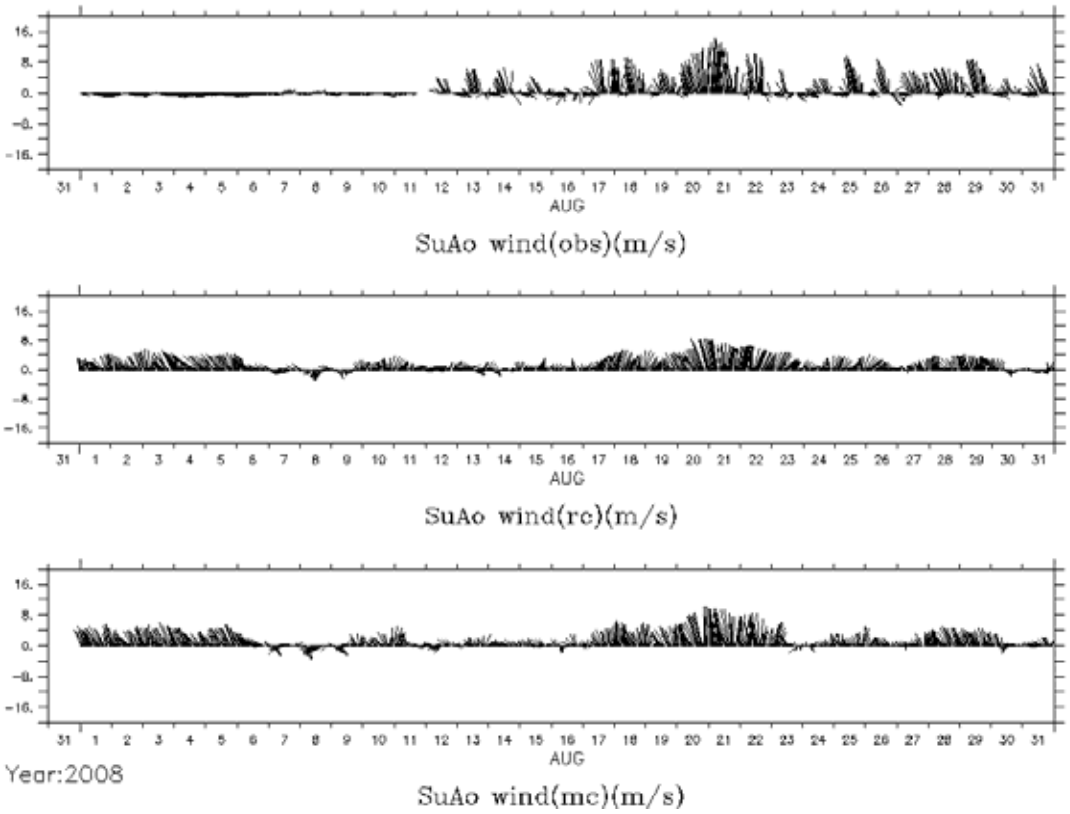


圖 3.3-53 蘇澳港 2008 年 8 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

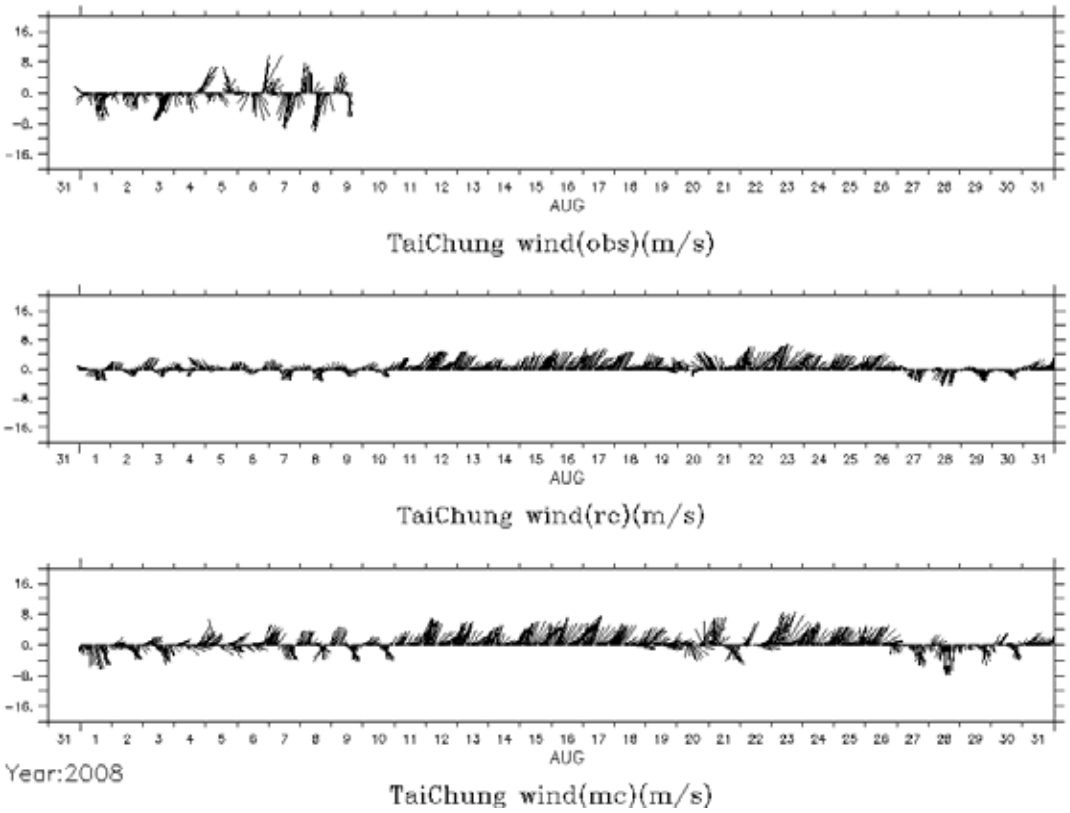


圖 3.3-54 台中港 2008 年 8 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

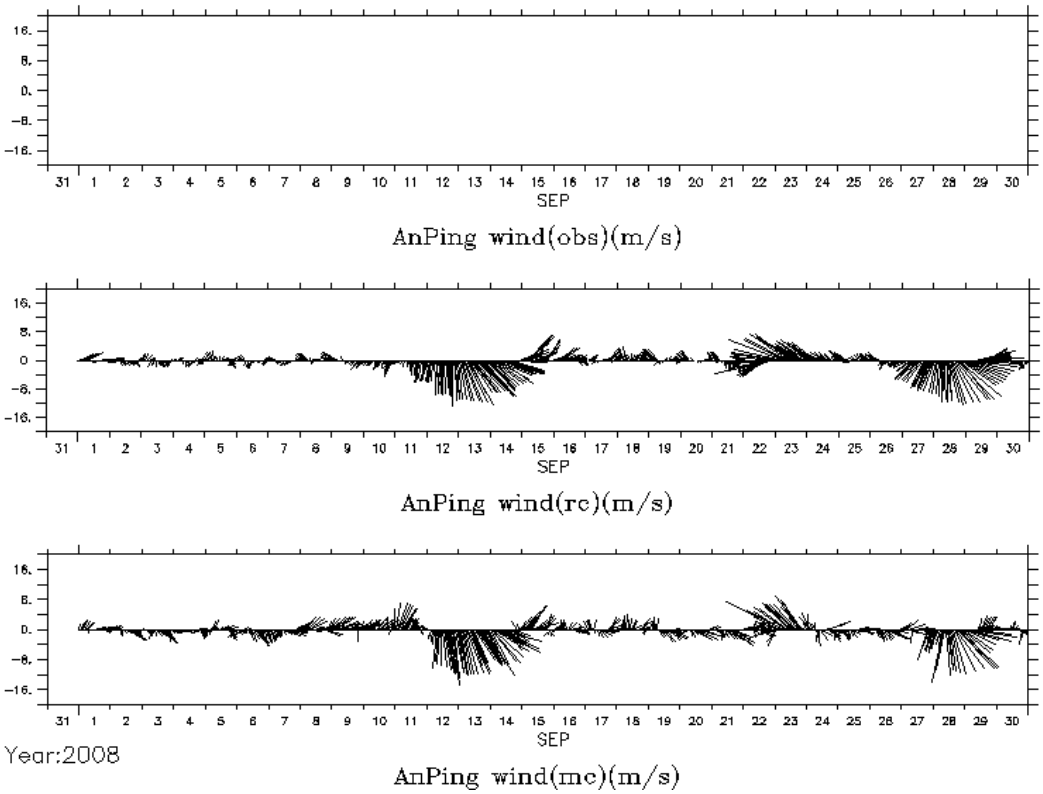


圖 3.3-55 安平港 2008 年 9 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

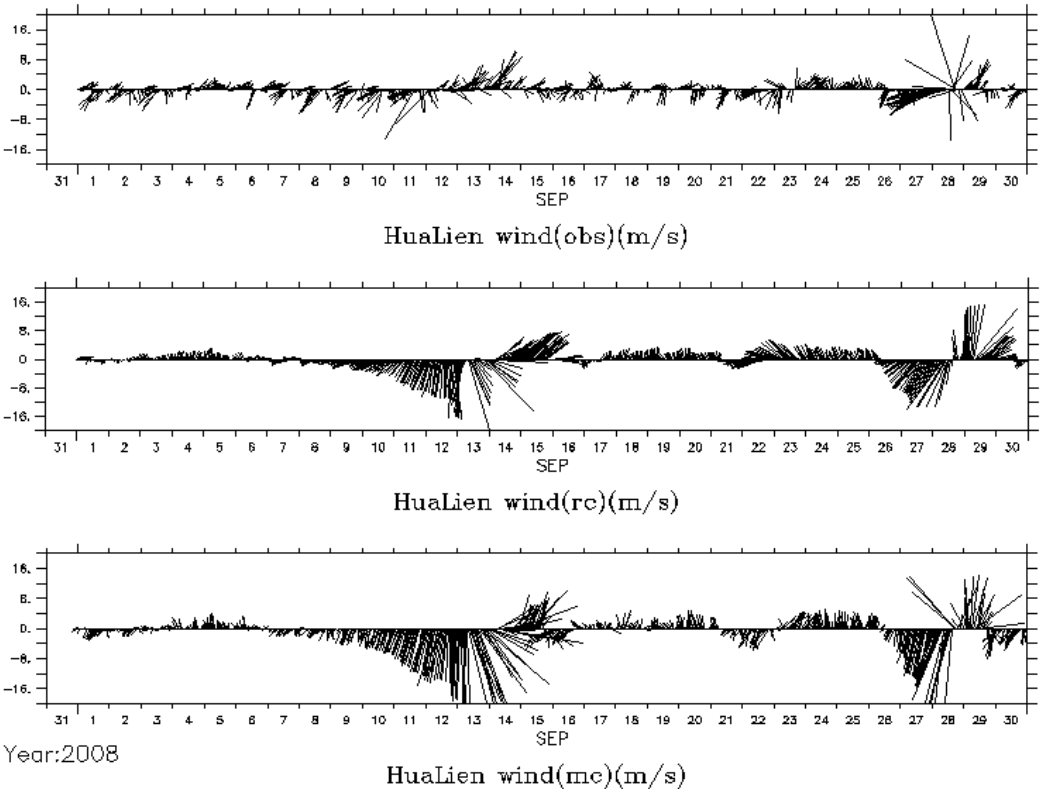


圖 3.3-56 花蓮港 2008 年 9 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

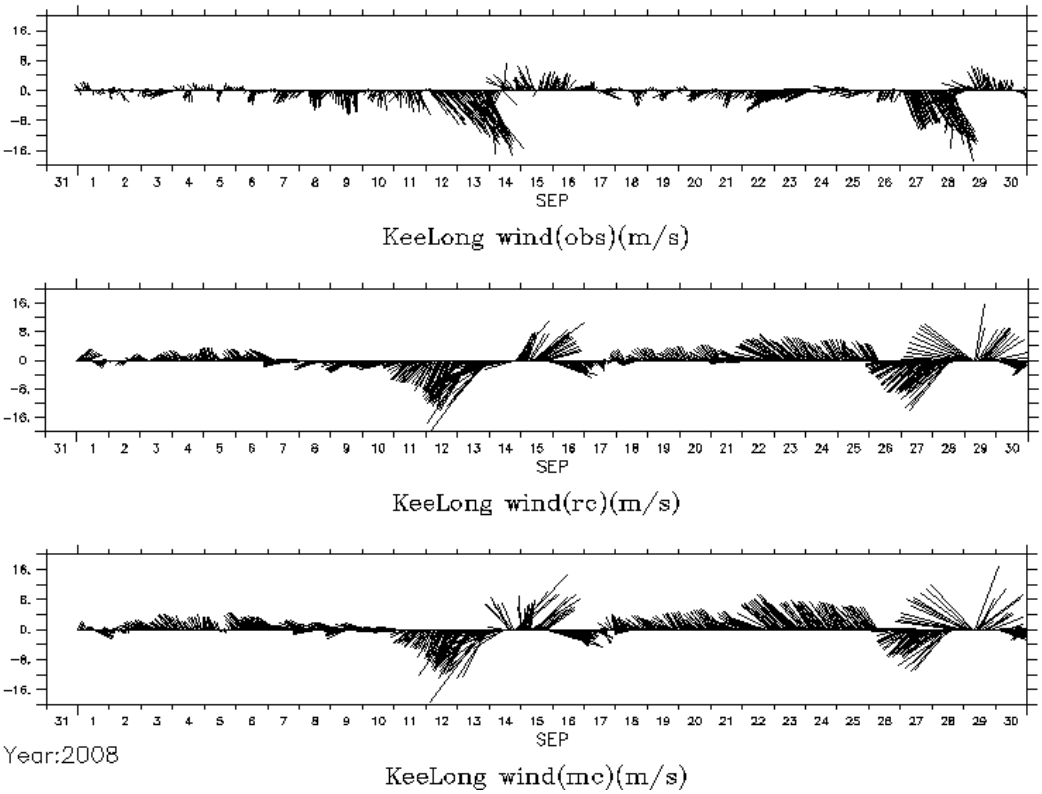


圖 3.3-57 基隆港 2008 年 9 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

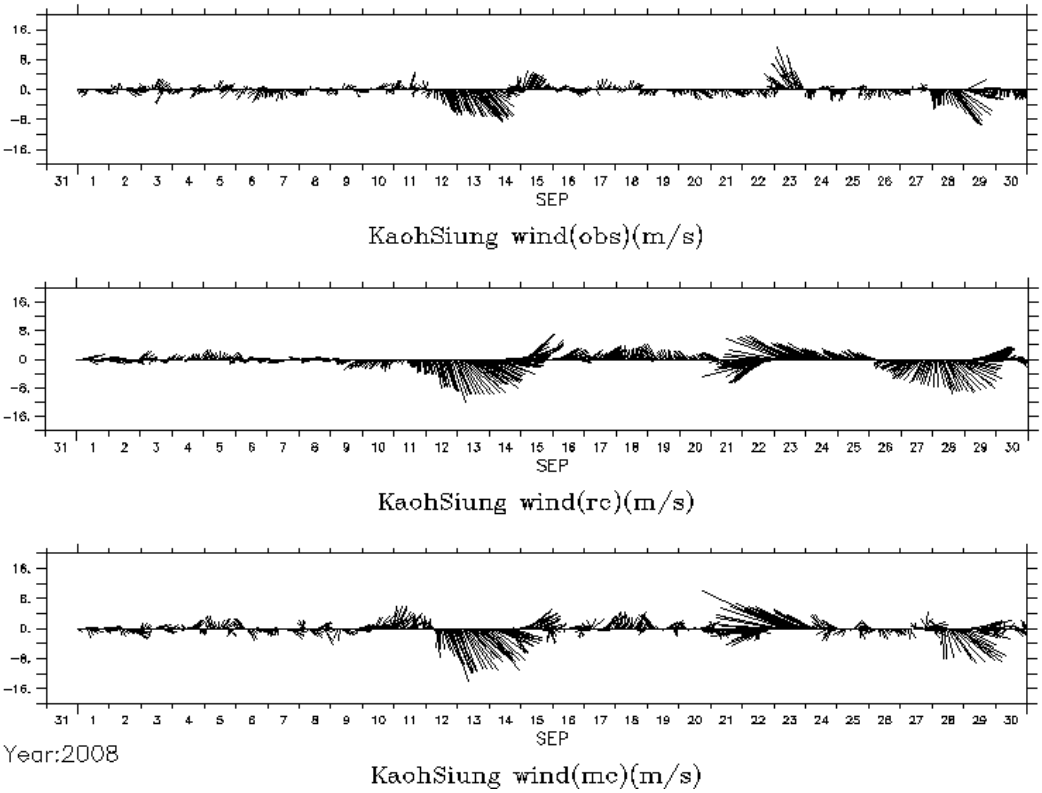


圖 3.3-58 高雄港 2008 年 9 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

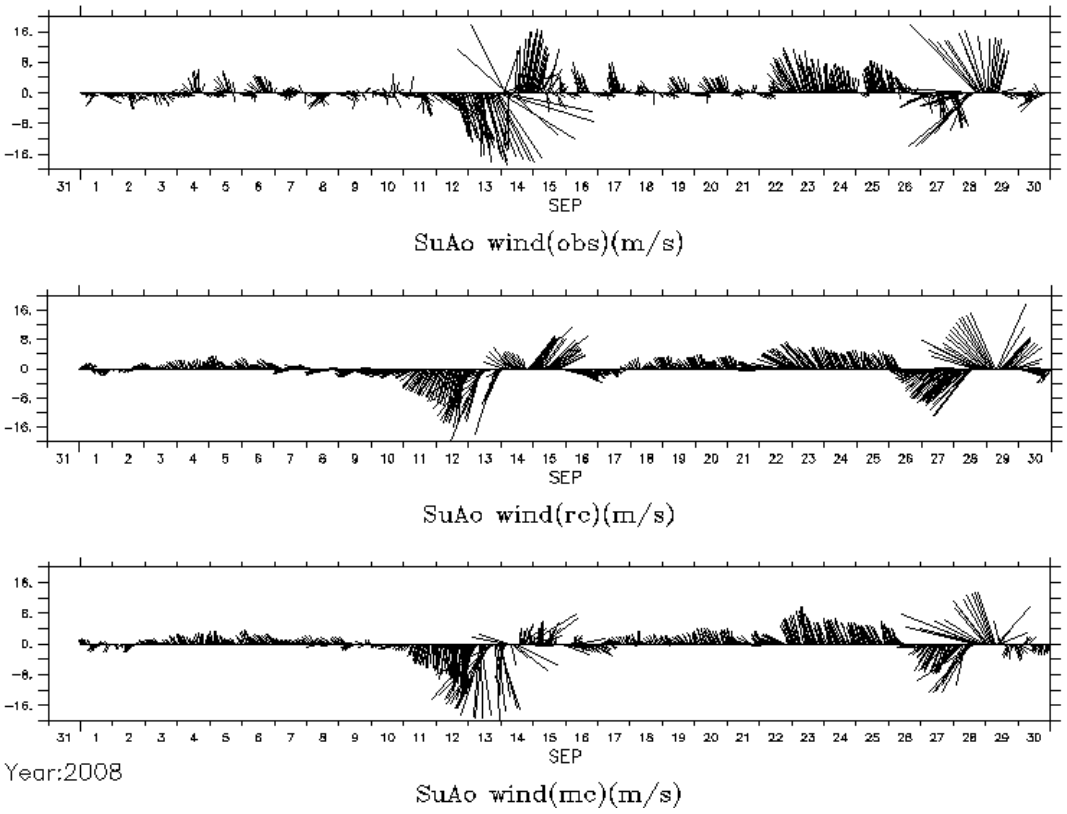


圖 3.3-59 蘇澳港 2008 年 9 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

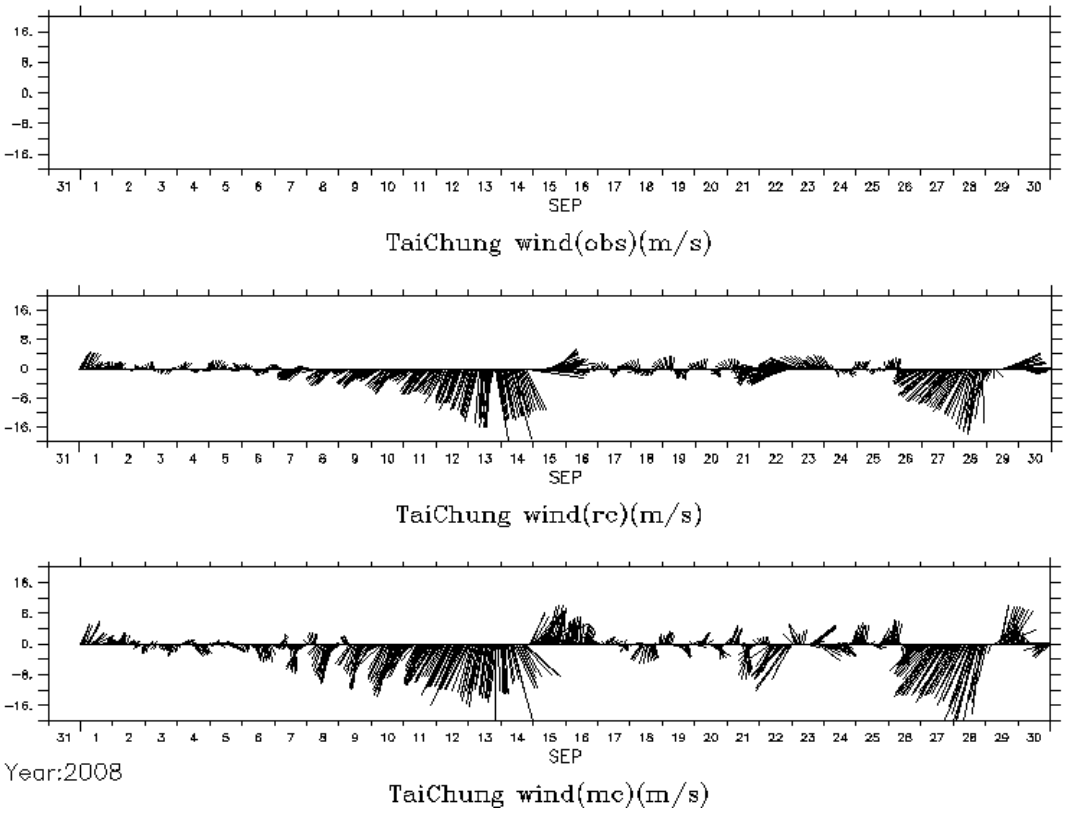


圖 3.3-60 台中港 2008 年 9 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

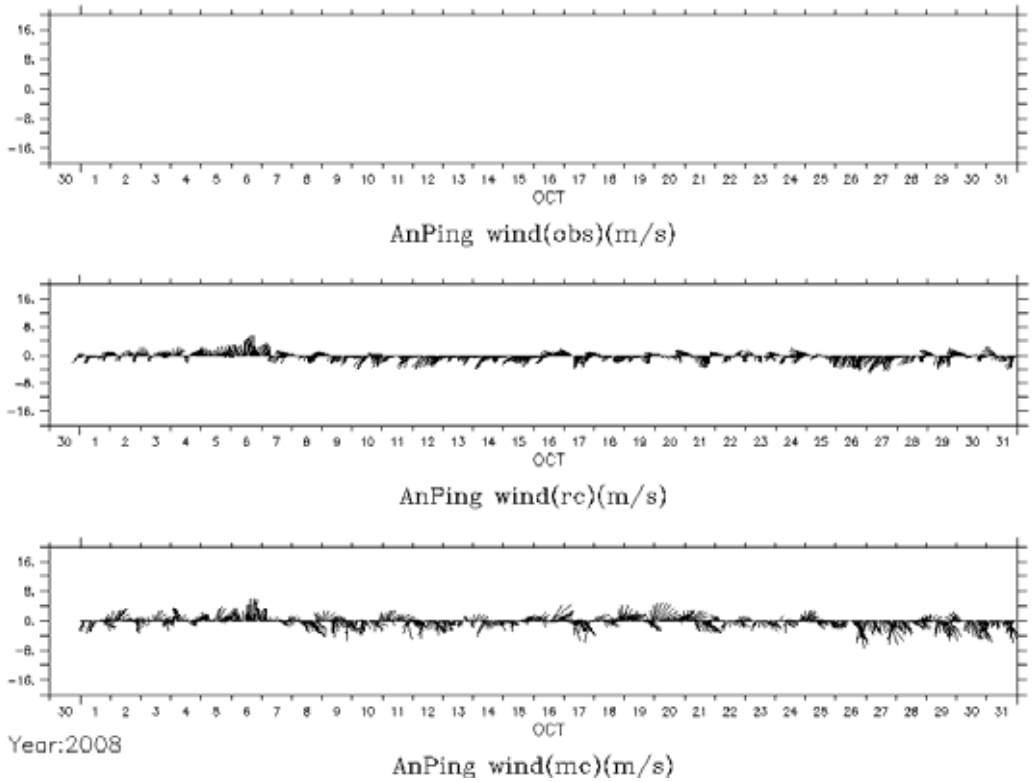


圖 3.3-61 安平港 2008 年 10 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

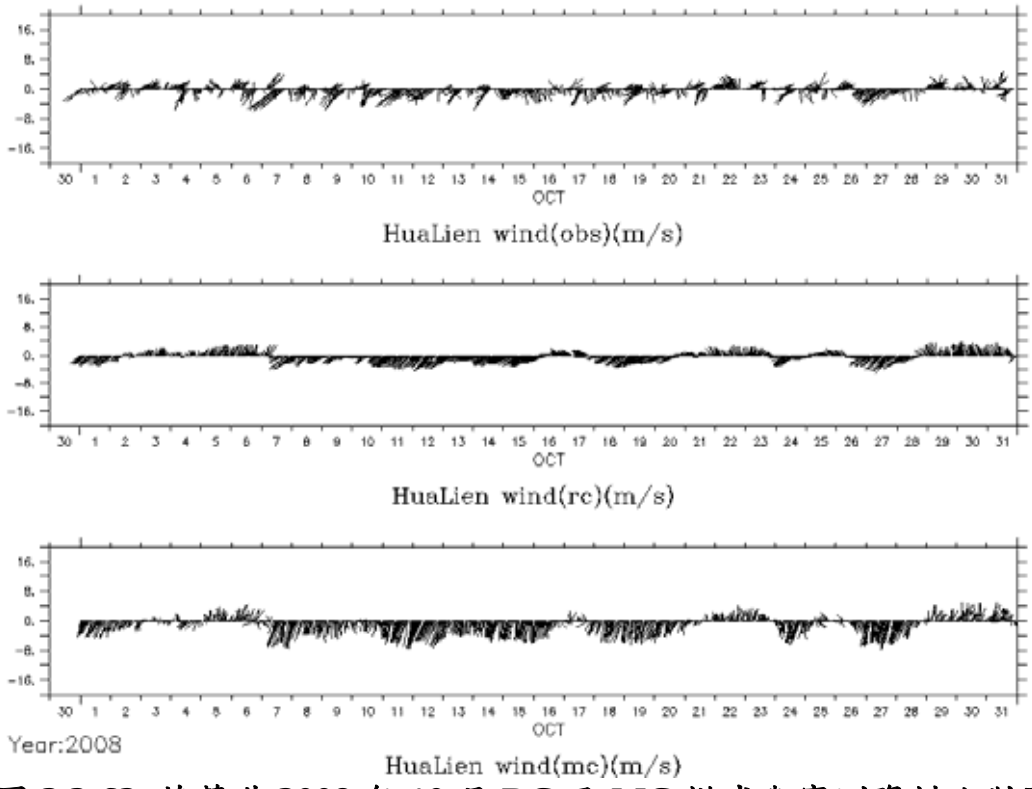


圖 3.3-62 花蓮港 2008 年 10 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

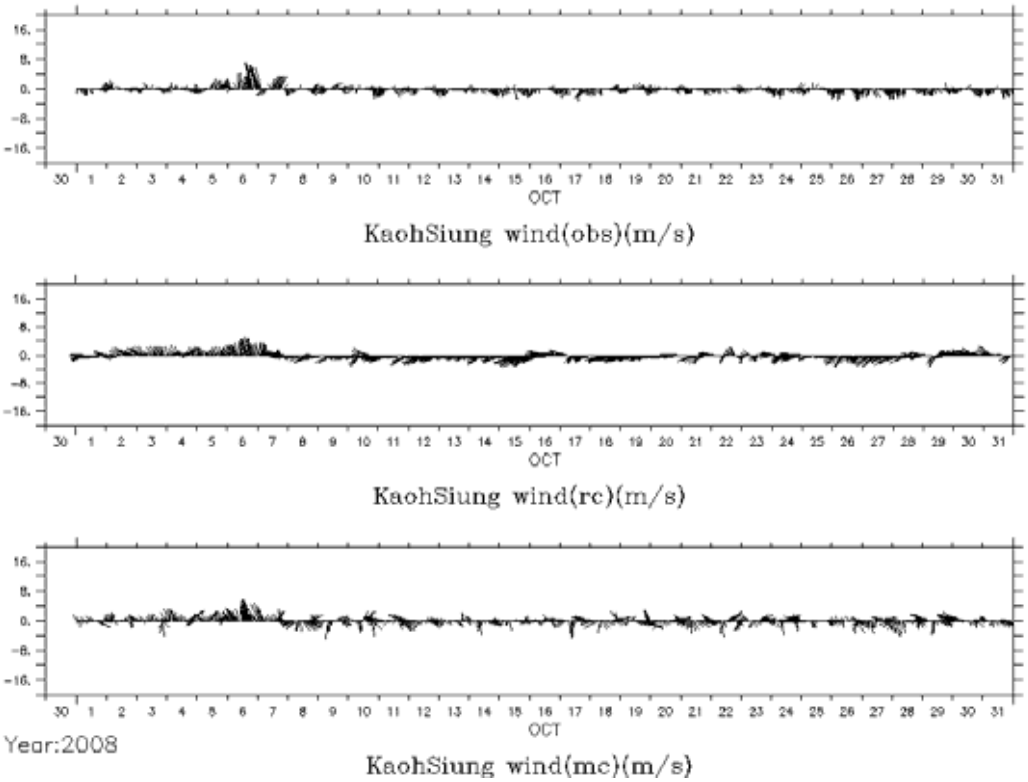


圖 3.3-63 高雄港 2008 年 10 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

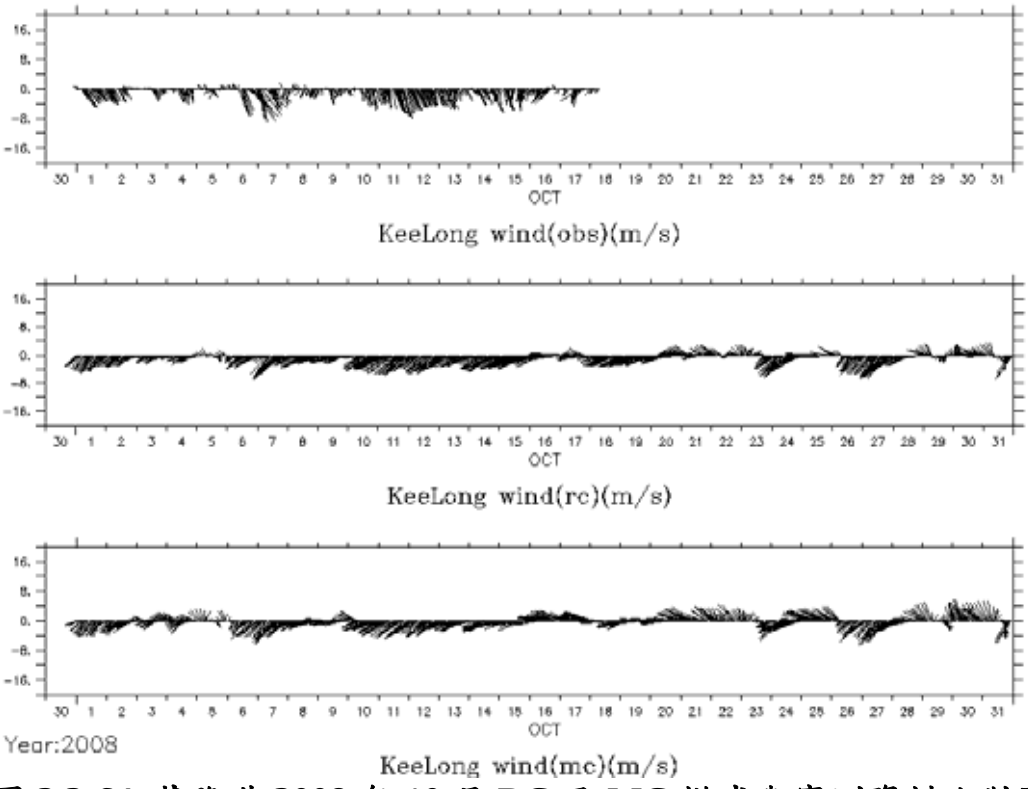


圖 3.3-64 基隆港 2008 年 10 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

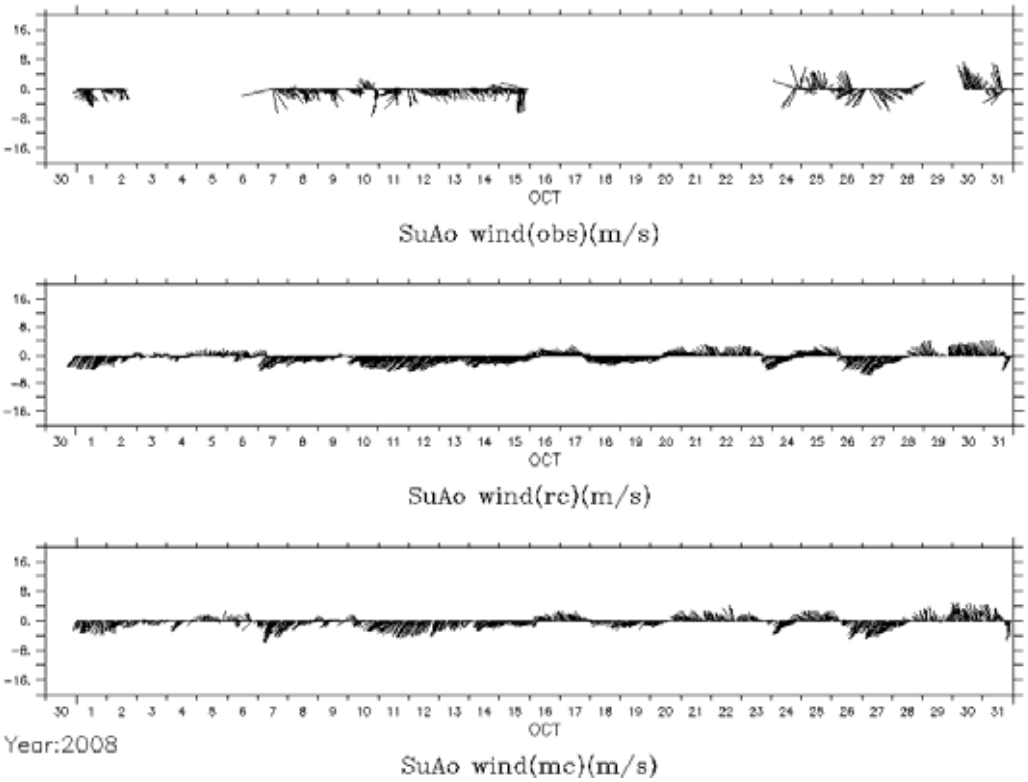


圖 3.3-65 蘇澳港 2008 年 10 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

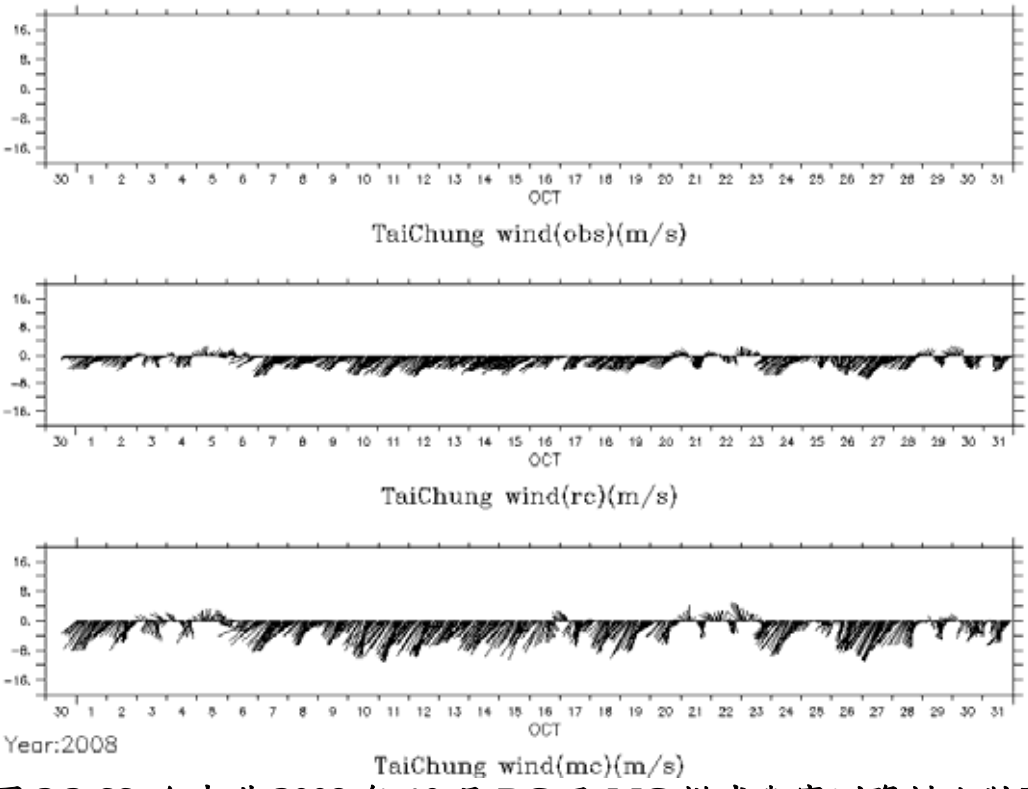


圖 3.3-66 台中港 2008 年 10 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

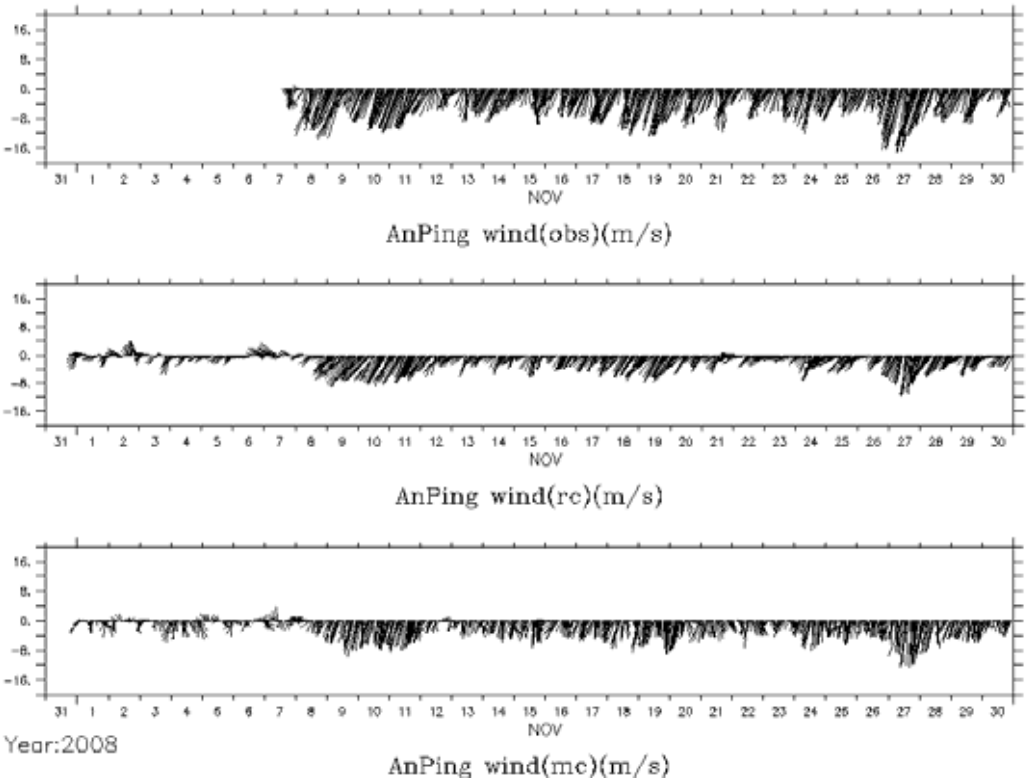


圖 3.3-67 安平港 2008 年 11 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

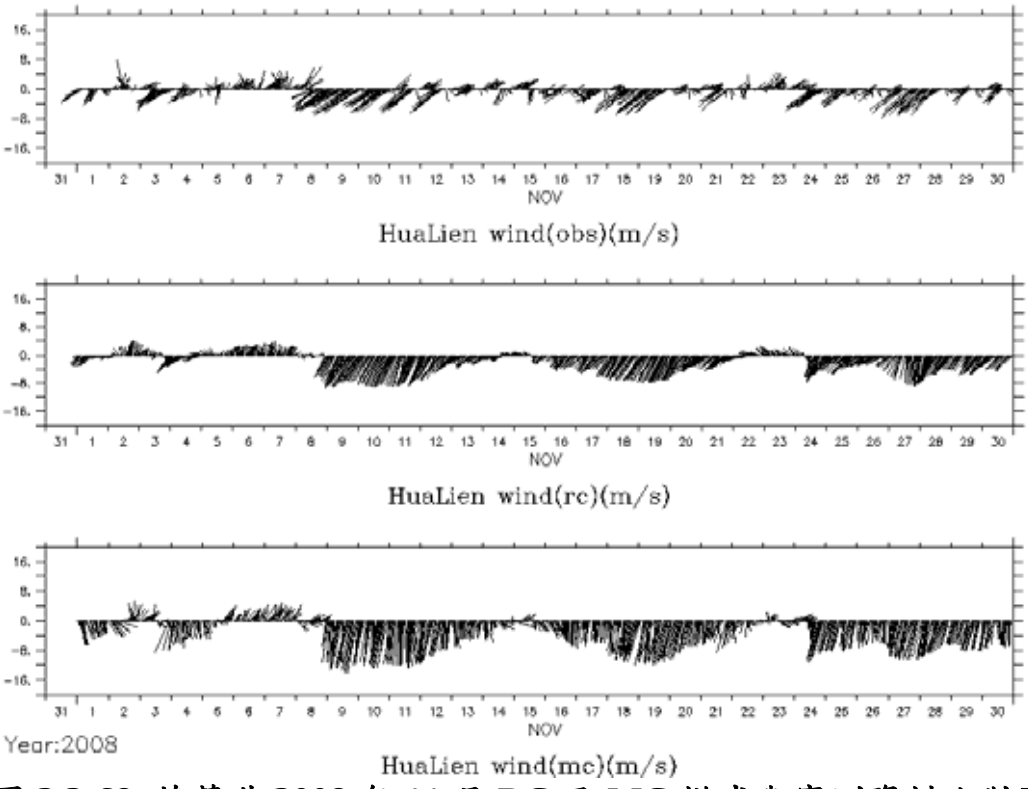


圖 3.3-68 花蓮港 2008 年 11 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

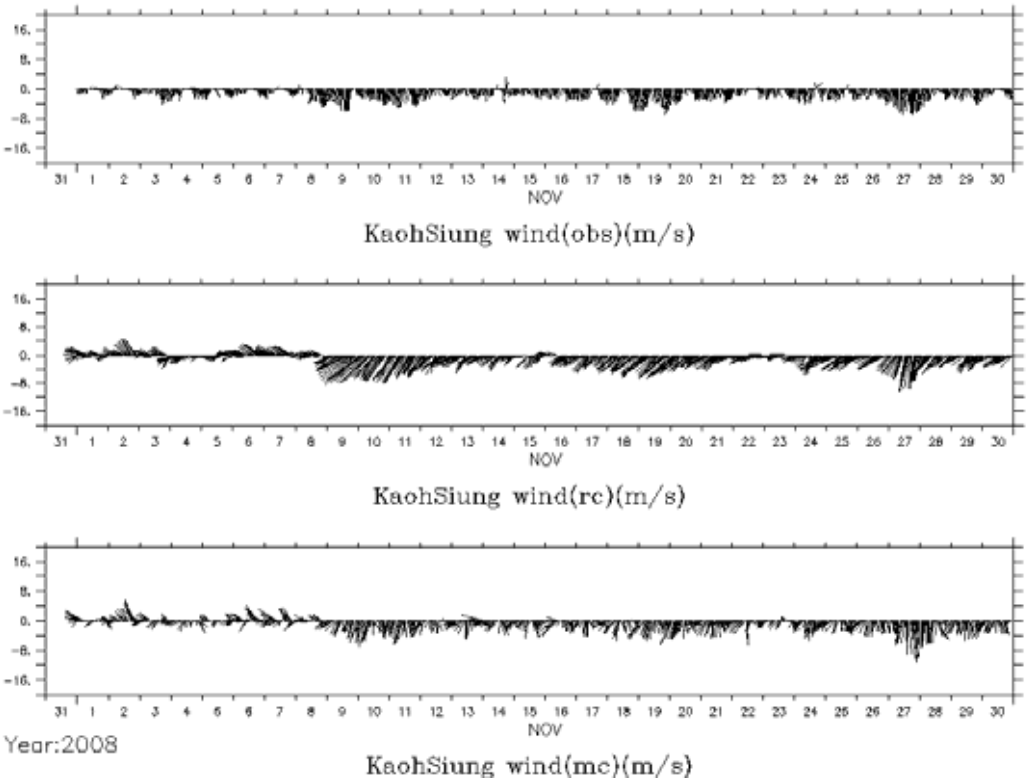


圖 3.3-69 高雄港 2008 年 11 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

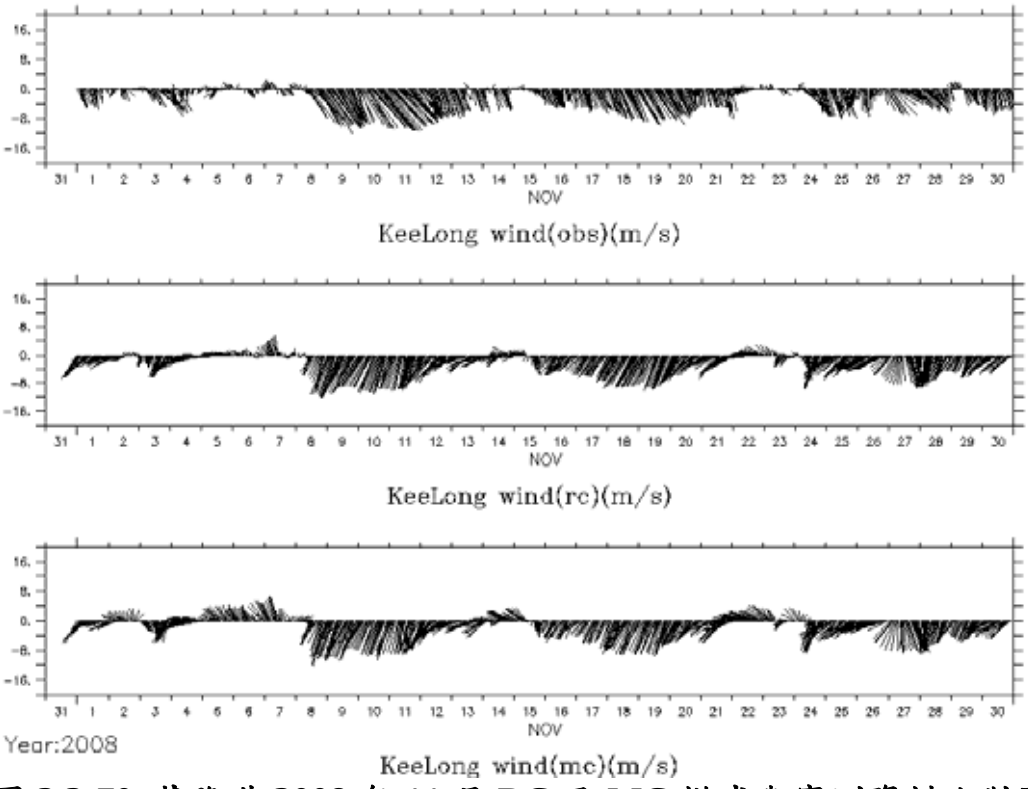


圖 3.3-70 基隆港 2008 年 11 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

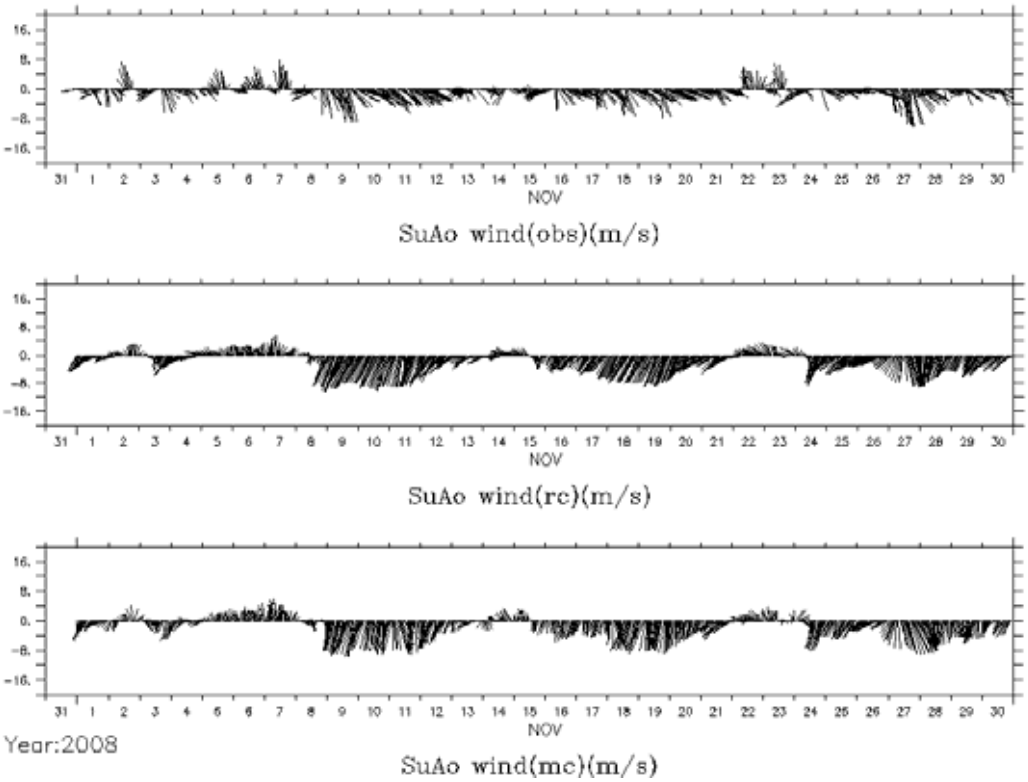


圖 3.3-71 蘇澳港 2008 年 11 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

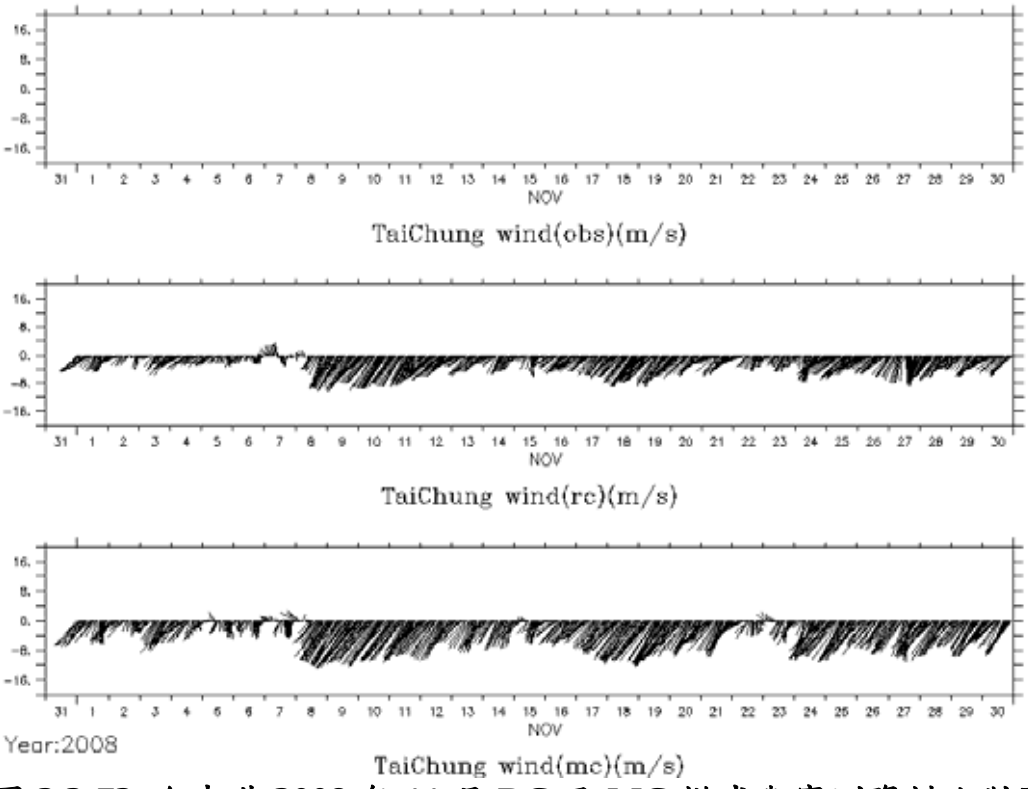


圖 3.3-72 台中港 2008 年 11 月 RC 及 MC 模式與實測資料比對圖

3.4 波浪作業化模式成果評估

為瞭解推算的波浪的正確性，本節整理了 2007/12 至 2008/06 共 7 個月的推算結果，以及相關的實測資料，進行波高、週期及波向的比對，完整的比較資料將展現於 4.2 節的波浪長期模擬中，本節僅節錄部分資料以便討論。

圖 3.4.1 至圖 3.4.7 依序呈現 2007/12～2008/06 各月份之台北港(圖 3.4.1)、台中港(圖 3.4.2)、安平港(圖 3.4.3)、高雄港(圖 3.4.4)、花蓮港(圖 3.4.5)、蘇澳港(圖 3.4.6)及基隆港(圖 3.4.7)之逐時波浪推算(WAM 及 SWAN)結果以及相關比較。各圖中分別有 WAM 及 SWAN 之推算結果，以及實測資料，由上依序為示性波高、平均週期、譜峰週期與波向、以及 WAM 及 SWAN 所採用之風向、風速時序圖，圖中藍色圓點為 WAM 的推算結果，黑色三角形為 SWAN 的推算結果，綠色圓圈則為實測資料。由於台北港及台中港的實測資料尚未整理出來，因此圖 3.4.1 及圖 3.4.2 中並未顯示實測資料。

從圖中可以發現 WAM 與 SWAN 之推算結果仍有很大差異性，且差異程度隨波高的增大而增加。各港的波高以 SWAN 的結果較大，但週期則相反；譜峰週期大致接近，但波向、風向及風速部分則都有明顯差異。

表 3.4.1 至表 3.4.3 分別顯示安平港、高雄港、花蓮港、蘇澳港及基隆港之 WAM 及 SWAN 與實測資料的均方根誤差值，圖 3.4.8～圖 3.4.12 則依序顯示其比較圖。各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。從表圖中可以看到大部分的波高差值多在 1 公尺以下；而週期則有大約 2 秒的差異性，偶有更大的秒數差異；波向則有較大的差異性。這些差異性，除了部分原因是地形無法完全反應實際變化，以及風場仍有很大差異外，由於波浪觀測站多設於波動會受到地形強烈影響的淺水域，而且波浪推算無法精準計算觀測站正確位置上的波動(都需要用到內插求值)，因此波高的差異性尚能接受；而週期的部分必須提出說明的是：目前波浪推算係由頻譜譜距參數推算平均週期。而觀測的則為示性週期，由於尚無各港區當地的平均週期及示性週期的轉換參數，因此本節係直接進行比較，以便瞭解期間的相關性。如以 Goda 建議 $T_S = (1.1 \sim 1.3)T_{mean}$ 概估的話，其偏差

值應可以減小。波向的偏差較大亦應與區域性的地形變化有關。也就是說，波浪推算的波向係屬於大範圍的趨勢；而現場觀測的則完全是區域性的特性，兩者在比較上會有較大的差異性。

在波浪推算作業化模式中，目前遭遇的問題大致可以分為：

1. SWAN推算之波浪示性波高在東海岸偏高但西海岸則偏小；
2. SWAN推算之波浪平均週期偏小；
3. WAM與SWAN推算之波向差異性很大。

累積過去的相關經驗發現，波浪推算中可能影響到推算結果的因素包含下列幾項：

1. 風場的正確性與解析度：由於目前中央氣象局所提供之RC、MC及HC等風場，係採用不同模式及理論推算而來，對大尺度的大氣科學或海洋科學而言，可能其精度已經足夠提供可用之資訊；但是對小尺度且需要高精確度的海岸工程而言，便顯得精度不足，且嚴重影響推算結果。圖3.4.13及3.4.14所示為2004/07/01 00HR 之RC、MC及HC等風場的鑲嵌風速/風向分佈比較圖，圖中顯示在台灣附近的風場變化(包含風速及風向)差異非常大但在大洋處則相當一致，主要原因應是各個理論模式對於地域性效應反應不一致。雖然就模式本身而言，大尺度不善於推估地域性特性，預估而小尺度較佳乃是理所當然，但對於企圖結合多種風場模式推算結果的波浪推算則產生了相當大的負擔。要想得到較佳的波浪推算結果，未來仍需要從如何獲得較佳的風場著手。

2. 為了能夠以現有電腦設備在要求作業時程內完成波浪推算，目前的 WAM 波浪推算是以非定常狀態模擬，但由於 SWAN 的推算相當耗時，目前係採用定常狀態推算。然而從過去的測試中發現：定常狀態的推算方式可能不適合於目前的風浪推算規模，近域的風浪推算仍以非定常狀態的模擬為宜。計算時間間距變小會使得推算的波高轉小，可能與計算次數增加也相對提高了能量的損耗；但是週期則略有加長，可以改善 SWAN 波浪週期始終偏小的問題。此外，也可以明顯改善巢狀計算間的波高週期趨勢不一致的問題。迭代次數的提高(SWAN 的預設為 1 次)可以改善數值結果間的一致性，以及提高推算的波高與週期值，應能更接近實際的資料。計算範圍的大小以及邊界設置的地點都會影響到推算的結

果。未來除了考量硬體設備計算能力的提升外，亦需要逐項檢討各種可能的影響因素及數值技巧。

3. 雖然WAM及SWAN對於波向的計算公式相同，均係利用鄰近四個節點的能量值進行計算，但是由於兩個模式的網格解析度不同，導致所採用的參考節點值不同，而得到不同的結果。因此，網格解析度應是造成波向變化差異很大的緣故。

由於數值模式常有過度簡化區域形物理特性的情形，例如假設400m×400m 網格內的地形是均勻的；而實測資料又相當完整地呈現區域的特性，但資料點數又受限於經費、設備與人力，而無法擴增，導致在資料比對時常無法確認數值模擬的適切性。未來在資料比對上需要尋找一些較具參考性的統計參數，以免造成數值模擬永遠是錯的印象，降低對數值結果的操考價值。

表 3.4.1　2007/12~2008/11 各商港推算示性波高 r.m.s.值

年/月	模式	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
200712	WAM	5.25	0.43	0.24	0.44	0.44	NaN	5.38
	SWAN	1.71	0.58	0.29	0.59	0.64	NaN	2.72
200801	WAM	0.62	0.38	0.24	0.52	0.68	NaN	NaN
	SWAN	0.32	0.85	0.32	0.59	0.95	NaN	NaN
200802	WAM	NaN	0.39	0.22	0.57	0.56	NaN	NaN
	SWAN	NaN	0.71	0.31	0.67	0.89	NaN	NaN
200803	WAM	0.59	0.37	0.23	0.38	0.37	NaN	NaN
	SWAN	0.67	0.50	0.31	0.60	0.54	NaN	NaN
200804	WAM	NaN	0.34	0.26	0.36	0.38	NaN	NaN
	SWAN	NaN	0.43	0.33	0.37	0.44	NaN	NaN
200805	WAM	0.55	0.31	0.26	0.30	0.38	NaN	NaN
	SWAN	0.61	0.56	0.29	0.68	0.57	NaN	NaN
200806	WAM	0.63	0.37	0.63	0.61	0.43	NaN	NaN
	SWAN	0.74	0.44	0.66	0.48	0.49	NaN	NaN
200807	WAM	5.30	4.54	9.10	6.28	4.99	6.02	4.88
	SWAN	2.53	4.36	8.98	6.21	5.00	5.87	2.45
200809	WAM	5.95	4.42	9.10	5.84	6.91	5.98	5.90
	SWAN	2.42	4.28	9.05	5.70	6.83	5.67	2.55
200810	WAM	6.10	3.57	9.08	5.23	4.72	6.08	5.54
	SWAN	2.27	3.43	9.04	5.39	5.00	6.06	2.44
200811	WAM	5.47	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	5.17
	SWAN	1.82	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.38

表 3.4.2　2007/12~2008/11 各商港推算平均週期 r.m.s.值

年/月	模式	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
200712	WAM	1.71	2.69	1.47	2.13	2.80	NaN	2.43
	SWAN	3.06	4.82	3.45	3.89	4.76	NaN	2.32
200801	WAM	2.81	2.04	1.38	1.31	1.60	NaN	NaN
	SWAN	0.85	0.94	1.30	1.20	1.54	NaN	NaN
200802	WAM	NaN	2.12	1.60	1.26	1.36	NaN	NaN
	SWAN	NaN	0.86	1.03	0.93	1.20	NaN	NaN
200803	WAM	1.17	1.49	1.53	1.08	1.08	NaN	NaN
	SWAN	2.19	1.24	1.09	1.15	1.65	NaN	NaN
200804	WAM	NaN	0.89	1.78	1.03	1.00	NaN	NaN
	SWAN	NaN	2.00	1.37	1.38	1.82	NaN	NaN
200805	WAM	1.10	1.09	1.74	1.49	1.20	NaN	NaN
	SWAN	2.27	1.85	1.17	1.05	1.91	NaN	NaN
200806	WAM	2.85	1.15	2.53	1.31	1.17	NaN	NaN
	SWAN	1.03	2.00	0.89	1.86	2.06	NaN	NaN
200807	WAM	2.85	5.29	5.34	5.02	5.36	5.01	3.17
	SWAN	2.60	3.07	3.67	2.64	2.82	3.27	2.26
200809	WAM	3.11	5.41	5.85	4.73	5.26	5.60	2.73
	SWAN	3.20	2.94	3.32	2.66	2.87	3.22	2.71
200810	WAM	3.88	6.77	5.92	6.32	6.82	6.07	4.42
	SWAN	3.56	3.61	3.44	3.18	3.26	3.38	3.16
200811	WAM	2.65	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.53
	SWAN	3.19	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.28

表 3.4.3　2007/12~2008/11 各商港推算平均波向 r.m.s.值

年/月	模式	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
200712	WAM	191	143	102	195	138	NaN	208
	SWAN	187	103	62	177	112	NaN	202
200801	WAM	99	139	107	189	130	NaN	NaN
	SWAN	52	110	51	174	110	NaN	NaN
200802	WAM	NaN	134	116	185	136	NaN	NaN
	SWAN	NaN	119	45	182	127	NaN	NaN
200803	WAM	110	151	93	198	149	NaN	NaN
	SWAN	125	101	113	174	113	NaN	NaN
200804	WAM	NaN	167	161	204	106	NaN	NaN
	SWAN	NaN	86	142	162	118	NaN	NaN
200805	WAM	95	172	168	212	78	NaN	NaN
	SWAN	144	102	164	210	123	NaN	NaN
200806	WAM	209	222	221	259	116	NaN	NaN
	SWAN	205	35	220	185	167	NaN	NaN
200807	WAM	106	309	108	296	322	84	117
	SWAN	103	140	103	266	163	158	112
200809	WAM	119	328	117	283	330	93	134
	SWAN	116	129	150	220	137	181	130
200810	WAM	144	286	157	262	288	164	198
	SWAN	140	165	189	225	171	215	193
200811	WAM	182	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	215
	SWAN	179	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	210

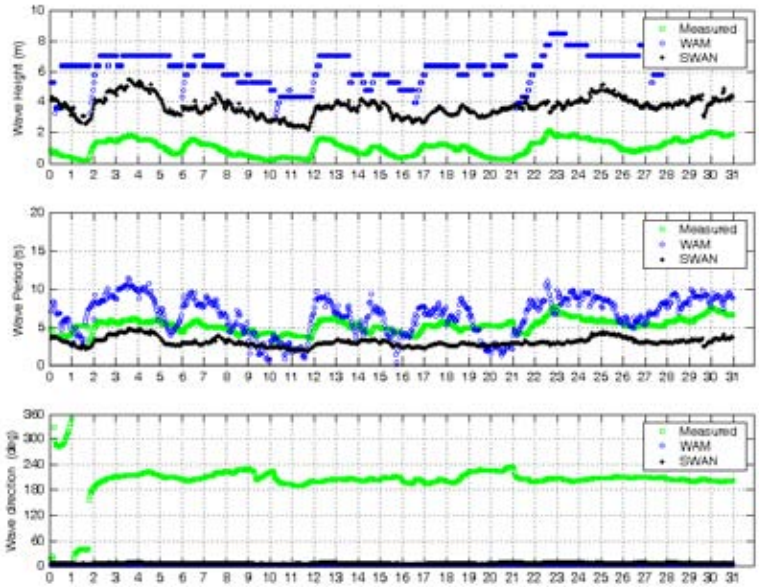


圖 3.4.1　台北港波浪推算及比較(2007/12)

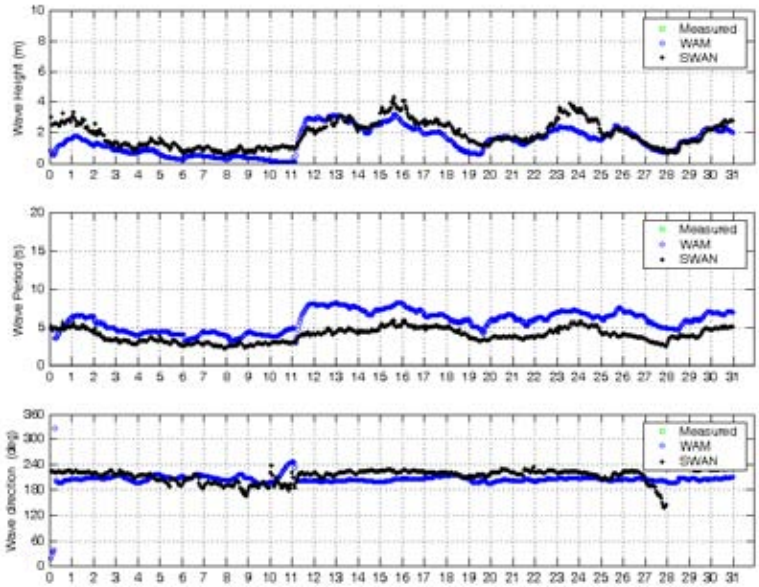


圖 3.4.2　台北港波浪推算及比較(2008/01)

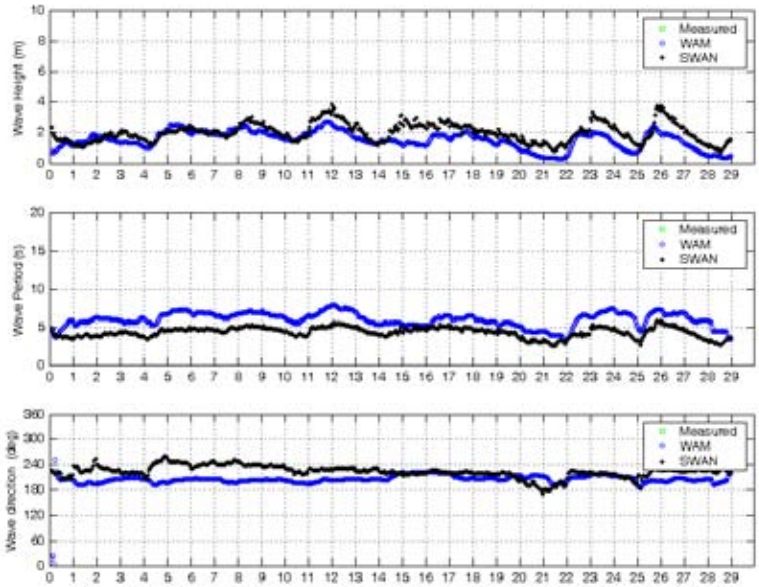


圖 3.4.3　台北港波浪推算及比較(2008/02)

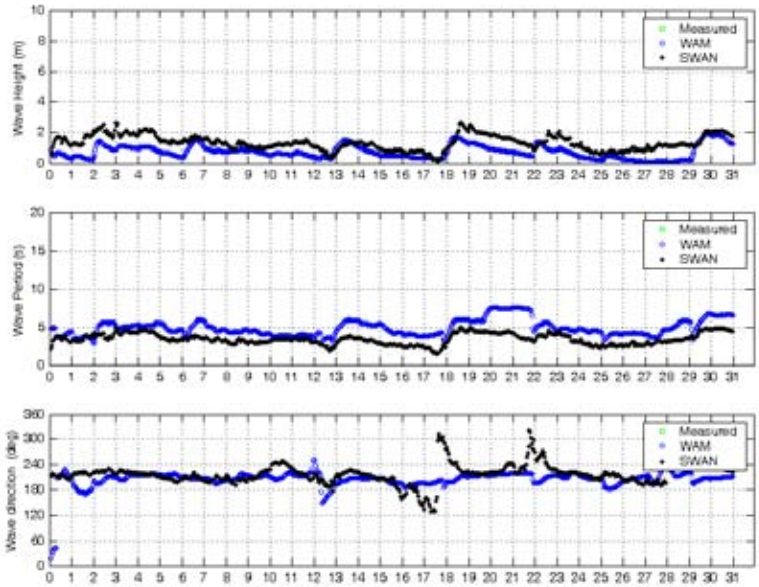


圖 3.4.4　台北港波浪推算及比較(2008/03)

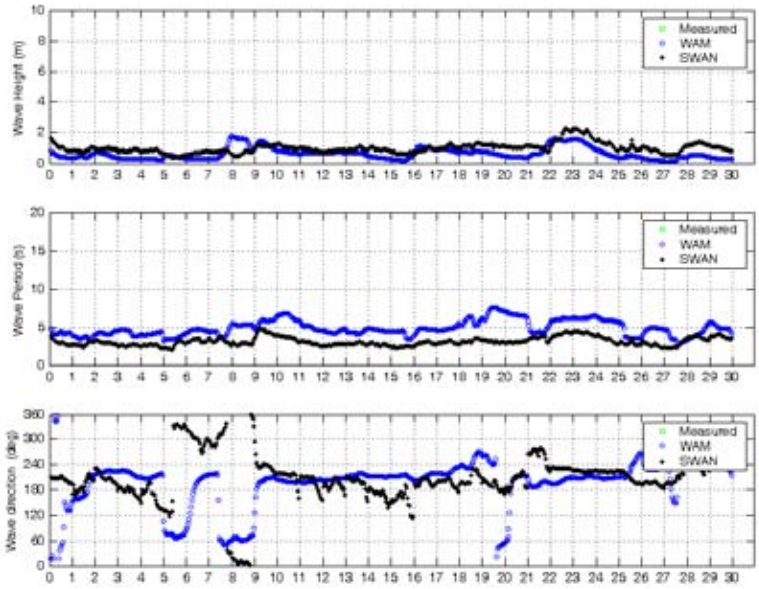


圖 3.4.5　台北港波浪推算及比較(2008/04)

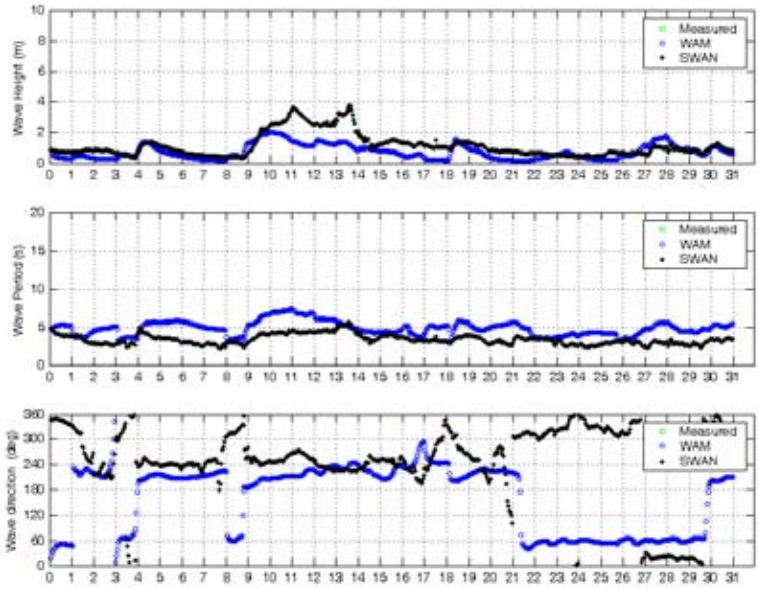


圖 3.4.6　台北港波浪推算及比較(2008/05)

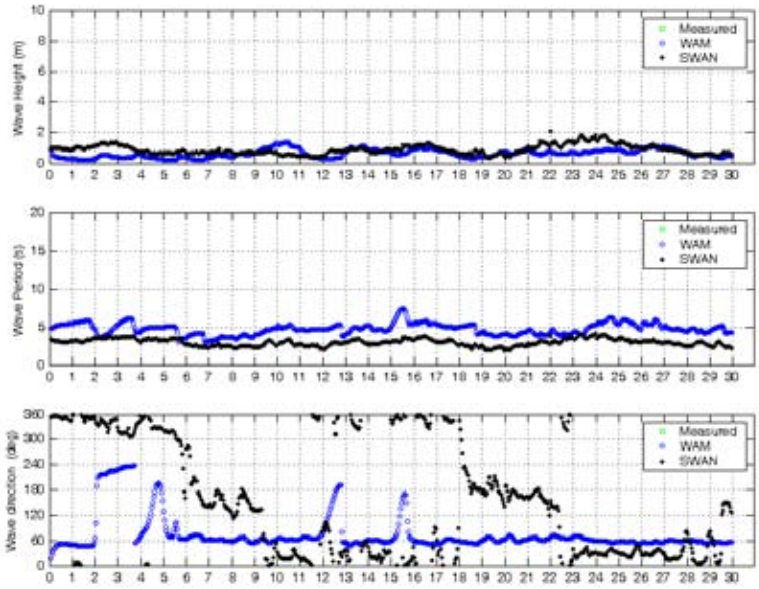


圖 3.4.7　台北港波浪推算及比較(2008/06)

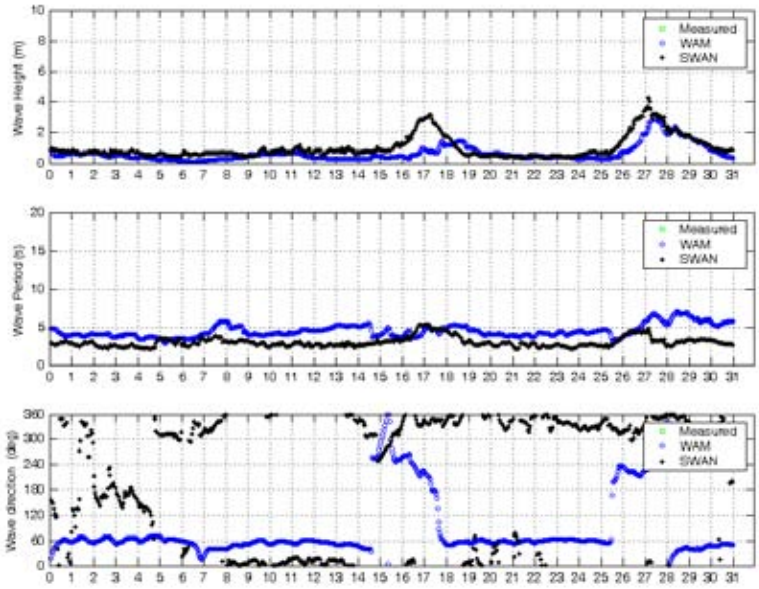


圖 3.4.8　台北港波浪推算及比較(2008/07)

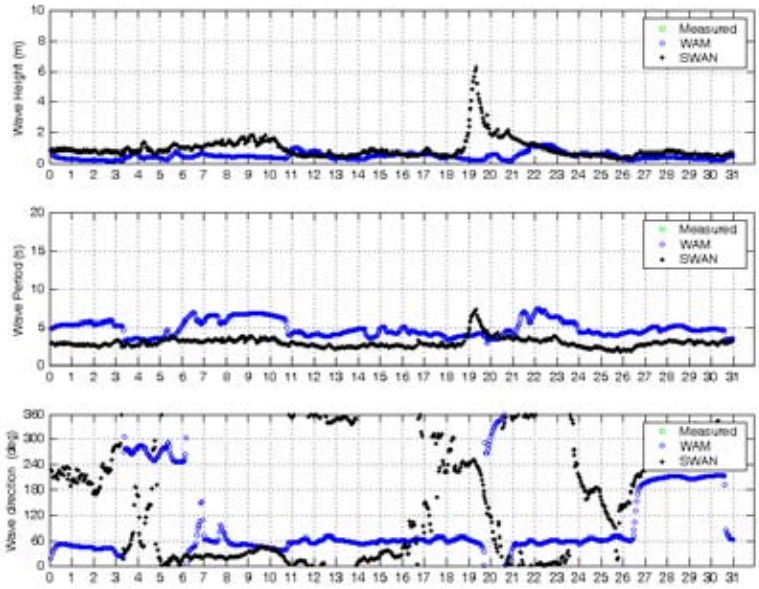


圖 3.4.9　台北港波浪推算及比較(2008/08)

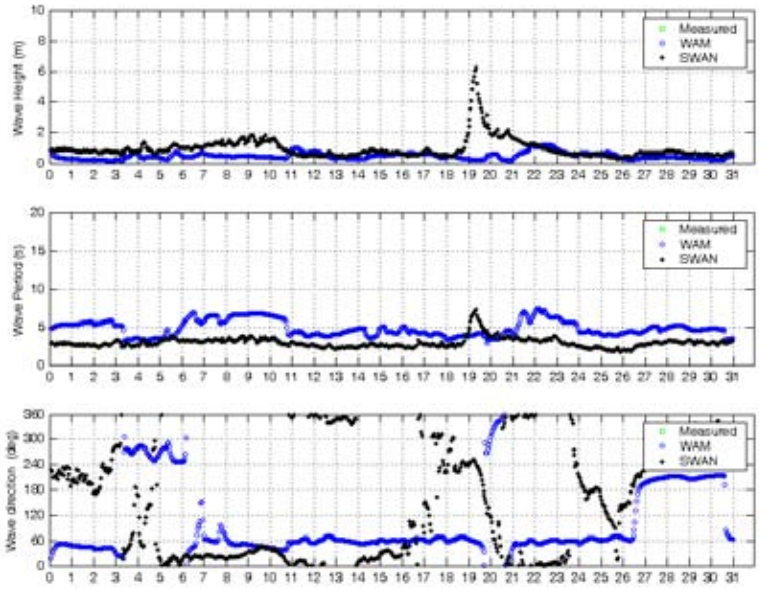


圖 3.4.10　台北港波浪推算及比較(2008/09)

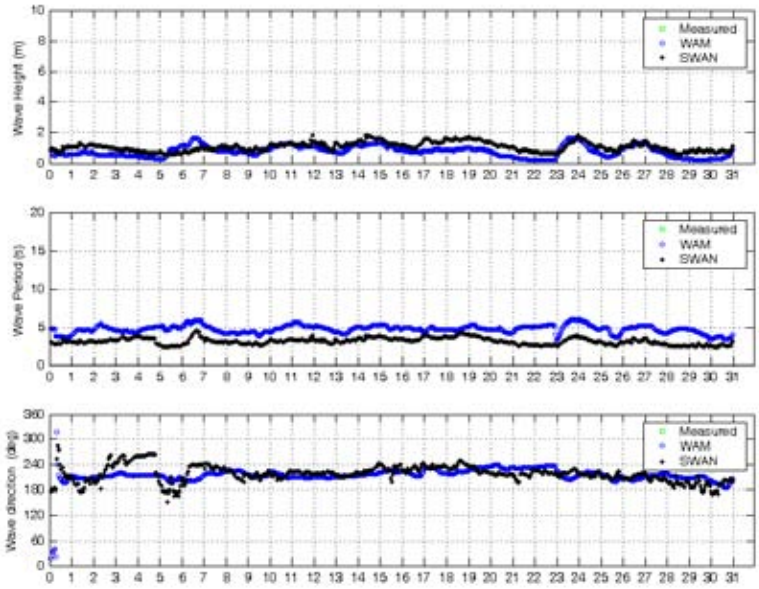


圖 3.4.11　台北港波浪推算及比較(2008/10)

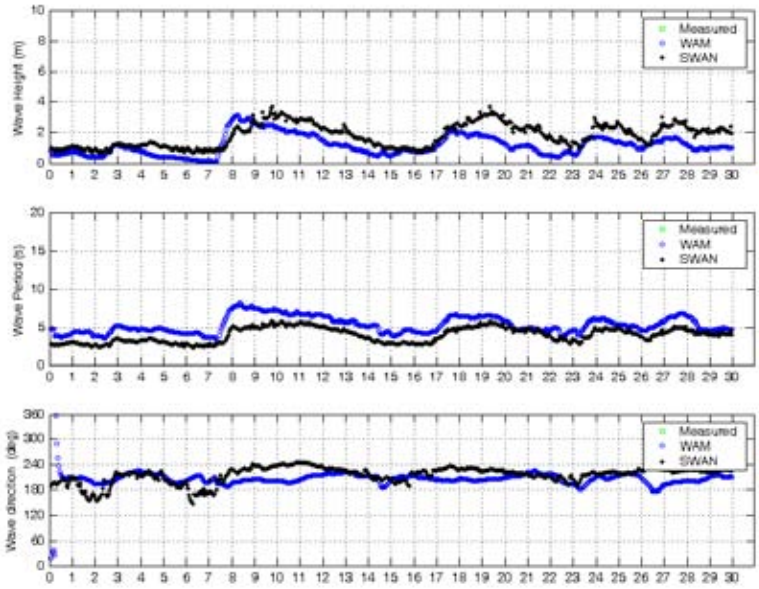


圖 3.4.12　台北港波浪推算及比較(2008/11)

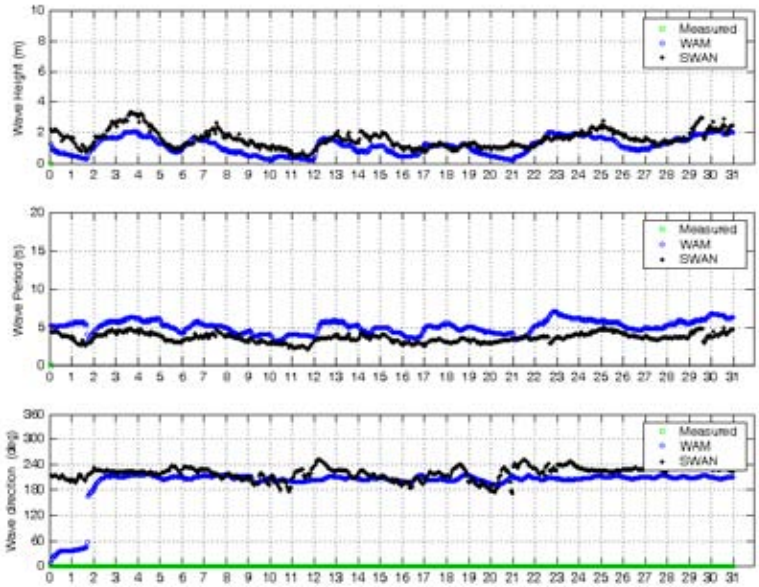


圖 3.4.13　台中港波浪推算及比較(2007/12)

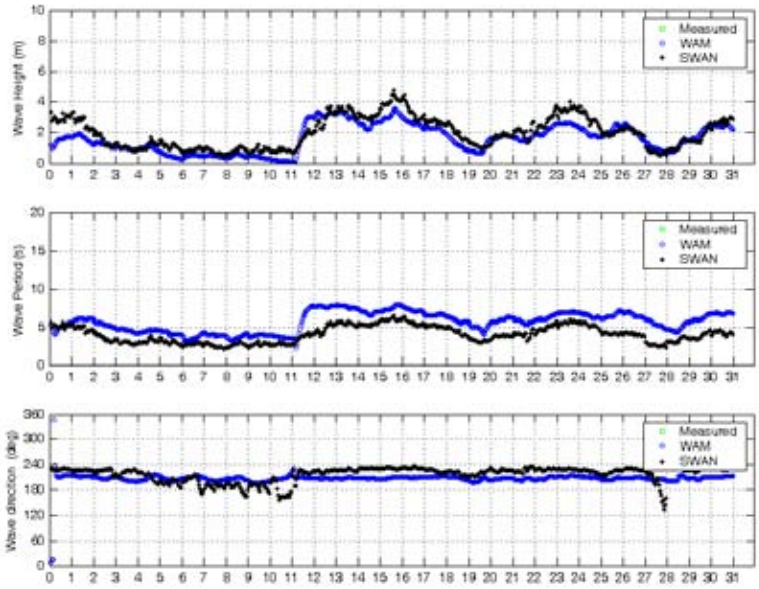


圖 3.4.14　台中港波浪推算及比較(2008/01)

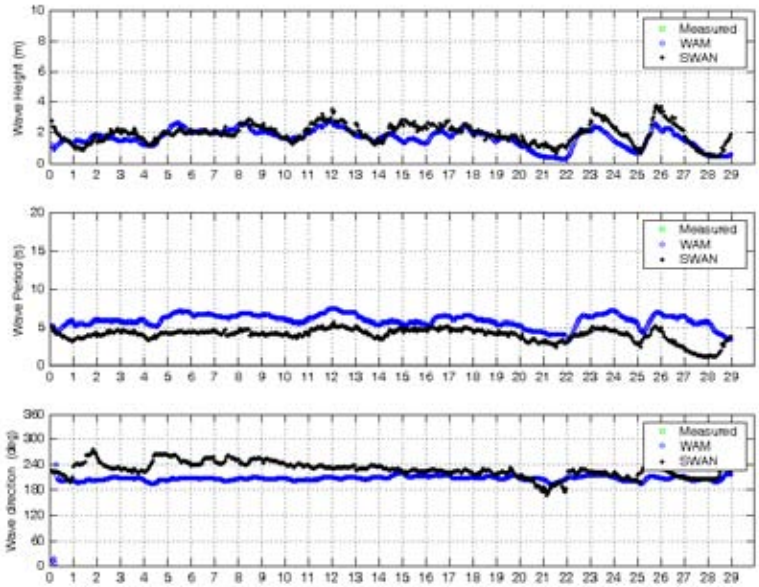


圖 3.4.15　台中港波浪推算及比較(2008/02)

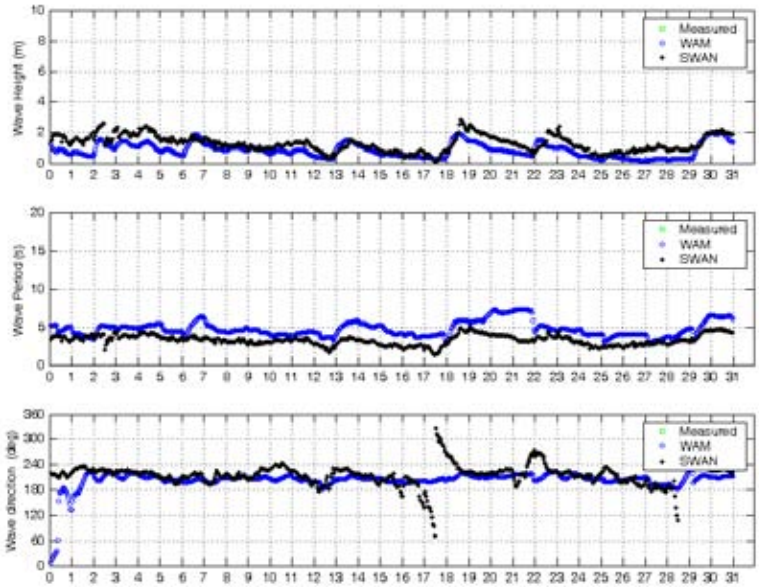


圖 3.4.16　台中港波浪推算及比較(2008/03)

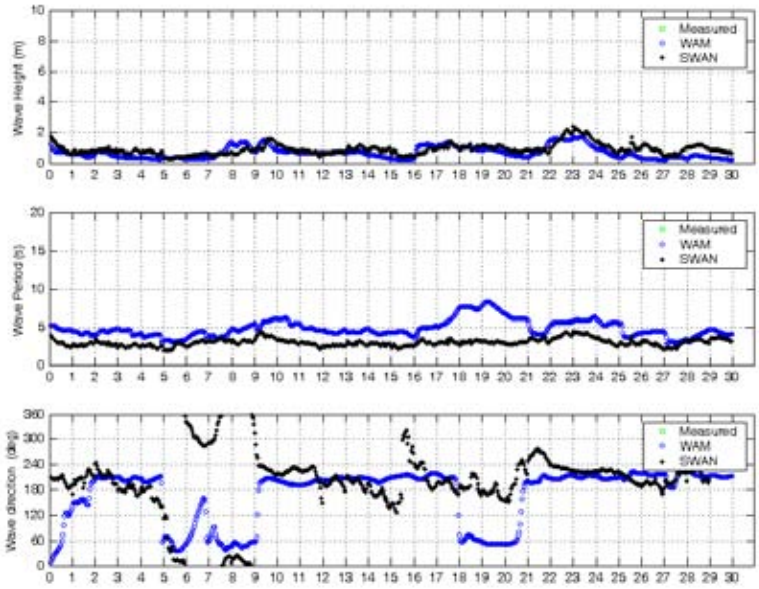


圖 3.4.17　台中港波浪推算及比較(2008/04)

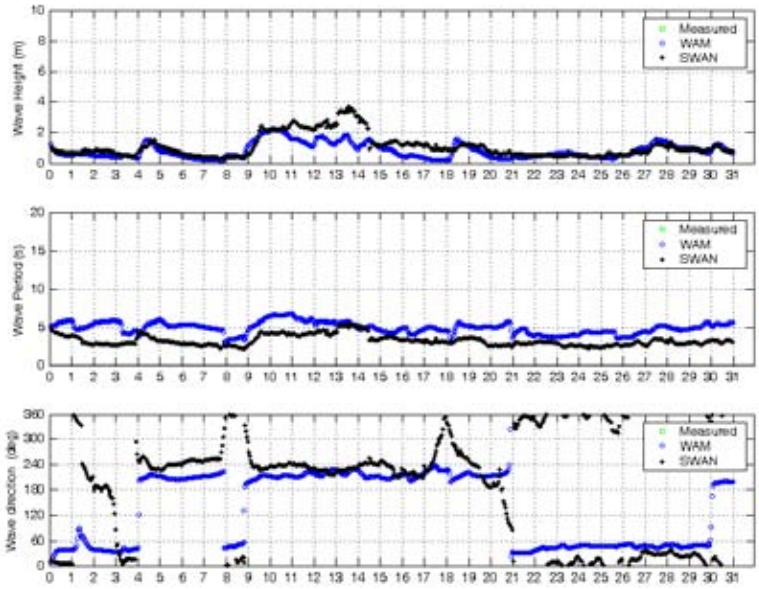


圖 3.4.18　台中港波浪推算及比較(2008/05)

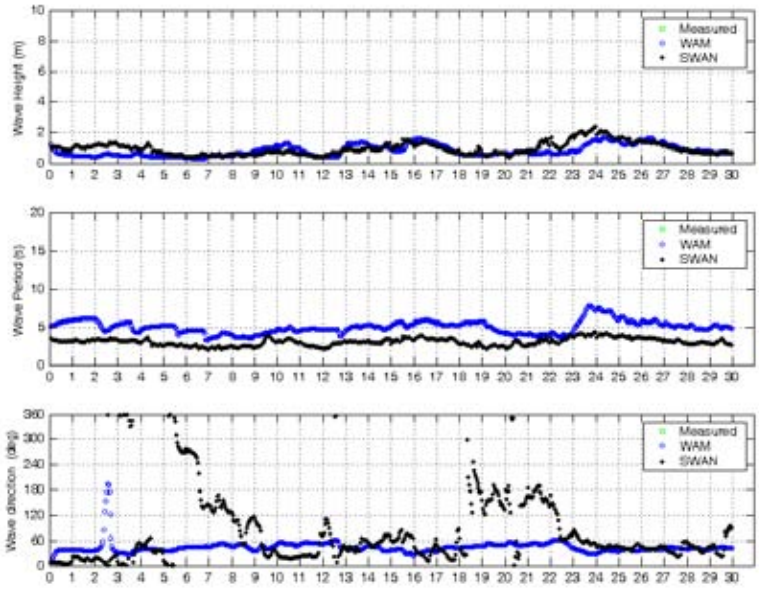


圖 3.4.19　台中港波浪推算及比較(2008/06)

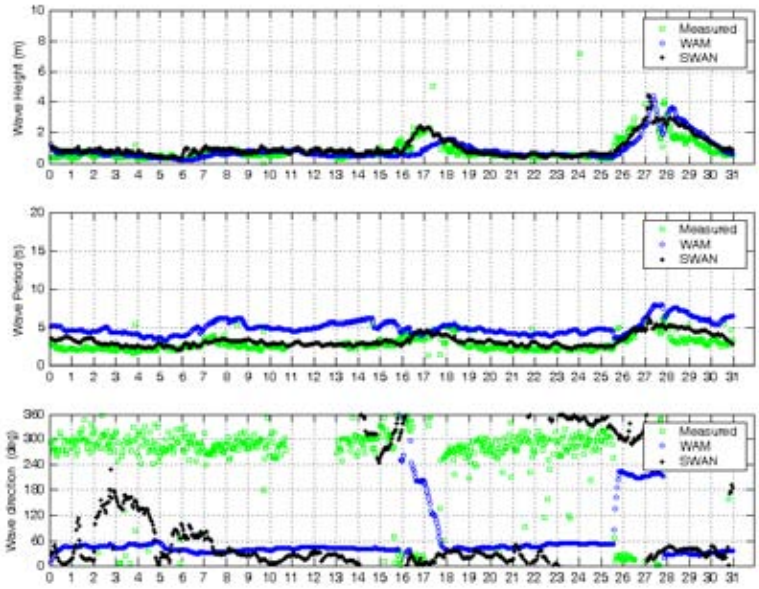


圖 3.4.20　台中港波浪推算及比較(2008/07)

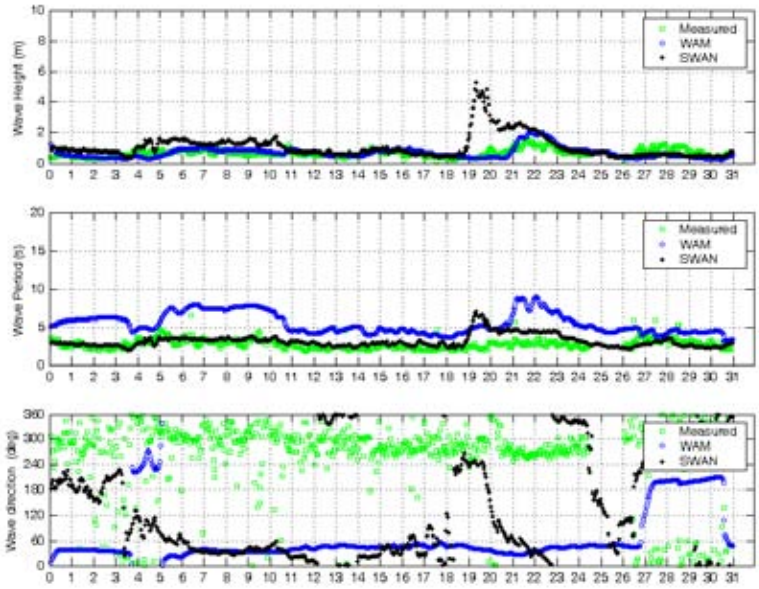


圖 3.4.21　台中港波浪推算及比較(2008/08)

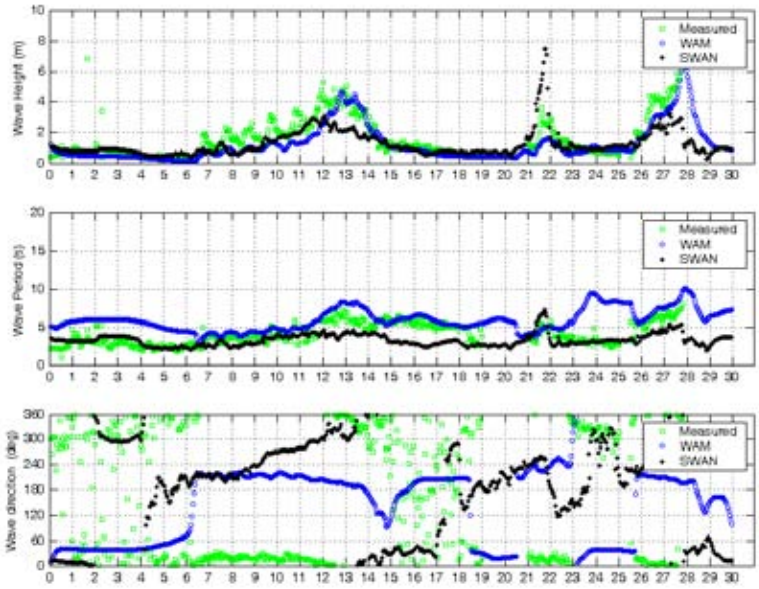


圖 3.4.22　台中港波浪推算及比較(2008/09)

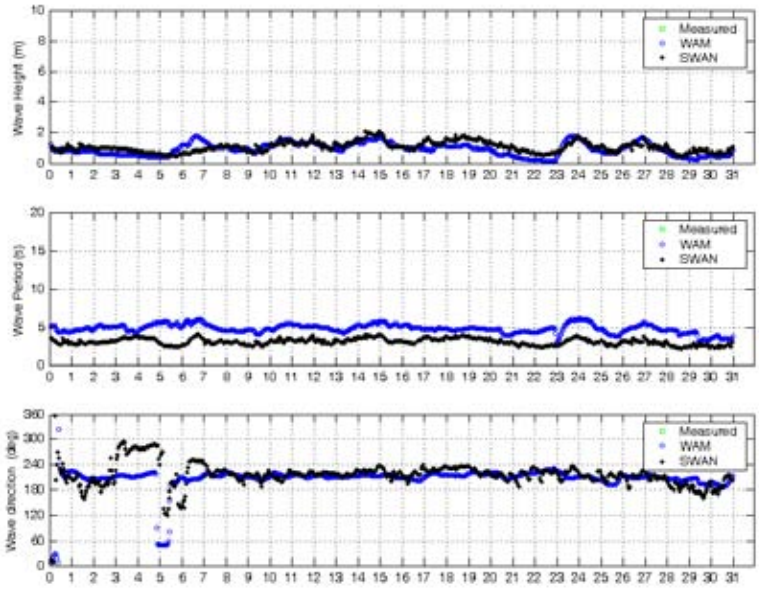


圖 3.4.23　台中港波浪推算及比較(2008/10)

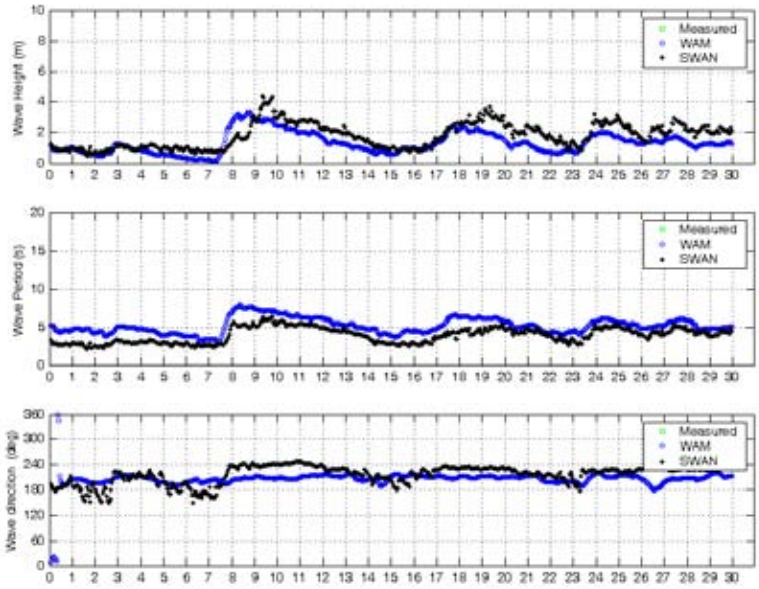


圖 3.4.24　台中港波浪推算及比較(2008/11)

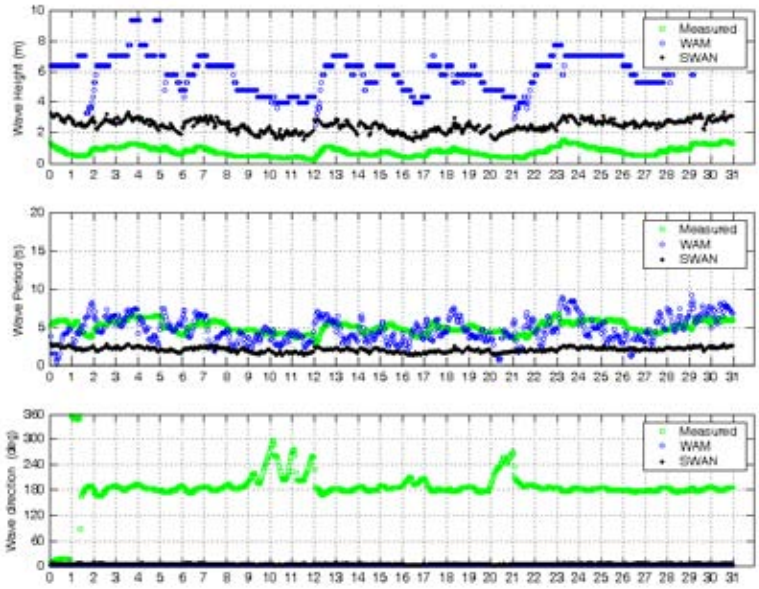


圖 3.4.25　安平港波浪推算及比較(2007/12)

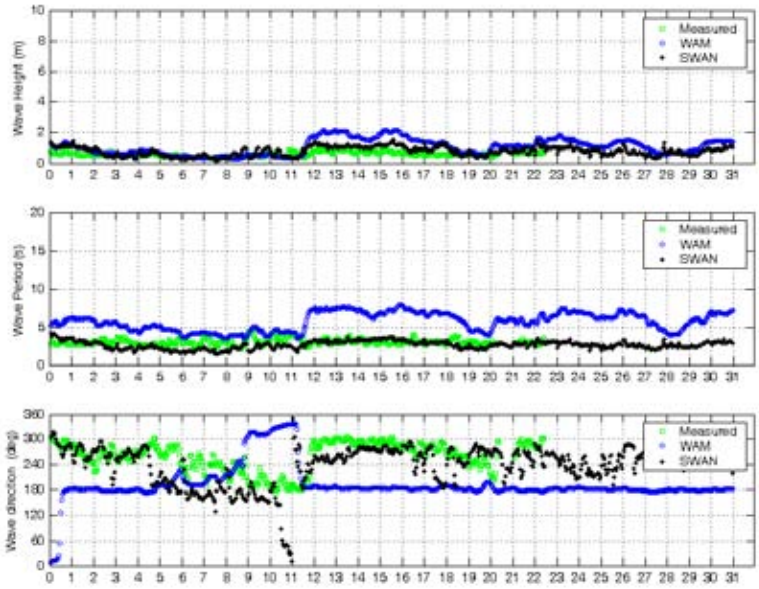


圖 3.4.26　安平港波浪推算及比較(2008/01)

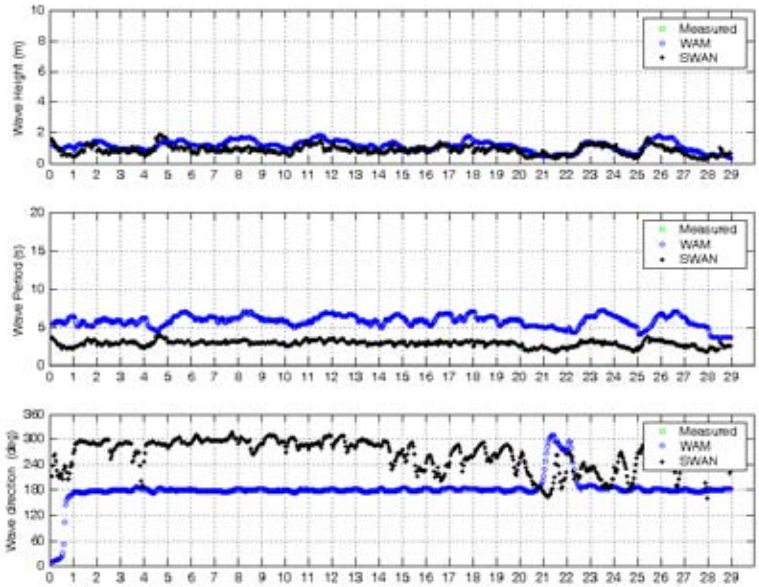


圖 3.4.27　安平港波浪推算及比較(2008/02)

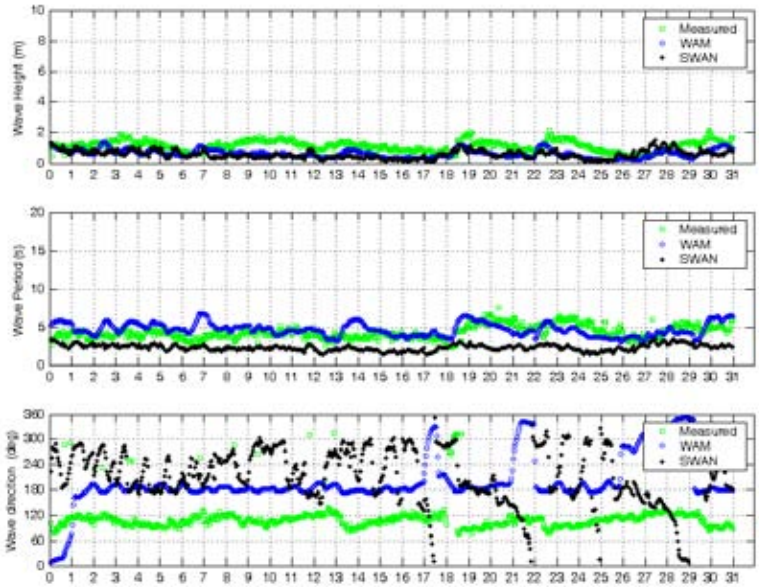


圖 3.4.28　安平港波浪推算及比較(2008/03)

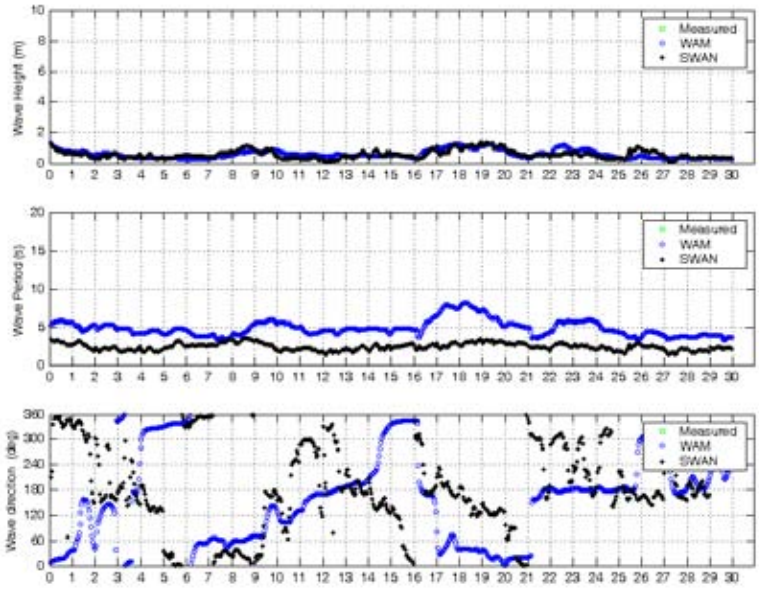


圖 3.4.29　安平港波浪推算及比較(2008/04)

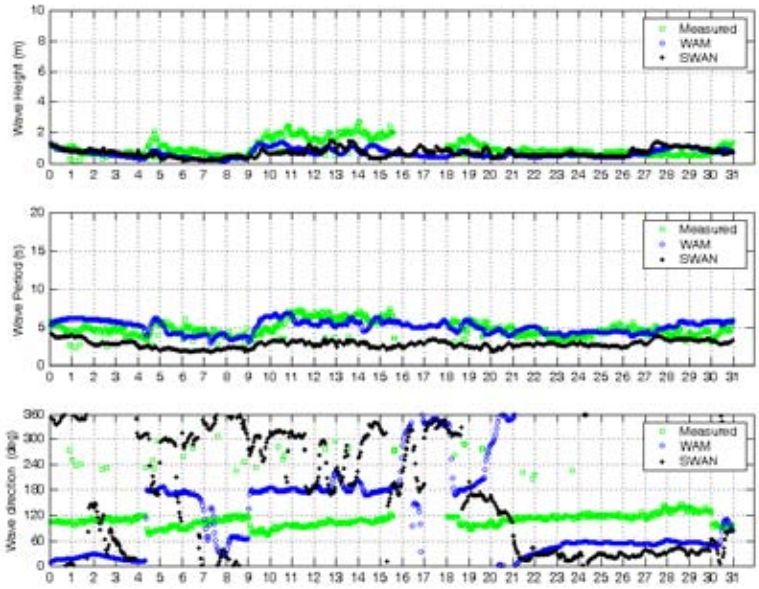


圖 3.4.30　安平港波浪推算及比較(2008/05)

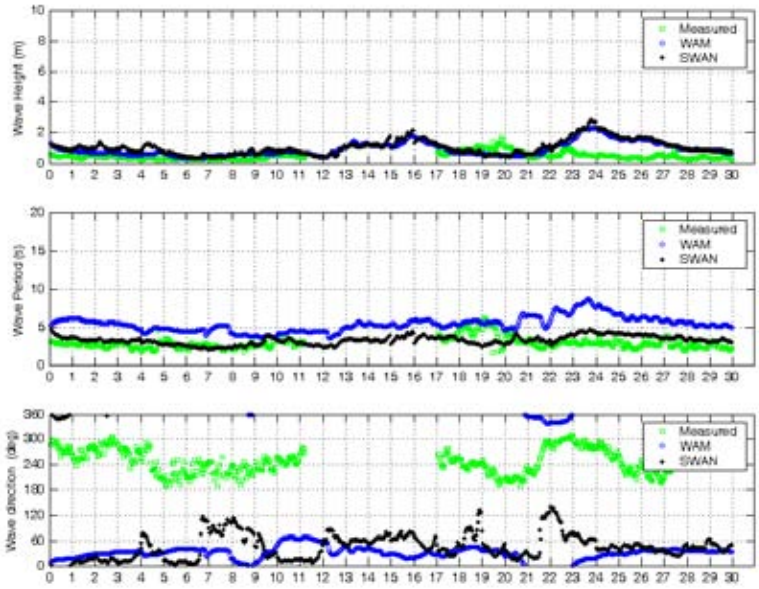


圖 3.4.31　安平港波浪推算及比較(2008/06)

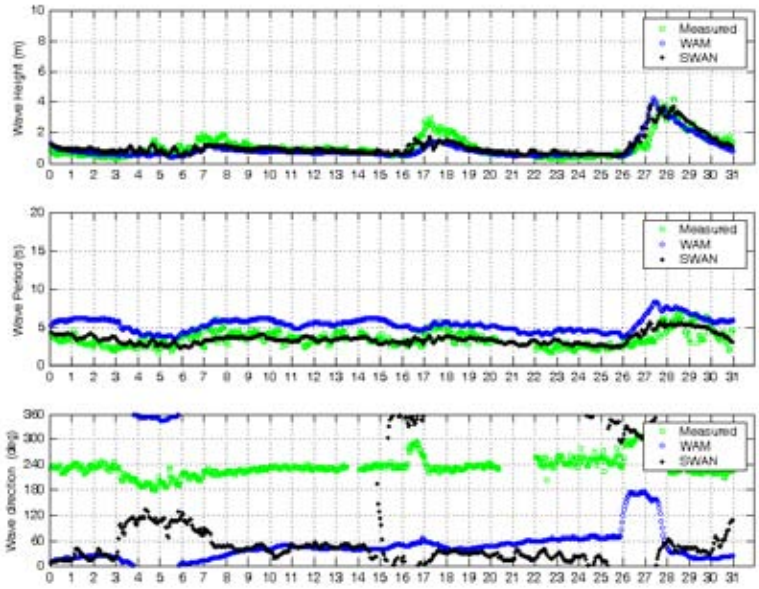


圖 3.4.32　安平港波浪推算及比較(2008/07)

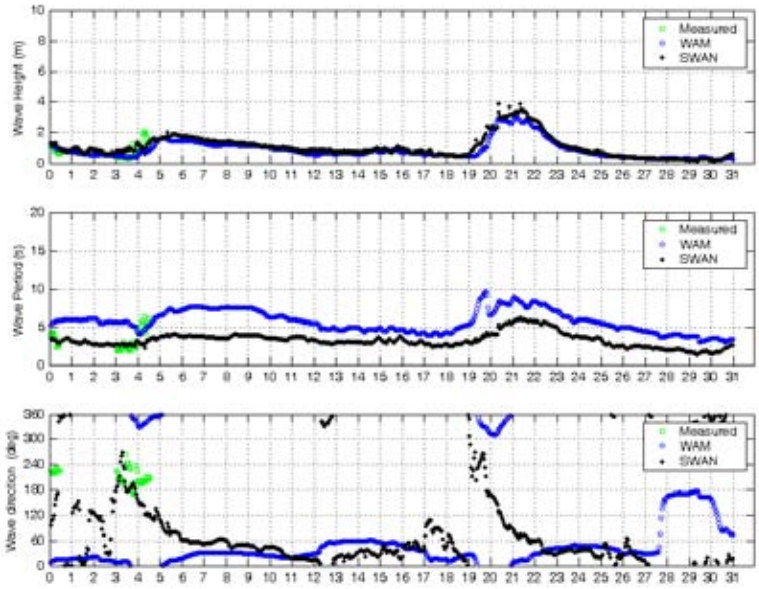


圖 3.4.33　安平港波浪推算及比較(2008/08)

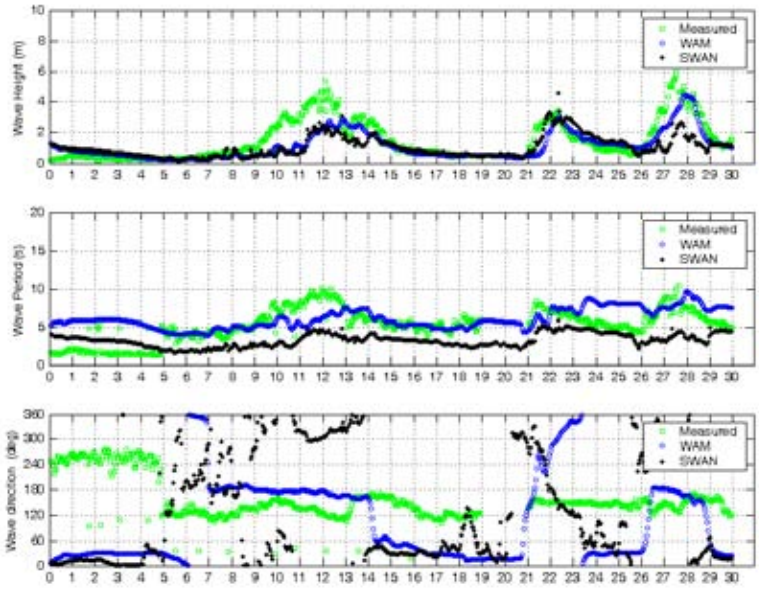


圖 3.4.34　安平港波浪推算及比較(2008/09)

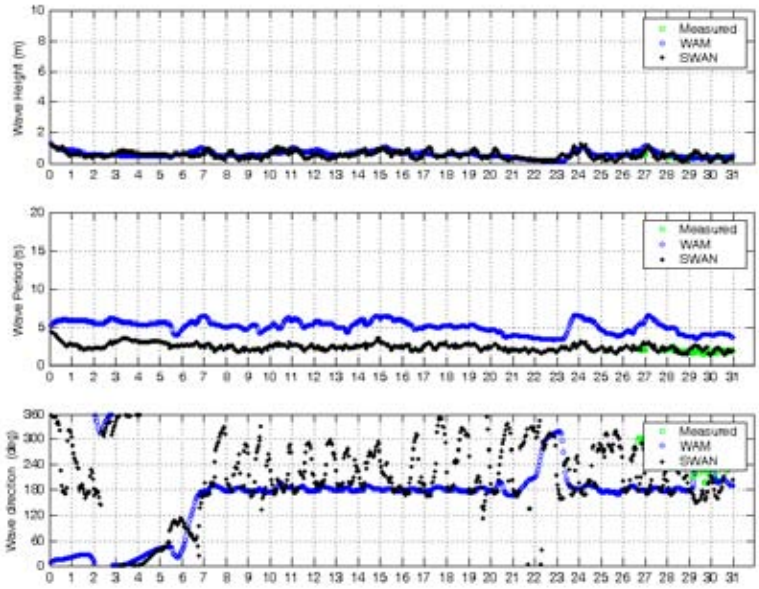


圖 3.4.35　安平港波浪推算及比較(2008/10)

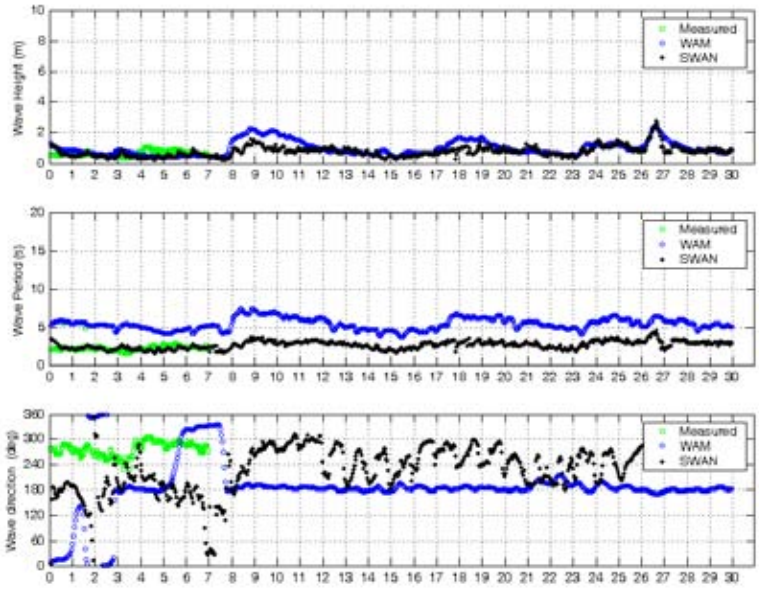


圖 3.4.36　安平港波浪推算及比較(2008/11)

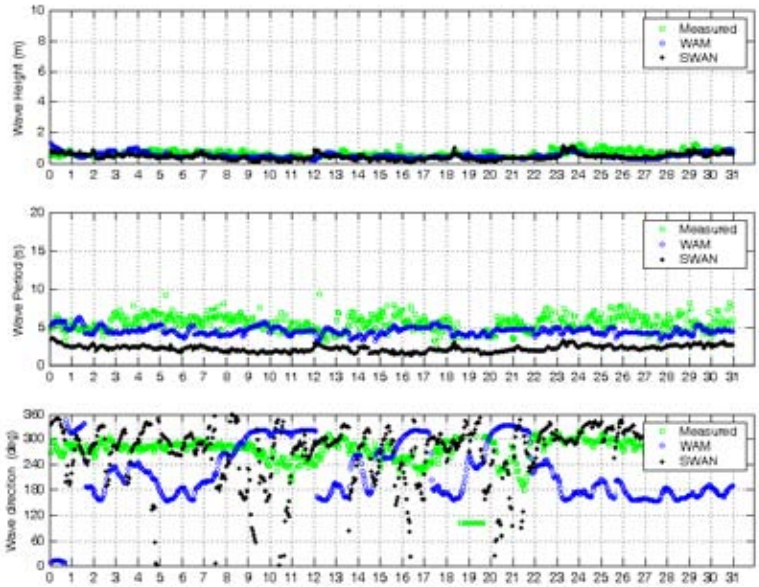


圖 3.4.37　高雄港波浪推算及比較(2007/12)

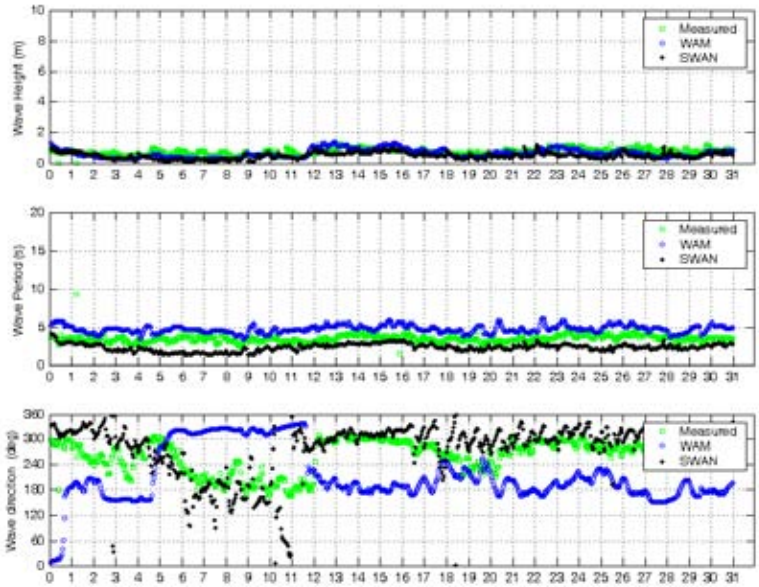


圖 3.4.38　高雄港波浪推算及比較(2008/01)

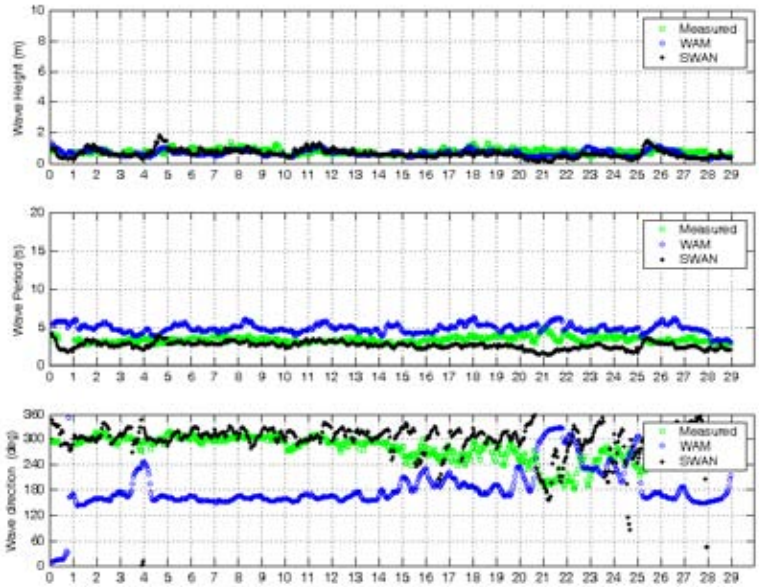


圖 3.4.39　高雄港波浪推算及比較(2008/02)

