

# 深水域海氣象觀測系統之建置

邱永芳<sup>1</sup> 蘇青和<sup>1</sup> 何良勝<sup>1</sup> 林受勳<sup>1</sup>  
交通部 運輸研究所 港灣技術研究中心<sup>1</sup>

## 摘要

本文將介紹港研中心目前在花蓮外海建置之表面波高波向與海流即時傳送監測系統，系統並包括海氣象觀測料擷取及遠端即時傳送系統，海氣象遠端資料擷取系統可由無人海上觀測資料載台遠端即時擷取海氣象資料。海氣象資料浮台，可量測海流、波浪及風力等資料。資料浮台每小時會收集一次各式資料，而基地站電腦亦在每小時透過 GSM 數據連線將資料收集。本文針對觀測站設置、觀測儀器安置情形，並就有關觀測資料處理、分析、部份資料成果等作一說明。

## 一、前言

台灣四面環海，海岸開發與建設及海域發展是主要趨勢，為了保護人民的生命財產安全，必須在海岸興建人工建築物來抵擋海岸侵蝕、海水倒灌等等的災害，所以必須掌握近海的海象狀況；另一方面領海的面積約為 17 萬平方公里，比起陸地面積大上許多，提供了許多能源、資源及遊憩活動空間，如台灣海峽廣大的漁場、填海造陸、各縣市政府推行的藍色公路等等，皆將人民的生活空間由陸地漸漸的推向海洋，所以為了讓政府決策與管理單位及民間開發廠商在設計及災害防護及預警措施等有及時的數據，完整的海象觀測資料甚為重要。

目前國內觀測資料應用上，交通部運輸研究所及中央氣象局以潮波流等海氣象觀測方面為主，經濟部水利署則重視河口與海岸之保護與防災，經濟部工業局主要進行許多與濱海或離島工業區興建有關之海域資料調查與監測，國科會主要補助學術機關從事較基礎之海洋研究，國防部海軍海洋測量局專精在海域水文調查與航測海圖方面，環保署水保處與監資處著重在海洋污染監測方面。近年來這些與海洋相關之部會，依其特定政策目標進行一些海域調查監測，海洋資源調查資料較零散，未來有待各部會之監測資料整合成完整之國家海洋資源資料庫。

國內的海象觀測站以交通部運輸研究所港灣技術研究中心(詳港研中心網站說明)、交通部中央氣象局及經濟部水利署所設置之長期固定測站為主(詳中央氣象局網站說明)、經濟部工業局離島工業區設置之調查監測站，及其他學術及研究單位(如及一些海事顧問公司等，亦有以計畫為目的(如數值計算、水深測量、浚深工程...等)所設置之短期觀測站，這些觀測站除了使用不同型式的儀器，並沒有一共同之水準基點，因此在使用上必須非常小心注意。在整體觀測站的分布上均以近岸或港內之測站為主。

海象觀測項目泛指海流、潮位、風力及波浪等。因觀測經費甚為昂貴，在有限之經費資源條件下，在觀測網站及量測期間方面應需要有一套完善的規劃與設計。理想的海象觀測站網涵蓋不同層次(水深、離岸距離)的分布，在不同的應用上亦會有各自不同的考量，一般在較深水之外海(水深在一百公尺以上)，適用於做為建立近岸水力模式所需之邊界條件，亦可做為大尺度水動力模式之校驗與預警模式之推算基點。一方面也可提供模式作為資料同化的參考，亦可用於衛星資料之校驗，此部份之觀測資料目前國內甚為欠缺。國內目前大部份之觀測站，一般集中在近岸區域，水深在十公尺以上，並且不受近岸地形、結構物及碎波影響的沿岸觀測站，如港研中心目前在七個商業港區所，設置的觀測站(圖 1)及中央氣象局

