

附件：封面格式

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※
※
(計畫名稱)
※
※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

計畫類別：☐個別型計畫 ☒整合型計畫

計畫編號：NSC 89-2625-Z-002-014-

執行期間： 88 年 08 月 01 日 至 90 年 07 月 31 日

計畫主持人：蔡丁貴

計畫參與人員：王鄭翰

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- ☐赴國外出差或研習心得報告一份
- ☐赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- ☐出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- ☐國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學

中 華 民 國 91 年 05 月 02 日

行政院國家科學委員會
八十九年度海岸溢淹災害防治研究
總計畫暨子計劃：沿海溢淹推算模式研究(III)

Storm surge and coastal flooding study

計畫編號：NSC 89-2625-Z-002-014-

執行期限：88 年 08 月 01 日至 90 年 07 月 31 日

主持人：蔡丁貴 國立台灣大學土木工程研究所

計劃參與人員：王鄭翰 國立台灣大學土木工程研究所

一、中文摘要

本計畫為三年期整合計畫『海岸溢淹災害防治研究』之子計畫之一，為配合總計畫中水位預報能力提升與防潮防浪結構物安全之改進兩個主題中的第一個主題，進行颱風暴潮水位預測能力提升之研究。除了引進美國聯邦緊急事故處理局(Federal Emergency Management Agency, FEMA)發展出的暴潮預測模式-----FEMA 暴潮模式之外，並改善其理論與數值方法，配合台灣地形發展適合本土使用的暴潮模式，進而能預測沿海及河口的暴潮水位，作為防潮防浪結構物安全之改進之依據用。

關鍵詞：暴潮、網格、溢淹

Abstract

This study is a sub-study of the integrated research program 'Prevention of Coastal Flooding Disaster'. The purpose of the integrated study includes two divisions, namely, to promote predictive capability of coastal flooding, and to improve safety of coastal structures. The former is the aim of this study. The procedures are to introduce the FEMA storm surge model developed by the Federal Emergency Management Agency, U. S. A., and to improve the model theoretically and numerically. It is aimed to establish a coastal flooding hydrodynamic model with consideration of local conditions in Taiwan. It is anticipated that this model will predict better storm surge and improve

safety of coastal structures.

Keywords: Storm surge, Grids, Flooding

二、研究方法

暴潮水位與流場之預報一般均利用平面二維之質量守恒關係式及運動方程式進行數值模式的建立。最為成功的數值模式應屬美國聯邦緊急事故處理局(FEMA)所發展建立之直角座標網格有限差分，內置細網格的數值模式，並利用該模式進行沿岸淹水機率評估，做為洪水保險費率計算的依據(FEMA, 1983, 1988)。本研究之目的在引入 FEMA 暴潮模式，並且加以改良。暴潮預測技術分為兩個部分，其一為颱風壓力場及風場之預測；其二為受壓力場及風場而運動之暴潮位水理預測模式。在壓力場、風場部分，本研究承續 FEMA 暴潮模式的圓形風場假設，以颱風中心氣壓、前進風速、最大暴風半徑、颱風中心位置等作為描述颱風之參數；第二部分水理預報模式改良則為本研究之重點。改良的方法為引入邊界符合座標系統(蔡,1997)於 FEMA 模式中，利用複變映射(Complex Mapping)原理，將原來正交網格計算系統改為邊界符合座標系統，並且在轉換後的矩形座標系統上進行有限差分計算，藉此修正原系統邊界不符合帶來的誤差。

三、研究成果

本研究的研究成果與貢獻分述如下：

1. 本研究利用 FEMA 模式完成環島暴潮水位之計算，並有不錯的成果。結合調和分

析天文潮模式和 FEMA 暴潮計算模式，已具有預測颱風期間水位變化之能力。本研究以 2001 年納莉颱風侵台事件為例，計算 2001/9/16~2001/9/18 間 48 小時內，新竹、竹圍、東石、後壁湖、高雄等 5 個水位站的水位，其結果如圖 1~5 所示。比較預測值和實測值，顯示各測站的水位計算值都能夠準確模擬現場水位，結果相當不錯。

2. 在運用邊界元素法建立邊界符合座標系統的過程中，會遭遇到邊界元素法的奇異性問題。亦即，邊界元素法中，傳統上認為當基礎點靠近邊界計算節點時，由於邊界積分中核函數具有強奇異性，因此在數值計算上會出問題。本研究利用解析和幾何分析方法證明當基礎點靠近邊界節點時，並無所謂的數學奇異性或數值邊界層 (Wang, 2002)。

3. 已完成大區域自動產生網格系統(圖 6)，以及小區域自動產生網格系統(圖 7)。

4. 初步建立邊界符合座標暴潮計算模式(圖 8)，計算區域為結果顯示有相當之準確度。

四、結論與建議

本研究工作包括 FEMA 模式引進運用以及網格系統的改善，已經有初步的成果，FEMA 模式計算結果和實測值比較雖然仍有差距，但可發現一致的趨勢，誤差的來源可能有邊界不符合、背景氣壓未計入、模式相關參數過度理想化而不盡正確等。在引入邊界符合座標後，發現模擬結果有所改善，然此為初步之研究成果，需要更多的參數率定和驗證作為確認。

本研究建議後續的相關研究有(1)邊界符合座標暴潮計算模式之參數率定、(2)各參數之敏感度分析、(3)風場、壓力場模式之改良。

五、參考文獻

- [1] Federal Emergency Management Agency (FEMA)(1983), Preparing for hurricanes and coastal flooding: A handbook for local officials.
- [2] Federal Emergency Management Agency (FEMA)(1988), Coastal flooding hurricane storm surge model. Vol. I-III.