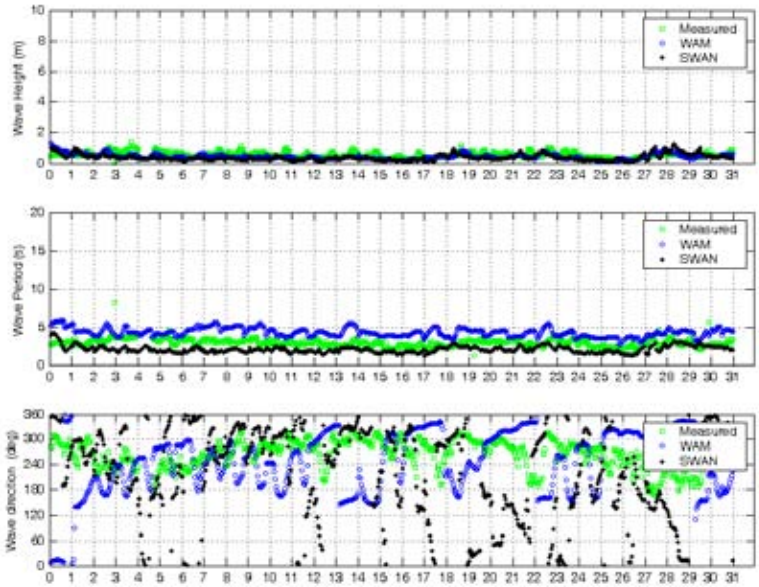


圖 3.4.40　高雄港波浪推算及比較(2008/03)

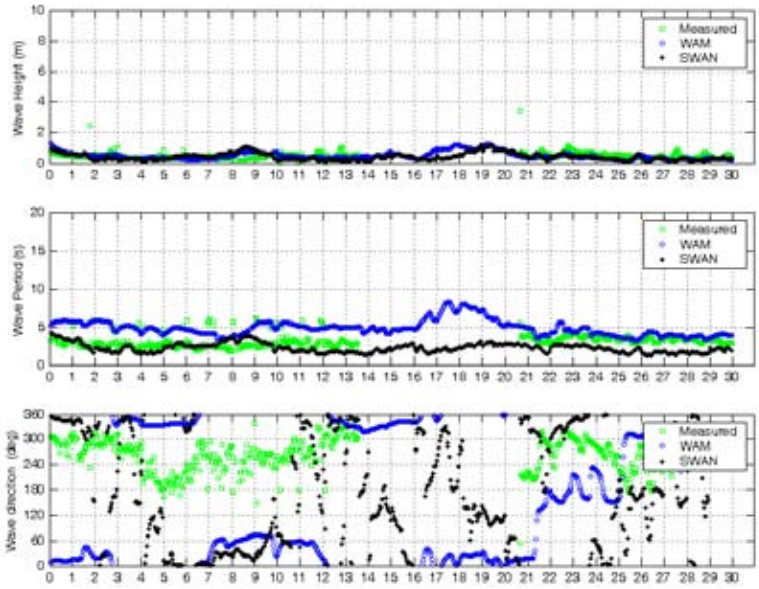


圖 3.4.41　高雄港波浪推算及比較(2008/04)

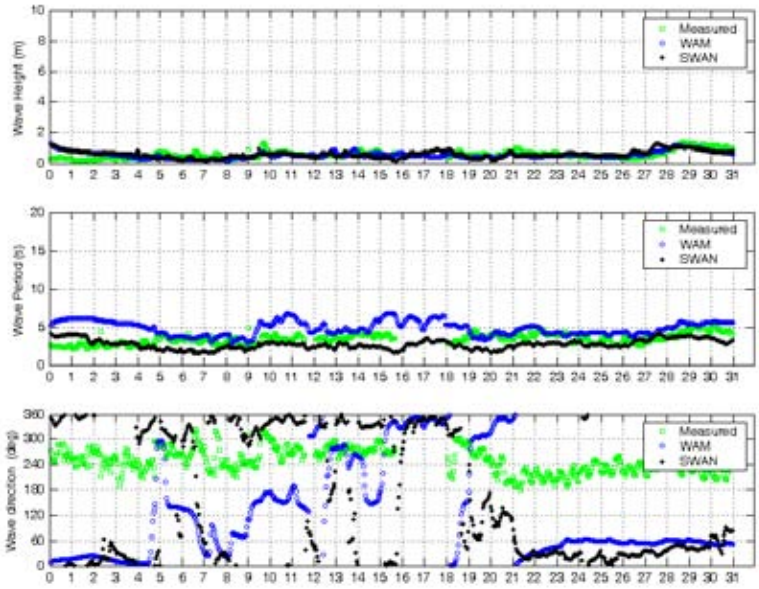


圖 3.4.42　高雄港波浪推算及比較(2008/05)

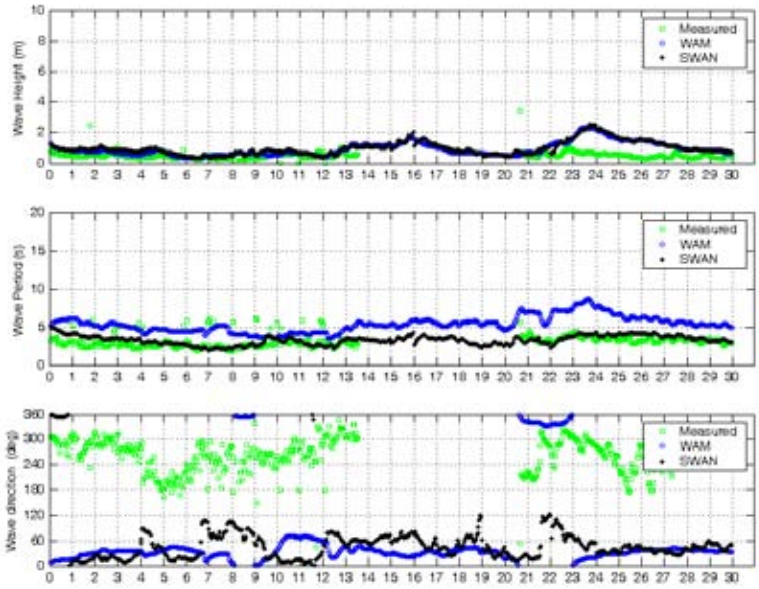


圖 3.4.43　高雄港波浪推算及比較(2008/06)

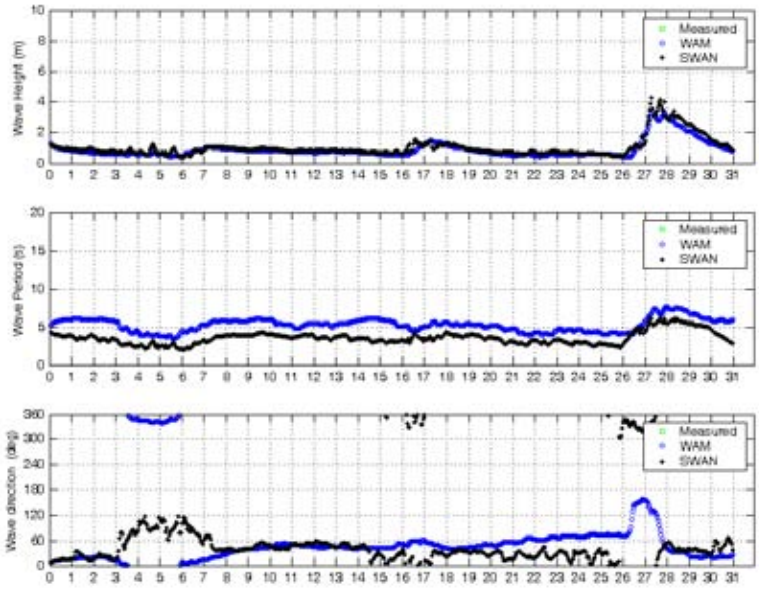


圖 3.4.44　高雄港波浪推算及比較(2008/07)

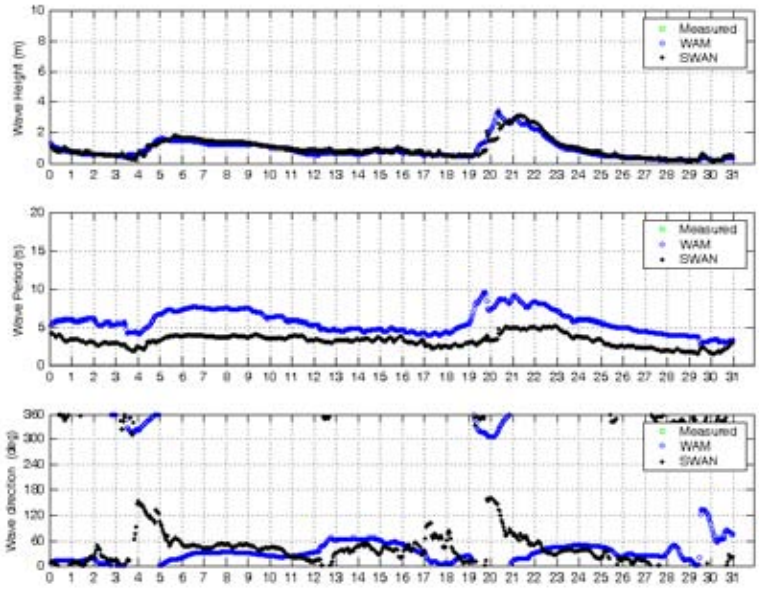


圖 3.4.45　高雄港波浪推算及比較(2008/08)

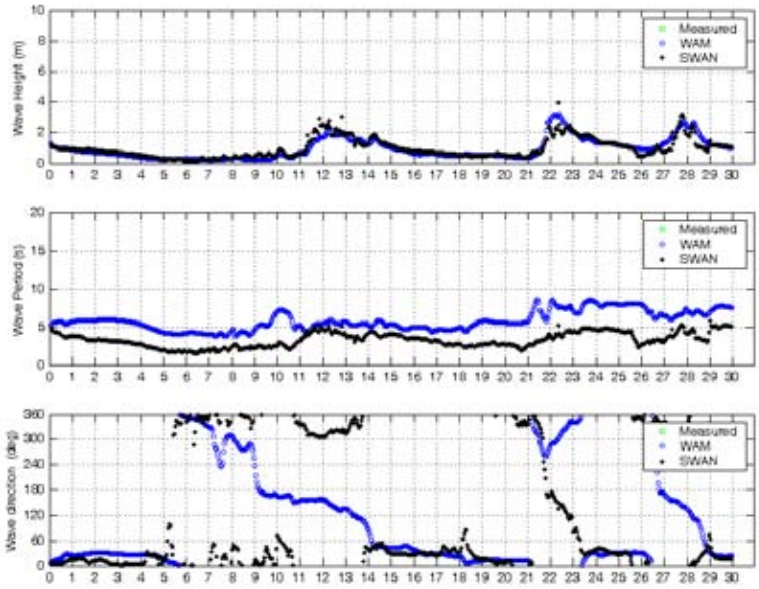


圖 3.4.46　高雄港波浪推算及比較(2008/09)

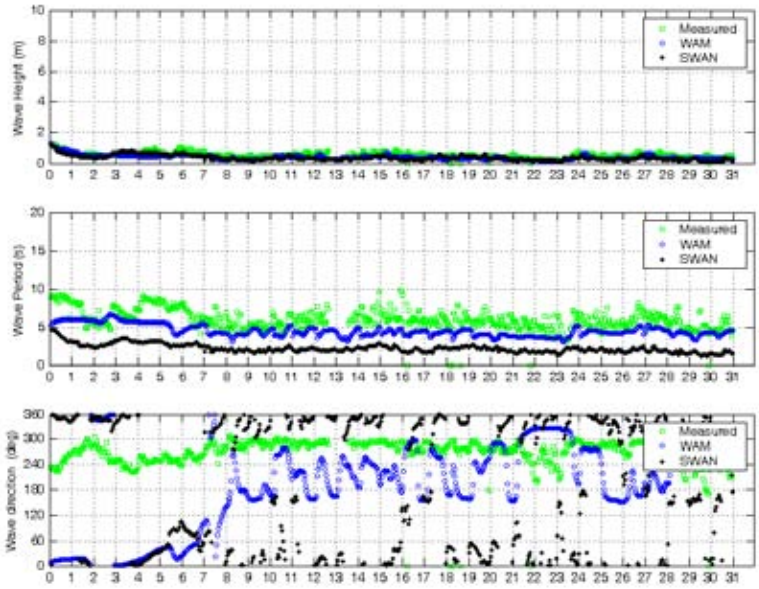


圖 3.4.47　高雄港波浪推算及比較(2008/10)

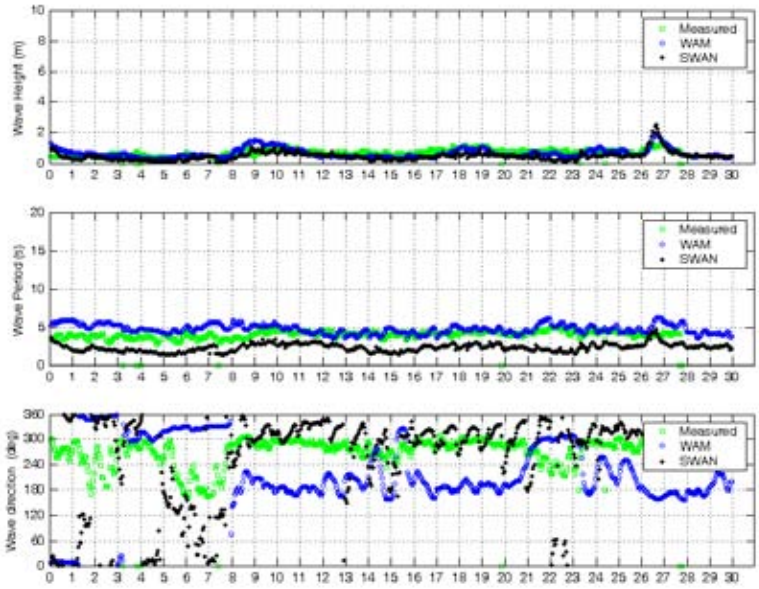


圖 3.4.48　高雄港波浪推算及比較(2008/11)

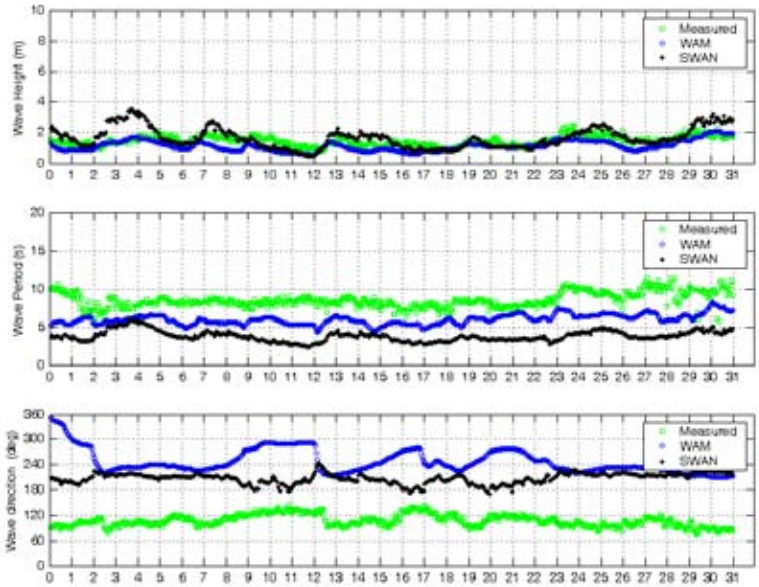


圖 3.4.49　花蓮港波浪推算及比較(2007/12)

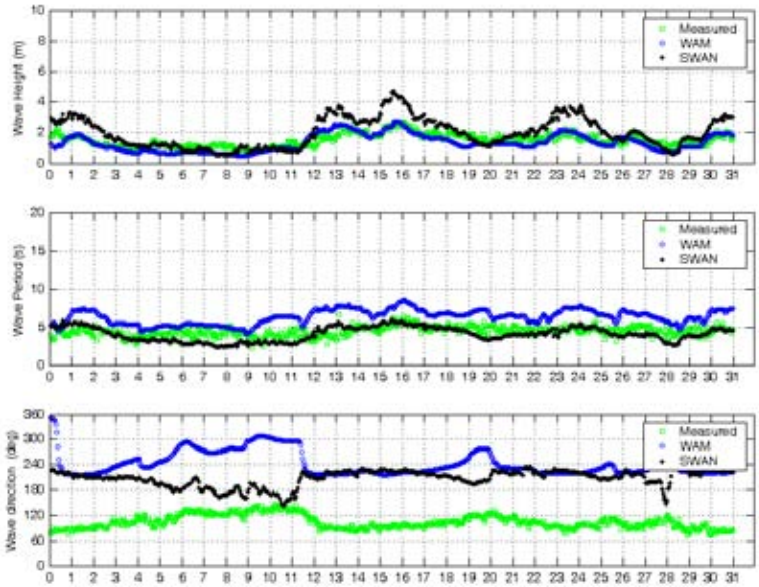


圖 3.4.50　花蓮港波浪推算及比較(2008/01)

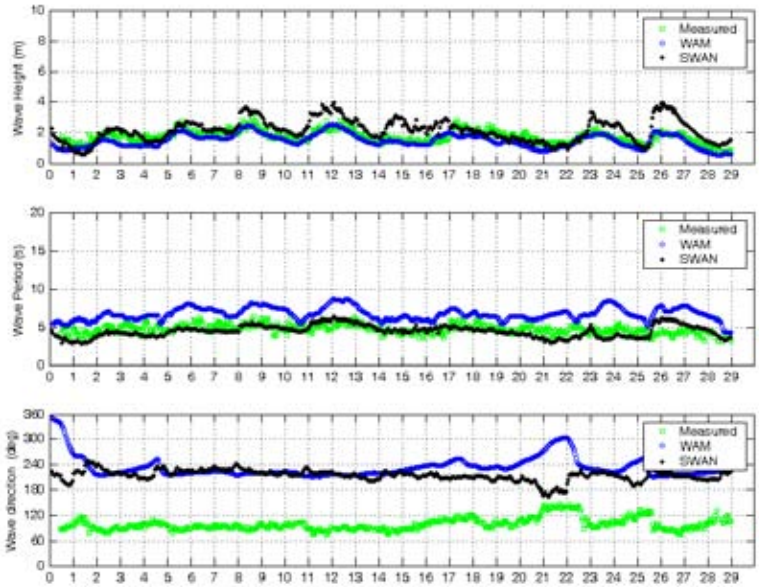


圖 3.4.51　花蓮港波浪推算及比較(2008/02)

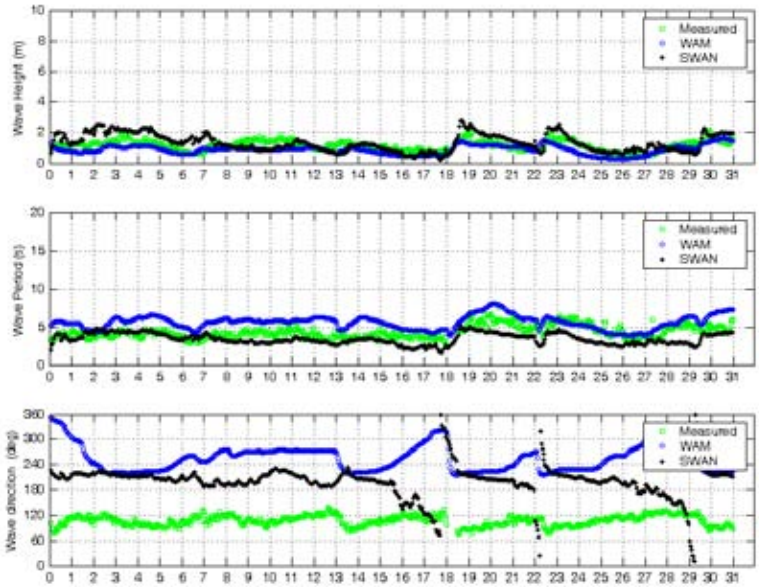


圖 3.4.52　花蓮港波浪推算及比較(2008/03)

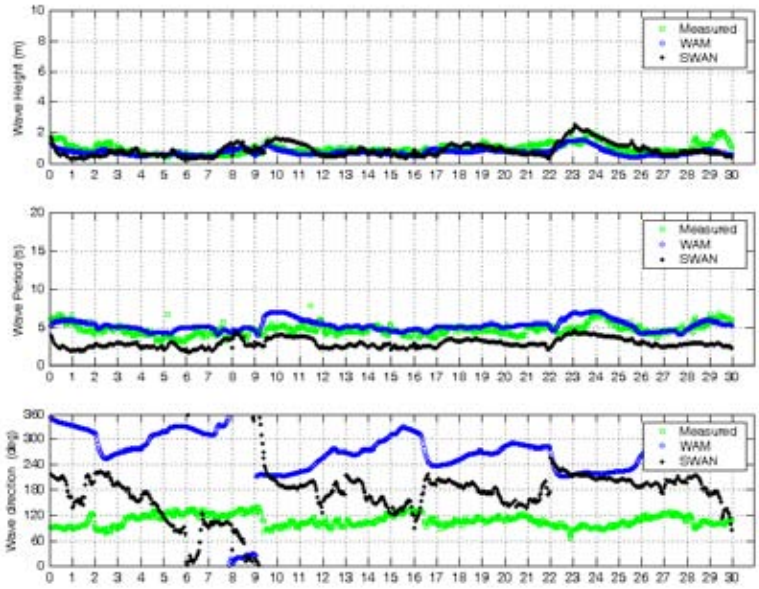


圖 3.4.53　花蓮港波浪推算及比較(2008/04)

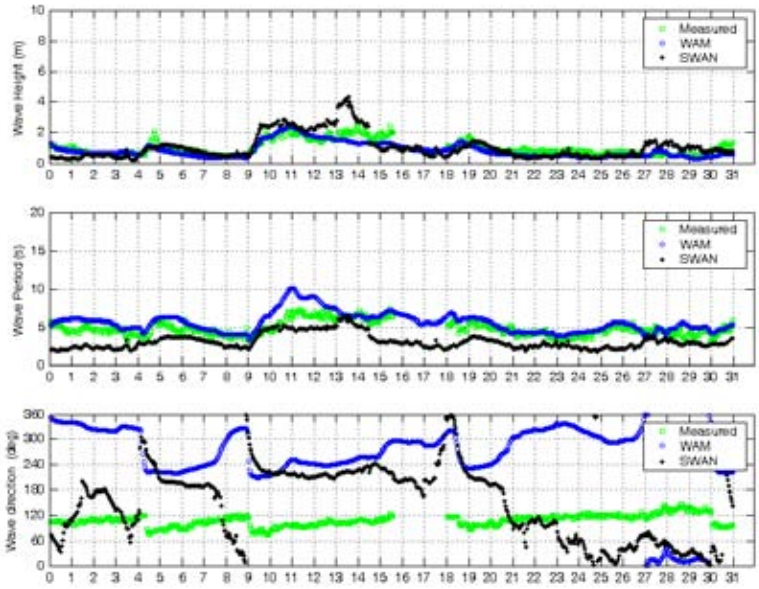


圖 3.4.54　花蓮港波浪推算及比較(2008/05)

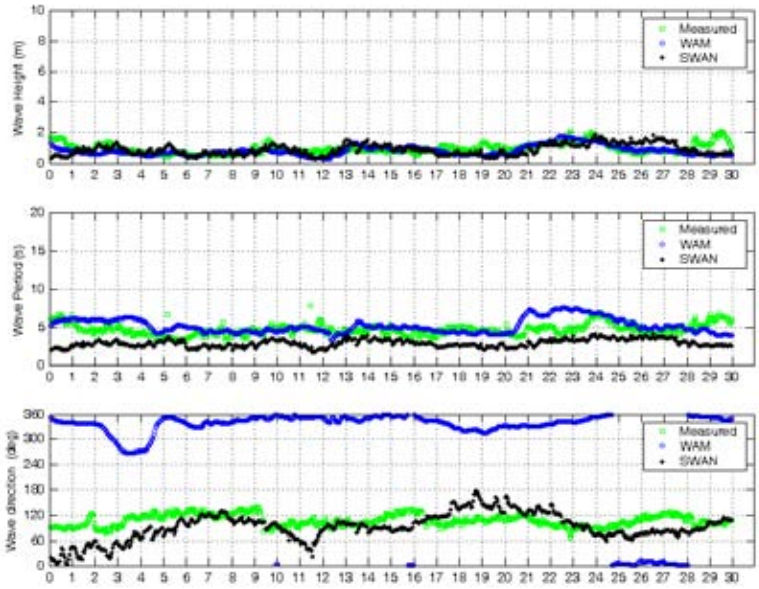


圖 3.4.55　花蓮港波浪推算及比較(2008/06)

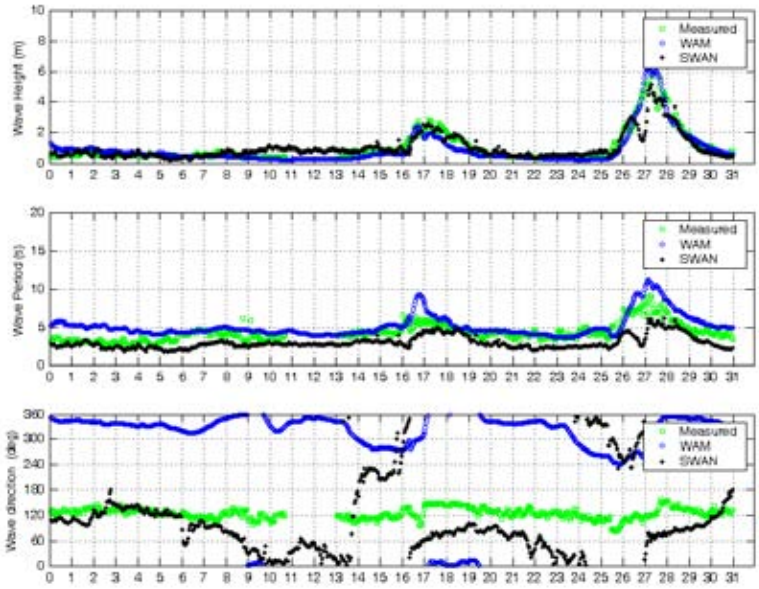


圖 3.4.56　花蓮港波浪推算及比較(2008/07)

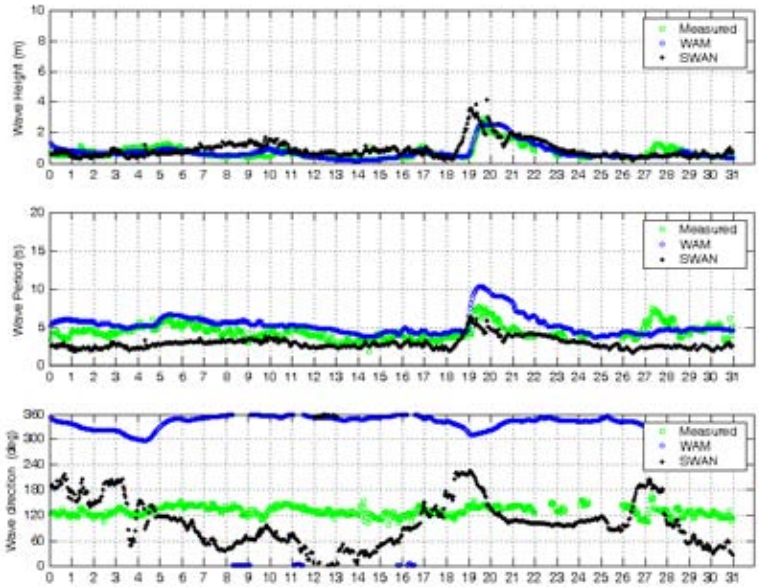


圖 3.4.57　花蓮港波浪推算及比較(2008/08)

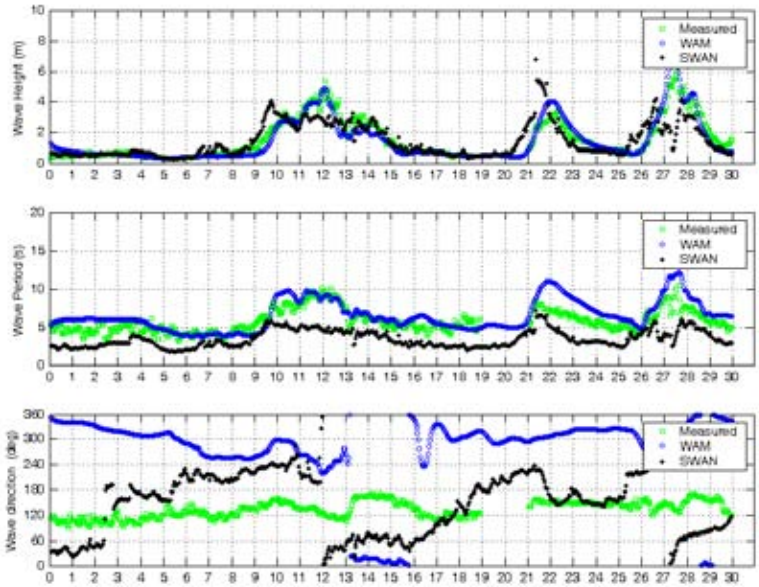


圖 3.4.58　花蓮港波浪推算及比較(2008/09)

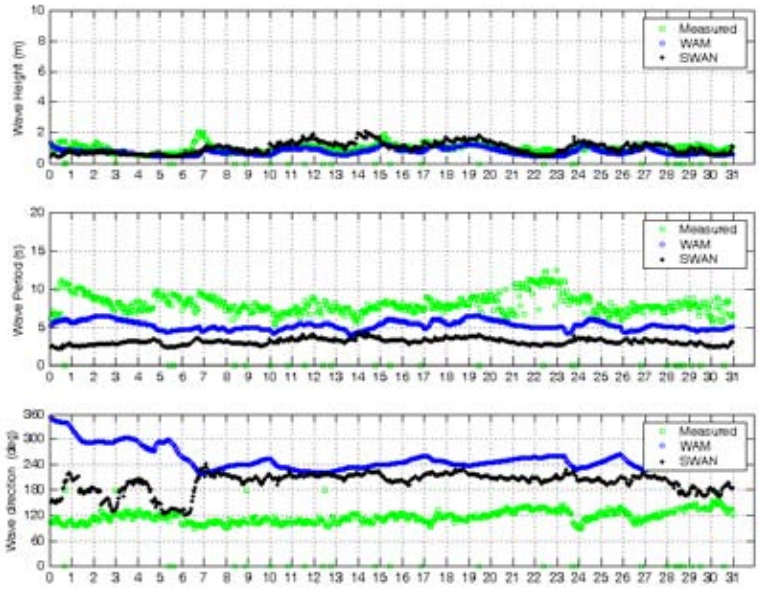


圖 3.4.59　花蓮港波浪推算及比較(2008/10)

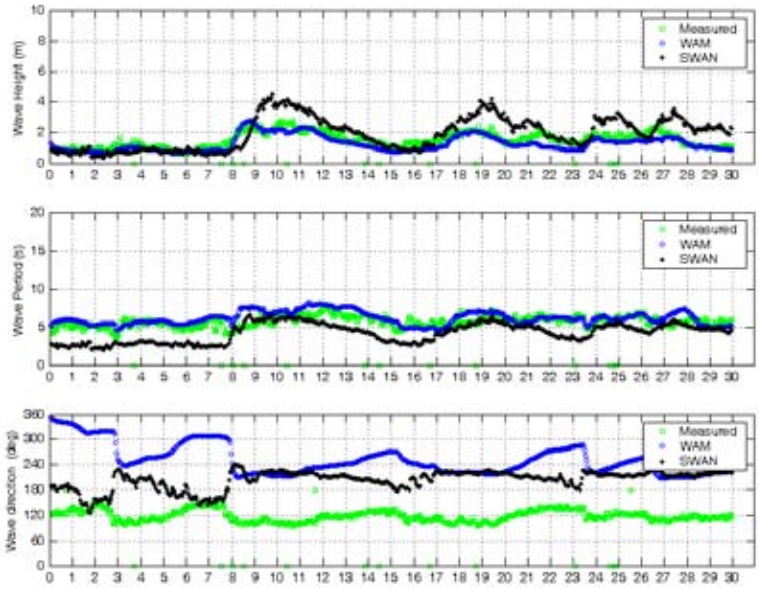


圖 3.4.60　花蓮港波浪推算及比較(2008/11)

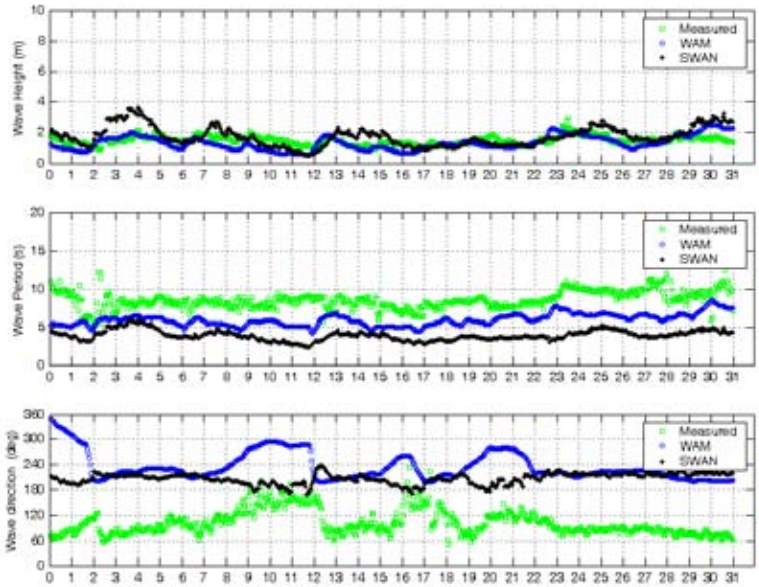


圖 3.4.61　蘇澳港波浪推算及比較(2007/12)

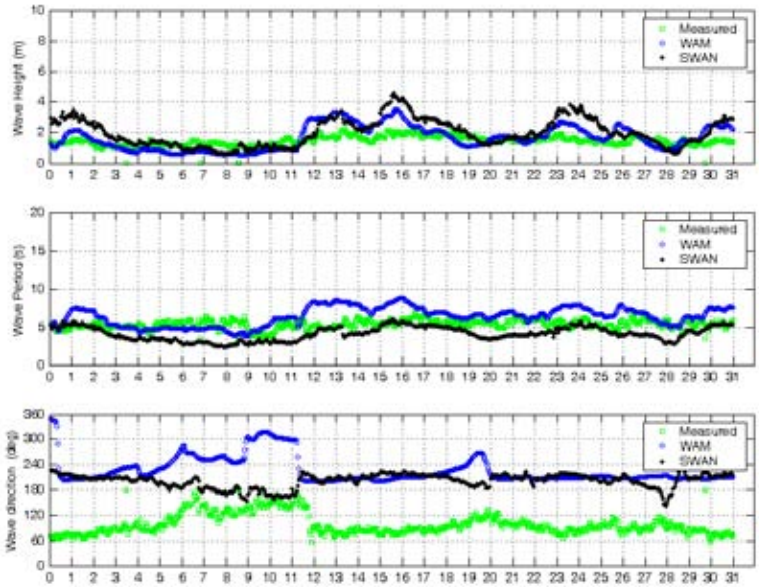


圖 3.4.62　蘇澳港波浪推算及比較(2008/01)

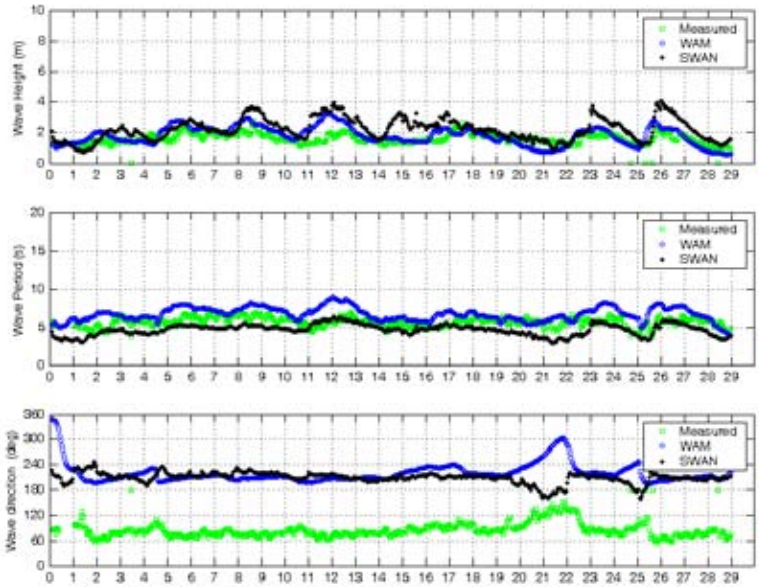


圖 3.4.63　蘇澳港波浪推算及比較(2008/02)

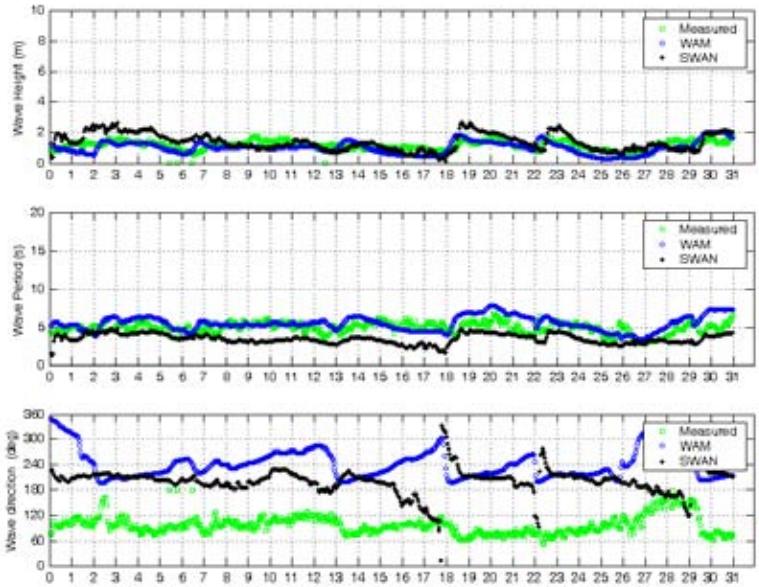


圖 3.4.64　蘇澳港波浪推算及比較(2008/03)

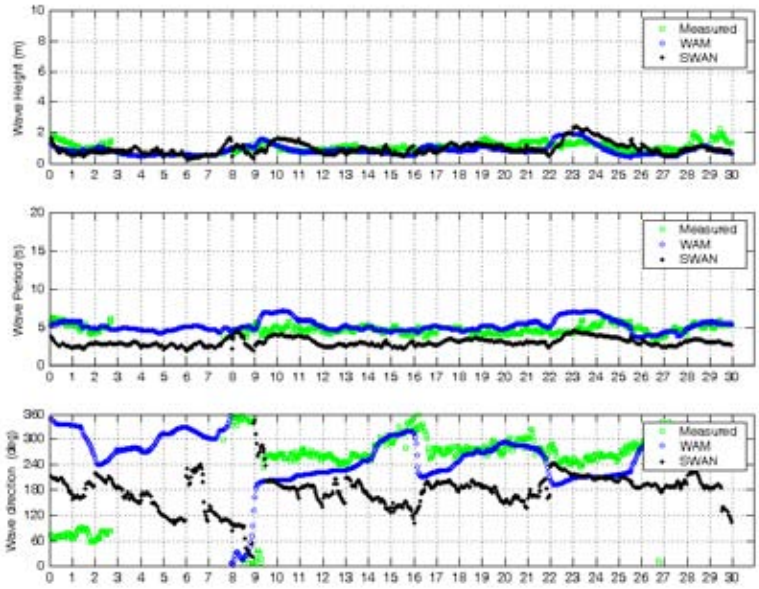


圖 3.4.65　蘇澳港波浪推算及比較(2008/04)

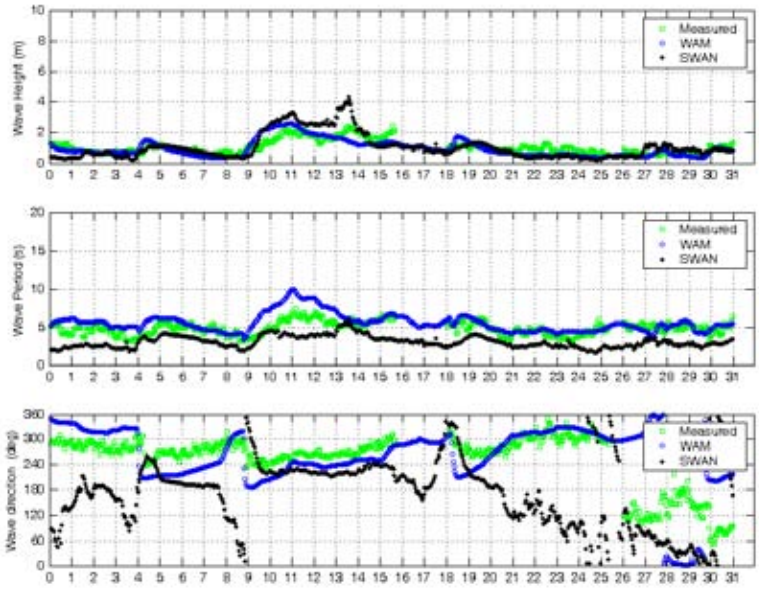


圖 3.4.66　蘇澳港波浪推算及比較(2008/05)

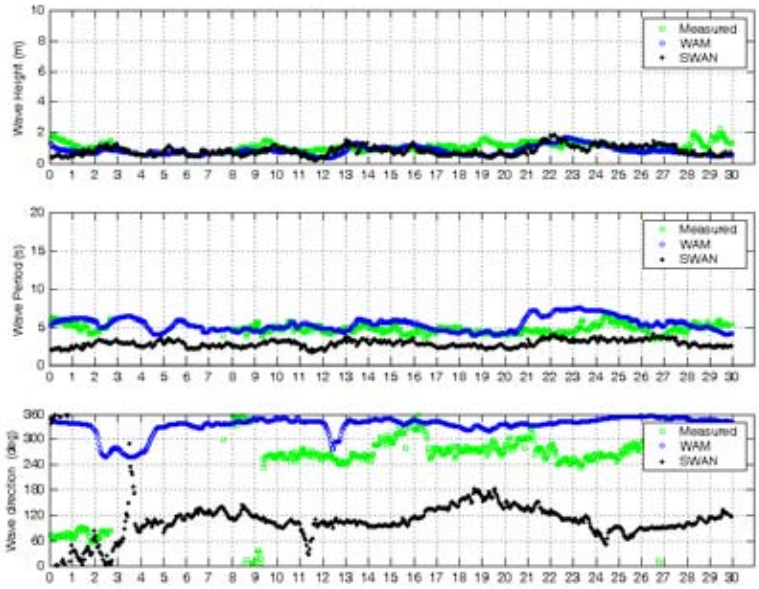


圖 3.4.67　蘇澳港波浪推算及比較(2008/06)

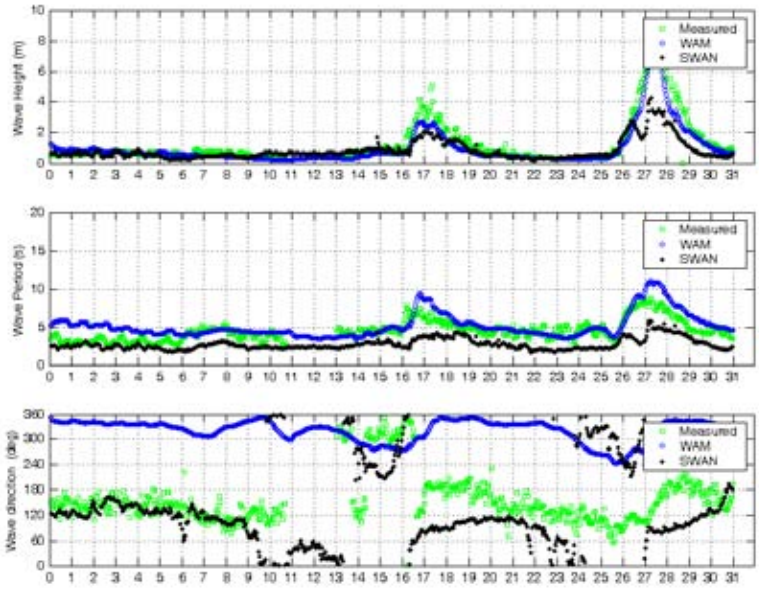


圖 3.4.68　蘇澳港波浪推算及比較(2008/07)

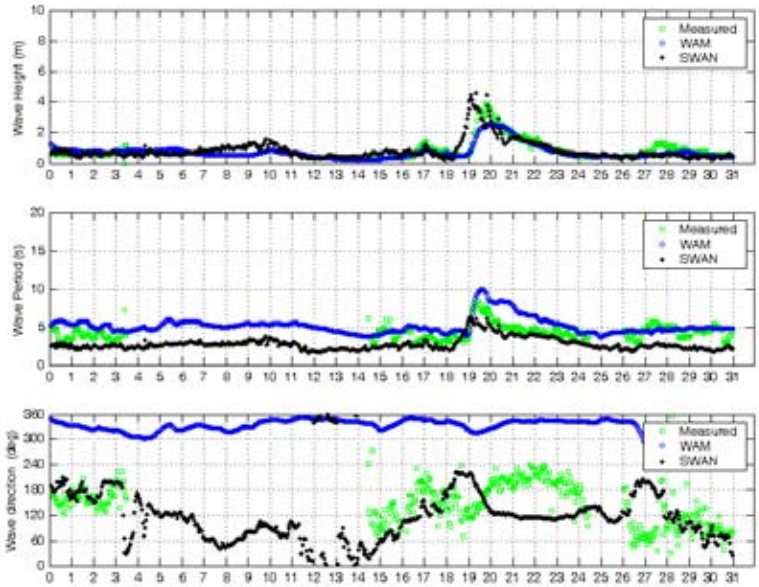


圖 3.4.69　蘇澳港波浪推算及比較(2008/08)

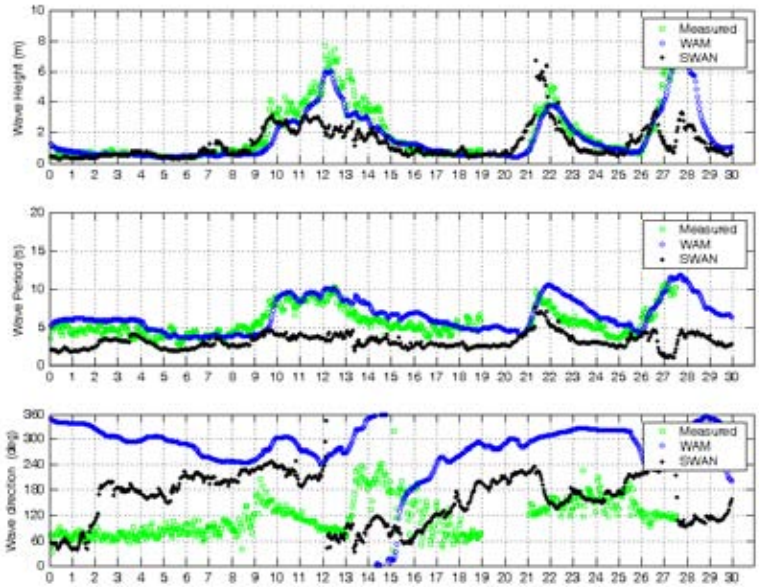


圖 3.4.70　蘇澳港波浪推算及比較(2008/09)

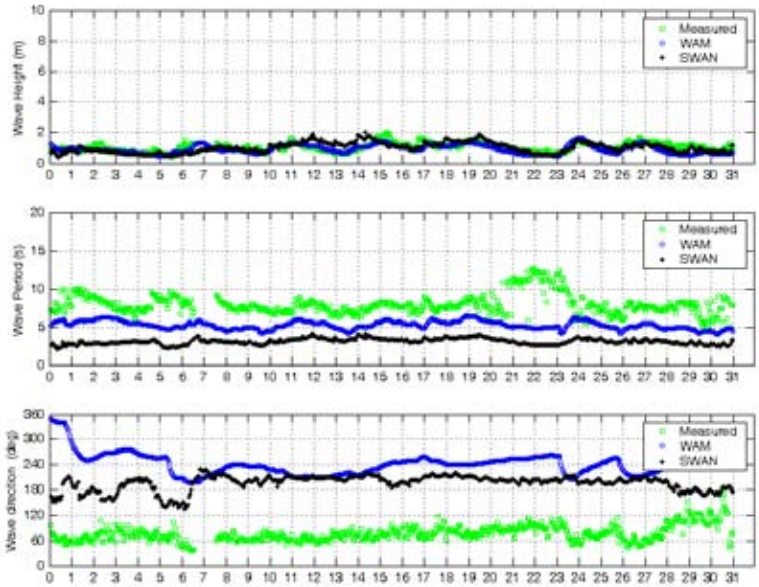


圖 3.4.71　蘇澳港波浪推算及比較(2008/10)

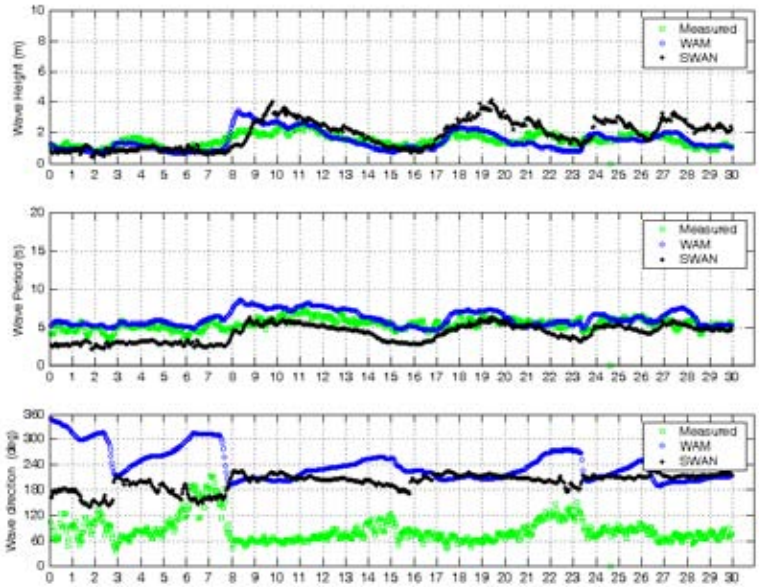


圖 3.4.72　蘇澳港波浪推算及比較(2008/11)

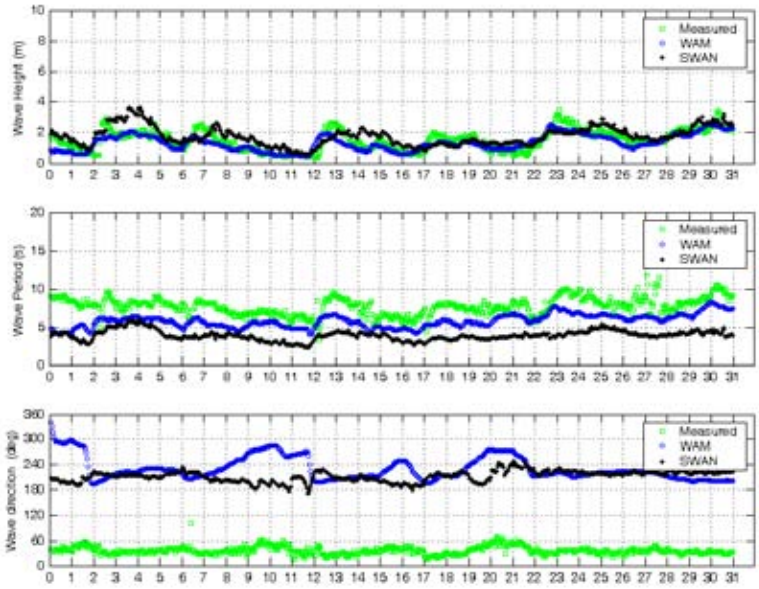


圖 3.4.73　基隆港波浪推算及比較(2007/12)

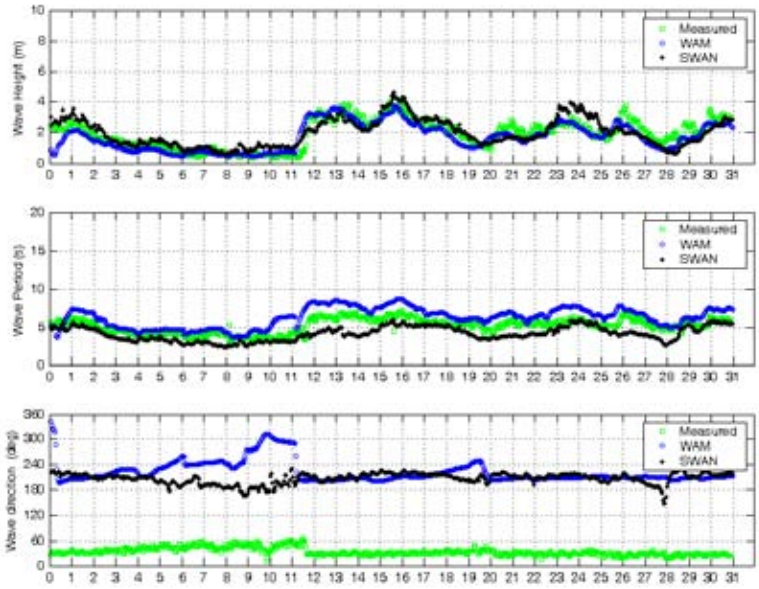


圖 3.4.74　基隆港波浪推算及比較(2008/01)

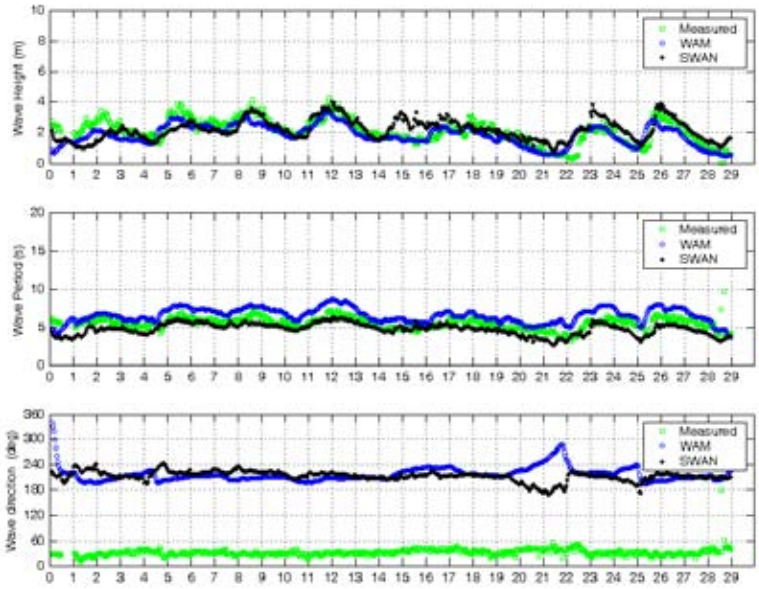


圖 3.4.75　基隆港波浪推算及比較(2008/02)

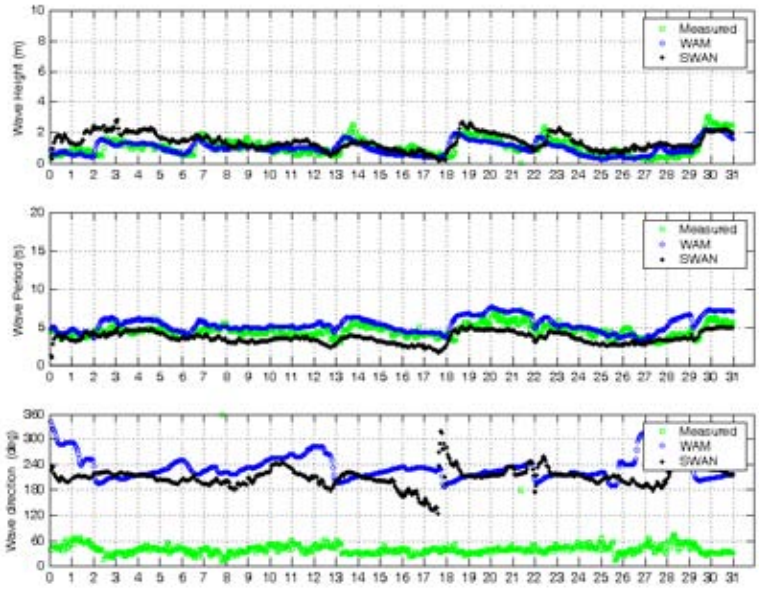


圖 3.4.76　基隆港波浪推算及比較(2008/03)

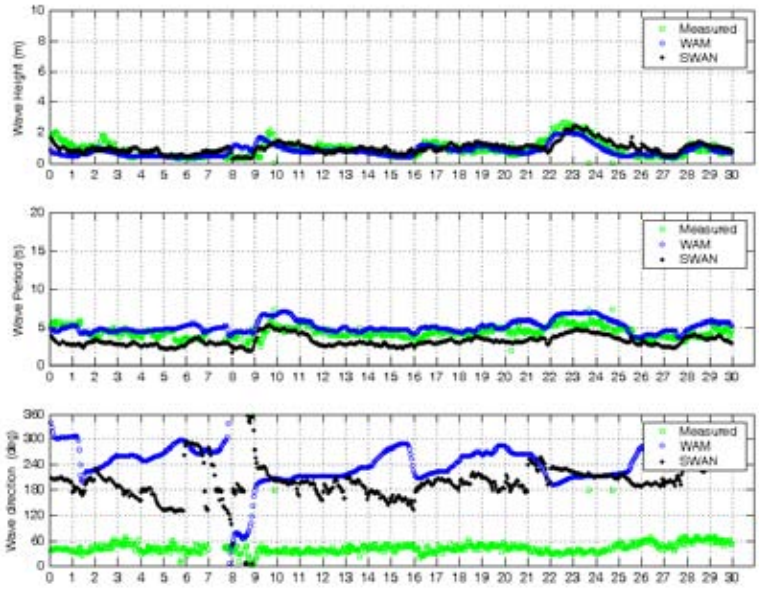


圖 3.4.77　基隆港波浪推算及比較(2008/04)

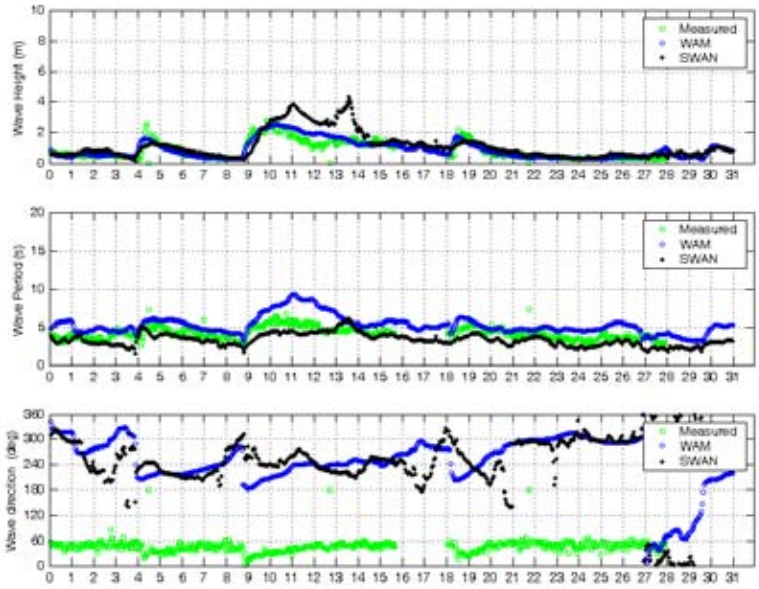


圖 3.4.78　基隆港波浪推算及比較(2008/05)

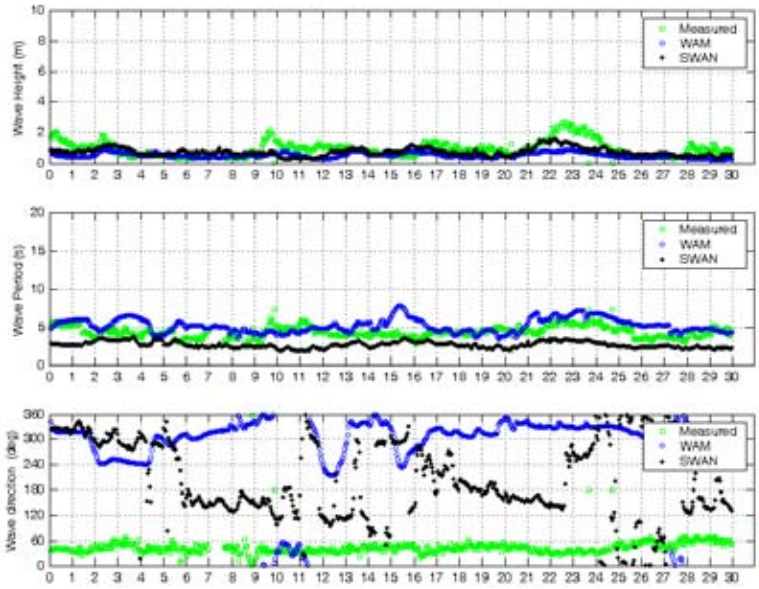


圖 3.4.79　基隆港波浪推算及比較(2008/06)

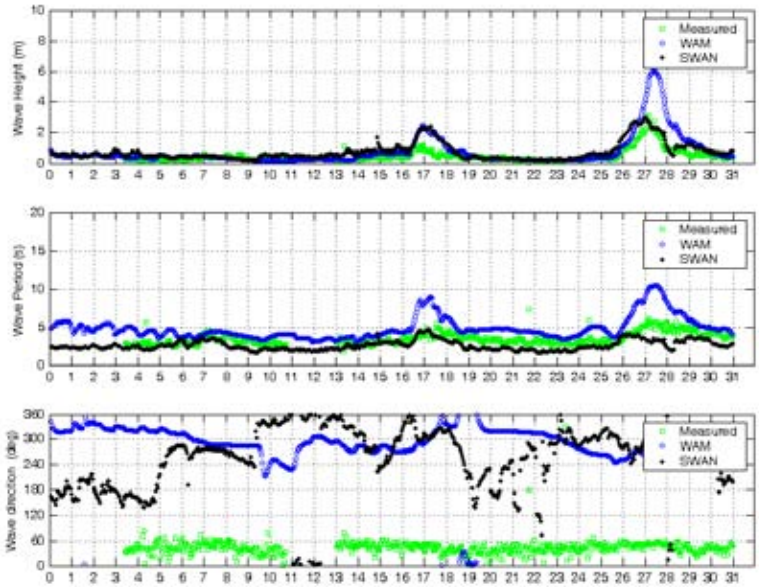


圖 3.4.80　基隆港波浪推算及比較(2008/07)

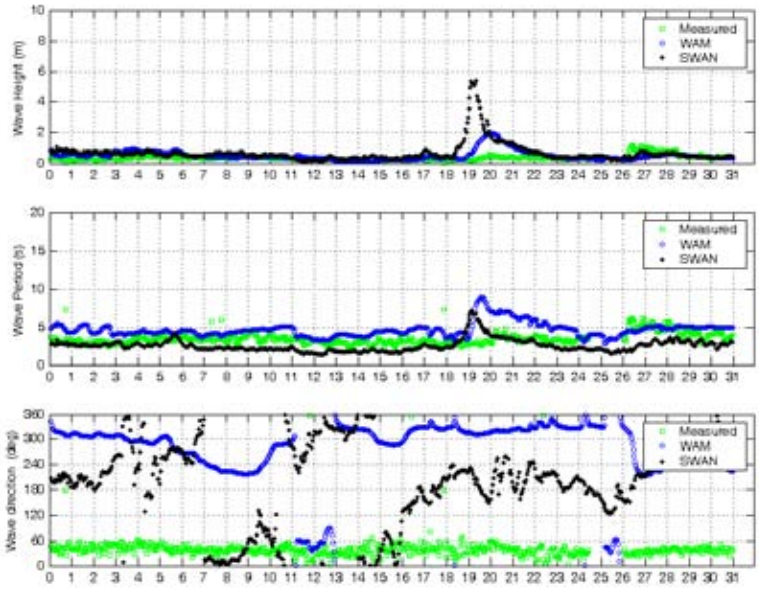


圖 3.4.81　基隆港波浪推算及比較(2008/08)

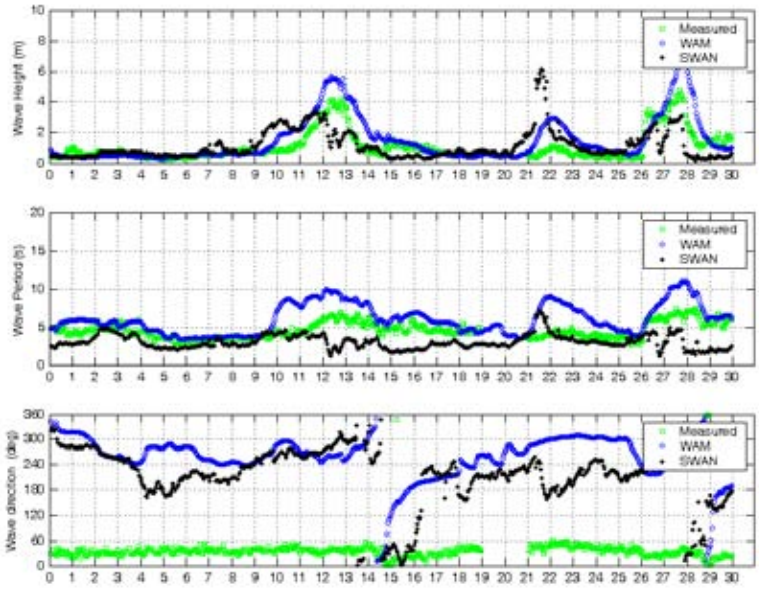


圖 3.4.82　基隆港波浪推算及比較(2008/09)

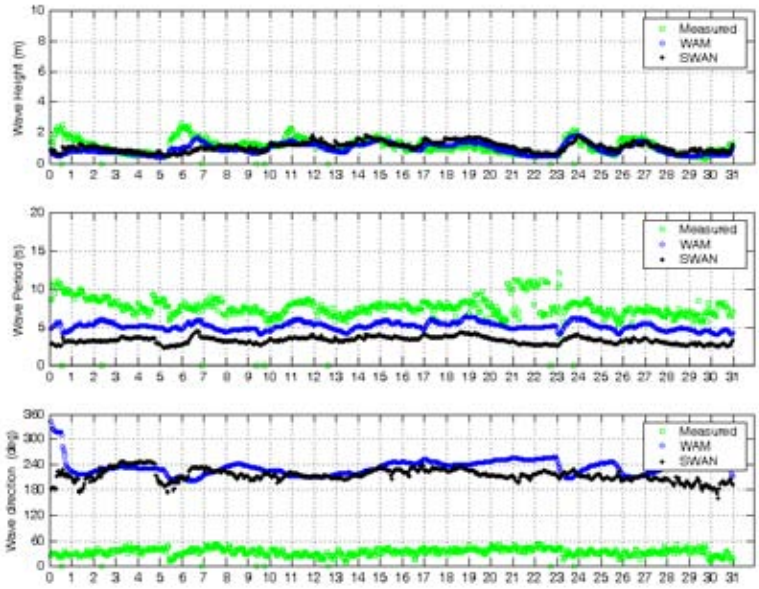


圖 3.4.83　基隆港波浪推算及比較(2008/10)

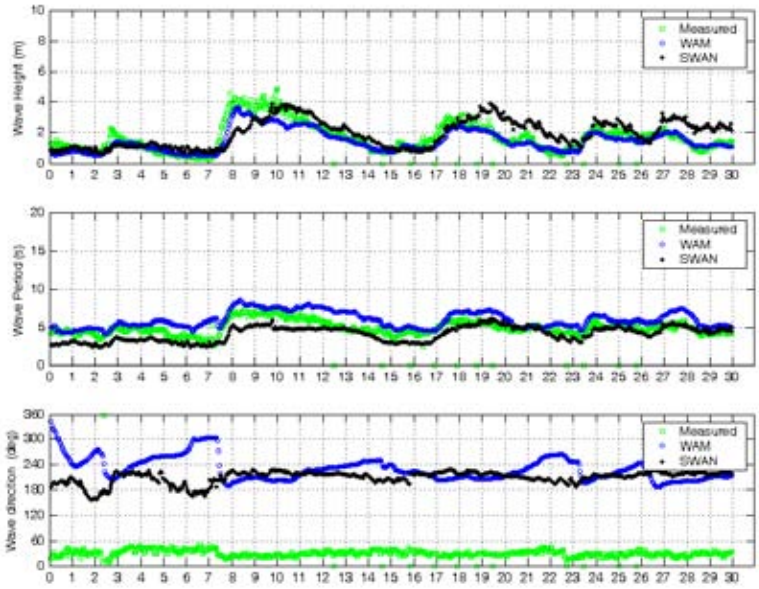
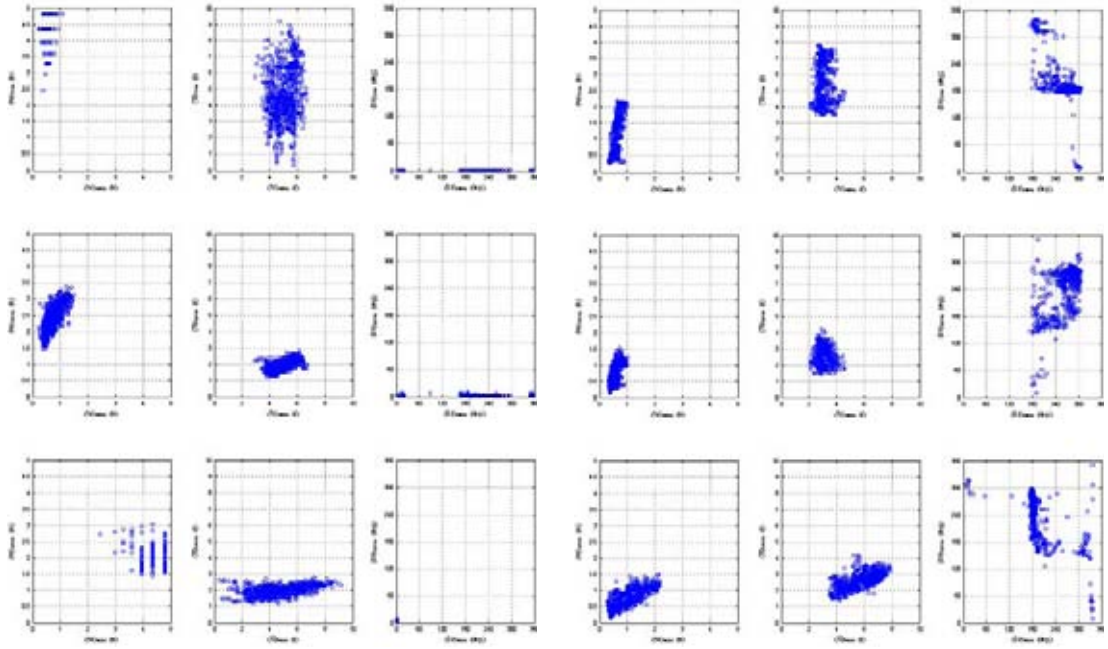
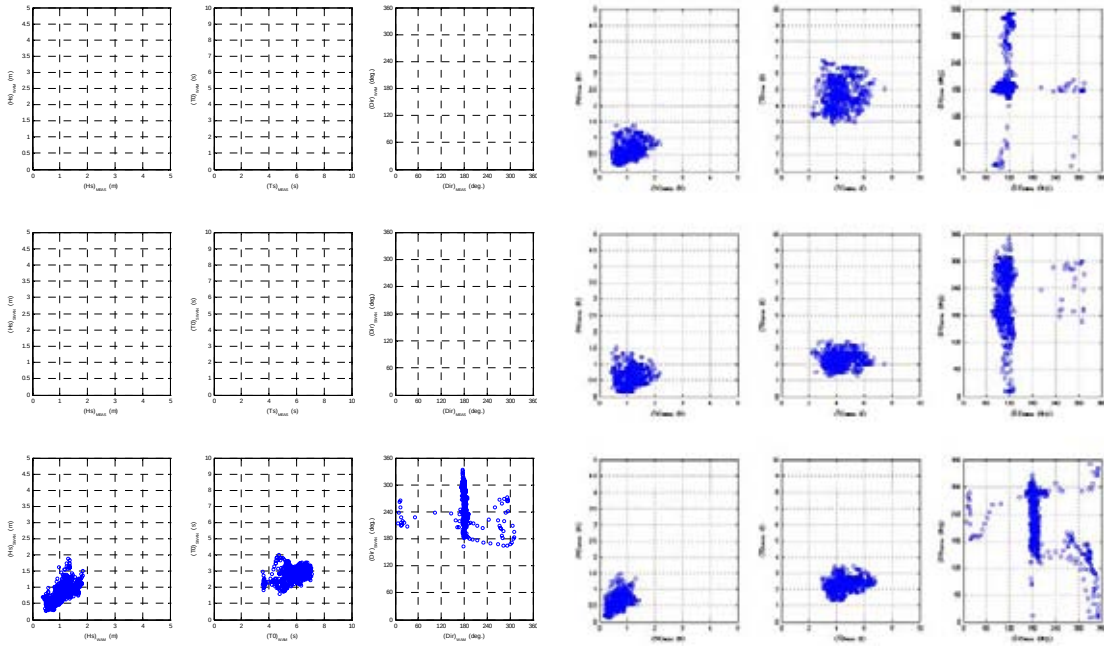


圖 3.4.84　基隆港波浪推算及比較(2008/11)



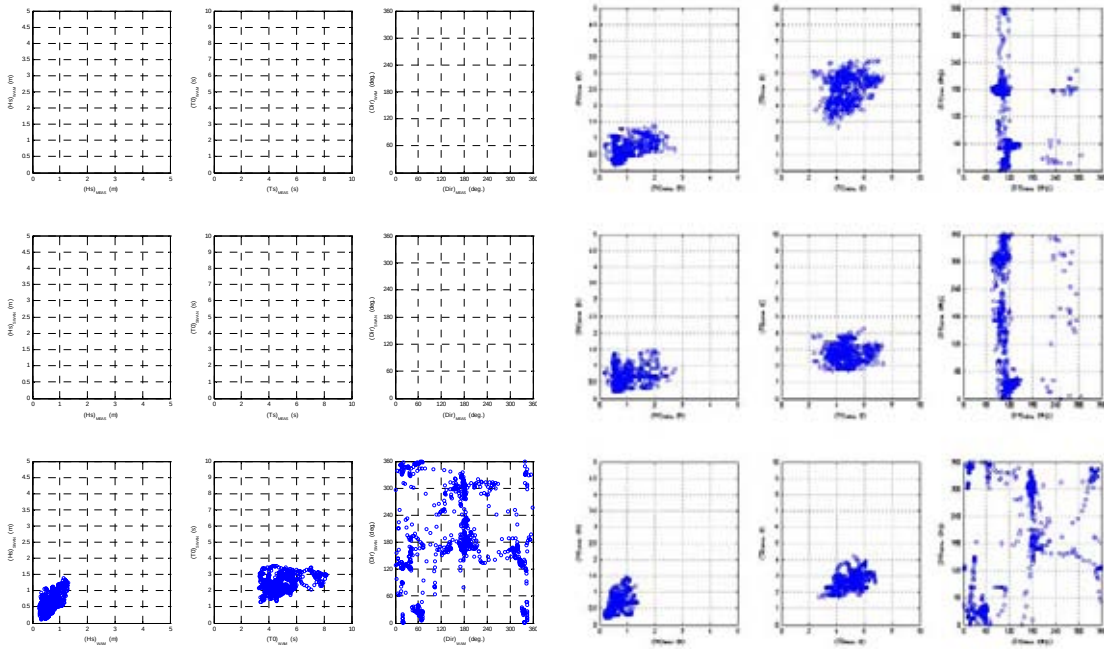
(a) 2007/12 **(b) 2008/01**



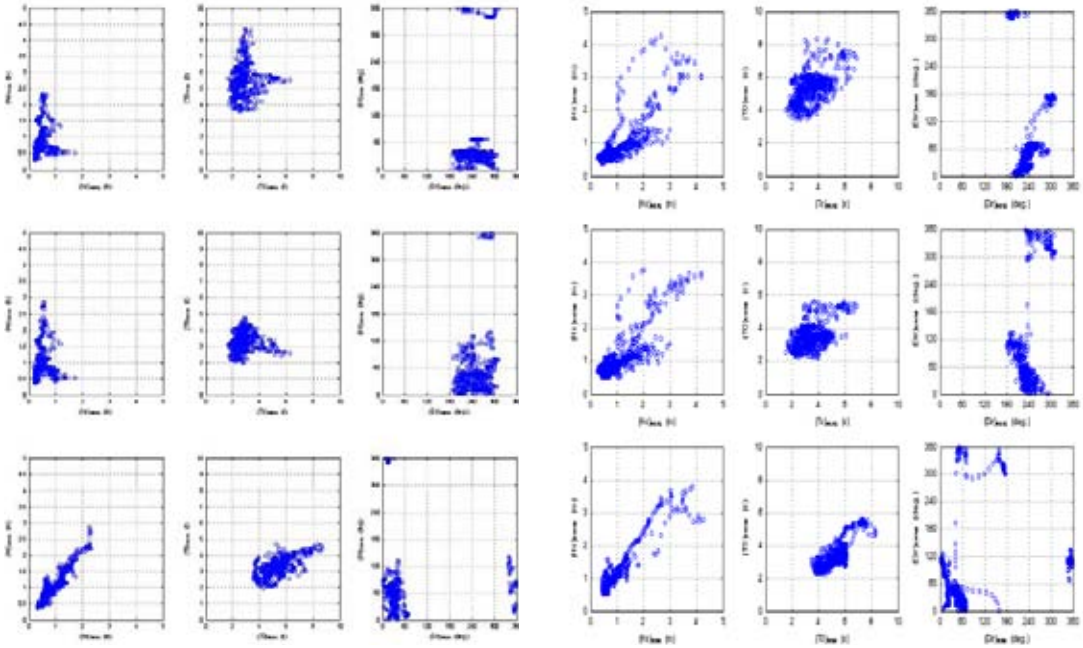
(c) 2008/02 **(d) 2008/03**

圖 3.4.85 安平港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



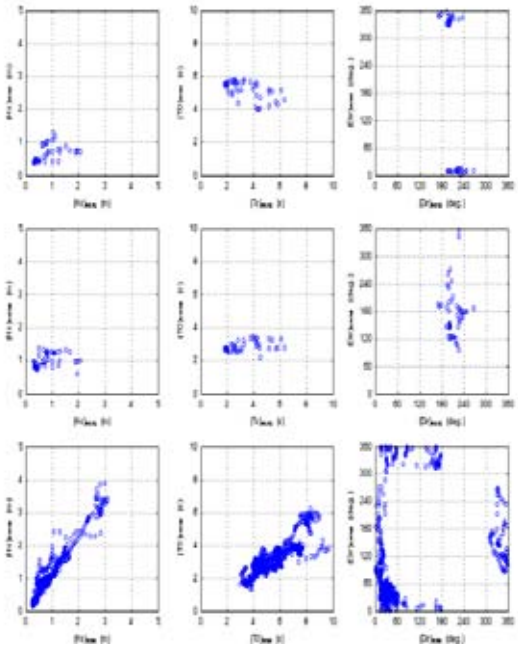
(e) 2008/04 **(f) 2008/05**



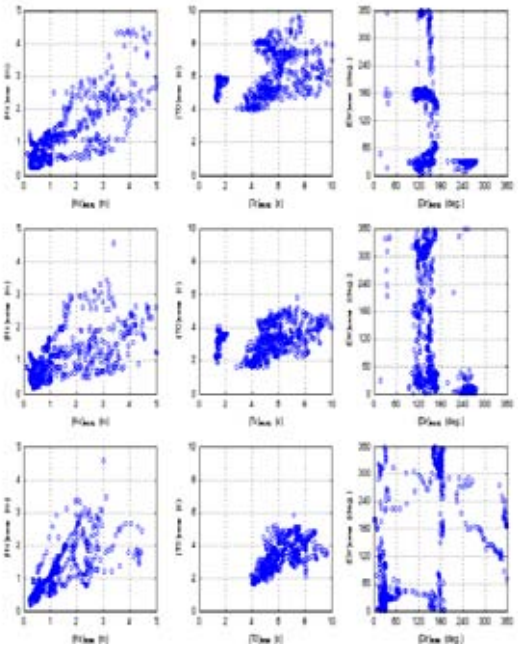
(g) 2008/06 **(h) 2008/07**

圖 3.4.85(續) 安平港波浪推算及實測結果關係比較圖

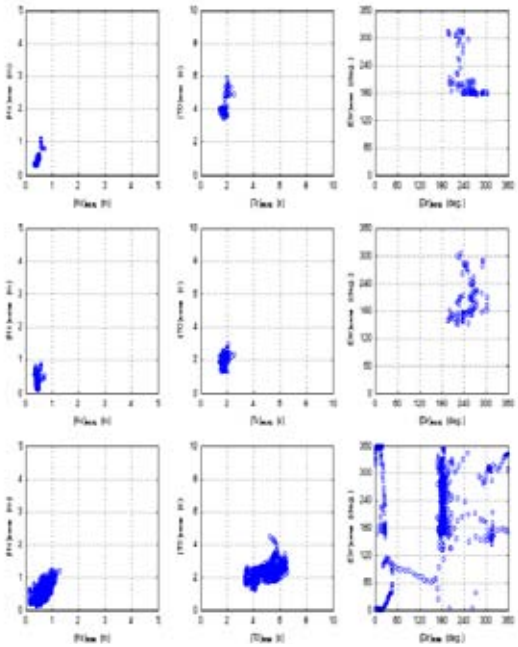
註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



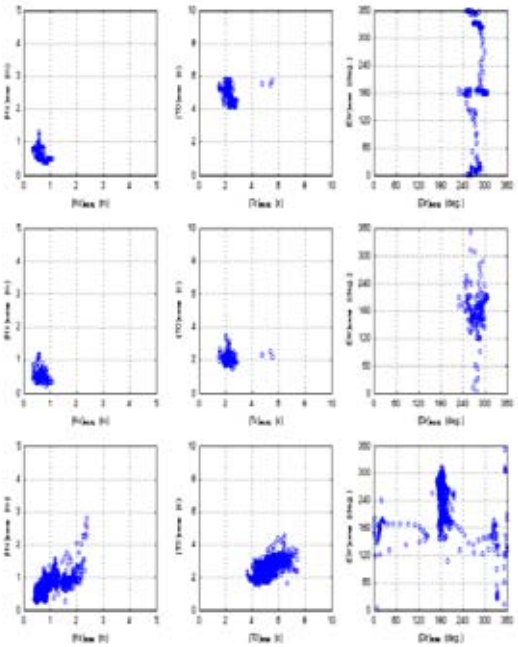
(i) 2008/08



(j) 2008/09



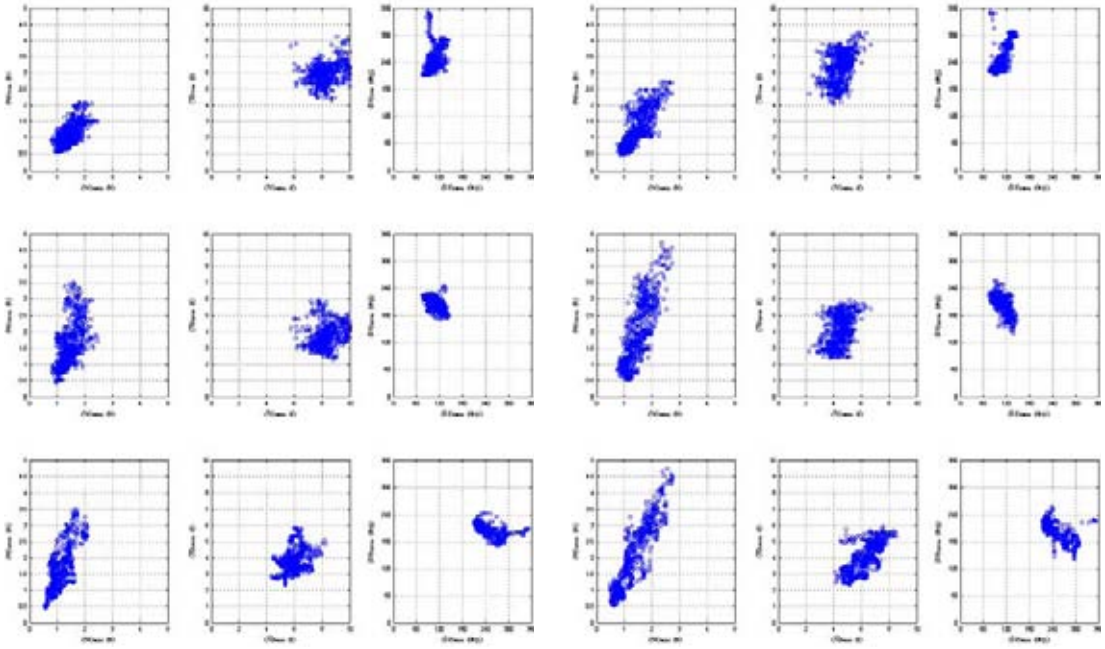
(k) 2008/10



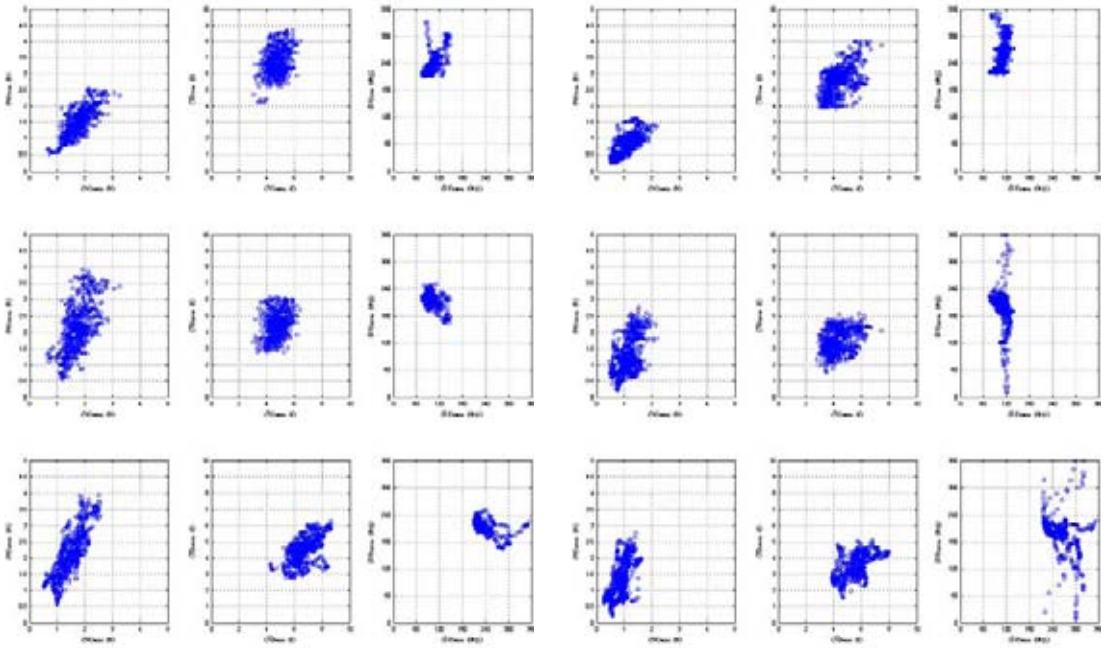
(l) 2008/11

圖 3.4.85(續) 安平港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



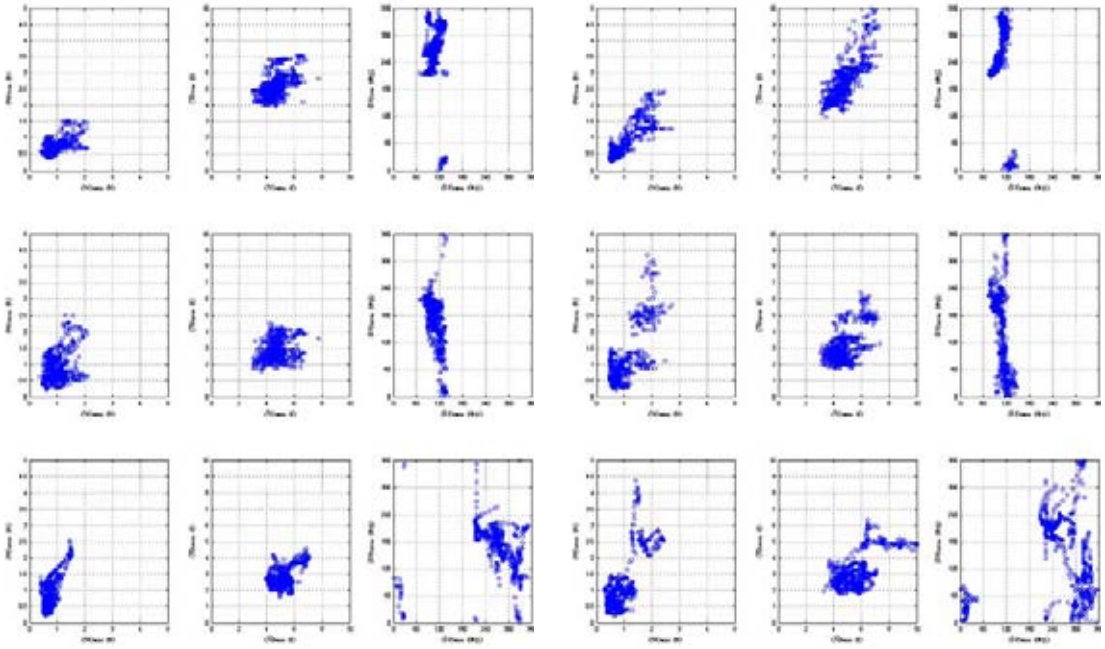
(a) 2007/12 **(b) 2008/01**



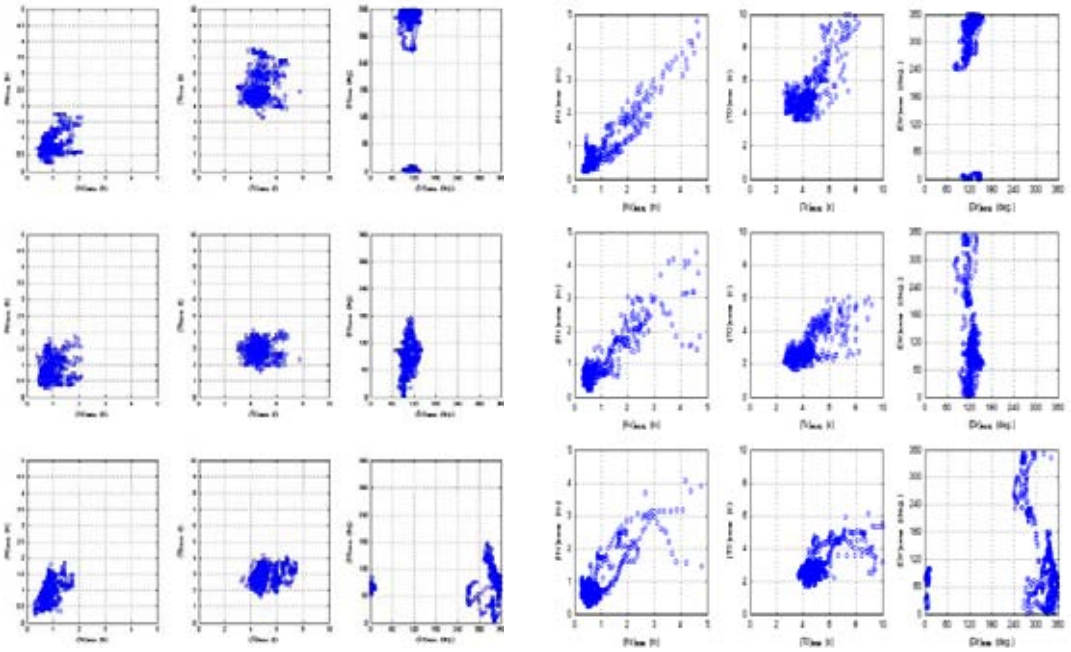
(c) 2008/02 **(d) 2008/03**

圖 3.4.86 花蓮港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



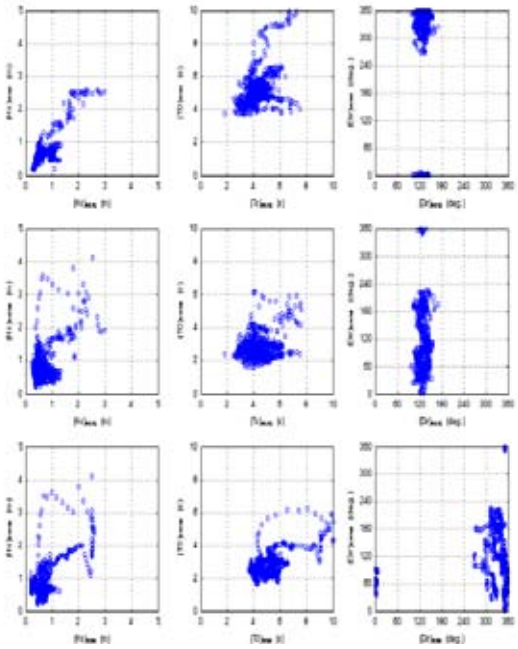
(e) 2008/04 **(f) 2008/05**



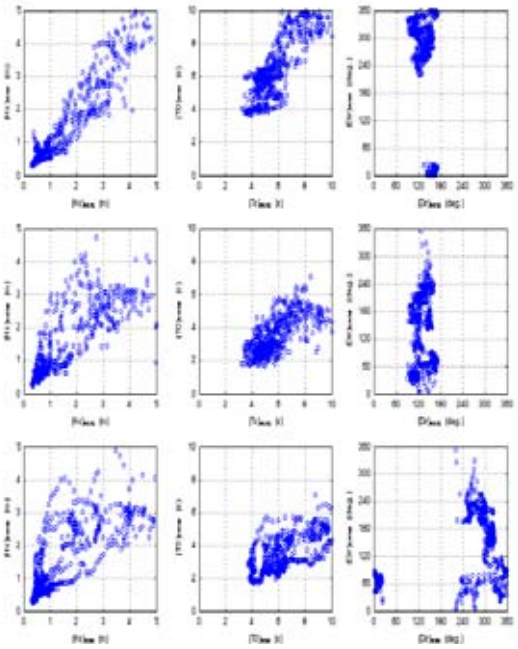
(g) 2008/06 **(h) 2008/07**

圖 3.4.86(續) 花蓮港波浪推算及實測結果關係比較圖

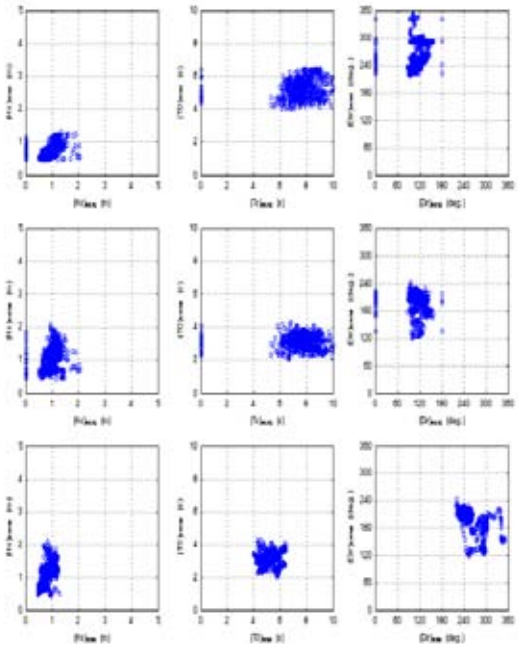
註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



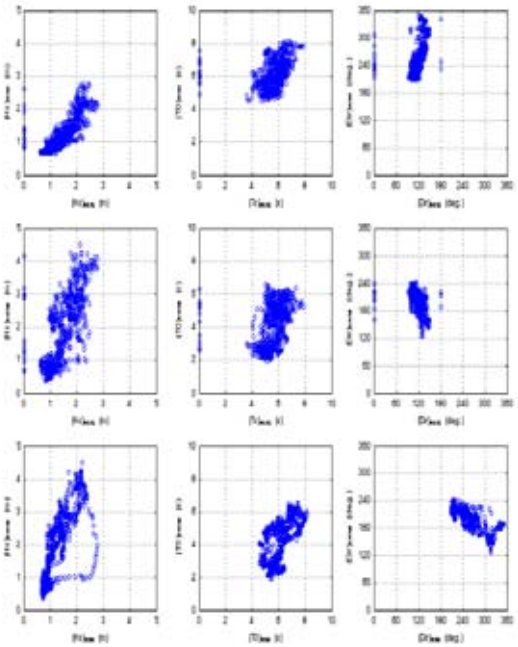
(i) 2008/08



(j) 2008/09



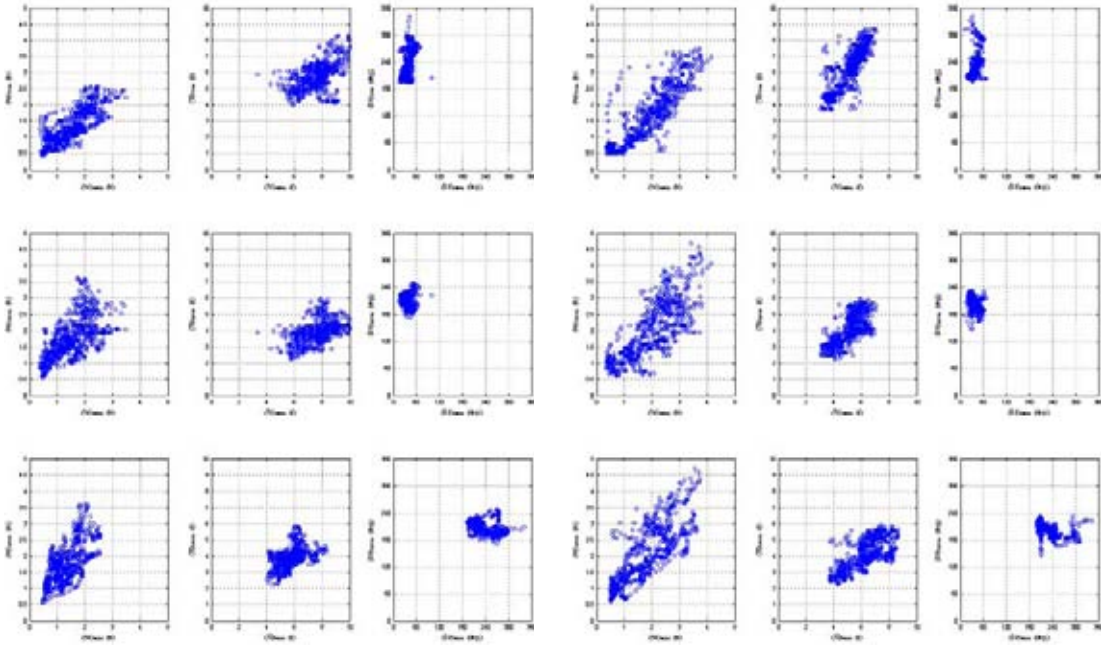
(k) 2008/10



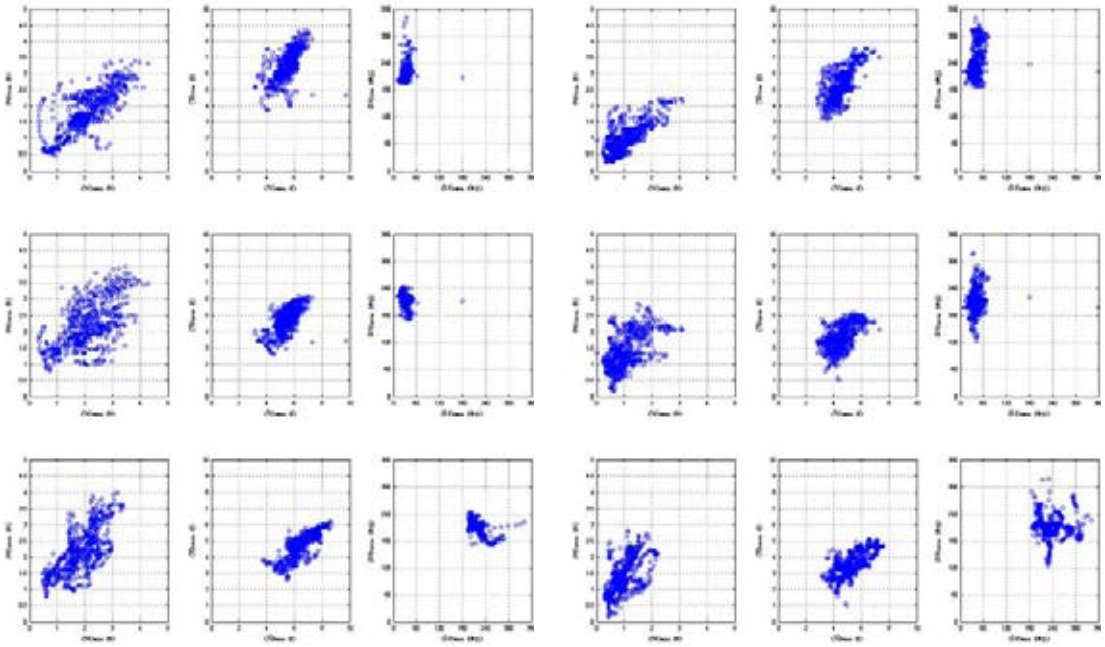
(l) 2008/11

圖 3.4.86(續) 花蓮港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



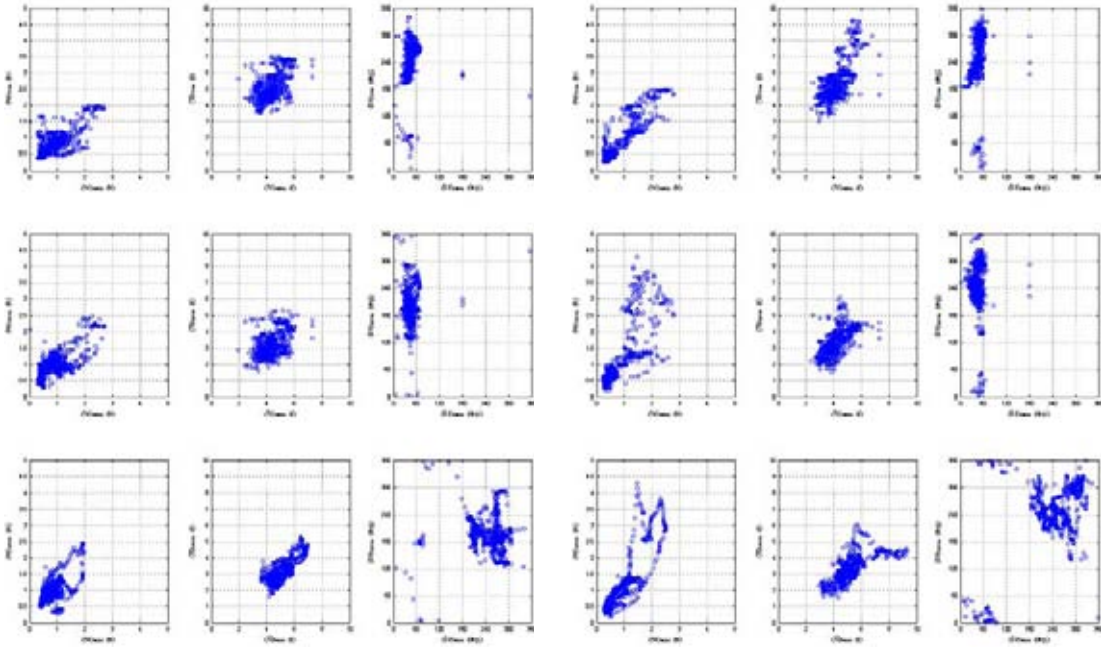
(a) 2007/12 **(b) 2008/01**



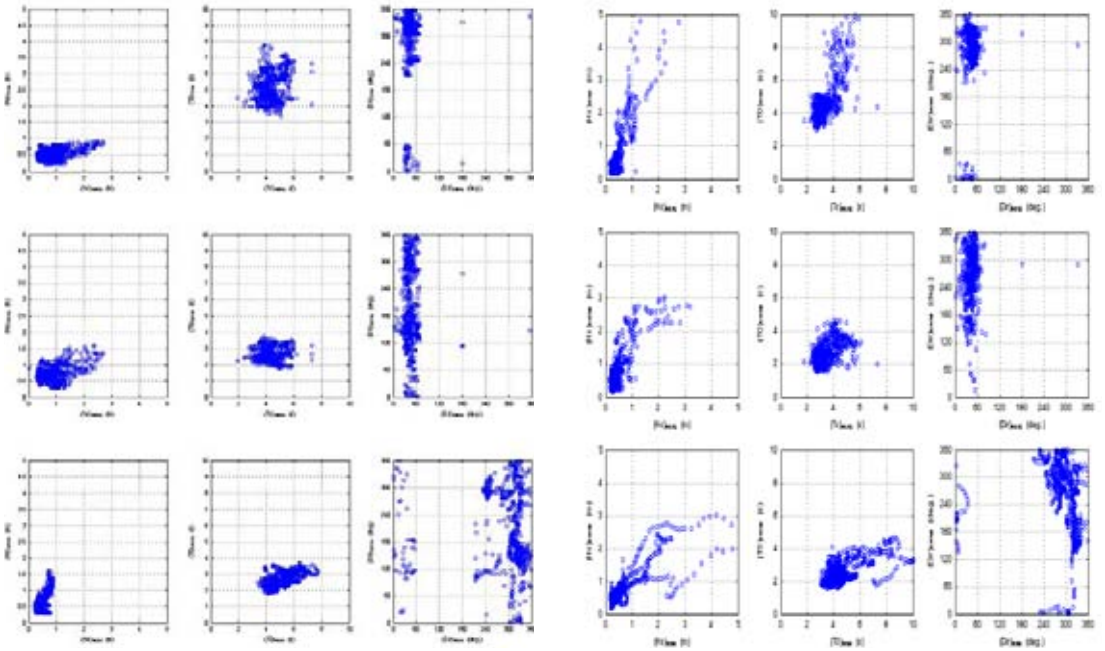
(c) 2008/02 **(d) 2008/03**

圖 3.4.87 基隆港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



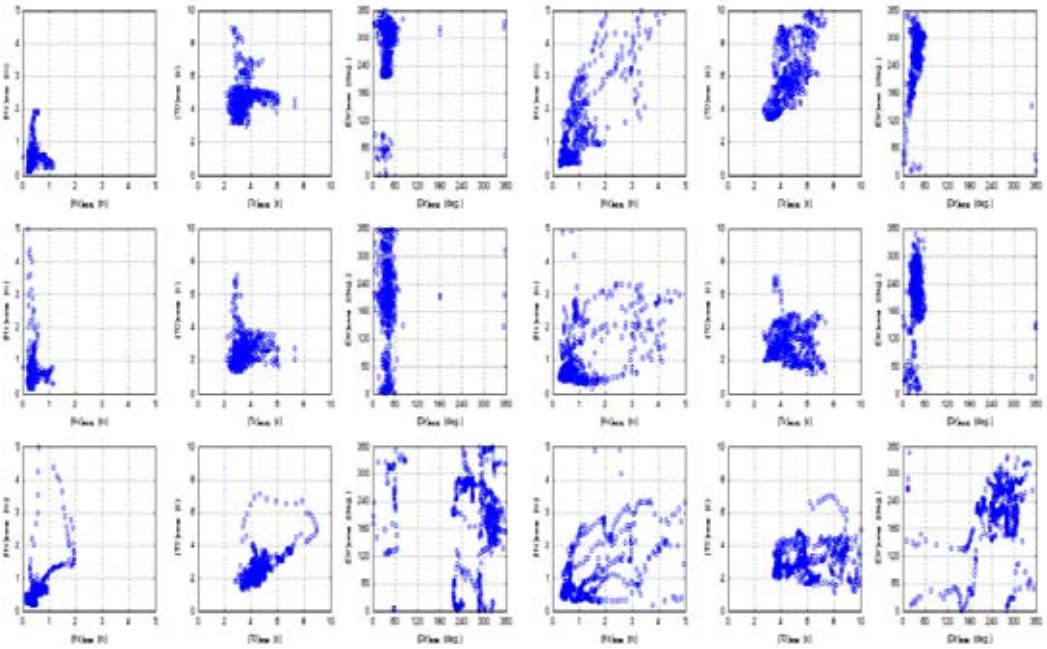
(e) 2008/04 **(f) 2008/05**



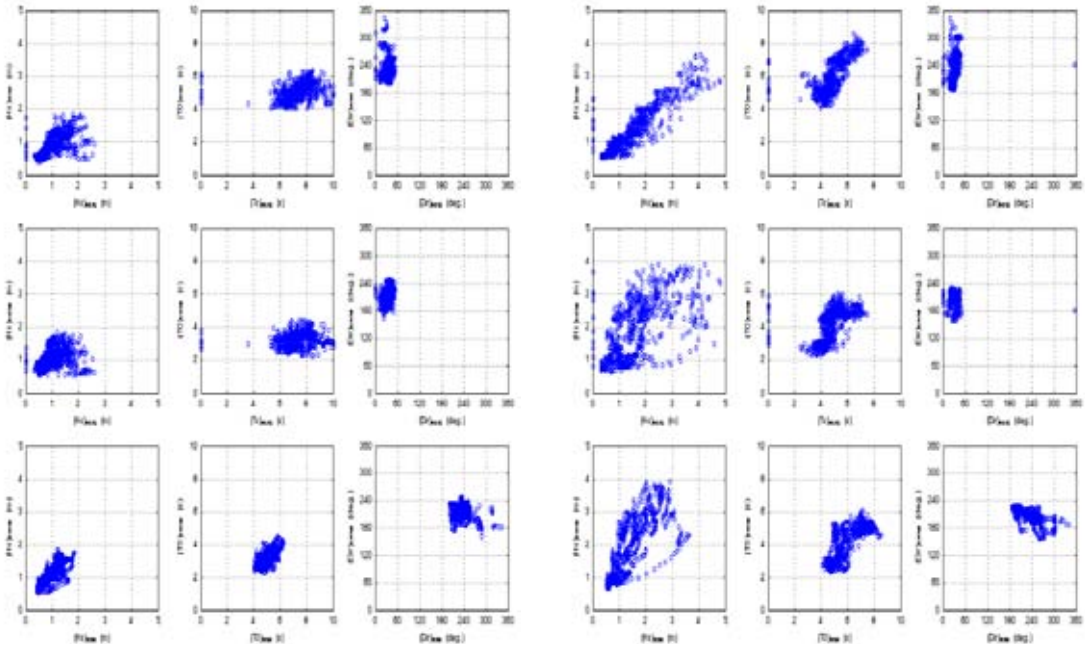
(g) 2008/06 **(h) 2008/07**

圖 3.4.87(續) 基隆港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



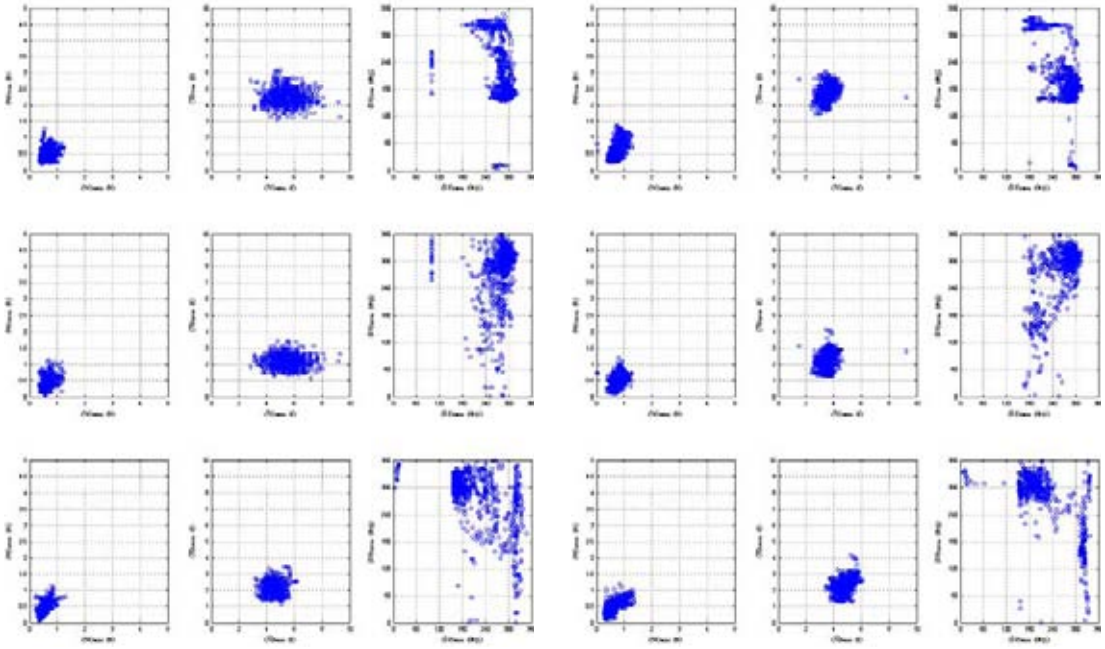
(i) 2008/08 **(j) 2008/09**



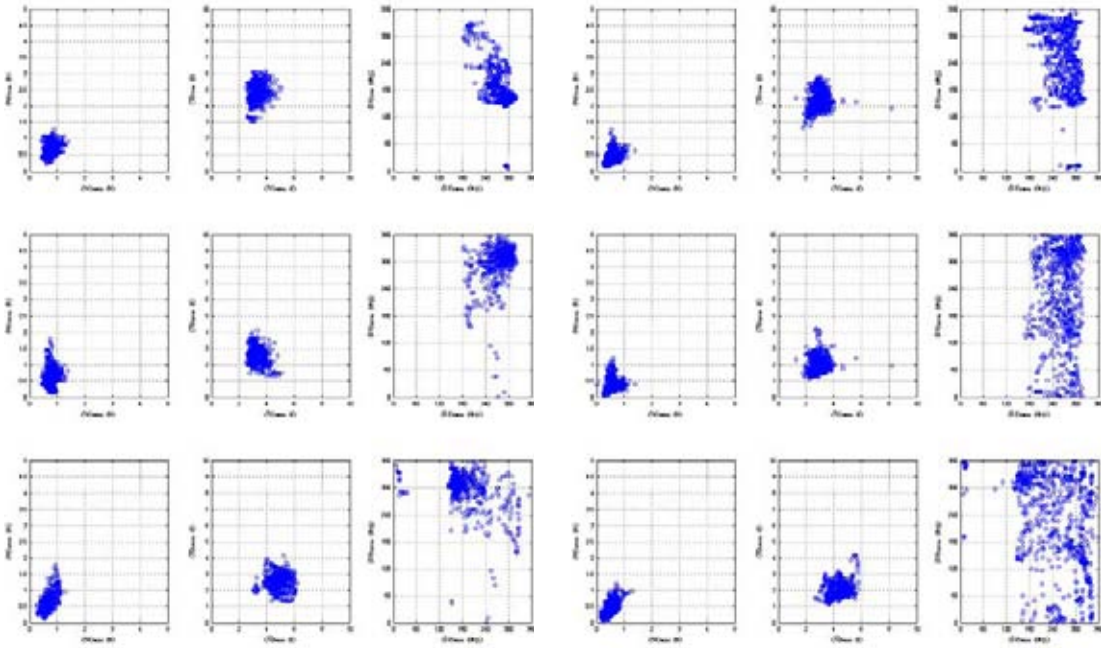
(k) 2008/10 **(l) 2008/11**

圖 3.4.87(續) 基隆港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



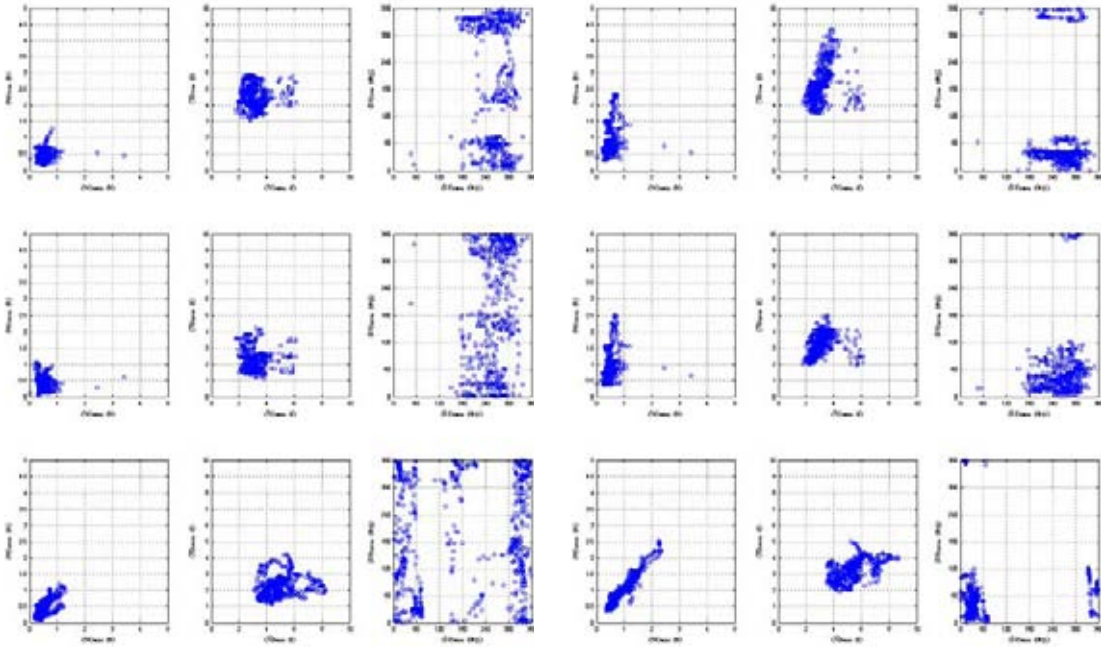
(a) 2007/12 **(b) 2008/01**



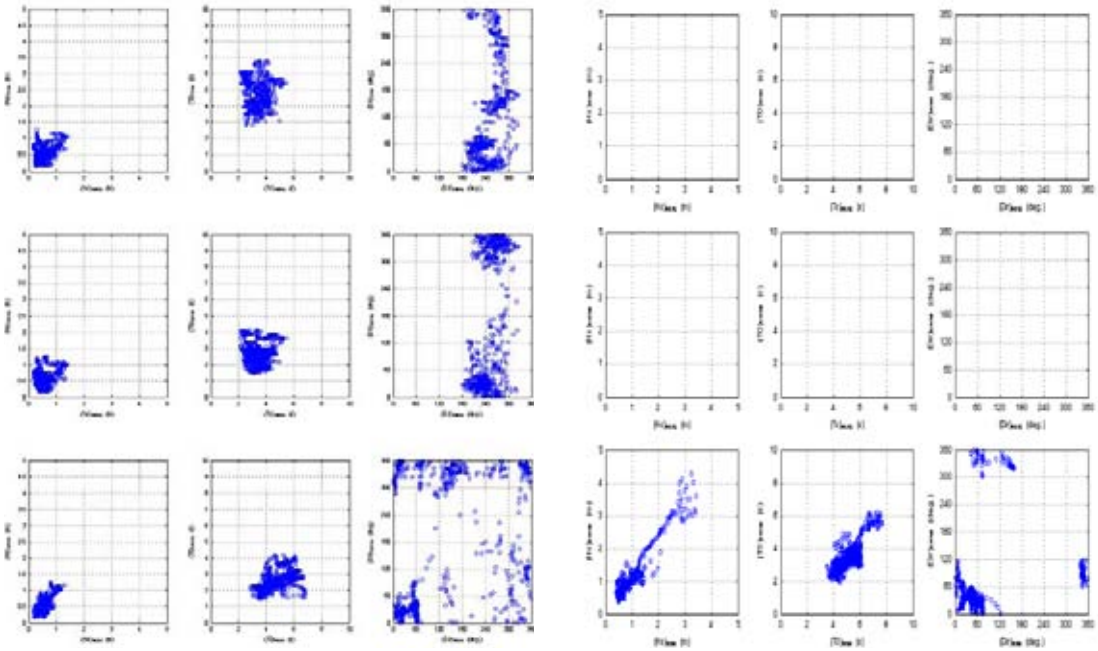
(c) 2008/02 **(d) 2008/03**

圖 3.4.88 高雄港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



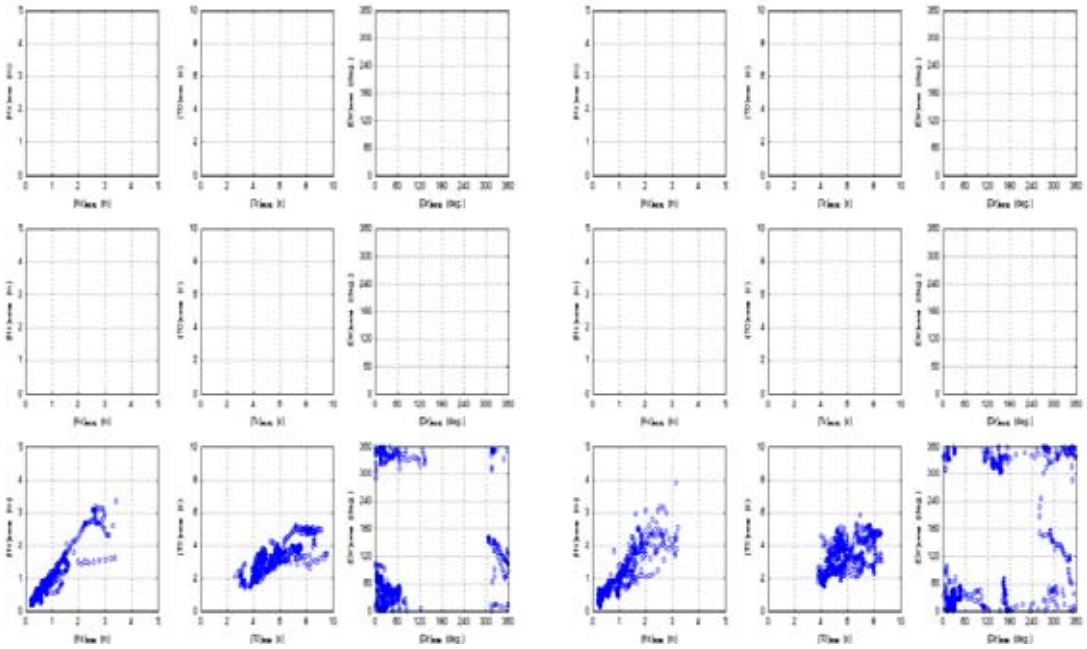
(e) 2008/04 **(f) 2008/05**



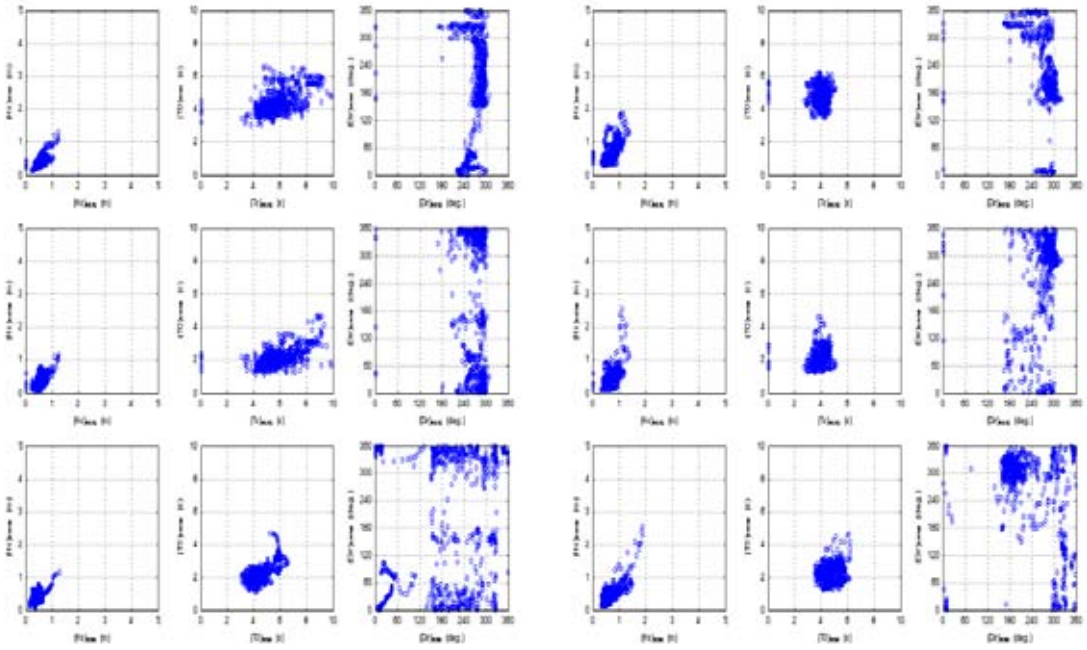
(g) 2008/06 **(h) 2008/07**

圖 3.4.88(續) 高雄港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



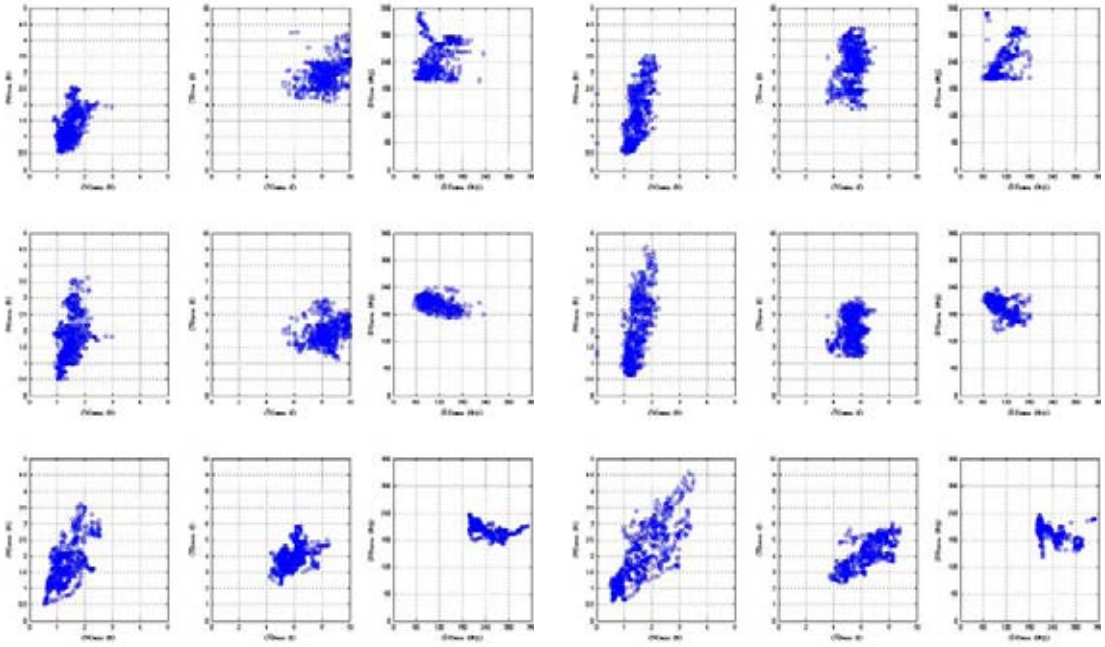
(i) 2008/08 **(j) 2008/09**



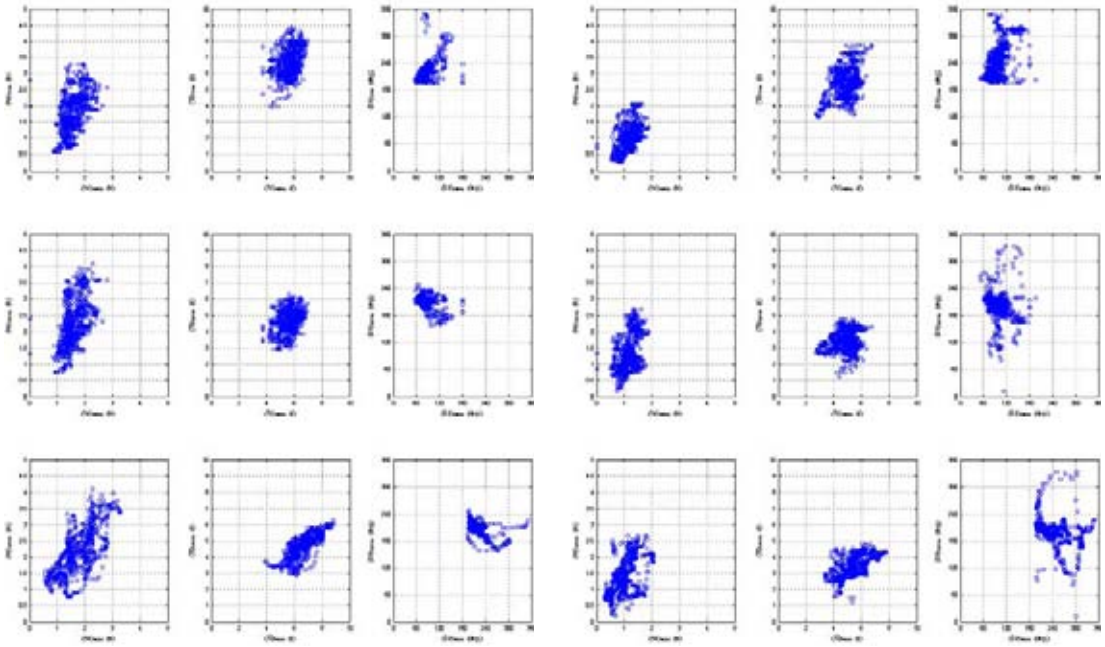
(k) 2008/10 **(l) 2008/11**

圖 3.4.88(續) 高雄港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



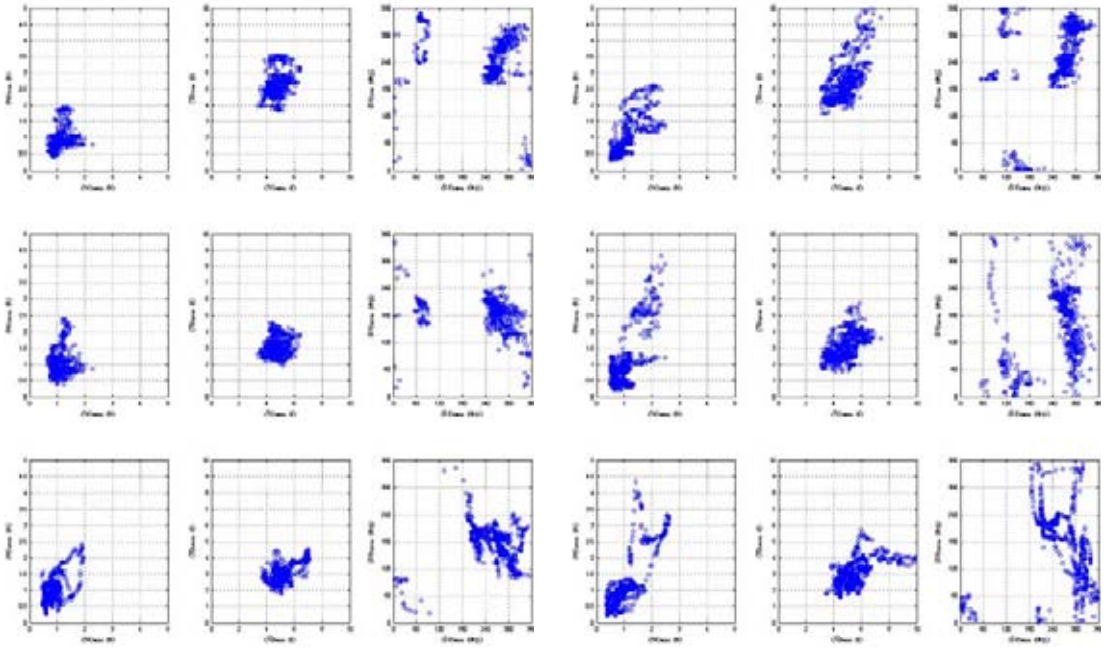
(a) 2007/12 **(b) 2008/01**



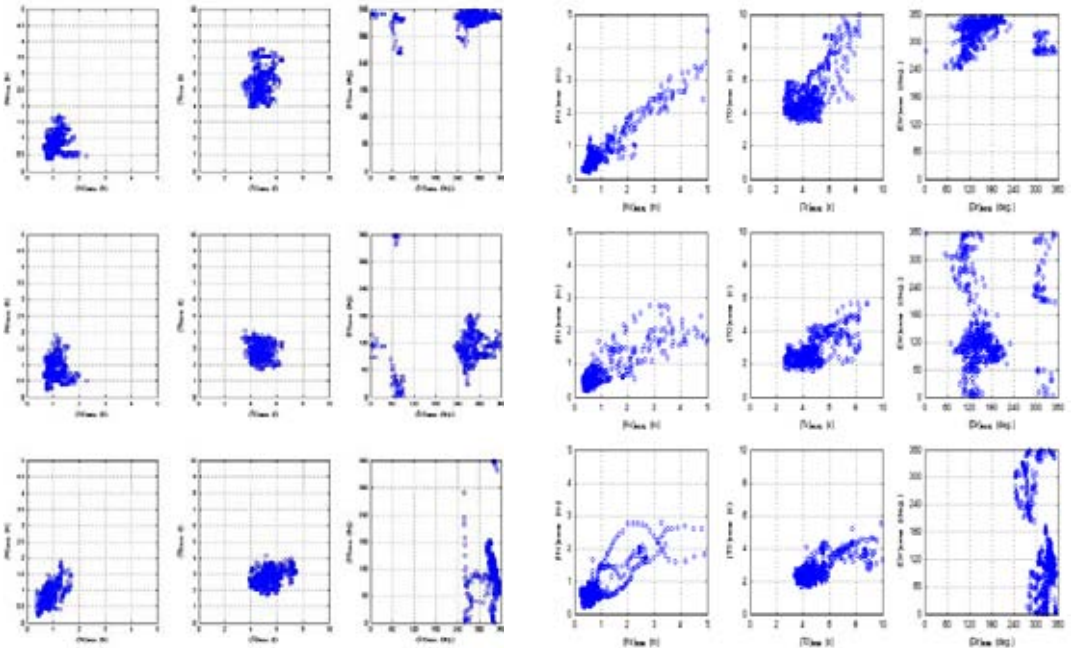
(c) 2008/02 **(d) 2008/03**

圖 3.4.89 蘇澳港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



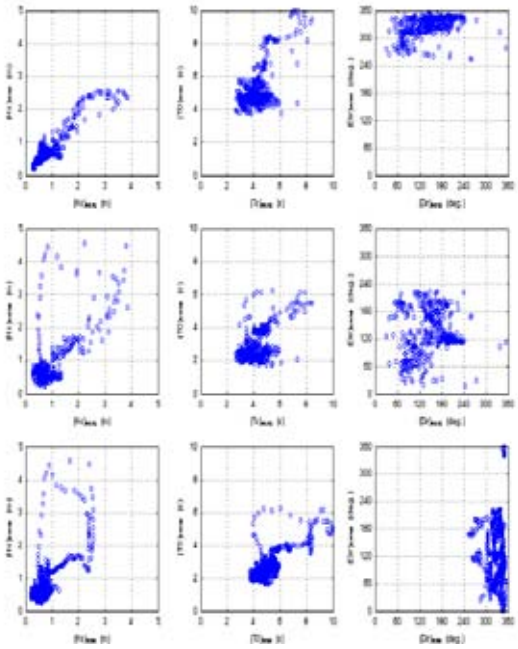
(e) 2008/04 **(f) 2008/05**



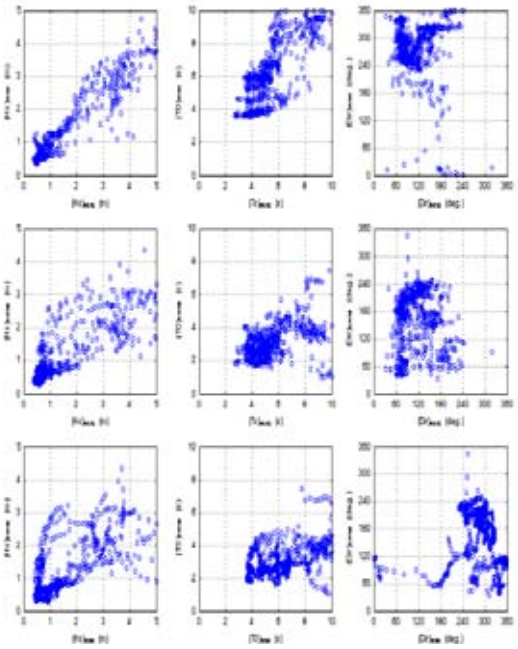
(g) 2008/06 **(h) 2008/07**

圖 3.4.89(續) 蘇澳港波浪推算及實測結果關係比較圖

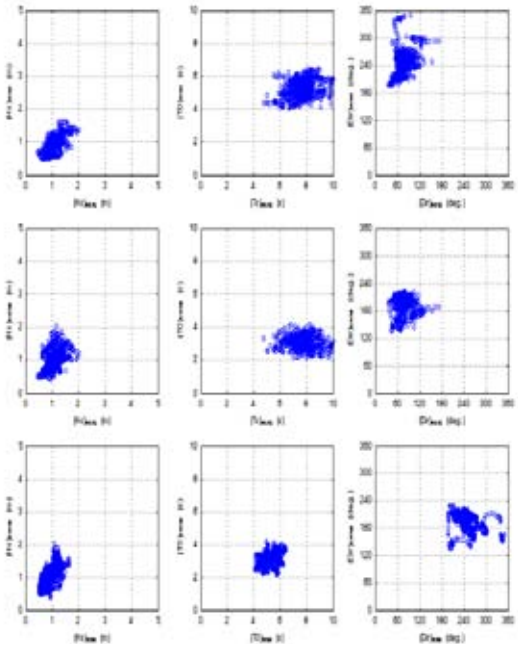
註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



