

目 錄

圖 名	I
照片名	III
表 名	V
第 一 章 前 言	1
第 二 章 自然海氣象資料	3
一、波浪	3
二、潮汐	4
三、海流	5
第 三 章 試驗設備、試驗條件與步驟	6
一、試驗設備	6
二、試驗條件	6
三、試驗步驟	8
第 四 章 試驗結果及討論	20
一、第一期計劃配置方案(Layout A)試驗結果	20
二、第二期計劃完成配置方案(Layout B)試驗結果 ..	38
三、突堤配置方案(Layout C)試驗結果	55
四、離岸堤配置方案(Layout D)試驗結果	71
五、港內水域長週期性波浪分析結果	72
第 五 章 結論與建議	95
附 錄 一 離岸堤標準斷面圖及單價分析	97
附 錄 二 初步報告審核會議意見摘要暨處理情形說明	103

圖 名

- 圖1-1 澎湖觀音亭港址位置圖
- 圖3-1-a 第一期計畫配置方案, (Layout A)
- 圖3-1-b 第一、二期計畫完成配置方案, (Layout B)
- 圖3-1-c Layout B 加突堤改善配置方案, (Layout C)
- 圖3-1-d Layout B 加離岸堤改善配置方案, (Layout D)
- 圖3-2-a (Layout A)各測點設置圖
- 圖3-2-b (Layout B、C、D)各測點設置圖
- 圖3-3-a 深海入射波浪水位變化
- 圖3-3-b 港口處水域(測點5)水位變化
- 圖3-3-c 港內水域(測點14)水位變化
- 圖4-1-a 配置方案A,W向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-1-b 配置方案A,WSW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-1-c 配置方案A,SW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-1-d 配置方案A,SW向季節風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-2-a 配置方案A,W向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-2-b 配置方案A,WSW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-2-c 配置方案A,SW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-2-d 配置方案A,SW向季節風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-3-a 配置方案A,W波向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-3-b 配置方案A,WSW波向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-3-c 配置方案A,SW波向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-3-d 配置方案A,SW波向季節風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-4-a 配置方案B,W向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-4-b 配置方案B,WSW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-4-c 配置方案B,SW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-4-d 配置方案B,SW向季節風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-5-a 配置方案B,W向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-5-b 配置方案B,WSW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-5-c 配置方案B,SW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-5-d 配置方案B,SW向季節風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

- 圖4-6-a 配置方案B,W向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-6-b 配置方案B,WSW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-6-c 配置方案B,SW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-6-d 配置方案B,SW向季節風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-7-a 配置方案C,W向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-7-b 配置方案C,WSW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-7-c 配置方案C,SW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-7-d 配置方案C,SW向季節風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-8-a 配置方案C,W向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-8-b 配置方案C,WSW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-8-c 配置方案C,SW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-8-d 配置方案C,SW向季節風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-9-a 配置方案C,W向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-9-b 配置方案C,WSW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-9-c 配置方案C,SW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-9-d 配置方案C,SW向季節風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-10-a 配置方案D,W向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-10-b 配置方案D,WSW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-10-c 配置方案D,SW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-10-d 配置方案D,SW向季節風波浪作用港內水域波高係數分佈圖
- 圖4-11-a 配置方案D,W向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-11-b 配置方案D,WSW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-11-c 配置方案D,SW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-11-d 配置方案D,SW向季節風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖
- 圖4-12-a 配置方案D,W向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-12-b 配置方案D,WSW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-12-c 配置方案D,SW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-12-d 配置方案D,SW向季節風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖
- 圖4-13-a 配置方案A,在SW向颱風波浪作用下,觀測點 NO.14之水位變化歷時圖
- 圖4-13-b 配置方案B,在SW向颱風波浪作用下,觀測點 NO.7之水位變化歷時圖
- 圖4-13-c 配置方案C,在SW向颱風波浪作用下,觀測點 NO.11之水位變化歷時圖
- 圖4-13-d 配置方案D,在SW向颱風波浪作用下,觀測點 NO.18之水位變化歷時圖

照 片 名

- 照片3-1 可移動推移式造波機
- 照片3-2 資料處理系統
- 照片4-1-a 配置方案A,W向颱風波浪作用,在西防波堤導浪及波浪繞射情形
- 照片4-1-b 配置方案A,W向颱風波浪累積造波時間5分鐘後,港內水域水位變動情形
- 照片4-2-a 配置方案A,WSW波向颱風波浪作用,西防波堤堤頭入射波浪繞射情形
- 照片4-2-b 配置方案A,WSW波向颱風波浪作用,累積造波時間5分鐘後,港內水域水面變動情形
- 照片4-3-a 配置方案A,SW波向颱風波浪作用,入射波堤頭繞射情形
- 照片4-3-b 配置方案A,SW波向颱風波浪作用,累積造波時間5分鐘後,港內水域水面變動情形
- 照片4-3-c SW波向颱風波浪作用,西外防波堤越波情形
- 照片4-3-d SW波向颱風波浪作用,西外防波堤越波情形
- 照片4-4-a 配置方案A,SW向季節風波浪作用,入射波堤頭入射情形
- 照片4-4-b 配置方案A,SW向季節風波浪作用,累積造波時間5分鐘後,港內水域波浪穩靜情形
- 照片4-5-a 配置方案B,W向颱風波浪作用初期,波浪到達港口時情形
- 照片4-5-b 配置方案B,W向颱風波浪,當累積造波時間5分鐘後,入射波能集中及北防波堤導浪情形
- 照片4-6-a 配置方案B,WSW向波浪作用初期,波浪到達港口時情形
- 照片4-6-b 配置方案B,WSW向波浪,當累積造波時間5分鐘後,港口附近航道區以及觀光遊艇區入侵波浪長驅直入情形
- 照片4-7-a 配置方案B,SW向颱風波浪作用初期,波浪到達港口時情形
- 照片4-7-b 配置方案B,SW向颱風波浪,當累積造波時間5分鐘後,北防波堤導浪及波浪越波情形
- 照片4-8-a 配置方案B,SW向季節風波浪作用初期,波浪到達港口時情形

- 照片4-8-b 配置方案B,SW向季節風波浪,當累積造波時間5分鐘後,港內各區水域穩靜情形
- 照片4-9-a 配置方案C,W向颱風波浪作用初期,波浪到達港口時情形
- 照片4-9-b 配置方案C,W向颱風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形
- 照片4-10-a 配置方案C,WSW向颱風波浪到達港口時情形
- 照片4-10-b 配置方案C,WSW向颱風波浪累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形
- 照片4-11-a 配置方案C,SW向颱風波浪作用初期,港口附近水域波浪情形
- 照片4-11-b 配置方案C,SW向颱風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形
- 照片4-12-a 配置方案C,SW向季節風波浪作用初期,港口附近水域波浪情形
- 照片4-12-b 配置方案C,SW向季節風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形
- 照片4-13-a 配置方案D,W向颱風波浪作用初期,港口附近水域波浪情形
- 照片4-13-b 配置方案D,W向颱風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形
- 照片4-14-a 配置方案D,WSW向颱風波浪作用初期,港口附近水域波浪情形
- 照片4-14-b 配置方案D,WSW向颱風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形
- 照片4-15-a 配置方案D,SW向颱風波浪作用初期,港口附近水域波浪情形
- 照片4-15-b 配置方案D,SW向颱風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形
- 照片4-16-a 配置方案D,SW向季節風波浪作用初期,港口附近水域波浪情形
- 照片4-16-b 配置方案D,SW向季節風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形

表 名

表 2-1	季風深海波浪推算值
表 2-2	各波向深海颱風波浪推算值
表 2-3	馬公港低潮位系統潮位表
表 2-4	馬公港中潮位系統潮位表
表 2-5	澎湖各離島附近海域潮流資料一覽表
表 3-1	試驗波浪條件
表 3-2	各種試驗配置方案說明表
表 4-1	配置方案A,港內水域各分區波高係數分布表
表 4-2	配置方案B,港內水域各分區波高係數分布表
表 4-3	配置方案C,港內水域各分區波高係數分布表
表 4-4	配置方案D,港內水域各分區波高係數分布表
表 4-5-a	配置方案A,各觀測點長週期波浪分析表
表 4-5-b	配置方案B,各觀測點長週期波浪分析表
表 4-5-c	配置方案C,各觀測點長週期波浪分析表
表 4-5-d	配置方案D,各觀測點長週期波浪分析表

第一章 前 言

近年來由於經濟成長、國民所得增加，使國民有充裕的經濟能力及時間來追求旅遊和各項休閒活動，以滿足個人生理及心理的需要，特別在解嚴後國民對觀光遊憩之焦點，已由狹隘之陸域延伸至廣闊之海域，而遊艇港乃是海域活動不可或缺的設施，故如何規劃功能完善之遊艇港為各級政府及民間投資者未來重要課題。

澎湖四面環海，其地區及鄰近海域除擁有極豐富之海洋資源外，並保存有自然景觀和完整的文化古蹟，長久以來即享有西瀛勝景之美譽。尤以觀音亭遊憩區，因緊臨馬公市西側，交通便利，加以西臨內海水域天然地形優美，其位置如圖1-1所示，更具有發展成為遊艇港條件之特色。

交通部觀光局澎湖風景特定區管理籌備處(簡稱澎管處)為有效運用該地區之觀光遊憩資源，並有系統地發展整體觀光規劃，曾委託僑龍工程顧問公司完成『澎湖馬公觀音亭海埔新生地及遊艇港闢建』可行性研究，惟澎管處為進一步瞭解規畫方案中有關遊艇港闢建其港內水域穩靜情況，乃請省政府交通處港灣技術研究所(簡稱本所)進行該項水工模型遮蔽試驗研究，以作為其未來研擬施工計劃之參考。

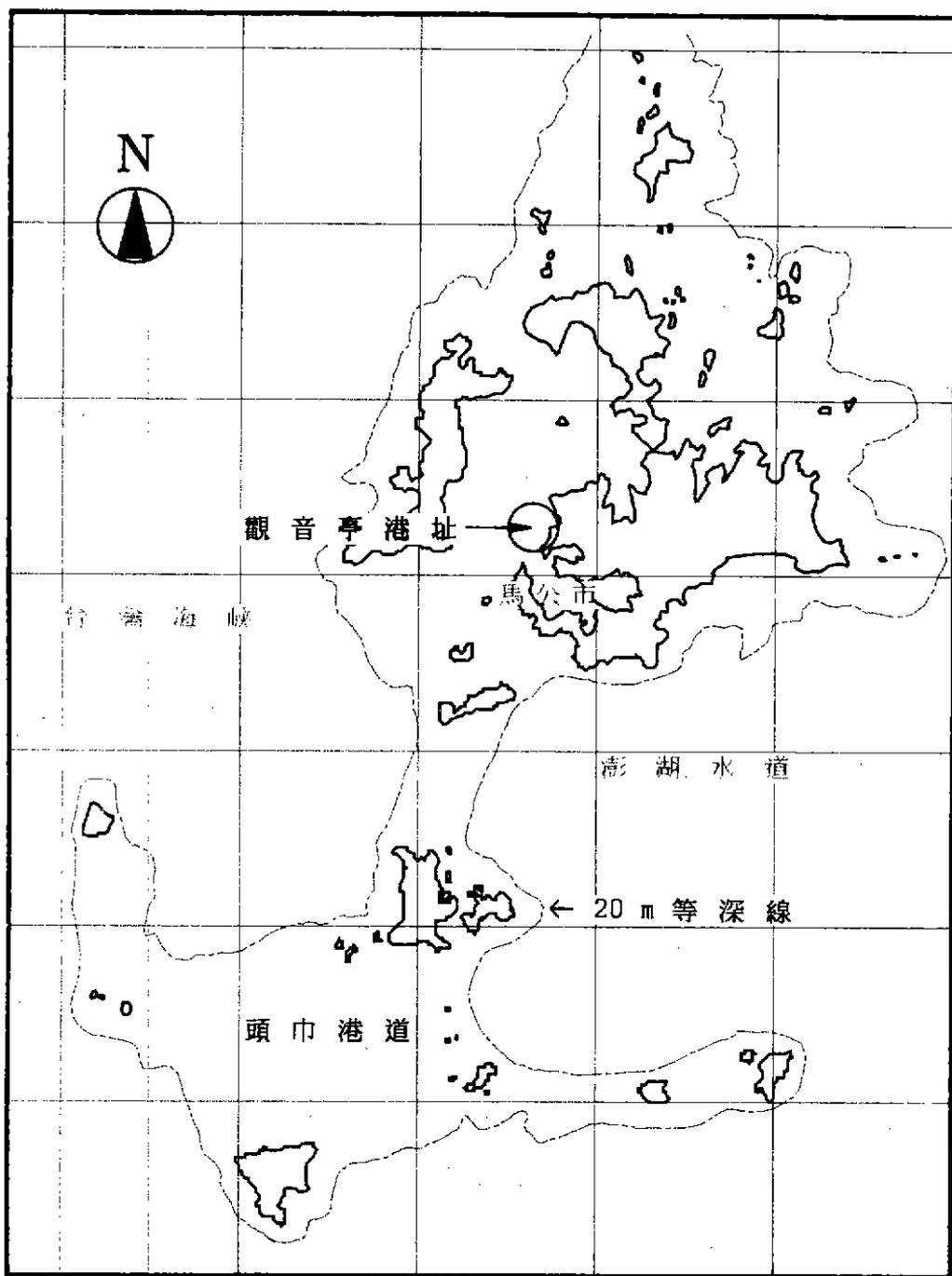


圖1-1 澎湖觀音亭港址位置圖

第二章 自然海氣象資料

自然海氣象條件對於港灣結構物的安全、船舶的操作以及碇泊影響甚鉅，故規劃一港灣工程必須對當地之海氣象有所了解，茲就所蒐集之資料分析如下：

一、波浪

1. 季節風波浪

澎湖地區雖然冬季東北季風甚強，惟在觀音亭附近水域因受地形遮蔽之故，影響該區深海波浪方向僅為W ~ SSW，並不受冬季季風所形成風浪之影響，而夏季季風雖多屬W ~ SSW風向，然延時均較短，故影響亦不大。

該區因無實測波浪資料，為推算所需設計波浪資料，僅能依以往及附近區域之資料作波浪之推算。根據僑龍顧問公司所提供該區各方向最大波浪條件如表2-1中所示：

表 2 - 1 季風深海波浪推算值

波 向	波高(m)	週期(sec)
W	*	*
WSW	2.3	6.1
SW	2.1	5.9
SSW	2.0	5.7

* 季節風W方向一般風速皆在5m/sec以下，且延時皆不超過6小時，故不計。

2. 颱風波浪

僑龍工程顧問公司為求得颱風時所造成之深海波浪及週期，根據過去各颱風之路徑及強度，選擇影響該區水域最大之衛歐拉(Viola 民國58年7月)以及魏達(Wilda 民國62年7月)作為颱風推算模型，經推算各波向深海颱風波浪及週期如表2-2中所示：

表 2 - 2 各波向深海颱風波浪推算值

波 向	波高(m)	週期(sec)
W	2.51	7.77
WSW	2.83	7.50
SW	5.15	10.77
SSW	6.82	8.63

二、潮汐

僑龍工程顧問公司依據中央氣象局於馬公港之自記檢潮站(民國60年1月1日~67年12月)之實測資料記錄，分析該區低潮位系統潮位結果如表2-3所示，若換算為中潮位系統，其潮位則如表2-4所示：

表 2 - 3 馬公港低潮位系統潮位表

M.H.W.L.	+3.68 m (發生於8月)
M.H.W.O.S.T.	+3.09 m
M.W.L.	+1.79 m
M.L.W.O.S.T.	+0.43 m
L.L.W.L.	-0.11 m (發生於1月)

表 2 - 4 馬公港中潮位系統潮位表

H.H.T.	+2.31 m
M.H.W.O.S.T.	+1.72 m
M.T.	+0.42 m
L.W.O.S.T.	-0.94 m
L.L.T.	-1.48 m

* 中潮系統 = 低潮系統 - 1.373

三、海流

澎湖地區因缺乏實測海流資料，故僑龍工程顧問公司依據海軍海洋測量局刊行海圖標示之潮流資料，整理得各離島附近海域潮流資料如表2-5所示：

表 2 - 5 澎湖各離島附近海域潮流資料一覽表

海 域	潮流流速 (節)	概 略 流 向
澎湖本島東側海域	3.0 - 5.0	漲潮向北,退潮向南
澎湖本島西側海域	2.0 - 2.5	漲潮向北,退潮向南
吉貝嶼附近海域	2.0 - 4.0	漲潮向北,退潮向南
七美嶼附近海域	2.5 - 4.0	漲潮向北,退潮向南
望安嶼附近海域	2.0 - 3.0	漲潮向北,退潮向南
將軍嶼附近海域	2.0 - 3.0	漲潮向北,退潮向南

第三章 試驗設備、試驗條件與步驟

一、試驗設備

本試驗在港灣技術研究所第二試驗場棚辦理，其主要試驗設備如下：

1. 試驗水池：長62m、寬51m、深1m。

2. 可移動推移式造波機(如照片3-1)：

由四部可移動推移式造波機所組成，經調整變速機之變速比及衝程可造出模型試驗所需波浪之波高及週期。因造波機為可移動性，故可變換位置模擬現地海岸各種方向之波浪。

3. 容量型波高計：包括感應器及增幅器，可準確地量測水面起伏變化。

4. 資料處理系統：各測點之水面起伏變化經由容量型波高計感應後傳入PC，再由PC內之A/D (Analog-Digital Converter)轉換成數位訊號，儲存於PC記憶體內做資料分析處理(如照片3-2)。

二、試驗條件

1. 模型縮尺

波浪運動主要受重力因素影響，在不考慮黏滯性情況下，模型與原型間物理量之比例關係，可由福祿德相似律 (Froude's Similarity Law) 決定。依據合約規定及本所造波機性能，本次試驗有關長度及時間的縮尺分別採：

$$(1) \text{ 長度縮尺: } L_r = L_m / L_p = 1/64$$

$$(2) \text{ 時間縮尺: } T_r = T_m / T_p = (L_m / L_p)^{1/2} = 1/8$$

其中下標所註，m 表模型、p 表原型。

2. 波浪條件

試驗波浪條件係由僑龍工程顧問公司提供，如表3-1所示：

表 3 - 1 試驗波浪條件

波 浪 種 類	波 向	波 高		週 期	
		原型 (m)	模型 (cm)	原型 (sec)	模型 (sec)
颶 風	W	2.5	3.91	7.8	0.975
颶 風	WSW	2.8	4.38	7.5	0.938
颶 風	SW	5.2	8.13	10.8	1.350
季 節 風	SW	2.1	3.28	5.9	0.740

3. 水位條件

觀音亭附近之潮位值(採用中潮系統)為：

H.H.W.L. +2.31m

M.H.W.L. +1.72m

颶風波浪時用H.H.W.L.，季節風波浪時採用M.H.W.L.。

4. 試驗配置

本試驗共進行四種配置方案試驗，包括委託單位所提供兩種配置方案，即第一期計劃配置方案 (Layout A) 與第二期計劃完成後之配置方案(Layout B)，以及本所依試驗結果所研擬之兩種改善配置方案 (Layout C, Layout D) 等，分別檢討港池內穩靜情況，其配置方案分別如圖3-1-a~圖3-1-d與表3-2所示。

表 3 - 2 各種試驗配置方案說明表

配置方案	說 明
Layout A	第一期計劃配置方案，私人遊艇區面積43700m ² ，會員及租賃遊艇區面積15600m ² ，如圖3-1-a。
Layout B	第一期計劃及第二期計劃完成的配置方案，觀光遊艇區面積15600m ² ，如圖3-1-b。
Layout C	同 layout B，惟在北防波堤最南邊堤頭增加一南北向13m防波堤，及在北防波堤南邊突堤增一南北向32m之突堤，如圖3-1-c。
Layout D	同 layout B，惟在水深約5m處增加一200m之離岸堤，如圖3-1-d。

5. 試驗要求

本試驗颱風波浪對港內容許波高要求為50cm，季節風波浪時則為30cm；越波方面，季節風時不容許越波發生，颱風時可稍許少量越波。

三、試驗步驟

試驗能否獲致精確結果，有賴於試驗過程的一致性、模型尺度之選取以及量測儀器的率定等試驗之檢校工作，有關試驗過程詳述如下：

1. 波高計與資料處理系統之率定

利用率定儀以等距離上下移動方式率定波高計，以確認其是否成線性。其次利用波高計與造波機檢核資料處理系統之準確性。

2. 模型製作

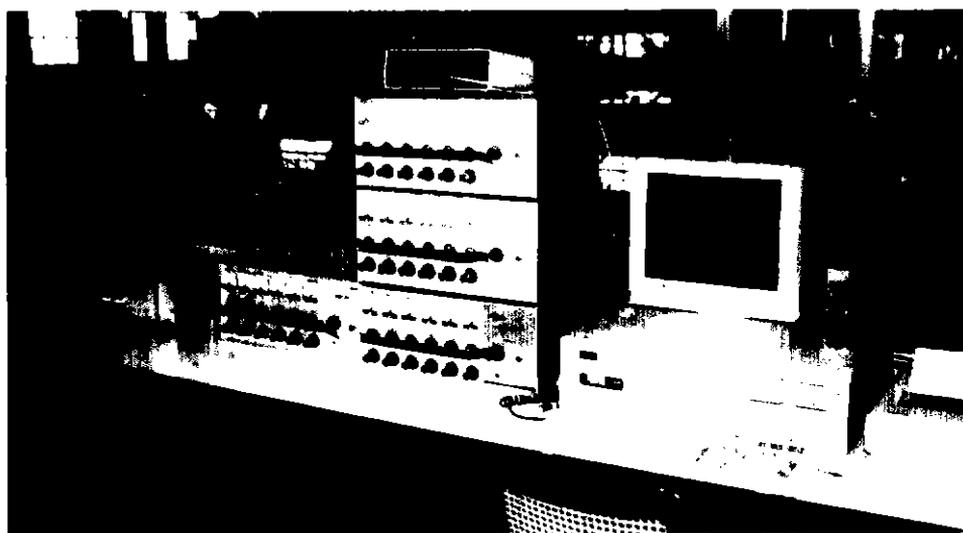
根據僑龍工程顧問公司所提供觀音亭附近水深測量圖，於試驗水池內製作縮尺為1:64之試驗模型。由於該地形變化複雜，除以水準儀量測高程外，並利用薄板仿照等深線鋪海底地形，再放等深水線校正，以期獲致較精確的試驗模型。此外，於造波機前放置波高計 2支量測入射波浪，並在航道與泊地內具代表性之位置分別設置22支(layout A)及29支 (layout B、C、D)，以量測水位變化情形，其測點位置分別如圖3-2-a及圖3-2-b所示。

3. 試驗過程

- (1). 依據已率定各種波向之外海入射波浪條件造波試驗。
- (2). 考慮入射波反射影響因素，造波時間約為3-4分鐘，當成熟波浪到達量測位置時，PC即開始以40Hz速度記錄水位變化資料，記錄時間為3分鐘。有關記錄資料如圖 3-3-a~圖3-3-c所示，圖中縱軸為水位變化，單位為公分，橫軸為時間變化，單位為秒。
- (3). 在電腦自動擷取資料時，並至模型現場實際觀測、拍照有關導浪、碎波、繞射、折射及越波情形。
- (4). 統計分析及研判港區內波浪分佈是否符合允許要求，否則再研擬適當修正方案。



照片 3-1 可移動推移式造波機



照片 3-2 資料處理系統

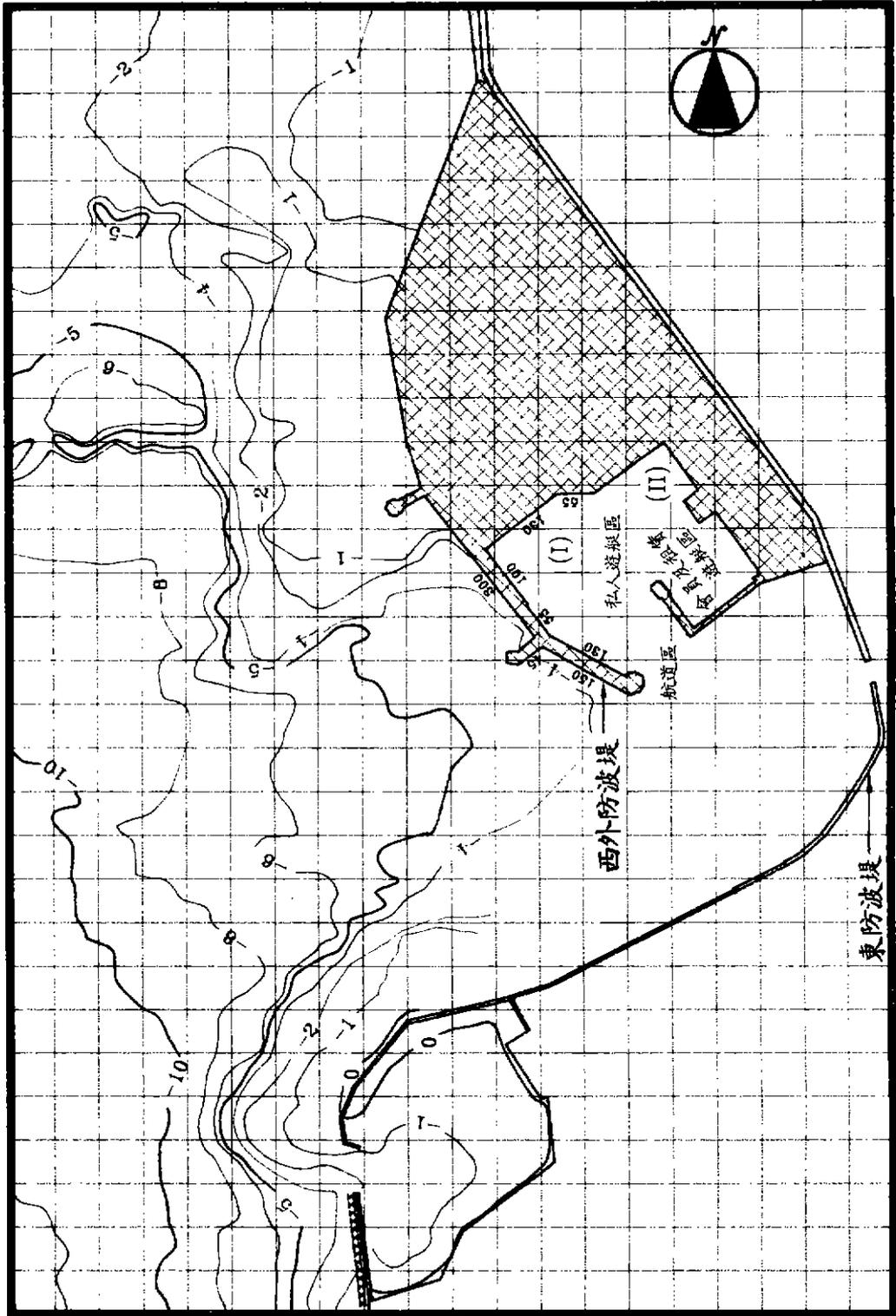


圖3-1-a 第一期計畫配置方案, (Layout A)

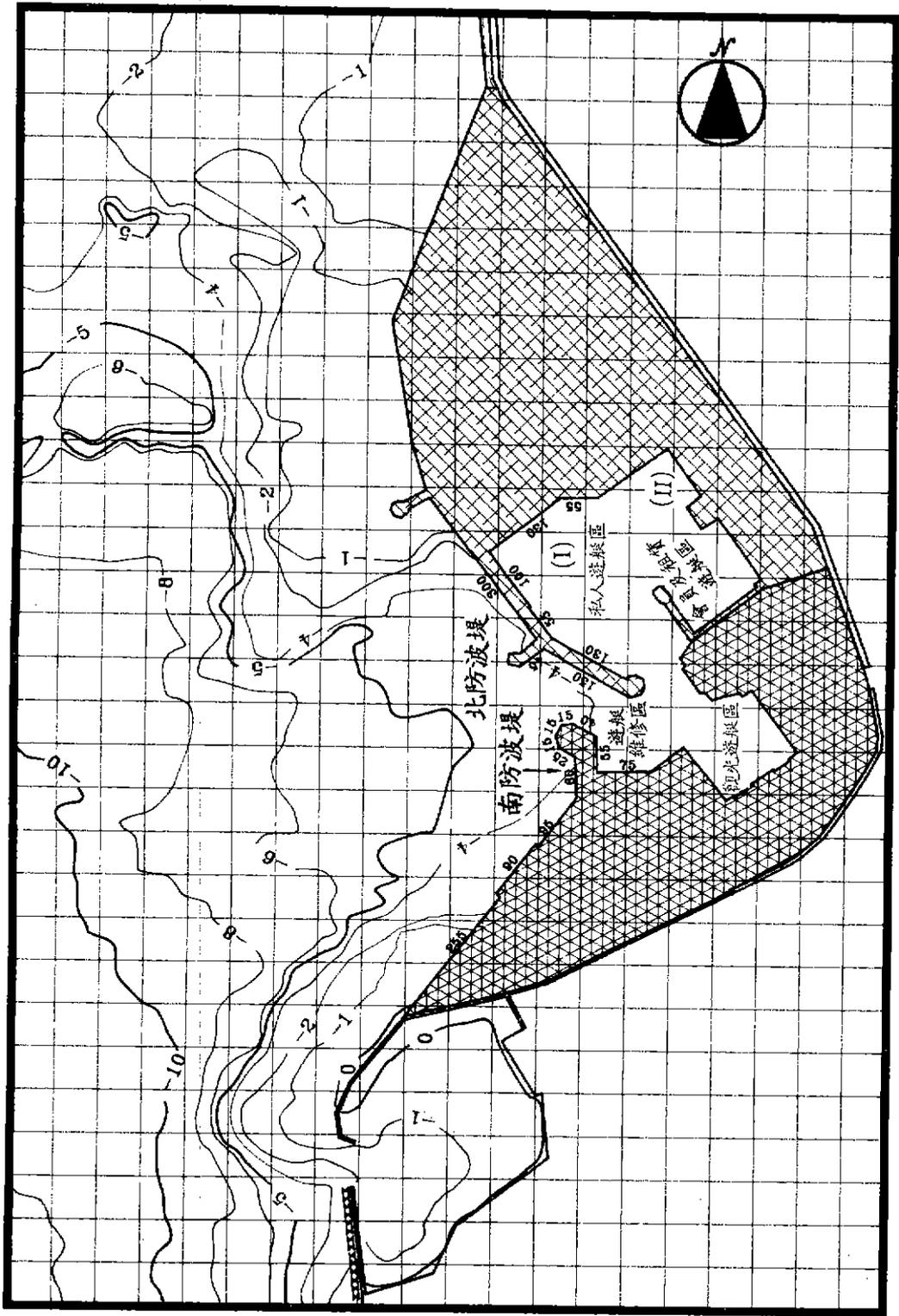


圖3-1-b 第一、二期計畫完成配置方案, (Layout B)

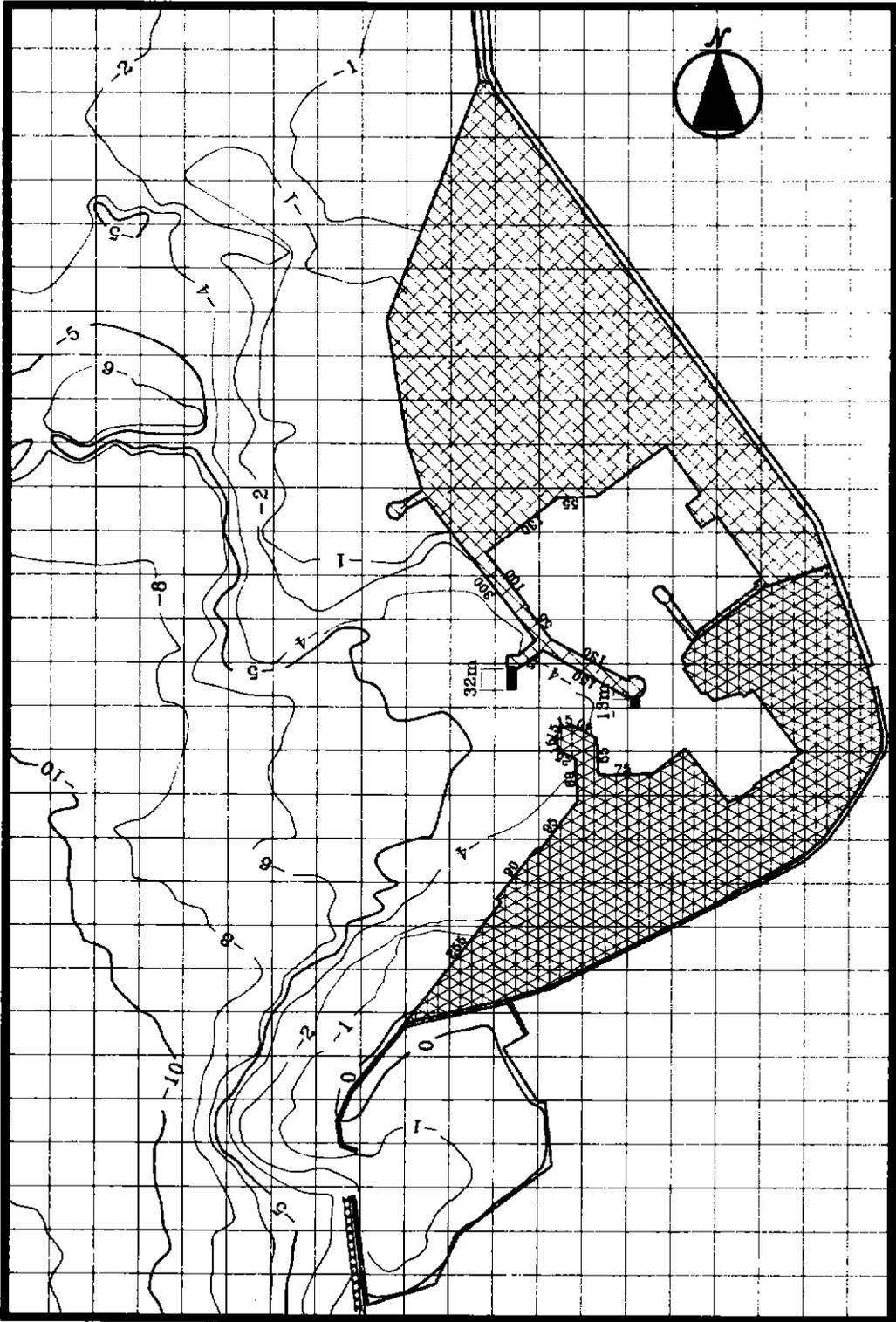


圖 3-1-c Layout B 加突堤改善配置方案, (Layout C)

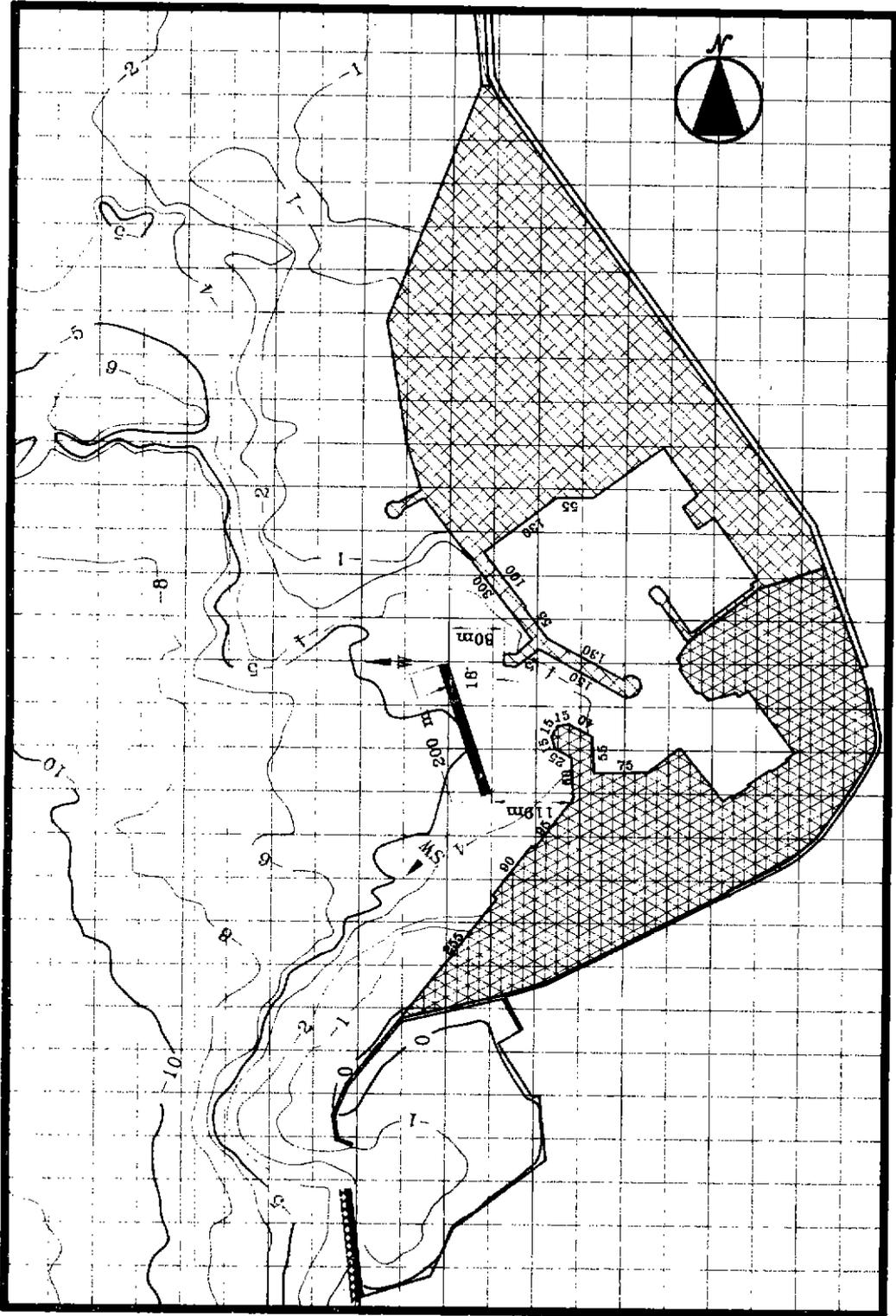


圖 3-1-d Layout B 加離岸堤改善配置方案, (Layout D)

