

布袋港客貨碼頭擴建水工模型試驗研究報告

計劃主持人：張 富 東

共同主持人：廖 慶 堂

參與人員：徐 如 娟

林 受 勳

楊 怡 芸

蔡 瑞 成

何 炳 紹

陳 進 冰

李 江 澤

林 佩 燕

徐 小 蕙

執行顧問：黃 清 和

何 良 勝

布袋港客貨碼頭擴建水工模型遮蔽試驗研究

目 錄

圖表名	I
第一章 前言	1
第二章 自然條件資料	3
第三章 試驗設備、試驗條件與步驟	7
3.1 試驗設備	7
3.2 試驗條件	7
3.3 試驗步驟	9
第四章 港內容許波高限度	19
第五章 試驗結果與討論	21
5.1 第一期第一階段配置方案試驗結果	21
5.2 第一期第二階段配置方案試驗結果	31
5.3 第一期第三階段配置方案試驗結果	38
5.4 第一期第四階段配置方案試驗結果	46
5.5 第二期工程總配置方案試驗結果	53
第六章 結論與建議	61

圖 名

- 圖1-1 布袋港地理位置圖
- 圖2-1 布袋港港址現況圖
- 圖2-2 1897~1993年侵台颱風路徑分類統計圖
- 圖3-1 布袋港第一期第一階段配置方案圖
- 圖3-2 布袋港第一期第二階段配置方案圖
- 圖3-3 布袋港第一期第三階段配置方案圖
- 圖3-4 布袋港第一期第四階段配置方案圖
- 圖3-5 布袋港第二期工程總配置方案圖
- 圖3-6 模型試驗水位變化量測時序記錄圖
- 圖4-1 港內碇泊容許波高限度
- 圖5-0-A 第一期第一階段配置方案模型配置與波高計量測位置圖
- 圖5-0-B 第一期第二階段配置方案模型配置與波高計量測位置圖
- 圖5-0-C 第一期第三階段配置方案模型配置與波高計量測位置圖
- 圖5-0-D 第一期第四階段配置方案模型配置與波高計量測位置圖
- 圖5-0-E 第二期工程總配置方案模型配置與波高計量測位置圖
- 圖5-1-A 第一期第一階段配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-1-B 第一期第一階段配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-1-C 第一期第一階段配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-1-D 第一期第一階段配置SSW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-1-E 第一期第一階段配置SSW方向季節風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-1-F 第一期第一階段配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-1-G 第一期第一階段配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-1-H 第一期第一階段配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-1-I 第一期第一階段配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-1-J 第一期第一階段配置SSW方向季節風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-1-K 第一期第一階段配置越波現象及碎波線位置示意圖

- 圖5-1-L 第一期第一階段配置全區水域各測點波高變化圖
- 圖5-2-A 第一期第二階段配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-2-B 第一期第二階段配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-2-C 第一期第二階段配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-2-D 第一期第二階段配置SSW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-2-E 第一期第二階段配置SSW方向季節風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-2-F 第一期第二階段配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-2-G 第一期第二階段配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-2-H 第一期第二階段配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-2-I 第一期第二階段配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-2-J 第一期第二階段配置SSW方向季節風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-2-K 第一期第二階段配置越波現象及碎波線位置示意圖
- 圖5-2-L 第一期第二階段配置全區水域各測點波高變化圖
- 圖5-3-A 第一期第三階段配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-3-B 第一期第三階段配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-3-C 第一期第三階段配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-3-D 第一期第三階段配置SSW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-3-E 第一期第三階段配置SSW方向季節風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-3-F 第一期第三階段配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-3-G 第一期第三階段配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-3-H 第一期第三階段配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-3-I 第一期第三階段配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-3-J 第一期第三階段配置SSW方向季節風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-3-K 第一期第三階段配置越波現象及碎波線位置示意圖
- 圖5-3-L 第一期第三階段配置全區水域各測點波高變化圖
- 圖5-4-A 第一期第四階段配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-4-B 第一期第四階段配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-4-C 第一期第四階段配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-4-D 第一期第四階段配置SSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

- 圖5-4-E 第一期第四階段配置SSW方向季節風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-4-F 第一期第四階段配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-4-G 第一期第四階段配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-4-H 第一期第四階段配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-4-I 第一期第四階段配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-4-J 第一期第四階段配置SSW方向季節風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-4-K 第一期第四階段配置越波現象及碎波線位置示意圖
- 圖5-4-L 第一期第四階段配置全區水域各測點波高變化圖
- 圖5-5-A 第二期工程總配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-5-B 第二期工程總配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-5-C 第二期工程總配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-5-D 第二期工程總配置SSW方向颱風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-5-E 第二期工程總配置SSW方向季節風波浪波高係數分佈圖
- 圖5-5-F 第二期工程總配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-5-G 第二期工程總配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-5-H 第二期工程總配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-5-I 第二期工程總配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-5-J 第二期工程總配置SSW方向季節風波浪波高分佈等高線色階圖
- 圖5-5-K 第二期工程總配置越波現象及碎波線位置示意圖
- 圖5-5-L 第二期工程總配置全區水域各測點波高變化圖
- 圖6-1 第一期第一階段配置北臨時護岸前水域波高變化時序圖

表 名

表3-1	模型試驗波浪條件表
表3-2	模型試驗基本分析統計表
表4-1	碇靠碼頭容許波高限度表
表4-2	港內碇泊容許波高限度表
表4-3	裝卸工作容許波高限度表
表5-1	第一期第一階段配置方案港內水域各區波高係數分佈表
表5-2	第一期第二階段配置方案港內水域各區波高係數分佈表
表5-3	第一期第三階段配置方案港內水域各區波高係數分佈表
表5-4	第一期第四階段配置方案港內水域各區波高係數分佈表
表5-5	第二期工程總配置方案港內水域各區波高係數分佈表

照 片

照片3-1	模型製作施工實景
照片3-2	波高計量測佈置實景
照片3-3	外廓堤防遮蔽觀測試驗實景
照片3-4	碎波線位置觀測試驗實景
照片3-5	越波位置觀測試驗實景
照片3-6	堤頭折繞射觀測試驗實景

第一章 前言

布袋港港址位於本省西南嘉義縣境內，西臨台灣海峽，北及西北方有統汕洲、箔子寮以及外傘頂洲等所構成狹長沙洲，形成天然屏障，其地理位置如圖1-1所示，目前已初具港灣規模。且近年來交通部門規劃發展環島航運系統，其亦為選定之十處港址之一；故嘉義縣政府遂將布袋商港綜合開發計劃列為首要推動之計劃項目之一。

嘉義縣政府為達成布袋港沿海綜合開發目標，除委託方苑工程顧問有限公司進行布袋港客貨碼頭整體擴建規劃方案外；為進一步瞭解，客貨碼頭各階段擴建工程完工後，港區水域之穩靜情況；故委託台灣省交通處港灣技術研究所(以下簡稱本所)辦理水工模型遮蔽試驗工作，以作為規劃設計時檢討之依據與日後研擬施工計劃時之參考。

本項試驗研究自民國八十三年十二月起至民國八十四年三月止，分別針對各階段配置方案分期進行25run次之試驗研究，試驗期間承蒙建設局王局長宗州等多人多次蒞所指正，並提供諸多寶貴意見，使本試驗研究得以順利完成，在此一併誌謝。謹將整個試驗過程及結果分述如后。

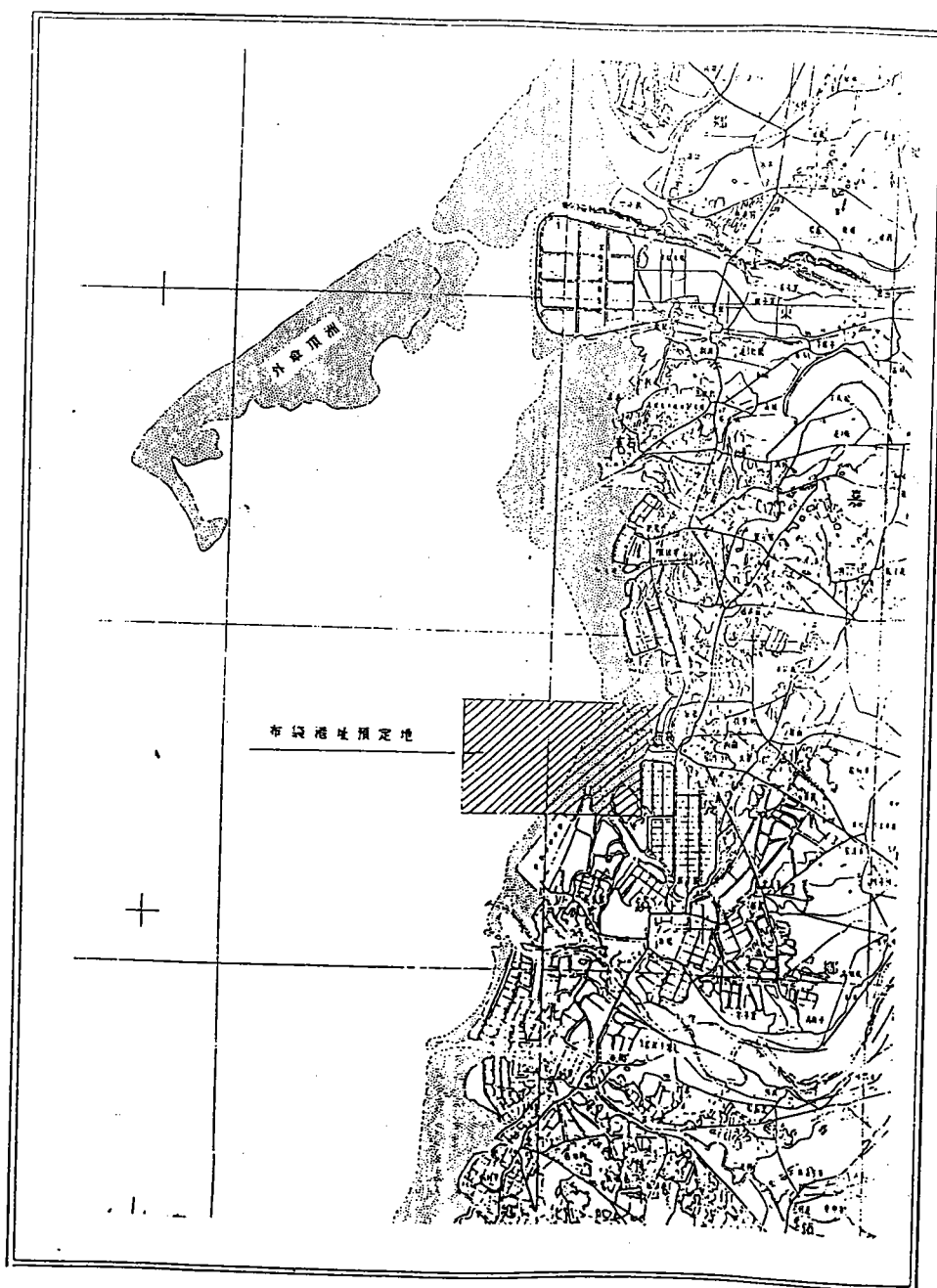


圖1-1 布袋港地理位置圖

第二章 自然條件資料

布袋港預定港址鄰近地區之自然條件資料，依方苑工程顧問有限公司所擬之整體規劃報告第二章自然條件收集分析，可摘要如下：

一、地理位置及現況

本地區海岸線向陸地凹入形成灣澳灘地，其外灘地淺水區多被用於牡蠣養殖，近年由於養殖技術增進，養殖範圍迅速向深水區擴展，產量可觀，已成為當地居民重要之收入。本地區內灘地，中央部份較高灘地已開發完成海埔新生地，第一期66公頃及第二期60公頃。海埔地與市區海岸間保留約100公尺寬之水道，而以過水橋橋寬15公尺四線車道聯繫兩地交通，另於海埔地東堤北側現有水深達-6.0公尺之深水碼頭250公尺，並闢有定期航線與澎湖縣鎖港通航。其出入航道與漁船共用，位於堤防北側，寬度50公尺目前水深-5.0公尺，而接續海埔地北堤也已延建北防波堤2253公尺以為屏障其港址現況，如圖2-1所示。

二、風

本區海岸同於台灣西海岸一般地區，具多風之氣象特性，冬、春季季風期，強風歷時甚久；夏、秋季強風則僅於颱風過境或熱帶性低氣壓形成時發生；平時風力較弱。

1. 冬季季節風

根據觀測資料統計分析顯示，每年10月底至翌年3月為冬季季節風，其風向以NNE及NE向為主，瞬間最高風速達29 m/sec，普通風速以10-15m/sec為最多。

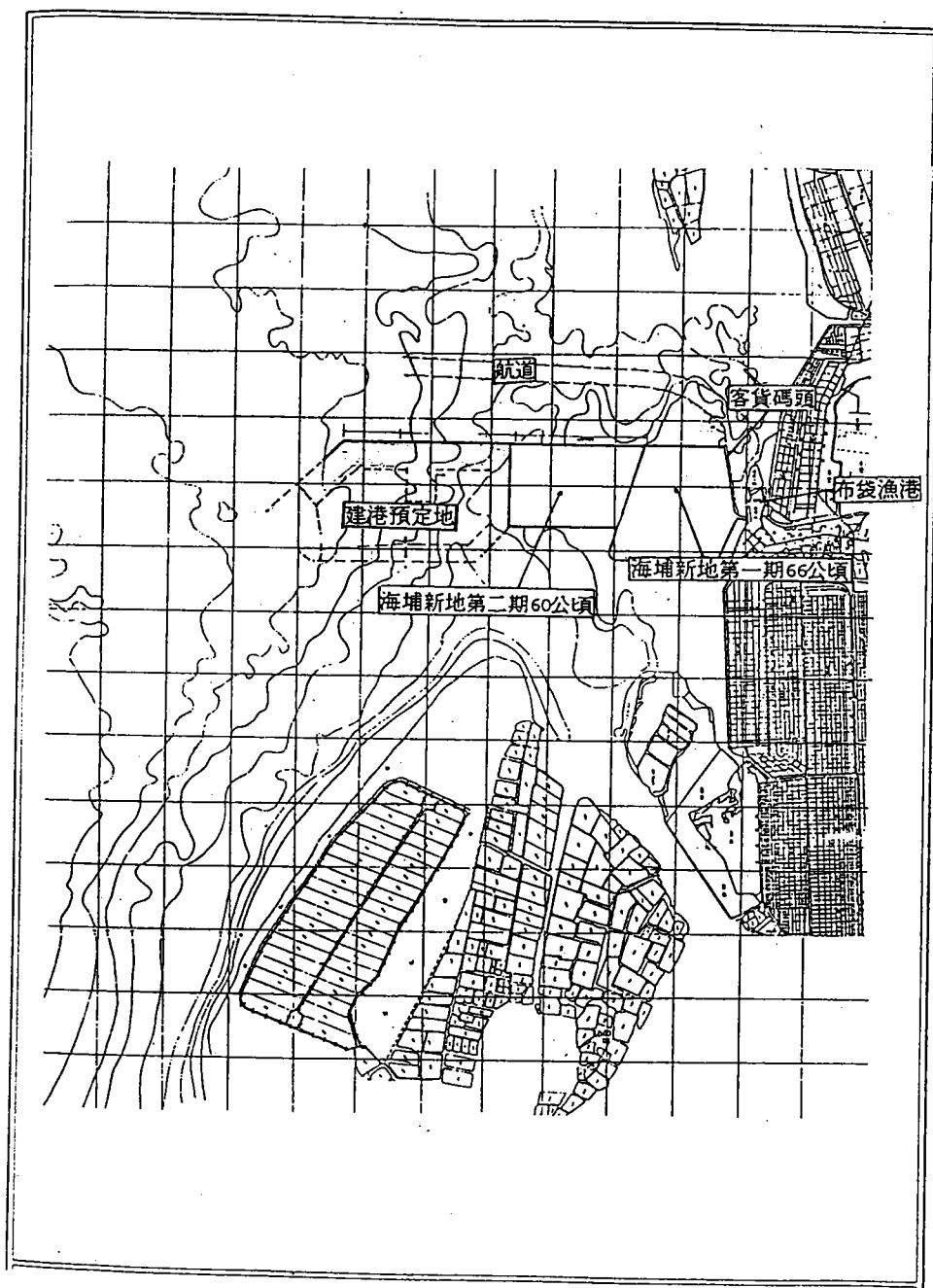


圖2-1 布袋港港址現況圖

以吹風延時而言，5-10m/sec最長為31小時；10-15m/sec 之間風速經常在1-15小時之間；五級(8m/sec)以上強風歷時年平均486小時，風向集中於NNW至NNE之間。

2. 夏季季節風

夏季季節風以NNE或SSW風向為主，其期間為每年4月至9月，其風速在5-10m/sec佔半數，吹風歷時多達20小時。

3. 颱風

根據自1897~1993年侵台颱風路徑分類統計圖，如圖2-2所示，對於本區較具威脅之颱風路徑計有第二、第三、第五類等，以通過台灣南部及沿台灣海峽北上者為最。

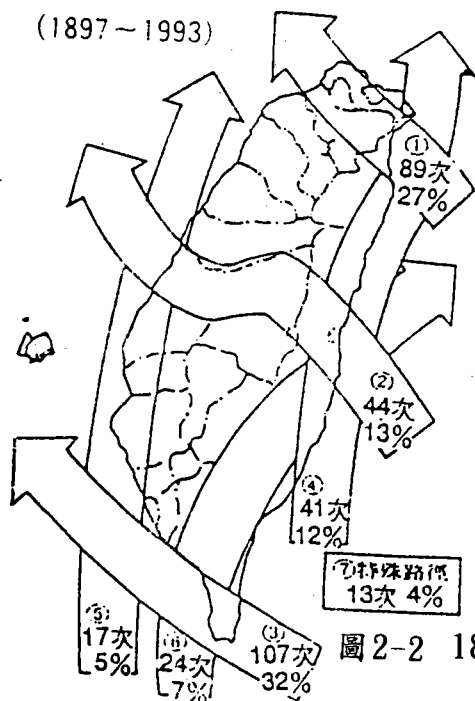


圖2-2 1897~1993年侵台颱風路徑分類統計圖

由於本區位居中央山脈以西，故多數第二類、第三類颱風到達該區海岸時，風速已較發生時減弱，資料顯示，該三種路徑96年來統計發生168次之多，年平均發生1.71次，佔侵台颱風次數之50.0%。

三、波浪

1. 季風波浪

本區域因受外傘頂洲之遮蔽作用，冬季時波高集中分佈於0.5公尺至1.5公尺間約佔74.6%，週期集中分佈於4秒至7秒間佔88.5%。夏季波高偏小，0.5公尺以下佔70.2%，1公尺以下概率高達94.7%，週期則分散於3秒至7秒間，佔76.5%。

2. 颱風波浪

選定63個(1940~1990)對本區影響較大之颱風進行颱風波浪推算。因受澎湖群島及外傘頂洲遮蔽效果，布袋港以西至南向間深海波浪較具威脅，設計50年颱風波浪如下：

波向	$H_{1/3}(M)$	$T_{1/3}(SEC)$
W	4.0	8.6
WSW	4.9	9.1
SW	5.4	9.4
SSW	6.1	10.5
S	6.2	12.7

四、潮位

本地區海岸潮汐為正規日雙潮，平均週期12.4小時，最高潮汐發生於春季朔望日左右，潮位為+1.784公尺；而平均高潮位為+1.07公尺，最低潮位發生於夏季朔望日，潮位為-1.136公尺；平均潮位約+0.292公尺，最大潮差2.29公尺。

五、暴潮位

設計暴潮位為+3.30公尺。

第三章 試驗設備、試驗條件與步驟

§ 3.1 試驗設備

本試驗在港灣技術研究所第二試驗場棚辦理，其相關主要試驗設備如下：

1. 試驗水槽：尺寸長62公尺、寬51公尺、深1公尺。
2. 造波機：本試驗採用丹麥水工試驗所(DHI)製造之油壓推動往復式造波機；主要動力為二部20HP馬達油壓缸，推動四台5.5公尺長之造波板，可製造規則波或不規則波。
3. 容量式波高計：包括感應器及增幅器，可精準量測水面波形起伏變化。
4. 資料蒐集及分析系統：各測點波形起伏變化，經由容量式波高計感應後，轉換為類比電壓訊號，經A/D(Analog-Digital Converter)轉換成數位訊號，傳入個人電腦並將資料儲存於硬式磁碟機內，它日作為研究分析時備用。

§ 3.2 試驗條件

1. 模型縮尺

波浪運動主要係受重力因素影響，在不考慮黏滯性情況下，模型與原型間物理量之比例關係，可由福祿德相似定律

(Froude's Similarity Law) 決定之。依據本試驗合約規定並考慮本所造波機性能及試驗場棚尺寸，本次試驗採用之相關長度及時間縮尺分別為

(1) 長度縮尺： $L_r = L_m / L_p = 1/81$

(2) 時間縮尺： $T_r = T_m / T_p = (L_m / L_p)^{1/2} = 1/9$

其中標註：m 表模型、p 表原型

2. 試驗波浪條件

依合約規定，本試驗波浪條件之給定，係由方苑顧問有限公司提供布袋港海域實測波浪之統計資料，每一種配置方案採用五種波浪條件與潮位組合，以規則波型式造波，分別如表3-1 所示。