- [3] Tsay, T.K. and Hsu, F.S., (1997), "Numerical Grid Generation of a Irregular Region", *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Vol. 40, 343-356.
- [4] Wang, J. and Tsay, T.K., (2002), "A Correct Method in Boundary Element Integration", *Fifth International Conference on Hydrodynamics*, accepted.

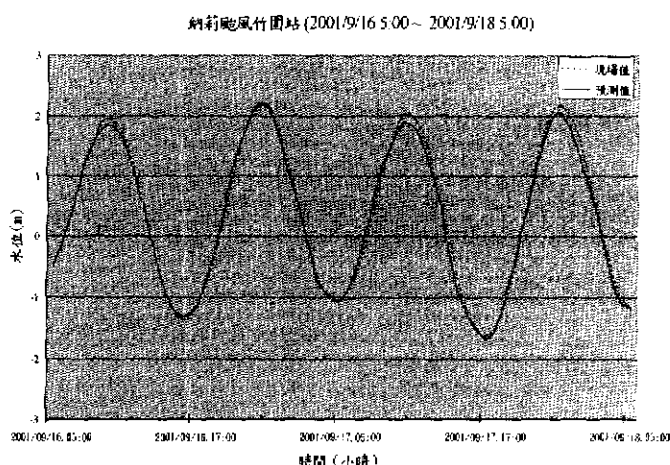


圖 1. 納莉颱風期間竹圍站總潮位模式驗證
(總潮位模式=天文潮模式+FEMA 暴潮模式)

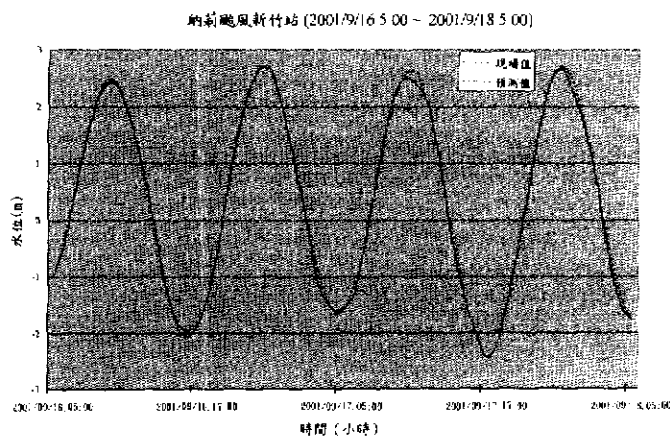


圖 2. 納莉颱風期間新竹站總潮位模式驗證
(總潮位模式=天文潮模式+FEMA 暴潮模式)

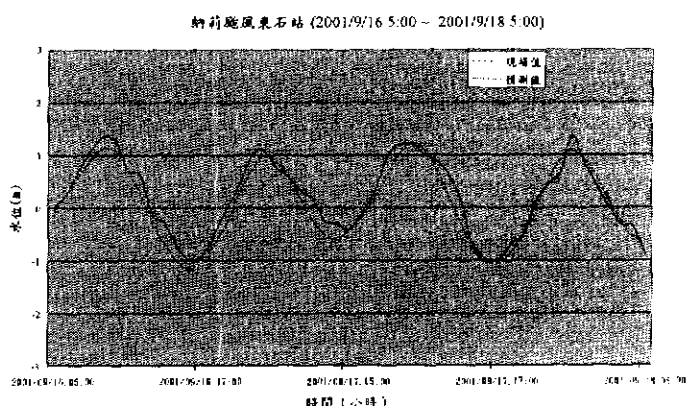


圖 3. 納莉颱風期間東石站總潮位模式驗證
(總潮位模式=天文潮模式+FEMA 暴潮模式)

納莉颱風高雄站(2001/9/16 5:00 ~ 2001/9/18 5:00)

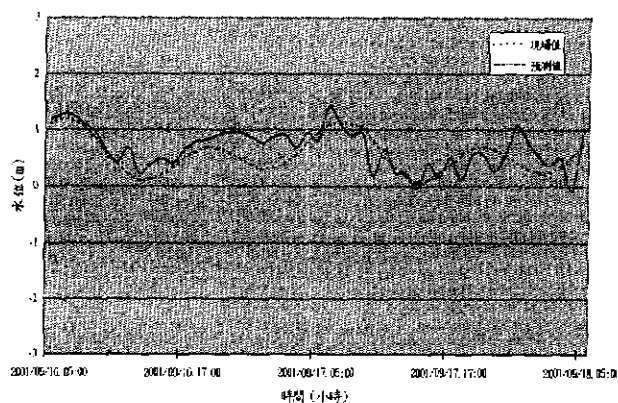


圖 4. 納莉颱風期間高雄站總潮位模式驗證
(總潮位模式=天文潮模式+FEMA 暴潮模式)

