

台灣東部海域電纜式海底地震儀及海洋物理觀測系統介紹

蕭乃祺¹

1 中央氣象局地震測報中心

一、前言

台灣地處菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊之交界，地震活動頻繁，災害性地震往往導致巨大損失，造成社會大眾生命財產的威脅。目前中央氣象局的地震觀測網，無論測站設置密度或地震發布效能，皆已達世界一流水準，平均每年可以記錄約 20,000 次的地震，提供台灣地區災害性地震監測與防災功能。然而，由於現有測站皆設置於陸地（包括本島與離島），對於 70% 發生於台灣東部海域的地震，現有陸上地震觀測網尚不足以提供有效監測，包括地震定位的準確性與測報的時效性均有所限制。因此，如能將地震觀測網擴展至台灣東部海域，設置永久性的海底地震與海嘯觀測站，將可提升地震定位的準確度與縮短反應時間，提供民眾較多地震、海嘯的預警時間，並可監測宜蘭外海南沖繩海槽的海底火山活動。

為擴展台灣地震觀測網之監測範圍，中央氣象局規劃執行「台灣東部海域電纜式海底地震儀及海洋物理觀測系統建置計畫」（Marine Cable Hosted Observatory），在台灣東部海域建置電纜式海底觀測系統（圖 1）。計畫英文名稱縮寫為 MACHO，諧音與我國重要傳統宗教信仰「媽祖」相近，具有保佑祈福及與自然和平共處之含意。

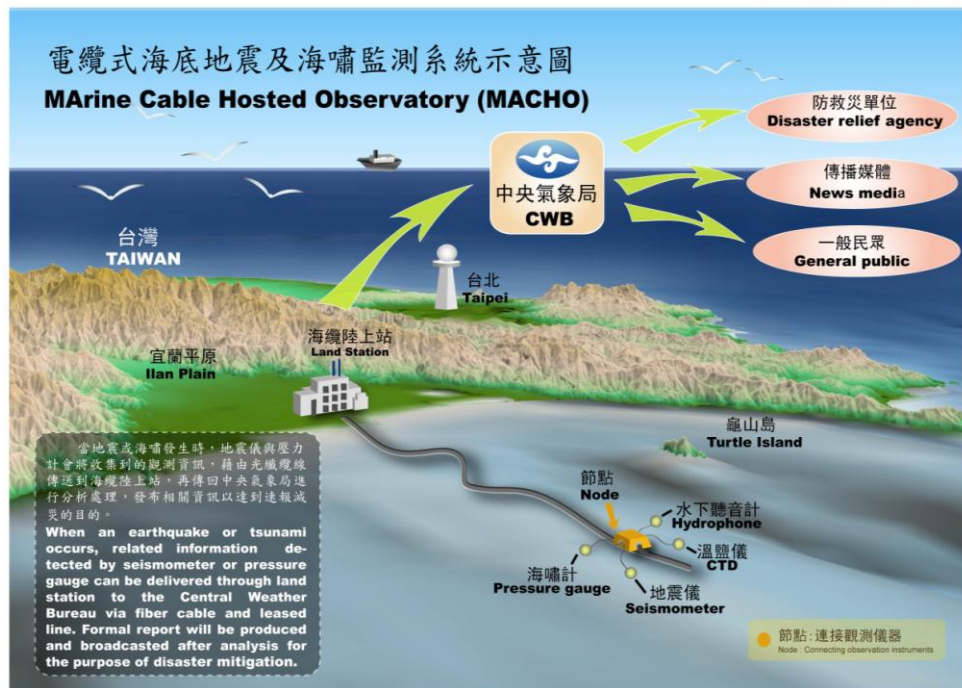


圖 1 中央氣象局「台灣東部海域電纜式海底地震儀及海洋物理觀測系統」示意圖

二、系統架構

系統的整體設計，海底光纖電纜由建置於宜蘭頭城的陸上站向外海鋪設，總長度約 45 公里。纜線接近尾端處裝置 1 個科學觀測節點，連接多種觀測儀器，水深約 280 公尺。觀測儀器以地震儀與海嘯壓力計為主，以進行地震與海嘯防災作業，然而考量台灣四周環海，海洋相關之科學研究與水下技術亦是非常重要之發展議題，因此在預算許可下，在節點上加裝其它科學觀測儀器，包括水下聽音計與鹽溫儀，以期海纜觀測系統能夠同時兼具其它海洋環境科學觀測之任務。觀測儀器連續觀測之資料透過光纖海纜，可以即時傳送回陸上站，並藉由陸域傳輸線路傳至中央氣象局，與現有陸上之地震觀測站整合，執行海陸地震聯合觀測。系統預計於民國 100 年第 3 季完成建置，第 4 季正式開始啟用，並在未來視具體作業成效，繼續申請經費延伸纜線長度以及增設觀測儀器。

