

台中港港口第二期擴建工程規劃

—波浪數值模擬計算報告書—

附冊壹—1

委託單位：台灣省政府交通處台中港務局

承辦單位：台灣省政府交通處港灣技術研究所

中華民國 八十八 年 五 月

「台中港港口第二期擴建工程規劃」 — 波浪數值模擬計算報告書 —

計劃總召集人：張金機 所長

計劃總主持人：簡仲璟 研究員兼組長

計劃主持人：莊文傑 研究員

協同主持人：江中權 助理研究員

參與人員：陳毓清 技工

「台中港港口第二期擴建工程規劃」 —波浪遮蔽數值模擬計算研究—

目 錄

	頁次
摘 要	I
第壹章 緒 論	1 - 1
1-1 研究緣起	1 - 1
1-2 研究項目	1 - 3
1-3 研究方法與流程	1 - 3
1-4 研究目的	1 - 3
第貳章 台中港現況及海氣象環境	2 - 1
2-1 台中港現況	2 - 1
2-1-1 港口與航道	2 - 1
2-1-2 導航及通信設施	2 - 2
2-1-3 進港船舶特性	2 - 2
2-2 台中港之海氣象環境	2 - 3
2-2-1 風速與風向	2 - 4
2-2-2 潮汐	2 - 6
2-2-3 波浪	2 - 8
2-3 颱風波浪推算	2 - 9
2-4 示性波高長期及極端值統計	2 - 13
第參章 台中港港內水域靜穩度	3 - 1
3-1 引 言	3 - 1
3-2 「台中港第一工程」遮蔽試驗	3 - 1
3-3 「台中港港口擴建計畫評估」水工模型遮蔽試驗	3 - 2
3-4 「台中港港口段航道設置減風設施可行性研究」波浪 遮蔽數值模擬	3 - 6
3-5 港內水域靜穩度評估準則	3 - 7
第肆章 台中港港域波浪遮蔽數值模擬	4 - 1
4-1 引 言	4 - 1

4-2 港域靜穩度數值計算模式	4 - 1
4-3 模式建立與計算限制	4 - 3
4-4 參數與邊界條件設定	4 - 3
4-5 計算範圍與條件	4 - 5
4-6 現況及替選方案之港域配置	4 - 6
4-7 現況港口折射計算結果及驗證	4 - 9
4-8 替選方案港域靜穩度計算結果	4 - 9
4-9 港域靜穩度計算結果之驗證	4-10
4-10 台中港域靜度評估與討論	4-12
4-11 綜合評估	4-16
第伍章 結論與建議	5 - 1
參考文獻	6 - 1

摘 要

本研究將台中港海域近年實測之波浪資料與港內水域靜穩度水工模型試驗及數值模擬計算結果作一整體性之整體、介紹與研析。研究之重點除引用緩坡方程式模式重新對台中港港內水域進行數值波浪遮蔽試驗外，模擬計算結果並根據相關水工模型試驗結果加以驗證檢視。於確認數值計算模式之準確性後，更針對「台中港港口第二期擴建工程規劃」研究案內所有之替選方案進行港口擴建後港域受不同特性波浪作用下之靜穩度影響評估。

台中港第一期第二階段建港工程完成北外防波堤沿西北西向延伸 850 公尺後之現況港域波浪，由數值模擬計算結果可知，當偏西北至東西向波浪作用下，現況北外防波堤將具有良好之遮蔽效果，其效果與理論上單堤之遮蔽效應完全相似。當西向至西南向波浪作用時，台中港在現況北外防波堤延伸段南側港口水域將明顯皆有入射波浪與堤身造成之反射波浪綜合組成之短峰波形成，並直接影響港口及港內水域之靜穩度。同樣地，短峰波對各替選方案之港內水域靜穩度亦具有影響性，其影響程度除隨入射波週期及波向不同而各異外，防波堤間堤口之寬度與堤頭之配置位置亦扮演甚為重要之角色。一般而言，現況內外防波堤口寬度稍微擴增將使港內靜穩度微幅降低，但北外防波堤順沿現有堤向再延伸，短峰波對港內水域靜穩度之影響則不明顯。

第 壹 章
緒 論

第壹章 緒 論

1-1 研究緣起

台中港為本省西海岸中部之重要國際港埠，港區主要有商港區、工業專業區及漁港區等三大部份。規劃興建始自民國 46 年初，民國 60 年代初期（民國六十二年十月卅一日正式開工）建港後，民國 65 年開始營運，當時海運量不大，進港貨輪船型亦小，故當時以最大進港船舶噸位 5 萬載重噸為規劃建港目標。近年來，由於海運之發展及運輸型態之改變，船舶已朝向大型化發展。為配合海運整體發展之趨勢，且為配合台中港南端工業專業區開發及因應台電台中火力電廠燃煤運輸之需求，台中港務局遂自民國七十二年即積極籌劃港口第一期第二階段擴建計畫，並以 12.5 萬（後經修正為六萬）載重噸型煤輪及第三代大型貨櫃輪得以安全進港泊靠為目標。

民國七十六年左右，台中港第一期第一階段建港完成，在當時，大型船舶進泊台中港所須面對之最大困難及最重要之安全考量為在冬季東北季風盛行期間，當船舶接近現有南外防波堤堤端與進入南北內防波堤間之航道時，由於強風與因堤頭外伸束縮形成之強大流速影響，大型船舶在港口段航道內之水域操航時均須格外謹慎，為此，台中港務局曾於台中港港口第二階段擴建計畫評估研究⁽¹⁾中研擬北外防波堤延伸擴建工程，藉以提昇大型船舶進出港口段航道之安全度。

至民國八十三年底北外防波堤沿 WNW 方向延長 850 公尺完成後，目前，台中港港口對大型船舶之操船安全已可有效改善，並可讓中大型貨櫃船以及巴拿馬極限型散貨輪能安全進泊台中港。此點由台中港領港實際領航操作經驗，亦可證實第一期第二階段擴建工程計畫確已收到明顯成效。

台中港過去幾年曾積極推動民營化，且成效良好，加以台中港港區幅員廣闊、港口第一期擴建計畫改善效果明顯、聯外交通又極便捷，故近年來航商及業者紛紛對台中港投資環境表示關切，並表示有意至台中港投資營運。因此，近年來進泊台中港之貨櫃船大型化趨勢相當明顯，另為因應未來航運

因此，近年來進泊台中港之貨櫃船大型化趨勢相當明顯，另為因應未來航運需求，各大航商新造船隻超過巴拿馬極限型之比例亦不斷增加。有意至台中港投資之航商及業者甚至盼望台中港能及早進行第二港口闢建計畫或進一步改善第一港口，冀期台中港能安全進泊第三或第四代大型貨櫃輪、超巴拿馬極限型散貨輪與受風面較大之汽車運輸船。

為考量航商貨主之用港意願與需求，並配合港口管理與經營之競爭優勢，台中港原即有闢建第二港口以容納海岬型散貨輪及 5,000~6,000TEU 級貨櫃輪之構想，但因該計畫規模相當大、影響因素極多，且需配合過港隧道計畫併案評估，執行時恐緩不濟急，故台中港務局乃在第二港口闢建前，先辦理推行第一港口第二期之擴建工程，希望能在最短時間內能讓 3,000~4,000TEU 級貨櫃輪及 125,000DWT 級散貨輪能由第一港口安全進泊台中港。如此，除能吸引航商貨主至台中港設立大型貨櫃儲轉中心外，更能有效降低工業泊渠使用業者之大宗散貨海運成本、提升台中港之操船安全，對台中港整體之形象及營運均將有甚大助益。

一般而言，波浪與海流為從事海岸及港灣工程所必需首先面對與克服之自然海象要素。台中港為適應不同階段擴建發展之需要，建港以來曾進行多次之海象調查，唯實際海象調查工作人力及物力之耗費頗為龐大，欲全面性廣泛地執行調查工作更是曠日費時，因此，以往的調查成果，僅足明瞭並推估局部區域已成事實之海象特性，對於配合港灣設施因擴建及改善前後所需之全面性即時及預測之海象變化尚無法滿足。近年來，因電腦科技之發展，結合理論與實際量測調查資料進行數值模擬，以計算方式取得港灣設施改變前後之即時及預期之全面性海象資料已為目前之趨勢。

台中港務局為因應船舶大型化之發展，提昇未來進泊大型船舶操航之安全性，因此，於辦理推行現況港口第二期擴建工程之前，為港口擴建方案評估與確立及為進況操船模擬設定海象操航環境等之需要，故乃委託本所進行台中港港域海流數值計算模擬研究，藉期能提供並掌握台中港區現況及擴建後之全面性即時及預測之海象資訊。

1-2 研究項目

爲能掌握台中港區現況及評估港口第二期擴建後之全面性波浪遮蔽效果與影響，本研究於波浪遮蔽數值模擬計算中所須進行之研究項目如下：

- (一)實測風與浪之資料收集
- (二)波浪遮蔽實驗研究之資料收集
- (三)台中港區波浪遮蔽數值模擬計算條件設定
- (四)台中港區現況港口配置之波浪遮蔽模擬計算驗證及校核。
- (五)台中港區港口第二期擴建替選方案波浪遮蔽模擬計算及評估。
- (六)台中港區港口第二期擴建定案配置之波浪遮蔽模擬計算。

1-3 研究方法與流程

本研究主要之研究方法爲應用丹麥水力研究所(DHI) 研發之 MIKE21-EMS 港域波浪遮蔽數值模式以探討台中港海域受不同特性波浪作用後之港區水域靜穩度。MIKE21-EMS 以通用之橢圓緩坡方程式爲依循，基本架構係屬於線性折繞射模式，可考慮波浪碎波、底床摩擦及波浪相關之散射等效應，對於岸壁、碼頭及消能堤等結構物造成之部分反射與透射效果亦皆能涵括。計算使用上，只要針對不同之波浪入射方向選取適當之計算範圍，於計算範圍內再調整必要之結構物及邊界特性後，給定入波高與週期，遵循相關計算規範即可求得研究港域受不同波浪特性作用後之遮蔽結果。

1-4 研究目的

台中港雖位處台灣西海岸之中部海域，但冬夏季分別有冬季強盛東北季風與夏季颱風之影響，因不同氣象與風力因素形成特性不同之波浪對台中港港區及海域之靜穩度仍存在有各種不同程度之顧慮與威脅。以往，針對不同

波浪特性造成港區之靜穩度影響皆以水工模型試驗辦理評估，但水工模型試驗在人力、物力及時程之耗費頗為龐大，因此，本研究將以數值模擬計算為主，配合以往及現行之水工模型試驗研究成果檢證後，冀期能及時且充分地提供台中港進行港口第二期擴建規劃評估所需之完整港域波浪遮蔽資訊。

第 貳 章

台中港現況及海氣象環境

第貳章 台中港現況及海氣象環境

2-1 台中港現況

台中港自建港至今已有 25 年歷史，港口配置、設施與進港船型及噸位隨時代之進步亦有若干變遷。而為波浪遮蔽數值模擬計算對象港域瞭解之需要，茲將台中港現況簡介如后。

2-1-1 港口與航道

台中港港口位於北緯 $24^{\circ}17'40.3''$ ；東經 $120^{\circ}29'27.3''$ ，港區現況之平面配置如圖 2-1，民國 83 年實測港區海域水深圖，如圖 2-2。港區腹地廣大，港區總面積為 5,038 公頃，其中水域面積有 1,004 公頃，陸地面積有 4,034 公頃。可興建現代化碼頭 88 座碼頭以上^[2]，現有營運碼頭 36 座，其中貨櫃碼頭 5 座，一般散雜貨碼頭 15 座，大宗貨碼頭 2 座，液體貨碼頭 6 座，水泥碼頭 3 座，穀類碼頭 2 座，廢鐵碼頭 1 座及卸煤專用碼頭 2 座。倉棧設施有雜貨通棧 14 座，水泥筒倉 20 座，堆貨場 8 處，貨櫃場 3 處，液體貨儲槽 224 座。港埠裝卸及倉儲業務目前大多開放民間投資經營，唯港務局本身仍擁有各項自動化高效率卸儲設備。

台中港主航道中心方向為 WNW 向($N65^{\circ}40'23.8''W$)，港口寬度 350 公尺，主航道水深大多介於 13 米至 15 米間，水深大於 10 米之主航道寬約 420 公尺，水深在低潮位下 13 米，航道寬度約為 300 公尺，南北外防波堤間寬約 350 公尺，南北內防波堤間港口寬度則約為 300 公尺左右。南北內外防波堤堤頭聯線中點之航道長度約達 2,000 公尺。現有南、北迴船池兩處；北迴船池直徑 1,000 公尺，南迴船池直徑則為 800 公尺。現況進出港航道如圖 2-3 所示。船舶進港駛近航向為 60 度，並須於領港登輪點接載領航人員，通過南外防波堤口後，航向必須大角度轉為 115 度，出港駛離航向則為 294 度。另在南外防波堤之西南方一至三浬海域設錨泊區壹處，其範圍介於($N24^{\circ}17'26''$ ， $E120^{\circ}27'45''$)；($N24^{\circ}17'26''$ ， $E120^{\circ}29'26''$)；($N24^{\circ}16'31''$ ， $E120^{\circ}27'19''$)及($N24^{\circ}16'31''$ ， $E120^{\circ}28'56''$)四點位置連線內。

2-1-2 導航及通信設施

台中港主航道附近現有導航設施為#1 碼頭遠東穀倉屋頂之台中港燈塔及雷達燈杆(雷達標)一座，南北防波堤燈桿、南北內防波堤燈桿、漁港外內防波堤燈桿、淺水船渠防波堤燈桿、工作船渠東西堤燈桿及北防沙堤堤頭燈桿等 10 座。在北突堤前有前後導標各一座，船舶進港時在主航道上對正設於#8A 碼頭後線之前後導標(並參考電視鐵塔)前進通過南北內堤港口。出港時，則依南北內防波堤堤頭燈桿對正主航道駛出台中港^[3]。漁港外環碼頭有前後導燈各 2 座，一組導引漁港進出梧棲漁港，另一組則為工作船渠船舶進出港口標示之用。另在南防波堤與南海堤交接處設有信號台一座，為台中港船岸通信之主要設施。

港埠無線電話(VHF)通信有台中港埠電台及海岸電台，都是 24 小時值守，隨叫隨應。台中港埠電台位於台中港信號台，呼號為“台中港埠電台”。所採用之頻道計有三個：頻道 16(156.8MHz)供呼叫值守之用；頻道 14(156.7MHz)無工作通信之用；頻道 12(156.6MHz)供港勤船及引水人員之用。通話距離為 10 浬。海岸電台位於北緯 24°17'；東經 120°31'，呼號為“XSW2”，呼叫頻率 500 MHz，工作頻率為 476 MHz。整體導助航設施及位置^{[1][2]}分佈參見圖 2-4 及表 2-1。

2-1-3 進港船舶特性

依據本研究總研究計畫報告書之統計分析，台中港進港船舶艘次由民國 74 年之 1,160 艘次增加至 86 年之 5,369 艘次，平均年成長率為 13.8%，成長相當快速。民國 74 年 10,000 噸級(不含)以下船舶佔進港船舶之 76.9%，79 年降為 58.7%，86 年再降為 47.3%，小型船佔有比率逐漸降低；10,000~19,999 噸級船舶在民國 74 年佔進港船舶之 12.8%，民國 79 年上升至 24%，86 年再提升至 35.6%，目前為台中港主要之進港船型；另 20,000 噸級以上船舶佔有比率亦自民國 74 年之 10.3%，提昇至民國 86 年之 17.1%，其中 4 萬~6 萬噸級船型之進港船數，在民國 74 年僅 7 艘，民國 79 年時為 21 艘，到民國 86 年時則有 48 艘，此一結果顯示台中港進港船舶有日漸大型化之趨勢。

台中港在民國 84 年完成港口第一期第二階段擴建工程後，目前最大進港船型已提高至巴拿馬極限型。依民國 86 年之營運實績，最大進港船型為 56,164 總噸。由於北外防波堤延伸後已大幅改善進港條件，因此可預期台中港未來允許之進港船型仍將持續朝向大型化邁進。至於台中港歷年進港輪船之種類，在民國 74 年時，進港貨輪係以一般貨輪為主，當時約佔進港船舶之 37%，79 年降為 31%，86 年僅有 14%。而另一方面，民國 74 年時，貨櫃輪僅佔進港船舶之 8%，民國 79 年為 23%，86 年則提昇至 40%，目前，貨櫃輪已躍升為台中港主要進港船舶種類，此發展顯示，台中港之雜貨貨櫃化比例已正逐年提高中。

由以上資料觀察得知，儘管目前台中港港規模與設施已足供 60,000 DWT 巴拿馬極限輪進港，但歷年來進港之船型仍偏小，目前小於 15,000GT 之船舶佔全港之比率高達 69.7%，而 35,000GT 以上(約 PANAMAX 級)船舶僅佔 5.5%。故而，雖然目前主航道水深僅在 13 至 15 米間，但需要候潮進港之船數仍不多，而且多屬於穀類輪及煤輪之類，對進港時間之要求不如貨櫃船緊迫。因此，以現況港口條件而言，足敷現階段大型進港船舶使用，而大型船舶之航道寬深需求參見表 2-2。

唯近年來，台中港隨著民間業者之投入貨櫃營運，貨櫃運量已大幅提昇，雖然目前港口配置及設施已可於海氣象條件良好時提供第三代貨櫃輪安全進泊，但東北季風期間，海氣象條件不佳時，領港及進泊作業仍有一定程度之影響，而一般民營貨櫃船業務大多為定期班輪型態，倘若由於港口及自然海氣象條件之限制，致使船隊在進泊及貨物裝卸運作上受到干擾，如此一來，可能迫使台中港營運喪失競爭優勢，所以，在台中港第二港口未闢建前，針對現況港口研擬第二期擴建計畫，並執行相關之調查與研究是頗為重要的。

2-2 台中港之海氣象環境

為台中港海域及港內波浪遮蔽模擬計算與分析比較之需要，並為率定、檢驗數值計算之結果，在設定數值模式，進行實際模擬前，收集港域自然環境之調查研究結果以掌握計算港域之海氣象影響因子及特性是必要地。以下

為台中港港域近期海氣象風與浪調查及研究之簡要結果。

2-2-1 風速與風向

對於風力的觀測，台中港自民國 60 年起先後設有四個測站，各測站位置如圖 2-5 所示，其分別為位於北防波堤堤跟處（即現在漁港後側）之 A 站、海港大樓頂端 B 站、防風林中消防隊之觀測塔頂 C 站及設於北防波堤堤頭處 D 站，除北防波堤堤根處之測站已於民國 70 年 12 月撤除外，其餘三個測站目前均仍持續觀測中。

台中港區風力之長期連續觀測最早開始於北防波堤測站，其後為防風林測站之延續觀測，將北堤測站 1971 年 1 月至 1980 年 12 月及防風林測站 1981 年 1 月至 1997 年 12 月的風力觀測資料做一分析整理，可得全年、夏季及冬季之風玫瑰圖，如圖 2-6 至圖 2-8 所示。表 2-3 至表 2-8 為全年、夏季及冬季風速風向分佈統計表，由資料觀察比對可得結果如下：

- (一)北堤測站夏季(4 月～9 月)風向分佈是多向性，幾乎各方向均有，但仍以 NNE 向(佔 17.9%)及 S 向(佔 16.5%)為主，夏季風速大於 10m/sec 之機率為 13.89%，大於 15m/sec 之機率為 3.66%，夏季平均風速為 5.8m/sec。
- (二)北堤測站冬季(10 月～3 月)風向以 NNE 向(佔 53.3%)及 NE 向(佔 20.6%)佔大部份。風速大於 10m/sec 之機率為 49.4%，大於 15m/sec 之機率為 23%，冬季平均風速為 10m/sec。北堤測站全年平均風速為 8m/sec，全年風速超過 10m/sec 的機率約佔 27.5%。
- (三)防風林測站夏季(4 月～9 月)風向分佈亦呈多向性，以 NE 向(佔 16%)、NNE 向(9.7%)及 S 向(10.2%)發生率較多，夏季風速大於 10m/sec 之機率為 7.68%，大於 15m/sec 之機率為 1.17%，夏季平均風速為 4.6m/sec。
- (四)防風林測站冬季(10 月～3 月)風向以 NE 向(佔 45.9%)、NNE 向(佔 18%)及 ENE 向(佔 14%)為主，風速大於 10m/sec 之機率為 33.2%，大於 15m/sec 之機率為 6.7%，冬季平均風速為 7.8m/sec，防風林測站全年平均風速為 6.2m/sec，全年風速超過 10m/sec 的機率約佔 21.8%。

由於台中港三個風速測站之位置均不同，且彼此間儀器觀測點高程亦不一致，加上台中港港區北側防風林生長茂盛，對台中港區北半部有局部之遮蔽影響，而在港區南半部則幾無遮蔽，因此就同一氣候型態而言，除了在港區南半部及北半部測得之風力特性有所不同外，在港口內外之風力大小也將有所差異。此點經比較台中港區鄰近風力測站之強度分佈可知，北堤堤頭及堤根測站資料應最能符合台中港區探討船舶進出港操航研究之需要，惟北堤堤根測站至民國 79 年 12 月已停止觀測，而北堤堤頭測站觀測期間尚短，目前以氣象局梧棲測站觀測之品質最佳。茲將梧棲與北堤堤頭及堤根三測站之風速相關性，經化算為 10 公尺標準儀器高後，分析如下：

(一)梧棲與北堤堤根測站風速相關性

據以往之研究顯示，若以 1970 年之觀測資料作相關分析，則北堤(NB)的風速(U)與氣象局梧棲站(Wuchi)風速間有下列關係：

$$U(NB)=1.9+1.16 \times U(wuchi) \dots\dots\dots (2-1)$$

(二)梧棲與北堤堤頭測站風速相關性

為確實反應外海風速條件，仍採用中央氣象局梧棲測站資料與港研所之北堤堤頭測站資料，分冬、夏兩季，以同一時間之風場資料進行迴歸分析，則若設梧棲測站資料為 X，北堤堤頭測站資料為 Y，可得迴歸分析結果為：

冬季(10 月～翌年 3 月) $Y=1.40X+3.15 \quad R^2=0.64 \dots\dots\dots (2-2)$

夏季(4 月～9 月) $Y=1.55X+1.05 \quad R^2=0.79 \dots\dots\dots (2-3)$

綜觀以上之分析結果可知，台中港區之風速，以梧棲測站之實測風速最小，其次為北堤堤根測站，而以北堤堤頭測站之風速最大。平均而言，北堤堤頭風速約為北堤堤根測站風速之 1.24 倍。對台中港區之影響而言，因 A 站距港口航道最近，且受地形影響最小，記錄期間也較長，故一般應用上皆使用北防波堤堤根處 A 站高程為 +24m 所測得之風力資料為依據。

在吹風延時方面，台中港北防波堤堤根處風測站之吹風延時分佈如表 2-9 所示，夏季風速超過 15m/sec 而延時持續超過 2 小時者甚少，僅有 2.7%之

發生機率，而吹風延時持續超過 8 小時者更少，僅有 1.6%；冬季時則有顯著差異，風速超過 15m/sec 而吹風延時超過 2 小時及 8 小時之機率分別為 18.4%及 12.6%。

另就逐時風力而言，無論夏季或冬季，夜間風速常較白天為低且強弱分佈亦較穩定。在一天當中，風速通常在下午 3 至 5 點時最強。以超過 20m/s 以上強風之出現機率為例，冬季下午 3 點至 5 點之超值機率約為 6%，為傍晚或清晨時段出現強風機率之 3 至 5 倍。

至於颱風之影響，依圖 2-9 歷年侵台颱風路徑分類統計圖可知，對於台中港區較具威脅之颱風路徑為第二、三類及第五類路徑，過去 101 年來，此三類路徑總計共發生 187 次，佔直接侵台颱風次數之 50.5%，年平均發生約 1.85 次。而依中央氣象局梧棲測候站颱風記錄所得之最大平均風速為 33.0m/sec，最大瞬間風速 49.7m/sec，風向都是 NNE，為民國 75 年 9 月艾貝颱風來襲時所發生；當時港研所所觀測得之最大平均風速為 39.0m/sec。該颱風由台東新港間登陸，從梧棲北方出海，對台中港曾造成甚大之災害。

2-2-2 潮汐

台中港自民國 60 年初工程局成立後，即安裝自動驗潮儀進行潮位觀測，至今已有 25 年的潮位資料。民國 80 年以前(60.3~79.12)潮汐站係設置於南內防波堤，民國 80 年 1 月起由港研所在台中港四號碼頭與貯水池淺橋間設置一自動潮汐站，如圖 2-10 所示，所測得資料目前可直接轉入港研所電腦海氣象資料庫內。

依據台中港區海域潮汐測站(ST8)實測記錄分析可知，台中港海域之潮型為典型之半日潮，每日明顯地存在有兩次高潮及兩次低潮。民國 60 年 3 月起至民國 85 年 3 月止實測潮汐之統計資料可得如表 2-10，摘錄其各項潮汐統計基準如下：

■ 最高高潮位	H.H.W.L.	= 5.86m(60.9.23)
■ 大潮平均高潮位	M.H.W.O.S.T.	= 4.93m
■ 平均高潮位	M.H.W.L.	= 4.45m

■ 平均潮位	M.W.L.	= 2.63m
■ 平均低潮位	M.L.W.L.	= 0.82m
■ 大潮平均低潮位	M.L.W.O.S.T.	= 0.09m
■ 最低低潮位	L.L.W.L.	= -0.55m(77.1.21)
■ 平均潮差	Ave. Range	= 3.63m

其中，在民國 60 年 9 月 23 日所發生的最高高潮位 5.86 公尺約相當於 50 年迴歸期之高潮位。至於台中港區各分潮之調和常數表依調和分析結果可得如表 2-11。

台中港區的潮汐特性，受台灣海峽地形及水深之影響，其潮差與潮型與分別座落於台灣西海岸南北兩端之高雄港與基隆港存在有頗多的差異性。以圖 2-11 所示之台灣環島沿岸潮汐測站及 1997/06/23 當日中央氣象局預報各潮汐測站第一次滿潮之潮時分布為例，依潮時檢視，台中港之每日滿潮時刻確比其南北之鄰近潮汐測站為晚，以往即依據此資訊判定潮波係由台灣海峽南北兩端海域匯入，並於台中港區海域交會，因此，推論台中港區潮差甚大的結果係因潮波南北交會所形成。此論點在學理上有幾點是值得再商榷的：其一為潮汐因其具規則性起伏，故可以週期甚大的潮波研究其傳遞特性，而在一般波動解析中，傳遞特性包含有潮波之方向與潮波振幅之大小與減衰或成長之變動。在潮波之傳遞方向方面，理論上其應以潮波相位之空間梯度表示，並非單純依時間之振盪較早或較遲可研判。既然潮波之運動傳遞方向目前尚待進一步確認，因此潮波在台灣海峽中部海域匯聚之推測自然必須有所保留；其二為若潮波係由台灣海峽南北兩端海域匯入，則台中港區海域之潮差扣除潮波傳遞過程因各類摩擦損失產生之減衰再疊加台灣海峽南北兩端之高雄港與基隆港海域潮差皆不及一公尺，其潮差應不致於接近五公尺。綜合以上之討論，可見台中港區之潮汐特性並非依潮時之遲早而可據加判斷，而經最近研究結果顯示，台中港區海域之大潮差特性應係潮汐之半日型分潮受台灣海峽特有之陸架地形影響，再因協振盪(Co-oscillation)機制產生之共振效應所引致。

2-2-3 波浪

台中港波浪觀測起始於民國 60 年 7 月^[1]，採超音波波高計，儀器設置於當時之北防波堤外低潮位下 19 公尺處，每隔兩小時記錄 20 分鐘資料。該次觀測作業一直持續至民國 68 年 9 月因連接岸上之電纜斷裂而停止觀測。觀測期間，斷續共測得波浪記錄約 1 萬 9 仟餘筆。統計 1971.7~1979.9 期間的示性波高及週期，分別可求得夏季、冬季及全年示性波高週期之分布統計，如表 2-12 至表 2-14 所示。由統計結果可知，冬季波浪以波高 1.0~2.0 公尺出現之機率最高，約佔全冬季之 48.4%，週期主要集中於 6~8 秒之間，記錄中冬季最大示性波高為 4.95 公尺，週期為 8.9 秒，發生於民國 61 年 12 月 12 日 10 時，當時最大波高為 7.4 公尺，風速 31m/s，風向 NNE。夏季波浪以波高小於 1.0 公尺之出現機率最高，約佔全夏季之 79%，週期較冬季略小，集中於 5~7 秒之間，記錄中夏季最大示性波高為 5.62 公尺，週期為 10.9 秒，發生於民國 60 年 9 月 23 日 2 時，貝絲颱風於台灣北部通過。當時最大波高 8.2m，風速 24.7m/s，風向 WNN。

民國 83 年台中港完成北外防波堤 850 公尺延伸擴建後，為探討延伸防波堤對海象之影響效應，乃於同年九月委託港灣技術研究所在台中港港口海域附近設置三個海象觀測站進行海象觀測^[4]，該三個海象觀測站目前仍運作中。測站編號與位置分別為：ST-1; (N24° 19'25", E120°30'44"); ST-2; (N24° 18', E120°28'09"); 與 ST-4; (N24° 17'10", E120°29')，如圖 2-10 所示。測站 ST-1 位於北防沙堤堤頭西北西方約 800 公尺，水深 15 米處，其型式為浮球式波向波高波浪儀，主要用作長期波浪觀站；ST-2 測站設於台中港北防波堤外距堤頭約 200 公尺，水深 25 米處，ST-4 測站則位於南防波堤以南之海域，水深 11 米處，兩者亦皆為浮球式波浪儀。將此三測站觀測所得波浪資料(資料涵蓋自 1994 年 9 月至 1995 年 12 月)加以統計分析，可求得夏季、冬季及全年示性波高週期之分佈情形，如表 2-15 至表 2-24 所示。由表觀察可知，台中港海域在冬季期間，自民國 83 年 10 月至 84 年 12 月，ST-2 測站之波浪略大，台中港各海域內冬季波高大於 2.0 公尺所佔機率由 ST-2 之約 53.5%降低為 ST-4 之 3.3%。相反的，波高小於 1.5 公尺所佔之機率，由 ST-2 約 27.5%提高為 ST-4 之約 81.2%。ST-1 波高分佈之機率則介於 ST-2 與 ST-4 之間。

另依據波浪週期分佈分析結果顯示，ST-1 及 ST-2 二測站波浪週期相當一致，且集中分佈於 5 秒至 8 秒間，所佔機率超過 95%；ST-4 測站受外廓防波堤遮蔽影響，週期則集中在 4 秒至 7 秒間，所佔機率亦超過 96%。

根據以上統計分析結果可知，在台中港區之海域，冬季之波高及週期皆較夏季期間為大。夏季西南季風期間因風速小，波浪一般亦甚小；在冬季東北季風期間，因鋒面過境常導致風速增強，致使波高及波浪週期皆明顯較夏季為高。尤其是當風速超過 10m/sec 時，ST-1 北防沙堤測站及 ST-2 北防波堤堤頭站之示性波高大致均在 2~3 公尺之間，且以 ST-2 站示性波高較大。ST-4 南防波堤測站示性波高雖仍隨風速變化而改變，但大致均在 2 公尺以下。綜合而言，ST-2 站之示性波高大於 ST-1 站，平均約為 ST-1 站波高之 1.3 倍；ST-4 站與 ST-2 站之示性波高比值平均約為 0.6，即北防波堤至錨泊區波高衰減率約為 0.6。各測站示性週期的比值相差不大，平均接近於 1。

在波向調查統計方面，根據台中港海域雷達波向觀測調查結果^[5]，可得台中港區各月之統計波向如表 2-25 所示，由表可看出，在冬季東北季風期間內，港口外海水深 20 公尺處之波向大多介於 355°~5°之間，即約來自北向。3 月份以後為季風轉換期，隨著風向之轉變，外海波向亦有極大變化，惟因風力減弱，波浪之波高週期均減小，波浪於雷達上呈現點狀影像，波向判讀不易。但約略仍可研判 15%波向來自北向，20%~30%波向來自南至西南向。

2-3 颱風波浪推算

颱風波浪為進行海洋工程的重要考量影響因素，而颱風緣於西太平洋出現的熱帶性低壓氣旋，於夏秋之際常在台灣四周海域形成狂風巨浪，台中港位處台灣西岸中部海域內，港灣結構物設計因此常必須以颱風波浪為準。故而颱風風浪資料之獲得及其準性將影響海上工程之安全與經濟性。

有關台中港附近之颱風波浪觀測資料目前仍甚欠缺，欲進行統計分析仍有其困難性，因此台中港之設計波浪將依據井島武士(IJIMA)之理論，以電腦程式模擬推算，其計算原理及結果^[6]如後所述。

(一)計算原理

井島武士博士之波浪追蹤法(Tracing Method)，係以風速及吹風距離計算颱風行徑路線內風場及其所產生波浪場沿其路徑之變化情形。其計算之基本觀點如次：

1.波向與風向之關係

依據深海域之波浪觀測結果發現，一般波浪進行之方向與海面上平均風向甚為接近。故就風浪(Wind Wave)而言，在其形成初期可認為波向與風向一致。但當波浪進行某一短距離後，若波浪週期保持不變，則因風向改變在新方向之波高 H_θ 將可寫為

$$H_\theta = H \cos \theta \dots\dots\dots (2-4)$$

式中 H 為前一推算點之波高； θ 為新風向與原風向之夾角。

2.風與風浪之關係

波高、週期與風速、吹風距離之關係採用 Wilson 氏之深海風浪關係式 (1965)：

$$\frac{gH}{U^2} = 0.3 \left\{ 1 - \frac{1}{\left[1 + 0.004 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{1/2} \right]^2} \right\} \dots\dots\dots (2-5)$$

$$\frac{gT}{2\pi U} = 1.37 \left\{ 1 + \frac{1}{\left[1 + 0.008 \left(\frac{gF}{U^2} \right)^{1/3} \right]^5} \right\} \dots\dots\dots (2.6)$$

- 式中 g ：重力加速度
 H ：示性波高
 T ：示性週期
 U ：海面上 10 公尺高處之平均風速
 F ：吹風距離

3.湧浪之計算

當風向改變角度 θ 大於 60° 或風浪獲得能量較損失者為小時，均視為湧浪，其波高及週期與風浪之關係依據 Bretschneider 之湧浪研究結果可表示如下：

$$\frac{H_f}{H_d} = \cosh \left\{ 0.66 \left(\frac{F}{H_f} \right)^{0.06} \cdot \left(\frac{D}{F} \right)^{0.25} \cdot \tanh \left[3.0 \left(\frac{D}{F} \right)^{0.3} \right] \right\} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\frac{T_d}{T_f} = \cosh \left\{ 1.74 \left(\frac{2\pi F}{gT_f^2} \right)^{-0.05} \cdot \left(\frac{D}{F} \right)^{0.2} \cdot \tanh \left[1.02 \left(\frac{2\pi F}{gT_f^2} \right)^{-0.04} \left(\frac{D}{F} \right)^{0.32} \right] \right\} \dots\dots\dots (2.8)$$

式中 H_f 與 T_f 及 H_d 與 T_d 分別為風浪及湧浪對應之波高與週期； F 表風浪成為湧浪前之風域長； D 為湧浪進行之減衰距離。當風浪一旦變成湧浪後，則假設其不再受風之影響。

4.波浪之能量傳遞速度

當波浪隨風向進行或轉變成湧浪後，其能量傳遞速度均以波浪群速度 (Group Velocity) 表示之。

5.氣象條件與風速之關係

一般，颱風風速係由兩種風速分量所合成，即

$$\bar{u} = \bar{u}_1 + \bar{u}_2$$

其中， $\bar{u}_1$ 係低氣壓及地球自轉角速度所引起之風速， $\bar{u}_2$ 則為颱風移動時帶動其周圍氣流所產生之風速。 $\bar{u}_1$ 及 $\bar{u}_2$ 之大小可依式計算如下：

$$u_1 = c_1 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_a} \frac{\gamma_0}{\gamma} e^{\frac{-\gamma_0}{\gamma}} + \left(\frac{f\gamma}{2} \right)^2} - \frac{f\gamma}{2} \dots\dots\dots (2-9)$$

$$u_2 = c_2 \frac{\sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_0} \frac{\gamma_0}{\gamma} e^{\frac{-\gamma_0}{\gamma}} + \left(\frac{f\gamma}{2} \right)^2} - \frac{f\gamma}{2}}{\sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_0} \frac{1}{e} + \left(\frac{f\gamma_0}{2} \right)^2} - \frac{f\gamma_0}{2}} \dots\dots\dots (2-10)$$

式中

ρ_a : 空氣密度

r_0 : 最大風速半徑

r : 求風速位置點與颱風中心之距離

f : Coriolis 係數 $= 2\omega \sin \phi$

ω : 為地球自轉角速度

ϕ : 為計算點之緯度

c_1 : 為地面風速與傾度風速之比值，在台灣地區風向與等壓線約成 30° 且反時針向內吹。一般， $c_1 = 0.6 \sim 0.7$

$c_2 = 0.6$

$\vec{u}_2$: 方向同颱風之移動方向

ΔP : 氣壓深度或颱風中心氣壓 P_c 與外圍氣壓 $P(r)$ 之差值，可由氣象雷達觀測估計或由如下之 Myers 公式計算之

$$P(r) = P_c + \Delta P e^{\frac{-r}{r_0}} \dots\dots\dots (2-11)$$

(二)計算過程及結果

根據本研究總研究計畫^[6]之研究結果，將 1940 年期間通過 $118.46^\circ \sim 120.96^\circ\text{E}$ ； $22.30^\circ \sim 26.30^\circ\text{N}$ 範圍之颱風，篩選出 65 個對本區影響較大之颱風，進行颱風波浪推算。各篩選颱風之推算結果及各方向波高包絡線如圖 2-12 所示。其後再以 Gumbel 極端值分佈，進行統計分析，可得颱風波浪極端波高機率分佈如圖 2-13 所示。最後，依颱風波浪極端波高機率分佈圖再配合波高包絡線，可整理得不同波向各迴歸週期深海設計波之波高大小，另依 $T = C \cdot \sqrt{H}$ 可求得各設計波高相對應之週期。而依據「SHORE PROTECTION MANUAL」及日本「漁港構造物標準設計法」可將 C 定為 3.86，台灣附近海域一般使用之 C 值介於 4.0~4.5 之間。若依井島武士波浪追蹤法，求出通過台中港外海之可能路徑所形成的波高及週期，作一統計分析^[6]可得 $C=4.49$ ，因此台中港外海颱風設計波高所對應的週期建議採 $T = 4.49\sqrt{H}$ 。表 2-26 即為台中港海域依據上述理論與方法所研究求出之各不同迴歸週期之設計波浪條件。依表 2-26 之推算結果可知，侵襲台中港區之颱風波浪各迴歸週期均