所設置的觀測站(圖 2)。建議在未來能在預算容許的情況下,儘量增加深海觀測以提昇台灣海洋工程界的模式發展能量。

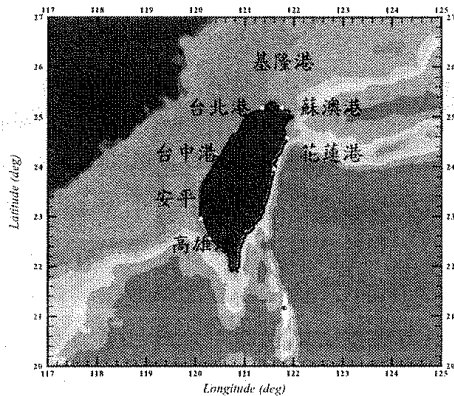


圖1 港灣技術研究中心所屬觀測站

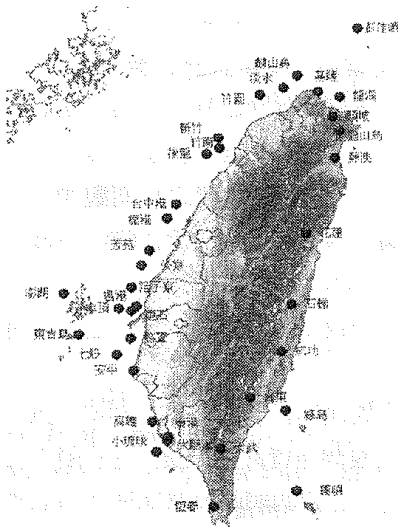


圖2 中央氣象局所屬觀測站(引自氣象局網站)

## 二、主要商港海氣象觀測現況

自 1986 年開始,港灣技術研(所)中心,即著手進行台灣主要商港附近海域長期性海氣象資料之蒐集、觀測、整理及分析歸納,並鍵入本中心電腦資料庫,每年配合國家經建中所投入之海象觀測經費、人力與站網作有系統之整合,以建立基本標準檔;逐年完成基隆港、蘇澳港、花蓮港、台中港、高雄港、台北港及安平港等七個商港之長期海氣象觀測網站,冀求得到台灣四周各劃分代表性區域的海

氣象整體特性,近二十年來已獲致頗佳的成果並提供港灣工程界及學者專家參考依據。

由於觀測網站部份觀測儀器逐漸老舊,本中心逐於 1999 年 7 月起研擬為期五年之計畫,逐步汰舊換新引進較精密的觀測儀器,預計在主要商港觀測網站接收站中逐年更新設備,以期能獲得較長期的海氣象資,另一方面為彌補觀測站受到局部之限制,並配合本中心「近岸防救災預報系統之建立」研究,進行港口附近區域之海象模擬推算以期獲較全面且完整之海象特性。

本中心有關臺灣主要商港海氣象觀測系統架構如示義圖 3。針對已建立之資料即時回報系統與網際網路(或區域網路)的連結進行初步的規劃及先導型系統的測試。未來對於各測站的即時觀測資料可不必侷限於本中心海象觀測中央接收站才能查詢,而可以在其他合適的地點透過網際網路即時掌握各測站的觀測資訊,例如各國際港口之船舶交通管理單位或航運交通單位等。

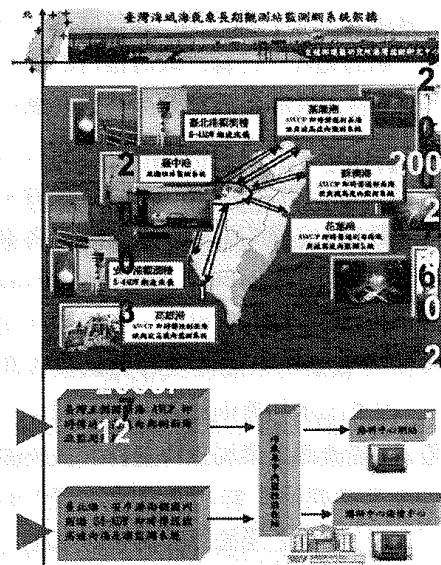


圖3 臺灣主要商港海氣象觀測系統架構圖

目前台灣主要商港均已陸續完成波浪、海流、潮位及風等資料觀測所需之觀測樁及儀器建置。五國際港主要海象波浪、海流、潮位等觀測站安裝即時傳送監測系統所使用的儀器儀器為挪威 NORTEK 公司出品

之AWCP (超音波式波向波高與剖面海流儀器)，如圖4。二個國內商港臺北港與安平港觀測樁上本所安裝使用的潮波流觀測儀器為InterOcean公司-S4海氣象儀器觀測系統，如圖5。