表3-1 試驗波浪條件表

波浪 型式	波 向	波 高		週 期		試驗水位 (公尺)
		原型(m)	模型(cm)	原型(sec)	模型(sec)	
颶 風 波 浪	W	4.0	4.90	8.6	0.96	設計暴潮位 +3.3
	WSW	4.9	6.05	9.1	1.01	
	SW	5.4	6.67	9.4	1.04	
	SSW	6.1	7.53	10.5	1.67	
季節風 波 浪	SSW	1	1.23	7.0	0.78	平均高潮位 +1.07

3. 試驗項目與配置

(1) 試驗項目

依據合約規定，本研究試驗項目計有：

- a. 拍攝各種佈置方案在不同波浪條件作用時，港池遮蔽效果之彩色照片。
- b. 繪製各種波浪條件下，整個港池(含航道)之等波高比值圖
- c. 觀察外廓堤防配置有否越波或導浪現象，港池局部水域是否有浪能集中現象，或水面有否存在較長周期之異常起伏現象，並探究其發生原因。
- d. 針對佈置方案提出適當之修正建議。

(2) 試驗配置

本試驗配置方案係根據方苑工程顧問有限公司所提「嘉義縣布袋港擴建客貨碼頭整體規劃報告」有關近中、長程計劃擬定。按布袋港開發計劃分二期進行，第一期工程由83年度～91年度共計九年分四階段完成視為近程計劃，第二期工程自92年度～100年度亦為九年分二階段完成視為中程計劃，本所即根據方苑工程顧問有限公司規劃研擬之第一期、第二期配置方案進行試驗，其配置方案分別如圖3-1～圖3-5所示。

§ 3.3 試驗步驟

試驗之成功與否，除需有事先之細心規劃外，更有賴於建立嚴謹的試驗步驟。其中如模型製作之精度控制，量測儀器之精準與檢校，試驗過程之一致性與細心現象觀察等，皆是能否獲致良好結果之重要課題，本研究之試驗步驟概述如下：

1. 模型製作

根據方苑顧問有限公司提供的布袋港附近水域之水深測量圖，於試驗水槽內製作縮尺為1:81之試驗模型，因布袋港水域水深變化平緩，為獲致精準之海床地形，除以每公尺為單位建立網格控制點，利用水準儀量測各控制網格點高程外，並依等深線變化，使用薄木合板鋪設等深之高程變化線，以達到±5公厘之精度要求，各階段配置方案模型，則依階段不同分色油漆以資辨別；其實際模型製作施工如照片3-1所示。

2. 量測儀器與資料處理系統

本試驗主要量測儀器為容量式波高計，係用每公分步進之率定儀，以等距離上下移動率定方式，確定波高計之線性度及精度，其次利用本所資料處理系統，將波高計變化值，直接顯示於個人電腦，以檢核整套資料處理系統之精確性。其實際波高計佈置及量測實景，如照片3-2所示。

3. 試驗流程

本試驗旨在瞭解布袋港擴建過程中，各期不同階段配置方案港區穩靜情況，依此目的擬訂之試驗流程如下：

- (1) 依據波浪條件率定造波機，使其符合模型縮尺之波浪條件，然後依此波浪作為外海入射波，進行規則波造波。
- (2) 考慮入射波反射影響因素，造波時間為180秒，當成熟波到達港池測區時，啟動資料擷取系統，以取樣速率40Hz，進行紀錄水位變化值，紀錄時間為120秒。其水位變

化量測時序記錄圖如圖3-6所示。(為便於說明圖示資料僅繪出60秒時段)

- (3) 因模型試驗常受試驗水槽邊界條件之影響，可能發生水位抬升現象，甚而產生長波效應；為了消除此效應影響，本試驗在資料紀錄完成後，則以外海之成熟入射波列連續取50秒資料，計算其 $H_{1/3}$ 與 $T_{1/3}$ 作為入射波條件波高與週期。
- (4) 推算港區內各測點波浪到達時間，以該點之水位變化延時資料，計算其 $H_{1/10}$ 、 $H_{1/3}$ 與 H_{ave} (平均值)等基本分析統計值；其試驗基本分析統計值報表如表3-2所示。再與入射波高分別比較，可求得各點波高係數比值 $kd_{1/10}$ 、 $kd_{1/3}$ 等比值，得出結果後將資料存入磁碟，以備其它分析之用。
- (5) 在造波時間內，並同時觀測各階段配置方案，其外廓堤防之遮蔽效應、碎波線與越波位置、堤頭折繞射現象、另攝影存記以供研判之用。各項觀測實景如照片3-3 ~ 3-6所示。
- (6) 研判試驗過程與資料記錄之正確性，是否符合要求，否則重複(1)~(5)之試驗過程。
- (7) 變更不同波浪條件或配置。

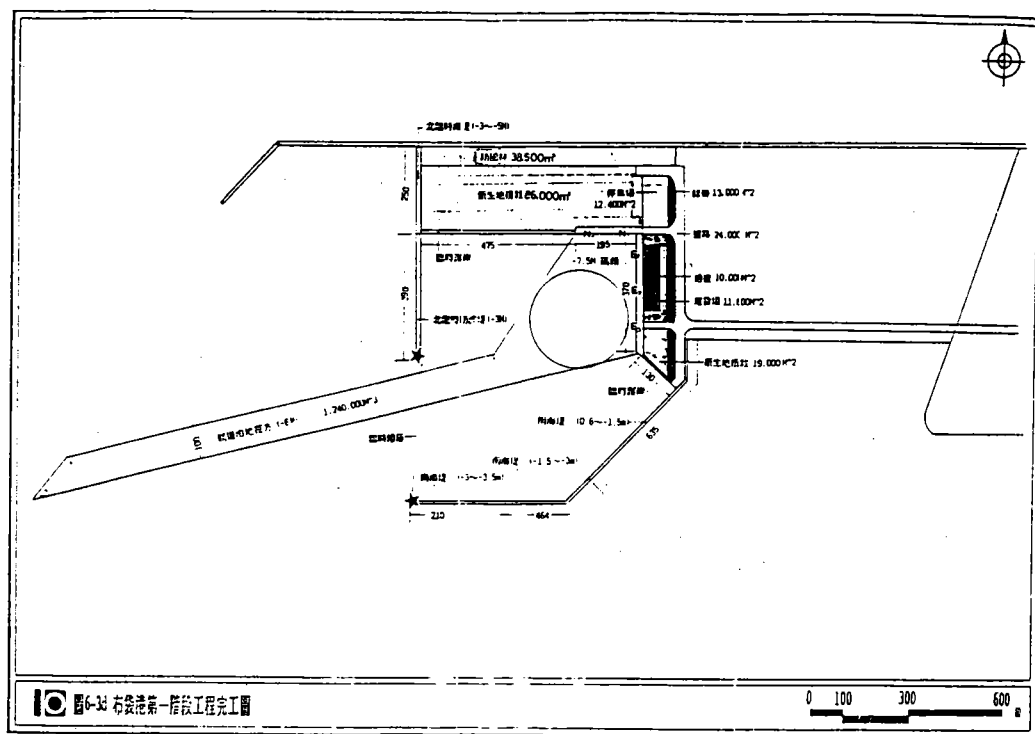


圖3-1 布袋港第一期第一階段配置方案圖

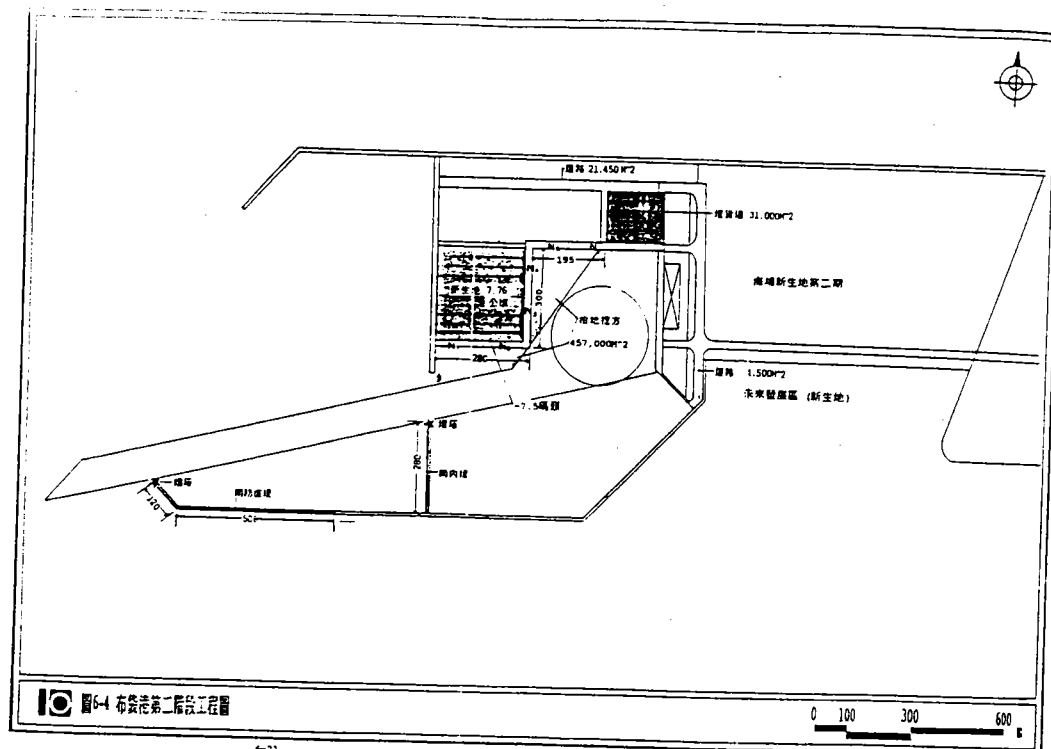


圖3-2 布袋港第一期第二階段配置方案圖

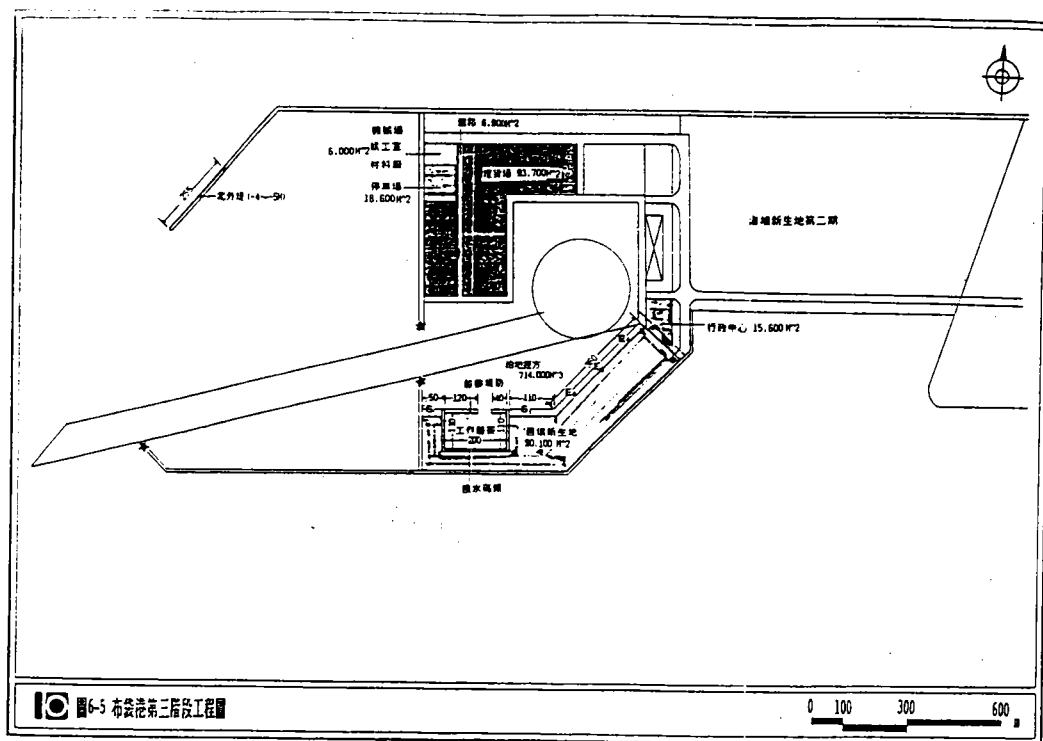


圖3-3 布袋港第一期第三階段配置方案圖

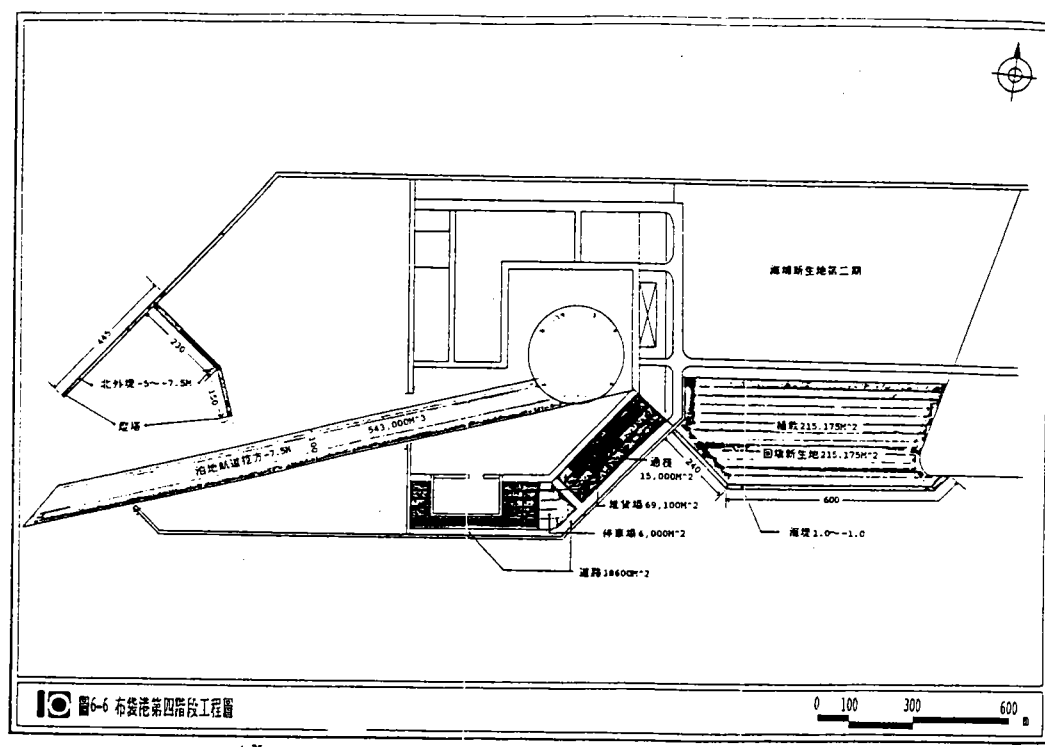


圖3-4 布袋港第一期第四階段配置方案圖

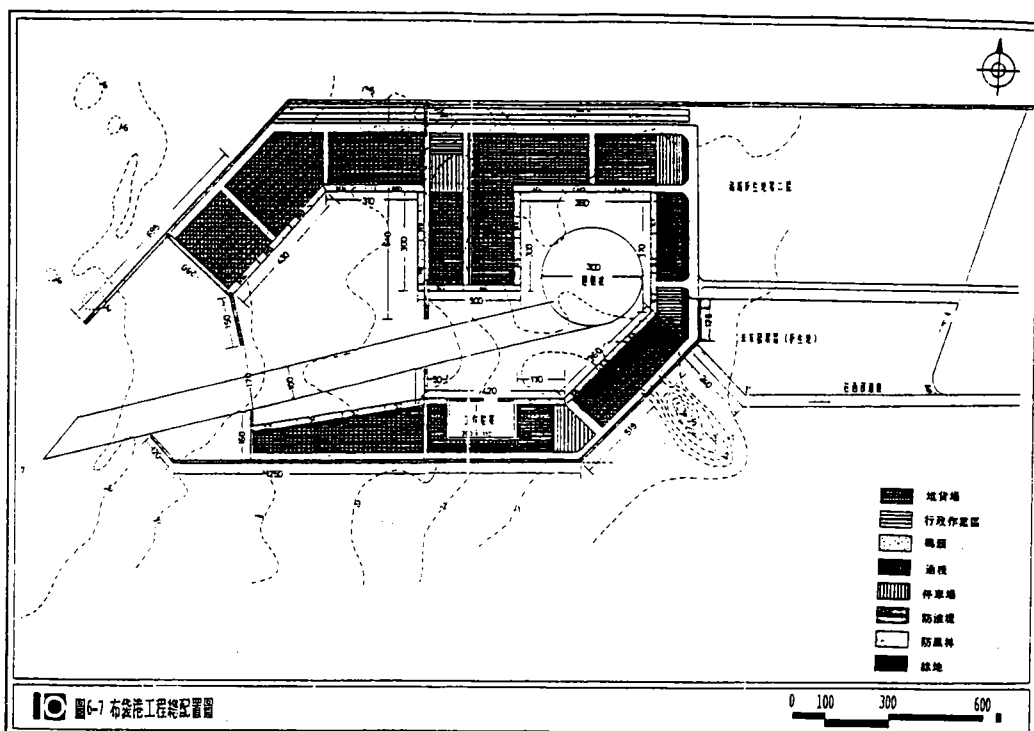


圖3-5 布袋港第二期工程總配置方案圖

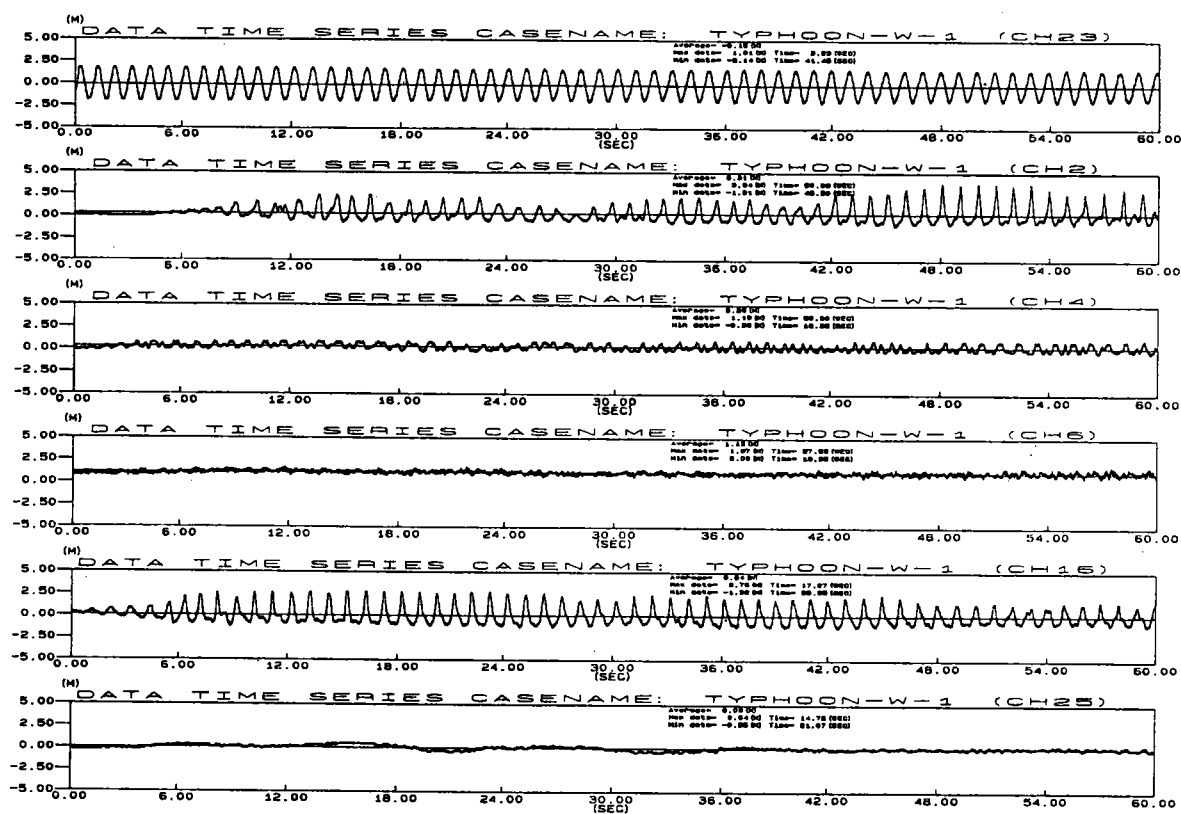
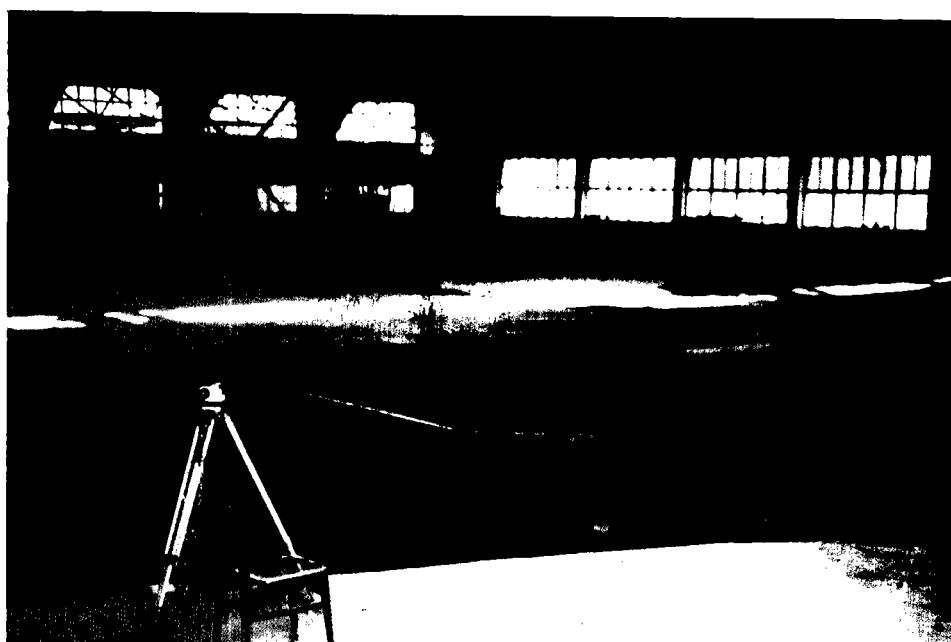