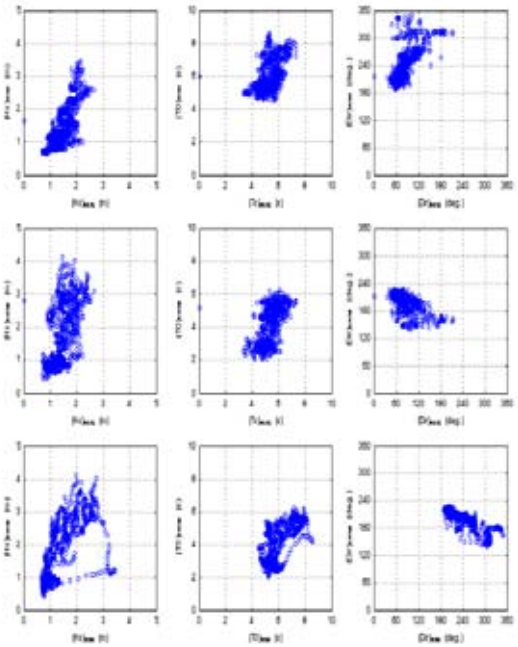
(i) 2008/08



(j) 2008/09



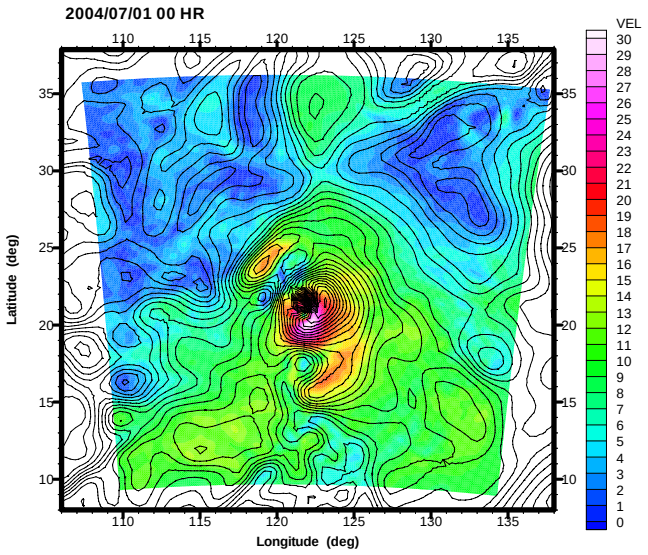
(k) 2008/10



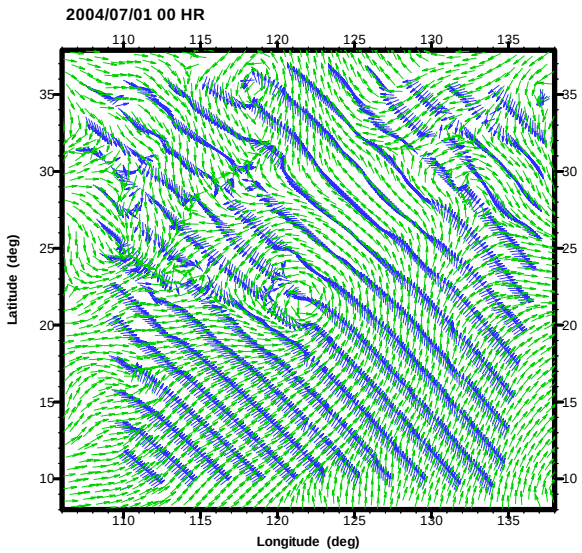
(l) 2008/11

圖 3.4.89(續) 蘇澳港波浪推算及實測結果關係比較圖

註：各圖中上列為 WAM 推算及實測資料的比較、中列為 SWAN 推算及實測資料的比較、下列為 WAM 推算及 SWAN 推算的比較；左欄為代表波高(示性波高)的比較、中欄為代表週期的比較、而右欄為主要波向的比較。



(a) 風速分佈



(b) 風向分佈

圖 3.4.90　RC/MC 鑲嵌風場風速/風向分佈(2004/07/01 00HR)

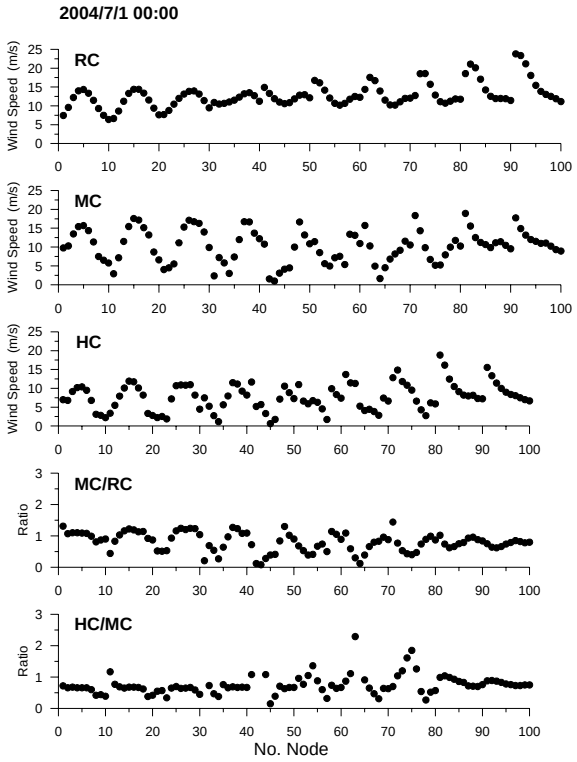


圖 3.4.91　RC/MC/HC 風速比較圖(2004/07/01 00H)

3.5 水位作業化模式成果評估

本季取得港研中心提供的實測資料，包括海情中心資料庫下載(潮位計)及每日上傳至預報主機的潮位資料(AWCP)。圖 3.5-1 至圖 3.5-132 為 2007 年 12 月至 2008 年 11 月，6 個測站台灣海域模式與實測資料比對圖。除了資料短缺的時段無法進行比對，模式的結果與實測資料皆能吻合。2008 九月份比對圖，蘇澳測站於颱風辛樂克及薔蜜期間，可發現潮位計與 AWCP 的水位資料不相同，潮位計水位明顯偏大，花蓮測站也有類似的結果，不過沒有蘇澳測站明顯，此部份仍待與港研中心討論，以確定實測資料的正確性。

表 3.5-1 為台灣海域水位模式結果與實測資料 r.m.s 值計算統計。安平港整季無資料以及台中港 AWCP 無資料可以進行 r.m.s 值計算。在表中除了高雄測站 3 月、4 月、基隆測站 5 月份、花蓮測站 8 月、蘇澳測站 8 月以及安平測站 9 月份 r.m.s 值超過 0.2 公尺，其餘測站的 r.m.s 值皆在 0.1 公尺附近。高雄、花蓮及蘇澳是因為 AWCP 水準產生偏移，導致計算的 r.m.s 值偏大，基隆測站則是部分時間水位突然變大，導致此部份計算偏大。

表 3.5-1 台灣海域水位模式與實測資料 r.m.s 值計算(公尺)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
2007 年 12 月	海情中心	無資料	0.17	0.15	0.11	0.19	0.65
	每日上傳	無資料	0.11	0.13	0.09	0.11	無資料
2008 年 1 月	海情中心	無資料	0.09	0.17	0.12	0.12	0.23
	每日上傳	0.12	0.13	0.16	0.11	0.13	無資料
2008 年 2 月	海情中心	無資料	0.10	0.18	0.08	0.11	0.49
	每日上傳	無資料	0.11	0.17	0.10	0.13	無資料
2008 年 3 月	海情中心	無資料	0.07	0.14	0.07	0.08	0.22
	每日上傳	無資料	0.13	0.11	0.23	0.09	無資料
2008 年 4 月	海情中心	無資料	0.06	0.09	0.09	0.05	0.13
	每日上傳	無資料	0.07	0.09	0.78	0.07	無資料
2008 年 5 月	海情中心	無資料	0.08	0.27	0.12	0.07	0.12
	每日上傳	無資料	0.09	0.09	0.12	0.10	無資料
2008 年 6 月	海情中心	無資料	0.08	0.09	0.12	0.08	0.14
	每日上傳	0.1	0.08	0.10	0.11	0.10	0.14
2008 年 7 月	海情中心	無資料	0.23	0.20	0.13	0.11	0.16
	每日上傳	0.12	0.11	0.10	無資料	0.14	0.13
2008 年 8 月	海情中心	無資料	0.30	0.09	0.10	0.09	0.13
	每日上傳	0.21	0.44	0.09	無資料	0.24	0.11
2008 年 9 月	海情中心	無資料	0.13	0.10	0.11	0.14	0.13
	每日上傳	6.01	0.12	0.11	無資料	0.12	0.17
2008 年 10 月	海情中心	無資料	0.07	0.09	0.07	0.08	0.16
	每日上傳	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08	無資料
2008 年 11 月	海情中心	無資料	0.1	0.14	0.11	0.11	0.19
	每日上傳	0.1	0.11	0.14	0.13	0.12	無資料

