

海堤堤前與河口水深地形非接觸式觀測科技之研發

摘要

為降低海堤堤前與河口區域地形水深調查之作業風險，並提升海域環境調查之作業效率，可於岸邊採用非接觸式觀測方法掌握該區水深地形特徵，並提升相關水文觀測作業技術能力，俾提供本署執行防洪、禦潮等相關業務之參考。

根據聯合國環境規劃署(United Nations Environment Programme)的資料顯示，全球約有一半的人口集中在離海岸線 60 公里內的臨海與近海區域，且全球有四分之三的大城市都位於此一地區。臨海區域範圍雖然不大，但是各種自然現象卻是十分複雜，且與人類的生存發展緊密連結。近年來隨著全球各地風災、巨浪、暴潮以及人為汙染等災害事件不斷，致使海岸地區的研究成為環境科學領域中的重要研究議題。當前氣候變遷議題雖然還未有一明確之定論，但全球水災害頻傳已是不爭的事實。海岸地區中的海堤前與河口之水域為海陸空三種截然不同環境系統交互作用之區域，也是溢淹預警與防治的關鍵。這些區域本身複雜的環境條件再加上人工結構物或是河川水流的影響，加重了這些區域禦潮防災工作的困難度。

臺灣四面環海，本島加上離島的海岸線全長超過 1,500 公里，平均每平方公里陸地就有超過 30 公尺長的海岸線。我國早期的海岸空間多為軍事管制地區，一般民眾較不易接觸到。但隨著政府逐漸開放海岸地區的發展，近年來我國部份海岸土地之開發與相關經濟活動已延伸至潮間帶(海埔新生地)及淺水海域(填海造地)，致使民眾大部分活動將與海洋特性息息相關。相較於山區，海岸地區大面積土地取得較為容易且對外運輸方便，造就了我國現今海岸地區蓬勃的經濟發展。但也由於海岸地區的多元工商業使用，一旦發生了嚴重的海岸災害，將可能造成嚴重的環境衝擊與經濟損失，突顯了海岸環境調查工作以及後端防護管理的重要性與必要性。

為確實掌握海堤安全以及海岸河口等地區的可能溢淹影響範圍與災情，進而落實相關預警與防治工作，常需仰賴海堤溯升與河口溢淹等數值水理模式進行極端天氣期間的海堤面溯升、越波以及所可能造成的海水溢淹情況之預測。一般而言，海岸與河口溢淹災情可以區分為三類：(1). 大潮(暴潮再加上最高天文潮位)與波浪共同作用下所造成越波，並進而產生之溢淹災情；(2). 因海堤或海岸結構物潰堤，潮浪入侵之海岸溢淹；(3). 河口或集水區水位暴漲再加上海面波潮的交互作用，從河川中上游而來的水體無法有效宣洩，進而造成河口低窪地區的漫溢。

不論是海堤溯升越波或是海岸溢淹的水理數值模擬，其所需之輸入資料大抵相同，包括：(1). 海岸結構物及設施等基本資料；(2). 海氣象資料；(3). 海岸地形水深資料。這些必要的輸入資料當中，海岸保護設施因大多屬於人工結構物，且較不易隨時間產生變化，資料取得

相對容易。海氣象觀測資料則可透過作業化量測取得實測資料，或仰賴數值模式技術，透過外海氣壓場、風場等氣象資訊預估海面上颱風暴潮及風浪大小，並根據地形變化推演至碎波帶外，提供模式在各個時間演進下正確的邊界條件。

然而波浪傳遞至極近岸之水域後，如海堤前方或是河口水域，水深明顯變淺，此時波浪會與底床地形產生更明顯之交互作用。一方面波浪受海底床摩擦力之影響，波浪會產生變形甚至是碎波之現象；另一方面波浪所引起的水粒子運動則會造成底床的淘刷甚至是沉積物的搬運等現象。再加上海流的影響，可能會致使近岸沙質海底地形的變化更為明顯。海底地形一旦產生變化，不單單只是造成海岸侵蝕或淤積的現象，也可能致使海堤前方水域的數值水理模式演算過程中，因所輸入近岸海底地形資訊的誤差而造成堤後或河口低窪地區的溢淹評估產生差異。此時縱使採用功能再強大的數值水理模式，若無法搭配準確的近岸地形資料，也難以精準評估出溢淹的情形。