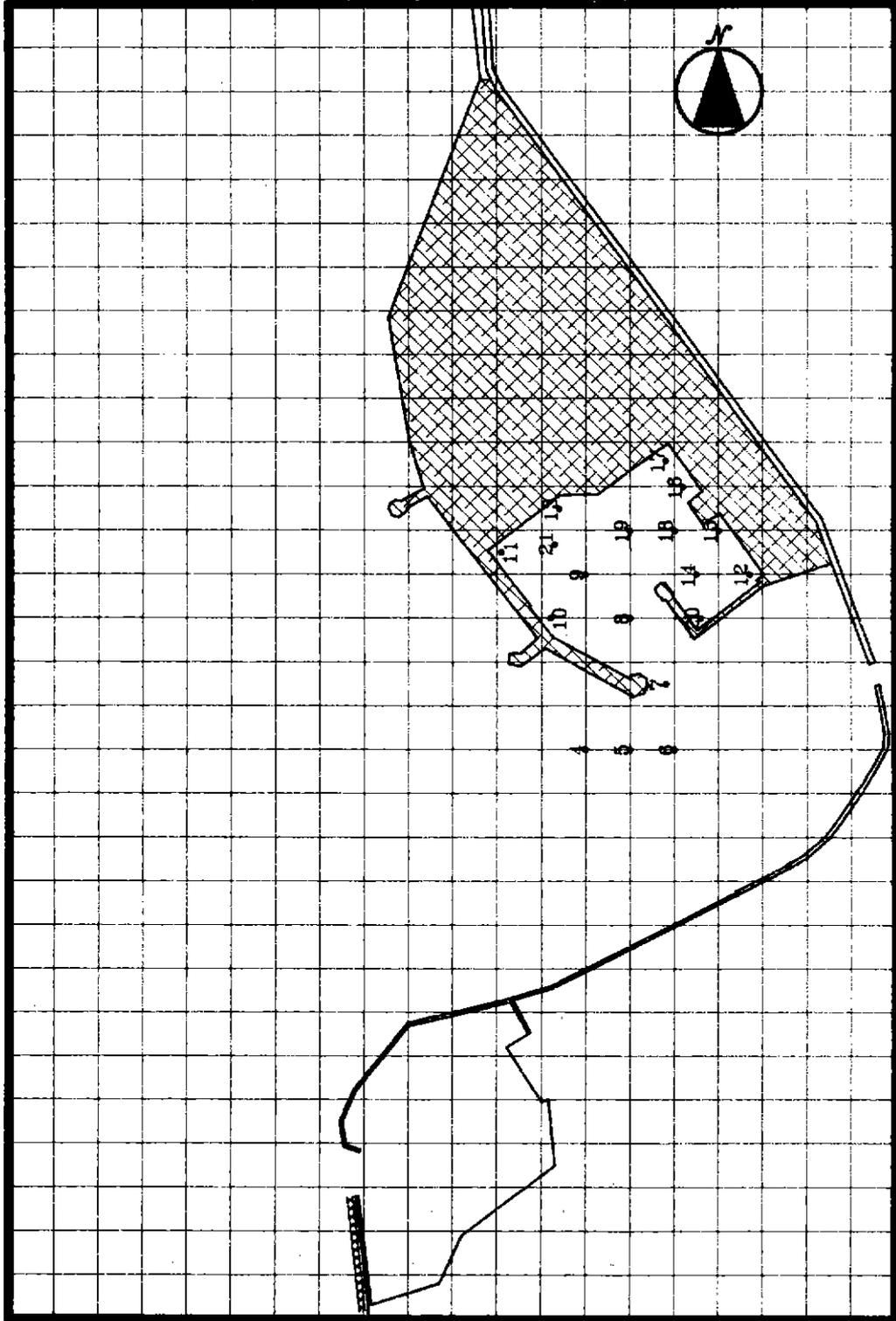


圖 3-2-a (Layout A) 各測點設置圖

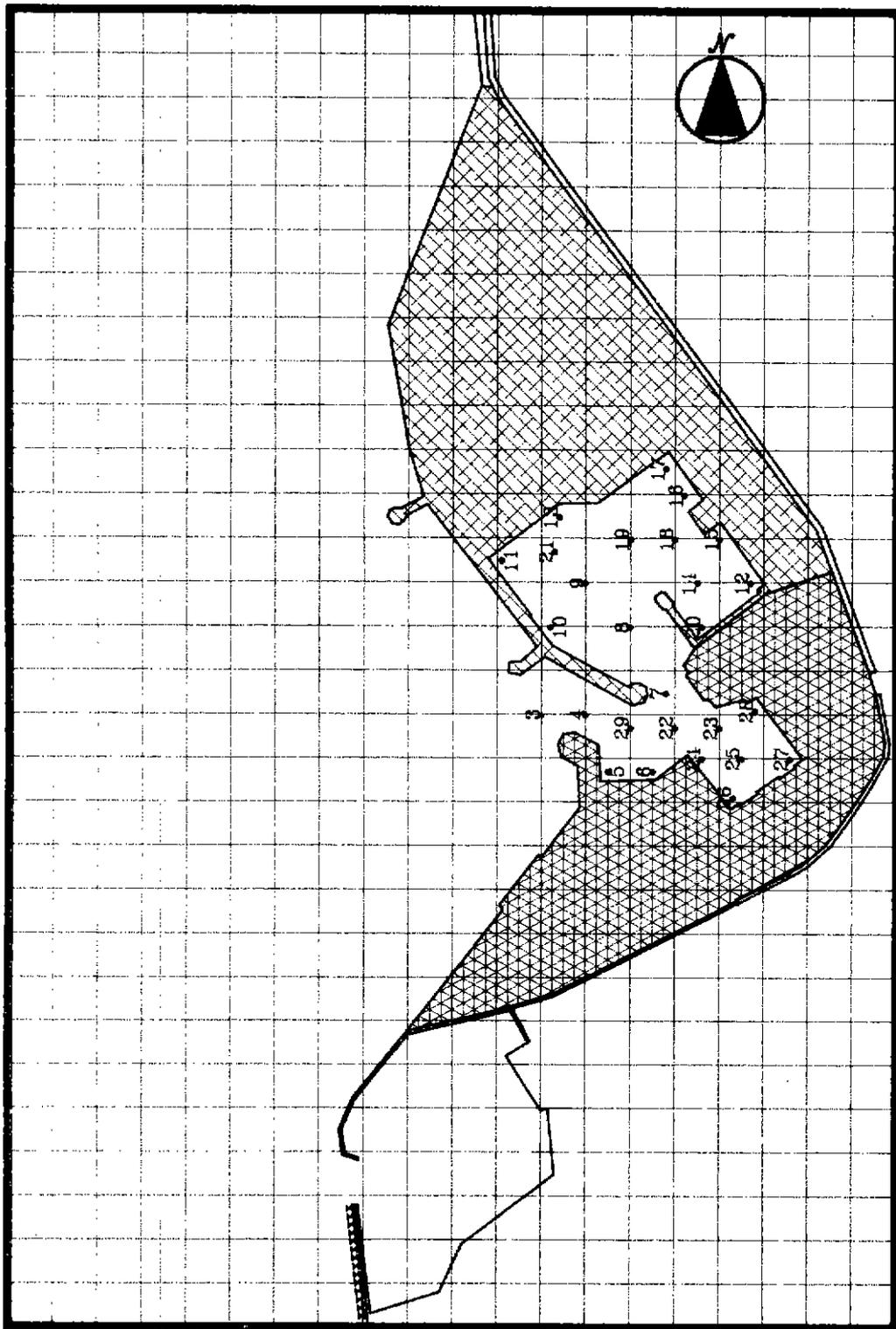


圖3-2-b (Layout B、C、D)各測點設置圖

Layout : A Channel : 1
Direction : SW H(ave) : 8.43 cm
Type : Typhoon T(ave) : 1.37 sec

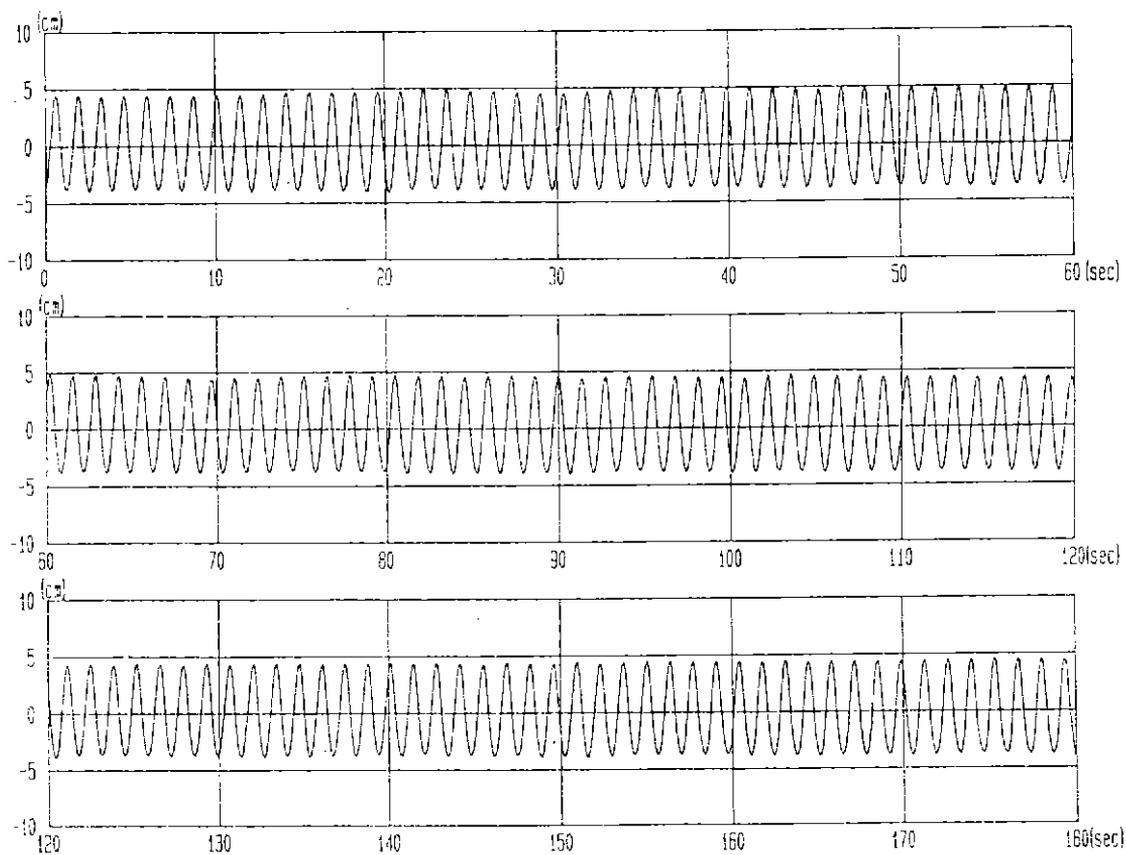


圖 3-3-a 深海入射波浪水位變化

Layout : A Channel : 5
Direction : SW H(ave) : 1.88 cm
Type : Typhoon T(ave) : 1.18 sec

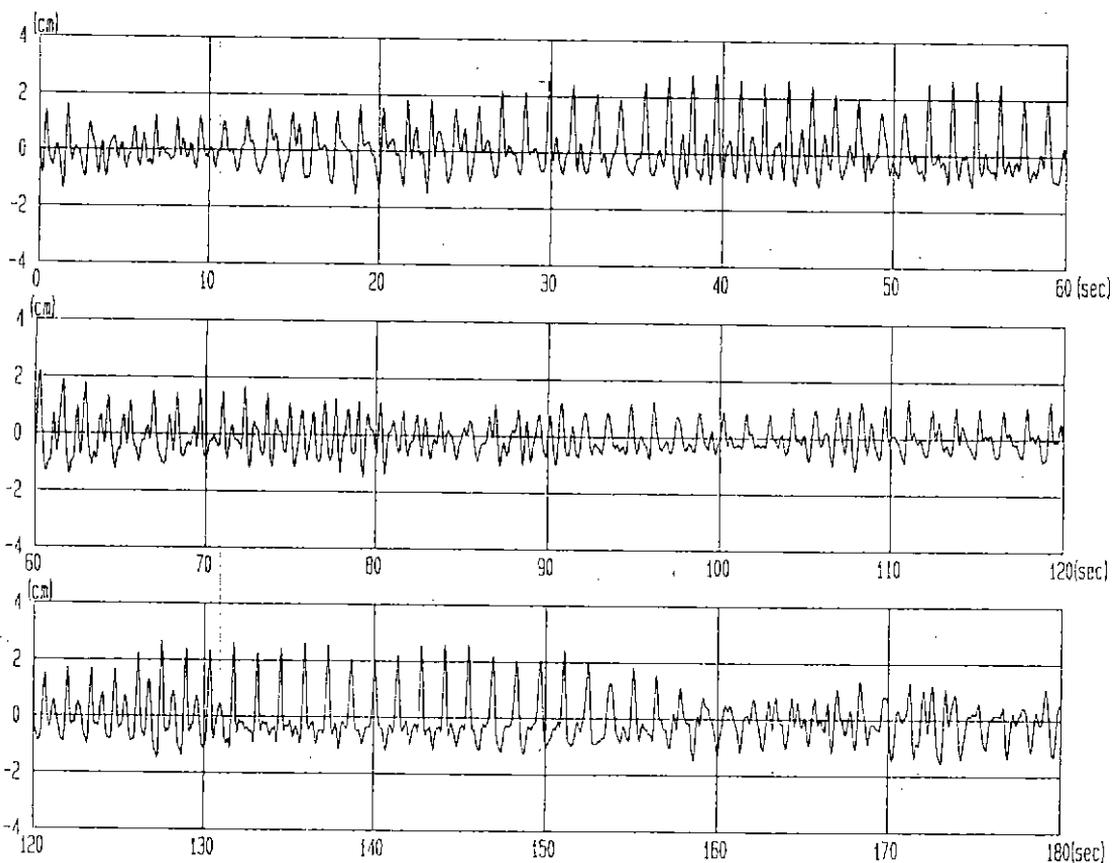


圖 3-3-b 港口處水域(測點5)水位變化

Layout : A Channel : 14
Direction : SW H(ave) : 0.46 cm
Type : Typhoon T(ave) : 1.72 sec

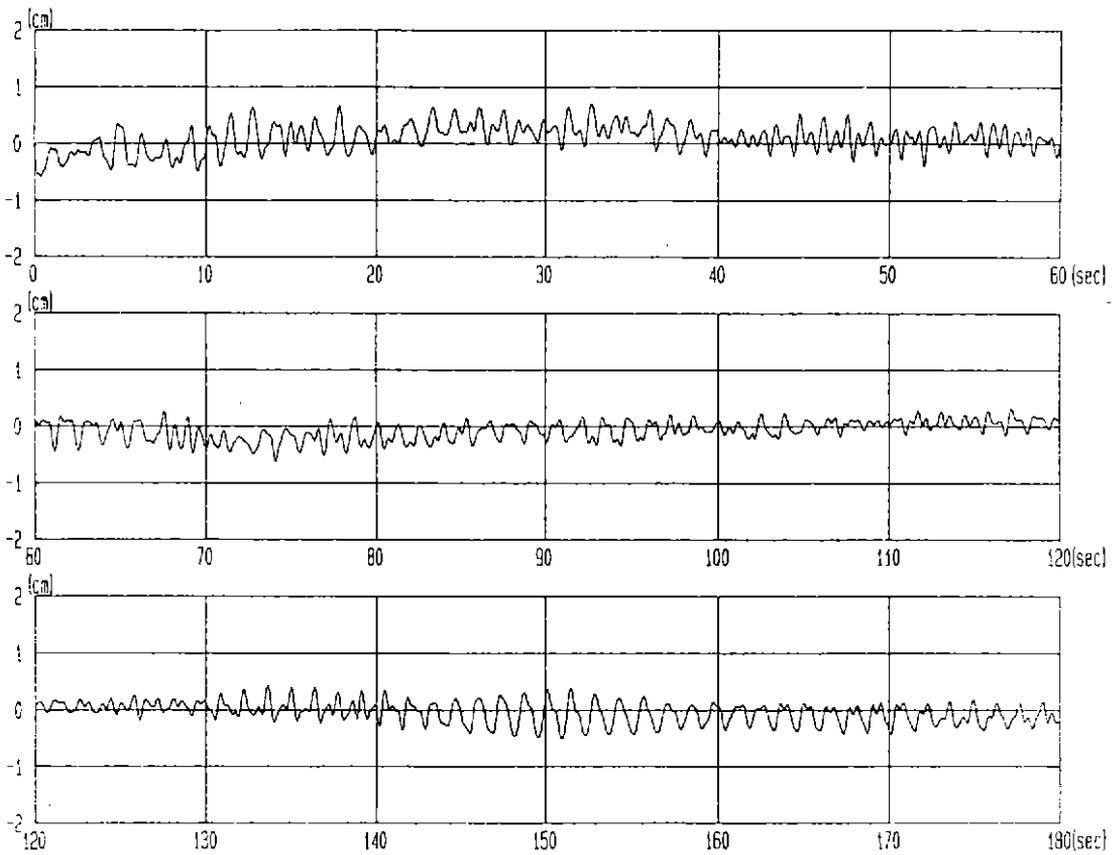


圖 3-3-c 港內水域(測點14)水位變化

第四章 試驗結果及討論

本試驗研究，依據第三章試驗條件、試驗配置方案，總共進行16 Run次試驗，謹將試驗結果詳述如后：

一、第一期計畫配置方案(Layout A)試驗結果：

澎湖觀音亭新生地遊艇港第一期計畫配置方案及試驗模型波高計設置位置分別如圖 3-1-a與圖 3-2-a 所示、該配置方案總共進行W、WSW以及SW等三個波向颱風波浪，以及一個SW波向季節風波浪試驗，其試驗結果如下：

配置方案A，當颱風波浪作用時，第一期遊艇港計劃其港口處、航道區、港內私人遊艇區以及會員租賃遊艇區，水域試驗波高係數分佈分別如圖4-1-a~圖4-1-d以及表4-1所示，其港內水域試驗等波高分佈曲線則分別如圖4-2-a~圖4-2-d所示；而整個水域試驗結果各測點波高分佈則如圖4-3-a~圖4-3-d所示。

表 4 - 1 配置方案A，港內水域各分區波高係數分佈表

波浪型態	波向	波高 (m)	週期 sec	港口	航道	私人遊艇區		會員及租賃 遊艇區
						(I)區	(II)區	
颱風波浪	W	2.5	7.8	0.45~0.81	0.13~0.16	0.13~0.19	0.07~0.12	0.04~0.12
	WSW	2.8	7.5	0.30~0.52	0.11~0.12	0.07~0.12	0.04~0.07	0.03~0.15
	SW	5.2	10.8	0.15~0.20	0.05~0.06	0.05~0.18	0.07~0.13	0.04~0.05
季節風	SW	2.1	5.9	0.11~0.21	0.02	0.01~0.02	0.01~0.02	0.01~0.02

W波向颱風波浪作用試驗結果顯示，由於入射波浪受到部份西防波堤導浪以及第二期計畫用地處護岸波浪反射之雙重作用，致使進入港口之入侵波浪在私人遊艇區碼頭西側角落處有波能集中現象，波高最

大值為49.8公分，如圖4-2-a所示，惟整個水域均尚能符合颱風期間遊艇船停靠要求，如圖4-3-a所示。照片4-1-a則為該波向颱風波浪作用時，遊艇港西外防波堤部份導浪以及入侵波浪在堤頭剛繞射入侵港內水域情形；照片4-1-b則為累積造波時間達5分鐘，即當波浪成熟後，港內水域在入射波浪經繞射、反射等效應後水面變化情形。

WSW波向颱風波浪作用試驗結果顯示，雖然西防波堤仍具導浪效果，但已較W向颱風波浪作用時不顯著，以及入射波雖仍然受到第二期計畫用地處護岸反射作用，但因該反射波能並未直接全部入侵港內，有部份受到東防波堤護岸之再反射，故使得配置方案A在該波向颱風波浪作用時，港內各區水域試驗波高大都介於30公分左右，均能符合颱風期間遊艇船舶停靠安全，如圖4-3-b所示。照片4-2-a則為該波向入射波浪在西防波堤堤頭繞射情形；照片4-2-b則為該波向波浪在累積造波時間為5分鐘後，即當波浪成熟時，港內水域在入射波浪經繞射、反射等效應後之水面變動情形。

SW向颱風波浪作用時，雖然該波向颱風波浪深海波高達5.2m遠較W向颱風波浪深海波高2.5m以及WSW向颱風波浪深海波高2.8m兩者為大，試驗結果顯示，該波向波浪因受地形淺化影響，在到達港口附近處之入射波高已減衰約為1m左右，遠較其他兩者在港口處之入射波高(W向波浪在港口處入射波高約為2m,WSW向波浪在港口處波高約為1.5m)為小，但因該波向深海波浪週期長達10.8sec,遠較W向深海波浪週期7.8sec以及WSW向深海波浪週期7.5sec為長，故在私人遊艇區碼頭附近水域有明顯波能集中現象，試驗結果顯示在該區水域西側角落處波高達90公分以上，在該區水域東側角落處波高達70公分以上，如圖4-2-c以及圖4-3-c所示，均遠超過颱風期間遊艇船停靠要求，惟試驗結果顯示，在會員及租

質遊艇區水域試驗波高則均在30公分以下；照片4-3-a則為配置方案A，在該波向波浪作用下，入射波浪經堤頭繞射入侵港內水域的情形；圖4-3-b則為累積造波時間為5分鐘後，即當波浪成熟時，港內水域水面變動情形。配置方案A試驗結果顯示，在W向、WSW向以及SW向颱風波浪作用時，只有SW向颱風波浪作用時有越波(overtopping)現象產生，照片4-3-c與照片4-3-d則為該波向颱風波浪作用，西外防波堤波浪越波情形。

SW向季節風波浪為該區附近水域夏季最經常發生之波浪，該波向深海波高為2.1m，週期為5.9sec，試驗結果顯示，因波浪受地形淺化作用，到達港口附近水域處入射波高已減衰約為45公分，且因週期5.9sec遠較同波向颱風波浪週期10.2sec為短，故在私人遊艇區水域並無波能集中現象，試驗結果顯示，港內全區水域均非常穩靜，波高均在10公分以下，詳如圖4-2-d以及圖4-3-d所示。照片4-4-a與照片4-4-b分別為SW向季節風波浪作用入射波在堤頭繞射以及波浪累積造波時間5分鐘，當波浪成熟後，在港內水域波浪穩靜情形。

故第一期計畫遊艇港配置方案A綜合試驗結果顯示，西外防波堤配置對W向、WSW向颱風波浪均有導浪作用，惟並無越波現象發生，且試驗結果顯示整個港內水域波浪情況均屬能符合該波向颱風期間遊艇船舶之停靠要求。而對嚴重威脅該遊艇港之SW向颱風波浪，試驗結果顯示，除在西防波堤有越波現象發生外，在私人遊艇區東、西兩側角落附近水域，因受碼頭垂直岸壁波浪反射以及入射波能集中之緣故，該區港內水域波高分別超過70公分以及90公分以上，均未能符合颱風期間遊艇船舶之停靠要求，惟在會員及租賃遊艇區附近水域，試驗結果顯示，其波高均在30公分以下，尚能符合颱風期間遊艇船舶之停靠要求。