圖3-6 模型試驗水位變化量測時序記錄圖

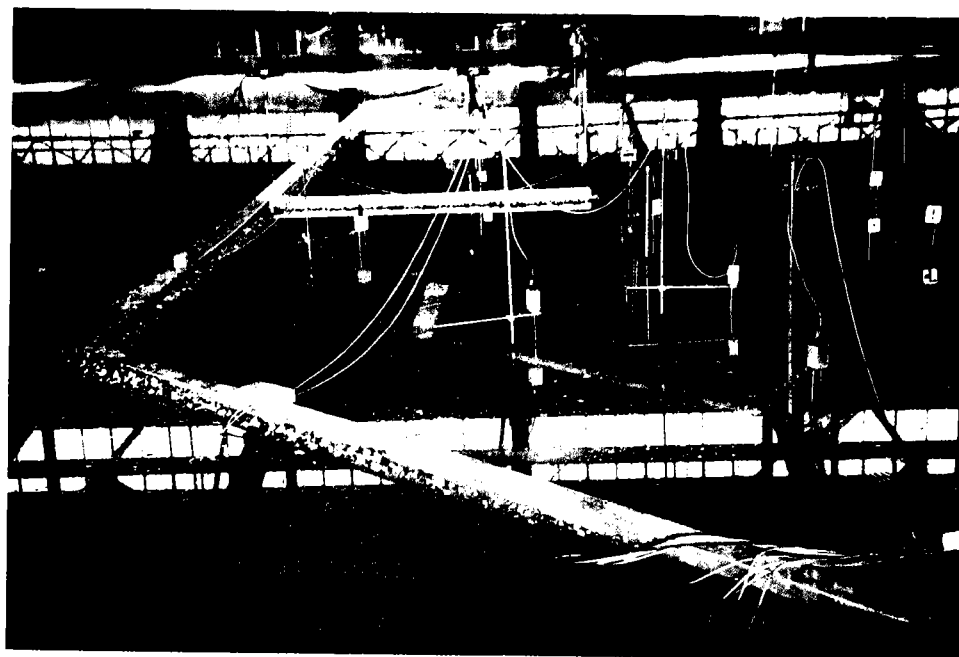
DATE : 1995/1/26
 TIME : 10:14:59
 FILE NAME : t_w_11.dat
 SCAN TIMES : 120SEC
 SAMPLING RATE : 40HZ
 CHANNELS : 30CH

CH WAVE	01	05	10	20	30	50	RMS	H/10	T/10	H/3	T/3
1 340	1.53	1.49	1.33	1.28	1.12	1.04	0.30	1.31	0.58	1.0	0.55
2 157	5.98	5.54	5.41	4.99	4.49	4.13	1.23	5.54	1.0	4.82	0.99
3 160	5.37	5.24	5.18	5.05	4.68	4.22	1.26	5.21	0.99	4.80	0.96
4 257	2.05	1.93	1.92	1.87	1.68	1.53	0.48	1.89	0.90	1.60	0.81
5 519	1.27	1.12	1.09	1.05	0.94	0.77	0.25	1.0	0.53	0.66	0.41
6 1370	1.09	1.04	0.90	0.88	0.84	0.77	0.28	0.81	0.14	0.71	0.10
7 1111	0.34	0.32	0.31	0.29	0.29	0.28	0.05	0.28	0.12	0.17	0.13
8 217	3.03	2.82	2.51	2.31	2.23	1.68	0.53	2.57	0.80	2.07	0.88
9 297	2.27	2.05	1.94	1.67	1.53	1.31	0.43	1.84	0.77	1.40	0.67
10 219	3.89	3.70	3.60	3.49	3.44	3.23	0.89	3.64	0.94	3.36	0.89
11 223	2.86	2.80	2.69	2.62	2.47	2.27	0.72	2.71	0.84	2.41	0.85
12 225	4.66	4.41	4.22	4.00	3.83	3.53	0.93	4.23	0.95	3.73	0.93
13 158	4.82	4.64	4.59	4.39	4.20	3.65	1.11	4.64	0.86	4.27	0.90
14 145	4.59	4.41	4.25	4.09	3.86	3.64	1.07	4.37	1.01	4.05	0.97
15 140	6.30	6.14	5.83	5.54	5.13	4.05	1.27	6.03	0.99	5.42	0.99
16 145	4.60	4.47	4.39	4.20	4.06	3.80	1.05	4.45	0.95	4.15	0.94
17 135	4.97	4.60	4.42	4.22	4.17	4.02	1.20	4.63	0.98	4.31	0.97
18 170	5.75	5.54	5.26	4.98	4.79	4.41	1.28	5.34	0.97	4.87	0.89
19 123	6.21	6.03	5.97	5.82	5.69	5.46	1.56	6.05	0.98	5.83	0.99
20 132	6.62	6.42	6.34	6.16	5.94	5.71	1.65	6.43	0.98	6.14	0.99
21 122	4.21	4.04	4.02	3.89	3.85	3.66	1.20	4.06	0.99	3.93	0.99
22 123	4.26	4.17	4.03	3.94	3.85	3.77	1.23	4.15	0.99	3.97	0.99
23 122	4.44	4.38	4.35	4.24	4.21	4.19	1.44	4.39	0.99	4.27	0.99
24 122	5.97	5.82	5.77	5.64	5.58	5.40	1.94	5.85	1.0	5.68	0.99
25 250	1.04	0.93	0.90	0.77	0.74	0.71	0.25	0.87	0.93	0.73	0.91
26 525	1.16	1.11	1.07	0.90	0.84	0.71	0.23	0.88	0.55	0.60	0.42
27 472	1.48	1.40	1.34	1.29	1.26	1.11	0.31	1.29	0.63	0.92	0.49
28 375	0.81	0.76	0.74	0.67	0.56	0.51	0.17	0.67	0.64	0.52	0.57
29 372	2.04	1.86	1.73	1.65	1.50	1.32	0.42	1.68	0.74	1.23	0.61
30 168	5.42	5.11	4.82	4.52	4.26	3.85	1.09	4.97	0.95	4.39	0.96

表3-2 模型試驗基本分析統計表



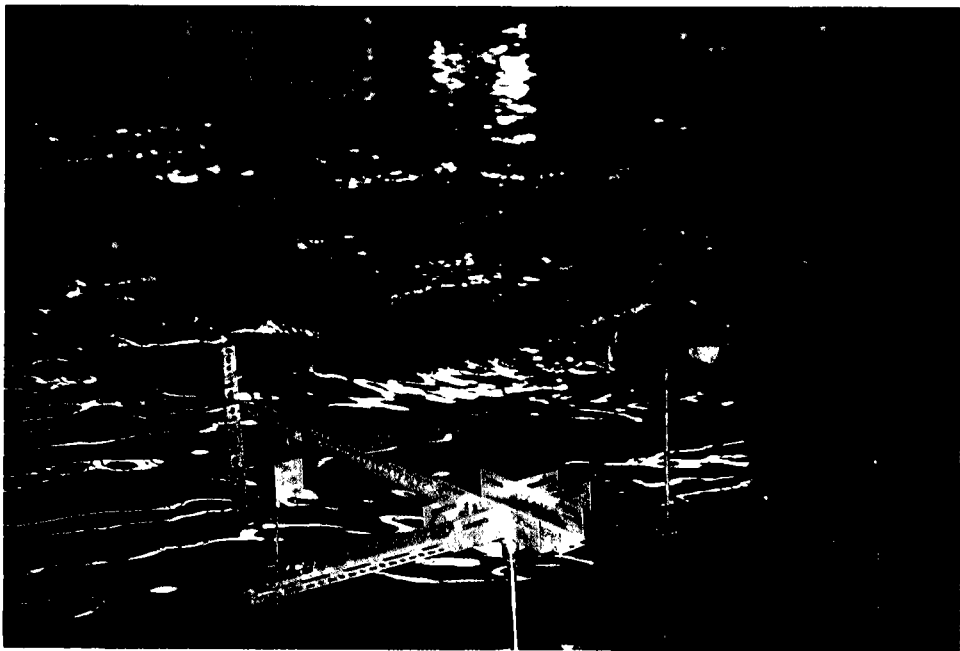
照片3-1 模型製作施工實景



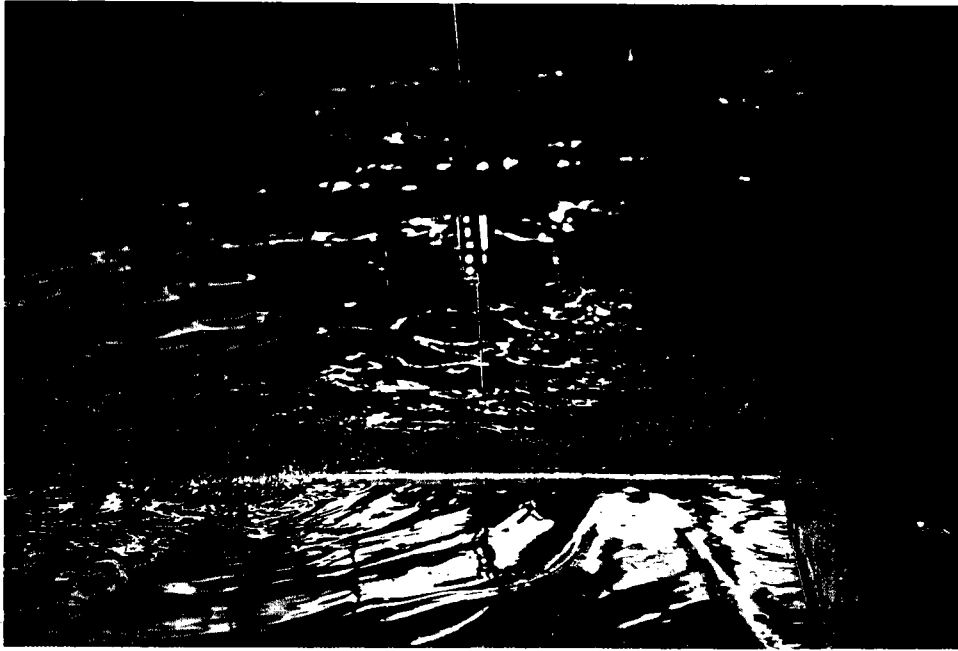
照片3-2 波高計佈置實景



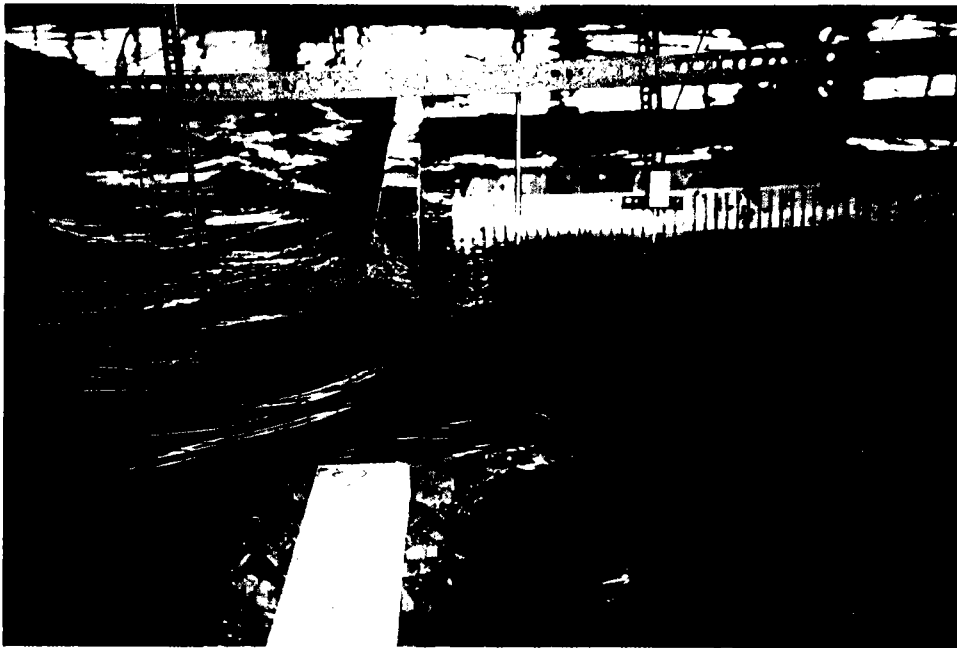
照片3-3 外廓堤防遮蔽觀測試驗實景



照片3-4 碎波線位置觀測試驗實景



照片3-5 越波位置觀測試驗實景



照片3-6 堤頭折繞射觀測試驗實景

第四章 港內容許波高限度

遮蔽試驗之目的，旨在獲致最佳之堤防佈置，確保港池水域穩靜，以增加裝卸日數，提高營運效率。目前港內作業容許波高限度，國內各港尚無標準可循，惟依據日本各港調查研究結果，港內碇泊容許波高限度如圖4-1所示，碇靠碼頭以及裝卸作業容許波高如表4-1、4-2及4-3所示。本次遮蔽試驗，採用颱風侵襲期間之最大波高為入射條件，惟在颱風期間港埠裝卸作業自將停止，故應以碇靠碼頭容許波高，作為外廓堤防佈置遮蔽效果良窳之依據。

根據方苑工程顧問公司所擬布袋港整體規劃報告，第四章開發方針之研究所得之結論，認為布袋港應針對離島、環島航運需求，優先開放為國內商港或以直航專用港為目標，並以大陸沿海5000噸以下之機帆船作為最大停靠泊船舶。另若考慮大陸東南沿海各港部份規劃有深水泊區，則以中級泊區(8000噸以下船舶)為主；故本試驗研究，港內水域船隻碇泊容許波高評估，均考慮採5000噸級以下船舶作為港內容許波高限度標準。

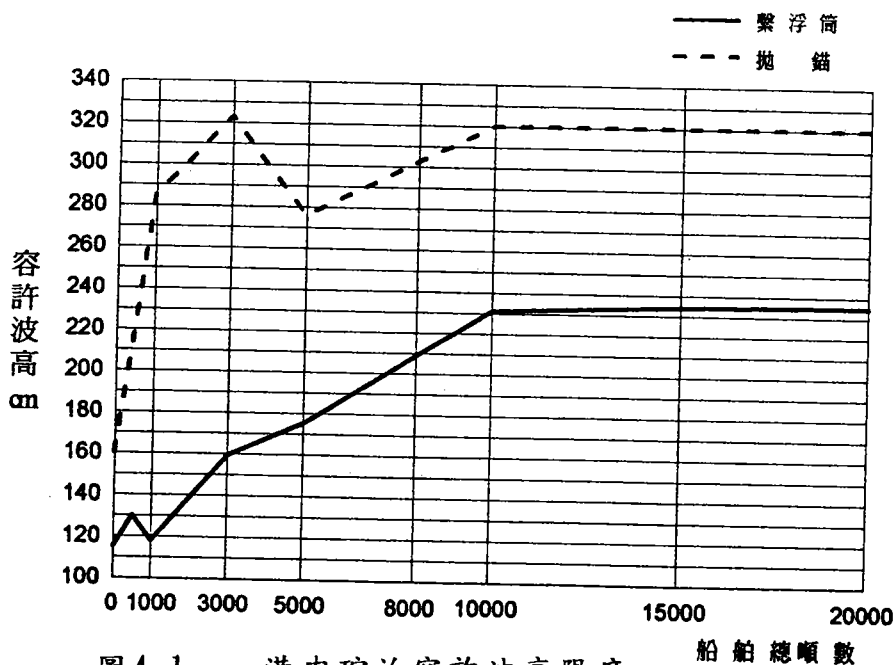


圖4-1 港內碇泊容許波高限度

表 4-1 碇靠碼頭容許波高限度表

容許 波高 (m) 泊靠方法	噸位 (T)	3,000	5,000	10,000	20,000
縱靠(與碼頭平行)		0.82	1.00	1.15	1.40
橫靠(與碼頭垂行)		0.94	1.14	1.40	1.54

表 4-2 港內碇泊容許波高限度表

容許 波高 (m) 泊靠方法	噸位 (T)	3,000	5,000	10,000	20,000
繫浮筒		1.60	1.74	2.35	2.35
拋錨		2.25	2.76	3.20	3.20

表 4-3 裝卸工作容許波高限度表

容許 波高 (m) 泊靠方法	噸位 (T)	3,000	5,000	10,000	20,000
接岸裝卸		0.75	0.80	0.91	0.93
浮筒裝卸		0.70	0.73	0.78	0.78

第五章 試驗結果與討論

依據前述章節之試驗條件、試驗項目與配置方案，循序進行各試驗步驟後，可得出布袋港近、中程計劃各階段配置方案，在不同波浪條件作用下，所產生之結果。

本試驗研究分第一期四個階段及第二期計劃等五種配置方案配合五種波浪條件，共計進行 25Run 次試驗，其模型配置與波高計量測位置圖，如圖5-0-A～圖5-0-E所示，本章謹將試驗所得之結果詳述於后：

§ 5-1 第一期第一階段配置方案試驗結果

布袋商港興建計劃第一期第一階段配置，外廓設施分別建有北臨時堤640^呎、南海堤1,309^呎以及設置有E1～E3、N1～N2等 5席共565^呎碼頭、臨時護岸605^呎等繫纜設施；同時港內水域迴船池及航道分別浚深至-6^呎、-6.5^呎。本配置方案共進行W、WSW、SW與SSW等四個颱風波浪及一個SSW波向季節風波浪試驗，試驗所得如下：

第一階段配置方案，當颱風、季節風波浪作用時，其港口、航道、迴船池、北碼頭及東碼頭區等水域波高係數分佈情形圖，如圖5-1-A～圖5-1-E及表5-1所示。其港區水域波高分佈等高線色階圖，分別如圖5-1-F～圖5-1-J所示；而本階段配置在各種入射波浪作用下，其越波現象及碎波線位置示意圖，如圖5-1-K所示。其全區水域各測點波高變化圖，則如圖5-1-L所示。

