# 臺灣海域風浪模擬作業化系統研究

| 劉正琪 | 國立成功大學水工試驗所研究員     |
|-----|--------------------|
| 李兆芳 | 國立成功大學水利及海洋工程學系教授  |
| 蘇青和 | 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究 |
| 李俊穎 | 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究 |
| 陳明宗 | 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究 |

謝佳紘 國立成功大學水工試驗所研究助理

# 摘要

本文主要目的為介紹港研中心 TaiCOMS 新版風浪模擬作業化系統及 其作業化模擬成果。新系統風浪模擬架 構採用大、中、小三層巢狀網格,網格 解析度由大至小分別為 0.2°、0.04°及 0.008°,數值模式依序為 WAM、SWAN 及 SWAN。目前小尺度網格包含澎湖海 域及臺東東南海域兩個模組,可提供臺 灣本島與澎湖、綠島、蘭嶼等離島藍色 公路細緻化更精確的風浪模擬資訊,以 保障海上航行安全。

員員員

一、前言

由於我國為海島型國家,臺灣本島 與離島間各類物資及人員多需仰賴海洋 運輸,因此發展藍色公路乃政府長期推 動之政策。基於臺灣周圍海域海象變化 莫測,為確保海上交通航行安全,交通 部彈輸研究所港灣技術研究中心(以下 簡稱港研中心)長期推動發展近岸/近海 防救災相關海象預報系統,配合海氣象 觀測,提供各大商港海象觀測與預報的 資料。近年來,積極發展提供藍色公路 相關航線上海象數值預報資訊,確保航 運安全,協助相關單位維護臺灣海域的 安全。

臺灣近岸海象預報系統(Taiwan Coastal Operational Modeling System, TaiCOMS)之組成包括即時海象觀測網、 海象模擬作業化系統及港灣環境資訊網, 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。近年來,為配合藍色公路發展提供 細緻化風浪模擬資訊,持續針對臺灣周 圍海域風浪模擬進行相關研究,並以建 構新的風浪模擬作業化系統為目標。

本文以下僅就新版風浪模擬作業化 系統及其作業化風浪(含颱風波浪)模擬 成果進行說明。



圖1 臺灣近岸海象預報系統整體架構圖

# 二、臺灣海域風浪模擬作業化系統

在 TaiCOMS 架構下新建風浪模擬 作業化系統採用三層巢狀網格架構,並 利用中央氣象局數值天氣預報風場資料 (水平解析度15km及5km)進行臺灣周圍 海域風浪作業化模擬,作為提供相關藍 色公路風浪預報資訊之依據。

整體模擬架構上,如圖2所示,臺 灣周圍海域風浪模擬作業化系統係由大 尺度遠域風浪模組、中尺度遠域風浪模 組及數個小尺度近岸風浪模組所組成 (如澎湖海域及臺東東南海域)。其中大尺 度遠域風浪模組主要目的僅為提供中尺 度近域(臺灣周圍海域)風浪模組所需之 逐時波譜邊界條件,因此採用海洋波浪 預測模式 WAM 為執行模式,以縮短作 業化模時間。中、小尺度風浪模組為實 際提供臺灣周圍海域風浪模擬預報資訊, 其中小尺度近岸風浪模組可提供細緻化 風浪模擬預報資訊,因此採用荷蘭 Delft 大學發展的近海風浪模式 SWAN 為執行 模式。目前小尺度近岸風浪模組包含了 澎湖海域(105 年)及臺東東南海域(106 年)兩個模組,後續將再增加屏東西南海 域、金門海域及馬祖海域等三個模組。



#### 圖 2 臺灣海域風浪模擬系統架構圖

#### 2.1 數值模式介紹

有關數值模式 WAM 及 SWAN 之基 本控制方程式及介紹如下:

# 1. WAM

WAM 之基本方程式為二維波浪能 量平衡方程式,其表示式如下:

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

式中  $F=F(f, \theta, \lambda, \phi, t)$ 為波浪能量密度譜 (energy density spectrum), f為波浪之頻 率,  $\theta$  定義為波浪傳播方向, t為時間, C為波浪群速度(group velocity), S為源 函數(source function),  $\phi$ 為緯度,  $\lambda$ 為經 度, $C_{\phi}$ 、 $C_{\lambda}$ 與 $C_{\theta}$ 分別為波浪群速度 (group velocity)在球面座標 $\phi$ 、 $\lambda$ 軸及波 浪傳播方向 $\theta$ 之空間傳遞速率。源函數 S 可表示成

$$S = S_{in} + S_{nl} + S_{dis} + S_{bot}$$
<sup>(2)</sup>

其中 S<sub>in</sub>、S<sub>dis</sub>、S<sub>bot</sub> 及 S<sub>nl</sub>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。