海纜觀測系統即時監測的預期效益如下：(1)有效監測東部外海強烈地震，縮短測報時間和提高準確性，爭取十到數十秒的應變時間，提升強震預警能力；(2)有效建立台灣近海發生海嘯時之預警功能，保障人民生命財

產安全；(3)監測龜山島海底火山活動，減低火山活動可能對核能發電廠及北部生活圈造成的重大災害；(4)觀測海底微小地震，加強瞭解台灣鄰近地區地體運動；(5)促進我國海洋科學與水下科技之研究發展。

三、他山之石

目前世界各國中，利用海纜觀測系統進行即時防災監測的國家並不多，其主要架構亦將防災監測網擴展到陸地以外的海床上裝設觀測儀器，以進行地震海嘯監測與其他科學研究。日本自從 1979 年鋪設第 1 條防災用海底電纜以來，目前已在其國土東部太平洋海域建置 9 個海纜觀測系統，其中位於岩手縣釜石市外海的海纜觀測系統，在今（2011）年 3 月 11 日的日本東北太平洋外海大地震，觀測到重要的海嘯紀錄（ERI, The University of Tokyo, 2011）。圖 2 為該系統位於釜石市外海 2 個海嘯壓力計 TM1 與 TM2 的位置與所記錄到的海嘯波形，其中 TM1 位於較外海靠近海溝的位置，距離陸地 76 公里，近陸地側的 TM2 則距離陸地為 47 公里。地震發生後，TM1 壓力計隨即記錄到海水位逐漸上升 2 公尺，其主要為地震引起海床強烈振動的結果，11 分鐘後，當海嘯能量到達時，海水則進一步急速上升至 5 公尺，另外靠近陸地的 TM2 也再稍後 4 分鐘記錄到相同的海水位變化。由於海嘯湧浪約於地震 30 分鐘後侵襲陸地，因此海底壓力計約提早 20 分鐘確認海嘯的訊息。日本目前正在日本南海積極建置第 10 個海纜觀測系統，當 2014 年完成後，其海纜總長度將可累積至 1700 公里以上，海底地震儀與海嘯壓力計的數量也將分別增加至 70 個與 60 個以上，對於日本國土提供更加完整的防護。另外，加拿大與美國也分別在其西部海域之板塊隱沒帶上建置大規模的海底電纜觀測系統 NEPTUNE；歐盟亦有 ESONET 海域網狀式大規模跨越歐洲海底之電纜式觀測計畫。