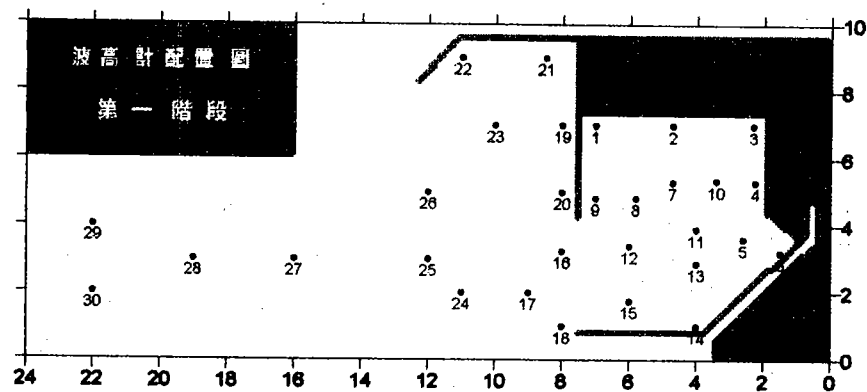


圖5-0-A 第一期第一階段配置方案模型配置與波高計量測位置圖

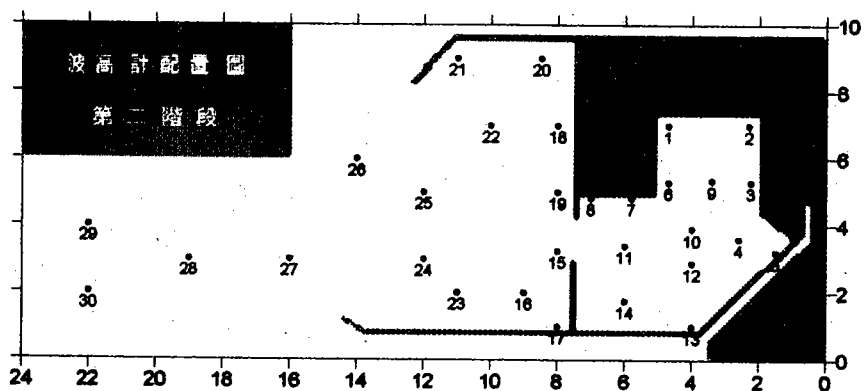


圖5-0-B 第一期第二階段配置方案模型配置與波高計量測位置圖

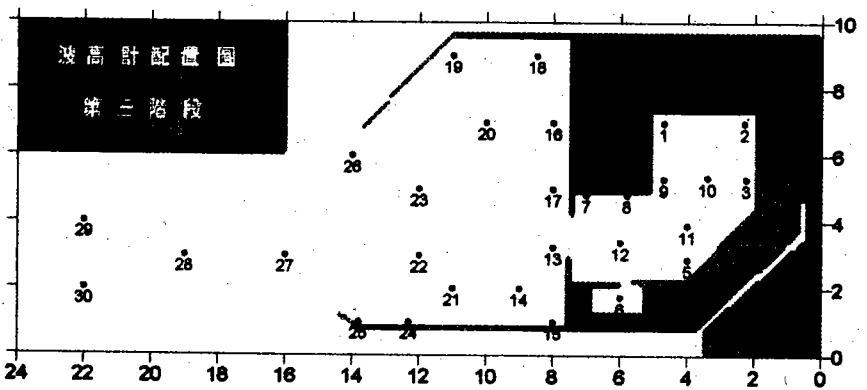


圖5-0-C 第一期第三階段配置方案模型配置與波高計量測位置圖

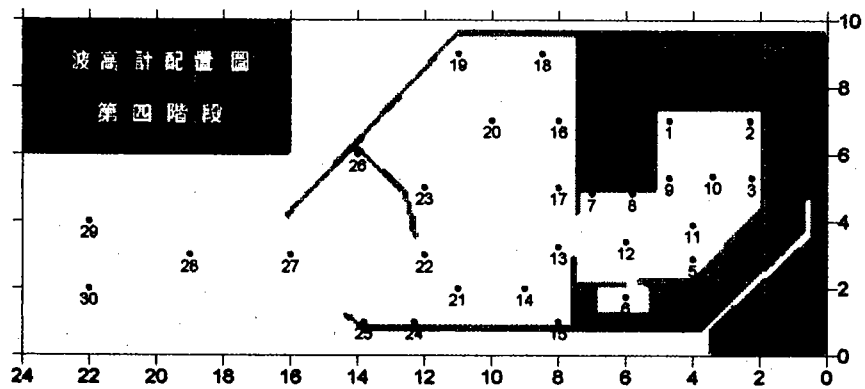


圖5-0-D 第一期第四階段配置方案模型配置與波高計量測位置圖

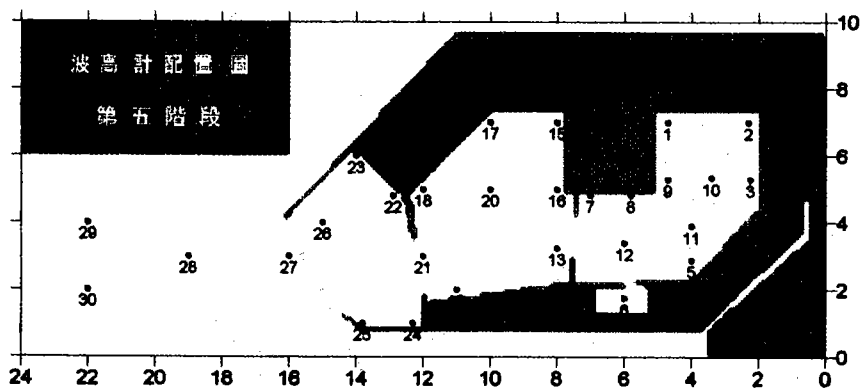


圖5-0-E 第二期工程總配置方案模型配置與波高計量測位置圖

表5-1 第一期第一階段配置方案港內水域各區波高係數分佈表

波浪型態	波 向	波高 (m)	週 期 (sec)	港口	航道	迴 船 區	北碼頭區	東碼頭區	臨時護岸	
							N1~N2	E1~E3	北區	東區
颱風 波浪	W	4.0	8.6	0.78	0.28 0.53	0.14	0.23	0.19	0.33 0.94	0.12 0.40
	WSW	4.9	9.1	0.50	0.49 0.52	0.13	0.23	0.21	0.34 0.67	0.19 0.34
	SW	5.4	9.4	0.64	0.68 0.72	0.15	0.21	0.19	0.45 0.61	0.18 0.29
	SWS	6.1	10.5	0.34	0.41 0.51	0.22	0.15	0.14	0.28 0.32	0.14 0.24
季節風	SSW	1	7.0	0.77	0.19	0.18	0.18	0.19	0.17 0.23	0.18 0.19

試驗結果顯示，W波向颱風波浪作用時，由於此方向波浪正對港口直趨而入，在到達港外水深-5^m~-4^m間即行碎波，且因北臨時防波堤與波向正成垂直，故在堤頭及堤址間多處有顯著越波現象；當波浪行至港內水深-2^m~-1^m間則再次發生碎波，在其他波向颱風波浪作用時亦具有這種二次碎波現象。整個港池波高分佈情況，在港口入口處波高約為3^m左右；航道波高介於1^m~2^m之間；迴船區約為0.6^m；N1~N2北碼頭岸壁前水域波高為0.9^m；E1~E3東碼頭前水域波高則約為0.8^m，就該港所規劃5000噸級船舶而言，尚能符合採用碼頭平行碇靠容許波高限度1^m之要求。

而WSW向颱風波浪作用時，因該波向與航道航向(S77°W)大致平行，致港口入口處及航道水域波高均在2.5^m左右；迴船區水域波高則在0.65^m左右；由於入射波浪與碼頭岸

壁反射波交互作用，N1~N2北碼頭區岸壁前水域波高則達1.13^m，而E1~E3東碼頭岸壁前水域則約在1^m左右，但亦尚能符合5000噸級船舶採用碼頭垂直碇靠容許波高1.14^m要求之內。

SW向颱風波浪作用試驗結果顯示，因入射波浪受到北防波堤以及北臨時防波堤阻擋，部份反射波能與入射彙集後導入港內水域，造成港口處與航道水域間波高分別達3^m~4^m；而迴船區水域波高則約在0.8^m左右；惟各碼頭區岸壁前水域波高則維持在1.1^m左右；尚能符合5000噸級船舶採用碼頭垂直碇靠容許波高1.14^m之要求。

SSW向颱風波浪，雖為斜向入射港池，惟其入射波高及週期條件，相較其他颱風之波浪條件為大，且週期為長；故試驗結果顯示，在港口入口處波高在2^m左右；而航道水域波高則達2.5^m~3^m之間；迴船區波高為1.34^m；惟各碼頭區岸壁前水域波高則在0.9^m以下；皆尚能符合碼頭平行碇靠容許波高限度1^m之要求。

至於SSW向季節風波浪作用時，試驗結果顯示，港內水域各區波高分佈均在0.2^m以下，遮蔽效果良好。

綜合上述，布袋商港第一期第一階段配置方案，試驗結果顯示，雖然港口寬度達430公尺，港區水域在颱風波波侵襲期間，除北臨時護岸附近水域，因港內地形陡變（水深由碼頭區-6.0^m提升為-3^m）致波高可達3.5^m左右；及北臨時防波堤堤頭與堤址處有嚴重越波現象外，在各種波向颱風波浪作用下，波浪行進至各碼頭區前，因受地形影響，波浪已先行發生碎波兩次，損失大部份波能，致岸碼頭岸壁前水域波高最大值均維持在1.13^m以下，尚能符合該港所規劃5000噸級船舶在颱風期間採用碼頭垂直碇靠容許波高限度1.14^m之要求。

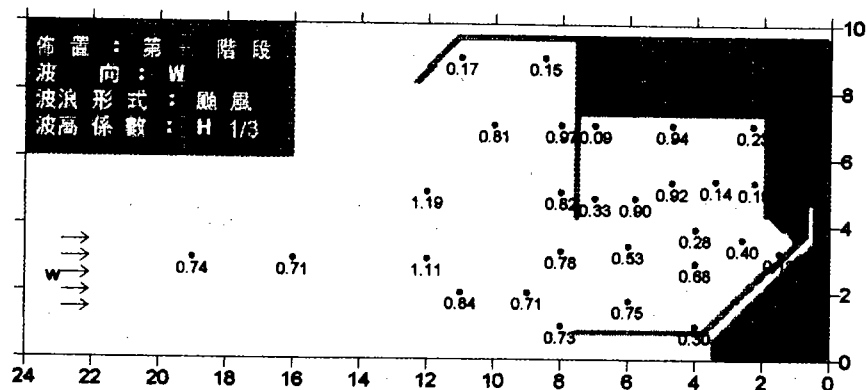


圖5-1-A 第一期第一階段配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖

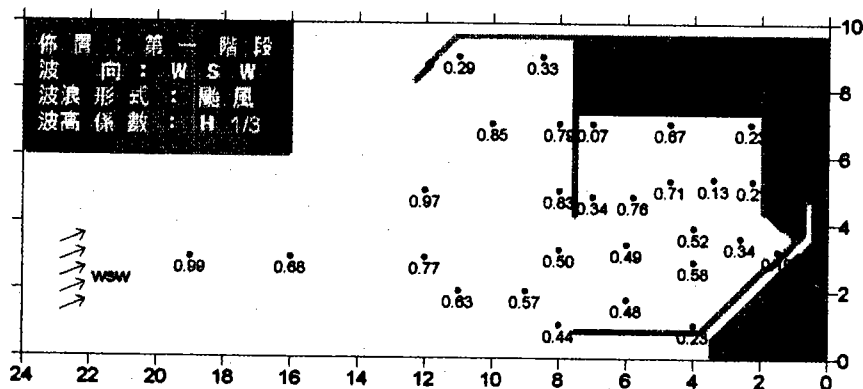


圖5-1-B 第一期第一階段配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

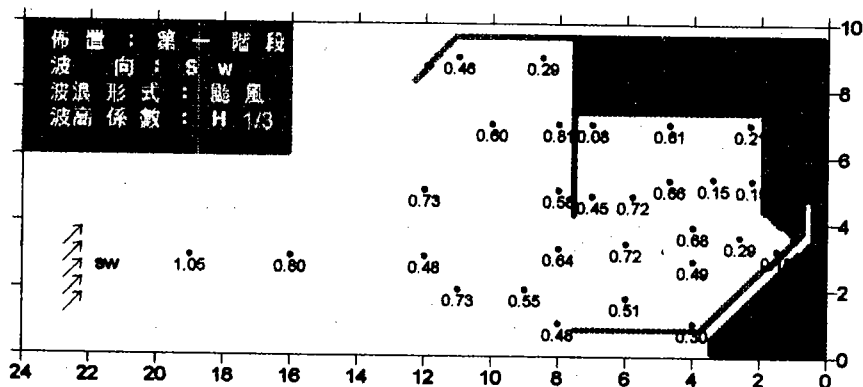


圖5-1-C 第一期第一階段配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖

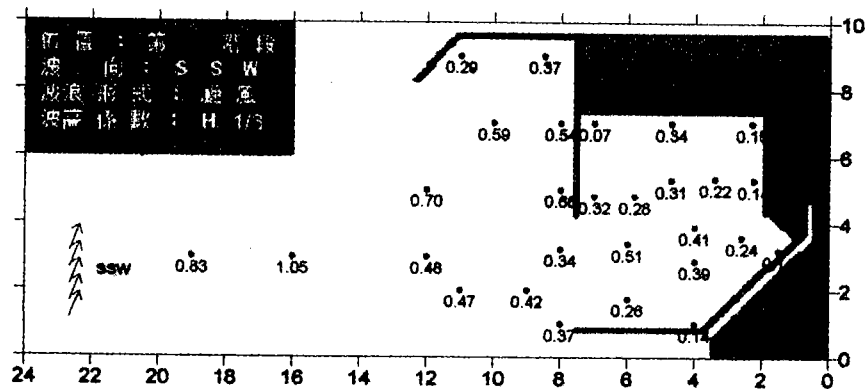


圖5-1-D 第一期第一階段配置SSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

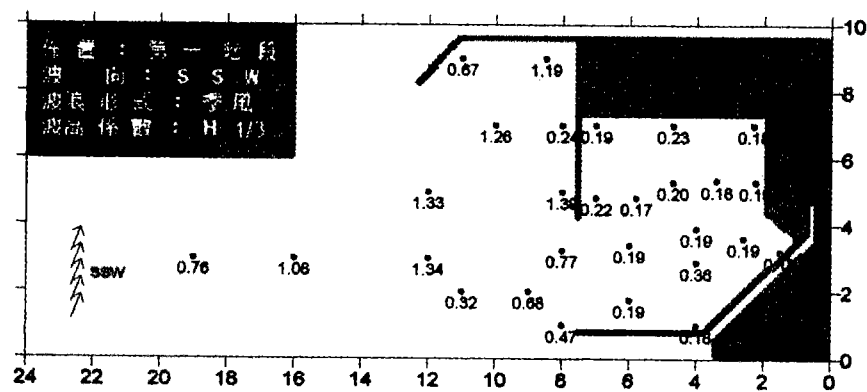


圖5-1-E 第一期第一階段配置SSW方向季節風波浪波高係數分佈圖

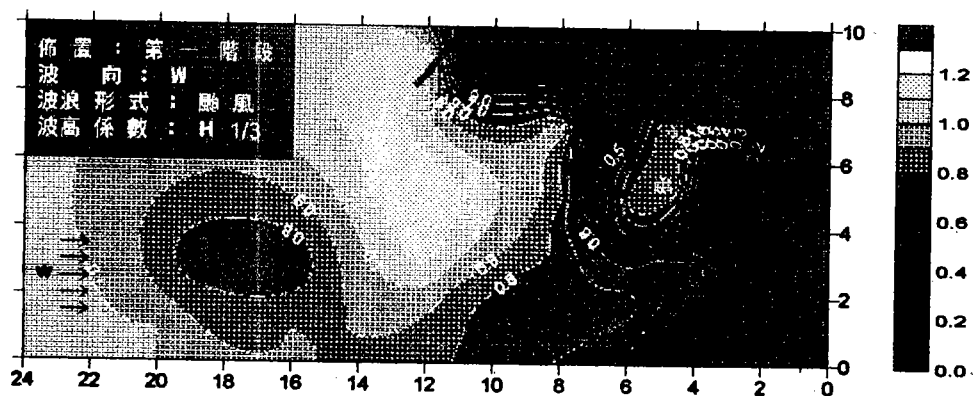


圖5-1-F 第一期第一階段配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

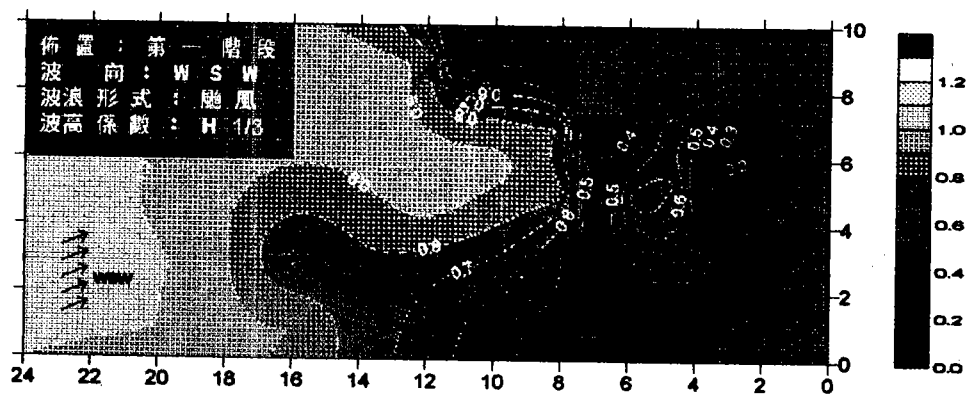


圖5-1-G 第一期第一階段配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

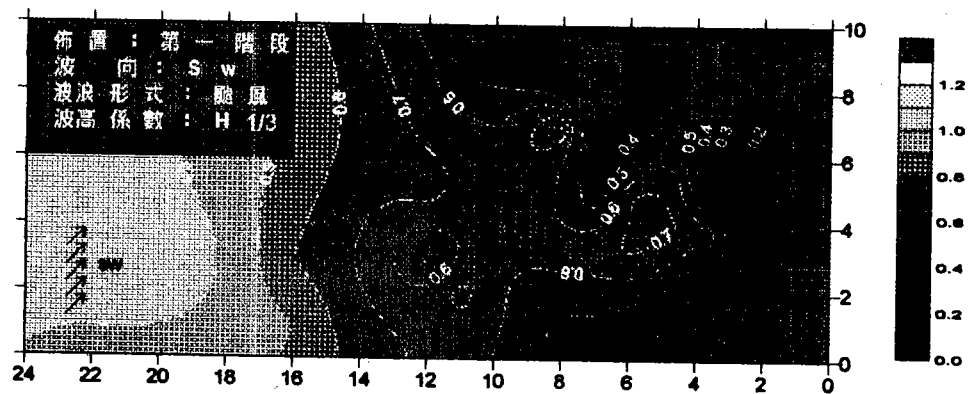


圖5-1-H 第一期第一階段配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

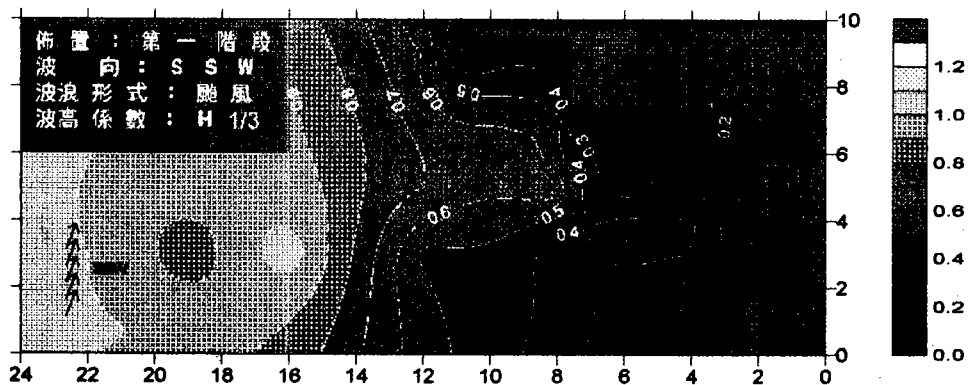


圖5-1-I 第一期第一階段配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

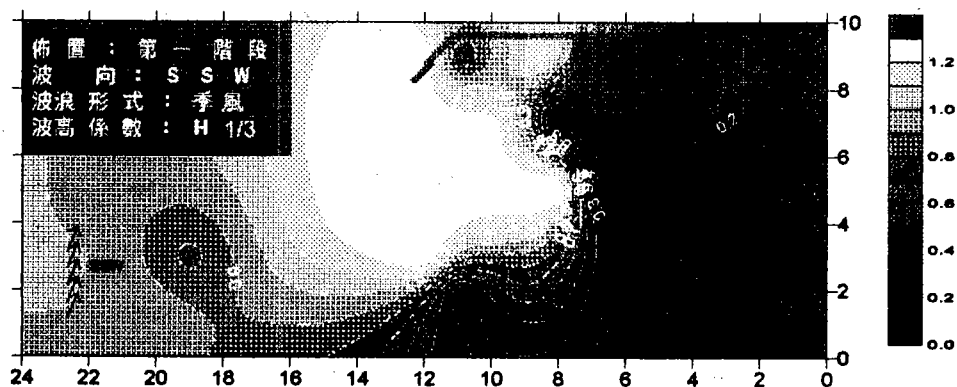


圖5-1-J 第一期第一階段配置SSW方向季風波浪波高分佈等高線色階圖

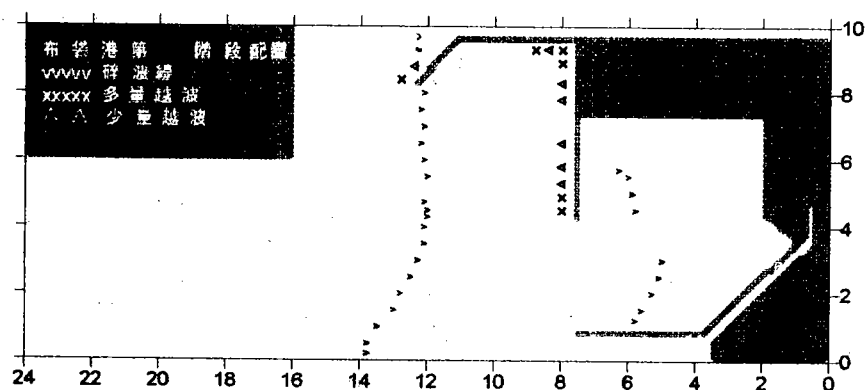


圖5-1-K 第一期第一階段配置越波現象及碎波線位置示意圖

H(m)

BUDAI HARBOUR

LAYOUT:1-1(H1/3)

