

107 年海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運

Operational calibration and maintenance of the marine meteorology automatic forecast simulation system, 2018

主管單位：交通部運輸研究所

蘇青和¹ 李兆芳² 劉正琪² 陳明宗¹ 李俊穎¹
Su,Ching-Ho¹ Lee,Jaw-Fang² Liu,Cheng-Chi² Chen,Ming- Chung¹ Lee,Chun-Ying¹
¹交通部運輸研究所
²國立成功大學

摘要

本計畫屬於港研中心 107 年科技綱要計畫「海洋及交通運輸防災技術研究(1/4)」之分項計畫「港灣環境資訊整合及防災應用研究」下之資訊系統服務計畫。延續前期「港灣海象模擬暨溢淹資訊建置之研究」所建置海象模擬作業系統，本研究針對東南海域包括臺東富崗漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港及屏東後壁湖漁港。

本年度計畫主要研究成果如下：(1)完成金門及馬祖海域小尺度風浪模組之建置及納入 TaiCOMS 新版風浪模擬子系統運作，(2)完成金門海域小尺度水動力模組之建置及測試，(3)完成 107 年海象預報作業化成果評估報告，(4)完成臺東富崗漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港及屏東後壁湖漁港等海域有關水深、潮位及波、流等基本資料蒐集分析，(5)完成 2012~2017 年侵臺颱風風浪模擬並利用港研中心波浪觀測資料校驗數值模擬結果，(6)完成小尺度東南海域風浪模組及水動力模組模擬建置，臺東富崗漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港等海域風浪、水位及流場等，(7)完成小尺度西南海域風浪模組及南灣海域水動力模組建置，模擬屏東後壁湖海域風浪、水位及流場等。

本計畫達成之效益包括確保海象預報模擬系統正常運作，改善海象模擬預報品質有助於港口營運及海上航運安全維護。此外，本計畫小尺度海象模擬資料可應用於本島與離島藍色公路，提供船舶即時細緻化海象資訊，保障船舶交通航行安全。

關鍵詞：東南海域、綠島、蘭嶼、後壁湖、海象模擬

Abstract

This project is an information-system service project under a branch project “Integrated Harbor Environment Information and Applied Disaster Prevention Research” of the 2018 science and technology outline project 「Ocean and Transportation Disaster Prevention Technology Research (1/4)」 belongs to Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications. Extending the sea meteorology simulation system established from previous projects “sea Meteorology of Harbors and Flooding Information Establishment,” this research aims at southeastern sea areas including Fugang fishery harbor, Taitung, Nanliao fishery harbor, Green Island,

Kaiyun harbor, Lanyu, and Houbihu fishery harbor, Pingtung.

Research achievements this year include:.

(1) Accomplish the small scale wind wave module for Kinmen and Matzu sea area, and implement into the TaiCOMS new edition wind wave simulation subsystem for operation. (2) Accomplish set-up and test of the small scale hydrodynamic module for Kinmen sea area. (3) Accomplish 2018 evaluation report of the marine meteorology forecast operational results. (4) Accomplish collection and analysis of fundamental data including water depth, tidal level, wave, and current for Fugang fishery harbor, Taitung, Nanliao fishery harbor, Green Island, Kaiyun harbor, Lanyu, and Houbihu fishery harbor, Pingtung. (5) Accomplish simulation of typhoon waves attacking Taiwan, 2012~2017, and data verification using observatory data from Harbor and Marine Technology Center. (6) Accomplish setting up small scale wind wave and hydraulic modules for the southeastern sea areas, and simulating wind wave, water level, and flow field for Fugang fishery harbor, Taitung, Nanliao fishery harbor, Green Island, and Kaiyun harbor, Lanyu. (7) Accomplish setting up small scale wind wave module for southwestern sea area, and Hydrodynamic module for Nan-Wan Bay, and simulating wind wave, water level, and flow field for Houbihu fishery harbor, Pingtung.

Overall Benefits obtained from this project include ascertaining normal operation of the marine meteorology forecast simulation system and improving forecast quality can help harbor operation, and maintain safe seakeeping. In addition, the present small scale simulation results can be applied to blue highways between Taiwan and outlying islands, and providing in-time marine meteorology for seakeeping, and ensuring safety of ship navigation..

**Keywords : SOUTHEAST SEA AREA, LUDAO, LANYU, HOUBIHU,
METEOROLOGY SIMULATION**

一、前言

交通部運輸研究所(以下簡稱本所)建構的臺灣近岸海象預報系統(Taiwan Coastal Operational Modeling System, TaiCOMS)係由即時海象觀測網、海象模擬作業化系統及港灣環境資訊網所組成，整體組成架構如圖 1 所示；其中海象模擬作業化系統分為風(壓)場處理系統、波浪模擬系統、水動力模擬系統及海嘯模擬預警系統等四個子系統。為能夠充份模擬臺灣周圍及近岸海域波浪、水位及海流等海象特性，海象模擬作業化系統乃規劃採用多種尺度及多種模式方式建構，有關本所海象模擬作業化系統採用的數值模式及其適用範圍如圖 2 所示。本所海象模擬作業化系統自建置完成(2006 年)維運至今，目前系統維運方針包括(1)確保此系統正常執行每日海象作業化模擬及預測，提供本島及離島澎湖等主要港口每日 72 小時(昨日、今日、明日)風場、波浪、水位及海流等模擬資訊於港灣環境資訊網站供各界使用者參考；(2)針對海象預報作業化成果進行相關評估及尋求相關改善研究；(3)配合本所需求發展小尺度海象模擬模組及提供細緻化海象模擬資訊。

本研究屬於港研中心 107 年科技綱要計畫「海洋及交通運輸防災技術研究(1/4)」之分項計畫「港灣環境資訊整合及防災應用研究」下之資訊系統服務計畫，延續前期「港灣海象模擬暨溢淹資訊建置之研究」所建置海象模擬作業系統，細緻化東南海域，包括臺東富崗漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港及屏東後壁湖漁港的海象模擬資訊。

本計畫目的為針對港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)建置之臺灣主要商港及離島有關風力、波浪、水位及流場等海象預報系統進行維護及改善，並對東南海域包括臺東富崗漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港及屏東後壁湖漁港間海域，建置完成適合的風浪及水動力模擬系統，模擬東南海域風浪、水位及流場等海象，提供臺東與綠島、蘭嶼離島間藍色公路相關的海象模擬資訊；另於颱風侵襲期間，相關海象模擬結果亦可作為防災預警之評估依據，以確保藍色公路海上航行安全。

本年度工作內容包括(1)海象自動化預報模擬系統校修與維運，(2)海象自動化預報及預警模擬系統改善研究，(3)風力、波浪、水位及流場等海象預報作業化成果評估，(4)臺灣周圍海域風浪模擬與校驗，(5)臺灣周圍海域水動力模擬與校驗，(6)東南海域基本資料蒐集與分析，(7)東南海域小尺度風浪模擬系統建置，(8)東南海域小尺度水動力模擬系統建置等八項。

本計畫預期達成效益包括(1)確保海象預報模擬系統正常運作、改善海象模擬預報品質有助於港口營運及海上航運安全維護，颱風期間或緊急海灘、海岸災害時可提供防救災必要資訊；(2)本計畫發展臺東富崗漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港及屏東後壁湖漁港間海域小尺度風浪及水動力模式，並提供細緻化海象模擬模組，供港研中心後續自動作業化應用。