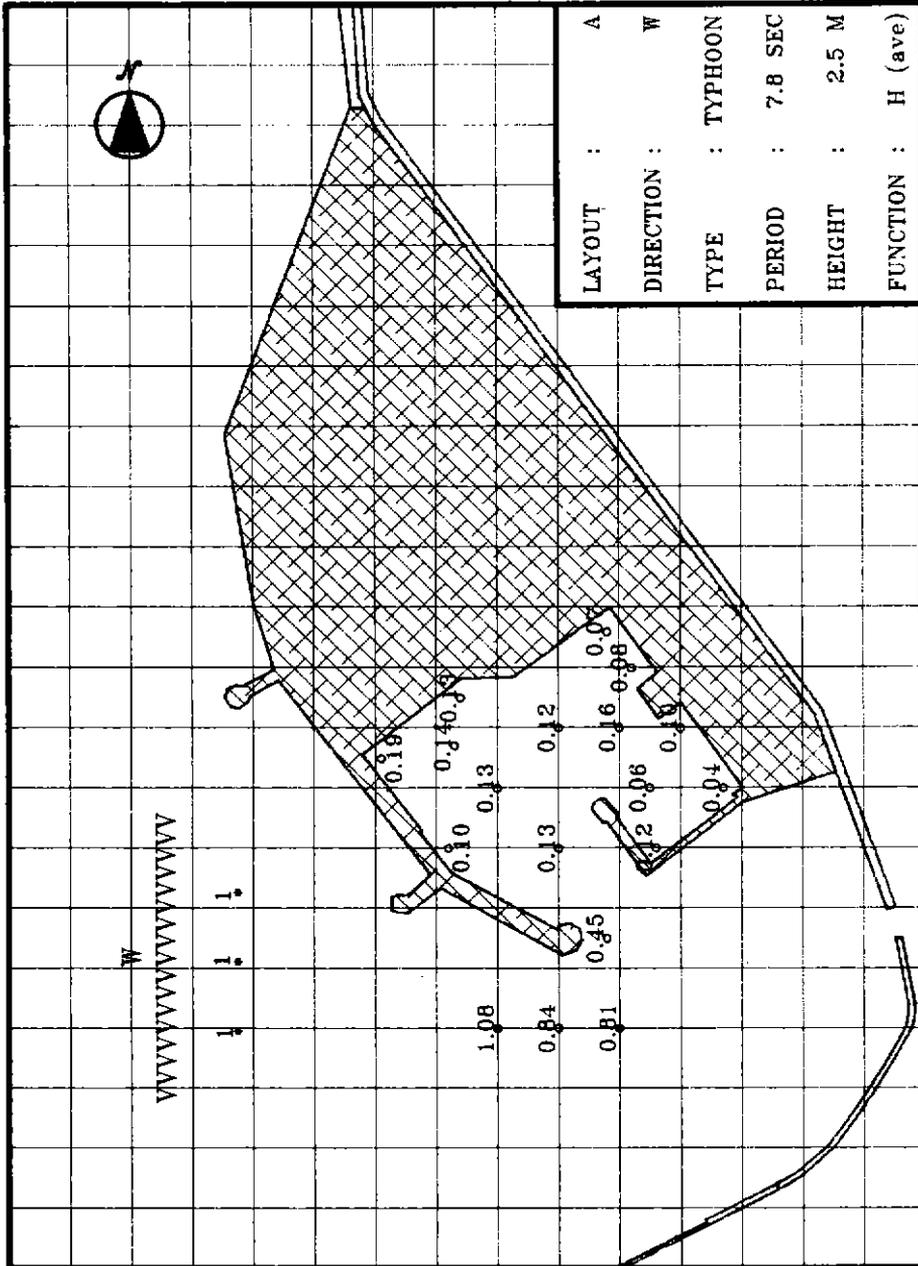


圖 4-1-a 配置方案A, W向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖

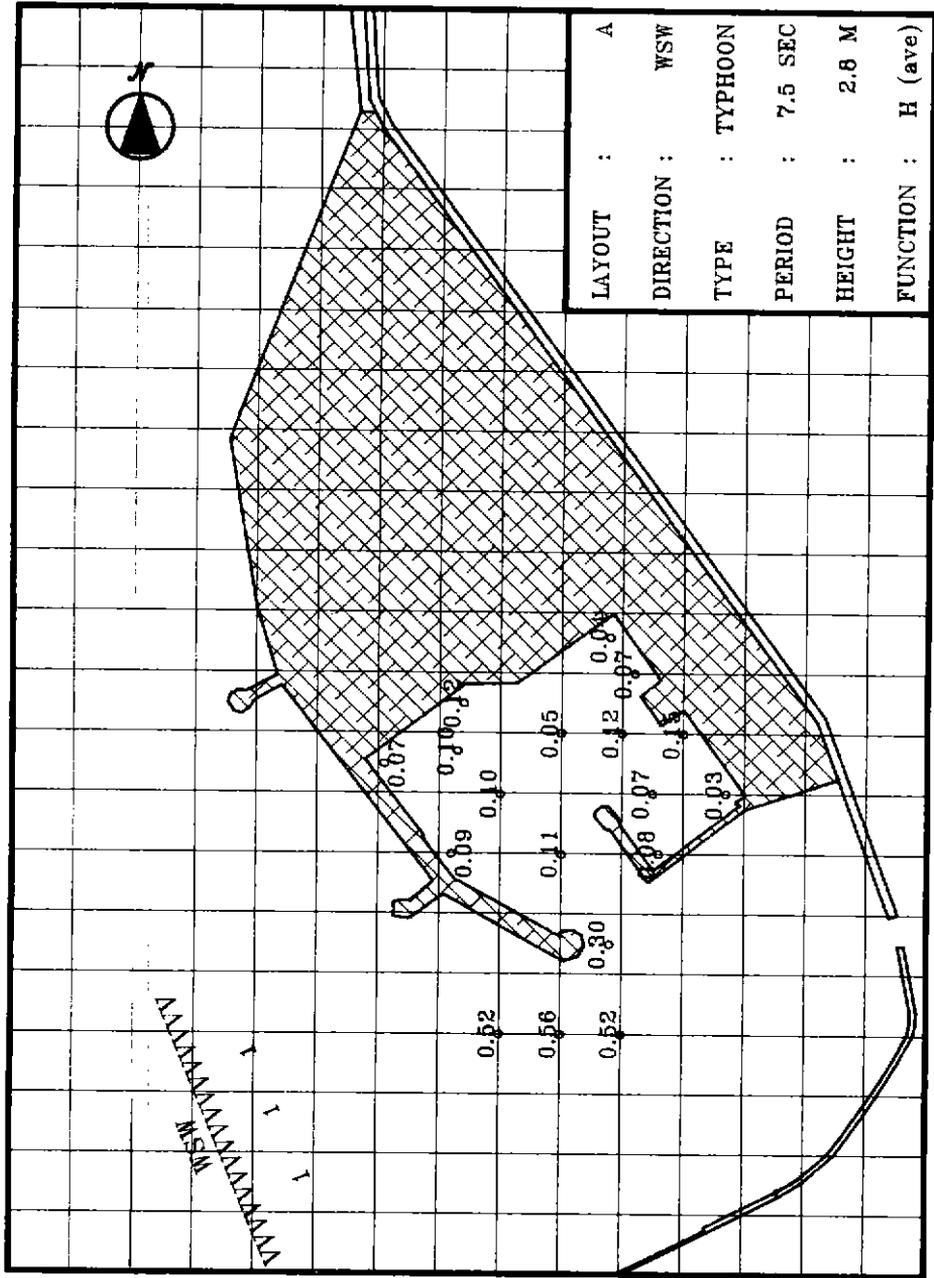


圖 4-1-b 配置方案A, WSW向颱風浪作用港內水域波高係數分佈圖

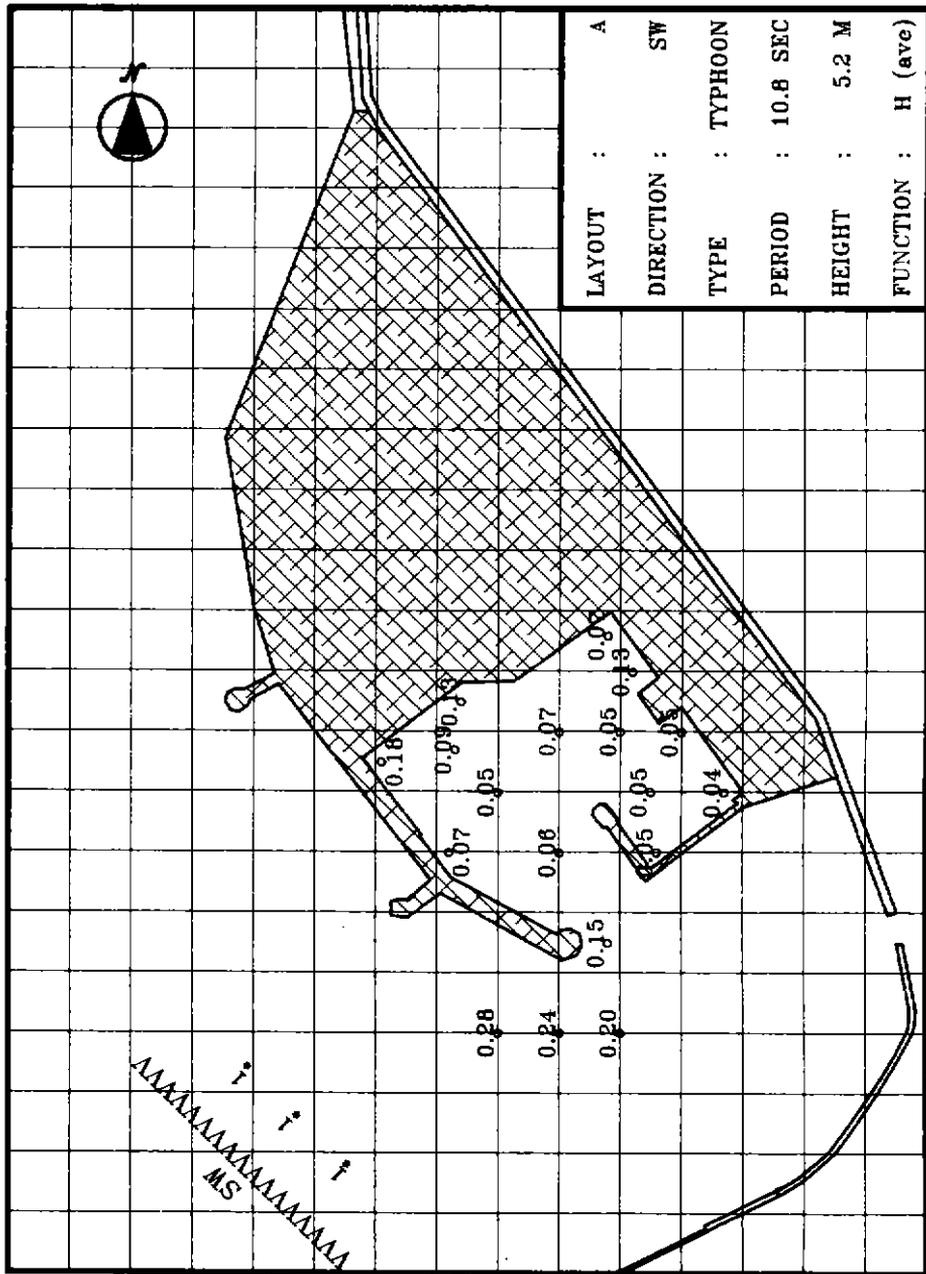


圖 4-1-1-C 配置方案 A, SW 向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖

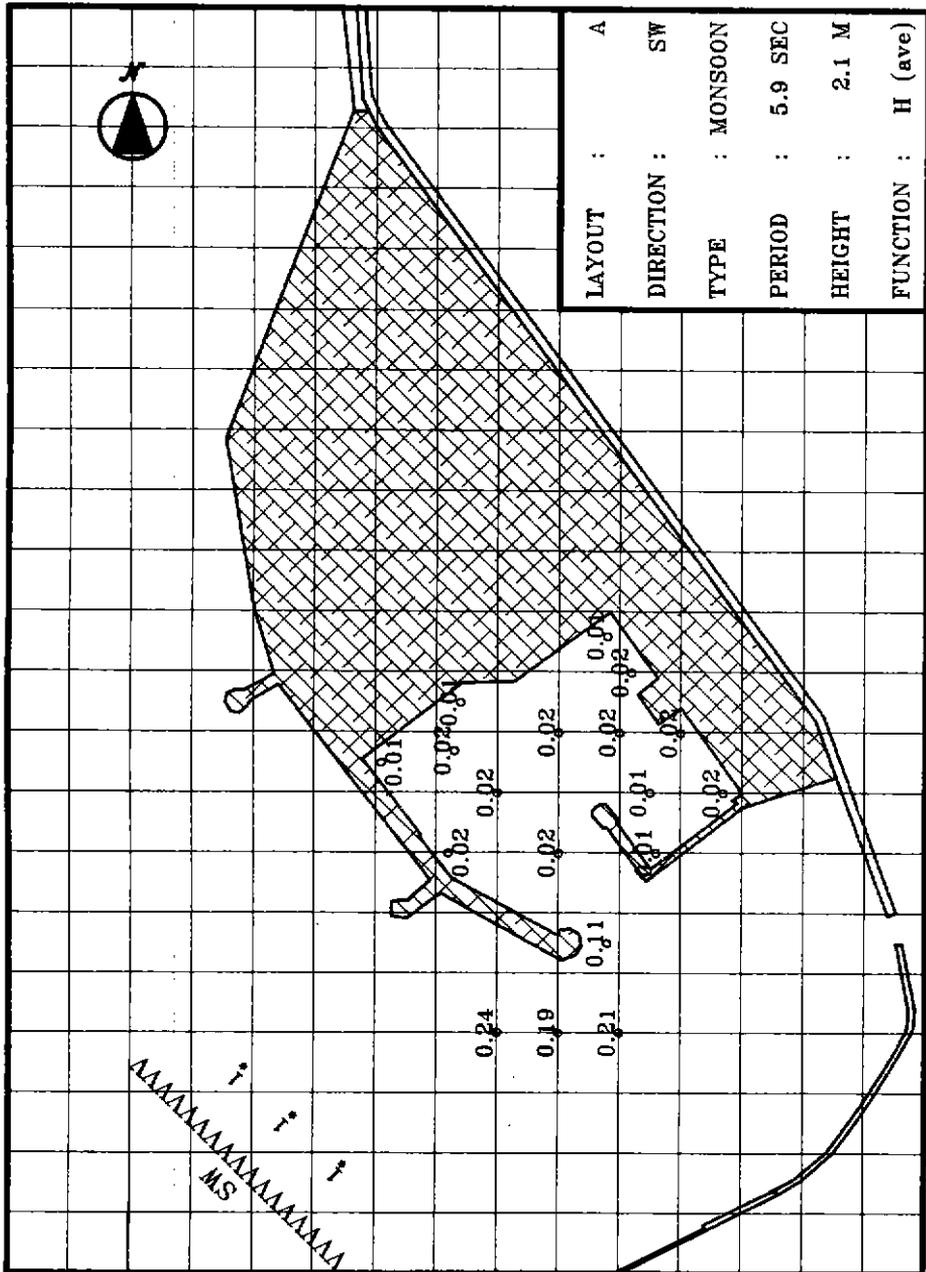


圖 4-1-1-d 配置方案A, SW向季節風波浪作用港內水域波高係數分佈圖

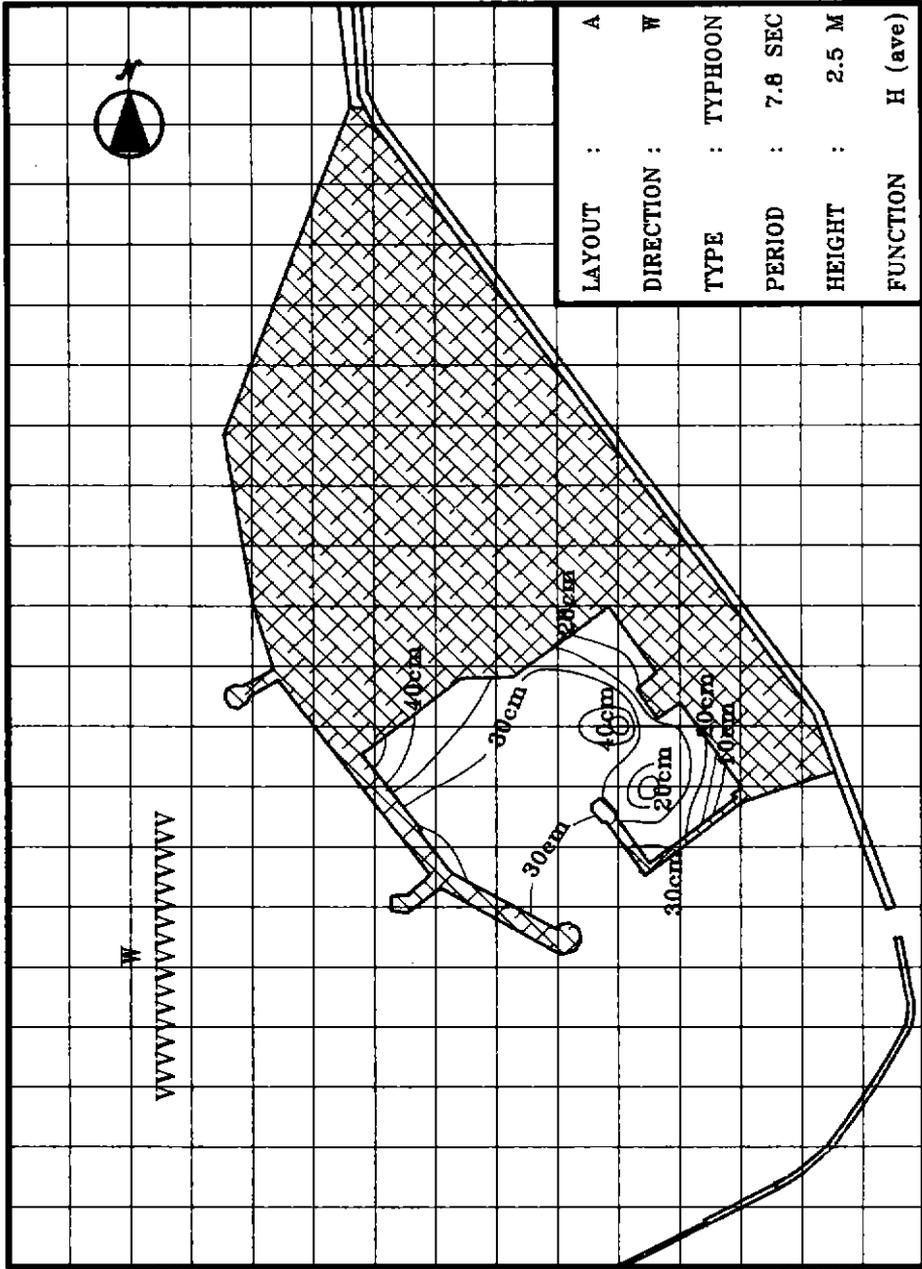


圖 4-2-a 配置方案A, W向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

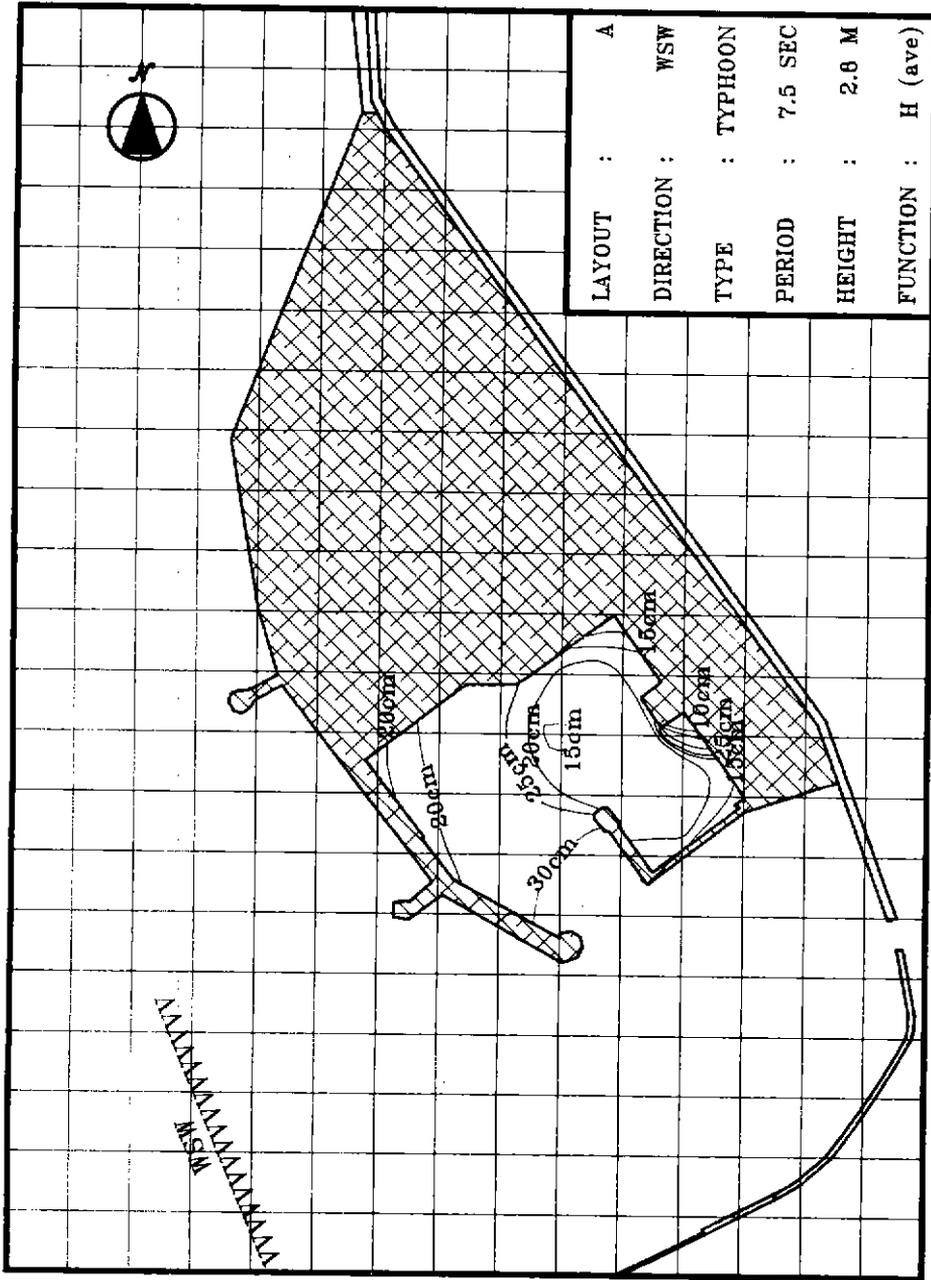


圖 4-2-b 配置方案A, WSW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

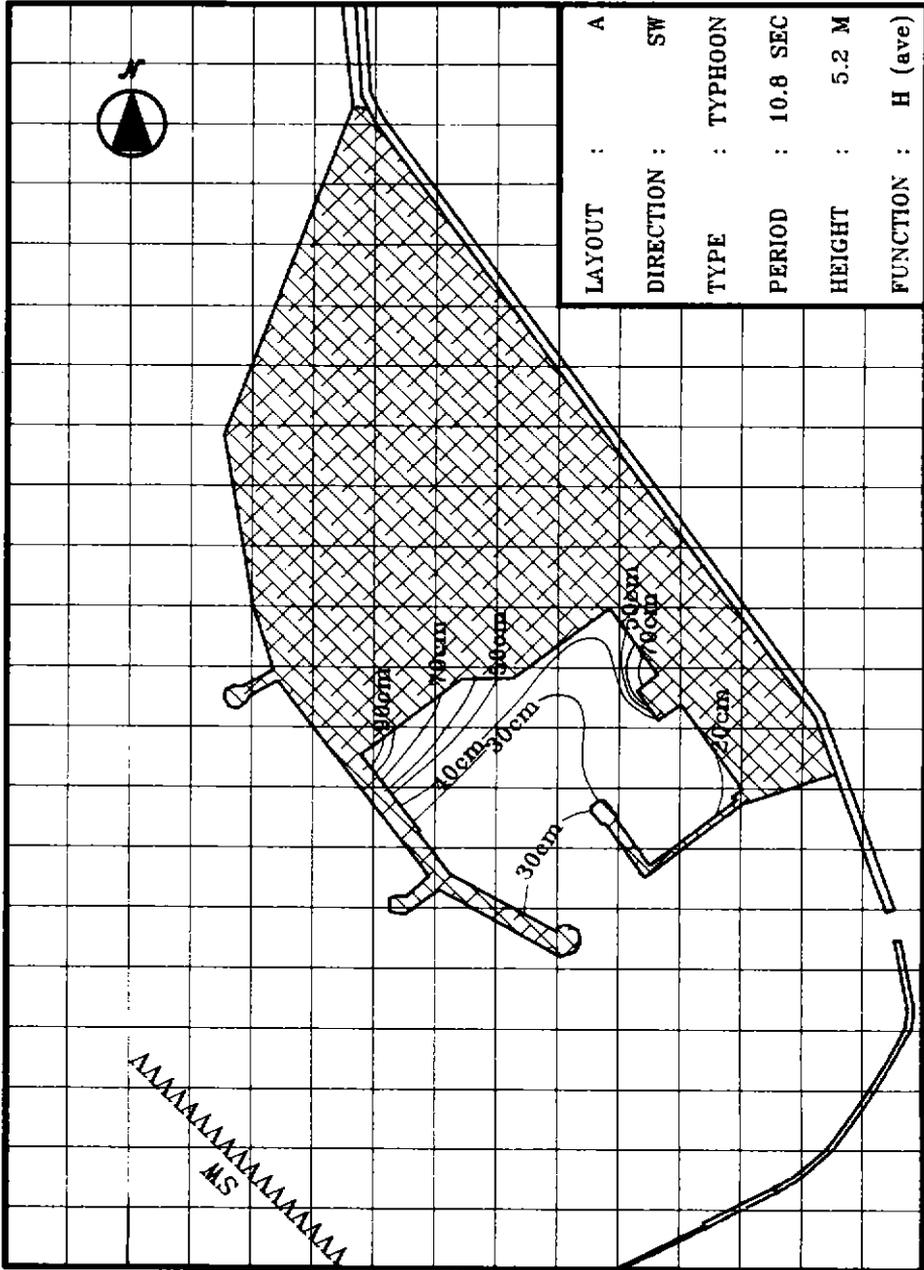


圖 4-2-c 配置方案A, SW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

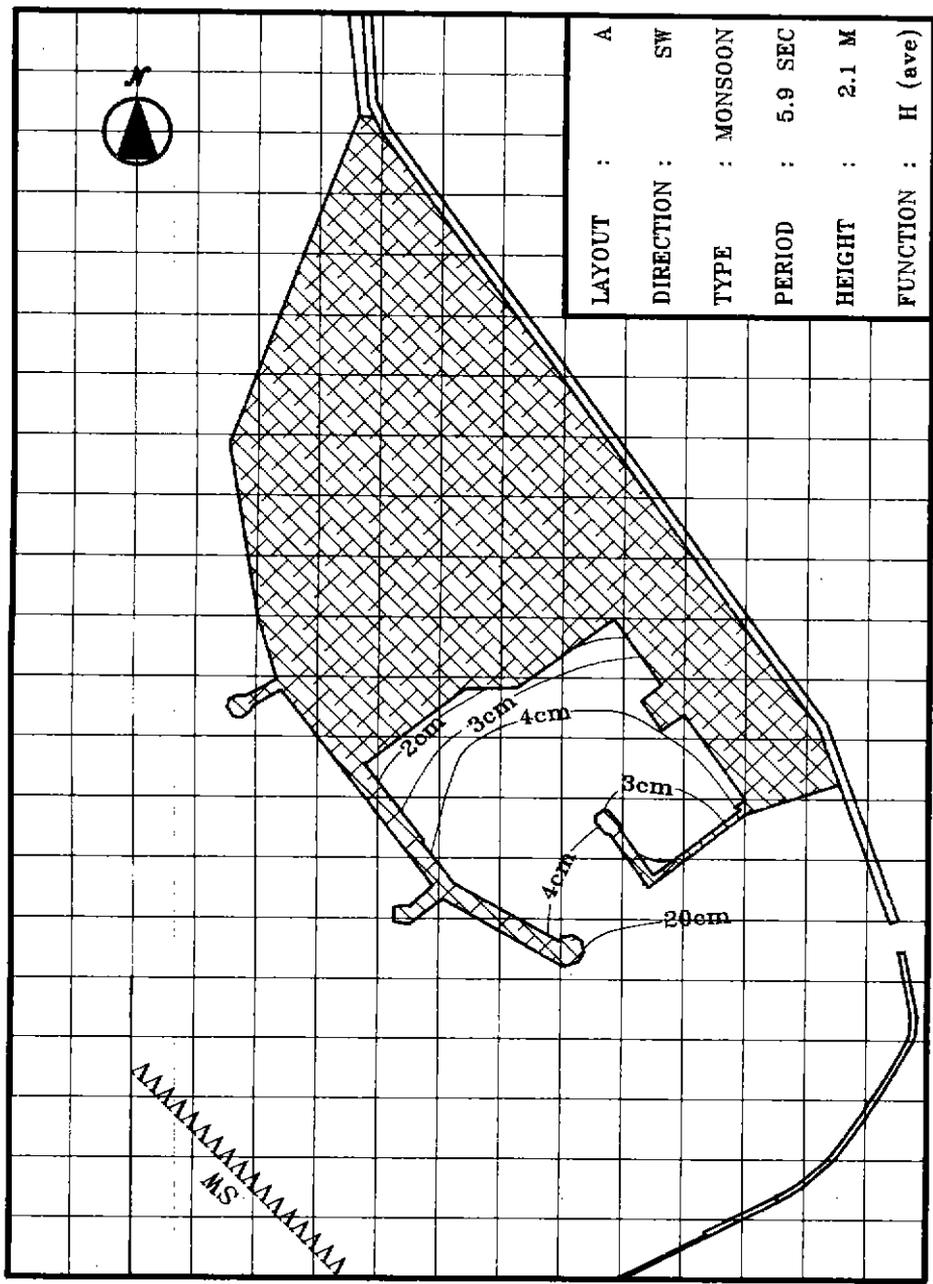


圖 4-2-d 配置方案A, SW向季節風浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

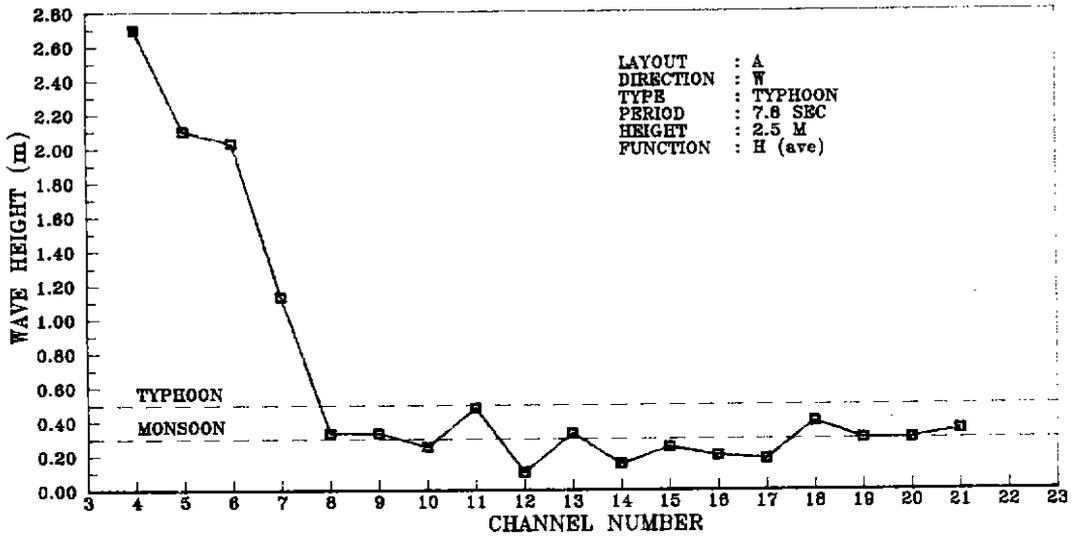


圖 4-3-a 配置方案A, W波向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

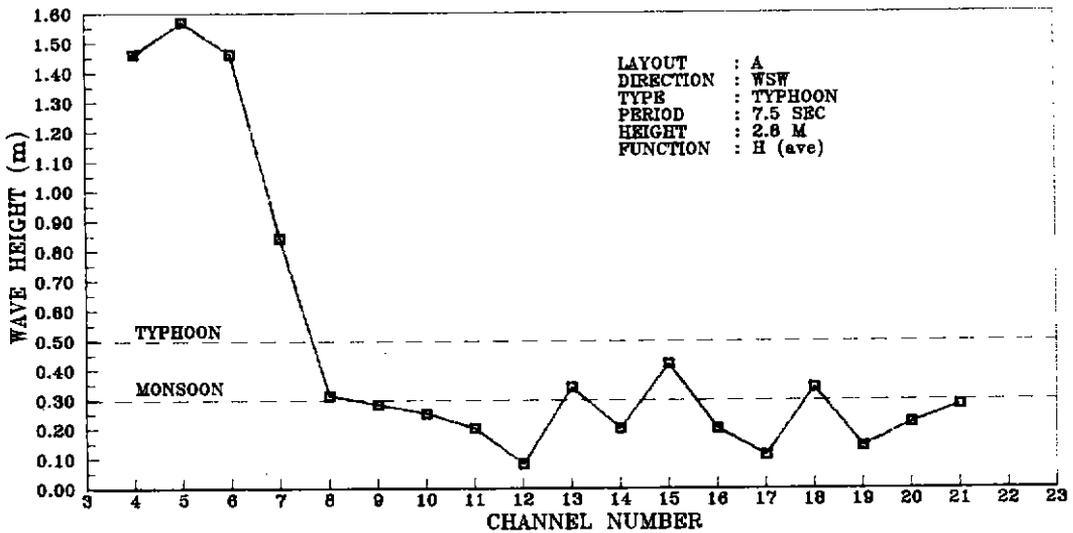


圖 4-3-b 配置方案A, WSW波向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

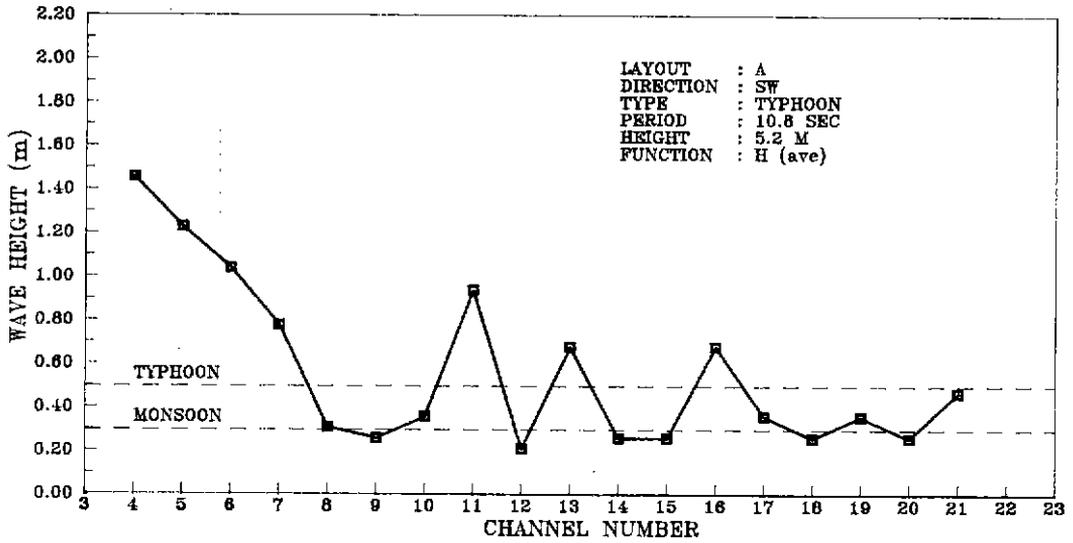


圖 4-3-c 配置方案A, SW波向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

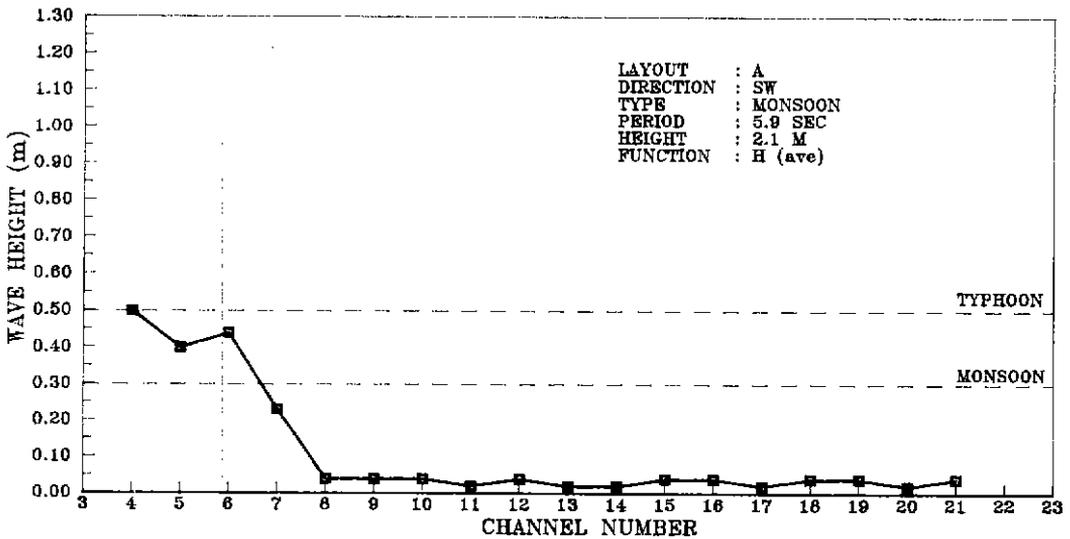
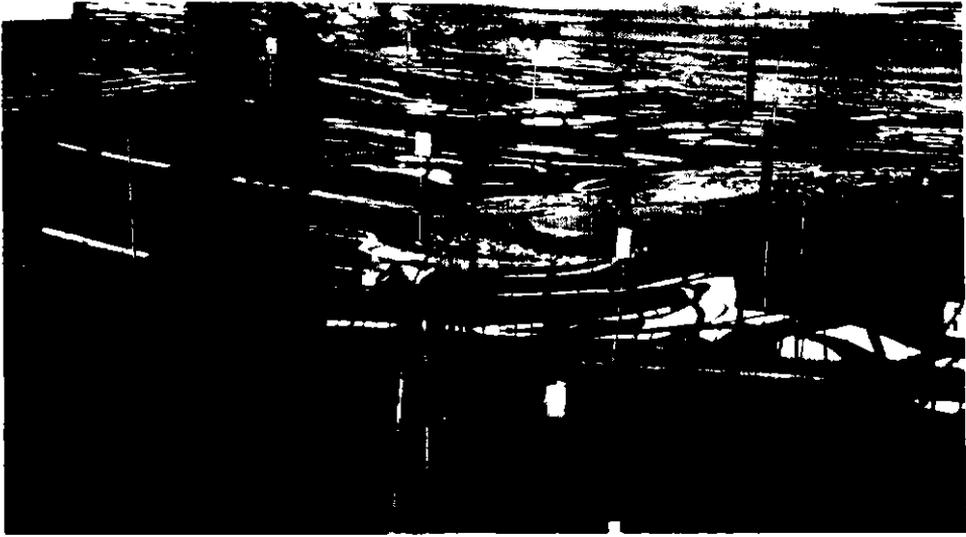
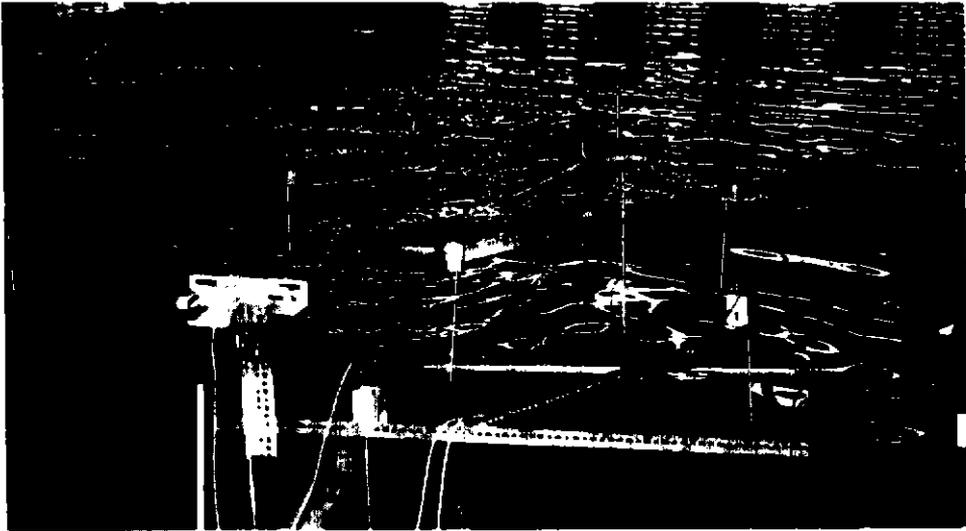


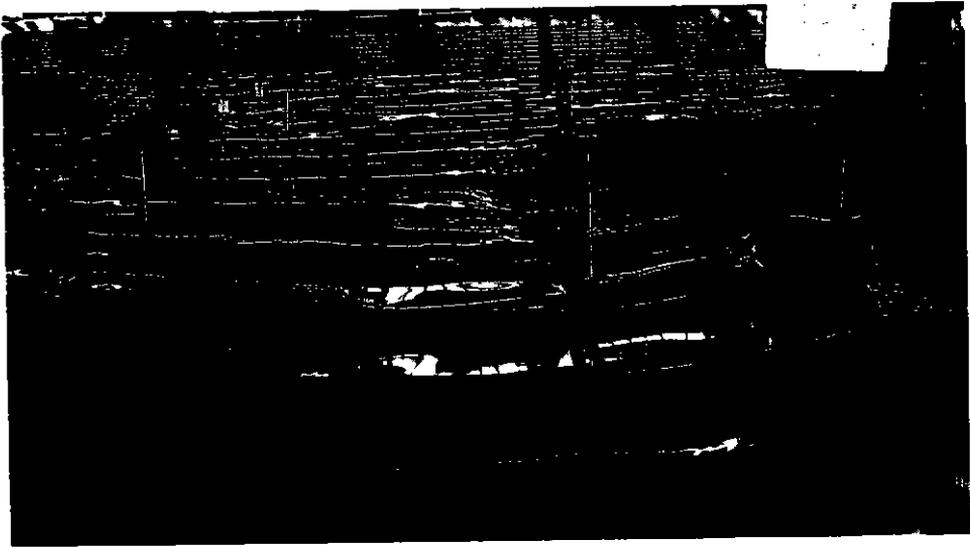
圖 4-3-d 配置方案A, SW波向季節風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖



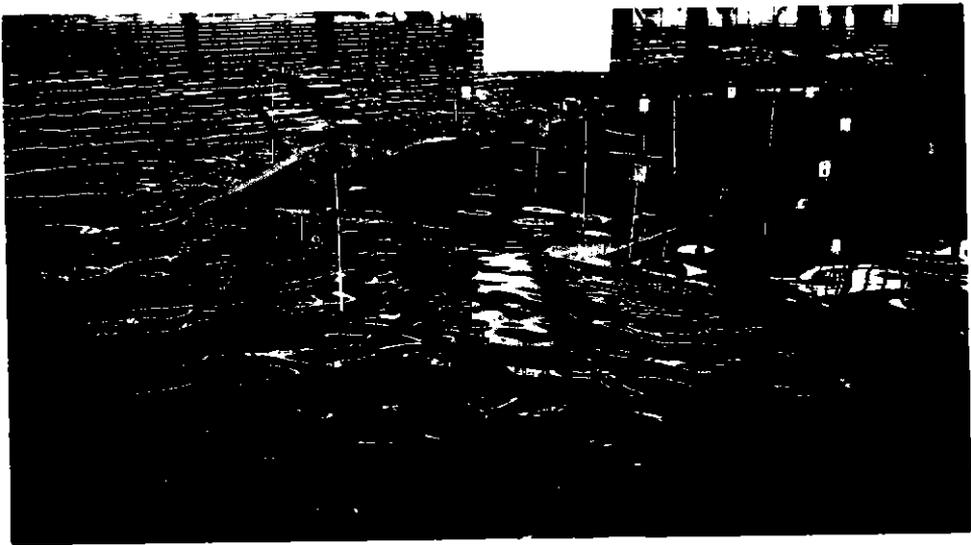
照片 4-1-a 配置方案A,W向颱風波浪作用,在西防波堤導浪及波浪繞射情形



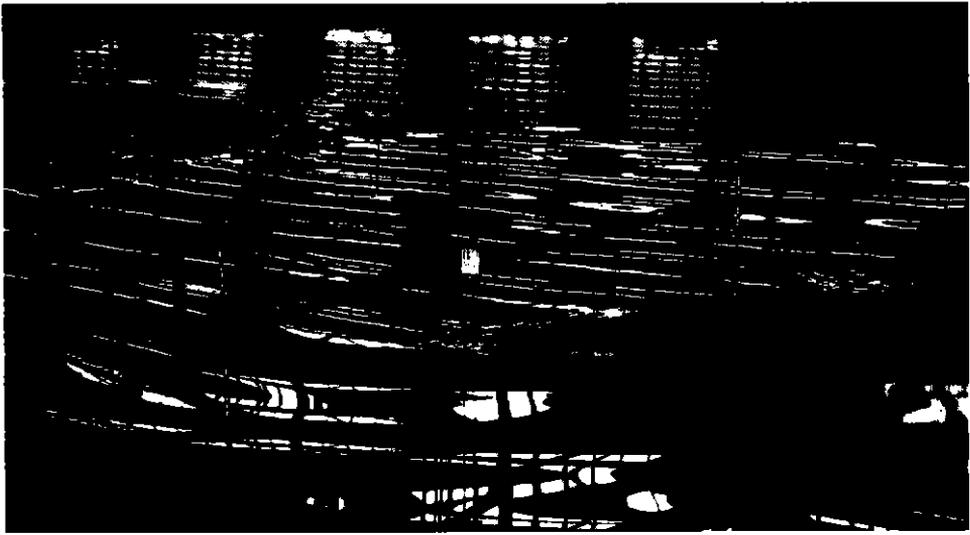
照片 4-1-b 配置方案A,W向颱風波浪累積造波時間5分鐘後,港內水域水位變動情形



照片 4-2-a 配置方案A,WSW波向颱風波浪作用,西防波堤
堤頭入射波浪繞射情形



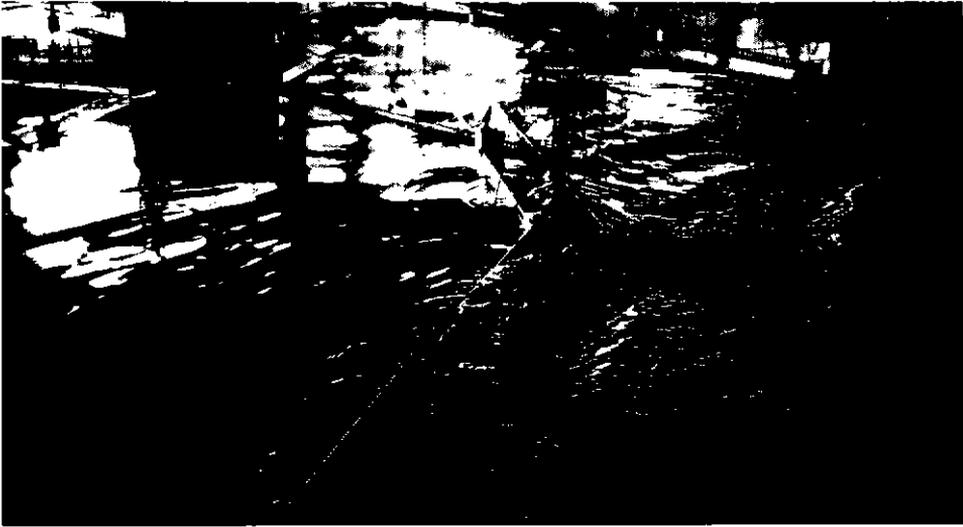
照片 4-2-b 配置方案A,WSW波向颱風波浪作用,累積造波
時間5分鐘後,港內水域水面變動情形



照片 4-3-a 配置方案A, SW波向颱風波浪作用, 入射波堤頭繞射情形



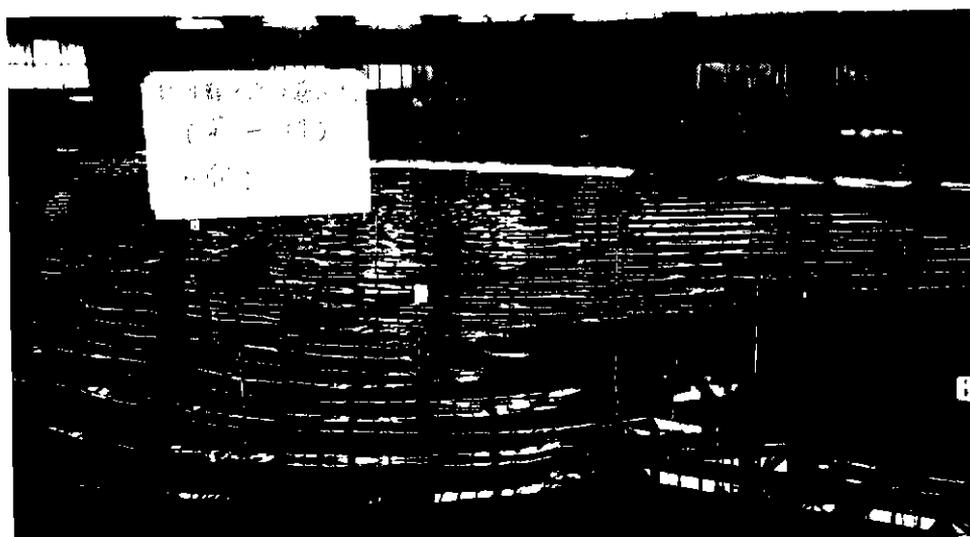
照片 4-3-b 配置方案A, SW波向颱風波浪作用, 累積造波時間5分鐘後, 港內水域水面變動情形