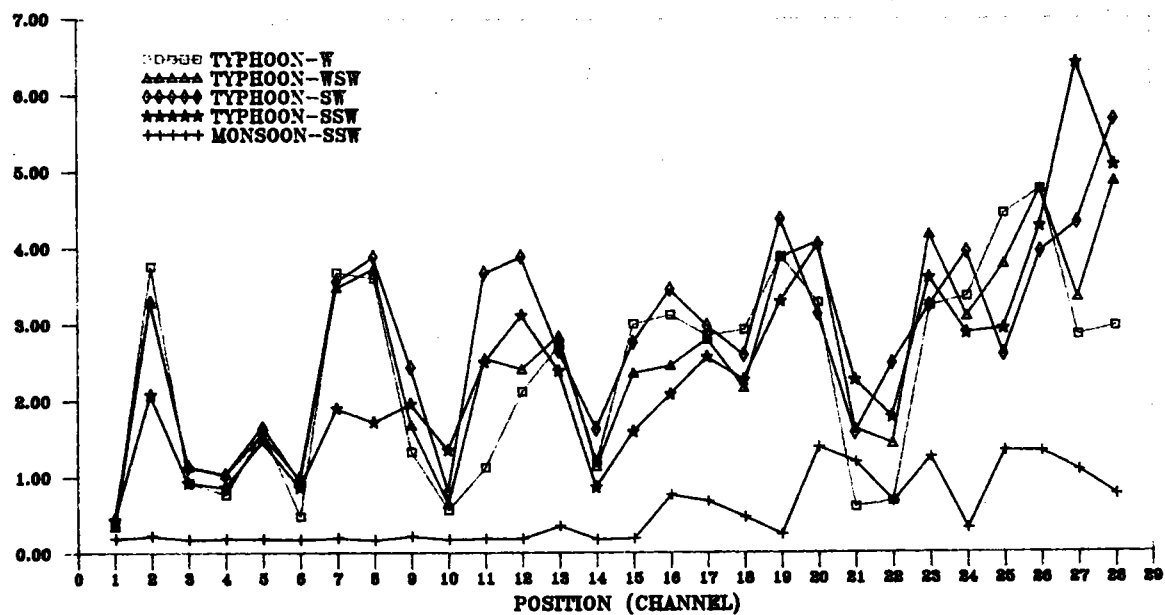


圖5-1-L 第一期第一階段配置全區水域各測點波高變化圖

§ 5-2 第一期第二階段配置方案試驗結果

第一期第二階段配置方案係延續第一階段配置，另增建南防波堤626[■]及南內堤280[■]，並增建N2~N7等6席725[■]碼頭，碼頭前水深維持在-6[■]。該配置方案同樣進行W、WSW、SW與SSW等四個波向颱風波浪以及一個SSW波向季節風波浪，而其試驗結果如下：

第二階段配置方案，當颱風以及季節風波浪作用時，其外港水域、內港口處、航道區、迴船區、北碼頭區以及東碼頭區等水域，其試驗波高係數分佈圖，分別如圖5-2-A~圖5-2-E及表5-2所示；其港內水域試驗波高分佈等高線色階圖，則分別如圖5-2-F~圖5-2-J所示；而本階段配置在各種入射波浪作用下，其越波現象及碎波線位置示意圖，如圖5-2-K所示；其全區水域各測點波高變化圖，則如圖5-2-L所示。

表5-2 第一期第二階段配置方案港內水域各區波高係數分佈表

波浪型態	波 向	波高 (m)	週 期 (sec)	外港 水域	內 港口	航 道 區	迴 船 區	北 碼 頭 區			東碼頭區 E1~E3
								N7~N6	N5~N4	N3~N1	
颱風 波 浪	W	4.0	8.6	0.94 1.24	0.93	0.62	0.20	0.19 0.48	0.35 0.39	0.14 0.35	0.14 0.17
	WSW	4.9	9.1	0.88 1.14	0.49	0.21	0.06	0.21 0.23	0.13 0.36	0.08 0.36	0.08 0.09
	SW	5.4	9.4	0.53 0.85	0.21	0.10	0.14	0.06 0.10	0.10	0.06 0.10	0.06
	SWS	6.1	10.5	0.42 0.65	0.12	0.07	0.05	0.08 0.10	0.11 0.12	0.06 0.12	0.05
季節風	SSW	1.0	7.0	0.42 1.35	0.20	0.15	0.21	0.18 0.20	0.15 0.17	0.15 0.19	0.14 0.19

W波向颱風波浪作用時，由於本配置方案，增建南防波堤及南內堤，另因內港港口寬度由第一階段配置方案時之430公尺縮窄為150公尺，致使得本波向波能無法擴散，皆集中於內港口處，致造成內港口及航道附近水域波高由第一階段配置方案時之3.1^m與2^m分別增大為3.7^m與2.5^m；迴船區附近水域波高則無明顯變化維持在0.8^m左右；惟本波向颱風波浪因與北內堤成正向垂直，除在堤頭處造成大量越波影響後線碼頭區港池穩靜外，並因北內堤繞射及碼頭岸壁反射之多重作用，使得港內水域N6~N5與N4~N3北碼頭區岸壁前水域波高分別達1.9^m與1.5^m，均未能符合該港所規劃5000噸級船舶碇靠碼頭容許波高限度要求；故本波向颱風波浪侵襲時，N7~N3碼頭前船舶應遷席到其他碼頭區或迴船區附近水域碇泊。

WSW 向颱風波浪侵襲時，由於入射波向與航道航向大致平行，除波浪進入外港口水深約-5^m等深線時，產生碎波現象，入射波能無法擴散，造成外港水域波高值較大外，其餘內港港口以及港內各區水域波高分佈，均已較第一階段配置為佳；值得注意的是，港內碼頭垂直岸壁之反射作用，在N3~N4碼頭區角落有波能集中現象，致使該處水域波高約達1.8^m，未能符合5000噸級船舶碇靠碼頭容許波高限度要求，然該現象將來僅需將該區垂直岸壁碼頭改為消波式碼頭，情況即可獲致改善。

SW 及SSW兩種波向颱風波浪入侵時，由於南防波堤及南內堤之增建，且波浪係斜向入射之故，港內水域碼頭岸壁前波高分別均在0.6^m與0.72^m以下。

至於SSW係季節風波浪作用下，本配置港內水域及碼頭岸壁前波高則均可在0.20^m以下，遮蔽效果甚佳。

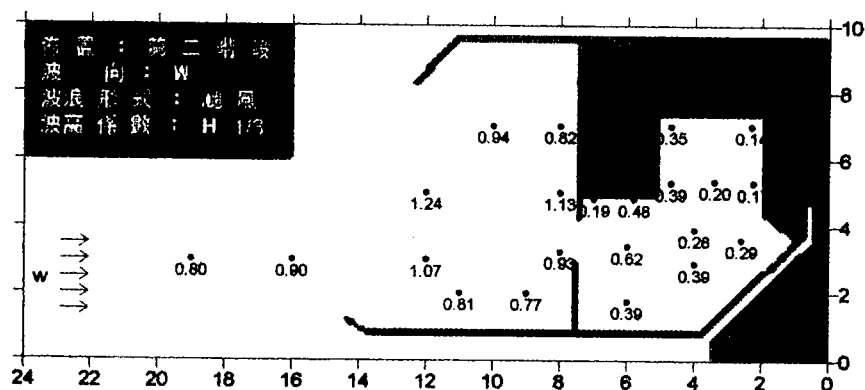


圖5-2-A 第一期第二階段配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖

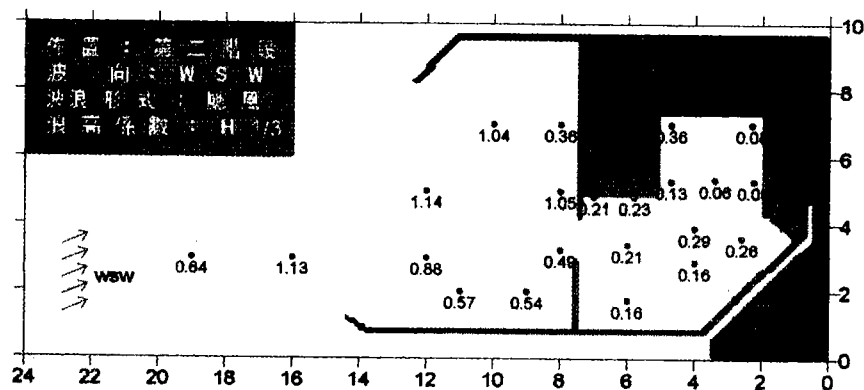


圖5-2-B 第一期第二階段配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

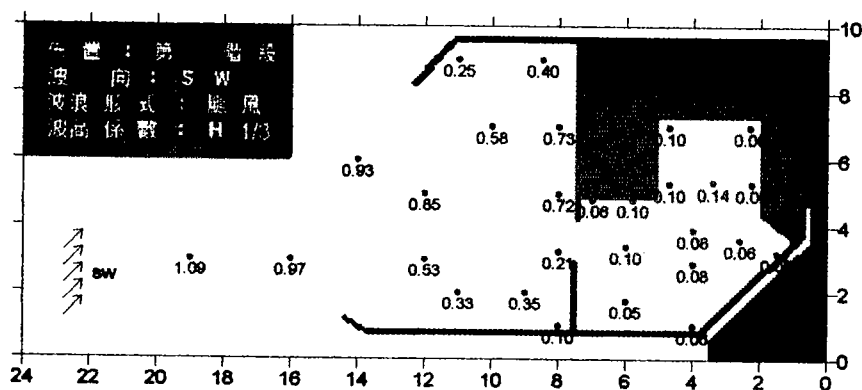


圖5-2-C 第一期第二階段配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖

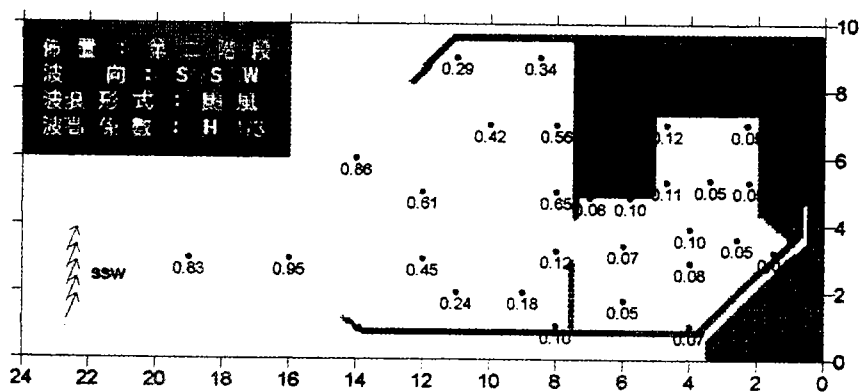


圖5-2-D 第一期第二階段配置SSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

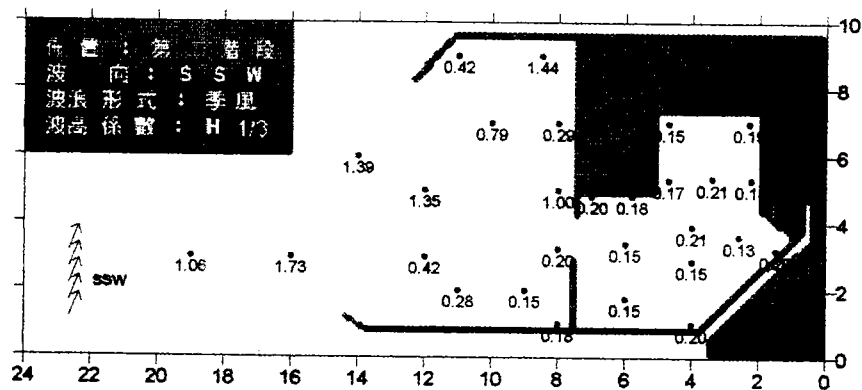


圖5-2-E 第一期第二階段配置SSW方向季節風波浪波高係數分佈圖

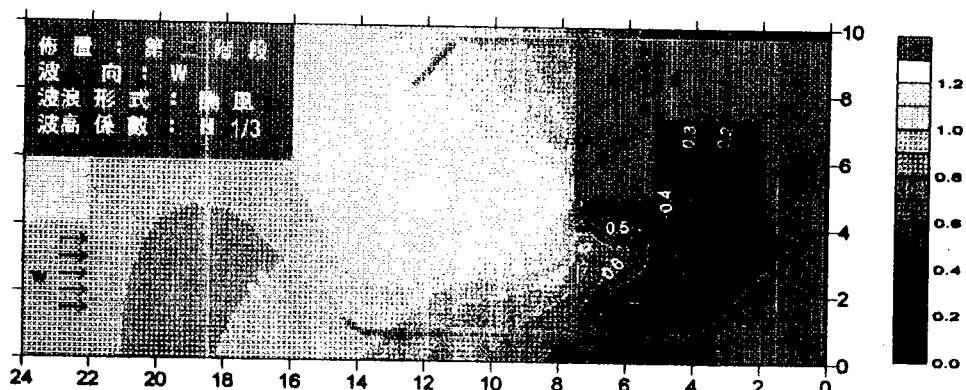


圖5-2-F 第一期第二階段配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

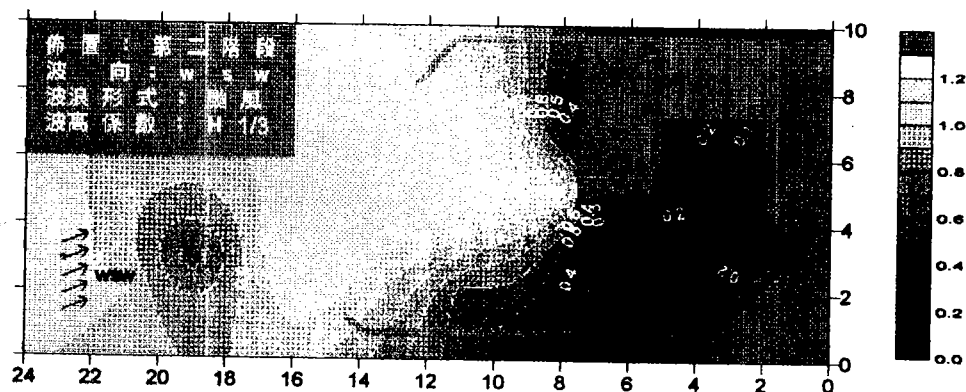


圖5-2-G 第一期第二階段配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

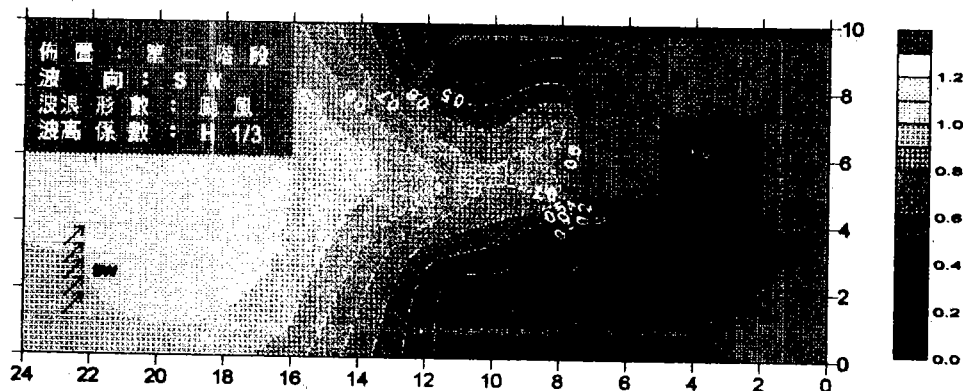


圖5-2-H 第一期第二階段配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

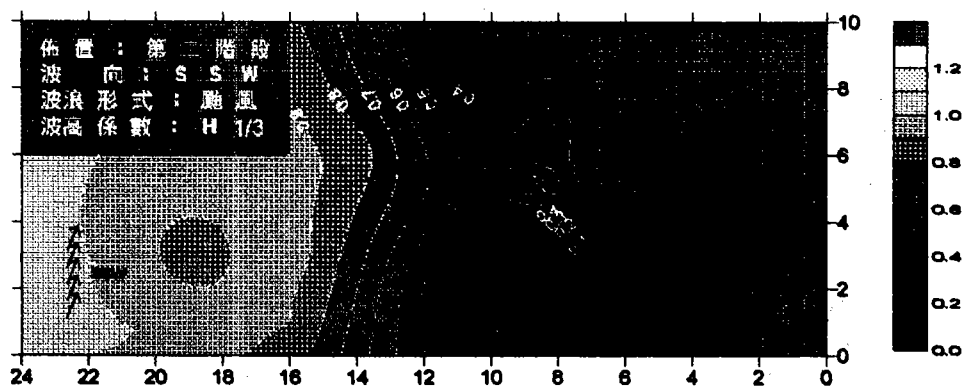


圖5-2-I 第一期第二階段配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

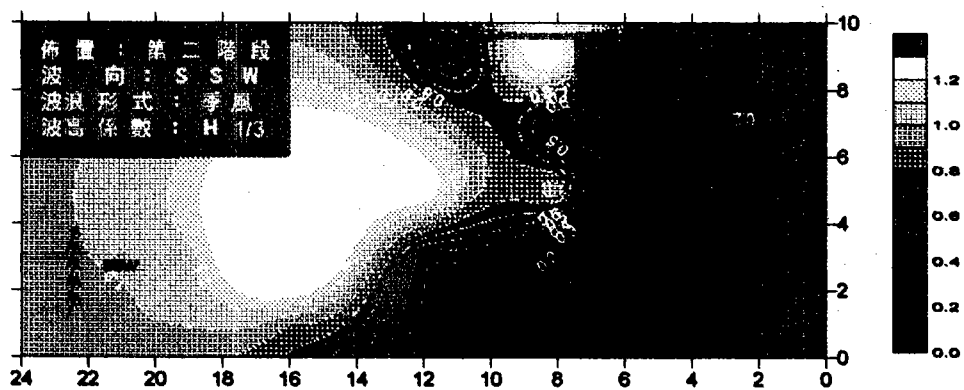


圖5-2-J 第一期第二階段配置SSW方向季節風波浪波高分佈等高線色階圖

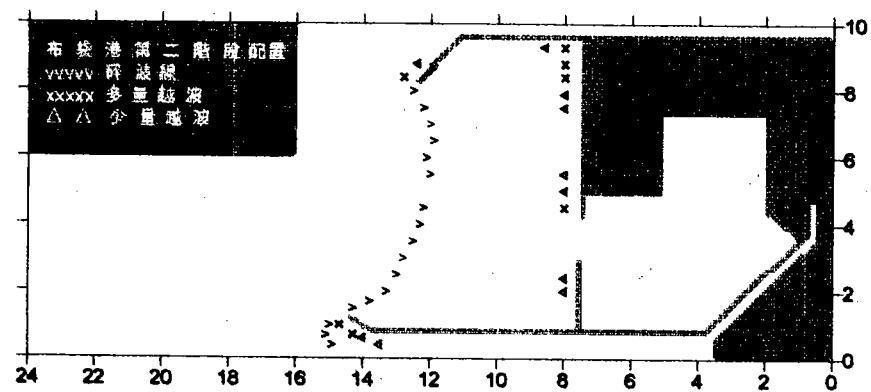


圖5-2-K 第一期第二階段配置越波現象及碎波線位置示意圖

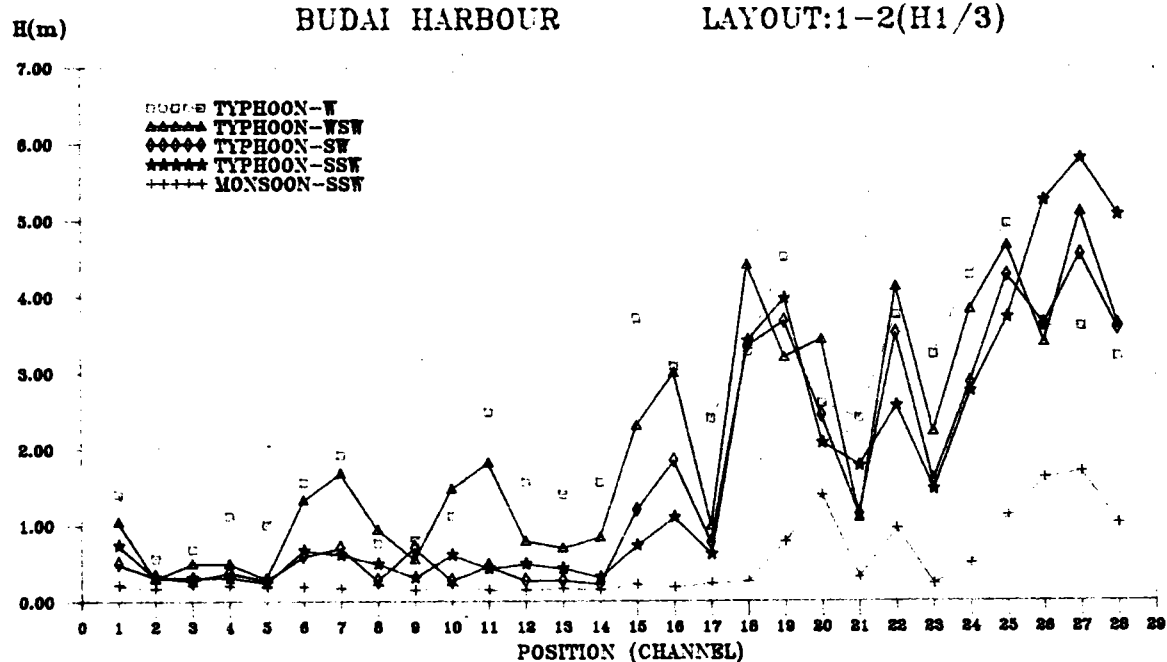


圖5-2-L 第一期第二階段配置全區水域各測點波高變化圖

綜合言之，布袋港第一期第二階段配置方案，在各種波向颱風波浪作用情況下，除W向以及WSW向颱風波浪，因係正向入侵，北內堤堤頭大量越波，堤頭繞射現象顯著及因碼頭岸壁反射波能集中，所造成N6～N3北碼頭區未能符合5000噸級船舶碇靠波浪限度要求外，其餘各區港內水域波高分佈均能符合穩靜要求，遮蔽效果良好。