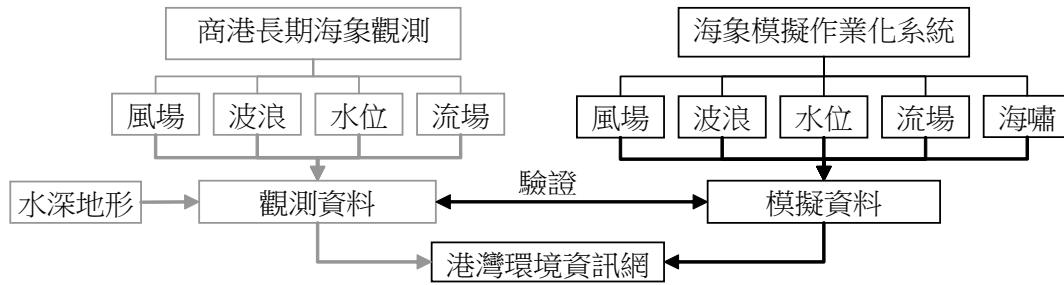


圖 1 臺灣近岸海象預報系統整體架構圖

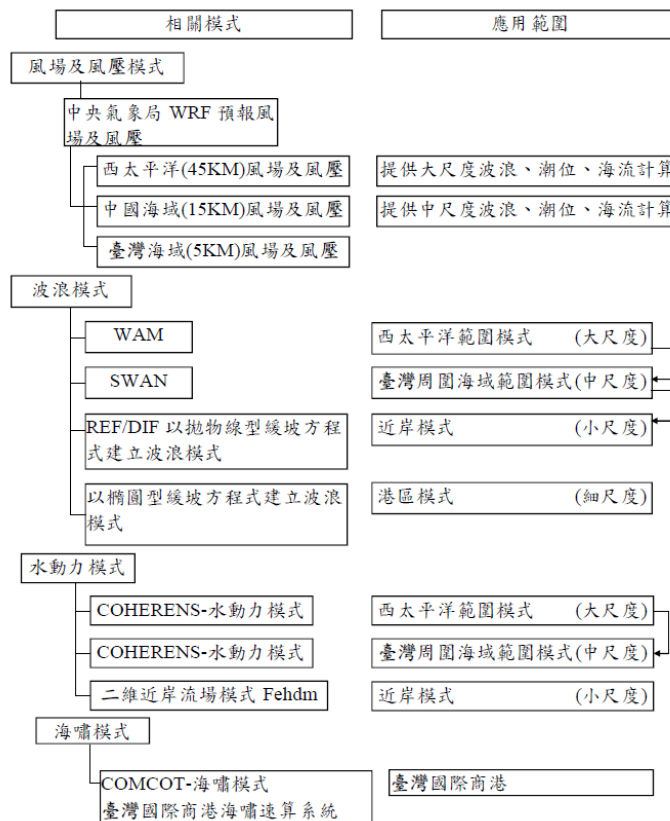


圖 2 海象模擬作業化系統整體模式架構圖

本年度計畫主要研究成果說明如下：

二、臺灣近岸海象預報模擬系統維運與改善

2-1 風浪模擬子系統維運與改善

本所海象模擬作業化系統新的風浪模擬子系統架構如圖 3 所示，整體架構包含遠域(大尺度)風浪模組、近域(中尺度)風浪模組及近岸(小尺度)風浪模組，屬於三層巢狀網格數值模擬流程，其中近岸風浪模擬可以同時執行多個小尺度風浪模組。目前風浪模擬子系統已納入澎湖海域小尺度風浪模組(105 年計畫成果)及東南海域風浪模組(107 年計畫成果)，本年度進一步針對既有的離島金門海域及馬祖海域小尺度風浪模組提出改善併入新的風浪模擬子系統。

1. 金門海域小尺度風浪模組改善

金門海域小尺度風浪模組改善內容：(1)數值計算網格：以規則網格取代原非結構網格，新模組模擬範圍如圖 4 所示，含蓋北緯 24.04°至 24.72°及東經 117.8°至 118.88°之水域，網格解析度為 0.008°。(2)地形水深：以海科中心公布的 500m 網格數值地形水深資料及 5 萬分之一金門及廈門附近海軍水道圖(04526)修正原 ETOPO1 為主之地形水深。(3)風場資料：以 WRF 成員 M05 模組水平網格解析度 3km 模擬資料取代 WRF 成員 M00 模組水平網格解析度 15km 模擬資料。(4)邊界條件：以中尺度近域風浪模組巢狀邊界模擬波譜資料取代原巢狀邊界模擬示性波參數值(波高、平均週期及平均波向)。(5)模式數值模擬方法：以非穩態模擬求解方法取代原穩態模擬求解方法。(6)作業化模擬環境：納入新版風浪模擬子系統架構(參考圖 3)取代原建金門水域海象模擬系統(UNIX)。

2. 馬祖海域小尺度風浪模組改善

馬祖海域小尺度風浪模組改善內容：(1)數值計算網格：以規則網格取代原非結構網格，新模組模擬範圍如圖 5 所示，含蓋北緯 25.72°至 26.72°及東經 119.44°至 120.84°之水域，網格解析度為 0.008°。(2)地形水深：以海科中心公布的 200m 網格數值地形水深資料及 10 萬分之一海軍水道圖莒光列島至東引島 (0304)、30 萬分之一海軍水道圖烏邱嶼至東引島 (0306)等修正原以 ETOPO1 為主之地形水深。(3)風場資料：以 WRF 成員 M05 模組水平網格解析度 3km 模擬資料取代 WRF 成員 M00 模組水平網格解析度 15km 模擬資料。(4)邊界條件：以中尺度近域風浪模組巢狀邊界模擬波譜資料取代原巢狀邊界模擬示性波參數值(波高、平均週期及平均波向)。(5)模式數值模擬方法：以非穩態模擬求解方法取代原穩態模擬求解方法。(6)作業化模擬環境：納入新版風浪模擬子系統架構取代原建馬祖水域海象模擬系統(UNIX)。

2-2 水動力模擬子系統維運與改善

本所海象模擬作業化系統新的水動力模擬子系統架構如圖 6 所示，整體架構包含近域(中尺度)水動力模組及近岸(小尺度)水動力模組，屬於兩層巢狀網格數值模擬流程，其中近岸水動力模擬可以同時執行多個小尺度水動力模組。目前水動力模擬子系統小尺度水動力模組包含臺灣本島基隆港等主要商港及澎湖海域(105 年計畫成果)及東南海域水動力模組(107 年計畫成果)，本年度進一步針對既有的離島金門海域小尺度水動力模組提出改善併入新的水動力模擬子系統。

本年度金門海域小尺度水動力模組改善內容包括：(1)數值計算網格：調整模組模擬範圍並建置新的非結構三角形元素數值計算網格取代原非結構網格，如圖 7 所示；(2)地形水深：以海科中心公布的 500m 網格數值地形水深資料及 5 萬分之一金門及廈門附近海軍水道圖(04526)修正原 ETOPO1 為主之地形水深。(3)邊界條件：以中尺度近域水動力模組巢狀邊界模擬水位資料取代 OSU TMD 模式(考慮 M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1 八個分潮)。(4)數值模式：以二維水深積分平均有限元素水動力模式(參考附錄二)取代原 FVCOM 模式。(5)作業化模擬環境：納入新版水

動力模擬子系統架構(參考圖 6-15)取代原建金門水域海象模擬系統(UNIX)。

2-3 107 年度海象預報作業化成果評估

107 年海象預報作業化成果評估報告，除了成果評估項目(風力、波浪、水位及流場等)維持不變外，本年度報告修訂內容包括：(1)將預報成果評估對象由主要港口修訂為海域，即基隆、臺北、臺中、布袋、安平、高雄、花蓮、蘇澳、澎湖、金門、馬祖及臺東等 12 個海域(本年度計畫不含臺東為 11 個海域)。(2)年度起迄計算修訂為 2017 年 9 月至 2018 年 8 月。評估報告中逐月資料誤差分析內容分為平均誤差、平均絕對誤差、標準偏差、最大偏差及最小偏差等。

三、臺灣周圍海域風浪模擬與校驗

本計畫利用新版風浪模擬子系統及 TaiCOMS 資料庫歷史每日作業化風場資料選取 2012 年中度颱風蘇拉及天秤、2013 年強烈颱風蘇力、2014 年中度颱風麥德姆、2015 年中度颱風蘇迪勒及強烈颱風天鵝、杜鵑等、2016 年尼伯特、莫蘭蒂、馬勒卡及梅姬等及 2017 年中度颱風尼莎，分別重置颱風侵臺期間臺灣周圍海域颱風波浪預報作業化成果，並選取港研中心花蓮港、蘇澳港、基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港、澎湖港、金門港及馬祖港等 11 個波浪測站觀測波高值與作業化模結果比較。圖 8 所示為 2016 年強烈颱風尼伯特侵臺期間颱風波浪示性波高模擬值與觀測值之比較，各港口最大波高值不論模擬值或觀測均以花蓮港為最，蘇澳港次之；尼伯特颱風期間各港口最大波高模擬值普遍高於觀測值，僅蘇澳港及臺中港為例外，其最大波高觀測值略高模擬值。誤差分析結果顯示東、北部海岸以花蓮港均方根誤差 1.427m 最大，相關係數 R 以蘇澳港 0.92 最佳；西部海岸臺中港、安平港及高雄港之均方根誤差分別為 0.615m、0.707m 及 0.913m，相關係數 R 以安平港 0.907 為最佳，可能與颱風在其附近出海有關。離島海域澎湖、金門及馬祖等測站示性波高觀測值明顯偏小，此可能與測站離岸較近，受到島嶼遮蔽影響所致；模式澎湖、金門及馬祖等點位波高模擬值之均方根誤差依序為 0.697m、1.417m 及 1.478m，相關係數 R 依序為 0.849、0.453 及 0.808，其中金門相關係數偏低原因可能與模式輸出點位距離測站較遠有關。

