

東北季風作用下彰濱海域風浪相關性分析

江文山¹ 黃煌輝² 高瑞棋³

摘要

由於土地資源有限再加上經濟發展的需求，近十年來台灣西部的沿岸地區接連各種大小規模不同的開發工程，大者如彰濱、雲林離島工業區規劃超過千公頃的面積，小者如漁港、電廠的排放水口...等。這些工程設施都直接面對來向海洋的外力作用如潮汐、海流與波浪，因此設計各式工程都極需這些海象資料。然一般除了潮汐資料在岸邊直接觀測，故資料尚稱完整以外，其餘海流、波浪的量測牽涉到海上設站與漁撈作業的因素，資料取得相當困難，而且相當缺乏。故在相關海岸工程設計當初大都根據理論或數值模式的計算結果或沿用經驗公式，作為設設的依據。本文旨在整理成大水工所在執行彰濱工業區開發過程中環境監測計劃時所測得的波浪資料，並與文獻中相關經驗公式做比較，以期了解這些經驗公式在此海域的適用程度。尤其是近岸淺水區的部份，因為上述工業區、漁港、電廠排放水口...等設施主要都位於近岸區。

討論風浪的相關性，牽涉到海氣交互作用的動力系統機制。其中就海氣交界面的變形而言，包含大氣對水體的作用力，海面的波浪生成、發展與消散等過程，複雜而多變。就一個複雜問題的研究，相似性與因次分析方法是了解系統主要影響因子的基本方式。文獻中，Sverdrup and Munk (1954)首先提出無因次化示性波高與相位速度對吹風風域及吹風延時的相關性。Kitaigorodskii (1962、1970) 首先利用相似定律與因次分析研究風浪頻譜在時間與空間領域的演變過程。其列出影響風浪頻譜的因子包括空氣及水的密度、黏滯性、比重、風速、吹風時間...等 10 個因子。就實際應用而言，若同時考慮全部的影響因子，則問題顯得複雜，且數學過程繁複，不易使用。因此經由適當的假設，將次要的因子忽略，如假設非旋性的流動、流體黏滯性可以忽略、不考慮非線性交作用...等(Massel, 1996)，簡化後，可將波高與週期表示為風速、風域、風向、吹風延時與水深等 5 的因子的函數。若進一步考慮深海的條件，且吹風時間夠久，海面波浪達到穩定狀態，則水深因素可以忽略，如 Hasselmaun et al. (1973)利用 JONSWAP 波浪觀測計劃結果所提出的經驗公式。考慮到海面上下，氣溫與水溫差異引起的大氣穩定性效應，美國陸軍工程兵團的海岸防護手冊 (SPM,1984)中以 JONSWAP 的經驗公式為基礎修正後另提出一組推算公式。Bretschneider (1970)根據實測資料，率定出 Sverdrup and Munk (1954)理論式的係數，得到深海區示性波高、波譜尖峰週期與風場之間的相關性。以上的推算公式都只適用於深海區，對於近岸淺水區，水深影響因素不能忽略的情況下，美國陸軍工程兵團海岸防護手冊建議一組有限風域且有限水深情況下的波高推算公式。Hurdle and stive (1989)指出 SPM 的經驗公式中，當趨近深海條件時，並不符合無限水深的推算公式，於是將 SPM 的經驗公式作些許的修正。Kvylov (1976)根據在不同海域得到的實測資料，進行分析提出淺水區波高、水深及風場之間關係。本文將根據在台灣彰化外海測得之波浪資料，探討上述經驗公式在此海域的適用性。

波浪觀測地點是位於彰濱工業區之崙尾海堤外海西北方兩公里處，測點平均水深約 10m，波浪觀測使用儀器為水壓式波高計。波壓觀測系統設定為每整點啟動紀錄一組資料，每組資料之取樣時間為 17 分鐘又 4 秒，取樣頻率 2Hz，每組資料記錄壓力 2048 筆。

測得之壓力變化為總壓力包含大氣壓變化、風吹引起之水位變化、潮汐漲退與波浪，假設每組資料取樣時間內，大氣壓變化、風吹引起之水位變化及潮汐引起之水位變化為線性，將此線性趨勢濾除後得到波浪引起之水壓變化，將 2048 筆壓力資料分成 256 筆一段共 8 段，各段分別乘上 Hanning(256)視窗函數，

¹ 國立成功大學水工試驗所助理研究員，水利及海洋工程研究所博士班研究生

Tel: 06-2094865 Fax: 06-2094867 E-mail: chws@mail.ncku.edu.tw

² 國立成功大學水利及海洋工程研究所教授兼研究總中心主任、水工試驗所所長

³ 國立成功大學水工試驗所副所長

再做快速傅立葉轉換(FFT)，最後將 8 段資料的快速傅立葉轉換結果作樣本平均，得到該組資料的水位能譜密度。利用 Kuo and Chiu(1994)提出之波壓轉換經驗公式，計算波浪水位頻譜，進而求出示性波高與週期。