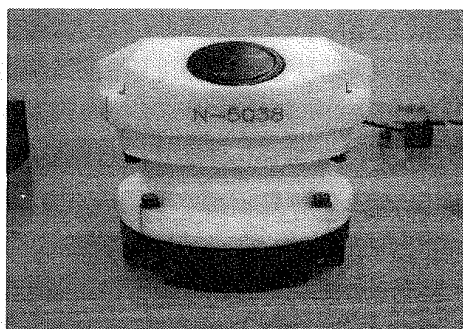


圖4 AWCP超音波式波向波高與剖面海流儀器

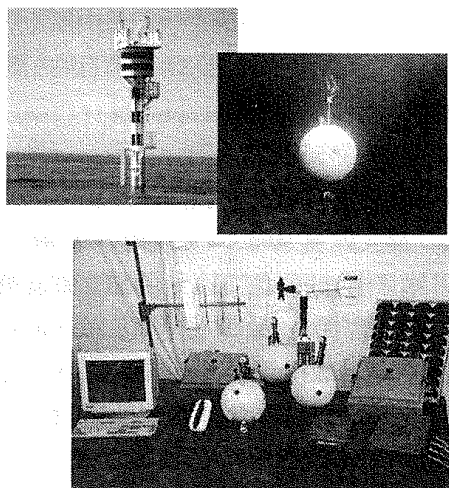


圖5 S4海氣象儀器觀測系統

### 三、花蓮深水域海象觀測站建置

為彌補大部份之觀測站集中在近岸區域受到局部之限制，並配合本中心「近岸防救災預報系統之建立」研究，以提供於做為建立近岸水力模式所需之邊界條件，及大尺度水動力模式之校驗與預警模式之推算基點，並作為資料同化的參考點，以期獲較全面且完整之海象特性。因此進行在較深水之外海之海象觀測站。

花蓮外海建置之表面波高波向與海流即時傳送監測系統，也包括海氣象觀測料擷取及

遠端即時傳送系統，海氣象遠端資料擷取系統可由無人海上觀測資料載台遠端即時擷取海氣象資料。雙向遠端遙測技術的結合包含GSM 行動電話與電纜線可用以從儀器到基地站的資料傳輸，與由基地站下達傳輸指令到資料擷取儀器以改變觀測儀器的操作模式。

花蓮港外海現場海上觀測位置約在：N 23° 56分 59秒，E 120° 37分 07秒，安裝當日潮水深度約：110m，位置如示意圖6，觀測站資料載台如圖7。

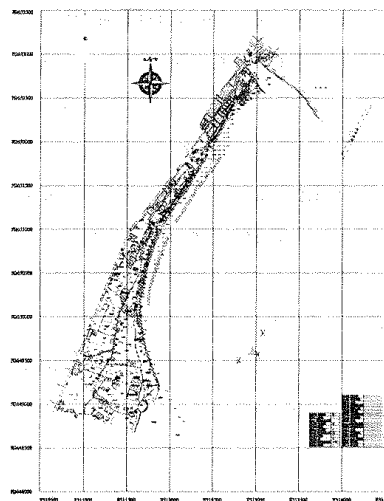


圖6 花蓮港深水域海氣象觀測站位置圖

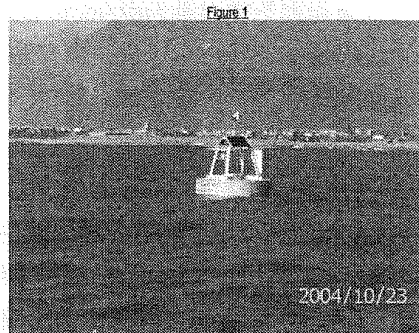
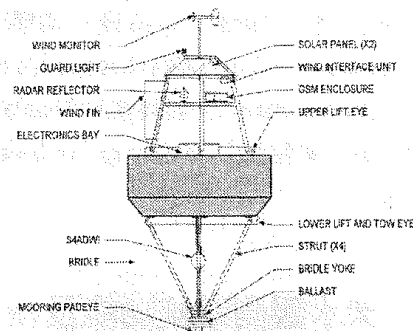