整體而言，尼伯特颱風侵臺期間波高變化模擬趨勢僅金門一站相關係數 R 較低外，其餘各站相關係數 R 均大於 0.8。

四、臺灣周圍海域水動力模擬與校驗

本所利用有限元素二維水動力模式發展中尺度臺灣周圍海域水動力模組，模式模擬範圍含蓋東經 116.5°~125°及北緯 21°~26.5°之海域，陸地包括臺灣本島、澎湖本島、中國大陸東南沿海等，如圖 9 所示；模式計算網格採用非結構三角形元素建構，計有 8237 個格點及 15800 個三角形元素，如圖 10 所示。前期計畫(105 年)已針對 2015 年天文潮水位模擬結果及颱風期間水位模擬結果，利用本所主要商港潮位觀測資料進行校驗。本年度選取 2016 年 9 月強烈颱風莫蘭蒂及及中度颱風梅姬侵臺期

間，每日作業化模擬 73 小時水位模擬值與主要港口觀測資料比較，並分析預報值與觀測值間之誤差(均方根誤差)，如表 1 及表 2 所列。此外，中度梅姬颱風侵臺期間每日作業化模擬結果分析之暴潮偏差，如圖 11 所示，以蘇澳港為例，圖中 26 日作業化模擬結果預測暴潮偏差約 0.35m，27 日作業化模擬結果預測暴潮偏差修正為 0.798m，至 28 日作業化模擬結果暴潮偏差追算結果約 0.61m。同樣地，26 日作業化模擬結果預測臺中港暴潮偏差約 0.33m，27 日作業化模擬結果預測臺中港暴潮偏差修正為 0.844m，至 28 日作業化模擬追算結果臺中港暴潮偏差約 0.78m。

五、小尺度風浪模擬系統建置

針對屏東後壁湖漁港，本年度規劃以風浪模式 SWAN 建置含屏東後壁湖漁港海域之小尺度臺灣西南海域風浪模組，納入 TaiCOMS 新版風浪模擬作業化子系統，模擬含屏東後壁湖漁港海域之西南海域風浪變化；並利用港研中心或其他單位鄰近波浪觀測資料，以校驗模式相關參數及數值模擬結果。

1. 模式模擬範圍：

本計畫西南海域風浪模擬系統之巢狀網格架構(參考圖 3)，同樣包括遠域大尺度網格、近域中尺度網格及小尺度近岸網格；其中大、中尺度網格範圍及網格解析度均與新版風浪模擬作業化子系統相同。小尺度西南海域近岸網格模擬範圍為臺灣西南海域北緯 21.52°至 22.52°，東經 119.80°至 120.88°之海域，網格解析度為 0.008°，如圖 12 所示。各層網格座標系統均採用 WGS84 經緯度座標系統建置數值計算網格。

2. 網格水深建置：

本計畫小尺度臺灣東南海域風浪模組之網格水深資料係依據海科中心公布的 200m 網格數值地形水深資料內插得到。

3. 風場資料：

本計畫規劃以 TaiCOMS 作業化風(壓)場 WA03 資料，作為小尺度臺灣東南海域風浪模組之輸入風場。

4. 邊界條件：

參照 TaiCOMS 風浪模擬系統之架構，本計畫小尺度臺灣東南海域風浪模組之邊界條件係由中尺度近域網格風浪模擬過程直接輸出巢狀網格邊界節點方向波譜資料。

5. SWAN 模式主要設定：

SWAN 數值模擬型態區分為(1)穩態/非穩態及(2)1D/2D 等選項，本計畫採用非穩態模擬方式模擬近岸二維波浪場，因此指令 *MODE* 及 *COMPute* 設定值如下：

MODE NONSTationary TWODimensional

COMPute NONSTat yyyyymmdd.hhmmss dt SEC yyyyymmdd.hhmmss

其中第一個時間(YYYYMMDD.hhmmss)為模擬開始時間，第二個時間為模擬終止時間，dt sec 為模擬時間間隔或增量。

SWAN 屬於第三代風浪波譜模式，程式本身同時提供第一代及第二代風浪波譜

模式之選擇指令(*GEN1* 及 *GEN2*)，本計畫採用第三代風浪波譜模式，相關設定如下：

GEN3 **KOMen** 2.36e-5 3.02e-3

由於 *SWAN* 模式具有模擬波浪繞射效應功能，因此在小尺度臺灣東南海域風浪模組 *DIFFRac* 之參數值設定如下

DIFFRac 1 0.2 0 1

六、小尺度水動力模擬系統建置

本年度針對臺東富崗漁港、綠島南寮漁港、蘭嶼開元漁港及屏東後壁湖漁港間海域建置合適的小尺度水動力模擬系統。依據 *TaiCOMS* 新版水動模擬系統架構得知，本計畫小尺度水動力模擬系統必須與近域(中尺度)臺灣周圍海域水動力模組結合，建構成雙層網格之小尺度水動力模擬系統。其中臺東富崗漁港、綠島南寮漁港及蘭嶼開元漁港間海域，規劃建置含蓋三港口之臺灣東南海域水動力模組，模擬臺灣東南海域潮汐水位及流場變化；針對屏東後壁湖漁港海域(即南灣海域)，建置一含蓋南灣海域之小尺度水動力模組，模擬南灣海域及後壁湖漁港潮汐水位及流場變化。

1 數值計算網格：

本計畫採用 *TWD97* 二度分帶投影座標系統建置非結構三角形元素計算網格，如圖 13 所示，計有 10,409 個節點及 20,425 個三角形元素。圖中離島陸地部份含了綠島、蘭嶼及小蘭嶼等島嶼。網格節點水深資料係整合台灣附近海域海底地形 200m 網格數值水深資料及圖號 04521 東河至知本、0347 綠島及 0344 蘭嶼等海圖數化水深資料，再以內插方法得到非結構三角形元素網格之水深資料。

針對南灣海域水動力模擬，本計畫新建非結構三角形元素計算網格，如圖 14 所示，計有 3294 個節點及 6403 個個三角形元素。網格水深資料來源包含海軍水道圖 04501 出風鼻至車城泊地、圖號 0340A 南灣及圖號 61403 後壁湖漁港等圖資之數化水深資料，經內插方法可得到非結構三角形元素網格之水深資料。

2 邊界條件及初始條件：

本計畫水動力模式使用的邊界型態分為海域開放邊界及陸地邊界兩種，其中陸地邊界條件又可分為滑動邊界條件及不滑動邊界條件，本計畫假設模式之陸地邊界為滑動邊界條件，亦即假設陸地邊界節點垂直方向之流速等於零(即允許切線方向流速存在)。海域開放邊界則採用水位條件為模式之開放邊界條件，即直接給定節點水位時序列資料，其中邊界節點水位給定方式採用本計畫中尺度臺灣周圍海域暴潮模組模擬結果，輸出本計畫數值計算網格開放邊界節點逐時水位資料。

此外，模式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。

3 物理參數設定：

模式相關物理參數率定包括時間間距(Δt)、底床摩擦係數(C_f)及渦動粘滯性係數

等，相關參數之設定需藉由模擬結果率定之。

4 水動力初步模擬結果：

圖 15~圖 18 所示分別為富岡、綠島、蘭嶼及大武等潮位站觀測值與小尺度水動力模式天文潮水位模擬值之比較。

七、結論

本年度計畫整體研究成果之結論與建議如下：

1. 在海象預報模擬系統維運與改善方面：本年度新增金門、馬祖海域小尺度風浪模擬及金門小尺度水動力模擬，有助於完善離島藍色公路網細緻化海象模擬資訊服務。
2. 波浪、水位及流場等海象預報作業化成果評估：針對成果評估報告內容進行改版修訂，以增進評估報告內容易讀性，並完成 107 年有關風力、波浪、水位及流場等海象預報作業化成果報告，供港研中心內部參考。
3. 基本資料蒐集與分析：富岡、綠島及蘭嶼潮型指標分別約為 0.44、0.381 及 0.332，顯示臺灣東南海域潮汐型態分類屬於半日潮(劉，1996)；三潮位站 2016 年颱風暴潮偏差分析結果，以尼伯特颱風引起的暴潮偏差量最大。海流分析結果顯示台東資料浮標海流主要流向為東北及西南向，2016 年各月份最大流速均超過 1.0m/s，最大值為 1.62m/s，出現於 8 月；綠島南寮漁港測站海流主要流向為南北向，2016 年各月份最大流速約介於 0.47~0.74m/s。
4. 臺灣周圍海域風浪模擬與校驗：完成 2012 年至 2017 年顯著影響之颱風波浪模擬，並與港研中心觀測資料進行比對及分析。就第 3 類侵臺路徑中度以上颱風而言，除花蓮港及基隆港颱風波浪模擬結果呈現顯著大於觀測值現象外，蘇澳港及臺北港颱風波浪模擬結果趨近於觀測值，西部海岸颱風波浪模擬結果明顯受到颱風路徑之影響，迎風面港口颱風波高模擬結果誤差較小，港口離颱風中心越近波高模擬值之相關係數愈高。
5. 小尺度風浪模擬系統建置：完成小尺度東南海域及西南海域風浪模系統建置，其中小尺度東南海域風浪模組已移轉港研中心納入 TaiCOMS 新版風浪模擬系統持續進行作業化模擬與測試。
6. 小尺度水動力模擬系統建置：完成小尺度東南海域水動力模組之修訂及含屏東後壁湖漁港海域之小尺南灣海域水動力模組之建置；小尺度東南海域水動力模組修訂後之數值計算網格計有 6,954 個節點及 13,569 個元素，小尺度南灣海域水動力模組新建數值計算網格計有 3,294 個節點及 6,403 個元素。