以 NW 向波浪為最大，其次為 SW 向。以港灣工程結構物設計之 50 年迴歸期標準而言，NW 方向設計波高高達 7.2 公尺，波浪週期約 12.0 秒；SW 方向設計波高為 6.8 公尺，波浪週期為 11.7 秒。

2-4 示性波高長期及極端值統計

波浪長期統計主要在預測波浪之極端值分佈特性，俾供海上結構物設計之參考。極端值估計方法一般多選擇每年極大值採 Gumbel 統計理論計算之。通常欲估計 100 年迴歸期波高，至少需有 30 年以上之記錄所得結果才具可靠性。但長期實測波浪資料取得實際上極為困難，目前為估計不同迴歸年可能發生最大波浪准有依過去氣象資料以數學模式推算之。推算方法之一可參考本研究上一節之說明。另一較簡單之方法係分析現有波浪資料，建立示性波高分佈之關係以估算不同迴歸年之波高^[1]。只是示性波高長期分佈目前並未有理論關係式。一般較常用 Weibull 分佈之試誤法以求得最合理之關係直線。Weibull 分佈假設示性波高出現機率關係為：

$$P(H_s) = 1 - \exp \left(- \left(\frac{H_s - H_o}{H_c - H_o} \right)^\gamma \right) \dots\dots\dots (2-12)$$

上式中， $P(H_s)$ 為示性波高出現機率。 H_o 、 H_c 、 γ 為依實測資料所建立之參數。為得到上述參數，將上式改寫成線性關係如下：

$$\ell_n(-\ell_n(1 - P(H_s))) = \gamma(\ell_n(H_s - H_o) - \ell_n(H_c - H_o)) \dots\dots\dots (2-13)$$

而後將實測資料點繪於以 $\ell_n(H_s - H_o)$ 為橫軸， $\ell_n(-\ell_n(1 - P(H_s)))$ 為縱軸之 Weibull 機率分佈紙上， γ 為適直線斜率， H_c 為使 $\ell_n(-\ell_n(1 - P(H_s)))$ 為 0 之示性波高 H_s 值。

根據實測資料求得式(2-12)之各項參數後，各迴歸年對應之示性波高值即可依下式計算求得，

$$H_s(R_p) = (H_c - H_o) \left(\ell_n \left(\frac{R_p}{\tau} \right) \right)^{1/\gamma} + H_o \dots\dots\dots (2-14)$$

式中

R_p ：迴歸年

$H_s(R_p)$ ：於 R_p 迴歸年可能出現之示性波高值

τ ：波浪觀測資料時間間距

中華顧問工程司^[1]1988 年曾將台中港歷年測得之冬、夏季波浪資料，分別依上述方法，點繪於 Weibull 機率分佈紙上，結果如圖 2-14 所示。由圖可求得下列二示性波高分佈之關係式如下：

$$\text{冬季示性波高分佈： } P(H_s) = 1 - \exp \left\{ - \left(\frac{H_s}{1.49} \right)^{1.95} \right\} \dots\dots\dots (2-15)$$

$$\text{夏季示性波高分佈： } P(H_s) = 1 - \exp \left\{ - \left(\frac{H_s}{1.45} \right)^{0.87} \right\} \dots\dots\dots (2-16)$$

台中港冬、夏季示性波高分佈關係求得後，依據式(2-14)可得各迴歸年之示性波高值如表 2-27 所示。惟中華顧問工程司於報告^[1]中特別指出，鑑於上述資料樣本數目仍嫌不足且夏季並未測得足夠之颱風波浪資料，故對於較長期迴歸年之估計值誤差可能較大，表 2-27 之結果僅可供初步之參考，未來細部設計時仍應重行進行颱風波浪之推算，其中，尤以颱風環流與東北季風結合所造成之波高對台中港影響極大，計算時均應審慎處理，以供防波堤設計之依據。

在平常應用上，台中港海域之示性波高 $H_{1/3}$ 與 $H_{1/10}$ 及 $H_{\max}$ 之關係，依據中華顧問工程司研究結果^[1]，其關係可表示為：

$$H_{1/10} = -0.02 + 1.28H_{1/3} \dots\dots\dots (2-17)$$

$$H_{\max} = -0.06 + 1.65H_{1/3} \dots\dots\dots (2-18)$$

上二式迴歸係數 R^2 均達 0.99 以上，變異性不大。且常數項數值較小可

予省略。故得 $H_{1/10}$ 約爲 $H_{1/3}$ 之 1.28 倍， $H_{\max}$ 爲 $H_{1/3}$ 之 1.65 倍。如以外海示波高 2m 爲例，台中港外海最大波高約爲 3.3m 左右。

表 2-1 台中港導助航設施位置分佈

助航設施

AIDS TO NAVIGATION

信號台 Signal Station

位 置 Location	24° 17' 30"N 120° 30' 32"E
高 度 Height	66.2 公尺 (Meters)
外 貌 Configuration	黑白色方格圓頂 Painted in Checkered White and Black on the top of round roof.
無線電話呼號 Radio Call Sign	臺中港埠電台 Taichung Port Radio Phow.04-6568663,6562833 Fax:04-6569267
頻 率 Frequencies	156.6MHz, 156.7MHz & 156.8 MHz

台中港燈塔 Taichung Harbor Light House

位 置 Location	24° 17' 23"N 120° 30' 54"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	62 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	26.8 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl. (3) 30Sec.

台中港燈塔雷達標桿 Taichung Harbor Light House Radar Beacon(RACON)

位 置 Location	24° 17' 23"N 120° 30' 54"E
頻 率 Frequency	Sweep from 9300 MHz, to 9500 MHz.
頻率掃描時間 Frequency Sweep Time	75 second (Time for each frequency sweep from 9300 MHz. to 9500 MHz.)
輸出電力 Power Output	0.3Watt.
回復信號 Response Code	"F"(· · · ·) Response when radar beacon frequency sweeps through the interrogating radar frequency. (every 75 sec.)
射 程 Range	10 浬 (Nautical Miles.)
工作時間 Operating Time	24 小時 (Hours.)

錨泊區

南防波堤西方水域，水深10至20公尺處，較適宜錨泊：位於

24° 17' 26"N 120° 27' 45"E 24° 17' 26"N 120° 29' 26"E
24° 16' 31"N 120° 27' 19"E 24° 16' 31"N 120° 28' 56"E
連線之內。

北防波堤燈杆 North Breakwater Beacon (U)

位 置 Location	24° 17' 59"N 120° 28' 58"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	21.4 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	16 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl(2)W 4Sec. 0.5s. L. & 0.5s. D. 0.5s. L. & 2.5s. D.

南防波堤燈杆 South Breakwater Beacon(U)

位 置 Location	24° 17' 32"N 120° 29' 30"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	21.4 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	8.1 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl(2)R. 4Sec. 0.5s. L. & 0.5s. D. 0.5s. L. & 2.5s. D.

南內防波堤燈杆

Inner Breakwater South Beacon (U)

位 置 Location	24° 17' 14"N 120° 30' 14"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	13.2 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	7.8 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl. R. 3Sec. 0.5s. L. & 0.5s. D.

北內防波堤燈杆

Inner Breakwater North Beacon (U)

位 置 Location	24° 17' 25"N 120° 30' 20"E
燈 高 Elevation of Light Above H.W.	13.2 公尺 (Meters)
公稱光程 Nominal Range	10.5 浬 (Nautical Miles)
燈 質 Characteristic of Light	Fl. W. 3Sec. 0.5s. L. & 0.5s. D.

Anchorage

The water area to the west of South Breakwater, 10-20 meters deep, is appropriate for anchoring. It is inside the connecting lines of the following points:

24° 17' 26"N 120° 27' 45"E 24° 17' 26"N 120° 29' 26"E
24° 16' 31"N 120° 27' 19"E 24° 16' 31"N 120° 28' 56"E

表 2-2 大型船舶航道寬深需求與台中港港口段航道現況

單位：公尺

項 目 \ 船 型		第三代 貨櫃輪		第四代 貨櫃輪		6 萬 DWT		12.5萬 DWT		港口段 航道現況		
船舶 尺寸	船長		275		308		235		290			
	船寬		32		42.2		32.2		45			
	吃水		12.5		13.5		12.6		16			
航 道 深 度	水域別		港外 航道	港口段 航道	港外 航道	港口段 航道	港外 航道	港口段 航道	港外 航道	港口段 航道		
	設 計 深 度	吃水		12.5	12.5	13.5	13.5	12.6	12.6	16	16	
		總 餘 裕	波浪造成 船體浮沈	1.5	0.4	1.5	0.4	1.5	0.4	1.5	0.5	
			船艙載航 吃水差	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	
			淨餘裕	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
		小計		15.2	14.1	16.2	15.1	15.2	14.1	18.7	17.7	
	超 挖 深 度	測量誤差		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
		預留迴淤深度		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
		浚挖誤差		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
		小計		1	1	1	1	1	1	1	1	
	總計		16.2	15.1	17.2	16.1	16.2	15.1	19.7	18.7	13	
	航道	單向航道		> 138		> 154		> 118		> 145		最窄 270
	寬度	雙向航道		275 ~ 413		308 ~ 462		235 ~ 352		290 ~ 435		—
航道 長度	停船安全距離		> 1375		> 1540		> 1175		> 1450		1600 (港口段航道)	

表 2-3 台中港北堤測站全年風速風向分佈統計表

風速 (M/SEC)	風向																小計	超值 機率
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N		
< 1.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	1.26	97.5
1.0~1.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.5	5.55	91.9
2.0~2.9	0.9	0.9	0.4	0.4	0.3	0.5	0.7	1	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	8.31	83.6
3.0~3.9	1.2	1.1	0.4	0.2	0.1	0.3	0.7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	0.8	9.13	74.5
4.0~4.9	1.5	1.4	0.2	0.1	0	0.1	0.5	1.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.7	1	9.24	65.2
5.0~5.9	1.7	1.5	0.1	0	0	0.1	0.5	1.3	0.6	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3	0.5	1.1	9.03	56.2
6.0~6.9	2	1.2	0.1	0	0	0	0.3	1.1	0.5	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.3	1	7.65	48.5
7.0~7.9	2.1	1	0	0	0	0	0.2	1	0.4	0.4	0.2	0.2	0	0	0.1	0.9	6.54	42
8.0~8.9	2.2	0.9	0	0	0	0	0.2	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0	0	0.1	0.7	5.6	36.4
9.0~9.9	2	0.8	0	0	0	0	0.1	0.3	0.2	0.3	0.1	0	0	0	0	0.6	4.42	32
10.0~10.9	2.4	0.8	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0.6	4.53	27.5
11.0~11.9	2.3	0.7	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.5	3.92	23.5
12.0~12.9	2.2	0.6	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.5	3.6	19.9
13.0~13.9	2.3	0.6	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.4	3.42	16.5
14.0~14.9	2.1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	2.98	13.5
15.0~15.9	2.2	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	3.12	10.4
16.0~16.9	1.9	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	2.64	7.77
17.0~17.9	1.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.9	5.88
18.0~18.9	1.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.67	4.2
19.0~19.9	0.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.07	3.13
20.0~20.9	0.8	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.04	2.09
21.0~21.9	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.77	1.32
22.0~22.9	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.41	0.91
23.0~23.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.61
24.0~24.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0.43
25.0~25.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.29
26.0~26.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0.2
27.0~27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.16
28.0~28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.12
29.0~29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.1
30.0~30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.07
31.0~31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.05
32.0~32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.04
33.0~33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.03
34.0~34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
35.0~35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
36.0~36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
37.0~37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
38.0~38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
39.0~39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
小計	35.9	14.4	1.7	1.2	0.8	1.8	3.9	8.9	4.5	3.5	2.3	2.2	1.4	2.1	3.4	10.7		

靜風機率： 1.3

最大風速： 41.3

平均風速： 8

表 2-4 台中港北堤測站夏季風速風向分佈統計表

風速 (M/SEC)	風向																小 計	超值 機率
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N		
< 1.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	1.67	96.56
1.0 ~ 1.9	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.9	0.7	0.9	0.5	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.5	0.6	7.77	88.79
2.0 ~ 2.9	0.9	0.8	0.5	0.5	0.4	0.9	1.1	1.6	0.8	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.8	11.35	77.44
3.0 ~ 3.9	1.1	1	0.4	0.3	0.1	0.4	1.3	2.3	1.1	0.7	0.5	0.6	0.5	0.7	0.9	1	12.77	64.68
4.0 ~ 4.9	1.3	1	0.2	0.1	0.1	0.2	1	2.3	1	0.6	0.5	0.7	0.5	0.7	1	1.1	12.18	52.5
5.0 ~ 5.9	1.3	1	0.1	0	0	0.1	0.9	2.5	1.1	0.6	0.7	0.7	0.3	0.5	0.7	1.2	11.64	40.85
6.0 ~ 6.9	1.5	0.7	0	0	0	0.1	0.5	2.1	0.9	0.7	0.7	0.5	0.2	0.2	0.4	1.1	9.53	31.33
7.0 ~ 7.9	1.5	0.6	0	0	0	0	0.4	1.9	0.7	0.7	0.4	0.3	0	0	0.2	0.9	7.62	23.71
8.0 ~ 8.9	1.4	0.4	0	0	0	0	0.3	1.2	0.5	0.6	0.4	0.1	0	0	0.1	0.6	5.84	17.88
9.0 ~ 9.9	1.2	0.4	0	0	0	0	0.2	0.6	0.4	0.5	0.1	0	0	0	0.1	0.5	3.99	13.89
10.0 ~ 10.9	1.3	0.3	0	0	0	0	0.1	0.4	0.4	0.5	0.1	0	0	0	0	0.4	3.46	10.43
11.0 ~ 11.9	1.1	0.2	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.3	0	0	0	0	0	0.3	2.41	8.02
12.0 ~ 12.9	0.9	0.2	0	0	0	0	0	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.2	1.76	6.26
13.0 ~ 13.9	0.9	0.2	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.2	1.52	4.74
14.0 ~ 14.9	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	1.09	3.66
15.0 ~ 15.9	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0.98	2.68
16.0 ~ 16.9	0.4	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.7	1.98
17.0 ~ 17.9	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.43	1.55
18.0 ~ 18.9	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.42	1.13
19.0 ~ 19.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.9
20.0 ~ 20.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.64
21.0 ~ 21.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.43
22.0 ~ 22.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0.32
23.0 ~ 23.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.25
24.0 ~ 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.17
25.0 ~ 25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.13
26.0 ~ 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.1
27.0 ~ 27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.08
28.0 ~ 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.07
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.05
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.05
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.04
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.03
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
小計	17.9	7.9	1.6	1.5	1.1	2.8	6.7	16.5	8.1	6.3	4.1	3.8	2.3	3.3	4.7	9.6		

靜風機率：1.8

最大風速：41.3

平均風速：5.8

表 2-5 台中港北堤測站冬季風速風向分佈統計表

風速 (M/SEC)	風向																小計	超值 機率
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N		
< 1.0	0.2	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.87	98.3
1.0 ~ 1.9	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0.4	3.42	94.89
2.0 ~ 2.9	1	0.9	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	5.38	89.51
3.0 ~ 3.9	1.2	1.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	0.7	5.64	83.87
4.0 ~ 4.9	1.8	1.7	0.3	0.1	0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.9	6.4	77.47
5.0 ~ 5.9	2.1	2	0.2	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	1	6.53	70.94
6.0 ~ 6.9	2.5	1.6	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0.9	5.85	65.09
7.0 ~ 7.9	2.7	1.3	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0.9	5.5	59.59
8.0 ~ 8.9	2.9	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.8	5.38	54.21
9.0 ~ 9.9	2.8	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	4.83	49.38
10.0 ~ 10.9	3.4	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	5.56	43.82
11.0 ~ 11.9	3.4	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	5.37	38.45
12.0 ~ 12.9	3.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	5.37	33.08
13.0 ~ 13.9	3.6	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	5.24	27.84
14.0 ~ 14.9	3.5	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	4.8	23.03
15.0 ~ 15.9	3.8	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	5.18	17.85
16.0 ~ 16.9	3.3	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	4.51	13.34
17.0 ~ 17.9	2.5	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	3.31	10.04
18.0 ~ 18.9	2.2	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	2.88	7.16
19.0 ~ 19.9	1.5	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.88	5.28
20.0 ~ 20.9	1.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.8	3.48
21.0 ~ 21.9	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.31	2.17
22.0 ~ 22.9	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.71	1.47
23.0 ~ 23.9	0.4	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.52	0.95
24.0 ~ 24.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26	0.68
25.0 ~ 25.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.44
26.0 ~ 26.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.3
27.0 ~ 27.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.23
28.0 ~ 28.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.17
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.13
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.08
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.05
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.03
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	53.3	20.6	1.7	0.8	0.6	0.9	1.2	1.6	1.1	0.8	0.6	0.6	0.5	1	2.2	11.6		

靜風機率：0.8

最大風速：36.7

平均風速：10

表 2-6 台中港防風林測站全年風速風向分佈統計表

風速 (M/SEC)	風向 (SEC)																小 計	超值 機率
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N		
< 1.0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	2.73	96.36
1.0 ~ 1.9	0.4	0.8	0.8	0.7	0.5	0.7	1	0.7	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	7.93	88.42
2.0 ~ 2.9	0.8	1.6	1.4	0.8	0.6	0.7	1.4	1.6	0.9	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	13.23	75.19
3.0 ~ 3.9	1	2.2	1.1	0.4	0.2	0.2	0.8	1.9	1.2	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.7	12.44	62.75
4.0 ~ 4.9	1.2	2.7	0.8	0.1	0	0.1	0.3	1	1	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.7	10.11	52.64
5.0 ~ 5.9	1.3	2.8	0.6	0.1	0	0	0.1	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.1	0.1	0.2	0.6	8.09	44.56
6.0 ~ 6.9	1.3	2.8	0.5	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.2	0	0	0.1	0.4	6.6	37.96
7.0 ~ 7.9	1.3	2.8	0.5	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.3	0.1	0	0	0.1	0.3	5.87	32.08
8.0 ~ 8.9	1.2	2.7	0.5	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0.2	5.38	26.7
9.0 ~ 9.9	1.1	2.6	0.5	0	0	0	0	0	0	0.3	0.1	0	0	0	0	0.1	4.94	21.76
10.0 ~ 10.9	1.1	2.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0.2	0.1	0	0	0	0	0.1	4.55	17.2
11.0 ~ 11.9	1	2.3	0.4	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.1	4.08	13.12
12.0 ~ 12.9	0.9	2	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	3.5	9.62
13.0 ~ 13.9	0.8	1.7	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.94	6.68
14.0 ~ 14.9	0.5	1.2	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.13	4.55
15.0 ~ 15.9	0.4	0.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.57	2.97
16.0 ~ 16.9	0.3	0.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04	1.94
17.0 ~ 17.9	0.1	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.59	1.35
18.0 ~ 18.9	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	1
19.0 ~ 19.9	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.19	0.81
20.0 ~ 20.9	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.71
21.0 ~ 21.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.65
22.0 ~ 22.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.61
23.0 ~ 23.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.58
24.0 ~ 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.56
25.0 ~ 25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.54
26.0 ~ 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.52
27.0 ~ 27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.5
28.0 ~ 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.48
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.45
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.42
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.41
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.4
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.39
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.37
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.37
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.36
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.35
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.34
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.33
>= 40.0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.32	0.01
小計	15.2	33.3	9.4	2.3	1.5	2	4.1	5.9	4.6	4	2.9	2.6	1.8	1.5	2	4.3		

靜風機率：0.91

最大風速：59.9

平均風速：6.2

表 2-7 台中港防風林測站夏季風速風向分佈統計表

風速 (M/SEC)	風向																小 計	超值 機率
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N		
< 1.0	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	4.06	94.37
1.0 ~ 1.9	0.5	1	1	0.9	0.8	1.1	1.7	1.2	0.6	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	11.44	82.93
2.0 ~ 2.9	0.8	1.5	1.4	0.8	0.7	1	2.5	3	1.7	0.9	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	17.82	65.11
3.0 ~ 3.9	1	1.7	1	0.4	0.1	0.3	1.4	3.3	2.5	1.2	0.5	0.6	0.8	0.7	0.7	0.9	17.14	47.96
4.0 ~ 4.9	1.1	1.8	0.8	0.1	0	0.1	0.5	1.6	1.8	1.1	0.7	0.7	0.6	0.4	0.6	0.9	12.95	35.01
5.0 ~ 5.9	1.1	1.8	0.7	0.1	0	0.1	0.2	0.5	0.8	1	0.7	0.7	0.3	0.1	0.2	0.6	8.92	26.09
6.0 ~ 6.9	0.9	1.6	0.6	0.1	0	0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.7	0.5	0.1	0	0.1	0.4	6.45	19.64
7.0 ~ 7.9	0.8	1.5	0.6	0.1	0	0	0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.4	0	0	0	0.3	5.13	14.51
8.0 ~ 8.9	0.6	1.1	0.5	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.5	0.2	0	0	0	0.2	3.82	10.69
9.0 ~ 9.9	0.5	1	0.4	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.3	0.1	0	0	0	0.1	3.01	7.68
10.0 ~ 10.9	0.5	0.8	0.4	0	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0	2.42	5.26
11.0 ~ 11.9	0.4	0.6	0.3	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	1.64	3.61
12.0 ~ 12.9	0.3	0.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	1.17	2.44
13.0 ~ 13.9	0.2	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	1.69
14.0 ~ 14.9	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.51	1.17
15.0 ~ 15.9	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.34	0.83
16.0 ~ 16.9	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.21	0.62
17.0 ~ 17.9	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.5
18.0 ~ 18.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0.42
19.0 ~ 19.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.36
20.0 ~ 20.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.31
21.0 ~ 21.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.29
22.0 ~ 22.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.26
23.0 ~ 23.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.25
24.0 ~ 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.23
25.0 ~ 25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23
26.0 ~ 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.22
27.0 ~ 27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.21
28.0 ~ 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.17
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.12
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.08
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.07
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.05
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.04
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
小計	9.7	16	9	2.9	1.9	3	7.2	10.2	8.5	7.2	5.3	4.5	3	2.4	2.6	5		

靜風機率： 1.6

最大風速： 59.9

平均風速： 4.6

表 2-8 台中港防風林測站冬季風速風向分佈統計表

風速 (M/SEC)	風向																小 計	超值 機率
	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N		
< 1.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0.1	1.58	97.8
1.0 ~ 1.9	0.3	0.6	0.7	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	4.72	93.07
2.0 ~ 2.9	0.6	1.6	1.5	0.9	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	9.25	83.82
3.0 ~ 3.9	0.8	2.6	1.4	0.6	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	8.77	75.05
4.0 ~ 4.9	1.2	3.3	1.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	7.56	67.49
5.0 ~ 5.9	1.3	3.4	0.9	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0.5	7	60.49
6.0 ~ 6.9	1.4	3.7	0.8	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0.1	0.4	6.9	53.59
7.0 ~ 7.9	1.5	3.9	0.8	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	6.82	46.77
8.0 ~ 8.9	1.6	4	0.8	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	6.92	39.85
9.0 ~ 9.9	1.5	4	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	6.64	33.22
10.0 ~ 10.9	1.5	3.7	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	6.37	26.84
11.0 ~ 11.9	1.5	3.6	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	6.14	20.7
12.0 ~ 12.9	1.3	3.2	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	5.56	15.14
13.0 ~ 13.9	1.2	2.9	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	4.88	10.26
14.0 ~ 14.9	0.8	2	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	3.53	6.73
15.0 ~ 15.9	0.6	1.4	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	2.67	4.05
16.0 ~ 16.9	0.4	0.9	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.77	2.29
17.0 ~ 17.9	0.2	0.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.97	1.32
18.0 ~ 18.9	0.1	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.58	0.74
19.0 ~ 19.9	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31	0.43
20.0 ~ 20.9	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.27
21.0 ~ 21.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.2
22.0 ~ 22.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14
23.0 ~ 23.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.09
24.0 ~ 24.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.06
25.0 ~ 25.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.04
26.0 ~ 26.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.02
27.0 ~ 27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
28.0 ~ 28.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
29.0 ~ 29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
30.0 ~ 30.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
31.0 ~ 31.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
32.0 ~ 32.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
33.0 ~ 33.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34.0 ~ 34.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35.0 ~ 35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36.0 ~ 36.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37.0 ~ 37.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38.0 ~ 38.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39.0 ~ 39.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>= 40.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	18	45.9	14	2.8	1.3	1.3	1.4	1.5	0.9	1	1	1.1	1	1	1.5	4.2		

靜風機率：0.6

最大風速：36.1

平均風速：7.8

表 2-9 台中港北堤測站吹風延時機率統計表

月份 延時		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	夏季	冬季
風速 風速 ≥ 5M/SEC	2	78.0	70.4	66.8	60.0	50.7	52.0	45.1	47.9	40.7	68.1	70.3	80.3	49.4	72.3
	4	76.0	68.6	63.7	56.8	47.8	48.3	41.2	44.0	38.1	65.8	69.2	78.9	46.0	70.4
	6	74.7	66.9	61.3	53.0	45.3	44.6	36.7	40.8	35.2	63.6	68.5	78.2	42.6	68.9
	8	74.2	66.5	58.2	51.1	43.0	40.8	32.3	38.2	32.7	61.5	67.3	77.3	39.7	67.5
	12	69.6	63.8	53.0	46.8	36.7	31.7	25.4	32.0	27.1	58.1	64.2	71.4	33.3	63.4
	24	62.1	55.1	45.0	34.6	23.4	17.2	17.2	22.1	21.6	48.1	59.0	65.8	22.7	55.8
風速 ≥ 10M/SEC	2	51.0	46.3	31.1	21.9	13.4	4.2	5.9	7.9	18.8	36.5	57.5	46.5	12.0	44.8
	4	49.8	44.7	29.2	19.7	11.9	2.7	4.3	6.7	17.9	35.3	56.1	44.8	10.5	43.3
	6	48.5	42.8	27.6	18.5	10.8	2.0	3.1	6.1	16.8	34.1	54.2	43.1	9.5	41.7
	8	47.3	41.5	25.8	16.3	8.6	1.4	1.8	5.1	15.7	31.4	52.8	41.0	8.1	39.9
	12	44.0	36.3	22.9	13.8	5.1	0.7	1.2	3.1	12.6	22.5	47.3	34.5	6.1	34.6
	24	35.2	29.5	13.1	4.7	1.1	0.0	0.0	0.9	7.7	12.6	40.9	23.5	2.4	25.8
風速 ≥ 15M/SEC	2	22.3	19.3	8.8	3.4	1.8	0.2	0.7	2.6	7.6	15.5	26.5	17.9	2.7	18.4
	4	19.6	17.9	7.4	2.7	1.5	0.1	0.5	2.5	7.1	13.9	24.8	15.8	2.4	16.6
	6	18.1	16.5	6.1	2.3	1.4	0.0	0.5	2.1	5.6	12.7	23.2	12.7	2.0	14.9
	8	16.5	15.2	4.7	2.0	1.2	0.0	0.5	1.7	4.4	9.0	19.5	10.9	1.6	12.6
	12	13.7	10.6	3.5	0.4	0.4	0.0	0.5	0.8	2.6	5.0	16.5	7.7	0.8	9.5
	24	7.5	4.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	3.4	10.5	3.9	0.4	5.1
風速 ≥ 20M/SEC	2	3.6	2.7	0.8	0.2	0.1	0.0	0.1	0.7	2.2	3.3	3.7	2.0	0.6	2.7
	4	3.0	1.9	0.6	0.2	0.0	0.0	0.1	0.5	1.9	2.6	2.7	1.6	0.5	2.1
	6	2.7	1.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5	1.9	2.2	1.8	0.8	0.4	1.5
	8	2.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.8	2.0	1.4	0.0	0.3	1.1
	12	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.2	1.0	0.0	0.2	0.6
	24	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.2

(資料來源:宇泰工程顧問公司,民國84年)

表 2-10 台中港潮位統計資料(60.3~85.3)

分析時間	H.H.W.L.	M.H.W.L.	M.W.L.	M.L.W.L.	L.L.W.L.
60.3~64.12	5.86	4.59	2.72	0.9*	-0.05
65.1~69.12	5.77	4.53	2.64	0.79	-0.41
70.1~74.12	5.5	4.44	2.62	0.81	-0.49
75.1~79.12	5.65	4.54	2.71	0.85	-0.55
80.1~85.3	5.47	4.21	2.5	0.76	-0.46
60.3~69.12	5.86	4.56	2.68	0.84	-0.41
70.1~79.12	5.65	4.49	2.67	0.83	-0.55
60.3~85.3	5.86	4.45	2.63	0.82	-0.55

迴歸年	水位(M)
2	5.435
5	5.593
10	5.685
25	5.791
50	5.864
100	5.933
200	6.000

表 2-11 台中港潮汐測站(ST-8)分潮調和常數表

分潮 編號	分潮 名稱	振幅 (米)	遲角 (度)	分潮 編號	分潮 名稱	振幅 (米)	遲角 (度)
1	H_m	0.032	103.36	21	MO_3	0.006	311.63
2	M_{sf}	0.026	40.597	22	M_3	0.000	155.17
3	$2Q_1$	0.008	-156.89	23	SO_3	0.007	248.10
4	ρ_1	0.027	304.88	24	HK_3	0.011	342.93
5	O_1	0.196	251.51	25	SK_3	0.003	332.20
6	M_1	0.021	269.83	26	MN_4	0.006	250.56
7	P_1	0.074	269.31	27	M_4	0.016	314.07
8	K_1	0.240	279.00	28	SN_4	0.002	23.58
9	θ_1	0.009	34.25	29	MS_4	0.008	325.08
10	SO_1	0.003	95.56	30	HK_4	0.004	99.72
11	OQ_2	0.010	13.05	31	S_4	0.001	1.51
12	MNS_2	0.032	133.90	32	SK_4	0.003	121.31
13	$2N_2$	0.030	13.58	33	$2MN_5$	0.008	213.75
14	N_2	0.388	329.38	34	M_5	0.007	276.46
15	M_2	1.767	0.22	35	MSN_5	0.003	196.71
16	L_2	0.158	50.75	36	$2MS_5$	0.006	291.99
17	S_2	0.515	35.38	37	$2MK_5$	0.003	108.03
18	K_2	0.117	44.45	38	$2SM_5$	0.002	307.96
19	MSN_2	0.018	259.81	39	MSK_5	0.002	201.16
20	$2SM_2$	0.033	262.32				

表 2-12 台中港夏季示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期 (SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	0.2	6.8	14	14	5.8	1.5	0.3	0.1	0	0	0	0	0	42
.5 ~ 1.0	0	0	0	3.3	13	15	4.5	1.1	0.4	0.1	0	0	0	0	0	37
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.6	5.8	3.9	0.5	0.1	0.1	0	0	0	0	0	12
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.1	1.8	2.6	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	5.4
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0.2	1	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	1.9
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	0.8
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.5
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.2	10	29	36	18	5.2	1.5	0.3	0.2	0	0	0	0	

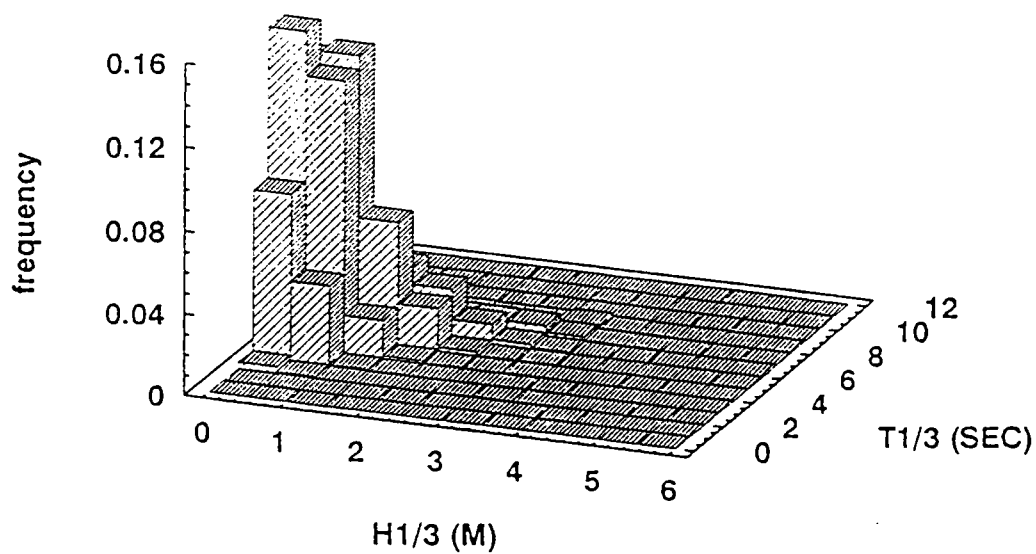


表 2-13 台中港冬季示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期 (SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	0	1	3	3.4	0.9	0.1	0	0	0	0	0	0	0	8.5
.5 ~ 1.0	0	0	0.1	1	4.6	8.2	1.7	0.3	0	0	0	0	0	0	0	16
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	2.2	13	8	0.5	0	0	0	0	0	0	0	24
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.3	9	13	1.9	0.1	0	0	0	0	0	0	25
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0.1	1.4	10	4.5	0.2	0	0	0	0	0	0	17
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0.2	2.3	4.3	0.7	0.1	0	0	0	0	0	7.7
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0.1	0.2	1.3	0.8	0.1	0	0	0	0	0	2.5
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0.5
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.1	2	10	35	37	13	2.2	0.4	0	0	0	0	0	

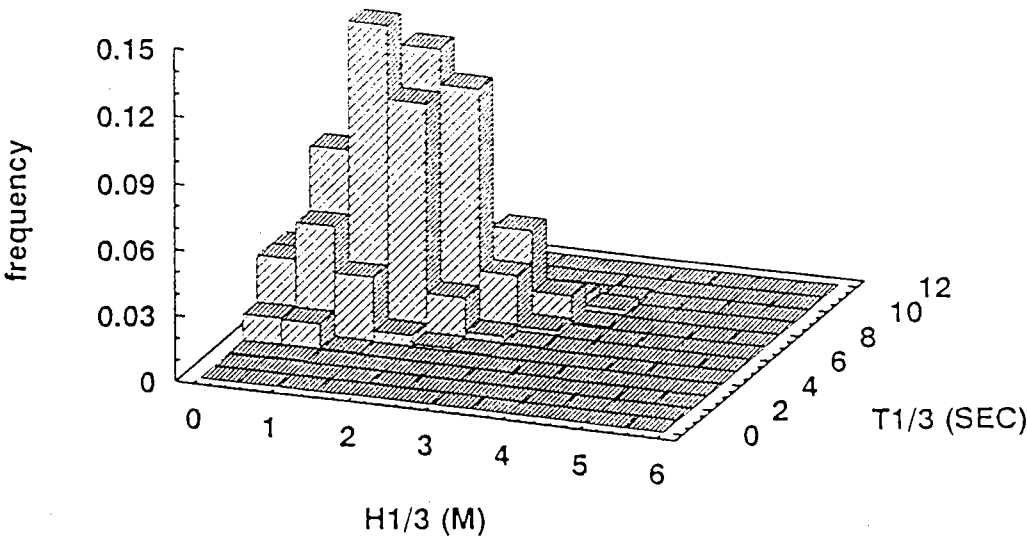


表 2-14 台中港全年示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	0.1	3.9	8.6	8.4	3.4	0.8	0.1	0	0	0	0	0	0	25.3
.5 ~ 1.0	0	0	0	2.1	8.7	11.3	3.1	0.7	0.2	0	0	0	0	0	0	26.2
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.9	9.5	5.9	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	18
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.2	5.4	7.9	1.3	0.1	0	0	0	0	0	0	15
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0.1	0.8	5.7	2.5	0.2	0	0	0	0	0	0	9.3
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0.1	1.2	2.4	0.4	0	0	0	0	0	0	4.3
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0.7	0.5	0.1	0	0	0	0	0	1.5
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0.3
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.1	6.1	19.5	35.5	27.4	9.1	1.8	0.3	0.1	0	0	0	0	