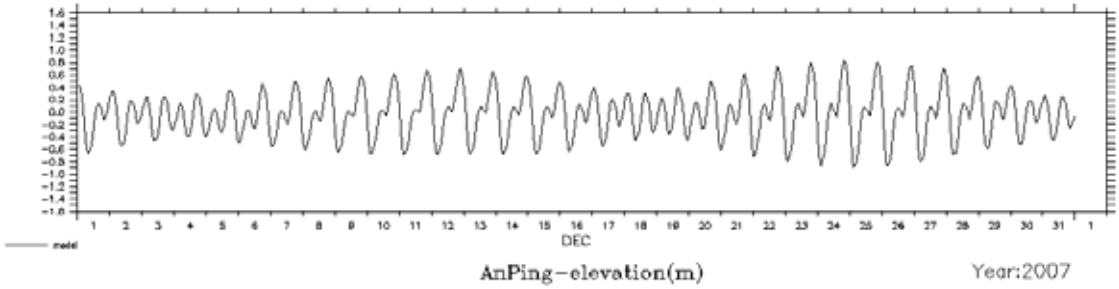


圖 3.5-1 安平港 2007 年 12 月台灣海域模式結果圖

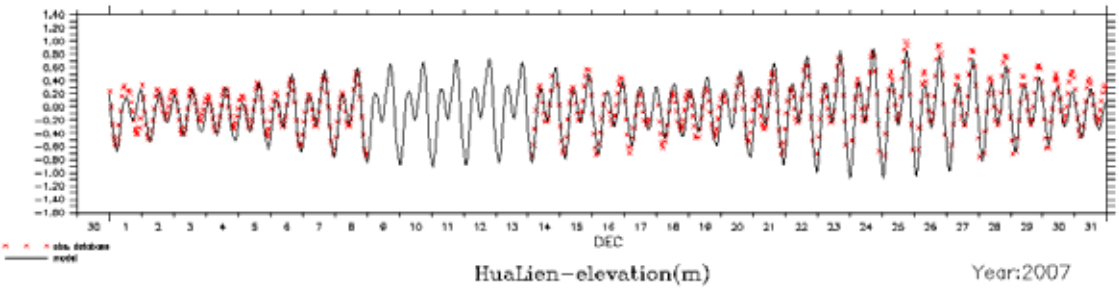


圖 3.5-2 花蓮港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

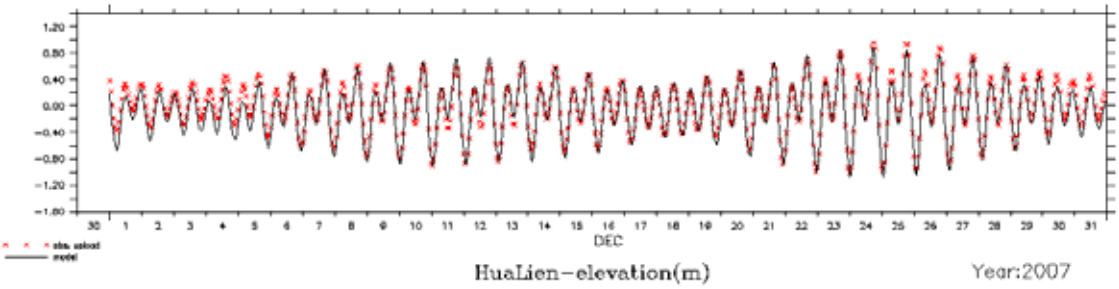


圖 3.5-3 花蓮港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

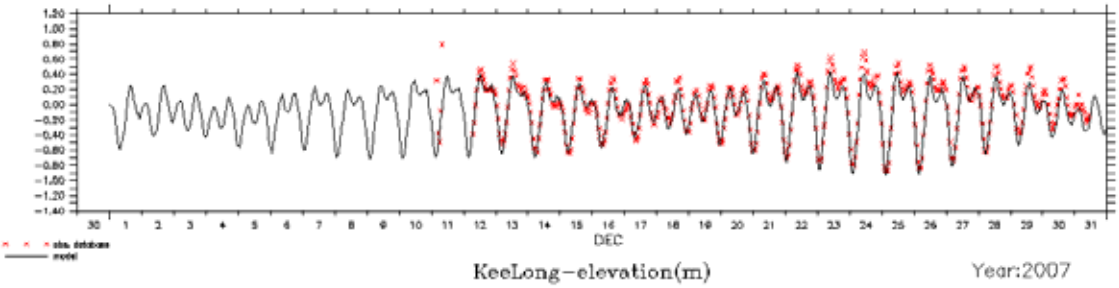


圖 3.5-4 基隆港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

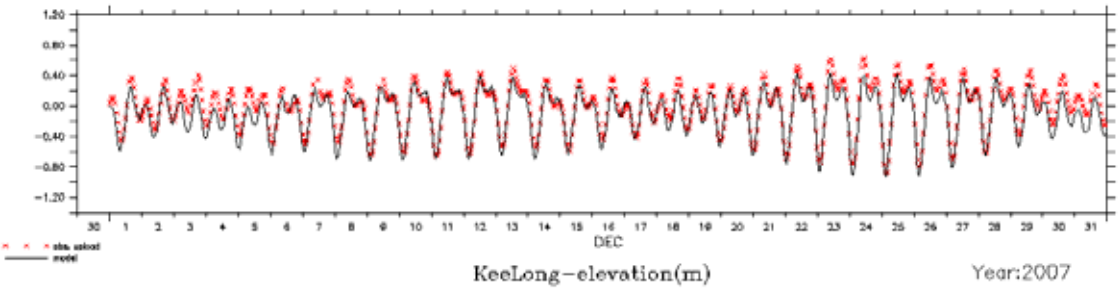


圖 3.5-5 基隆港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

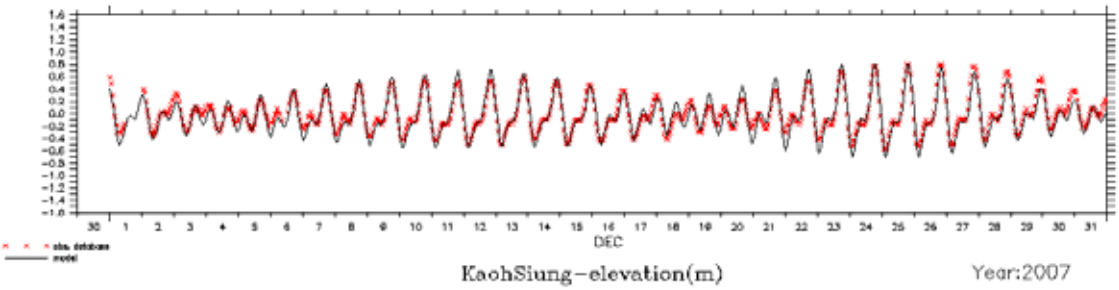


圖 3.5-6 高雄港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

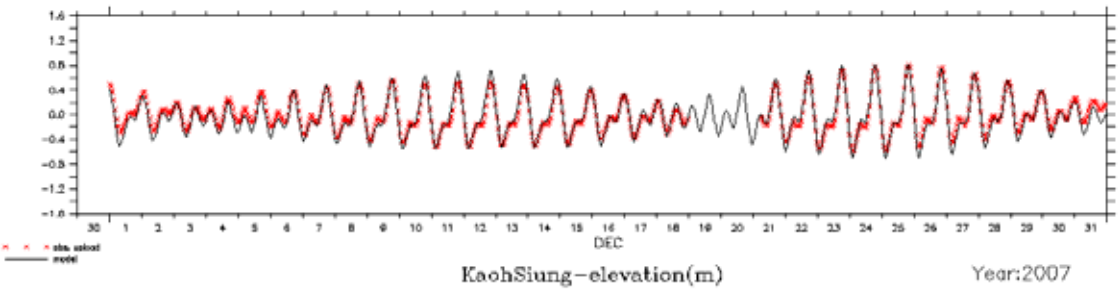


圖 3.5-7 高雄港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

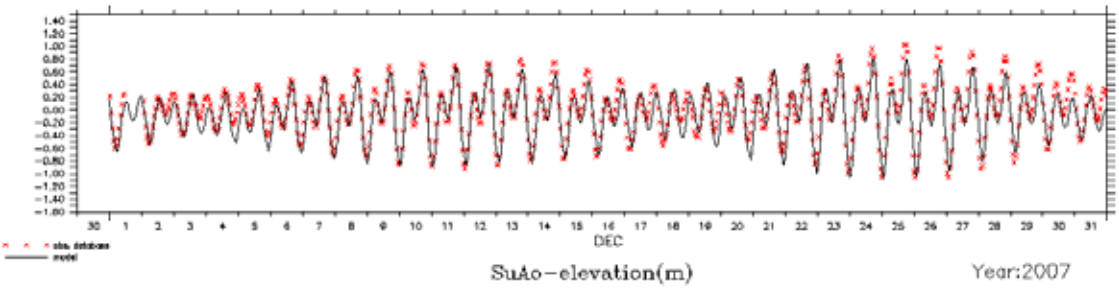


圖 3.5-8 蘇澳港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

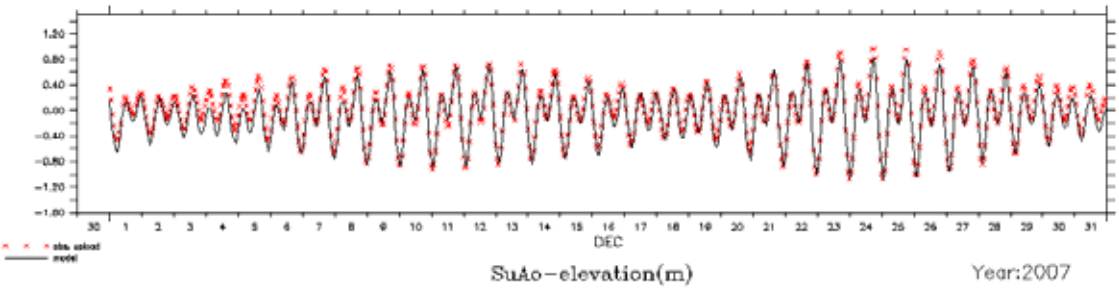


圖 3.5-9 蘇澳港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

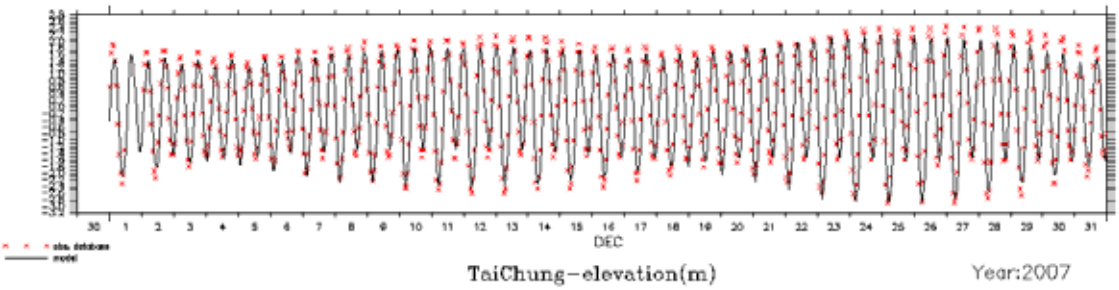


圖 3.5-10 台中港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

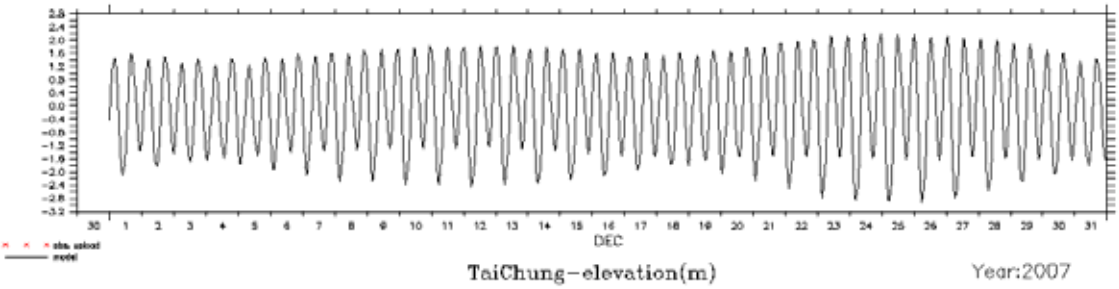


圖 3.5-11 台中港 2007 年 12 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

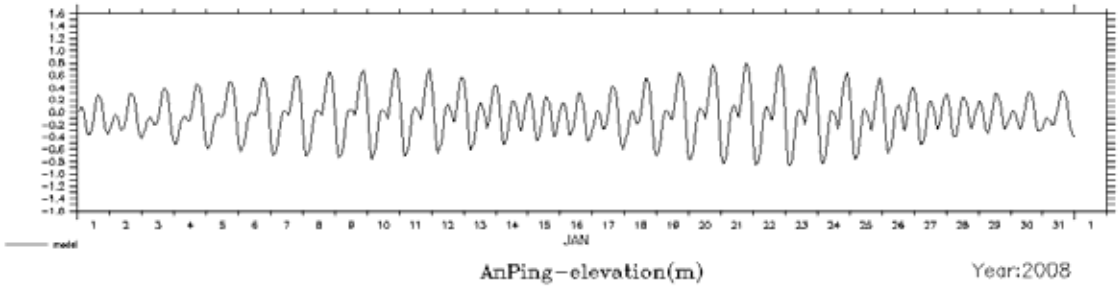


圖 3.5-12 安平港 2008 年 1 月台灣海域模式結果圖

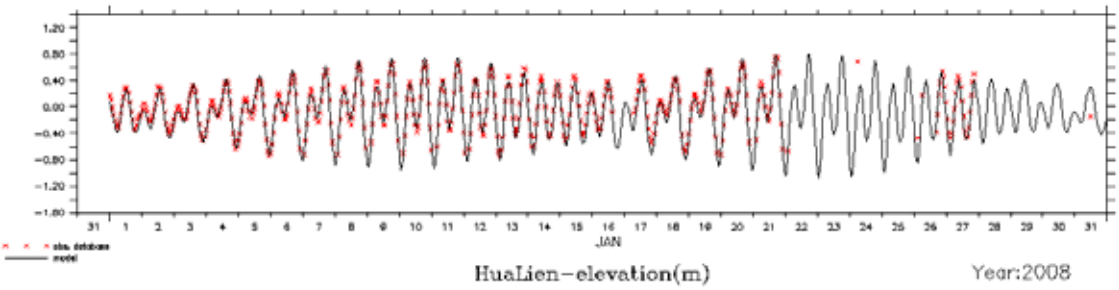


圖 3.5-13 花蓮港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

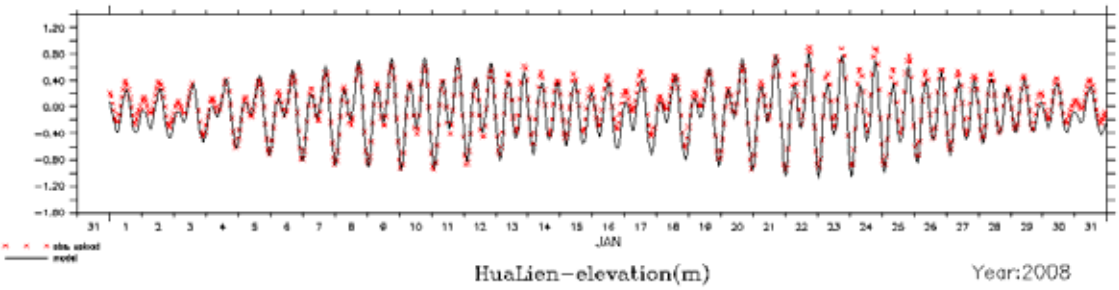


圖 3.5-14 花蓮港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

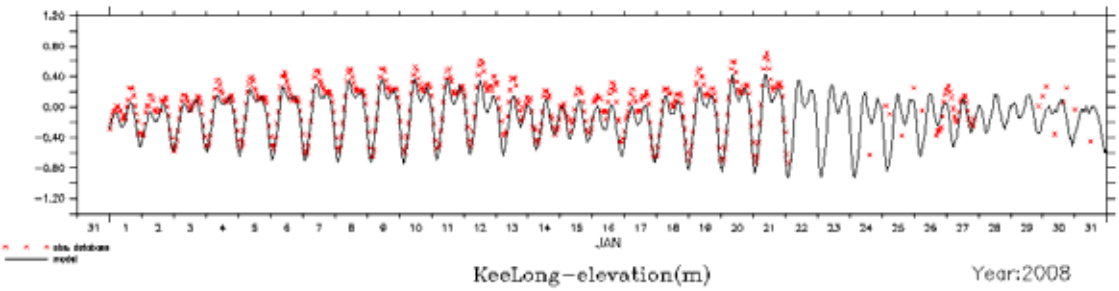


圖 3.5-15 基隆港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

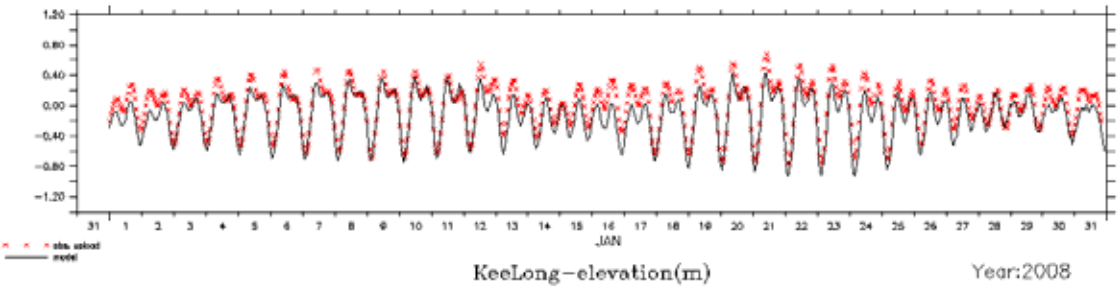


圖 3.5-16 基隆港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

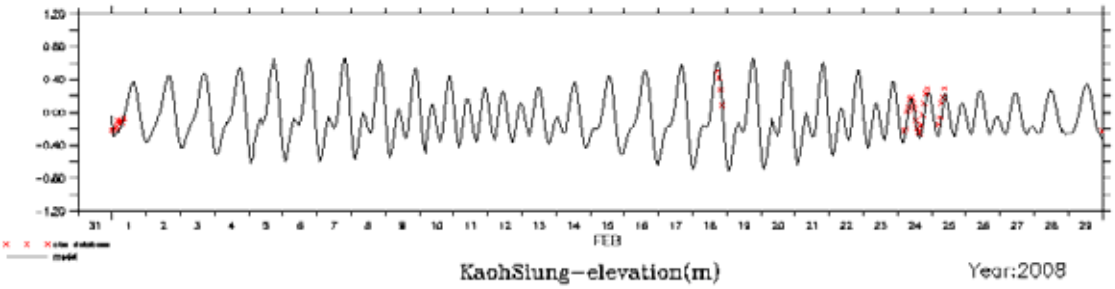


圖 3.5-17 高雄港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

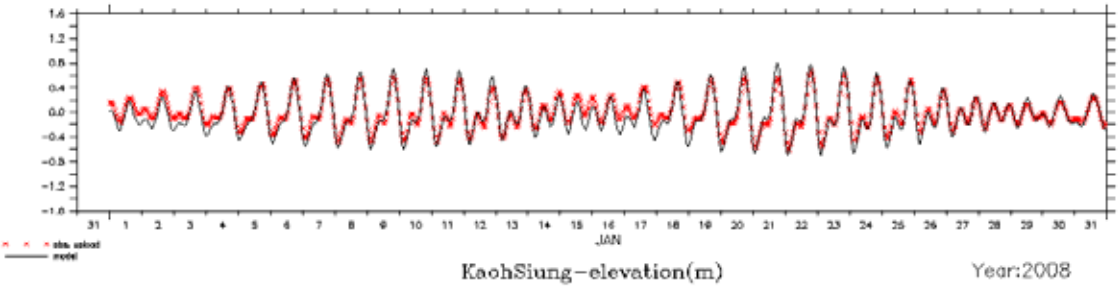


圖 3.5-18 高雄港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

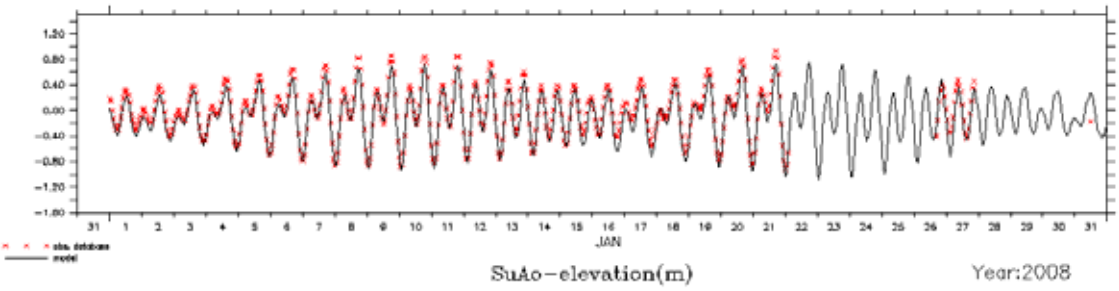


圖 3.5-19 蘇澳港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

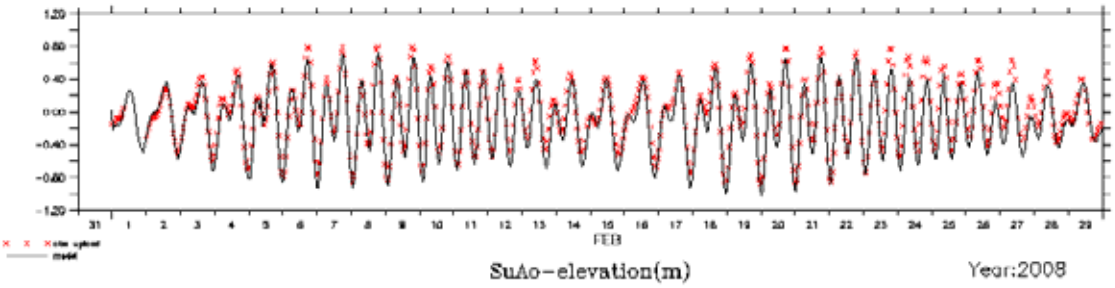


圖 3.5-20 蘇澳港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

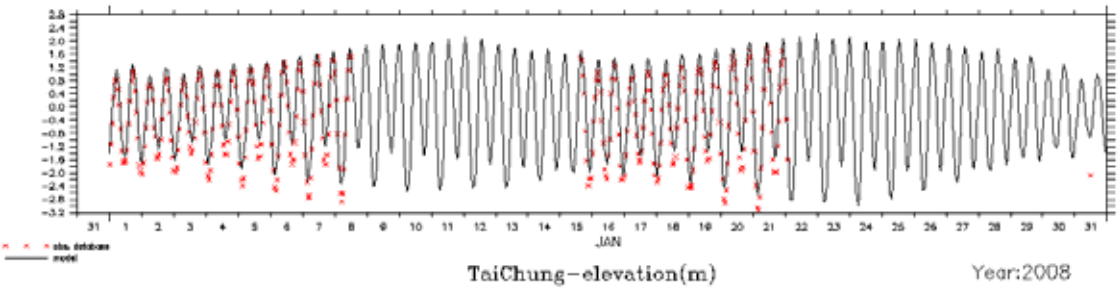


圖 3.5-21 台中港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

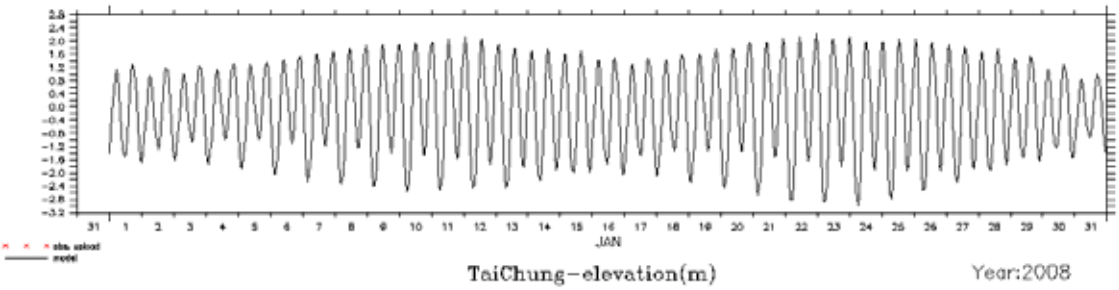


圖 3.5-22 台中港 2008 年 1 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

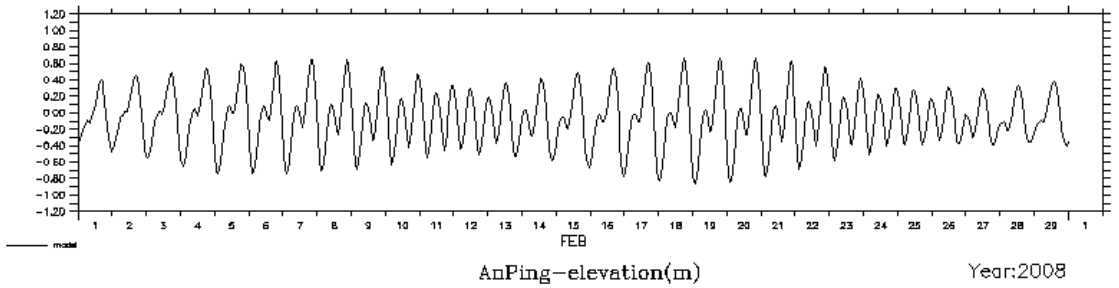


圖 3.5-23 安平港 2008 年 2 月台灣海域模式結果圖

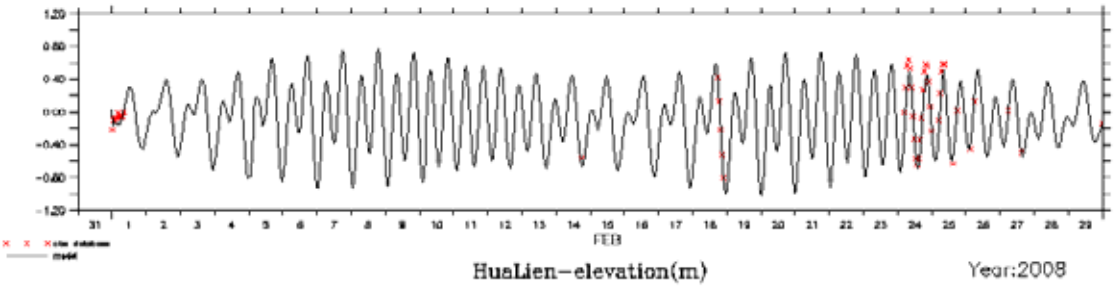


圖 3.5-24 花蓮港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

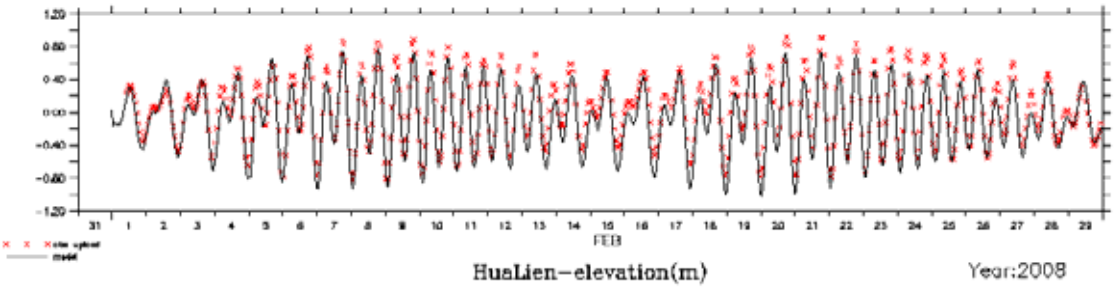


圖 3.5-25 花蓮港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

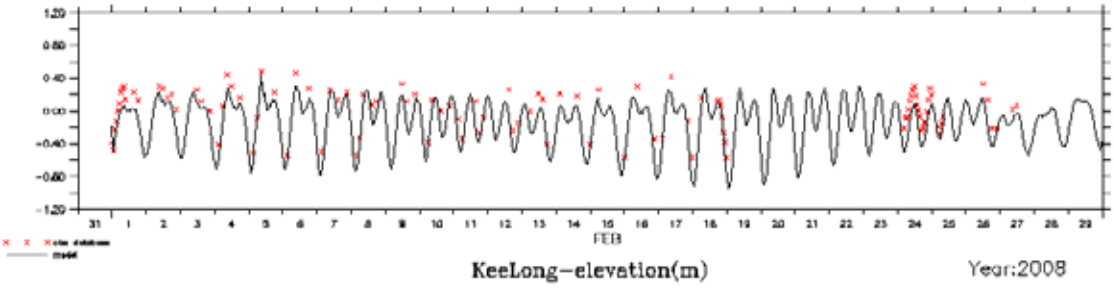


圖 3.5-26 基隆港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

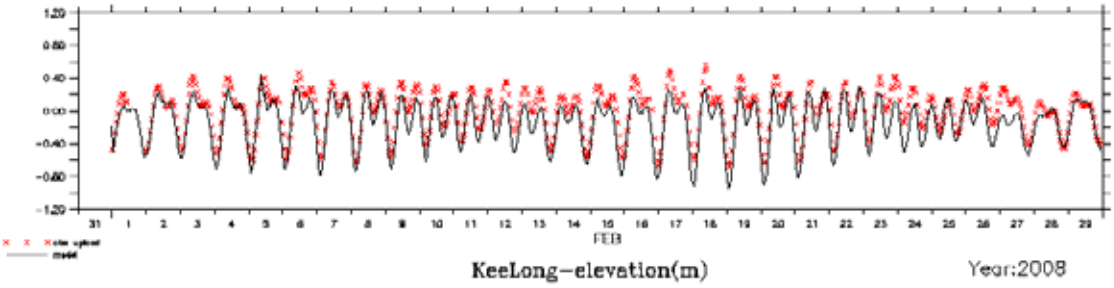


圖 3.5-27 基隆港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

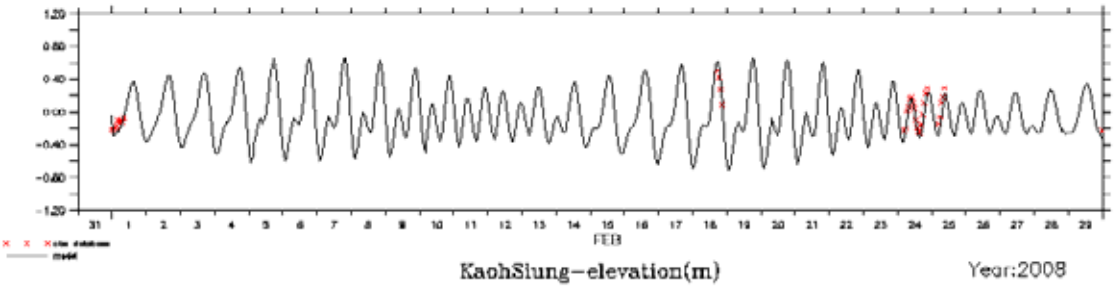


圖 3.5-28 高雄港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

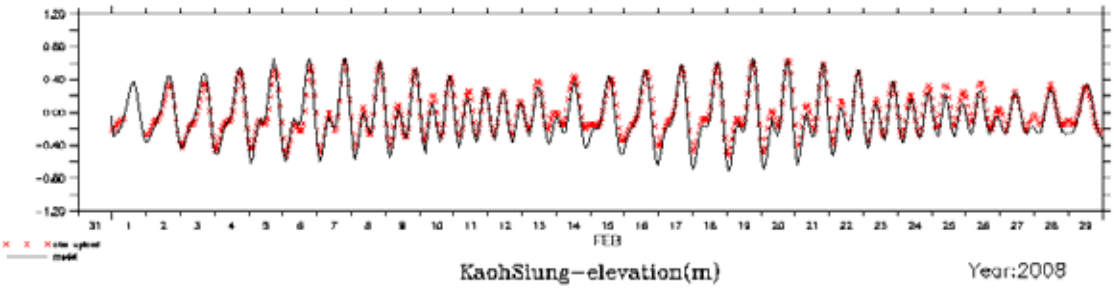


圖 3.5-29 高雄港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

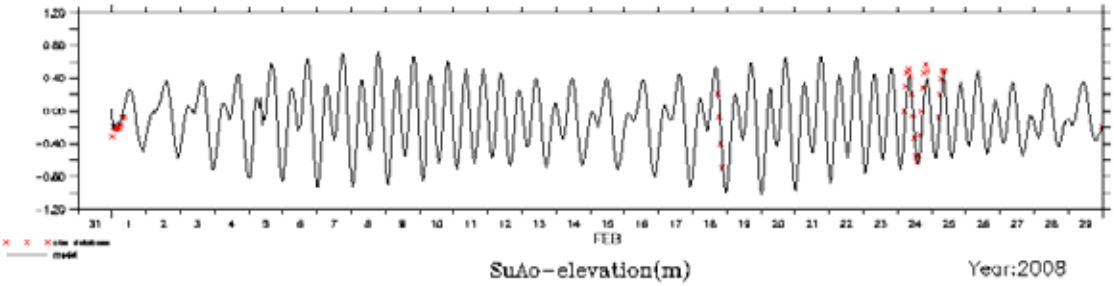


圖 3.5-30 蘇澳港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

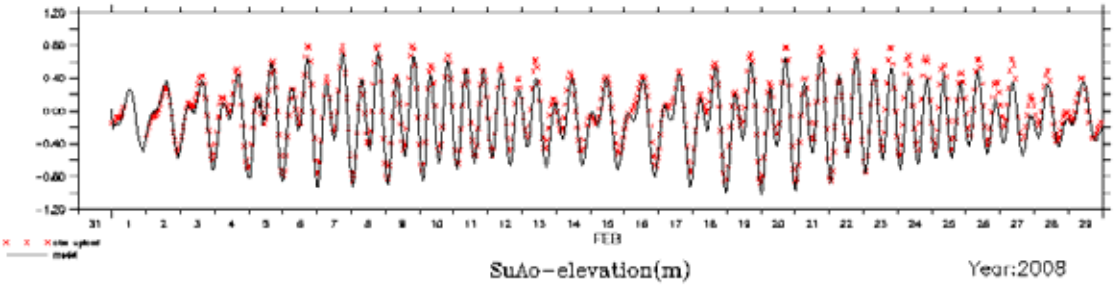


圖 3.5-31 蘇澳港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

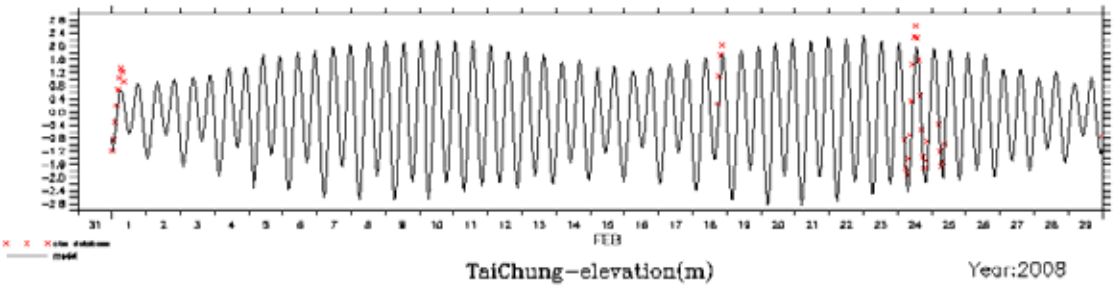


圖 3.5-32 台中港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

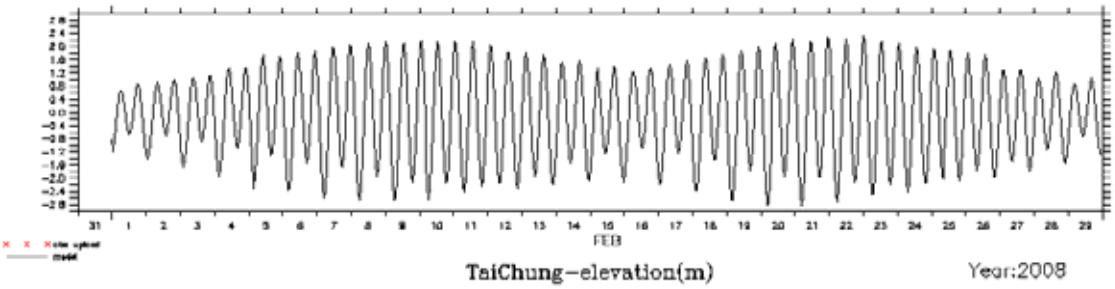


圖 3.5-33 台中港 2008 年 2 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

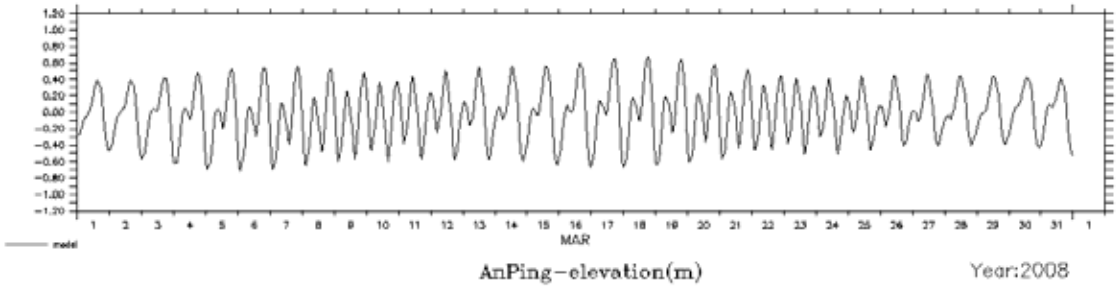


圖 3.5-34 安平港 2008 年 3 月台灣海域模式結果圖

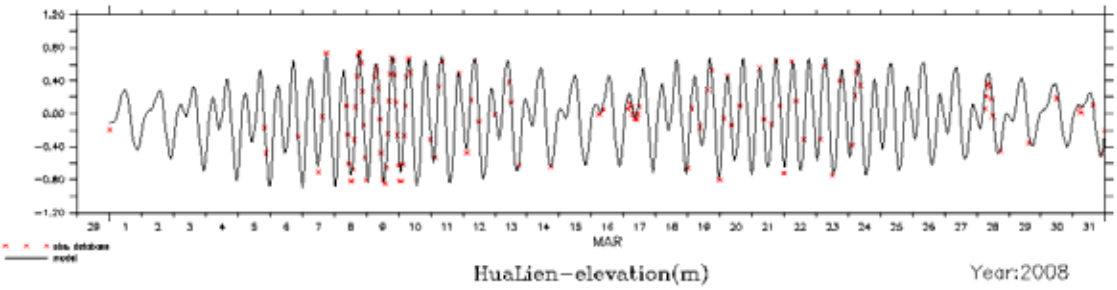


圖 3.5-35 花蓮港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

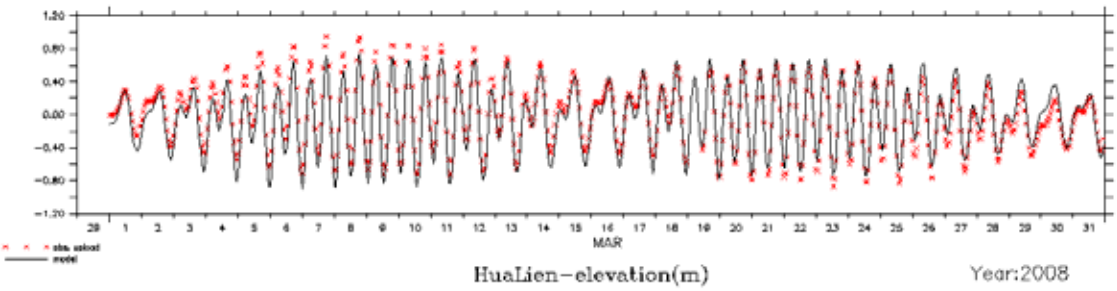


圖 3.5-36 花蓮港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

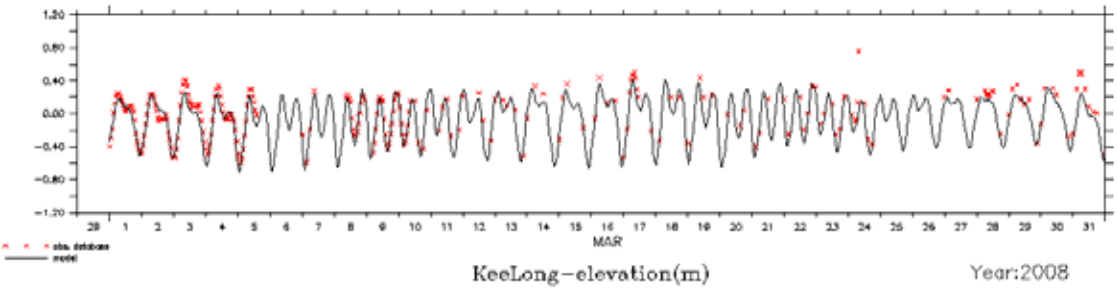


圖 3.5-37 基隆港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

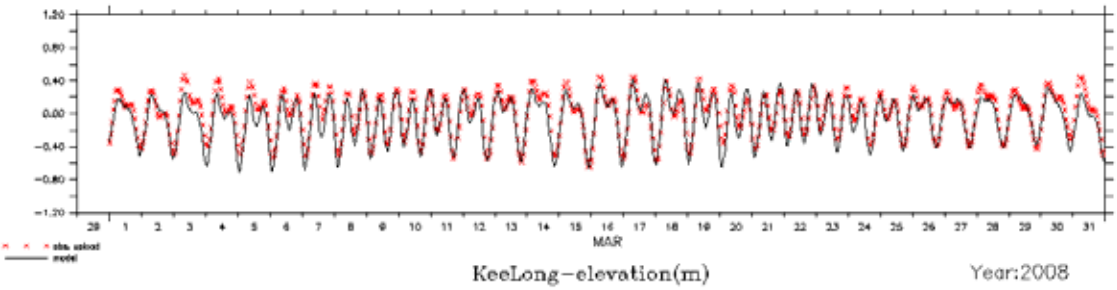


圖 3.5-38 基隆港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

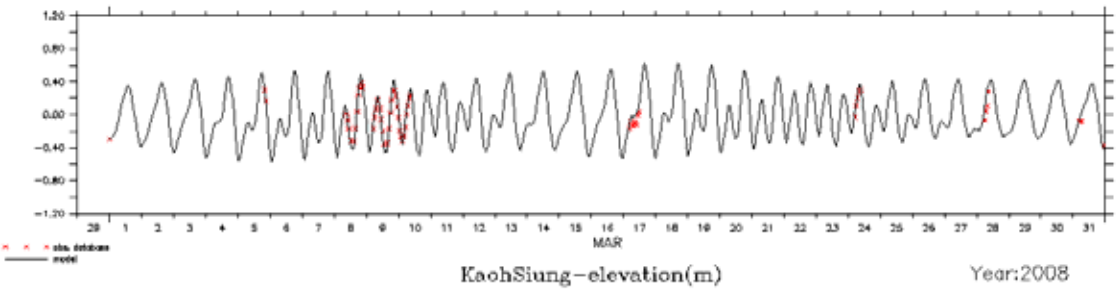


圖 3.5-39 高雄港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

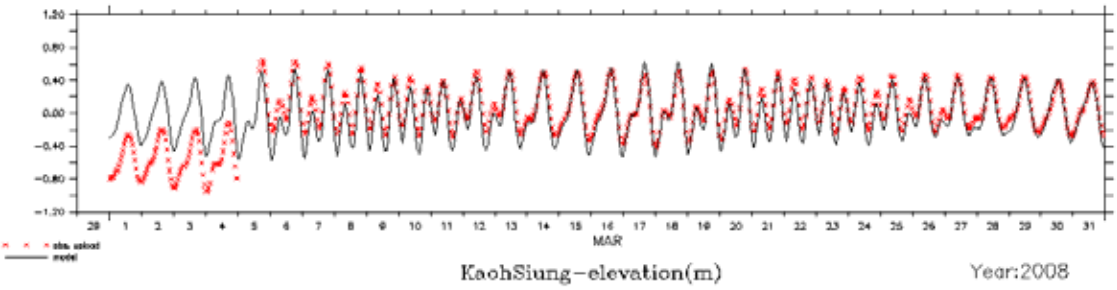


圖 3.5-40 高雄港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

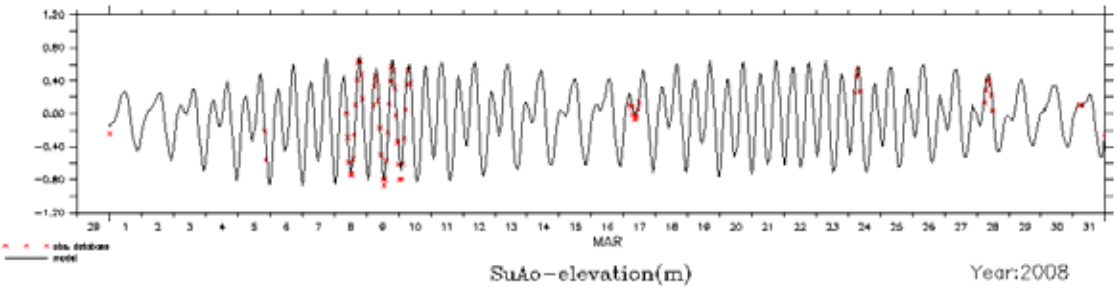


圖 3.5-41 蘇澳港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

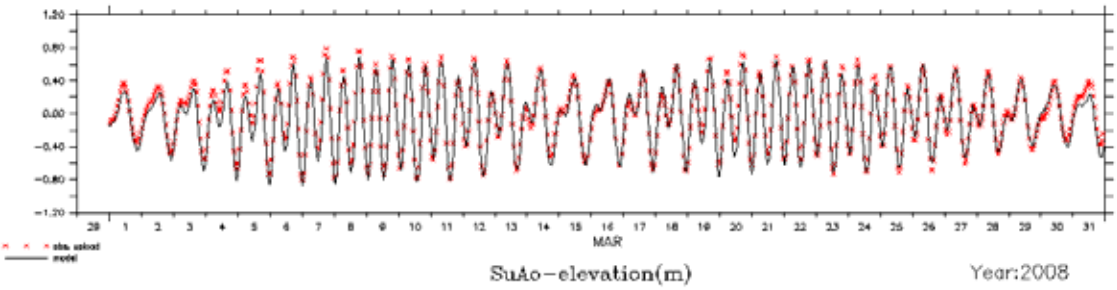


圖 3.5-42 蘇澳港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

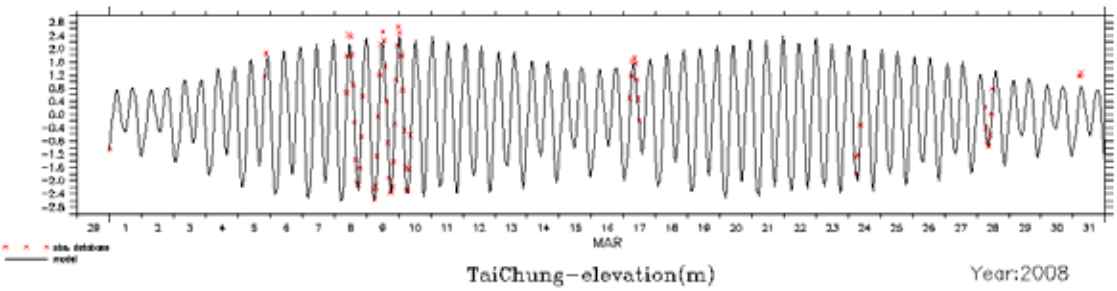


圖 3.5-43 台中港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

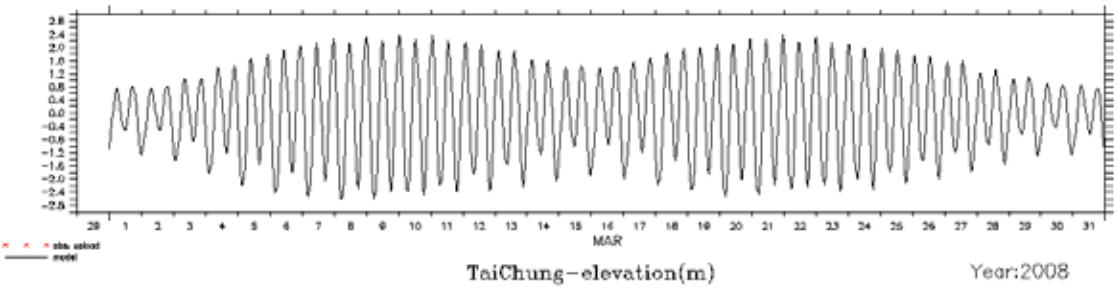


圖 3.5-44 台中港 2008 年 3 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

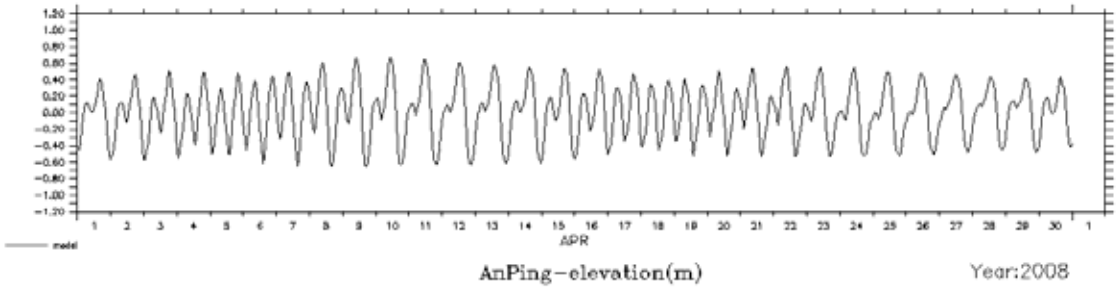


圖 3.5-45 安平港 2008 年 4 月台灣海域模式結果圖

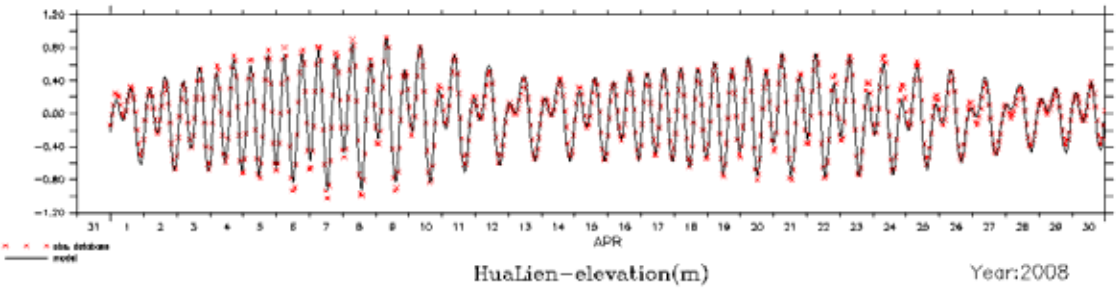


圖 3.5-46 花蓮港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

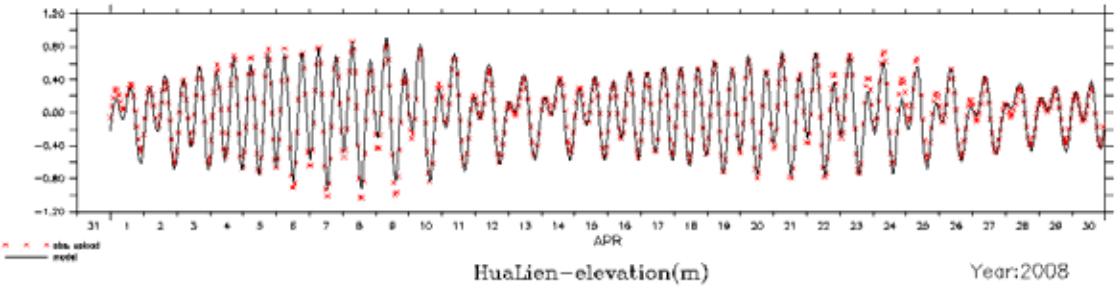


圖 3.5-47 花蓮港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

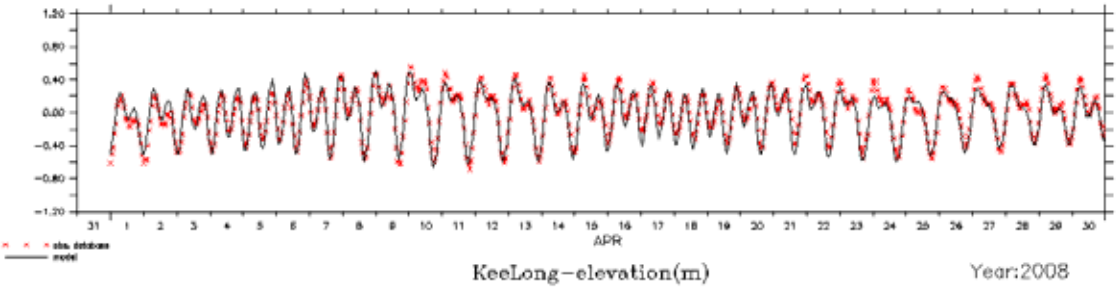


圖 3.5-48 基隆港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

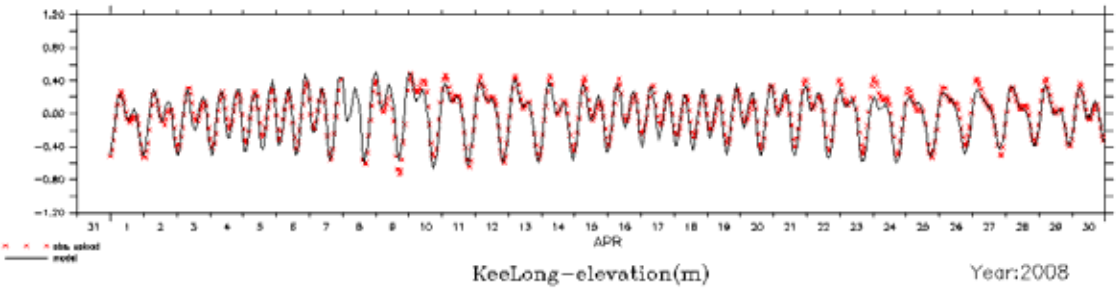


圖 3.5-49 基隆港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

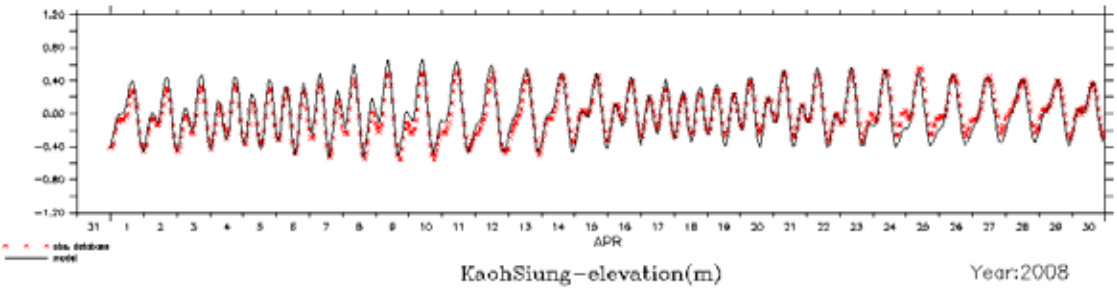


圖 3.5-50 高雄港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

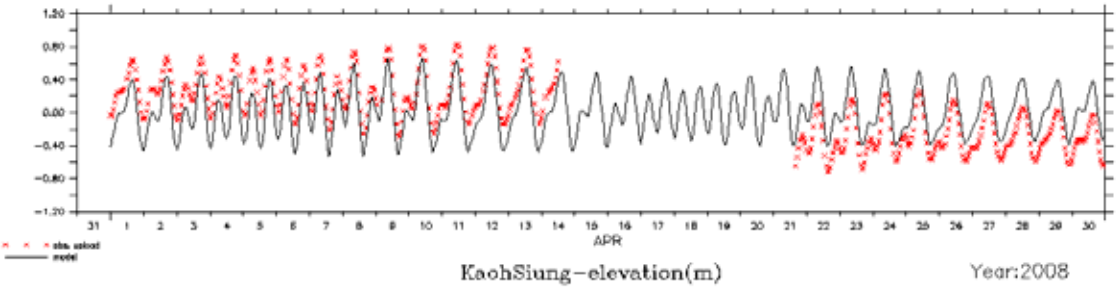


圖 3.5-51 高雄港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

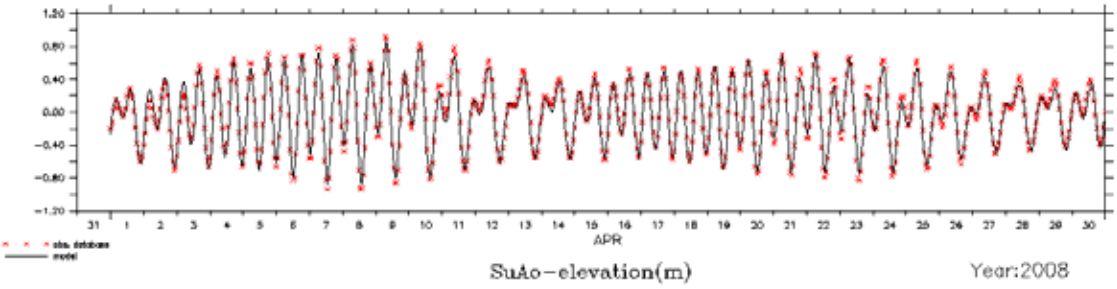


圖 3.5-52 蘇澳港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

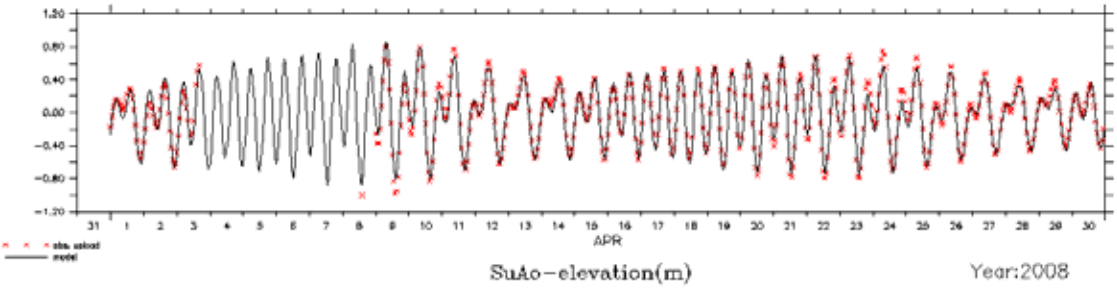


圖 3.5-53 蘇澳港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

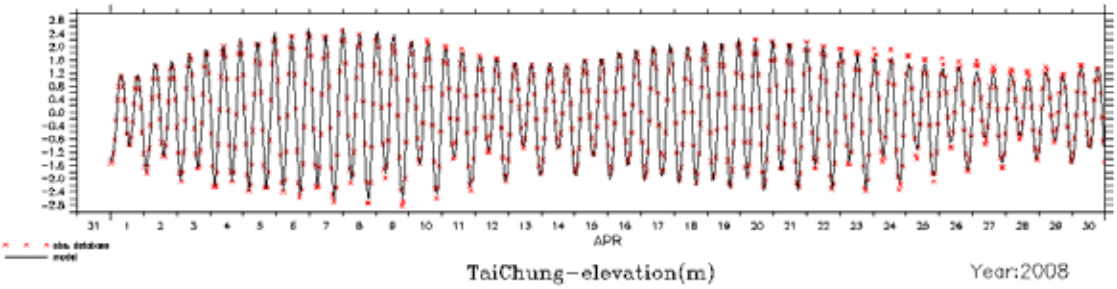


圖 3.5-54 台中港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

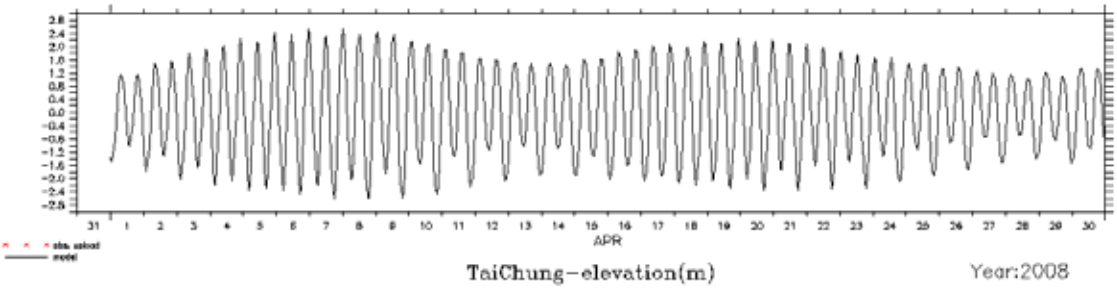


圖 3.5-55 台中港 2008 年 4 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

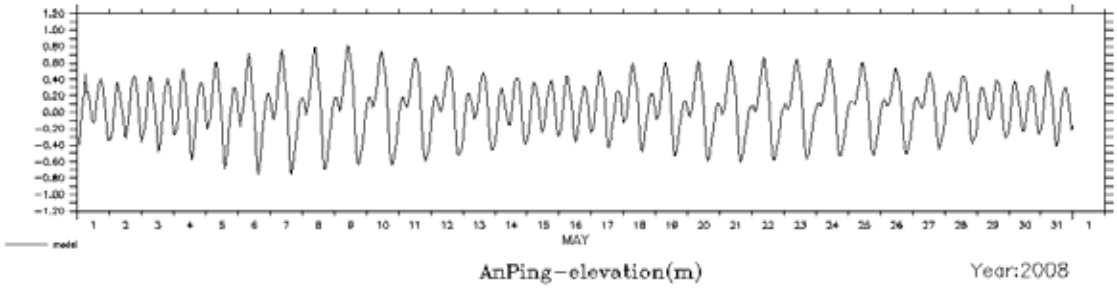


圖 3.5-56 安平港 2008 年 5 月台灣海域模式結果圖

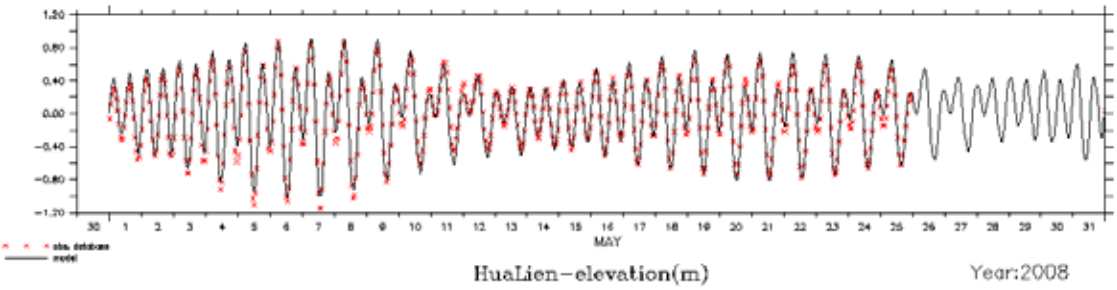


圖 3.5-57 花蓮港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

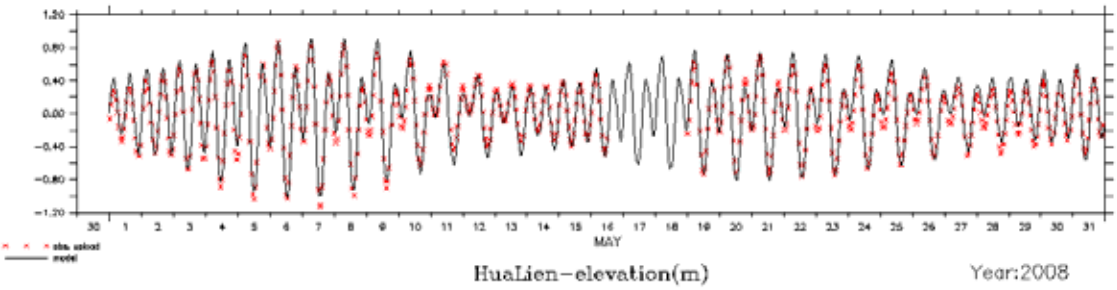


圖 3.5-58 花蓮港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

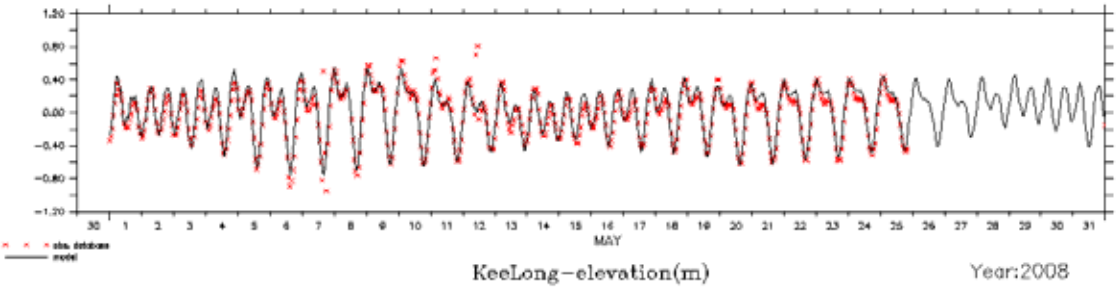


圖 3.5-59 基隆港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

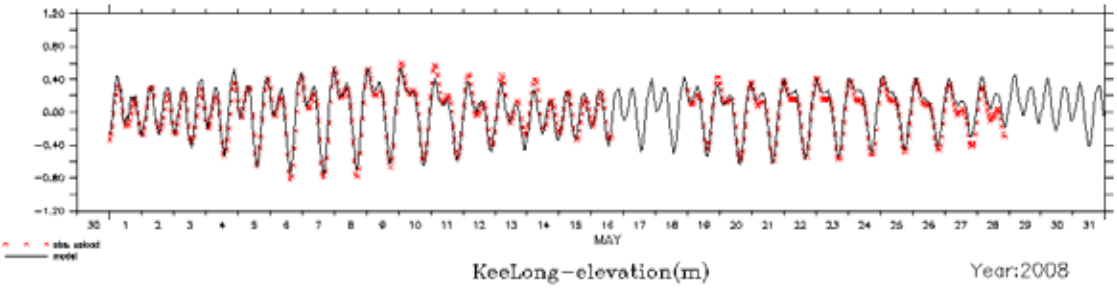


圖 3.5-60 基隆港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

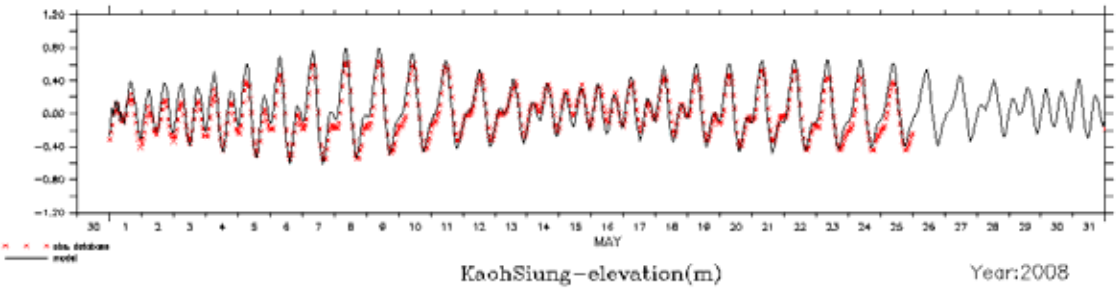


圖 3.5-61 高雄港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

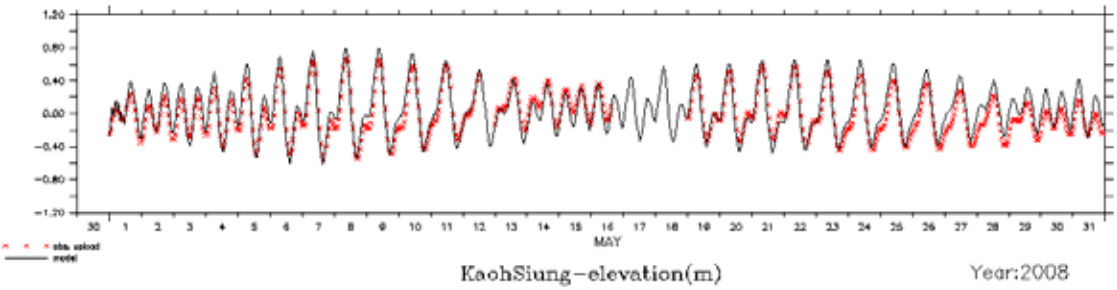


圖 3.5-62 高雄港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

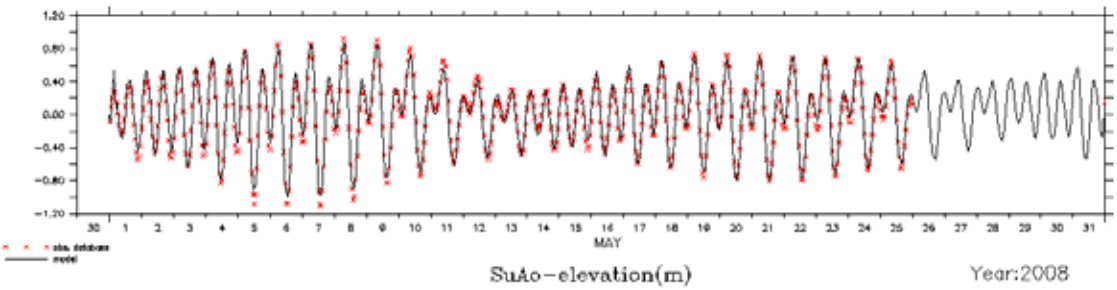


圖 3.5-63 蘇澳港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

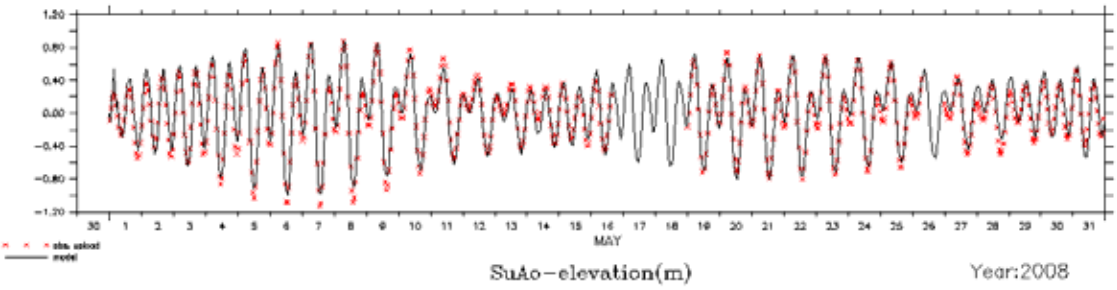


圖 3.5-64 蘇澳港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

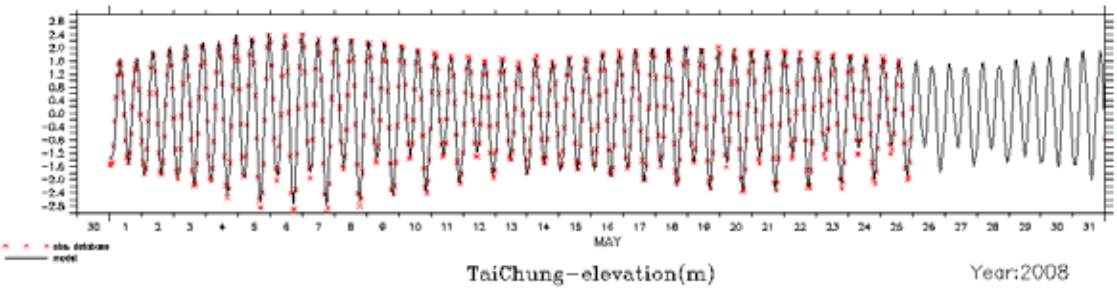


圖 3.5-65 台中港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

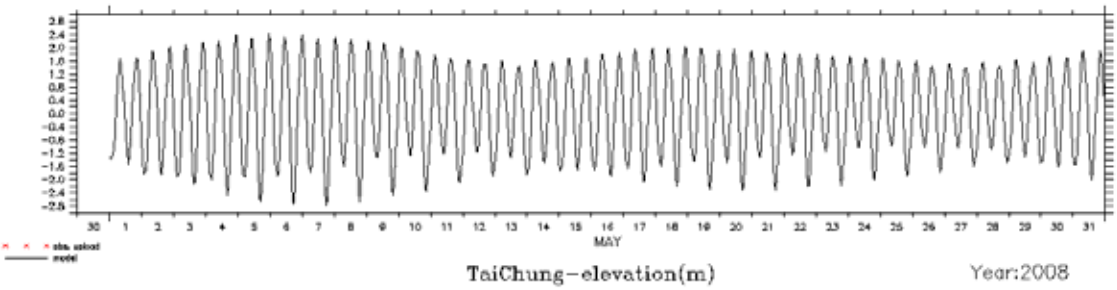


圖 3.5-66 台中港 2008 年 5 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

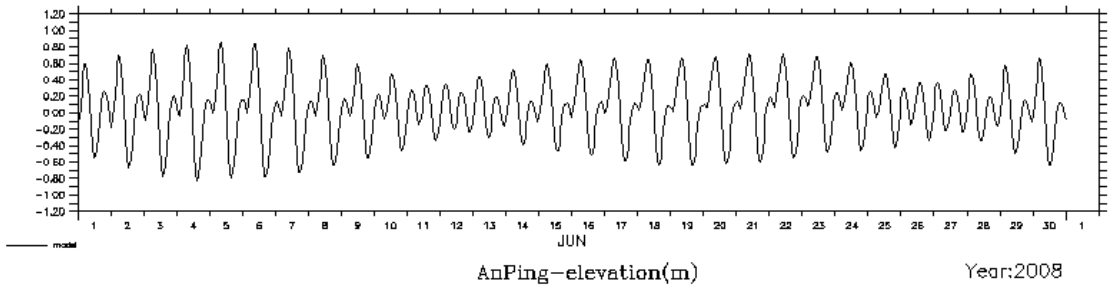


圖 3.5-67 安平港 2008 年 6 月台灣海域模式結果圖

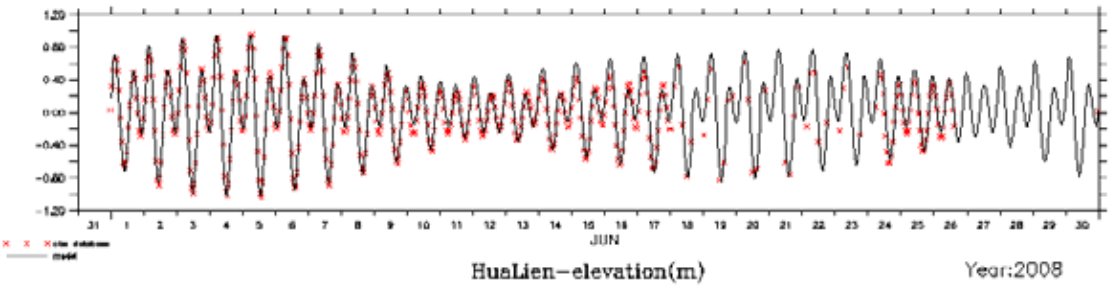


圖 3.5-68 花蓮港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

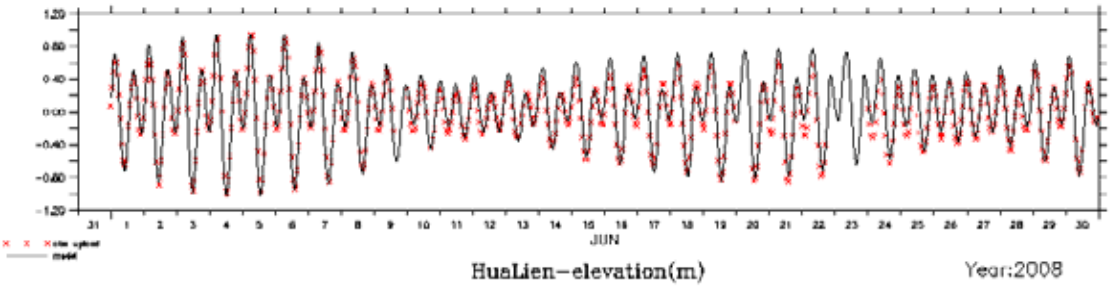


圖 3.5-69 花蓮港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

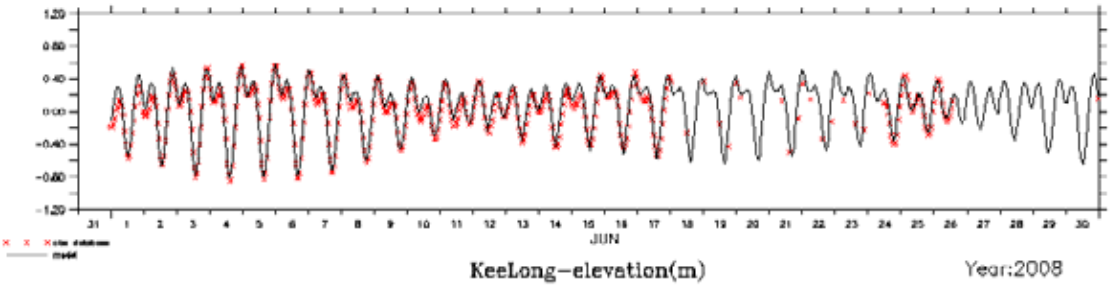


圖 3.5-70 基隆港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

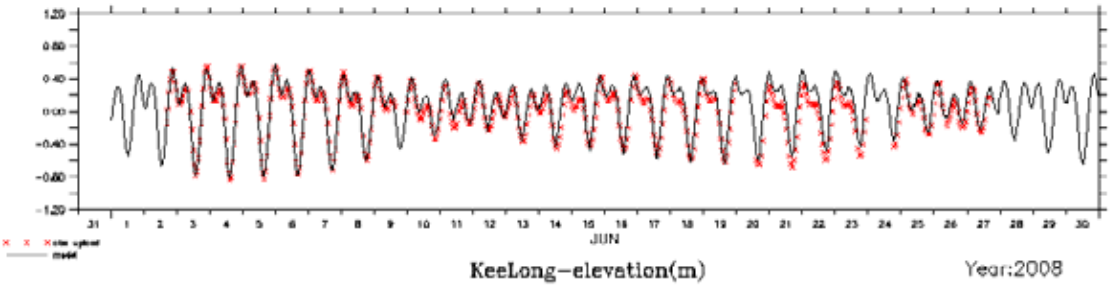


圖 3.5-71 基隆港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

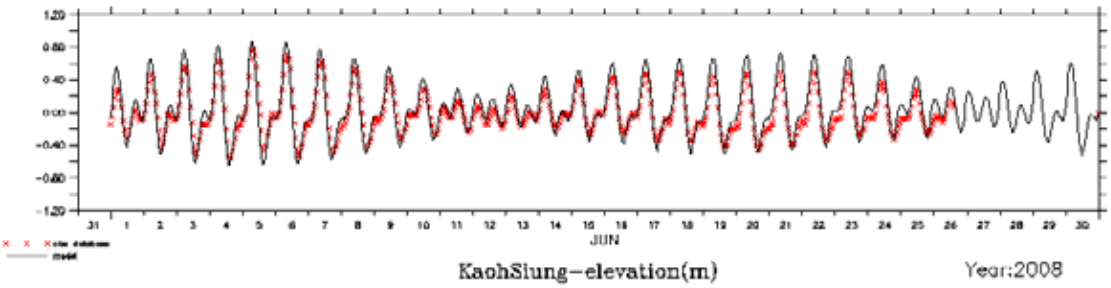


圖 3.5-72 高雄港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

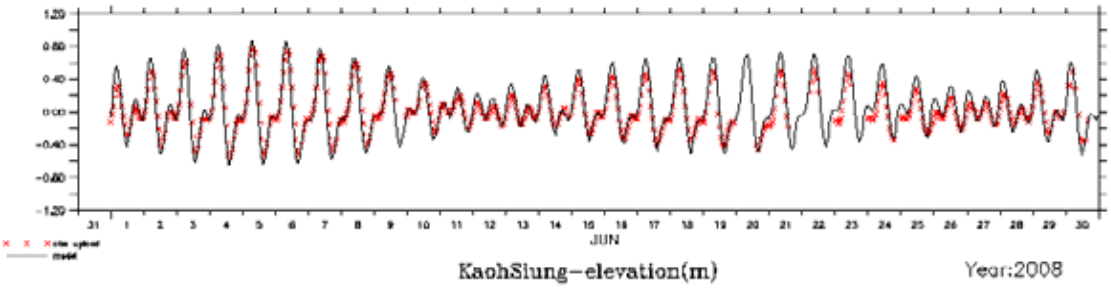


圖 3.5-73 高雄港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

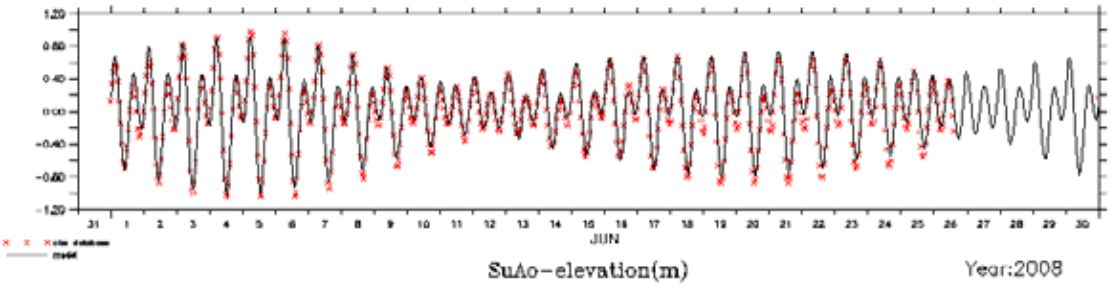


圖 3.5-74 蘇澳港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

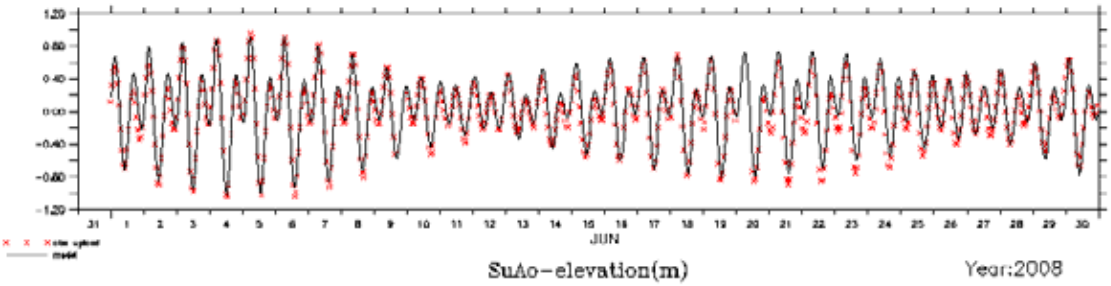


圖 3.5-75 蘇澳港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

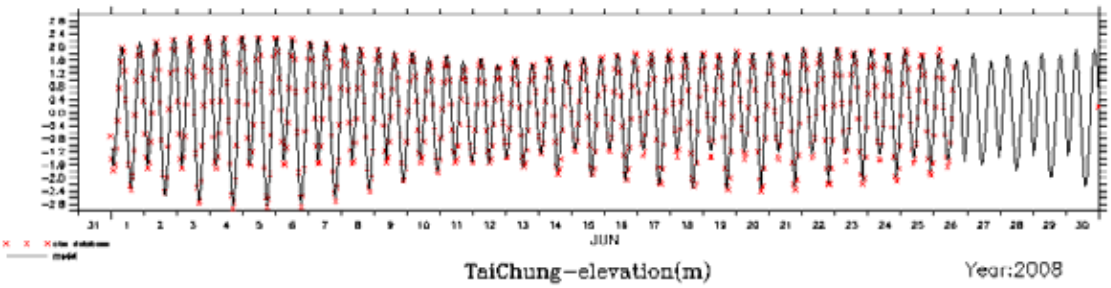


圖 3.5-76 台中港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

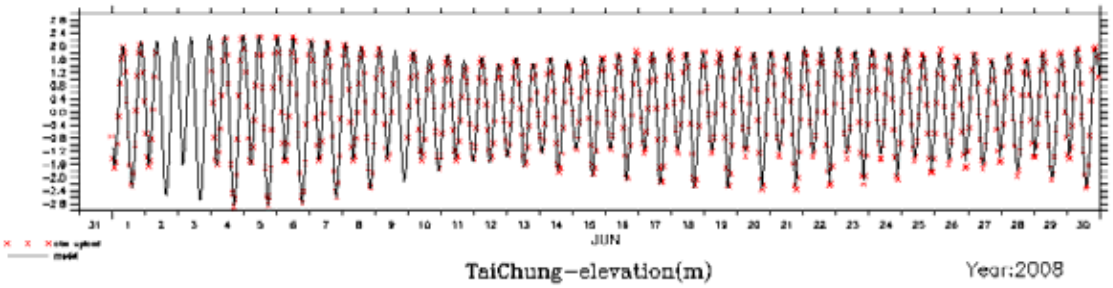


圖 3.5-77 台中港 2008 年 6 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

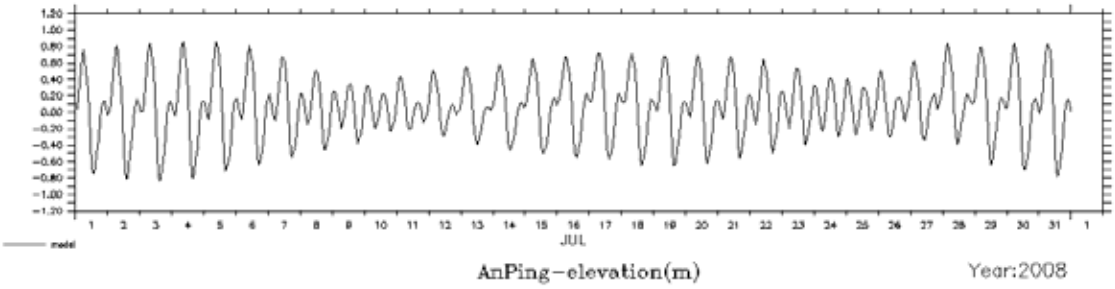


圖 3.5-78 安平港 2008 年 7 月台灣海域模式結果圖

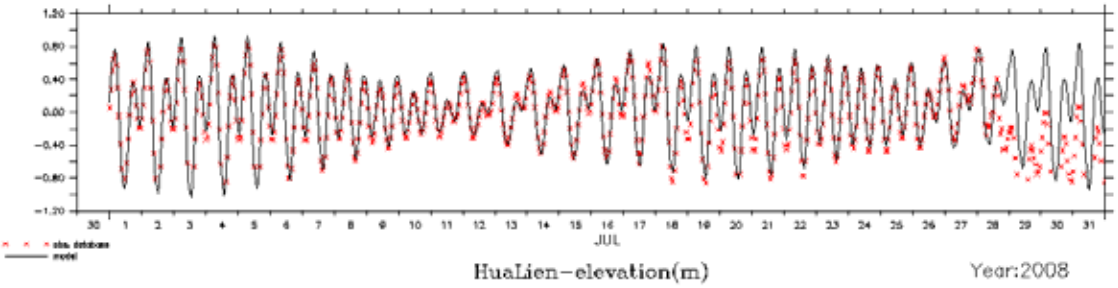


圖 3.5-79 花蓮港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

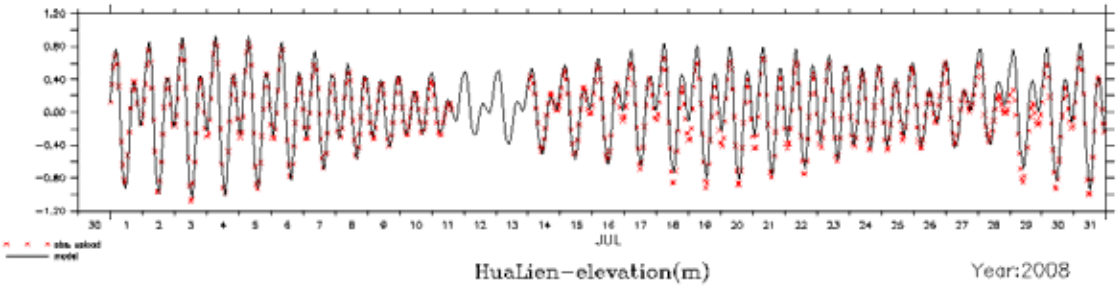


圖 3.5-80 花蓮港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

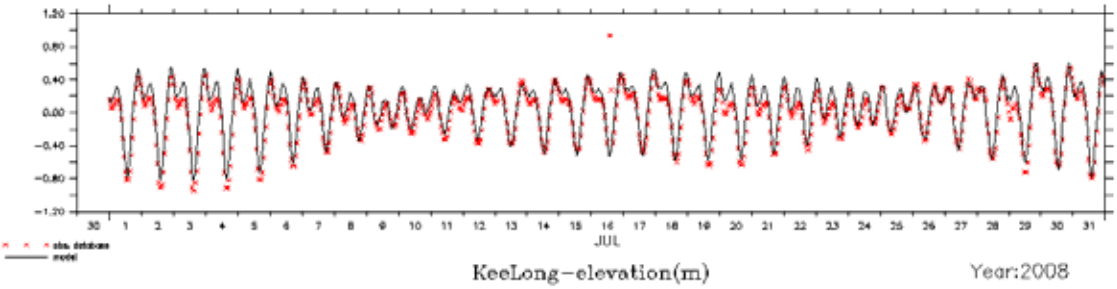


圖 3.5-81 基隆港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

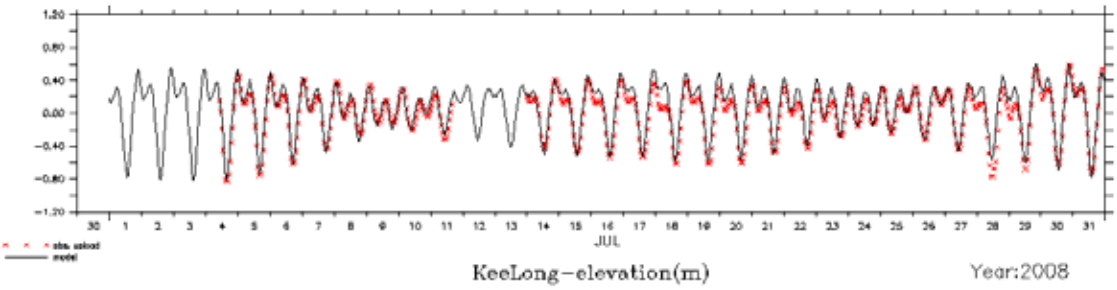


圖 3.5-82 基隆港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

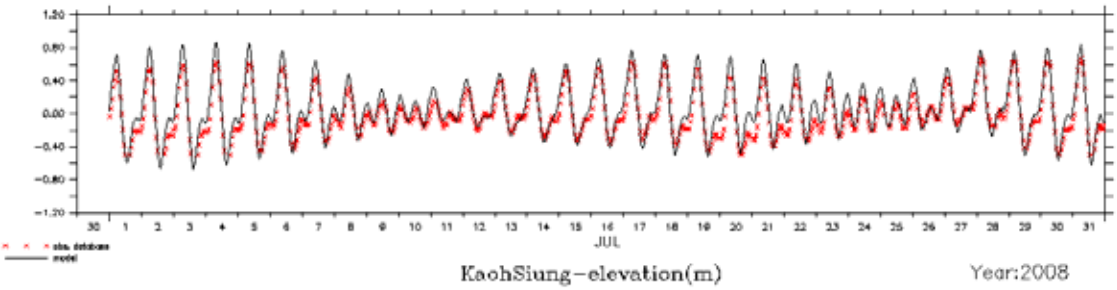


圖 3.5-83 高雄港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

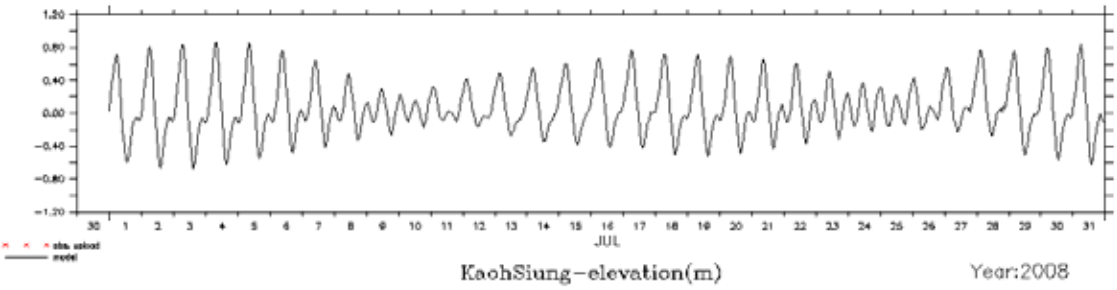


圖 3.5-84 高雄港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

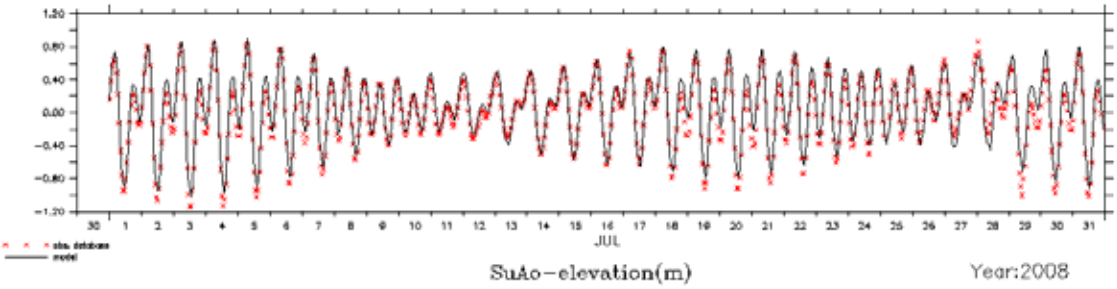


圖 3.5-85 蘇澳港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

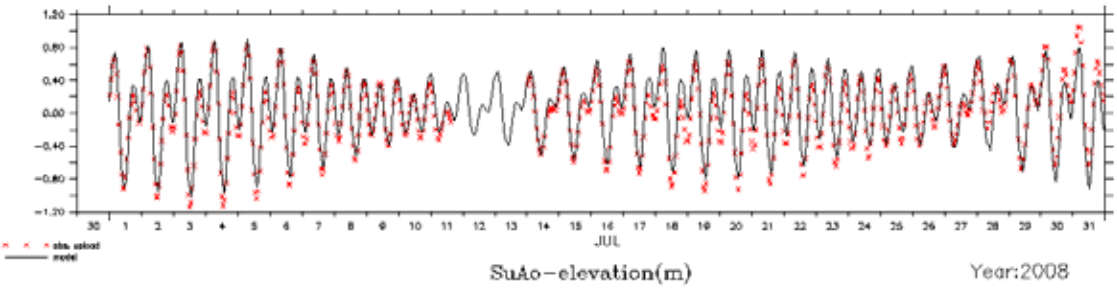


圖 3.5-86 蘇澳港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

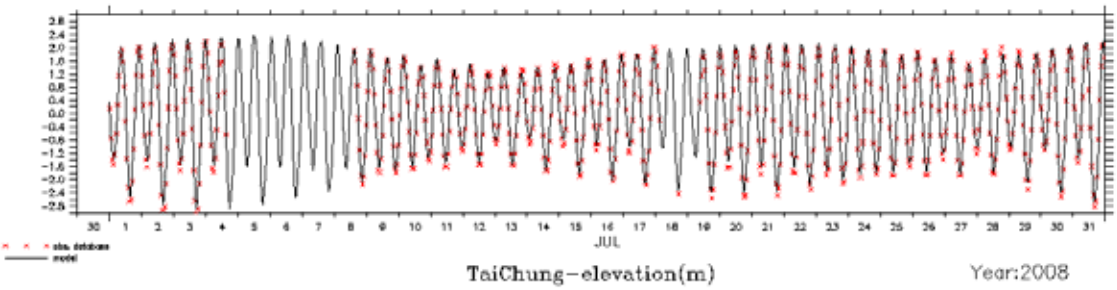


圖 3.5-87 台中港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

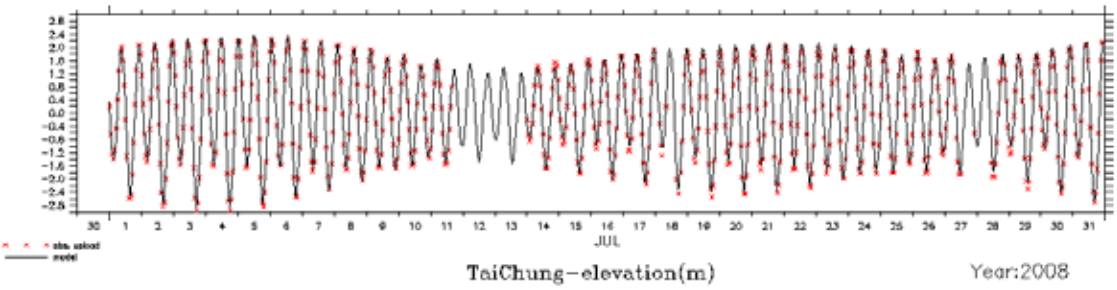


圖 3.5-88 台中港 2008 年 7 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

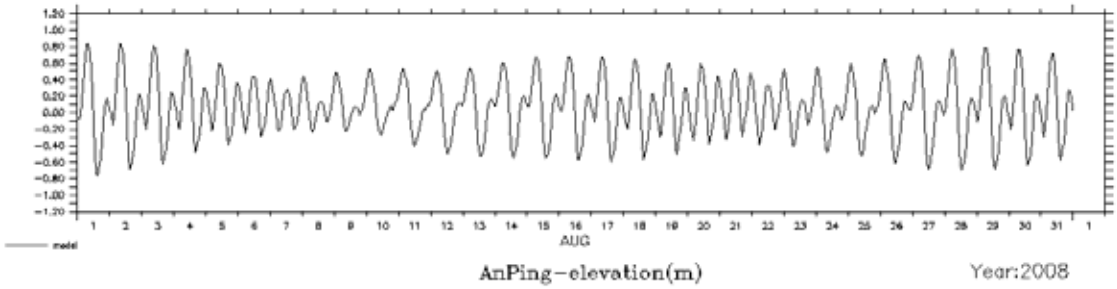


圖 3.5-89 安平港 2008 年 8 月台灣海域模式結果圖

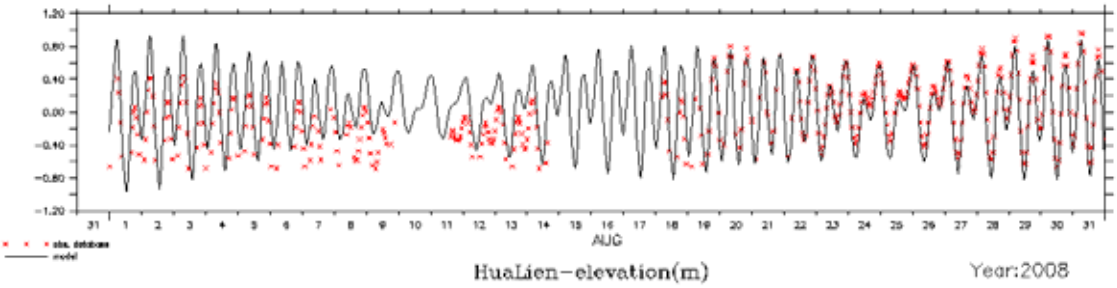


圖 3.5-90 花蓮港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

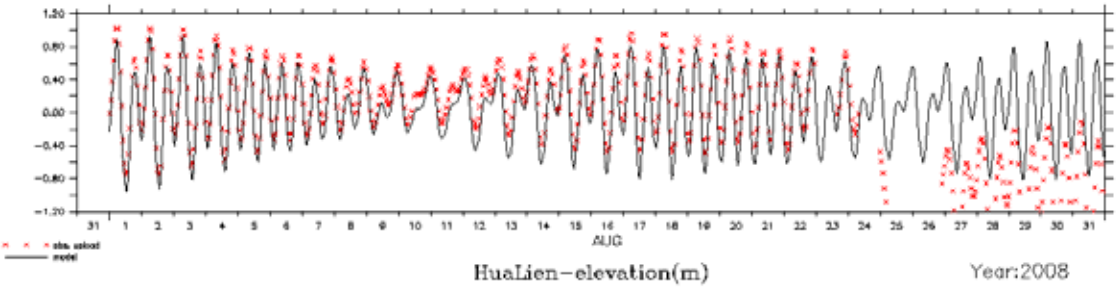


圖 3.5-91 花蓮港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

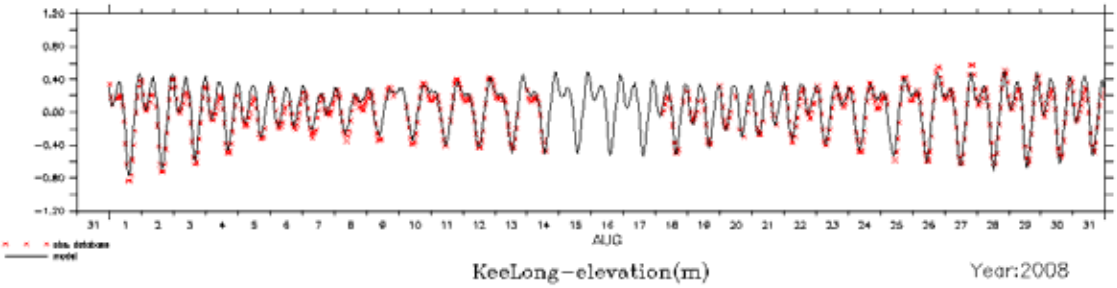


圖 3.5-92 基隆港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

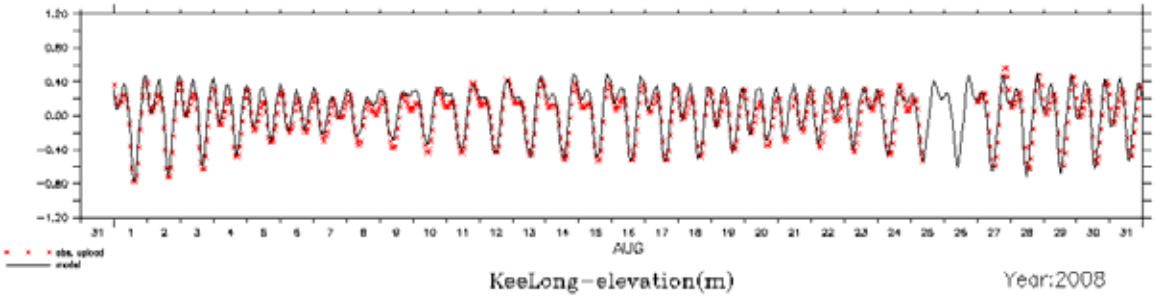


圖 3.5-93 基隆港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

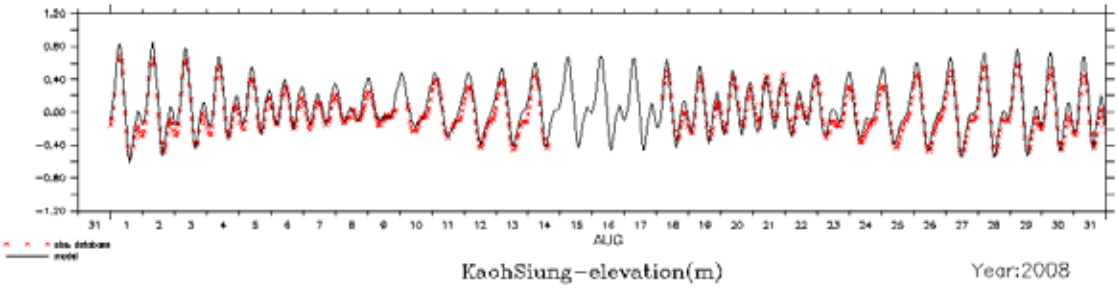


圖 3.5-94 高雄港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

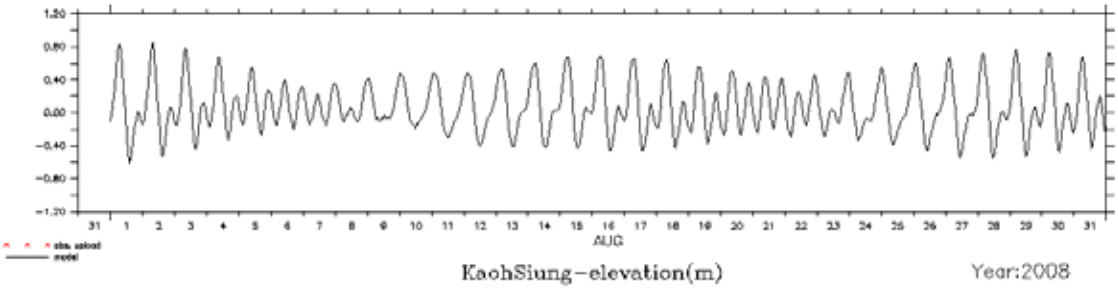


圖 3.5-95 高雄港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

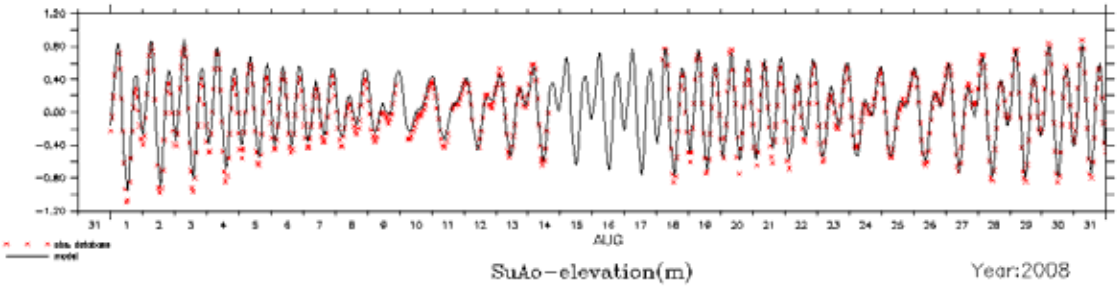


圖 3.5-96 蘇澳港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

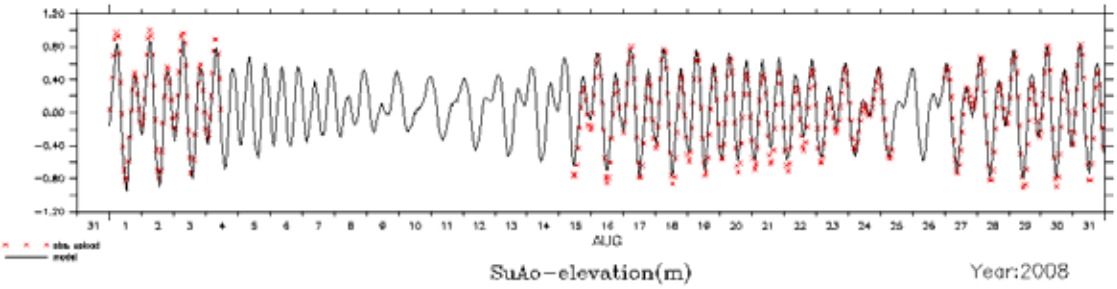


圖 3.5-97 蘇澳港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

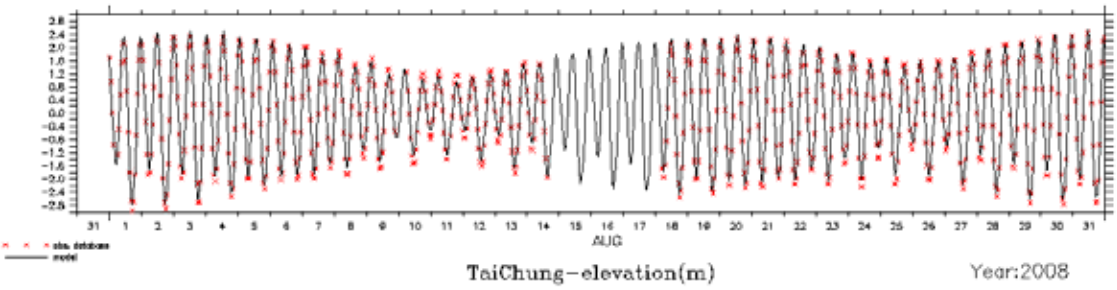


圖 3.5-98 台中港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

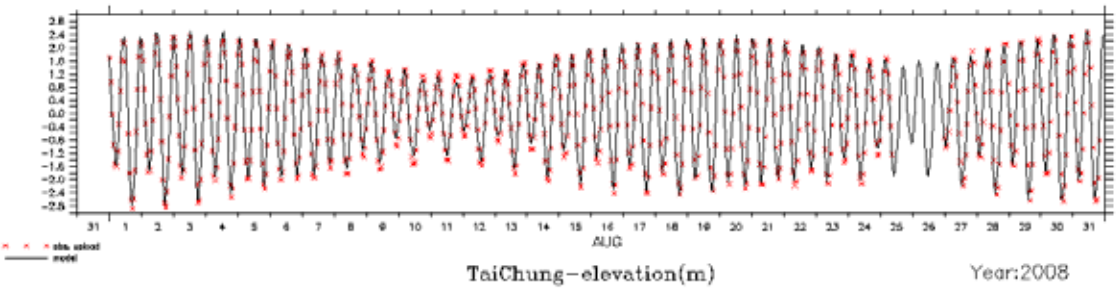


圖 3.5-99 台中港 2008 年 8 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

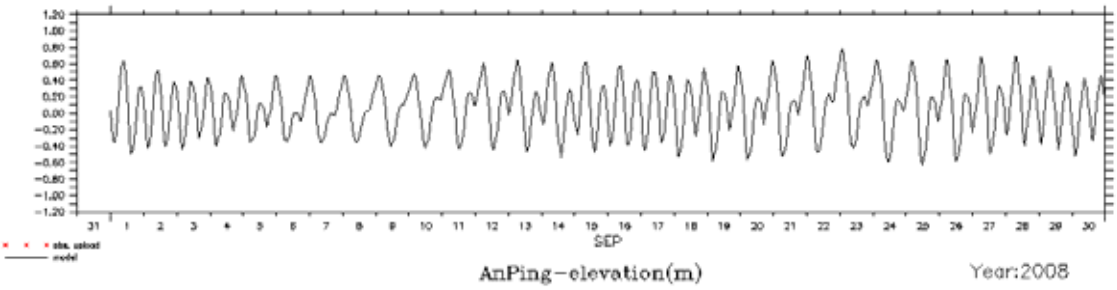


圖 3.5-100 安平港 2008 年 9 月台灣海域模式結果圖

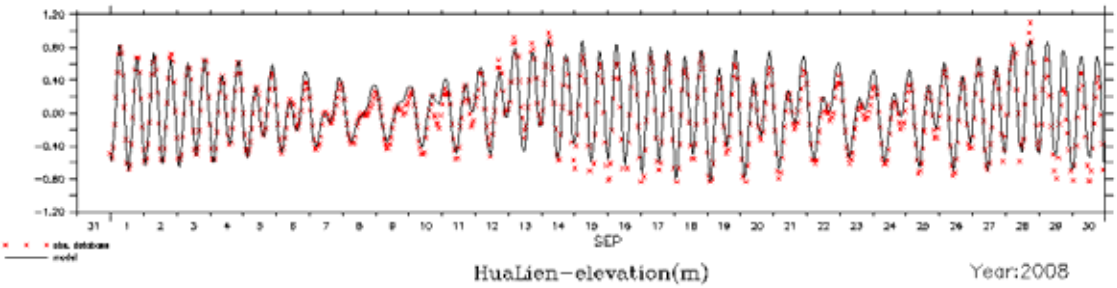


圖 3.5-101 花蓮港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

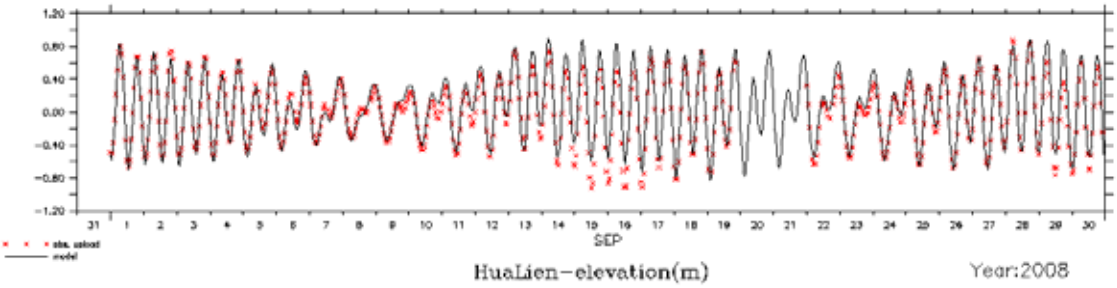


圖 3.5-102 花蓮港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

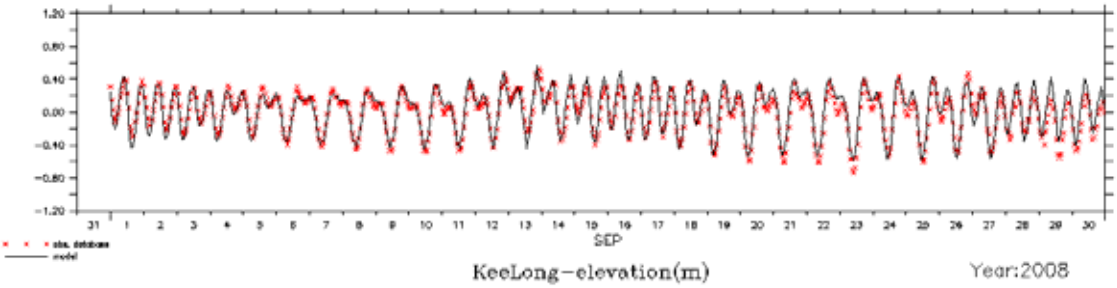


圖 3.5-103 基隆港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

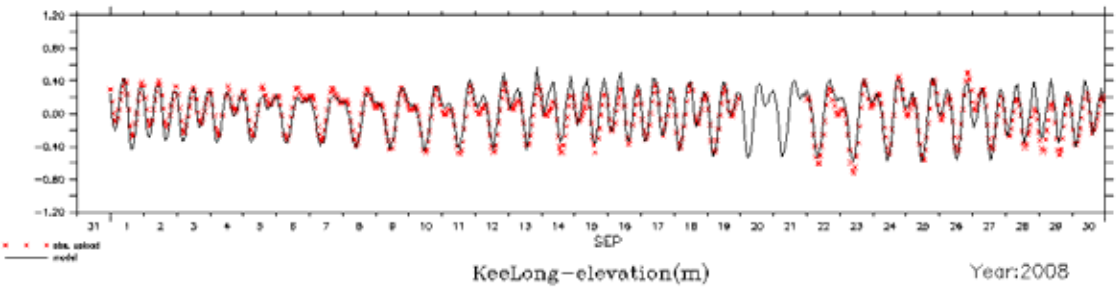


圖 3.5-104 基隆港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

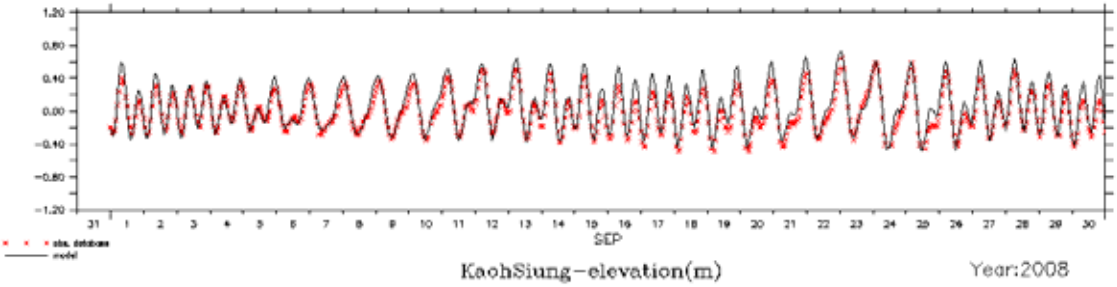


圖 3.5-105 高雄港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

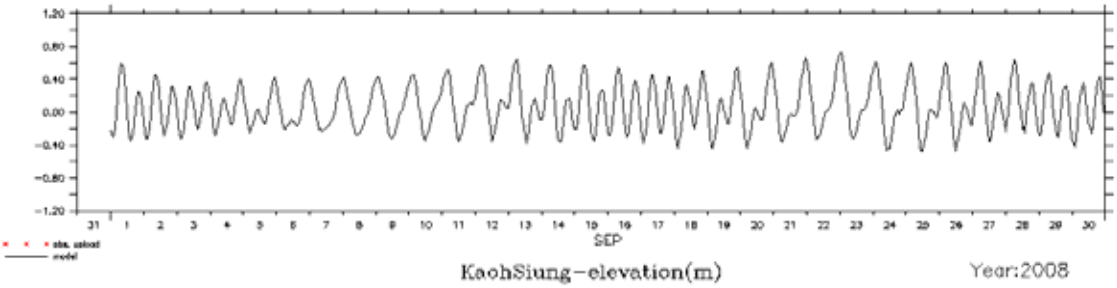


圖 3.5-106 高雄港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

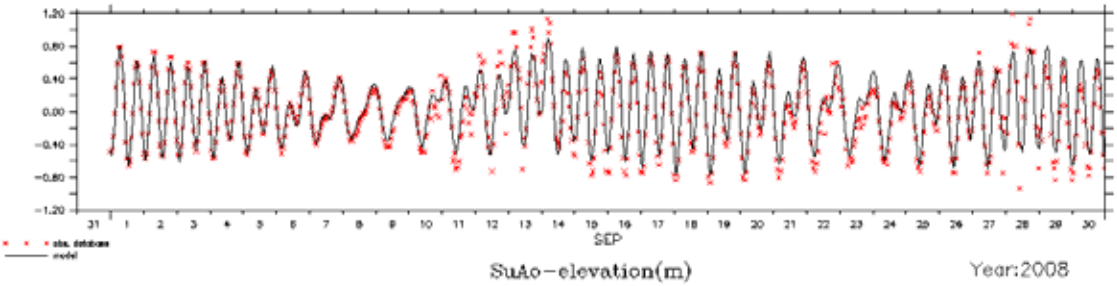


圖 3.5-107 蘇澳港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

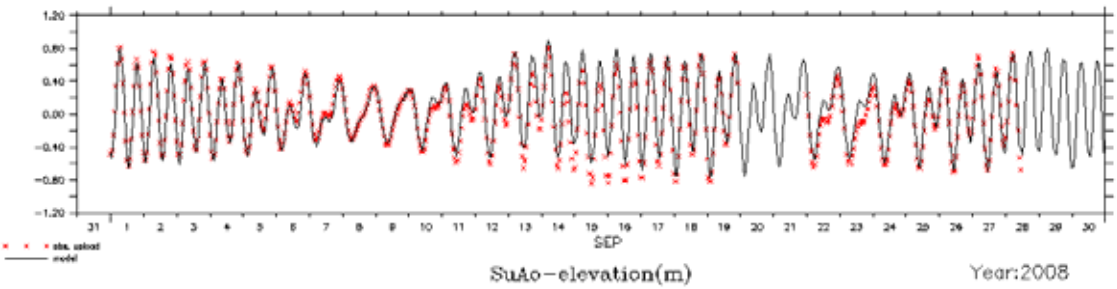


圖 3.5-108 蘇澳港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

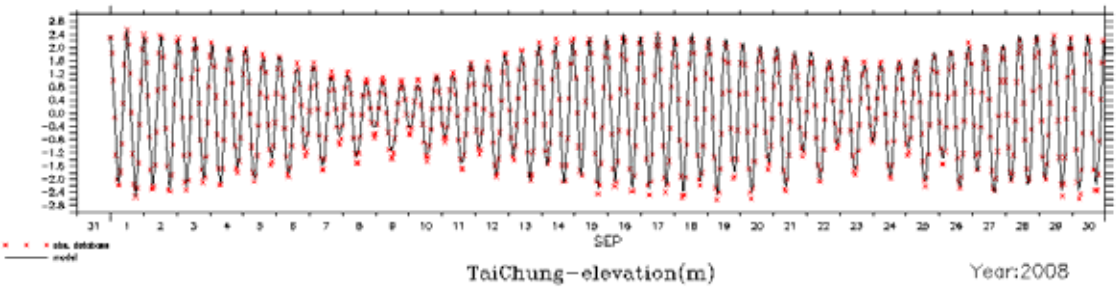


圖 3.5-109 台中港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

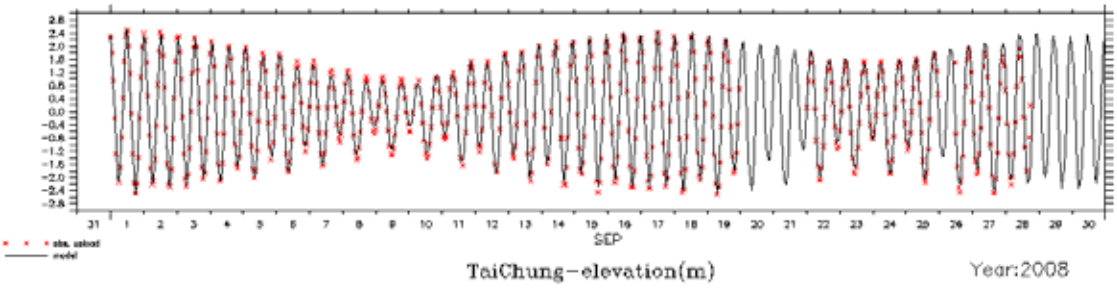


圖 3.5-110 台中港 2008 年 9 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

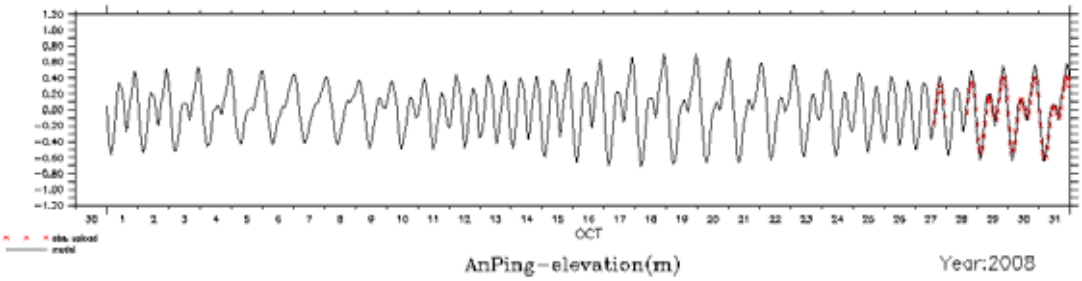


圖 3.5-111 安平港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

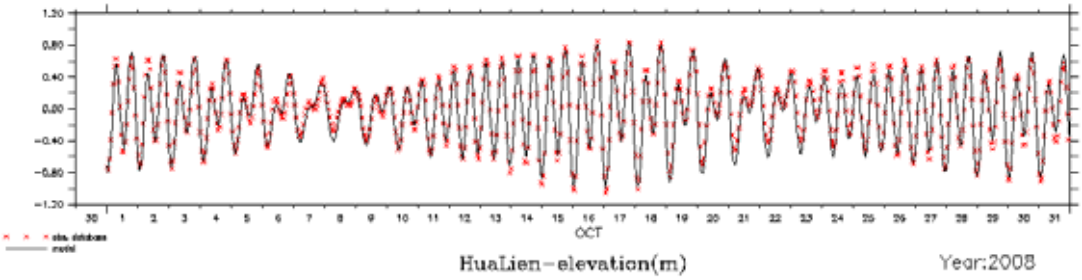


圖 3.5-112 花蓮港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

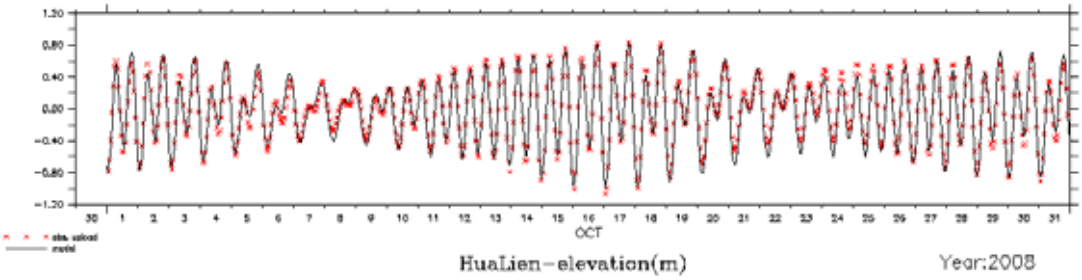


圖 3.5-113 花蓮港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

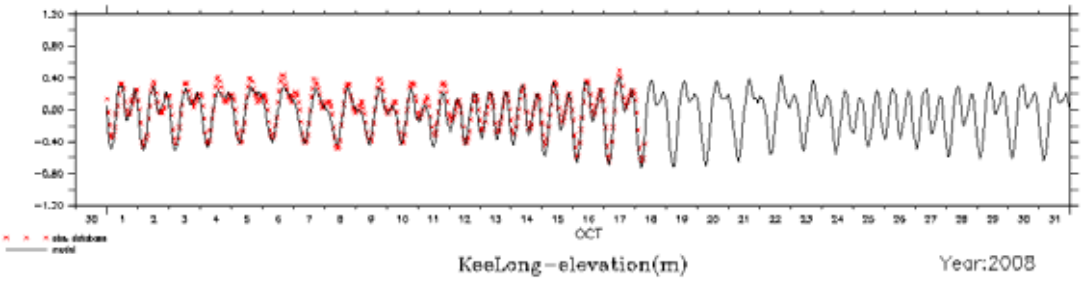


圖 3.5-114 基隆港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

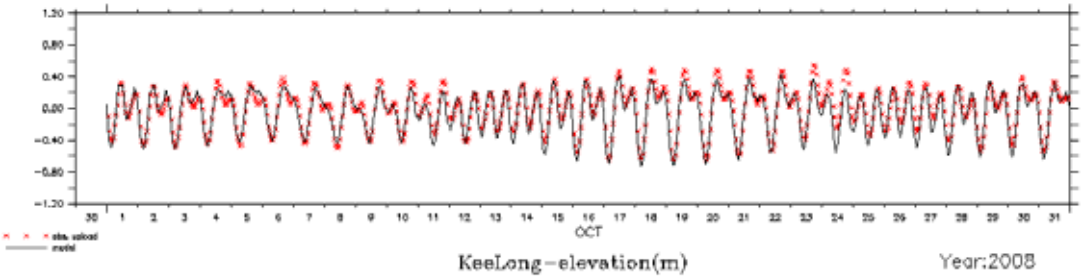


圖 3.5-115 基隆港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

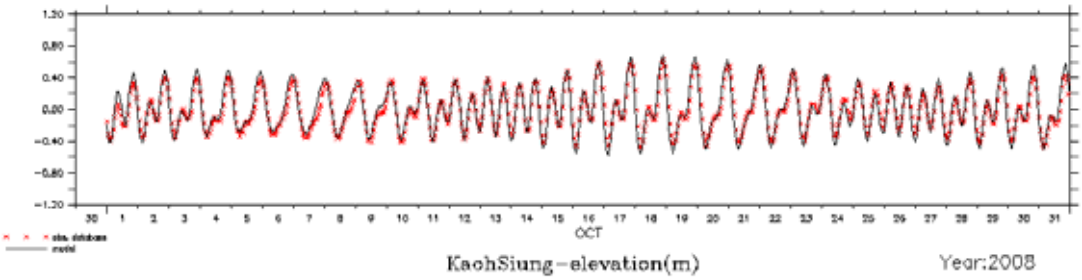


圖 3.5-116 高雄港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

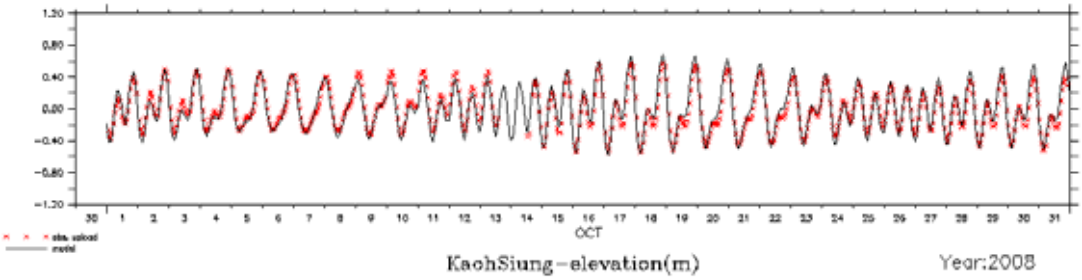


圖 3.5-117 高雄港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

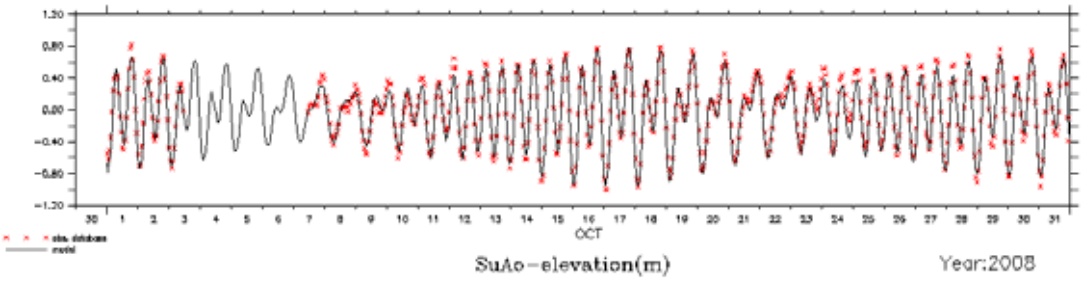


圖 3.5-118 蘇澳港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

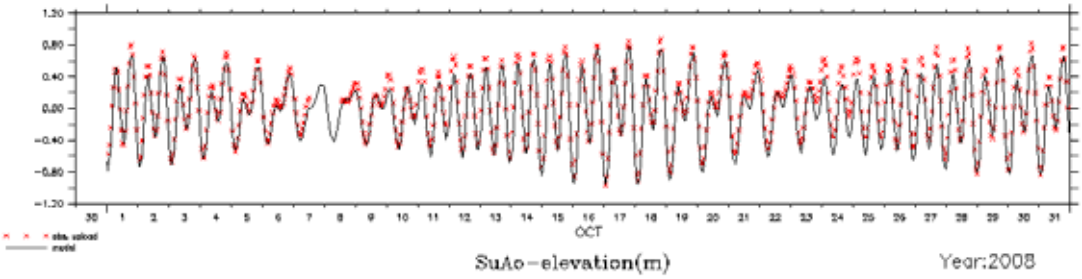


圖 3.5-119 蘇澳港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

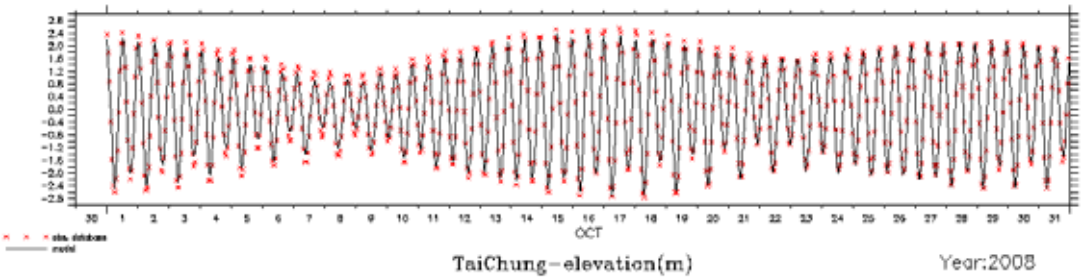


圖 3.5-120 台中港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

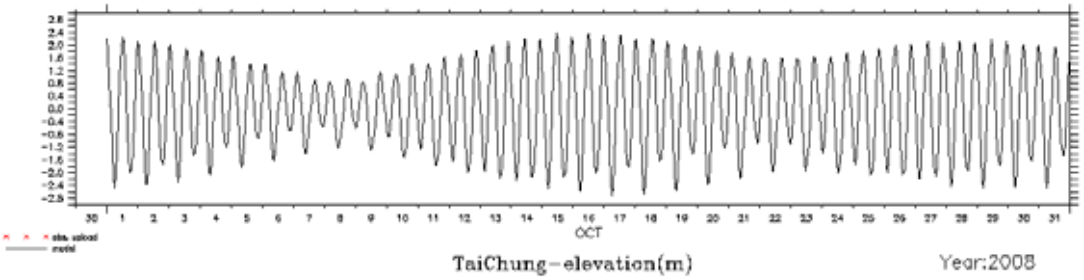


圖 3.5-121 台中港 2008 年 10 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

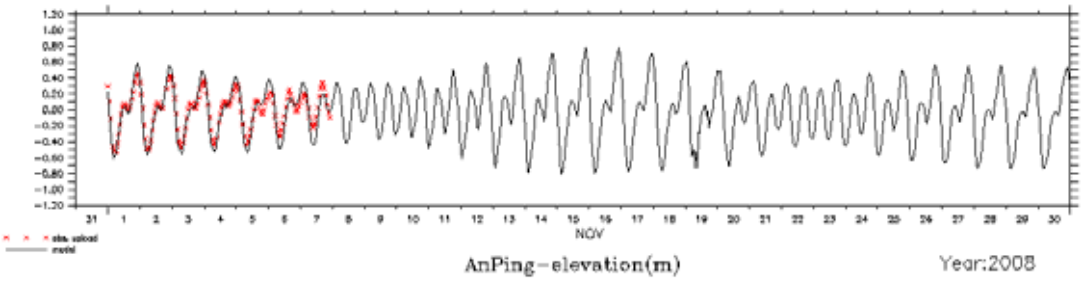


圖 3.5-122 安平港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

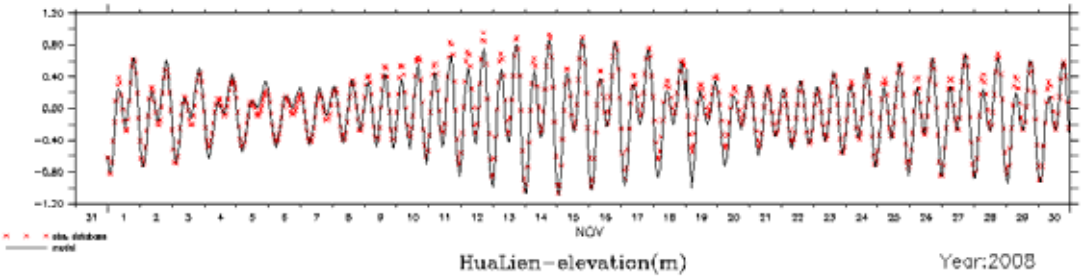


圖 3.5-123 花蓮港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

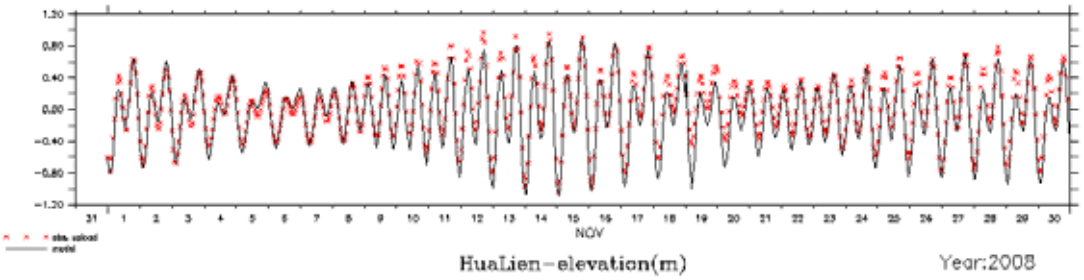


圖 3.5-124 花蓮港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

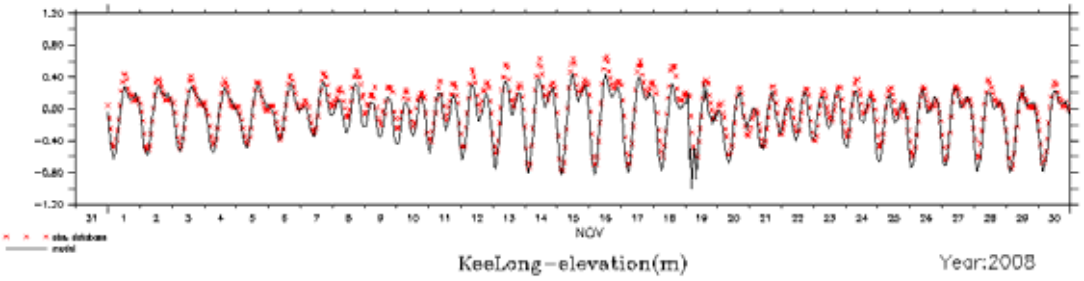


圖 3.5-125 基隆港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

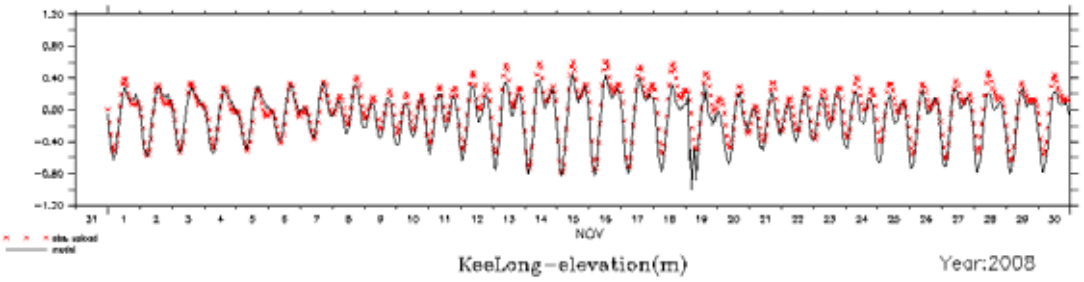


圖 3.5-126 基隆港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

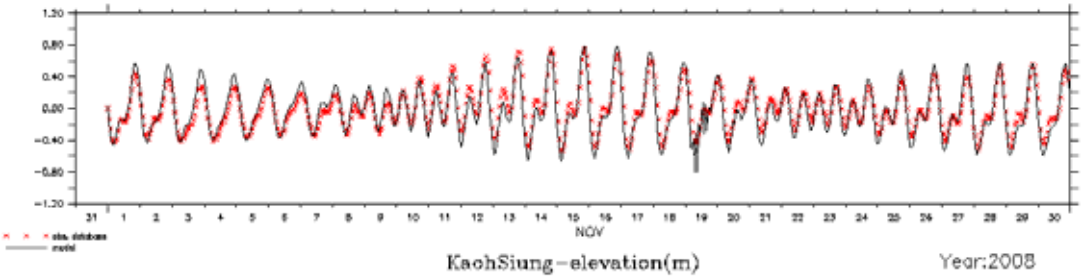


圖 3.5-127 高雄港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

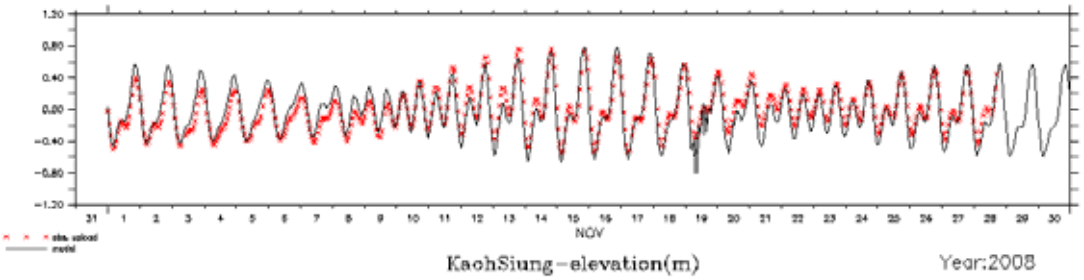


圖 3.5-128 高雄港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

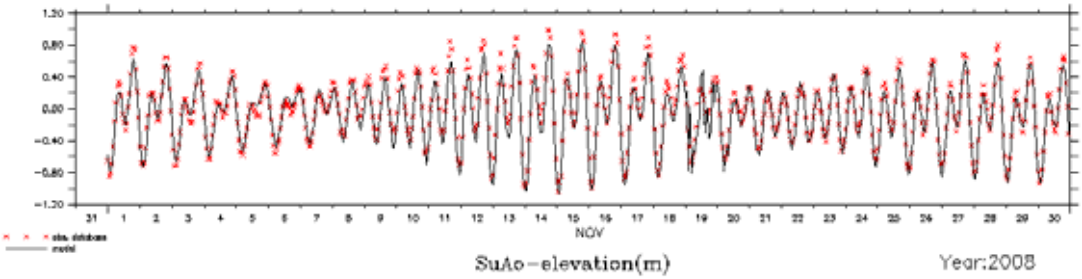


圖 3.5-129 蘇澳港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

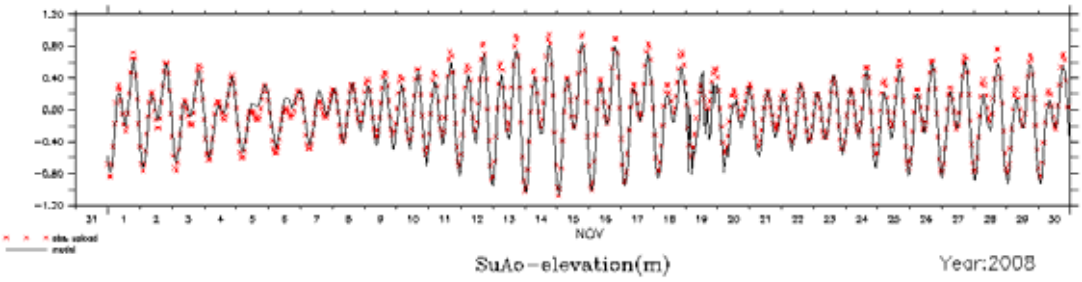


圖 3.5-130 蘇澳港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

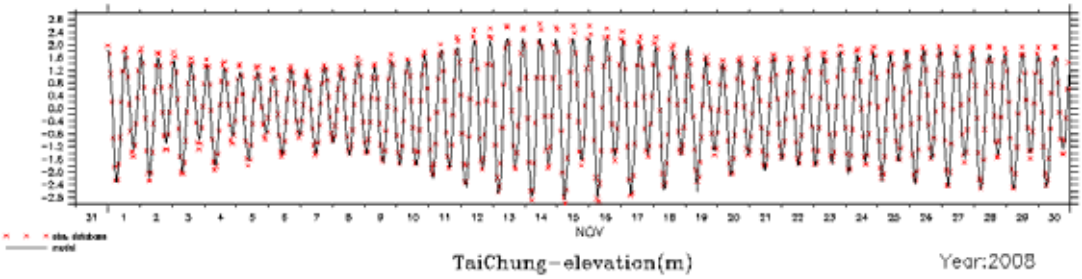


圖 3.5-131 台中港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與海情中心資料庫實測資料比對圖

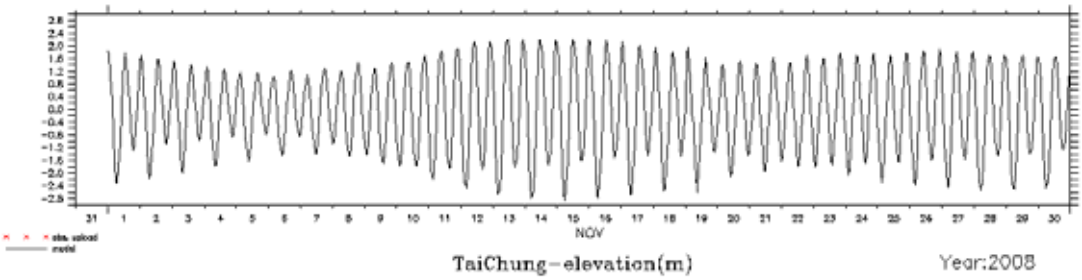


圖 3.5-132 台中港 2008 年 11 月台灣海域模式結果與上傳實測資料比對圖

3.6 海流模式成果評估

目前預報系統中，海流模式已完成西太平洋、台灣近海範圍預報，然此兩個範圍的模式解析度過大，並無法解析近岸及港區海流，與港研中心的近岸海流測站比對效果不佳，僅能提供近岸海流所需之邊界條件，圖 3.6-1 至圖 3.6-72 為 2007 年 12 月至 2008 年 11 月整年度台灣近海範圍模式結果與實測資料比對圖。表 3.6-1 為台灣近海模式結果與實測資料流速 r.m.s 統計表。

近岸海流目前完成台中港近岸及港區的上線作業，本年度計畫結束也會完成台北港及高雄港的上線作業，目前仍缺乏完整的實測資料進行比對及校驗，因此待未來近岸及港區海流模式建置且校驗完成後，會進行其預報成效的評估。

表 3.6-1 海流模式與實測資料 r.m.s 統計(公尺)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
2007 年 12 月	台灣海域	0.12	0.27	0.28	0.28	0.14	無資料
2008 年 1 月	台灣海域	0.13	0.28	0.28	0.24	0.14	無資料
2008 年 2 月	台灣海域	0.13	0.24	0.30	0.27	0.15	無資料
2008 年 3 月	台灣海域	0.12	0.25	0.29	0.29	0.15	無資料
2008 年 4 月	台灣海域	0.16	0.21	0.30	0.31	0.14	無資料
2008 年 5 月	台灣海域	0.13	0.23	0.30	0.27	0.14	無資料
2008 年 6 月	台灣海域	0.17	0.21	0.30	0.33	0.14	0.07
2008 年 7 月	台灣海域	0.19	0.23	0.32	無資料	0.15	0.32
2008 年 8 月	台灣海域	0.18	0.17	0.32	無資料	0.14	0.35
2008 年 9 月	台灣海域	0.18	0.21	0.33	0.08	0.15	0.48
2008 年 10 月	台灣海域	0.21	0.02	0.43	0.08	0.17	無資料
2008 年 11 月	台灣海域	0.15	0.02	0.41	0.08	0.17	無資料

