

海嘯潮位監測站介紹

徐月娟 呂理弘 陳伊秀

中央氣象局海象測報中心

摘要

中央氣象局自民國83年開始於台灣沿海地區進行每6分鐘之潮位觀測，原主要針對潮汐變化及颱風所引起之風暴潮進行監測。為提升對海嘯等異常海水位的監測，規劃建置每秒鐘記錄一筆水位資料，且可每15秒鐘即時傳輸一次原始每秒及15秒平均水位的密集海水位監測系統。目前已增建彭佳嶼、台北港及更新基隆港、龍洞等14個分布在台灣北部、東部及南部海岸的海嘯潮位站，使其具有對海嘯等異常海水位監測功能，並開發資料接收、儲存、監控及與地震資料結合之海嘯分析、查詢子系統，提供國內研判海岸災害發生之預警用途。

一、前言

台灣地處環太平洋地震帶上，地質活動十分頻繁，由地層活動引起的海嘯也相當常見。台灣地區在1867年基隆曾遭受到毀滅性海嘯的襲擊，造成嚴重的人命及財產損失。自台灣沿岸地區陸續有潮位紀錄以來，約發現有二十次的海嘯作用發生，海嘯運動導致的水位變動大都規模不大未超過兩米，並沒有造成重大的災害，因此這些事件並未受到一般人的重視。然而，台灣地區未來仍有可能再度發生具有強烈破壞能力的海嘯。2004年底南亞發生大海嘯，造成史上空前的大災難，罹難人數高達20萬。全世界在驚愕與難過之餘，紛紛開始關注海嘯災難的防範。

完整的海嘯監測系統包括地震儀測站、深海海嘯監測站以及近岸海嘯潮位監測站。美國國家海洋暨大氣總署所發展的DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis) 為深海海嘯監測系統，在幾千米深海底放置海底壓力記錄儀，所監測之水位變動資料先傳送到旁邊一座漂浮於海面的中繼浮標上，再透過衛星通訊即時傳輸至陸上監測中心，可提早發出預警訊息，但設置與維護該系統的價格昂貴。相對地設置於近岸的海嘯潮位監測站就便宜許多。雖然當本地潮位站監測到海嘯時海嘯已然發生；但海嘯波經過遠地潮位站時可以確認海嘯現象之發生，且實際觀測的歷史海嘯資料可作為海嘯模式驗證之用。

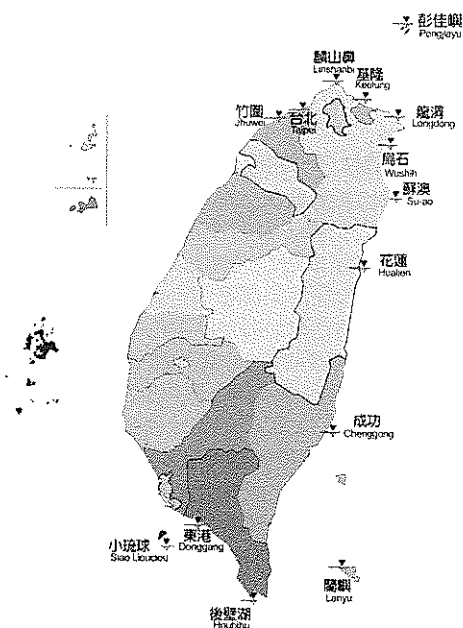
中央氣象局為設置具海嘯監測功能的潮位站，新建或更新相關觀測設備，增加觀測頻率，期能有效監控海嘯的發生，進一步對海嘯的預警做出貢獻。

二、台灣地區潮位觀測史

臺灣沿岸最早之潮位觀測紀錄始於1946年之基隆潮位資料，其次是在高雄、淡水、澎湖、花蓮等地，有數十年之紀錄，當時由觀測員從自記潮汐紀錄紙上，以人工讀取每小時水位高度登錄在潮汐觀測表上。中央氣象局海象測報中心成立後，自1994年起逐年更新及汰換台灣沿海地區潮位站，進行每6分鐘之潮位觀測，直接擷取每6分鐘的數位資料存入海象資料庫。除了可記錄天文潮外，也可監測颱風暴潮位變化。然而我們發現日本或印尼等地發生海嘯時，數小時後台灣沿岸6分鐘潮位資料可呈現出明顯的海嘯紀錄；當台灣近海發生較大的淺層地震時，有時會觀測到海嘯潮位紀錄。由於海嘯波週期約為5分鐘到90分鐘，原有的6分鐘潮位紀錄尚不足以完整地解析海嘯波。