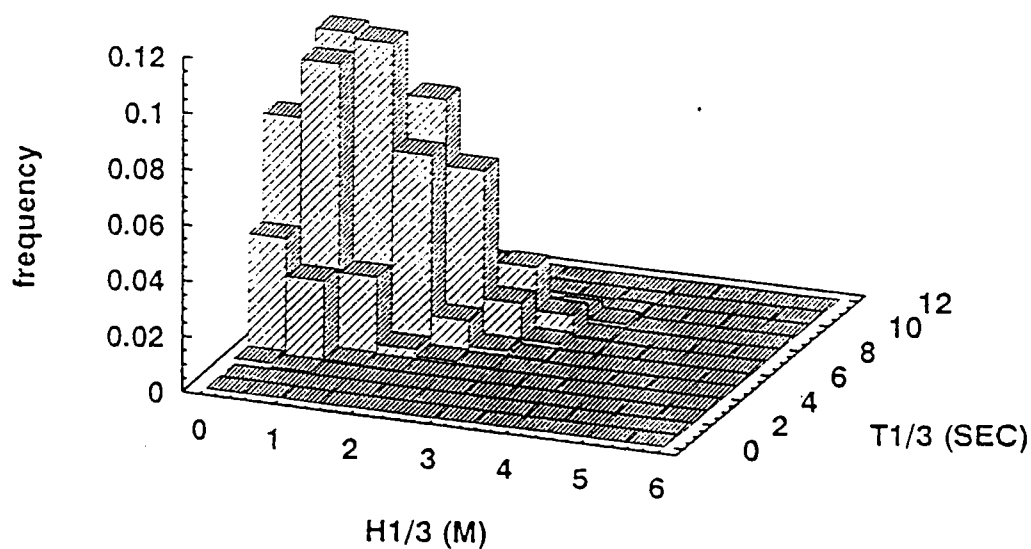


表 2-15 台中港 ST-1 夏季示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
.0 ~ .5	0	0	0.5	16.3	18.6	11.4	2.3	0.5	0.3	0	0	0	0	0	0	50
.5 ~ 1.0	0	0	0	1.6	13.1	10.9	3.1	0.4	0.2	0.2	0	0	0	0	0	29.6
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	0.7	5.6	5	0.4	0	0	0	0	0	0	0	11.6
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	0.7	4.2	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	5.7
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	0.9	1.4	0	0	0	0	0	0	0	2.4
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.6
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.2
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.5	17.8	32.5	28.6	15.6	4.1	0.7	0.2	0	0	0	0	0	

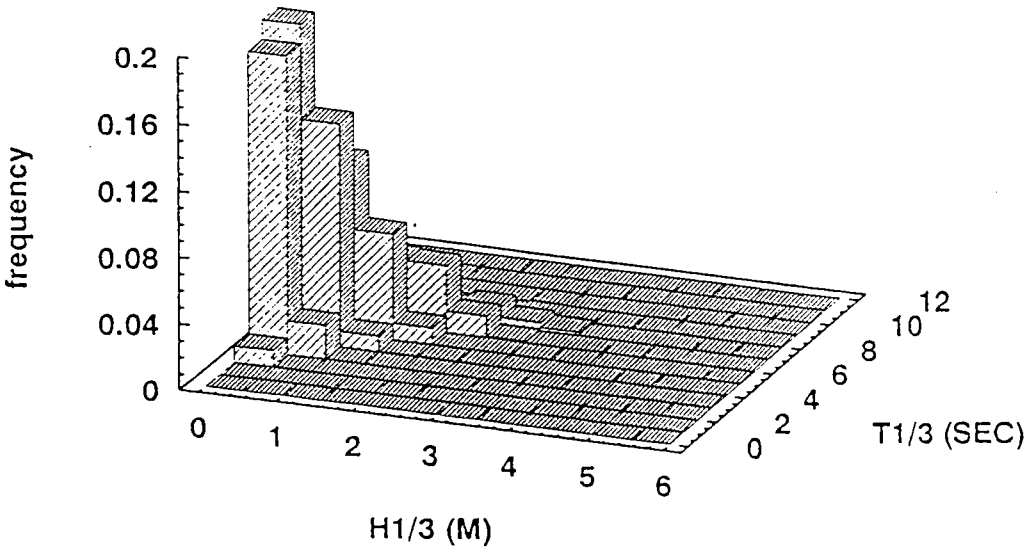


表 2-16 台中港 ST-1 冬季示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	0.1	1.5	2.4	2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	6.2
.5 ~ 1.0	0	0	0	0.3	6.2	8.6	1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	16.4
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.3	14.2	7	0.2	0	0	0.1	0.1	0	0	0	22.9
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	6.3	20	2.4	0	0	0.1	0	0	0	0	28.8
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0.2	10.9	7.8	0.2	0	0	0	0	0	0	19.1
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.4	4.4	0.9	0	0	0	0	0	0	5.7
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.6	0	0	0	0	0	0	0.8
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.0 ~ 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.1	1.8	9.9	31.4	39.5	15.1	1.9	0.1	0.2	0.1	0	0	0	

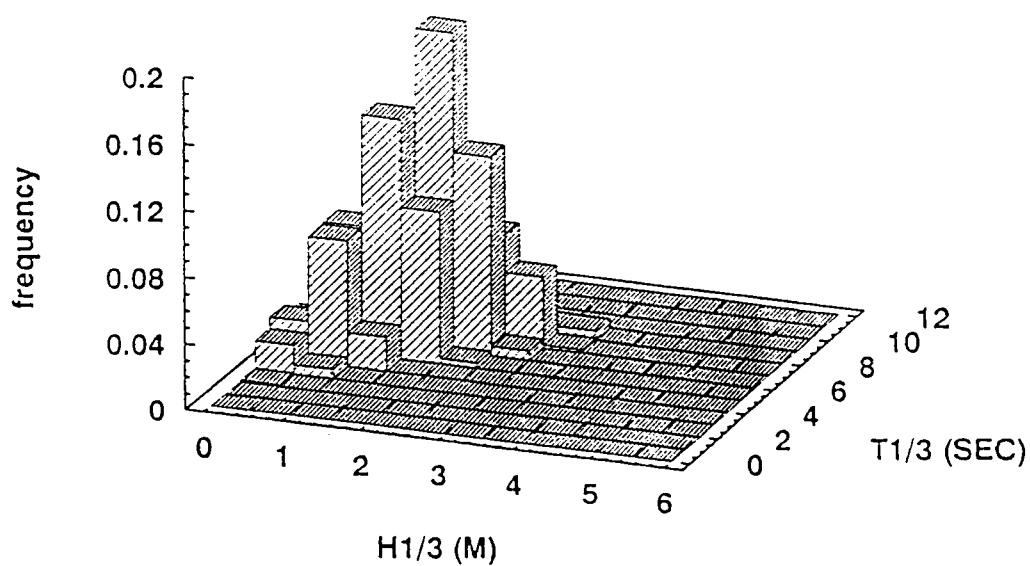


表 2-17 台中港 ST-1 全年示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
.0 ~ .5	0	0	0.2	6.9	8.4	5.5	1	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	22.3
.5 ~ 1.0	0	0	0	0.8	8.8	9.5	1.8	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0	21.2
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.1	11.1	6.2	0.3	0	0	0.1	0	0	0	0	18.8
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	4.3	14.2	1.8	0	0	0	0	0	0	0	20.3
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0.2	7.2	5.4	0.1	0	0	0	0	0	0	13
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.2	3	0.6	0	0	0	0	0	0	3.8
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.4	0	0	0	0	0	0	0.6
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.2	7.7	18.2	30.4	30.7	11	1.5	0.1	0.1	0	0	0	0	

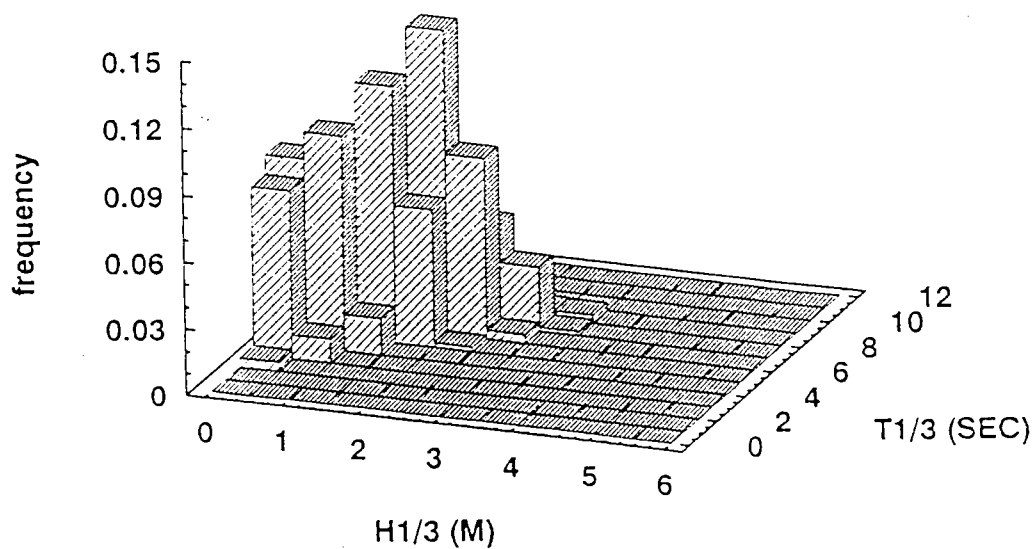


表 2-18 台中港 ST-2 夏季示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	9.7	29.2	8.8	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51.3
.5 ~ 1.0	0	0	0.9	22.1	15	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39.8
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	5.3	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	10.6	51.3	29.2	8.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

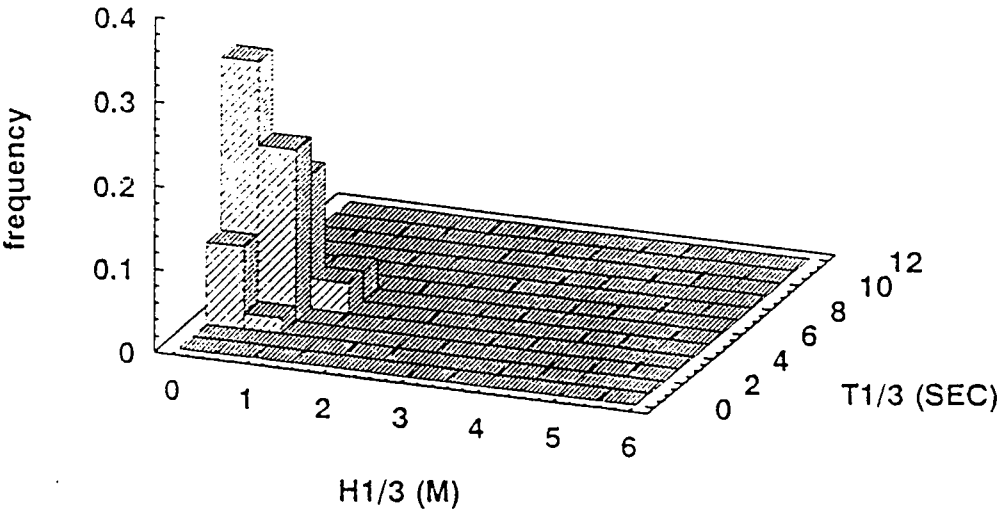


表 2-19 台中港 ST-2 冬季示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	0	0.5	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7
.5 ~ 1.0	0	0	0	1.5	5.9	3.6	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	11.4
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	3.6	8.9	1.5	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	14.4
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.4	11.8	6.1	0.3	0	0	0.2	0	0	0	0	19
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	5.3	18.5	2.4	0	0	0.1	0	0	0	0	26.5
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0.1	13.7	7.6	0.2	0.1	0.1	0	0	0.1	0	22.2
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0.5	3.4	0.2	0.1	0	0	0	0	0	4.2
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0.5
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0	2	10.9	30	41	14.2	0.8	0.2	0.4	0	0.1	0.2	0.1	

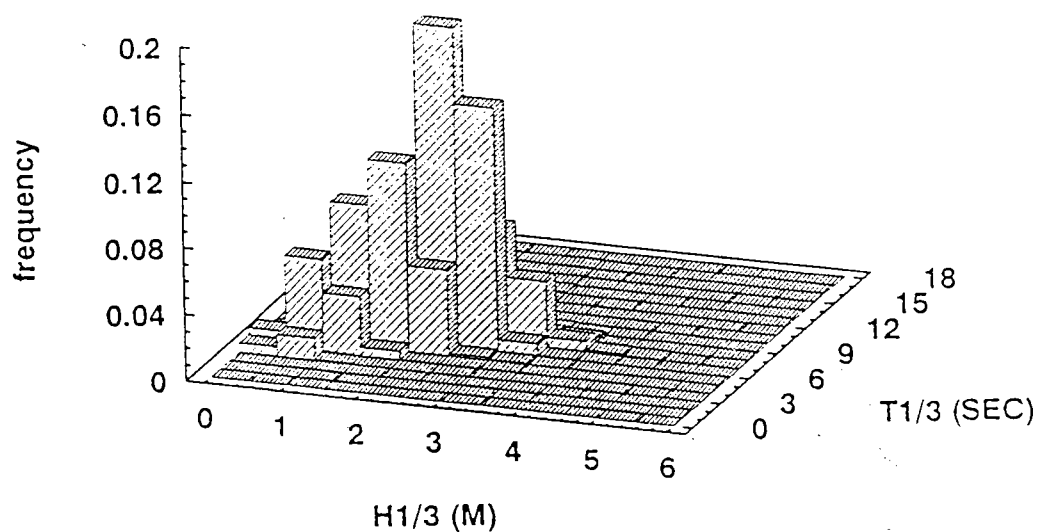


表 2-20 台中港 ST-2 全年示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	0.4	1.7	1.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8
.5 ~ 1.0	0	0	0	2.3	6.3	3.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	12.7
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	3.7	8.7	1.4	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	14.1
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.4	11.3	5.9	0.3	0	0	0.2	0	0	0	0	18.1
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	5.1	18	2.3	0	0	0.1	0	0	0	0	25.4
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0.1	13	7.3	0.2	0.1	0.1	0	0	0.1	0	21.2
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0.5	3.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0	4.1
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0.5
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.4	4.1	11.7	29	39	13.6	0.8	0.2	0.4	0	0.1	0.2	0.1	

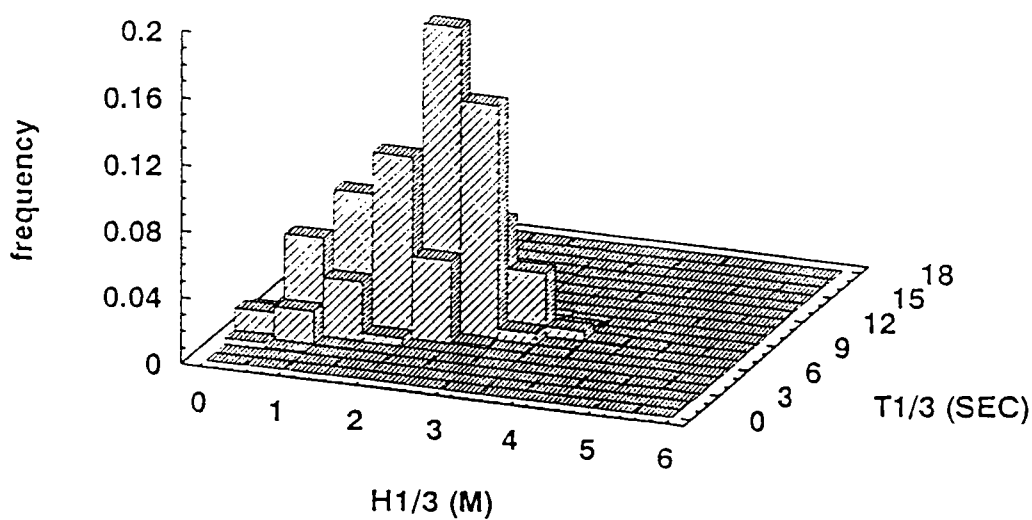


表 2-21 台中港 ST-4 夏季示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	9.2	28.5	14.3	7.1	1	0	0.2	0	0	0	0	0	0	60.3
.5 ~ 1.0	0	0	1.6	11.2	10.7	7.7	2.5	0.7	1.2	0.2	0	0	0	0	0	35.7
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	1.2	1.3	0.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	3.1
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.2	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.0 ~ 7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	10.9	39.7	26.4	16.8	4	0.8	1.3	0.2	0	0	0	0	0	

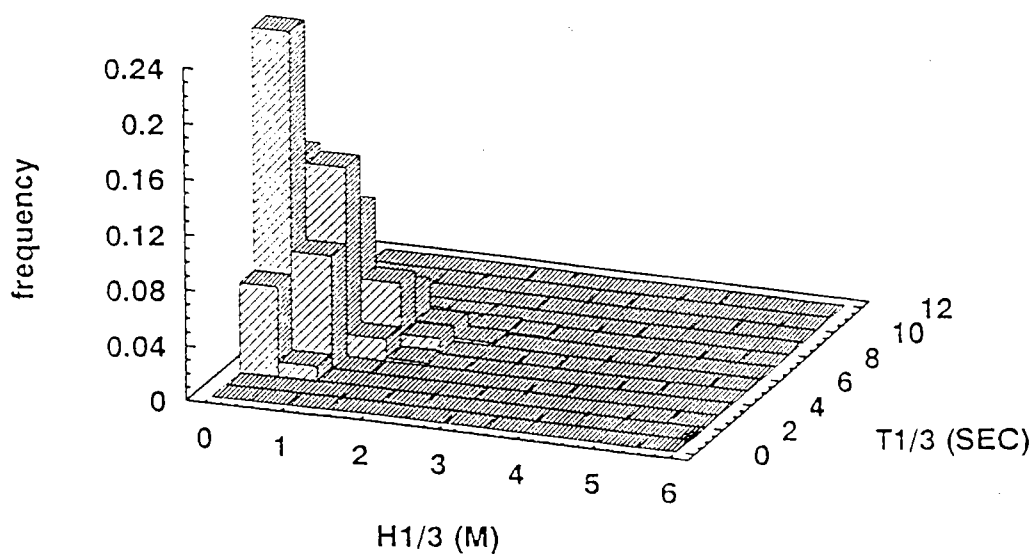


表 2-22 台中港 ST-4 冬季示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	0.6	6.4	5.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5
.5 ~ 1.0	0	0	0.1	2.8	18.2	10.3	0.5	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	32.2
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	6.3	24.1	5.9	0.2	0	0.1	0	0	0	0	0	36.5
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0	6.1	8.6	0.7	0.1	0	0	0	0	0	0	15.5
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	1.8	0.8	0	0	0	0	0	0	0	2.6
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	0.7
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	0.7	9.2	29.8	40.7	16.9	2.3	0.2	0.1	0	0	0	0	0	

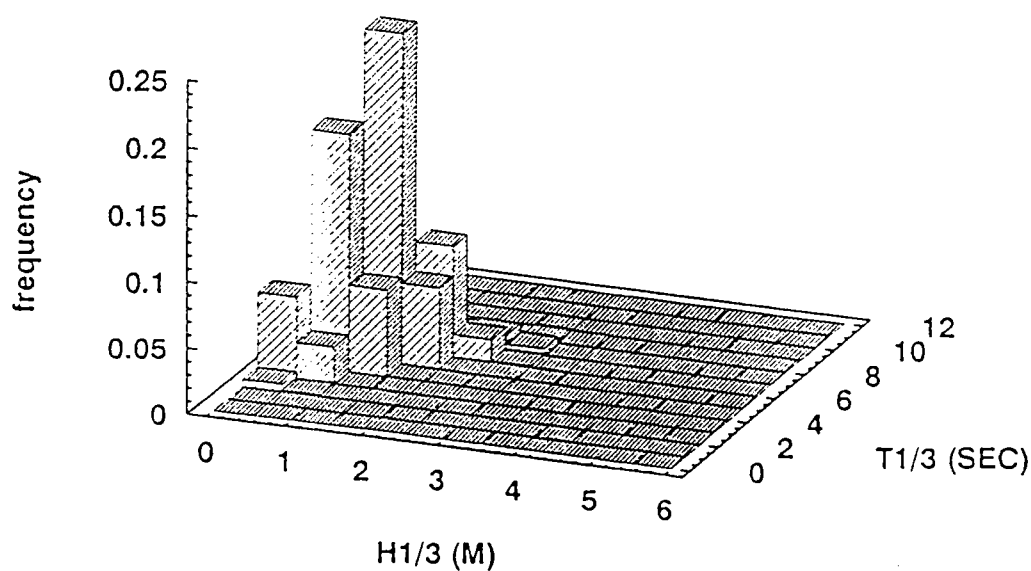


表 2-23 台中港 ST-4 全年示性波高週期分佈統計表

波高 (M)	週期(SEC)															小計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0 ~ .5	0	0	2	10.7	7.4	1.6	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	22
.5 ~ 1.0	0	0	0.4	4.2	17.1	10.2	0.9	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0	0	33.3
1.0 ~ 1.5	0	0	0	0	5.1	19.2	5.2	0.2	0	0.1	0	0	0	0	0	29.8
1.5 ~ 2.0	0	0	0	0	0.1	4.9	6.7	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	12.2
2.0 ~ 2.5	0	0	0	0	0	0	1.4	0.7	0	0	0	0	0	0	0	2.1
2.5 ~ 3.0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.1	0	0	0	0	0	0	0.5
3.0 ~ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5 ~ 4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0 ~ 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.5 ~ 5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0 ~ 5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5 ~ 6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0 ~ 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5 ~ 7.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	2.4	15	29.7	35.9	14.5	2.1	0.4	0.1	0	0	0	0	0	

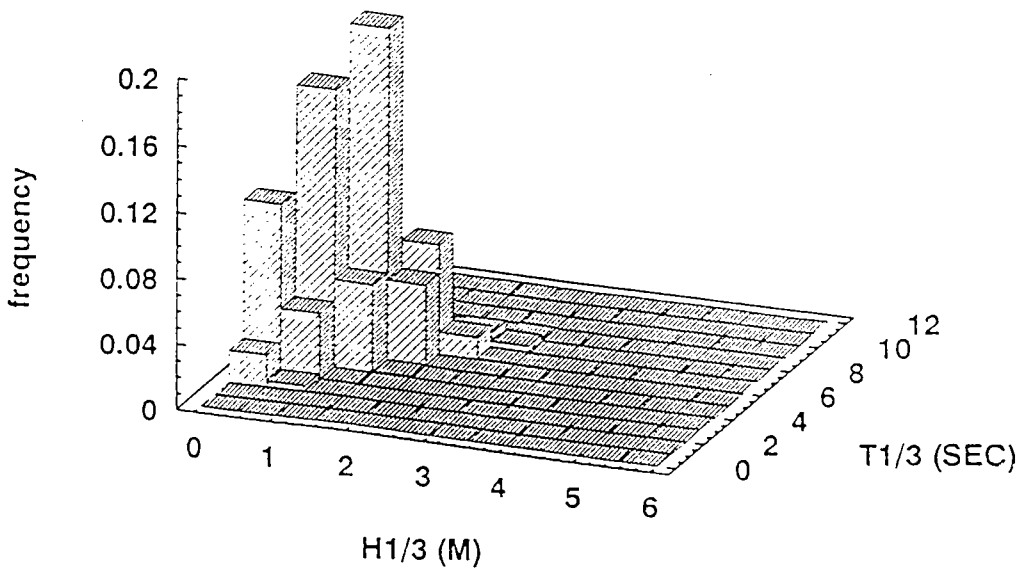


表 2-24 ST-2 及 ST-4 測站波高超值機率比較表

單位：%

測站別	ST.2 測站			ST.4 測站		
	冬季	夏季	全年	冬季	夏季	全年
$H_{1/3} \geq 0.5\text{m}$	98.3	48.7	96.2	87.5	39.7	78.0
$H_{1/3} \geq 1.0\text{m}$	86.9	8.9	83.5	55.3	4.0	44.7
$H_{1/3} \geq 1.5\text{m}$	72.5	0.1	69.4	18.8	0.9	14.9
$H_{1/3} \geq 2.0\text{m}$	53.5	0.0	51.3	3.3	0.1	2.7
$H_{1/3} \geq 2.5\text{m}$	27.0	0.0	25.9	0.7	0.0	0.6
$H_{1/3} \geq 3.5\text{m}$	4.8	0.0	4.7	0.0	0.0	0.1
$H_{1/3} \geq 4.0\text{m}$	0.6	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0

表 2-25 台中港各月波向統計

		335	340	345	350	355	0	5	10	15	From South	Calm	Total
Jan.	No.			1	4	10	7	23	4			10	59
	%			1.7	6.8	16.9	11.9	38.9	6.8			17.0	100
Feb.	No.				7	21	34	24	5	1		7	99
	%				7.0	21.0	34.0	24.0	5.0	1.0		7.0	100
Mar.	No.		2	2	7	10	19	12	7	1	11	40	111
	%		1.8	1.8	6.3	9.0	17.1	10.8	6.3	0.9	10.0	36.0	100
Apr.	No.		1	3	5	9	8	15	9	1	21	50	122
	%		0.8	2.5	4.1	7.4	6.5	12.3	7.4	0.8	17.2	41.0	100
May	No.		2	1	4	7	9	19	5	1	36	35	119
	%		1.8	0.8	3.4	5.9	7.5	16.0	4.2	1.0	30.2	29.4	100
Jun.	No.				1	2	2	1	3		7	11	27
	%				3.7	7.4	7.4	3.7	11.1		25.9	40.8	100
Nov.	No.	2	2	4	8	32	66	21	1		2	6	144
	%	1.4	1.4	2.8	5.5	22.2	45.8	14.6	0.7		1.4	4.2	100
Dec.	No.				1	9	49	32	6			22	119
	%				0.8	7.6	41.2	26.9	5.0			18.5	100
Sub Total	No.	2	7	11	37	100	194	147	40	4	77	181	800
	%	0.3	0.9	1.4	4.6	12.5	24.3	18.4	5.0	0.5	9.6	22.5	100

(資料來源：中華顧問工程司，民國77年)

表 2-26 台中港外海不同波向各迴歸期之設計波浪

迴歸期	5 年		10 年		25 年		50 年		100 年	
波向	波高	週期	波高	週期	波高	週期	波高	週期	波高	週期
NNW	4.5	9.5	5.2	10.2	6.0	11.0	6.7	11.6	7.3	12.1
NW	4.9	9.9	5.6	10.6	6.5	11.4	7.2	12.0	7.9	12.6
WNW	4.4	9.4	5.1	10.1	5.9	10.9	6.6	11.5	7.2	12.0
W	4.0	9.0	4.7	9.7	5.4	10.4	5.9	10.9	6.5	11.4
WSW	4.2	9.2	4.9	9.9	5.7	10.7	6.3	11.3	6.8	11.7
SW	4.6	9.6	5.3	10.3	6.1	11.1	6.8	11.7	7.4	12.2

單位:波高(m); 週期(sec)

表 2-27 台中港各迴歸期冬、夏季最大示性波高

迴 歸 期	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年
冬季波高(m)	4.67	4.85	5.02	5.09	5.24	5.40
夏季波高(m)	5.84	6.34	6.85	7.02	7.53	8.05

註：本表係以北堤外海-20m水深測得之波浪紀錄統計推估。

(資料來源：中華顧問工程司，1988)

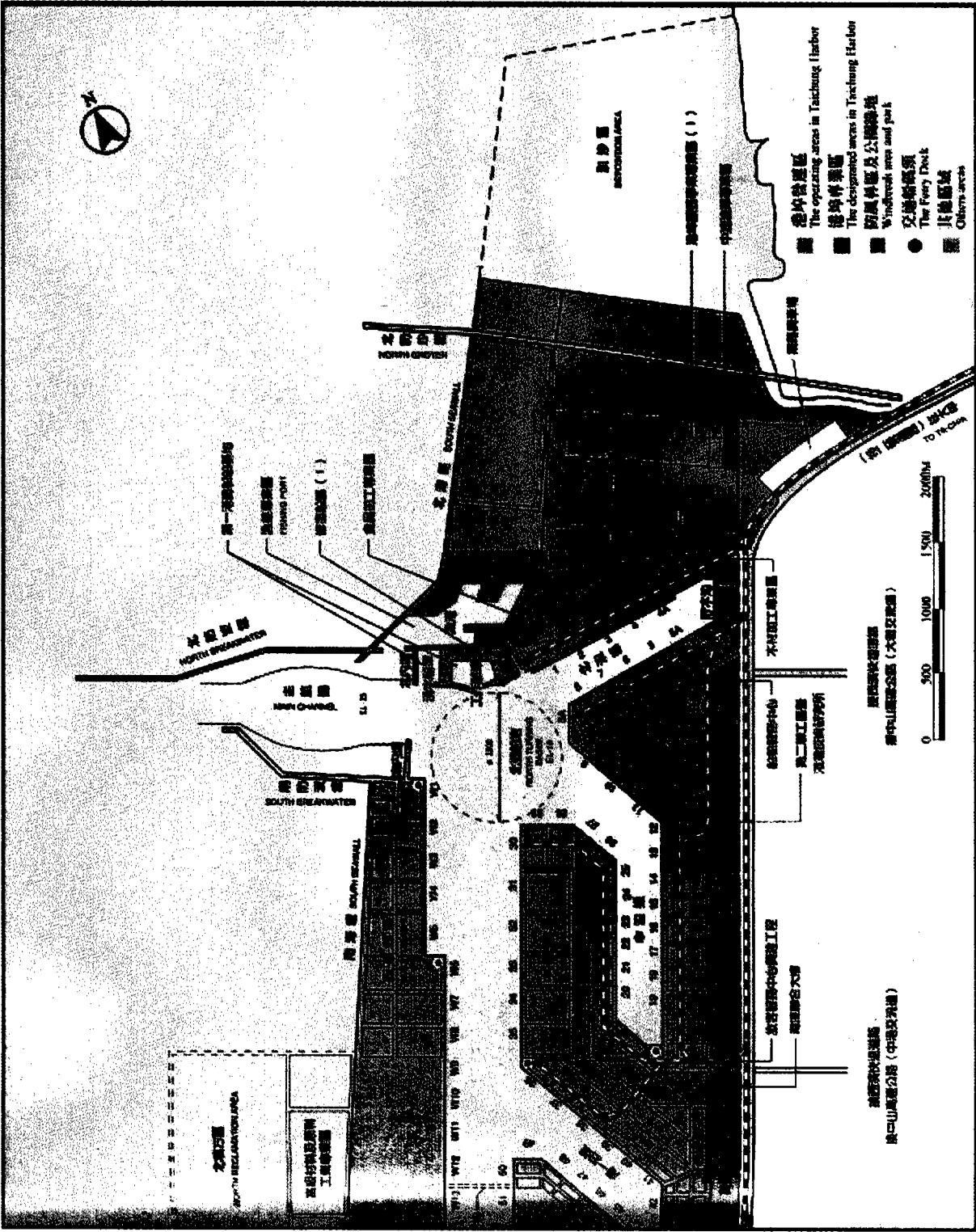
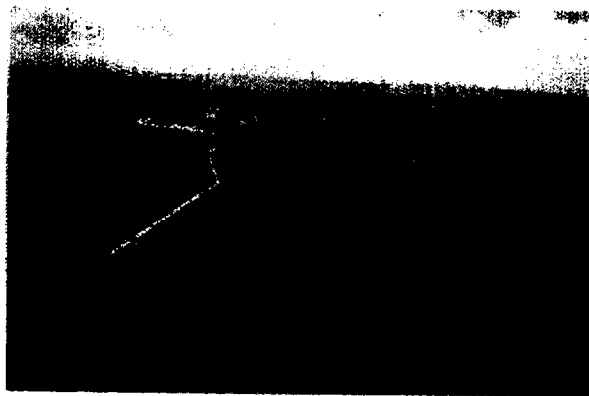
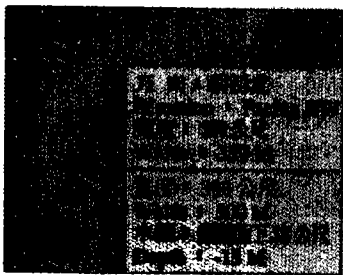
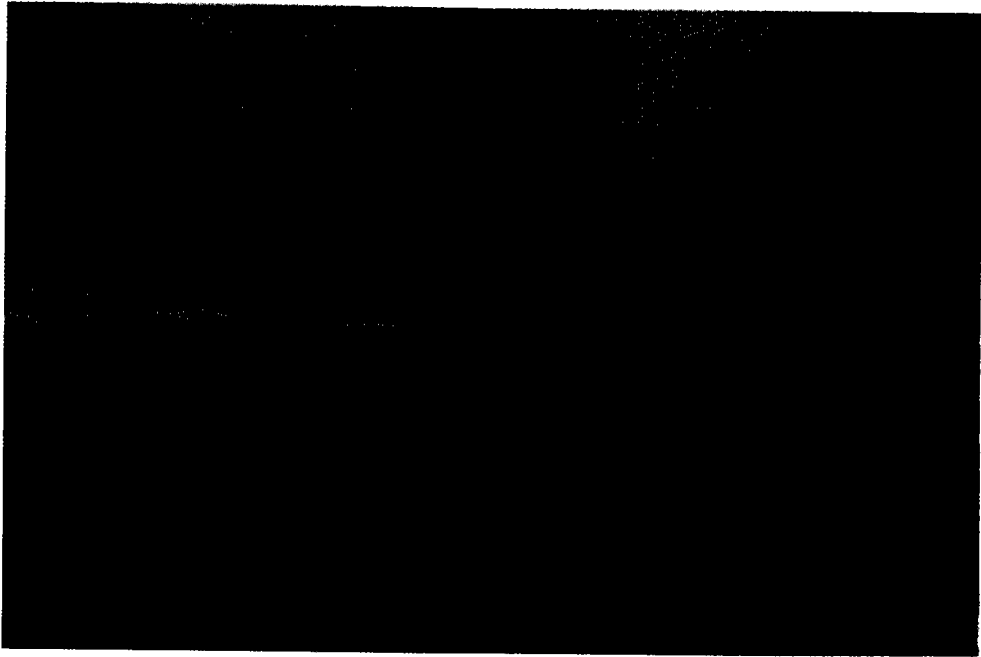


圖 2-1b 台中港港區現況平面配置圖

港口與航道

ENTRANCE & CHANNEL



港口與航道
ENTRANCE & MAIN CHANNEL.

