111-025-7D09
IOT-110-H3C001

110 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

交通部運輸研究所

中華民國 111 年 3 月

111-025-7D09
IOT-110-H3C001

110 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

著者：劉正琪、林雅雯、傅怡釧、李兆芳、謝佳紘、江朕榮

交通部運輸研究所

中華民國 111 年 3 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運.
110 年 / 劉正琪, 林雅雯, 傅怡釧, 李兆芳, 謝佳
紘, 江朕榮,著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸
研究所, 民 111.03
面； 公分
ISBN 978-986-531-362-3(平裝)

1.CST: 海洋氣象

557 106014987

110 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

著　　者：劉正琪、林雅雯、傅怡釧、李兆芳、謝佳紘、江朕榮
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市松山區敦化北路 240 號
網　　址：www.iot.gov.tw (中文版＞數位典藏＞本所出版品)
電　　話：(04)2658-7200
出版年月：中華民國 111 年 3 月
印 刷 者：OOOOOOOOO
版(刷)次冊數：初版一刷 50 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定　　價：550 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)2349-6789
國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)2518-0207
五南文化廣場：400002 臺中市中區中山路 6 號•電話：(04)2226-0330

GPN：1011100110　　ISBN：978-986-531-362-3(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：110 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN 978-986-531-362-3 (平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1011100110</td><td>運輸研究所出版品編號
111-025-7D09</td><td>計畫編號
IOT-110-H3C001</td></tr>
<tr><td colspan="2">本所主辦單位： 港研中心
主管：蔡立宏
計畫主持人：林雅雯
研究人員： 傅怡釧
聯絡電話：04-26587134
傳真號碼：04-26564415</td><td colspan="2">合作研究單位：國立成功大學
計畫主持人： 劉正琪
協同主持人：李兆芳
研究人員：謝佳紘、江朕榮
地址： 70101 臺南市東區大學路 1 號
聯絡電話：06-2371938 轉 301</td><td>研究期間
自 110 年 2 月

至 110 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：北端海域、港區靜穩模擬、海象模擬</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
本計畫屬於港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)110 年科技綱要計畫「海洋及交通運輸防災技術研究(4/4)」下，分項「港灣環境資訊整合及防災應用研究」細部計畫之子計畫。
計畫除了持續維運海象模擬作業化系統正常運作外，今年度研究重點為北端海域，主要課題包括小尺度風浪模組、小尺度水動力模組、優化港區靜穩模擬模組及其他相關海象模擬之改善等。研究成果包括優化風場處理系統執行架構及完成臺海風浪模擬作業系統每日四報升級；利用港研中心波浪、潮位及海流觀測資料，校驗臺灣周圍海域風浪、水動力模擬成果，成果將作為風浪、水動力等海象模擬改善之依據；完成 110 年度 9 海域主要港口模擬與觀測成果評估，並以颱風期間為評估重點；完成北端海域小尺度風浪模組及水動力模組建置，分別納入臺海風浪模擬系統及臺海水動力模擬系統測試與模擬成果校驗；利用花蓮港及蘇澳港港內、外波浪觀測資料，校修花蓮港及蘇澳港港域波浪模組相關參數值，達成優化花蓮港及蘇澳港港內靜穩模擬目的。
本計畫相關研究成果及數值模擬經驗將能夠應用至其他離島海域，達到完善臺灣周圍海域「海氣象模擬預報系統」之目標。於平時提供港區、藍色公路及海岸公路等相關海象模擬資訊，另於颱風侵襲期間，相關結果可作為防災預警之評估依據，以輔助船舶進出、藍色公路航行安全及海岸公路行車安全等重要資訊。</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>111 年 3 月</td><td>480</td><td>550</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">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: Operational calibration and maintenance of the marine meteorology automatic forecast simulation system, 2021

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-531-362-3(pbk)	1011100110	111-025-7D09	IOT-110-H3C001

DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Li-Hung Tsai
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ya-Wen Lin
PROJECT STAFF: Yi-Chuan Fu
PHONE: (04) 26587134
FAX: (04) 26564415

PROJECT PERIOD

FROM February 2021
TO December 2021

RESEARCH AGENCY: National Cheng Kung University
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Cheng-Chi Liu
CO-PROJECT INVESTIGATOR: Jaw-Fang Lee
PROJECT STAFF: Chia-Hon Shieh, Chen-Jung Chiang
ADDRESS: NO.1, University Road, Tainan, Taiwan 70101, R.O.C.
PHONE: (06) 2371938 ext. 301

KEY WORDS: NORTHERN SEA AREA, HARBOR TRANQUILITY SIMULATION, SEA METEOROLOGY SIMULATION

ABSTRACT:

The project is a sub-project of the detailed plan “Research in the Application of Environmental Information Integration and Disaster Prevention” under the 2021 Guideline Technology program “Research in Marine and Transportation Disaster Prevention Technology (4/4)” of the Harbor & Marine Technology Center.

In addition to maintaining normal operation of the sea meteorology simulation operational system, the project this year focuses on the northern sea area emphasizing on improvement of the simulations including the small-scale wind wave module, small-scale hydrodynamics module, optimization of port tranquility simulation module, and other related sea meteorology simulations. Research achievements include: Optimization of the wind field process system, and accomplishment of upgrading daily four reporting of the wind-wave simulation system; Verification of the wind wave and hydrodynamic simulation results in Taiwan’s surrounding sea areas utilizing HMTC’s observatory data of waves, tides, and currents, with the results to serve as the basis for improvement of wind wave, hydrodynamic and other sea meteorology simulations; Accomplishing year 2021 evaluation of the simulation and observation results at 9 main harbors in the sea areas focusing on typhoon periods; Accomplishing establishment of the small-scale wind-wave module and hydrodynamic module for the northern sea area, each of which includes testing and verification processes of the Taiwan sea area wind wave simulation system and Taiwan sea area hydrodynamic simulation system; Optimization of the tranquility simulation module of Hualien and Suao harbors by modifying parameters obtained from observatory data inside and outside both harbors.

Results of the present research and numerical simulation experience of this project can be applied to sea areas of other outlying islands to help achieve the goal of perfecting the “sea meteorological simulation and forecast system” for the waters around Taiwan. In normal times, the relevant results can provide relevant sea meteorology simulation information of port areas, blue highways and coastal highways. During the typhoon period, the present results can be used as the evaluation basis for disaster prevention and early warning, as well as important information for ship access, navigation safety on blue highways and driving safety on coastal highways.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE
March 2022	480	550

目 錄

圖 目 錄

表 目 錄

第一章 緒論

1.1 計畫緣起及目的

臺灣四面環海，地狹人稠、陸上資源有限，為了能夠合理且有效地規劃與開發近岸生活圈，政府長期積極推動規劃近岸海域的開發與利用，致力於保護與維護沿海的百姓生命財產及海上運輸的安全。由於臺灣本島與離島間各類物資及人員多需仰賴海洋運輸，惟臺灣周圍海象變化莫測且海上觀測資訊不足，以致海上運輸時有漁船、舢舨等海事事件發生，如近年來的海洋拉拉號(2010 年 8 月 8 日)、百麗客輪(2011 年 6 月 11 日)、德翔臺北輪擱淺(2016 年 3 月 10 日)等海上航安事件，以及層出不窮因海象導致船隻擱淺事件；此外，沿海陸上運輸則易受颱風浪襲影響，如臺東海岸公路(南興段)及花蓮(人定勝天段)等路段公路通行事件頻傳。在在顯示海氣象對於海上及臨海陸上通行安全影響極大，尤其惡劣的海氣象如颱風引起之強風、大浪與暴潮等，往往是造成船隻觸礁、碰撞、甚至傾覆等海難事件，及造成海岸公路浪襲、掏刷及路面損壞等之主因。

基於保護臺灣周遭水域航行船舶與人員安全，以及水環境維護等考量，交通部運輸研究所乃於民國 92 年起著手推動近岸/近海防救災相關海象預測系統，配合已經推動多年的海氣象觀測，成立海情中心，提供相關海象觀測與預測的資料，協助相關單位維護臺灣水域的安全。

本計畫目的為針對交通部運輸研究所港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)「臺灣近岸海象預測系統」進行維護，包括臺灣及離島主要港口港域、藍色公路及海岸公路鄰近海域等，有關風力、波浪、水位及流場海象模式之改善，並探討港區靜穩預警等課題。臺灣近岸海象預測系統透過港灣環境資訊系統平臺的發展，於平時提供港區、藍色公路及海岸公路等相關海象模擬資訊；另於颱風侵襲期間，相關結果亦可作為防災預警之評估依據，以輔助船舶進出、藍色公路航行安全及海岸公路行車安全等重要資訊。

1.2 計畫重要性

本計畫對於臺灣及離島等 9 個港口(臺北、基隆、蘇澳、花蓮、高雄、安平、布袋、臺中及馬祖等)有關風力、波浪、水位及流場等海象預測系統提供維護及改善，精進臺灣東部海域之風浪模式，確保藍色公路海上航行安全；並建置港區靜穩模組，輔助港務公司船舶管理及促進進出港航行安全。另東部海岸公路鄰近海域之水位及風浪預測成果，將提供「海岸公路浪襲預警系統」之封路輔助參考，降低人員現場應變作業及民眾行車安全風險。

在政府施政之關聯性上，本計畫配合交通部推動科學技術發展之目標：(1)推動現代化氣象及海象觀測，提升地震測報效能、拓展強震即時警報資訊於防災之應用；發展精緻化氣象預測、開創多元化氣象服務管道，以提升海象服務水準，並達成防災、減災及促進經濟發展之目標，並配合運輸系統管理及資訊服務之整合應用，為健康臺灣提供優質氣象資訊。(2)推動海岸災害防救科技發展，精進海岸與港灣的災害防救科技研發，強化基礎設施中有關環境資料庫之調查蒐集與建置及應用。

在政府施政配合性上，本計畫海象預測系統內結合港研中心「港灣環境資訊系統」，平時提供風場、波浪、水位及流場等即時海象資訊，以供各港務單位港口船舶交通航運安全使用，於颱風期間或面臨緊急海難及各種海岸災害(包括海岸公路)等防救時，亦可迅速提供救災必要海象模擬資訊。

在計畫前後連貫之整體性上，本計畫屬於港研中心 110 年科技綱要計畫「海洋及交通運輸防災技術研究(4/4)」之分項計畫「港灣環境資訊整合及防災應用研究」下所建置海象模擬作業系統，為 4 年期研究計畫之第 4 年子項計畫。本計畫預期相關研究之成果及經驗將能夠應用至其他離島海域，達到完善臺灣周圍海域「海氣象模擬預測系統」之目標。

1.3 相關本計畫

港研中心自民國 92 年起著手於整合近岸海象數值模擬與海象觀測資料之研究計畫，建構適用於臺灣本土四周海域之海象數值模擬與預警系統。規劃中的「近岸海象數值模擬及預警系統」架構，如圖 1.1 所示，顯

示此海象數值模擬及預警系統之規劃係以結合波浪、水位、海流、海嘯及污染擴散等相關數值模式，以及相關海象即時觀測系統，構建成整合性的近岸海域海象數值模擬及預警系統為研究方向。整體研究先期計畫係由中山大學陳陽益教授及李忠潘教授所組成的跨領域研究團隊及港研究中心研究人員共同進行合作研究，除了參考國內外近海海象預測系統及相關海象數值模式的發展與應用外，並依據臺灣周圍海域海象特性及模擬需求，規劃不同尺度與解析度之數值計算網格及其適用的相關海象數值模式。在研究團隊整合研究下，陸續完成相關軟、硬體之建置，以及海象數值模擬相關作業化模組開發。同時由港研中心與國立中山大學共同合作於民國 96 年取得「臺灣近岸海象預報系統(Taiwan Coastal Operational Modeling System)」之專利權，並將整個近岸海象數值模擬作業化系統移轉至港研中心運作與維護至今。

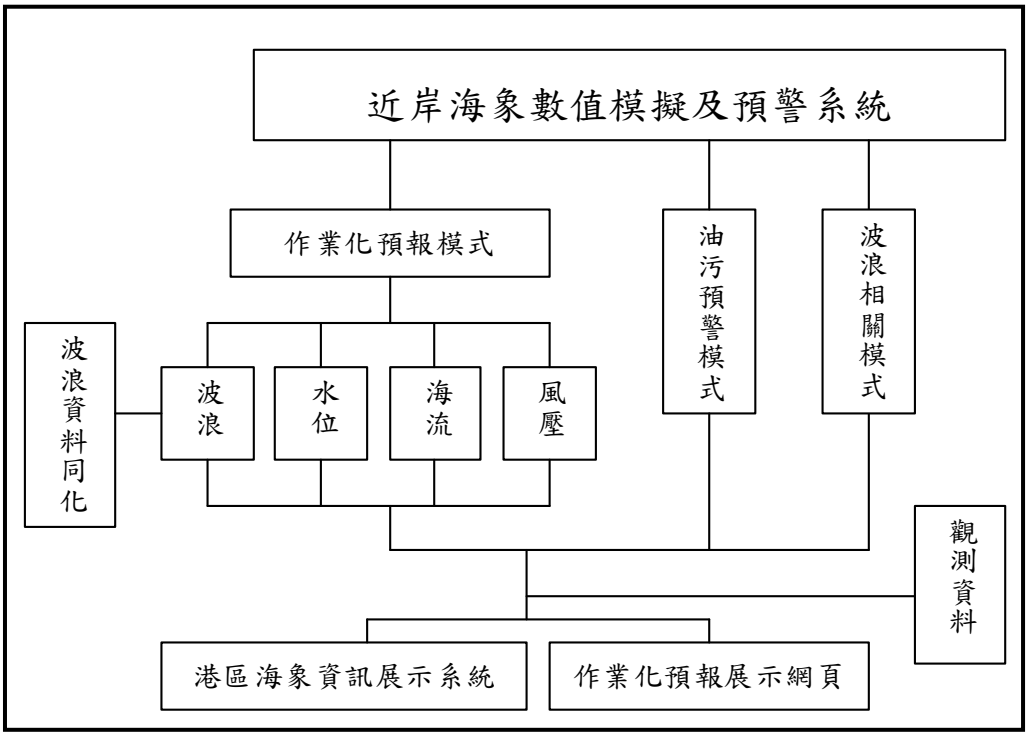


圖 1.1 近岸海象數值模擬及預警系統架構圖

之後，港研中心於四年期計畫(民國 96~99 年)「臺灣近岸防救災預警系統技術與作業化之研究」中，持續推動下列研究：(1)近岸風浪模擬技術之研發及預警精度改進研究；(2)結合港研中心相關計畫之海象即時監測作業，發展颱風波浪模擬技術，建置近岸防災預警方法，以減低颱風期間海岸災害破壞；(3)近岸防災預警系統之作業化研究，加強作業效能

之提昇，預測系統採人性化操作界面，以利相關單位使用。先後，完成基隆港等七大商港小尺度近岸波浪模式及水動力模式建置與作業化模擬等研究。

由於臺灣附近水域的地形與環境複雜，仍有諸多影響因子需要持續進行研究與改善，港研中心另於四年期計畫(民國 100~103 年)進行「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究」分項研究計畫。於 100 年及 101 年規劃了「提昇海岸及港灣海域波浪模擬技術之研究」與「提昇海岸及港灣海域水位與海流模擬技術之研究」等合作研究計畫，102 年整合成「提昇海岸及港灣海域海象模擬技術之研究」合作研究計畫，103 年改為「臺灣主要商港海象模擬技術之精進及系統維運」合作研究計畫。目的為了提升海岸及港灣海域海象模擬技術之研究，除了進行現有波浪、潮位及海流等海象預測系統的維護，以及相關預測與實測資料的比較分析以外，並將進一步探討水位對風浪預測的影響與系統建置，此外也進行近岸海象預測系統的改善尋求其他可能方案。

港研中心在 104 年科技計畫「海洋防災科技及永續發展計畫(3/4)」綱要計畫之分項計畫，持續推動「港灣海象模擬暨溢淹資訊建置之研究」兩年期計畫，分別於 104 年辦理「海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」及 105 年辦理「105 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」等合作研究計畫。除了針對現有臺灣主要商港海象預報系統進行校修及維運，執行預測與實測資料之比較分析外，並完成離島澎湖海域波浪、水位及流場等海象模擬子系統，提供臺灣本島與澎湖群島間細緻化海域海象模擬資訊。在科技計畫「海洋及交通運輸防災技術研究」之分項計畫「港灣環境資訊整合及防災應用研究」下陸續辦理「港灣海象模擬技術及預警系統研發」(106 年)、「107 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」(107 年)及「108 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」(108 年)等子項計畫。除了針對現有臺灣主要商港海象預測系統進行校修及維運，執行預測與實測資料之比較分析外，於 106 及 107 年持續針對臺灣東南海域包含臺東富崗漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港及屏東後壁湖漁港等港口進行小尺度風浪、水位及流場模擬系統建置研究，以期提供細緻化海象模擬資訊研究，確保臺灣本島東海海域藍色公路海上航行安全。

1.4 研究範圍與對象

本計畫研究內容包含風力、波浪、水位及海流等海氣象資訊，研究對象及範圍除了臺灣周圍海域及離島澎湖海域外，本年度重點研究對象為臺灣北端海域，其範圍自北部海岸富貴角向東延伸至三貂角間海岸區域，區域內基隆港海域為北部重要國際商港，如圖 1.2 所示。

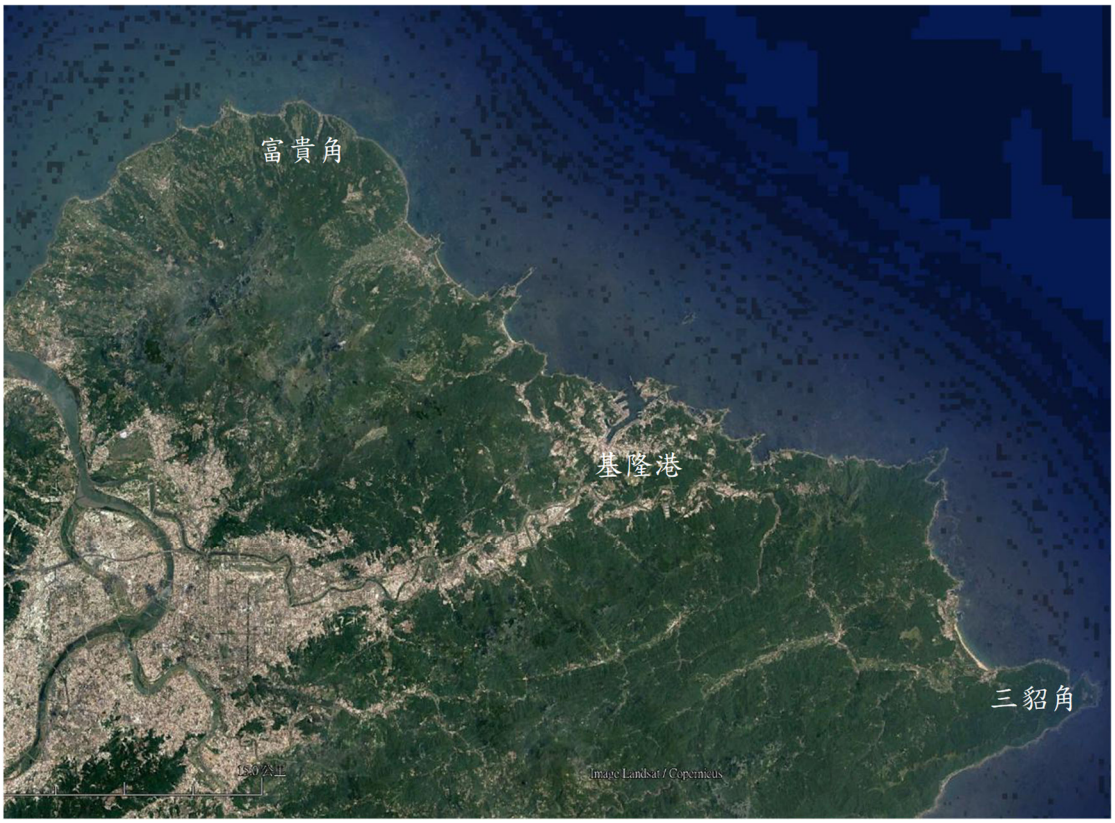


圖 1.2 本計畫研究範圍與對象之示意圖

1.5 本年度研究內容及工作項目

本計畫(110 年)主要研究內容及工作項目如下：

1. 海象自動化預測模擬系統校修與維運：持續進行港研中心「臺灣近岸海象預測系統」(TaiCOMS)維護與資料更新、軟硬體更新與測試、模式作業化環境之改善及維護等相關工作。
2. 海象自動化預測及預警模擬系統改善研究：針對臺灣本島及離島等 12 海域，依據歷年有關海象作業化預測評估結果，進行波浪、水位及流場等相關模組改善研究。

3. 臺灣周圍海域風浪模擬與校驗：依據港研中心風浪觀測資料(或中央氣象局、水利署)校驗模式模擬結果，作為後續模式修正之依據，並針對本年度或歷史颱風資料進行模擬與評估。
4. 臺灣周圍海域水動力模擬與校驗：依據港研中心(或中央氣象局、水利署)水位及海流觀測資料校驗模式模擬結果，並針對本年度(110 年)或歷史颱風資料進行模擬與評估，作為後續模式修正之依據。
5. 風力、波浪、水位及流場等海象預測作業化成果評估：配合港研中心於臺灣本島及離島等 9 個主要商港，進行本年度(110 年度)海象預測成果評估。
6. 北端海域基本資料蒐集與分析：蒐集更新北端海域(富貴角至三貂角間海岸區域)的地形水深及分析海象資料特性。
7. 北端海域小尺度風浪模組建置：應用基隆港觀測資料校驗，建置北端海域小尺度風浪模組。
8. 北端海域小尺度水動力模組建置：應用基隆港觀測資料校驗，建置北端海域小尺度水動力模組。
9. 優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬模組：修正花蓮港區靜穩模擬模組、蘇澳港區靜穩模組，藉由 109 年度設置之花蓮港及蘇澳港內觀測站與港外長期觀測站，進行模組校驗及優化作業。
10. 為建立相關數值模擬系統及數值預測系統之模式計算、資料庫維護管理、資料統計、繪圖等工作，需派碩士級（含）以上專業人員一員至港研中心駐點服務，其人員工作期間為履約時限(自簽約日起算)。

第二章 臺灣近岸海象模擬作業化系統維運與改善研究

2.1 海象模擬作業化系統簡介

港研中心建構的臺灣近岸海象預測系統(Taiwan Coastal Operational Modeling System, TaiCOMS)整體架構如圖 2.1 所示，包含了即時海象觀測網、海象模擬作業化系統及港灣環境資訊網等三部份。其中海象模擬作業化系統係由風場處理系統、波浪模擬系統、水動力模擬系統及海嘯模擬系統等四個子系統組成。本計畫維運負責的海象模擬作業化系統包括風場處理系統、波浪模擬系統及水動力模擬系統，整體架構如圖 2.2 所示。

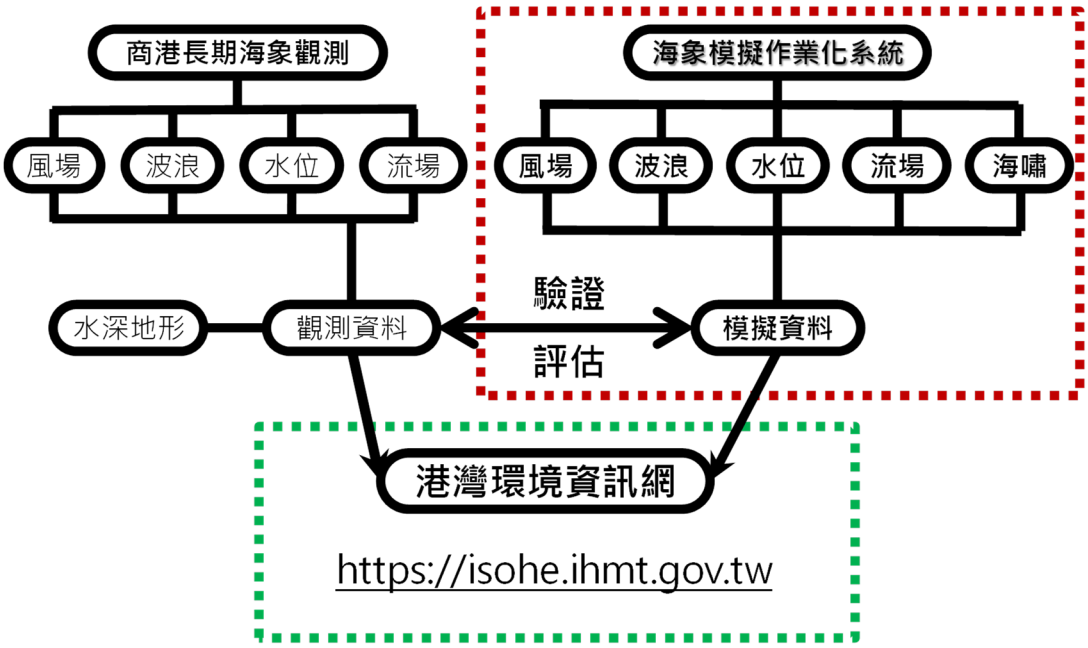


圖 2.1 臺灣近岸海象預測系統整體架構圖

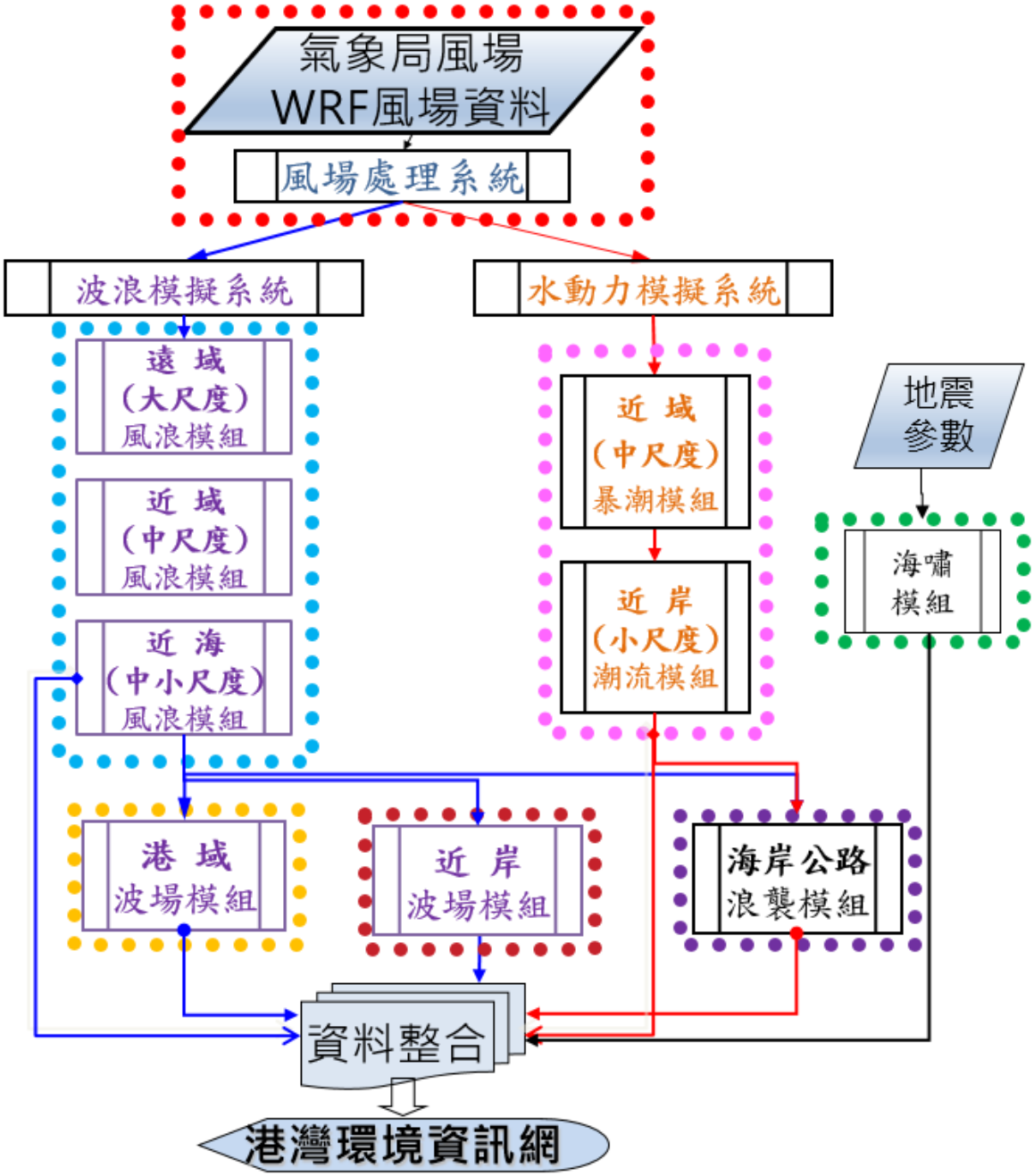


圖 2.2 本計畫海象模擬作業化系統之架構圖

2.1.1 風場處理作業系統

風場處理作業系統主要目的為處理交通部中央氣象局(以下簡稱氣象局)提供之天氣數值預報資料，產出波浪模擬及水動力模擬作業化系統所需之風、壓場預測資料，以及提供港灣環境資訊網展示之風、壓場預測資料。目前風場處理作業系統採用 Linux 作業系統，處理流程包括自中央氣象局 ftp 下載的天氣數值預報資料、資料解碼、重組及內插等。

目前氣象局提供港研中心每日 2、8、14 及 20 時天氣數值預報資料，分別來自於 WRF (Weather Research and Forecast)成員 M04 及 M05；二者水平網格同為解析度 15km/3km 之巢狀網格，本計畫分別以 WD01 及 WD02 表示之；二者主要差異在於成員 M04 之模擬範圍屬於固定不變，如圖 2.3 所示，成員 M05 水平解析度 3km 網格之模擬範圍區分為四種版本(本計畫以 WD02、WDW2、WDN2 及 WDS2 表示之)，選取方式係隨颱風之路徑及位置，採浮動方式因應之，如圖 2.4 所示，有關成員 M04 及 M05 水平網格資訊，如表 2-1 及表 2-2 所列。

對 TaiCOMS 而言，風壓場資料屬於海面 10m 高度風場及海面氣壓場資料，依資料範圍及網格解析度區分為為西太平洋風場及氣壓(以 WE01 表示)及臺灣海域風場及氣壓(WE02)兩種類型，相關網格資訊如表 2-3 所列：

1. 西太平洋風場及氣壓(WE01)：資料範圍為北緯 10˚至 40˚，東經 105˚至 150˚，網格解析度採用 1/6˚(或 10')之球面坐標規則網格，網格大小為 271×181。由成員 M04 或 M05 水平方向解析度 15km 網格資料(WD01)產出，如圖 2.5 所示。
2. 臺灣海域風場及氣壓(WE02)：資料範圍為北緯 20˚至 29˚，東經 116˚至 125˚，網格解析度採用 1/30˚(或 2')之球面坐標規則網格，網格大小為 271×271。由成員 M04 或 M05 水平方向解析度 3km 網格資料(WD02)產出，如圖 2.6 所示。

因應 TaiCOMS 海象模擬預測每日 1 報及每日 4 報作業系統需求，本計畫風壓場組合方式區分為每日 1 報作業化風壓場及每日 4 報作業化風壓場，簡述如下：

1. 每日 1 報風場及氣壓：資料時間長度為 73 小時(即 0 ~ 72 時)，代表昨日、今日及明日模擬預測風壓場，其中前 24 小時提供每日 1 報海象追算模擬使用，後 48 小時代表系統預測之作業化風壓場。本計畫每日 1 報作業化模擬之風壓場資料構成方式，如圖 2.7 所示，係採用離系統發布時間(每日 3 時)最近之六組中央氣象局預報風壓場資料組合而成。圖中 D-1 代表作業化日期 D 之前一天，“_00” 、“_06”、“_12”及“_18”代表中央氣象局每報及風場預報起始之 UTC 時間(分別相當於臺北時區 8、14、20 及次日 2 時)，

WRF 風場每次預報長度為 84 小時(即 0~84 共 85 組資料)。另考量中央氣象局 WRF 每報初始階段風場具調整場特性，因此，針對中央氣象局每報風壓場截取時段之起點設定為每報 6 時。基於 TaiCOMS 系統時間採用臺北時區，即每日作業化起始時間為 0 時，故每日(D) 1 報作業化風壓場 0~72 時係由氣象局預報風壓場 D-2_06.10~11、D-2_12.06~11、D-2_18.06~11、D-1_00.06~11、D-1_06.10~11 及 D-1_12.06~52 等逐時資料組合而成。

2. 每日 4 報風場及氣壓：資料時間長度為 55 小時(即 0 ~ 54 時)，其中前 6 小時提供每日 4 報海象追算模擬使用，後 48 小時代表系統預測之作業化風壓場。本計畫每日 4 報作業化模擬之風壓場資料構成方式，如圖 2.8 所示，係採用離系統發布時間(每日 3、9、15 及 21 時)最近之三組中央氣象局預報風壓場資料組合而成。

表 2-1 中央氣象局 WRF 成員 M04 水平兩層巢狀網格資訊表

DMS FLAP	坐標系統	dimension	resolution	格點位置
WD01	Lambert conformal mapping	661×385	15 km	Center(120E), true (10N, 40N)， 坐標(340,214)位置位於(30N,120E)， 中心點坐標為(331,192)位置位於 (26.926N,118.5908E) 底圖 左下點(-5.693677ºN,78.02554ºE) 右上點(43.28705ºN,-179.5461ºE)
WD02	Lambert conformal mapping	1,158×673	3km	Center(120E), true (10N, 40N)， 坐標(522,547)位置位於(30N,120E)， 中心點坐標為(579.5,337)位置位於 (24.1285N,121.7601E) 底圖 左下點(14.02224ºN,105.2500ºE) 右上點(32.12021ºN,140.91388ºE)

表 2-2 中央氣象局 WRF 成員 M05 水平兩層巢狀網格資訊表

DMS FLAP	坐標系統	dimension	resolution	格點位置
WD01	Lambert conformal mapping	661×385	15 km	Center(120E), true (10N, 40N)， 坐標(340,214)位置位於(30N,120E)， 中心點坐標為(331,192)位置位於 (26.926N,118.5908E) 底圖 左下點(-5.693677ºN,78.02554ºE) 右上點(43.28705ºN,-179.5461ºE)
WD02	Lambert conformal mapping	1,158×673	3km	Center(120E), true (10N, 40N)， 坐標(522,547)位置位於(30N,120E)， 中心點坐標為(579.5,337)位置位於 (24.1285N,121.7601E) 底圖 左下點(14.02224ºN,105.2500ºE) 右上點(32.12021ºN,140.91388ºE)
WDW2	Lambert conformal mapping	1,158×673	3km	坐標(522,547)位置位於 (25.6859N,113.789E)， 底圖 左下點(9.28319ºN, 100.28052ºE) 右上點(28.70159ºN, 133.88763ºE)
WDS2	Lambert conformal mapping	1,158×673	3km	坐標(522,547)位置位於 (25.36114N,131.6087E)， 底圖 左下點(10.65799ºN, 115.97919ºE) 右上點(25.97729ºN, 151.71252ºE)
WDN2	Lambert conformal mapping	1,158×673	3km	坐標(522,547)位置位於 (33.6782N,132.47064E)，底圖 左下點 (18.89073ºN, 115.71506ºE) 右上點(34.07277ºN, 154.05664ºE)

表 2-3 TaiCOMS 海象模擬作業化系統之風壓場資料格式

模式	dimension	模式格網度(°)	格點位置
西太平洋風場及氣壓 WE01	271×181	1/6°≈ 0.167°	左下點(10N,105E) 右上點(40N,150E)
臺灣海域風場及氣壓 WE02	271×271	1/30°≈ 0.033°	左下點(20N,116E) 右上點(29N,125E)

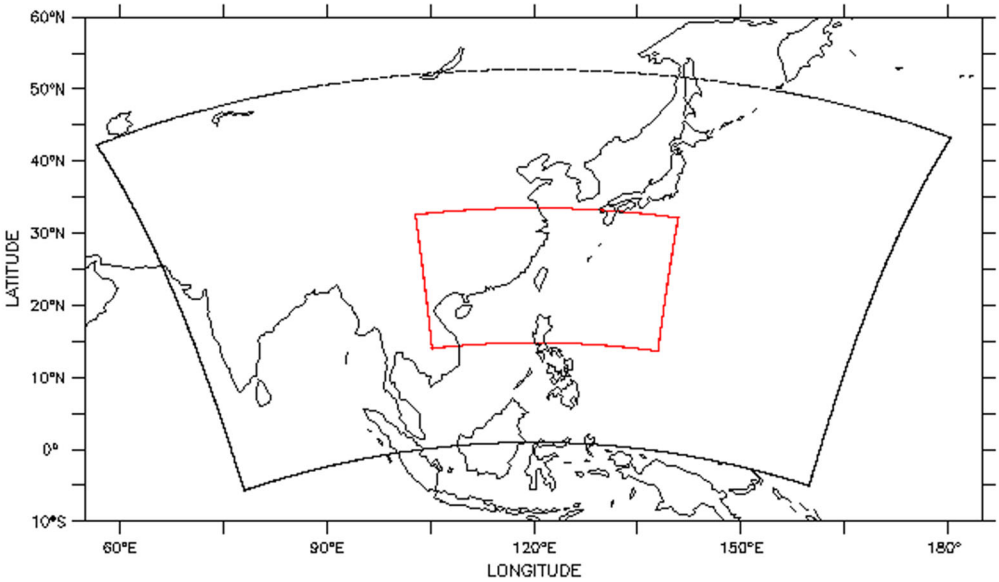


圖 2.3 氣象局 WRF 成員 M04 水平網格模擬範圍圖

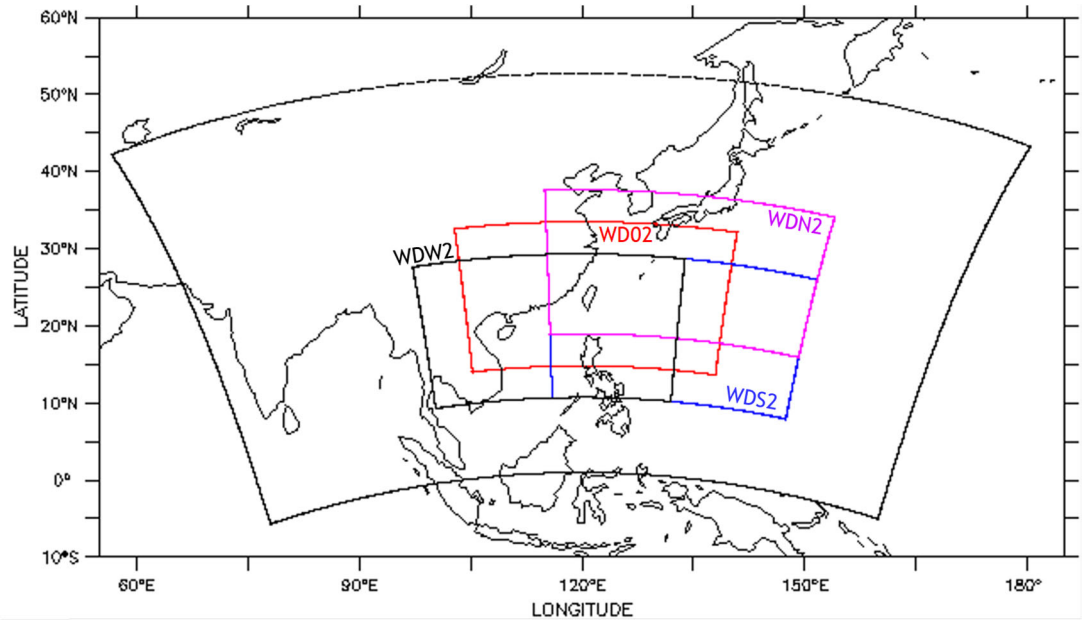


圖 2.4 氣象局 WRF 成員 M05 水平網格與浮動網格模擬範圍圖

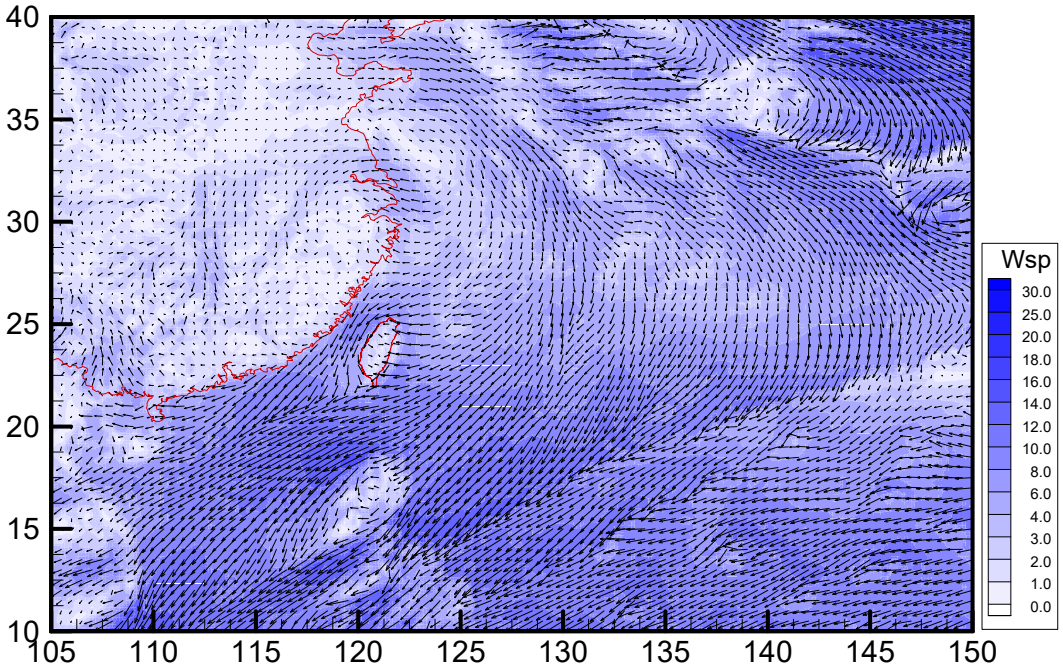


圖 2.5 TaiCOMS 作業化風壓場 WE01 資料輸出範圍圖

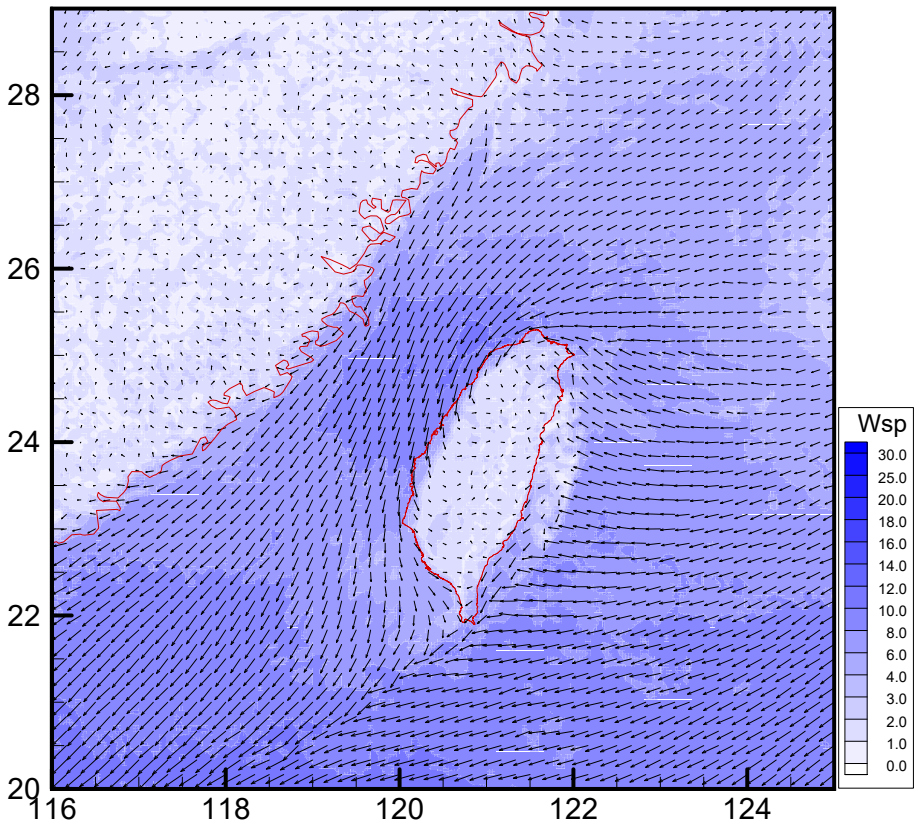
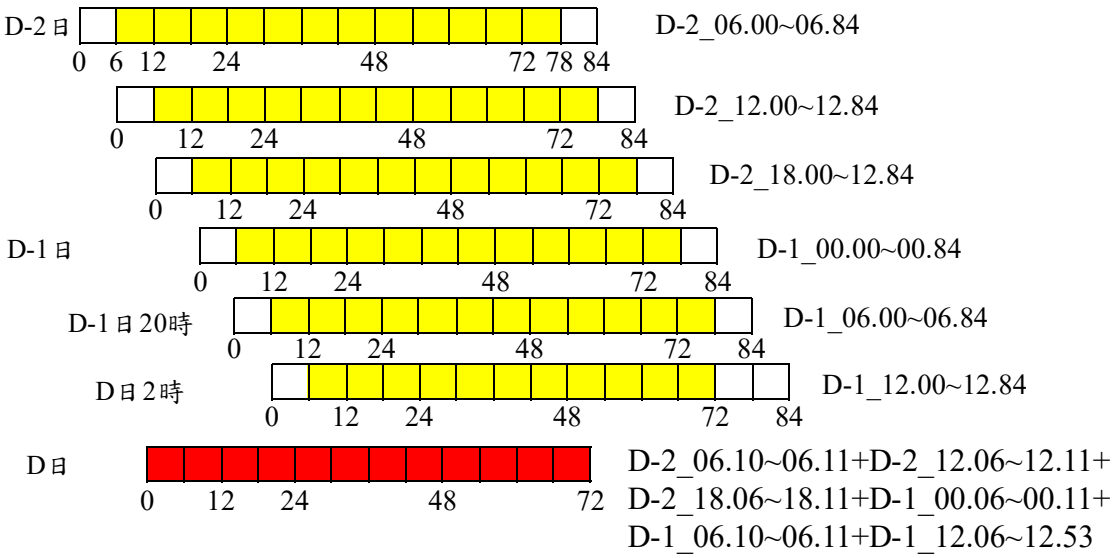


圖 2.6 TaiCOMS 作業化風壓場 WE02 資料輸出範圍圖



備註：風力預報（黃），提供波浪及水動力預報（紅）每日1次

圖 2.7 每日 1 次海象作業化模擬預報風場之組合方式圖

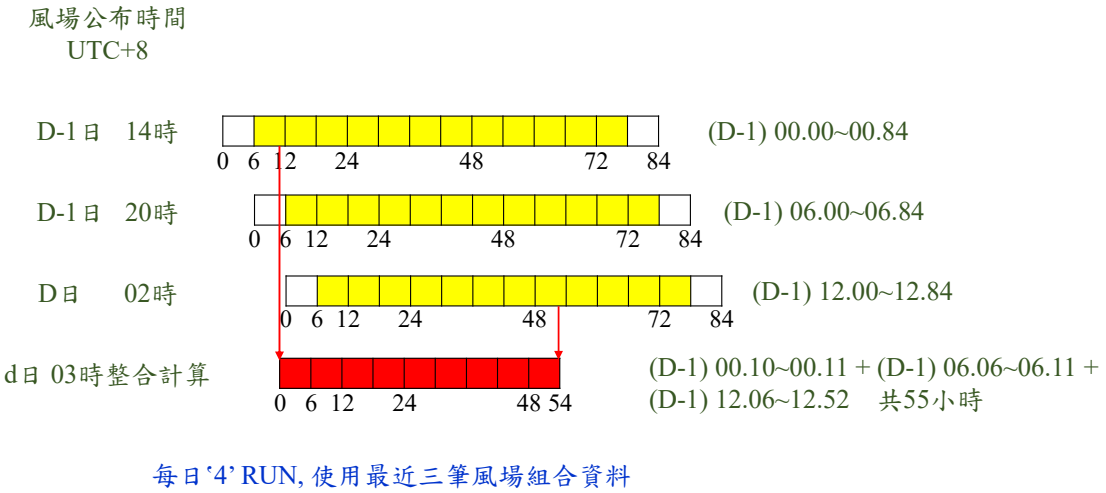


圖 2.8 每日 4 次海象作業化模擬之預報風場組合方式圖

2.1.2 波浪模擬系統

TaiCOMS 波浪模擬主要目的為針對國內主要商港(如基隆港等)近岸及港域波浪進行作業化模擬與預測，提供國內主要商港航安及維運所需之波浪預測資訊。因此，TaiCOMS 波浪模擬系統發展包括臺海風浪模擬及港區波浪模擬(參考圖 2.2 所示)；其中臺海風浪模擬子系統組成包括大尺度遠域風浪模組、中尺度近域風浪模組及小尺度近海風浪模組等。臺海風浪模擬目的之一為提供各港區波浪模擬預測所需之外海風浪輸入條件；港區波浪模擬系統區分為近岸波浪模擬子系統及港域波浪模擬子系

統，後者可提供各商港港口及港內碼頭區波浪模擬預測資訊。

目前臺海風浪模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程，如圖 2.9 所示，其組成包括一個遠域風浪模組(西太平洋範圍風浪模組)、一個近域風浪模組(臺灣周圍範圍風浪模組)及數個近海風浪模組等，構成完整的三層巢狀網格風浪模擬子系統。各模組之特性及功用如下：

1. 遠域風浪模組：模擬範圍為西太平洋北緯 10°至 35°，東經 110°至 145°之海域，如圖 2.10 所示；數值計算格網採用 0.2°(或 12')之地球弧形網格，屬於大尺度風浪模組或稱西太平洋範圍風浪模組。遠域風浪模組使用的數值模式為海洋波浪預測模式 WAM (WAve Modeling)，模式相關介紹如附錄一所述。目的除了提供西太平洋範圍遠域風浪場模擬資訊外，主要功能為產生作業系統近域風浪模擬所需之開放邊界條件。
2. 近域風浪模組：以臺灣周圍海域為對象，模擬範圍為北緯 20.6°至 28°及東經 117.6°至 123.6°之海域，如圖 2.11 所示；數值計算格網採用 0.04°(或 2.4')之球面坐標規則網格，又稱中尺度風浪模組。近域風浪模組使用的數值模式為荷蘭 Delft 大學所發展之近海風浪模式 SWAN (Simulating WAves Nearshore)，模式簡介詳附錄一。目的提供(1)臺灣周圍海域較高解析度與較精確的風浪場模擬結果，(2)提供各近海風浪模組所需的開放邊界條件，(3)各主要商港近岸及港域波浪模組之預測模擬條件(示性波高、週期、波向等)作為各商港近岸及港域波浪場及港域波浪場模擬之依據。
3. 近海風浪模組：計有離島澎湖海域、金門海域、馬祖海域及臺灣本島東南海域、西南海域、花蓮海域及蘇澳海域等 7 個模組，各模組之模擬範圍，如表 2-4 所列及圖 2.12~圖 2.18 所示；各模組數值計算格網採用解析度 0.008°之數值計算網格，又稱為小尺度風浪模組。同近域風浪模組採用近海風浪模式 SWAN，利用巢狀網格概念由近域風浪模組提供開放邊界上風浪模擬之方向波譜資料作為邊界條件。主要功用包括(1)提供臺灣近海或海上航安更細緻化風浪模擬結果，(2)提供各主要商港近岸或港域波浪模組更精確之預測模擬條件(示性波高、週期、波向等)。

表 2-4 本計畫近海海域風浪模組之數值計算網格資訊表

模組名稱	範圍		解析度(°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
澎湖海域	119.00/120.56	22.80/24.20	0.008	186×176
金門海域	117.80/118.88	24.04/24.72	0.008	136×086
馬祖海域	119.44/120.84	25.56/26.72	0.008	176×146
東南海域	120.76/122.00	21.52/23.00	0.008	156×186
西南海域	119.80/120.88	21.52/22.52	0.008	136×126
花蓮海域	121.40/122.40	23.28/24.24	0.008	126×121
蘇澳海域	121.64/122.40	24.24/25.12	0.008	96×111

本計畫臺海風浪模擬子系統係建置在 Windows 系統下，在設計上整合各模組模擬輸入檔之生成、作業化模擬流程及模擬結果後處理程序，透過 Fortran 程式編撰並整合成一個風浪模擬作業化執行程式(.EXE)。各模組輸入檔範例詳如附錄三，其中風浪模式 WAM 及 SWAN 在本計畫設計之模擬流程，分別如圖 2.19 及圖 2.20 所示，其中模擬流程區分為冷啟動及熱啟動兩類型，近海風浪模組則利用不同視窗同步執行方式為之，詳見 2.2.1 風浪模擬子系統維運說明。

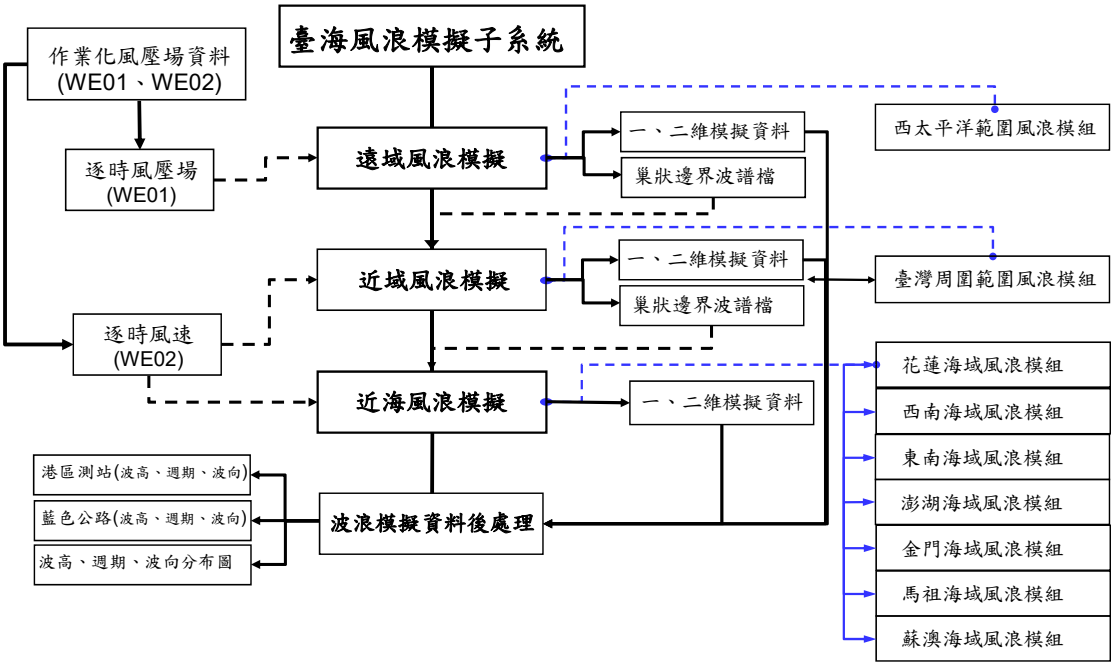


圖 2.9 TaiCOMS 臺海風浪模擬子系統模擬架構圖

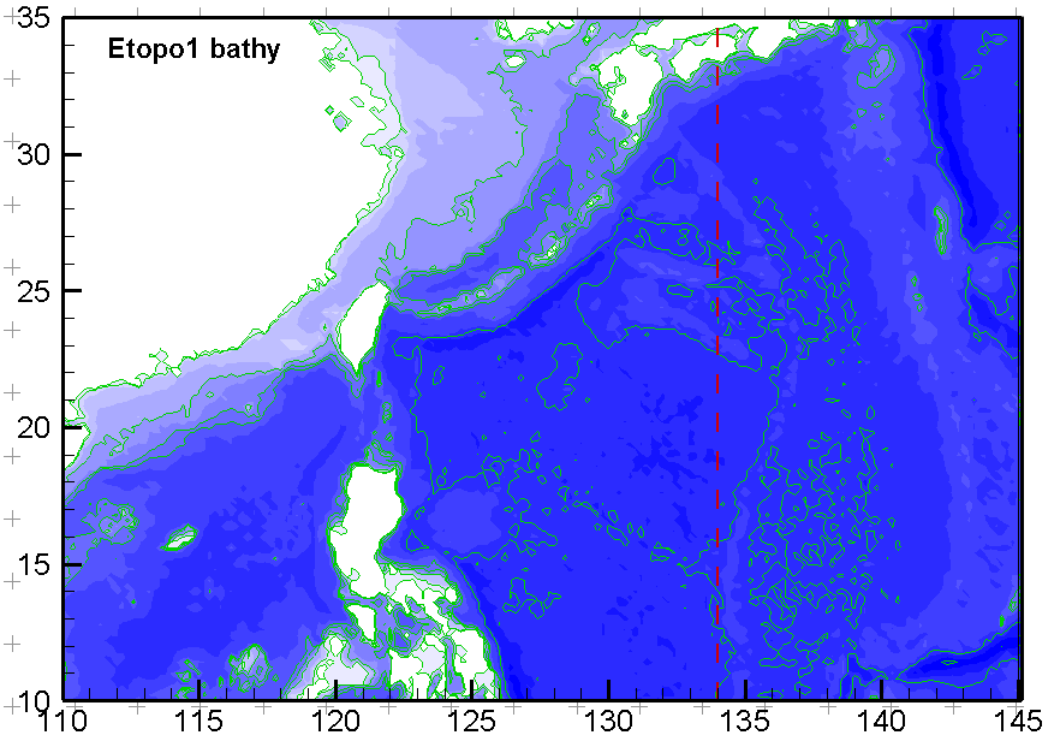


圖 2.10 大尺度遠域風浪模組模擬範圍圖

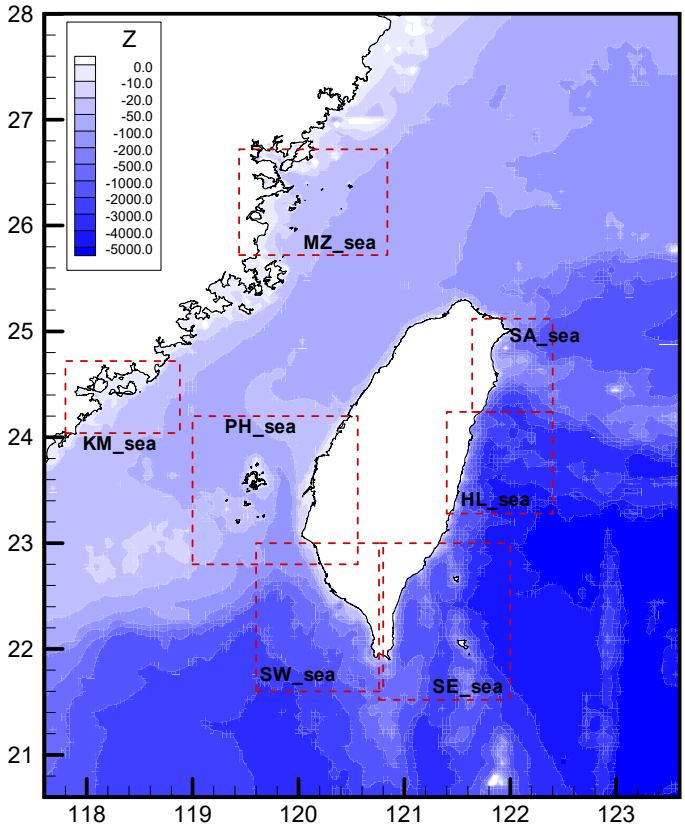


圖 2.11 中尺度近域風浪模組模擬範圍圖

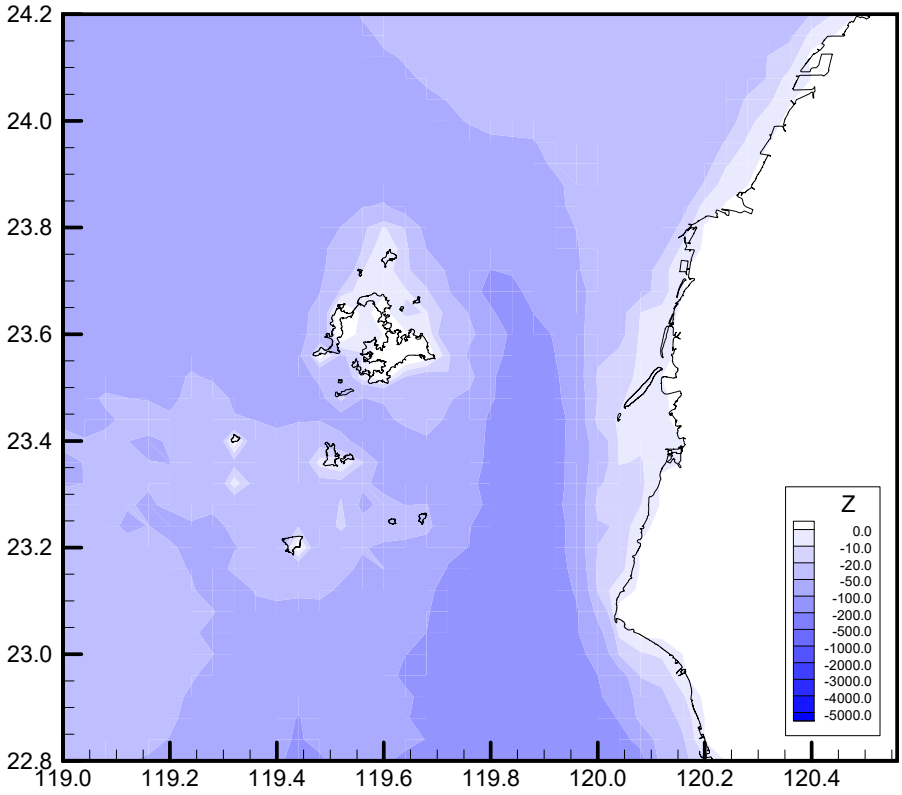


圖 2.12 小尺度澎湖海域(PH sea)風浪模組模擬範圍圖

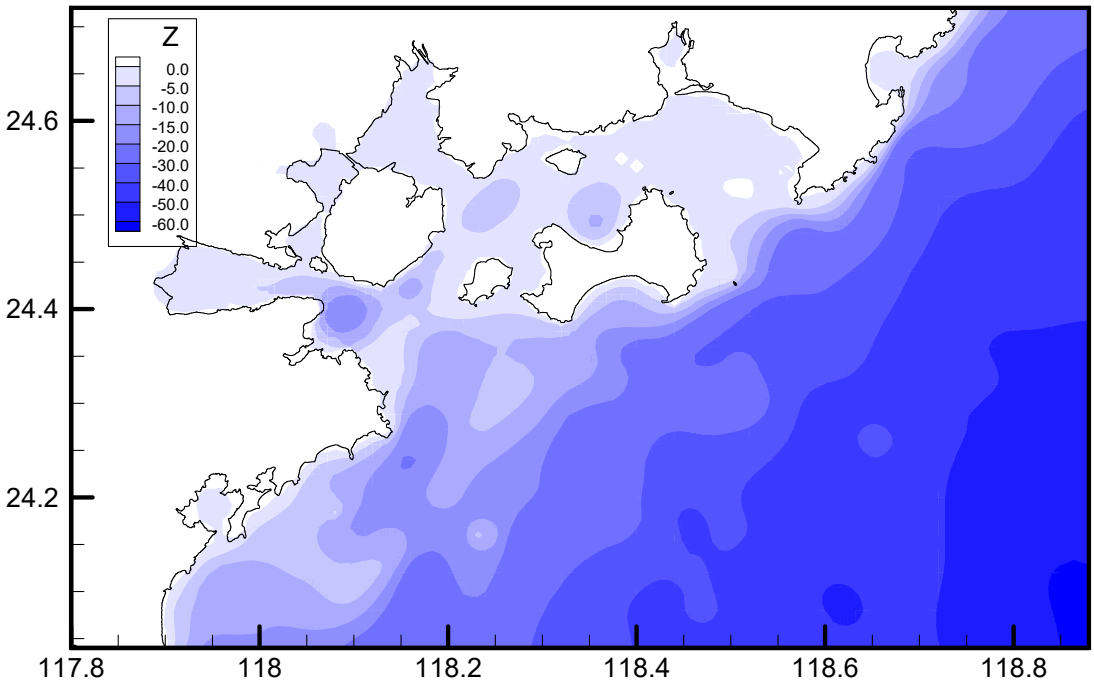


圖 2.13 小尺度金門海域(KM sea)風浪模組之模擬範圍圖

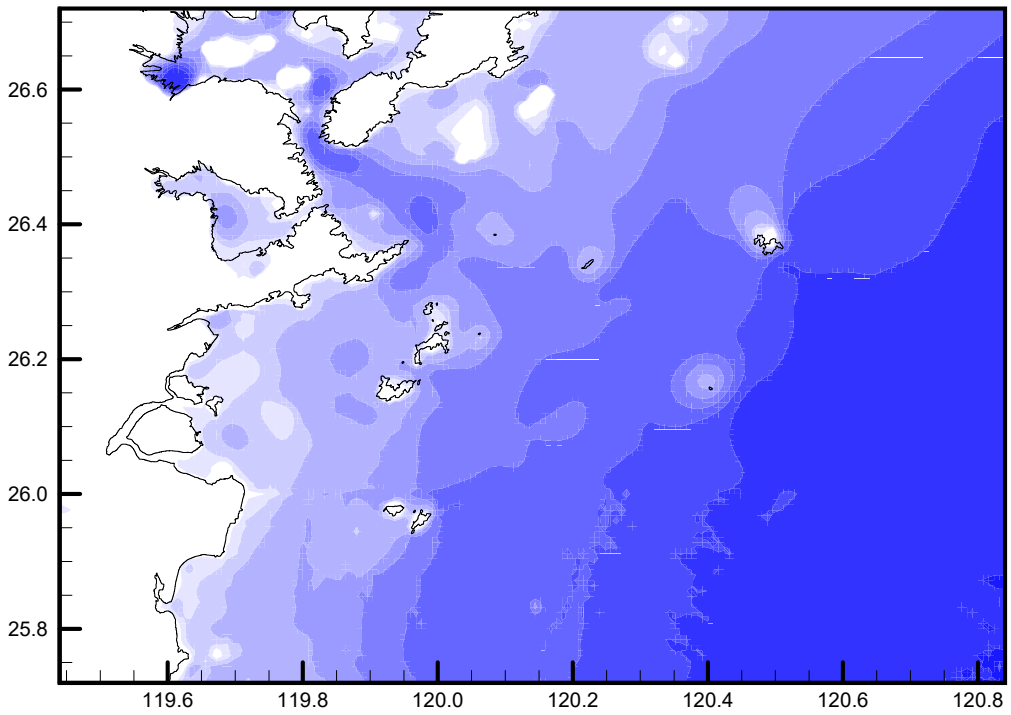


圖 2.14 小尺度馬祖海域(MZ sea)風浪模組之模擬範圍圖

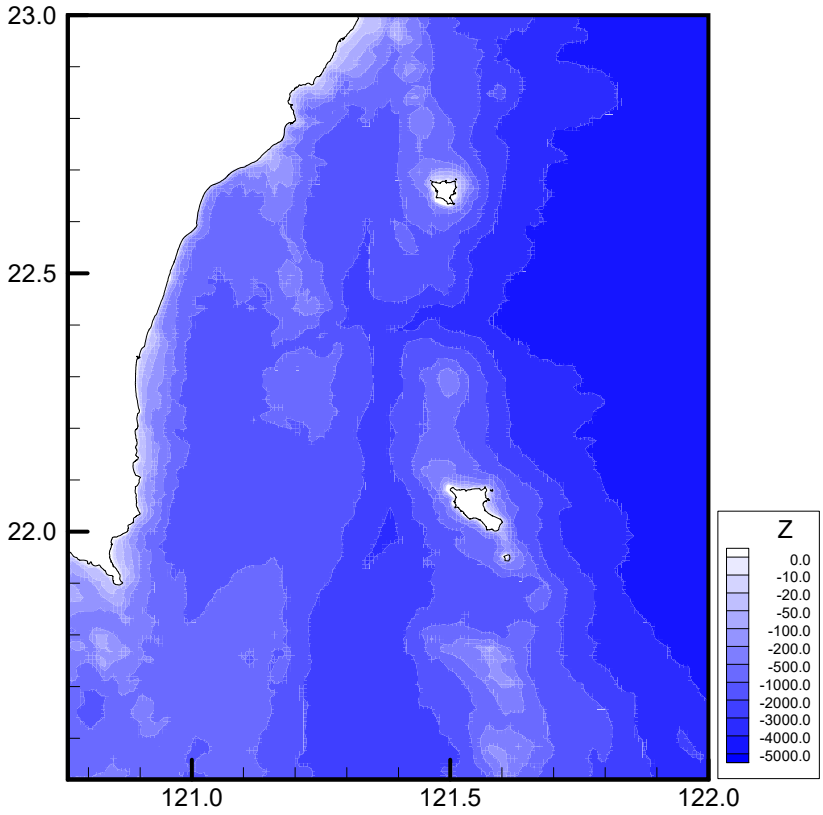


圖 2.15 小尺度東南海域(SE sea)風浪模組之模擬範圍圖

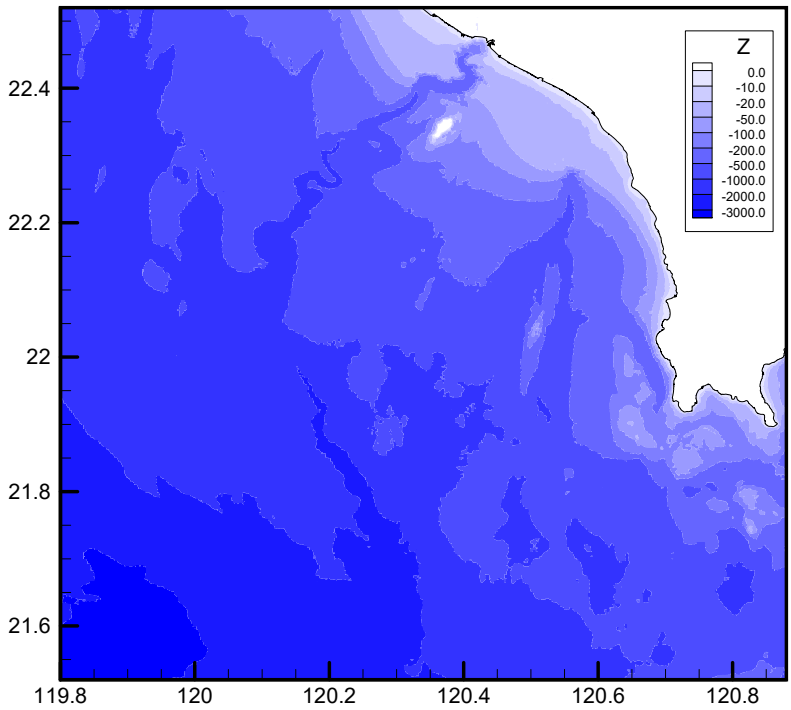


圖 2.16 小尺度西南海域(SW sea)風浪模組之模擬範圍圖

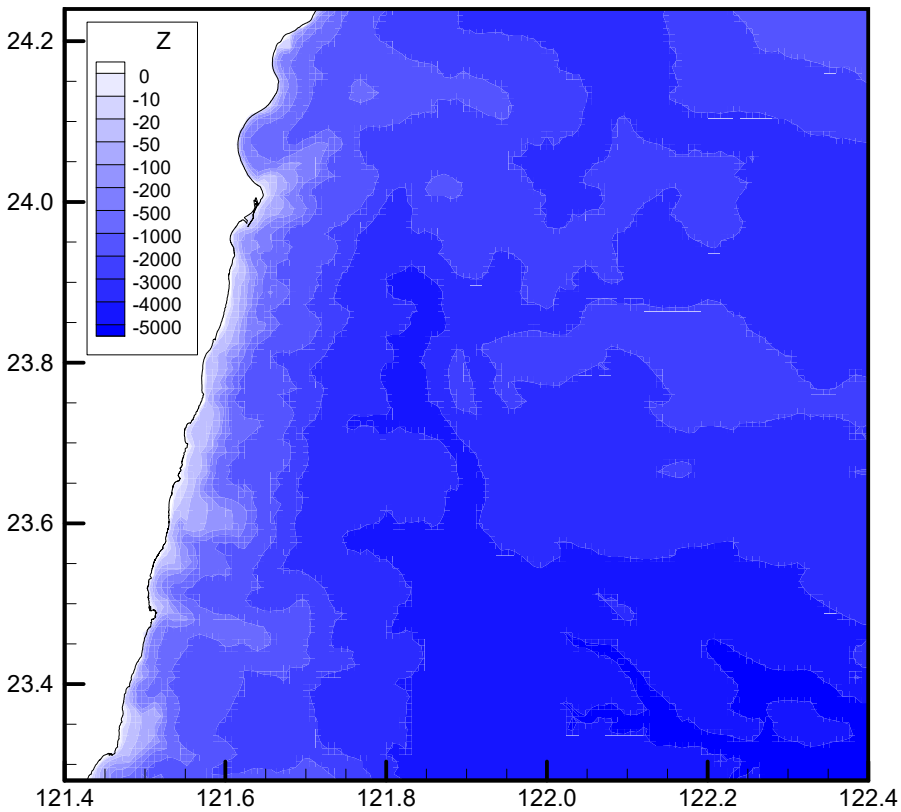


圖 2.17 小尺度花蓮海域(HL sea)風浪模組之模擬範圍圖

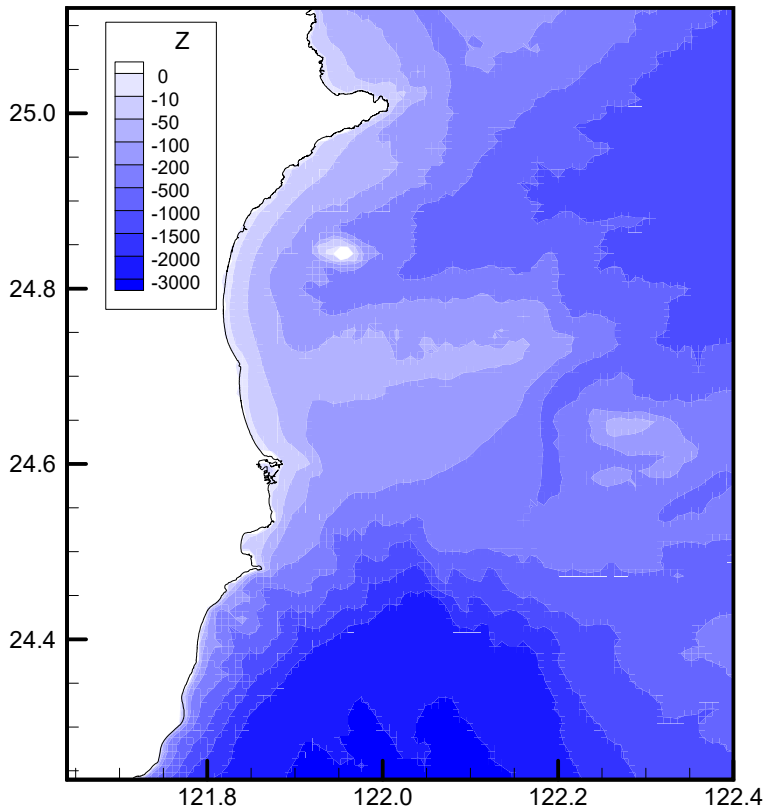


圖 2.18 小尺度蘇澳海域(SA sea)風浪模組之模擬範圍圖

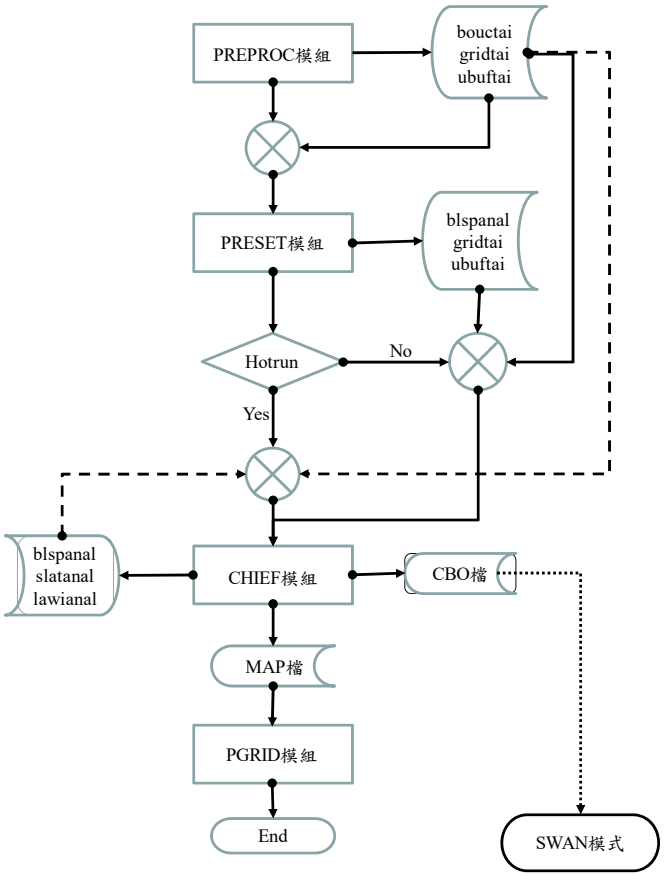


圖 2.19 風浪模式 WAM 之模式架構及執行流程圖

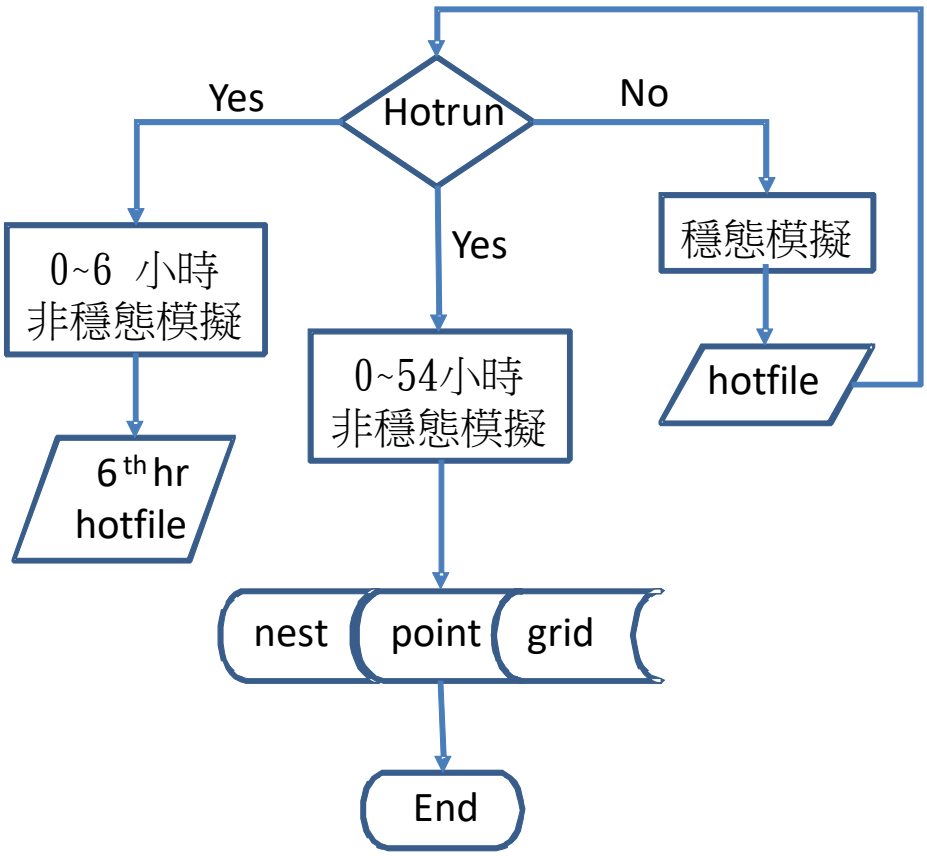


圖 2.20 風浪模式 SWAN 之模式執行架構及流程圖

TaiCOMS 近岸波浪模擬子系統建置於 Linux 作業系統，係以基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等 8 個主要商港為模擬對象，各港區近岸波浪模組之模擬範圍，如圖 2.21 所示，採用的數值計算格網為解析度 10 m 之規則網格，網格相關資料如表 2-5 所列，又稱為小尺度近岸波浪模組。TaiCOMS 近岸波浪模擬採用的數值模式為，Kirbyand Dalrymple (1983)依據拋物線型緩坡方程式所發展的波浪折、繞射數值模式(REF/DIF 1)，其基本理論說明如附錄一所述。在模擬系統設計上，近岸波浪模擬子系統各港波場模擬流程採用逐一執行方式為之，最後再結合後處理程式產生各港口展出之資訊及圖檔。近岸波浪模擬子系統為每日 1 報，即每日作業化模擬預測時間長度為 73 小時(昨日、今日及明日)。由每日 1 報風浪模擬系統提供中尺度風浪模組之逐時模擬值，即鄰近各港口 AWAC 波浪觀測站之逐時示性波高、譜峰週期及平均波向等模擬預測值，作為各港口近岸波浪逐時波場模擬條件。

表 2-5 主要商港港區近岸波浪模組之數值參考網格基本資料

波浪模組名稱	原點坐標(tw97 二度分帶)		坐標系統旋轉角度	網格大小(10m)
	X(m)	Y(m)		
基隆港	322,539.0	2,787,360.0	256.0°	621× 731
臺北港	278,577.0	2,784,690.0	-55.0º	801×1,301
臺中港	198,113.0	2,696,163.0	-36.0°	1,001×1,901
布袋港	150,038.7	2,579,393.8	11.00°	1,601× 901
安平港	160,526.8	2,531,091.8	31.44°	1,401×1,041
高雄港	177,877.0	2,487,555.0	38.0º	801×1,701
蘇澳港	342,011.8	2,725,729.3	185.00°	601× 801
花蓮港	316,892.0	2,655,232.0	150.0°	321× 801

TaiCOMS 港域波浪模擬子系統建置於 Windows 系統下，同樣以基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港、花蓮港及蘇澳港等 8 個主要商港港域為對象，模擬預測各港港域內波浪場變化情形；各港港域波浪模場擬範圍，如圖 2.22 所示。為能夠充份展現港域形狀不規則及波浪場變化受到地形及結構物影響等特性，港域波浪模擬使用的數值計算網格為有限元素三角形網格，且因建置的非結構數值計網格之解析度高於前述近岸波浪模組，故又稱為細尺度港域波浪模組。基於 TaiCOMS 港域波浪模擬主要目的為，模擬外海波浪進到港域內波浪場變化情形；因此，考量港域波浪會受到港口構造物存在及地形水深變化等因素影響，產生波浪折射、繞射、反射及波能損失等作用，故數值模式採用以橢圓型緩坡方程式為基礎的有限元素港域波浪模式，其基本理論描述如附錄一所述。有關各港區細尺度港域波浪模組採用的不規則網格資訊，如表 2-6 所列，各港域波浪模組數值計算網格之適用範圍為週期 8 秒以上波浪。

基於港域波浪模組作業化模擬時間相當費時不符作業化模擬需求，以及適用波浪模擬條件有限制(如波浪週期需大於等於 8 秒)等因素，故港域波浪模擬系統採用預先建立數值模擬結果資料庫設計方式為之，並局限於颱風波浪期間才啟動。

表 2-6 主要商港港域波浪模組之數值計算不規則網格基本資料

波浪模組名稱	數值計算之三角網格		外海假想邊界半徑(m)	最大水深(m)
	元素數目	節點數目		
基隆港	59,694	30,679	1,000.0	50.0
臺北港	268,830	135,484	3,500.0	25.0
臺中港	327,611	166,214	3,500.0	23.0
布袋港	287,564	144,968	1,300.0	7.0
安平港	210,394	107,016	2,000.0	17.0
高雄港一港口	126,709	64,838	2,000.0	15.0
高雄港二港口	214,486	109,157	2,800.0	18.0
花蓮港	122,481	62,116	2,200.0	100.0
蘇澳港	70,797	36,436	826.0	30.0

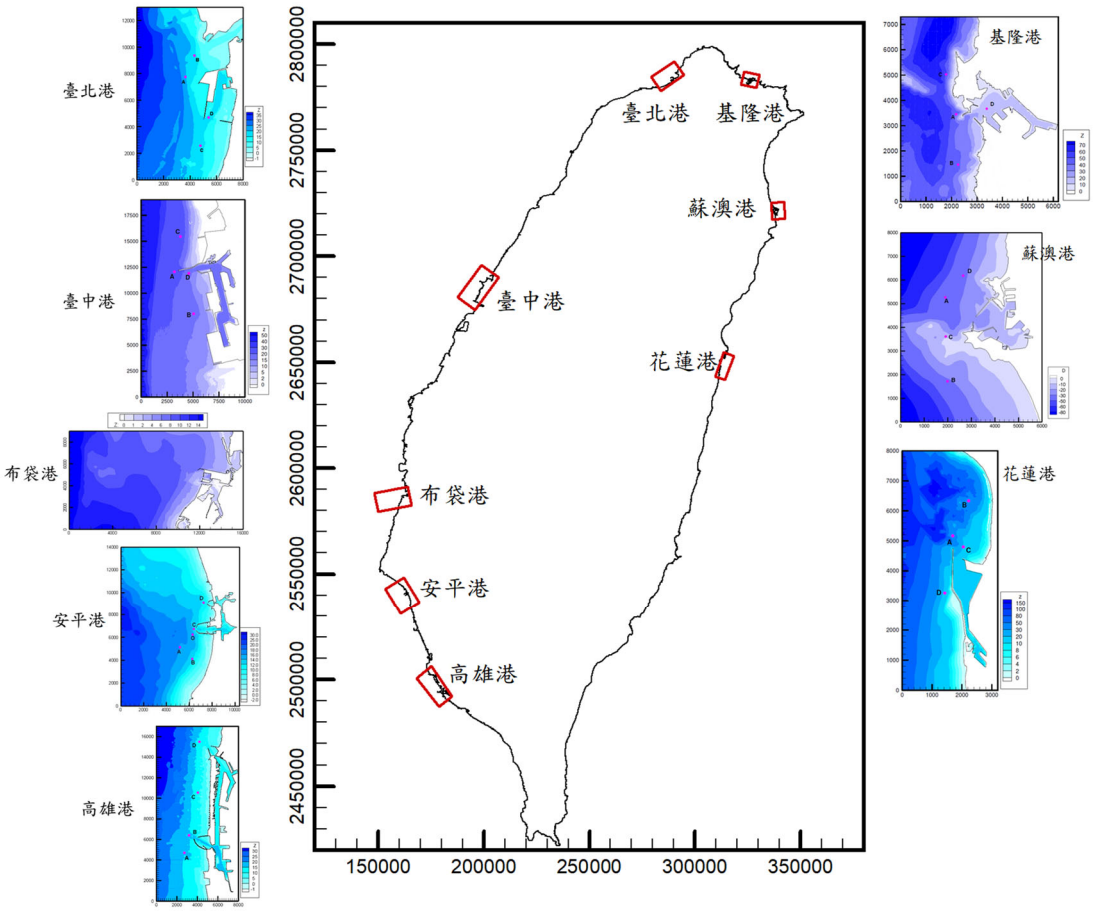
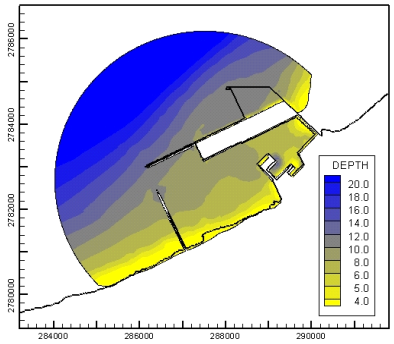
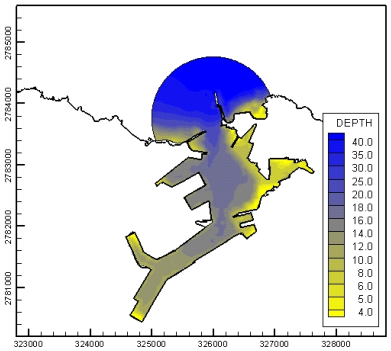


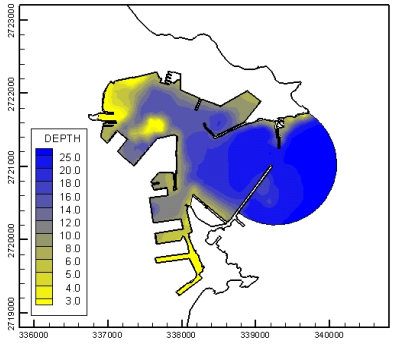
圖 2.21 各主要商港港區近岸波浪模組模擬範圍示意圖



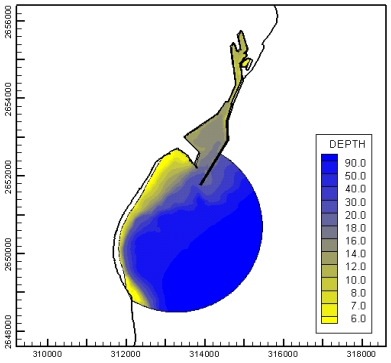
臺 北 港



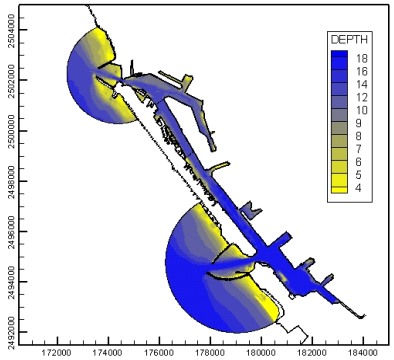
基 隆 港



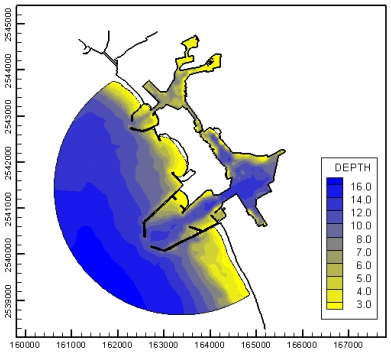
蘇澳港



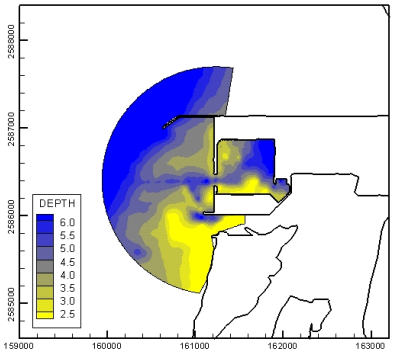
花蓮港



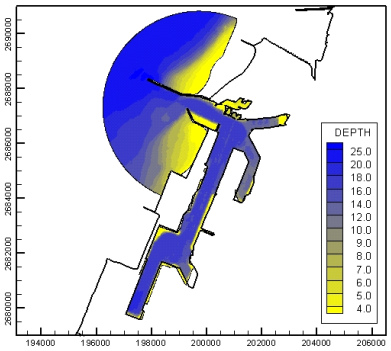
高雄港



安平港



布袋港



臺中港

圖 2.22 各主要商港細尺度港域波浪模組模擬範圍圖

2.1.3 水動力模擬系統

TaiCOMS 水動力模擬主要目的為針對國內主要商港(如基隆港等)港區及近岸海域進行水位及流場模擬與預測，提供國內主要商港航安及維運所需之水位及流場預測資訊。本計畫 TaiCOMS 臺海水動力模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程，如圖 2.23 所示；整體模擬流程包括中尺度水動力模擬及小尺度水動力模擬，其中小尺度水動力模擬必須由中尺度水動力模擬結果提供邊界水位模擬條件。在 TaiCOMS 水動力模擬定位上，本計畫中尺度水動力模擬目的有二，分別為模擬預測颱風期間各港口暴潮水位變化及提供各港區小尺度水動力作業化模擬所需之邊界水位條件。

本計畫水動力模擬採用的數值模式屬於水深積分平均之二維有限元素水動力模式(Finite Element Hydraulic Dynamic Model, FEHDM)，模式之基本理論介紹參考附錄二。目前 TaiCOMS 水動力模擬子系統之組成，包括一個中尺度暴潮模組 (臺灣周圍海域暴潮模組)及數個小尺度(港區近岸)水動力模組，屬於雙層不規則網格水動力模擬子系統。各模組之模擬範圍及數值計算網格說明如下：

1. 中尺度暴潮模組：以臺灣周圍海域為模擬範圍，涵蓋北緯 21°至 26.5°，東經 116.5°至 125°之海域，如圖 2.24 所示，圖中坐標採用為 6 度分帶坐標系統。模組採用的數值計算網格係由不規則三角形元素構成，如圖 2.25 所示，計有由 8,237 個節點及 15,800 個三角形元素。
2. 小尺度水動力模組：計有基隆港、臺北港、臺中港、安平港、花蓮港、蘇澳港、澎湖海域及金門海域等 8 個小尺度水動力模組，各模組之模擬範圍分別如圖 2.26~圖 2.33 所示，各模組採用的不規則三角網格資訊整理如表 2-7 所列。

同樣地，近年 TaiCOMS 已針對近域及近岸等有限元素水動力模組整合成為臺海水動力模擬子系統，其組成架構及每日 1 報水動力模擬之作業化模擬流程如圖 2.23 所示，圖中輸入之作業化風壓場資料格式為 WE02。由作業化模擬流程顯示在近域(中尺度)水動力模組執行完畢後，

系統產生各近岸(小尺度)水動力模組之邊界條件，各近岸水動力模組再同步執行數值模擬。

本計畫水動力模擬子系統係建置在 Windows 系統下，採用每日 1 報方式設計，透過 Fortran 程式語言編撰各模組每日作業化模擬控制變數輸入檔、作業化模擬執行流程及模擬結果後處理程序，並整合成一個水動力模擬作業化執行程式(.EXE)。同樣地，為縮短作業模擬時間，小尺度水動力模組執行方式採用不同視窗同步為之設計。

表 2-7 本計畫小尺度水動力模組之數值計算不規則網格資訊表

水動力模組名稱	三角形元素數值計算網格		最小水深 (m)	最大水深 (m)
	元素數目	節點數目		
基隆港	4,745	2,610	3.0	300.0
臺北港	4,341	2,389	3.0	100.0
臺中港	9,300	4,973	4.0	60.0
安平港	13,696	7,481	3.0	50.0
花蓮港	3,014	1,653	4.0	2,000.0
蘇澳港	3,989	2,132	3.0	700.0
澎湖海域	7,807	4.159	3.0	130.0
金門海域	13,745	7,097	4.0	50.0

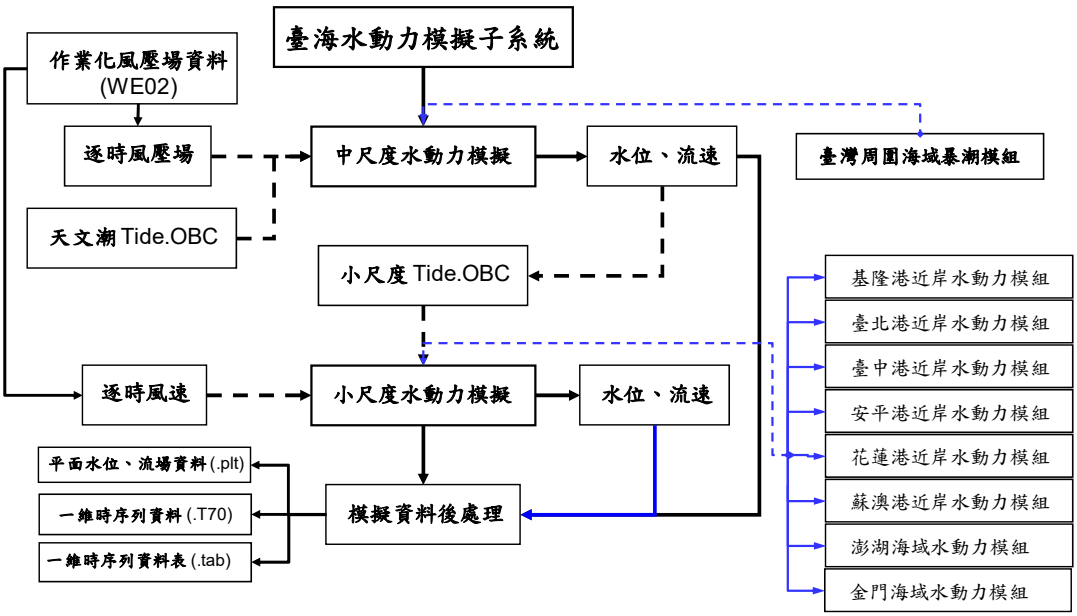


圖 2.23 水動力模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程圖

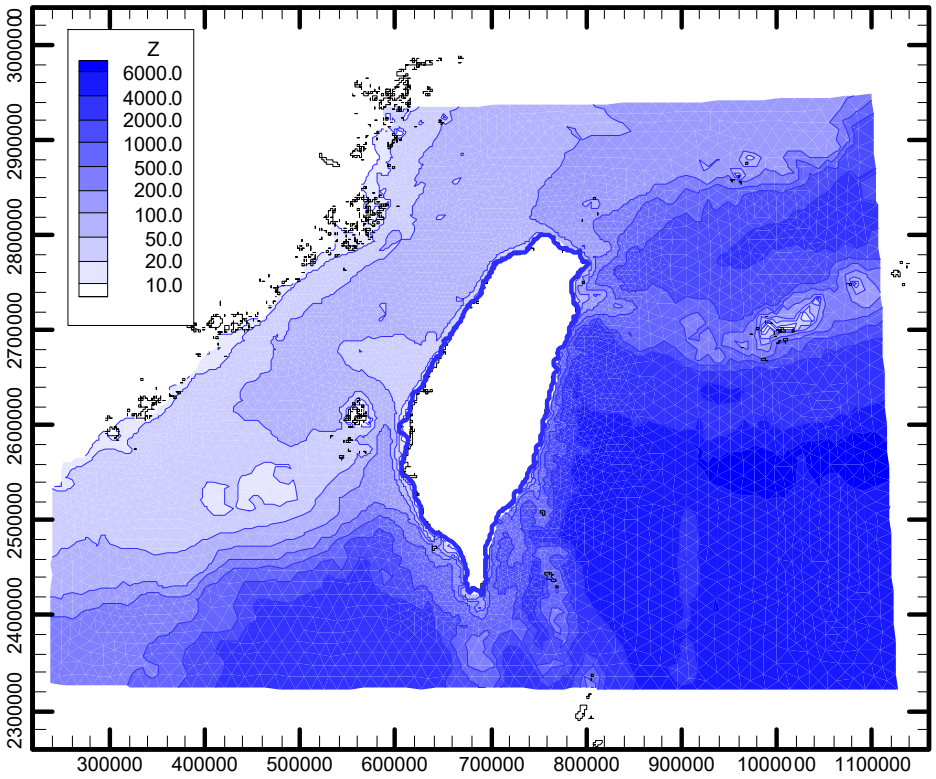


圖 2.24 中尺度水動力模組模擬範圍示意圖

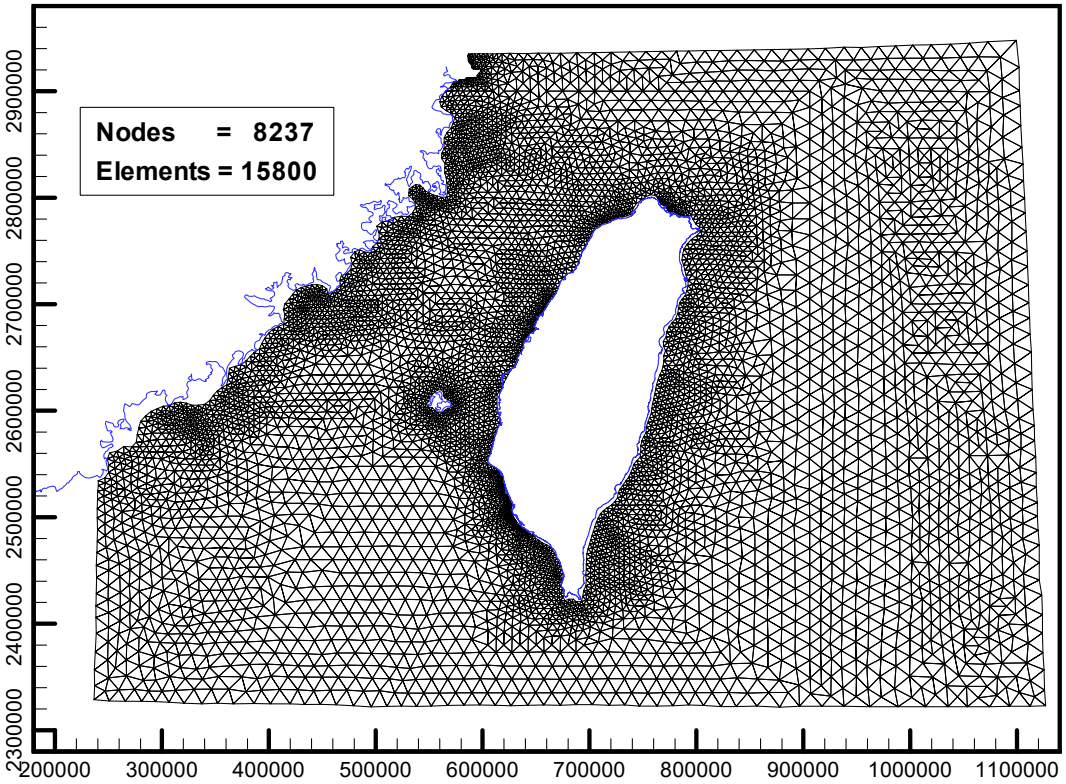


圖 2.25 中尺度水動力模組三角元素網格分布圖

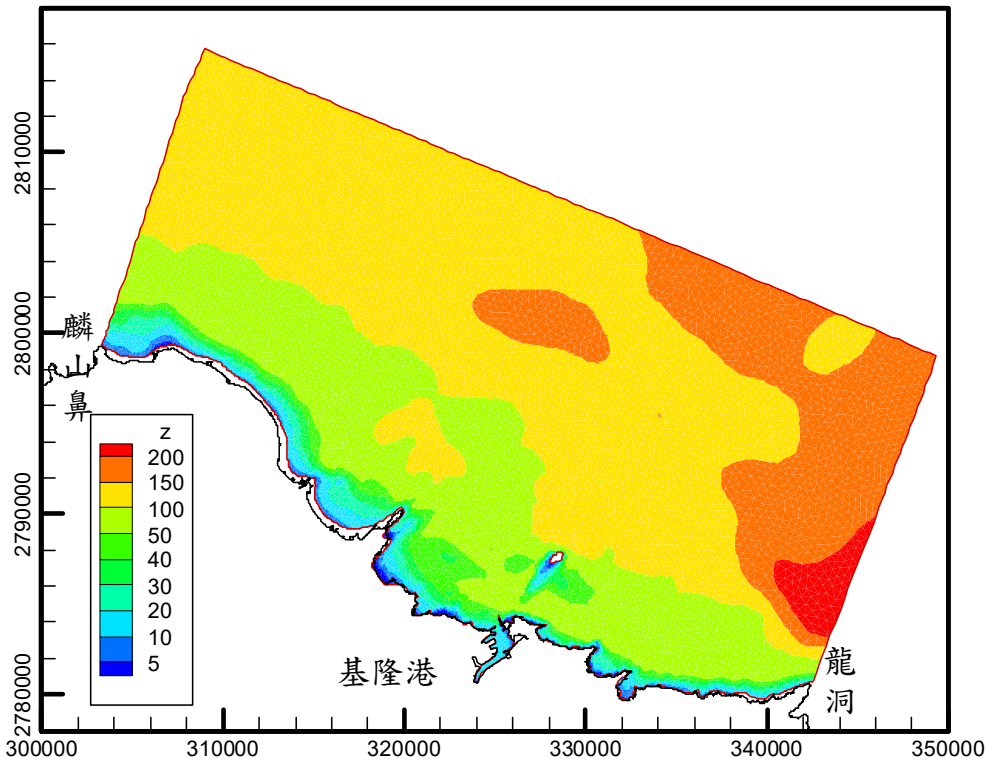


圖 2.26 基隆港小尺度水動力模組之模擬範圍及水深分布圖

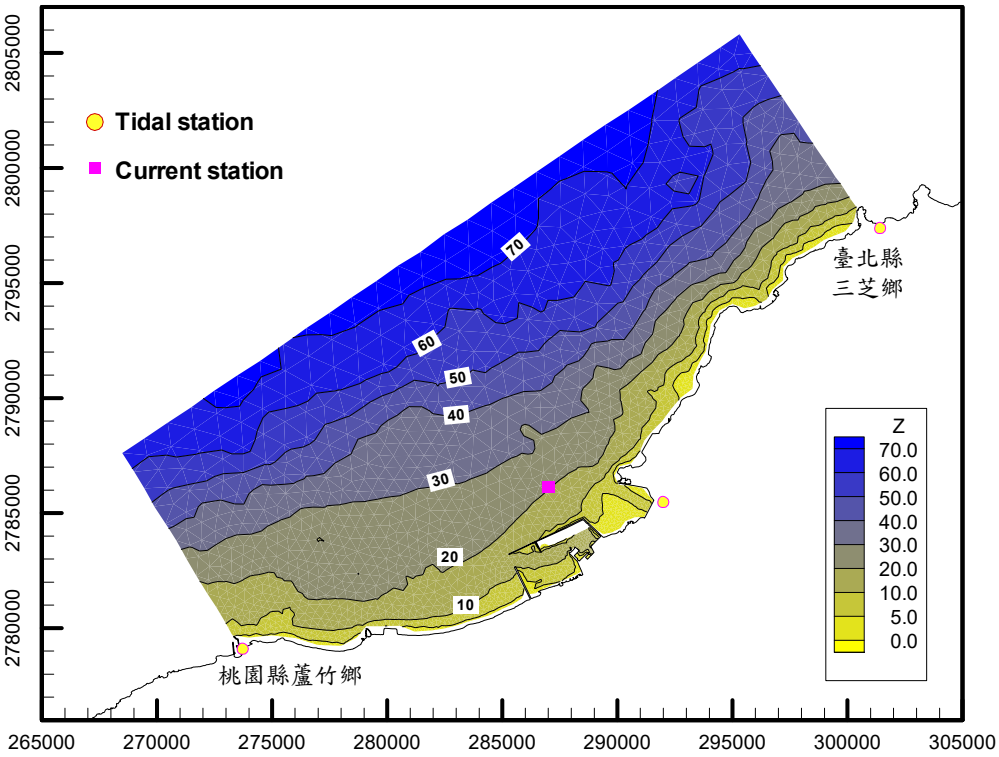


圖 2.27 臺北港小尺度水動力模組之模擬範圍及水深分布圖

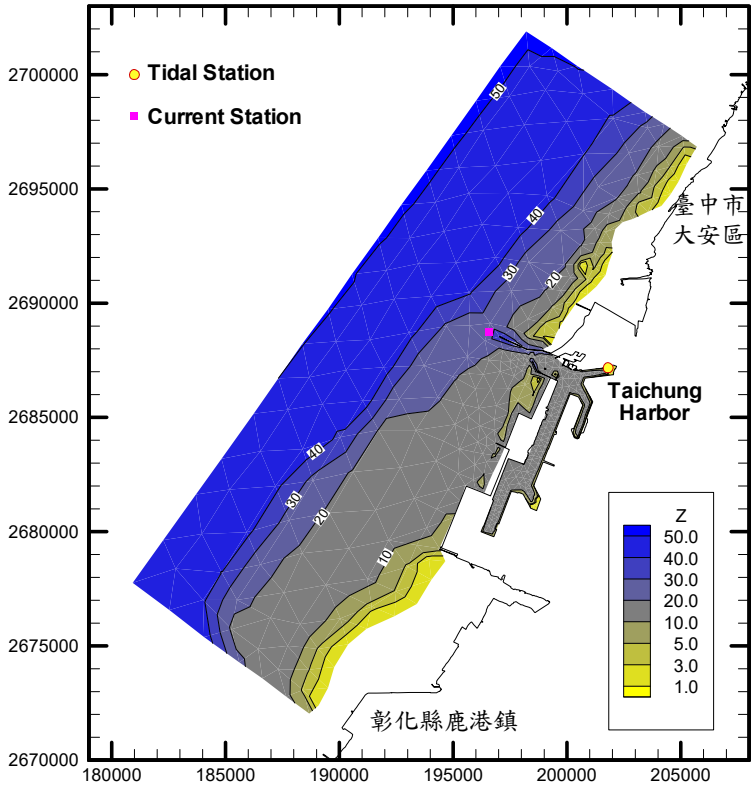


圖 2.28 臺中港小尺度水動力模組之模擬範圍及水深分布圖

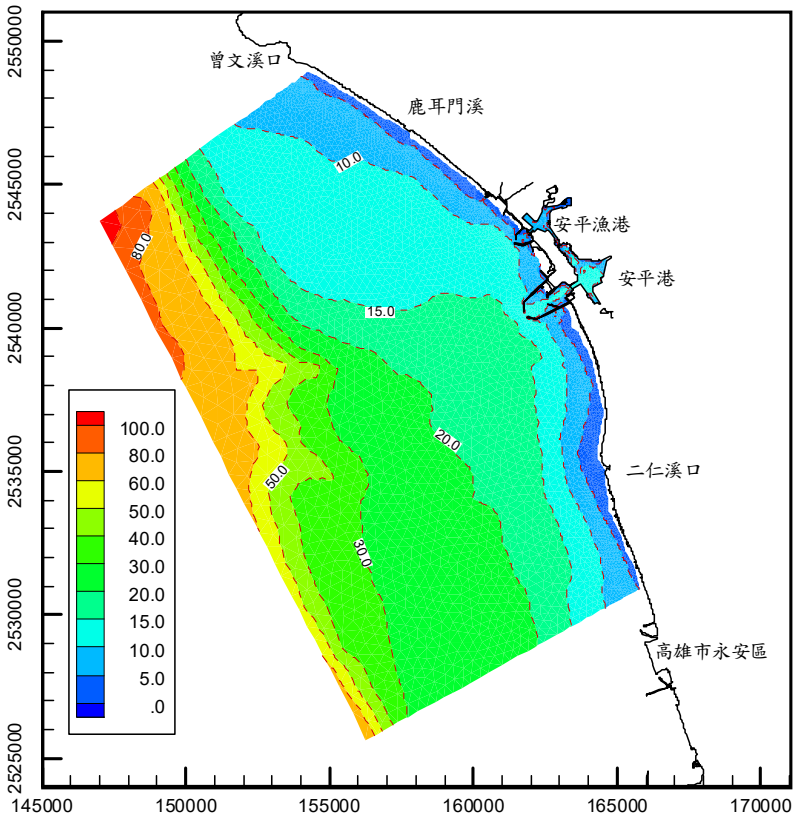


圖 2.29 安平港小尺度水動力模組之模擬範圍及水深分布圖

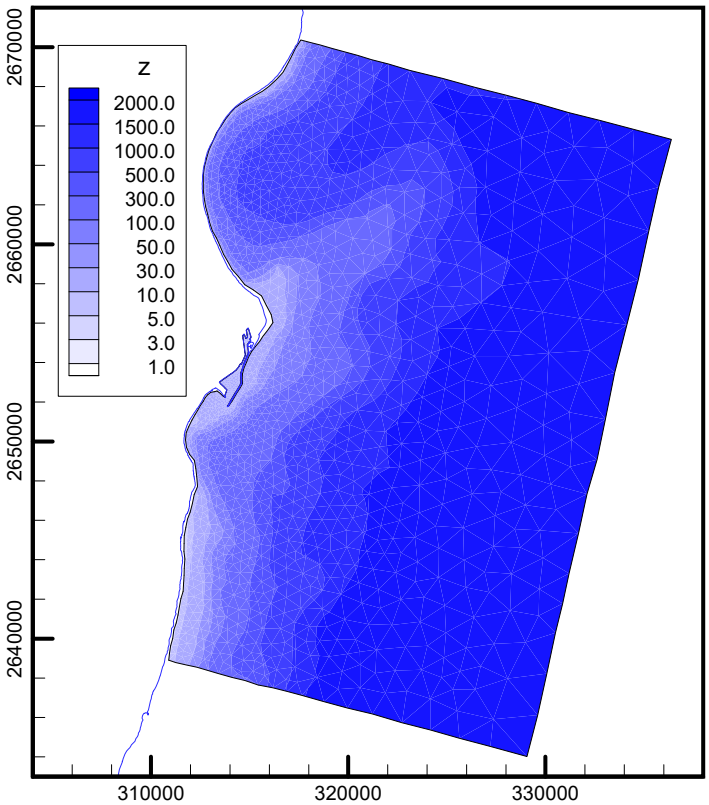


圖 2.30 花蓮港小尺度水動力模組之模擬範圍及水深分布圖

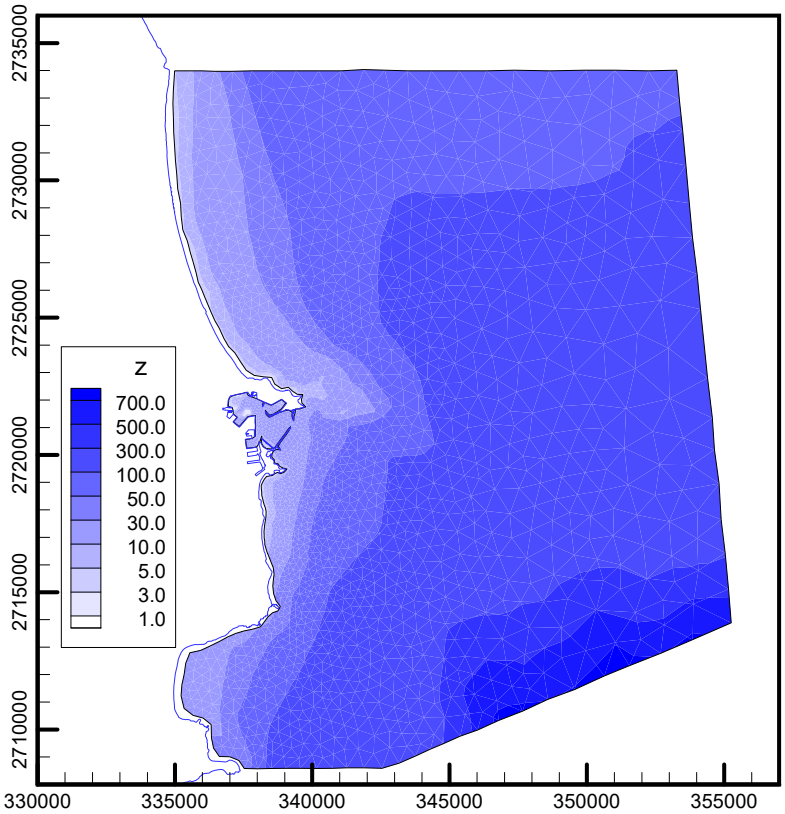


圖 2.31 蘇澳港小尺度水動力模組之模擬範圍及水深分布圖

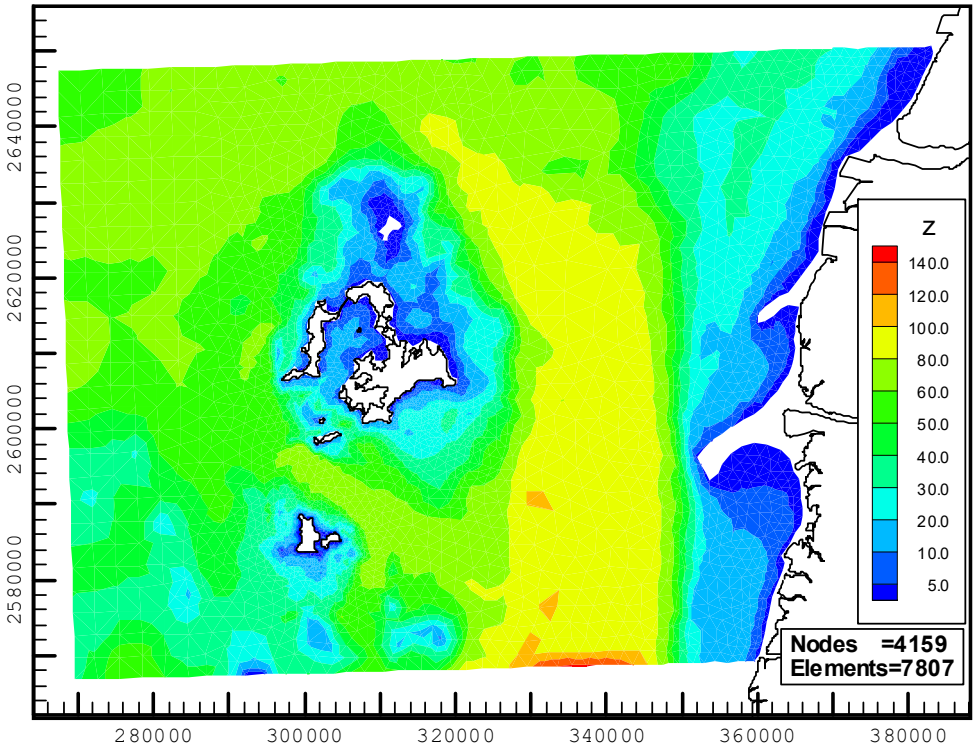


圖 2.32 澎湖海域小尺度水動力模組之模擬範圍及水深分布圖

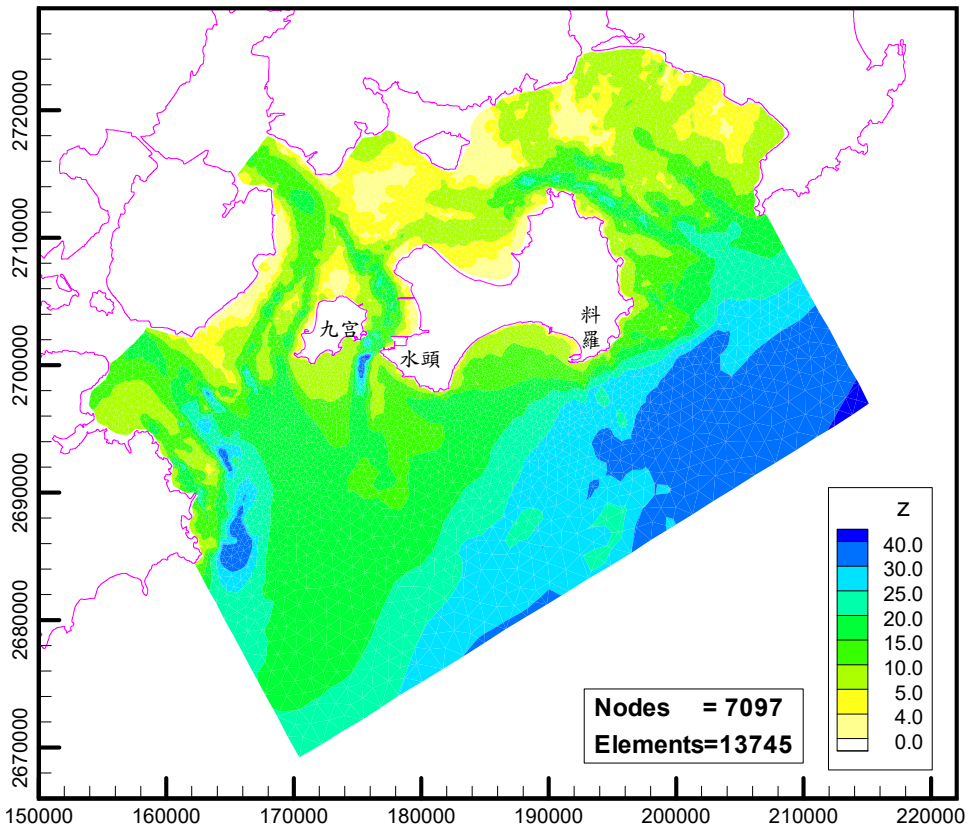


圖 2.33 金門海域小尺度水動力模組之模擬範圍及水深分布圖

2.2 海象模擬作業化系統校修與維運

2.2.1 作業化系統軟硬體維運

TaiCOMS 海象模擬作業化系統依伺服器(硬體)規劃區分為風場、波場、水動力(潮、流)與觀測資料、臺海水動力模擬子系統、臺海風浪模擬子系統、海嘯模擬子系統及資料儲存備份伺服器等。伺服器採用之作業系統大部份為 SUSE Liunx Enterprise Server 11，部份為 SERVER 12 版本。本年度(2020 年 9 月~2021 年 8 月) 伺服器維護紀錄，如表 2-8 所示。

表 2-8 2020/09~2021/08 伺服器維護紀錄

日期			主機	維護項目	問題描述	處理結果
2020	9/4	五	214	程式維護	修正中研院 RMT 地震網的圖片數字偶爾無法辨識之格式	修正程式已測試完成並上線
2020	9/7	三	214	程式維護	LDST 浪襲修改輸出格式和波高權重 configure.txt 由 2.35 修改為 2.0	修正程式
2020	10/12	一	214	程式維護	修正中研院 RMT 圖形辨識	修正程式已測試完成並上線
2020	10/22	四	214	程式維護	地震速報及浪襲系統更新 85 版的 chromedriver 到最新的 86 版	修正程式已測試完成並上線
2020	11/2	一	214	程式維護	LDST1 日 1 報浪襲預警系統上線	已測試完成並上線
2020	11/23	一	214	程式維護	地震速報及浪襲系統更新 86 版的 chromedriver 到最新的 87 版	修正程式已測試完成並上線
2020	11/27	五	214	程式維護	fnet 網址改動, 修改 database\main_address_id.mat	修正程式已測試完成並上線
2020	12/22	二	221	其他:請描述	風場停止, 重 run12/21~12/23 風場及下游資料	補算完成
2020	12/24	四	214	程式維護	1. bats 網站 2019 年底停止更新, 刪掉 tsunami.bat 排程檔中, Get8H_OneRun_150810.exe bats 指令 2. fnet 地震網頁的排程檔案裡面的指令 Get8H_OneRun_150810.exe fnet, 改成 Get8H_OneRun_150810.exe fnet 15, 網頁伺服器連線較慢, 原本網頁等待 10 秒改成 15 秒	修正程式已測試完成並上線
2020	12/31	四	221	備份	停止下載 CWB PDS 提供之	備份擷取程式及已下

日期			主機	維護項目	問題描述	處理結果
					OCM2.COMCOT.波浪系集及全臺波浪模式 NWW3 之模擬檔案	載資料
2021	1/4	一	211	其他:請描述	程式換年問題由 1/2 重新冷啟動 Taicoms_HD	補算 1/1~1/4 完成
2021	1/4	一	214	程式維護	下架使用舊版 linux output SWAN 資料之 TD 浪襲系統	已停止使用舊版 TD 浪襲系統
2021	1/26	二	221	其他:請描述	CWB 風場 WRF_M05 若遇到颱風侵襲將採浮動風場, M04 風場於 15:00 開始上線提供至 FTP 供使用(we2021012600.000m)	先使用 M04 進行每日作業化輸入條件
2021	2/1	一	221	其他:請描述	風場 WRF_M04 之 3K 及 15K 風壓場 P 層數不同(00 及 12M 於第 10 層,06 及 18M 於第 11 層)	聯絡氣象局協助修改風壓場 P 統一至第 11 層
2021	2/2	二	214	程式維護	協助提供合作單位中山大學海岸公路浪襲系統，新增 SWAN 及 Taicoms_HD 蘇澳及花蓮 2 點位	新增點位 S1(SA)及 H1(HL)
2021	2/7	一	221	其他:請描述	風場伺服器當機	重新開機
2021	2/18	四	221	程式維護	確認風場 WRF_M04 之 3K 及 15K 風壓場 P 層數已統一為 11 層,進行排程轉移 M05 風場資料為 M04	確認產出資料正確
2021	2/22	一	219	程式安裝	擷取 WRF_M05 風場工作由 221 風場伺服器改至 219 波場伺服器	已測試完成並上線
2021	3/4	四	214	程式維護	Fnet 擷取地震參數值超出合理範圍	修正程式已測試完成並上線
2021	3/11	四	214	程式維護	地震速報及浪襲系統更新 87 版的 chromedriver 到最新的 89 版	修正程式已測試完成並上線
2021	3/15	一	214	程式維護	修正 USGS 網頁擷取數字的方式	修正程式已測試完成並上線
2021	3/17	三	219	其他:請描述	219 波場伺服器無法開機，備份資料以進行報廢	轉移 219 波浪相關程式及擷取 WRF_M05 風場工作至 222 水動力伺服器(建立 samba. NFS)
2021	3/19	四	214	程式維護	由 linux 輸出之潮位資料改版讀取 Taicoms_HD 中尺度暴潮之潮位資料 chwww_v3.exe 讀 tai 中尺度 windows 波流 chwww_se.exe 讀 se 小尺度 windows 波流 chwww_se.exe cwb 只執行 run 氣象局	修正程式已測試完成並上線

日期			主機	維護項目	問題描述	處理結果
					chwwwa.exe 讀 se 小尺度 windows 波流+資料同化	
2021	3/23	二	214	程式維護	新增 SWAN 及 Taicoms_HD 中尺度暴潮之浪襲新社村(XS)點位	修正程式已測試完成並上線
2021	3/30	二	all	其他:請描述	台電電箱問題導致停電 08:45 ~ 10:40 期間將各伺服器關閉	開機後補算缺失資料完成,並整理相關帳密資料供參
2021	4/1	四	221	其他:請描述	CWB 之 PDS 主機損壞導致 FTP 風場資料只傳輸到 2021033000.084m	待 CWB 修復 PDS 後再重新下載風場資料進行補算
2021	4/9	五	221	程式維護	開通防火牆申請 4/9~4/23 由成大合作單位遠端連線進系統協助修改 1 日 4 次 55→73 筆風場	
2021	4/13	二	221	其他:請描述	CWB 局內網路有問題,導致每日風場檔案有缺損	請 CWB 協助補上風場資料，並下載完成補算
2021	4/14	三	all	重設作業系統	檢查各 Windows 伺服器更新 (211.214.216.218.220)	
2021	4/22	四	221	程式維護	加入 taiwind2021b 排程於 taicoms.sh(修改 1 日 4 次 56→73 筆風場)	修正程式已測試完成並上線
2021	4/23	五	214	程式維護	更新 1 日 4 次 NXDL.LDST 浪襲程式	修正程式已測試完成並上線
2021	4/30	五	216	程式維護	測試近海風浪 SWAN 2021v0 版主程式(taicoms_wave_2021a.exe)	修正程式已測試完成並於 5 月上線，同步於 218 進行 1 日 1 次及 220 進行 1 日 4 次測試並補算 4 月份資料
2021	5/11	二	214	程式維護	更新只追算 1 日(72→24 小時)或 55→6 小時之臺東及花蓮浪襲程式	修正程式已測試完成並上線，補算 5 月 LDST.NXDL 浪襲
2021	5/13	四	all	其他:請描述	台電 14:37 興達電廠無預警故障停電	中心為限電區域 H 組不需緊急關機
2021	5/17	一	220	程式安裝	測試 220.218 伺服器 SAMBA	已測試完成並上線，可於各伺服器間共享資料
2021	5/24	一	222	其他:請描述	219 波場伺服器於 3/17 無法開機，轉移 219 波浪相關程式及擷取 WRF_M05 風場工作至 222 水動力伺服器	補算 3/18~今之 Linux SWAN 資料
2021	5/26	三	214	程式維護	1 日 1 次 LDST 浪襲程式上線	已測試完成並上線

日期			主機	維護項目	問題描述	處理結果
2021	6/9	三	216	程式維護	新增 SWAN 輸出點位七股雷達站 QR、臺中浮標 TB、龍洞浮標站 LB	修正程式已測試完成供網頁使用
2021	6/11	五	216	程式維護	應中山大學要求修改 SE 小尺度海域 NX.DL 輸出點位	修正程式已測試完成供浪襲程式使用
2021	6/15	二	221	其他:請描述	由於補算 SWAN 資料，造成 6/13(六)風場伺服器負荷太大當機，設定 ilo 以便伺服器當機時可遠端開機	使用 HP ilo Remote Console 開啟服務，設定 ilo 帳號並測試完成
2021	6/16	三	all	其他:請描述	各 Windows Server 檢查更新	伺服器 211.214.216.217.218.220 已重新開機
2021	6/17	四	all	其他:請描述	測試由外部 VPN 登入至中心伺服器	已測試完成可連線
2021	7/1	四	214	其他:請描述	臺東浪襲程式修正 1 日 1 報資料同化版	臺東、蘇澳、鵝鑾鼻三站的權重系數修正約降 1/5，調回跟 2020 年報告的系數一樣
2021	7/5	一	221	其他:請描述	FTP 提供馬祖 FA.MA.ZZ 波譜 spc 資料給中山大學	每日提供於 NSYSU 資料夾
2021	7/7	三	221	其他:請描述	請氣象局停止提供 PDS 之 717、718 實測資料	網頁工程師可由 open data 截取到實測資料
2021	7/12	一	221	其他:請描述	CWB 由於不明原因,導致每日風場檔案有缺損只到 7/9	請 CWB 協助補上風場資料，並下載完成補算
2021	7/13	二	214	程式維護	新增人定勝天浪襲同化版(LDST_A)及新社 XS 測試版本	已測試完成並上線
2021	7/16	五	211	程式維護	抽取 Taicoms_HD 三角網格編號 MA(南北竿共站)、MA(東西莒共站)、ZZ 中柱，潮位及海流(T2021071700TWMA.T70)供馬祖海情網頁使用	取代原先 linux 產出之水動力資料，已測試完成並上線
2021	7/26	一	214	程式維護	更新 chrome chromedriver.exe	取代海嘯預警系統、臺東及花蓮海岸公路浪襲路徑下的 dist 目錄 chrome 模擬器執行檔
2021	8/2	一	all	其他:請描述	06:30 臺電線路問題導致研究中心大樓設備損壞，無預警停電、停機	於 13:50 修復電力系統，進行開機及各模擬追算
2021	8/9	一	all	其他:請描述	更新"停電或緊急停機處理流程手冊"	提供承辦人參考
2021	8/11	三	212.219	其他:請描述	110 年度報廢 212 馬祖波浪及 219SWAN 波浪伺服器	將 2 臺伺服器搬至存放地點二廠棚以進行

日期			主機	維護項目	問題描述	處理結果
						報廢
2021	8/13	五	all	例行性斷電測試	8/14(六)港研中心進行 110 年度高低壓設備檢查	下班前關閉辦公室內所有電腦及電器設備電源，並將插頭拔起，避免瞬間突波造成該等設備之損害 8/16(一)停電後恢復排程
2021	8/17	二	222	程式維護	停止 linux 水動力模擬供應	通知港環及馬祖網頁停止介接資料
2021	8/18	三	221	硬體維修	風場伺服器(HP gen8)#5 風扇損壞	拆#3 風扇互換重開機後可使用
2021	8/19	四	221	其他:請描述	FTP 提供中山大學浪襲合作單位每日 puvdwe01.02.txt 風場	已測試完成並上線

2.2.2 風浪模擬子系統校修

在 Windows 作業系統下，臺海風浪模擬子系統之目錄架構，如圖 2.34 所示；圖中主目錄“..\taicoms_wave\”代表風浪模擬子系統作業化環境，次目錄包括

1. LS_wam：遠域風浪模擬環境次目錄
2. MS_swan：近域風浪模擬環境次目錄
3. PH_swan：小尺度澎湖海域風浪模擬環境次目錄
4. SE_swan：小尺度東南海域風浪模擬環境次目錄
5. SW_swan：小尺度西南海域風浪模擬環境次目錄
6. MZ_swan：小尺度馬祖海域風浪模擬環境次目錄
7. KM_swan：小尺度金門海域風浪模擬環境次目錄
8. HL_swan：小尺度花蓮海域風浪模擬環境次目錄
9. SA_swan：小尺度蘇澳海域風浪模擬環境次目錄
10. upload：各模擬模擬結果及後處理資料存放次目錄
11. wind：存放由風場處理系統產出的作業化風壓場資料

依據 109 年計畫研究成果，本年度移轉校修後之風浪模擬作業化執行程式為 taicoms_wave_2021a.exe，取代原作業化執行程式 taicoms_wave_2020 .exe。

在主目錄下作業化執行程式 taicoms_wave_2021a.exe，讀取之輸入檔包括 datalog、Taicoms_run_wave.inp 及次目錄 wind 下之風壓場資料 yyyymmddhhpuvdwe01txt 及 yyyymmddhhpuvdwe02.txt 等。其中 datalog 內容為 YYYYMMDDHH，代表系統設定之作業化模擬時間表，可由 Windows 作業系統利用排程產生，其中每日 1 報時 HH 僅為 00，每日 4 報時 HH 分別為 00、06、12 及 18。 Taicoms_run_wave.inp 內容如圖 2.35 所示，其中每日 1 報或每日 4 報由風場格式參數(kwind)控制，邏輯參數為.false.代表不執行。各模組“熱啟動”邏輯參數僅在初始或重新啟動作業化模擬時為.false.，其餘均設定為.true.狀態。小尺度風浪模組之參數 diffrac 於系統運作期間，可視情況需求以人工方式設定“開啟”或“關閉”。

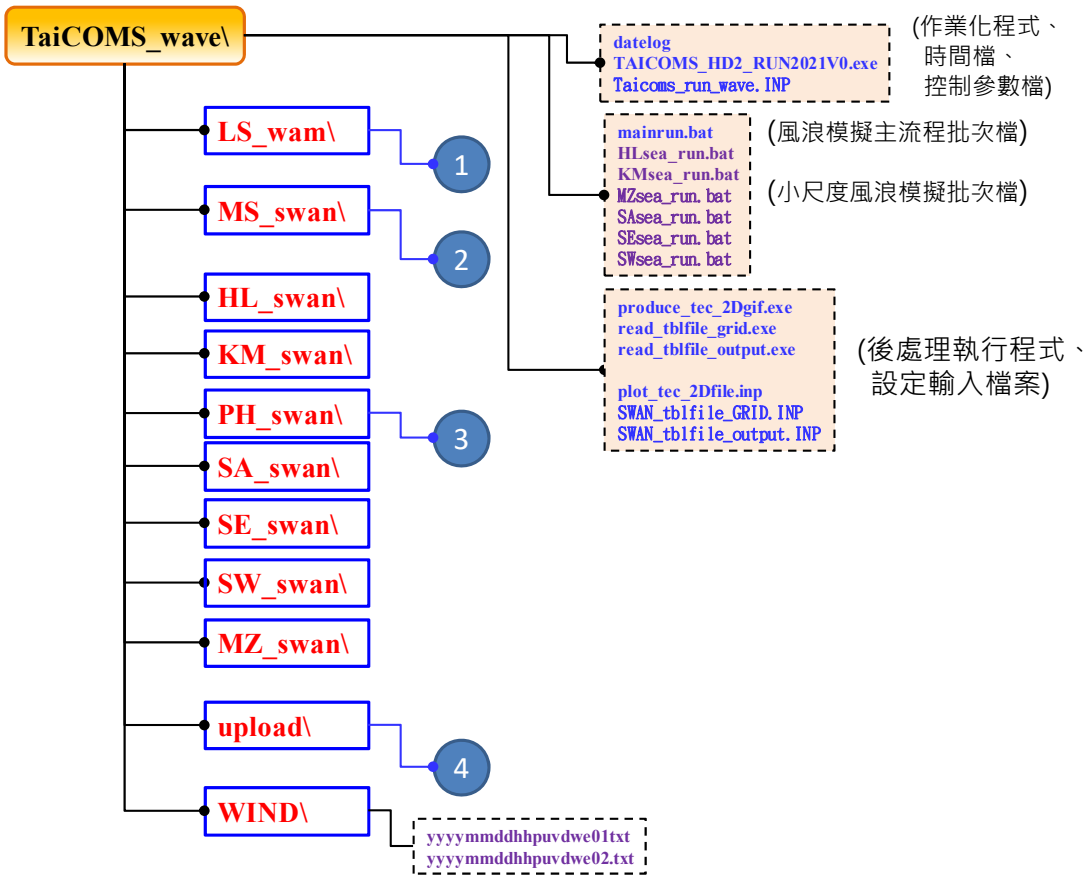


圖 2.34 風浪模擬子系統作業化環境主目錄架構圖

在系統操作上，Taicoms_run_wave.inp 僅在系統啟用或重新啟動初期階段，需要以人工方式設定各模組之邏輯參數為.true.或.false.。此外，於系統運作期間維運者可視小尺度風浪模擬結果情況，以人工方式改變是否考慮繞射效應之參數(diffrac) 設定值(0/1)。

在主目錄“..\taicoms_wave\”下，後處理附屬執行程式包括

1. read_tblfile_output.exe：產生附屬檔名 T70 之一維資料，輸入檔為 SWAN_tblfile_output.inp；
2. read_tblfile_grid.exe：產出藍色公路及 AIS 展出資料及繪圖軟體 Tecplot 格式之二維資料檔，輸入檔為 SWAN_tblfile_grid.inp；
3. produce_tec_2Dgif.exe：產出繪圖軟體 Tecplot 之巨集指令檔(.mcr)及出圖，輸入檔為 plot_tec_2Dfile.inp。

本計畫風浪模擬作業化執行程式(taicoms_wave_2021a.exe)之主要輸出檔包括：

1. 各模組風浪模擬程式輸入檔(.nml)：詳見附錄三。
2. 風場輸入檔(.dat)：wind_wam_yymmddhh.dat 及 wind_swan_tw_yyyymmddhh.dat，前者僅供風浪模式 WAM 使用。
3. 後處理附屬執行程式之輸入檔(.inp)： 如 swan_tblfile_output.inp, swan_tblfile_grid.inp 及 plot_tec_2Dfile.inp。
4. mainrun.bat：主視窗風浪模擬批次檔
5. ○○sea_run.bat：小尺度○○海域風浪模擬批次檔，共計 7 個。

2.2.3 風壓場處理系統架構校修

TaiCOMS 風場處理系統架設在港研中心 Linux 作業系統伺服器 221 下，負責處理來自於氣象局 WRF 成員 M05 天氣預報數值資料(WD01 及 WD02)，整體架構及處理流程如圖 2.36 所示；其中 WA01、WA02 及 WA03 為氣象局 WRF 成員 M00 採用的三層巢狀水平網格，其解析度分別為 45km、15km 及 5km。風場處理系統產生的海象模擬所需風壓場之格式區分為

1. Linux 作業系統風浪及水動力海象模擬：每日 1 報風壓場格式如 puvd_rc、puvd_csm、puvd_mc 及 puvdmc_csm 等；
2. Windows 作業系統風浪及水動力模擬：每日 1 報風壓場格式如 *puvdwa02b.txt 及 *puvdwa03b.txt，每日 4 報風壓場格式如 *puvdwe01.txt 及*puvdwe02.txt 等；

3. 港灣環境資訊網展出：如 wa03.cdf。

因應港研中心海象模擬作業系統考量中止 Linux 作業系統風浪及水動力海象模擬及降低風壓場資料備份儲存之壓力，本計畫精簡風場處理系統之架構及流程，如圖 2.37 所示。圖中以 WRF 成員 M04 天氣預報數值資料取代原 WRF 成員 M05 實屬臨時性措施，當風場處理作業程式針對 M05 浮動網格處理及校修無誤後，系統將回復以 WRF 成員 M05 天氣預報資料產生系統海象模擬之作業化模擬風場。

2.2.4 水動力模擬作業化程式修訂

配合 TaiCOMS 每日 4 報風浪模擬預報作業化規劃，本計畫針對水動力模擬子系統作業化程式修訂如下：

1. 作業化時程控制檔(datalog)修訂

與風浪模擬子系統每日 4 報作業化程式修訂方式相同，即將水動力模擬子系統作業化程式輸入檔"datalog"內字串格式由目前 8 字元 yyyymmdd 修訂為 10 字元之 yyyymmddhh，其中 hh 分別為 00、06、12 及 18 等代表每日 4 報之時間及作為每報水動力模擬輸入、輸出資料檔案之區格。

2. 風場格式控制碼(kwind)增訂

同樣，考量 TaiCOMS 資料庫內風壓場資料來源區分為 NFS、WRF 成員 M00 及成員 M05 等風壓場資料，本計畫於作業化程式內增加風場格式控制碼(kwind)，提昇作業化程式之通用性，即 kwind = 1、2、3 分別代表 NFS、WRF 成員 M00 及成員 M05 風壓場輸入格式。此外，針對作業化程式內副程式"windfield"配合修訂的內容包括針對不同來源不同尺度風壓場內建(1)網格資訊，如網格大小、網格端點經緯度坐標及網格間距等；(2)逐時風壓場資料長度等，如 73 或 55 小時等；(3)風壓場檔案輸入、輸出之命名方式。

3. 新增水動力水位及流場平面圖生成副程式

本計畫利用繪圖軟體 Tecplot 製作二維平面圖檔，因此針對每次作業化模擬結果產生逐時 Tec 格式二維資料，配合事先預製產生的 Mco 檔，利用 F90 程式語言撰寫生成水位及流場二維平面圖作業化

副程式，由水動力模擬子系統作業化程式直接產生各模組(如中尺度臺灣周圍海域)之等水位分布及流場向量流矢平面圖，如圖 2.38 所示。同時配合新的每日 4 報作業流程，修正每報逐時等水位分布及流場向量流矢分布平面圖檔為*CV00.gif～*CV54.gif。

```
! ..................................... 作業系統(linux: .true. ; WIN: .false.)
.false.
! ..................................... 風場格式(1=NFS; 2=每日一報; 3=每日四報)
 3
!!..................................... LShotrun
.true.
! ..................................... 執行大尺度風浪模組(wam_model)
.true.
! ..................................... MShotrun (中尺度風浪)
.false.
! ..................................... 執行中尺度風浪模組(swantai)
.true.
!!..................................... PHhotrun (小尺度澎湖海域風浪)
.false.
! ..................................... 執行小尺度澎湖海域風浪模組(swanPHsea)
.false.
! ..................................... DIFFRac 開關(=0, OFF), (=1, ON)
 0
!!..................................... SEhotrun (小尺度東南海域風浪)
.false.
! ..................................... 執行小尺度東南海域風浪模組(swanSEsea)
.false.
! ..................................... DIFFRac 開關(=0, OFF), (=1, ON)
 1
!!..................................... KMhotrun (小尺度金門海域風浪)
.false.
! ..................................... 執行小尺度金門海域風浪模組(swanSEsea)
.false.
! ..................................... DIFFRac 開關(=0, OFF), (=1, ON)
 1
!!..................................... MZhotrun (小尺度馬祖海域風浪)
.false.
! ..................................... 執行小尺度馬祖海域風浪模組(swanSEsea)
.false.
! ..................................... DIFFRac 開關(=0, OFF), (=1, ON)
 0
!!..................................... hotrun (小尺度西南海域風浪)
.false.
! ..................................... 執行小尺度西南海域風浪模組(swanSWsea)
.false.
! ..................................... DIFFRac 開關(=0, OFF), (=1, ON)
 1
!!..................................... hotrun (小尺度花蓮海域風浪)
.false.
! ..................................... 執行小尺度花蓮海域風浪模組(swanHLsea)
.false.
! ..................................... DIFFRac 開關(=0, OFF), (=1, ON)
 1
!!..................................... hotrun (小尺度花蓮海域風浪)
.false.
! ..................................... 執行小尺度花蓮海域風浪模組(swanHLsea)
.false.
! ..................................... DIFFRac 開關(=0, OFF), (=1, ON)
 1
!!..................................... hotrun (小尺度蘇澳海域風浪)
.false.
! ..................................... 執行小尺度蘇澳海域風浪模組(swanSAsea)
.false.
! ..................................... DIFFRac 開關(=0, OFF), (=1, ON)
 1
```

圖 2.35 風浪模擬作業化執行程式輸入檔格式及內容圖

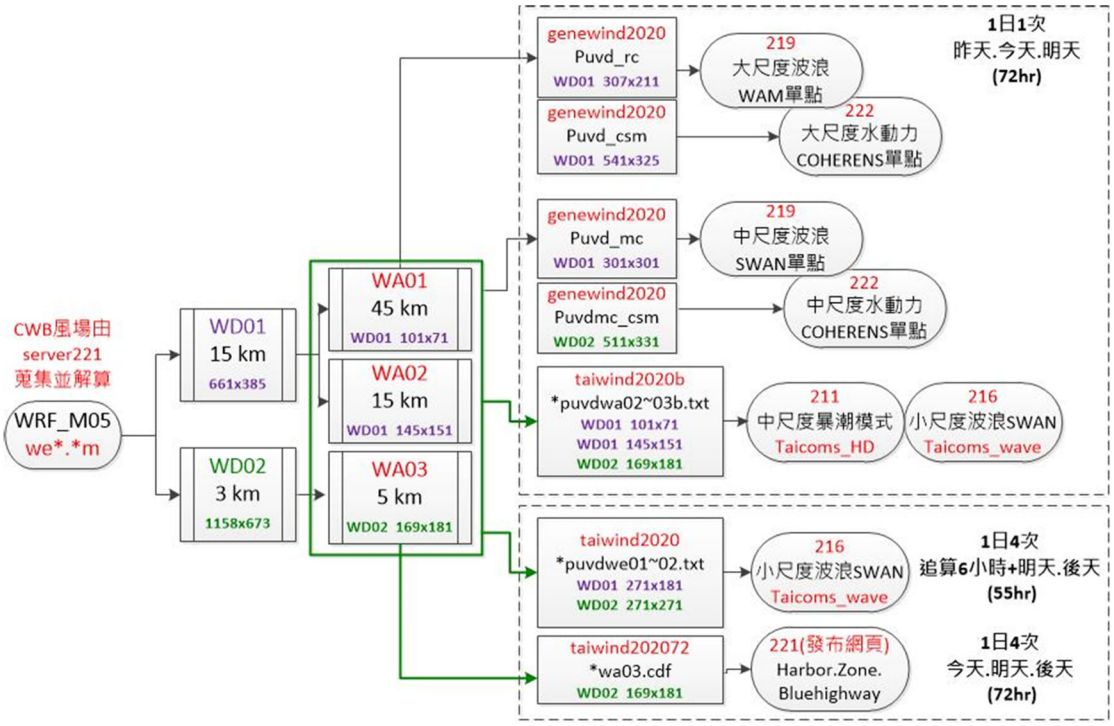


圖 2.36 TaiCOMS 風場處理系統架構(109 年)圖

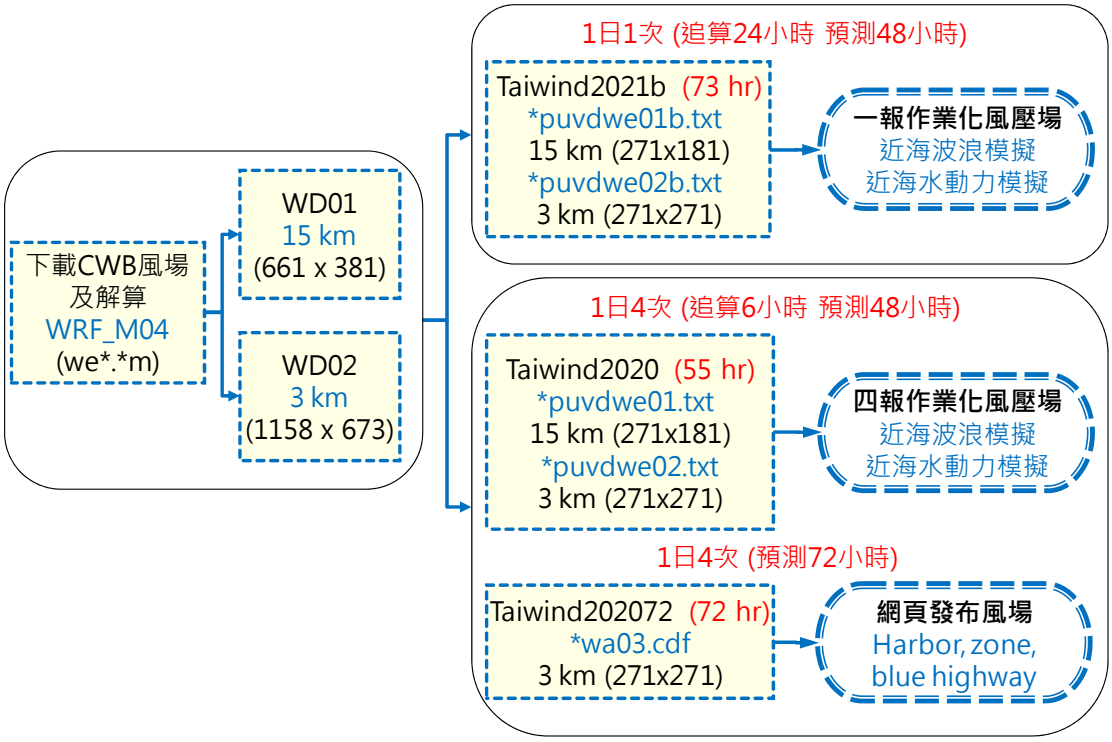


圖 2.37 TaiCOMS 風場處理系統修正後之架構 (110 年)圖

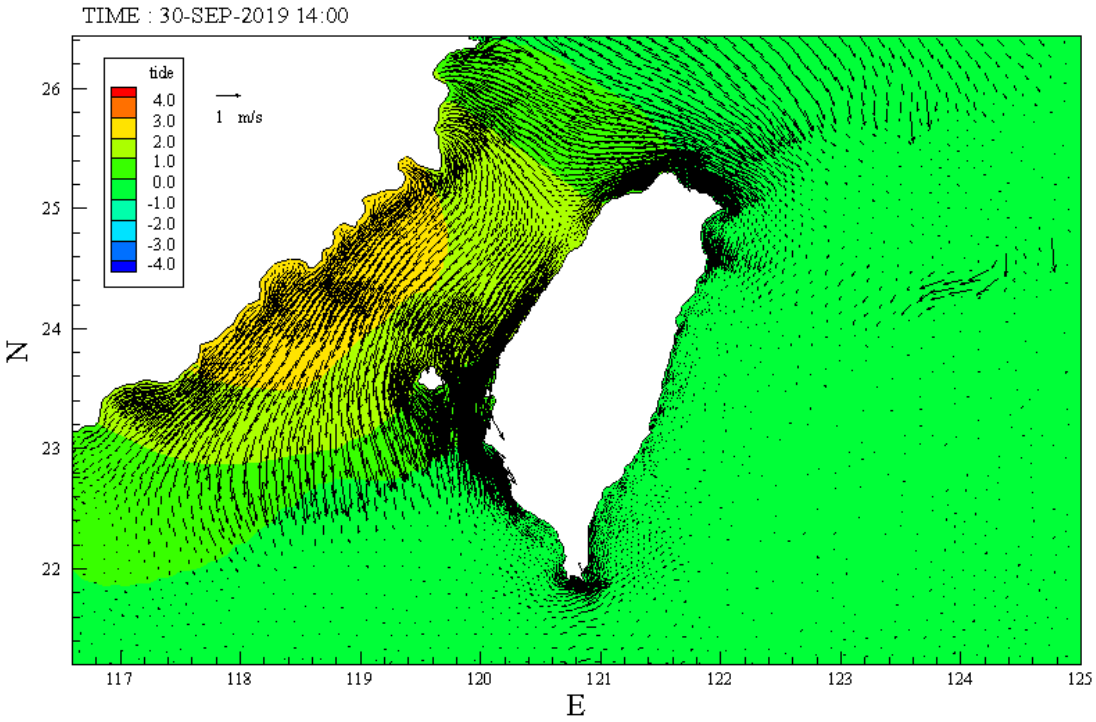


圖 2.38 臺灣周圍海域水動力模組作業化模擬成果平面圖

2.3 海象模擬作業化系統改善研究

2.3.1 WRF 成員 M05 浮動網格研究

中央氣象局 WRF 成員 M05 天氣預報數值資料 3km 網格，於 2021 年開始，為能配合更好推算颱風之結構，因此會配合颱風路徑，進行計算網格之移動，圖 2.39 中，WRF 成員 M05 原始網格為紅框(WD02)，黑框(小)(WDW2)、粉紅框(WDN2)及藍框(WDS2)則為其往西南、東北或東南角水平移動之範圍。

其移動之原則為颱風來臨時，其選擇方法是依照颱風中心位置與 4 組網格範圍中心距離最短者為之，說明如下：

1. 以 2021042100 為例，若前一趟(2021042018)有颱風預報資料，則用前一趟的 48 小時颱風中心預測位置，計算與 4 組網格範圍中心距離，結果以 WDS2 距離最短 (633.9 km)，故本次作業選擇會選擇 WDS2 網格做預報。
2. 若前一趟沒有颱風預報資料，則以目前 (2021042100) 颱風中心位置，計算與 4 組網格範圍中心距離來判斷

3. 若目前沒有颱風，或是颱風不在 4 組巢狀網格範圍內，則維持原本的 網格設定(WD02)。

目前移動式網格的優點是，在不增加電腦運算資源下，能夠增加 3km 網格的預報範圍，及提早可預報時間。

圖 2.40 至圖 2.42 為三組網格移動後之風場分布圖。表 2-9 為三組網格偏移後，四端點之座標位置，網格點數仍維持 1,158 x 673 點，目前三組移動網格，皆可滿足 TaiCOMS 中、小尺度之波、潮計算，待後續內插程序完成後，會進行與中央氣象局 WRF 成員 M04 之差異。

表 2-9 中央氣象局 WRF 氣象場成員 M05 移動後端點網格位置

範圍	端點位置
WDW2	(1, 1) 位置為(9.28319°N, 100.28052°E) (1158, 1) 位置為(10.18994°N, 131.97986°E) (1, 673) 位置為(27.61508°N, 97.17590°E) (1158, 673) 位置為(28.70159°N, 133.88763°E)
WDS2	(1, 1) 位置為(10.65799°N, 115.97919°E) (1158, 1) 位置為(7.92094°N, 147.46188°E) (1, 673) 位置為(29.26122°N, 115.33508°E) (1158, 673) 位置為(25.97729°N, 151.71252°E)
WDN2	(1, 1) 位置為(18.89073°N, 115.71506°E) (1158, 1) 位置為(15.89350°N, 149.21210°E) (1, 673) 位置為(37.54365°N, 114.97580°E) (1158, 673) 位置為(34.07277°N, 154.05664°E)

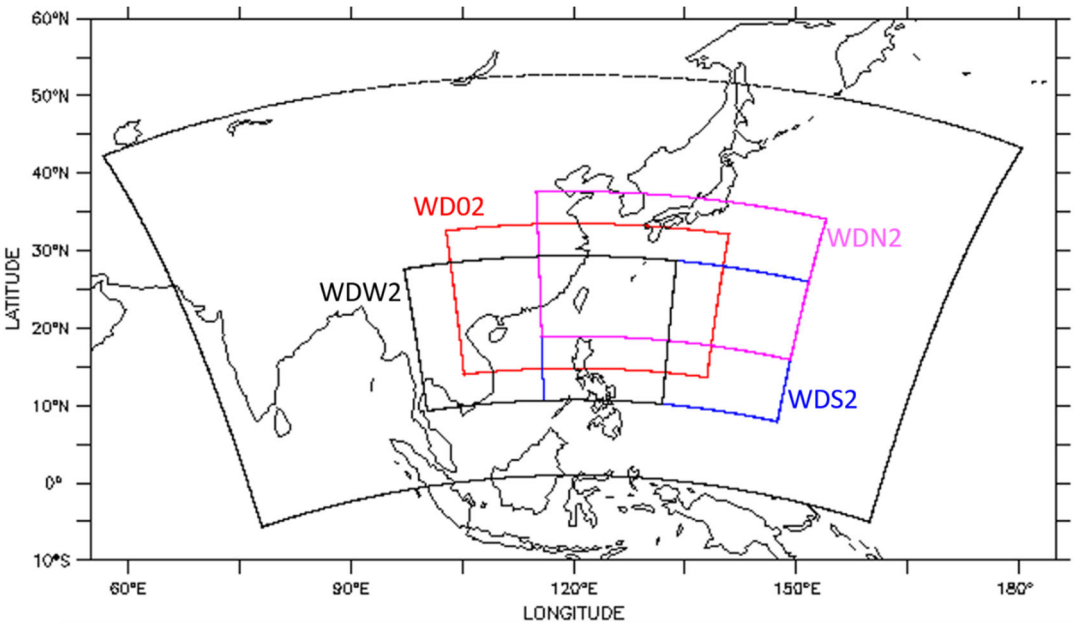


圖 2.39 氣象局 WRF 氣象場成員 M05 浮動網格示意圖

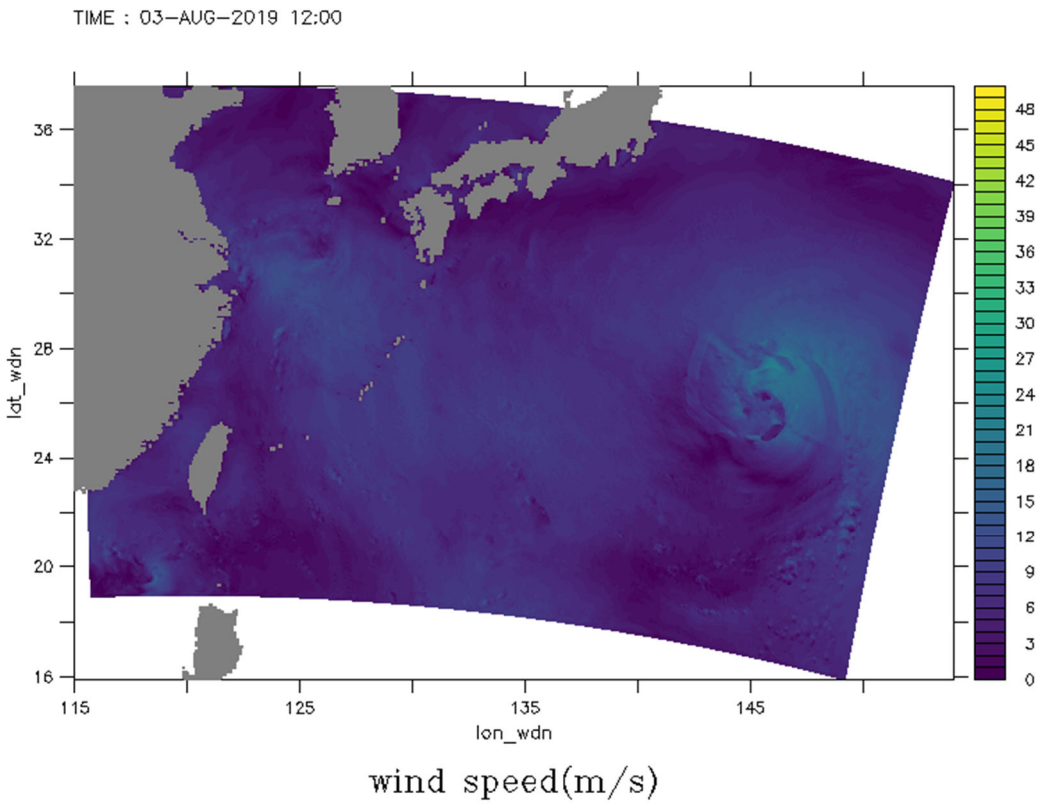


圖 2.40 氣象局 WRF 氣象場成員 M05 網格 WDN2 之風速分布圖

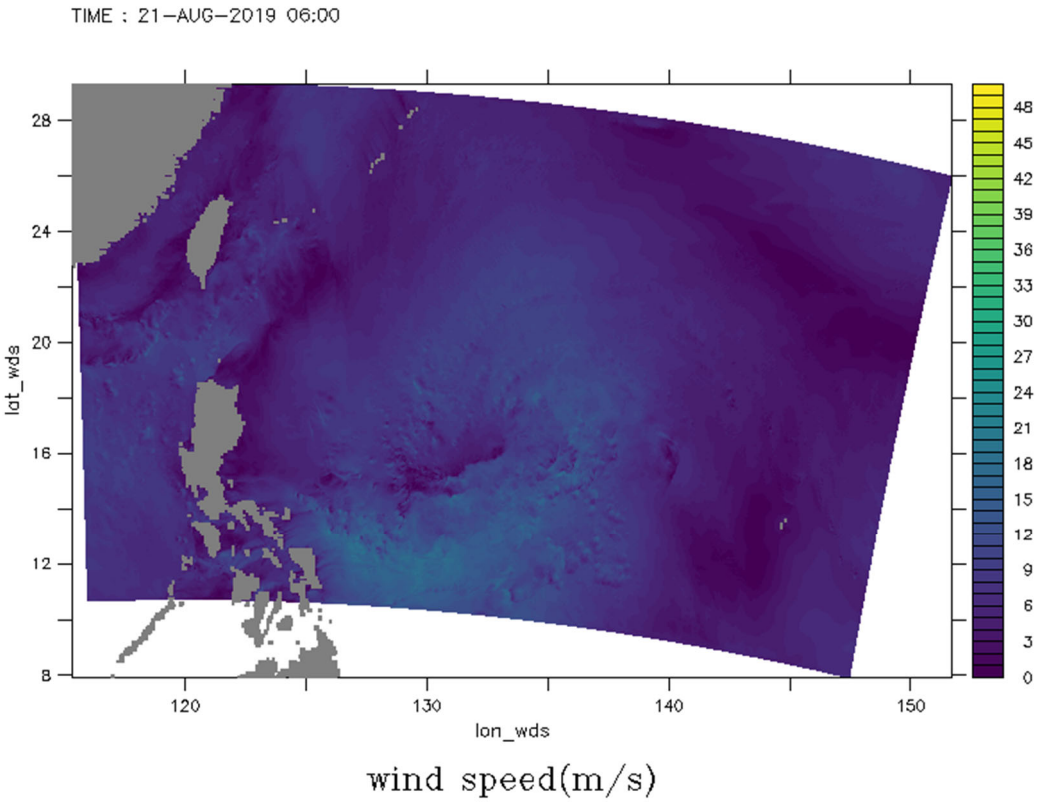


圖 2.41 氣象局 WRF 氣象場成員 M05 網格 WDS2 之風速分布圖

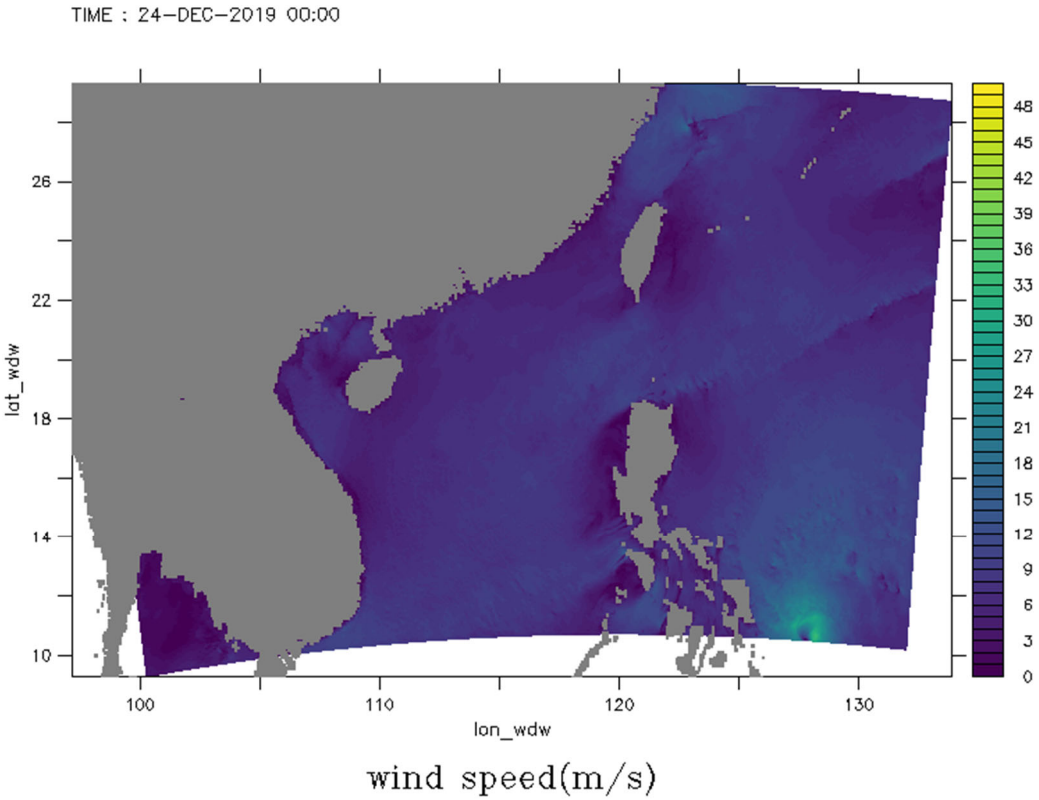


圖 2.42 氣象局 WRF 氣象場成員 M05 網格 WDW2 之風速分布圖

2.3.2 暴潮模組改善研究

透過中尺度暴潮模組天文潮水位模擬與校驗，得知西部海域如臺北港、臺中港及布袋港等港口，天文潮預測值之潮差明顯小於調和分析預測值之潮差，如圖 2.43~圖 2.45 所示；因此，本計畫提出修正暴潮模組底床摩擦係數之策略，藉以改善天文潮預測值潮差偏小問題。

底床摩擦係數經修正後，臺北港、臺中港及布袋港等港口天文潮水位模擬值與天文潮調和分析預測值之比對結果，如圖 2.46~圖 2.48 所示，圖中所示均方根誤差值，分別為臺北港 0.188m、臺中港 0.232m 及布袋港 0.281m，三港口之均方根誤差值相較於改善前約減少 0.04m。基於調降西部海域三角元素底床摩擦係數，有助於改善暴潮模組天文潮預測值潮差偏小現象；因此，後續在暴潮模組水位模擬結果改善方面，本計畫將以調降底床摩擦係數為優先考量。

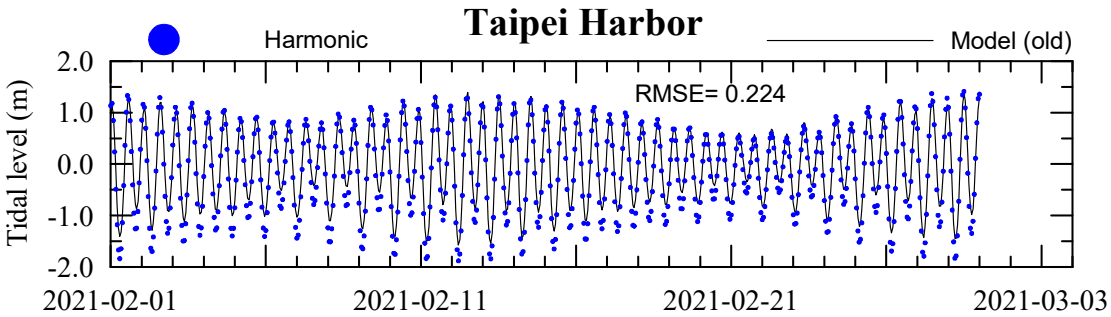


圖 2.43 暴潮模組改善前臺北港天文潮水位模擬值與預測值之歷線圖

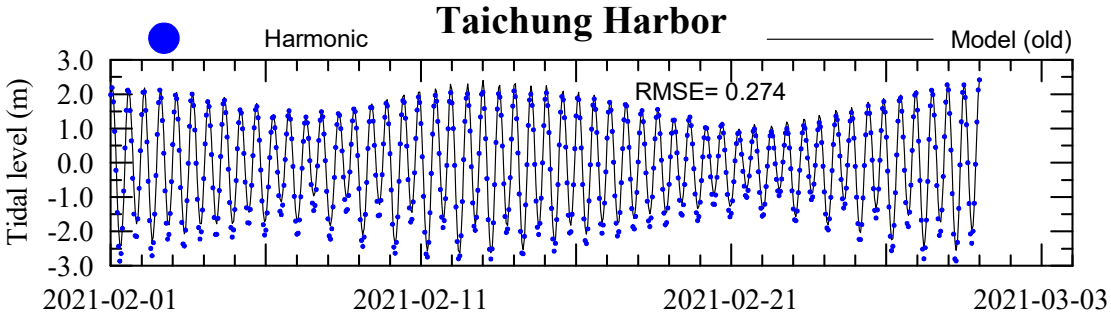


圖 2.44 暴潮模組改善前臺中港天文潮水位模擬值與預測值之歷線圖

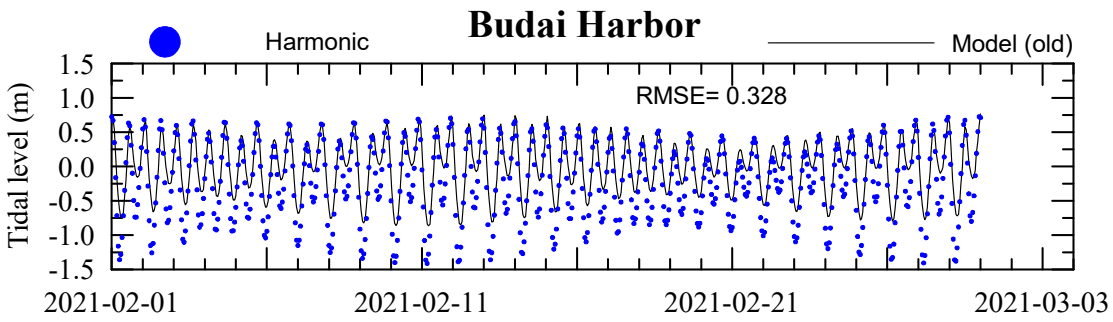


圖 2.45 暴潮模組改善前布袋港天文潮水位模擬值與預測值之歷線圖

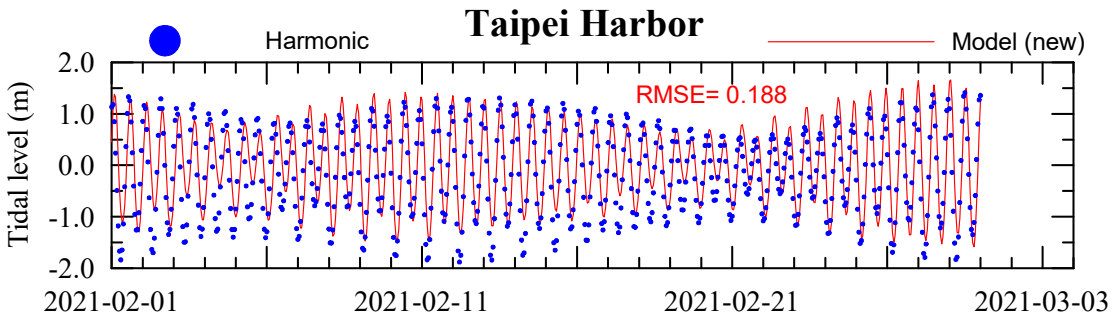


圖 2.46 暴潮模組改善後臺北港天文潮水位模擬值與預測值之歷線圖

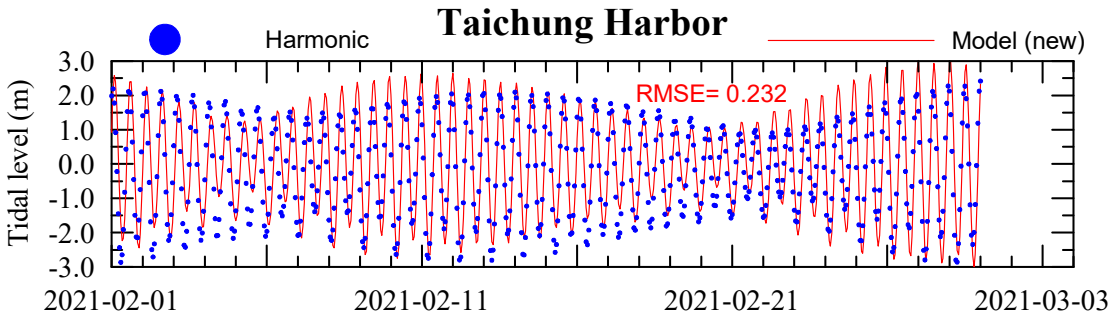


圖 2.47 暴潮模組改善後臺中港天文潮水位模擬值與預測值之歷線圖

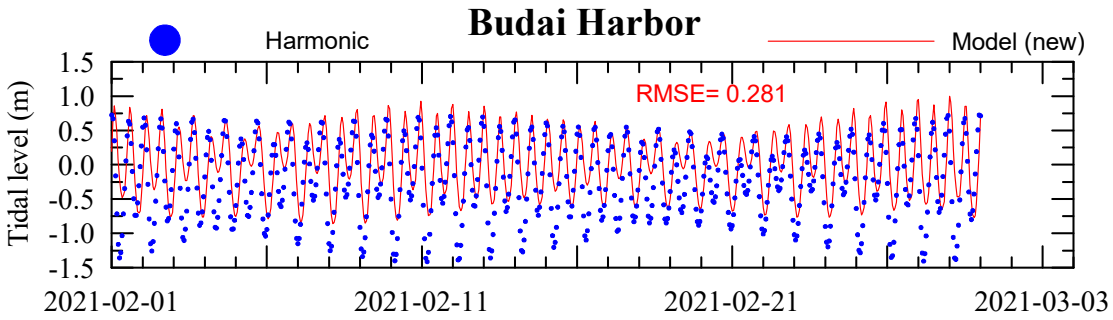


圖 2.48 暴潮模組改善後布袋港天文潮水位模擬值與預測值之歷線圖

第三章 臺灣周圍海域風浪模擬與校驗

3.1 臺灣周圍海域風浪模擬與觀測

3.1.1 臺灣周圍海域風浪模擬

針對港研中心三層巢狀網格臺海風浪模擬子系統(如圖 3.1 所示)，本章節風浪模擬結果之對象為中尺度近域風浪模組及小尺度近岸風浪模組，其中近岸風浪模組包括澎湖海域、金門海域、馬祖海域、東南海域、西南海域、花蓮海域及蘇澳海域等 7 個海域。表 3-1 所列為本計畫臺海風浪模擬子系統之巢狀網格相關資訊。本年度風浪模擬採用的風場，來自於氣象局提供港研中心 WRF 成員 M04、M05 每日 4 報之風場，其中作業化模擬風場自 110 年 3 月 1 日起改由成員 M04 預報資料產出。

表 3-1 臺海風浪模擬系統三層巢狀網格之資訊表

風浪模組名稱	範圍		解析度(°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
遠域風浪模組	110.0/145.00*[1]	10.0/35.00	0.2	176×126
近域風浪模組	117.60/123.60	20.60/28.00	0.04	151×186
澎湖海域 近岸風浪模組	119.00/120.56	22.80/24.20	0.008	186×176
金門海域 近岸風浪模組	117.80/118.88	24.04/24.72	0.008	136×086
馬祖海域 近岸風浪模組	119.44/120.84	25.56/26.72	0.008	176×146
東南海域 近岸風浪模組	120.76/122.00	21.52/23.00	0.008	156×186
西南海域 近岸風浪模組	119.80/120.88	21.52/22.52	0.008	136×126
花蓮海域 近岸風浪模組	121.40/122.40	23.28/24.24	0.008	126×121
蘇澳海域 近岸風浪模組	121.64/122.40	24.24/25.12	0.008	96×111

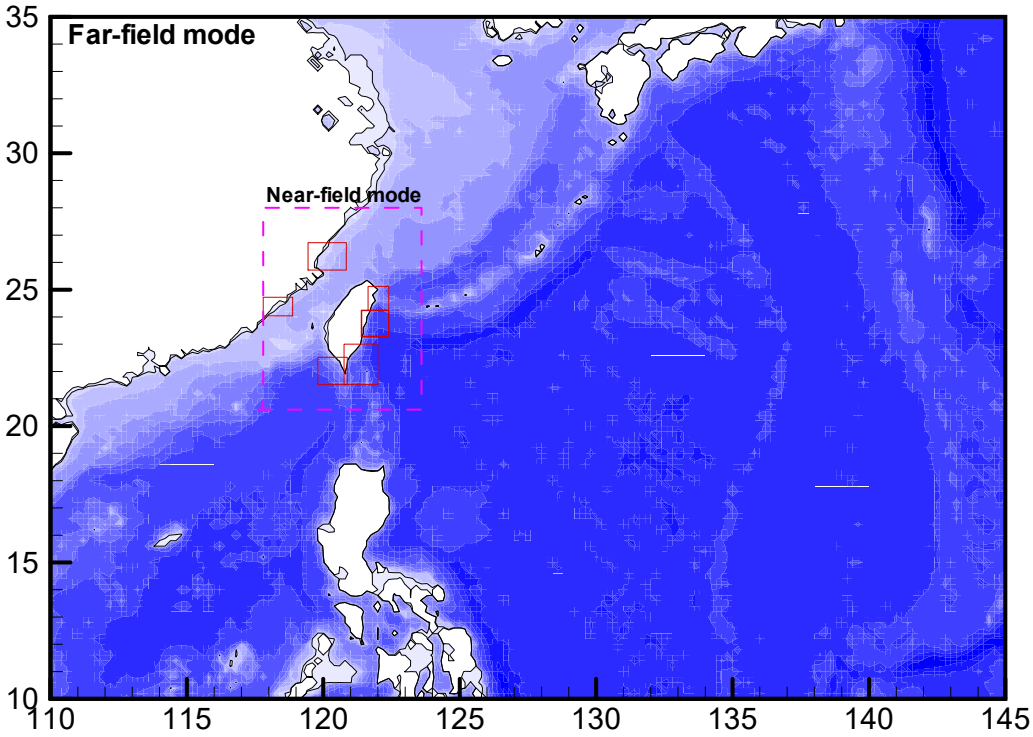


圖 3.1 TaiCOMS「臺灣周圍海域風浪模擬系統」三層巢狀網格圖

3.1.2 臺灣周圍海域風浪觀測

目前臺灣周圍海域現有長期波浪測站分布如圖 3.2 所示，圖中測站代碼末碼 A 代表港研中心設置的底碇式 AWAC 潮波流儀測站，末碼 B 代表氣象局及水利署設置的海面浮標觀測站。各波浪測站之經緯度坐標與本計畫臺海風浪模擬子系統測站模擬值輸出點位之坐標、如表 3-2 所列。

本年度波浪觀測資料主要蒐集對象為港研中心底碇式 AWAC 潮波流儀測站觀測資料，計有花蓮港、蘇澳港、基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港及馬祖等 9 個海域，表 3-3 所列為 110 年 1、2 月各海域 AWAC 觀測資料蒐集狀況，顯示臺中港、臺北港及布袋港等 3 海域，因測站現場及設備等問題暫無觀測資料。

。

表 3-2 波浪測站及風浪模擬系統測站輸出點位之坐標資訊表

波浪測站				中尺度網格		小尺度網格		備 註
測站名稱	測站代號	經 度	緯 度	經 度	緯 度	經 度	緯 度	
基隆港	KLA	121.750	25.163	121.76	25.20	—	—	
臺北港	TPA	121.375	25.181	121.36	25.20	—	—	
臺中港	TCA	120.4819	24.3033	120.44	24.32	—	—	
布袋港	BDA	120.1169	23.3736	120.08	23.36	120.096	23.376	
安平港	APA	120.1439	22.9573	120.12	22.92	120.144	22.952	
高雄港	KHA*1	120.2524	22.6164	120.28	22.52	—	—	
花蓮港	HLA	121.626	23.967	121.64	23.96	121.624	23.968	
蘇澳港	SAA	121.885	24.590	121.92	24.60	121.888	24.592	
澎湖港	PHA*2	119.675	23.556	119.68	23.52	119.68	23.52	
金門港	KMA*2	118.278	24.419					
馬祖港	MZA	119.9393	26.1658	119.92	26.20	119.936	26.168	
蘇澳浮標	SAB	121.877	24.627	121.88	24.64	121.880	24.632	
花蓮浮標	HLB	121.630	24.0325	121.64	24.04	121.632	24.032	46699A
臺東浮標	TDB	121.144	22.724	121.16	22.72	121.16	22.72	
鵝鑾鼻浮標	ELBB	120.823	21.900	120.80	21.88	120.80	21.88	
小琉球浮標	XLQB	120.361	22.316	120.36	22.32	120.36	22.32	46714D
彌陀浮標	MTB	120.164	22.763	120.16	22.76	120.16	22.76	
七股浮標	QGB	120.006	23.099	120.00	23.08	120.008	23.096	
新竹浮標	HCB	120.837	24.755	120.84	24.76	120.84	24.76	46757B
富貴角浮標	FGCB	121.921	25.097	121.32	25.32	121.32	25.32	C6AH2
澎湖浮標	PHB	119.551	23.727	119.52	23.76	119.52	23.76	
金門浮標	KMB	118.411	24.380	118.44	24.36	118.44	24.36	
馬祖浮標	MZB	120.534	26.375	120.56	26.36	120.536	26.376	
蘭嶼浮標	LYB	121.576	22.072	121.60	22.08	121.60	22.08	C6S94