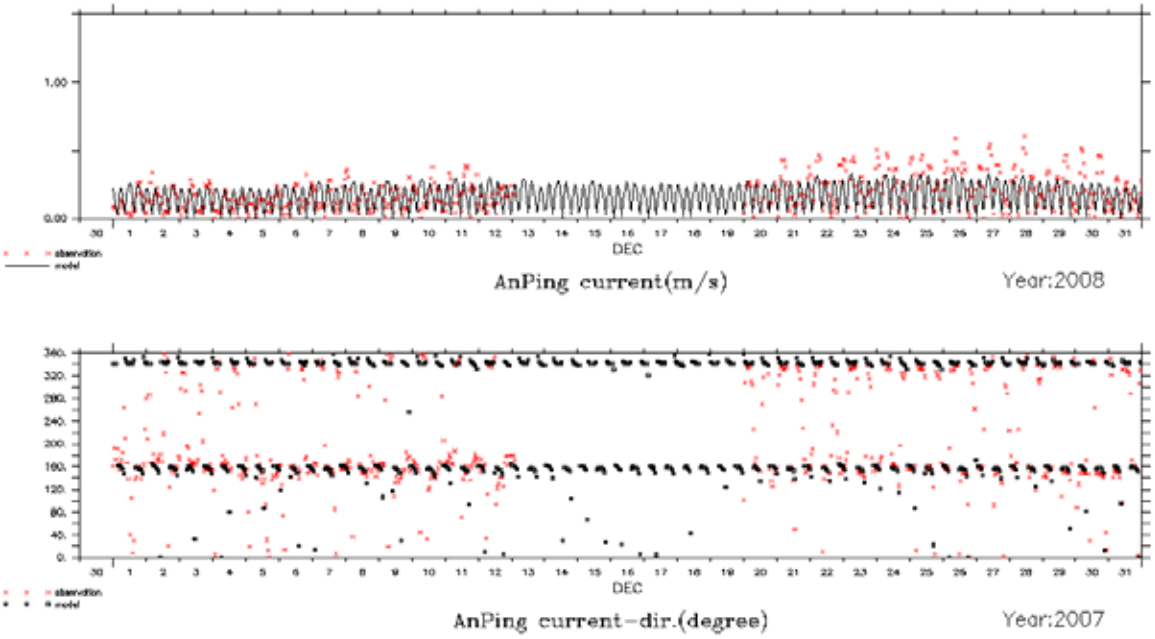


圖 3.6-1 安平港 2007 年 12 月模式與實測資料比對圖

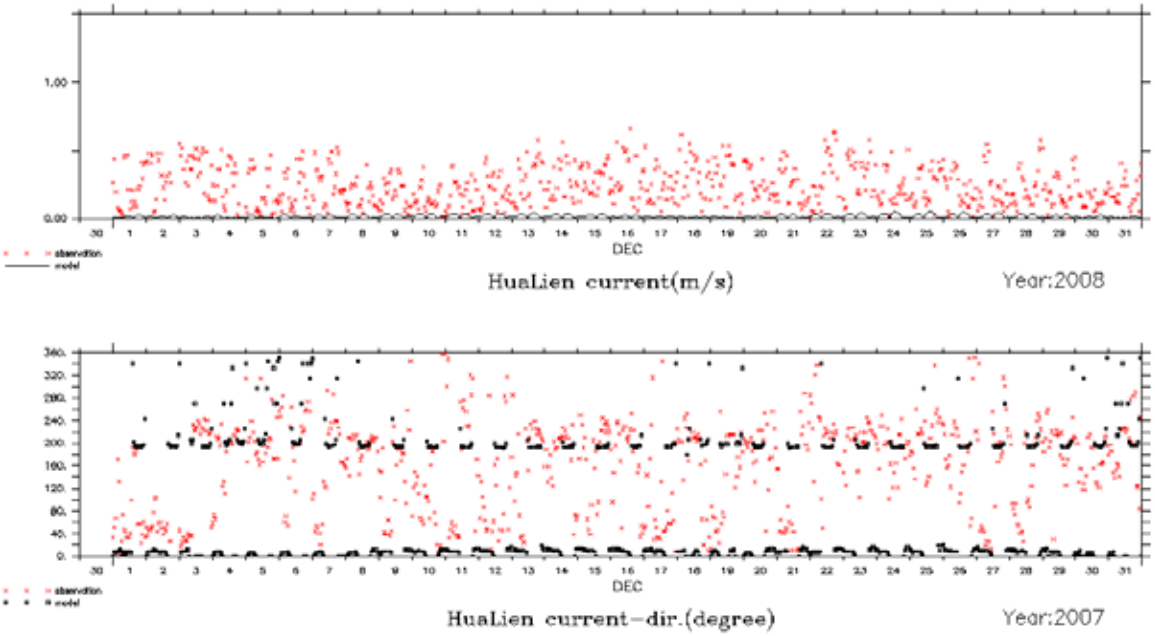


圖 3.6-2 花蓮港 2007 年 12 月模式與實測資料比對圖

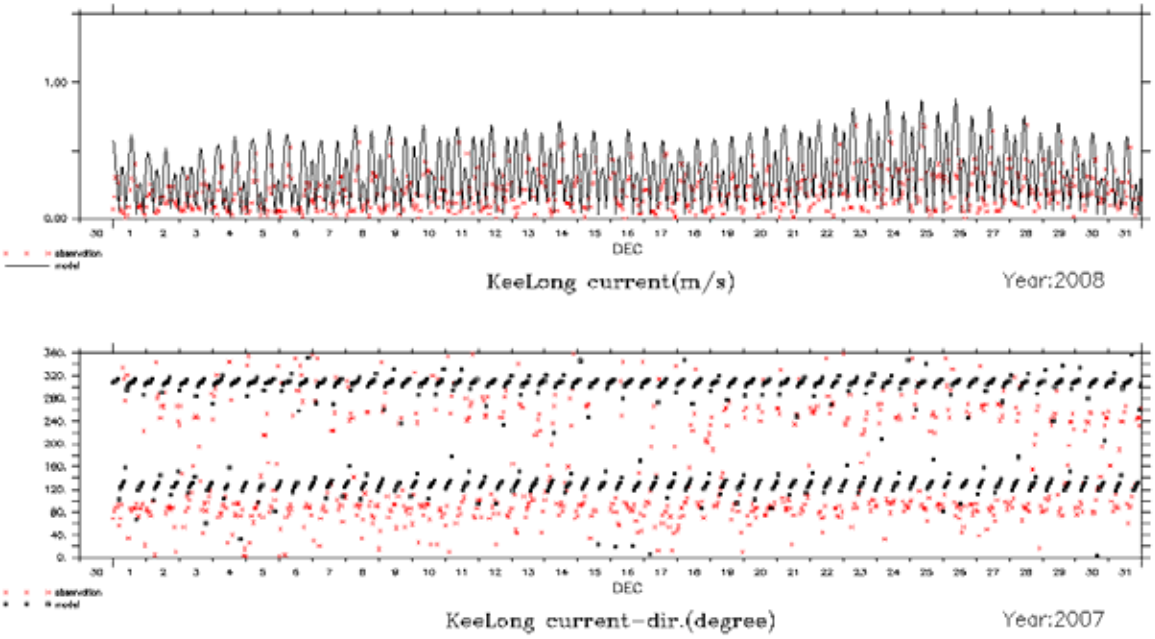


圖 3.6-3 基隆港 2007 年 12 月模式與實測資料比對圖

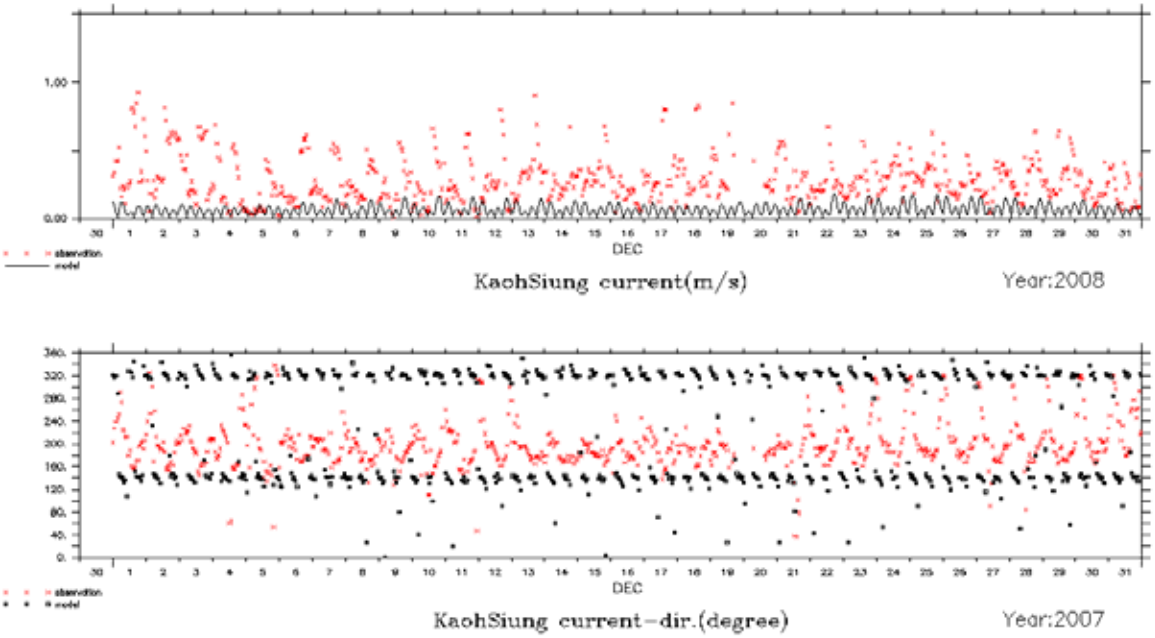


圖 3.6-4 高雄港 2007 年 12 月模式與實測資料比對圖

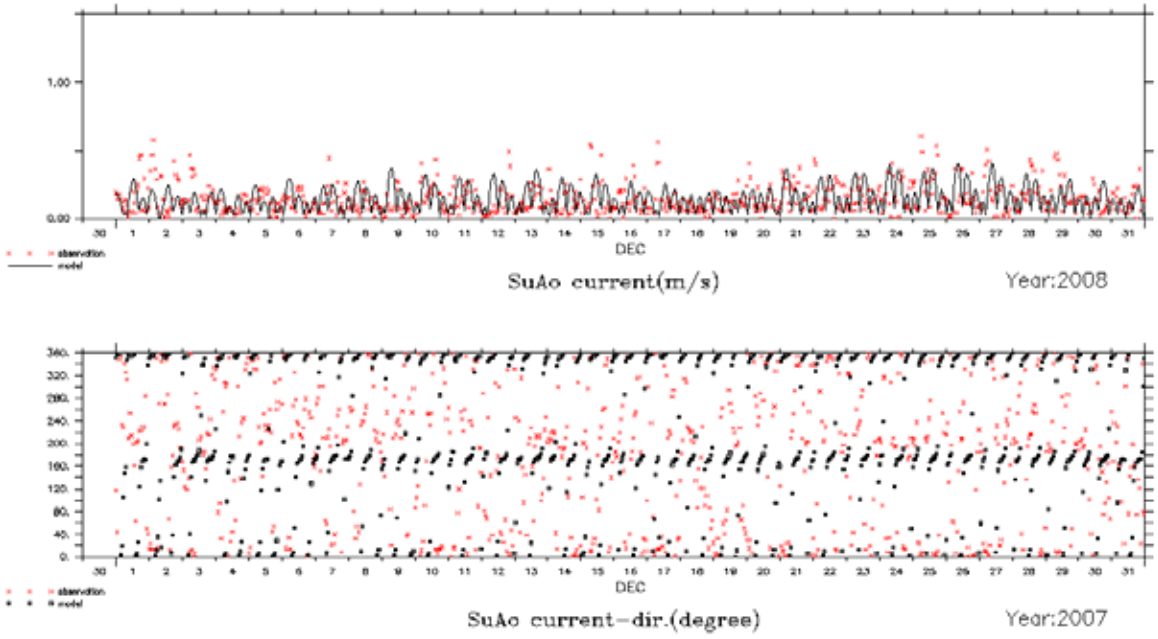


圖 3.6-5 蘇澳港 2007 年 12 月模式與實測資料比對圖

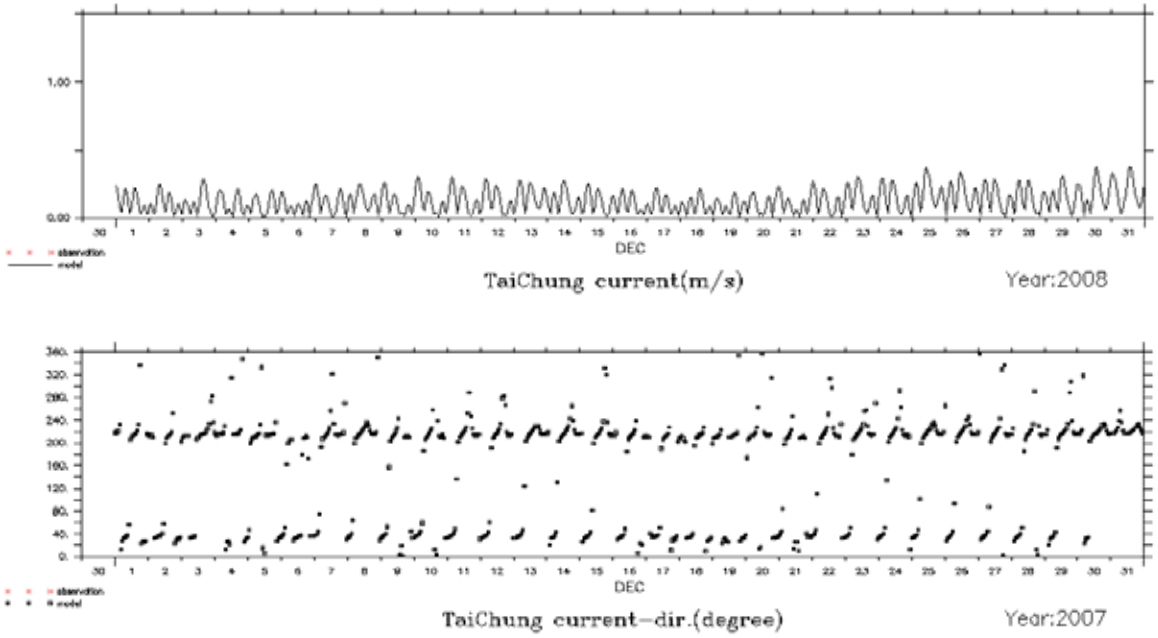


圖 3.6-6 台中港 2007 年 12 月模式與實測資料比對圖

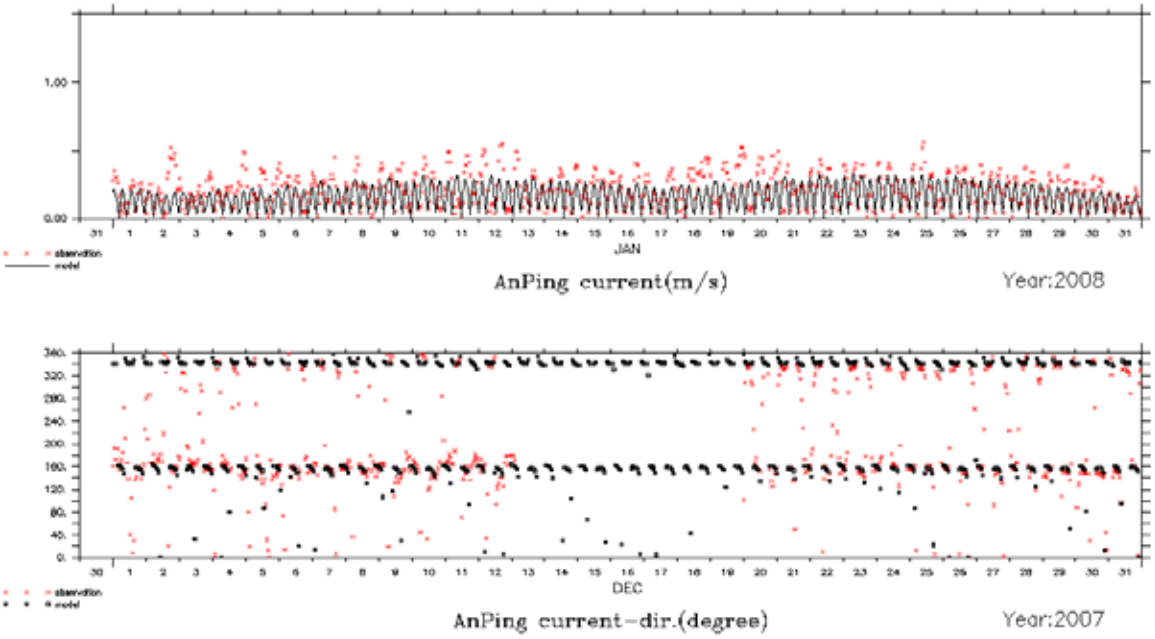


圖 3.6-7 安平港 2008 年 1 月模式與實測資料比對圖

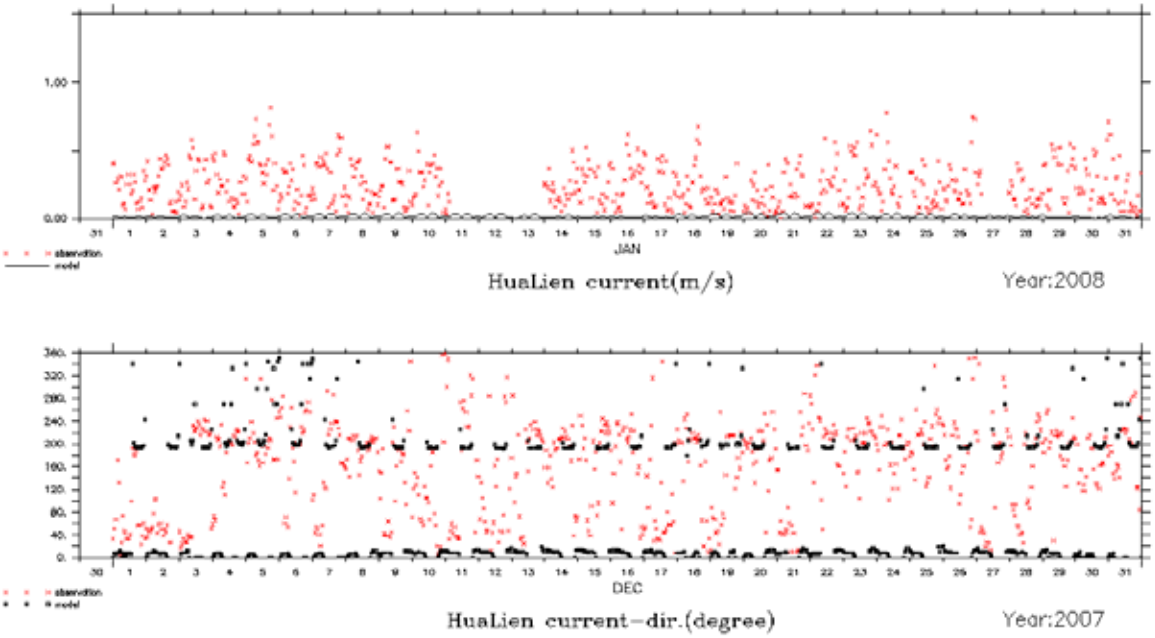


圖 3.6-8 花蓮港 2008 年 1 月模式與實測資料比對圖

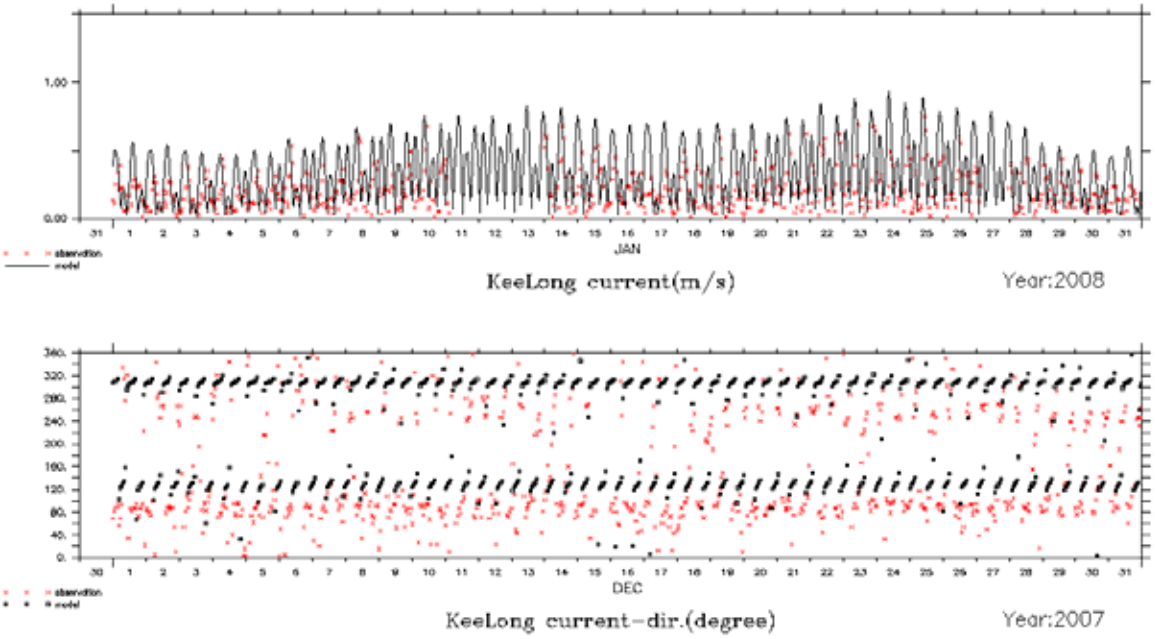


圖 3.6-9 基隆港 2008 年 1 月模式與實測資料比對圖

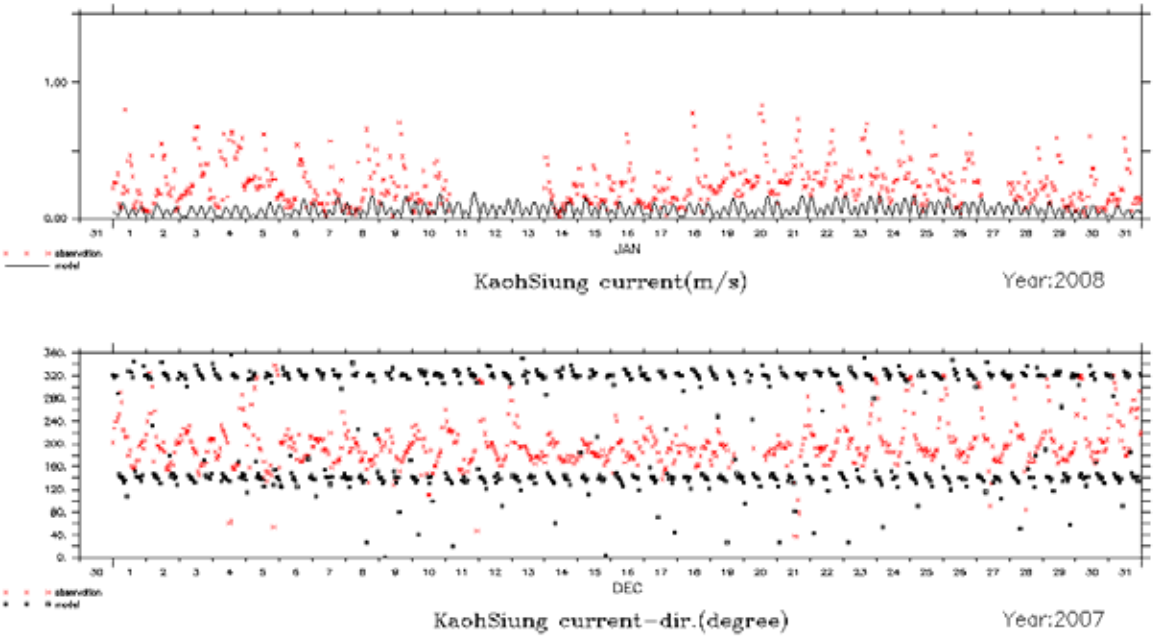


圖 3.6-10 高雄港 2008 年 1 月模式與實測資料比對圖

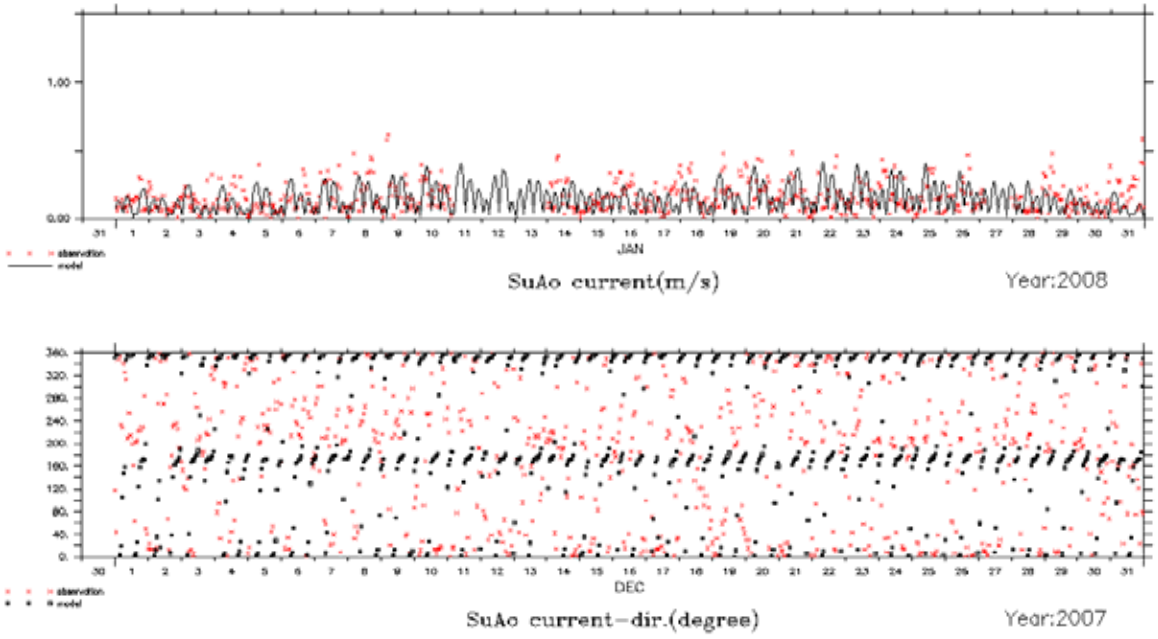


圖 3.6-11 蘇澳港 2008 年 1 月模式與實測資料比對圖

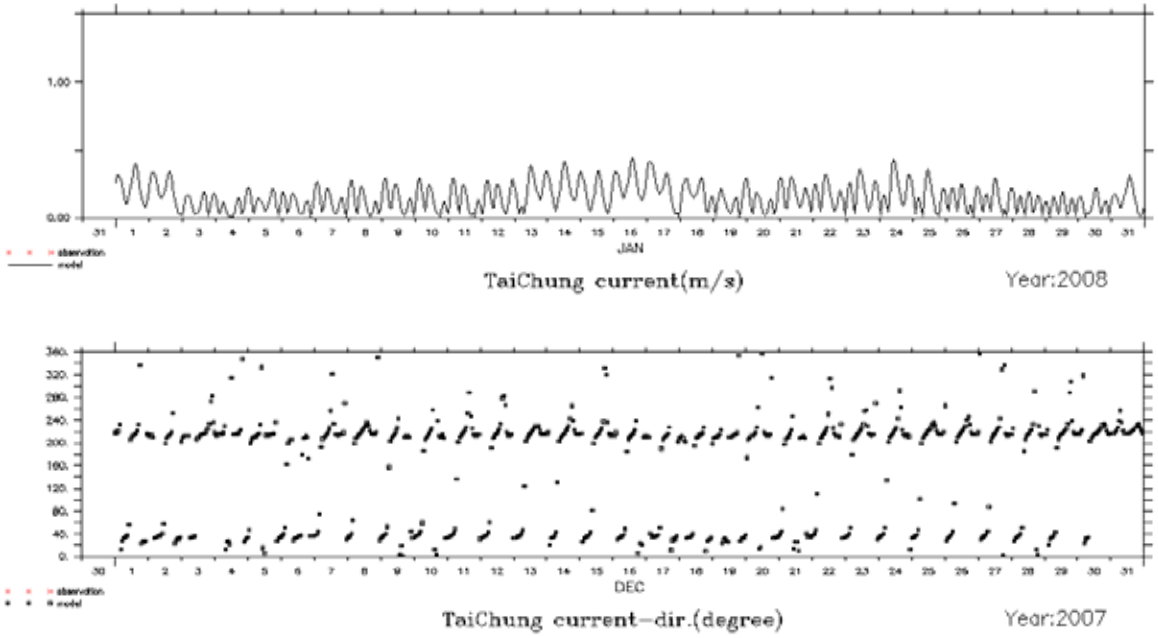


圖 3.6-12 台中港 2008 年 1 月模式與實測資料比對圖

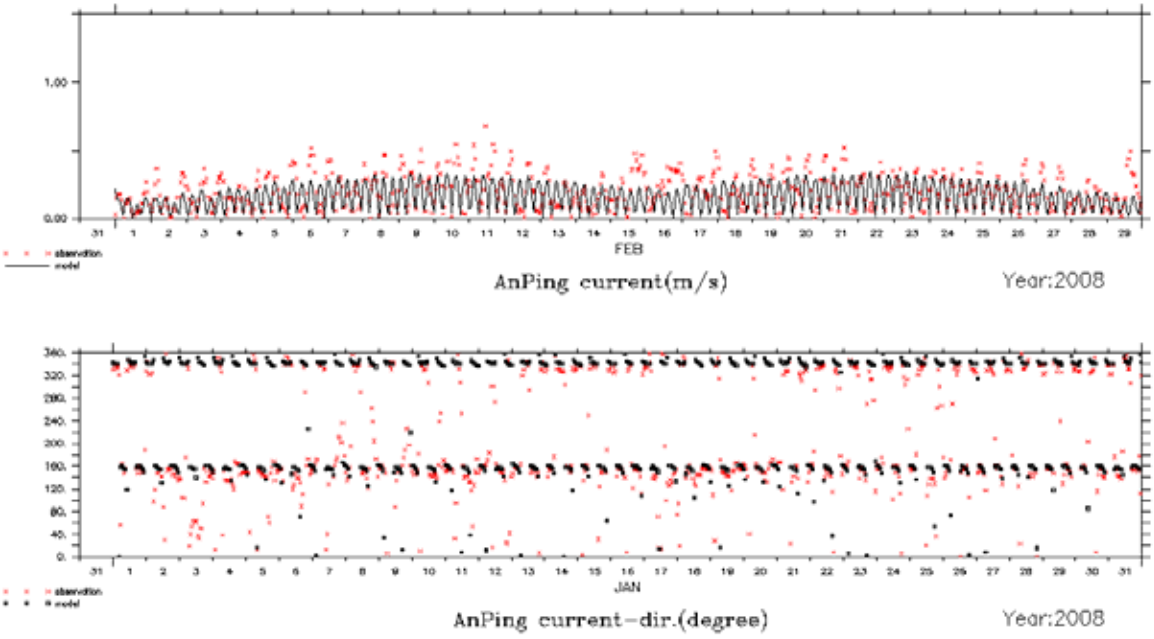


圖 3.6-13 安平港 2008 年 2 月模式與實測資料比對圖

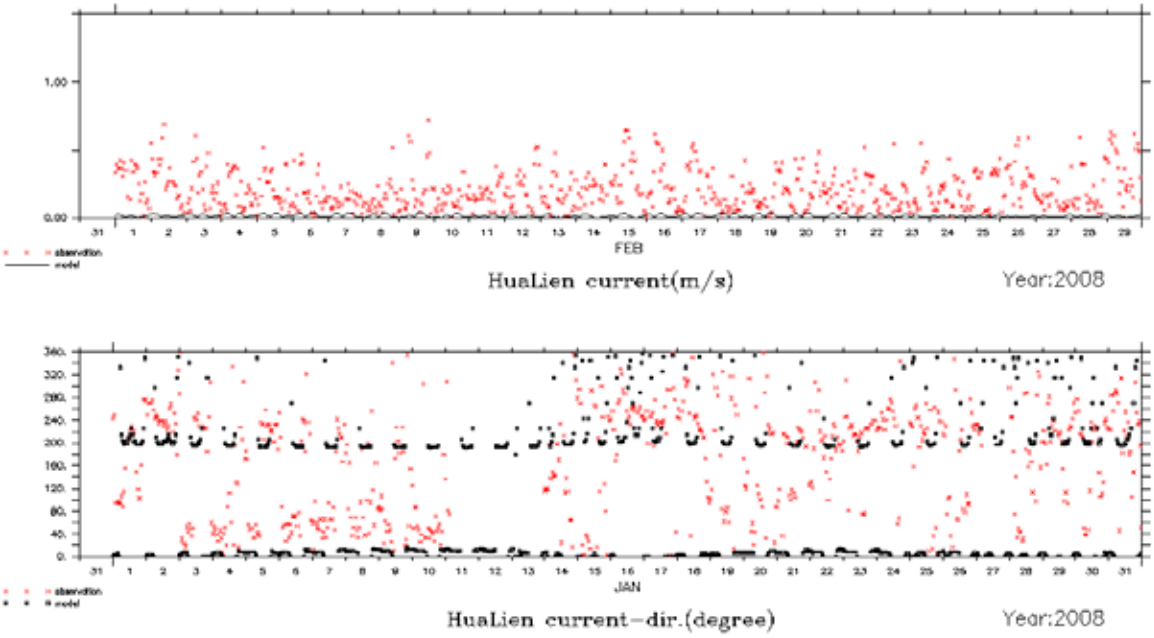


圖 3.6-14 花蓮港 2008 年 2 月模式與實測資料比對圖

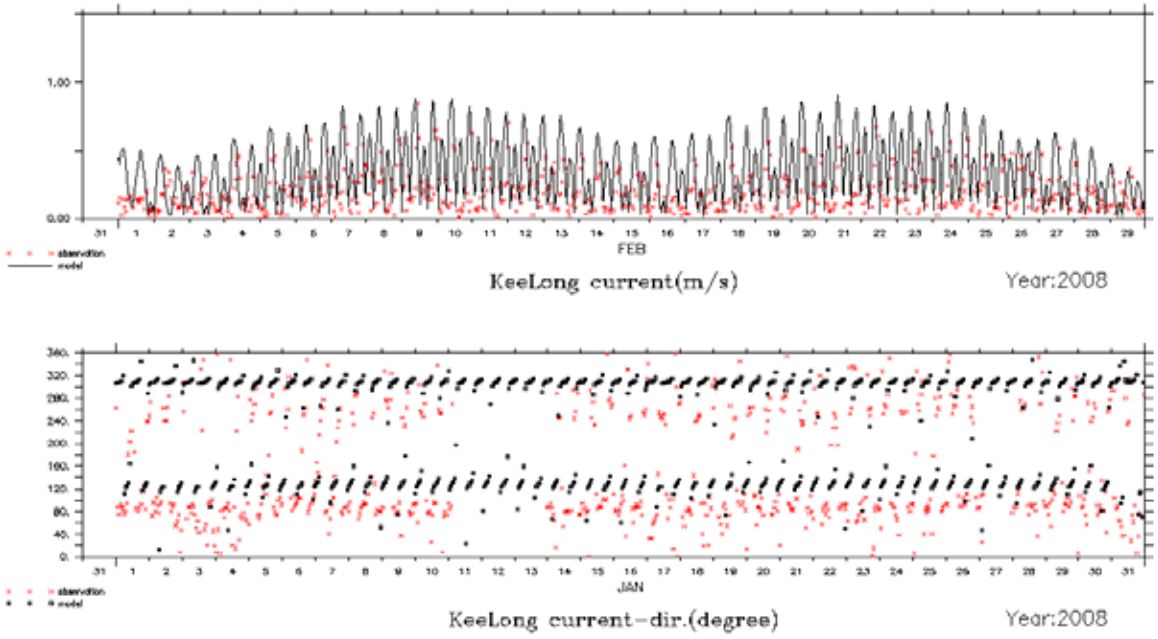


圖 3.6-15 基隆港 2008 年 2 月模式與實測資料比對圖

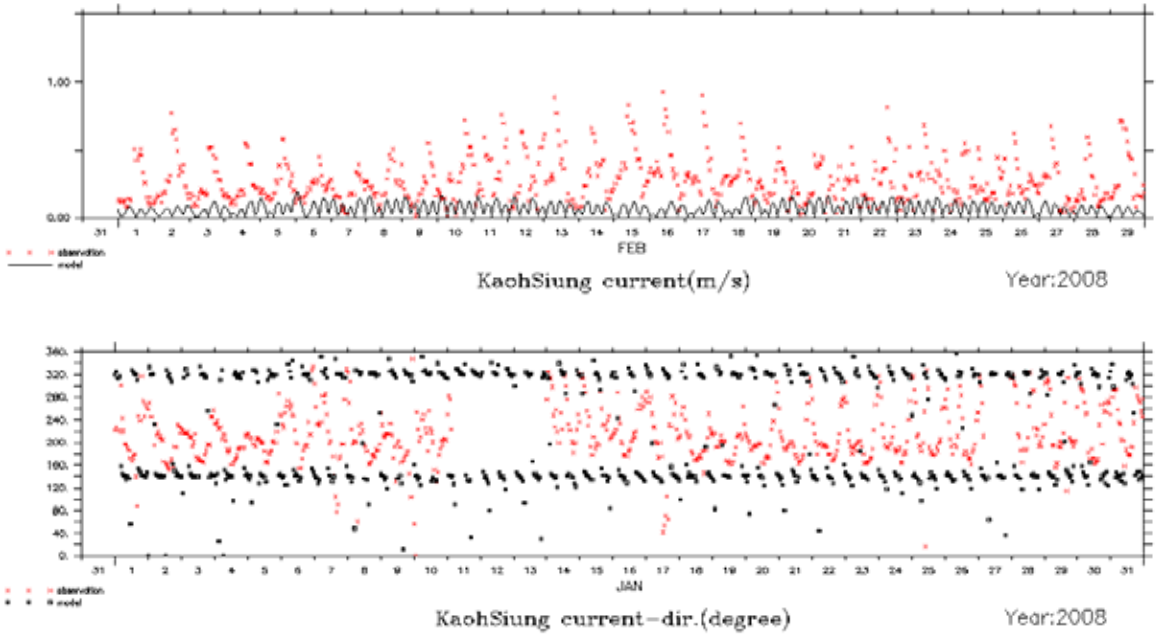


圖 3.6-16 高雄港 2008 年 2 月模式與實測資料比對圖

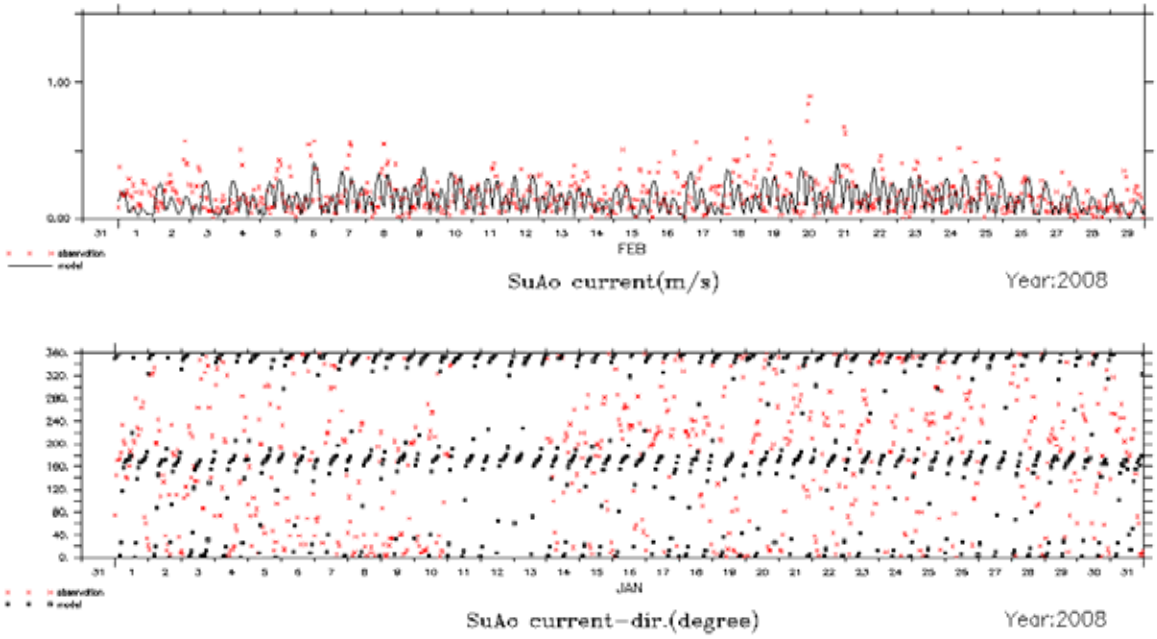


圖 3.6-17 蘇澳港 2008 年 2 月模式與實測資料比對圖

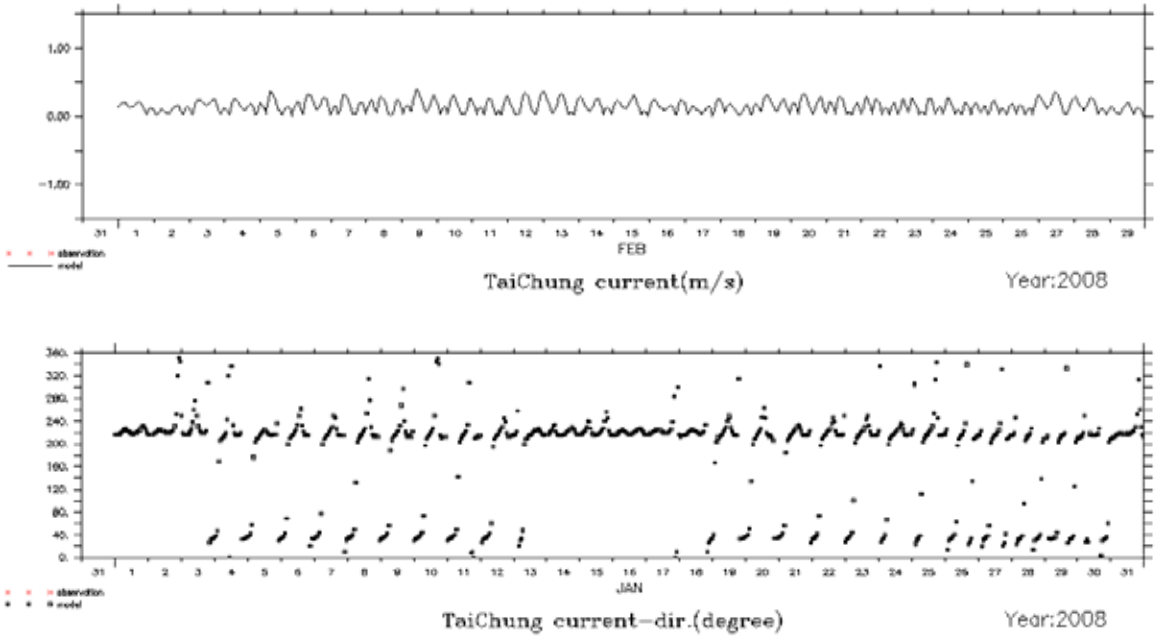


圖 3.6-18 台中港 2008 年 2 月模式與實測資料比對圖

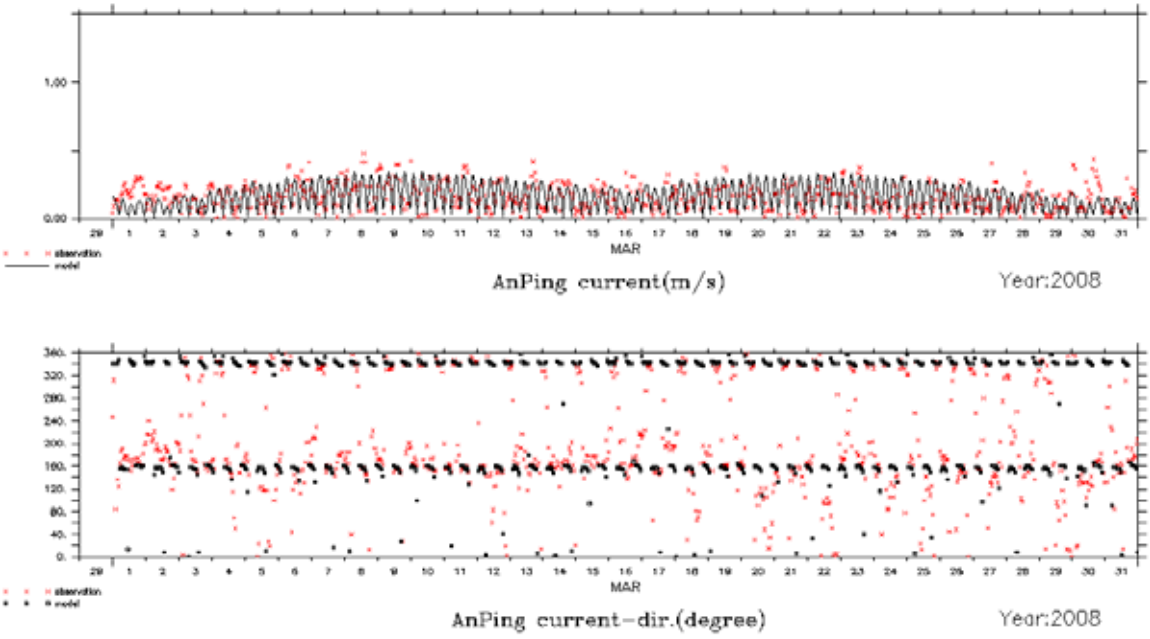


圖 3.6-19 安平港 2008 年 3 月模式與海實測資料比對圖

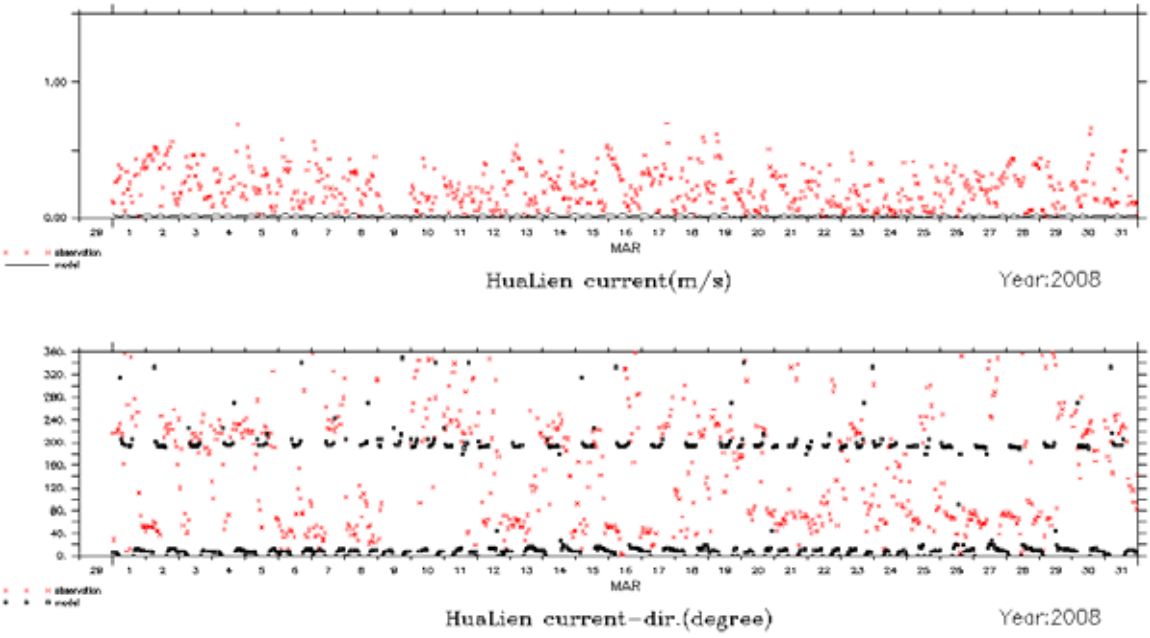


圖 3.6-20 花蓮港 2008 年 3 月模式與實測資料比對圖

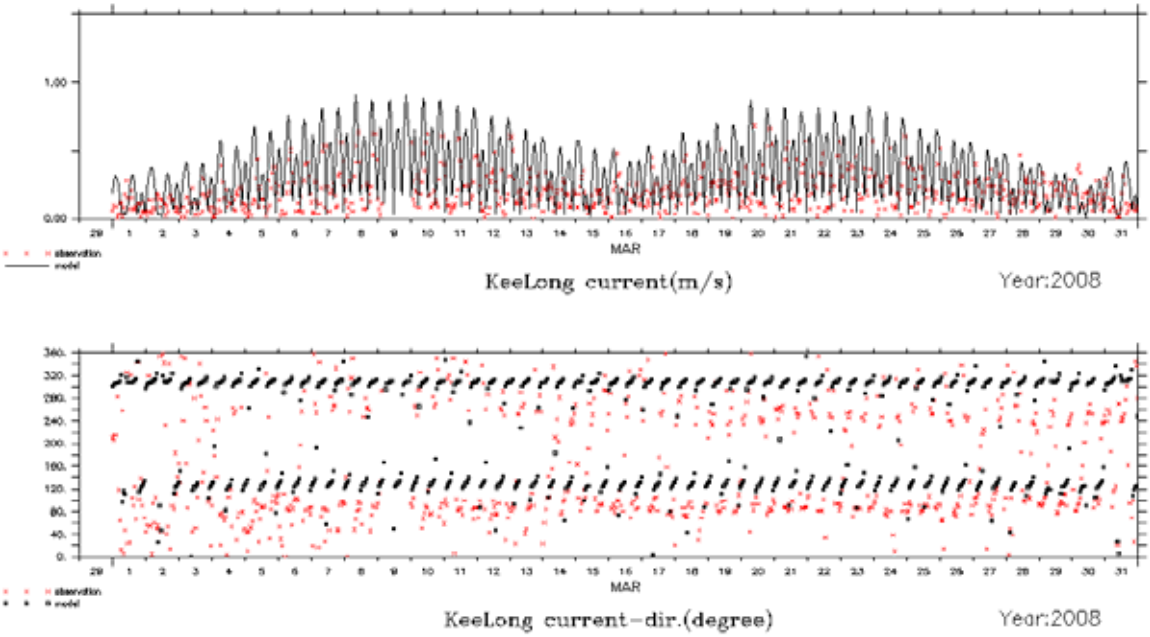


圖 3.6-21 基隆港 2008 年 3 月模式與實測資料比對圖

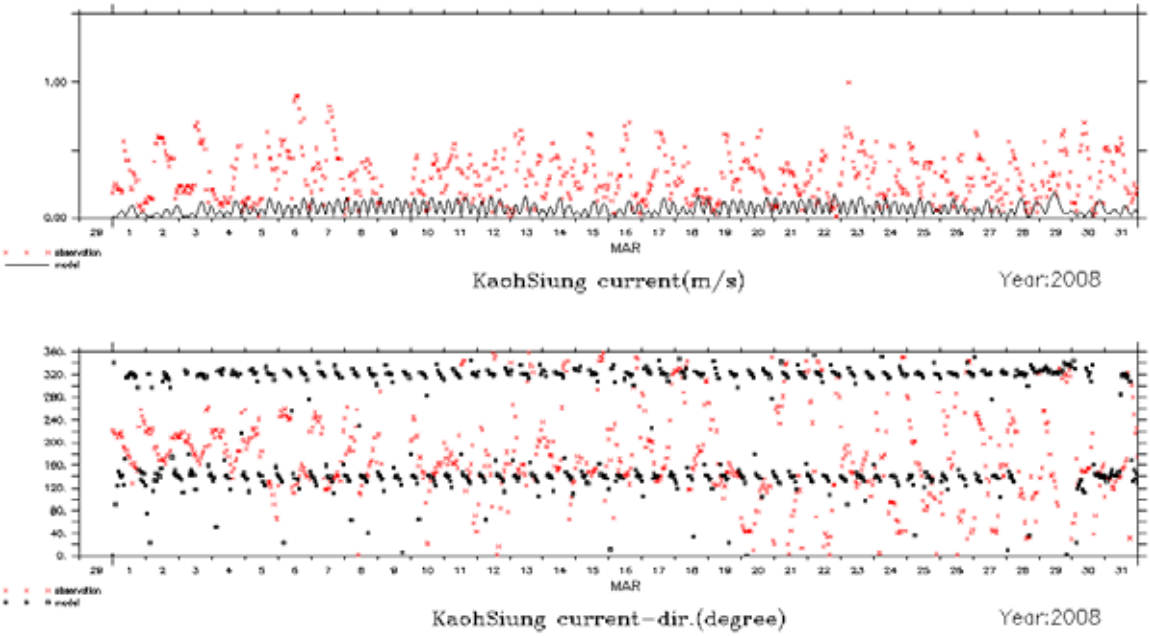


圖 3.6-22 高雄港 2008 年 3 月模式與實測資料比對圖

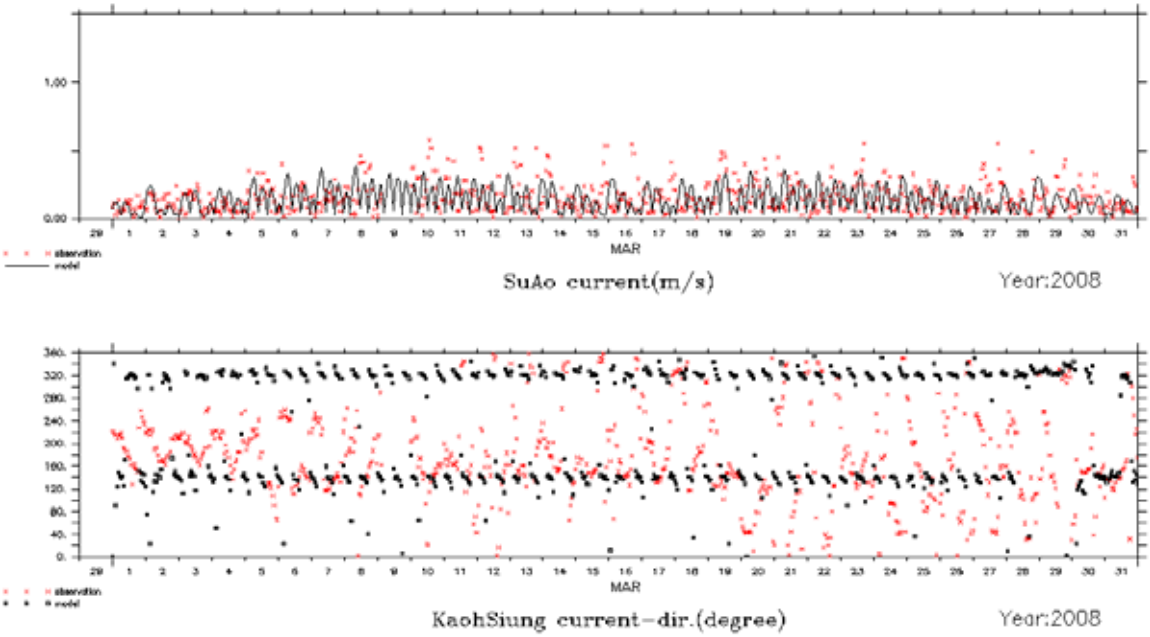


圖 3.6-23 蘇澳港 2008 年 3 月模式與實測資料比對圖

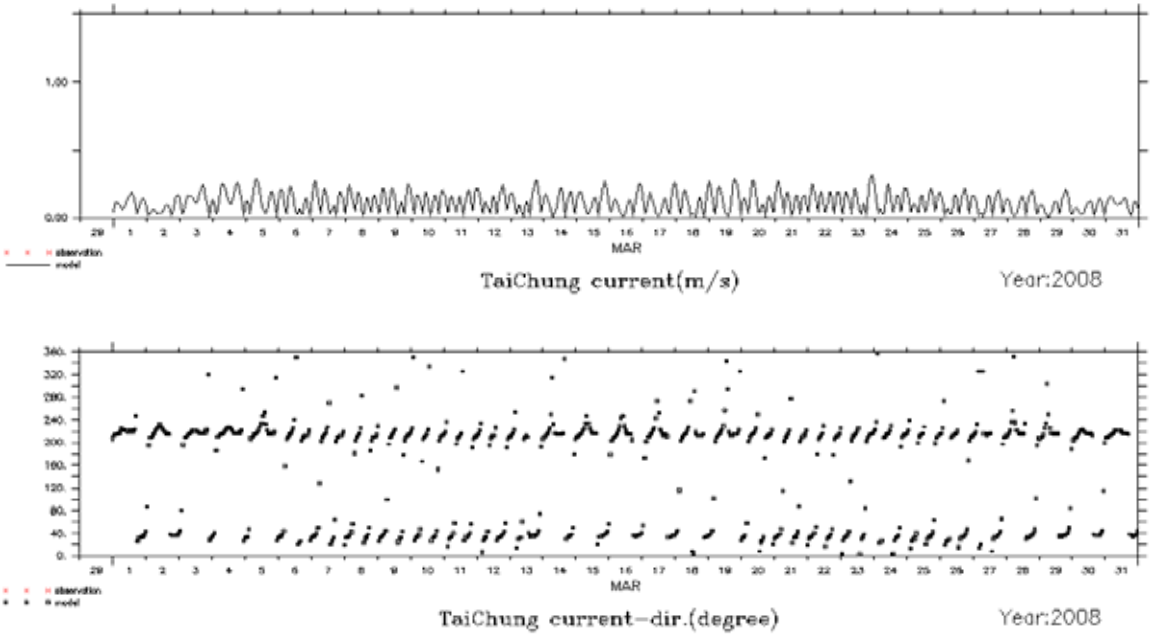


圖 3.6-24 台中港 2008 年 3 月模式與實測資料比對圖

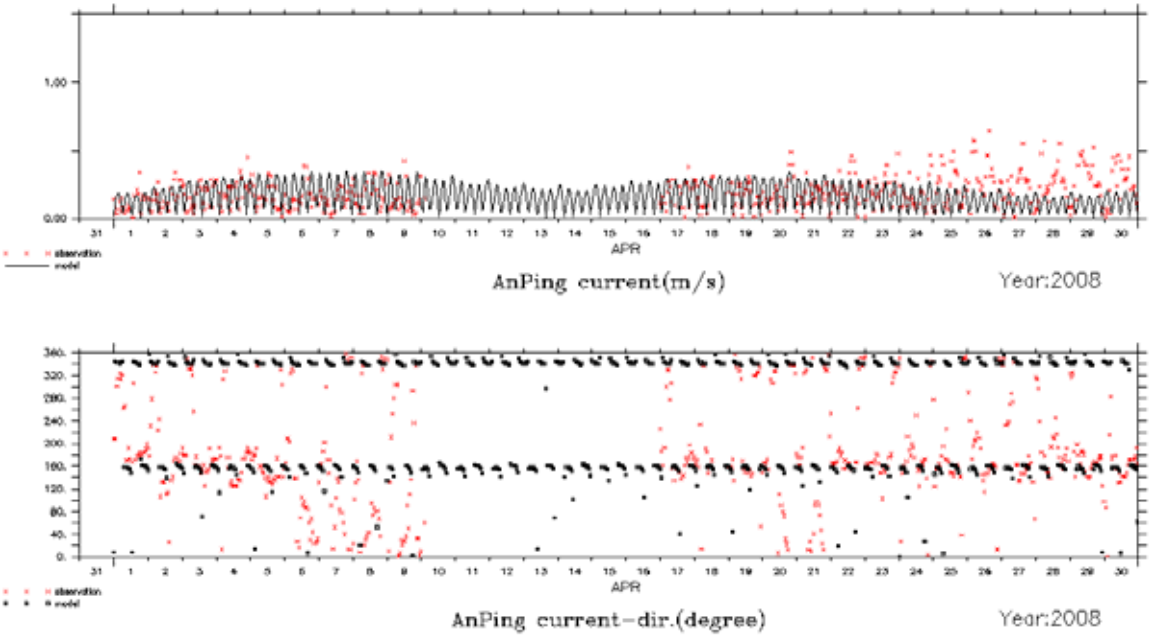


圖 3.6-25 安平港 2008 年 4 月模式與實測資料比對圖

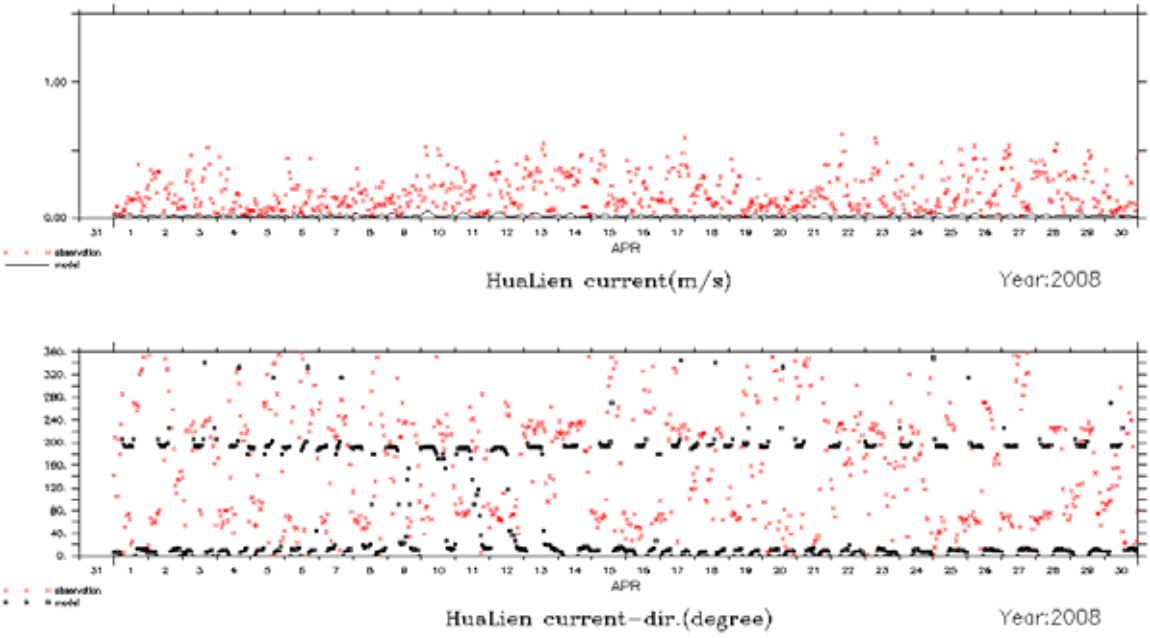


圖 3.6-26 花蓮港 2008 年 4 月模式與實測資料比對圖

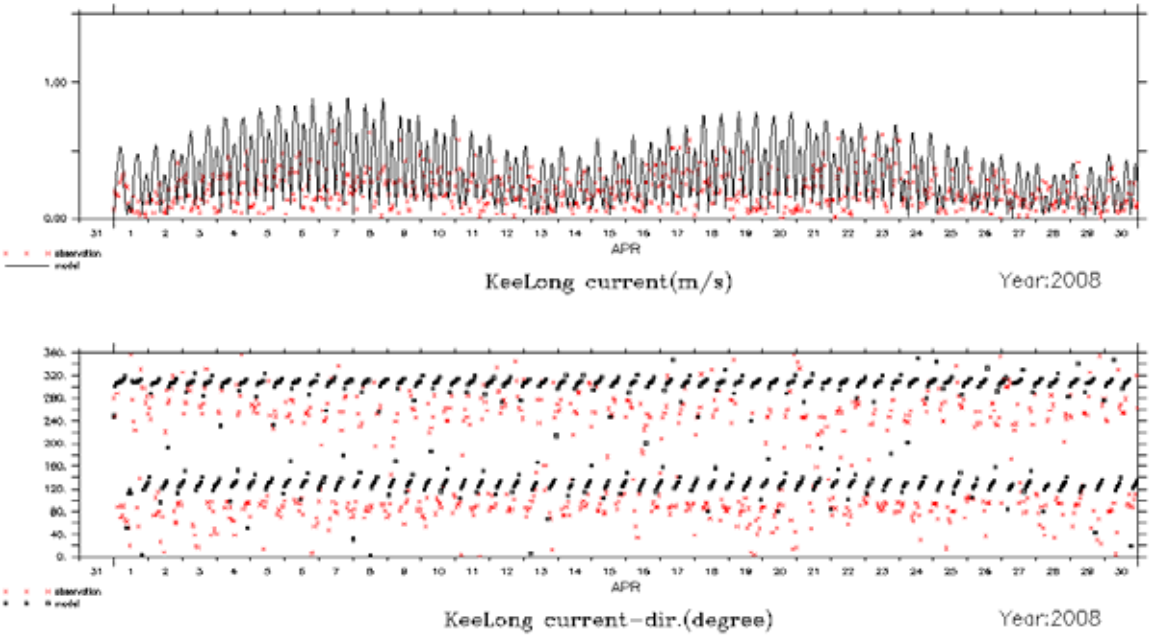


圖 3.6-27 基隆港 2008 年 4 月模式與實測資料比對圖

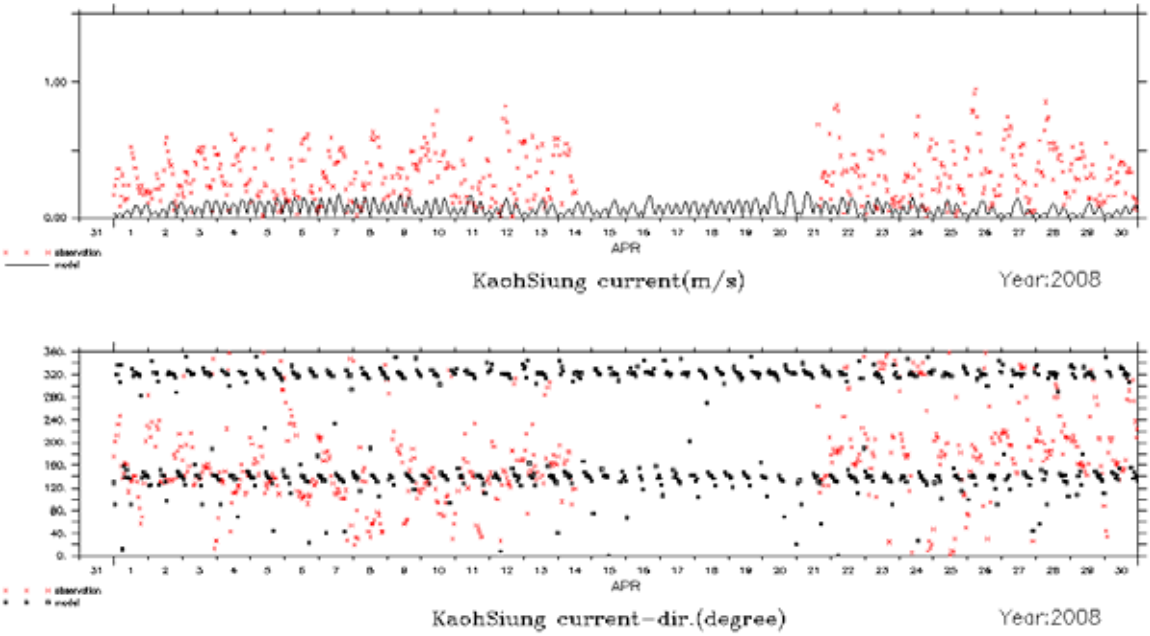


圖 3.6-28 高雄港 2008 年 4 月模式與實測資料比對圖

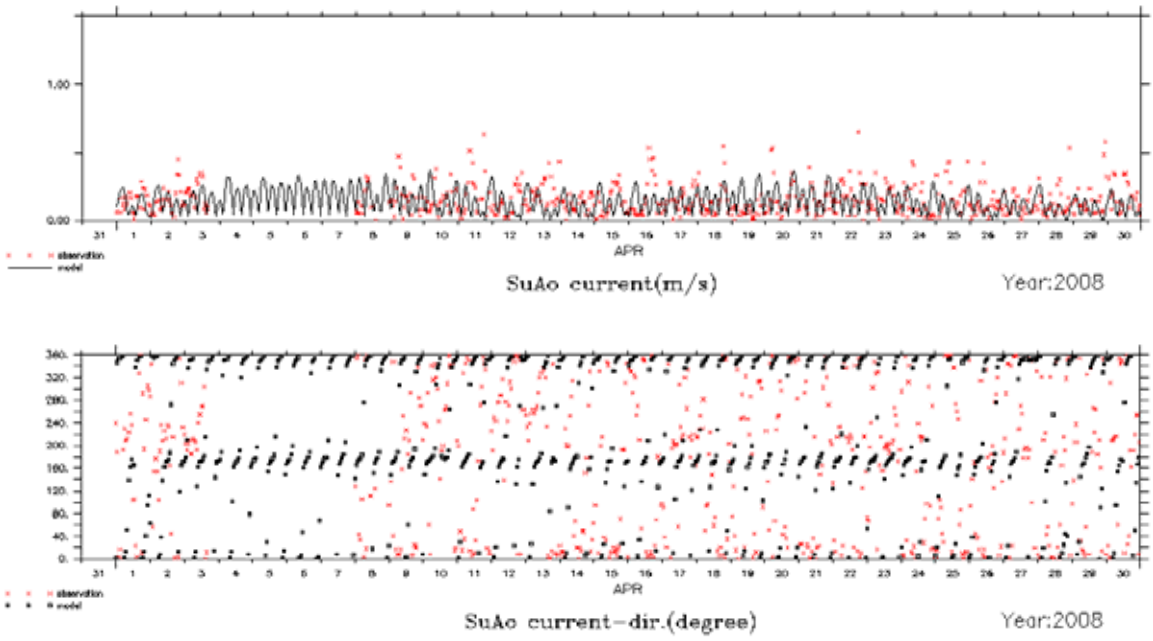


圖 3.6-29 蘇澳港 2008 年 4 月模式與實測資料比對圖

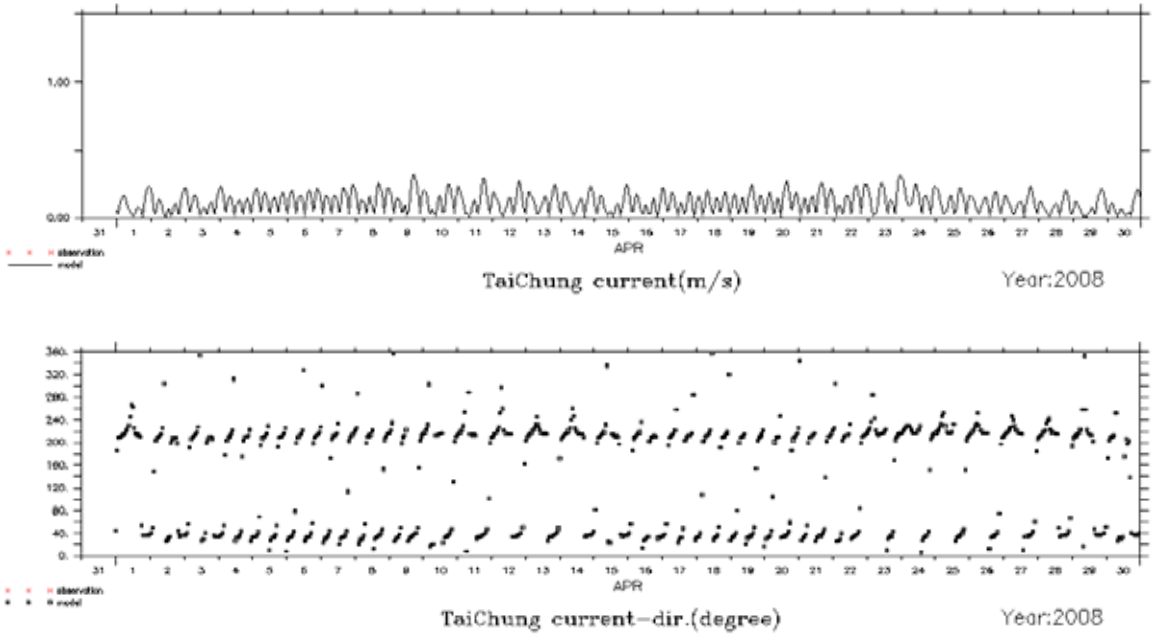


圖 3.6-30 台中港 2008 年 4 月模式與實測資料比對圖

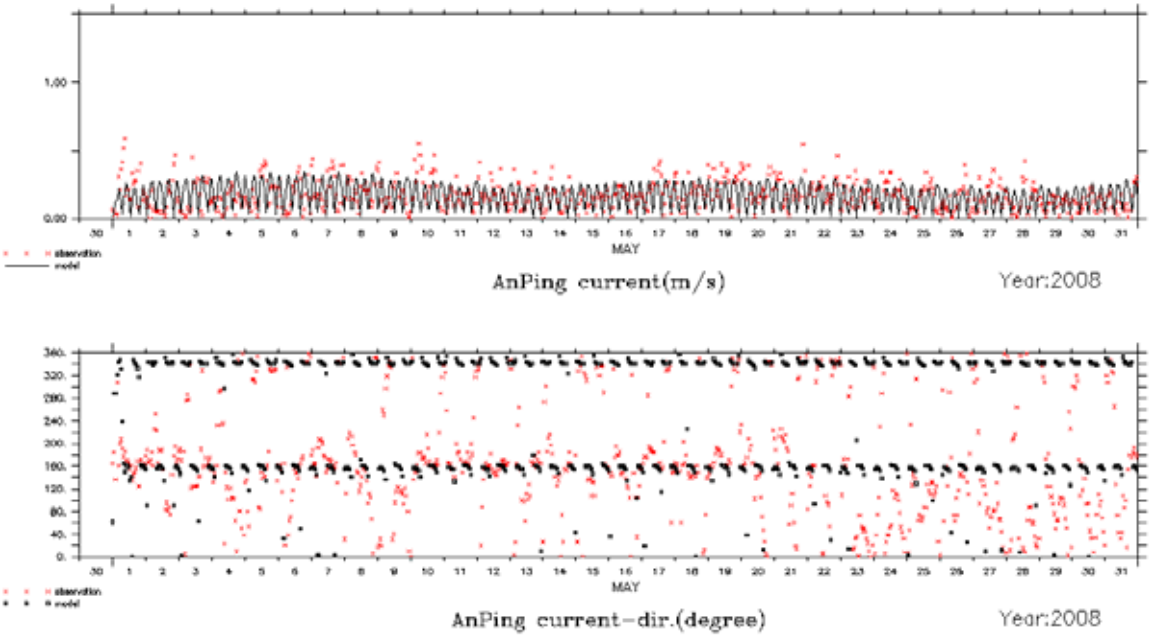


圖 3.6-31 安平港 2008 年 5 月模式與實測資料比對圖

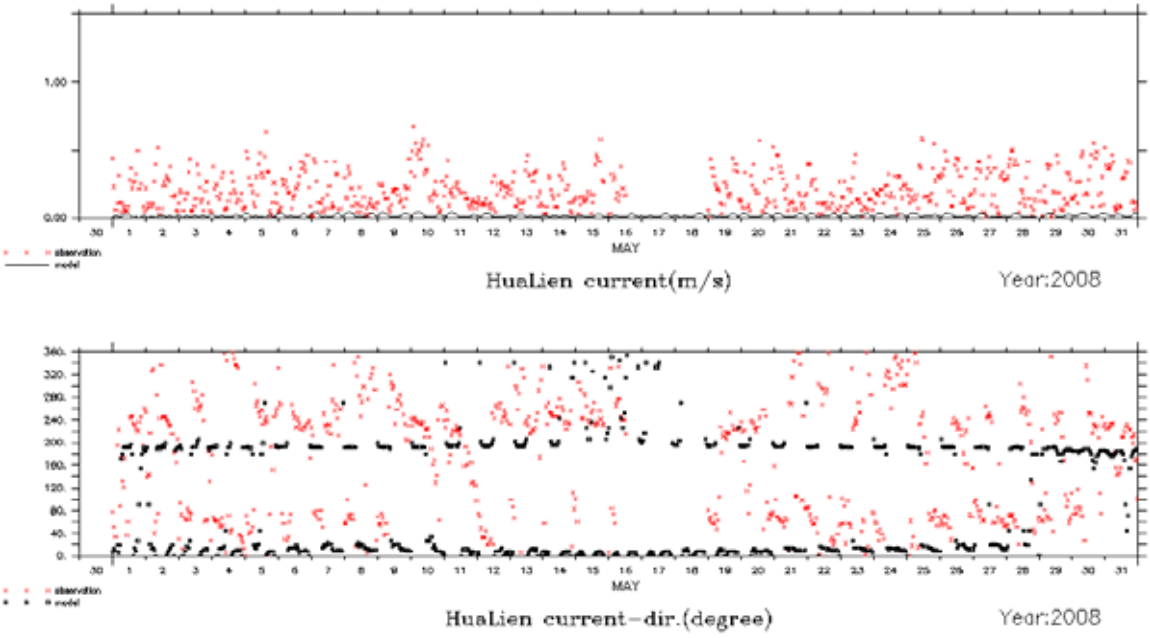


圖 3.6-32 花蓮港 2008 年 5 月模式與實測資料比對圖

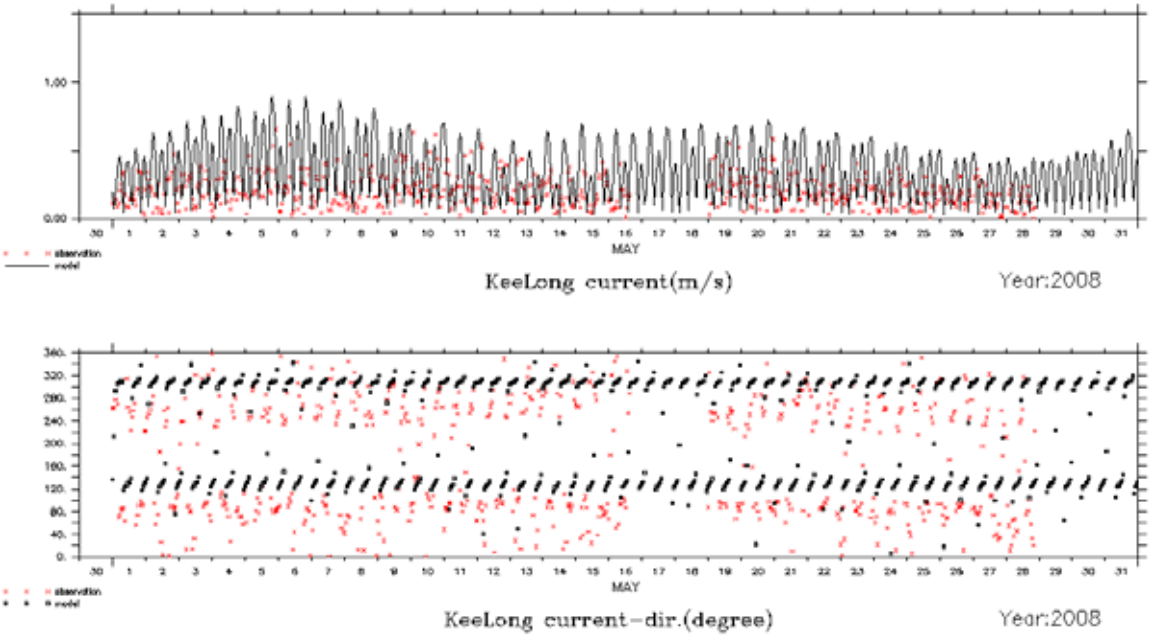


圖 3.6-33 基隆港 2008 年 5 月模式與實測資料比對圖

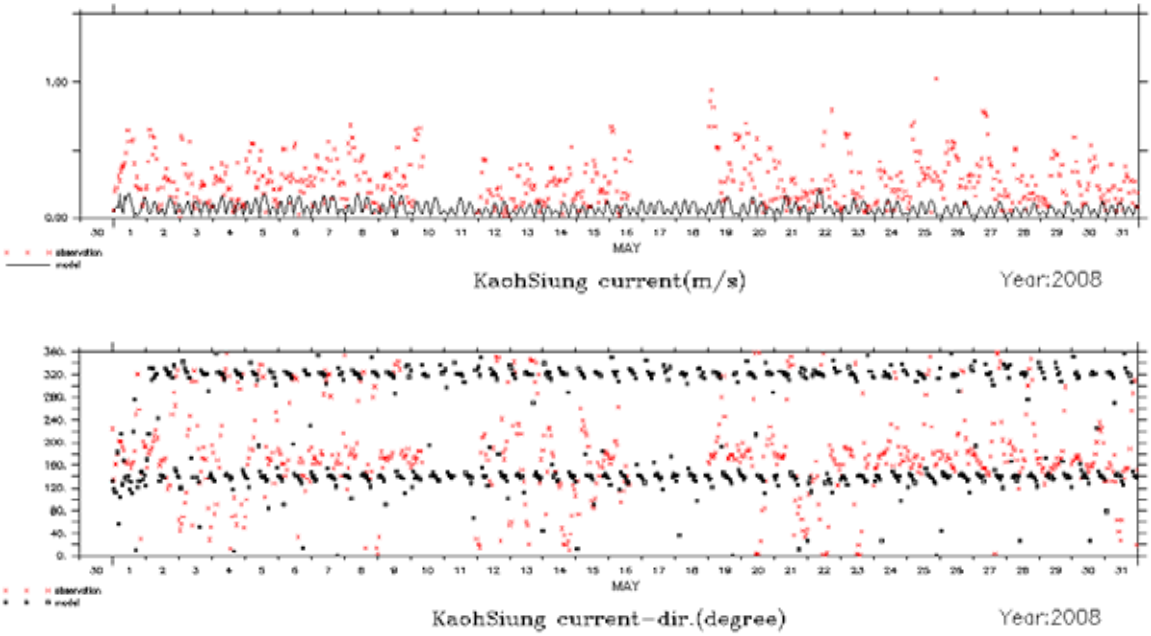


圖 3.6-34 高雄港 2008 年 5 月模式與實測資料比對圖

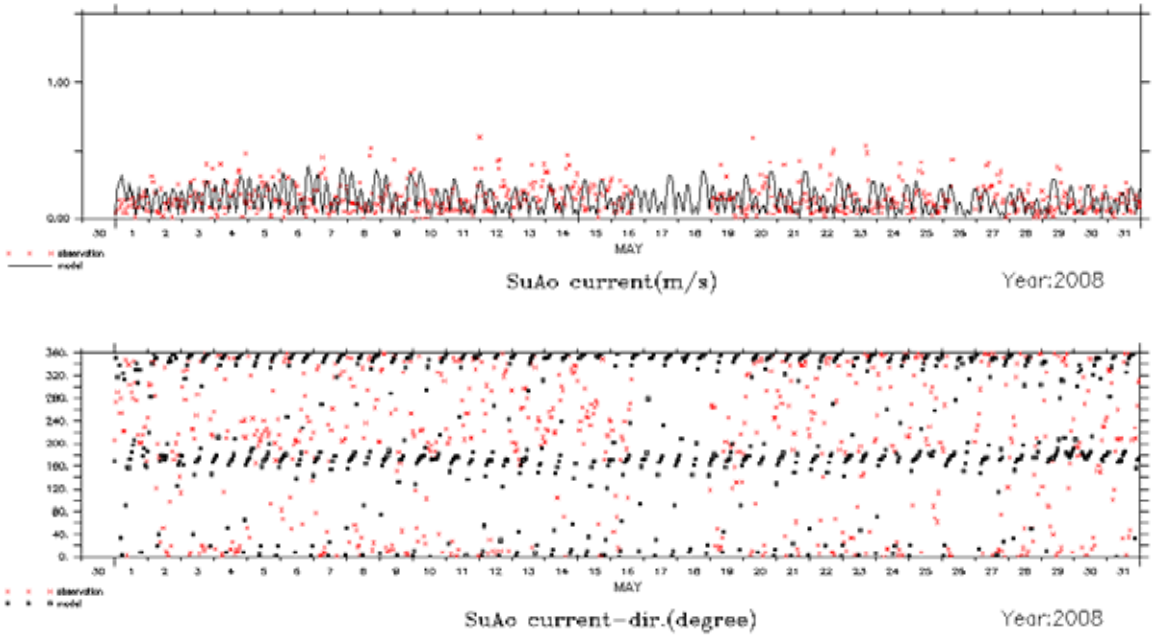


圖 3.6-35 蘇澳港 2008 年 5 月模式與實測資料比對圖

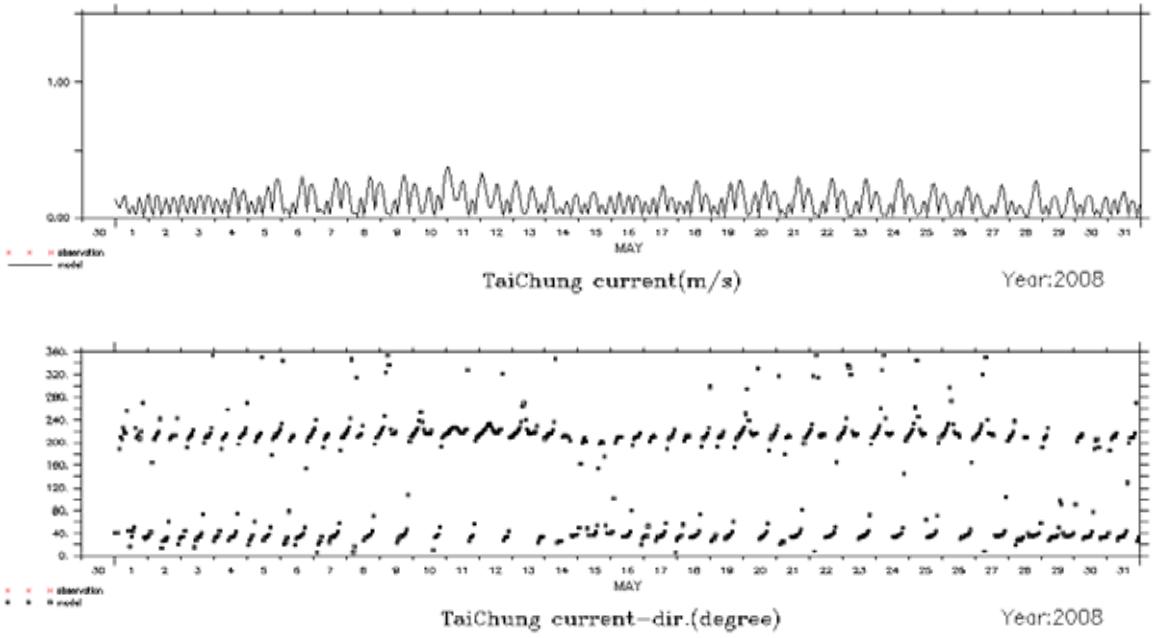


圖 3.6-36 台中港 2008 年 5 月模式與實測資料比對圖

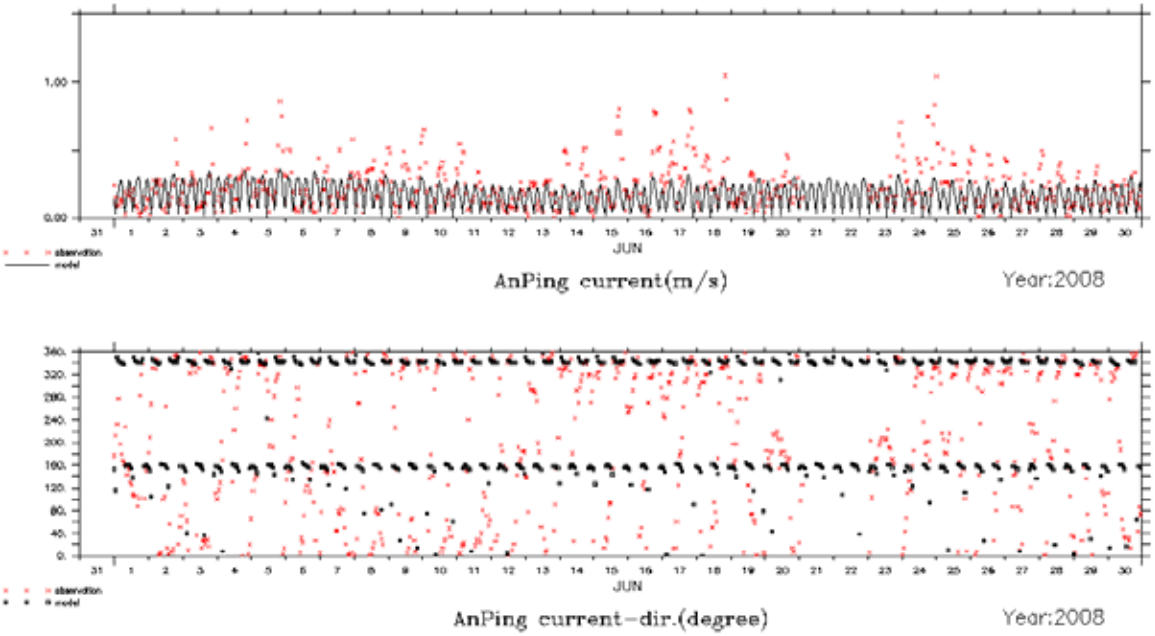


圖 3.6-37 安平港 2008 年 6 月模式與海實測資料比對圖

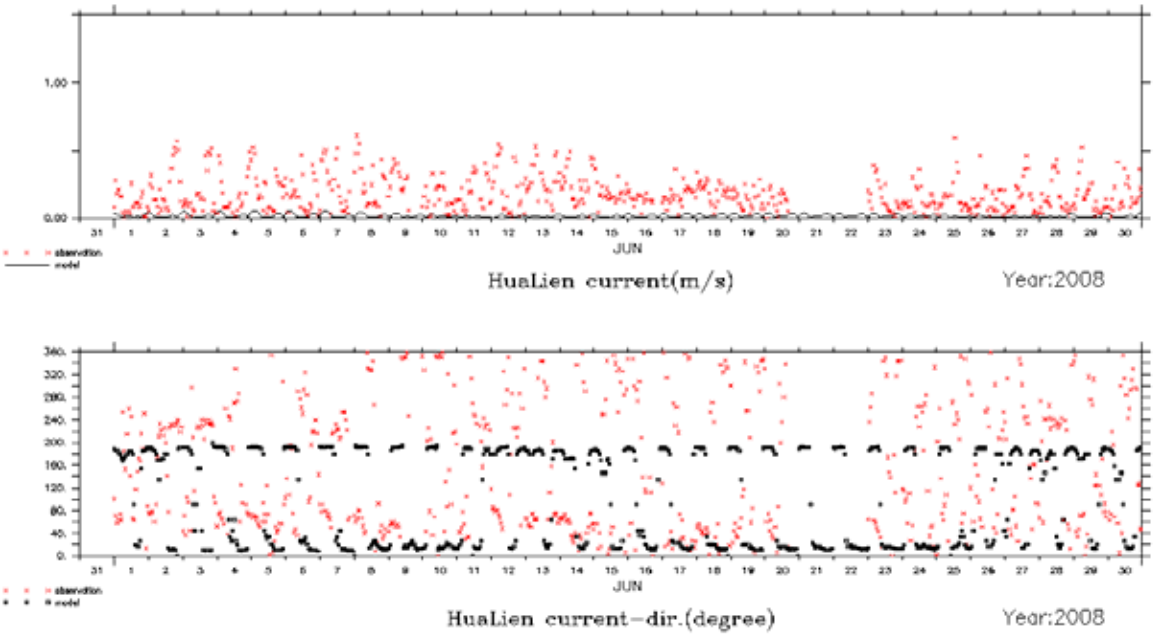


圖 3.6-38 花蓮港 2008 年 6 月模式與實測資料比對圖

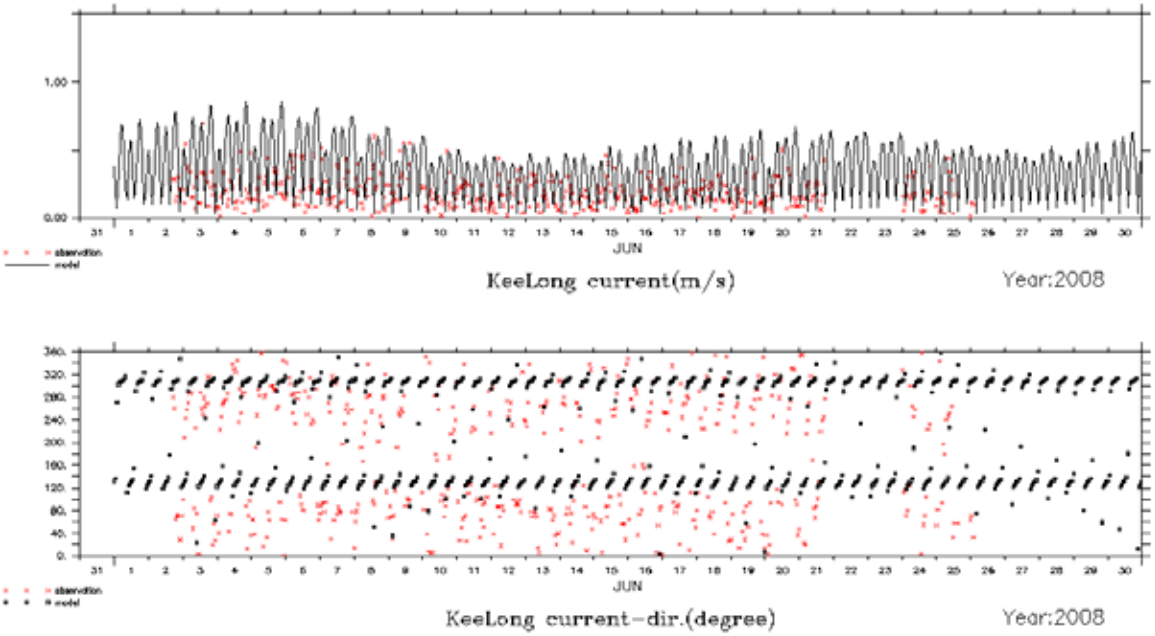


圖 3.6-39 基隆港 2008 年 6 月模式與實測資料比對圖

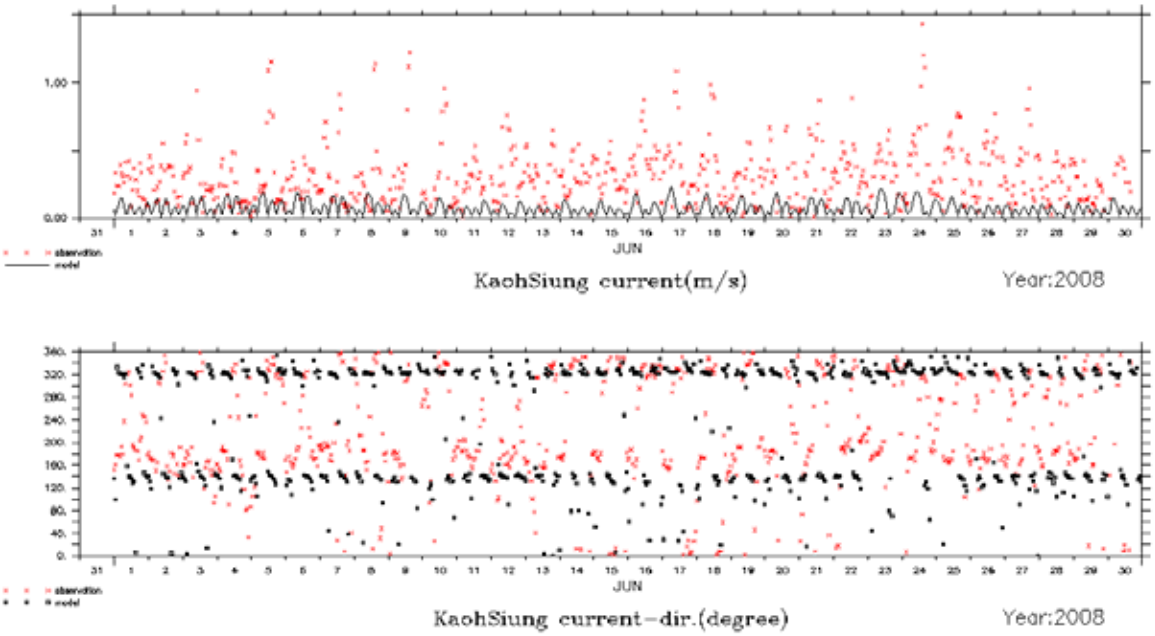


圖 3.6-40 高雄港 2008 年 6 月模式與實測資料比對圖

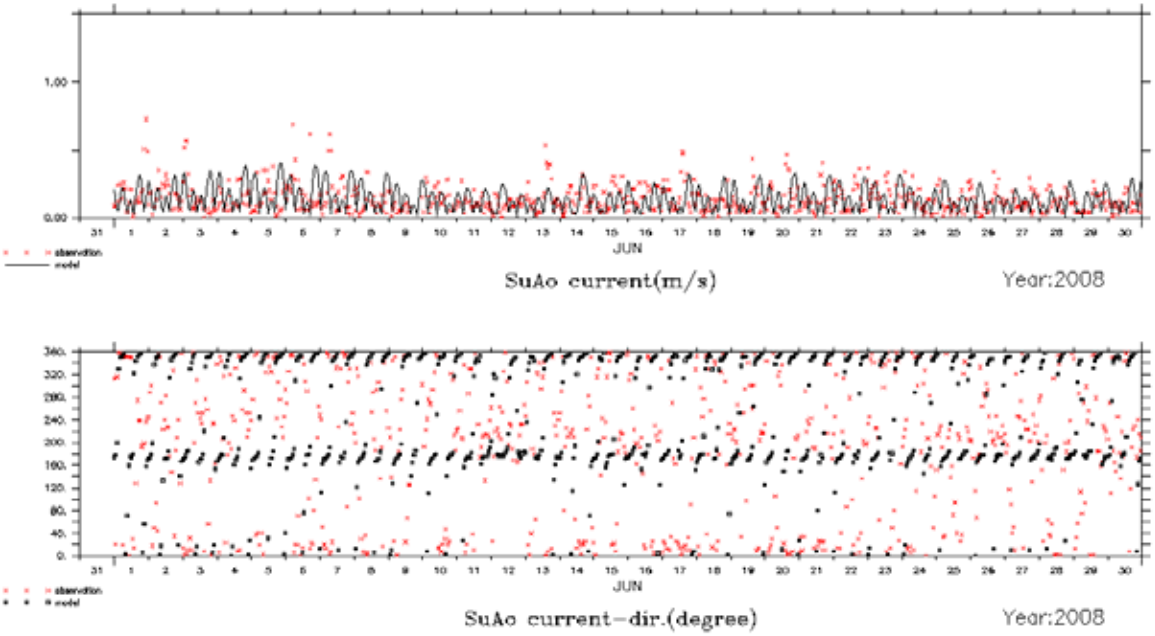


圖 3.6-41 蘇澳港 2008 年 6 月模式與實測資料比對圖

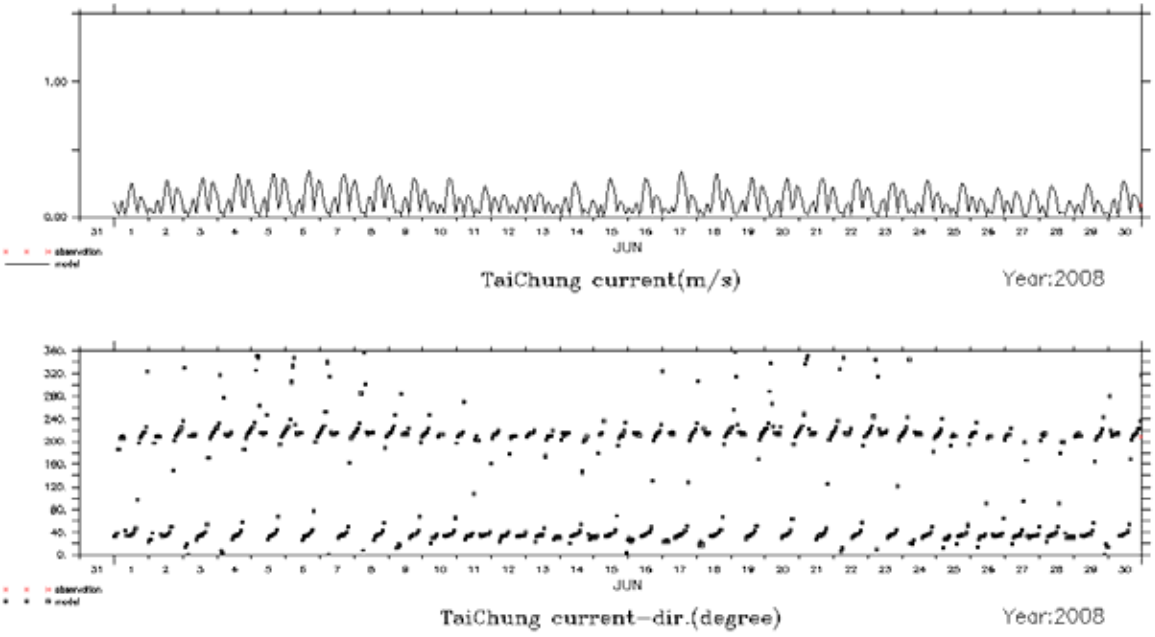


圖 3.6-42 台中港 2008 年 6 月模式與實測資料比對圖

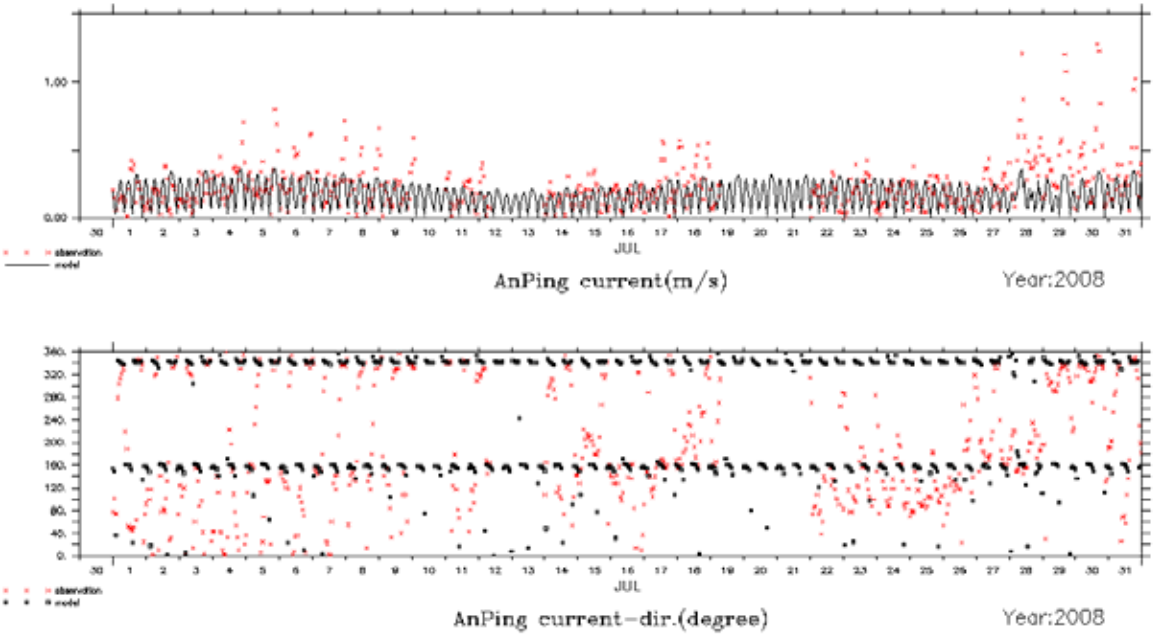


圖 3.6-43 安平港 2008 年 7 月模式與實測資料比對圖

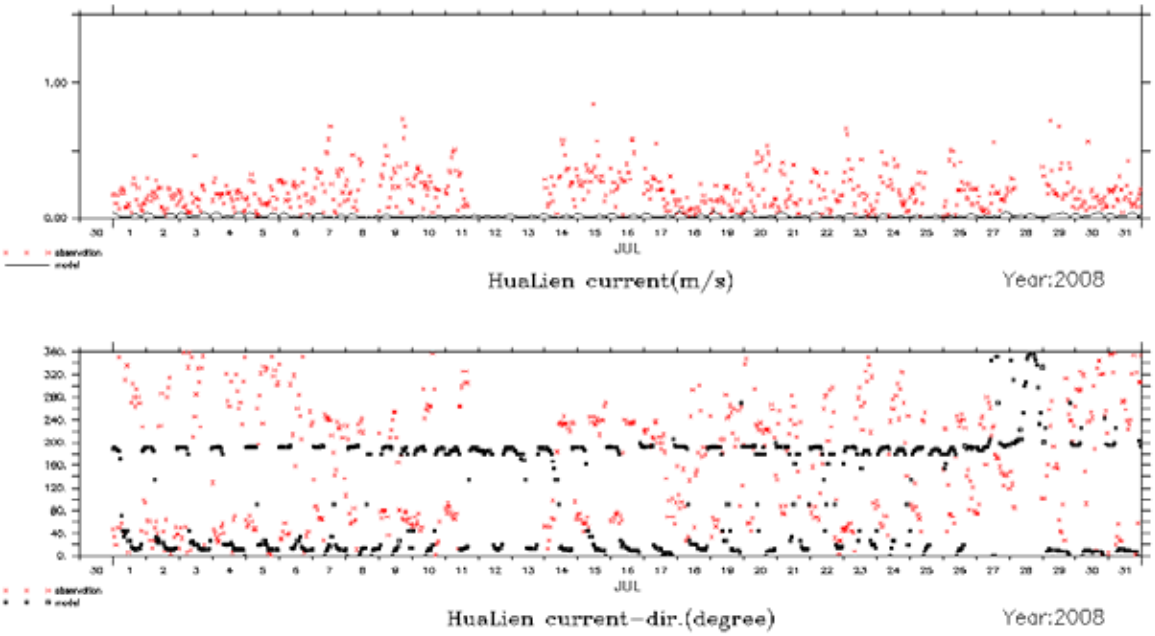


圖 3.6-44 花蓮港 2008 年 7 月模式與實測資料比對圖

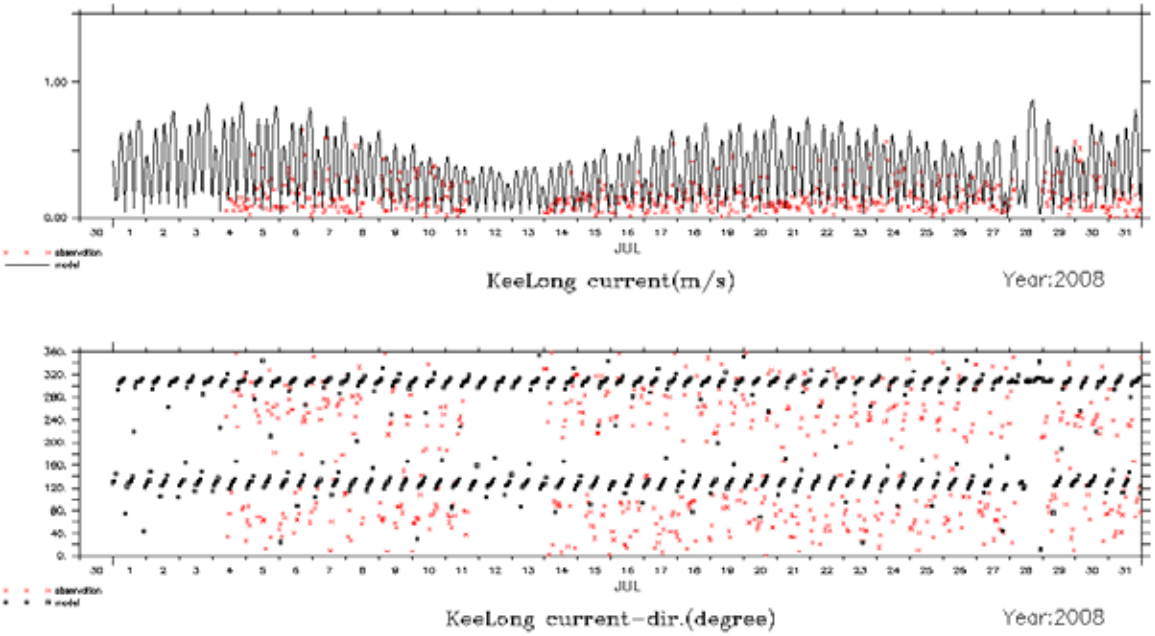


圖 3.6-45 基隆港 2008 年 7 月模式與實測資料比對圖

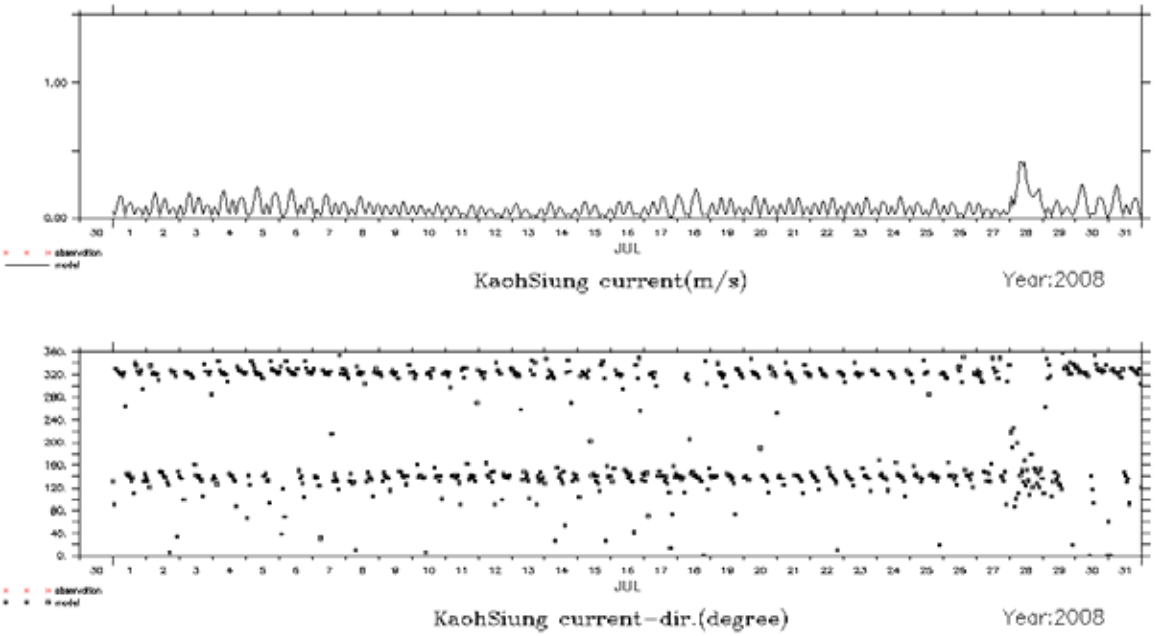


圖 3.6-46 高雄港 2008 年 7 月模式與實測資料比對圖

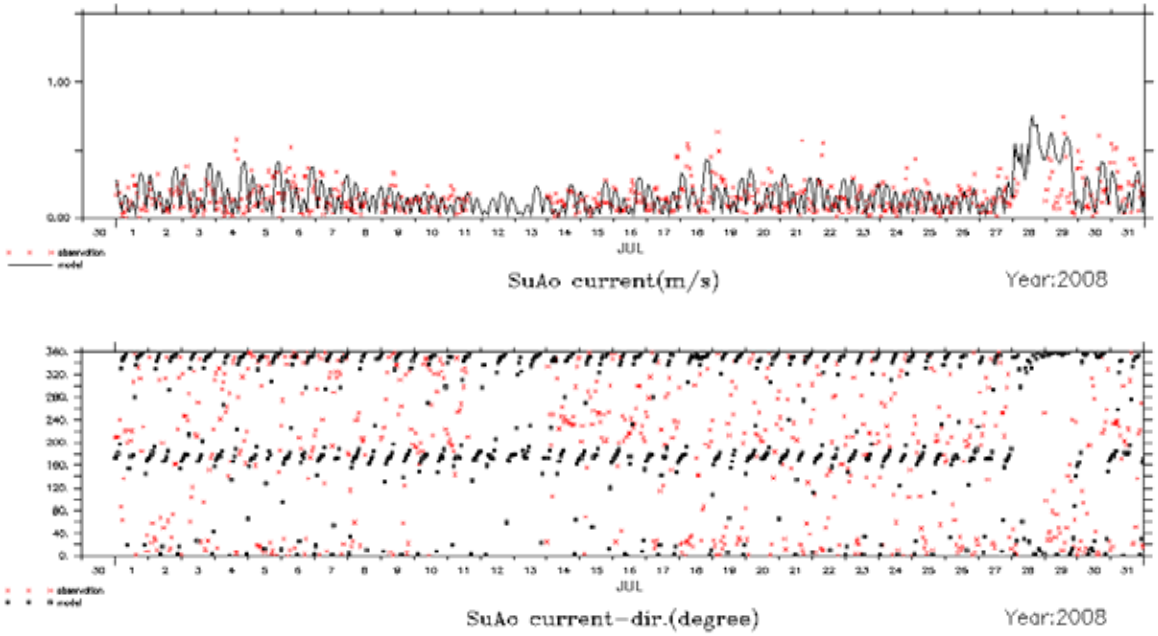


圖 3.6-47 蘇澳港 2008 年 7 月模式與實測資料比對圖

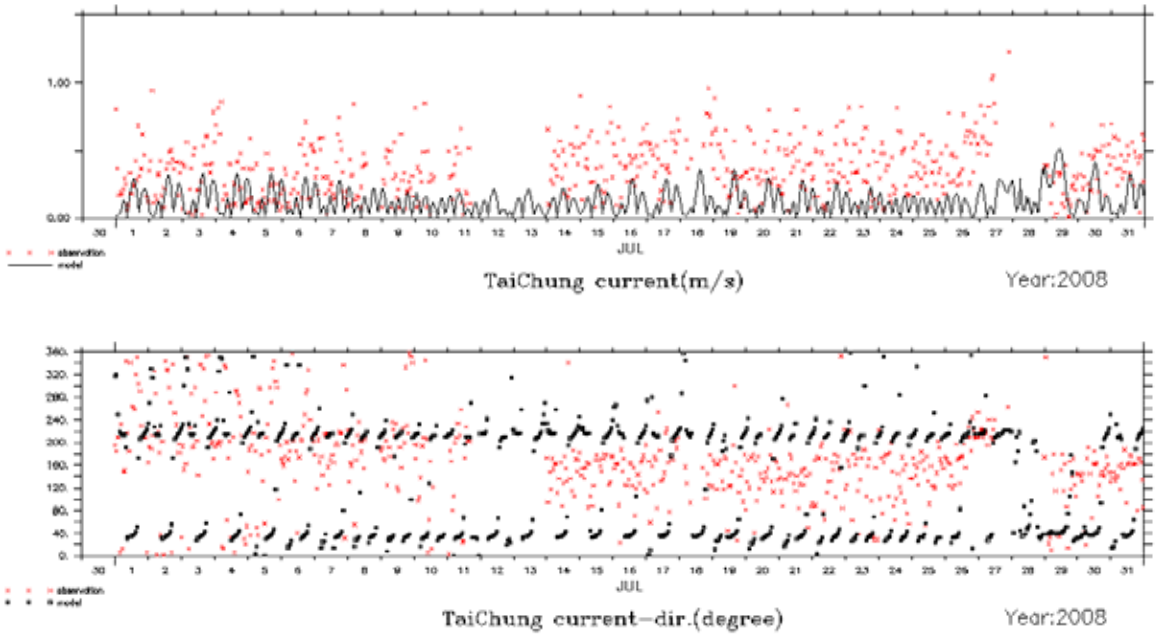


圖 3.6-48 台中港 2008 年 7 月模式與實測資料比對圖

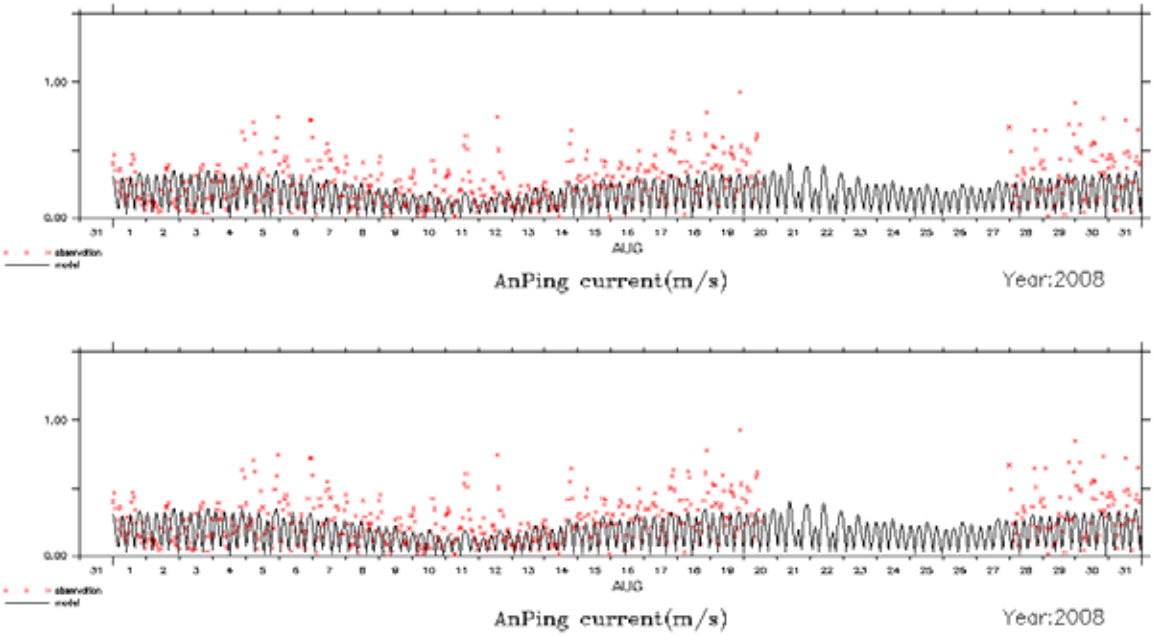


圖 3.6-49 安平港 2008 年 8 月模式與實測資料比對圖

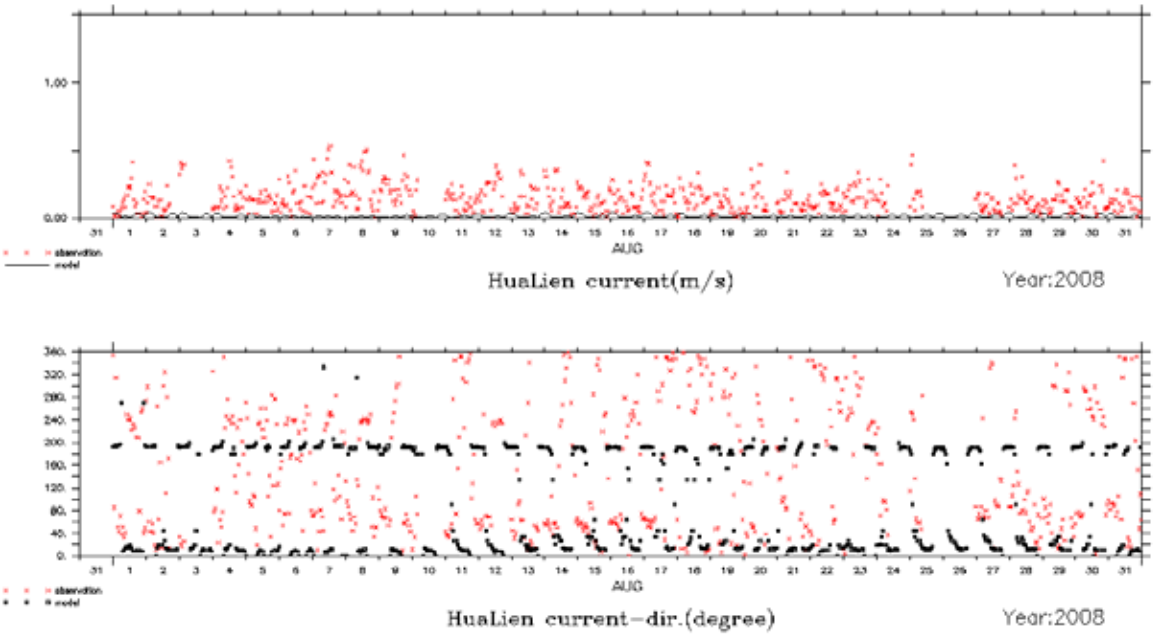


圖 3.6-50 花蓮港 2008 年 8 月模式與實測資料比對圖

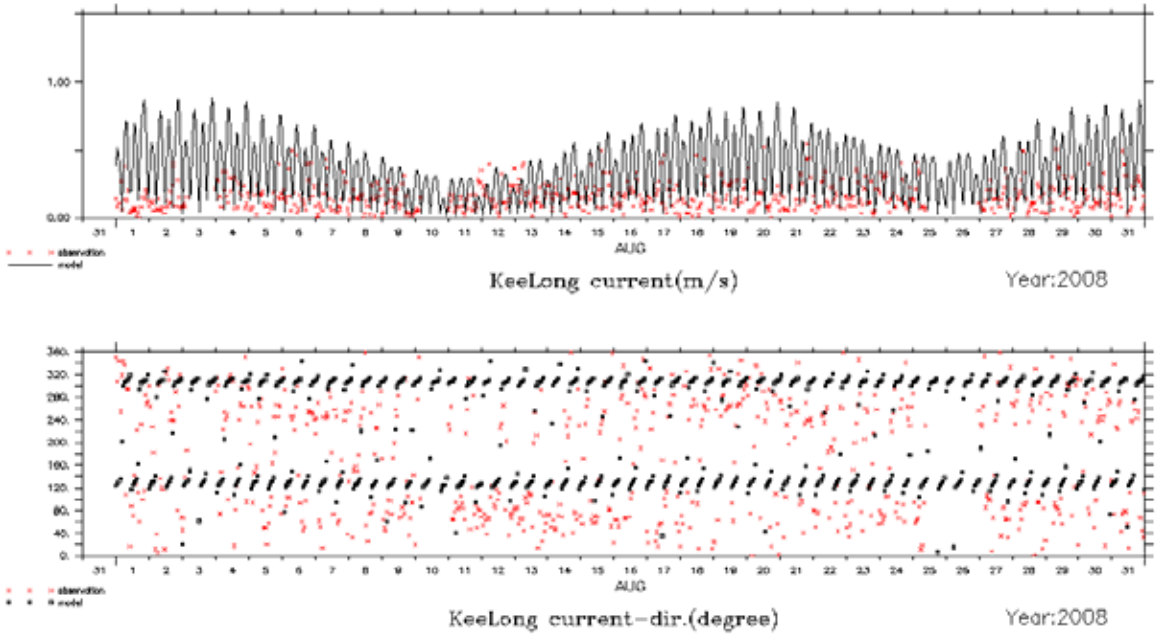


圖 3.6-51 基隆港 2008 年 8 月模式與實測資料比對圖

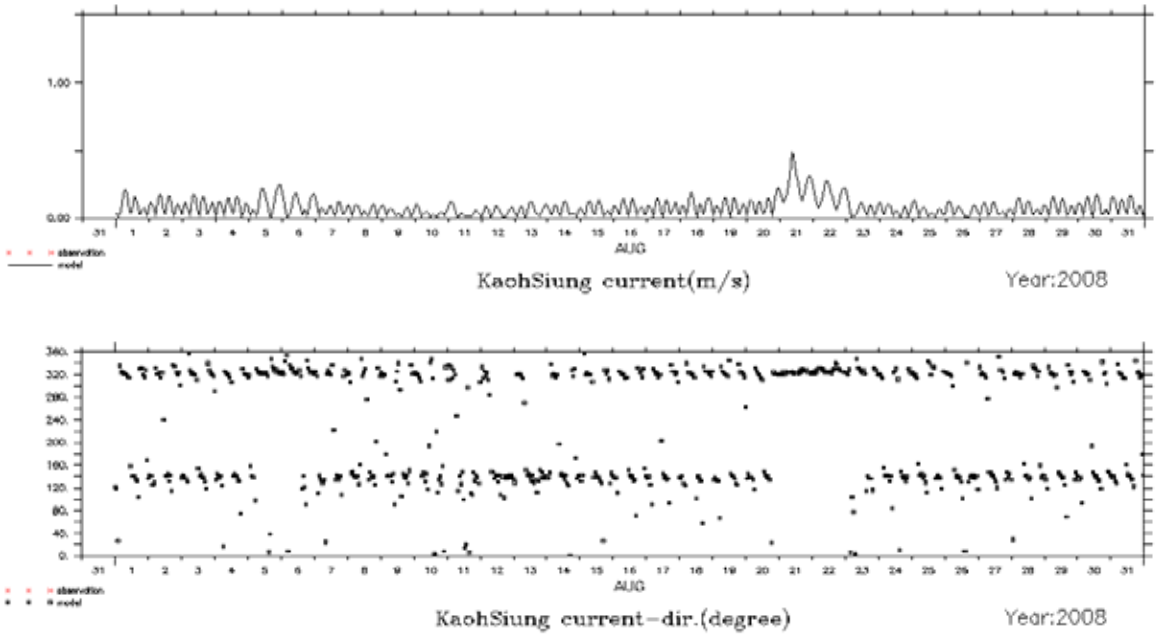


圖 3.6-52 高雄港 2008 年 8 月模式與實測資料比對圖

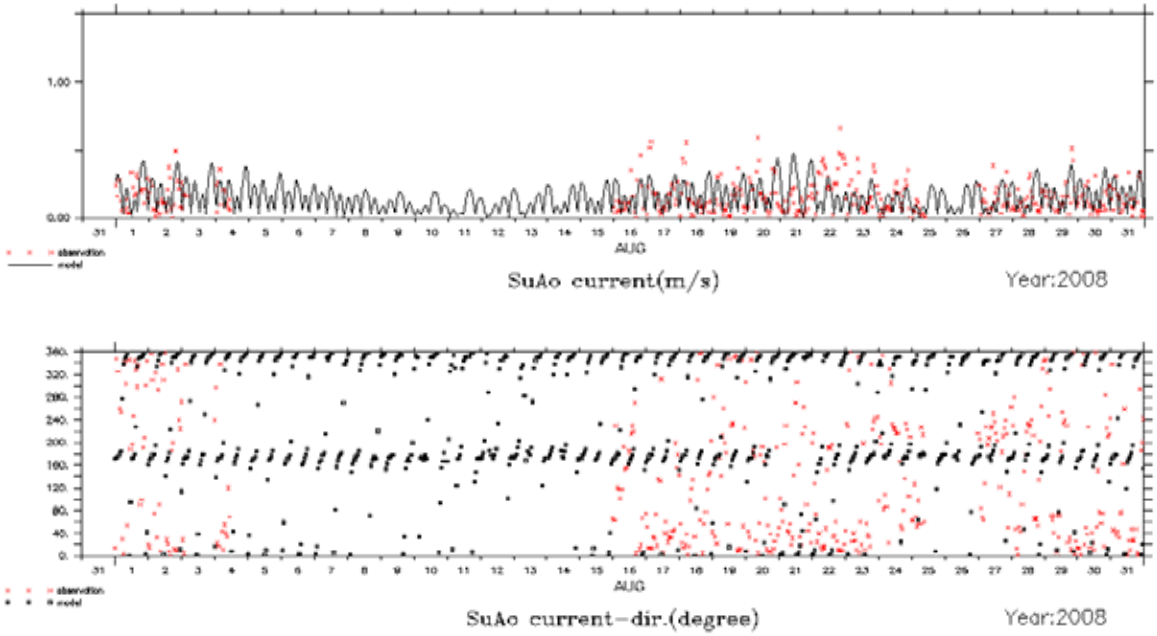


圖 3.6-53 蘇澳港 2008 年 8 月模式與實測資料比對圖

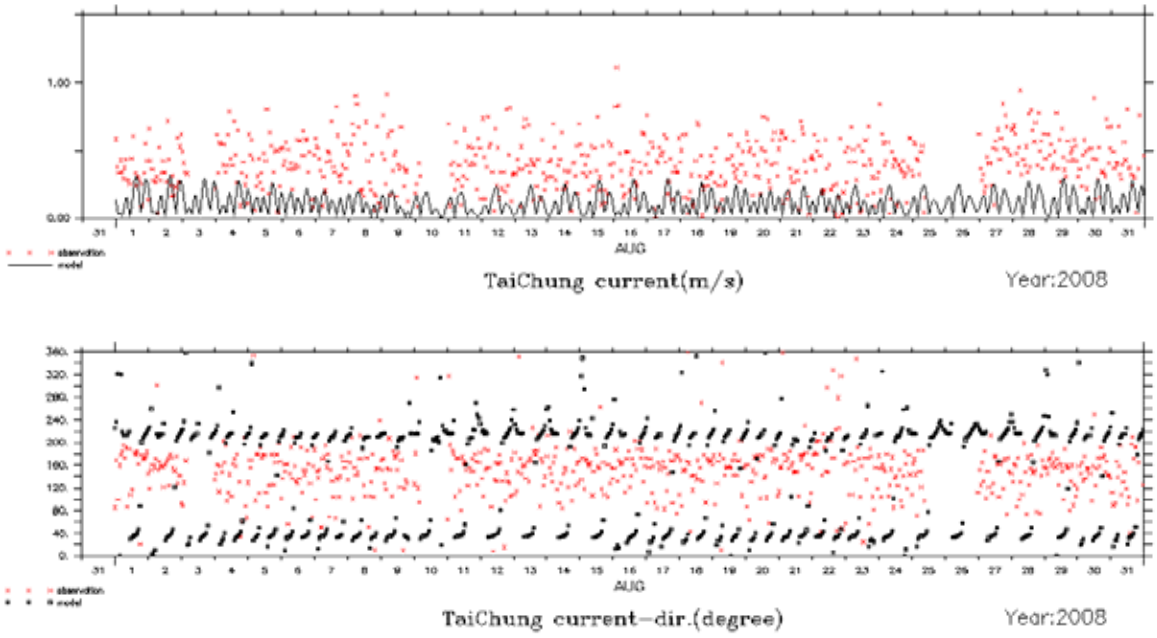


圖 3.6-54 台中港 2008 年 8 月模式與實測資料比對圖

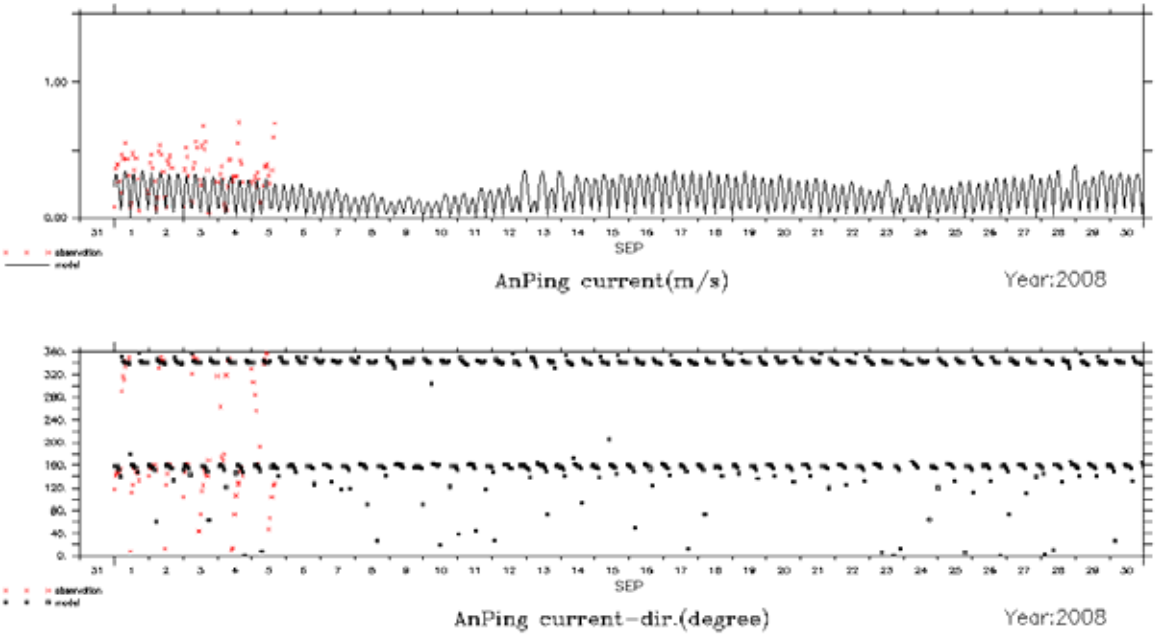


圖 3.6-55 安平港 2008 年 9 月模式與實測資料比對圖

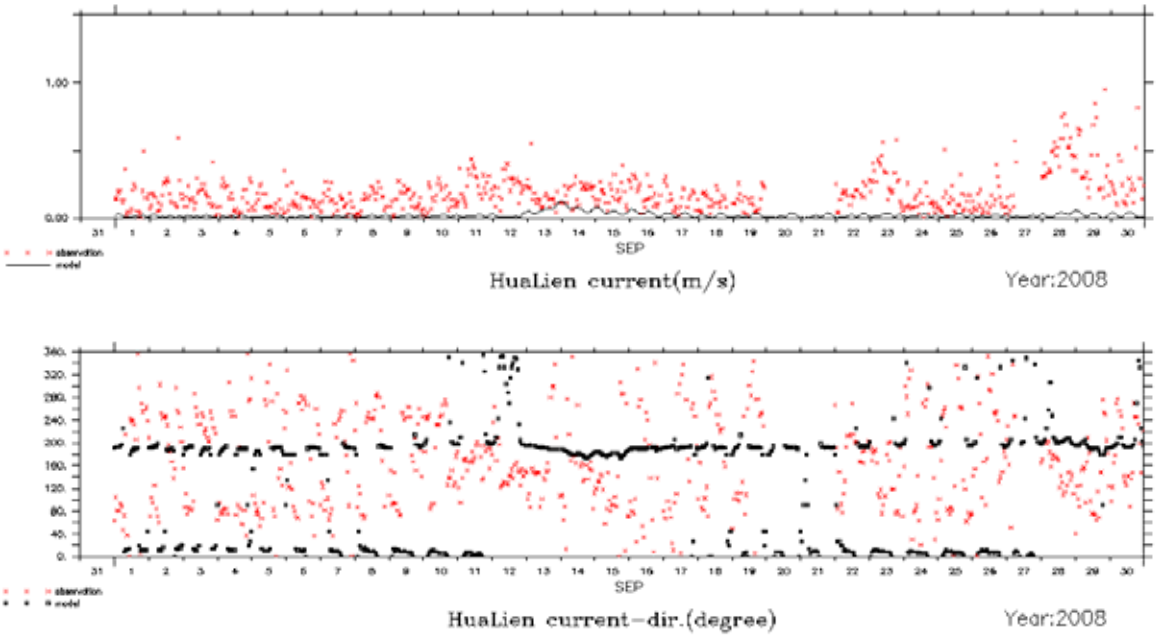


圖 3.6-56 花蓮港 2008 年 9 月模式與實測資料比對圖

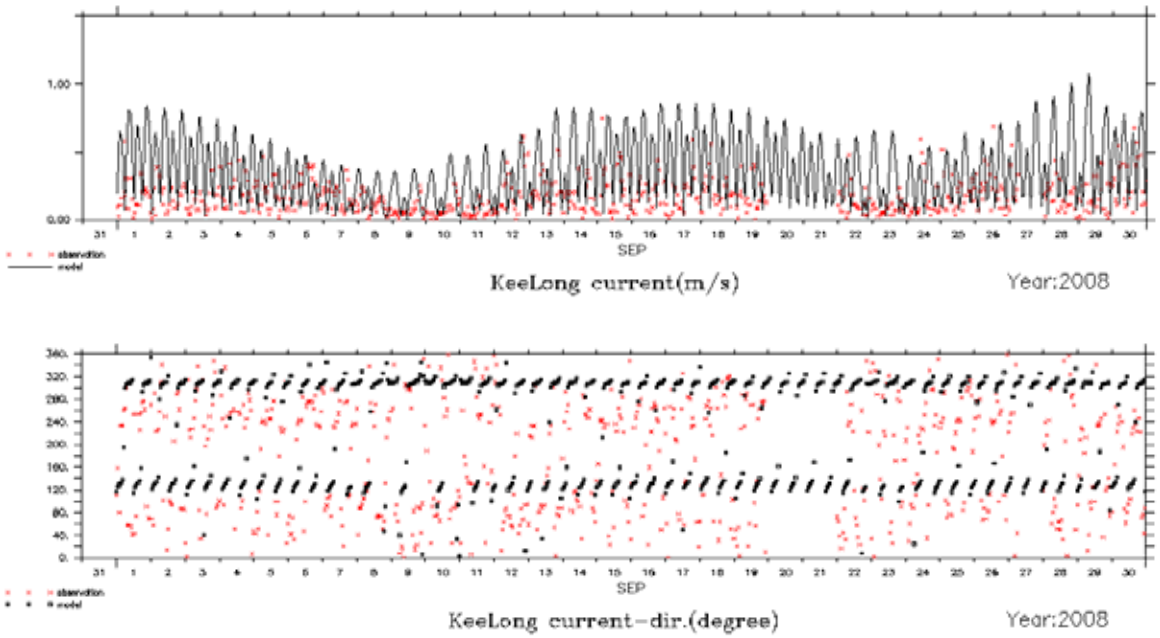


圖 3.6-57 基隆港 2008 年 9 月模式與實測資料比對圖

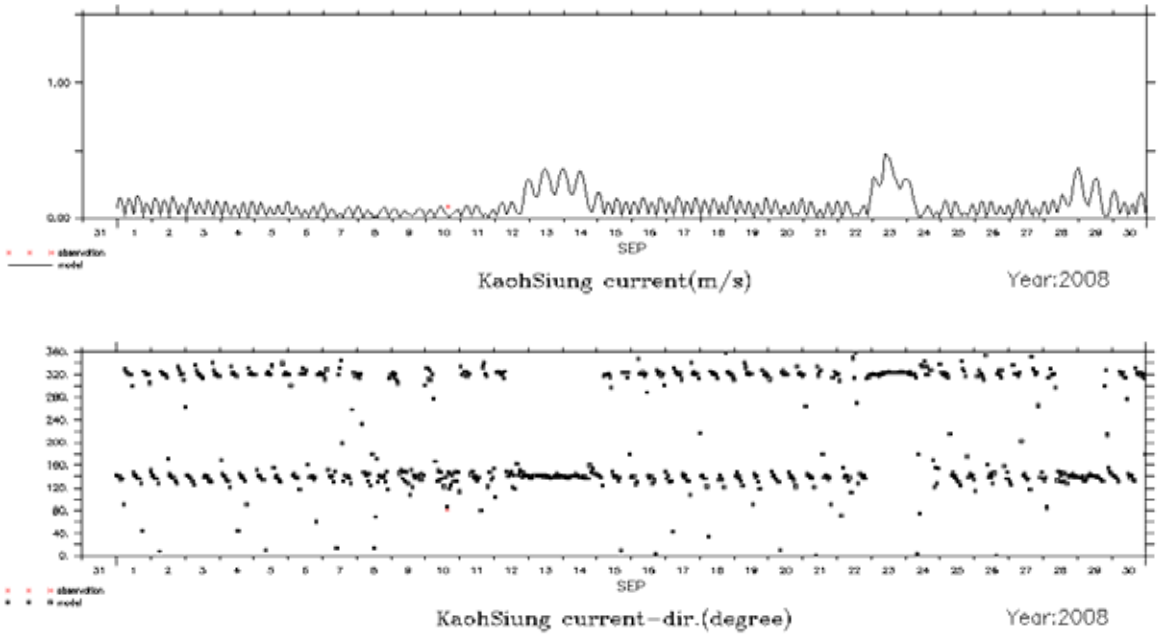


圖 3.6-58 高雄港 2008 年 9 月模式與實測資料比對圖

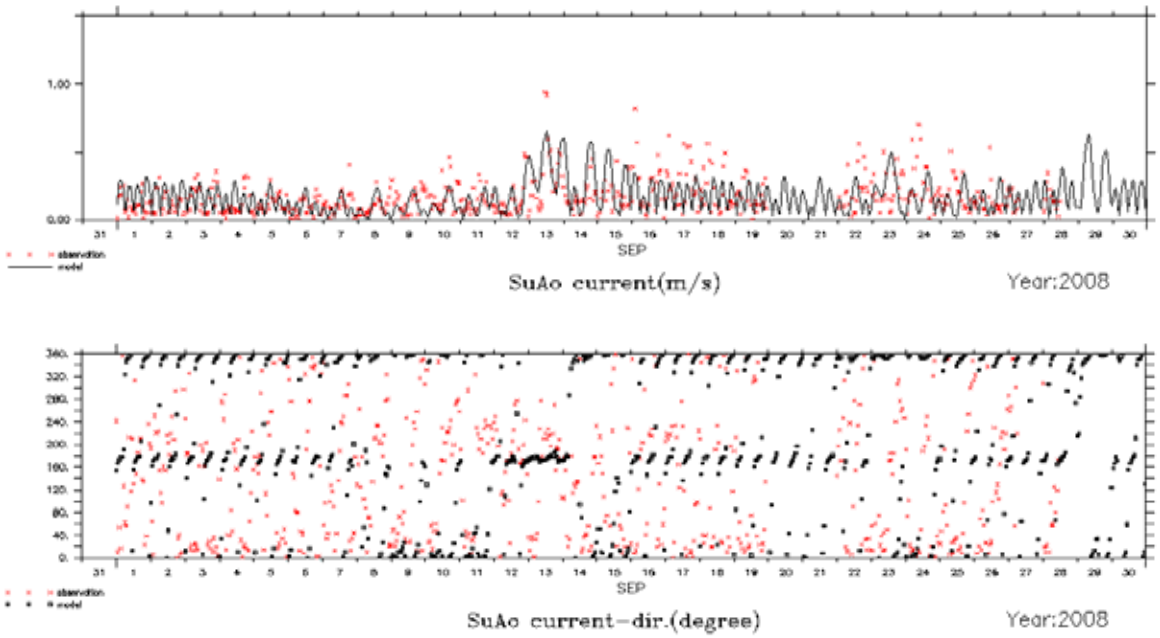


圖 3.6-59 蘇澳港 2008 年 9 月模式與實測資料比對圖

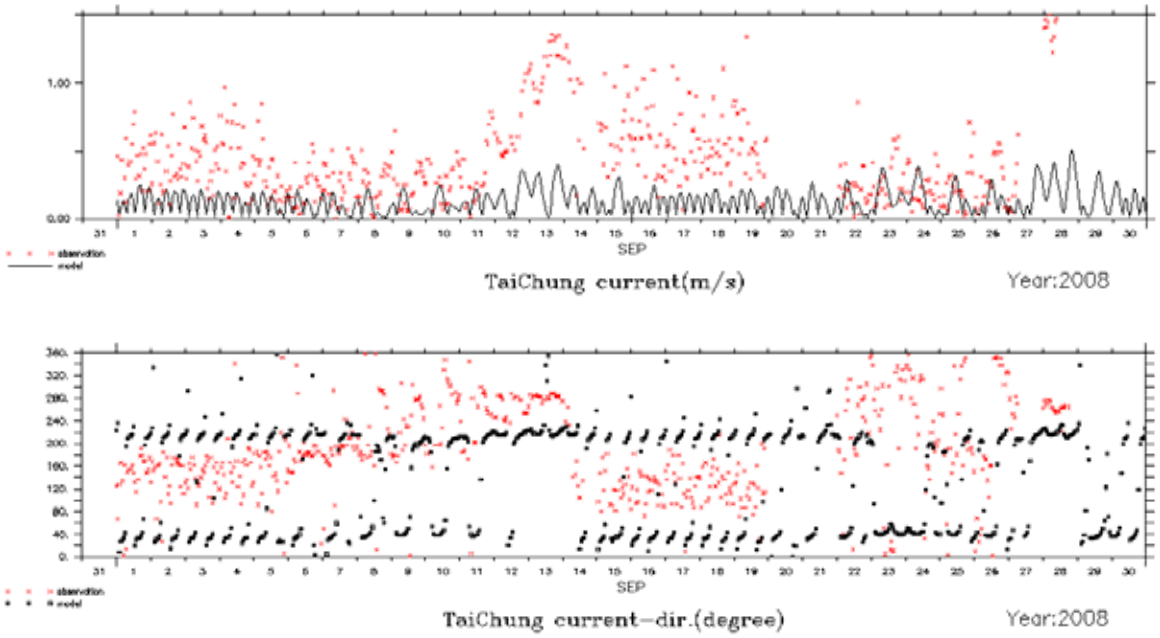


圖 3.6-60 台中港 2008 年 9 月模式與實測資料比對圖

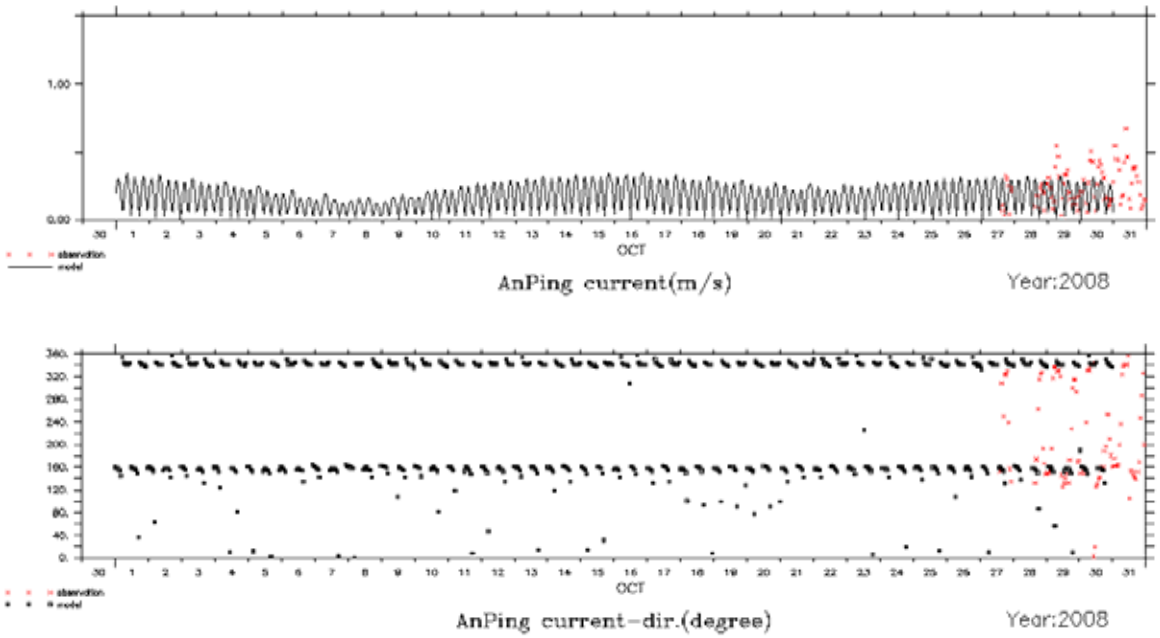


圖 3.6-61 安平港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

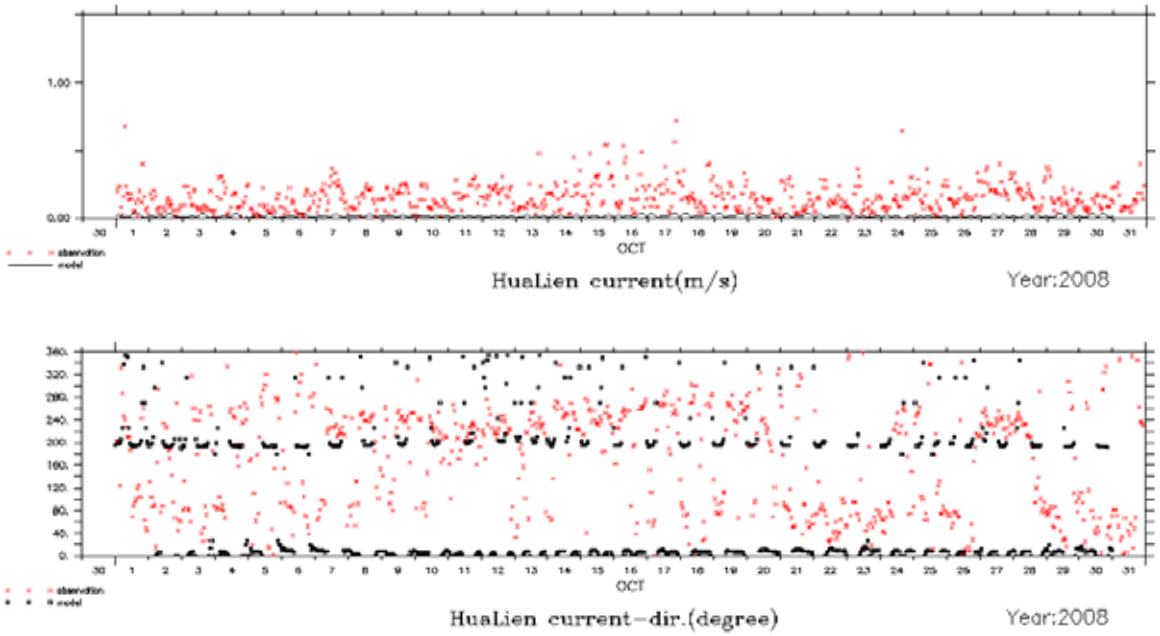


圖 3.6-62 花蓮港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

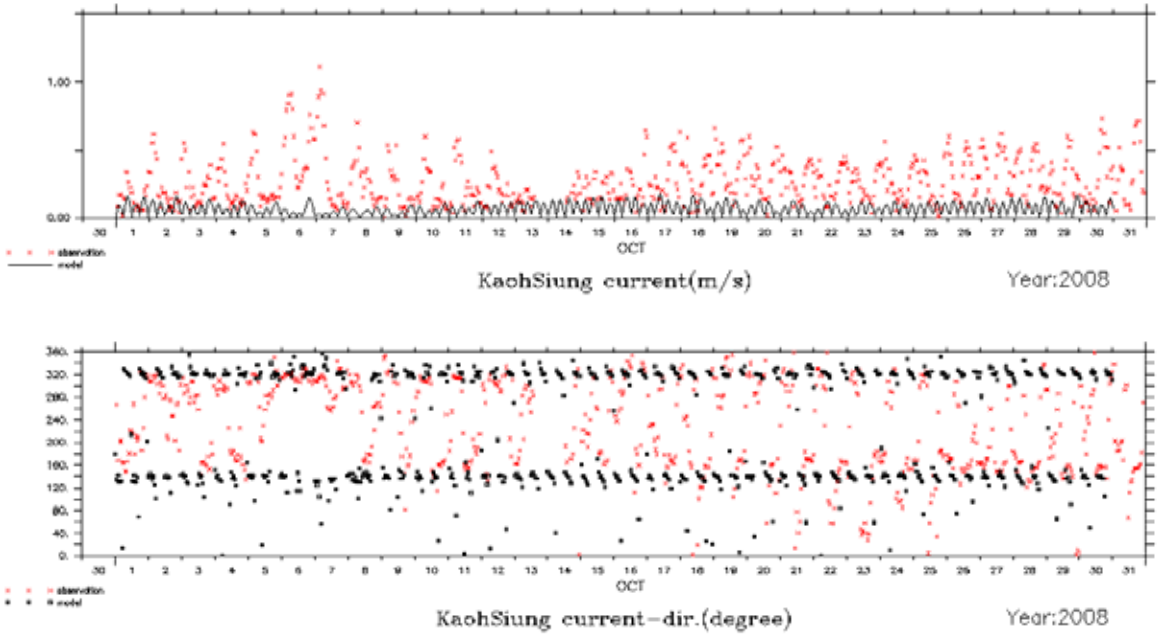


圖 3.6-63 高雄港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

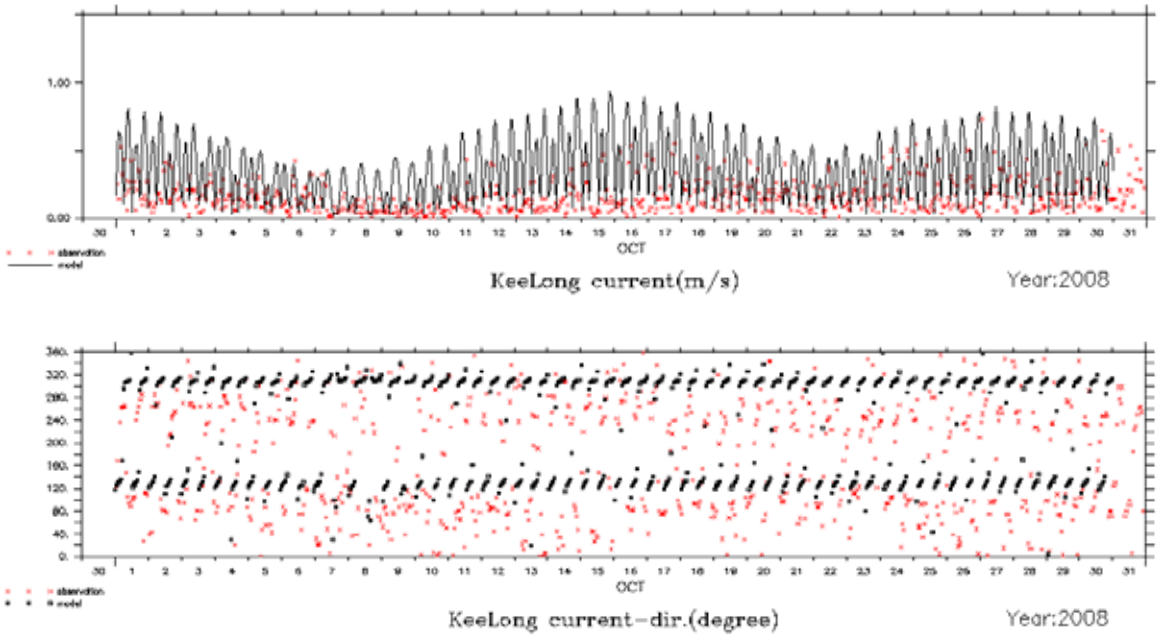


圖 3.6-64 基隆港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

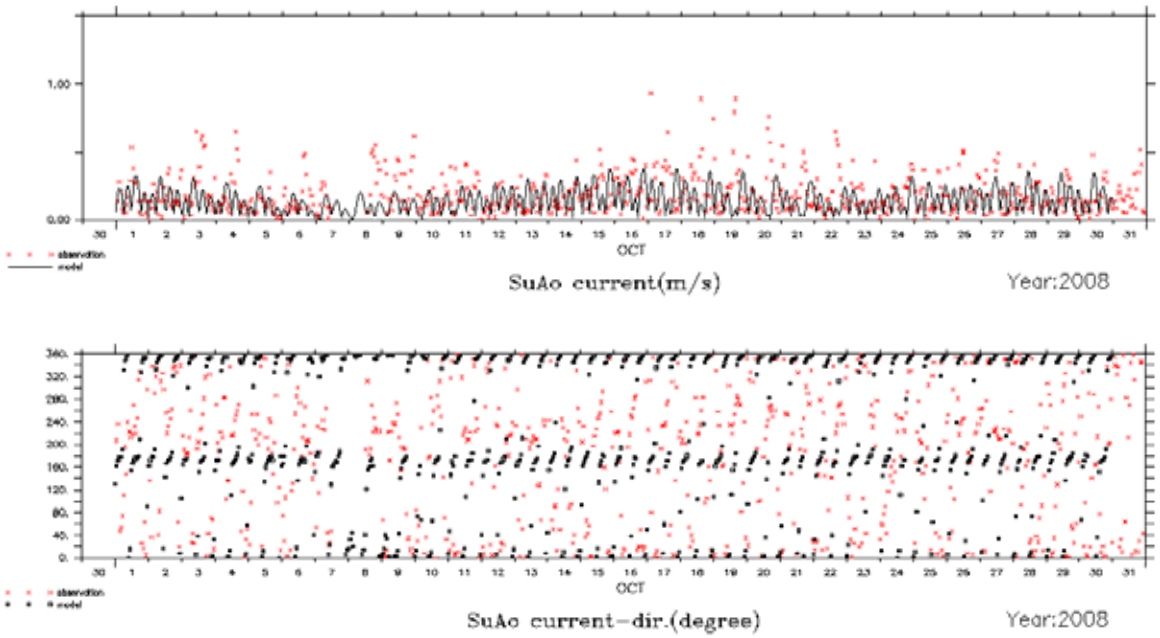


圖 3.6-65 蘇澳港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

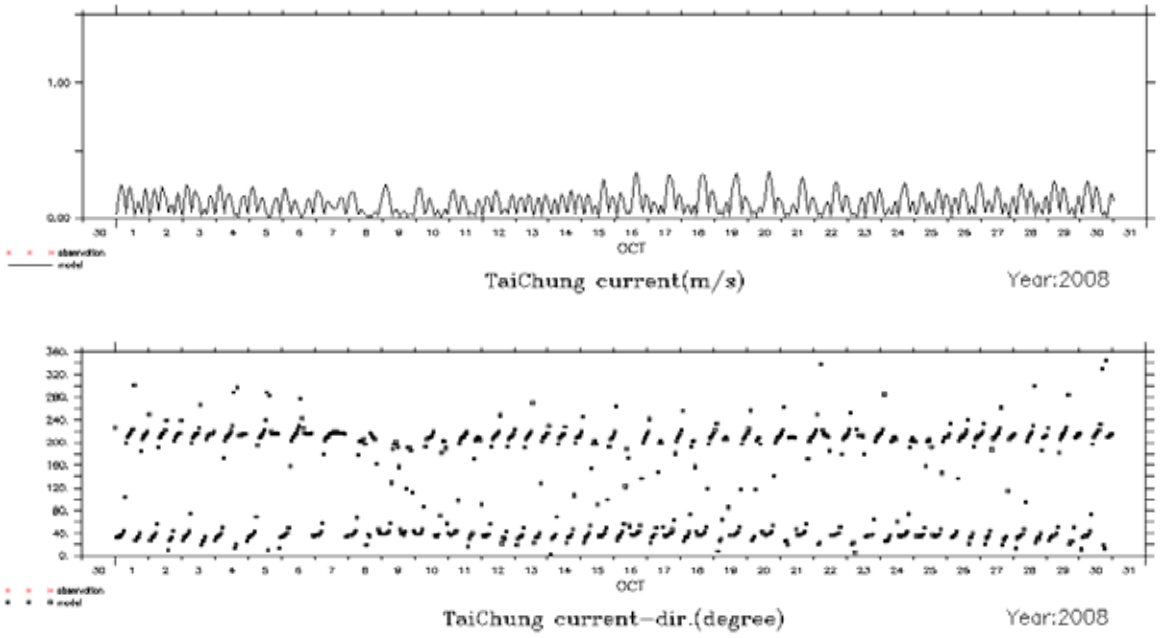


圖 3.6-66 台中港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

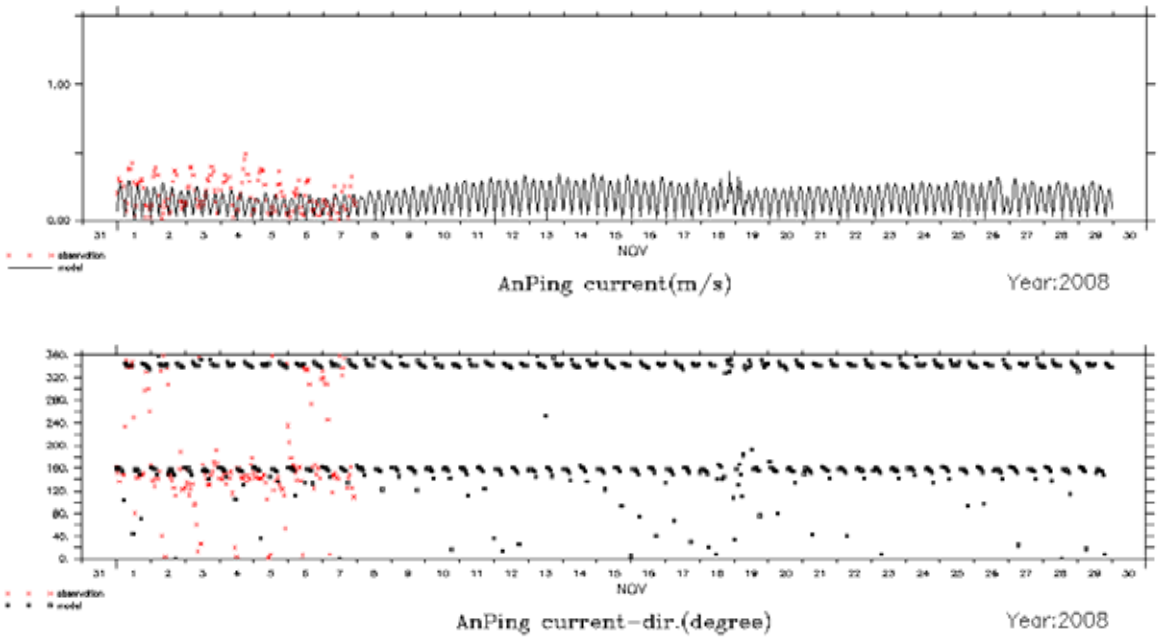


圖 3.6-67 安平港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

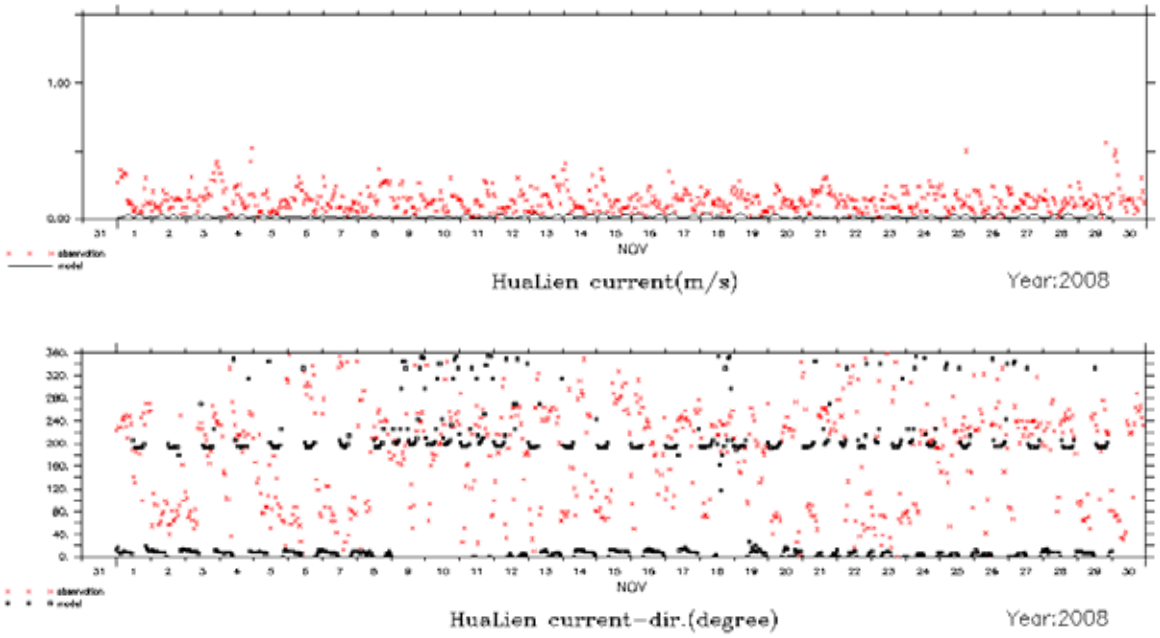


圖 3.6-68 花蓮港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

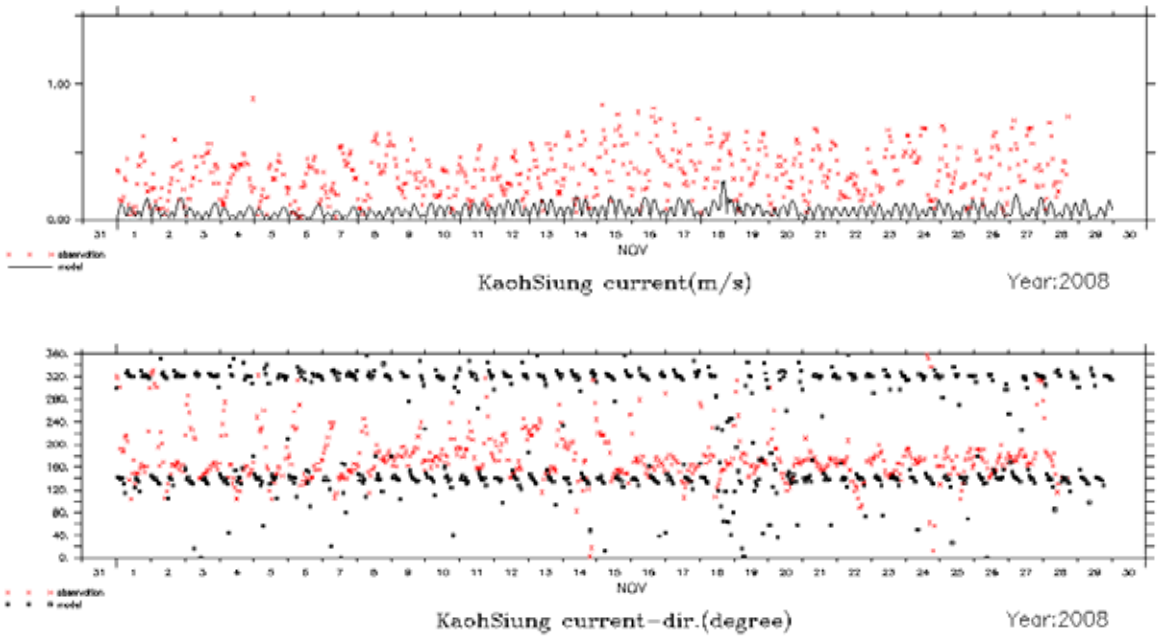


圖 3.6-69 高雄港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

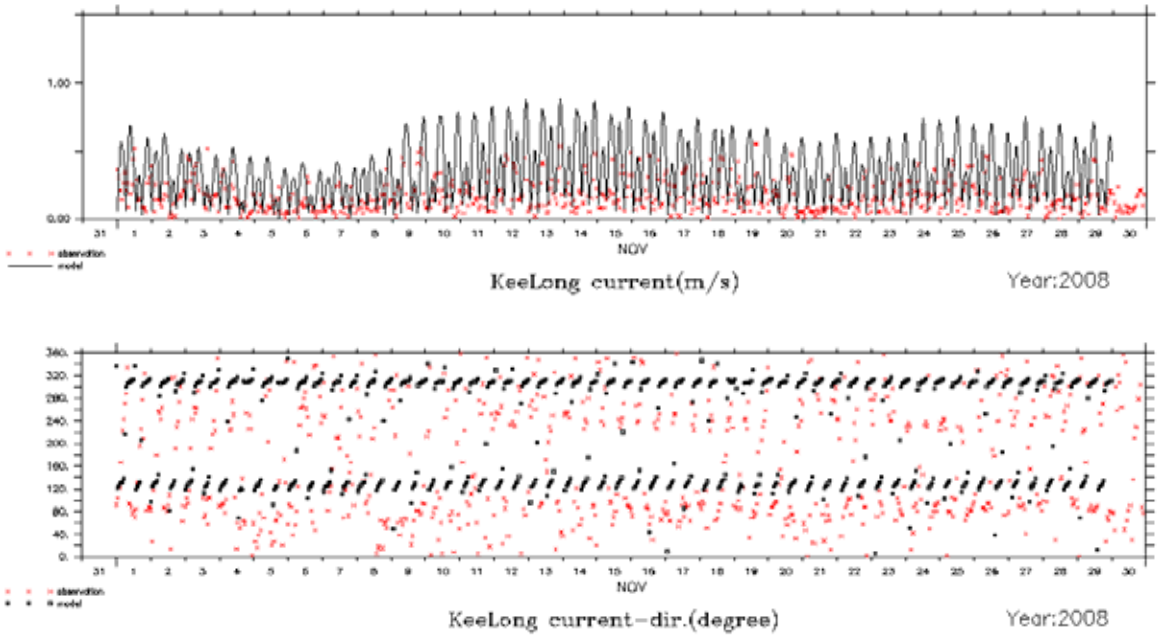


圖 3.6-70 基隆港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

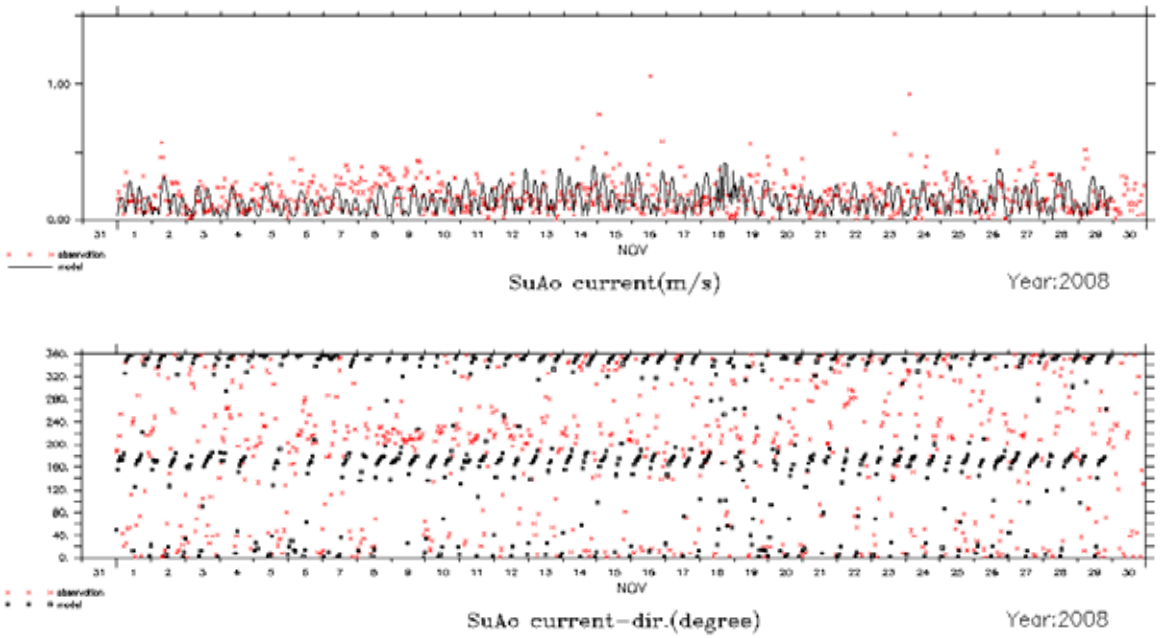


圖 3.6-71 蘇澳港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

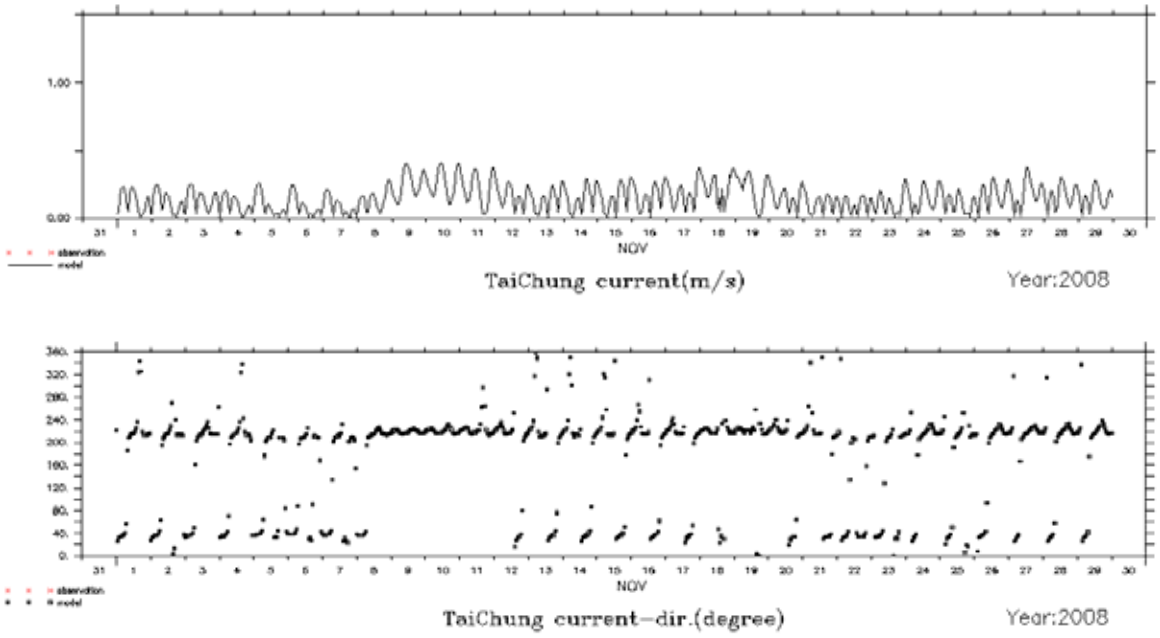


圖 3.6-72 台中港 2008 年 10 月模式與實測資料比對圖

第四章 長期模擬

本年度將進行 2005~2008 共四年的長期模擬，包括水位(台灣海域)、海流(台灣海域)及波浪(西太平洋及台灣海域)的長期模擬分析。

4.1 風場長期模擬及分析

本年度收集了 2005 年 12 月至 2008 年 11 月的氣象局預報風場資料進行風速特性的分析。表 4.1-1 至表 4.1-4 為 2005 年至 2008 年冬季及颱風期間最大風速及當時風向統計表。圖 4.1-1 至圖 4.1-22 為 2005 年至 2008 年龍王、凱米、聖帕及薔蜜颱風期間風速及實測資料比對圖。

表 4.1-1 各測站 2005 年冬季及颱風期最大風速風向統計(公尺及度)

觀測值		05/01	05/02	05/06	05/07	05/08	05/09	05/10	05/11	05/12
安平	風速	17.26	15.69	14.42	25.65	23.24	24.06	20.89	11.61	19.18
	風向	15.16	16.34	196.6	317.9	325.3	305.7	265.8	11.82	8.66
花蓮	風速	11.06	11.37	8.99	10.6	13.52	16.05	53.8	12.15	12.22
	風向	193.7	70.6	187.2	185.2	186.7	200.9	100.5	62.74	65.72
高雄	風速	8.08	7.69	9.77	13.53	13.44	15.4	11.87	5.55	8.38
	風向	317.5	178.7	174.5	271.6	145.3	263.4	267.1	273.3	150.1
基隆	風速	10.5	12.73	6.42	20.11	20.1	26.11	12.61	11.74	16.12
	風向	311.2	319.9	313.9	99.99	317.6	92.6	59.42	323.3	18.02
蘇澳	風速	7.7	9.85	6.35	24	19.79	22.89	20.17	4.12	6.68
	風向	328.8	222.2	293.3	295.7	343.2	284	268.6	287.7	243.4
台中	風速	15.33	16.7	10.38	26.09	23.53	26.21	27.31	17.47	19.
	風向	31.73	31.32	30.06	49.94	82.1	243.1	30.26	29.51	30.34
RC		**0501**	**0502**	**0506**	**0507**	**0508**	**0509**	**0510**	**0511**	**0512**
安平	風速	8.82	7.88	8.74	20.2	18.86	19.08	14.37	17.27	11.51
	風向	7.94	12.58	219.9	338.6	157	270.2	318.7	33.2	17.3
花蓮	風速	8.96	9.77	7.73	22.11	19.8	24.37	24.16	16.02	10.66
	風向	12.36	28.74	240.6	194	2.2	165.7	144.1	16.5	27.9
高雄	風速	8.12	9.64	9.21	21.07	17.86	16.77	13.79	15.63	10.53
	風向	2.65	85.25	233.5	250.1	161.8	254.8	281.2	35	41.5
基隆	風速	11.53	12.86	9.06	27.18	19.77	24.75	22.26	20.43	12.2
	風向	7.83	26.28	243	83.3	41.8	124.7	106.9	15.7	17.8
蘇澳	風速	9.73	11.32	6.45	30.02	21.95	24.43	25.24	17.67	10.91
	風向	10.62	24.19	246.7	95.5	33.6	141.9	124.4	14.5	0
台中	風速	9.81	11.4	9.38	25.88	16.68	16.68	20.78	19.13	11.94
	風向	39.96	41.72	227.1	35.2	13.2	13.2	82.5	24.1	42.1
MC		**0501**	**0502**	**0506**	**0507**	**0508**	**0509**	**0510**	**0511**	**0512**
安平	風速	11.7	9.58	9.04	19.72	16.83	20.51	18.92	17.02	13.48
	風向	12.38	13.87	192.5	338.2	158	268.5	306.2	12.4	8.8
花蓮	風速	12.13	12.84	9.29	41.4	13.35	26.39	29.63	22.05	13.97
	風向	11.26	22.65	187.2	99.1	28.0	170.6	143.5	14.6	23
高雄	風速	9.22	7.72	8.94	20.7	17.76	19.79	18.59	10.27	10.42
	風向	8.28	127.1	223	273.9	165	253.3	284.8	4.5	359.2
基隆	風速	9.9	11.27	10.31	28.87	23.17	23.19	25.49	20.16	11.28
	風向	13.7	27.66	257.2	121.8	304.5	123	109.6	12.7	357.8
蘇澳	風速	9.55	8.91	7.36	29.16	21.57	24	30.34	16.66	10.64
	風向	338	18.44	169.3	89.2	302	145	125.7	7.1	336.3
台中	風速	13.91	14.3	10.07	25.28	13.64	21.75	25.17	21.78	16.25
	風向	44.76	40.6	188	177.3	174.3	128.7	76.8	22.3	38.9

表 4.1-2 各測站 2006 年冬季及颱風期最大風速風向統計(公尺及度)

觀測值		0601	0602	0606	0607	0608	0609	0610	0611	0612
安平	風速	x	x	x	x	x	X	10.42	13.02	17.57
	風向	x	x	x	x	x	X	18.9	43.6	14.7
花蓮	風速	11.67	14.12	9.43	18.53	10.23	12.19	10.88	11.04	11.71
	風向	57	67.4	188.6	194.3	175.5	70	72.9	58	63.1
高雄	風速	6.94	7.88	10.18	12.35	11.01	8.92	4.95	5.7	6.91
	風向	43.3	152.7	186.9	316.7	160.3	174.1	153.4	163.6	210.8
基隆	風速	15.36	11.22	8.95	15.73	12.6	13.69	10.31	13.9	15.29
	風向	321.2	323.9	91.3	328.2	83.1	322.2	336.5	306.6	23.1
蘇澳	風速	6.26	6.44	6.16	17.32	5.48	6.61	5.69	5.32	10.12
	風向	243.7	229.2	297.7	291.1	336.7	338	230.8	230.9	299.1
台中	風速	17.78	18.68	7.7	18.28	14.45	18.11	22.67	25.46	26.8
	風向	31.7	2.2	215.4	19.9	32.1	32.1	33.3	32	36
RC		**0601**	**0602**	**0606**	**0607**	**0608**	**0609**	**0610**	**0611**	**0612**
安平	風速	8.68	9.15	12.52	15.39	9.56	9.37	8.33	7.91	10.21
	風向	24.1	41.	222.6	195.4	117.9	351.5	64	64.2	21
花蓮	風速	9.18	10.61	10.28	18.07	12.73	10.25	7.94	8.41	10.65
	風向	38.1	35.7	232.7	146	46.7	313.8	21.5	21.6	22.7
高雄	風速	10.5	10.05	12.47	17.63	10.42	9.23	10.7	9.96	10.8
	風向	64.4	59.7	226	217	115.7	333.3	61.6	66.5	65.8
基隆	風速	12.37	13.94	12.11	18.11	14.12	11.93	9.83	10.58	12.13
	風向	32	33.1	247.4	116.4	281.3	47.9	47.1	21.5	31.6
蘇澳	風速	10.33	11.76	9.84	16.81	11.24	10.85	8.38	9.59	10.96
	風向	34	32	253.2	131.5	62.1	323.8	47.6	19.7	19.1
台中	風速	11.34	13	11.11	21.9	13.73	11.84	9.9	10.51	11.71
	風向	43.6	45.2	232.1	118.9	85.5	43.97	63.3	32.6	57.2
MC		**0601**	**0602**	**0606**	**0607**	**0608**	**0609**	**0610**	**0611**	**0612**
安平	風速	9.47	9.44	9.75	19.23	11	11.36	9.41	7.89	11.71
	風向	4.7	0.9	179.5	211.2	148.1	344	353.3	2.1	12.2
花蓮	風速	13.35	12.41	7.91	17.7	13.22	15.33	11.28	11.12	14
	風向	14	14.6	179.7	184.6	38.3	20.4	34.2	17.7	9.5
高雄	風速	8.05	8.85	10.73	15.92	12.77	10.58	8.07	8.45	8.91
	風向	100.8	121.7	249.8	213.3	118.8	331.8	84.1	131	0.3
基隆	風速	11.83	11.36	12.65	18.67	12.94	10.03	9.04	9.53	10.59
	風向	10.6	35.2	254.5	120.9	279.5	329.2	50.5	17	48.3
蘇澳	風速	9.76	8.96	8.12	16.91	9.19	13.15	8.81	9.16	9.79
	風向	17.88	26	70.8	144.3	105.1	311.7	10.7	21.1	341.4
台中	風速	16.31	17.96	13.46	19.96	16.46	14.64	14.3	14.04	17.31
	風向	45.6	37.4	165.7	196.2	30.3	33.1	37.3	34.2	44.7

表 4.1-3 各測站 2007 年冬季及颱風期最大風速風向統計(公尺及度)

觀測值		0701	0702	0706	0707	0708	0709	0710	0711	0712
安平	風速	16.48	14.23	18.03	36.98	48.67	27.78	23.75	20.64	14.77
	風向	10.6	10.9	232.4	303.4	335.2	292.1	345.5	19.4	11.5
花蓮	風速	14.2	12.33	13.34	9.37	21.14	8.72	26.76	12.71	9.32
	風向	72.4	182.7	185.4	180.8	182.6	74.4	283.8	69.1	39.8
高雄	風速	6.76	6.82	9.83	8.05	12.59	6.38	13.16	6.46	6.49
	風向	297.2	172	165.8	170.3	190.7	217.6	316.3	187.7	83.1
基隆	風速	9.48	10.76	6.9	6.55	15.17	12.8	26.9	15.17	9.73
	風向	313.5	325.3	55.9	261.5	68.3	325.2	320.7	318.8	320.4
蘇澳	風速	8.94	6.01	5.87	5.54	17.52	6.95	12.1	7.42	4.34
	風向	228.4	234.9	292.5	231.6	273.2	339.5	250.1	312	340.6
台中	風速	24.64	22.46	21.1	14.97	30.09	24.46	34.34	32.2	23.56
	風向	35.7	30.2	217.6	228	39	354.2	318.2	29.8	40.1
RC		**0701**	**0702**	**0706**	**0707**	**0708**	**0709**	**0710**	**0711**	**0712**
安平	風速	9.52	8.64	7.68	7.16	21.11	10.51	19.48	14.32	7.93
	風向	15.6	14.6	168.9	178.3	130.5	336	312.3	27	18.6
花蓮	風速	8.74	8.53	6.81	6.14	26.02	13.06	19.41	14.23	8.48
	風向	28.9	34.3	170.2	245.6	137	336.6	354.9	20	33.5
高雄	風速	8.87	7.8	7.92	7.11	18.2	11.54	17.29	13.7	9.6
	風向	13.7	37.4	260.9	160.5	143.2	77.4	299.7	45	74.6
基隆	風速	10.67	11.13	6.53	8.8	24.29	14.97	24.83	15.46	10.73
	風向	0.1	38.3	181.1	246.4	100.2	9	58.1	21.5	49.6
蘇澳	風速	9.5	9.68	6.82	7.5	26.86	15.19	20.19	14.42	9.23
	風向	14.7	32.8	178.8	342.6	117.9	353.6	19.9	19.3	11.5
台中	風速	9.56	9.96	7.57	7.96	23.67	11.46	24.77	15.87	9.61
	風向	32.3	52.7	210.8	205	66.7	333.3	359.3	39.6	49.6
MC		**0701**	**0702**	**0706**	**0707**	**0708**	**0709**	**0710**	**0711**	**0712**
安平	風速	11.08	10	8.21	9.61	18.47	10.96	19.82	13.14	8.63
	風向	5.1	8.8	170	194.6	213.3	359.7	321.4	5.3	6.4
花蓮	風速	11.8	11.43	8.98	8.71	34.01	13.17	18.57	17.85	11.14
	風向	12.5	28.4	192.7	177.5	133.8	331.9	320	2.3	11.7
高雄	風速	9.53	7.72	8.58	9.28	19.44	12.78	18.08	8.55	7.14
	風向	23.1	126.1	140.4	174.7	92.8	80.7	308.9	13.9	84.4
基隆	風速	10.83	9.59	7.78	8.92	23.68	18.11	22.89	13.48	10.52
	風向	7.3	19	258.7	259.2	103.5	277.7	66.2	29.8	51.6
蘇澳	風速	9.39	9.44	7.7	7.4	29.04	14.57	26.15	11.68	8.46
	風向	341.6	3.8	165	319.9	119.1	310.2	56.3	20.3	355.1
台中	風速	14.55	14.42	9.08	10.31	27.88	14.08	25.72	20.08	14.08
	風向	40.6	41.2	213.8	41.5	160.4	25.3	358.1	30	45.5

表 4.1-4 各測站 2008 年冬季及颱風期最大風速風向統計(公尺及度)

觀測值		0801	0802	0806	0607	0808	0809	0810	0811	0812
安平	風速	14.64	17.23	18.5	25.94	11.28	X	X	17.59	15.64
	風向	0.1	13.5	166.1	305.3	171	X	X	13.8	16
花蓮	風速	10.08	10.66	16.4	21.28	12.41	23.44	9.97	11.51	12.91
	風向	39.5	47.1	166.9	44.3	170.3	162.6	57.5	52.7	51.7
高雄	風速	6.53	7.54	8.14	15.24	11.75	11.89	7.13	7.02	6.82
	風向	111.6	9.7	163.4	271.7	161.3	321.8	164.5	11.4	11.2
基隆	風速	12.13	11.95	6.75	18.12	12.53	19.8	10.61	14.33	14.67
	風向	321.8	309.9	277.3	97.5	97.5	321.4	322.2	322.1	314
蘇澳	風速	4.88	7.99	8	22.48	14.2	27.16	8.17	10.11	10.16
	風向	231.9	302.8	293.5	294.3	183.8	92.9	76.4	350.3	346.8
台中	風速	53.92	40.64	26.18	43.61	10.89	X	x	x	x
	風向	36.5	30.4	173.7	191.2	208.1	X	x	x	x
RC		0801	0802	0806	0607	0808	0809	0810	0811	0812
安平	風速	7.93	8.68	9.51	17.47	13.12	16.81	5.83	11.74	11.97
	風向	18.6	11.4	181.1	328.1	112.1	110.3	31.6	5.7	28.2
花蓮	風速	10.81	9.65	8.2	17.81	7.33	21.11	6.77	10.79	11.89
	風向	36.7	26.7	195.6	119.8	195	343	54	33.6	32.8
高雄	風速	10.78	9.95	9.12	16.64	15.07	19.13	7.44	11.61	10.95
	風向	52.8	59.2	181	272.1	106.7	74.9	75.7	44.6	33.8
基隆	風速	13.1	12.41	8.61	20.94	9.89	24.86	9.71	12.46	14.38
	風向	33.1	17.6	202.4	90.1	136.5	36.4	61.9	19.3	21.2
蘇澳	風速	11.36	10.48	8.07	22.32	8.89	22.25	7.63	11.04	12.8
	風向	34.1	23.4	198.8	104.2	158.5	20.7	69.1	20.4	25
台中	風速	12.9	11.35	9.16	19.98	7.73	19.88	9.27	12.27	13.6
	風向	41.2	39.3	186.1	48.3	222.4	343.7	54.5	33.8	35
MC		0801	0802	0806	0607	0808	0809	0810	0811	0812
安平	風速	11.17	9.89	10.5	16.47	19.05	17.32	7.18	12.6	12.17
	風向	358.7	2.3	171.9	302.3	131.5	115.6	350.9	0.1	10.7
花蓮	風速	12.48	13.06	10.48	27.02	11.97	27.57	8.17	14.23	14.7
	風向	13.5	13.9	181	119.1	181.2	357.1	15.6	7.1	3.9
高雄	風速	7.71	8.71	10.06	16.48	21.99	23.86	7.11	11.24	8.69
	風向	10.7	353.7	165.1	285.8	123	114.5	89	353.6	0.7
基隆	風速	11.24	10.73	8.63	22.59	12.53	24.03	8.8	12.41	12.77
	風向	38.3	18.6	140.9	97.3	154.6	36.1	74.4	14.3	2.2
蘇澳	風速	8.96	9.7	8.87	26.67	10.39	23.58	6.11	9.85	11.33
	風向	358.2	10.7	184.3	105.2	176.6	357	20	327.1	344
台中	風速	17.87	16.98	10.28	20.69	9.72	22.49	11.87	15.73	16.91
	風向	36.5	34.8	196.9	183.5	224.6	16.8	31.8	36.6	34