圖 2-1c 台中港港口及航道現況

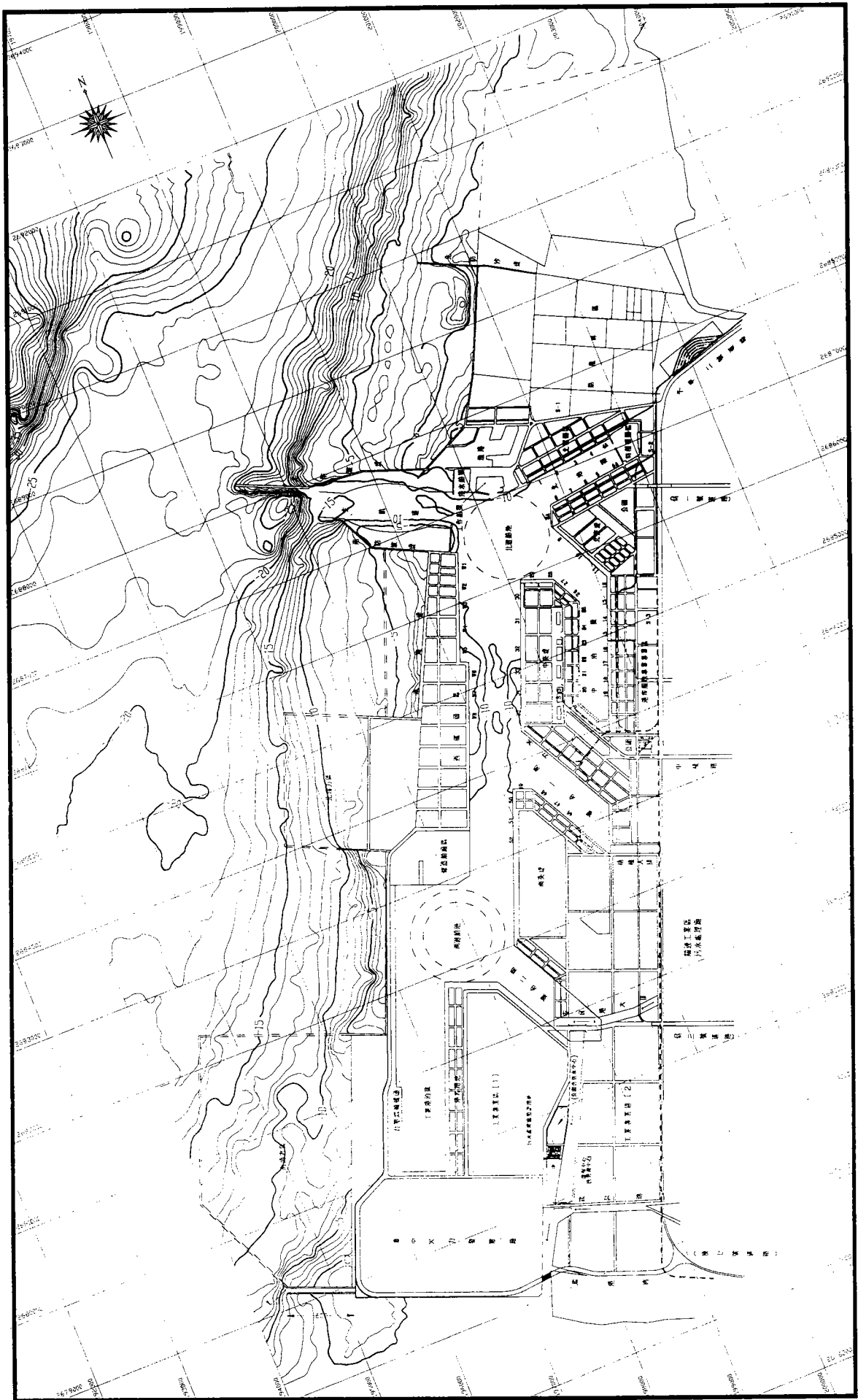


圖 2-2 台中港民國 83 年實測海域水深圖

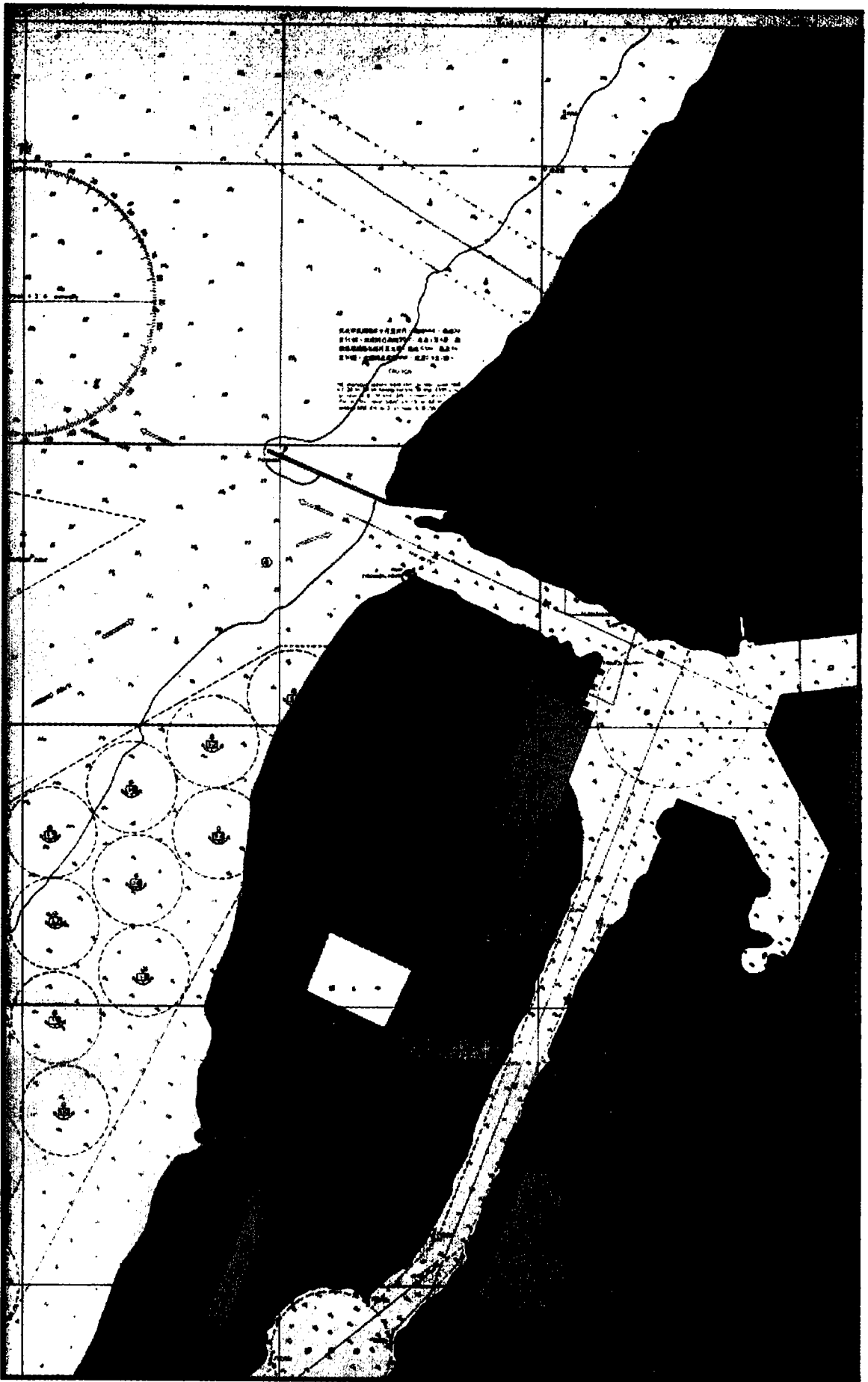


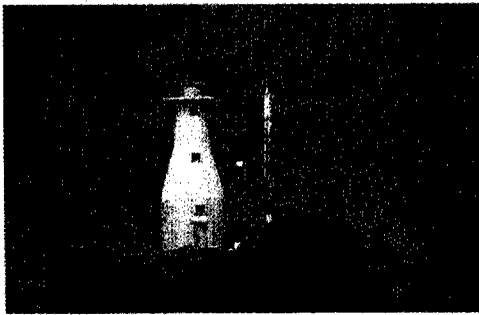
圖 2-3 台中港現況進出港航道



信號台
SIGNAL STATION



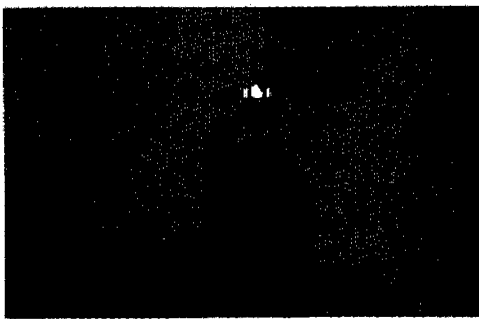
南防波堤燈杆
SOUTH BREAKWATER BEACON LIGHT



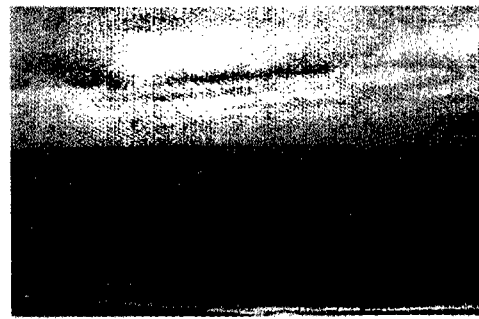
北內防波堤燈杆
INNER BREAKWATER NORTH BEACON LIGHT



南內防波堤燈杆
INNER BREAKWATER SOUTH BEACON LIGHT

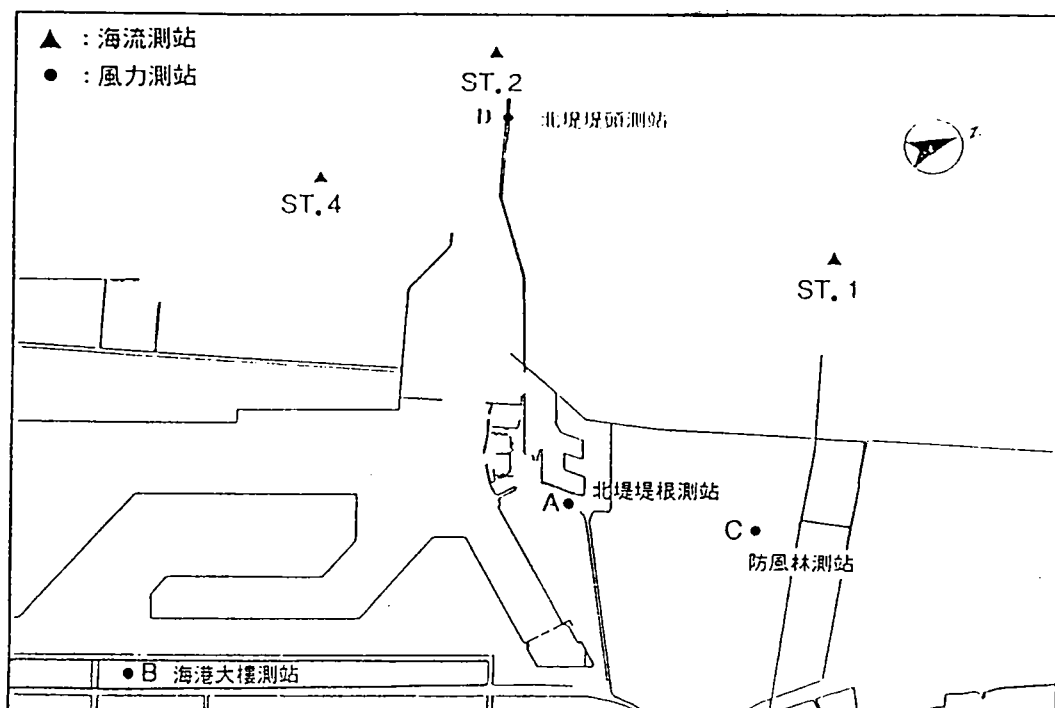


台中港燈塔
TAICHUNG HARBOR LIGHT HOUSE



錨泊區
ANCHORAGE AREA

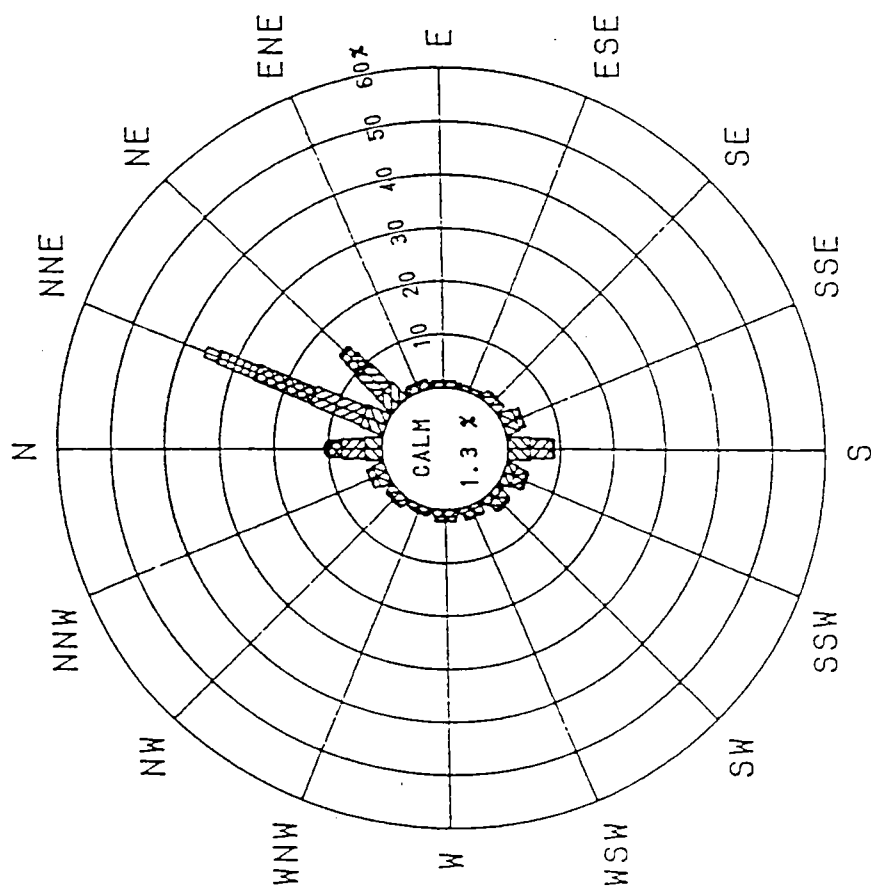
圖 2-4 台中港之導助航設施



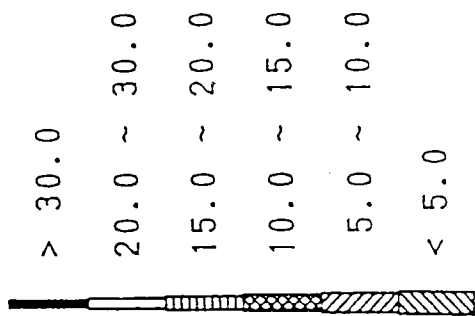
測站名稱	測站位置	測點高程	觀測期間
北堤堤根測站	北防波堤堤根	24M	1971.1~1980.12
防風林測站	防風林內消防 隊觀測塔塔頂	27M	1981年迄今
梧棲測站	海港大樓樓頂	40M	1977年迄今
北堤堤頭測站	北防波堤堤頭	24M	1996.9迄今

圖 2-5 台中港區風力測站位置示意圖

ALL YEAR (1971.1-1980.12)



LEGEND :



WIND SPEED (M/SEC)

圖 2-6 台中港北堤測站全年風玫瑰圖

SUMMER (1971-1980)

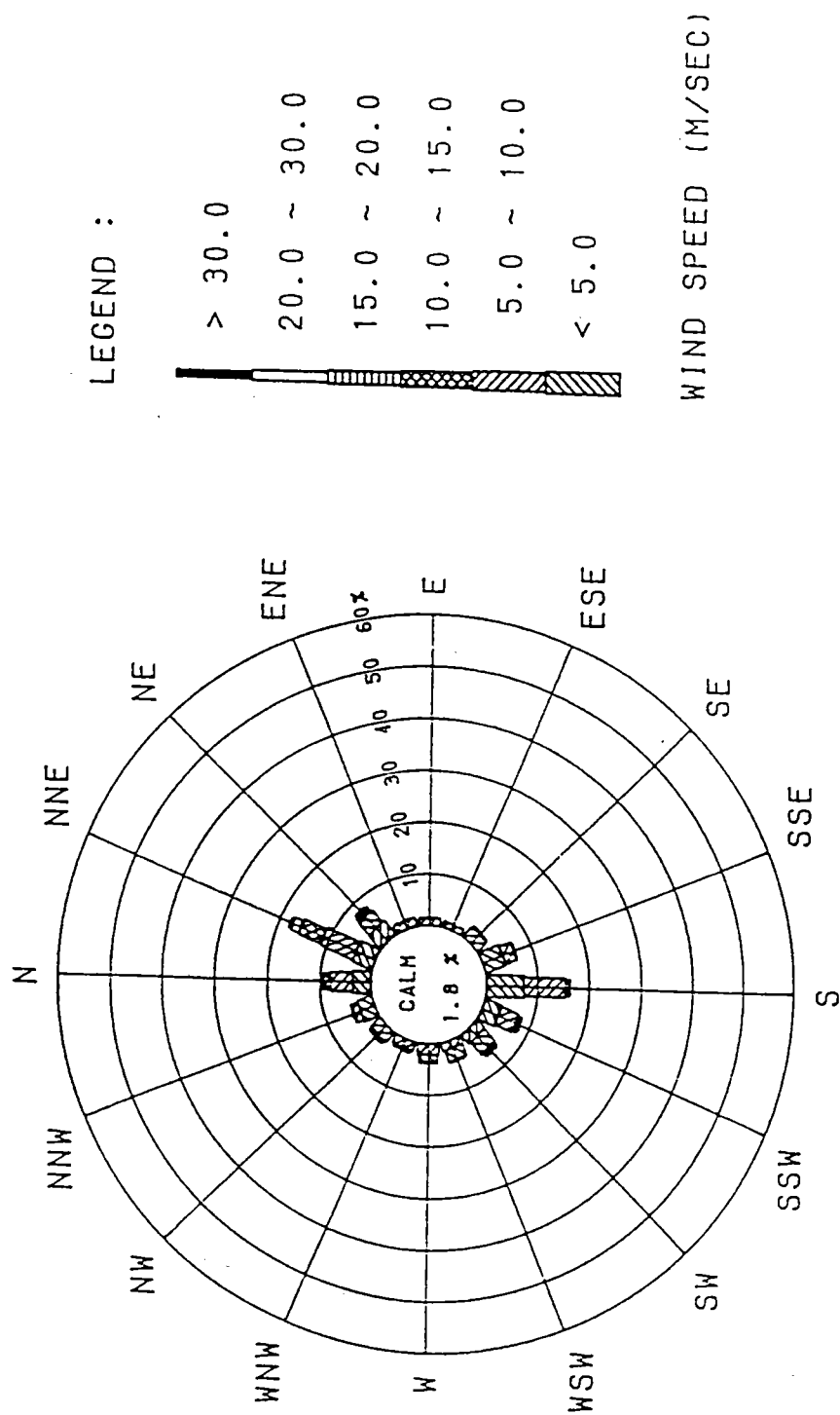
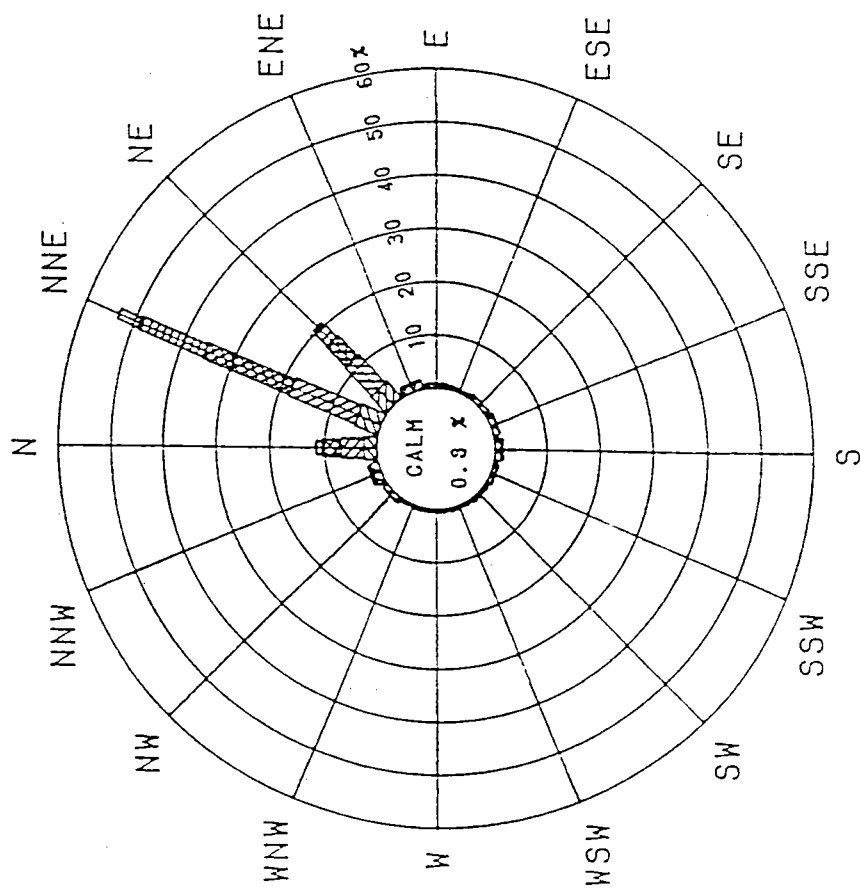
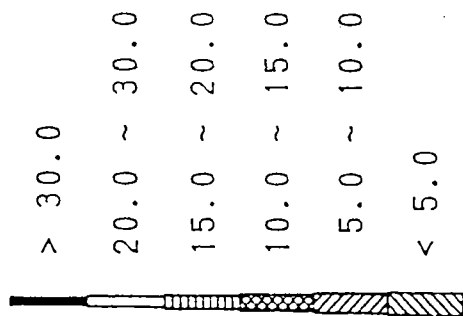


圖 2-7 台中港北堤測站夏季風玫瑰圖

WINTER (1971-1980)



LEGEND :



WIND SPEED (M/SEC)

圖 2-8 台中港北堤測站冬季風玫瑰圖

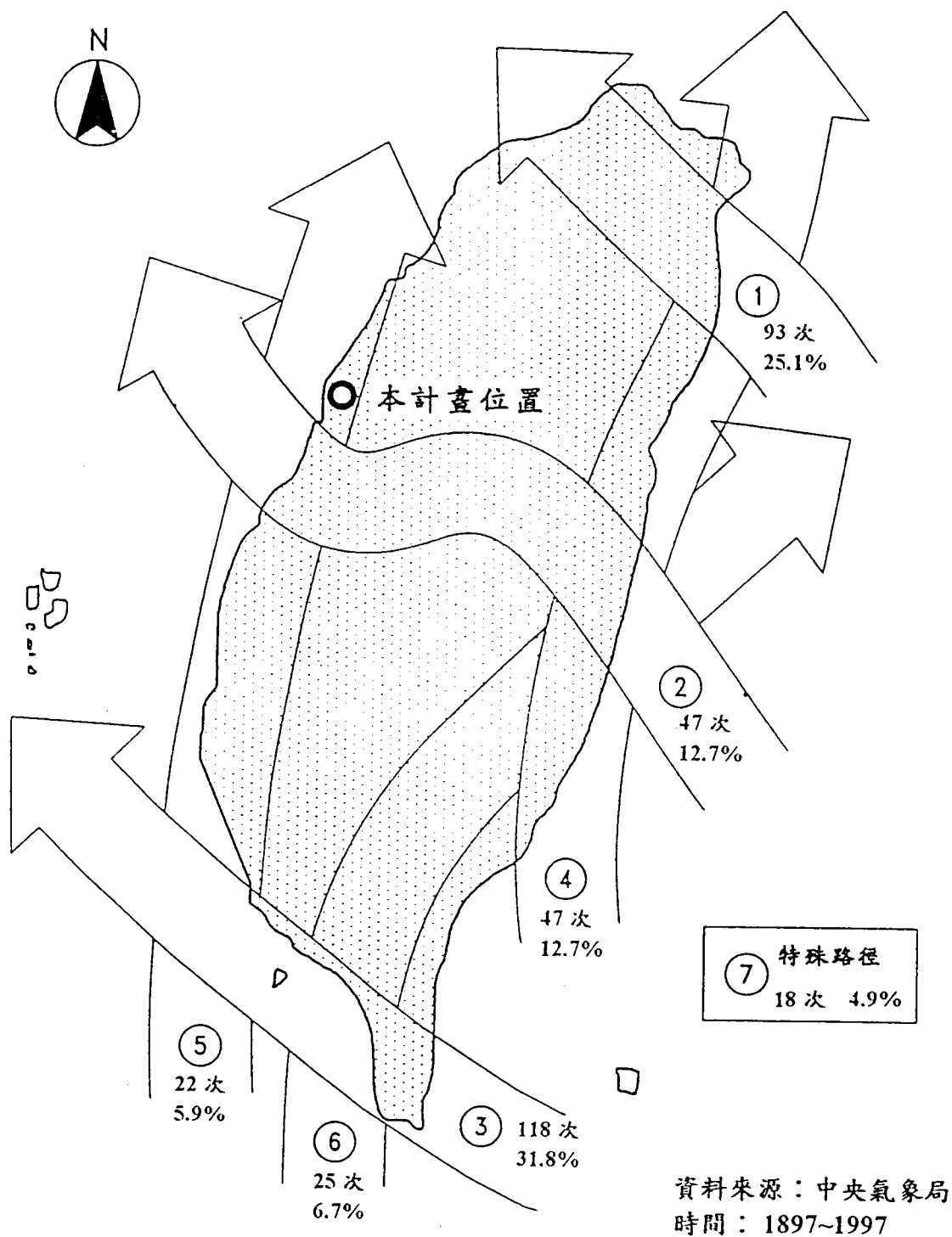


圖 2-9 侵台颱風路徑分類統計圖

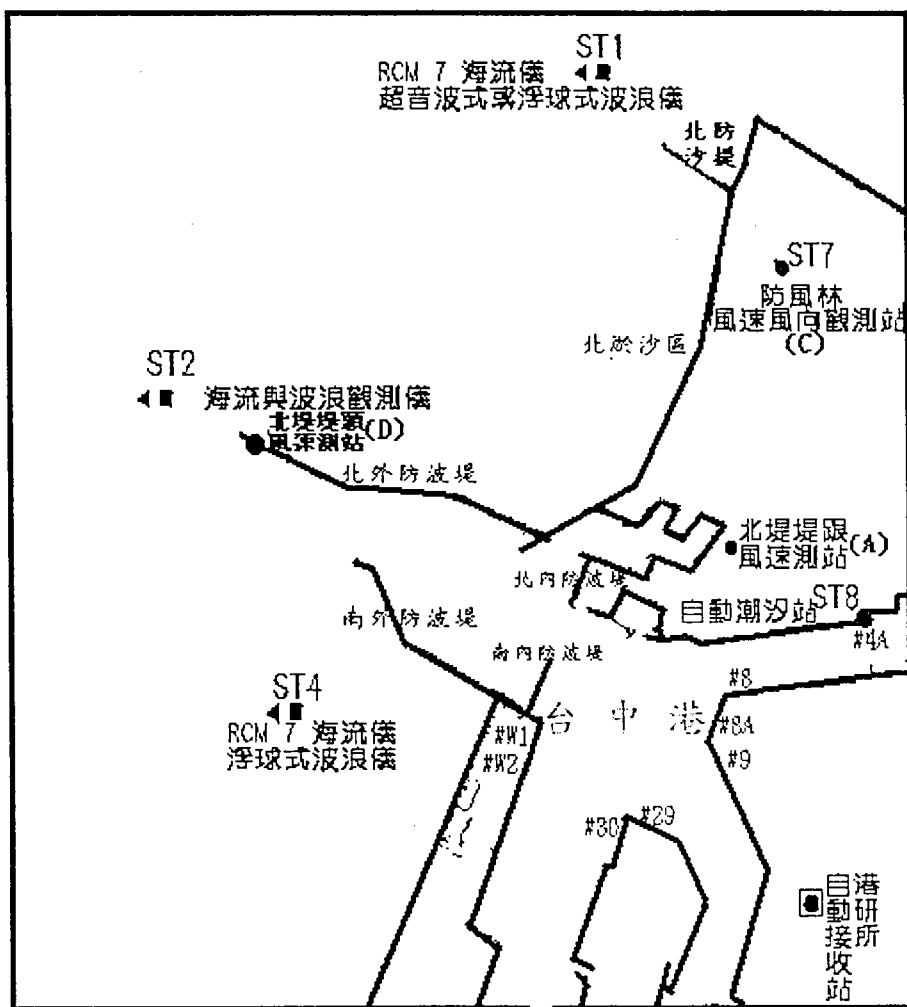


圖 2-10 台中港區海氣象測站佈置圖

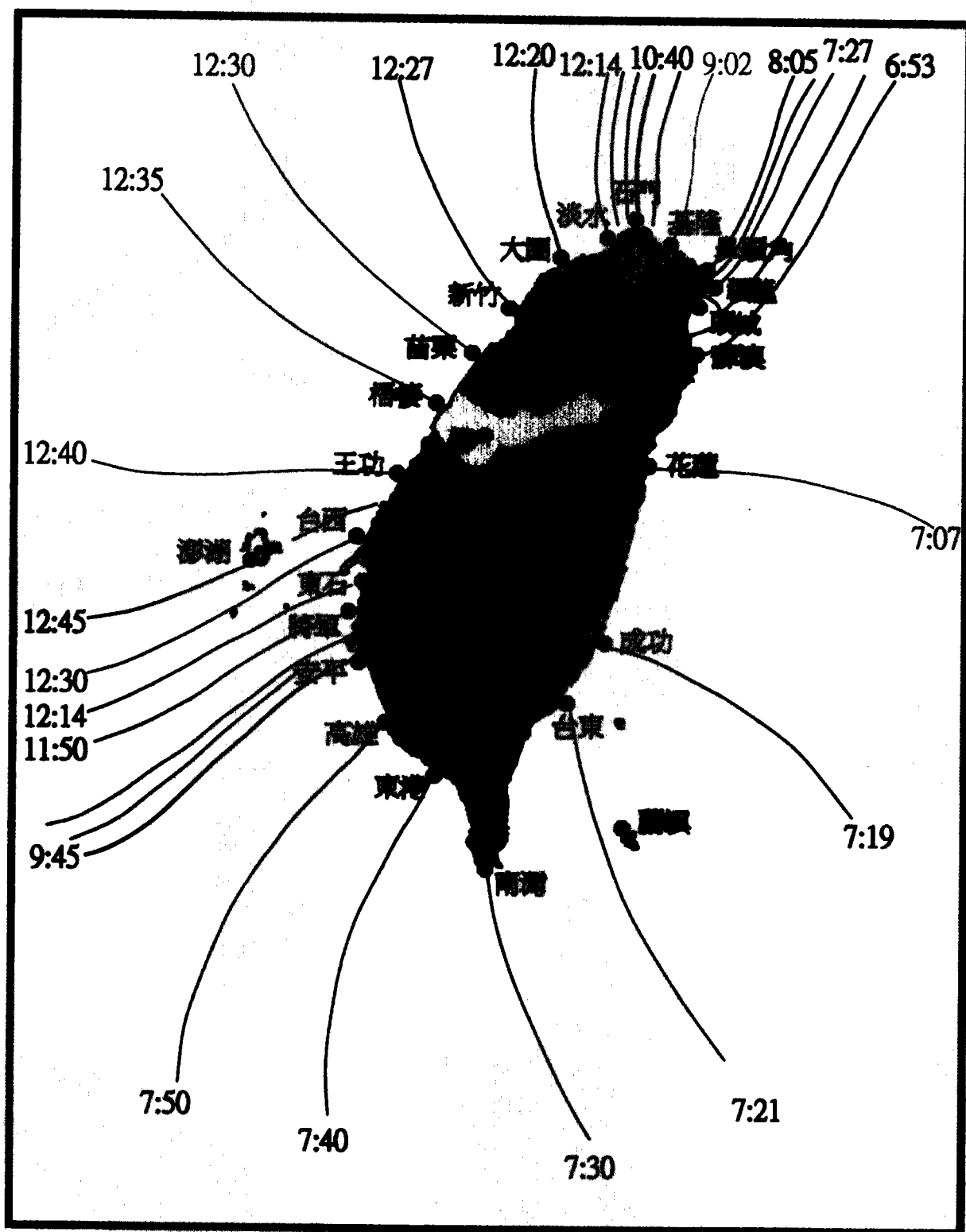


圖 2-11 台灣環島沿岸潮汐測站及 1997/06/23 預報
第一次滿潮之潮時分佈

LOCATION · TAI-CHUNG

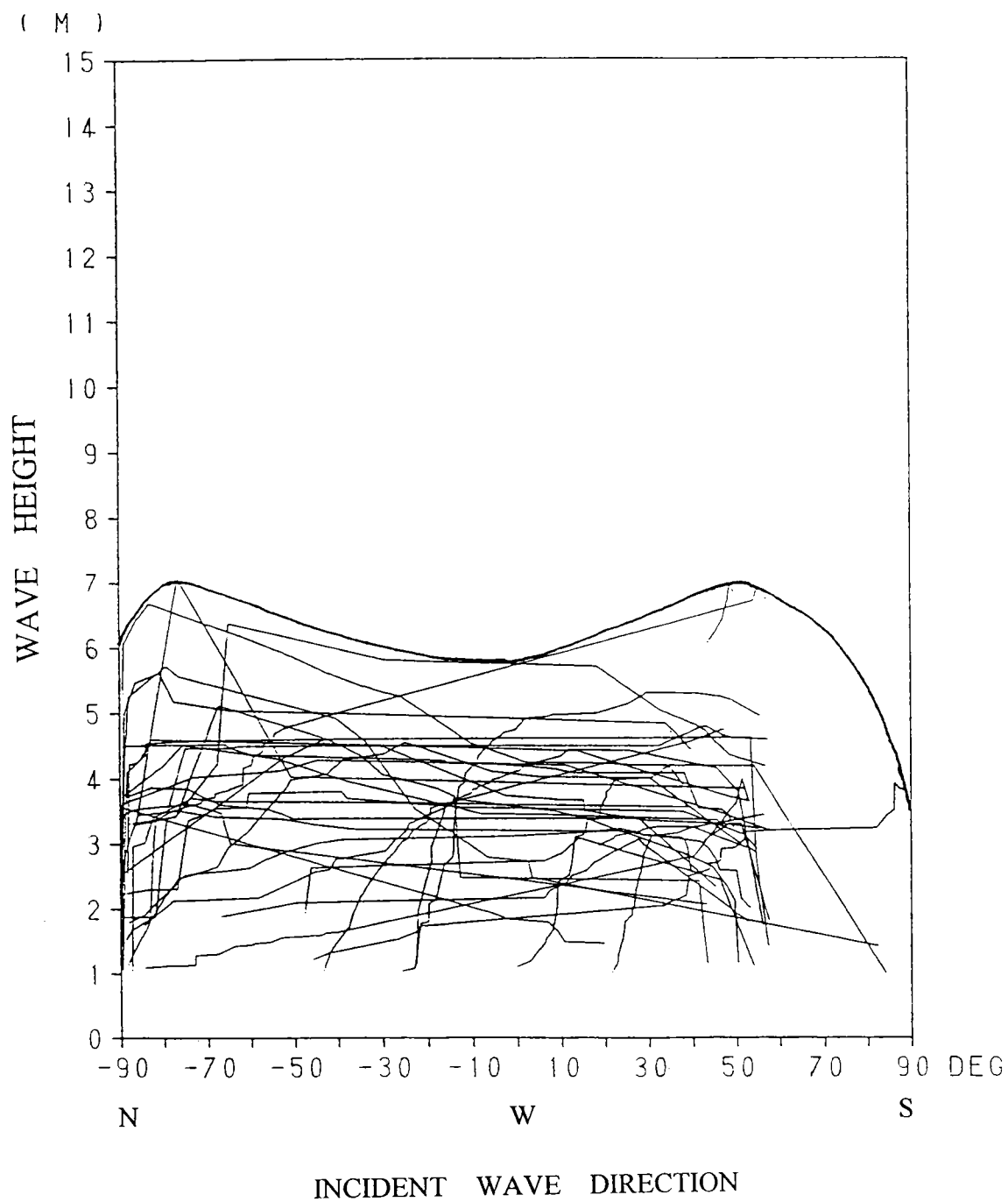


圖 2-12 台中港海域颱風波浪波高包絡線圖

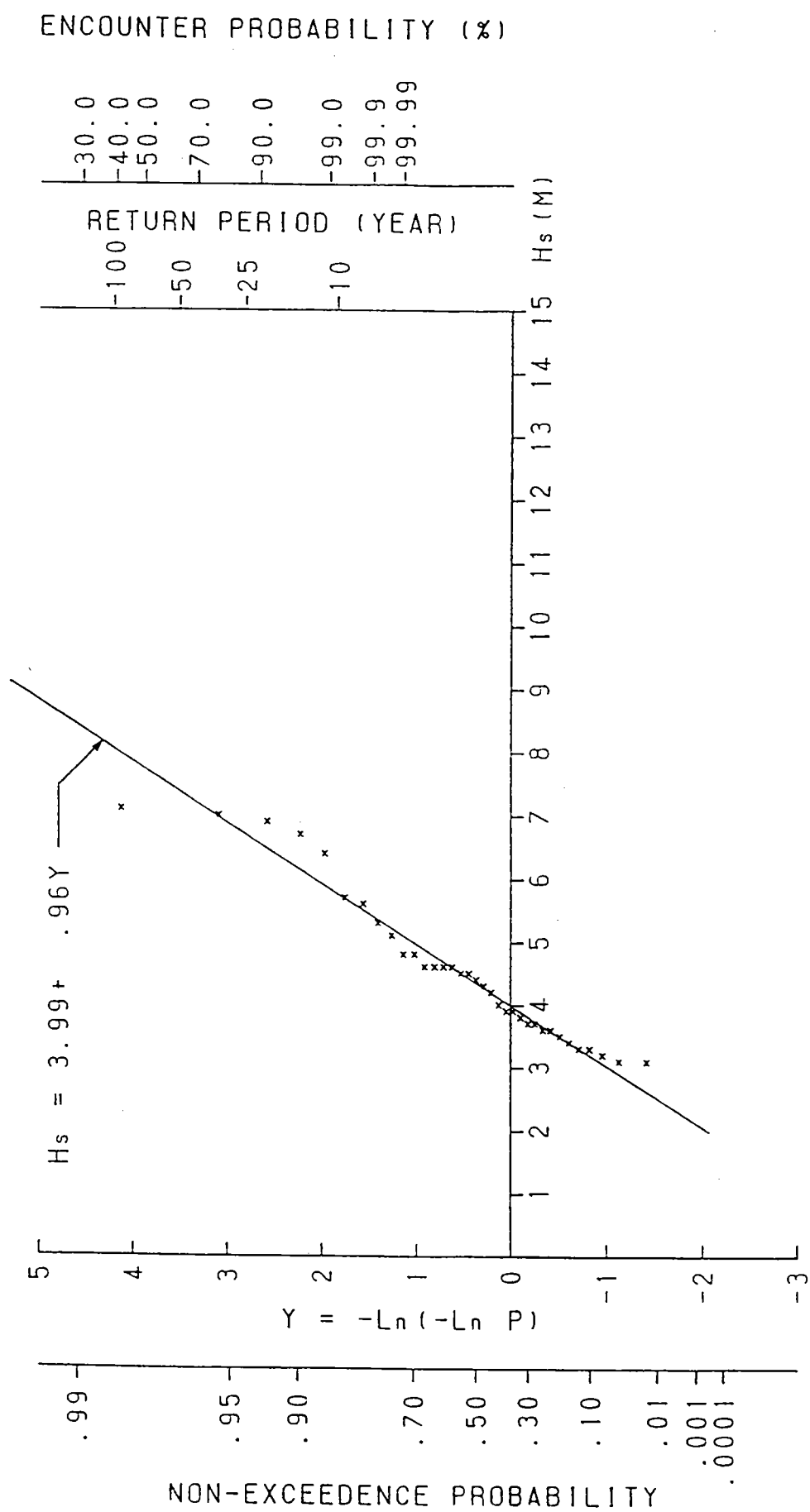
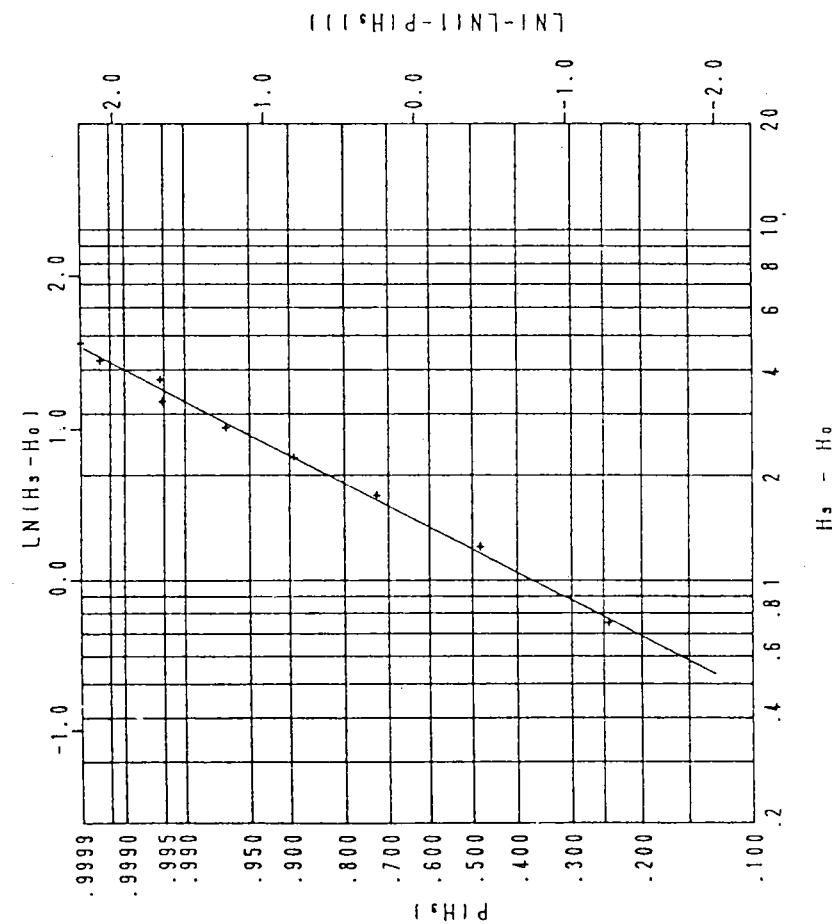
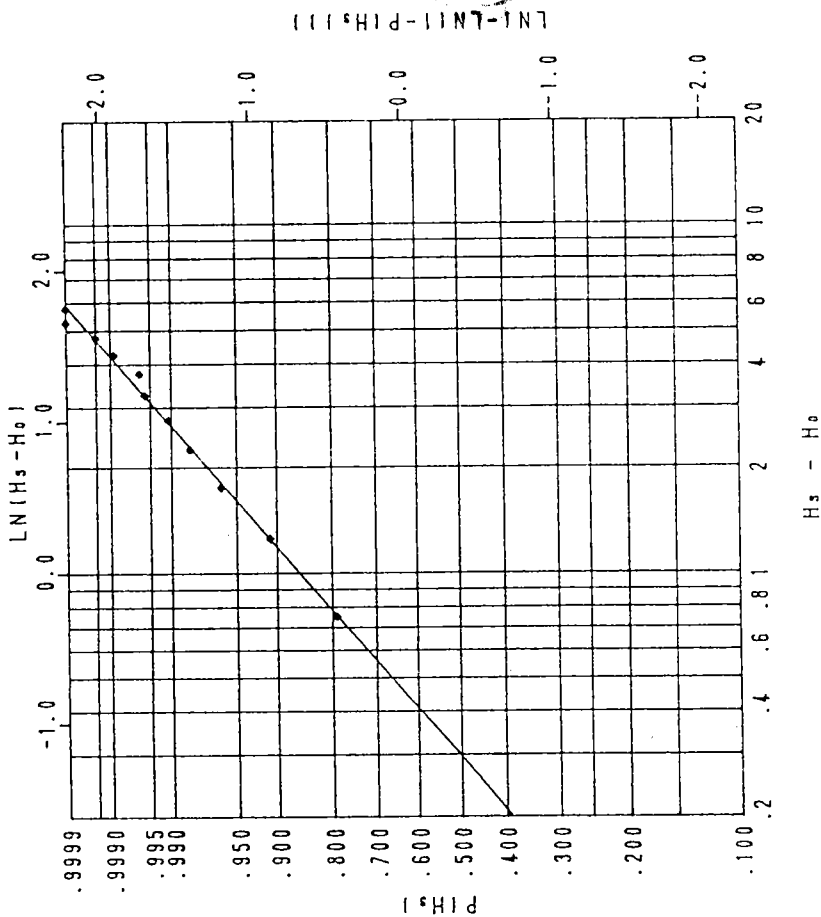