*1、測站位置由二港口移至一港口
*2、目前測站停止觀測

表 3-3 2021 年 1、2 月份花蓮港等 9 海域波浪觀測資料蒐集率(%)表

月份	花蓮	蘇澳	基隆	臺中	高雄	臺北	布袋	安平	馬祖
1 月	99.6	63.6	91.3	0.0	98.9	0.0	0.0	99.5	98.9
2 月	99.4	66.1	86.3	0.0	99.7	0.0	0.0	91.2	99.7
來源	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT

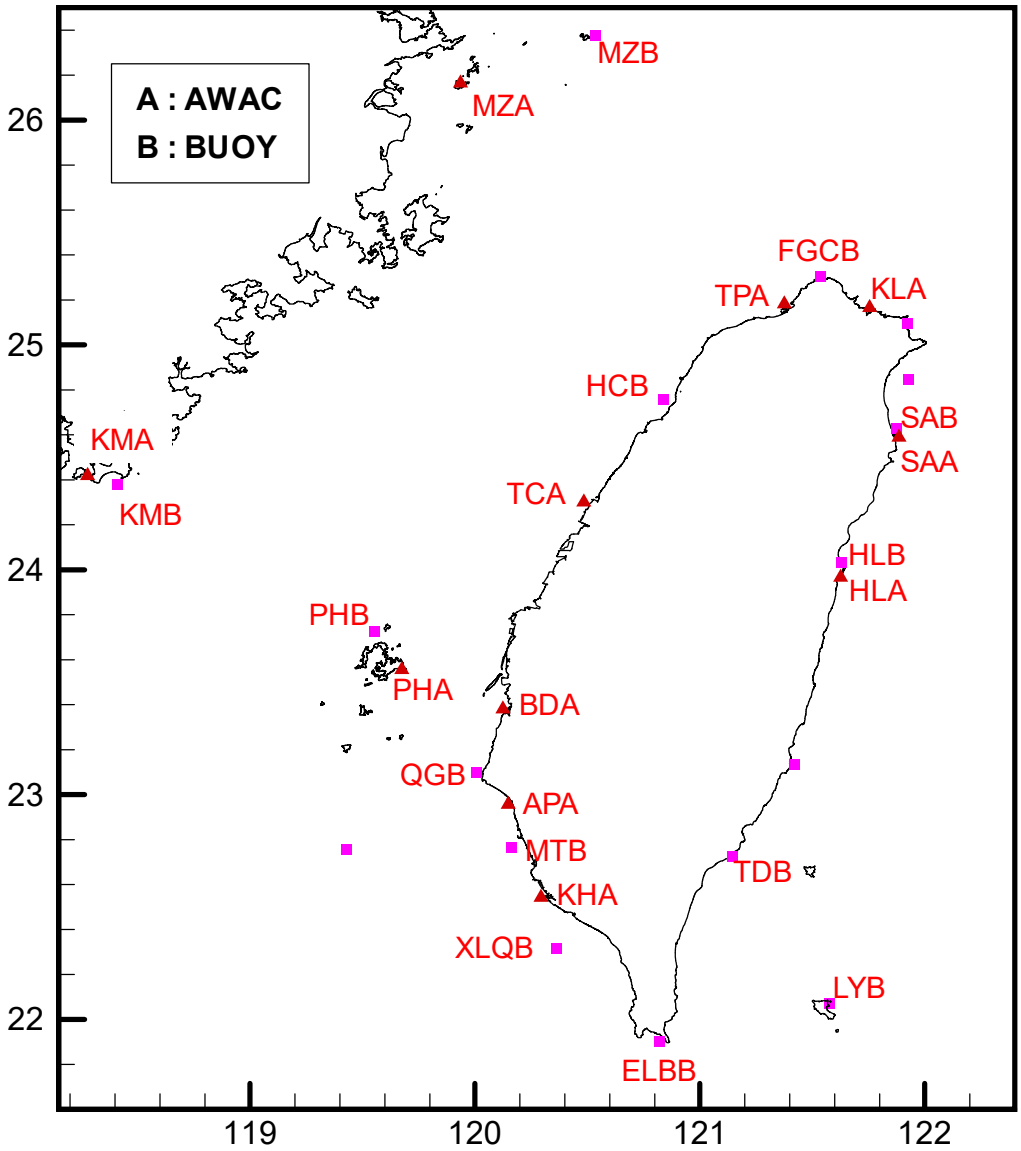


圖 3.2 臺灣周圍海域長期波浪觀測站分布圖

3.1.3 風浪校驗指標

本計畫延續歷年研究方法，以示性波高(H_s)、平均週期(T_m)及平均波向(T_m)等波浪統計參數為對象，採用模擬值與觀測值之均方根誤差(RMSE)及相關係數(R)為風浪校驗指標。此處示性波高及平均週期之定義分別採用波浪能量譜之零階動差 m_0、二階動差 m^2，即

$$H_s = 4\sqrt{m_0} \quad \text{.....(3.1)}$$

$$T_m = \sqrt{m_0/m^2} \quad \text{.....(3.2)}$$

模擬值與觀測值間之均方根誤差(RMSE)定義如下：

$$RMSE=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(P_i-O_i\right)^2}{N}} \quad \text{.....(3.3)}$$

式中 P_i 代表模擬值，O_i 代表觀測值，N 為觀測值或模擬值數量(取對應數量較小者)。模擬值與觀測值之相關係數 R 定義如下：

$$R=\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(P_i-\overline{P}\right)\left(O_i-\overline{O}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left(P_i-\overline{P}\right)^2\sum_{i=1}^{N}\left(O_i-\overline{O}\right)^2}} \quad \text{.....(3.4)}$$

式中 $\overline{P}$ 及 $\overline{O}$ 分別代表模擬值 P_i 及觀測值 O_i 之平均值。

3.2 冬季風波浪模擬與校驗

針對冬季季風波浪模擬結果，本年度選取花蓮港、蘇澳港、基隆港、安平港、高雄港等海域 1、2 月份波浪觀測資料，校驗臺海風浪模擬子系統中尺度近域模組風浪模擬結果，如下：

3.2.1 花蓮海域

花蓮海域目前波浪觀測站計有花蓮港外海 AWAC 測站(HLA)及花蓮港北側花蓮浮標測站(HLB)，如圖 3.3 所示。本年度花蓮海域冬季(1、2 月)風浪模擬值與 AWAC 測站觀測值示性波高(H_s)、平均週期(T_m) 、譜峰週期(T_p)及平均波向(D_m)之時序列比對結果，如圖 3.4~圖 3.7 所示；有關示性波高、平均週期、譜峰週期及平均波向之校驗成果，如表 3-4 所列，顯示示性波高之 RMSE 約在 0.5m 以下，平均週期之 RMSE 約為 1.3sec，譜峰週期之 RMSE 約介於 2.4~2.5sec，平均波向之 RMSE 約介於 34.3º ~36.3º。

整體而言，冬季季風期間示性波高變化趨勢受東北季風峰面影響相當顯著，且示性波高模擬值與觀測值間具高度之相關性。此外，花蓮港 AWAC 測站模擬值輸出點位置在實際測站之外海，水深較大且受港口之影響較小；因此，模式示性波高模擬值偏大是可以預期的。

表 3-4 2021 年花蓮海域冬季季風浪模擬值與觀測值之校驗成果表

月份	示性波高		平均週期		譜峰週期		平均波向		備註
	RMSE (m)	R	RMSE (s)	R	RMSE (s)	R	RMSE (º)	R	
1 月	0.425	0.930	1.379	0.636	2.386	0.419	36.3	0.731	
2 月	0.483	0.867	1.327	0.752	2.498	0.618	34.3	0.543	
合併	0.454	0.904	1.355	0.709	2.440	0.542	35.3	0.270	

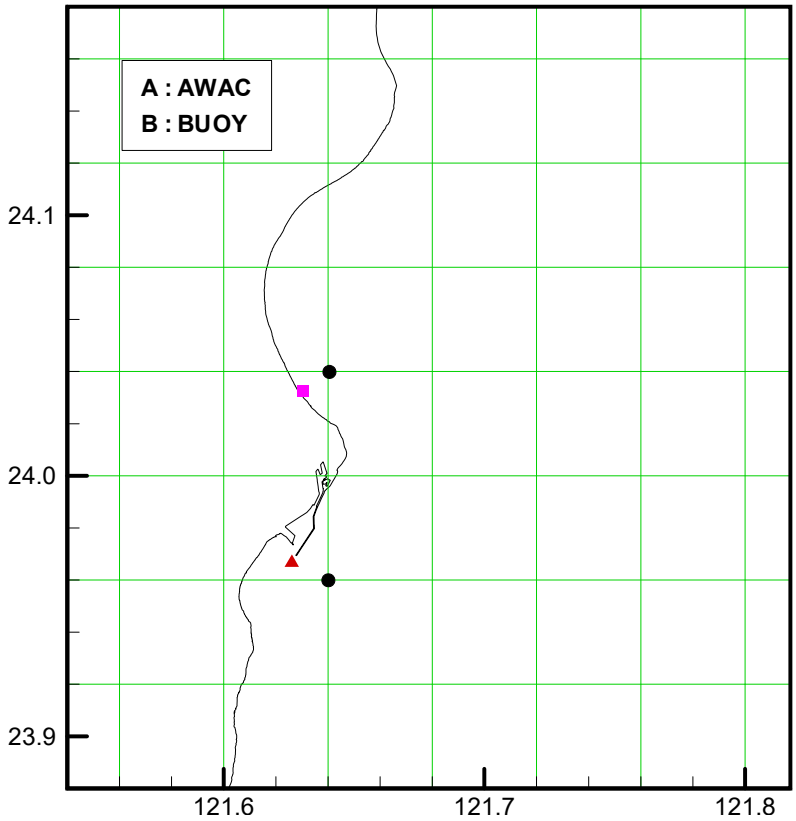


圖 3.3 花蓮海域波浪測站及中尺度模組模擬值輸出點位位置圖

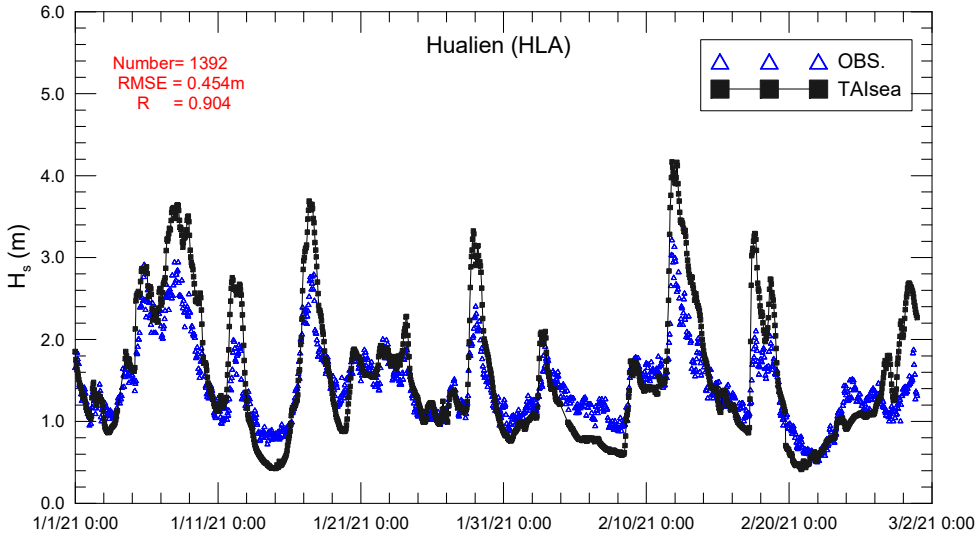


圖 3.4 花蓮港 HLA 測站示性波高模擬值與觀測值之比較圖

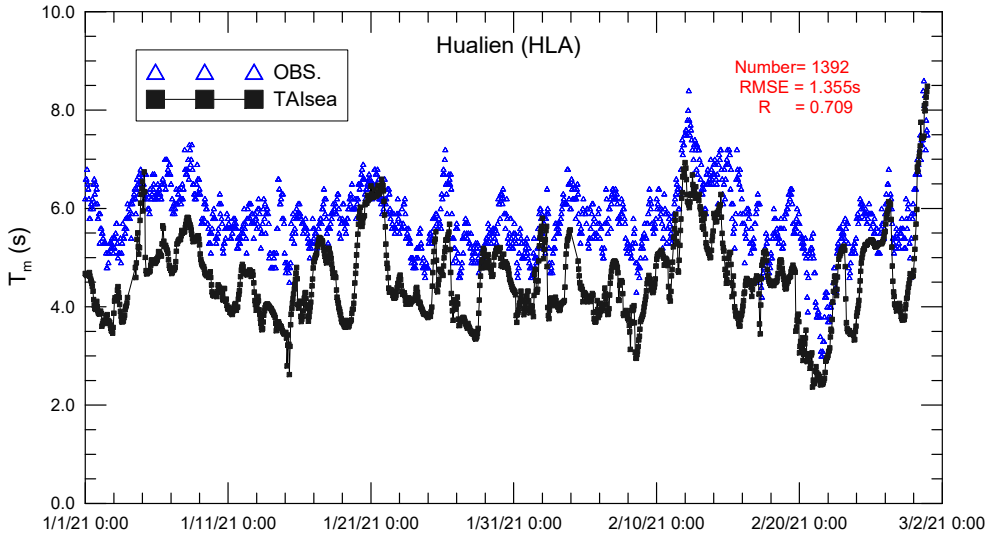


圖 3.5 花蓮港 HLA 測站平均週期模擬值與觀測值之比較圖

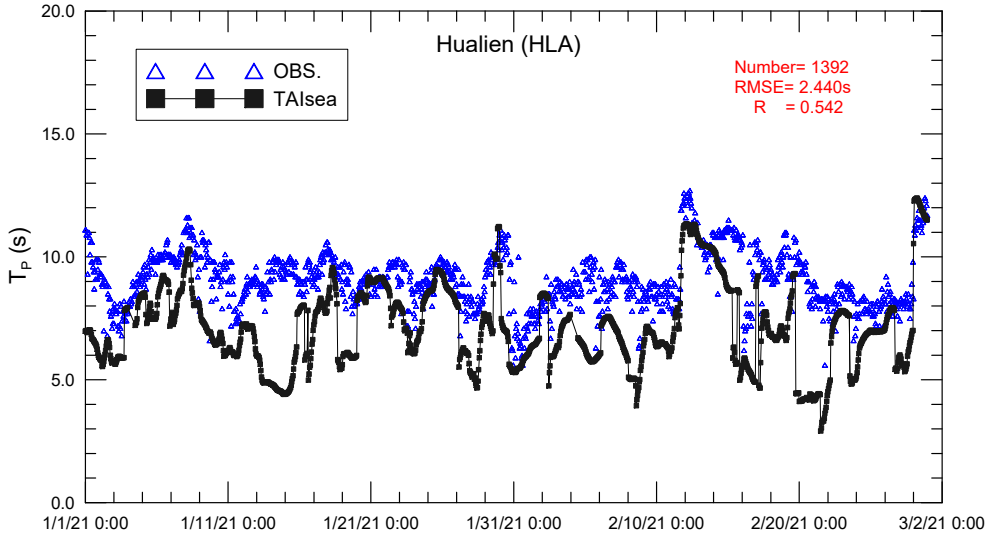


圖 3.6 花蓮港 HLA 測站譜峰週期模擬值與觀測值之比較圖

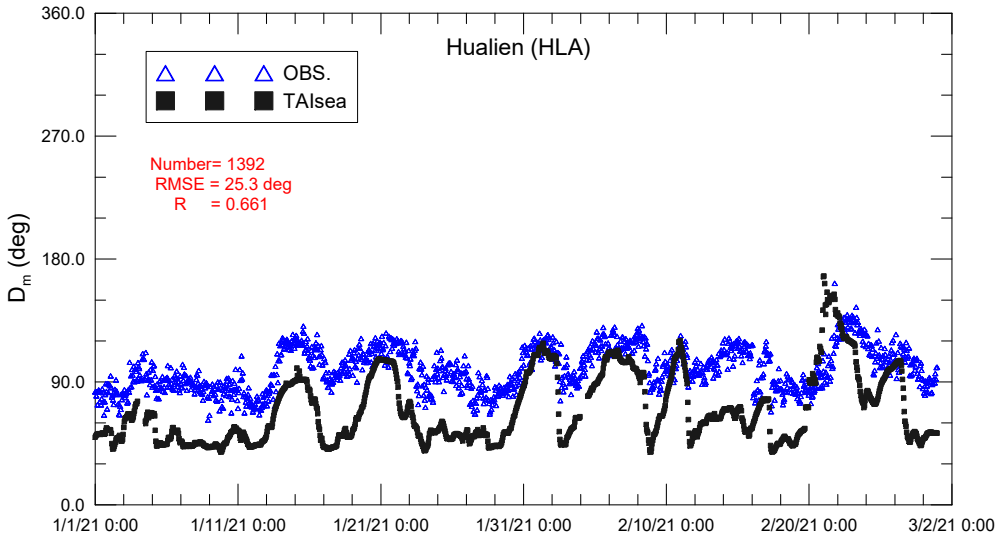


圖 3.7 花蓮港 HLA 測站平均波向模擬值與觀測值之比較圖

3.2.2 蘇澳海域

蘇澳海域波浪觀測站目前計有蘇澳港外海 AWAC 測站(SAA)及蘇澳港北側蘇澳浮標測站(SAB)，如圖 3.8 所示。本年度蘇澳海域冬季(1、2月)風浪模擬值與 AWAC 測站觀測值示性波高(H_s)、平均週期(T_m) 、譜峰週期(T_p)及平均波向(D_m)之時序列比對結果，如圖 3.9~圖 3.12 所示；示性波高、平均週期、譜峰週期及平均波向等波浪統計參數模擬值之校驗成果，如表 3-5 所列，其中示性波高之 RMSE 約在 0.5m 以下，平均週期之 RMSE 約為 1.2sec，譜峰週期之 RMSE 約介於 2.2~2.5sec，平均波向之 RMSE 約介於 25º ~37º。

同樣，冬季季風期間示性波高變化趨勢明顯受東北季風峰面影響，示性波高模擬值與觀測值間相關係數 R 大於 0.7。此外，蘇澳港 AWAC 測站模擬值輸出點位置距離港口較實際測站遠，水深略大於測站水深，此可能成為模式示性波高模擬值呈現高於觀測值因素之一。

表 3-5 2021 年蘇澳海域冬季季風浪模擬值與觀測值之校驗成果表

月份	示性波高		平均週期		譜峰週期		平均波向		備註
	RMSE (m)	R	RMSE (s)	R	RMSE (s)	R	RMSE (º)	R	
1 月	0.488	0.731	1.205	0.515	2.227	0.537	24.9	0.561	
2 月	0.459	0.782	1.260	0.706	2.523	0.534	36.7	0.158	
合併	0.474	0.759.	1.232	0.650	2.376	0.537	30.6	0.334	

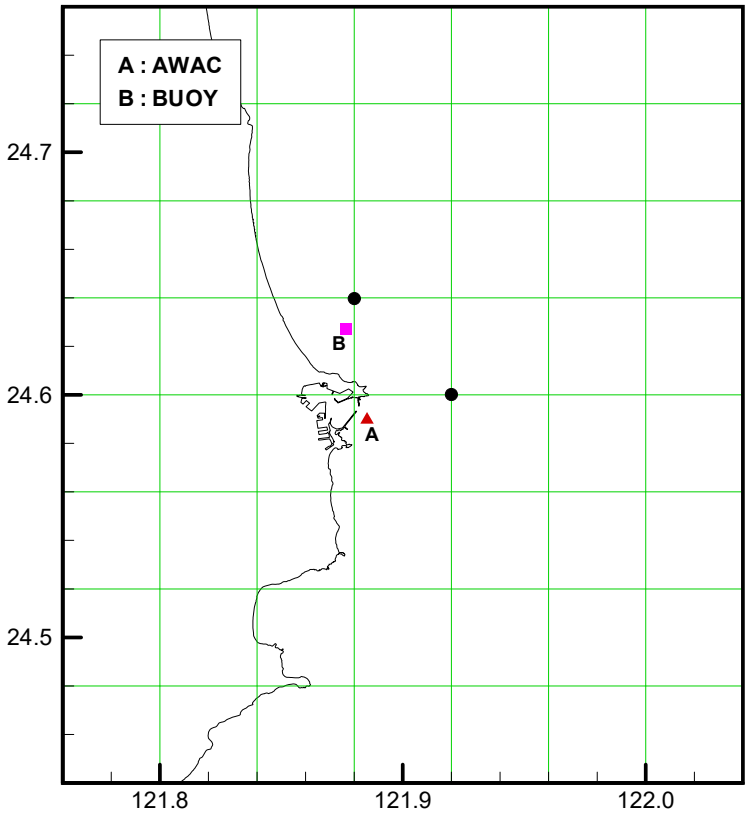


圖 3.8 蘇澳海域波浪測站及中尺度模組模擬值輸出點位位置圖

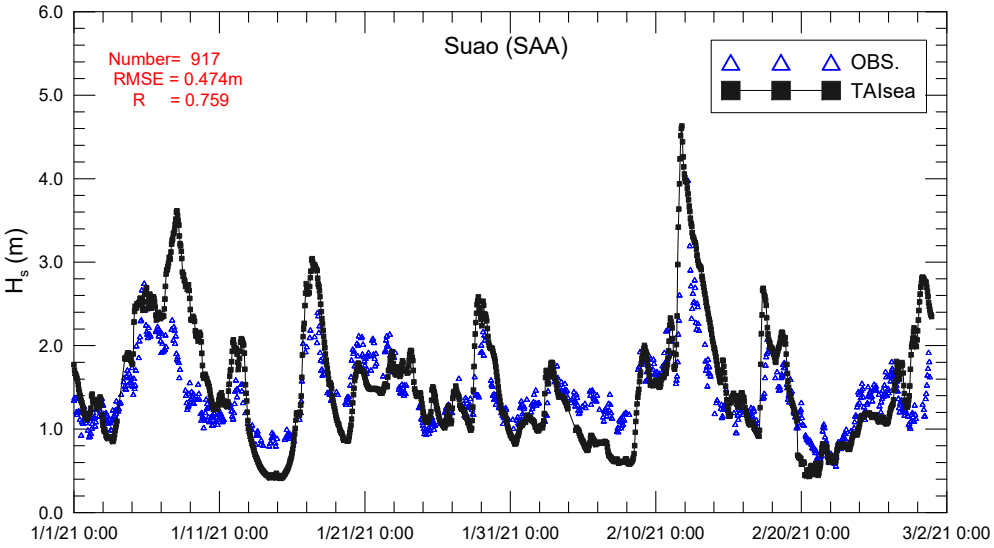


圖 3.9 蘇澳港 SAA 測站示性波高模擬值與觀測值之比較圖

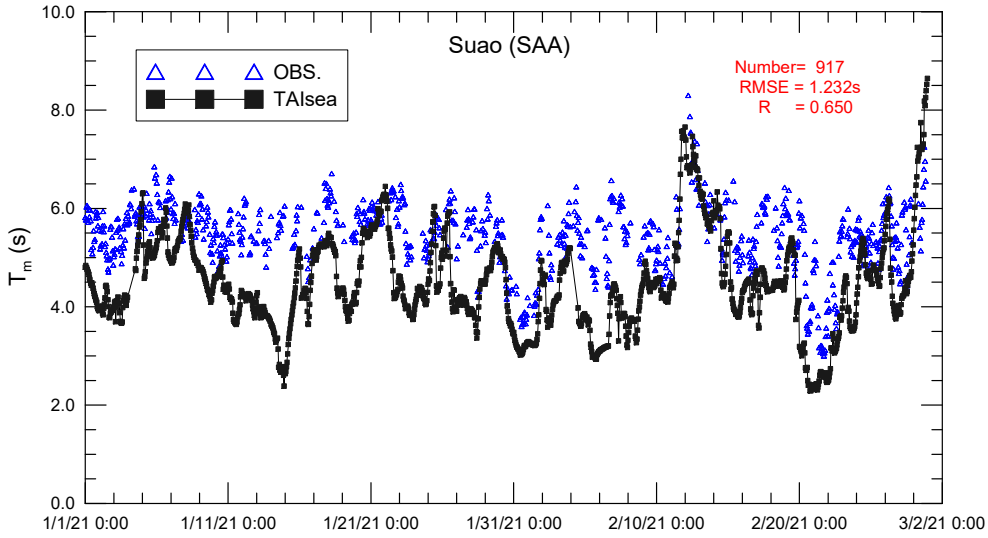


圖 3.10 蘇澳港 SAA 測站平均週期模擬值與觀測值之比較圖

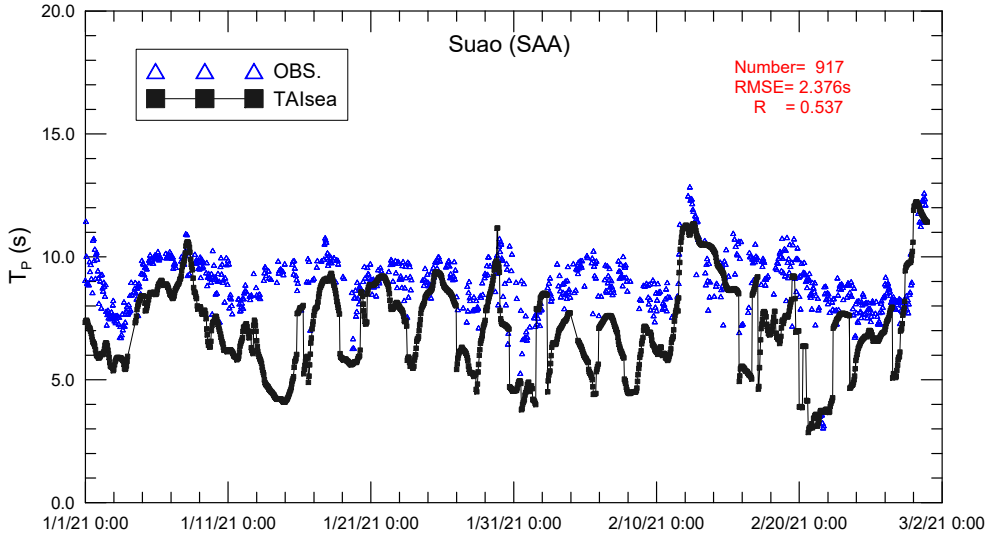


圖 3.11 蘇澳港 SAA 測站譜峰週期模擬值與觀測值之比較圖

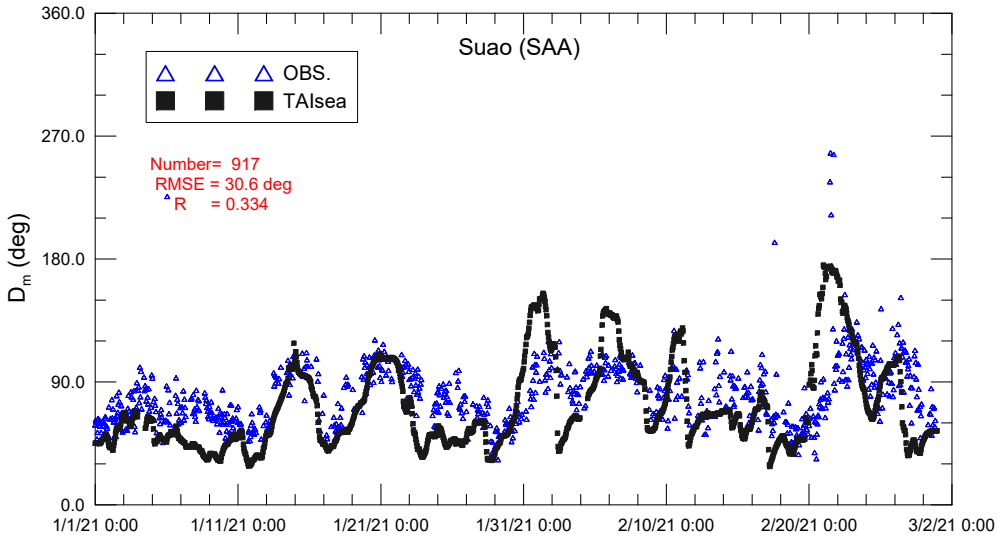


圖 3.12 蘇澳港 SAA 測站平均波向模擬值與觀測值之比較圖

3.2.3 基隆港海域

基隆海域波浪觀測站目前有基隆港外海 AWAC 測站(KLA)，位於東堤西側，如圖 3.13 所示。本年度基隆海域冬季(1、2 月)風浪模擬值與 AWAC 測站觀測值示性波高(H_s)、平均週期(T_m) 、譜峰週期(T_p)及平均波向(D_m)之時序列比對結果，如圖 3.14~圖 3.17 所示；示性波高、平均週期、譜峰週期及平均波向等波浪統計參數模擬值之校驗成果，如表 3-6 所列，其中示性波高之 RMSE 約在 0.5m 以下，平均週期之 RMSE 約為 1.1sec，譜峰週期之 RMSE 約為 2.1sec，平均波向之 RMSE 約介於 43º。

同樣顯示基隆海域冬季風浪示性波高變化明顯受到東北季風峰面影響，示性波高模擬值與觀測值間具有高度相關性。基隆港 AWAC 測站模擬值輸出點位置受到網格解析度影響距離港口相當遠，水深明顯大於測站水深；因此，外海風浪模擬結果普遍高於觀測值同樣屬於可預期的。

表 3-6 2021 年基隆海域冬季季風浪模擬值與觀測值之校驗成果表

月份	示性波高		平均週期		譜峰週期		平均波向		備註
	RMSE (m)	R	RMSE (s)	R	RMSE (s)	R	RMSE (º)	R	
1 月	0.321	0.945	0.944	0.827	2.007	0.540	38.4	0.548	
2 月	0.507	0.871	1.249	0.756	2.241	0.600	47.0	0.096	
合併	**0.417**	**0.906.**	**1.095**	**0.784**	**2.118**	**0.574**	**42.6**	**0.270**	

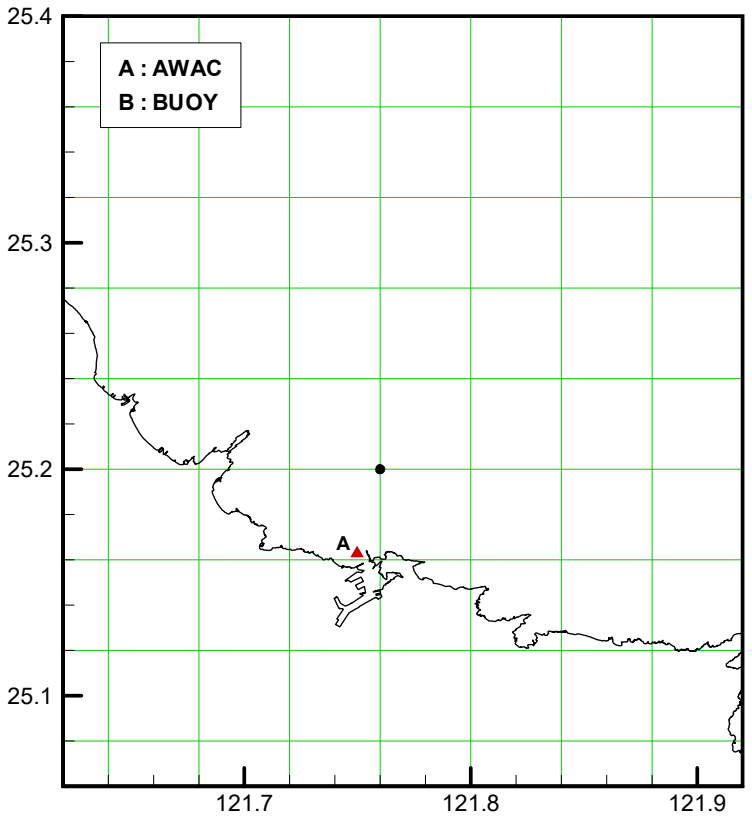


圖 3.13 基隆海域波浪測站及中尺度模組模擬值輸出點位位置圖

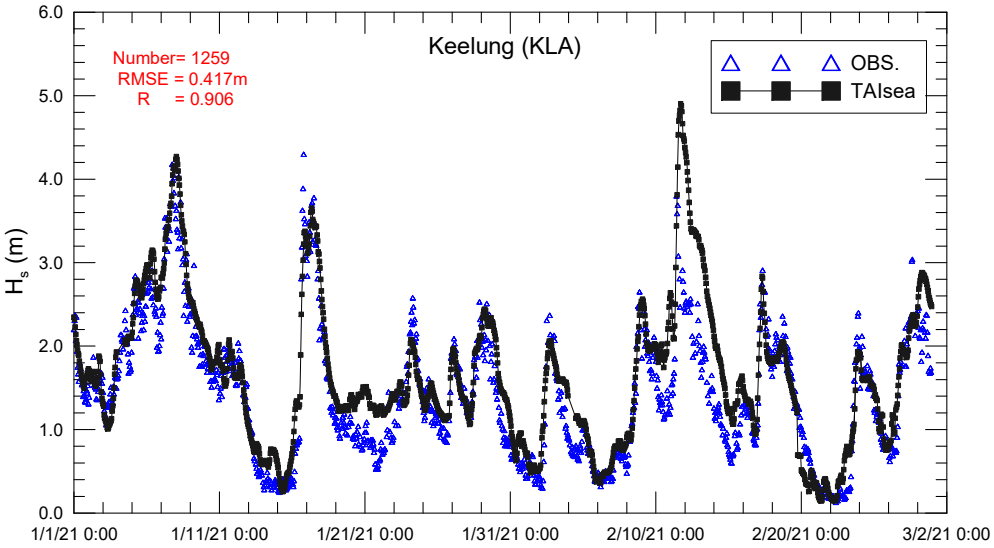


圖 3.14 基隆港 KLA 測站示性波高模擬值與觀測值之比較圖

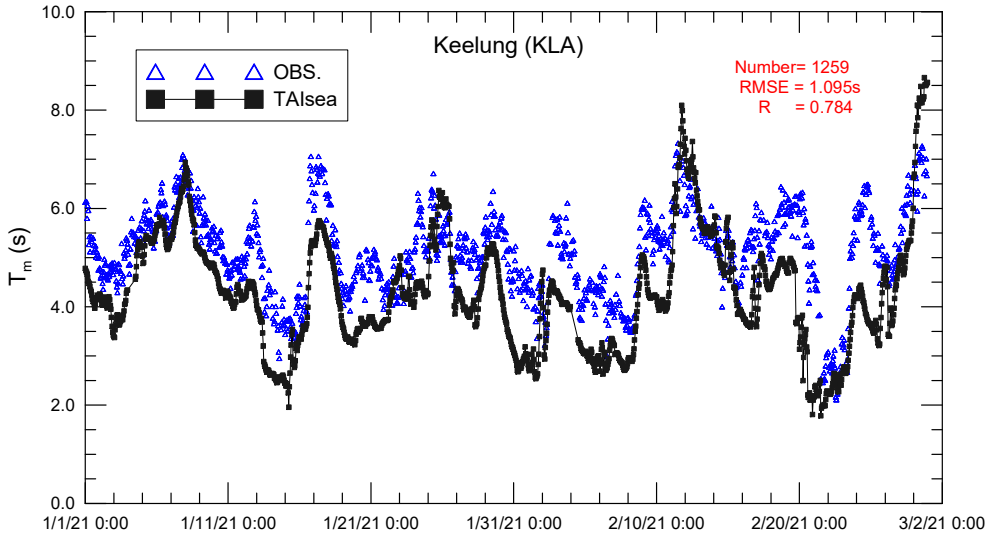


圖 3.15 基隆港 KLA 測站平均週期模擬值與觀測值之比較圖

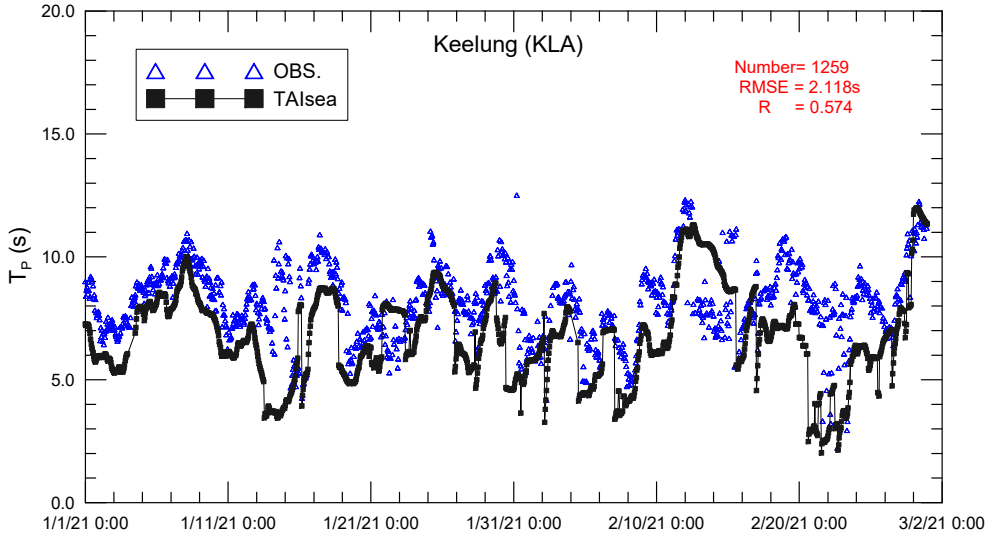


圖 3.16 基隆港 KLA 測站譜峰週期模擬值與觀測值之比較圖

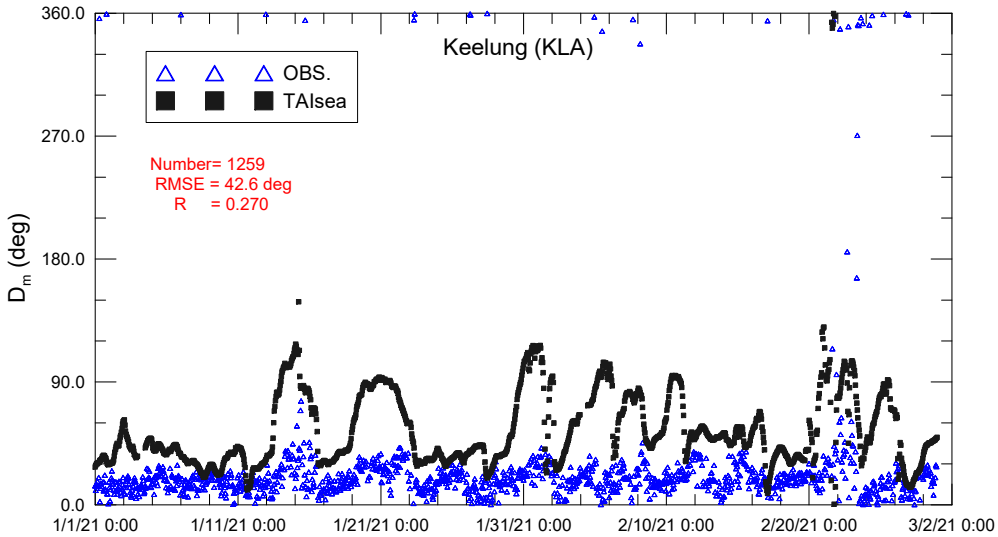


圖 3.17 基隆港 KLA 測站平均波向模擬值與觀測值之比較圖

3.2.4 安平海域

安平海域目前波浪觀測站計有安平港外海 AWAC 測站(APA)及安平港北側七股浮標測站(QGB)，如圖 3.18 所示。本年度安平海域冬季(1、2 月)風浪模擬值與 AWAC 測站觀測值示性波高(H_s)、平均週期(T_m) 、譜峰週期(T_p)及平均波向(D_m)之時序列比對結果，如圖 3.19~圖 3.22 所示。有關示性波高、平均週期、譜峰週期及平均波向等波浪統計參數模擬值之校驗成果，如表 3-7 所列，整體示性波高之 RMSE 約為 0.37m，平均週期之 RMSE 約為 1.3sec，譜峰週期之 RMSE 約為 2.9sec，平均波向之 RMSE 約介於 63º。

同樣，安平港 AWAC 測站模擬值輸出點因位於實際測站外海西南側，故示性波高模擬值普遍顯著大於觀測值。整體上，安平海域風浪示性波高變化仍受冬季季風鋒面強弱影響，但影響性明顯減弱。

表 3-7 2021 年安平海域冬季季風浪模擬值與觀測值之校驗成果表

月份	示性波高		平均週期		譜峰週期		平均波向		備註
	RMSE (m)	R	RMSE (s)	R	RMSE (s)	R	RMSE (º)	R	
1 月	0.414	0.860	1.207	0.077	2.856	0.318	64.2	0.151	
2 月	0.318	0.842	1.434	0.369	2.941	0.256	62.6	0.339	
合併	**0.374**	**0.859.**	**1.314**	**0.208**	**2.895**	**0.298**	**63.4**	**0.322**	

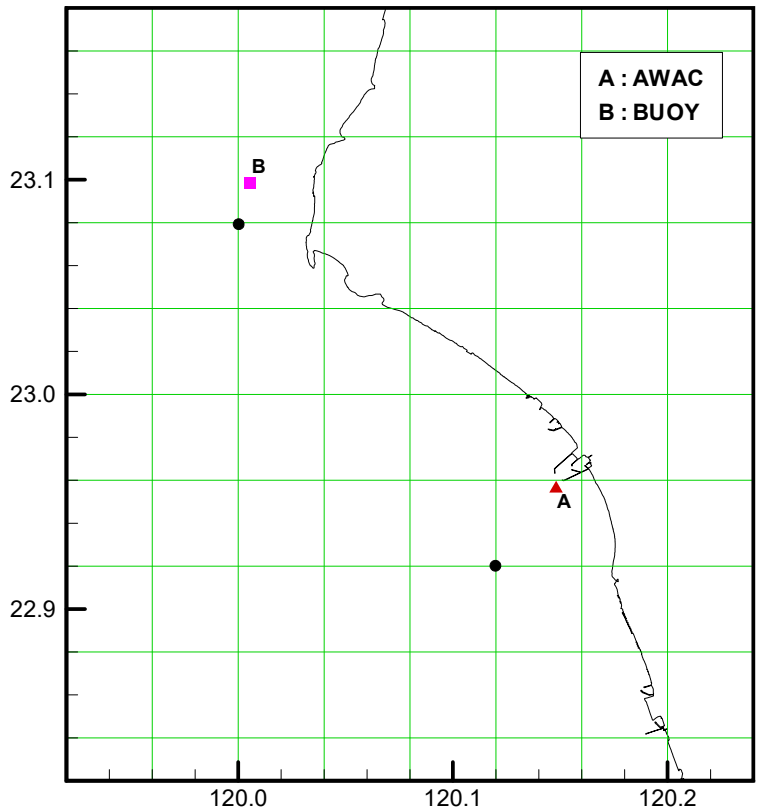


圖 3.18 安平海域波浪測站及中尺度模組模擬值輸出點位位置圖

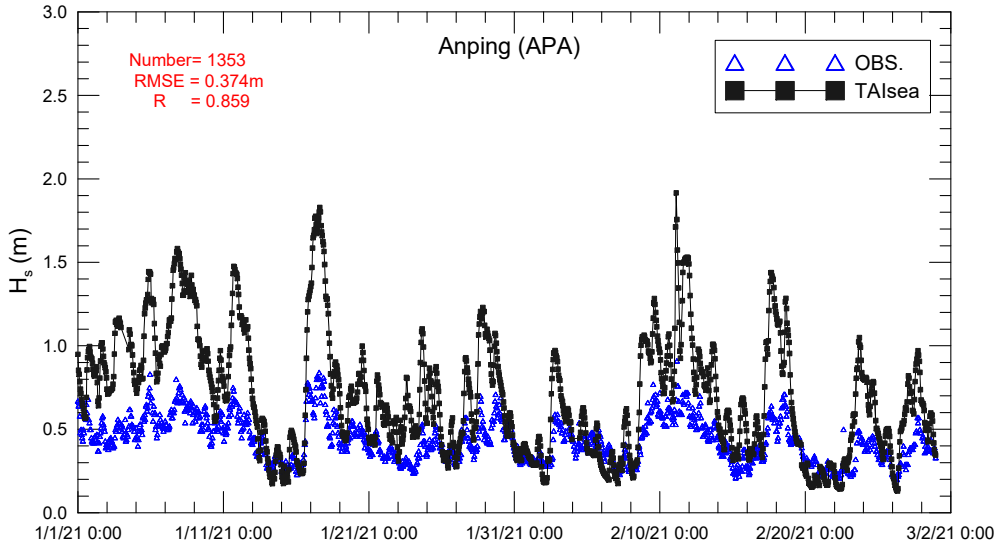


圖 3.19 安平港 APA 測站示性波高模擬值與觀測值之比較圖

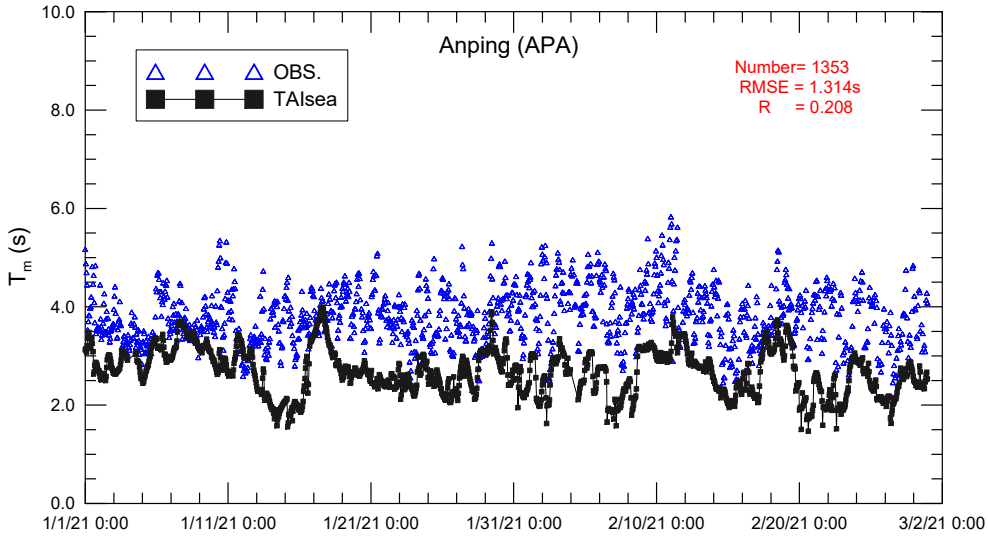


圖 3.20 安平港 APA 測站平均週期模擬值與觀測值之比較圖

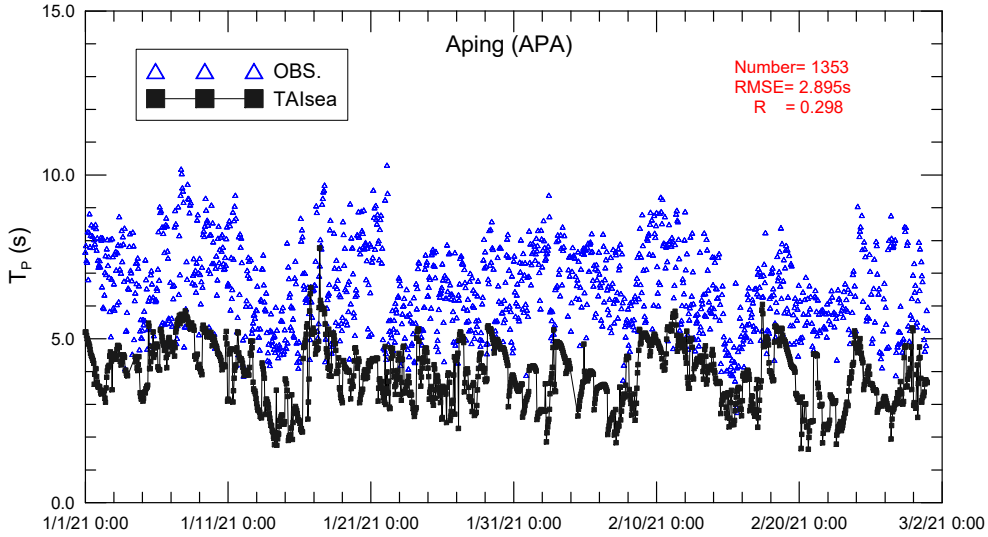


圖 3.21 安平港 APA 測站譜峰週期模擬值與觀測值之比較圖

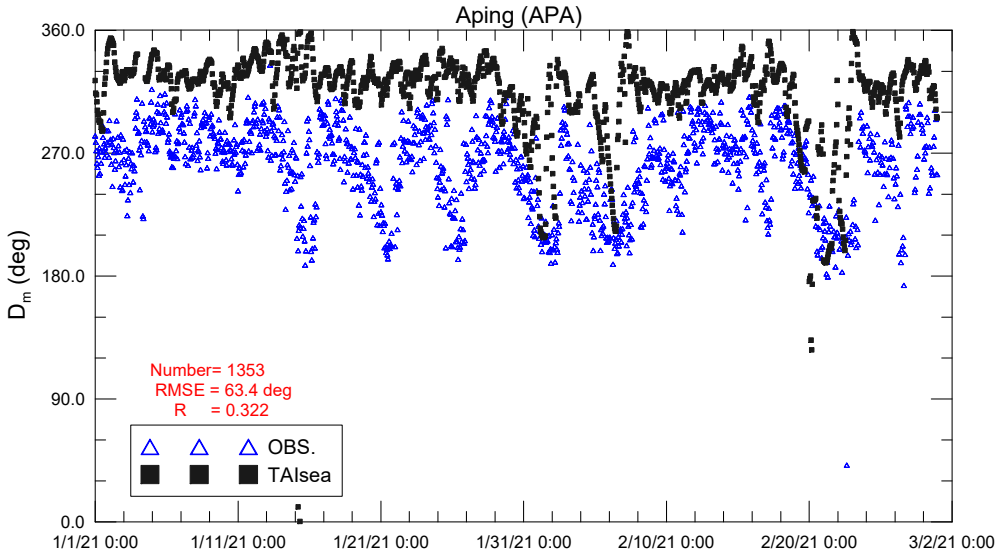


圖 3.22 安平港 APA 測站平均波向模擬值與觀測值之比較圖

3.2.5 高雄海域

高雄海域目前波浪觀測站計有高雄港一港口 AWAC 測站(KHA)及北側彌陀浮標測站(MTB)，如圖 3.23 所示；圖中二港口 AWAC 測站自 2018 年 9 月 1 日移至目前一港口 AWAC 測站位置觀測，但模式測站模擬值輸出點位未隨著更動。本年度高雄海域冬季(1、2 月)風浪模擬值與 AWAC 測站觀測值示性波高(H_s)、平均週期(T_m) 、譜峰週期(T_p)及平均波向(D_m)之時序列比對結果，如圖 3.24~圖 3.27 所示。有關示性波高、平均週期、譜峰週期及平均波向等波浪統計參數模擬值之校驗成果，如表 3-8 所列，整體示性波高之 RMSE 約為 0.18m，平均週期之 RMSE 約為 0.7sec，譜峰週期之 RMSE 約為 2.5sec，平均波向之 RMSE 約介於 43º。

表 3-8 2021 年高雄海域冬季季風浪模擬值與觀測值之校驗成果表

月份	示性波高		平均週期		譜峰週期		平均波向		備註
	RMSE (m)	R	RMSE (s)	R	RMSE (s)	R	RMSE (º)	R	
1 月	0.192	0.855	0.622	0.539	2.470	0.227	43.7	0.382	
2 月	0.176	0.872	0.752	0.640	2.623	0.262	42.3	0.084	
合併	**0.184**	**0.869.**	**0.687**	**0.597**	**2.544**	**0.253**	**43.0**	**0.138**	

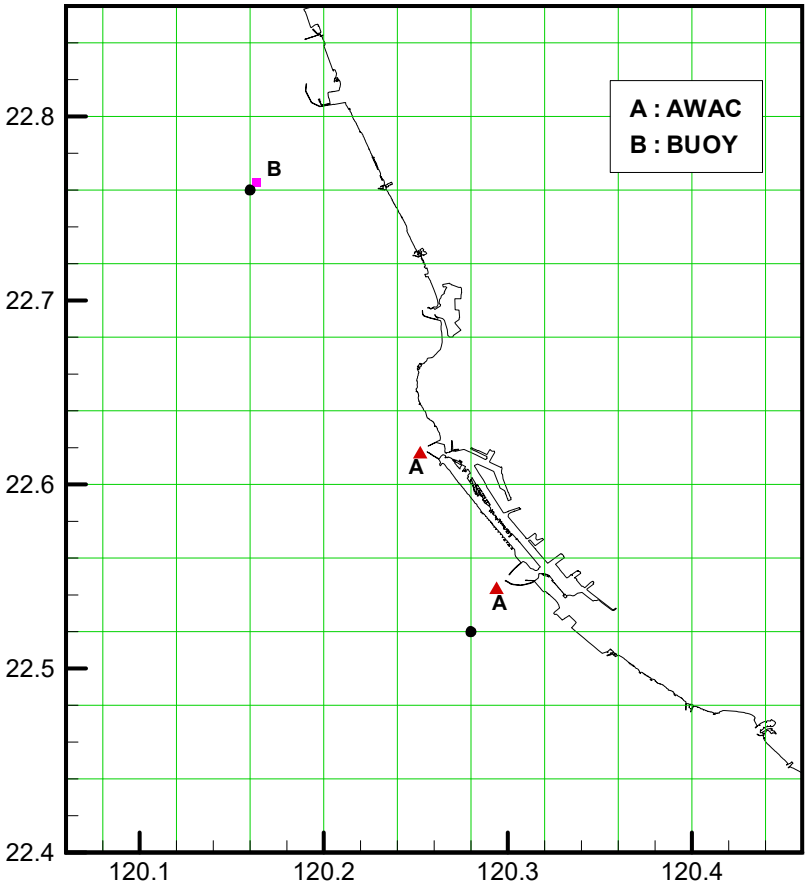


圖 3.23 高雄海域波浪測站及中尺度模組模擬值輸出點位位置圖

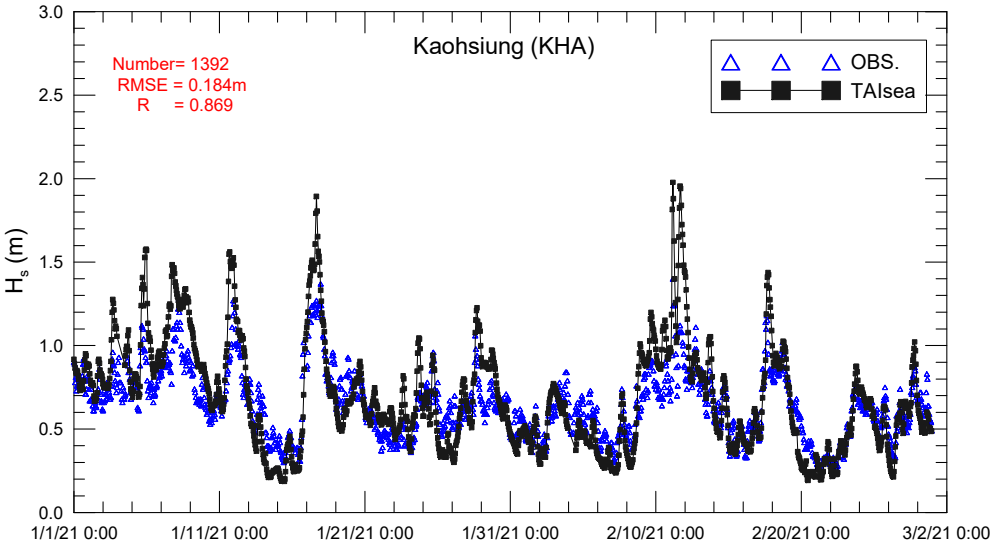


圖 3.24 高雄港 KHA 測站示性波高模擬值與觀測值之比較圖

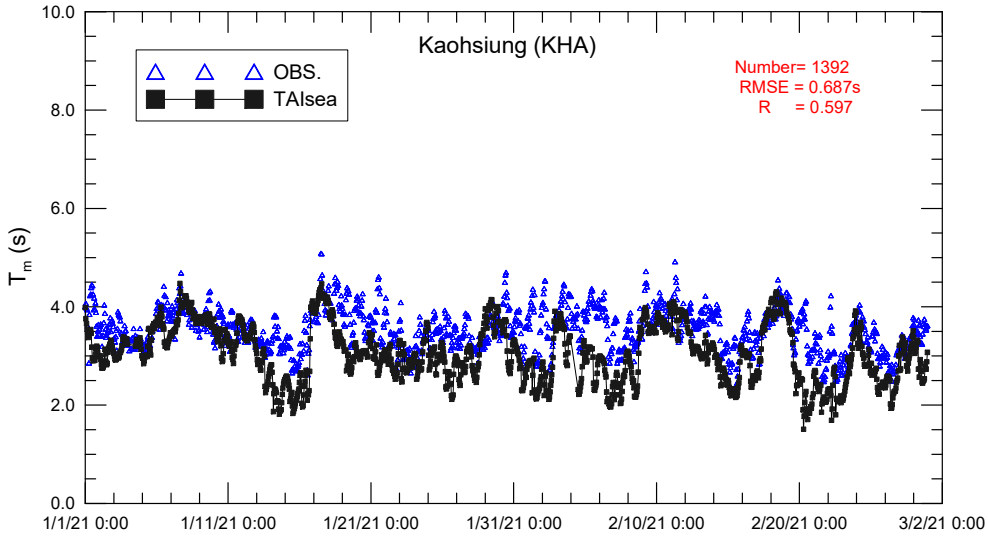


圖 3.25 高雄港 KHA 測站平均週期模擬值與觀測值之比較圖

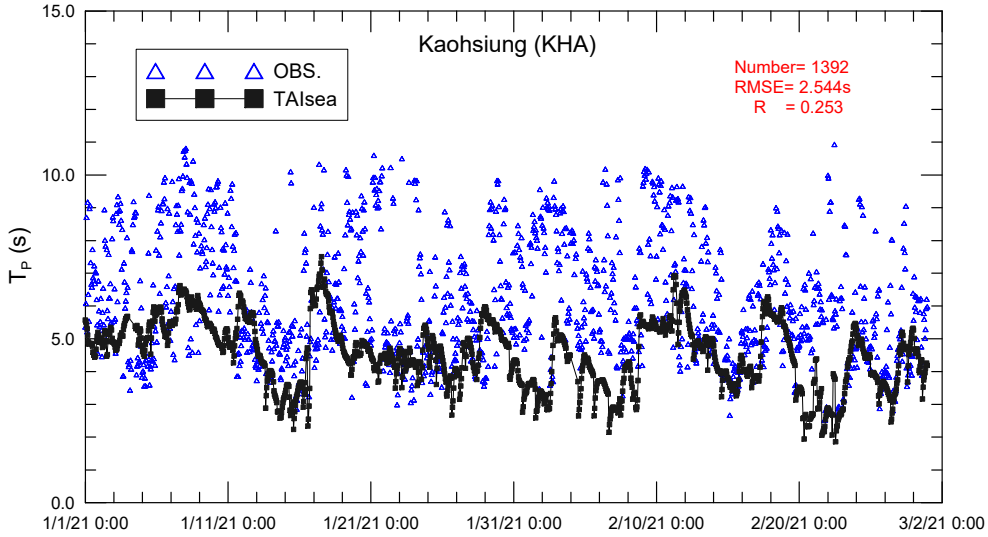


圖 3.26 高雄港 KHA 測站譜峰週期模擬值與觀測值之比較圖

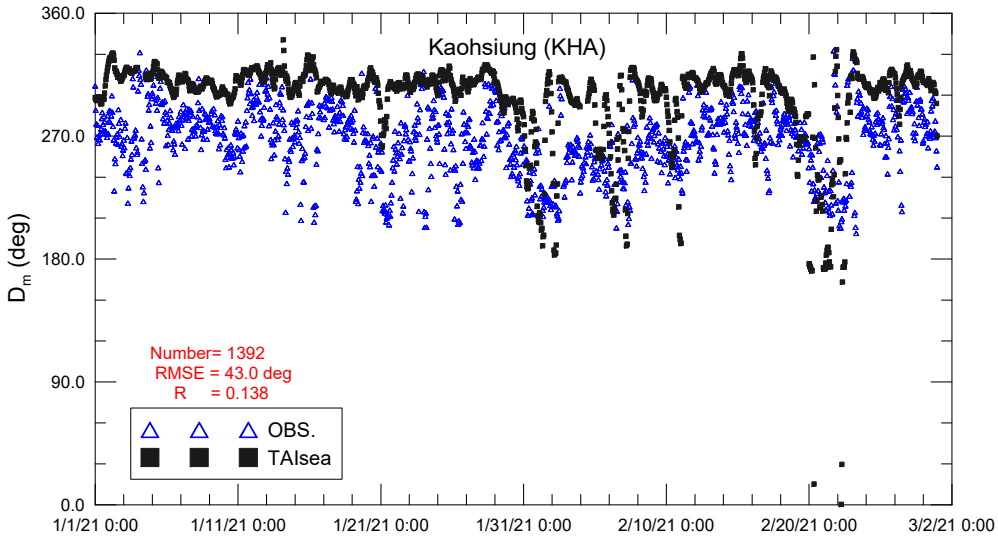


圖 3.27 高雄港 KHA 測站平均波向模擬值與觀測值之比較圖

3.3 颱風波浪模擬與校驗

3.3.1 歷史颱風波浪模擬

2020 年 8~9 月氣象局發布颱風警報者，計有編號 4 號中颱哈格比(HAGUPIT)、6 號輕颱米克拉(MEKKHALA)及 8 號輕颱巴威(BAVI)等，其行進路徑如圖 3.28~圖 3.30 所示；氣象局未發布颱風警報但對臺灣東部海域有顯著影響之遠域颱風，如 9 號中颱梅莎(MAYSAK)及 10 號強颱海神(HAISHEN)等，其行進路徑如圖 3.31~圖 3.32 所示。由上述颱風行進路徑得知，除 6 號輕度颱風米克拉影響範圍在臺灣西部及西南海域外，其餘颱風路徑主要影響範圍為臺灣東部海域及北部海域；因此，本計畫選取花蓮港及蘇澳港颱風波浪模擬結果與港研中心 AWAC 測站波浪觀測資料進行比較。

2021 年氣象局發布颱風警報者，計有編號 3 號輕颱彩雲(CHOI-WAN)、6 號中颱烟花(IN-FA)、9 號輕颱盧碧(LUPIT)及、14 號強颱璨樹(CHANTHU)等，其行進路徑如圖 3.33~圖 3.36 所示。

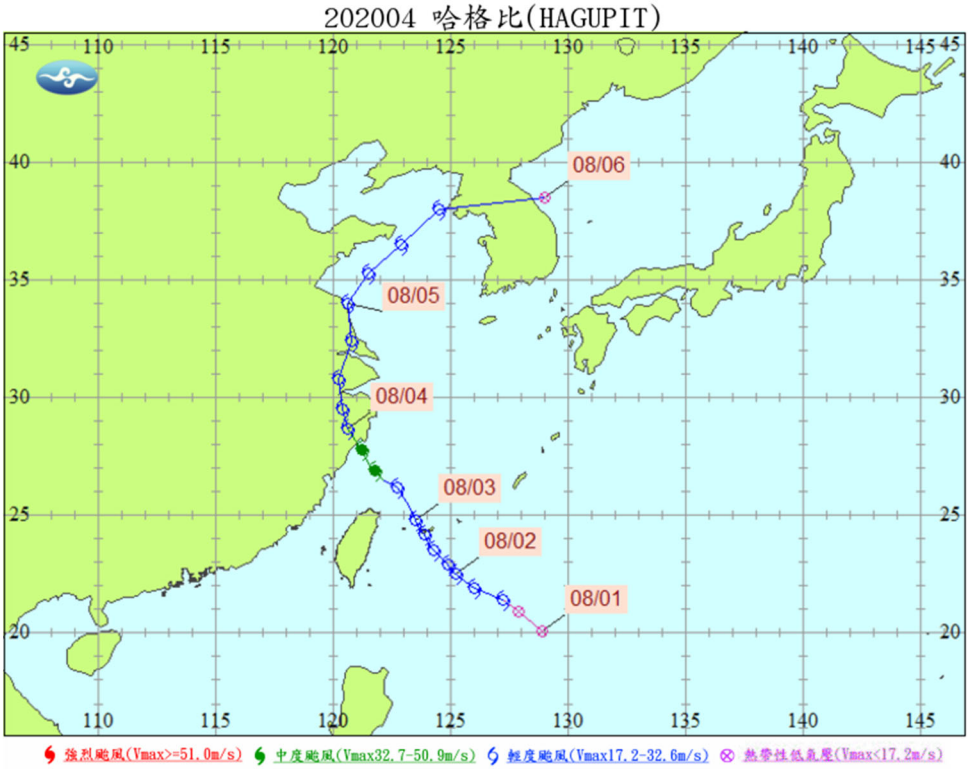


圖 3.28 2020 年中度颱風哈格比(HAGUPIT) 行進路徑圖

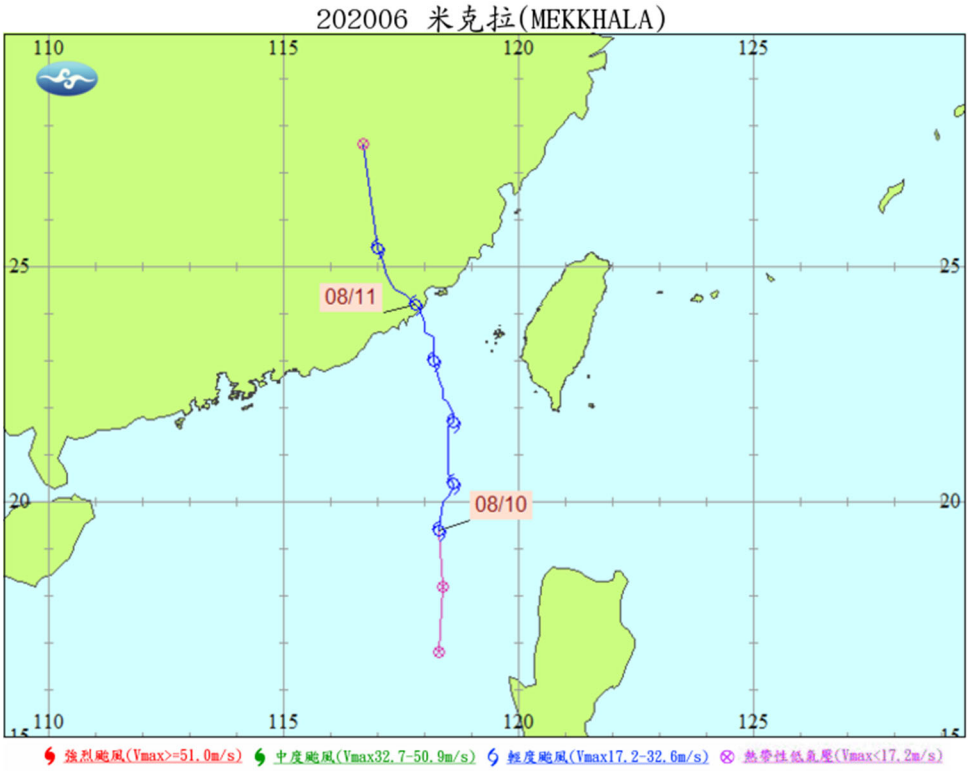


圖 3.29 2020 年輕度颱風米克拉(MEKKHALA)行進路徑圖

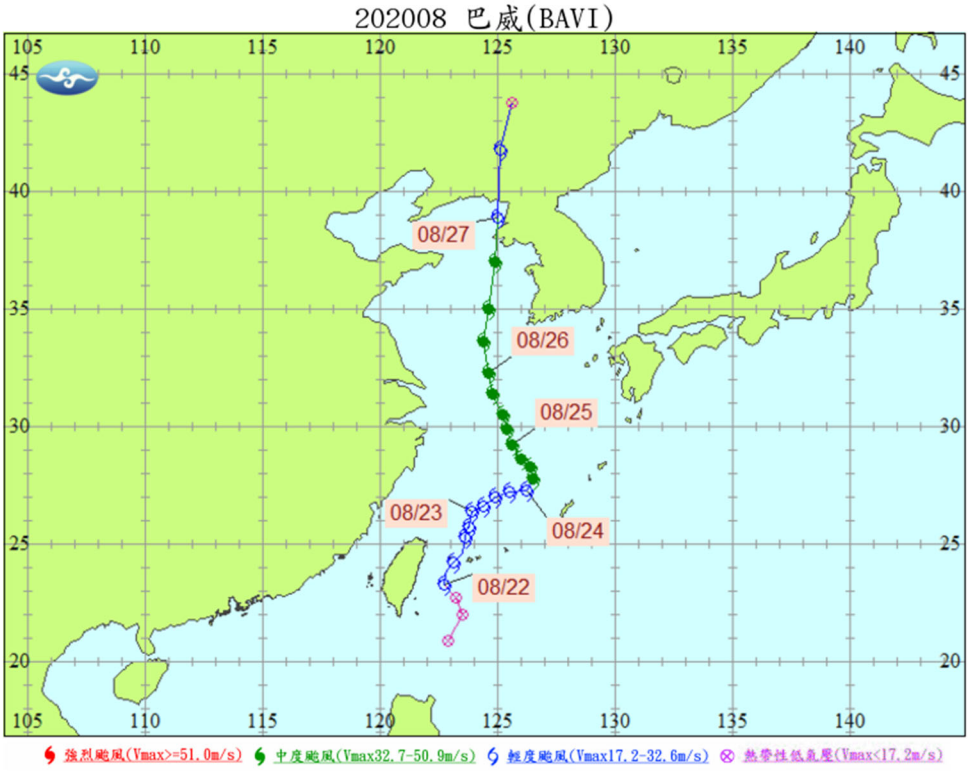


圖 3.30 2020 年輕度颱風巴威(BAVI) 行進路徑圖

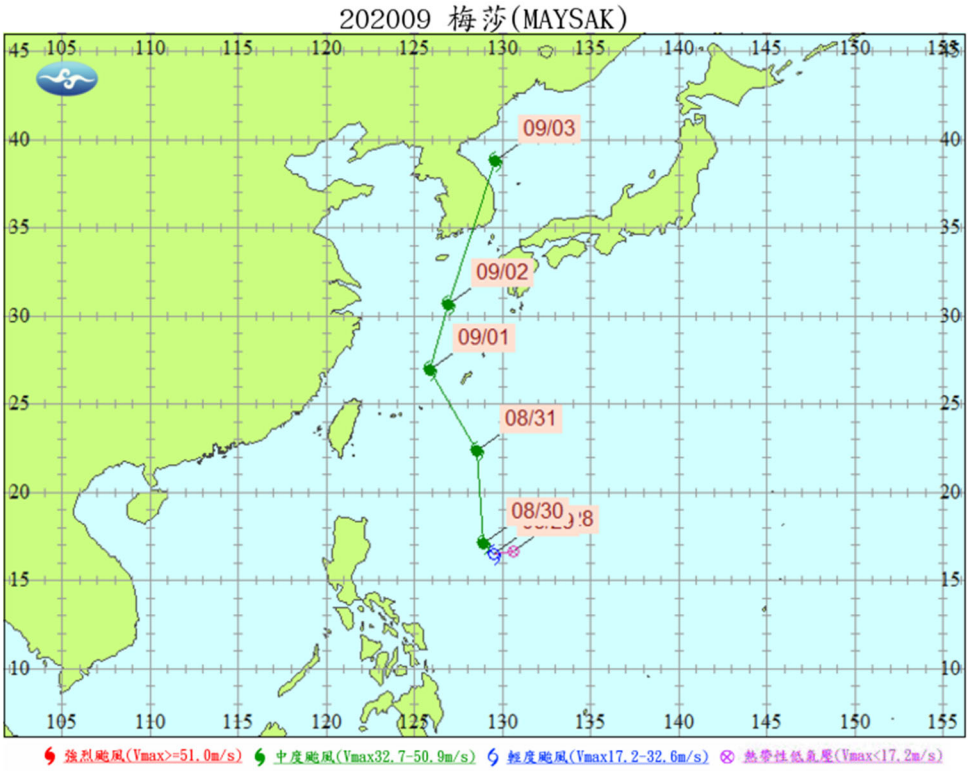


圖 3.31 2020 年中度颱風梅莎(MAYSAK) 行進路徑圖

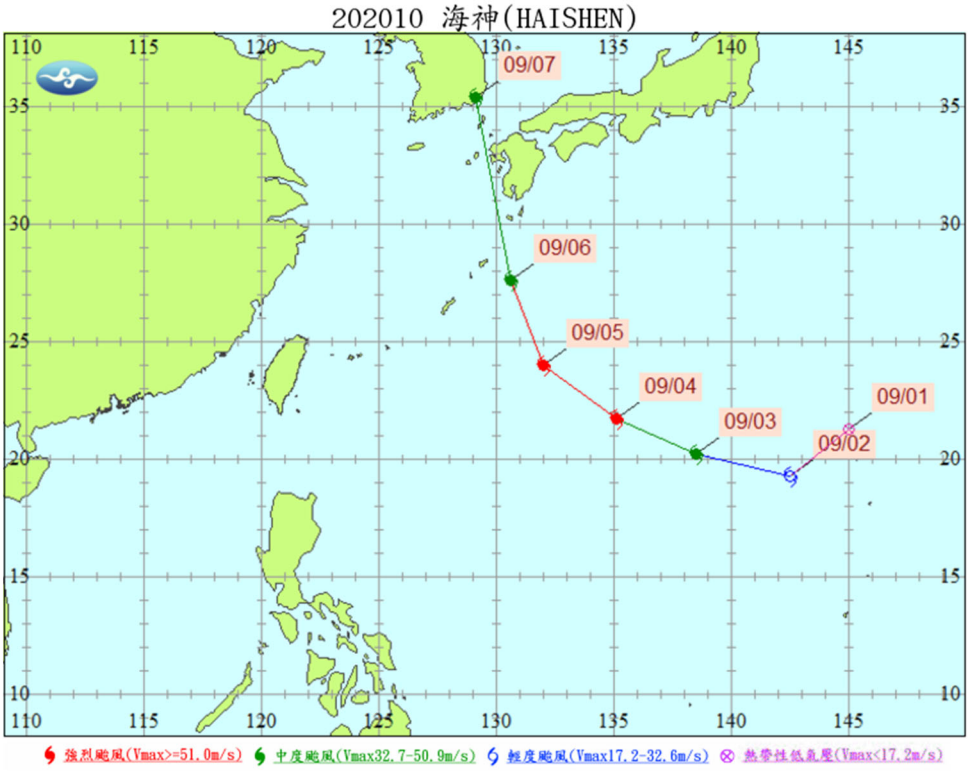


圖 3.32 2020 年強烈颱風海神(HAISHEN) 行進路徑圖

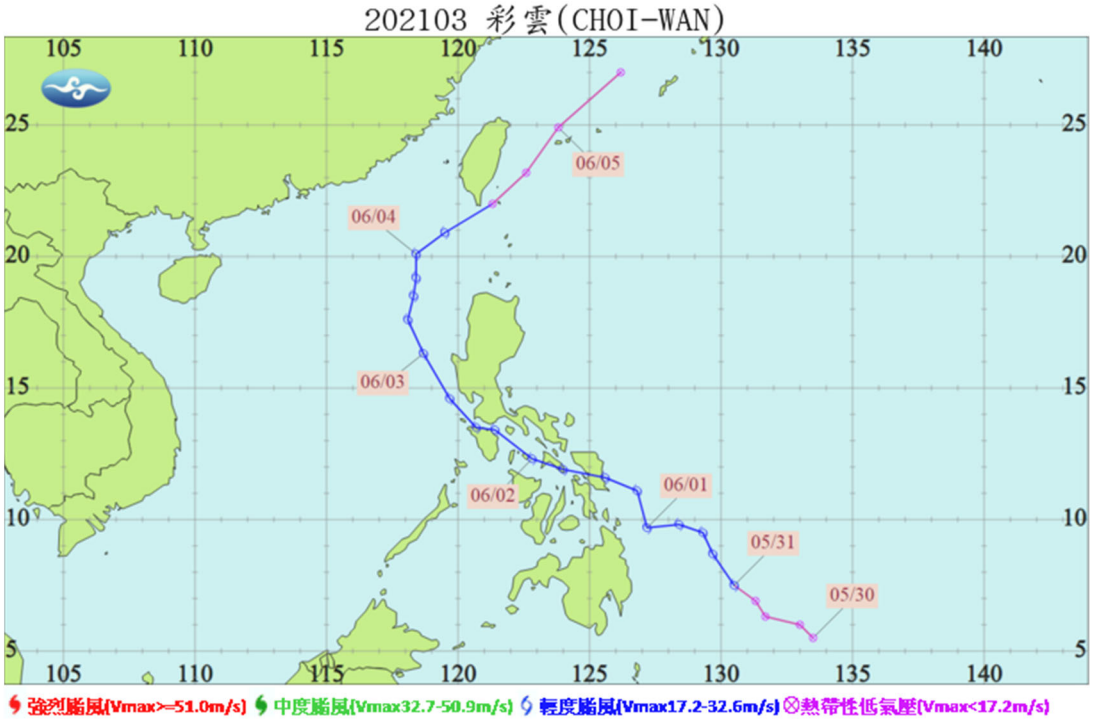


圖 3.33 2021 年輕度颱風彩雲(CHOI-WAN) 行進路徑圖

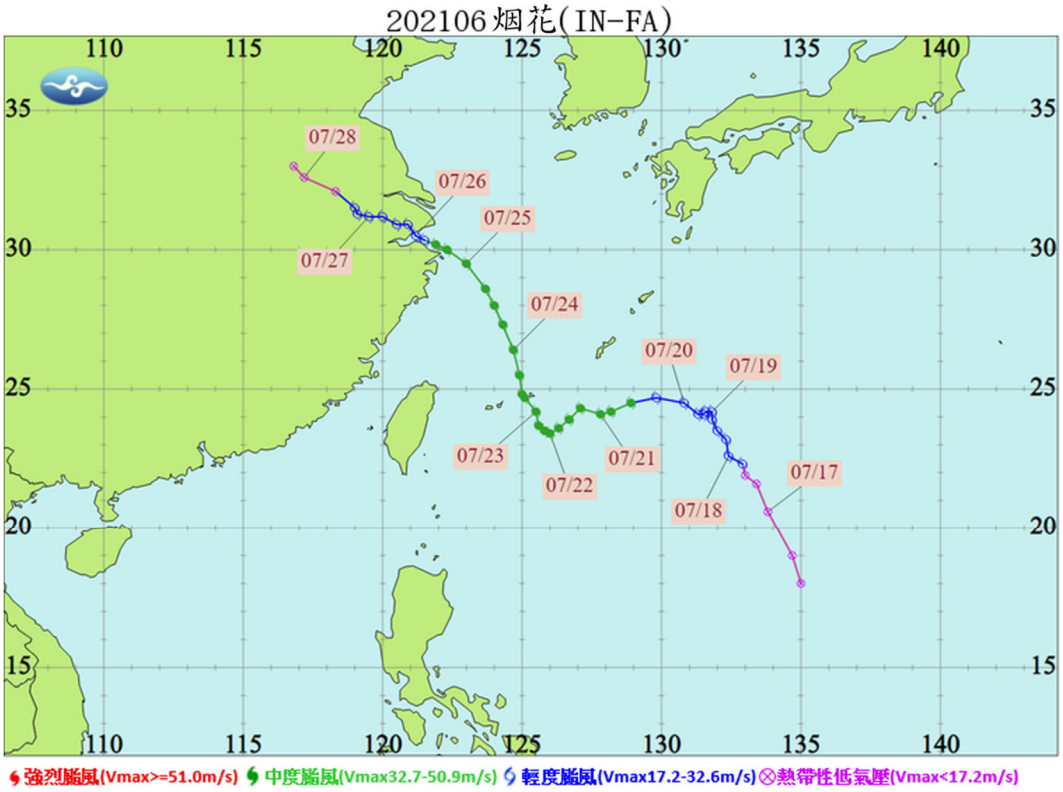


圖 3.34 2021 年中度颱風烟花(IN-FA) 行進路徑圖

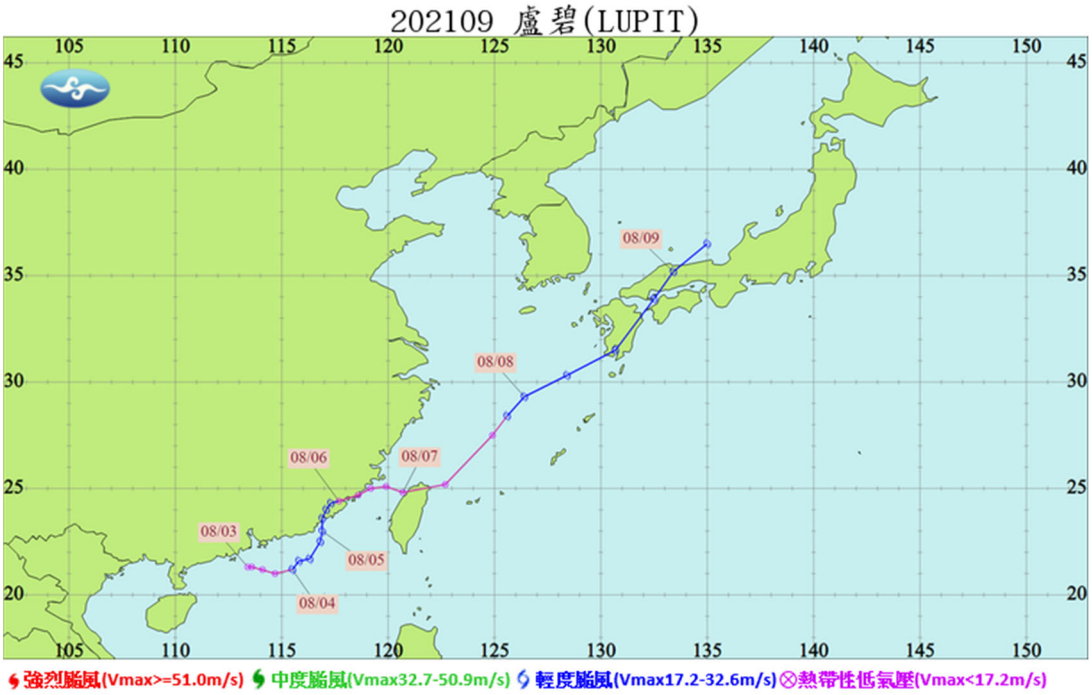


圖 3.35 2021 年輕度颱風盧碧(LUPIT) 行進路徑圖

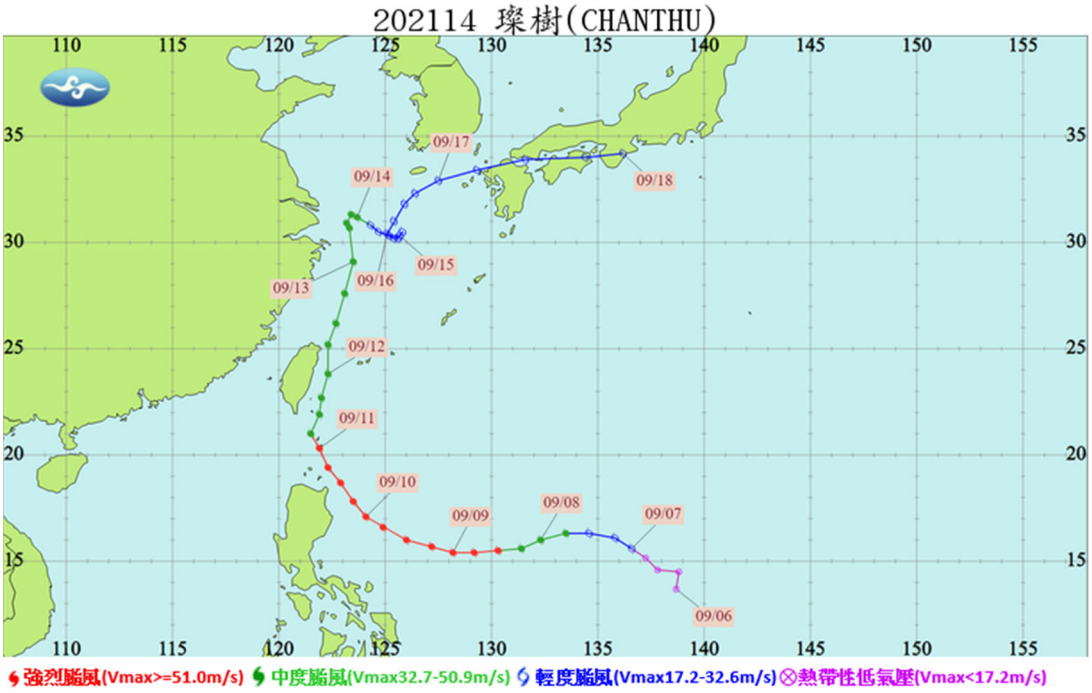


圖 3.36 2021 年強烈颱風璨樹(CHANTHU) 行進路徑圖

3.3.1 侵臺颱風波浪模擬

2020 年侵臺中度颱風哈格比、輕度颱風米克拉及巴威之生命週期分別為 08/01 12:00~ 08/06 00:00、08/10 00:00~ 08/11 12:00 及 08/22 00:00~ 08/27 12:00；因此，本計畫選取大尺度遠域風浪模組(WAM)、中尺度近域

風浪模組(TAIsea)每日 4 報風浪追算模擬值(8/1 00:00~ 8/28 00:00)與花蓮港及蘇澳港波浪觀測值比較，如圖 3.37 及圖 3.38 所示。

圖 3.37 所示為花蓮港外海風浪示性波高、譜峰週期及平均波向等模擬值(實線 WAM、虛線 TAIsea)與港外 AWAC 觀測值(圓圈)之時序列歷線比較，得知(1)大、中尺度風浪模擬值相近似，代表大、中尺度模組之巢狀邊界波譜能量具有連續性；(2) 哈格比颱風期間，示性波高變化呈現雙峰，其中第二次峰值歷線變化模擬值與觀測值明顯不一致，判斷不一致原因與風場有關；(3)米克拉輕度颱風期間，譜峰週期模擬值明顯高於觀測值；(4) 巴威輕度颱風期間，在颱風遠離後示性波高模擬值呈現高於觀測值，判斷此與巴威遠離臺灣後增強為中度颱風時，風場強度可能出現高估有關；(5) 中尺度風浪波向模擬趨勢與觀測值較近似，此與網格解析度有關。

圖 3.38 所示為蘇澳港外海風浪示性波高、譜峰週期及平均波向等模擬值與港外 AWAC 觀測值之時序列歷線比較，顯示颱風期間港外 AWAC 觀測值有嚴重缺漏現象，不利於本計畫風浪模擬值之校驗。整體而言，蘇澳港外海風浪示性波高、譜峰週期之模擬值及變化趨勢與花蓮港外海模擬值相近似，因此，本計畫推測蘇澳港颱風波浪整體校驗結果應與花蓮港相近。

3.3.2 遠域颱風

2020 年中度颱風梅莎及強烈颱風海神之生命週期分別為 08/28 06:00~ 09/03 06:00 及 09/01 12:00~ 09/07 18:00；本計畫同樣選取大尺度遠域風浪模組、中尺度近域風浪模組每日 4 報風浪追算模擬值(8/28 00:00~ 9/11 00:00)與花蓮港及蘇澳港波浪觀測值比較，如圖 3.39 及圖 3.40 所示，其中蘇澳港 AWAC 測站觀測資料於梅莎颱風期間觀測中斷。

整體而言，對於遠域颱風而言，臺灣東部海域大、中尺度模組示性波高及譜峰週期模擬值均呈現顯著高估現象，如花蓮港及蘇澳港等，此與前述侵臺颱風巴威遠離後模擬值有高估現象相似。此外，當遠域颱風消失或脫離大尺度模組模擬範圍後，風浪模擬值及其趨勢將回復與觀測值相近似。因此，針對此高估現象產生原因，本計畫合理推測主要來自於遠域颱風預測風場與實際風場間差異所致。

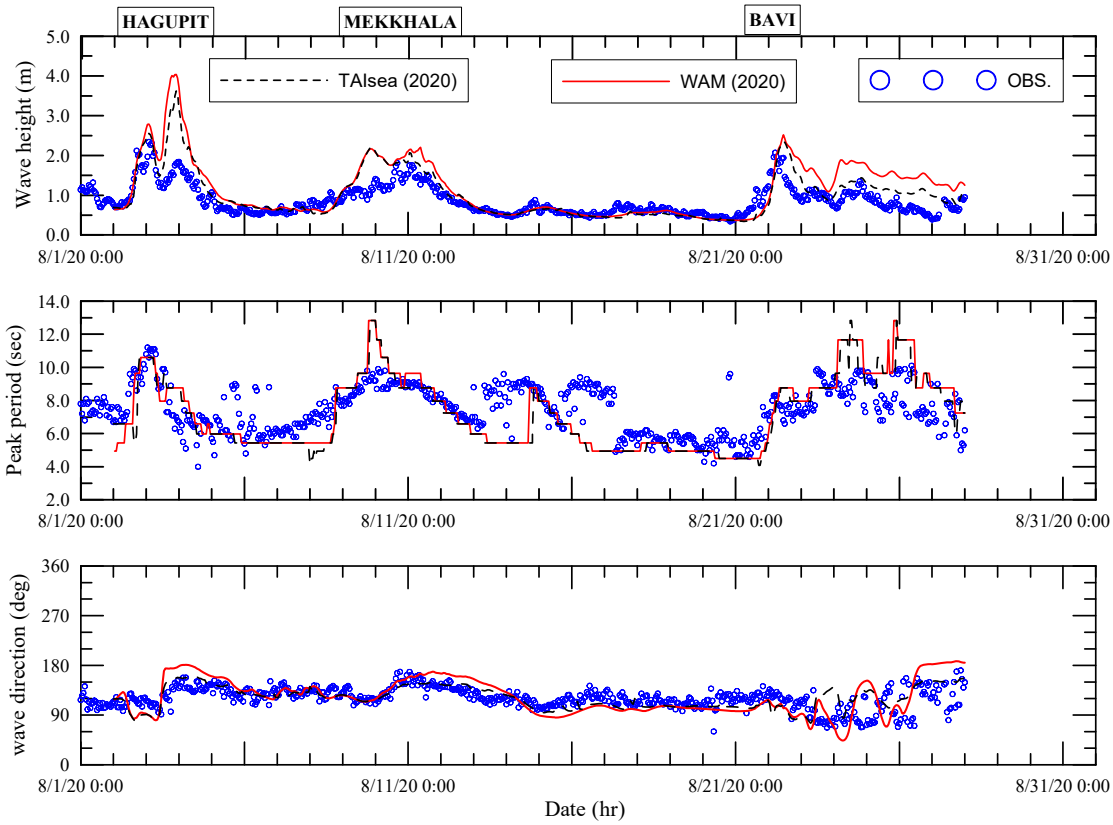


圖 3.37 2020 年颱風侵臺期間花蓮港波浪模擬值與觀測值比較圖

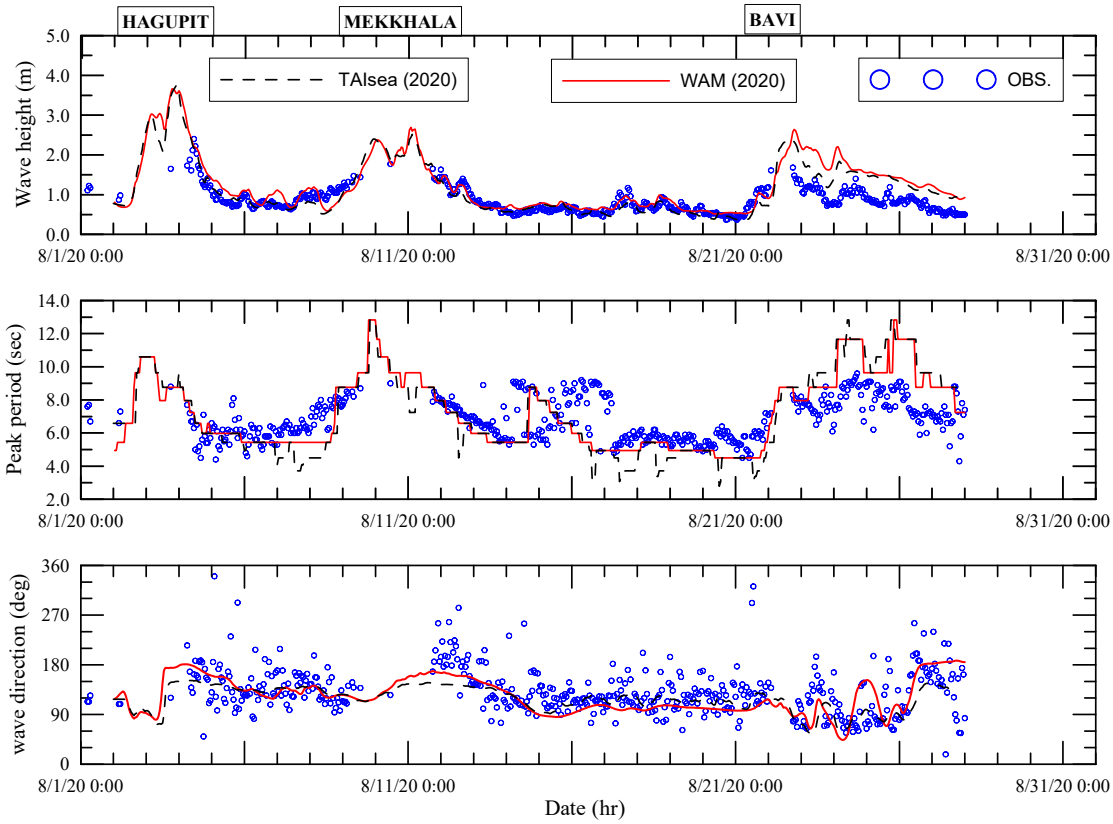


圖 3.38 2020 年颱風侵臺期間蘇澳港波浪模擬值與觀測值比較圖

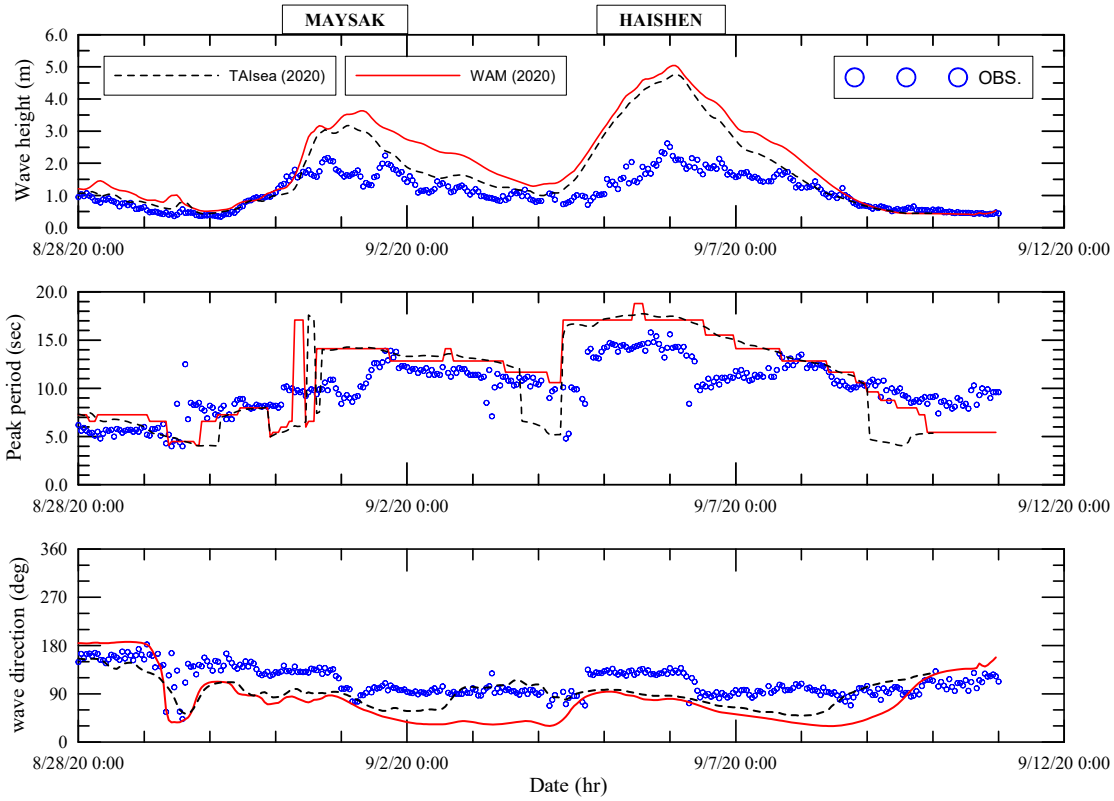


圖 3.39 2020 年遠域颱風期間花蓮港波浪模擬值與觀測值比較圖

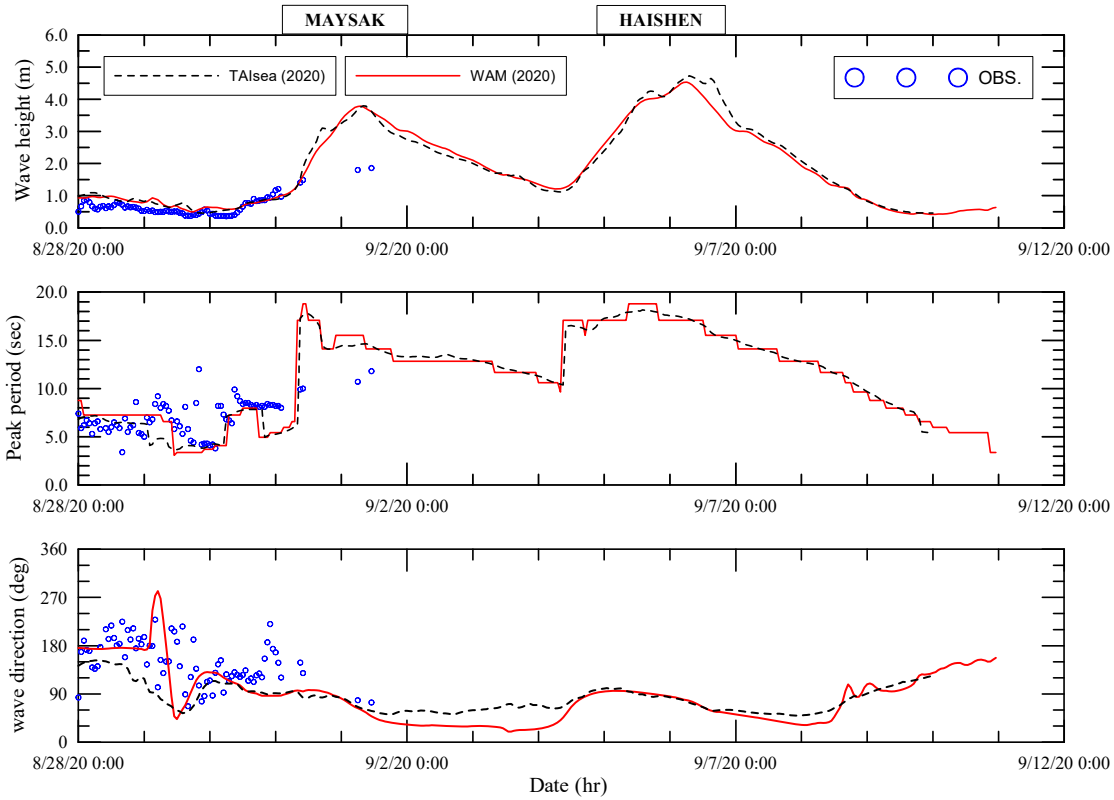


圖 3.40 2020 年遠域颱風期間蘇澳港波浪模擬值與觀測值比較圖

第四章 臺灣周圍海域水動力模擬與校驗

4.1 臺灣周圍海域暴潮模組介紹

在 TaiCOMS 臺海水動力模擬子系統下，臺灣周圍海域暴潮模組採用有限元素二維水動力數值模式建構，結合每日作業化風壓場資料，模擬臺灣周圍海域水位及潮流場，同時提供各小尺度水動力模組每日作業化所需之水位邊界條件。模式相關設定簡述如下：

4.1.1 模擬範圍

中尺度臺灣周圍海域水動力模式模擬範圍為東經 116.5°～125°及北緯 21°～26.5°之海域，如圖 4.1 所示。

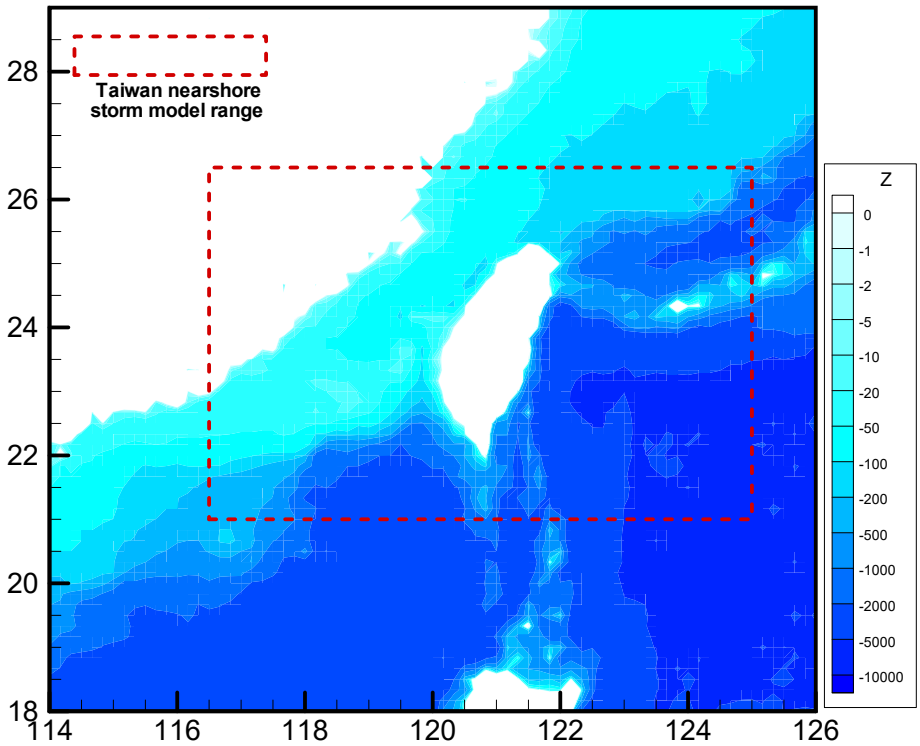


圖 4.1 臺灣周圍海域暴潮模組之模擬範圍示意圖

4.1.2 數值計算網格

臺灣周圍海域水動力模式之非結構數值計算網格，如圖 4.2 所示，共計有由 8237 個節點及 15800 個三角形元素。

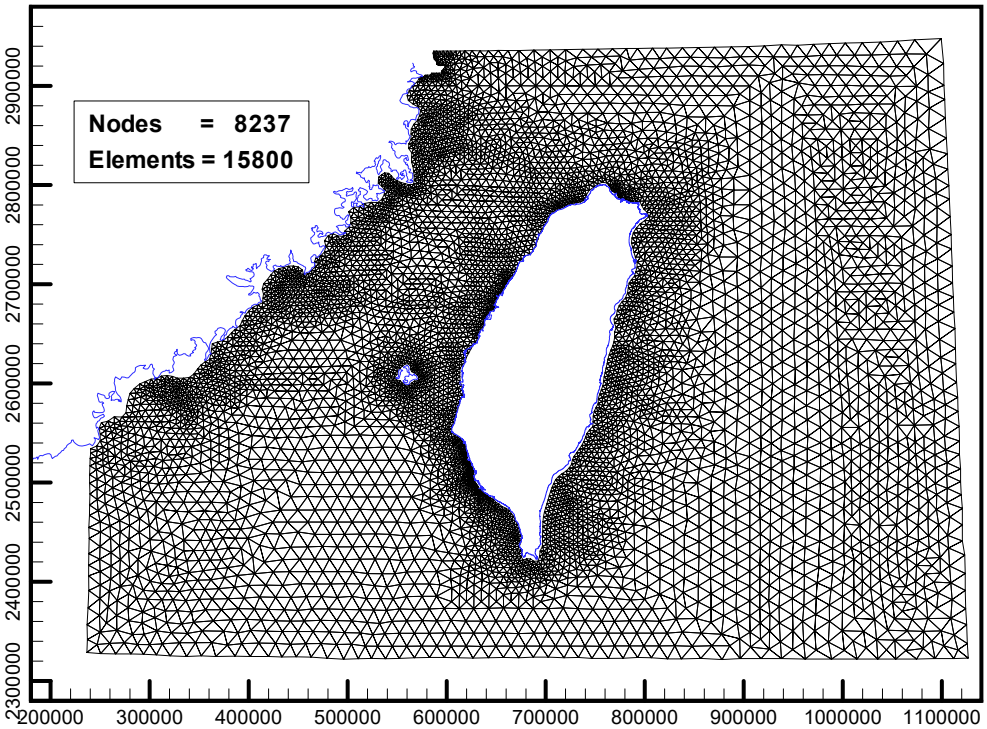


圖 4.2 臺灣周圍海域暴潮模組之三角形元素計算網格圖

4.1.3 地形水深資料

本計畫整合海科中心公布的臺灣附近海域格網數值水深資料及海軍測量局刊行的臺灣沿海五萬分之一海軍水道圖數化水深資料，再利用繪圖軟體內插工具產生計算網格節點上水深值，如圖 4.3 所示。

4.1.4 模式邊界條件及初始條件

本計畫臺灣周圍海域水動力模式之邊界型態分為海域開放邊界及陸地邊界兩種，其中陸地邊界採用不滑動邊界條件，即假設陸地邊界節點之流速等於零。海域開放邊界則採用水位邊界條件，即

$$\eta = \eta_a(t) + \frac{\Delta P(t)}{\rho g} \quad \text{.....(4.1)}$$

式中 $\eta_a(t)$代表天文潮引起的水位變化，第二項代表氣壓變化引起的水位變化。其中天文潮引起的水位變化，本計畫利用 Matsumoto et al. (2000)發展的 NAO.99Jb 模式，預測數值計算網格開放邊界節點之天文潮水位時序列資料，作為模式之輸入條件，如圖 4.4 所示。圖 4.4 所示分別為計算網格開放邊界四個角落節點之天文潮時序列資料，顯示數值計算

網格左上角鄰近陸地(中國大陸)之節點其天文潮位呈現半日潮型，臺灣東部太平洋海上開放邊界節點之天文潮位屬於混合潮型態，網格西南角落開放邊界節點之天文潮位則呈現全日潮型態。

模式模擬之初始條件在冷啟動模擬(cold start)狀況下模式假設流場之初始速度及水位均為零，另在熱啟動模擬(hot start)狀況下模式採用前次模擬結果儲存的流場速度及水位值為初始條件。

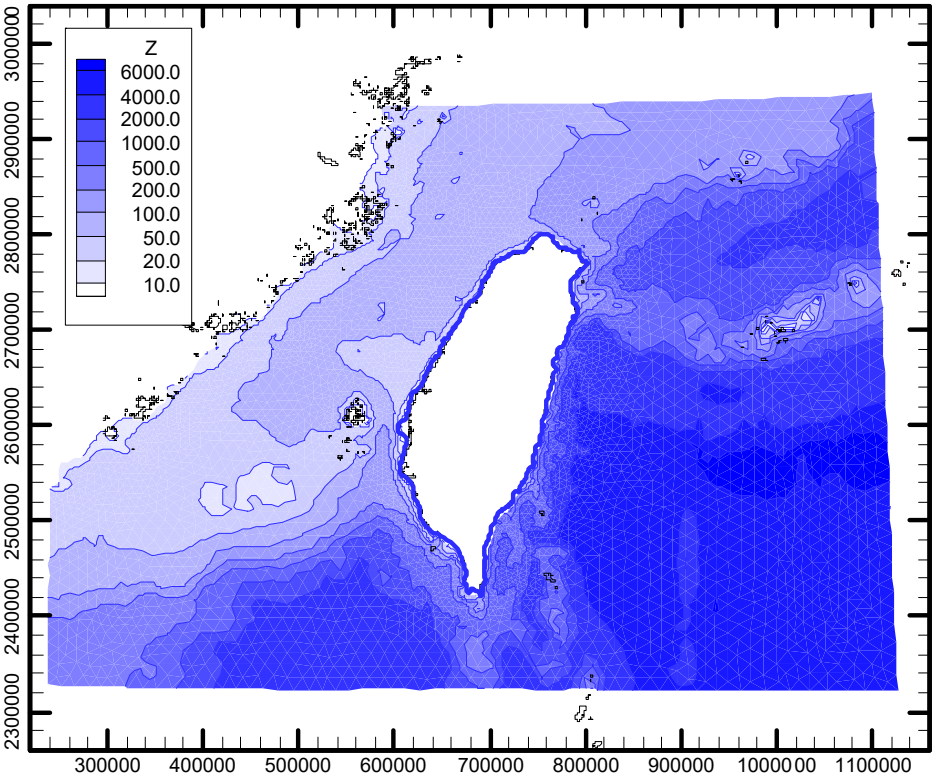


圖 4.3 臺灣周圍海域暴潮模組數值計算網格之水深分布圖

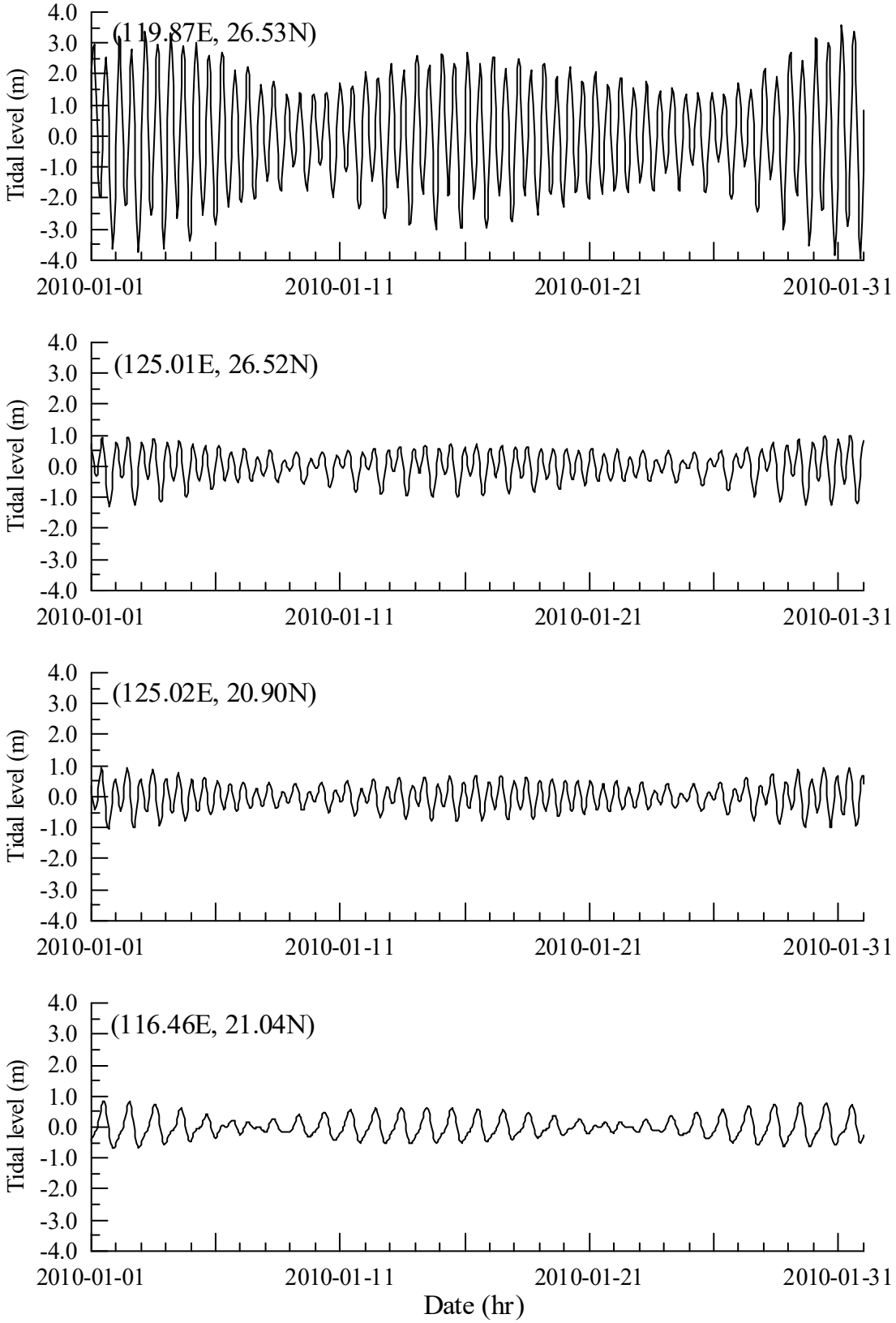


圖 4.4 臺灣周圍海域暴潮模式採用的天文潮水位邊界條件圖

4.2 臺灣周圍海域潮位觀測資料分析

本年度潮位觀測資料蒐集對象包括本島花蓮港、蘇澳港、基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港，以及離島澎湖馬公港、龍門港等港口，資料來源為港研中心負責管理維護之潮位站。各潮位站資料觀測起、迄時間為 2020 年 01 月 01 日至 2020 年 12 月 31 日，各潮位站潮位資料基準已校正至中潮系統(或 TWVD2001)，潮位站分布情形如圖 4.5 所示。

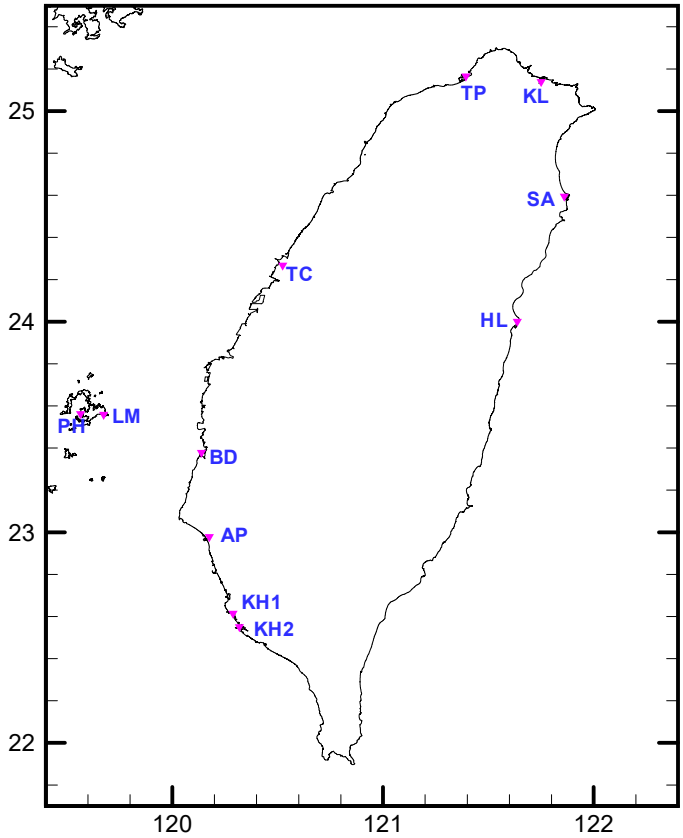


圖 4.5 港研中心各港口潮位站位置圖

4.2.1 潮位天文潮調和分析

本計畫選取各港口逐時潮位資料，應用加拿大 IOS 發展的潮高分析及預測(Tidal height analysis and prediction)程式執行天文潮調和分析，並預測各港口 2021 年逐時天文潮潮位值，提供港灣環境資訊網使用。2020 年各港口潮位觀測值與天文潮調和分析值之均方根誤差(RMSE)分析成果，如表 4-1 所示；最大均方根誤差值為 0.105m，出現在臺中港，此與臺中港潮差大有關。

表 4-1 歷年各港潮位觀測值與天文潮調和分析值之均方根誤差分析表

港口	2021			2019			2018			備註
	NUM	RMSE (m)	來源	NUM	RMSE (m)	來源	NUM	RMSE (m)	來源	
花蓮	8784	0.059	IHMT	7905	0.056	CWB	8930	0.106	CWB	
蘇澳	8783	0.063	IHMT	8328	0.052	CWB	7524	0.062	CWB	
基隆	8478	0.072	IHMT	7080	0.067	CWB	7537	0.075	CWB	
臺中	8571	0.105	IHMT	7988	0.082	CWB	6842	0.097	CWB	
高雄	8784	0.050	IHMT	7914	0.064	CWB	6922	0.058	CWB	
臺北	8777	0.084	IHMT	7512	0.087	IHMT	—	—	—	
布袋	7571	0.063	IHMT	8769	0.100	IHMT	—	—	—	
安平	8782	0.053	IHMT	8746	0.065	IHMT	—	—	—	
澎湖	8763	0.071	IHMT	8371	0.083	CWB	8471	0.084	CWB	
龍門	7264	0.063	IHMT	—	—	—	—	—	—	

4.2.2 暴潮偏差分析

暴潮是海水面因強烈的大氣擾動及氣壓急劇變化所引起的異常顯著的海水位變化現象，臺灣周圍海域之暴潮主要是指由低氣壓氣旋風場(即颱風)引起的海水位異常抬昇的現象。在颱風影響下，因氣壓下降及風速之影響造成海水位異常變化，此種因颱風引起而與天文潮(或潮汐)有異之水位變化，稱為暴潮偏差。

本計畫暴潮偏差分析值定義為颱風侵臺期間潮位觀測值與天文潮調和分析值之差值，此處天文潮分析值係指當年度潮位觀測值經調和分析法得到該年度之天文潮潮位值；暴潮偏差預測值定義為颱風侵臺期間潮位觀測值與天文潮預測值之差值，此處天文潮預測值係指利用前一年度潮位觀測之天文潮調和常數(即分潮振幅及相位角)預測當年度天文潮潮位值。

2021 年氣象局發布之侵臺颱風資料，如表 4-2 所列，計有編號 3 號輕度颱風彩雲(CHOI-WAN)、6 號中度颱風烟花(IN-FA)、9 號輕度颱風盧碧(LUPIT)及、14 號強烈颱風璨樹(CHANTHU)等，其行進路徑參考圖 3.33~圖 3.36 所示。整體而言，本年度僅 14 號強烈颱風璨樹對臺灣東部及北部海岸有產生較顯著的影響，因此，本計畫選取基隆港、蘇澳港、花蓮港及臺北港等港內潮位觀測值(中潮系統)及調和分析 2021 年天文潮預測

值，分析強烈颱風璨樹侵臺期間基隆港、蘇澳港、花蓮港及臺北港等港口產生的暴潮偏差預測值，如圖 4.6 所示，圖中紅色實線代表氣象因素產生的潮位偏差。據此，可判斷出強烈颱風璨樹侵臺期間，基隆港、蘇澳港、花蓮港及臺北港最大暴潮偏差預測值分別為 0.28m、0.17m、0.22m 及 0.28m。

表 4-2 2021 年氣象局發布侵臺警報之颱風資訊表

颱風編號	颱風名稱	警報期間	近臺強度	侵臺路徑	近臺近中心最低氣壓(hPa)	近臺近中心最大風速(m/s)	警報發布報數
2021 03	彩雲 (CHOI-WAN)	06/3～06/14	輕度	---	995	20	11
2021 08	烟花 (IN-FA)	07/21～07/41	中度	---	945	43	22
2021 09	盧碧 (LUPIT)	08/04～08/05	輕度	---	988	20	10
2021 14	璨樹 (CHANTHU)	09/10~09/13	強烈	6	915	58	24

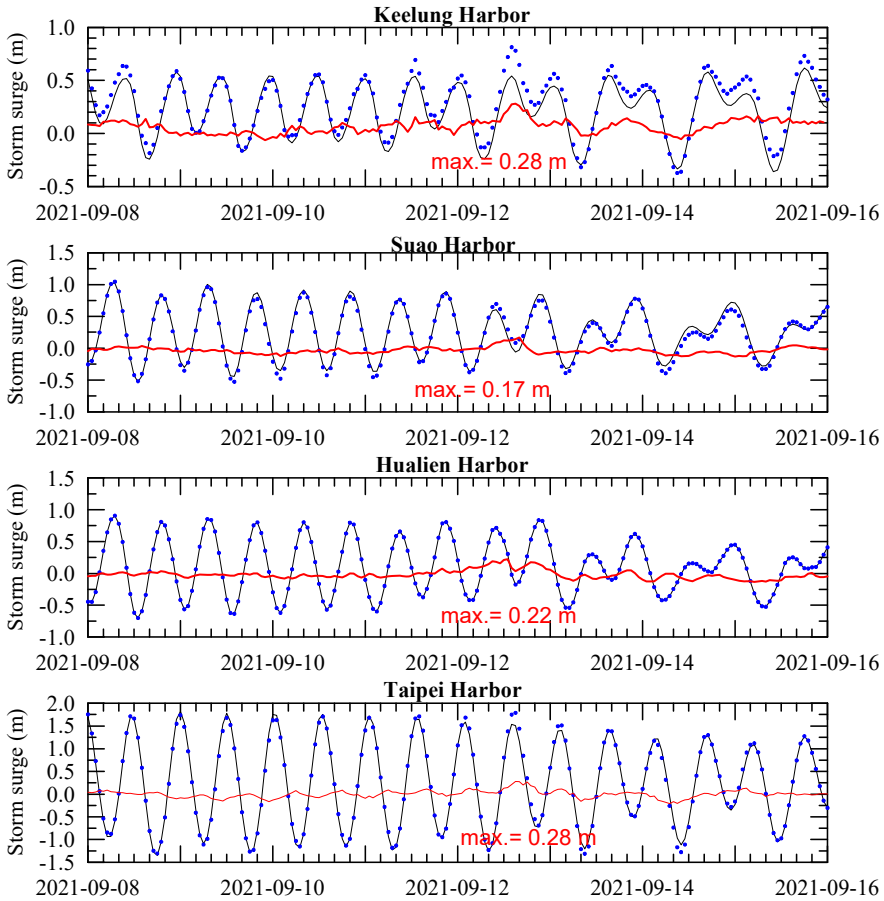


圖 4.6 璨樹颱風期間基隆等港口潮位觀測之暴潮偏差預測歷線圖

4.3 臺灣周圍海域水位模擬與校驗

4.3.1 臺灣周圍海域天文潮模擬與校驗

在不考慮氣象因素(如風場及氣壓場)之情況下，本計畫應用中尺度臺灣周圍海域暴潮模組，模擬 2021 年臺灣周圍海域天文潮變化。本計畫主要港口包括花蓮港、蘇澳港、基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港及高雄港等 8 港，2021 年天文潮水位模擬值與各港天文潮逐時預測值之比較結果，如圖 4.7~圖 4.22 所示。本計畫暴潮模組 2021 年天文潮水位模擬值與各港採用 2020 年分潮調和常數預測 2021 年天文潮水位值之逐月(1~12 月)均方根誤差分析成果，如表 4-3 所列；顯示花蓮港均方根誤差值最小，整體表現平均值約 0.087m；其中以臺北港、臺中港及布袋港等 3 港口，整體均方根誤差超過 0.2 m，表現較差。

4.3.2 臺灣周圍海域水位模擬與校驗

考慮氣象因素(如風場及氣壓場)對水位變化之影響，本計畫針對 2020 年 1~5 月中尺度臺灣周圍海域暴潮模組每日作業化“追算”模擬成果，選取花蓮港、蘇澳港、基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港及高雄港等 8 港水位模擬值，與各港潮位逐時觀測資料比較，如圖 4.23 至圖 4.30 所示。其中逐月水位模擬值與觀測值間均方根誤差分析結果，如表 4-4 所示；顯示各港口仍以花蓮港水位模擬值表現取佳，整體均方根誤差值約為 0.067m；整體均方根誤差值表現以臺北港表現最差，整體均方根誤差值超過 0.3m；其次臺中港表現次差，整體均方根誤差值均為 0.26m。

本計畫利用線性迴歸方法分析各港水位模擬值與觀測值之相關性，如圖 4.31~圖 4.38 所示；整體而言，目前中尺度暴潮模組水位模擬值普遍存在偏小的問題，本年度初步改善研究成果詳見 2.3.2 節。

4.3.3 臺灣周圍海域暴潮偏差模擬與校驗

針對 2021 年侵臺颱風選取強烈颱風璨樹分析暴潮偏差模擬值，如圖 4.39 所示，圖中藍色圓點代表臺灣周圍海域暴潮模組每日作業化“追算”模擬值，黑色細實線代表臺灣周圍海域暴潮模組 2021 年天文潮模擬值，紅色粗實線代表氣象因素引起的潮位偏差歷線。璨樹颱風侵臺期間(09/10

05:30~09/13 02:03)每日作業化水位模擬值與天文潮水位模擬值間之偏差相當於暴潮偏差，其中基隆港、蘇澳港及花蓮港等港口於颱風侵臺期間有較明顯的暴潮偏差變化，最大暴潮偏差之模擬值分別為 0.24m、0.20m 及 0.25m，與 4.2.2 節潮位觀測值分析結果相近；臺北港作業化水位模擬值與天文潮水位模擬值間疑因相位差問題導致偏差呈現較大的振盪現象，因此暴潮偏差歷線不明顯，期間最大偏差約為 0.39m。針對颱風期間，觀測與模式模擬之暴潮偏差歷線比較結果，如圖 4.40 所示，顯示暴潮偏差觀測預測值與模擬值間相似度以基隆港較高，臺北港較差。

表 4-3 2021 年各港天文潮模擬值與調和分析預測值誤差分析成果表

月份	花蓮港 (m)	蘇澳港 (m)	基隆港 (m)	臺北港 (m)	臺中港 (m)	布袋港 (m)	安平港 (m)	高雄港 (m)
1	0.088	0.128	0.130	0.221	0.274	0.297	0.132	0.139
2	0.100	0.136	0.133	0.224	0.274	0.328	0.142	0.158
3	0.100	0.117	0.112	0.209	0.255	0.319	0.125	0.127
4	0.086	0.082	0.071	0.171	0.184	0.244	0.106	0.080
5	0.064	0.056	0.055	0.162	0.158	0.191	0.098	0.062
6	0.066	0.099	0.115	0.188	0.167	0.192	0.102	0.070
7	0.092	0.151	0.168	0.229	0.192	0.218	0.117	0.091
8	0.111	0.168	0.174	0.244	0.216	0.246	0.141	0.121
9	0.105	0.137	0.130	0.219	0.226	0.267	0.154	0.143
10	0.077	0.076	0.067	0.182	0.221	0.265	0.137	0.130
11	0.060	0.051	0.064	0.182	0.227	0.252	0.102	0.082
12	0.073	0.094	0.105	0.207	0.249	0.255	0.101	0.084
合併	0.087	0.114	0.117	0.205	0.223	0.259	0.123	0.111
2019 年*1	0.094	0.099	0.131	—	0.242	—	—	0.173
*1：2019 年採用 CWB 觀測站資料計算天文潮調和分析預測值								

表 4-4 2021 年 1~5 月各港水位模擬值與觀測測值間均方根誤差分析表

月份	花蓮港 (m)	蘇澳港 (m)	基隆港 (m)	臺北港 (m)	臺中港 (m)	布袋港 (m)	安平港 (m)	高雄港 (m)
1	0.083	0.072	0.093	0.319	0.308	0.139	0.106	0.077
2	0.061	0.077	0.091	0.313	0.269	0.146	0.086	0.096
3	0.063	0.068	0.079	0.301	0.261	0.140	0.085	0.081
4	0.081	0.082	0.097	0.310	0.245	0.187	0.102	0.120
5	0.053	0.086	0.111	0.290	0.210	0.163	0.089	0.090
合併	0.069	0.078	0.105	0.307	0.260	0.156	0.096	0.096