圖7 花蓮港深水域海氣象觀測站資料載台

遠端離岸海上資料載台(Remote Offshore Buoy Platform)包括(1) 氣象感應器含:風速/風向計、閃電保護裝置、訊號轉換器、電纜線與接頭等。(2) 海象感應器—S4ADWi 內含:流速、流向、方向性波浪參數、傾斜補償、水下輸入/輸出快速接頭、水下風速/風向計介面快速接頭、連接電纜線等項目。(3) 遠方終端單元(Remote Terminal Unit)包括:S4 串列介面裝置(S4 SIU 與 MIU)、GSM 遙傳數據機與天線、微處理器/控制器、電源處理器/調節器、耐候型保護箱、連接電纜線與接頭等。(4) 電源管理系統(Power Management Unit):電池電源供應、太陽能板、充電調節器、閃電保護裝置、耐候型保護箱等。(5) 遠端資料載台與錨錠栓繫系統:閃光警告燈、雷達反射器、耐候型儀器箱、單腳栓繫系統、錨錠塊(Anchor Block)、桅柱(Mast)、載台本體(Hull)與栓繫繩索(Mooring bridle)等。(6) 衛星自動追蹤與警報系統:ARGOS 衛星傳送器(ARGOS I.D. Repetition rate)、電池組、天線組、防水外箱等。

另岸上資料接收器包括:(1) 遙測接收器(Telemetry Receiver)、電話線等。(2) 資料處理設備:PC 電腦附顯示螢幕、電話數據機、不斷電裝置等。(3)軟體(Software), S4ADWi 觀測樁應用軟體包括:遠端測站設立架構(Set-up configuration)、遙測控制(Telemetry Control)、資料處理(Processing)、資料顯示(Display)、資料儲存與檔案管理(Data Storage/Archive)等。(4) 錨錠裝置。

#### 四、深水觀測系統功能及特性

遠端離岸海上資料載台(Remote Offshore Buoy Platform)直徑大小約 3m 之浮標載台(buoy platform), 附有防碰撞 FENDER; 載台材質為高延展性密合式艙式。其相關配置及功能特性說明如後:(1)材質具高浮力/重量比、高強度與高摩擦阻抗; 超級設計、操作簡易; 永久不會沉沒, 並為可長期耐用之材料, 與鋼製組件具一樣強度, 在船隻操控、儀器設備佈設與收回可能產生高度衝撞之海洋環境下長期使用。堅固密合艙室結構, 在併排船隻、儀器

佈設與收回時確保浮力穩定, 甚至在嚴重衝撞下亦可簡單無慮的操作。(2)閃光警告燈(Flashing Beacon)、雷達反射器(Radar Reflector)。(3)載台特性: 可以外接 8 個(含)以上類比資料頻道, 可外接量測其它溫度(包括大氣溫度和海水溫度三點【表面、水下 50m、水下 100m】)、海水濁度、海水密度、海水鹽度、海水導電度、空氣濕度、大氣壓力等感應器。自動扶正功能: 上甲板附有風板(fin), 具傾斜自動扶正作用。物理性質(physical): 錨錠裝置(Mooring)材質, 錨錠桿材質鈦合金 6AL4V。任何海水環境的真實海流運動的大小與方向均可正確量測。

氣象感應器及介面裝置組合包括風速/風向計、閃電保護裝置、訊號轉換器、電纜線與接頭。在資料浮台的栓繫架上固定著一個由 InterOcean 所生產的 S4ADWi。在此處它的用途是測量流速及流向, 此外它也記錄由風速風向計上所測得到的資料。此 S4 所擁有的記憶體可記憶原始流和風的備份備存資料。可儲存的空間足夠記錄 56 天含小時原始資料記錄。風速風向計: 可測風速、風向、陣風; 風速 0-60m/s; 最大陣風 80m/s; 方位角 360° 機械型-355° 電子性(開啓角 5°)。閥值: 螺旋槳 0.6m/s; 風向槳: 0.9m/s-10° 位移角、1.3m/s-5° 位移角。儀器取樣頻率可至 1Hz(含)、儀器取樣個數至少 1024 點(含)。資料傳輸/儲存單元, 數位 I/O port 可自動快速傳輸資料, 附氣象資料偵錯/校正。Remote Terminal Unit 雙向 GSM/GPRS 無線電數據機、傳輸器、天線組與電纜線, 閃電保護裝置。