§ 5-3 第一期第三階段配置方案試驗結果

第一期第三配置方案除接續第二配置方案，於北防波堤沿原方向加建255[〃]外，另增建E4～E6等四席碼頭區580[〃]及淺水船渠碼頭420[〃]，其碼頭前水深仍維持-6[〃]，本配置同樣進行W、WSW、SW與SSW等四個波向颱風波浪以及一個SSW波向季節風波浪，其試驗結果如下：

當颱風以及季節風波浪作用時，本配置方案其外港水域、內港入口處、航道區、迴船區、北碼頭區、東碼頭區及工作船渠等水域，其試驗波高係數分佈圖，分別如圖5-3-A～圖5-3-E及表5-3所示；其港內水域試驗波高分佈等高線色階圖，則分別如圖5-3-F～圖5-3-J所示；而本階段配置在各種入射波浪作用下，其越波現象及碎波線位置示意圖，如圖5-3-K所示；其全區水域各測點波高變化圖，則如圖5-3-L所示。

表5-3 第一期第三階段配置方案港內水域各區波高係數分佈表

浪型態	波向	波高 (m)	週期 (sec)	外港 水域	內 港口	航 道 區	迴 船 區	北 碼 頭 區			東 碼 頭 區		南 碼 頭 區		工作
								N7~N6	N5~N4	N3~N1	E1~E3	E4~E6	S1		
颱風	W	4.0	8.6	0.47 1.19	0.78 0.78	0.49 0.57	0.14	0.24 0.67	0.38 0.60	0.16 0.38	0.16 0.34	0.37	0.37	0.13	
								0.22 0.33	0.37 0.54	0.11 0.37	0.10 0.11	0.16	0.16	0.05	
風	WSW	4.9	9.1	0.36 1.12	0.36 0.36	0.17 0.22	0.09	0.08 0.10	0.18 0.14	0.06 0.18	0.06 0.08	0.16	0.16	0.11	
								0.10 0.12	0.10 0.11	0.05 0.10	0.05 0.07	0.09	0.09	0.06	
波	SW	5.4	9.4	0.42 0.97	0.26 0.26	0.12 0.15	0.10	0.13 0.21	0.21 0.21	0.18 0.21	0.18 0.21	0.20	0.20	0.16	
								0.10 0.12	0.10 0.11	0.05 0.10	0.05 0.07	0.09	0.09	0.06	
浪	SWS	6.1	10.5	0.35 0.62	0.15 0.15	0.06 0.08	0.05	0.10 0.12	0.10 0.11	0.05 0.10	0.05 0.07	0.09	0.09	0.06	
								0.10 0.12	0.10 0.11	0.05 0.10	0.05 0.07	0.09	0.09	0.06	
季節風	SSW	1.0	7.0	0.26 0.90	0.22 0.22	0.16 0.19	0.21	0.13 0.21	0.21 0.21	0.18 0.21	0.18 0.21	0.20	0.20	0.16	
								0.10 0.12	0.10 0.11	0.05 0.10	0.05 0.07	0.09	0.09	0.06	

本配置方案W波向颱風波浪入侵時，由於北防波堤延伸255^m，有效遮蔽部份正向入侵波浪；試驗結果顯示，外港水域及內港港口處最大波高分佈已分別由第二階段配置方案時之4.96^m與3.72^m減少為4.26^m與3.12^m；而航道區、迴船區等水域波高則分別為2.3^m與0.56^m；惟因本配置方案港內水域增建E4~E6與S1等四席碼頭及工作船渠一處，使得港內水域面積較第一階段配置方案減少9萬平方公尺，除造成港內入侵波能無法擴散外，更因新建碼頭、工作船渠等垂直岸壁及船渠堤防之反射，使得內港口堤頭繞射波能集中在N6~N3碼頭岸壁前水域，致該處水域及S1南碼頭區前波高分佈高達2.4^m~2.68^m間，均未能符合颱風期間5000噸級船舶碇靠碼頭波高限度要求；工作船渠內波高則為0.52^m左右。

SW向颱風波浪作用時，港內水域除S1南碼頭區波高仍達1.43^m外，其餘各區水域波高均在1^m以下。

SSW向颱風波浪入侵時，由於波浪斜向入射，港內水域各區波高分佈均在0.73^m以下。

而SSW向季節風波浪作用期間，港內水域各區波高分佈則在0.20^m以下，均符合商港5000噸級船舶，甚致3000噸級船舶裝卸工作容許波高限度。

總之，布袋港第一期第三階段配置方案，在W向及WSW颱風波浪作用期間，由於內港水域面積減少，造成入射波能無法充分消散，致使各碼頭區岸壁前水域波高分佈均未能符合5000噸級船舶碇靠碼頭波高限度要求，然其他各波向颱風波浪入侵時，則皆能符合要求；改善之舉，除了在南、北內堤堤頭增加消波設施減少波浪繞射作用外，E4~E6碼頭建議應採消波式岸壁設計以減少反射波能。

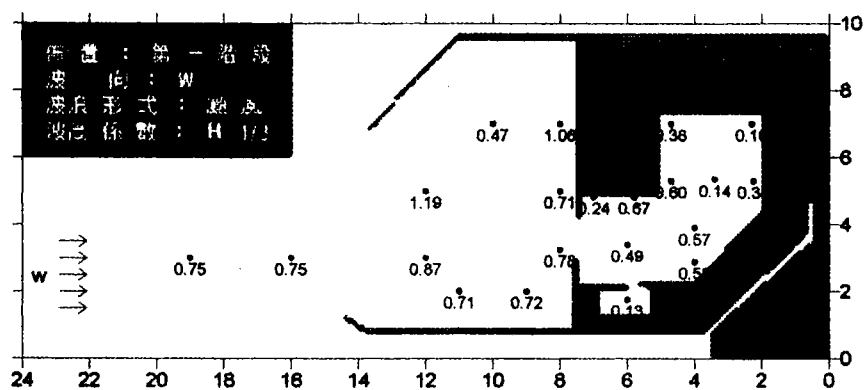


圖5-3-A 第一期第三階段配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖

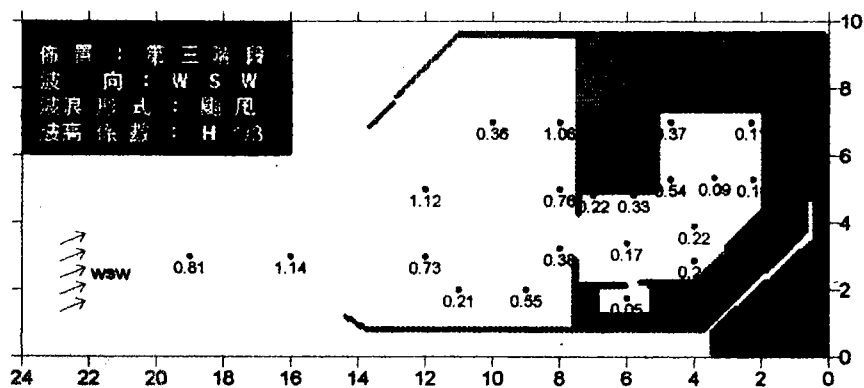


圖5-3-B 第一期第三階段配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

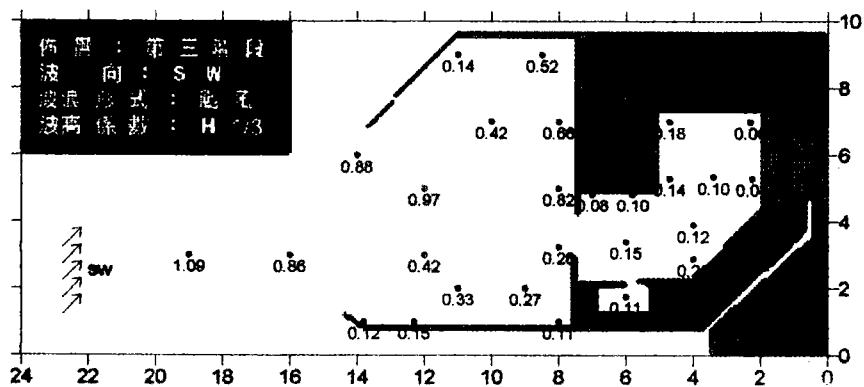


圖5-3-C 第一期第三階段配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖

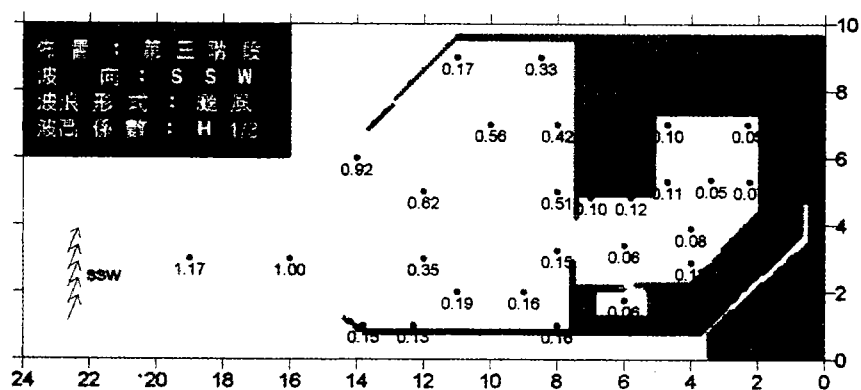


圖5-3-D 第一期第三階段配置SSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

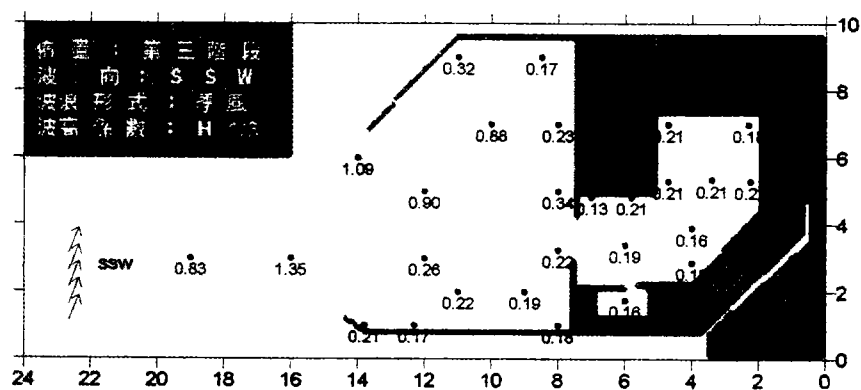


圖5-3-E 第一期第三階段配置SSW方向季節風波浪波高係數分佈圖

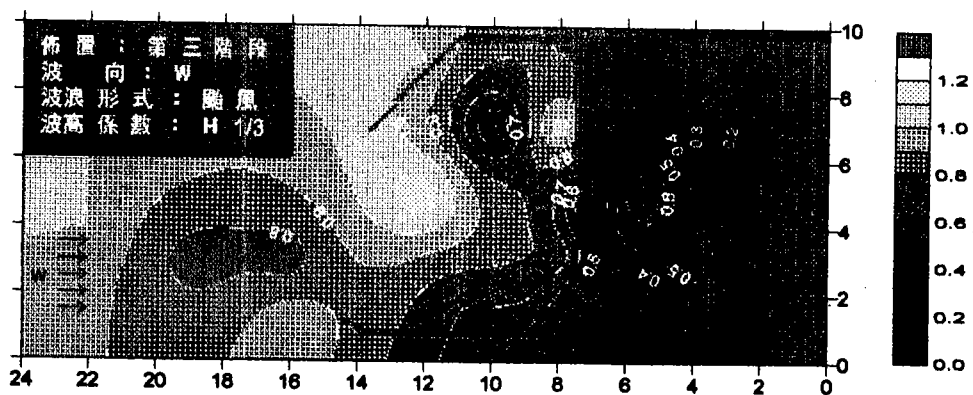


圖5-3-F 第一期第三階段配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

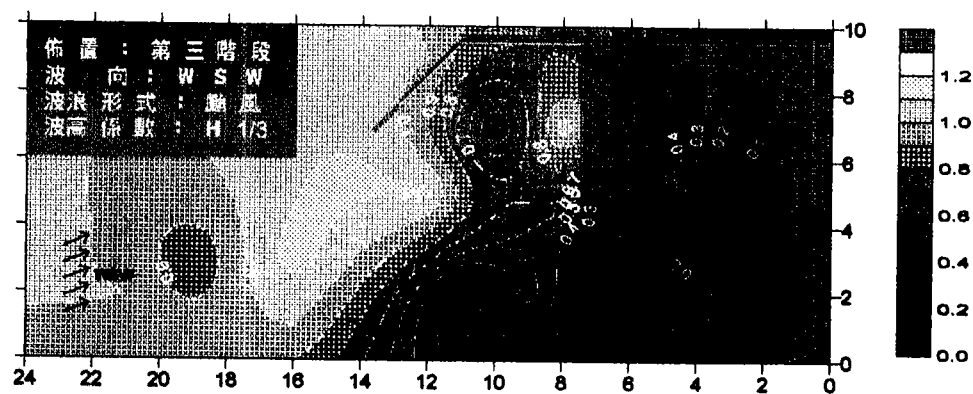


圖5-3-G 第一期第三階段配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

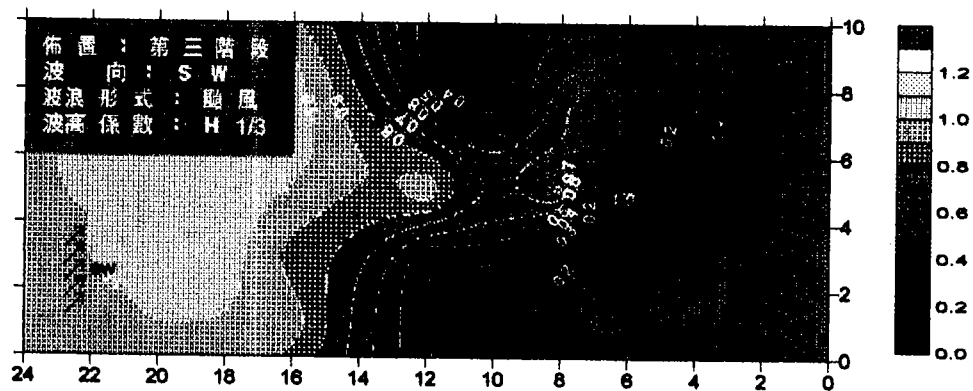


圖5-3-H 第一期第三階段配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

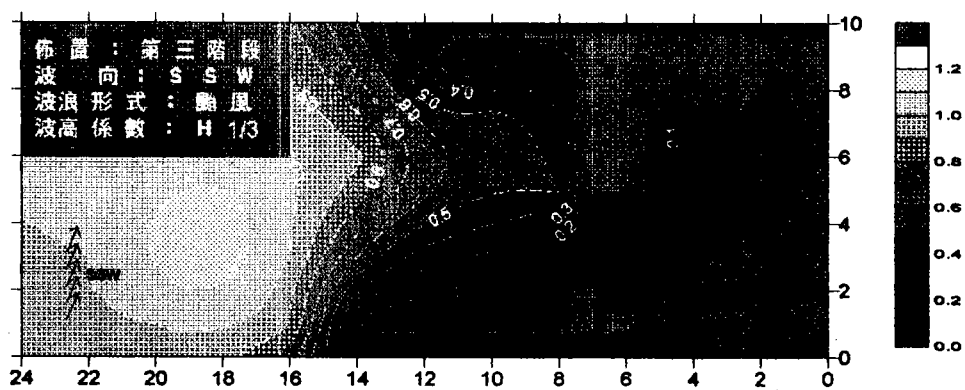


圖5-3-I 第一期第三階段配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

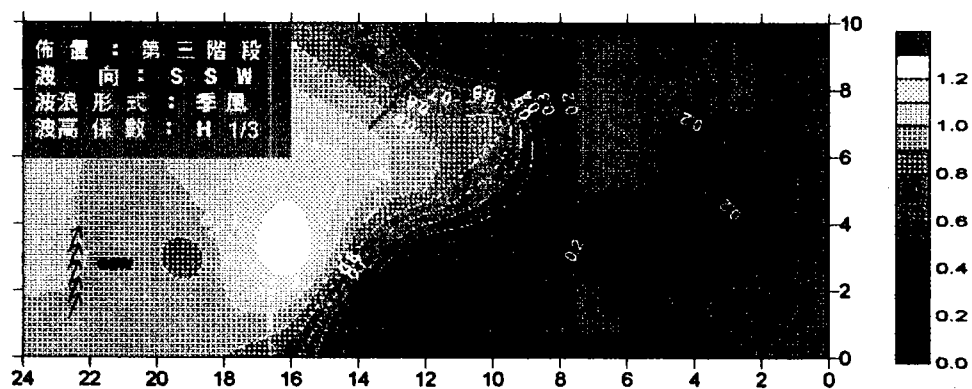


圖5-3-J 第一期第三階段配置SSW方向季節風波浪波高分佈等高線色階圖

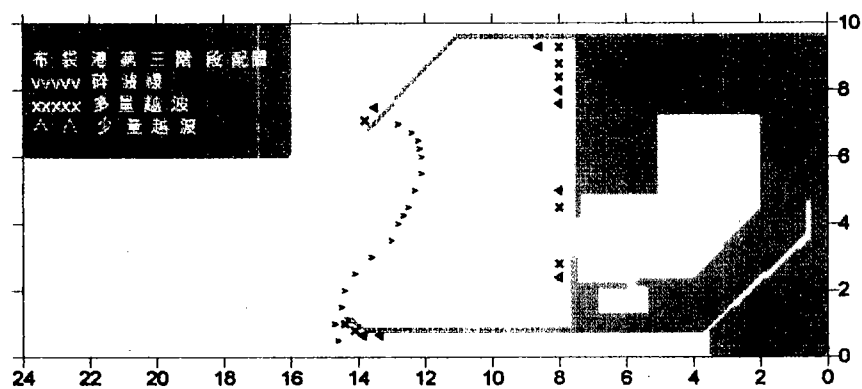


圖5-3-K 第一期第三階段配置越波現象及碎波線位置示意圖

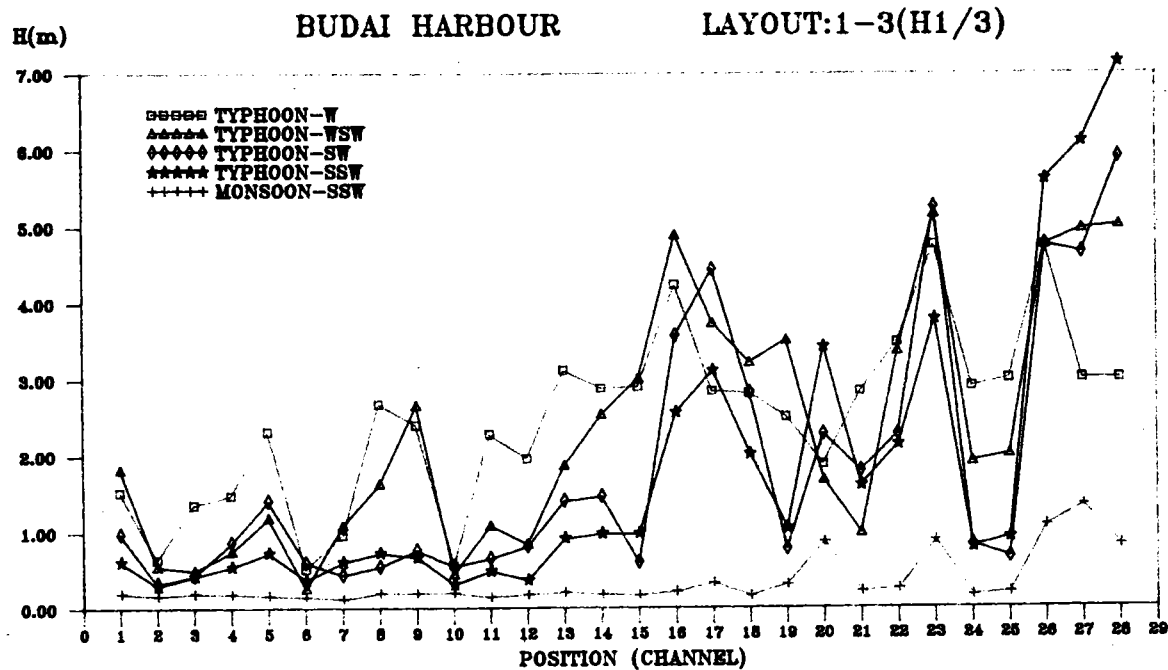


圖5-3-L 第一期第三階段配置全區水域各測點波高變化圖

§ 5-4 第一期第四階段配置方案試驗結果

本配置方案係根據第三配置方案加建北外堤875^m，內港區全面挖浚至-7.5^m，航道浚深至-8^m。此配置方案為布袋港開發計劃第一期工程，由83年度～91年度共計9年，分四階段完成近程計劃之完整配置。