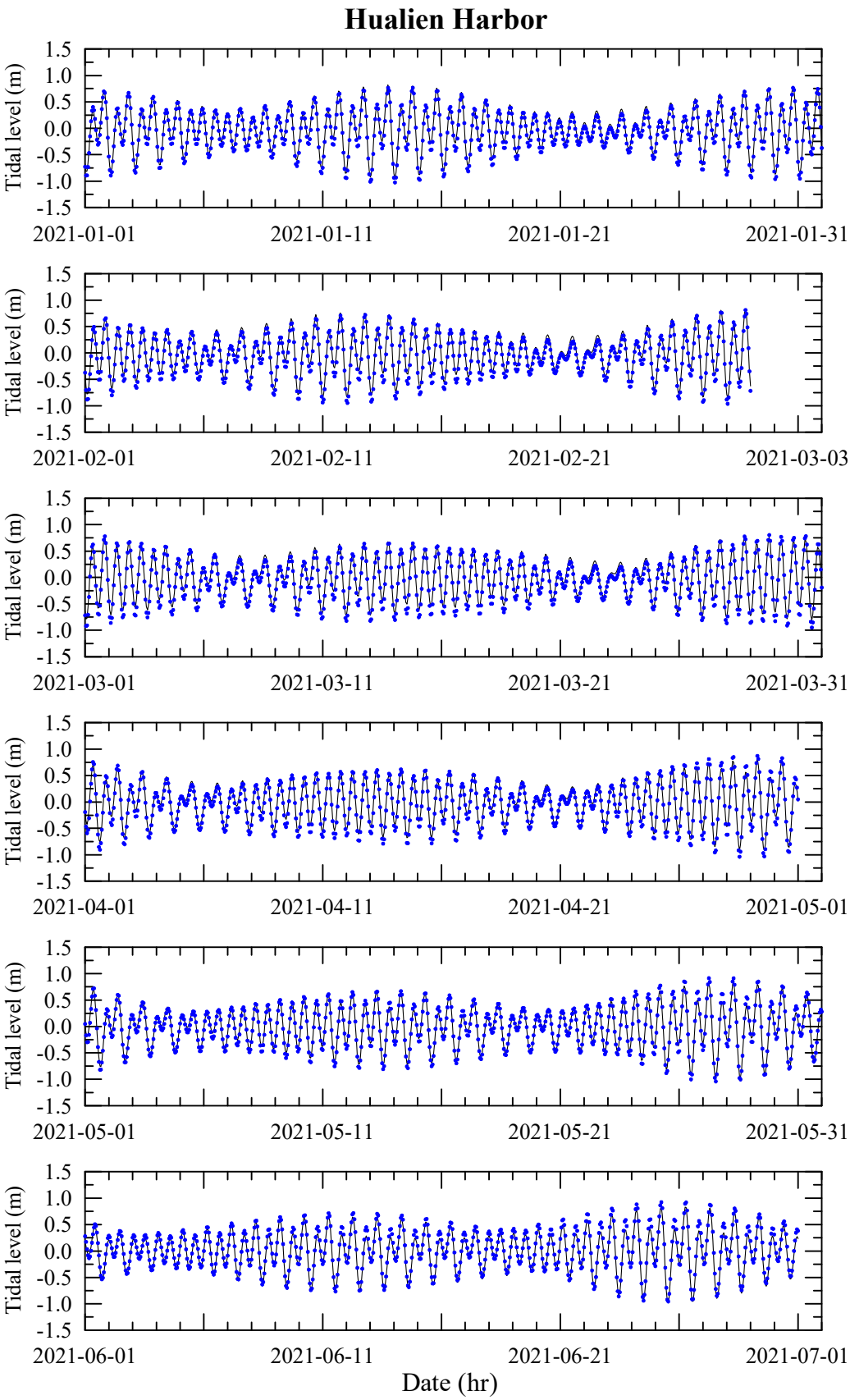


圖 4.7 花蓮港 2021 年 1~6 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

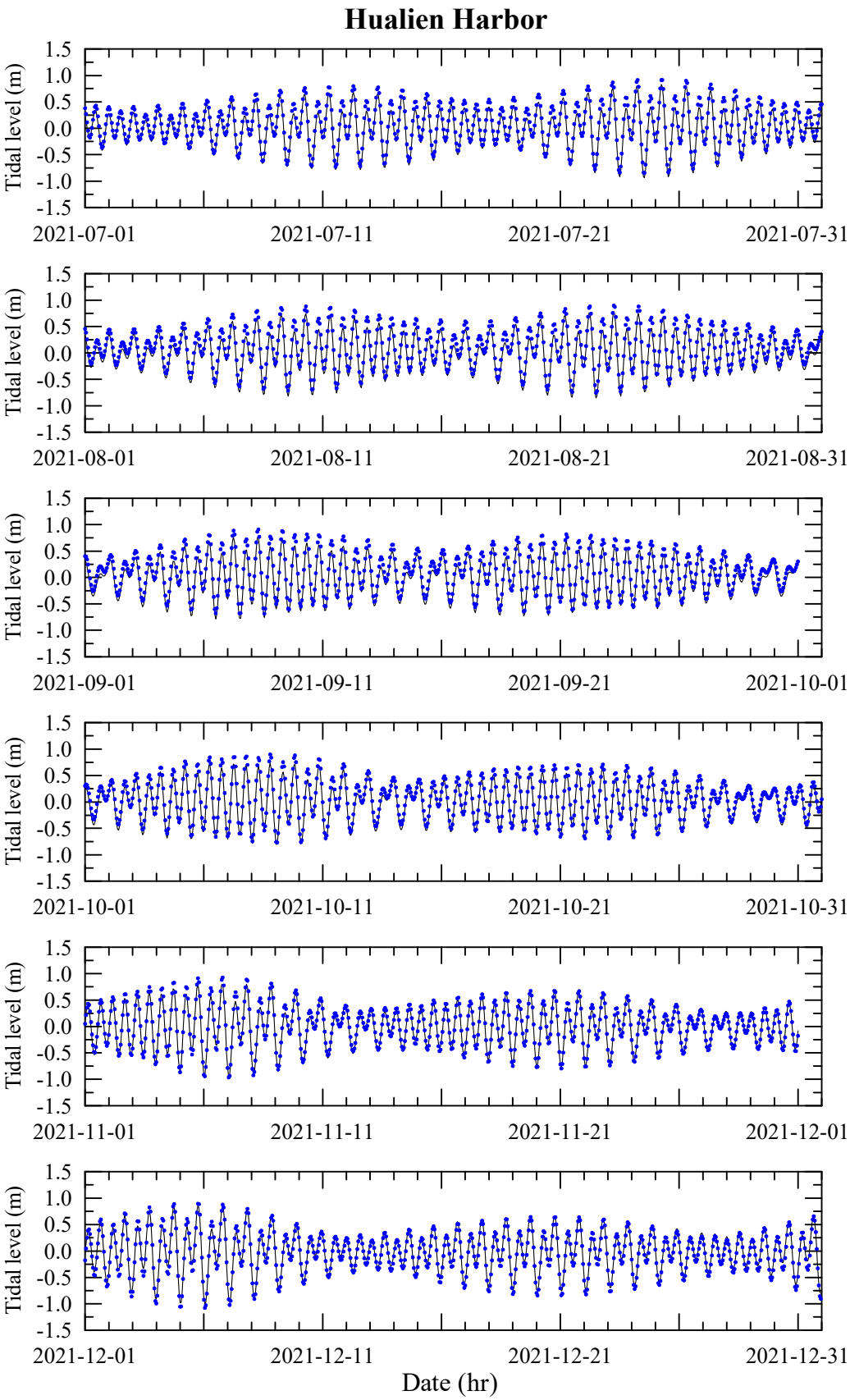


圖 4.8 花蓮港 2021 年 7~12 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

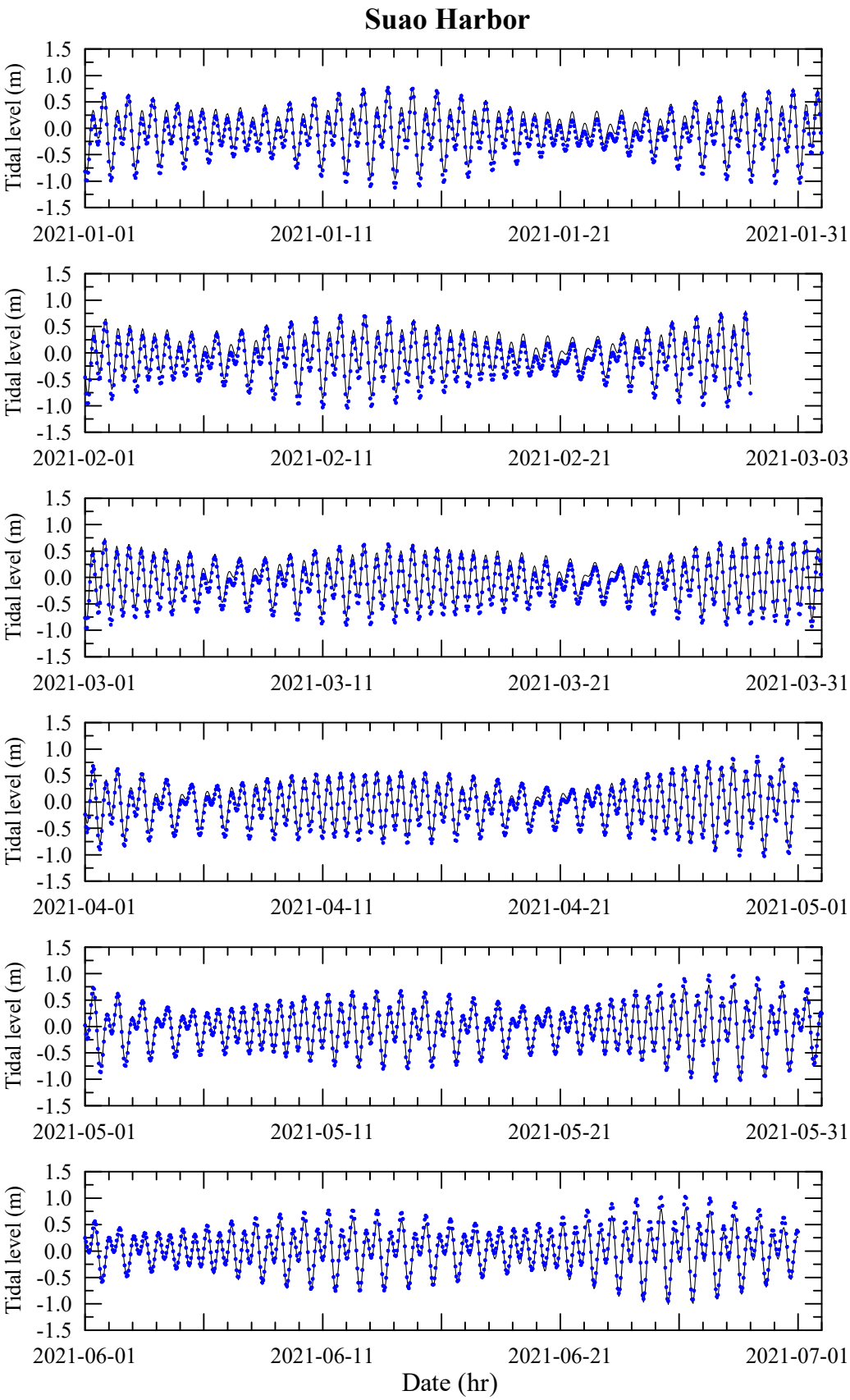


圖 4.9 蘇澳港 2021 年 1~6 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

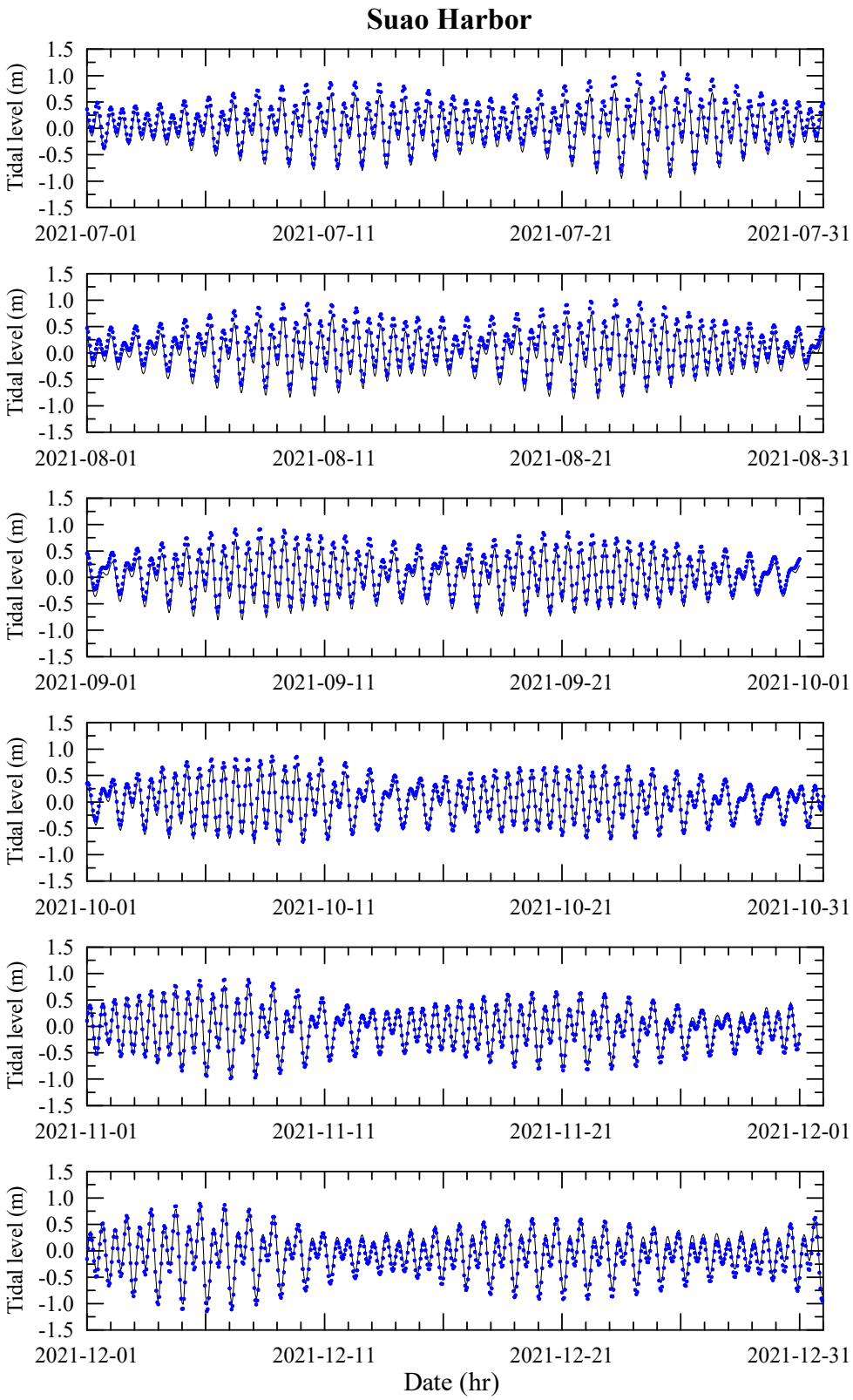


圖 4.10 蘇澳港 2021 年 7~12 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

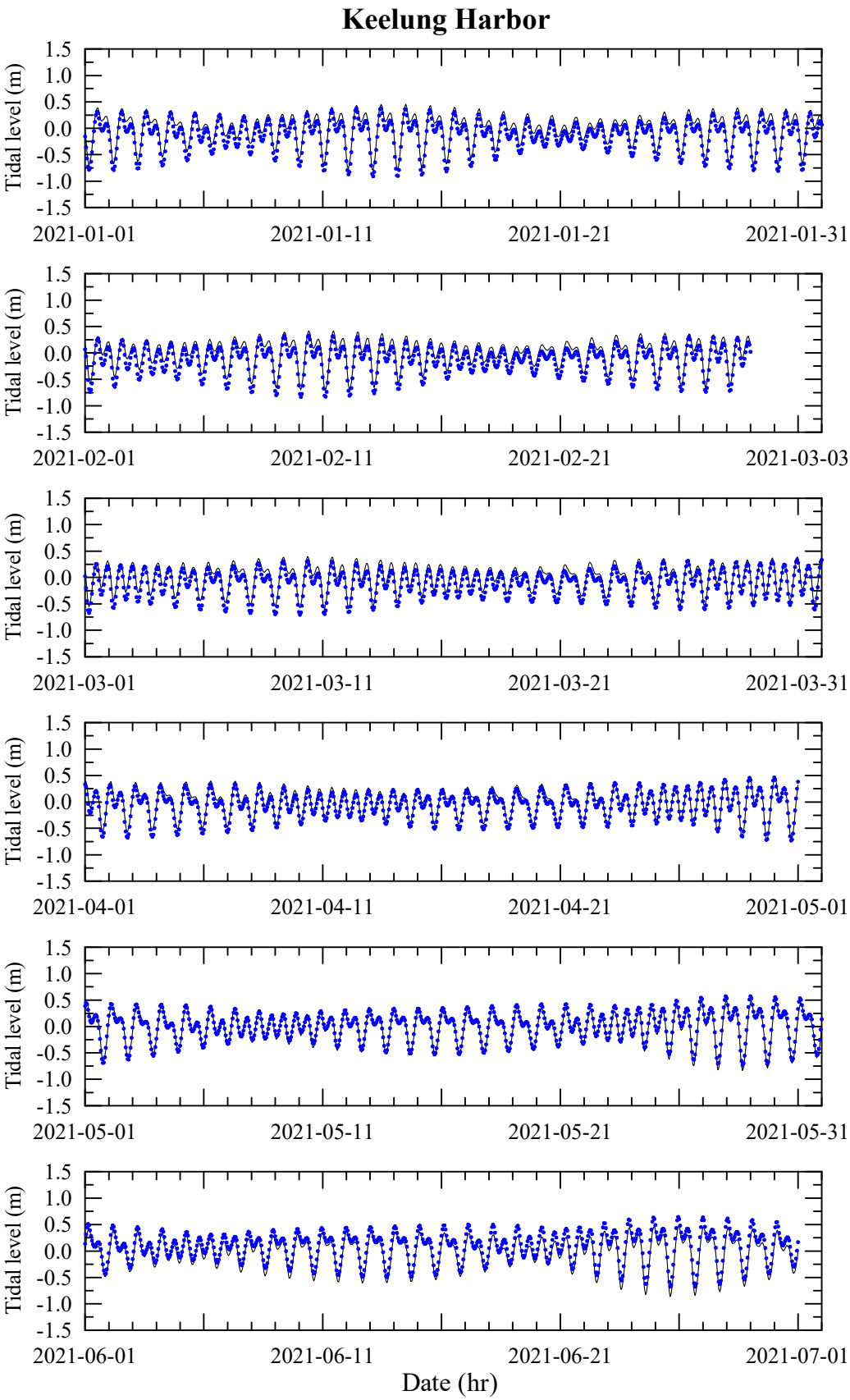


圖 4.11 基隆港 2021 年 1~6 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

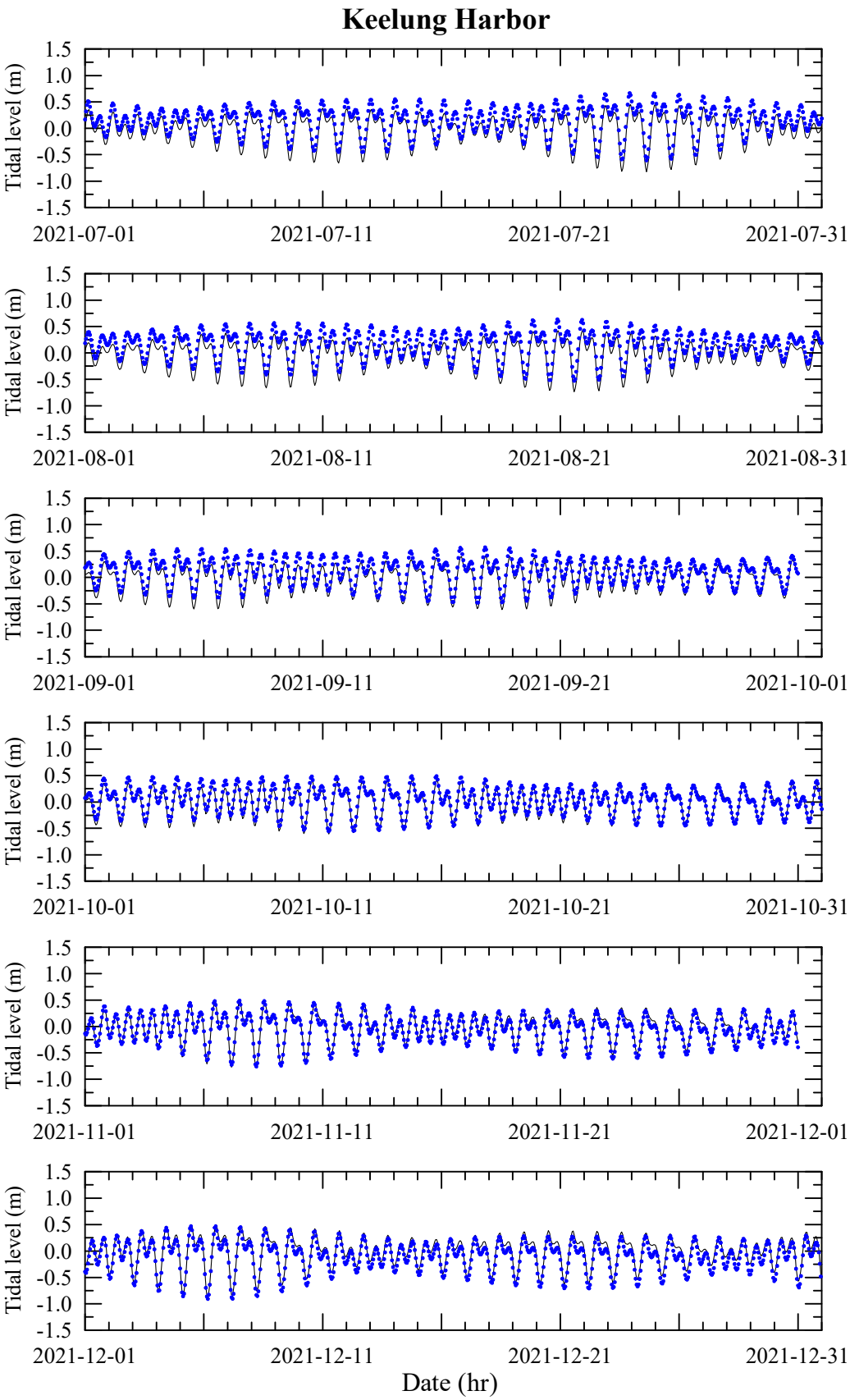


圖 4.12 基隆港 2021 年 7~12 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

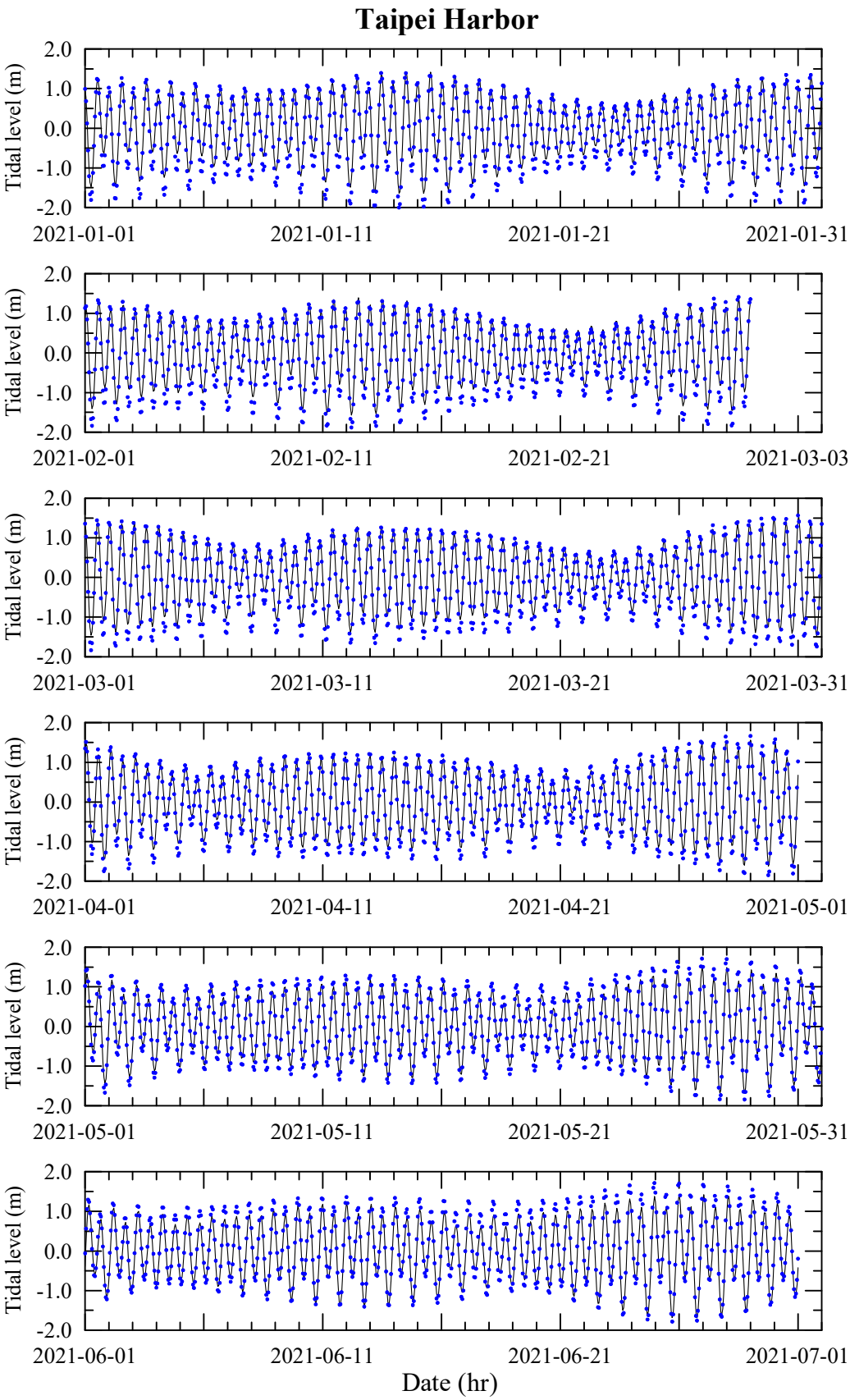


圖 4.13 臺北港 2021 年 1~6 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

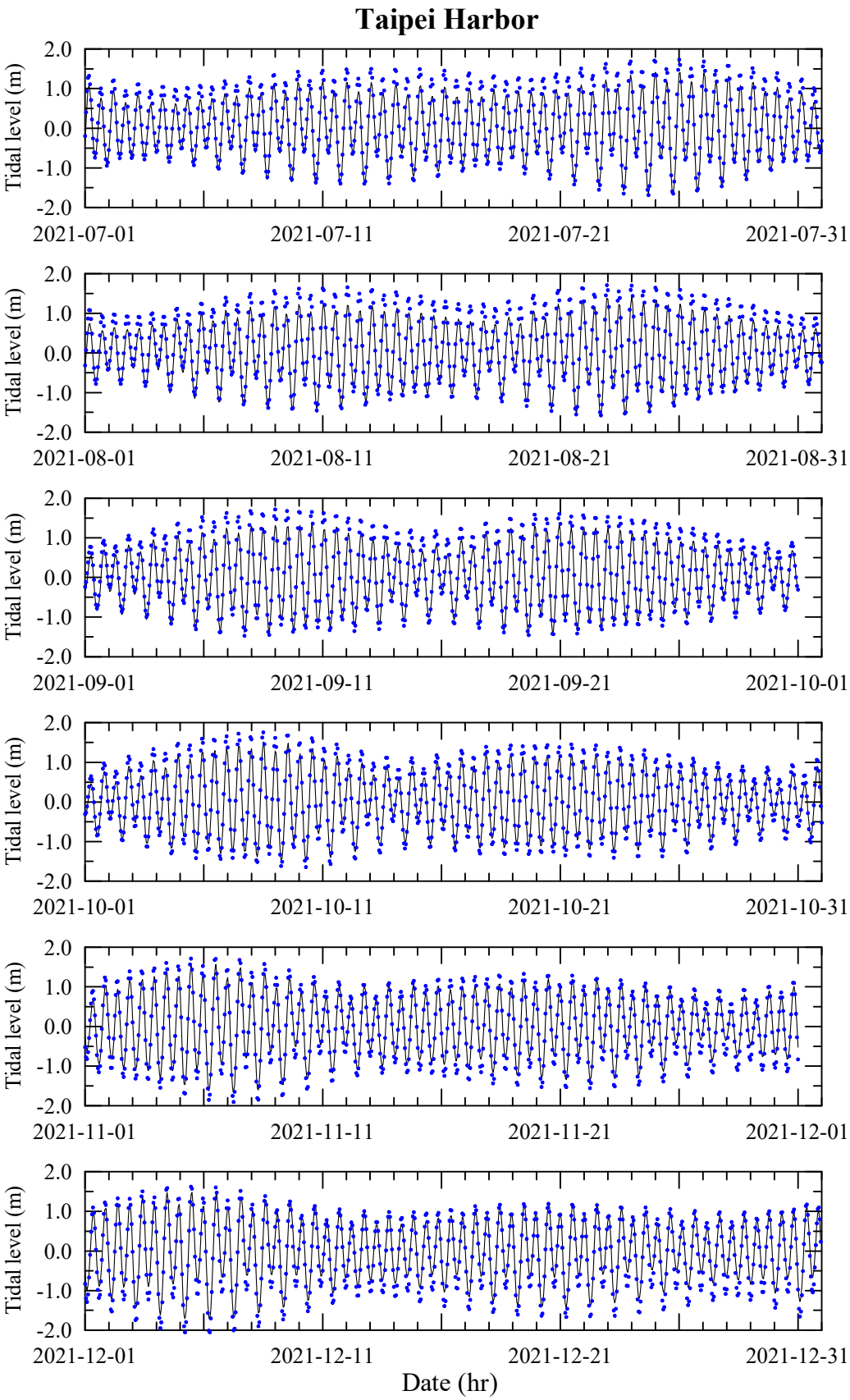


圖 4.14 臺北港 2021 年 7~12 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

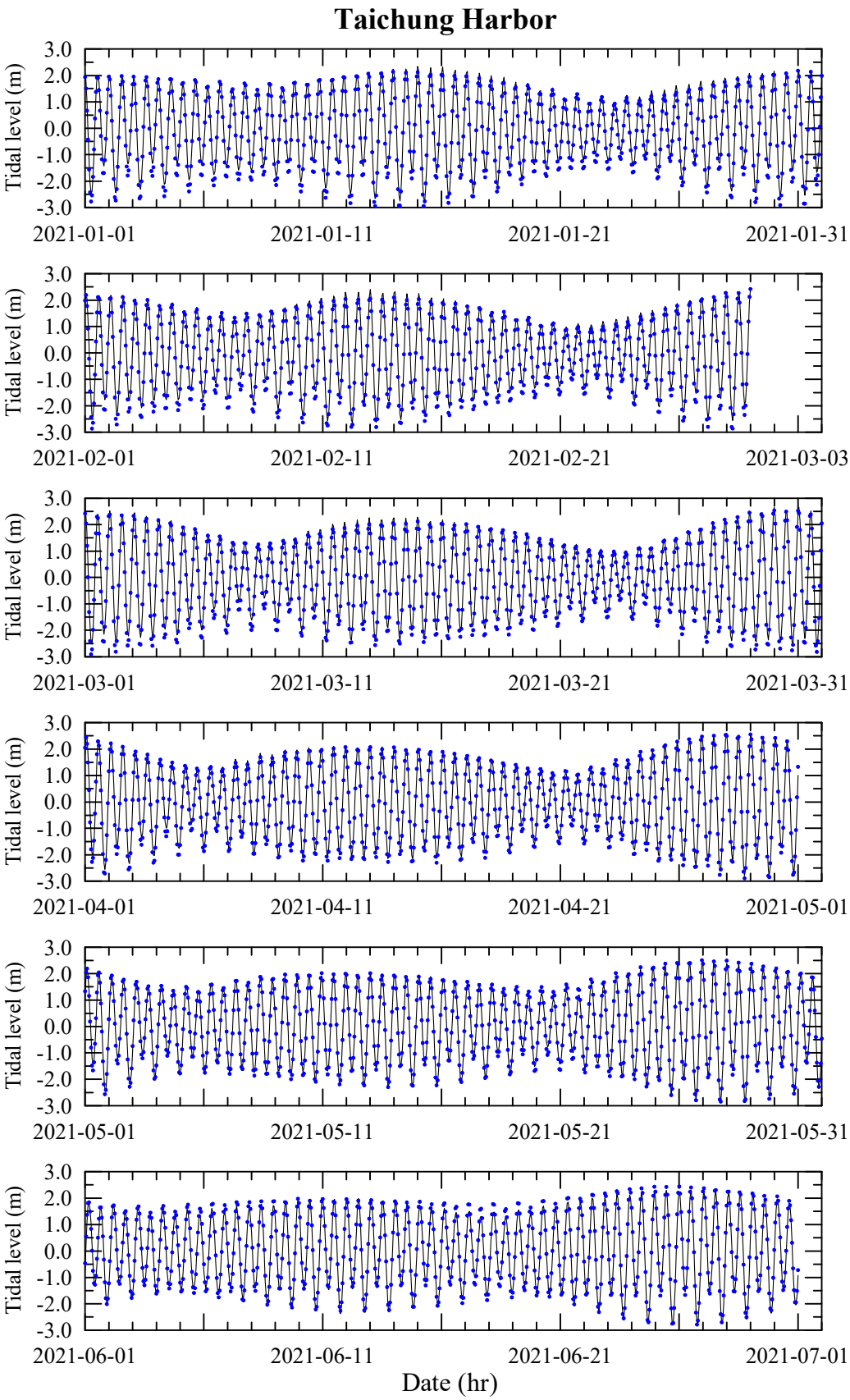


圖 4.15 臺中港 2021 年 1~6 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

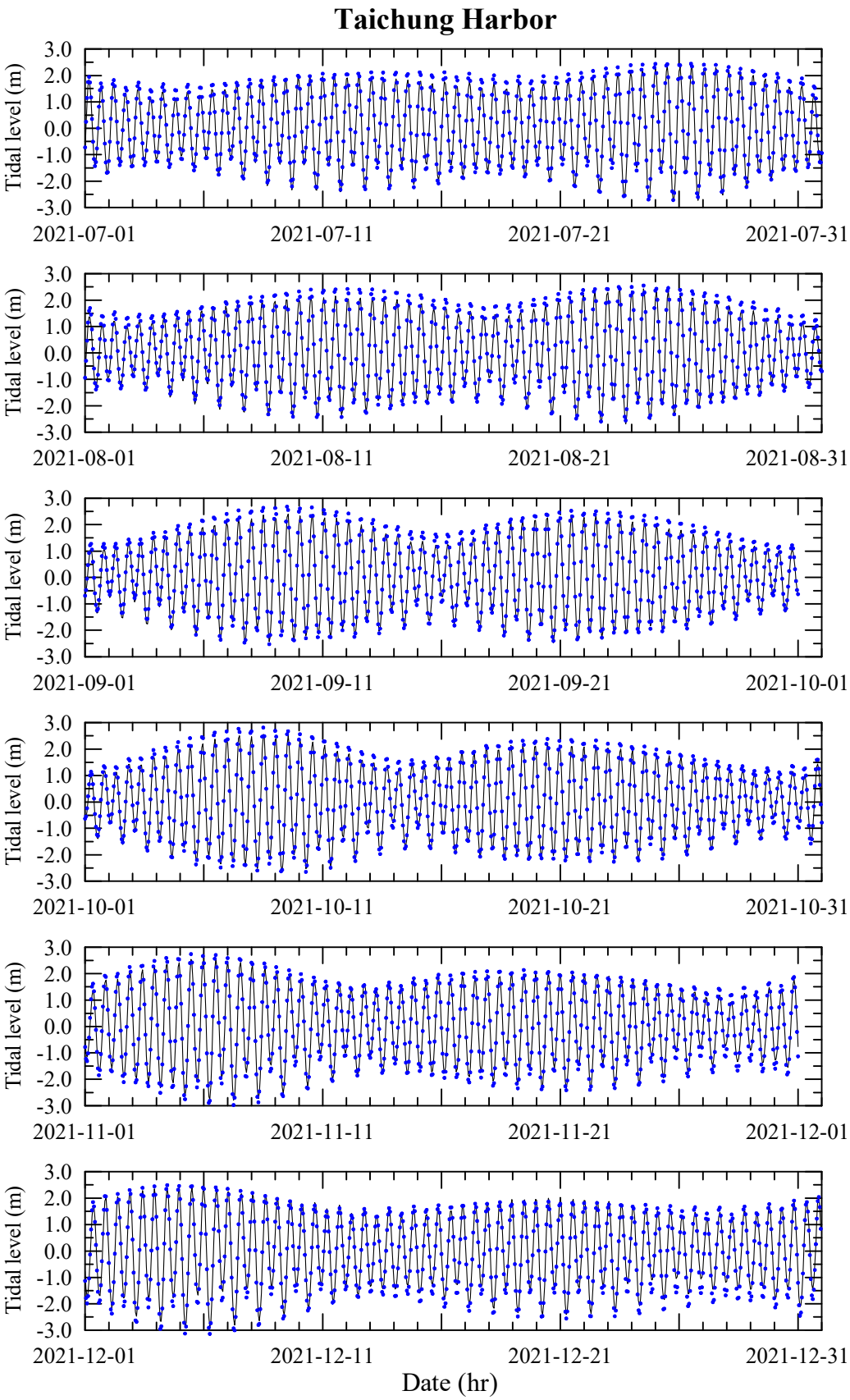


圖 4.16 臺中港 2021 年 7~12 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

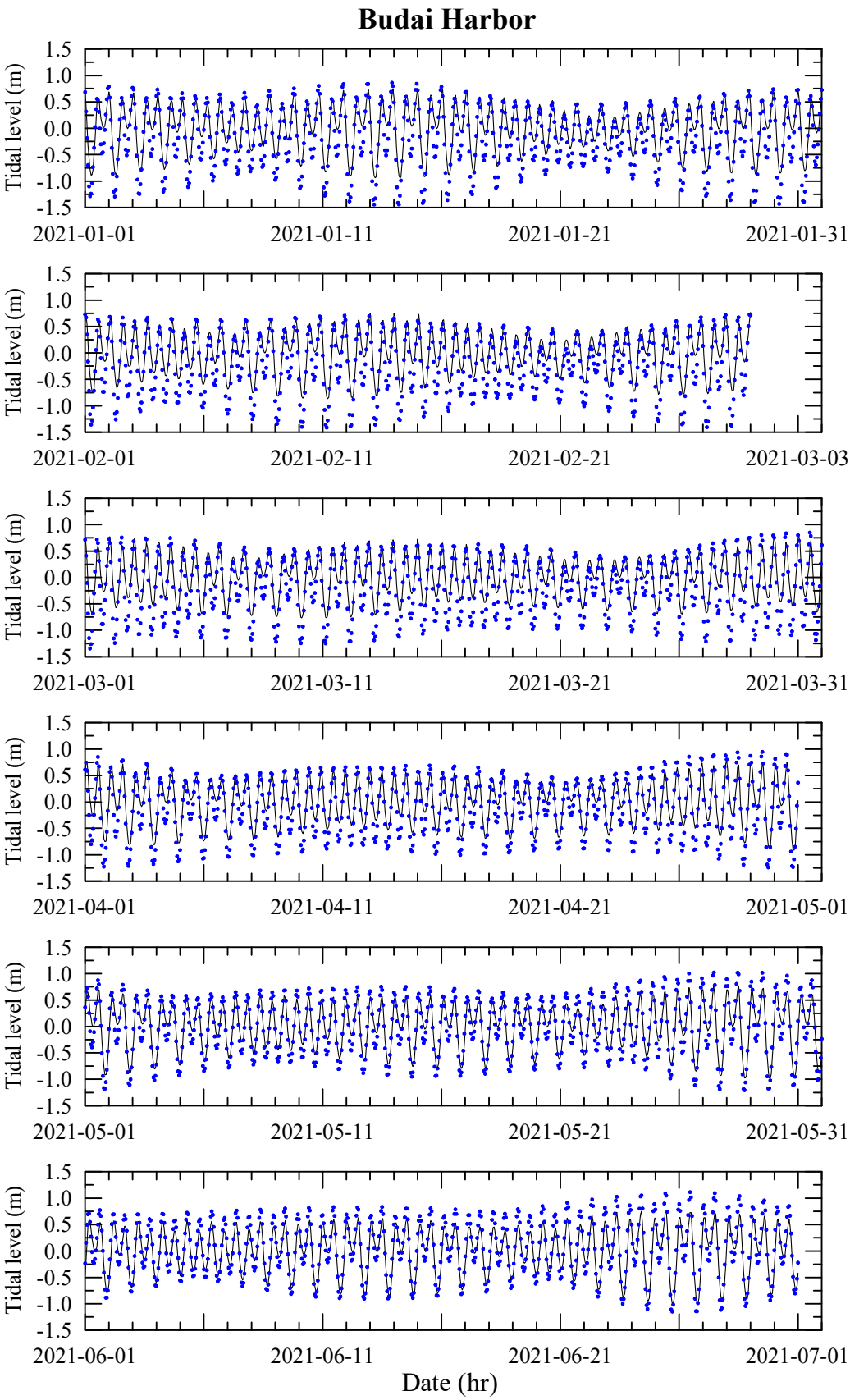


圖 4.17 布袋港 2021 年 1~6 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

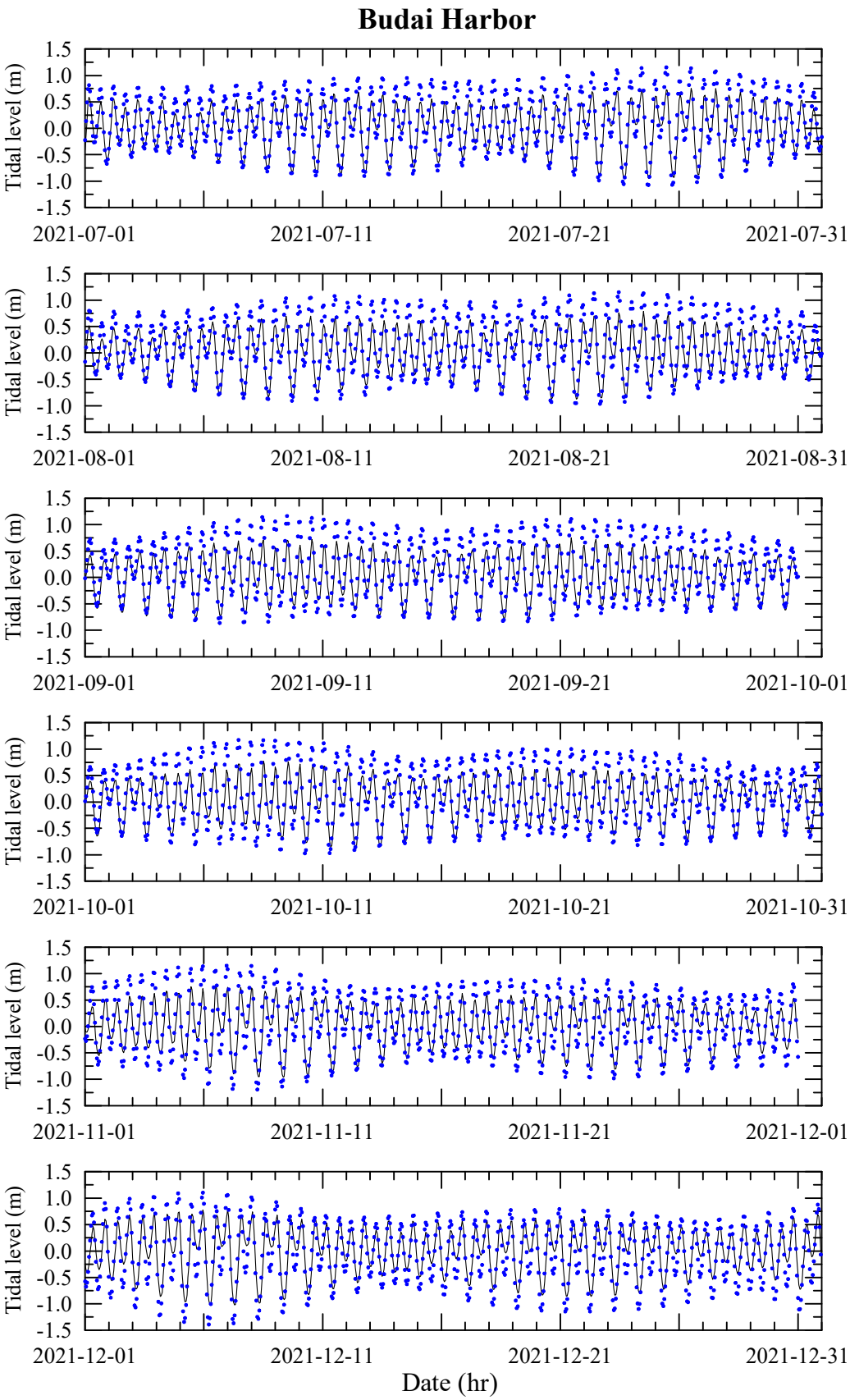


圖 4.18 布袋港 2021 年 7~12 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

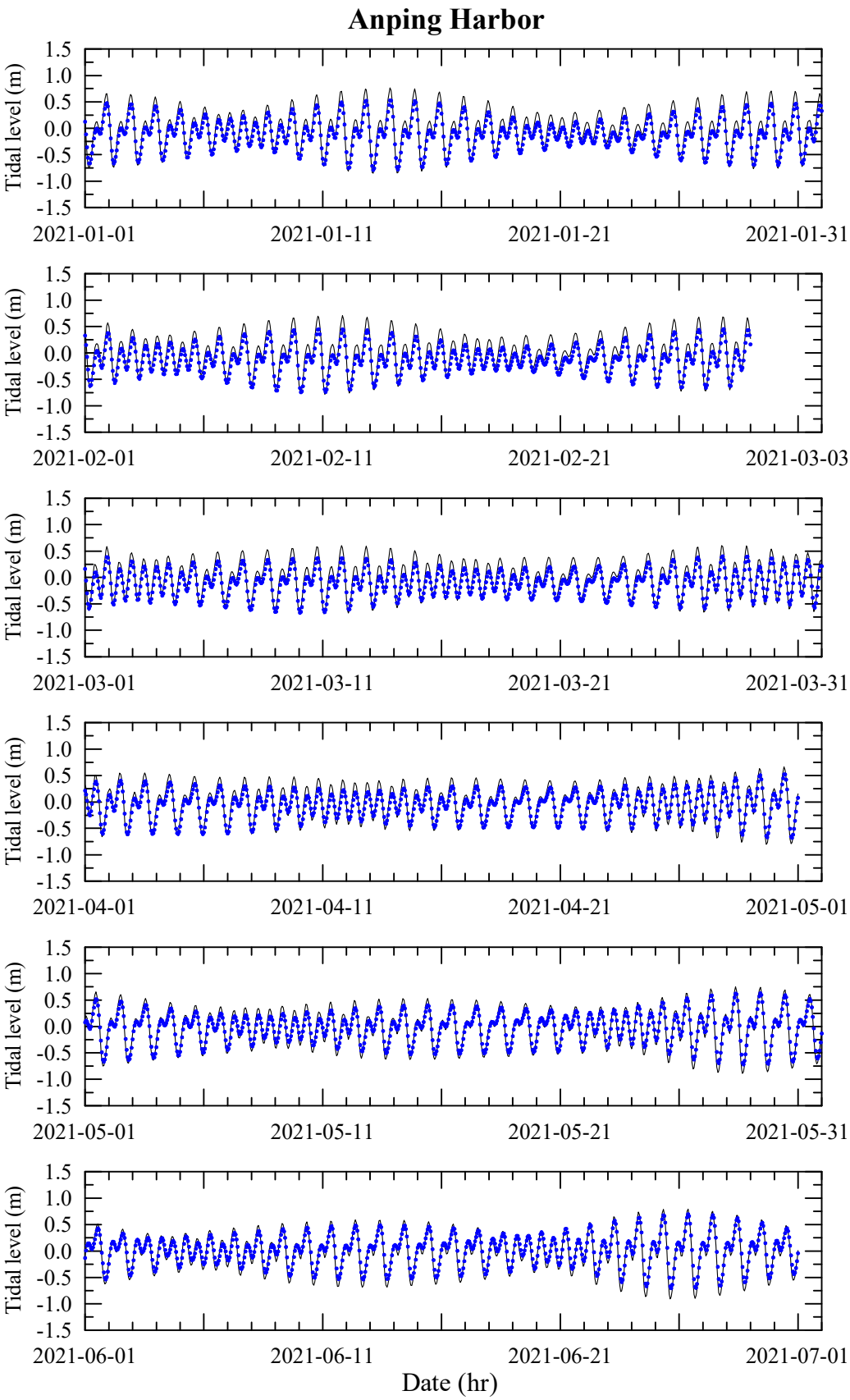


圖 4.19 安平港 2021 年 1~6 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

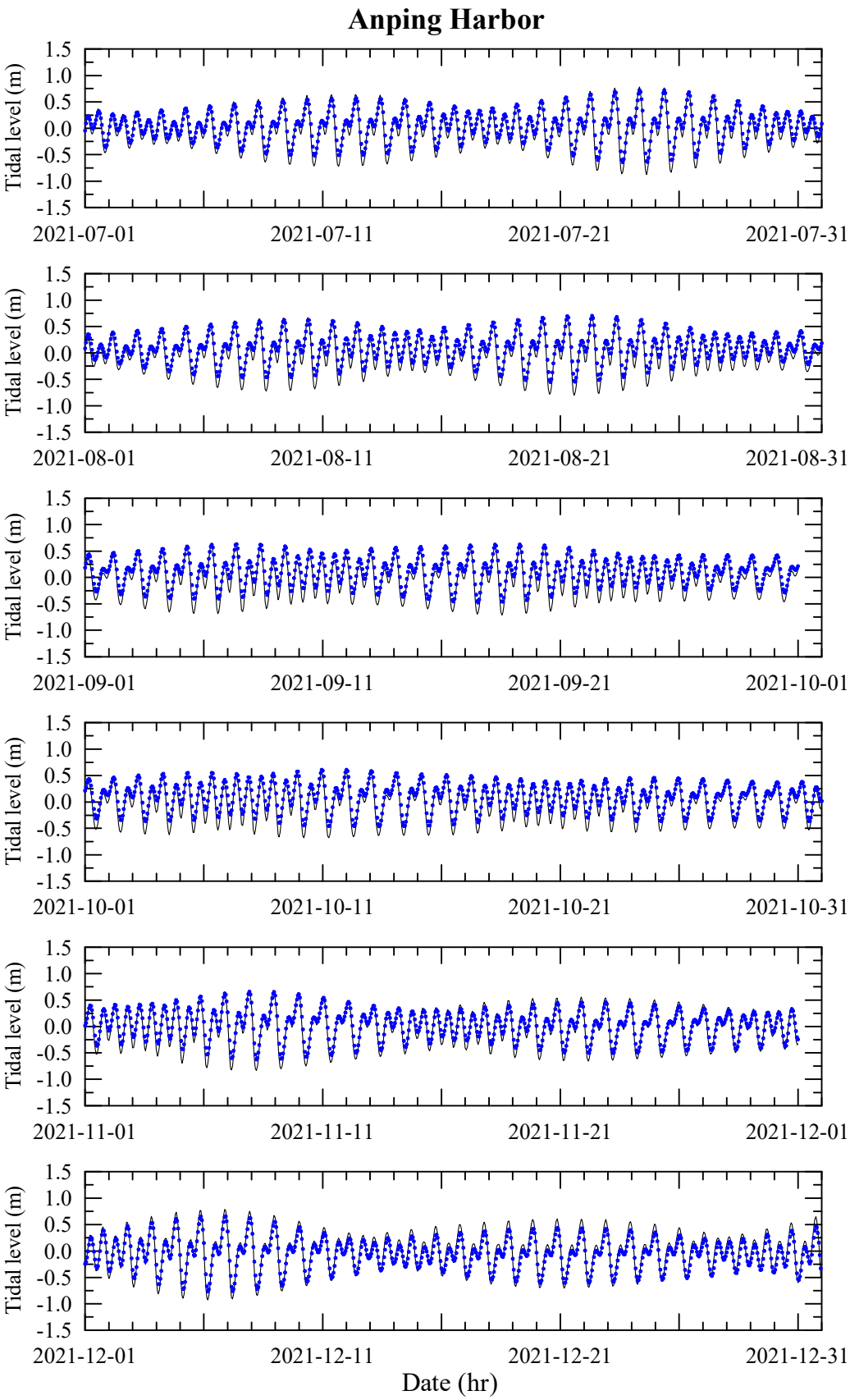


圖 4.20 安平港 2021 年 7~12 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

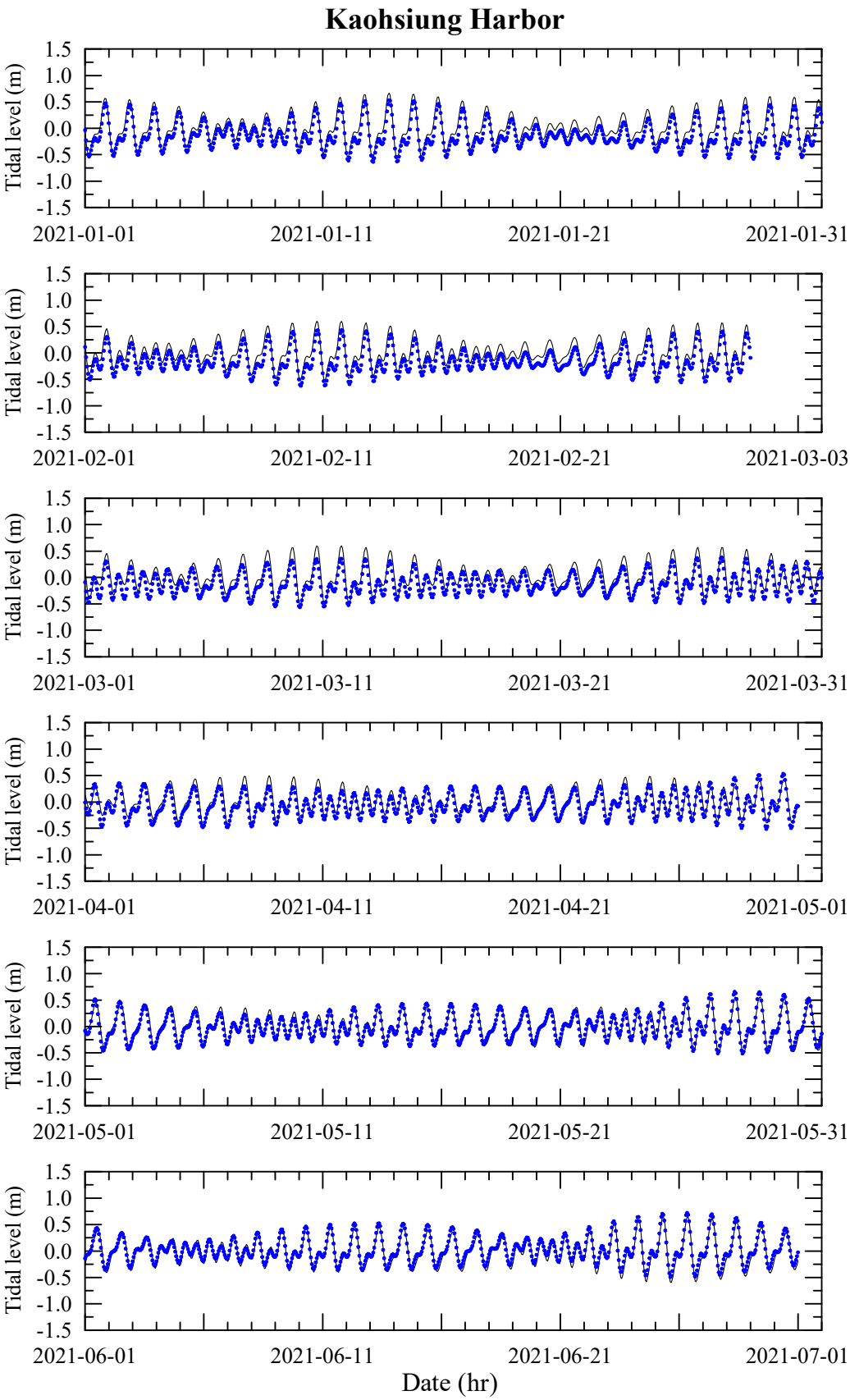


圖 4.21 高雄港 2021 年 1~6 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

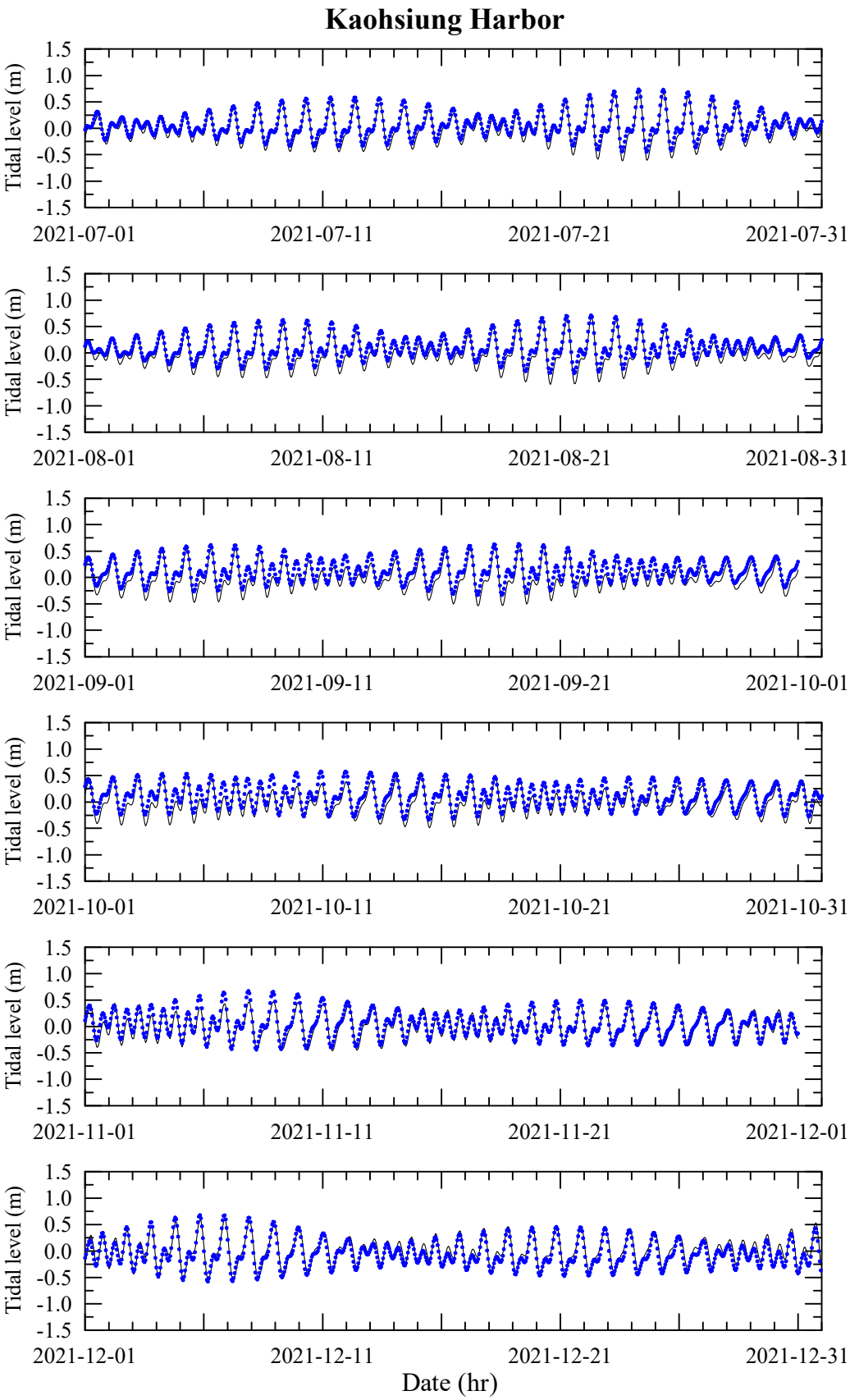


圖 4.22 高雄港 2021 年 7~12 月天文潮模擬值與預測值(點)比較圖

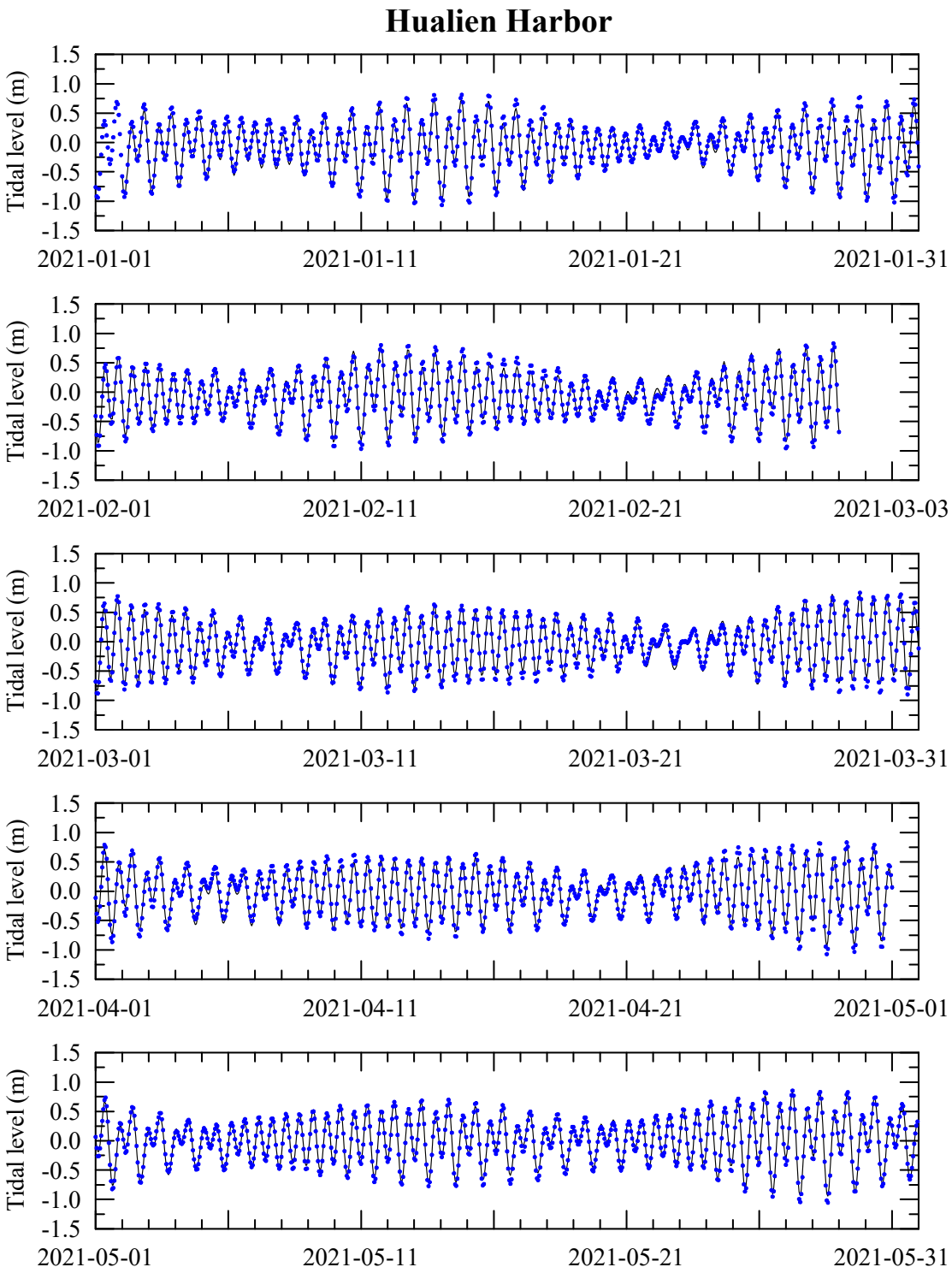


圖 4.23 花蓮港 2021 年 1~5 月水位觀測值(點)與模擬值之比較圖

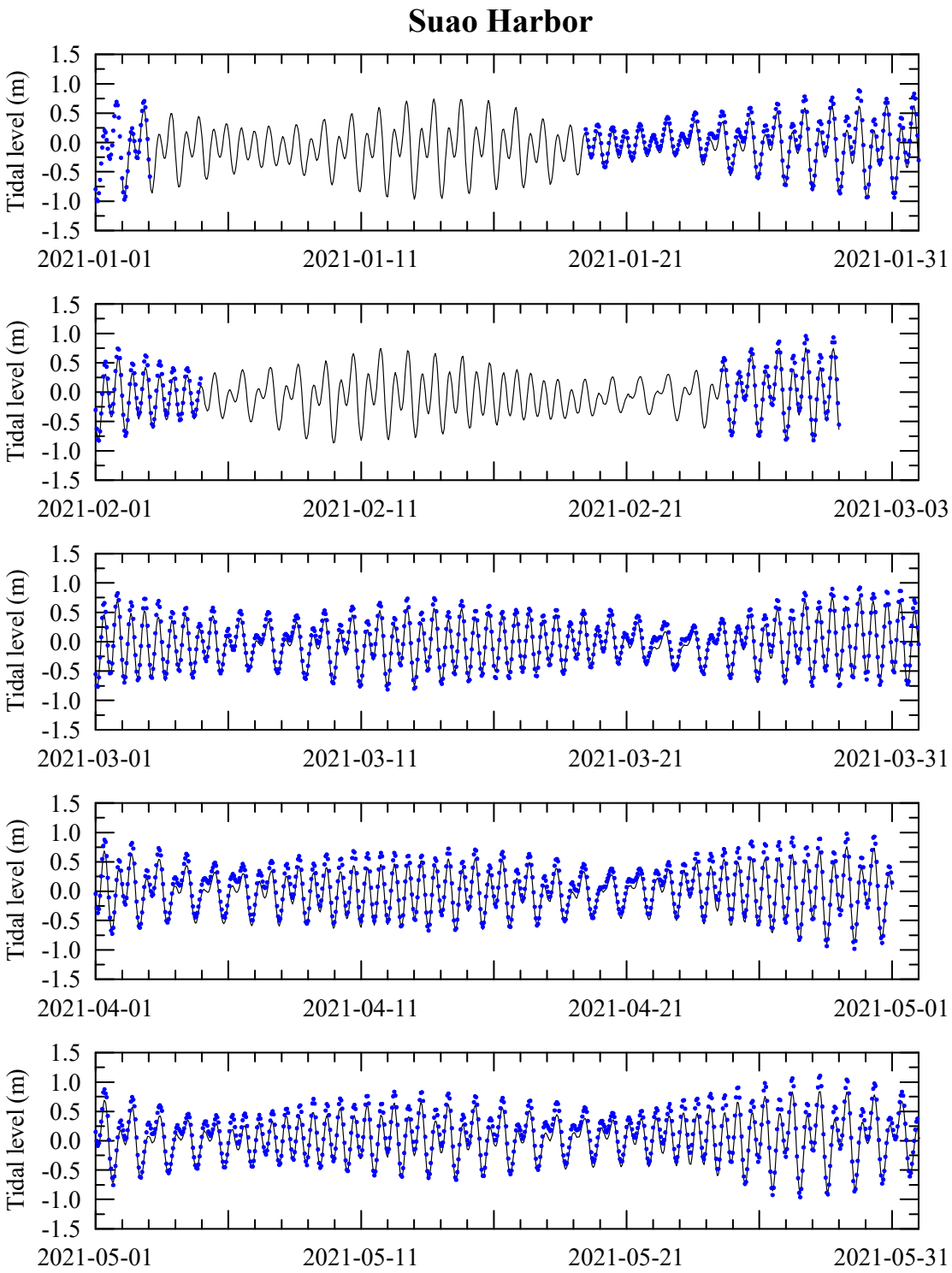


圖 4.24 蘇澳港 2021 年 1~5 月水位觀測值(點)與模擬值之比較圖

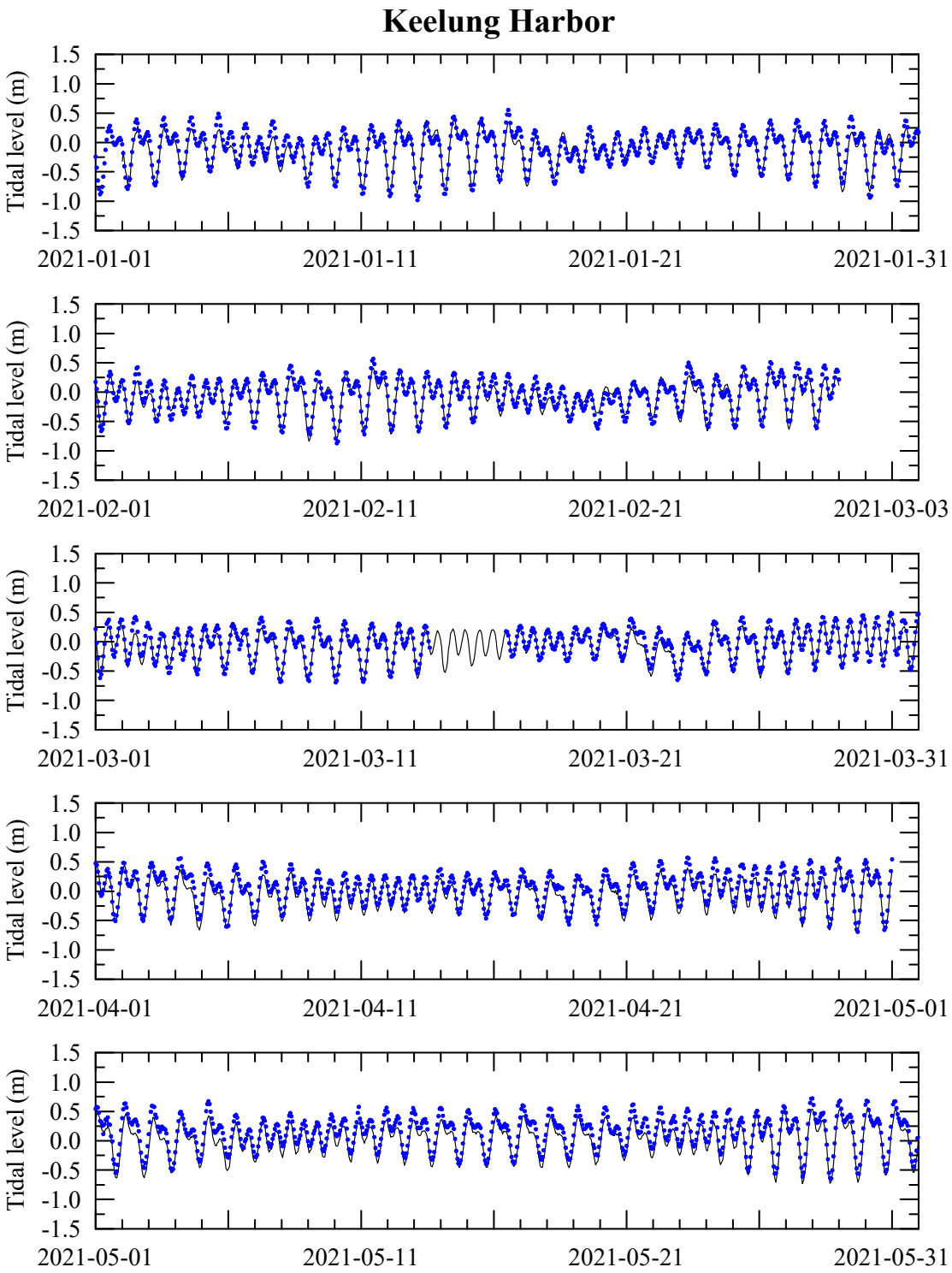


圖 4.25 基隆港 2021 年 1~5 月水位觀測值(點)與模擬值之比較圖

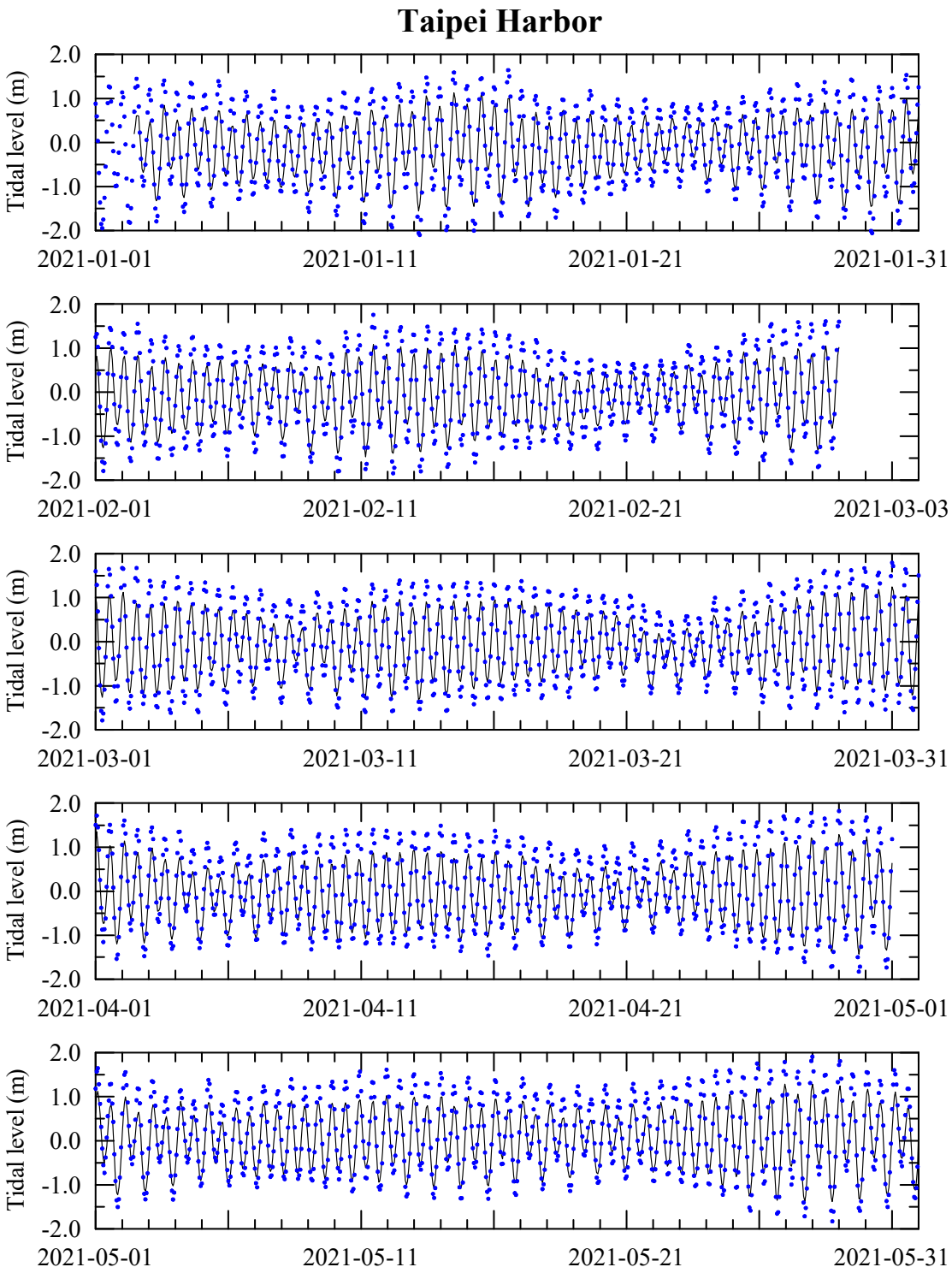


圖 4.26 臺北港 2021 年 1~5 月水位觀測值(點)與模擬值之比較圖

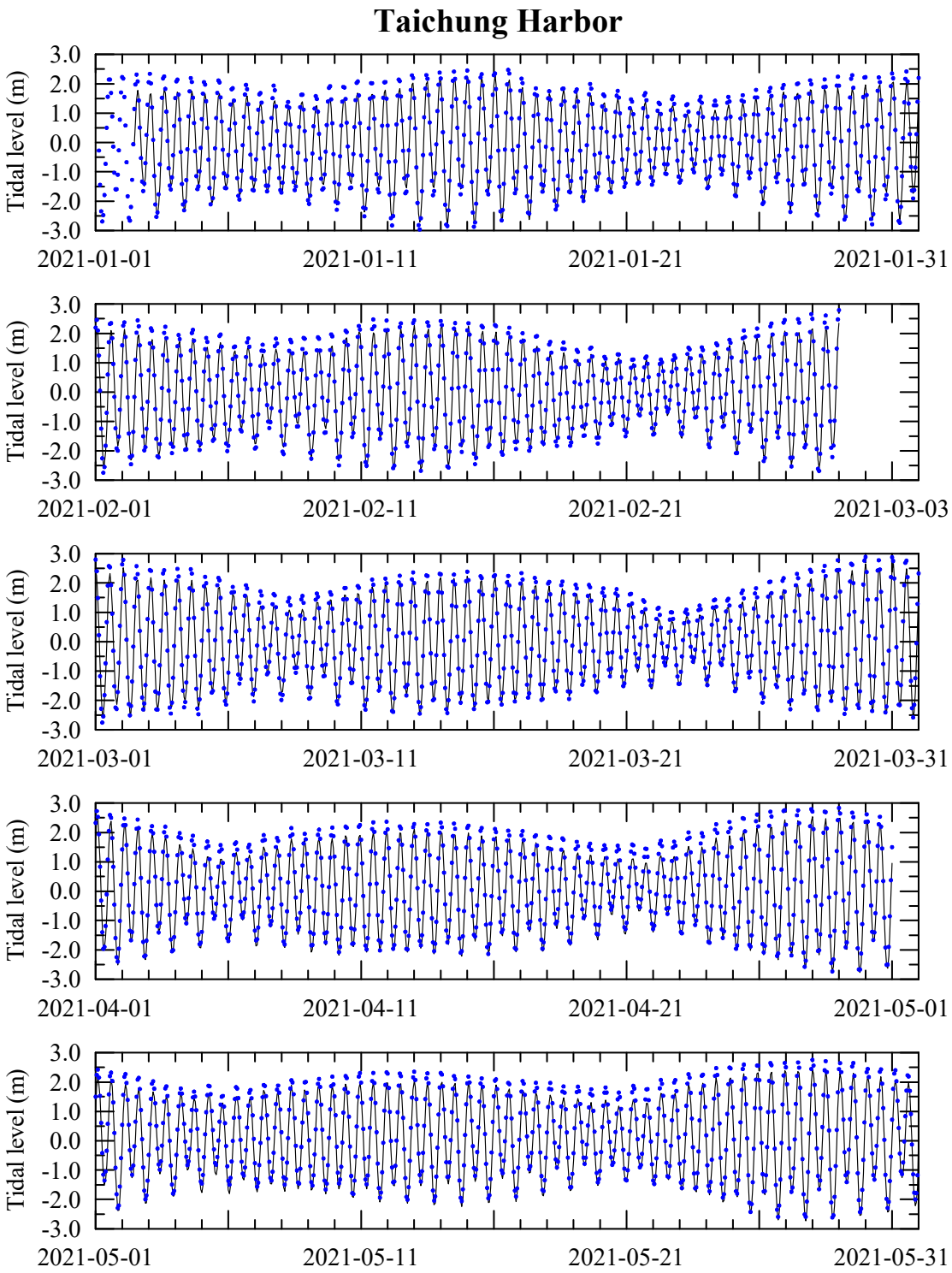


圖 4.27 臺中港 2021 年 1~5 月水位觀測值(點)與模擬值之比較圖

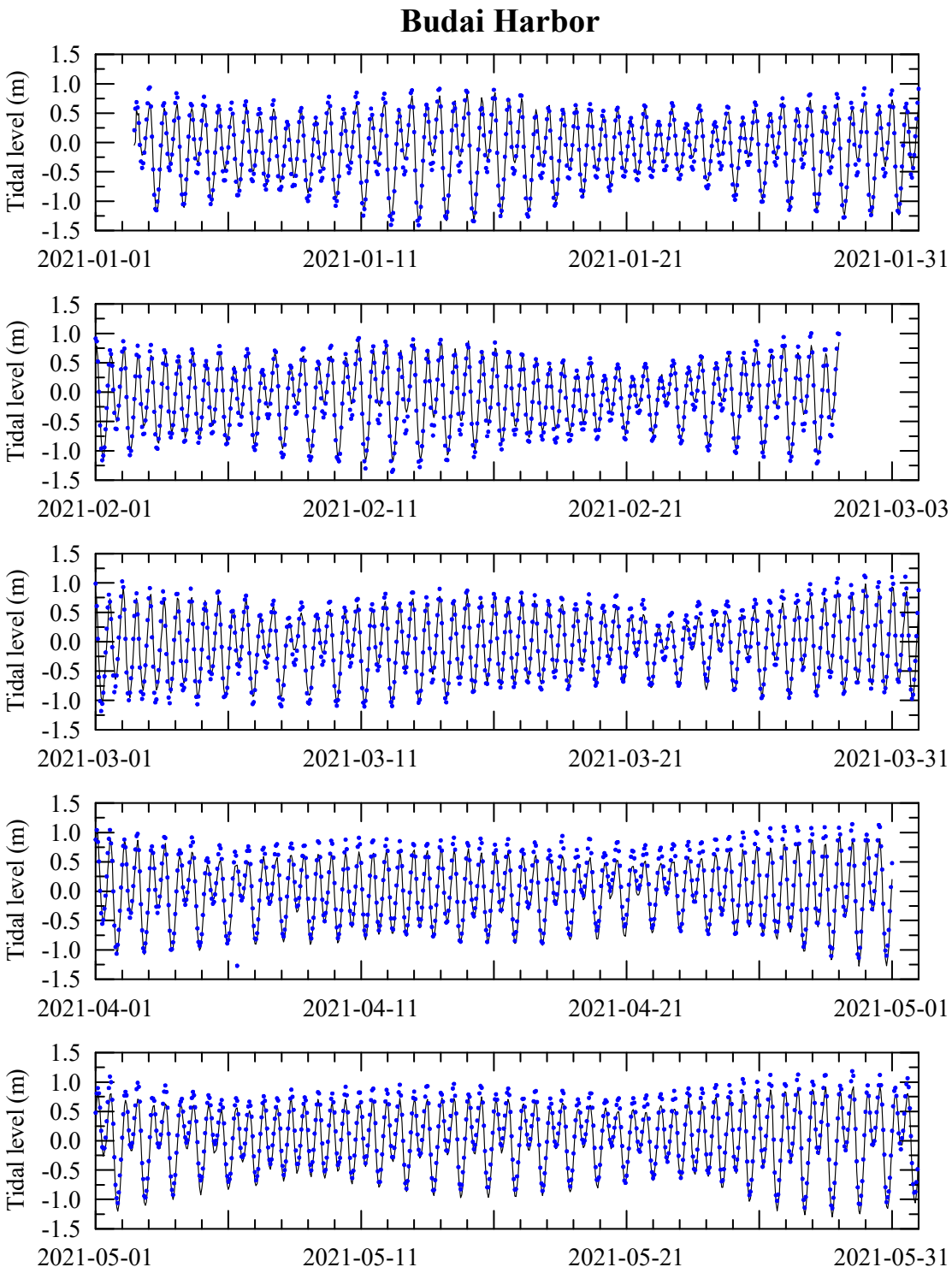


圖 4.28 布袋港 2021 年 1~5 月水位觀測值(點)與模擬值之比較圖

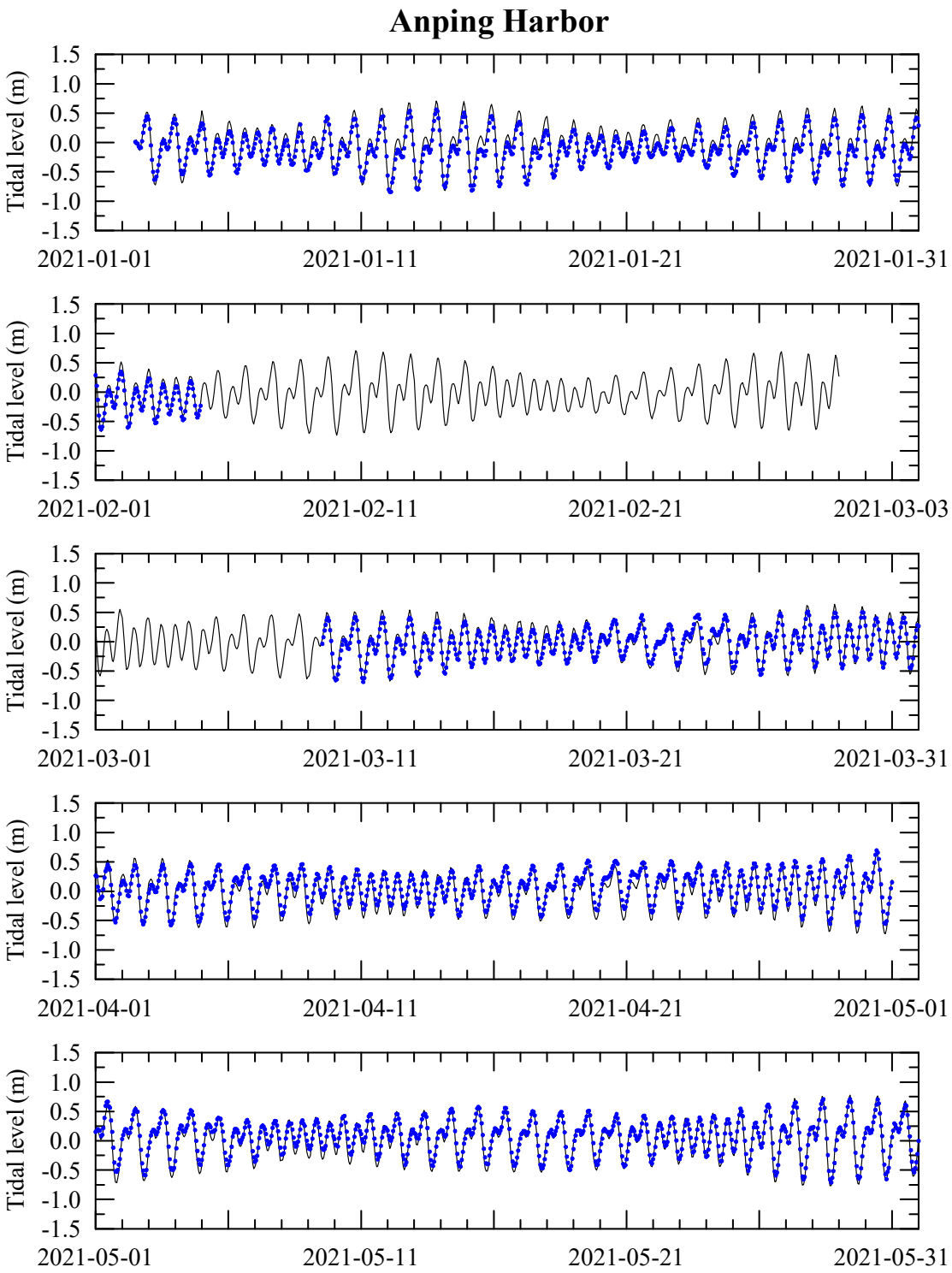


圖 4.29 安平港 2021 年 1~5 月水位觀測值(點)與模擬值之比較圖

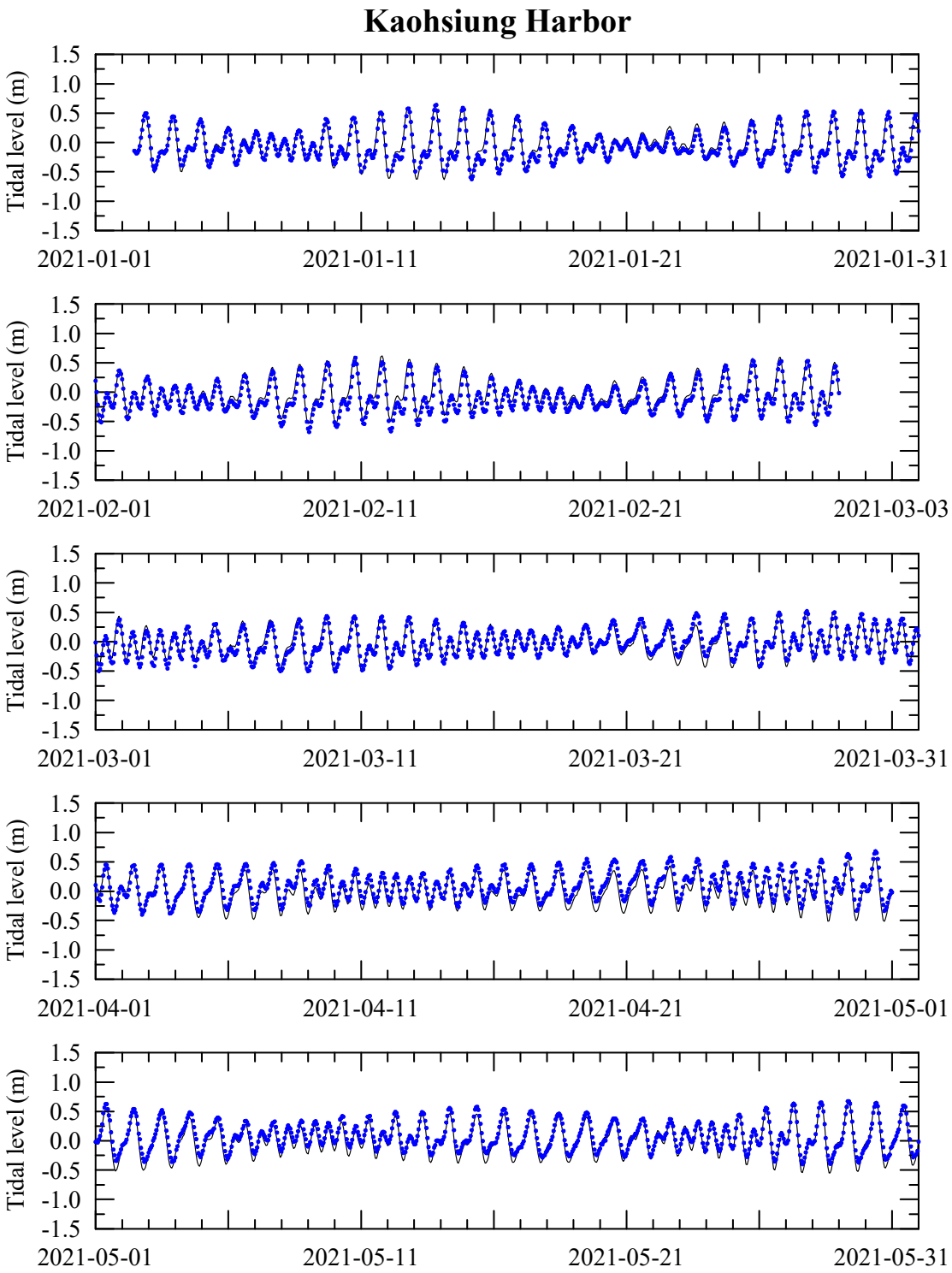


圖 4.30 高雄港 2021 年 1~5 月水位觀測值(點)與模擬值之比較圖

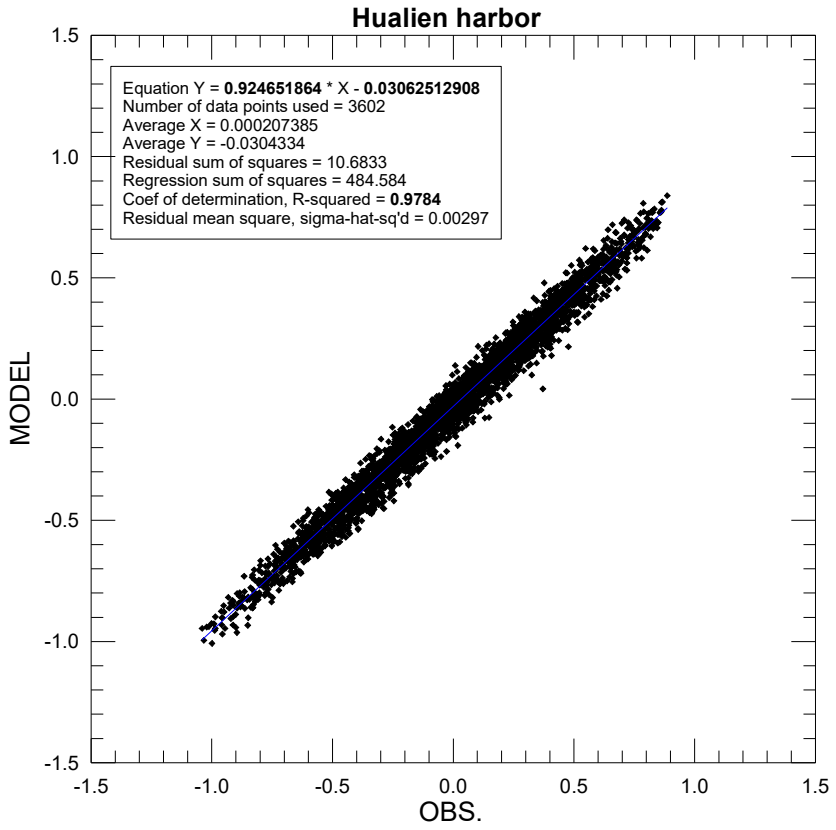


圖 4.31 花蓮港 2021 年水位模擬值與觀測值之對應關係圖

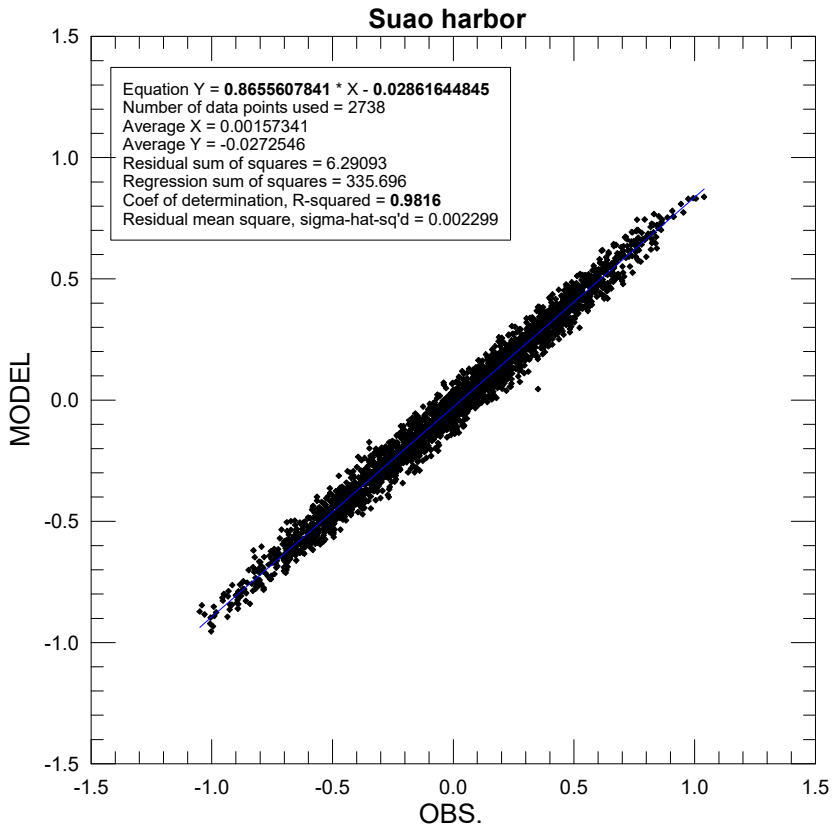


圖 4.32 蘇澳港 2021 年水位模擬值與觀測值之對應關係圖

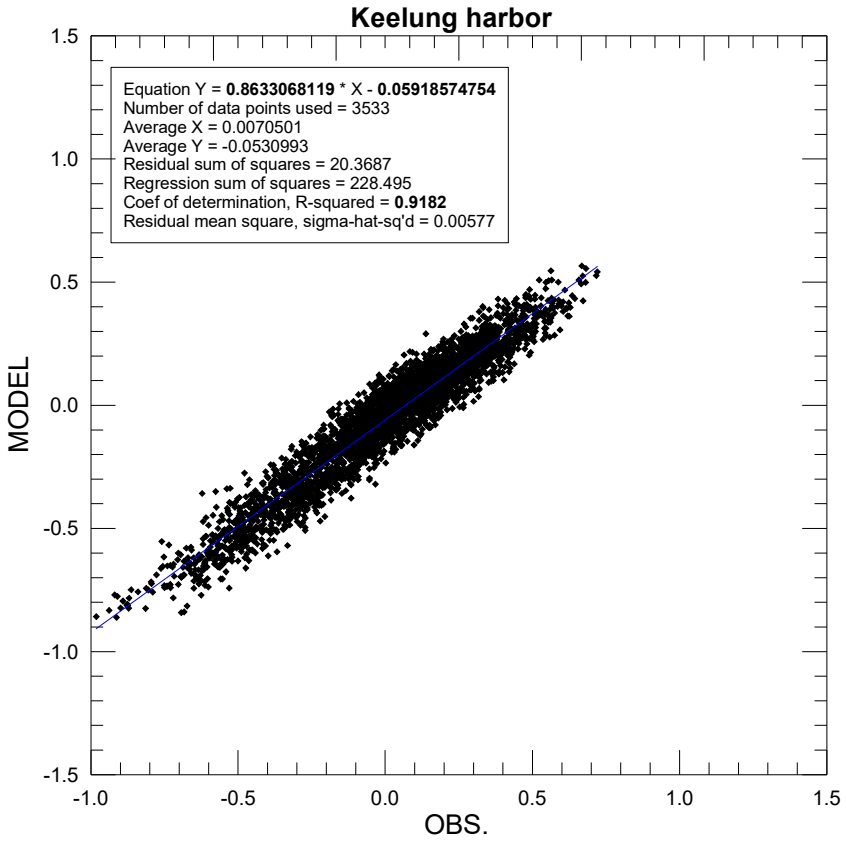


圖 4.33 基隆港 2021 年水位模擬值與觀測值之對應關係圖

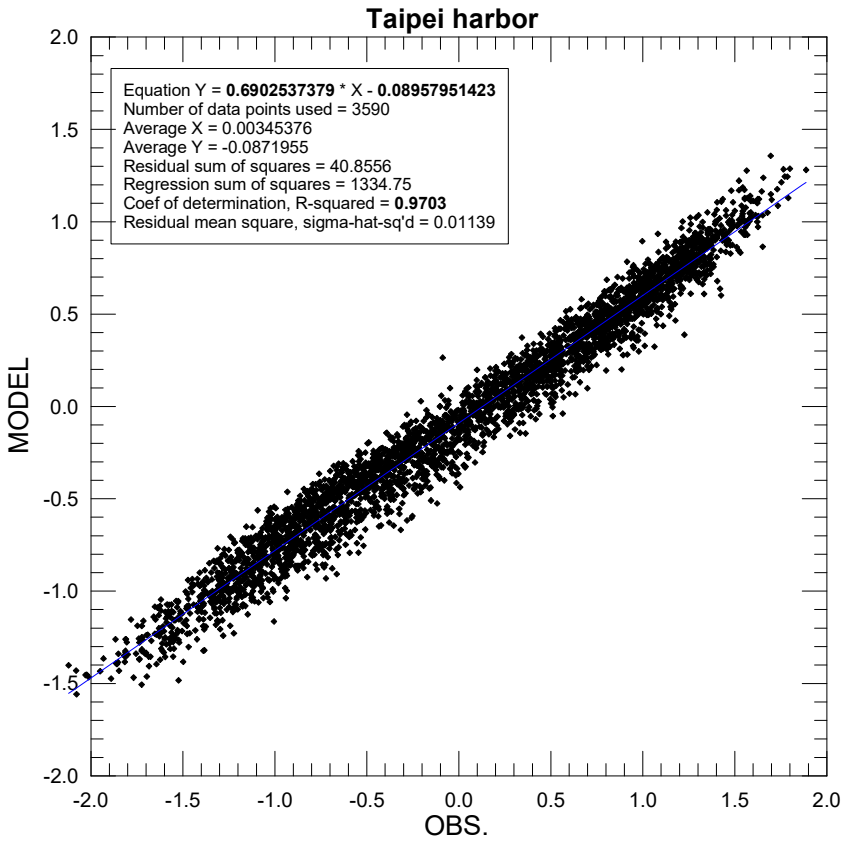


圖 4.34 臺北港 2021 年水位模擬值與觀測值之對應關係圖

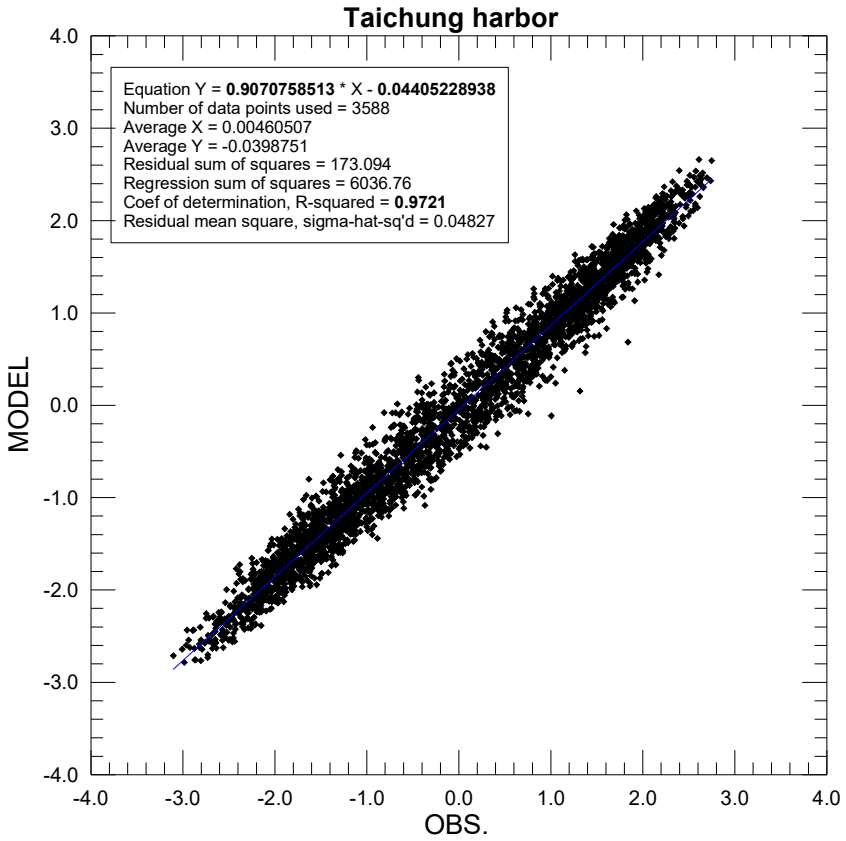


圖 4.35 臺中港 2021 年水位模擬值與觀測值之對應關係圖

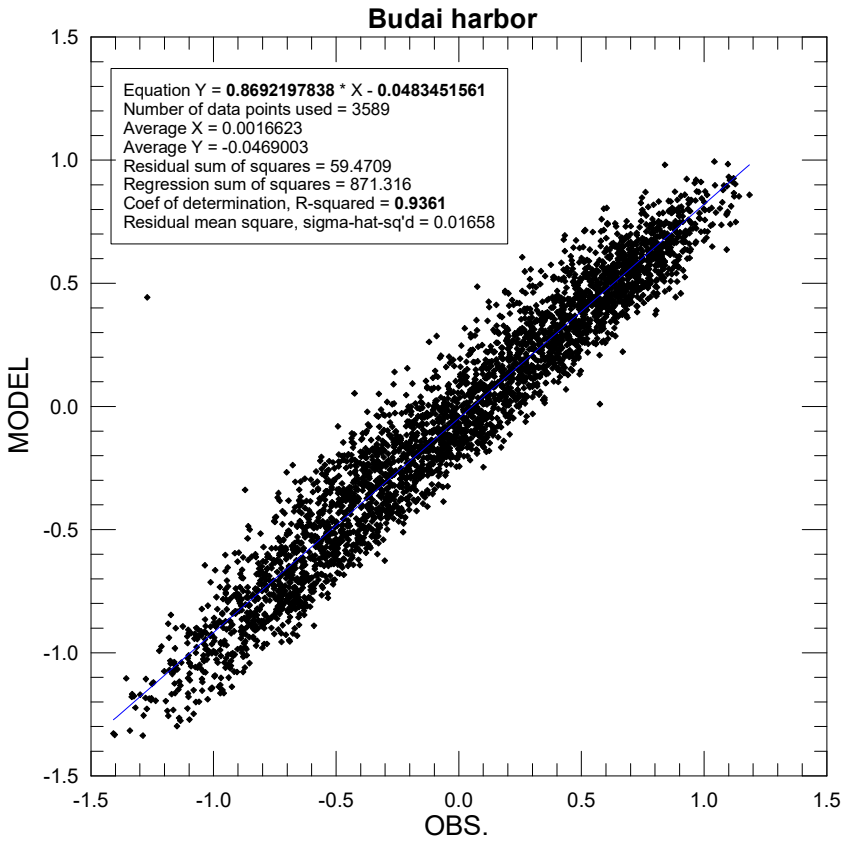


圖 4.36 布袋港 2021 年水位模擬值與觀測值之對應關係圖

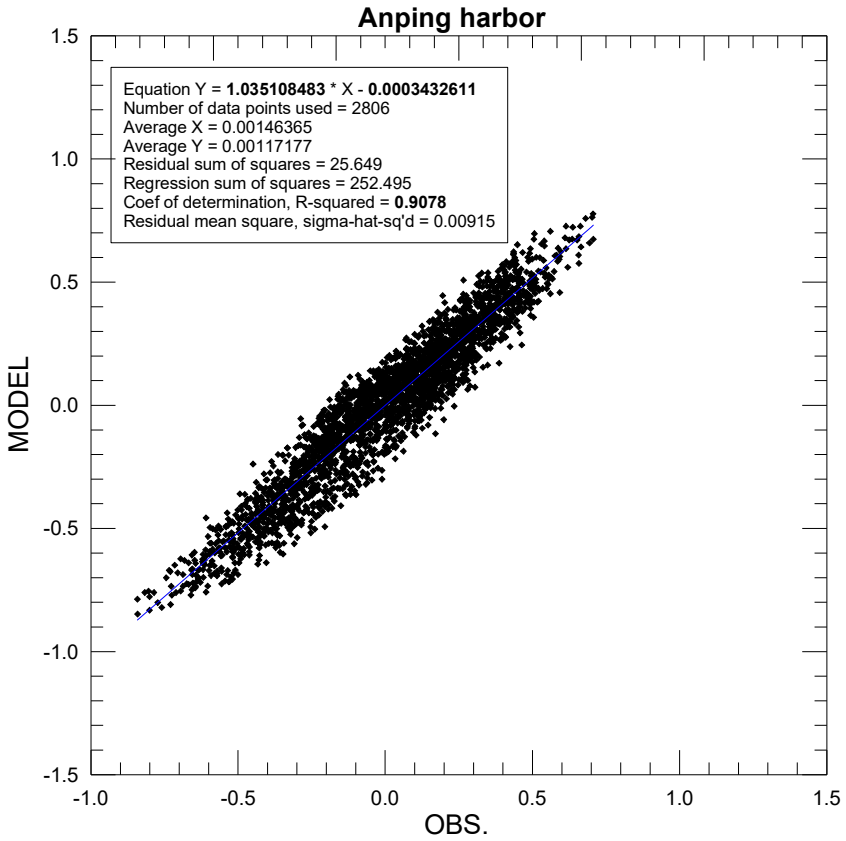


圖 4.37 安平港 2021 年水位模擬值與觀測值之對應關係圖

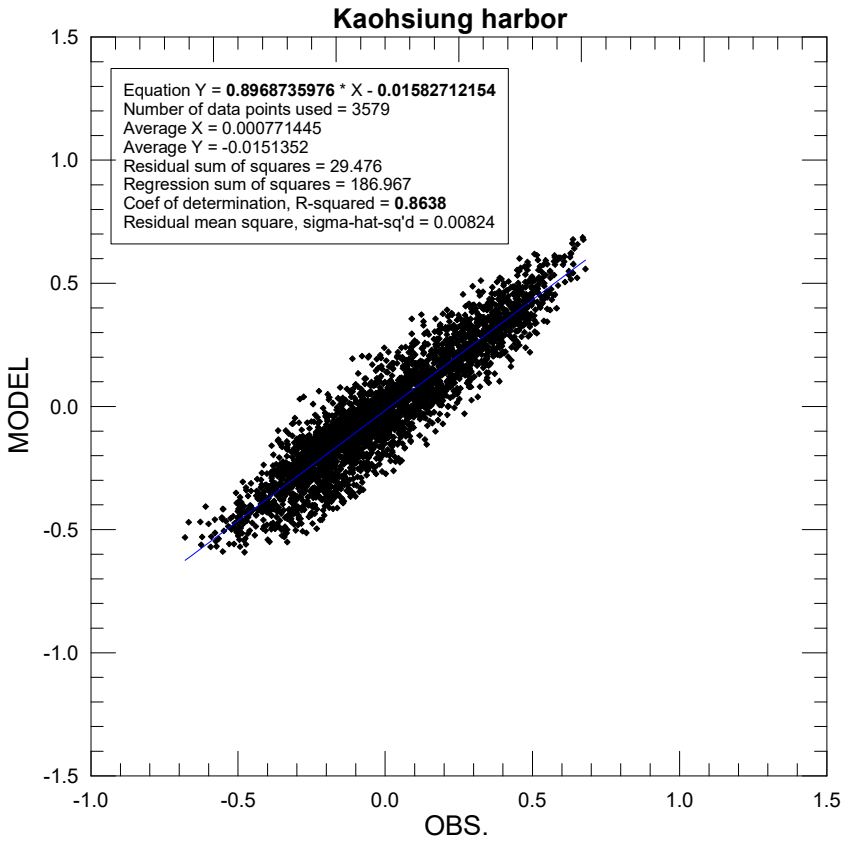


圖 4.38 高雄港 2021 年水位模擬值與觀測值之對應關係圖

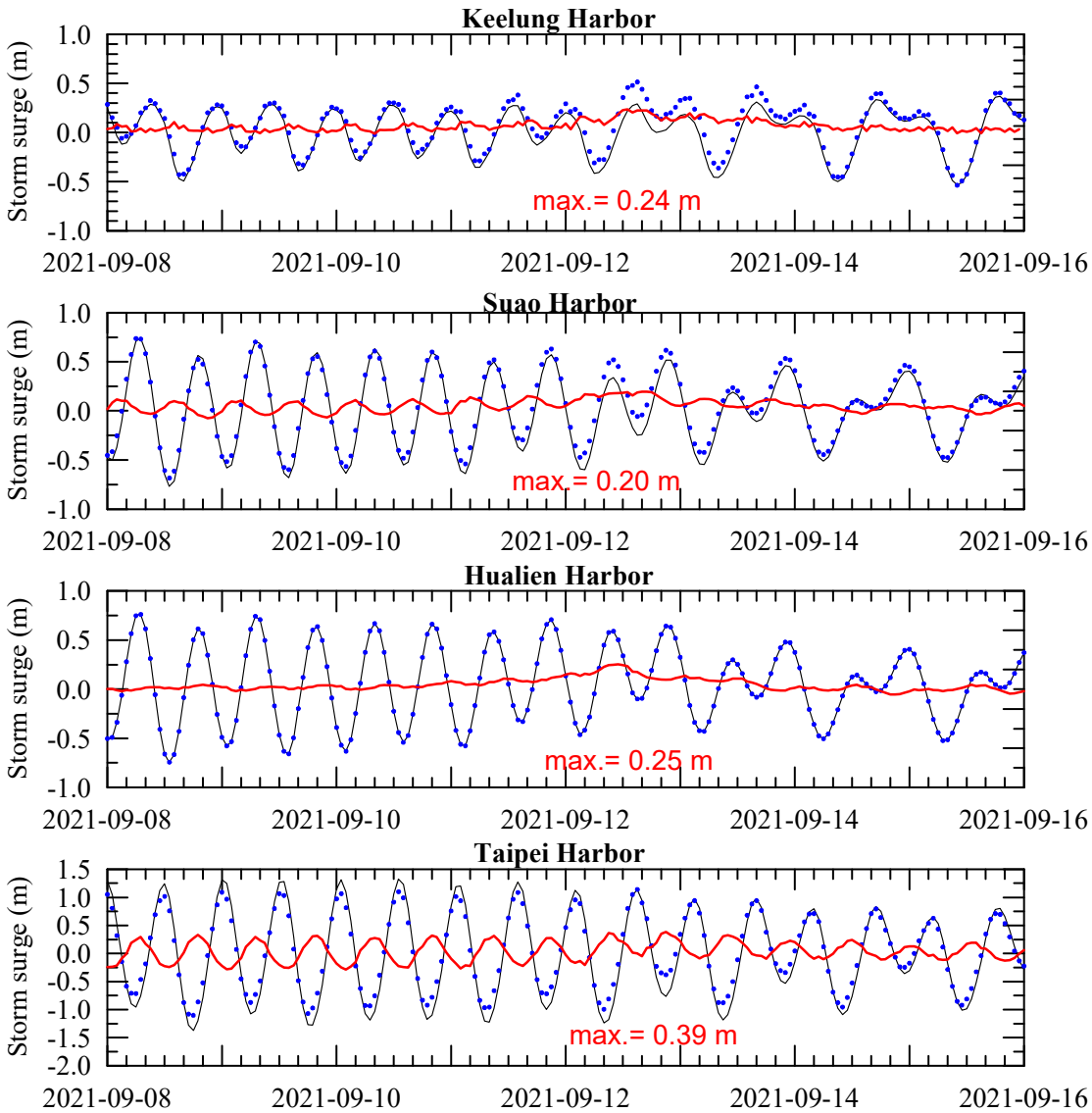


圖 4.39 璨樹颱風期間基隆等港口水位模擬之暴潮偏差分析歷線圖

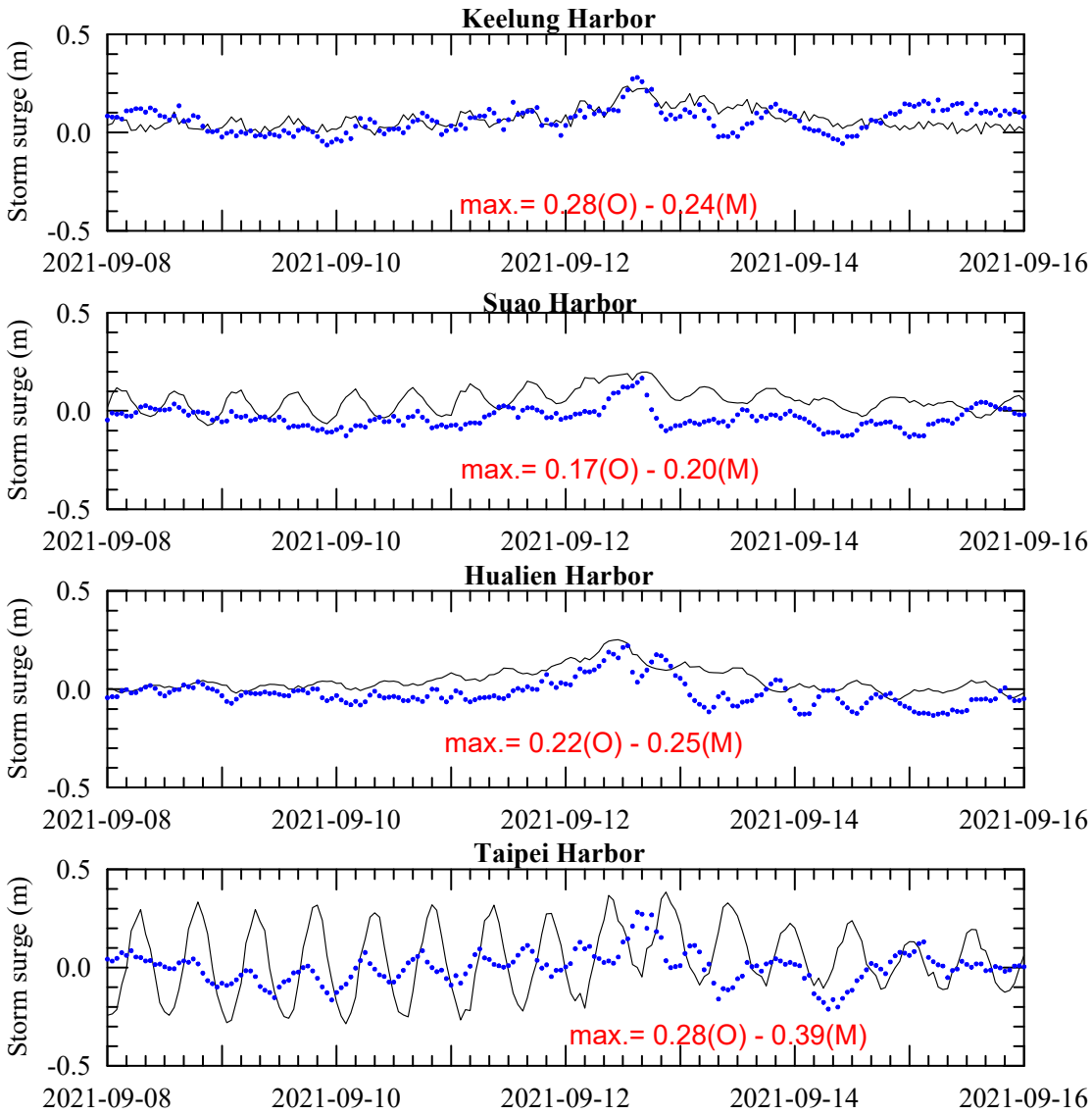


圖 4.40 璨樹颱風期間基隆等港口暴潮歷線觀測(點)與模擬之比較

第五章 臺灣近岸海象預測作業化成果評估

本計畫臺灣近岸海象預測系統之運作採自動化作業方式執行每次的海象模擬，除了遇到系統當機、風場缺損或錯誤外，系統運作均無需任何人為操作介入。因此，各模組模擬結果之事後評估乃為本系統各模組未來改進之重要依據。

海象預測作業化成果評估項目依海象資料屬性，區分為風力、波浪、水位及海流等四項；本(110)年度成果評估週期為 2020 年 9 月至 2021 年 8 月，評估對象包括基隆、臺北、臺中、布袋、安平、高雄、花蓮、蘇澳及馬祖等 9 個海域海象模擬及觀測資料，各海域。有關風力、波浪、水位及海流等海象模擬資料來源選取說明如下：

1. 風力模擬資料：來源為氣象局每日 4 報 WRF 成員 M05 或 M04 水平解析度 3km 網格之風力預報資料，每報擷取 6~11 時資料，彙整成每月逐時資料。
2. 波浪模擬資料：來源為 TaiCOMS 臺海風浪模擬子系統中尺度近域風浪模組之波浪模擬資料，波浪模擬資料擷取時段為每日 4 報之 0~ 5 時(追算時段)，同樣彙整成每月逐時資料。
3. 水位及海流模擬資料：來源為 TaiCOMS 臺海水動力模擬子系統中尺度暴潮模組之模擬資料，其水位及海流模擬資料擷取時段亦為每日 1 報之 0~23 時，同樣彙整成每月逐時資料。

目前各模式作業化模擬成果評估工作內容以月報方式提送，評估報告內容包括各海域觀測及預測資料之各月修補前資料統計表、平均值、最大值、蒐集率、主要值及所占百分比以及模式預測與觀測值間偏差統計及均方根值等結果，逐月繪製預測與觀測水位歷線之比較圖，及預測與觀測玫瑰圖等。

本年度各海域風力、波流及水位等觀測資料測站位置，以及海象模擬預測資料輸出格點位置，如圖 5.1~圖 5.9 所示。

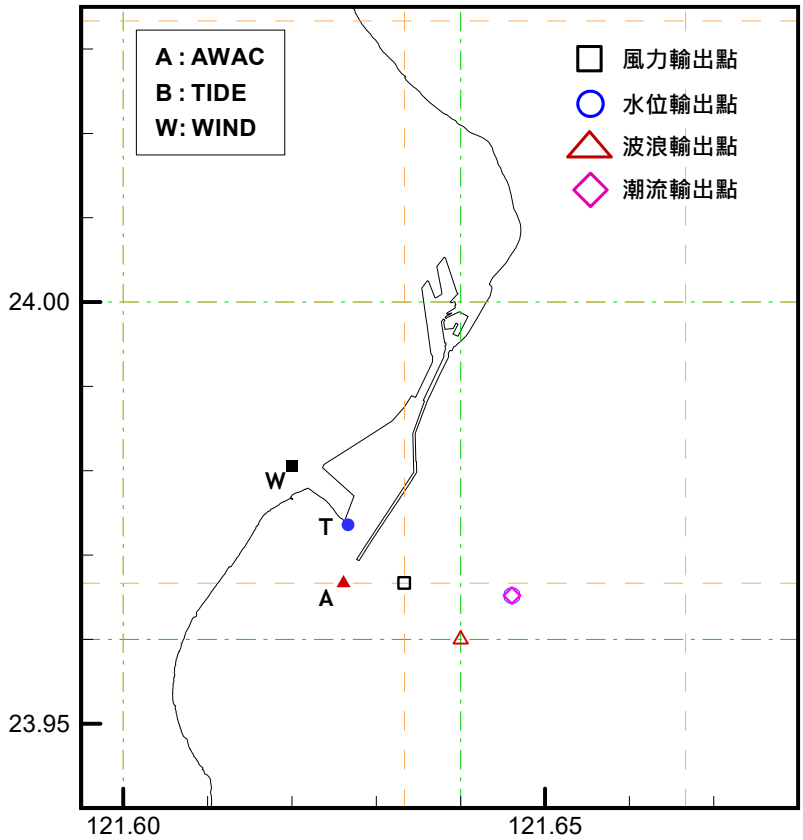


圖 5.1 花蓮港海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖

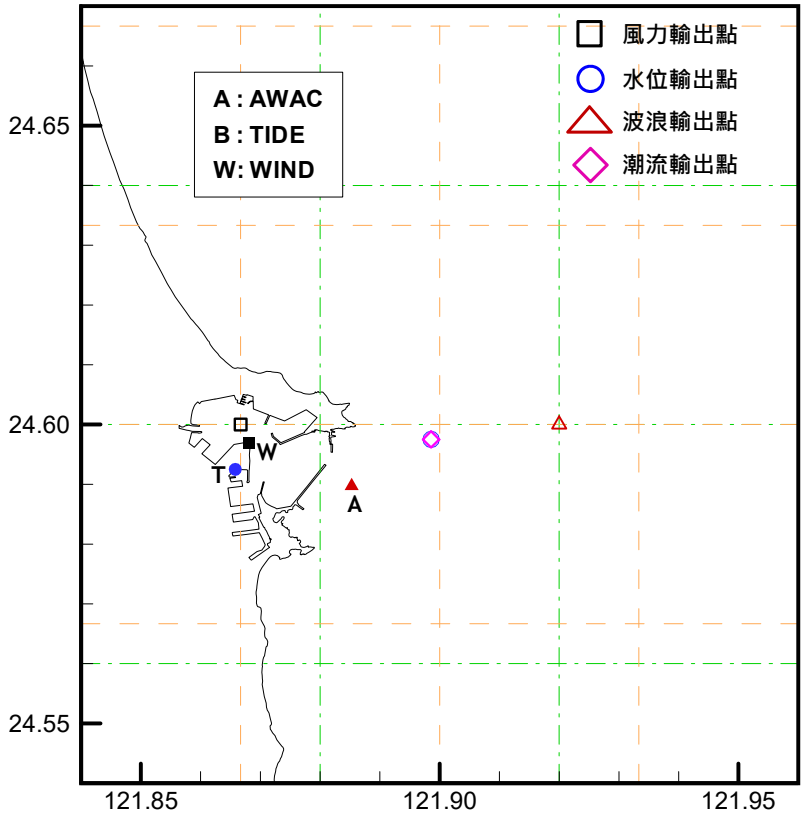


圖 5.2 蘇澳港海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖

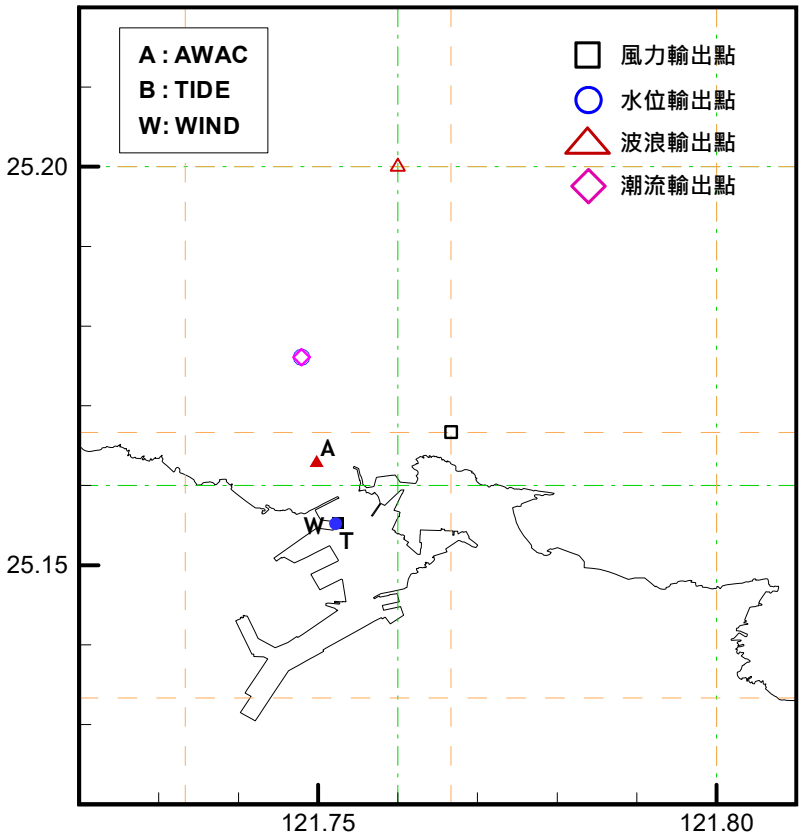


圖 5.3 基隆港海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖

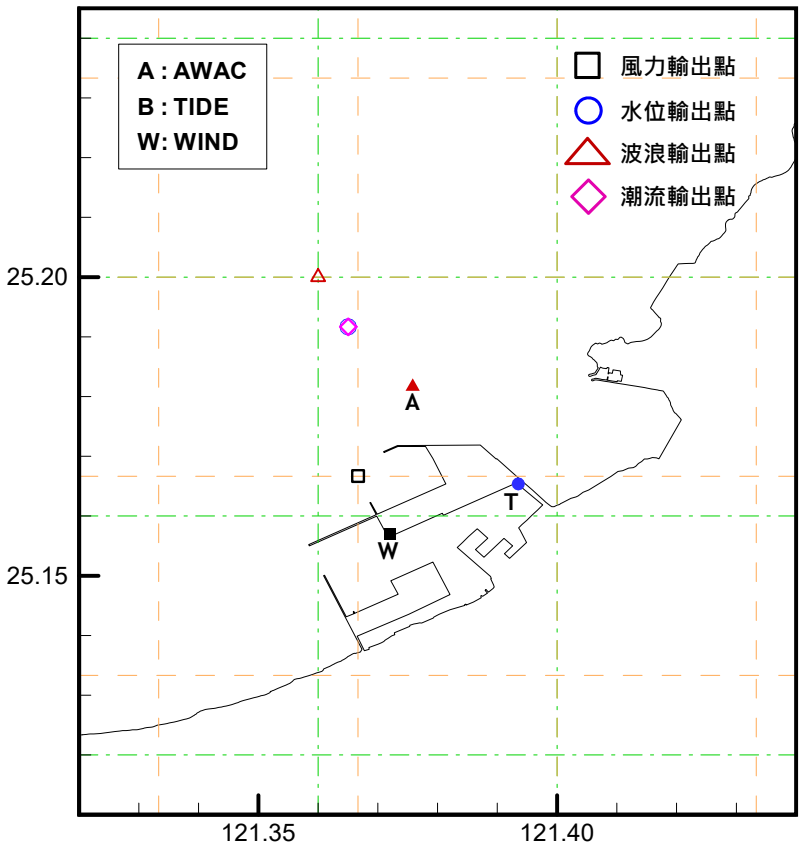


圖 5.4 臺北港海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖

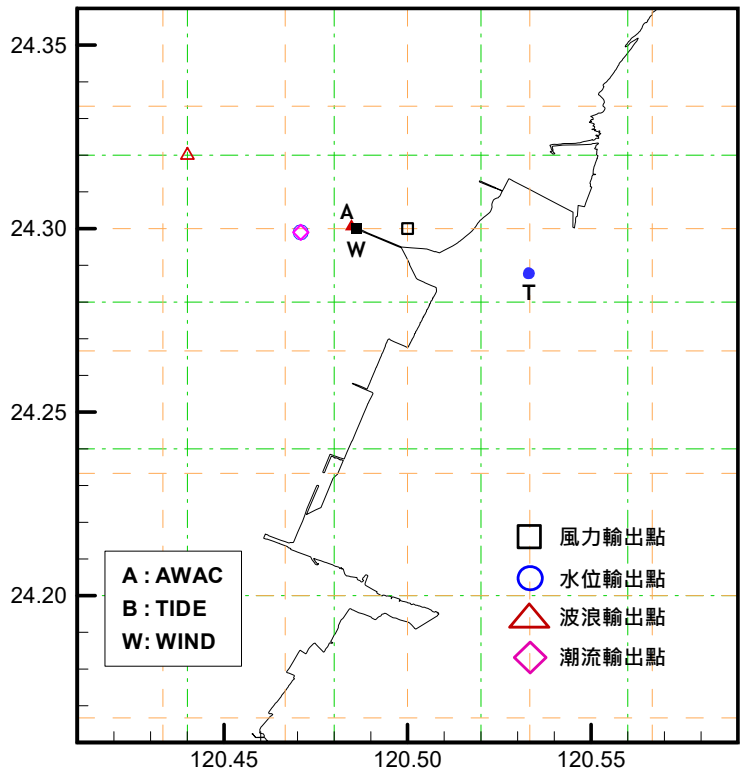


圖 5.5 臺中港海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖

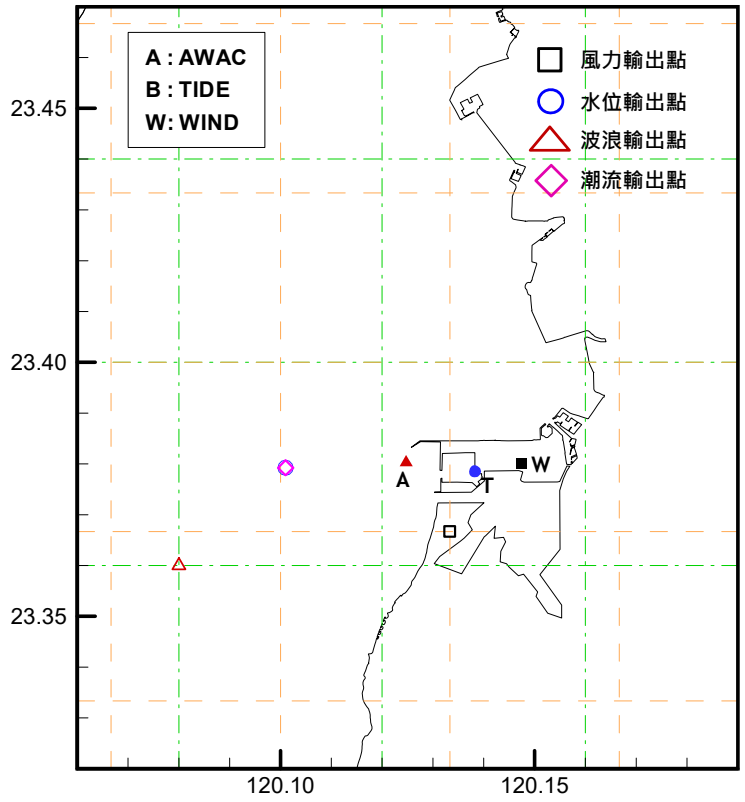


圖 5.6 布袋港海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖

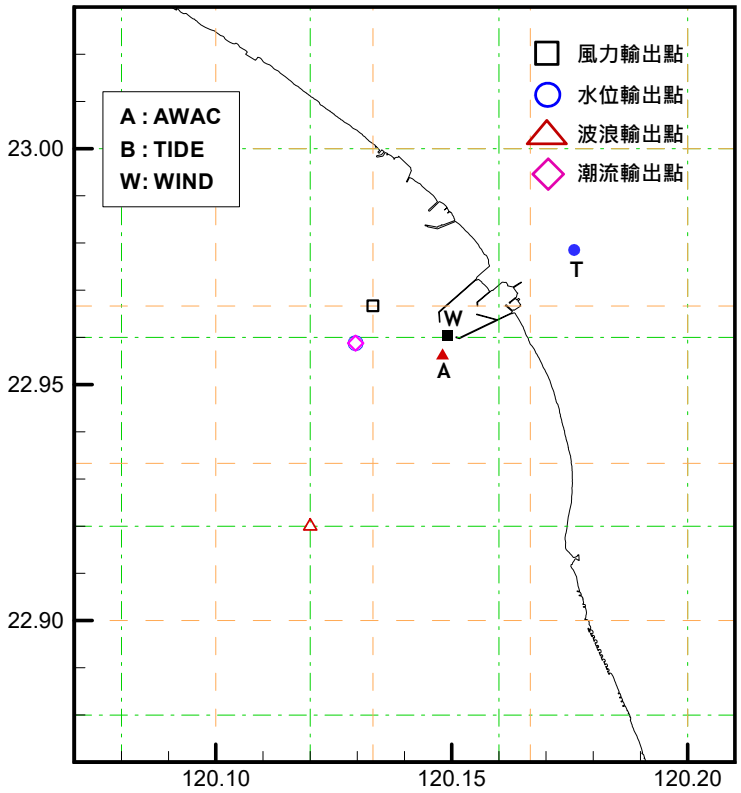


圖 5.7 安平港海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖

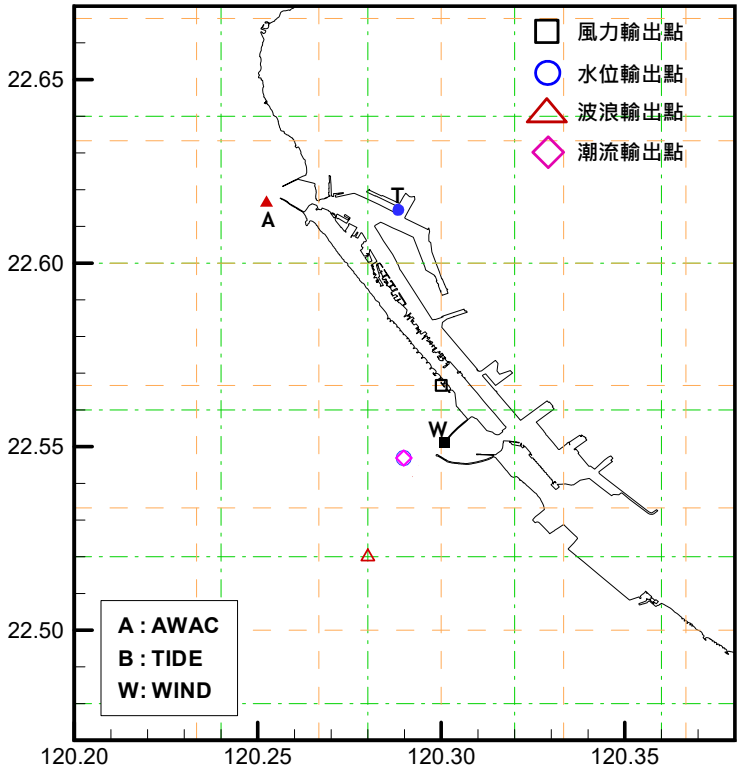


圖 5.8 高雄港海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖

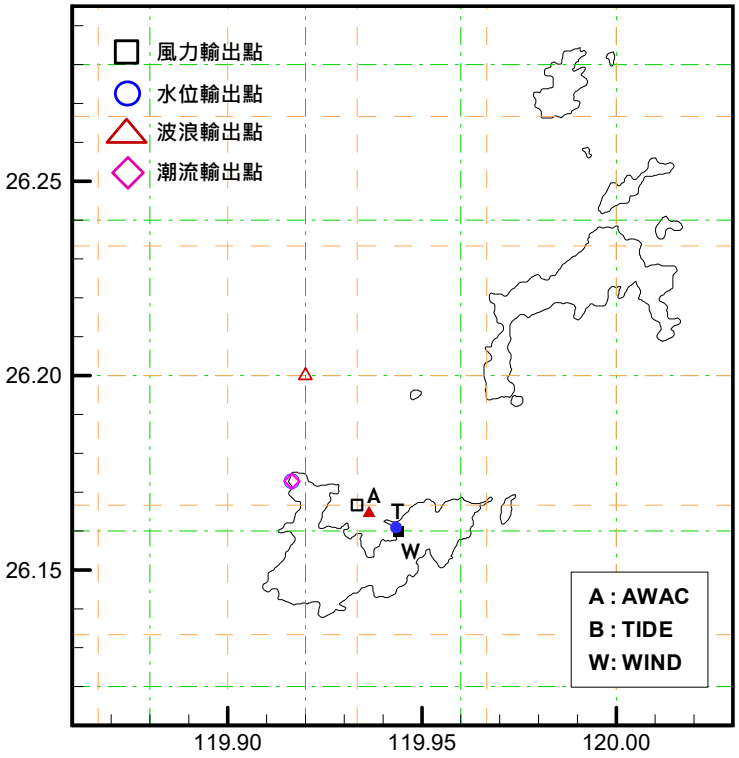


圖 5.9 馬祖福澳港海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖

5.1 風力預測成果評估

有關風力成果評目內容包括(1)風力實測與模擬資料統計特性，如標準偏差(SD)、均方根(RMS)、平均值、最大值及蒐集率(%)等，(2)風力實測與模擬值之差值統計特性包括最小差值、最大差值、差值 SD 及差值 RMS 等，(3)實測風速、風向發生頻率統計，(4) 實測與模擬之風速、風向時序列歷線比較圖，(5) 觀測、模擬風力玫瑰圖等，上述內容詳見附件第一章 2021 年 9 商港風力預測成果評估。

表 5-1~表 5-9 分別為各海域風力實測與模擬資料之標準偏差(SD)、均方根(RMS)、平均值(MEAN)、最大值(MAX)及蒐集率(%)統計表，由風力年度平均值統計結果得知，模擬值小於觀測值之海域計有蘇澳港及花蓮港。

表 5-1 臺北港 2021 年度風力實測與模擬資料統計表(單位 m/s)

臺北 TP2	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	2.00	2.65	4.32	5.68	3.83	5.03	9.47	10.97	94.17	100.00
202010	1.70	2.60	6.92	9.49	6.71	9.13	11.23	14.71	92.88	100.00
202011	2.58	3.36	7.29	8.60	6.82	7.92	18.11	15.39	94.17	100.00
202012	2.59	2.98	6.93	9.64	6.43	9.17	13.10	16.30	89.65	100.00
202101	2.49	2.94	6.28	8.50	5.77	7.98	12.63	15.78	93.28	100.00
202102	2.46	3.23	5.10	6.78	4.46	5.96	13.39	13.49	93.90	100.00
202103	2.59	3.52	4.84	6.28	4.09	5.21	11.75	15.46	93.28	100.00
202104	2.79	3.29	5.96	6.84	5.27	6.00	12.12	13.31	98.61	100.00
202105	2.75	2.69	4.69	4.42	3.81	3.52	12.29	12.04	97.45	100.00
202106	4.05	3.07	7.15	6.24	5.89	5.43	16.34	13.19	98.33	100.00
202107	3.18	3.13	5.97	5.49	5.06	4.51	17.52	13.61	97.31	100.00
202108	2.13	2.41	4.13	4.36	3.54	3.63	12.71	13.18	97.45	100.00
平均值	2.61	2.99	5.80	6.86	5.14	6.12	13.39	13.95	95.04	100.00

表 5-2 基隆港 2021 年度風力實測與模擬資料統計表(單位 m/s)

基隆 KL	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.86	2.03	3.68	4.14	3.17	3.61	10.31	9.47	100.00	100.00
202010	2.58	2.04	6.21	7.97	5.66	7.70	11.80	14.55	100.00	100.00
202011	2.77	2.43	5.70	7.83	4.98	7.44	13.93	12.91	100.00	100.00
202012	3.15	2.47	6.73	8.19	5.95	7.81	17.70	13.58	100.00	100.00
202101	2.87	2.44	5.77	6.81	5.01	6.36	12.52	14.09	100.00	100.00
202102	2.17	2.52	4.11	5.83	3.49	5.26	12.46	12.69	99.85	100.00
202103	2.19	2.51	3.98	4.71	3.32	3.99	11.42	11.42	40.73	100.00
202104	1.77	2.48	3.63	5.53	3.17	4.94	10.50	10.98	47.50	100.00
202105	1.36	1.91	2.57	3.41	2.19	2.83	9.14	9.57	100.00	100.00
202106	1.45	1.73	3.06	3.29	2.70	2.80	8.53	8.68	95.14	100.00
202107	-	2.39	-	4.30	-	3.58	-	11.53	-	100.00
202108	1.57	1.82	3.08	3.24	2.66	2.68	8.97	8.53	61.96	100.00
平均值	2.16	2.23	4.41	5.44	3.85	4.92	11.57	11.50	85.93	100.00

表 5-3 蘇澳港 2021 年度風力實測與模擬資料統計表(單位 m/s)

蘇澳 SA	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	2.32	1.88	4.93	3.91	4.35	3.43	12.04	9.55	99.58	100.00
202010	2.19	2.31	5.10	4.81	4.61	4.23	12.12	11.07	100.00	100.00
202011	2.04	2.11	4.61	4.31	4.14	3.76	11.16	11.32	99.72	100.00
202012	1.90	2.41	5.14	5.50	4.78	4.95	11.93	14.46	98.25	100.00
202101	1.72	2.15	4.95	4.66	4.64	4.13	11.13	11.46	100.00	100.00
202102	2.07	1.97	4.39	3.97	3.87	3.44	12.77	11.17	100.00	100.00
202103	1.78	2.22	3.83	4.18	3.39	3.54	9.48	11.81	99.60	100.00
202104	2.02	2.05	4.29	4.31	3.78	3.79	11.32	10.26	99.58	100.00
202105	2.74	1.62	4.83	3.45	3.97	3.04	11.29	8.91	99.87	100.00
202106	2.35	1.50	4.37	2.90	3.68	2.49	11.78	9.52	99.86	100.00
202107	2.89	1.97	5.55	3.73	4.74	3.17	14.11	11.52	99.73	100.00
202108	2.70	1.20	4.93	2.68	4.12	2.39	12.23	5.84	98.52	100.00
平均值	2.23	1.95	4.74	4.03	4.17	3.53	11.78	10.57	99.56	100.00

表 5-4 花蓮港 2021 年度風力實測與模擬資料統計表(單位 m/s)

花蓮 HL	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.51	1.34	3.65	2.51	3.32	2.13	11.14	7.09	100.00	100.00
202010	2.17	1.95	4.53	3.88	3.98	3.35	10.48	8.78	100.00	100.00
202011	2.17	1.59	4.85	2.96	4.33	2.50	12.10	8.81	100.00	100.00
202012	2.94	2.05	5.71	3.90	4.89	3.32	16.26	10.21	100.00	100.00
202101	2.70	1.62	5.05	2.95	4.27	2.47	14.40	7.95	97.58	100.00
202102	2.03	1.21	4.12	2.31	3.59	1.96	12.15	8.10	100.00	100.00
202103	1.81	1.59	3.85	2.71	3.40	2.19	11.92	8.11	100.00	100.00
202104	1.82	1.42	4.02	2.74	3.58	2.34	9.45	7.04	99.86	100.00
202105	1.88	1.35	3.70	2.46	3.19	2.05	11.03	5.93	99.87	100.00
202106	1.46	1.04	3.12	1.87	2.76	1.55	8.51	5.00	100.00	100.00
202107	1.53	1.15	3.44	1.99	3.09	1.63	9.83	6.72	99.87	100.00
202108	1.16	0.95	2.68	1.67	2.41	1.37	6.95	5.62	99.87	100.00
平均值	1.93	1.44	4.06	2.66	3.57	2.24	11.19	7.45	99.75	100.00

表 5-5 高雄港 2021 年度風力實測與模擬資料統計表(單位 m/s)

高雄 KH	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.13	1.98	2.50	3.94	2.22	3.41	5.89	11.78	100.00	100.00
202010	1.09	1.51	2.48	3.55	2.23	3.21	6.53	8.80	97.18	100.00
202011	1.22	1.47	2.64	3.46	2.34	3.13	9.61	9.88	100.00	100.00
202012	1.12	1.51	3.04	4.34	2.83	4.07	6.99	8.71	93.01	100.00
202101	1.32	1.67	3.21	4.54	2.93	4.22	7.98	10.29	95.70	100.00
202102	1.12	2.04	2.58	4.49	2.33	4.00	6.12	13.48	93.90	100.00
202103	1.16	1.96	2.62	4.19	2.35	3.70	6.20	9.27	51.08	100.00
202104	1.32	1.79	2.49	3.97	2.13	3.54	4.76	8.61	4.44	100.00
202105	1.14	2.51	2.69	4.82	2.44	4.12	6.07	11.80	98.79	100.00
202106	1.14	2.52	2.60	4.87	2.34	4.17	6.23	17.06	94.72	100.00
202107	1.22	3.25	2.70	5.40	2.42	4.32	6.23	16.02	68.28	100.00
202108	1.10	2.01	2.48	3.88	2.22	3.32	5.85	12.88	76.75	100.00
平均值	1.17	2.02	2.67	4.29	2.40	3.77	6.54	11.55	81.15	100.00

表 5-6 安平港 2021 年度風力實測與模擬資料統計表(單位 m/s)

安平 AP2	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.85	1.57	4.12	3.25	3.68	2.85	9.68	7.74	100.00	100.00
202010	1.80	1.54	4.49	3.56	4.11	3.21	12.79	7.17	100.00	100.00
202011	1.71	1.26	4.48	3.20	4.14	2.95	10.69	6.45	100.00	100.00
202012	1.87	1.21	6.22	4.35	5.93	4.18	16.11	7.94	100.00	100.00
202101	2.49	1.50	5.93	4.15	5.39	3.86	13.23	7.68	100.00	100.00
202102	1.81	1.49	4.53	3.46	4.16	3.12	10.16	8.64	100.00	100.00
202103	1.92	1.35	4.73	3.22	4.32	2.93	12.07	6.55	100.00	100.00
202104	1.87	1.42	4.58	3.14	4.19	2.80	11.45	6.43	100.00	100.00
202105	2.14	1.70	4.51	3.36	3.96	2.90	11.92	7.55	100.00	100.00
202106	2.03	1.67	4.47	3.37	3.98	2.93	12.18	9.81	100.00	100.00
202107	2.34	1.97	4.74	3.73	4.12	3.17	12.86	9.68	100.00	100.00
202108	2.76	1.58	4.96	3.26	4.12	2.85	17.74	10.02	100.00	100.00
平均值	2.05	1.52	4.81	3.50	4.34	3.15	12.57	7.97	100.00	100.00

表 5-7 布袋港 2021 年度風力實測與模擬資料統計表(單位 m/s)

布袋 BD	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	2.11	2.25	4.41	4.59	3.87	4.01	9.83	9.58	99.17	100.00
202010	2.30	2.49	5.80	6.40	5.32	5.89	13.41	11.71	97.45	100.00
202011	2.22	2.21	5.33	5.73	4.84	5.29	9.82	9.83	99.58	100.00
202012	2.31	1.94	7.09	7.61	6.70	7.36	16.51	13.19	99.06	100.00
202101	2.63	2.56	6.34	6.97	5.77	6.49	12.98	12.87	98.25	100.00
202102	2.38	2.63	5.12	5.82	4.53	5.19	13.37	11.53	99.40	100.00
202103	2.37	2.49	5.18	5.63	4.61	5.05	12.04	12.25	99.33	100.00
202104	2.36	2.56	5.15	5.46	4.57	4.82	10.25	11.26	99.17	100.00
202105	1.51	1.87	3.65	4.08	3.32	3.63	7.75	8.72	98.66	100.00
202106	1.45	1.57	3.85	4.37	3.57	4.07	9.37	9.37	99.17	100.00
202107	2.64	2.55	5.38	4.82	4.69	4.09	12.76	12.38	57.80	100.00
202108	1.78	1.74	3.75	4.12	3.30	3.74	10.68	10.90	99.73	100.00
平均值	2.17	2.24	5.09	5.47	4.59	4.97	11.56	11.13	95.56	100.00

表 5-8 臺中港 2021 年度風力實測與模擬資料統計表(單位 m/s)

臺中 TC1	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	2.44	3.83	4.50	7.36	3.78	6.28	11.13	15.08	99.72	100.00
202010	3.44	4.58	8.14	13.14	7.37	12.32	15.16	20.22	100.00	100.00
202011	3.84	5.43	7.57	11.55	6.53	10.20	14.66	19.20	100.00	100.00
202012	3.64	4.62	9.88	14.13	9.19	13.35	17.39	23.03	99.46	100.00
202101	3.74	5.16	7.62	10.93	6.64	9.64	16.83	20.70	99.73	100.00
202102	3.54	4.66	6.19	8.41	5.08	7.01	14.50	17.49	99.70	100.00
202103	3.42	4.65	6.11	8.42	5.06	7.02	15.79	19.56	97.98	100.00
202104	3.03	4.42	5.62	8.65	4.73	7.43	13.25	17.22	99.31	100.00
202105	1.52	2.23	3.56	4.65	3.21	4.09	10.81	13.38	99.19	100.00
202106	1.24	2.17	3.23	5.32	2.99	4.85	6.78	12.44	100.00	100.00
202107	2.36	3.61	4.15	6.23	3.41	5.08	12.71	17.39	98.39	100.00
202108	1.21	1.88	2.85	4.84	2.59	4.46	7.94	11.30	98.52	100.00
平均值	2.79	3.94	5.79	8.64	5.05	7.64	13.08	17.25	99.33	100.00

表 5-9 馬祖福澳港 2021 年度風力實測與模擬資料統計表(單位 m/s)

馬祖 MT	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	-	2.47	-	6.65	-	6.18	-	12.84	-	100.00
202010	1.47	2.30	7.78	10.68	7.64	10.43	10.62	14.83	9.81	100.00
202011	-	2.84	-	10.53	-	10.14	-	15.11	-	100.00
202012	2.26	2.87	5.48	10.91	4.99	10.53	10.94	16.54	59.95	100.00
202101	1.90	2.76	3.97	8.57	3.49	8.12	7.74	15.30	11.29	100.00
202102	2.24	3.60	3.99	8.02	3.31	7.17	9.75	17.97	100.00	100.00
202103	1.91	2.68	3.70	6.71	3.17	6.15	7.91	13.64	49.46	100.00
202104	1.88	2.48	3.84	7.56	3.35	7.14	8.64	12.73	100.00	100.00
202105	1.77	2.81	3.49	6.85	3.00	6.24	7.97	12.48	100.00	100.00
202106	1.53	3.07	3.39	7.66	3.02	7.01	8.03	13.21	100.00	100.00
202107	1.48	2.24	4.04	8.07	3.77	7.75	9.30	15.27	100.00	100.00
202108	1.29	2.43	3.26	7.34	2.99	6.93	7.58	13.98	84.41	100.00
平均值	1.77	2.71	4.29	8.30	3.87	7.82	8.85	14.49	71.49	100.00

5.2 波浪預測成果評估

有關波浪成果評估年報內容包括(1) 示性波高、譜峰週期實測與模擬資料統計特性，如標準偏差(SD)、均方根(RMS)、平均值、最大值及蒐集率(%)等，(2) 示性波高、譜峰週期、平均波向實測與模擬值差值統計特性包括最大差值、差值 SD 及差值 RMS 等，(3) 實測示性波高、譜峰週期、平均波向與中尺度模組模擬值之時序列歷線比較圖，上述內容詳見附件第二章 2021 年 9 商港波浪預測成果評估。

表 5-10~表 5-18 分別為各海域示性波高實測與模擬資料之標準偏差(SD)、均方根(RMS)、平均值(MEAN)、最大值(MAX)及蒐集率(%)統計表，由年度平均值統計結果得知，各海域示性波高模擬值普遍高於觀測值。表 5-19~表 5-27 分別為各海域譜峰週期實測與模擬資料之標準偏差(SD)、均方根(RMS)、平均值(MEAN)、最大值(MAX)及蒐集率(%)統計表，同樣由年度平均值統計結果得知，各海域譜峰週期模擬值普遍低於觀測值。

表 5-10 臺北港 2021 年度波高實測與模擬資料統計表(單位 m)

臺北	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.50	0.57	1.26	1.13	1.16	0.98	2.21	2.64	25.42	100.00
202010	-	0.61	-	1.76	-	1.65	-	3.22	-	100.00
202011	-	0.64	-	1.64	-	1.51	-	3.12	-	100.00
202012	0.95	0.77	2.44	2.07	2.25	1.92	5.16	4.65	59.41	100.00
202101	0.82	0.70	1.85	1.51	1.66	1.34	4.50	3.19	99.73	100.00
202102	0.76	0.70	1.53	1.30	1.34	1.10	3.55	3.45	100.00	100.00
202103	0.68	0.58	1.36	1.07	1.17	0.90	3.50	2.87	100.00	100.00
202104	0.50	0.43	1.25	1.10	1.14	1.02	2.73	2.44	100.00	100.00
202105	0.37	0.31	0.82	0.69	0.73	0.62	3.00	1.99	100.00	100.00
202106	0.31	0.62	0.77	1.23	0.70	1.06	1.68	2.43	25.56	100.00
202107	-	0.96	-	1.40	-	1.02	-	4.11	-	100.00
202108	0.28	0.34	0.58	0.75	0.51	0.67	3.49	1.81	59.41	100.00
平均值	0.57	0.60	1.32	1.30	1.18	1.15	3.31	2.99	74.39	100.00

表 5-11 基隆港 2021 年度波高實測與模擬資料統計表(單位 m)

基隆	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.48	1.00	1.17	1.66	1.07	1.33	2.38	4.87	95.42	100.00
202010	0.67	0.81	1.86	2.16	1.74	2.01	3.51	4.46	99.19	100.00
202011	0.69	0.69	1.78	2.11	1.65	1.99	3.42	3.67	99.44	100.00
202012	0.95	0.91	2.44	2.66	2.24	2.50	5.94	5.54	98.39	100.00
202101	0.83	0.80	1.81	1.93	1.61	1.76	4.30	4.27	91.26	100.00
202102	0.72	0.94	1.45	1.80	1.26	1.54	3.80	4.90	86.31	100.00
202103	0.71	0.71	1.30	1.35	1.09	1.14	3.71	3.69	84.81	100.00
202104	0.49	0.72	1.23	1.69	1.12	1.53	2.74	3.43	85.69	100.00
202105	0.31	0.35	0.57	0.73	0.48	0.64	2.34	1.95	92.34	100.00
202106	0.25	0.35	0.52	0.81	0.46	0.74	1.48	1.89	99.72	100.00
202107	0.80	1.51	1.04	1.97	0.66	1.27	4.01	6.34	87.90	100.00
202108	0.20	0.39	0.44	0.77	0.39	0.67	1.46	1.74	83.60	100.00
平均值	0.59	0.77	1.30	1.64	1.15	1.43	3.26	3.90	92.01	100.00

表 5-12 蘇澳港 2021 年度波高實測與模擬資料統計表(單位 m)

蘇澳	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.21	0.92	1.00	1.65	0.98	1.38	1.58	4.82	49.72	100.00
202010	0.38	0.76	1.53	1.89	1.48	1.73	2.93	4.27	98.66	100.00
202011	0.40	0.55	1.73	1.86	1.68	1.77	2.95	3.03	97.64	100.00
202012	0.49	0.73	2.01	2.36	1.95	2.24	3.49	4.68	97.45	100.00
202101	0.40	0.69	1.49	1.73	1.44	1.59	2.75	3.61	64.52	100.00
202102	0.43	0.79	1.43	1.65	1.37	1.46	3.98	4.63	66.82	100.00
202103	0.28	0.54	1.16	1.28	1.13	1.16	2.27	3.07	73.52	100.00
202104	0.71	0.88	1.75	1.93	1.60	1.72	4.29	3.68	91.94	100.00
202105	0.24	0.28	1.02	1.05	1.00	1.02	1.84	1.97	100.00	100.00
202106	0.21	0.28	0.89	1.03	0.86	0.99	1.51	1.98	58.19	100.00
202107	-	1.31	-	2.02	-	1.53	-	5.86	-	100.00
202108	0.15	0.39	0.82	1.07	0.80	1.00	1.29	2.21	24.46	100.00
平均值	0.35	0.68	1.35	1.63	1.30	1.47	2.63	3.65	74.81	100.00

表 5-13 花蓮港 2021 年度波高實測與模擬資料統計表(單位 m)

花蓮	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.40	0.90	1.02	1.61	0.94	1.33	2.62	4.55	98.06	100.00
202010	0.37	0.93	1.45	2.08	1.40	1.86	2.56	4.83	90.73	100.00
202011	0.41	0.68	1.74	1.95	1.69	1.83	2.85	3.67	98.33	100.00
202012	0.55	0.91	2.05	2.56	1.97	2.39	3.58	5.77	97.72	100.00
202101	0.50	0.82	1.61	1.88	1.53	1.69	2.95	3.69	99.60	100.00
202102	0.42	0.79	1.41	1.62	1.34	1.41	3.22	4.17	99.70	100.00
202103	0.34	0.63	1.19	1.34	1.14	1.18	2.72	3.66	100.00	100.00
202104	0.56	0.95	1.55	2.00	1.45	1.76	3.50	3.83	99.44	100.00
202105	0.19	0.28	0.86	1.01	0.84	0.97	1.40	2.21	99.60	100.00
202106	0.16	0.29	0.72	0.98	0.70	0.93	1.41	2.12	98.47	100.00
202107	0.72	1.27	1.28	1.90	1.05	1.41	3.94	5.74	99.06	100.00
202108	0.32	0.39	0.83	0.98	0.77	0.90	2.17	2.14	99.60	100.00
平均值	0.41	0.74	1.31	1.66	1.24	1.47	2.74	3.86	98.36	100.00

表 5-14 高雄港 2021 年度波高實測與模擬資料統計表(單位 m)

高雄	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.37	0.31	0.77	0.72	0.67	0.65	2.04	1.74	97.36	100.00
202010	0.26	0.42	0.96	0.99	0.93	0.89	1.96	2.39	93.95	100.00
202011	0.25	0.29	0.89	0.83	0.85	0.78	2.21	3.52	95.97	100.00
202012	0.16	0.28	0.86	0.99	0.85	0.95	1.51	1.82	96.77	100.00
202101	0.20	0.32	0.73	0.83	0.70	0.77	1.37	1.89	98.92	100.00
202102	0.19	0.31	0.63	0.69	0.60	0.61	1.40	1.98	99.70	100.00
202103	0.21	0.25	0.62	0.61	0.58	0.56	1.39	1.60	99.73	100.00
202104	0.21	0.26	0.66	0.72	0.62	0.67	1.24	1.29	99.58	100.00
202105	0.20	0.25	0.55	0.69	0.51	0.64	1.31	1.47	98.66	100.00
202106	0.39	0.32	1.16	1.10	1.09	1.05	2.48	2.47	99.31	100.00
202107	0.54	0.63	1.11	1.25	0.97	1.08	2.43	2.51	99.33	100.00
202108	0.98	0.88	1.45	1.36	1.06	1.05	4.22	3.64	99.06	100.00
平均值	0.33	0.38	0.87	0.90	0.79	0.81	1.96	2.19	98.20	100.00

表 5-15 安平港 2021 年度波高實測與模擬資料統計表(單位 m)

安平	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	-	0.27	-	0.67	-	0.62	-	1.52	-	100.00
202010	-	0.43	-	1.00	-	0.91	-	2.29	-	100.00
202011	0.08	0.31	0.54	0.84	0.53	0.79	0.76	2.13	18.75	100.00
202012	0.13	0.32	0.56	1.07	0.55	1.02	1.13	2.07	99.33	100.00
202101	0.13	0.36	0.49	0.87	0.47	0.79	0.84	1.83	99.46	100.00
202102	0.13	0.30	0.43	0.63	0.41	0.55	0.91	1.66	91.22	100.00
202103	0.12	0.24	0.38	0.65	0.36	0.60	0.79	1.40	75.40	100.00
202104	0.12	0.25	0.44	0.62	0.42	0.56	0.79	1.38	80.00	100.00
202105	0.22	0.32	0.51	0.98	0.47	0.92	1.26	2.17	97.45	100.00
202106	0.37	0.53	1.13	1.06	1.06	0.91	2.48	1.99	99.31	100.00
202107	0.47	0.77	1.02	1.33	0.91	1.09	2.22	3.38	95.70	100.00
202108	0.29	0.11	0.54	0.28	0.46	0.26	1.37	0.58	61.69	100.00
平均值	0.21	0.35	0.60	0.83	0.56	0.75	1.26	1.86	81.83	100.00

表 5-16 布袋港 2021 年度波高實測與模擬資料統計表(單位 m)

布袋	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.18	0.28	0.45	0.71	0.41	0.65	1.03	1.36	96.11	100.00
202010	0.27	0.44	0.81	1.34	0.76	1.27	1.63	2.25	66.80	100.00
202011	0.27	0.49	0.71	1.26	0.65	1.16	1.24	1.99	64.03	100.00
202012	-	0.47	-	1.56	-	1.49	-	2.65	-	100.00
202101	-	0.48	-	1.19	-	1.09	-	2.43	-	100.00
202102	-	0.50	-	0.95	-	0.81	-	1.96	-	100.00
202103	-	0.46	-	0.83	-	0.69	-	2.13	-	100.00
202104	0.15	0.38	0.41	0.84	0.38	0.75	0.85	1.75	53.47	100.00
202105	0.13	0.19	0.32	0.54	0.30	0.50	0.95	1.32	100.00	100.00
202106	0.21	0.26	0.62	0.77	0.58	0.72	1.57	1.68	99.72	100.00
202107	0.30	0.46	0.64	0.88	0.57	0.75	1.62	1.87	90.59	100.00
202108	0.51	0.51	0.76	0.89	0.57	0.73	2.48	2.47	99.60	100.00
平均值	0.25	0.41	0.59	0.98	0.53	0.88	1.42	1.99	83.79	100.00

表 5-17 臺中港 2021 年度波高實測與模擬資料統計表(單位 m)

臺中	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.51	0.64	1.25	1.37	1.14	1.21	2.39	2.94	98.61	100.00
202010	0.62	0.96	2.58	3.12	2.50	2.96	3.79	4.60	90.05	100.00
202011	0.81	1.26	2.48	2.94	2.35	2.66	3.55	4.63	98.47	100.00
202012	0.72	1.26	2.72	3.43	2.62	3.19	4.51	6.03	78.09	100.00
202101	0.75	1.14	2.03	2.43	1.89	2.14	4.07	4.95	61.42	100.00
202102	0.88	1.10	1.79	1.94	1.56	1.60	3.35	3.93	62.20	100.00
202103	0.84	1.05	1.76	1.70	1.55	1.33	3.29	4.58	6.99	100.00
202104	-	0.91	-	1.80	-	1.55	-	3.44	-	100.00
202105	0.24	0.34	0.80	0.76	0.76	0.68	1.43	2.93	17.20	100.00
202106	0.26	0.31	0.77	0.90	0.73	0.84	1.79	1.47	99.72	100.00
202107	0.52	0.81	0.94	1.28	0.79	0.99	2.62	3.51	98.52	100.00
202108	0.31	0.41	0.67	0.86	0.59	0.76	2.50	2.67	99.33	100.00
平均值	0.59	0.85	1.62	1.88	1.50	1.66	3.03	3.81	73.69	100.00

表 5-18 馬祖福澳港 2021 年度波高實測與模擬資料統計表(單位 m)

馬祖	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.27	0.59	0.69	1.34	0.64	1.20	1.37	3.30	88.47	100.00
202010	0.31	0.64	1.12	2.01	1.08	1.91	1.93	3.41	96.91	100.00
202011	0.34	0.63	1.10	1.99	1.04	1.88	1.87	3.26	99.31	100.00
202012	0.34	0.70	1.18	2.21	1.14	2.10	1.94	4.27	99.46	100.00
202101	0.34	0.63	0.89	1.57	0.82	1.44	1.97	3.31	98.92	100.00
202102	0.45	0.75	0.90	1.57	0.78	1.38	2.47	3.47	99.70	100.00
202103	0.30	0.56	0.68	1.19	0.61	1.05	1.68	3.45	99.46	100.00
202104	0.26	0.56	0.81	1.49	0.77	1.38	1.56	3.04	87.36	100.00
202105	-	0.39	-	1.07	-	0.99	-	2.37	-	100.00
202106	-	0.48	-	1.34	-	1.25	-	2.31	-	100.00
202107	-	0.87	-	1.76	-	1.53	-	4.14	-	100.00
202108	-	0.42	-	1.21	-	1.14	-	2.30	-	100.00
平均值	0.33	0.60	0.92	1.56	0.86	1.44	1.85	3.22	96.20	100.00

表 5-19 臺北港 2021 年度譜峰週期實測與模擬資料統計表(單位 sec)

臺北	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.99	3.49	9.17	7.39	8.96	6.51	14.78	17.99	25.42	100.00
202010	-	2.12	-	6.76	-	6.42	-	16.42	-	100.00
202011	-	1.29	-	6.19	-	6.05	-	8.57	-	100.00
202012	1.39	1.39	8.38	7.02	8.26	6.89	11.68	10.73	59.41	100.00
202101	1.45	1.59	7.75	6.28	7.61	6.08	10.42	9.73	99.73	100.00
202102	1.61	2.33	7.62	6.13	7.45	5.67	12.24	12.07	100.00	100.00
202103	1.59	1.78	7.07	5.64	6.89	5.35	11.89	11.38	100.00	100.00
202104	1.67	1.62	7.03	5.93	6.83	5.71	13.62	14.47	100.00	100.00
202105	1.42	1.21	5.62	5.01	5.44	4.86	12.00	8.20	100.00	100.00
202106	1.35	1.35	5.74	5.30	5.58	5.13	8.02	7.95	25.56	100.00
202107	-	2.01	-	5.53	-	5.16	-	14.89	-	100.00
202108	1.44	1.66	5.28	5.28	5.08	5.02	11.21	9.02	59.41	100.00
平均值	1.55	1.82	7.07	6.04	6.90	5.74	11.76	11.79	74.39	100.00

表 5-20 基隆港 2021 年度譜峰週期實測與模擬資料統計表(單位 sec)

基隆	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	2.14	3.59	8.54	8.28	8.27	7.46	15.88	17.22	95.42	100.00
202010	1.35	2.41	8.02	7.48	7.91	7.08	12.00	15.35	99.19	100.00
202011	0.98	0.92	8.19	7.07	8.13	7.01	11.13	9.83	99.44	100.00
202012	1.41	1.19	8.81	7.66	8.70	7.57	12.56	11.16	98.39	100.00
202101	1.34	1.53	8.32	6.92	8.21	6.75	12.51	10.01	91.26	100.00
202102	1.67	2.27	8.24	7.15	8.06	6.78	12.32	11.99	86.31	100.00
202103	1.31	1.58	7.74	6.31	7.63	6.11	11.24	11.33	84.81	100.00
202104	1.78	2.02	8.36	7.84	8.17	7.57	14.58	14.38	85.69	100.00
202105	1.70	1.65	6.96	5.99	6.75	5.76	14.14	9.29	92.34	100.00
202106	1.21	1.82	6.72	6.79	6.61	6.54	10.24	12.89	99.72	100.00
202107	2.32	3.63	8.19	7.79	7.86	6.89	14.12	14.51	87.90	100.00
202108	1.87	2.30	7.34	6.55	7.10	6.13	12.64	12.62	83.60	100.00
平均值	1.59	2.08	7.95	7.15	7.78	6.80	12.78	12.55	92.01	100.00

表 5-21 蘇澳港 2021 年度譜峰週期實測與模擬資料統計表(單位 sec)

蘇澳	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.26	3.49	8.20	8.17	8.10	7.39	13.36	16.77	49.72	100.00
202010	2.19	2.44	9.11	7.89	8.84	7.50	17.34	15.52	98.66	100.00
202011	1.00	1.41	9.18	7.77	9.13	7.64	12.37	14.50	97.64	100.00
202012	1.17	1.26	9.53	8.17	9.46	8.07	13.86	11.68	97.45	100.00
202101	0.95	1.59	9.06	7.30	9.01	7.12	11.45	11.18	64.52	100.00
202102	1.34	2.11	8.97	7.46	8.87	7.16	12.85	12.24	66.82	100.00
202103	1.27	1.65	8.72	6.38	8.62	6.16	12.65	11.39	73.52	100.00
202104	2.33	3.72	10.59	9.28	10.34	8.51	15.27	18.30	91.94	100.00
202105	1.45	0.98	7.37	5.63	7.23	5.54	9.83	8.57	100.00	100.00
202106	1.24	1.53	7.18	7.08	7.07	6.91	9.88	11.80	58.19	100.00
202107	-	3.30	-	8.27	-	7.58	-	14.33	-	100.00
202108	1.13	2.02	6.06	6.61	5.96	6.29	9.33	10.20	24.46	100.00
平均值	1.39	2.13	8.54	7.50	8.42	7.16	12.56	13.04	74.81	100.00

表 5-22 花蓮港 2021 年度譜峰週期實測與模擬資料統計表(單位 sec)

花蓮	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	2.02	3.53	9.47	8.03	9.25	7.22	15.76	16.81	98.06	100.00
202010	1.53	2.54	8.73	7.84	8.59	7.42	14.25	15.84	90.73	100.00
202011	0.81	1.62	9.35	7.97	9.31	7.81	11.31	15.28	98.33	100.00
202012	1.08	1.24	9.61	8.06	9.55	7.96	13.77	11.07	97.72	100.00
202101	1.00	1.43	9.15	7.31	9.10	7.17	11.63	11.23	99.60	100.00
202102	1.28	1.96	9.14	7.36	9.05	7.10	12.68	12.40	99.70	100.00
202103	1.30	1.54	8.98	6.30	8.89	6.11	12.12	11.49	100.00	100.00
202104	1.60	3.78	10.02	9.40	9.89	8.61	14.73	18.44	99.44	100.00
202105	1.33	1.00	7.83	5.58	7.72	5.49	9.91	8.47	99.60	100.00
202106	1.21	1.52	7.57	7.04	7.47	6.87	14.09	12.68	98.47	100.00
202107	1.79	3.22	8.62	8.42	8.44	7.78	14.10	14.49	99.06	100.00
202108	1.40	1.75	7.64	6.64	7.51	6.40	12.68	9.94	99.60	100.00
平均值	1.36	2.09	8.84	7.50	8.73	7.16	13.09	13.18	98.36	100.00

表 5-23 高雄港 2021 年度譜峰週期實測與模擬資料統計表(單位 sec)

高雄	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.80	1.91	6.09	5.75	5.81	5.42	13.90	11.29	97.36	100.00
202010	2.25	3.21	8.19	7.23	7.87	6.48	33.66	15.45	93.95	100.00
202011	1.88	2.00	7.79	5.78	7.56	5.43	13.55	16.53	95.97	100.00
202012	2.15	0.72	7.99	5.47	7.69	5.42	11.15	7.82	96.77	100.00
202101	1.92	0.92	6.62	4.90	6.34	4.82	10.81	7.50	98.92	100.00
202102	1.84	1.03	6.36	4.33	6.09	4.21	10.93	6.93	99.70	100.00
202103	1.75	0.93	5.72	4.32	5.44	4.21	10.58	7.27	99.73	100.00
202104	3.17	3.98	7.40	7.08	6.69	5.85	15.17	18.69	99.58	100.00
202105	1.59	0.89	6.02	4.94	5.81	4.86	9.68	6.61	98.66	100.00
202106	0.89	1.06	7.34	6.41	7.28	6.32	10.67	10.29	99.31	100.00
202107	1.98	2.33	7.50	6.73	7.24	6.31	12.14	13.33	99.33	100.00
202108	2.26	2.38	7.17	6.58	6.80	6.14	10.93	10.59	99.06	100.00
平均值	1.96	1.78	7.02	5.79	6.72	5.46	13.60	11.02	98.20	100.00

表 5-24 安平港 2021 年度譜峰週期實測與模擬資料統計表(單位 sec)

安平	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	-	2.14	-	5.57	-	5.14	-	11.45	-	100.00
202010	-	3.35	-	7.06	-	6.22	-	15.41	-	100.00
202011	1.38	1.74	7.01	5.29	6.88	5.00	10.01	12.23	18.75	100.00
202012	1.38	0.89	7.24	4.80	7.11	4.72	10.25	7.87	99.33	100.00
202101	1.34	0.90	6.72	4.17	6.59	4.07	10.30	7.78	99.46	100.00
202102	1.22	0.98	6.52	3.82	6.40	3.69	9.38	7.18	91.22	100.00
202103	1.38	0.95	6.00	4.33	5.83	4.22	9.34	6.50	75.40	100.00
202104	2.41	1.03	7.02	4.42	6.59	4.30	15.12	6.53	80.00	100.00
202105	1.67	1.04	6.08	6.36	5.85	6.27	22.09	10.32	97.45	100.00
202106	0.97	2.23	7.18	6.56	7.11	6.17	10.34	9.89	99.31	100.00
202107	1.96	2.10	7.41	7.03	7.15	6.71	11.89	10.61	95.70	100.00
202108	1.78	0.66	5.47	3.16	5.18	3.09	8.63	4.50	61.69	100.00
平均值	1.55	1.50	6.67	5.21	6.47	4.97	11.74	9.19	81.83	100.00

表 5-25 布袋港 2021 年度譜峰週期實測與模擬資料統計表(單位 sec)

布袋	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	2.45	2.40	7.32	5.79	6.90	5.27	25.00	13.64	96.11	100.00
202010	6.39	2.52	12.69	7.13	10.96	6.67	33.30	14.92	66.80	100.00
202011	2.18	1.75	8.85	6.32	8.58	6.08	25.00	10.24	64.03	100.00
202012	-	2.01	-	6.01	-	5.66	-	10.52	-	100.00
202101	-	1.26	-	4.82	-	4.65	-	8.62	-	100.00
202102	-	1.64	-	4.73	-	4.44	-	8.73	-	100.00
202103	-	1.28	-	4.08	-	3.88	-	8.05	-	100.00
202104	1.37	1.31	7.25	4.71	7.12	4.52	15.40	7.64	53.47	100.00
202105	1.78	0.91	5.46	4.00	5.16	3.89	10.00	7.14	100.00	100.00
202106	1.02	1.50	7.43	6.33	7.36	6.15	11.10	10.41	99.72	100.00
202107	1.84	2.44	7.81	6.27	7.59	5.77	11.80	9.86	90.59	100.00
202108	2.75	2.44	7.26	6.58	6.72	6.11	28.60	10.64	99.60	100.00
平均值	2.47	1.79	8.01	5.56	7.55	5.26	20.03	10.03	83.79	100.00

表 5-26 臺中港 2021 年度譜峰週期實測與模擬資料統計表(單位 sec)

臺中	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.71	2.53	6.98	6.61	6.77	6.10	12.60	13.45	98.61	100.00
202010	0.96	0.99	7.81	7.32	7.75	7.25	9.89	8.65	90.05	100.00
202011	1.04	1.39	7.79	7.08	7.72	6.95	9.70	8.68	98.47	100.00
202012	1.15	1.29	7.97	7.42	7.88	7.30	10.82	9.93	78.09	100.00
202101	1.15	1.27	6.93	6.39	6.83	6.27	10.00	8.76	61.42	100.00
202102	1.37	1.79	6.77	5.88	6.63	5.61	9.87	8.74	62.20	100.00
202103	1.93	1.67	8.13	5.61	7.90	5.36	12.40	10.79	6.99	100.00
202104	-	1.11	-	5.97	-	5.87	-	8.59	-	100.00
202105	1.13	0.93	4.72	4.47	4.58	4.37	6.29	7.68	17.20	100.00
202106	1.32	0.84	5.46	4.47	5.30	4.39	9.17	8.56	99.72	100.00
202107	1.70	1.65	5.94	5.10	5.69	4.83	12.04	13.01	98.52	100.00
202108	1.74	1.28	5.97	4.60	5.71	4.42	10.80	10.35	99.33	100.00
平均值	1.38	1.40	6.77	5.91	6.61	5.73	10.33	9.76	73.69	100.00

表 5-27 馬祖福澳港 2021 年度譜峰週期實測與模擬資料統計表(單位 sec)

馬祖	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	2.94	3.76	8.70	7.50	8.19	6.49	16.14	17.49	88.47	100.00
202010	2.39	2.23	8.01	6.64	7.65	6.25	17.58	16.98	96.91	100.00
202011	1.29	0.83	7.66	6.15	7.55	6.09	10.18	7.75	99.31	100.00
202012	1.26	0.86	8.23	6.38	8.13	6.32	10.91	8.58	99.46	100.00
202101	1.67	1.25	7.66	5.80	7.48	5.67	13.10	8.99	98.92	100.00
202102	2.13	2.36	8.00	6.58	7.71	6.15	14.88	12.90	99.70	100.00
202103	1.82	1.49	7.35	5.47	7.13	5.27	12.43	11.43	99.46	100.00
202104	2.02	2.42	8.68	7.08	8.45	6.66	14.78	14.02	87.36	100.00
202105	-	1.16	-	5.15	-	5.02	-	8.04	-	100.00
202106	-	0.91	-	5.80	-	5.73	-	8.23	-	100.00
202107	-	3.37	-	7.33	-	6.50	-	15.02	-	100.00
202108	-	1.49	-	5.44	-	5.23	-	11.06	-	100.00
平均值	1.94	1.84	8.04	6.28	7.79	5.95	13.75	11.71	96.20	100.00

5.3 潮位預測成果評估

有關潮位成果評估年報內容包括(1)實測潮位與模擬資料統計特性，如標準偏差(SD)、均方根(RMS)、平均值、最大值及蒐集率(%)等，(2) 潮位實測與模擬差值統計特性包括最小差值、最大差值、差值 SD 及差值 RMS 等，(3) 實測潮位與中尺度暴潮模組模擬值之時序列歷線比較圖，上述內容詳見附件第三章 2021 年 9 商港潮位預測成果評估。

表 5-28~表 5-36 分別為各海域潮位實測與模擬資料之標準偏差(SD)、均方根(RMS)、平均值(MEAN)、最大值(MAX)及蒐集率(%)統計表。

表 5-28 臺北港 2021 年度潮位實測與模擬資料統計表(單位 m)

臺北	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		最小值 MIN		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.86	0.61	0.88	0.61	0.21	0.00	1.87	1.23	-1.52	-1.21	74.58	100.00
202010	0.86	0.60	0.87	0.62	0.11	-0.16	1.76	1.17	-1.80	-1.47	100.00	100.00
202011	0.86	0.60	0.86	0.63	-0.01	-0.19	1.75	1.16	-1.92	-1.50	100.00	100.00
202012	0.85	0.60	0.86	0.64	-0.13	-0.21	1.64	0.99	-2.16	-1.66	99.87	100.00
202101	0.89	0.63	0.91	0.65	-0.22	-0.17	1.51	1.36	-2.18	-2.04	100.00	100.00
202102	0.88	0.61	0.89	0.62	-0.16	-0.11	1.63	1.09	-1.92	-1.47	99.85	100.00
202103	0.88	0.63	0.89	0.63	-0.14	-0.10	1.62	1.28	-1.88	-1.32	100.00	100.00
202104	0.86	0.62	0.86	0.63	-0.03	-0.08	1.69	1.36	-1.90	-1.43	99.86	100.00
202105	0.85	0.62	0.85	0.62	0.07	0.02	1.83	1.28	-1.86	-1.39	100.00	100.00
202106	0.79	0.62	0.80	0.62	0.13	0.07	1.60	1.25	-1.69	-1.39	75.28	100.00
202107	0.87	0.61	0.89	0.61	0.16	0.07	2.04	1.35	-1.83	-1.24	81.18	100.00
202108	0.84	0.60	0.85	0.60	0.13	0.06	1.68	1.22	-1.63	-1.27	99.87	100.00
平均值	0.86	0.61	0.87	0.62	0.01	-0.07	1.72	1.23	-1.86	-1.45	94.21	100.00

表 5-29 基隆港 2021 年度潮位實測與模擬資料統計表(單位 m)

基隆	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		最小值 MIN		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.26	0.24	0.36	0.24	0.24	0.02	0.91	0.49	-0.37	-0.59	96.53	100.00
202010	0.27	0.23	0.27	0.25	0.01	-0.08	0.60	0.38	-0.73	-0.75	95.56	100.00
202011	0.29	0.26	0.35	0.28	-0.20	-0.12	0.51	0.47	-1.02	-0.80	95.69	100.00
202012	0.32	0.28	0.36	0.31	-0.16	-0.13	0.60	0.38	-1.01	-0.94	95.56	100.00
202101	0.31	0.28	0.36	0.30	-0.18	-0.12	0.48	0.47	-1.08	-0.86	96.37	100.00
202102	0.29	0.26	0.32	0.27	-0.13	-0.08	0.50	0.41	-0.96	-0.84	96.73	100.00
202103	0.27	0.24	0.29	0.25	-0.11	-0.06	0.42	0.43	-0.78	-0.70	89.92	100.00
202104	0.27	0.25	0.28	0.25	-0.06	-0.04	0.49	0.47	-0.81	-0.70	99.86	100.00
202105	0.29	0.27	0.29	0.27	0.04	0.03	0.62	0.57	-0.76	-0.73	99.87	100.00
202106	0.28	0.28	0.31	0.29	0.13	0.08	0.69	0.60	-0.72	-0.79	99.72	100.00
202107	0.29	0.27	0.34	0.28	0.19	0.09	1.06	0.69	-0.60	-0.64	100.00	100.00
202108	0.27	0.25	0.33	0.26	0.18	0.06	0.82	0.52	-0.59	-0.66	99.73	100.00
平均值	0.28	0.26	0.32	0.27	0.00	-0.03	0.64	0.49	-0.79	-0.75	97.13	100.00

表 5-30 蘇澳港 2021 年度潮位實測與模擬資料統計表(單位 m)

蘇澳	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		最小值 MIN		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.40	0.34	0.43	0.34	0.16	0.02	1.04	0.79	-0.78	-0.76	99.58	100.00
202010	0.39	0.34	0.41	0.35	0.10	-0.04	0.96	0.65	-0.87	-0.86	81.32	100.00
202011	0.35	0.35	0.36	0.36	-0.05	-0.08	0.81	0.73	-0.93	-0.97	68.89	100.00
202012	0.40	0.35	0.41	0.36	-0.05	-0.08	0.94	0.72	-1.16	-1.04	54.84	100.00
202101	0.41	0.36	0.43	0.37	-0.13	-0.08	0.77	0.74	-1.19	-0.97	99.87	100.00
202102	0.39	0.34	0.41	0.35	-0.12	-0.06	0.85	0.75	-1.03	-0.86	99.85	100.00
202103	0.41	0.35	0.42	0.36	-0.11	-0.05	0.81	0.77	-0.96	-0.79	99.73	100.00
202104	0.40	0.35	0.41	0.35	-0.05	-0.03	0.86	0.76	-1.07	-0.90	71.39	100.00
202105	0.42	0.35	0.42	0.35	0.01	0.02	1.01	0.84	-1.10	-0.88	88.58	100.00
202106	0.40	0.35	0.41	0.35	0.12	0.07	1.09	0.88	-0.90	-0.89	100.00	100.00
202107	0.38	0.34	0.39	0.35	0.10	0.08	1.08	1.05	-0.85	-0.74	70.03	100.00
202108	0.21	0.34	0.29	0.34	0.20	0.05	0.65	0.80	-0.27	-0.78	8.06	100.00
平均值	0.38	0.35	0.40	0.35	0.02	-0.02	0.91	0.79	-0.93	-0.87	78.51	100.00

表 5-31 花蓮港 2021 年度潮位實測與模擬資料統計表(單位 m)

花蓮	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		最小值 MIN		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.41	0.37	0.42	0.37	0.12	0.02	0.95	0.83	-0.92	-0.81	100.00	100.00
202010	0.40	0.37	0.41	0.37	0.06	-0.01	0.89	0.73	-0.93	-0.90	99.87	100.00
202011	0.39	0.37	0.40	0.37	-0.05	-0.05	0.78	0.75	-1.16	-1.00	99.86	100.00
202012	0.39	0.37	0.39	0.37	-0.04	-0.06	0.86	0.72	-1.07	-1.07	99.19	100.00
202101	0.41	0.37	0.42	0.38	-0.08	-0.07	0.78	0.74	-1.13	-1.01	99.46	100.00
202102	0.40	0.36	0.41	0.37	-0.11	-0.04	0.80	0.78	-1.03	-0.89	100.00	100.00
202103	0.41	0.38	0.42	0.38	-0.09	-0.04	0.80	0.81	-0.96	-0.83	100.00	100.00
202104	0.41	0.37	0.41	0.37	-0.05	-0.02	0.80	0.78	-1.14	-0.95	99.17	100.00
202105	0.40	0.37	0.40	0.37	-0.04	0.01	0.83	0.84	-1.12	-0.94	100.00	100.00
202106	0.39	0.36	0.40	0.36	0.05	0.04	1.00	0.84	-0.94	-0.94	100.00	100.00
202107	0.40	0.36	0.42	0.36	0.13	0.06	1.31	0.97	-0.82	-0.80	99.19	100.00
202108	0.38	0.35	0.39	0.36	0.09	0.04	0.88	0.79	-0.83	-0.82	99.87	100.00
平均值	0.40	0.37	0.41	0.37	0.00	-0.01	0.89	0.80	-1.00	-0.91	99.72	100.00

表 5-32 高雄港 2021 年度潮位實測與模擬資料統計表(單位 m)

高雄	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		最小值 MIN		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.22	0.23	0.23	0.23	0.05	0.04	0.62	0.61	-0.41	-0.43	96.11	100.00
202010	0.23	0.22	0.25	0.22	0.10	0.02	0.63	0.54	-0.39	-0.48	95.43	100.00
202011	0.25	0.25	0.26	0.25	-0.03	-0.03	0.60	0.59	-0.56	-0.59	96.25	100.00
202012	0.27	0.27	0.28	0.27	-0.09	-0.04	0.58	0.60	-0.65	-0.67	91.80	100.00
202101	0.27	0.27	0.35	0.28	-0.23	-0.05	0.50	0.61	-0.67	-0.63	97.04	100.00
202102	0.25	0.24	0.36	0.25	-0.26	-0.03	0.45	0.62	-0.67	-0.54	96.43	100.00
202103	0.23	0.22	0.32	0.23	-0.23	-0.02	0.28	0.51	-0.66	-0.54	53.76	100.00
202104	0.32	0.23	0.32	0.23	-0.08	0.00	0.54	0.56	-0.49	-0.51	4.31	100.00
202105	0.27	0.26	0.27	0.26	0.04	0.02	0.77	0.69	-0.51	-0.55	95.56	100.00
202106	0.25	0.26	0.31	0.27	0.18	0.05	0.89	0.73	-0.36	-0.58	96.11	100.00
202107	0.22	0.26	0.33	0.27	0.25	0.07	0.86	0.85	-0.18	-0.47	68.01	100.00
202108	0.22	0.24	0.32	0.24	0.24	0.05	0.93	0.64	-0.27	-0.50	71.91	100.00
平均值	0.25	0.25	0.30	0.25	0.00	0.01	0.64	0.63	-0.49	-0.54	80.23	100.00

表 5-33 安平港 2021 年度潮位實測與模擬資料統計表(單位 m)

安平	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		最小值 MIN		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.26	0.30	0.27	0.30	0.07	0.05	0.60	0.71	-0.49	-0.61	69.44	100.00
202010	0.26	0.29	0.30	0.29	0.14	0.03	0.68	0.68	-0.46	-0.64	78.63	100.00
202011	0.27	0.31	0.27	0.31	0.01	-0.01	0.61	0.68	-0.65	-0.77	96.67	100.00
202012	0.29	0.33	0.29	0.33	-0.05	-0.03	0.57	0.67	-0.77	-0.88	100.00	100.00
202101	0.29	0.33	0.34	0.34	-0.19	-0.04	0.49	0.71	-0.92	-0.85	100.00	100.00
202102	0.24	0.31	0.32	0.31	-0.21	-0.02	0.26	0.70	-0.70	-0.74	14.29	100.00
202103	0.26	0.29	0.27	0.29	-0.09	-0.01	0.43	0.64	-0.76	-0.69	72.45	100.00
202104	0.27	0.30	0.27	0.30	-0.02	0.01	0.58	0.66	-0.67	-0.72	99.86	100.00
202105	0.29	0.33	0.29	0.33	0.01	0.04	0.64	0.78	-0.76	-0.77	100.00	100.00
202106	0.29	0.33	0.29	0.34	0.02	0.07	0.71	0.82	-0.75	-0.79	100.00	100.00
202107	0.28	0.32	0.29	0.33	0.10	0.08	0.84	0.91	-0.56	-0.68	99.06	100.00
202108	0.27	0.31	0.28	0.31	0.07	0.07	0.71	0.75	-0.57	-0.71	82.26	100.00
平均值	0.27	0.31	0.29	0.32	0.01	0.02	0.59	0.73	-0.67	-0.74	84.39	100.00

表 5-34 布袋港 2021 年度潮位實測與模擬資料統計表(單位 m)

布袋	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		最小值 MIN		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	0.53	0.50	0.54	0.50	0.09	0.01	1.10	1.02	-1.00	-1.00	95.00	100.00
202010	0.55	0.48	0.56	0.48	0.12	-0.02	1.25	0.96	-1.05	-1.16	100.00	100.00
202011	0.55	0.49	0.55	0.50	0.01	-0.06	1.19	0.88	-1.25	-1.31	99.72	100.00
202012	0.56	0.51	0.57	0.52	-0.09	-0.08	1.03	0.84	-1.37	-1.43	100.00	100.00
202101	0.56	0.52	0.60	0.53	-0.21	-0.09	0.82	1.04	-1.50	-1.34	100.00	100.00
202102	0.55	0.50	0.59	0.50	-0.20	-0.06	0.90	0.87	-1.44	-1.18	100.00	100.00
202103	0.55	0.50	0.57	0.50	-0.12	-0.06	1.03	0.98	-1.27	-1.11	100.00	100.00
202104	0.55	0.51	0.55	0.51	0.01	-0.03	1.03	0.99	-1.21	-1.28	100.00	100.00
202105	0.54	0.52	0.54	0.52	0.05	0.00	1.10	0.93	-1.22	-1.30	100.00	100.00
202106	0.54	0.52	0.54	0.52	0.07	0.03	1.08	0.93	-1.22	-1.31	100.00	100.00
202107	0.53	0.51	0.55	0.51	0.14	0.05	1.41	1.04	-1.09	-1.13	99.87	100.00
202108	0.53	0.50	0.54	0.50	0.13	0.03	1.16	0.96	-1.05	-1.11	100.00	100.00
平均值	0.55	0.51	0.56	0.51	0.00	-0.02	1.09	0.95	-1.22	-1.22	99.55	100.00

表 5-35 臺中港 2021 年度潮位實測與模擬資料統計表(單位 m)

臺中	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		最小值 MIN		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.43	1.33	1.55	1.33	-0.59	0.03	2.13	2.60	-3.31	-2.53	91.53	100.00
202010	1.40	1.29	1.70	1.29	-0.96	-0.07	1.72	2.53	-3.67	-2.73	40.46	100.00
202011	1.44	1.28	1.85	1.28	-1.15	-0.10	1.64	2.44	-3.76	-2.82	96.81	100.00
202012	1.49	1.26	1.77	1.27	-0.96	-0.13	2.47	2.24	-3.76	-2.86	63.31	100.00
202101	1.46	1.29	1.46	1.29	0.10	-0.11	2.60	2.35	-2.92	-2.78	99.33	100.00
202102	1.45	1.29	1.45	1.29	0.15	-0.06	2.79	2.26	-2.69	-2.62	100.00	100.00
202103	1.49	1.35	1.50	1.35	0.19	-0.05	3.03	2.66	-2.71	-2.56	99.87	100.00
202104	1.45	1.33	1.48	1.33	0.33	-0.03	2.99	2.54	-2.66	-2.77	99.86	100.00
202105	1.41	1.32	1.47	1.32	0.42	0.03	2.91	2.41	-2.54	-2.73	100.00	100.00
202106	1.40	1.30	1.47	1.30	0.44	0.05	2.83	2.35	-2.50	-2.68	99.72	100.00
202107	1.40	1.29	1.49	1.30	0.52	0.08	3.17	2.48	-2.55	-2.60	99.60	100.00
202108	1.41	1.28	1.49	1.28	0.49	0.06	2.86	2.41	-2.34	-2.61	99.87	100.00
平均值	1.44	1.30	1.56	1.30	0.09	-0.03	2.60	2.44	-2.95	-2.69	90.86	100.00

表 5-36 馬祖福澳港 2021 年度潮位實測與模擬資料統計表(單位 m)

馬祖	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		最小值 MIN		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	1.64	1.54	1.65	1.54	0.10	0.03	3.19	3.04	-3.27	-3.30	99.17	100.00
202010	1.65	1.53	1.66	1.53	0.24	0.00	3.41	3.19	-3.24	-3.42	98.66	100.00
202011	1.61	1.51	1.61	1.51	0.06	-0.04	3.07	3.02	-3.67	-3.48	98.61	100.00
202012	1.59	1.49	1.59	1.49	0.07	-0.06	3.21	2.77	-3.54	-3.45	98.66	100.00
202101	1.66	1.49	1.66	1.49	-0.12	-0.08	2.86	2.84	-3.79	-3.46	99.60	100.00
202102	1.64	1.49	1.65	1.49	-0.12	-0.04	2.93	2.83	-3.44	-3.23	98.66	100.00
202103	1.68	1.59	1.69	1.59	-0.13	-0.04	3.14	3.13	-3.43	-3.26	98.52	100.00
202104	1.64	1.55	1.64	1.55	-0.08	-0.02	3.02	3.08	-3.70	-3.49	98.75	100.00
202105	1.61	1.51	1.61	1.51	-0.10	0.03	3.06	2.91	-3.65	-3.41	98.66	100.00
202106	1.58	1.49	1.58	1.49	-0.01	0.06	3.02	2.88	-3.43	-3.28	98.61	100.00
202107	1.60	1.47	1.60	1.47	0.06	0.08	3.51	3.04	-3.57	-3.26	98.25	100.00
202108	1.60	1.46	1.60	1.46	0.02	0.06	2.90	2.92	-3.44	-3.30	98.92	100.00
平均值	1.63	1.51	1.63	1.51	0.00	0.00	3.11	2.97	-3.51	-3.36	98.76	100.00

5.4 海流預測成果評估

有關海流成果評估年報內容包括(1) 流速實測與模擬資料統計特性，如標準偏差(SD)、均方根(RMS)、平均值、最大值及蒐集率(%)等，(2) 流速實測與模擬差值統計特性包括最小差值、最大差值、差值 SD 及差值 RMS 等，(3)實測流速、流向與模擬流速、流向之時序列歷線比較圖，上述內容詳見附件第四章 2021 年 9 商港海流預測成果評估。

表 5-37~表 5-45 分別為各海域流速實測與模擬資料之標準偏差(SD)、均方根(RMS)、平均值(MEAN)、最大值(MAX)及蒐集率(%)統計表，由年度平均值統計結果得知，除馬祖海域外，各海域流速模擬值普顯著低於觀測值。

表 5-37 臺北港 2021 年度流速實測與模擬資料統計表(單位 cm/s)

臺北	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	24.39	13.66	59.08	28.96	53.84	25.54	117.00	61.20	25.42	100.00
202010	-	13.36	-	28.27	-	24.92	-	55.40	-	100.00
202011	-	13.15	-	27.95	-	24.67	-	60.10	-	100.00
202012	25.19	12.68	55.73	27.40	49.73	24.30	124.20	55.80	59.41	100.00
202101	24.76	14.64	55.88	29.38	50.10	25.47	126.60	128.60	99.73	100.00
202102	25.35	13.15	56.93	28.01	50.98	24.74	119.80	55.30	100.00	100.00
202103	27.26	14.16	58.80	29.64	52.10	26.05	128.40	59.80	100.00	100.00
202104	24.74	13.73	55.04	28.99	49.18	25.54	126.00	61.60	100.00	100.00
202105	22.11	13.24	45.50	28.63	39.78	25.39	106.20	61.70	100.00	100.00
202106	15.69	12.89	30.76	28.34	26.48	25.25	75.60	60.60	25.56	100.00
202107	-	12.79	-	28.05	-	24.97	-	62.00	0.00	100.00
202108	23.72	13.16	57.49	27.98	52.38	24.70	107.40	58.90	59.41	100.00
平均值	23.69	13.38	52.80	28.47	47.17	25.13	114.58	65.08	66.95	100.00

表 5-38 基隆港 2021 年度流速實測與模擬資料統計表(單位 cm/s)

基隆	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	10.69	3.38	20.65	6.45	17.67	5.50	67.70	15.30	95.56	100.00
202010	11.79	3.76	21.28	6.96	17.72	5.85	63.50	17.30	99.19	100.00
202011	11.89	3.64	21.47	6.79	17.88	5.74	60.00	16.00	99.44	100.00
202012	11.59	3.54	20.94	6.71	17.45	5.70	65.90	15.90	98.39	100.00
202101	11.62	3.36	21.01	6.51	17.51	5.58	61.80	14.70	91.26	100.00
202102	12.27	3.39	21.97	6.42	18.23	5.45	61.60	15.00	86.31	100.00
202103	10.98	3.54	19.96	6.75	16.68	5.74	58.60	15.00	84.81	100.00
202104	10.64	3.47	20.17	6.60	17.14	5.61	55.20	15.60	85.69	100.00
202105	9.87	3.09	18.86	6.15	16.07	5.32	50.90	14.80	92.34	100.00
202106	11.11	2.95	22.46	6.02	19.53	5.24	55.90	14.00	99.72	100.00
202107	11.66	2.96	21.90	5.98	18.54	5.20	59.10	14.60	88.04	100.00
202108	10.73	3.05	20.00	5.97	16.89	5.14	52.90	14.00	83.60	100.00
平均值	11.24	3.34	20.89	6.44	17.61	5.51	59.43	15.18	92.03	100.00

表 5-39 蘇澳港 2021 年度流速實測與模擬資料統計表(單位 cm/s)

蘇澳	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	9.10	25.88	17.22	48.53	14.63	41.06	55.20	131.70	49.72	100.00
202010	8.73	29.00	16.76	53.84	14.31	45.37	46.90	129.60	98.66	100.00
202011	8.77	29.89	17.04	54.49	14.62	45.58	57.00	125.80	97.64	100.00
202012	10.29	31.19	19.69	54.75	16.79	45.01	70.00	167.80	97.45	100.00
202101	9.39	29.03	17.73	51.83	15.04	42.95	61.40	139.90	64.52	100.00
202102	9.88	28.95	18.69	50.81	15.88	41.77	52.40	148.50	66.82	100.00
202103	8.38	26.87	15.76	51.28	13.35	43.69	53.50	125.50	73.52	100.00
202104	8.62	26.30	16.41	50.27	13.97	42.85	62.10	113.20	91.94	100.00
202105	7.98	25.71	15.22	48.73	12.96	41.41	56.30	112.50	100.00	100.00
202106	7.27	27.35	14.19	51.74	12.19	43.93	39.60	114.30	58.19	100.00
202107	-	27.36	-	49.74	-	41.55	-	142.60	0.00	100.00
202108	12.06	24.75	22.19	46.49	18.65	39.37	63.50	110.30	24.46	100.00
平均值	9.13	27.69	17.35	51.04	14.76	42.88	56.17	130.14	68.58	100.00

表 5-40 花蓮港 2021 年度流速實測與模擬資料統計表(單位 cm/s)

花蓮	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	18.25	1.59	33.87	2.70	28.53	2.18	97.60	7.60	98.06	100.00
202010	14.75	1.78	26.88	3.18	22.48	2.64	91.40	8.10	90.73	100.00
202011	11.41	1.90	27.28	3.38	24.79	2.79	69.50	7.50	98.33	100.00
202012	10.57	2.15	22.46	3.49	19.83	2.76	78.80	13.00	97.72	100.00
202101	12.44	1.98	25.39	3.30	22.13	2.63	86.50	9.40	99.60	100.00
202102	11.47	1.89	23.91	2.99	20.99	2.31	74.60	9.40	99.70	100.00
202103	14.40	1.56	28.19	2.72	24.24	2.22	84.20	6.90	100.00	100.00
202104	13.12	1.61	25.70	2.88	22.11	2.39	82.50	6.50	99.44	100.00
202105	16.01	1.78	28.50	3.04	23.59	2.46	96.10	9.40	99.60	100.00
202106	16.22	2.39	28.62	3.97	23.59	3.18	102.90	10.70	98.47	100.00
202107	14.48	2.08	27.39	3.26	23.26	2.51	85.70	10.60	99.06	100.00
202108	8.85	1.79	16.31	2.94	13.70	2.34	68.90	8.20	99.60	100.00
平均值	13.50	1.88	26.21	3.15	22.44	2.53	84.89	8.94	98.36	100.00

表 5-41 高雄港 2021 年度流速實測與模擬資料統計表(單位 cm/s)

高雄	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	19.09	2.39	38.29	4.22	33.20	3.49	94.40	11.70	97.50	100.00
202010	17.91	2.44	37.40	4.60	32.84	3.90	88.90	11.90	93.95	100.00
202011	17.49	2.92	40.14	4.91	36.14	3.95	96.80	12.50	95.97	100.00
202012	15.50	3.66	38.43	5.95	35.17	4.70	83.10	16.10	96.77	100.00
202101	19.14	3.42	43.56	5.53	39.14	4.34	105.60	14.60	98.92	100.00
202102	19.94	2.34	41.60	4.16	36.52	3.44	97.20	13.40	99.70	100.00
202103	17.22	2.24	34.92	4.23	30.38	3.59	84.30	9.80	99.73	100.00
202104	13.91	2.34	30.62	4.53	27.28	3.88	83.80	11.10	99.72	100.00
202105	19.38	3.06	37.83	5.27	32.50	4.29	118.70	16.00	98.66	100.00
202106	16.05	2.94	31.73	4.92	27.38	3.95	103.40	14.00	99.31	100.00
202107	18.46	3.61	34.55	5.80	29.22	4.54	103.90	20.50	99.33	100.00
202108	18.19	2.44	37.52	4.26	32.82	3.50	98.20	11.20	99.06	100.00
平均值	17.69	2.82	37.22	4.87	32.72	3.96	96.53	13.57	98.22	100.00

表 5-42 安平港 2021 年度流速實測與模擬資料統計表(單位 cm/s)

安平	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	-	5.51	-	11.73	-	10.36	-	23.30	-	100.00
202010	-	5.32	-	11.32	-	9.99	-	22.80	-	100.00
202011	23.70	5.26	45.35	11.20	38.72	9.89	101.00	22.70	18.75	100.00
202012	23.63	5.06	44.99	10.95	38.30	9.71	105.00	21.80	99.46	100.00
202101	22.51	5.18	40.96	11.27	34.23	10.01	102.30	21.00	99.87	100.00
202102	20.36	5.31	39.16	11.35	33.46	10.04	104.10	20.80	91.37	100.00
202103	22.36	5.68	43.80	11.92	37.67	10.48	100.90	23.10	75.67	100.00
202104	20.86	5.54	40.95	11.74	35.25	10.35	104.00	23.20	80.14	100.00
202105	19.78	5.31	37.28	11.59	31.61	10.30	103.50	21.90	97.45	100.00
202106	18.97	5.16	39.10	11.50	34.20	10.27	103.40	20.90	99.31	100.00
202107	22.61	5.29	44.58	11.52	38.43	10.23	114.70	24.50	95.97	100.00
202108	24.31	5.28	46.27	11.34	39.38	10.03	120.50	21.40	61.96	100.00
平均值	21.91	5.33	42.24	11.45	36.13	10.14	105.94	22.28	82.00	100.00

表 5-43 布袋港 2021 年度流速實測與模擬資料統計表(單位 cm/s)

布袋	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	20.75	3.69	41.20	8.25	35.61	7.38	94.90	18.10	78.19	100.00
202010	-	3.67	-	8.15	-	7.28	-	17.70	-	100.00
202011	-	3.65	-	8.03	-	7.15	-	18.80	-	100.00
202012	-	3.53	-	7.89	-	7.05	-	18.40	-	100.00
202101	-	4.83	-	9.14	-	7.76	-	40.70	-	100.00
202102	-	3.62	-	8.07	-	7.22	-	16.90	-	100.00
202103	-	3.85	-	8.48	-	7.55	-	17.60	-	100.00
202104	9.64	3.77	21.70	8.32	19.45	7.42	46.50	18.80	53.47	100.00
202105	8.32	3.54	20.20	8.11	18.41	7.30	43.10	18.30	100.00	100.00
202106	10.59	3.43	23.66	7.97	21.16	7.20	53.10	17.70	99.72	100.00
202107	12.31	3.36	26.62	7.87	23.60	7.12	73.90	17.70	90.59	100.00
202108	15.13	3.53	31.43	7.87	27.55	7.04	100.50	17.20	99.60	100.00
平均值	12.79	3.71	27.47	8.18	24.30	7.29	68.67	19.83	86.93	100.00

表 5-44 臺中港 2021 年度流速實測與模擬資料統計表(單位 cm/s)

臺中	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	12.80	5.54	23.33	9.41	19.51	7.61	109.10	26.50	98.61	100.00
202010	23.67	10.64	49.78	18.34	43.81	14.94	97.50	46.00	90.05	100.00
202011	23.88	9.44	45.25	16.41	38.45	13.43	94.80	47.20	98.47	100.00
202012	28.84	13.65	59.19	23.96	51.71	19.70	125.40	68.80	78.09	100.00
202101	24.61	11.67	41.62	18.61	33.58	14.51	109.70	59.00	61.42	100.00
202102	17.27	6.96	31.70	11.11	26.60	8.66	78.50	34.40	62.20	100.00
202103	28.75	7.89	43.90	12.62	33.42	9.85	98.40	42.60	6.99	100.00
202104	-	6.09	-	11.06	-	9.23	-	31.50	-	100.00
202105	20.62	4.35	45.70	8.20	40.82	6.95	93.00	21.30	17.20	100.00
202106	14.53	4.73	31.11	8.72	27.51	7.33	86.60	25.90	99.72	100.00
202107	14.52	5.86	29.29	9.38	25.44	7.33	94.00	34.30	98.52	100.00
202108	12.99	4.67	32.20	8.22	29.46	6.77	116.40	25.10	99.46	100.00
平均值	20.23	7.62	39.37	13.00	33.66	10.53	100.31	38.55	73.70	100.00

表 5-45 馬祖福澳港 2021 年度流速實測與模擬資料統計表(單位 cm/s)

馬祖	標準偏差 SD		均方根 RMS		平均值 MEAN		最大值 MAX		蒐集率(%)	
月份	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model	Obs	Model
202009	15.00	15.26	27.60	33.68	23.17	30.03	88.00	73.20	88.47	100.00
202010	12.32	14.89	25.33	34.24	22.14	30.84	77.80	76.30	97.04	100.00
202011	11.29	14.35	23.58	33.80	20.70	30.61	56.60	73.00	99.31	100.00
202012	10.98	14.00	23.24	33.63	20.48	30.58	59.50	73.00	99.46	100.00
202101	11.17	13.90	23.03	32.89	20.15	29.82	59.60	70.60	99.06	100.00
202102	11.55	14.66	22.24	32.87	19.01	29.43	60.30	71.70	99.70	100.00
202103	11.52	15.75	23.08	34.98	20.01	31.24	64.10	71.80	99.87	100.00
202104	11.46	15.08	22.78	33.95	19.69	30.42	66.30	73.00	87.64	100.00
202105	-	13.80	-	32.52	-	29.45	-	70.70	-	100.00
202106	-	13.43	-	32.17	-	29.24	-	66.60	-	100.00
202107	-	13.67	-	31.86	-	28.79	-	66.20	-	100.00
202108	-	14.46	-	31.65	-	28.16	-	67.60	-	100.00
平均值	11.91	14.44	23.86	33.19	20.67	29.88	66.53	71.14	96.32	100.00

第六章 北端海域基本資料蒐集與分析

本計畫北端海域範圍自臺灣北部海岸富貴角向東延伸至三貂角間海岸區域，如圖 6.1 所示，區域內基隆港我國北部重要國際商港，係利用自然谷灣地形所修築之港口，港區總面積為 572.17 公頃，共有 57 座碼頭。本項工作內容為蒐集更新北端海域之地形水深及分析海象資料特性，因此，本報告僅就北端海域基本資料如地形水深、潮位、波浪及海流等資料蒐集情形說明。

圖 6.1 本計畫北端海域研究範圍之示意圖

6.1 地形水深

本計畫地形水深資料蒐集內容包括國家海洋科學研究中心發布之臺灣附近海域數值地形水深資料、內政部海域基本圖水深測量資料、海軍大氣海洋局刊行的海軍水道圖及臺灣港務股份有限公司有關基隆港區最近之地形水深調查資料。

6.1.1 數值地形模型資料

源自於國內科技部海洋學門資料庫之水深，2013 年釋出之地形模型資料特性：網格間距為 0.002°(網格間距約 200m)，範圍含蓋東經 119°至 123°，北緯 21°至 26°之空間，如圖 6.2 所示。圖中坐標系統為 TWD97 ，水深資料之高程基準皆為當時當地之海水面，即未做潮汐校正。

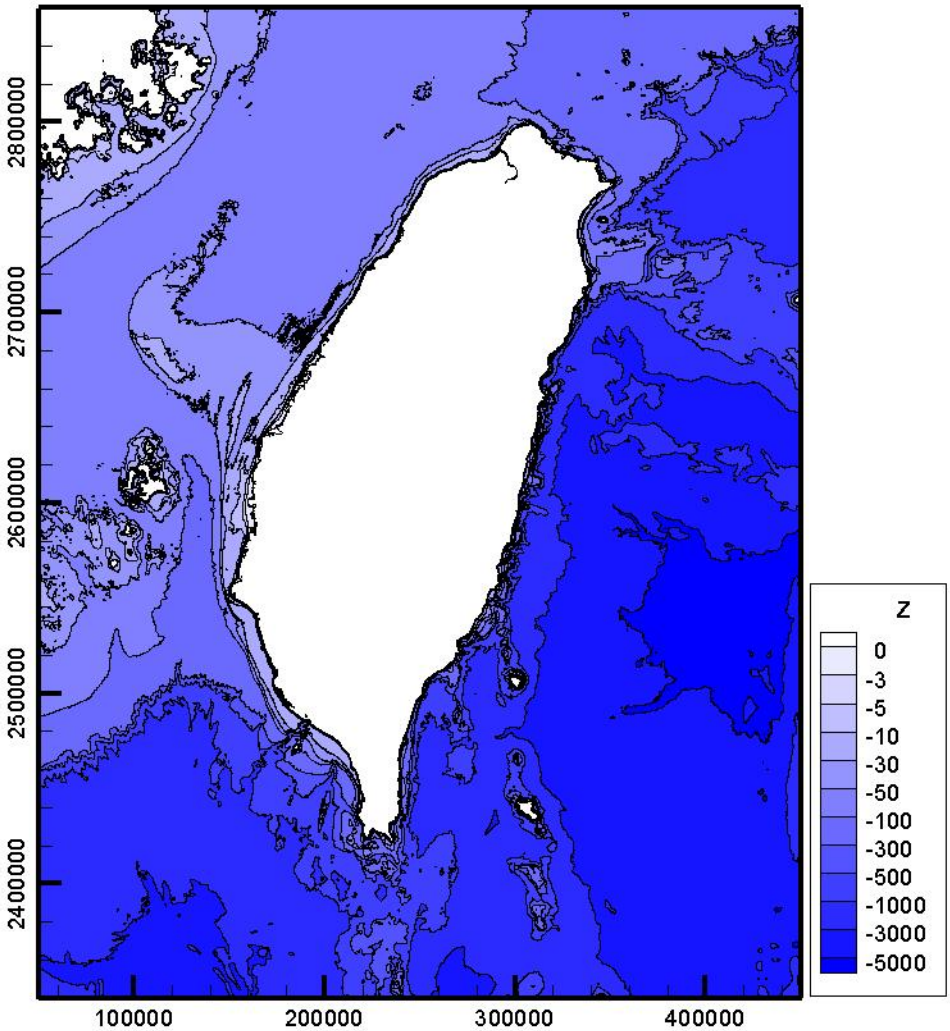


圖 6.2 臺灣周圍海域 200 公尺網格間距地形水深分布圖

6.1.2 內政部海域水深測量資料

內政部國土測繪中心依據「國家基本測量發展計畫」(93~96)、「基本測量及圖資測製實施計畫」(99~101)、「我國大陸礁層與島礁調查計畫」(102~103)及「我國海域調查與圖資整合發展計畫」(104~109)等辦理

臺灣周圍海域水深資料調查工作，歷年水深調查範圍分布情形，如圖 6.3 所示。其中與本計畫北端海域有關的水深調查資料，計有 95 年新北市貢寮至金山沿海地區、96 年新北市金山至桃園市竹圍沿海地區，以及 108 年新北市貢寮至宜蘭縣近岸部分海域等。

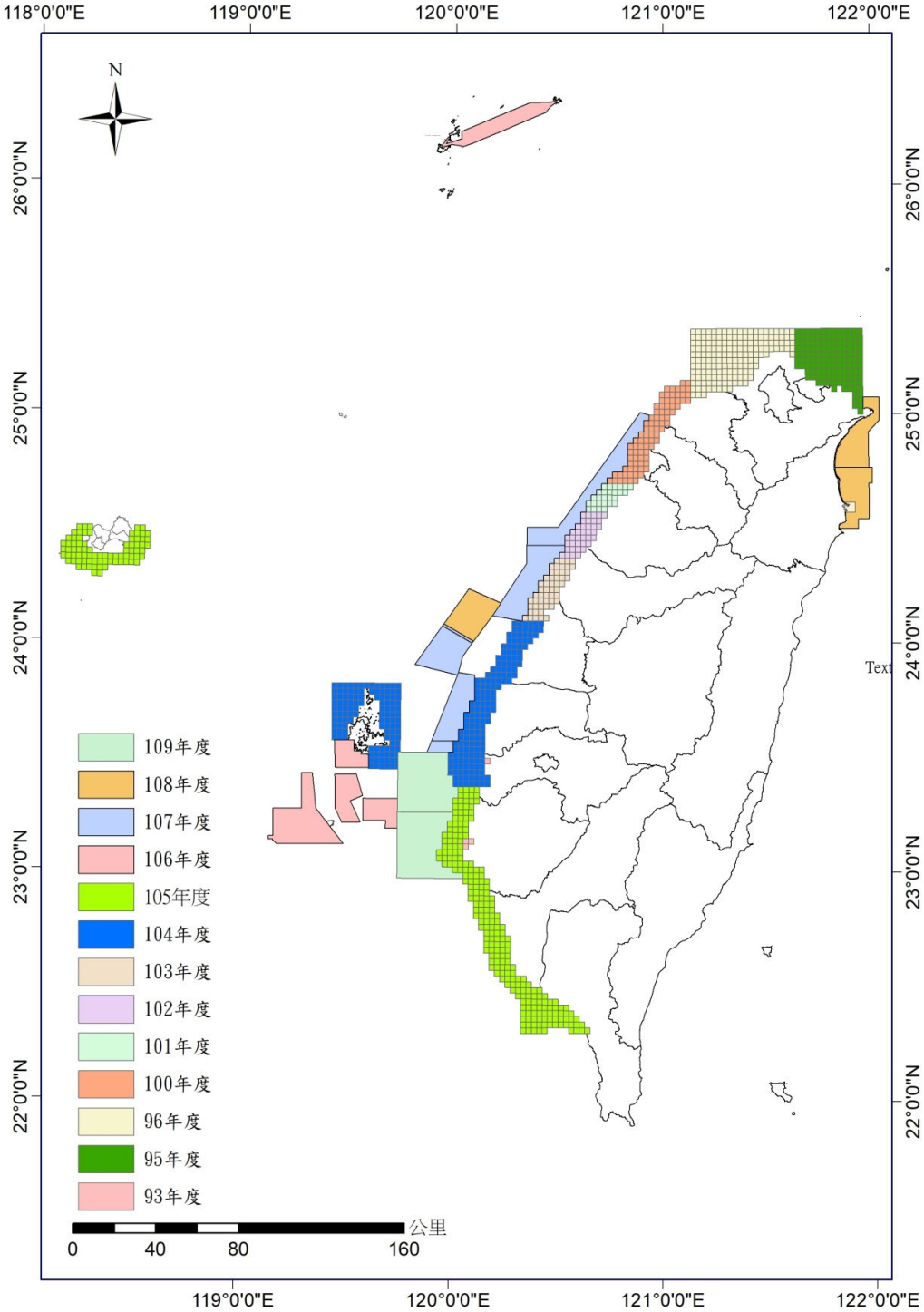


圖 6.3 內政部 93 年至 109 年海域基本圖水深資料調查作業範圍圖

6.1.3 海軍水道圖

海軍大氣海洋局刊行的海軍水道圖長期為我國海域水深資料重要來源，本計畫整理與北端海域相關之海圖計有：五萬分之一比例尺之圖號 04513 臺北港至深澳灣(如圖 6.4 所示)及圖號 04514 深澳灣至三貂角海域(如圖 6.5 所示)，兩萬分之一比例尺之圖號 0353 基隆港及其附近(如圖 6.6 所示)，以及萬分之一比例尺海圖 0353A 基隆港(如圖 6.7 所示)等。

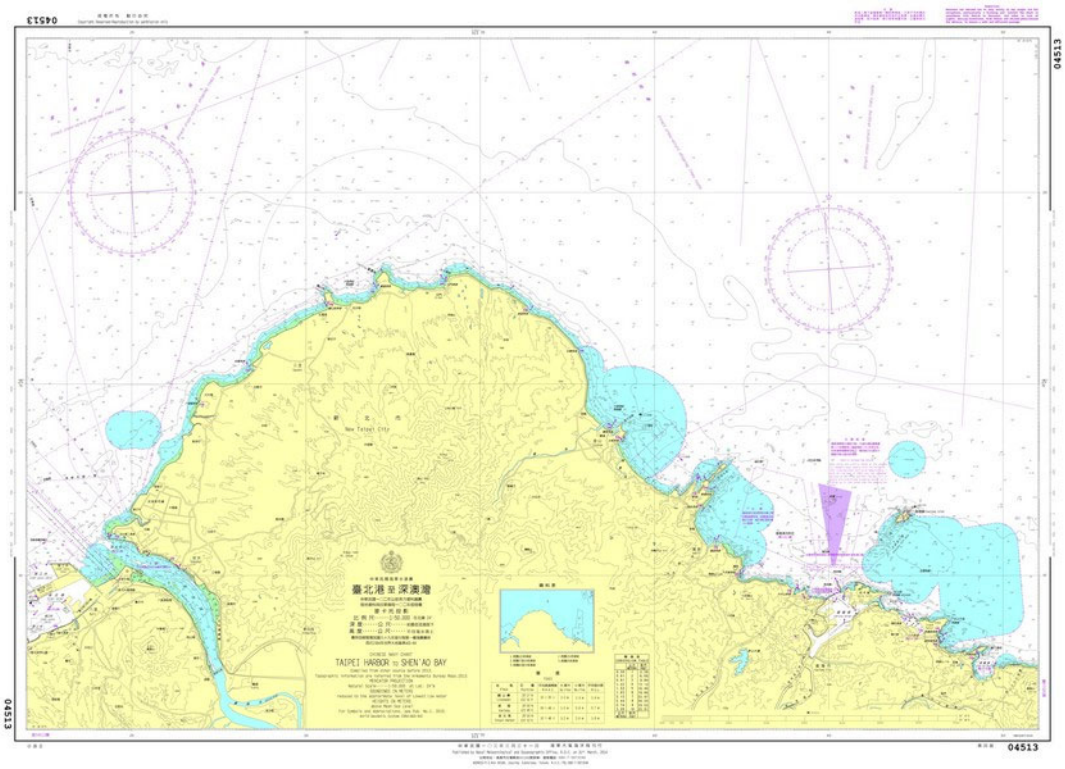


圖 6.4 海圖 04513 臺北港至深澳灣海域(比例尺 1/50,000)

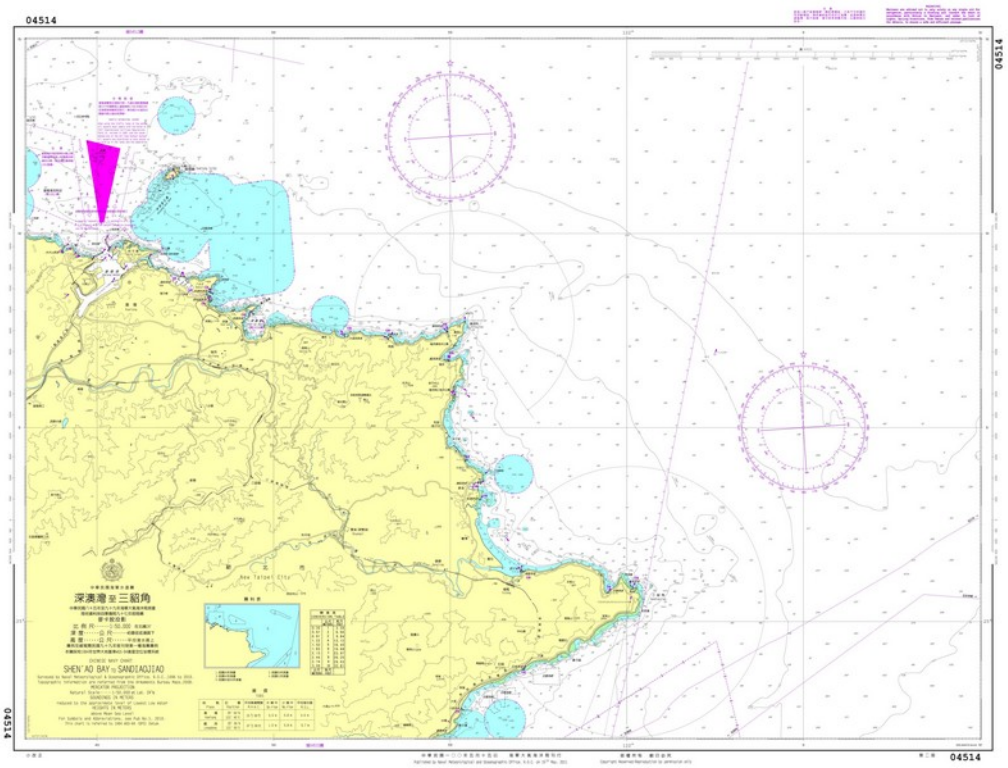


圖 6.5 海圖 04514 深澳灣至三貂角海域 (比例尺 1/50,000)

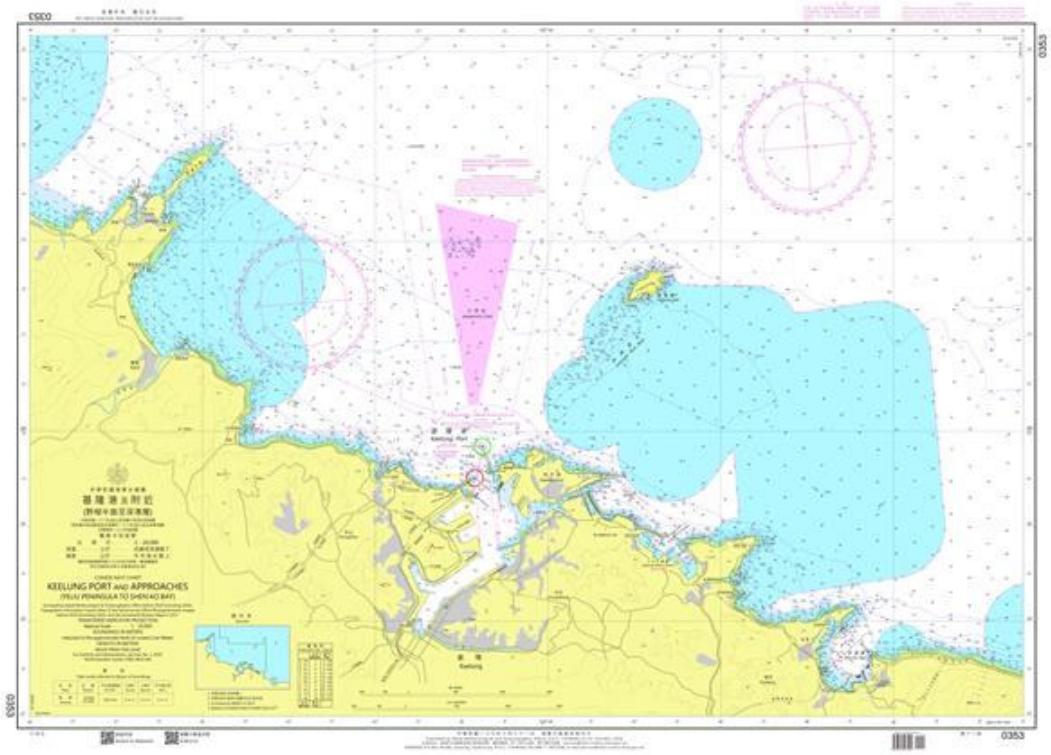


圖 6.6 海圖 0353 基隆港及附近(比例尺 1/20,000)

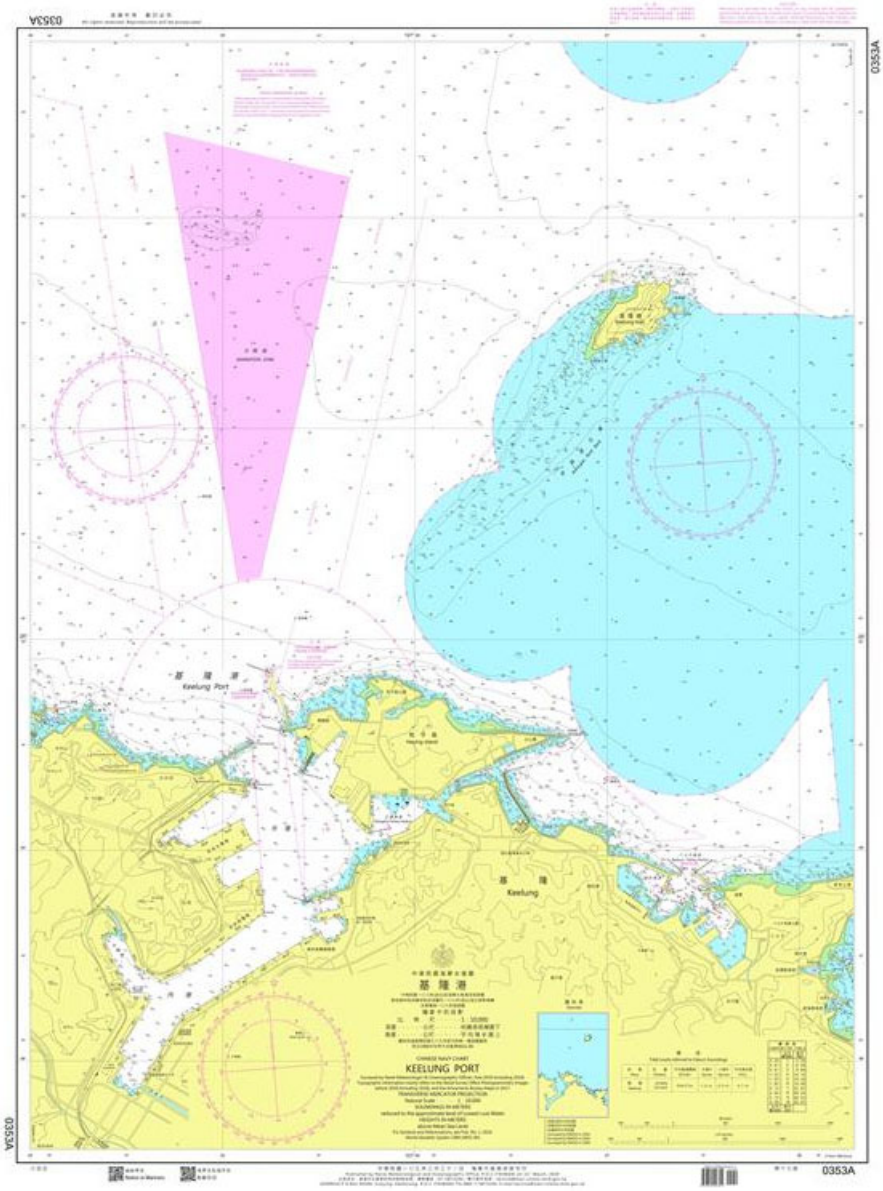


圖 6.7 海圖 0353A 基隆港(比例尺 1/10,000)

6.1.4 基隆港港區水深調查資料

臺灣港務股份有限公司於 109 年以先進多音束測深儀測量堤防附近及基隆港水深，相關測線分布規劃如圖 6.8 所示，圖中藍色實線為多音束主測線，粉紅實線為檢核測線。相關測量成果繪製水深地形圖，如圖 6.9 所示。

本計畫將彙整上述水深資料提供北端海域水動力及風浪模組建置所需資料。

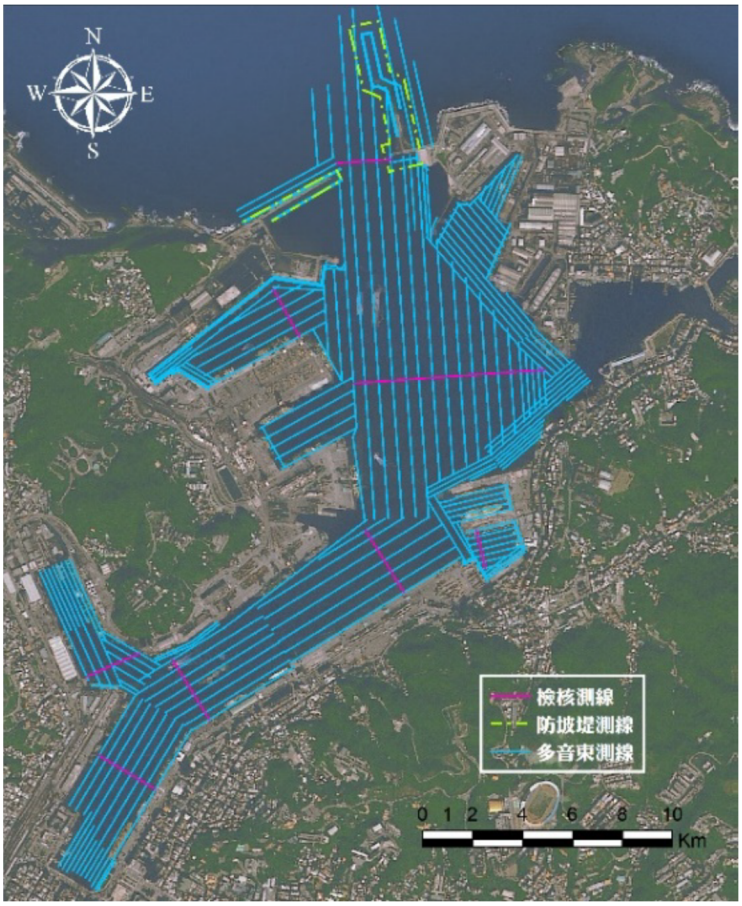


圖 6.8 基隆港水深測量多音束規劃測線示意圖(摘錄自臺灣港務股份有限公司「109 年度基隆港、臺北港、蘇澳港既有堤防複測技術服務案」)

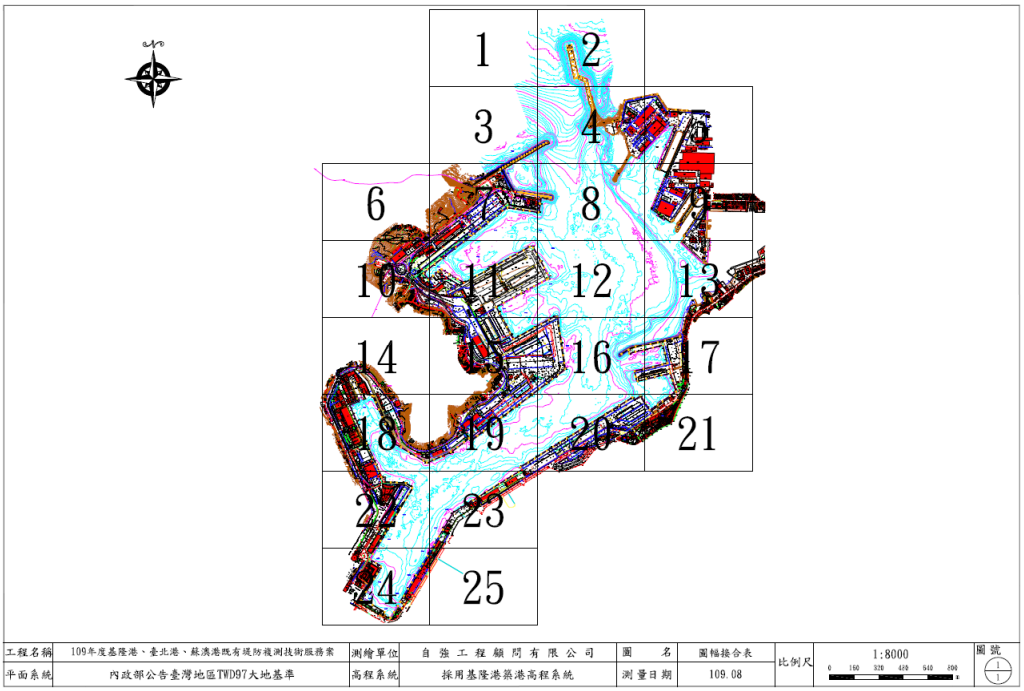


圖 6.9 基隆港水深地形圖(摘錄自臺灣港務股份有限公司「109 年度基隆港、臺北港、蘇澳港既有堤防複測技術服務案」)