圖 2-13 台中港海域颱風波浪 Gumbel 極端值統計圖



冬季波浪



(b) 夏季波浪

圖 2-14 台中港冬、夏季波浪高發生機率(WEIBULL 統計方法)

(資料來源：中華顧問工程司，1998)

第 參 章

台 中 港 港 內 水 域 靜 穩 度

第參章 台中港港內水域靜穩度

3-1 引 言

台中港港內水域並無長期且連續之全面性實測波高觀測資料。為瞭解台中港自建港以來各外廓防波堤段對於港區靜穩度之影響，目前僅能就過去各相關研究中針對港內水域靜穩度所進行之各項水工模型遮蔽試驗或數值模擬結果加以比較。而一般早期探討港區水域之靜穩度主要係以水工模型遮蔽試驗為主，但水工遮蔽試驗在人力、物力及時程消耗上皆頗為龐大、全面性地對試驗港區進行量測亦有其困難度。近年來，由於電子計算設備與技術之大幅度突破發展，加以數值模擬理論與方法皆有長足之提昇與進步。倘能兩者相搭配應用並相輔相成，則對於港域相關配置規劃與港內水域靜穩度之影響將能有更為透徹地掌握與瞭解。

為台中港港內水域波浪遮蔽數值模擬成果驗證比較之需要，以下謹將台中港區以往各相關水工模型試驗及數值模擬成果摘述如后。

3-2 「台中港第一期工程」遮蔽試驗

台中港第一期第一階段工程於民國 65 年完成，在規劃時即已就各替選方案配合水工模型遮蔽試驗以探討其港內水域靜穩度，並就定案配置進行遮蔽檢核試驗，試驗所採用之波浪條件如下表所示：

波 向	波 高(m)	週 期(秒)
NNW	5.8	9.9
NW	5.4	9.9
WNW	5.0	9.8
W	4.7	9.3
WSW	4.6	8.7

當時，為試驗結果資料分析之需要，首先將試驗港區各主要水域區分為外港航道(A 區)、迴船池(B 區)、工作船渠旁(C 區)及北突堤前(D 區)等四區，試驗結果如表 3-1 所示，各區水域靜穩狀況為：

1. NNW 向波浪侵襲時，港內波浪狀況除外港航道附近波高在 1.1m 以上外，其餘各區波高均在 0.8m 以下，可符合港埠作業要求。
2. NW 向波浪試驗結果，港池波浪狀況混亂，外港航道及 B 區迴船池附近水域波高達 2.7~3.0m，淺水碼頭及北突堤前水域波高亦在 1.2m 以上，不能符合作業要求。
3. WNW 向波浪試驗結果，外港航道波高達 2.5m 以上，迴船池附近波高在 1.5~2.0m 間，淺水碼頭及北突堤前波高均在 1.0m 以上，不能符合作業要求。
4. W 及 WSW 兩向波浪侵襲時，除外港航道波高較大外，其餘各區靜穩度良好。

上述試驗結果顯示 NW 及 WNW 兩方向波浪侵襲時，港內靜穩度不理想，究其原因，除此兩方向波浪正對港口入侵外，可能尚受北突堤堤頭反射波浪影響所致。為減低波浪反射作用，於該二處投入消波塊再行試驗，以檢討港內波浪狀況。圖 3-1a 及圖 3-1b 為拋放消波塊後，NW 及 WNW 兩方向波浪侵襲時港內之波浪狀況，主要區域之波高則如表 3-2 所示，其中 B 區迴船池附近波高已減至 1.0~1.5m 間，C 區淺水碼頭前水域波高減為 0.6m 以下，D 區主突堤前水域波高亦在 0.8m 以下，由此可知加入消波塊後港內靜穩情況已有顯著改善，同時亦可確認北突堤堤頭反射波對港內水域靜穩度有其重要之影響性。

3-3 「台中港港口擴建計畫評估」水工模型遮蔽試驗

台中港第一期第二階段擴建工程於民國 79 年開始進行，規劃作業時為瞭解未來北外堤延伸後對領港登輪區波浪遮蔽效果及港內水域靜穩度之影響，亦曾進行水工模型遮蔽試驗^[7]。當時波浪之試驗條件，係根據台中港民國

60 年至 65 年波浪觀測資料而決定，其中又以民國 63 年資料最為完整，經分析波高與週期關係，選擇試驗波浪條件組合如下：

波高 $H_{1/3}$ (m)	2.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.5	6.5
週期 T_p (sec)	7	8	9	10	12	14	14

試驗波浪方向共六個，其中偏北方向選擇 N，NNW 及 NW 三個方向，並以領港登輪區為波高量測重點；偏南向波浪選擇 SW，WSW 及 W 三個波向辦理試驗，波高量測著重於港口、航道、迴船池等水域。在試驗佈置方面，除當時之現況配置檢核試驗外，主要之試驗佈置有六個，分別為

佈置 I：北外防波堤沿現有航道方向延長 850m，南外防波堤拆除 7 座沉箱，南內防波堤拆除 50m，航道及登輪區附近維持現有地形。

佈置 II：北外防波堤沿現有航道方向延長 850m，南外防波堤及南內防波堤維持現狀，航道及登輪區附近維持現有地形。

佈置 III：北外防波堤沿現有約西向之北外防波堤方向延長 850m，南外防波堤拆除七座沉箱，南內防波堤維持現狀，航道及登輪區附近維持現有地形。

佈置 IV：北外防波堤沿現有航道方向延長 750m，南外防波堤拆除七座沉箱，南內防波堤配合航道浚挖拆除 50m。港口南側部份水域浚挖至 -16m 水深。

佈置 V：北外防波堤沿現有航道方向延長 1,000m，南內防波堤配合航道浚挖拆除 50m，南外防波堤拆除七座沉箱，港口南側部份水域浚挖至 -16m。

定案佈置：北外防波堤沿現有航道方向延長 850m，南外防波堤拆除七座沉箱，南內防波堤拆除 50m，港口南側部份水域浚挖至 -16m。

在上列六項水工模型遮蔽試驗佈置中，除試驗佈置 III 與台中港現況配置差異較大外，其他試驗佈置及相關之試驗結果對台中港現階段進行港口第二

期擴建規劃工程應尚頗具參考價值。為此，自該研究成果^{[1][7]}中摘錄冬季最常出現之 N 向波浪及影響港內靜穩較嚴重之 W、WSW 及 SW 向波浪，在主要能峰週期為 8sec 及 10sec 時，港區之試驗波高分佈圖，分別如圖 3-2a 至圖 3-6d 所示。表 3-3 及表 3-4 分別為港區各試驗佈置主要水域之波高遮蔽係數成果。至於港區水域靜穩度相關之試驗成果分析與結論則摘述如后：

(一)北外防波堤延伸後遮蔽區之水域靜穩度

- 1.北防波堤延伸主要目的之一，旨在遮蔽一穩靜水域供領港登輪。台中港冬季多為北向波浪，防波堤延伸後此波向波浪作用下港內水域靜穩有明顯助益已無可置疑。
- 2.當 N、NNW 及 NW 三個方向試驗波浪侵襲時，佈置 I、IV 及 V 各區平均波高係數將隨入射波浪週期增長而增大，但隨防波堤延建長度增加而減小。尤其以港口附近較為顯著。
- 3.佈置 I 因地形不同及造波機前導波板長度不足而致有波高偏小之現象。
- 4.N 向波浪作用時，試驗結果顯示領港登輪區附近水域波高係數介於 0.6 與 0.8 之間，波高係數隨船隻航行接近港口而逐漸減小，現有北防波堤南側水域波高係數在 0.35 以下，而在拆除後南防波堤堤端附近水域，波高係數更減為 0.2 以下。
- 5.較偏西北之 NNW 及 NW 兩方向波浪作用時，北防波堤對登輪區遮蔽效果漸減，因此，NNW 及 NW 波浪侵襲時，登輪區附近水域波高係數已顯著增大，其值約介於 0.85 與 0.95 之間。港口附近波高隨防波堤延長而減小，約介於 0.35 與 0.5 之間。但冬季此波向出現機率不高，對領港登輪影響不大。

(二)港內水域靜穩度

- 1.偏西南向波浪入侵時，對領港登輪區而言將毫無遮蔽性可言，但對港內水域靜穩確有明顯影響，故 SW、WSW 及 W 三個波向試驗主要以量測港口、航道、漁港口及迴船池等水域為重點。
- 2.依西南向波浪試驗結果，防波堤延伸確有明顯導浪作用並影響港內水

域靜穩。

- 3.因台中海域夏季西南季風波浪能峰週期 T_p 以 8 秒出現機率最多，另考慮颱風可能出現較大波高之能峰週期為 10 秒。故整理各佈置於 $T_p=8$ 秒及 $T_p=10$ 秒波浪試驗結果如表 3-3 及表 3-4 所示。茲將各水域波浪狀況檢討如下：

(1)延伸之北外防波堤南側

本海域對西南側波浪而言無任何遮蔽，延伸之北外堤南側因波浪反射、折射作用產生部份重複波以致水面紛紜。西南側三個波向試驗中以 WSW 向波浪造成之起伏最大，部份波高係數可達 1.4 左右；其次為 W 向波高係數約為 1.0~1.2 之間。而 SW 向波浪反射之現象較小，波高係數約介於 0.95~1.1。波高係數與各港口佈置並無明顯關係。但入射波浪週期愈長，本海域波高係數略為增加。

(2)未延伸前北外防波堤頭南側水域

現況佈置試驗本海域無防波堤遮蔽，而港口海域波高係數僅 0.6~0.8 之間，是否因港口前深坑影響或試驗誤差所致仍需進一步驗證。各佈置方案以佈置Ⅲ防波堤沿現有堤線方向延長遮蔽效果最佳，波高係數約 0.75~0.85。其餘多介於 0.8~1.2 間。W 及 WSW 向波浪對本水域靜穩影響仍大，波高係數約 0.95~1.2 間。SW 向波浪則減為 0.7~0.9 之間。

(3)南外防波堤頭北側水域

本水域仍以佈置Ⅲ波浪最小，波高係數約 0.7~0.75。W 向波浪對本水域影響最大，再次為 WSW 向，SW 向波浪最小。

(4)主航道

W 向波浪因入射角度關係，部份波浪能量沿著延伸之北外防波堤導入港內，影響港內水域靜穩。其影響程度隨防波堤延建長度而增加，波高係數約 0.4~0.6 之間，航道中線北側波浪約為中線南側之 1.5~2.0 倍。延伸之北外防波堤導浪現象隨波向偏南而遞減，WSW 向

波浪入射主航道波高係數約 0.4~0.45，SW 向波高係數約 0.3~0.4。

(5)內防波堤口

本水域仍受北外防波堤導入波浪影響，波高係數隨北外防波堤延伸而增加。W 向波高係數約 0.15~0.45，WSW 向約 0.2~0.3，SW 向約 0.15~0.3。

(6)迴船池

各佈置於西南側波浪作用下，本水域波高均在 0.2 左右。

(7)漁港港口

本區域因受北外防波堤導波影響，波浪順著北外防波堤港側衝擊至漁港口西側突堤，造成本區水面較為紊亂。其波浪係數與防波堤導浪之程度成正比，W 向波浪時漁港口波高係數可達 0.3~0.55，WSW 向波浪約 0.2~0.4，SW 向波浪亦在 0.25~0.4 之間。

(8)漁港水域

各佈置方案於 W 向~SW 向波浪作用下，漁港水域波高係數值約在 0.1~0.25 之間。

3-4「台中港港口段航道設置減風設施可行性研究」波浪遮蔽數值模擬

民國 83 年底，台中港完成第一期第二階段擴建工程計畫，為確立港口擴建計畫延伸北外堤之成效，及研究港口段航道間之其他港灣設施是否必要再配合改善，以提昇大型船舶進出港口段航道之安全度，俾爭取其進泊台中港之意願，增進台中港機能，提昇營運績效，因此進行該項研究^[8]。並於研究中，首次引入港區波浪遮蔽數值模擬。

台中港北外防波堤延伸 850m 完成後，經以週期 8 秒，波向 NWN 之冬季經常性波浪計算，結果如圖 3-7 所示，由圖中觀察可知，現況港口處之波浪遮蔽係數僅約為 0.1，港口航道之遮蔽係數為 0.05，近漁港港口及南北內防波堤則在 0.002 以下，足見現況北外防波堤對港口之遮蔽性實甚良好，對港口內、外及主航道水域之靜穩度需求亦能有效地提供。

就領港登輪區而言，由於冬季領港登輪位置依領港作業規定，目前係設

定在南防波堤燈塔西南西方約 0.5 哩(0.926 公里)處，仍在北外防波堤對 NWN 波向所形成遮蔽區之外，在冬季風急浪大之海氣象條件下，領港艇外航之困難度及領港人員登輪之危險性可以想見。

對於夏季 WSW 方向之颱風波浪而言，與冬季經常性波浪對照，北外防波堤之延伸將無法適切有效地提供港口遮蔽性及港靜穩度。對週期 8 秒、10 秒及 12 秒，波向 WSW 之颱風波浪模擬計算結果分別如圖 3-8、圖 3-9 及圖 3-10 所示。由圖可清楚判知，WSW 向颱風波浪在現況北外防波堤南側及南外防波堤西側皆將形成沿北外防波堤方向之短峰波，其波高係數值普遍在 1.5 以上，對港內靜穩度之影響隨週期之增大而遞增，在南北外防波堤口處，12 秒週期之波浪將有兩條短峰波傳遞行進線通過港口進入港內，10 秒增至三條，8 秒則增至 5 條，此些向港內傳遞行進之短峰波波束亦將分別對漁港口、航道中線及南內防波堤口水域靜穩度造成影響。

當波浪週期為 10 秒及 12 秒時，沿北外防波堤形成之第一條短峰波波向線將會對漁港口造成威脅，惟其波高係數將會衰降至約 0.2；第二條短峰波波向線由於其形成位置約略在主航道中線上，因此其將對主航道區域甚至南北內防波堤口附近之港區水域直接造成影響，所幸在其直侵港內水域之同時，由於航道區水深之變化，其影響範圍將因折射淺化效應而偏向南內防波堤附近，但其波高係數一般尚保持在約 0.3 左右。

波浪進內港口後，一般其波高係數將降至 0.2 以下，以大型船舶靠泊之靜穩度要求而言，若外海入射波高不大於 4m，其靠泊之安全性應尚可接受。至於 8 秒週期之颱風波浪，因其形成之短峰波波向線高達 5 條，複雜的岸壁反射及水深造成之折射淺化影響將使內外港口間水域明顯產生港池盪漾現象，漁港口及其附近水域波高係數一般亦達 0.3 左右。

3-5 港內水域靜穩度評估準則

台中港原規劃設計港內碇泊、碇靠及裝卸作業之港內允許波高值如表 3-5 所示。於最初防波堤遮蔽試驗時，為結構物規劃設計之需要，故常採用颱風侵襲期間最大波高，惟在颱風期間港埠裝卸作業自將停止，故港內水域靜穩度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。而依 1980 年日本港灣設計基準第 3.4 條有關船渠(Basin)水域靜穩度規定：碼頭前水域全年 90~95%或更高之時間比例需可供船隻安全停泊。船舶繫靠碼頭裝卸作業波高之限制如表 3-6 所示。表中所示波高值並不適用大型油輪 ULCC 之裝

卸作業。

為研究港口各擴建方案完成後重要水域靜穩度是否滿足全年 90~95% 以上時間船隻可裝卸作業及颱風來襲時船隻可安全繫靠二條件。前者需長期波浪觀測之波高、週期及波向分佈統計資料，後者則需各波向於不同迴歸期所產生之颱風極端波高值，但因實測資料短缺，故此資料多係利用數值推算颱風波高後再據以統計分析而得。對台中港而言，參考表 2-23，可查得台中港在 ST-4 測站上，全年波高小於 2 公尺之機率約達 97.4%；參考表 2-26，可查得台中港 50 年迴歸期之 WNW 向波浪波高為 6.6 公尺，週期約 11.5 秒。因此，在港內作業容許波高限度下，經常性風浪對 5,000 噸船舶而言，其碼頭碇靠之遮蔽係數必須小於 0.5；港內碇泊必須小於 0.8，裝卸作業則必須小於 0.4 以下。對漁港小型船舶之裝卸作業而言，其港內經常性風浪之遮蔽係數則須小於 0.15。

表 3-1 台中港第一期工程水工遮蔽檢核試驗港內波浪狀況

波浪條件			主要區域波浪狀況(m)			
波向	波高(m)	週期(秒)	A	B	C	D
NNW	5.8	9.9	>1.1	0.6~0.8	0.6~0.7	<0.6
NW	5.4	9.9	>3.0	1.1~2.7	1.5~2.0	1.2~1.5
WNW	5.0	9.8	>2.5	1.5~2.0	1.0~1.2	1.0
W	4.7	9.3	>2.0	0.9~1.0	0.6~0.9	0.6~1.0
WSW	4.6	8.7	>1.4	0.5	<0.5	<0.5

表 3-2 台中港第一期工程水工遮蔽檢核試驗
加入消波塊後港內波浪狀況

波浪條件			主要區域波浪狀況(m)			
波向	波高(m)	週期(秒)	A	B	C	D
NW	5.4	9.9	---	1.0~1.5	<0.6	0.5~0.8
WNW	5.0	9.8	---	1.0~1.5	<0.6	0.5~0.7

表 3-3 台中港各港口擴建方案主要水域平均波高係數
(能峰週期 $T_p = 8\text{sec}$)

波 向	方 案 別	波 高 係 數							
		延 伸 之 北 堤 南 側	北 堤 頭 南 側	南 堤 頭 北 側	主 航 道	內 堤 堤 口	廻 船 池	漁 港 港 口	漁 港 內 水 域
W 向	現 況 佈 置	-	0.8	0.75	0.25	0.15	0.1	0.25	-
	佈 置 I	1.2	1.1	1.0	0.55	0.25	0.2	0.3	0.15
	佈 置 II	1.0	0.95	0.95	0.45	0.2	0.15	0.45	0.1
	佈 置 III	-	0.75	0.75	0.40	0.15	0.15	0.3	0.15
	佈 置 IV	1.1	1.2	0.9	0.6	0.45	0.2	0.45	0.15
	佈 置 V	1.2	1.15	0.9	0.5	0.35	0.2	0.55	0.15
	定 案 佈 置	1.05	1.05	0.85	0.5	0.35	0.25	0.45	0.15
W S W 向	現 況 佈 置	-	0.65	0.60	0.2	0.15	0.1	0.2	-
	佈 置 I	1.05	1.1	1.0	0.45	0.2	0.15	0.2	0.1
	佈 置 II	1.4	1.2	0.85	0.45	0.2	0.15	0.35	0.15
	佈 置 III	-	0.85	0.7	0.4	0.2	0.15	0.4	0.15
	佈 置 IV	1.1	1.0	0.85	0.40	0.30	0.2	0.4	0.1
	佈 置 V	1.2	0.95	0.85	0.4	0.3	0.2	0.3	0.15
	定 案 佈 置	1.15	1.05	0.9	0.4	0.35	0.2	0.35	0.1
S W 向	現 況 佈 置	-	0.6	0.55	0.45	0.1	0.1	0.4	-
	佈 置 I	0.95	0.7	0.6	0.3	0.15	0.1	0.3	-
	佈 置 II	0.95	0.65	0.5	0.35	0.15	0.1	0.3	-
	佈 置 III	-	0.85	0.75	0.40	0.20	0.15	0.40	0.15
	佈 置 IV	1.1	0.90	0.90	0.4	0.3	0.2	0.25	0.15
	佈 置 V	0.95	0.8	0.85	0.4	0.25	0.2	0.3	-
	定 案 佈 置	1.2	1.05	0.85	0.45	0.3	0.2	0.3	0.1

註：1. 現況佈置及佈置 I ~ III 港外海岸為現狀地形。

2. 佈置 IV、佈置 V 及定案佈置港口南側部份水域浚挖至 -16m。

表 3-4 台中港各港口擴建方案主要水域平均波高係數
(能峰週期 $T_p = 10\text{sec}$)

波 向	方 案 別	波 高 係 數							
		延 伸 之 北 堤 南 側	北 堤 頭 南 側	南 堤 頭 北 側	主 航 道	內 堤 堤 口	迴 船 池	漁 港 港 口	漁 港 內 水 域
W 向	現 況 佈 置	-	0.75	0.7	0.25	0.15	0.15	0.25	-
	佈 置 I	1.0	0.85	0.85	0.6	0.4	0.3	0.4	0.15
	佈 置 II	1.1	0.9	0.85	0.55	0.3	0.2	0.5	0.15
	佈 置 III	-	0.7	0.75	0.4	0.15	0.15	0.3	0.15
	佈 置 IV	1.0	1.05	0.9	0.65	0.45	0.25	0.5	0.15
	佈 置 V	1.1	1.1	0.95	0.6	0.45	0.3	0.55	0.15
	定 案 佈 置	1.1	1.05	0.85	0.5	0.4	0.3	0.45	0.15
W S W 向	現 況 佈 置	-	0.85	0.85	0.4	0.2	0.15	0.3	-
	佈 置 I	1.2	0.8	0.55	0.55	0.25	0.2	0.45	0.25
	佈 置 II	1.4	0.9	0.9	0.3	0.15	0.1	0.35	0.15
	佈 置 III	-	0.85	1.0	0.5	0.3	0.2	0.35	0.15
	佈 置 IV	1.15	1.05	0.95	0.6	0.3	0.2	0.35	0.15
	佈 置 V	1.25	1.1	0.9	0.45	0.3	0.2	0.35	0.15
	定 案 佈 置	1.1	1.05	0.95	0.4	0.35	0.2	0.35	0.15
S W 向	現 況 佈 置	-	0.55	0.45	0.25	0.15	0.1	0.35	-
	佈 置 I	1.1	0.6	0.5	0.4	0.15	0.1	0.35	0.1
	佈 置 II	1.5	0.6	0.5	0.25	0.15	0.05	0.3	-
	佈 置 III	-	0.95	0.95	0.5	0.25	0.2	0.35	0.15
	佈 置 IV	1.05	0.85	0.95	0.55	0.3	0.2	0.35	0.15
	佈 置 V	1.1	0.85	0.9	0.4	0.3	0.2	0.4	0.15
	定 案 佈 置	1.2	0.95	0.85	0.4	0.3	0.25	0.3	0.1

註：同表 7-1。

表 3-5 台中港港內作業容許波高限度

噸位 (T) 容許波高 (m) 泊靠方式		3,000T	5,000T	10,000T	20,000T
碇 碼 靠 頭	縱 靠	0.82	1.0	1.15	1.40
	橫 靠	0.94	1.14	1.40	1.54
港 碇 內 泊	繫 浮 筒	1.60	1.74	2.35	2.35
	拋 錨	2.25	2.76	3.20	3.20
裝 作 卸 業	靠岸裝卸	0.75	0.80	0.91	0.93
	浮筒裝卸	0.70	0.73	0.78	0.78

表 3-6 日本港灣設計基準建議船舶裝卸波高限制

船 舶 大 小	裝卸作業波高限制 (H _{1/3})
小 型 船 舶	30cm
其 他 船 舶	50 ~ 70cm

佈置 ∇b
W.D. N.W.
H. 5.4 m.
T. 9.9 sec.
SCALE 1:15000

xxxxx 加消波塊

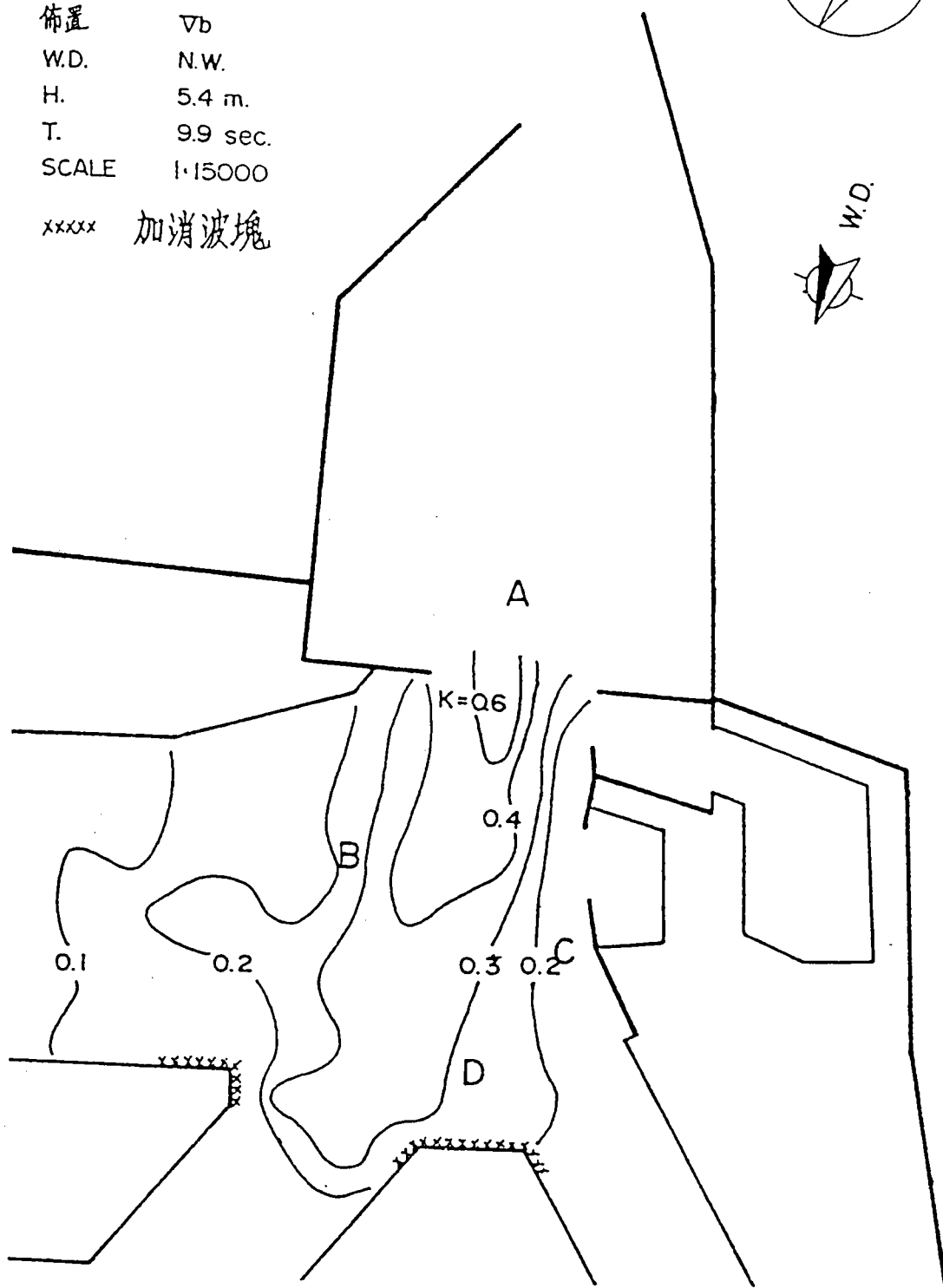
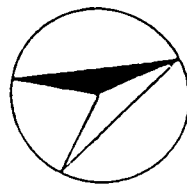


圖 3-1a 台中港第一期工程水工模型遮蔽試驗成果

(入射波向：NW；波高：5.4 公尺，週期 9.9 秒)

佈置 ▽b
W.D. W.N.W.
H. 5.0 m.
T. 9.8 sec.
SCALE 1:15000
xxxxx 加消波塊

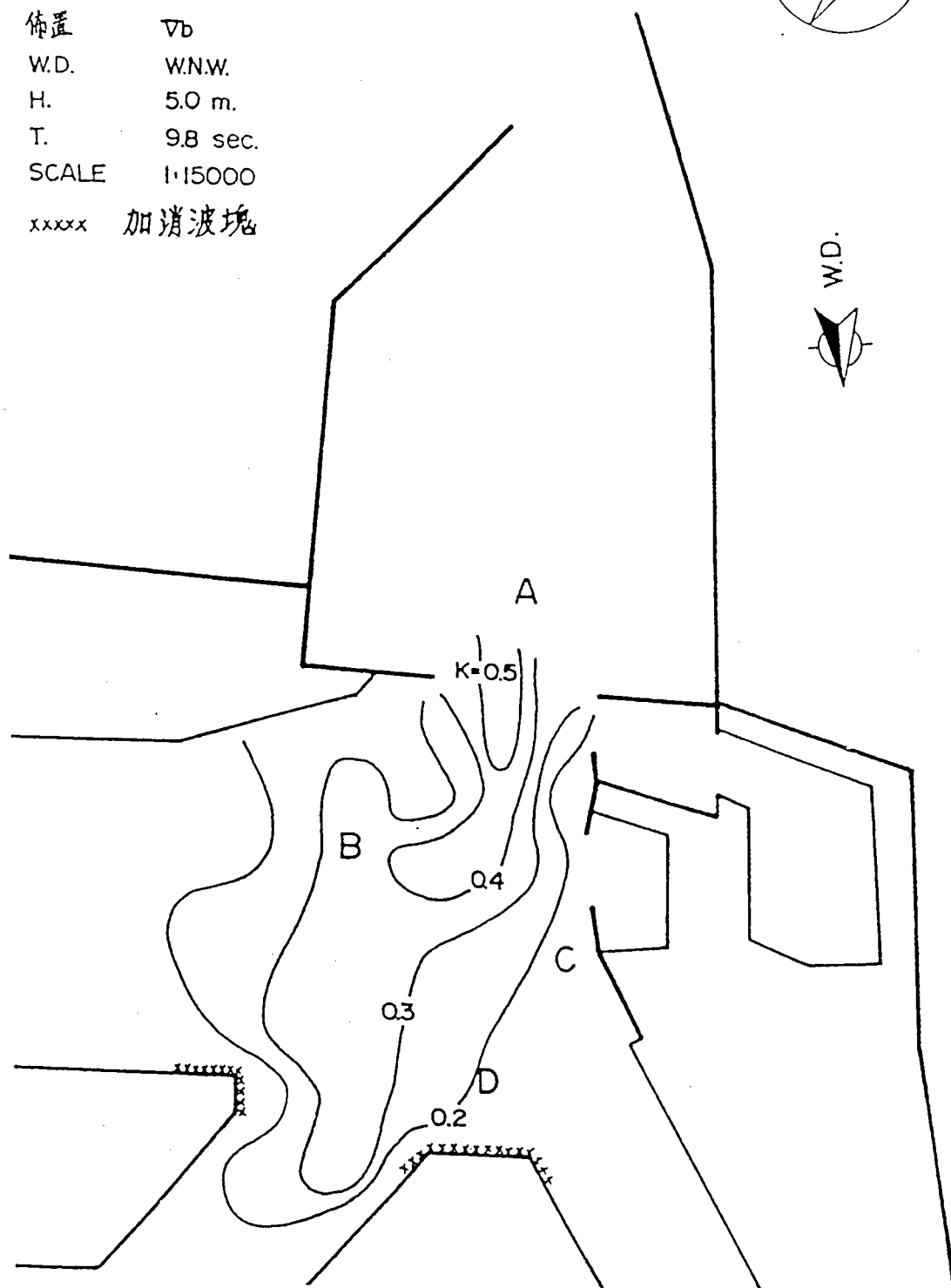
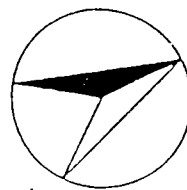
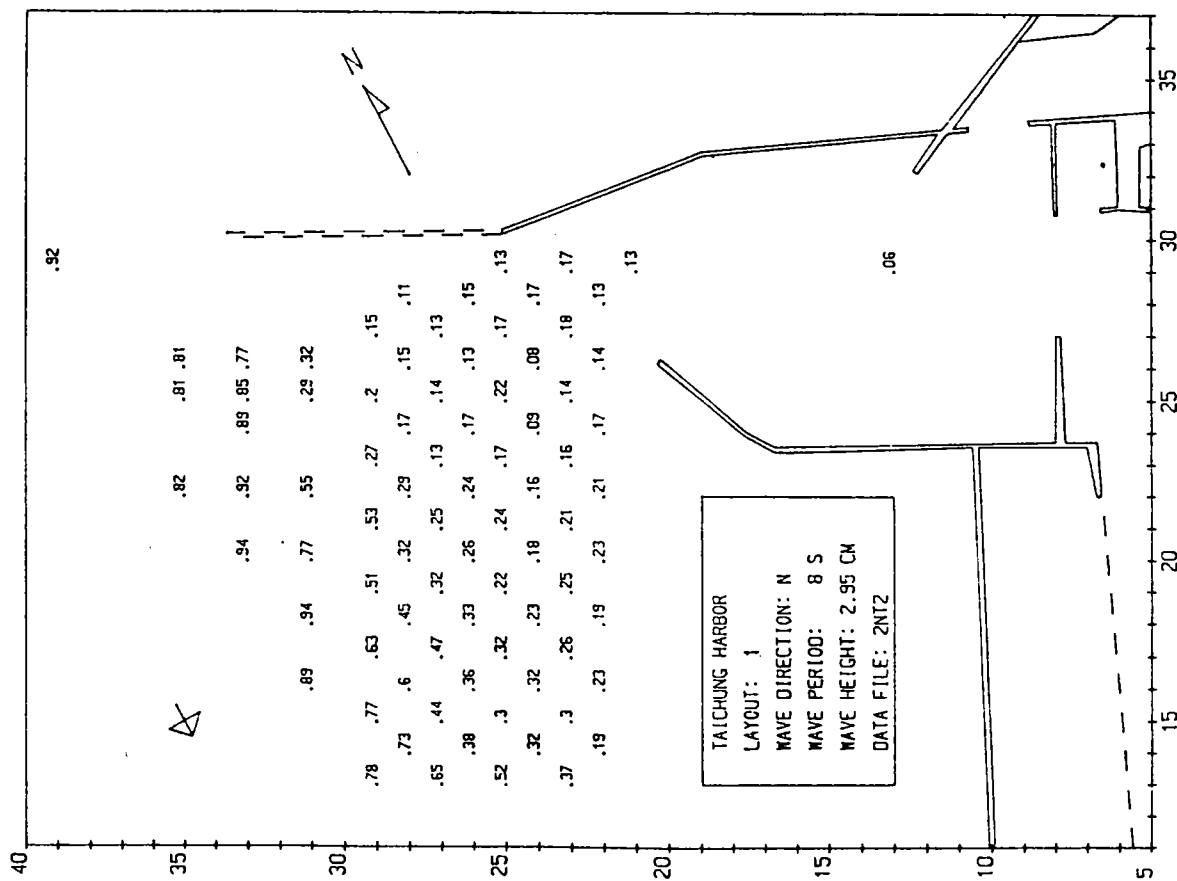
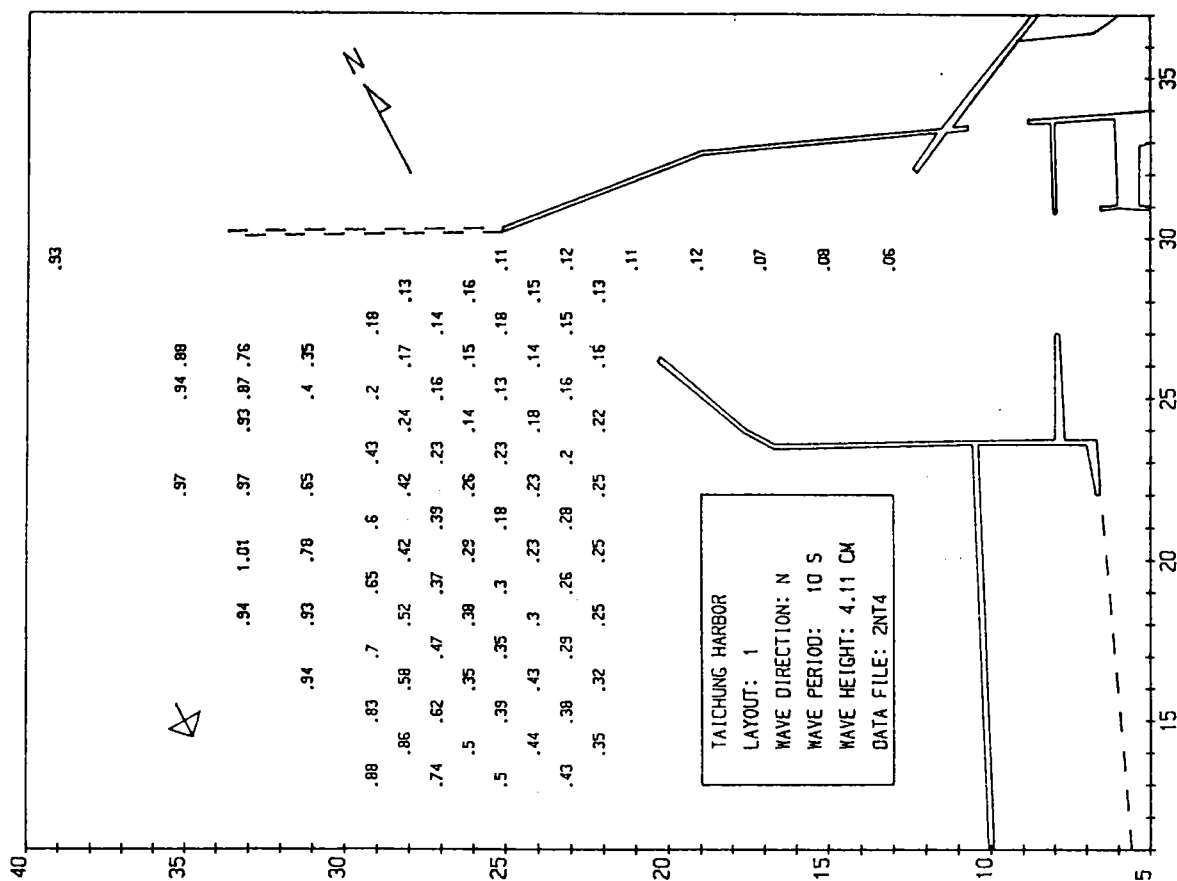