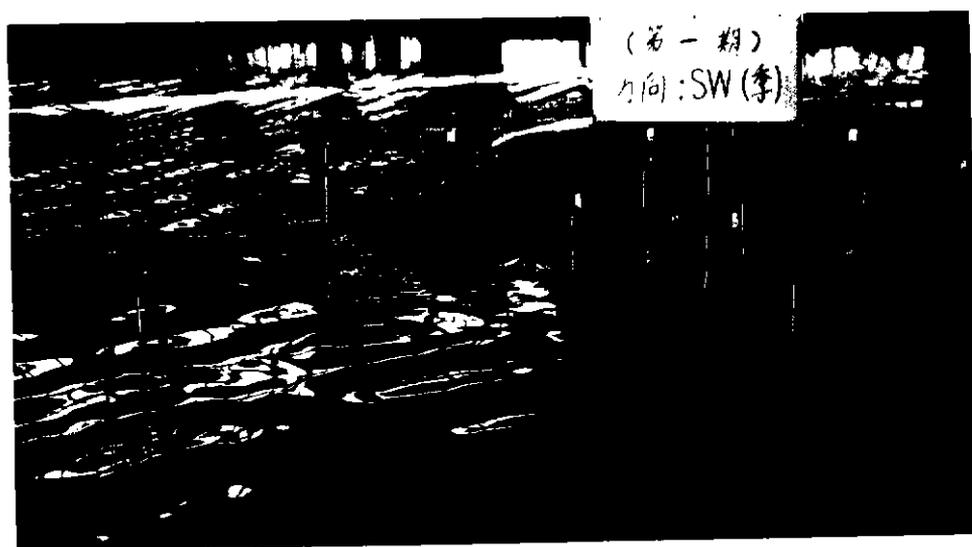
照片 4-3-c SW波向颱風波浪作用,西外防波堤越波情形



照片 4-3-d SW波向颱風波浪作用,西外防波堤越波情形



照片 4-4-a 配置方案A, SW向季節風波浪作用, 入射波堤頭入射情形



照片 4-4-b 配置方案A, SW向季節風波浪作用, 累積造波時間5分鐘後, 港內水域波浪穩靜情形

二、第二期計畫完成配置方案(Layout B)試驗結果：

澎湖觀音亭遊艇港第二期計畫配置方案(Layout B)係第一期計畫完成後在南方增建觀光遊艇區等各項設施等，如圖3-1-b所示，試驗模型波高計設置位置則如圖3-2-b所示。其試驗條件在該配置方案與第一期配置方案A相同，共進行W、WSW與SW等三個波向颱風波浪以及一個SW波向季節風波浪試驗。

配置方案B，當颱風以及季節風波浪作用時，第二期計畫完成後其遊艇港港口處、航道區、遊艇維修區、私人遊艇區、會員及租賃遊艇區以及觀光遊艇區等水域試驗波高係數分別如圖4-4-a~圖4-4-d以及表4-2所示；其港內各區水域等波高分佈曲線則分別如圖4-5-a~圖4-5-d所示；而整個水域試驗結果各測點波高分佈則如圖4-6-a~圖4-6-d所示。

表 4 - 2 配置方案B, 港內水域各分區波高係數分佈表

波浪型態	波向	波高 (m)	週期 (sec)	港口	航道	遊艇 維修區	觀光 遊艇區	內航道區	私人遊艇區		會員及租賃 遊艇區
									(I)區	(II)區	
颱風 波浪	W	2.5	7.8	0.64	0.56	0.12	0.09	0.13	0.04	0.02	0.01
				1.20	0.64	0.43	0.26	0.16	0.24	0.07	0.16
	WSW	2.8	7.5	0.49	0.41	0.03	0.10	0.07	0.01	0.04	0.01
				0.76	0.49	0.08	0.20	0.13	0.08	0.05	0.06
	SW	5.2	10.8	0.33	0.13	0.18	0.05	0.09	0.04	0.04	0.04
				0.42	0.42	0.19	0.23	0.10	0.25	0.20	0.06
季節風	SW	2.1	5.9	0.21	0.04	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02
				0.27	0.21	0.07	0.08	0.02	0.05	0.02	

W向颱風波浪作用時，由於第二期計畫完成後整個配置方案其外廓構造物造形為內八字形，對該波向波能有明顯集中效應，致入射波高原為2.5m之深海波到達港口時已增高為3m，加以該配置方案B北防波堤之導浪作用，導致波能集中在遊艇修護區水域前

波高更達1m以上，如圖4-5-a所示，而在觀光遊艇區水域波高亦在50公分以上；同時試驗結果顯示，在私人遊艇區第(I)區水域波高亦在30~50公分左右，但在私人遊艇區第(II)區以及會員及租賃遊艇區水域，波高則均在30公分以下，故針對W向颱風波浪而言，依僑龍工程顧問公司所規劃遊艇港第二期計畫完成後之配置方案B，試驗結果顯示，僅在私人遊艇區第(II)區以及會員及租賃遊艇區水域尚能符合颱風期間遊艇船舶之停靠要求。照片4-5-a為該配置在W向颱風波浪作用初期，入射波浪到達港口時之情形；照片4-5-b為累積造波時間達5分鐘後，即當波浪成熟時，北防波堤導浪致波能集中在遊艇修護區水域前之情形。

WSW向波浪作用時，由於配置方案B對該波向波能集中效應已較W向波浪為緩，入射波高原為2.8m之深海波，因地形淺化影響，到達港口處已減衰約為2m左右，惟該波向波浪受北防波堤導浪作用，除在航道區以及觀光遊艇區附近水域波高值仍在50cm~100cm外，試驗結果顯示，其餘各區水域波高約在20公分以下，均可符合颱風期間船舶停靠要求。照片4-6-a為該配置在WSW向颱風波浪作用初期，入射波浪到達港口附近時情形；照片4-6-b則為該配置在累積造波時間達5分鐘後，即當波浪成熟時，港口附近航道區以及觀光遊艇區入侵波浪長驅直入情形。

SW向颱風波浪作用時，因受地形淺化影響，入射波高為5.2m之深海波浪，當到達港口時已減衰為1.7m左右，試驗結果顯示，配置方案B南防波堤雖已攔截該波向部份入侵波能，但北防波堤卻仍有少許導浪以及顯著越波現象，造成遊艇維修區、北防波堤內側以及私人遊艇區兩側角落等附近水域波高分別達90cm~130cm

左右，其餘各區水域波高均在30cm以下，尚可符合颱風期間遊艇船舶之停靠要求。照片4-7-a為配置方案B，SW向颱風波浪作用初期，波浪到達港口情形；照片4-7-b則為配置方案B，SW向颱風波浪當累積造波時間達5分鐘後，即當波浪成熟時，北防波堤導浪造成港口航道區、遊艇維修區、觀光遊艇區以及北防波堤因越波造成北防波堤內側等水域波浪不穩靜情況。

SW向季節風波浪作用時，由於其深海波高為2.1m，遠較該波向颱風波浪波高5.2m為小，加以波浪週期亦較短，故波浪受地形淺化作用明顯，到達港口之入射波高已減衰為56公分，故試驗結果顯示，配置方案B就季節風SW向波浪而言，港內各區水域均異常平靜。照片4-8-a與照片4-8-b分別可看出波浪入侵前以及當波浪成熟後港內各區水域穩靜情況。

故第二期計畫完成後整個遊艇港配置方案B，綜合試驗結果顯示，其北防波堤配置對W向、WSW向具有導浪作用，致造成港口航道區、遊艇維修區以及觀光遊艇區附近水域之不穩靜，未能符合颱風期間船舶之停靠要求；同時針對威脅該港SW向颱風波浪而言，配置方案B，其南防波堤雖可攔截部份入侵波能，但因北防波堤堤頭段之導浪以及整個北防波堤之越波現象，造成入口航道區、觀光遊艇區、北防波堤內側以及私人遊艇區西側等附近水域之不穩靜，均未能符合颱風期間遊艇船舶之停靠要求；惟該波向在季節風波浪作用下，試驗結果顯示，配置方案B，全區水域波高均在10公分以下，非常穩靜。