本配置方案，當颱風以及季節風波浪入侵時，其外港口、內港入口處、航道區、迴船區、北碼頭區、東碼頭區、南碼頭區及工作船渠等水域，其試驗波高係數分佈圖，分別如圖5-4-A～圖5-4-E及表5-4所示；其港內水域試驗波高分佈等高線色階圖，則分別如圖5-4-F～圖5-4-J所示；而本配置在各種入射波浪作用下，其越波現象及碎波線位置示意圖，如圖5-4-K所示；其全區水域各測點波高變化圖，則如圖5-4-L所示。

W向及WSW颱風波浪作用時，因北防波堤延長445^m，使得港口有效寬度由第三階段配置時之667^m縮減為400^m，航道寬度維持為100^m，能更有效遮蔽該波向颱風波浪之入侵；試驗結果顯示，港內各區碼頭岸壁前水域波高分佈皆在1^m以下，均符合布袋商港規劃5000噸級船舶碇靠碼頭波高限度要求；波向愈偏南如SW及SSW等颱風波浪，更因波浪斜向入射，港內各碼頭區岸壁前水域，除了在N4～N5北碼頭及S1南碼頭區前波高為0.9^m以外，其餘各區水域波高均在0.38^m以下。

SSW季節風波浪作用時，試驗結果顯示，港內各區水域波高均能維持在0.15^m～0.22^m之間，遮蔽效果良好。

表5-4 第一期第四階段配置方案港內水域各區波高係數分佈表

波浪型態	波向	波高 (m)	週期 (sec)	外港口	外港 水域	航道區	內港口	迴船區	北碼頭區			東碼頭區		南碼頭區		工作 船渠
									N7～N6	N5～N4	N3～N1	E1～E3	E4～E6	S1		
颱風	W	4.0	8.6	0.92	0.13	0.89	0.27	0.25	0.19 └ 0.27	0.22 └ 0.23	0.08 └ 0.22	0.08 └ 0.19	0.24	0.08	0.08	
	WSW	4.9	9.1	1.39	0.07	0.33	0.19	0.03	0.11 └ 0.13	0.12 └ 0.20	0.03 └ 0.20	0.02 └ 0.03	0.02	0.09	0.03	
波	SW	5.4	9.4	0.88	0.08	0.39	0.10	0.12	0.05	0.07 └ 0.16	0.05 └ 0.07	0.03 └ 0.05	0.06	0.17	0.05	
浪	SWS	6.1	10.5	0.69	0.06	0.25	0.06	0.04	0.04 └ 0.05	0.05 └ 0.02	0.04 └ 0.05	0.04	0.04	0.06	0.04	
季節風	SSW	1.0	7.0	1.46	0.22	0.43	0.23	0.17	0.15 └ 0.22	0.15 └ 0.20	0.15 └ 0.21	0.14 └ 0.21	0.14	0.21	0.15	

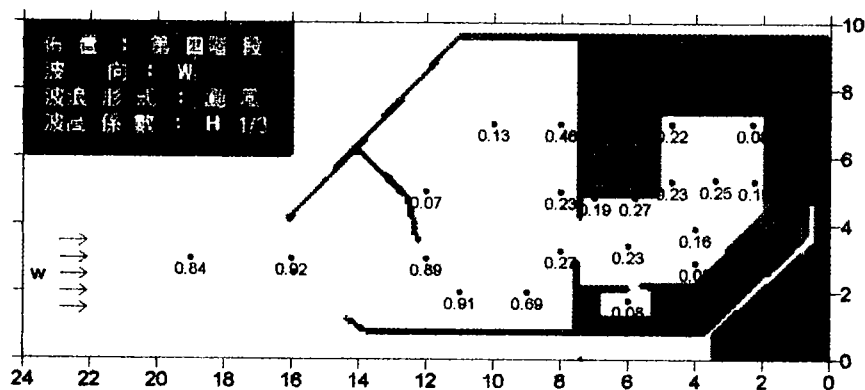


圖5-4-A 第一期第四階段配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖

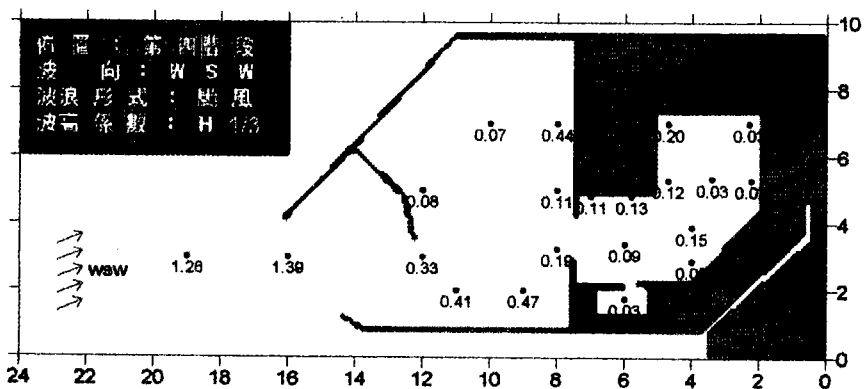


圖5-4-B 第一期第四階段配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

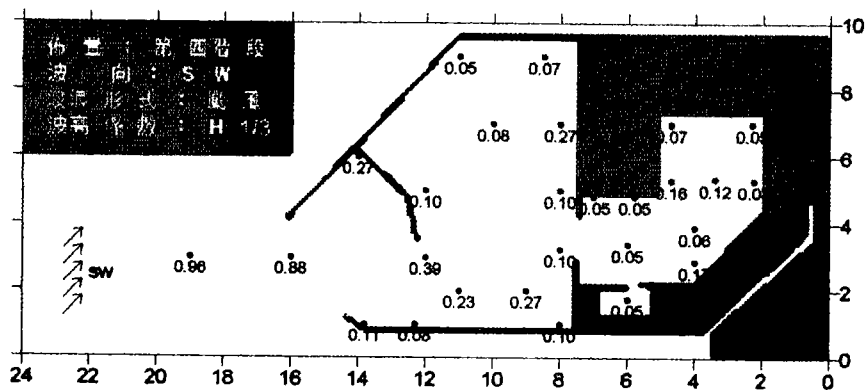


圖5-4-C 第一期第四階段配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖

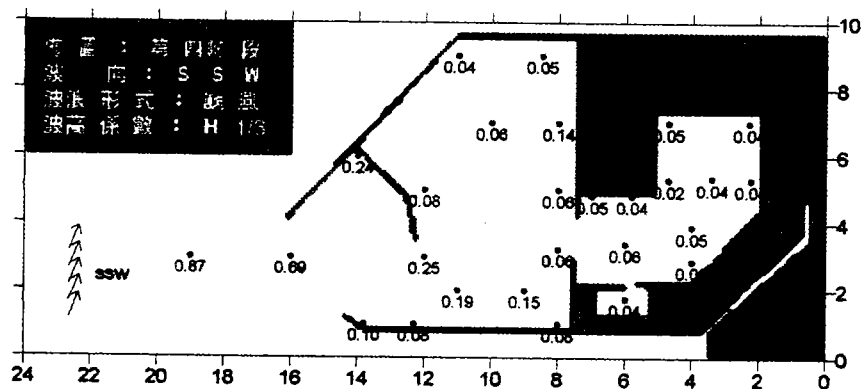


圖5-4-D 第一期第四階段配置SSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

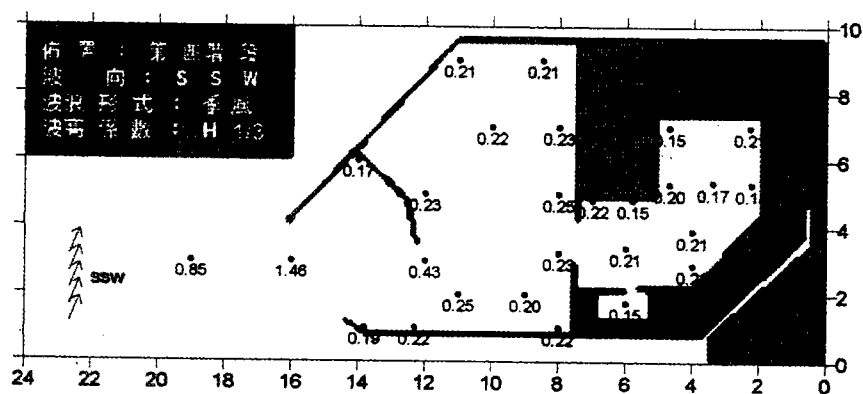


圖5-4-E 第一期第四階段配置SSW方向季節風波浪波高係數分佈圖

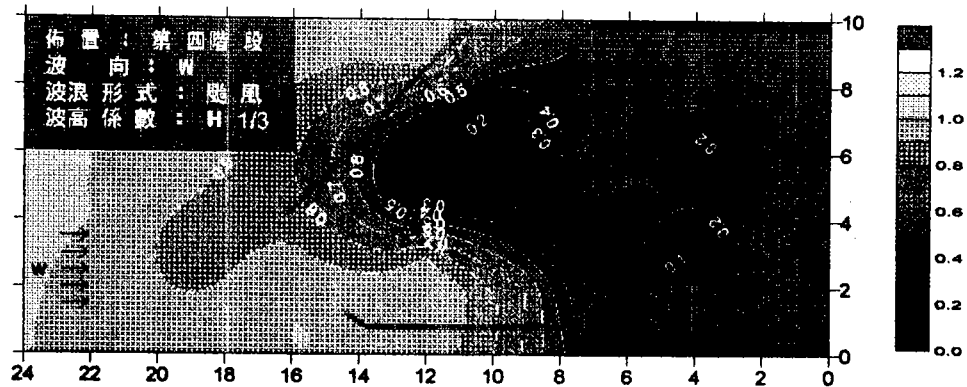


圖5-4-F 第一期第四階段配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

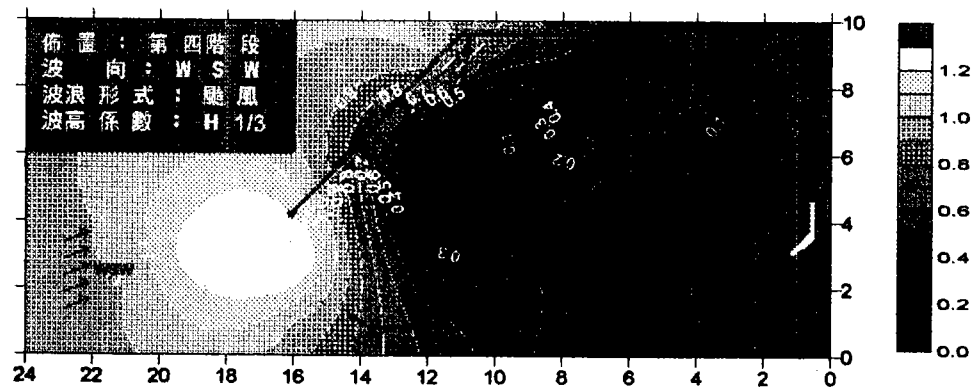


圖5-4-G 第一期第四階段配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

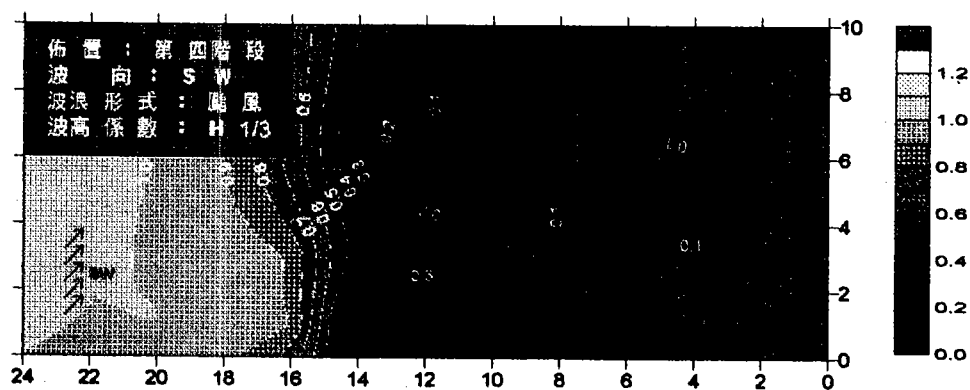


圖5-4-H 第一期第四階段配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

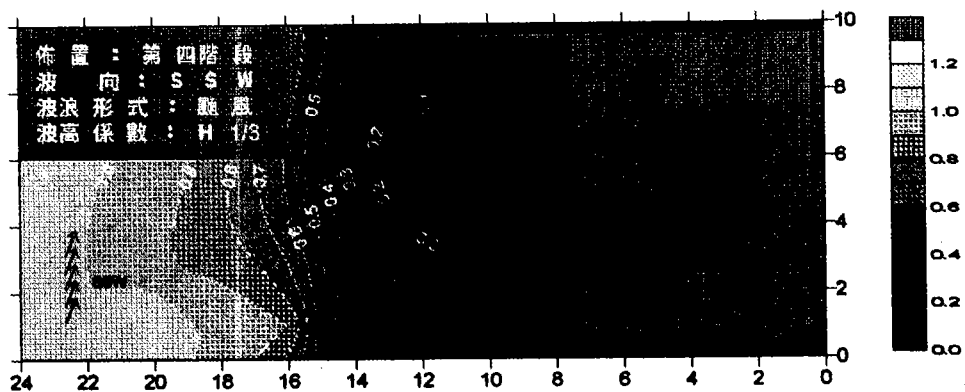


圖5-4-I 第一期第四階段配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

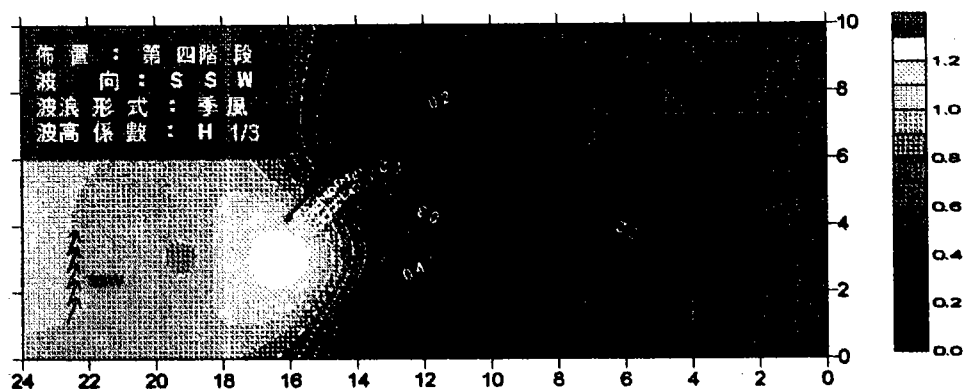


圖5-4-J 第一期第四階段配置SSW方向季風波浪波高分佈等高線色階圖

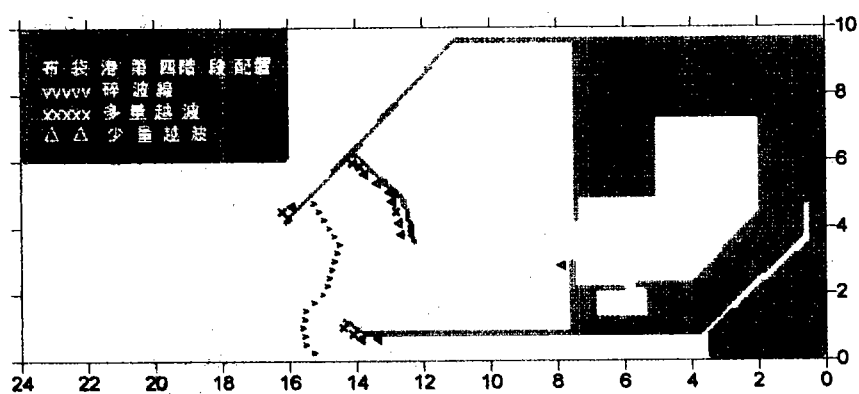


圖5-4-K 第一期第四階段配置越波現象及碎波線位置示意圖

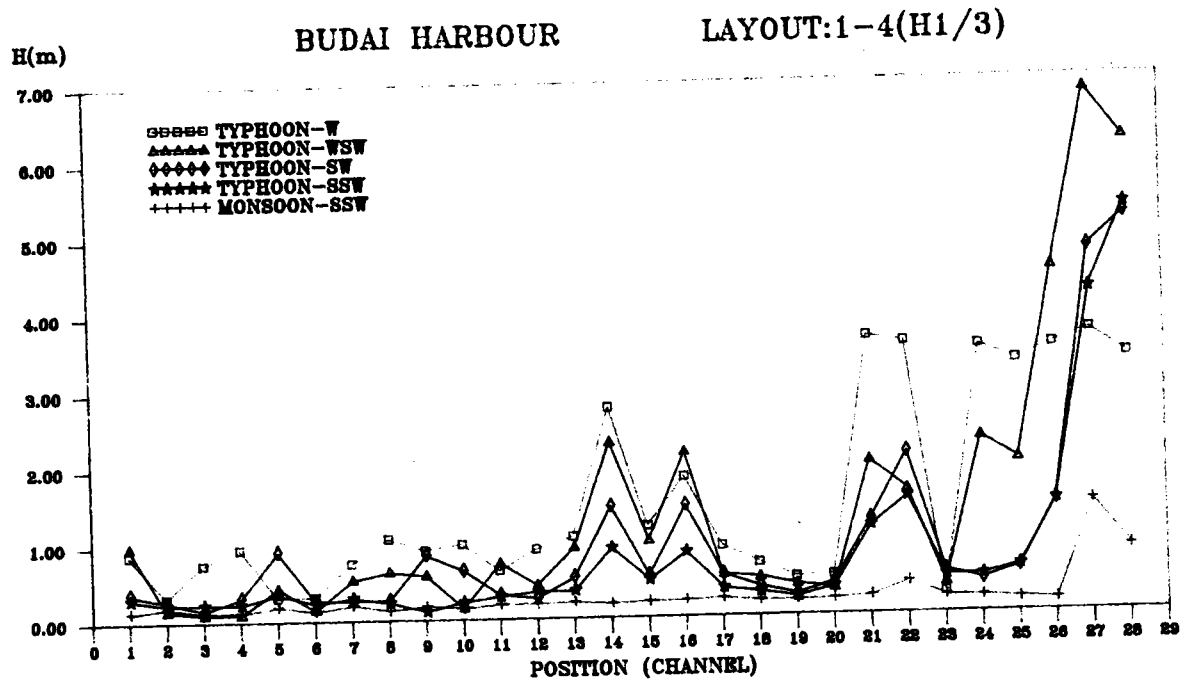


圖5-4-L 第一期第四階段配置全區水域各測點波高變化圖

§ 5-5 第二期工程總配置方案試驗結果

布袋商港第二期工程計劃屬嘉義縣政府中程計劃，擬自92年度～100年度止，亦為九年分二階段完成；至此階段布袋商港規模已具，除增建南外堤160^m長外，並增設北碼頭區N8～N14席1060^m及南碼頭區S2～S5四席530^m等繫留設施；同時泊地浚挖至-7.5^m；且航道浚深至-8^m，寬170^m等。本配置方案總共進行 W、WSW、SW與SSW等四種波向颱風波浪及一個SSW波向季節風波浪試驗，其試驗結果如下：

本配置方案，當颱風及季節風波浪入侵時，其外港口、第一道內港口、第二道內港口、航道區及各碼頭區岸壁前水域試驗波高係數分佈分別如圖5-5-A～圖5-5-E以及表5-5所示；其港內水域試驗波高分佈等高線色階圖，則分別如圖5-5-F～5-5-J所示；圖5-5-K 則為本配置在各種入射波浪條件作用下，越波現象及碎波線位置示意圖；而整個水域試驗結果各測點波高分佈則如圖5-5-L所示。

表5-5 第二期工程總配置方案港內水域各區波高係數分佈表

波浪型態	波向	波高 (m)	週期 (sec)	外港口	航道區	北碼頭區						東碼頭區		南碼頭區		工作船渠
						N14 N12	N11 N10	N9 N8	N7 N6	N5 N4	N3 N1	E1 E3	E4 E6	S1	S2 S5	
颱風	W	4.0	8.6	0.79	0.33 0.95	0.07 0.15	0.15 0.55	0.07 0.55	0.12 0.15	0.10 0.17	0.04 0.17	0.04 0.06	0.03 0.07	0.07 0.10	0.45 0.79	0.04
						0.02 0.09	0.09 0.53	0.16 0.53	0.05 0.09	0.04 0.05	0.02 0.05	0.02 0.03	0.02 0.04	0.03 0.04	0.33 0.42	
風波	WSW	4.9	9.1	1.32	0.22 0.71	0.07 0.10	0.07 0.32	0.12 0.32	0.05 0.06	0.03 0.10	0.05 0.10	0.04 0.05	0.08 0.09	0.06 0.09	0.30 0.33	0.05
						0.05 0.24	0.05 0.19	0.06 0.19	0.04 0.05	0.03 0.05	0.04 0.05	0.04 0.04	0.05 0.06	0.04 0.05	0.11 0.11	
浪	SWS	6.1	10.5	0.57	0.05 0.24	0.16 0.23	0.16 0.23	0.21 0.23	0.16 0.18	0.18 0.19	0.16 0.09	0.16 0.19	0.18 0.21	0.18 0.21	0.20 0.21	0.22
						0.19 0.31	0.16 0.23	0.21 0.23	0.16 0.18	0.18 0.19	0.16 0.09	0.16 0.19	0.18 0.21	0.18 0.21	0.20 0.21	
季節風	SSW	1.0	7.0	1.40	0.19 0.31	0.16 0.23	0.16 0.23	0.21 0.23	0.16 0.18	0.18 0.19	0.16 0.09	0.16 0.19	0.18 0.21	0.18 0.21	0.20 0.21	0.22