6.2 潮位

本計畫北端海域範圍內潮位站計有基隆港潮位站(3 站)、龍洞潮位站及福隆潮位站等，各測站分布情形如圖 6.10 所示，其中港研中心潮位站分別設在光華塔及東 6 號碼頭，本計畫潮位資料蒐集將以港研中心測站為主。

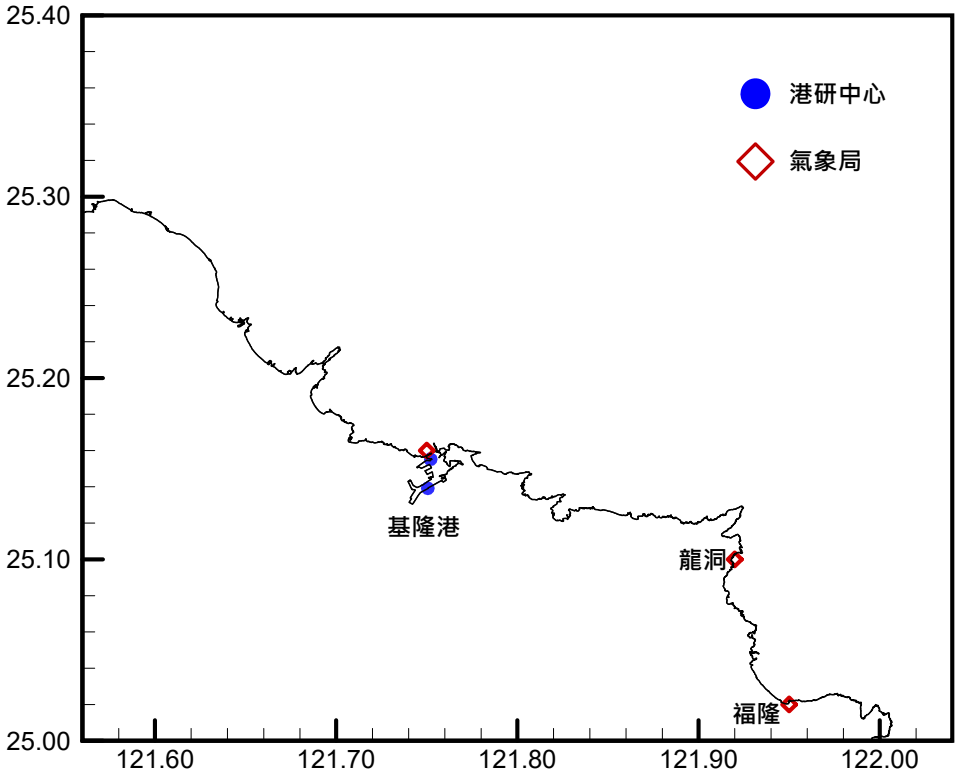


圖 6.10 北端海域潮位站分布圖

依據港研中心(2015)研究結果得知，基隆港歷年(2008~2013 年)潮位年平均值低點為 0.048m，發生於 2011 年；年平均值之高點為 0.111m，發生於 2012 年，年平均潮位之高低值相差 0.063m，如圖 6.11 所示。歷年重要代表性潮位統計結果，如表 6-1 所列，顯示平均高潮位值為+0.346m、平均潮位值為+0.059m、平均低潮位值為－0.208m，平均潮位差為 0.554m；表中最高潮位值為+0.957 m，發生於 2009 年中度颱風莫拉克侵臺期間，發生時間為 2009 年 8 月 6 日 23 時。

依據歷年(2008~2013 年)基隆港潮位調和分析結果，得到各主要分潮(O_1、K_1、M_2、S_2)歷年振幅變化情形，如圖 6.12 所示。另依據 2008~2013

年主要分潮之平均振幅值，計算基隆港潮型指標[$(O_1+K_1)/(M_2+S_2)$]約為1.192，顯示基隆港潮汐型態屬於混合潮型。

針對基隆港潮位本計畫整理港研中心 6 號碼頭潮位站 2020 年逐時觀測資料，如圖 6.13 及圖 6.14 所示。

表 6-1 基隆港(2008~2011 年)重要代表性潮位統計結果

代表性潮位	高程值 (m)
最高高潮位(H.H.W.L.)	+0.957
平均高潮位(M.H.W.L.)	+0.346
平均潮位(M.W.L.)	+0.059
平均低潮位(M.L.W.L.)	−0.208
最低低潮位(L.L.W.L.)	−1.060
平均潮位差	0.554
資料來源：氣象局 觀測資料數：34337 測站位置：(25˚09'18"N, 121˚45'08"E) 基準面相對於臺灣高程基準(TWVD2001)：0 m	

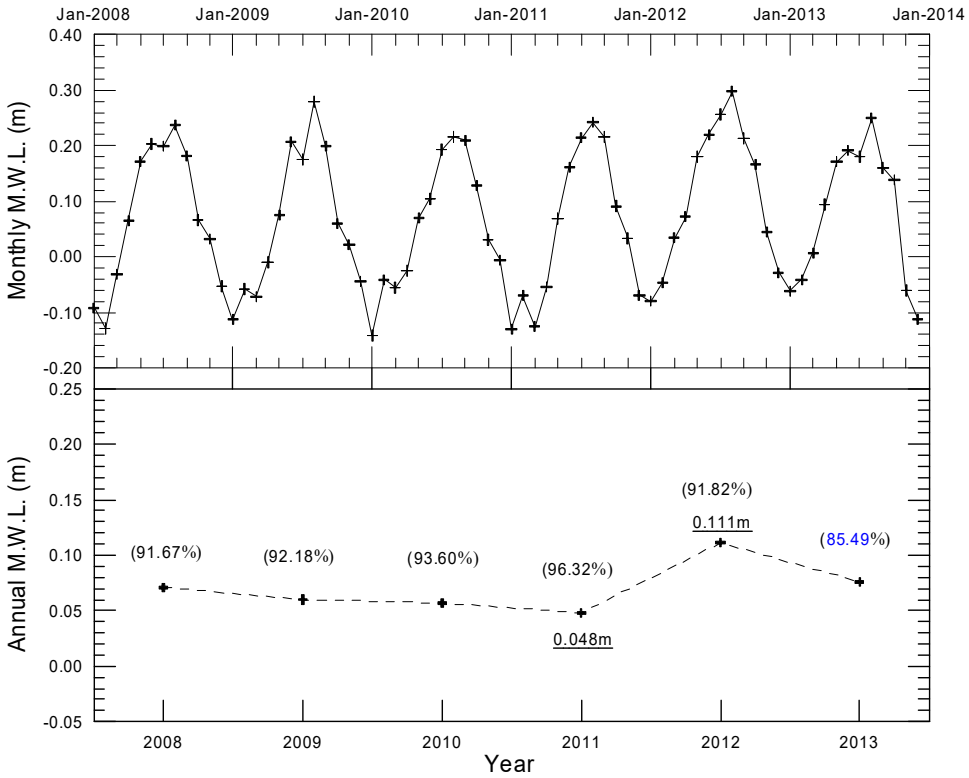


圖 6.11 2008～2013 年基隆港逐時潮位資料月及年平均潮位變化圖

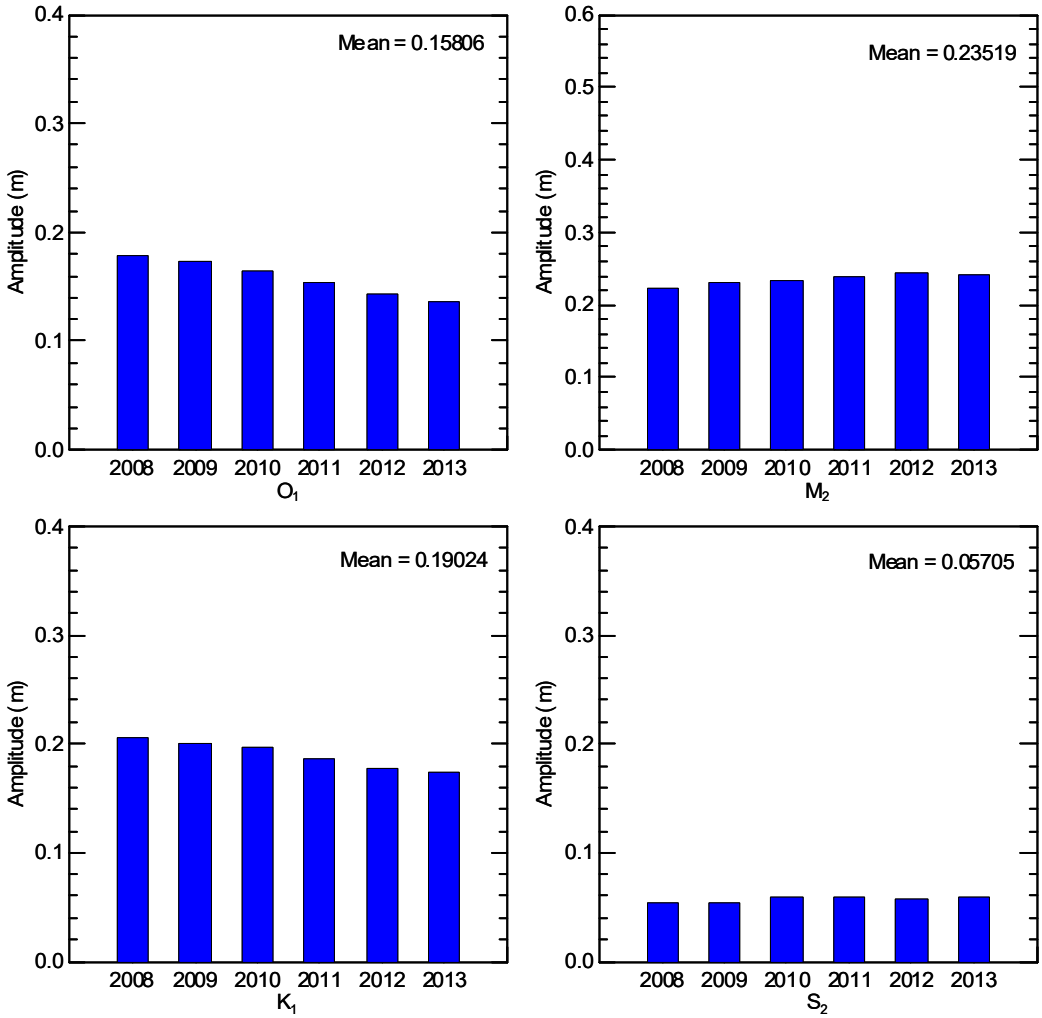


圖 6.12 基隆港歷年(2008~2013 年)主要分潮振幅年變化圖

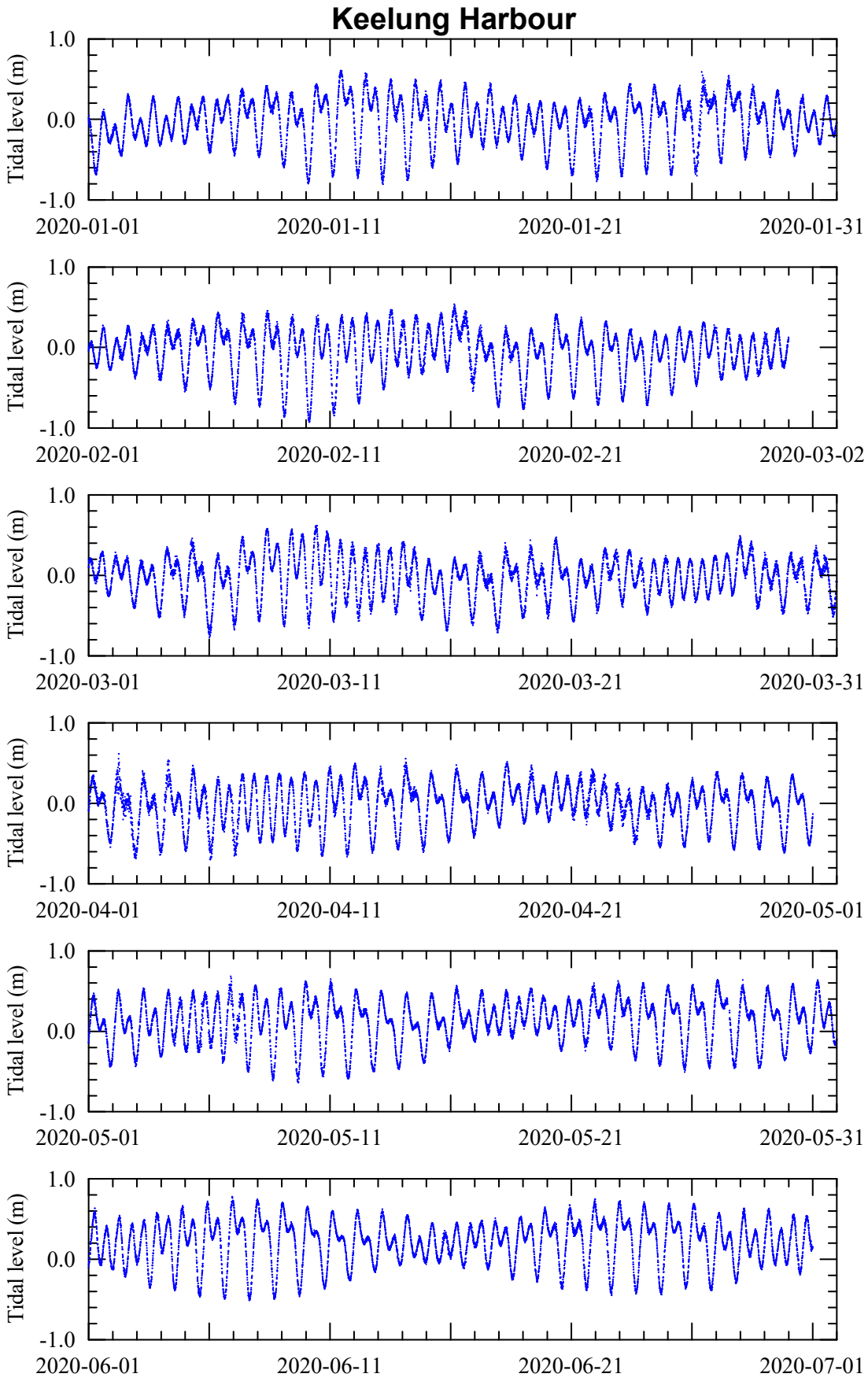


圖 6.13 基隆港 6 號碼頭潮位站 2020/1-6 中潮系統潮位時序列圖

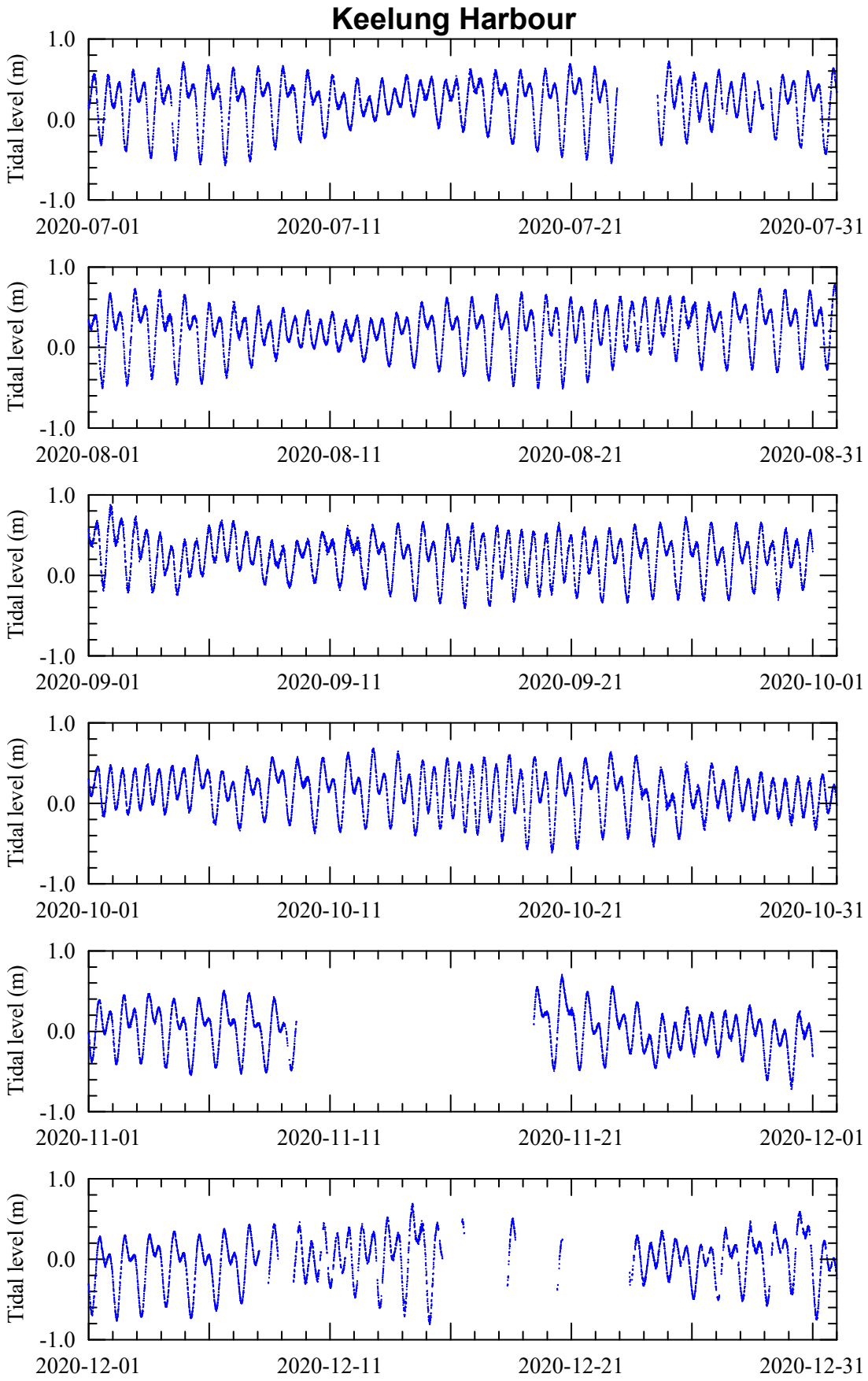


圖 6.14 基隆港 6 號碼頭潮位站 2020/7-12 中潮系統潮位時序列圖

6.3 波浪

依據港研中心(2015)研究結果得知，基隆港波高及波向觀測資料之年統計分析結果如表 6-2 及表 6-3 所列，顯示基隆港 2012 年及 2013 年波浪年統計特性相近，惟 2013 年大波浪觀測資料數有明顯增加現象。

在波高分布方面，基隆港波浪示性波高小於 0.5 m 約佔 19.60%，示性波高分布介於 0.5 m ~ 2.0 m 之間約佔 59.47%，其中波高介於 1.0 m ~ 2.0 m 者約佔 28.99%；示性波高大於 4.0 m 以上的資料約佔 1.38%，其中 2013 年 4.0 m 以上示性波高資料觀測數量較 2012 年增加近一倍。同樣地，基隆港波浪觀測資料在各示性波高統計區間內，波浪週期平均值之變化與波高大小亦具有正相關之關係。2012 年基隆港示性波高最大值為 5.67m，週期為 7.82sec，波向為 28.1°，發生時間約為強烈颱風杰拉華(JELAWAT)颱風警報期間；2013 年示性波高最大值為 10.28m，週期為 9.36sec，波向為 57.9°，發生時間為強烈颱風蘇力侵襲臺灣東北部海域。

在波向分布方面，基隆港波浪波向分布以 NNE 方向所佔比例最高約 41.40%，其次為 NE 向，約佔 39.64%，另 ENE 向波浪約佔 12.63%)，合計約佔 93.67%，代表基隆港波浪波向主要集中於 NNE 向至 ENE 向之間。

港研中心基隆港 AWAC 測站目前位置位於東堤西側，如圖 6.15 所示，自 2020 年 6 月 23 日開始觀測。本計畫蒐集此測站觀測資料，如圖 6.16~圖 6.28 所示，作為本計畫風浪模擬結果驗證之依據。

表 6-2 基隆港逐時波高分布年統計結果

年 波高 (m)	2012 年		2013 年		累計百分比
	資料數 / (百分比)	週期平均值(sec)	資料數 / (百分比)	週期平均值(sec)	
< 0.5	1298 / (16.10)	3.23	1956 / (22.89)	3.25	19.60
0.5 ~ 1.0	2714 / (33.67)	4.05	2348 / (27.48)	4.05	50.08
1.0 ~ 1.5	1306 / (16.20)	4.61	1344 / (15.73)	4.64	66.04
1.5 ~ 2.0	1102 / (13.67)	5.03	1062 / (12.43)	5.07	79.07
2.0 ~ 2.5	837 / (10.38)	5.38	769 / (9.00)	5.38	88.74
2.5 ~ 3.0	439 / (5.45)	5.86	488 / (5.71)	5.76	94.33
3.0 ~ 3.5	200 / (2.48)	6.30	265 / (3.10)	6.15	97.13
3.5 ~ 4.0	88 / (1.09)	6.53	160 / (1.87)	6.50	98.62
4.0 ~ 5.0	62 / (0.77)	6.95	128 / (1.50)	7.01	99.77
5.00 <	14 / (0.17)	7.53	25 / (0.29)	7.80	100.00
合計	8060 / (100.00)		8545 / (100.00)		
備註	最大波高值：5.67 m 週　　期：7.82 sec 波　　向：28.1° 發 生 時 間：09/29 09		最大波高值：10.28 m 週　　期：9.36 sec 波　　向：57.9° 發 生 時 間：07/13 02		

表 6-3 基隆港逐時平均波向分布統計表

波向	2012 資料數 (百分率)	2013 年 資料數 (百分率)	百分率 (%)	波向	2012 資料數 (百分率)	2013 年 資料數 (百分率)	百分率 (%)
N	774 (9.60)	199 (2.33)	5.86	S	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
NNE	3431 (42.57)	3444 (40.30)	41.40	SSW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
NE	2953 (36.64)	3630 (42.48)	39.64	SW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
ENE	838 (10.40)	1260 (14.75)	12.63	WSW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
E	32 (0.40)	9 (0.11)	0.25	W	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
ESE	4 (0.05)	0 (0.00)	0.02	WNW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
SE	1 (0.01)	0 (0.00)	0.01	NW	1 (0.01)	0 (0.01)	0.01
SSE	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00	NNW	26 (0.32)	3 (0.04)	0.17

1. 波向判斷採用 ±11.25°
2. 2012 及 2013 年波浪觀測資料數分別為 8060 及 8545

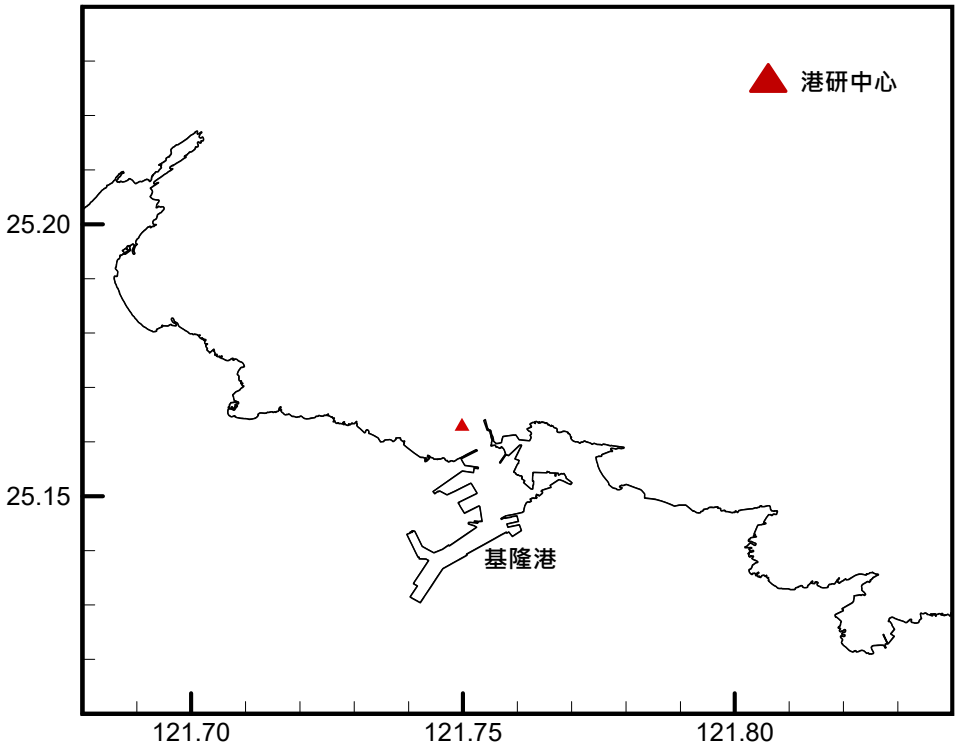


圖 6.15 北端海域波浪測站分布圖

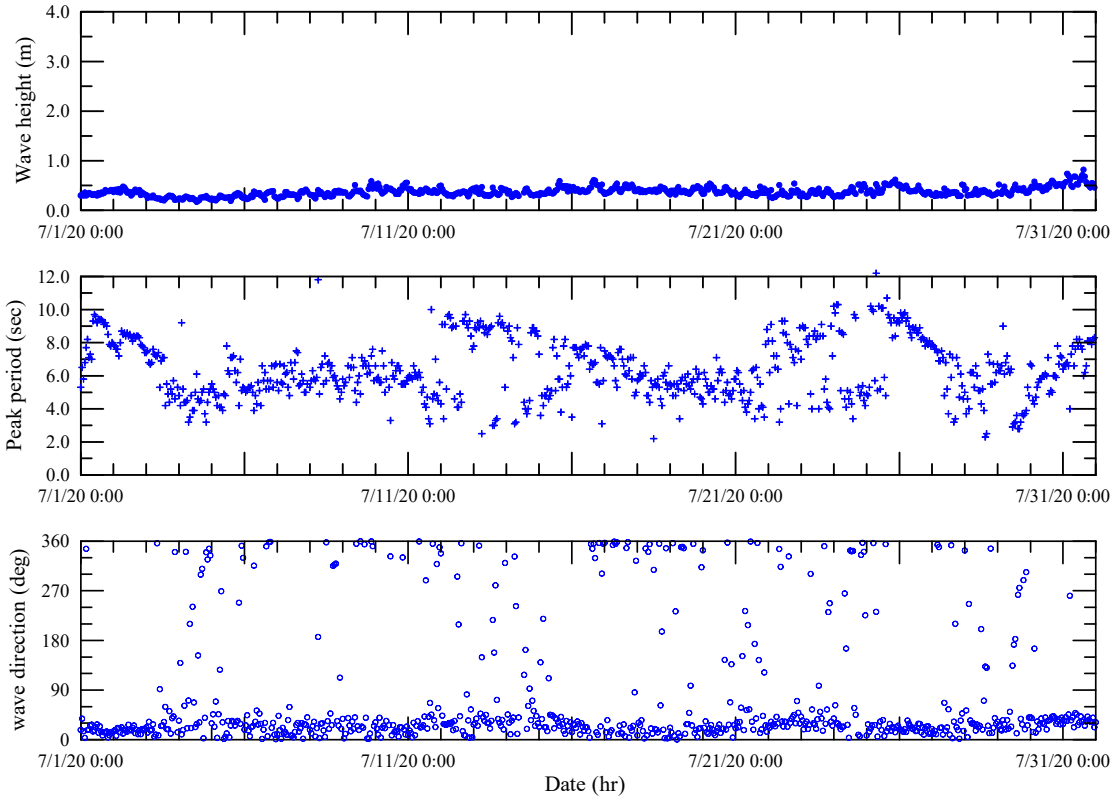


圖 6.16 基隆港外海 AWAC 測站 2020 年 7 月波浪觀測值歷線圖

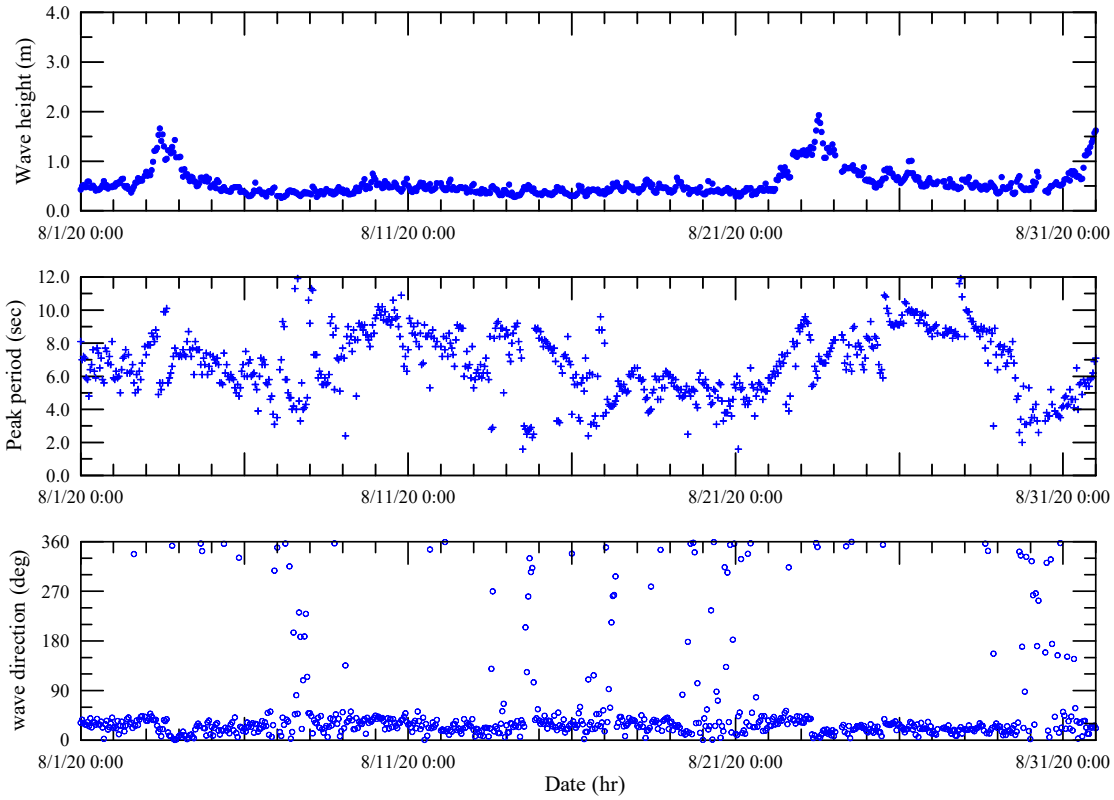


圖 6.17 基隆港外海 AWAC 測站 2020 年 8 月波浪觀測值歷線圖

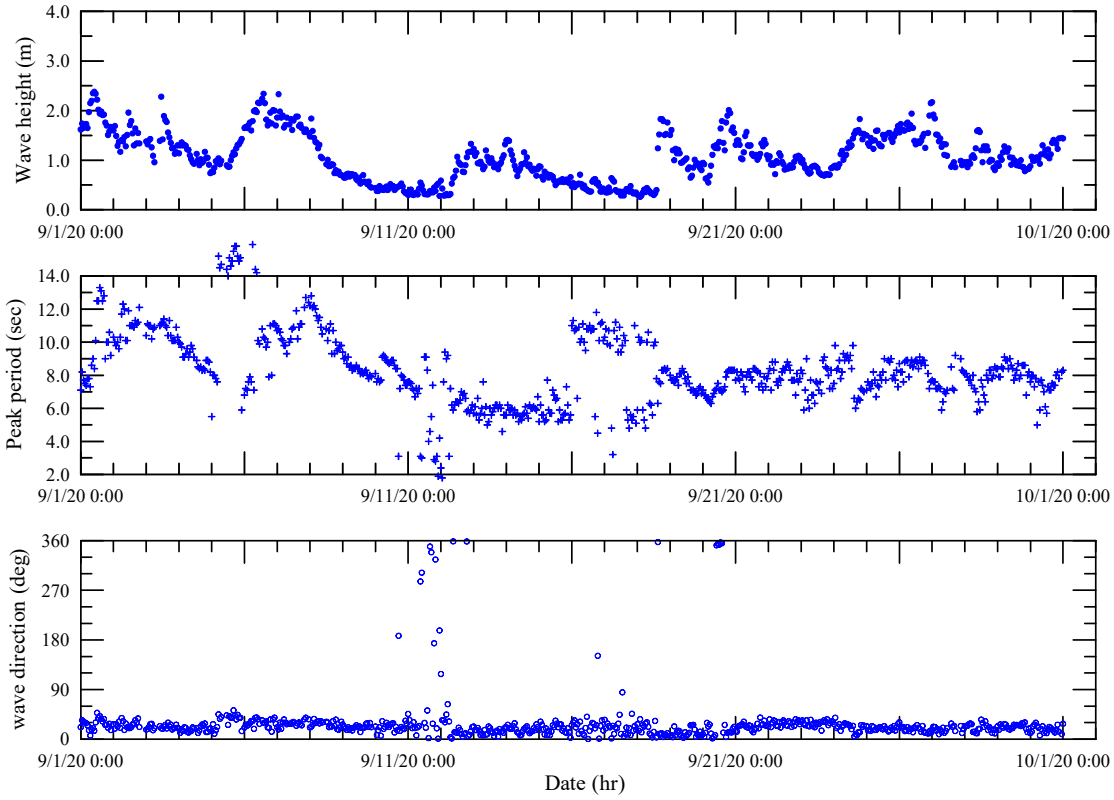


圖 6.18 基隆港外海 AWAC 測站 2020 年 9 月波浪觀測值歷線圖

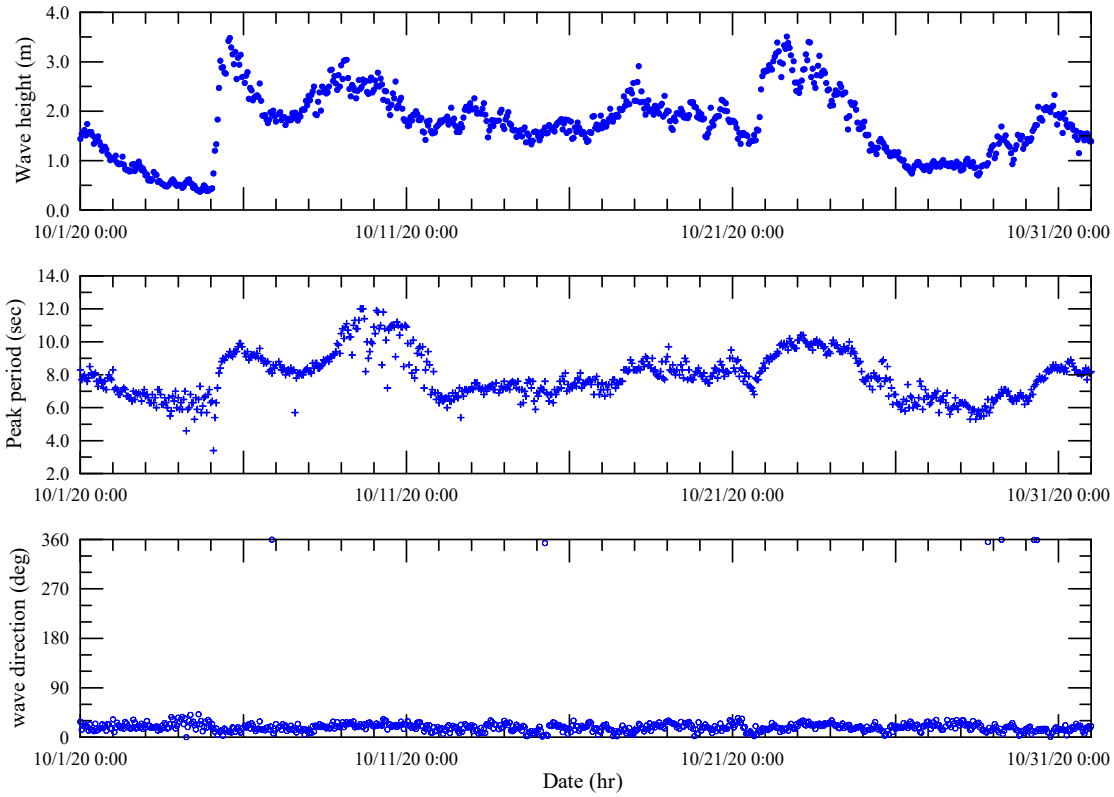


圖 6.19 基隆港外海 AWAC 測站 2020 年 10 月波浪觀測值歷線圖

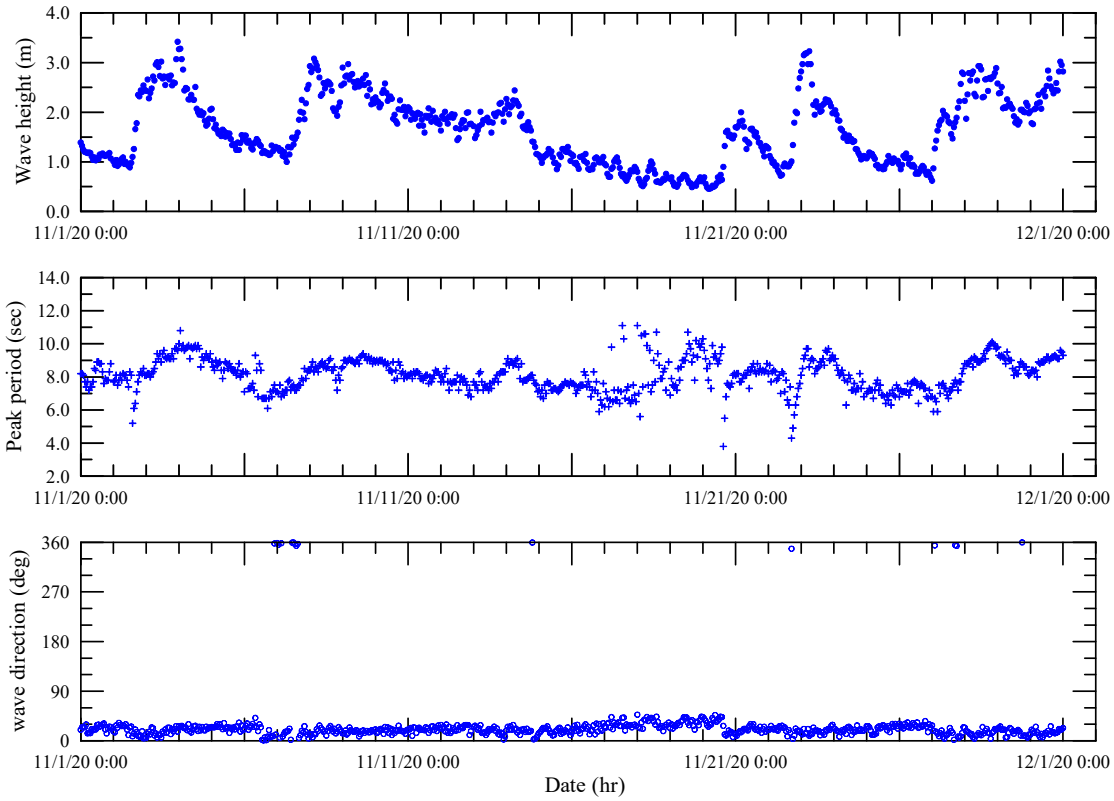


圖 6.20 基隆港外海 AWAC 測站 2020 年 11 月波浪觀測值歷線圖

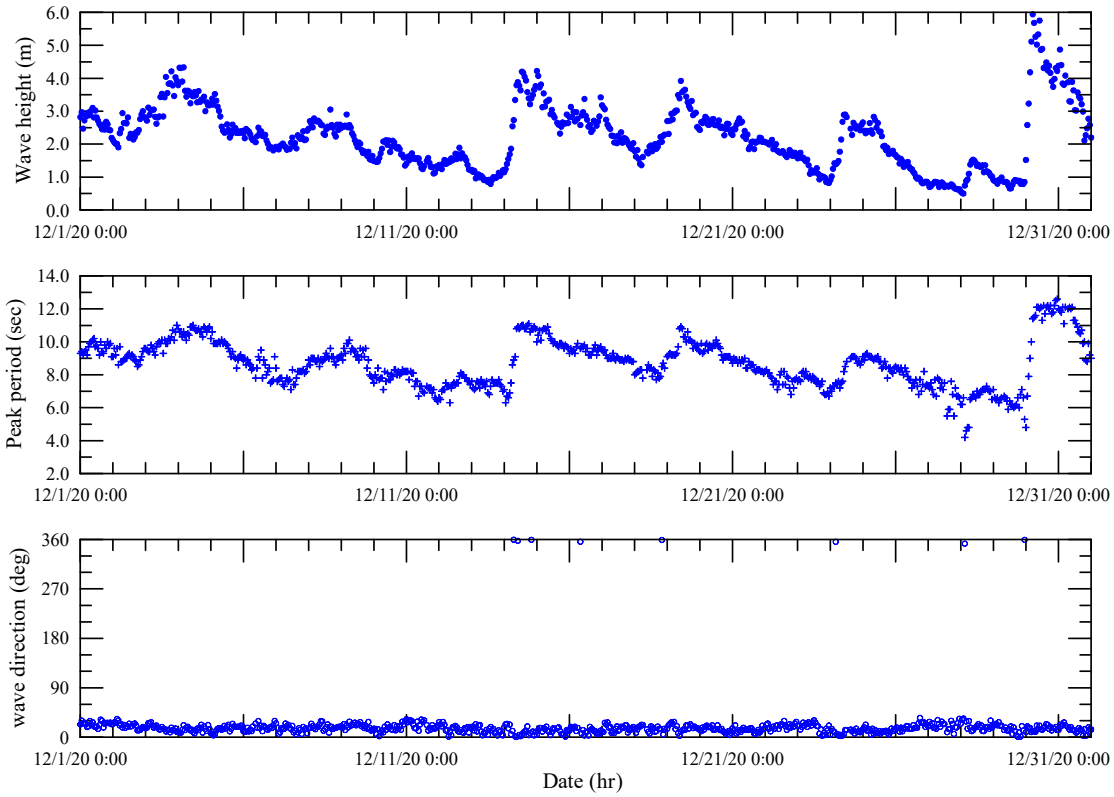


圖 6.21 基隆港外海 AWAC 測站 2020 年 12 月波浪觀測值歷線圖

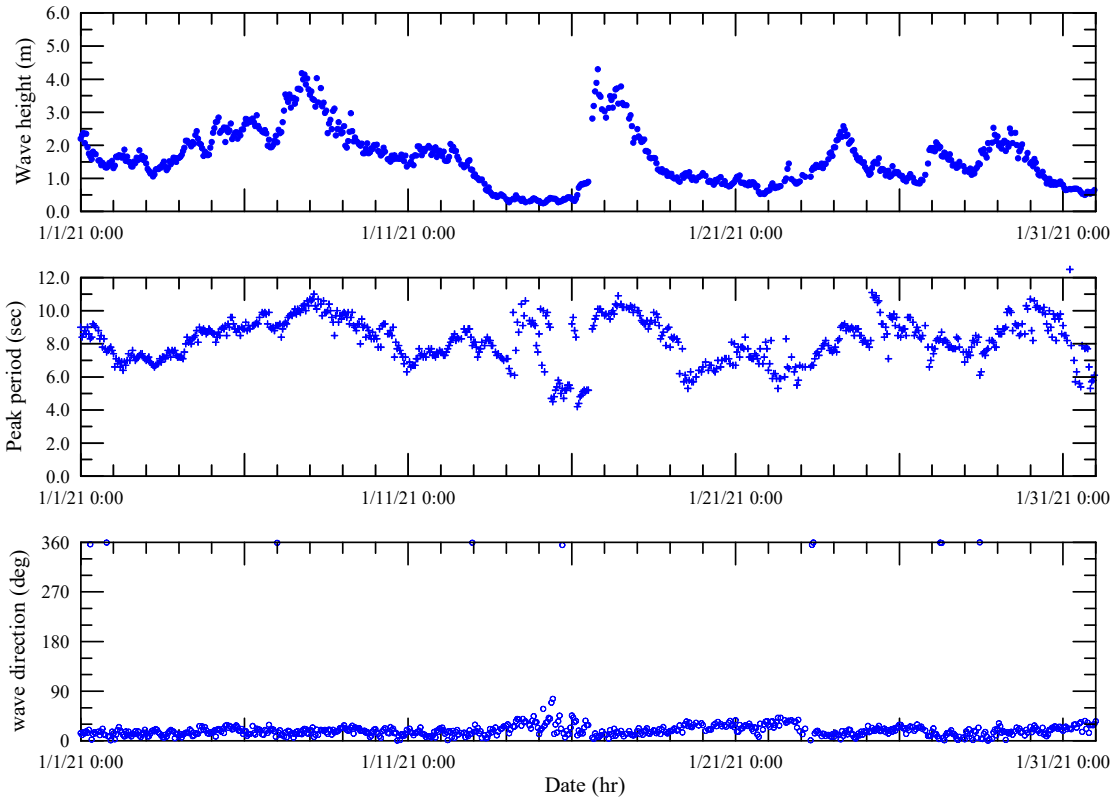


圖 6.22 基隆港外海 AWAC 測站 2021 年 1 月波浪觀測值歷線圖

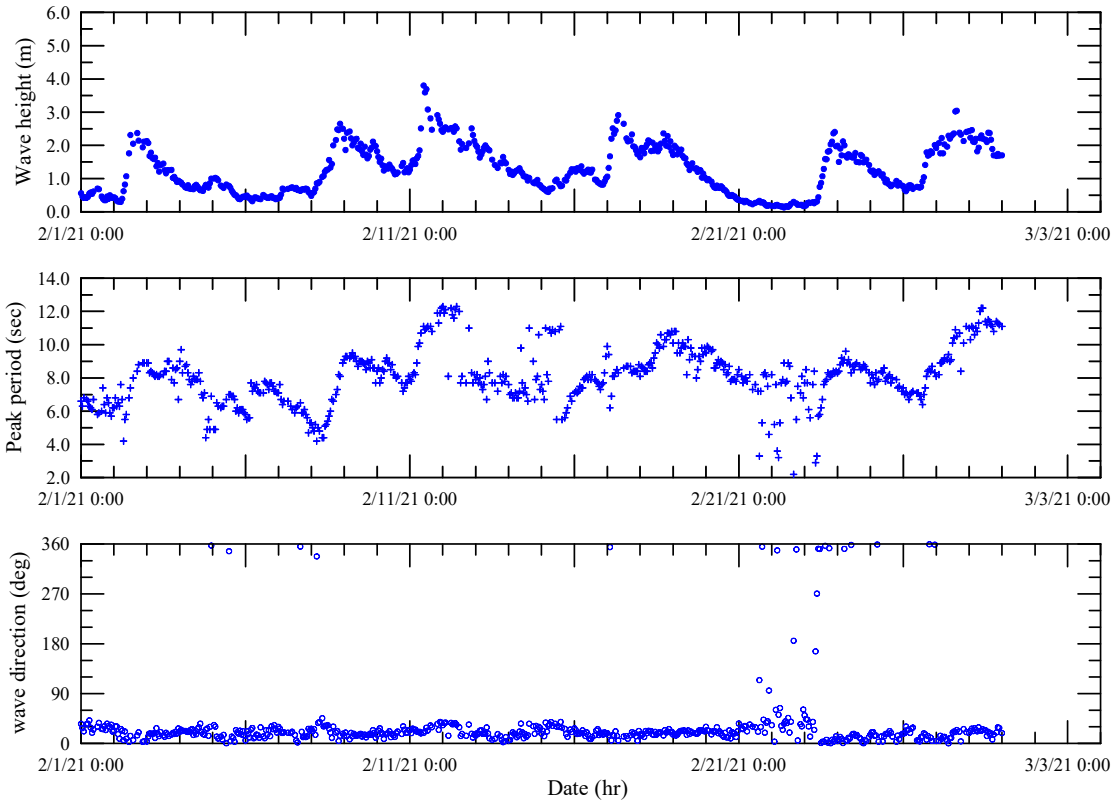


圖 6.23 基隆港外海 AWAC 測站 2021 年 2 月波浪觀測值歷線圖

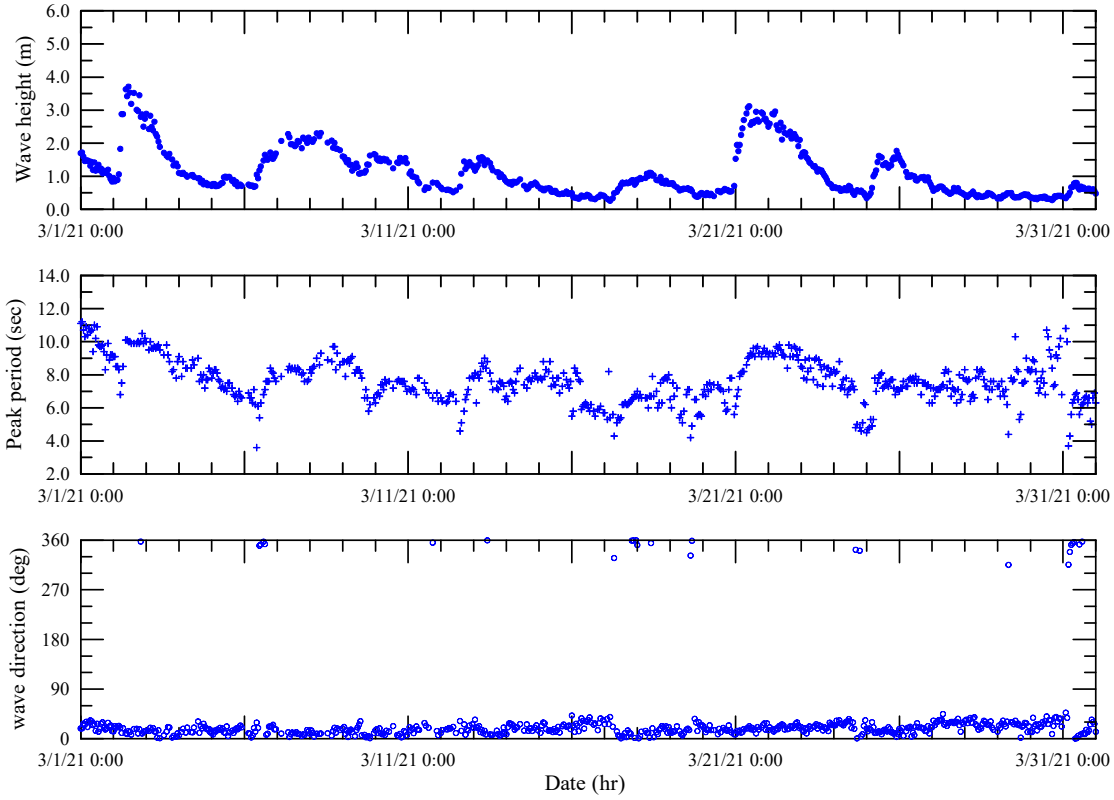


圖 6.24 基隆港外海 AWAC 測站 2021 年 3 月波浪觀測值歷線圖

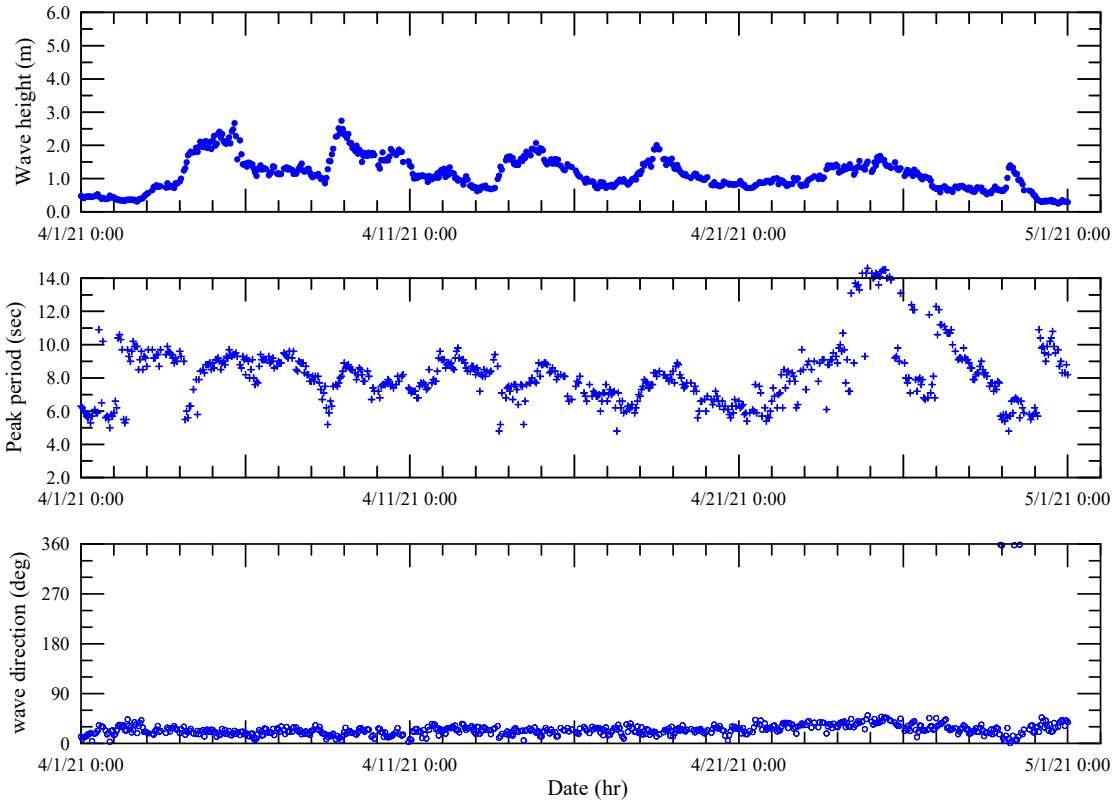


圖 6.25 基隆港外海 AWAC 測站 2021 年 4 月波浪觀測值歷線圖

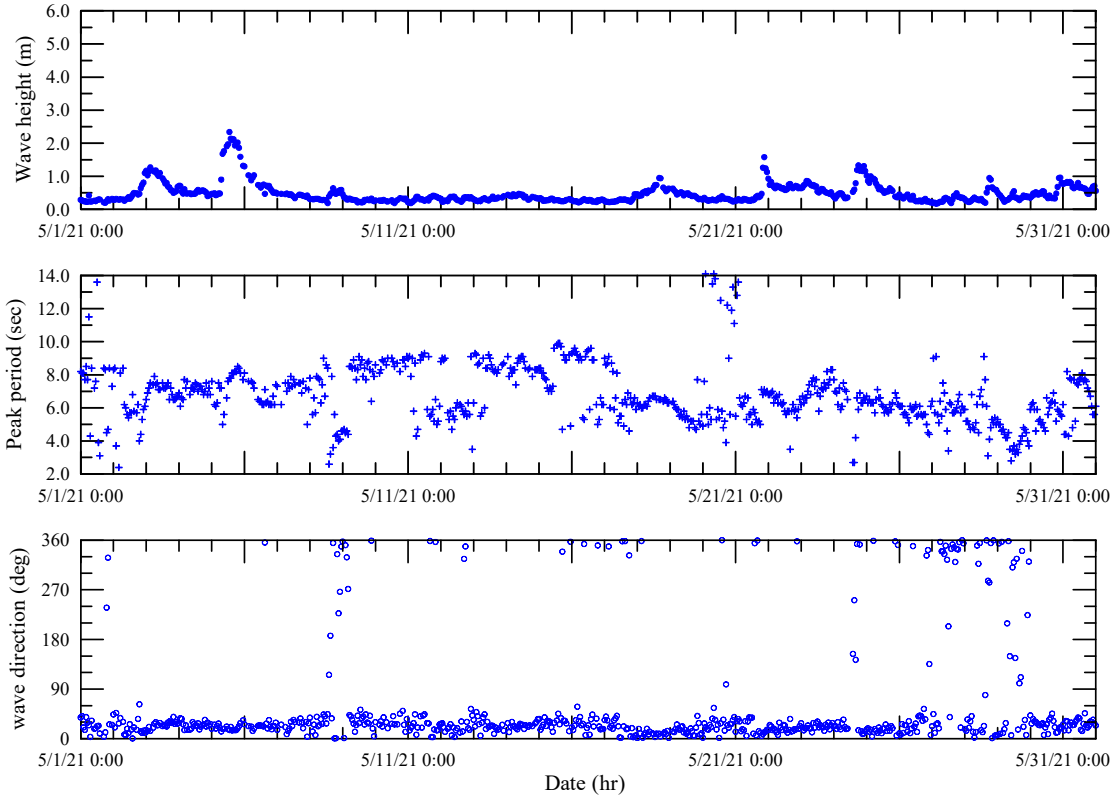


圖 6.26 基隆港外海 AWAC 測站 2021 年 5 月波浪觀測值歷線圖

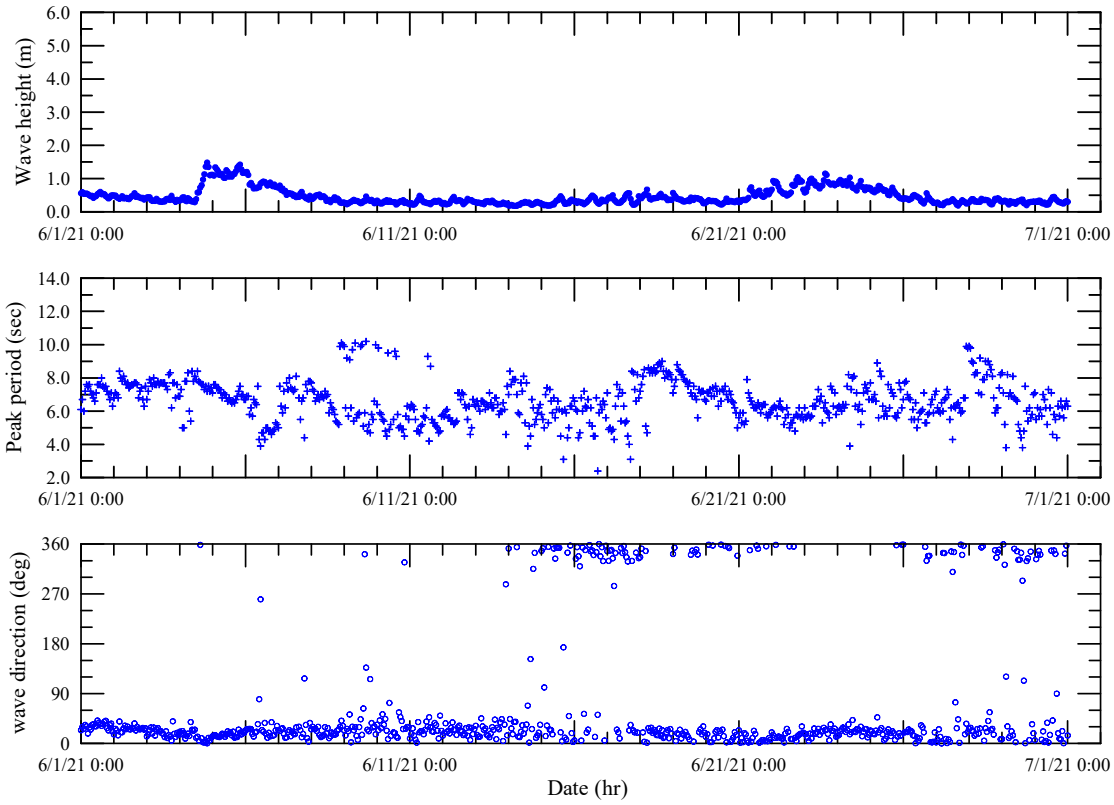


圖 6.27 基隆港外海 AWAC 測站 2021 年 6 月波浪觀測值歷線圖

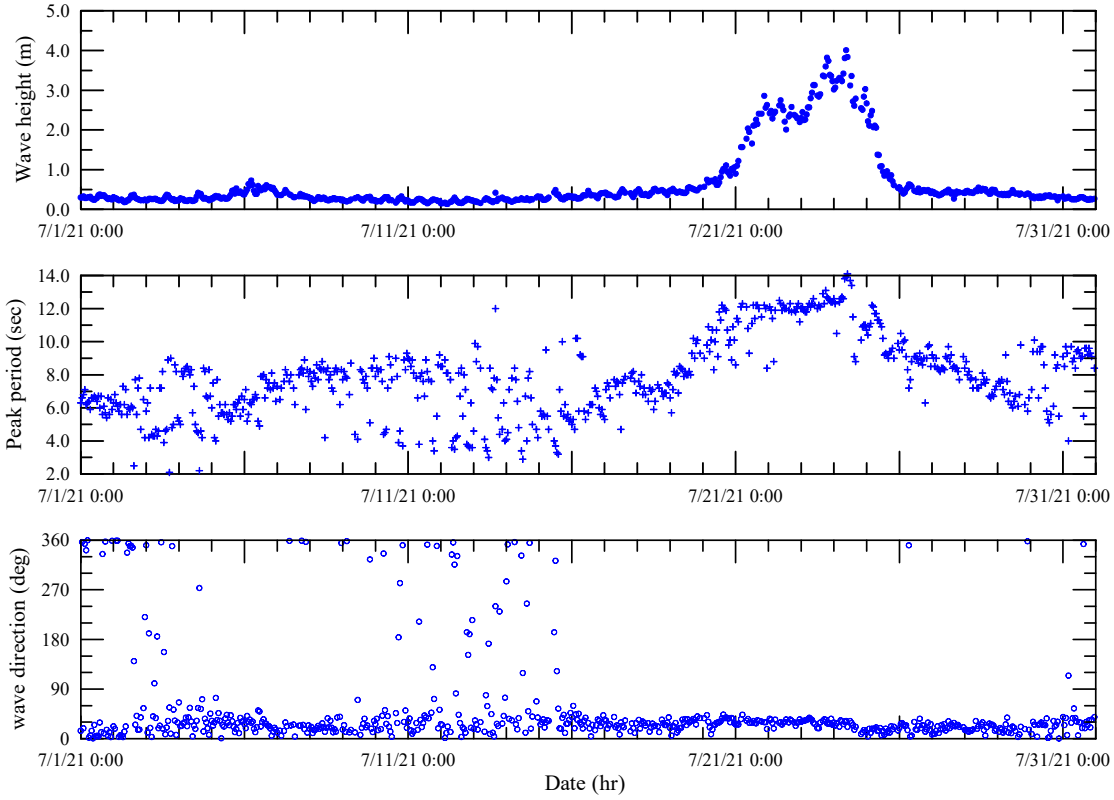


圖 6.28 基隆港外海 AWAC 測站 2021 年 7 月波浪觀測值歷線圖

6.4 海流

依據港研中心(2015)研究結果得知，基隆港海象觀測站海流流速大小分布及流向分布之年統計分析結果，如表 6-4 所列；由海流流速大小分布年統計結果得知，基隆港 AWAC 測站海流流速小於 0.25 m/s 之資料約佔全部觀測資料之 52.97%，流速介於 0.25 ~ 0.50 m/s 區間之資料約佔全部觀測資料之 35.64%，二者合計約達 88.61%。針對 2012 年高流速(大於 1.0 m/s)資料出現異常頻繁現象進行分析，可發現上述高流速資料發生時間點多集中於 6 月 14 日至 17 日之間(共計出現 13 次)及 7 月 20 日至 27 日之間(共共出現 22 次)等現象，如圖 2.36 及圖 2.37 所示；均屬於非颱風侵臺期間，因此研判觀測資料可能有問題。基隆港 2013 年海流最大流速觀測值為 1.27 m/s，流向為 **60.4**°(屬東北東向)，發生時間為 2013 年 3 月 11 日 23 時。另比較 2012 年及 2013 年基隆港 AWAC 測站流速分佈統計結果可發現，在流速低於 1.0 m/s 的分布上，2012 年及 2013 年海流觀測資料具有高度的一致性在；僅在強(或高)流速(大於 1.0 m/s)的部份，2012 年海流觀測資料出現的次數明顯偏多。

表 6-4 基隆港逐時海流流速分布年統計結果

年份 流速區間(m/s)	2012 年	2013 年	**平均**
	資料數 / (百分比)	資料數 / (百分比)	百分比
< 0.25	4366 / (52.03)	4680 / (53.87)	**52.97**
0.25 ~ 0.50	2993 / (35.66)	3095 / (35.63)	**35.64**
0.50 ~ 0.75	833 / (9.93)	791 / (9.11)	**9.51**
0.75 ~ 1.00	148 / (1.76)	114 / (1.31)	**1.53**
1.00 ~ 1.25	31 / (0.37)	6 / (0.05)	**0.22**
1.25 ~ 1.50	11 / (0.13)	1 / (0.02)	**0.08**
1.50 ~ 1.75	4 / (0.05)	—	**0.02**
1.75 ~ 2.00	4 / (0.05)	—	**0.02**
2.00 <	2 / (0.02)	—	**0.01**
合計	8392 / (100.00)	8687 / (100.00)	**100.00**
備 註	最大流速值(2.07)* 流　向(99.44°) 時　間(07/22 21)	最大流速值(1.27) 流　向(60.4°) 時　間(03/11 23)	
***觀測資料之合理性無法判斷**			

第七章 北端海域小尺度海象模組建置

本項工作為針對北端海域(富貴角向東延伸至三貂角間海岸區域)建置合適的小尺度風浪模組及水動力模組，並應用基隆港波浪、水位及海流等觀測資料校驗。港研中心 TaiCOMS 針對海象模擬已建置臺海風浪模擬子系統及水動力模擬子系統，因此，本項工作將在既有的基礎下，增建小尺度北端海域風浪模組及水動力模組。

7.1 北端海域小尺度風浪模組建置

本計畫將依據 TaiCOMS 臺海風浪模擬子系統架構及作業化模擬流程，如圖 7.1 所示，建構北端海域合適的小尺度近海風浪模組(稱之為基隆海域風浪模組)，與既有的大尺度遠域風浪模組(西太平洋範圍風浪模組)及中尺度近域風浪模組(臺灣周圍範圍風浪模組)構成三層巢狀網格，執行本計畫北端海域風浪模擬作業，並納入臺海風浪模擬子系統提供港灣環境資訊網細緻化的風浪模擬資訊。

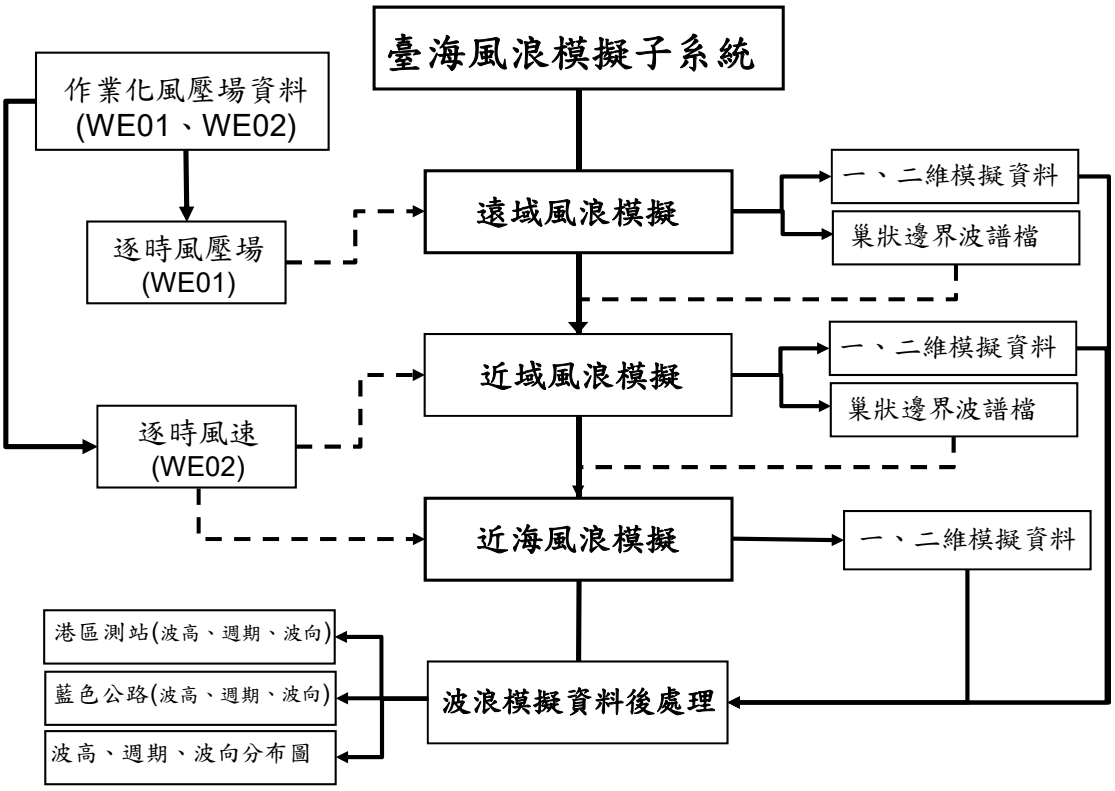


圖 7.1 臺海風浪模擬系統之架構及模擬流程圖

7.1.1 數值計算網格建置

針對北端海域風浪模擬，本計畫規劃的遠域、近域及近海三層巢狀網格模擬範圍，如圖 7.2 所示；圖中遠域風浪模組模擬範圍含蓋西太平洋北緯 10°至 35°，東經 110°至 145°之海域；近域風浪模組模擬範圍為含蓋臺灣周圍海域北緯 20.6°至 28.0°，東經 117.6°至 123.6°之海域；基隆海域風浪模組模擬範圍為北端海域北緯 24.24°至 25.12°，東經 121.64°至 122.00°之海域，如圖 7.3 所示。基於風浪模式 WAM 及 SWAN 採用的數值計算網格為等間距規則網格，因此，本計畫規劃的各層巢狀網格之建置資訊，如表 7-1 所列；表中遠域、近域及近海網格解析度分別為 0.2°、0.04°及 0.008°，各層網格數分別為 176×126、151×186 及 126×121。網格原點(1,1)定義為模擬範圍之左下角，座標系統採用經緯度。

本計畫遠域風浪模組(大尺度)網格水深資料建置來源為 ETOPO1 地形水深資料，近域風浪模組(中尺度)網格水深資料來源為 ETOPO1、海科中心公布的 500m 及 200m 網格數值地形水深資料(如表 7-2 所列)；基隆海域風浪模組(小尺度)網格水深資料來源為海科中心公布的 200m 網格數值地形水深資料及內政部海域水深測量資料。此外，本計畫將配合風浪模式 WAM 及 SWAN 程式之需求，重新定義網格水深資料為正值，陸地高程為負值，並宣告陸地高程小於-10m 為非計算格點。最後，網格地形水深資料需配合 WAM 及 SWAN 程式特性轉換成可讀取之格式檔。

表 7-1 本計畫遠域、近域及近海三層巢狀網格建置之資訊表

網格名稱	範圍		解析度(°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
遠域風浪模組*1	110.0/145.0	10.0/35.0	0.2	176×126
近域風浪模組*1	117.6/123.6	20.60/28.0	0.04	151×186
基隆海域風浪模組	**121.56/122.40**	**25.00/25.80**	**0.008**	**106×101**
註*1：詳見2.1.2節				

表 7-2 海科中心臺灣周圍海域數值水深網格資料表

數值水深格式	範圍		解析度(m)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
Taidp500m	117.0/125.0	18.0/27.0	500	1601×1801
Taidp200m	119.0/123.0	21.0/26.0	200	2001×2501

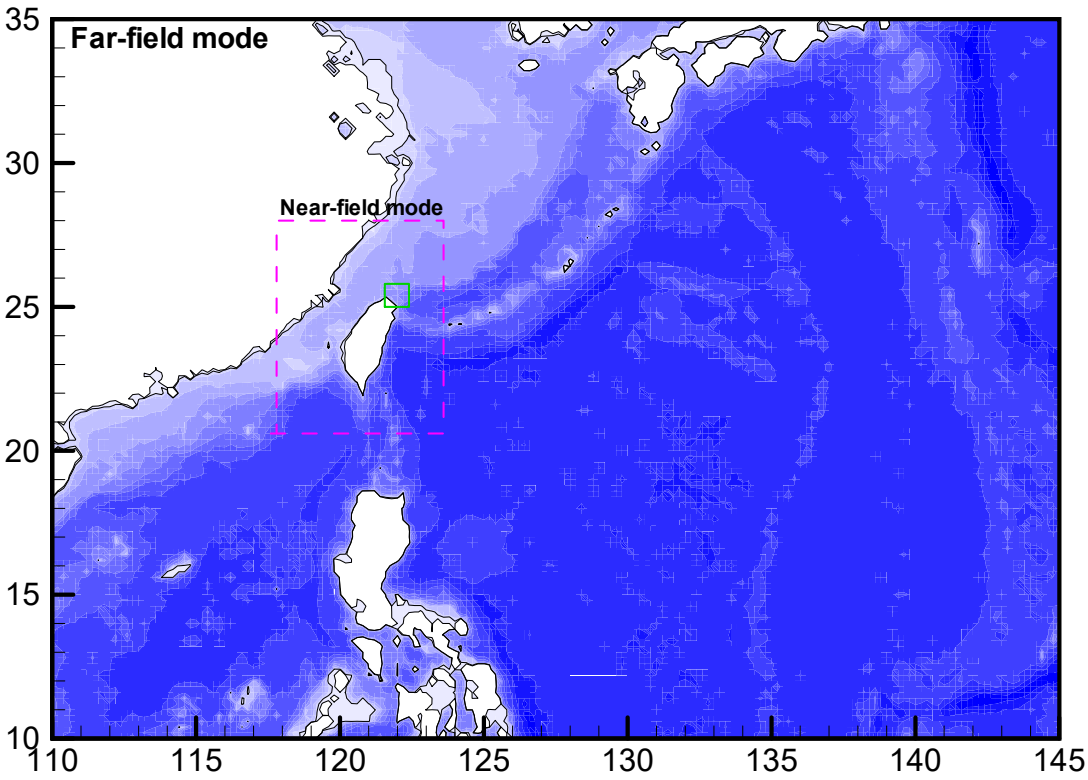


圖 7.2 北端海域風浪模擬三層巢狀網格模擬範圍圖

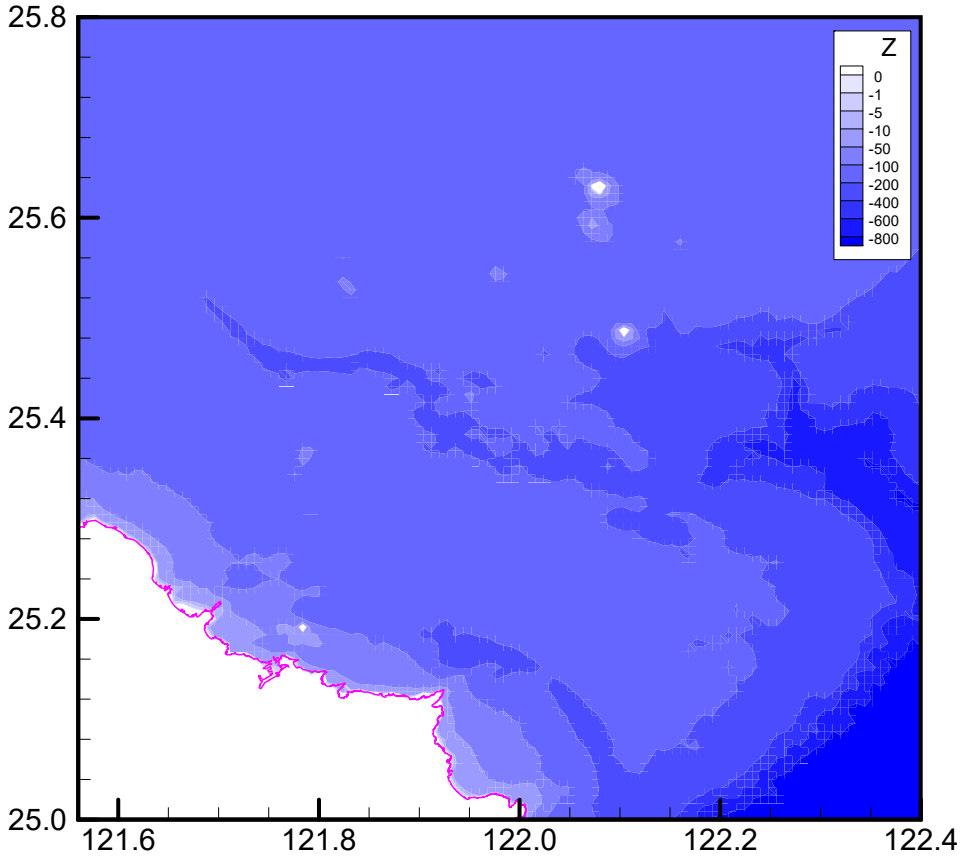


圖 7.3 基隆海域風浪模組之模擬範圍及水深分布圖

7.1.2 風場資料

本計畫風浪模擬採用的風場資料為 TaiCOMS 風壓場處理系統產出的每日 4 報作業化逐時風壓場資料(WE01 及 WE02，詳見 2.1.1 節)，資料時間長度為 55 小時，風壓場網格資訊如表 7-3 所列。依據臺海風浪模擬子系統之設計， WE01 風壓場將提供遠域風浪模組使用，WE02 風壓場將提供近域風浪模組及基隆海域風浪模組使用，如圖 7.1 所示。此處本計畫將透過風浪模擬作業化程式，分別將 WE01 及 WE02 風壓場資料轉換成風浪模式 WAM 及 SWAN 可讀取之風場資料格式檔。

表 7-3 作業化風場資料之網格資料表

風場格式	範圍		解析度(°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
WE01	105.0/150.0	10.0/40.0	1/6	271×181
WE02	116.0/125.0	20.0/29.0	1/30	271×271

7.1.3 邊界條件離散化波譜

依據巢狀網格之設計得知，本計畫基隆海域風浪模組開放海域邊界條件，將由近域風浪模擬過程提供巢狀邊界格點之逐時風浪模擬波譜資料。此處風浪波譜之離散化方法採用階梯函數(step function)，為獲得相對均等的解析度，離散化頻寬計算採用對數尺度，即 $\Delta f/f = 1.1$，則波浪頻率模擬範圍為

$$f_{\max}/f_{\min} = (1.1)^{ML-1} \quad (7.1)$$

式中 ML 為頻率離散化數量。目前臺海風浪模擬採用的離散化波譜之頻率數為 31，波向數(KL)為 36，其中最小頻率值 f_{min}=0.04，波向解析度為 10°。

7.1.4 初始條件

由臺海風浪模擬子系統設計的 SWAN 作業化模擬流程(如圖 7.4 所示)得知，本計畫北端海域風浪模擬初始條件同樣區分為冷啟動狀態及熱啟動狀態。在冷啟動設定狀態下，本計畫初始條件將由 SWAN 採用穩態求解方式求得初始風浪場並輸出熱啟動檔，作為後續非穩態風浪模擬之初始條件。在熱啟動設定狀態下，初始風浪場係讀取前次風浪“追算”模擬結

束前輸出之熱啟動檔。因此，本計畫設計的 SWAN 模擬流程，每報會執行兩次非穩態模擬，其中第一次模擬稱為“追算"模擬，目的僅為產生下次模擬之初始風浪場(即熱啟動檔)；第二次模擬稱為“預測”模擬，目的為產生逐時預測之風浪場資料。在每日 1 報、全程計算 73 小時設計下，第 1 小時無執行計算，接著執行追算模擬 24 小時，執行預測模擬 48 小時；在每日 4 報、全程計算 55 小時設計下，第 1 小時無執行計算，接著執行追算模擬 6 小時，執行預測模擬 48 小時。此外，本計畫 SWAN 非穩態模擬之時間距設定值為 300 sec。

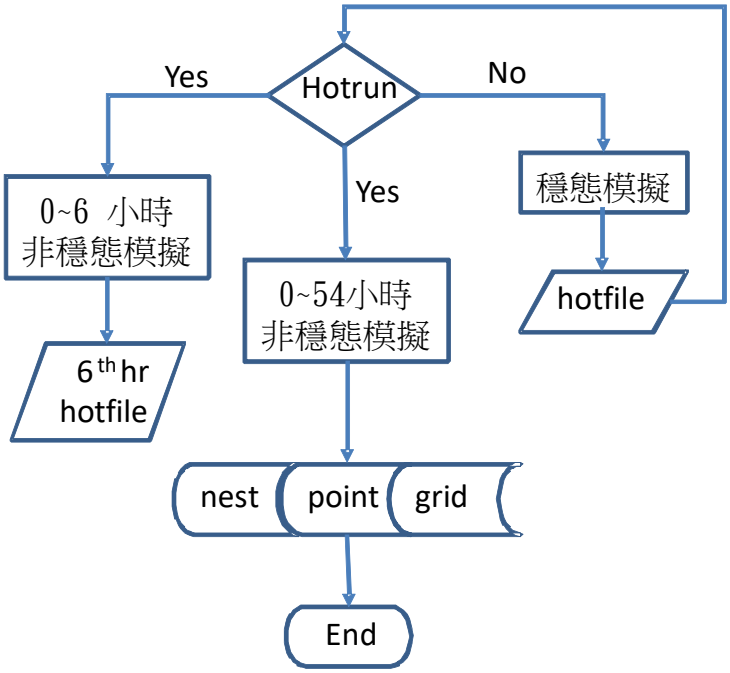


圖 7.4 風浪模式 SWAN 之模式執行架構及流程圖

7.2 北端海域小尺度水動力模組建置

本計畫將依據 TaiCOMS 臺海水動力模擬子系統架構及作業化模擬流程，如圖 7.5 所示，針對北端海域建構合適的小尺度水動力模組(稱之為基隆海域水動力模組)，與中尺度暴潮模組結合執行本計畫北端海域水位及流場模擬，並納入臺海水動力模擬子系統提供港灣環境資訊網細緻化的水位及流場模擬資訊。

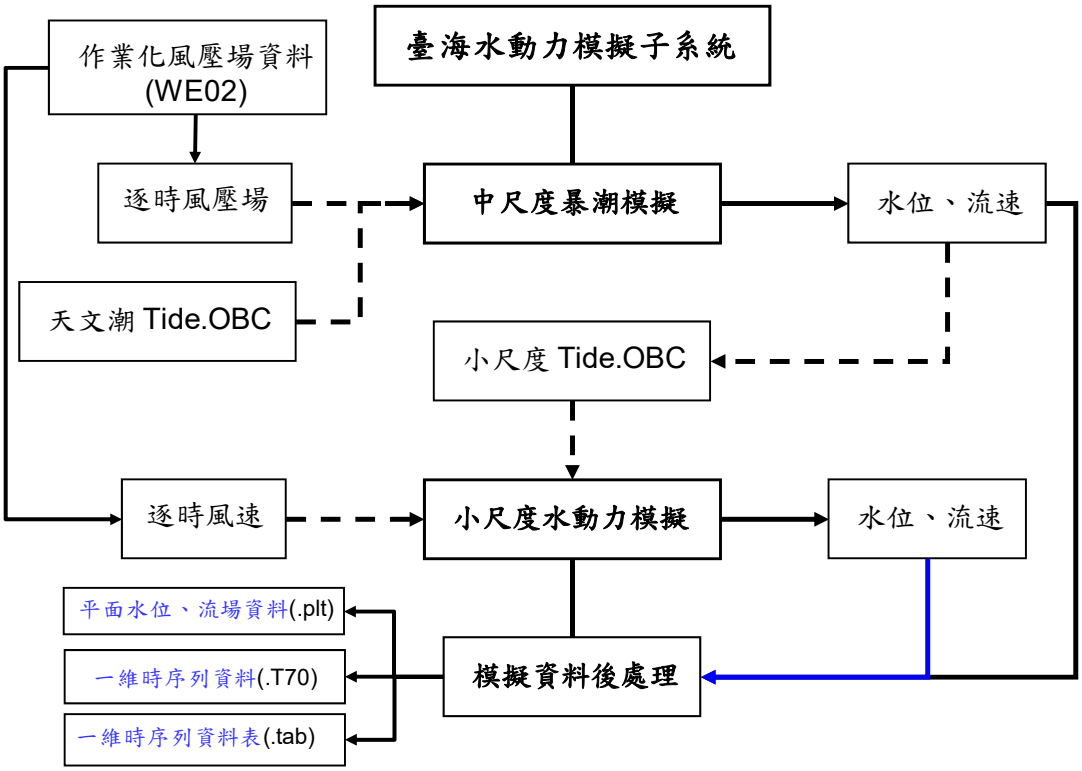


圖 7.5 臺海水動力模擬系統之架構及模擬流程圖

7.2.1 數值計算網格

針對北端海域水動力模擬，本計畫規劃的模擬範圍西起新北市三芝區富貴角海岸，東至瑞芳區鼻頭角海岸，如圖 7.6 所示；東西長約 43 公里，離岸邊界大致與基隆海岸平行，東側離岸距離約 20 公里，西側離岸距離約 17 公里。本計畫水動力模式採用的數值計算方法為有限元素法，因此，本計畫利用三角形元素建構小尺度非結構性網格，如圖 7.7 所示，計有 2610 個節點及 4745 個三角形元素。於基隆港港區及港口附近，非結構性網格分布情形，如圖 7.8 所示。

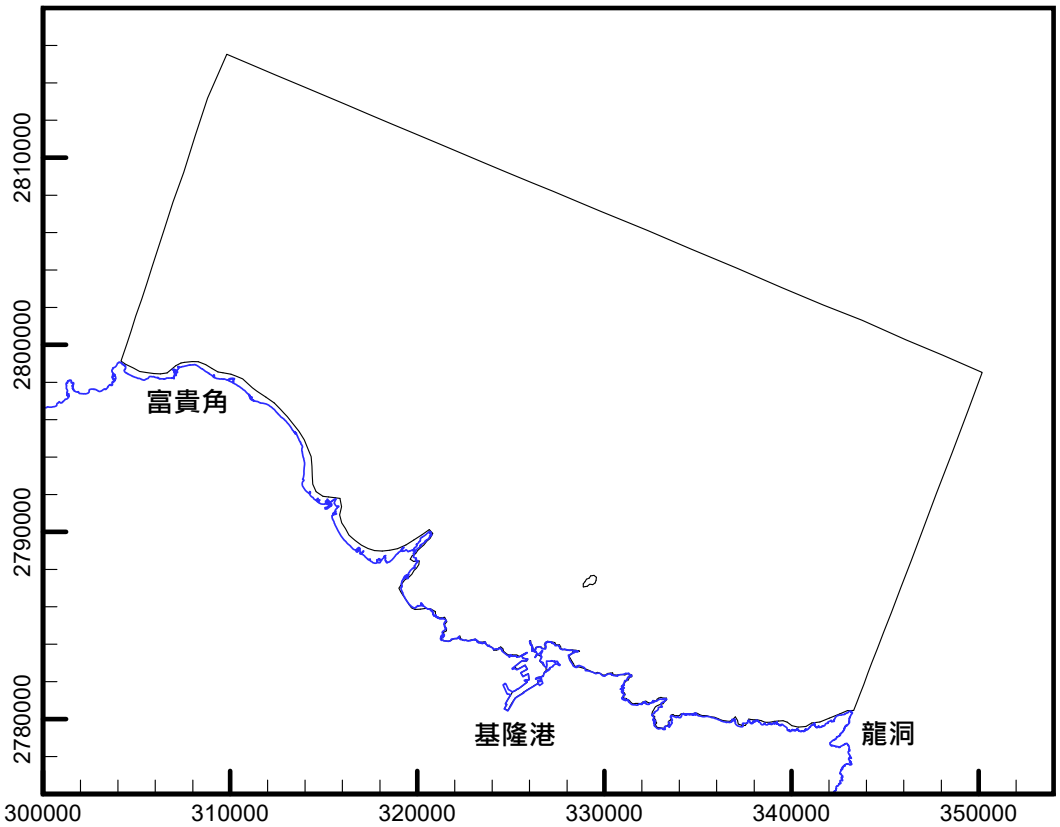


圖 7.6 基隆海域水動力模組之模擬範圍圖

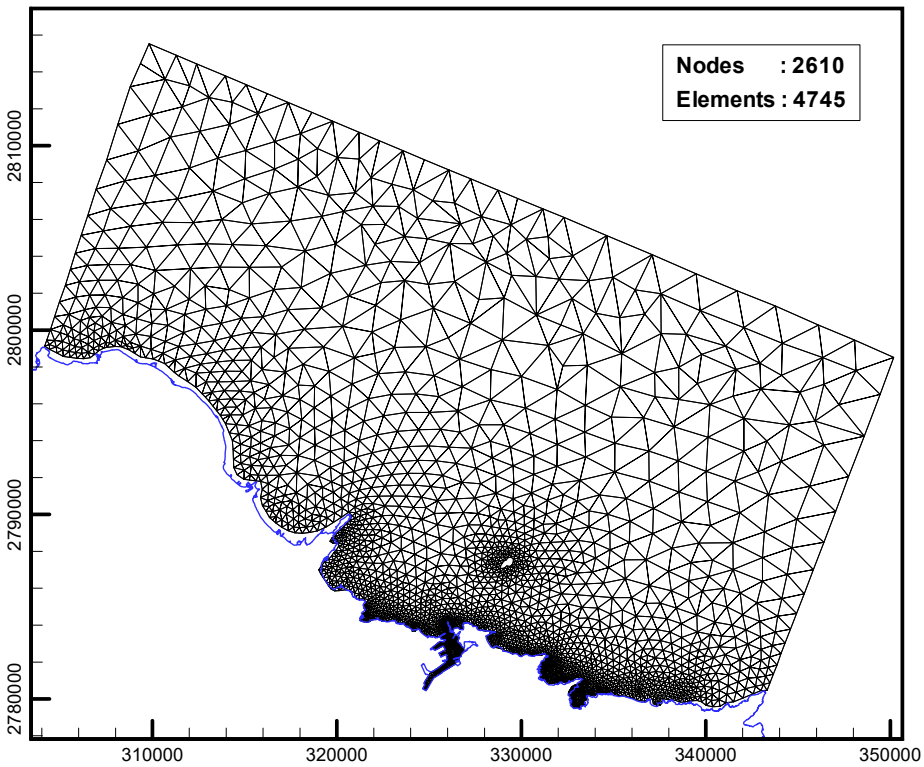


圖 7.7 基隆海域水動力模組小尺度非結構性網格圖

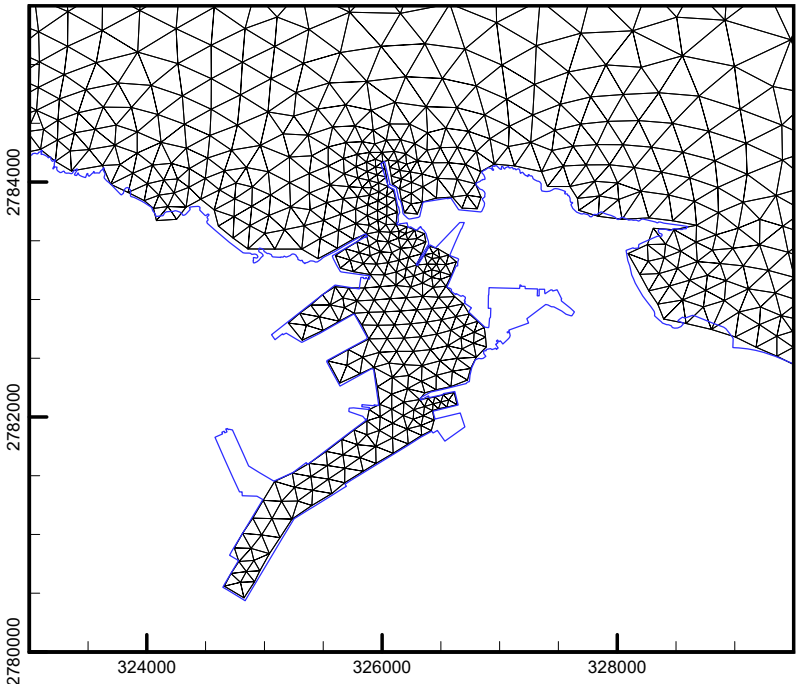


圖 7.8 基隆港港區小尺度非結構性網格分布圖

7.2.2 地形水深

本計畫基隆海域水動力模組數值計算網格水深資料來源包括，內政部海域水深測量資料及臺灣港務公司 109 年基隆港港區水深調查資料等。因此，本計畫基隆海域水動力模組海域水深分布情形，如圖 7.9 所示。

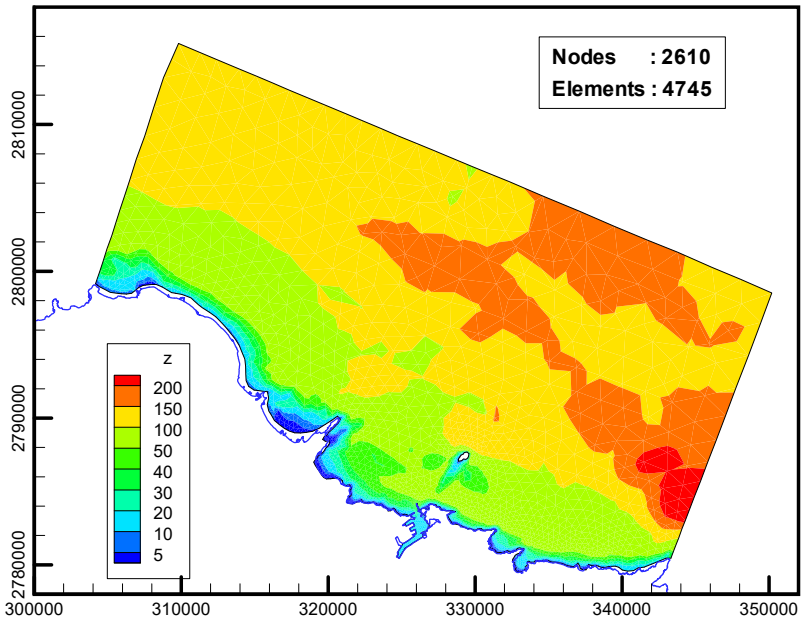


圖 7.9 基隆海域水動力模組海域水深分布圖

7.2.3 邊界條件及初始條件

本計畫水動力數值模式之邊界條件計有側向邊界條件及海面邊界條件，其中側向邊界條件區分為陸地流速邊界條件及海域開放邊界條件等兩種類型。陸地流速邊界條件依流速設定型態分為(1)不滑動邊界條件，假設陸地邊界節點流速等於零，即 u=0 且 v=0；(2)滑動邊界條件，即假設陸地邊界節點垂直方向之流速或流量(q_n=0)等於零。本計畫基隆海域水動力模組陸地邊界條件，採用滑動邊界條件。海域開放邊界採用水位條件，本計畫基隆海域水動力模組開放海域邊界水位條件，由中尺度暴潮模組模擬結果產生。

模擬之初始條件在冷啟動模擬(cold start)狀況下，模式假設流場之初始速度及水位均為零；在熱啟動模擬(hot start)狀況下，模式採用前次模擬結果儲存的流場速度及水位值為初始條件。

7.2.4 模式物理參數設定

由於水動力模式數值計算之穩定性除了與三角元素大小、節點水深大小及時間項差分之間距$\triangle t$ 大小有關外，模式所使用的物理參數如渦動粘滯性係數及底床摩擦係數大小，以及模式模擬之起始條件等均會影響至模式計算之穩定性。因此相關參數值需進行率定與測試，而本計畫中基隆港水動力模式最終採用的時間間距$\triangle t$ 為 1.0 sec。渦動粘滯性係數本計畫參考 Wang and Connor (1974)之假設，即

$$E_{xx} \sim ag(\tilde{\eta}/\tilde{u})\tilde{x}$$

式中 a 為無因次係數，其合理的範圍為 0.01~0.1 之間；g 為重力加速度，$\tilde{\eta}$為潮汐代表性潮差，$\tilde{u}$為潮流代表性流速，$\tilde{x}$為三角元素代表性邊界。本計畫依據 2010 年基隆港水動力模式驗証結果得知：模式渦動粘滯性係數計算無因次係數 a 為 0.02，代表性流速$\tilde{u}$為 0.5m/s，代表性潮差$\tilde{\eta}$為 1.0m；底床摩擦係數隨水深而變，其值介於 0.0024~0.023 之間。

第八章 優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬

8.1 港區靜穩模擬系統介紹

本計畫港區靜穩模擬(simulation of harbor tranquility)系統係整合外海風浪模組及港域波浪模組建構而成的作業化模擬系統，其組成架構及模擬流程如圖 8.1 所示；圖中港區外海風浪模擬係採用遠域、近域及近海三層巢狀模擬架構，此與本計畫臺海風浪模擬系統一致，即透過大尺度遠域風浪模擬、中尺度近域風浪模擬及小尺度近海風浪模擬等流程，產生港域波浪場模擬所需的外海波浪輸入條件(如波高、週期及波向等)預測資訊，進而對港區波浪場執行模擬預測，最後產出港內碼頭區水域波高預測值(如平均值、最大值及最小值等)。

有關港區靜穩模擬採用的數值模組說明如下：

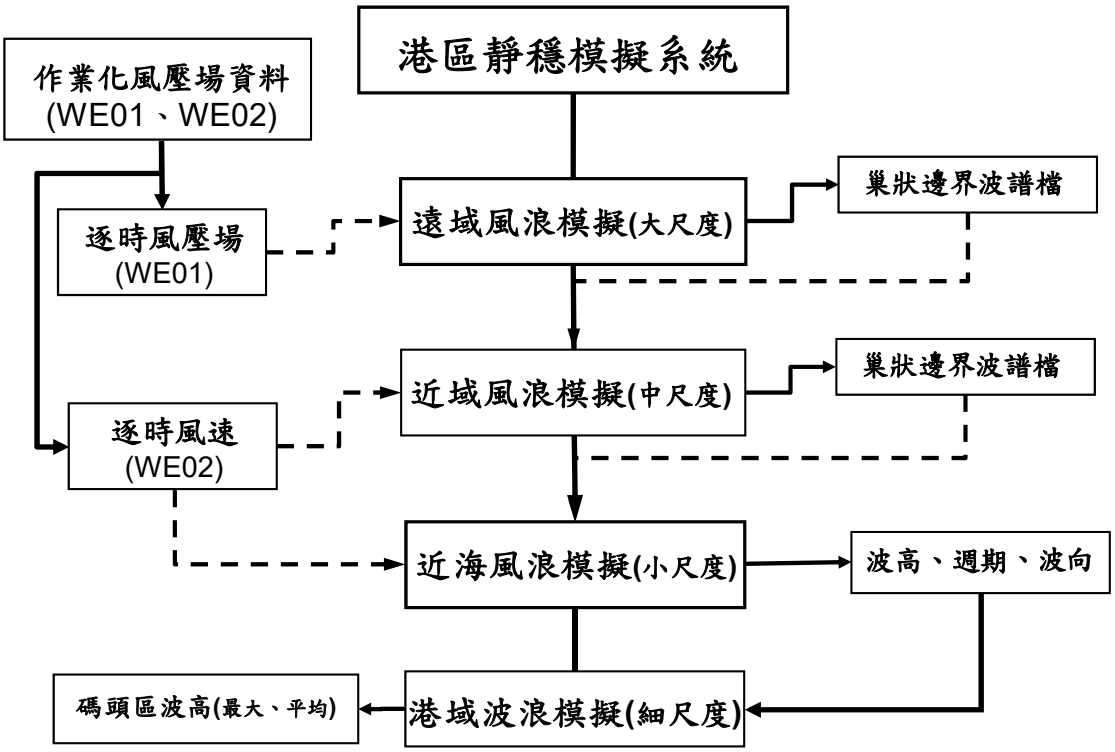


圖 8.1 港區靜穩模擬系統之架構及模擬流程圖

8.1.1 港區外海風浪模擬

港區外海風浪模擬採用的遠域、近域及近海風浪模組之模擬範圍，如圖 8.2 所示，圖中小尺度近海風浪模組有二，即花蓮海域(HLsea)及蘇

澳海域(SAsea)，風浪模擬使用的三層巢狀網格資訊，如表 8-1 所列。此外，大尺度遠域風浪模擬採用的數值模式為 WAM，中尺度近域風浪模擬及小尺度近海風浪模擬採用的數值模式為 SWAN。

8.1.2 港域波浪模擬

港區靜穩模擬系統目前建置的細尺度港域波浪模組包括花蓮港港域波浪模組及蘇澳港港域波浪模組等，其模擬範圍分別如圖 8.3 及圖 8.4 所示。本計畫港域波浪模擬採用的數值模式係利用有限元素法求解橢圓型緩坡方程式，故系統港域波浪場模擬結果可視為外海波浪模擬條件產生的穩態解。花蓮港及蘇澳港之港域波浪模組採用非結構線性三角形元素建構數值計算網格，分別如圖 8.5 及圖 8.6 所示；模組使用的三角形元素網格內容，如表 8-2 所列。受到數值模式自身基本特性之限制，表中細尺度網格僅能適用於外海波浪週期(此處設定為譜峰週期)為 8 sec 以上之風浪模擬預測值。換言之，本計畫建構的港區靜穩模擬對象相當於外海譜峰週期 8 sec 以上之長浪。

此外，花蓮港港型屬狹長型，港區分為外港區及內港區，共配置 25 座碼頭，如圖 8.7 所示；圖中內港區建有 16 座碼頭(編號 1~16)，水深約 6.5~10.5m；外港區屬於深水碼頭，共有 9 座碼頭(編號 17~25)，水深約 12~16.5m。蘇澳港港域寬廣，北側屬軍港區，南邊商港區建有三座矩形狀港渠(即第一港渠、第二港渠及第三港渠)及配置 13 座碼頭席位，如圖 8.8 所示，水深約 6.5~13.5m。

表 8-1 港區靜穩模擬子系統風浪模組巢狀網格之資訊表

風浪模組名稱	範圍		解析度(°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
遠域風浪模組	110.0/145.00*[1]	10.0/35.00	0.2	176×126
近域風浪模組	117.60/123.60	20.60/28.00	0.04	151×186
花蓮海域近海風浪模組	121.40/122.40	23.28/24.24	0.008	126×121
蘇澳海域近海風浪模組	121.64/122.40	24.24/25.12	0.008	96×111
註*[1]：110 年擴大模擬範圍				

表 8-2 港區靜穩模擬子系統港域波浪模組非結構網格之資訊表

港域波浪模組名稱	三角形元素網格		外海假想邊界半徑(m)	最大水深(m)
	元素數目	節點數目		
花蓮港域波浪模組	122,481	62,116	2,200.0	100.0
蘇澳港域波浪模組	99,069	50,843	826.0	30.0

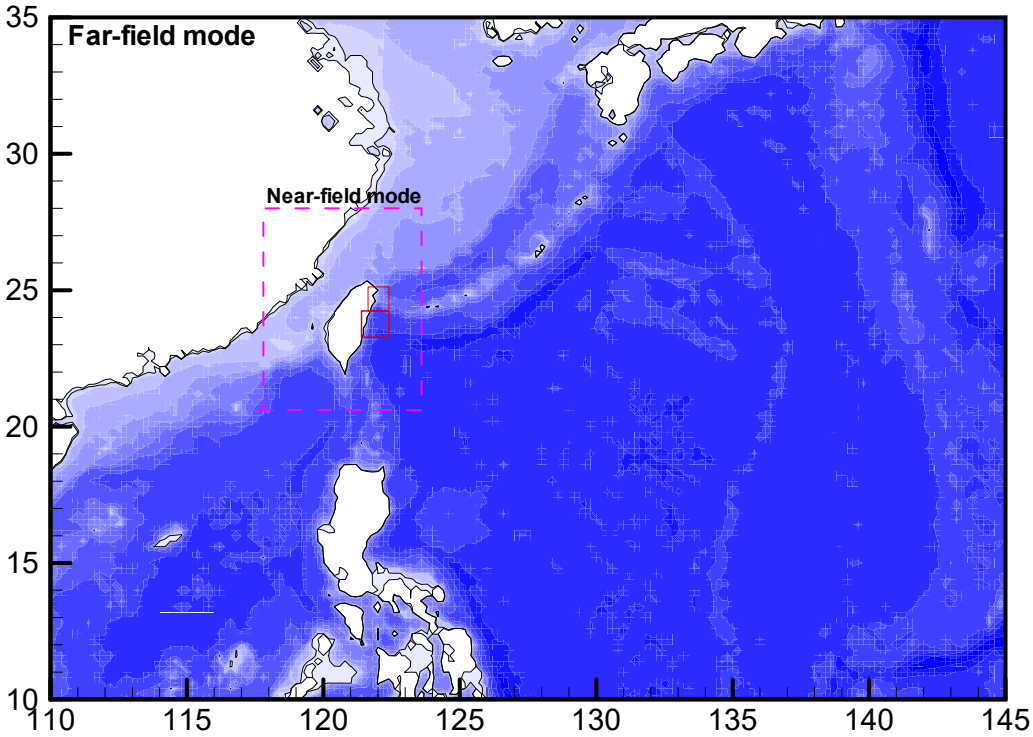


圖 8.2 港區靜穩模擬之三層巢狀網格風浪模擬範圍圖

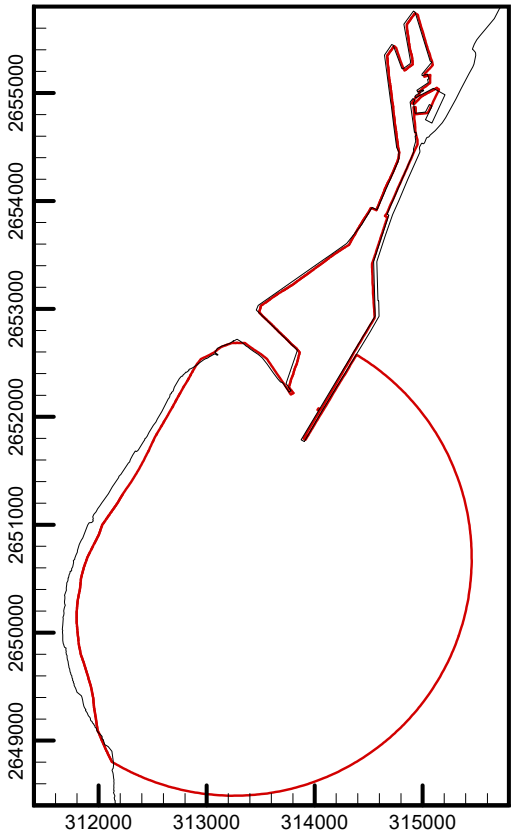


圖 8.3 細尺度花蓮港域波浪模組模擬範圍圖

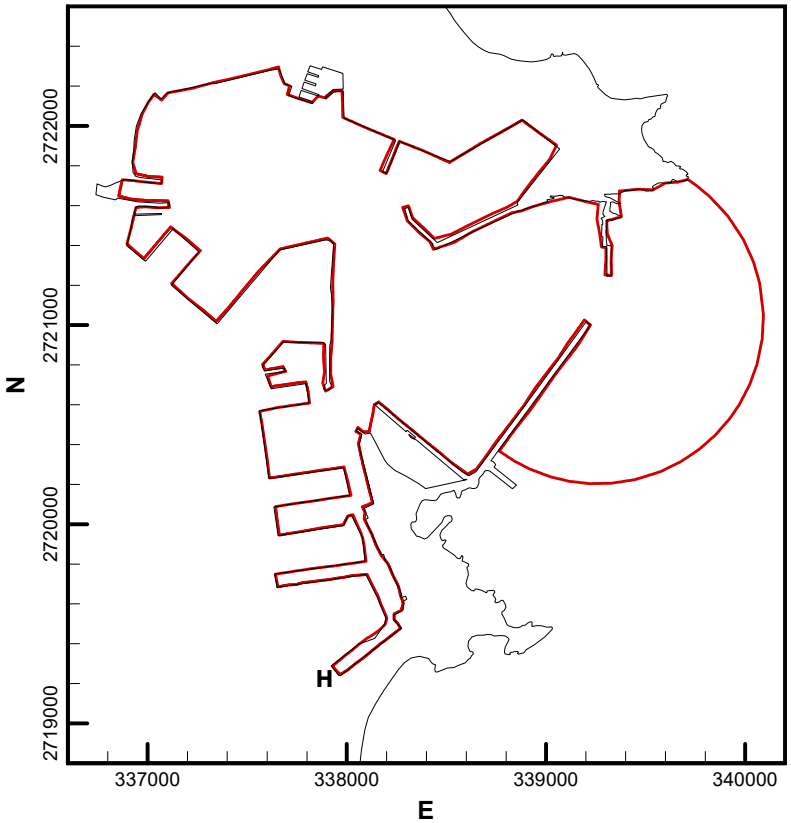


圖 8.4 細尺度蘇澳港域波浪模組模擬範圍圖

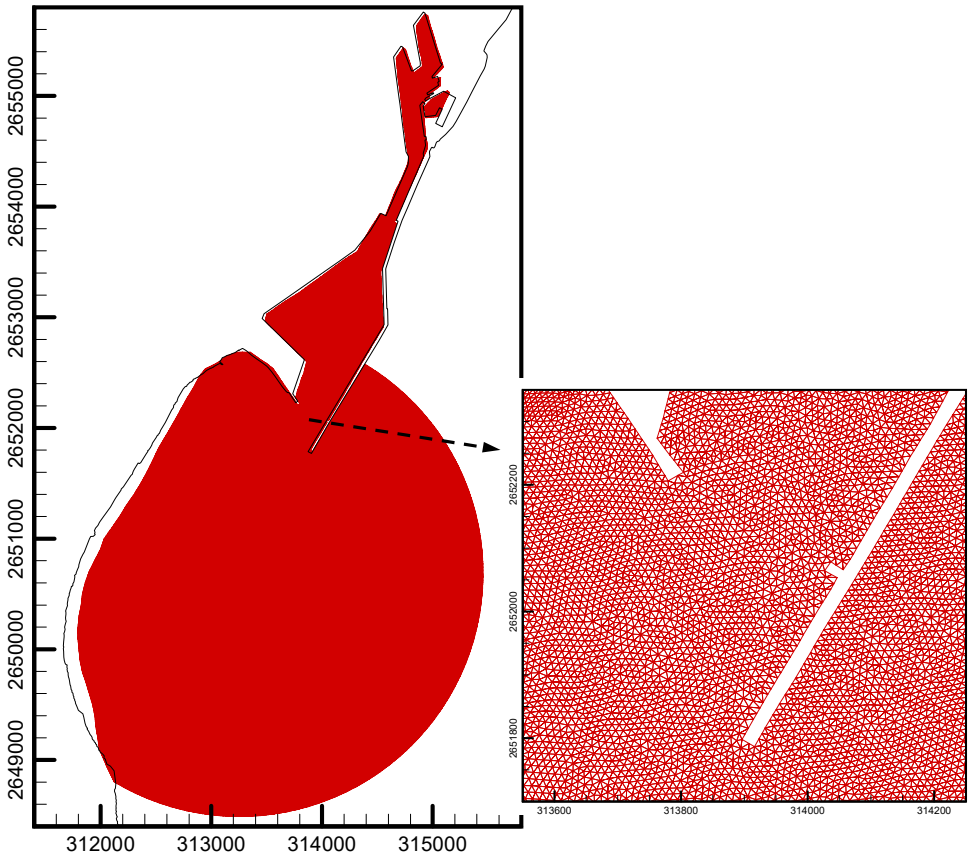


圖 8.5 花蓮港港域波浪模組之非結構三角元素網格圖

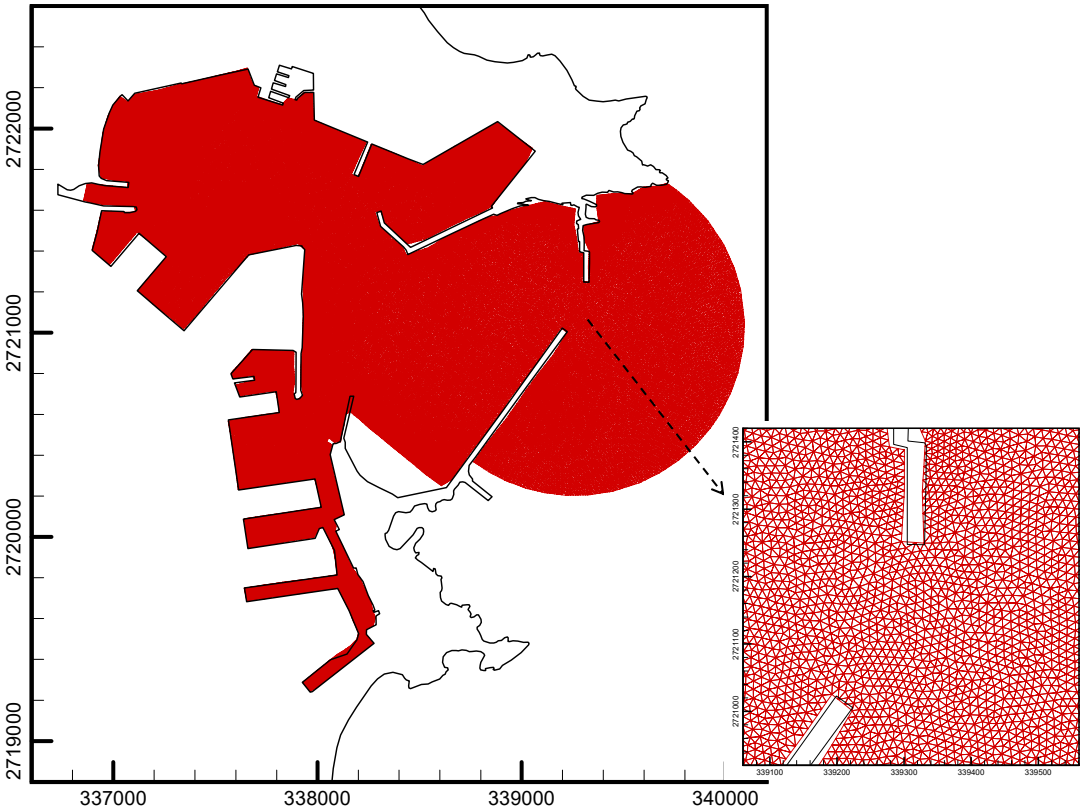


圖 8.6 蘇澳港港域波浪模組之非結構三角元素網格圖

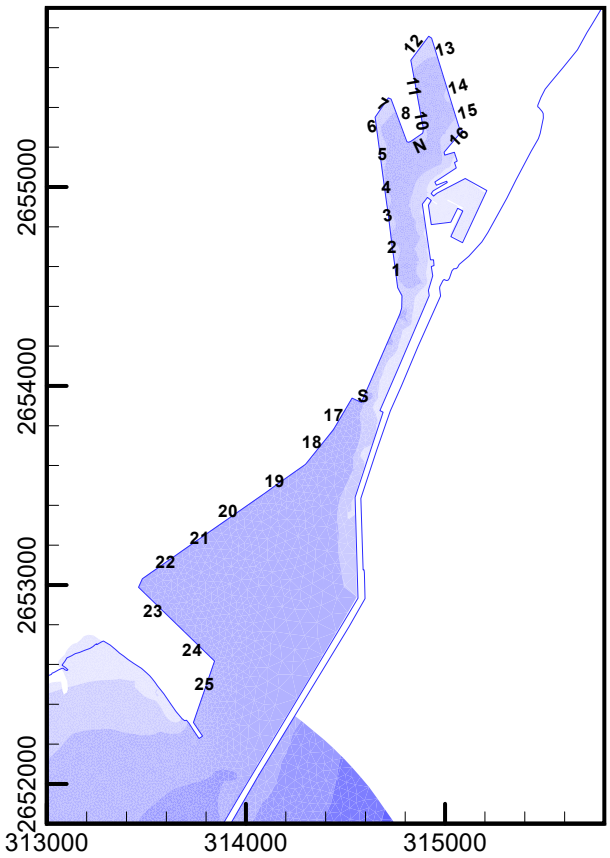


圖 8.7 花蓮港港區碼頭位置示意圖

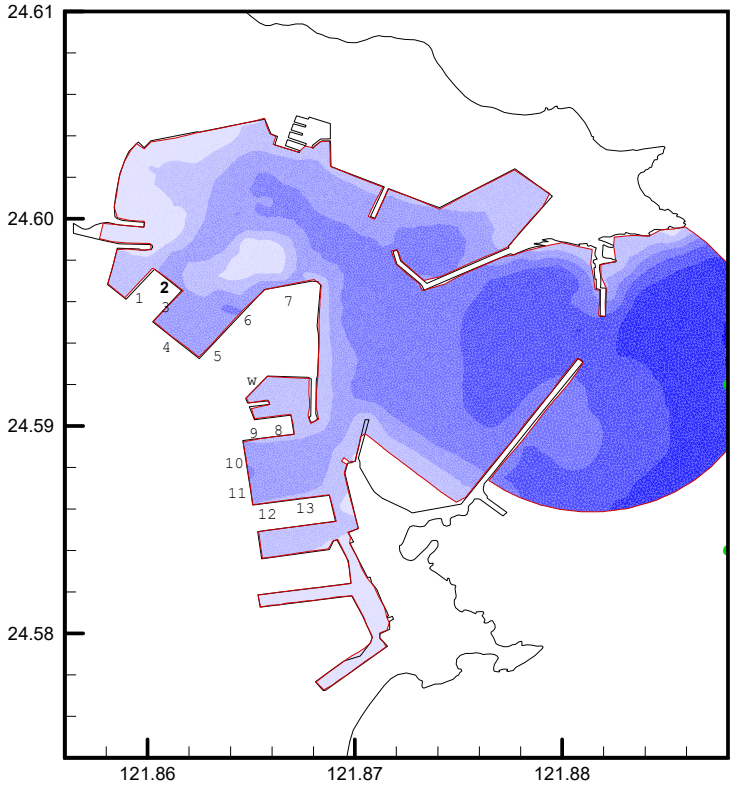


圖 8.8 蘇澳港商港區碼頭位置示意圖

8.2 港域波浪觀測資料分析

港研中心長期在花蓮港及蘇澳港外海設置 AWAC 測站，觀測港口外海波、流狀況；109 年分別於花蓮港及蘇澳港港內建置即時波潮觀測站，目的觀測碼頭岸水位波動狀況，即時提供間隔 20 分鐘之港內波浪觀測資訊，如示性波高(H_s)、平均週期(T_z)、譜峰週期(T_p)、湧(長)浪波高(H_{swell})、湧(長)浪平均週期(T_{swell})、最大波高(H_{max})、最大波週期(T_{max})、1/10 最大波波高($H_{1/10}$)、1/10 最大波週期($T_{1/10}$)、示性波波高($H_{1/3}$)及示性波週期($T_{1/3}$)等。其中示性波高、平均週期、譜峰週期、湧(長)浪波高、湧(長)浪平均週期等採用波譜分析法計算得之，其餘最大波週期(T_{max})、1/10 最大波波高($H_{1/10}$)、1/10 最大波週期($T_{1/10}$)、示性波波高($H_{1/3}$)及示性波週期($T_{1/3}$)等 6 項採用逐波分析法統計得之。

目前花蓮港港外 AWAC 測站(HLA)及港內即時波潮測站(HL09、HL17 及 HL25)設置地點，如圖 8.9 所示；圖中三座港內即時波潮測站分別位於內港區 9 號碼頭、外港區 17 號及 25 號碼頭；其中測站 HL25 為本年度 5 月新設測站，測站 HL09 及 HL17 於 109 年 5 月設置。蘇澳港港外 AWAC 測站(SAA)及港內即時波潮測站(SAE)相關位置，如圖 8.10 所示，其中港內即時波潮測站於 109 年 5 月建置於貯木池北側岸邊壁。

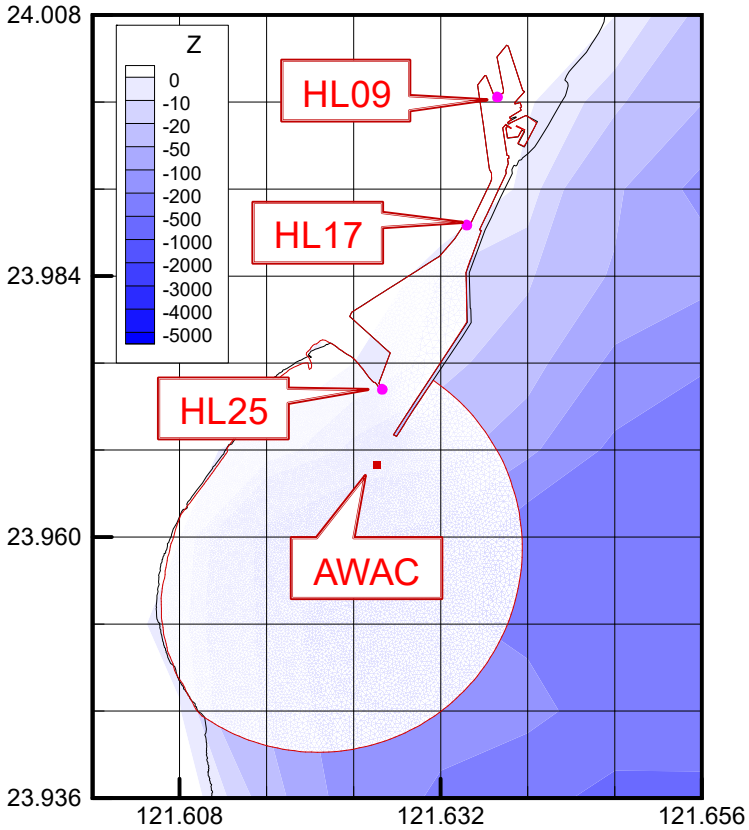


圖 8.9 花蓮港港外海 AWAC 測站及港內波潮測站位置圖

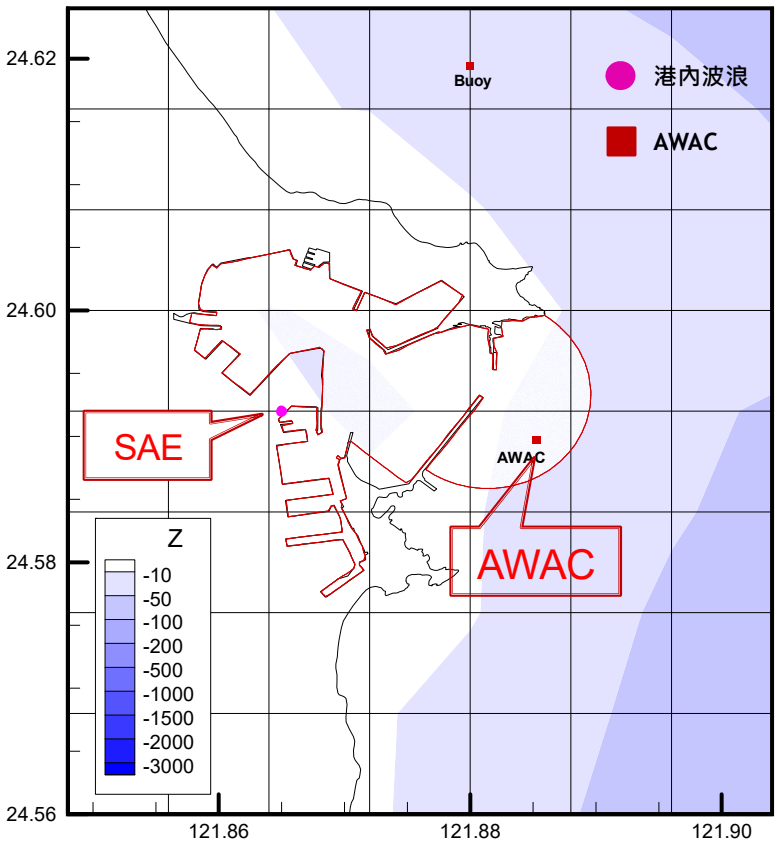


圖 8.10 蘇澳港港外海 AWAC 測站及港內波潮測站位置圖

8.2.1 花蓮港波浪特性探討

針對花蓮港港外 AWAC 測站(HLA)及港內波潮測站(HL09、HL17)，本計畫除了蒐集各測站逐時觀測資料(2020 年 7 月~)繪製示性波高、平均週期、譜峰週期及平均波向等參數之時序列歷線圖(詳見附錄五波浪觀測資料歷線圖，附圖 5.1~圖 5.10)，並針對花蓮港外海及港內波浪特性探討如下：

1. 波高比值

波高比值(或稱波高放大因子)常用於判斷港池共振頻率或港池靜穩等現象，此處波高比值定義為港內測站示性波高/港外 AWAC 測站示性波高。據此，花蓮港港內測站 HL09 及 HL17 之波高比值逐時變化歷線，如圖 8.11 所示，顯示內港區 HL09 示性波高比值普遍低於外港區 HL17 示性波高比值，代表花蓮港外港區靜穩較差之現狀。於觀測期間，外港區 HL17 波高比值最大值約為 0.85，出現在 2021 年 4 月 23 日 5 時，適逢本年度西北太平洋遠域颱風舒力基(SURIGAE，4/13~4/25)接近臺灣東部海面。

2. 波浪週期相關性

本計畫利用一對一之分散圖探討港內波浪週期與外海波浪週期之相關性，如圖 8.12~圖 8.16 所示，結果顯示外海波浪平均週期與港內測站 HL09、HL17 間平均週期相關性之決定性係數(Coef. of determination, R^2)約為 0.943 及 0.972；外海波浪譜峰週期與港內 HL09、HL17 測站間平均週期相關性之決定性係數 R^2 約為 0.936 及 0.970。整體而言，外港區波浪平均週期與外海波浪平均週期、譜峰週期之相關性高於內港區波浪平均週期與外海波浪週期之相關性。

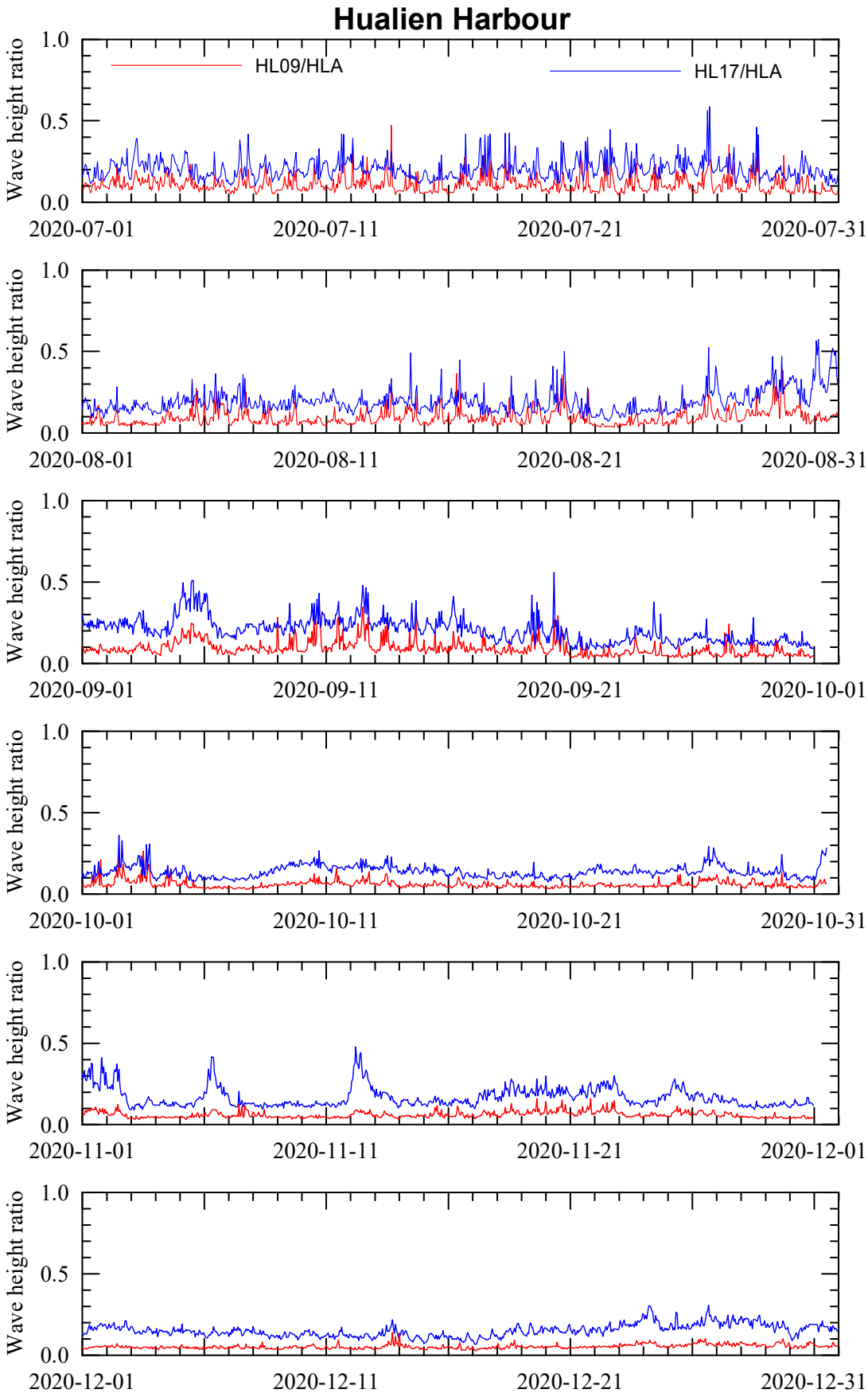


圖 8.11 花蓮港港內波浪與港外波浪示性波高比值歷線圖

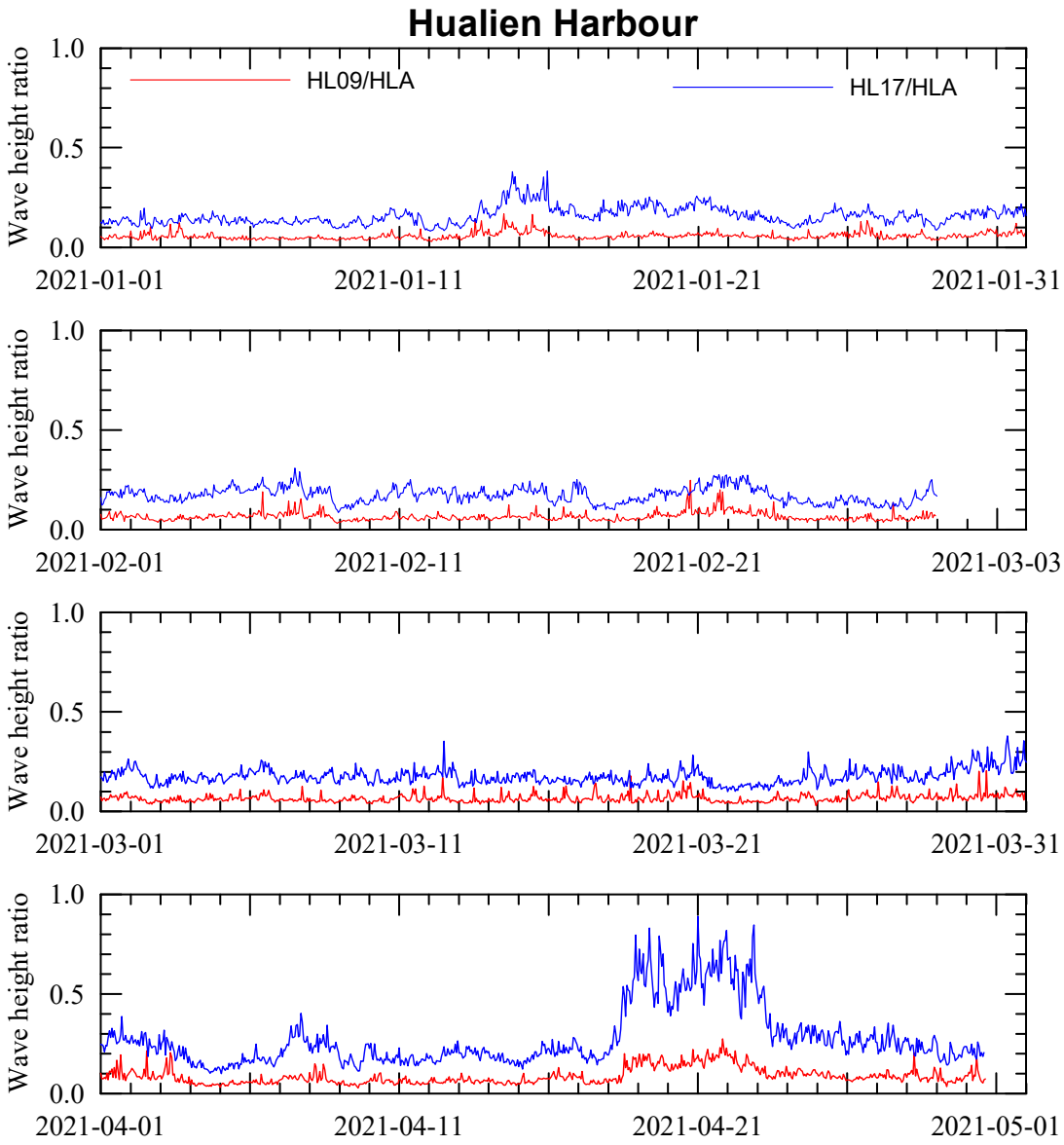


圖 8.12 花蓮港港內波浪與港外波浪示性波高比值歷線圖(續)

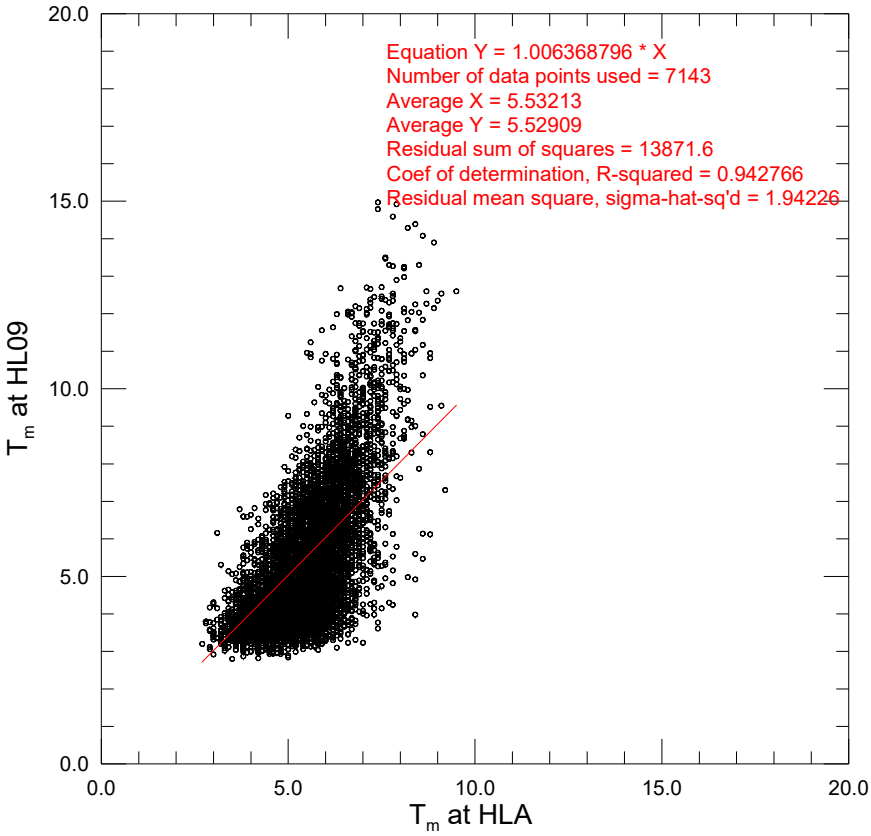


圖 8.13 花蓮港港外波浪與港內 HL09 波浪平均週期分散圖

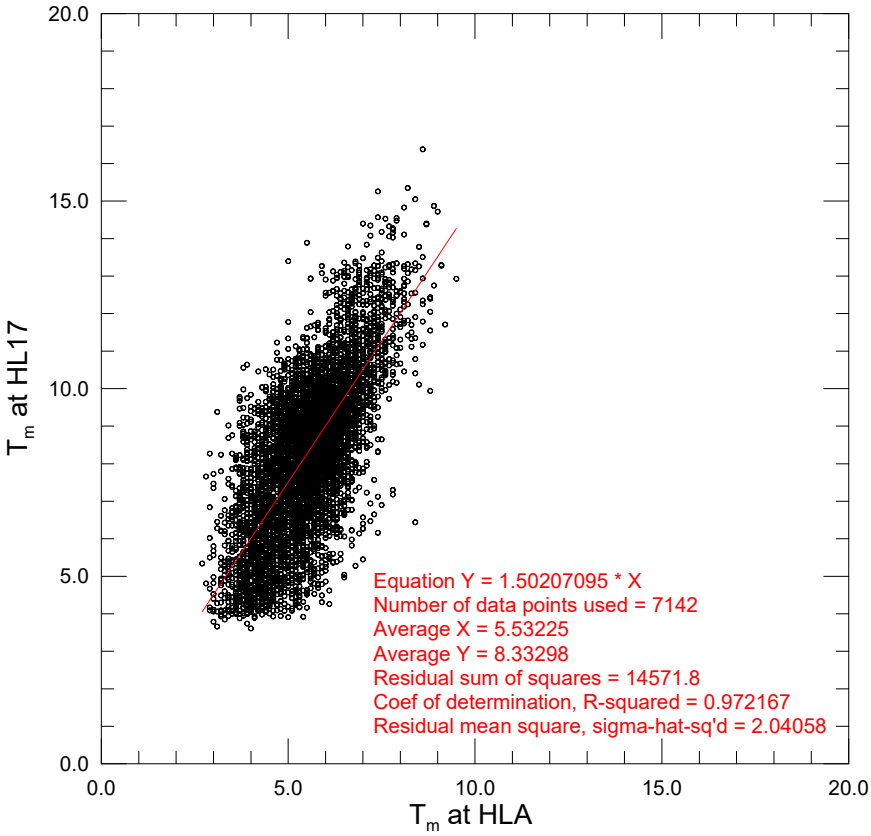


圖 8.14 花蓮港港外波浪與港內 HL17 波浪平均週期分散圖

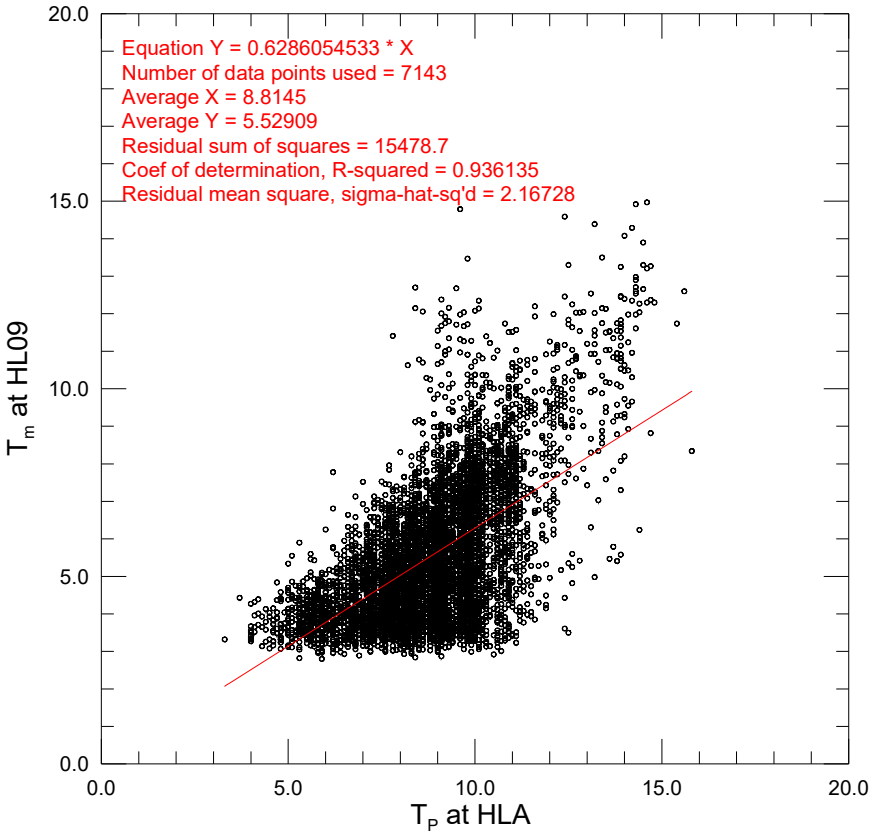


圖 8.15 花蓮港 HL09 波浪平均週期與港外波浪譜峰週期分散圖

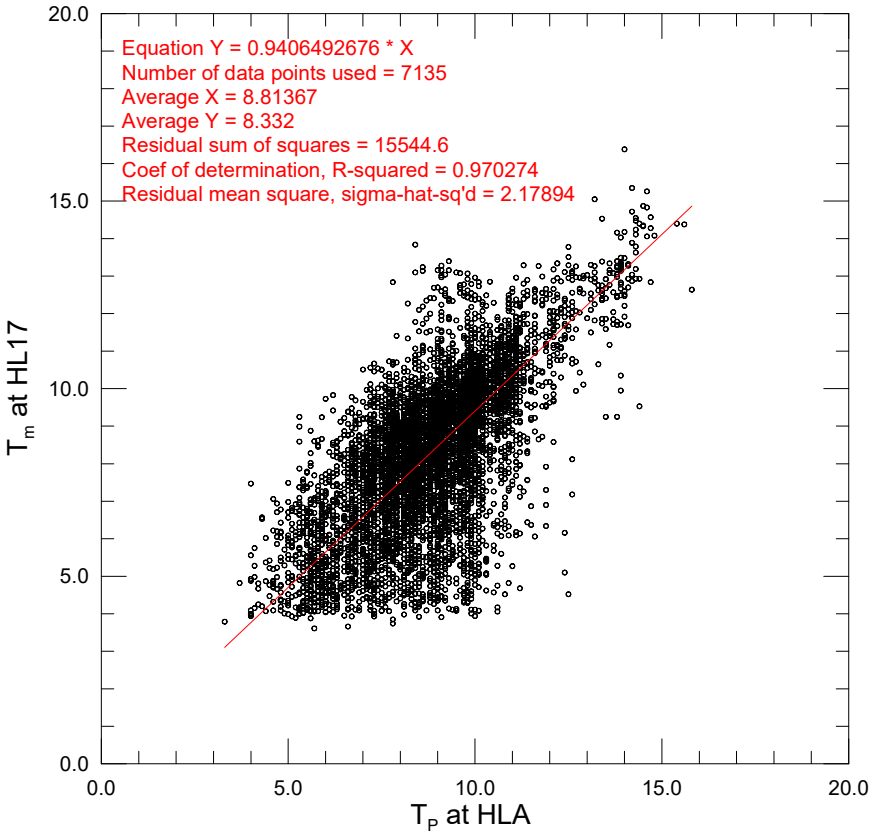


圖 8.16 花蓮港 HL17 波浪平均週期與港外波浪譜峰週期分散圖

8.2.2 蘇澳港波浪特性探討

本計畫同樣針對蘇澳港港外 AWAC 測站(SAA)及港內波潮測站(SAE)，蒐集測站逐時觀測資料(2020 年 7 月~)繪製示性波高、平均週期、譜峰週期及平均波向等參數之時序列歷線圖(詳見附錄五波浪觀測資料歷線圖，附圖 5.11~圖 5.17)。針對蘇澳港外海及港內波浪特性探討如下：

1. 波高比值

同理，蘇澳港港內測站 SAE 之波高比值逐時變化歷線，如圖 8.17 及圖 8.18 所示，顯示蘇澳港測站 SAE 之示性波高比值約介於 0.054~0.297 之間，代表該水域能維持一定程度之靜穩狀況。另本年度西北太平洋颱風舒力基(SURIGAE，4/13~4/25)接近臺灣東部海面時，SAE 測站觀測示性波高最大值為 0.73，但因外海觀測資料中斷而無法分析其波高比值。

2. 波浪週期相關性

蘇澳港港內測站 SAE 之波浪週期與外海波浪週期之一對一之分散關係，如圖 8.19~圖 8.20 所示；顯示蘇澳港外海波浪平均週期與港內測站 SAE 平均週期、譜峰週期間之相關性決定性係數約 0.96，差異相當小。

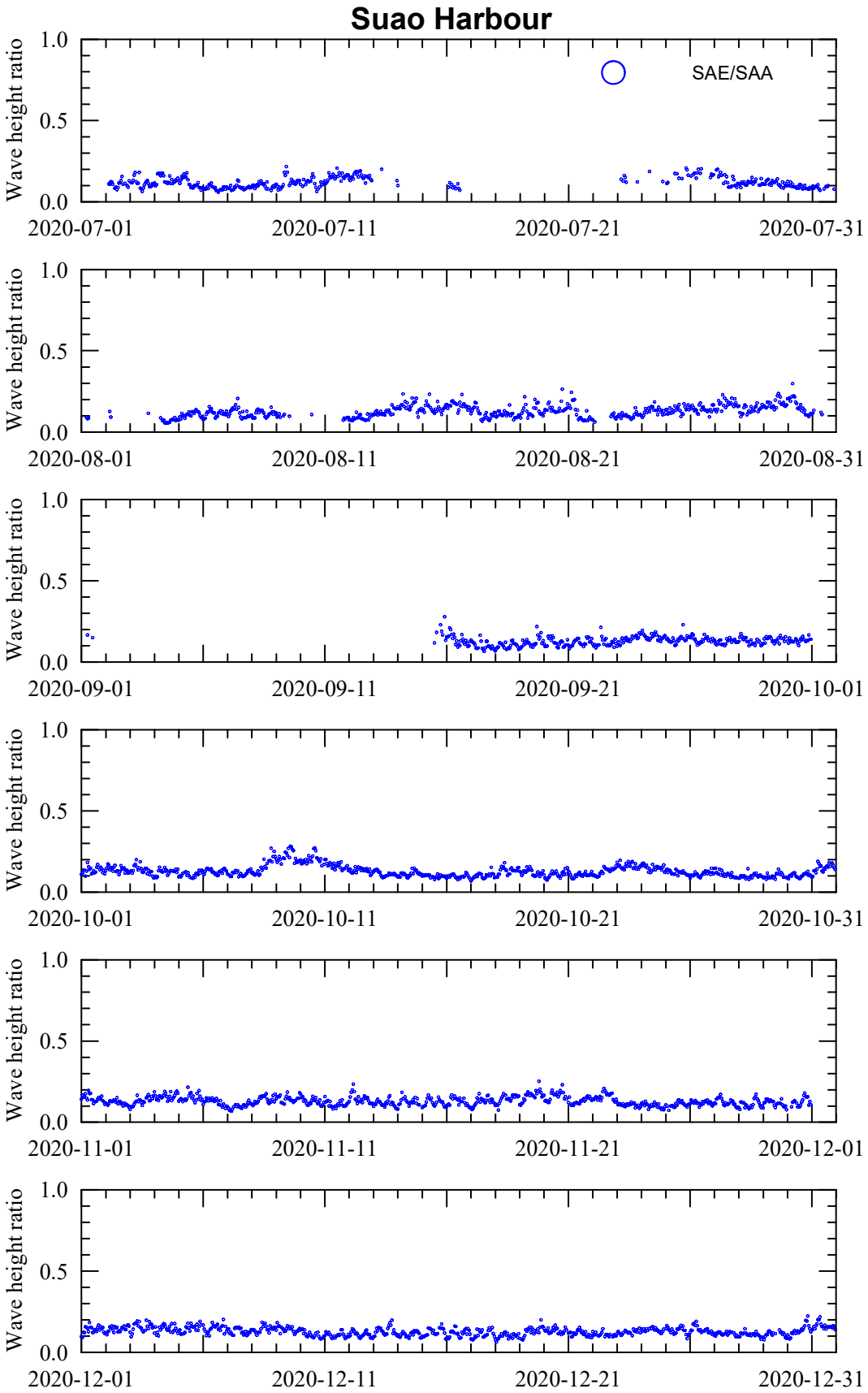


圖 8.17 蘇澳港港區波浪與港外波浪示性波高比值歷線圖

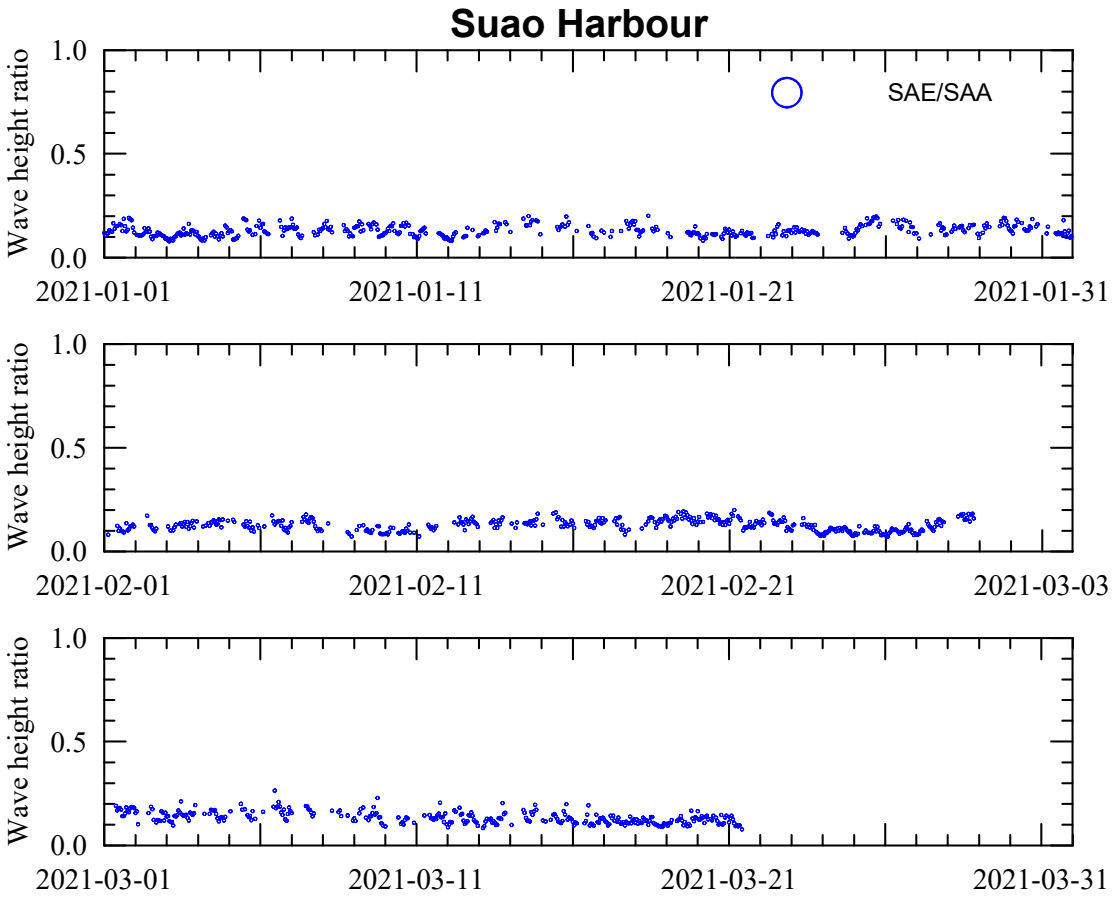


圖 8.18 蘇澳港港區波浪與港外波浪示性波高比值歷線圖(續)

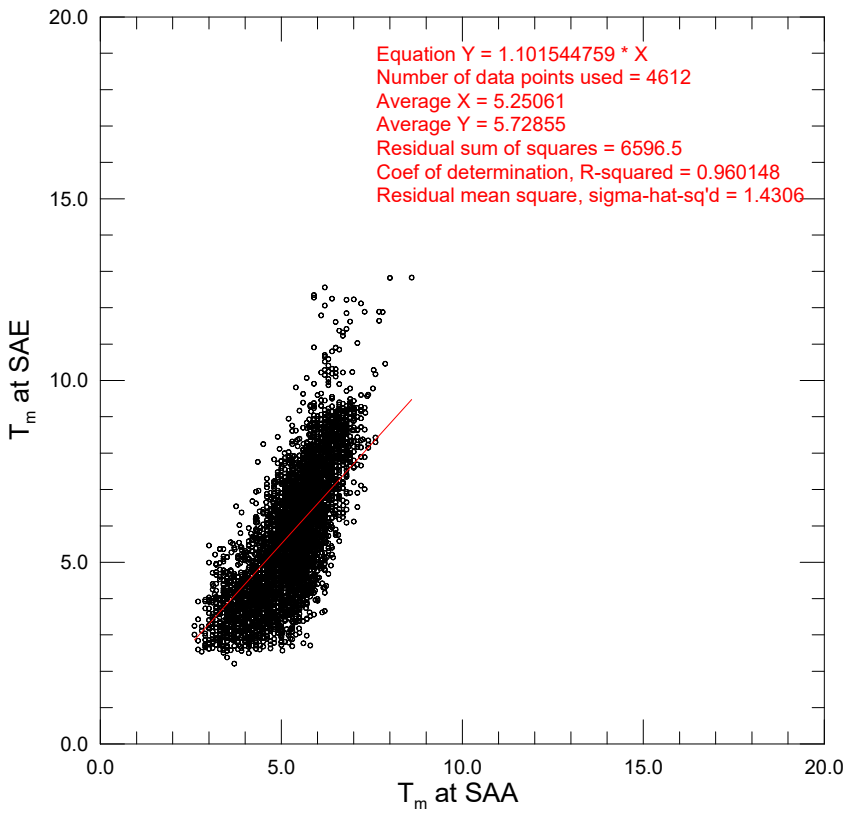


圖 8.19 蘇澳港港外波浪與港內 SAE 波浪平均週期分散圖

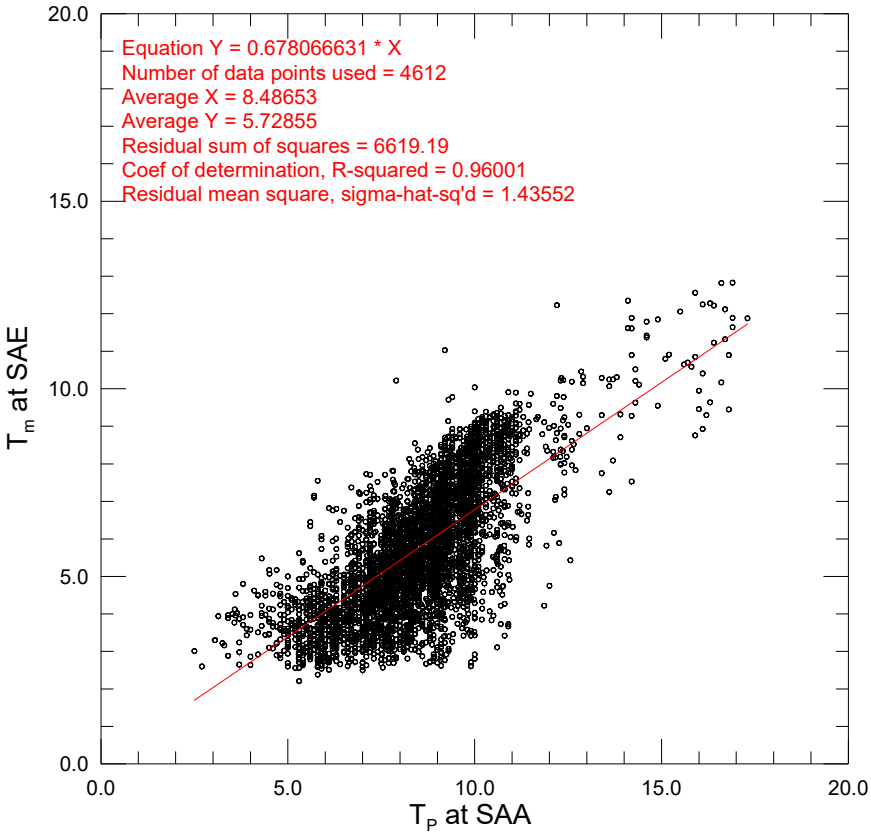


圖 8.20 蘇澳港港內 SAE 波浪平均週期與港外波浪譜峰週期分散圖

8.3 港區靜穩模擬結果校驗

本計畫港區靜穩模擬結果校驗流程，區分為數值模組之物理參數率定階段及模擬預測結果之驗證階段。

在物理參數率定階段，本計畫採用港外 AWAC 觀測資料作為港域波浪模組輸入之模擬條件，包括示性波高、譜峰週期及平均波向等；以港內波潮測站同步觀測之示性波高及其變化趨勢，驗證模式測站附近水域之波高模擬值及其變化趨勢，判斷數值模組物理參數設定值之合理性及其後續率定之修正方向。

在預測模擬驗證階段，港域波浪模組之模擬條件，如示性波高、譜峰週期及平均波向等，本計畫係透過港區靜穩模擬系統直接模擬產生港域波浪模組(花蓮港、蘇澳港等)模擬輸入條件之預測值，此預測值通常與參數率定階段同時或不同時段，進行港區靜穩情境之模擬預測，再依據港內波潮測站附近水域波高模擬值(平均波高，最大值、最小值等)，與測站觀測值驗證結果，藉以評估模式模擬預測之可信度。

8.3.1 花蓮港港區靜穩模擬與校驗結果

本年度依據花蓮港 109 年外海 AWAC 測站及港內波潮測站 HL09 及 HL17 分析結果，選出遠域颱風梅莎(未發布颱風警報)期間(2020/08/31 0~23 時)港內波浪出現靜穩狀態不佳時段，以 AWAC 逐時觀測資料，如圖 8.21 所示，作為港區靜穩模組參數率定之情境模擬條件。經參數靈敏度分析及試誤法(try and error)逐步修正模式參數率定值，最終，港內波高模擬值與測站 HL17 及 HL09 波高觀測值之比對結果，如圖 8.22 及圖 8.23 所示。

依據上述參數率定結果，本計畫選取 2020/08/31 0 時~ 2020/09/03 0 時)小尺度花蓮近海風浪模組輸出的港域波浪模擬條件(間隔 3 時)，如圖 8.24 所示，執行花蓮港港區靜穩模擬預測，其中港內測站 HL17 及 HL09 附近水域波高模擬之分析值，與測站示性波高觀測值之比對結果，如圖 8.25 及圖 8.26 所示。此各時，外港區各碼頭(#17~#25)之波高模擬預測值，如圖 8.27~圖 8.35 所示；內港區#8~#16 碼頭區波高模擬預測值，如圖 8.36~圖 8.44 所示。