2. SWAN

SWAN 之控制方式為波浪作用力平 衡方程式(wave action balance equation), 表示如下:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_x N}{\partial x} + \frac{\partial c_y N}{\partial y} + \frac{\partial c_\sigma N}{\partial \sigma} + \frac{\partial c_\theta N}{\partial \theta} = \frac{\overline{S}}{\sigma} \quad (3)$$

式中  $N(\sigma,\theta)$ 為波浪作用力密度波譜 (action density spectrum),其中 $\sigma$ 為相對 的波浪頻率, $\theta$ 為波浪方向角;x,y為直 角座標系統之座標軸, $c_x \mathcal{D} c_y \mathcal{O}$ 別為波 浪作用力在 $x \mathcal{D} y$ 空間之傳遞速度, $c_{\theta}$ 代 表波浪作用力在波向 $\theta$ 空間之傳遞速度,  $c_{\sigma}$ 代表波浪作用力在波浪頻率 $\sigma$ 空間之 傳遞速度,S代表波浪成長與消散之源 函數項。

SWAN 在能量成長與消散項的參數 選擇上比其它模式更具彈性,相關功能 包括可以計算波浪在時間及空間領域之 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。

# 2.2 數值計算網格

目前臺灣周圍海域風浪模擬作業化 系統大尺度遠域風浪模組、中尺度遠域 風浪模組及小尺度近岸風浪模組之模擬 範圍如圖 3 所示。

#### 1.遠域風浪模組

遠域風浪模擬範圍含蓋西太平洋北 緯 10°至 35°,東經 110°至 134°之海域, 數值計算網格之解析度為 0.2°(或 12'), 網格數目為 121×126。計算網格之地形 水深資料採用美國國家地球物理資料中 心(NGDC)公布的全球 1 弧分格網數值 地形資料(ETOPO1)建置。

#### 2.近域風浪模組

近域風浪模擬以臺灣周圍海域為對 象,數值計算網格之模擬範圍為北緯 20.6°至28°,東經117.6°至123.6°之海域, 網格之解析度為 0.04°(或 2.4'),網格數 目為 151×186。計算網格之地形水深資 料採用我國國家海洋科學研究中心發布 的台灣附近海域海底地形 500m 及 200m 網格數值水深資料建置。

3.澎湖海域近岸風浪模組

澎湖海域近岸風浪模擬之範圍為北 緯 22.8°至 24.2°,東經 119°至 120.48°之 海域,計算網格之解析度為 0.008°(或 0.48'),網格數目為 186×176。網格之地 形水深資料採用前述 200m 網格數值水 深資料及海軍大氣海洋局刊行的海軍水 道圖,如 5 萬分之一比例尺海圖 04525 澎湖群島北部、04528 澎湖群島西南部、 04529 澎湖群島東南部及 2 萬分之一海 圖 0334 馬公港及附近等水深資料建 置。

4.東南海域近岸風浪模組

臺東東南海域近岸風浪模擬之範圍 為北緯 21.52°至 23.0°,東經 120.72°至 122.00°之海域,計算網格之解析度為 0.008°,網格數目為 156×186。網格之地 形水深資料同樣採用 200m 網格數值水 深資料及海軍水道圖,如5萬分之一比 例尺海圖 04501 出風鼻至車城泊地、 04521 東河至知本海域、04522 知本至大 武海域及 04523 大武至大板埒海域等水 深資料建置。



圖 3 臺灣海域風浪模擬系統大、中(黑虛 線)、小(紅細線)尺度模擬範圍圖

#### 2.3 離散化數值波譜

波譜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 △f/f = 1.1,則波浪頻率模擬範圍為

$$f_{\text{max}}/f_{\text{min}} = (1.1)^{ML-1}$$
 (4)

式中 ML 為頻率離散化數量。

在新版風浪模擬系統中離散化波譜 之頻率數(ML)及波向數(KL)設定值分別 為 31 及 36(原系統設定值分別為 25 及 24),其中最小頻率值 fmin=0.04(原系統設 定值分別為 0.05),波向解析度為 10°。