圖 1 為 88 年 12 月測得波浪之波高、週期及平均水深變化之時序列資料，圖中並列入水利局鹿港氣象站之風速風向資料，以初步了解風浪變化相關性。首先由風速風向資料可以發現，除了短暫數小時有風向變化以外，其餘絕大部分時間風向都維持在 NNE 方向，風向轉換時期都是對應到風速近乎靜止的情況，這是本海域東北季風期典型的風場特性。而波高變化的大趨勢顯示，其與風速的起伏有絕對的相關性，另外值得注意的是在風速近乎靜止的情況，其對應之波高並不近於零，而是維持接近一定的波高。亦即在長時間較強風速的 NNE 風向吹送後，短時間數小時的風速降低，並不足以使海面恢復平靜。因此整個東北季風期，海面的波高都維持在近乎一定值以上。

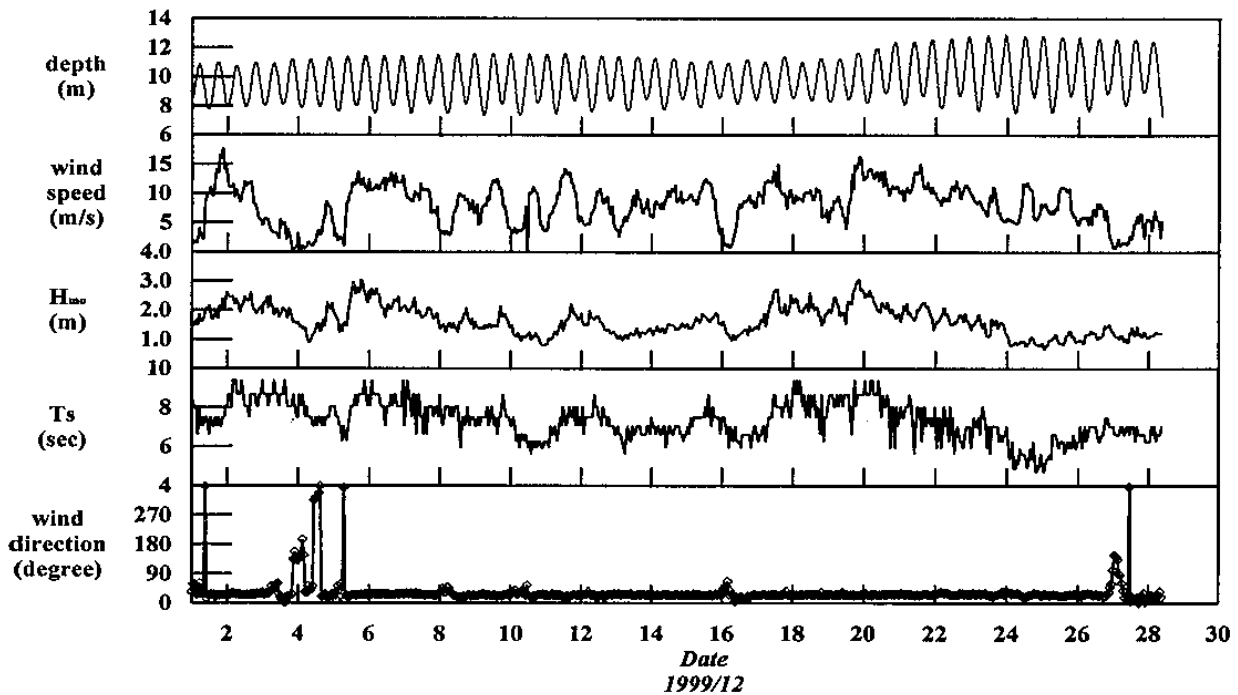


圖 1 為 88 年 12 月測得波浪之波高、週期及平均水深變化之時序列資料

圖 2 是經過分析後歷年來彰濱工業區測得之波浪資料，與根據不同經驗公式計算得到之波高的比較圖，其中 SMB 方法為適用於深海條件的經驗公式，其考慮的是不受水深影響的情況，計算結果顯然較實測結果偏高。Hurdle and Stive(1989)、SPM(1984)與 Krylov(1976)等三種方法的計算結果則與實測值相當接近。Donelan(1992)則是考慮到風向與波向差異的方法，在取風向與波向夾角為 45 度的情況下，其計算結果較實測值為小。另外在波高小於 1.0m 的部分各種方法的計算結果皆偏小，這是因為其方法皆未考慮持續吹強風之後，短暫風速靜止，並不足以使海面波浪完全平靜的現象。

由本文的分析結果顯示，在假設吹風延時夠長，波浪不再受吹風時間影響的條件下，Hurdle and Stive(1989)之近岸淺水區的波高推算公式計算結果與實測值比較吻合。

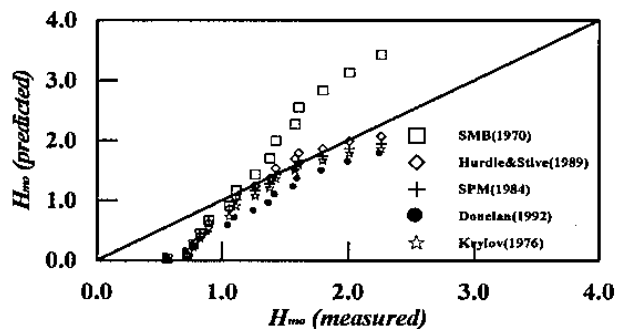


圖 2 實測值與不同經驗公式計算得到之波高的比較