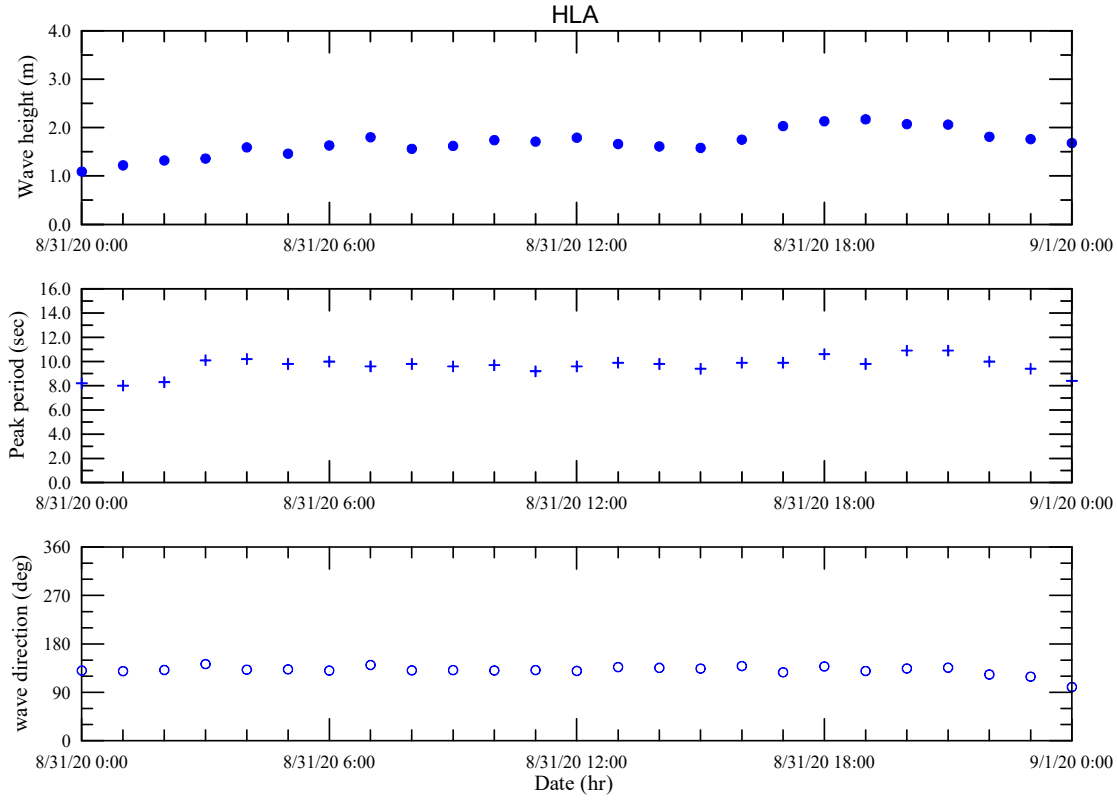


圖 8.21 梅莎颱風期間(08/31)花蓮港港外波浪觀測值歷線圖

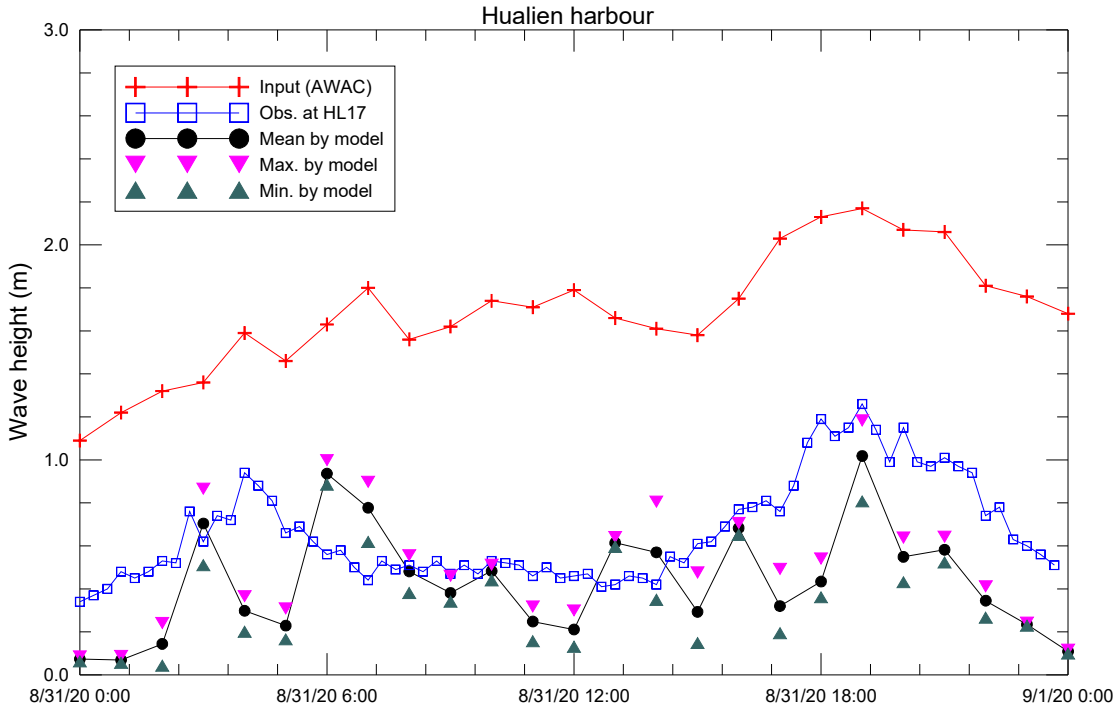


圖 8.22 花蓮港外港區測站 HL17 波高觀測值與模擬分析值比較圖

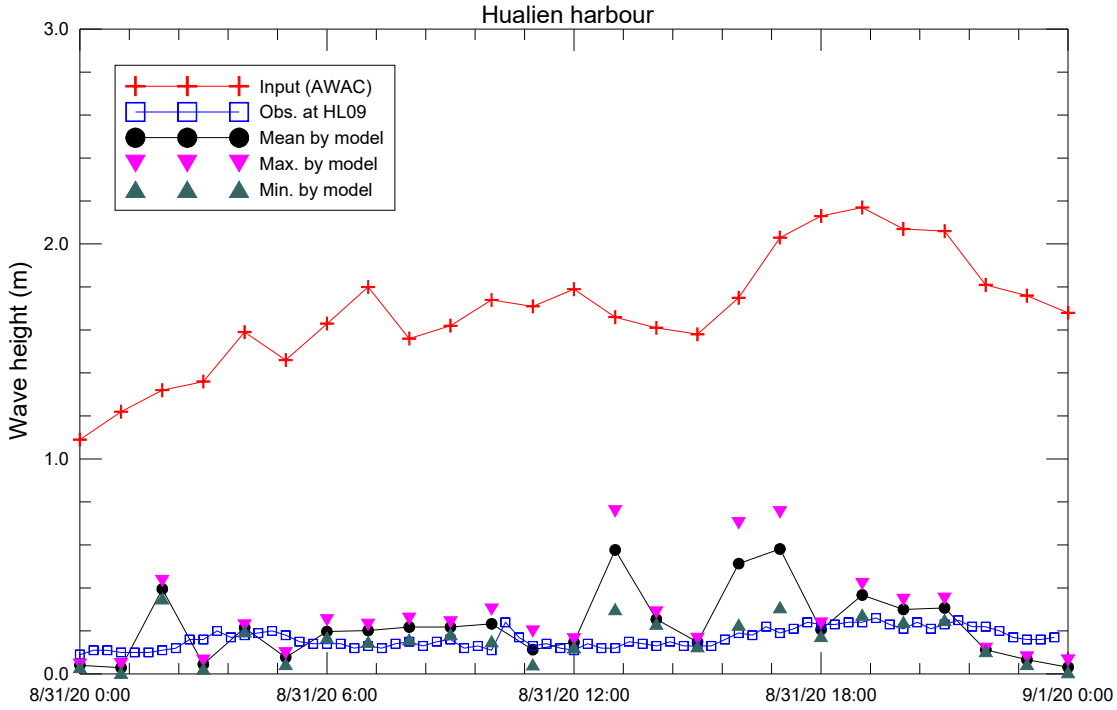


圖 8.23 花蓮港內港區測站 HL09 波高觀測值與模擬分析值比較圖

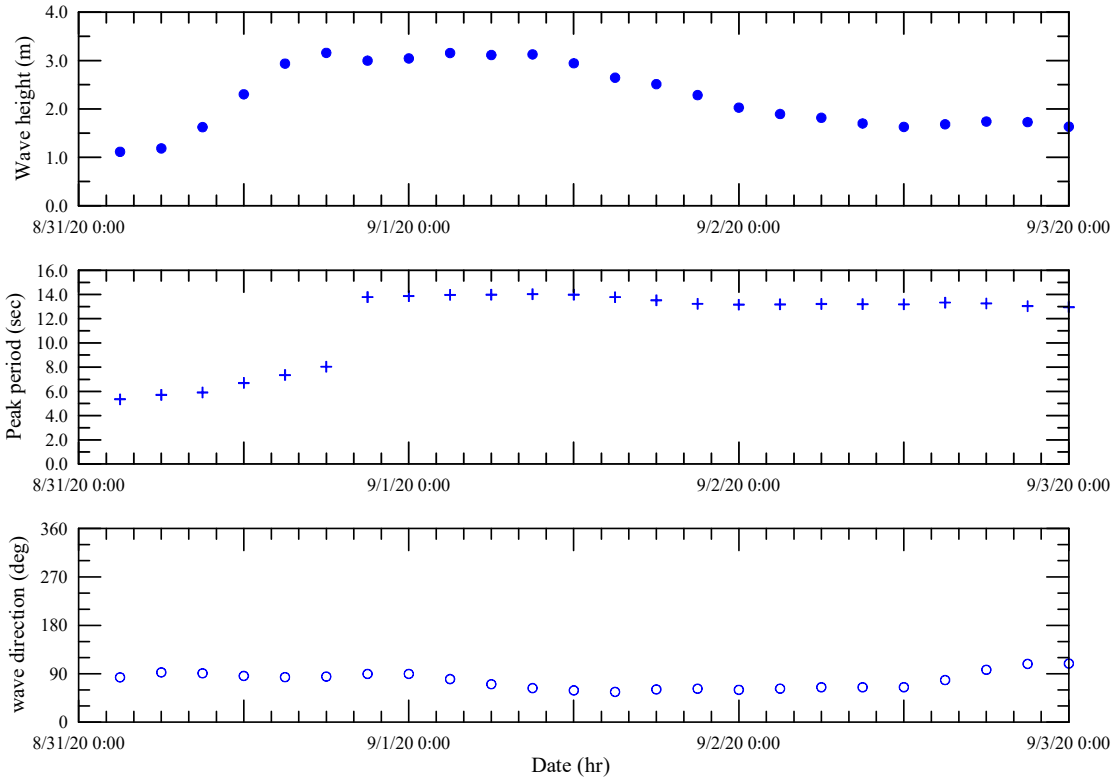


圖 8.24 花蓮海域風浪模組輸出點 HLPD 波浪模擬值歷線圖

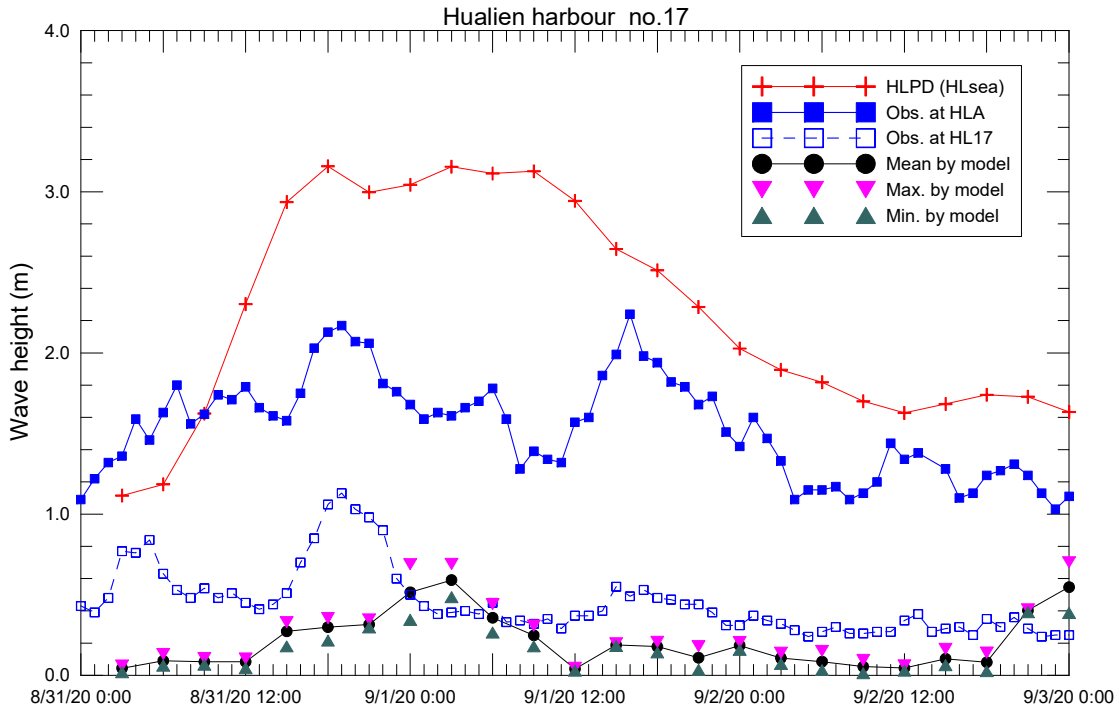


圖 8.25 花蓮港外港區測站 HL17 波高模擬值與觀測值歷線比較圖

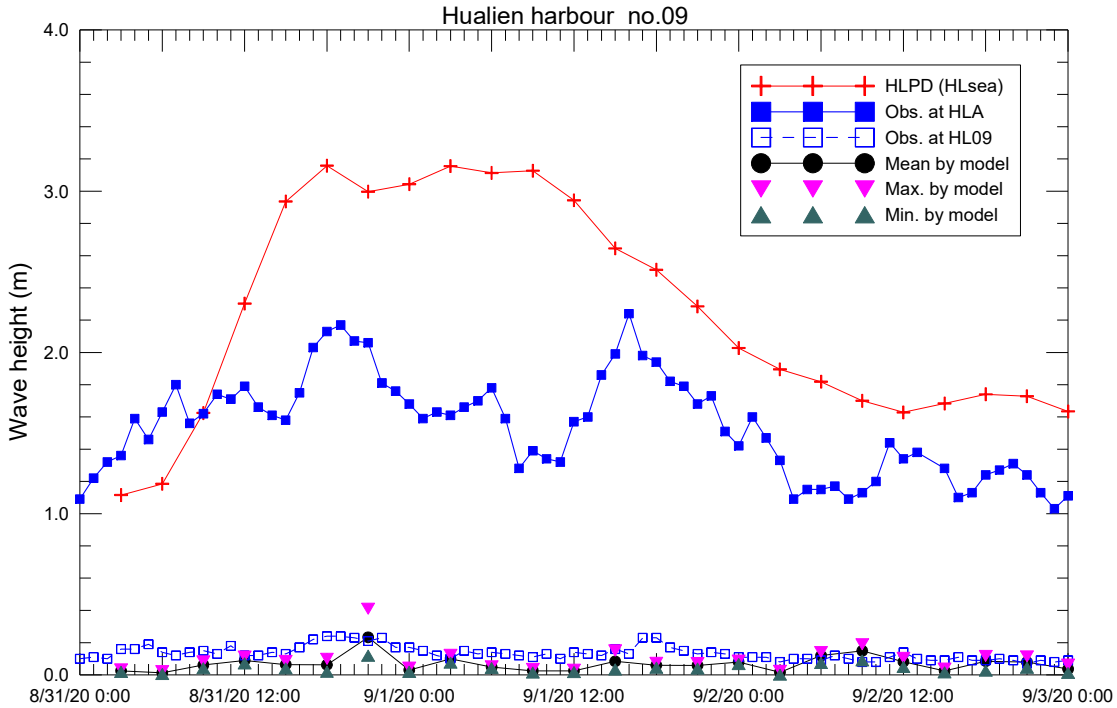


圖 8.26 花蓮港內港區測站 HL09 波高模擬值與觀測值歷線比較圖

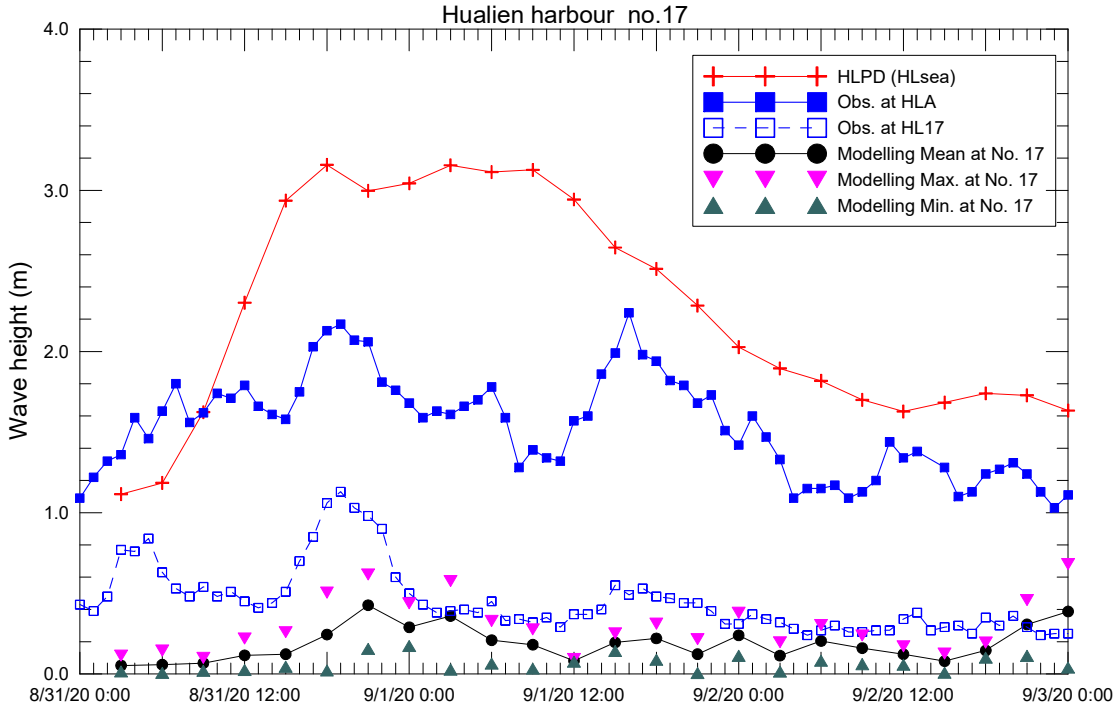


圖 8.27 花蓮港港內靜穩模擬#17 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

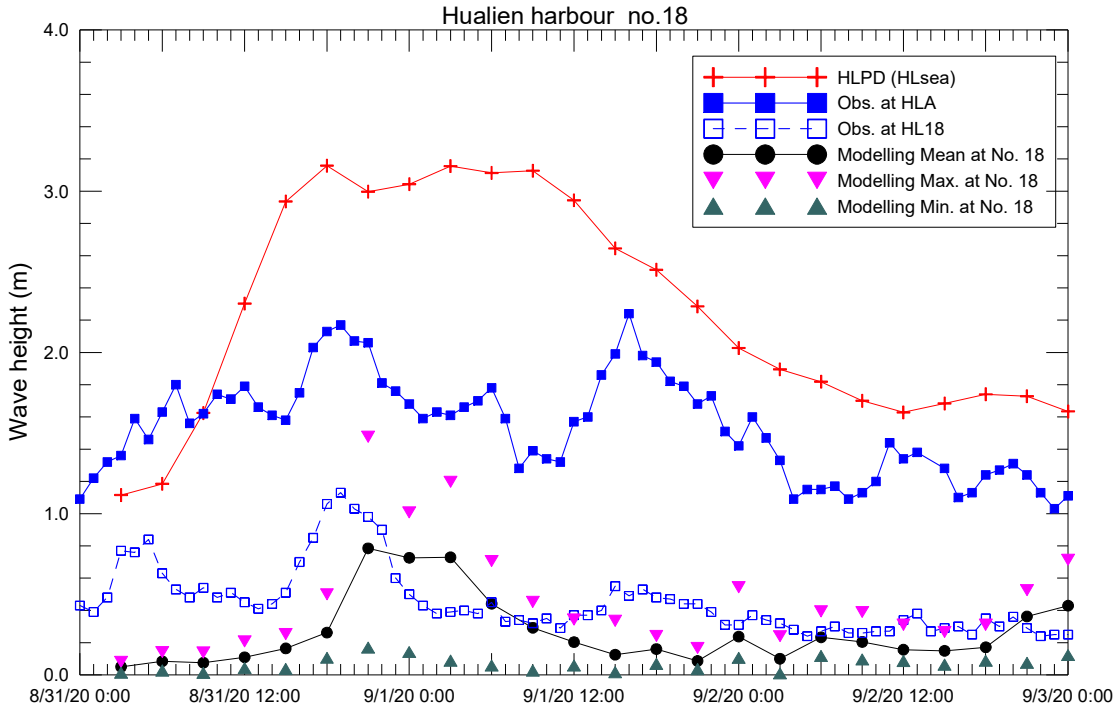


圖 8.28 花蓮港港內靜穩模擬#18 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

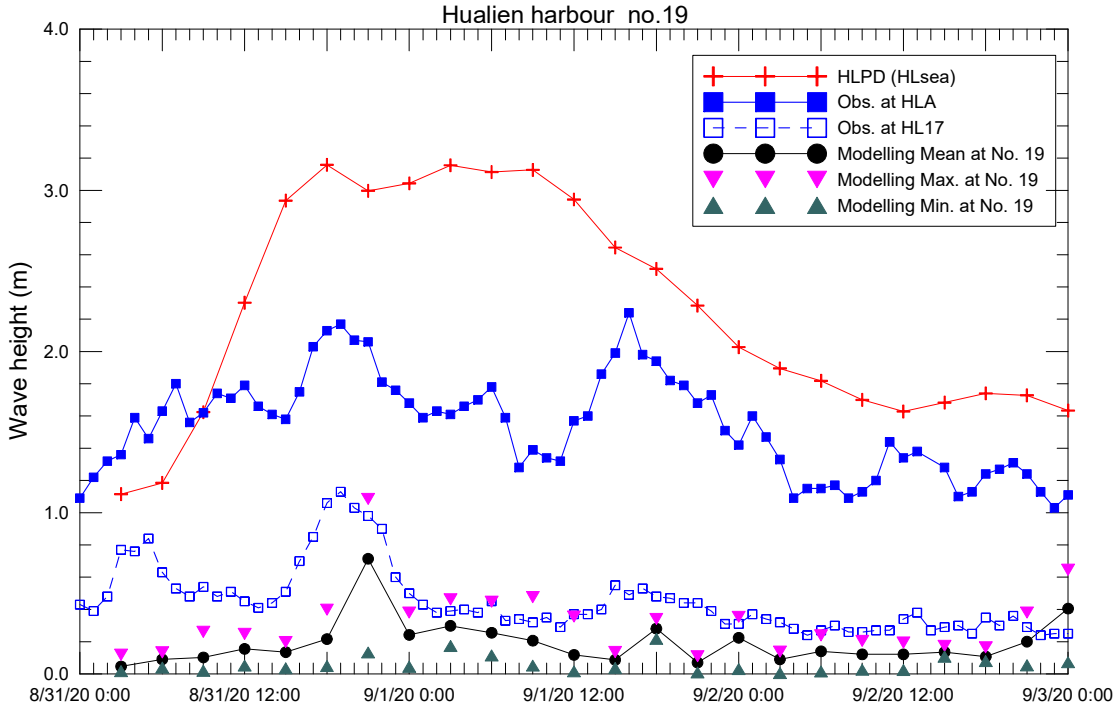


圖 8.29 花蓮港港內靜穩模擬#19 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

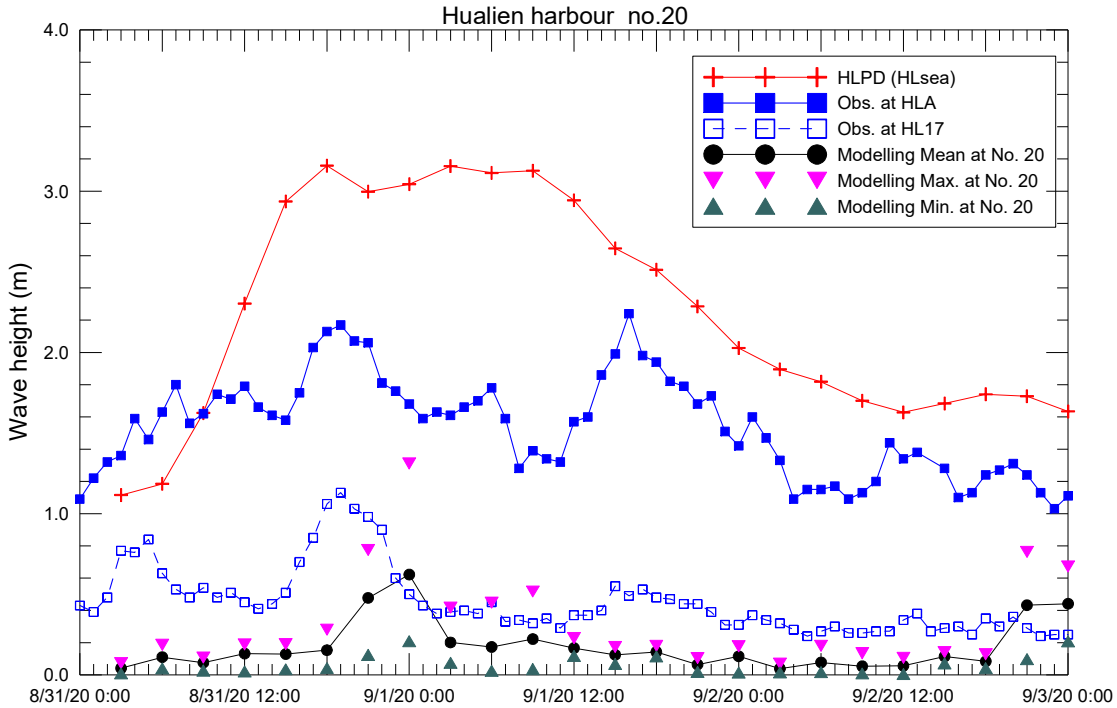


圖 8.30 花蓮港港內靜穩模擬#20 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

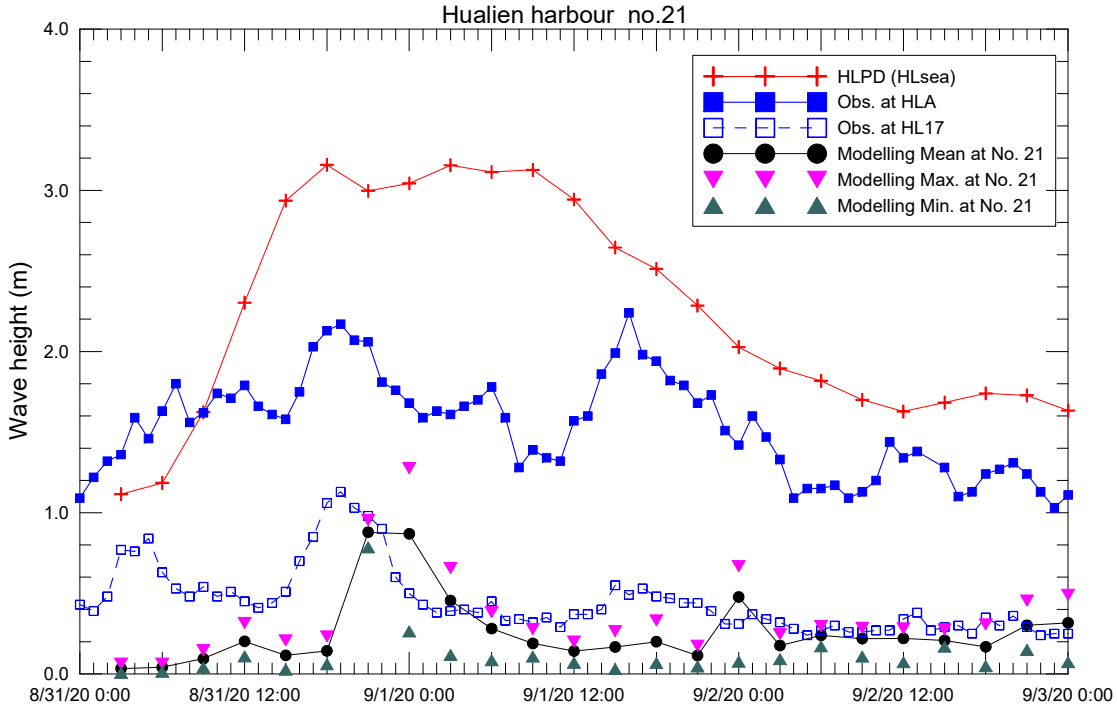


圖 8.31 花蓮港港內靜穩模擬#21 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

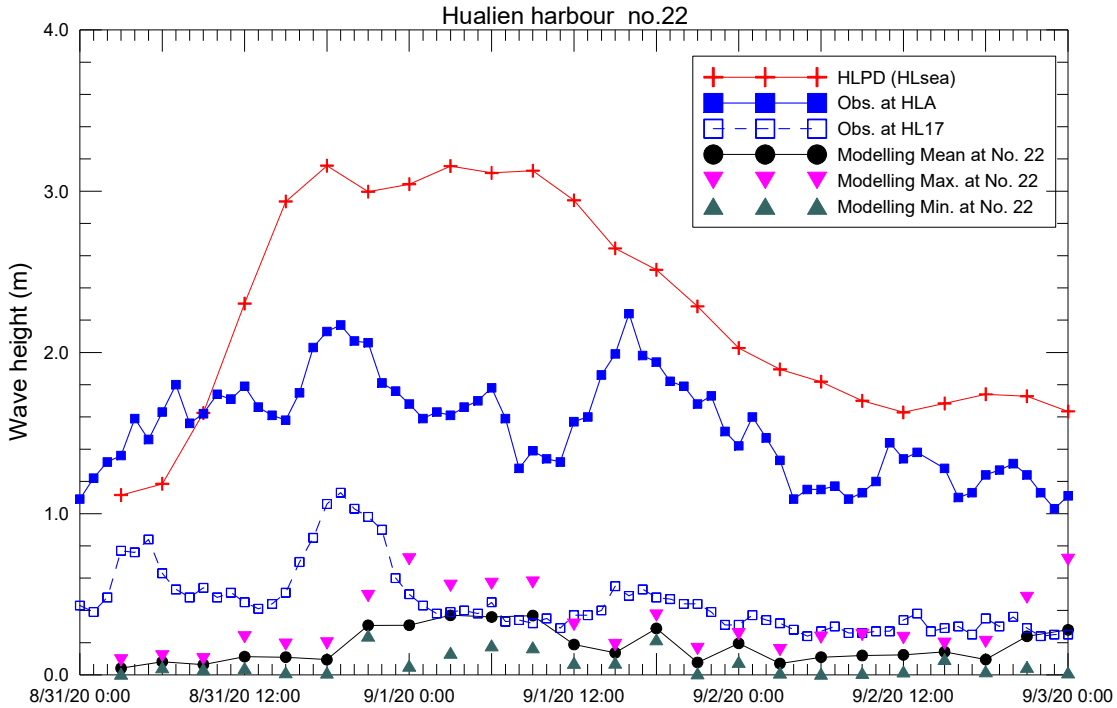


圖 8.32 花蓮港港內靜穩模擬#22 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

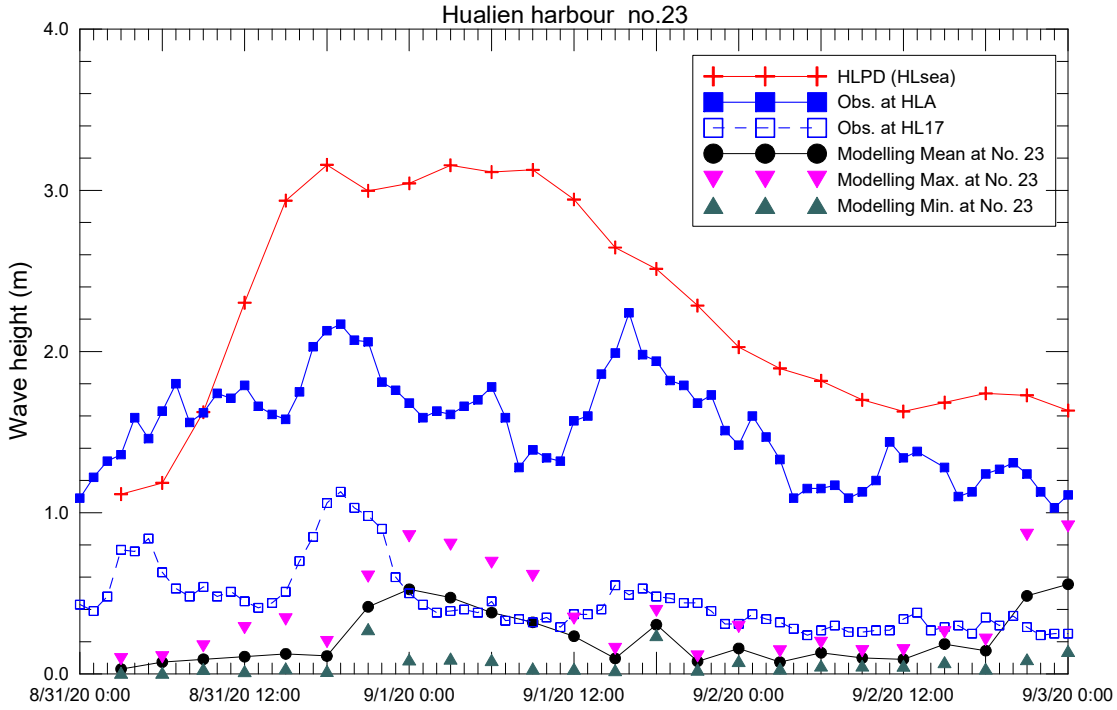


圖 8.33 花蓮港港內靜穩模擬#23 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

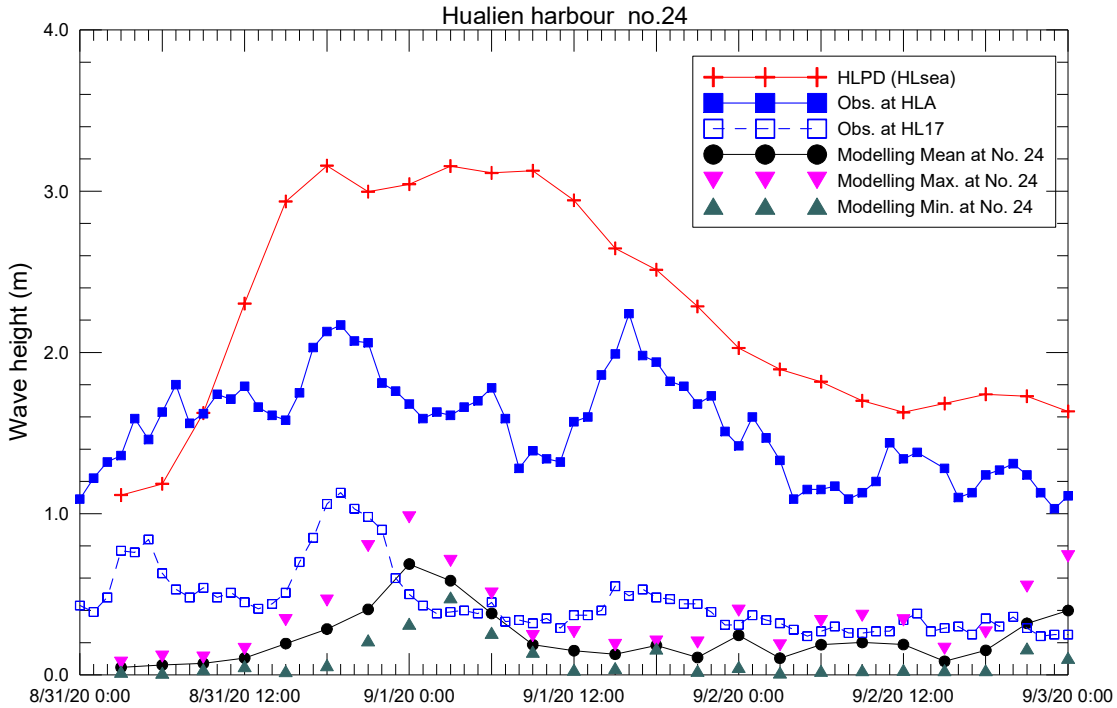


圖 8.34 花蓮港港內靜穩模擬#24 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

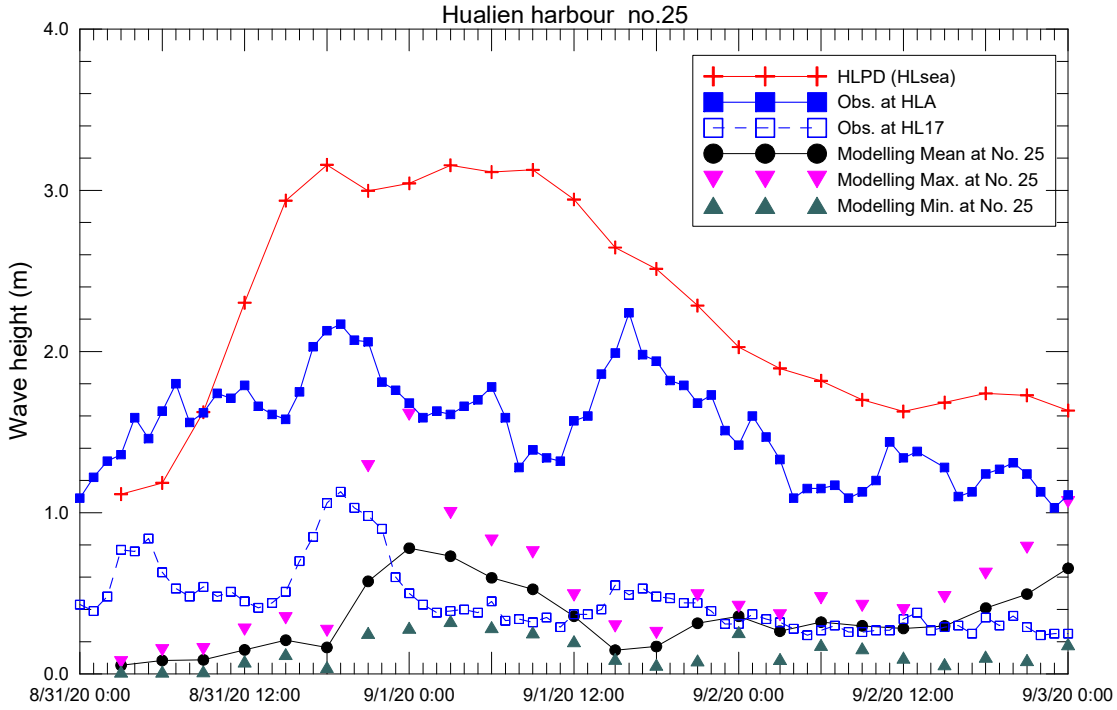


圖 8.35 花蓮港港內靜穩模擬#25 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

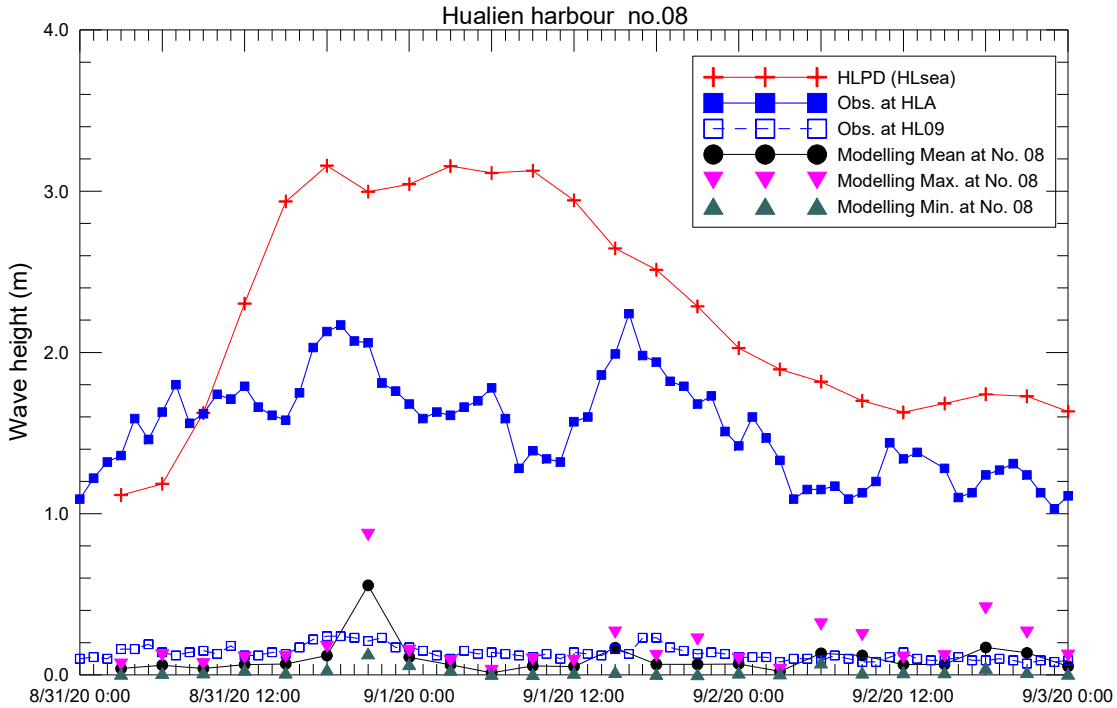


圖 8.36 花蓮港港內靜穩模擬#08 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

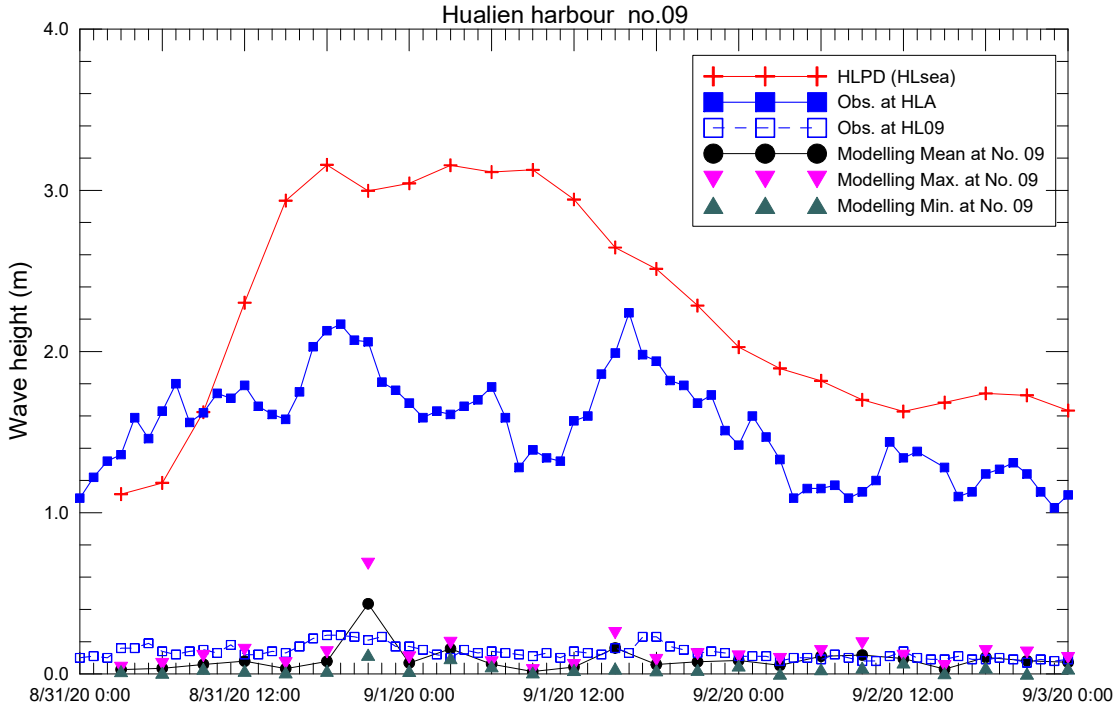


圖 8.37 花蓮港港內靜穩模擬#09 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

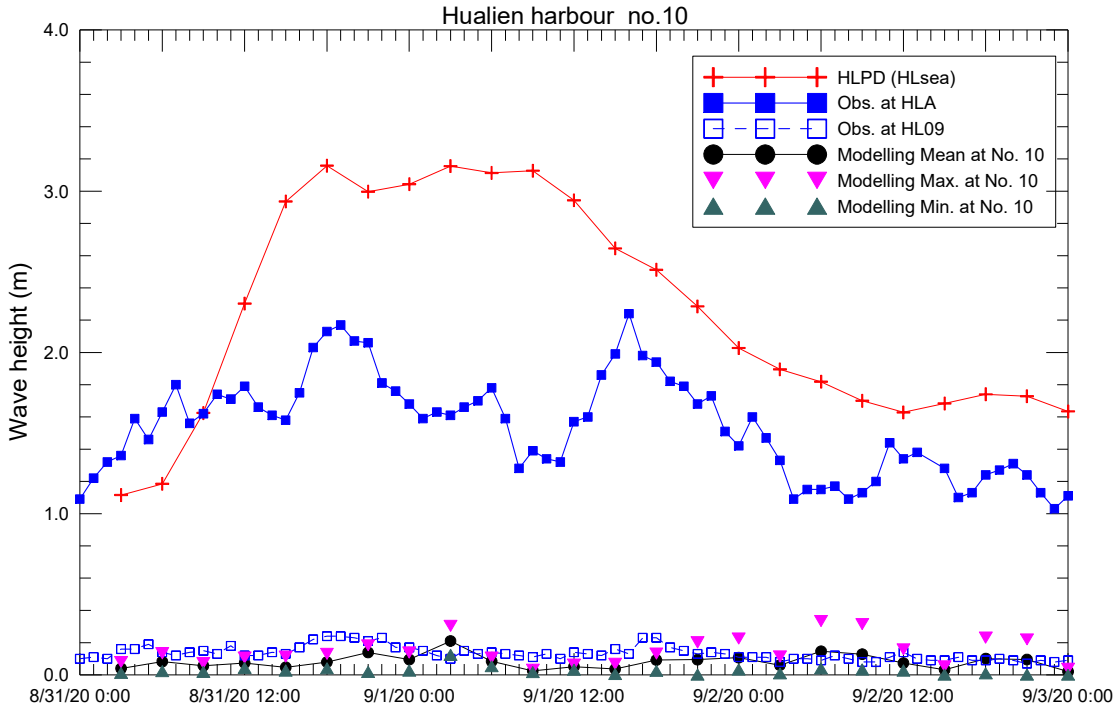


圖 8.38 花蓮港港內靜穩模擬#10 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

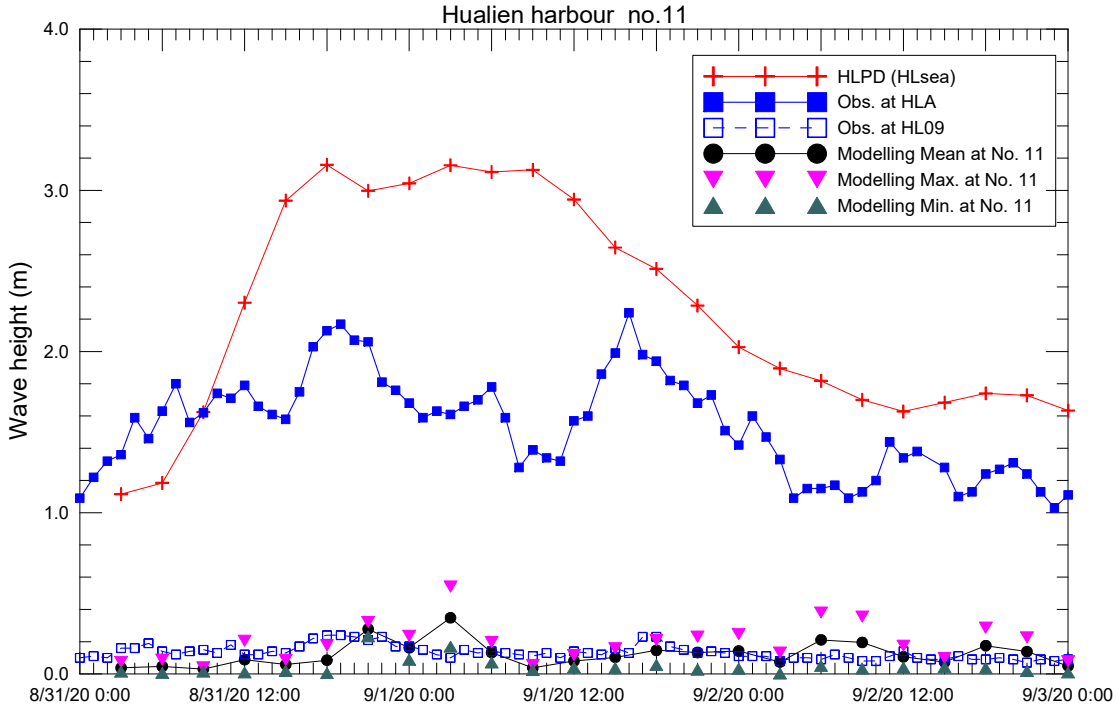


圖 8.39 花蓮港港內靜穩模擬#11 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

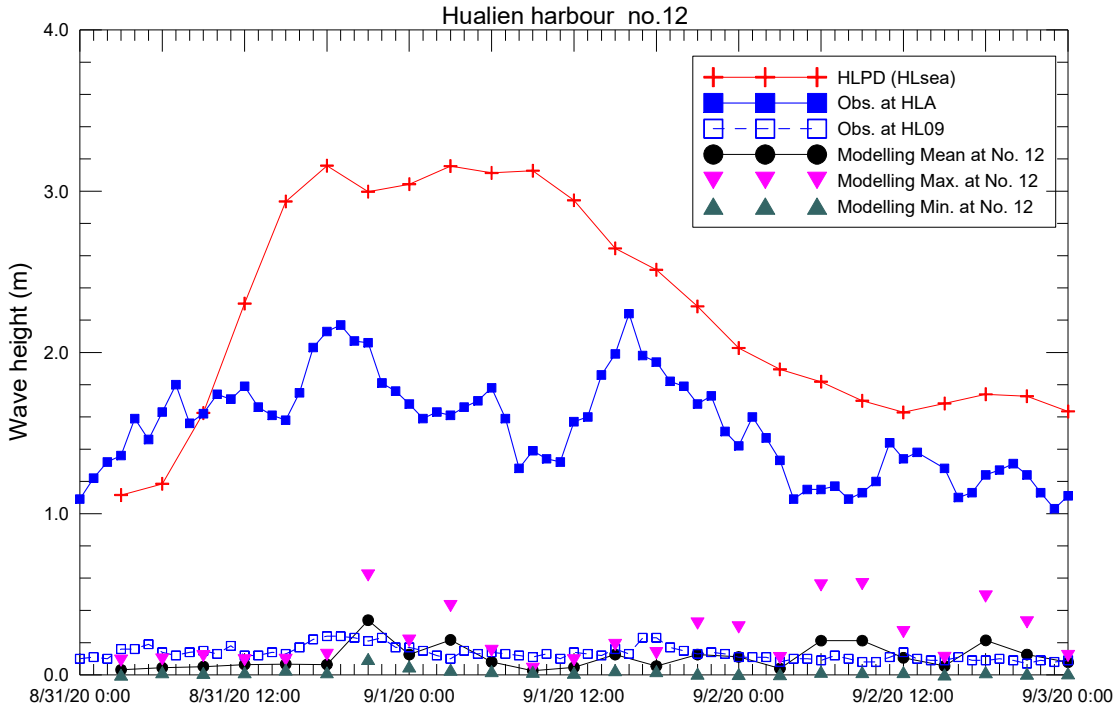


圖 8.40 花蓮港港內靜穩模擬#12 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

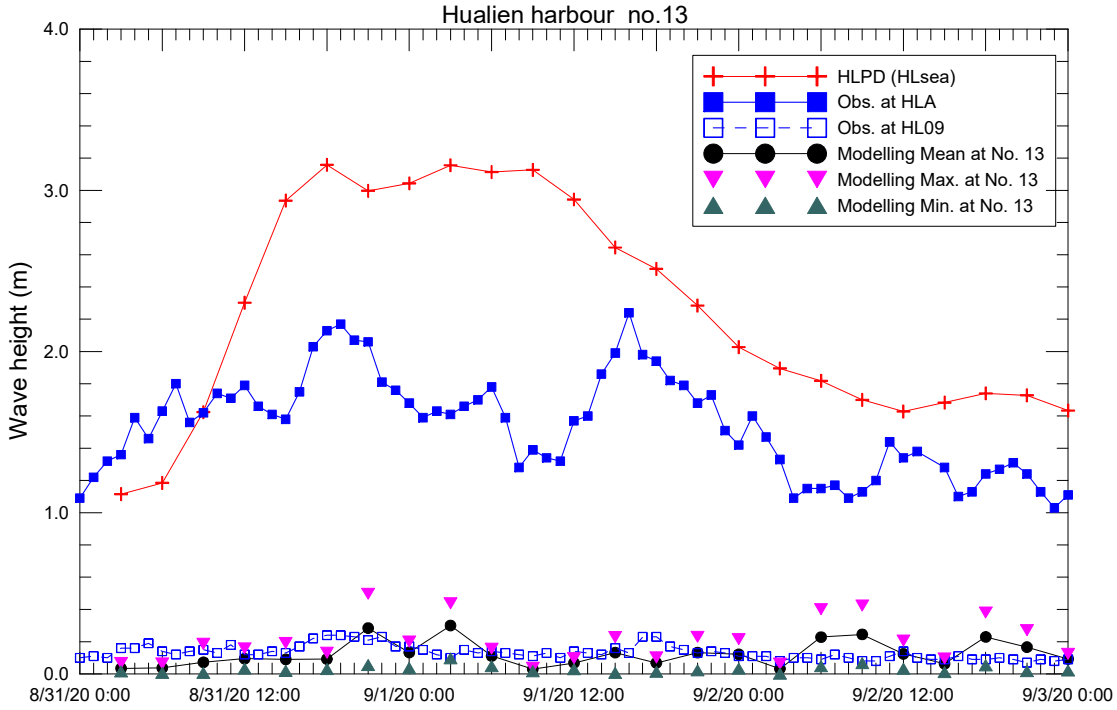


圖 8.41 花蓮港港內靜穩模擬#13 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

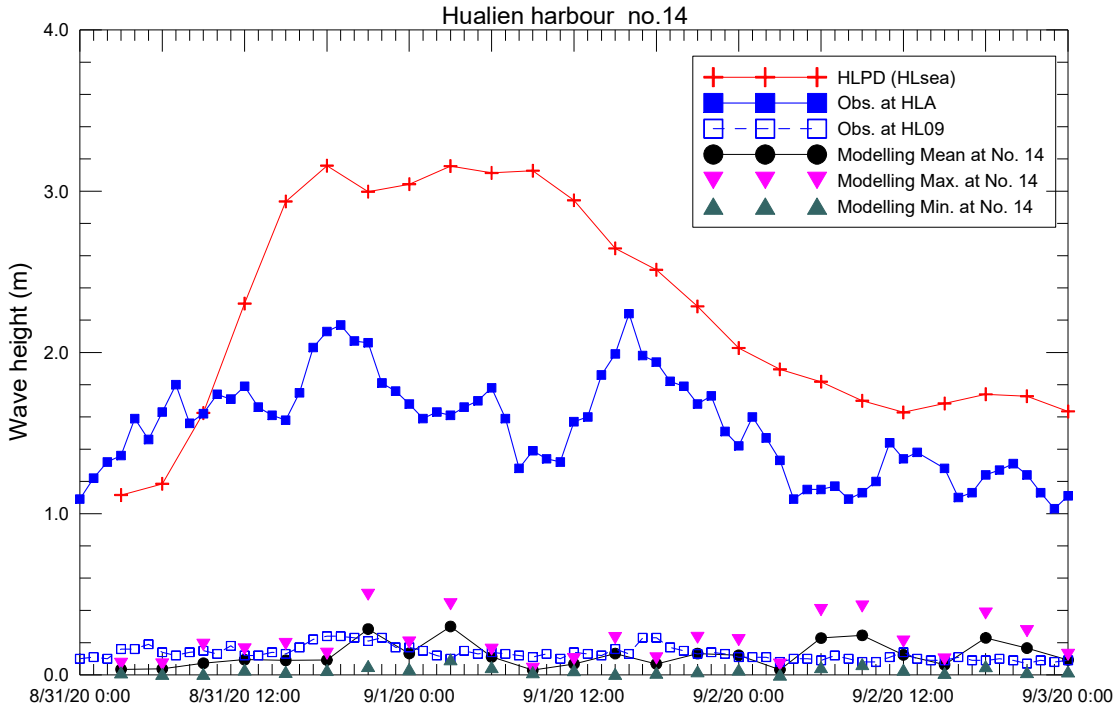


圖 8.42 花蓮港港內靜穩模擬#14 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

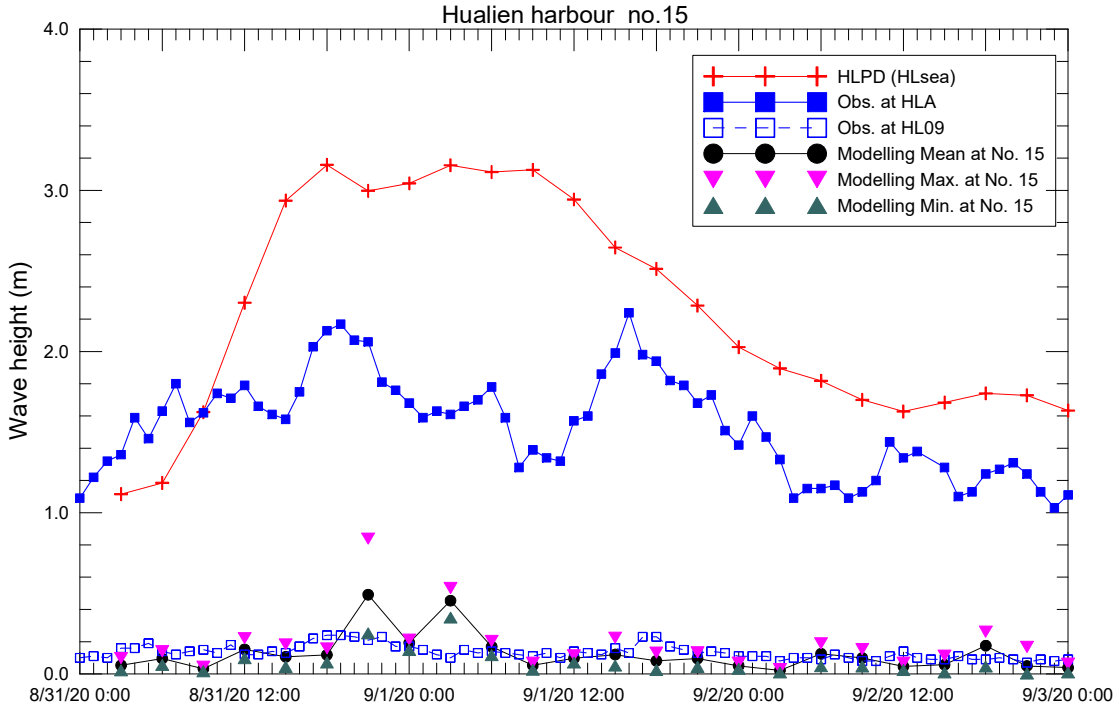


圖 8.43 花蓮港港內靜穩模擬#15 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

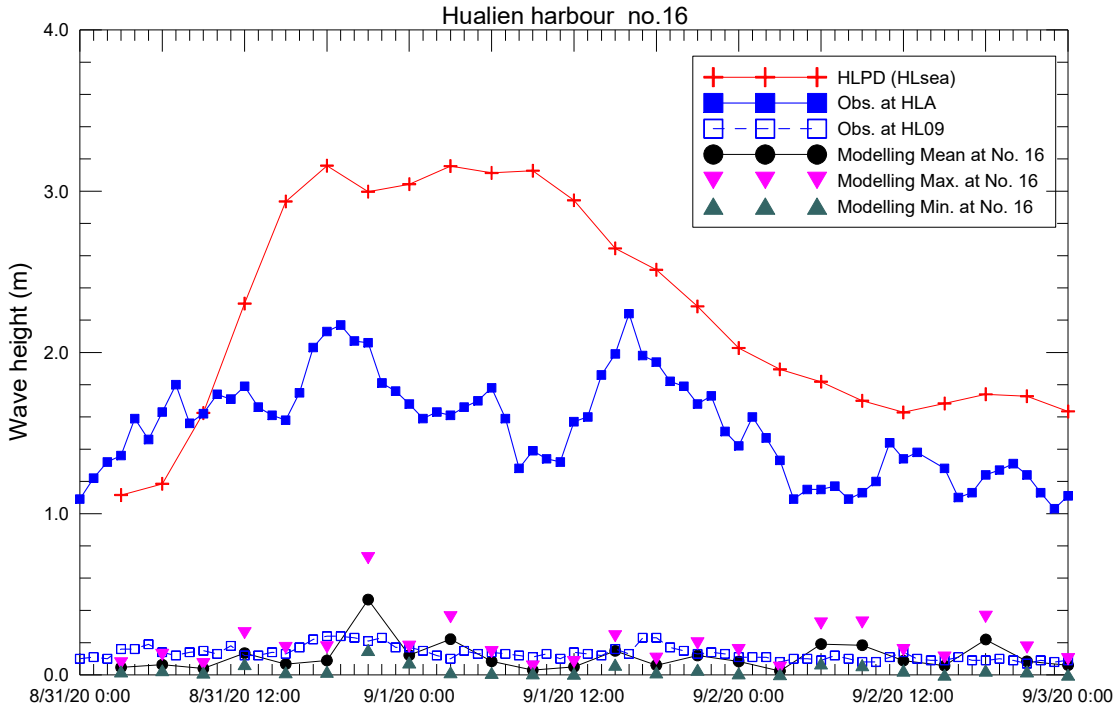


圖 8.44 花蓮港港內靜穩模擬#16 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

8.3.2 蘇澳港港區靜穩模擬與校驗結果

同理，本年度依據蘇澳港 109 年外海 AWAC 測站及港內波潮測站 SAE 分析結果，選出侵臺颱風昌鴻期間(10/08 0 時~10/13 0 時)，以 AWAC 逐時觀測資料，如圖 8.45 所示，作為港區靜穩模組參數率定之情境模擬條件。

同樣，經由參數靈敏度分析及試誤法(try and error)逐步修正模式參數率定值，最終，港內波高模擬值與測站 SAE 波高觀測值之比對結果，如圖 8.46 所示。

依據上述參數率定結果，本計畫選取 2020/10/08 0 時~ 2020/10/11 0 時)小尺度蘇澳近海風浪模組輸出的港域波浪模擬條件，如圖 8.47 所示，執行蘇澳港港區靜穩模擬預測，其中港內測站 SAE 附近水域波高模擬之分析值，與測站示性波高觀測值之比對結果，如圖 8.48 所示。此各時，第一船渠碼頭(#1~#2)之波高模擬預測值，如圖 8.49~圖 8.50 所示；第二船渠碼頭#3~#7 碼頭區波高模擬預測值，如圖 8.51~圖 8.55 所示；第三船渠碼頭#8~#13 碼頭區波高模擬預測值，如圖 8.56~圖 8.61 所示。

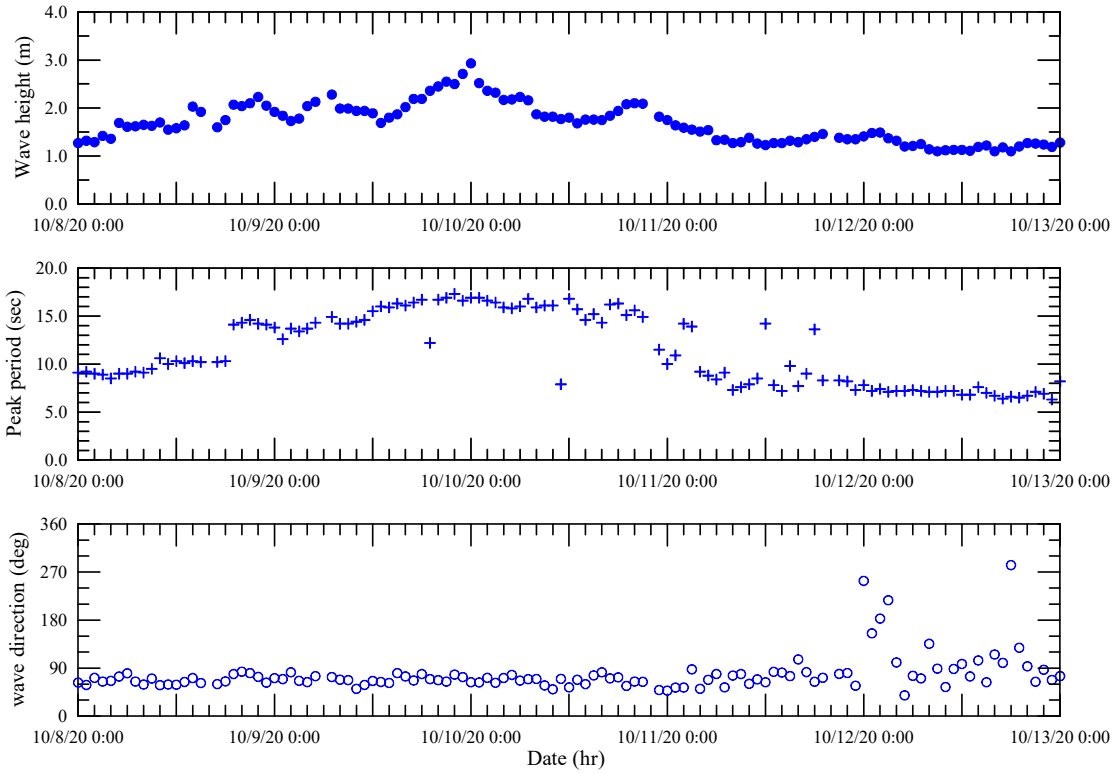


圖 8.45 昌鴻颱風期間(10/08~ 10/12)蘇澳港港外波浪觀測值歷線圖

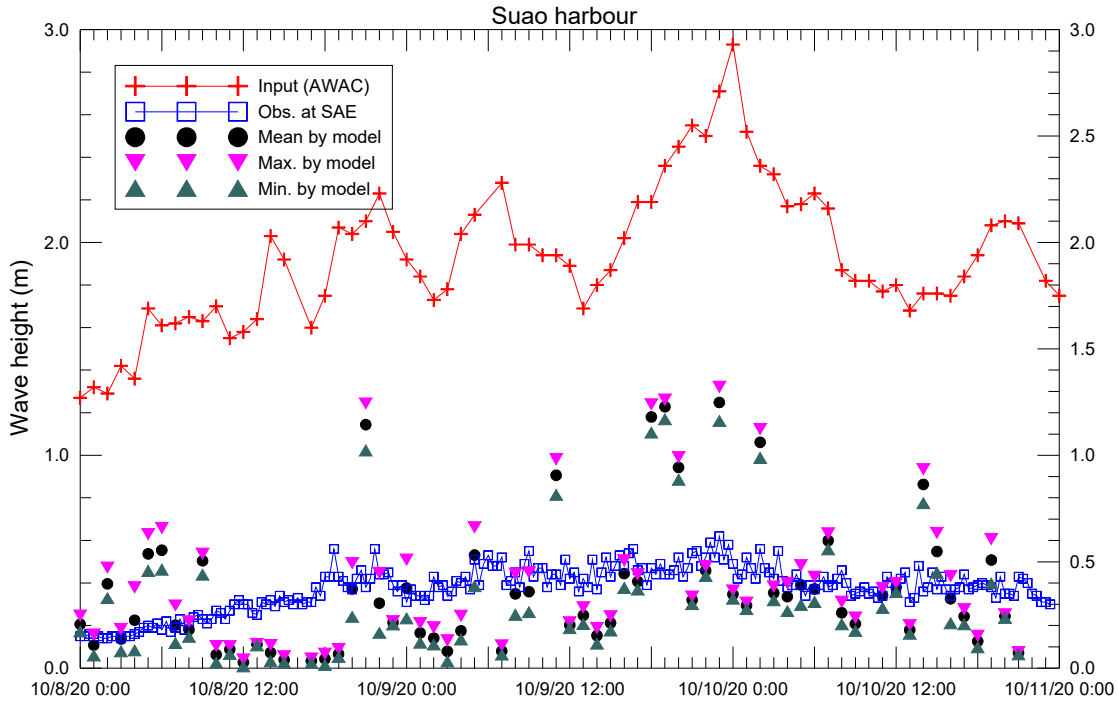


圖 8.46 蘇澳港港內測站 SAE 波高觀測值與模擬分析值比較圖

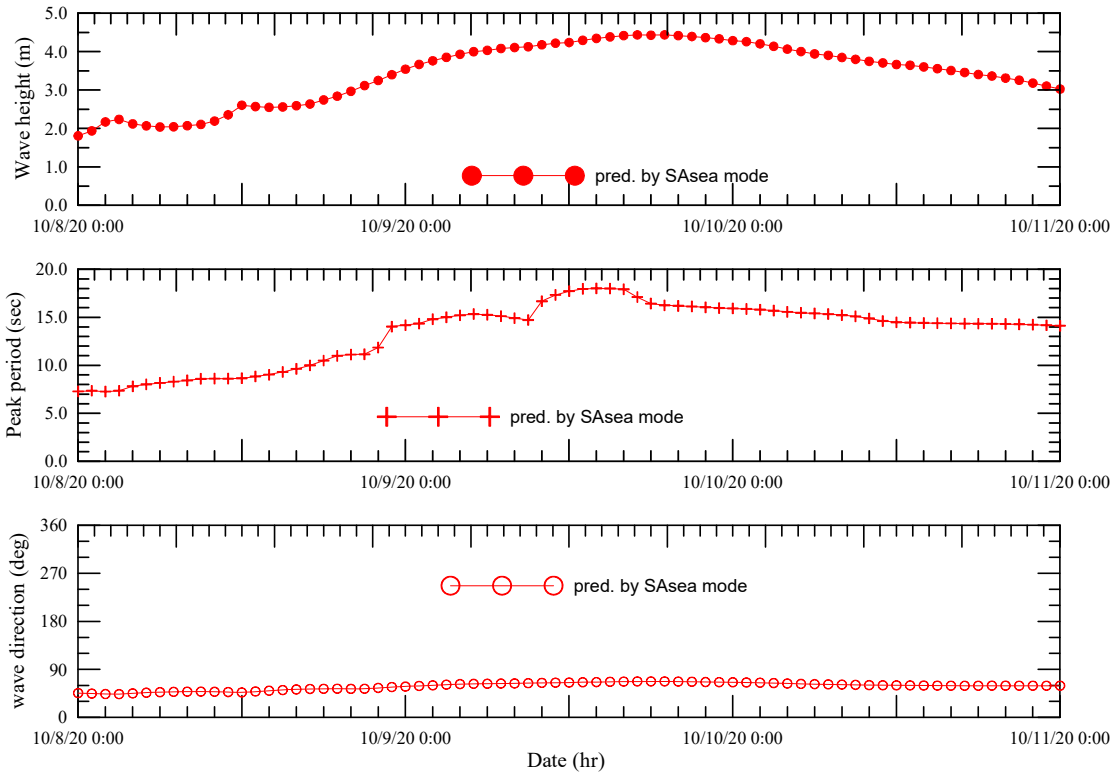


圖 8.47 蘇澳海域風浪模組輸出點 SAB 波高預測值歷線圖

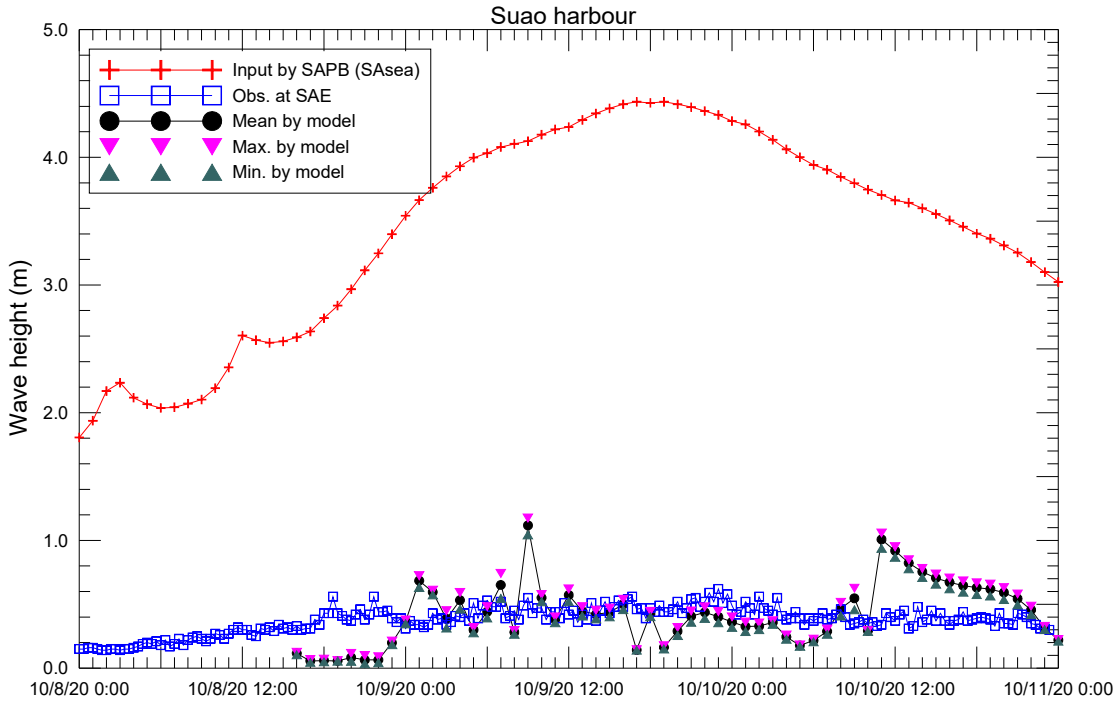


圖 8.48 蘇澳港港內測站 SAE 波高預測值與觀測值歷線比較圖

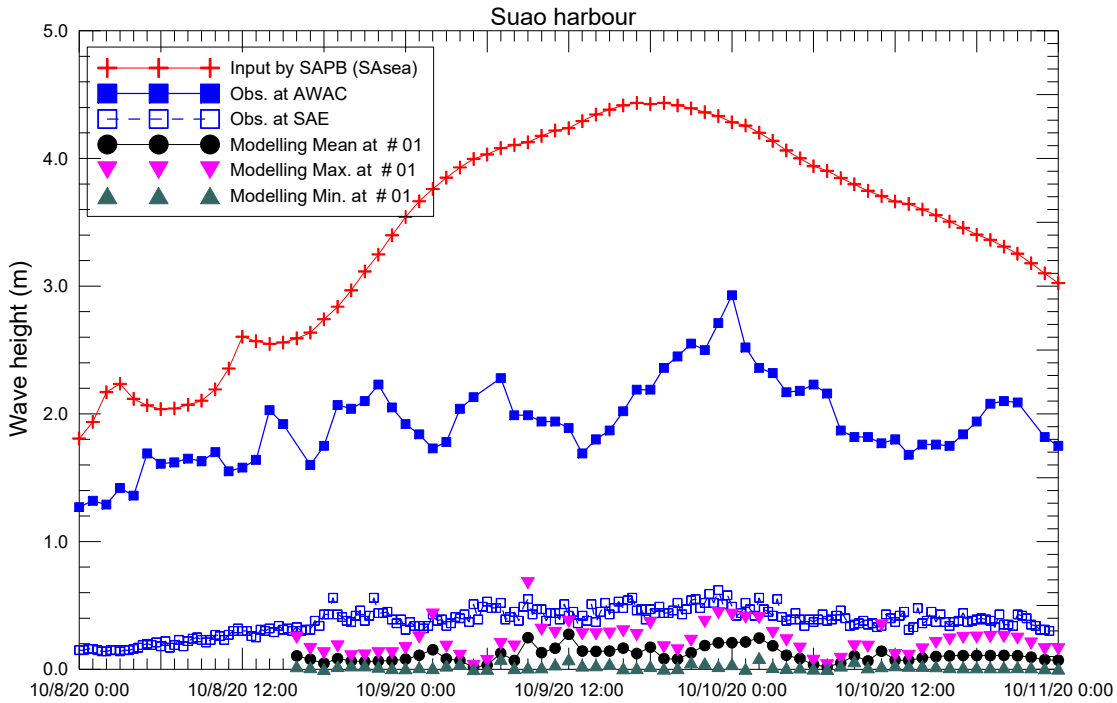


圖 8.49 蘇澳港港內靜穩模擬#01 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

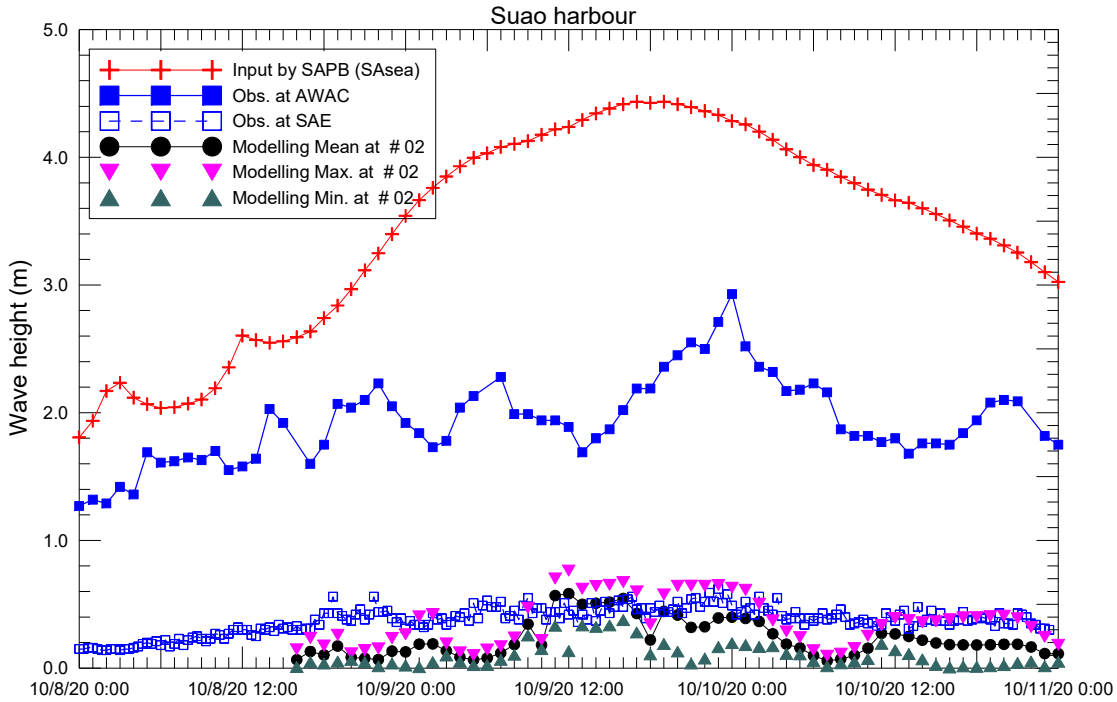


圖 8.50 蘇澳港港內靜穩模擬#02 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

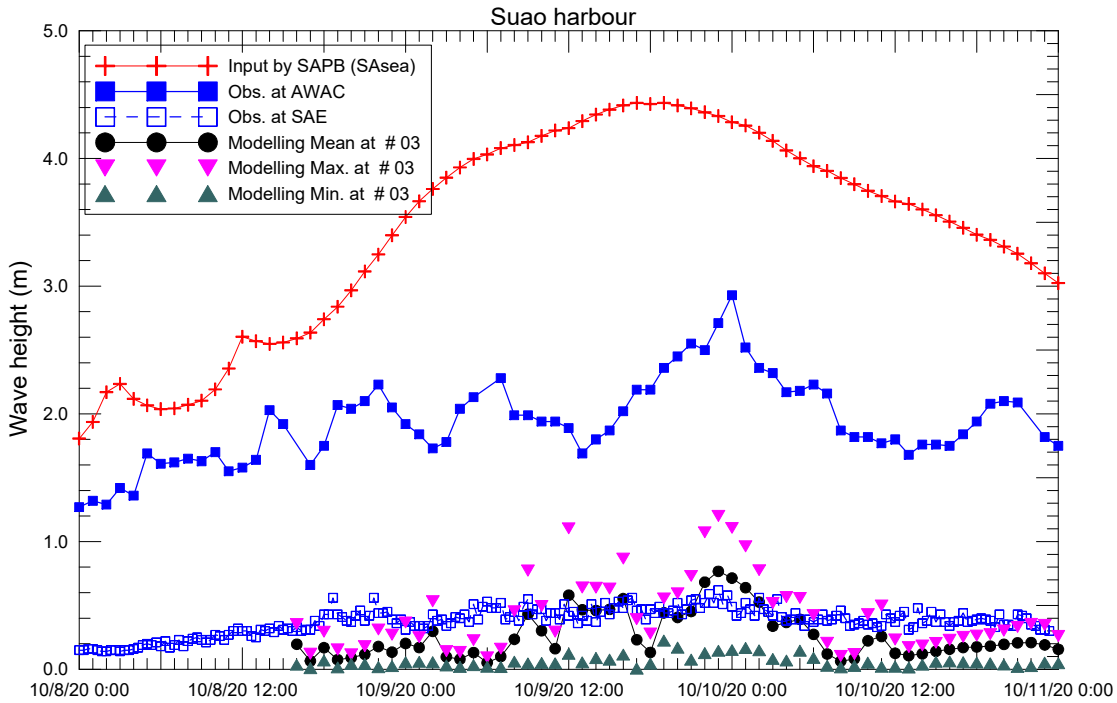


圖 8.51 蘇澳港港內靜穩模擬#03 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

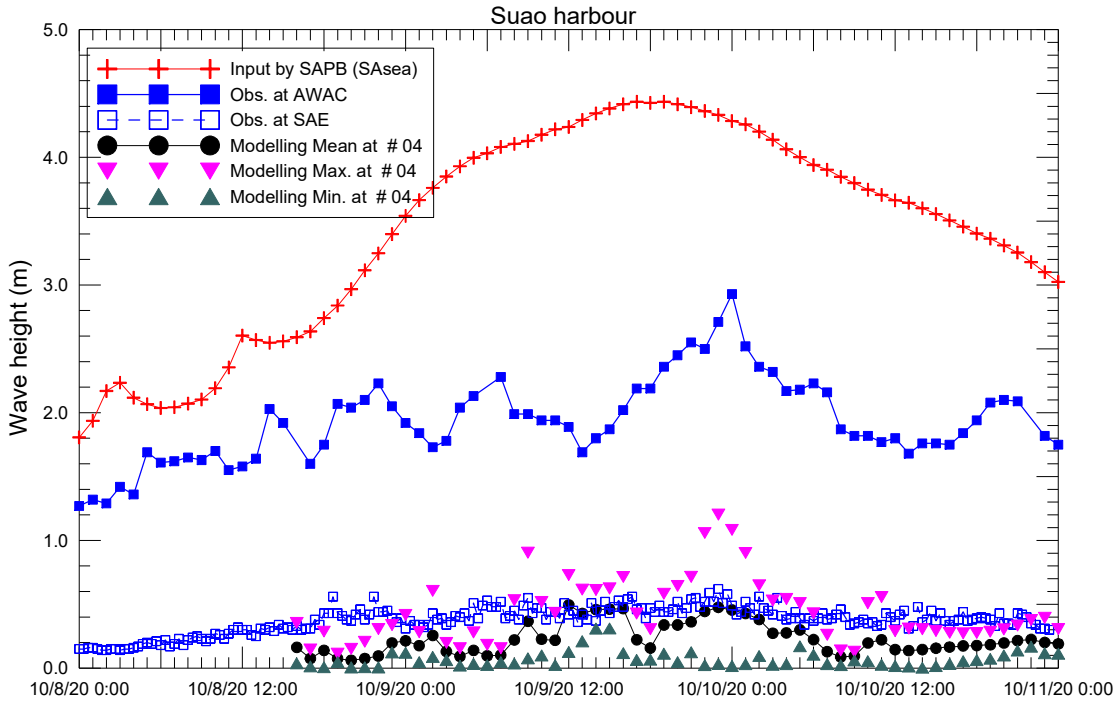


圖 8.52 蘇澳港港內靜穩模擬#04 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

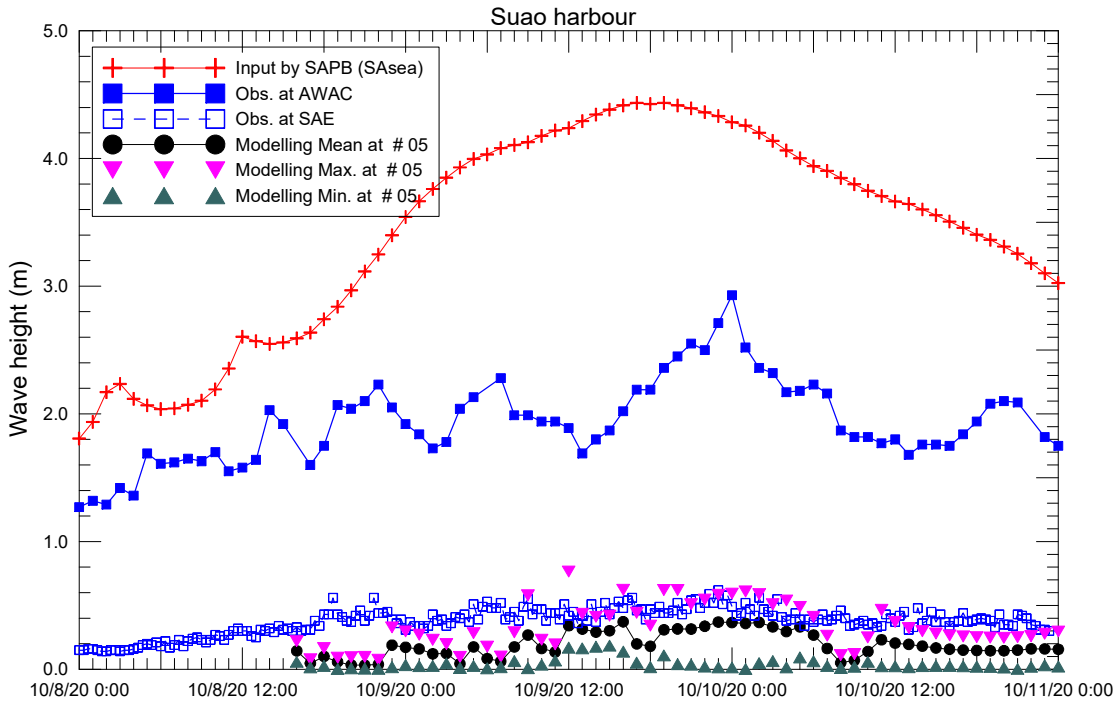


圖 8.53 蘇澳港港內靜穩模擬#05 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

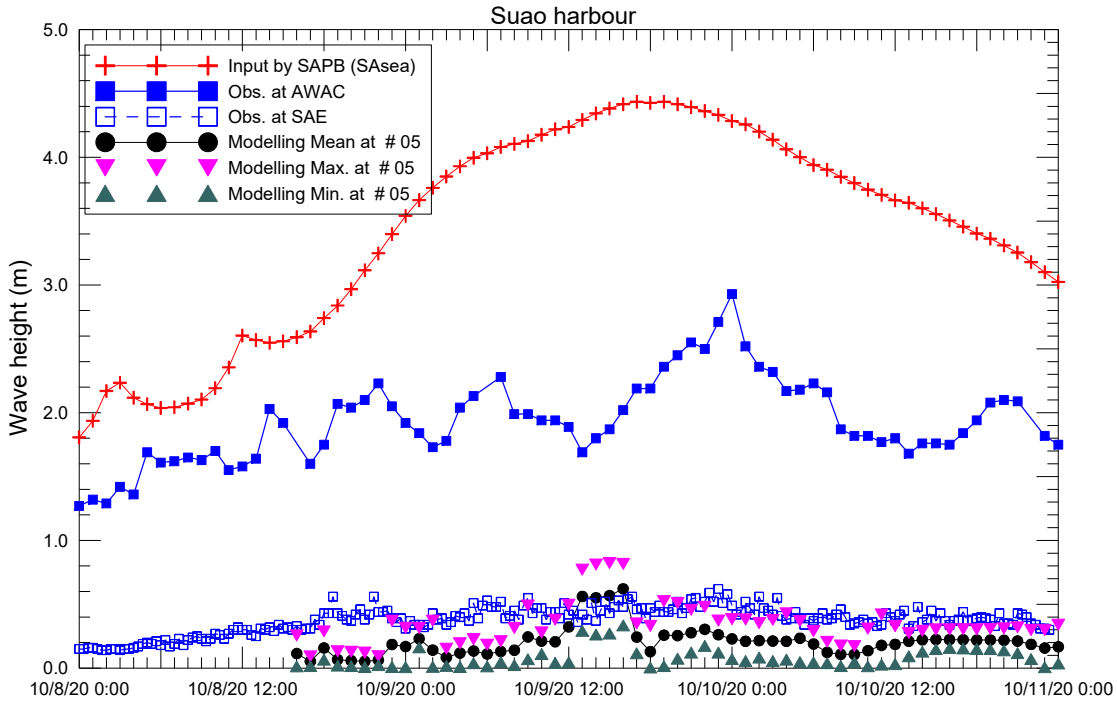


圖 8.54 蘇澳港港內靜穩模擬#06 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

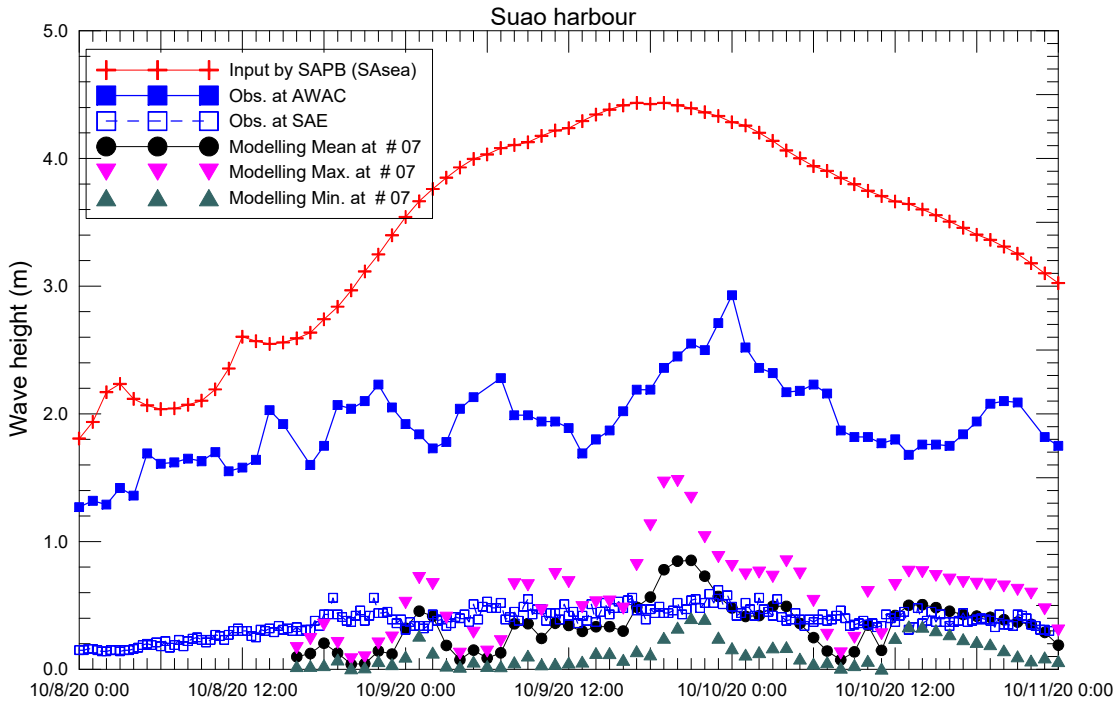


圖 8.55 蘇澳港港內靜穩模擬#07 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

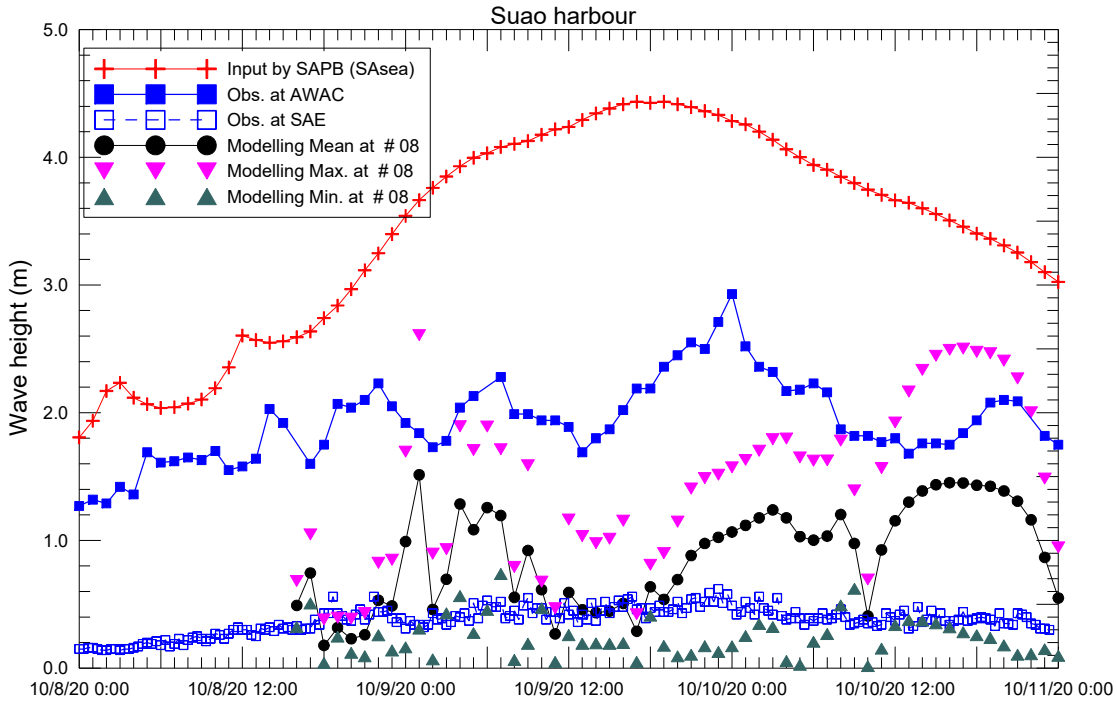


圖 8.56 蘇澳港港內靜穩模擬#08 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

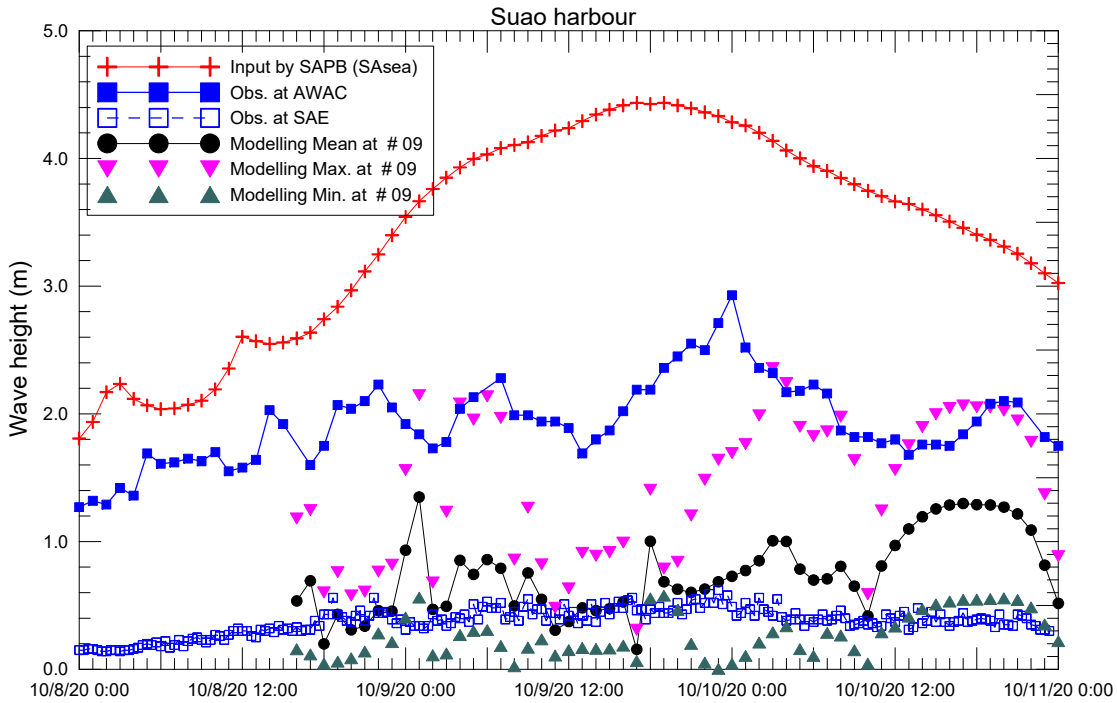


圖 8.57 蘇澳港港內靜穩模擬#09 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

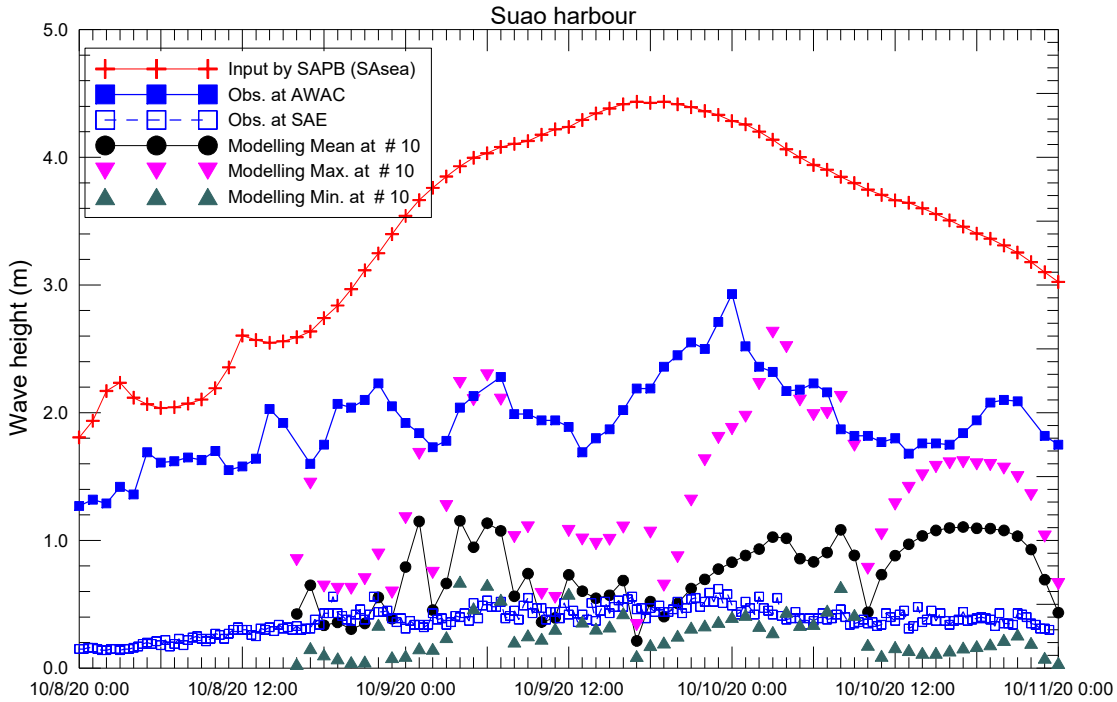


圖 8.58 蘇澳港港內靜穩模擬#10 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

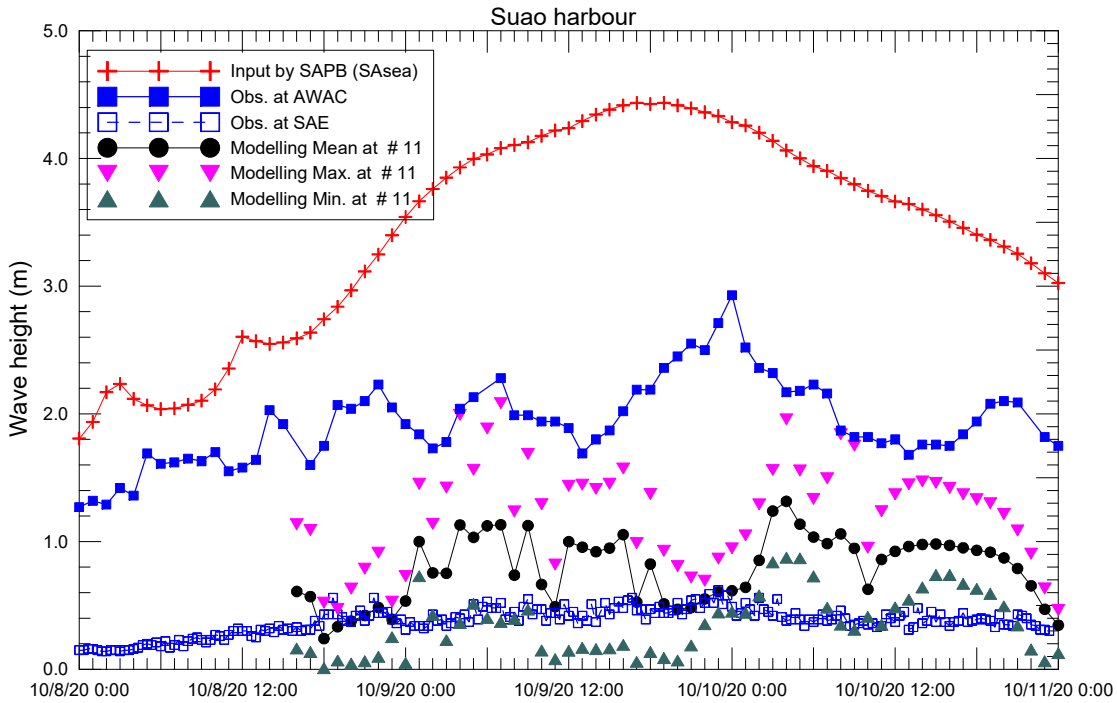


圖 8.59 蘇澳港港內靜穩模擬#11 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

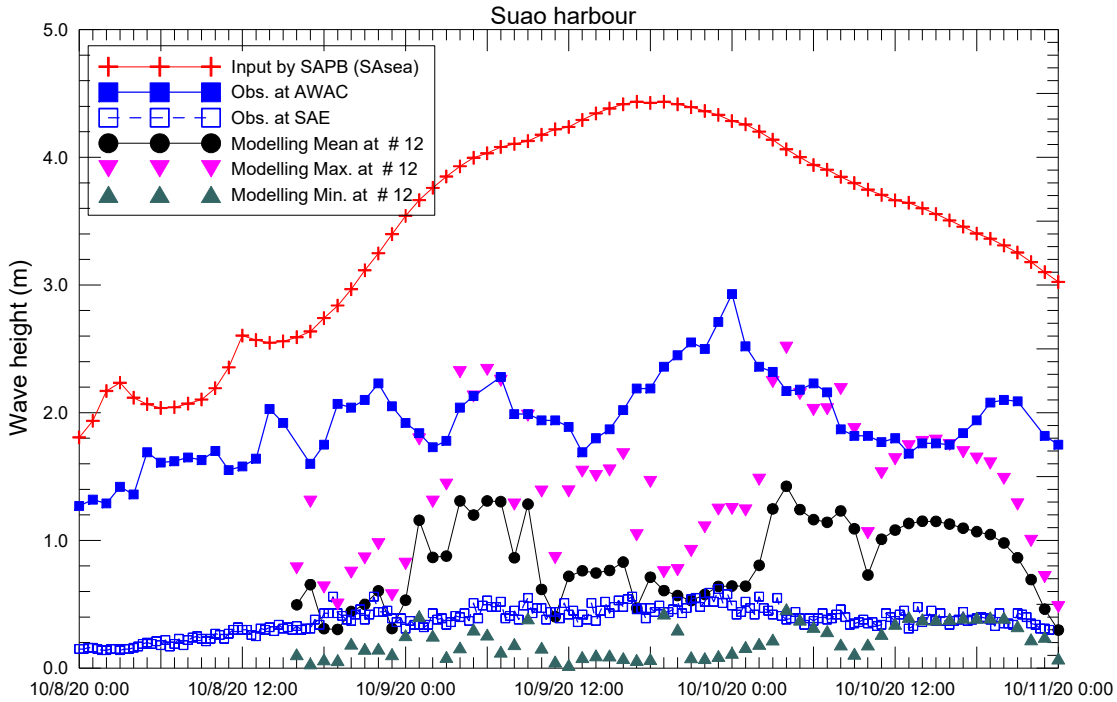


圖 8.60 蘇澳港港內靜穩模擬#12 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

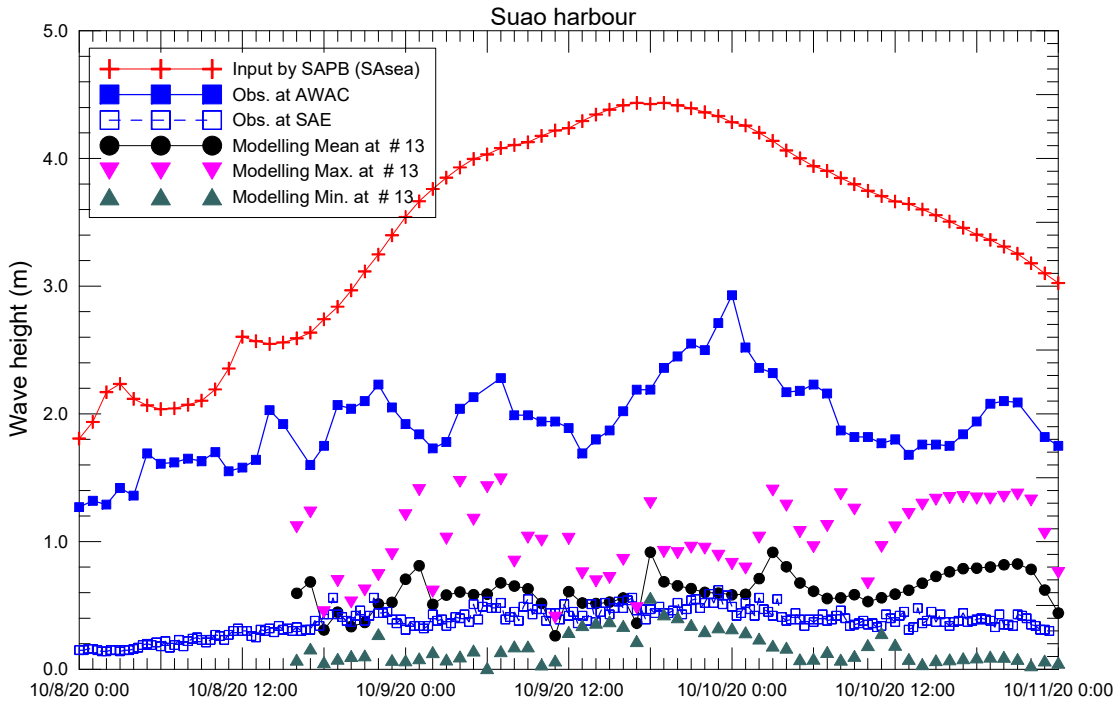


圖 8.61 蘇澳港港內靜穩模擬#13 碼頭波高變化模擬預測歷線圖

第九章 結論與建議

本計畫屬於港研中心 110 年科技綱要計畫「海洋及交通運輸防災技術研究(4/4)」下分項「港灣環境資訊整合及防災應用研究」細部計畫之子計畫。依計畫執行成果主要結論如下：

9.1 結論

1. 盤整海氣象自動化預報模擬系統各作業化模組，確認海象模擬作業化系統風場處理維持在 Linux 作業系統，波浪模擬及水動力模擬保留 Windows 作業系統。海象模擬作業仍採每日 1 報為主，並持續測試及發展每日 4 報模擬作業方式。
2. 本年度以臺灣周圍海域風浪模組為對象進行冬季風浪模擬成果校驗顯示，臺灣東部海域及基隆海域風浪示性波高模擬值普遍高於觀測值，判斷除了氣象局預報風場因素外，與網格解析度無法較精確反應各測站位置亦有關，即中尺度風浪模組因解析度為 0.04º 導致模擬值輸出點位普遍離海岸較遠、水深較大，因此風浪傳播過程能量損失較小。此外，平均週期月均方根誤差約介於 0.6 ses ~ 1.4 sec 之間，譜峰週期月均方根誤差約介於 2.0 ses ~ 2.9 sec 之間。
3. 臺灣周圍海域暴潮模組水位模擬成果校驗顯示，臺北港、臺中港及布袋港均方根誤差值均大於 0.2m，相關性分析呈現水位模擬潮差小於觀測潮差，此為誤差偏大之主因。本計畫修正(降低)數值計算網格底床摩擦係數，證實臺北港、臺中港及布袋港等均方根誤差值有獲得到改善成效。
4. 在波浪、水位及流場等海象預測作業化成果評估方面，完成本年度(2020 年 9 月至 2021 年 8 月)海象作業化預測評估月報及年報，供港研中心內部參考。
5. 完成北端海域地形水深及海象資料蒐集，整合數值模型地形、北端海域地形水深測量資料及基隆港 109 年港區水深調查資料，提供小尺度風浪模組及水動力模組建置所需資料。

6. 完成北端海域小尺度風浪模組(基隆海域風浪模組)及水動力模組(基隆海域水動力模組)建置工作，分別納入臺海風浪模擬系統及臺海水動力模擬系統，持續作業化模擬測試與成果校驗。
7. 透過港外 AWAC 觀測資料與港內波浪觀測資料特性分析得知，花蓮港外港區示性波高與外海 AWAC 波高比值偏大(大於 0.5)之頻率明顯較多，最大比值出現 0.85；在週期方面，外港區平均週期值與外海 AWAC 觀測之譜峰週期相當，且變化趨勢呈現高度相似。蘇澳港港內波浪觀測位於貯木池內，水域相對較靜穩，因此，示性波高與外海 AWAC 波高比值變化幅度相對較小；港內波浪平均週期與譜峰週期均與外海 AWAC 波浪近似。

9.2 建議

1. 針對今年度未發布警報之遠域颱風，如強烈颱風舒力基及輕度颱風圓規等，造成花蓮港及蘇澳港港內水域極度不靜穩無法泊靠之現象，建議後續應加強相似路徑之颱風波浪及港內靜穩等模擬校驗，並尋求可能的因應對策。
2. 蘇澳港港內靜穩波浪觀測站位於貯木池內，因水域相對靜穩，波浪觀測代表性不足，無法適用於其他水域且不利於蘇澳港港區靜穩模擬校驗，建議評估於港內其他水域增設靜穩波浪觀測站或將目前觀測站移置其他較適宜水域地點繼續觀測。

9.3 預期效益與應用情形

本計畫成果效益如下：

1. 配合本年度電腦的軟硬體建置，修正海象預測系統的相關參數，達成改善海象自動化預測模擬精度之目的，提昇海象預測作業品質。
2. 每日 4 報海象模擬預測資訊，不僅達到港研中心 TaiCOMS 海象模擬預測能力升級目的，同時完成「港灣環境資訊系統」平台達成每 6 小時更新海象模擬預測資訊目標，有助於提昇「港灣環境資訊系統」被使用率。

3. 小尺度風浪及水動力模擬結果，提供東部藍色公路較精細的海象模擬預測資訊，透過「港灣環境資訊系統」平台供外界查詢，將可達到確保藍色公路航行安全目標。
4. 提供東部海岸公路浪襲系統外海邊界小尺度風浪模擬預測條件，有助提昇海岸公路浪襲系統預警及預測成功機率。
5. 港區靜穩模擬有助於瞭解花蓮港及蘇澳港等港內靜穩狀況，相關模擬預測資訊透過港研中心花蓮港區靜穩展示頁面呈現及查詢；平時可提供港務人員掌握港區波浪狀況，颱風期間可提供港務人員港區波浪模擬預測資訊，作為判斷是否採取船舶離港避颱之參考。
6. 本計畫海象模擬預報資訊整合於本所港研中心「港灣環境資訊系統」平台，平日供航港局、港務公司及縣市政府辦理港口船舶交通、航運安全管理使用，於颱風期間或面臨緊急海難及各種海岸災害(包括海岸公路)等防救時，亦可迅速提供海情資訊供航港局、港務公司及公路總局作防災應變使用。

參考文獻

1. Battjes, J.A. and J.P.F.M. Janssen, Energy loss and set-up due to breaking of random waves, Proc. 16th Int. Conf. Coastal ngineering, ASCE, pp.569-587, 1978.
2. Booij, N., 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, 1981.
3. Booij, N., L.H. Holthuijsen and R.C. Ris, The ”SWAN” wave model for shallow water, Proc. 25th Int. Conf. Coastal Engng., Orlando, pp.668-676, 1996.
4. Booij, N., L.H. Holthuijsen and IJ.G. Haagsma, Comparing the secondgeneration HISWA wave model with the third-generation SWAN wave model, 5th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting, Melbourne, Florida, pp.215-222, 1998.
5. Booij, N., J.G. Haagsma, L.H. Holthuijsen, A.T.M.M. Kieftenburg, R.C. Ris, A.J. van der Westhuysen, M. Zijlema, SWAN Cycle III version 40.41 USER MANUAL, Delft University of Technology, 2004.
6. Connor, J. and J. Wang, Finite Element Modeling of Hydrodynamic Circulation, in Numerical Methods in Fluid Dynamics, ed. By Brebbia and Connor, Pentech Press, 1974.
7. Dingemans, M.W., Water wave propagation over uneven bottoms. Part 1 –linear wave propagation, Advanced Series on Ocean Engineering, 13, World Scientific, pp.471, 1997.
8. Hasselmann, K., On the spectral dissipation of ocean waves due to whitecapping, Bound.-layer Meteor., 6, 1-2, pp.107-127, 1974.

9. Holthuijsen, L.H., N. Booij, R. Ris, J.H. Andorka Gal and J.C.M. de Jong, 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, 1997.
10. Kirby, J.T., Rational approximations in the parabolic equation method for water waves, Coastal Eng., Vol.10, pp.355-378, 1986.
11. Kirby, J.T. and R.A. Dalrymple, A parabolic equation for combined refraction- diffraction of Stokes waves by midly varying topography, J. Fluid Mech., Vol.136, pp.219-232, 1983.
12. Komen, G.J., L. Cavaleri, M. Donelan, K. Hasselmann, S. Hasselmann, and P.A.E.M. Janssen, *Dynamics and modeling of Ocean Waves*, Cambridge Univ. Press, Cambridge UK, 1994.
13. Matsumoto, K., T. Takanezawa, and M. Ooe, Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A global model and a regional model around Japan, J. Oceanogr., Vol.56, pp.567-581, 2000.
14. Mei, C.C., *The Applied Dynamics of Ocean Surface Waves*, John Wiley, New York, 1983.
15. Miles, J.W., On the generation of surface waves by shear flows, J. Fluid Mech., Vol.3, pp.185−204, 1957.
16. Phillips, O.M., On the generation of waves by turbulent wind, J. Fluid Mech., Vol.2, pp.417−445, 1957.
17. Radder, A.C., On the parablic equation method for water-wave propagation, J. Fluid. Mech., Vol.95, pp.159-176, 1979.
18. WAMDI group, The WAM model − a third generation ocean wave prediction model, J. Phys. Oceanogr., Vol.18, pp.1775−1810, 1988.

19. Whitham, G.B., *Linear and nonlinear waves*, Wiley, New York, 636 p., 1974

20. 歐善惠、許泰文、臧效義、方介群、廖建明，「應用SWAN波浪模式推算臺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，1999年。

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

22. 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，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，2004年3月。

23. 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，近岸數值模擬系統之建立(1/4)，交通部運輸研究所，2005年4月。

24. 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，近岸數值模擬系統之建立(2/4)，交通部運輸研究所，2005年12月。

25. 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，近岸數值模擬系統之建立(3/4)，交通部運輸研究所，2007年4月。

26. 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、李俊穎，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，2008年3月。

27. 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，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，2009年4月。

28. 林炤圭、劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、林莉凰，近岸海象數值模擬及預警系統之建立(3/4)-波浪部份，交通部運輸研究所，2010年5月。

29. 林炤圭、劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、林莉凰，近岸海象數值模擬及預警系統之建立(4/4)-波浪部份，交通部運輸研究所，2011年4月。

30. 李兆芳、劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、高政宏、林莉凰，「近岸海象數值模擬及預警系統之建立(3/4)－水動力部份」，交通部運輸研究所研究報告，2010年4月。

31. 李兆芳、劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、高政宏、林莉凰，「近岸海象數值模擬及預警系統之建立(4/4)－水動力部份」，交通部運輸研究所研究報告，2011年4月。

32. 廖建明、莊文傑、許泰文、何興亞，「台灣西南海域海潮流模擬與特性探討」，第32屆海洋工程研討會論文集，第521-526 頁，2010年。

33. 顏沛華、蔡宗旻、莊文傑、謝東發、林明毅，「直接應用NAO99b全球潮汐模式預報臺灣環島沿岸潮位之適用性評估」，第32屆海洋工程研討會論文集，第659-664 頁，2010年。

34. 邱永芳、李兆芳、蘇青和、陳明宗、劉正琪、李俊穎、涂力夫、高政宏、鄭宇君、陳宜芝，「提昇海岸及港灣海域水位與海流模擬技術之研究(1/4)」，交通部運輸研究所，2012年3月。

35. 邱永芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、胡凱程、鄭博今，「提昇海岸及港灣海域波浪模擬技術之研究(1/4)」，交通部運輸研究所，2012年3月。

36. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、李忠潘、曾以帆，「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究(1/4)」，交通部運輸研究所，2012年4月。

37. 李兆芳、邱永芳、蘇青和、陳明宗、劉正琪、李俊穎、涂力夫、高政宏，「提昇海岸及港灣海域水位與海流模擬技術之研究(2/4)」，交通部運輸研究所，2013年2月。

38. 劉正琪、邱永芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、鄭博今、陳信宏，「提昇海岸及港灣海域波浪模擬技術之研究(2/4)」，交通部運輸研究所，2013年2月。

39. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、李忠潘、曾以帆，「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究(2/4)」，交通部運輸研究所，2013年2月。

40. 劉正琪、邱永芳、李兆芳、蘇青和、陳明宗、李俊穎、涂力夫、鄭博今，「提昇海岸及港灣海域海象模擬技術之研究(1/2)」，交通部運輸研究所，2014年3月。

41. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇，「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究(3/4)」，交通部運輸研究所，2014年4月。

42. 李兆芳、邱永芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、涂力夫、謝佳紘，「臺灣主要商港海象模擬技術之精進及系統維運」，交通部運輸研究所，2015年3月。

43. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、陳明宗、單誠基、謝佳紘，「整合臺灣海岸及港灣海氣地象模擬技術之研究(4/4)」，交通部運輸研究所，2015年3月。

44. 李兆芳、邱永芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、唐宏結、江朕榮、謝佳紘，「海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」，交通部運輸研究所，2016年3月。

45. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、陳明宗、單誠基、謝佳紘，「港灣海氣象模擬暨溢淹資訊建置之研究(1/2)」，交通部運輸研究所，2016年5月。

46. 李兆芳、邱永芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、江朕榮、謝佳紘，「105年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」，交通部運輸研究所，2017年3月。

47. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、李兆芳、劉正琪、陳冠宇、陳明宗、單誠基、謝佳紘，「港灣海氣象模擬暨溢淹資訊建置之研究(2/2)」，交通部運輸研究所，2017年4月。

48. 邱永芳、蘇青和、李俊穎、謝佳紘，「港灣海象模擬技術及作業系統之研究(2/2)」，交通部運輸研究所，2017年4月。

49. 邱永芳、李兆芳、劉正琪、蘇青和、陳明宗、李俊穎、謝佳紘、江朕榮，「港灣海象模擬技術及預警系統研發」，交通部運輸研究所，2018年3月。

50. 蘇青和、李兆芳、劉正琪、陳明宗、李俊穎、謝佳紘、江朕榮，「107年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」，交通部運輸研究所，2019年2月。

51. 李兆芳、劉正琪、傅怡釧、李俊穎、蘇青和、謝佳紘、江朕榮，「108年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」，交通部運輸研究所，2020年2月。

52. 李俊穎、傅怡釧、劉清松、陳鈞彥、謝佳紘，「港灣風波潮流模擬及長浪預警之研究(2/4)-模擬評估及長浪預報研究」，交通部運輸研究所，2020年2月。

53. 劉正琪、李兆芳、謝佳紘、江朕榮，「109年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運」，期末報告，2020年12月。

附錄一

相關波浪模式基本理論介紹

附錄一 相關波浪模式基本理論介紹

臺灣環島海象預報系統(TaiCOMS)波浪模擬採用的波浪模式之基本理論介紹。

1.1 西太平洋範圍風浪模組之基本理論

對 TaiCOMS 而言，大尺度西太平洋範圍風浪模組是依據海洋波浪預測模式 WAM (WAve Modeling)為模式之基礎而建置的，目前 TaiCOMS 使用的版本係經由 WAMDI (The Wave Model Development and Implementation) Group (1988)改良的模式。WAM 模式所使用的基本方程式為二維波浪能量平衡方程式，此方程式能夠描述方向波譜在時間及空間上的變化過程。這些變化過程包括風浪的生成、波能的消散、底床摩擦效應，以及波與波之間非線性交互作用。其波浪能量平衡方程式可表示為：

$$\frac{\partial F}{\partial t}+\nabla\cdot\left(\vec{C}_g F\right)=S \quad \text{.....} \quad (1.1)$$

式中 $F=F\left(f,\theta,\vec{x},t\right)$ 為波浪能量密度譜(spectral density)，f 為波浪的頻率，θ 定義為波浪的傳播方向，$\vec{x}$ 為位置，t 為時間，$\vec{C}_g$ 為波浪群速度(group velocity)，S 為源函數(source function)。

在大範圍波浪場計算時，因地球曲率會影響波浪的傳遞，因此常以球面座標系統(ϕ，λ)推導(1.1)式，得到下列描述二維波浪能量平衡方程式之球面座標表示式如下：

$$\frac{\partial F}{\partial t}+\frac{1}{\cos\phi}\frac{\partial}{\partial\phi}\left(C_\phi F\right)+\frac{\partial}{\partial\lambda}\left(C_\lambda F\right)+\frac{\partial}{\partial\theta}\left(C_\theta F\right)=S \quad \text{.....} \quad (1.2)$$

式中 ϕ 為緯度，λ 為經度，C_ϕ、C_λ 與 C_θ 分別為波浪群速度 $\vec{C}_g$ 在球面座標 ϕ、λ 軸及波浪傳播方向 θ 之空間傳遞速率，其中：

$$C_\phi=\left|\vec{C}_g\right|\frac{\sin\theta}{R} \quad \text{.....} \quad (1.3)$$

$$C_\lambda=\left|\vec{C}_g\right|\frac{\cos\theta}{R} \quad \text{.....} \quad (1.4)$$

$$C_\theta = \frac{1}{k}\frac{\partial\omega}{\partial d}\left(\frac{\sin\theta}{\cos\phi}\frac{\partial d}{\partial\lambda} - \cos\theta\frac{\partial d}{\partial\phi}\right)\Big/R \quad \text{..... (1.5)}$$

式中 R 為地球半徑(m)，ω 為波浪角頻率，k 為波數(wave number)，d 為水深。

在 WAM 模式(cycle 4 及 cycle 5)中，源函數 S 可表示成

$$S = S_{in} + S_{nl} + S_{dis} + S_{bot} \quad \text{..... (1.6)}$$

式中源函數 S_{in} 、S_{dis} 、S_{bot} 、S_{nl} 分別代表風浪之成長項、能量消散項、底床摩擦項及波浪間非線性交互作用項。

在 WAM 模式中風浪成長項 S_{in} 之計算係採用 Snyder et al. (1981)提出的無因次摩擦速度 u_*經驗式，依據風浪生成之近似線性理論(Janssen ，1989, 1991)得知，風浪成長項 S_{in} 可表示如下：

$$S_{in} = \gamma \cdot F \quad \text{..... (1.7)}$$

式中 γ 為波能成長率，WAM 模式之波能成長率 γ 計算採用 Janssen (1989, 1991)之經驗式，其結合了海表面摩擦速度與波齡來決定風浪的成長率，即

$$\gamma = \varepsilon\omega\beta\left(u_*/c\right)^2\cos^2\left(\bar{\theta} - \theta_w\right), \quad \left|\bar{\theta} - \theta_w\right| < \pi/2 \quad \text{..... (1.8)}$$

式中 ε 為空氣與水之密度比率(=1.225×10^{-3})，β 為 Miles 常數(=1.2, Janssen 1991 或 Komen et al. 1994)，u_*為風作用於海面之摩擦速度，c 為波速(或為波浪位相速度)，$\bar{\theta}$ 為平均波向(指波浪傳播方向)，θ_w 為平均風向。另依據 Janssen (1991)之研究得知，Miles 常數 β 可由下列表示式計算得到

$$\beta = \frac{1.2}{\kappa^2}\mu\ln^4\left(\mu\right), \quad \mu \le 1.0 \quad \text{..... (1.9)}$$

其中

$$\mu = \left(\frac{u_*}{\kappa c}\right)\left(\frac{g z_0}{u_*^2}\right)\exp\left[\left(\frac{\kappa c}{u_*}\right)\frac{1}{\cos\left(\theta - \theta_w\right)}\right] \quad \text{..... (1.10)}$$

式中 κ 為 von Karman 常數(= 0.41)，z_0 海面粗糙長度(roughness length)，g 為重力加速度。

針對粗糙長度 z_0 之計算如下：

$$z_0 = \frac{\alpha\tau}{g} \quad (1.11)$$

$$\alpha = \frac{\hat{\alpha}}{\sqrt{1-(\tau_w/\tau)}} \quad (1.12)$$

式中 α 為與海面狀況有關的 Charnock 參數，τ 為氣流通過海面波浪引起的運動應力(kinematic stress)，τ_w 為重力波引起的波應力。其中運動應力 τ 等於摩擦速度 u_*之平方，其與海面上風速對數剖面及粗糙長度之關係如下

$$\tau = u_*^2 = \left(\frac{\kappa U(z_{obs})}{\ln(z_{obs}/z_0)}\right)^2 \quad (1.13)$$

式中 z_{obs} 為在波浪上方之平均高度；至於，波浪引起的波應力 τ_w 之計算如下

$$\tau_w = 2\pi\varepsilon^{-1} g \int df d\theta \cdot S_{in}\vec{k} \quad (1.14)$$

其中未知係數 $\hat{\alpha}$ 建議採用 0.01。

在 WAM 模式中波浪之能量消散機制是依據 Hasselmann (1974)所提出之準線性形式，其概念主要假設海面波浪的消散行為屬於平均衰減的，因此波浪能量消散項 S_{dis} 可表示成

$$S_{dis} = \gamma_{ds} \cdot F \quad (1.15)$$

其中

$$\gamma_{ds} = -C_{ds}\langle\omega\rangle\left[\langle k\rangle^2 E\right]^2\left[\frac{k}{\langle k\rangle} + \left(\frac{k}{\langle k\rangle}\right)^2\right] \quad (1.16)$$

式中係數 $C_{ds} = 4.5$，$\omega = 2\pi f$，符號 $\langle\bullet\rangle$ 代表對整個波浪之平均值，其中

$$E = \iint F(f,\theta) df \cdot d\theta \quad (1.17)$$

$$\langle\omega\rangle = E\left\{\iint F(f,\theta)(2\pi f)^{-1} df \cdot d\theta\right\}^{-1} \quad (1.18)$$

$$\langle k\rangle = E\left\{\iint F(f,\theta) k^{-1} df \cdot d\theta\right\}^{-1} \quad (1.19)$$

關於底床摩擦引起的能量損失項 S_{bot}，其計算如下：

$$S_{bot} = -C_{bot}\frac{k\tanh(kd)}{g\sinh^2(kd)}F \quad (1.20)$$

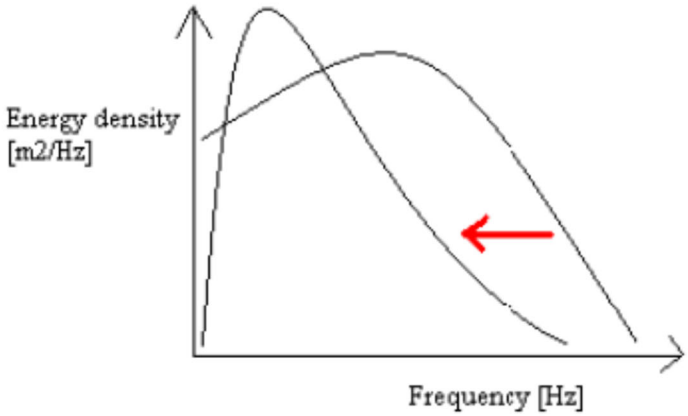
式中 g 為重力加速度，k 為波數，d 為水深，C_{bot} 為底床摩擦係數；在 WAM 模式中對於床摩擦係數 C_{bot} 值建議採用 Hasselmann 等人 (1973) 在湧浪的條件下以 JONSWAP 的實驗求得之底床摩擦係數 C_{bot}= 0.038m^{2}s^{-3}。

至於非線性交互作用項 S_{nl} 之計算則採用 Hasselmann (1963)之四個波之波浪交互作用理論．即波譜的急劇成長是由波譜尖峰頻率從風獲得能量後再經由非線性作用使得波譜尖峰頻率的能量分別向高頻及低頻處傳遞，且隨著風速加大導致尖峰頻率向低頻移動的現象，如附圖 1.1 所示。當紛紜波浪中存在有四組波浪滿足下列共振(resonant)條件(1.21a,b)式時，則此四組波浪會產生能量之交換。

$$\vec{k}_1 + \vec{k}_2 = \vec{k}_3 + \vec{k}_4 \quad \text{.....(1.21a)}$$

$$\omega_1 + \omega_2 = \omega_3 + \omega_4 \quad \text{.....(1.21b)}$$

有關非線性交互作用項 S_{nl} 計算之詳細說明可參考 Komen et al. (1994)。



附圖 1.1 波浪能量由高頻向低頻傳遞之示意圖

1.2 臺灣周圍海域範圍風浪模組之基本理論

TaiCOMS 中尺度臺灣周圍海域範圍風浪模組係採用荷蘭 Delft 技術大學發展的近海風浪模式 SWAN (Booij et al. 1996)作為模組建置之核心主體，目的在於利用 SWAN 風浪模式強大功能模擬臺灣近岸海域風浪場變化，藉以獲得更精確的近岸海域波浪資訊。SWAN 風浪模式不僅具有第三代風浪模式的特徵，且在能量成長與消散項的參數選擇上比其它模式更具彈性；SWAN 風浪模式可以計算波浪在時間及控間領域之傳遞、波與波之間非線性的交互作用、波浪受風之成長、碎波之能量消散、底床摩擦

引起的能量損失、以及波浪受到海流及地形變化影響而產生的頻率位移、淺化與折射等物理過程。

總之，SWAN 風浪模式是一個利用風、海底底床及海流狀況獲得在海岸地區、湖泊或河口附近水域的合理預估的波浪參數的波浪數值模式，此數值模式基本上是依據波浪作用力平衡方程式(wave action balance equation)，如(1.22)式所示，以及源函數項等求解波浪作用力密度波譜(action density spectrum)，$N(\sigma,\theta)$，其中σ為相對的波浪頻率；θ為波浪方向角；因此 SWAN 本質上屬於第三代風浪預報模式。

$$\frac{\partial N}{\partial t}+\frac{\partial c_x N}{\partial x}+\frac{\partial c_y N}{\partial y}+\frac{\partial c_\sigma N}{\partial \sigma}+\frac{\partial c_\theta N}{\partial \theta}=\frac{\overline{S}}{\sigma} \quad (1.22)$$

式中 x，y 為直角座標系統之座標軸，c_x及 c_y分別為波浪作用力在 x 及 y 空間之傳遞速度，c_θ代表波浪作用力在波向 θ 空間之傳遞速度，c_σ代表波浪作用力在波浪頻率 σ 空間之傳遞速度，S 代表波浪成長與消散之源函數項。其中

$$c_x=\frac{dx}{dt}=C_g\cos\theta+U_x \quad (1.23)$$

$$c_y=\frac{dy}{dt}=C_g\sin\theta+U_y \quad (1.24)$$

$$c_\theta=\frac{d\theta}{dt}=\frac{1}{k}\frac{\partial\sigma}{\partial d}(\sin\theta\frac{\partial d}{\partial x}-\cos\theta\frac{\partial d}{\partial y})+(\sin\theta\frac{\partial U_s}{\partial x}-\cos\theta\frac{\partial U_s}{\partial y}) \quad (1.25)$$

$$c_\sigma=\frac{d\sigma}{dt}=\frac{\partial\sigma}{\partial d}(\frac{\partial d}{\partial t}+U_x\frac{\partial d}{\partial x}+U_y\frac{\partial d}{\partial y})-C_g k(\cos\theta\frac{\partial U_s}{\partial x}+\sin\theta\frac{\partial U_s}{\partial y}) \quad (1.26)$$

式中 C_g為波浪群速度，U_x及 U_y分別為水流速度在 x-及 y-軸方向分量，k 為波浪之波數，d 為水深。

於(1.22)式中第一項代表波浪作用力密度譜 $N(\sigma,\theta)$隨時間之變化率；第二及第三項為波浪作用力密度譜 $N(\sigma,\theta)$在平面空間上分別以c_x及c_y之速度在 x-及 y-軸方向傳遞；第四項代表波浪作用力密度譜 $N(\sigma,\theta)$受到水深及流變化影響導致在相對頻率 σ-軸上以c_σ的速度位移；第五項代表波浪作用力密度譜 $N(\sigma,\theta)$因水深或流所引起的折射效應；等號右邊$\overline{S}(\sigma,\theta)$代表以能量密度表示之源函數項，其包含能量的生成、衰減、及非線性

的波浪交互作用(有關各項源函數計算之詳細理論說明可參考 SWAN 使用手冊)。

在 SWAN 風浪數值模式中，主要是利用有限差分法來求解(1.22)式；在邊界條件處理上，SWAN 模式假定波浪能量遇到陸地邊界為完全消散，亦即無任何波浪能量反射；外海開放邊界條件則假設沒有任何波浪能量可以由開放邊界外進入計算領域，但允許波浪能量可以由開放邊界內自由離開計算領域。

1.3 近岸波浪折繞射模式之基本理論

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：

$$\begin{aligned}&\left(C_g+U_x\right)A_x+U_yA_y+i\left(\bar{k}-k\right)\left(C_g+U_x\right)A+\frac{\sigma}{2}\left\{\left(\frac{C_g+U_x}{\sigma}\right)_{,x}+\left(\frac{U_y}{\sigma}\right)_{,y}\right\}A\\&-\frac{i}{2\sigma}\left[\left(p-U_y^2\right)A_y\right]_{,y}-\sigma\frac{k^2}{2}D\left|A\right|^2A=0\end{aligned} \quad .... \quad (1.27)$$

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，$\sigma=\omega-kU$ 為相對頻率(intrinsic frequency)，ω 為波浪角頻率，$k(x,y)$ 為波浪波數，$\bar{k}$ 為參考波數(定義為沿 y 軸上波數之平均值)，U 為水流流速(此處通常為平均流)，U_x 及 U_y 分別為 x 及 y 方向之水流速度分量，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

$$D=\frac{\cosh(4kh)+8-2\tanh^2(kh)}{8\sinh^4(kh)} \quad \text{.....} \quad (1.28)$$

式中 h 為靜水深。Kirby (1986)進一步依據 minimax 原則將 Booij 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：

$$\begin{aligned}
&(C_g+U_x)A_x-2\Delta_1U_yA_y+i(\bar{k}-a_0k)(C_g+U_x)A+\left\{\frac{\sigma}{2}\left(\frac{C_g+U_x}{\sigma}\right)_{,x}-\Delta_1\sigma\left(\frac{U_y}{\sigma}\right)_{,y}\right\}A\\
&+i\Delta_3\left[\left(p-U_y^2\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}\right]_{,y}-i\Delta_1\left\{\left[U_xU_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}\right]_{,x}+\left[U_xU_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,x}\right]_{,y}\right\}\\
&+i\sigma\frac{k^2}{2}D|A|^2A+\frac{\upsilon}{2}A-\frac{b_1}{k}\left\{\left[\left(p-U_y^2\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}\right]_{,yx}+2i\left[\sigma U_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{y}\right]_{,x}\right\}\\
&+b_1\vartheta\left\{2i\omega U_x\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,x}+2i\sigma U_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}-2U_xU_y\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,xy}+\left[\left(p-U_y^2\right)\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,y}\right]_{,y}\right\}\\
&-\frac{i}{k}b_1\left[(\omega U_y)_{,y}+3(\omega U_x)_{,x}\right]\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,x}-\Delta_2\left[\omega U_x\left(\frac{A}{\sigma}\right)_{,x}+\frac{1}{2}\omega\left(\frac{A}{\sigma}\right)(U_x)_{,x}\right]\\
&+ik\omega U_x(a_0-1)\left(\frac{A}{\sigma}\right)=0
\end{aligned}$$

..... (1.29)

式中

$$\vartheta=\frac{k_{,x}}{k^2}+\frac{\left[k\left(p-U_x^2\right)\right]_{,x}}{2k^2\left(p-U_x^2\right)} \quad \text{.....} \quad (1.30)$$

$$\Delta_1=a_1-b_1\text{，}\ \Delta_2=1+2a_1-2b_1\text{，}\ \Delta_3=a_1-b_1\frac{\bar{k}}{k} \quad \text{.....} \quad (1.31)$$

上述各式中，υ 為波浪消散因子，可依據能量消散特性給定不同的型式。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

$$\frac{\partial A}{\partial x}=\frac{i}{k}\frac{\partial^2A}{\partial x^2}+\upsilon A \quad \text{.....} \quad (1.32)$$

式中 $i=\sqrt{-1}$ 。

有關波浪消散因子 υ 之選取，模式提供了包括底床邊界摩擦引起的波浪能量消散，以及波浪碎波引起的波浪能量損失等，針對前者本計畫選取模式中紊流底床邊界層觀念計算波能損失因子，即

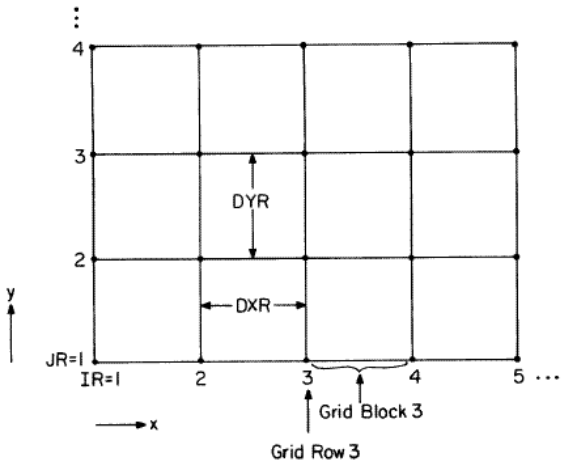
$$\upsilon=\frac{2\sigma kf\left|A\right|(1-i)}{3\pi\sinh(2kh)\sinh(kh)} \quad (1.33)$$

式中 $f=0.01$；至於碎波引起的波浪能量損失率則採用下列公式計算：

$$\upsilon=\frac{\psi C_g\left[1-\left(\gamma h/2\left|A\right|\right)\right]}{h} \quad (1.34)$$

式中 ψ 及 γ 為經驗常數，在模式中分別設定為 0.017 及 0.4。

本計畫 REF/DIF-1 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) (x, y)，如附圖 1.2 所示，惟模式計算所需之地形可以輸入具 (x_i,y_j) 座標，其中 $x_i=(i-1)\Delta x$ ， $y_j=(j-1)\Delta y$ 。



附圖 1.2 REF/DIF-1 數值計算網格座標系統示意圖

1.4 港域波浪模式之理論簡述

當波浪自外海傳播至港域時，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，如附圖 1.3 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，且不考慮波浪的碎波現象。

如附圖 3.3 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

$$\eta_j(x,y,t)=\zeta_j(x,y)e^{i\omega t}\text{，}\quad \mathrm{j}=1,2 \qquad (1.35)$$

式中 $\varsigma_1(x,y)$ 及 $\varsigma_2(x,y)$ 分別稱為領域(I)及領域(II)之波函數，ω 為入射波之角頻率 $\omega=2\pi/T$，T 為入射波之週期。所欲求解之波函數 $\zeta_j(x,y)$，$j=1,2$ 分別滿足下列控制方程式：

在領域(I)內

$$\nabla^2\zeta_1+k_1^2\zeta_1=0 \qquad (1.36)$$

在領域(II)內

$$\nabla\cdot(C_2C_{2g}\nabla\zeta_2)+(C_2C_{2g}k_2^2+i\omega\mu+iC_{2g}\omega\gamma_b)\zeta_2=0 \qquad (1.37)$$

式中 $\nabla=(\partial/\partial x,\partial/\partial y)$ 為二維梯度運算子，μ 為摩擦因子，γ_b 為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($=\tilde{n}C_2$)。其中 $\tilde{n}$ 定義為

$$\tilde{n}=\frac{1}{2}\left(1+\frac{2k_2h_2}{\sinh(2k_2h_2)}\right) \qquad (1.38)$$

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

$$\mu = \frac{2n\omega}{k_2}\left(\frac{2C_r}{3\pi}\frac{\alpha k_2^2}{(2k_2h_2+\sinh 2k_2h_2)\sinh k_2h_2}\right) \quad (1.39)$$

式中，a 為波浪之振幅，C_r 為與雷諾數及底床粗糙度有關之摩擦係數。碎波參數 γ_b 可採用下列計算式

$$\gamma_b = \frac{\chi}{h_2}\left(1-\frac{\Gamma^2 h_2^2}{4a^2}\right) \quad (1.40)$$

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：

$\zeta_1 = \zeta_2$ ， 在假想邊界 B_1 上 (1.41a)

$C_1C_{1g}\dfrac{\partial\zeta_1}{\partial n} = -C_2C_{2g}\dfrac{\partial\zeta_2}{\partial n}$ ， 在假想邊界 B_1 上 (1.41b)

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：

$\nabla\zeta_2\cdot\vec{n} = \partial\zeta_2/\partial n = -i\alpha k_2\zeta_2$ ， 在假想邊界 B_2 上 (1.42)

式中 $\vec{n}$ 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，$\alpha = 0$ 時表示港池岸壁為完全反射之情況(即 $\partial\zeta_2/\partial n = 0$)，而 $\alpha = 1$ 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：

$$\alpha = \frac{1-K_r}{1+K_r} \quad (1.43)$$

式中 K_r 為邊界之反射係數。

在領域(I)內波浪之波函數 ζ_1 通常是由入射波 ζ_I 及受到直線海岸線影響產生的反射波 ζ_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 ζ_S 等構成的，因此 ζ_1 可表示

$$\zeta_1 = \zeta_I + \zeta_R + \zeta_S \quad (1.44)$$

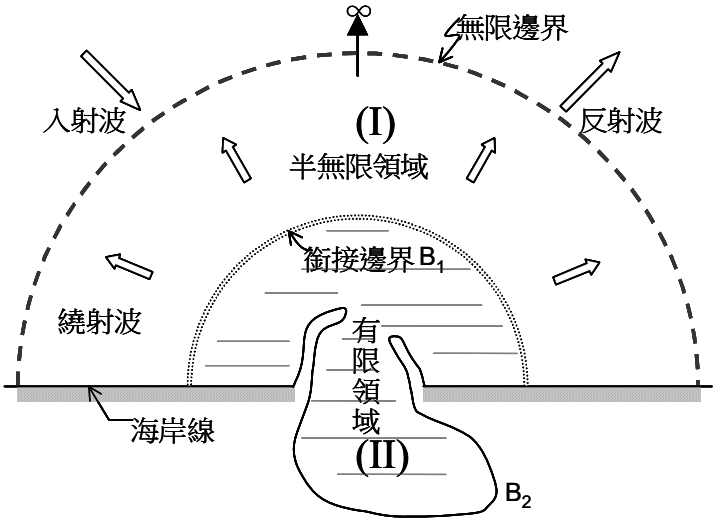
其中散射波 ζ_S 係由港池開口往外海方向輻射出去，在無窮遠處滿足波浪輻射條件：

$$\lim_{k_1 r\to\infty}\sqrt{r}\left(\frac{\partial}{\partial r}+ik_1\right)\zeta_S = 0 \quad (1.45)$$

假設入射波浪$\eta^I(x,y;t)$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：

$$\eta^I(x,y;t)=A^I e^{-i[k_1(x\cos\theta_0+y\sin\theta_0)-\omega t]} \quad (1.46)$$

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(詳細求解過程請參考 Mei, 1989，或李等, 2002)。



附圖 1.3 港域波浪模式計算領域示意圖

附錄二

水動力模式基本理論介紹

附錄二 水動力模式基本理論介紹

2.1 水動力控制方程式

假設水體為具有黏滯性之不可壓縮流體，並考慮地球自轉運動之影響，則描述二維平面流場之連續方程式及運動方程式可表示如下：

$$\frac{\partial H}{\partial t}+\frac{\partial q_x}{\partial x}+\frac{\partial q_y}{\partial y}=Q_0 \quad \text{..... (2.1)}$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t}+\frac{\partial (H^{-1}q_x^2)}{\partial x}+\frac{\partial (H^{-1}q_x q_y)}{\partial y}-fq_y = -\frac{H}{\rho_0}\frac{\partial}{\partial x}\left(p^S+\rho g\eta\right)+\frac{1}{\rho_0}\left(\tau_x^s-\tau_x^b\right)+\left(\frac{\partial F_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial F_{xy}}{\partial y}\right) \quad \text{..... (2.2)}$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t}+\frac{\partial (H^{-1}q_x q_y)}{\partial x}+\frac{\partial (H^{-1}q_y^2)}{\partial y}+fq_x = -\frac{H}{\rho_0}\frac{\partial}{\partial y}\left(p^S+\rho g\eta\right)+\frac{1}{\rho_0}\left(\tau_y^s-\tau_y^b\right)+\left(\frac{\partial F_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial F_{yy}}{\partial y}\right) \quad \text{..... (2.3)}$$

其中

$$H=\int_{-h}^{\eta}dz=h+\eta \quad \text{.....(2.4a)}$$

$$q_x=\int_{-h}^{\eta}udz=\bar{u}H \quad \text{..... (2.4b)}$$

$$q_y=\int_{-h}^{\eta}vdz=\bar{v}H \quad \text{.....(2.4c)}$$

$$\bar{u}=\frac{1}{(h+\eta)}\int_{-h}^{\eta}udz \quad \text{..... (2.4d)}$$

$$\bar{v}=\frac{1}{(h+\eta)}\int_{-h}^{\eta}vdz \quad \text{.....(2.4e)}$$

$$F_{ij}=E_{ij}(q_{j,i}+q_{i,j}) \qquad i,j=x,y \quad \text{.....(2.4f)}$$

$$\tau_i^b=C_f(q_x^2+q_y^2)^{1/2}\frac{q_i}{H^2} \qquad i=x,y \quad \text{..... (2.4g)}$$

$$\tau_i^S=\rho_a C_d\left|U_{10}\right|U_i \qquad i,j=x,y \quad \text{..... (2.4h)}$$

此處

h＝靜水深，

η＝水位變化，

u＝x 方向之水平流速，

v＝y 方向之水平流速，

Q_0＝以 Source 或 Sink 形式進出領域之流量，

ρ_0＝流體平均密度，

ρ_a＝空氣密度，

p^s＝水面壓力，

g＝重力常數，

τ_x^b＝x 方向之底床剪應力，

τ_y^b＝y 方向之底床剪應力，

τ_x^s＝x 方向之水面剪應力

τ_y^s＝y 方向之水面剪應力

C_f ＝ 底床摩擦係數，引用 Manning 公式可得 $C_f = \dfrac{n^2 g}{H^{1/3}}$ ，

n＝曼寧係數，

C_d＝風力係數，其值為 $C_d = (1.1 + 0.0536U_{10})10^{-3}$ ，

U_{10}＝海面上 10 公尺處之風速

E_{ij}＝渦動黏滯係數(Eddy coefficient)，

f ＝柯氏參數(Coriolis parameter)，等於 $2\omega\sin\phi$，

ω＝地球自轉之位相速度，

ϕ＝計算領域所在位置之緯度，

問題之初始條件為

$$\eta(x,y,t) = \eta_0(x,y) \quad 或 \quad H(x,y,t) = H_0(x,y) \quad \text{.....(2.5a)}$$

$$q_x(x,y,t) = q_{x0}(x,y) \quad 及 \quad q_y(x,y,t) = q_{y0}(x,y) \quad \text{..... (2.5b)}$$

式中 η_0、H_0、q_{x0} 及 q_{y0} 分別代表時間 t = 0 時之水位、水深及 x、y 方向流量。

問題之邊界條件則考慮流量邊界條件如下：

$$q_n = \alpha_{nx} q_x + \alpha_{ny} q_y = \hat{q}_n \quad \text{.....(2.6a)}$$

$$q_s = -\alpha_{ny} q_x + \alpha_{nx} q_y = \hat{q}_s \quad \text{(2.6b)}$$

或

$$q_x = \alpha_{nx} q_n - \alpha_{ny} q_s \quad \text{(2.7a)}$$

$$q_y = \alpha_{nx} q_s + \alpha_{ny} q_n \quad \text{(2.7b)}$$

式中 α_{nx} 及 α_{nx} 為方向導數，下標 n 及 s 分別表示法線及切線方向，$\hat{q}_n$ 及 $\hat{q}_s$ 表示給定之邊界條件。

此外，內應力項之邊界條件為

$$F_x = \alpha_{nx} F_{xx} + \alpha_{ny} F_{yx} = \hat{F}_x \quad \text{(2.8a)}$$

$$F_y = \alpha_{nx} F_{xy} + \alpha_{ny} F_{yy} = \hat{F}_y \quad \text{(2.8b)}$$

式中 $\hat{F}_x$ 及 $\hat{F}_y$ 表示給定之邊界條件。

2.2 有限元素法方程式

本計畫二維有限元素水動力模式係採用葛金斯加權殘差有限元素數值方法求解二維水動力系統控制方程式(2.1)~(2.3)式及其邊界值問題。依據 Stokes 理論(2.1)~(2.3)式可改寫成下列積分方程式：

$$\iint_A \left[\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} - Q_0 \right] \delta H \, \mathrm{d}A = 0 \quad \text{(2.9)}$$

$$\begin{aligned} &\iint_A \left[\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial \left(H^{-1} q_x^2 \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(H^{-1} q_y q_x \right)}{\partial y} - f q_y + \frac{H}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial x} \left(P^s + \rho g \eta \right) \right] \delta q_x \, \mathrm{d}A \\ &- \iint_A \left[\frac{\tau_x^s - \tau_x^b}{\rho_0} \delta q_x - F_{xx} \frac{\partial \left(\delta q_x \right)}{\partial x} - F_{yx} \frac{\partial \left(\delta q_x \right)}{\partial y} \right] \mathrm{d}A - \int_{\partial A} F_x' \delta q_x \, \mathrm{d}L = 0 \end{aligned} \quad \text{(2.10)}$$

$$\begin{aligned} &\iint_A \left[\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial \left(H^{-1} q_x q_y \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(H^{-1} q_y^2 \right)}{\partial y} + f q_x + \frac{H}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial y} \left(P^s + \rho g \eta \right) \right] \delta q_y \, \mathrm{d}A \\ &- \iint_A \left[\frac{\tau_y^s - \tau_y^b}{\rho_0} \delta q_x - F_{xy} \frac{\partial \left(\delta q_y \right)}{\partial x} - F_{yy} \frac{\partial \left(\delta q_y \right)}{\partial y} \right] \mathrm{d}A - \int_{\partial A} F_y' \delta q_y \, \mathrm{d}L = 0 \end{aligned} \quad \text{(2.11)}$$

式中 A 代表計算領域，∂A 代表計算領域 A 之邊界，dA 及 dL 分別代表面積分及線積分之微小單元，δH、δq_x 及 δq_y 分別為權函數(weighting function)，F_x' 及 F_y' 分別代表邊界上的內應力項。

常見求解上述積分方程式(2.9)~ (2.11)式之方法為有限元素近似法，即將計算領域分割成有限個次領域(subdomain)稱之為元素(element)，各元素之間以節點(nodes)連接，節點上的未知數稱為自由度(degree of freedom)。本計畫採用含有三個節點之三角形元素分割計算領域，在每個元素內上述物理量 H、q_x 及 q_y 可以分別用線性內插函數(或稱為形狀函數) N_j^e (j = 1, 2, 3，對應於三角元素三個節點)及節點上未知函數 H_j^e 、q_{xj}^e 及 q_{xj}^e 近似表示，即

$$H^e = N_1^e H_1^e + N_2^e H_2^e + N_3^e H_3^e = \left\{N^e\right\}^T \left\{H^e\right\} = \left\{H^e\right\}^T \left\{N^e\right\} \quad \text{..... (2.12)}$$

$$q_x^e = N_1^e q_{x1}^e + N_2^e q_{x2}^e + N_3^e q_{x3}^e = \left\{N^e\right\}^T \left\{q_x^e\right\} = \left\{q_x^e\right\}^T \left\{N^e\right\} \quad \text{.....(2.13a)}$$

$$q_y^e = N_1^e q_{y1}^e + N_2^e q_{y2}^e + N_3^e q_{y3}^e = \left\{N^e\right\}^T \left\{q_y^e\right\} = \left\{q_y^e\right\}^T \left\{N^e\right\} \quad \text{..... (2.13b)}$$

上述表示式中 $\left\{H^e\right\}$ 、$\left\{q_x^e\right\}$ 、$\left\{q_y^e\right\}$ 及 $\left\{N^e\right\}$ 之轉置矩陣分別為

$$\left\{H^e\right\}^T = \left\{H_1^e,\quad H_2^e,\quad H_3^e\right\} \quad \text{.....(2.14a)}$$

$$\left\{q_x^e\right\}^T = \left\{q_{x1}^e,\quad q_{x2}^e,\quad q_{x3}^e\right\} \quad \text{..... (2.14b)}$$

$$\left\{q_y^e\right\}^T = \left\{q_{y1}^e,\quad q_{y2}^e,\quad q_{y3}^e\right\} \quad \text{.....(2.14c)}$$

$$\left\{N^e\right\}^T = \left\{N_1^e,\quad N_2^e,\quad N_3^e\right\} \quad \text{..... (2.14d)}$$

其中三角元素之線性內插函數 N_j^e 計算如下

$$N_j^e = \left(a_j + b_j x + c_j y\right) \big/ 2\Delta^e, \quad j = 1, 2, 3 \quad \text{.....(2.15a)}$$

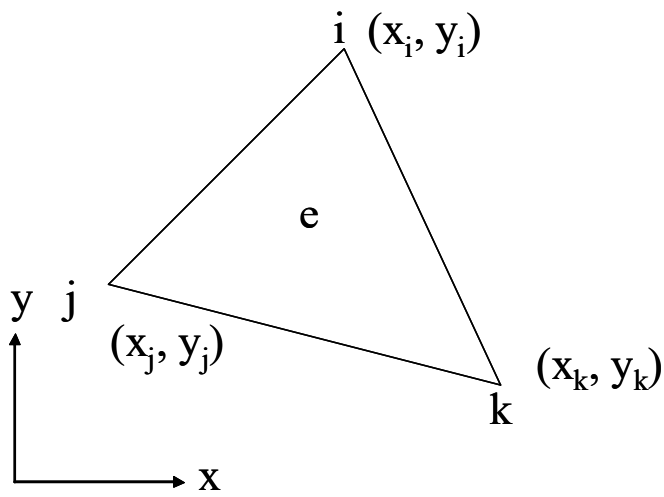
$$a_i = x_j^e y_k^e - x_k^e y_j^e \quad \text{..... (2.15b)}$$

$$b_i = y_j^e - y_k^e \quad \text{.....(2.15c)}$$

$$c_i = x_k^e - x_j^e \quad \text{..... (2.15d)}$$

$$\Delta^e = \frac{1}{2}\begin{vmatrix} 1 & x_1^e & y_1^e \\ 1 & x_2^e & y_2^e \\ 1 & x_3^e & y_3^e \end{vmatrix} \quad \text{.....(2.15e)}$$

式中 $\left(x_j^e, y_j^e\right)$ 為三角元素節點 j 之座標(如附圖 2.1 所示)，(2.15e)式代表座標之線性函數。



附圖 2.1 三角形元素座標定義

(2.9)式各項積分式之計算說明如下：

$$\iint_A \frac{\partial H}{\partial t}\delta H\square dA = \sum_{e\in A}\iint_e \left(\frac{\partial H}{\partial t}\delta H\right) dA^e$$
$$= \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \iint_e \left\{N^e\right\}\left\{N^e\right\}^T \frac{\partial\left\{H^e\right\}}{\partial t} dA^e = \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \left[M_h^e\right]\frac{\partial\left\{H^e\right\}}{\partial t} \quad ..(2.16a)$$

$$\iint_A \frac{\partial q_x}{\partial x}\delta H\square dA = \sum_{e\in A}\iint_e \left(\frac{\partial q_x}{\partial x}\delta H\right) dA^e$$
$$= \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \iint_e \left\{N^e\right\}\frac{\partial\left\{N^e\right\}^T}{\partial x}\left\{q_x^e\right\} dA^e = \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \left[G_x^e\right]\left\{q_x^e\right\} \quad ..... (2.16b)$$

$$\iint_A \frac{\partial q_y}{\partial y}\delta H\square dA = \sum_{e\in A}\iint_e \left(\frac{\partial q_y}{\partial y}\delta H\right) dA^e$$
$$= \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \iint_e \left\{N^e\right\}\frac{\partial\left\{N^e\right\}^T}{\partial y}\left\{q_y^e\right\} dA^e = \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \left[G_y^e\right]\left\{q_y^e\right\} \quad .....(2.16c)$$

$$\iint_A Q_0\delta H\square dA = \sum_{e\in A}\iint_e \left(Q_0\delta H\right) dA^e$$
$$= \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \iint_e \left\{N^e\right\}\left\{N^e\right\}^T \left\{Q_0^e\right\} dA^e = \sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T \left[M_h^e\right]\left\{Q_0^e\right\} \quad ..... (2.16d)$$

其中

$$\left[M_h^e\right] = \iint_e \left\{N^e\right\}\left\{N^e\right\}^T dA^e = \frac{\Delta^e}{12}\begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix} \quad .....(2.17a)$$

$$\left[G_x^e\right]=\iint_e\left\{N^e\right\}\frac{\partial\left\{N^e\right\}^T}{\partial x}dA^e=\frac{1}{6}\begin{bmatrix}b_1 & b_2 & b_3\\ b_1 & b_2 & b_3\\ b_1 & b_2 & b_3\end{bmatrix} \quad \text{..... (2.17b)}$$

$$\left[G_y^e\right]=\iint_e\left\{N^e\right\}\frac{\partial\left\{N^e\right\}^T}{\partial y}dA^e=\frac{1}{6}\begin{bmatrix}c_1 & c_2 & c_3\\ c_1 & c_2 & c_3\\ c_1 & c_2 & c_3\end{bmatrix} \quad \text{.....(2.17c)}$$

將上述各項積分離散式代入積分方程式(2.9)式，則(2.9)式可簡化成

$$\sum_{e\in A}\left\{\delta H^e\right\}^T\left\{\left[M_h^e\right]\frac{\partial\left\{H^e\right\}}{\partial t}+\left[G_x^e\right]\left\{q_x^e\right\}+\left[G_y^e\right]\left\{q_y^e\right\}-\left[M_h^e\right]\left\{Q_0^e\right\}\right\}=0 \quad \text{..... (2.18)}$$

定義陣列$\{\delta H\}$及$\{H\}$分別為全部的$\left\{\delta H^e\right\}$及$\left\{H^e\right\}$結合後之整體陣列(global array)，陣列$\{q\}$為$\left\{q_x^e\right\}$及$\left\{q_y^e\right\}$合併後之整體陣列，則(2.18)式可結合成一矩陣方程式如下

$$\{\delta H\}^T\left\{[M_h]\frac{\partial\{H\}}{\partial t}+[G_h]\{q\}+\{R_h\}\right\}=0 \quad \text{..... (2.19)}$$

式中整體矩陣$[M_h]$、$[G_h]$及$\left\{H^e\right\}$分別為元素矩陣$\left[M_h^e\right]$、$\left[G_x^e\right]$與$\left[G_y^e\right]$以及$\left[M_h^e\right]\left\{Q_0^e\right\}$結合後之整體矩陣列，其中整體矩陣$[M_h]$為一對稱矩陣。

由於陣列$\{\delta H\}^T$為任意函數，故可得到

$$\left\{[M_h]\frac{\partial\{H\}}{\partial t}+[G_h]\{q\}+\{R_h\}\right\}=0 \quad \text{..... (2.20)}$$

(2.10)式各項積分式之計算說明如下：

$$\iint_A\left(\frac{\partial q_x}{\partial t}\delta q_x\right)dA=\sum_{e\in A}\iint_e\left(\frac{\partial q_x}{\partial t}\delta q_x\right)dA^e=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_x^e\right\}^T\left[M_h^e\right]\frac{\partial\left\{q_x^e\right\}}{\partial t} \quad \text{.....(2.21a)}$$

定義$\hat{q}_{ij}=H^{-1}q_iq_j$，$i$、$j=x$、$y$

$$\iint_A\left(\frac{\partial H^{-1}q_x^2}{\partial x}\delta q_x\right)dA=\sum_{e\in A}\iint_e\left(\frac{\partial H^{-1}q_x^2}{\partial x}\delta q_x\right)dA^e=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_x^e\right\}^T\left[G_x^e\right]\left\{\hat{q}_{xx}^e\right\} \quad \text{.. (2.21b)}$$

$$\iint_A\left(\frac{\partial H^{-1}q_xq_y}{\partial y}\delta q_x\right)dA=\sum_{e\in A}\iint_e\left(\frac{\partial H^{-1}q_xq_y}{\partial y}\delta q_x\right)dA^e=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_x^e\right\}^T\left[G_y^e\right]\left\{\hat{q}_{yx}^e\right\}$$

$$\text{.....(2.21c)}$$

$$\iint_A\left(fq_y\delta q_x\right)dA=\sum_{e\in A}\iint_e\left(fq_y\delta q_x\right)dA^e=\sum_{e\in A}\left\{\delta q_x^e\right\}^T f\left[M_h^e\right]\left\{q_y^e\right\} \quad \text{..... (2.21d)}$$

$$\iint_A \left(\frac{H}{\rho_0} \frac{\partial p^S}{\partial x} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(\frac{H}{\rho_0} \frac{\partial p^S}{\partial x} \delta q_x \right) dA^e$$
$$= \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \left[M_h^e \right] \left\{ H^e \right\} \frac{(b_1 p_1 + b_2 p_2 + b_3 p_3)}{2\rho_0 \Delta^e} \quad \text{.....(2.21e)}$$

$$\iint_A \left(gH \frac{\partial \eta}{\partial x} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(gH \frac{\partial \eta}{\partial x} \delta q_x \right) dA^e$$
$$= \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \left[M_h^e \right] \left\{ H^e \right\} \frac{g(b_1 \eta_1^e + b_2 \eta_2^e + b_3 \eta_3^e)}{2\Delta^e} \quad \text{..... (2.21f)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\tau_x^s}{\rho_0} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(\frac{\tau_x^s}{\rho_0} \delta q_x \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \frac{1}{\rho_0} \left[M_h^e \right] \left\{ \tau^{se}_x \right\} \quad \text{..... (2.21g)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\tau_x^b}{\rho_0} \delta q_x \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(\frac{\tau_x^b}{\rho_0} \delta q_x \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \frac{1}{\rho_0} \left[M_h^e \right] \left\{ \tau^{be}_x \right\} \quad \text{..... (2.21h)}$$

$$\iint_A \left(F_{xx} \frac{\partial \delta q_x}{\partial x} \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(F_{xx} \frac{\partial \delta q_x}{\partial x} \right) dA^e = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \frac{E_{xx} \bar{H}}{12\Delta^e} \left[M_{bb}^e \right] \left\{ \bar{u}^e \right\} \quad \text{. (2.21i)}$$

$$\iint_A \left(F_{yx} \frac{\partial \delta q_x}{\partial x} \right) dA = \sum_{e \in A} \iint_e \left(F_{yx} \frac{\partial \delta q_x}{\partial x} \right) dA^e$$
$$= \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \frac{E_{yx} \bar{H}}{24\Delta^e} \left\{ \left[M_{cb}^e \right] \left\{ \bar{v}^e \right\} + \left[M_{cc}^e \right] \left\{ \bar{u}^e \right\} \right\} \quad \text{..... (2.21j)}$$

$$\int_{\partial A} \left(F_x' \delta q_x \right) dL = \sum_{\partial e \in \partial A} \int_{\partial e} \left(F_x' \delta q_x \right) dL^e = \sum_{\partial e \in \partial A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \int_{\partial e} \left\{ N^e \right\} \left\{ N^e \right\}^T \left\{ F_x' \right\} dL^e$$
$$= \sum_{\partial e \in \partial A} \left\{ \delta q_x^e \right\}^T \frac{L^e}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \left\{ F_x'^e \right\} \quad \text{.. (2.21k)}$$

其中 $\bar{H}^e = \left(H_1^e + H_2^e + H_3^e \right)$ ，$\left(\bar{u}, \bar{v} \right) = H^{-1} \left(q_x, q_y \right)$

$$\left[M_{bb}^e \right] = \begin{bmatrix} b_1^2 & b_1 b_2 & b_1 b_3 \\ b_2 b_1 & b_2^2 & b_2 b_3 \\ b_3 b_1 & b_3 b_2 & b_3^2 \end{bmatrix} \quad \text{.....(2.22a)}$$

$$\left[M_{cb}^e \right] = \begin{bmatrix} c_1 b_1 & c_1 b_2 & c_1 b_3 \\ c_2 b_1 & c_2 b_2 & c_2 b_3 \\ c_3 b_1 & c_3 b_2 & c_3 b_3 \end{bmatrix} \quad \text{..... (2.22b)}$$

$$\left[M_{cc}^e \right] = \begin{bmatrix} c_1^2 & c_1 c_2 & c_1 c_3 \\ c_2 c_1 & c_2^2 & c_2 c_3 \\ c_3 c_1 & c_3 c_2 & c_3^2 \end{bmatrix} \quad \text{.....(2.22c)}$$

同理，(2.11)式各項積分式之計算如下：

$$\iint_A \left(\frac{\partial q_y}{\partial t} \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \left[M_h^e \right] \frac{\partial \left\{ q_y^e \right\}}{\partial t} \quad \text{.....(2.23a)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\partial H^{-1} q_x q_y}{\partial x} \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \left[G_x^e \right] \left\{ \hat{q}_{xy}^e \right\} \quad \text{..... (2.23b)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\partial H^{-1} q_y^2}{\partial y} \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \left[G_y^e \right] \left\{ \hat{q}_{yy}^e \right\} \quad \text{.....(2.23c)}$$

$$\iint_A \left(f q_x \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T f \left[M_h^e \right] \left\{ q_x^e \right\} \quad \text{..... (2.23d)}$$

$$\iint_A \left(\frac{H}{\rho_0} \frac{\partial p^S}{\partial y} \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \left[M_h^e \right] \left\{ H^e \right\} \frac{(c_1 p_1 + c_2 p_2 + c_3 p_3)}{2 \rho_0 \Delta^e} \quad \text{.....(2.23e)}$$

$$\iint_A \left(gH \frac{\partial \eta}{\partial y} \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \left[M_h^e \right] \left\{ H^e \right\} \frac{g(c_1 \eta_1^e + c_2 \eta_2^e + c_3 \eta_3^e)}{2 \Delta^e} \quad \text{..... (2.23f)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\tau_y^s}{\rho_0} \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{1}{\rho_0} \left[M_h^e \right] \left\{ \tau^{se}{}_y \right\} \quad \text{..... (2.23g)}$$

$$\iint_A \left(\frac{\tau_y^b}{\rho_0} \delta q_y \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{1}{\rho_0} \left[M_h^e \right] \left\{ \tau^{be}{}_y \right\} \quad \text{..... (2.23h)}$$

$$\iint_A \left(F_{yx} \frac{\partial \delta q_y}{\partial y} \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{E_{xy} \bar{H}}{24 \Delta^e} \left\{ \left[M_{cb}^e \right] \left\{ \bar{u}^e \right\} + \left[M_{bb}^e \right] \left\{ \bar{v}^e \right\} \right\} \quad \text{..... (2.23i)}$$

$$\iint_A \left(F_{yy} \frac{\partial \delta q_y}{\partial y} \right) dA = \sum_{e \in A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{E_{yy} \bar{H}}{12 \Delta^e} \left[M_{cc}^e \right] \left\{ \bar{v}^e \right\} \quad \text{..... (2.23j)}$$

$$\int_{\partial A} \left(F_y' \delta q_y \right) dL = \sum_{\partial e \in \partial A} \left\{ \delta q_y^e \right\}^T \frac{L^e}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \left\{ F_y'^e \right\} \quad \text{..... (2.23k)}$$

將上述各項積分式分別代入(2.10)式及(2.11)式並且將其組合成一整體矩陣方程式如下：

$$\left[M_m \right] \frac{\partial \{q\}}{\partial t} + \left[G_m \right] \{q\} + \left[K_m \right] \{\eta\} + \{R_m\} = 0 \quad \text{..... (2.24)}$$

以上推導得知透過有限元素空間座標積分可以將原積分方程式(2.9)~(2.11)離散化成求解一階時間項常微分方程組(2.20)式及(2.24)式。

一般而言，求解上述一階時間項常微分方程組(2.20)式及(2.24)式之方法甚多，原則上以求解方法之精確性、穩定性及效率為主要考量因素。本研究採用時間分離(split-time)之前項差分方法求解(2.20)式及(2.24)式，有關求解之程序說明如下：

先將一階時間項常微分方程組(2.20)式及(2.24)式重組成

$$[M_h]\frac{\partial\{H\}}{\partial t}=\{P_h\} \quad (2.25)$$

$$[M_m]\frac{\partial\{q\}}{\partial t}=\{P_m\} \quad (2.26)$$

式中陣列$\{P_h\}$及$\{P_m\}$之元素通常為 H、q 及 t 之函數。

求解上時間項採用梯型法則計算且 H 及 q 分別在時間序列上交錯排列，即 H 及 q 分別在時間$t_{n-1/2}$及t_n (n = 1, 2, 3,….)上求解，則(2.25)式及(2.26)式可改寫成

$$[M_h]\left\{\{H\}_{n+\frac{1}{2}}-\{H\}_{n-\frac{1}{2}}\right\}=\Delta t\left\{P_h\left(\{H\}_{n-\frac{1}{2}},\{q\}_n,t_n\right)\right\} \quad (2.27)$$

$$[M_m]\left\{\{q\}_{n+1}-\{q\}_n\right\}=\Delta t\left\{P_m\left(\{H\}_{n+\frac{1}{2}},\{q\}_n,t_{n+\frac{1}{2}}\right)\right\} \quad (2.28)$$

或

$$\{H\}_{n+\frac{1}{2}}=\{H\}_{n-\frac{1}{2}}+\Delta t[M_h]^{-1}\left\{P_h\left(\{H\}_{n-\frac{1}{2}},\{q\}_n,t_n\right)\right\} \quad (2.29)$$

$$\{q\}_{n+1}=\{q\}_n+\Delta t[M_m]^{-1}\left\{P_m\left(\{H\}_{n+\frac{1}{2}},\{q\}_n,t_{n+\frac{1}{2}}\right)\right\} \quad (2.30)$$

因此當初始條件$\{H\}_{n-\frac{1}{2}}$及$\{q\}_n$已知時，可由(2.29)式直接求解$\{H\}_{n+\frac{1}{2}}$，再由(2.30)式求解$\{q\}_{n+1}$，然後重複上述步驟連續求解。

依據 Connor and Wang (1974)研究結果指出上述求解方法之穩定性條件(stability condition)為

$$\Delta t<1.5\Delta t_{cr}=1.5\Delta s^*/U^* \quad (2.31)$$

式中 Δs^*為代表性網格大小，$U^*=\sqrt{2gH}$ 。

有關渦動粘滯性係數之決定，Connor and Wang (1974)提出下列經驗公式，亦即

$$E_{xx}\sim ag(\tilde{\eta}/\tilde{u})\tilde{x} \quad (2.32)$$

式中 E_{xx} 為渦動粘滯性係數，其單位為 m^2/s，a 為無因次係數，其合理的範圍為 0.01~0.1 之間；g 為重力加速度，$\tilde{\eta}$ 為潮汐代表性潮差，$\tilde{u}$ 為潮流代表性流速，$\tilde{x}$ 為三角元素代表性邊界。

附錄三

風浪模擬子系統各模組輸入檔範例

附錄三 風浪模擬子系統各模組輸入檔範例

3.1 LS_WAM

```
! preproc 模組輸入檔
&runhead
 header = 'taicoms 逐日波場推算',
&end
&freqdir
 ml = 31,
 kl = 36,
 frl = 0.040,
&end
&outgrid
 xdella = 0.2,
 xdello = 0.2,
 amosop = 10.0,
 amonop = 35.0,
 amowep = 110.0,
 amoeap = 134.0,
&end
&fudge
 nout = 0,
 xouts = 0.0,
 xoutn = 0.0,
 xoutw = 0.0,
 xoute = 0.0,
 noutd = -999,
&end
&outspec
 ngout = 23,
 outlat  =  25.20,  24.40,  23.00,  22.40,  25.20,  24.60,  24.00,  24.40,  26.20,  23.80,
            23.40,  25.40,  25.20,  24.80,  22.60,  21.80,  22.20,  22.80,  24.80,  22.80,
            21.00,  22.60,  26.40
 outlong = 121.20, 120.40, 120.00, 120.20, 121.80, 122.00, 121.80, 118.40, 120.00, 119.60,
           120.00, 121.60, 122.00, 122.00, 121.20, 120.80, 120.40, 120.20, 120.80, 119.40,
           118.80, 121.60, 120.60
&end
&optionsl
 iform  = 1,
 irefra = 1,
 itest  = 0,
 itestb = 4,
&end
&nest
 ibounc = 1,
 ibounf = 0,
 amosoc = 20.6,
 amonoc = 28.0,
 amowec = 117.60,
 amoeac = 123.60
&end
&interfacel
 pth_iu01 = 'preproc\wam_grid_bathy.bot',
 pth_iu02 = '????',
 pth_iu03 = '????',
 pth_iu07 = 'preproc\coarse\gridtai_12',
 pth_iu08 = 'preproc\coarse\ubuftai_12',
 pth_iu09 = 'preproc\coarse\bouctai_12',
 pth_iu10 = 'preproc\coarse\bfintai_12',
 pth_iu17 = 'preproc\coarse\fgridtai_12',
 pth_iu18 = '????',
 pth_iu19 = 'preproc\coarse\fbouctai_12',
 pth_iu20 = 'preproc\coarse\fbfintai_12',
 gradspath = 'grads\',
 netcdfpath = 'output\',
&end
```

附圖 3.1 遠域風浪模擬 PREPROC 模組輸入檔(preprocyymmddhh. nml) 參數設定值

```
! preset 模組輸入檔
&runhead
 header = 'taicoms 逐日波場計算',
&end
&options1
 iopti =  2,
 itest =  0,
 itestb = 0,
&end
&sparams
 alfa = 0.018,
 fm = 0.2,
 gamma = 3.0,
 sa = 0.07,
 sb = 0.09,
 theta = 0.0,
 fetch = 0.0,
&end
&wparams
 idatea = '1907311800',
 idelwi = 1,
 tunit = 'h',
&end
&interface1
 userid = 'IHMT',
 runid = 'TAIL',
 ingrid = 'preset\coarse\gridtai_12',
 inwind = 'wind_wam_19080100.dat',
 outpath = 'preset\coarse\',
&end
```

附圖 3.2 遠域風浪模擬 PRESET 模組輸入檔(presetyymmddhh.nml)參數設定值

```
! chief| 模組輸入檔
&runhead
 header = 'taicoms 逐日波場計算',
&end
&period
 idatea = '1908151800',
 idatee = '1908180000',
&end
&timings
 idelpro = 300,
 prounit = 's',
 idelt   = 300,
 sunit   = 's',
 idelwo  =  1,
 wounit  = 'h',
 idelwi  =  1,
 wiunit  = 'h',
&end
&outime
 idelint =  1,
 intunit = 'h',
 idelins =  1,
 swunit  = 'h',
 idelspt =  1,
 sptunit = 'h',
 idelsps =  1,
 spsunit = 'h',
 idelres =    6,
 resunit = 'h',
&end
&specout
 noutt = 0,
 ioutt = '1908151800',
&end
&outdata
 pflag = .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f., .f.,
 fflag = .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t.,
&end
&options1
 icase   = 1,
 ishallo = 0,
 irefra  = 0,
 itest   = 0,
 itestb  = 0,
 irest   = 1,
&end
&boundary
 ibounc = 1,
 ibounf = 0,
&end
&interface1
 userid = 'ihmt',
 runid  = 'TAIL',
 inwind = 'wind_wam_19081600.dat',
 inspec = '?????',
 ingrid  = 'coarse\gridtai_12',
 inubuf  = 'coarse\ubuftai_12',
 incbou  = 'coarse\bouctai_12',
 infbou  = '?????',
 resblsp = 'coarse\blspanal',
 resslat = 'coarse\slatanal',
 reslawi = 'coarse\lawianal',
 outpath = 'wamout\',
&end
```

附圖 3.3 遠域風浪模擬 CHIEF 模組輸入檔(wamodelyymmddhh.nml)參數設定值

```
|! pgrid 模組輸入檔
&runhead
 header = 'taicoms 逐日波場計算',
&end
&outime
 idatea = '1908151800',
 idatee = '1908180000',
 ideldo = 1,
 dunit = 'h',
&end
&outspec
 noutt = 0,
 doutt = '1908151800',
&end
&interface1
 idatef = '1908160000',
 idelfi =    6,
 tunit = 'h',
 userid = 'ihmt',
 runid = 'TAIL',
 fileid = 'map',
 inpath =     'wamout\',
 gradspath =  'grads\',
 netcdfpath = 'output\',
 filecont = 'wam19081518',
&end
&pflags
 pflag = .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t., .t.,
&end
&nest
 filenest = 'swan19081518',
 ibounc = 1,
 ibounf = 0,
 amosoc = 20.6,
 amonoc = 28.0,
 amowec = 117.6,
 amoeac = 123.6,
&end
&site
 siteno  = 23,
 sitex = 121.20, 120.40, 120.00, 120.20, 121.80, 122.00, 121.80, 118.40, 120.00, 119.60,
         120.00, 121.60, 122.00, 122.00, 121.20, 120.80, 120.40, 120.20, 120.80, 119.40,
         118.80, 121.60, 120.60
 sitey  = 25.20,  24.40,  23.00,  22.40,  25.20,  24.60,  24.00,  24.40,  26.20,  23.80,
          23.40,  25.40,  25.20,  24.80,  22.60,  21.80,  22.20,  22.80,  24.80,  22.80,
          21.00,  22.00,  26.40
 siten   = 'taipei', 'taichung', 'anping', 'kaohsiung', 'keelung', 'suao', 'hualien', 'kinmen', 'matsu', 'penghu',
           'budi', 'fuquicape', 'longdong', 'guishandao', 'taitung', 'eluanbi', 'xiaoliuqiu', 'mituo', 'hsinchu', 'qimei',
           'pratas', 'lanyu', 'matzubuoy'
&end
```

附圖 3.4 遠域風浪模擬 PRESET 模組輸入檔(pgridyymmddhh.nml)參數設定值

3.2 MS_SWAN

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0200'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  117.60  20.6  0.0  6.00  7.4 150 185 CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                              myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  117.60 20.60  0.0 150 185  0.04  0.04 EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ms_taiwan.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                      NONSTATionary 20190801.180000 1.0 HR 20190804.000000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019080200.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest2  WAMNest ' fname' UNFormatted<FREe> [xgc] [ygc]
BOUNdnest2  WAMNest 'wam_nest19080200.fln' FREe
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$ |
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 STAT 50 0.00 0.1  DIRimpl 0.5 -1
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPBCout 'sname' SPBC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute STATionary   20190801.180000
HOTFILE 'hotfile\taihot20190801.18'
$
STOP
```

附圖 3.5 近域風浪模擬冷啟動 SWAN 輸入檔(swan_taiyyyymmddhh. nml) 參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0200'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  117.60  20.6  0.0  6.00  7.4 150 185 CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                             myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fnamel',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  117.60 20.60  0.0 150 185  0.04  0.04 EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ms_taiwan.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fnamel', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                      NONSTATionary 20190801.180000 1.0 HR 20190804.000000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019080200.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest2  WAMNest ' fname' UNFormatted<FRee> [xgc] [ygc]
BOUNdnest2  WAMNest 'wam_nest19080200.fln' FRee
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeffl] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute NONSTationary   20190801.180000 300 sec 20190802.000000
HOTFILE 'hotfile\taihot20190802.00'
$
STOP
```

附圖 3.6 近域風浪模擬一階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_taiyyyymmddhha.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0200'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  117.60  20.6  0.0  6.00  7.4 150 185 CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  117.60 20.60  0.0 150 185  0.04  0.04 EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ms_taiwan.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190801.180000 1.0 HR 20190804.000000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019080200.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest2  WAMNest ' fname' UNFormatted<FRee> [xgc] [ygc]
BOUNdnest2  WAMNest 'wam_nest19080200.fln' FRee
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
```

附圖 3.7 近域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔

(swan_taiyyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

$  01
POINTS  'Taipei' 121.36  25.20
SPECout 'Taipei' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200TP.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Taipei' head 'tblfile\taiwan2019080200taipei' &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  02
POINTS  'Taichung' 120.44  24.32
SPECout 'Taichung' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200TC.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Taichung' head 'tblfile\taiwan2019080200taichung' &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  03
POINTS  'Kaohsiun' 120.28  22.52
SPECout 'Kaohsiun' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200KH.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Kaohsiun' head 'tblfile\taiwan2019080200kaohsiung'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'Keelung' 121.76  25.20
SPECout 'Keelung' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200KL.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Keelung' head 'tblfile\taiwan2019080200keelung'                      &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  05
POINTS  'Suao' 121.92   24.60
SPECout 'Suao' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200SA.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Suao' head 'tblfile\taiwan2019080200suao'                      &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  05-2
POINTS  'Suaobuoy' 121.88   24.64
SPECout 'Suaobuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200SA2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Suaobuoy' head 'tblfile\taiwan2019080200suaobuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  06
POINTS  'Hualien' 121.64  23.96
SPECout 'Hualien' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HL.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Hualien' head 'tblfile\taiwan2019080200hualien'                      &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  06-2
POINTS  'HL_buoy' 121.64  24.04
SPECout 'HL_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HL2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'HL_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200hualienbuoy'                  &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
```

附圖 3.7 (續 1)近域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_taiyyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  07
POINTS  'Anping' 120.12  22.92
SPECout 'Anping' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200AP.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Anping' head 'tblfile\taiwan2019080200anping'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  08
POINTS  'Budi' 120.08   23.36
SPECout 'Budi' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200BD.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Budi' head 'tblfile\taiwan2019080200budi'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  09
POINTS  'Penghu' 119.68   23.52
SPECout 'Penghu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PH.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Penghu' head 'tblfile\taiwan2019080200penghu'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  09-2
POINTS  'PH_buoy' 119.52   23.76
SPECout 'PH_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PH2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'PH_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200penghubuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  09-3
POINTS  'Dongjida' 119.68   23.24
SPECout 'Dongjida' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PH3.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Dongjida' head 'tblfile\taiwan2019080200dongjidao'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  09-4
POINTS  'Qimei' 119.40   22.76
SPECout 'Qimei' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PH4.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Qimei' head 'tblfile\taiwan2019080200qimei'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  10
POINTS  'KM_buoy' 118.44   24.36
SPECout 'KM_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200KM.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'KM_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200kinmenbuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  11
POINTS  'Matzue' 119.92   26.20
SPECout 'Matzue' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200MZ.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Matzue' head 'tblfile\taiwan2019080200matzue'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  11-2
POINTS  'MZ_buoy' 120.56   26.36
SPECout 'MZ_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200MZ2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'MZ_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200matzubuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  12
POINTS  'Fugan' 121.32   22.92
SPECout 'Fugan' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200FG.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Fugan' head 'tblfile\taiwan2019080200Fugan'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  13
POINTS  'Ludao' 121.42   22.68
SPECout 'Ludao' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LD.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Ludao' head 'tblfile\taiwan2019080200ludao'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  13-2
POINTS  'Ludao2' 121.54   22.66
SPECout 'Ludao2' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LD2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Ludao2' head 'tblfile\taiwan2019080200ludao2'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  14
POINTS  'Lanyu' 121.48   22.04
SPECout 'Lanyu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LY.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Lanyu' head 'tblfile\taiwan2019080200lanyu'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
```

附圖 3.7 (續 2)近域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_taiyyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
SPECout 'Ludao' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LD.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Ludao' head 'tblfile\taiwan2019080200ludao'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  13-2
POINTS  'Ludao2' 121.54   22.66
SPECout 'Ludao2' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LD2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Ludao2' head 'tblfile\taiwan2019080200ludao2'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  14
POINTS  'Lanyu' 121.48   22.04
SPECout 'Lanyu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LY.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Lanyu' head 'tblfile\taiwan2019080200lanyu'                    &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  14
POINTS  'LY_buoy' 121.60   22.08
SPECout 'LY_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200LY2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'LY_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200lanyubuoy'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  15
POINTS  'SouthBay' 120.76   21.92
SPECout 'SouthBay' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HBH.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'SouthBay' head 'tblfile\taiwan2019080200SouthBay'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  15-2
POINTS  'ELB_buoy' 120.80   21.88
SPECout 'ELB_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HB2.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'ELB_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Eluanbibuoy'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  16
POINTS  'TDbuoy' 121.16   22.72
SPECout 'TDbuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200TD.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'TDbuoy' head 'tblfile\taiwan2019080200TDbuoy'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  17
POINTS  'XLQ_buoy' 120.36   22.32
SPECout 'XLQ_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200XLQ.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'XLQ_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200XiaoLiuqiubuoy'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  18
POINTS  'MT_buoy' 120.16   22.76
SPECout 'MT_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200MT.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'MT_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Mituobuoy'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  19
POINTS  'Qigubuoy' 120.00   23.08
SPECout 'Qigubuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200QG.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'Qigubuoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Qigubuoy'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  20
POINTS  'HC_buoy' 120.84   24.76
SPECout 'HC_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200HC.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'HC_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Hsinchubuoy'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  21
POINTS  'FGC_buoy' 121.32   25.32
SPECout 'FGC_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200FGC.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'FGC_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200FuguiCapebuoy'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$  21
POINTS  'PT_buoy' 118.32   21.00
SPECout 'PT_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019080200PT.txt' OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
TABLE   'PT_buoy' head 'tblfile\taiwan2019080200Pratasbuoy'                  &
        time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
TABLE   'COMPGRID' head 'tblfile\taiwan2019080200grid'                  &
        xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190801.180000 1.0 HR
$
$ NGRid   'sname' [xpn] [ypn] [alpn] [xlenn] [ylenn] [mxn] [myn]
$ NESTout 'sname' 'fname' OUTput [tbegnst] [deltnst]  Sec(MIn, HR, DAy)
$
COMPute NONSTationary   20190801.180000 300 sec 20190804.000000
$
STOP
```

附圖 3.7 (續 3)近域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_taiyyyymmddhhb.nml)參數設定值

3.3 PH_SWAN

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0306'
        'PH sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  119.0  22.8  0.0  1.48  1.4 185 175         &
                                     CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  119.0  22.8  0.0 191 175  0.008  0.008 &
                                                  EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_phsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_phsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
$ DIFFRac
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 STAT 50 0.00 0.1  DIRimpl 0.5 -1
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute STATionary   20190703.000000
HOTFILE 'hotfile\phseahot20190703.00'
$
STOP
```

附圖 3.8 澎湖海域風浪模擬冷啟動 SWAN 輸入檔 (swan_phseayyyymmddhh.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0306'
        'PH sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  119.0  22.8  0.0  1.48  1.4 185 175         &
                                     CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                             myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  119.0  22.8  0.0 191 175  0.008  0.008 &
                                                  EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_phsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_phsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\phseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
$ DIFFRac
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190703.060000
HOTFILE 'hotfile\phseahot20190703.06'
$
STOP
```

附圖 3.9 澎湖海域風浪模擬一階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_phseayyyymmddhha.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0306'
        'PH sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  119.0  22.8  0.0  1.48  1.4 185 175        &
                                     CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fnamel',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  119.0  22.8  0.0 191 175  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_phsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fnamel', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_phsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\phseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$          VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeffl] [coeff2] &
$                   ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
$ DIFFRac
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

QUANTITY Hswell fswell=0.125
$  01
POINTS  'Anping' 120.152  22.952
SPECout 'Anping' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306AP_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0
TABLE   'Anping' head 'tblfile\phsea2019070306anping'                    &
```

附圖 3.10 澎湖海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_phseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  01-2
POINTS  'Anping2' 120.144  22.952
SPECout 'Anping2' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306AP2_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Anping2' head 'tblfile\phsea2019070306anping2'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  02
POINTS  'Qiqubuoy' 120.008  23.096
SPECout 'Qiqubuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306QB_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Qiqubuoy' head 'tblfile\phsea2019070306qiqubuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  03
POINTS  'Budi' 120.096   23.376
SPECout 'Budi' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306BD_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Budi' head 'tblfile\phsea2019070306budi'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'Penghu' 119.672   23.552
SPECout 'Penghu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306PH_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Penghu' head 'tblfile\phsea2019070306penghu'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  04-2
POINTS  'Penghubu' 119.552   23.728
SPECout 'Penghubu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306PH2_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Penghubu' head 'tblfile\phsea2019070306penghubuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  05
POINTS  'Dongjida' 119.688   23.256
SPECout 'Dongjida' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306DJ_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Dongjida' head 'tblfile\phsea2019070306dongjidao'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
TABLE   'COMPGRID' head 'tblfile\phsea2019070306grid'                    &
         xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190705.060000
$
STOP
```

附圖 3.10 (續)澎湖海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_phseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

3.4 SE_SWAN

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'SE sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  120.76  21.52  0.0  1.24  1.48  155  185     &
                                   CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  120.76  21.52  0.0 155 185  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_SEsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                    NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_SEsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 STAT 50 0.00 0.1  DIRimpl 0.5 -1
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute STATionary   20190703.000000
HOTFILE 'hotfile\SEseahot20190703.00'
$
STOP
```

附圖 3.11 東南海域風浪模擬冷啟動 SWAN 輸入檔 (swan_SEseayyyymmddhh.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'SE sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  120.76  21.52  0.0  1.24  1.48  155  185     &
                                    CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                         myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  120.76  21.52  0.0 155 185  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_SEsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_SEsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\SEseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190703.060000
HOTFILE 'hotfile\SEseahot20190703.06'
$
STOP
```

附圖 3.12 東南海域風浪模擬一階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_SEseayyyymmddhha.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'SE sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  120.76  21.52  0.0  1.24  1.48  155  185     &
                                    CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                             myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fnamel',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  120.76  21.52  0.0 155 185  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_SEsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fnamel', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnestl  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnestl  NEST 'cbo\nest_SEsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\SEseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

QUANTITY Hswell fswell=0.125
$  01
POINTS  'Fugan' 121.192  22.784
SPECout 'Fugan' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306FG_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Fugan' head 'tblfile\SEsea2019070306fugan'                    &
```

附圖 3.13 東南海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_SEseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  02
POINTS  'Ludao' 121.464  22.656
SPECout 'Ludao' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306LD_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Ludao' head 'tblfile\SEsea2019070306ludao'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  03
POINTS  'Kaiyuan' 121.496   22.064
SPECout 'Kaiyuan' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306KY_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Kaiyuan' head 'tblfile\SEsea2019070306kaiyuan'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'Dawu' 120.904   22.336
SPECout 'Dawu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306DW_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Dawu' head 'tblfile\SEsea2019070306dawu'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  05
POINTS  'TDbuoy' 121.144   22.720
SPECout 'TDbuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306TD_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'TDbuoy' head 'tblfile\SEsea2019070306Taidongbuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  06
POINTS  'Nanxing' 121.916   22.316
SPECout 'Nanxing' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306NX_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Nanxing' head 'tblfile\SEsea2019070306nanxing'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  07
POINTS  'Duoliang' 121.961   22.490
SPECout 'Duoliang' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306DL_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Duoliang' head 'tblfile\SEsea2019070306duoliang'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  08
POINTS  'LYbuoy' 121.576   22.072
SPECout 'LYbuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306LY_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'LYbuoy' head 'tblfile\SEsea2019070306lanyubuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
TABLE   'COMPGRID' head 'tblfile\SEsea2019070306grid'                    &
         xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190705.060000
$
STOP
```

附圖 3.13 (續)東南海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_SEseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

3.5 SW_SWAN

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2017
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'SE sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  120.76  21.52  0.0  1.24  1.48  155  185     &
                                   CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  120.76  21.52  0.0 155 185  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -99
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_SEsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                    NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_SEsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 STAT 50 0.00 0.1  DIRimpl 0.5 -1
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute STATionary   20190703.000000
HOTFILE 'hotfile\SEseahot20190703.00'
$
STOP
```

附圖 3.14 西南海域風浪模擬冷啟動 SWAN 輸入檔 (swan_SWseayyyymmddhh.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'SW sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],     &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  119.80  21.52  0.0  1.08  1.00  135  125     &
                                    CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  119.80  21.52  0.0 135 125  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_SWsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_SWsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\SWseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190703.060000
HOTFILE 'hotfile\SWseahot20190703.06'
$
STOP
```

附圖 3.15 西南海域風浪模擬一階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_SWseayyyymmddhha.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'SW sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  119.80  21.52  0.0  1.08  1.00  135  125     &
                                     CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                             myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  119.80  21.52  0.0 135 125  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_SWsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTAtionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                    NONSTAtionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_SWsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\SWseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$          VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                   ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$              </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR
```

附圖 3.16 西南海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_SWseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
QUANTITY Hswell fswell=0.125
$  01
POINTS  'Hobihu' 120.760  21.944
SPECout 'Hobihu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306HBH.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Hobihu' head 'tblfile\SWsea2019070306hobihu'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  01-2
POINTS  'SouthBay' 120.76   21.92
SPECout 'SouthBay' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306SB.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'SouthBay' head 'tblfile\SWsea2019070306SouthBay'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  02
POINTS  'ELBbuoy' 120.824  21.896
SPECout 'ELBbuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306ELB_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'ELBbuoy' head 'tblfile\SWsea2019070306Eluanbibuoy'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  02-2
POINTS  'ELB_buoy' 120.80   21.88
SPECout 'ELB_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306ELB_M.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'ELB_buoy' head 'tblfile\SWsea2019070306Eluanbibuoy_M'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  03
POINTS  'XLQbuoy' 120.360   22.312
SPECout 'XLQbuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306XLQ_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'XLQbuoy' head 'tblfile\SWsea2019070306Xiaoliuqiubuoy_S'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  17
POINTS  'XLQ_buoy' 120.36   22.32
SPECout 'XLQ_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306XLQ_M.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'XLQ_buoy' head 'tblfile\SWsea2019070306XiaoLiuqiubuoy_M'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'Donggang' 120.432   22.464
SPECout 'Donggang' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306DG_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Donggang' head 'tblfile\SWsea2019070306donggang'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'Dapengwa' 120.448   22.440
SPECout 'Dapengwa' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306DPW_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Dapengwa' head 'tblfile\SWsea2019070306dapengwan'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
TABLE   'COMPGRID' head 'tblfile\SWsea2019070306grid'                    &
         xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190705.060000
$
STOP
```

附圖 3.16 (續)西南海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_SWseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

3.6 MZ_SWAN

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'MZ sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  119.44  25.56  0.0  1.40  1.16  175  145     &
                                   CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  119.44  25.56  0.0 175 145  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_MZsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_MZsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 STAT 50 0.00 0.1  DIRimpl 0.5 -1
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute STATionary   20190703.000000
HOTFILE 'hotfile\MZseahot20190703.00'
$
STOP
```

附圖 3.17 馬祖海域風浪模擬冷啟動 SWAN 輸入檔 (swan_MZseayyyymmddhh.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'MZ sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  119.44  25.56  0.0  1.40  1.16  175  145     &
                                   CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  119.44  25.56  0.0 175 145  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_MZsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_MZsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\MZseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$              </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190703.060000
HOTFILE 'hotfile\MZseahot20190703.06'
$
STOP
```

附圖 3.18 馬祖海域風浪模擬一階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_MZseayyyymmddhha.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'MZ sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  119.44  25.56  0.0  1.40  1.16  175  145     &
                                     CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fnamel',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  119.44  25.56  0.0 175 145  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_MZsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fnamel', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                      NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_MZsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\MZseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR
```

附圖 3.19 馬祖海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_MZseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
QUANTITY Hswell fswell=0.125
$  01
POINTS  'Fuao' 119.936  26.168
SPECout 'Fuao' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306FA_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Fuao' head 'tblfile\MZsea2019070306fuao'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  02
POINTS  'Baisha' 119.960  26.208
SPECout 'Baisha' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306BS_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Baisha' head 'tblfile\MZsea2019070306baisha'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  03
POINTS  'Qingfan' 119.936   25.960
SPECout 'Qingfan' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306QF_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Qingfan' head 'tblfile\MZsea2019070306qingfan'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'Mengao' 119.960   25.968
SPECout 'Mengao' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306MA_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Mengao' head 'tblfile\MZsea2019070306mengao'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  05
POINTS  'Zhongzhu' 120.472   26.360
SPECout 'Zhongzhu' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306ZZ_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Zhongzhu' head 'tblfile\MZsea2019070306zhongzhu'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  06
POINTS  'MZbuoy' 120.536   26.376
SPECout 'MZbuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306MD_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'MZbuoy' head 'tblfile\MZsea2019070306Matzubuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
TABLE   'COMPGRID' head 'tblfile\MZsea2019070306grid'                    &
         xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190705.060000
$
STOP
```

附圖 3.19 (續)馬祖海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_MZseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

3.7 KM_SWAN

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'KM sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  117.80  24.04  0.0  1.08  0.68  135  085     &
                                   CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  117.80  24.04  0.0 135 085  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_KMsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                      NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_KMsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 STAT 50 0.00 0.1  DIRimpl 0.5 -1
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute STATionary   20190703.000000
HOTFILE 'hotfile\KMseahot20190703.00'
$
STOP
```

附圖 3.20 金門海域風浪模擬冷啟動 SWAN 輸入檔 (swan_KMseayyyymmddhh.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'KM sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  117.80  24.04  0.0  1.08  0.68  135  085     &
                                    CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                             myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  117.80  24.04  0.0 135 085  0.008  0.008 &
                                                EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_KMsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_KMsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\KMseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190703.060000
HOTFILE 'hotfile\KMseahot20190703.06'
$
STOP
```

附圖 3.21 金門海域風浪模擬一階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_KMseayyyymmddhha.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'KM sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  117.80  24.04  0.0  1.08  0.68  135  085     &
                                     CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  117.80  24.04  0.0 135 085  0.008  0.008 &
                                                    EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_KMsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                      NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_KMsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\KMseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR
```

附圖 3.22 金門海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_KMseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
QUANTITY Hswell fswell=0.125
$  01
POINTS  'Shuitou' 118.272  24.416
SPECout 'Shuitou' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306ST_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Shuitou' head 'tblfile\KMsea2019070306shuitou'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  02
POINTS  'Liaoluo' 118.424  24.400
SPECout 'Liaoluo' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306LL_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Liaoluo' head 'tblfile\KMsea2019070306liaoluo'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  03
POINTS  'Gioukong' 118.272   24.424
SPECout 'Gioukong' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306QF_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Gioukong' head 'tblfile\KMsea2019070306gioukong'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'KMbuoy' 118.408   24.376
SPECout 'KMbuoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306KD_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'KMbuoy' head 'tblfile\KMsea2019070306kimenbuoy'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
TABLE   'COMPGRID' head 'tblfile\KMsea2019070306grid'                    &
         xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190705.060000
$
STOP
```

附圖 3.22 (續)金門海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_KMseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

3.8 HL_SWAN

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'HL sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  121.40  23.28  0.0  1.00  0.96  125  120     &
                                   CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  121.40  23.28  0.0 125 120  0.008  0.008 &
                                                     EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_HLsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                    NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_HLsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 STAT 50 0.00 0.1  DIRimpl 0.5 -1
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute STATionary   20190703.000000
HOTFILE 'hotfile\HLseahot20190703.00'
$
STOP
```

附圖 3.23 花蓮海域風浪模擬冷啟動 SWAN 輸入檔 (swan_HLseayyyymmddhh.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'HL sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  121.40  23.28  0.0  1.00  0.96  125  120     &
                                    CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                        myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  121.40  23.28  0.0 125 120  0.008  0.008 &
                                                   EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_HLsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_HLsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\HLseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190703.060000
HOTFILE 'hotfile\HLseahot20190703.06'
$
STOP
```

附圖 3.24 花蓮海域風浪模擬一階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_HLseayyyymmddhha.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'HL sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  121.40  23.28  0.0  1.00  0.96  125  120     &
                                    CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                             myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  121.40  23.28  0.0 125 120  0.008  0.008 &
                                                   EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_HLsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                     NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_HLsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\HLseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR
```

附圖 3.25 花蓮海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_HLseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
QUANTITY Hswell fswell=0.125
$  01
POINTS  'HL_awac' 121.624  23.968
SPECout 'HL_awac' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306HL1.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'HL_awac' head 'tblfile\HLsea2019070306hualien_s'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  02
POINTS  'HL_buoy' 121.632   24.032
SPECout 'HL_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306HL2.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'HL_buoy' head 'tblfile\HLsea2019070306hualienbuoy_s'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  03
POINTS  'HLharb_A' 121.640  23.968
SPECout 'HLharb_A' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306HLharb_A.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'HLharb_A' head 'tblfile\HLsea2019070306hualienptA_s'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'HLharb_B' 121.640  23.960
SPECout 'HLharb_B' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306HLharb_B.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'HLharb_B' head 'tblfile\HLsea2019070306hualienptB_s'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  05
POINTS  'HLharb_C' 121.640  23.952
SPECout 'HLharb_C' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306HLharb_C.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'HLharb_C' head 'tblfile\HLsea2019070306hualienptC_s'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  06
POINTS  'HLharb_D' 121.632  23.944
SPECout 'HLharb_D' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306HLharb_D.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'HLharb_D' head 'tblfile\HLsea2019070306hualienptD_s'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  07
POINTS  'HLharb_E' 121.632  23.944
SPECout 'HLharb_E' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306HLharb_E.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'HLharb_E' head 'tblfile\HLsea2019070306hualienptE_s'                &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  08
POINTS  'Shimen' 121.520   23.504
SPECout 'Shimen' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306SM_S.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'Shimen' head 'tblfile\HLsea2019070306shimen'                        &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
TABLE   'COMPGRID' head 'tblfile\HLsea2019070306grid'                        &
         xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190705.060000
$
STOP
```

附圖 3.25 (續)花蓮海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_HLseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