## 2.4 作業化風場資料

在 TaiCOMS 架構下,風浪模擬作業 化系統每日(D 日)執行一次,每次模擬時 間為 72 小時,即 D-1 日 00 時至 D+2 日 00 時;其中前 24 小時模擬屬於前一日 風浪追算模擬;後 48 小時模擬則為今日 及明日風浪預報模擬,如圖 4a 所示。此 外,每日模擬過程中各模組將於模擬時 間 D 日 00 時產生熱啟動資料輸出檔, 作為次日風浪模擬所需之初始資料。

目前中央氣象局第四代數值天氣預 報系統之區域模式WRF每日執行4次預 報作業(UTC 0、6、12 及 18 時),相關預 報資料分別於 UTC 06、12、18 及隔日 0 時發布預報資料供外界下載。港研中心 每次取得 WRF 預報資料時間實際上較 預報資料起始時間至少延遲8小時以上, 因此 TaiCOMS 發展出特有的風場組合 方式產生系統每日海象模擬所需之作業 化風場資料。圖 4b 顯示 TaiCOMS 作業 化風壓場資料利用到氣象局 WRF 預報 資料分別為 D-2 日 GMT 06/12/18 及 D-1 日 GMT 00/06/12 等6 組已發布預報資料。 各組預報資料擷取時段分別為(1)D-2 日 GMT 06 預報資料之 10~11 時 2 筆逐時 資料,(2)D-2 日 GMT 12 預報資料之 06~11 時 6 筆逐時資料, (3)D-2 日 GMT 18 預報資料之 06~11 時 6 筆逐時資料, (4)D-1 日 GMT 00 預報資料之 06~11 時 6 筆逐時資料,(5)D-1 日 GMT 06 預報資 料之 10~11 時 6 筆逐時資料,(6)D-2 日 GMT 12 預報資料之 06~52 時 47 筆逐時 資料,合計共73筆逐時資料。

TaiCOMS 每日提供風浪模擬之作 業化風場資料為海面 10m 高度風場資料, 資料格式依據中央氣象局數值天氣預報 資料水平網格解析度(45km/15km/5km) 來源,區分為西太平洋風場(WA01)、中 國海域風場(WA02)及臺灣海域風場 (WA03)等三種格式;分述如下:

1.西太平洋風場

由WRF成員M00水平第一層45km 網格資料產生,資料範圍為西太平洋北 緯0°至35°,東經99°至150°,網格為解 析度1/6°(或10')之球面座標規則網格, 或稱為大尺度風壓場。

2.中國海域風場

由WRF成員M00水平第二層15km 網格資料產生,資料範圍為西太平洋北 緯10°至35°,東經110°至135°,網格採 用解析度1/12°(或5')之球面座標規則網 格,或稱為中尺度風壓場。

3.臺灣海域風場

由 WRF 成員 M00 水平第三層 5km 網格資料產生,資料範圍為北緯 20.5°至 28°,東經 117.5°至 124.5°,網格為解析 度 1/24°(或 2.5'),或稱為小尺度風壓場。

因此新版臺灣海域風浪模擬作業化 系統規劃採用中國海域風場資料(WA02) 作為遠域風浪模組之輸入條件,以臺灣 海域風場資料(WA03)作為近域及近岸 風浪模組之輸入條件。







# 2.5 輸出點位及輸出參數

目前港研中心、氣象局(CWB)及水 利署(WRA)間海象觀測資料均已能夠即 時相互提供,因此新版風浪模擬作業化 系統乃將現有長期波浪觀測站規劃為中、 小尺度風浪模組之模擬結果直接輸出點 位,如圖 5 所示,以利比較風浪模擬結 果與觀測資料間之差異性。至於藍色公 路或海面等風浪模擬資訊,則利用後處 理方式由二維平面資料產生。

新版系統風浪模擬結果主要輸出資 訊包括示性波高(H<sub>s</sub>)、平均波向(θ<sub>m</sub>)、平 均週期(T<sub>m01</sub>及 T<sub>m02</sub>)、譜峰週期(T<sub>p</sub>)及湧 浪波高(H<sub>swell</sub>)等參數,相關定義及計算 可參考 SWAN 使用手冊說明。其他次要 資訊包括風速及水深等。