納莉颱風後壁湖站(2001/9/16 5:00 ~ 2001/9/18 5:00)

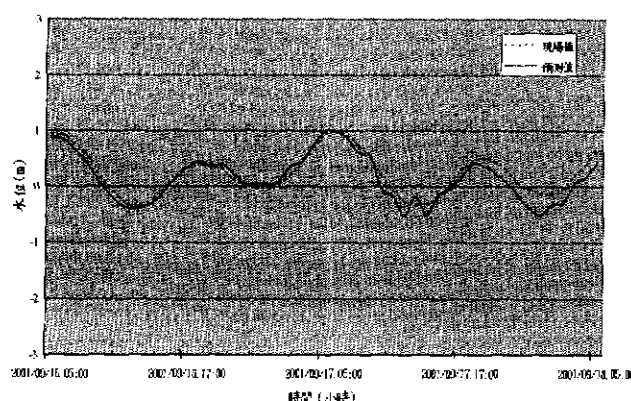


圖 5. 納莉颱風期間後壁湖站總潮位模式驗證
(總潮位模式=天文潮模式+FEMA 暴潮模式)

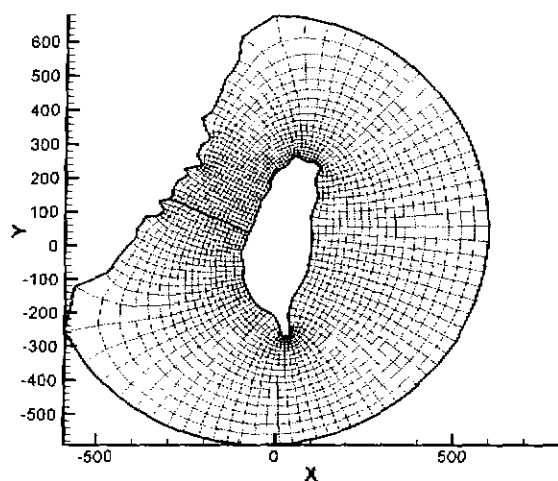


圖 6 台灣海域邊界符合正交座標網格

Unit Space of (X, Y)=(0.0705, 0.0692) mile

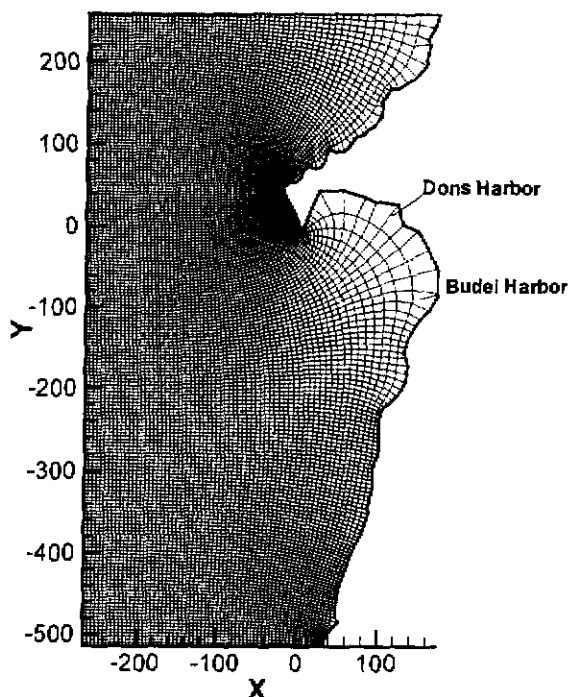


圖 7 東石、布袋一帶附近海域之邊界符合正交座標網格

淡水 1996/03/16(0)-1996/03/16(0)

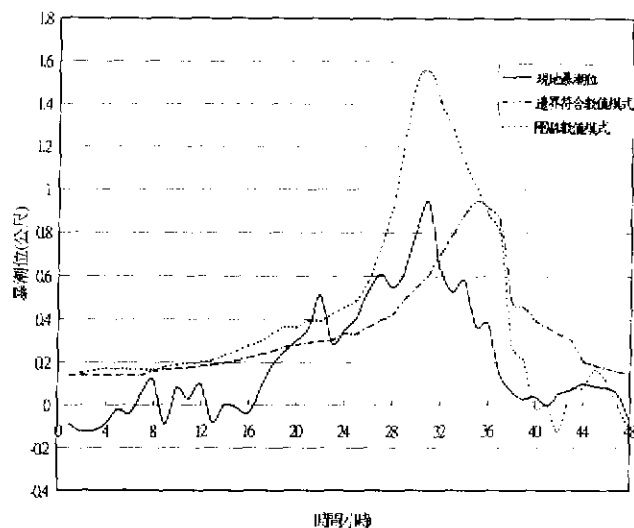


圖 8 賀伯颱風期間，淡水站暴潮計算結果(計算區域 50 x 100 公里)。