目前台灣地區有觀測證據最大的海嘯波是1986年11月15日花蓮外海(121.80E,23.90N)曾發生規模7.8深度13.9公里的淺層海底地震，當時在花蓮港自記潮汐紀錄紙上讀取的海嘯波高為2米，梗枋漁港為1.5米，幸未造成嚴重災害。目前台灣地區數位化潮位觀測數據中，最大的海嘯波高是出現在2003年12月10日，在台東縣成功鎮海岸發生規模6.6深度10公里的地震所引發的成功漁港明顯海嘯。依據6分鐘間隔之水位紀錄得知海嘯波高約59.3釐米；如依據當時旁邊另一組實驗用之10秒鐘間隔之密集水位紀錄，則海嘯波高為88釐米。次大的海嘯波高是出現於2006年12月26日在屏東縣恆春鎮外海發生規模7.0深度44公里及的50公里的雙地震所引發的後壁湖遊艇港明顯海嘯。依據6分鐘間隔之水位紀錄得知海嘯波高約57.5釐米，因當時該處尚未有高解析海水位紀錄，如依據2003年成功海嘯的經驗來推算，真實海嘯波高至少也有80釐米以上，所幸發生在晚上8時以後，未有災情傳出(徐月娟，2007)。

為設置具海嘯監測功能的潮位站，中央氣象局海象測報中心參照國際海嘯監測標準，規劃建置每秒鐘記錄一筆水位資料，且可每15秒鐘即時傳輸一次原始每秒及15秒平均水位的密集海水位監測及儲存系統。藉更新潮位儀及資料庫擷取與儲存系統，加上通訊傳輸的改進及資料庫技術，使得即時監測與查詢分析海嘯或異常水位現象為可行，提升潮位觀測資料之應用。2007年中央氣象局增建彭佳嶼、台北港2個海嘯潮位站，並完成更新基隆港、龍洞、烏石、蘇澳、花蓮、成功、蘭嶼、後壁湖、東港、小琉球、竹圍、麟山鼻等12個潮位站相關設備，這14個測站分布在台灣北部、東部及南部海岸，位置如圖一。



圖一 海嘯潮位站位置圖

三、海嘯潮位站系統架構

中央氣象局潮位站系統架構如圖二，原主要針對潮汐變化及颱風所引起之風暴潮進行監測，並依據台灣地區潮汐特性，選定設站地點。潮位觀測之原取樣時間為10秒鐘，每6分鐘平均後，做為該6分鐘水位資料紀錄。後為海嘯等異常海水位分析及預警用途，將觀測取樣時間縮短為1秒鐘，資料經過編排後，每15秒鐘將原始取樣資料傳回本局。海水位監測資料之回傳方式由以往之電話撥接，改由GPRS (General Packet Radio Service 整體封包無線電服務) 通訊方式回傳，除節省人工撥接作業、通話費用外，更大幅縮短即時資料之取得時間，提升海嘯等異常海水位即時監控能力。

本局潮位觀測儀器，在經歷數年的汰換後，已逐漸以導管音波式水位計取代浮筒式及傳統無導管音波

式水位計。目前導管音波式水位計為本局潮位觀測主要儀器，感應器為一音波收發訊機，藉由音波到達空氣與水面交接面後之反射波，獲得水面與感應器之距離，並經過音波導管的聲速校正，使海水位觀測精確度到達3毫米。除觀測精確度較高外，其設置方式經過特殊設計有利於高程水準引測，而近年來中央氣象局與內政部合作，每年均對潮位站基準點高程予以重新測量。又設置於水面上的儀器相較於傳統設置於水下之測計，較不容易遭受水生物附著進而影響觀測精確性，同時也較容易維護與校驗。潮位站現場大多同時觀測水溫，並設置另一套壓力式水位計作為水位觀測輔助系統。

四、資料接收儲存與監控查詢系統

資料接收、儲存、監控及海嘯分析、查詢子系統架構如圖三，此系統與地震資料結合說明如下。

(一)資料接收、監控子系統

此系統透過GPRS通訊模組回傳海象測站資料、觀測系統電壓值及GPS校時狀態，管理人員可手動遠端下載新增測站資料處理儲存單元所儲存的資料，並於資料異常狀況發生時發送簡訊或E_mail，通知相關人員處理。