表 1 2016 年莫蘭蒂颱風侵臺期間每日作業化水位模擬之誤差分析表

	花蓮港(HL)			蘇澳港(SA)			基隆港(KL)		
	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)
20160913	0.080	—	0.058	0.101	0.074	0.057	0.110	0.060	0.053
20160914	0.110	—	0.079	0.154	0.113	0.092	0.108	0.064	0.063
20160915	0.100	—	0.076	0.154	0.105	0.089	0.105	0.069	0.063
	臺中港(TC)			澎湖(PH)			高雄港(KH)		
	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)
20160913	0.217	0.328	—		0.236	—	0.108	0.090	0.090
20160914	0.261	0.283	—		0.294	—	0.092	0.122	0.134
20160915	0.313	0.279	—		0.240	—	0.131	0.118	0.148

表 2 2016 年梅姬颱風侵臺期間每日作業化水位模擬之誤差分析表

	花蓮港(HL)			蘇澳港(SA)			基隆港(KL)		
	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)
20160926	0.070	—	0.092	0.135	0.226	0.058	—	0.076	0.066
20160927	0.140	—	0.175	0.210	0.195	0.085	—	0.081	0.053
20160928	0.120	—	0.188	0.258	0.190	0.072	—	0.090	0.054
	臺中港(TC)			澎湖(PH)			高雄港(KH)		
	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)	OBS1 (m)	OBS2 (m)	CWB (m)
20160926	0.199	0.205	0.153	—	0.188	0.219	0.175	0.106	0.128
20160927	0.255	0.248	0.189	—	0.197	0.251	0.148	0.126	0.165
20160928	0.220	0.234	0.184	—	0.195	0.223	0.105	0.120	0.098