(1)波浪能譜  $E(f,\theta)$ 之 n 階動  $\not\equiv (M_n)$ :

$$M_n = \int f^n E(f, \theta) df \cdot d\theta \tag{3}$$

(2)示性波高(H<sub>s</sub>) :

$$H_s = 4\sqrt{E_0} = 4\sqrt{M_0} \tag{4}$$

(3)平均週期(T<sub>m01</sub>),採用 1 階動差(M<sub>1</sub>)
 定義風浪平均週期,即

$$T_{m01} = M_1 / M_0 \tag{5}$$

(4)平均週期(T<sub>m02</sub>):採用零階動差與 2 階動差比值平方根定義風浪平均週 期,即

$$T_{m02} = \sqrt{M_0/M_2}$$
 (6)

(5)平均波向:定義為

$$\langle \theta \rangle = \tan^{-1} (SF/CF)$$
 (7)

其中

$$SF = \int \sin \theta \cdot E(f, \theta) df \cdot d\theta \tag{8}$$

$$CF = \int \cos\theta \cdot E(f,\theta) df \cdot d\theta \tag{9}$$

(6)譜峰週期(T<sub>p</sub>):以不連續波浪能譜 E(f<sub>i</sub>) 之最大能量頻寬(bin)之不連續頻率 f<sub>P</sub> 定義波浪之譜峰週期,即





點位之分布圖

# 2.6 作業化模擬流程

TaiCOMS 每日風浪作業化模擬時 間長度為72小時(D-1日零時~D+2日零 時),且需於模擬時間D日零時產出熱啟

動輸出檔,作為次日風浪模擬之初始輸入 檔。舊有風浪模擬系統針對 SWAN 採用 穩態求解方式模擬逐時風浪場,因此作業 化模擬流程設計較為簡易。新版風浪模擬 系統針對 SWAN 改採用非穩態求解方式 模擬風浪場,面臨 SWAN 本身熱啟動輸 出檔必需在模擬時間終止時才能產生的 困擾,因此新版風浪模擬系統針對中、小 尺度模組每日 72 小時作業化模擬流程, 採取兩階段模擬設計以符合 TaiCOMS 需 求。如圖 6 所示第一階段僅執行 0~24 小 時風浪模擬,目的僅於模擬時間終止時產 生次日風浪模擬之熱啟動資料檔;之後, 重新執行第二階段 0~72 小時風浪模擬, 並逐時輸出風浪模擬相關資料。此外,針 對初次模擬作業化流程則增設計由 SWAN 以穩態求解方式先執行 0 時條件 波場模擬產生熱啟動資料檔,作為 0~24 小時及 0~72 小時風浪模擬之初始波場。 上述兩階段模擬流程設計缺點為造成中、 小尺度風浪模組作業化模擬時間增加,此 可藉由提昇電腦硬體設備(如CPU運算能 力) 縮短作業化模擬時間。



# 圖6 近域及近岸風浪模組SWAN之程式 架構及執行流程圖

每年夏秋之際,臺灣周圍海域易發 生颱風侵襲事件,如2016年9月陸續發 生強烈颱風莫蘭蒂(9月10至9月15日, 如圖7所示)、中度颱風馬勒卡(9月12 至9月20日,如圖8所示)及中度颱風 梅姬侵臺事件(9月23至9月28日,如 圖9所示),因此本文選取TaiCOMS 2016 年9月1日至30日每日產生的作業化組 合風場WA02及WA03資料進行新版臺 灣周圍海域風浪模擬作業系統測試,並 選取每日作業化模擬前24小時(追算階 段)輸出結果與觀測資料比較。

# 3.1 中尺度風浪模擬結果

1.示性波高(H<sub>s</sub>)

圖10至圖16所示分別為花蓮港、 蘇澳港、基隆港、臺北港、臺中港、 布袋港及高雄港等7港口外海鄰近測 站點位示性波高模擬結果與港研中 心 AWCP 觀測資料之比較。模擬結果 顯示在莫蘭蒂、馬勒卡及梅姬颱風影 響期間,(1)花蓮港外海示性波高變化 趨勢模擬值明顯較觀測值偏大;(2) 蘇澳港示性波高模擬值與觀測值之 變化趨勢大致上相近似,僅莫蘭蒂與 馬勒卡颱風期間示性波高最大值發 生時間模擬值較晚;(3)基隆港示性波 高模擬值在莫蘭蒂及梅姬颱風影響 期間明顯偏大,馬勒卡颱風期間波高 模擬值變化出現提早發生現象;(4) 臺北港示性波高模擬值除莫蘭蒂期 間略微偏小外,在觀測資料中斷前大 致上相近似;(5)臺中港、布袋港及高 雄港示性波高變化趨勢大致上與觀 測資料相近似。