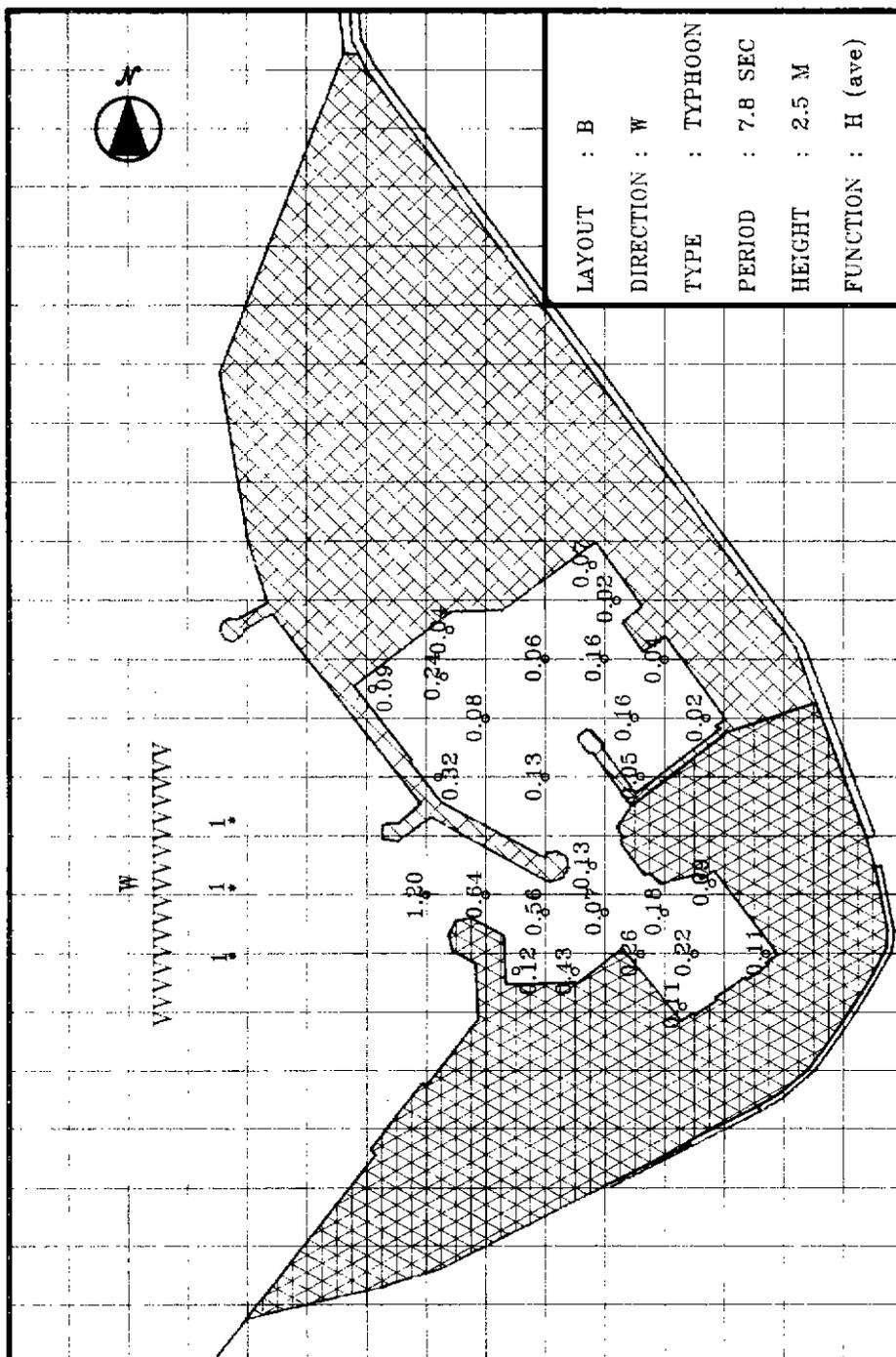


圖 4-4-a 配置方案B, W向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖

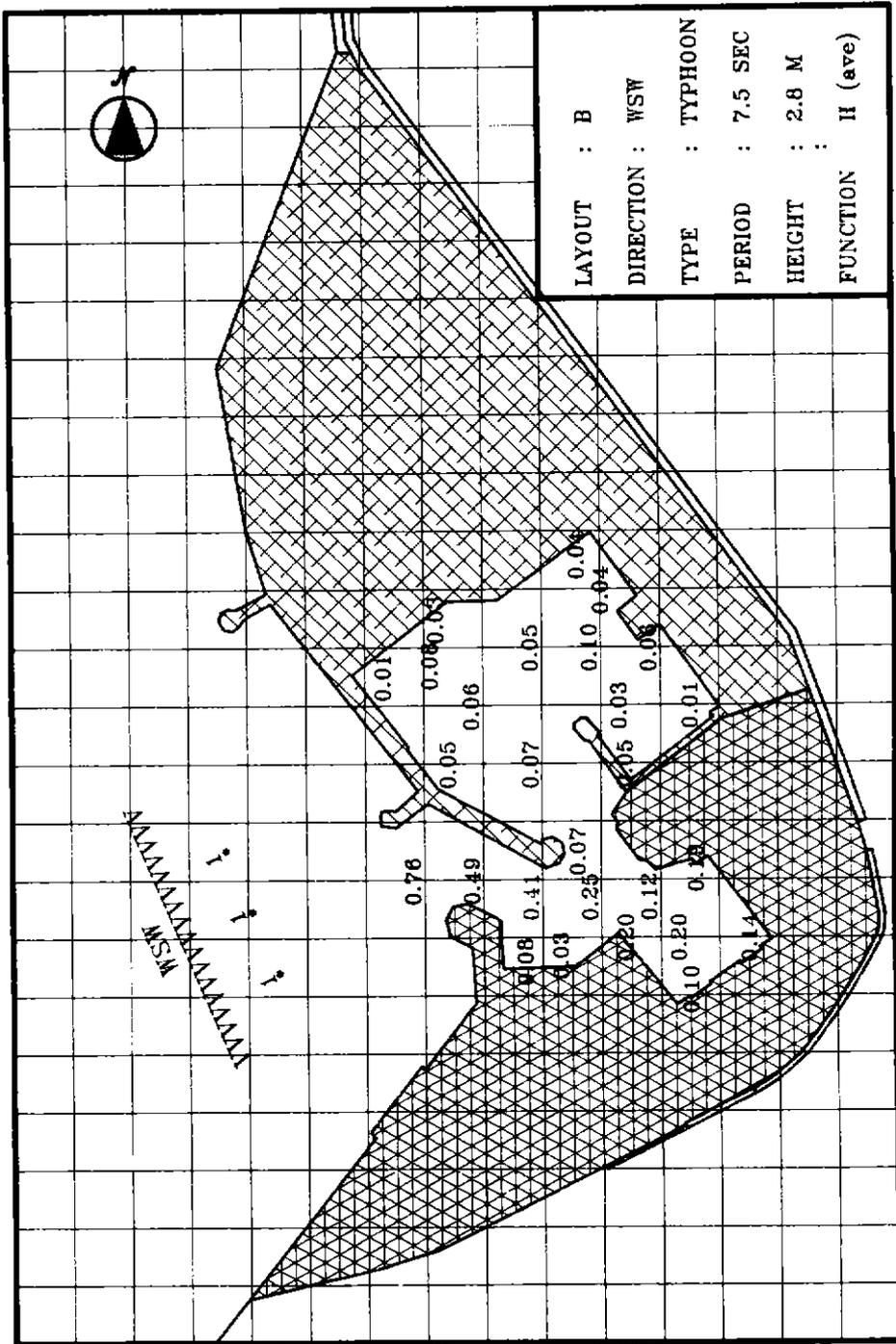


圖 4-4-b 配置方案B, WSW向颱風浪作用港內水域波高係數分佈圖

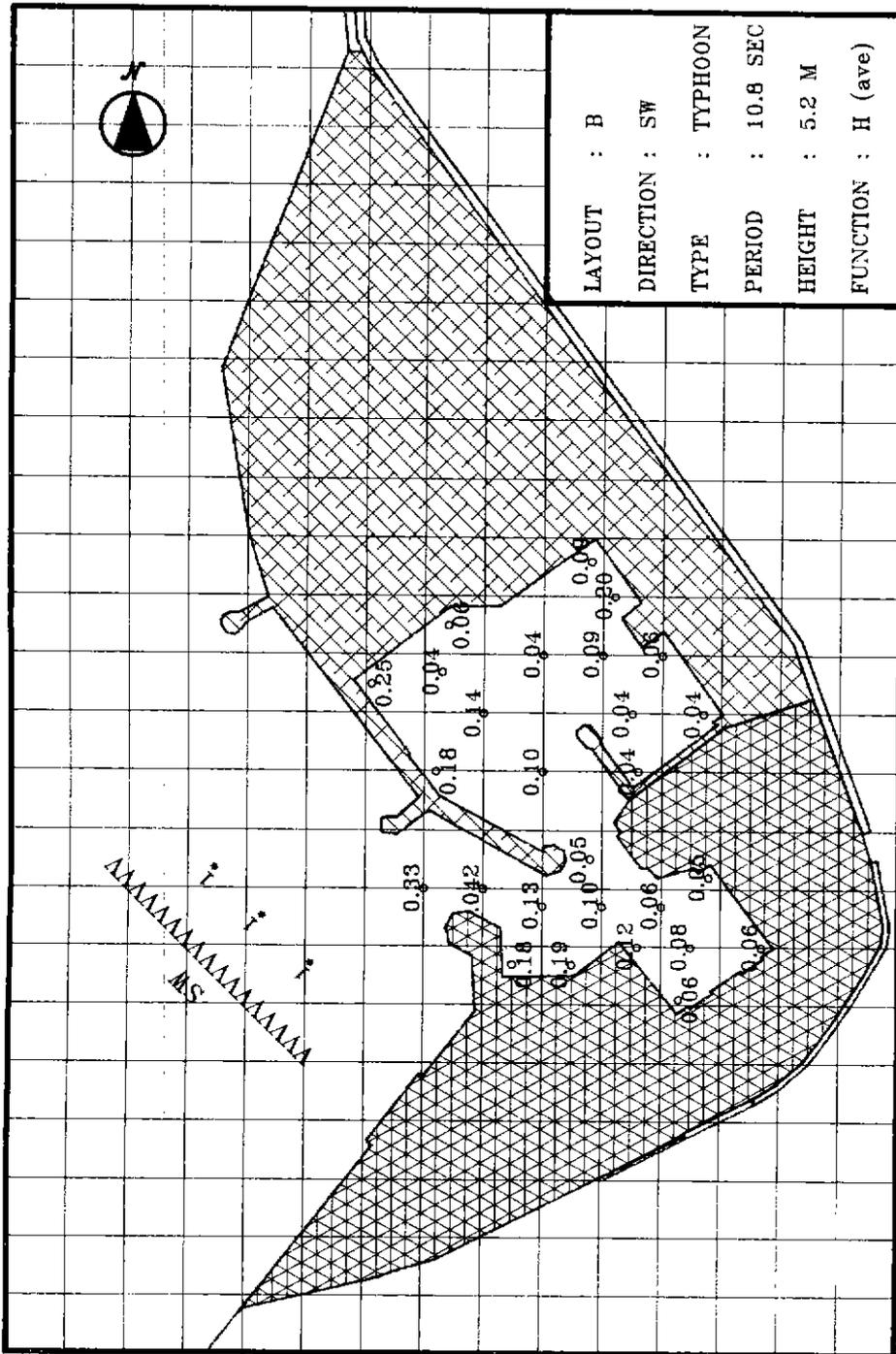


圖 4-4-c. 配置方案B, SW向颱風波浪作用港內水域波浪高係數分佈圖

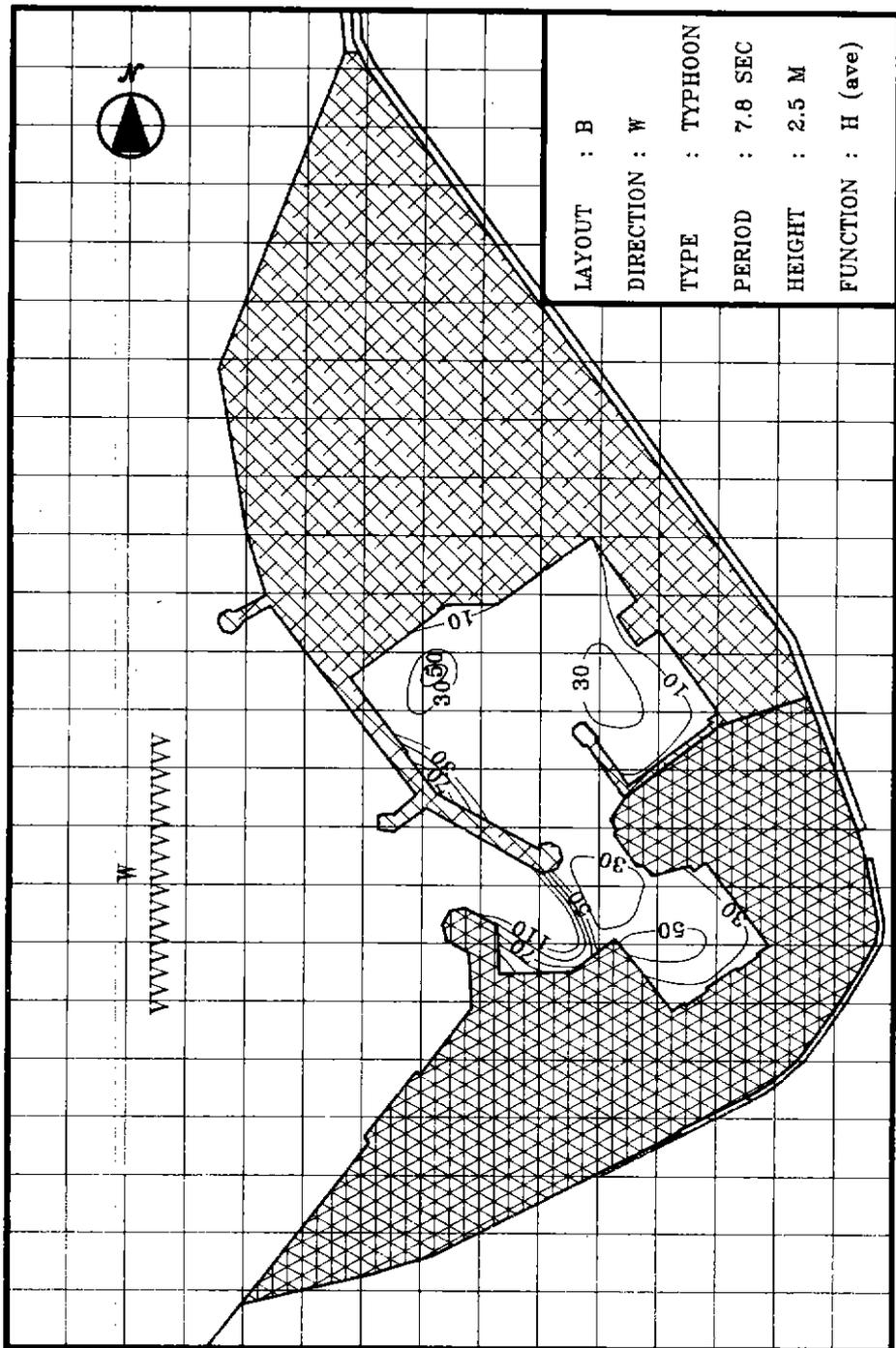


圖 4-5-a 配置方案B, W向颱風波浪作用港內水域等高值曲線分佈圖

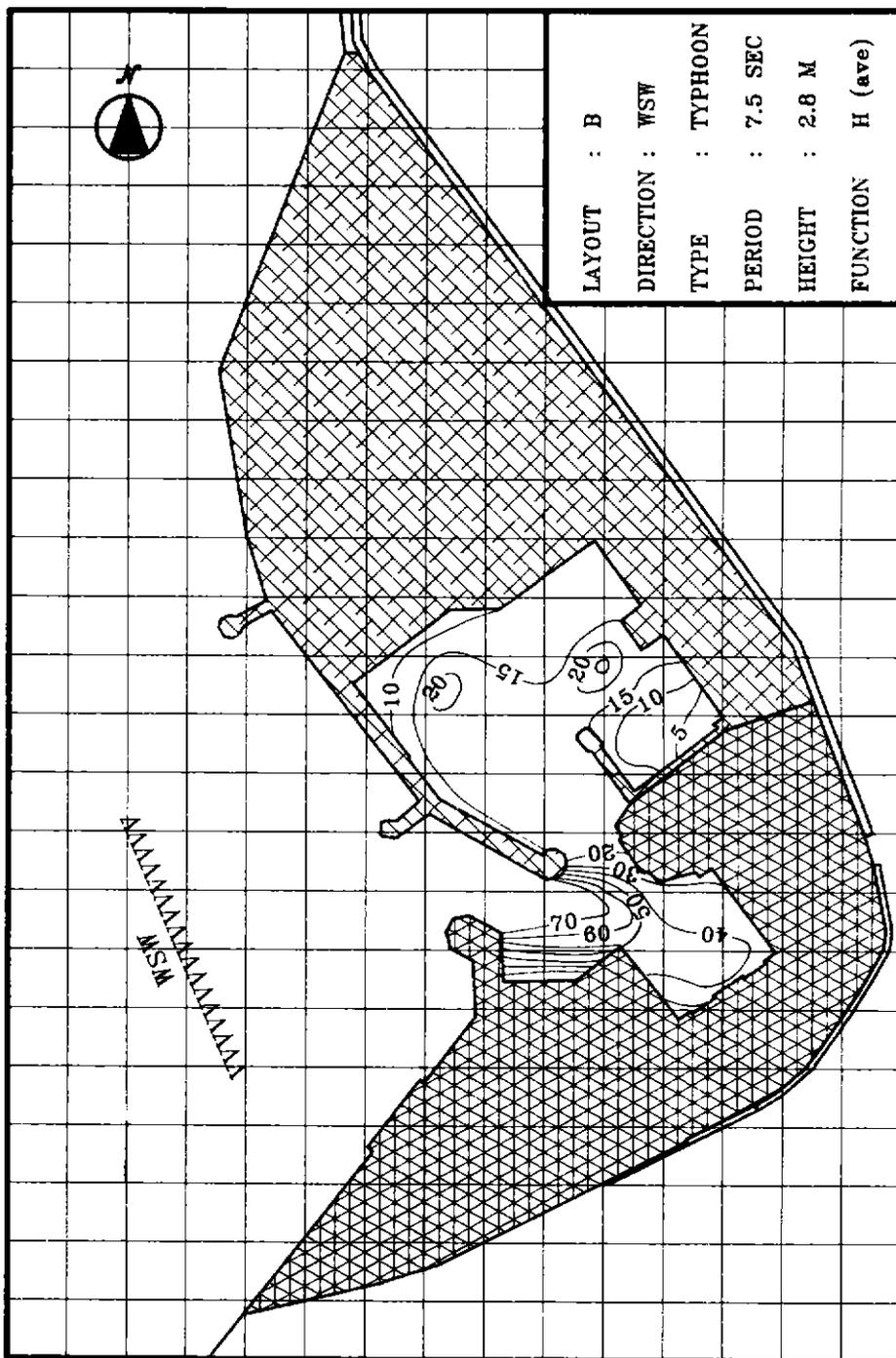


圖 4-5-b 配置方案B, WSW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

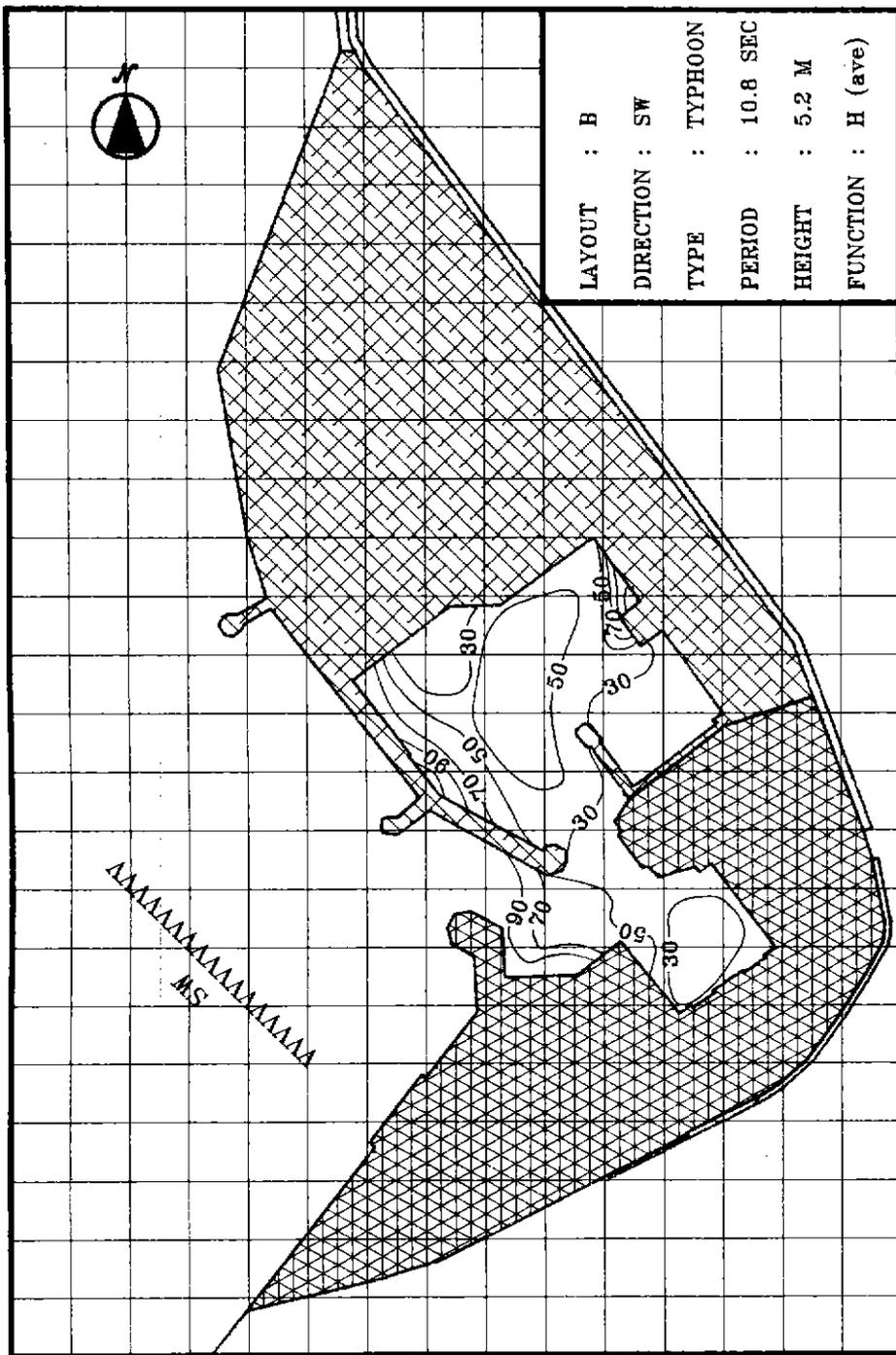


圖 4-5-C 配置方案B, SW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

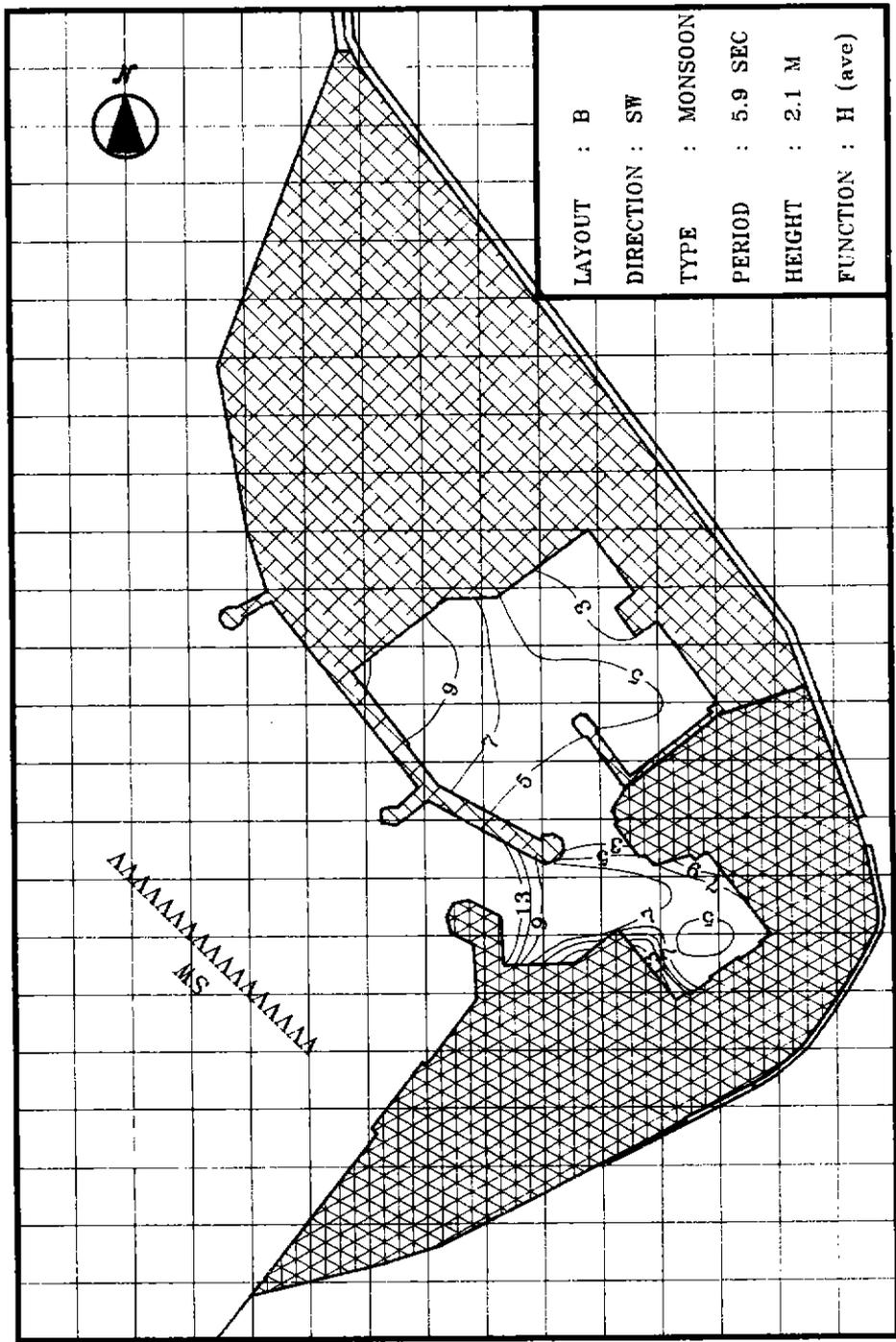


圖 4-5-d 配置方案B, SW向季節風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

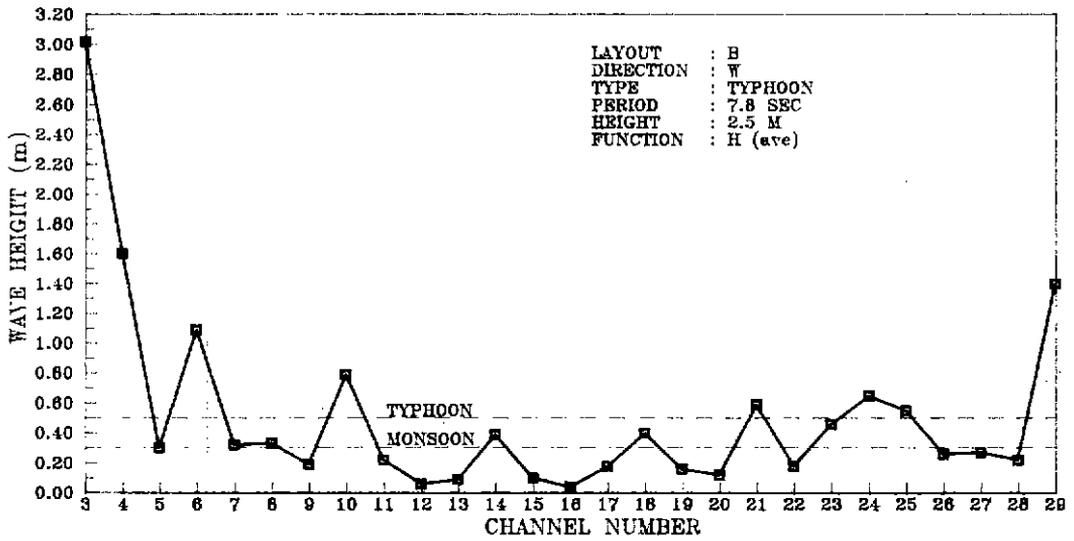


圖 4-6-a 配置方案B, W向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

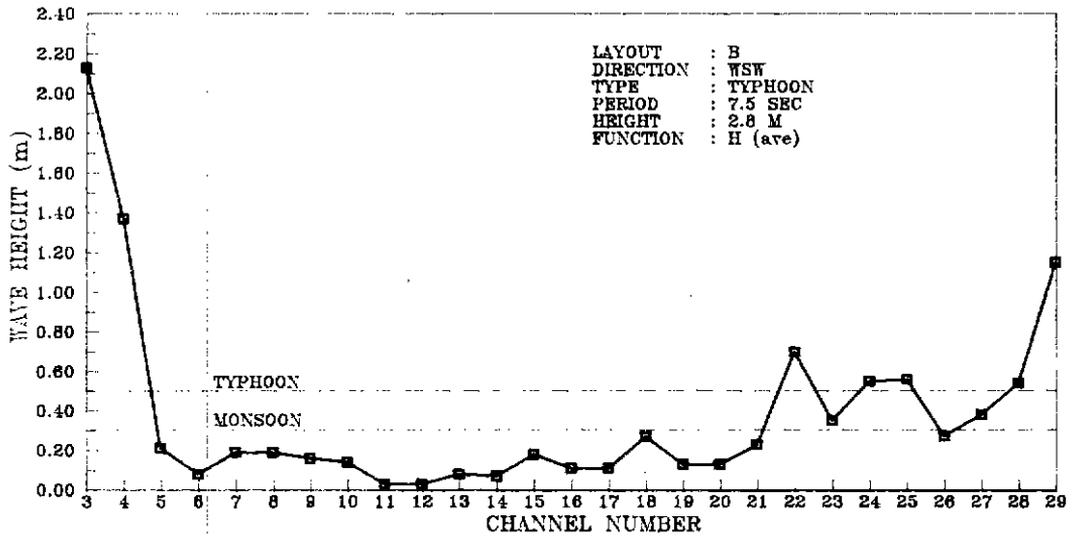


圖 4-6-b 配置方案B, WSW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

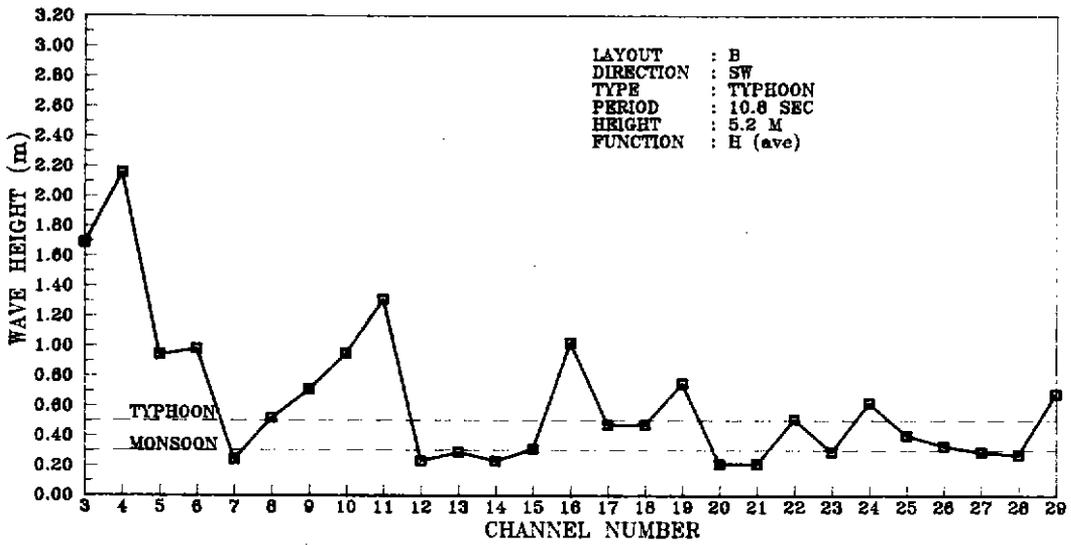


圖 4-6-c 配置方案B, SW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

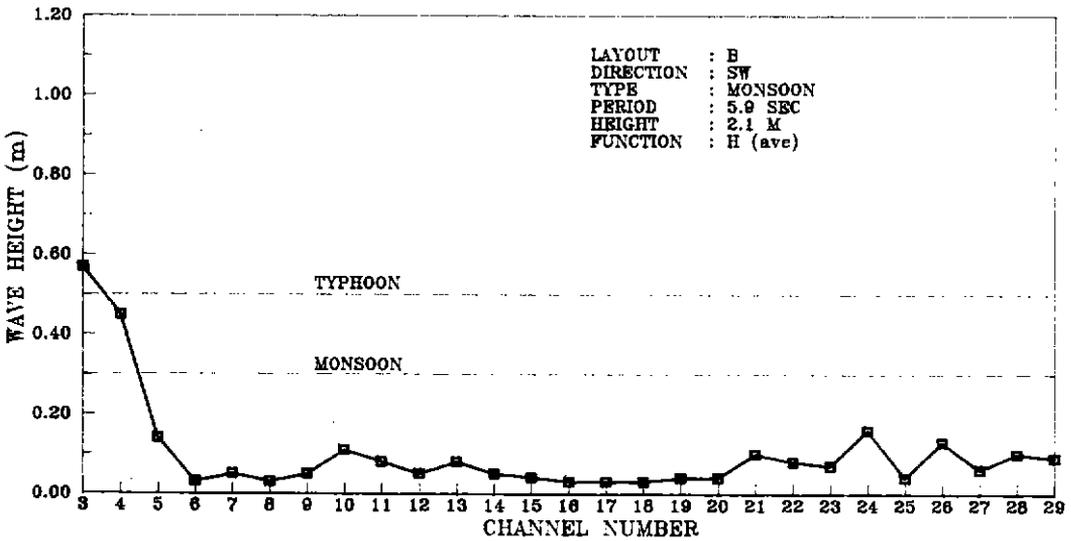
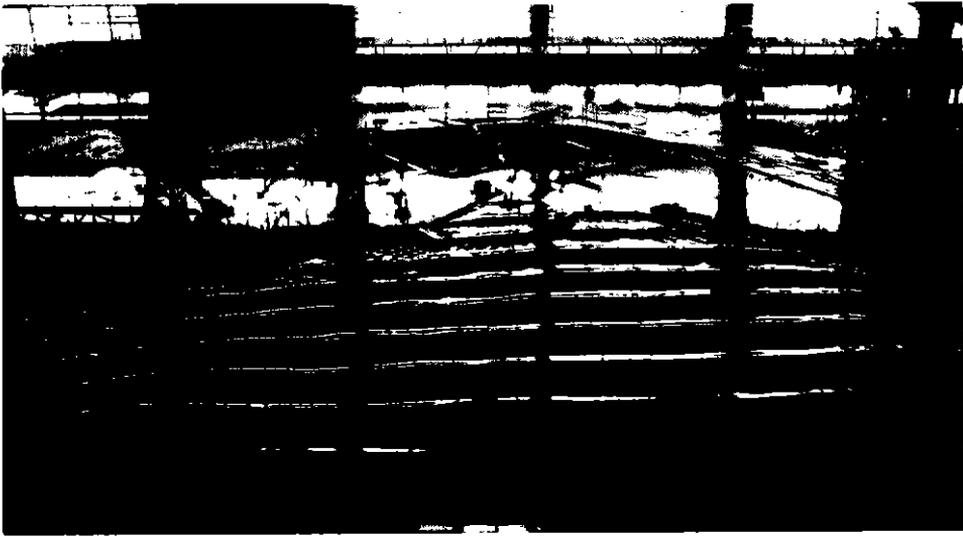


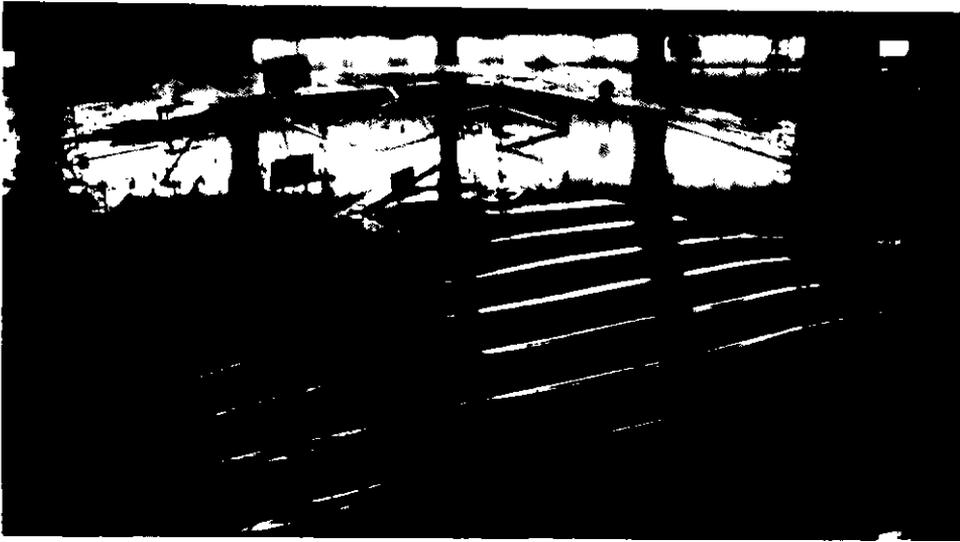
圖 4-6-d 配置方案B, SW向季節風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖



照片 4-5-a 配置方案B,W向颱風波浪作用初期,波浪到達港口時情形



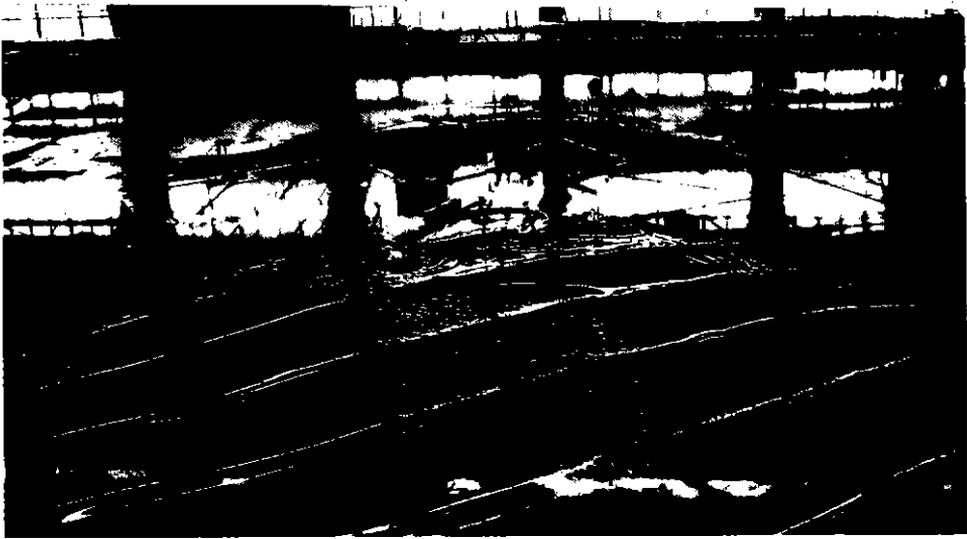
照片 4-5-b 配置方案B,W向颱風波浪,當累積造波時間5分鐘後,入射波能集中及北防波堤導浪情形



照片 4-6-a 配置方案B, WSW向波浪作用初期, 波浪到達港口時情形



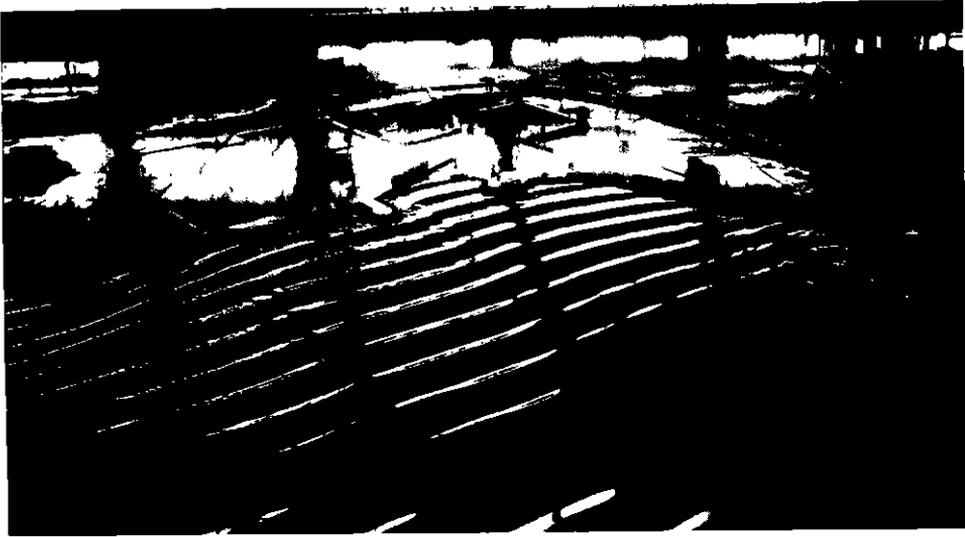
照片 4-6-b 配置方案B, WSW向波浪, 當累積造波時間5分鐘後, 港口附近航道區以及觀光遊艇區入侵波浪長驅直入情形



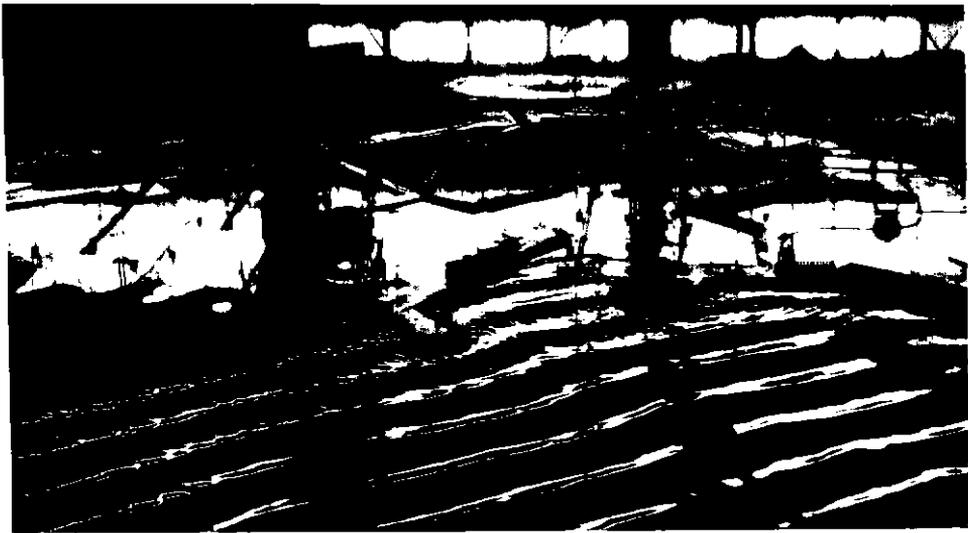
照片 4-7-a 配置方案B, SW向颱風波浪作用初期, 波浪到達港口時情形



照片 4-7-b 配置方案B, SW向颱風波浪, 當累積造波時間5分鐘後, 北防波堤導浪及波浪越波情形



照片 4-8-a 配置方案B, SW向季節風波浪作用初期, 波浪到達港口時情形



照片 4-8-b 配置方案B, SW向季節風波浪, 當累積造波時間5分鐘後, 港內各區水域穩靜情形

三、突堤配置方案C試驗結果：

有鑑於第二期計畫完成後整個遊艇港配置方案B,在季節風波浪作用下,港內各區水域雖非常穩靜,惟該配置北防波堤堤頭段對W向、WSW向以及SW向颱風波浪均有導浪作用,尤其是W向颱風波浪更是長驅直入港內水域,造成觀光遊艇區以及私人遊艇區第(I)區港內水域波高分別達65公分以及60公分以上,均未能符合颱風期間遊艇港停靠要求,故配置方案C仍係根據第二期計畫完成後整個遊艇港配置方案B,在垂直北防波堤之海岸休閒步道堤頭處,沿向南方向加建一道長32公尺之突堤,以遮蔽W向颱風波浪入侵,約可減少1/4波能,蓋配置方案B,港口西向開口原為128公尺,同時在北防波堤堤頭處亦沿向南方向延伸13公尺,除可再阻擋該波向部份波能,更可減緩繞射進入私人遊艇區以及會員與租賃遊艇區水域之波能,如圖3-1-c所示;試驗波高設置位置則如圖3-2-c所示;該配置方案亦同時進行W、WSW以及SW波向等三個颱風波浪以及一個SW波向季節風波浪試驗,試驗結果港內水域波高係數、等波高曲線分佈及港內水域各分區波高係數分別如圖4-7、圖4-8與表4.3所示,而整個水域各測點波高分佈則如圖4-9所示。

表 4 - 3 配置方案C, 港內水域各分區波高係數分佈表

波浪型態	波向	波高 (m)	週期 (sec)	港口	航道	遊艇 維修區	觀光 遊艇區	內航道區	私人遊艇區		會員及租賃 遊艇區
									(I)區	(II)區	
颱風 波浪	W	2.5	7.8	0.06	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
				0.23	0.12	0.06	0.08	0.06	0.03	0.06	0.02
	WSW	2.8	7.5	0.06	0.08	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
				0.11	0.11	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01
	SW	5.2	10.8	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
				0.11	0.05	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01
季節風	SW	2.1	5.9	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
				0.08		0.03					

W向颱風波浪作用時,由於配置方案C,係針對該波向颱風波浪加以改變,故港內各區水域顯較配置方案B者改善許多(比較圖4-5-a與圖4-7-a等),試驗結果顯示,除了在遊艇維修區以及觀光遊艇區部份水域,因北防波堤堤頭段導浪作用,港內波高仍超出50公分外,其餘各區

水域波高均在30公分以下；照片4-9-a為W向颱風波浪造波初期到達港口時情況；照片4-9-b則為累積造波時間5分鐘後，即當波浪成熟時，港內水域波浪穩靜情況。

WSW向颱風波浪作用時，由於配置方案C，北防波堤海岸休閒步道突堤之增建，導致入射波浪在港口前之波高稍較配置方案B者為紊亂，然入口航道之波高已稍見改善，較配置方案B同波向者約減少30公分，試驗結果顯示，該配置除了在觀光遊艇區有局部水域波高約達60公分，未符合颱風期間遊艇船舶之停靠要求外，其餘各區水域波高分佈均很穩靜。照片4-10-a為WSW向颱風波浪在到達港口時之情況；照片4-10-b則為累積造波時間5分鐘後，即當波浪成熟時，港內水域穩靜情況。

SW向颱風波浪作用時，配置方案C，港內水域波高分佈雖較配置方案B者略有改善，惟試驗結果顯示，在遊艇維修區以及私人遊艇區兩邊角落等附近水域仍有波能集中現象，波高分別約達90公分以及1公尺左右，未能符合颱風期間遊艇港船舶之停靠要求；照片4-11-a以及照片4-11-b則分別為SW向颱風波浪作用，作用初期港口附近水域波浪情況以及波浪累積造波時間達5分鐘後，港內水域穩靜情況。

而配置方案C如同配置方案B，試驗結果顯示，在SW向季節風波浪作用下，港內水域波高分佈均非常穩靜，如同照片4-12-a以及照片4-12-b所示。

故綜合配置方案C試驗結果顯示，港內水域波高分佈雖較配置方案B略見改善，且在SW向季節風波浪作用時，港內各區水域均非常穩靜；惟在颱風作用期間，於遊艇維修區、觀光遊艇區以及私人遊艇區等附近水域，仍有局部波高超過50公分以上，甚至高達1公尺左右，未能符合颱風期間遊艇船舶停靠要求。