釜石沖海底ケーブル式地震計システムで観測された海面変動

東京大学地震研究所

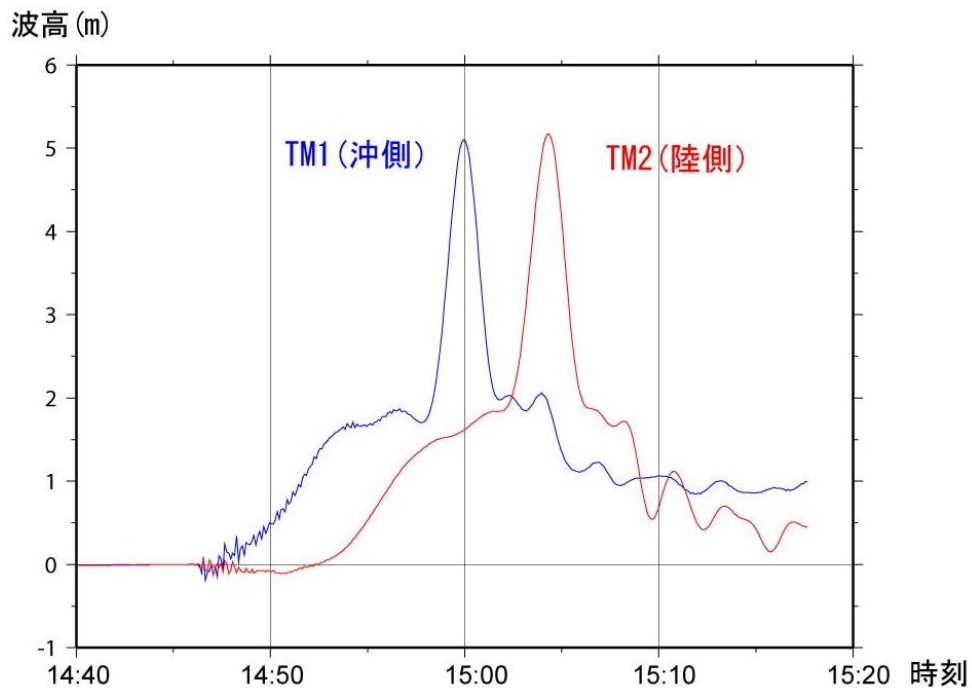
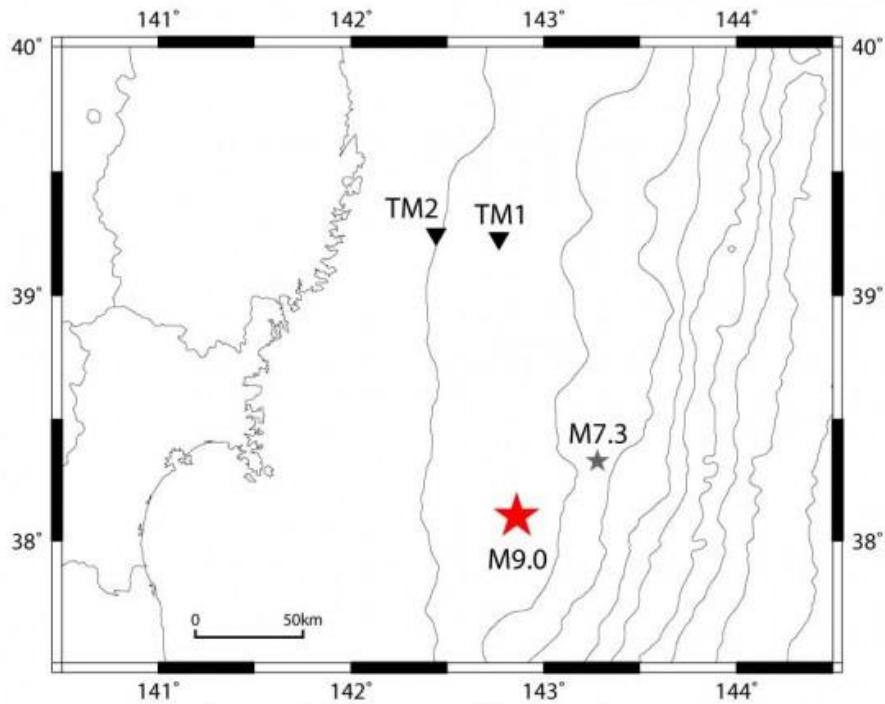


圖 2 日本釜石海纜系統的海嘯壓力計位置，圖中紅色星形為 3 月 11 日日本東北太平洋外海地震位置；(下圖) 海嘯壓力計記錄到的海嘯波形。資料來源摘自日本東京大學地震研究所網站，網址

本東京大學地震研究所網站，網址

http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/eqvolc/201103_tohoku/eng/。

四、結論

台灣位於環太平洋地震帶（火環）上，地處歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊相互碰撞擠壓之地震活躍地區，如何降低嚴重自然災害對我國的襲擊，避免強烈地震、海嘯或海底火山等重大自然災害對我國經濟體系造成致命的衝擊，建置即時傳輸之海底地震海嘯觀測系統不僅符合需求，亦可使台灣於相關領域跟上世界潮流。本計畫為我國首次執行之全新領域計畫，雖困難重重，惟經努力後，已順利地跨出艱辛的第一步，並且在國內海洋科技與水下技術方面，已實質上獲得許多難能可貴的經驗。未來若能在經費允許下，繼續延伸海底電纜長度，並增設多套地震海嘯與各式海洋物理觀測儀器，以期充分展現防災減災及探索海洋資源之重要效能，除達成擴展監測範圍與提升地震海嘯預警能力之目標，並將促進國內海洋與水下科技研究發展之能力。

參考文獻

1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo (2011). Sea-level change recorded by the ocean floor cable seismometer. URL: http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/eqvolc/201103_tohoku/eng/.