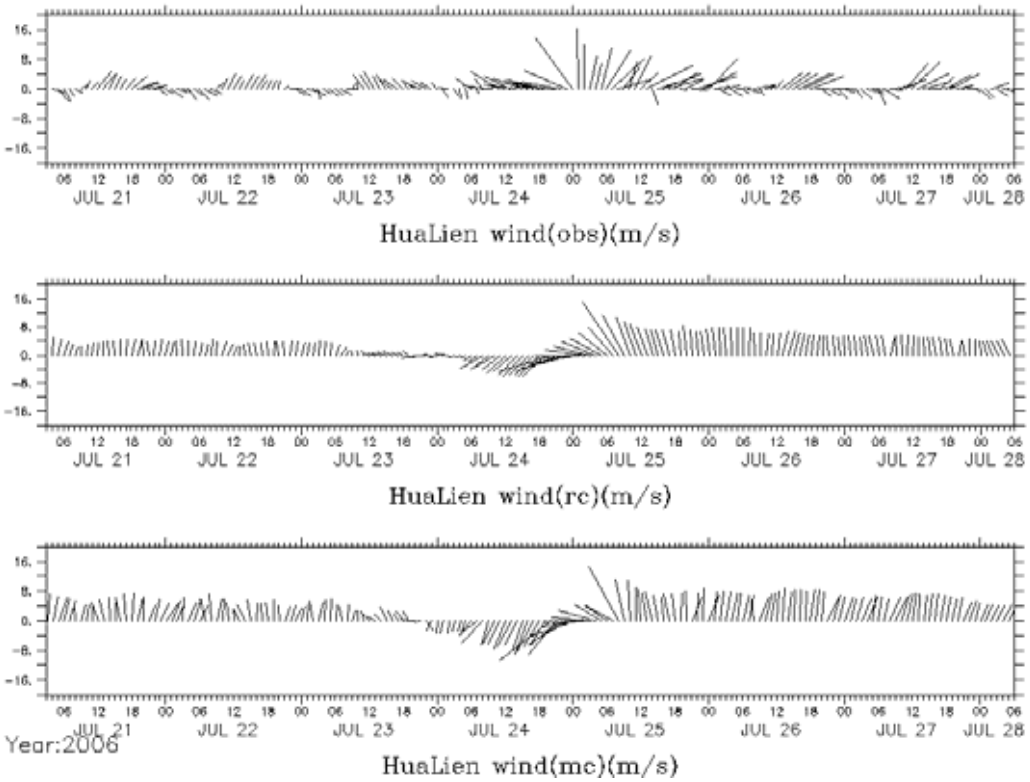


圖 4.1-6 花蓮測站 2006 年凱米颱風期間模式與實測資料比對圖

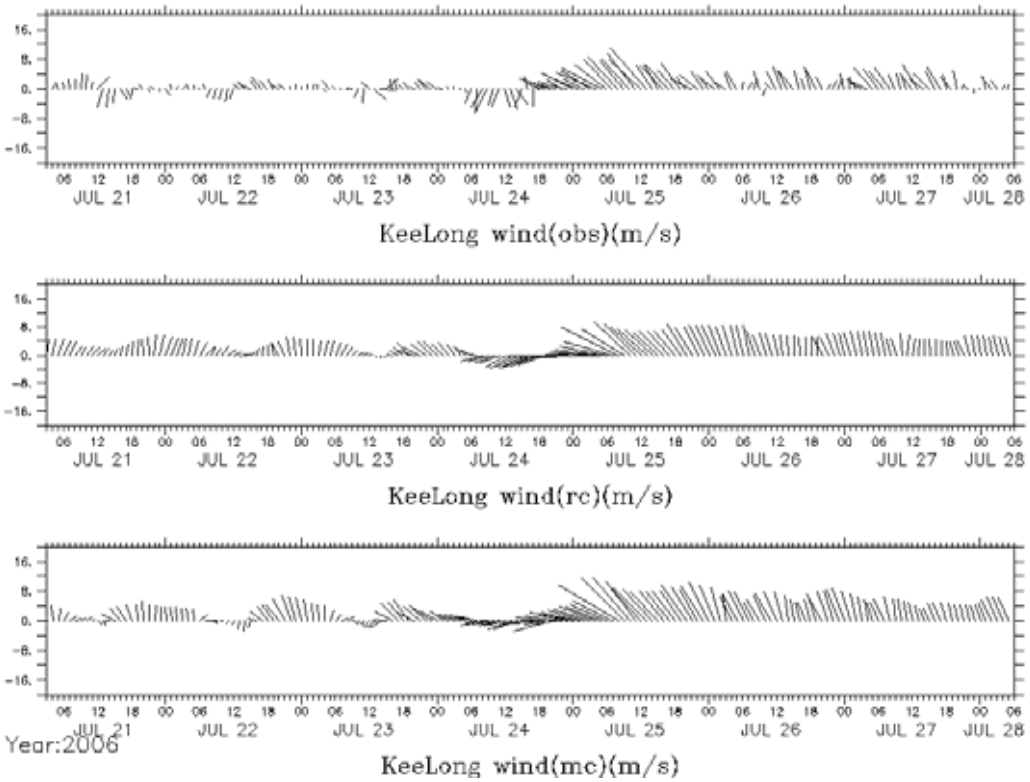


圖 4.1-7 基隆測站 2006 年凱米颱風期間模式與實測資料比對圖

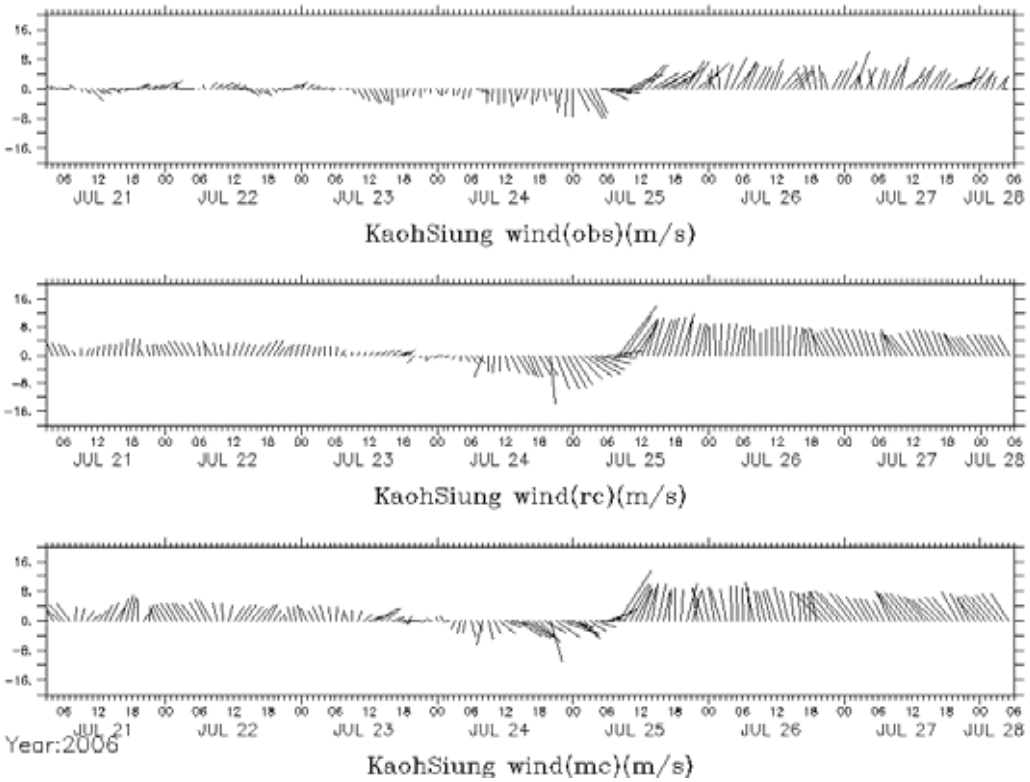


圖 4.1-8 高雄測站 2006 年凱米颱風期間模式與實測資料比對圖

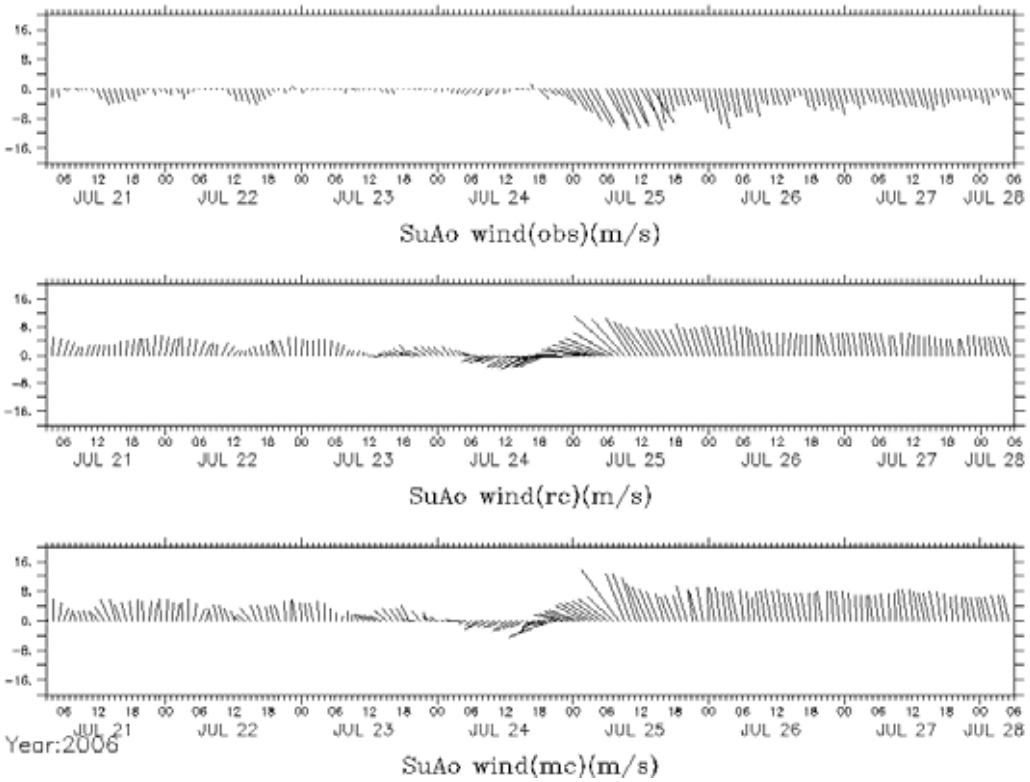


圖 4.1-9 蘇澳測站 2006 年凱米颱風期間模式與實測資料比對圖

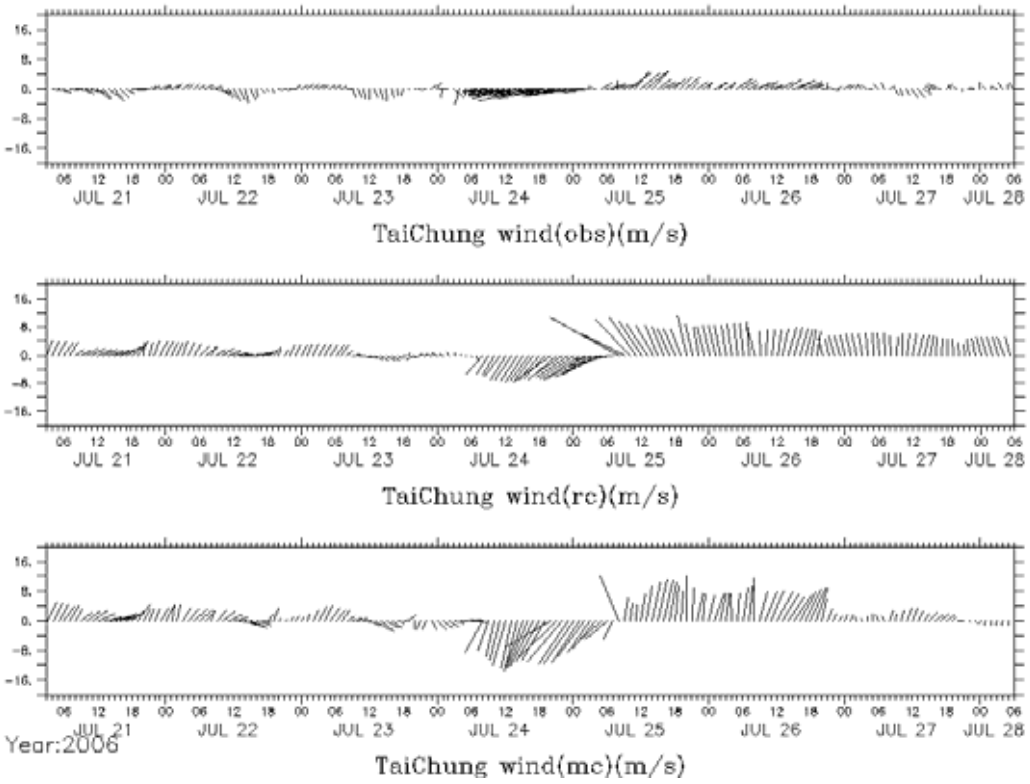


圖 4.1-10 台中測站 2006 年凱米颱風期間模式與實測資料比對圖

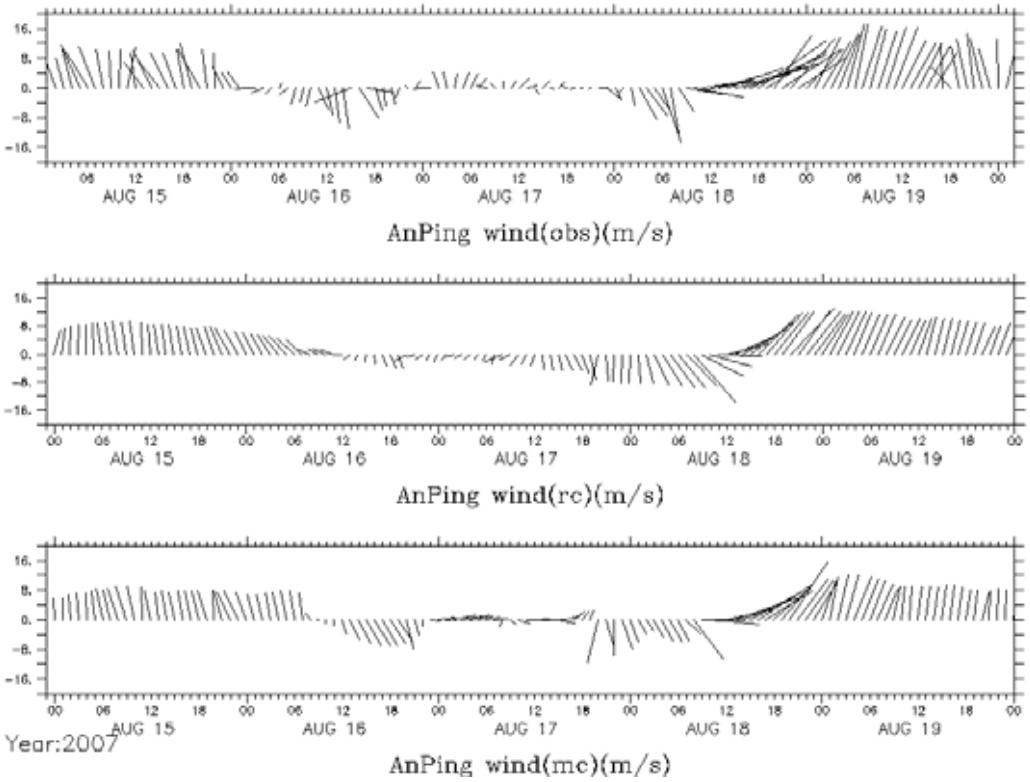


圖 4.1-11 安平測站 2007 年聖帕颱風期間模式與實測資料比對圖

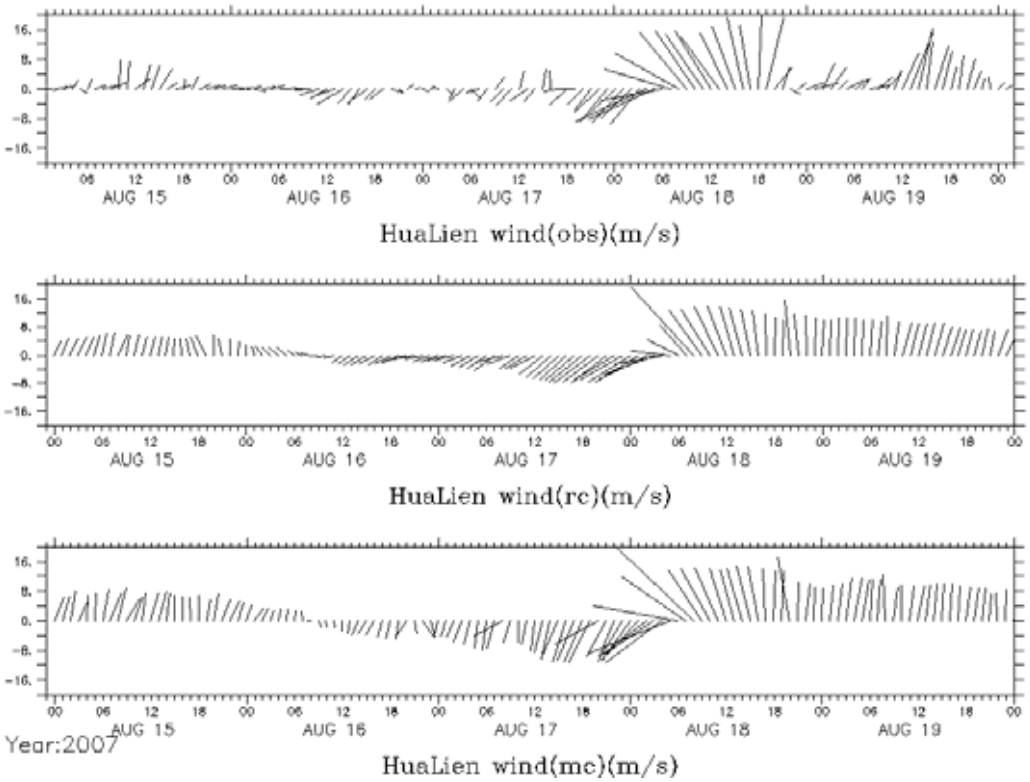


圖 4.1-12 花蓮測站 2007 年聖帕颱風期間模式與實測資料比對圖

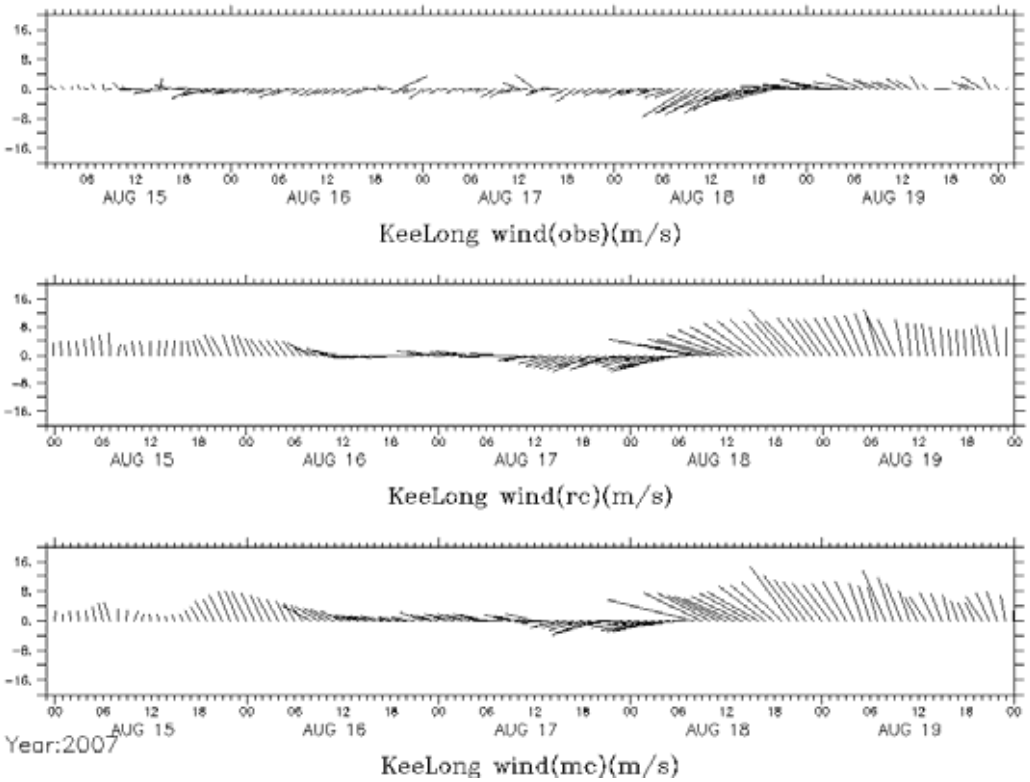


圖 4.1-13 基隆測站 2007 年聖帕颱風期間模式與實測資料比對圖

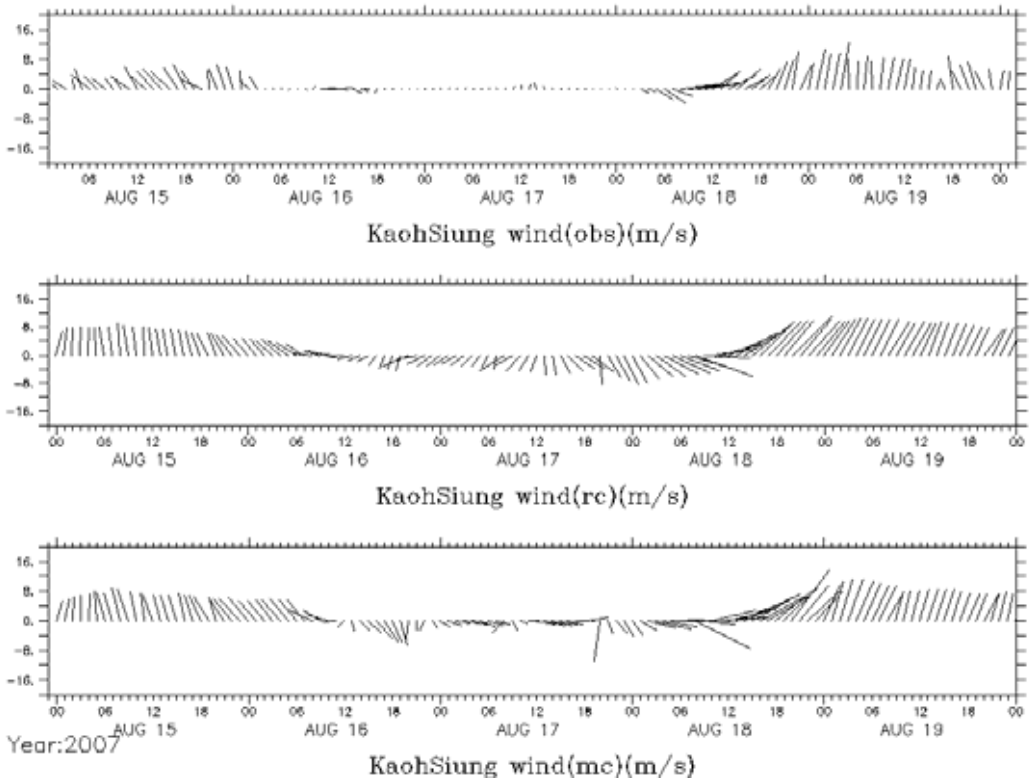


圖 4.1-14 高雄測站 2007 年聖帕颱風期間模式與實測資料比對圖

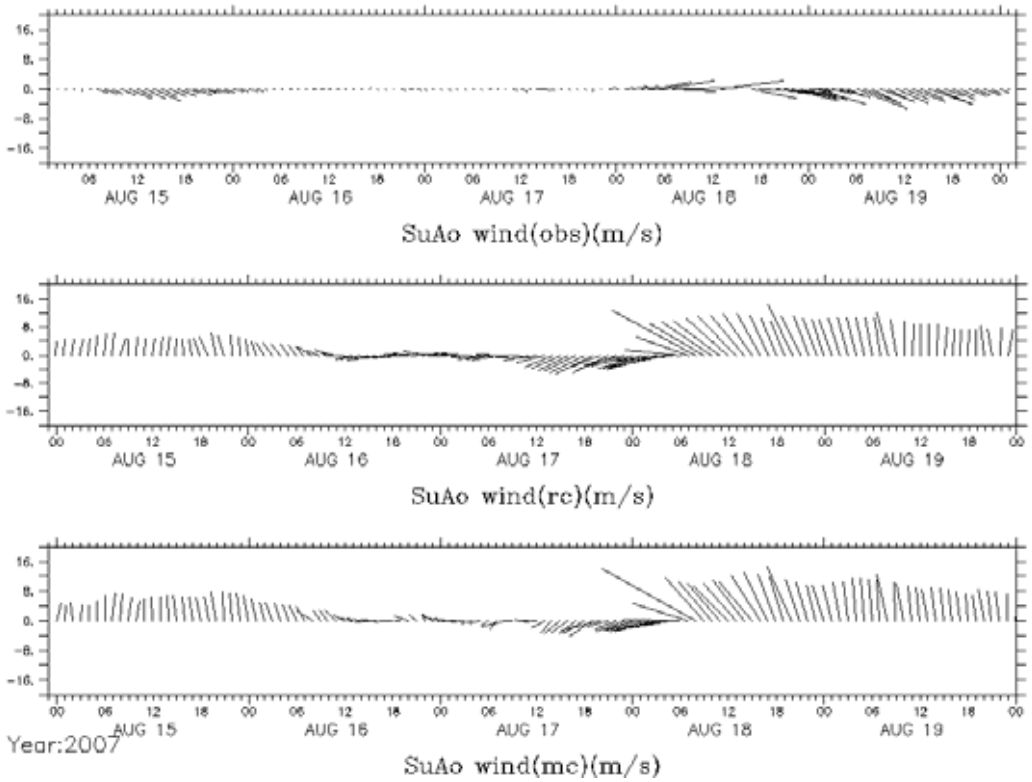


圖 4.1-15 蘇澳測站 2007 年聖帕颱風期間模式與實測資料比對圖

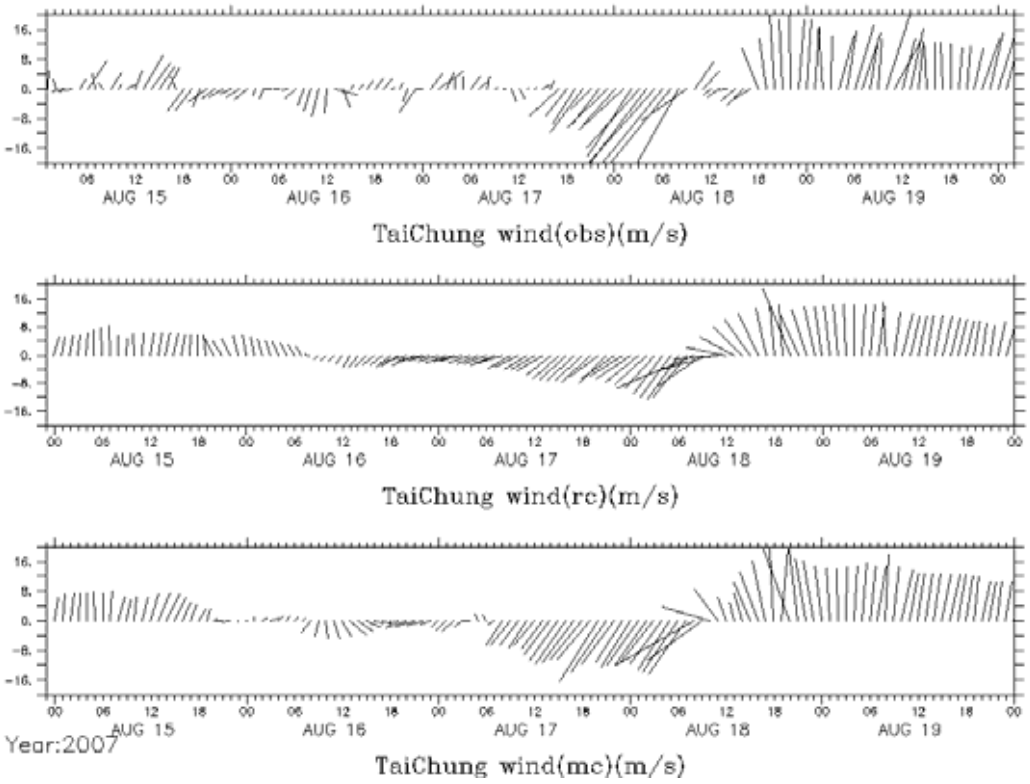


圖 4.1-16 台中測站 2007 年聖帕颱風期間模式與實測資料比對圖

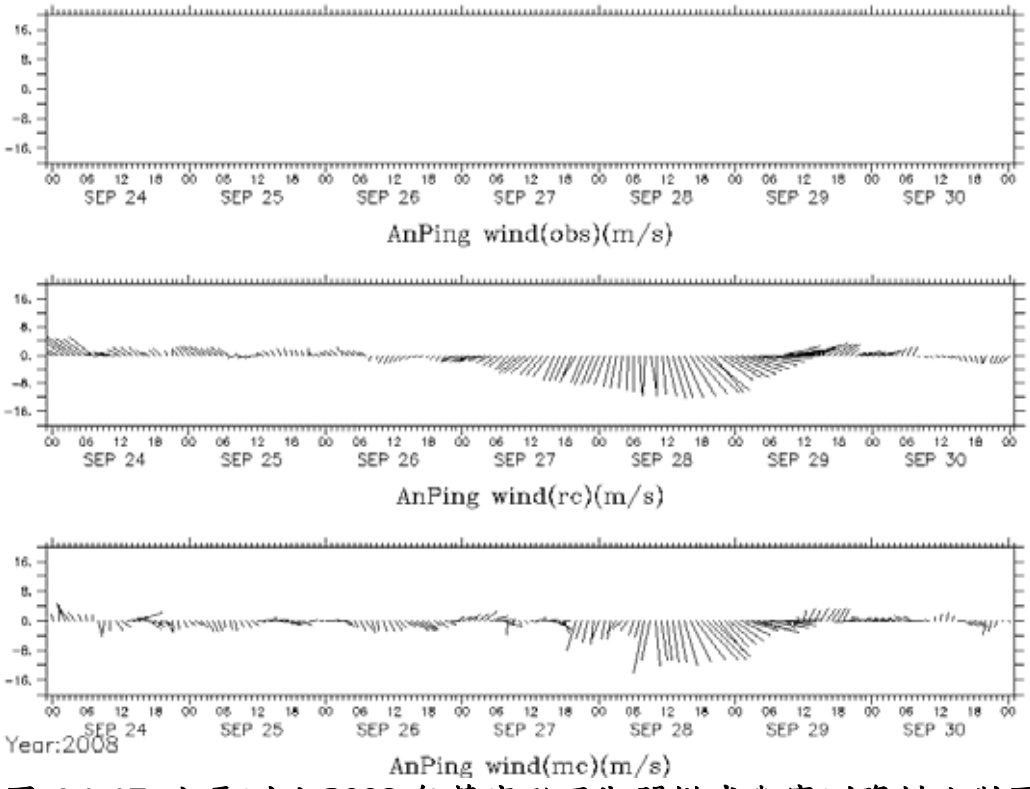


圖 4.1-17 安平測站 2008 年薔蜜颱風期間模式與實測資料比對圖

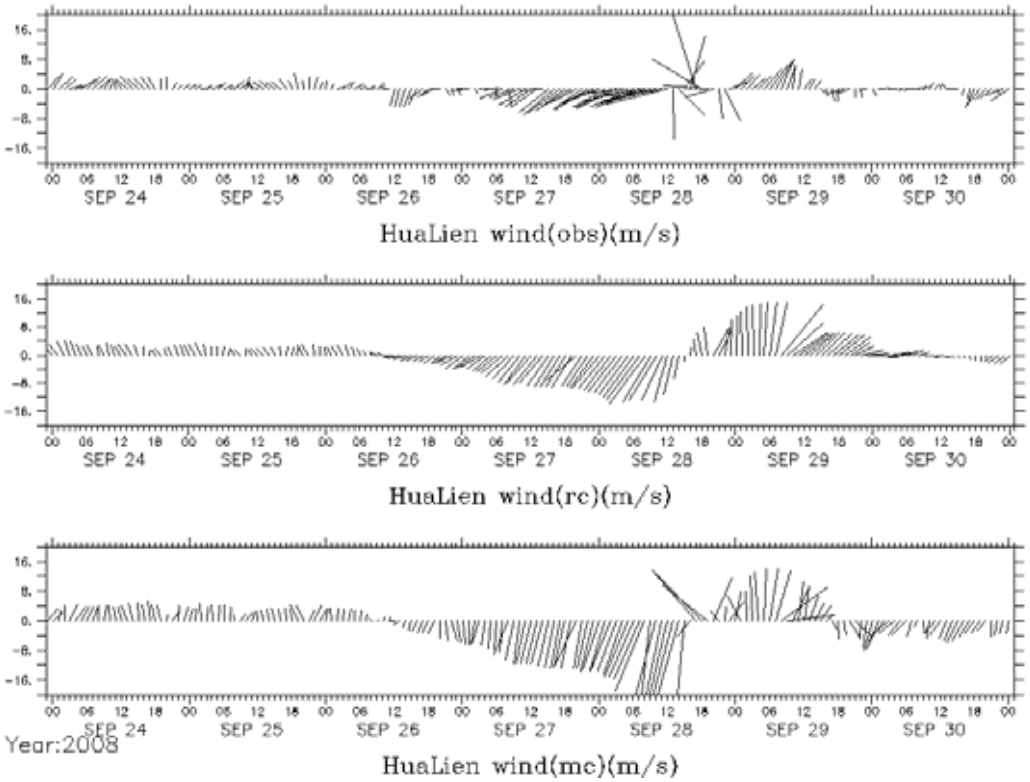


圖 4.1-18 花蓮測站 2008 年薔蜜颱風期間模式與實測資料比對圖

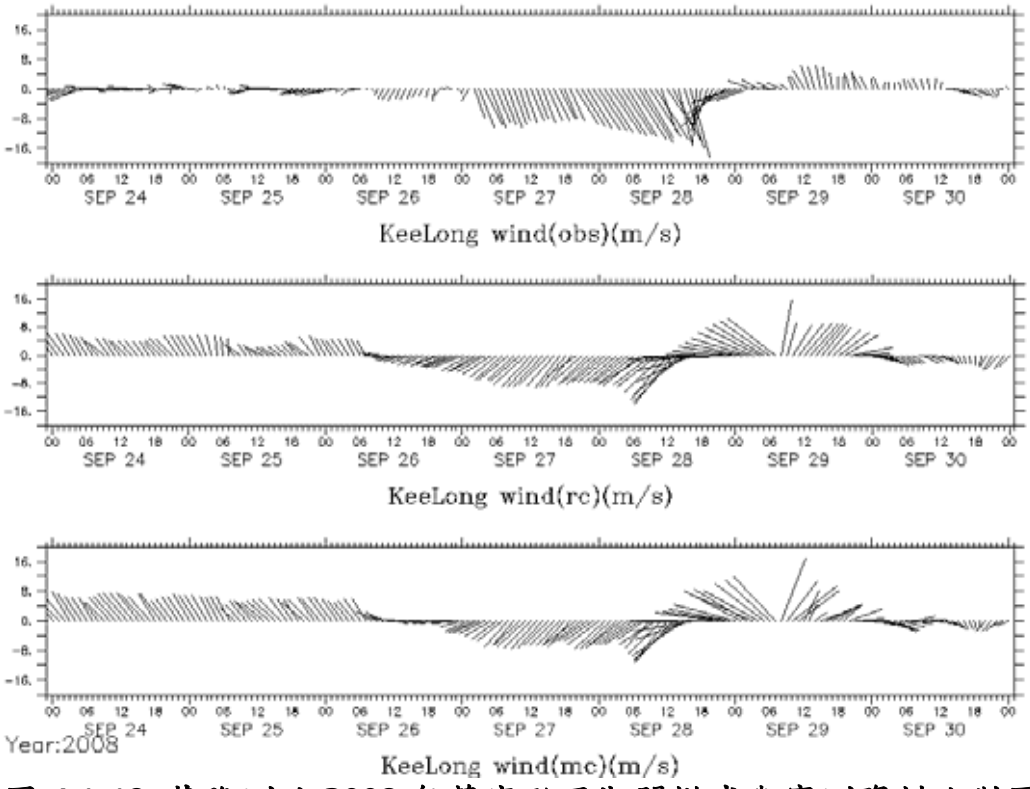


圖 4.1-19 基隆測站 2008 年薔蜜颱風期間模式與實測資料比對圖

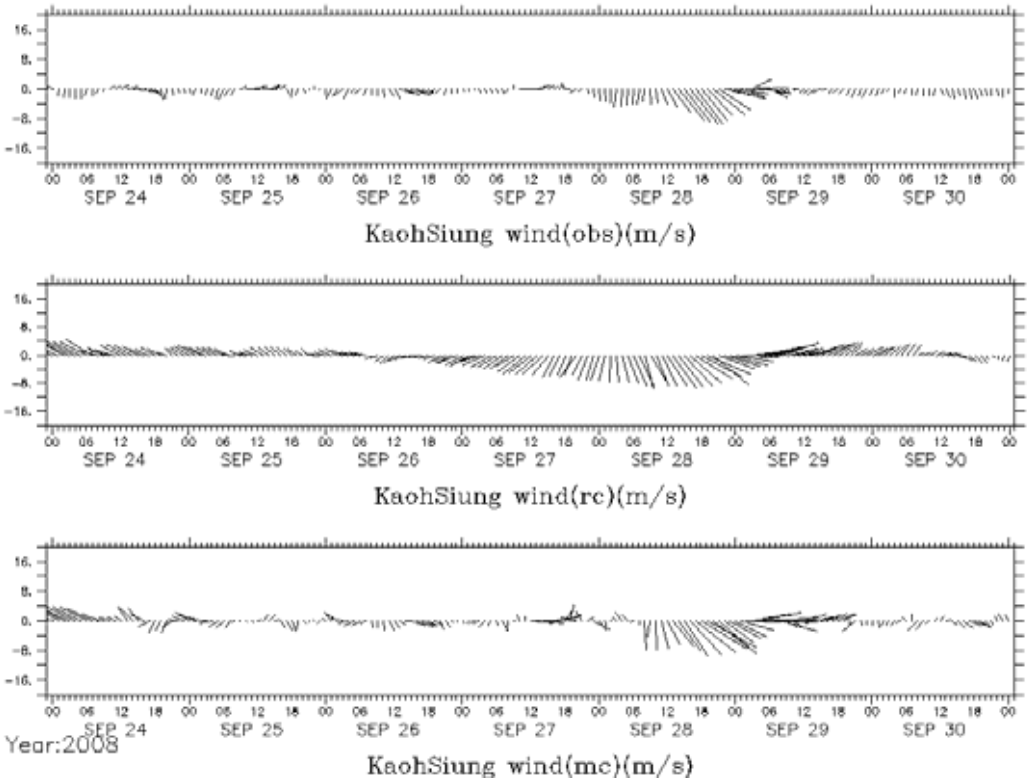


圖 4.1-20 高雄測站 2008 年薔蜜颱風期間模式與實測資料比對圖

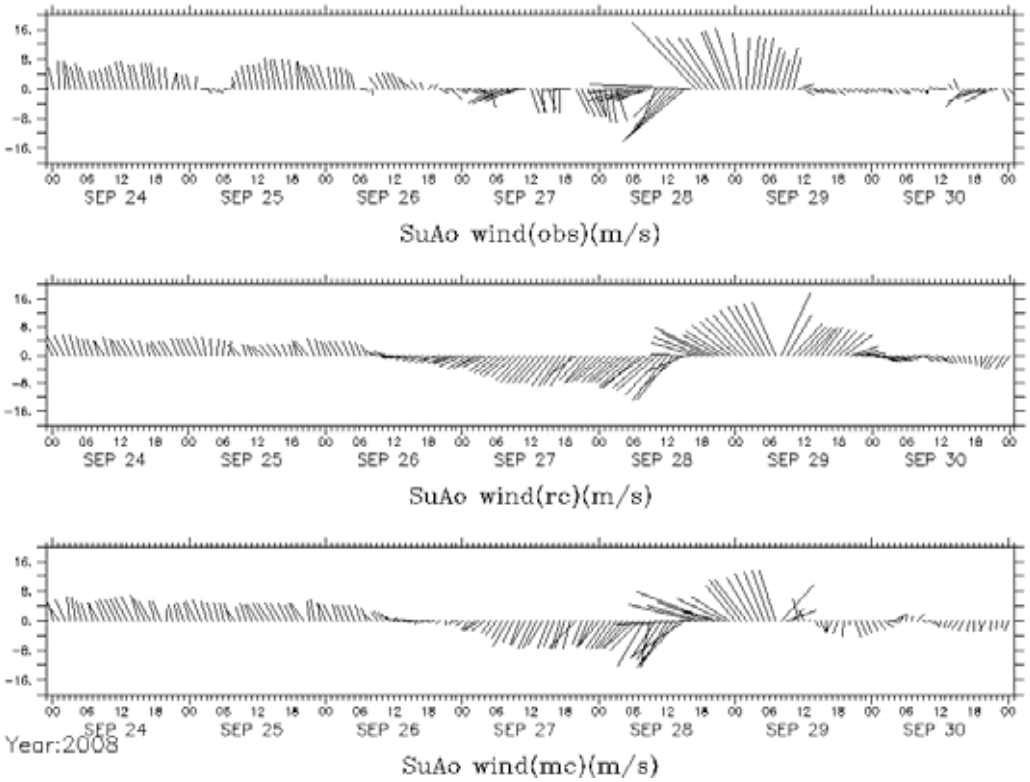


圖 4.1-21 蘇澳測站 2008 年薔蜜颱風期間模式與實測資料比對圖

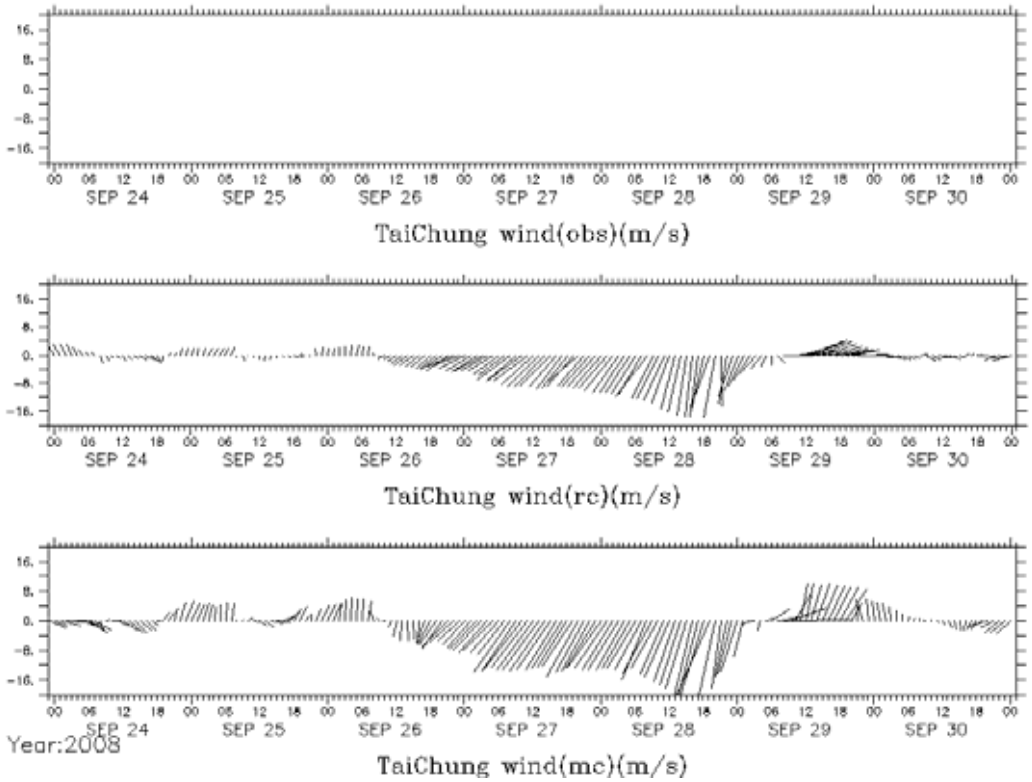


圖 4.1-22 台中測站 2008 年薔蜜颱風期間模式與實測資料比對圖

4.2 波浪長期模擬及分析

本節延續前一年之工作繼續進行波浪長期模擬及分析，由於目前所收集之完整風場涵蓋 2005 年至 2008 年，因此本節以一個月為單位進行波浪之推算，並以 7 個商港附近的波動進行 WAM 波場與 SWAN 波場的比較與討論。

為瞭解波浪推算結果與實測資料間的差異性，表 4.2.1～表 4.2.3、表 4.2.4～表 4.2.6、表 4.2.7～表 4.2.9、以及表 4.2.10～表 4.2.12 分別顯示安平港、高雄港、花蓮港、蘇澳港及基隆港之 WAM 及 SWAN 與實測資料的均方根誤差值。表 4.2.13～表 4.2.19 則分別為 7 個商港各月份中之最大波高與相對之週期及波向統計表，表中最後一欄亦顯示所發生的颱風次數。

表 4.2.1 2005 年 1 至 12 月各商港推算示性波高 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	5.36	0.40	0.38	0.75	0.33	1.22	5.68
	SWAN	1.78	0.47	0.37	0.65	0.58	1.04	2.55
2	WAM	5.57	0.39	0.54	0.66	0.53	1.24	5.57
	SWAN	1.80	0.46	0.54	0.61	0.55	1.13	2.62
3	WAM	5.38	0.43	0.55	0.57	0.54	1.06	5.88
	SWAN	1.83	0.64	0.60	0.68	0.84	1.02	2.83
4	WAM	4.62	0.35	NaN	0.36	0.38	0.64	4.85
	SWAN	1.98	0.45	NaN	0.47	0.49	0.52	2.92
5	WAM	5.17	0.26	NaN	0.37	0.28	0.70	5.08
	SWAN	2.20	0.30	NaN	0.36	0.42	0.64	2.76
6	WAM	5.38	0.31	0.50	0.25	0.52	0.42	5.57
	SWAN	2.23	0.57	0.51	0.39	0.57	0.45	2.74
7	WAM	5.81	0.57	0.66	0.76	0.56	0.61	5.50
	SWAN	2.34	0.78	0.73	0.84	1.26	0.67	2.62
8	WAM	5.51	0.40	0.60	0.83	0.68	0.64	5.53
	SWAN	2.34	0.53	0.56	1.13	0.94	0.89	2.66
9	WAM	6.84	0.63	0.71	0.52	0.94	0.95	6.34
	SWAN	2.20	0.69	0.71	0.85	1.08	0.81	3.22
10	WAM	5.50	0.74	0.30	0.76	0.70	1.14	5.61
	SWAN	1.84	0.82	0.35	0.70	0.91	1.05	2.69
11	WAM	5.81	0.57	0.29	0.88	0.77	1.04	5.62
	SWAN	1.69	0.94	0.29	0.82	0.97	0.85	2.83
12	WAM	5.57	0.41	0.30	0.68	0.68	NaN	5.86
	SWAN	1.59	1.11	0.40	0.77	1.30	NaN	2.99

表 4.2.2 2005 年 1 至 12 月各商港推算示性週期 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	2.09	2.50	1.67	2.24	2.50	1.76	2.70
	SWAN	3.07	4.52	3.31	4.09	4.43	3.59	2.71
2	WAM	2.21	2.36	2.02	2.10	2.29	1.78	2.82
	SWAN	3.26	4.80	3.92	4.09	4.57	3.54	2.69
3	WAM	2.45	2.83	2.07	2.59	3.06	2.01	3.00
	SWAN	3.10	4.73	3.92	4.18	4.75	3.47	2.57
4	WAM	2.27	3.00	NaN	2.42	3.05	2.23	2.28
	SWAN	2.42	5.13	NaN	3.94	4.91	3.20	1.83
5	WAM	2.83	2.96	NaN	2.55	1.74	1.67	2.75
	SWAN	2.83	4.87	NaN	4.12	4.22	3.13	2.31
6	WAM	2.18	2.37	1.82	1.90	1.62	1.32	2.69
	SWAN	2.83	4.55	3.78	4.17	3.66	2.47	2.33
7	WAM	3.30	3.52	2.14	2.92	3.11	1.45	4.00
	SWAN	3.18	5.78	4.26	4.17	5.26	2.49	2.60
8	WAM	2.83	2.98	2.11	2.48	3.20	1.69	3.30
	SWAN	2.80	5.15	4.09	4.19	5.37	3.19	2.76
9	WAM	3.68	3.06	2.58	2.60	3.69	2.13	3.02
	SWAN	3.85	5.84	5.43	4.50	6.10	3.77	2.85
10	WAM	1.95	2.50	1.87	2.14	2.65	2.08	3.03
	SWAN	3.18	4.80	3.66	4.09	4.90	3.67	2.57
11	WAM	2.38	2.44	2.27	2.39	2.73	2.35	3.33
	SWAN	3.40	4.16	4.17	3.59	4.32	3.00	2.54
12	WAM	2.20	2.45	2.28	1.59	2.38	NaN	2.85
	SWAN	3.42	4.40	4.44	3.54	4.34	NaN	2.40

表 4.2.3 2005 年 1 至 12 月各商港推算波向 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	187.01	131.34	136.31	172.17	115.73	195.17	202.99
	SWAN	183.20	123.15	75.10	177.44	115.53	224.26	196.89
2	WAM	206.12	150.38	144.71	180.58	129.06	189.71	202.95
	SWAN	202.49	112.21	94.98	174.17	107.06	214.59	196.52
3	WAM	240.12	149.98	131.18	192.17	134.37	190.22	209.56
	SWAN	236.36	112.40	114.60	167.83	108.29	194.50	203.83
4	WAM	213.66	169.32	NaN	199.25	159.29	209.45	202.40
	SWAN	210.35	92.85	NaN	168.43	98.47	207.34	197.00
5	WAM	89.01	176.04	NaN	183.18	158.67	194.75	180.04
	SWAN	85.32	92.08	NaN	199.10	91.21	236.34	174.88
6	WAM	47.46	169.16	199.92	222.96	152.26	226.85	121.23
	SWAN	43.17	70.06	185.80	165.70	89.79	226.53	115.93
7	WAM	116.59	196.46	189.31	227.22	153.52	228.42	125.37
	SWAN	113.52	57.42	178.78	166.50	80.23	212.07	120.32
8	WAM	143.50	166.95	174.48	215.51	165.62	220.33	148.09
	SWAN	140.32	90.30	163.61	196.90	99.44	208.69	143.38
9	WAM	186.83	162.78	183.00	201.79	156.01	207.64	235.89
	SWAN	183.45	89.06	149.61	172.60	102.27	197.20	229.70
10	WAM	175.28	147.21	114.26	186.24	144.05	205.40	213.33
	SWAN	171.59	110.38	117.73	177.06	119.01	212.29	206.89
11	WAM	217.15	146.32	84.40	186.41	145.70	184.32	211.34
	SWAN	213.75	102.52	84.73	156.79	109.33	186.73	205.39
12	WAM	184.78	144.65	88.24	125.41	136.74	NaN	203.15
	SWAN	181.28	115.41	55.02	122.66	120.62	NaN	196.37

表 4.2.4 2006 年 1 至 12 月各商港推算示性波高 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	5.29	0.57	0.29	0.91	0.73	0.98	5.69
	SWAN	1.81	0.66	0.32	0.83	0.83	0.71	2.73
2	WAM	5.86	0.40	0.27	1.04	0.64	1.08	5.87
	SWAN	1.74	0.73	0.34	1.05	0.45	0.91	2.57
3	WAM	5.24	0.42	0.24	0.65	0.49	1.15	5.59
	SWAN	1.81	0.53	0.30	0.62	0.56	0.83	2.75
4	WAM	4.94	0.34	0.19	0.51	0.44	0.71	5.11
	SWAN	2.00	0.38	0.21	0.62	0.47	0.60	2.62
5	WAM	5.68	0.34	0.36	0.31	0.31	0.72	5.78
	SWAN	1.90	0.41	0.63	0.27	0.44	0.64	2.36
6	WAM	5.08	0.25	0.32	NaN	0.30	0.39	5.18
	SWAN	2.27	0.52	0.32	NaN	0.49	0.52	2.36
7	WAM	5.95	0.52	0.59	NaN	0.51	0.59	5.95
	SWAN	2.67	0.67	0.55	NaN	0.88	0.68	2.49
8	WAM	6.49	0.38	0.47	0.20	0.42	0.37	6.11
	SWAN	2.47	0.48	0.41	0.33	0.45	0.54	2.88
9	WAM	5.74	0.50	0.26	0.65	0.54	0.85	5.42
	SWAN	1.87	0.47	0.35	0.81	0.54	0.94	2.55
10	WAM	5.48	0.54	0.27	0.27	0.41	0.79	5.08
	SWAN	1.75	0.47	0.25	0.49	0.39	0.61	2.57
11	WAM	5.82	0.37	0.20	0.41	0.33	0.80	5.64
	SWAN	1.70	0.48	0.29	0.52	0.47	0.68	2.62
12	WAM	5.93	0.45	0.23	0.46	0.53	1.00	5.51
	SWAN	1.81	0.91	0.32	0.72	0.94	0.75	2.51

表 4.2.5 2006 年 1 至 12 月各商港推算示性週期 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	1.71	2.56	2.69	1.59	2.67	1.91	2.77
	SWAN	3.11	5.06	4.67	3.53	4.77	3.37	2.57
2	WAM	2.08	2.35	2.70	1.60	2.52	2.02	3.20
	SWAN	3.54	4.60	4.64	3.63	4.85	3.83	2.98
3	WAM	2.20	2.70	1.65	2.08	2.80	2.02	2.76
	SWAN	2.97	4.96	3.41	3.79	4.75	3.11	2.47
4	WAM	2.50	2.18	1.29	2.11	2.12	1.92	2.62
	SWAN	2.75	4.24	2.88	3.93	4.00	3.40	2.38
5	WAM	2.68	2.97	1.05	2.04	2.80	1.93	2.80
	SWAN	3.71	5.19	3.05	3.89	4.87	3.59	2.92
6	WAM	2.38	2.79	0.83	NaN	2.48	1.66	2.94
	SWAN	2.71	4.72	2.31	NaN	4.39	2.94	2.37
7	WAM	3.18	2.76	0.97	NaN	2.66	1.57	3.32
	SWAN	2.93	6.29	2.71	NaN	5.83	2.99	3.02
8	WAM	3.72	3.24	0.80	3.54	3.41	1.77	3.28
	SWAN	3.70	5.52	3.17	5.37	5.48	3.16	2.86
9	WAM	2.84	5.57	1.70	4.43	5.75	2.17	2.39
	SWAN	3.37	7.82	4.10	6.31	8.05	4.10	2.64
10	WAM	1.93	3.06	2.26	3.44	3.61	1.96	2.67
	SWAN	3.08	4.97	4.38	4.93	5.36	3.19	2.05
11	WAM	2.10	2.23	1.93	2.26	2.39	1.94	2.95
	SWAN	3.25	4.58	4.20	4.29	4.58	3.73	2.71
12	WAM	2.26	2.65	3.03	1.99	2.79	2.07	3.12
	SWAN	3.55	4.63	4.96	3.91	4.79	3.60	2.68

表 4.2.6 2006 年 1 至 12 月各商港推算波向 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	193.28	148.20	96.57	174.98	145.98	197.15	210.51
	SWAN	189.44	109.56	59.58	159.07	118.13	214.81	203.89
2	WAM	204.11	144.30	90.91	196.89	132.83	199.88	207.83
	SWAN	200.40	111.02	64.27	178.24	114.77	203.31	201.61
3	WAM	231.33	159.87	110.57	204.36	154.60	194.44	214.10
	SWAN	227.87	111.22	88.20	170.47	115.23	209.33	208.54
4	WAM	184.22	177.52	167.57	211.87	159.25	195.94	183.71
	SWAN	180.92	103.27	136.21	173.91	105.71	231.34	178.49
5	WAM	134.78	190.48	175.29	168.57	170.12	194.62	171.38
	SWAN	132.08	85.44	144.76	222.76	87.08	195.89	166.50
6	WAM	178.61	185.38	176.90	NaN	169.71	239.78	77.64
	SWAN	175.78	51.47	175.31	NaN	70.70	209.35	73.23
7	WAM	99.26	187.06	185.79	NaN	165.35	232.92	131.23
	SWAN	96.04	86.70	176.58	NaN	100.20	218.86	126.83
8	WAM	107.12	163.29	186.39	199.88	168.56	232.96	172.97
	SWAN	103.89	80.45	174.00	241.88	94.02	230.02	168.60
9	WAM	147.68	143.01	182.25	189.52	144.96	195.62	195.49
	SWAN	144.54	92.86	159.33	205.48	101.00	218.81	189.70
10	WAM	179.32	135.65	106.33	187.29	142.65	200.71	220.41
	SWAN	175.74	107.65	140.02	174.92	120.96	213.01	214.51
11	WAM	196.99	145.24	110.25	193.04	142.06	191.85	211.34
	SWAN	193.89	92.43	91.87	173.18	101.01	199.85	205.41
12	WAM	184.74	134.70	82.39	191.13	135.13	198.86	208.77
	SWAN	180.73	107.33	36.96	182.88	117.74	212.75	202.43

表 4.2.7 2007 年 1 至 12 月各商港推算示性波高 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	5.52	0.48	NaN	0.47	0.37	1.07	5.45
	SWAN	1.84	0.58	NaN	0.62	0.86	0.88	2.45
2	WAM	4.85	0.43	NaN	0.30	0.44	0.94	5.13
	SWAN	1.76	0.48	NaN	0.52	0.55	0.75	2.63
3	WAM	5.13	0.39	0.21	0.18	0.46	0.99	5.23
	SWAN	1.92	0.50	0.29	0.27	0.49	0.85	2.61
4	WAM	5.00	0.39	0.24	0.44	0.41	0.91	5.12
	SWAN	1.80	0.39	0.32	0.45	0.42	0.79	2.60
5	WAM	4.85	0.20	0.21	0.22	0.28	0.45	4.51
	SWAN	2.10	0.28	0.23	0.37	0.31	0.41	2.34
6	WAM	4.69	0.31	0.29	0.20	0.38	0.26	5.07
	SWAN	2.22	0.30	0.28	0.35	0.32	0.27	2.42
7	WAM	5.51	0.21	0.26	0.41	0.34	0.34	4.75
	SWAN	2.32	0.36	0.24	0.73	0.47	0.30	2.25
8	WAM	5.95	0.68	0.40	0.94	0.71	0.68	6.11
	SWAN	2.37	0.86	0.44	1.01	1.02	0.93	3.15
9	WAM	5.52	0.40	0.32	0.49	0.59	0.82	5.07
	SWAN	2.12	0.67	0.39	0.99	0.72	0.94	3.06
10	WAM	6.15	0.58	0.44	0.77	0.40	1.01	5.26
	SWAN	1.74	0.80	0.58	0.81	0.48	1.22	2.26
11	WAM	6.33	0.43	0.35	0.54	0.57	NaN	5.61
	SWAN	1.77	0.85	0.28	0.94	0.82	NaN	2.92
12	WAM	5.25	0.43	0.24	0.44	0.44	NaN	5.38
	SWAN	1.71	0.58	0.29	0.59	0.64	NaN	2.72

表 4.2.8 2007 年 1 至 12 月各商港推算示性週期 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	1.87	2.70	NaN	2.20	2.86	1.98	2.62
	SWAN	3.16	4.70	NaN	4.12	4.61	3.54	2.65
2	WAM	2.34	2.34	NaN	2.34	2.62	1.91	2.56
	SWAN	2.80	4.34	NaN	4.49	4.48	3.26	2.21
3	WAM	2.21	2.67	1.73	3.20	2.58	1.75	2.66
	SWAN	2.95	4.74	3.15	5.26	4.52	3.28	2.39
4	WAM	2.35	3.08	1.50	2.26	3.01	1.99	2.39
	SWAN	2.88	5.14	3.29	3.98	4.87	3.44	2.32
5	WAM	2.19	3.78	1.49	3.41	3.51	1.70	2.15
	SWAN	2.53	5.66	3.04	4.96	5.29	2.74	2.01
6	WAM	2.11	2.41	1.60	2.22	2.19	1.67	2.59
	SWAN	2.31	4.38	2.99	4.39	4.28	3.25	2.39
7	WAM	1.89	3.97	2.13	3.63	3.81	1.89	2.33
	SWAN	2.71	6.00	3.94	5.62	6.01	2.83	2.50
8	WAM	3.51	2.84	2.72	2.74	2.93	1.99	3.62
	SWAN	3.47	5.69	5.66	4.56	5.70	3.13	2.42
9	WAM	2.95	3.29	1.77	3.04	3.47	1.94	2.88
	SWAN	2.94	5.59	3.97	4.61	5.49	3.25	1.85
10	WAM	2.59	2.67	2.37	2.14	2.98	1.52	3.70
	SWAN	3.73	4.97	4.79	4.52	4.96	3.41	2.71
11	WAM	2.10	2.66	2.05	2.01	2.89	NaN	3.92
	SWAN	3.84	5.00	4.16	3.95	4.89	NaN	2.35
12	WAM	1.71	2.69	1.47	2.13	2.80	NaN	2.43
	SWAN	3.06	4.82	3.45	3.89	4.76	NaN	2.32

表 4.2.9 2007 年 1 至 12 月各商港推算波向 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	180.30	134.51	NaN	185.72	132.21	190.80	204.16
	SWAN	176.21	110.83	NaN	180.18	123.25	200.96	198.22
2	WAM	227.06	144.50	NaN	209.95	148.25	189.82	206.23
	SWAN	223.76	103.48	NaN	154.54	112.91	196.07	200.96
3	WAM	208.45	152.48	147.77	281.98	160.25	191.65	192.10
	SWAN	205.08	94.81	109.88	149.25	106.84	200.57	186.59
4	WAM	208.04	156.98	124.86	203.90	156.74	197.49	201.58
	SWAN	204.99	99.46	126.93	184.34	113.04	204.54	196.32
5	WAM	148.89	208.94	162.73	221.16	184.02	211.19	174.72
	SWAN	146.24	67.73	160.49	178.06	83.66	211.47	170.83
6	WAM	133.36	205.65	190.12	258.33	176.47	228.77	139.76
	SWAN	130.84	60.65	189.84	190.37	94.16	233.26	135.48
7	WAM	122.59	183.77	185.40	234.05	175.95	232.34	128.19
	SWAN	120.19	72.38	190.81	190.45	88.29	229.53	124.57
8	WAM	147.06	184.25	194.26	254.02	182.55	191.73	153.49
	SWAN	144.16	80.43	175.91	202.24	106.09	196.01	148.33
9	WAM	163.21	164.08	178.40	213.75	160.23	195.29	203.04
	SWAN	159.85	103.36	132.13	212.02	119.53	226.75	197.29
10	WAM	174.04	147.11	111.36	203.20	145.44	204.32	207.65
	SWAN	170.24	114.50	123.40	182.44	121.08	212.45	202.23
11	WAM	183.30	138.73	92.82	190.11	139.27	NaN	212.31
	SWAN	178.78	113.04	79.37	181.66	122.67	NaN	205.51
12	WAM	190.89	142.48	101.79	195.10	137.80	NaN	208.08
	SWAN	187.47	103.22	61.66	176.69	111.90	NaN	202.23

表 4.2.10 2008 年 1 至 11 月各商港推算示性波高 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	0.62	0.38	0.24	0.52	0.68	NaN	NaN
	SWAN	0.32	0.85	0.32	0.59	0.95	NaN	NaN
2	WAM	NaN	0.39	0.22	0.57	0.56	NaN	NaN
	SWAN	NaN	0.71	0.31	0.67	0.89	NaN	NaN
3	WAM	0.59	0.37	0.23	0.38	0.37	NaN	NaN
	SWAN	0.67	0.50	0.31	0.60	0.54	NaN	NaN
4	WAM	NaN	0.34	0.26	0.36	0.38	NaN	NaN
	SWAN	NaN	0.43	0.33	0.37	0.44	NaN	NaN
5	WAM	0.55	0.31	0.26	0.30	0.38	NaN	NaN
	SWAN	0.61	0.56	0.29	0.68	0.57	NaN	NaN
6	WAM	0.63	0.37	0.63	0.61	0.43	NaN	NaN
	SWAN	0.74	0.44	0.66	0.48	0.49	NaN	NaN
7	WAM	5.30	4.54	9.10	6.28	4.99	6.02	4.88
	SWAN	2.53	4.36	8.98	6.21	5.00	5.87	2.45
8	WAM	5.95	4.42	9.10	5.84	6.91	5.98	5.90
	SWAN	2.42	4.28	9.05	5.70	6.83	5.67	2.55
9	WAM	6.10	3.57	9.08	5.23	4.72	6.08	5.54
	SWAN	2.27	3.43	9.04	5.39	5.00	6.06	2.44
10	WAM	5.47	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	5.17
	SWAN	1.82	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.38
11	WAM	5.65	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	5.31
	SWAN	1.71	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.83

表 4.2.11 2008 年 1 至 11 月各商港推算平均週期 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	2.81	2.04	1.38	1.31	1.60	NaN	NaN
	SWAN	0.85	0.94	1.30	1.20	1.54	NaN	NaN
2	WAM	NaN	2.12	1.60	1.26	1.36	NaN	NaN
	SWAN	NaN	0.86	1.03	0.93	1.20	NaN	NaN
3	WAM	1.17	1.49	1.53	1.08	1.08	NaN	NaN
	SWAN	2.19	1.24	1.09	1.15	1.65	NaN	NaN
4	WAM	NaN	0.89	1.78	1.03	1.00	NaN	NaN
	SWAN	NaN	2.00	1.37	1.38	1.82	NaN	NaN
5	WAM	1.10	1.09	1.74	1.49	1.20	NaN	NaN
	SWAN	2.27	1.85	1.17	1.05	1.91	NaN	NaN
6	WAM	2.85	1.15	2.53	1.31	1.17	NaN	NaN
	SWAN	1.03	2.00	0.89	1.86	2.06	NaN	NaN
7	WAM	2.85	5.29	5.34	5.02	5.36	5.01	3.17
	SWAN	2.60	3.07	3.67	2.64	2.82	3.27	2.26
8	WAM	3.11	5.41	5.85	4.73	5.26	5.60	2.73
	SWAN	3.20	2.94	3.32	2.66	2.87	3.22	2.71
9	WAM	3.88	6.77	5.92	6.32	6.82	6.07	4.42
	SWAN	3.56	3.61	3.44	3.18	3.26	3.38	3.16
10	WAM	2.65	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.53
	SWAN	3.19	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.28
11	WAM	2.18	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.85
	SWAN	3.32	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.03

表 4.2.12 2008 年 1 至 11 月各商港推算平均波向 r.m.s.值

月　份	波向	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中	台北
1	WAM	99.45	139.30	107.26	189.25	130.45	NaN	NaN
	SWAN	51.65	109.60	51.43	174.12	110.29	NaN	NaN
2	WAM	NaN	134.16	116.20	184.91	135.62	NaN	NaN
	SWAN	NaN	118.70	45.06	181.74	126.84	NaN	NaN
3	WAM	110.05	151.33	92.78	197.52	149.02	NaN	NaN
	SWAN	125.37	101.11	113.21	173.93	112.69	NaN	NaN
4	WAM	NaN	167.42	160.93	203.57	105.82	NaN	NaN
	SWAN	NaN	86.43	142.43	161.62	118.23	NaN	NaN
5	WAM	94.94	171.85	167.83	212.37	77.70	NaN	NaN
	SWAN	143.82	101.74	164.34	210.45	122.96	NaN	NaN
6	WAM	208.92	220.91	220.59	258.87	116.05	NaN	NaN
	SWAN	204.62	34.61	219.82	184.81	167.03	NaN	NaN
7	WAM	106.41	309.05	108.36	295.80	321.83	83.80	116.50
	SWAN	103.37	140.06	103.38	265.59	163.05	158.08	112.34
8	WAM	118.97	328.26	116.61	282.79	330.38	93.30	133.70
	SWAN	116.10	129.29	149.93	219.88	137.04	180.94	129.58
9	WAM	143.56	285.78	156.52	262.36	287.69	163.97	198.44
	SWAN	139.90	164.84	188.81	224.53	170.88	215.04	193.12
10	WAM	182.17	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	215.34
	SWAN	179.13	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	210.06
11	WAM	197.50	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	206.18
	SWAN	193.73	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	200.26

表 4.2.13　台北港各月份最大波浪及相對週期與波向

時間	WAM			SWAN			現場觀測			颱風次數
	Hs	Tmean	Dir	Hs	Tmean	Dir	Hs	Ts	Dir	
0501	8.48	4.30	0.17	6.08	5.10	7.67	2.12	6.25	193.65	
0502	10.26	8.89	0.37	5.82	4.77	7.67	2.84	7.46	204.25	
0503	11.29	7.38	0.29	6.59	5.28	9.75	3.05	7.99	203.95	
0504	8.48	6.96	0.26	5.77	4.51	8.64	1.59	5.26	61.10	
0505	7.01	6.09	0.22	5.50	4.38	6.80	1.44	5.13	61.23	
0506	8.48	5.10	0.20	4.96	4.06	6.80	1.60	5.30	63.03	
0507	9.33	17.58	0.88	6.68	5.65	12.38	4.74	7.92	232.55	1
0508	10.26	5.94	0.23	5.63	4.82	9.75	3.90	7.90	220.46	3
0509	12.42	3.49	0.11	10.02	9.04	12.38	2.85	5.82	280.59	3
0510	9.33	7.95	0.31	8.69	7.34	10.99	3.70	7.22	222.64	
0511	12.42	7.71	0.27	7.18	5.43	12.38	6.88	10.57	187.23	
0512	11.29	7.34	0.30	6.26	5.47	8.64	2.98	7.96	201.48	
0601	10.26	12.36	0.53	7.84	6.34	10.99	3.41	8.52	200.70	
0602	10.26	12.61	0.54	5.95	5.24	8.64	3.48	8.07	203.16	
0603	10.26	13.00	0.54	8.42	7.06	10.99	3.75	8.67	203.02	
0604	8.48	8.23	0.32	5.33	4.22	8.64	1.96	6.55	200.97	
0605	16.53	6.54	0.24	4.78	3.69	7.67	3.73	8.81	45.95	
0606	9.33	5.99	0.22	4.99	4.34	7.67	2.28	6.20	63.32	1
0607	10.26	2.72	0.10	5.12	3.93	9.75	3.08	7.40	212.45	
0608	12.42	2.79	0.08	9.48	8.05	12.38	2.49	7.60	184.17	3
0609	9.33	11.77	0.51	5.61	4.64	7.67	2.94	7.59	205.29	2
0610	8.48	5.97	0.22	4.74	3.80	7.67	1.59	5.59	215.83	1
0611	9.33	5.26	0.20	4.90	4.26	7.67	1.67	5.68	194.95	
0612	9.33	11.41	0.50	5.03	4.44	6.80	2.55	7.08	208.43	
0701	11.29	8.28	0.33	4.90	3.97	7.67	2.11	6.55	208.24	
0702	9.33	6.74	0.25	5.27	4.34	8.64	2.15	6.55	207.94	
0703	9.33	10.31	0.43	5.96	4.69	8.64	2.52	7.42	204.58	
0704	8.48	10.11	0.41	5.82	5.02	7.67	2.33	6.91	201.60	
0705	6.37	2.19	0.07	4.23	3.71	6.03	1.12	4.68	56.45	
0706	7.71	0.23	0.01	4.09	3.13	6.03	1.20	5.02	60.77	
0707	10.26	2.08	0.06	7.75	6.42	13.96	1.44	5.59	65.45	
0708	10.26	3.68	0.11	6.32	5.42	9.75	3.84	6.90	247.37	3
0709	13.66	5.54	0.21	8.25	7.07	9.75	4.18	8.37	180.07	1
0710	11.29	7.49	0.29	5.37	4.37	7.67	5.47	8.95	206.32	1
0711	9.33	11.52	0.48	6.27	5.51	8.64	4.12	8.41	197.47	1
0712	9.33	8.11	0.32	5.49	4.81	7.67	2.12	6.90	207.67	
0801	3.21	7.80	205.03	4.32	5.88	226.83	NaN	NaN	NaN	
0802	2.72	7.55	204.76	3.80	5.50	227.04	NaN	NaN	NaN	
0803	1.91	6.62	207.71	2.67	4.98	227.49	NaN	NaN	NaN	
0804	1.76	5.23	59.07	2.30	4.48	226.06	NaN	NaN	NaN	
0805	2.03	6.88	207.70	3.77	5.47	225.50	NaN	NaN	NaN	
0806	1.37	5.04	61.15	2.09	3.79	154.99	NaN	NaN	NaN	
0807	3.23	6.70	241.84	4.27	4.58	9.70	NaN	NaN	NaN	2
0808	1.20	6.37	59.67	6.28	7.20	240.77	NaN	NaN	NaN	1
0809	4.85	8.78	206.83	6.44	6.03	269.44	NaN	NaN	NaN	3
0810	1.66	5.86	202.88	1.85	3.97	216.88	NaN	NaN	NaN	
0811	3.19	7.79	198.75	3.70	5.76	238.40	NaN	NaN	NaN	

表 4.2.14　台中港各月份最大波浪及相對週期與波向

時間	WAM			SWAN			現場觀測			颱風次數
	Hs	Tmean	Dir	Hs	Tmean	Dir	Hs	Ts	Dir	
0501	2.06	6.19	211.28	3.23	5.44	230.61	4.71	8.30	5.90	
0502	2.84	7.32	210.35	3.01	5.13	235.73	6.24	6.20	320.10	
0503	3.20	7.80	208.51	3.53	5.09	228.36	6.91	6.20	358.10	
0504	1.33	4.84	227.83	2.71	3.79	221.50	3.23	6.50	27.90	
0505	1.59	5.55	213.99	1.61	3.87	31.01	2.93	6.30	23.30	
0506	1.72	5.62	47.97	2.22	4.37	37.52	2.15	7.10	23.10	
0507	6.19	8.70	208.60	4.33	6.17	344.64	6.96	8.90	6.00	1
0508	4.72	8.41	210.53	4.48	5.71	67.77	5.80	8.00	6.50	3
0509	3.12	6.41	21.74	3.43	9.42	256.52	6.26	9.30	357.60	3
0510	4.62	7.80	210.59	3.62	7.18	280.88	6.26	6.20	13.20	
0511	6.50	9.88	196.63	5.51	6.60	237.97	4.46	6.20	7.70	
0512	3.00	7.58	206.22	5.11	6.55	229.45	NaN	NaN	NaN	
0601	3.40	8.18	206.79	3.52	5.86	230.88	4.66	10.10	358.50	
0602	3.57	8.16	210.12	4.05	6.00	226.26	4.88	10.10	359.80	
0603	3.91	8.41	209.84	3.58	5.97	232.97	3.74	9.50	4.40	
0604	2.04	6.36	208.56	2.97	5.07	228.60	2.81	7.90	6.30	
0605	5.56	10.13	34.75	2.88	3.75	80.21	4.93	12.10	4.20	
0606	2.28	6.24	50.49	2.95	4.68	35.90	1.98	5.70	252.20	1
0607	4.25	8.33	31.73	4.19	6.10	51.26	4.72	7.90	306.60	
0608	1.79	5.05	237.59	2.99	8.87	255.96	3.02	7.90	17.20	3
0609	3.29	7.64	208.63	3.05	5.78	293.74	4.86	10.20	0.50	2
0610	1.81	5.43	218.43	3.36	4.92	230.77	3.69	8.00	10.10	1
0611	1.86	5.67	215.91	3.42	5.08	222.77	3.42	7.00	10.60	
0612	2.78	6.93	216.76	3.98	5.89	230.34	4.08	8.60	5.20	
0701	2.23	6.42	211.51	3.59	5.53	249.76	5.21	6.90	9.20	
0702	2.15	6.29	213.89	2.90	4.50	231.59	4.79	7.70	8.90	
0703	2.69	7.02	211.83	3.25	5.54	230.38	5.63	8.20	6.30	
0704	2.61	6.86	208.04	3.20	5.21	232.04	5.86	9.30	0.30	
0705	1.23	5.10	7.91	2.26	4.38	219.84	3.48	7.50	14.80	
0706	1.23	4.83	48.39	1.15	3.29	0.02	3.52	6.30	72.00	
0707	1.63	5.86	37.20	3.56	6.72	287.43	3.23	6.70	286.80	
0708	5.06	7.82	221.42	3.53	4.97	38.82	5.43	9.10	NaN	3
0709	3.28	8.05	188.30	5.00	8.01	276.56	4.62	7.00	NaN	1
0710	6.24	9.23	191.30	3.39	5.36	319.97	6.74	9.80	NaN	1
0711	4.69	8.55	201.37	5.05	6.52	228.51	NaN	NaN	NaN	1
0712	2.14	6.48	206.11	3.39	4.80	223.85	NaN	NaN	NaN	
0801	3.53	7.76	210.27	4.79	6.46	232.19	NaN	NaN	NaN	
0802	2.72	7.31	209.22	3.76	5.05	232.22	NaN	NaN	NaN	
0803	1.98	6.26	208.49	2.85	4.97	227.97	NaN	NaN	NaN	
0804	1.73	5.82	208.35	2.38	4.46	226.43	NaN	NaN	NaN	
0805	2.22	6.47	209.53	3.69	5.43	231.20	NaN	NaN	NaN	
0806	1.68	6.98	37.18	2.39	4.30	53.10	NaN	NaN	NaN	
0807	4.41	7.69	217.35	4.48	6.12	17.78	10.15	3.95	61.62	2
0808	2.16	7.17	34.06	5.26	7.00	241.95	1.53	2.80	256.39	1
0809	6.59	9.93	196.58	7.45	6.87	251.81	6.81	4.60	299.53	3
0810	1.79	5.90	209.29	2.10	4.10	237.30	NaN	NaN	NaN	
0811	3.39	7.56	207.65	4.41	6.23	238.98	NaN	NaN	NaN	

表 4.2.15　安平港各月份最大波浪及相對週期與波向

時間	WAM			SWAN			現場觀測			颱風次數
	Hs	Tmean	Dir	Hs	Tmean	Dir	Hs	Ts	Dir	
0501	8.48	6.35	0.23	3.95	3.22	6.03	1.71	5.68	178.70	
0502	10.26	4.73	0.18	3.72	3.02	5.35	1.61	5.94	180.33	
0503	10.26	6.19	0.22	4.34	3.49	6.80	2.06	7.15	180.79	
0504	10.26	1.27	0.04	3.67	2.87	5.35	1.16	4.88	183.40	
0505	8.48	3.62	0.11	4.40	3.63	6.03	1.50	5.64	61.37	
0506	7.71	7.03	0.26	4.18	3.41	6.03	1.75	5.92	38.31	
0507	10.26	20.07	1.12	5.67	4.95	7.67	5.91	9.36	128.98	1
0508	11.29	14.57	0.65	6.07	5.33	8.64	4.78	8.98	349.98	3
0509	12.42	3.20	0.12	5.54	4.77	7.67	2.69	6.01	97.10	3
0510	9.33	7.54	0.26	4.59	3.63	7.67	3.36	7.53	160.99	
0511	12.42	5.08	0.17	4.44	3.63	6.03	4.25	9.02	179.76	
0512	8.48	7.53	0.28	4.36	3.57	6.80	2.57	6.75	177.50	
0601	9.33	7.61	0.30	4.05	3.31	6.03	1.93	7.37	182.27	
0602	10.26	8.59	0.34	4.11	3.36	6.80	2.13	6.45	180.48	
0603	10.26	7.28	0.27	4.14	3.42	6.03	2.05	8.41	183.55	
0604	7.71	3.63	0.14	3.78	3.01	6.03	1.26	6.43	151.83	
0605	13.66	4.05	0.13	4.13	3.06	12.38	5.60	10.95	27.41	
0606	8.48	10.78	0.45	4.84	3.89	7.67	3.02	7.24	44.31	1
0607	10.26	13.80	0.59	7.28	6.14	10.99	4.24	8.88	39.49	
0608	10.26	4.41	0.16	4.74	3.81	6.80	1.93	9.33	33.32	3
0609	11.29	2.89	0.10	4.09	3.38	6.03	1.78	8.11	181.39	2
0610	13.66	6.62	0.24	3.74	3.11	4.75	1.65	8.83	17.29	1
0611	13.66	3.87	0.15	3.40	2.83	4.75	1.58	7.31	47.43	
0612	10.26	8.79	0.34	4.23	3.46	6.03	2.05	6.07	181.37	
0701	8.48	6.27	0.23	4.20	3.39	6.03	1.75	5.68	180.21	
0702	7.71	3.47	0.11	3.27	2.66	4.75	1.38	5.47	175.30	
0703	8.48	5.91	0.22	3.88	3.14	6.03	1.50	6.58	182.78	
0704	10.26	7.45	0.28	4.75	3.84	6.03	1.83	6.87	179.17	
0705	7.01	1.28	0.04	3.73	2.93	6.03	1.29	5.24	7.55	
0706	6.37	3.22	0.12	4.24	3.32	6.03	1.29	5.23	7.63	
0707	9.33	3.85	0.13	4.37	3.45	6.03	1.39	6.28	31.40	
0708	11.29	4.83	0.20	5.93	5.16	9.75	4.21	7.71	52.05	3
0709	9.33	4.61	0.18	4.59	3.63	6.03	2.18	6.16	167.70	1
0710	11.29	6.52	0.24	5.22	4.32	7.67	3.81	7.32	154.62	1
0711	13.66	9.25	0.39	4.64	3.70	6.03	4.26	8.87	184.44	1
0712	9.33	6.62	0.24	3.39	2.82	4.21	1.49	5.49	177.33	
0801	2.17	7.21	186.22	1.51	3.70	270.67	1.02	3.59	307.31	
0802	1.84	6.21	178.38	1.89	3.99	289.08	NaN	NaN	NaN	
0803	1.40	5.54	175.69	1.51	3.44	138.97	2.17	5.42	83.35	
0804	1.29	5.21	7.48	1.39	3.45	127.60	NaN	NaN	NaN	
0805	1.37	6.14	177.17	1.45	3.27	170.98	2.73	7.09	110.55	
0806	2.32	7.50	18.40	2.87	4.72	63.71	1.73	1.88	207.78	
0807	4.26	8.02	159.38	3.77	5.42	342.93	4.17	5.53	218.72	2
0808	3.09	8.81	9.82	3.88	5.33	130.39	2.06	6.34	200.47	1
0809	4.45	8.76	166.82	4.58	5.82	136.15	6.00	9.56	130.25	3
0810	1.29	5.21	7.48	1.22	3.10	178.04	0.72	2.29	302.00	
0811	2.38	6.37	170.17	2.80	4.52	287.71	1.07	2.09	305.28	

表 4.2.16　高雄港各月份最大波浪及相對週期與波向

時間	WAM			SWAN			現場觀測			颱風次數
	Hs	Tmean	Dir	Hs	Tmean	Dir	Hs	Ts	Dir	
0501	1.09	4.59	162.37	1.80	3.97	294.29	1.59	4.00	320.30	
0502	0.97	4.90	199.99	1.45	3.62	294.29	1.77	8.20	299.30	
0503	1.45	5.10	162.01	2.39	4.37	295.65	1.55	4.50	321.80	
0504	0.87	4.03	257.54	1.28	3.35	305.58	NaN	NaN	NaN	
0505	1.53	5.75	64.56	1.78	4.15	35.24	NaN	NaN	NaN	
0506	1.84	6.24	39.30	1.78	3.93	43.01	3.82	8.40	236.40	
0507	6.01	9.06	90.42	5.24	6.48	352.78	6.46	8.40	262.00	1
0508	4.83	9.01	352.48	4.33	5.86	89.59	4.75	11.10	211.00	3
0509	2.40	6.00	81.13	2.67	5.48	56.62	4.94	7.20	259.40	3
0510	2.32	5.96	139.25	3.78	4.87	337.11	2.64	5.60	306.00	
0511	2.49	5.78	191.04	2.38	4.44	295.44	1.12	8.30	284.90	
0512	1.86	6.03	169.58	2.22	4.16	293.75	1.34	5.30	313.40	
0601	1.16	4.74	220.39	1.68	4.02	302.41	1.27	6.70	314.30	
0602	1.37	5.45	164.51	1.87	4.09	294.78	1.48	6.00	201.30	
0603	1.29	5.35	160.44	1.94	4.09	297.21	1.39	6.20	316.20	
0604	0.99	4.48	335.08	1.17	3.16	93.65	1.53	5.10	188.50	
0605	5.28	10.96	32.37	3.96	5.12	82.91	6.67	8.00	230.30	
0606	3.03	7.35	46.57	2.75	4.87	43.49	4.24	8.70	239.90	1
0607	4.23	8.96	40.68	5.32	7.05	60.37	5.75	7.60	236.00	
0608	1.90	9.27	34.97	2.12	3.91	51.08	4.17	7.80	225.30	3
0609	1.33	4.90	150.80	2.05	4.11	309.37	1.91	5.30	304.80	2
0610	1.60	9.40	9.36	1.00	2.95	298.86	1.26	6.30	293.60	1
0611	1.53	7.58	6.30	0.90	2.67	128.43	1.24	9.80	237.10	
0612	1.51	5.40	171.09	2.07	4.28	296.80	1.20	5.90	282.70	
0701	1.30	5.23	7.31	1.86	4.10	296.55	NaN	NaN	NaN	
0702	1.30	5.24	7.33	1.20	3.34	298.60	NaN	NaN	NaN	
0703	1.30	5.23	7.29	1.56	3.78	296.24	1.42	5.10	318.80	
0704	1.29	5.21	7.29	1.40	3.46	285.77	1.32	5.50	308.90	
0705	1.30	5.23	7.36	1.15	3.94	335.72	1.00	4.70	247.40	
0706	1.30	5.23	7.47	1.17	3.31	68.04	1.95	7.80	221.70	
0707	1.41	6.32	31.00	1.62	4.26	26.93	2.16	9.60	238.10	
0708	3.92	9.00	39.75	5.72	7.29	57.07	2.91	10.70	221.10	3
0709	1.76	5.41	148.54	2.72	4.77	312.03	1.98	5.90	285.60	1
0710	2.91	6.30	129.50	3.59	5.43	326.56	4.18	8.00	278.70	1
0711	2.82	7.55	190.29	2.49	4.93	308.25	1.83	9.90	302.30	1
0712	1.30	5.23	7.32	1.14	3.32	298.72	1.24	5.80	317.80	
0801	1.36	5.08	208.48	1.20	3.30	292.86	1.27	4.48	290.43	
0802	1.29	5.24	7.36	1.80	3.97	297.88	1.39	3.75	307.39	
0803	1.29	5.25	7.41	1.22	3.20	89.93	1.39	3.68	256.12	
0804	1.29	5.23	7.32	1.20	3.11	123.36	3.42	5.57	54.27	
0805	1.30	5.21	7.33	1.25	4.16	25.31	1.40	4.56	215.74	
0806	2.33	8.33	17.55	2.52	4.05	55.69	3.42	5.57	54.27	
0807	3.42	6.97	126.42	4.27	6.09	342.27	NaN	NaN	NaN	2
0808	3.42	8.39	320.70	3.35	4.81	132.46	NaN	NaN	NaN	1
0809	3.22	7.57	306.38	3.92	5.18	136.01	NaN	NaN	NaN	3
0810	1.29	5.21	7.29	1.16	4.70	0.12	1.24	8.93	232.34	
0811	1.88	6.08	160.07	2.54	4.66	303.23	1.38	4.33	321.75	

表 4.2.17　花蓮港各月份最大波浪及相對週期與波向

時間	WAM			SWAN			現場觀測			颱風次數
	Hs	Tmean	Dir	Hs	Tmean	Dir	Hs	Ts	Dir	
0501	1.79	6.72	215.07	3.12	5.52	219.08	2.81	8.60	117.80	
0502	2.59	8.17	212.64	3.05	4.76	223.25	2.82	8.80	71.60	
0503	2.50	7.97	212.07	3.92	5.74	227.15	3.52	9.10	79.30	
0504	1.50	5.94	230.72	2.79	4.58	225.52	2.47	7.00	130.60	
0505	1.21	5.74	233.34	2.26	4.68	62.14	2.10	9.90	87.10	
0506	1.37	8.09	282.84	2.40	4.67	64.12	2.62	6.20	138.10	
0507	8.34	12.59	254.27	4.62	4.62	229.27	7.50	12.80	104.70	1
0508	5.99	10.67	244.37	4.55	6.21	124.14	5.32	12.60	107.00	3
0509	3.81	6.82	343.78	4.22	5.40	173.25	7.53	11.40	106.40	3
0510	5.74	9.65	281.15	4.10	6.73	93.14	10.85	12.40	111.70	
0511	3.38	6.86	212.32	4.98	6.74	224.82	3.38	9.80	90.70	
0512	2.82	7.99	216.09	5.89	7.21	218.14	3.37	9.70	73.70	
0601	2.64	8.33	214.59	4.01	6.27	222.53	3.32	8.60	71.30	
0602	2.83	8.27	219.06	4.32	6.10	218.13	3.23	9.10	84.10	
0603	2.71	8.51	212.76	4.00	6.46	216.46	3.62	11.50	83.60	
0604	1.37	5.62	346.18	2.81	5.05	221.45	2.31	6.80	138.80	
0605	2.22	6.37	4.84	2.19	3.88	125.89	2.89	6.40	146.20	
0606	1.77	6.00	24.29	3.03	4.50	56.56	1.35	6.60	146.80	1
0607	4.46	10.99	271.28	3.71	6.22	90.29	5.25	8.40	145.90	
0608	2.55	7.02	256.64	2.12	6.98	227.54	3.86	7.60	113.50	3
0609	3.52	9.41	265.48	2.64	4.59	232.04	4.24	12.60	113.70	2
0610	2.23	8.11	281.44	3.09	4.65	220.31	2.89	10.10	92.60	1
0611	2.13	9.41	297.55	3.26	4.32	213.98	3.53	7.30	109.80	
0612	2.79	8.07	220.87	5.11	6.74	222.46	3.19	10.10	100.60	
0701	2.05	7.49	211.81	4.08	5.72	222.26	3.36	8.40	85.20	
0702	1.59	6.53	215.77	3.27	5.06	229.86	2.74	8.00	80.50	
0703	2.26	7.85	215.25	3.22	5.78	218.79	2.69	10.40	94.00	
0704	2.03	6.94	217.52	3.19	5.23	223.50	2.85	5.60	84.10	
0705	1.29	5.20	352.40	2.04	4.27	218.15	1.25	5.70	100.30	
0706	1.29	5.24	352.41	1.48	3.83	82.52	2.12	8.40	132.50	
0707	3.57	12.35	276.12	2.98	4.04	328.74	3.69	15.20	136.70	
0708	7.51	10.00	314.09	4.83	6.57	75.43	7.22	11.90	27.90	3
0709	4.23	10.39	238.12	3.44	5.65	207.39	3.74	12.60	113.70	1
0710	6.38	10.80	242.56	4.36	5.75	254.31	6.49	13.30	115.80	1
0711	4.02	8.84	219.68	5.79	5.36	217.06	4.43	11.70	98.70	1
0712	2.08	7.90	210.44	3.50	5.92	218.47	2.45	9.70	96.30	
0801	2.74	7.71	218.39	4.73	5.83	224.89	2.73	6.33	100.18	
0802	2.53	8.36	216.31	3.95	6.34	220.38	3.25	6.40	85.04	
0803	1.61	7.03	220.65	2.79	5.00	218.15	2.17	5.42	83.35	
0804	1.53	6.65	220.21	2.52	4.58	216.23	2.09	4.63	73.68	
0805	2.41	9.96	250.02	4.36	6.38	225.10	2.73	7.09	110.55	
0806	1.75	7.29	342.52	1.86	4.03	73.01	2.09	4.63	73.68	
0807	6.24	11.04	279.01	5.16	6.00	65.60	10.28	6.06	148.06	2
0808	2.58	10.35	315.50	4.12	5.85	144.25	2.97	7.52	146.51	1
0809	7.29	11.48	270.17	6.77	7.08	226.49	6.00	9.56	130.25	3
0810	1.29	5.20	352.40	2.08	4.24	221.65	2.05	9.17	95.05	
0811	2.77	7.42	217.30	4.49	6.46	226.12	2.78	6.80	104.42	

表 4.2.18　蘇澳港各月份最大波浪及相對週期與波向

時間	WAM			SWAN			現場觀測			颱風次數
	Hs	Tmean	Dir	Hs	Tmean	Dir	Hs	Ts	Dir	
0501	2.37	6.90	202.68	3.29	5.30	220.77	2.27	10.40	89.20	
0502	3.40	8.41	202.81	3.21	4.63	230.39	2.71	7.60	145.00	
0503	3.27	8.30	201.33	3.98	4.93	228.89	3.00	11.10	89.40	
0504	1.52	6.04	226.41	2.81	4.88	213.98	2.03	7.10	147.80	
0505	1.52	5.88	234.48	1.88	4.69	80.66	1.38	6.00	231.70	
0506	1.45	7.69	277.90	2.19	4.42	66.75	2.62	8.10	211.20	
0507	10.13	11.54	289.03	5.01	5.13	233.24	12.04	12.20	116.20	1
0508	8.27	11.95	266.62	4.54	6.26	143.00	13.24	13.30	109.10	3
0509	4.21	7.81	326.55	4.47	6.13	149.32	9.88	11.20	162.00	3
0510	7.29	10.65	281.41	4.45	7.05	204.52	12.45	13.00	128.70	
0511	5.76	10.26	189.86	4.54	5.00	193.69	3.16	10.20	76.10	
0512	3.58	8.83	204.02	5.45	6.77	213.10	2.51	8.80	93.30	
0601	3.69	9.06	200.28	4.03	6.39	215.30	3.32	8.50	107.30	
0602	3.72	8.87	203.85	4.09	5.50	207.60	2.17	10.80	79.60	
0603	3.92	9.14	199.48	3.94	6.54	210.97	2.64	11.80	82.30	
0604	2.00	7.11	200.40	2.64	4.82	218.43	2.39	7.30	194.10	
0605	2.35	6.50	357.68	2.08	4.17	119.15	3.21	7.00	216.40	
0606	1.38	7.89	2.41	2.63	4.41	62.03	1.72	9.00	72.60	1
0607	4.96	9.97	263.89	3.54	4.47	311.56	7.37	12.50	183.50	
0608	3.10	10.26	241.05	2.86	8.65	248.98	3.84	9.80	103.00	3
0609	3.87	9.49	274.02	2.93	4.32	231.73	5.37	11.90	137.70	2
0610	2.15	7.70	272.17	3.26	4.99	219.21	2.84	10.70	94.60	1
0611	2.33	8.45	259.50	2.96	4.64	209.83	2.49	11.40	125.90	
0612	3.23	7.96	211.74	4.90	5.49	218.66	3.66	11.40	83.70	
0701	2.55	7.94	201.70	4.21	5.40	214.23	2.15	9.20	63.10	
0702	2.32	7.00	204.25	3.15	4.41	224.15	1.94	6.00	145.70	
0703	2.90	8.15	204.25	3.34	5.81	217.05	2.69	6.90	95.40	
0704	2.52	7.29	206.09	3.01	5.34	218.10	2.47	10.40	82.10	
0705	1.27	5.18	350.60	2.21	4.37	206.15	1.97	11.50	129.20	
0706	1.27	5.21	350.49	1.27	3.39	116.99	2.00	5.50	192.60	
0707	3.74	11.93	270.72	4.18	3.63	250.42	5.10	15.20	117.40	
0708	8.14	10.88	309.15	4.27	4.75	69.42	7.56	13.50	138.70	3
0709	5.77	10.71	236.41	5.65	4.48	270.32	3.59	11.30	78.40	1
0710	7.94	11.36	251.56	3.42	4.21	266.88	3.41	13.00	111.70	1
0711	4.74	8.93	209.47	5.52	7.22	218.77	3.85	10.60	118.30	1
0712	2.53	8.20	200.62	3.62	5.92	214.34	2.98	10.60	89.70	
0801	3.51	8.49	207.95	4.56	6.00	220.85	2.25	6.03	71.28	
0802	3.27	8.55	206.40	4.09	5.63	212.60	2.82	6.67	79.48	
0803	2.06	7.22	209.95	2.68	4.79	217.47	1.89	6.74	71.59	
0804	1.93	6.87	202.93	2.40	4.53	216.17	2.29	5.88	308.75	
0805	2.62	9.55	238.61	4.33	5.78	218.54	2.48	6.59	311.29	
0806	1.68	7.17	342.79	1.92	3.99	120.82	2.29	5.88	308.75	
0807	7.28	10.60	297.17	4.24	5.65	89.93	9.08	8.84	127.09	2
0808	2.55	8.32	326.04	4.56	6.10	194.34	3.85	7.84	178.56	1
0809	7.47	11.08	304.27	6.67	7.47	220.24	8.84	10.14	119.86	3
0810	1.63	5.99	219.25	2.02	4.13	214.51	2.01	8.06	72.77	
0811	3.45	8.19	198.66	4.12	6.25	217.25	2.65	7.27	68.14	

表 4.2.19　基隆港各月份最大波浪及相對週期與波向

時間	WAM			SWAN			現場觀測			颱風次數
	Hs	Tmean	Dir	Hs	Tmean	Dir	Hs	Ts	Dir	
0501	2.50	6.76	201.19	3.31	5.25	221.78	4.11	10.20	35.10	
0502	3.55	8.18	203.90	3.38	5.82	231.24	5.60	9.90	27.20	
0503	3.46	8.37	203.83	3.97	6.25	217.41	5.01	10.20	42.70	
0504	1.51	5.89	226.56	2.78	4.88	227.58	2.46	7.40	37.60	
0505	1.65	5.85	236.08	1.54	5.56	253.23	3.03	7.70	24.20	
0506	1.35	8.04	255.35	1.98	3.89	250.03	1.50	7.60	66.90	
0507	8.92	11.49	280.18	6.29	6.21	269.48	5.80	6.30	69.30	1
0508	8.13	11.78	269.42	4.56	4.65	298.73	7.41	7.30	31.40	3
0509	3.96	9.68	239.93	4.86	10.17	256.06	4.87	6.20	68.30	3
0510	6.72	10.45	275.11	4.85	8.99	265.21	4.62	9.00	25.60	
0511	6.95	10.28	188.73	4.75	6.44	231.93	4.54	8.90	40.30	
0512	3.68	8.68	204.33	5.14	5.43	213.10	6.17	6.20	71.00	
0601	3.95	9.03	201.84	3.95	6.40	218.54	8.14	10.10	246.20	
0602	3.98	8.73	205.22	4.17	5.89	216.61	6.74	9.10	25.10	
0603	4.23	9.06	201.80	3.90	6.54	215.51	5.25	9.80	18.60	
0604	2.19	6.95	200.53	2.60	5.03	219.82	4.76	6.20	10.00	
0605	2.29	6.73	211.21	1.71	3.71	197.68	1.73	10.10	25.40	
0606	1.28	4.47	80.18	1.45	3.18	39.35	0.00	0.00	0.00	1
0607	5.23	9.92	260.21	4.27	4.91	304.84	0.00	0.00	0.00	
0608	3.52	9.71	235.94	3.91	9.96	256.03	1.69	5.50	31.30	3
0609	3.35	8.81	260.87	2.99	5.04	286.84	4.67	8.90	27.40	2
0610	1.86	6.52	248.37	3.57	4.96	218.73	2.85	7.60	29.40	1
0611	2.08	6.95	222.33	2.90	4.33	213.98	2.95	9.00	26.30	
0612	3.27	7.91	214.12	4.57	5.49	224.78	3.72	9.40	27.20	
0701	2.58	7.58	201.16	4.05	5.51	211.95	3.29	9.20	25.70	
0702	2.52	6.95	206.00	3.15	4.60	221.26	2.22	8.80	28.50	
0703	3.02	8.05	205.19	3.43	6.07	217.51	0.75	13.90	28.50	
0704	2.61	7.23	206.91	3.06	5.61	217.76	4.09	9.80	22.50	
0705	1.20	5.77	288.19	2.12	4.11	205.06	2.15	7.40	28.80	
0706	0.86	4.86	341.83	1.04	2.96	151.02	1.10	7.00	34.00	
0707	3.62	11.77	268.64	5.74	5.59	274.06	1.89	9.70	54.60	
0708	6.46	9.92	290.44	3.98	4.02	284.83	2.51	7.30	61.10	3
0709	6.09	10.89	242.18	8.19	5.78	287.66	4.22	12.40	40.40	1
0710	7.57	11.39	251.88	4.02	5.19	305.38	7.06	11.10	24.60	1
0711	4.70	8.78	206.94	5.37	5.43	227.12	6.52	11.30	28.70	1
0712	2.56	8.05	202.21	3.61	5.90	214.52	3.48	9.20	36.90	
0801	3.72	8.39	208.74	4.67	5.87	220.19	4.15	6.99	29.22	
0802	3.38	8.28	207.16	4.00	6.16	222.32	4.29	7.09	30.24	
0803	2.22	7.08	205.85	2.84	4.97	215.95	3.11	6.25	33.06	
0804	1.97	6.76	209.05	2.45	4.66	221.14	2.70	5.95	32.48	
0805	2.50	7.68	212.28	4.30	6.10	215.96	2.78	5.62	29.26	
0806	0.89	6.22	329.53	1.61	3.50	144.00	2.70	5.95	32.48	
0807	6.25	10.28	285.64	3.03	3.40	290.69	3.19	5.60	55.79	2
0808	1.93	7.05	317.32	5.43	6.69	208.76	1.16	5.91	27.31	1
0809	7.40	10.80	285.03	6.19	6.92	207.57	4.78	6.54	36.91	3
0810	1.84	5.97	220.57	1.83	4.01	211.99	2.59	7.70	25.35	
0811	3.65	8.25	200.98	3.91	5.78	228.22	4.82	7.50	26.35	

4.2.1 颱風波浪模擬及分析

在 2005 年至 2008 年期間，中央氣象局共計發佈了 26 個颱風警報，如表 4.2.1-1 所示。表 4.2.1-2～表 4.2.1-8 則分別為 7 個商港 26 個颱風侵襲期間之最大示性波高及最大平均週期(實測值為最大示性週期)，由於最大波向之代表意義尚未名確定義，為免造成混淆，本節不予以討論。圖 4.2.1-1～圖 4.2.1-7、圖 4.2.1-8～圖 4.2.1-14、圖 4.2.1-15～圖 4.2.1-21、圖 4.2.1-22～圖 4.2.1-28 分別為 2005 年龍王颱風、2006 年凱米颱風、2007 年聖帕颱風與 2008 年薔蜜颱風在 7 個商港之實測與推算波高、週期及波向的時序圖。

表 4.2.1-1 2005 年～2008 年中央氣象局發佈之颱風警報

名　　稱	編 號	發　佈　時　間	解　除　時　間	最大強度
海棠 (HAITANG)	0505	海上:2005/7/16 14:30 陸上:2005/7/16 23:30	海上:2005/7/20 2:30 陸上:2005/7/20 2:30	強烈
馬莎 (MATSA)	0509	海上:2005/8/3 8:30 陸上:2005/8/4 2:30	海上:2005/8/6 8:30 陸上:2005/8/5 20:30	中度
珊瑚 (SANVU)	0510	海上:2005/8/11 16:0 陸上:2005/8/13 2:30	海上:2005/8/13 20:30 陸上:2005/8/13 17:30	輕度
泰利 (TALIM)	0513	海上:2005/8/30 8:30 陸上:2005/8/30 20:30	海上:2005/9/1 23:30 陸上:2005/9/1 23:30	強烈
卡努 (KHANUN)	0515	海上:2005/9/9 17:30 陸上:2005/9/10 2:30	海上:2005/9/11 14:30 陸上:2005/9/11 5:30	中度
丹瑞 (DAMREY)	0518	海上:2005/9/21 10:30	海上:2005/9/23 8:30	中度
龍王 (LONGWANG)	0519	海上:2005/9/30 20:30 陸上:2005/10/1 5:30	海上:2005/10/3 8:30 陸上:2005/10/3 8:30	強烈
珍珠 (CHANCHU)	0601	海上:2006/5/16 17:30 陸上:2006/5/17 2:30	海上:2006/5/18 17:30 陸上:2006/5/18 17:30	中度
艾維尼 (EWINIAR)	0603	海上:2006/7/7 23:30	海上:2006/7/9 5:30	中度
碧利斯 (BILIS)	0604	海上:2006/7/12 2:30 陸上:2006/7/12 8:30	海上:2006/7/15 2:30 陸上:2006/7/15 2:30	輕度
凱米 (KAEMI)	0605	海上:2006/7/23 14:30 陸上:2006/7/23 23:30	海上:2006/7/26 2:30 陸上:2006/7/26 2:30	中度
桑美 (SAOMAI)	0608	海上:2006/8/9 2:30 陸上:2006/8/9 11:30	海上:2006/8/10 23:30 陸上:2006/8/10 23:30	中度
寶發 (BOPHA)	0609	海上:2006/8/7 20:30 陸上:2006/8/8 14:30	海上:2006/8/9 14:30 陸上:2006/8/9 11:30	輕度
珊珊 (SHANSHAN)	0613	海上:2006/9/14 14:30	海上:2006/9/16 14:30	中度
帕布 (PABUK)	0706	海上:2007/8/6 23:30 陸上:2007/8/7 5:30	海上:2007/8/8 14:30 陸上:2007/8/8 11:30	輕度
梧提 (WUTIP)	0707	海上:2007/8/8 11:30 陸上:2007/8/8 11:30	海上:2007/8/9 11:30 陸上:2007/8/9 11:30	輕度
聖帕 (SEPAT)	0708	海上:2007/8/16 8:30 陸上:2007/8/16 20:30	海上:2007/8/19 14:30 陸上:2007/8/19 14:30	強烈
韋帕 (WIPHA)	0712	海上:2007/9/17 5:30 陸上:2007/9/17 14:30	海上:2007/9/19 8:30 陸上:2007/9/19 8:30	中度
柯羅莎 (KROSA)	0715	海上:2007/10/4 17:30 陸上:2007/10/5 5:30	海上:2007/10/7 23:30 陸上:2007/10/7 20:30	強烈
米塔 (MITAG)	0723	海上:2007/11/26 5:30	海上:2007/11/27 11:30	中度
卡玫基 (KALMAEGI)	0807	海上:2008/7/16 14:30 陸上:2008/7/17 2:30	海上:2008/7/18 23:30 陸上:2008/7/18 20:30	中度
鳳凰 (FUNG-WONG)	0808	海上:2008/7/26 11:30 陸上:2008/7/27 2:30	海上:2008/7/29 11:30 陸上:2008/7/29 11:30	中度
如麗 (NURI)	0812	海上:2008/8/19 11:30	海上:2008/8/21 8:30	中度
辛樂克 (SINLAKU)	0813	海上:2008/9/11 8:30 陸上:2008/9/12 5:30	海上:2008/9/16 14:30 陸上:2008/9/15 20:30	強烈
哈格比 (HAGUPIT)	0814	海上:2008/9/21 14:30 陸上:2008/9/22 2:30	海上:2008/9/23 8:30 陸上:2008/9/23 2:30	中度
薔蜜 (JANGMI)	0815	海上:2008/9/26 23:30 陸上:2008/9/27 8:30	海上:2008/9/29 23:30 陸上:2008/9/29 17:30	強烈

表 4.2.1-2 台北港 2005 至 2008 期間 26 個颱風時期最大示性波高及平均週期

台北	WAM		SWAN		現場觀測	
颱風名稱	Hs	Tmean	Hs	Tmean	Hs	Ts
Haitang	4.74	8.01	5.61	6.68	0.00	0.00
Matsa	3.39	7.77	4.24	4.79	0.00	0.00
Sanvu	1.37	6.77	3.79	5.63	0.00	0.00
Talim	3.90	7.96	4.26	6.01	0.00	0.00
Khanun	2.24	7.96	4.52	10.02	0.00	0.00
Damrey	1.06	5.15	2.61	4.66	0.00	0.00
Longwang	3.70	7.27	4.68	8.69	0.00	0.00
Chanchu	3.73	9.82	1.99	4.15	0.00	0.00
Ewiniar	1.11	7.72	3.70	4.49	0.00	0.00
Bilis	3.08	8.21	4.02	5.12	0.00	0.00
Kaemi	2.27	7.06	2.99	4.52	0.00	0.00
Saomai	2.49	7.67	3.79	9.48	0.00	0.00
Bopha	1.80	7.32	3.79	9.48	0.00	0.00
Shanshan	2.16	7.76	3.74	4.77	0.00	0.00
Pabuk	1.61	7.16	3.85	6.32	0.00	0.00
Wutip	1.71	6.44	3.72	6.32	0.00	0.00
Sepat	3.84	7.57	4.29	5.07	0.00	0.00
Wipha	4.18	8.47	7.69	6.65	0.00	0.00
Krosa	5.47	9.11	4.90	5.37	0.00	0.00
Mitag	4.12	8.55	4.71	6.23	0.00	0.00
Kalmaegi	1.45	5.00	3.15	5.36	0.00	0.00
Fungwong	3.23	7.03	4.27	4.75	0.00	0.00
Nuri	0.63	4.59	6.28	7.20	0.00	0.00
Sinlaku	4.42	7.84	3.88	4.77	0.00	0.00
Hagupit	1.23	5.47	6.44	6.52	0.00	0.00
Jangmi	4.85	8.95	3.66	6.01	0.00	0.00

表 4.2.1-3 台中港 2005 至 2008 期間 26 個颱風時期最大示性波高及平均週期

台中	WAM		SWAN		現場觀測	
颱風名稱	Hs	Tmean	Hs	Tmean	Hs	Ts
Haitang	6.19	9.09	4.33	6.59	6.96	9.60
Matsa	2.25	8.00	3.06	4.42	4.34	11.80
Sanvu	2.52	7.36	4.48	5.71	2.03	9.80
Talim	4.72	8.43	3.38	5.02	6.26	9.50
Khanun	1.56	8.09	3.43	9.49	2.57	10.10
Damrey	1.35	6.72	3.33	5.17	3.27	8.90
Longwang	4.62	8.23	3.62	7.26	5.58	9.40
Chanchu	5.56	11.73	2.88	4.26	3.06	10.50
Ewiniar	1.34	6.72	2.63	4.06	1.15	8.10
Bilis	4.25	8.66	4.19	6.10	4.72	9.30
Kaemi	3.13	7.09	3.00	4.81	3.63	12.20
Saomai	1.79	8.27	2.99	8.99	3.02	8.30
Bopha	1.79	6.58	2.99	8.99	3.02	8.30
Shanshan	1.56	7.70	3.05	5.78	3.20	10.00
Pabuk	2.15	8.08	3.06	4.45	1.94	8.70
Wutip	1.87	6.73	2.85	4.67	1.94	8.20
Sepat	5.06	8.37	3.26	5.24	5.43	9.10
Wipha	3.28	8.61	5.00	8.06	4.62	9.90
Krosa	6.24	9.45	3.39	6.01	6.74	9.80
Mitag	4.69	8.59	5.05	6.69	0.00	0.00
Kalmaegi	1.54	5.73	2.49	4.56	10.15	5.02
Fungwong	4.41	7.87	4.48	6.12	4.09	6.55
Nuri	0.78	6.45	5.26	7.00	1.02	3.06
Sinlaku	4.68	8.32	3.13	4.60	5.31	7.20
Hagupit	1.60	5.93	7.45	7.20	3.64	5.68
Jangmi	6.59	10.04	3.30	5.38	6.59	7.96

表 4.2.1-4 安平港 2005 至 2008 期間 26 個颱風時期最大示性波高及平均週期

安平	WAM		SWAN		現場觀測	
颱風名稱	Hs	Tmean	Hs	Tmean	Hs	Ts
Haitang	5.91	9.67	4.39	5.67	0.00	0.00
Matsa	2.03	6.52	2.45	4.55	0.00	0.00
Sanvu	4.78	9.62	4.96	6.07	0.00	0.00
Talim	4.37	8.02	3.12	5.54	0.00	0.00
Khanun	1.15	6.43	1.38	3.51	0.00	0.00
Damrey	1.57	6.82	2.03	3.75	0.00	0.00
Longwang	3.36	8.57	3.40	4.59	0.00	0.00
Chanchu	5.60	11.69	3.79	4.13	0.00	0.00
Ewiniar	1.61	6.78	1.85	4.25	0.00	0.00
Bilis	4.24	9.14	5.06	7.28	0.00	0.00
Kaemi	2.91	7.41	3.77	6.37	0.00	0.00
Saomai	1.17	7.29	1.87	4.74	0.00	0.00
Bopha	1.44	6.77	1.87	4.74	0.00	0.00
Shanshan	1.64	5.54	1.99	4.09	0.00	0.00
Pabuk	3.08	7.97	3.73	5.86	0.00	0.00
Wutip	3.08	7.34	3.73	5.86	0.00	0.00
Sepat	4.21	8.19	4.78	5.93	0.00	0.00
Wipha	2.18	7.16	2.64	4.36	0.00	0.00
Krosa	3.81	9.03	3.04	5.22	0.00	0.00
Mitag	4.26	8.95	2.82	4.56	0.00	0.00
Kalmaegi	1.43	6.01	1.71	3.91	2.97	5.73
Fungwong	4.26	8.32	3.77	5.60	4.17	6.89
Nuri	2.99	9.65	3.88	5.77	0.00	0.00
Sinlaku	2.89	7.55	3.08	4.86	5.37	10.10
Hagupit	3.12	7.66	4.58	5.82	3.40	8.39
Jangmi	4.45	9.65	2.67	4.75	6.00	10.47

表 4.2.1-5 高雄港 2005 至 2008 期間 26 個颱風時期最大示性波高及平均週期

高雄	WAM		SWAN		現場觀測	
颱風名稱	Hs	Tmean	Hs	Hs	Tmean	Hs
Haitang	6.01	9.56	5.24	6.49	6.46	15.50
Matsa	1.98	6.40	2.60	4.85	3.12	8.00
Sanvu	4.83	9.77	4.33	6.48	4.75	11.50
Talim	3.36	6.85	4.13	5.61	4.94	9.20
Khanun	0.95	5.51	1.30	3.45	0.97	9.00
Damrey	1.85	6.85	1.59	3.36	3.84	11.50
Longwang	2.32	6.81	3.78	5.00	2.64	7.80
Chanchu	5.28	11.62	3.96	5.12	6.67	11.10
Ewiniar	1.65	6.80	1.73	4.77	2.75	6.90
Bilis	4.23	9.19	5.32	7.05	5.75	7.80
Kaemi	2.66	7.45	4.77	6.56	3.99	7.80
Saomai	1.07	7.36	1.83	4.76	1.47	7.60
Bopha	0.96	6.75	1.83	4.76	1.47	7.70
Shanshan	1.33	5.89	2.05	4.23	1.91	7.00
Pabuk	2.46	7.99	3.12	5.18	2.51	10.30
Wutip	2.46	7.38	3.12	5.18	2.51	10.30
Sepat	3.54	9.22	5.72	7.29	0.00	0.00
Wipha	1.76	5.50	2.72	4.77	1.98	7.00
Krosa	2.91	9.57	3.59	5.50	4.18	11.60
Mitag	2.82	8.98	2.49	4.93	1.83	11.30
Kalmaegi	1.48	5.97	1.57	4.27	0.00	0.00
Fungwong	3.42	7.63	4.27	6.14	0.00	0.00
Nuri	3.42	9.52	3.35	5.04	0.00	0.00
Sinlaku	2.25	7.20	3.03	5.12	0.00	0.00
Hagupit	3.22	8.56	3.92	5.18	0.00	0.00
Jangmi	2.78	8.06	3.18	5.31	0.00	0.00

表 4.2.1-6 花蓮港 2005 至 2008 期間 26 個颱風時期最大示性波高及平均週期

花蓮	WAM		SWAN		現場觀測	
颱風名稱	Hs	Tmean	Hs	Hs	Tmean	Hs
Haitang	8.34	12.90	4.62	5.17	7.50	15.30
Matsa	3.67	10.47	2.58	4.35	3.18	12.60
Sanvu	4.37	9.91	4.55	6.21	3.86	10.90
Talim	5.99	11.79	4.41	6.48	7.53	14.10
Khanun	3.36	10.21	2.96	8.03	2.25	13.90
Damrey	1.80	7.67	4.22	5.41	3.13	9.70
Longwang	5.74	11.25	4.10	6.73	10.85	15.00
Chanchu	2.22	7.93	2.19	4.58	2.89	12.20
Ewiniar	2.34	10.36	2.17	4.07	2.17	12.40
Bilis	4.46	11.02	3.44	4.63	5.25	13.30
Kaemi	4.38	9.53	3.71	6.22	0.00	0.00
Saomai	2.38	10.13	2.12	8.57	3.86	13.70
Bopha	2.55	9.90	2.12	8.57	3.86	13.70
Shanshan	3.52	9.61	2.64	4.71	4.24	12.90
Pabuk	5.37	10.20	4.19	5.17	4.94	11.70
Wutip	3.40	9.18	2.44	4.84	4.94	11.10
Sepat	7.51	11.20	4.83	6.57	7.22	13.40
Wipha	4.23	10.80	3.27	5.39	3.74	13.30
Krosa	6.38	11.30	4.36	5.75	6.49	14.10
Mitag	4.02	9.15	5.68	5.51	4.43	12.00
Kalmaegi	2.38	9.23	2.57	4.93	2.85	6.47
Fungwong	6.24	11.07	5.16	6.07	10.28	9.17
Nuri	2.58	10.38	4.12	6.21	2.97	7.59
Sinlaku	4.91	9.76	3.32	5.53	5.37	10.10
Hagupit	4.01	10.98	6.77	7.08	3.40	8.39
Jangmi	7.29	12.10	4.23	5.95	6.00	10.47

表 4.2.1-7 蘇澳港 2005 至 2008 期間 26 個颱風時期最大示性波高及平均週期

蘇澳	WAM		SWAN		現場觀測	
颱風名稱	Hs	Tmean	Hs	Hs	Tmean	Hs
Haitang	10.13	12.66	5.01	5.25	12.04	15.60
Matsa	4.21	10.25	2.82	5.00	4.27	13.30
Sanvu	4.35	9.66	4.54	6.36	5.45	11.00
Talim	8.27	11.95	4.17	5.60	13.24	15.00
Khanun	3.93	9.73	3.66	9.30	2.85	13.80
Damrey	1.80	7.19	4.47	6.13	2.09	19.30
Longwang	7.29	10.93	4.45	7.36	12.45	15.90
Chanchu	2.35	7.13	2.08	4.17	3.21	8.30
Ewiniar	2.61	10.40	2.66	4.00	3.00	12.90
Bilis	4.96	10.77	3.54	4.80	5.70	13.30
Kaemi	4.63	9.26	2.99	5.74	7.37	13.50
Saomai	3.10	10.26	2.86	8.72	3.82	15.80
Bopha	3.06	10.20	2.86	8.72	3.84	14.50
Shanshan	3.87	9.55	2.93	4.74	5.37	14.00
Pabuk	4.29	9.71	3.69	4.80	5.99	12.30
Wutip	4.11	9.01	2.44	4.02	7.42	11.70
Sepat	8.14	11.28	4.27	4.83	7.56	14.60
Wipha	5.77	11.40	5.65	5.53	3.59	13.10
Krosa	7.94	11.65	3.42	5.36	3.41	13.80
Mitag	4.74	9.28	5.23	7.09	3.85	12.50
Kalmaegi	2.70	9.37	2.08	4.18	5.08	7.71
Fungwong	7.28	10.92	4.24	5.68	9.08	8.84
Nuri	2.55	9.99	4.56	6.28	3.85	8.39
Sinlaku	6.06	10.11	3.14	4.56	7.68	10.36
Hagupit	3.76	10.56	6.67	7.47	5.02	9.83
Jangmi	7.47	11.71	3.52	4.63	8.84	10.70

表 4.2.1-8 基隆港 2005 至 2008 期間 26 個颱風時期最大示性波高及平均週期

基隆	WAM		SWAN		現場觀測	
颱風名稱	Hs	Tmean	Hs	Hs	Tmean	Hs
Haitang	8.92	12.08	6.29	6.28	5.80	12.80
Matsa	4.09	9.69	4.04	4.48	7.41	10.80
Sanvu	3.34	8.54	3.52	5.42	1.72	8.10
Talim	8.13	11.79	4.56	5.27	5.44	12.70
Khanun	3.96	9.68	4.86	10.19	3.79	9.90
Damrey	1.58	6.02	3.02	5.27	1.94	8.90
Longwang	6.72	10.55	4.85	9.14	3.05	11.40
Chanchu	1.69	5.91	1.67	4.12	0.00	0.00
Ewiniar	2.43	10.65	3.79	4.47	0.00	0.00
Bilis	5.23	10.50	4.27	5.30	0.00	0.00
Kaemi	4.01	8.66	2.64	4.13	0.00	0.00
Saomai	3.52	10.19	3.91	10.12	0.00	0.00
Bopha	3.38	10.19	3.91	10.12	0.00	0.00
Shanshan	3.35	8.92	2.99	5.12	4.67	11.00
Pabuk	3.51	9.05	3.67	5.41	1.74	9.60
Wutip	3.80	8.97	3.46	4.81	2.01	10.60
Sepat	6.46	10.33	3.98	4.43	2.51	10.50
Wipha	6.09	11.37	8.19	6.66	4.22	14.80
Krosa	7.57	11.39	4.02	5.19	7.06	14.10
Mitag	4.70	9.11	5.18	5.85	6.52	11.40
Kalmaegi	2.49	8.95	2.40	4.68	1.16	5.40
Fungwong	6.25	10.47	3.03	4.08	3.19	6.07
Nuri	1.93	8.96	5.43	7.13	0.58	4.84
Sinlaku	5.69	9.88	3.33	4.61	4.19	6.88
Hagupit	2.97	9.02	6.19	7.02	1.15	4.95
Jangmi	7.40	11.02	3.10	4.92	4.78	7.36