圖 3-1b 台中港第一期工程水工模型遮蔽試驗成果
(入射波向：WNW；波高：5.0 公尺，週期 9.8 秒)

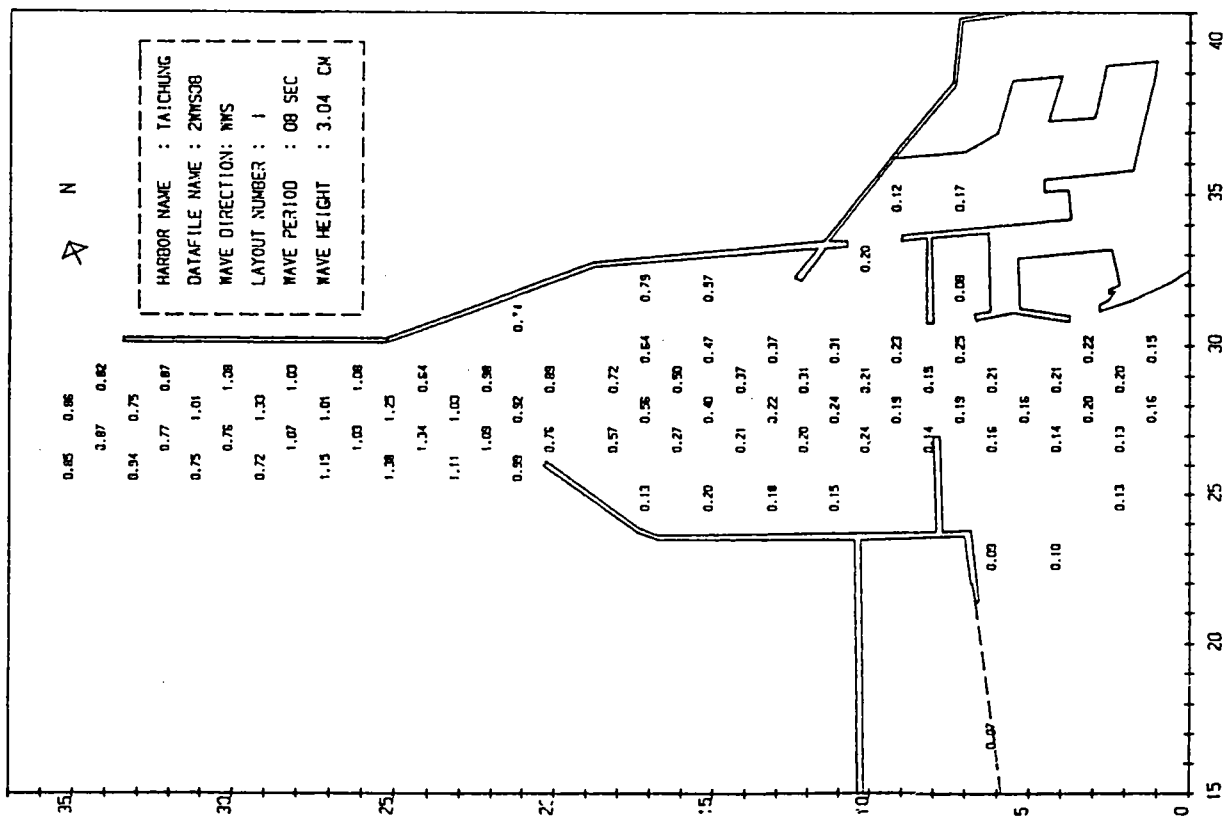


(a) 能峰週期 $T_p=8.0\text{sec}$

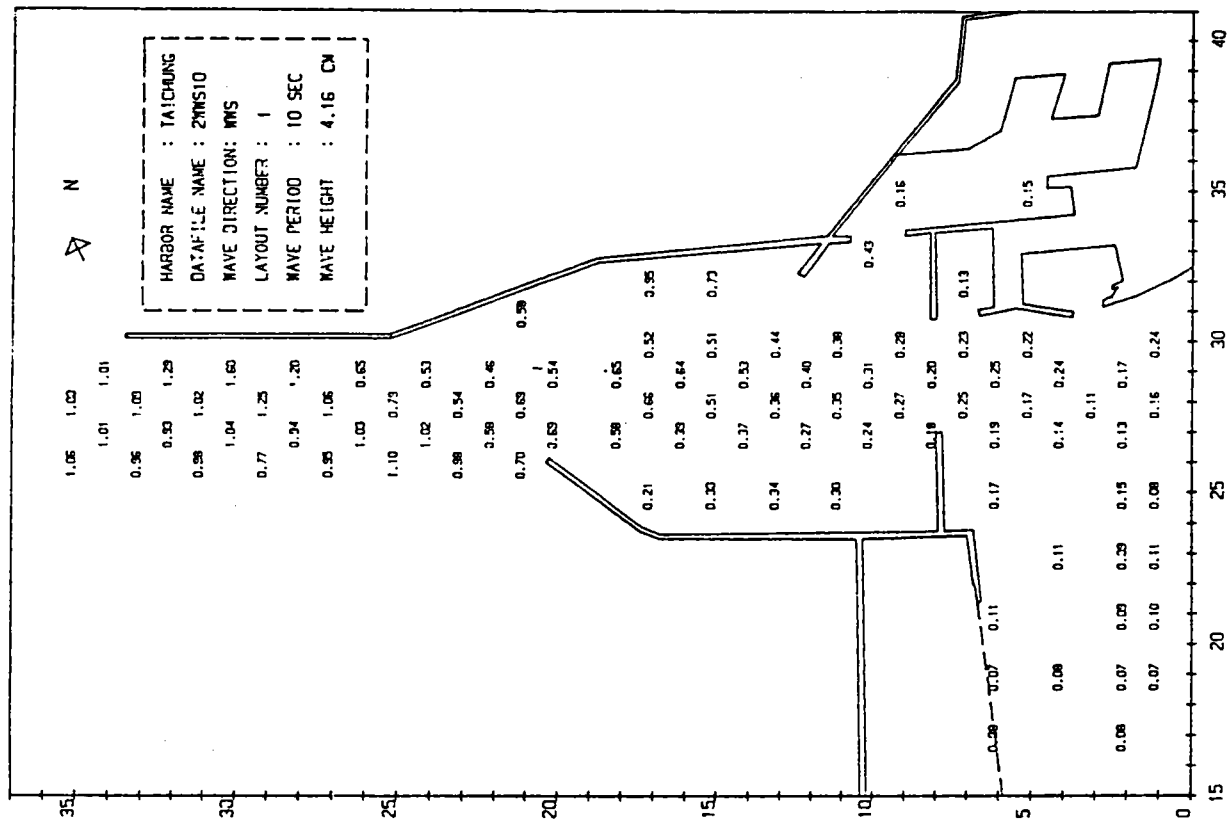


(b) 能峰週期 $T_p=10.0\text{sec}$

圖 3-2a 台中港港口第二階段擴建佈置 I N 向波浪波高遮蔽係數

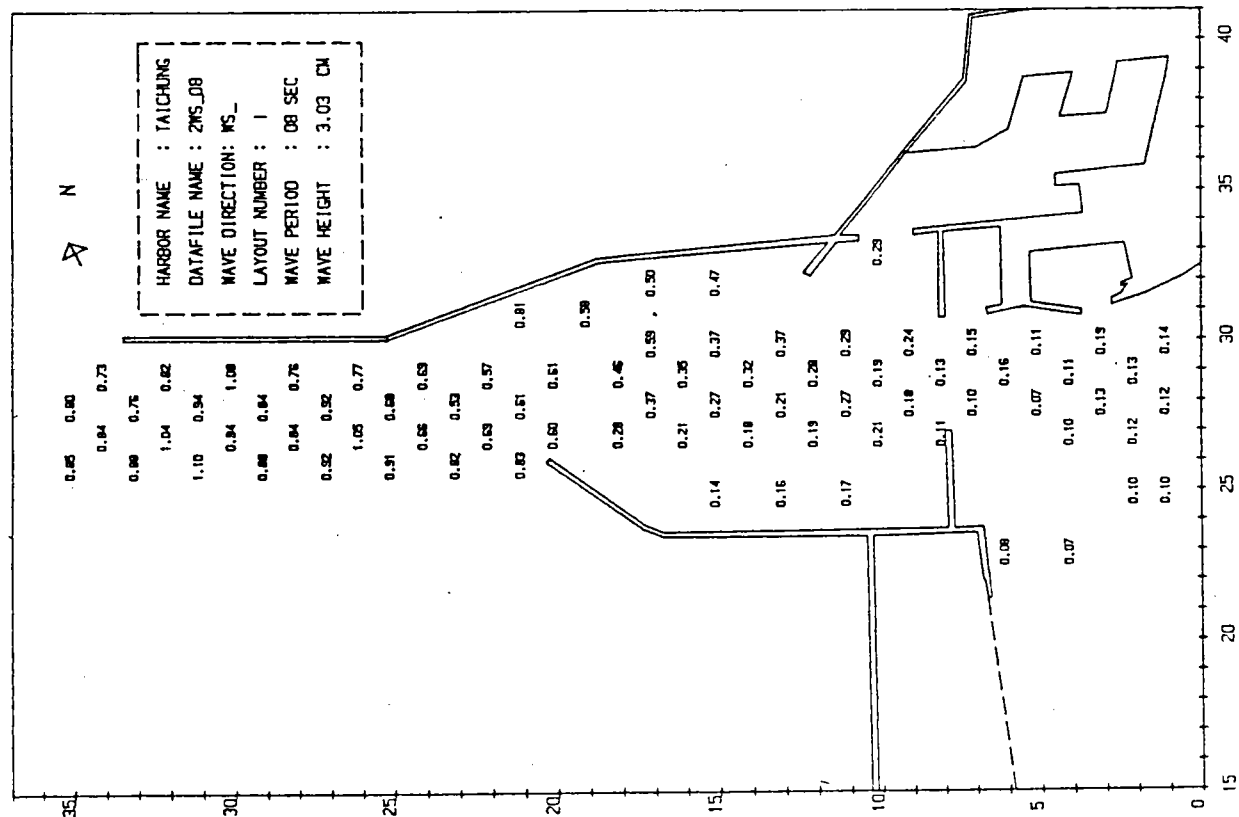


(a) 能峰週期 $T_p = 8.0$ sec

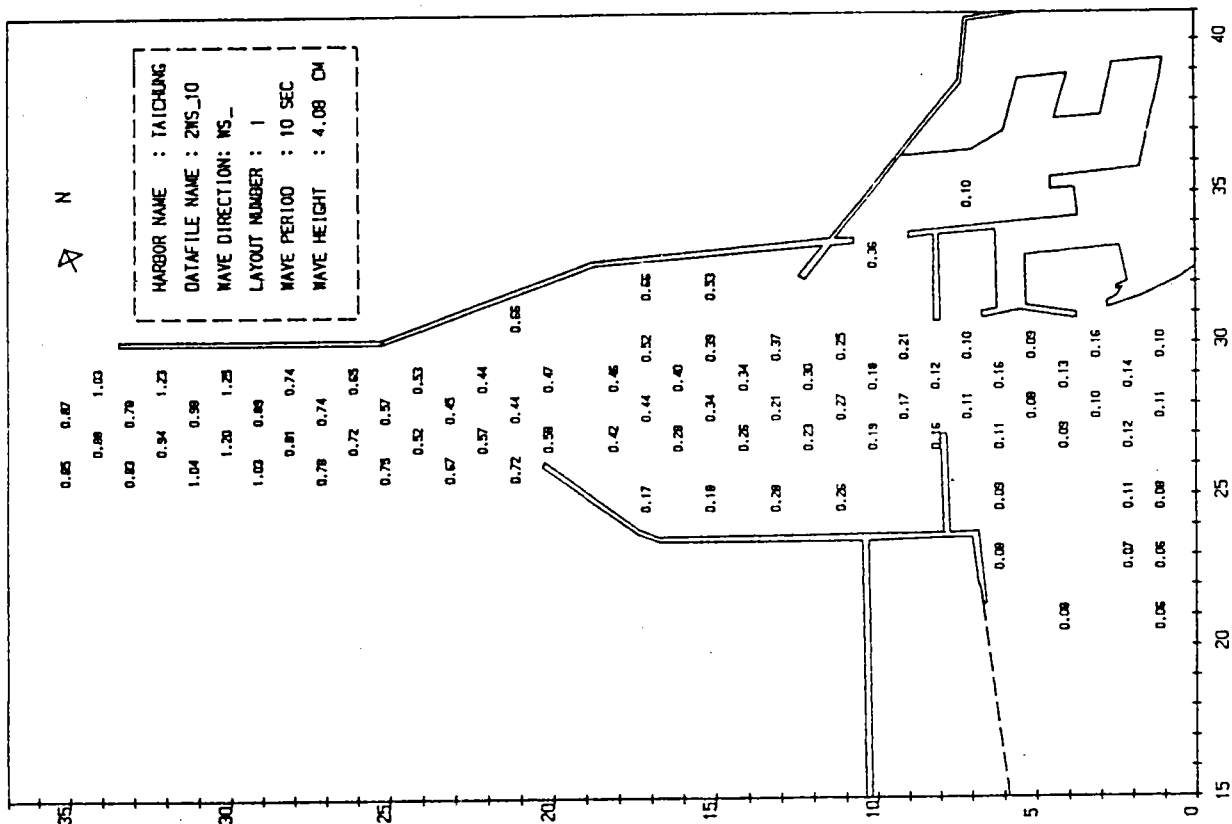


(b) 能峰週期 $T_p = 10.0$ sec

圖 3-2c 台中港港口第二階段擴建佈置 I WSW 向波浪高遮蔽係數

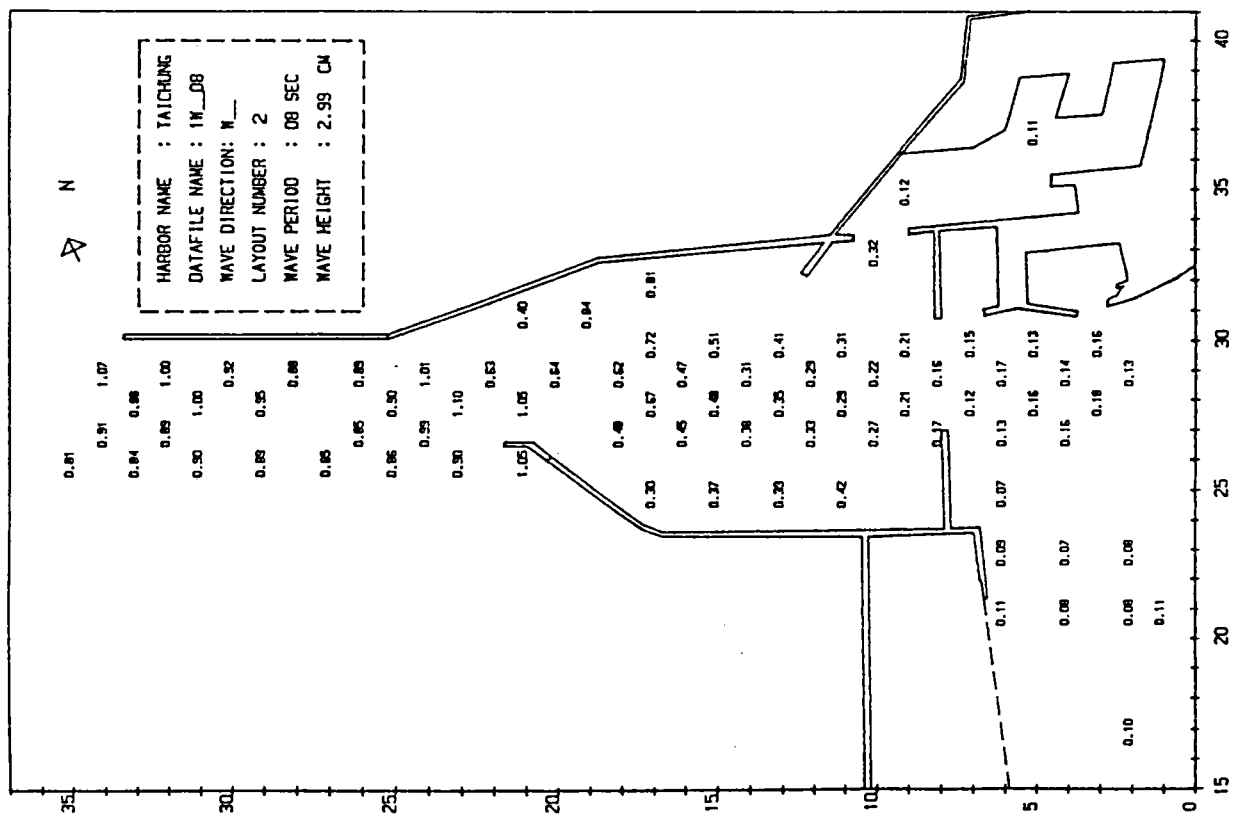


(a)能峰週期 $T_p=10.0\text{sec}$

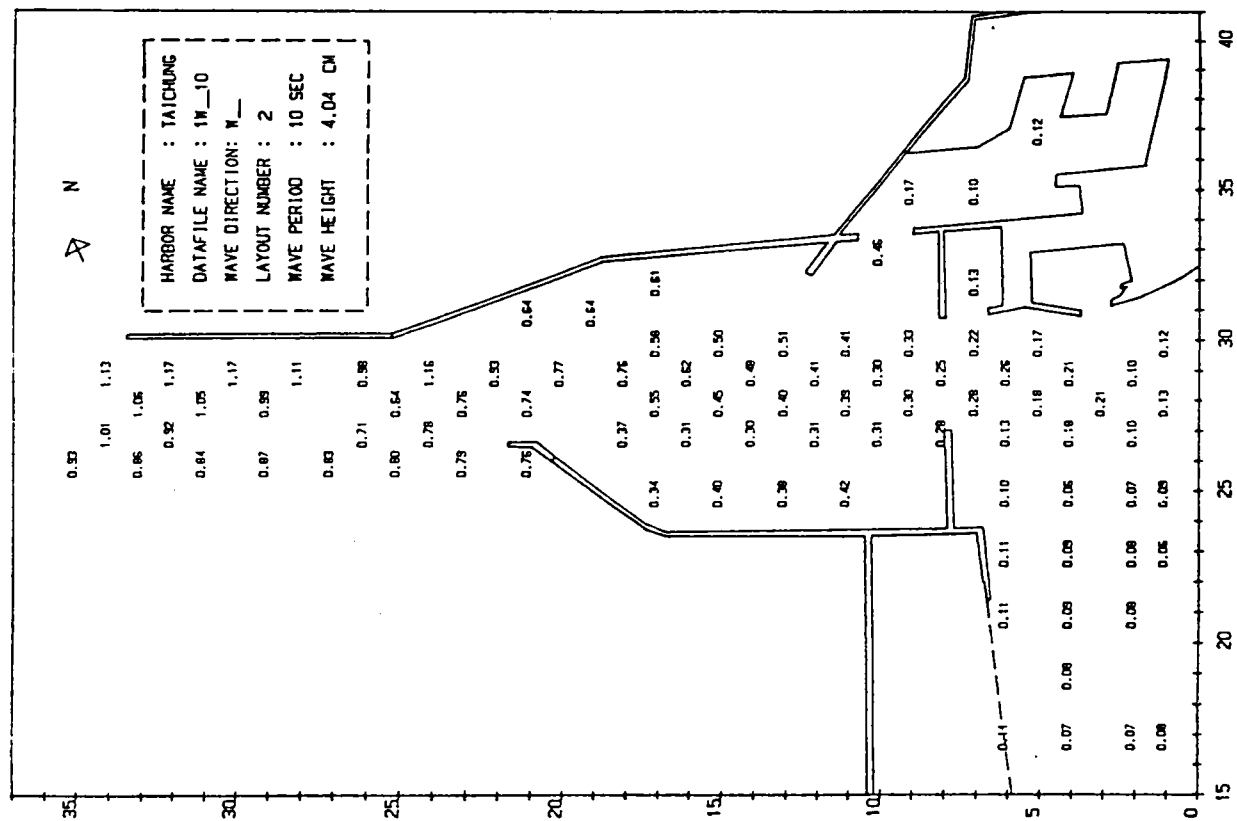


(b)能峰週期 $T_p=8.0\text{sec}$

圖 3-2d 台中港港口第二階段擴建佈置 I SW 向波浪高遮蔽係數



(a) 能峰週期 $T_p=8.0\text{sec}$



(b) 能峰週期 $T_p=10.0\text{sec}$

圖 3-3a 台中港口第二階段擴建佈置 II W 向波浪波高遮蔽係數

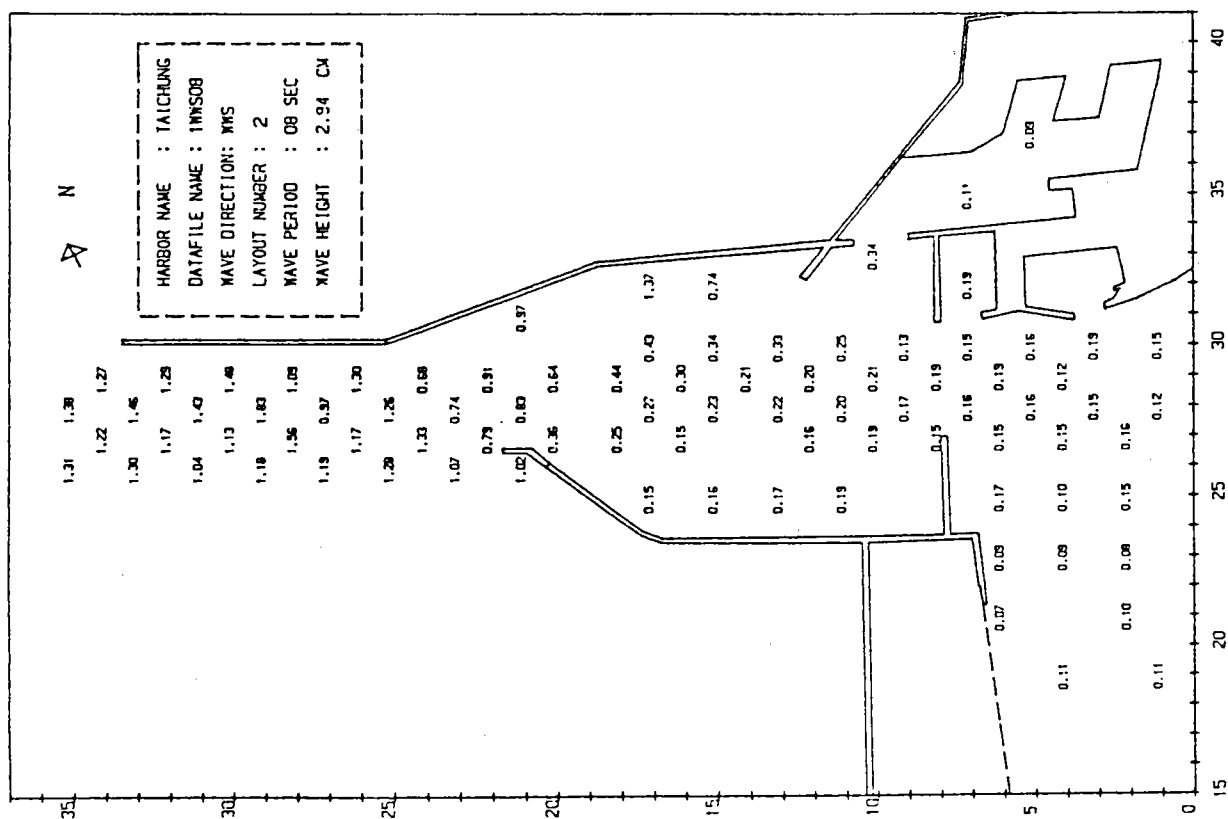
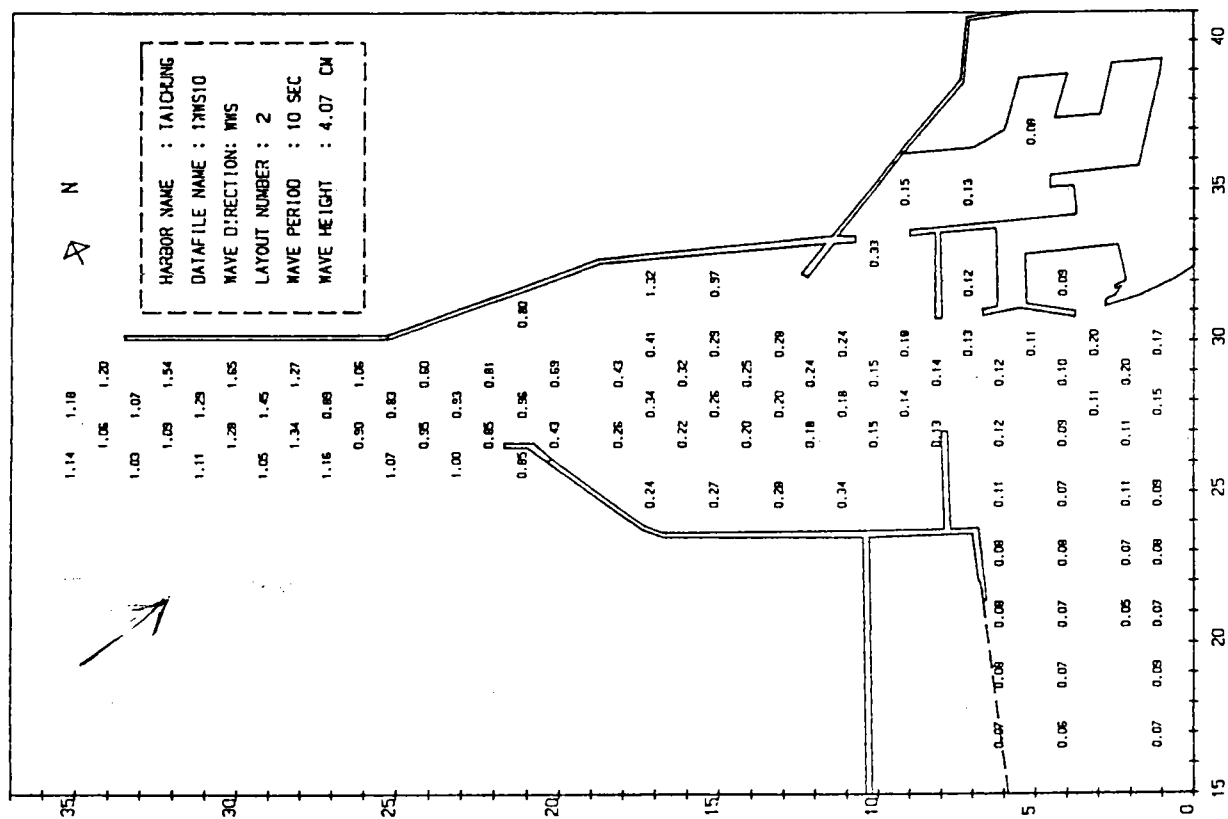
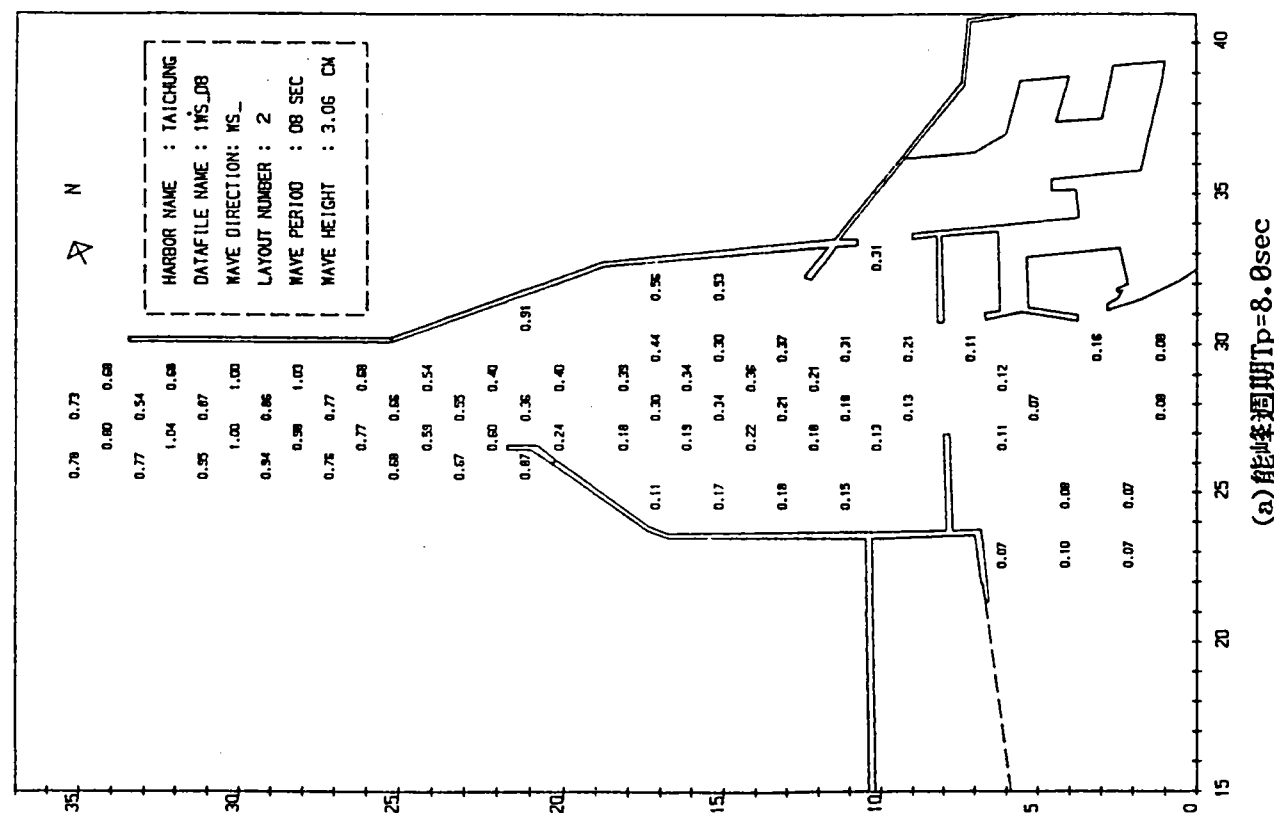
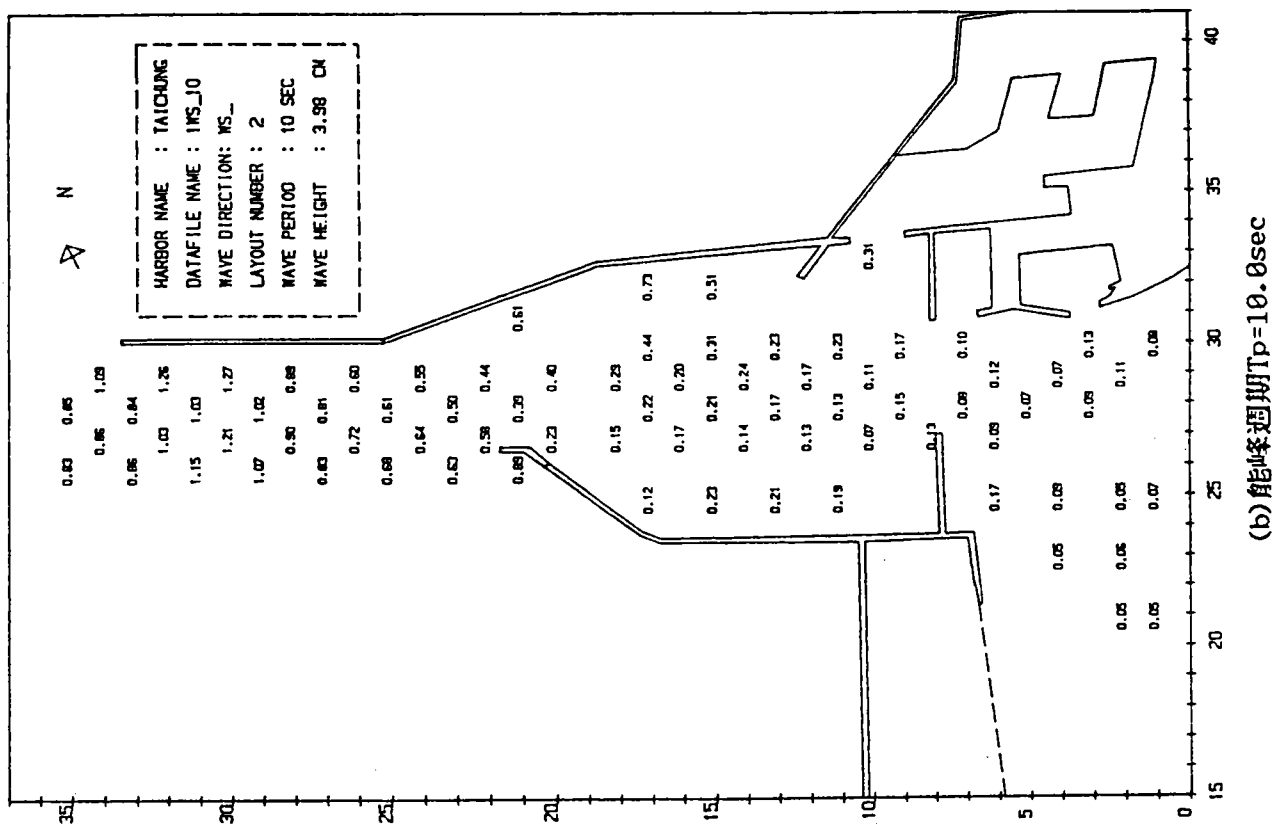