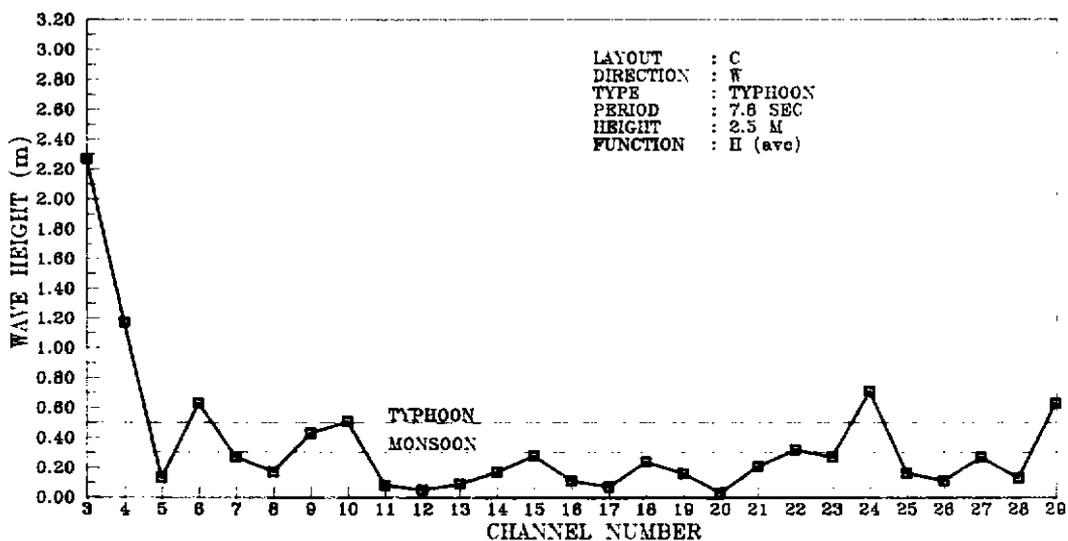


圖 4-9-a 配置方案C, W向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

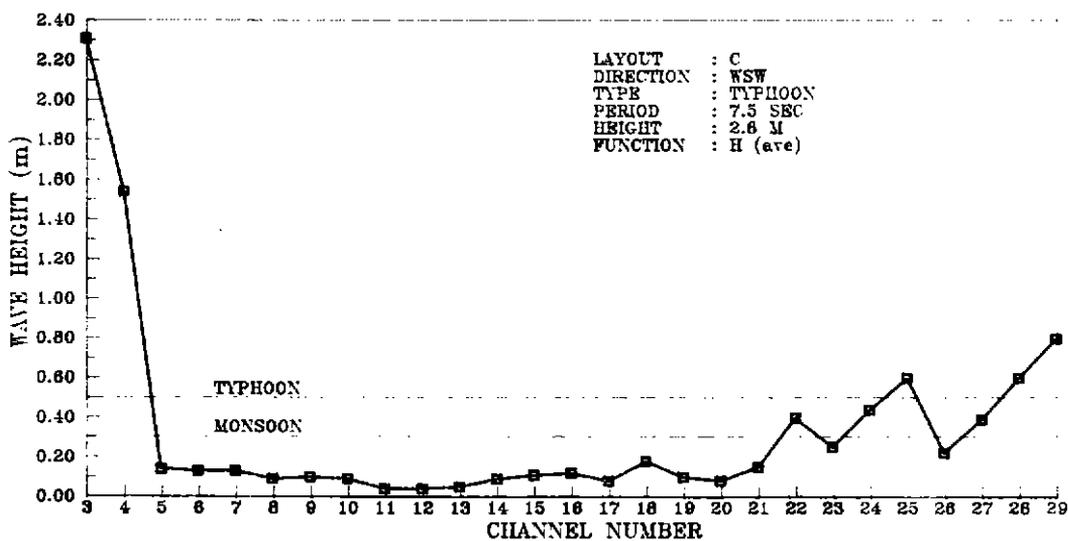


圖 4-9-b 配置方案C, WSW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

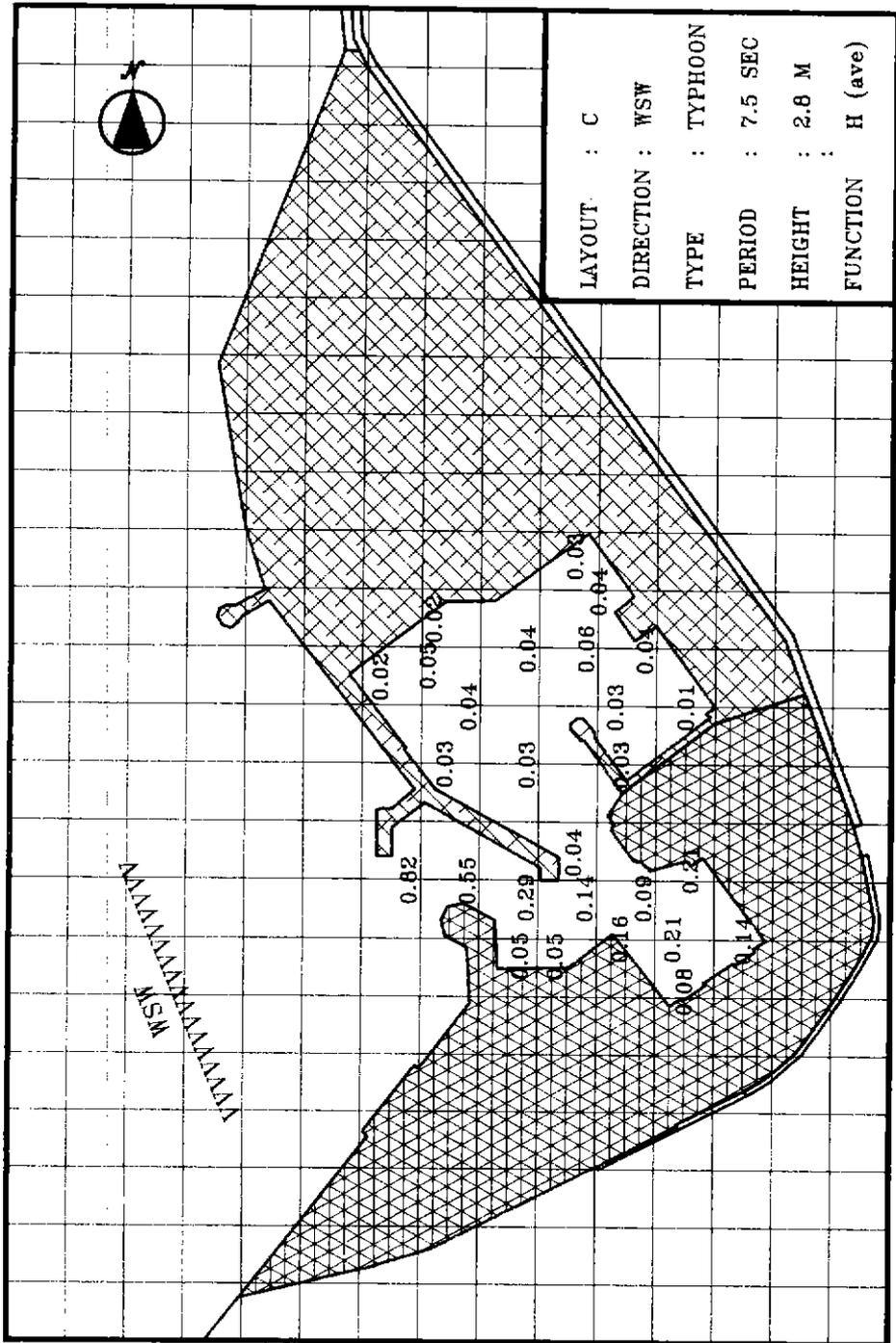


圖 4-7-b 配置方案C, WSW向颱風波浪作用港內水域波浪高係數分佈圖

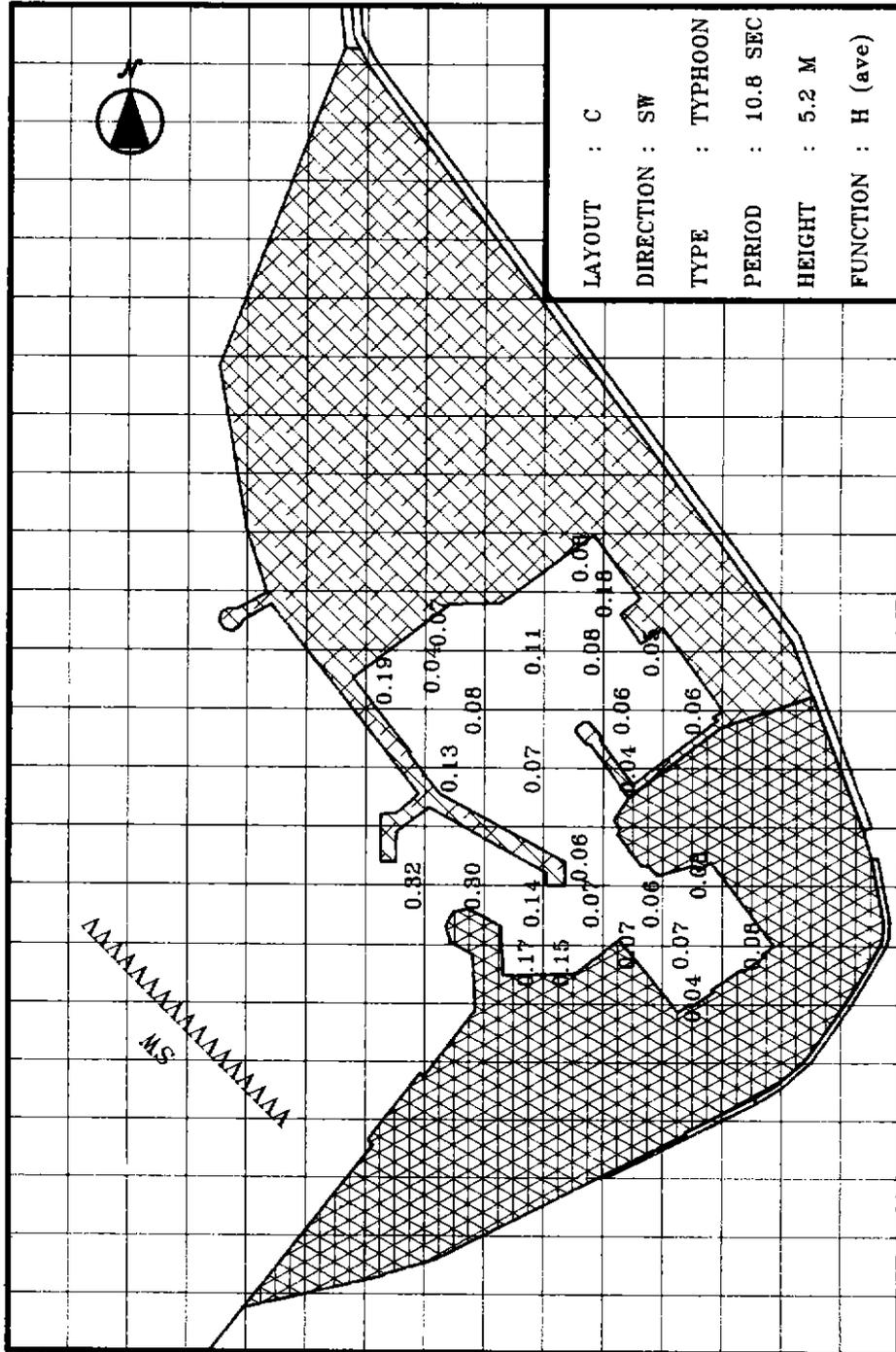


圖 4-7-C 配置方案 C, SW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖

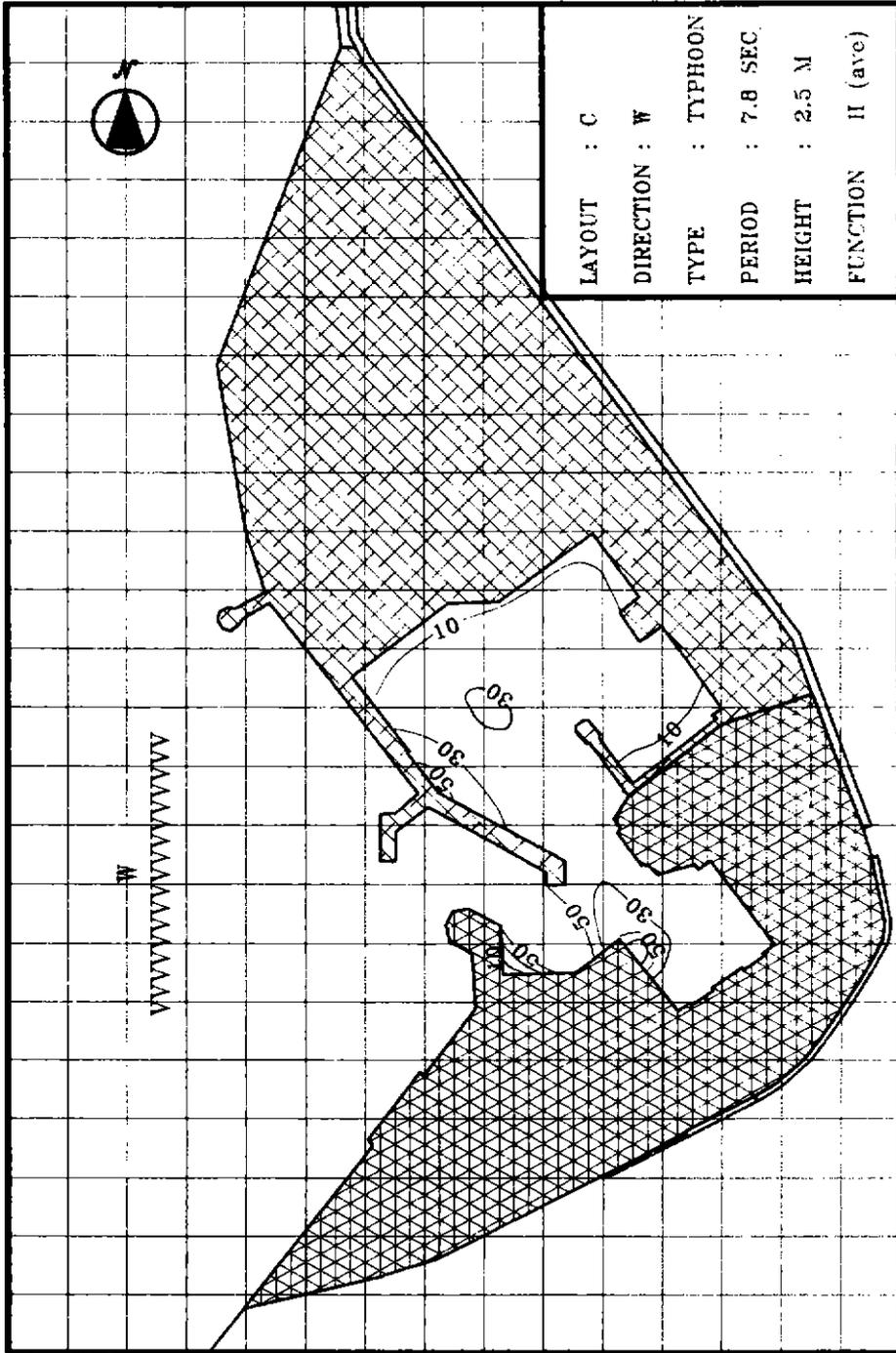


圖 4-8-a 配置方案C, W向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

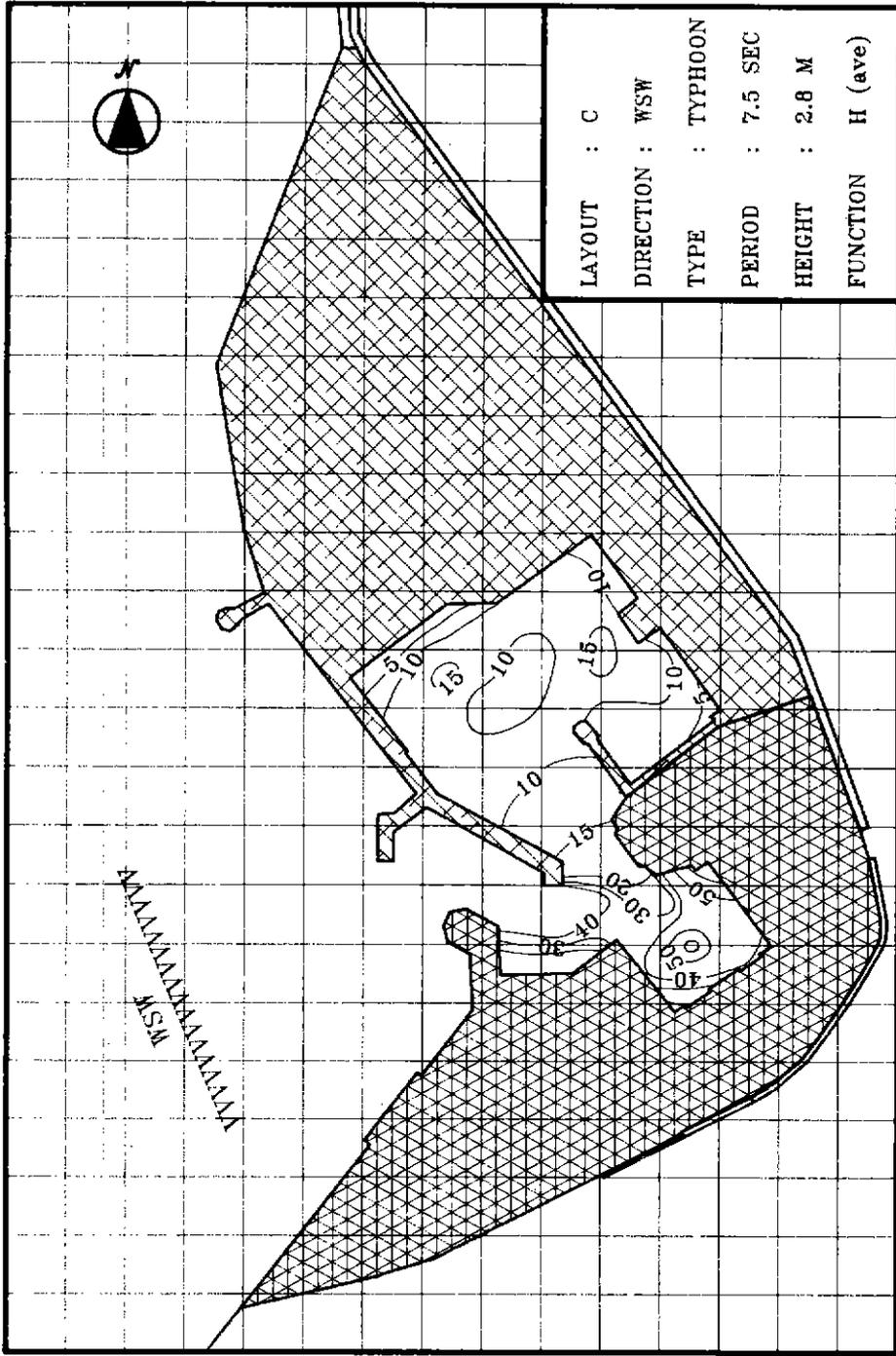


圖 4-8-b 配置方案C, WSW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

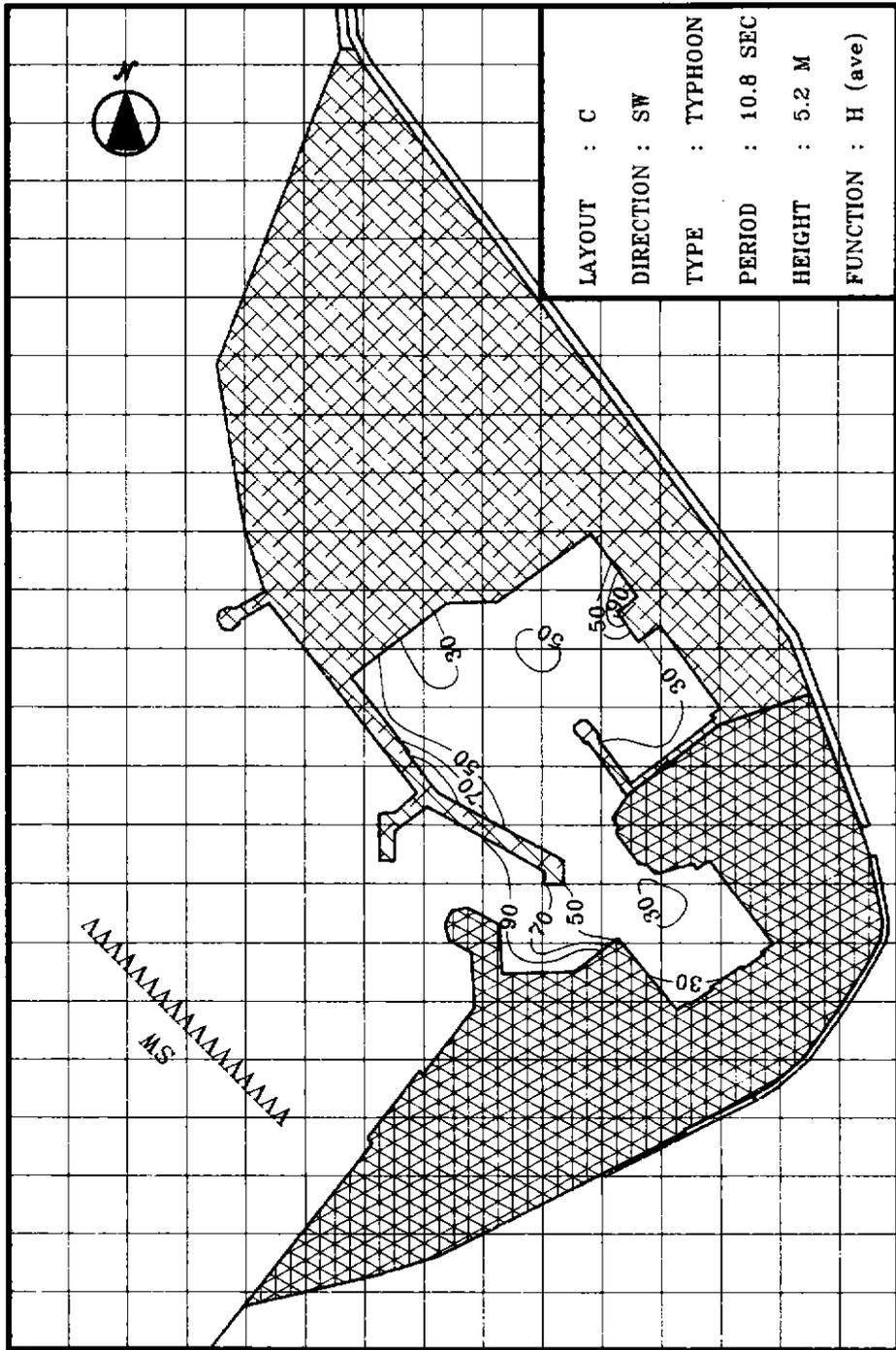


圖 4-8-c 配置方案C, SW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

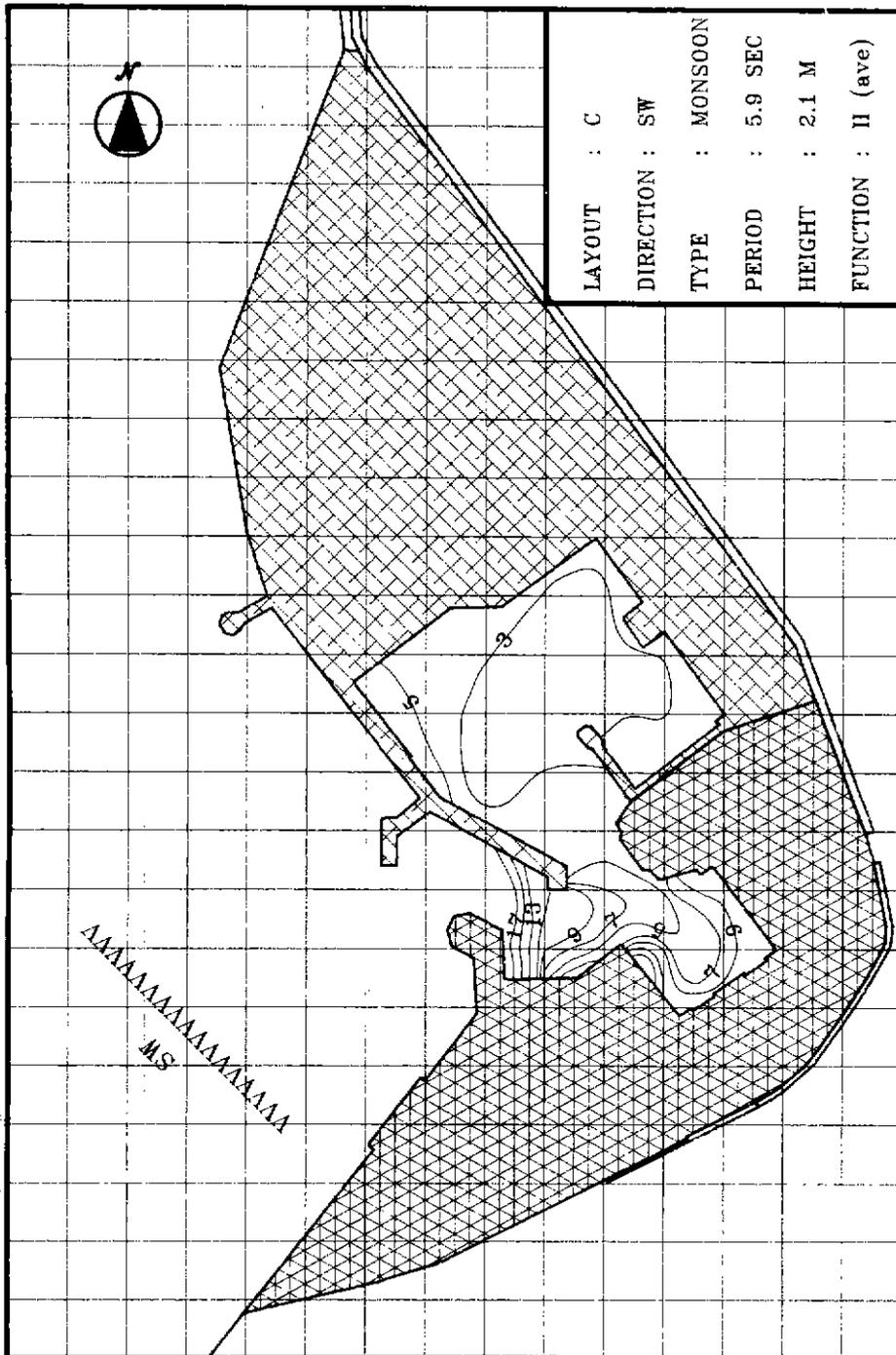


圖 4-8-d 配置方案C, SW向季節風波浪作用港內水域等高值曲線分佈圖

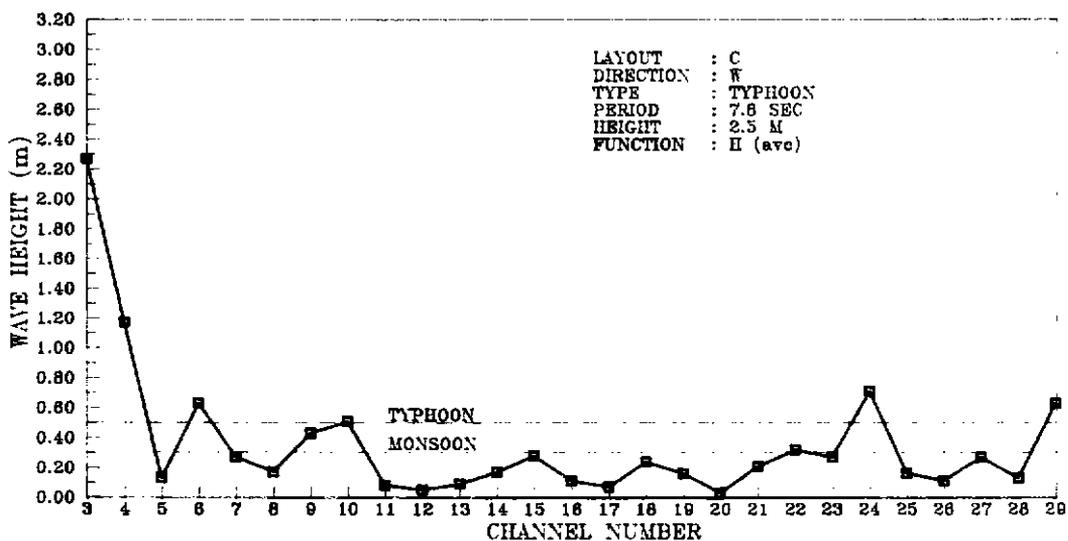


圖 4-9-a 配置方案C, W向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

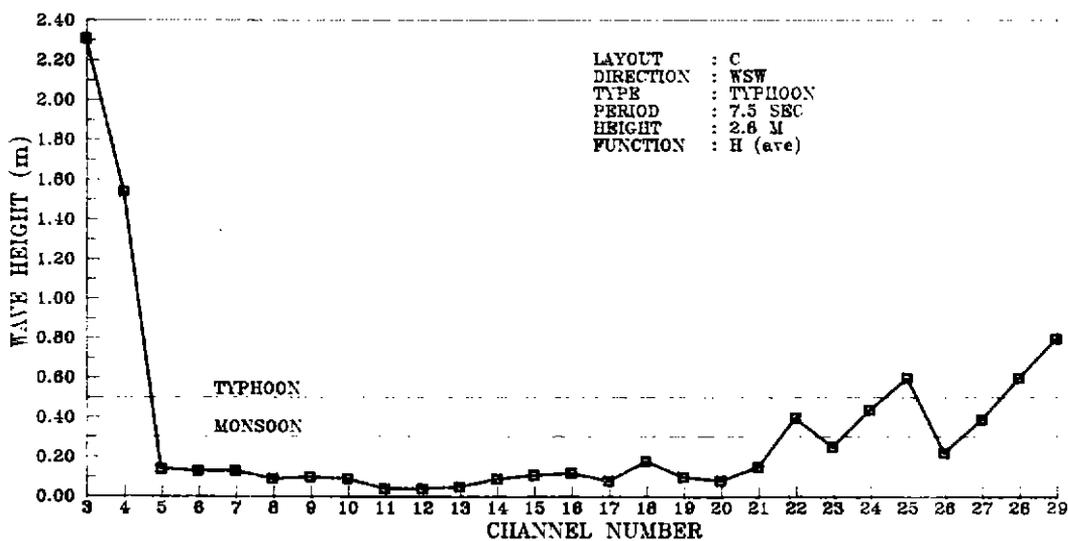


圖 4-9-b 配置方案C, WSW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

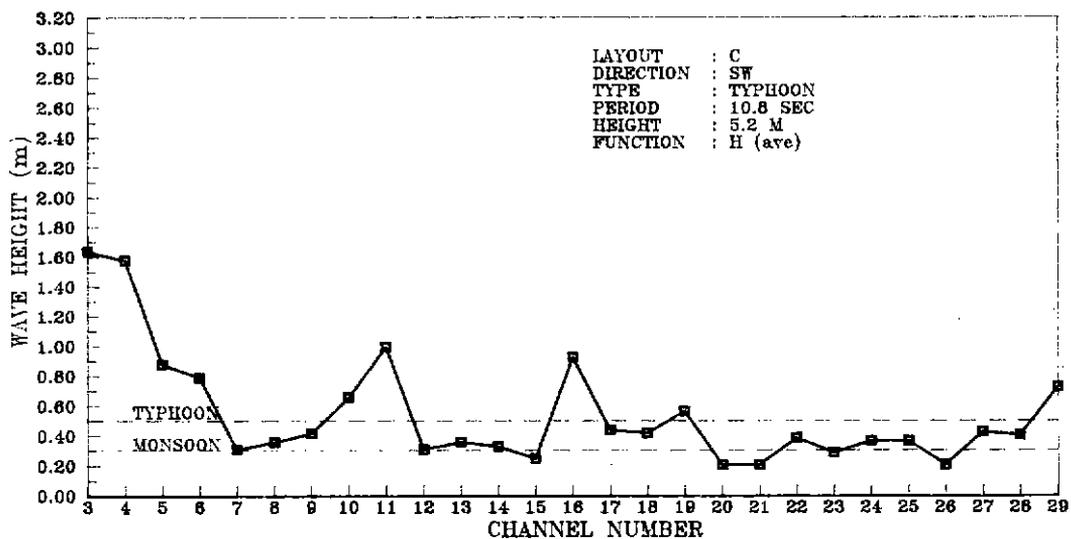


圖 4-9-c 配置方案C, SW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

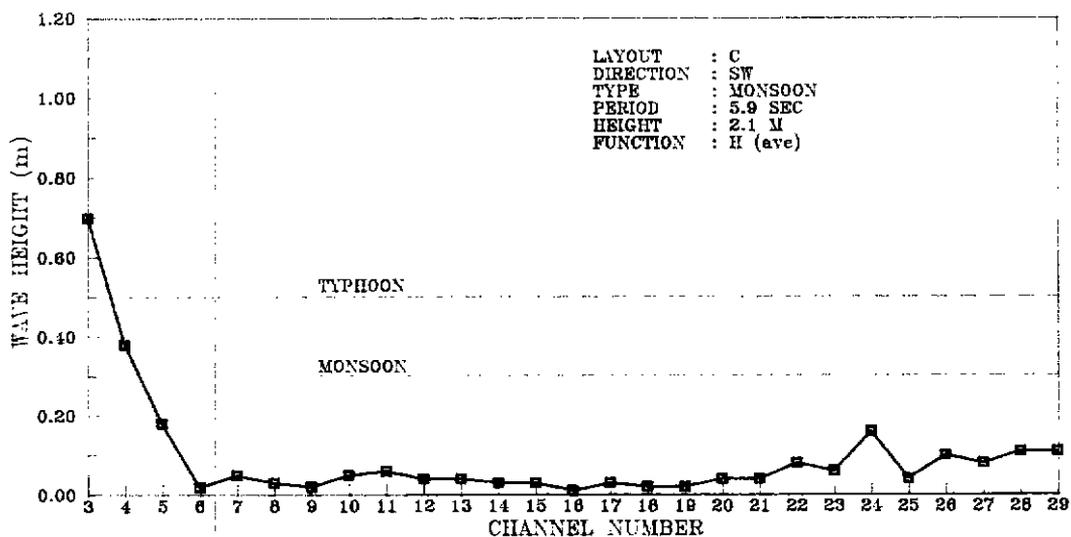
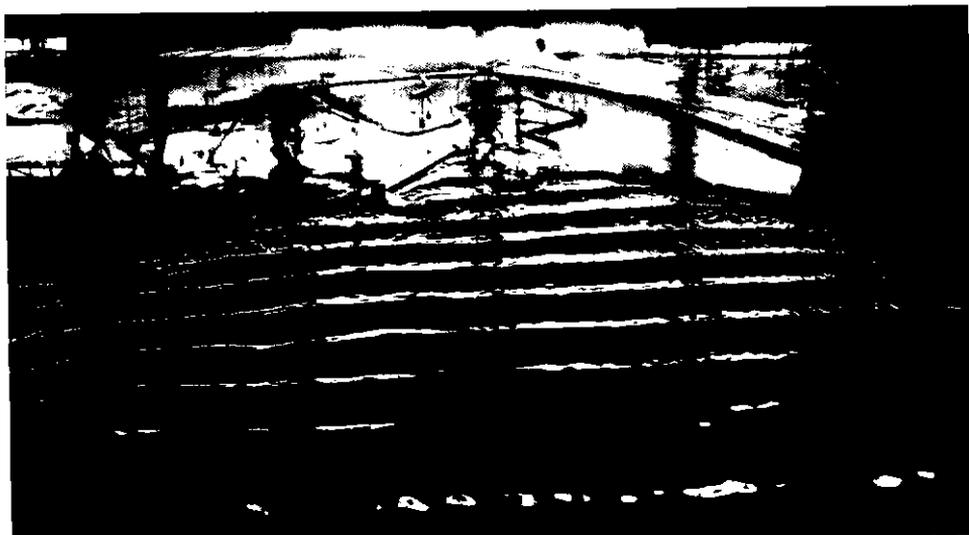
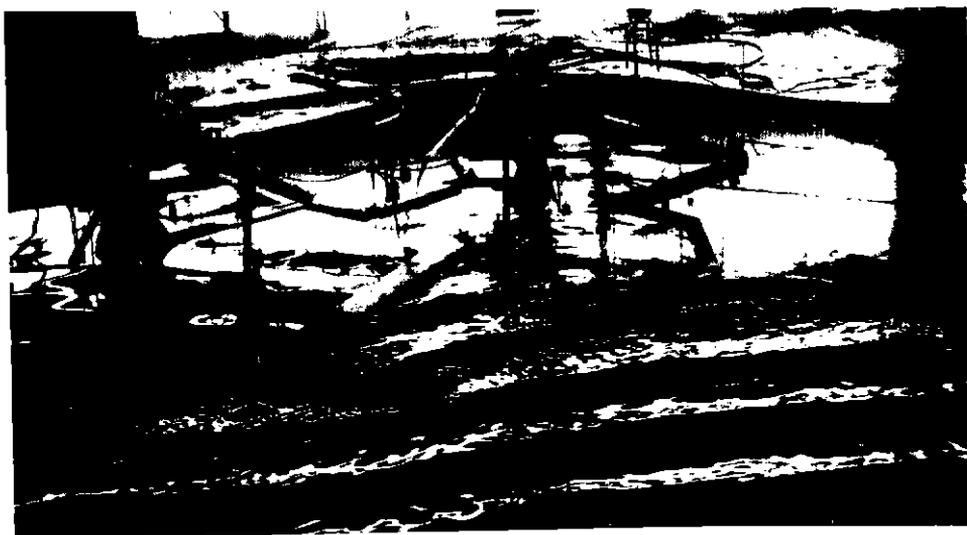


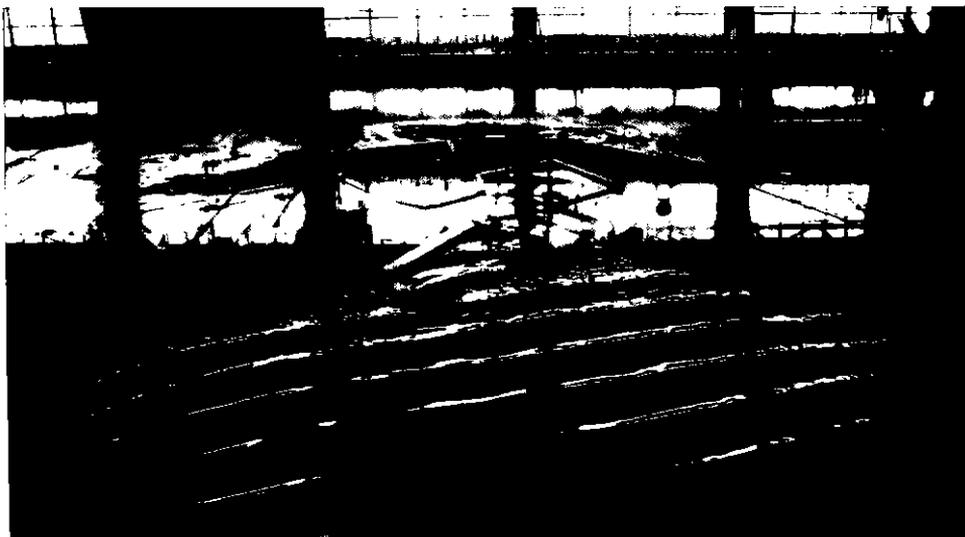
圖 4-9-d 配置方案C, SW向季節風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖



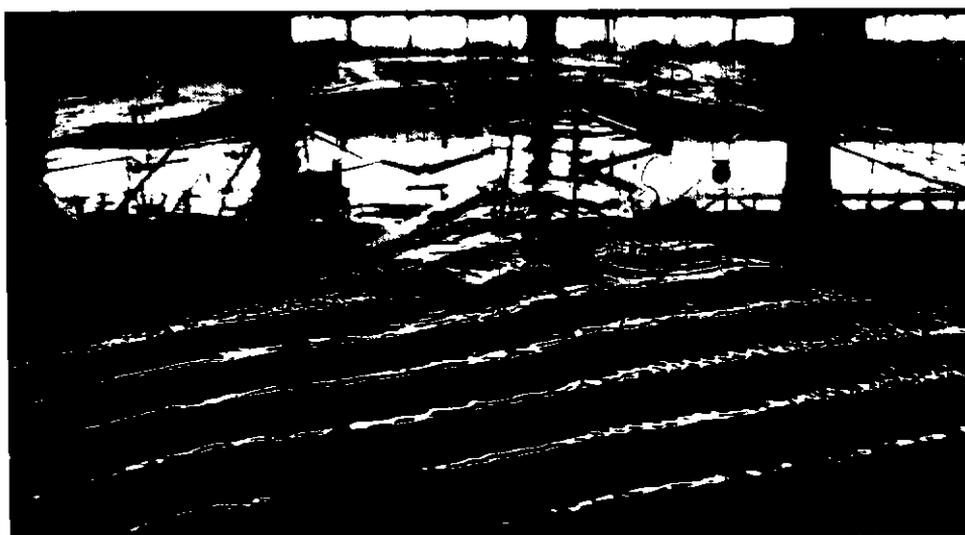
照片 4-9-a 配置方案C,W向颱風波浪作用初期,波浪到達港口時情形



照片 4-9-b 配置方案C,W向颱風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形



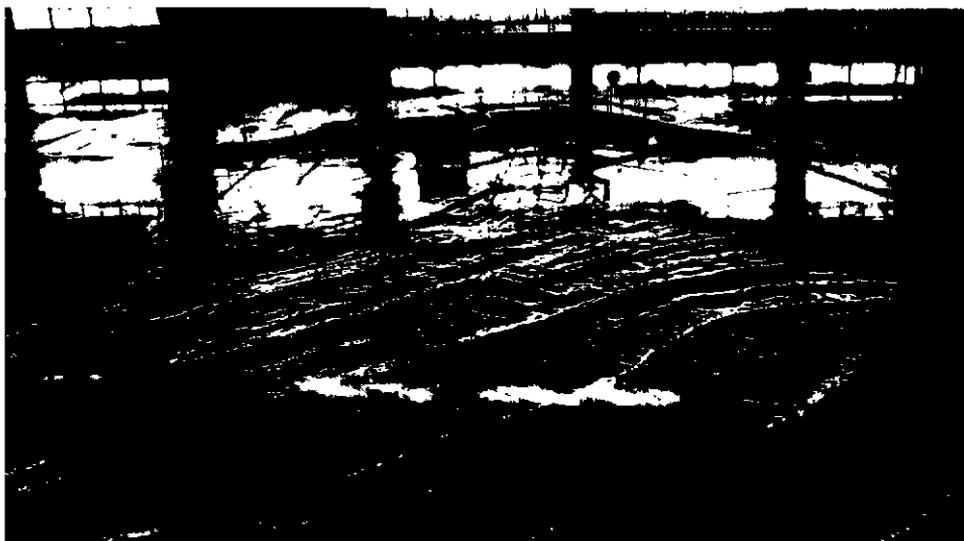
照片 4-10-a 配置方案C,WSW向颱風波浪到達港口時情形



照片 4-10-b 配置方案C,WSW向颱風波浪累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形



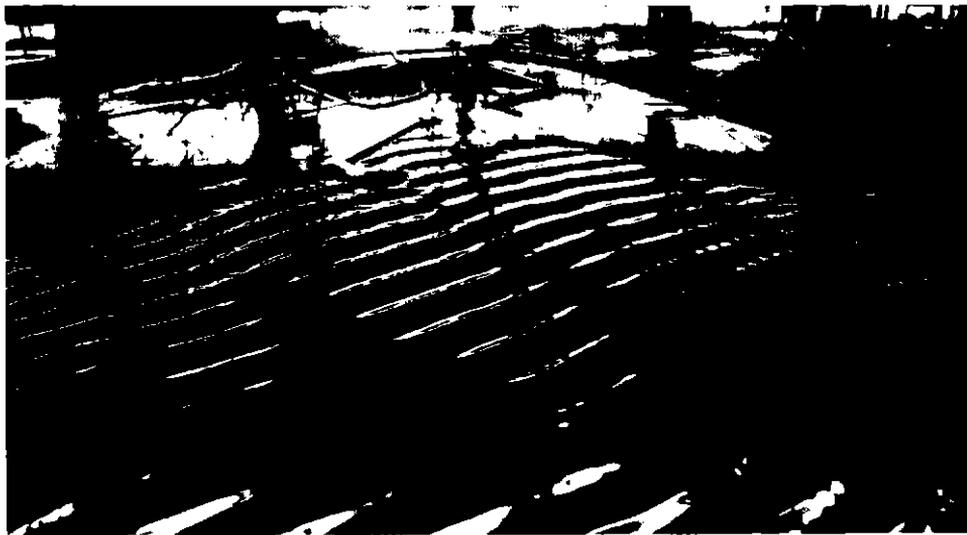
照片 4-11-a 配置方案C, SW向颱風波浪作用初期, 港口附近水域波浪情形



照片 4-11-b 配置方案C, SW向颱風波浪作用, 當累積造波時間5分鐘後, 港內水域穩靜情形



照片 4-12-a 配置方案C, SW向季節風波浪作用初期, 港口附近水域波浪情形



照片 4-12-b 配置方案C, SW向季節風波浪作用, 當累積造波時間5分鐘後, 港內水域穩靜情形

四、離岸堤配置方案D試驗結果：

配置方案C，雖然於第二期計畫完成後整個遊艇港配置方案B中，在北防波堤增置二道長度分別為32公尺與13公尺之突堤，以阻擋W向、WSW向以及SW向等颱風波浪之入侵及繞射，惟試驗結果顯示，該配置方案仍未能完全有效阻擋該些波向颱風波浪之入侵，在遊艇維修區、觀光遊艇區以及私人遊艇區等附近水域，仍有局部區域未能符合颱風期間遊艇港停泊要求，故本所根據配置方案C在各波向颱風波浪作用時，觀察其波浪入射以及繞射等試驗結果，另外研擬一配置方案D，即根據僑龍工程顧問公司所研擬第二期計畫完成後之遊艇港配置方案B，在其港口外側增置一道長為 200公尺之離岸堤，整個詳細配置方案如圖 3-1-d所示，試驗波高計設置位置則如圖 3-2-d所示；該配置方案亦同時進行W、WSW以及SW波向等三個颱風波浪以及一個SW波向季節風波浪試驗，試驗結果港內水域波高係數、等波高值曲線分佈以及港內水域各區波高係數則分別如圖 4-10、圖 4-11以及表 4-4所示，而整個水域各測點波高分佈則如圖 4-12所示。

表 4 - 4 配置方案D，港內水域各分區波高係數分佈表

波浪型態	波向	波高 (m)	週期 (sec)	港口	航道	遊艇 維修區	觀光 遊艇區	內航道區	私人遊艇區		會員及租賃 遊艇區
									(I)區	(II)區	
颱風 波浪	W	2.5	7.8	0.06	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
				0.23	0.12	0.06	0.08	0.06	0.03	0.06	0.02
	WSW	2.8	7.5	0.06	0.08	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	
				0.11	0.11	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01
	SW	5.2	10.8	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
				0.11	0.05	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01
季節風	SW	2.1	5.9	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
				0.08		0.03					

配置方案D，由於離岸堤之增置，已完全有效阻擋W向、WSW向以及SW向等三個波向波浪之入侵，故試驗結果顯示，在W向颱風波浪作用下，港內水域波高均在20公分以下；而在WSW向以及SW向颱風波浪作用下，港內水域波高則均在15公分以下；在SW向季節風波浪作用下，港內水域更是非常穩靜。

照片4-13~照片4-16 則分別顯示配置方案D在各波向颱風波浪以及累積造波時間達5分鐘後，即當波浪成熟時，在港口附近前水域以及港內水域穩靜情況。

五、港內水域長週期性波浪分析結果(即港內水位抬升現象分析結果)

行進中波浪在到達港口前，常因波浪之淺化、碎波後水位之抬升，造成港內水域平均水位有長週期性的起伏不穩靜現象；這種港內水域表面上雖屬穩靜，惟存在著長週期性之平均水位起伏振動，尤當波浪正對港口入射以及港內水域狹窄時，該現象特別顯著。本試驗為瞭解觀音亭新生地遊艇港各種配置方案在W向、WSW向以及SW向颱風與季節風波浪作用下，這種長週期性平均水位起伏現象，特將各配置方案其觀測點在各波向波浪作用下之分析結果摘錄如表4-5所示，表中試驗結果顯示，僅有第一期計畫遊艇港配置方案A，在SW向颱風波浪作用時，在觀測點NO.14與NO.18，即在會員及租賃遊艇區水域有週期長達12分鐘，波高分別為42公分與38公分之平均水位起伏振動，如表4-5-a中所示，其餘配置方案則無此現象；圖4-13-a~圖4-13-b則分別為各配置方案在SW向颱風波浪作用下某些觀測點之水位變化歷時圖，圖4-13-a則為配置方案A在觀測點NO.14之試驗結果，顯示平均水位亦存在著顯著長週期性之起伏變化。