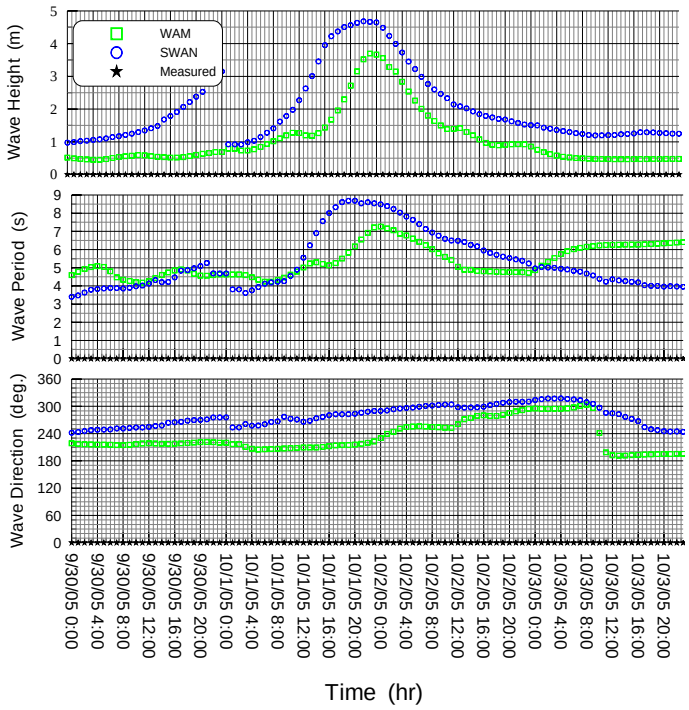


圖 4.2.1-1 台北港 2005 龍王颱風波浪推算與實測值時序圖

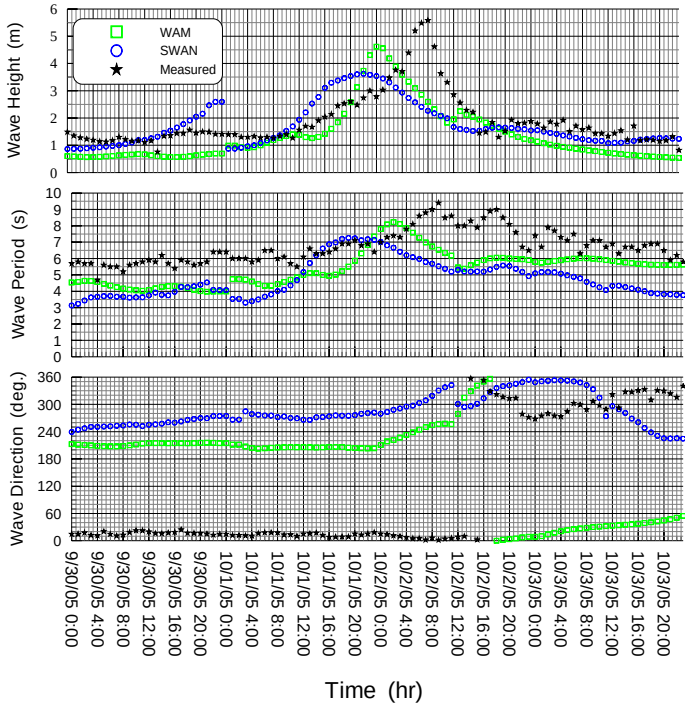


圖 4.2.1-2 台中港 2005 龍王颱風波浪推算與實測值時序圖

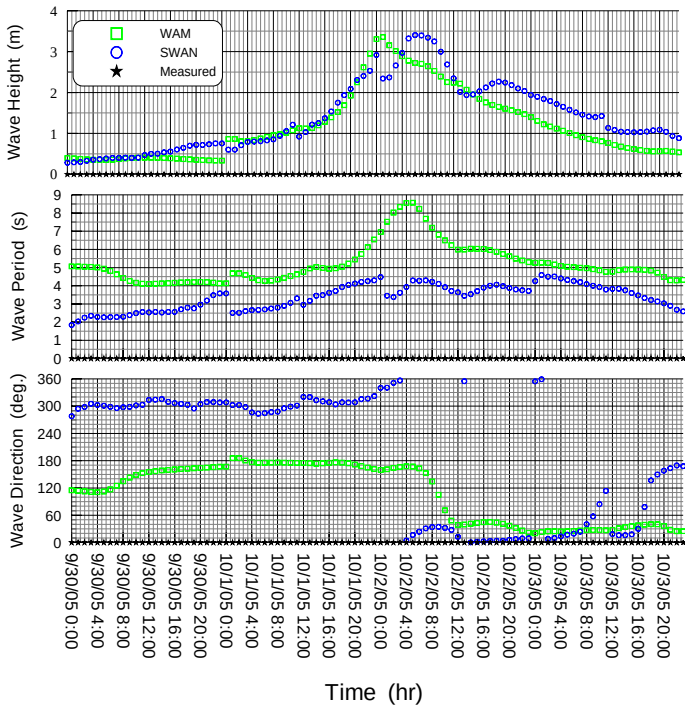


圖 4.2.1-3 安平港 2005 龍王颱風波浪推算與實測值時序圖

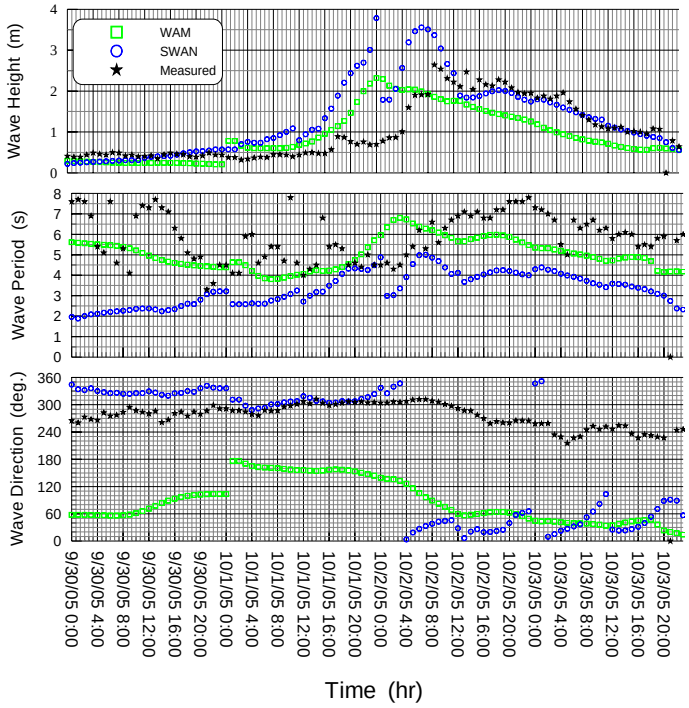


圖 4.2.1-4 高雄港 2005 龍王颱風波浪推算與實測值時序圖

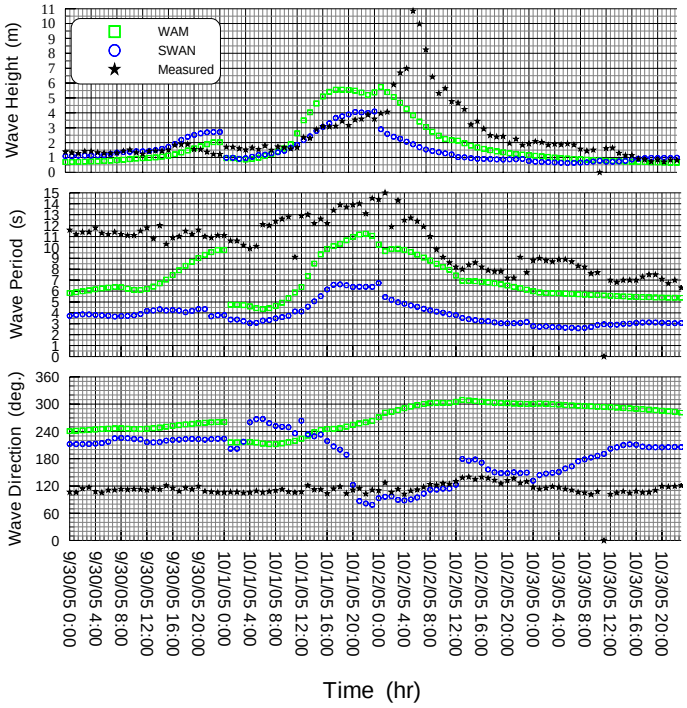


圖 4.2.1-5 花蓮港 2005 龍王颱風波浪推算與實測值時序圖

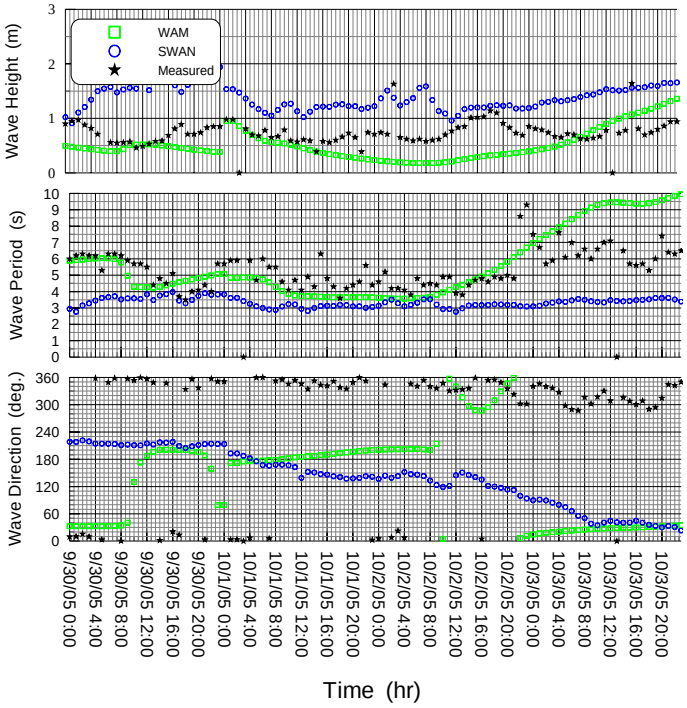


圖 4.2.1-6 蘇澳港 2005 龍王颱風波浪推算與實測值時序圖

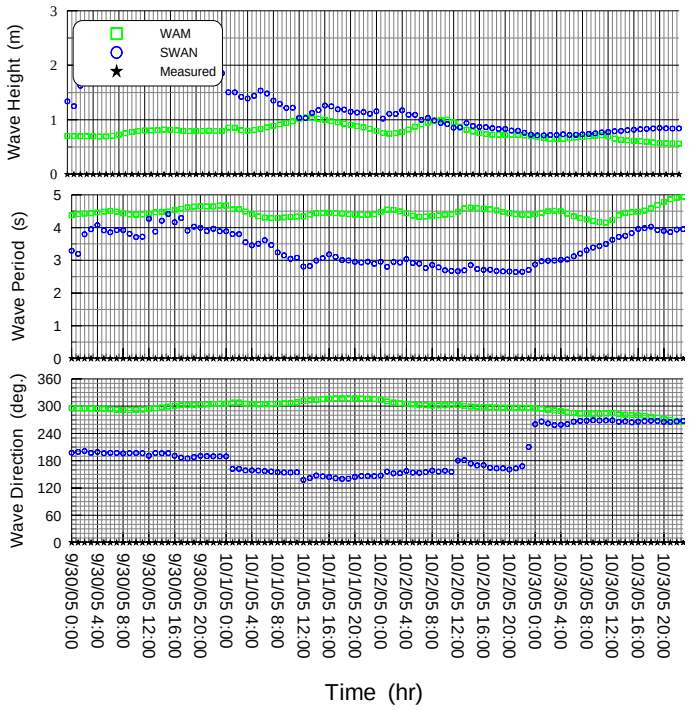


圖 4.2.1-7 基隆港 2005 龍王颱風波浪推算與實測值時序圖

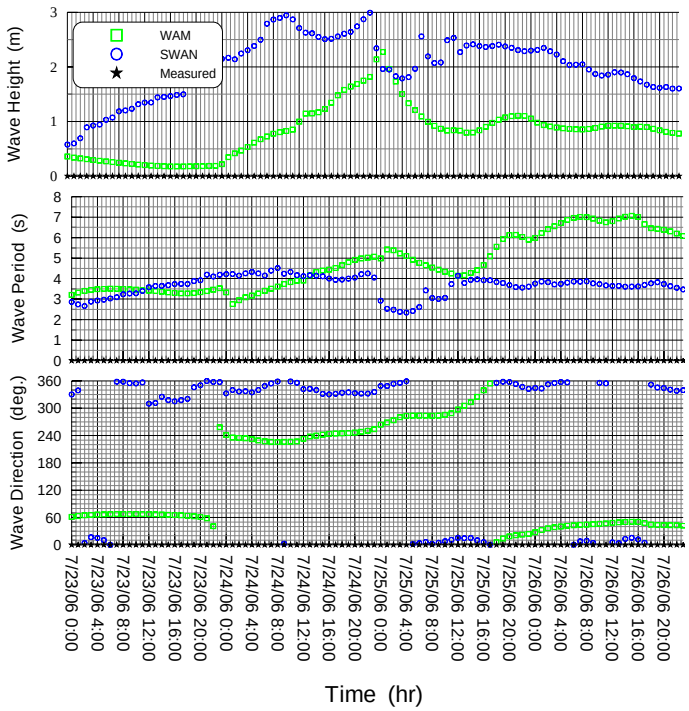


圖 4.2.1-8 台北港 2006 凱米颱風波浪推算與實測值時序圖

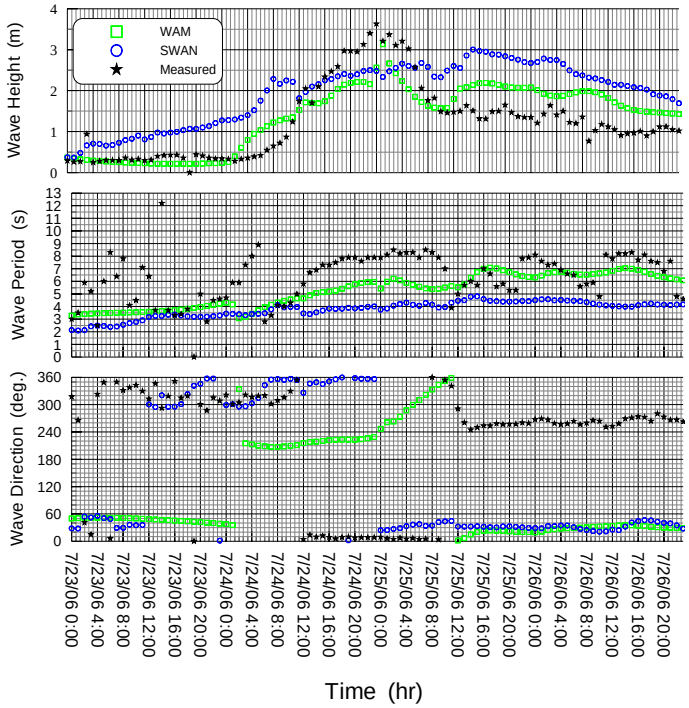


圖 4.2.1-9 台中港 2006 凱米颱風波浪推算與實測值時序圖

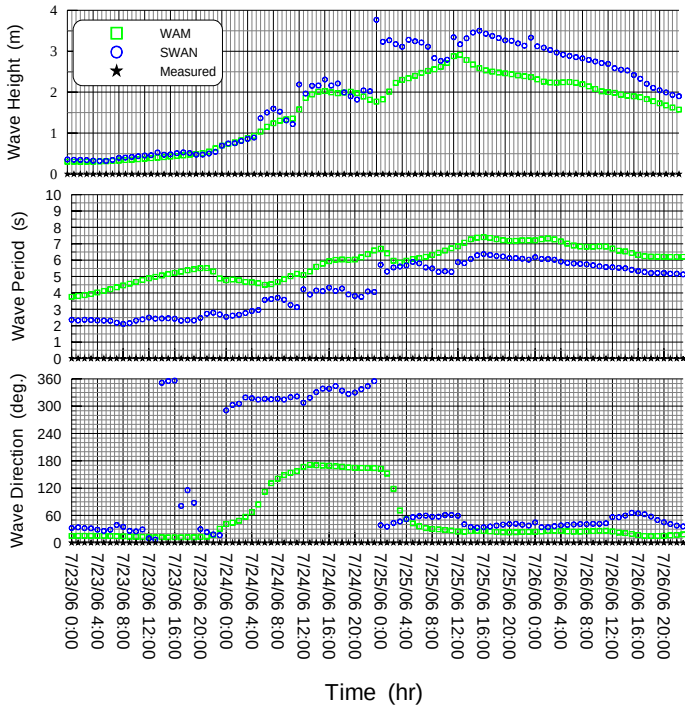


圖 4.2.1-10 安平港 2006 凱米颱風波浪推算與實測值時序圖

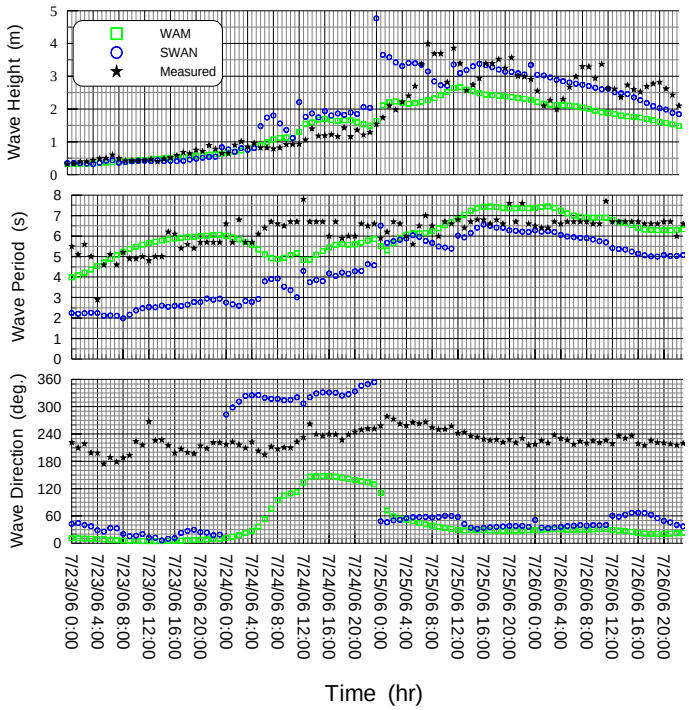


圖 4.2.1-11 高雄港 2006 凱米颱風波浪推算與實測值時序圖

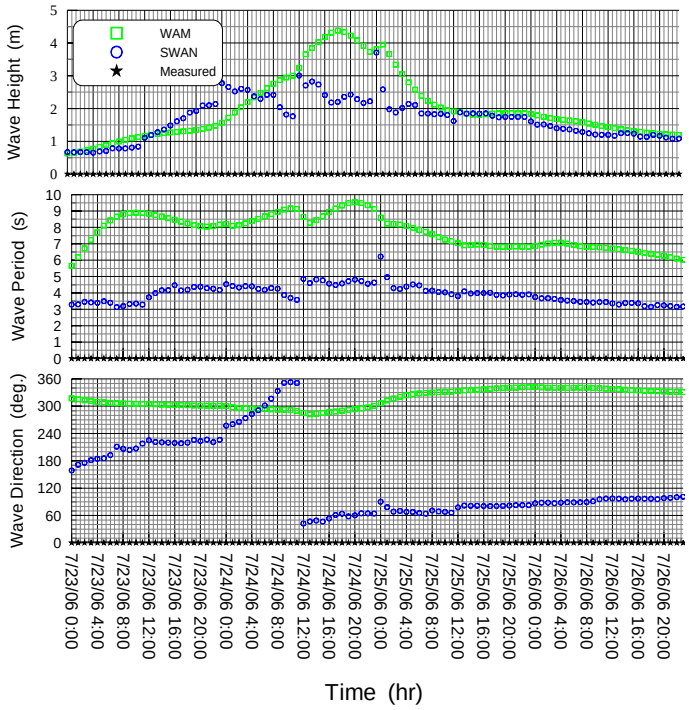


圖 4.2.1-12 花蓮港 2006 凱米颱風波浪推算與實測值時序圖

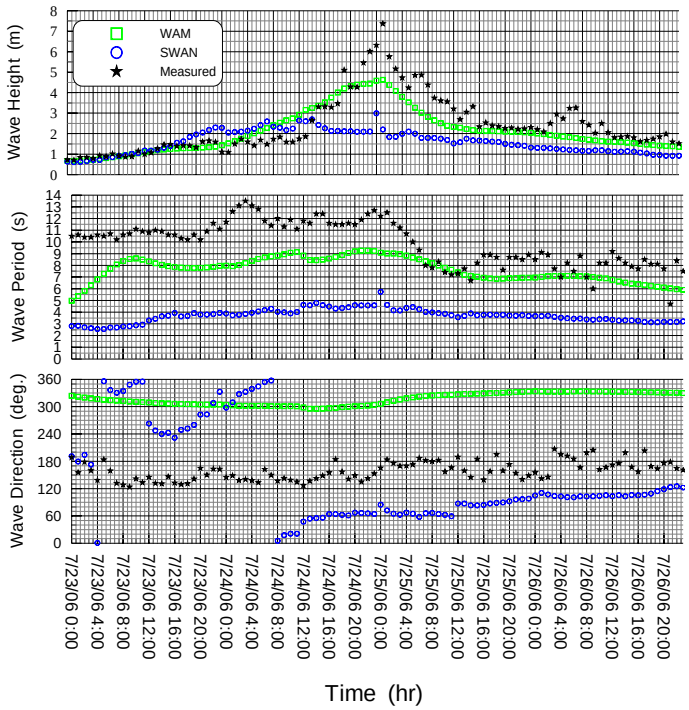


圖 4.2.1-13 蘇澳港 2006 凱米颱風波浪推算與實測值時序圖

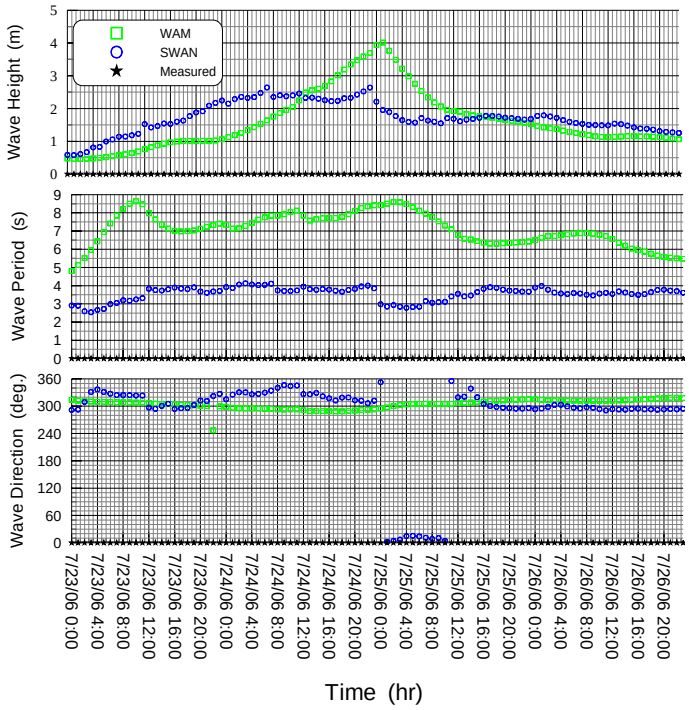


圖 4.2.1-14 基隆港 2006 凱米颱風波浪推算與實測值時序圖

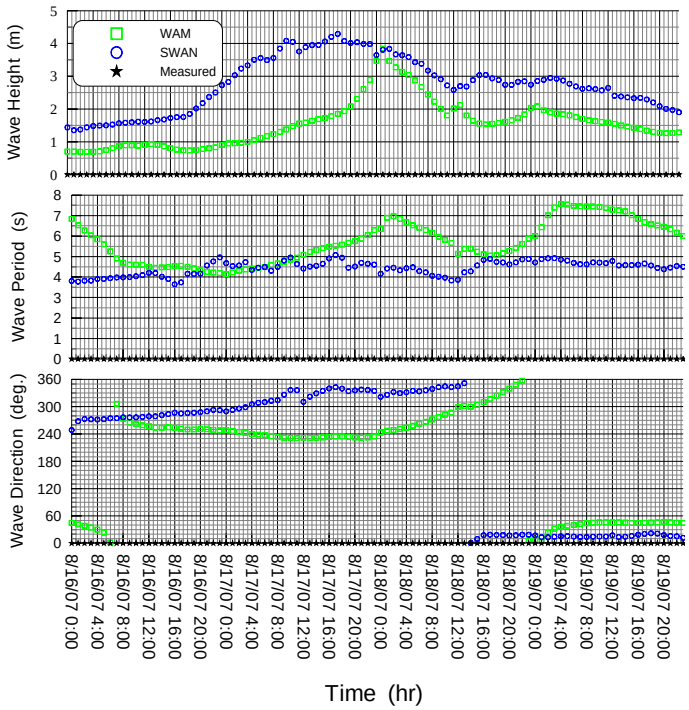


圖 4.2.1-15 台北港 2007 聖帕颱風波浪推算與實測值時序圖

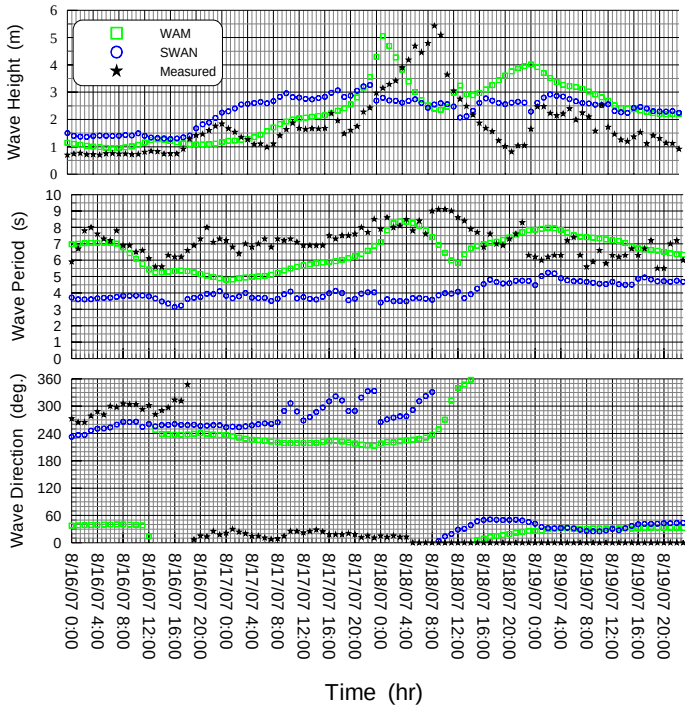


圖 4.2.1-16 台中港 2007 聖帕颱風波浪推算與實測值時序圖

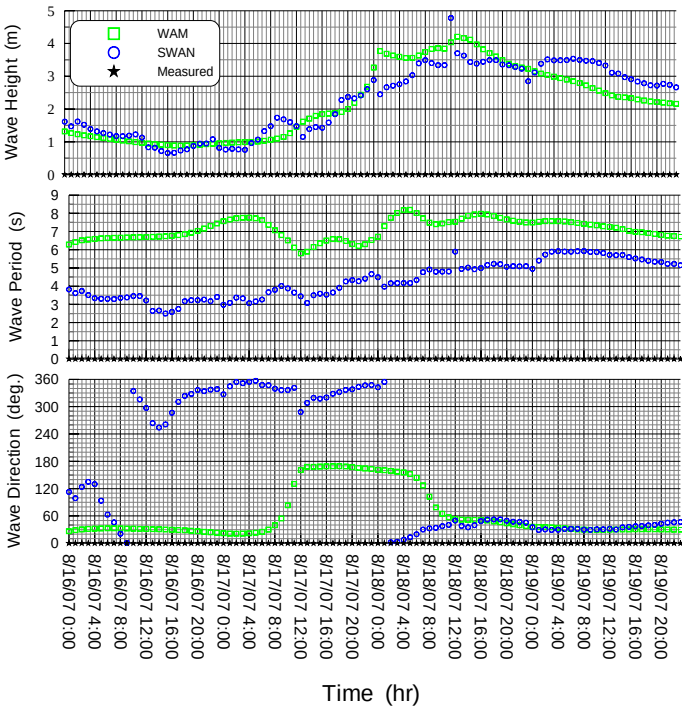


圖 4.2.1-17 安平港 2007 聖帕颱風波浪推算與實測值時序圖

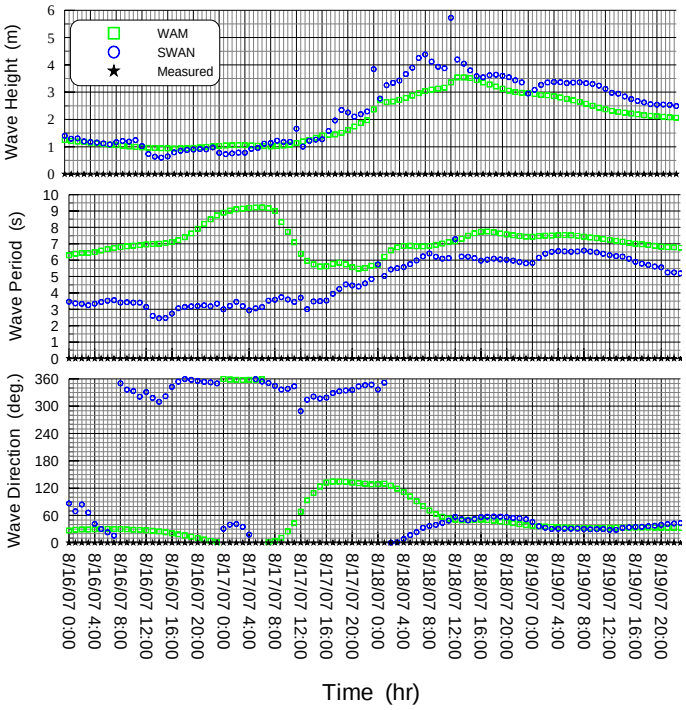


圖 4.2.1-18 高雄港 2007 聖帕颱風波浪推算與實測值時序圖

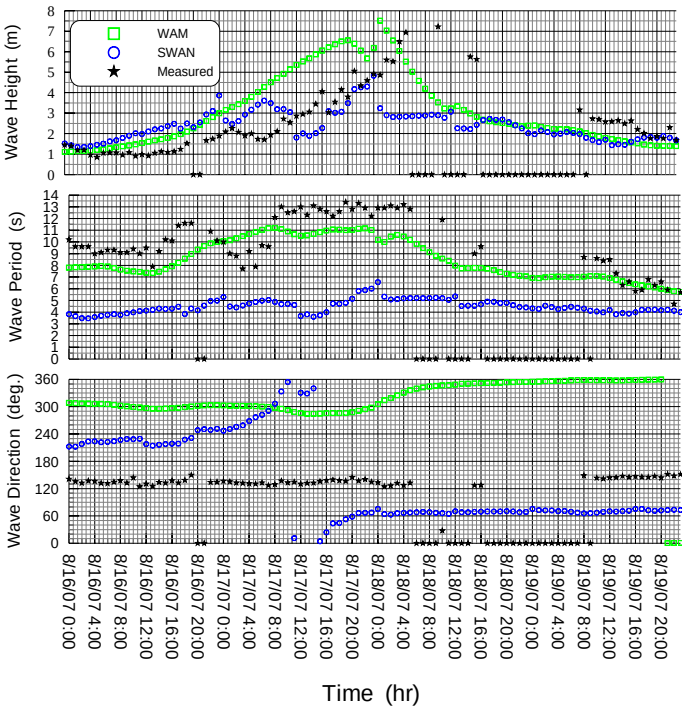


圖 4.2.1-19 花蓮港 2007 聖帕颱風波浪推算與實測值時序圖

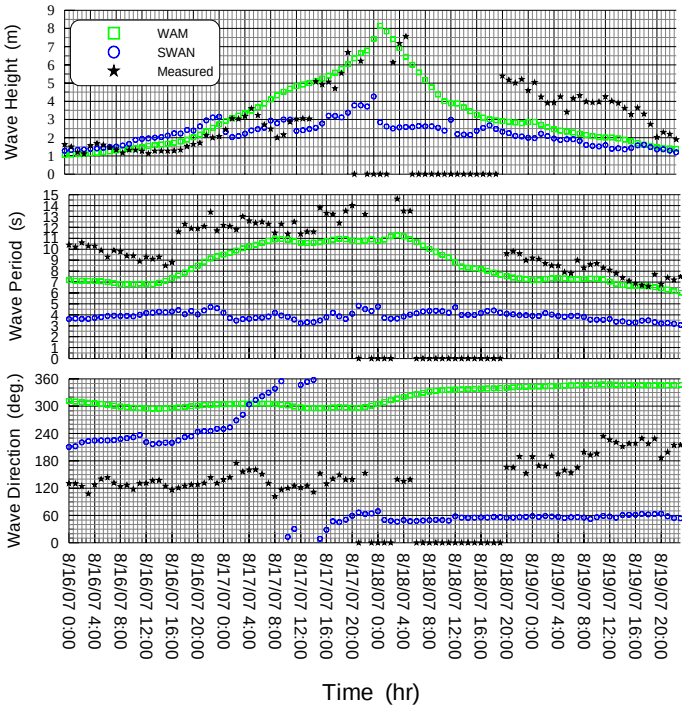


圖 4.2.1-20 蘇澳港 2007 聖帕颱風波浪推算與實測值時序圖

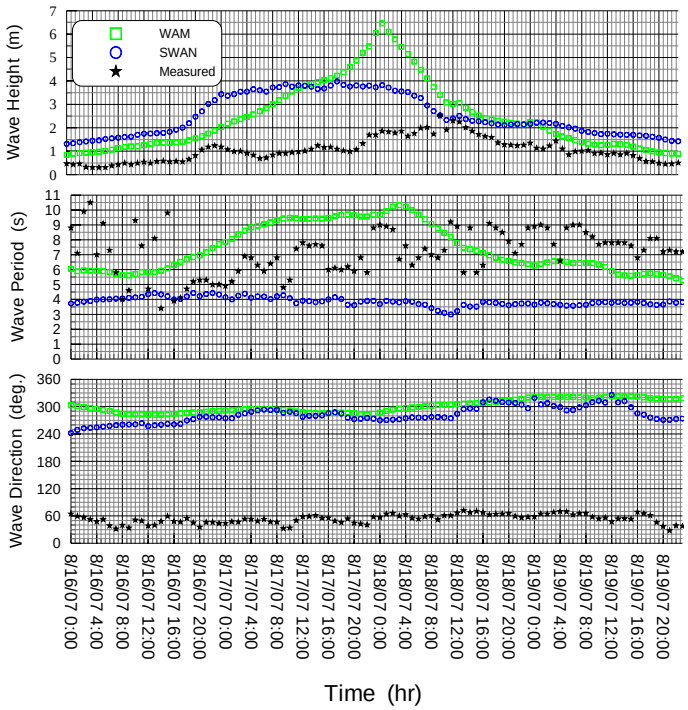


圖 4.2.1-21 基隆港 2007 聖帕颱風波浪推算與實測值時序圖

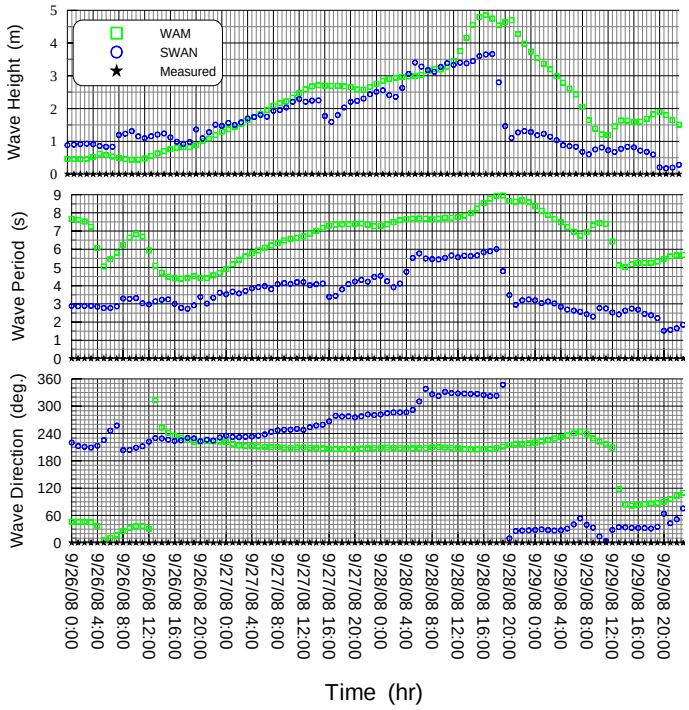


圖 4.2.1-22 台北港 2008 薔蜜颱風波浪推算與實測值時序圖

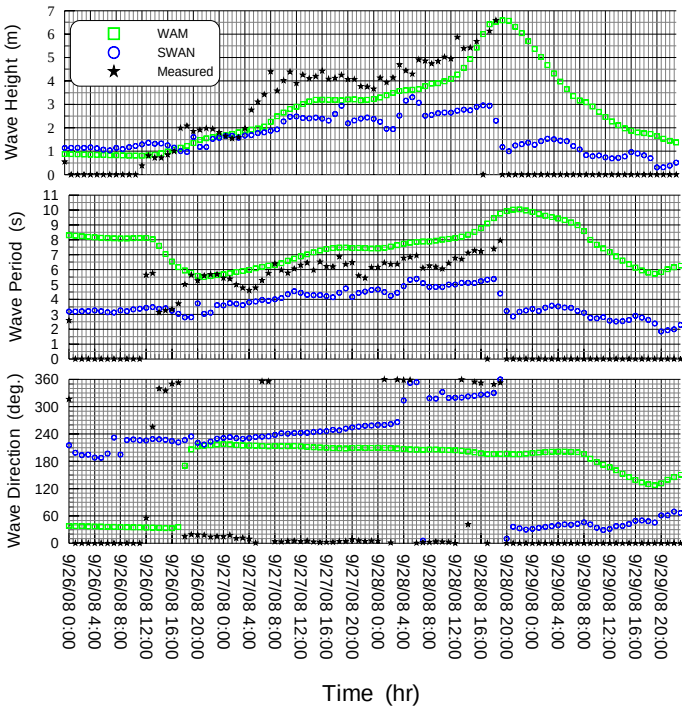


圖 4.2.1-23 台中港 2008 薔蜜颱風波浪推算與實測值時序圖

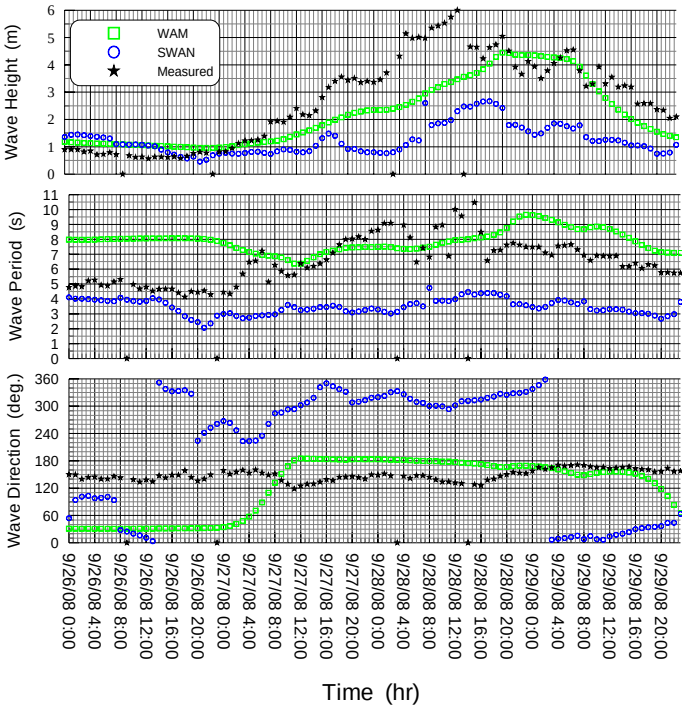


圖 4.2.1-24 安平港 2008 薔蜜颱風波浪推算與實測值時序圖

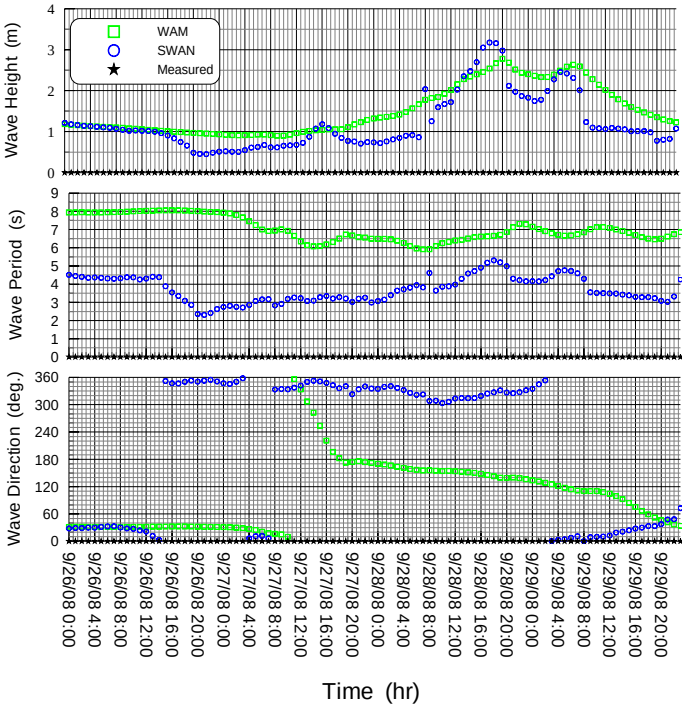


圖 4.2.1-25 高雄港 2008 薔蜜颱風波浪推算與實測值時序圖

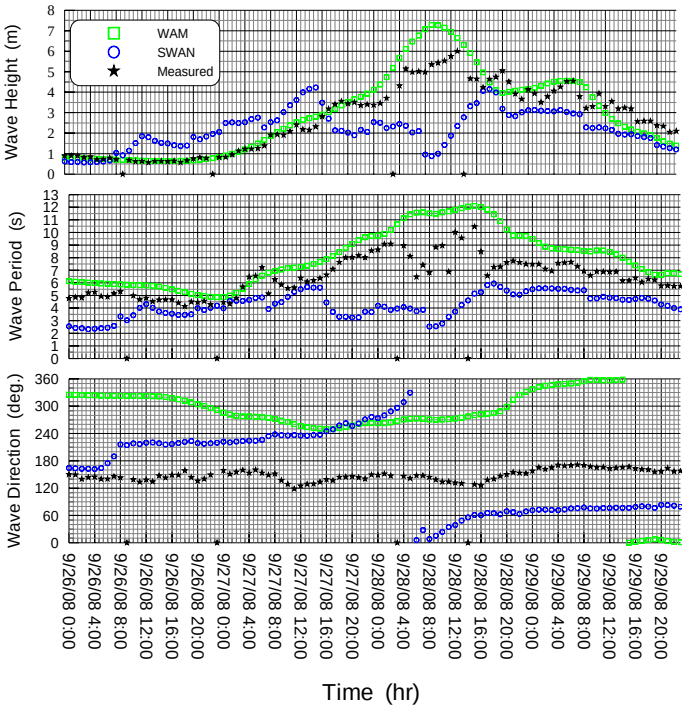


圖 4.2.1-26 花蓮港 2008 薔蜜颱風波浪推算與實測值時序圖

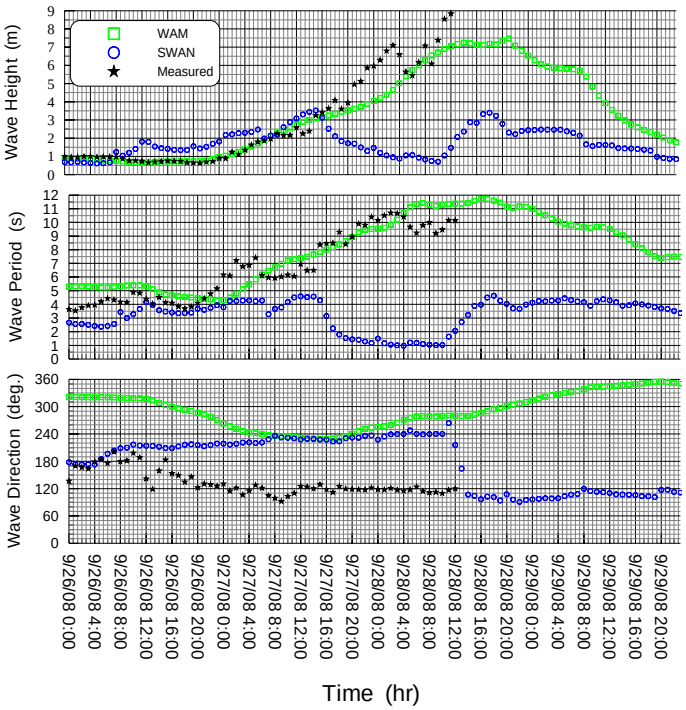


圖 4.2.1-27 蘇澳港 2008 薔蜜颱風波浪推算與實測值時序圖

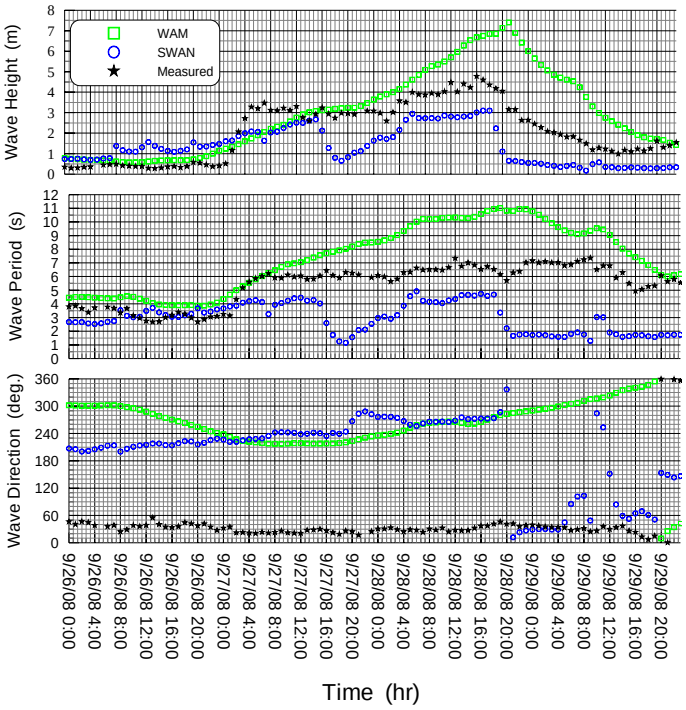


圖 4.2.1-28 基隆港 2008 薔蜜颱風波浪推算與實測值時序圖

4.3 水位長期模擬及分析

本年度水位長期模擬期間為 2005~2008 年，使用台灣海域水位模式配合中央氣象局 MC 風場進行長期模擬，表 4.3-1 至表 4.3-4 為四年度各測站 r.m.s.值統計表。除部份港區差距比較大，推測此部份為實測資料水準點偏移所導致，使得長期模擬的結果較作業評估來的差，其餘測站的結果都小於 0.2 公尺。此處 r.m.s.值推算方式與線上模式評估方式相同。

圖 4.3-1 至圖 4.3-20 為 2005 年至 2008 年龍王、凱米、聖帕及薔蜜颱風期間水位比對圖。

表 4.3-1 各測站 2005 年個月 r.m.s.值統計(公尺)

	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中
200501	0.17	0.17	0.21	0.27	0.09	0.68
200502	0.18	0.08	0.18	0.24	0.08	0.49
200503	0.2	0.12	0.16	0.2	0.1	0.51
200504	0.1	0.13	0.19	0.19	0.07	0.35
200505	0.15	0.09	0.23	0.23	0.11	0.34
200506	0.25	0.11	0.16	0.16	0.05	0.26
200507	0.08	0.07	0.25	0.18	0.11	0.39
200508	0.13	0.12	0.22	0.22	0.12	0.4
200509	0.19	0.13	0.2	0.23	0.08	0.39
200510	0.06	0.06	0.19	0.16	0.09	0.33
200511	0.11	0.15	0.1	0.19	0.1	0.3
200512	0.21	0.16	0.15	0.24	0.08	0.29

表 4.3-2 各測站 2006 年各月 r.m.s.值統計(公尺)

	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中
200601	0.17	0.08	0.09	0.24	0.09	0.68
200602	0.17	0.10	0.13	0.23	0.07	0.78
200603	0.13	0.12	0.1	0.23	0.1	0.56
200604	0.21	0.09	0.09	0.22	0.08	無資料
200605	0.15	0.36	0.42	0.24	0.4	無資料
200606	0.19	0.45	0.62	0.25	0.59	無資料
200607	0.1	0.14	無資料	0.23	0.09	無資料
200608	0.23	0.23	0.29	0.22	0.3	無資料
200609	0.25	0.08	0.11	0.21	0.17	無資料
200610	0.11	0.1	0.15	0.29	0.42	0.51
200611	0.1	0.15	0.14	0.25	0.13	0.49
200612	0.12	0.09	0.11	0.23	0.0.8	0.52

表 4.3-3 各測站 2007 年各月 r.m.s.值統計(公尺)

	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中
200701	0.13	0.14	0.12	無資料	0.06	0.51
200702	0.27	0.11	0.1	0.23	0.06	0.5
200703	0.23	0.08	0.09	0.12	0.1	0.2
200704	0.11	0.07	0.11	0.11	0.07	0.18
200705	0.13	0.06	0.13	0.07	0.08	0.13
200706	0.16	0.11	0.13	0.1	0.12	0.31
200707	0.12	0.1	0.12	0.09	0.07	0.22
200708	0.18	2.63	0.1	0.12	0.15	1.76
200709	0.15	無資料	0.14	0.23	0.16	0.41
200710	0.13	無資料	0.15	0.39	0.12	0.48
200711	0.11	無資料	0.3	0.41	0.25	0.45
200712	無資料	0.17	0.11	0.15	0.19	0.65

表 4.3-4 各測站 2008 年各月 r.m.s.值統計(公尺)

	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中
200801	無資料	0.09	0.12	0.17	0.12	0.23
200802	無資料	0.10	0.08	0.18	0.11	無資料
200803	無資料	0.07	0.07	0.14	0.08	0.22
200804	無資料	0.06	0.09	0.09	0.05	0.13
200805	無資料	0.08	0.12	0.27	0.07	0.12
200806	無資料	0.08	0.12	0.09	0.08	0.14
200807	無資料	0.23	無資料	0.1	0.11	0.16
200808	無資料	0.3	0.1	0.09	0.09	0.13
200809	無資料	0.13	0.11	0.1	0.14	0.13
200810	無資料	0.07	0.07	0.09	0.08	0.16
200811	無資料	0.1	0.11	0.14	0.11	0.19
200812	0.12	0.09	0.11	0.23	0.0.8	0.52

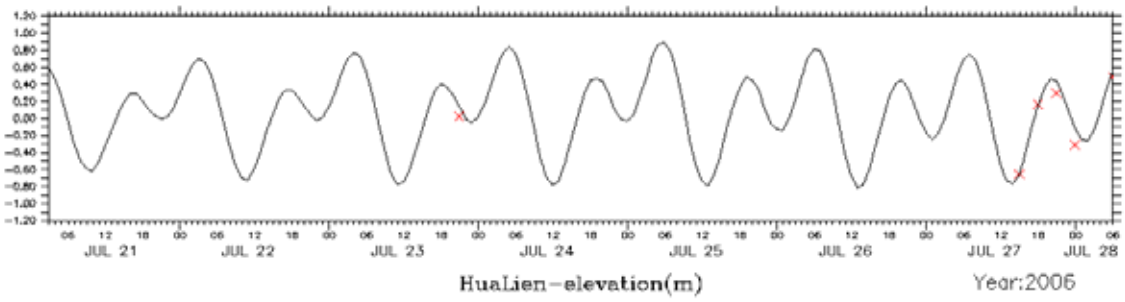


圖 4.3-6 2006 凱米颱風期間花蓮測站水位比對結果

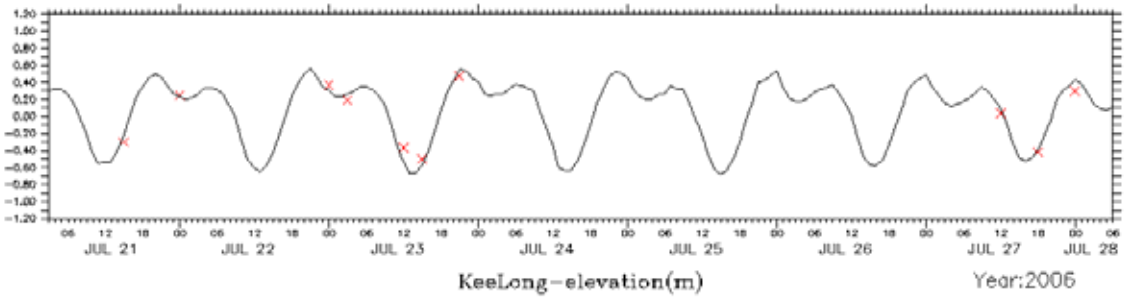


圖 4.3-7 2006 年凱米颱風期間基隆測站水位比對結果

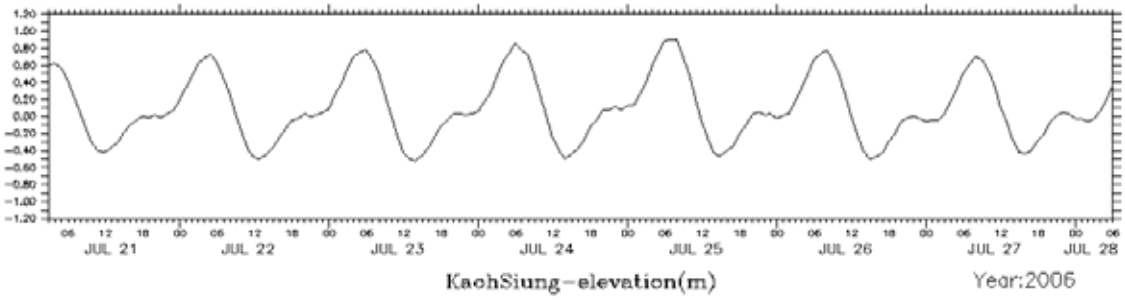


圖 4.3-8 2006 年凱米颱風期間高雄測站水位比對結果

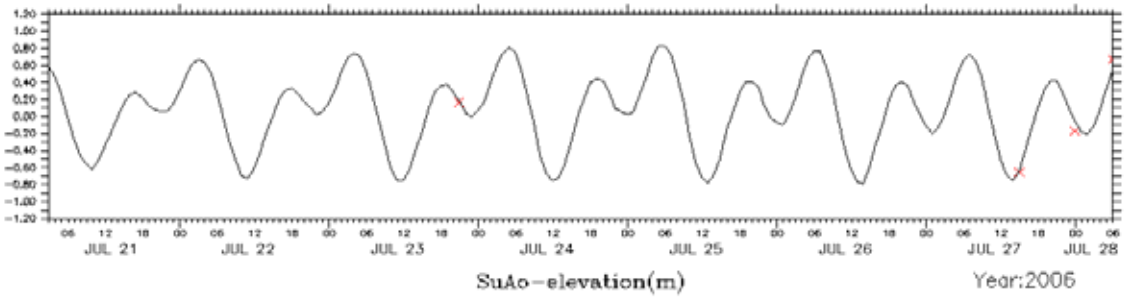


圖 4.3-9 2006 年凱米颱風期間蘇澳測站水位比對結果

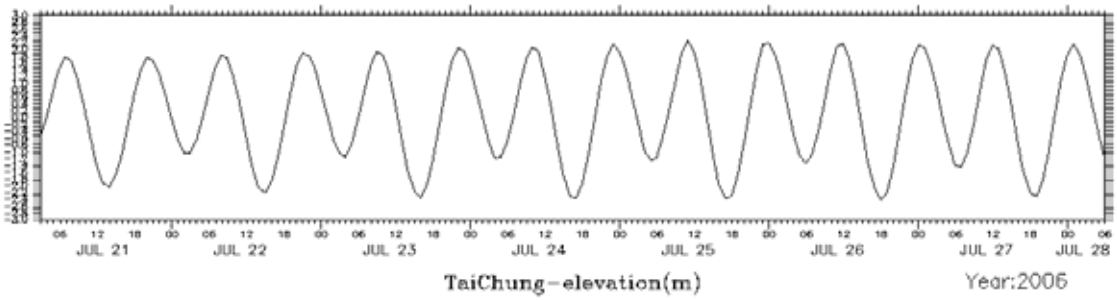


圖 4.3-10 2006 年凱米颱風期間台中測站水位比對結果

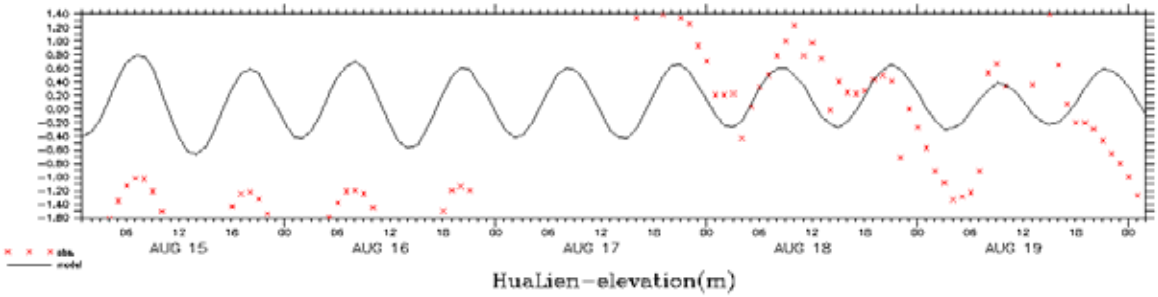


圖 4.3-11 2007 年聖帕颱風期間花蓮測站水位比對結果

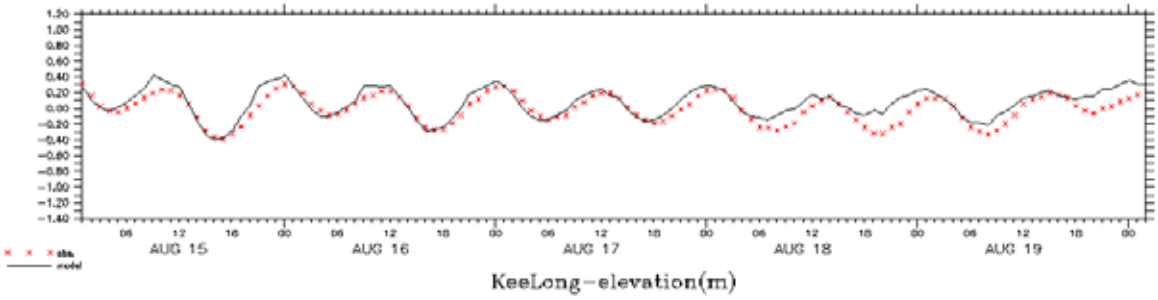


圖 4.3-12 2007 年聖帕颱風期間基隆測站水位比對結果

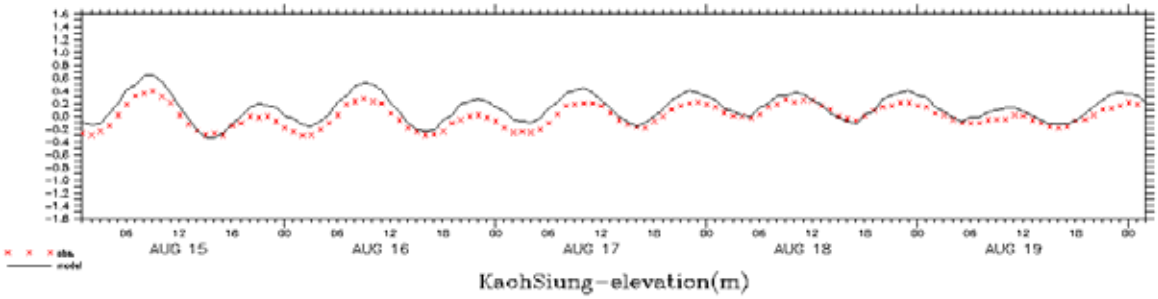


圖 4.3-13 2007 年聖帕颱風期間高雄測站水位比對結果

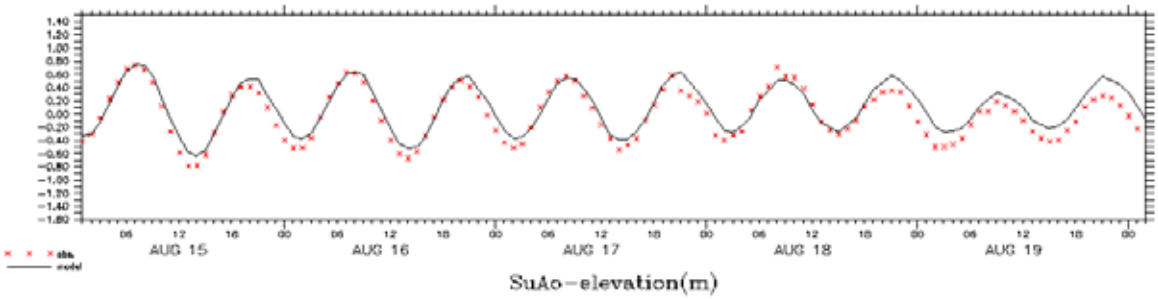


圖 4.3-14 2007 年聖帕颱風期間蘇澳測站水位比對結果

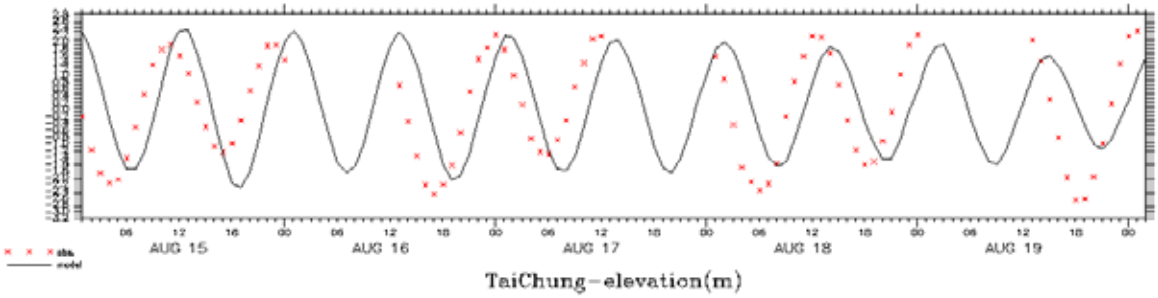


圖 4.3-15 2007 年聖帕颱風期間台中測站水位比對結果

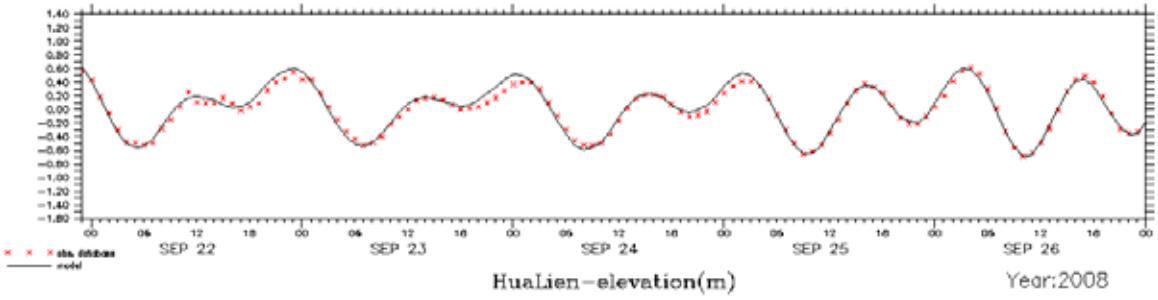


圖 4.3-16 2008 年薔蜜颱風期間花蓮測站水位比對結果

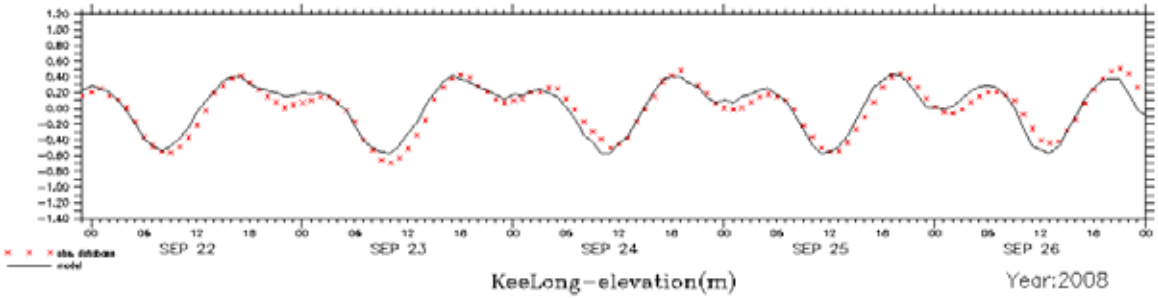


圖 4.3-17 2008 年薔蜜颱風期間基隆測站水位比對結果

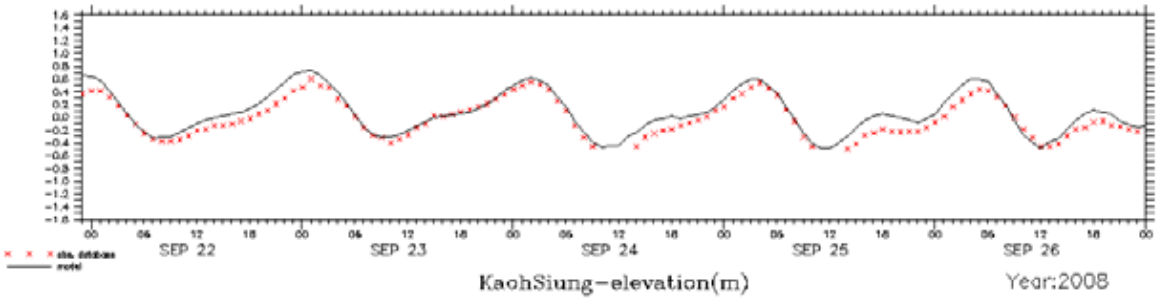


圖 4.3-18 2008 年薔蜜颱風期間高雄測站水位比對結果

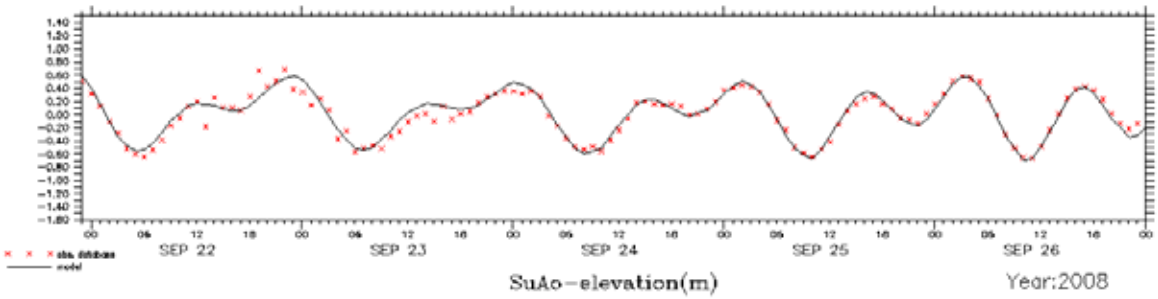


圖 4.3-19 2008 年薔蜜颱風期間蘇澳測站水位比對結果

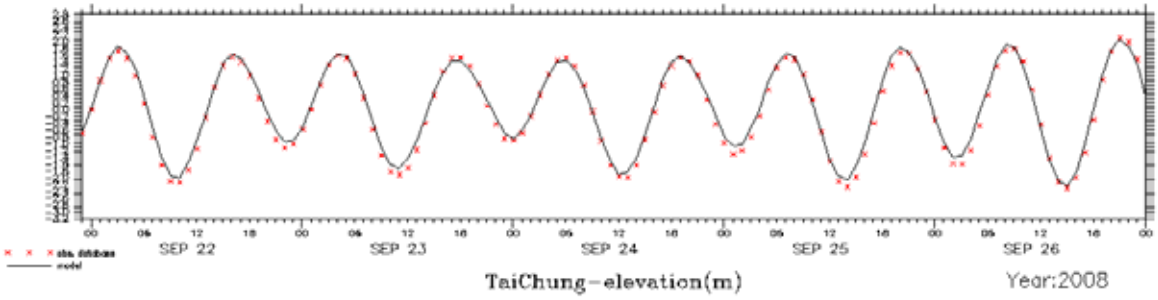


圖 4.3-20 2008 年薔蜜颱風期間台中測站水位比對結果

4.4 海流分析

本年度海流長期模擬結果為 2005~2008 年，利用台灣海域海流模式配合氣象局動態風場(MC)進行模擬，再將結果模式結果與實測資料利用調和分析，進行比對。比對分潮為四個主要全日潮 Q1、O1、P1、K1 及四個主要半日潮 N2、M2、S2、K2 等，比對結果如表 4.4-1 至表 4.4-6。實測資料分析出來的結果全日潮產生的潮流皆不大，不到 0.1 公尺，主要的潮流成分還是以半日潮 M2 為主，流速可達 0.5 公尺左右。模式結果則僅在花蓮港的分析結果較小，因為花蓮測站的地形太深，台灣海域模式流速為 2 維水深平均，流速太小所致，其餘測站的分析結果則較實測資料大，全日潮在 0.1 公尺以下，半日潮則以 M2 最大，台北可達 0.6 公尺以上。

圖 4.4-1 至圖 4.4-22 為 2005 年至 2008 年颱風龍王、凱米、聖帕及薔蜜期間流速比對圖。

表 4.4-1 安平港海流調和分析結果

	觀測資料			模式結果		
安平	major	minor	phase	major	minor	Phase
Q1	0.005	-0.001	133.7	0.006	-0.001	60.25
O1	0.003	-0.007	95.03	0.035	-0.002	93.3
P1	0.02	-0.004	114.57	0.015	-0.001	145.58
K1	0.06	-0.013	143.07	0.045	-0.002	138.51
N2	0.04	0.002	186.09	0.084	0.001	191.94
M2	0.248	-0.005	211.41	0.496	0.003	220.14
S2	0.066	0.003	253.73	0.135	0.001	263.86
K2	0.023	0.003	226.71	0.052	0.001	261.7

表 4.4-2 花蓮港海流調和分析結果

	觀測資料			模式結果		
花蓮	major	minor	phase	major	minor	Phase
Q1	0.009	-0.001	113.47	0.001	0	2.18
O1	0.016	0.011	126.9	0.004	0.002	20.36
P1	0.021	-0.010	134.19	0.002	0.001	69.56
K1	0.014	0.004	184.58	0.005	0.002	71.31
N2	0.015	0.005	12.79	0.001	0	139.32
M2	0.083	0.028	25.74	0.006	-0.001	173.16
S2	0.020	0.005	111.92	0.002	-0.001	190.1
K2	0.013	-0.002	100.11	0.001	0	172.0

表 4.4-3 高雄港海流調和分析結果

	觀測資料			模式結果		
高雄	major	minor	phase	major	minor	Phase
Q1	0.013	0.003	302.83	0.001	0	120.01
O1	0.107	-0.003	345.88	0.005	0.002	303.05
P1	0.055	0.005	90.51	0.002	0.001	342.81
K1	0.139	-0.017	34.74	0.006	0.003	335.74
N2	0.023	0	274.28	0.013	0.001	153.47
M2	0.146	0.006	304.99	0.08	0.006	185.34
S2	0.043	-0.020	356.27	0.022	0.003	226.12
K2	0.014	-0.001	343.5	0.008	0.001	222.73

表 4.4-4 基隆港海流調和分析結果

	觀測資料			模式結果		
基隆	major	minor	Phase	major	minor	Phase
Q1	0.003	0.001	281.86	0.001	0	328.28
O1	0.017	0.001	196.53	0.041	0.001	156.33
P1	0.007	0.003	340.54	0.019	0	203.79
K1	0.018	0.003	235.01	0.056	0.001	198.72
N2	0.056	-0.012	275.20	0.092	0.002	193.86
M2	0.308	-0.046	303.61	0.527	0.008	221.07
S2	0.105	-0.012	311.56	0.172	0.003	251.67
K2	0.038	-0.007	332.03	0.068	0.001	255.31

表 4.4-5 蘇澳港海流調和分析結果

	觀測資料			模式結果		
蘇澳	major	minor	phase	major	minor	Phase
Q1	0.006	0.003	103.25	0.016	-0.002	9.32
O1	0.02	-0.021	247.23	0.052	-0.005	39.67
P1	0.017	-0.004	3.86	0.021	-0.002	76.27
K1	0.06	-0.012	354.79	0.062	-0.006	91.93
N2	0.018	0.001	104.91	0.032	-0.004	188.57
M2	0.105	-0.013	139.42	0.197	-0.021	220.54
S2	0.037	-0.006	176.97	0.063	-0.007	253.6
K2	0.026	-0.002	227.4	0.019	-0.002	251.96

表 4.4-6 台中港海流調和分析結果

	觀測資料			模式結果		
台中	major	minor	phase	major	minor	Phase
Q1	0.012	0.004	281.54	0.016	0	329.54
O1	0.054	0.009	341.37	0.075	-0.001	357.27
P1	0.028	0.006	39.89	0.030	0	57.56
K1	0.086	0.019	32.82	0.09	-0.001	50.49
N2	0.018	-0.008	143.1	0.018	-0.002	44.89
M2	0.073	-0.01	181.95	0.121	-0.012	76.57
S2	0.047	0.001	194.04	0.042	-0.002	148.49
K2	0.014	0.003	197.87	0.012	-0.001	118.6

表 4.4-7 台北港海流調和分析結果

	觀測資料			模式結果		
台北	major	minor	phase	major	minor	Phase
Q1	0.007	0.002	216.55	0.002	-0.001	300.8
O1	0.036	0.004	289.54	0.077	-0.009	327.02
P1	0.017	0.001	339.66	0.031	-0.003	18.85
K1	0.052	0.004	332.59	0.094	-0.009	11.78
N2	0.059	0.004	323.29	0.117	-0.002	8.67
M2	0.447	0.019	4.54	0.671	-0.017	38.07
S2	0.124	0.008	47.66	0.197	-0.002	73.48
K2	0.078	-0.001	46.6	0.078	-0.002	77.69

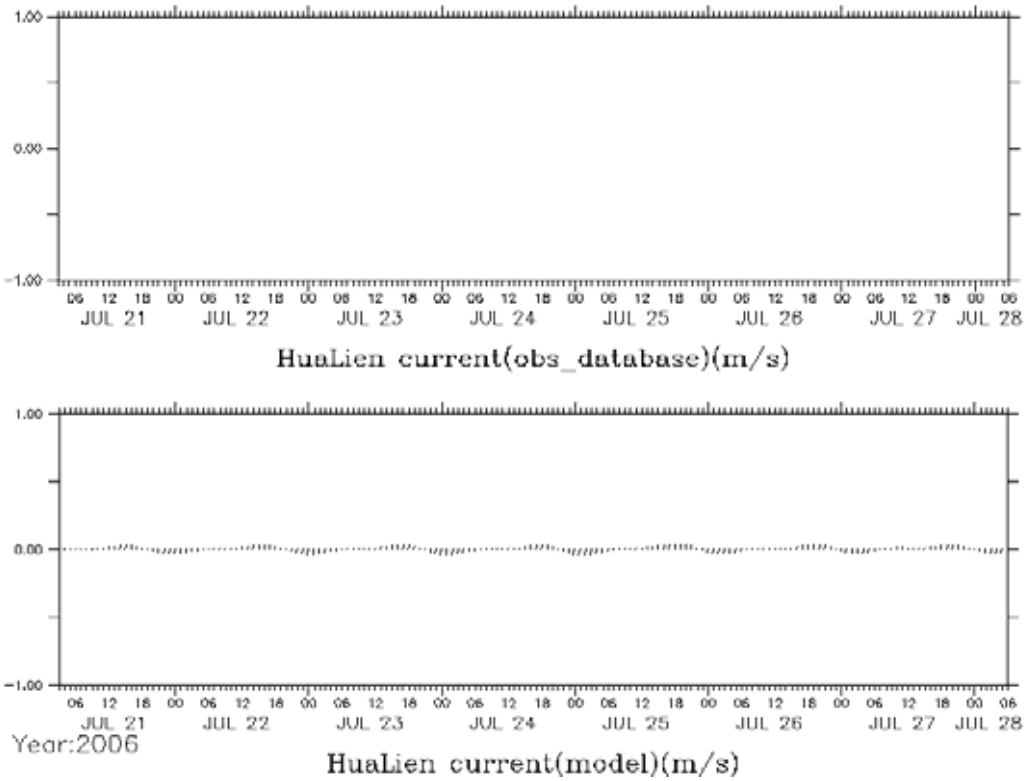


圖 4.4-6 花蓮測站 2006 年凱米颱風期間流速比對圖

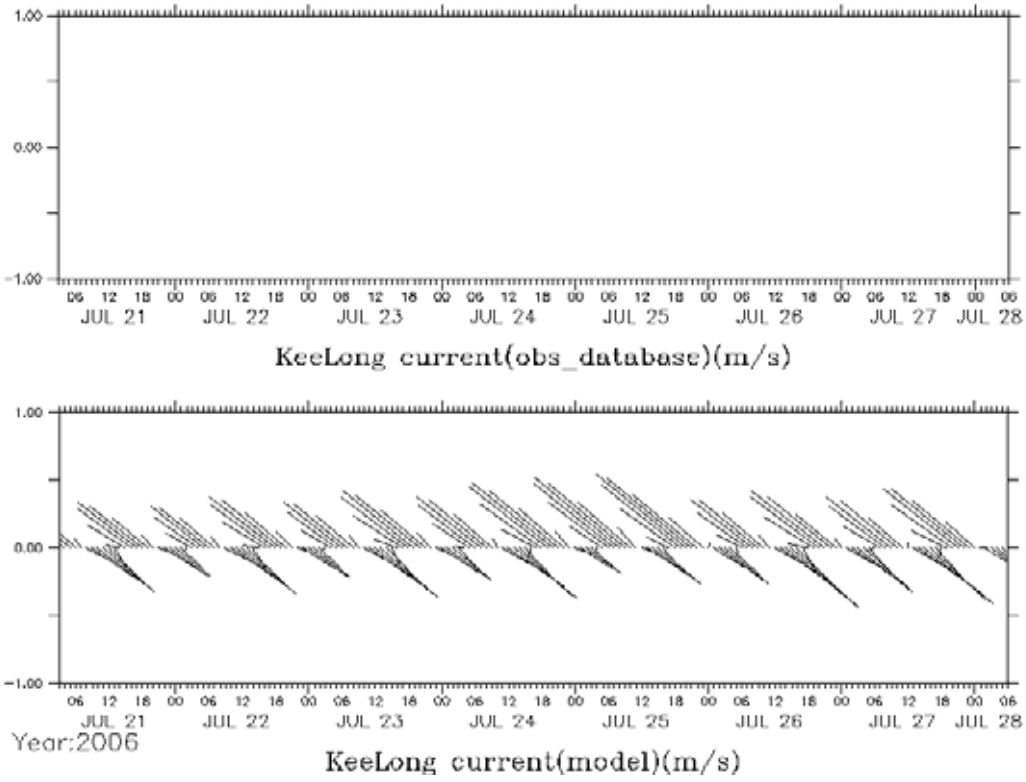


圖 4.4-7 基隆測站 2006 年凱米颱風期間流速比對圖

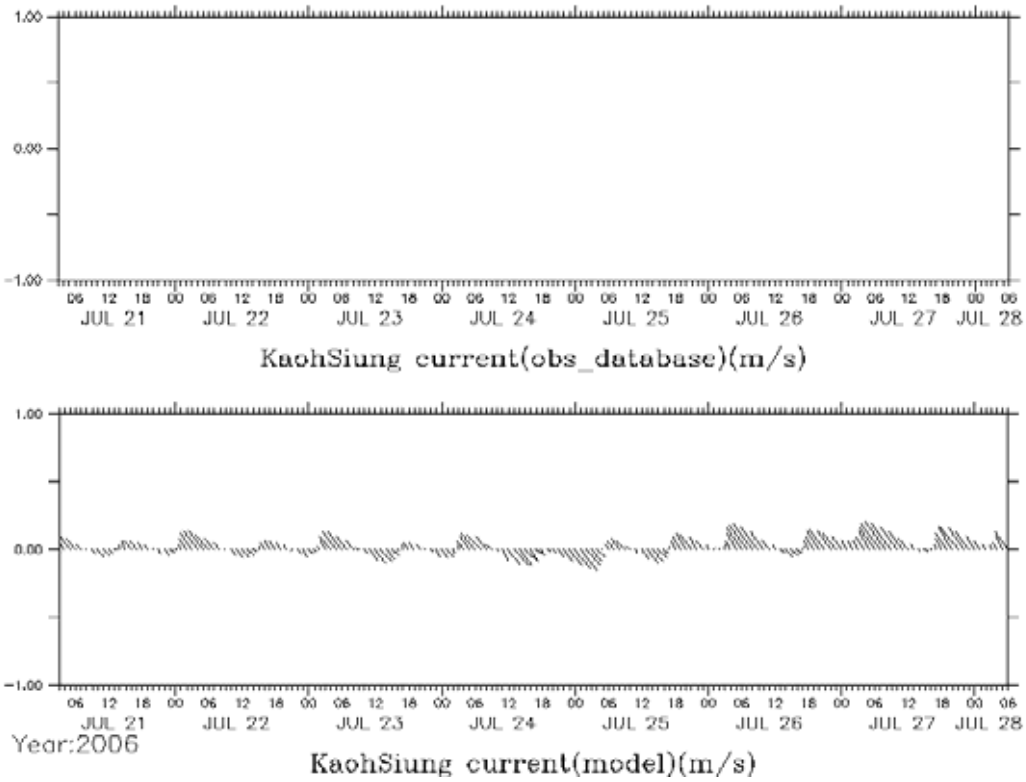


圖 4.4-8 高雄測站 2006 年凱米颱風期間流速比對圖

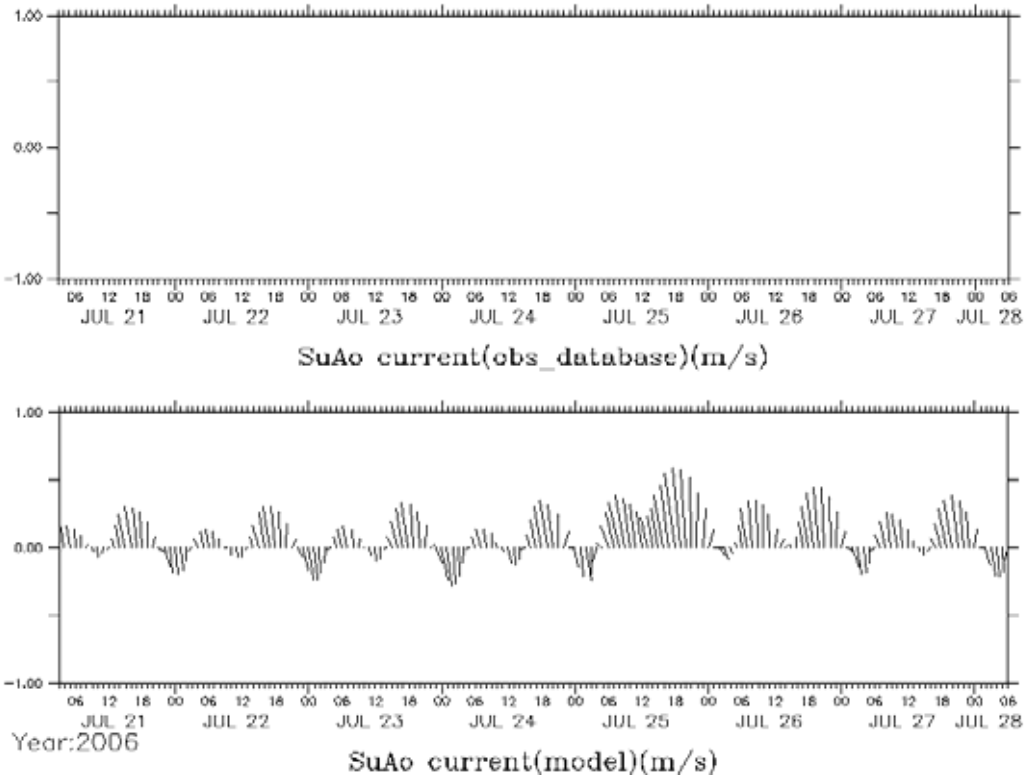


圖 4.4-9 蘇澳測站 2006 年凱米颱風期間流速比對圖

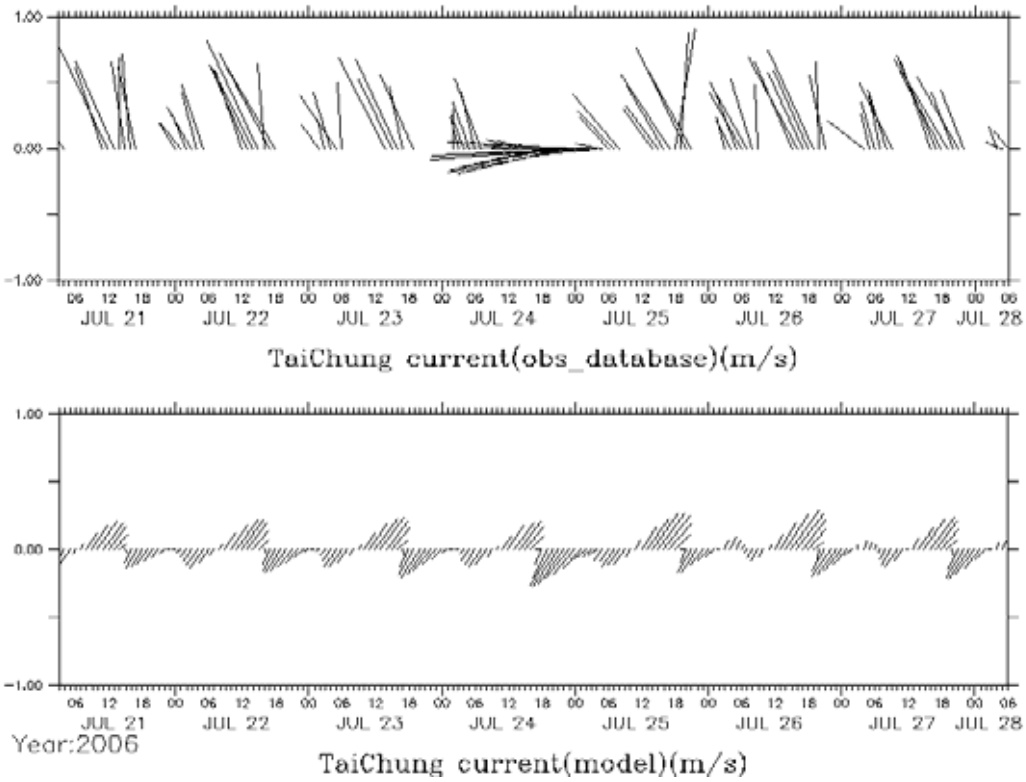


圖 4.4-10 台中測站 2006 年凱米颱風期間流速比對圖

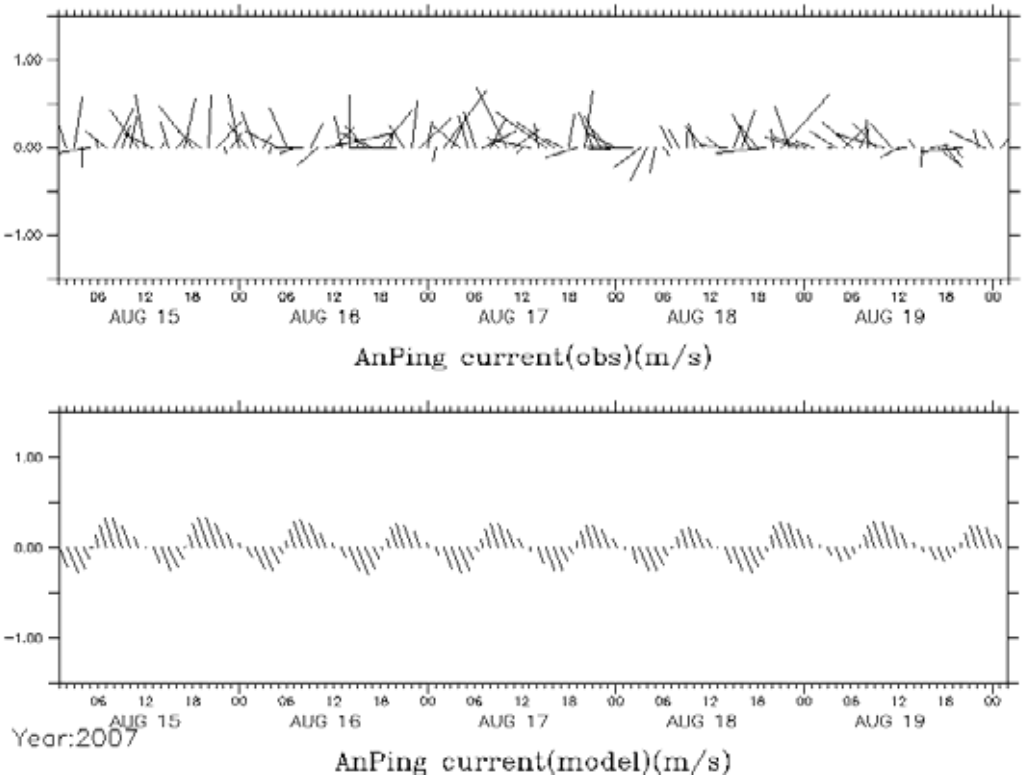


圖 4.4-11 安平測站 2007 年聖帕颱風期間流速比對圖

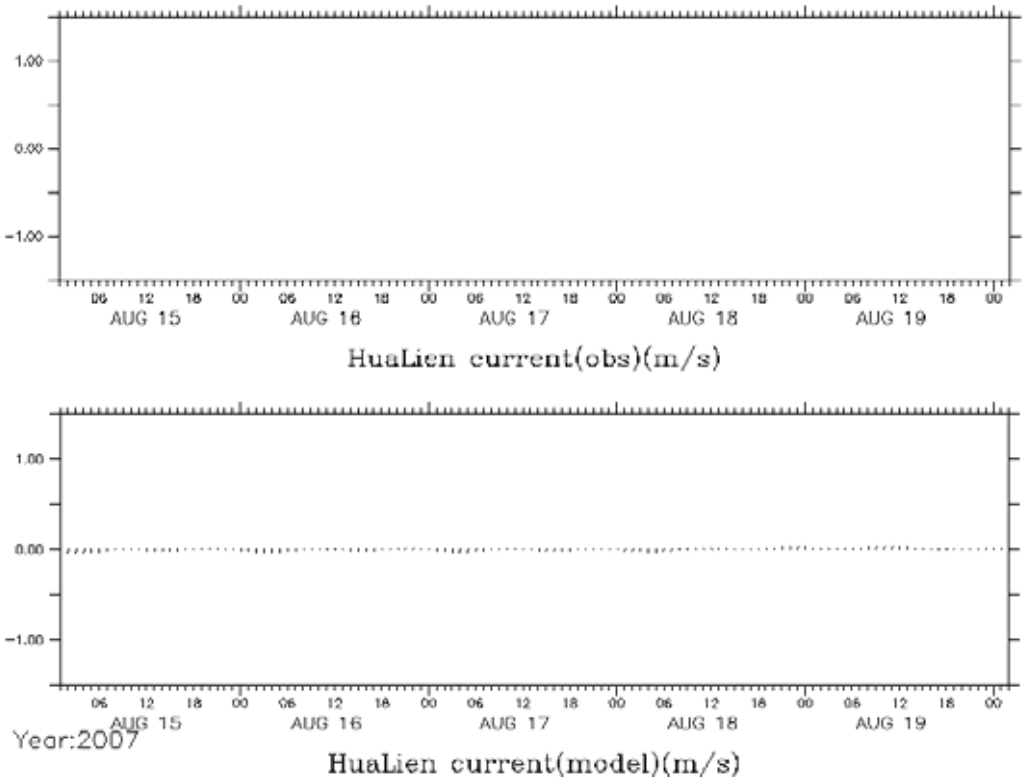


圖 4.4-12 花蓮測站 2007 年聖帕颱風期間流速比對圖

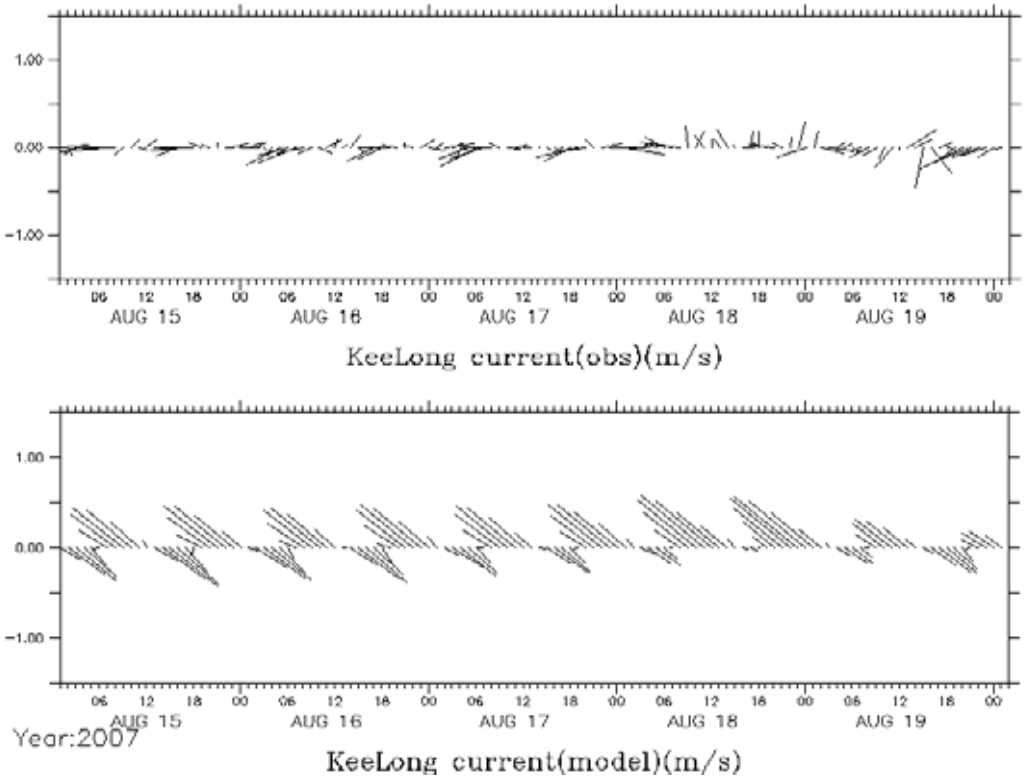


圖 4.4-13 基隆測站 2007 年聖帕颱風期間流速比對圖

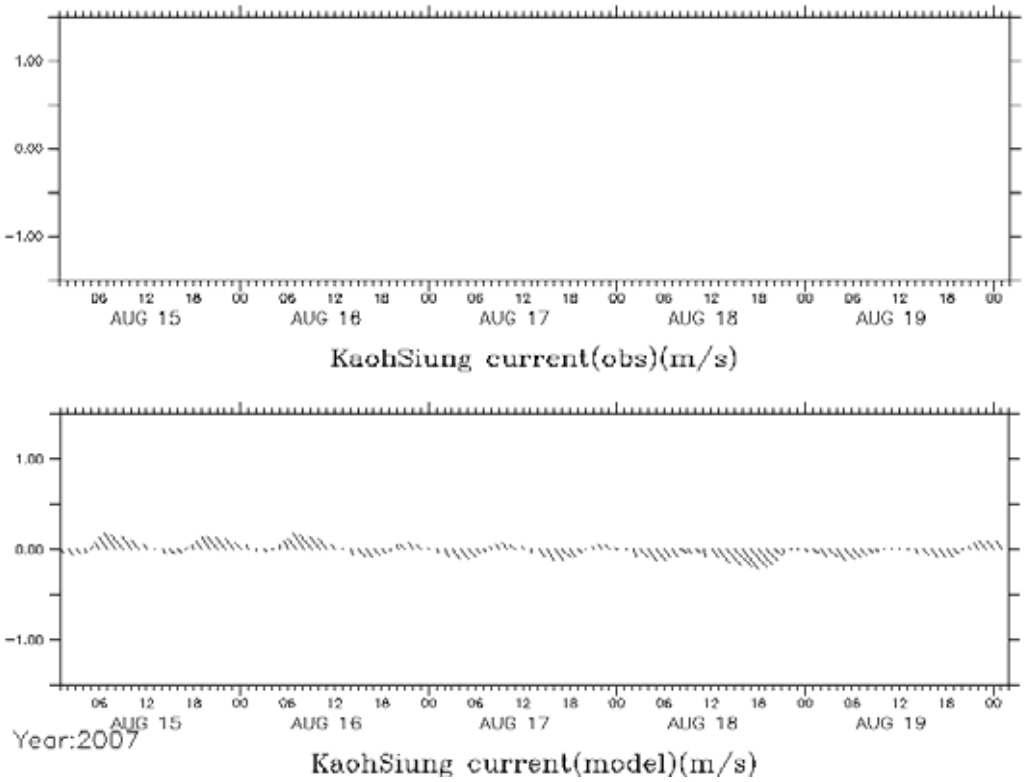


圖 4.4-14 高雄測站 2007 年聖帕颱風期間流速比對圖

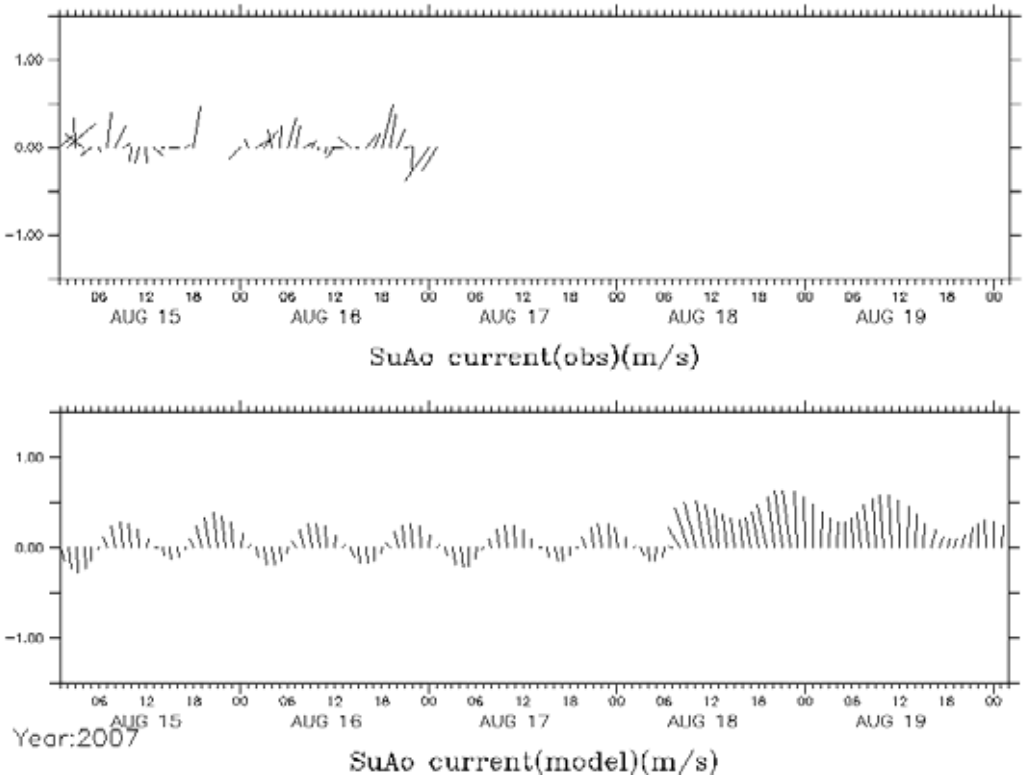


圖 4.4-15 蘇澳測站 2007 年聖帕颱風期間流速比對圖

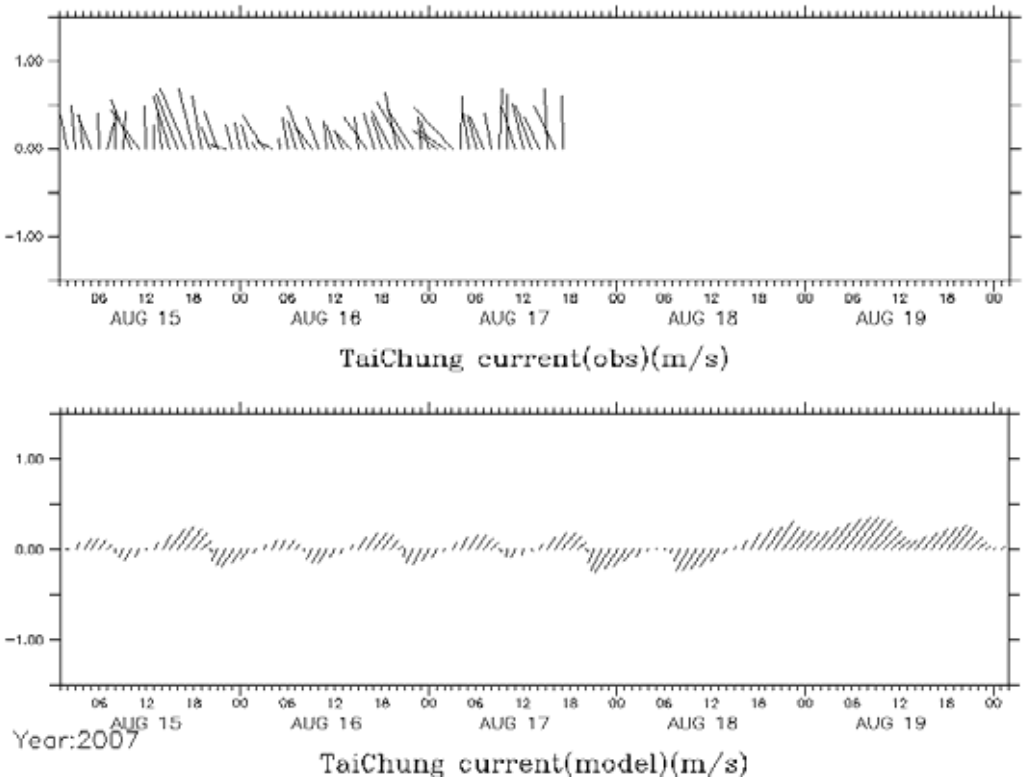


圖 4.4-16 台中測站 2007 年聖帕颱風期間流速比對圖

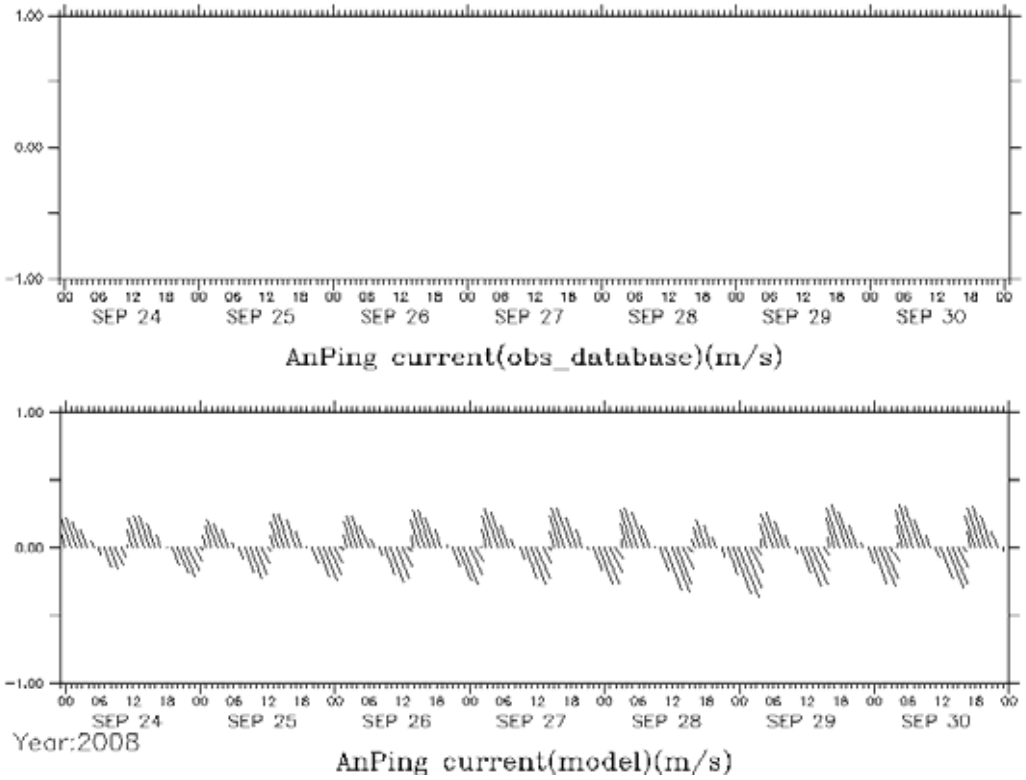


圖 4.4-17 安平測站 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

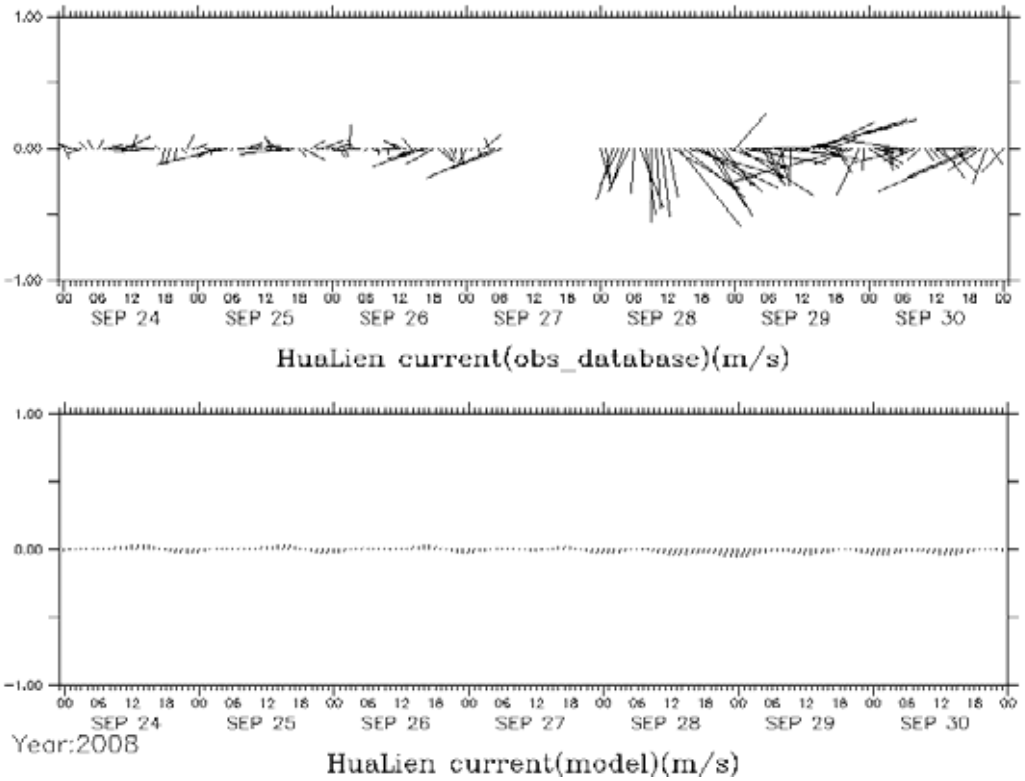


圖 4.4-18 花蓮測站 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

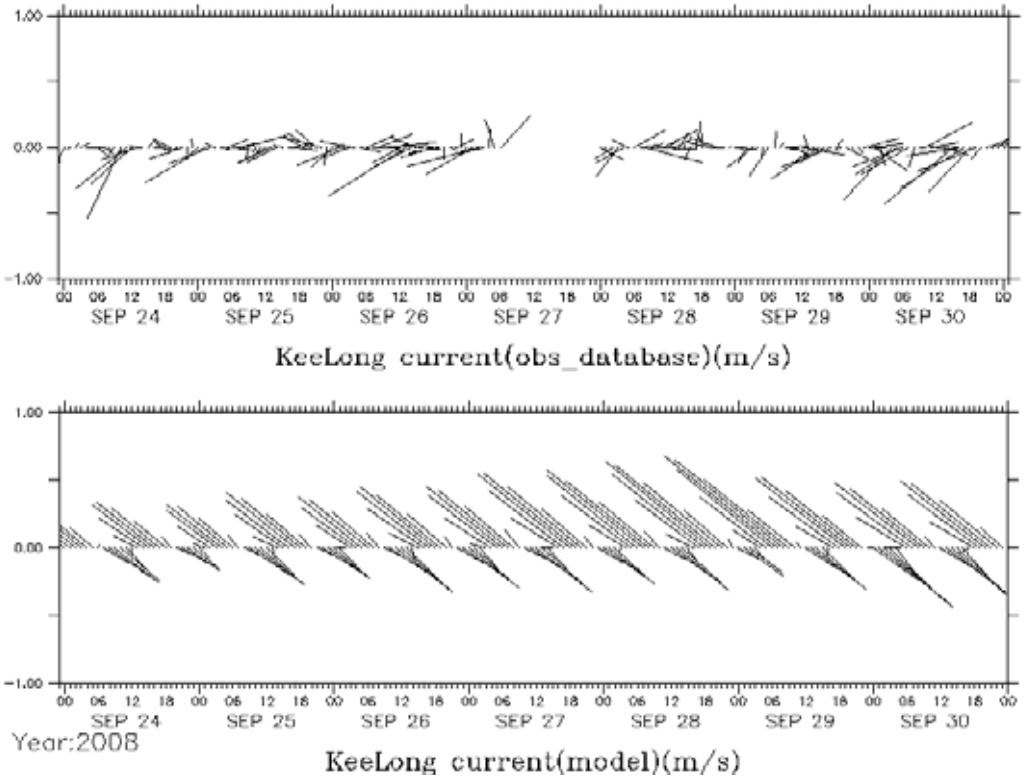


圖 4.4-19 基隆測站 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

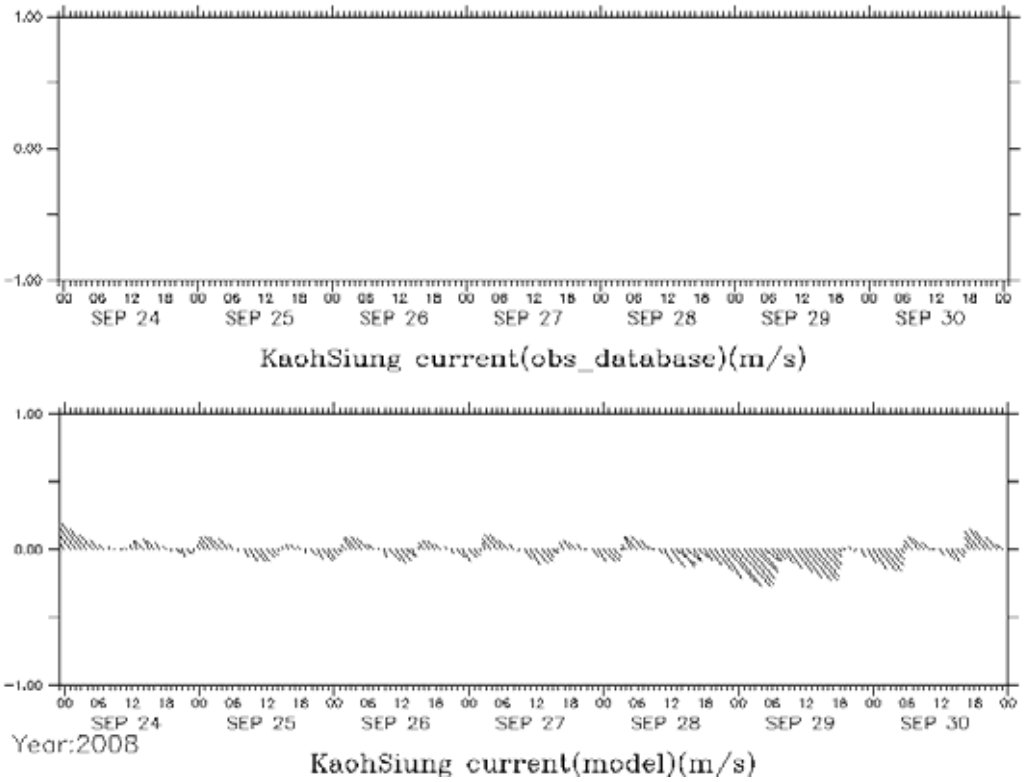


圖 4.4-20 高雄測站 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

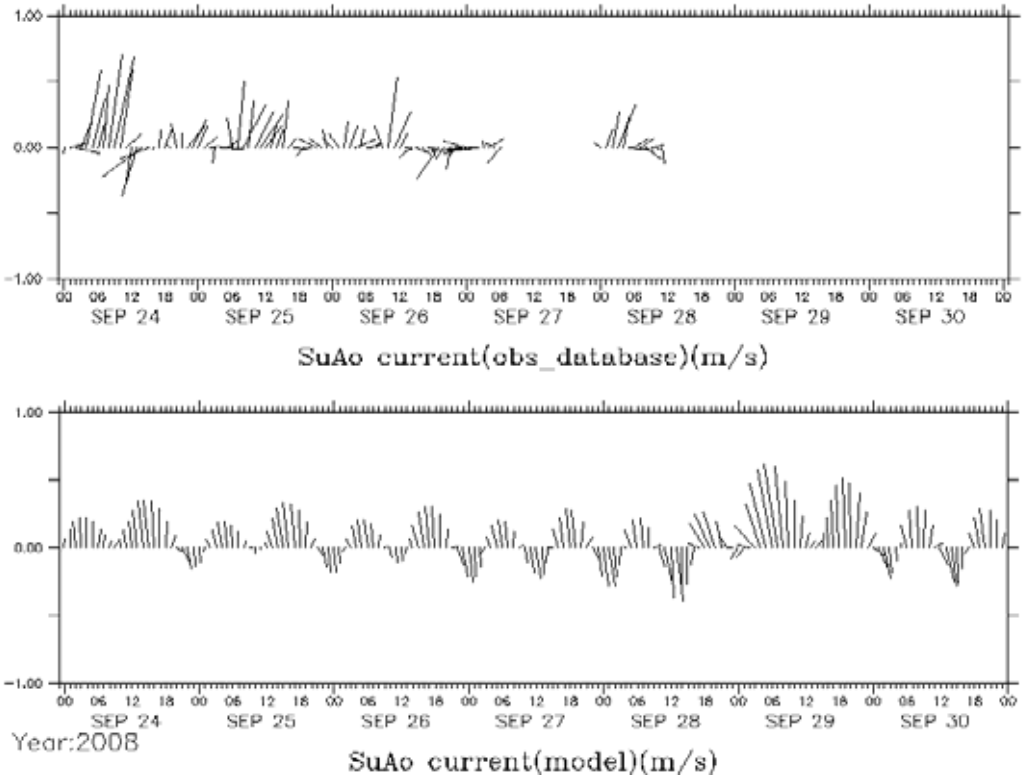


圖 4.4-21 蘇澳測站 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

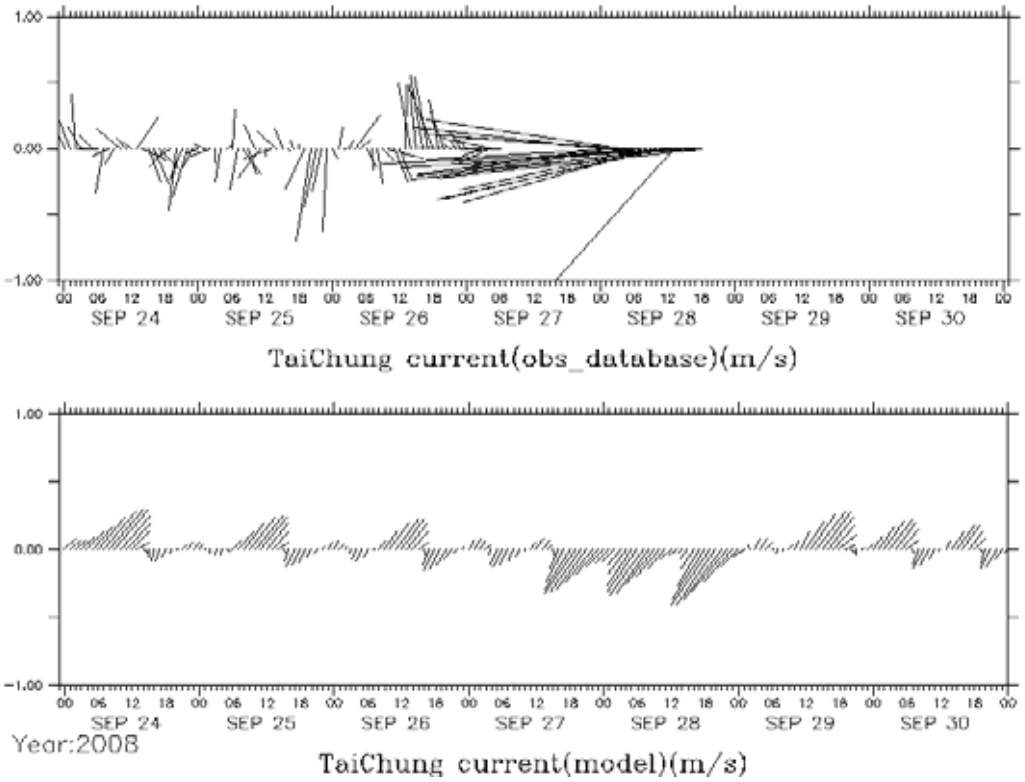


圖 4.4-22 台中測站 2008 年薔蜜颱風期間流速比對圖

第五章　更新防救災預報網站

5.1　更新網站內容

透過模式的預測模擬可提供臺灣沿海波浪在時間及空間上完整的資料，模式預報資料與現場觀測資料的比對與展示可以提供使用者參考，亦可作為模式修正的資訊。因此，規劃出一個以網路為溝通媒介的環境讓專家學者及各單位使用者能透過此系統輕鬆地掌握、瞭解所需的資料。

本模式介面的目標希望能藉由相關人員所建議且討論的資料架構圖，來建構一套符合需求的網站介面。而本計畫產生的資料量相當豐富，包括各個模式的模擬結果、觀測網觀測等資料，為讓網頁內容時時保持最新的資訊內容，讓使用者能觀看到最新的資訊，即時更新其網站內容及展示方式。更新的網頁如下：

1. 為了更能貼近所代表的意義，更改其相關項目名稱，更改項目如下，如圖 5.1-1：

   - 「風場模式」更改為「氣象資料」。
   - 「模式」更改為「模擬」。
   - 「西太平洋」及「大域」更改為「西太平洋」。
   - 「臺灣沿海」及「中域」更改為「臺灣近海」。

圖 5.1-1　更改相關名稱

2. 新增臺中港港區即時波場資訊。在臺中港港區波場模擬加入了前一小時的即時波場資訊（若波浪週期小於六秒時，便不啟動此機制）包含了平均波高、最大波高、最小波高、風速及風向，讓使用者在網頁上，即可得知臺中港波場資訊。此展示方式是利用 PHP 網頁程式語言，來讀取計算機端所計算及測量結果所儲存在 TXT 檔內的資料，並即時展現在網頁上，如圖 5.1-2。

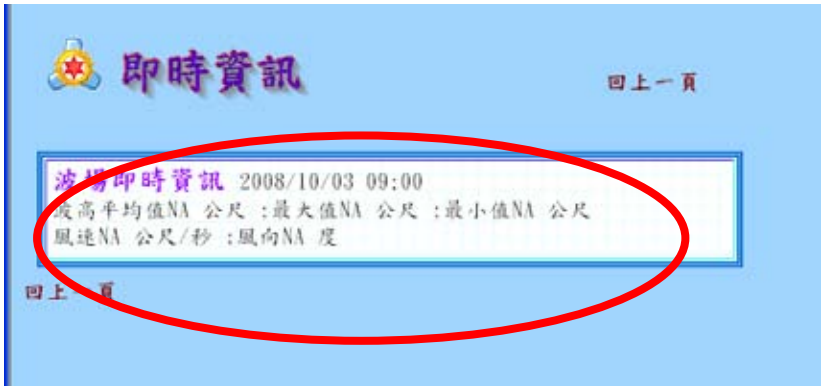


圖 5.1-2　新增臺中港港區即時波場資訊

3. 為了讓使用者在觀看網頁及操作上的方便，修改氣象、波場、水位、流場之三日模擬版面，如圖 5.1-3。

- 氣象資料。

- 波場模擬-增加時序圖及資訊。
- 水位模擬(水位歷線圖加點)。
- 流場模擬。

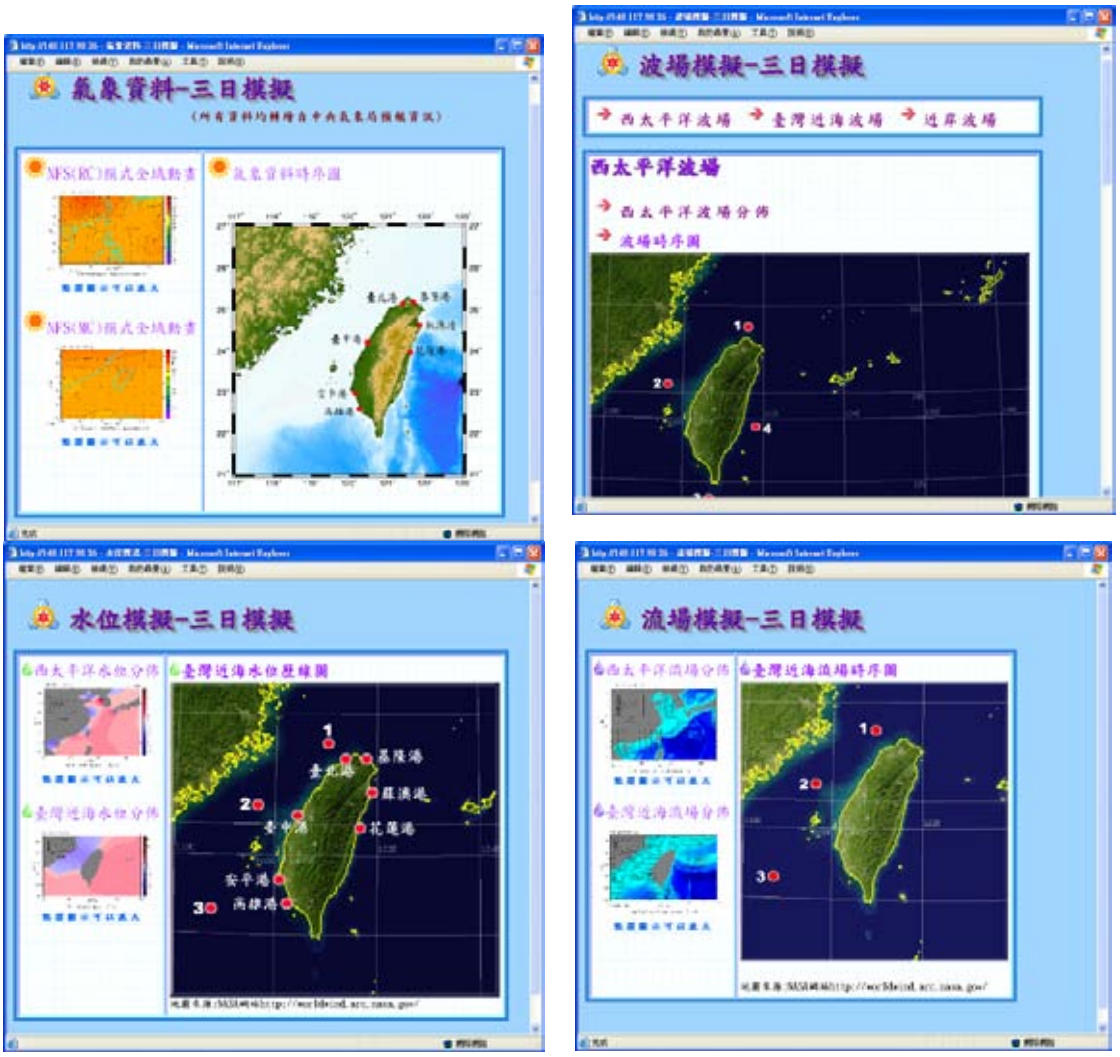


圖 5.1-3　修改三日模擬版面

4. 更新三日波場、水位、流場之模擬觀測點。更新詳細項目如下：

- 三日波場模擬下的西太平洋波場時序圖更新為四個模擬觀測點、臺灣近海波場時序圖更新為十一個模擬觀測點、近岸波場波高圖有臺中港、安平港、花蓮港等三個點，如圖 5.1-4。

- 三日水位模擬下的臺灣近海水位歷線圖，更新為十個模擬觀測點，如圖 5.1-3。
- 三日流場模擬下的臺灣近海流場時序圖，更新為三個模擬觀測點，如圖 5.1-3。

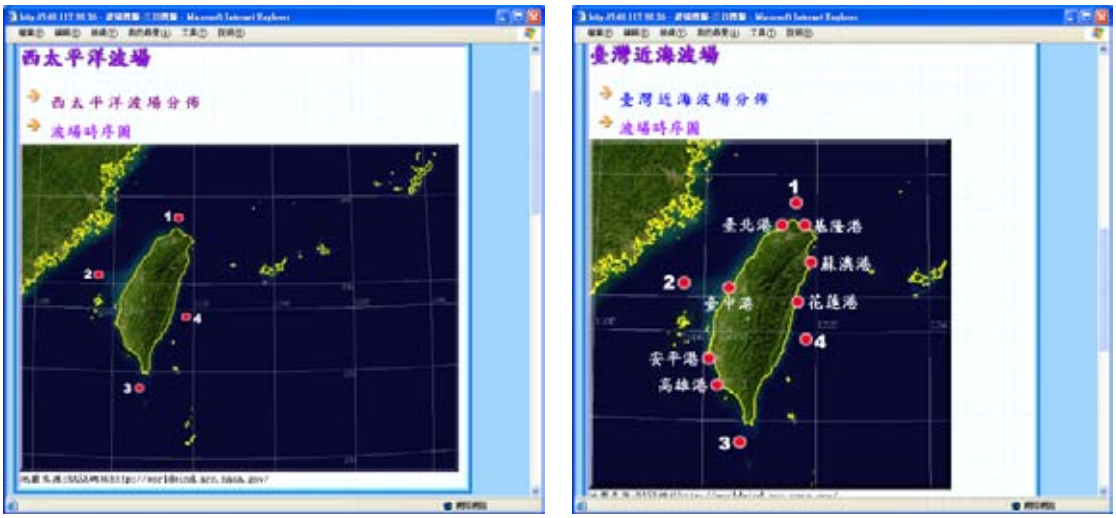


圖 5.1-4　更新三日波場模擬觀測點

5. 為了讓使用者在看各港整體動畫圖時，便可點選圖上的模擬點，即可獲得此模擬點的相關資訊。此展示功能是利用 CSS1網頁語言，將兩張圖套疊在一起，且兩張圖各自的功能依然存在，並不會相互抵觸，在網頁上展現其動態圖並有連結的動作。使用此套疊功能的網頁如下：

---

[1] CSS 是 Cascading Style Sheets 的縮寫，是 W3C 組織所擬定出的一套標準格式。主要是管理網頁中「style(樣式) 」部分，也就是網頁中與「板面」(如:文字、背景、連結、按鈕、表格…等)相關的部份都可以用 CSS 去做修改。增加了更多的樣式定義方式來輔助 HTML。

- 臺中港即時近岸波場模擬及即時港區波場模擬。套疊其波高(動畫)圖及連結模擬點相關資訊圖，如圖 5.1-5~圖 5.1-7。
- 安平港、花蓮港、臺中港三港的近岸三日波場模擬。套疊其波高(動畫)圖及連結模擬點相關資訊圖，如圖 5.1-8~圖 5.1-10。
- 臺中港之一日流場模擬。套疊其海流(動畫)圖及連結模擬點相關資訊圖，如圖 5.1-11。

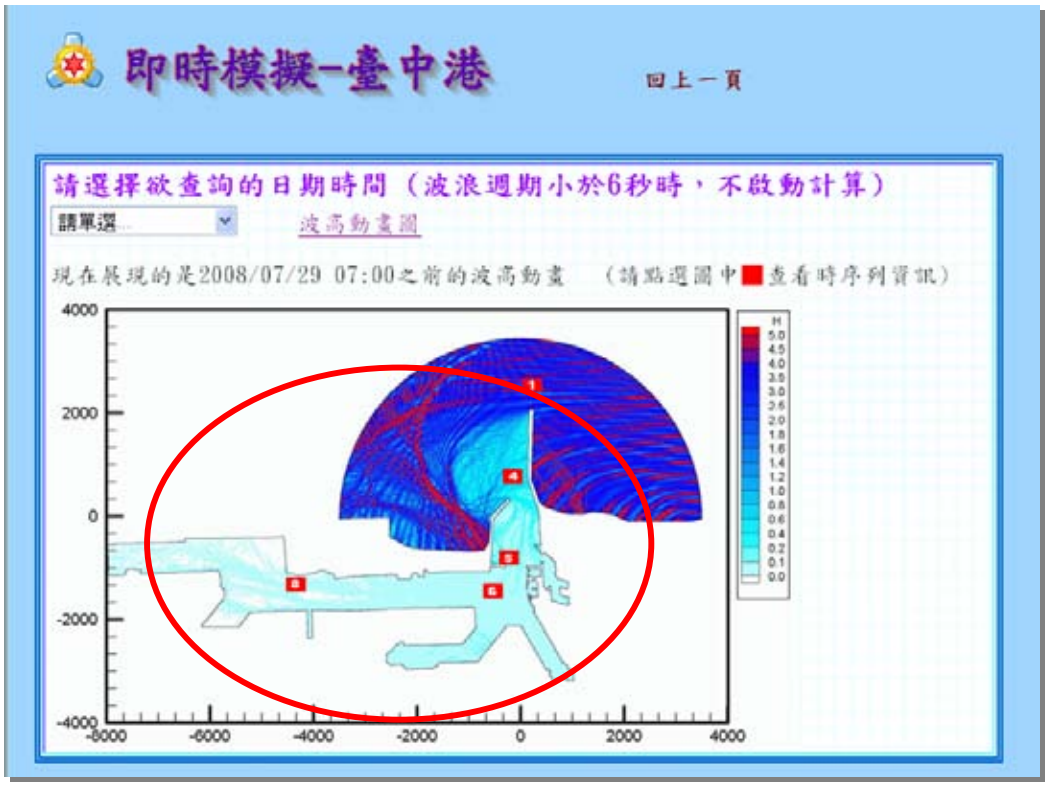


圖 5.1-5　套疊臺中港港區即時波場波高圖與模擬點

圖 5.1-6　點選模擬點後展開資訊網頁

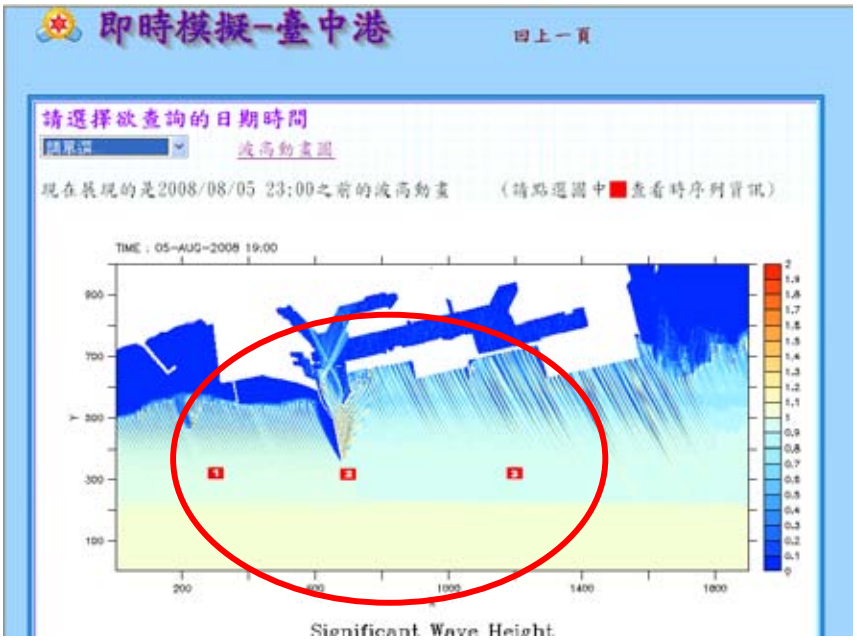


圖 5.1-7　套疊臺中港即時波場波高圖與模擬點

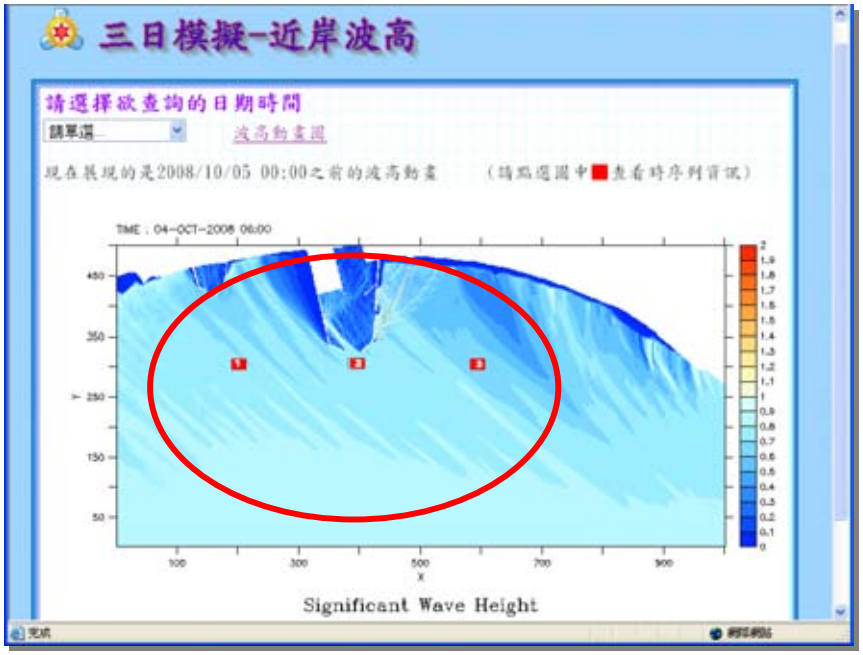


圖 5.1-8　套疊安平港三日近岸波高圖與模擬點

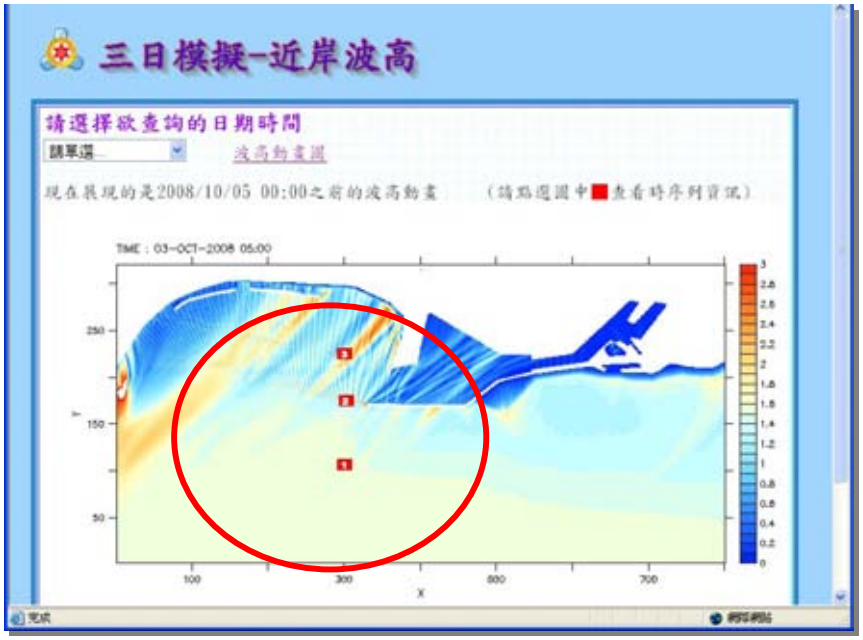


圖 5.1-9　套疊花蓮港三日近岸波高圖與模擬點

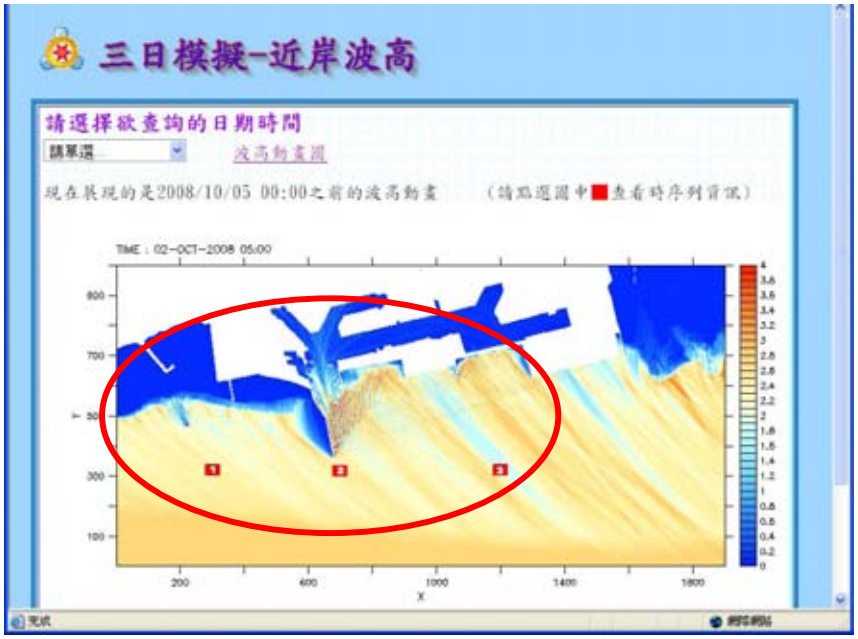


圖 5.1-10　套疊臺中港三日近岸波高圖與模擬點

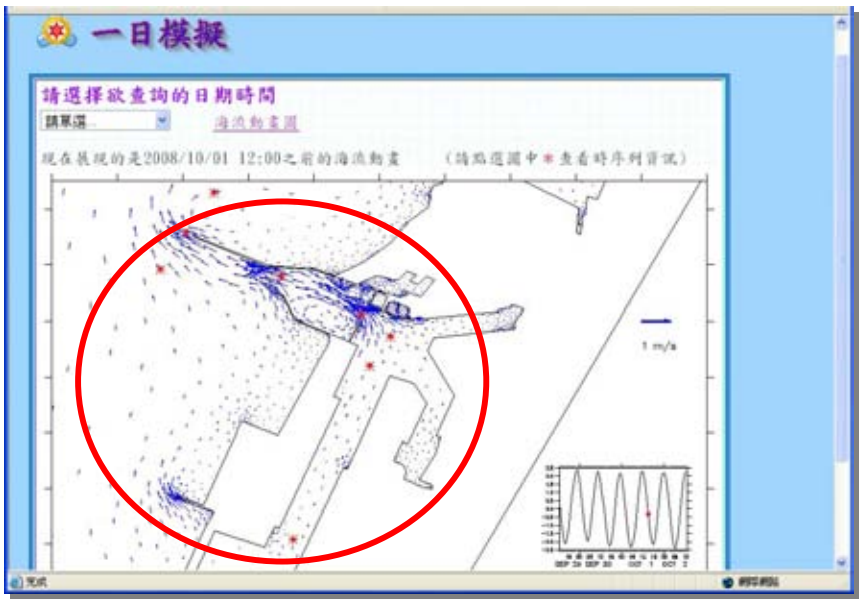
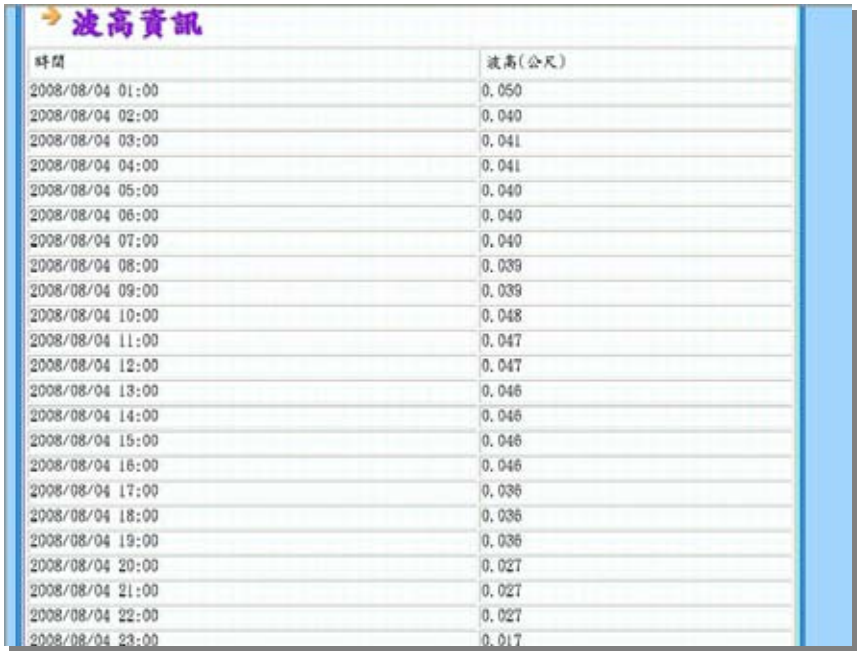