圖 3-3b 台中港港口第二段擴建佈置 II WSW 向波浪高遮蔽係數



(a) 能峰週期 $T_p=8.0\text{sec}$



(b) 能峰週期 $T_p=10.0\text{sec}$

圖 3-3c 台中港港口第二階段擴建佈置 II SW 向波浪波高遮蔽係數

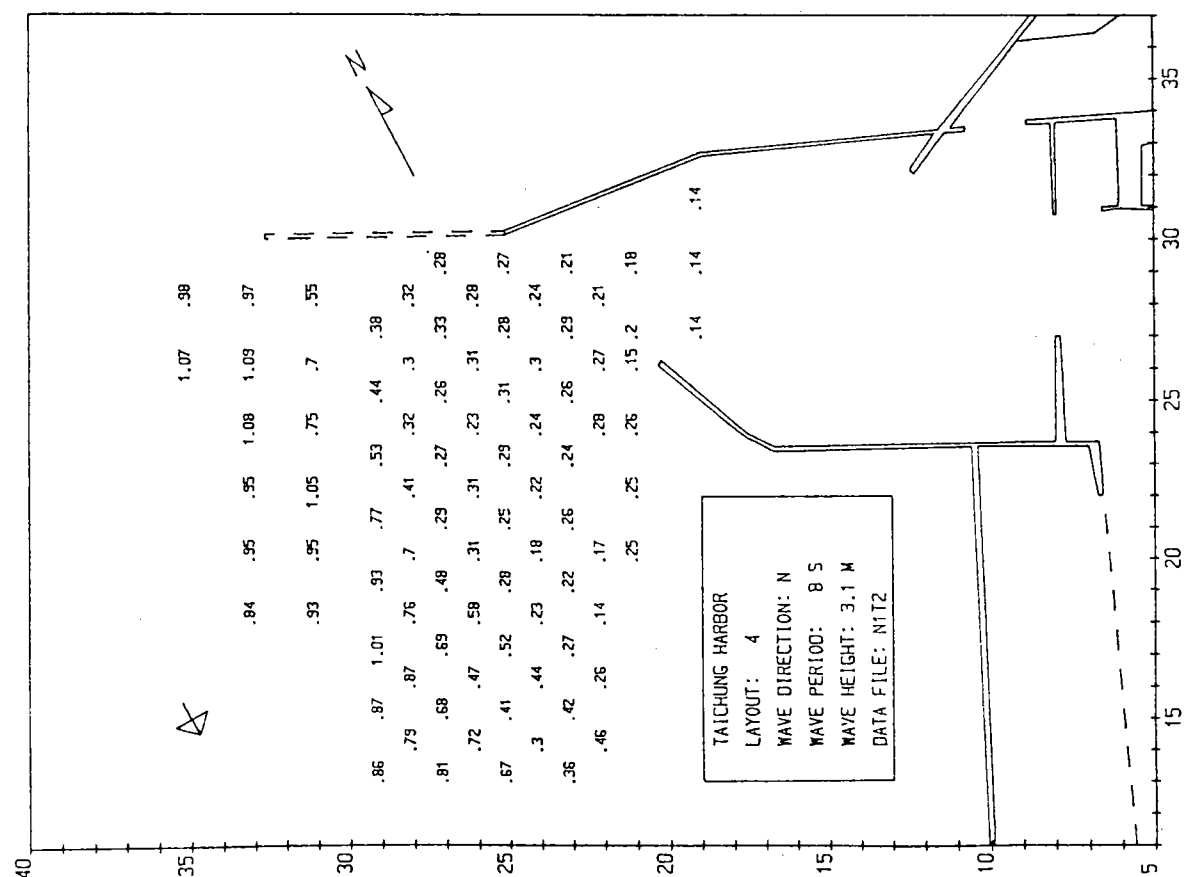
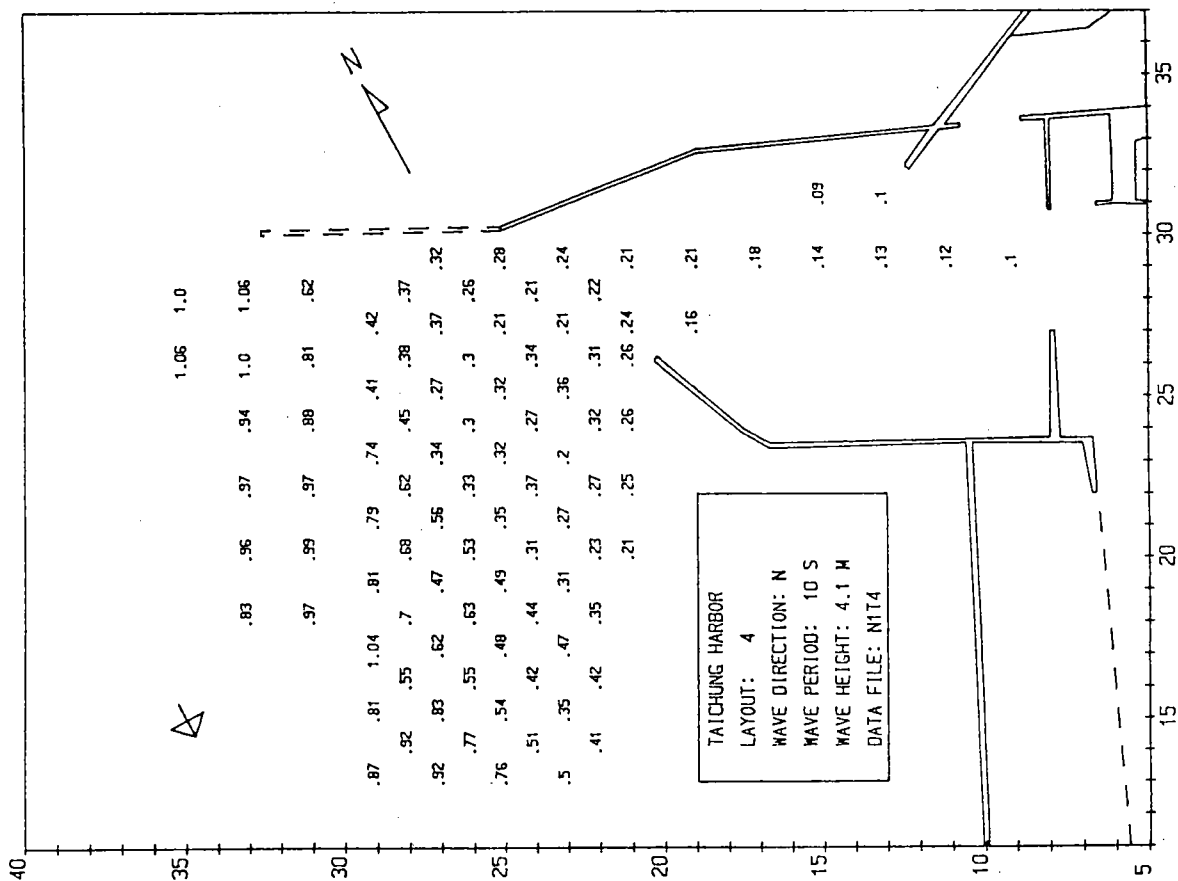
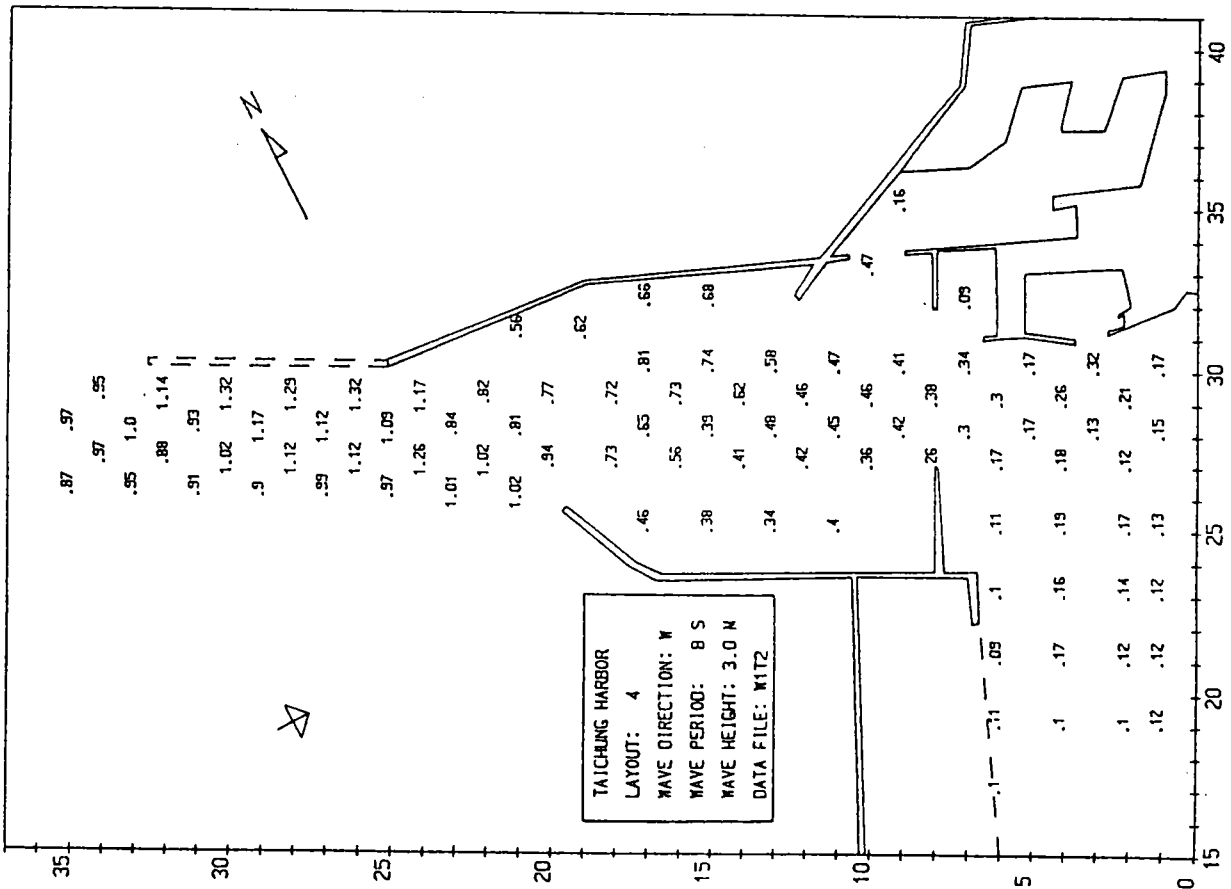
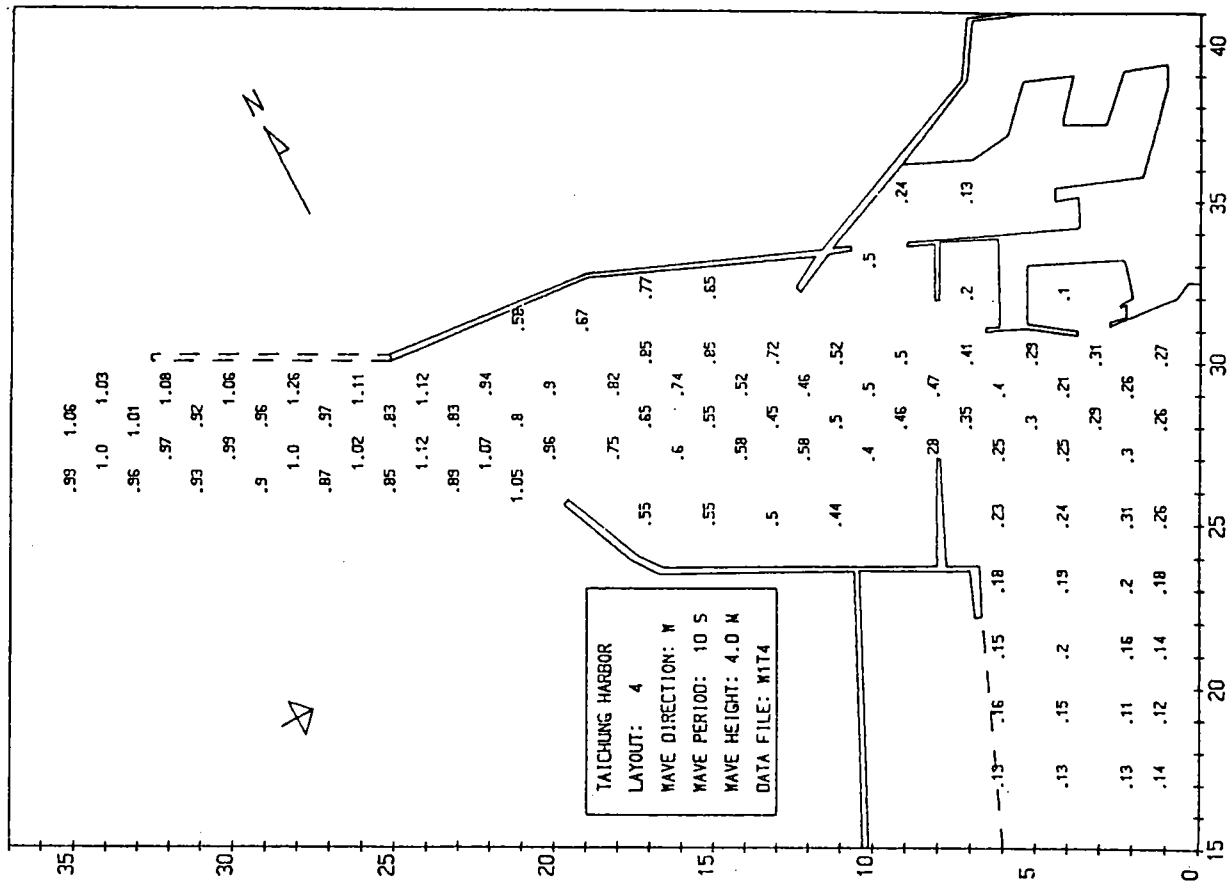