3.9 SA_SWAN

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'SA sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$                CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  121.64  24.24  0.0  0.76  0.88  095  110     &
                                   CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                            myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fnamel',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  121.64  24.24  0.0 096 110  0.008  0.008 &
                                                   EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_SAsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fnamel', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                    NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_SAsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   Zero
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$                </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 STAT 50 0.00 0.1  DIRimpl 0.5 -1
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute STATionary   20190703.000000
HOTFILE 'hotfile\SAseahot20190703.00'
$
STOP
```

附圖 3.26 蘇澳海域風浪模擬冷啟動 SWAN 輸入檔 (swan_SAseayyyymmddhh.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'SA sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  121.64  24.24  0.0  0.76  0.88  095  110     &
                                    CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                             myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  121.64  24.24  0.0 096 110  0.008  0.008 &
                                                   EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_SAsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$             dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                    NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_SAsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\SAseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR

COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190703.060000
HOTFILE 'hotfile\SAseahot20190703.06'
$
STOP
```

附圖 3.27 蘇澳海域風浪模擬一階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_SAseayyyymmddhha.nml)參數設定值

```
$ ##### heading #####
$ SWAN輸入檔(INPUT)
$ wave model daily run, ver.2018
$ input swan4085 version
$
$ PROJect  'NAME'  'NR'
PROJect 'IHMT'  '0703'
        'SA sea'
$
$ MODE STATionary(NONSTAtionary), TWODimensional(1D), (NOUPDATe)
MODE  NONSTAtionary  TWODimensional
$
$ SET  [level],[nor],[depmin],[maxmes],[maxerr],[grav],[rho],[cdcap],  &
$      [inrhog], [hsrerr],CARTesian/NAUTical,[pwtail],[froudmax],      &
$      [printf], [prtest]
SET level    0.0
SET nor     90.0
SET depmin   0.05
SET maxmes   200
SET maxerr   1
SET grav     9.81
SET rho      1025
SET cdcap    0.0025
SET inrhog   0
SET hsrerr   0.10
SET NAUT
SET pwtail   4
SET froudmax 0.8
SET printf   4
SET prtest   4
$
$ COORDinates  CARTesian <SPHErical [rearth] UM/QC>, REPeating
COORDinates SPHErical ccm
$
$ CGRID REGular <xpc, ypc, alpc, xlenc, ylenc, mxc, myc, &
$               CIRcle, mdc, flow, fhig, msc>
CGRID REGular  121.64  24.24  0.0  0.76  0.88  095  110     &
                                    CIRcle 36, 0.040,  , 30
$
$ INPgrid < BOTtom > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, &
$                          myinp, dxinp, dyinp> EXCeption  [excval]
$ READinp < BOTtom > [fac], 'fname1',[idla],[nhedf], FORMAT 'form'
INPgrid BOTtom REGular  121.64  24.24  0.0 096 110  0.008  0.008 &
                                                    EXCeption -10
READinp BOTtom  1. 'botfile\swan_ss_SAsea.bot' 3 0 FORMAT '(10F10.0)'
$
$ INPgrid < WInd > REGular <xpinp, ypinp, alpinp, mxinp, myinp, dxinp, &
$              dyinp> (NONSTATionary [tbeginp] [deltinp]  HR  [tendinp])
$ READinp < WInd > [fac],  'fname1', [idla],[nhedf],([nhedt]),([nhedvec]) FORMAT 'form'
INPgrid WInd REGular  116.0  20.0 0.0   270  270  0.033333  0.033333  &
                      NONSTATionary 20190703.000000 1.0 HR 20190705.060000
READinp WInd  1. 'wind_swan_tw_2019070306.dat' 3 1 1 0 FORMAT '(10F9.0)'
$

$ BOUNdnest1  NEST 'fname' CLOS
BOUNdnest1  NEST 'cbo\nest_SAsea2019070306.txt' CLOS
$
$ INITial  HOTStart <MULTiple/SINGle> 'fname'
INITial   HOTStart  'hotfile\SAseahot20190703.00'
$
$ GEN3  KOMen   [cds2], [stpm],  (AGROW [a])
GEN3    KOMen  2.36e-5  3.02e-3
$
$ BREaking  CONstant [alpha] [gamma] ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
$           VARiable [alpha] [gammin] [gammax] [gamneg] [coeff1] [coeff2] &
$                    ( FREQDep [power] [fmin] [fmax] )
BREaking   CONstant   1.0   0.73
$
$ FRICtion  JONswap  CONstant [cfjon]/VARiable
FRICtion    JONswap  VARiable
$
$ TRIad  [trfac] [cutfr] [urcrit] [urslim]
TRIad     0.80    2.5     0.2      0.01
$
$ DIFFRac [idiffr] [smpar] [smnum] [cgmod]
DIFFRac    1        0.2     0       1
$
$ NUMeric ACCUR [drel] [dhoval] [dtoval] [npnts] STAT  [mxitst] [alfa] &
$               </NONSTat [mxitns]> [limiter] DIRimpl [cdd] [cdlim]
NUMeric ACCUR 0.02 0.02 0.02 98 NONSTat 1 0.1  DIRimpl 0.5 4
$
$ POINTS  'sname'  [xp],  [yp]      |    FILE 'fname'
$ TABLE   'sname'  HEADER<NOHEADER/INDEXED>   'fname'
$ SPECout 'sname' SPEC2D ABSolute 'fname' OUTput [tbegspc] [deltspc] HR
```

附圖 3.28 蘇澳海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_SAseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

```
QUANTITY Hswell fswell=0.125
$  01
POINTS  'SA_awac' 121.888  24.592
SPECout 'SA_awac' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306SA1.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'SA_awac' head 'tblfile\SAsea2019070306suao_s'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  02
POINTS  'SA_buoy' 121.880   24.632
SPECout 'SA_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306SA2.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'SA_buoy' head 'tblfile\SAsea2019070306suaobuoy_s'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  03
POINTS  'GS_buoy' 121.928   24.848
SPECout 'GS_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306GS.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'GS_buoy' head 'tblfile\SAsea2019070306guishanbuoy_s'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
$  04
POINTS  'LD_buoy' 121.928   25.096
SPECout 'LD_buoy' SPEC2D ABSolute 'spcfile\spc2019070306LD.txt' OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
TABLE   'LD_buoy' head 'tblfile\SAsea2019070306longdongbuoy_s'                    &
         time xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
TABLE   'COMPGRID' head 'tblfile\SAsea2019070306grid'                    &
         xp yp hs per dir rtp pdir tm01 tm02 tps hswell wind dep OUTPUT 20190703.000000 1.0 HR
$
COMPute NONSTationary   20190703.000000 300 sec 20190705.060000
$
STOP
```

附圖 3.28 (續)蘇澳海域風浪模擬二階段模擬 SWAN 輸入檔 (swan_SAseayyyymmddhhb.nml)參數設定值

附錄四

作業化成果評估月報

附表 4-1 各海域 2021 年度風力實測資料蒐集率統計表(%)

海域 月份	臺北 岸	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中 堤頭	馬祖
202009	94.17	100.00	99.58	100.00	100.00	100.00	99.17	86.39	0.00
202010	92.88	100.00	100.00	100.00	97.18	100.00	97.45	99.73	9.81
202011	94.17	100.00	99.72	100.00	100.00	100.00	99.58	99.86	0.00
202012	89.65	100.00	98.25	100.00	93.01	100.00	99.06	95.56	59.95
202101	93.28	100.00	100.00	97.58	95.70	100.00	98.25	29.7	11.29
202102	93.90	99.85	100.00	100.00	93.90	100.00	99.40	56.7	100.00
202103	93.28	40.73	99.60	100.00	51.08	100.00	99.33	91.67	49.46
202104	98.61	47.50	99.58	99.86	4.44	100.00	99.17	93.61	100.00
202105	97.45	100.00	99.87	99.87	98.79	100.00	98.66	70.56	100.00
202106	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202107	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202108	*	*	*	*	*	*	*	*	*

附表 4-2 各海域 2021 年度波浪實測資料蒐集率統計表(%)

海域 月份	臺北	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	馬祖
202009	25.42	95.42	49.86	97.92	97.36	0.00	78.19	98.06	88.47
202010	0.00	99.19	98.66	90.73	93.95	0.00	0.00	89.92	96.91
202011	0.00	99.44	97.36	98.19	95.97	18.75	0.00	97.92	99.31
202012	57.66	98.39	96.64	97.31	96.77	99.33	0.00	6.85	99.46
202101	0.00	91.26	63.58	99.60	98.92	99.46	0.00	0.00	98.92
202102	0.00	86.31	66.07	99.40	99.70	91.22	0.00	0.00	99.70
202103	0.00	84.81	44.89	99.87	99.73	75.40	0.00	0.00	99.46
202104	0.00	85.69	0.00	99.44	99.58	80.00	**30.69**	0.00	87.36
202105	0.00	92.34	0.00	99.19	98.66	97.45	100.00	17.20	0.00
202106	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202107	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202108	*	*	*	*	*	*	*	*	*

★紅字表示蒐集率<80.00%, 粗體字代表本月回補後蒐集率

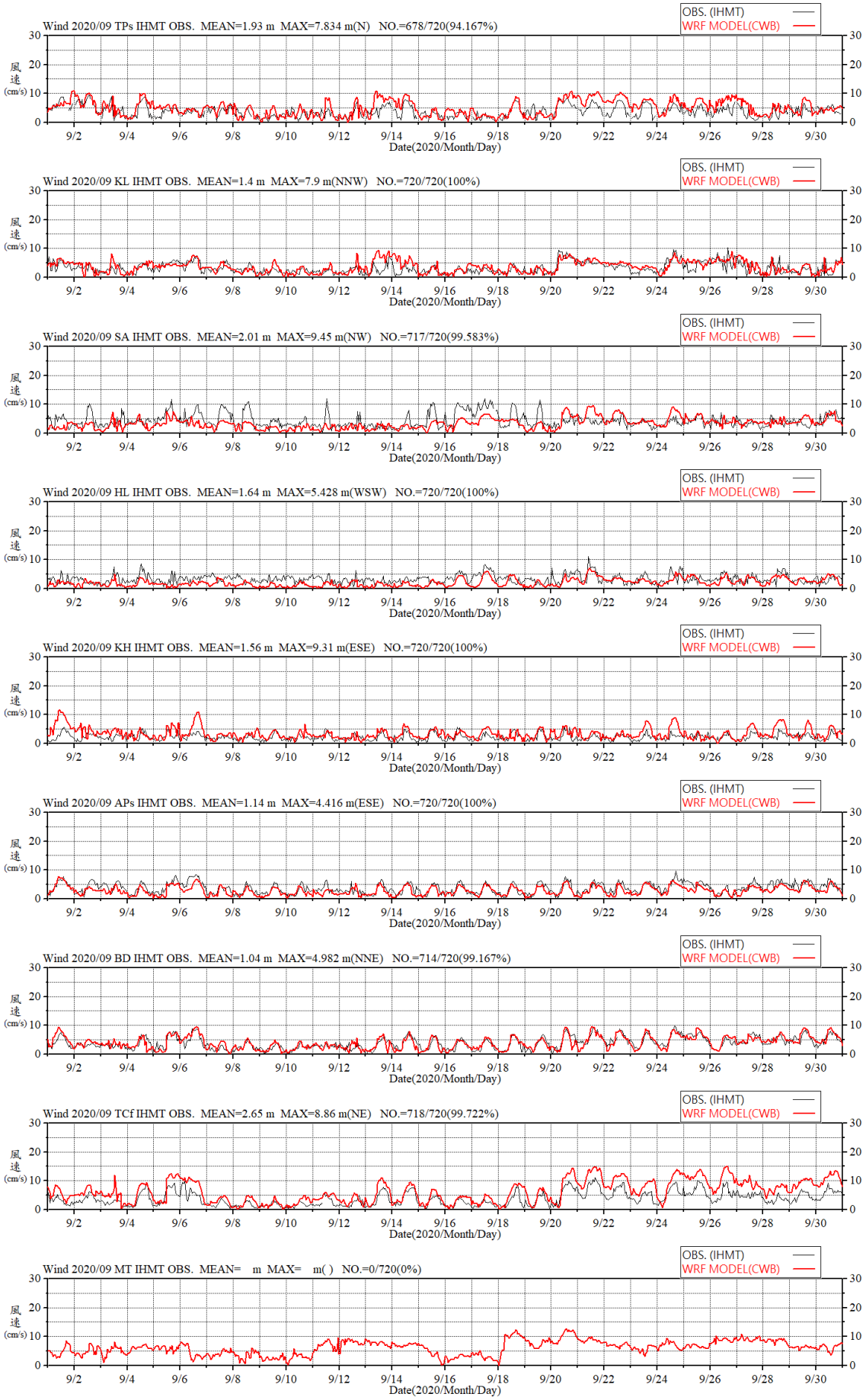
附表 4-3 各海域 2021 年度潮位實測資料蒐集率統計表(%)

海域 月份	臺北	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	馬祖
202009	74.58	96.53	99.58	100.00	96.11	69.44	95.00	91.53	99.17
202010	100.00	95.56	81.32	99.87	95.43	78.63	100.00	40.46	98.66
202011	100.00	95.69	68.89	99.86	96.25	96.67	99.72	96.81	98.61
202012	99.87	95.56	54.84	99.19	91.80	100.00	100.00	63.31	98.66
202101	100.00	96.37	99.87	99.46	97.04	100.00	100.00	99.33	99.60
202102	99.85	96.73	99.85	100.00	96.43	14.29	100.00	**100.00**	98.66
202103	100.00	89.92	99.73	100.00	53.76	72.45	100.00	99.87	98.52
202104	99.86	99.86	71.39	99.17	4.31	99.86	100.00	99.86	98.75
202105	100.00	99.87	88.58	100.00	95.56	100.00	100.00	100.00	98.66
202106	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202107	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202108	*	*	*	*	*	*	*	*	*

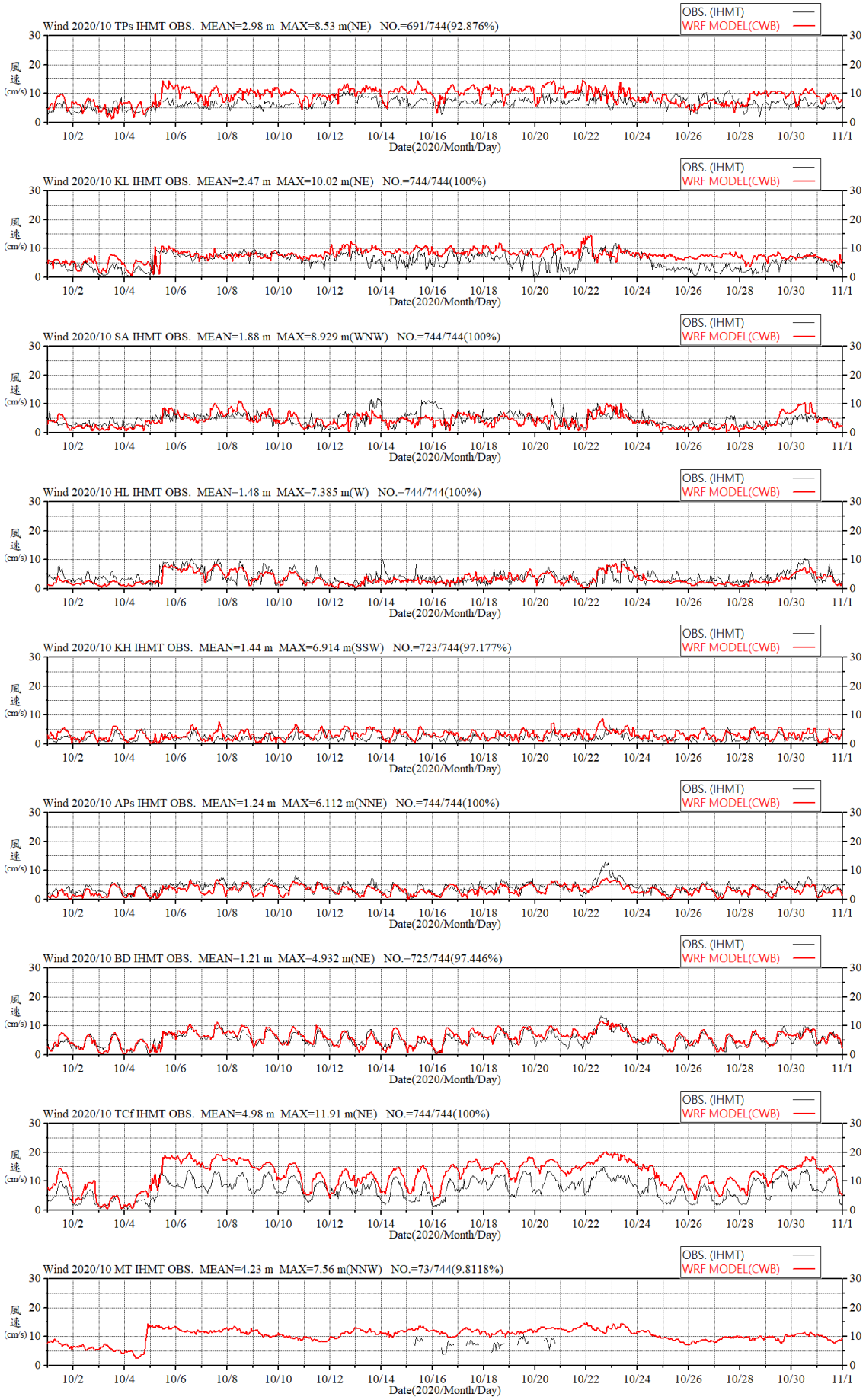
附表 4-4 各海域 2021 年度海流實測資料蒐集率統計表(%)

海域 月份	臺北	基隆	蘇澳	花蓮	高雄	安平	布袋	臺中	馬祖
202009	25.42	95.42	49.86	97.92	97.50	0.00	78.19	98.06	88.47
202010	0.00	99.19	98.66	90.73	93.95	0.00	0.00	89.92	96.91
202011	0.00	99.44	97.36	98.19	95.97	18.75	0.00	97.92	99.31
202012	57.66	98.39	96.64	97.31	96.77	99.46	0.00	6.85	99.46
202101	0.00	91.26	63.58	99.60	98.92	99.87	0.00	0.00	98.92
202102	0.00	86.31	66.07	99.40	99.70	91.22	0.00	0.00	99.70
202103	0.00	84.81	44.89	99.87	99.73	75.40	**30.69**	0.00	99.46
202104	0.00	85.69	0.00	99.44	99.58	80.00	0.00	0.00	87.36
202105	0.00	92.34	0.00	99.19	98.66	97.45	100.00	17.2	0.00
202106	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202107	*	*	*	*	*	*	*	*	*
202108	*	*	*	*	*	*	*	*	*

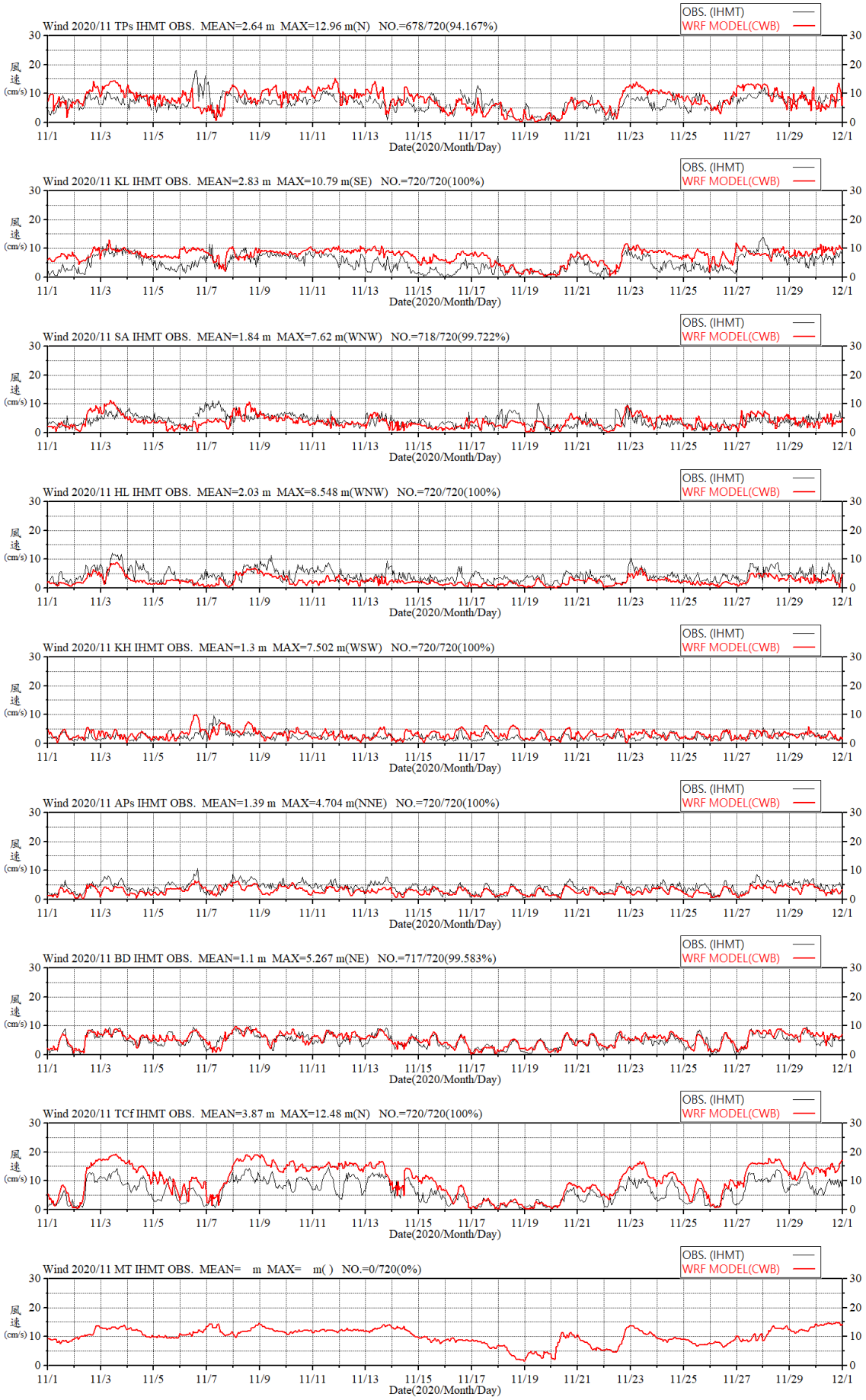
★紅字表示蒐集率<80.00%, 粗體字代表本月回補後蒐集率



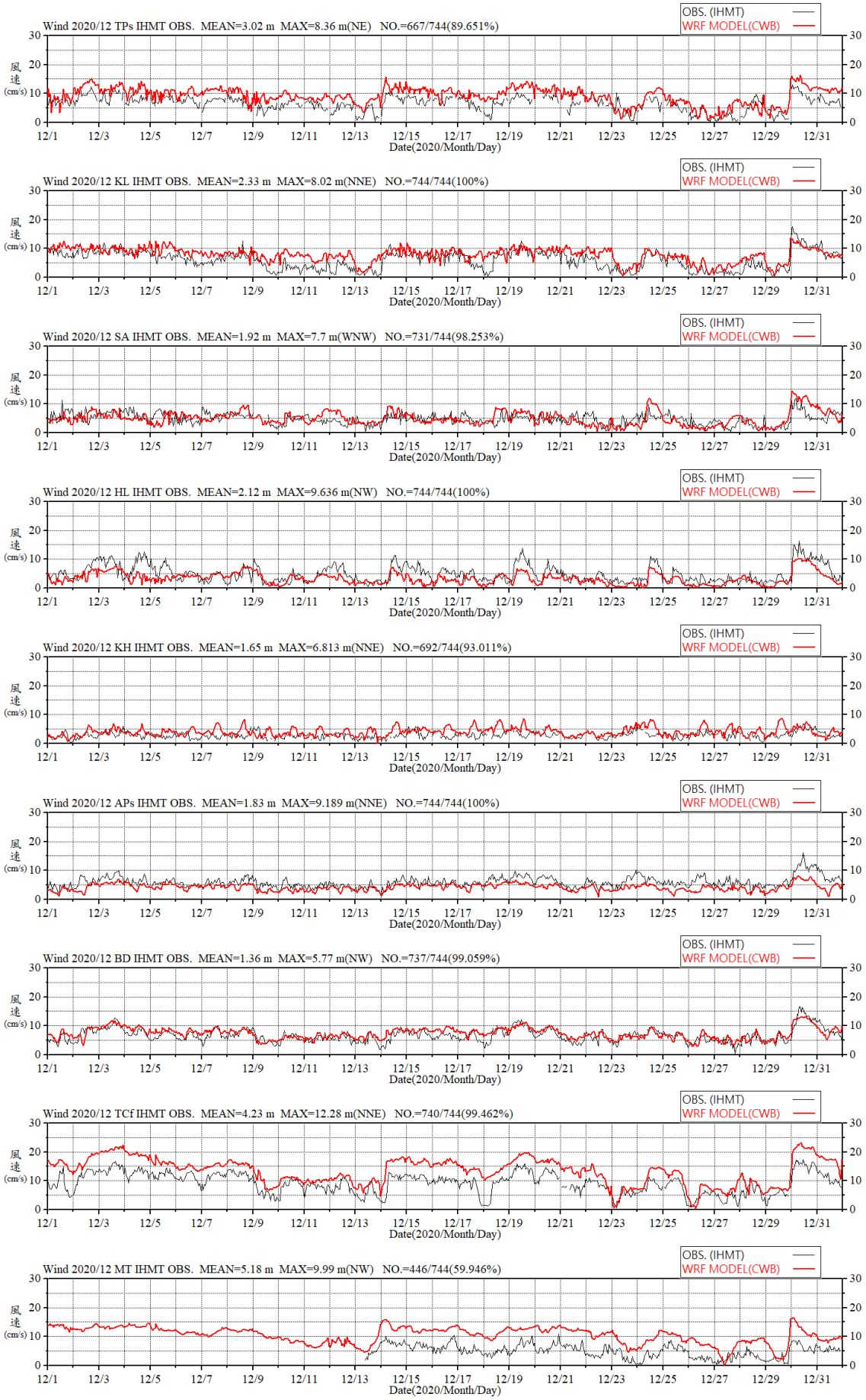
附圖 4.1 2020 年 9 月 9 海域觀測風速與小尺度模式比較圖



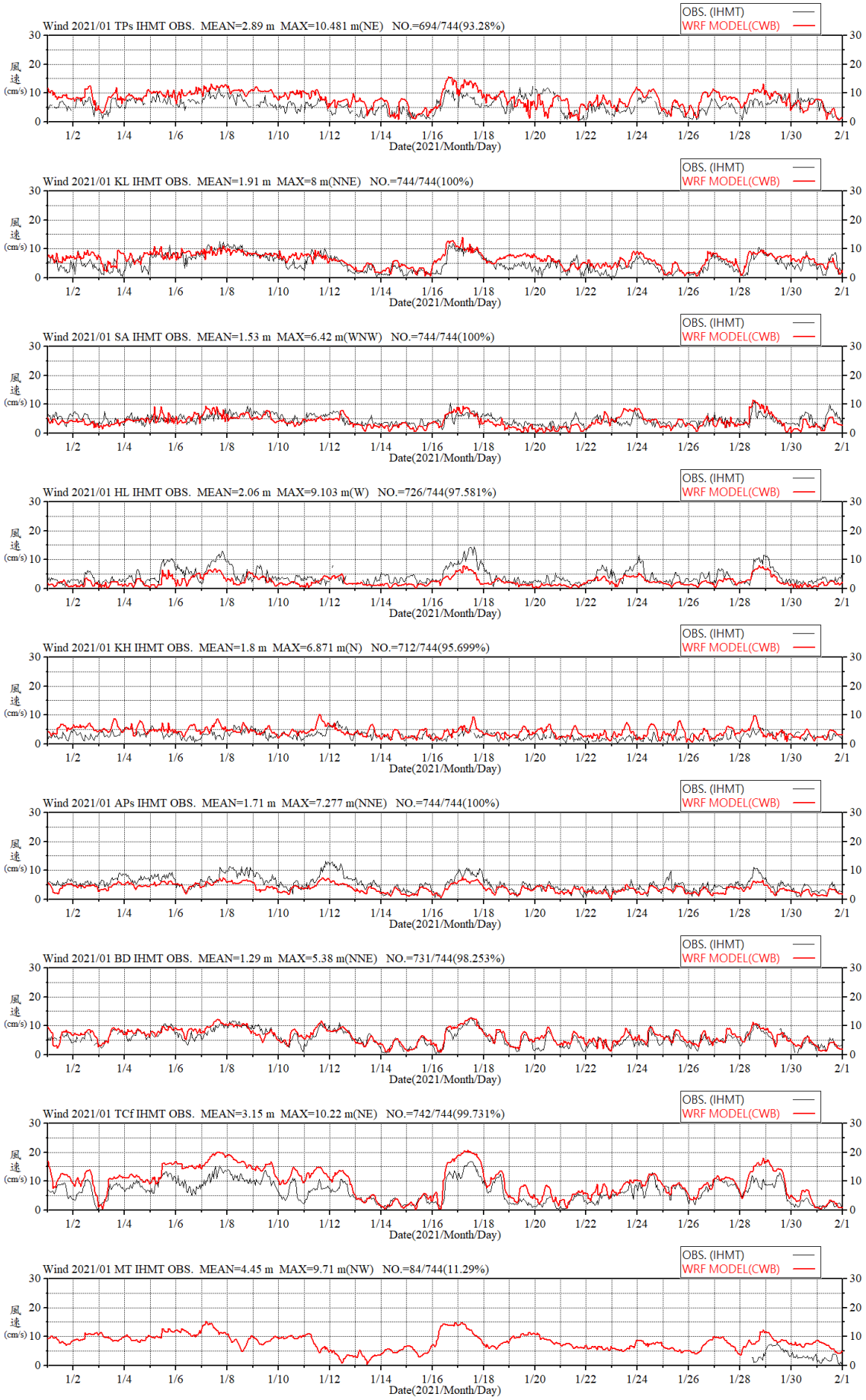
附圖 4.2 2020 年 10 月 9 海域觀測風速與小尺度模式比較圖



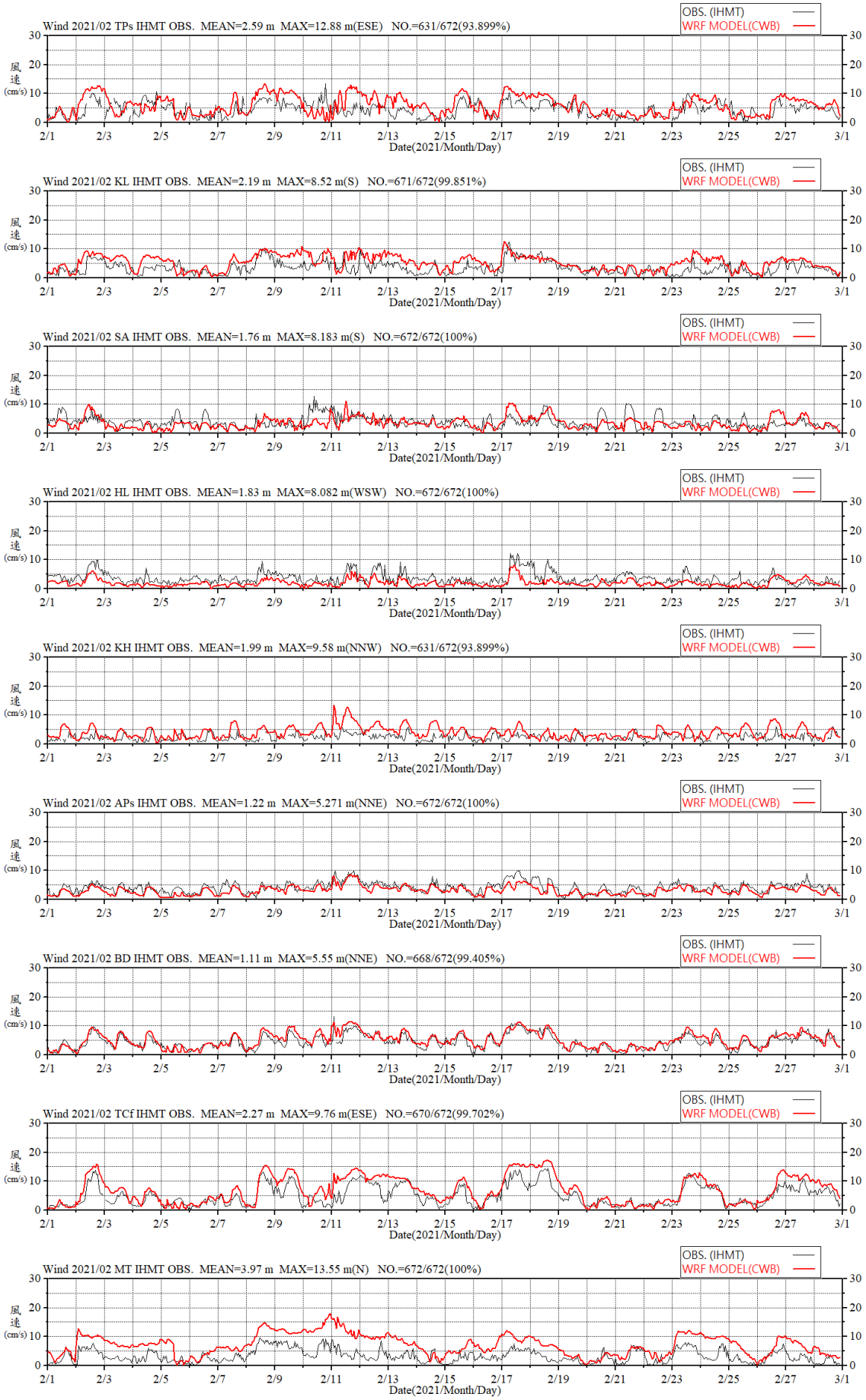
附圖 4.3 2020 年 11 月 9 海域觀測風速與小尺度模式比較圖



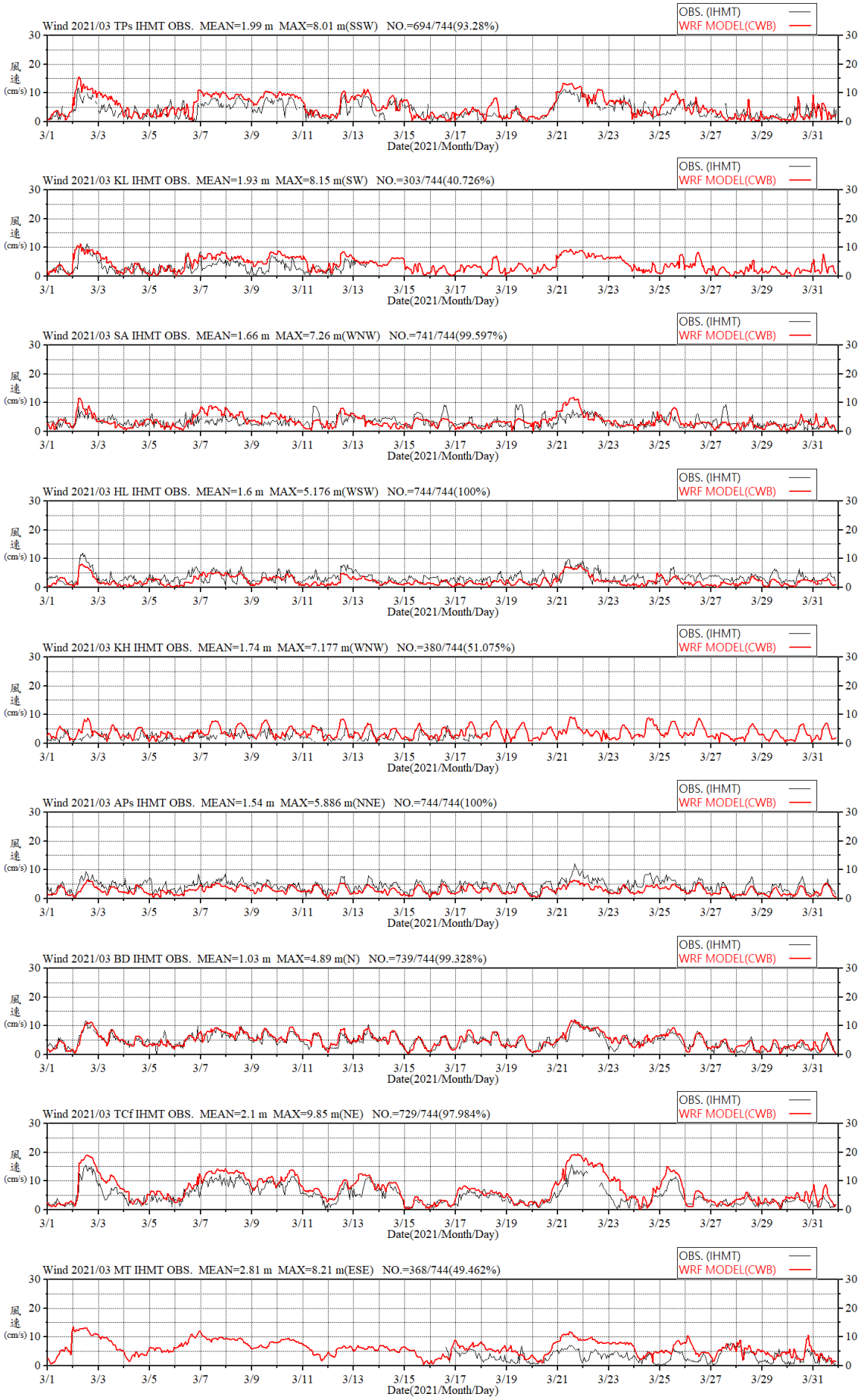
附圖 4.4 2020 年 12 月 9 海域觀測風速與小尺度模式比較圖



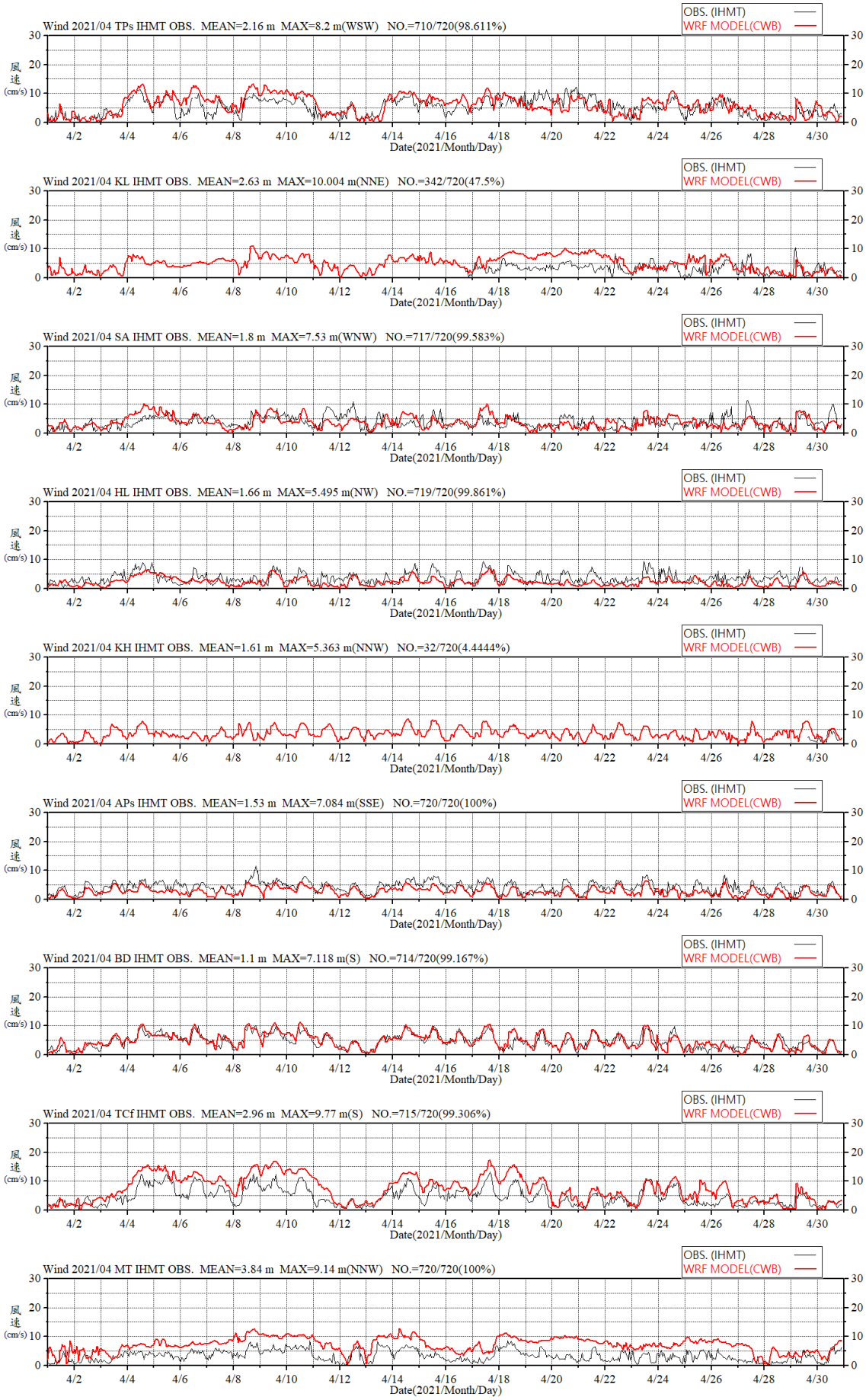
附圖 4.5 2021 年 1 月 9 海域觀測風速與小尺度模式比較圖



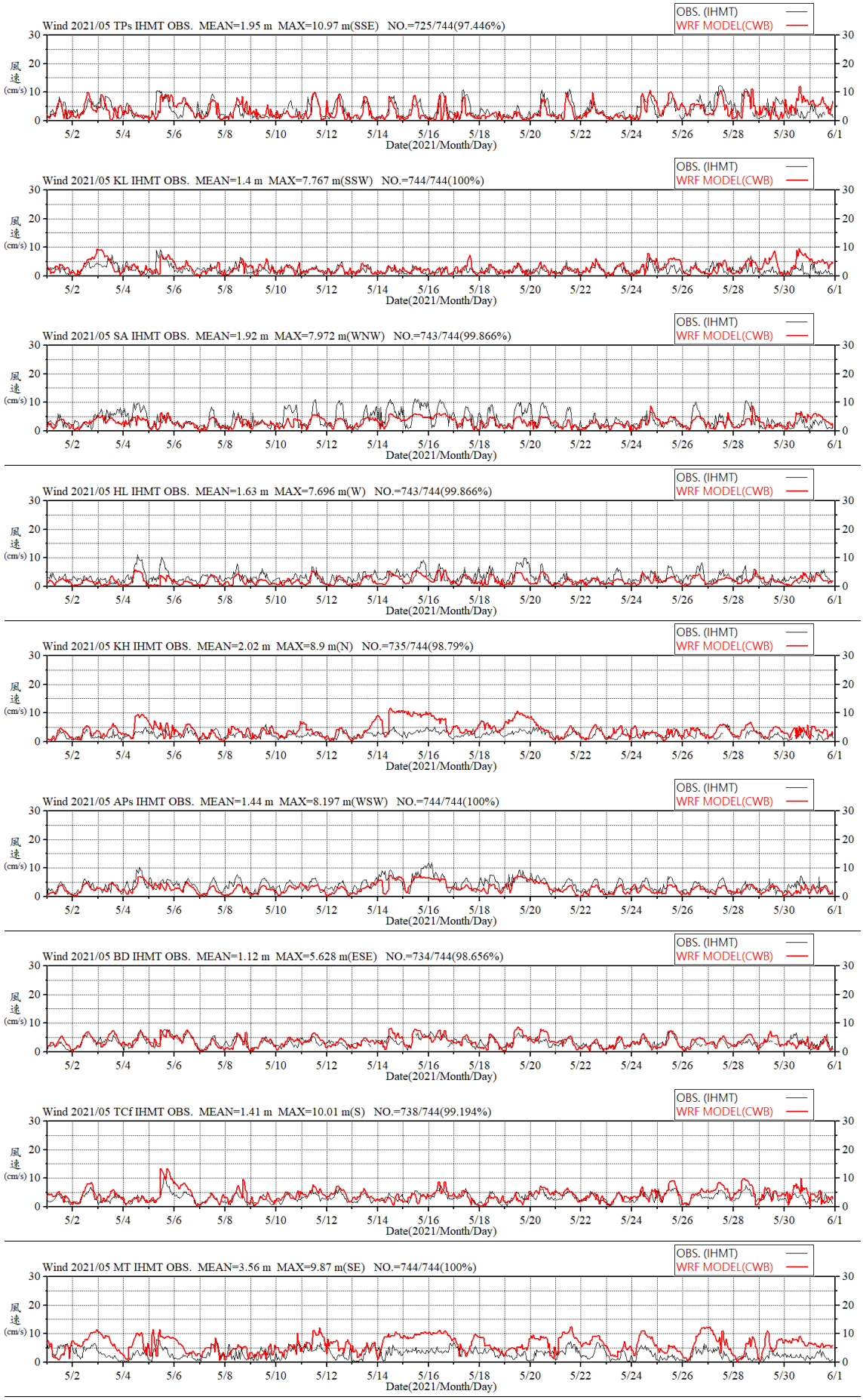
附圖 4.6 2021 年 2 月 9 海域觀測風速與小尺度模式比較圖



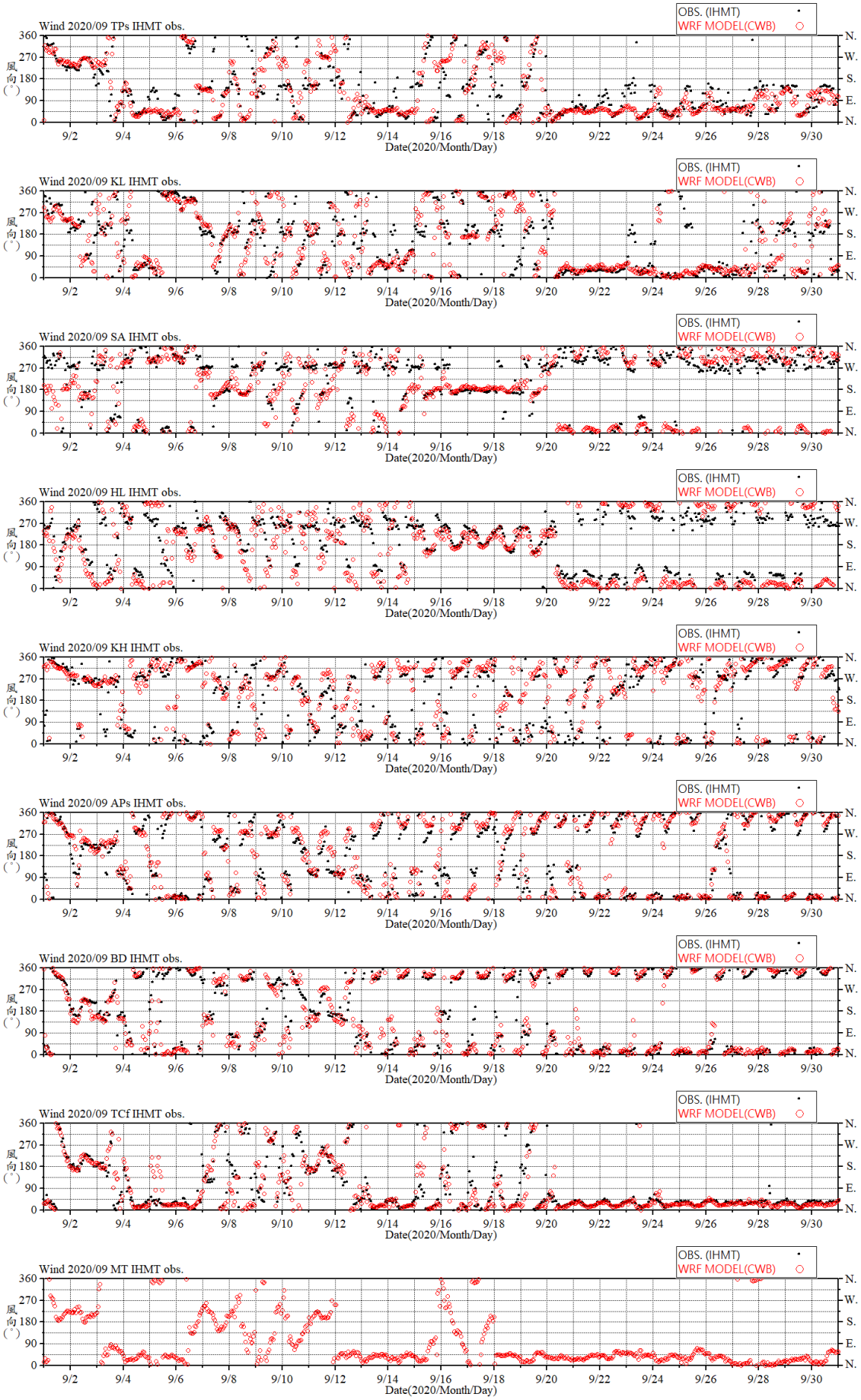
附圖 4.7 2021 年 3 月 9 海域觀測風速與小尺度模式比較圖



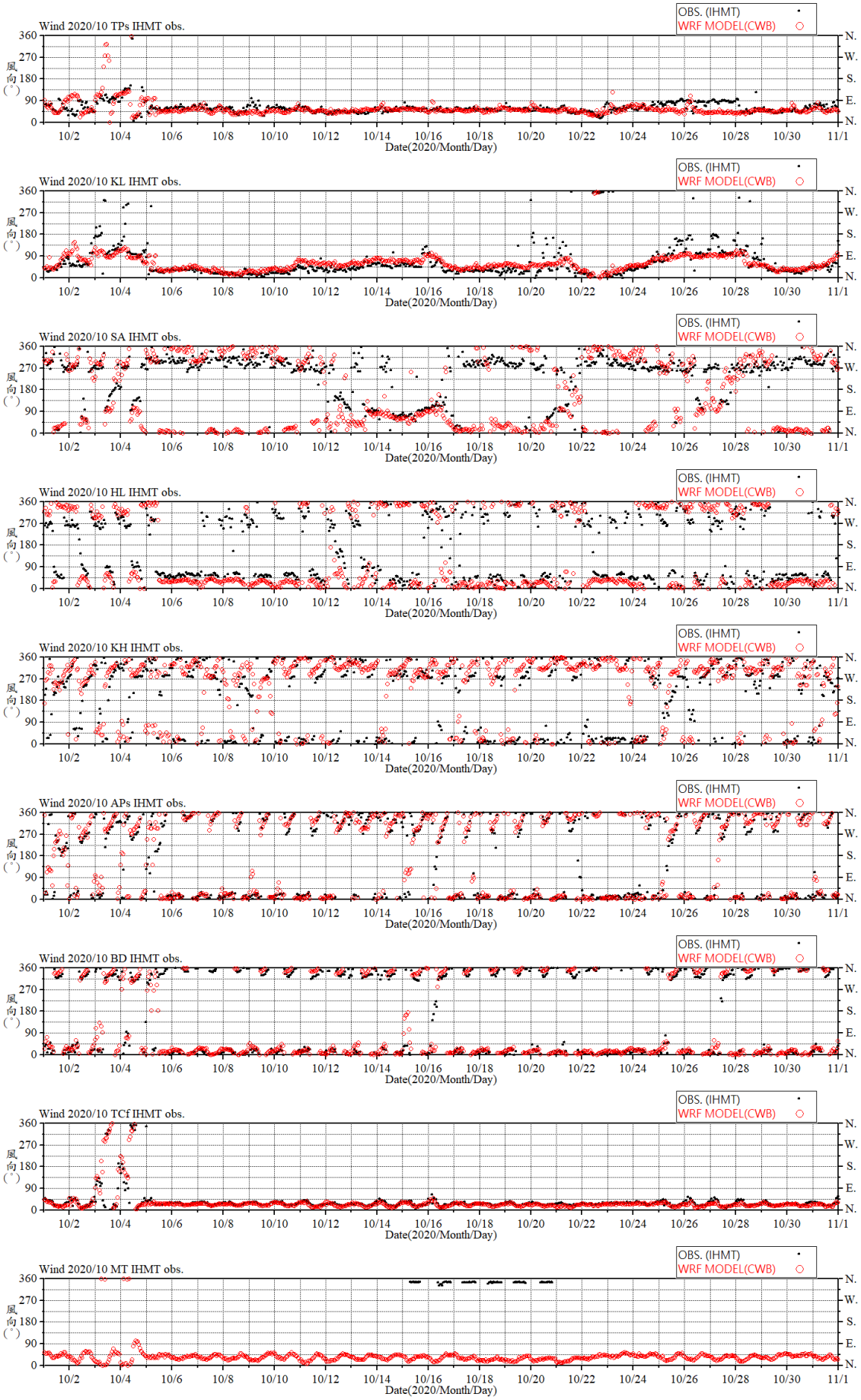
附圖 4.8 2021 年 4 月 9 海域觀測風速與小尺度模式比較圖



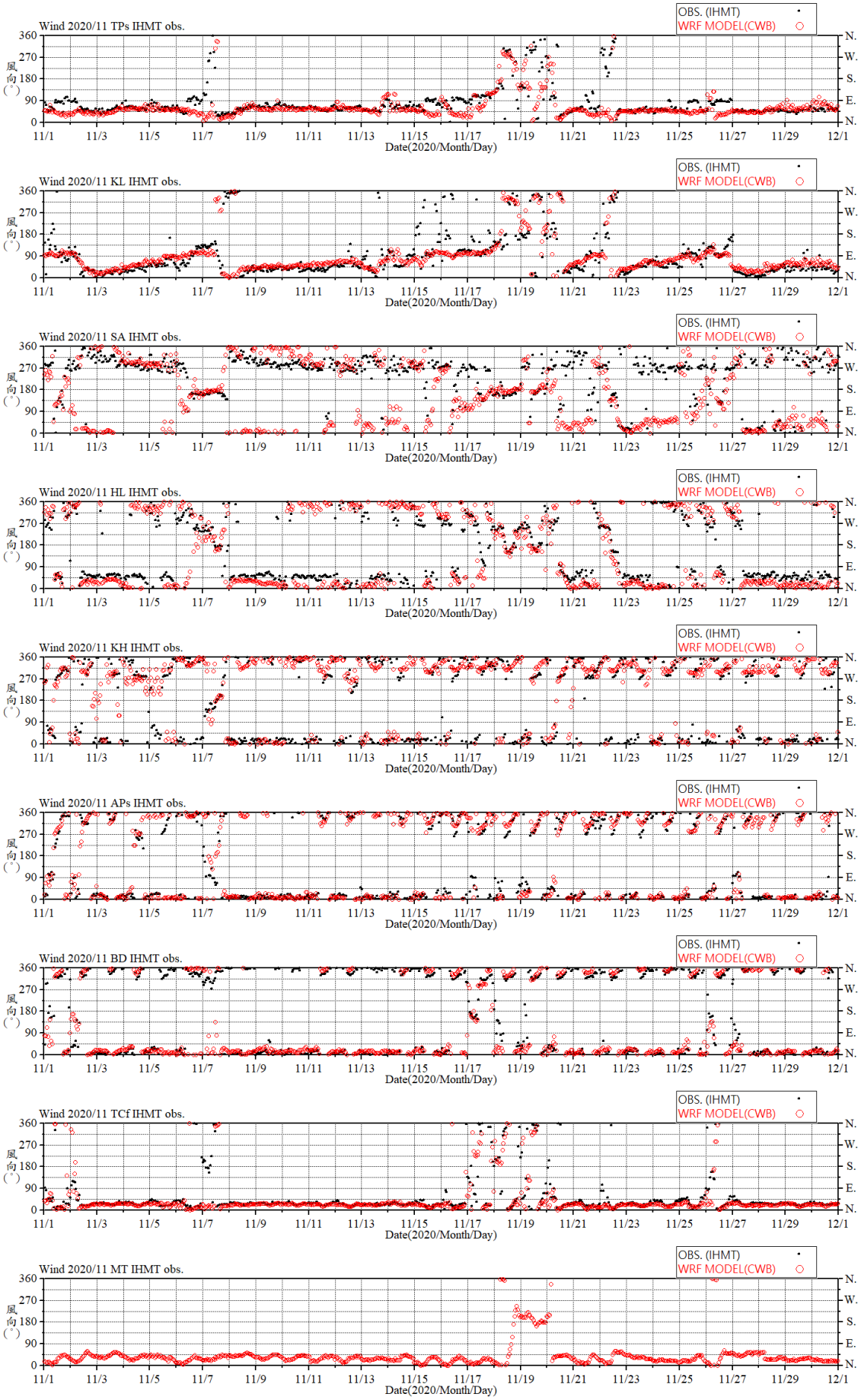
附圖 4.9 2021 年 5 月 9 海域觀測風速與小尺度模式比較圖



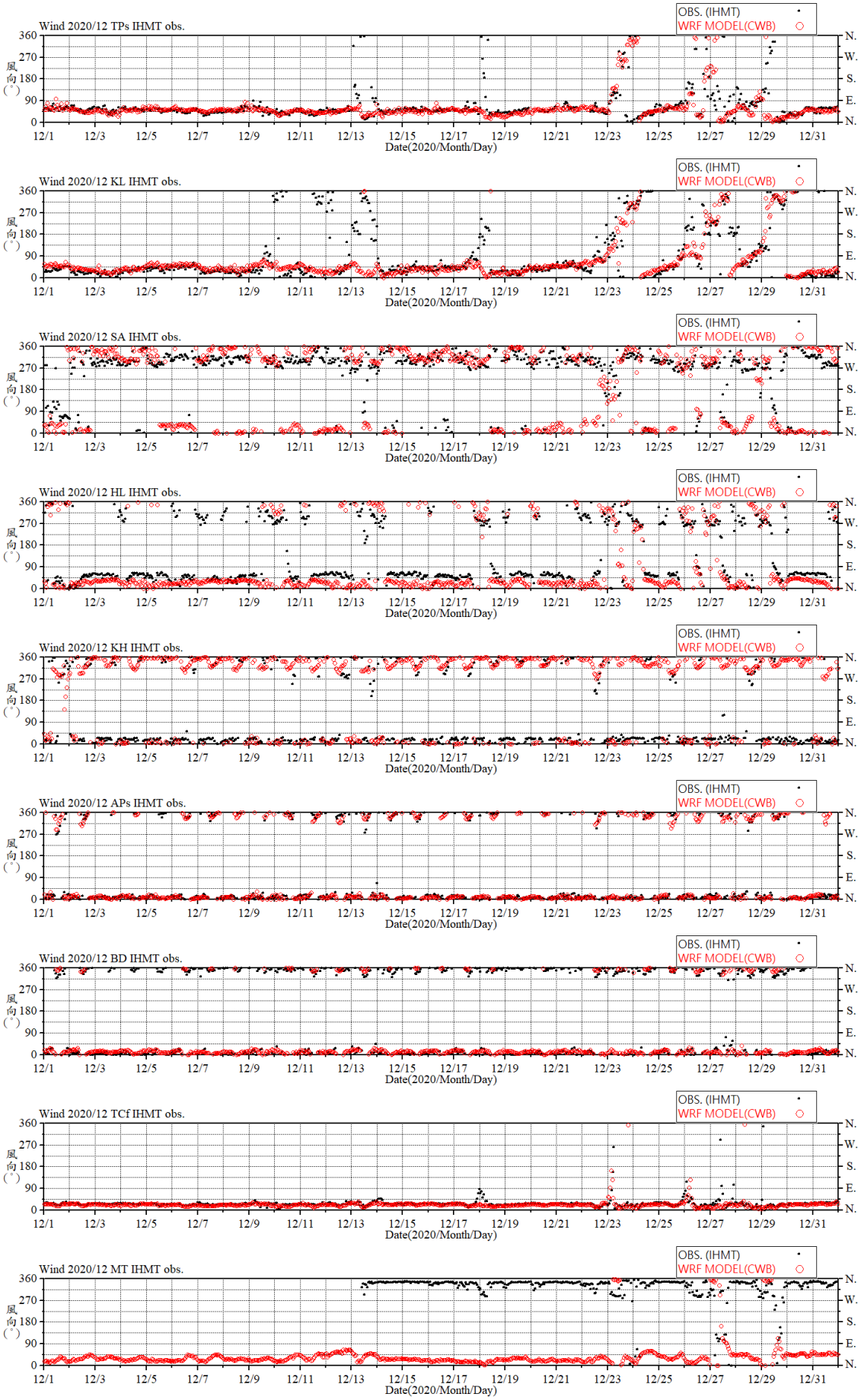
附圖 4.10 2020 年 9 月 9 海域觀測風向與小尺度模式比較圖



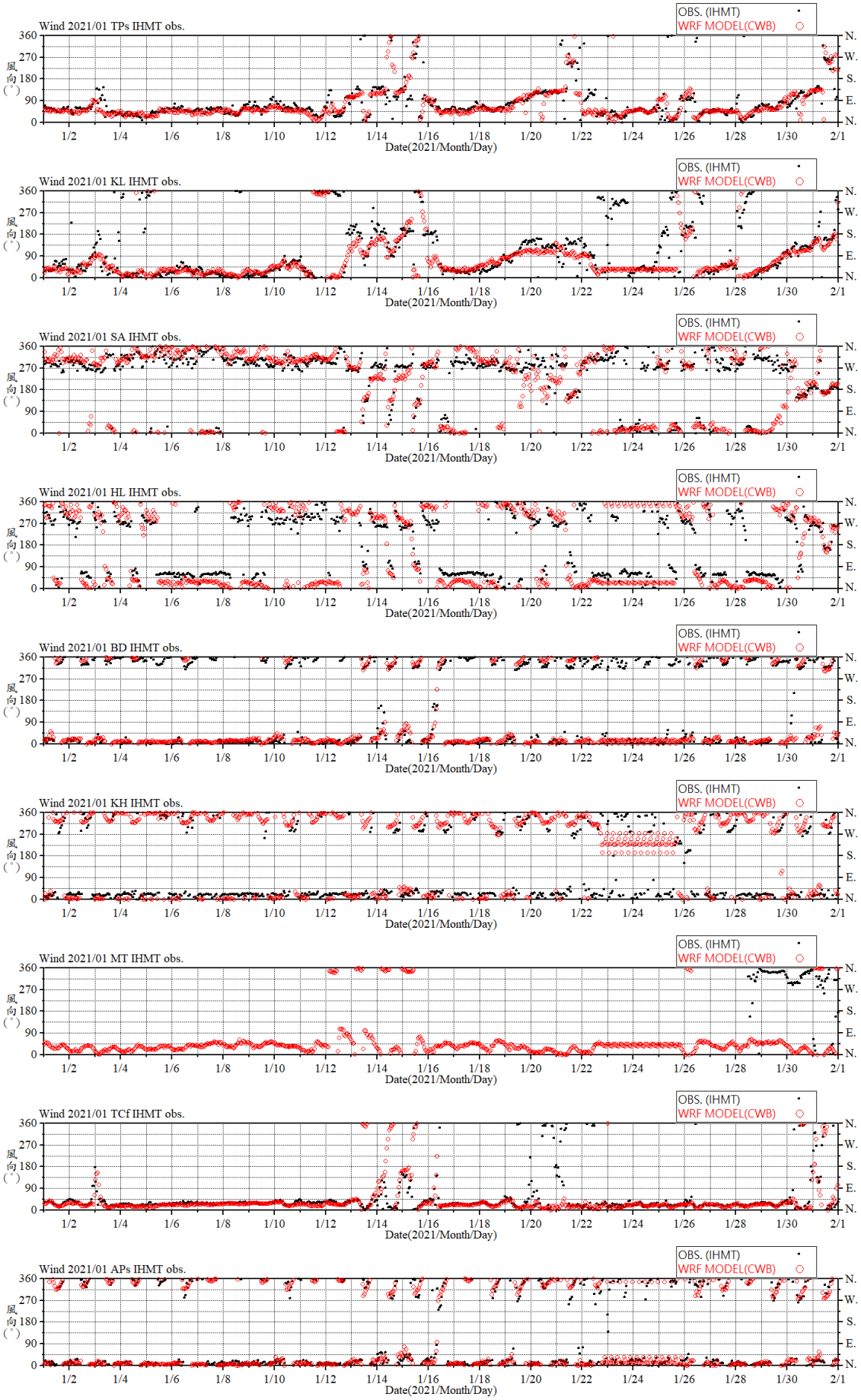
附圖 4.11 2020 年 10 月 9 海域觀測風向與小尺度模式比較圖



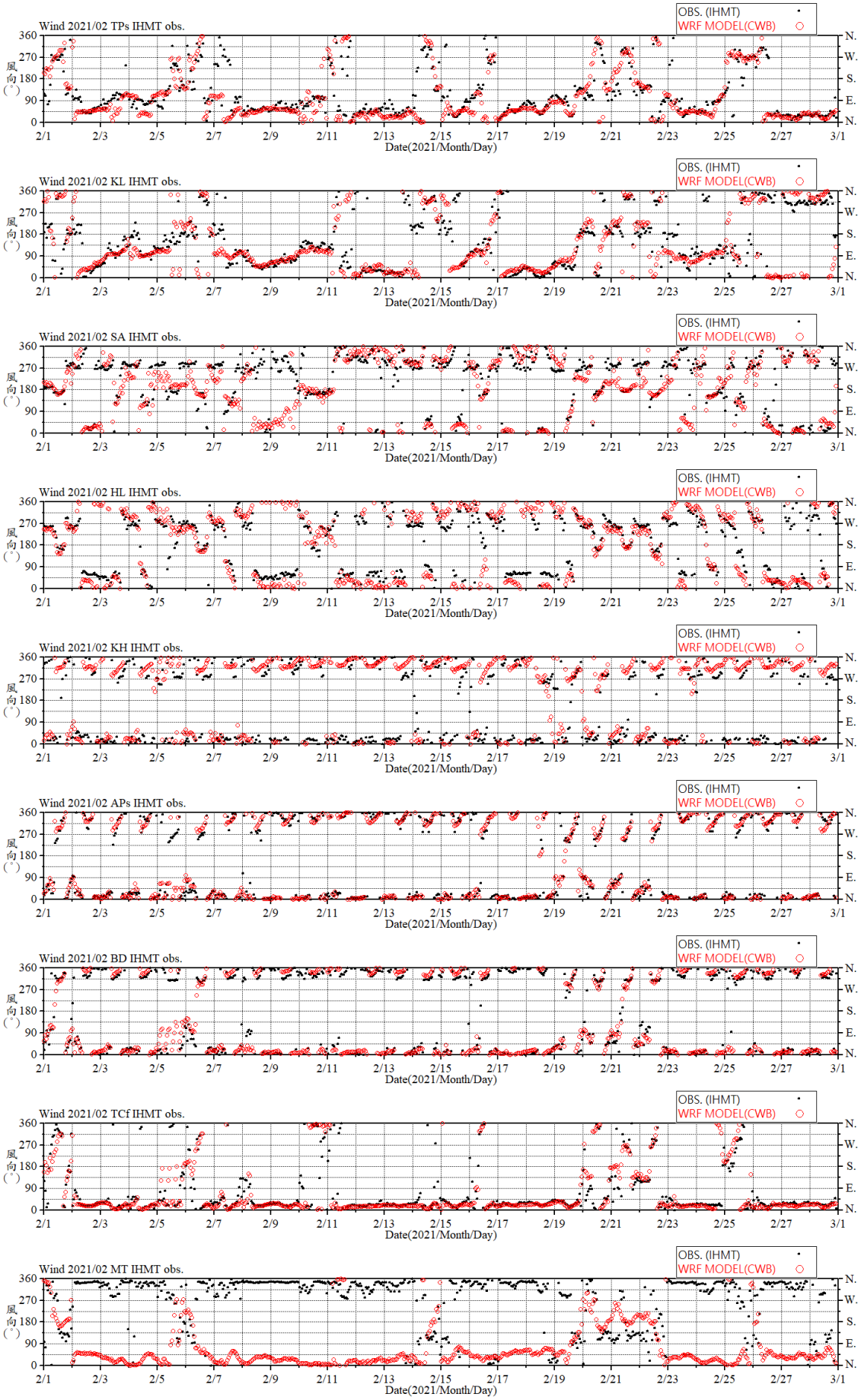
附圖 4.12 2020 年 11 月 9 海域觀測風向與小尺度模式比較圖



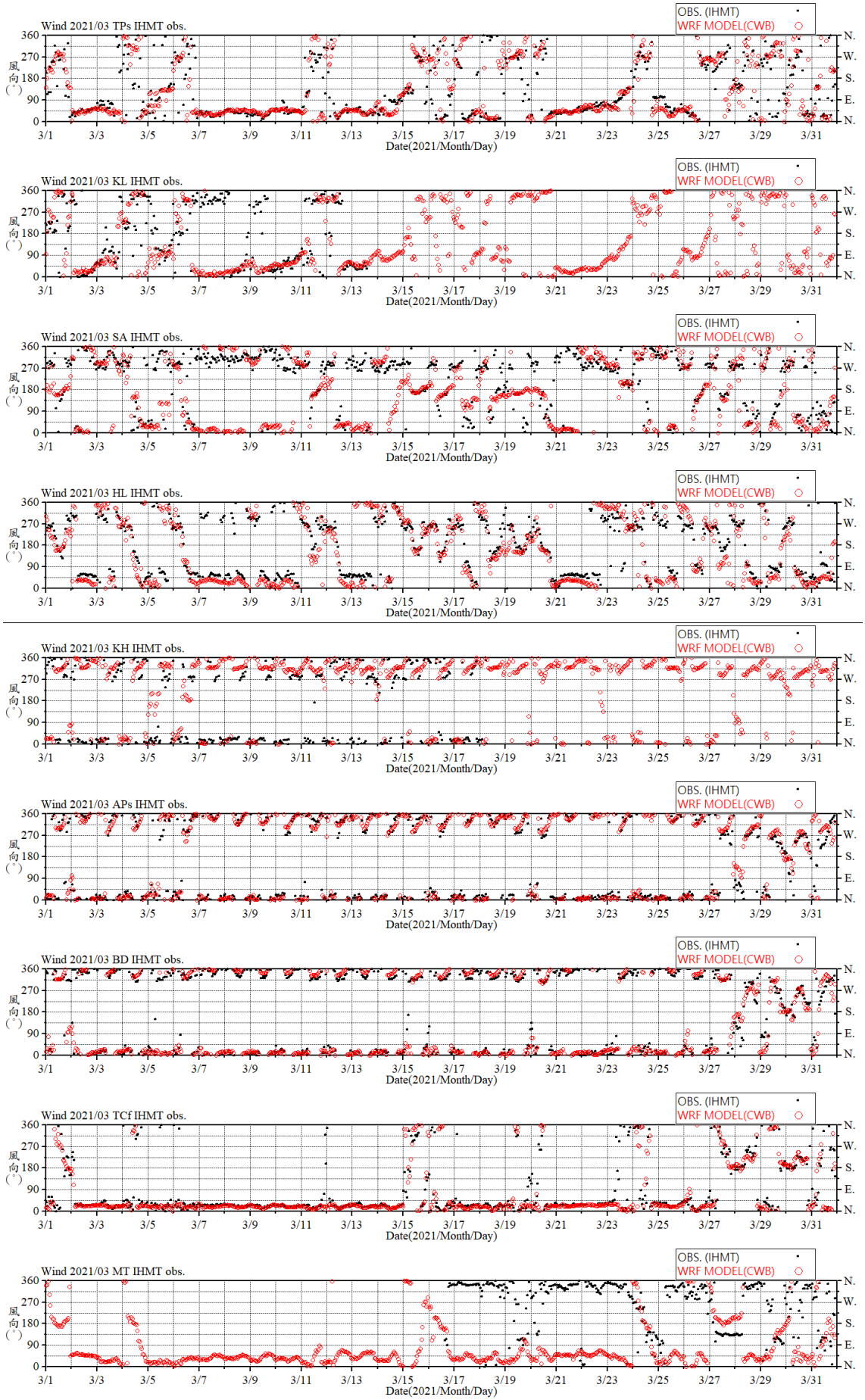
附圖 4.13 2020 年 12 月 9 海域觀測風向與小尺度模式比較圖



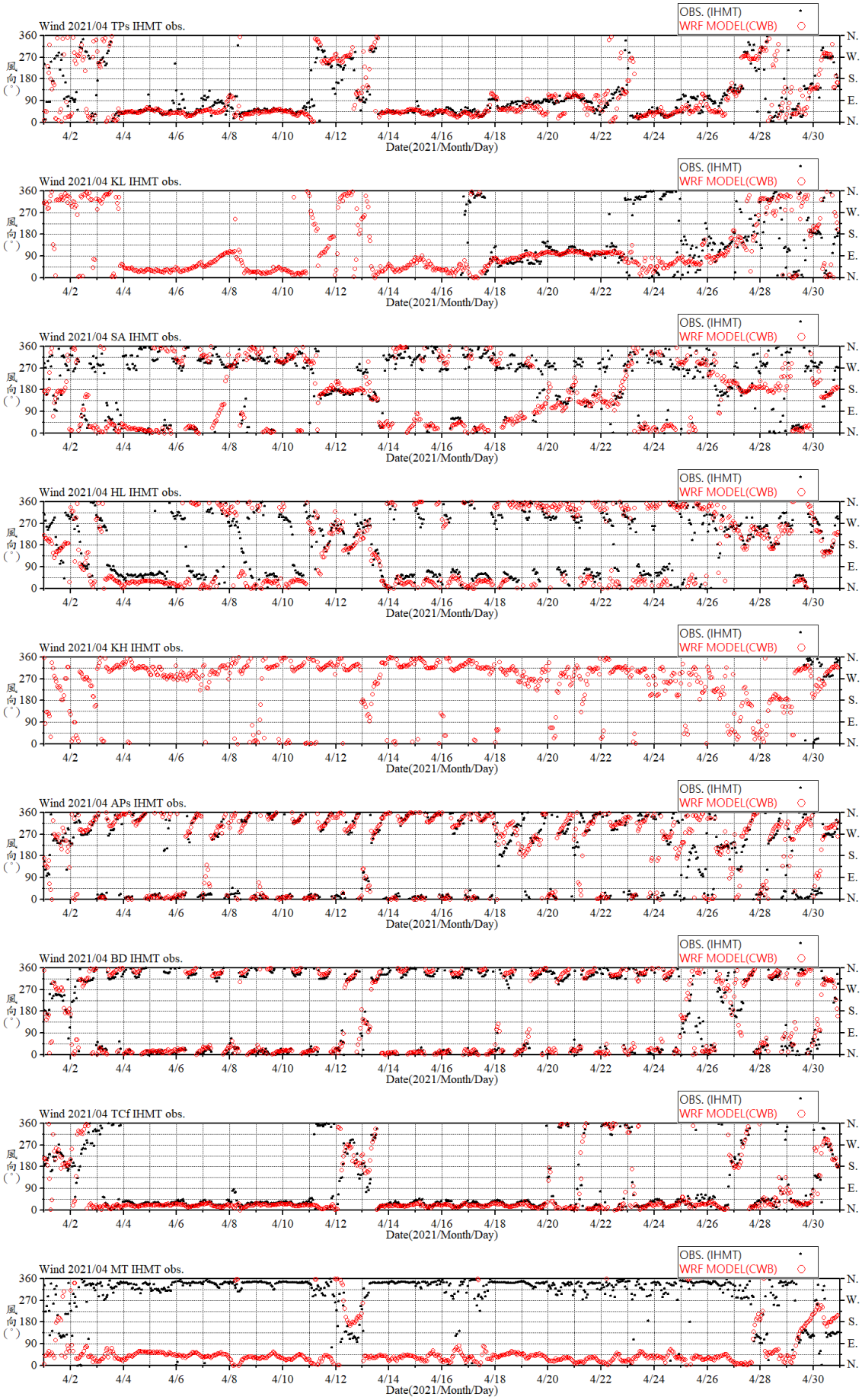
附圖 4.14 2021 年 1 月 9 海域觀測風向與小尺度模式比較圖



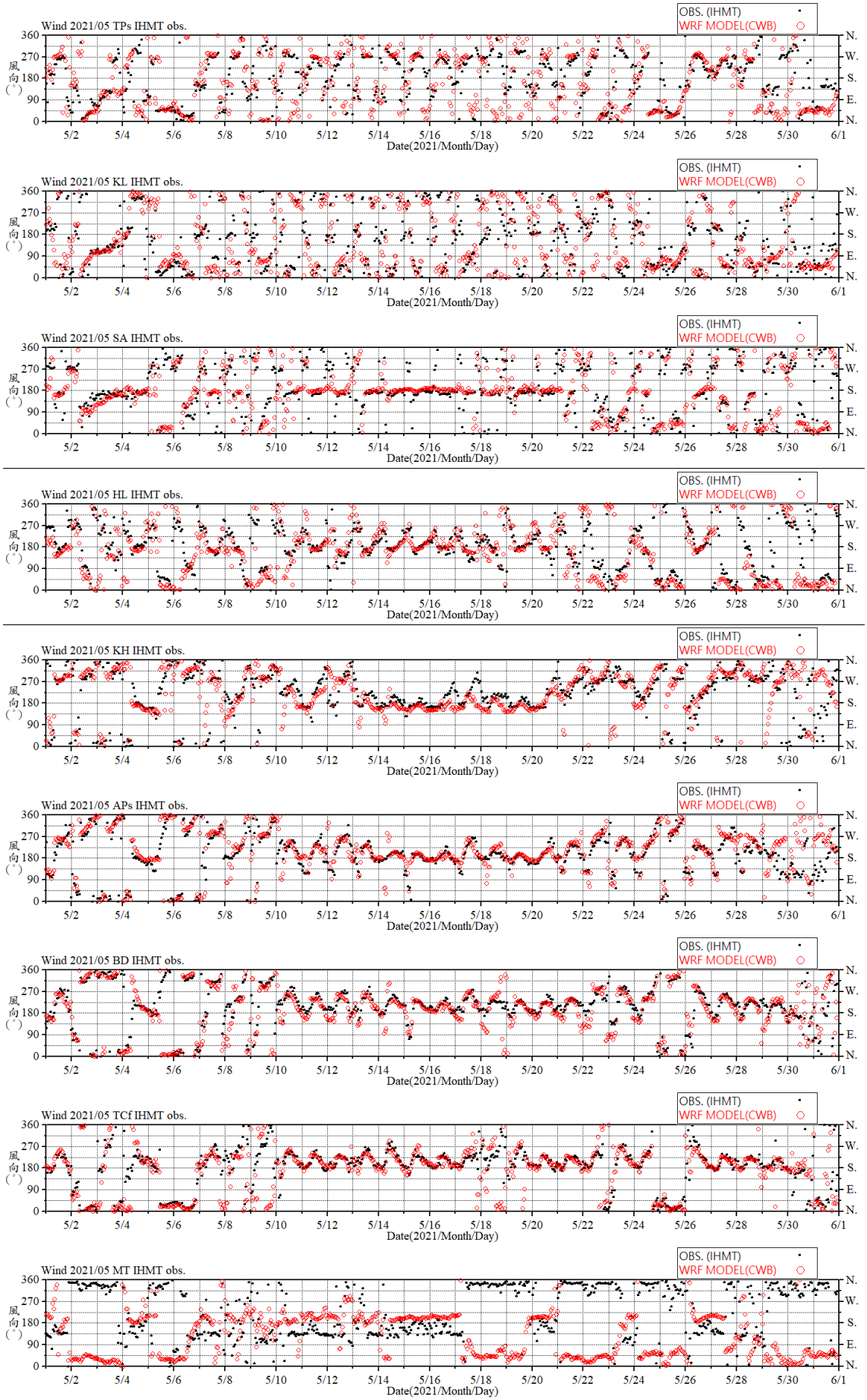
附圖 4.15 2021 年 2 月 9 海域觀測風向與小尺度模式比較圖



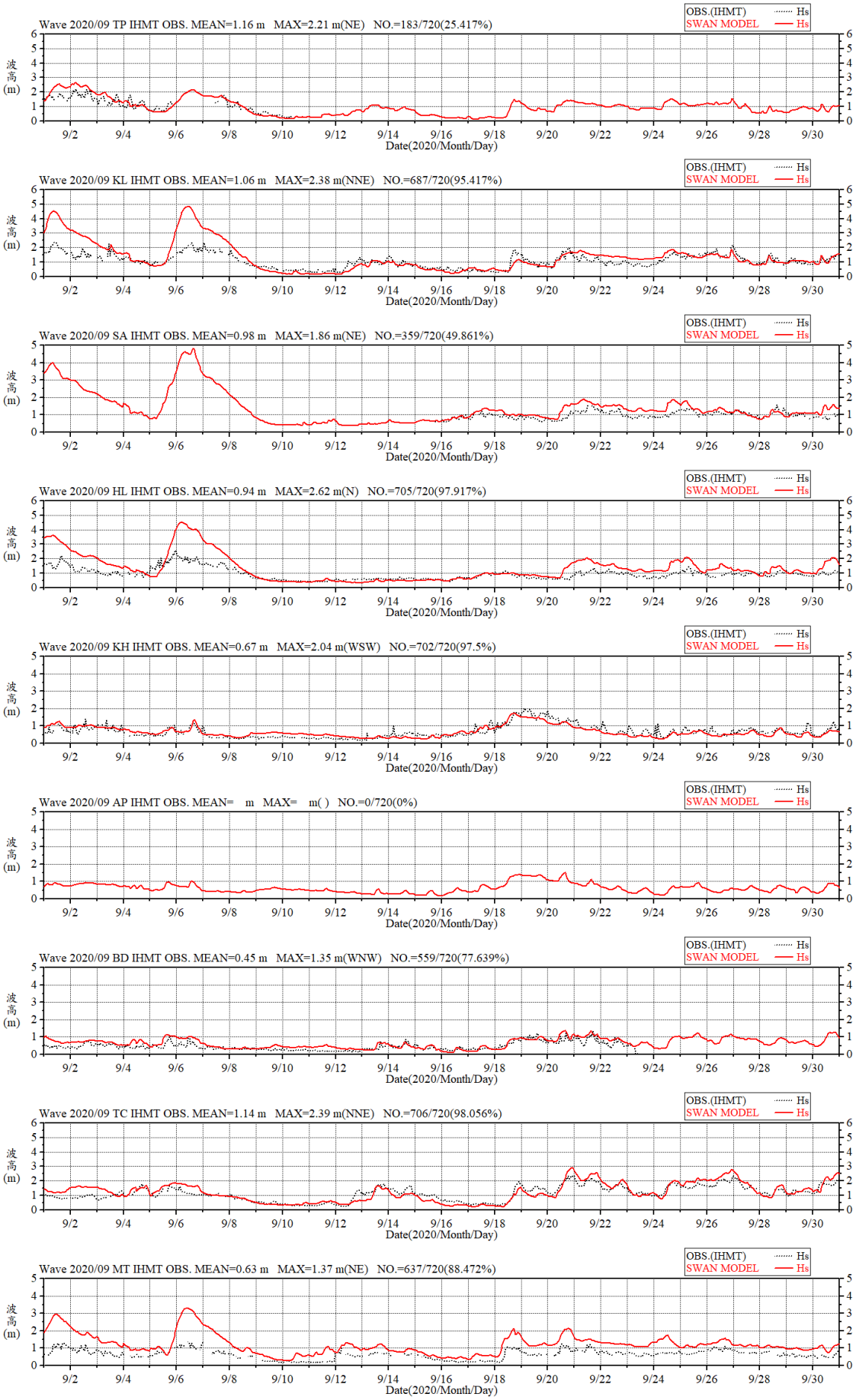
附圖 4.16 2021 年 3 月 9 海域觀測風向與小尺度模式比較圖



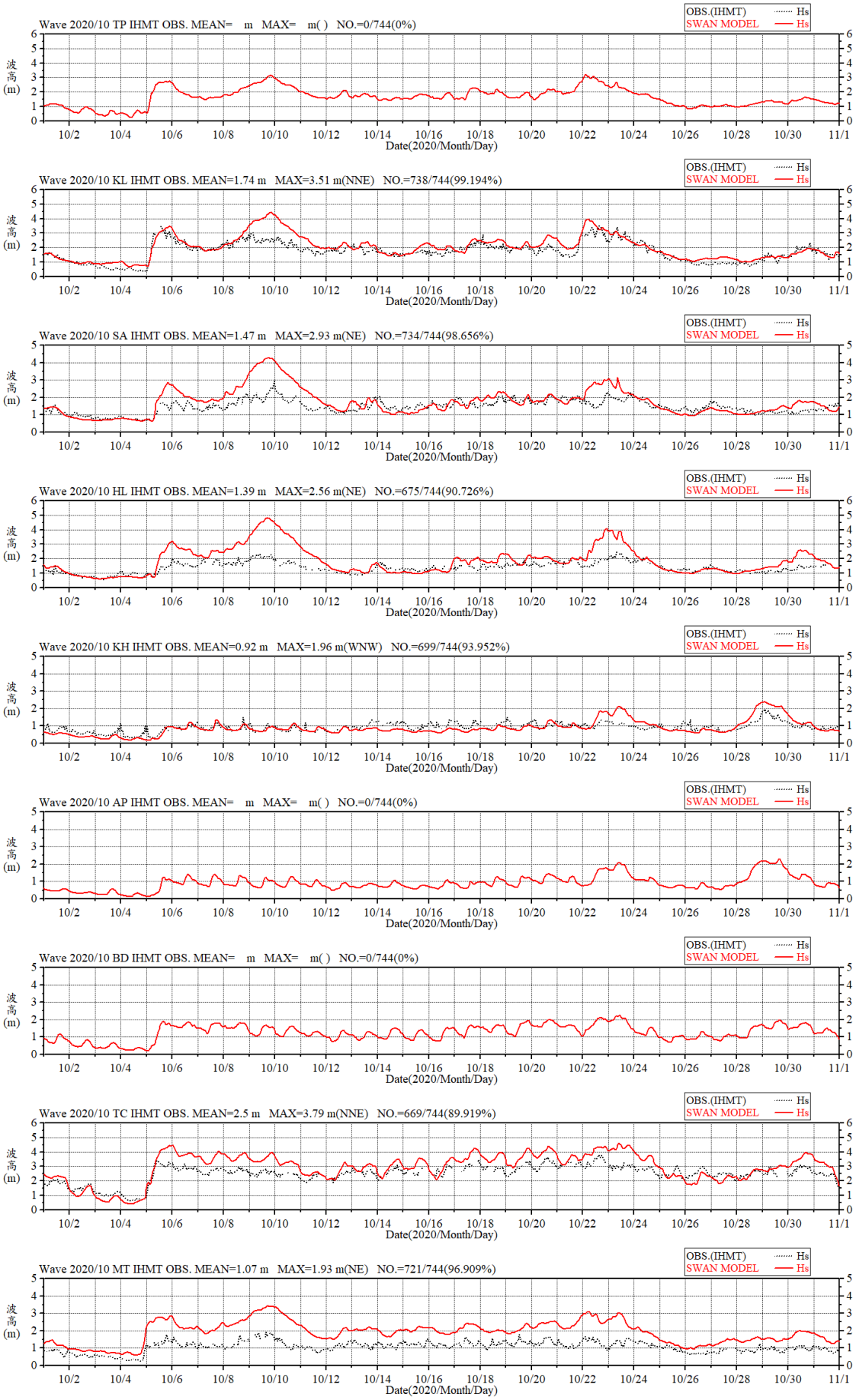
附圖 4.17 2021 年 4 月 9 海域觀測風向與小尺度模式比較圖



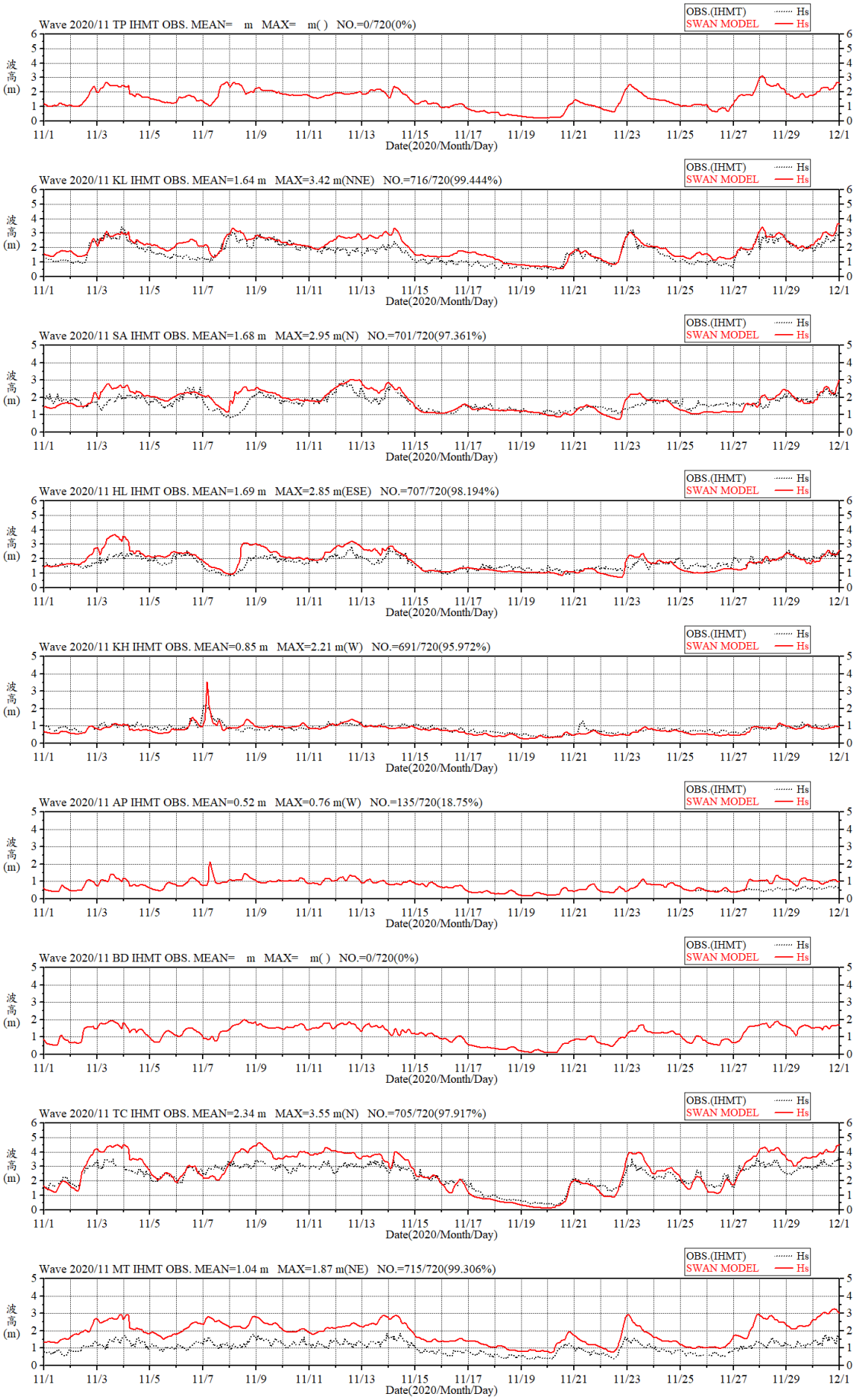
附圖 4.18 2021 年 5 月 9 海域觀測風向與小尺度模式比較圖



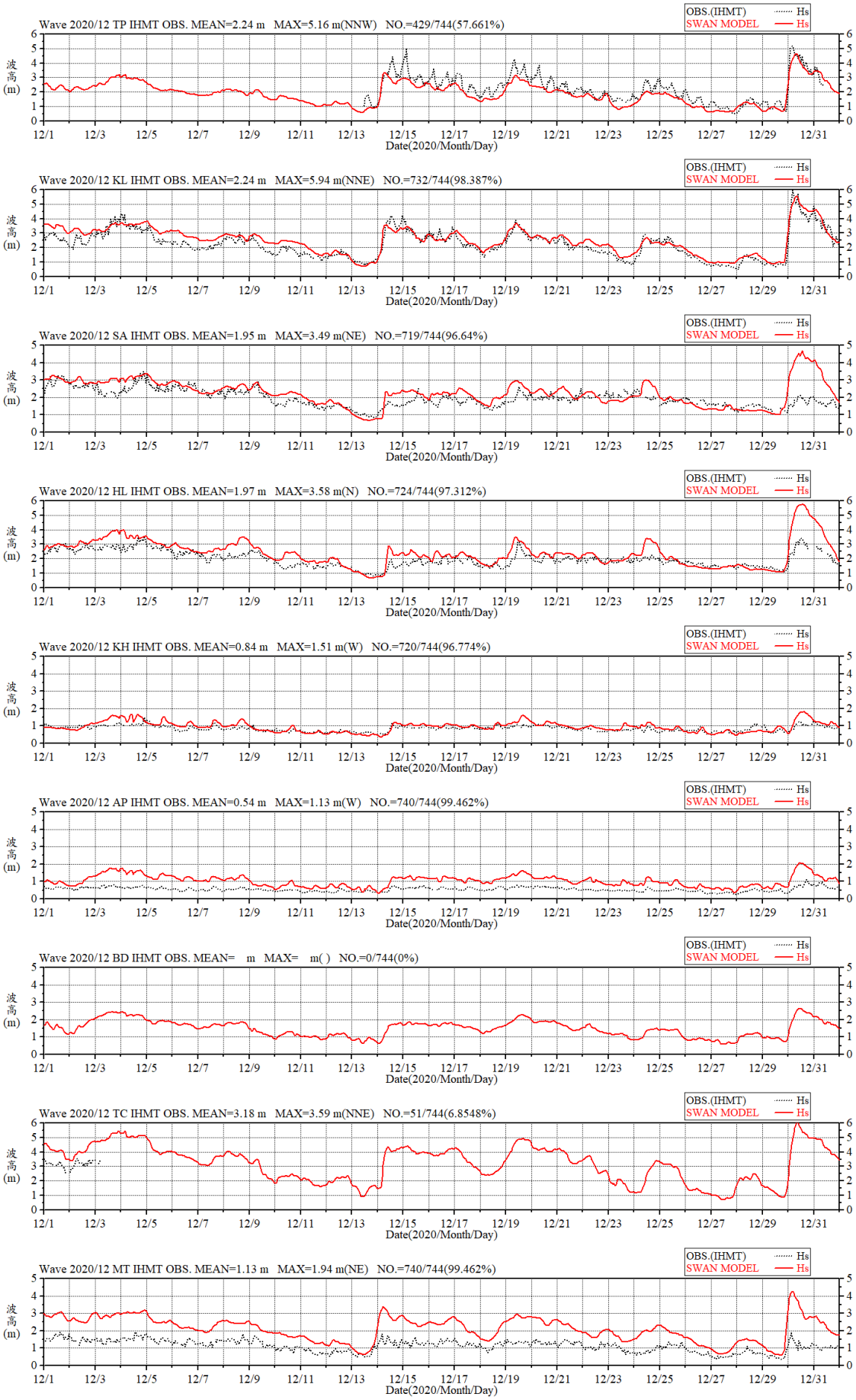
附圖 4.19 2020 年 9 月 9 海域觀測波高與中尺度 SWAN 模式比較圖



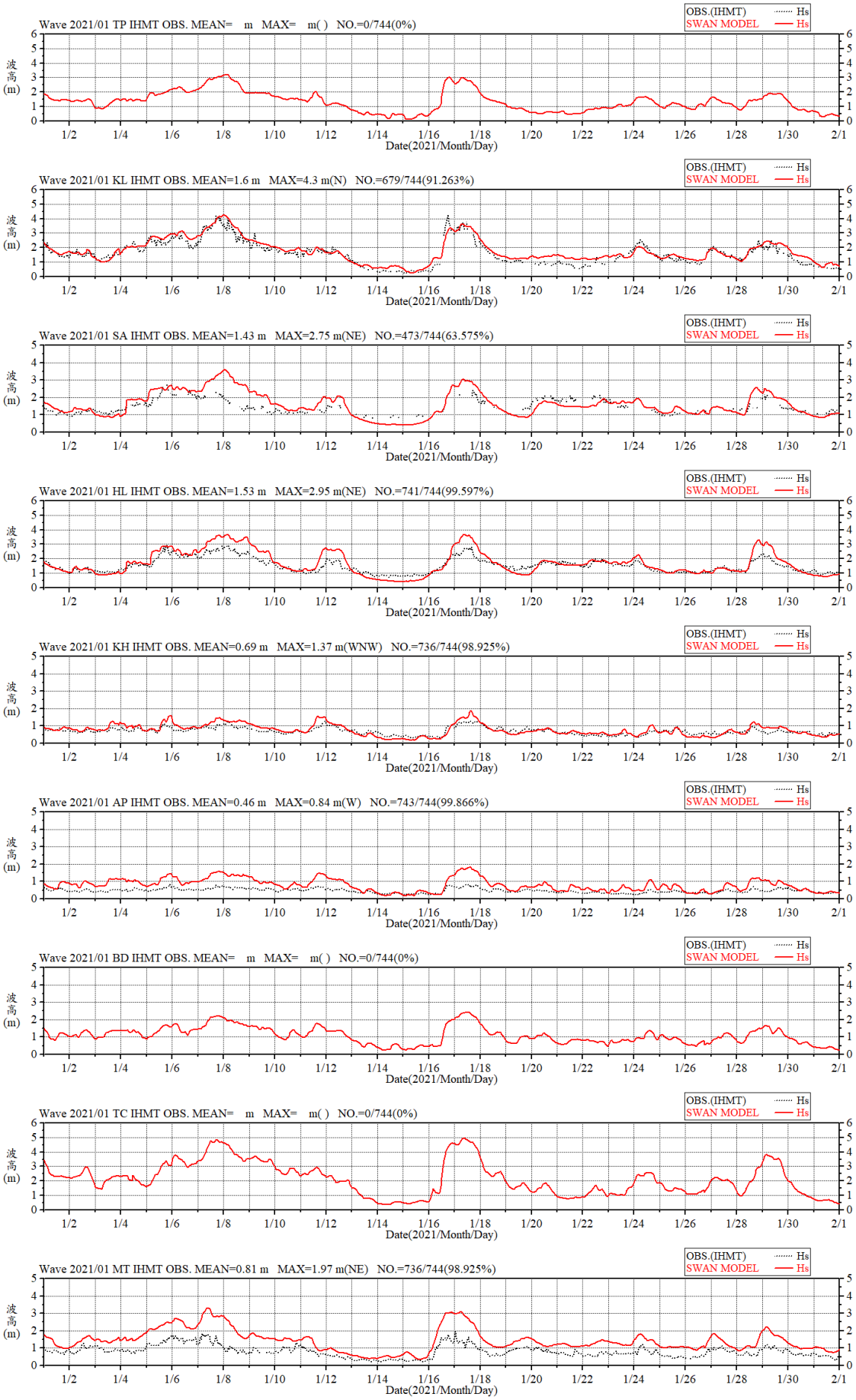
附圖 4.20 2020 年 10 月 9 海域觀測波高與中尺度 SWAN 模式比較圖



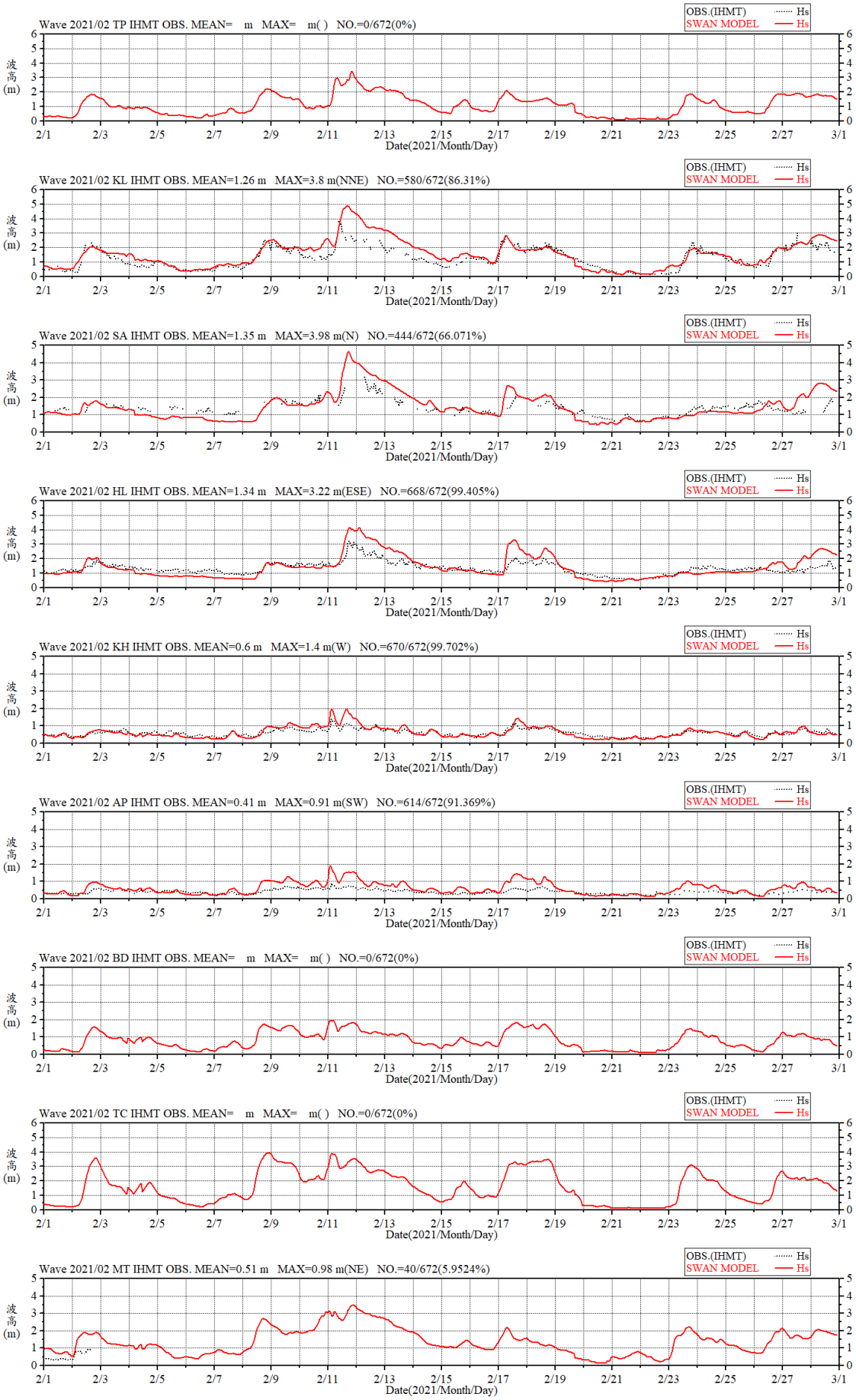
附圖 4.21 2020 年 11 月 9 海域觀測波高與中尺度 SWAN 模式比較圖



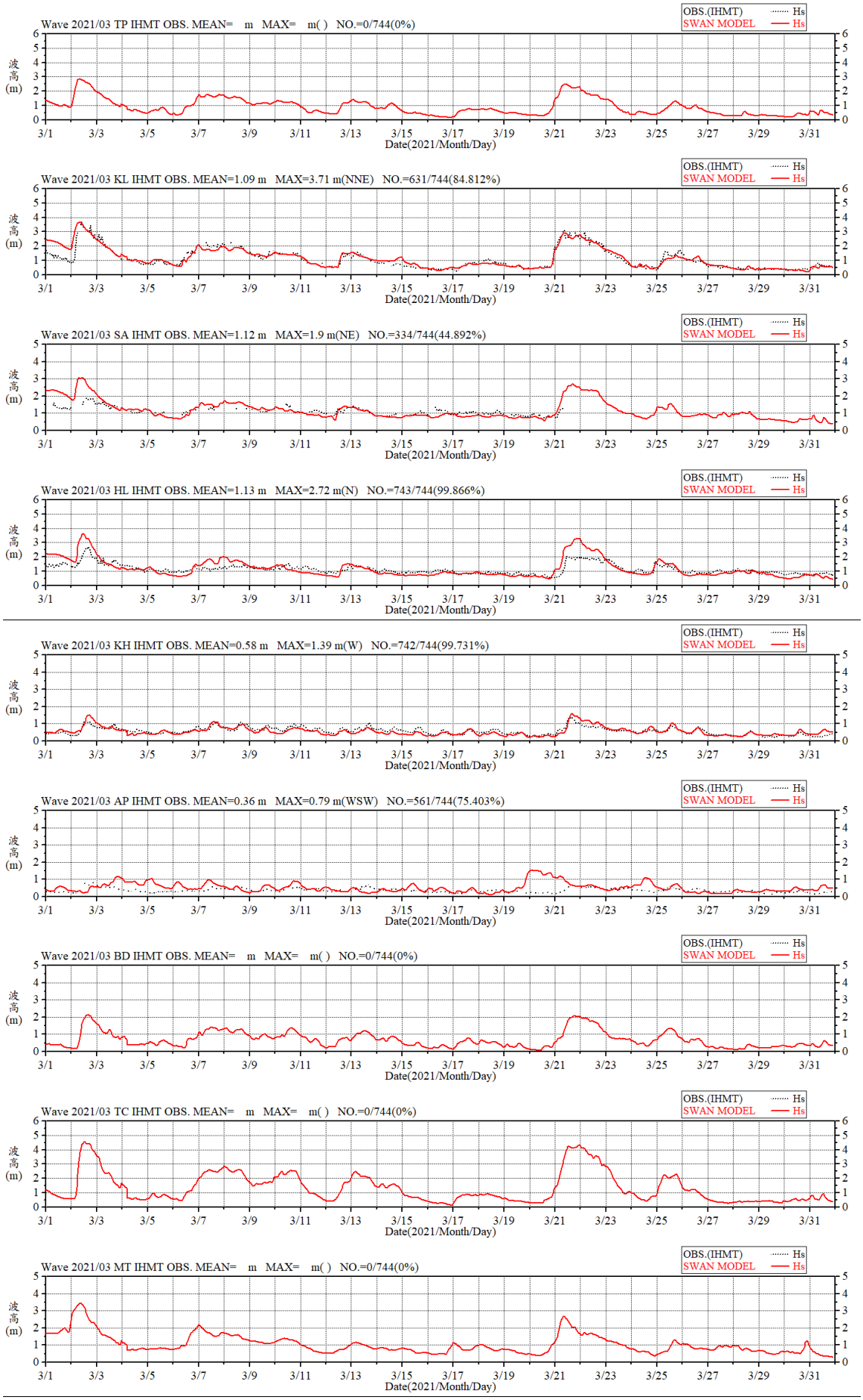
附圖 4.22 2020 年 12 月 9 海域觀測波高與中尺度 SWAN 模式比較圖



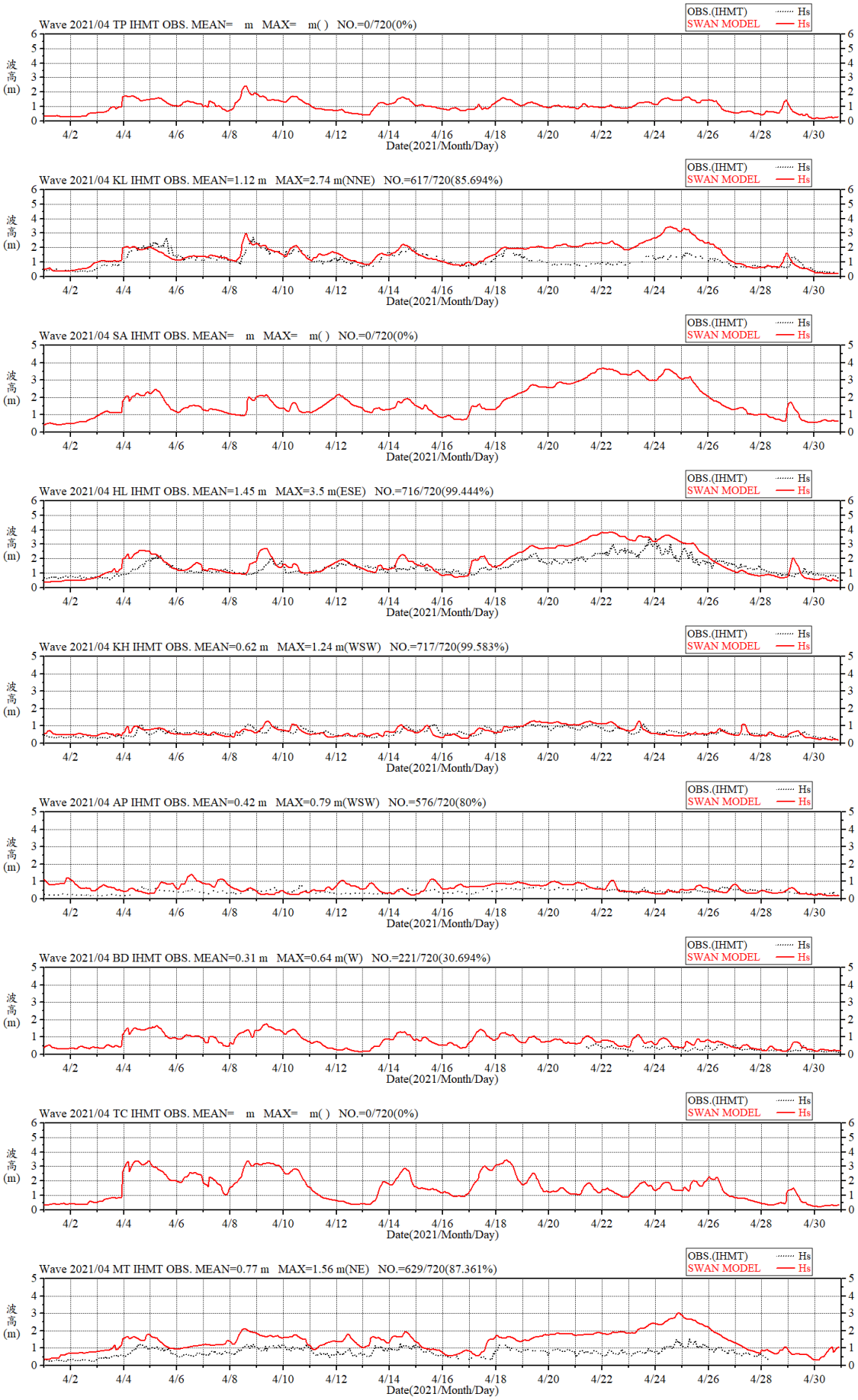
附圖 4.23 2021 年 1 月 9 海域觀測波高與中尺度 SWAN 模式比較圖



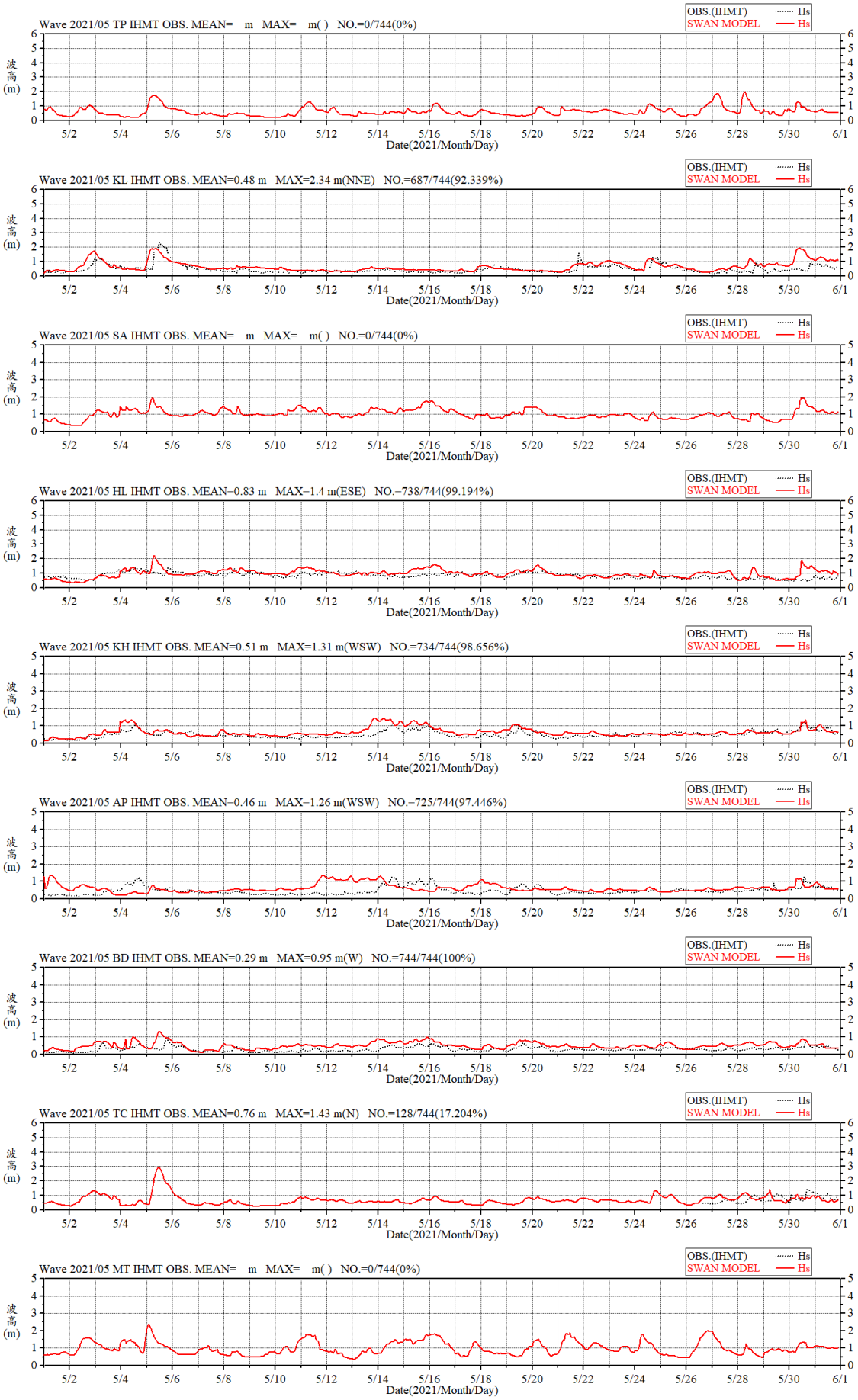
附圖 4.24 2021 年 2 月 9 海域觀測波高與中尺度 SWAN 模式比較圖



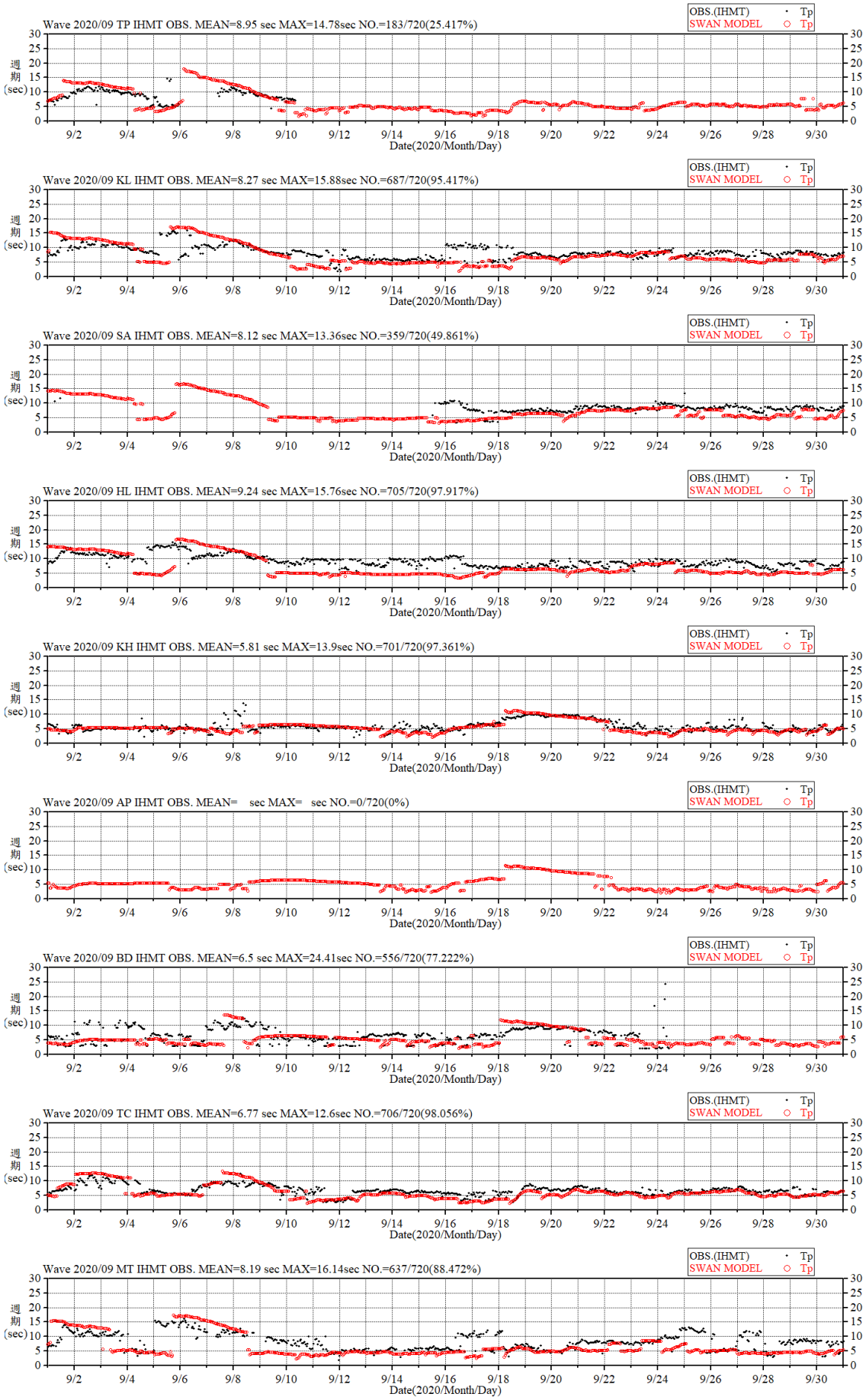
附圖 4.25 2021 年 3 月 9 海域觀測波高與中尺度 SWAN 模式比較圖



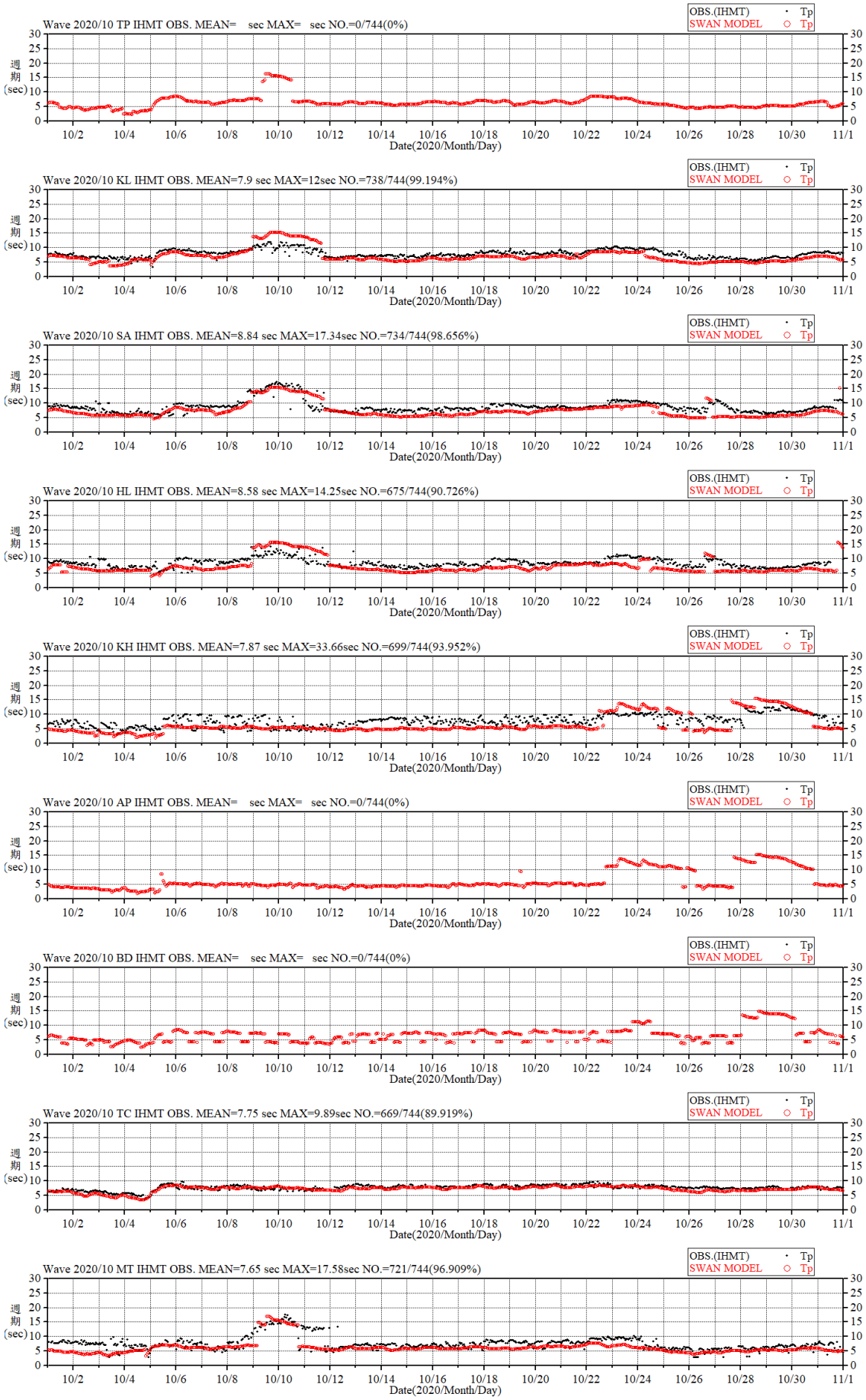
附圖 4.26 2021 年 4 月 9 海域觀測波高與中尺度 SWAN 模式比較圖



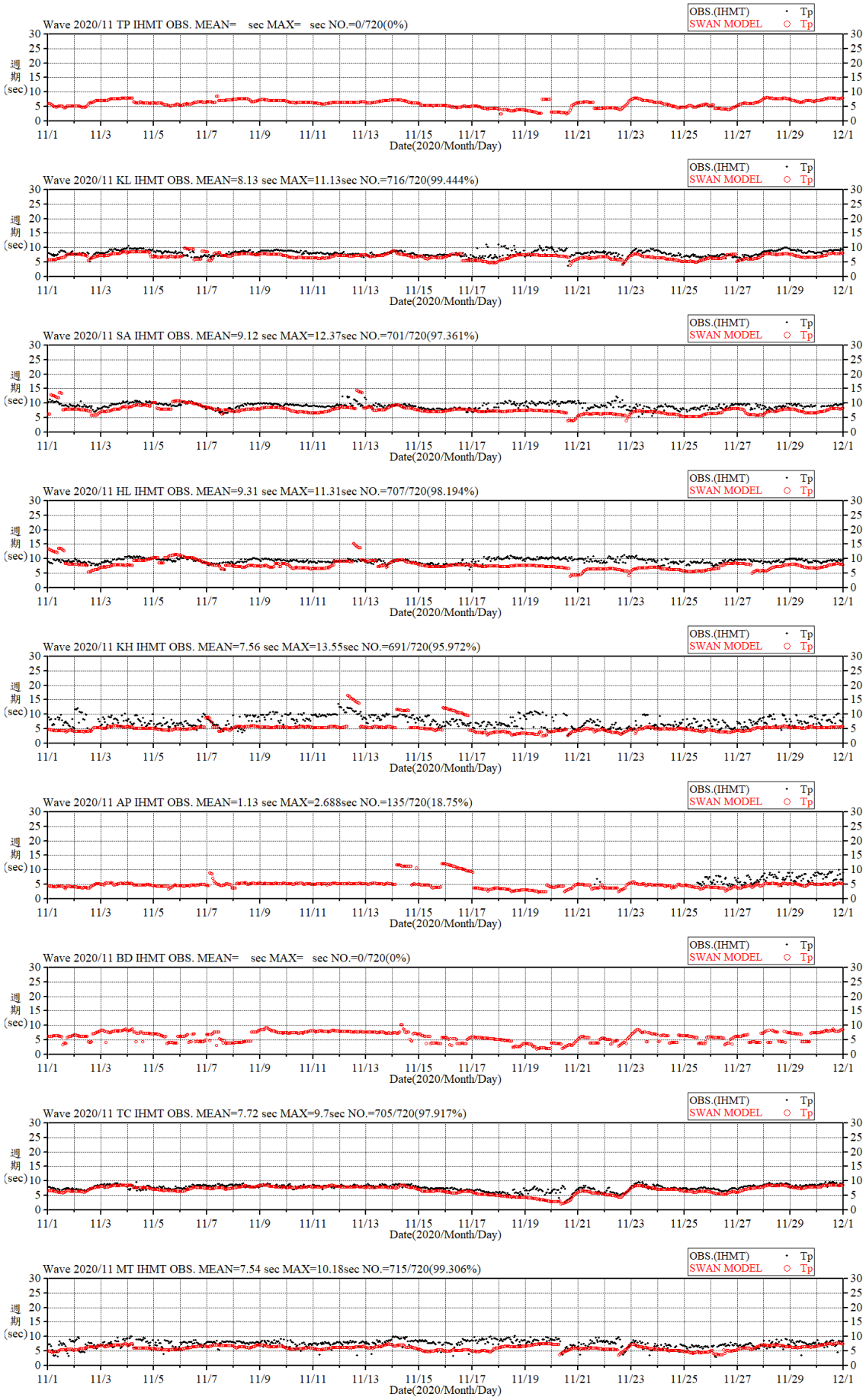
附圖 4.27 2021 年 5 月 9 海域觀測波高與中尺度 SWAN 模式比較圖



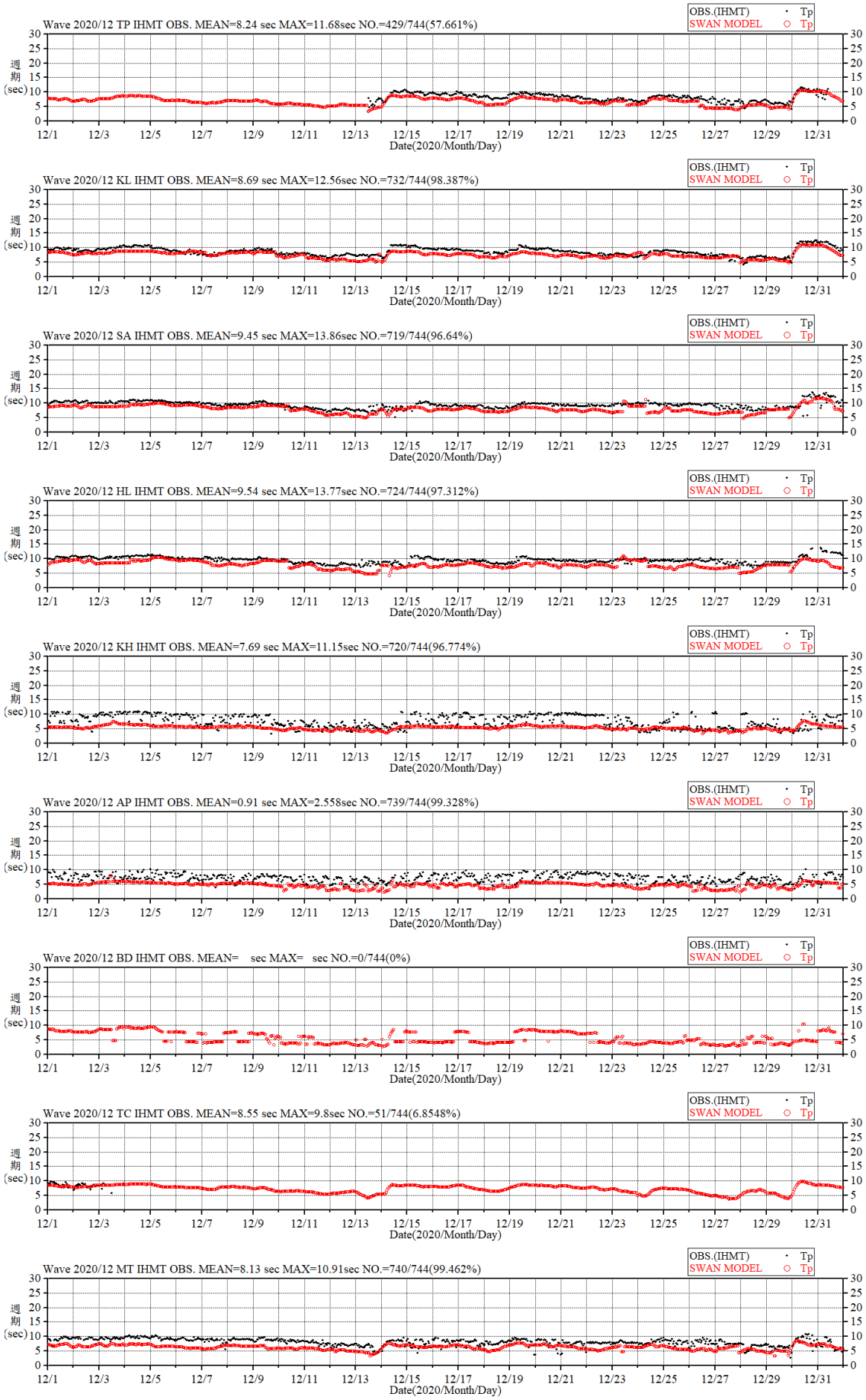
附圖 4.28 2020 年 9 月 9 海域觀測週期與中尺度 SWAN 模式比較圖



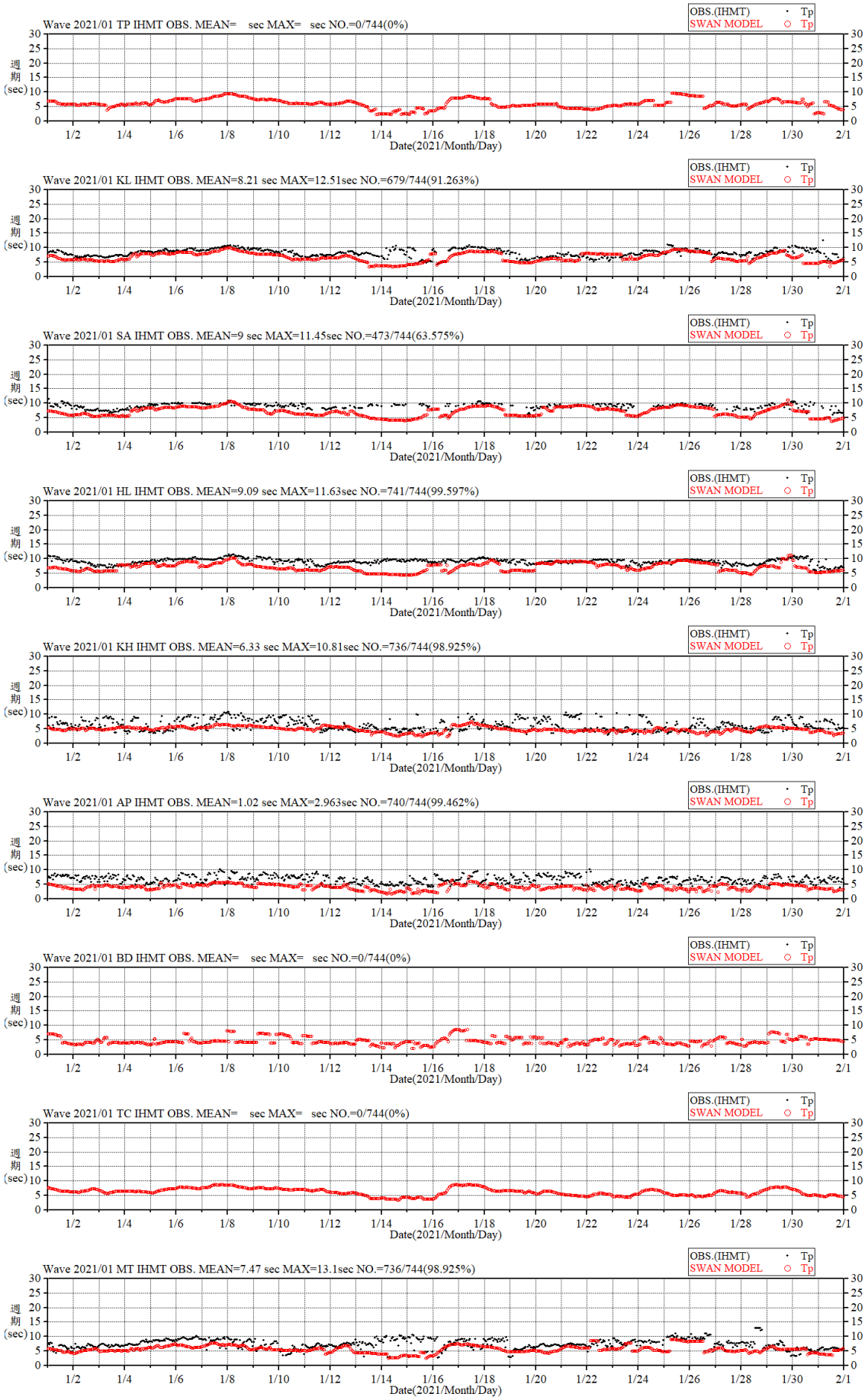
附圖 4.29 2020 年 10 月 9 海域觀測週期與中尺度 SWAN 模式比較圖



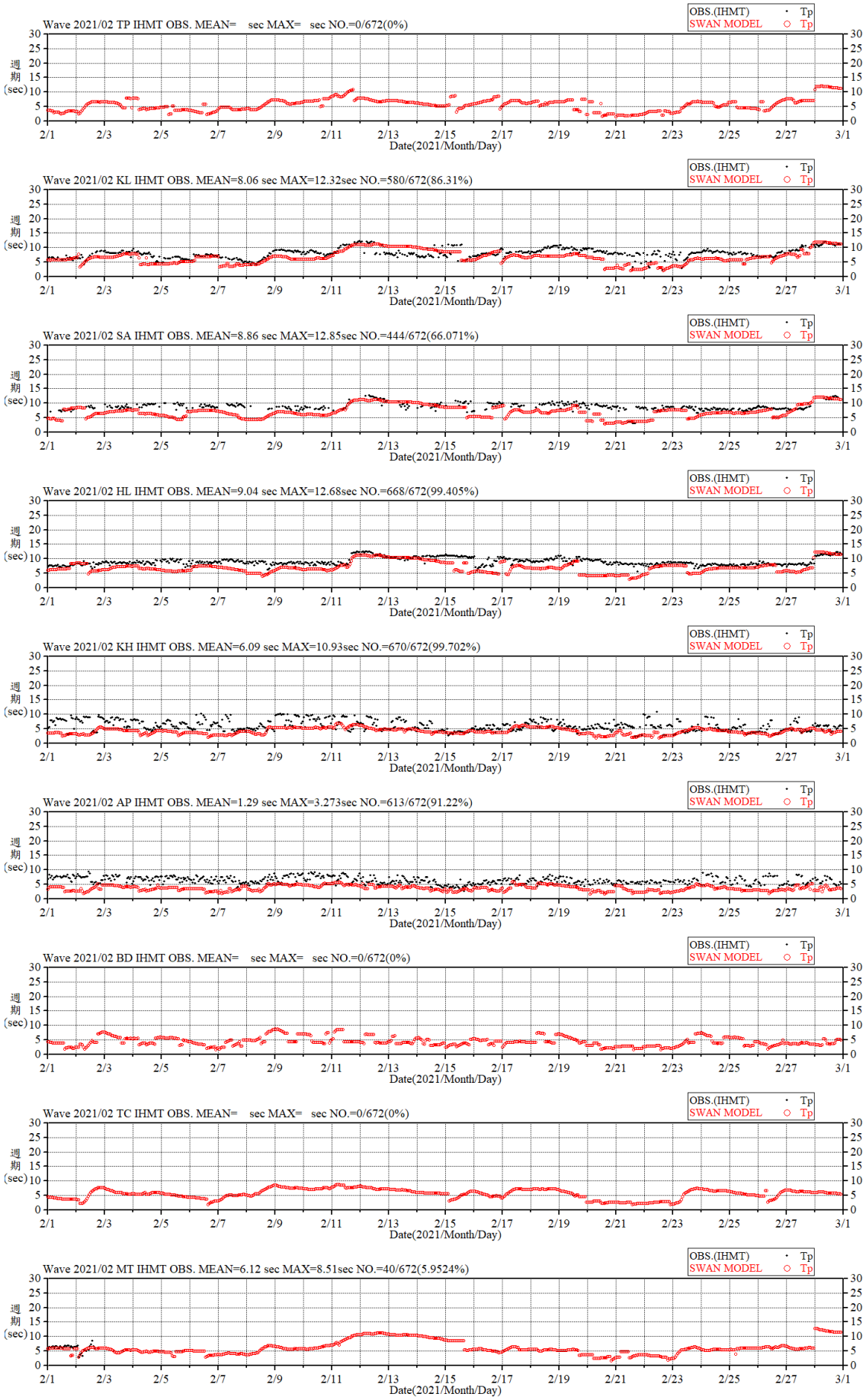
附圖 4.30 2020 年 11 月 9 海域觀測週期與中尺度 SWAN 模式比較圖



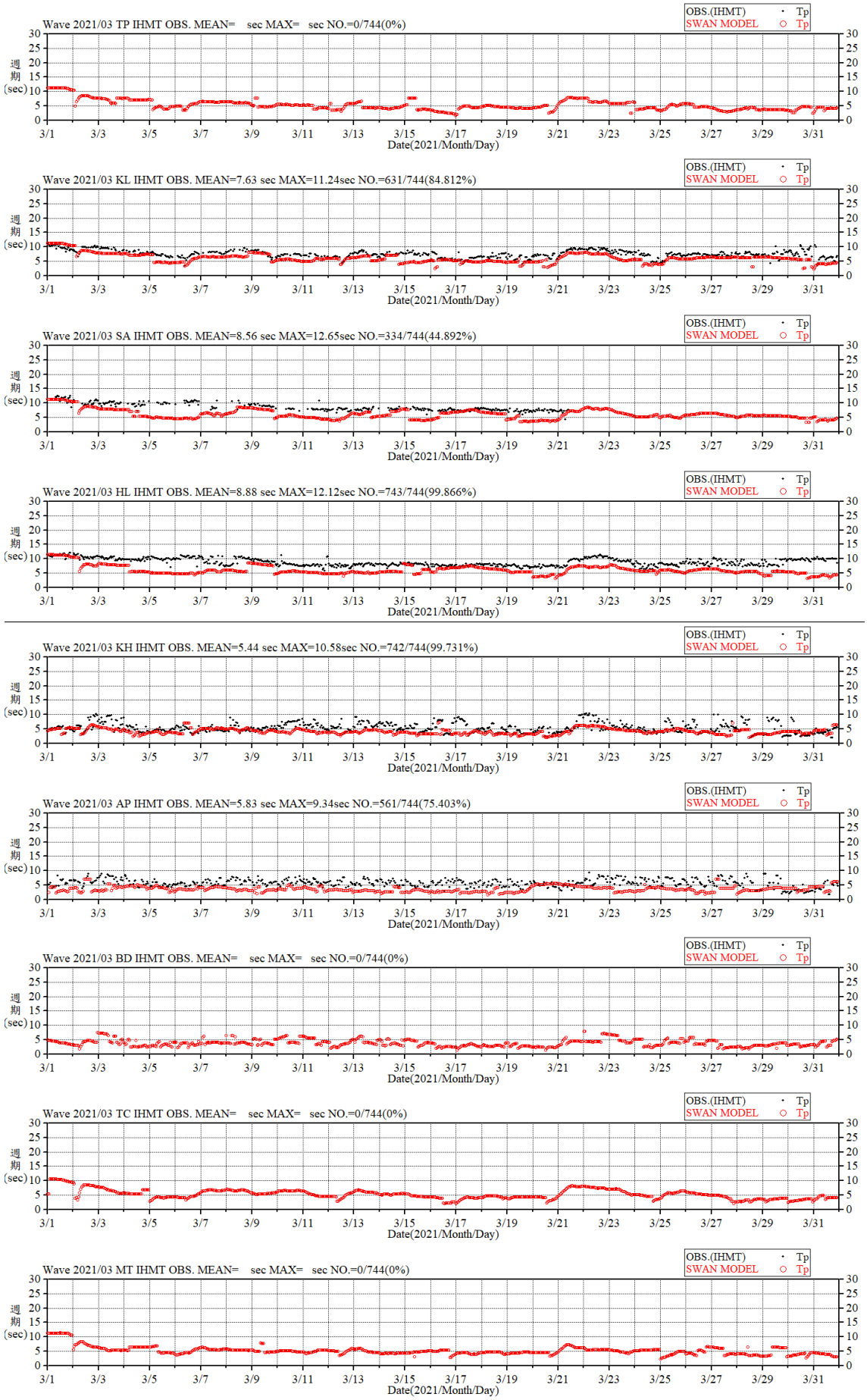
附圖 4.31 2020 年 12 月 9 海域觀測週期與中尺度 SWAN 模式比較圖



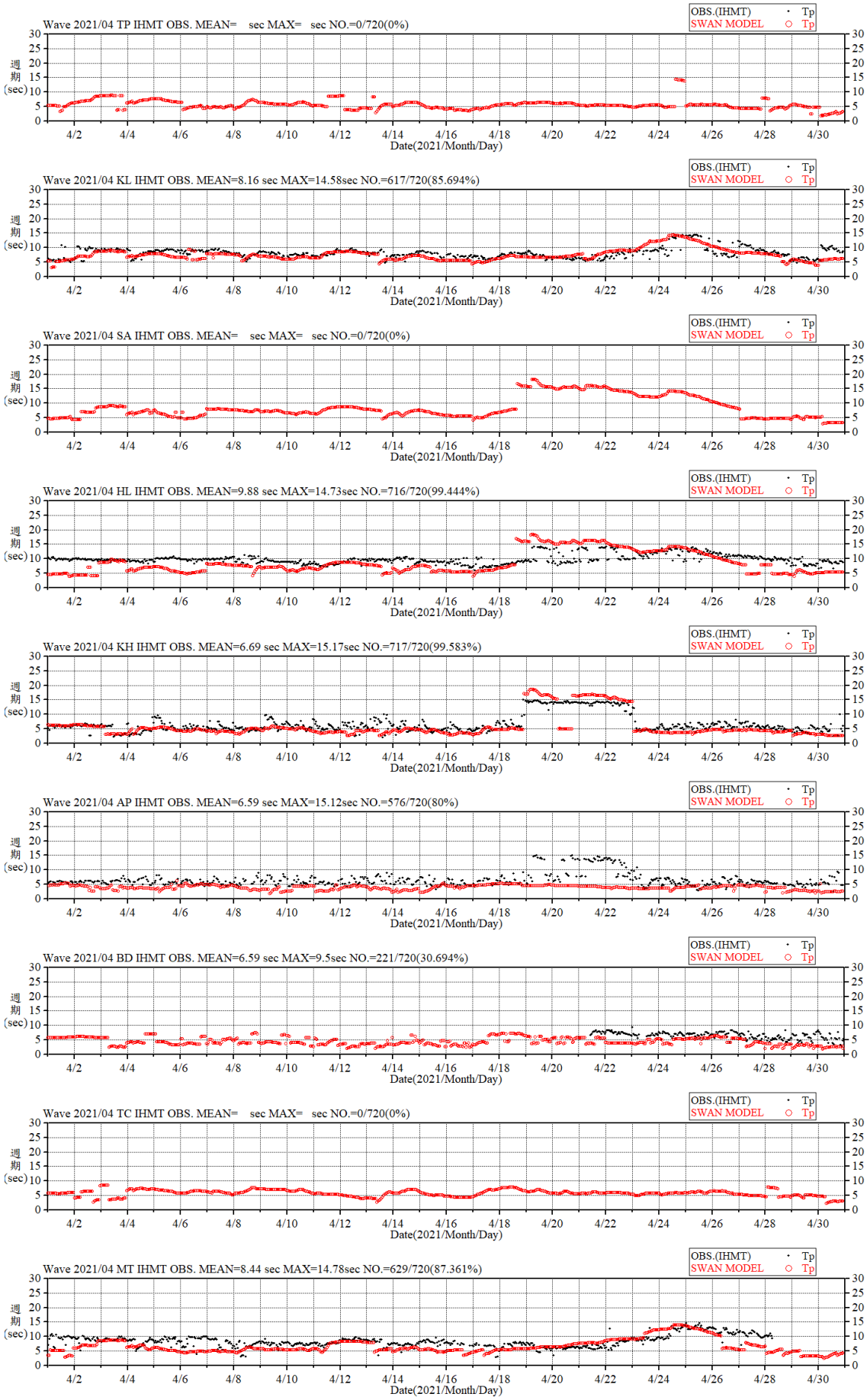
附圖 4.32 2021 年 1 月 9 海域觀測週期與中尺度 SWAN 模式比較圖



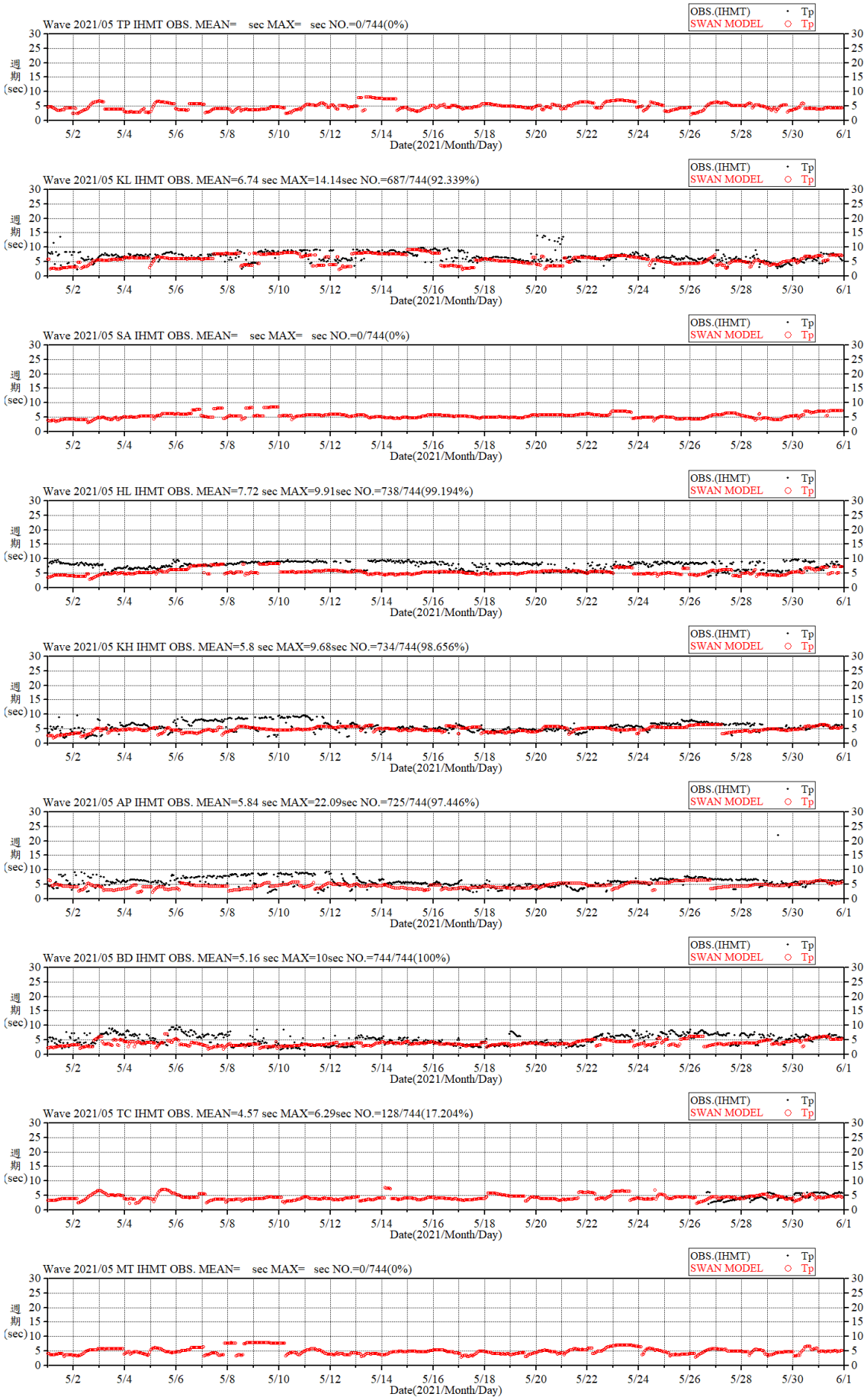
附圖 4.33 2021 年 2 月 9 海域觀測週期與中尺度 SWAN 模式比較圖



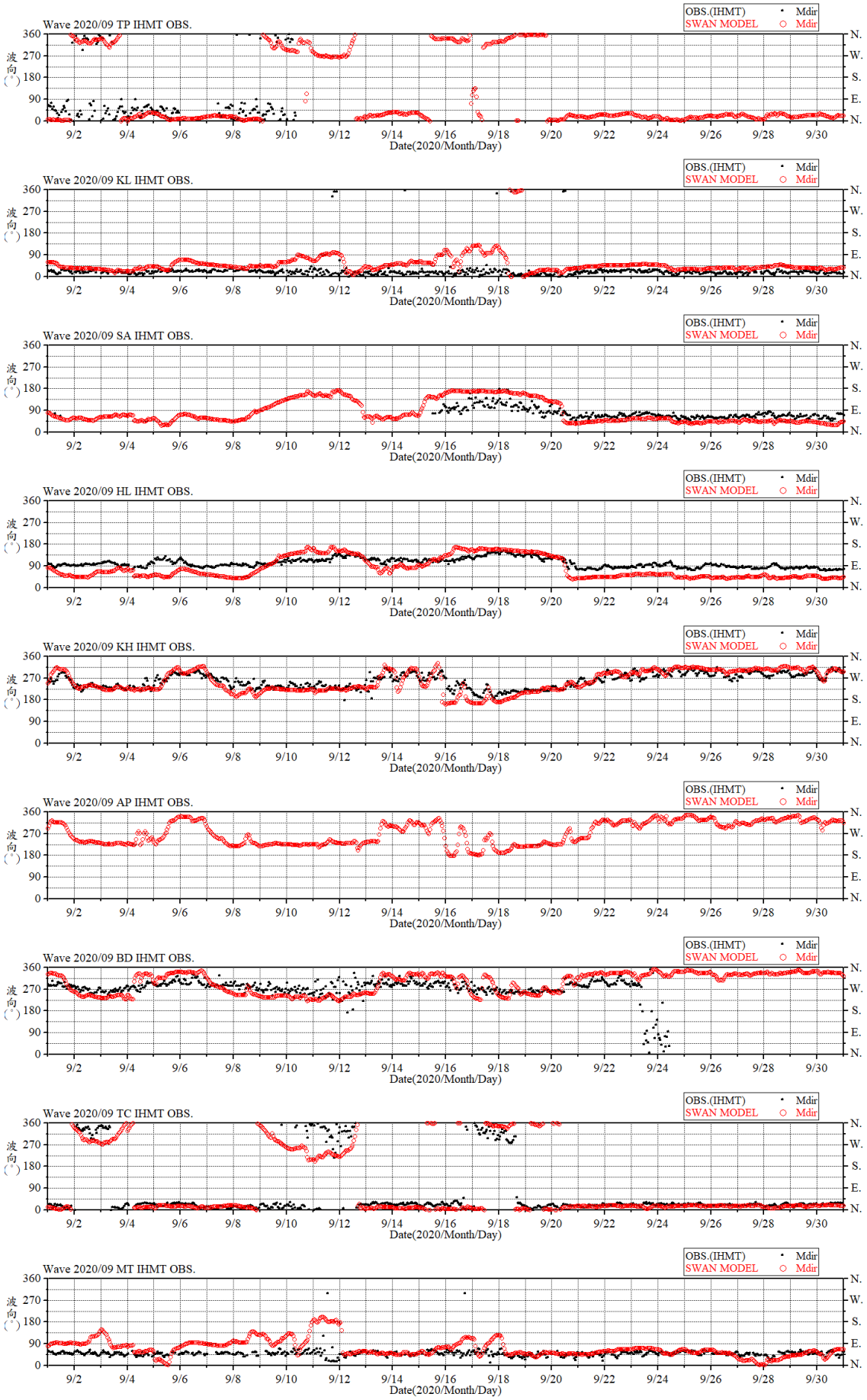
附圖 4.34 2021 年 3 月 9 海域觀測週期與中尺度 SWAN 模式比較圖



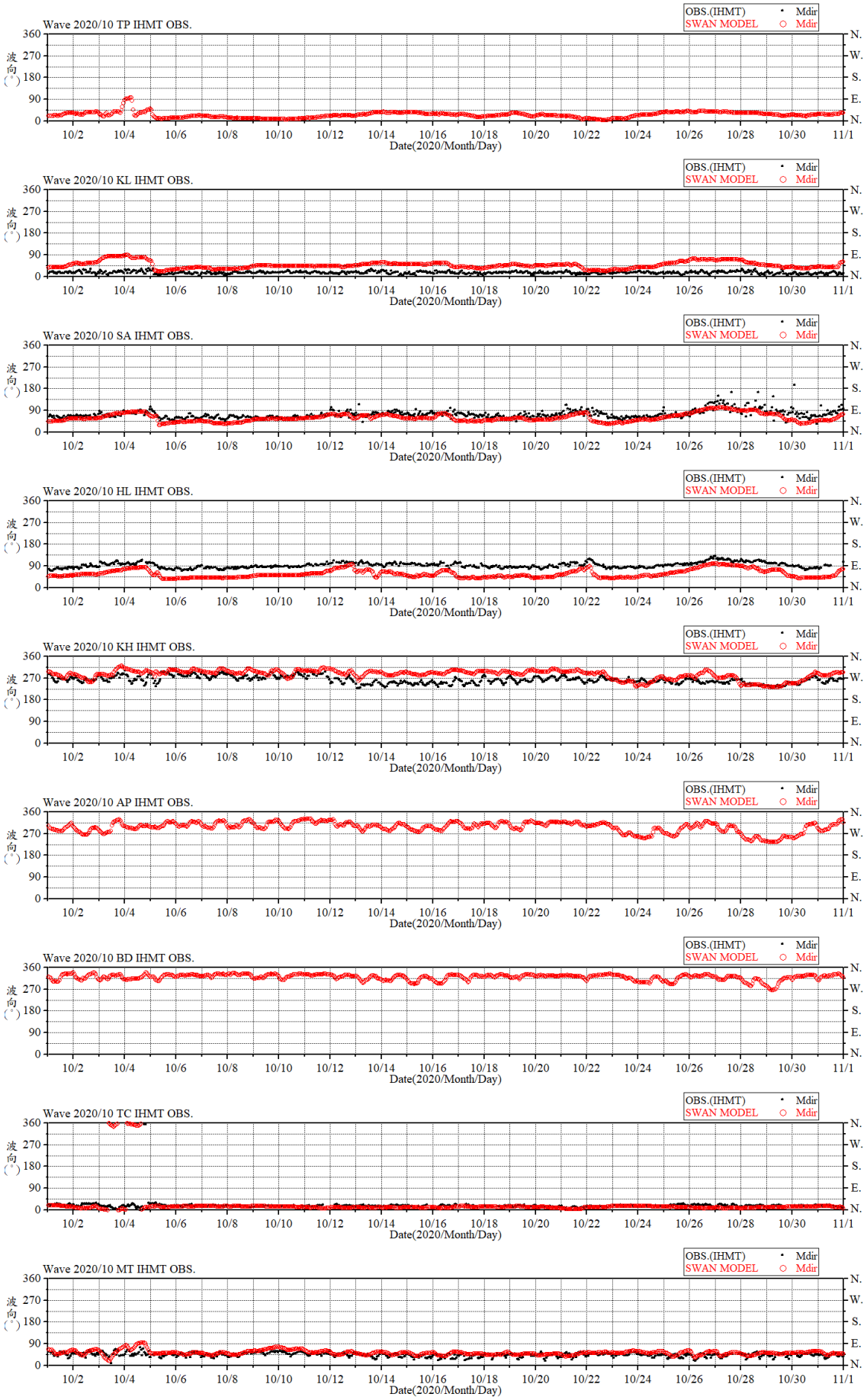
附圖 4.35 2021 年 4 月 9 海域觀測週期與中尺度 SWAN 模式比較圖



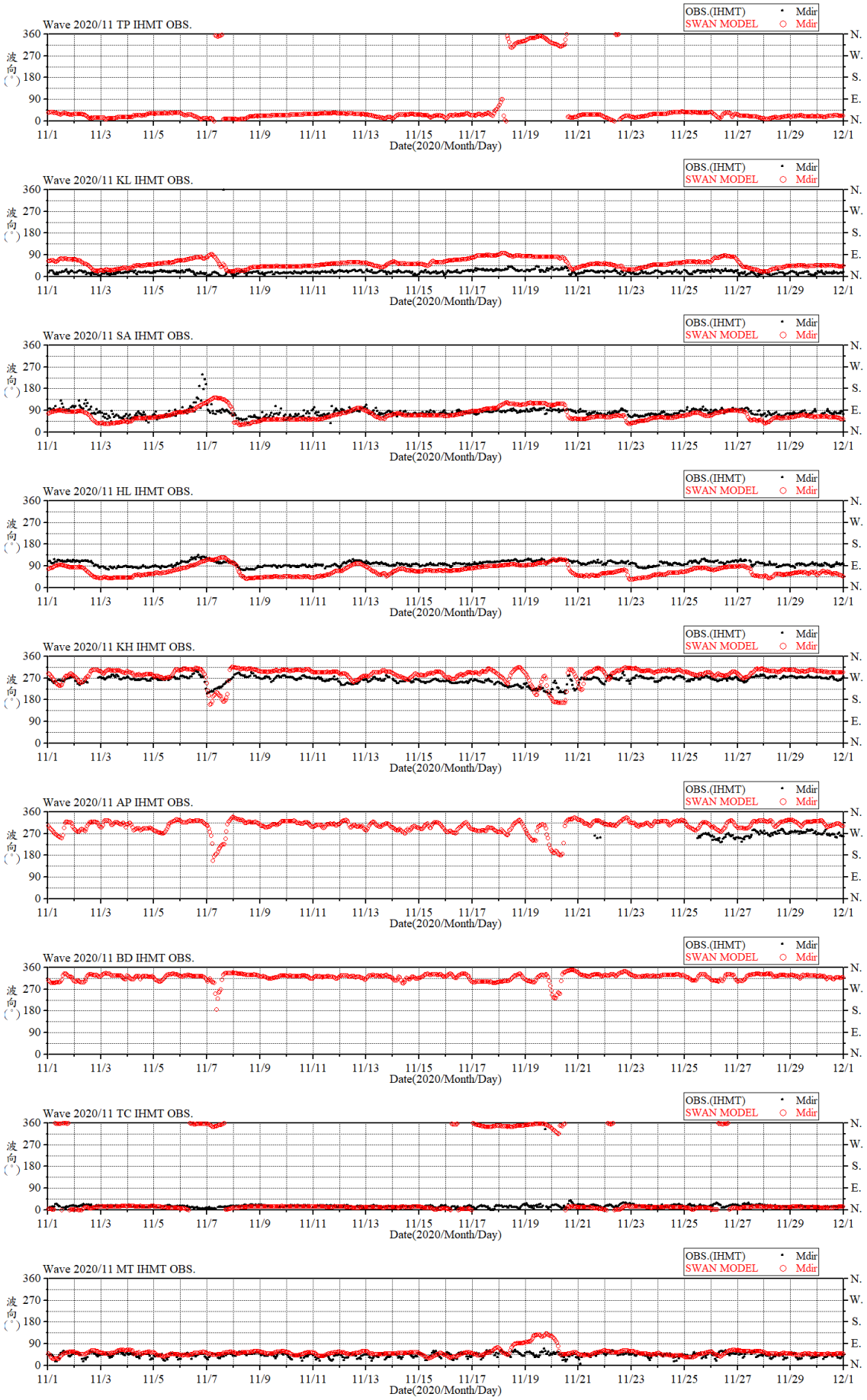
附圖 4.36 2021 年 5 月 9 海域觀測週期與中尺度 SWAN 模式比較圖



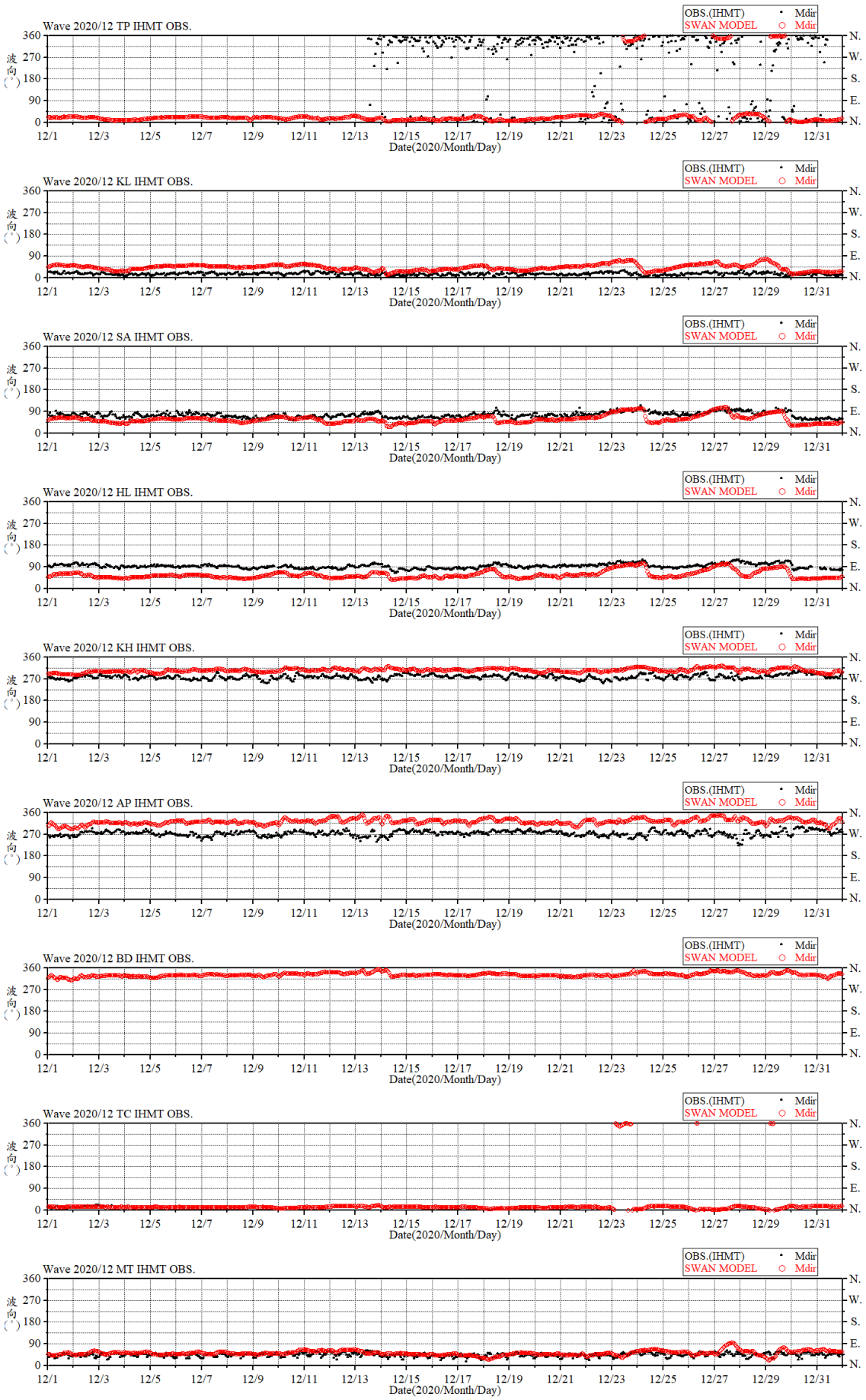
附圖 4.37 2020 年 9 月 9 海域觀測波向與中尺度 SWAN 模式比較圖



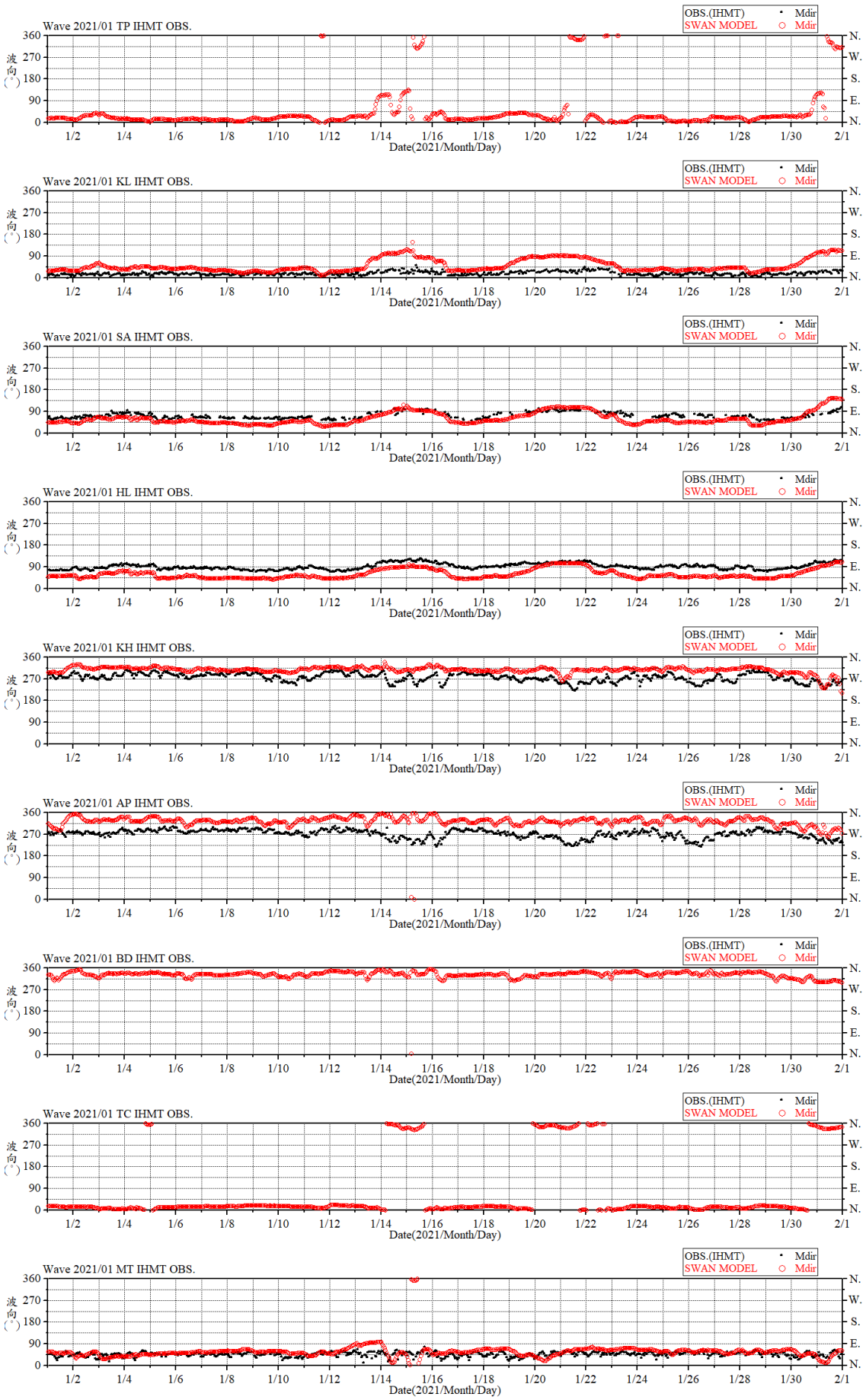
附圖 4.38 2020 年 10 月 9 海域觀測波向與中尺度 SWAN 模式比較圖



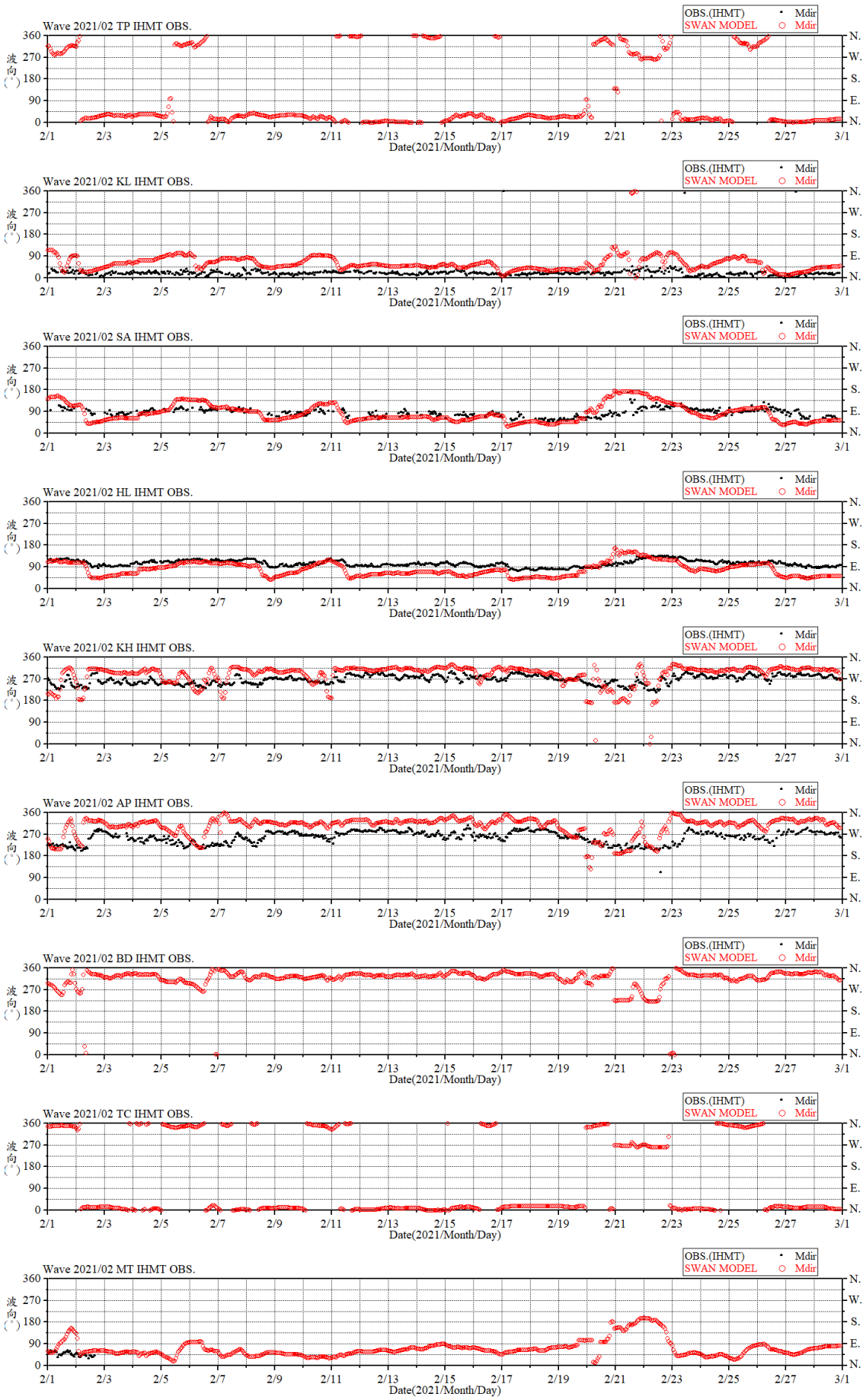
附圖 4.39 2020 年 11 月 9 海域觀測波向與中尺度 SWAN 模式比較圖



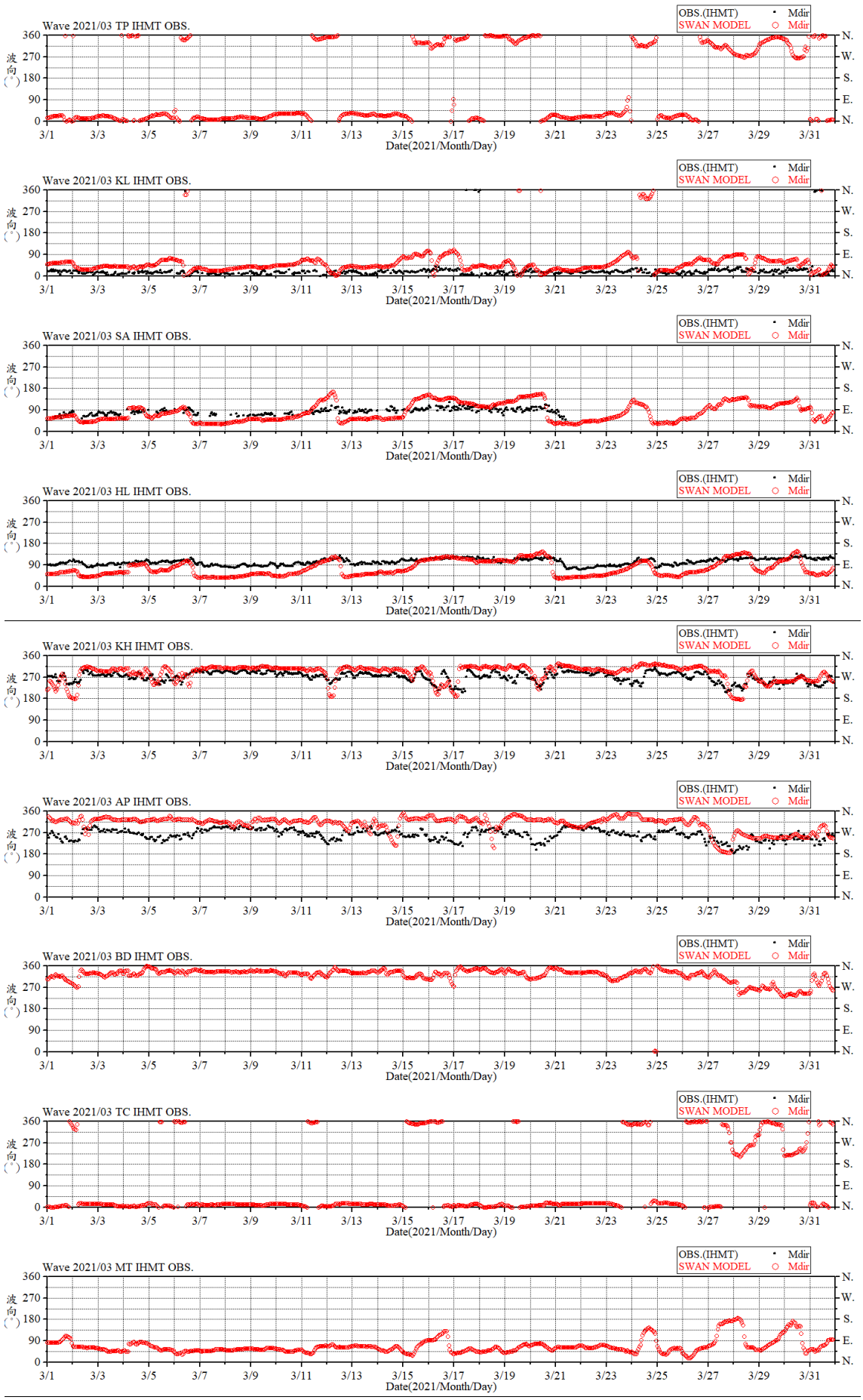
附圖 4.40 2020 年 12 月 9 海域觀測波向與中尺度 SWAN 模式比較圖



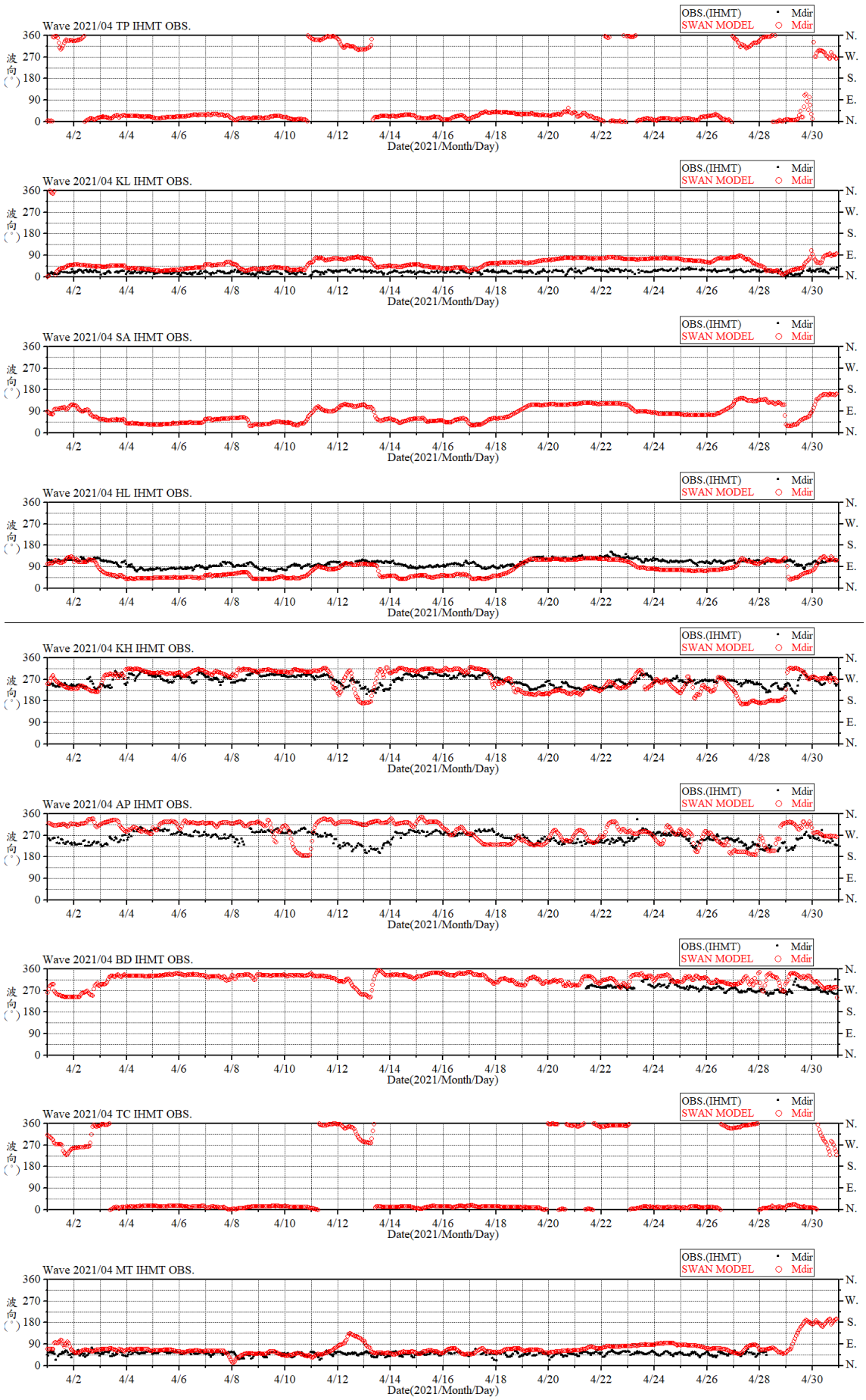
附圖 4.41 2021 年 1 月 9 海域觀測波向與中尺度 SWAN 模式比較圖