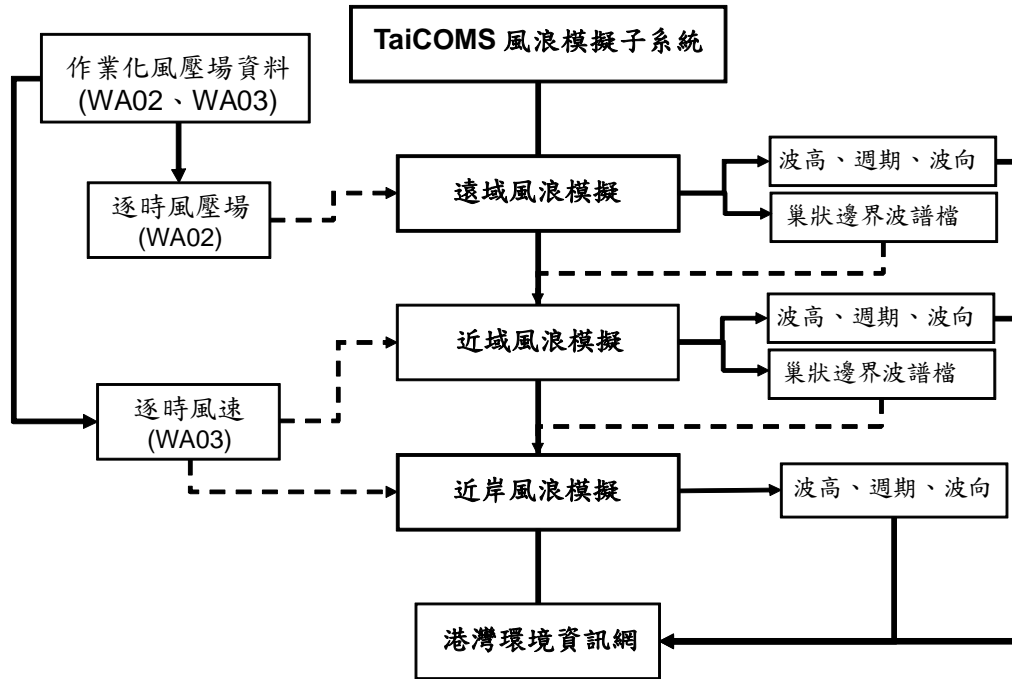


圖 3 TaiCOMS 風浪模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程圖

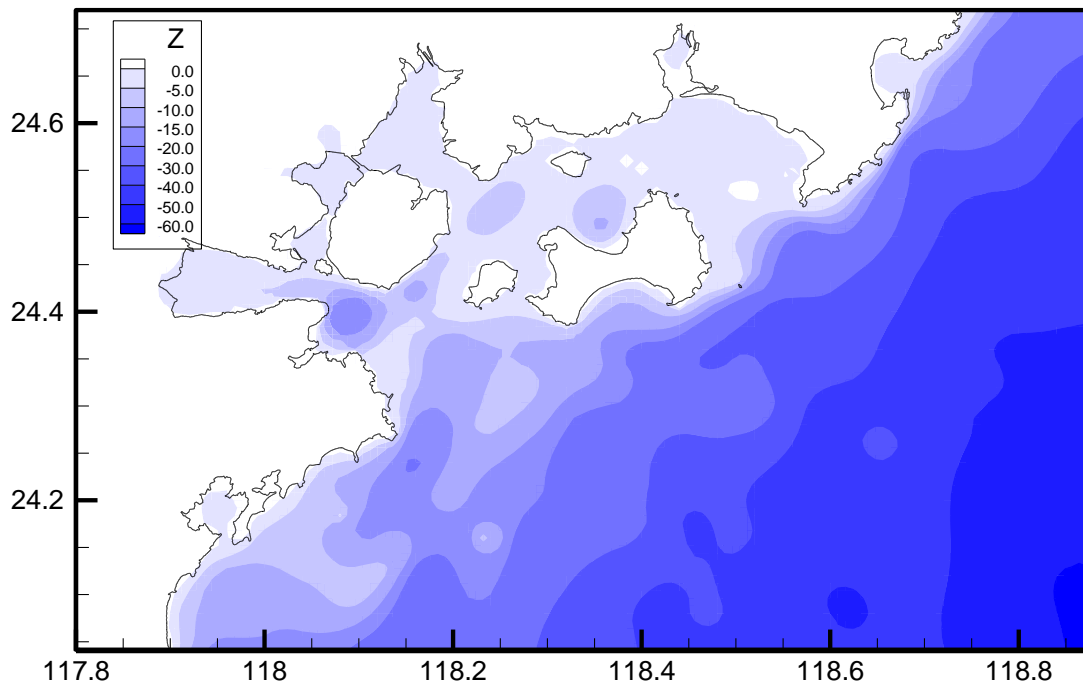


圖 4 金門海域近岸風浪模組修正後模擬範圍及水深分布圖

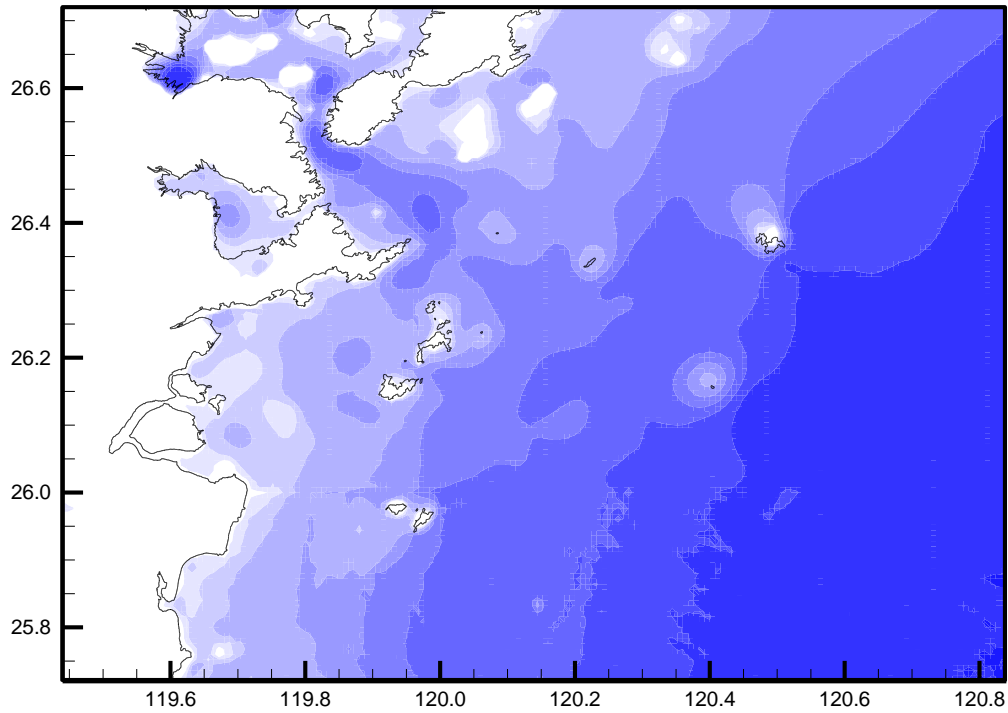


圖 5 馬祖海域近岸風浪模組修正後模擬範圍及水深分布圖

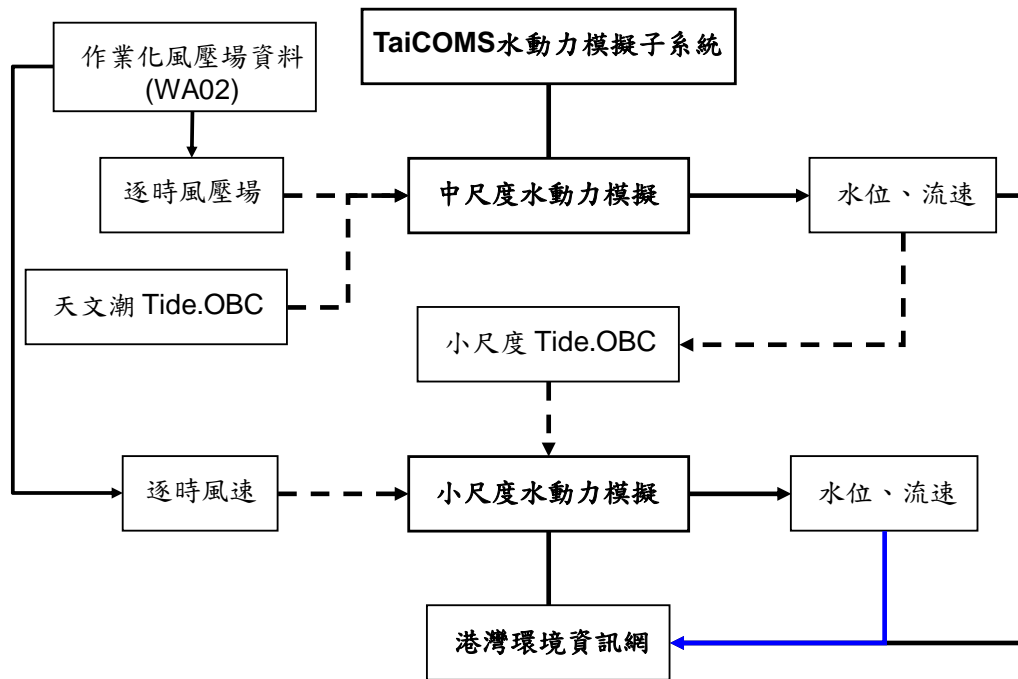


圖 6 TaiCOMS 水動力模擬子系統之組成架構及作業化模擬流程圖