海象感應器-S4ADWi 及介面裝置組合包括流速、流向、方向性波浪參數、傾斜補償、水下輸入/輸出快速接頭、水下風速/風向計介面快速接頭、連接電纜線。在一般資料浮台的操作時, S4 會自動收集海及風的資料(通常會由整點起動, 此處是由操作者所設定)。S4 記錄資料的週期為 10 分鐘, 而收集資料的取樣頻率為 2Hz(亦可選擇 1Hz), 也就是共有 1,200 筆的取樣記錄, 在登錄資料的週期中, S4 立即將每一筆資料暫存在序列介面單元, 直到基地站下次取回資料。波浪模組放置在浮台的中電氣室中, 此為固態裝置, 它可測量浮台的移

動，並在此單元計算出 13 種波浪參數。而此單元只僅於記錄波浪參數並傳送到基地站電腦。在正常操作下，波浪模組與 S4 同步自動收集原始資料。以 2Hz 取樣頻率記錄資料，因此共計有 2,048 筆加速度和磁力計的記錄資料，資料登錄的週期大約為 17 分鐘，在資料登錄結束後，模組在內部處理原始資料，並在處理後將波浪參數資料送到獨立的預列介面單元暫存，直到基地站下次取回資料。波浪量測範圍：量測最大波高可達(Hmax)25m 以上(含)、量測最小週期至少可至 4sec(含)、量測最大週期可達 30sec 以上(含)、儀器取樣頻率至少可達 2Hz(含)、儀器取樣個數至少 2048 點(含)。波高感應記錄器(wave sensor)：加速度量測計型式 X、Y、Z 三軸向高精度加速度計，具波向量測功能可表面跟隨資料浮球的運動，以量測並處理方向性波的統計資料。具積分器(integrator)得到水位時序列變化之基本資料。輸出有義波高(Hs)、最大波高(Hmax)、波週期(T)、最高週期(Tp)、波向。計時裝置(Time Reference)型式不受溫度影響之石英振盪器；電源 Non-restricted 鋰電池 GMT 設定，時間可以重設；壽命 5 年；準確度 12min/year。方向性波流儀海流量測範圍：具流向量測功能、量測最大流速可達 350cm/sec 以上(含)；介面附數位微控制器可高速傳送資料。流速感應器(Speed Sensor)之型式單點或剖面二軸向流速量測感應器；範圍 0~350cm/sec；解析度 0.2 cm/sec 準確度 2% reading± 1 cm/sec；儀器取樣頻率至少可達 2Hz(含)；儀器取樣個數至少 2048 點(含)。方向感測羅盤(Compass)：方向範圍 0~360 度、解析度：0.5 度、準確度：2 度、傾斜：±25 度。Remote Terminal Unit 雙向 GSM/GPRS 雙頻 900/1800MHz 無線電數據機與傳送機附資料偵錯與校正及閃電保護裝置。自動控制與遠端傳輸方向性潮流儀之海流與方向性波資料。

## 五、基本資料分析及成果

花蓮外海建置之表面波高波向與海流即時傳送監測系統，海氣象資料浮台，可量測海流、波浪及風力等資料。資料浮台每小時會收

集一次各式資料，而基地站電腦亦在每小透過 GSM 數據連線將資料收集。

為初步驗證本系統觀測結果之正確性，將與本中心置於花蓮港東堤頭起向南直線延伸外海約 370 公尺、水深約 36 公尺處，以挪威 NORTEK 公司之波高波向與剖面海流即時傳送監測系統觀測之結果，進行比較與分析。

將取 2004 年 10 月納坦颱風(Nock-Ten)及 2005 年 7 月海棠颱風(Nock-Ten) 進行深水 S4 儀器及港口 AWCP 儀器，兩觀測系統之資料作一比較。圖 8 納坦颱風期間深水 S4 觀測波浪報表及資料圖(包括示性波高、示性週期及波向)，圖 9 則為納坦颱風期間港口 AWCP 觀測波浪報表及資料圖。深水站最大示性波高發生在 10 月 25 日 6~7 點間，波高約為 6.7m，週期約為 12.8s，波向約為 SSW~SW。同樣港口站最大示性波高發生在 10 月 25 日 6 點間，波高約為 6.6m，週期約為 12.8s，波向約為 SE。因兩站相差不甚遠，一般而言兩者甚為相近。圖 10 為海棠颱風期間深水 S4 觀測波浪報表及資料圖，圖 11 則為海棠颱風期間港口 AWCP 觀測波浪報表及資料圖。海棠颱風期間深水站示性波高在 7 月 18 日 6 點，波高為 6.5m，週期約為 11.2s，波向約為 ESE，以後因太陽能版受颱風破壞觀測中止。同樣港口站示性波高發生在 7 月 18 日 6 點，波高為 6.6m，週期約為 12.8s，波向約為 ESE。同樣有相近之結果。