圖 5.1-11　套疊臺中港一日流場海流圖與模擬點

6. 在相關模擬點上加入七十二小時每小時的文字資訊，使能更明確獲得實際數據。此展示方式是利用 PHP 網頁程式語言，來讀取計算機端所計算及測量結果所儲存在 TXT 檔內的資料，並即時展現在網頁上。增加此功能的網頁如下：

- 臺中港即時近岸波場模擬內的各模擬點，展示其模擬點的七十二小時每小時的波高資訊，如圖 5.1-12。
- 三日波場模擬下的西太平洋波場時序圖、臺灣近海波場時序圖等各模擬點，展示其模擬點的七十二小時每小時的波高、週期、波向等資訊，如圖 5.1-13。近岸波場波高圖內的臺中港、安平港、花蓮港等各模擬點，展示其模擬點的七十二小時每小時的波高等資訊，如圖 5.1-14。
- 三日水位模擬之臺灣近海水位歷線圖內的各模擬點，展示其模擬點的七十二小時每小時的天文潮、水位等資訊，如圖 5.1-15。



波高資訊

時間	波高(公尺)
2008/08/04 01:00	0.050
2008/08/04 02:00	0.040
2008/08/04 03:00	0.041
2008/08/04 04:00	0.041
2008/08/04 05:00	0.040
2008/08/04 06:00	0.040
2008/08/04 07:00	0.040
2008/08/04 08:00	0.039
2008/08/04 09:00	0.039
2008/08/04 10:00	0.048
2008/08/04 11:00	0.047
2008/08/04 12:00	0.047
2008/08/04 13:00	0.046
2008/08/04 14:00	0.046
2008/08/04 15:00	0.046
2008/08/04 16:00	0.046
2008/08/04 17:00	0.036
2008/08/04 18:00	0.036
2008/08/04 19:00	0.036
2008/08/04 20:00	0.027
2008/08/04 21:00	0.027
2008/08/04 22:00	0.027
2008/08/04 23:00	0.017

圖 5.1-12　臺中港即時近岸波場模擬點展示 72 小時波高資訊

波場資訊

時間	波高(公尺)	週期(秒)	波向(度)
2008/10/02 01:00	0.923	6.388	204.7
2008/10/02 02:00	0.906	6.406	204.9
2008/10/02 03:00	0.889	6.408	205.2
2008/10/02 04:00	0.874	6.395	205.6
2008/10/02 05:00	0.860	6.365	206.1
2008/10/02 06:00	0.848	6.320	206.6
2008/10/02 07:00	0.837	6.269	207.1
2008/10/02 08:00	0.826	6.229	207.7
2008/10/02 09:00	0.814	6.204	208.2
2008/10/02 10:00	0.802	6.188	208.7
2008/10/02 11:00	0.792	6.174	209.3
2008/10/02 12:00	0.782	6.162	209.8
2008/10/02 13:00	0.774	6.147	210.4
2008/10/02 14:00	0.769	6.122	211.1
2008/10/02 15:00	0.766	6.075	211.8
2008/10/02 16:00	0.767	6.011	212.6
2008/10/02 17:00	0.768	5.955	213.4
2008/10/02 18:00	0.767	5.932	214.1
2008/10/02 19:00	0.763	5.945	214.8
2008/10/02 20:00	0.757	5.980	215.4
2008/10/02 21:00	0.752	6.015	216.0
2008/10/02 22:00	0.747	6.046	216.7
2008/10/02 23:00	0.742	6.076	217.3

圖 5.1-13　西太平洋三日波場模擬點展示 72 小時波高資訊

波高資訊

時間	波高(公尺)
2008/10/02 01:00	1.594
2008/10/02 02:00	1.561
2008/10/02 03:00	1.533
2008/10/02 04:00	1.486
2008/10/02 05:00	1.449
2008/10/02 06:00	1.409
2008/10/02 07:00	1.362
2008/10/02 08:00	1.327
2008/10/02 09:00	1.283
2008/10/02 10:00	1.250
2008/10/02 11:00	1.209
2008/10/02 12:00	1.167
2008/10/02 13:00	1.126
2008/10/02 14:00	1.078
2008/10/02 15:00	0.991
2008/10/02 16:00	0.965
2008/10/02 17:00	0.951
2008/10/02 18:00	0.935
2008/10/02 19:00	0.927
2008/10/02 20:00	0.910
2008/10/02 21:00	0.892
2008/10/02 22:00	0.888
2008/10/02 23:00	0.879

圖 5.1-14　安平港近岸三日波場模擬點展示 72 小時波高資訊

水位資訊

時間	天文潮(公尺)	水位(公尺)
2008/10/02 01:00	-0.7640	-0.7680
2008/10/02 02:00	-0.7590	-0.7500
2008/10/02 03:00	-0.5930	-0.5990
2008/10/02 04:00	-0.3130	-0.3190
2008/10/02 05:00	0.0000	-0.0080
2008/10/02 06:00	0.2760	0.2540
2008/10/02 07:00	0.4420	0.4180
2008/10/02 08:00	0.4730	0.4500
2008/10/02 09:00	0.3610	0.3600
2008/10/02 10:00	0.1550	0.1330
2008/10/02 11:00	-0.0910	-0.1030
2008/10/02 12:00	-0.2910	-0.2980
2008/10/02 13:00	-0.3890	-0.4070
2008/10/02 14:00	-0.3590	-0.3660
2008/10/02 15:00	-0.1930	-0.2120
2008/10/02 16:00	0.0640	0.0480
2008/10/02 17:00	0.3470	0.3360
2008/10/02 18:00	0.5840	0.5650
2008/10/02 19:00	0.7010	0.6810
2008/10/02 20:00	0.6770	0.6570
2008/10/02 21:00	0.4990	0.4970
2008/10/02 22:00	0.2090	0.1940

圖 5.1-15　花蓮港三日水位模擬點展示 72 小時波高資訊

7. 目前網頁上所展示圖資上的圖說，皆為英文且字體較小，在觀看這些圖時，擔憂無法明白此圖所要表達的真實意義，因而利用 css 網頁語言來撰寫圖上的圖說、XY 軸標題及單位，讓整張圖更能清楚表達出所代表的意義。增加此功能的網頁如下：

- 三日氣象資料模擬下的 NFS(RC)模式全域動畫圖、NFS(MC)模式全域動畫圖及七個港之氣象資料時序圖，如圖 5.1-16。
- 臺中港即時近岸波場模擬內各模擬點所展示的圖，如圖 5.1-17。
- 三日波場模擬下之西太平洋波場分佈、臺灣近海波場分佈所展示圖。西太平洋波場、臺灣近海波場時序圖及近岸波場各模擬點所展示的圖，如圖 5.1-18。
- 三日水位模擬下之西太平洋水位分佈圖、臺灣近海水位分佈圖及十個模擬點之臺灣近海水位歷線圖，如圖 5.1-19。
- 三日流場模擬下之西太平洋流場分佈圖、臺灣近海流場分佈圖及三個模擬點之臺灣近海流場時序圖，如圖 5.1-20。

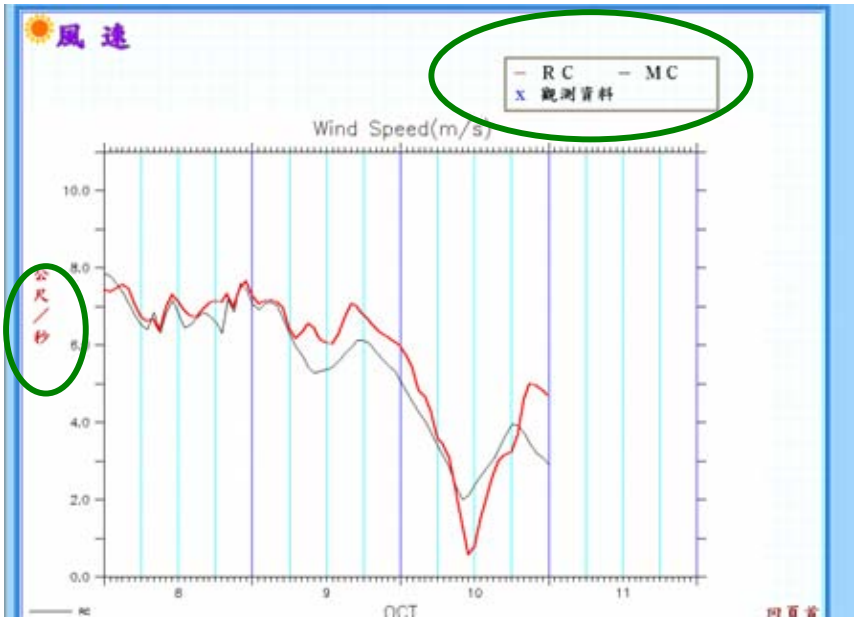


圖 5.1-16　臺北港三日氣象資料模擬點所展示圖加入圖說

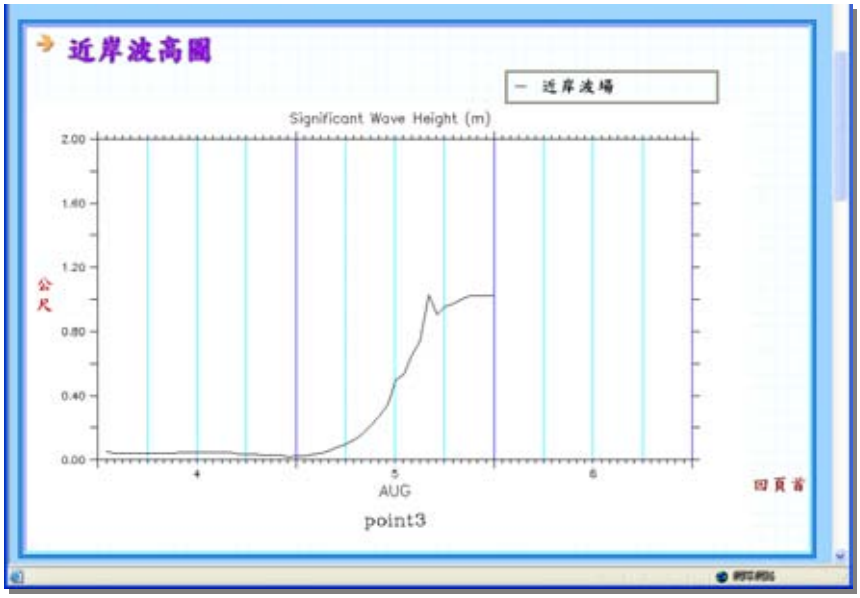


圖 5.1-17　臺中港即時近岸波場模擬點所展示圖加入圖說

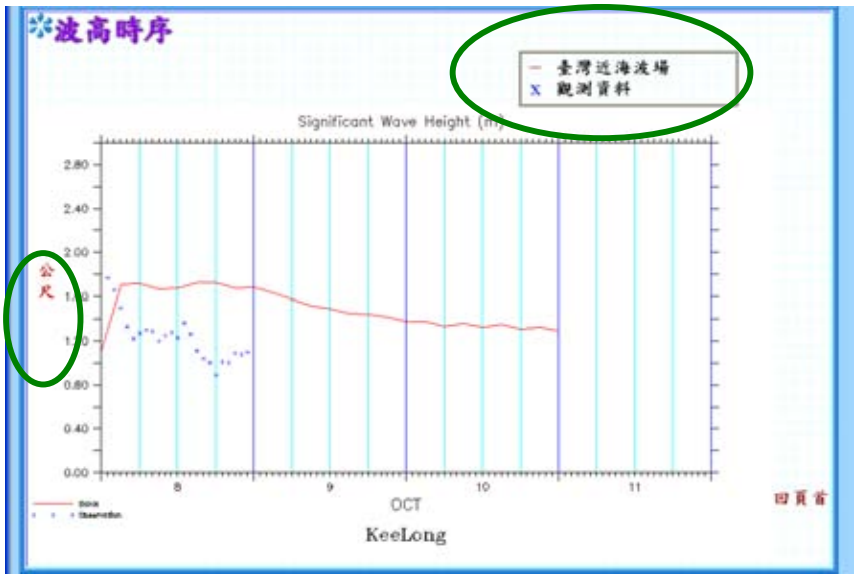


圖 5.1-18　基隆港三日臺灣近海波場模擬點所展示圖加入圖說

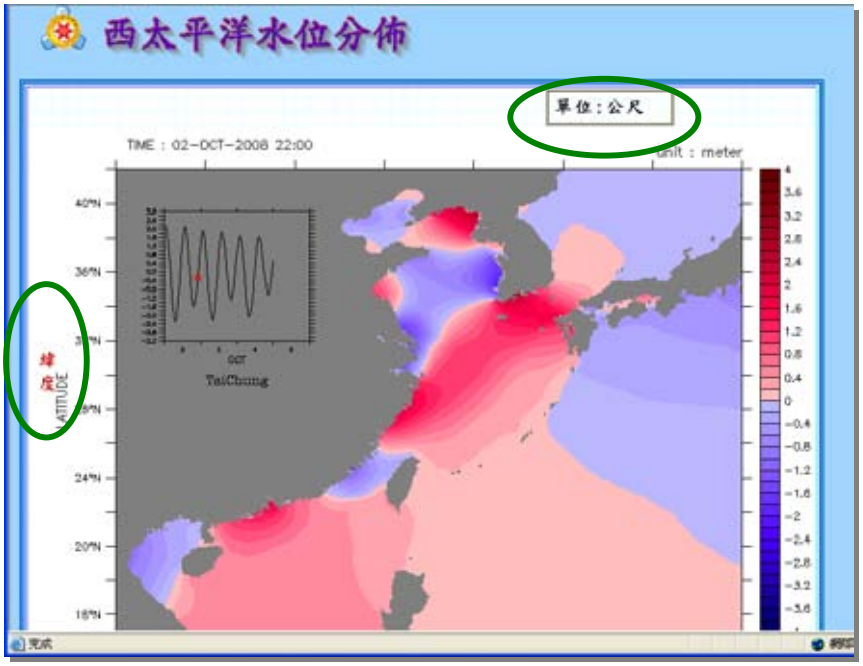


圖 5.1-19　西平洋水位分佈所展示圖加入圖說

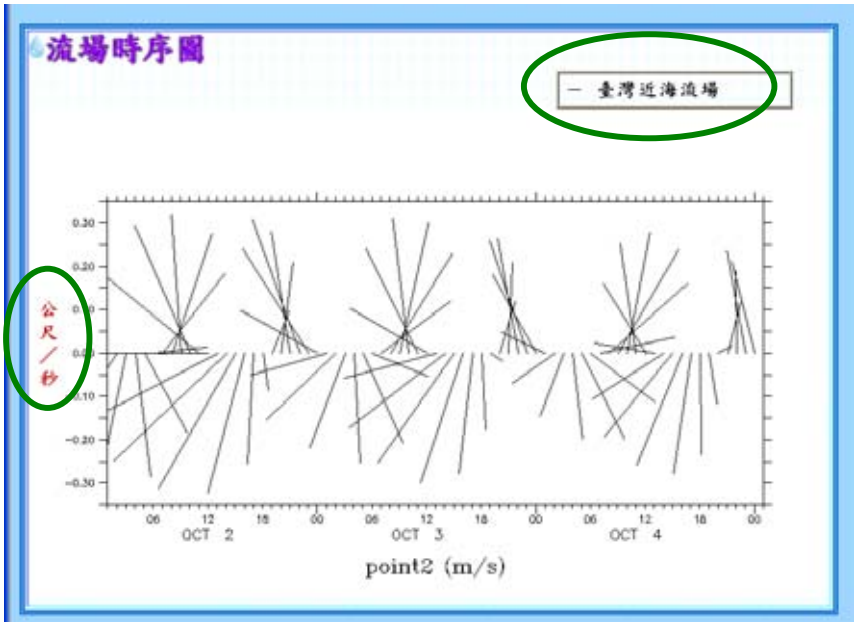


圖 5.1-20　三日臺灣近海流場模擬點所展示圖加入圖說

5.2　臺中港預報地理資訊展示系統介面

利用 URMAP 之地理系統來展示臺中港預報地理資訊之展示系統，其介面及操作方式與 URMAP 相同，因而容易上手與操作。

本預報地理資訊之展示系統已在防救災預報網站上建立連結，方便使用者觀看當日即時資訊，如圖 5.2-1～5.2-2。

而在臺中港預報地理資訊之展示系統，已建立八個模擬點可以觀看其相關資訊內容。只要使用者選其模擬點即可瞭解此模擬點的經緯度及可連結的一日海流歷線圖和即時波場資訊，如圖 5.2-3～5.2-5。

展示系統介面的左下角，加入了比例尺工具，可讓使用者在操作使用上，能清楚明瞭在介面上所見與實際的地形上的比例差異，如圖 5.2-6。

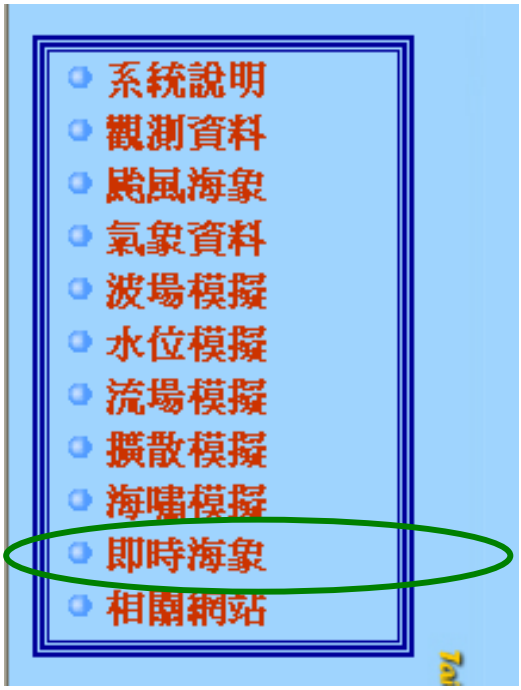


圖 5.2-1　網站加入預報地理資訊展示系統的連結

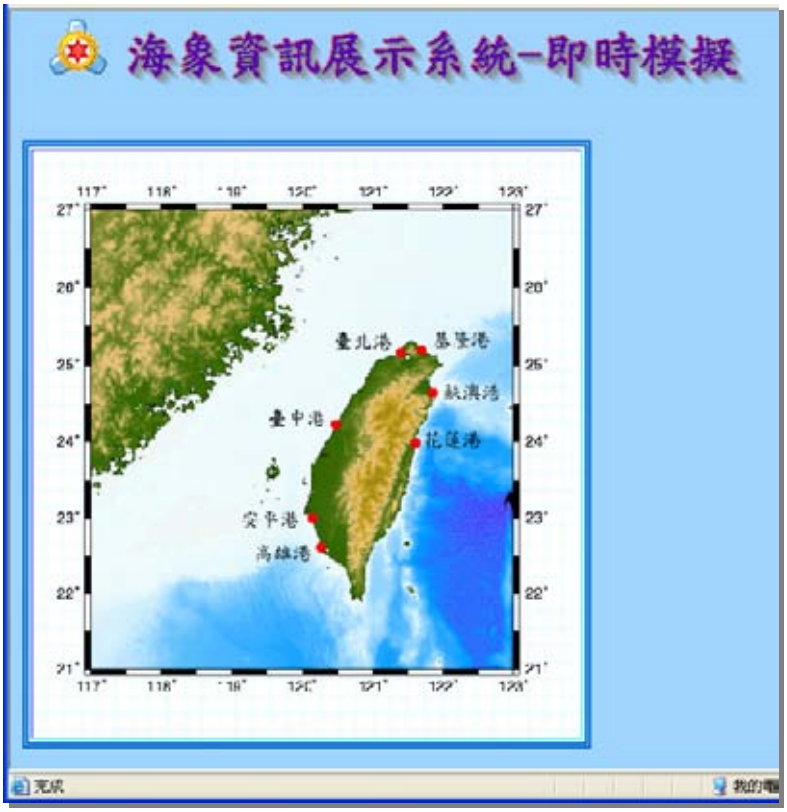


圖 5.2-2　展示系統之首頁

圖 5.2-3　臺中港預報地理資訊展示系統之介面

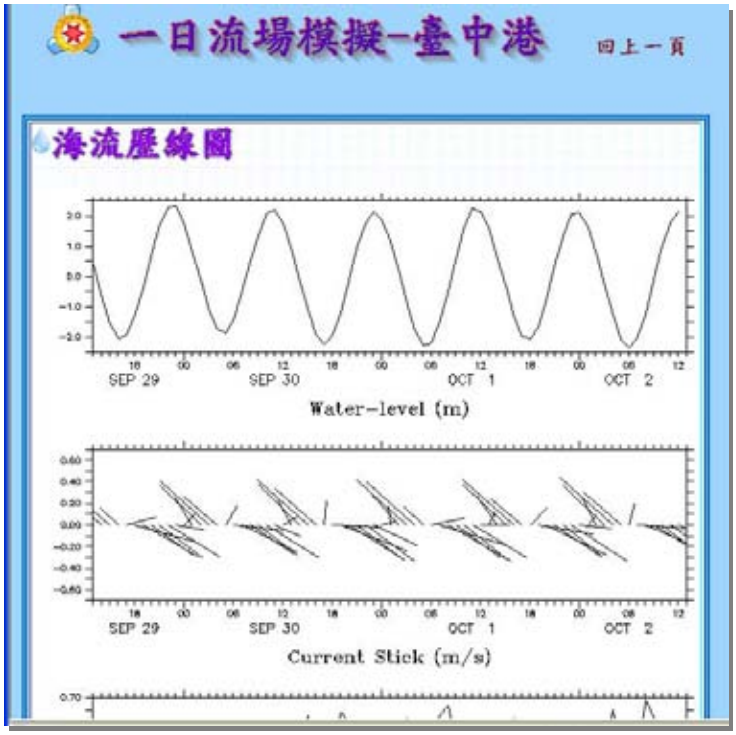


圖 5.2-4　可觀看海流歷線圖

圖 5.2-5　可觀看波場即時資訊

圖 5.2-6　展示系統介面加入了比例尺工具

第六章　結論與建議

本年度執行完畢後，完成台北及高雄近岸及港區流場及波浪場建置以及上線預報作業。為了增加颱風時期預報時效，本團隊也完成台中港、花蓮港及安平港港區相關模式建置，於颱風時啟動，提供即時的波浪資訊。目前上線預報作業海流部份三日模擬已有台中、台北及高雄近岸及港區流場，台中更提供一日即時現報，波浪部份則新增近岸台北、高雄、花蓮三日預報及每小時現報。網站部份，除了新增了台中港區 GIS 展示系統，並於網頁上提供更多詳細的數值資料，方便使用者進行查詢。本年度同步完成長期的風場、波場、水位及流場的模擬及結果分析，瞭解各港區的特性。線上預報系統的評估，則持續進行，以作為未來模式修正的參考。

本研究執行完成後之成果，包括在本土化波浪、水位及流場數值模式，可提供環島海域及港區之波場、水位場及流場之預測與即時資訊。整合性近岸防救災預報系統:包括風壓預報系統、波浪預報系統、水位預報系統、流場預報系統、洩油污染模擬系統等 5 個系統。年度侵臺颱風期及典型季風期之風場、氣壓、波浪、水位及海流模擬預報及檢驗成果評估。整合臺灣環島海岸觀測水位資料，及數值模擬結果，迅速且經確的提供海岸溢淹之預警資訊。區域性之風浪模式及流場模式，迅速的提供港口航運安全所需之風浪、流場等預警資訊。油污擴散數值模式，以能訊速正確掌控海岸油污染擴散現象，以供環境災害防護措施之使用。

在效益及應用情行方面，颱風造成大規模的人命財產損失，近岸防救災系統的建立可提昇防災抗災能力，以減低災害的衝擊。預警系統平時提供即時水位及流場等海象資訊，以供各港務局港口船舶交通航運安全使用，在颱風期間，或面臨緊急海難及各種海岸災害等防救時，也迅速提供救災必要資訊。

6.1 結論

海流模式建置已完成台北及高雄港近岸及港區，因此共有台中、台北及高雄三個港域建置完成，台中港部分已進行上線每日預報，台北及高雄港則為於期末報告完後上線預報。

波浪於近岸地區完成台北及高雄港上線作業，配合去年完成的台中及花蓮港，可進行四個港區的預報作業，然目前近岸地區一個港區觀測資料僅有一處，在比對上資料相當的缺乏，因此未來期望港研中心能夠提供更多的近岸資料，以進行更準確的模式校驗。在港區波浪的部份，由於計算時間相當久，為了達到預報的效果，因此港區部分使用相關模式進行現報作業，由於週期較小的波浪在港域內影響不大，因此港區模式於波浪週期大於 6 秒時才會啟動推算，本年度完成台中、花蓮及安平港區相關模式的建置及上線。

長期模擬結果，水位部分除基隆及花蓮港差距比較大，推測此部份為實測資料水準點偏移所導致，使得長期模擬的結果較作業評估來的差，其餘測站的 r.m.s 結果都小於 0.2 公尺；安平測站 2008 年 r.m.s 值偏大的原因為實測資料缺乏，僅 1 月、6 月、7 月、8 月及 9 月有資料，加上 2008 年 9 月實測資料水準點偏移所致。海流部分實測資料調和分析出來的結果全日潮產生的潮流皆不大，不到 0.1 公尺，主要的潮流成分還是以半日潮 M2 為主，流速可達 0.5 公尺左右。模式結果則僅在花蓮港的分析結果較小，因為花蓮測站的地形太深，台灣海域模式流速為 2 維水深平均，流速太小所致，其餘測站的分析結果則較實測資料大，全日潮在 0.1 公尺以下，半日潮則以 M2 最大，台北可達 0.6 公尺以上。波場部分發現 WAM 與 SWAN 之推算結果仍有很大差異性，且差異程度隨波高的增大而增加。各港的波高以 SWAN 的結果較大，但週期則相反；譜峰週期大致接近，但波向、風向及風速部分則都有明顯差異。

網頁經過數年的資料累積，展示項目相當的完整，共有風、波、潮、流四大部分，且尺度由大範圍尺度延伸至港域尺度，並且提供即

時資訊供瀏覽網頁的人參考，目前也加入了港區 GIS 的展示，以提供港內即時的資訊，所有資訊皆會於本年度結束前移交港研中心，於港研中心主機同步展示。

6.2 建議

本年度執行遇到的最大困難，目前仍缺乏詳細的港域觀測資料進行模式校驗，各港區僅有單點的實測資料，且容易中斷，特別是海流資料，因此對於校驗模式產生相當程度的困難，因此此部份仍代與港研中心研擬相關對策，將近岸及港區海流及波浪模式準確率提高，以達到實用的標準。

線上作業化系統評估，目前仍未定出誤差的標準，此部份未來仍待與港研中心討論，訂定一組評估標準。

目前線上預報系統已將運算系統及網頁展示系統設置於港研中心主機，同步進行預報，目前運作狀況良好，最大問題仍是港研中心與氣象局之間的網路狀況，以及港研中心與中山主機的網路狀況並無法掌控，因此會造成自動預報系統中斷，此部份於系統完整轉移後，建議需要配置人力進行系統的維護及中斷重新啟動的動作，保持系統的穩定運作。

參考文獻

1. Booij, N.,1981, "Gravity waves on water with non-uniform depth and current," Report No 81-1, Department of Civil Engineering, Delft Univ. of Technology, Delft, The Netherland.

2. Booij, N., J.G. Haagsma, L.H. Holthuijsen, A.T.M.M. Kieftenburg, R.C. Ris, A.J. van der Westhuysen, M. Zijlema, 2004, *SWAN Cycle III version 40.41 USER MANUAL*, Delft University of Technology

3. Booij, N., L.H. Holthuijsen and IJ.G. Haagama, 1998, "Comparison the Second-Generation HISWA Wave Model with the Third-Generation SWAN Wave Model," Proceedings of 5th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting, Jan. 27-30, Melbourne, Florida, pp. 215-212.

4. Booij, N., L.H. Holthuijsen and R.C. Ris, 1996, "The SWAN Wave Model for Shallow Water," Proceedings of 24th International Conference on Coastal Engineering, ASCE, Orlando, Vol. 1, pp. 668-676 (1996).

5. Bouttier, F., P. Courtier, 1999, "Data Assimilation Concepts and Methods," Meteorological Training Course Lecture Series, ECMWF

6. Chen, H.S., D. Behringer, L.D. Burroughs, and H.L. Tolman, (2004), "A Variational Wave Height Data Assimilation System for NECP Operational Wave Models," Technical Procedures bulletin, NWS, NCEP, NOAA, USA.

7. Chiu, Y.F., J.G. Lin and H.S. Hou, 2004, "WAVE CONDITIONS INSIDE THE HUALIEN PORT, TAIWAN," Presented in PACON, 2004.(in print)

8. Engedahl, H., 1995, Implementation of the Princeton Ocean Model (POM/ECOM 3D) at Norwegian Meteorological Institute. Research Report No.5, DNMI.

9. Gerritsen, H., de Vries, J.W., Phillippart, M.E., 1995. The Dutch continental shelf model. Quantitative Skill Assessment for Coastal Ocean Models. In: Lynch, D., Davies, A.M. (Eds.), Coastal and Estuarine Studies AGU, Washington DC, pp. 425-467.

10. Golding, B., 1983. A wave prediction system for real time sea state forecasting. Q.J.R. Meteorol. Soc. 109, 393-416.

11. Holt, M.W., 1994. Improvements to the UKMO wave model swell dissipation and performance in light winds. Forecasting Research Division Technical Report 119, October 1994. Unpublished report available from the Met. Office.

12. Holthuijsen, L.H., N. Booij, R.C. Ris, J.H. Andorka Gal and J.C.M. de Jong, 1997, "A Verification of the Third-Generation Wave Model SWAN along the Southern North Sea Coast," Proceedings 3rd International Symposium on Ocean Wave Measurement and Analysis, WAVES'97, ASCE, pp. 49-63.

13. Hsu,Y.J. G., T.W. Hsu, J.G. Lin, J.M. Liau, T.W. Yang and F.J. Lin, 2004, "Nearshore Wave Predictions Around the Northeastern Coast of Taiwan," The Fourteenth OMISAR Workshop on Ocean Models, PACON.

14. Kirby, J.T., 1986, "Rational approximations in the parabolic equation method for water waves," Coastal Eng., Vol. 10, pp. 355-378.

15. Kirby, J.T. and Dalrymple, R.A., 1983, "A parabolic equation for combined refraction- diffraction of Stokes waves by midly varying topography," J. Fluid Mech., Vol. 136, pp. 219-232.

16. Komen, G.J., Cavaleri, L., Donelan, M. Hasselmann, K., Hasselmann, S., Janssen, P.A.E.M., 1994. Dynamics and modeling of Ocean Waves. Cambridge Univ. Press, Cambridge UK.

17. Martinsen, E.A., Hackett B., Røed, L.P., Melstrom, A., 1997. Operational marine models at Norwegian Meteorological Institute. In: Stel, J.H. (Ed.), Operational Oceanography. The challenge for European Co-operation. Elsevier, Amsterdam, pp. 436-443, Elsevier Oceanography Series 62, 757 pp.

18. Mei, C.C., 1989, "The Applied Dynamics of Ocean Surface Waves", John Wiley, New York.

19. Oder, J., Berlamont, J., Van den Eynde, D., Yu, C.S., 1997. Operational modeling of the Northwest European Continental Shelf. Activity Report No. 5. Report MNECS/O/XX/199710/NL/AR/5,25 pp.

20. Phillippart, M.E., Gebraad, A., 1997. A new storm surge forecasting

system. In: Stel, J.H. (Ed.), Operational Oceanography. The Challenge for European Co-operation. Elsevier, Amsterdem, pp. 487-495, Elsevier Oceanography Series 62, 757 pp.

21. Phillippart, M.E., Gebraad, A.W., Scharroo, R., Roset, M.R.T., Bollebregt, E.A.H., Jacobs, A., van den Boogaard, H.F.P., Peters, H.C., 1998. DATUM2: data assimilation with altimetry; Techniques used in a tidal model, 2nd program. Netherlands Remote Sensing Board (BCRS) NRSP-2 report 98-19.

22. Radder, A.C., 1979, “On the parablic equation method for water-wave propagation,” J. Fluid. Mech., Vol. 95, pp. 159-176.

23. van den Eynde, D., 1992. MU-WAVE: an operational wave forecasting system for the Belgian coast. Proceedings of the third International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting, Montreal, 19-22 May 1992. pp. 313-324.

24. van den Eynde, D., Malisse, J.-p., Ozer, J., Scory, S., 1998. Operational modeling of the Northwst European Continental Shelf: Gebruikershandleiding. Report OMNECS/O/XX/199808/NL/TR/3.1, 83 pp.

25. voorrips, A.C., Hersbach, H., Koek, F.B., Komen, G.J., Makin, V.K., Onvlee, J.R.N., 1997. Wave prediction and data assimilation at the North Sea. In: Stel, J.H. (Ed.), Operational Oceanography. The Challenge for European Co-operation. Elsevier, Amsterdam, pp. 463-471, Elsevier Oceanography Series 62, 757pp.

26. WAMDI Group, 1988, “The WAM Model – A Third Generation Ocean Wave Prediction Model,” Journal of Physical Oceanography, Vol. 18, pp. 1775-1810.

27. 李忠潘、陳陽益、邱永芳、蘇青和、劉正琪、于嘉順、林炤圭、張憲國、薛憲文、王兆璋、陳明宗，2008，"近岸海象數值模擬及預警系統之建立(1/4)"，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，合作研究報告，MOTC-IOT-96-H3DB001。

28. 李忠潘、邱永芳、陳陽益、 于嘉順、蘇青和、劉正琪、林炤圭、張憲國、王兆璋，2007，"近岸數值模擬系統之建立（3/4）"，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，合作研究報告96-44-7261，MOTC-IOT-95-H3DB001。

29. 李忠潘、陳陽益、于嘉順、王兆璋、薛憲文、張憲國、林炤圭、劉正琪、許泰文、莊曜陽等，2006，"近岸數值模擬系統之建立（2/4）"，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，合作研究報告95-29-7743，MOTC-IOT-94-H3DB001。

30. 李忠潘、陳陽益、邱永芳、于嘉順、許泰文、王兆璋、張憲國、劉景毅、蘇青和、簡仲璟、薛憲文、廖建明、劉正琪、江朕榮、尤皓正、錢維安、許友貞、莊曜陽，2005，"近岸數值模擬系統之建立（1/4）"，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，合作研究報告94-47-7143，MOTC-IOT-93-H3DB001。

31. 李忠潘、陳陽益、邱永芳、許泰文 、張憲國、薛憲文、王兆璋、劉景毅、于嘉順、蘇青和、陳冠宇、廖建明、劉正琪、錢維安、許友貞、余孟娟， 2004，"規劃海象觀測網、暴潮數值最佳網格化系統"，交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 研究報告，MOTC-IOT-92-H3BB02。

32. 尤皓正、江朕榮、于嘉順、蘇青和，2007，「台中港結構對近岸流場的影響」，第二十九屆海洋工程研討會論文集，153頁-158頁。

33. 江中權、曾相茂、莊文傑，2002，「台灣北部海域海流之數值模擬計算」，第二十四屆海洋工程研討會論文集，205頁-212頁。

34. 李兆芳、劉正琪、張憲國，「港池振盪之數值模擬計算」，海洋工程學刊，第一卷，第一期，1-22頁。中華民國90年。

35. 林炤圭、徐月娟、莊士賢、羅司宜、劉玉祥、林昭暉，2003，「東北角海域區域波浪模式之建置研究」，第二十五屆海洋工程研討會東北角海岸專題(東北角海域海氣象特性與海岸防護)，基隆，17頁-23頁。

36. 林炤圭，2003，「沿海遊憩安全資訊與監測系統之建立(1/2)－沿海遊憩安全資訊系統之建立」，交通部科技顧問室92年度專題研究計畫報告

37. 林炤圭，2004，「沿海遊憩安全資訊與監測系統之建立(2/2)－沿海遊憩安全資訊系統之建立」，交通部科技顧問室93年度專題研究計畫報告

38. 林炤圭，2003，「東北角海域海象預報系統的建立」，中央氣象局92年度研究計畫報告

39. 林炤圭，2004，「東北角海域波浪預報模式之建立與檢核」，中央氣象局93年度研究計畫報告

40. 林炤圭、許泰文，2005，「近岸風浪預報模式之研究與建立(1/3)」，中央氣象局94年度研究計畫報告

41. 林炤圭、岳景雲、林玉峰、涂宗男，「花蓮港港池共振機制研究(1/4)」，交通部運輸研究所合作研究計畫報告，MOTC-IOT-94-H3DB003, 226頁，中華民國94年11月。(95年4月出版)

42. 林炤圭、岳景雲、林玉峰、涂宗男，「花蓮港港池共振機制研究(2/4)」，交通部運輸研究所合作研究計畫報告，MOTC-IOT-95-H3DB002，中華民國95年11月。

43. 林炤圭、許泰文、廖建明，「海岸區域溢淹災害潛勢分析研究－近岸波浪計算預測模式之建置(I)」，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，NSC94-2625-Z-019-007，中華民國95年10月。

44. 林勝豐、揚穎堅、唐存勇，2005，「北台灣沿海潮流特性分析」，第二十七屆海洋工程研討會論文集，295頁-301頁。

45. 林豐福、洪憲忠、廖建明、林達遠、許泰文，2004，「台北港海域潮流流場數值模擬分析」，第二十六屆海洋工程研討會論文集，175頁-182頁。

46. 許泰文、歐善惠、廖建明、陳亞嵐，2003，「修正型近岸風浪模式之研究」，第二十五屆海洋工程研討會論文集，基隆，179頁-185頁。

47. 廖建明、歐善惠、許泰文、方介群、臧效義，2002，「應用SWAN模式模擬台灣附近颱風波浪之特性」，第二十四屆海洋工程研討會論文集，台中，469-476頁。

48. 歐善惠、許泰文、廖建明、臧效義、鄧秋霞，2001，「近岸颱風波浪推算之研究」，2001海洋數值模式研討會論文集，5-1頁-5-19頁。

49. 歐善惠、許泰文、臧效義、方介群、廖建明，1999，「應用SWAN波浪模式推算台灣附近海域颱風波浪之研究」，第二十一屆海洋工程研討會論文集，87頁-95頁。

50. 歐善惠、許泰文、臧效義、廖建明、方介群，2000，「應用SWAN模式於台灣西部海岸之波浪預測」，第二屆國際海洋大氣會議論文集，台北，183頁-188頁。

51. 蘇青和、吳基、廖慶堂、徐如娟，2003，「台北港港口區域潮汐及海流特性研究」，第二十五屆海洋工程研討會論文集，23頁-30頁。

附錄 A 近岸及港區周圍海流模式基本理論介紹

A.1 水理模式

A.1 控制方程式：

本套模式為有限元素水動力模式，計算時為節省時間採用 2 維水深平均流速計算。模式的基本原理如下：

連續方程式：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial Du}{\partial x}+\frac{\partial Dv}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial \sigma}=0 \tag{A.1}$$

動量方程式：

$$\begin{aligned}&\frac{\partial uD}{\partial t}+\frac{\partial u^2D}{\partial x}+\frac{\partial uvD}{\partial y}+\frac{\partial uw}{\partial \sigma}-fvD\\&=-gD\frac{\partial \zeta}{\partial x}-\frac{gD}{\rho_0}\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(D\int_{\sigma}^{0}\rho d\sigma'\right)+\sigma\rho\frac{\partial D}{\partial x}\right]+\frac{1}{D}\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(K_m\frac{\partial u}{\partial \sigma}\right)+DF_x\end{aligned} \tag{A.2}$$

$$\begin{aligned}&\frac{\partial vD}{\partial t}+\frac{\partial uvD}{\partial x}+\frac{\partial v^2D}{\partial y}+\frac{\partial vw}{\partial \sigma}+fuD\\&=-gD\frac{\partial \zeta}{\partial y}-\frac{gD}{\rho_0}\left[\frac{\partial}{\partial y}\left(D\int_{\sigma}^{0}\rho d\sigma'\right)+\sigma\rho\frac{\partial D}{\partial y}\right]+\frac{1}{D}\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(K_m\frac{\partial v}{\partial \sigma}\right)+DF_y\end{aligned} \tag{A.3}$$

$$DF_x\approx\frac{\partial}{\partial x}\left[2A_mH\frac{\partial u}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[A_mH\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)\right] \tag{A.4}$$

$$DF_y\approx\frac{\partial}{\partial x}\left[A_mH\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[2A_mH\frac{\partial v}{\partial y}\right] \tag{A.5}$$

其中

$$\sigma = \frac{z-\zeta}{H+\zeta} = \frac{z-\zeta}{D} \qquad \text{(A.6)}$$

(u，v，w)：代表 X、Y、Z 方向之水流流速。

(x，y，σ)：代表 X、Y、Z 方向。

$f = 2\Omega \sin\Phi$：地球自轉所產生之科氏力(Coriolis)，Ω 為地球自轉頻率，Φ為模擬地區之緯度。

ρ：水體密度(kg m^{-3})。

g=9.81：重力加速度(ms^{-2})。

A_m、A_h：水平渦流及擴散係數。

K_m、K_h：垂直渦流及擴散係數。

水體中擴散控制方程式如方程式(A.7)所示；

$$\frac{\partial TD}{\partial t} + \frac{\partial TuD}{\partial x} + \frac{\partial TvD}{\partial y} + \frac{\partial Tw}{\partial \sigma} = \frac{1}{D}\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(K_h \frac{\partial T}{\partial \sigma}\right) + D\hat{H} + DF_T \qquad \text{(A.7)}$$

方程式(A.7)是以溫度的擴散作為描述，式中 T 為溫度，若用於鹽度擴散時，式中的 T 則以 S(鹽度)取代之。

T：溫度(℃)

K_h：垂直方向的擴散係數。

$$D\left(F_T, F_S, F_{q^2}, F_{q^{2l}}\right) \approx \left[\frac{\partial}{\partial x}\left(A_h H \frac{\partial}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(A_h H \frac{\partial}{\partial y}\right)\right]\left(T, S, q^2, q^{2l}\right) \qquad \text{(A.8)}$$

A.2 有限元素網格

使用本套模式進行港區周圍海流模擬的好處為其所使用的數值方法為有限元素法，網格分割可以為三角形，此點對於模擬近岸地區複雜的海岸線有相當大的幫助，如圖 A.1。

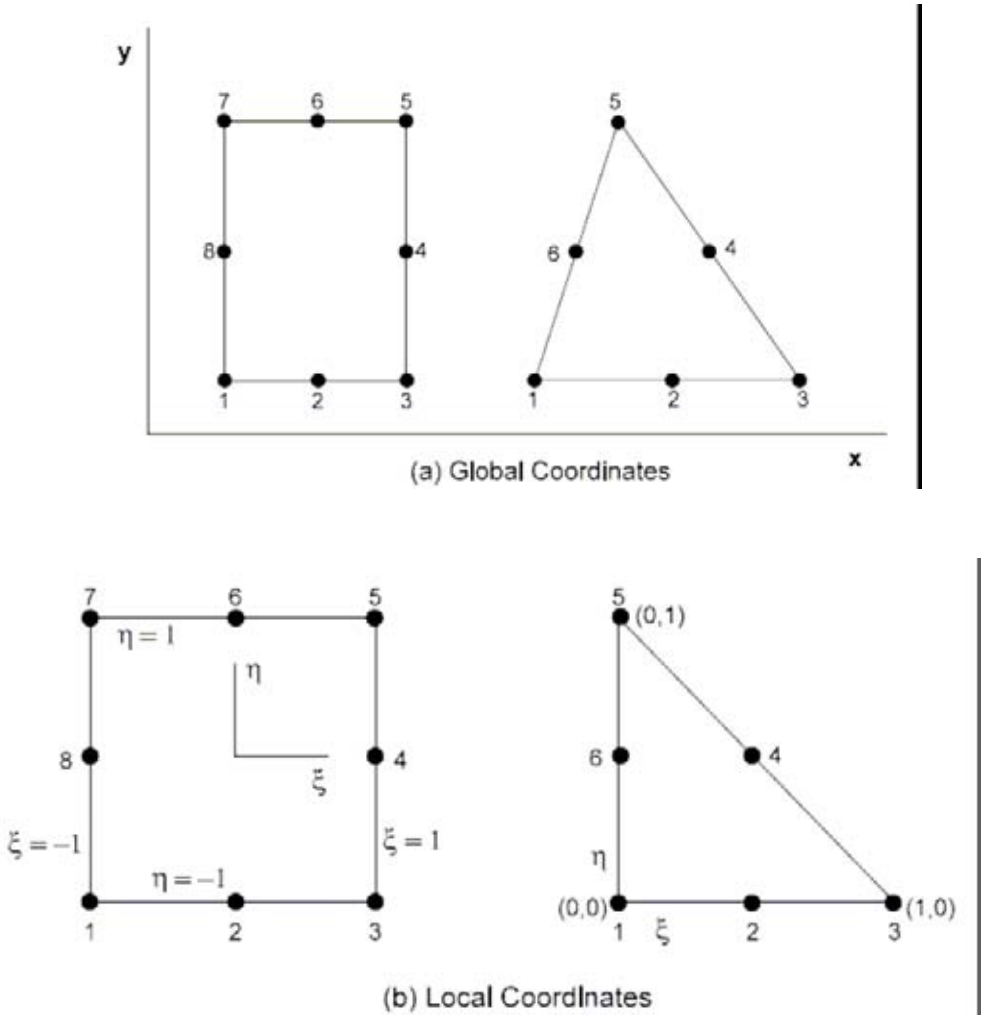


圖 A.1　近岸流場模式採用之有限元素網格

A.3 模式邊界輸入

模式計算時所需的邊界條件及初始資料來源及假設值包括：

1. 潮位資料：本模式採用在邊界點上可輸入潮汐及流速資料以驅動內部水位及流場，在 Taicoms 系統下目前利用台灣海域水動力模式(解析度為一分網格)計算結果作為邊界輸入。

2. 氣象資料：本模式可輸入風速進行流場的計算，在 Taicoms 系統下是使用港研中心的觀測站所量測的風場資料。

3. 流量資料：利用各河川之流量站所測之流量，作為模式計算之用。

附錄 B 近岸及港區波浪模式基本理論概述

B.1 近岸波浪折繞射模式(REF/DIF)

Radder (1979)依據線性緩坡方程式之理論基礎，將波浪場分離成向前之進行波與向後之進行波(忽略向後之散射波)等兩種成份波，發展出拋物線型緩坡波浪模式。相較於橢圓型緩坡方程式及雙曲線型緩坡方程式，拋物線型緩坡模式具有下列優點：(1)模式下游端之邊界條件不再是必要的，(2)具有高度數值運算效率。其缺點為受到垂直波向之橫向導數近似表示式之限制，波浪之傳播僅適用於給定波向之 45°範圍內。

Booij (1981)採用 Lagrangian 求解方法發展出含波、流交互作用影響之拋物線型緩坡方程式，同時引入較多的項次代表側向導數之近似解，將拋物線波浪模式適用範圍提升至給定波向之 60°範圍內。Kirby and Dalrymple (1983)先於 Booij (1981)之模式中增加非線性修正項，使其可以處理弱非線性波浪及較強流速等問題。模式之基本控制方程如下：

$$\begin{aligned}&\left(C_g+U\right)A_x+VA_y+i\left(\bar{k}-k\right)\left(C_g+U\right)A+\frac{\sigma}{2}\left\{\left(\frac{C_g+U}{\sigma}\right)_x+\left(\frac{V}{\sigma}\right)_y\right\}A\\&-\frac{i}{2\sigma}\left[\left(p-V^2\right)A_y\right]_y-\sigma\frac{k^2}{2}D\left|A\right|^2A=0\end{aligned}\qquad\text{(B.1-1)}$$

式中 A(x,y)為複數型式之自由表面波形振幅，A_x 及 A_y 分別為 x 及 y 方向之振幅分量，$\sigma=\omega-kU$ 為內在頻率(intrinsic frequency)，ω 為波浪之角頻率，$k(x,y)$為波浪週波數，$\bar{k}$ 為參考週波數(定義為沿 y 軸上週波數之平均值)， U 及 V 分別為 x 及 y 方向之平均流速度，參數 $p=CC_g$，C 為波浪之波速，C_g 為波浪群速度，D 為非線性影響項等於

$$D=\frac{\cosh(4kh)+8-2\tanh^2(kh)}{8\sinh^4(kh)} \tag{B.1-2}$$

式中 h 為靜水深。Kirby (1986)進一步依據 minimax 原則將 Booiij 之近似解延伸以提升模式適用性之範圍，使得模式可以處理較大角度波浪傳播問題。因此，REF/DIF 模式之基本方程式如下：

$$\begin{aligned}
&(C_g+U)A_x-2\Delta_1 VA_y+i(\bar{k}-a_0k)(C_g+U)A+\left\{\frac{\sigma}{2}\left(\frac{C_g+U}{\sigma}\right)_x-\Delta_1\sigma\left(\frac{V}{\sigma}\right)_y\right\}A\\
&+i\Delta'\left[\left(p-V^2\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)_y\right]_y-i\Delta_1\left\{\left[UV\left(\frac{A}{\sigma}\right)_y\right]_x+\left[UV\left(\frac{A}{\sigma}\right)_x\right]_y\right\}\\
&+i\sigma\frac{k^2}{2}D|A|^2A+\frac{\upsilon}{2}A+\frac{-b_1}{k}\left\{\left[\left(p-V^2\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)_y\right]_{yx}+2i\left[\sigma V\left(\frac{A}{\sigma}\right)_y\right]_x\right\}\\
&+b_1\beta\left\{2i\omega U\left(\frac{A}{\sigma}\right)_x+2i\sigma V\left(\frac{A}{\sigma}\right)_y-2UV\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{xy}+\left[\left(p-V^2\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)_y\right]_y\right\}\\
&-\frac{i}{k}b_1\left[(\omega V)_y+3(\omega U)_x\right]\left(\frac{A}{\sigma}\right)_x-\Delta_2\left[\omega U\left(\frac{A}{\sigma}\right)_x+\frac{1}{2}\omega U_x\left(\frac{A}{\sigma}\right)\right]\\
&+ik\omega U(a_0-1)\left(\frac{A}{\sigma}\right)=0
\end{aligned} \tag{B.1-3}$$

式中

$$\beta=\frac{k_x}{k^2}+\frac{\left[k\left(p-U^2\right)\right]_x}{2k^2\left(p-U^2\right)} \tag{B.1-4}$$

$$\Delta_1=a_1-b_1\text{，}\quad \Delta_2=1+2a_1-2b_1\text{，}\quad \Delta'=a_1-b_1\frac{\bar{k}}{k} \tag{B.1-5}$$

上述各式之中 υ 為波浪消散因子，而係數 a_0, a_1 及 b_1 可依據所考慮的波浪入射角度範圍利用 Minimax approximation 決定之，此處模式所採用的係數值分別為 a_0= 0.994733，a_1=-0.890065，b_1=-0.451641。

當考慮波浪受到底床摩擦影響以及波浪碎波所產生的波能損失，模式採用具有消散項的線性緩坡方程式處理，即

$$\frac{\partial A}{\partial x} = \frac{i}{k}\frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + \upsilon A \qquad \text{(B.1-6)}$$

式中 $i = \sqrt{-1}$；υ 為波能消散因子，可依據能量消散特性給定不同的型式。

REF/DIF 模式採用有限差分數值方法求解此一拋物線型方程式，亦即將計算領域分割成具Δx 及Δy 大小之矩形網格，並求解格點上之複數振幅 A(x, y)，振幅 A 所在之位置係以(i, j)表示而非以座標(x, y)，如圖 B-1 所示，惟模式計算所需之地形可以輸入具(x, y)座標，其中 x = (i – 1)Δx，y = (j – 1)Δy。

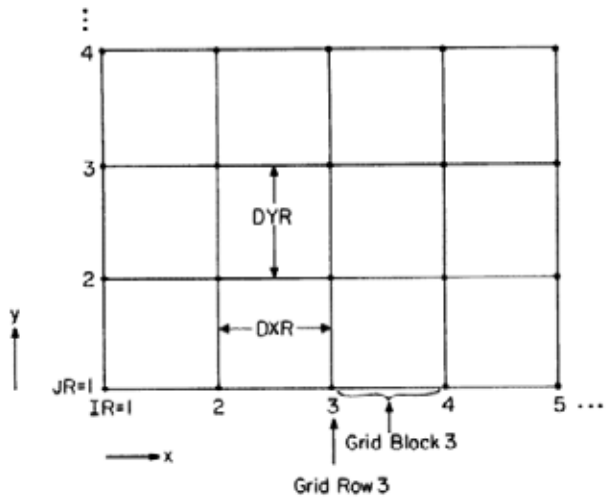


圖 B-1 REF/DIF 數值計算網格座標系統

B.2 有限元素法港域波浪模式

當波浪自外海傳播至港域時，由於受到水深地形變化以及海岸線、防波堤和港內岸壁等結構物之影響，波浪會產生繞射、折射及反射等現象。針對此一問題常見之求解方法是將整個問題的領域分為外海半無限領域和港池有限領域等兩個領域，如圖 2-2 所示；同時假設外海半無限領域為等水深，僅考慮港池有限領域則為緩變之不等深水域。

如圖 B-2 所示，所取之直角座標系統為 X 軸與海岸線重合，Y 軸向外海為正，Z 軸垂直紙面向上為正，Z＝0 為靜水面。外海半無線領域及有限領域別以領域(I)及(II)稱之，領域(I)及領域(II)之相連邊界為半徑 R_0 之半圓，以 B_1 表示。領域(II)則包含了港池內及港外半徑 R_0 之半圓區內水域部分，其所包括的海岸邊界、防波堤邊界及港池岸壁邊界以 B_2 表示。假設領域(I)為等水深 h_1，領域(II)之水深變化為 $h_2(x, y)$。各領域內水位變化 $\eta_j(x, y, t)$可表示成

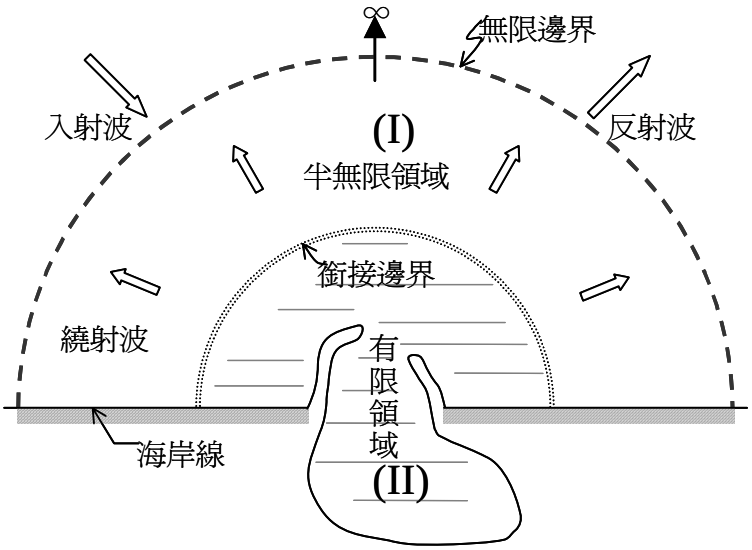


圖 B-2 港域波浪模式計算領域示意圖

$$\eta_j(x,y,t) = f_j(x,y)e^{i\omega t} \qquad , \ \mathrm{j} = 1,2 \tag{B.2-1}$$

式中 $f_1(x, y)$及 $f_2(x, y)$分別稱為領域(I)及領域(II)之波浪水位函數，ω 為入射波之角頻率($2\pi/T$)，T 為入射波之週期。所欲求解之波浪水位函數 $f_j(x, y)$，$j = 1, 2$ 分別滿足下列控制方程式：

$$\nabla^2 f_1 + K_1^2 f_1 = 0 \qquad , \text{在領域(I)內} \tag{B.2-2}$$

$$\nabla \cdot \left(C_2 C_{2g} \nabla \phi\right) + \left(C_2 C_{2g} K_2^2 + i\omega\mu + iC_{2g}\omega\gamma\right)\phi = 0 \text{，} \quad \text{在領域(II)內} \tag{B.2-3}$$

式中$\nabla=(\partial/\partial x, \partial/\partial y)$為二維梯度運算子，$\mu$ 為摩擦因子，γ 為考慮波浪碎波之碎波參數，K_1 及 K_2 分別為波浪在領域(I)及(II)內之波數，C_2 為波浪在領域(II)內之波速($=L_2/T$，)，C_{2g} 為群速度($=\kappa C_2$)。其中κ 定義為

$$\kappa = 0.5\left[1 + 2K_2 h_2 / \sinh(2K_2 h_2)\right] \tag{B.2-4}$$

有關摩擦因子 μ 之計算可採用 Dalrymple et al. (1984)之表示式：

$$\mu = \frac{2\kappa\omega}{K_2}\left[\frac{2 f_r}{3\pi}\frac{aK_2^2}{\left(2K_2 h_2 + \sinh 2K_2 h_2\right)\sinh K_2 h_2}\right] \tag{B.2-5}$$

式中 a 為波浪之振幅，f_r 為摩擦係數。碎波參數 γ 可採用下列計算式

$$\gamma = \frac{\chi}{h_2}\left(1 - \frac{\Gamma^2 h_2^2}{4a^2}\right) \tag{B.2-6}$$

式中 χ 及 Γ 分別為經驗常數(其值可分別採用 0.15 及 0.4)。

在領域(I)及(II)之交接假想邊界(B_1)上須滿足下列連續條件：

$$f_1 = f_2 \qquad , \quad \text{在假想邊界}B_1\text{上} \tag{B.2-7}$$

$$C_1 C_{1g}\frac{\partial f_1}{\partial n} = -C_2 C_{2g}\frac{\partial f_2}{\partial n}, \quad \text{在假想邊界}B_1\text{上} \tag{B.2-8}$$

此外，在一般海岸線或結構物邊界(B_2)上須滿足下列部份反射邊界

條件：

$$\frac{\partial f_2}{\partial n} = -i\alpha K_2 f_2 \qquad \text{，在假想邊界}B_2\text{上} \tag{B.2-9}$$

式中 $\bar{n}$ 表示邊界面上離開領域向外之單位法線向量，α 為消能係數，其值與波浪入射角、相位及港池岸壁之反射係數有關，α=0 時表示港池岸壁為完全反射之情況(即$\partial f_2/\partial n$=0)，而 α=1 則表示港池岸壁具有完全消能之作用。一般常用之計算式如下：

$$\alpha = \frac{1-K_r}{1+K_r} \tag{B.2-10}$$

式中 K_r 為邊界之反射係數。

在領域(I)內波浪水位函數 f_1 通常是由入射波 f_I 及受到直線海岸線影響產生的反射波 f_R 及受到防波堤配置和港池開口影響而向外傳播之散射波 f_S 等構成的，因此 f_1 可表示

$$f_1 = f_I + f_R + f_S \tag{B.2-11}$$

其中散射波 f_S 係由港池開口往外海方向輻射出去，在無窮遠處滿足波浪輻射條件：

$$\lim_{K_1 r \to \infty} \sqrt{r}\left(\frac{\partial}{\partial r} + iK_1\right) f_S = 0 \tag{B.2-12}$$

假設入射波浪 η^I(x, y, t)之振幅為 A^I，波長為 L_1，週波數為 K_1，波向為與正 X 軸成 θ_0 角度，其複數表示為：

$$\eta^I(x,y,t) = A^I e^{-i[K_1(x\cos\theta_0 + y\sin\theta_0) - \omega t]} \tag{B.2-13}$$

針對上述邊界值問題，一般常採用混合方法求解(Mei, 1989)，即對於領域(I)使用理論解析法，領域(II)使用有限元素法合併求解。

附錄 C　97 年期中審查意見答覆表

交通部運輸研究所合作研究計畫
■期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：近岸海象數值模擬及預警系統之建立(2/4)

執行單位：中山大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
一、郭一羽委員：		
1. 外海觀測樁資料與外海數值預報之相關性如何？即外海觀測樁之代表性如何？	1.謝謝委員指教，外海觀測樁資料與外海數值預報之相關性將於期末報告中補充說明；外海海觀測樁之代表性因各港口觀測點位設置條件不同而有異，目前分析與模擬結果顯示僅安平港觀測樁波浪較不受港口影響，台中港及花蓮港觀測波浪均會受到防波堤之影響。	同意合作研究單位之說明與處理情形
2. 利用線性回歸方程式修正模式，此修正方式與結果是否具有一般性。	2.依目前模式邊界條件之率定結果顯示，利用線性回歸方法修正模式邊界條件之波高大小，此修正關係式之代表性仍受各港口觀測樁波浪之代表性影響，因此目前分析結果仍以安平港較具一致性。	同意合作研究單位之說明與處理情形
二、許泰文委員：		
1. 海流水理模式邊界條件，如水位實測資料時序列圖 2.1-4，宜做統計分析作為模式輸入條	1.謝謝委員的建議，本團隊使用中尺度水位當邊界，如此可將完整的水位影響引入，並配合實測風場進行輸	同意合作研究單位之說明與處理情形

件，風場輸入轉為風力宜指出相關係數使用情形，另漲退潮流場圖 2.1-7 及圖 2.1-9 建議再檢討。 2. 風浪預報使用 WAM 及 SWAN，兩者預報成果都比實測值低，WAM 預報值又比 SWAN 高，由於一般認為 SWAN 比較適近岸，請再檢討。另計算結果是否用來作為波浪計算條件。 3. 港區周圍及港內波浪計算範圍，宜就學理基礎及實際現象劃出適當範圍。計算結果宜經由實際觀測成果加以比較。	入計算。圖 2.1-7 及圖 2.1-9 的漲退潮流場圖之正確性會嘗試蒐集相關報告繼續進行修正。 2. 由於考慮預報作業的時程要求，WAM 係以非定常狀態進行模擬，而 SWAN 則是每隔一定時間之定常狀態模擬計算。根據去年度的研究心得，研判應是 SWAN 沒能利用非定常狀態型式進行模擬所致。目前正設法處理此一困境。如果波高及週期都能改善，計算結果用來作為波浪計算條件應有其參考價值。 3. 本計畫各港區周圍及港內波浪計算範圍，在規劃上已儘可能依據各模式之學理基礎配合各港口海岸線及港口配置，規劃最適模擬範圍，維實際上操作仍有諸多條件無法同時滿足，對於無法滿足者部份以邊界條件設定方式進行修正或配合模式本身之限制對於模擬條件進行控管。此外，目前各港口觀測資料僅有一個點位，因此在計算結果與觀測成果比較上實有不足之處，期望未來港研中心能夠提供更多點位資料進行比較。	同意合作研究單位之說明與處理情形 同意合作研究單位之說明與處理情形

三、蔡清標委員：		
1. 港域波浪模擬結果各圖中，建議於圖中標示入射波向及入射波高，並建議於文中說明波高分佈及相位分佈結果之意義。	1.謝謝委員建議,擬於期末報告一併修正。	同意合作研究單位之說明與處理情形
2. 建請檢討本文引用之橢圓型緩坡方程式，是否合適於具強烈反射邊界條件之波場計算；另本文計算結果是否於防波堤前有明顯之反射波，建請於文中說明。	2.本文所引用橢圓型緩坡方程式，理論上較拋物線型緩坡方程式更適合具強烈反射邊界條件之波場計算；本文港域波場計算對於外廓防波堤邊界雖然考慮具有消波效應之部份反射邊界，但模擬結果於防波堤前仍有明顯的反射波現象。	同意合作研究單位之說明與處理情形
3. WAM 及 SWAN 模式所得之波向誤差偏大，另表 3-2-3 之最大週期的誤差似偏大，建請檢討原因，或模式改善。另報告中建議增加散佈圖及表示相關係數（R^2）。	3.由於考慮預報作業的時程要求，WAM 係以非定常狀態進行模擬，而 SWAN 則是每隔一定時間之定常狀態模擬計算。根據去年度的研究心得，研判應是 SWAN 沒能利用非定常狀態型式進行模擬所致。由於波向係由相鄰節點的能量值以能量梯度變化推算其波向而非直接計算所得，因此其波向的誤差偏大。目前正設法處理此一困境。	同意合作研究單位之說明與處理情形
4. 圖 3.2-23 及 24，臺中港缺實測資料。圖 3.2 各圖，線及圖點代表意義之標示，請放大字型。	4.謝謝委員建議，本團隊會進行圖形的些修正，以利閱讀。	同意合作研究單位之說明與處理情形
四、楊德良委員：	1.謝謝委員建議，本團隊會進行修正。	同意合作研究單位之說明與處理情形
1. 報告中 P1-2、P2-12、P3-29、P3-32、P3-41、P3-53、P6-5、Appendix（C.2-3）eq、附錄 D eq（D-1）？有些筆誤如口頭發言，請改善之。	2. 由於考慮預報作業的時程要求，WAM 係以非定常狀態進行模擬，而 SWAN 則是每隔一定時間之定常狀態模擬計算。根據去年度的研究心得，研判應是 SWAN 無	同意合作研究單位之說明與處理情形
2. SWAN、WAM 兩模式與實		

際觀測之「上傳實測」、「海情中心資料」似乎仍有一段不同之距離，請說明之。 3. 由大尺度到中尺度到小尺度再來相接。注意尺寸（Scaling）之問題，不必重覆使用不同尺度模式。 4. 如有可能，用一些歷史颱風驗證參數，再來用驗證好之參數來預測歷史性另一場颱風，或日後發生之颱風。	法利用非定常狀態型式進行模擬所致。目前正設法處理此一困境。如果波高及週期都能改善，計算結果用來作為波浪計算條件應有其參考價值。 3.謝謝委員的建議，本團隊會繼續檢討可行性。 4.謝謝委員的建議，本團隊會繼續努力修正模式。	同意合作研究單位之說明與處理情形 同意合作研究單位之說明與處理情形
五、蘇青和委員： 1. 72小時預報風場成果評估部份，建議增加與各主要港口觀測資料之比較評估。 2. 72小時波場預報成果評估顯示與觀測值之誤差甚大，預報模式應引用觀測資料作一修正改善。 3. 72小時波場預報成果評估顯示大尺度WAM模式與中尺度SWAN模式，兩個預報結果間之差異甚不合理，例如波高部份4月份花蓮港(圖3.2.16)、基隆港(圖3.2.18)及蘇澳港(圖3.2.22)等之最大波位置差異甚大。波向部份5月份花蓮港(圖	1.謝謝委員建議，由於風場目前是氣象局提供之預報風場，網格解析度過大，且不包含地形的影響，因此目前並未加入比較評估。 2.由於考慮預報作業的時程要求，WAM係以非定常狀態進行模擬，而SWAN則是每隔一定時間之定常狀態模擬計算。根據去年度的研究心得，研判應是SWAN沒能利用非定常狀態型式進行模擬所致。由於波向係由相鄰節點的能量值以能量梯度變化推算其波向而非直接計算所得，因此其波向的誤差偏大。目前正設法處理此一困境。 3.謝謝委員的建議，本團隊會繼續檢驗改進。 4.由於目前近岸及港區模	同意合作研究單位之說明與處理情形 同意合作研究單位之說明與處理情形 同意合作研究單位之說明與處理情形

3.2.28)、基隆港(圖3.2.30)及蘇澳港(圖3.2.34)等波向差高達180度甚不合理。請檢討同時引用兩種尺度之波浪模式結果與觀測值比較評估是否恰當。 4. 72小時預報流場成果評估部份，建議增加與各主要港口觀測資料之比較評估。 **5.** 即時預報為本計畫之重點工作，建議儘速完成臺中港之近岸及港區各項海象之即時預報上網，及作業化預報成果評估。	式還在加緊校驗中，待校驗完成即可加入預報並進行評估。 5.謝謝委員建議，本團隊會繼續努力。	同意合作研究單位之說明與處理情形 同意合作研究單位之說明與處理情形
六、簡仲璟委員： 1. 模式計算結果評估，不可能與實測資料完全一致無誤差，若永無止境的追求零誤差是不確實際也不合理。因此，建議針對不同的模擬計算項目，訂定合理可接受之誤差指標值。 2. 報告中 pp.3-61 表3.3-7 所列未能準時上傳資料天數統計部分，請補充說明準時之定義及何種海氣象資料項目及哪些測站。以配合本所他項計畫中，有關資訊傳輸穩定性之問題改善。	1.謝謝委員建議，本團隊會繼續與港研中心討論，以訂定合理的誤差指標。 2.謝謝委員建議，本團隊會在後續的評估中詳細說明。 3.謝謝委員建議，本團隊會繼續修正。	同意合作研究單位之說明與處理情形 同意合作研究單位之說明與處理情形 同意合作研究單位之說明與處理情形

3. 第五章結論與建議僅著重於後續工作事項，請加強期中工作具體成果之說明。		

附錄 D　97 年期末審查意見答覆表

交通部運輸研究所合作研究計畫

□期中■期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：近岸海象數值模擬及預警系統之建立(2/4)

執行單位：中山大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
一、楊德良委員：		
1. 本年度成果豐碩，給予高度肯定，盼繼續努力，未來仍有兩年之後續計畫。	1.謝謝委員鼓勵，本團隊會繼續努力。	
2. 為使期末報告更加完善，下列之報告仍有改善空間，例如 ● P1-8 完成後可→刪除 ● P2-2 冀散→洩散? ● P2-2 部份→部份。 ● P2-21 圖 2.2-6→圖 2.2-8 ● P3-19 操考→參考 ● P6-1 水位部份除基隆→基隆好像很好?是否有誤植? ● 附錄 A.B.C.D 放入本文之連接. ● 附錄 D 有限元素水動力模式->3 維有限元素水動力模式 ● P2-1 初始方程式->方程式 ● P2-1 垂直的垂直->垂	2.感謝細心指正，本團隊已於定稿中修正。	已修正

直		
3. 是否可選同一時間模擬所有之台灣海域及 7 個港口？	3. 目前台灣海域及 7 港已可由台灣海域模式同時計算，個別港口近岸細格點海流模式部份，目前已部份建置完成，未來仍會持續完成預定達成的港口。	同意合作研究單位之說明與處理情形
4. 能否改善較不具效率之模式，如近岸及港區海流模式，以便預報模式之執行。	4. 此部份本團隊會繼續改進，已利預報進行。目前港區波浪相關模式的建置即為達成此目標。	同意合作研究單位之說明與處理情形
5. 後期計畫請詳細檢討本年度成果仍有些不理想之計算結果。	5. 謝謝委員建議，持續校驗是每年度的既定目標。	同意合作研究單位之說明與處理情形
6. 報告中提及需用人工去做格網，可否改為自動產生格網，以利預報模式之進行。	6. 網格僅為模式建置初期設置，設置完成後便可自動進行運算。	同意合作研究單位之說明與處理情形
7. 是否報告全用彩色印刷，以便利閱讀，有些圖太小，閱讀不易，請改善之。	7. 謝謝委員建議。	
二、郭一羽委員：		
1. 預測值與實測值之流速不合，往後要如何處理？	1. 目前流場模式仍處於校驗階段，未來會繼續使用實測資料進行校驗。	同意合作研究單位之說明與處理情形
2. 建議研究對象以後應以有數據的地區為主，以方便驗証。	2. 謝謝委員建議，持續提出模式所需之量測資料需求，亦可提供監測部門工作規劃參考。	同意合作研究單位之說明與處理情形
3. 基礎性或一般性的研究內容可加強敍述。	3. 謝謝委員建議，本團隊會於未來持續加強。	同意合作研究單位之說明與處理情形
4. 報告書中圖太多，文字說明太少，可再加強。	4. 謝謝委員建議，未來會持續改進。	同意合作研究單位之說明與處理情形

三、蔡清標委員：		
1. 圖 2.1-14 及 2.1-22，模式水位與實例水位有位相差之問題，原因何在？	1.由於實測點位置受淡水河影響較大，目前並無即時的淡水河流量資料，可能為相位差異的原因。	同意合作研究單位之說明與處理情形
2. 圖 2-1-15，台北港模式流速誤差很大，可否大致檢討原因？	2.由於實測流速並無規則性趨勢可言，此部份仍需待取得更多資料進行校正。	同意合作研究單位之說明與處理情形
3. 淡水河流量設定為一定值，其邊界設定在哪裏？	3.淡水河之影響已納入，大約深入至社子島前，邊界為淡水河流量站統計資料，以年平均值輸入。	同意合作研究單位之說明與處理情形
4. 請檢核寫高雄港及台北港於各時期之流場分佈之正確性，尤其是高低平潮時期之時間點。	4.已於第二章修正。	已修正
5. §3-6，波高僅有表格之統計結果，可否如§2-2節所表示的，亦有時序列比對之結果。表 3.6-2，最大波高之預測似仍偏低許多，後續研究或可加強精度之提升。	5.未來將持續改進提昇預測精度。	同意合作研究單位之說明與處理情形
6. 圖 3.1-1~3.1-44，各圖應為海域”水位”模式。	6. 已移至定稿 3-4 節修正。	已修正
7. 結論中謂 SWAN 譜峰週期結果大致接近，但文中似未有波譜之表示及討論。	7.SWAN 波浪推算的輸出係以頻譜為主，因此週期有譜峰週期及平均週期，文字將再修飾。	同意合作研究單位之說明與處理情形
8. §4-2 節，各圖請加強其解析度。	8.已於定稿 4.2 節修正。	已修正

四、蘇青和委員：		
1. 建議增補中英文摘要，並請按本所規定格式撰寫報告。	1.本團隊已於定稿頁數XXI及XXII補上。	已修正
2. 第二章(1)臺北港近岸波場模式與水動力模式引用之港區配置不一致，建議更正。(2)臺北港近岸水動力模式之流速遠較觀測值偏小，建議應將潮流、風驅流及平均流等各成份分離個別比對，模式各項參數也作必要修正。(2)高雄港近岸水動力模式應引用本中心觀測值作比對驗證。	2.謝謝委員建議，已針對二者不一致處進行修正。	已修正
3. 第三章(1)3.2節波場評估及(2)3.3節流場評估部份:建議增加全年分月r.m.s表及每月模擬與實測比對資料圖。(3)第三章3.4節風場評估部份:建議增加全年分月r.m.s表。	3. 由於資料量及圖幅數太多，擬再與港研中心研商如何展現計畫成果。	同意合作研究單位之說明與處理情形
4. 第三章3.6節颱風期間評估部份：(1)氣象局有發布海上颱風警報建議應納入評估(計六個)，(2)颱風期間模擬與實測資料比對資料圖部份，建議增加風力(風速、風向)、波浪(波高、週期、波向)、海流(流速、流向)等。(3)颱風期間模擬與實測資料比對資料最大值統計表部	4. 謝謝委員建議，本團隊已於定稿3.2節補上。	已補充

份，建議增加最大風速(風向)、最大波高(週期、波向)、最大流速(流向)等。 5. 第四章建議(1)補增風場長期模擬及分析部份章節，討論 4 年期間(2005-2008 年)颱風及季風於 7 個主要商港風速及風向統計特性。(2)第 4.1 節建議補增天文潮位調和常數、潮差統計及海流平均流、最大流速等特性。(3)第 4.2 節建議補增討論 4 年期間颱風及典型季風期間 7 個主要商港最大波高(週期、波向)統計特性。 6. 風場模式建議引用本中心觀測風場資料作局部性效應之修正。有正確之風場才能有正確之颱風波浪及暴潮。 7. 風浪模式(WAN 及 SWAN)年度颱風期間與觀測值差異甚大，建議提出較建設性之改善方法。	5. 謝謝委員建議，本團隊會於定稿第四章補上。 6.謝謝委員建議，本團隊會嘗試進行修正。 7.未來需再評估非定常狀態的 SWAN 風波推算，以及探討實測波浪與推算值間的關係。	已補充 同意合作研究單位之說明與處理情形 同意合作研究單位之說明與處理情形
五、簡仲璟委員： 1. 本年度新增及延續工作事項，是否全部完成，請查核。例如油汙染擴散預警系統成果評估，本報告中似乎沒有說明。	1.謝謝委員建議，本團隊已於定稿 3-2 頁補充說明。	已補充

2. 臺北港海流模式計算結果與實測資料之比對發現流速有明顯差異，如圖 2.1-15。請補充說明其可能原因。第 2-14 頁有關高雄港海流模式計算結果與實測資料之比對，如何顯示大致吻合(該頁倒數第 10 行)。另外圖 2.1-22 顯示實測水位與模式計算結果有相位差，請檢討說明。	2.謝謝委員建議，本團隊已於定稿 2.1 節說明。	已補充
3. 臺北港近岸波浪數值模擬結果以 2006 年碧利斯、桑美、寶發及珊珊等颱風作驗證，其結果如圖 2.2-13、2.2-17 及 2.2-20 顯示模式波高與實測波高非常吻合，成果值得肯定。是否可補充週期計算結果及說明原先之回歸分析的使用資料。	3.文章中近岸波浪模擬結果均採用觀測資料(波高,週期及波向)做為模式之邊界條件,先選取 1~2 個月之波浪資料進行數值模擬,再經由模式之驗証(如圖 2.2-10, 圖 2.2-11 及圖 2.2-23, 圖 2.2-24)得到線性回歸公式(上述各圖中所附方程式),最後依據回歸係數校正 2006 年颱風期間觀測資料為模式之邊界條件進行波場模擬,其中波浪週期等同觀測資料之週期,故無週期計算結果問題。	同意合作研究單位之說明與處理情形
4. 模式計算結果與現場觀測值之比較，因為模式本身有其極限，若無止境要求兩者完全一致，不合理也不可能。因此，對於驗證工作應有妥善合理的程序規劃，例如可接受誤差值標準擬定、差異原因檢討及改善方法研擬等。	4.謝謝委員建議，此部份未來會與港研中心討論，以訂定驗證標準。	同意合作研究單位之說明與處理情形

5. 第六章結論與建議部分，請補充後續研究工作重點及可能遭遇困難。	5.謝謝委員建議，會於定稿第六章補上。	已補充
六、許泰文委員：（書面審查）		
1. WAM和SWAN兩者重要不同為(1)浪流交互作用及(2)近岸海域風浪預報，宜在報告中對模式執行成果針對這兩點加以討論。	1. WAM及SWAN的波浪推算應該再評估水位場及流場對波浪場的影響，擬於結論中討論並建議列入後續計畫評估。	同意合作研究單位之說明與處理情形
2. 模式預報能力經由本計劃執行後，建議和各港區比較，能具體評估各模式之預報能力。	2.謝謝委員建議，此部份持續進行評估中。	同意合作研究單位之說明與處理情形
3. 建議能增加各模式參數檢定或係數使用之準則。	3.謝謝委員的建議，會繼續使用實測資料進行參數校正。	同意合作研究單位之說明與處理情形
4. 建議明年度增加颱風實測計算。	4.謝謝委員建議，由於預報是每天皆有，因此有包括颱風期間。	同意合作研究單位之說明與處理情形

附錄E 97年期末審查簡報

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

近岸海象數值模擬及預警系統之建立（2/4）

期末簡報

合作研究單位：國立中山大學
計畫主持人：李忠潘
共同主持人：陳陽益 劉正琪
協同主持人：林炤圭薛憲文 王兆璋 于嘉順
簡報日期：2008/11/18

計畫目的與目標

- 近岸波、潮流模擬技術、污染控制之研發及預警精度改進
- 近岸防災預警系統之作業化研究，加強作業效能之提昇，預報系統並採用地理資訊系統之人性化操作界面，以利相關單位使用。
- 結合港研中心相關計畫之海象即時監測作業，發展颱風波浪及暴潮之模擬技術，建置近岸防災預警方法，以減低颱風期間近岸結構物破壞及淹水災害。
- 沿海防護設施設計水位、設計波高標準推算以做海岸災害防護措施的依據。

近岸海域及港區海象模擬

- 目的：建立各港區周圍流場及波浪場資料，以維護各港口航行船隻之安全

近岸及港區海象數值模式(台北港、高雄港)

－港區及近岸海域流場模式
（2D深度平均水動力模式,FEM）

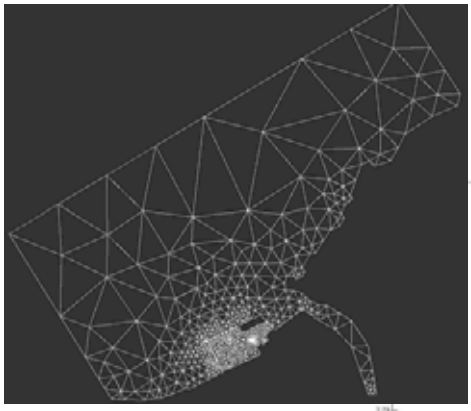
－近岸區域波浪模式
（拋物線型緩坡波浪折繞射模式，REF/DIF）

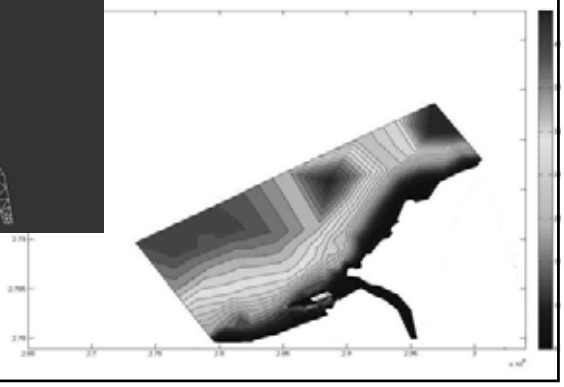
－港域波浪模式
（橢圓型緩坡波浪模式，FEM）

近岸及港區流場模式設定

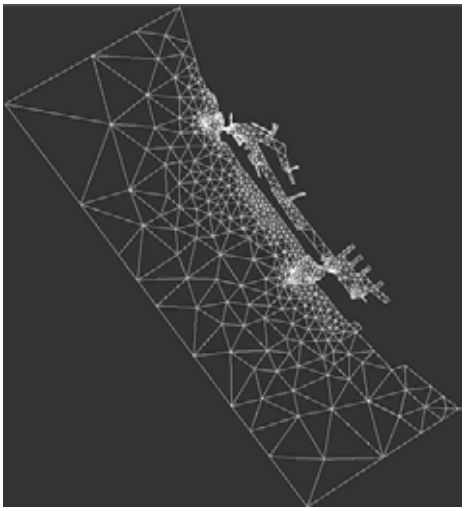
- 邊界水位
  - TAICOMS台灣海域水位模式計算結果
- 氣象資料
  - 港研中心觀測站風速資料
- 流量資料
  - 台北港：淡水河流量站觀測資料
  - 高雄港：無流量輸入

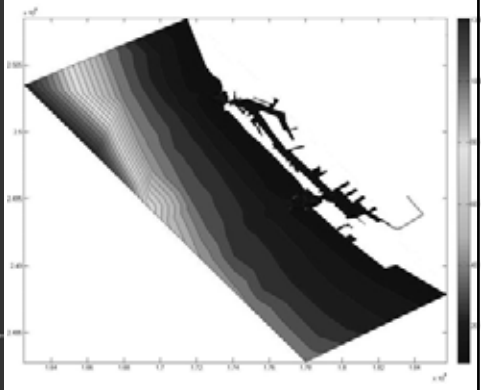
台北港網格及地形



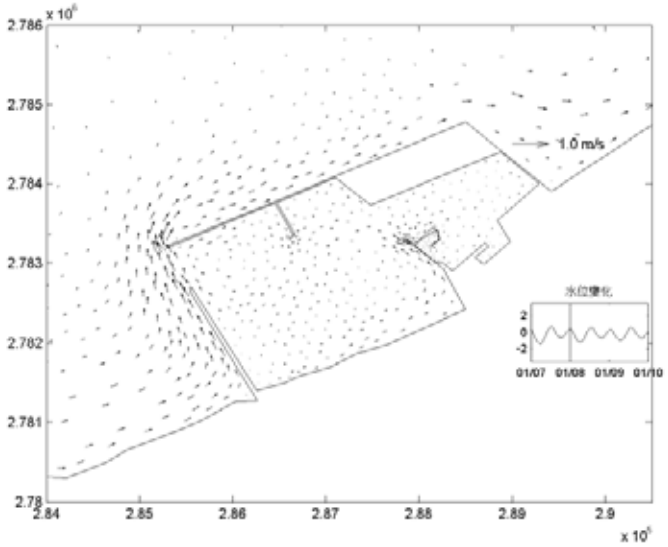


高雄港網格及地形

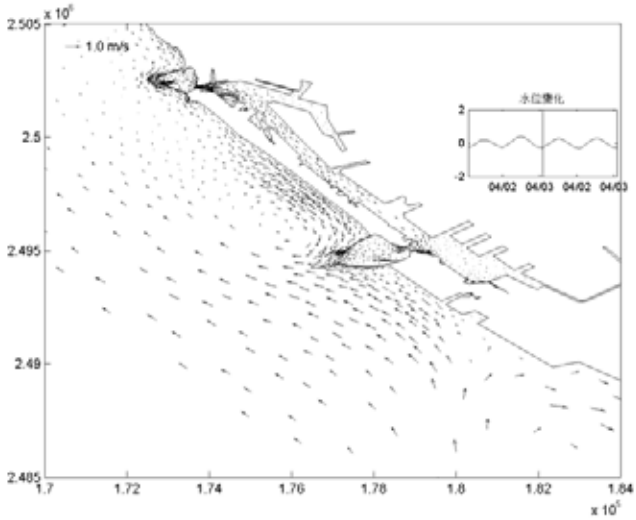




台北港港區流場變化圖



高雄港海域流速分布圖示意圖

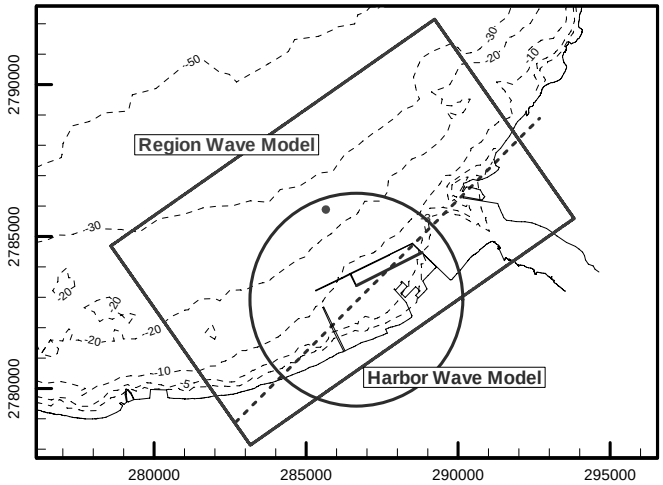


港區近岸海域及港內波浪模擬內容

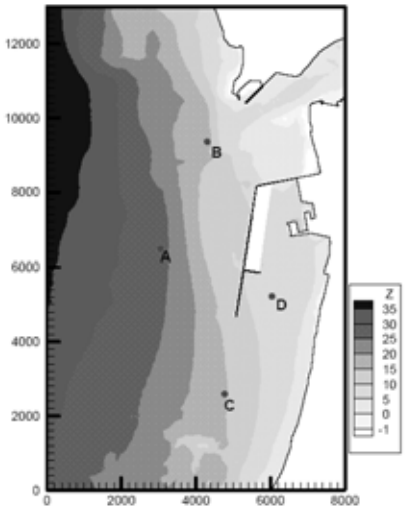
本年度重點港口為台北港及高雄港：

- 近岸區域波浪模式
  - 針對台北港及高雄港近岸海域建置適當的數值計算網格
  - 區域波浪模式之率定與驗証
  - 線上作業模擬
- 近域港區波浪模式
  - 針對台北港及高雄港建置適當的數值計算網格
  - 近域港區波浪模式之率定與驗証
  - 台北港及高雄港港域波浪場模擬

台北港海域及港內波浪模擬
—模式範圍

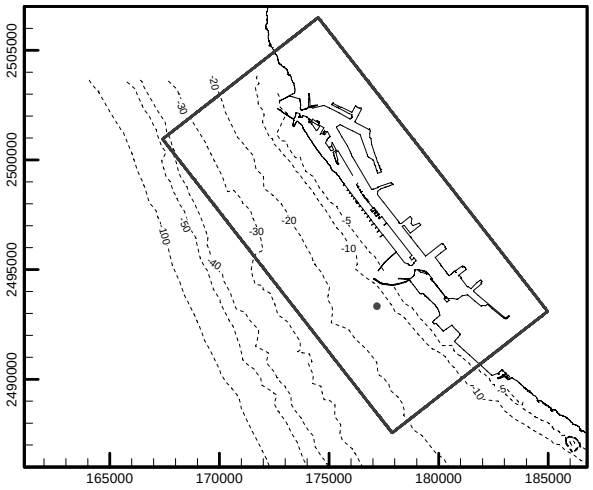


台北港海域波浪模擬
—網格及水深分佈

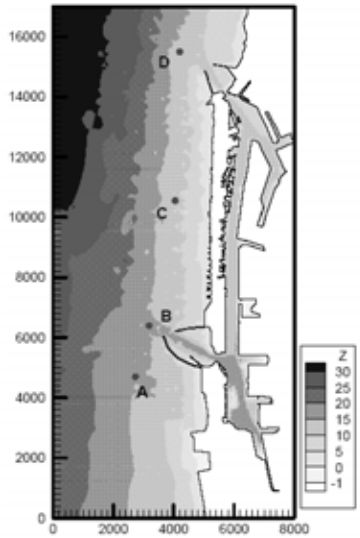


Dx=10m
Nx=801
Ny=1301

高雄港海域波浪模擬
—模式範圍



高雄港海域波浪模擬
—網格及水深分佈



Dx=10m
Nx=801
Ny=1701

港區周圍波浪模擬

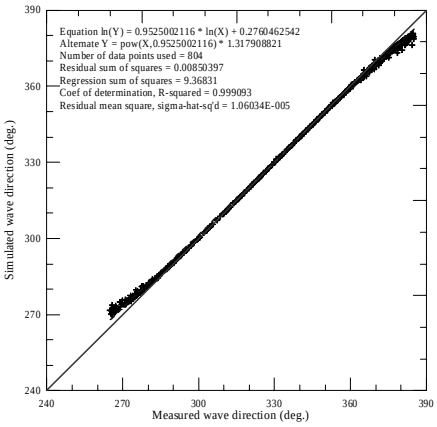
近岸區域波浪模擬條件之決定

- 線上模擬作業：採用全域風浪模式推算結果給定入射波之週期，波高及波向進行72小時波浪場模擬。
- 即時模擬作業：依據各港區波浪觀測站即時回傳之示性波高，週期及波向等資料給定模式之計算條件。

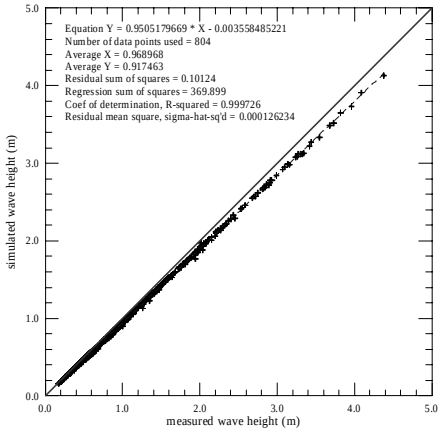
近岸區域波浪模式之率定與驗証

- 依據各港區波浪觀測資料為模式之計算條件，並針對模式模擬結果與觀測值間之差異進行率定，以修正計算條件之波高及波向。
- 本計畫採用回歸分析方法。

台北港海域波浪模擬計算結果（一）



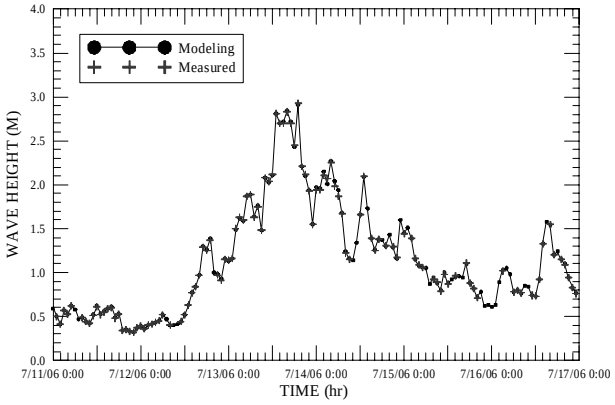
波向：觀測值與模擬結果之比較



波高：觀測值與模擬結果之比較

台北港海域波浪模擬計算結果（二）

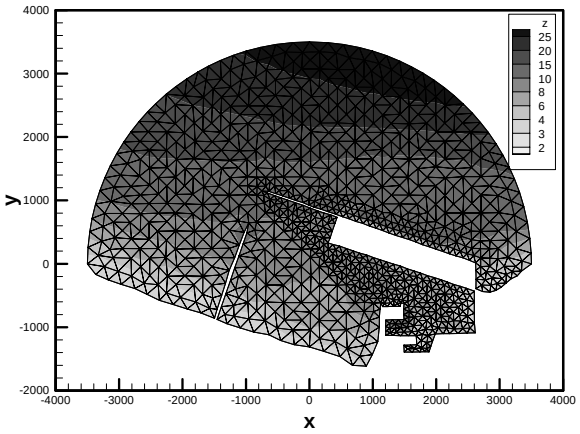
2006年輕度颱風碧利斯侵臺期間台北港周圍波浪場模擬結果（觀測值與模擬結果之比較）



台北港港域波浪模擬計算結果（一）

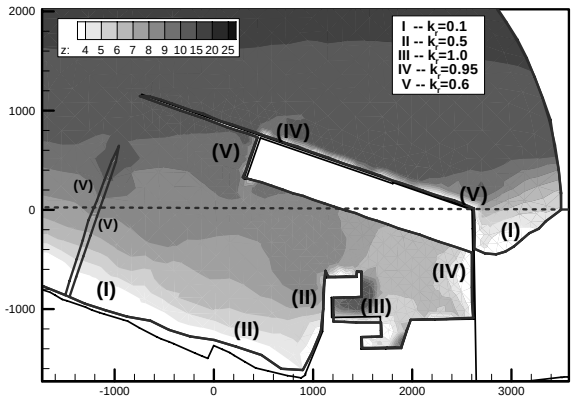
- 台北港港域波浪模式數值計算網格區分為一般風浪及颱風波浪模擬兩種數值計算網格

粗網格圖



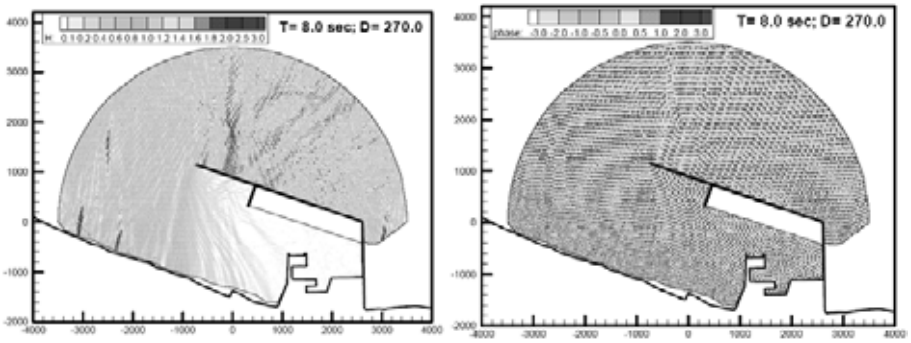
台北港港域波浪模擬計算結果（二）

- 台北港港域波浪模式消波邊界條件設定示意圖



台北港港域波浪數值模擬結果

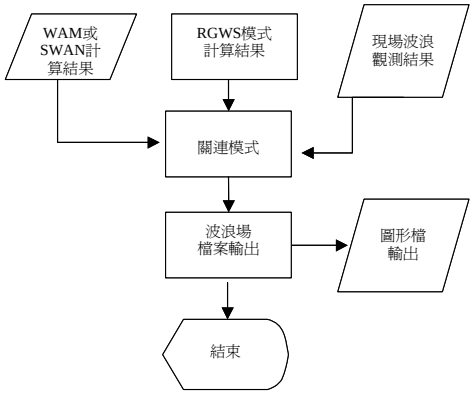
- 波高分布　　波浪相位分布



港域波浪相關模式

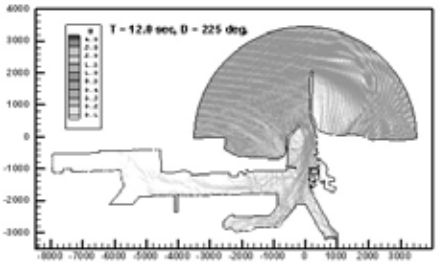
- 緣於港域波浪模式本身不僅數值計算網格需求量相當龐大，且相當耗費電腦運算時間，無法滿足本計畫TaiCOMS線上作業之需求。
- 為克服上述問題以達成線上作業化之目標，本計畫以建立各港域波浪相關模式之方法，節省(避開)港域波浪模式線上作業模擬之時間，以達到線上作業之目標。
- 本計畫採取依長期波浪觀測結果事先模擬港域波浪場，並建立各港域波浪資料庫，由波浪模擬條件與模擬結果建立相關聯模式，未來線上作業時僅須給定波浪條件(波高、 週期及波向)即可提供所需之波場資料。

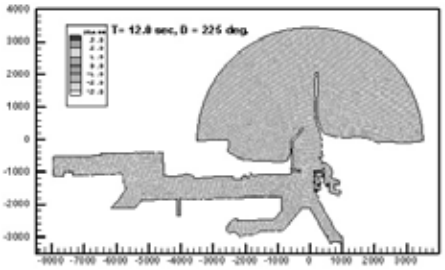
波浪相關模式之流程架構示意圖



台中港港域波浪相關模式

- 港域波高及相位分佈圖





近岸海象數值模擬及預警系統

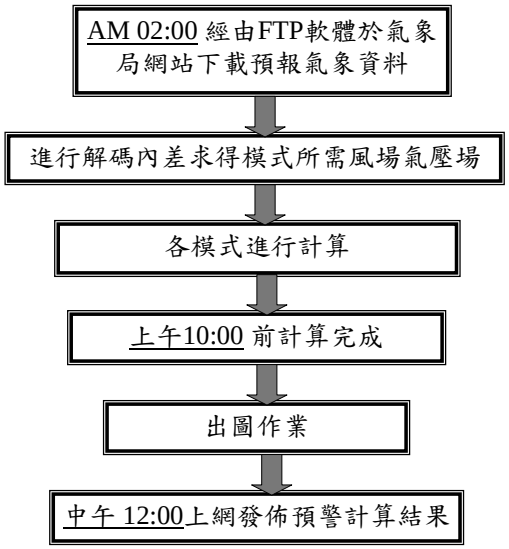
自動線上作業化模式

- 風場資料：
  - 中央氣象局RC（西太平洋範圍）及MC（台灣周圍海域）風場
- 波浪模式：
  - WAM – 西太平洋大範圍模式
  - SWAN – 台灣周圍海域波浪模式
  - 近岸波場模式（台中、安平及花蓮）
  - 港區波浪模式（台中）
- 水位模式：
  - 全域天文潮模式
  - 全域複合潮模式
- 海流模式
  - 西太平洋海流模式
  - 台灣海域海流模式
  - 近岸海流模式（台中）

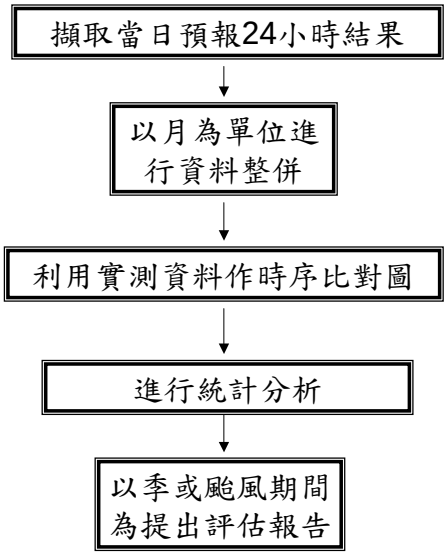
作業化預報操作及成果評估

- 本年度評估項目
  - 波浪（西太平洋、台灣周圍海域）
  - 水位（西太平洋、台灣周圍海域）
- 評估時程
  - 第1季：2006/12-2007/02。
  - 第2季：2007/03-2007/05。
  - 第3季：2008/06-2008/08。
  - 第4季9月份
- 比對資料來源
  - 海情中心資料庫
  - 港研中心每日上傳AWCP資料

近岸海象數值模擬及預警系統作業流程



作業化預警計算成果評估方式流程



水位r.m.s值計算(公尺)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
2007年12月	海情中心	無資料	0.17	0.15	0.11	0.19	0.65
	每日上傳	無資料	0.11	0.13	0.09	0.11	無資料
2008年01月	海情中心	無資料	0.09	0.17	0.12	0.12	0.23
	每日上傳	0.12	0.13	0.16	0.11	0.13	無資料
2008年02月	海情中心	無資料	0.10	0.18	0.08	0.11	0.49
	每日上傳	無資料	0.11	0.17	0.10	0.13	無資料
2008年03月	海情中心	無資料	0.07	0.14	0.07	0.08	0.22
	每日上傳	無資料	0.13	0.11	0.23	0.09	無資料
2008年04月	海情中心	無資料	0.06	0.09	0.09	0.05	0.13
	每日上傳	無資料	0.07	0.09	0.78	0.07	無資料
2008年05月	海情中心	無資料	0.08	0.27	0.12	0.07	0.12
	每日上傳	無資料	0.09	0.09	0.12	0.10	無資料
2008年06月	海情中心	無資料	0.08	0.09	0.12	0.08	0.14
	每日上傳	0.1	0.08	0.10	0.11	0.10	0.14
2008年07月	海情中心	無資料	0.23	0.20	0.13	0.11	0.16
	每日上傳	0.12	0.11	0.10	無資料	0.14	0.13
2008年08月	海情中心	無資料	0.30	0.09	0.10	0.09	0.13
	每日上傳	0.21	0.44	0.09	無資料	0.24	0.11
2008年09月	海情中心	無資料	0.13	0.10	0.11	0.14	0.13
	每日上傳	6.01	0.12	0.11	無資料	0.12	0.17

波高r.m.s.值計算(公尺)

月 份	波高	安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳
200801	WAM	0.62	0.38	0.52	0.24	0.68
	SWAN	0.32	0.85	0.59	0.32	0.95
200802	WAM	無資料	0.39	0.57	0.22	0.56
	SWAN	無資料	0.71	0.67	0.31	0.89
200803	WAM	0.59	0.37	0.38	0.23	0.37
	SWAN	0.67	0.50	0.60	0.31	0.54
200804	WAM	無資料	0.34	0.36	0.26	0.38
	SWAN	無資料	0.43	0.37	0.33	0.44
200805	WAM	0.55	0.31	0.30	0.26	0.38
	SWAN	0.61	0.56	0.68	0.29	0.57
200806	WAM	0.63	0.37	0.61	0.63	0.43
	SWAN	0.74	0.44	0.48	0.66	0.49

SWAN的波高偏差較大，應與能量的消散有關

平均週期r.m.s.值計算(秒)

月 份	週期	安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳
200801	WAM	2.81	2.04	1.31	1.38	1.60
	SWAN	0.85	0.94	1.20	1.30	1.54
200802	WAM	無資料	2.12	1.26	1.60	1.36
	SWAN	無資料	0.86	0.93	1.03	1.20
200803	WAM	1.17	1.49	1.08	1.53	1.08
	SWAN	2.19	1.24	1.15	1.09	1.65
200804	WAM	無資料	0.89	1.03	1.78	1.00
	SWAN	無資料	2.00	1.38	1.37	1.82
200805	WAM	1.10	1.09	1.49	1.74	1.20
	SWAN	2.27	1.85	1.05	1.17	1.91
200806	WAM	2.85	1.15	1.31	2.53	1.17
	SWAN	1.03	2.00	1.86	0.89	2.06

週期偏差變化較大，原因較為複雜：如風場、時間間距等

波向r.m.s.值計算(度)

月 份	波向	安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳
200801	WAM	99.45	139.30	189.25	107.26	130.45
	SWAN	51.65	109.60	174.12	51.43	110.29
200802	WAM	無資料	134.16	184.91	116.20	135.62
	SWAN	無資料	118.70	181.74	45.06	126.84
200803	WAM	110.05	151.33	197.52	92.78	149.02
	SWAN	125.37	101.11	173.93	113.21	112.69
200804	WAM	無資料	167.42	203.57	160.93	105.82
	SWAN	無資料	86.43	161.62	142.43	118.23
200805	WAM	94.94	171.85	212.37	167.83	77.70
	SWAN	143.82	101.74	210.45	164.34	122.96
200806	WAM	208.92	220.91	258.87	220.59	116.05
	SWAN	204.62	34.61	184.81	219.82	167.03

波向偏差變化很大，原因較為複雜：如風場、地形等

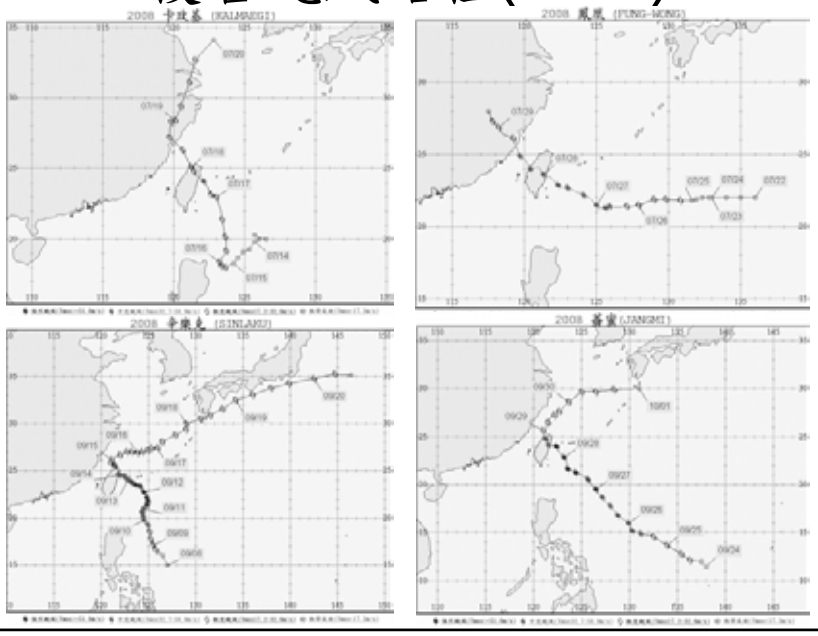
侵台颱風路徑(2008)

卡玫基

鳳凰

辛樂克

薔蜜



颱風期間水位比對圖

潮位計

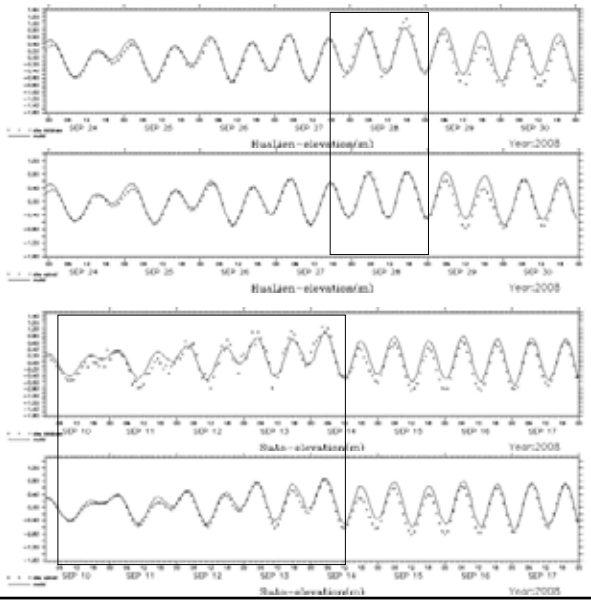
AWCP

辛樂克—花蓮

潮位計

AWCP

薔蜜—蘇澳



最大暴潮偏差(公尺)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
卡玫基	AWCP	0.19	0.16	0.13	無資料	0.15	0.20
	潮位計	無資料	0.28	0.22	0.28	0.19	0.34
	模式	0.14	0.19	0.18	0.13	0.22	0.19
鳳凰	AWCP	0.17	0.31	0.31	無資料	0.64	0.82
	潮位計	無資料	0.47	0.46	0.54	0.51	0.92
	模式	0.43	0.37	0.52	0.43	0.48	0.73
辛樂克	AWCP	0.1	0.25	0.16	無資料	0.25	0.2
	潮位計	無資料	0.44	0.41	0.22	0.77	0.2
	模式	0.14	0.33	0.22	0.15	0.31	0.15
薔蜜	AWCP	0.13	0.24	0.28	無資料	0.18	無資料
	潮位計	無資料	0.49	0.24	0.2	0.8	0.37
	模式	0.18	0.32	0.14	0.21	0.29	0.27

最大波高(公尺)

		安平	花蓮	基隆	高雄	蘇澳	台中
卡玫基	實測	2.88	2.85	1.16	無資料	5.08	5.04
	WAM	1.04	2.1	1.79	1.17	2.32	1.59
	SWAN	1.9	2.67	2.37	1.86	2.57	2.23
鳳凰	實測	3.73	7.35	3.19	無資料	9.08	4.09
	WAM	4.9	5.7	5.05	4.87	6.49	5.46
	SWAN	4.49	5.23	4.6	4.23	5.17	4.23
辛樂克	實測	無資料	5.37	4.19	無資料	7.68	5.31
	WAM	4.25	4.39	5.82	3.72	5.97	3.82
	SWAN	2.42	3.57	4.54	2.48	4.06	3.45
薔蜜	實測	無資料	6.0	4.78	無資料	8.54	6.59
	WAM	4.54	5.21	4.49	3.49	5.18	5.0
	SWAN	2.83	4.17	5.34	3.2	4.28	3.27

長期模擬結果分析

- 利用氣象局2005~2008年風場輸入
- 水位及流場
  - MC風場輸入
  - 台灣海域模式進行推算
- 波浪場
  - WAM進行推算(採用RC風場)
  - SWAN進行推算(採用MC風場)

長期水位模擬分析

水位r.m.s值計算(公尺)

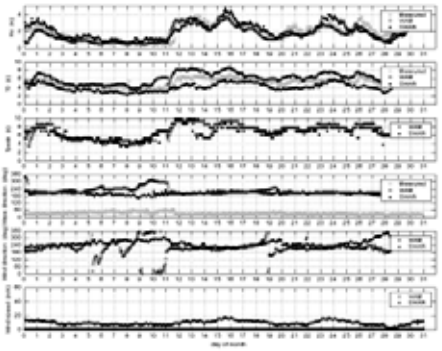
	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中
2005	0.17	0.30	0.21	0.27	0.28	0.68
2006	0.17	0.21	0.18	0.24	0.19	0.72
2007	0.13	0.12	0.1	0.2	0.09	0.51
2008	1.01	0.13	0.11	0.15	0.1	0.24

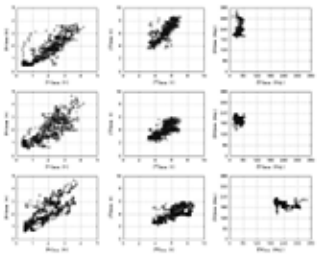
水位相關係數

	安平	花蓮	高雄	基隆	蘇澳	台中
2005~2008	0.856	0.89	0.899	0.876	0.91	0.906

波浪長期模擬及分析-基隆

基隆港(2008/01)

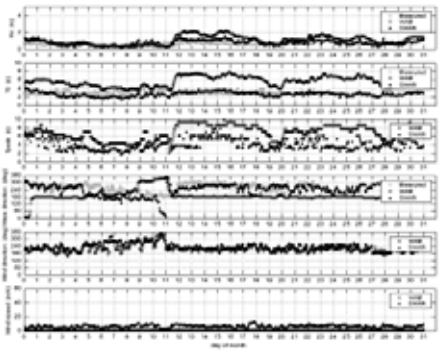


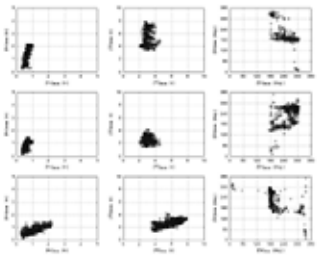


推算與實測波高及週期之間有強烈關係、波向則無

波浪長期模擬及分析-安平

安平港(2008/01)

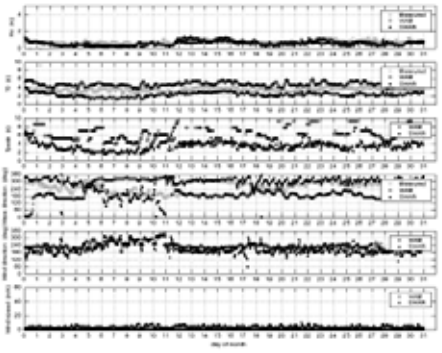


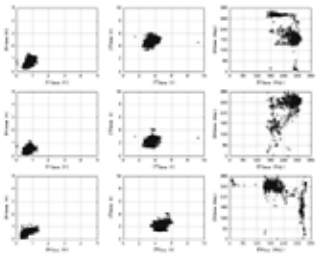


推算波高及週期之間有強烈關係、波向則無

波浪長期模擬及分析-高雄

高雄港(2008/01)

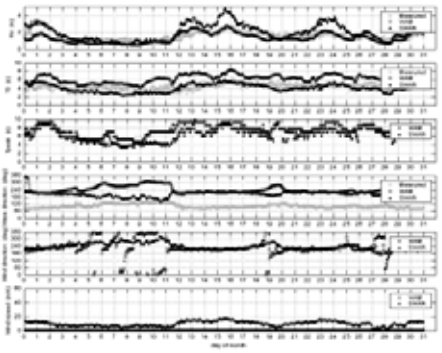


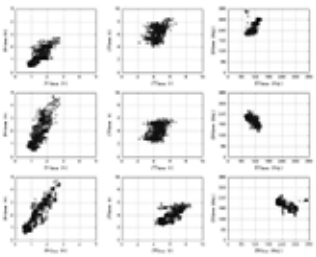


推算波高及週期之間有明顯關係、波向則無

波浪長期模擬及分析-花蓮

花蓮港(2008/01)

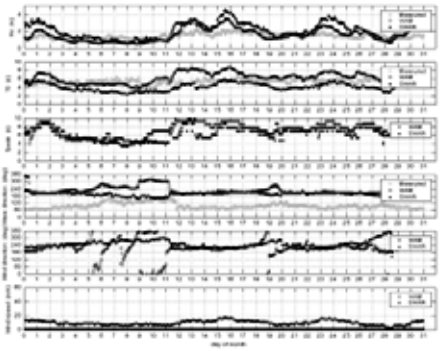


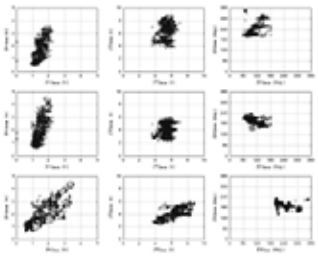


推算與實測波高及週期之間有強烈關係、波向則無

波浪長期模擬及分析-蘇澳

蘇澳港(2008/01)





推算與實測波高及週期之間有強烈關係、波向則無

結論(1)

- 台北及高雄的近岸波浪及海流模式已建置完成，目前仍缺乏足夠的實測資料，未來會持續利用實測資料進行模式校驗
- 台中港港區波浪相關模式建置，可增加預報的時效
- 水位比對與實測資料吻合，基隆5月、高雄3,4月及安平9月份r.m.s值偏大，是因為觀測資料出現異常值以及水準點偏移
- 實測資料在前三季中，資料以台中、安平及高雄測站缺少的資料筆數最多

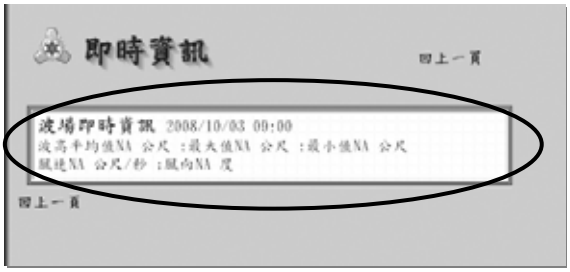
結論(2)

- 最大暴潮統計，潮位計較AWCP及模式大，模式結果與AWCP較接近，此部份仍須與港研中心討論實測資料之間的差異
- 目前波浪推算作業化模式中遭遇的問題
  - SWAN推算之波浪示性波高：東海岸偏高但西海岸偏小
  - SWAN推算之波浪平均週期偏小
  - WAM與SWAN推算之波向差異性很大
- 可能影響推算結果的因素：
  - 風場的正確性與解析度
  - 定常狀態與非定常狀態的模擬
  - 網格解析度

更新網站架構及內容

- 新增臺中港港區即時波場資訊

  在臺中港港區波場模擬加入了前一小時的即時波場資訊（若波浪週期小於六秒時，便不啟動此機制）包含了平均波高、最大波高、最小波高、風速及風向。



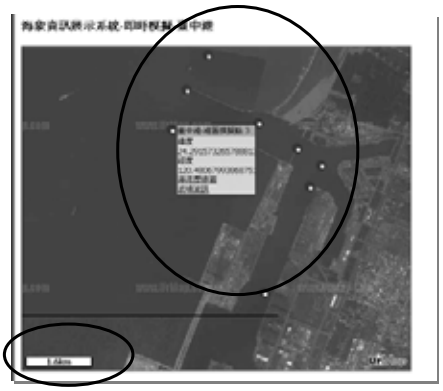
新增臺中港港區即時波場資訊

註:此展示方式是利用PHP網頁程式語言，來讀取計算機端所計算及測量結果所儲存在TXT檔內的資料，並即時展現在網頁上。

臺中港預報地理資訊展示系統介面

- 本預報地理資訊之展示系統已在防救災預報網站上建立連結，方便使用者觀看當日即時資訊。
- 而在臺中港預報地理資訊之展示系統，已建立八個模擬點可以觀看其相關資訊內容。
- 展示系統介面的左下角，加入了比例尺工具，可讓使用者在操作使用上，能清楚明瞭在介面上所見與實際的地形上的比例差異。

臺中港預報地理資訊展示系統之介面



展示系統介面加入了比例尺工具

敬請指正
Thank You