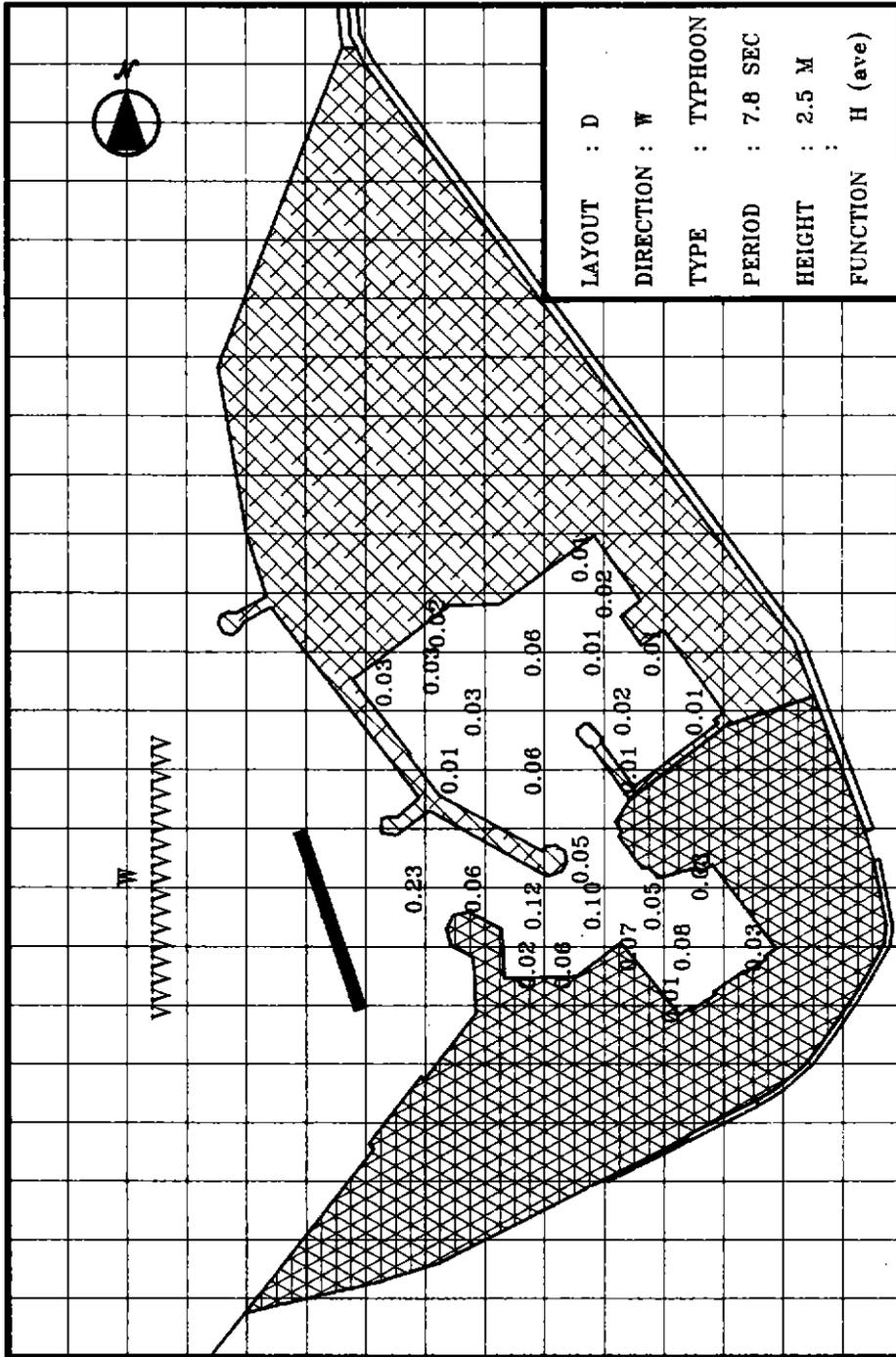


圖 4-10-a 配置方案D, W向颶風波浪作用港內水域減波高係數分佈圖

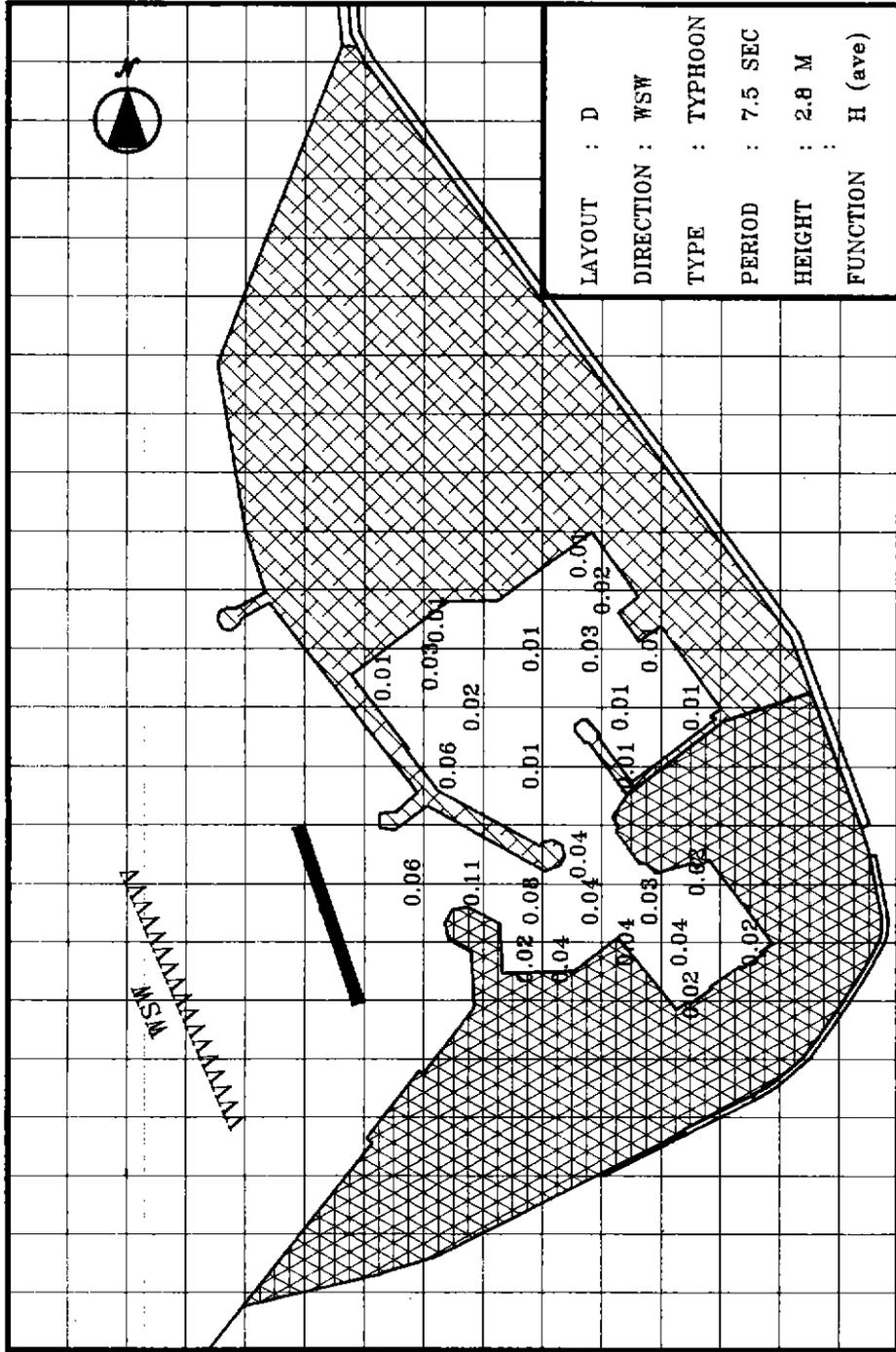


圖 4-10-b 配置方案D, WSW向颱風波浪作用港內水域波高係數分佈圖

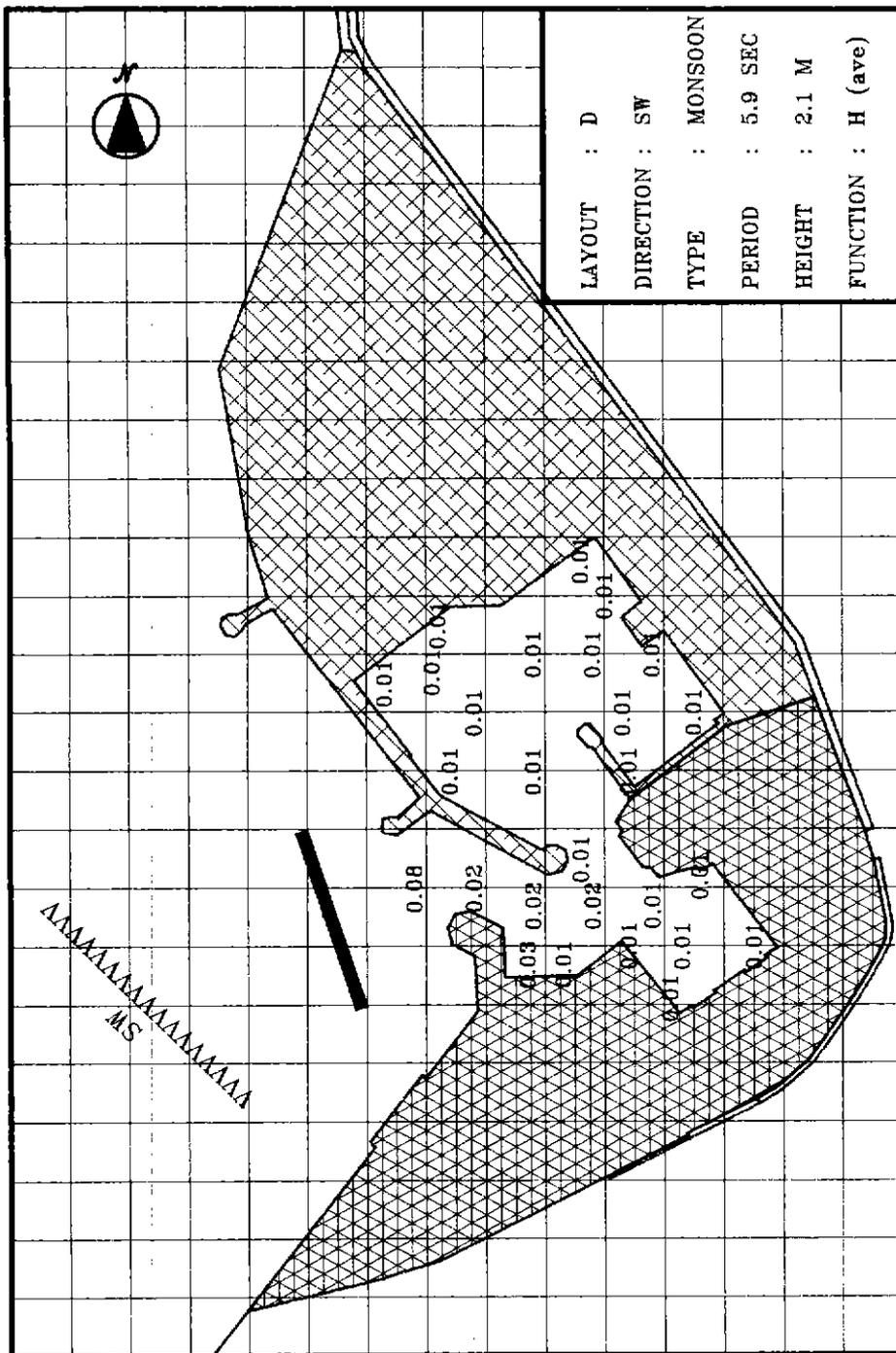


圖 4-10-d 配置方案D, SW向季節風波浪作用港內水域波高係數分佈圖

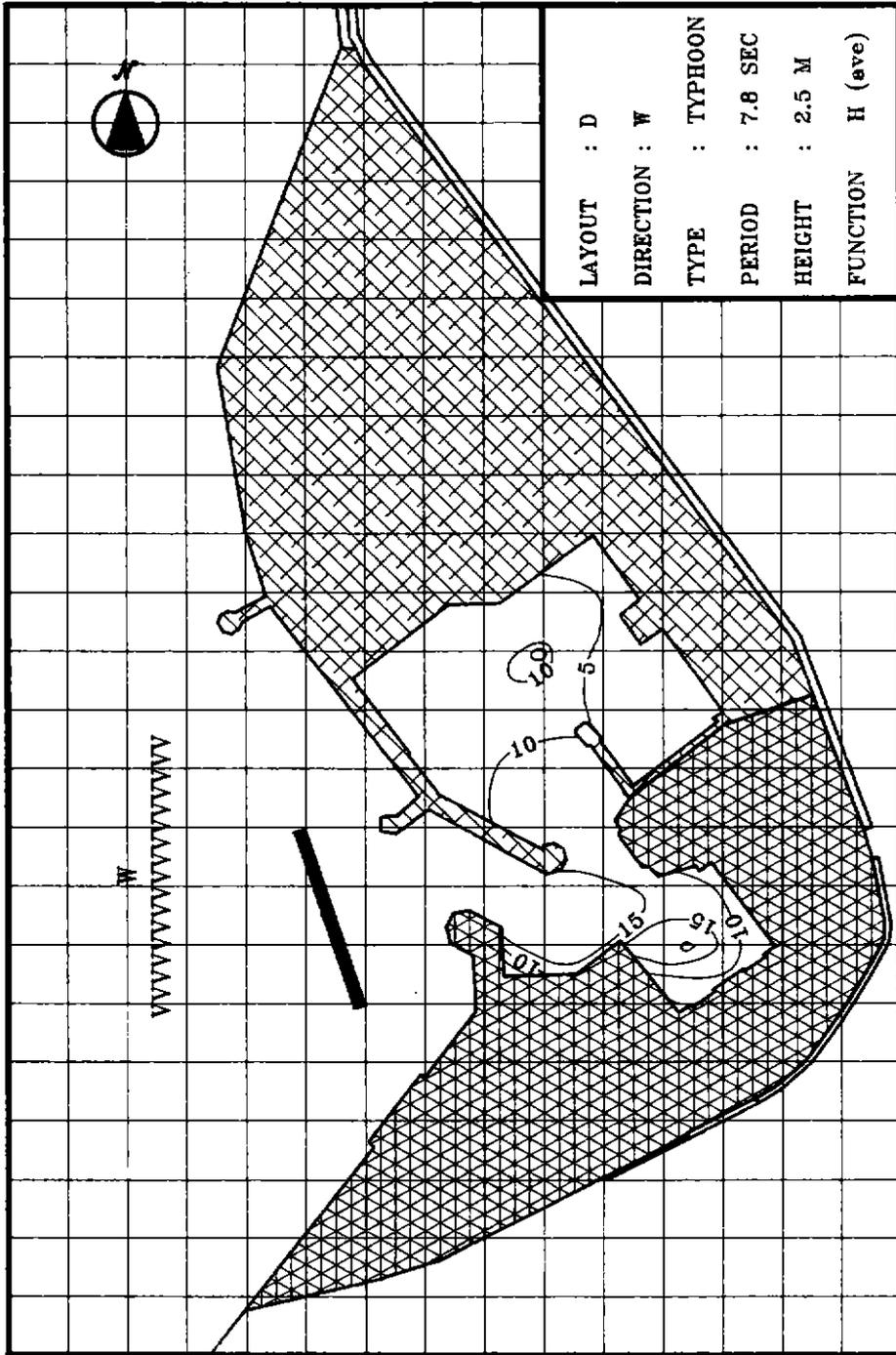


圖 4-11-a 配置方案D, W向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

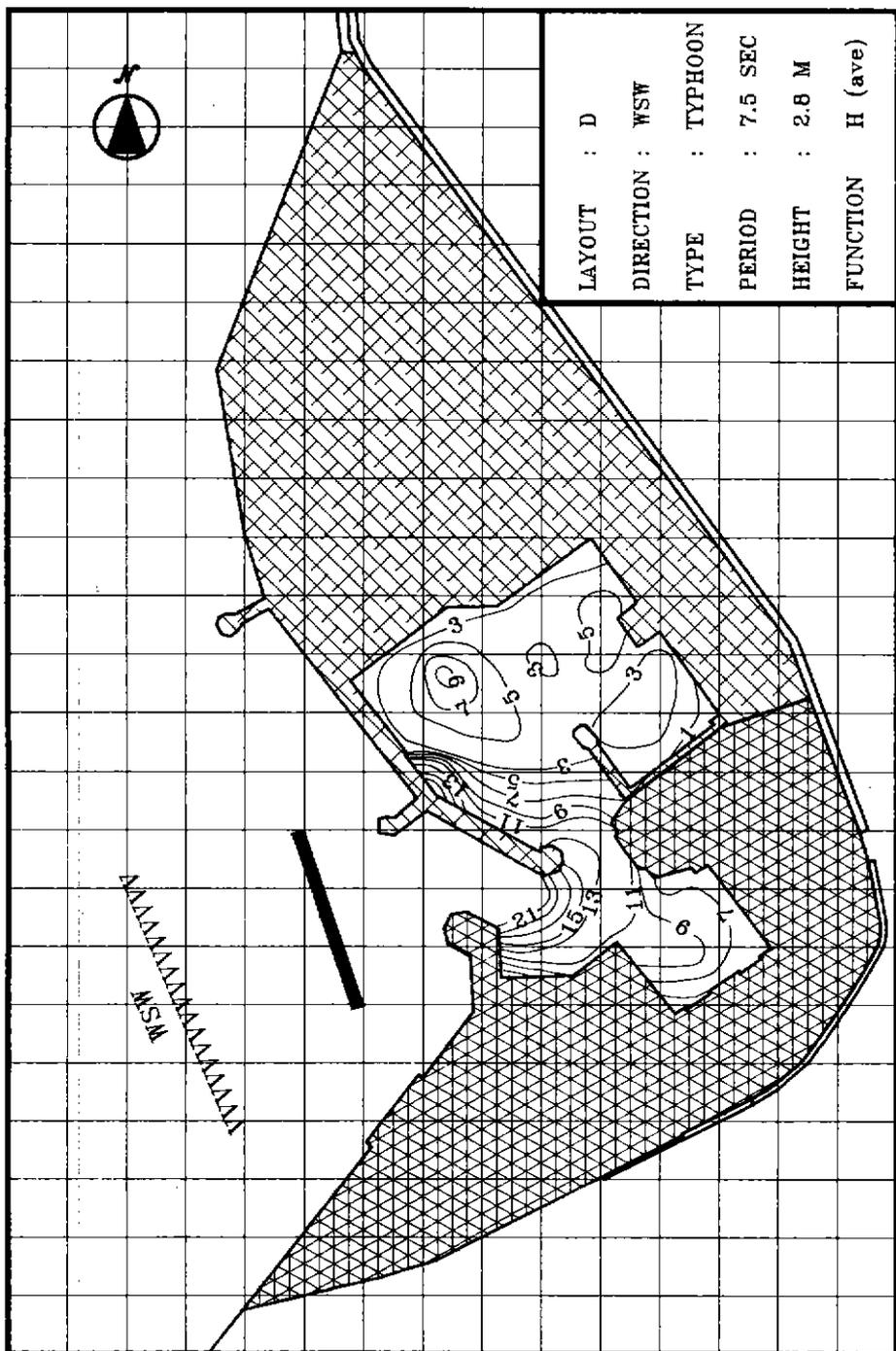


圖 4-11-b 配置方案D, WSW向颱風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

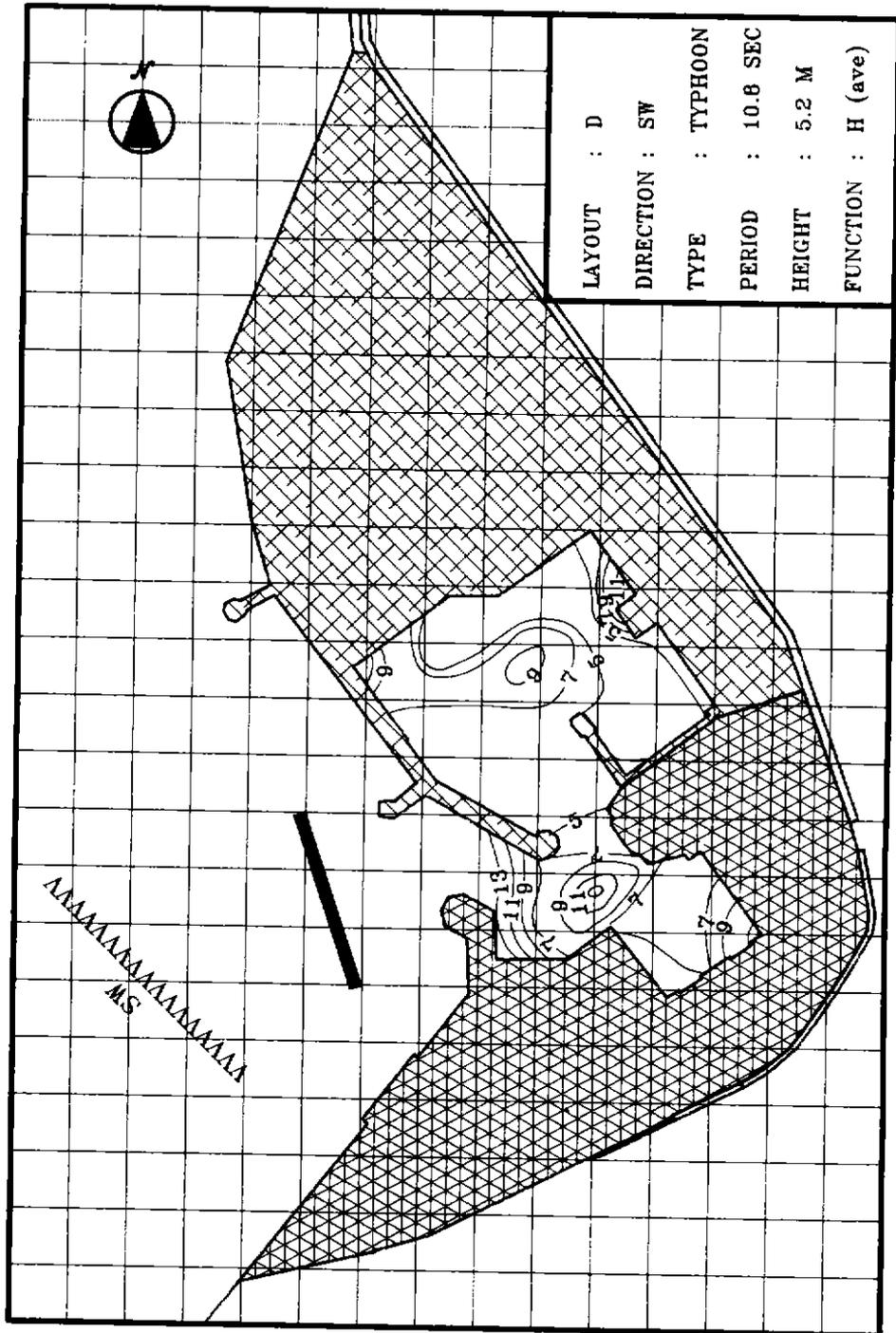


圖 4-11-c 配置方案D, SW向颱風波浪作用港內水域等高值曲線分佈圖

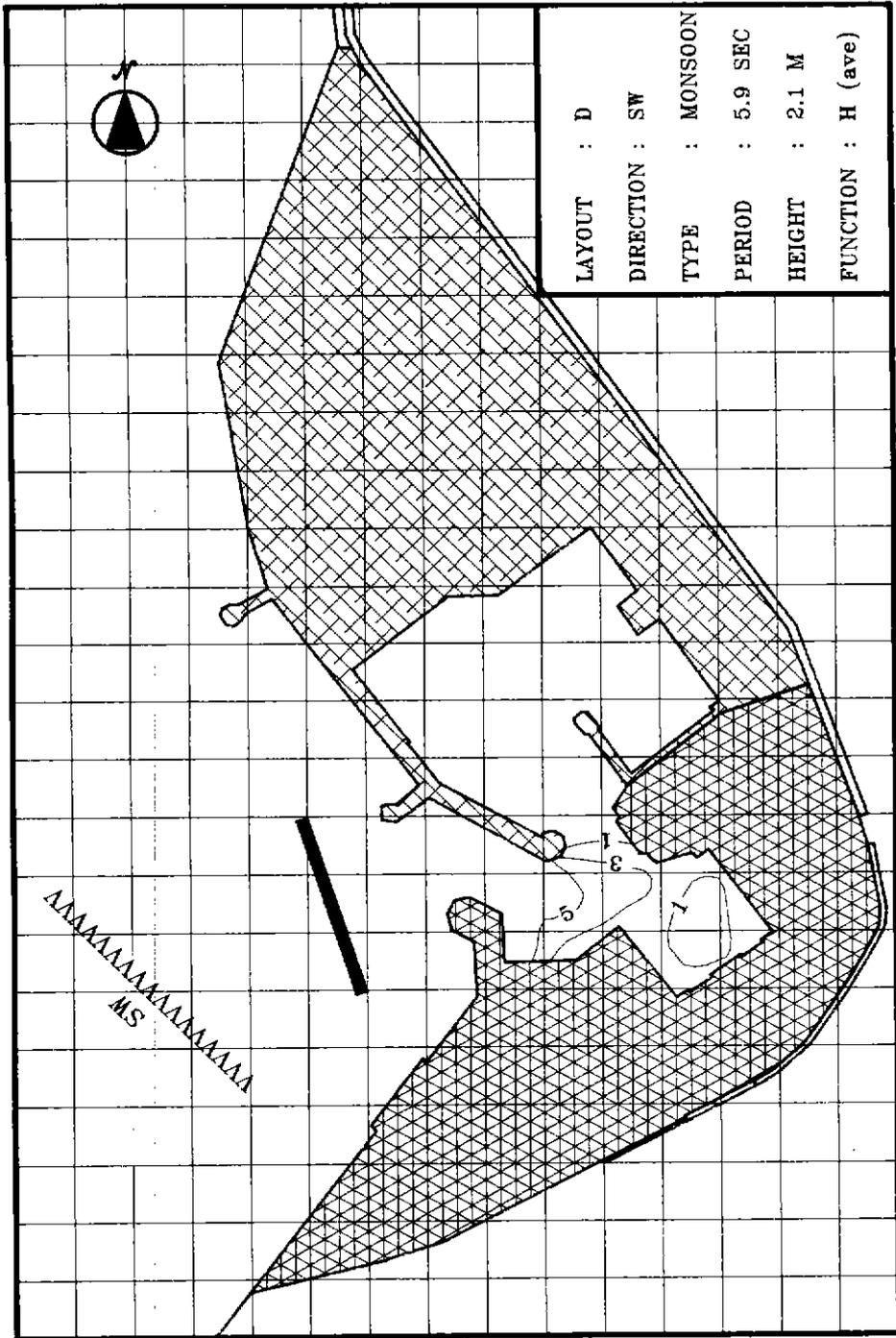


圖 4-11-d 配置方案D, SW向季節風波浪作用港內水域等波高值曲線分佈圖

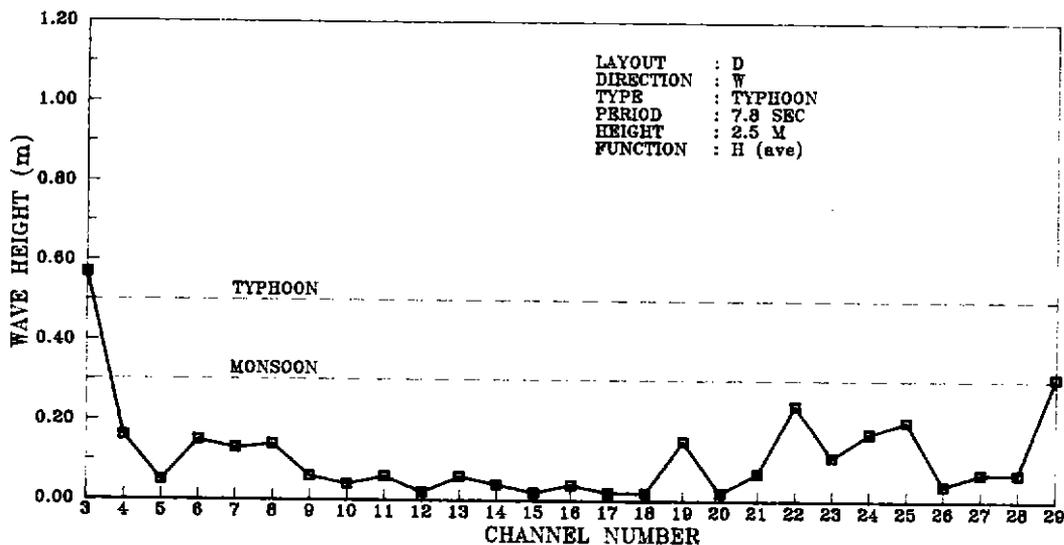


圖 4-12-a 配置方案D, W向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

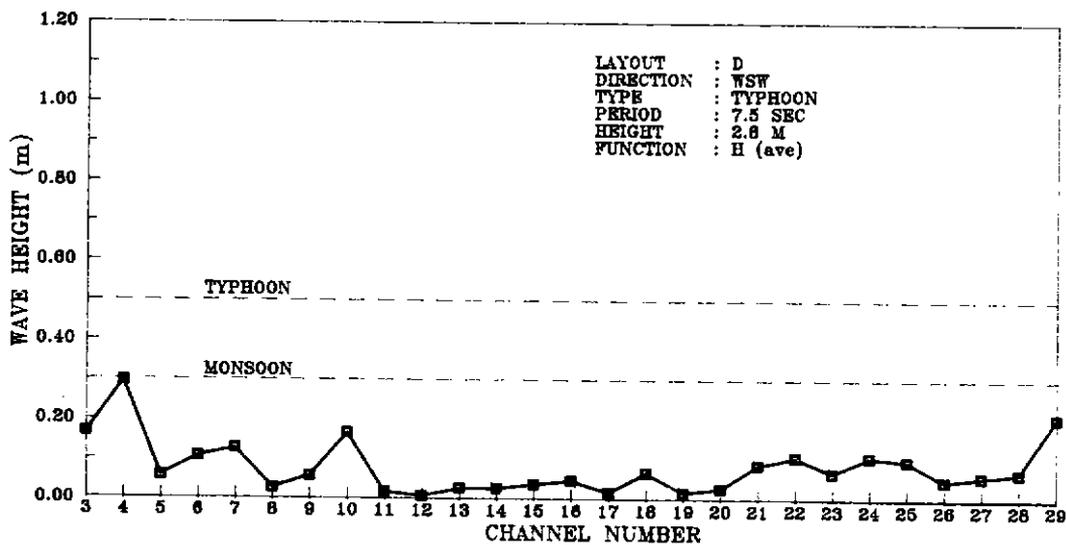


圖 4-12-b 配置方案D, WSW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

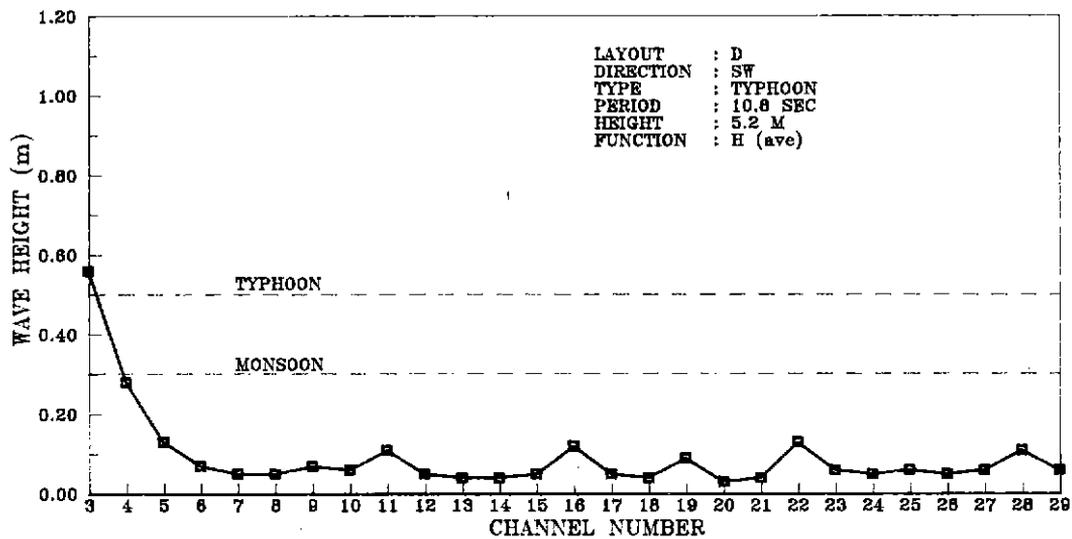


圖 4-12-c 配置方案D, SW向颱風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖

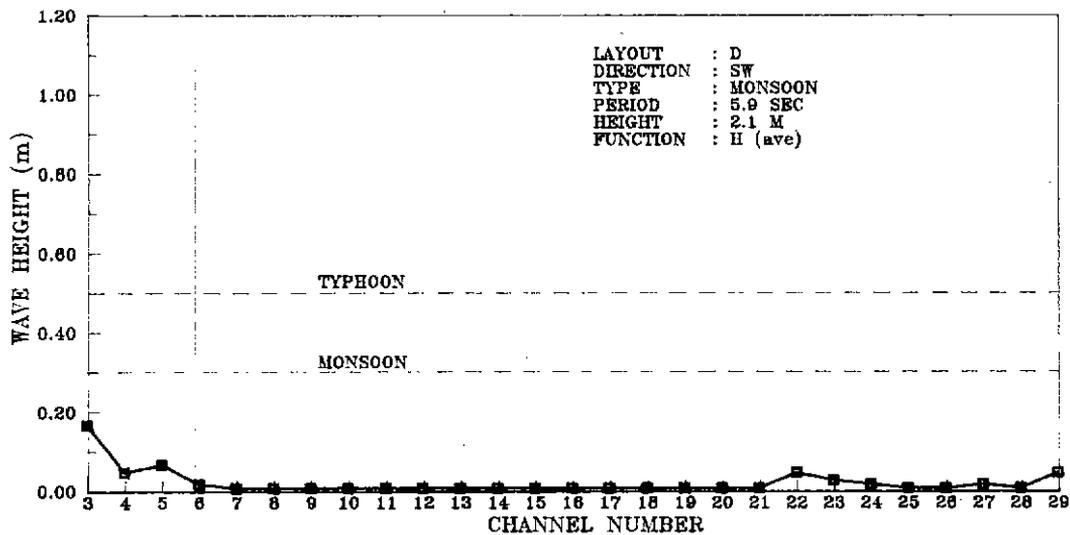


圖 4-12-d 配置方案D, SW向季節風波浪作用港區水域各測點波高分佈圖



照片 4-13-a 配置方案D,W向颱風波浪作用初期,港口附近水域波浪情形



照片 4-13-b 配置方案D,W向颱風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形



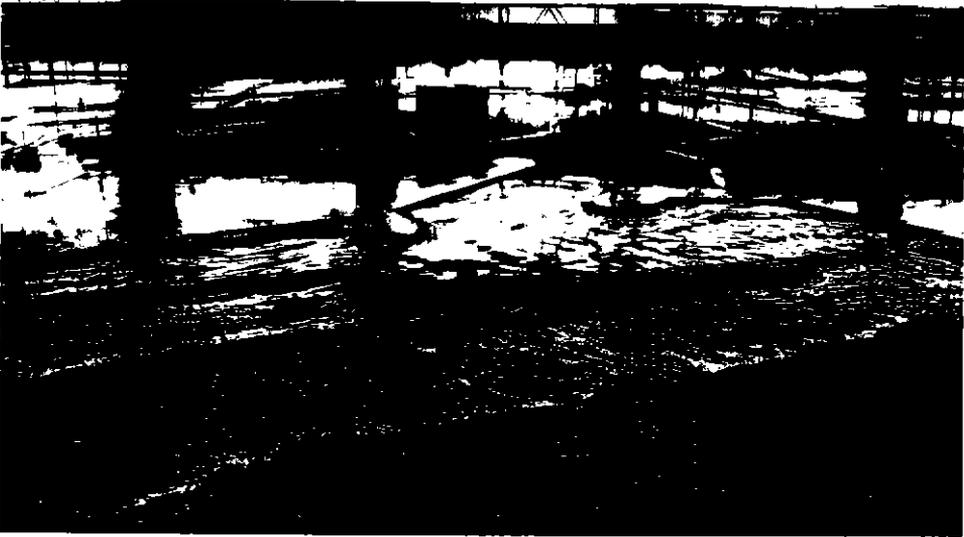
照片 4-14-a 配置方案D,WSW向颱風波浪作用初期,港口附近水域波浪情形



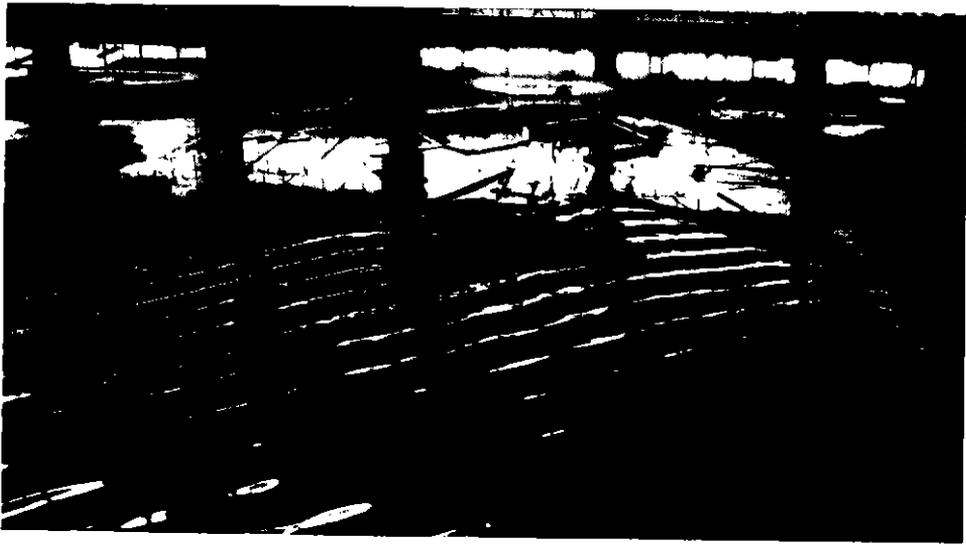
照片 4-14-b 配置方案D,WSW向颱風波浪作用,當累積造波時間5分鐘後,港內水域穩靜情形



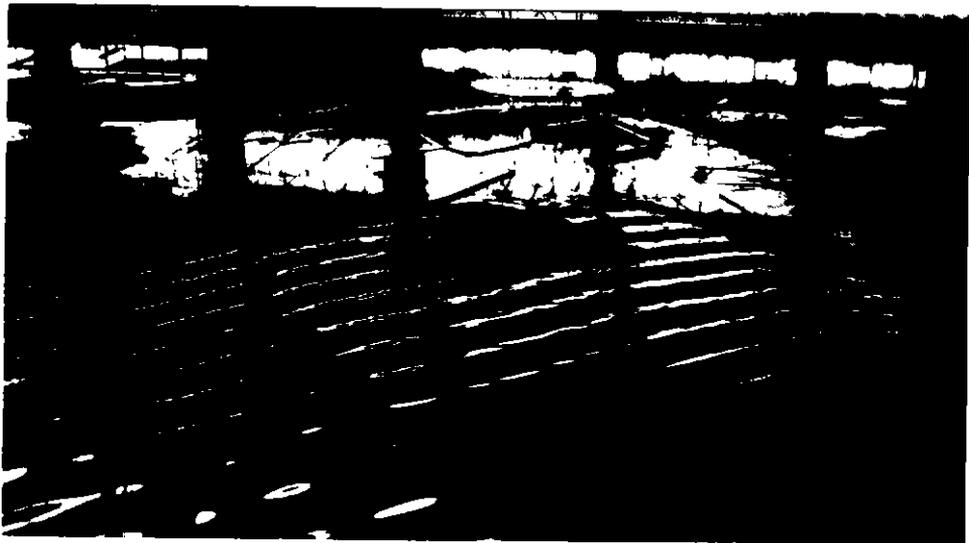
照片 4-15-a 配置方案D, SW向颱風波浪作用初期, 港口附近水域波浪情形