本配置方案，由於增建南外堤160公尺，內港口有效寬度由原先之330^m縮窄為170^m，致N7~N1北碼頭區，E1~E5東碼頭區及S1南碼頭區等碼頭岸壁前水域，波高均在0.7^m以下，較第四階段配置方案之遮蔽效果為佳，且符合颱風期間5000噸級船舶碇靠碼頭波高限度要求；惟在W向颱風波浪侵襲時，N9~N10北碼頭區角落處，因波能集中之故，波高達2.2^m左右；且S2~S5南碼頭區岸壁前水域，因受該向波浪直接作用，碼頭岸壁前水域波高亦達1.8^m~3.2^m，故W波向颱風波浪作用時，此等水域船舶建議應遷席至其他碼頭區碇靠。

WSW向颱風波浪作用時，情況亦然，N9~N10北碼頭區角落處水域波高仍達2.6^m；而S2~S5南碼頭區岸壁前水域波高則在1.6^m~2.0^m之間，同樣均未能符合颱風波浪期間，5000噸級船舶碇靠碼頭之波浪限度要求。

而SW向颱風波浪作用時，因波浪斜向入射，情況雖稍見改善，然N9~N10北碼頭區角落處及S2~S5南碼頭區岸壁前水域波高仍分別達1.8^m左右。

至於SSW向颱風及季節風波浪作用時，因波浪斜向入射，受外廓堤防有效遮蔽，各碼頭區岸壁前水域波高，除在N9~N10角落處因波能集中，仍達1.16^m外，其餘各區水域波高均分別在0.7^m及0.22^m以下。

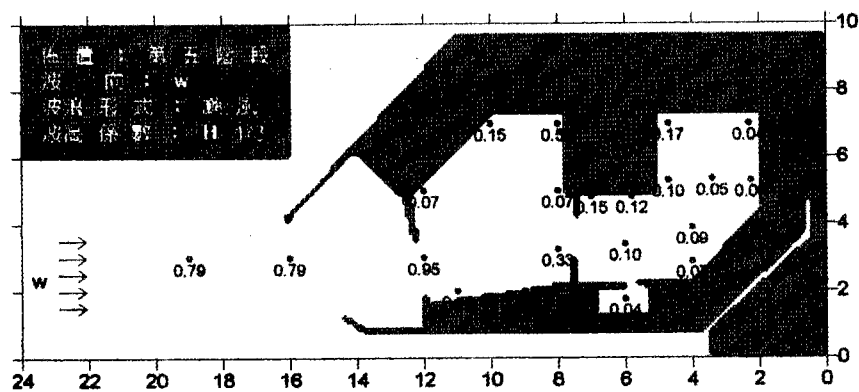


圖5-5-A 第二期工程總配置W方向颱風波浪波高係數分佈圖

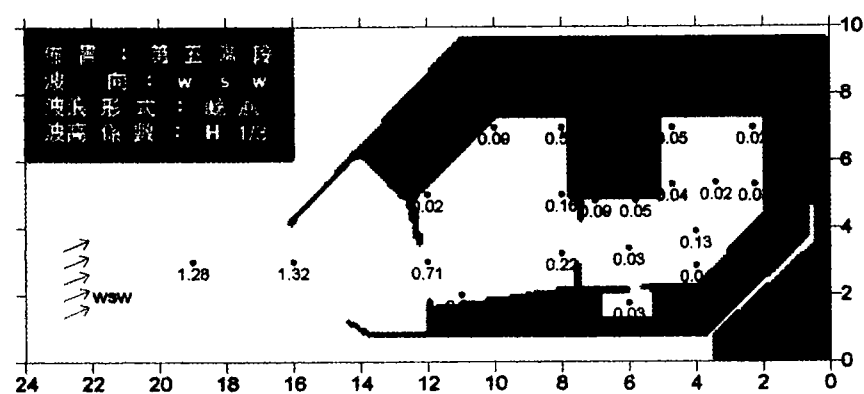


圖5-5-B 第二期工程總配置WSW方向颱風波浪波高係數分佈圖

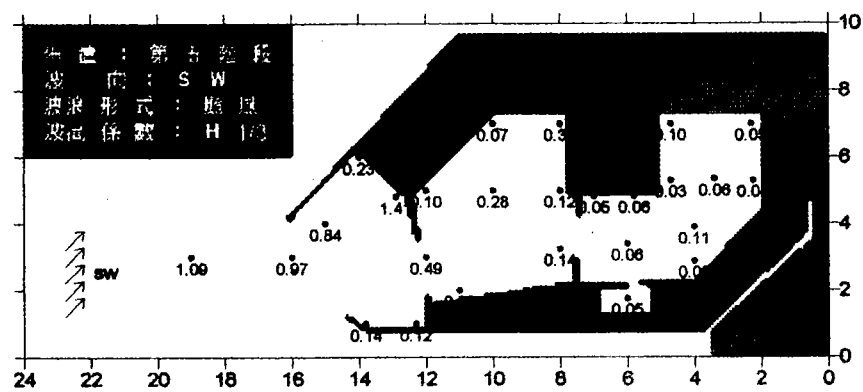


圖5-5-C 第二期工程總配置SW方向颱風波浪波高係數分佈圖

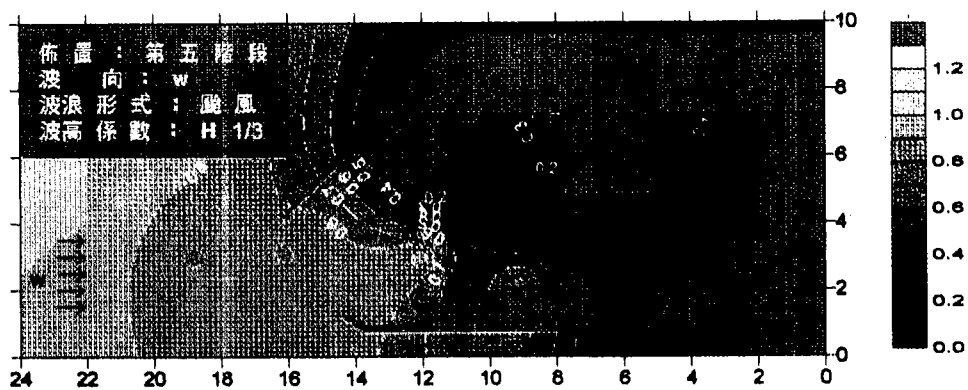


圖5-5-F 第二期工程總配置W方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

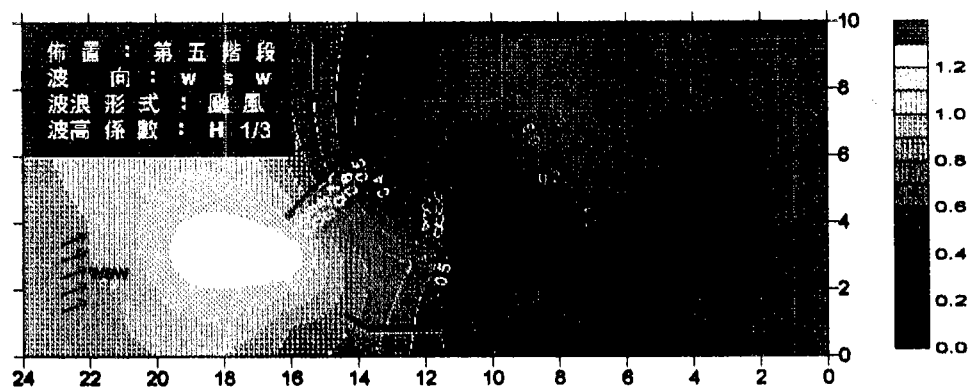


圖5-5-G 第二期工程總配置WSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

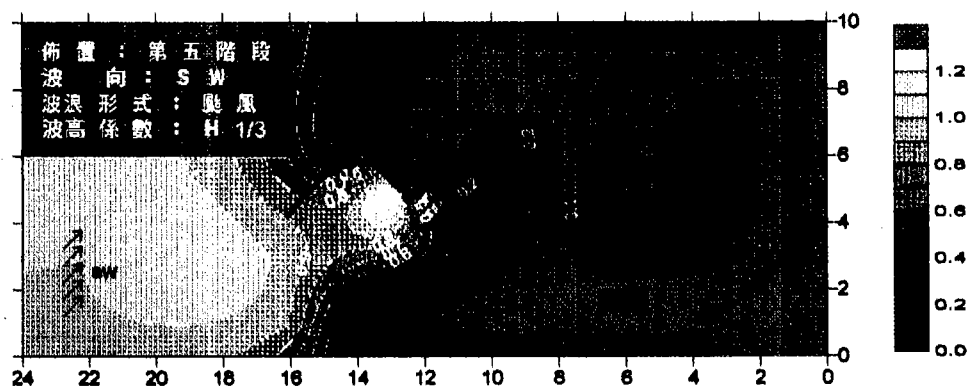


圖5-5-H 第二期工程總配置SW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

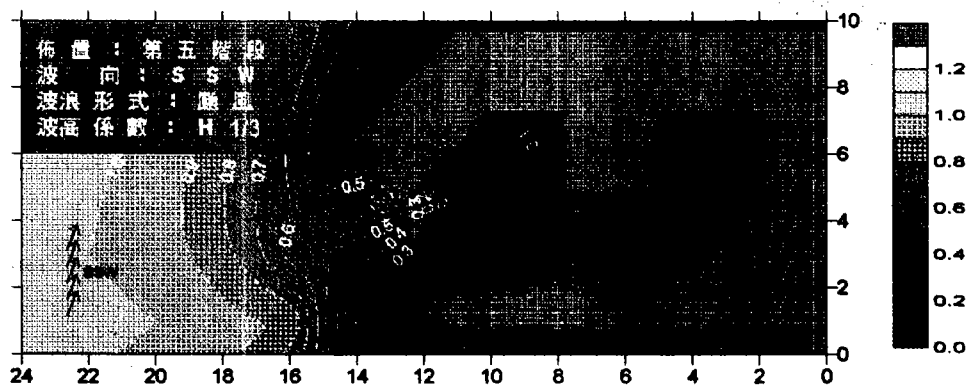


圖5-5-I 第二期工程總配置SSW方向颱風波浪波高分佈等高線色階圖

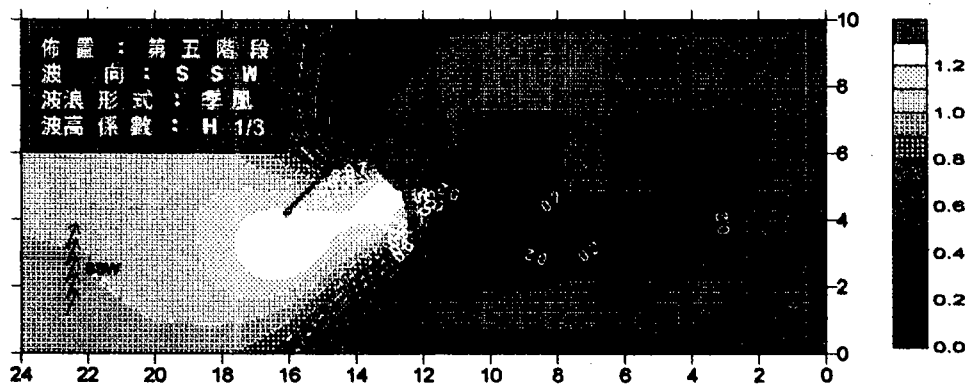


圖5-5-J 第二期工程總配置SSW方向季節風波浪波高分佈等高線色階圖

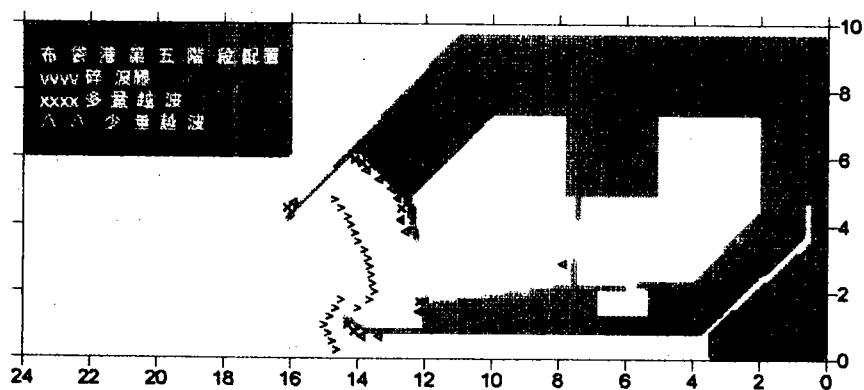


圖5-5-K 第二期工程總配置越波現象及碎波線位置示意圖

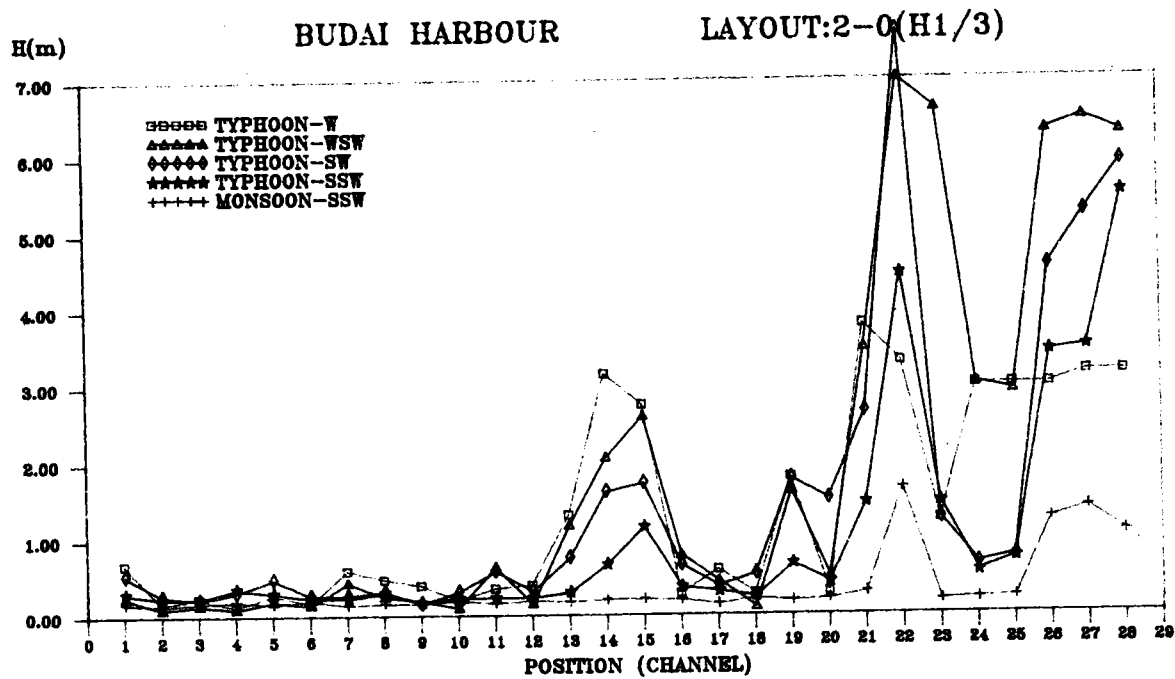


圖5-5-L 第二期工程總配置全區水域各測點波高變化圖

第六章 結論與建議

根據 貴府委託方苑工程顧問有限公司所擬「布袋港擴建客貨碼頭整建規劃報告」之各階段配置方案試驗結果，可得下列結論及建議：

- 一、第一期第一階段配置方案，試驗結果顯示，因內港口寬度達430公尺，各颱風波浪侵入港內水域後，在北臨時護岸前水域，因港內地形陡變(水深由碼頭區-6^m驟升為-3^m)致波高仍達3.5^m左右；而其越波最大高度約可高出北碼頭面1.5^m左右；如圖6-1所示；此現象將危及碼頭設施和人員安全，建議在第二階段配置未施工前，應加強北臨時護岸消波及北碼頭排水設施。

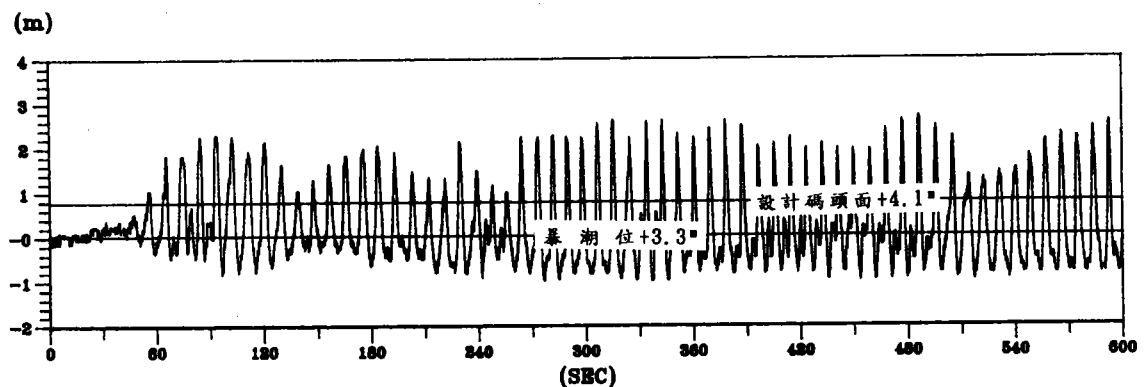


圖6-1 第一期第一階段配置北臨時護岸前水域波高變化時序圖

另於北臨時防波堤堤頭與堤址處，因波浪正向入侵，亦發生嚴重越波現象；需要加強堤前消波設施以為改善。然其它港區水域在各種波向颱風波浪作用下，因波浪行進到達各碼頭區前，受地形淺化影響，已先行發生碎波兩次，損失大部份波能，致使碼頭岸壁前水域波高，最大值均維持在1.13^m以下，尚能符合該港規劃5000噸級船舶採用碼頭垂直碇靠容許波高限度1.14^m之要求。

二、第一期第二階段配置方案，增建南防波堤226^m及南內堤280^m，內港港口寬度由原來之430^m縮窄為150^m，試驗結果顯示，在各種波向颱風波浪作用情況下，除W向及WSW向颱風波浪因係正向入侵，北內堤堤頭大量越波，堤頭繞射現象顯著外，另因垂直碼頭岸壁反射波能集中，造成N6~N3北碼頭區碼頭岸壁前水域波高達1.5^m~1.9^m，未能符合5000噸級船舶碇靠碼頭波高限度要求外；其餘各區港內水域波高分佈，則均維持在0.7^m以下。

三、第一期第三階段配置方案，北防波堤沿原方向加建255^m，並增建四座碼頭及一座淺水船渠，港內水域面積較第二階段減少約九萬平方公尺，故試驗結果顯示，在W向以及WSW向颱風波浪作用期間，由於港池水域面積減少，造成入射波能無法充份消散外，更因內港口堤頭繞射波能受新建碼頭、工作船渠等垂直岸壁之反射，使波能量集中在N6~N3北碼頭前水域，致使各碼頭區岸壁前水域波高分佈，均未能符合5000噸級船舶碇靠碼頭波高限度要求，然其他各波向颱風波浪入侵時，則均能符合要求；改善之道，建議除在南、北內堤堤頭等處增加消波設施，俾減少波浪繞射作用外；E4~E6東碼頭亦應採消波式碼頭岸壁設計，以減少反射波能。

四、第一期第四階段配置方案，增建北外堤875^m，內港區全面挖浚至-7.5^m，航道浚深至-8^m；試驗結果顯示，由於北防波堤延長445^m，使得港口有效寬度由第三階段之667^m縮窄為400^m，更有效遮蔽W向以及WSW向颱風波浪之入侵，致港內各區碼頭岸壁前水域波高分佈皆在1^m以下，均能符合船舶碇靠波高限度之要求。

五、第二期配置方案除增建南外堤160^m長外，並增建11座碼頭，且泊地、航道均分別浚深到-7.5^m與-8^m，試驗結果顯示，在各波向颱風波浪入侵時，由於第一道南北內堤成內喇叭狀有導浪現象，波能集中於外港水域，致外港區各碼頭岸壁前水域波高，均未能符合船舶碇靠波高限度要求；惟內港水域各碼頭岸壁前水域波高則均在0.7^m以下，故颱風來臨時建議外港水域船舶應遷席到內港避難；其改善之舉，外港水域各碼頭亦應採用消波岸壁設計，且第一道南、北內堤外側及南、北外堤內側應加強消波設施。

六、季節風波浪作用期間，各階段配置方案，其試驗結果顯示，港內水域各碼頭岸壁前波高分佈，均在0.23^m以下，頗能符合5000噸級船舶裝卸工作容許波高限度0.8^m之要求。