(二)管理子系統

管理子系統包括測站、儀器、使用者、管理者、觀測人員、一般使用者、維護人員等資料管理，及海嘯波高分析及監視子系統參數管理與設定。

(三)地震資料庫新增子系統

每日定時將地震資料文字檔新增進入海嘯及對應地震資料庫，包含地震編號、地震發生時間、地震規模、震央深度、震央緯度、震央經度、震央位置。

(四)海嘯波高分析及監視子系統

提供由使用者選擇資料庫內地震資料選單功能，並提供可手動將地震資料文字檔新增進入海嘯及對應地震資料庫功能。

(五)海嘯資料查詢子系統

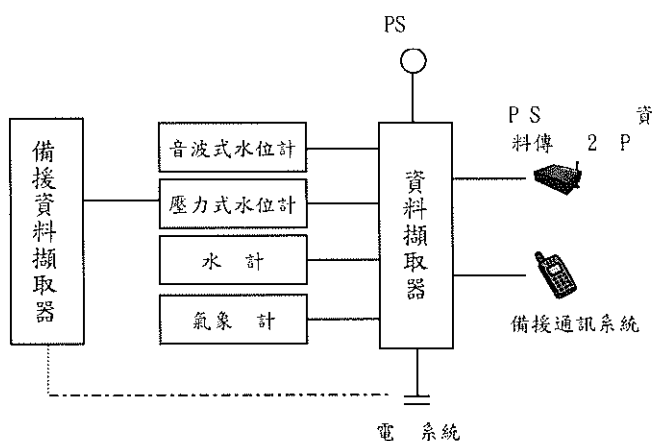
歷史資料查詢透過資料庫伺服器提供，其網頁同時顯示所有選擇測站之海嘯振幅資料與原始海水位資料二維折線圖畫面，濾波分析後之海嘯振幅資料及原始海水位資料可在同一折線圖內顯示，同時可顯示15秒、10秒、1分鐘及6分鐘等4種量測頻率測站畫面，合計至少可達30個測站數。

五、結論

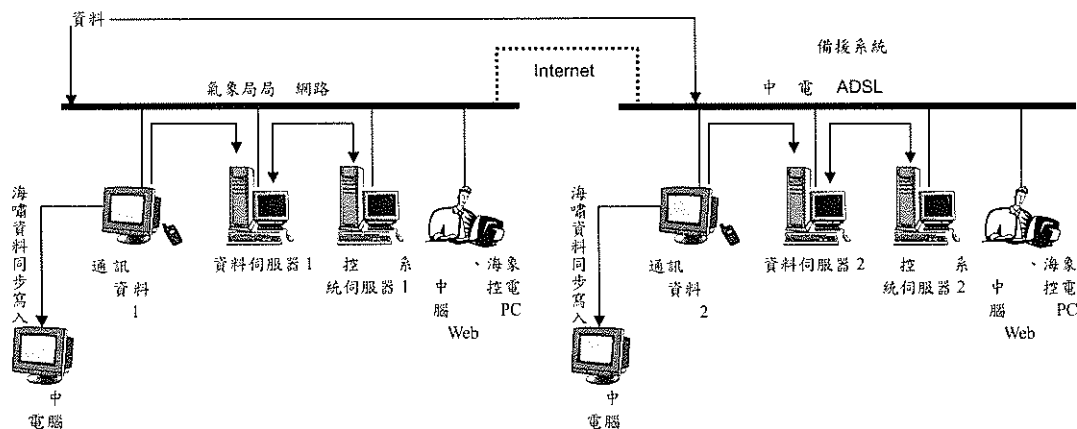
中央氣象局自1994年開始於台灣沿海岸邊進行量測每6分鐘潮位變化後，雖然陸續觀測到一些小規模海嘯現象，但仍不足以得到精確之海嘯波高。後來發展

及測試密集海水位觀測設施，於2007年增建彭佳嶼、台北港2個海嘯潮位站，並完成更新基隆港、龍洞等12個潮位站相關設備，從此可以即時監測到每15秒鐘密集之海水位資料。這14個具海嘯監測功能的潮位站，除了彭佳嶼、蘭嶼、小琉球外，均分布在台灣本島北部、東部及南部海岸。要進一步提升海嘯預警之功能，除繼續更新台灣西岸及澎湖、馬祖、金門等離島潮位

站外，應在更遠離島如東沙島、南沙島建置海嘯潮位站；並與西太平洋、南海周邊國家進行國際合作，交換即時潮位資料，以獲得更充裕的海嘯預警時間。後續加強資料接收、儲存、監控及海嘯分析、查詢子系統功能，以及與地震觀測資料結合也極為重要，提升國內研判海岸災害發生之預警用途。



圖二 潮位站系統架構圖



圖三 資料接收、儲存、監控及查詢子系統架構圖