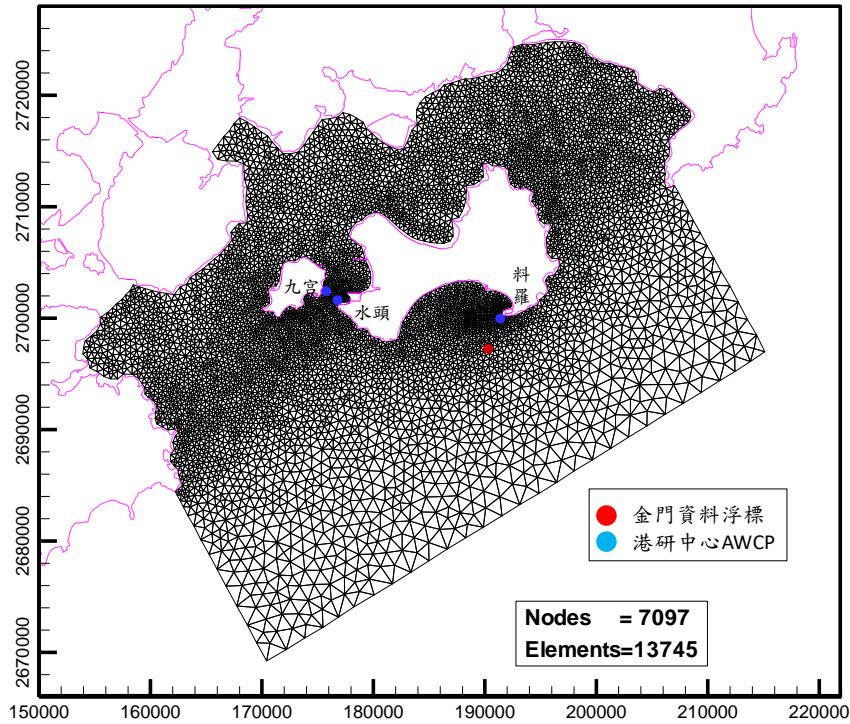


圖 7 金門海域近岸水動力模組修正後模擬範圍及其非結構數值計算網格分布圖

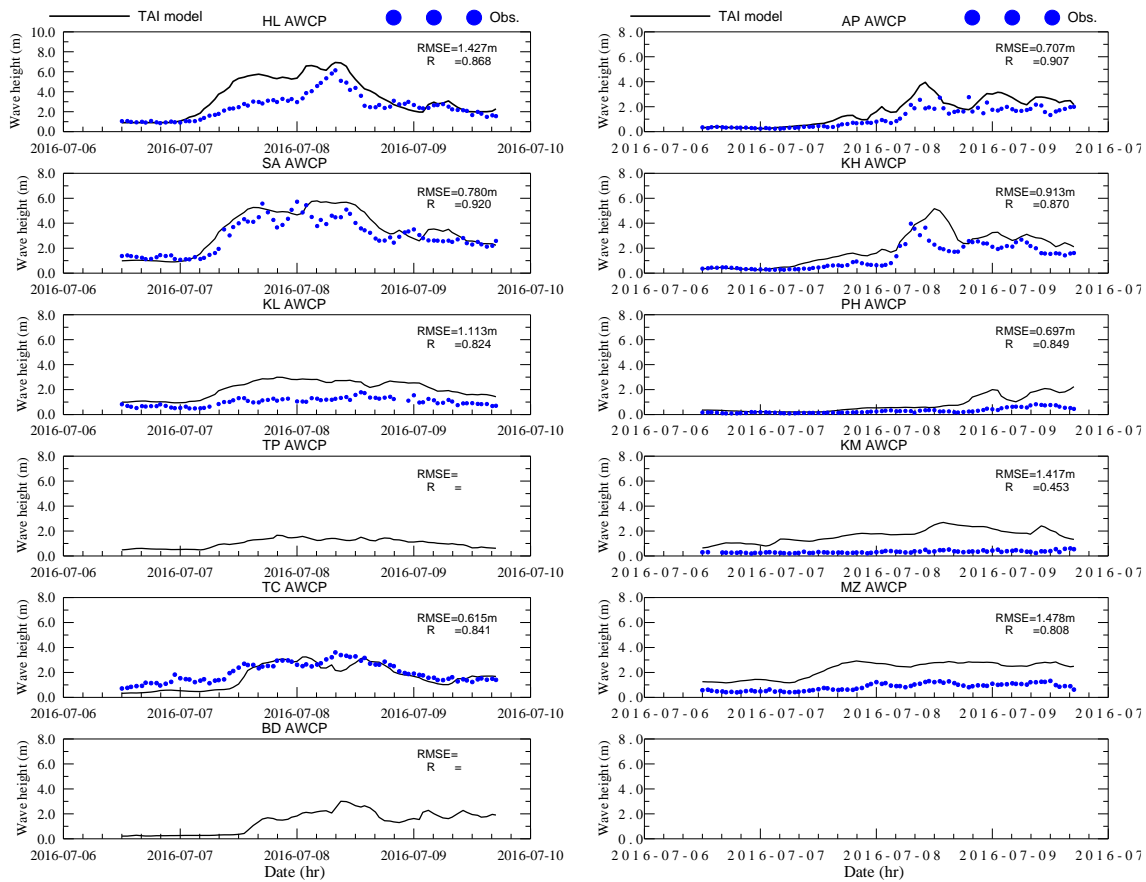


圖 8 2016 年強烈颱風尼伯特颱風波浪波高模擬值與觀測值比較

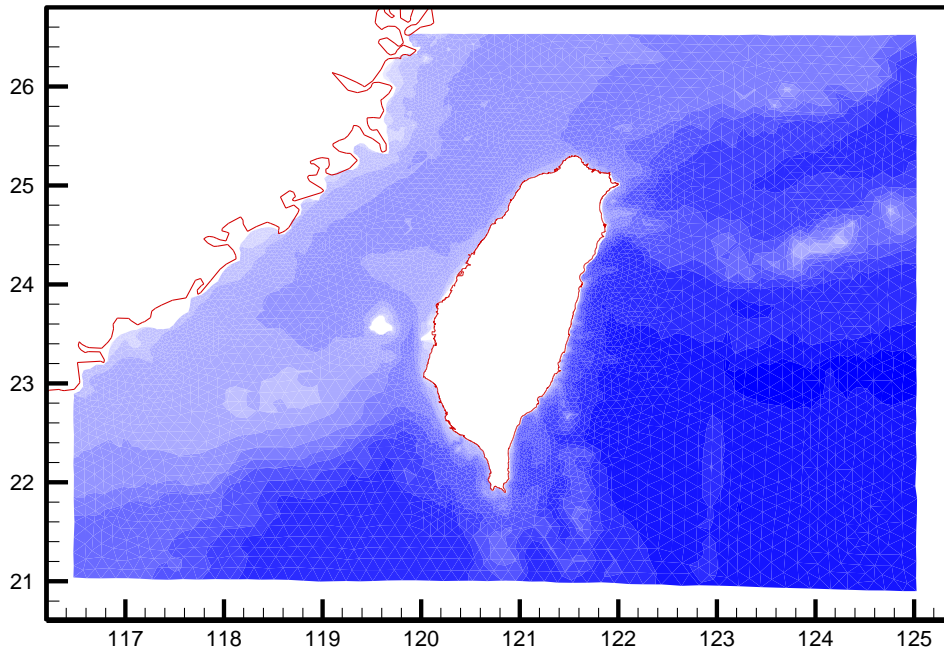


圖 9 中尺度臺灣周圍海域水動力模組之模擬範圍圖

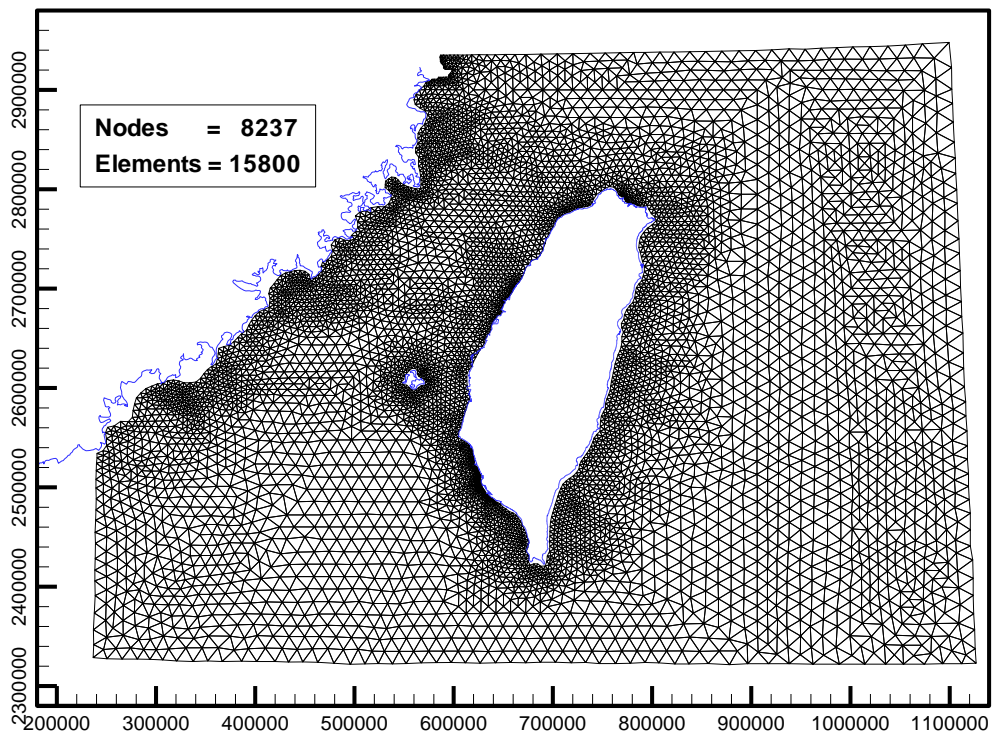
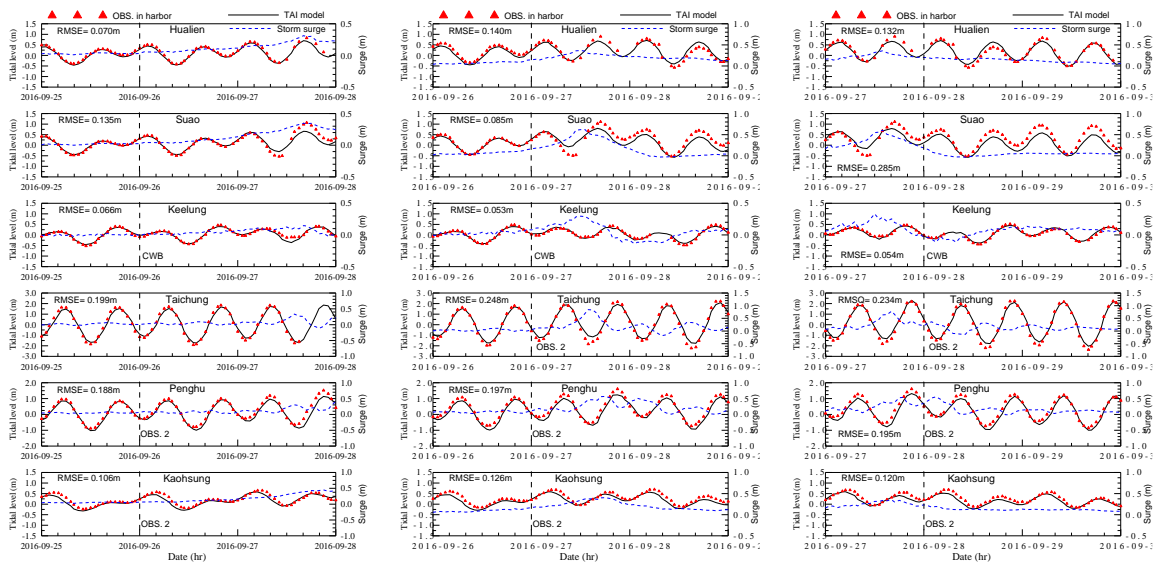