一般而言，近岸地形水深資訊可透過水中聲學技術進行現場水深量測，取得較為精準的資料，但海上現場作業必須面對複雜多變的海洋環境，增添海上作業的風險以及人物力成本。非接觸式觀測科技具有廣景覽要的優點，且可透過航空器搭載或是岸邊架設平臺方式進行隔空探測，進而減緩直接出海作業的風險。

為能迅速掌握不同重點區域的水深地形特徵，本研究擬發展一套高效率的非接觸式觀測技術，應用於數十分鐘內，完成方圓數公里內的雷達影像收集與後續之地形水深資訊反演，預期可取得下列成果：(1). 協助經濟部水利署迅速取得近岸海域底床地形資訊；(2). 降低水深地形量測之成本與風險；(3). 取得海岸地形變遷資訊；(4). 提供後端海堤與河口數值水理模式演算所需之地形資料；(5). 獲得非接觸式水深地形觀測的關鍵技術。

表 1 現場量測與非接觸式遙感探測的特性

	現場量測	非接觸式遙感探測	
觀測維度	一維度時序列	二維度空間影像	三維度影像時序列
觀測對象	海面單點之環境資訊	大範圍之海面特徵	時空合域之海面特徵
技術特性	接觸式量測	影像攝取	連續影像攝取
常見觀測平臺	海上浮標 海上平臺	衛星 航空器	航海雷達 攝影機

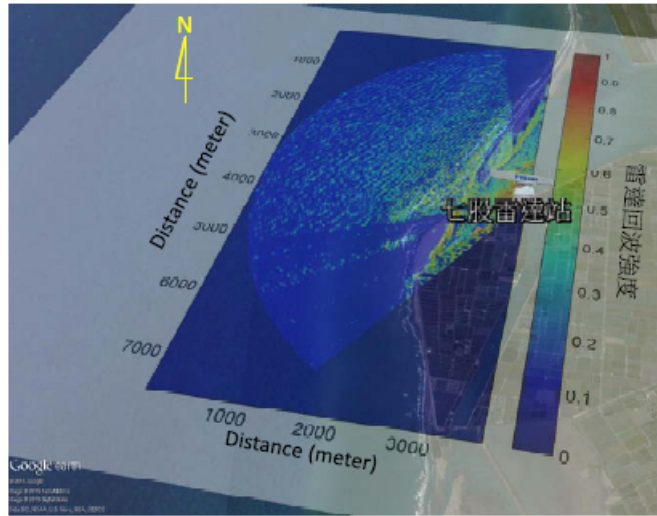


圖 1 X-band 雷達觀測海面波紋影像之結果

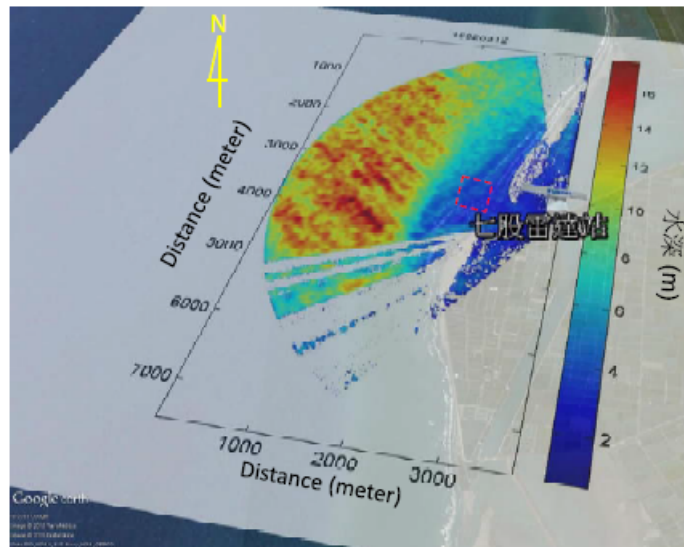


圖 2 X-band 雷達影像反演海底水深之結果