2.平均週期(T<sub>m01</sub>)

圖 17 至圖 23 所示分別為花蓮港、 蘇澳港、基隆港、臺北港、臺中港、布 袋港及高雄港等7港口外海鄰近測站點 位平均週期模擬結果與港研中心 AWCP 觀測值之比較。同樣地,模擬結果顯示 (1)花蓮港外海平均週期除了9月13日前 呈現明顯偏低現象外,模擬值變化趨勢 大致上與觀測值相近;(2)蘇澳港平均週 期變化在莫蘭蒂颱風影響初期階段,模 擬值變化斜率偏陡與觀測值間出現顯著 誤差;(3)基隆港平均週期變化模擬值與 觀測值相近似,明顯的差異發生於梅姬 颱風影響之後期,其中模擬值出現變小 趨勢,但觀測值則無此現象;(4)臺北港 平均週期變化同樣在梅姬颱風影響後期 出現模擬值與觀測值不一致的變化;(5) 臺中港平均週期除模擬值略高於觀測值 外,整體變化趨勢大致上相吻合;(6)布 袋港平均週期大部份時間模擬值低於觀 測值;(7)高雄港平均週期在9月20日前 普遍低於觀測值,9月20日以後模擬值 與觀測值變化趨勢大致上相近似。 3.平均波向

圖 24 至圖 29 所示分別為花蓮港、 蘇澳港、基隆港、臺北港、臺中港及布 袋港等 6 港口外海鄰近測站點位平均週 期模擬結果與港研中心 AWCP 觀測值之 比較(ps. 高雄港 AWCP 平均波向觀測值 疑似資料處理上出現缺失故未採用)。整 體而言,各港口在平均波向變化上模擬 值與觀測值具有相同的趨勢,誤差亦在 可接受的容許範圍內(誤差在一個象限 內)。



圖7 2016年強烈颱風莫蘭蒂行進路徑圖



圖8 2016年中度颱風馬勒卡行進路徑圖







圖14 臺中港示性波高模擬值與觀測值 比較圖



圖15 布袋港示性波高模擬值與觀測值 比較圖



圖16 高雄港示性波高模擬值與觀測值 比較圖







圖18 蘇澳港平均週期Tm01模擬值與觀 測值比較圖



圖19 基隆港平均週期Tm01模擬值與觀 測值比較圖



圖20 臺北港平均週期Tm01模擬值與觀 測值比較圖



圖21 臺中港平均週期Tm01模擬值與觀 測值比較圖



圖22 布袋港平均週期Tm01模擬值與觀 測值比較圖



圖23 高雄港平均週期Tm01模擬值與觀 測值比較圖



圖24 花蓮港平均波向模擬值與觀測值 比較圖



圖25 蘇澳港平均波向模擬值與觀測值 比較圖



圖26 基隆港平均波向模擬值與觀測值 比較圖



圖27 臺北港平均波向模擬值與觀測值 比較圖



國29 布 彩港半均波向模擬值與觀測值 比較圖

## 3.2 小尺度風浪模擬結果比較

1.澎湖海域

圖 30 所示為小尺度澎湖海域風浪 模組(PHsea mode)輸出結果與中尺度風 浪模組(Taiwan mode)輸出結果、水利署 澎湖資料浮標觀測資料之比較,顯示中、 小尺度風浪模組輸出結果之示性波高、 平均週期及波向等物理量變化趨勢具有 高度一致性。在波高及週期大小表現上, 小尺度風浪模組輸出值普遍略小於中尺 度輸出值,此可能與中尺度模組資料浮 標輸出點位較外海、水深值較大有關。 與觀測資料比較結果顯示,整體上小尺 度模組在波高及波向的表現明顯與觀測 值較吻合,僅週期表現上中尺度模組較 佳。由於澎湖資料浮標週期觀測值明顯 高於中、小尺度模組輸出之平均週期, 判斷可能是平均週期定義不同所產生的 現象。另在莫蘭蒂颱風期間,中、小尺 度模組之波高模擬值均呈現出較觀測值 偏大現象,此誤差應與風場預報誤差有 關。針對