圖 10 中尺度臺灣周圍海域水動力模式有限元素計算網格配置圖



(a) 2016 年 9 月 26 日

(b) 2016 年 9 月 27 日

(c) 2016 年 9 月 28 日

圖 11 2016 年梅姬颱風期間作業化風場模擬結果之水位比較圖

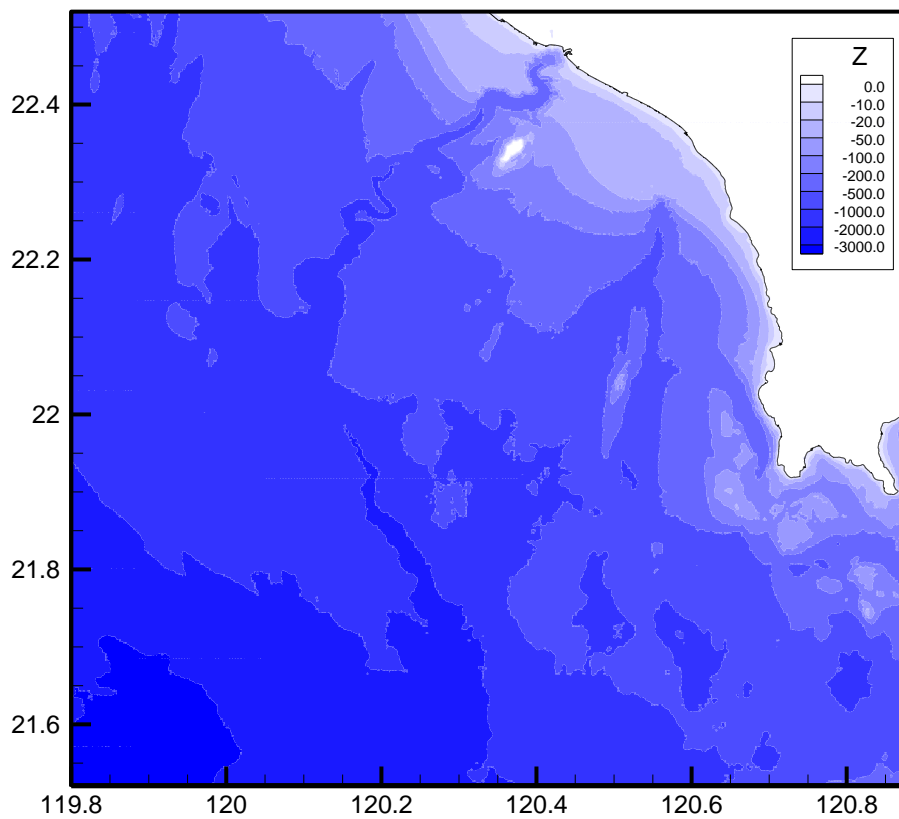


圖 12 西南海域小尺度網格模擬範圍及水深分布圖

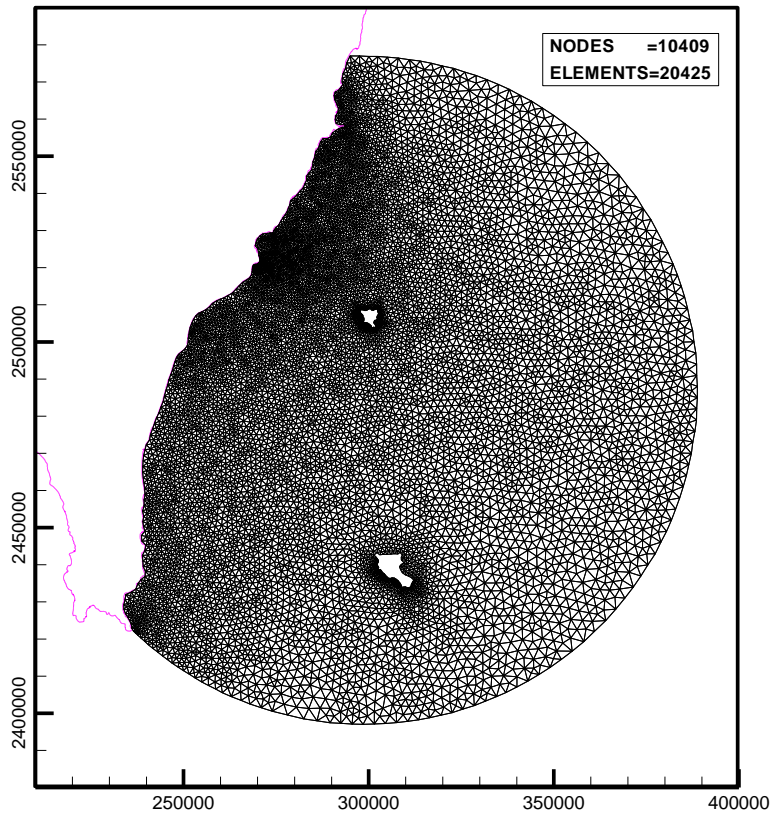


圖 13 臺灣東南海域水動力模組之非結構性三角形元素網格圖

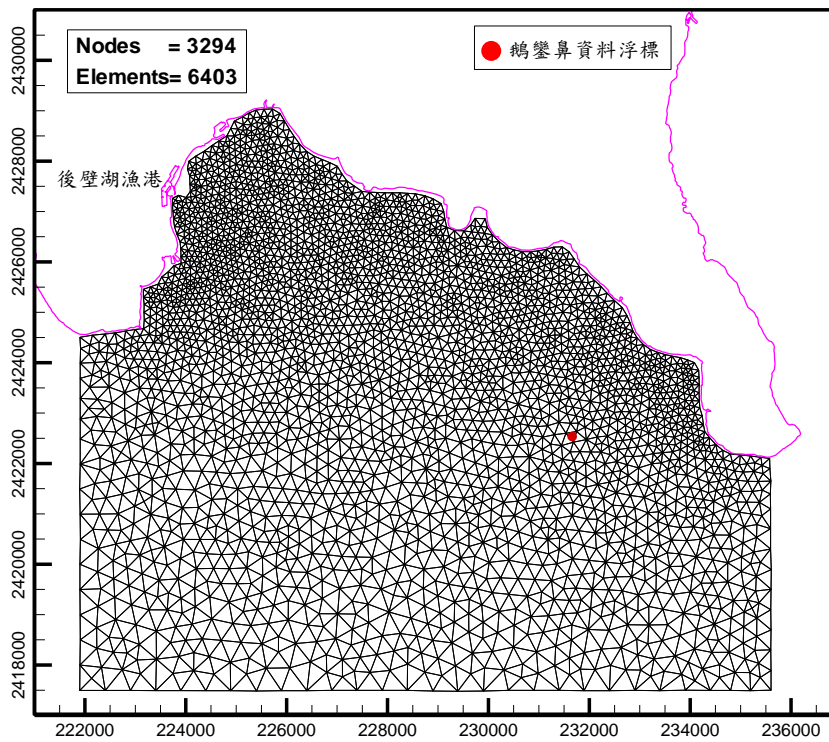


圖 14 南灣海域小尺度水動力模組非結構性三角形元素網格分布圖

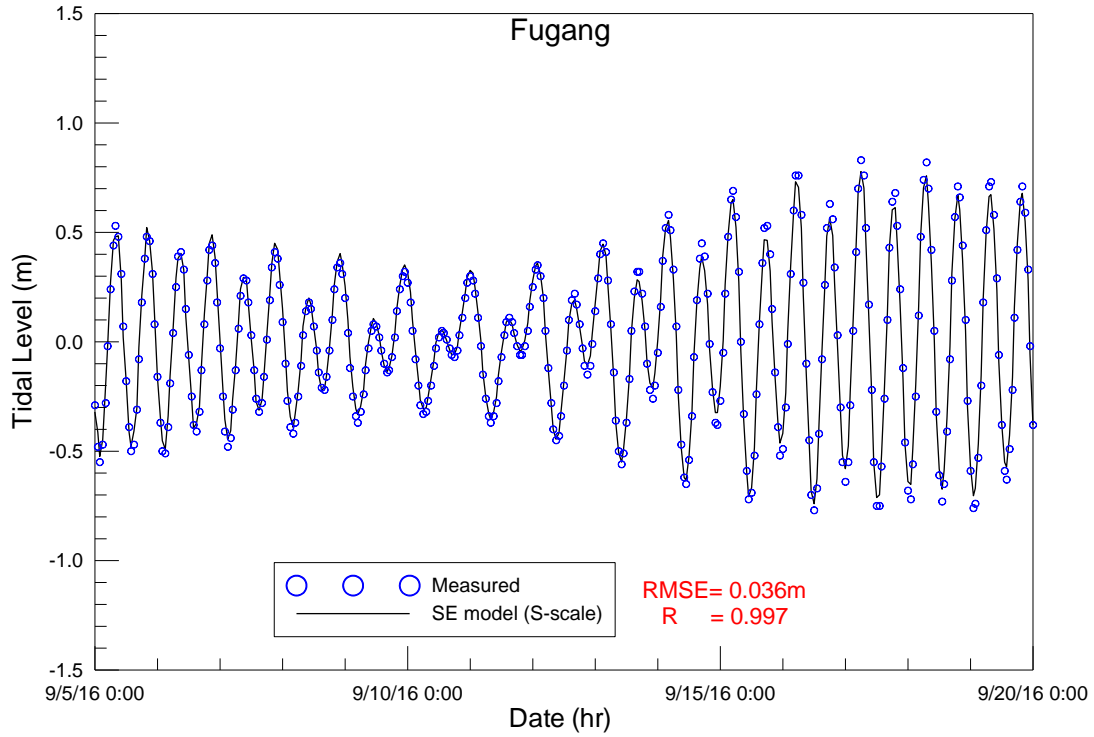


圖 15 東南海域水動力模式水位模擬值與富崗潮位站天文潮預測值之比較

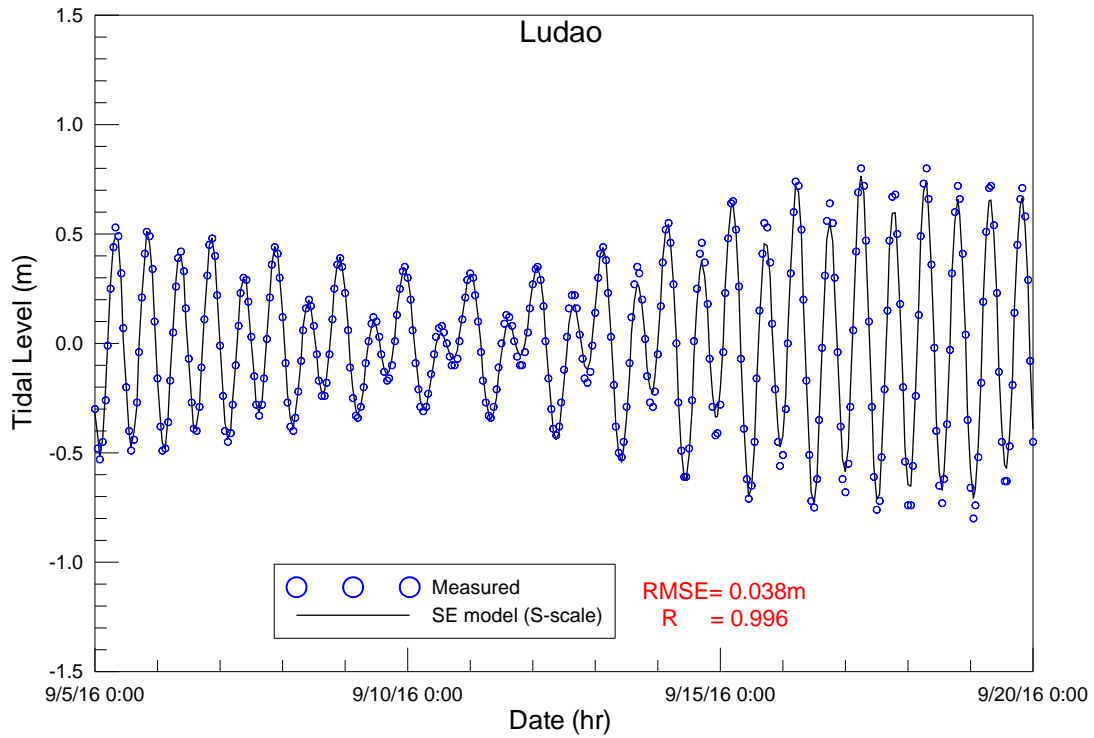


圖 16 東南海域水動力模式水位模擬值與綠島潮位站天文潮預測值之比較

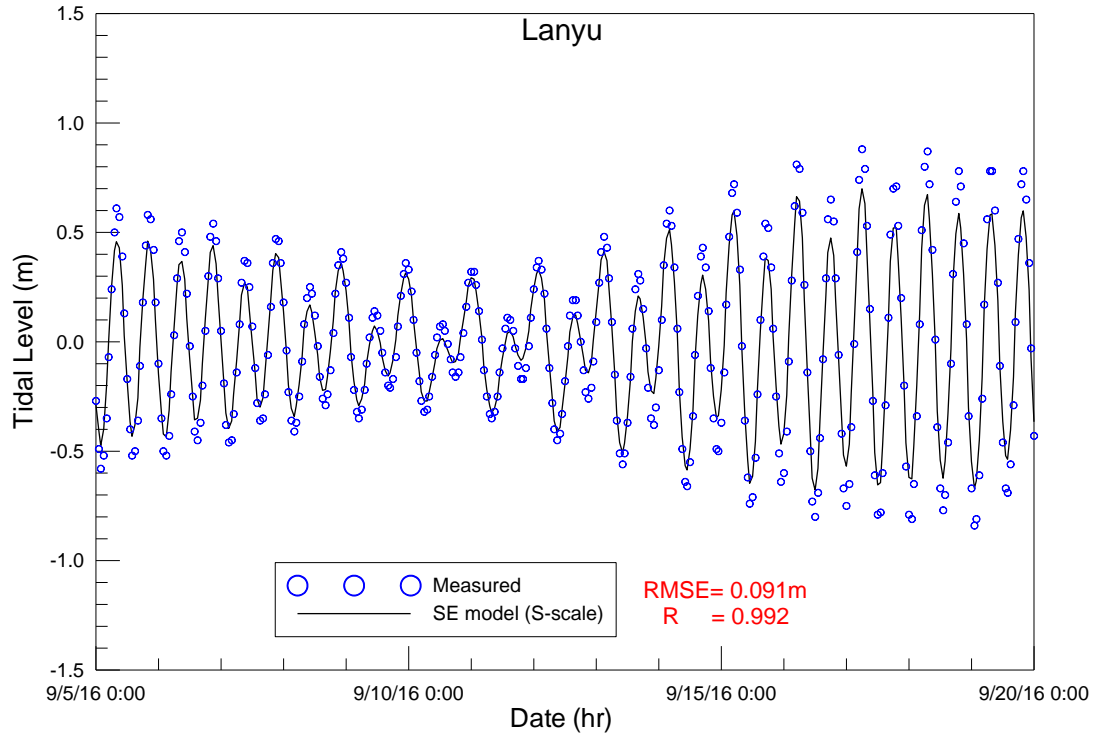


圖 17 東南海域水動力模式水位模擬值與蘭嶼潮位站天文潮預測值之比較

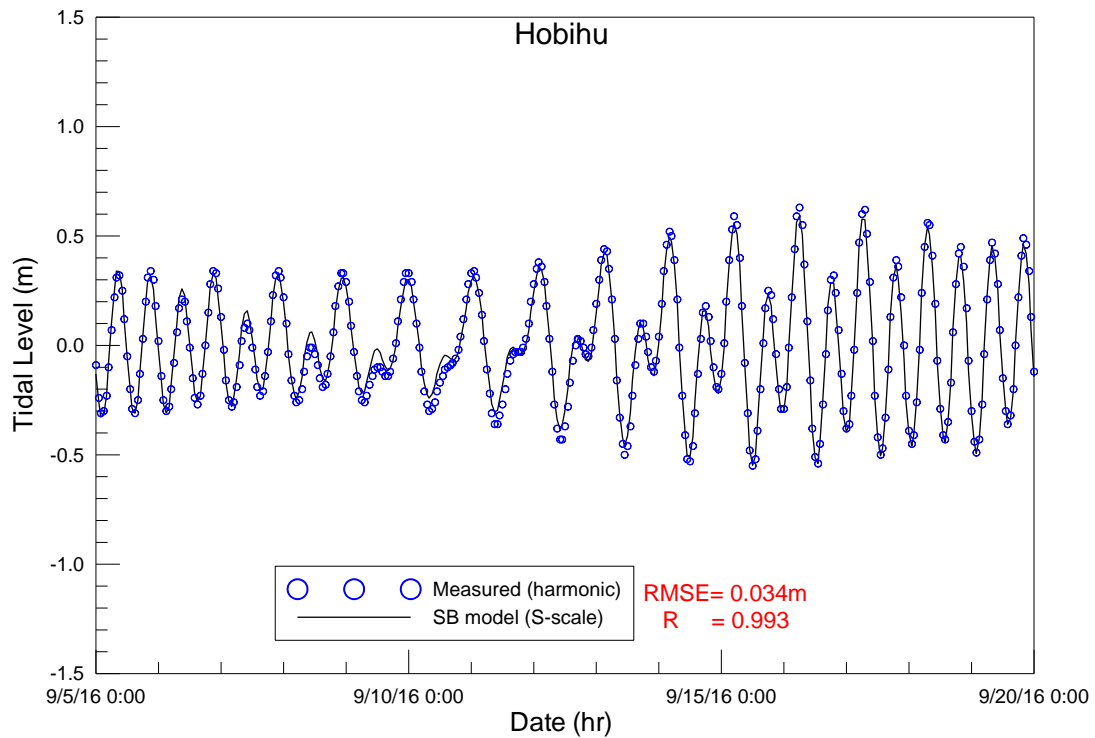


圖 18 西南海域水動力模式水位模擬值與後壁湖潮位站天文潮預測值之比較

參考文獻

1. 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)」，交通部運輸研究所研究報告，103年4月。
2. 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」，交通部運輸研究所研究報告，104年3月。
3. 蘇青和、李兆芳、邱永芳、李俊穎、陳明宗、劉正琪，2015，「臺灣近岸海象作業化模擬與應用」，104年天氣分析與預報研討會論文集。
4. 劉正琪、李兆芳、李俊穎、陳明宗、蘇青和，2015，「澎湖海域潮汐水動力有限元素法模式之建置」，第三十七屆海洋工程研討會論文集，pp. 113-118。
5. 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」，交通部運輸研究所研究報告，2016年5月。
6. 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)」，交通部運輸研究所研究報告，2016年5月。
7. 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)」，交通部運輸研究所研究報告，2017年4月。
8. WAMDI group, "The WAM model – a third generation ocean wave prediction model," J. Phys. Oceanogr., 18, 1775-1810 (1988).
9. SWAN Cycle III version 41.01A USER MANUAL, Delft University of Technology, 2015.