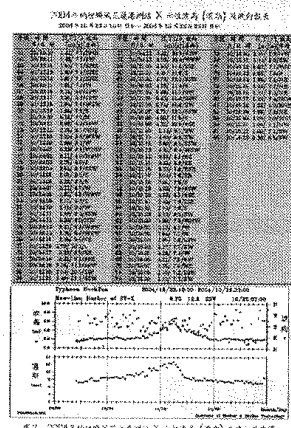


圖 8 納坦颱風期間 S4 觀測波浪報表及資料圖



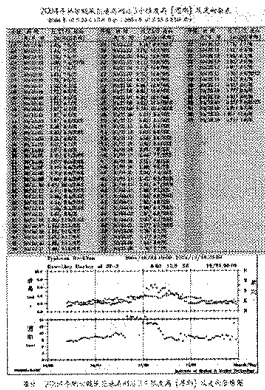


圖 9 納坦颱風 AWCP 觀測波浪報表及資料圖

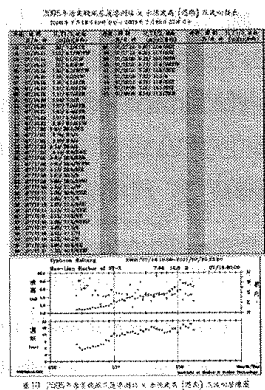


圖 10 海棠颱風 S4 觀測波浪報表及資料圖

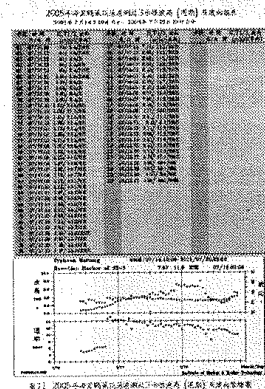


圖 11 海棠颱風 AWCP 觀測波浪報表及資料圖

## 七、結論與建議

1. 介紹港研中心目前在花蓮外海建置之表面波高波向與海流即時傳送監測系

統，系統並包括海氣象觀測資料擷取及遠端即時傳送系統，海氣象遠端資料擷取系統可由無人海上觀測資料載台遠端即時擷取海氣象資料。海氣象資料浮台，可量測海流、波浪及風力等資料。資料浮台每小時會收集一次各式資料，而基地站電腦亦在每小時透過 GSM 數據連線將資料收集。

2. 深水觀測系統取納坦颱風及海棠颱風期間，與港口 AWCP 儀器觀測系統之資料作一比較。因兩站相差不甚遠，結果甚為相近。
3. 現有海象調查，皆基於各相關部會政策目標之需求，進行觀測，因此觀測網站設置及資料內容無論在品管要求、分析方法或項目選擇上均較不一致，各類資料間缺乏協調整合，彼此較難相互為用。應建立負責專一機關，以對海洋觀測網站進行有系統之規劃及整合。
4. 一般在較深水之外海，適用於做為建立近岸水力模式所需之邊界條件，亦可做為大尺度水動力模式之校驗與預警模式之推算基點，此部份之觀測資料目前國內甚為欠缺。建議在未來能在預算容許的情況下，儘量增加深海觀測以提昇台灣海洋工程界的模式發展能量。

## 參考文獻

1. 邱永芳、蘇青和，2005，“近岸防救災預報系統之建立研究(2/5)”，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，基本研究報告，94-49-7145，MOTC-IOT-93-H3DA005。
2. 曾相茂、蘇青和、廖慶堂，2005，“台灣地區國際港附近海域海氣象調查分析研究(4/4)”，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，基本研究報告，94-33-7132，MOTC-IOT-93-H2DA005-1。
3. 何良勝等，2005，“臺北港(92~94年)海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷監測作業(2/3)”，交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究報告。
4. 蘇青和、謝明志，2003，“台灣港區海氣象現場觀測資料地理資訊系統建置”，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，研究報告，92-73-752，MOTC-IOT-91-HA05-03。