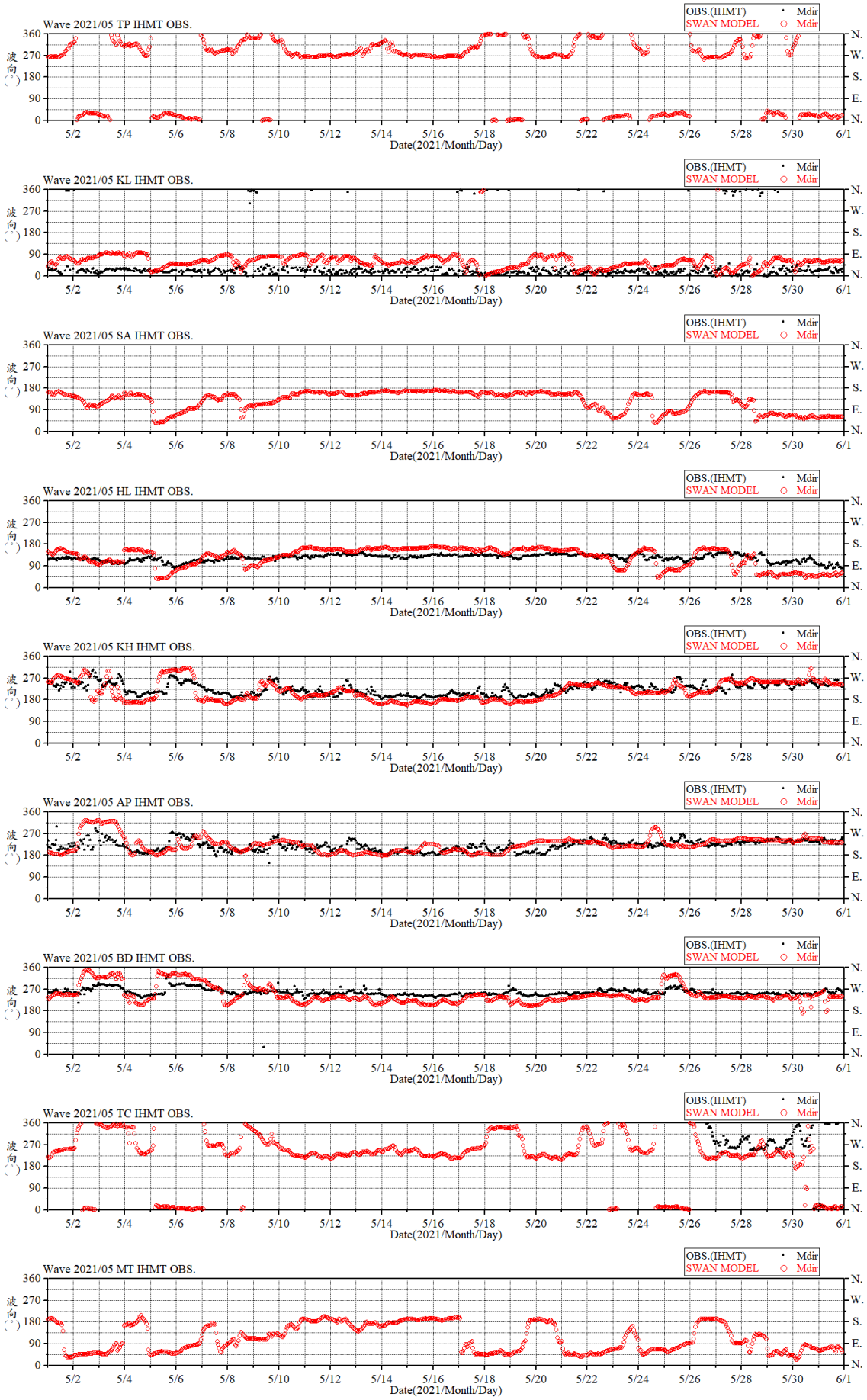
附圖 4.42 2021 年 2 月 9 海域觀測波向與中尺度 SWAN 模式比較圖



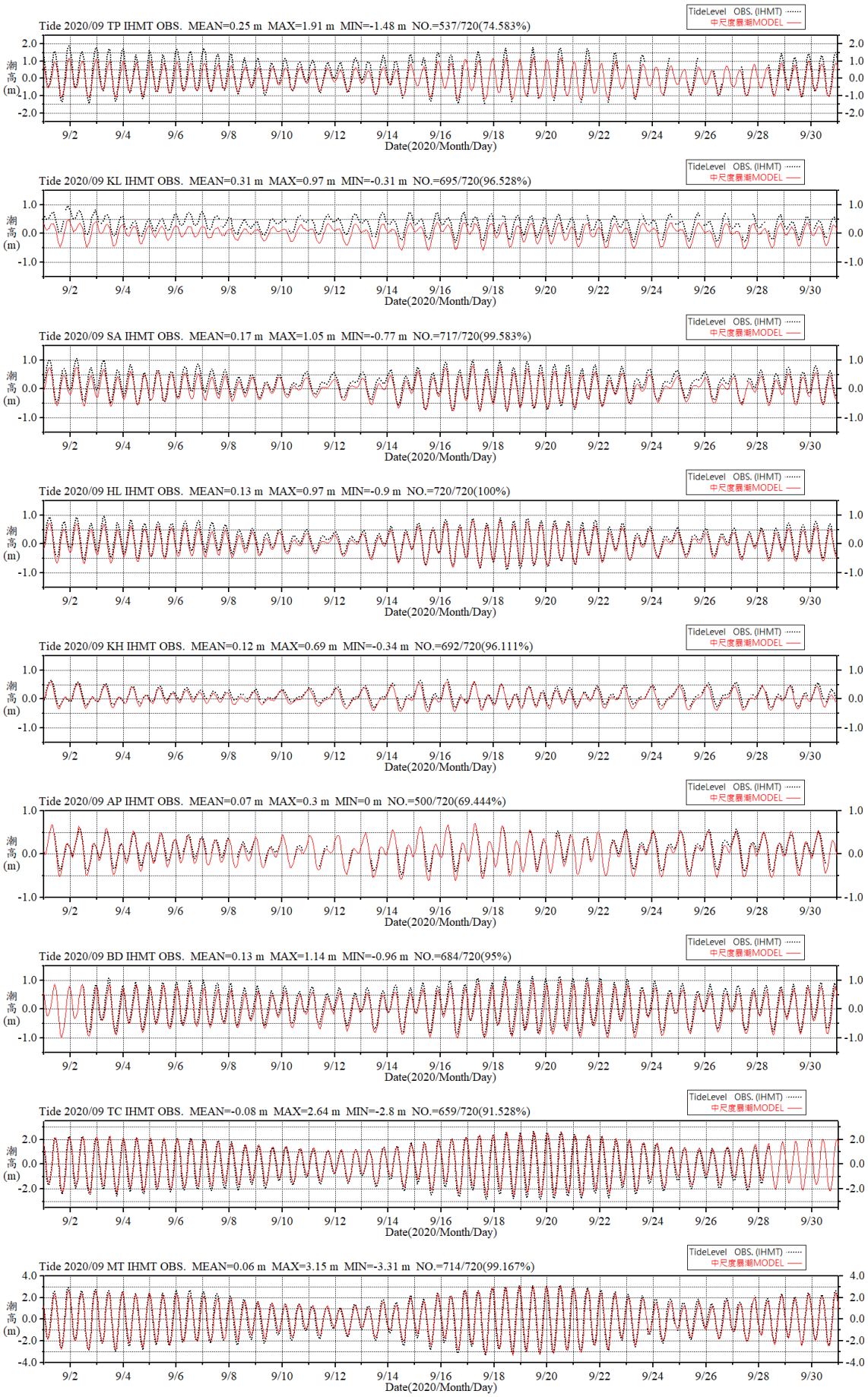
附圖 4.43 2021 年 3 月 9 海域觀測波向與中尺度 SWAN 模式比較圖



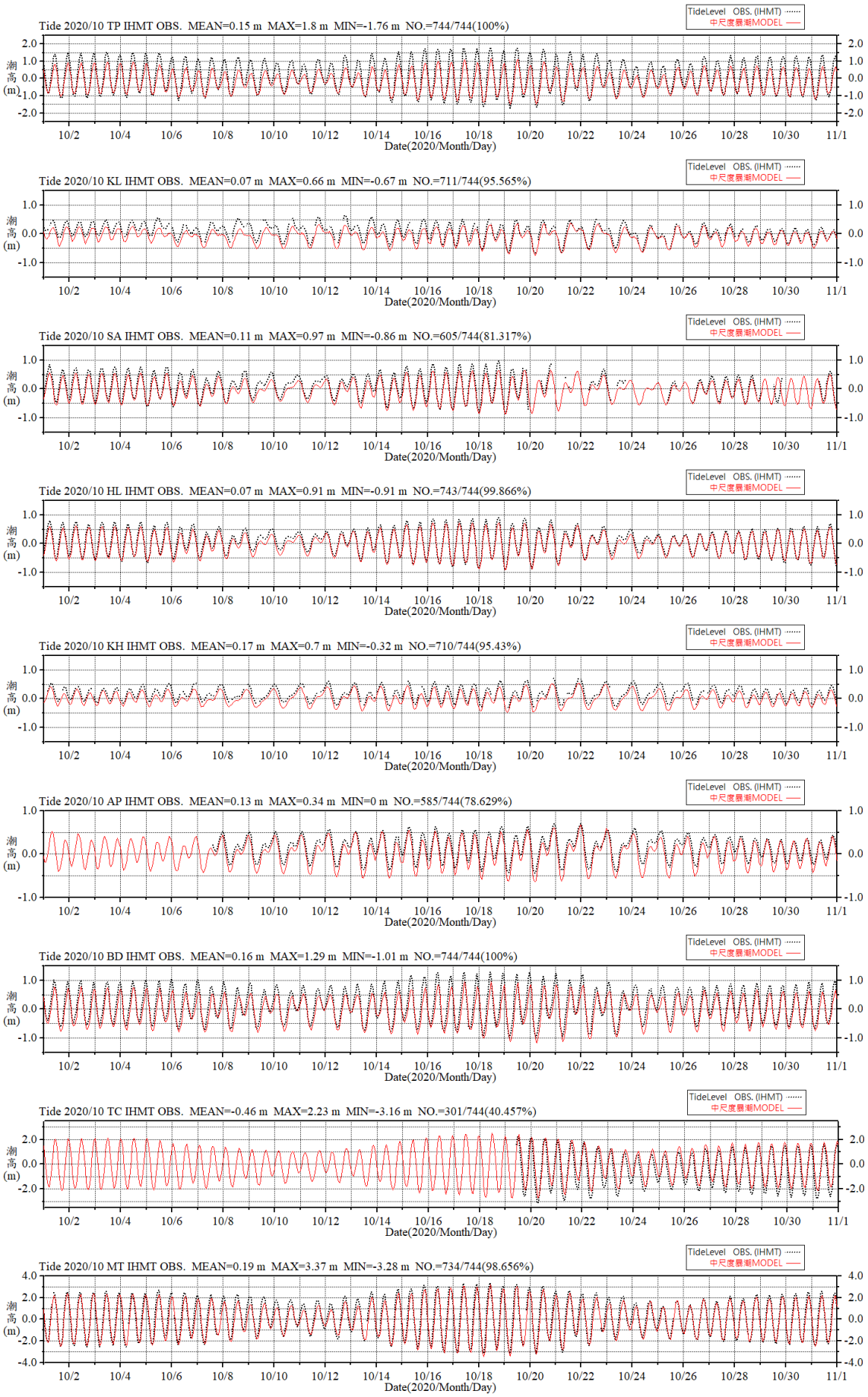
附圖 4.44 2021 年 4 月 9 海域觀測波向與中尺度 SWAN 模式比較圖



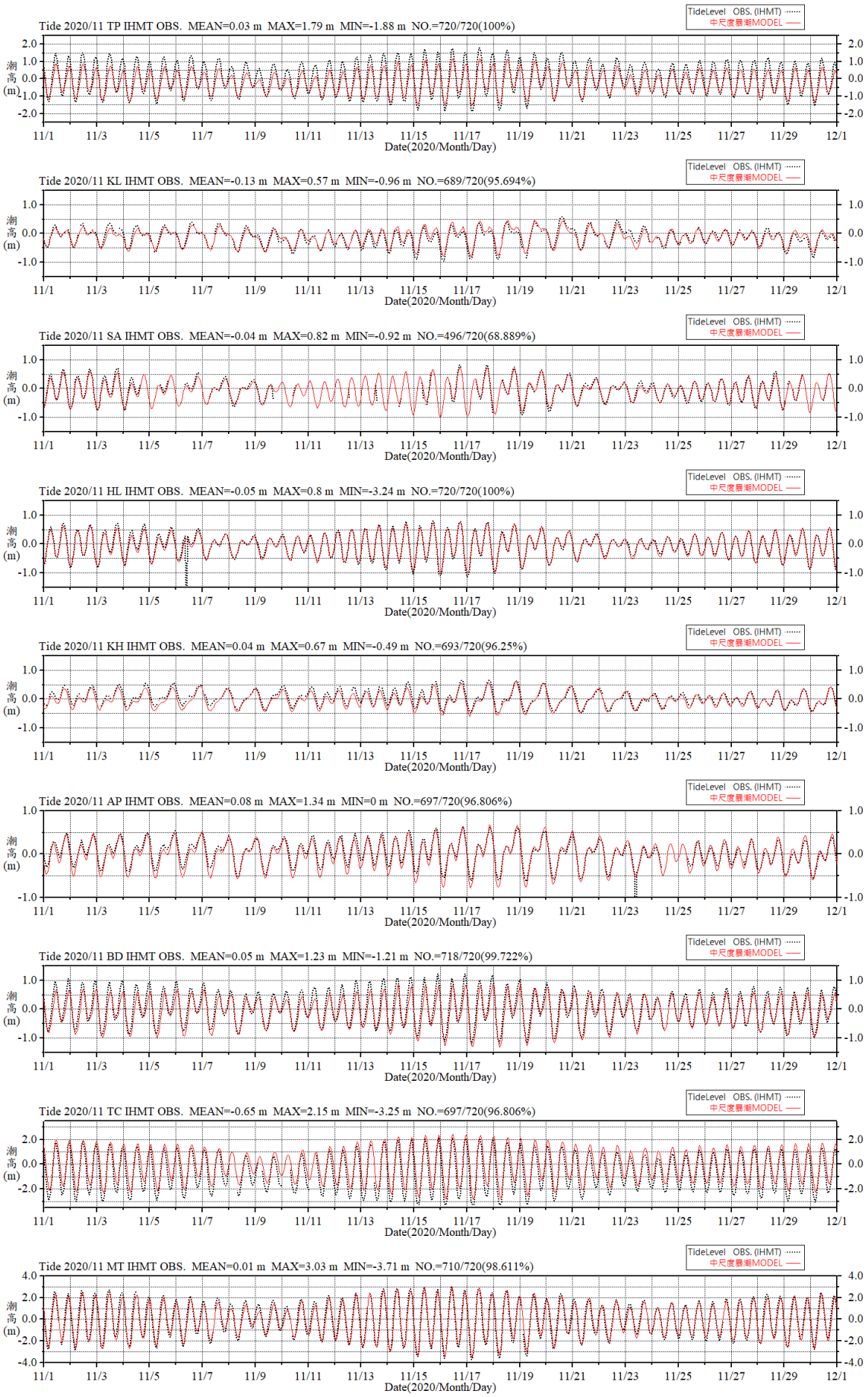
附圖 4.45 2021 年 5 月 9 海域觀測波向與中尺度 SWAN 模式比較圖