圖 31 所示為中、小尺度風浪模組輸 出結果與澎湖港龍門尖山港區外海 AWCP 觀測資料之比較,同樣地在波高 及波向變化趨勢上,中、小尺度風浪輸 出結果具有高度之一致性;惟在莫蘭蒂 颱風期間,小尺度模組輸出之波高最大 值變化明顯與中尺度輸出結果、觀測資 料有出入,研判小尺度模組模擬結果 有碎波現象發生,才會導致颱風波浪無 法繼續成長。由於小尺度模組輸出點滾 濱 橋底長。由於小尺度模組輸出點滾 點一,中、小尺度風浪模擬結果有顯著之 差異,原因是否與水深或島嶼遮蔽有關, 尚待進一步分析。

圖 32 所示為中、小尺度風浪模組輸 出結果與布袋港外海 AWCP 觀測資料之 比較,顯示在波高、週期及波向變化上, 中、小尺度風浪輸出結果均具有高度一 致性,與觀測資料比較吻合度亦相當 高。



圖30a 澎湖資料浮標示性波高模擬值與 觀測值比較圖







圖31a 澎湖龍門尖山港區示性波高模擬 值與觀測值比較圖



圖31b 澎湖龍門尖山港區平均週期模擬 值與觀測值比較圖



圖31c 澎湖龍門尖山港區平均波向模擬 值與觀測值比較圖



圖32a 布袋港示性波高模擬值與觀測值 比較圖



圖32b 布袋港平均週期模擬值與觀測值 比較圖



圖32c 布袋港平均波向模擬值與觀測值 比較圖

# 2. 臺東東南海域

圖 33 所示為小尺度東南海域風浪 模組(SEsea mode)於臺東資料浮標站 輸出結果與中尺度風浪模組輸出結果、 水利署臺東資料浮標觀測資料之比較, 同樣地中、小尺度風浪輸出結果不論 波高、週期或波向變化之差異均不顯 著,代表該海域地形水深之影響甚微。 輿觀測資料比較,同樣出現中、小尺 度風浪模組輸出之平均週期明顯低於 觀測值,此現象與前述澎湖資料浮標 比對相似,因此推測原因為二者平均 週期定義不同所致。

圖 34 所示為小尺度東南海域風浪 模組綠島南寮漁港測站輸出結果與中 尺度風浪模組輸出結果、港研中心綠 島南寮漁港外海 AWCP 觀測資料之比 較,顯示中、小尺度模組模擬結果僅 在颱風影響期間有較顯著的差異。與 觀測資料比較顯示,波高模擬值普遍 有偏大的現象,此可能是波浪測站距 離岸邊較近有關著差異,原因仍待進 步判斷是否為觀測資料問題;平均遇 期位間有顯著差異,原因仍待進一 步將擬值與觀測值間吻合度相當高, 此亦顯示模擬值與觀測值間平均週期 之定義應相同。



圖33b 臺東資料浮標平均週期模擬值與 觀測值比較圖



圖33c 臺東資料浮標平均波向模擬值與 觀測值比較圖



<sup>92016020</sup> 92216020 92216020 92216020 92216020 92216020 92016020 圖 34a 綠島南寮漁港示性波高模擬值與 觀測值比較圖



圖 34b 綠島南寮漁港平均週期模擬值 與觀測值比較圖



圖 34c 綠島南寮漁港平均波向模擬值與 觀測值比較圖

本文針對港研中心新建三層巢狀網 格風浪模擬子系統之作業化模擬結果, 利用港研中心花蓮港、蘇澳港、基隆港、 臺北港、臺中港、布袋港、高雄港、澎 湖港龍門尖山港區及綠島南寮漁港等港 口外海 AWCP 波浪觀測資料,水利署澎 湖及臺東資料浮標觀測資料驗證數值模 擬結果。整體而言,除少數港口如花蓮 港、基隆港及綠島南寮漁港等外,颱風 期間風浪之示性波高、平均週期及平均 波向等模擬趨勢均能與現場觀測結果相 近似。此外,本文模式平均週期定義可 能與水利署資料浮標平均週期定義不同, 導致比較結果數值模擬之平均週期承現 整體偏小現象。

# 五、參考文獻

- 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 (III),交通部運輸研究所,中華民國 95年11月。
- 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3月。
- 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 究所研究報告,2017年3月。

- 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」,交通部運輸研究所研究報告, 2018年3月。
- 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.
- WAMDI Group (1988) "The WAM Model – A Third Generation Ocean Wave Prediction Model," Journal of Physical Oceanography, Vol. 18, pp. 1775-1810.