照片 4-15-b 配置方案D, SW向颱風波浪作用, 當累積造波時間5分鐘後, 港內水域穩靜情形



照片 4-16-a 配置方案D, SW向季節風波浪作用初期, 港口附近水域波浪情形



照片 4-16-b 配置方案D, SW向季節風波浪作用, 當累積造波時間5分鐘後, 港內水域穩靜情形

表 4-5-b 配置方案B, 各觀測點長週期波浪分析表

測點	W (TYPHOON)		W S W (TYPHOON)		S W (TYPHOON)		S W (MONSOON)					
	波向	波高(cm)	週期(sec)	波數	波高(cm)	週期(sec)	波數	波高(cm)	週期(sec)			
3	33	2.98	42.70	45	2.28	31.38	43	3.28	32.86	20	3.48	69.89
4	19	1.96	74.09	12	3.45	105.56	31	4.26	45.50	15	3.29	77.97
5	18	1.12	51.41	22	1.76	64.01	21	4.34	61.74	5	8.62	260.72
6	17	4.27	66.65	25	1.48	56.19	24	5.17	53.25	51	1.00	28.08
7	29	0.53	49.26	11	3.92	121.14	4	13.32	329.30	31	0.48	37.27
8	41	0.41	30.54	45	0.24	26.42	11	5.63	113.69	5	1.77	232.64
9	13	0.75	102.44	24	0.48	57.16	17	2.44	67.15	15	0.79	88.53
10	28	0.96	51.00	21	1.13	61.97	21	3.87	63.12	19	0.81	71.83
11	12	2.07	107.53	21	0.92	58.44	19	3.27	66.46	31	0.72	43.30
12	23	0.78	62.39	18	1.16	76.37	7	7.96	190.20	13	0.99	103.29
13	20	1.21	71.76	27	1.01	48.29	15	4.87	82.60	6	2.44	183.93
14	38	0.35	30.91	33	0.33	34.26	7	7.28	186.60	3	2.85	365.80
15	43	0.36	33.26	12	1.13	109.66	6	7.34	202.10	23	0.49	58.76
16	19	0.52	53.97	41	0.63	33.45	17	4.19	74.49	7	2.28	171.97
17	25	0.46	49.36	41	0.50	30.92	18	3.74	71.33	5	2.33	219.60
18	31	0.71	45.50	20	1.94	65.83	15	3.40	85.00	6	1.68	200.43
19	7	0.79	162.17	15	0.66	84.49	10	3.75	106.24	4	3.17	359.80
20	10	1.34	102.26	51	0.47	25.76	6	7.56	216.83	7	1.90	203.22
21	16	5.30	87.56	18	2.10	79.53	7	7.84	181.74	10	2.09	142.06
22	20	0.43	41.73	11	4.63	120.45	13	3.69	96.33	14	3.88	100.80
23	1	0.00	0.40	9	4.08	152.08	6	7.05	216.36	5	2.97	287.72
24	70	0.45	20.30	29	1.36	49.26	18	3.17	72.14	10	1.67	124.70
25	14	1.39	102.25	23	0.96	61.92	9	4.59	139.91	18	1.44	68.17
26	48	0.45	29.29	22	1.22	64.77	18	3.48	72.16	9	3.14	115.73
27	32	0.99	44.15	12	2.76	118.91	19	4.46	66.96	22	1.78	59.50
28	20	0.92	54.79	21	2.00	64.16	12	4.22	103.76	17	1.90	70.763
29	16	2.62	89.08	53	0.79	26.96	17	2.51	69.30	19	2.34	65.96

表 4-5-C 配置方案C, 各觀測點長週期波浪分析表

測點	W (TYPHOON)		W S W (TYPHOON)		SW (TYPHOON)		SW (MONSOON)	
	波向	波高(cm)	波數	週期(sec)	波向	波高(cm)	波數	週期(sec)
3	38	0.0310	60	2.9504	31	0.0747	25	0.0577
4	25	0.0874	14	10.2036	17	0.0692	7	0.0535
5	11	0.0754	15	9.5333	10	0.1176	6	0.0979
6	11	0.0410	27	5.2204	16	0.1098	26	0.0242
7	28	0.0321	37	3.8905	8	0.1285	17	0.0178
8	3	0.1063	41	10.6857	7	0.2111	19	0.0098
9	28	0.0116	12	14.9833	6	0.1711	31	0.0041
10	16	0.0738	15	7.1517	5	0.0673	15	0.0103
11	9	0.0373	23	6.4967	18	0.1059	23	0.0262
12	14	0.0366	12	11.0083	8	0.1599	21	0.0331
13	15	0.0159	34	4.3529	8	0.1351	15	0.0297
14	7	0.0316	20	5.4388	5	0.2231	25	0.0068
15	32	0.0180	17	6.9779	13	0.1125	12	0.0190
16	10	0.0316	25	6.3300	5	0.1691	25	0.0129
17	4	0.0405	21	7.0583	3	0.2788	26	0.0133
18	28	0.0157	21	7.0845	2	0.3582	51	0.0090
19	16	0.0419	9	11.5333	4	0.2057	12	0.0215
20	38	0.0096	8	8.4038	7	0.1665	25	0.0252
21	7	0.1103	19	8.4053	9	0.1143	18	0.0163
22	14	0.0330	46	3.6984	19	0.0681	8	0.0406
23	11	0.0455	18	8.6792	8	0.1124	6	0.0320
24	15	0.0213	19	8.0447	8	0.0913	17	0.0245
25	8	0.0189	65	2.7465	3	0.1840	15	0.0223
26	16	0.0120	18	9.7667	13	0.0837	16	0.0181
27	15	0.0166	18	6.1621	8	0.1158	17	0.0296
28	21	0.0082	29	7.2120	16	0.0565	41	0.0123
29	8	0.0177	34	5.2522	10	0.0648	17	0.0311

表 4-5-d 配置方案D, 各觀測點長週期波浪分析表

測點	W (TYPHOON)		W S W (TYPHOON)		S W (TYPHOON)		S W (MONSOON)	
	波向	波高(cm)	波數	週期(sec)	波向	波高(cm)	波數	週期(sec)
3	21	0.0254	26	7.4488	15	0.0191	10	9.9717
4	11	0.0219	29	9.2455	12	0.0089	12	11.4917
5	9	0.0336	19	13.7278	11	0.0183	33	10.6068
6	7	0.0354	17	17.5964	18	0.0127	16	6.5028
7	6	0.0471	20	20.6375	13	0.0213	33	7.2038
8	6	0.0314	21	21.6250	12	0.0090	5	8.1250
9	15	0.0219	11	11.4783	8	0.0197	13	9.7594
10	15	0.0350	11	11.4017	11	0.0310	8	9.3273
11	11	0.0620	15	15.7250	6	0.0331	11	19.3917
12	17	0.0468	8	8.0074	12	0.0341	16	9.1833
13	16	0.0418	10	10.6953	14	0.0187	43	7.9607
14	10	0.0503	17	17.2975	7	0.0384	23	13.2679
15	20	0.0600	8	8.6950	10	0.0448	3	10.4000
16	13	0.0430	13	13.2885	18	0.0251	8	7.2719
17	12	0.0241	9	9.6708	10	0.0248	88	10.2100
18	12	0.0419	14	14.4875	7	0.0175	43	14.2250
19	23	0.0130	7	7.6967	6	0.0088	28	14.5417
20	1	0.2290	16	120.2750	17	0.0395	32	6.9735
21	2	0.0435	14	14.9104	20	0.0137	23	4.1163
22	6	0.0091	4	4.3894	7	0.0058	17	15.6607
23	7	0.0451	7	7.4393	6	0.0109	56	18.1292
24	12	0.0286	14	14.1542	8	0.0098	43	14.0437
25	7	0.0383	23	23.8393	7	0.0180	64	17.6571
26	19	0.0323	9	9.2789	7	0.0270	19	17.4893
27	15	0.0360	11	11.8767	10	0.0157	17	12.4425
28	17	0.0318	10	10.4500	9	0.0220	14	13.7056
29	7	0.0295	14	14.0286	6	0.0198	16	16.9250

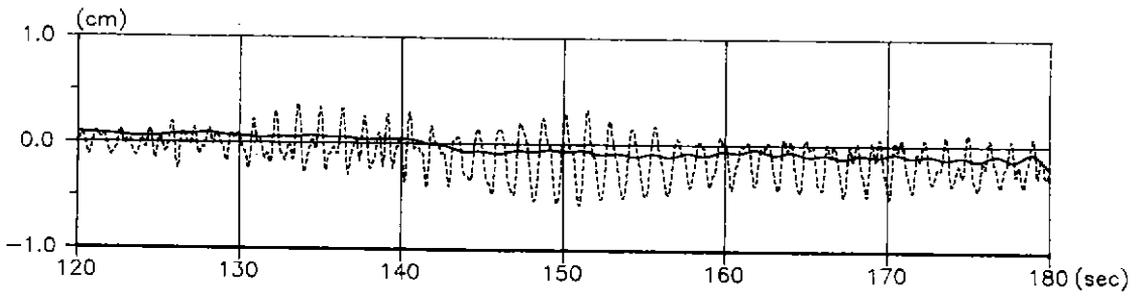
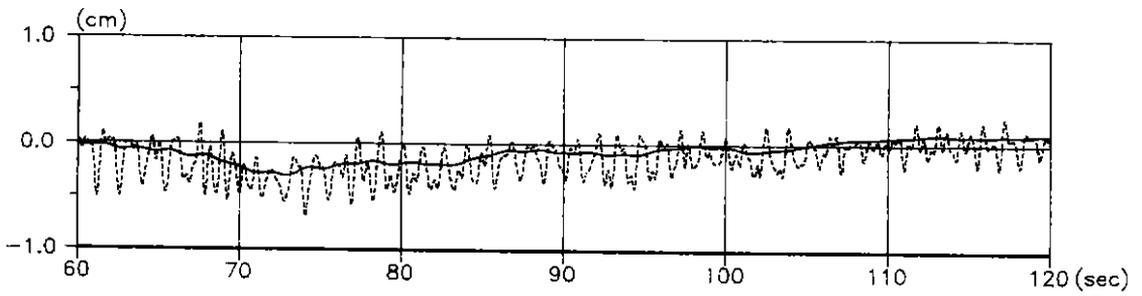
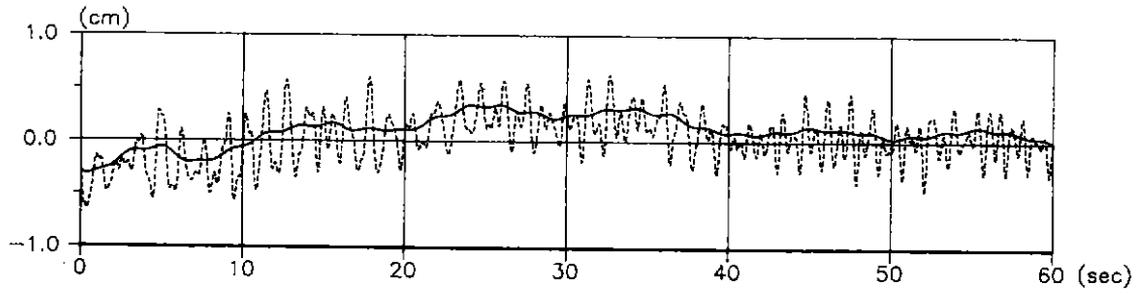


圖 4-13-a 配置方案A, 在SW向颱風波浪作用下,
觀測點 NO.14之水位變化歷時圖

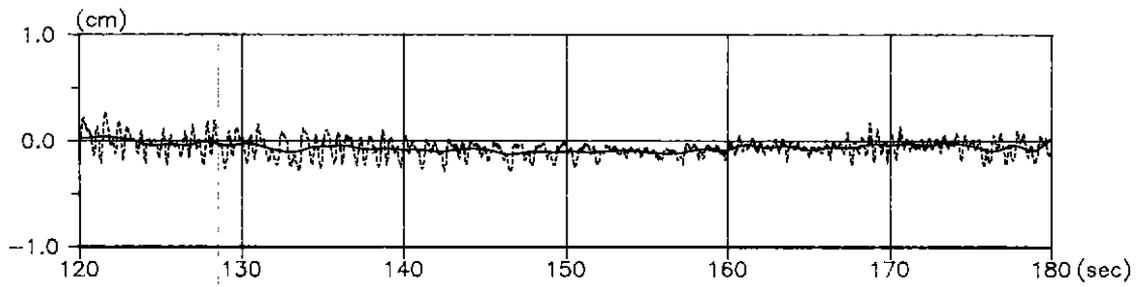
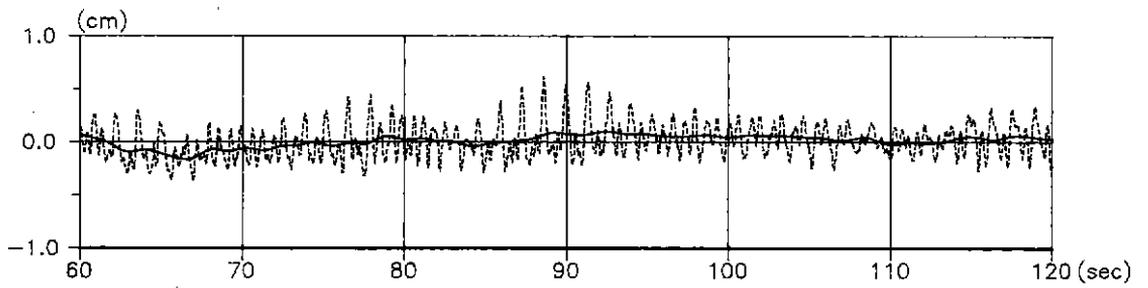
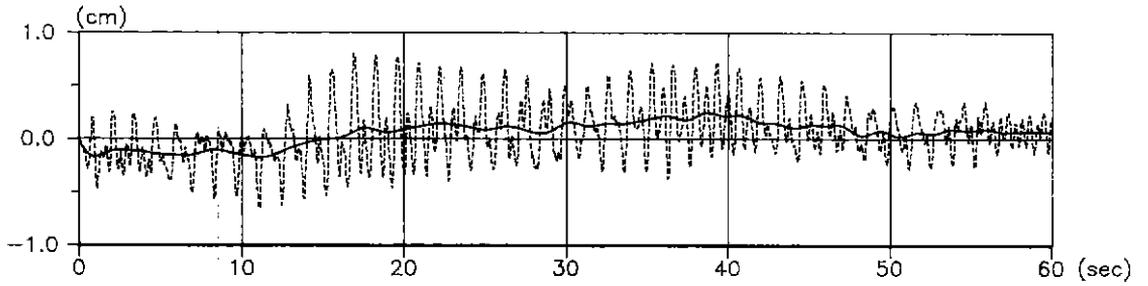


圖 4-13-b 配置方案B, 在SW向颱風波浪作用下,
觀測點 NO.7之水位變化歷時圖

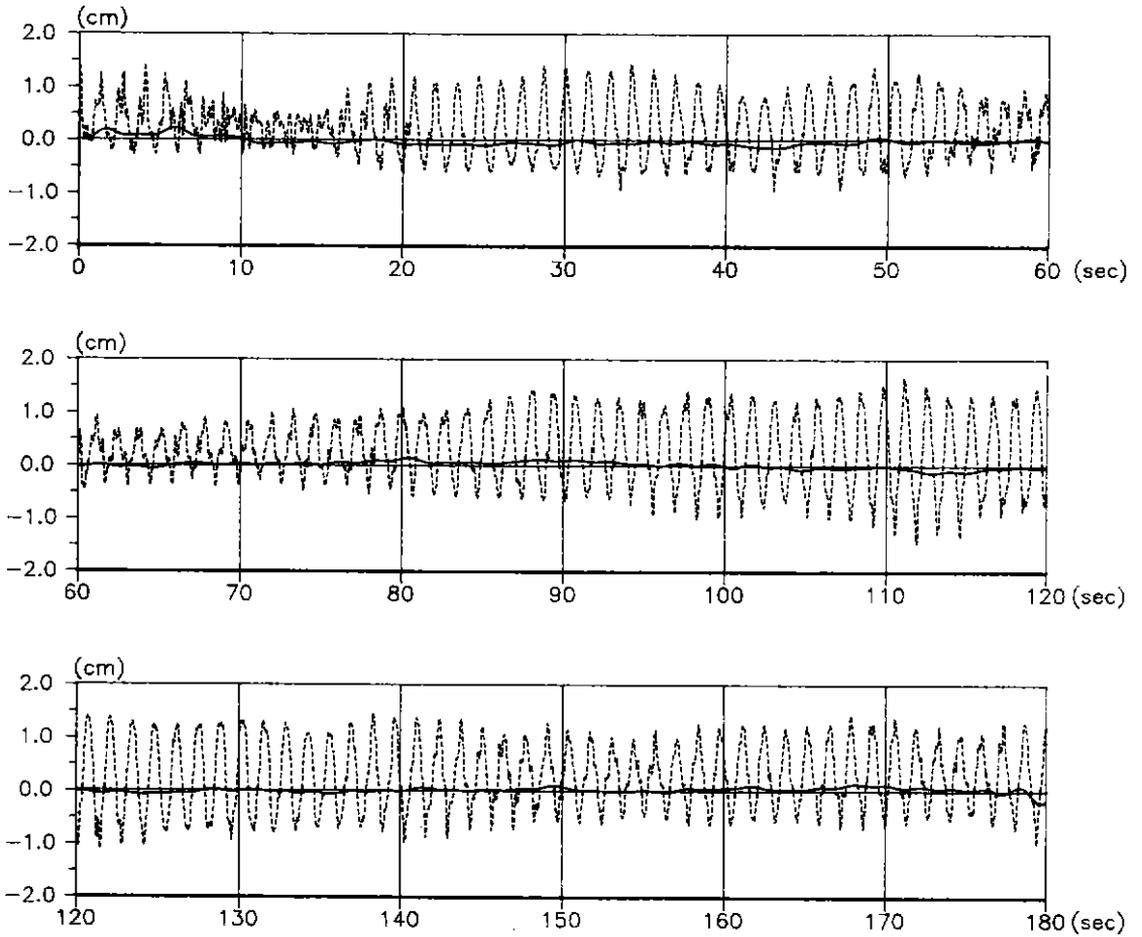


圖 4-13-c 配置方案C, 在SW向颱風波浪作用下,
觀測點 NO.11之水位變化歷時圖

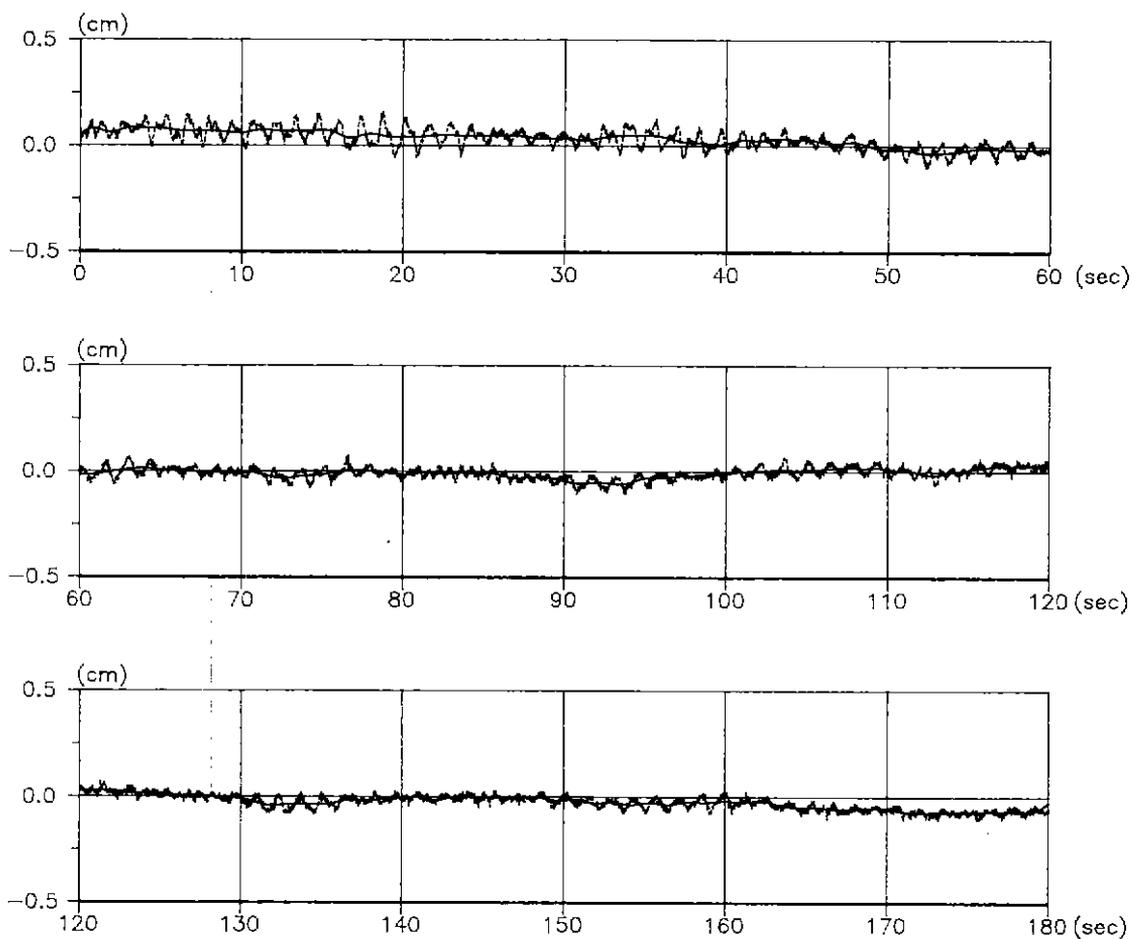


圖 4-13-d 配置方案D, 在SW向颱風波浪作用下,
觀測點 NO.18之水位變化歷時圖

第五章 結論與建議

綜合以上各種配置方案試驗的結果，可得下列數點結論及建議：

- 一、僑龍工程顧問公司所研擬第一期計畫遊艇港配置方案A試驗結果顯示，西外防波堤配置對W向、WSW向颱風波浪均有導浪作用，惟並無越波問題，整個港內水域均尚能符合該波向颱風期間遊艇船舶之碇靠要求。而對嚴重威脅該港之SW向颱風波浪，試驗結果顯示，除在西外防波堤有越波現象發生外，在私人遊艇區兩側附近水域因受碼頭垂直岸壁波浪反射以及入射波能集中緣故，致該區未能符合颱風期間遊艇船舶停靠要求；惟SW向季節風波浪入射時，試驗結果顯示，港內全區水域均非常穩靜。故若限於經費，遊艇港開建僅完成第一期計畫配置方案A時，本所建議宜加強遊艇港第二期計畫用地東南舊堤沿岸之消波設施，以減少反射波能之入侵港口，同時建議將私人遊艇區碼頭改為消波洞孔式碼頭，將有助於改善該區水域在颱風波浪入侵時，因碼頭垂直岸壁反射，致波能之集中效應。

- 二、配置方案B為僑龍工程顧問公司對整個觀音亭新生地及遊艇港開建所研擬定案配置，試驗結果顯示，因該港所規劃外廓防波堤成漏斗形，故對W向、WSW向均具有導浪作用，造成進口航道區、遊艇維修區以及觀光遊艇區等附近水域之不穩靜，未能符合颱風期間遊艇船舶之停靠要求；同時針對威脅該港之SW向颱風波浪，南防波堤雖可攔截部份入侵波能，但因北防波堤堤頭段之導浪以及整個北防波堤之越波現象，造成入口航道區、觀光遊艇區、北防

波堤內側以及私人遊艇區等附近水域之不穩靜，均未能符合颱風期間遊艇船舶停靠要求；惟該波向在季節風波浪作用下，試驗結果顯示，全區水域波高均在10公分以下，非常穩靜。

三、第一期計畫遊艇港配置方案A，試驗結果同時顯示，當SW向颱風波浪入侵時，在會員及租賃遊艇區水域存在有波高約為42公分、週期長達12分鐘之長週期波，即所謂水位抬升現象，惟該現象當第二期計畫全部完成後即不復存在。

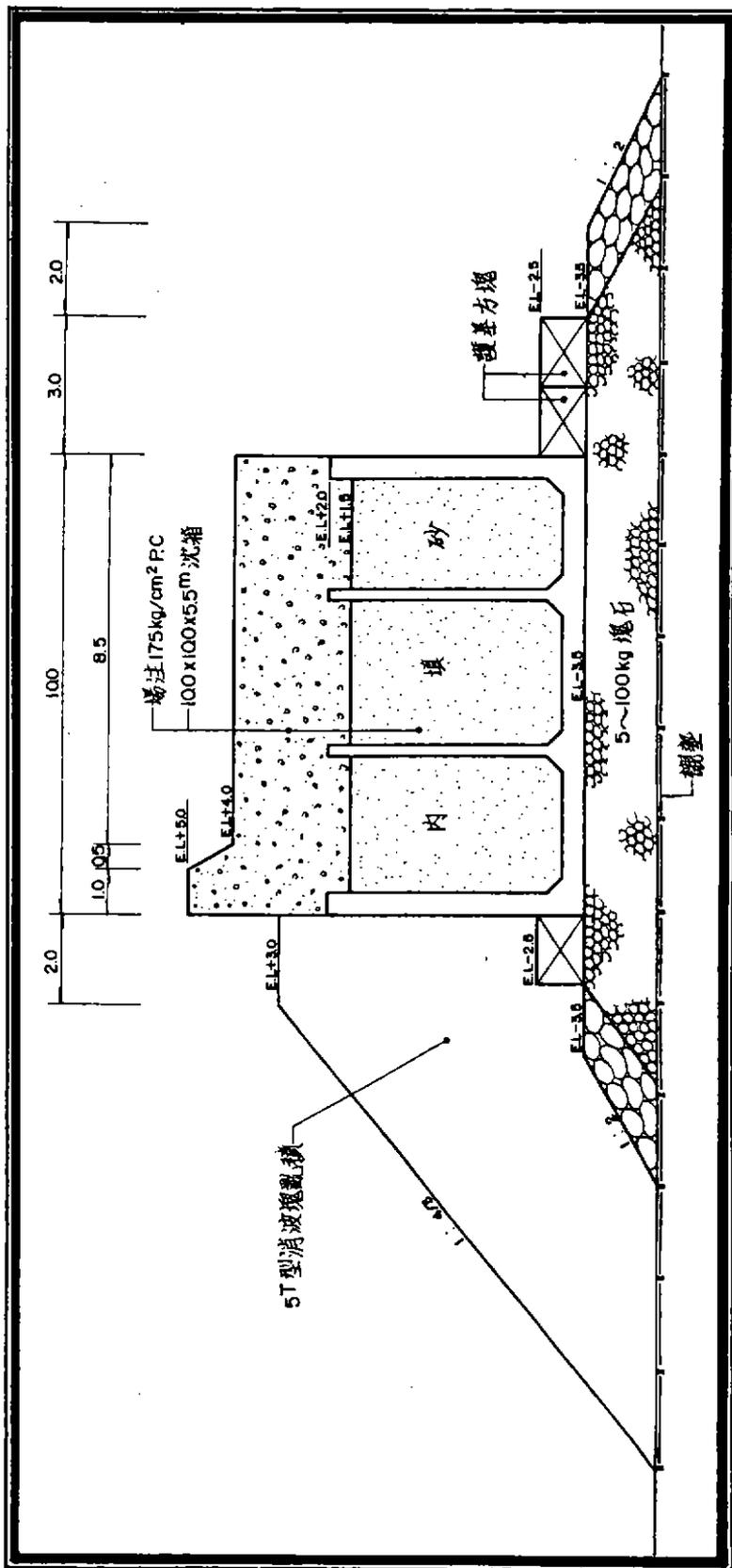
四、本所基於甲方對整個規劃定案配置即僑龍工程顧問公司所提定案配置方案B，不擬作大變動原則下，針對該配置試驗結果，建議採用配置方案D，即在港口外側設置一道長200公尺之離岸堤，試驗結果顯示，因離岸堤之增置已能完全有效阻擋W向、WSW向以及SW向等三個颱風波浪之入侵，故港內水域波高均在20公分以下，故該離岸堤配置將可提供甲方未來遊艇港細部規劃設計參考，有關離岸堤標準斷面圖及其每公尺數量、單價分析等，經與僑龍工程顧問公司研商結果，可參考附錄所示。

五、一般模型反射波較現狀為大，故該港建成後，港內實際波浪狀況應較模型試驗結果為佳。

附 錄

(一)

離岸堤標準斷面圖及單價分析



離岸堤標準斷面圖 $s=1/100$
 u:m

離岸堤每公尺數量

1. 175kg/m²混凝土

$$(1+1.5) \times 0.51 \times 1 + (4-1.5) \times 10 = 26.25\text{m}^3$$

2. 清水模板

$$(5-2) + 1.12 + 2 + 26.25/10 = 8.7\text{m}^2$$

3. 10×10×5.5m沉箱 10×5.5=55m³/m

4. 沉箱內填砂 10×5.5×1.2=66m³

5. 伸縮縫 26.25/10=2.6m²/m

6. 護基方塊 1.5×1×3=4.5m³/m

7. 5T消波塊

$$(10+2) \times 0.5 \times 6.5 + (7+6.2) \times 0.5 \times 1.5 = 48.9$$

$$N = 48.9 \times 0.45 / 21 = 10.5\text{塊}$$

8. 5~100kg塊石

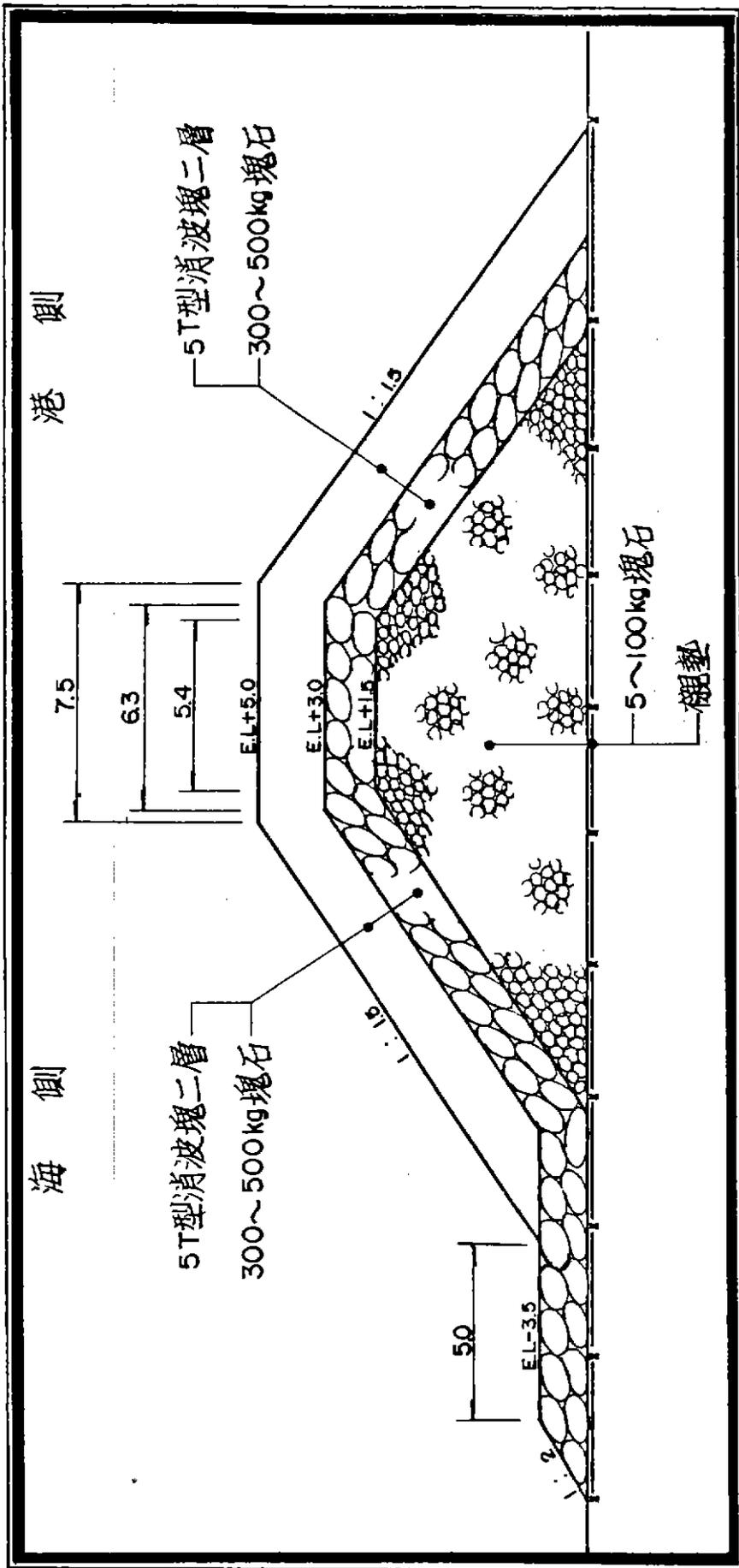
$$(18 \times 2 + 16.5) \times 0.5 \times 1.5 = 31.5 \times 1.25 = 39\text{m}^3$$

9. 水中整平整坡

$$10 + 1.5 \times 3 = 14.5\text{m}^2$$

離岸堤每公尺單價估算

1. 175kg/m ² 混凝土	$26.25 \times 2,300 \text{元/m}^2 = 60,375$
2. 清水模板	$8.7 \times 450 \text{元/m}^2 = 3,915$
3. 10×10×5.5m沉箱	$55 \times 3,300 \text{元/m}^2 = 181,500$
4. 沉箱內填砂	$66 \times 450 \text{元/m}^3 = 29,700$
5. 伸縮縫	$2.6 \times 150 \text{元/m}^3 = 390$
6. 護基方塊	$4.5 \times 3,500 \text{元/m}^3 = 15,750$
7. 5T消波塊	$10.5 \times 6,900 \text{元/塊} = 72,450$
8. 5~100kg塊石	$39 \times 500 \text{元/m}^3 = 19,500$
9. 水中整平整坡	$14.5 \times 120 \text{元/m}^2 = 1,740$
10. 其他	680
總計	386,000元/m



離岸堤標準斷面圖 $s=1/200$

u:m

離岸堤每公尺數量

1. 5T消波塊

$$(7.5+6.3+3.6 \times 2) \times 0.5 \times 2 + 3.6 \times (3+5) + 3.6 \times (3+3.5) = 73.2$$

$$N = 73.2 \times 2.45 / 2.1 = 15.7 \text{塊}$$

2. 5~100kg塊石

$$(5.4 \times 2 + 6.5 \times 1.5 \times 2) \times 0.5 \times (1.5+5) = 98.5 \times 1.25 = 123 \text{m}^3$$

3. 300~500kg塊石

$$(6.3+5.4+2.7 \times 2) \times 0.5 \times 1.5 + 2.7 \times (1.5+5) + 2.7 \times (1.5+5) + (5+27) \times 1.5 = 59.5 \times 1.25 = 74 \text{m}^3$$

4. 水中整平整坡

$$6.3+8 \times 1.8 + 6.5 \times 1.8 + 2.7+5 = 40.1 \approx 40 \text{m}^2$$

5. 織物過濾網

$$42 \times 1.2 = 50 \text{m}^2$$

離岸堤每公尺單價估算

1. 5T消波塊	15.7	6,900元/塊	= 108,330
2. 5~100kg塊石	123	500元/m ³	= 61,500
3. 300~500kg塊石	74	550元/m ³	= 40,700
4. 水中整平整坡	40	120元/m ²	= 4,800
5. 織物過濾網	50	300	= 15,000m ²
6. 其他			670

總計			231,000元/m
		約	250,000元/m

附 錄

(二)

初步報告審核會議意見摘要暨處理情形說明

附錄二、初步報告審核會議意見摘要暨處理情形說明
(民國八十二年三月九日)

提議單位	意見內容摘要	處理說明
僑龍工程 顧問公司 蘇棋福教授	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本試驗結果相當符合原規劃預期成果。 2. 對於西南颶風浪之影響是否可採陸上施工法於第一期遊艇港興建時建造臨時堤，以取代離岸堤，在經費及施工技術上較利於採行。 3. 對於長波所具之潛在破壞力，希望能夠妥為研估。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本試驗研究其目的僅在探討貴公司所研擬之興建規劃方案能否符合颶風以及季節風浪作用時港內水域穩靜需求，故針對第(2)項說明，可依據試驗結果在細部規劃時再詳予評估。 2. 期末報告已增列各配置方案，考量不同波向波浪作用下，港內水域有否長波存在之探討。
澎湖縣政府 農業科 蔡有忠先生	本試驗模型所採用水深是否依比例縮減，模式斷面是否考量單面或多面之形式興建。	本試驗模型所採用水深，均按照僑龍工程顧問公司所提供之水深圖，垂直以及水平縮尺均按1/64比例製作，模型斷面高程亦均按比例縮減之。
澎湖縣政府 建設局 許順良先生	港嘴離岸堤對於航道進出之船隻安全是否具有影響及景觀上是否得宜。	離岸堤設置位置在水深負4~5m處，經與原規劃單位協調亦不會影響航道之船隻進入；至於景觀方面，若採潛沒式離岸堤，恐更易引起遊艇船隻航行之安全顧慮。
高港局 馬公辦事處 鄧榮華先生	港嘴離岸堤所形成之波浪是否對進出港船隻安全造成影響。	說明同上。
澎管處 陳國材先生	造波模擬形成長浪及颶風低氣壓所形成的水面上昇現象目前試驗尚不能模擬，擬請比較研估其實際狀況之差異。	模型試驗上雖不能模擬颶風低氣壓所形成之水面上昇情形，惟吾人在試驗過程當中已考慮該現象，故在進行颶風波浪試驗時是採用H.H.W.L.+2.31m水位進行。

<p>澎管處 蔡春風技正</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案離岸堤功能試驗成果已達港內穩靜情況，請港研所補充離岸堤位置、方向、斷面、經費概估，以供本處日後細部設計之參考。 2. 蘇教授提出二個突堤之修改規劃設計，是否於原規劃案報請行政院核可後，於細部設計時再行局部變更作業，以利作業時間之節省。 	<p>離岸堤設置位置、斷面以及經費之概估已於期末報告增補。</p>
<p>澎管處 洪東濤秘書</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外廓防波堤是否具導浪現象，請妥為研估。 2. 較長週期之異常起伏波現象請港研所分析資料於期末成果報告書中提報。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 僑龍工程顧問公司所研擬之原配置方案，因港口成漏斗形，對W向、WSW向以及SW向颱風波浪均具導浪，且SW向颱風波浪作用時，亦有越波現象，惟定案配置若採離岸堤配置，則該些現象均可清除。 2. 長週期異常起伏現象已於期末報告中提報。