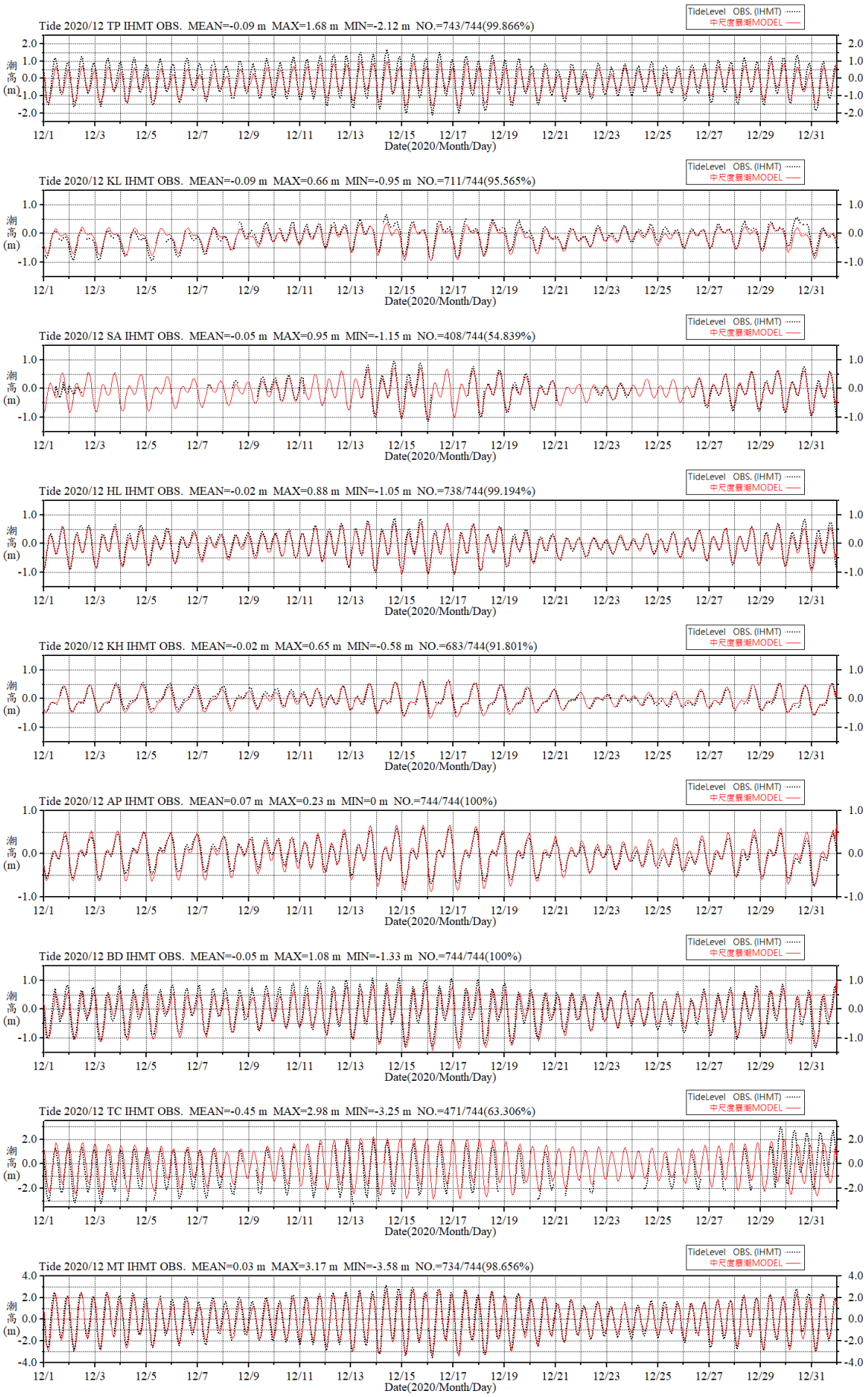
附圖 4.46 2020 年 9 月 9 海域觀測潮位與中尺度暴潮模式比較圖



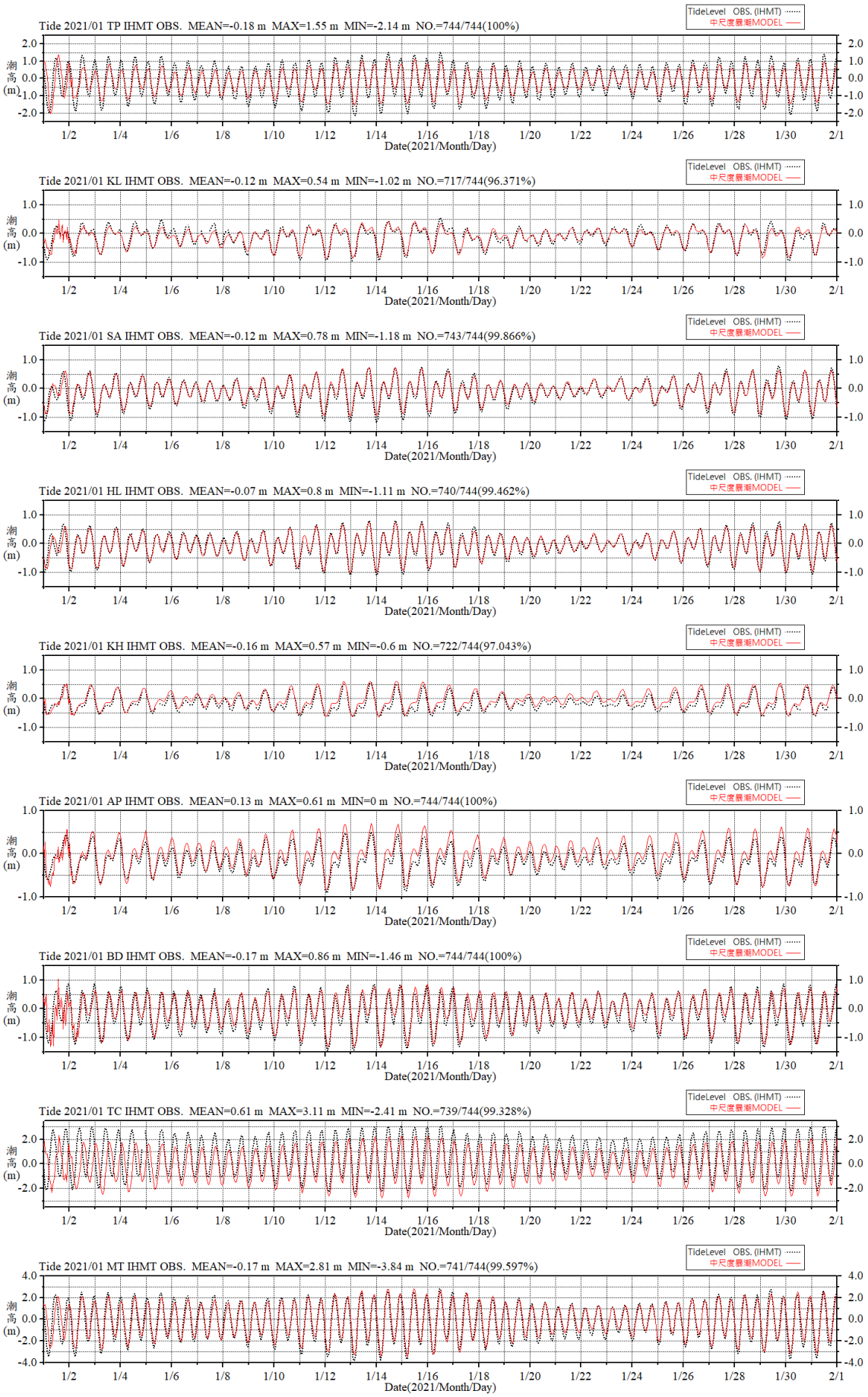
附圖 4.47 2020 年 10 月 9 海域觀測潮位與中尺度暴潮模式比較圖



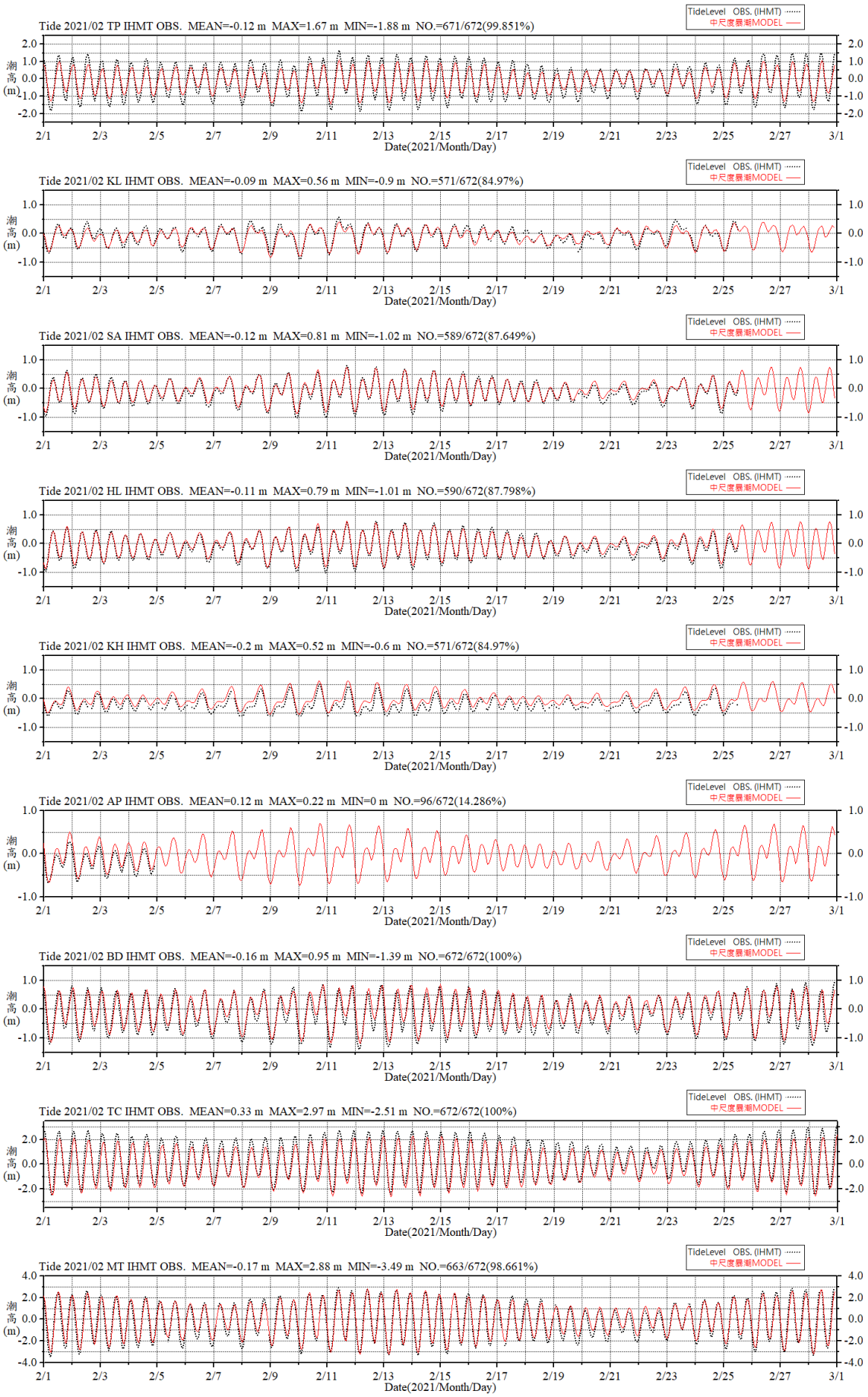
附圖 4.48 2020 年 11 月 9 海域觀測潮位與中尺度暴潮模式比較圖



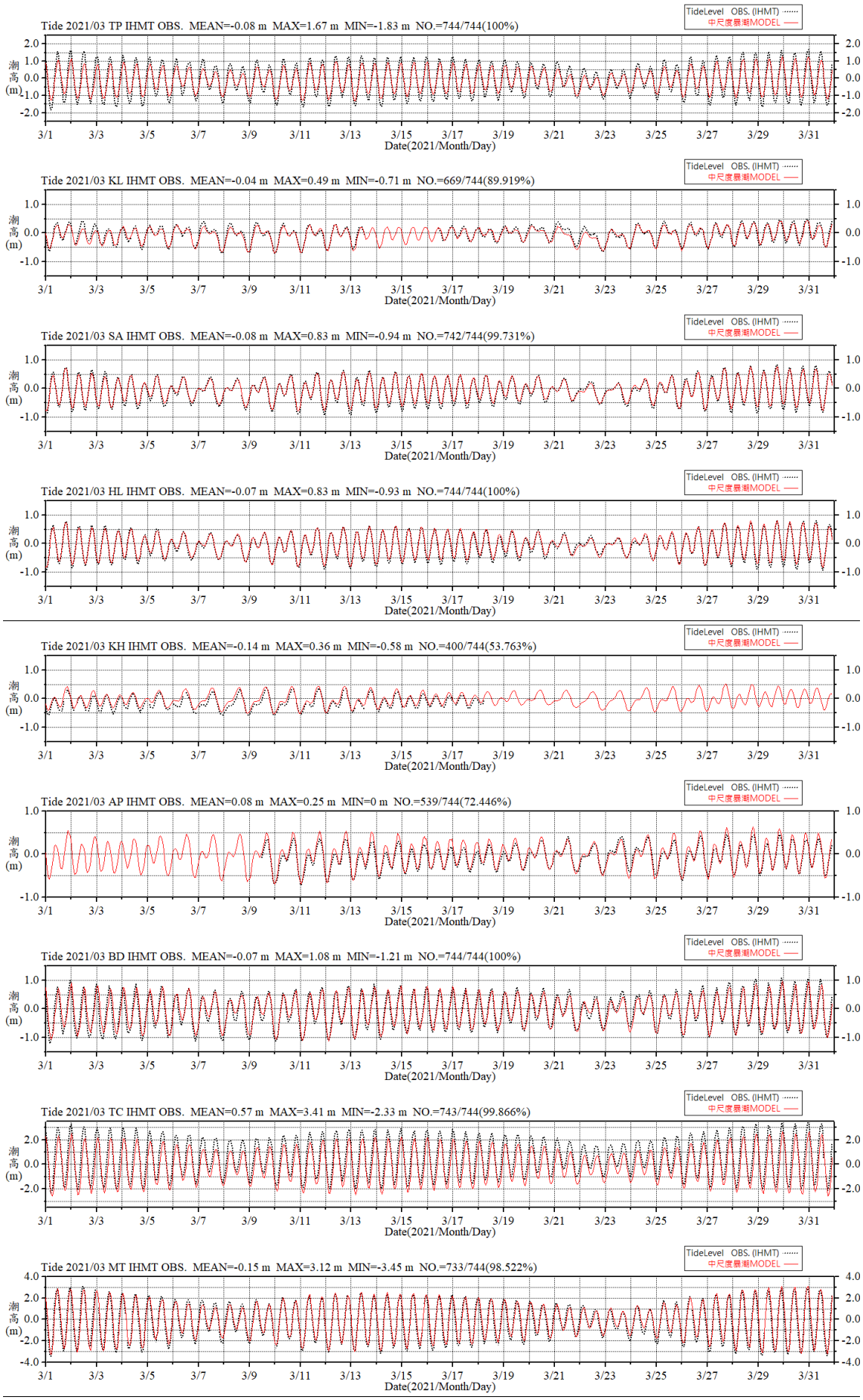
附圖 4.49 2020 年 12 月 9 海域觀測潮位與中尺度暴潮模式比較圖



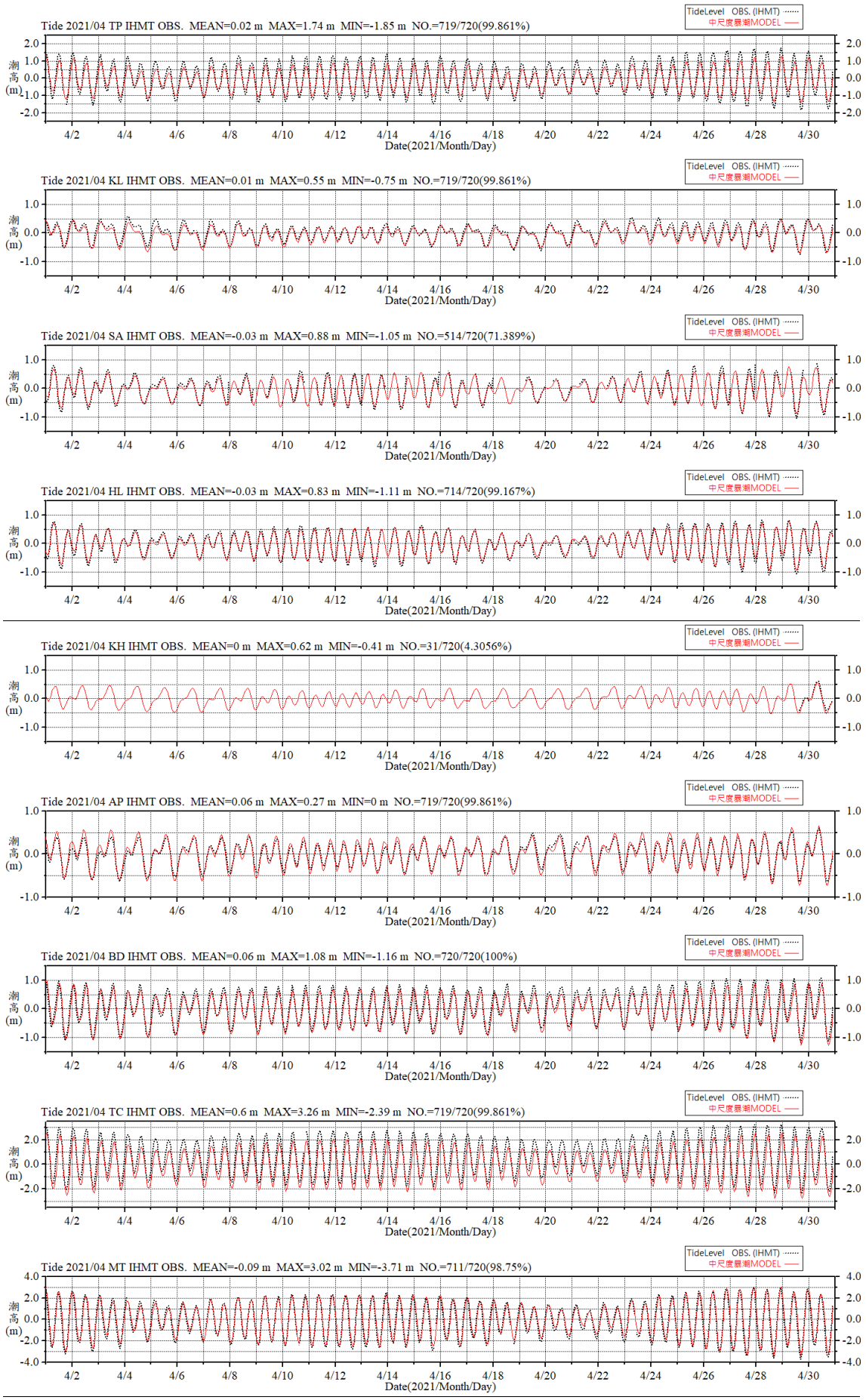
附圖 4.50 2021 年 1 月 9 海域觀測潮位與中尺度暴潮模式比較圖



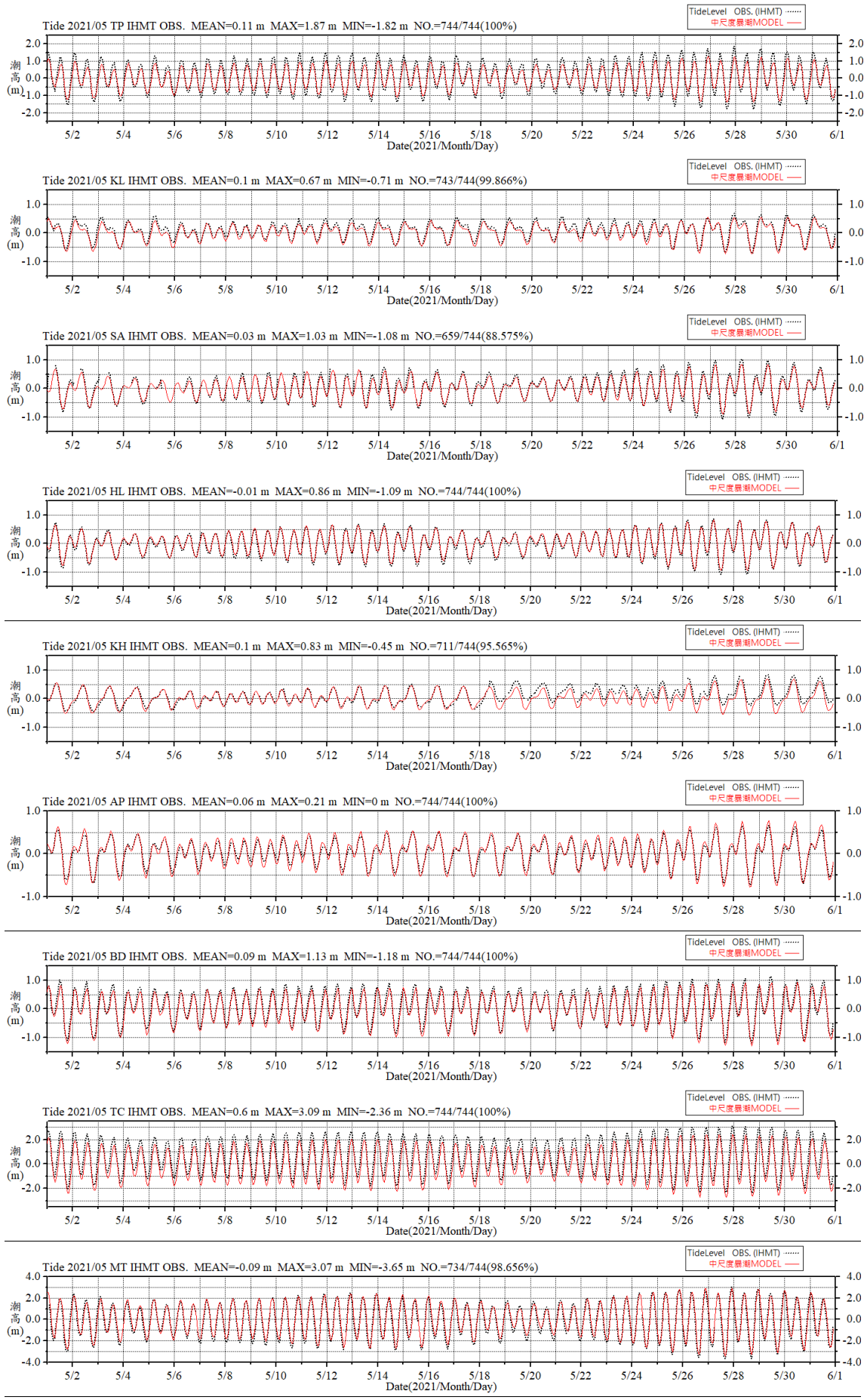
附圖 4.51 2021 年 2 月 9 海域觀測潮位與中尺度暴潮模式比較圖



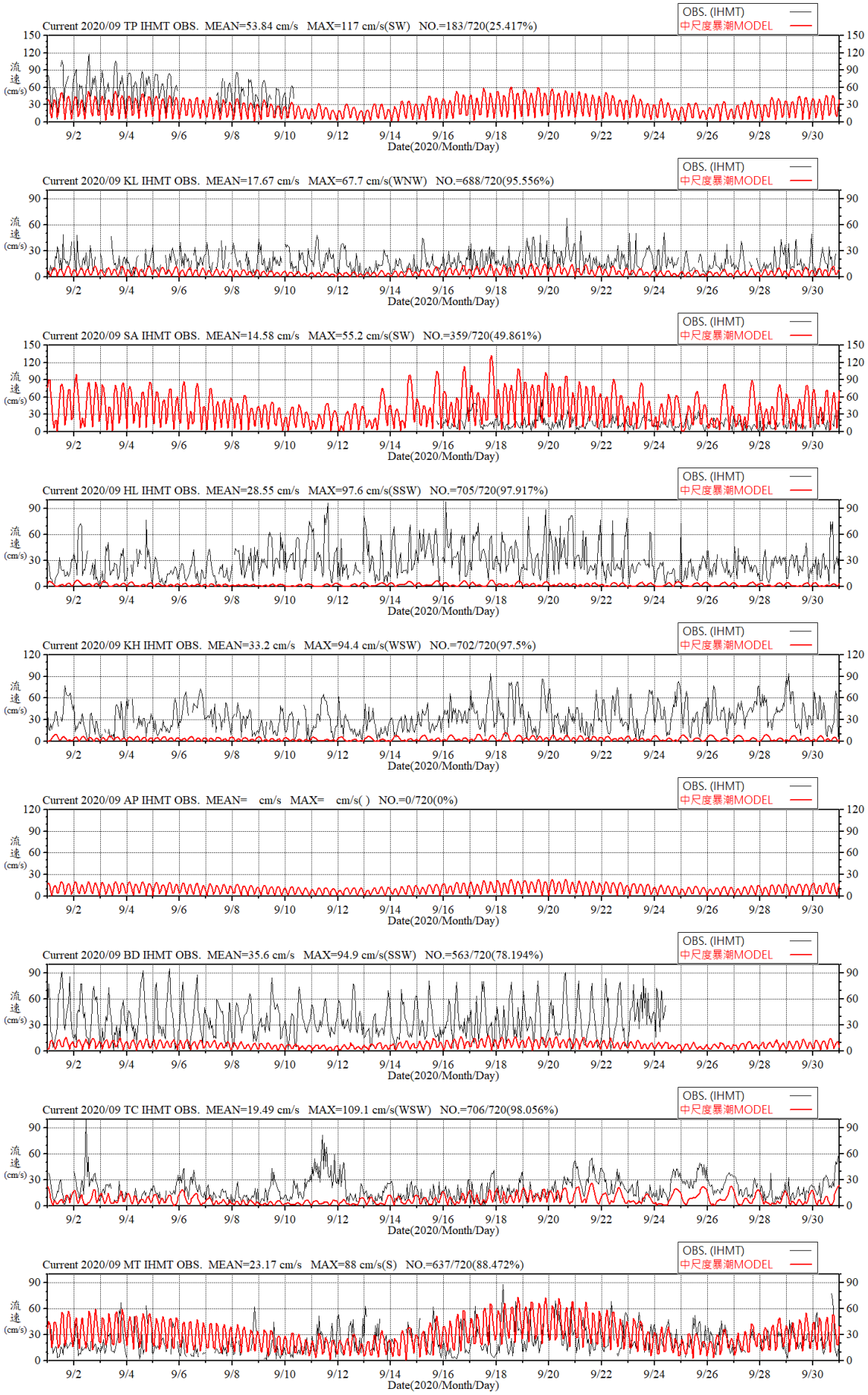
附圖 4.52 2021 年 3 月 9 海域觀測潮位與中尺度暴潮模式比較圖



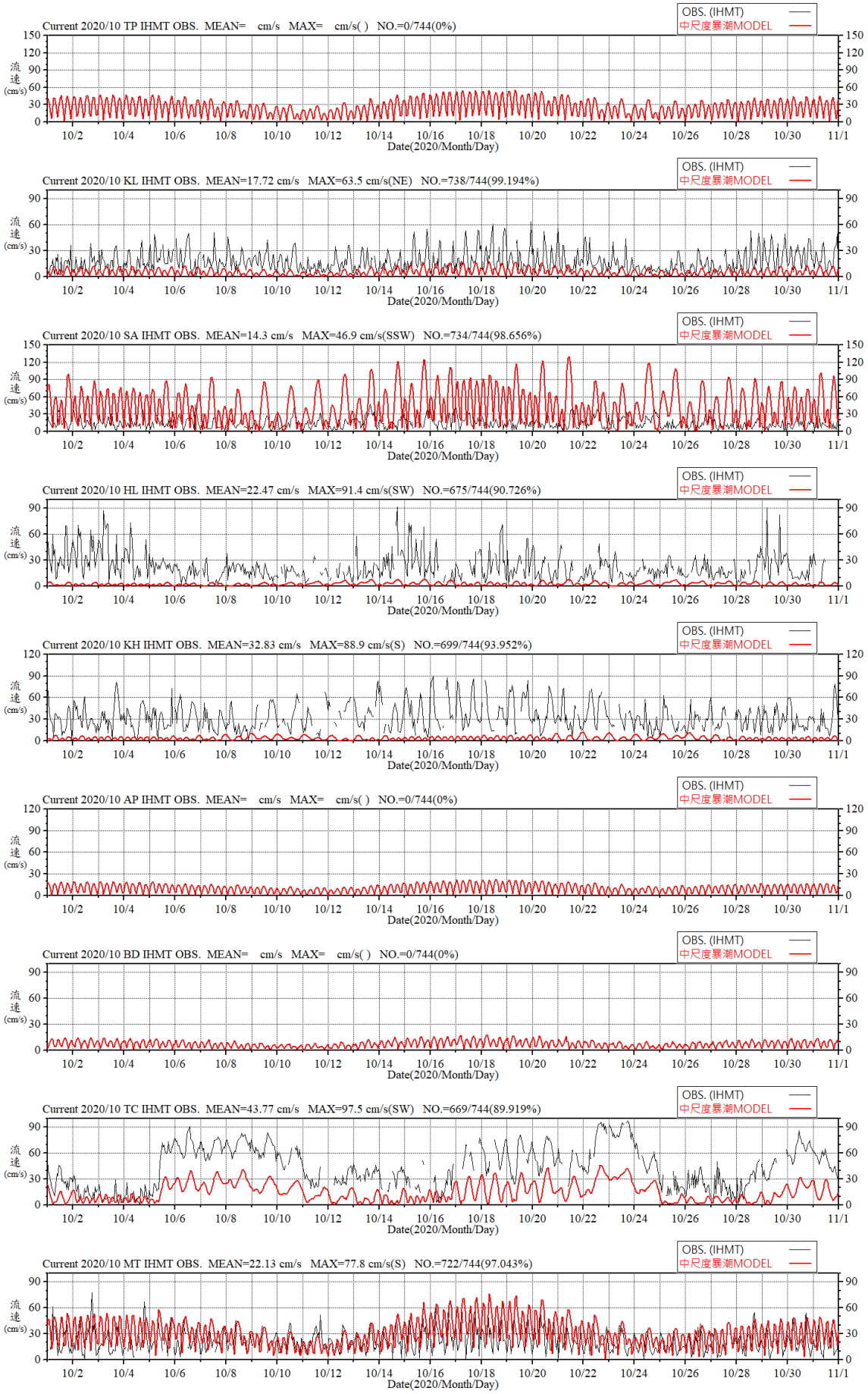
附圖 4.53 2021 年 4 月 9 海域觀測潮位與中尺度暴潮模式比較圖



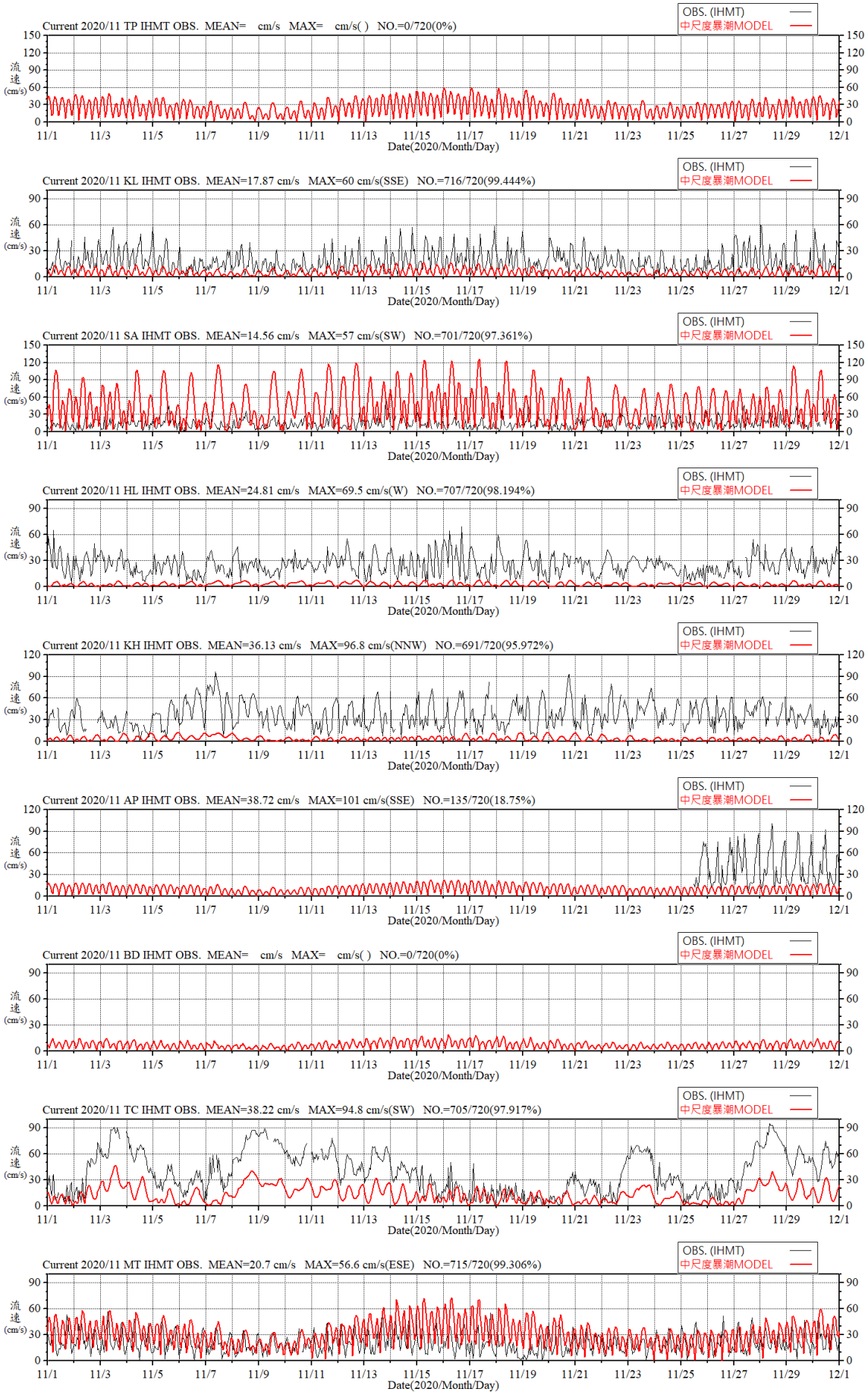
附圖 4.54 2021 年 5 月 9 海域觀測潮位與中尺度暴潮模式比較圖



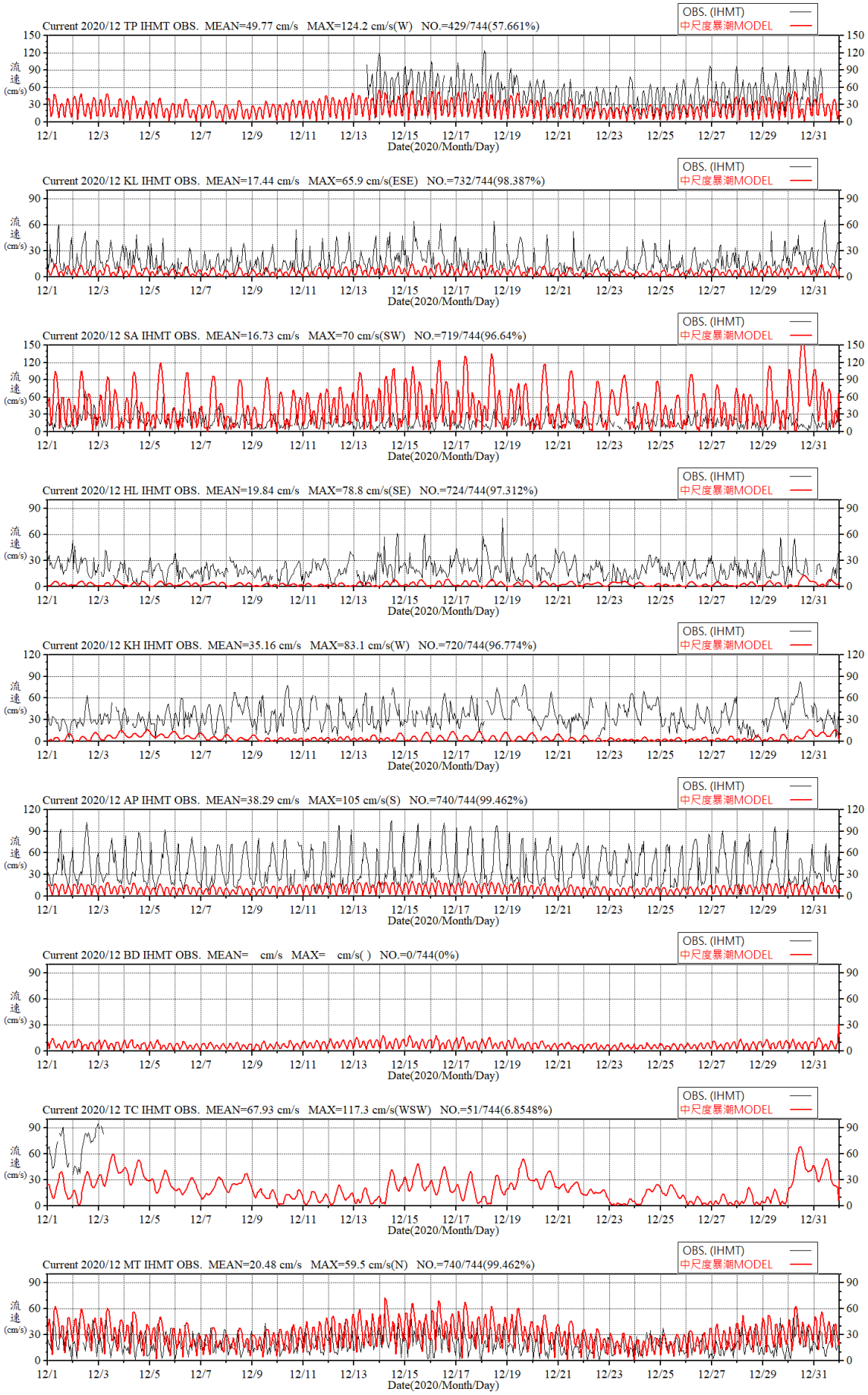
附圖 4.55 2020 年 9 月 9 海域觀測流速與中尺度暴潮模式比較圖



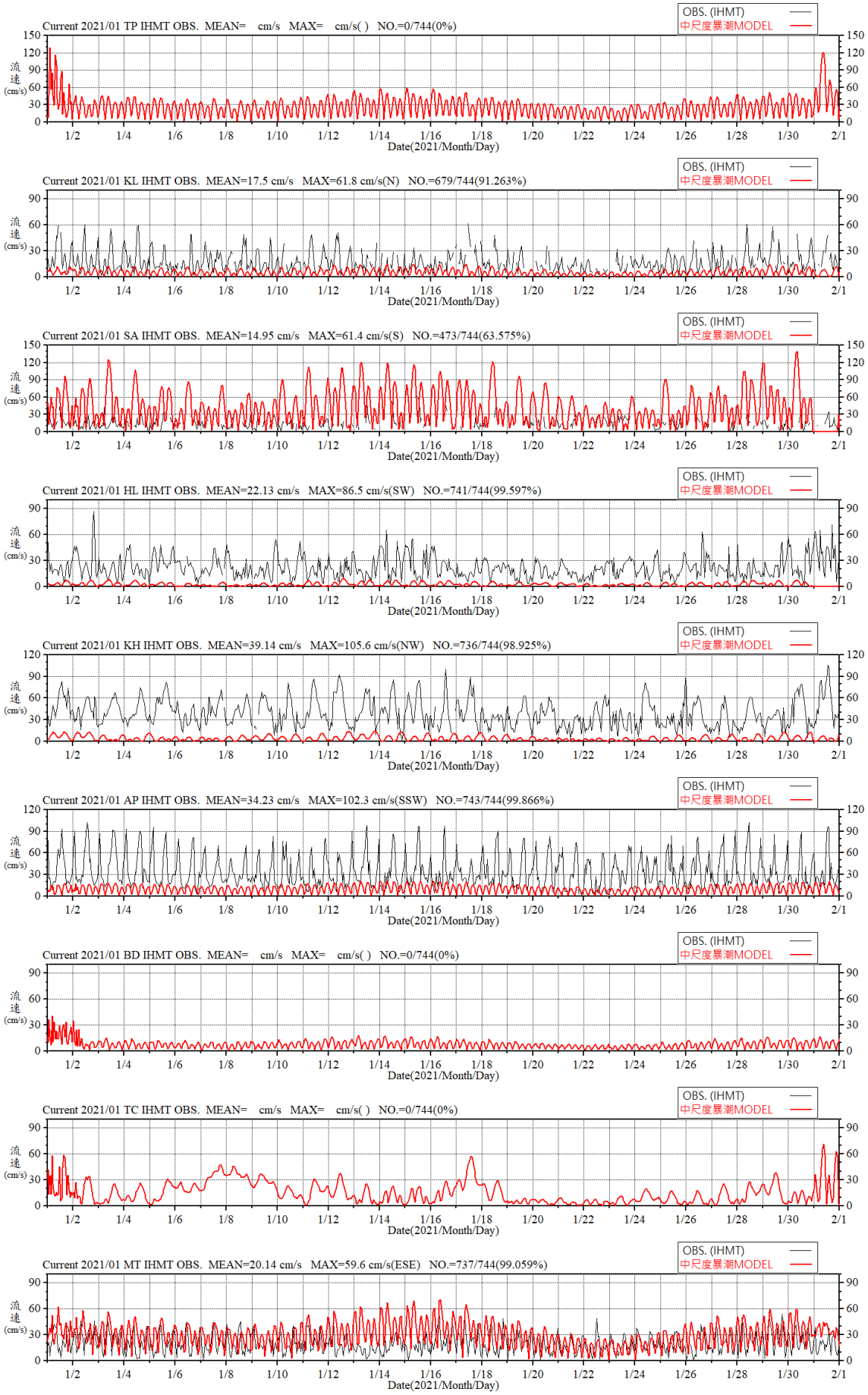
附圖 4.56 2020 年 10 月 9 海域觀測流速與中尺度暴潮模式比較圖



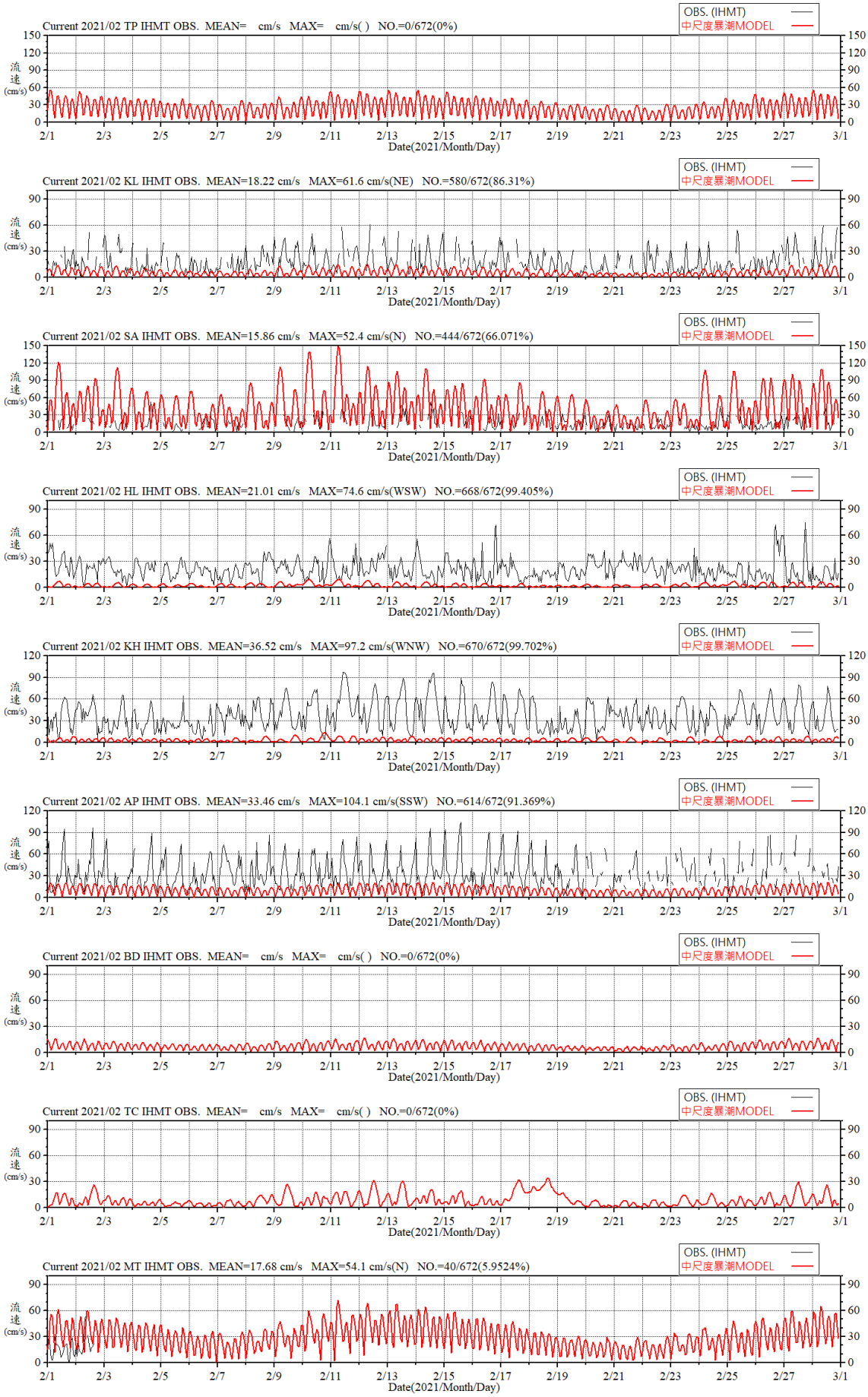
附圖 4.57 2020 年 11 月 9 海域觀測流速與中尺度暴潮模式比較圖



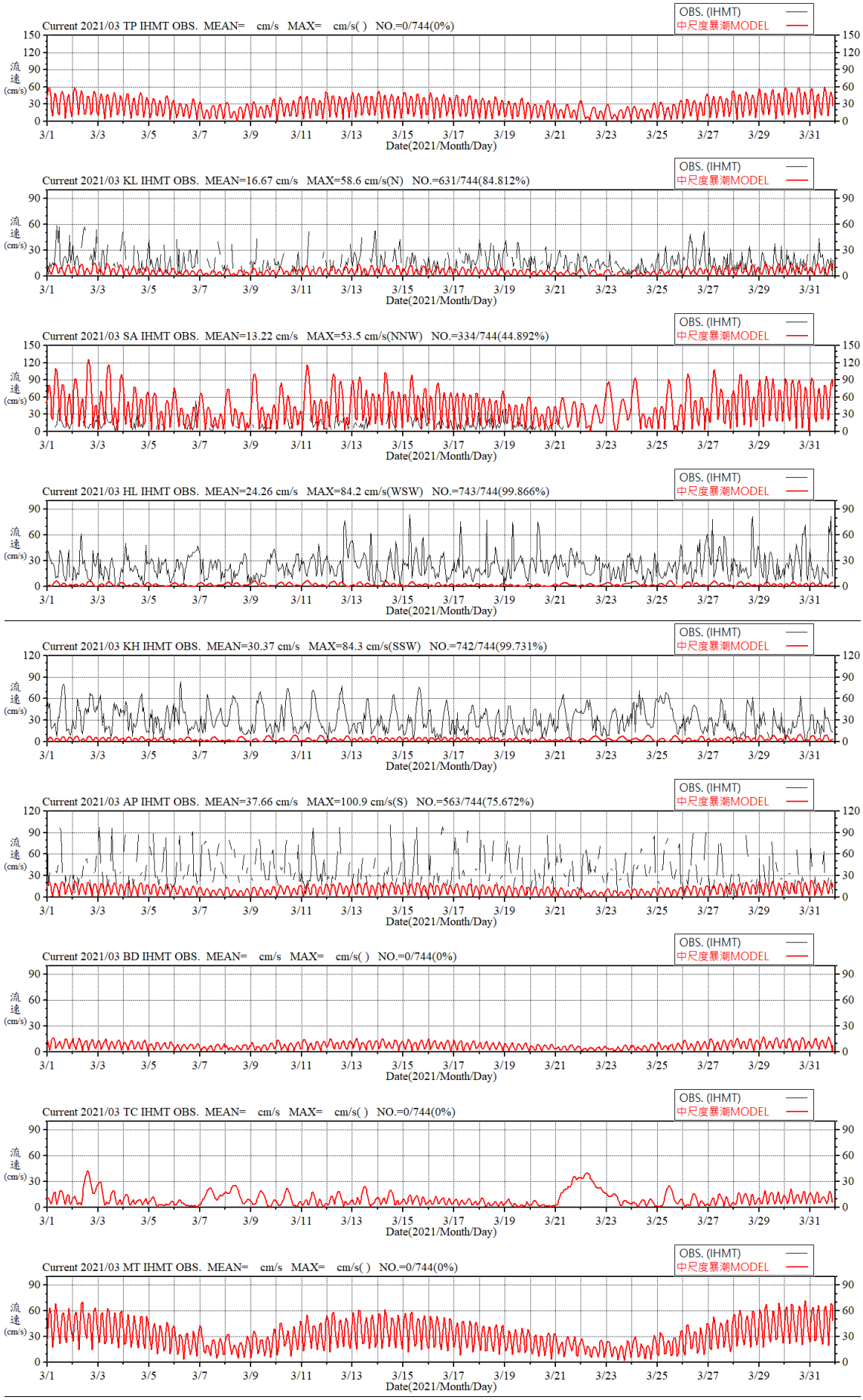
附圖 4.58 2020 年 12 月 9 海域觀測流速與中尺度暴潮模式比較圖



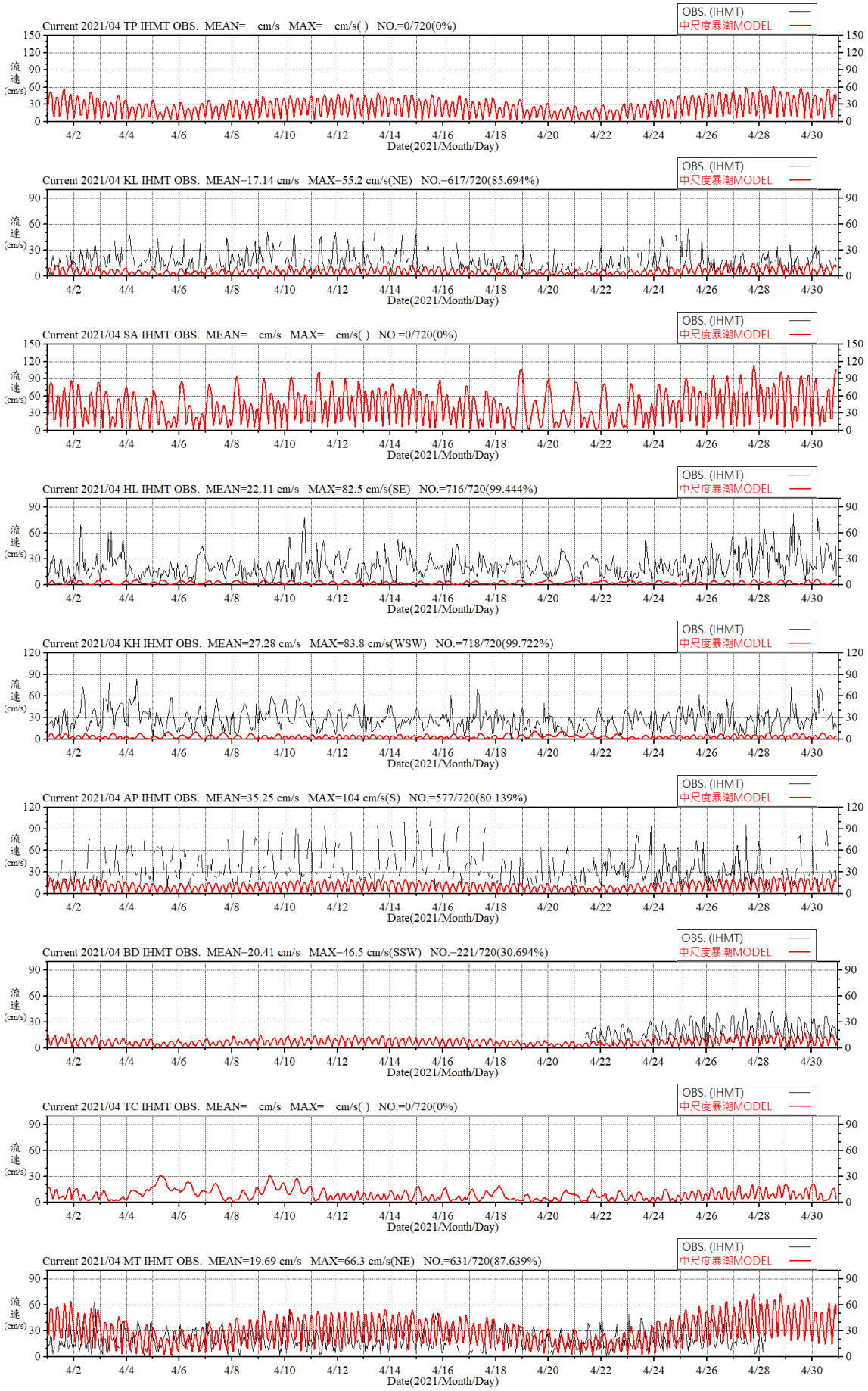
附圖 4.59 2021 年 1 月 9 海域觀測流速與中尺度暴潮模式比較圖



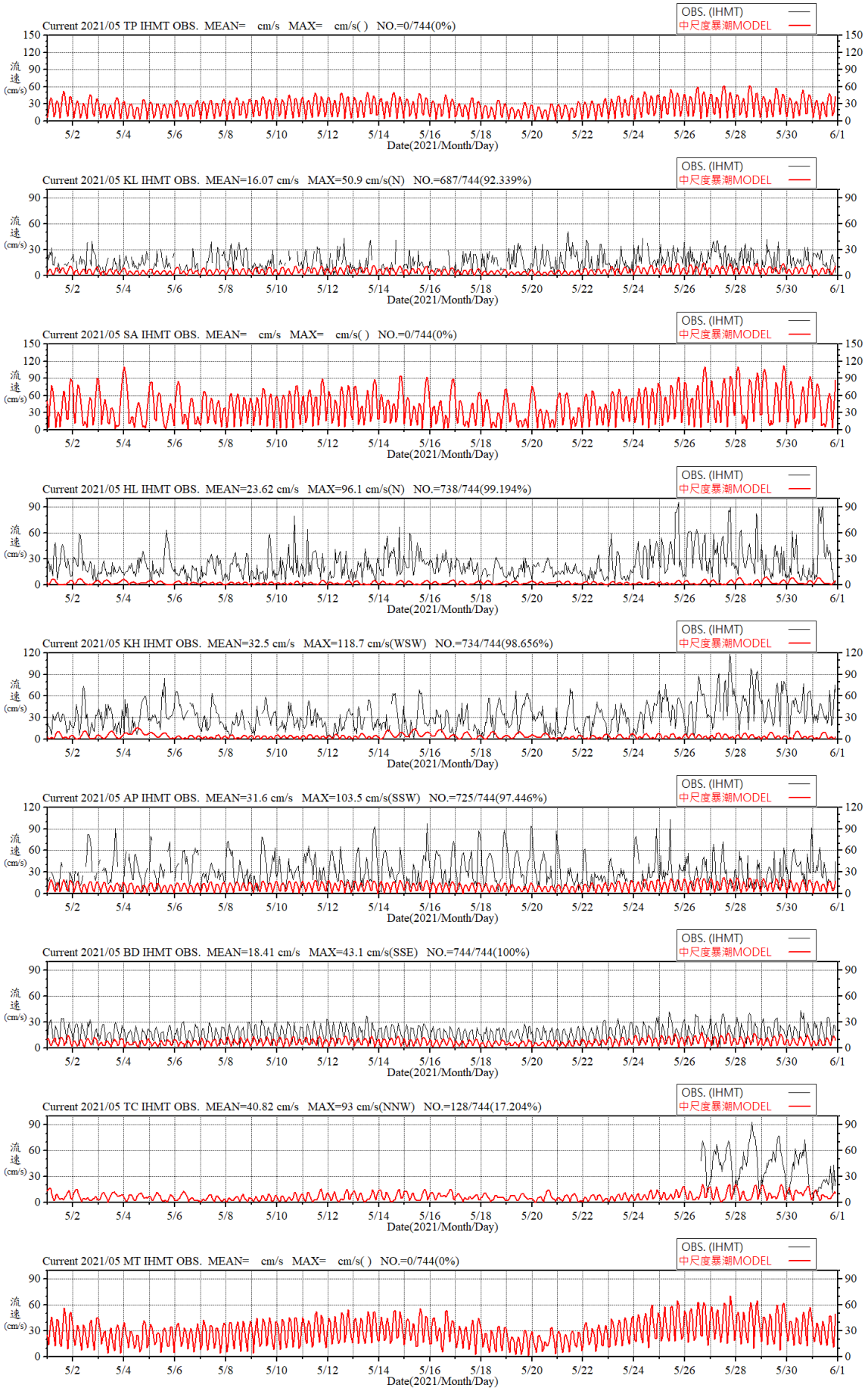
附圖 4.60 2021 年 2 月 9 海域觀測流速與中尺度暴潮模式比較圖



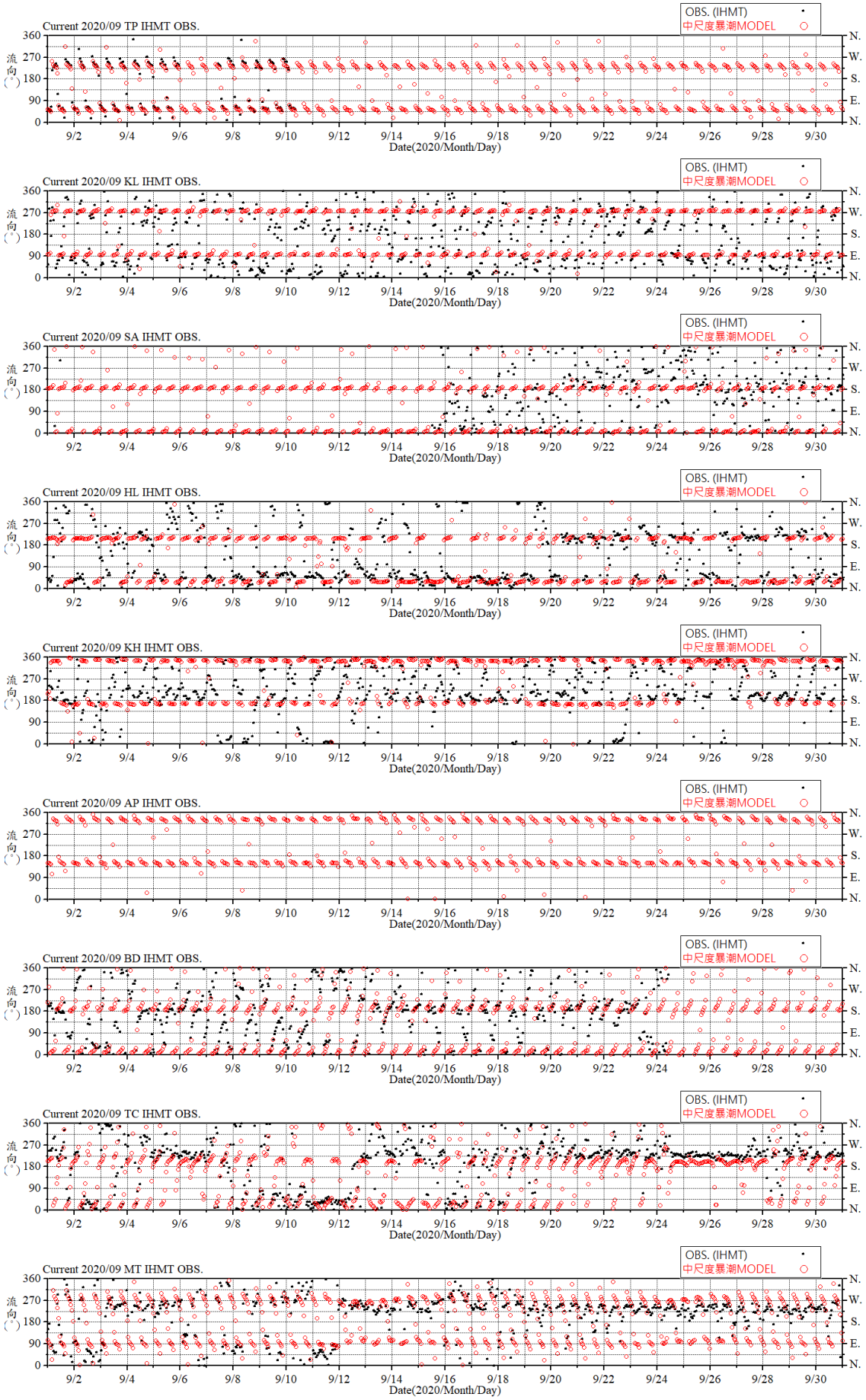
附圖 4.61 2021 年 3 月 9 海域觀測流速與中尺度暴潮模式比較圖



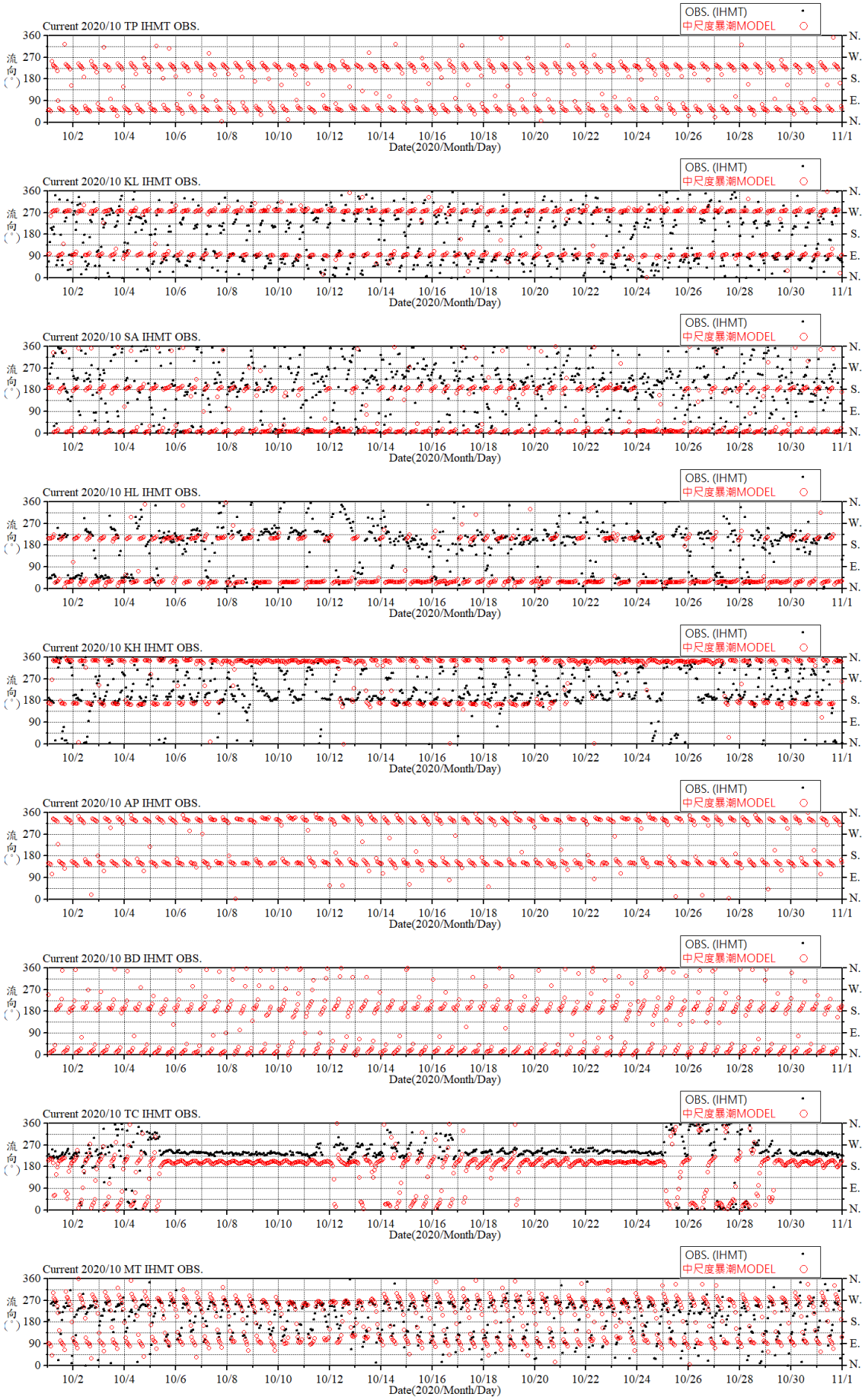
附圖 4.62 2021 年 4 月 9 海域觀測流速與中尺度暴潮模式比較圖



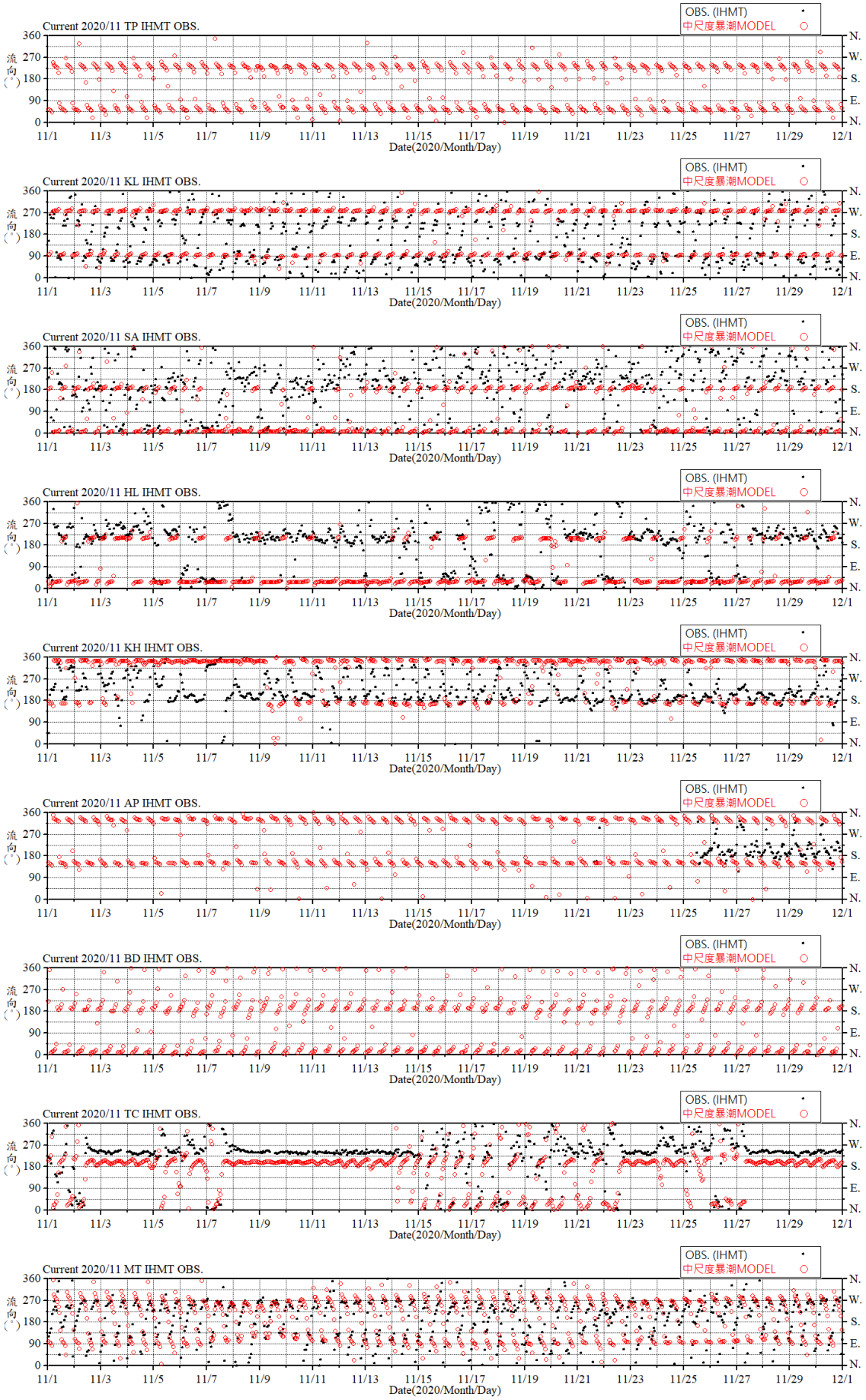
附圖 4.63 2021 年 5 月 9 海域觀測流速與中尺度暴潮模式比較圖



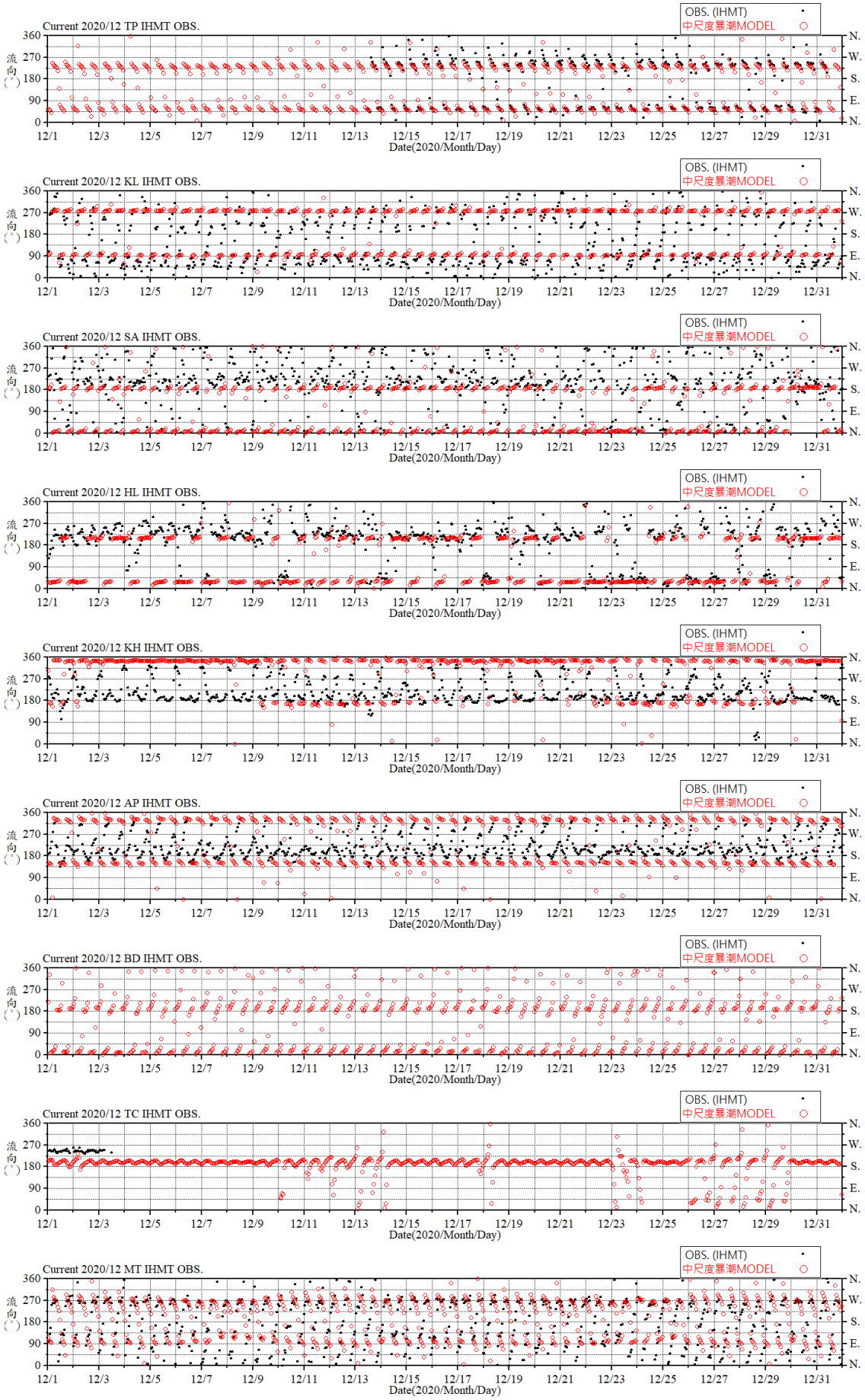
附圖 4.64 2020 年 9 月 9 海域觀測流向與中尺度暴潮模式比較圖



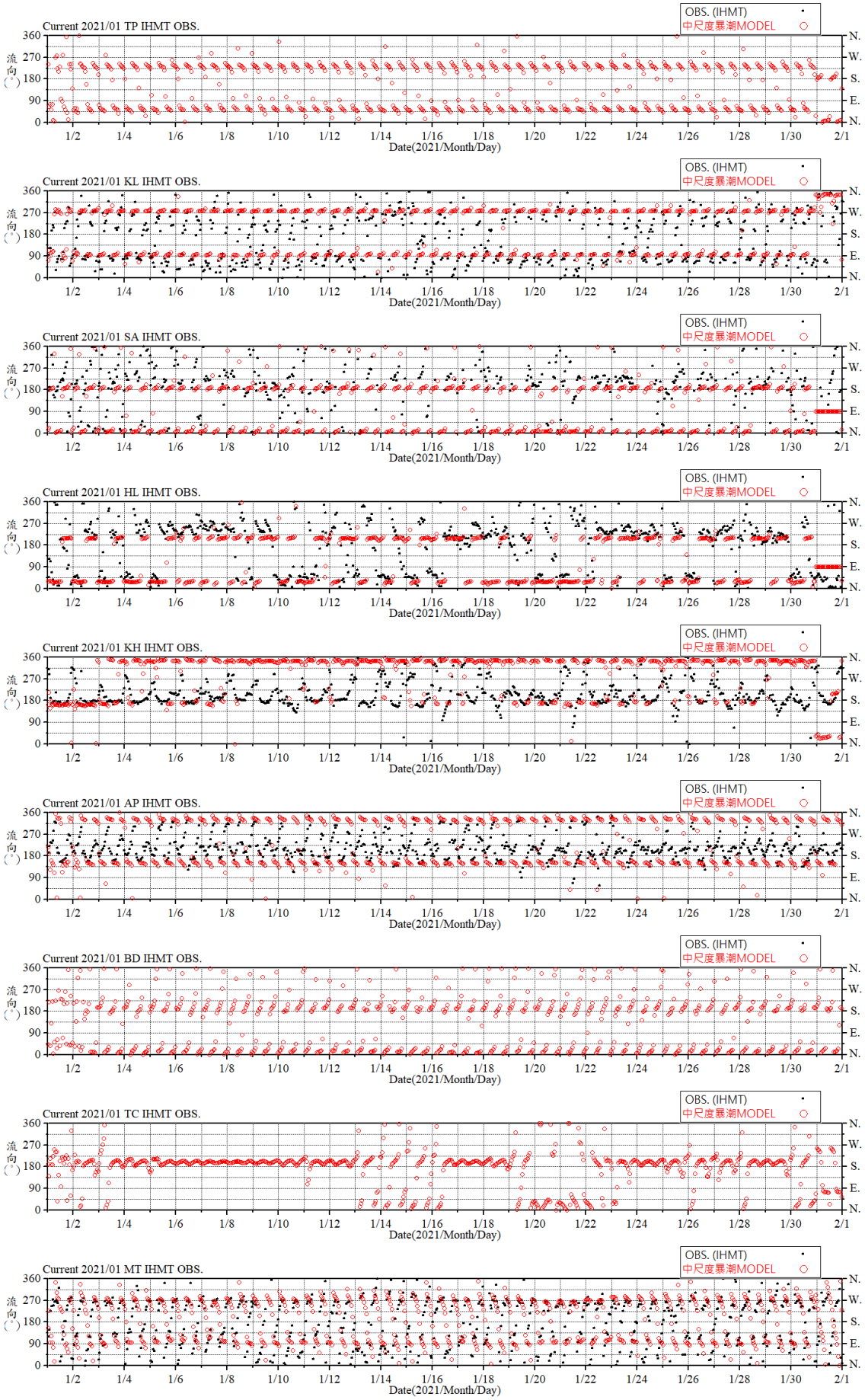
附圖 4.65 2020 年 10 月 9 海域觀測流向與中尺度暴潮模式比較圖



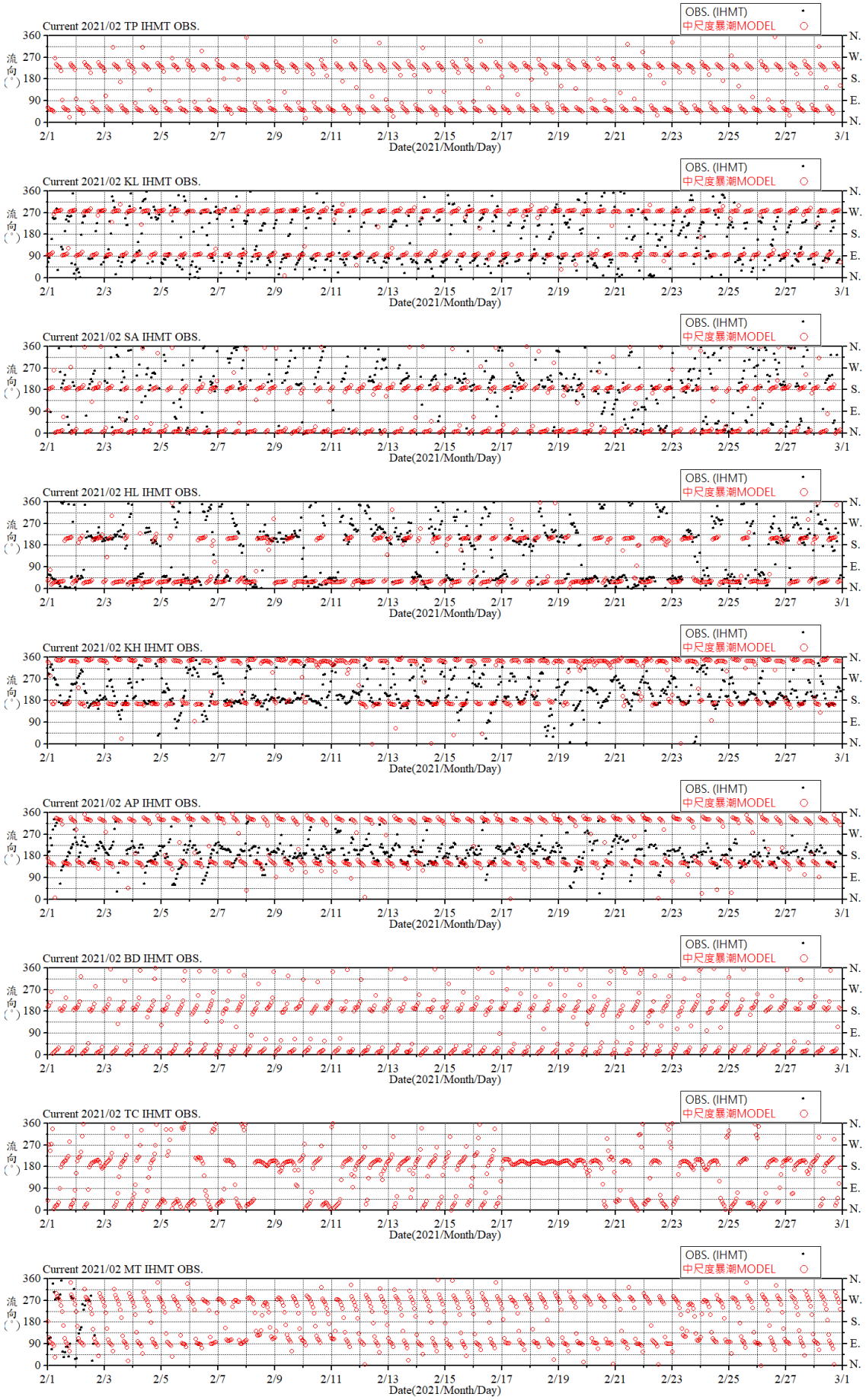
附圖 4.66 2020 年 11 月 9 海域觀測流向與中尺度暴潮模式比較圖



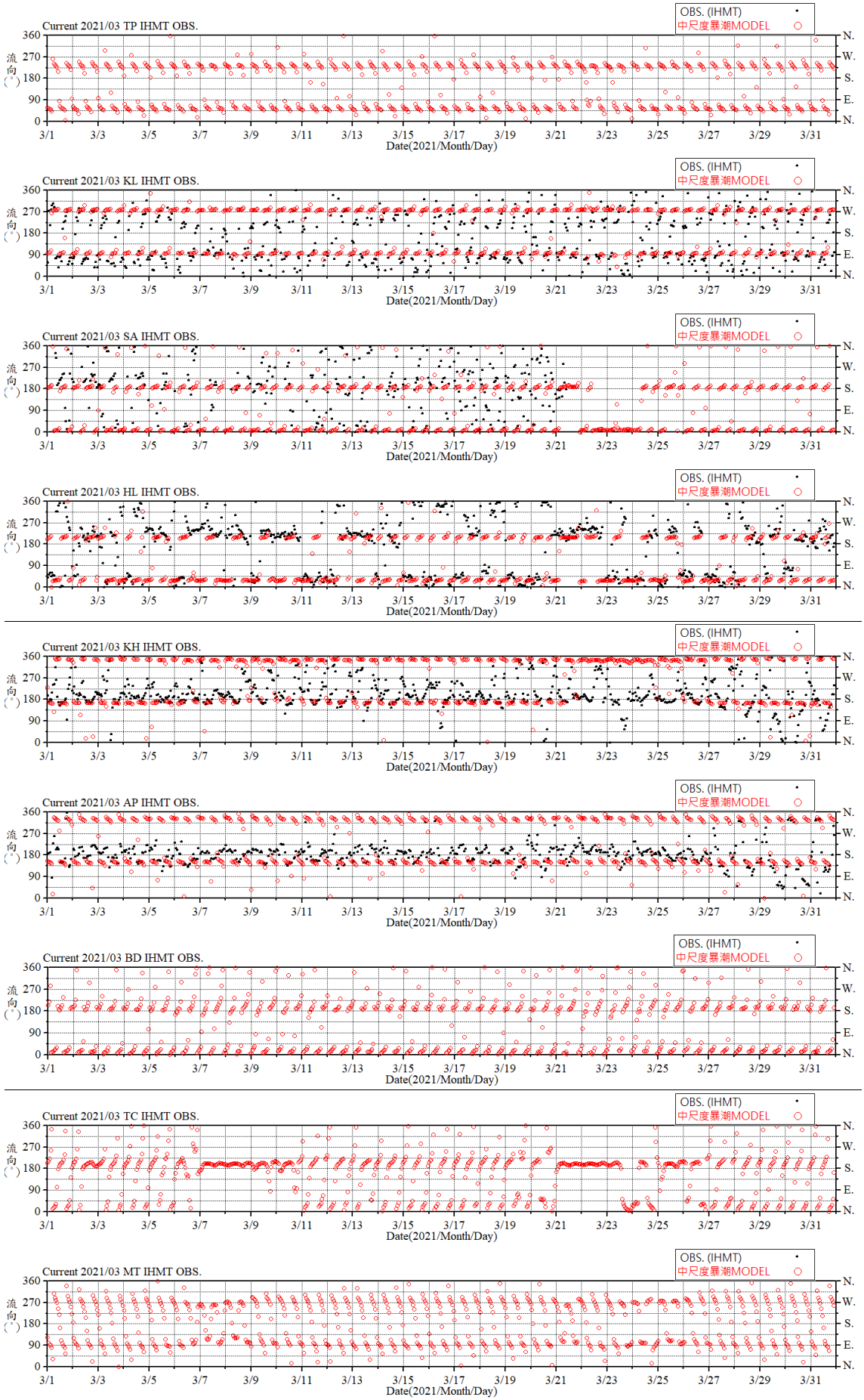
附圖 4.67 2020 年 12 月 9 海域觀測流向與中尺度暴潮模式比較圖



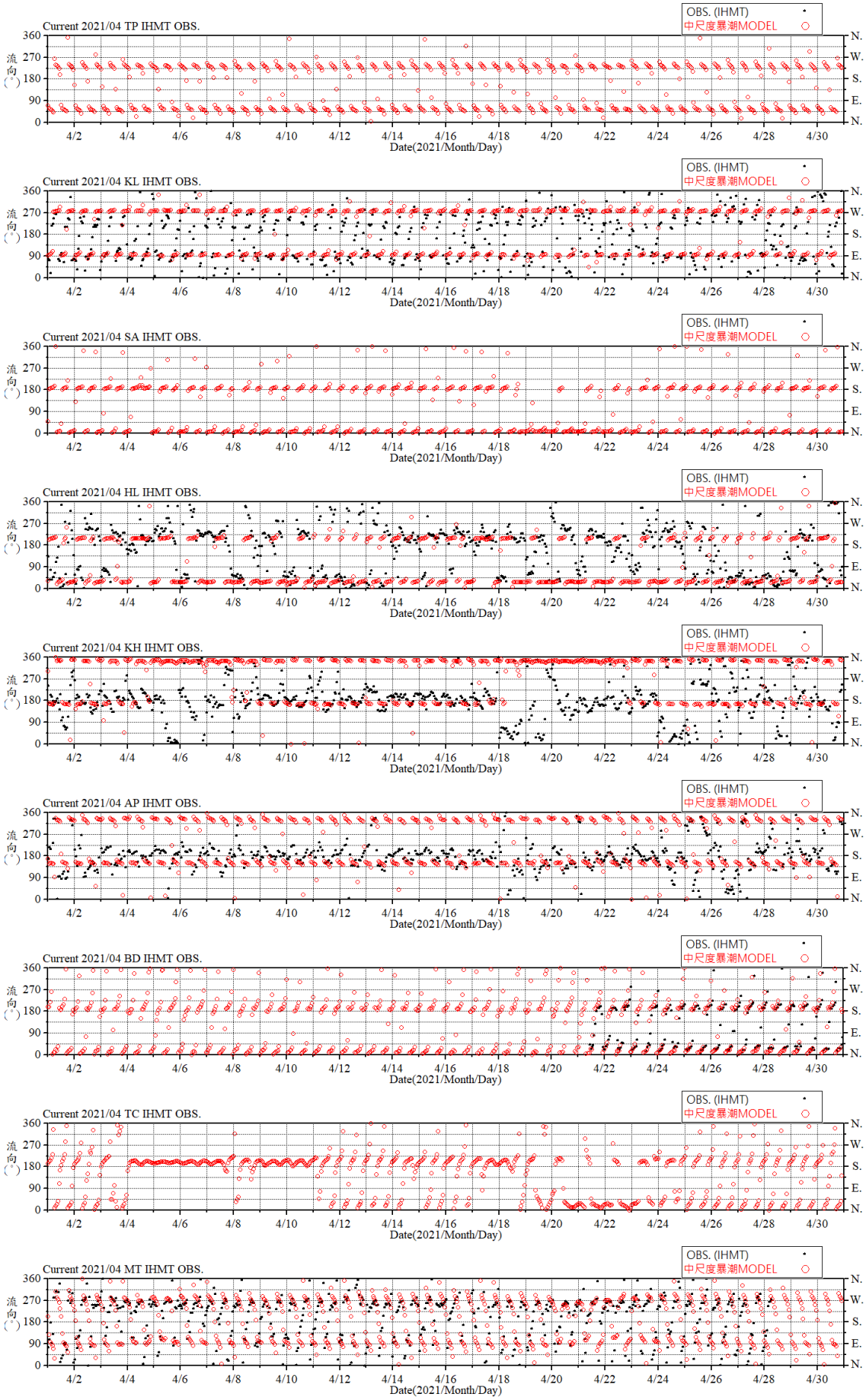
附圖 4.68 2021 年 1 月 9 海域觀測流向與中尺度暴潮模式比較圖



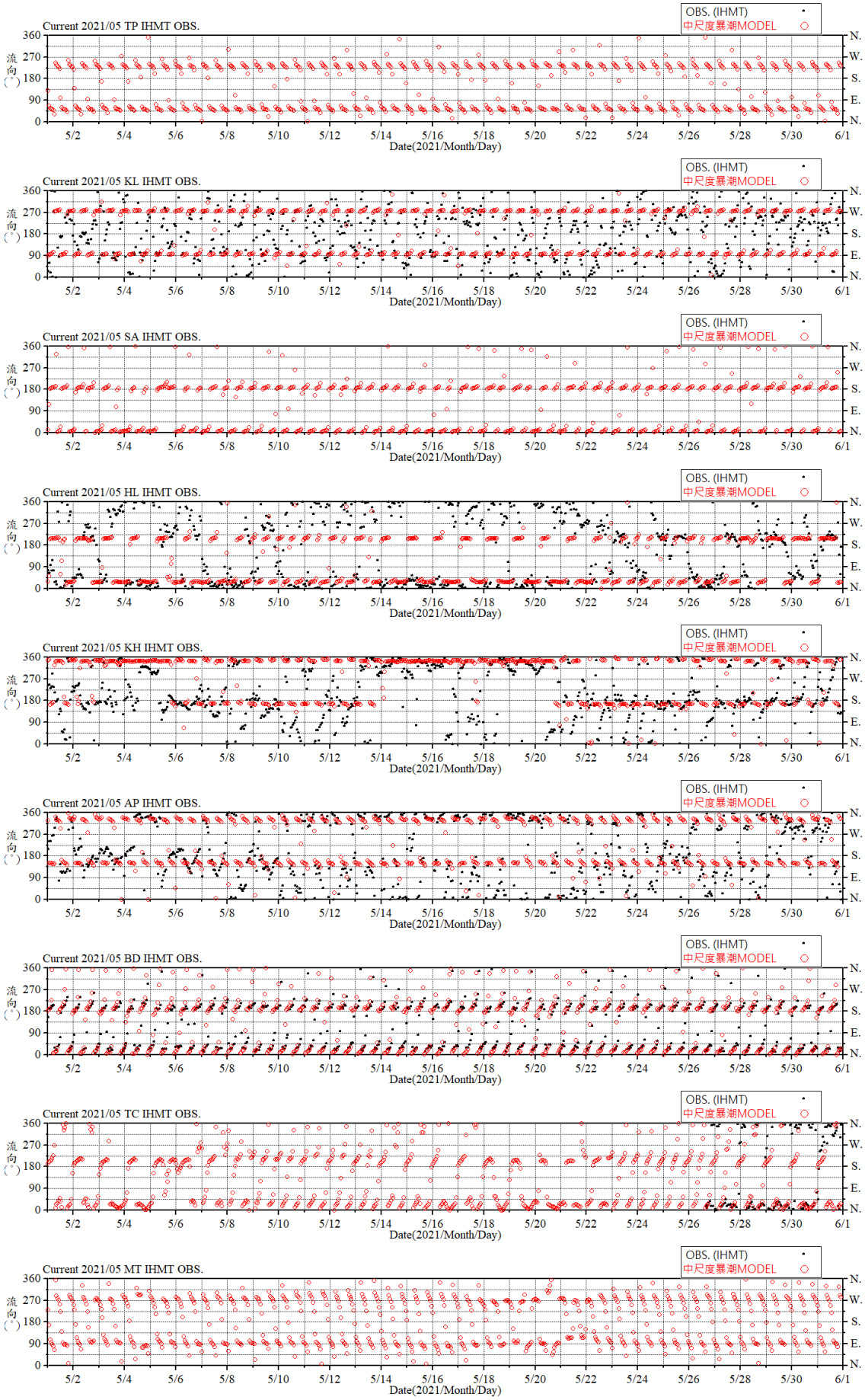
附圖 4.69 2021 年 2 月 9 海域觀測流向與中尺度暴潮模式比較圖



附圖 4.70 2021 年 3 月 9 海域觀測流向與中尺度暴潮模式比較圖



附圖 4.71 2021 年 4 月 9 海域觀測流向與中尺度暴潮模式比較圖

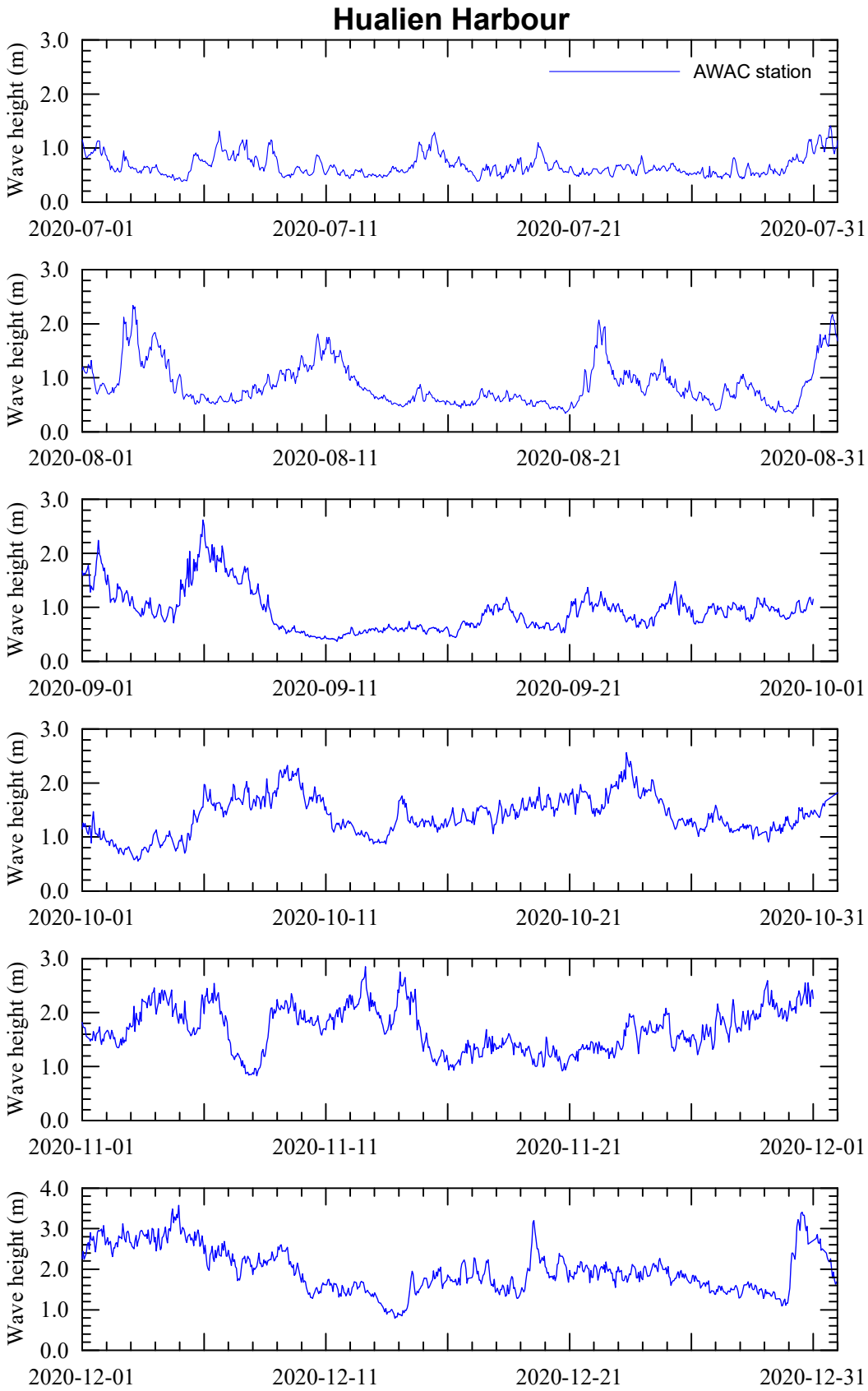


附圖 4.72 2021 年 5 月 9 海域觀測流向與中尺度暴潮模式比較圖

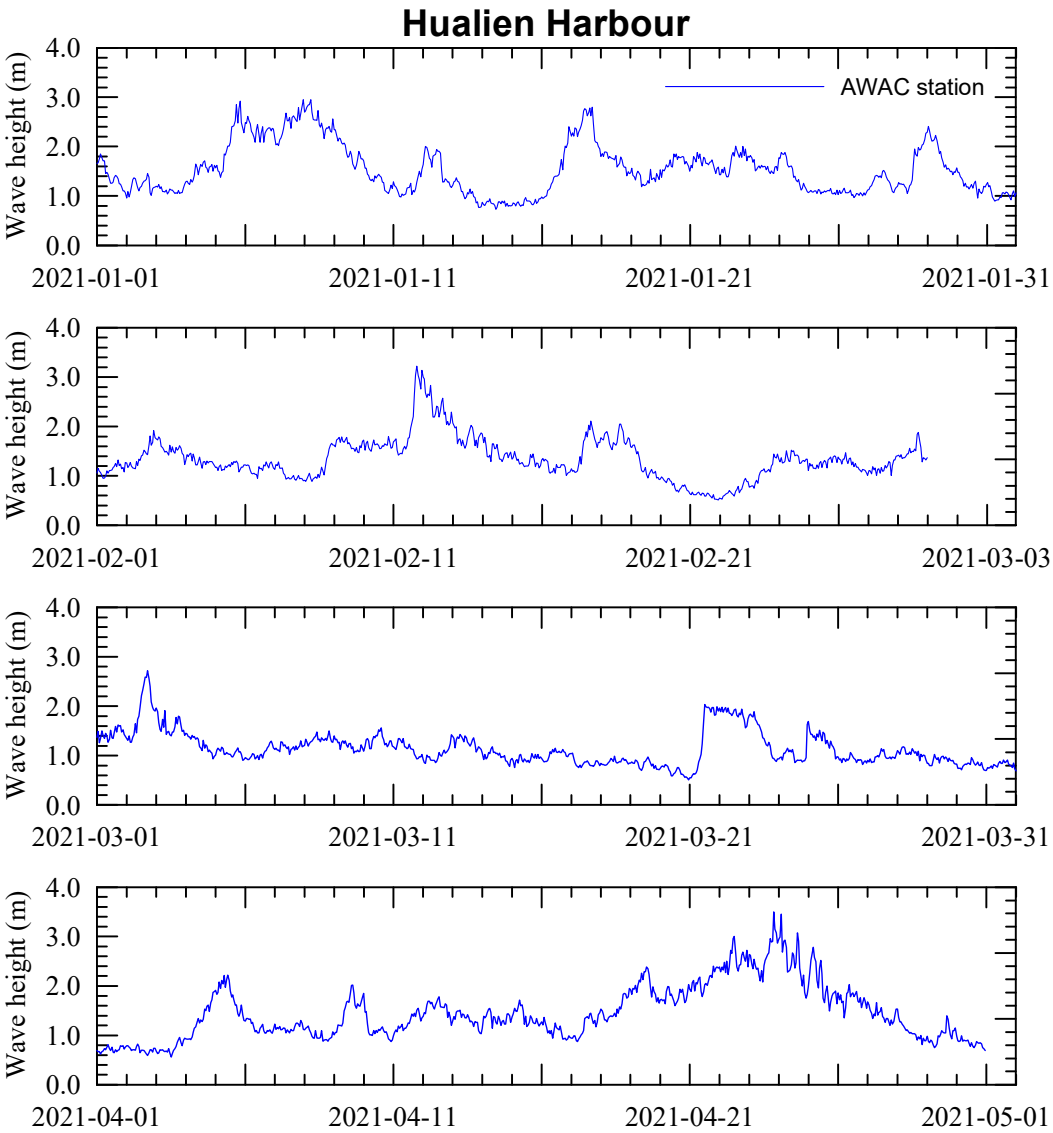
附錄五

波浪觀測資料歷線圖

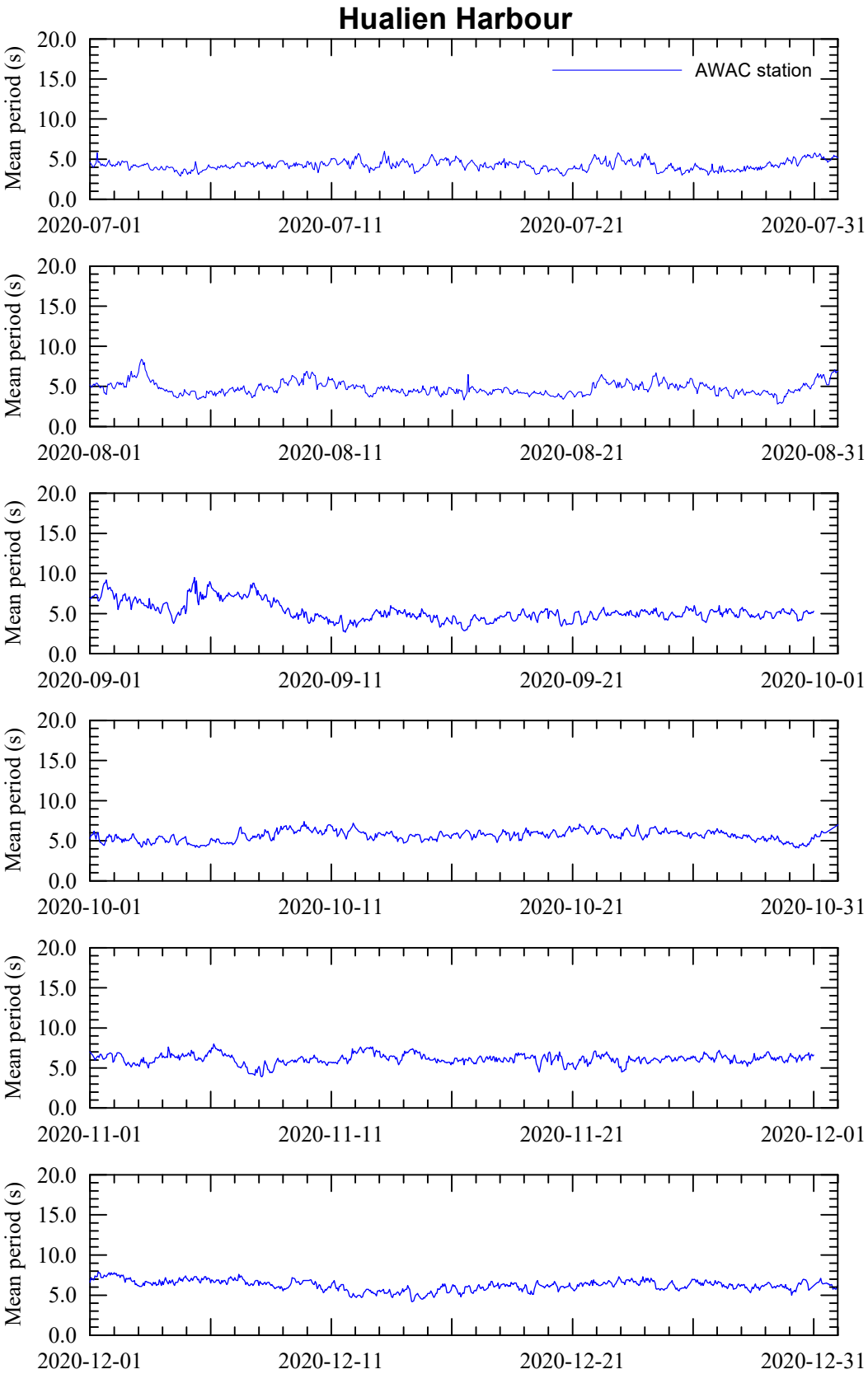
附錄 5.1 花蓮港波浪觀測資料歷線圖



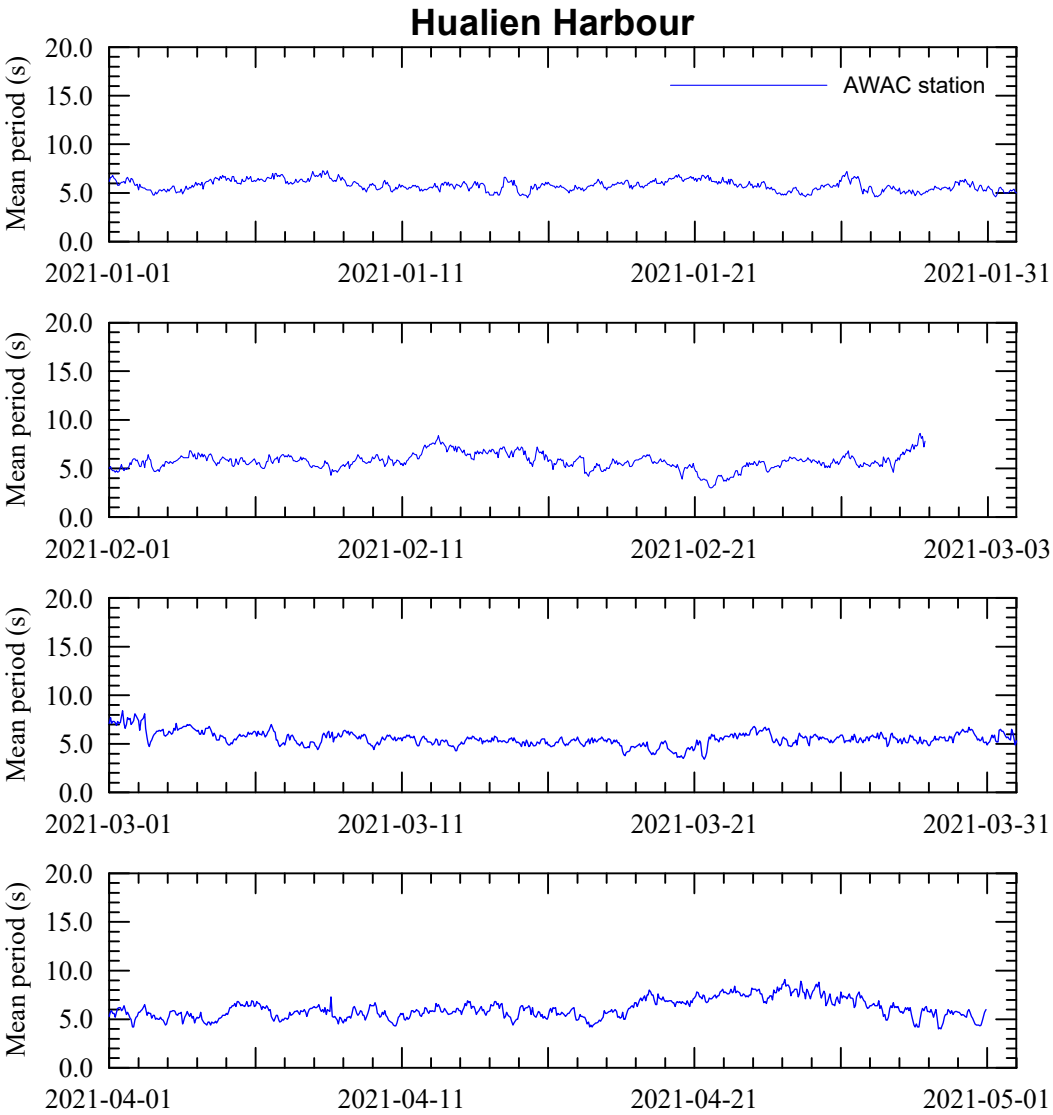
附圖 5.1 花蓮港港海 AWAC 觀測站波浪示性波高之時序列圖



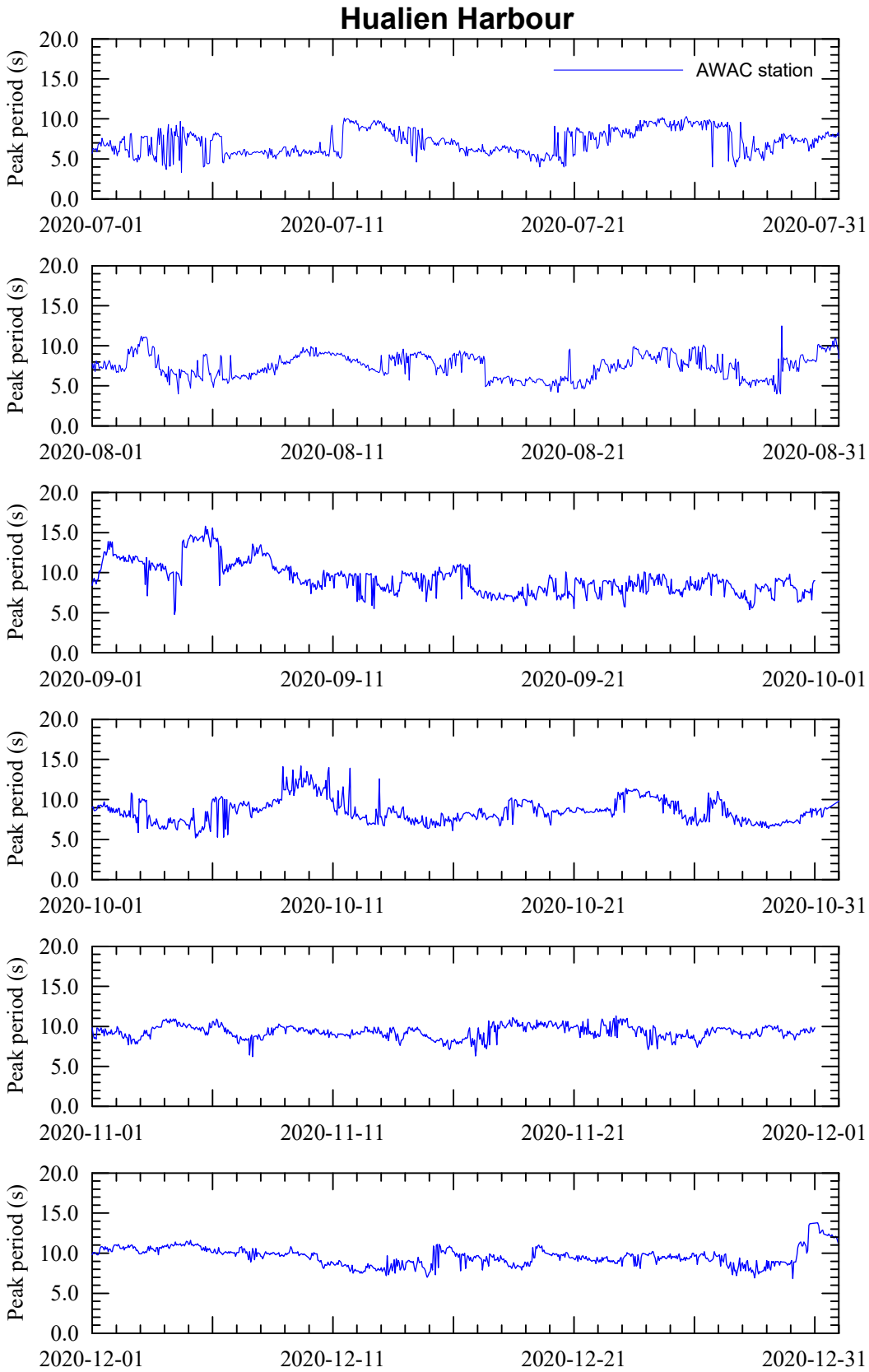
附圖 5.2 花蓮港港外海 AWAC 觀測站波浪示性波高之時序列圖



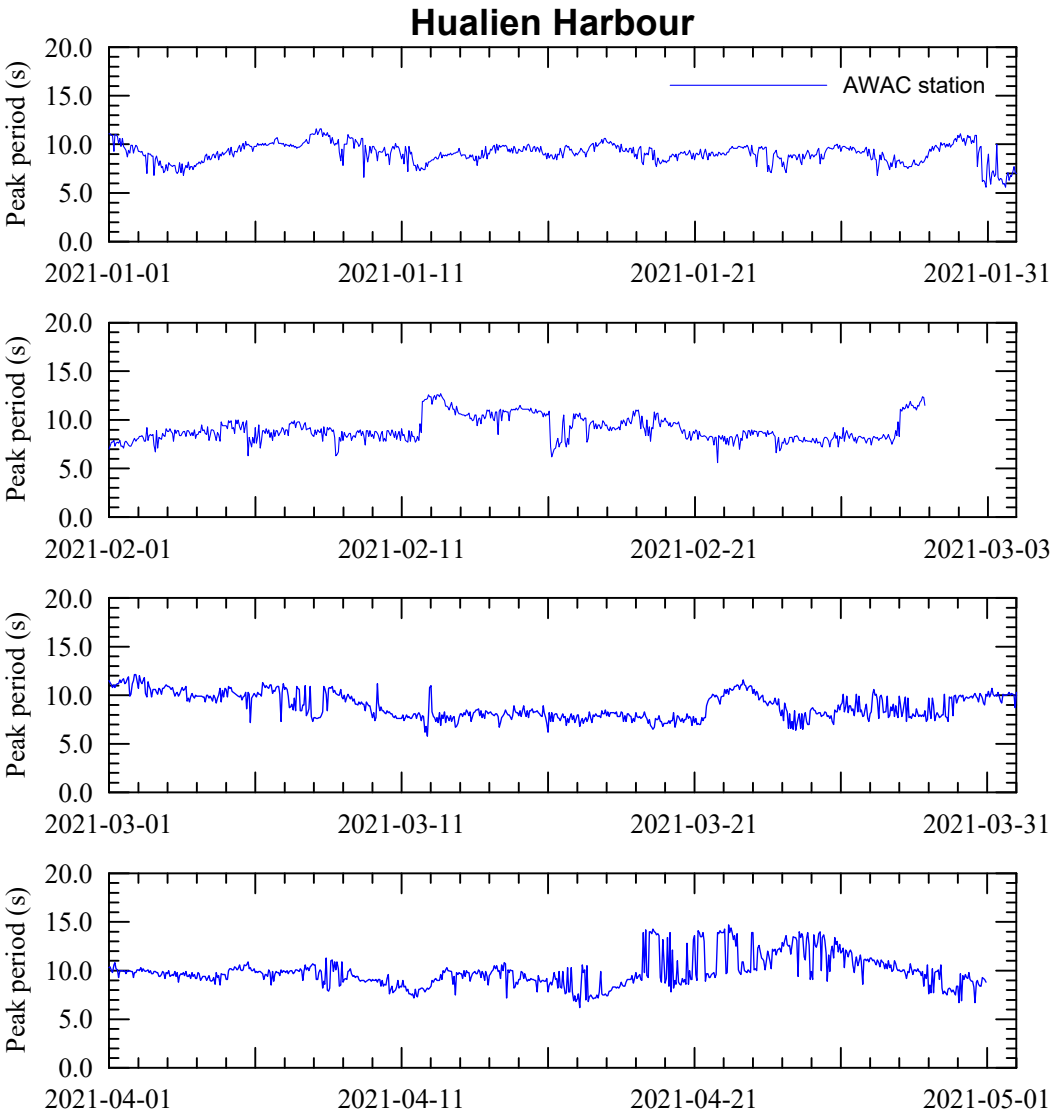
附圖 5.3 花蓮港港外海 AWAC 觀測站波浪平均週期之時序列圖



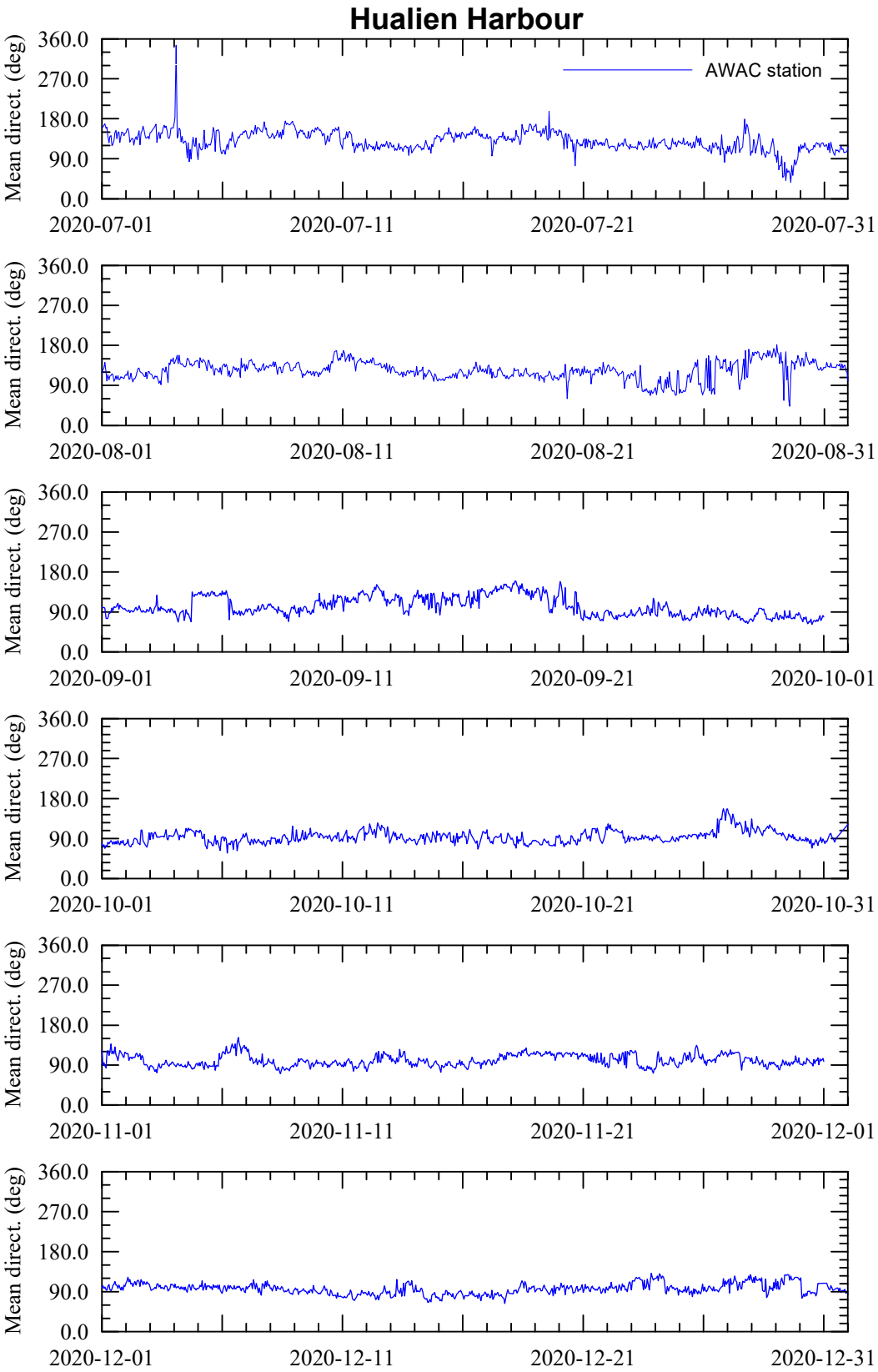
附圖 5.4 花蓮港港外海 AWAC 觀測站波浪平均週期之時序列圖



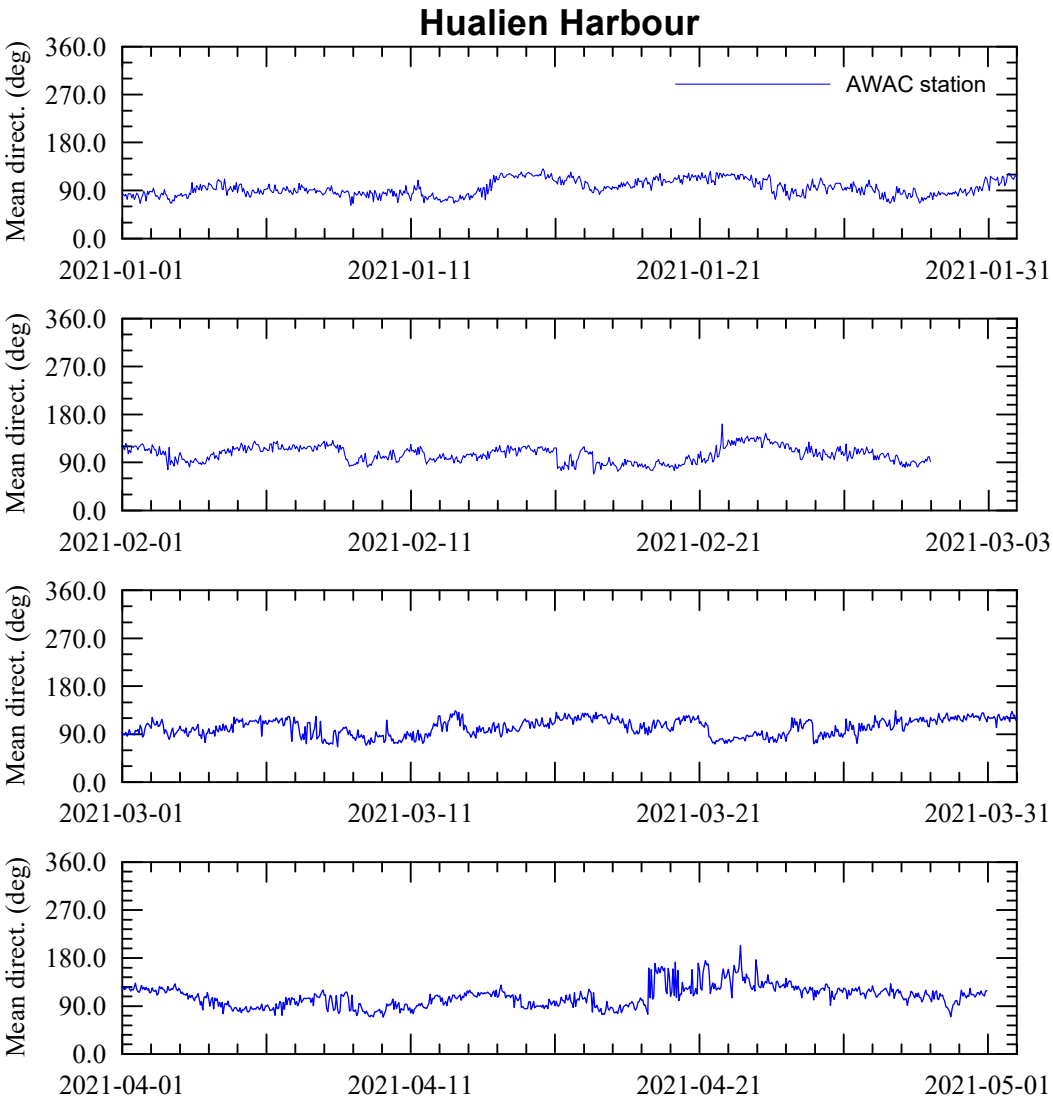
附圖 5.5 花蓮港港外海 AWAC 觀測站波浪譜峰週期之時序列圖



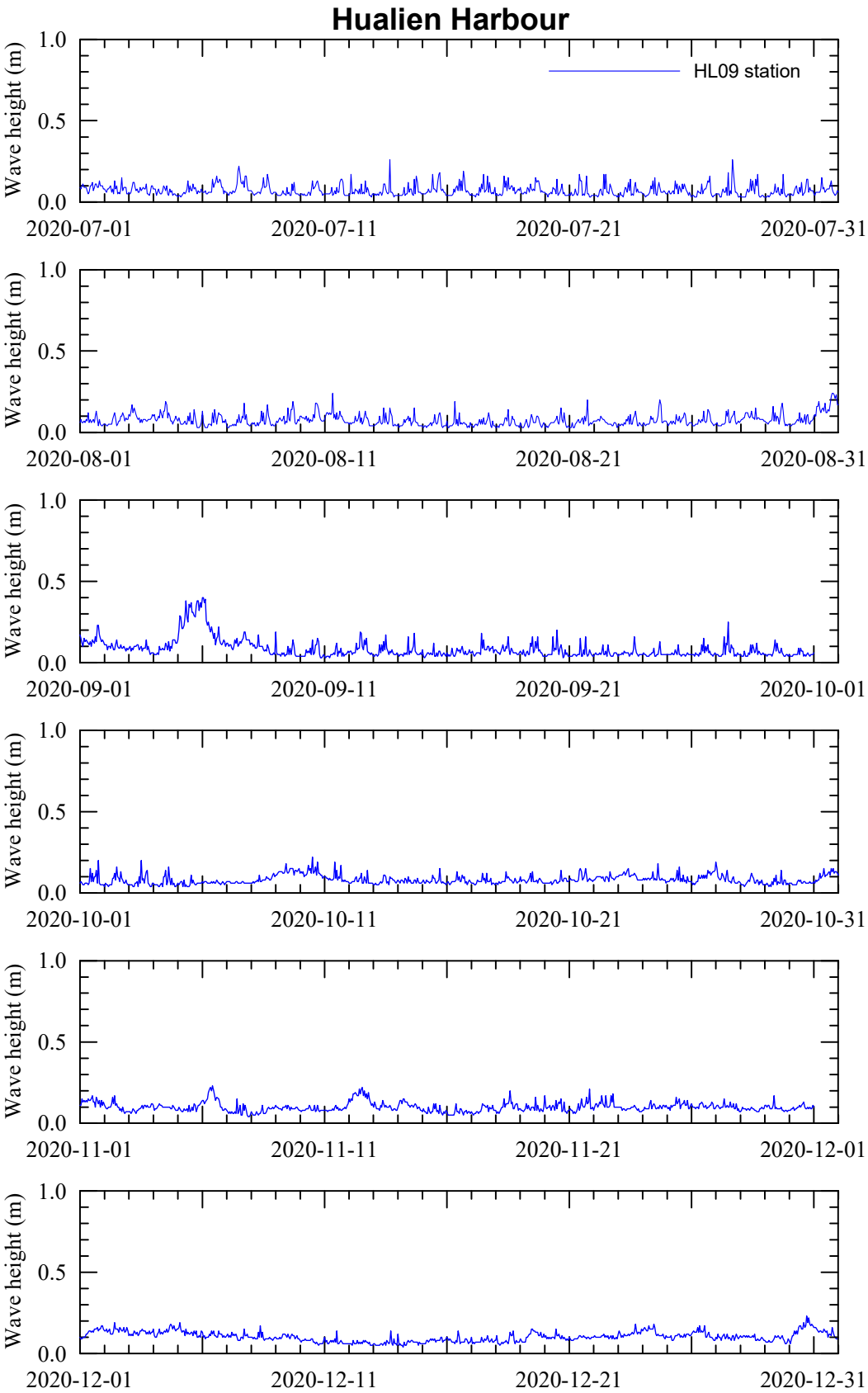
附圖 5.6 花蓮港港外海 AWAC 觀測站波浪譜峰週期之時序列圖



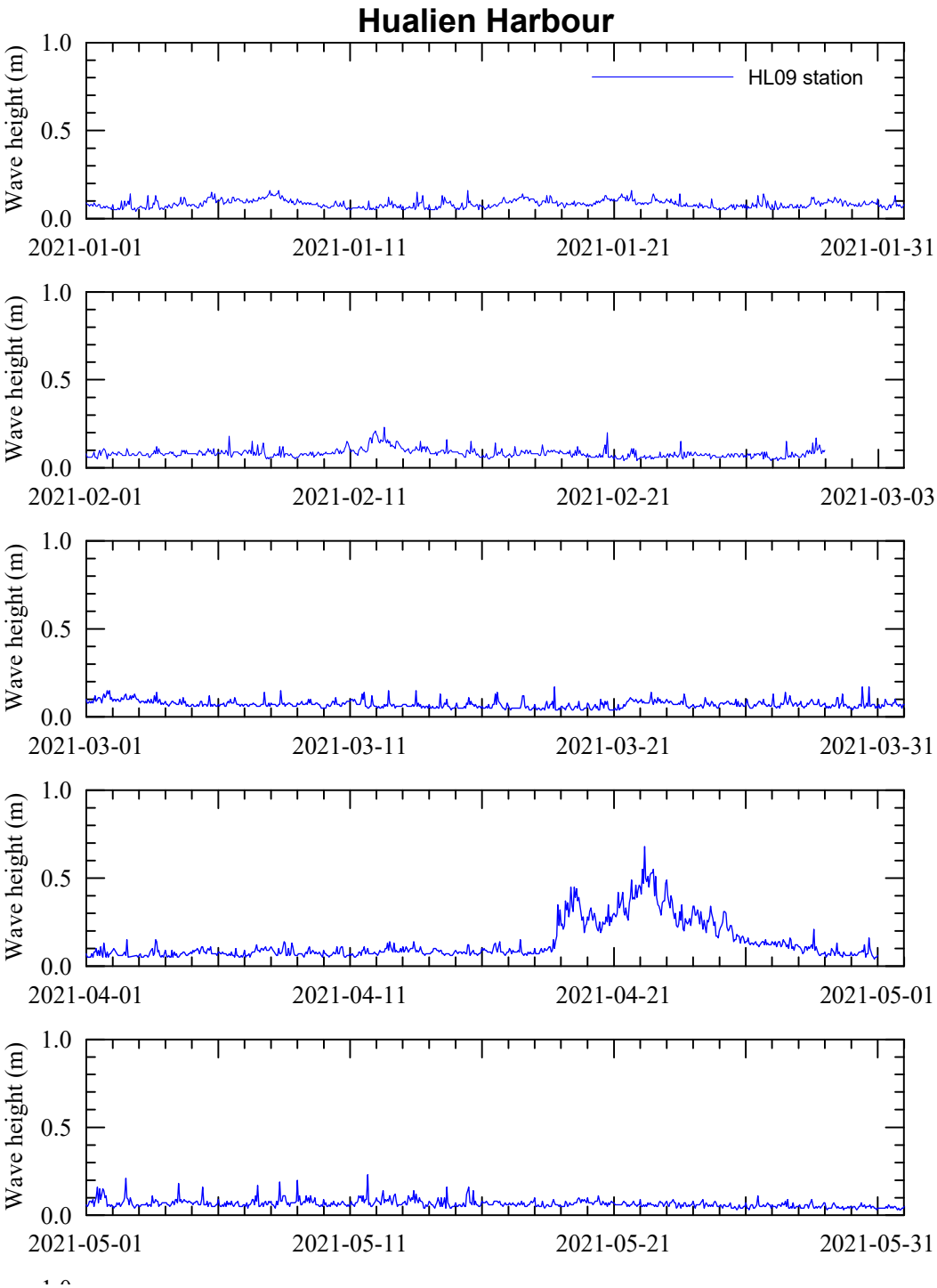
附圖 5.7 花蓮港港外海 AWAC 觀測站波浪平均波向之時序列圖



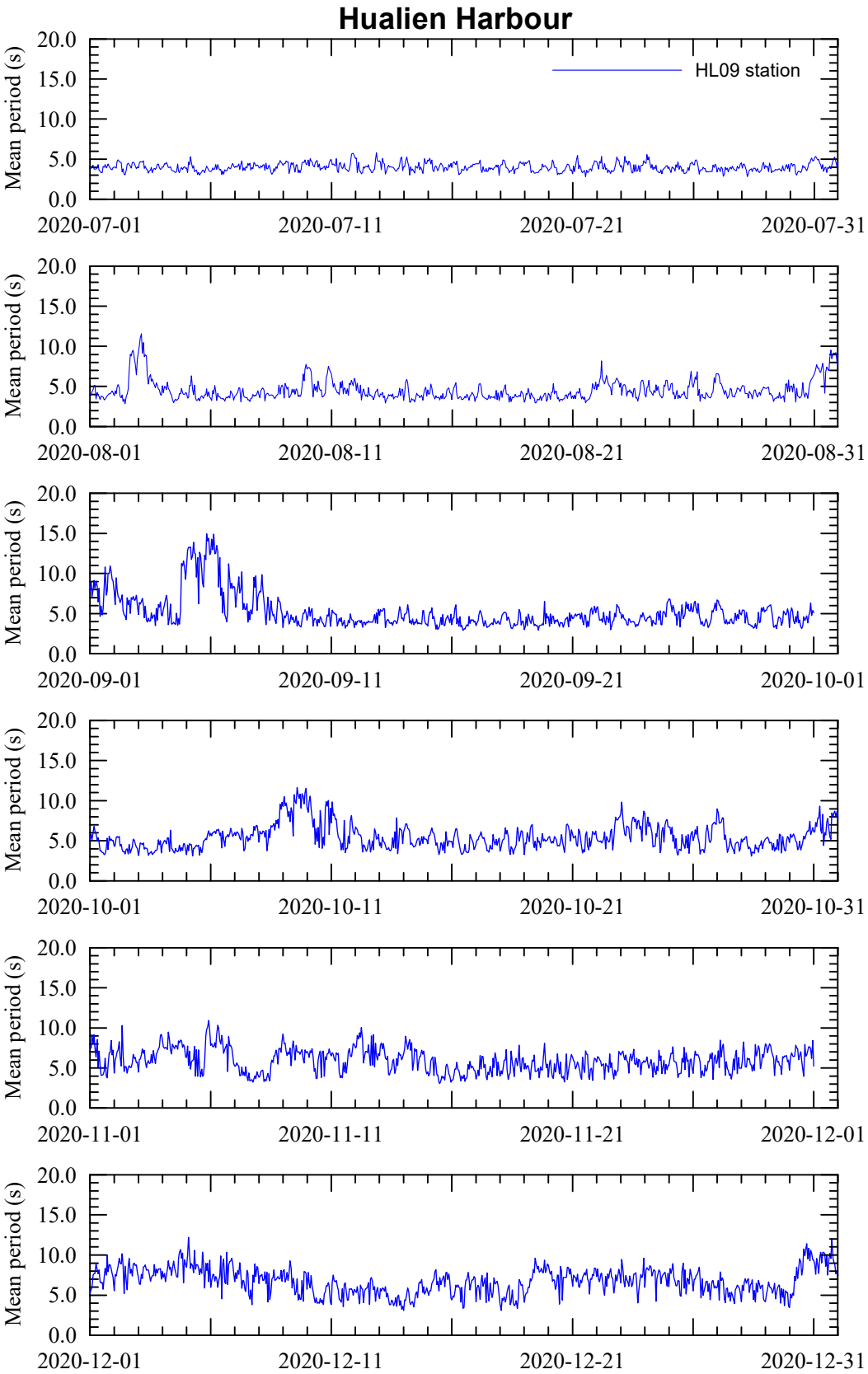
附圖 5.8 花蓮港港外海 AWAC 觀測站波浪平均波向之時序列圖



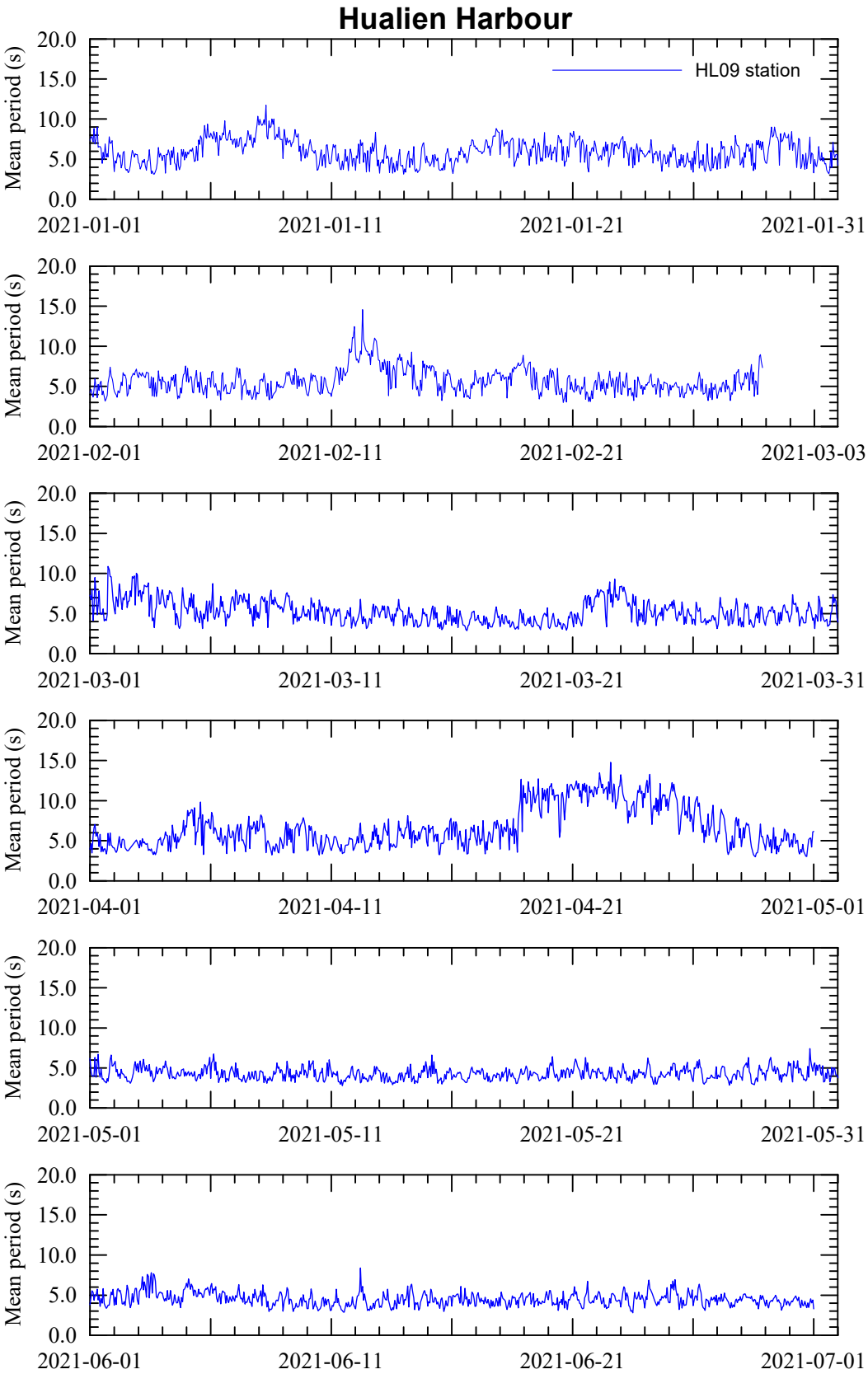
附圖 5.9 花蓮港內港區波浪觀測站波浪示性波高之時序列圖



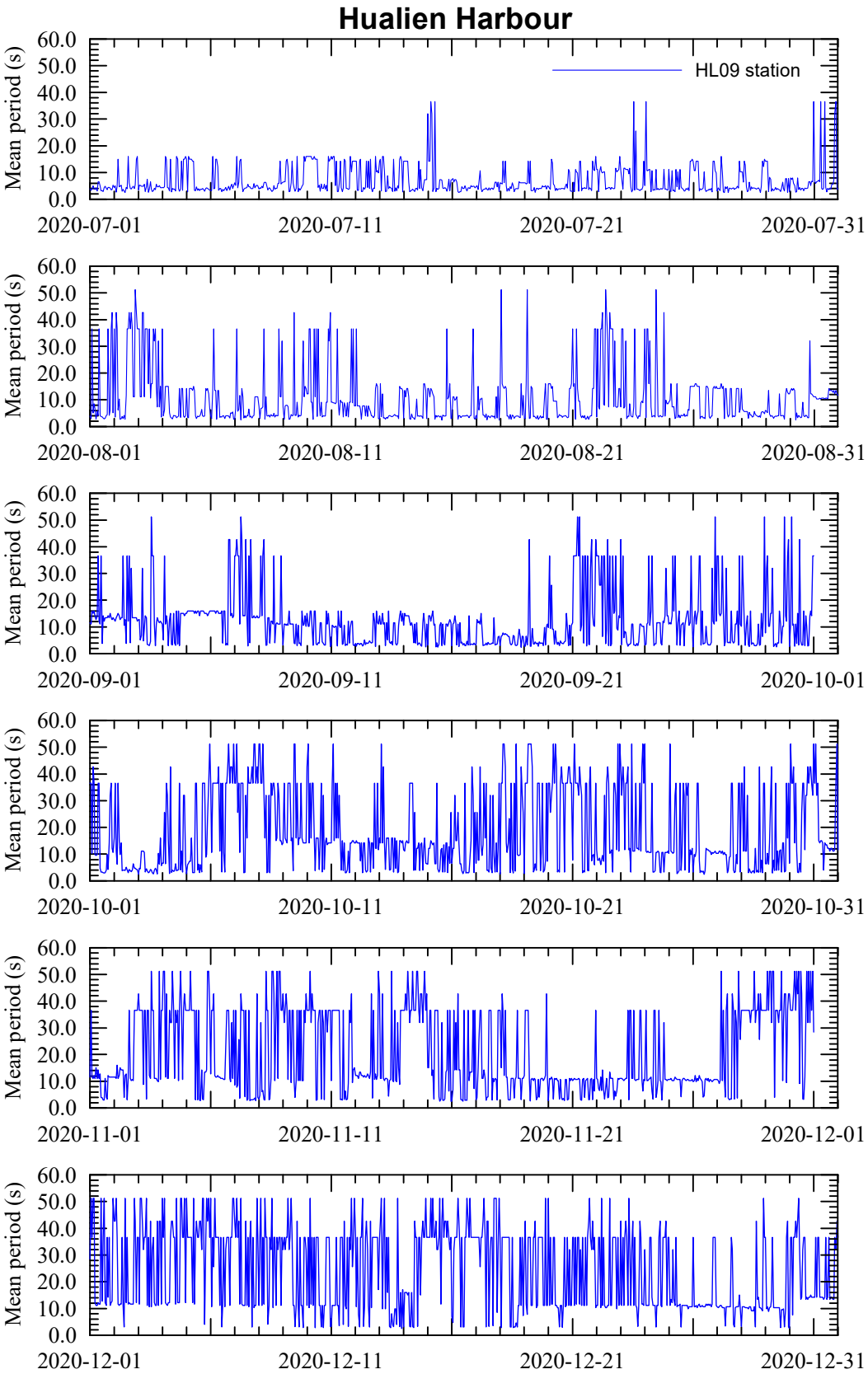
附圖 5.10 花蓮港內港區波浪觀測站波浪示性波高之時序列圖



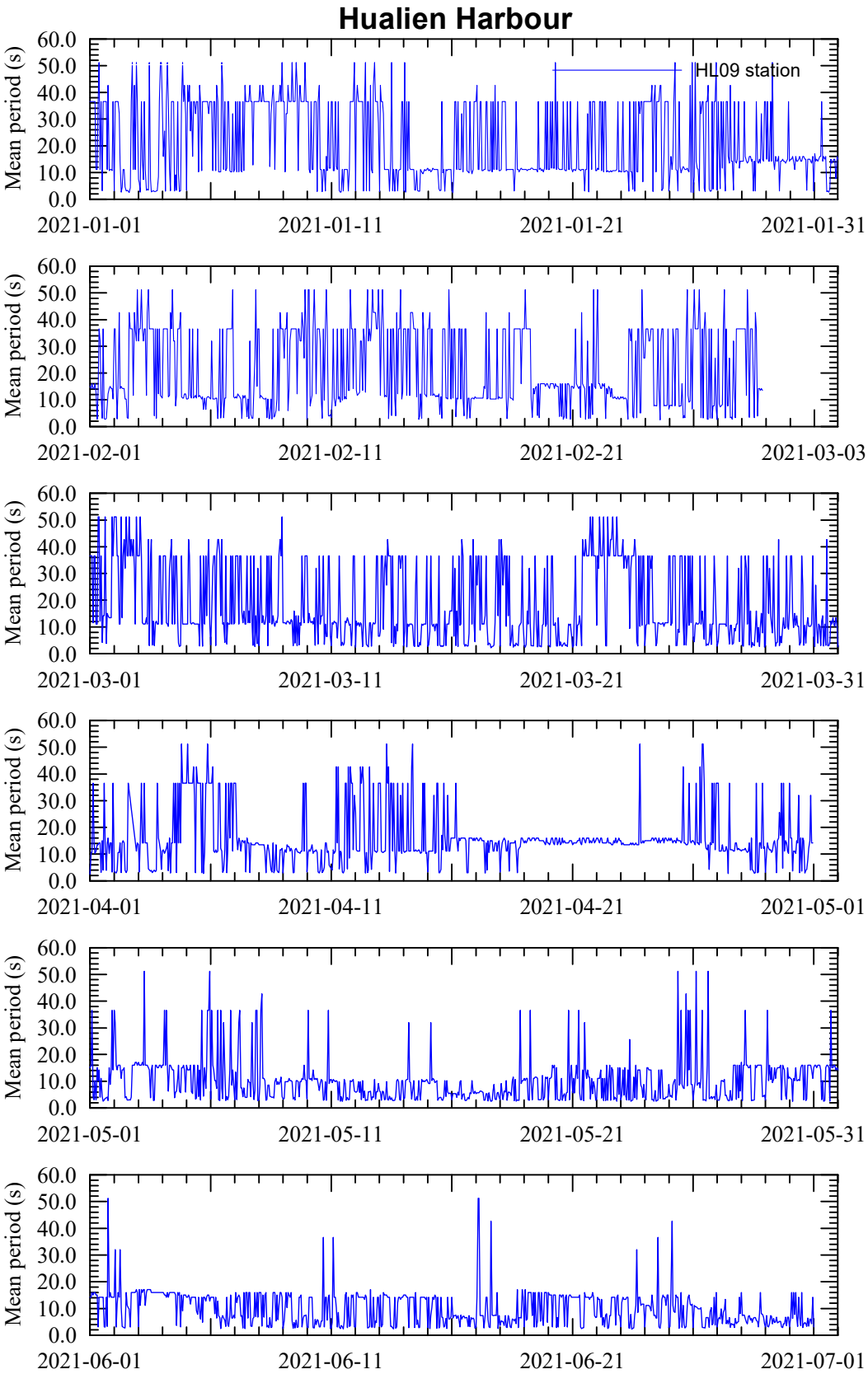
附圖 5.11 花蓮港內港區波浪觀測站波浪平均週期之時序列圖



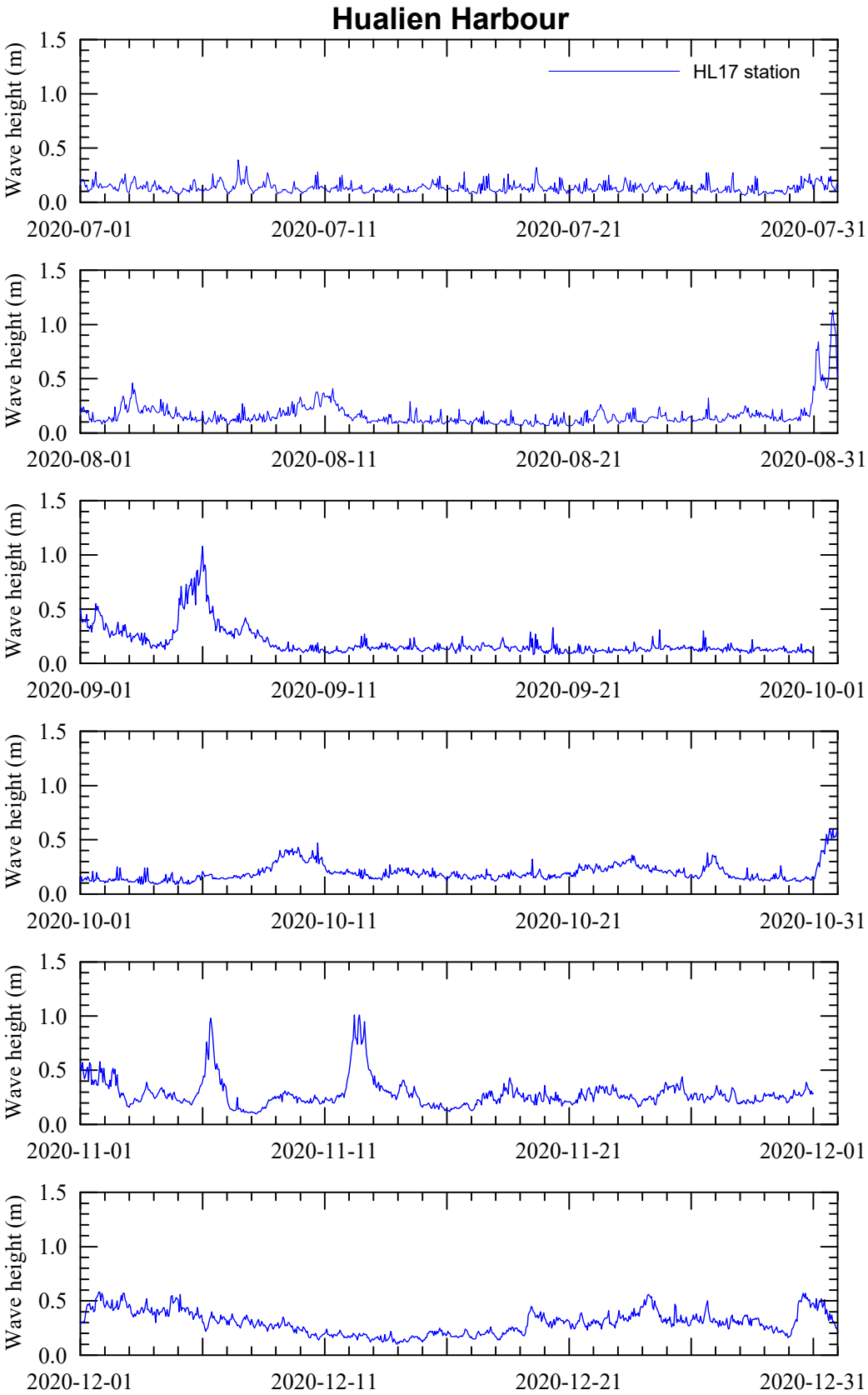
附圖 5.12 花蓮港內港區波浪觀測站波浪平均週期之時序列圖



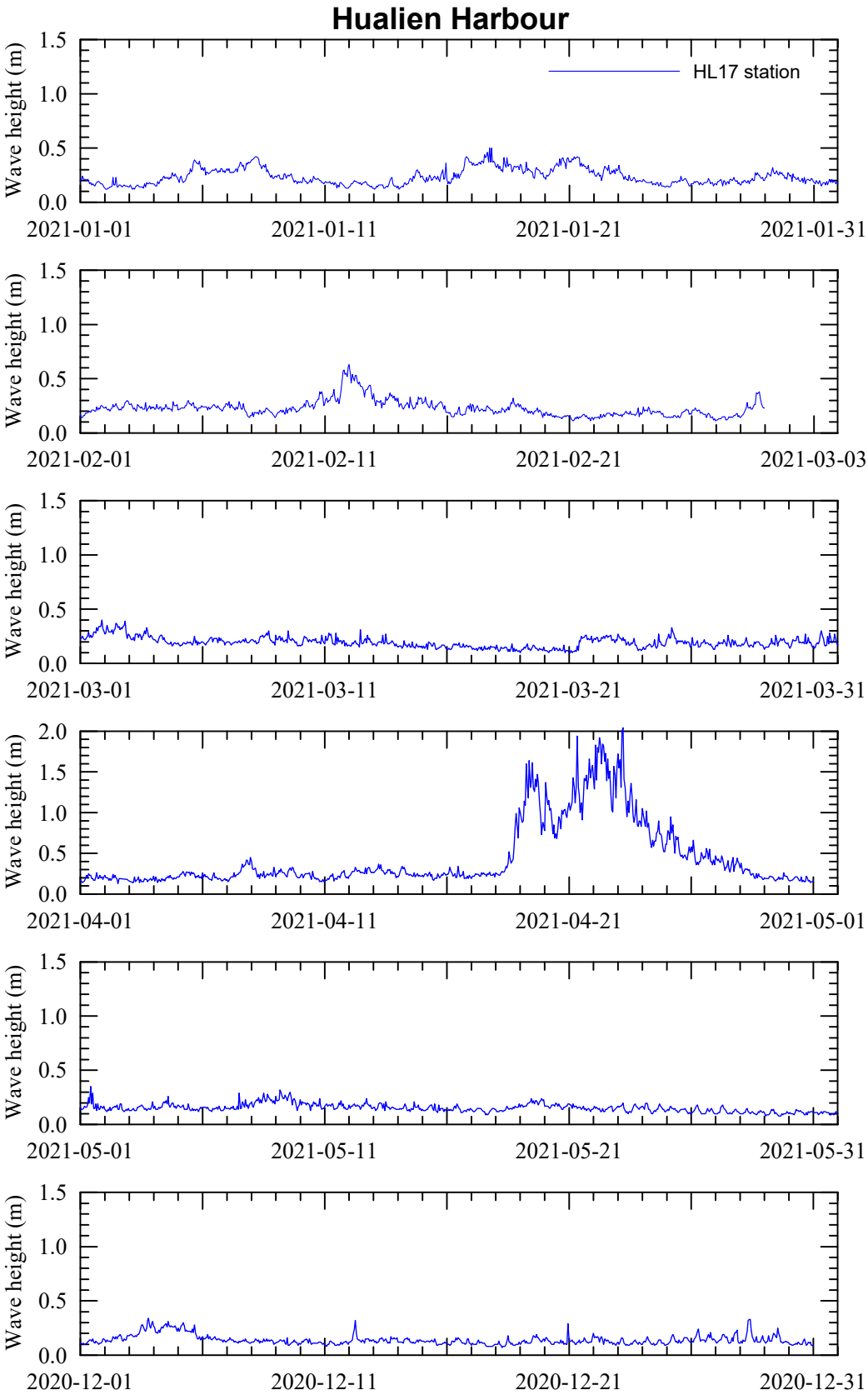
附圖 5.13 花蓮港內港區波浪觀測站波浪譜峰週期之時序列圖



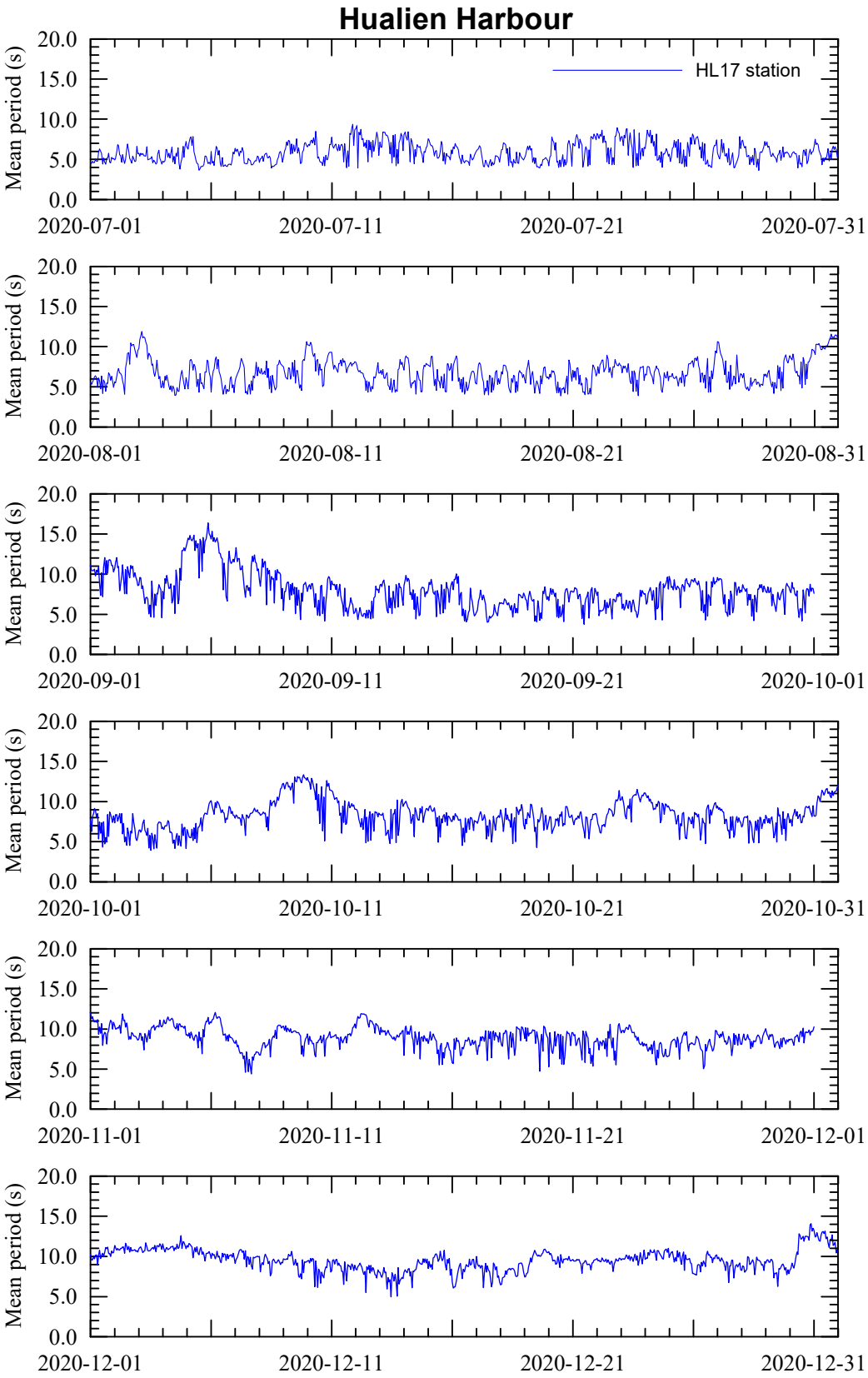
附圖 5.14 花蓮港內港區波浪觀測站波浪譜峰週期之時序列圖



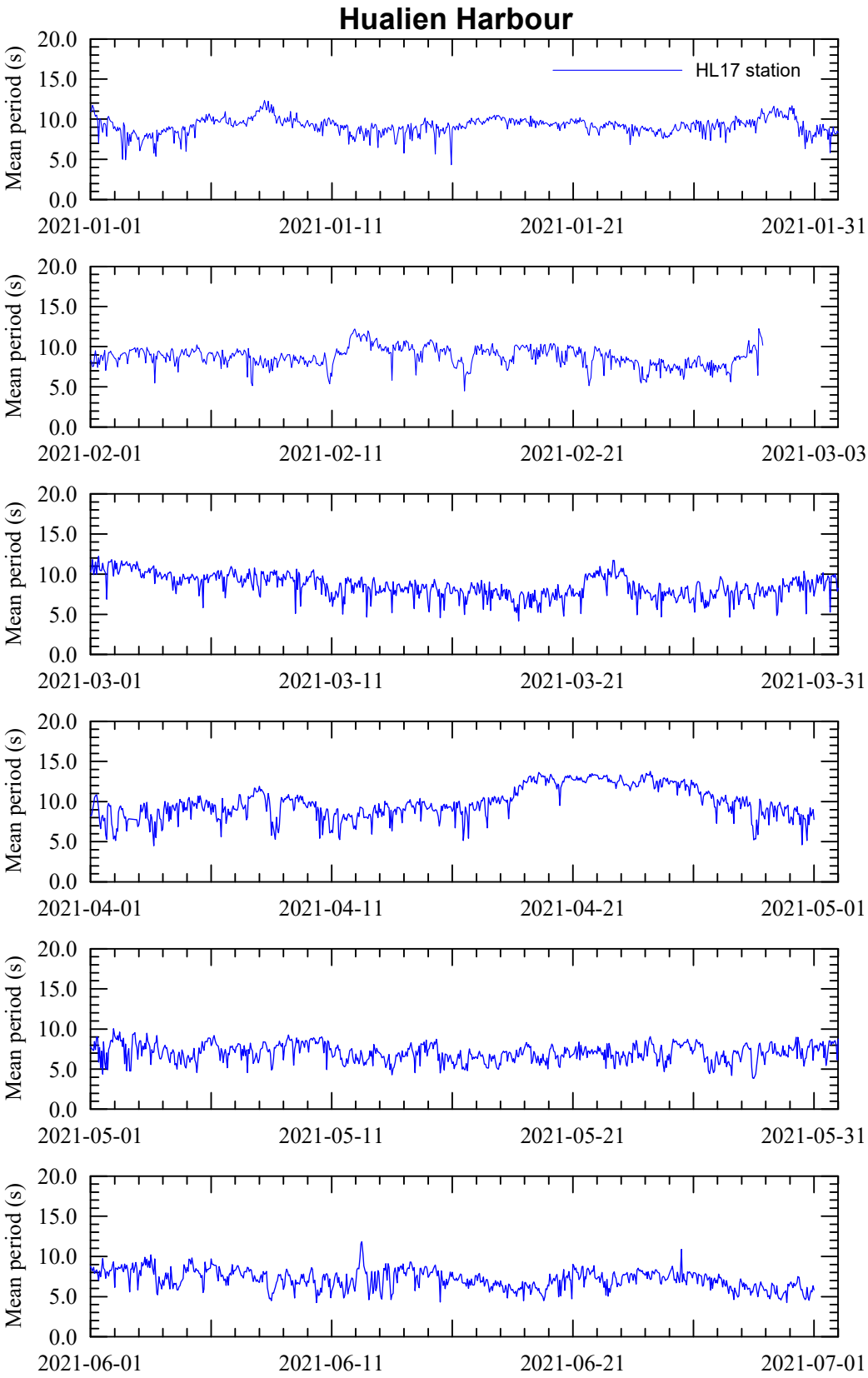
附圖 5.15 花蓮港外港區波浪觀測站波浪示性波高之時序列圖



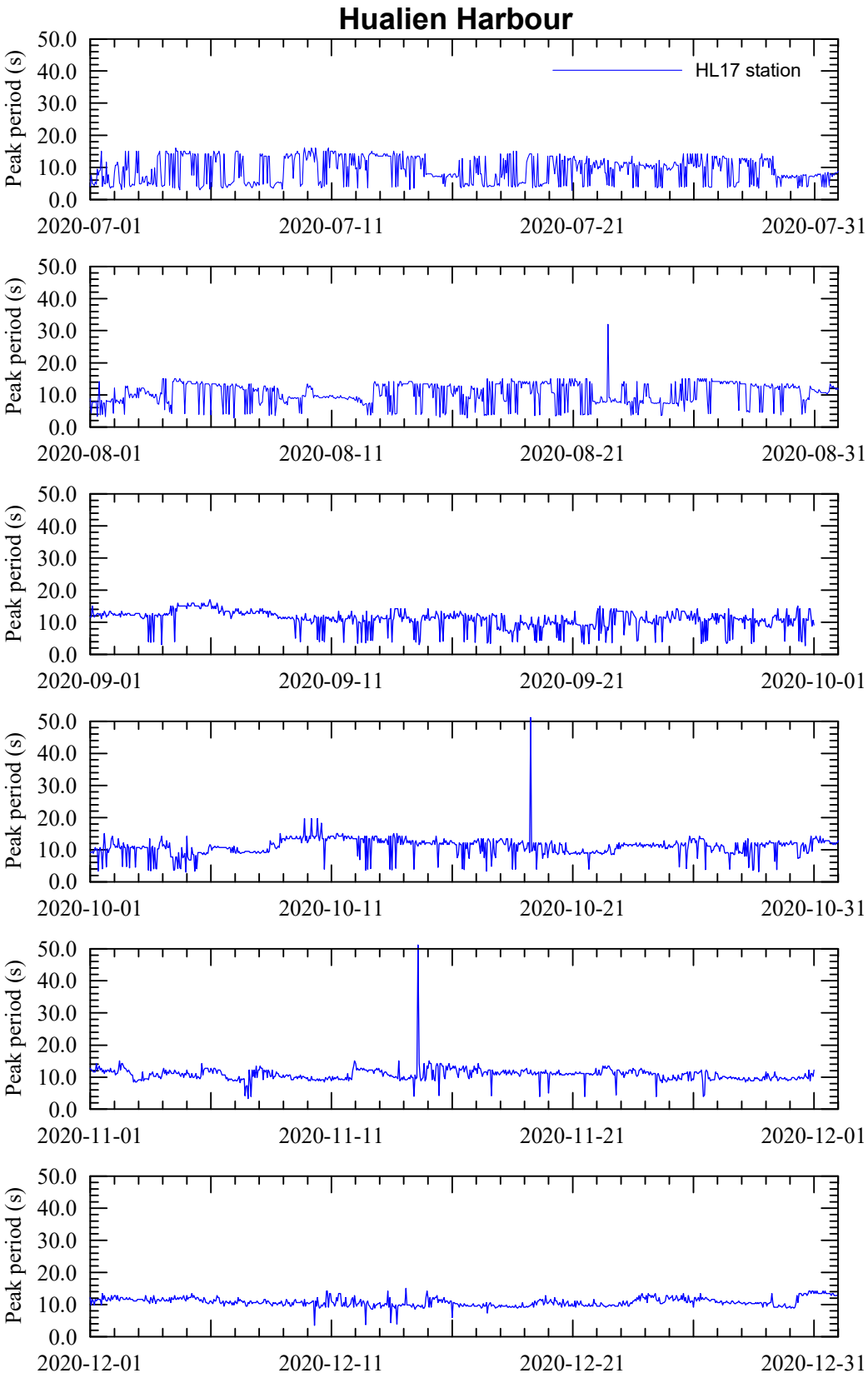
附圖 5.16 花蓮港外港區波浪觀測站波浪示性波高之時序列圖



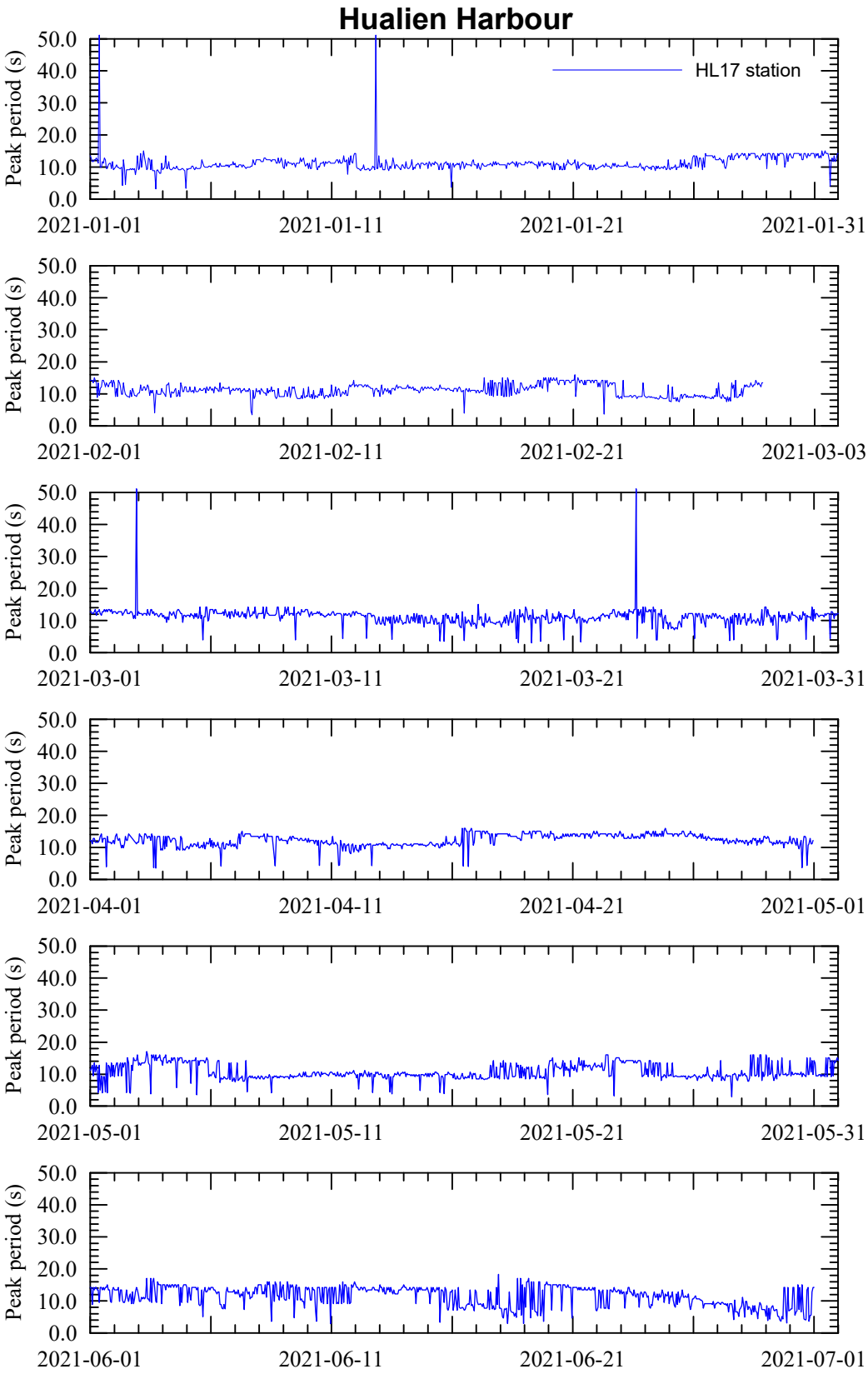
附圖 5.17 花蓮港外港區波浪觀測站波浪平均週期之時序列圖



附圖 5.18 花蓮港外港區波浪觀測站波浪平均週期之時序列圖

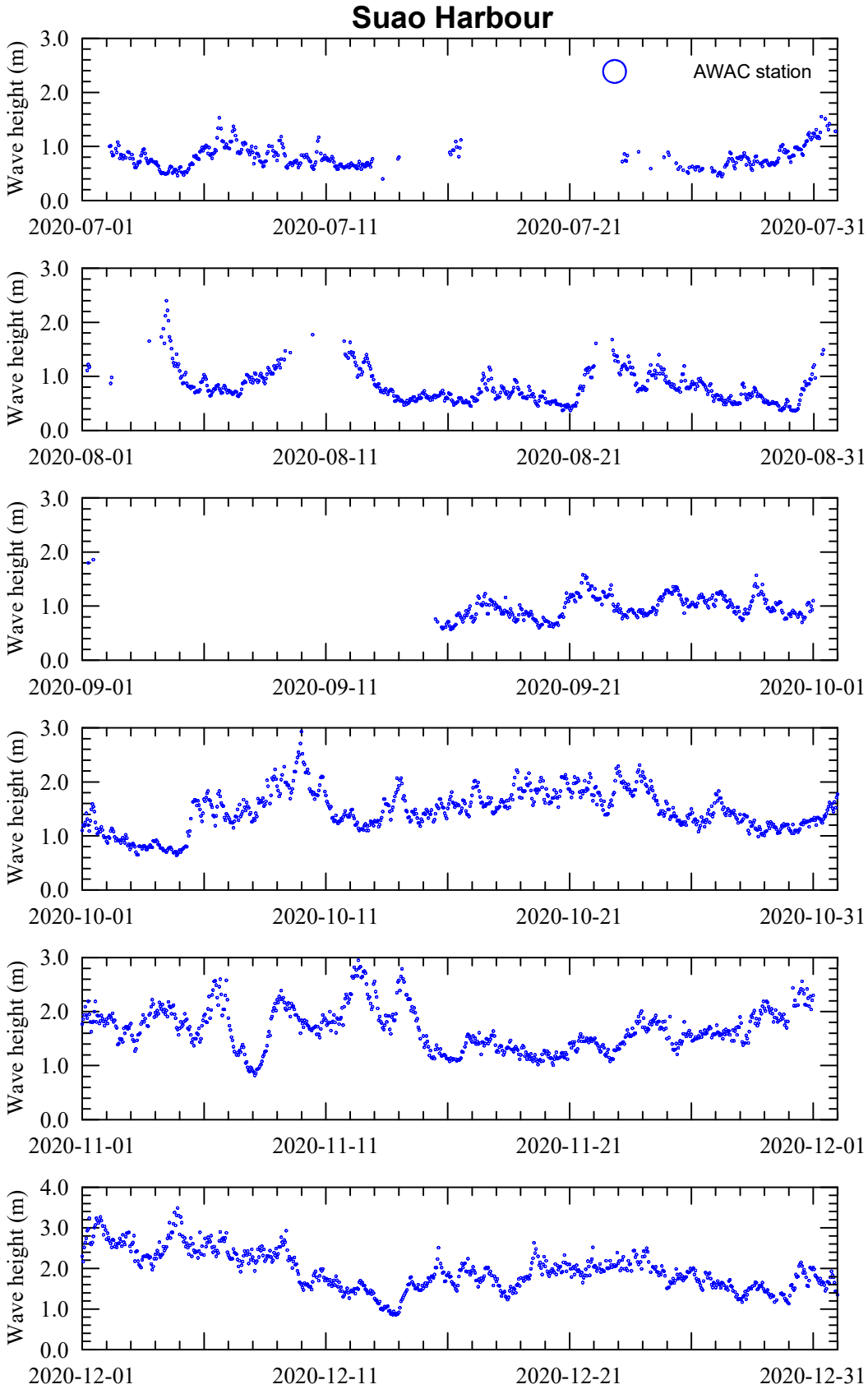


附圖 5.19 花蓮港外港區波浪觀測站波浪譜峰週期之時序列圖

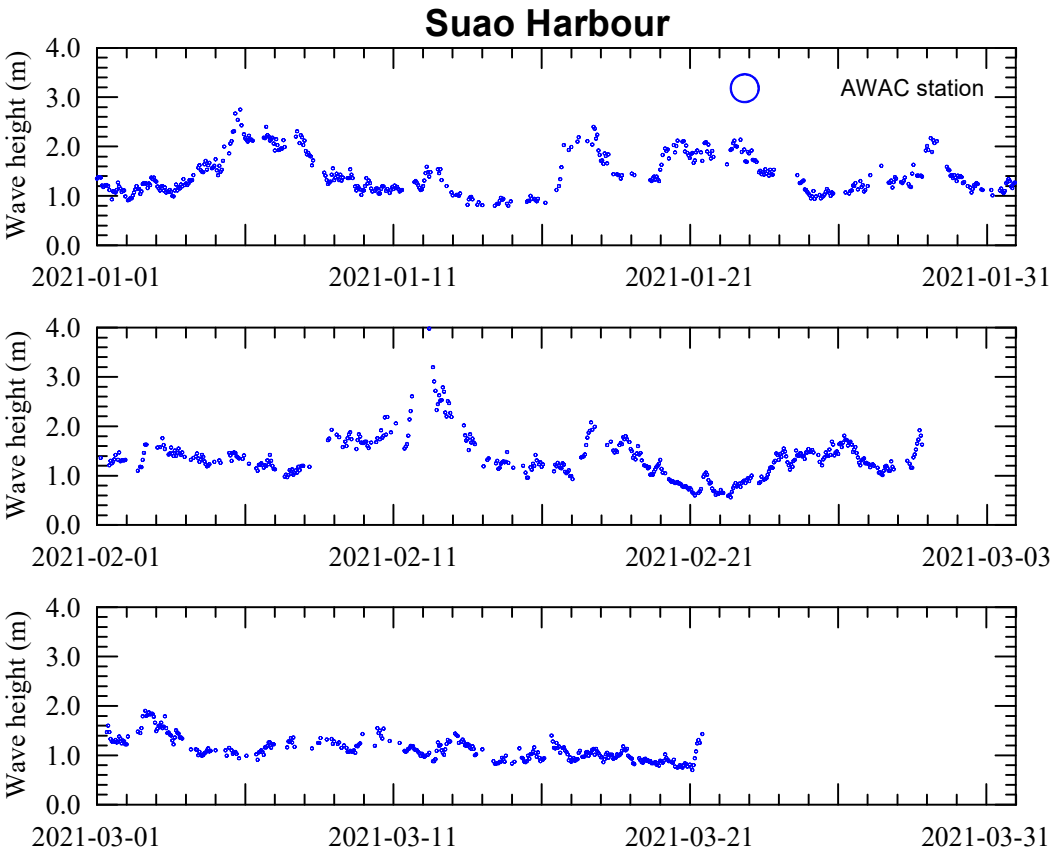


附圖 5.20 花蓮港外港區波浪觀測站波浪譜峰週期之時序列圖

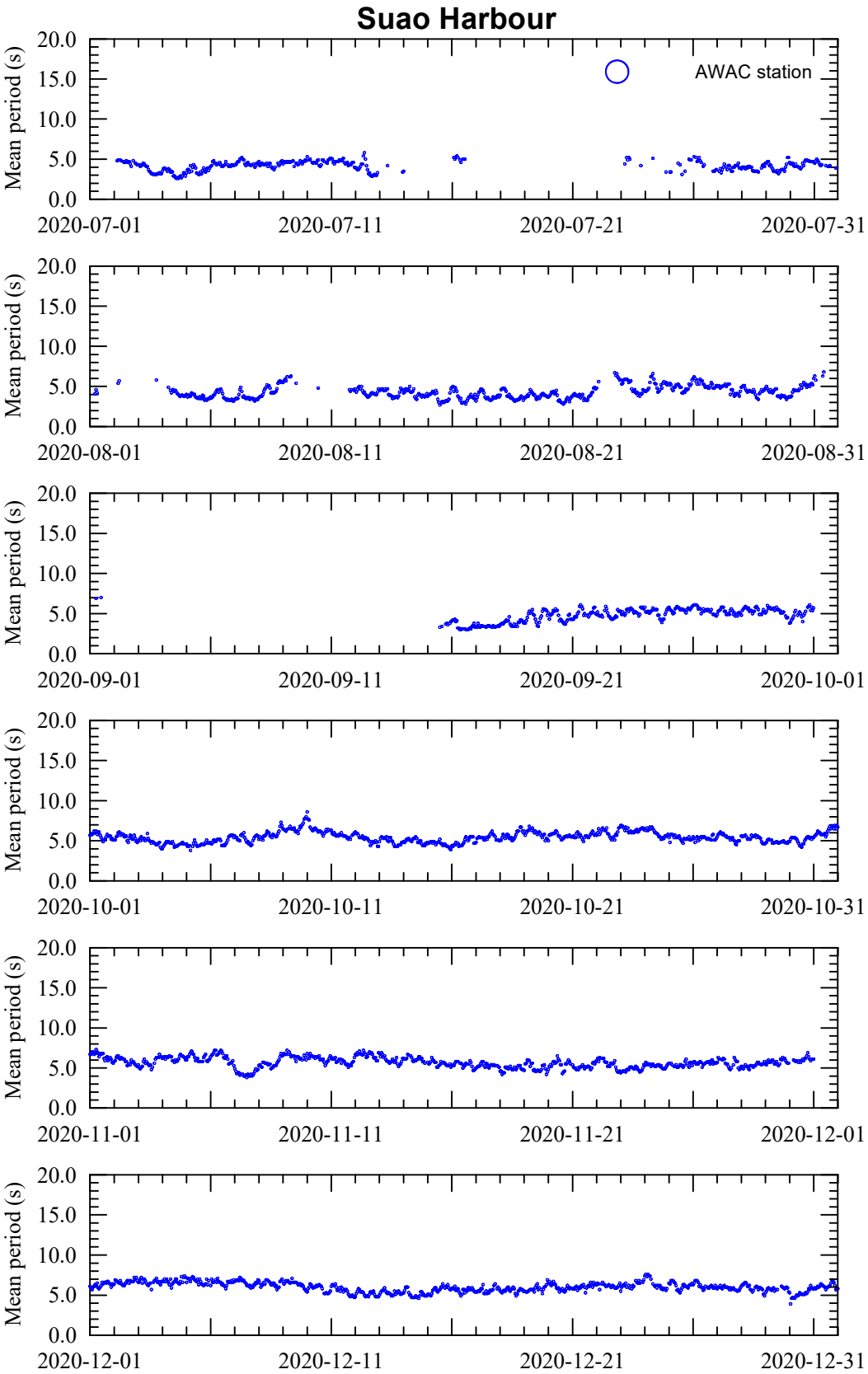
附錄 5.2 蘇澳港波浪觀測資料歷線圖



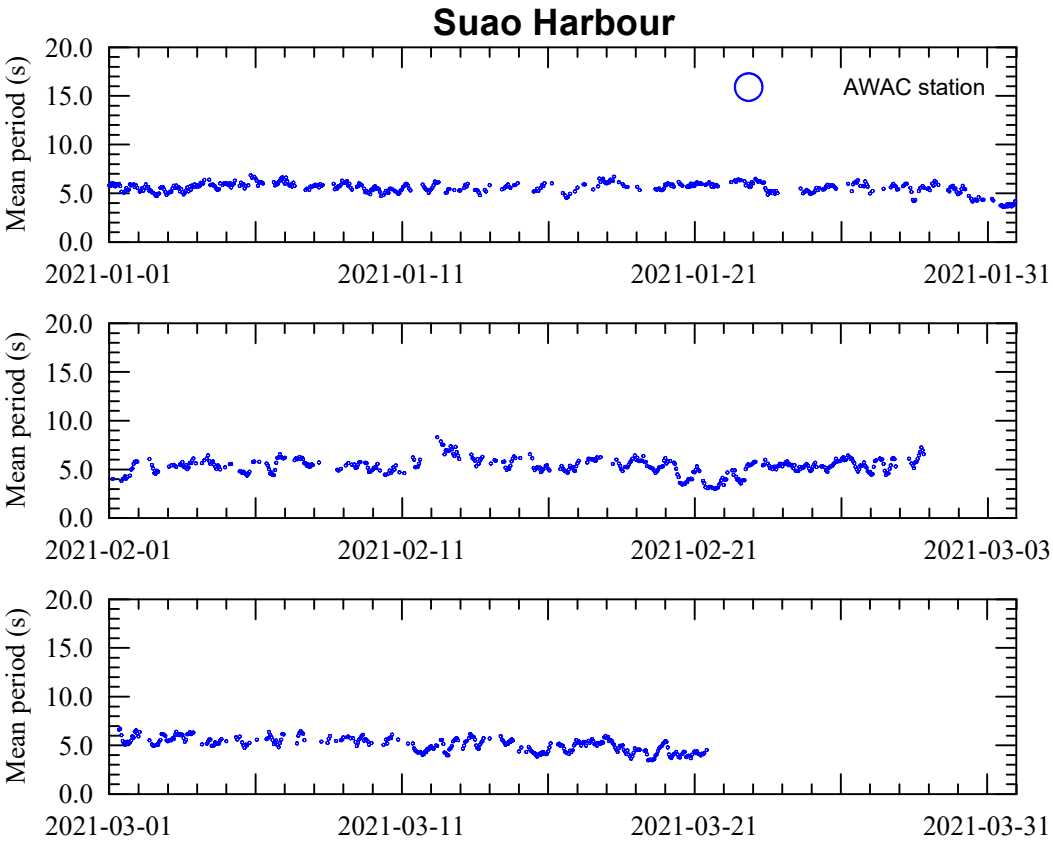
附圖 5.21 蘇澳港港外海 AWAC 觀測站波浪示性波高之時序列圖



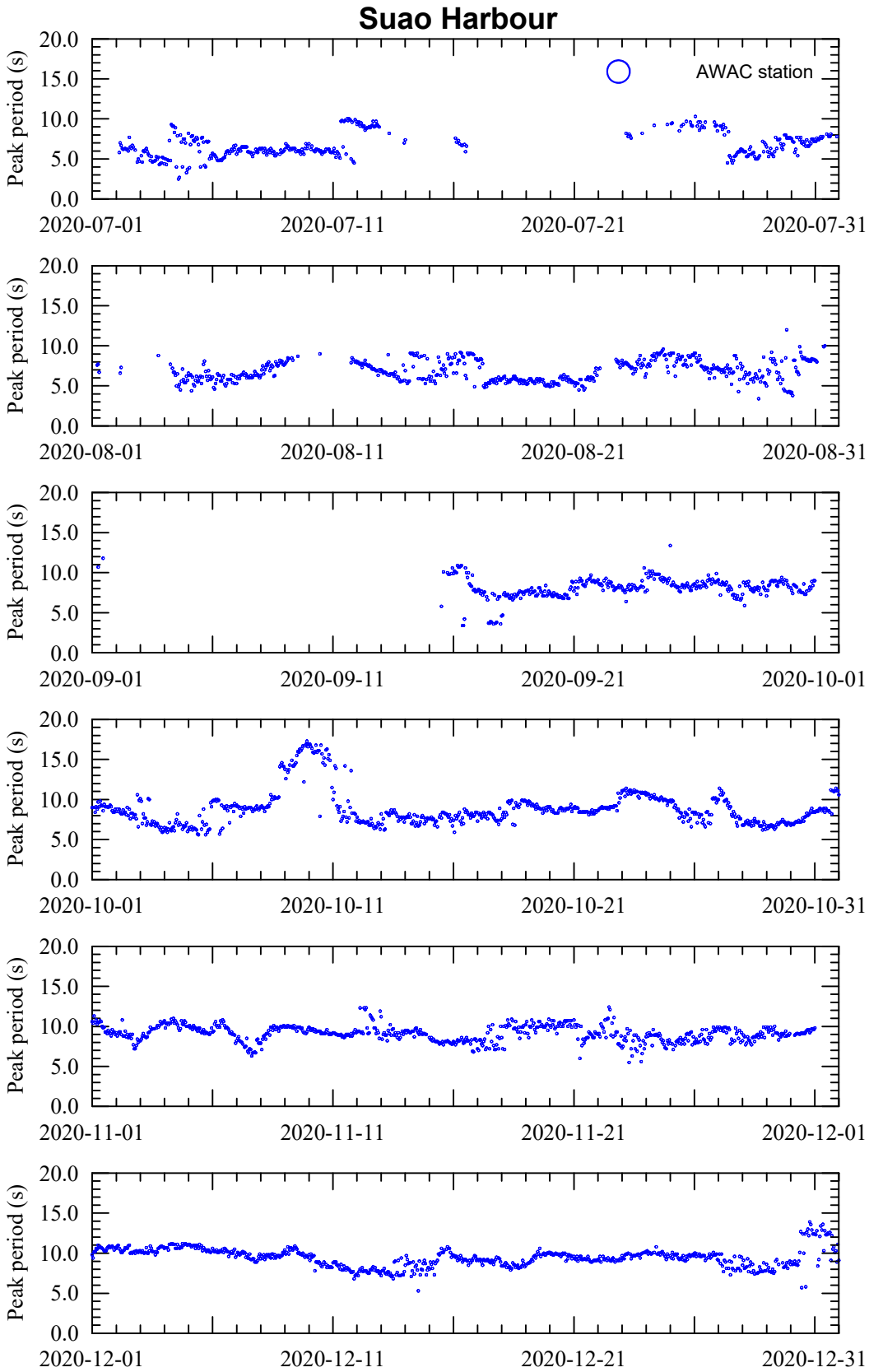
附圖 5.22 蘇澳港港外海 AWAC 觀測站波浪示性波高之時序列圖



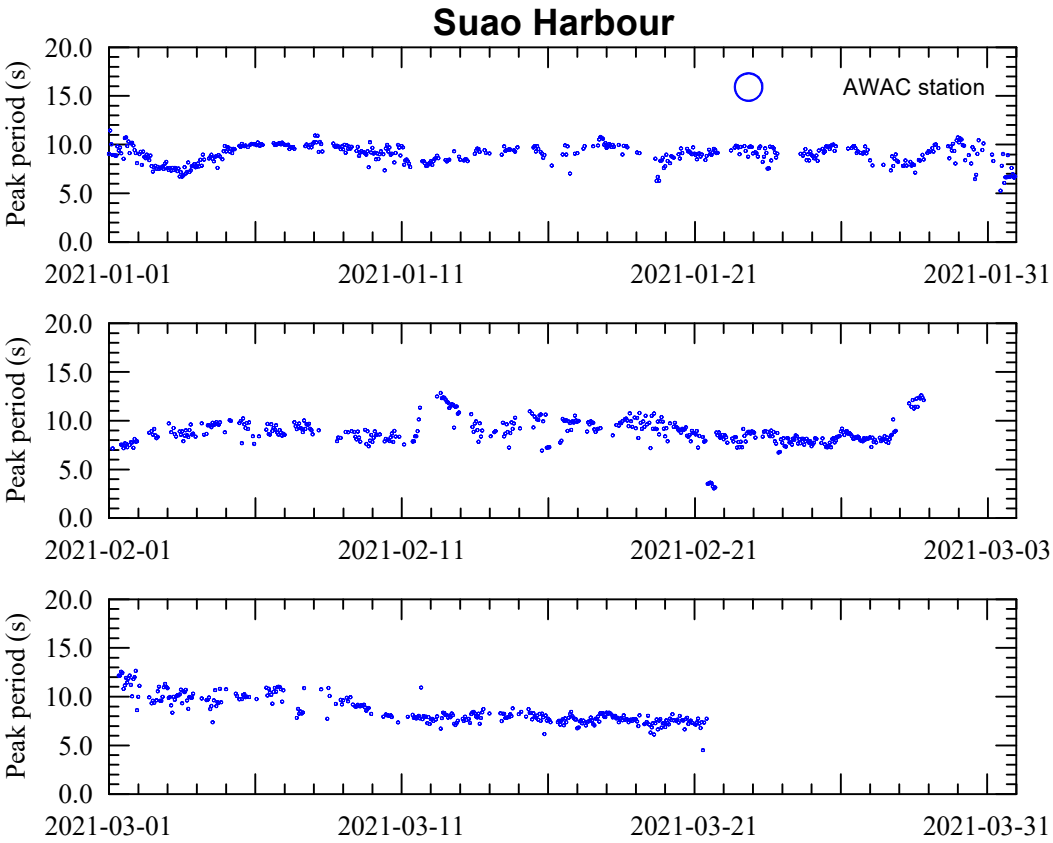
附圖 5.23 蘇澳港港外海 AWAC 觀測站波浪平均週期之時序列圖



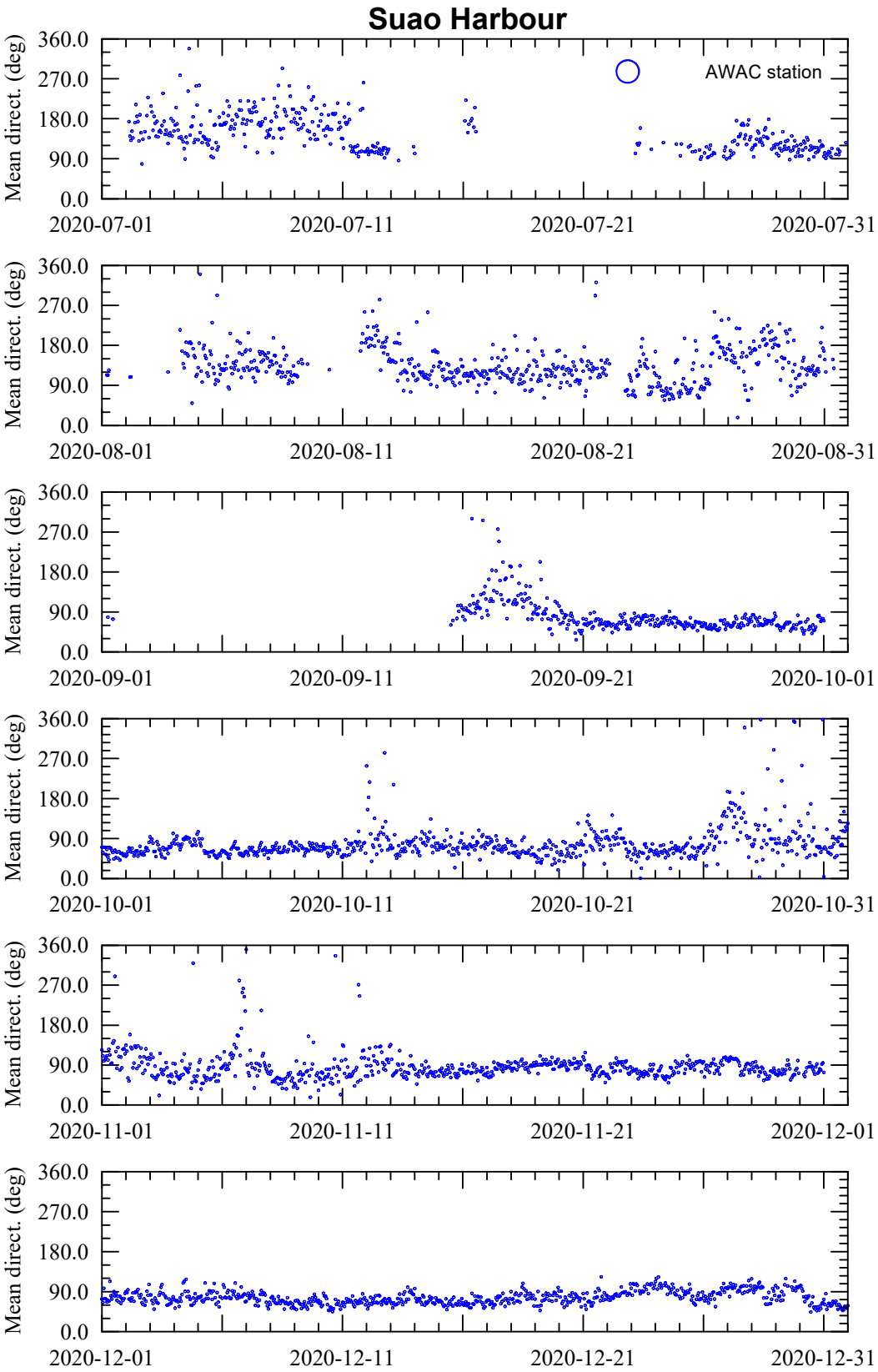
附圖 5.24 蘇澳港港外海 AWAC 觀測站(SAA)波浪平均週期之時序列圖



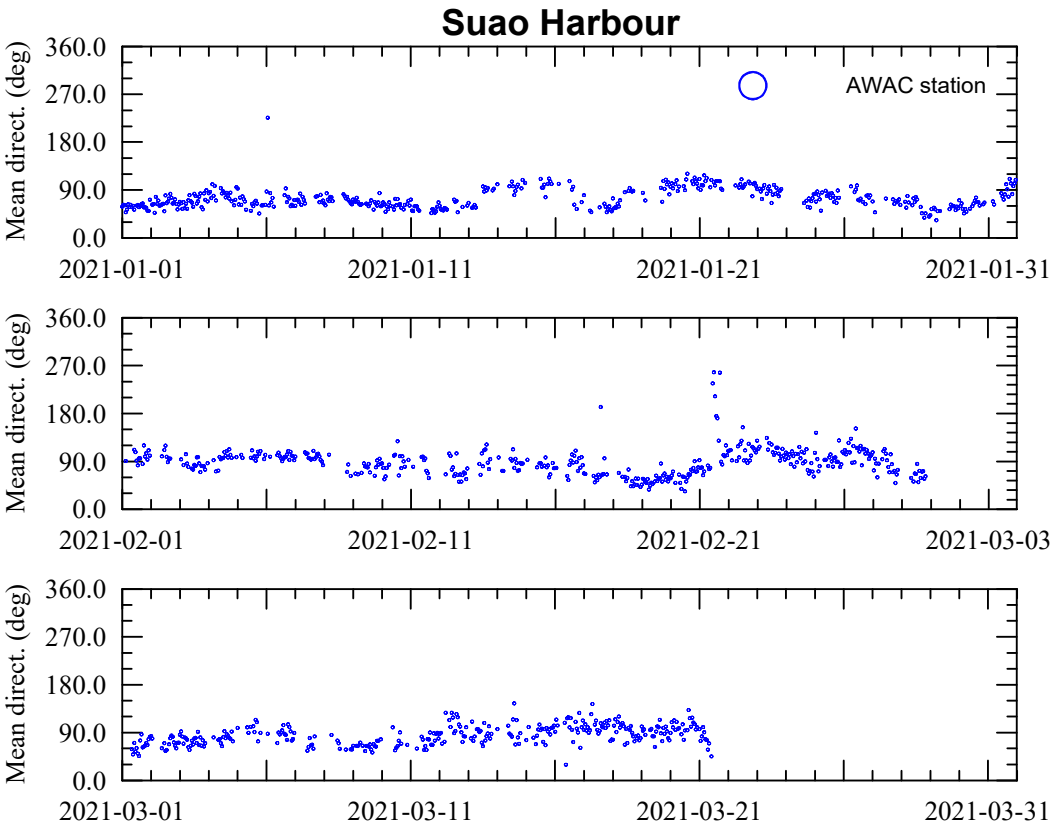
附圖 5.25 蘇澳港港外海 AWAC 觀測站波浪譜峰週期之時序列圖



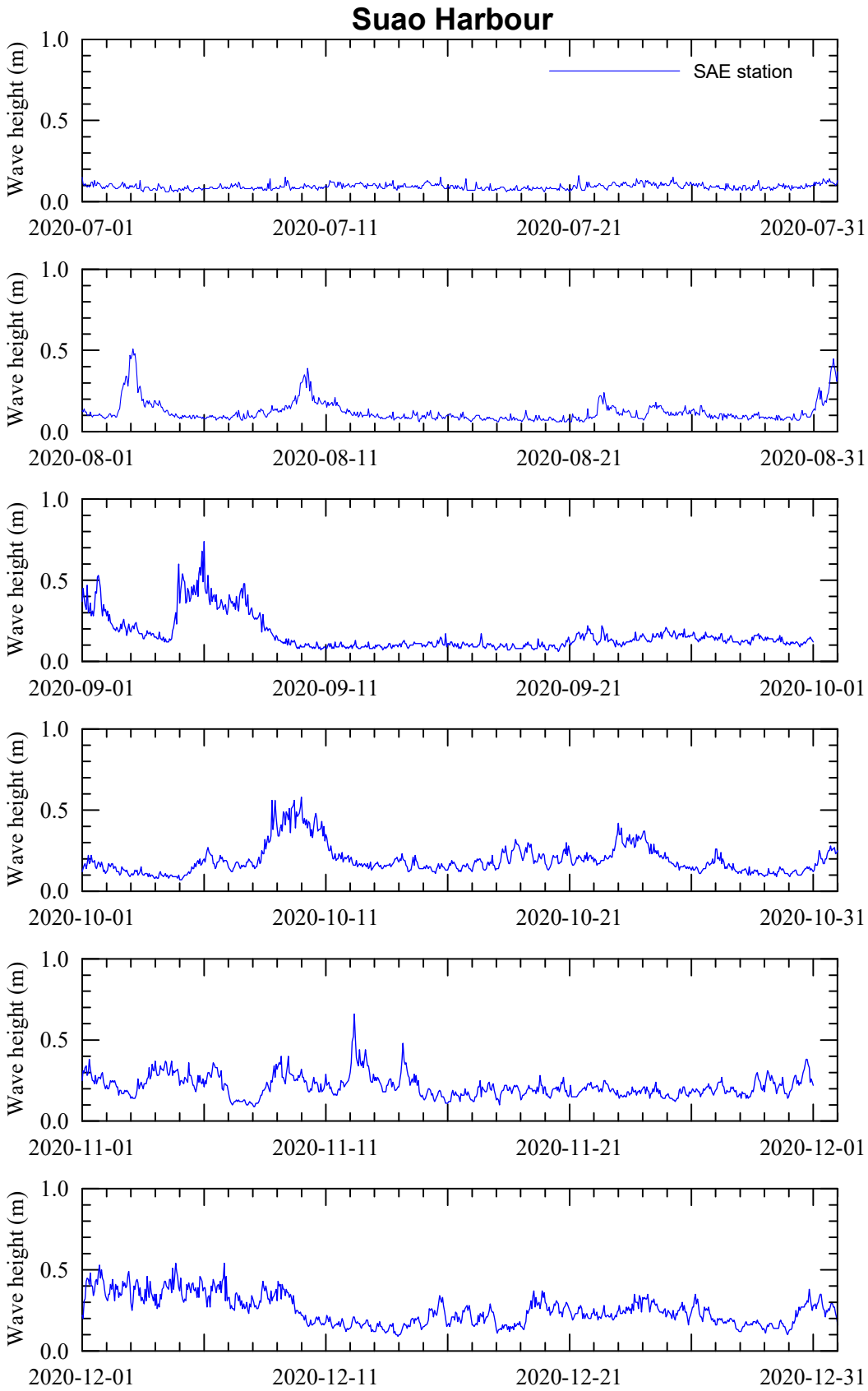
附圖 5.26 蘇澳港港外海 AWAC 觀測站波浪譜峰週期之時序列圖



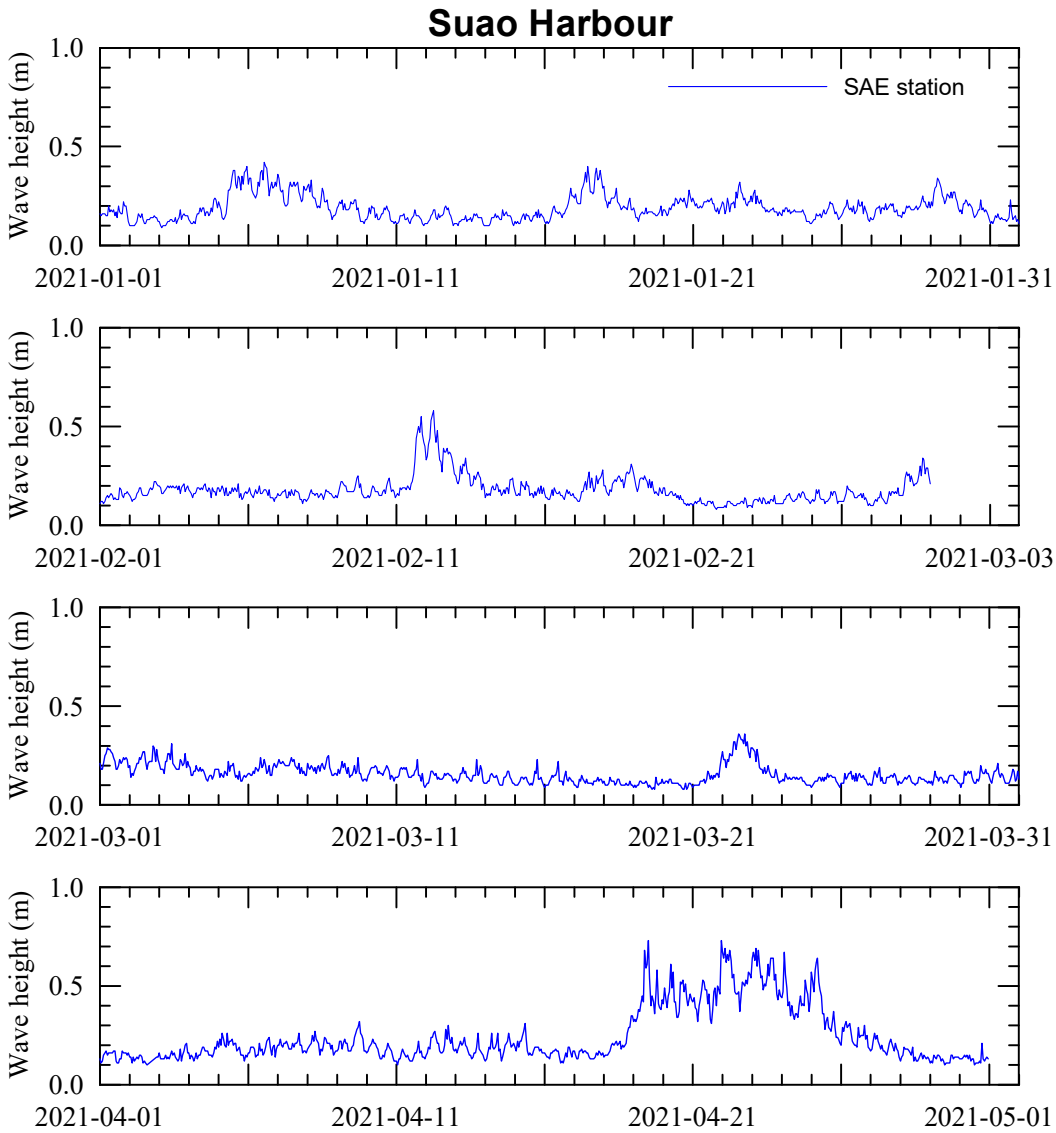
附圖 5.27 蘇澳港港外海 AWAC 觀測站波浪平均波向之時序列圖



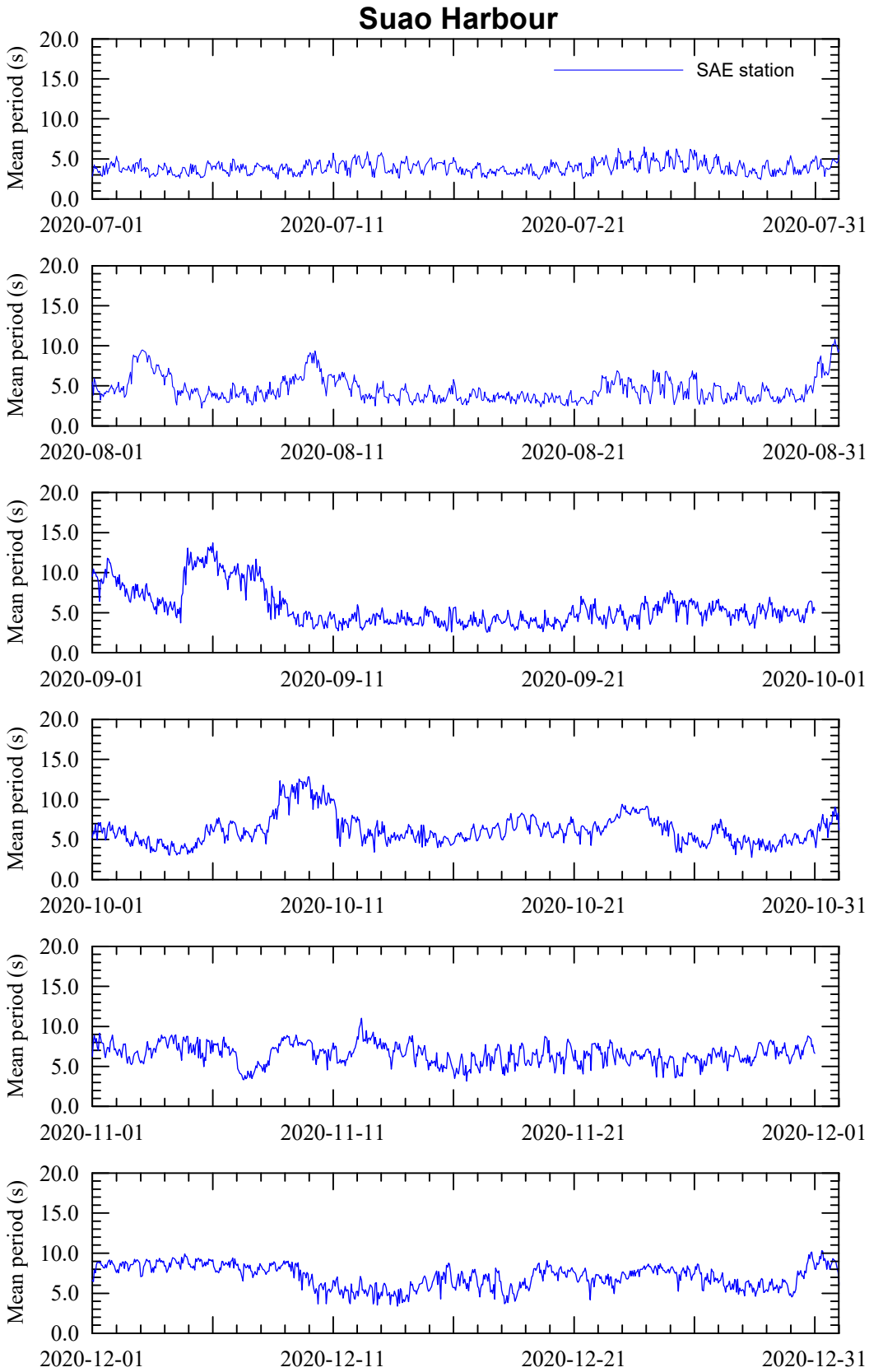
附圖 5.28 蘇澳港港外海 AWAC 觀測站波浪平均波向之時序列圖



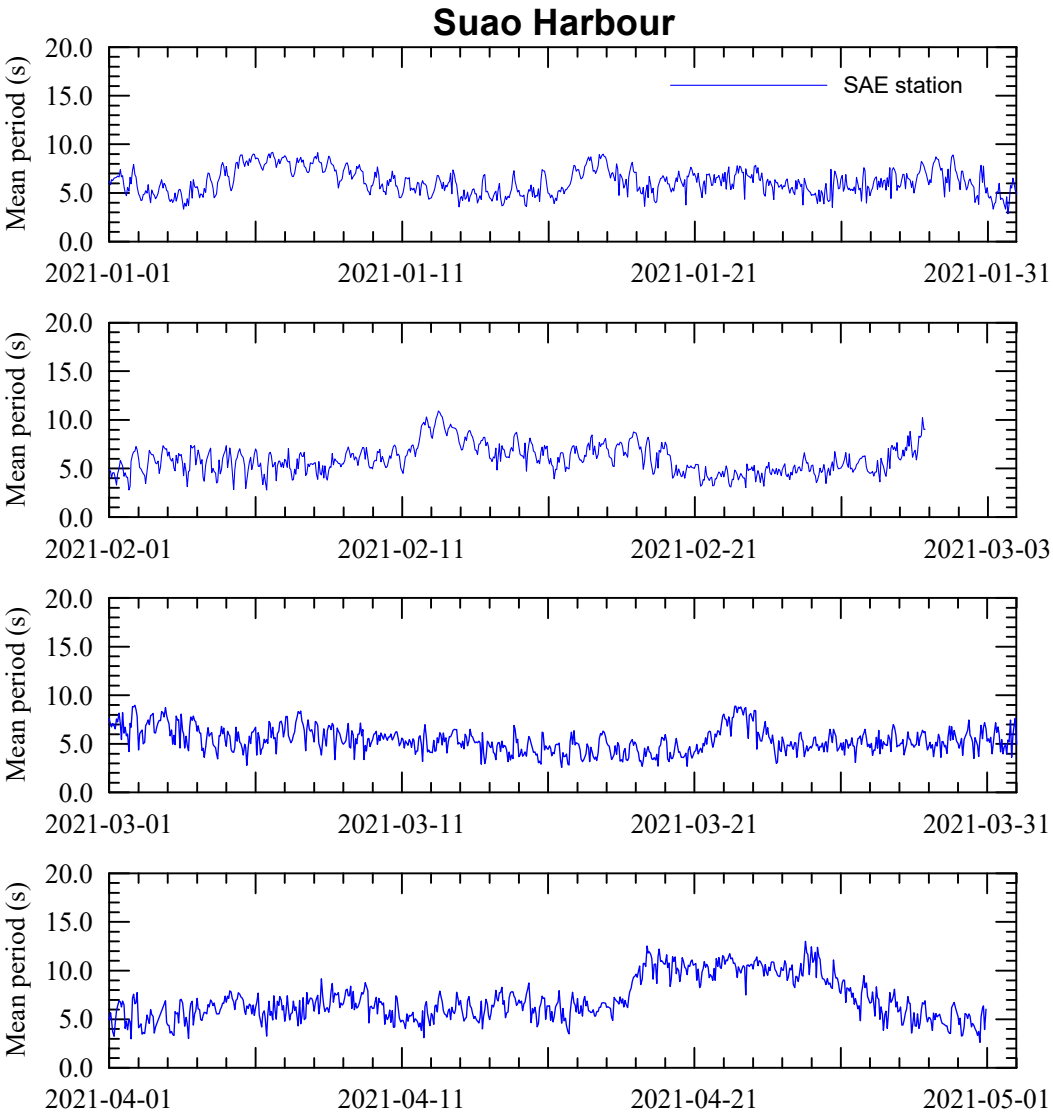
附圖 5.29 蘇澳港貯木區波浪測站波浪示性波高之時序列圖



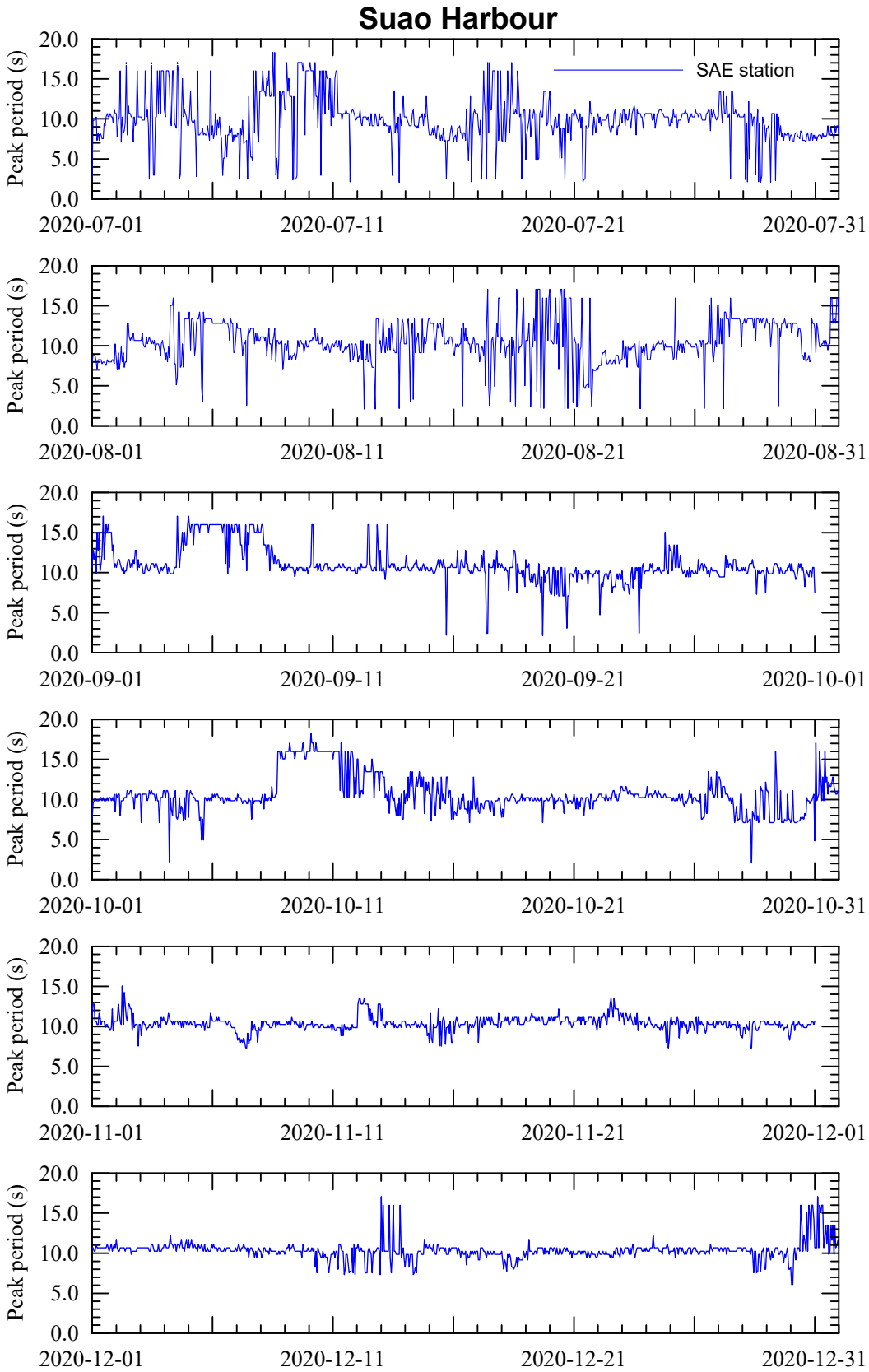
附圖 5.30 蘇澳港貯木區波浪測站波浪示性波高之時序列圖



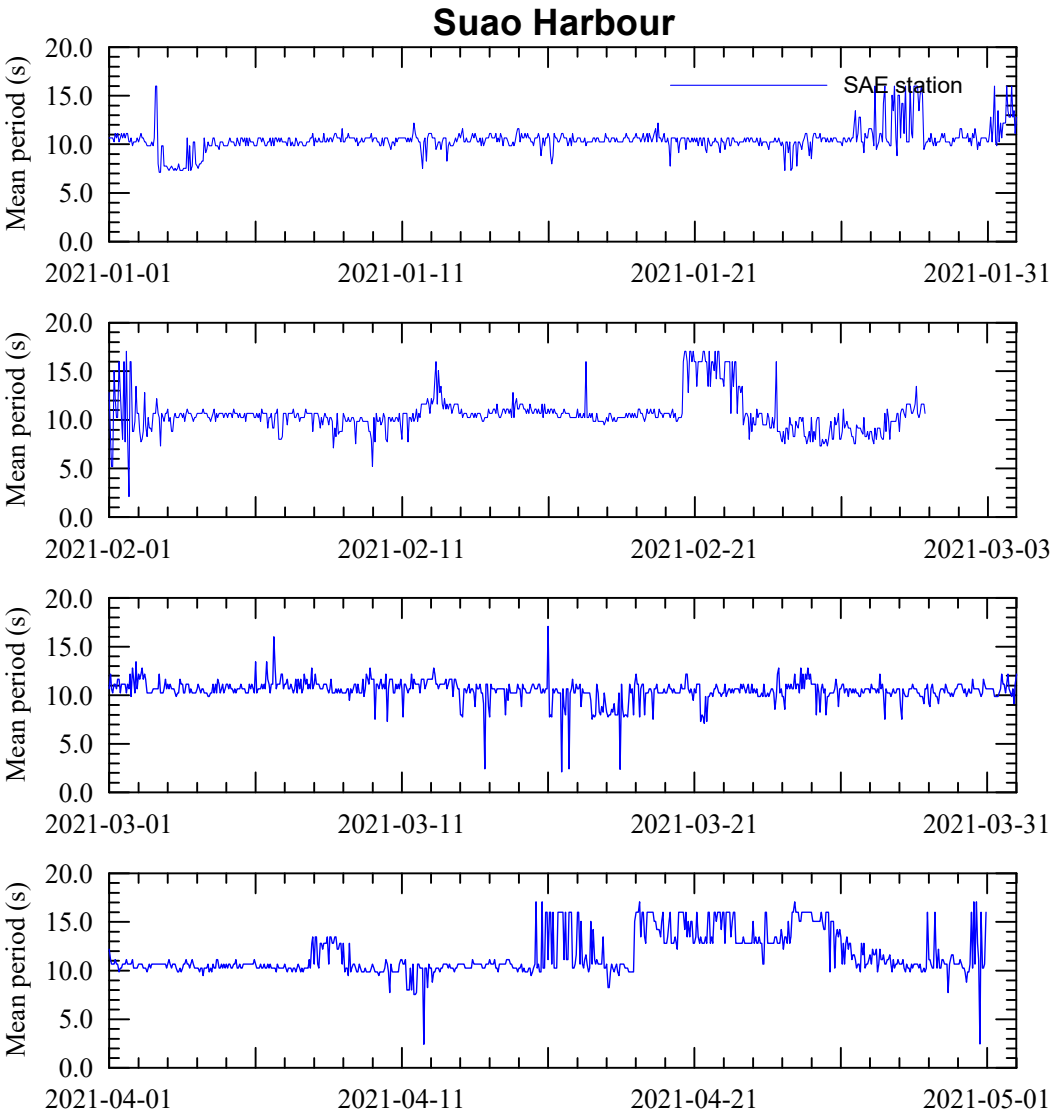
附圖 5.31 蘇澳港貯木區波浪測站波浪平均週期之時序列圖



附圖 5.32 蘇澳港貯本區波浪測站波浪平均週期之時序列圖



附圖 5.33 蘇澳港貯木區波浪測站波浪譜峰週期之時序列圖



附圖 5.34 蘇澳港貯木區波浪測站波浪譜峰週期之時序列圖

附錄六

期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫(具委託性質)

■期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱： 110 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

合作研究單位：國立成功大學

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)陳文俊委員		
1. 截至期中進度，執行內容頗多且內容豐富，給予肯定。	感謝委員肯定	感謝委員肯定。
2. p.1-5 今年度工作內容有「軟硬體更新與測試」,不知是否有包括硬體部分?	此處「硬體」係指運研所港灣研究中心本年度採購之更新設備，主要為汰換 1 臺伺服器，並由本計畫駐點工程師協助更新與測試工作。	原則同意辦理。
3. p.2-31 敘述 Linux 系統中風場改以 WRF M04 取代 M05，是否未來模式之風場將改以 M04 預報數值取代?	採用 M04 風場雖為本年度因應氣象局 M05 改提供浮動網格預報颱風天氣之臨時措施，俟本計畫風場處理作業程式測試 M05 浮動網格處理無誤後，再視風場之穩定度及預測效益評估辦理。	原則同意辦理。
4. 第三章 3.1 節為臺灣周圍海域風浪模擬與觀測，請檢視是否需要做如文中所述 7 個海域之風浪模擬?因為 3.2 節冬季風波浪模擬是針對 5 個港，非 7 個海域？	謝謝委員意見，納入期末報告修正。	原則同意辦理。
5. 無論風浪或水動力模擬與調校，建議未來可調整網格，盡量讓模擬點位與驗證測站更接近，如此較能比較出真正的誤差，進而調校模式，讓模擬結果更準確。	模擬點位與測站距離較遠僅為影響模擬值與觀測值差異因素之一。此外，(1)風浪模擬受限於規則網格及巢狀網格等因素，本計畫網格調整不易;(2)部份港口測站亦可能因外在因素而變動；因此，本計畫無調整模擬點位之構想。	原則同意辦理。

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
6. 第六章目前蒐集有關波浪、潮汐或海流資料約在 2011~2013 年左右，不知為何不蒐集更長、更接近目前年代之資料。	因應小尺度風浪模組及水動力模組建置之需，本計畫後續將蒐集整理 2020 年觀測資料。	原則同意辦理。
7. 北端海域小尺度海象模組建置後，除利用基隆港實測資料外，建議範圍內其他測站實測結果也可納為驗證之參考，期使模組更臻精確。	謝謝委員建議，本年度仍優先考慮基隆港實測資料。	原則同意辦理。
8. 花蓮港與蘇澳港靜穩模擬中，有關陸地邊界中反射率之設定，過去至今是否有需要調校而使模擬結果更精準?	目前正進行利用港內及港外波浪觀測資料率定花蓮港與蘇澳港港域波浪模組邊界反射率設定值。	原則同意辦理。
(二)簡連貴委員		
1. 本計畫屬長期延續推動計畫，主要目的為針對港研中心「臺灣近岸海象預報系統」進行維護，及有關風力、波浪、水位及流場海象模式之改善，並探討港區靜穩預警等課題，有其重要性。本計畫工作項目多且具相當困難度與挑戰性高，如 p.1-5~1-6，相當不容易，本年度重點為期中報告，內容相當豐富，大致符合要求，建議加強各階段查核點及 KPI 說明，以利評估，以及強化本年度在模式維護與相關模組精進改善之重點，以彰顯研究貢獻。	謝謝委員肯定及建議，後續將納入期末報告結論與建議中加強說明。	感謝委員肯定。
2. 請補充海象模擬仍採每日 1 報為主，目前無法系統化每日 4 報之原因?及後續處理情形。	目前風浪每日 4 報作業仍在港研中心測試，待通過作業模擬壓力測試後再評估上線時程。	原則同意辦理。
3. 整體而言，東部海域及基隆海域風浪示性波高模擬值普遍偏高於觀測值，初步研析係模擬	風浪模擬值偏高因素包括(1)氣象局預報風場因素，(2)網格解析度無法較精確反應各測站位	原則同意辦理。

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
值輸出點位離海岸較遠有關，請探討如何改善或因應處理?	置；針對後者，本計畫改善及因應措施為提昇模組網格解析度，即建置小尺度近岸風浪模組。	
4. 有關臺灣周邊海域水動力模擬與校驗，請比較近 3 年之校驗結果差異或趨勢分析。	謝謝委員意見，納入期末報告補充說明。	原則同意辦理。
5. 本計畫預期相關研究成果及經驗能應用至離島海域，期末報告請補充後續如何銜接應用?	此處離島海域係指金門海域及馬祖海域，其中金門海域及馬祖海域小尺度風浪模組已納入本計畫風浪模擬作業系統運作。	原則同意辦理。
6. 另期末報告請加強如何應用臺灣近岸海象預報系統，可於平時提供港區、藍色公路及海岸公路等相關海象模擬資訊；另於颱風侵襲期間，相關結果亦可作為防災預警之評估依據，以輔助船舶進出、藍色公路航行安全及海岸公路行車安全等重要資訊，以彰顯本計畫之貢獻。	謝謝委員意見，有關本計畫海象模擬預測資訊之應用，在「港灣環境資訊整合及防災應用研究」計畫規劃下，主要透過「港灣環境資訊網」網頁呈現，並提供外界查詢，將於期末報告結論與建議中加強說明。	原則同意辦理。
7. 建議後續加強於東部海域環境(如海床坡度陡峭、近岸地形、海床特性)本計畫有關風力、波浪、水位及流場海象模式之相關模組具體改善作法與成效，以利評估。	謝謝委員建議，109 年剛完成東部海域小尺度風浪模組建置，相關地形水深資料已更新；因此本計畫將持續觀察小尺度風浪模組運作，並評估小尺度風浪模擬成果。	原則同意辦理。
8. 有關近岸及港域波浪模式，建議後續加強處理近岸地形或結構效應之影響研究。	謝謝委員建議，近岸及港域波浪模組建置時，已將近岸地形或結構效應納入考量。	原則同意辦理。
(三)溫志中委員		
1. 期中報告內容充分，探討項目完整。	感謝委員肯定。	感謝委員肯定。
2. 對於臺灣海域波浪預測結果，	歷年研究結果顯示風浪模擬主	原則同意辦理。

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
模式在 Tm 及 Tp 及 Dm 上有明顯的落差，建議檢視相關參數，以降低誤差值。	要受氣象局預報風場影響，其次網格解析度(含地形水深影響)；目前相關參數大部份採用前人研究成果之建議值。	
3. 在 4.3.2 節臺灣周圍海域水位模擬與校驗中，臺灣各港口水位以東部海域最佳，臺灣北部及西部海域所得之偏差值偏大，請探究並嘗試改善其結果。	謝謝委員意見，目前正嘗試修正計算網格摩擦係數，以改善目前潮汐振幅偏小現象。	原則同意辦理。
4. 報告中部分引用資料之年份偏舊，建議更新年份，如基隆港潮位、波浪、海流等統計資料。	後續將增加基隆海域 2020 年觀測資料蒐集分析。	原則同意辦理。
(四)朱志光委員		
1.對於工作內容 p.1-5 及 p.1-6 共列有 10 項是否與契約相符，此部分建請補充說明一下。對於研究內容及工作項目內容部分，哪些工作內容可以量化作為執行進度參考管控，總研究進度是否符合預期，有無落後或有困難點，建請補充說明。	謝謝委員意見，本計畫工作項目與契約相符；目前計畫管控係透過每月工作會議針對計畫執行進度報告與討論。	原則同意辦理。
2. 有關海象自動化預測模擬系統校修與維運：持續進行港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)「臺灣近岸海象預測系統」(TaiCOMS)維護與資料更新、軟硬體更新與測試、模式作業化環境之改善及維護等相關工作。對於使用軟體是否需更新最新版、硬體是否提升等，建議補充說明。	此處硬體係指港研中心之採購設備，本計畫提供的軟體為風場處理、波浪模擬及水動力模擬等模組作業化程式，同時配合計畫執行成果及測試成果提供更新版本。	原則同意辦理。
3. 報告中提到:基於港域波浪模組作業化模擬時間相當費時，不符作業化模擬需求，以及適用波浪模擬條件有限制(如波	港域波浪模組網格解析度在建模之初(2008 年)業已評估過，其中網格解析度適用最小週期採用 8 秒，係將氣象局有關長浪週	原則同意辦理。

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
浪週期需大於等於 8 秒)等因素，並局限於颱風波浪期間才啟動。這部分與中央氣象局定義之湧浪平均週期超過 8 秒，數字有相同之處。	期定義因素納入考量。	
(1)建請補充說明颱風期間之始末定義，還是波浪週期是否實務上需大於等於 8 秒才啟動。	此處颱風期間係指氣象局發布海上颱風警報至解除海上颱風警報。系統規劃設定風浪譜峰週期 8 秒以上的預測/觀測值，才執行港域波浪模擬。	原則同意辦理。
(2)長浪對於港區操船、裝卸作業之穩定是有影響的，但在颱風來之前會先達岸邊，8 秒之選擇如何取捨，建議可補充說明一下。	目前有關長浪對港區影響之預警主要仍參考港口外海風浪模擬預測值，除週期因素外，波高大小是主要指標。	原則同意辦理。
4. 風場處理作業系統所展現的動圖，因都是黑線，建議評估一下有無可能切換或轉換多面向，以等高線移動方式呈現。	期末報告改以彩色列印方式呈現。	原則同意辦理。
5. 對於 p.5-2 表 5.1 及表 5.2 資料蒐集率低部分，建議說明這些港、不同月份資料不足部分，在運用上採何因應方式。另北端海域資料蒐集，對於歷史潮位資料取港研中心 2008-2013 年，是否有評估需求多少年資料才列進去，對於近年資料及 2007 以前年度不考量的原因為何，建請說明。	謝謝委員建議，之前曾採用氣象局或水利署觀測資料因應，但因觀測儀器不同及資料處理對於部份參數定義或有不一致性，徒增困擾；因此，本年度工作會議討論往後僅採用港研中心觀測資料校驗模擬值。因為近年來潮位蒐集資料僅用於校驗模擬值，並未持續將潮位分析納入工作項目。	原則同意辦理。
6. 有關三層巢狀網格(遠域、近域及近岸)之解析度 0.2°、0.04°、0.008°，這部分各層模擬可能有多少誤差產生，其依次傳遞及造成誤差值會變大或變小，對於變大部分有無可控制及減少的方法，提升模擬正確	有關各層模擬產生的誤差並未深入分析，僅比對過港口外相同點位模擬值逐時歷線圖，其中 0.04 及 0.008 網格因採用相同模式 SWAN，二者模擬值呈現相當接近之結果。	原則同意辦理。

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
性及精準度，建請補充說明。		
7. 本案對於海象模擬之改善等模擬及實測結果值，因網格點位座標與實測點位座標在不同位置上，逐點比較結果，尚有些差異，如示性波高，實測波較小時與模擬值差異較小，實測波較大時與模擬值差異較大，其他如週期部分有類似狀況，這部分於報告中說明有實測與模擬點位置不同、水深及其他條件不同而產生差異，明顯是未來需面對解決的問題，建議可羅列可能影響因素，對於正確性影響之關鍵項目、重要性、待解決優先次序，逐一盤點及評估，對於差異許多相關原因，這部分建議在報告上可多予解析說明，有其困難度及未來待攻克之難關。	感謝委員意見，依據過往研究結果顯示，影響風浪模擬結果最大因素為氣象局預報風場，此部份僅能期待氣象局提供更精確預報風場。本年度期中報告重點僅說明次要影響因素可能與網格解析度有關，如輸出點與觀測點位置差異等；後續規劃將進一步評估小尺度風浪模組模擬結果，藉以說明目前改善成效。	原則同意辦理。
8. p.3-15 中方格最近離 A 點位置，似有鄰近 2 點看起來更近 A 點，模擬點位選擇，建議說明一下。另建議補充說明未來對於模擬點與實測點不在同一位置上的問題，是否 2 點應該盡量靠近，或有無其他方式，促進提高模擬成效。	與 A 最近點位鄰近岸邊水深值接近零，不適合做為觀測值校驗點位；南側鄰近點位同樣因鄰近岸邊因素未被採用。因規則網格調整彈性低，因此港研中心採用增建小尺度風浪模組因應(如澎湖海域風浪模組)，其建模時已證明小尺度風浪模組鄰近測站輸出點位模擬值之誤差有明顯縮小。	原則同意辦理。
9. 建議補充說明 p.2-19 臺中港、花蓮港範圍有部分港區未在橢圓範圍內，報告上說因有其計算上時間成本及效率上限制，這部分是否可能會影響模擬值產生差異發生因素之一。	商港細尺度港域波浪模組主要探討港內共振特性，對於部分港區未在橢圓範圍內，對整體波浪場模擬有可能影響，但對港內共振特性探討影響有限。	原則同意辦理。

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
10.同上，另對於結構物與海岸線沙灘等反射能量不同，如防波堤或海堤結構等與海鄰接線範圍如未能全納入，建議說明上述在解算上影響層面。是否短期間內可克服，如非，是否評估提出未來提升計算設備、軟體功能、經費方案或另創新的方案。	此部份在建模時已考慮，細尺度港域波浪模組重點探討以港內波浪為主，故犧牲港外波浪場之正確性。另港外波浪場可以參考小尺度近岸波浪場模擬結果。	原則同意辦理。
11.表 p.3-3 蘇澳港資料蒐集 1 月 63.6%、2 月 66.1%，與其他港尚有差距，建請補充說明，及未來因應方式。	蘇澳港波浪資料蒐集率偏低主要是目前儀器採自計式觀測，觀測資料無即時回傳至資料庫，後續俟資料回補後再更新報告書內容並於期末報告中呈現。另現場觀測相當困難，僅能在布放儀器前，盡可能做好儀器保養及事前準備工作。	原則同意辦理。
12.p.3-6、p.5-3~p.5-7、中有關 3.3 圖、5.1 圖~5.9 圖點位標示部分等有缺漏，建議檢視修訂。	謝謝委員指正，納入期末報告修正。	原則同意辦理。
13.p.3-11 第 2 段及倒數 1、2 行內「水深:小」是否誤植，建議檢視一下。	謝謝委員指正，已修正。	原則同意辦理。
14.在 p.4-10 表 4.3 中依表內數字在地理位置上臺北、臺中、布袋港於 1-3 月、10-12 月都 >0.2，似有一致性之規律，於 4-6 月<0.2 也有此趨向，安平、高雄、基隆港顯示出較小值在海峽南北兩端似乎也有此規律趨向，建議可試著探討說明一下。	謝謝委員意見，期末報告再進一步探討。	原則同意辦理。
15.p.8-3 對於花蓮港域波浪模組反射係數 Kr 於防波堤段邊界用 0.85，而港內採用 0.98，其	相關參數設定值因建模時港內缺乏觀測值校驗，因此參考前人研究成果依經驗採用的假設值。	原則同意辦理。

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
同是防波堤用不同係數，蘇澳港亦同，建議補充說明原因。		
16.有關臺灣周圍海域水位模擬與校驗、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬，建議對於校驗前後、優化前及優化後作一簡要量化值之比對呈現或相對之圖表展示成果。	謝謝委員意見，本計畫需要視研究成果再判斷是否能夠以量化值呈現成果。	原則同意辦理。
(五)張家豪委員		
1. 本報告為本人第一次審查相關研究，從第一章內容可以瞭解本案為延續性計畫，港研中心在科技計畫中每一年均會辦理模擬系統作業化校修與維運，相關研究成果非常豐碩，建議報告中可以列表呈現歷年來研究成果摘要，除可更容易了解每一年度研究內容外，亦更容易掌握該系統之研究脈絡。	謝謝委員意見。	感謝委員意見。
2. 期中報告第二章標題為「臺灣近岸海象預測模擬系統維運與改善研究」,但該系統在章節內容中又提到「臺灣近岸海象模擬作業化系統」、「臺灣近岸海象預測系統」,與 1-5 頁工作項目中「海象自動化預測模擬系統」等系統是否為同 1 套系統，如為同 1 套系統，建議名稱應統一。	謝謝委員指正，「臺灣近岸海象預測系統」包含三個區塊，本報告僅負責其中有關「海象模擬作業化系統」部份。	原則同意辦理。
3. 期中報告第九章結論與建議 9.1 節各項初步成果與結論,經比對第一章 1.5 節之研究內容及工作項目，發現「海象自動化預測及預警模擬系統改善研究」並未在 9.1 節研究成果中，是否未來在期末報告敘述不得	謝謝委員意見，「海象自動化預測及預警模擬系統改善研究」因風場處理系統對於 M05 浮動網格研究尚未完成，故未在 9.1 節呈現。另文字上說明不夠精準部份，期末報告再予以修正。	原則同意辦理。

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
而知，建議期中報告應說明各項工作項目之辦理情形，還有哪些未完成之工作項目會在期末報告中辦理完成。又例如報告 9-2 頁第 4 點海象預測作業化成果評估除了波浪、水位及流場外，是否包含風力預測，文字上建議應更精準。		
4. 另就系統應用面，目前臺灣近岸海象預測系統透過港灣環境資訊系統之發展，相關海象模擬資訊可以輔助船舶進出商港、藍色公路航安及海岸公路行車安全之參考。由於近年政府大力發展離岸風力發電，臺灣西部彰化雲林及苗栗新竹桃園外海將開始陸續設置離岸風機，每年 3-10 月風機施工期間風電工作船亦會頻繁往來臺中港與各風場之間，該海域海象預測資訊之取得，即顯得極為重要，建議港研中心未來可以將這個區域納為研究範圍，縮小觀測及模擬間之差距，完善及擴大資訊系統功能，並將風電開發商及海事工程業者納為宣導使用對象，以強化風場施工船舶航行安全。	謝謝委員建議，關於作業化系統之臺中、彰化區域，目前規劃配合臺中港外擴工程完工後，調整臺中港型時並建置局部小尺度波浪模式，此部份仍須配合運研所未來綱要計畫規劃期程辦理。	原則同意辦理。
(六)林達遠委員		
1. 本計畫各工作項目眾多，期中報告各工作項目皆有進度及初步具體成果，值得嘉許。	謝謝委員肯定。	感謝委員肯定。
2. 報告第三章風浪模式模擬結果普遍大於觀測值，報告內文說明係因模擬結果輸出點位置較偏外海所致，建議調整輸出點	謝謝委員意見，中尺度模組調整輸出點位空間不大，小尺度模組則可以進一步探討。	原則同意辦理。

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
再行比較。		
3. 本次審查為期中審查，建議可增列計畫進度說明(甘特圖)，以便確認執行狀況。	謝謝委員建議，納入後續計畫參考。	原則同意辦理。
(七)港研中心林雅雯科長		
1. p.3-7 及 p.3-9 花蓮港及蘇澳港示性波高有高值偏高、低值偏低的情形，建議補充說明原因。	納入期末報告補充說明。	原則同意辦理。
2. 第八章花蓮港及蘇澳港靜穩模擬，現做港內外測站觀測值比較，未來是否進行模擬值與觀測值比較?	後續會進行港域波浪模組模擬結果校驗及反射係數率定。	原則同意辦理。
3. p.8-32~8-35 花蓮港內測站平均週期與港外 AWAC 譜峰週期比較圖，為何不是譜峰週期對譜峰週期，或平均週期對平均週期?	花蓮港有做相關資料比對，但因港內 17 號碼頭測站平均週期與港外 AWAC 譜峰週期相關性異常高，故未將其它比對圖納期中報告說明，後續將相關圖資納入期末報告補充。	原則同意辦理。
4. p.8-7 港內波浪測站有新增 25 號碼頭。	此部份於期末報告再補充說明。	原則同意辦理。
5. 簡報第 51 頁未在報告內，建議補充並說明。	納入期末報告補充說明。	原則同意辦理。
6. p.6-13 波高基隆港相較於蘇澳港及花蓮港比例明顯增加，沒比較資料。	此部份文字描述有誤，已修正。	原則同意辦理。
7. p.6-15 高流速資料如圖 2.36 及 2.37，似屬誤植。	謝謝委員指正，此部份納入期末報告修正。	原則同意辦理。
(八)港研中心傅怡釧副研究員		
1. 報告書錯字或資料誤植處，臚列如下，請修正:	感謝委員指正。	
(1)p.4-11:第 5 列，「回歸」應改	已修正。	原則同意辦理。

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
成「迴歸」;第 7 列,「急需」應改成「亟需」。		
(2)p.6-13:第 3 行,「唯」應改成「惟」。	已修正。	原則同意辦理。
(3)p.8-2 之表 8.1 第三列:花蓮海域近岸風浪模組，應是誤植。	已修正。	原則同意辦理。
(4)p.8-3，圖 8.2 之圖標題與圖不符。	納入期末報告修正。	原則同意辦理。
(5)p.8-7，8.2 節，第 7 列「港外 AWAC 測站儀器取樣頻率為 2Hz」，應為 1Hz。	已修正。	原則同意辦理。
(6)圖 8.17、圖 8.18 之圖標題「…波浪譜峰週期之時序列圖」，圖上 y 軸坐標卻標示「Mean period(s)」。	納入期末報告修正。	原則同意辦理。
(7)報告書內各項數字，如超過 1,000，請使用逗號來表達數字量。	納入期末報告修正。	原則同意辦理。
(8)p.9-1，第 4 點,「2020 年 5 月」應改成「2021 年 5 月」。	已修正。	原則同意辦理。
2. p.2-31，文章最後請補充說明本計畫原本使用 WRF M05 風場，今年度改成 WRF M04 風場之原因。	納入期末報告補述。	原則同意辦理。
3. 圖 2.37，Taiwind202072，5km 資料從哪一種風場資料取得，請於圖上標註並於文章中補充相關說明。	Taiwind202072 程式係從 3km 網格 WD02 產出 5km 網格資料，期末報告再補充相關說明。	原則同意辦理。
4. 近海風浪模組、小尺度風浪模組，文章敘述建議統一。	納入期末報告修正。	原則同意辦理。
5. 第八章前言，請先補充一段本	納入期末報告補充。	原則同意辦理。

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
計畫長浪定義及依據。		
6. 8.1.3 節內容是講本中心開發之「花蓮港區靜穩展示頁面」，此實屬本中心第二科、第三科的自辦計畫及自行發包的勞務維護案件之整體成果展示，非屬本案計畫工作項目，建議刪除此節並調整表達方式，如在期末報告時，可於第九章結論與建議之計畫成果與效益中，表達本計畫花蓮與蘇澳之靜穩分析成果會在本中心開發之「花蓮港區靜穩展示頁面」做展示，並附網頁上展示之模擬圖資，具體展現本計畫成果應用層面。	遵照辦理。	原則同意辦理。

附錄七

期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫(具委託性質)

□期中■期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱： 110 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

合作研究單位：國立成功大學

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)林銘崇委員		
1. 針對暴潮模組改善研究，調降底床摩擦係數以改善水位預報值，是否同時評估流速？	因流速非暴潮模組模擬關注之重點，故未進一步評估對流速之影響。	原則同意辦理。
2. 優化花蓮港靜穩模擬，數值模式系統確屬精進細緻，就計算結果實質化精進如何?	雖有改善但未達預期之效果，顯然仍有未掌握之因素存在，後續 111 年計畫持續辦理資料蒐集及模組校驗工作。	原則同意辦理。
(二)陳文俊委員		
1. 本計畫除持續維運原有之軟硬體系統外，並改善與精進模擬系統，工作項目多達 10 項，成果豐碩，給予委辦單位及研究團隊之配合努力給予肯定。	感謝委員肯定。	感謝委員肯定。
2. 模式中各港之網格基本資料中，如依外海假設水深半徑或港口規模等視之，有水深半徑大，港口規模大，網格數較少之情形，是否會影響模擬精度，另如水動力模式，花蓮海域水深達 200 m，安平港僅 50 m，但安平港之網格數明顯比花蓮多好幾倍，原因是否與海象特性有關？	本計畫有限元素網格建置均有滿足數值模式計算精度或穩定之要求。安平港水動力模組網格數遠高於花蓮港水動力模組網格原因，除了水深因素外，安平港水動力模組主要受到同時模擬安平漁港及安平運河等因素影響。	原則同意辦理。
3. P.2-41 暴潮模擬改善列有臺北、臺中、布袋，其他港是否亦有改善之精進處理？	其他港目前尚未進行底床摩擦係數校修。	原則同意辦理。

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
4. P.3-1 表 3-1 花蓮港資料有二列，上列似為誤植，請刪除。	已於正式報告修正。	原則同意辦理。
5. P.3-3 表 3-3 各港資料中，臺北、臺中、布袋 1、2 月皆為 0，不知後續是否有正常，無資料原因為何？是否影響本計畫之校正模擬？	AWAC 觀測資料蒐集狀況可參考第五章蒐集率統計成果，無資料原因為尚未重新布放觀測儀器。	原則同意辦理。
6. 冬季風浪模擬中有看出波高結果不錯，但譜峰週期、波向則有較大之誤差，未來或可精進改善。	謝謝委員意見，目前主要改善措施為建置小尺度風浪模組因應。	原則同意辦理。
7. P.3-25 有說明颱風風浪成效不是很好，原因為來自遠域預測風場與實際風場之差異，依研究團隊經驗有無未來可精進之處理方法。	目前風場資料係介接氣象局預報風場，解析度 15 公里及 3 公里，因缺乏海上觀測風場做為校驗依據，本計畫今年度以擴大風浪模擬範圍方式，經與原模式結果比較，風浪模擬準確度雖仍高估但確實有改善成效，未來俟氣象局提升其預報風場解析度(預計 112 年)再行比較。	原則同意辦理。
8. 風力模擬亦同如蘇澳、安平模擬結果偏小，花蓮小很多，高雄、臺中偏大，馬祖偏大約 1 倍以上，是否與風場、地形效應及測風設備有關；波浪中布袋、馬祖之模擬最大波高差異較大，海流模擬結果則以蘇澳比實測大約 3 倍，花蓮則小約 7 倍，不知未來預報作業化能否探討可能之問題，並予精度提升。	目前風場資料係介接氣象局預報風場，解析度 15 公里及 3 公里，未來以逐步建置局部海域小尺度風浪及水動力模組以提升模擬準確度，另氣象局預計 112 年提升其預報風場解析度，屆時各區域模擬精度應能再提升。	原則同意辦理。
9. 有關優化花蓮港及蘇澳港靜穩度模擬，除報告中有關觀測資料採用，碼頭參數率定及邊界設定之說明外，建議可以具體	感謝委員建議，因為參數率定及邊界設定之模擬方案高達二十幾組，及上年度無類似之模擬結果，故本年度暫無法呈現具體優	原則同意辦理。

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
港池靜穩度提升多少之量化說明，可更具體呈現優化之成果（或區分內外港池以區分優化成果）。	化之成果。	
(三)溫志中委員		
1. 6.3 節基隆港潮位分析年份建議更新。	已蒐集港研中心 2020 年基隆港潮位觀測資料。	原則同意辦理。
2. 6.4 節海流基隆港 2012、2013 建議更新。	已蒐集基隆港港研中心 AWAC 新測站 2020 年 7 月至 2021 年 7 月觀測資料。	原則同意辦理。
3. 圖 7.4 建議重製。	謝謝委員建議。	原則同意辦理。
4. 結論論述建議先說明用何種模式尺度得到之結論，以利閱讀。	已於正式報告補充說明。	原則同意辦理。
5. 期末報告成果豐富，可符合單位需求。	謝謝委員肯定。	感謝委員肯定。
6. 報告中之流程圖再統一格式繪製。	謝謝委員建議，納入 111 年計畫辦理	原則同意辦理。
7. 圖 2.28 請更正圖說，苗栗縣大安鄉為臺中市大安區。	遵照辦理。	原則同意辦理。
(四)張家豪委員		
1. 期末報告內容均已就第一章之研究內容及工作項目作完整探討，感受到研究團隊的用心，在此予以肯定。	感謝委員肯定。	感謝委員肯定。
2. 第 4.3.2 節臺灣周圍海域水位模擬與校驗中，各港口的水位以北部及西部港口的表現較差，誤差值較大，應探討如何改善；另各港水位模擬值普遍偏小，應補充後續應如何解決。	本年度先從暴潮模組建置之技術面著手，如 2.3.2 節討論調整數值計算網格元素之底床摩擦係數。	原則同意辦理。
3. 第六章蒐集北端海域之地形水	本計畫北端海域地形水深資料	原則同意辦理。

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
深資料，其來源包括國家海洋科學研究中心、內政部、海軍大氣海洋局及臺灣港務股份有限公司等機關(構)，由於其等調查時間、區位及方式均不同，部分區域亦有重疊，建議研究團隊應釐清北端海域水動力及風浪模組之建置資料係來自哪些機關(構)的哪些資料。	係整合國家海洋科學研究中心數值地形、內政部海域水深測量資料及港務股份有限公司 109 年基隆港內水深調查資料而成，再分別提供小尺度風浪模組及水動力模組網格使用產生格點水深值。	
4. 有關系統運用面，本計畫所作的模擬預報資訊就如同研究團隊於第 9.3 節成果效益所述，未來可提供航港局於航安管理及海難防災應變使用，本人感同身受，臺灣海域夏季面臨西南風，冬季需面臨東北季風，海象千變萬化，一旦海難發生時，船舶可能發生失去動力漂流、擱淺甚至沉沒，航港局亟需瞭解發生地的風力、波浪等 1 週內的海象預測資訊，以利預為準備及即時處置，這些資訊對於船舶救援非常有幫助，建議港灣技術研究中心所建置的「港灣環境資訊系統」應廣為宣傳使用。	謝謝委員建議及肯定。	感謝委員肯定。
(五)本所港灣技術研究中心林雅雯科長		
1. 第 1-1 頁字體有斜體字。	已於正式報告修正。	原則同意辦理。
2. 第 2-10 頁蘇澳海域風浪模組有多字	已於正式報告修正。	原則同意辦理。
3. 第 3-14 頁表 3.7 安平海域冬季季風風浪模擬(有少字)之模擬值與觀測值於平均週期、譜峰週期及平均波向之相關性皆相當低。	此可能與安平港 AWAC 測站緊鄰防波堤及水深較淺有關。	原則同意辦理。

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
4. 第 3-25 頁颱風示性波高模擬值與觀測值不一致，為風場強度高估或遠域預測風場與實際風場差異所致，報告中撰寫此原因為合理推測，至於合理與否，是否能進一步驗證?	108 及 109 年報告曾利用氣象局 NWWIII 風浪模擬結果比對港研中心近域風浪模組之模擬結果後，推論波高與觀測資料偏差大的原因，以預報風場為主要因素。	原則同意辦理。
5. 第 4-8 頁中尺度暴潮模組水位模擬值普遍存在偏小的問題，為後續急需解決之問題，與第 2-41 頁暴潮模組改善研究利用調降底床摩擦係數改善臺北港、臺中港及布袋港天文潮水位模擬值。	已於正式報告修正為「…偏小的問題，本年度初步改善研究成果詳見 2.3.2 節」	原則同意辦理。
6. 第 5-2 至 5-6 頁海氣象觀測位置及模擬值輸出點位置圖缺潮流輸出點。	潮流輸出點與水位輸出點相同。	原則同意辦理。
7. 第 7-1 頁標題北端海域及基隆海域，建議統一。	遵照辦理，另針對建置的小尺度數值模組命名，統一以基隆海域稱之。	原則同意辦理。
8. 簡報第 35 及 36 頁額外增加之內容請納入報告。	已納入正式報告。	原則同意辦理。
(六)本所港灣技術研究中心林達遠研究員		
1. 報告第六章，P.6-9，表 6.1 所引用資料為 2008~2011 年間，已逾 10 年，建議更新。	本計畫已針對基隆港蒐集 2020 年港研中心潮位觀測資料進行調和分析，	原則同意辦理。
2. 報告第八章，8.2 節，進行花蓮港及蘇澳港港內外波浪觀測資料相關性分析，建議補充納入考慮測站間位相差做為影響因子之比較結果。	謝謝委員建議，擬納入 111 年度計畫再討論。	原則同意辦理。
(七)本所港灣技術研究中心傅怡釧副研究員		
1. 請檢視本案報告書各圖之圖號及圖名、各表之表標題，並		原則同意辦理。

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
依以下原則辦理修正: (1) 圖號:各章圖號請依數字順序編號，勿重複圖號(如圖 2.43 有 2 張、圖 2.44 有 3 張)；勿使用 a.b.c 編號，如圖 3.4a、圖 3.4b~圖 3.13d。 (2) 部分圖名或表標題太長，請精簡並儘量以一行為原則。 (3) 附錄的圖號、圖名請一併修正。	(1) 遵照辦理。 (2) 已於正式報告修正。 (3) 遵照辦理。	
2. 表 2.8 內容有涉及人名部分,請改以單位、學校或公司敘述。	已於正式報告更正。	原則同意辦理。
3. 4.2.2 節請補充暴潮偏差分析結果。	已於正式報告補述。	原則同意辦理。
4. 後續請將計畫重要成果，製作可供展示之海報或影片電子檔。	遵照辦理。	原則同意辦理。

附錄八

期末簡報資料

110年
海氣象自動化預報模擬系統
作業化校修與維運

期末報告審查簡報

2021年11月16日

計畫主持人：劉正琪 研究員
協同主持人：李兆芳 教　授

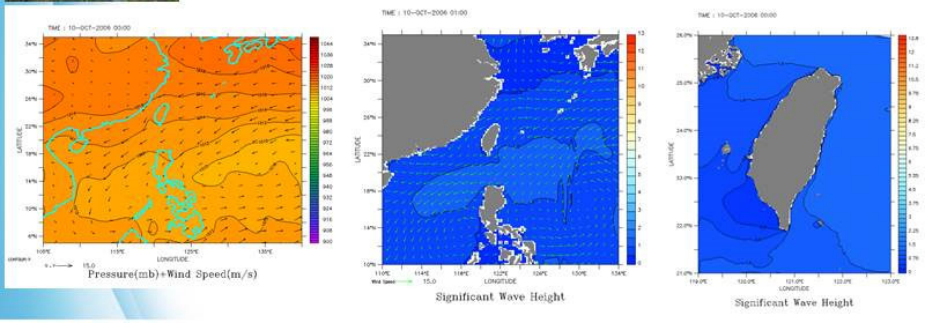
委辦單位：交通部運輸研究所港灣技術研究中心
執行單位：國立成功大學水工試驗所

15:49:33

期末審查　110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運　1

簡報大綱

壹、前言

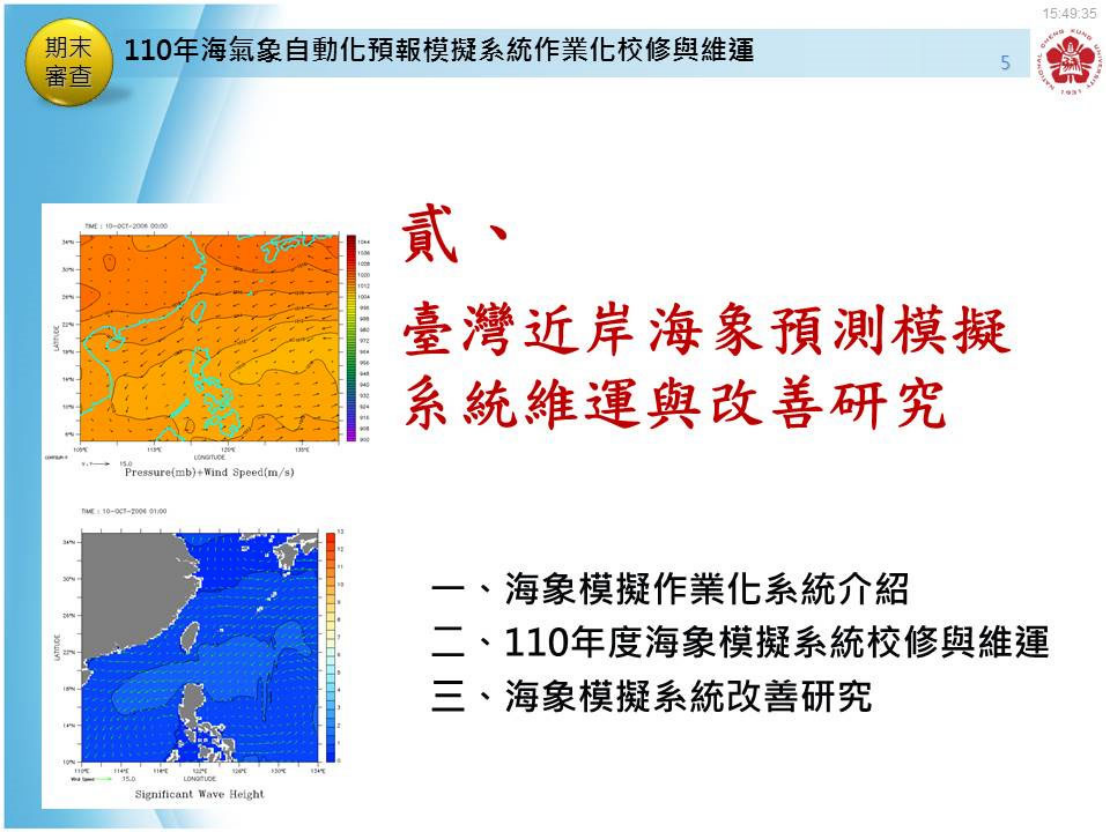


本研究屬於港研中心110年科技綱要計畫「*海洋及交通運輸防災技術研究(4/4)*」下，分項「港灣環境資訊整合及防災應用研究」細部計畫之子計畫。

一、計畫目的

- ◆ 針對港研中心「臺灣近岸海象預測系統」執行日常維護，確保系統正常運作；並就風力、波浪、水位及流場等海象模擬進行相關改善研究；
- ◆ 針對北端海域(北部海域*富貴角至三貂角間海岸*)建置合適的小尺度風浪及水動力模組
- ◆ 持續探討港區靜穩預警課題。


15:49:34
期末審查
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運
4
二、本年度(110)工作項目及內容
● 持續進行「臺灣近岸海象模擬系統」維護與資料更新、軟硬體更新與測試、模式作業化環境之改善及維護等相關工作態等
● 依據歷年海象作業化預測評估結果，進行波浪、水位及流場等相關模組改善研究
系統校修維運與改善研究
臺灣周圍海域海象模擬與校驗
● 風浪模擬與校驗
● 水動力模擬與校驗
● 利用觀測資料校驗模擬結果
● 針對本年度或歷史颱風資料進行模擬與評估
● 風力、波浪、水位及流場等海象
● 本島及離島等9個主要海域，進行本年度(110)海象預測成果評估
海象預測作業化成果評估
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運
● 地形水深
● 潮位
● 波浪
● 海流
北端海域基本資料蒐集與分析
□ 應用基隆港觀測資料校驗，建置北端海域小尺度風浪模組
□ 應用基隆港觀測資料校驗，建置北端海域小尺度水動力模組
北端海域小尺度風浪、水動力模組建置
優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬模組
■ 修正花蓮港及蘇澳港區靜穩模組
■ 藉由花蓮港及蘇澳港內觀測站與港外長期觀測站，進行模組校驗及優化作業

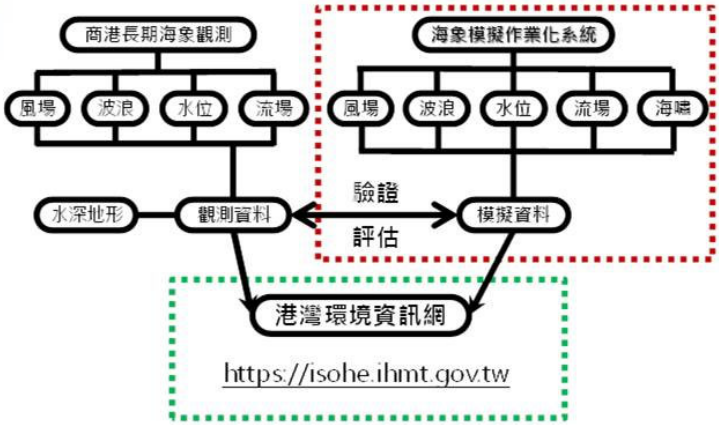

15:49:35
期末審查
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運
5
Pressure(mb)+Wind Speed(m/s)
Significant Wave Height
貳、
臺灣近岸海象預測模擬系統維運與改善研究
一、海象模擬作業化系統介紹
二、110年度海象模擬系統校修與維運
三、海象模擬系統改善研究

期末審查 110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運 6

15:49:35

一、海象模擬作業化系統介紹(1)

臺灣近岸海象預測系統整體架構

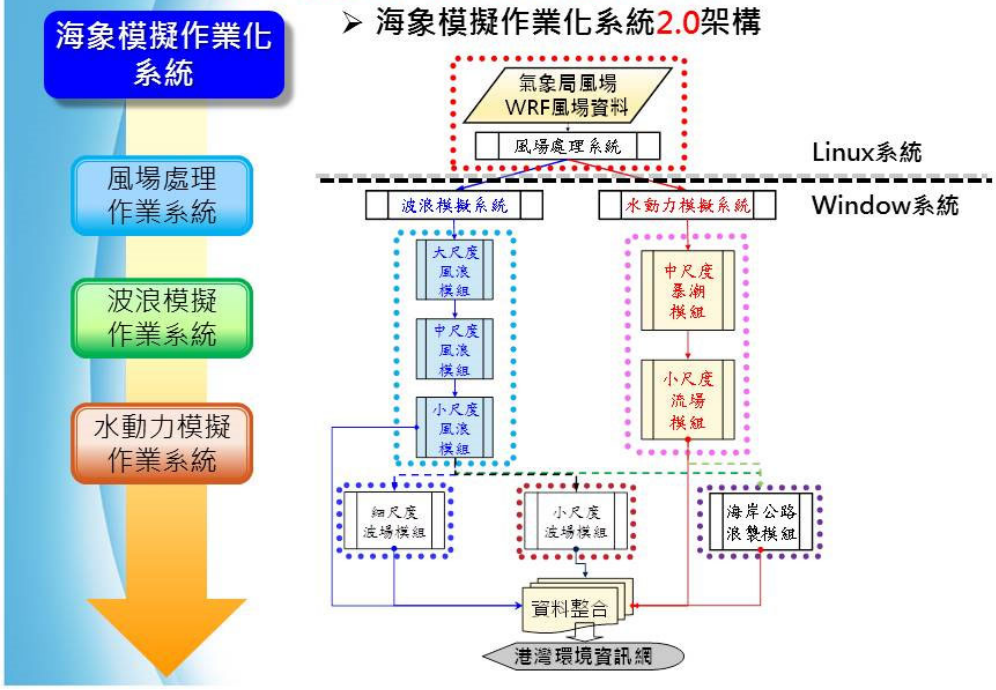


- 此系統是由即時海象觀測網、海象模擬作業化系統及海象資訊展示端三個單元構成的，海象模擬內容包括風場、波浪、水位、海流及海嘯等資訊。

期末審查 110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運 7

15:49:35

一、海象模擬作業化系統介紹(2)



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

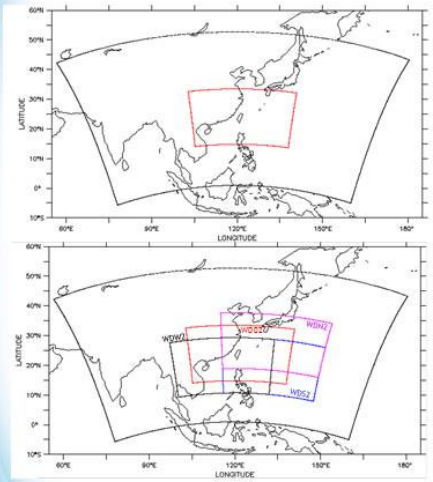
8

15:49:35

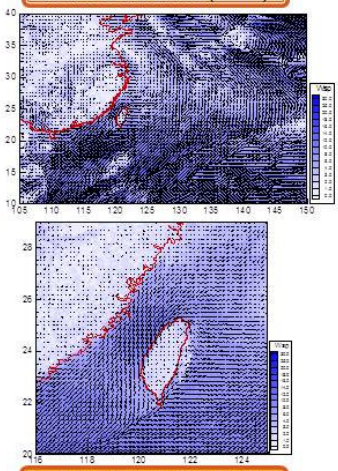
一、海象模擬作業化系統介紹(3-1)

風場處理作業系統 2.0

- 產出波浪模擬及水動力模擬系統所需之風、壓場預測資料
- 提供港灣環境資訊網展示之風、壓場預測資料



西太平洋風場及氣壓(WE01)



臺灣海域風場及氣壓(WE02)

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

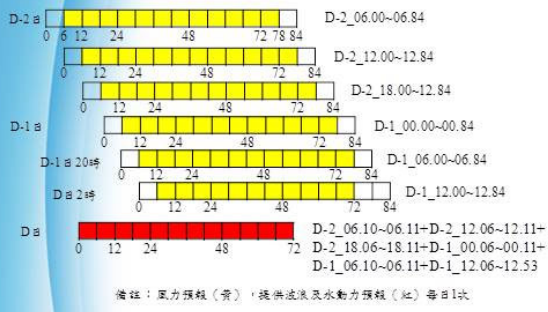
9

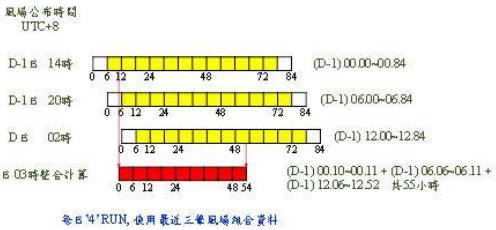
15:49:37

一、海象模擬作業化系統介紹(3-2)

風場處理作業系統 2.0

- 風、壓場資料組合方式





每日一報預報風(壓)場之組合方式

每日四報預報風(壓)場之組合方式

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

10

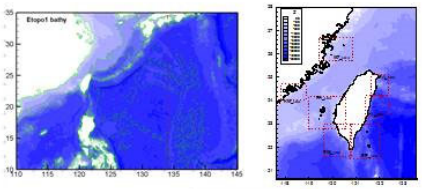
15:49:37

一、海象模擬作業化系統介紹(4)

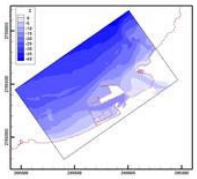
波浪模擬系統 2.0

- 針對國內主要商港(如基隆港等)近岸及港域進行波浪模擬與預測，提供國內主要商港航安及維運所需之波浪預測資訊
- 多尺度(大、中、小及細等)、多模式(第三代波譜、拋物線型及橢圓型等)

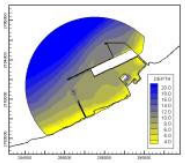
風浪模擬子系統
- 大、中、小三層巢狀網格，
- 混合數值模式WAM、SWAN



近岸波浪模擬子系統
- 單一尺度(小尺度)網格，
- 拋物線型數值模式(REF/DIF 1.0)



港域波浪模擬子系統
- 單一尺度(小尺度)網格，
- 橢圓型數值模式(FEWM)



臺 北 港

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

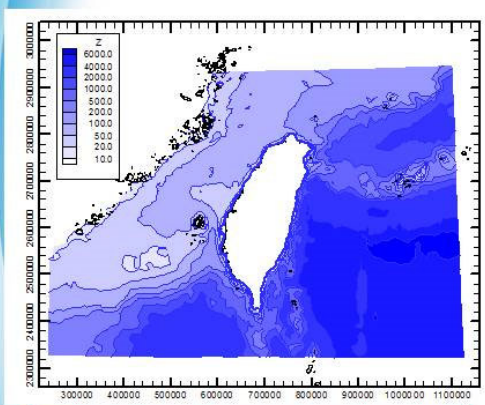
11

15:49:38

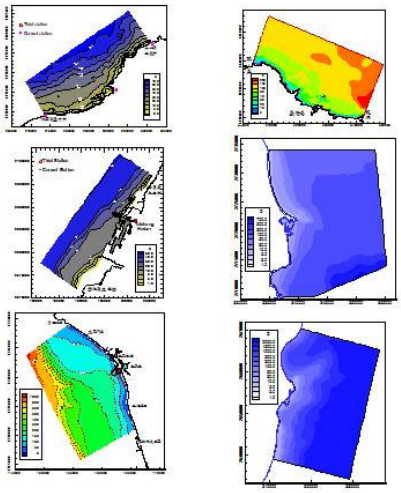
一、海象模擬作業化系統介紹(5)

水動力模擬系統 2.0

- 針對國內主要商港(如基隆港等)港區及近岸海域進行水位及流場模擬與預測，提供國內主要商港航安及維運所需之水位及流場預測資訊
- 多尺度(中、小尺度) 、單一數值模式



臺灣周圍海域暴潮模組

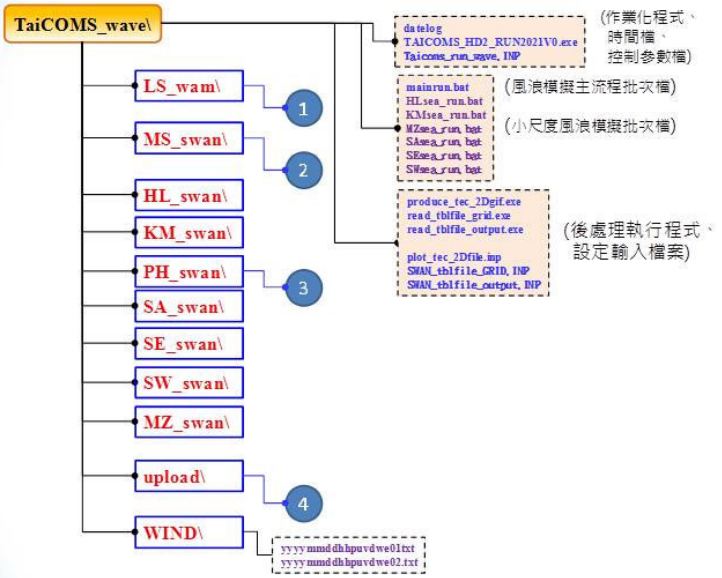


二、海象模擬系統校修與維運(1)

- 本年度系統維運重點包括Windows作業系統之風浪模擬子系統及水動力模擬子系統，Linux作業系統風場處理子系統。
- 常見系統維護問題及事項
  - 風場資料下載不全問題
  - 伺服器更新及報廢等系統維護
  - 定期資料備份
  - 年度高低壓用電安全檢查及斷電時系統維護
  - 配合港灣環境資訊系統輸出海象模擬相關資訊
  - 協助浪襲預警系統處理相關模擬資料
  - 協助海嘯預警系統處理相關模擬資料

二、海象模擬系統校修與維運(2)

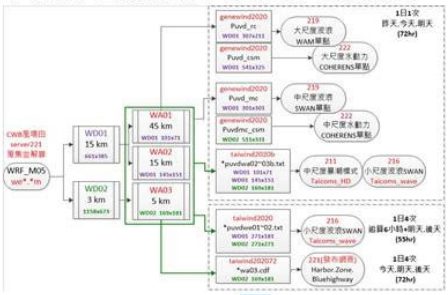
- Windows風浪模擬作業化系統環境優化

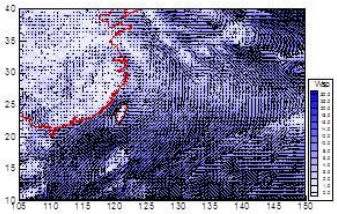


15:49:39

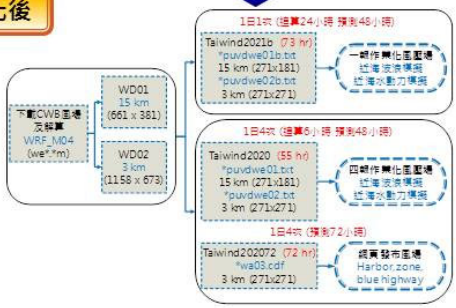
二、海象模擬系統校修與維運(3)

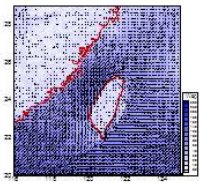
➢ 風壓場處理系統作業化架構優化





優化後



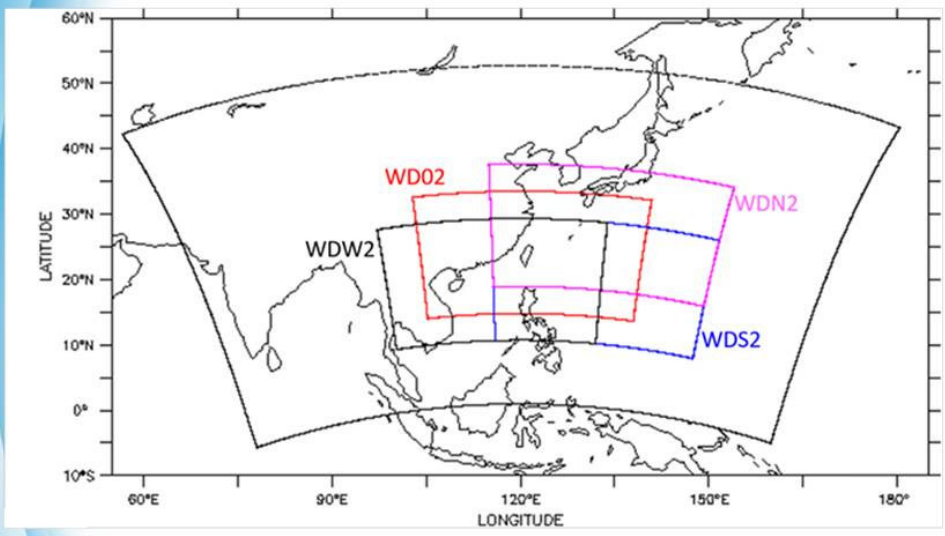


➢ 修改風場處理作業程式

15:49:40

三、海象模擬系統改善研究(1)

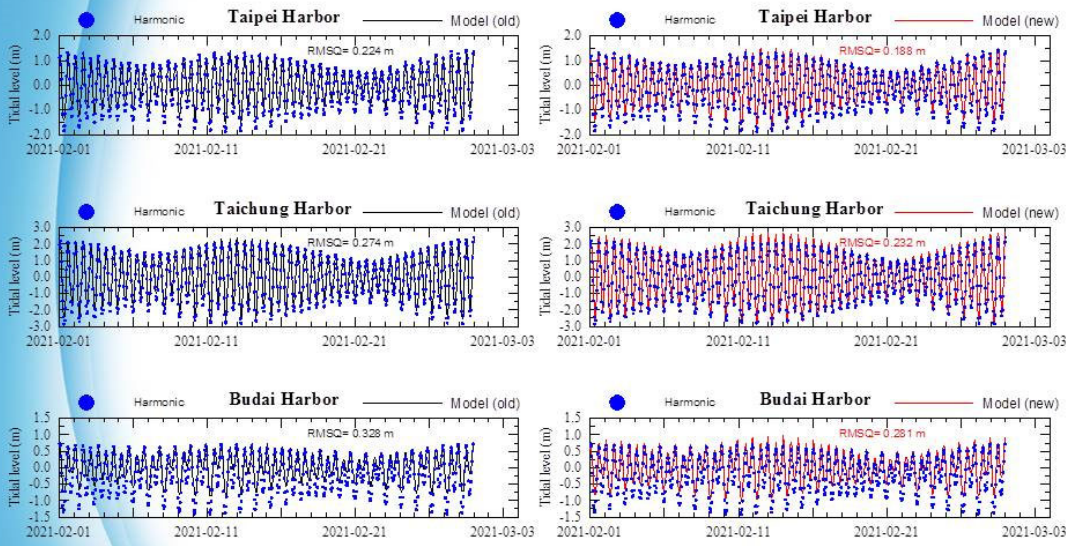
➢ WRF成員M05浮動網格研究



◆ 移動原則：依照颱風中心位置與4組網格範圍中心距離最短者為之。

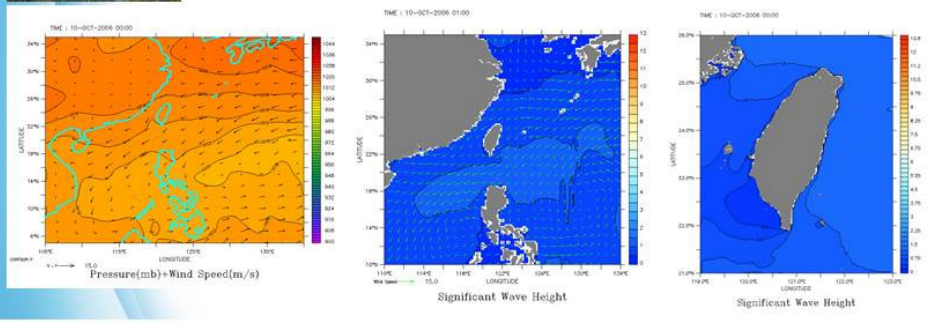
三、海象模擬系統改善研究(2)

- 中尺度暴潮模組改善
  - 針對西部海域淡水河至曾文溪間下修數值計算網底床模摩擦係數



參、

臺灣周圍海域風浪、水動力模擬與校驗



期末審查

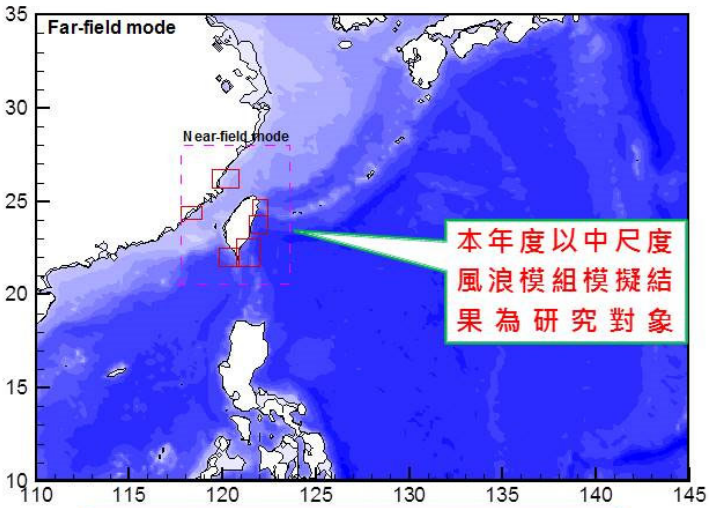
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

18

15:49:41

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(1)

➢ 臺海風浪模擬子系統 (每日一/四報)



三層巢狀網格風浪模擬系統(110年)

期末審查

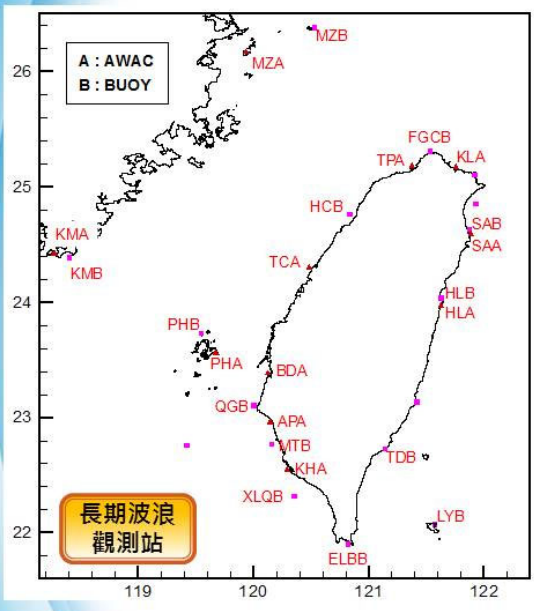
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

19

15:49:41

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(2)

➢ 臺灣周圍海域長期波浪觀測站



◆ 本年度針對本島選取港研中心AWAC測站觀測資料為校驗對象

◆ 校驗指標

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(P_i - O_i)^2}{N}}$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{N}(P_i - \bar{P})(O_i - \bar{O})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(P_i - \bar{P})^2 \sum_{i=1}^{N}(O_i - \bar{O})^2}}$$

◆ 資料蒐集狀況

月份	花蓮	蘇澳	基隆	臺中	高雄	臺北	布袋	安平	馬祖
1月	99.6	63.6	91.3	0.0	98.9	0.0	0.0	99.5	98.9
2月	99.4	66.1	86.3	0.0	99.7	0.0	0.0	91.2	99.7
來源	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

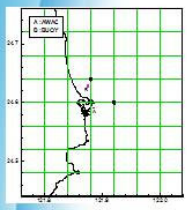
20

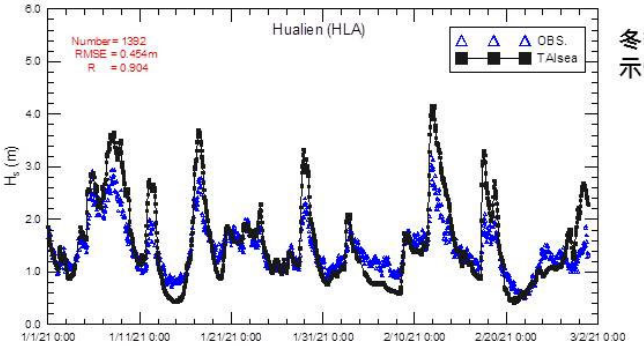
15:49:41

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-1)

➢ 冬季風浪模擬

花蓮海域





冬季季風期間示性波高變化趨勢受東北季風峰面影響相當顯著，且示性波高模擬值與觀測值間具高度之相關性

月份	示性波高		平均週期		尖峰週期		平均波向		備註
	RMSE (m)	R	RMSE (s)	R	RMSE (s)	R	RMSE (°)	R	
1 月	0.425	0.930	1.379	0.636	2.386	0.419	36.3	0.731	
2 月	0.483	0.867	1.327	0.752	2.498	0.618	34.3	0.543	
合併	0.454	0.904	1.355	0.709	2.440	0.542	35.3	0.270	

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

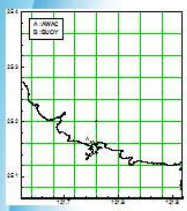
21

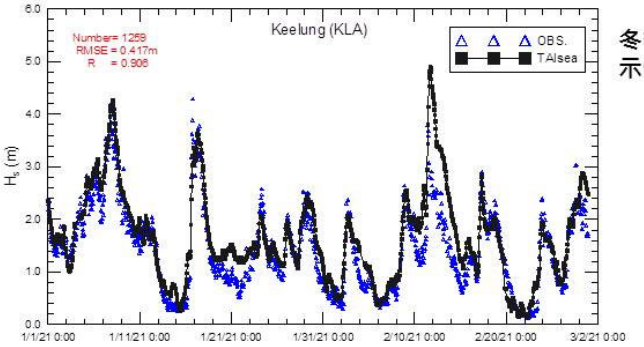
15:49:41

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-2)

➢ 冬季風浪模擬

基隆海域





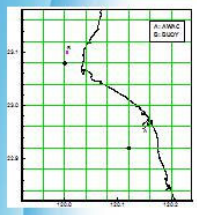
冬季季風期間示性波高變化明顯受到東北季風峰面影響，示性波高模擬值與觀測值間具有高度相關性

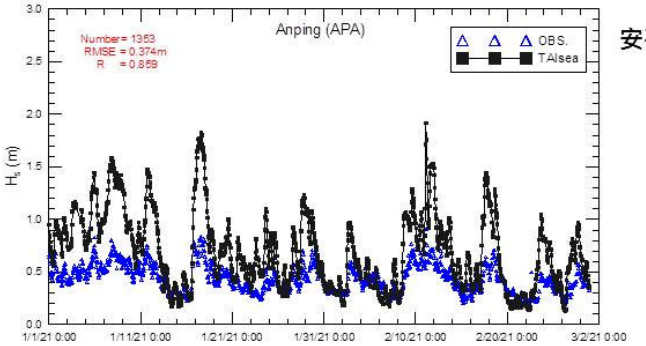
月份	示性波高		平均週期		尖峰週期		平均波向		備註
	RMSE (m)	R	RMSE (s)	R	RMSE (s)	R	RMSE (°)	R	
1 月	0.321	0.945	0.944	0.827	2.007	0.540	38.4	0.548	
2 月	0.507	0.871	1.249	0.756	2.241	0.600	47.0	0.096	
合併	0.417	0.906.	1.095	0.784	2.118	0.574	42.6	0.270	

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-3)

➢ 冬季風浪模擬

安平海域





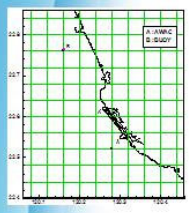
安平海域風浪示性波高變化仍受冬季季風鋒面強弱影響，但影響性明顯減弱性

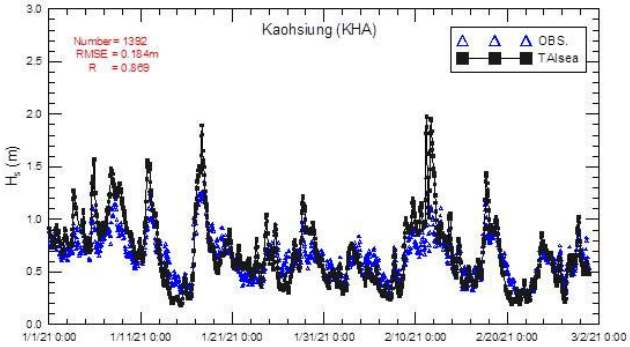
月份	示性波高		平均週期		尖峰週期		平均波向		備註
	RMSE (m)	R	RMSE (s)	R	RMSE (s)	R	RMSE (°)	R	
1 月	0.414	0.860	1.207	0.077	2.856	0.318	64.2	0.151	
2 月	0.318	0.842	1.434	0.369	2.941	0.256	62.6	0.339	
合併	0.374	0.859.	1.314	0.208	2.895	0.298	63.4	0.322	

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(3-4)

➢ 冬季風浪模擬

高雄海域





月份	示性波高		平均週期		尖峰週期		平均波向		備註
	RMSE (m)	R	RMSE (s)	R	RMSE (s)	R	RMSE (°)	R	
1 月	0.192	0.855	0.622	0.539	2.470	0.227	43.7	0.382	
2 月	0.176	0.872	0.752	0.640	2.623	0.262	42.3	0.084	
合併	0.184	0.869.	0.687	0.597	2.544	0.253	43.0	0.138	

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

24

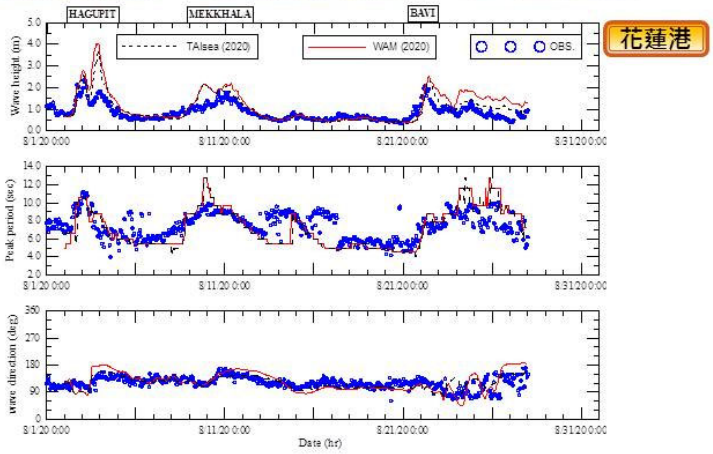
15:49:42

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(4-1)

➢ 颱風波浪模擬

侵臺颱風(2020)

遠域颱風(2020)



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

25

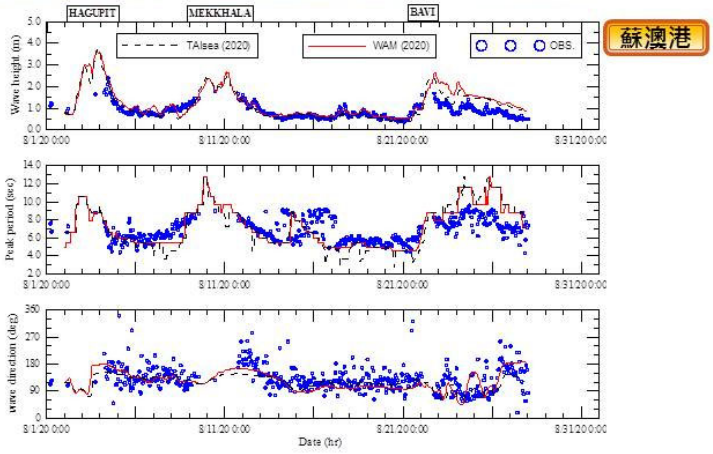
15:49:42

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(4-2)

➢ 颱風波浪模擬

侵臺颱風(2020)

遠域颱風(2020)



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

26

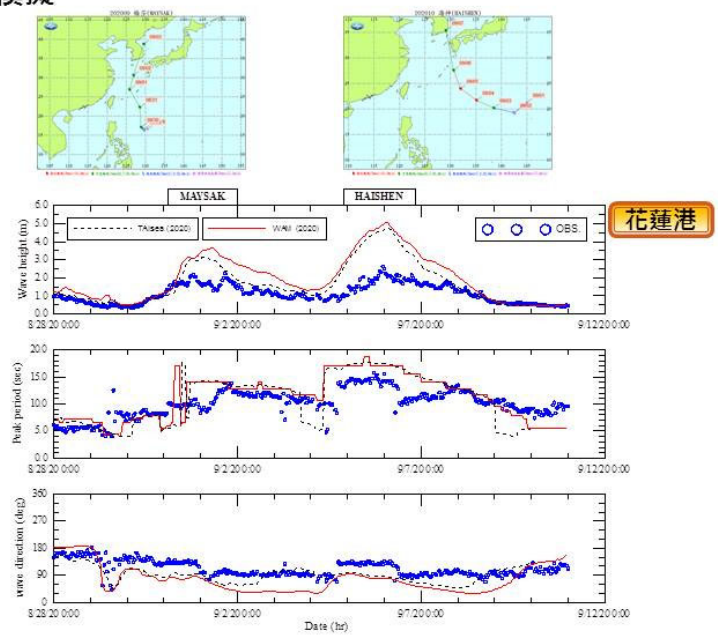
15:49:42

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(4-3)

➢ 颱風波浪模擬

侵臺颱風 (2020)

遠域颱風 (2020)



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

27

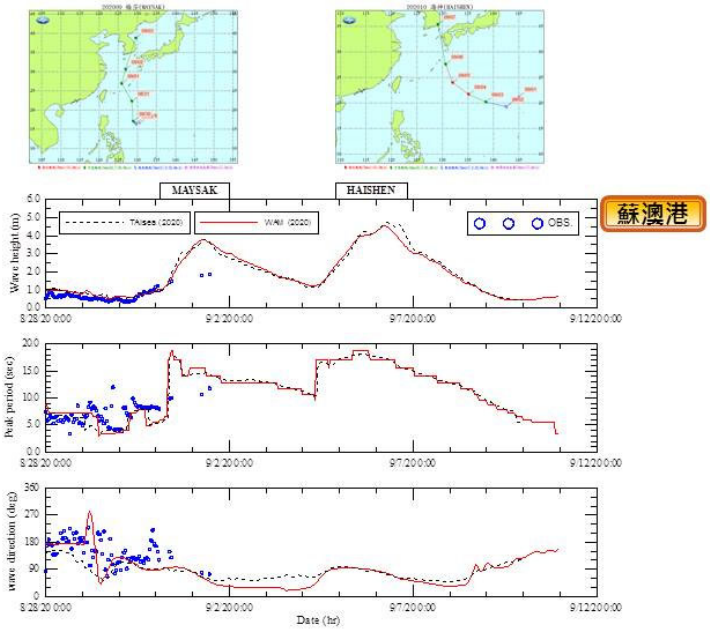
15:49:42

一、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗(4-4)

➢ 颱風波浪模擬

侵臺颱風 (2020)

遠域颱風 (2020)



期末審查

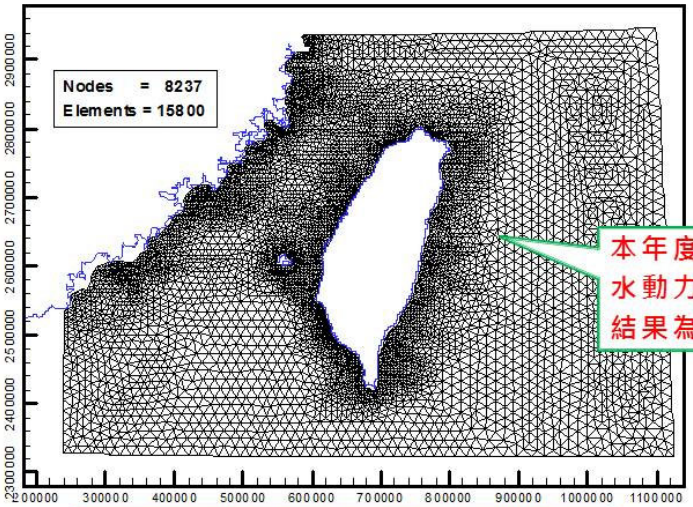
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

28

15:49:42

二、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(1)

➢ 臺海水動力模擬子系統 (每日一報)



本年度仍以暴潮水動力模組模擬結果為研究對象

臺灣周圍海域暴潮水動力模組(105年)

期末審查

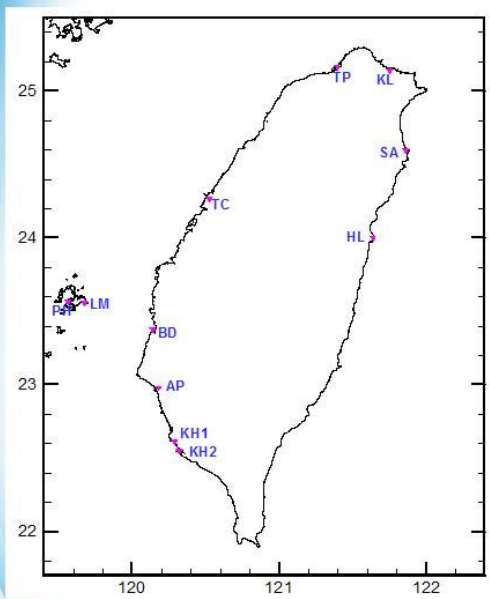
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

29

15:49:43

二、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(2)

➢ 臺灣主要商港潮位觀測站 (港研中心)



- 本年度選取港研中心各港區潮位測站觀測資料為校驗對象
- 校驗指標

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(P_i - O_i)^2}{N}}$$

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

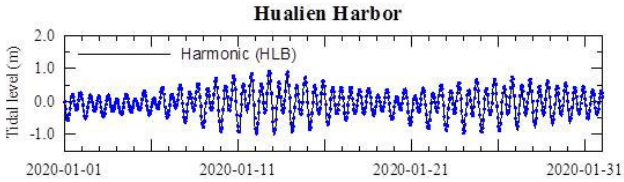
30

15:49:43

二、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(3-1)

➢ 觀測潮位調和分析 (109年)

◆ 針對109年觀測資料，應用加拿大IOS發展的潮高分析及預測程式執行天文潮調和分析。



觀測值與調和分析值之均方根誤差分析成果

港口	花蓮	蘇澳	基隆	臺中	高雄	臺北	布袋	安平	澎湖	龍門
NUM	8784	8783	8478	8571	8784	8777	7571	8782	8763	7264
RMSE (m)	0.059	0.063	0.072	0.105	0.050	0.084	0.063	0.053	0.071	0.063
來源	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT	IHMT

◆ 依據各測站天文潮調和分析之調和常數，預測110年各測站天文潮水位變化。

期末審查

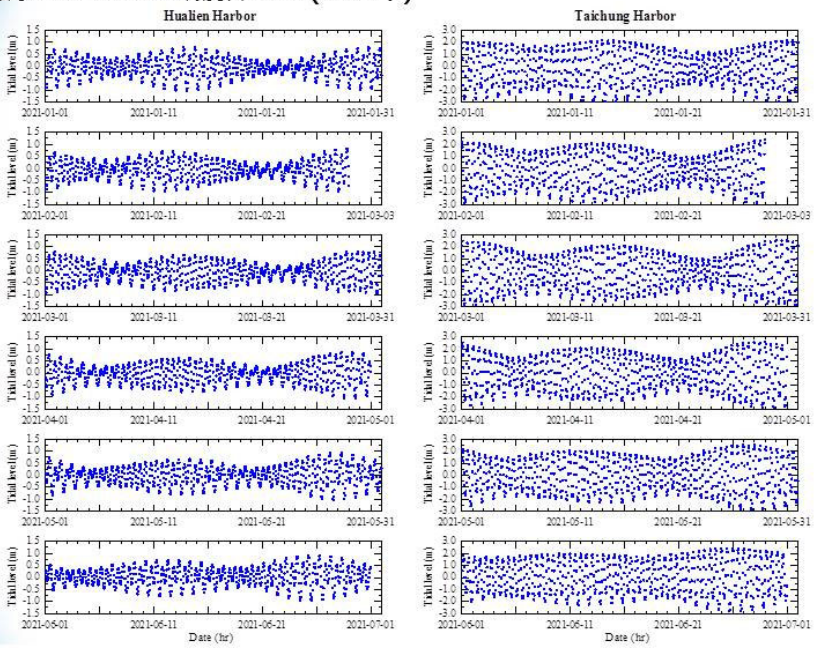
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

31

15:49:43

二、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(3-2)

➢ 調和分析天文潮預測值(110年)



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

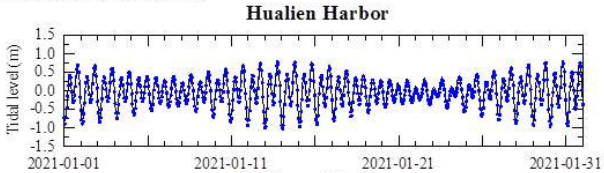
32

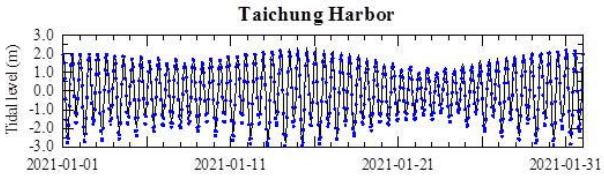
15:49:43

二、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(4)

➢ 110年天文潮模擬值校驗

◆ 利用臺海暴潮水動力模組模擬110年天文潮水位變化，與調和分析(109年)天文潮預測值比對。





均方根誤差

年份	花蓮港 (m)	蘇澳港 (m)	基隆港 (m)	臺北港 (m)	臺中港 (m)	布袋港 (m)	安平港 (m)	高雄港 (m)
2021 年	0.087	0.114	0.117	0.205	0.223	0.259	0.123	0.111
2019 年*1	0.094	0.099	0.131	–	0.242	–	–	0.173

*1：2019 年採用 CWB 觀測站資料計算天文潮調和分析預測值

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

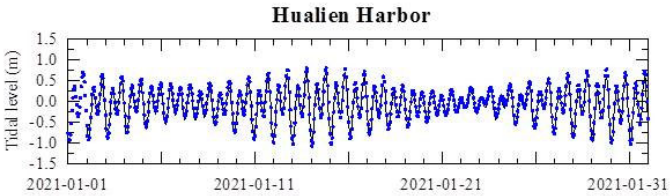
33

15:49:44

二、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(5)

➢ 臺灣周圍海域水位模擬與校驗 (110年1~5月)

◆ 臺海暴潮水動力模組110年水位模擬作業化模擬成果 (氣象潮)



水位模擬值與觀測值之均方根誤差分析成果

月份	花蓮港 (m)	蘇澳港 (m)	基隆港 (m)	臺北港 (m)	臺中港 (m)	布袋港 (m)	安平港 (m)	高雄港 (m)
1	0.083	0.072	0.093	0.319	0.308	0.139	0.106	0.077
2	0.061	0.077	0.091	0.313	0.269	0.146	0.086	0.096
3	0.063	0.068	0.079	0.301	0.261	0.140	0.085	0.081
4	0.081	0.082	0.097	0.310	0.245	0.187	0.102	0.120
5	0.053	0.086	0.111	0.290	0.210	0.163	0.089	0.090
合併	**0.069**	**0.078**	**0.105**	**0.307**	**0.260**	**0.156**	**0.096**	**0.096**

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

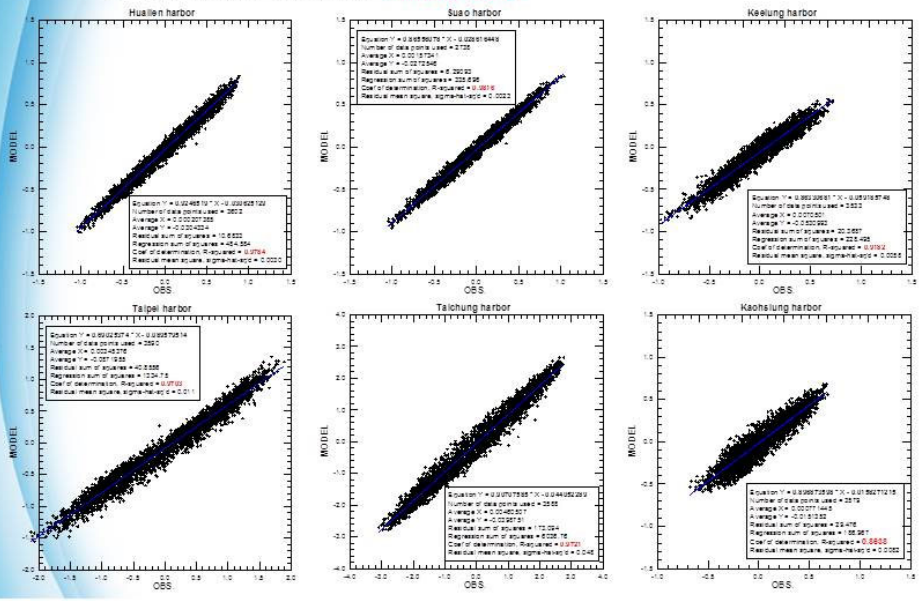
34

15:49:44

二、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(6)

➢ 臺灣周圍海域水位模擬與校驗 (110年1~5月)

◆ 水位模擬值與觀測值相關性分析



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

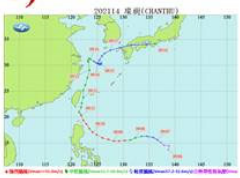
35

15:49:44

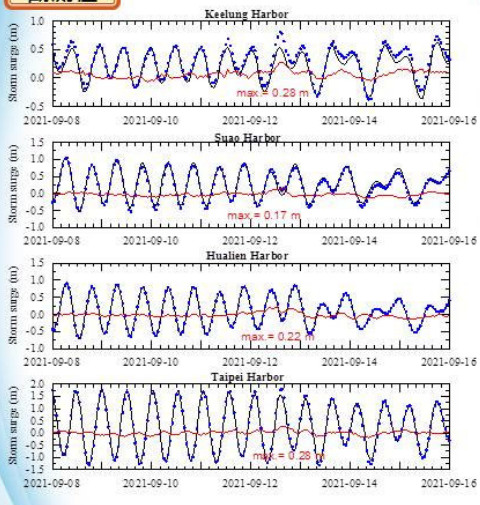
二、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(7-1)

➢ 颱風暴潮水位模擬與校驗

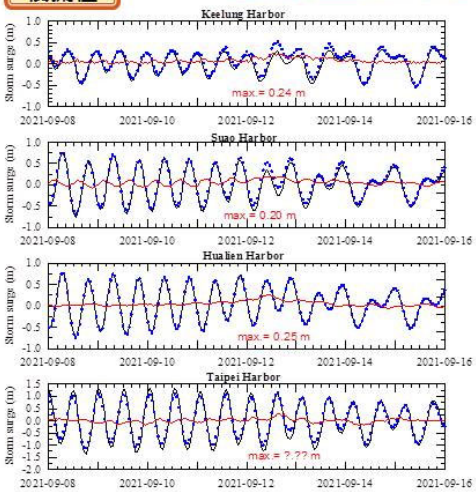
◆ 暴潮偏差分析：觀測值(氣象潮) - 天文潮預測(模擬)值



觀測值



模擬值



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

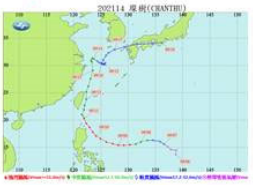
36

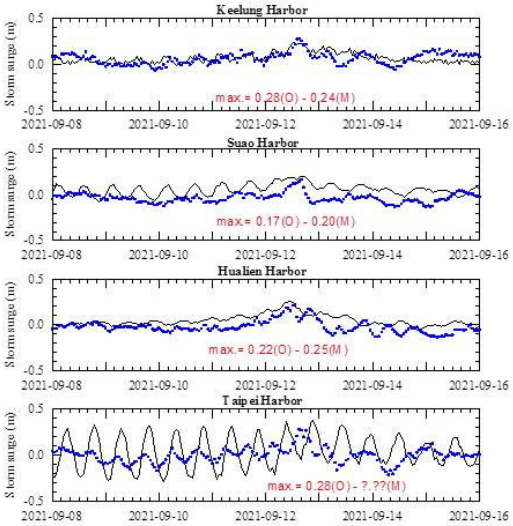
15:49:44

二、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗(7-2)

➢ 颱風暴潮水位模擬與校驗

◆ 暴潮偏差校驗：





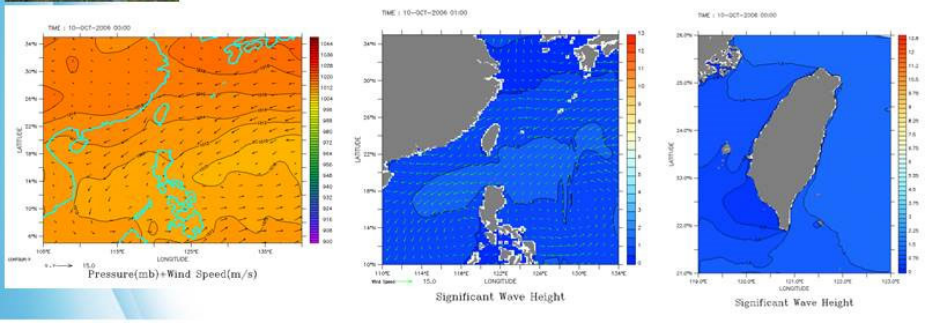
期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

37

15:49:44

肆、海象預測作業化成果評估



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

38

15:49:44

海象預報作業化成果評估(1)

109年9月~110年8月

➢ 110年度年報內容概述

風力預測成果評估

- **風力實測與模擬資料統計特性**，如標準偏差(SD) .....等
- **風力實測與模擬值之差值統計特性**，如最小差值....等
- **實測風速、風向發生頻率統計**，
- **實測與模擬之風速、風向時序列歷線比較圖**
- **觀測、模擬風力玫瑰圖**

波浪預測成果評估

- **示性波高、譜峰週期實測與模擬資料統計特性**，如標準偏差(SD) .....等
- **示性波高、譜峰週期、平均波向實測與模擬值差值統計特性**，如最大、最小差值.....等
- **實測示性波高、譜峰週期、平均波向與中尺度模組模擬值之時序列歷線比較圖**

水位預測成果評估

- **實測潮位與模擬資料統計特性**，如標準偏差(SD) .....等
- **潮位實測與模擬差值統計特性**，如最大差值.....等
- **實測潮位與中尺度暴潮模組模擬值之時序列歷線比較圖**

海流預測成果評估

- **流速實測與模擬資料統計特性**，如標準偏差(SD) .....等
- **流速實測與模擬差值統計特性**，如最大、最小差值.....等
- **實測流速、流向與模擬流速、流向之時序列歷線比較圖**

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

39

15:49:45

海象預報作業化成果評估(2)

➢ 110年度評估對象

◆ 針對**基隆**、**臺北**、**臺中**、**布袋**、**安平**、**高雄**、**花蓮**、**蘇澳**及**馬祖**等9個海域海象模擬及觀測資料。

➢ 海象模擬資料來源

◆ **風力模擬資料**：來源為氣象局每日四報WRF成員M05或M04水平解析度3km網格之風力預報資料，每報擷取06~11時資料，彙整成每月逐時資料；

◆ **波浪模擬資料**：來源為臺海風浪模擬系統中尺度近域風浪模組之波浪模擬資料，資料擷取時段為每日四報之0~ 5時(追算時段)，同樣彙整成每月逐時資料；

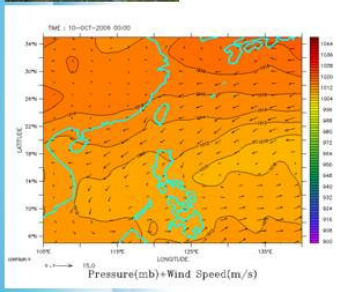
◆ **水位及海流模擬資料**：來源為T臺海水動力模擬系統中尺度暴潮模組之模擬資料，模擬資料擷取時段亦為每日一報之00~23時，同樣彙整成每月逐時資料。

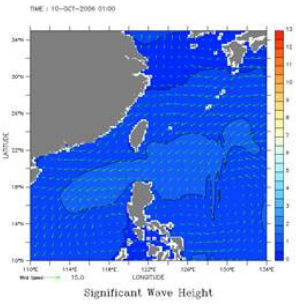
海象預報作業化成果評估(3)

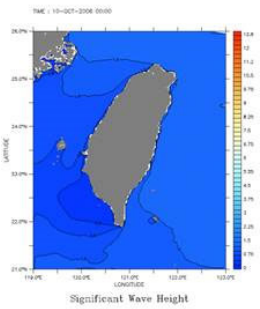
➢ 作業化成果評估小結

- **風力成果評估**：由風力年度平均值統計結果得知，模擬值小於觀測值之海域計有蘇澳港及花蓮港；
- **波浪模擬資料**：由年度平均值統計結果得知，各海域**示性波高**模擬值普遍高於觀測值；各海域譜峰週期模擬值普遍低於觀測值；
- **水位及海流模擬資料**：由年度平均值統計結果得知，除馬祖海域及蘇澳港外，各海域流速模擬值普顯著低於觀測值。

伍、北端海域
基本資料蒐集與分析







期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

42

15:49:45

北端海域基本資料蒐集與分析(1)

➢ 範圍：自北部海岸富貴角向東延伸至三貂角間海岸區域

◆ 資料蒐集內容

- 地形水深
- 潮　汐
- 波　浪
- 海　流

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

43

15:49:45

北端海域基本資料蒐集與分析(2)

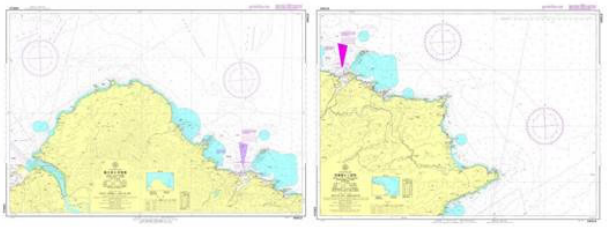
地形水深

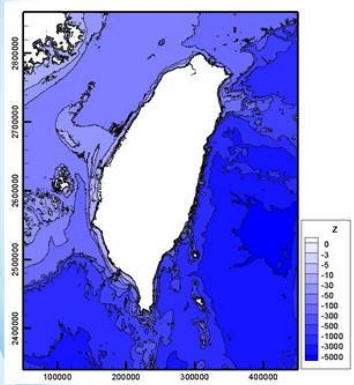
◆ 數值地形模型資料

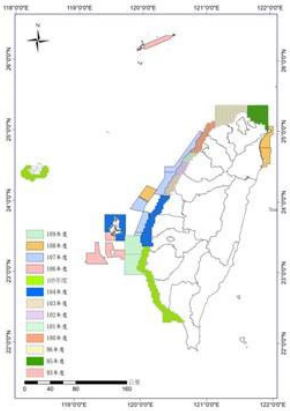
◆ 內政部海域水深測量資料

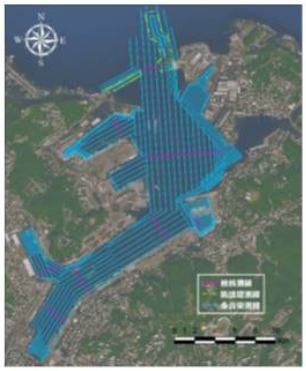
◆ 海軍水道圖

◆ 基隆港港區水深調查資料



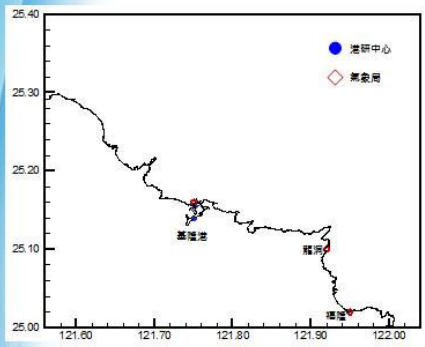






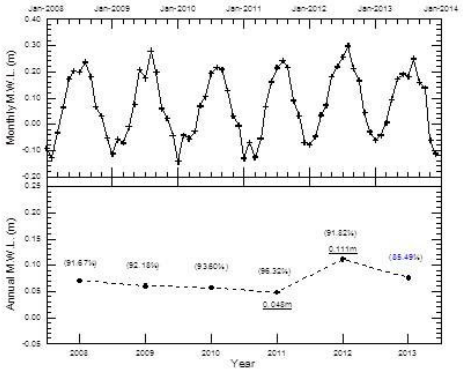
北端海域基本資料蒐集與分析(3)

潮 汐



代表性潮位	高程值 (m)
最高高潮位(H.H.W.L.)	+0.957
平均高潮位(M.H.W.L.)	+0.346
平均潮位(M.W.L.)	+0.059
平均低潮位(M.L.W.L.)	−0.208
最低低潮位(L.L.W.L.)	−1.060
平均潮位差	0.554

觀測資料數 34337
測站位置:(25°09'18"N, 121°45'08"E)
基準面相對於臺灣高程基準(TWVD2001)：0 m



北端海域基本資料蒐集與分析(4)

波 浪

年 / 波高(m)	2012 年 資料數 / (百分比)	2012 年 週期平均值(sec)	2013 年 資料數 / (百分比)	2013 年 週期平均值(sec)	累計百分比
< 0.5	1298 / (16.10)	3.23	1956 / (22.89)	3.25	19.60
0.5 ~ 1.0	2714 / (33.67)	4.05	2348 / (27.48)	4.05	50.08
1.0 ~ 1.5	1306 / (16.20)	4.61	1344 / (15.73)	4.64	66.04
1.5 ~ 2.0	1102 / (13.67)	5.03	1062 / (12.43)	5.07	79.07
2.0 ~ 2.5	837 / (10.38)	5.38	769 / (9.00)	5.38	88.74
2.5 ~ 3.0	439 / (5.45)	5.86	488 / (5.71)	5.76	94.33
3.0 ~ 3.5	200 / (2.48)	6.30	265 / (3.10)	6.15	97.13
3.5 ~ 4.0	88 / (1.09)	6.53	160 / (1.87)	6.50	98.62
4.0 ~ 5.0	62 / (0.77)	6.95	128 / (1.50)	7.01	99.77
5.00 <	14 / (0.17)	7.53	25 / (0.29)	7.80	100.00
合計	8060 / (100.00)		8545 / (100.00)		
備註	最大波高值：5.67 m 週 期：7.82 sec 波 向：28.1° 發生時間：09/29 09		最大波高值：10.28 m 週 期：9.36 sec 波 向：57.9° 發生時間：07/13 02		

基隆港(2012~2013年)逐時波高大小分布年統計

基隆港(2012~2013年)逐時平均波向分布年統計

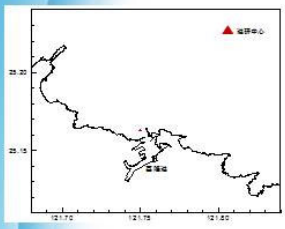
波向	2012 資料數 (百分率)	2013 年 資料數 (百分率)	百分率 (%)	波向	2012 資料數 (百分率)	2013 年 資料數 (百分率)	百分率 (%)
N	774 (9.60)	199 (2.33)	5.86	S	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
NNE	3431 (42.57)	3444 (40.30)	41.40	SSW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
NE	2953 (36.64)	3630 (42.48)	39.64	SW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
ENE	838 (10.40)	1260 (14.75)	12.63	WSW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
E	32 (0.40)	9 (0.11)	0.25	W	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
ESE	4 (0.05)	0 (0.00)	0.02	WNW	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
SE	1 (0.01)	0 (0.00)	0.01	NW	1 (0.01)	0 (0.01)	0.01
SSE	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00	NNW	26 (0.32)	3 (0.04)	0.17

1. 波向判斷採用 ±11.25°
2. 2012 及 2013 年波浪觀測資料數分別為 8060 及 8545

- 2012年示性波波高最大值發生於強烈颱風杰拉華
- 2013年示性波波高最大值發生於強烈颱風蘇力侵襲臺灣東北部海域

北端海域基本資料蒐集與分析(5)

海 流

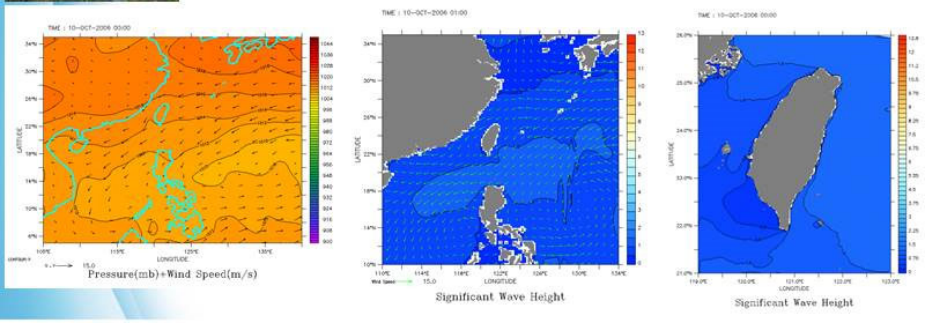


基隆港(2012~2013年)逐時海流流速分布年統計結果

年份 流速區間(m/s)	2012 年 資料數 / (百分比)	2013 年 資料數 / (百分比)	平均 百分比
<0.25	4366 / (52.03)	4680 / (53.87)	**52.97**
0.25 ~ 0.50	2993 / (35.66)	3095 / (35.63)	**35.64**
0.50 ~ 0.75	833 / (9.93)	791 / (9.11)	**9.51**
0.75 ~ 1.00	148 / (1.76)	114 / (1.31)	**1.53**
1.00 ~ 1.25	31 / (0.37)	6 / (0.05)	**0.22**
1.25 ~ 1.50	11 / (0.13)	1 / (0.02)	**0.08**
1.50 ~ 1.75	4 / (0.05)	—	**0.02**
1.75 ~ 2.00	4 / (0.05)	—	**0.02**
2.00 <	2 / (0.02)	—	**0.01**
合計	8392 / (100.00)	8687 / (100.00)	**100.00**
備註	最大流速值(2.07)* 流 向(99.44°) 時 間(07/22 21)	最大流速值(1.27) 流 向(60.4°) 時 間(03/11 23)	
*觀測資料之合理性無法判斷			

年**最大流速**發生原因均與颱風影響因素無關。

陸、北端海域
小尺度海象模組建置



期末審查

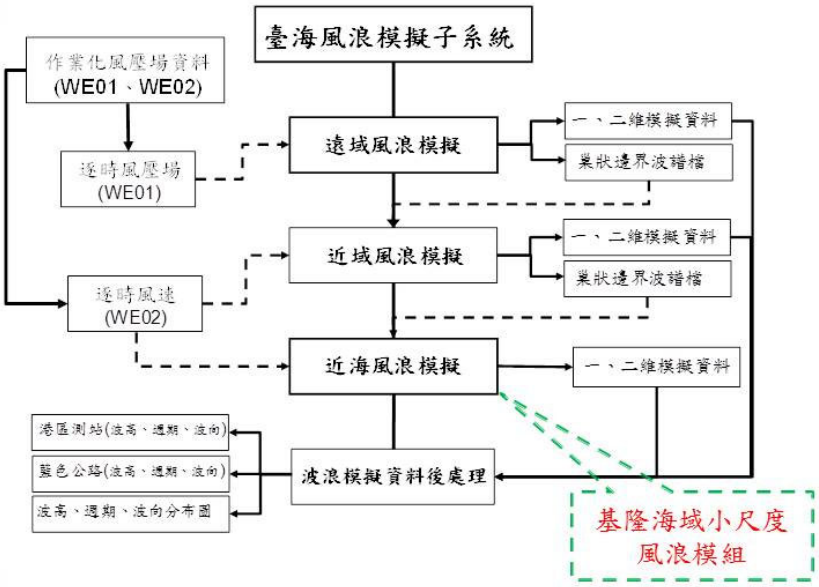
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

48

15:49:46

一、基隆海域小尺度風浪模組建置(1)

➢ TaiCOMS 臺海風浪模擬系統架構



期末審查

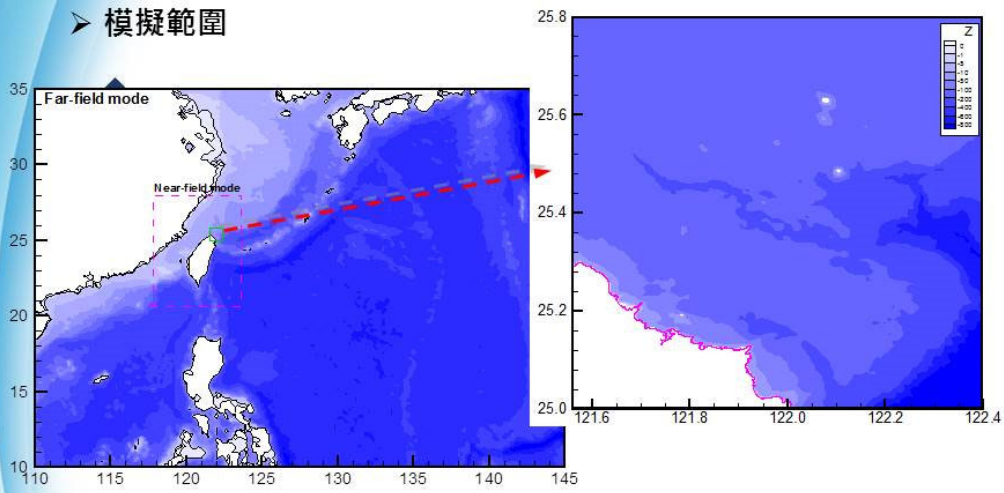
110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

49

15:49:46

一、基隆海域小尺度風浪模組建置(2)

➢ 模擬範圍



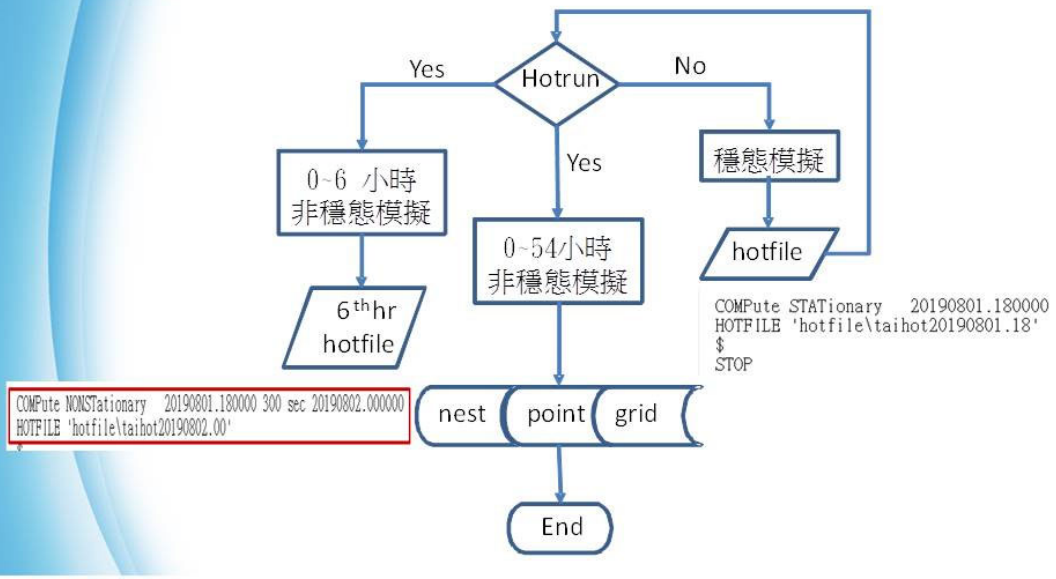
網格名稱	範圍		解析度(°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
遠域風浪模組*1	110.0/145.0	10.0/35.0	0.2	176×126
近域風浪模組*1	117.6/123.6	20.60/28.0	0.04	151×186
基隆海域風浪模組	**121.40/122.40**	**23.28/24.24**	**0.008**	**126×121**

15:49:46

一、基隆海域小尺度風浪模組建置(3)

➢ 初始條件

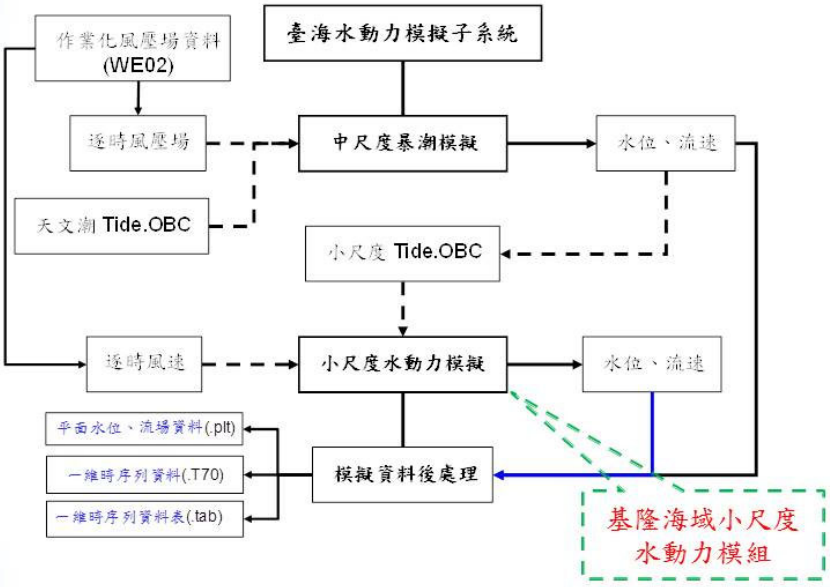
◆ 冷啟動/ 熱啟動狀態



15:49:47

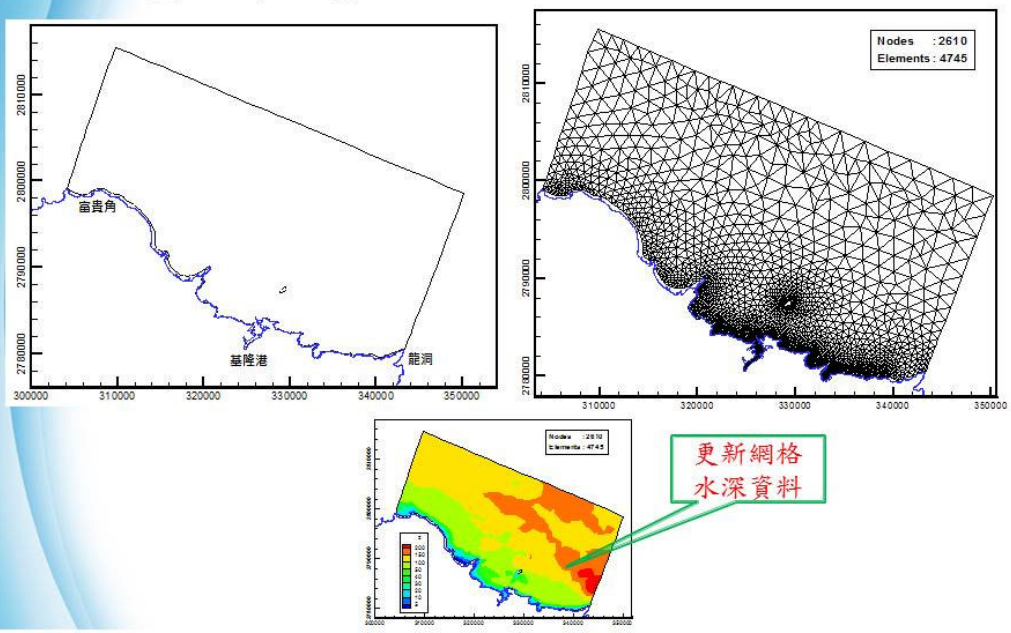
二、基隆海域小尺度水動力模組建置(1)

➢ TaiCOMS 臺海水動力模擬系統架構

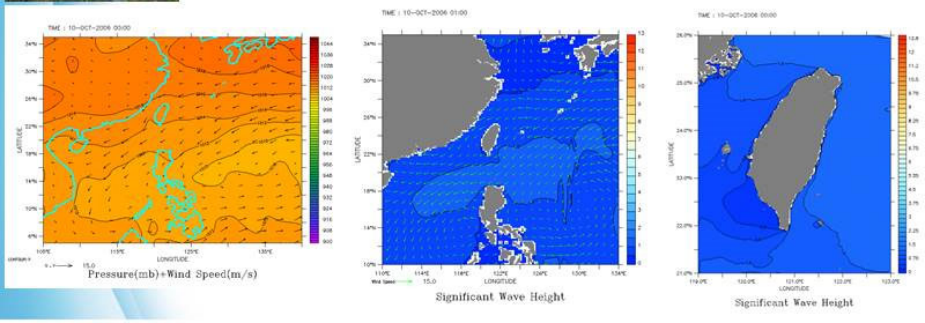


二、基隆海域小尺度水動力模組建置(2)

◆ 模擬範圍/ 數值計算網格



柒、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

54

15:49:47

七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(1)

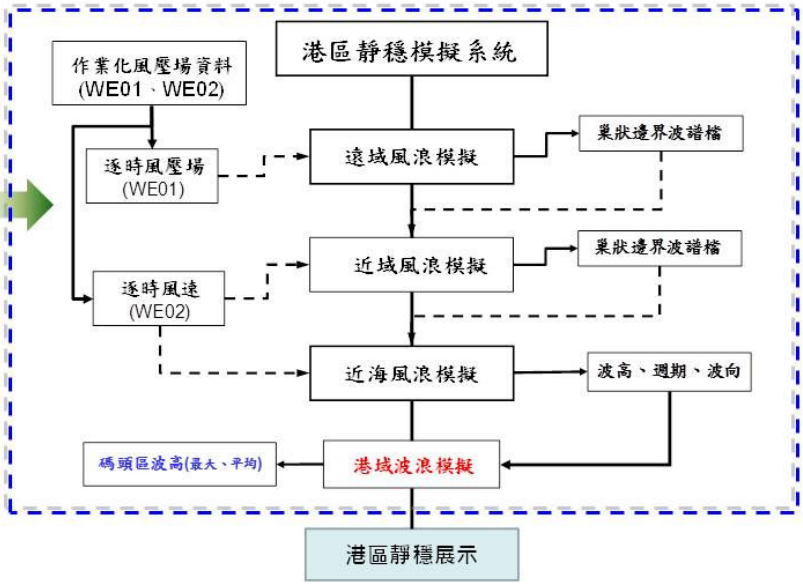
港區靜穩模擬系統簡介

風浪模組說明

港域波浪模組說明

港區靜穩展示網頁

- 整合花蓮港及蘇澳港外海風浪模擬預測及港域波浪場模擬，建構成獨立的港區靜穩模擬系統 。



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

55

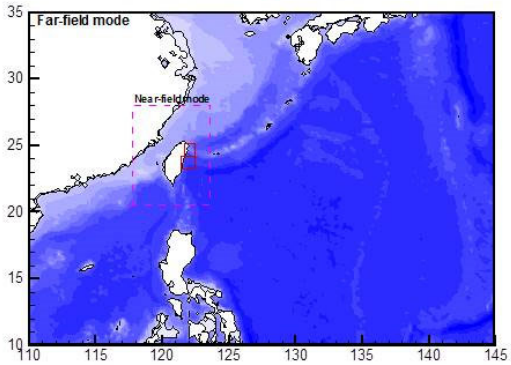
15:49:47

七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(2-1)

港區靜穩模擬系統簡介

風浪模組說明

風浪模擬採用三層巢狀網格建構之，提供網格解析度0.008°之風浪模擬預測資訊，供港域波浪模組使用。



風浪模組名稱	範圍		解析度(°)	格點數
	經度(°) 最小值/最大值	緯度(°) 最小值/最大值		
遠域風浪模組	110.0/145.00*1	10.0/35.00	0.2	176×126
近域風浪模組	117.60/123.60	20.60/28.00	0.04	151×186
花蓮海域近海風浪模組	121.40/122.40	23.28/24.24	0.008	126×121
蘇澳海域近海風浪模組	121.64/122.40	24.24/25.12	0.008	96×111

註*1：109 年擴大模擬範圍

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

56

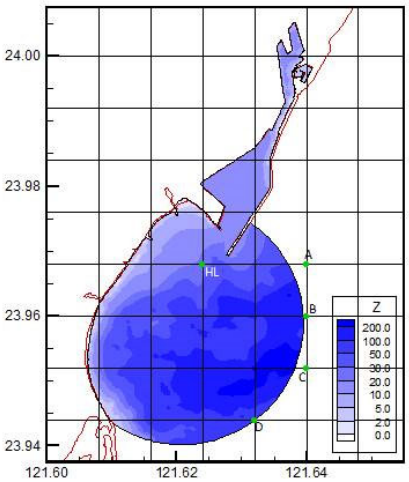
15:49:48

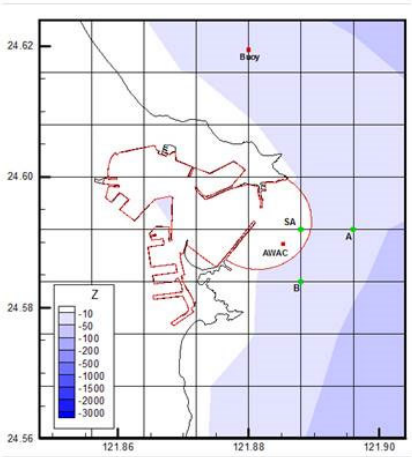
七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(2-2)

港區靜穩模擬系統簡介

風浪模組說明

◆ 港外風浪模擬預測值輸出點位





期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

57

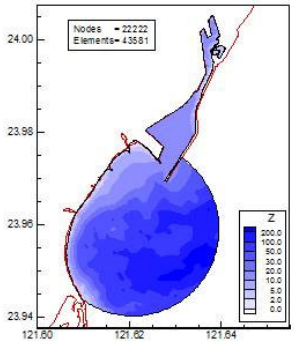
15:49:48

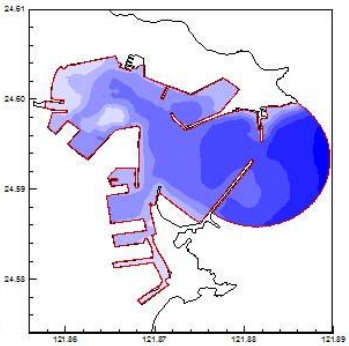
七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(3-1)

港區靜穩模擬系統簡介

港域波浪模組說明

採用三角元素建構非結構數值計算網格，適用範圍為週期8.0 sec以上之波浪(相當於長浪定義)。





細尺度波浪模組名稱	三角形元素網格		外海假想邊界半徑(m)	最大水深(m)
	元素數目	節點數目		
花蓮港域波浪模組	122481	62116	2200.0	100.0
蘇澳港域波浪模組	70,797	36,436	826.0	30.0

期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

58

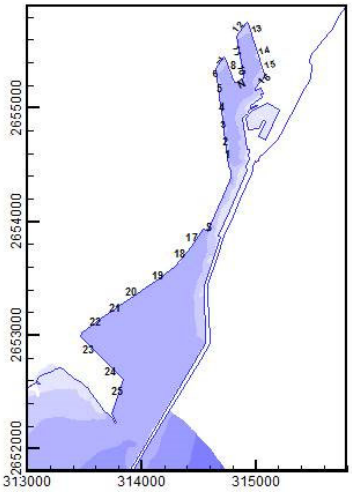
15:49:49

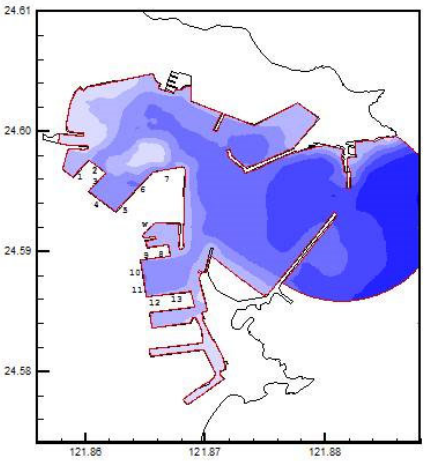
七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(3-2)

港區靜穩模擬系統簡介

港域波浪模組說明

◆ 港內波浪模擬結果：各碼頭區波高預測值(平均、最大、最小)





期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

59

15:49:49

七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(4)

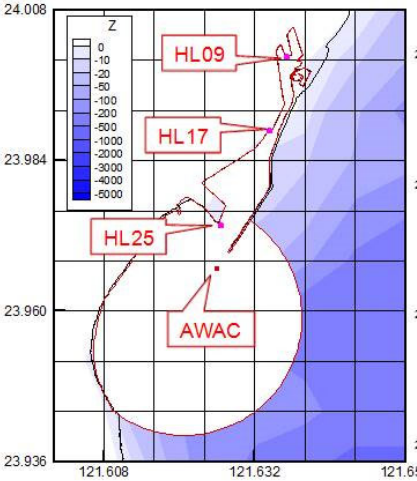
港區波浪觀測簡介

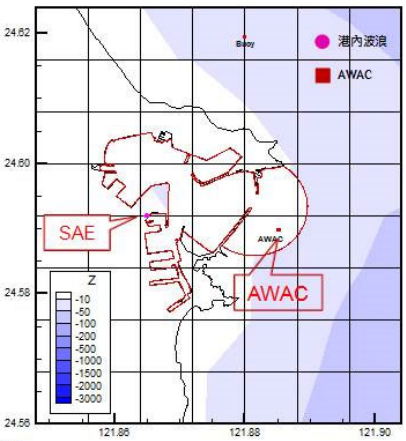
港區波浪觀測

港內、外波浪特性分析

◆ 港外波浪觀測 1 站 (AWAC)

◆ 港內靜穩(波浪)觀測：花蓮港 3 站、蘇澳港 1 站





期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

60

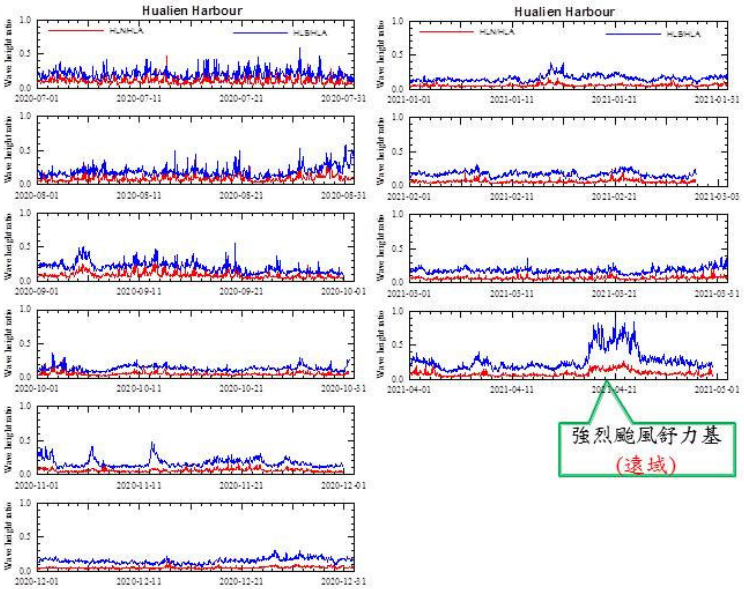
15:49:50

七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(5-1)

港區波浪觀測簡介

港內、外波浪特性分析

◆ 港內、外示性波高比值



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

61

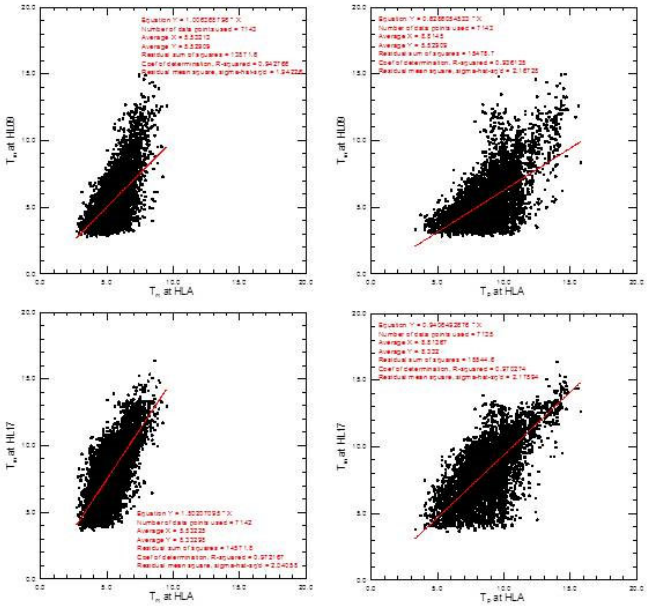
15:49:50

七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(5-2)

港區波浪觀測簡介

港內、外波浪特性分析

◆ 波浪週期相關性分析



期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

62

15:49:51

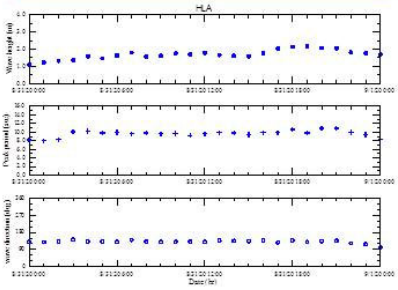
七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(6)

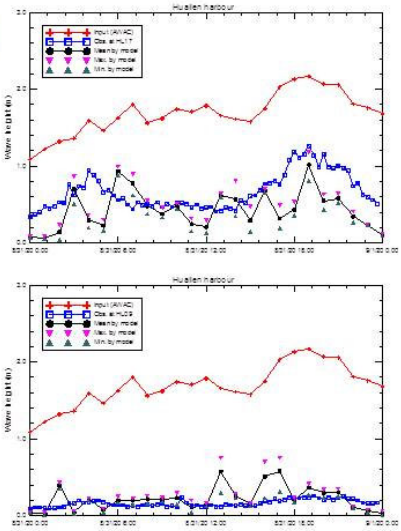
優化港區靜穩模組

- 以港外AWAC觀測資料(波高、譜峰週期、波向)為港區波浪模擬條件
- 以港內靜穩測站波高觀測資料為校驗對象
- 率定參數碼頭區、防波堤、海岸地區及假想邊界等反射係數

港域波浪模組參數率定

梅莎颱風期間(08/31 00~ 09/01 00)





期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

63

15:49:51

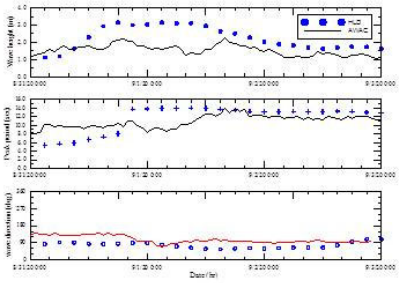
七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(6-2)

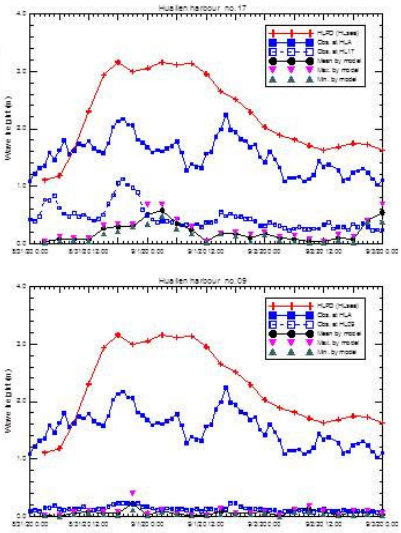
優化港區靜穩模組

- 以港外AWAC觀測資料(波高、譜峰週期、波向)為港區波浪模擬條件
- 以港內靜穩測站波高觀測資料為校驗對象
- 率定參數碼頭區、防波堤、海岸地區及假想邊界等反射係數

港區靜穩作業化模擬

梅莎颱風期間(08/31 00~ 09/03 00)





期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

64

15:49:51

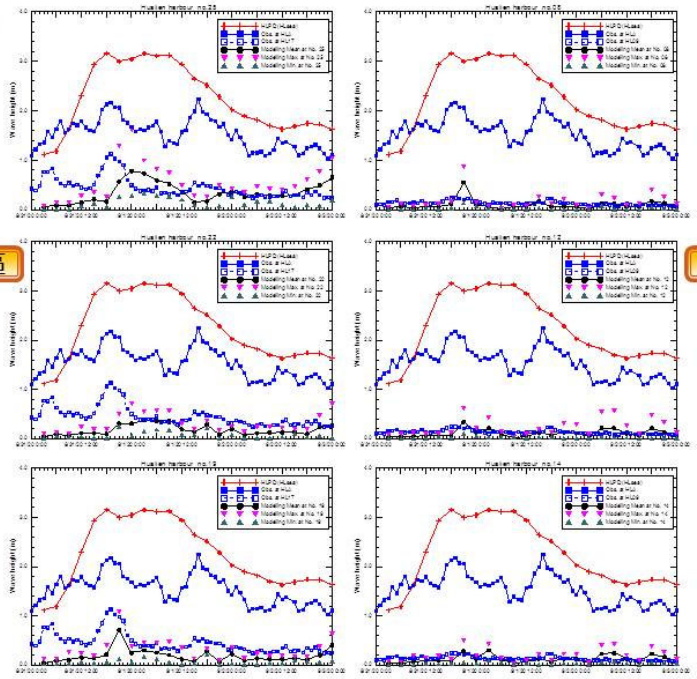
七、優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬(6-3)

優化港區靜穩模組

港區靜穩作業化模擬

外港區

內港區



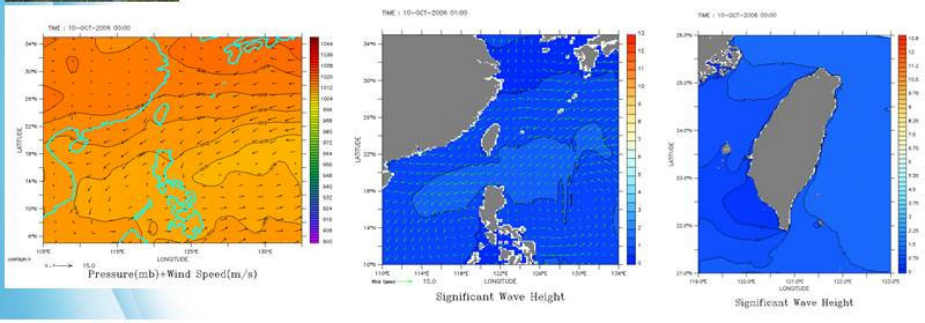
期末審查

110年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

65

15:49:51

捌、結論與建議



15:49:51

結論(1)

◆ **海象預報模擬系統維運與改善：**

盤整海氣象自動化預報模擬系統各作業化模組，確認海象模擬作業化系統風場處理維持在Linux作業系統，波浪模擬及水動力模擬採用Windows作業系統。海象模擬作業仍採每日一報為主，並持續測試及發展每日四報模擬作業方式。

◆ **臺灣周圍海域風浪模擬與校驗：**

東部海域及基隆海域風浪示性波高模擬值普遍高於觀測值，判斷除了氣象局預報風場因素外，與網格解析度無法較精確反應各測站位置有關，即模擬值輸出點位離海岸較遠，因此模擬值偏大是可預期的。此外，平均週期月均方根誤差約介於0.6 ses ~ 1.4 sec之間，譜峰週期月均方根誤差約介於2.0 ses ~ 2.9 sec之間。

15:49:52

初步成果與結論(2)

◆ **臺灣周圍海域水動力模擬與校驗：**

臺北港、臺中港及布袋港等水位均方根誤差值均大於0.2m，相關性分析呈現水位模擬潮差小於觀測潮差，此為誤差偏大之主因。透過數值計算網格底床摩擦係數之修正，證實臺北港、臺中港及布袋港等均方根誤差值有獲得到改善間。

◆ **波浪、水位及流場等海象預報作業化成果評估：**

完成本年度(2020年9月至2021年8月)海象作業化預測評估月報及年報，供港研中心內部參考。

◆ **北端海域小尺度風浪及水動力模組建置：**

完成完成北端海域小尺度風浪模組(基隆海域風浪模組)及水動力模組(基隆海域水動力模組)建置工作，分別納入臺海風浪模擬系統及臺海水動力模擬系統，持續作業化模擬測試與成果校驗

初步成果與結論(3)

◆ **優化花蓮港及蘇澳港靜穩模擬：**

花蓮港外港區示性波高與外海AWAC波高比值偏大(大於0.5)之頻率明顯較多，最大比值出現0.85；在週期方面，外港區平均週期值與外海AWAC觀測之譜峰週期相當，且變化趨勢呈現高度相似

蘇澳港港內波浪觀測位於貯木區，水域相對較靜穩，因此，示性波高與外海AWAC波高比值變化幅度相對較小；港內波浪平均週期與譜峰週期普遍與外海AWAC波浪近似。

建議

◆ **遠域颱風對港區靜穩之影響：**

針對今年度未發布警報之遠域颱風，如強烈颱風舒力基及輕度颱風圓規等，造成花蓮港及蘇澳港港內水域極度不靜穩無法泊靠之現象，建議後續應加強相似路徑之颱風波浪及港內靜穩等模擬校驗，並尋求可能的因應對策。

◆ **蘇澳港港區靜穩模擬與校驗：**

蘇澳港港內靜穩波浪觀測站位於貯木池內，因水域相對靜穩，波浪觀測代表性不足，無法適用於其他水域且不利於蘇澳港港區靜穩模擬校驗，建議評估於港內其他水域增設靜穩波浪觀測站或將目前觀測站移置其他較適宜水域地點繼續觀測。

簡報完畢 敬請指正

國立成功大學水工試驗所
Tainan Hydraulics Laboratory
National Cheng Kung University, since 1950
http://www.thl.ncku.edu.tw/