圖 3-4a 台中港港口第二段擴建佈置 IV 向波浪波高遮蔽係數

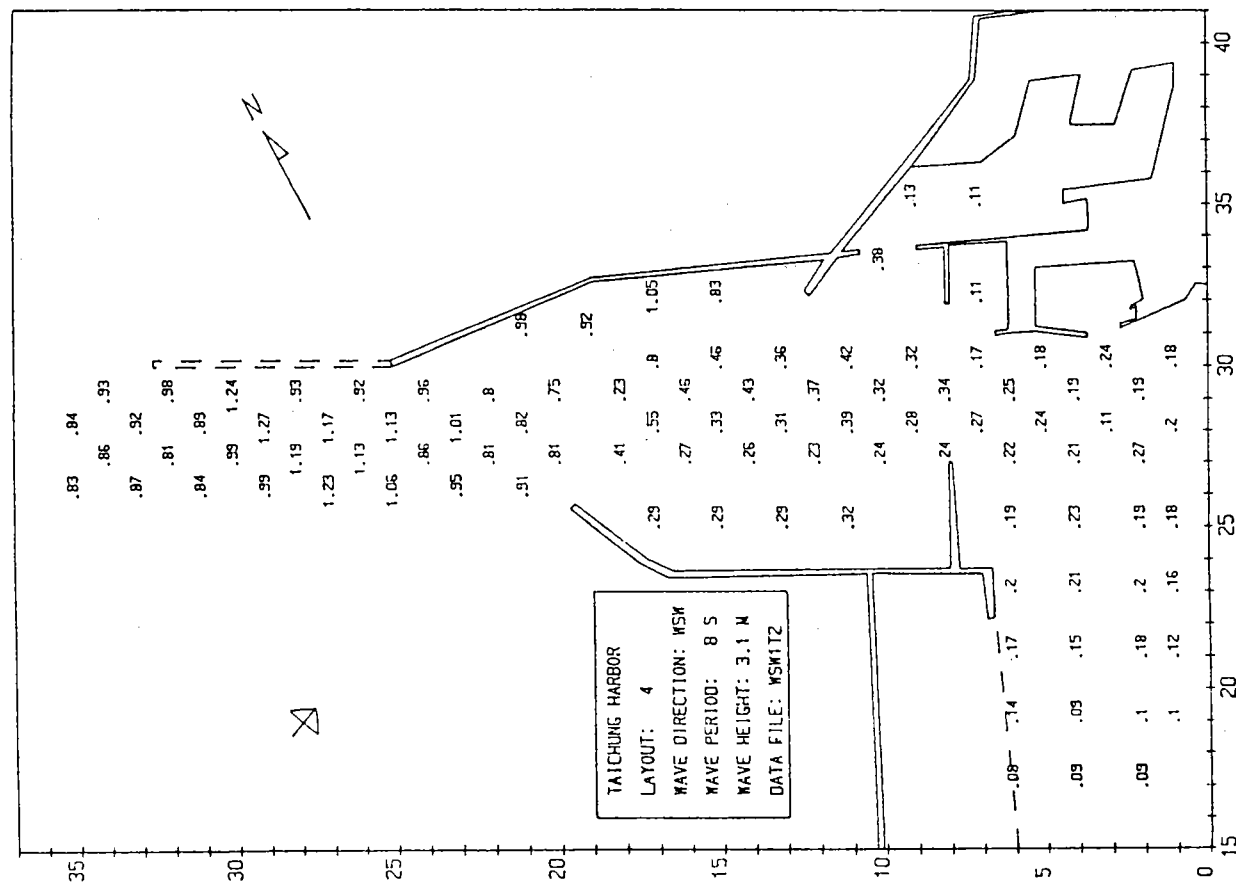


(a) 能峰週期 $T_p = 8.0 \text{ sec}$

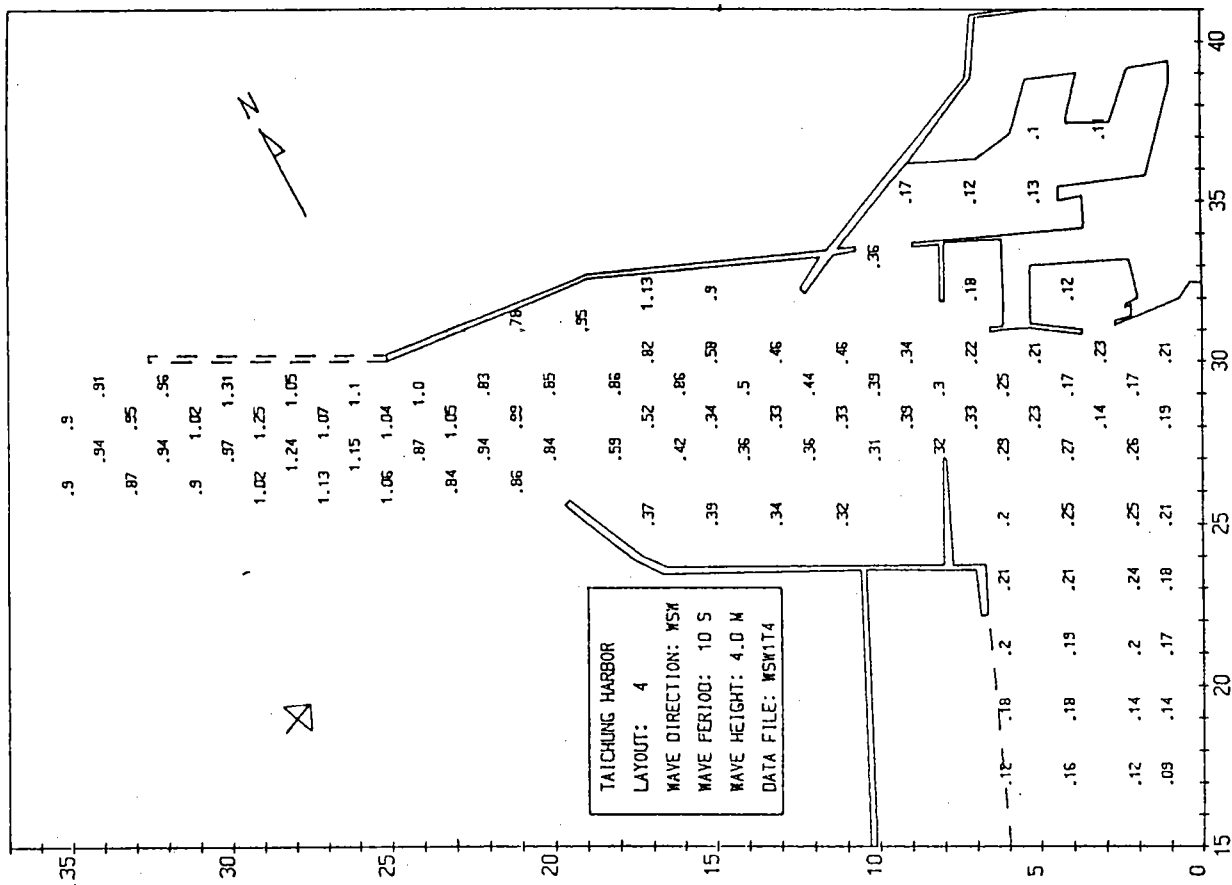


(b) 能峰週期 $T_p = 10.0 \text{ sec}$

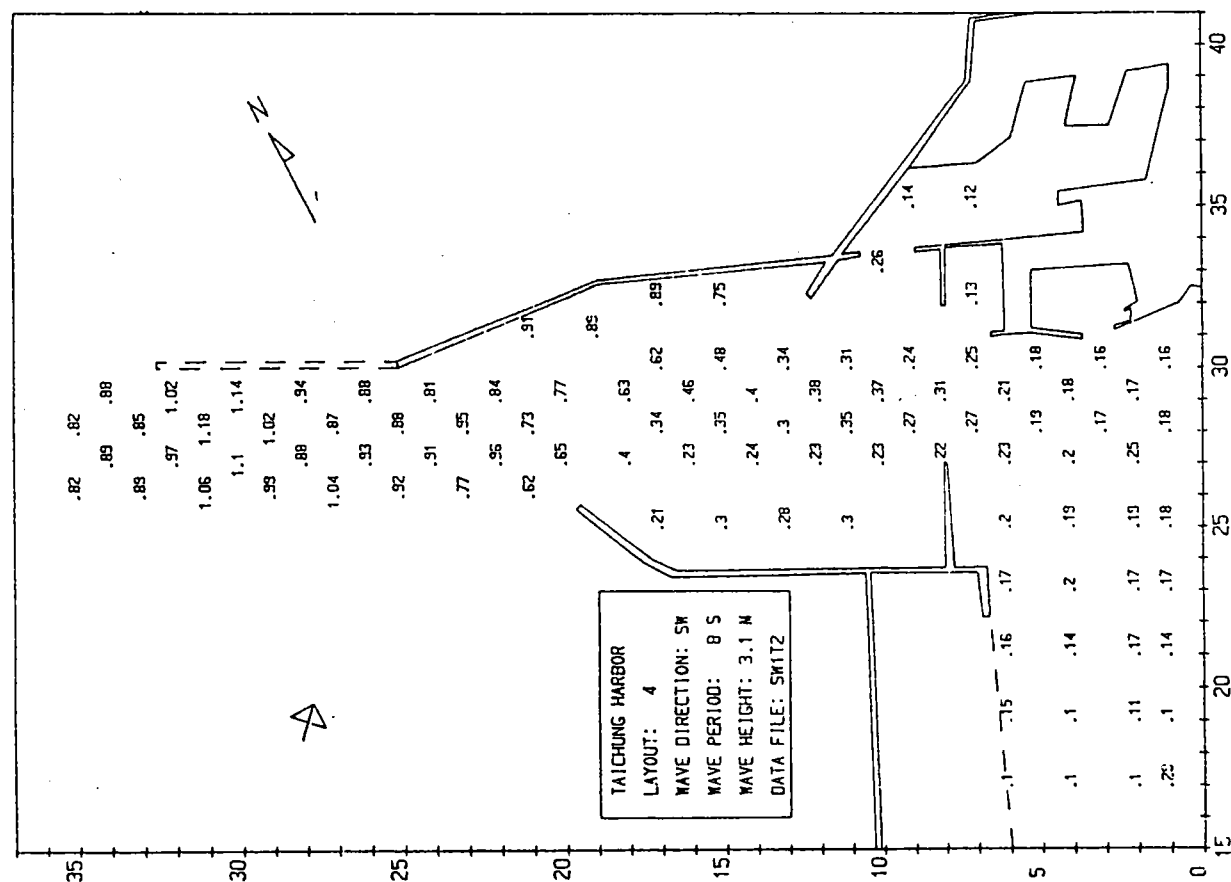
圖 3-4b 台中港口第二階段擴建佈置 IV W 向波浪高遮蔽係數



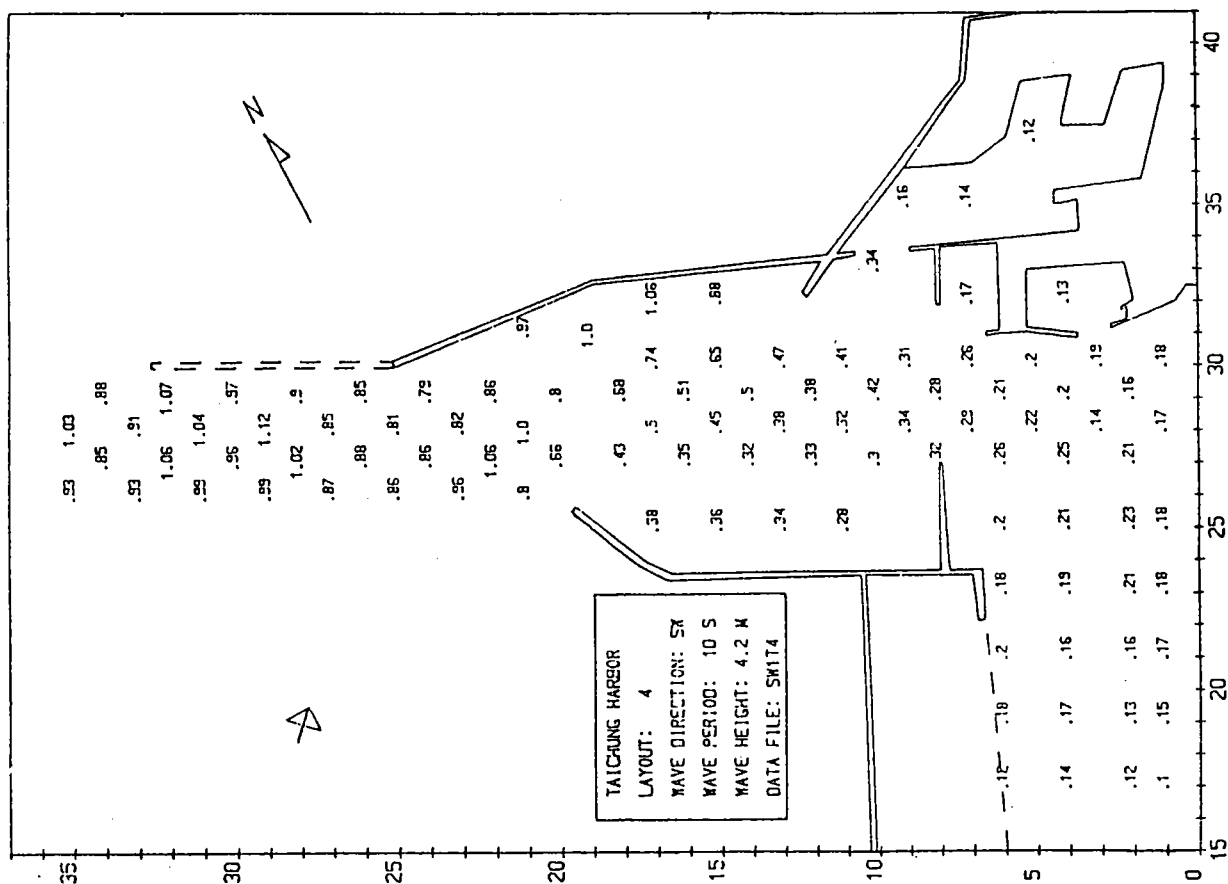
(a) 能峰週期 $T_p = 8.0 \text{ sec}$



(b) 能峰週期 $T_p = 10.0 \text{ sec}$

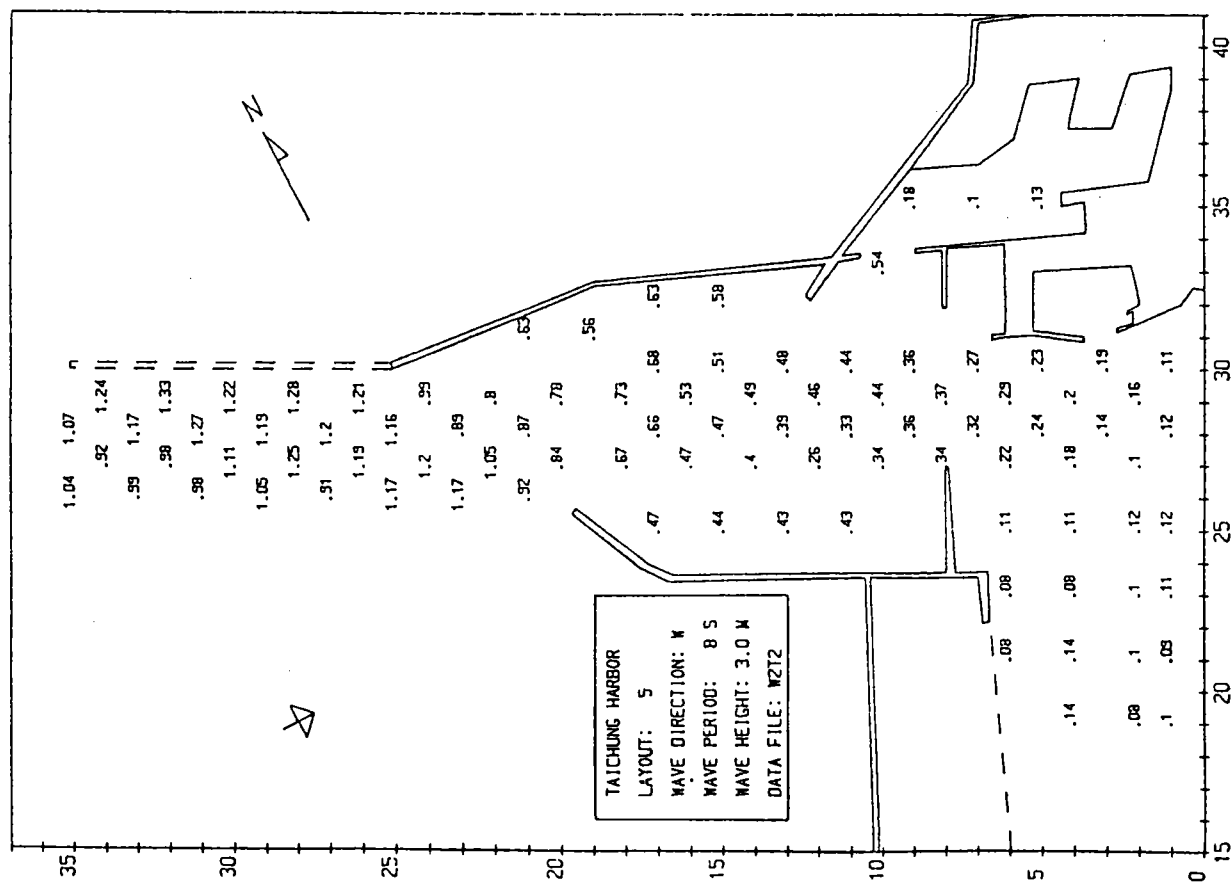


(a) 能峰週期 $T_p = 8.0 \text{ sec}$

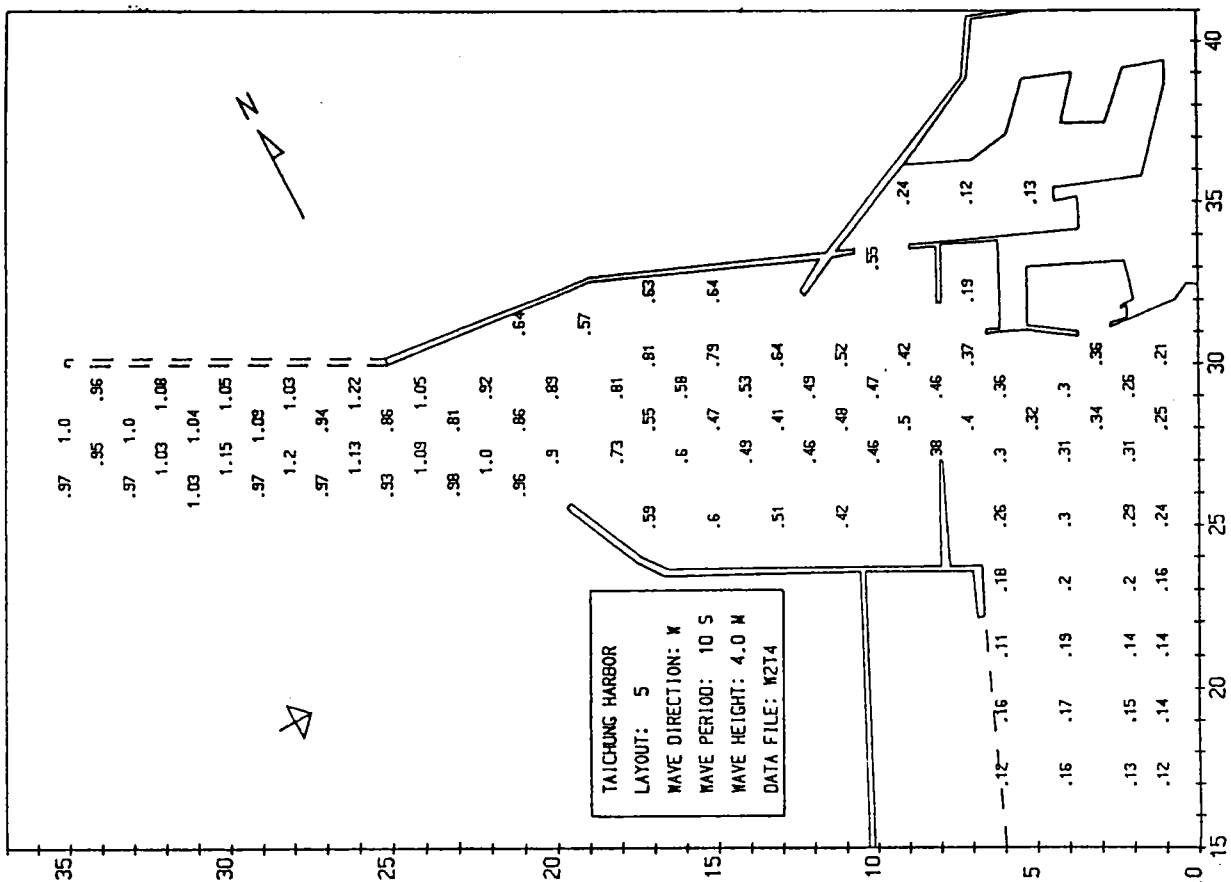


(b) 能峰週期 $T_p = 10.0 \text{ sec}$

圖 3-4d 台中港港口第二階段擴建佈置 IV SW 向波浪高遮蔽係數

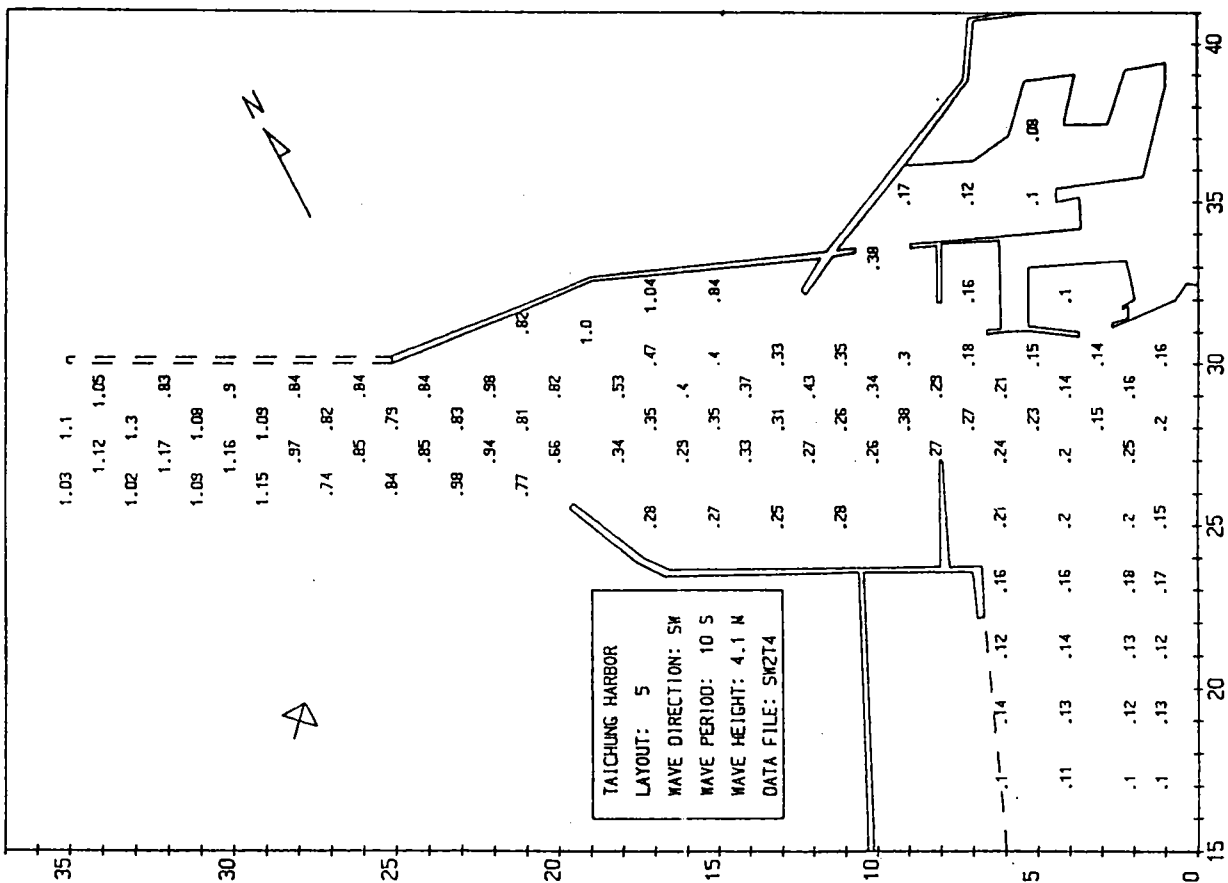


(a) 能峰週期 $T_p=8.0\text{sec}$

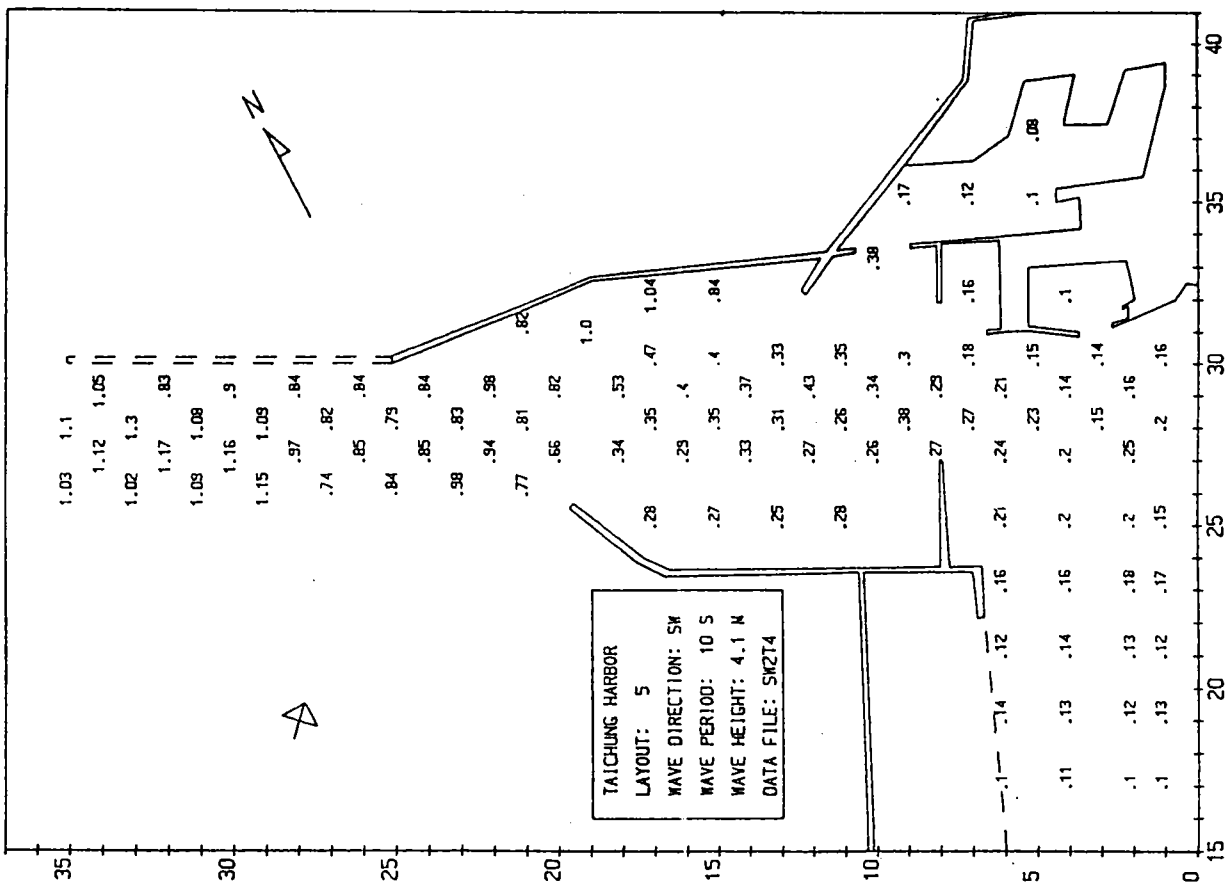


(b) 能峰週期 $T_p=10.0\text{sec}$

圖 3-5b 台中港口第二階段擴建佈置 V W 向波浪波高遮蔽係數

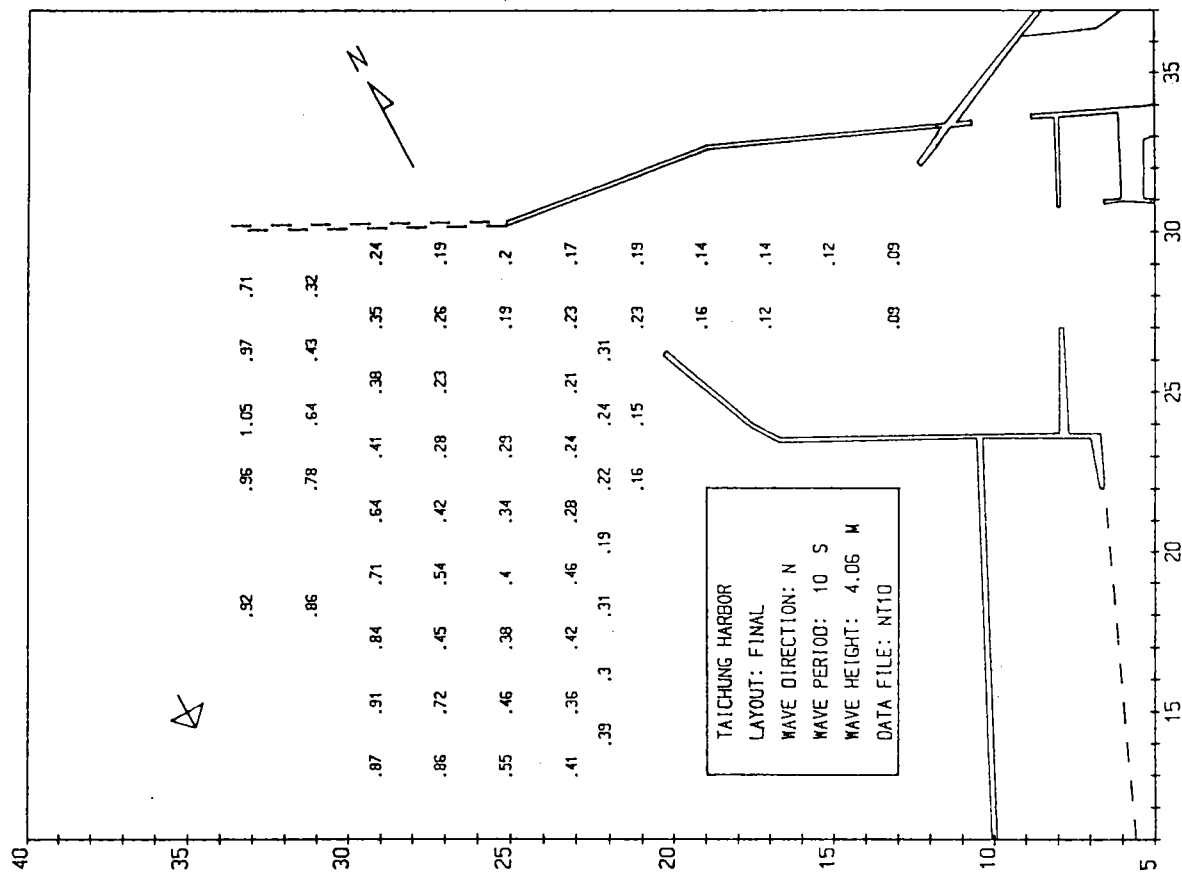


(a) 能峰週期 $T_p = 8.0 \text{ sec}$

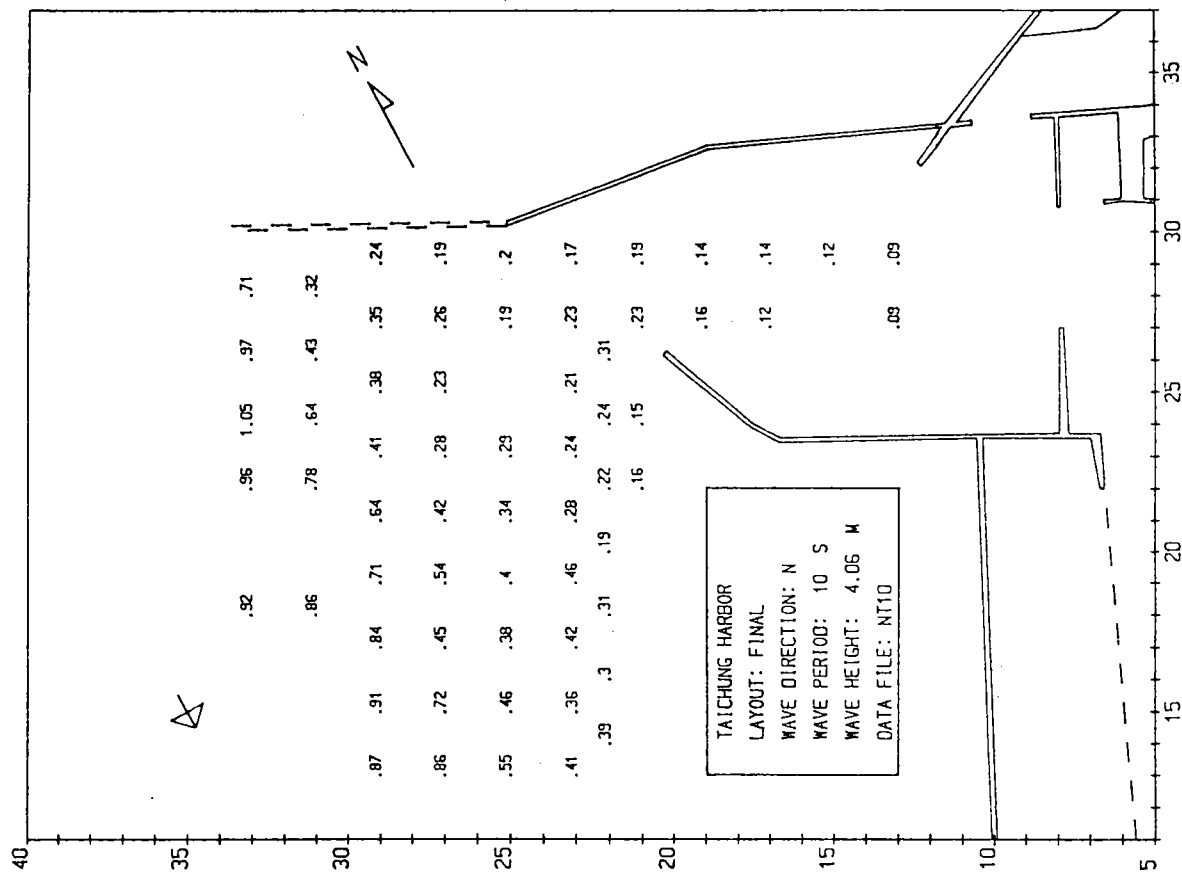


(b) 能峰週期 $T_p = 10.0 \text{ sec}$

圖 3-5d 台中港港口第二階段擴建佈置 V SW 向波浪高遮蔽係數

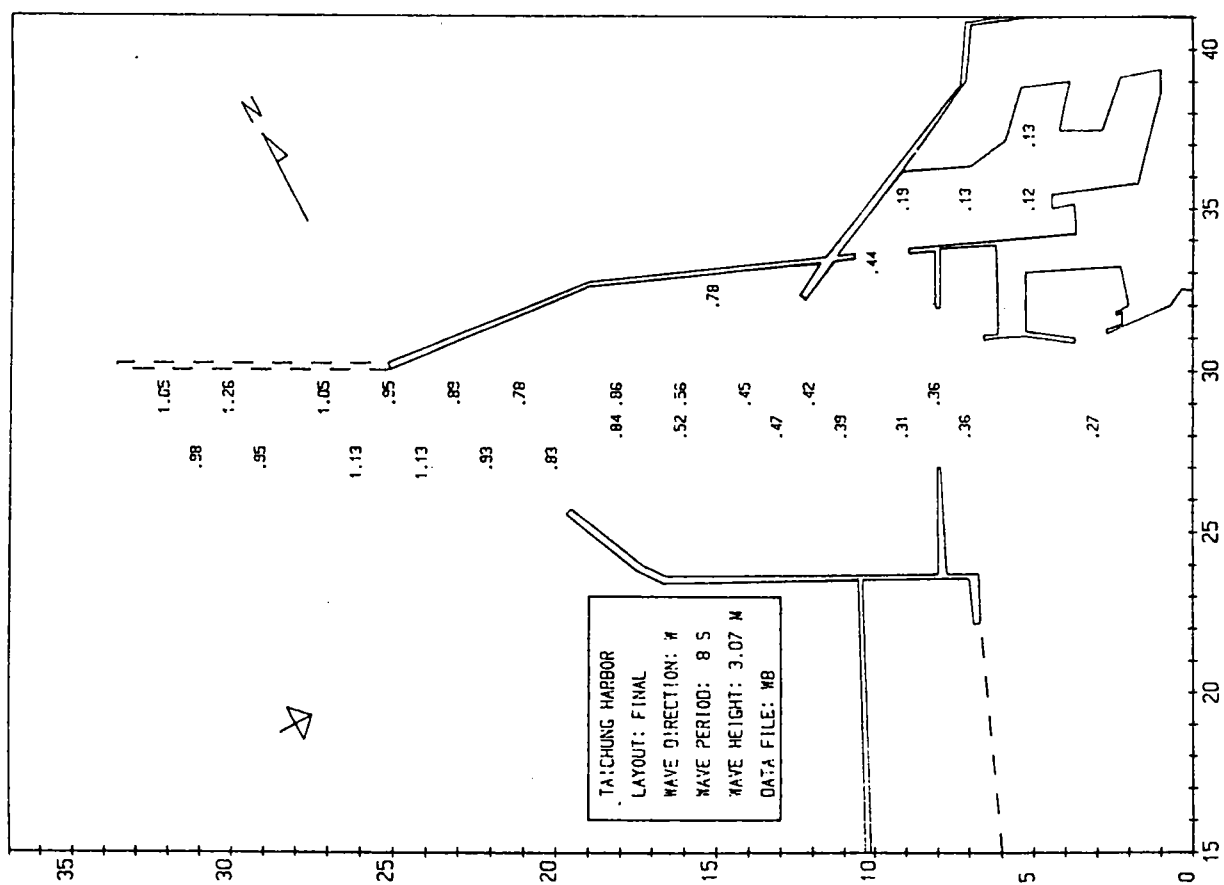


(a)能峰週期 $T_p=8.0\text{sec}$

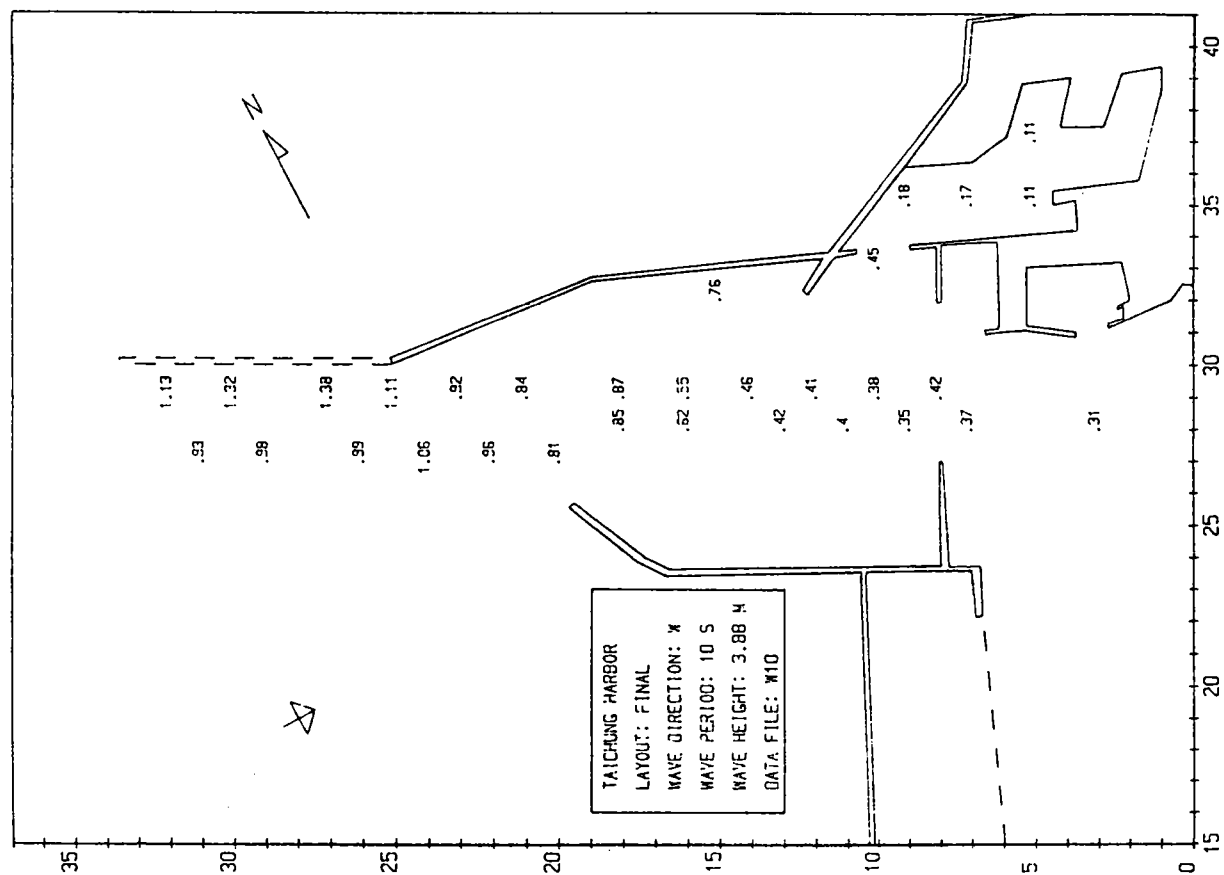


(b)能峰週期 $T_p=10.0\text{sec}$

圖 3-6a 台中港港口第二階段擴建定案佈置 N 向波浪波高遮蔽係數

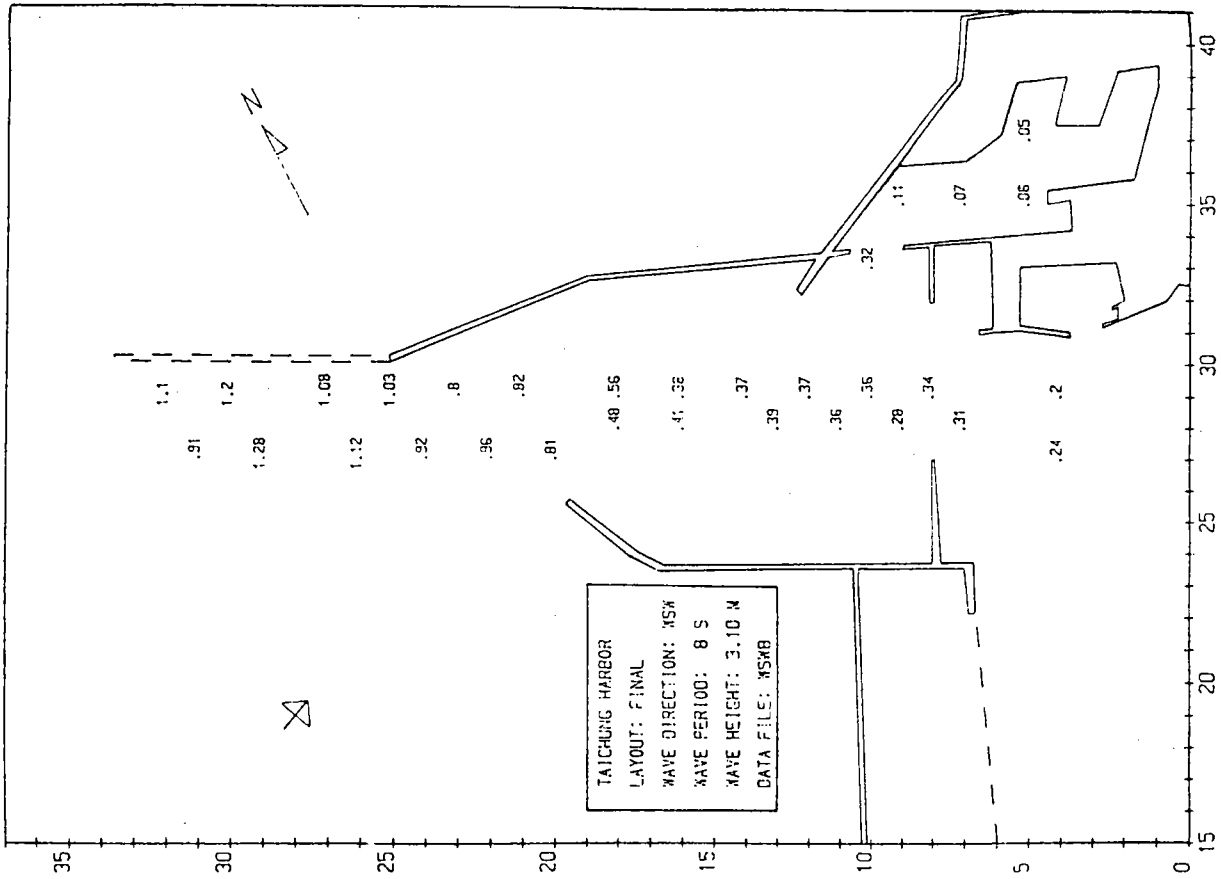


(a)能峰週期 $T_p=8.0\text{sec}$

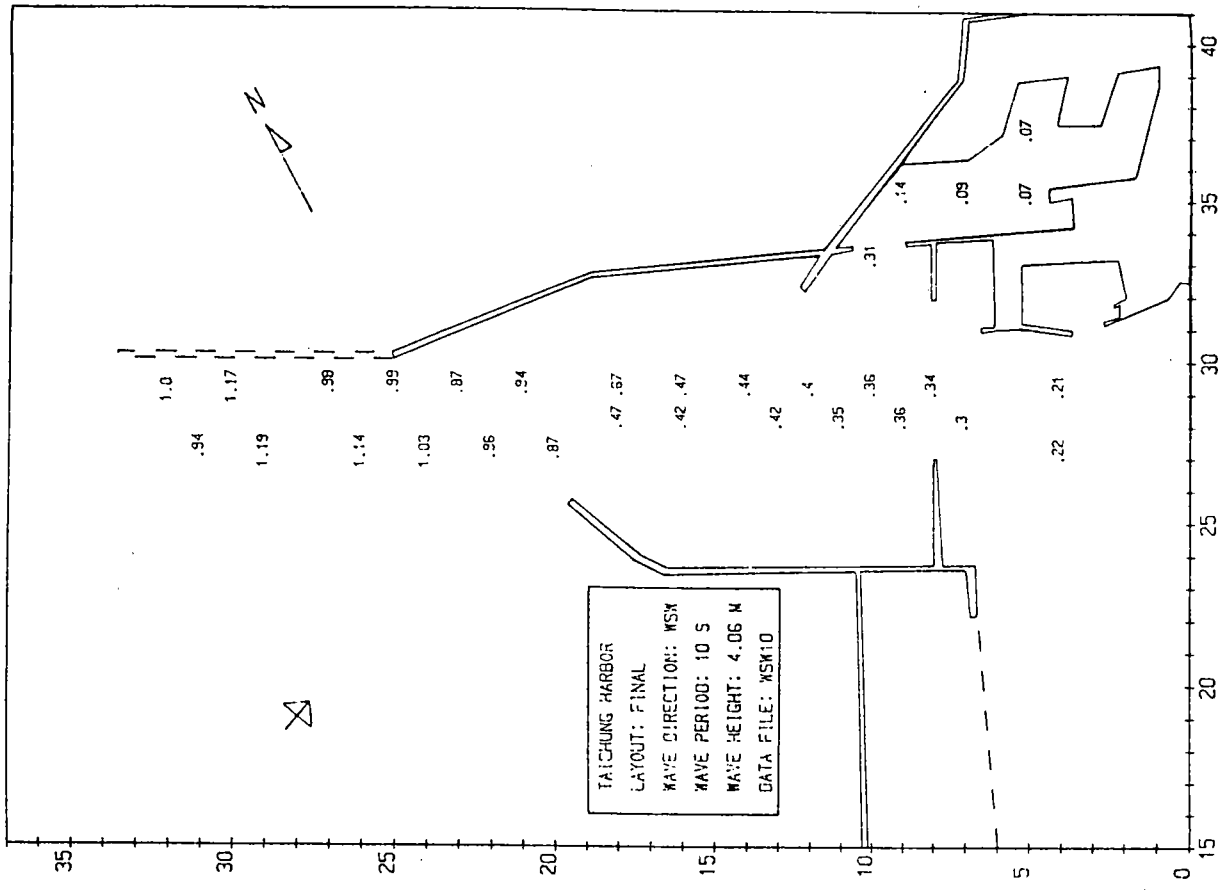


(b)能峰週期 $T_p=10.0\text{se}$

圖 3-6b 台中港港口第二階段擴建定案佈置 W 向波浪波高遮蔽係數

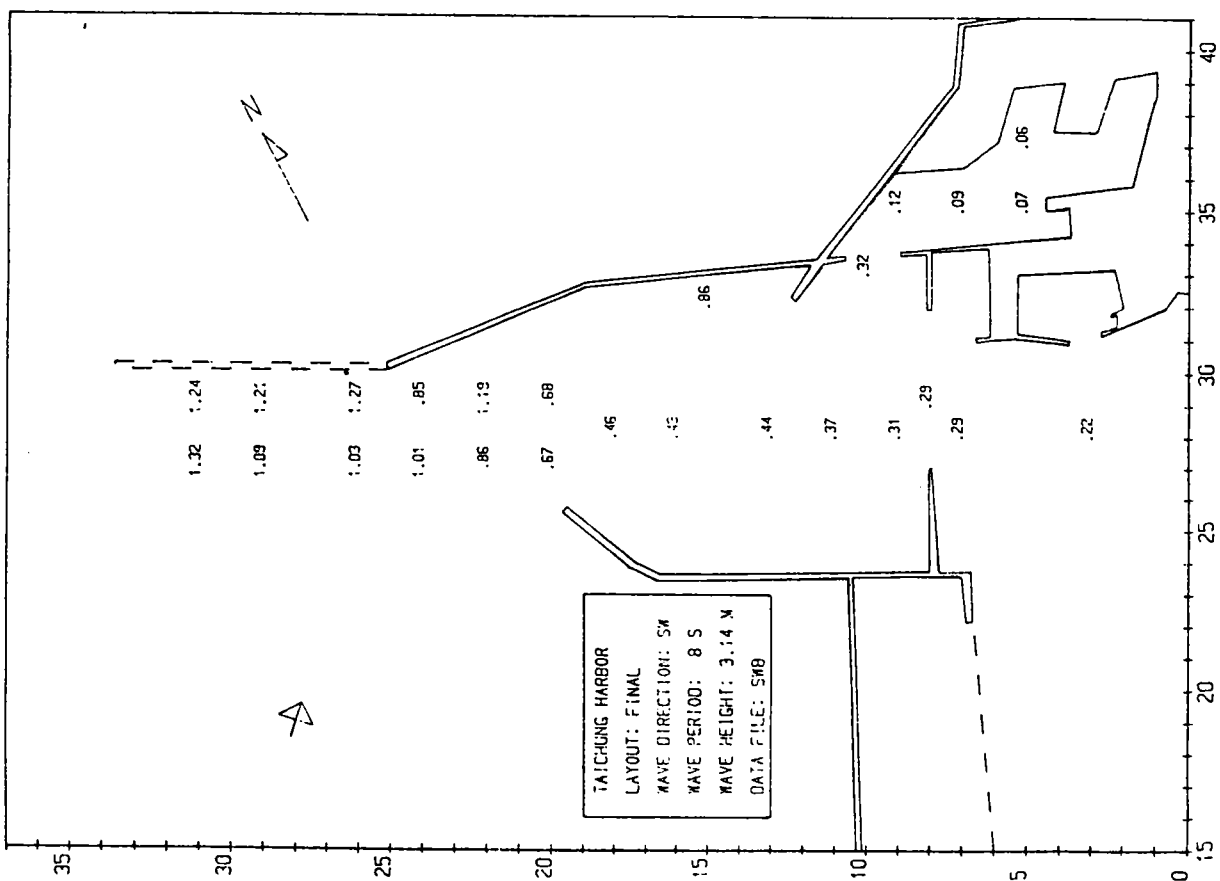


(a) 能峰週期 $T_p=8.0\text{sec}$

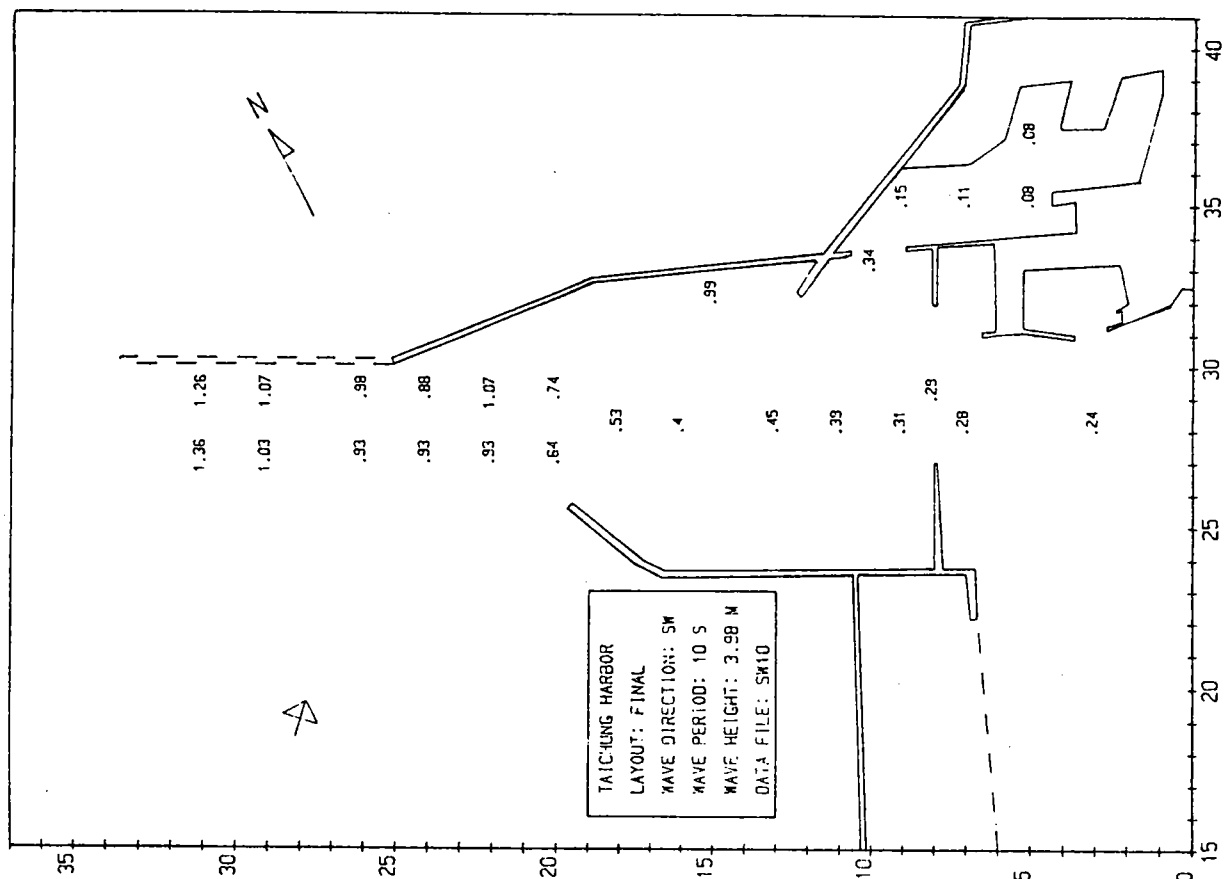


(b) 能峰週期 $T_p=10.0\text{sec}$

圖 3-6c 台中港口第二階段擴建定案佈置 WSW 向波浪高遮蔽係數



(a) 能峰週期 $T_p = 8.0 \text{ sec}$



(b) 能峰週期 $T_p = 10.0 \text{ s}$

圖 3-6d 台中港港口第二階段擴建定案佈置 SW 向波浪波高遮蔽係數

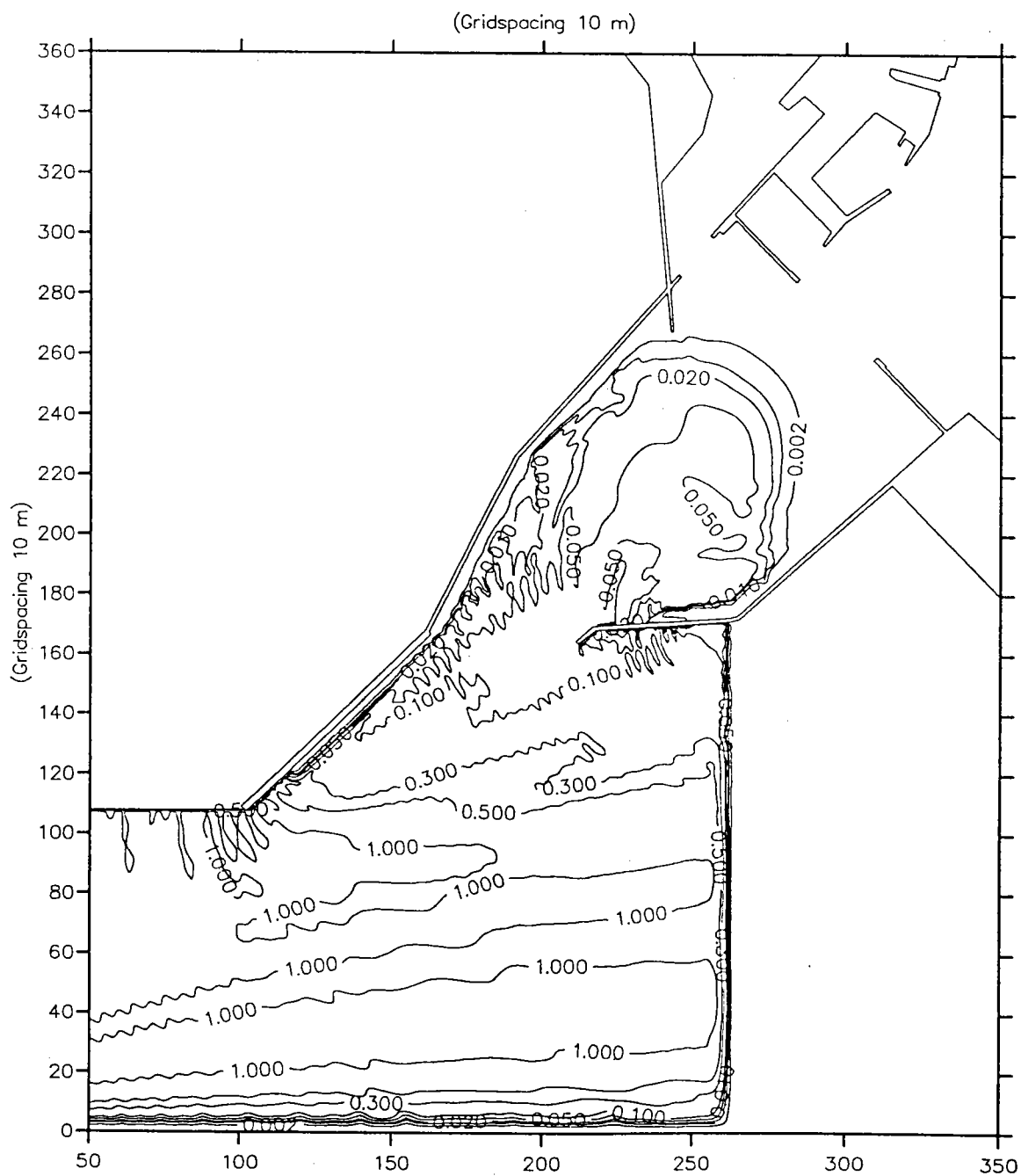


圖 3-7 台中港現況冬季經常性波浪計算之波高遮蔽係數 K_d 圖
(週期 8 秒，波向 NWN)

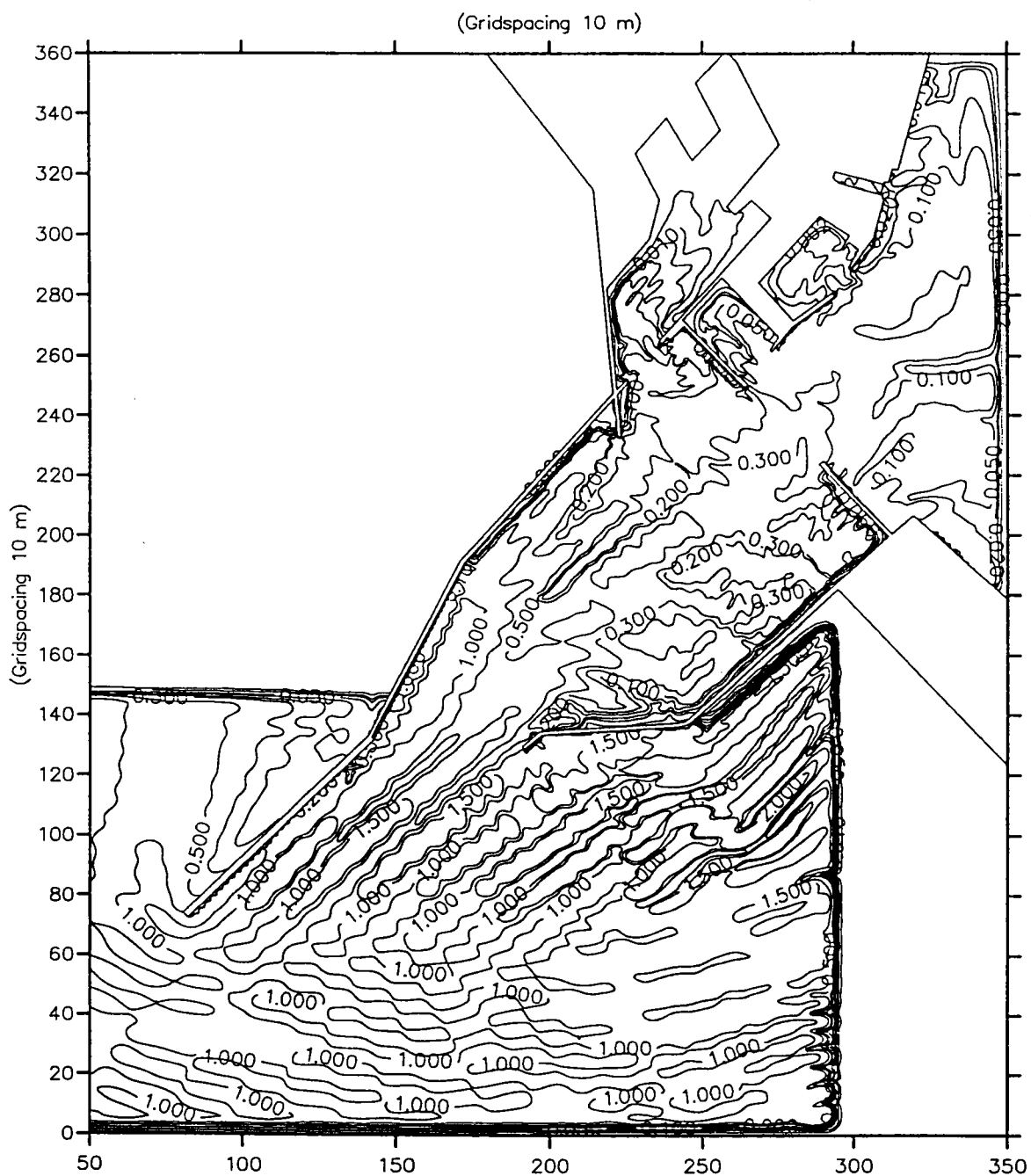


圖 3-10 台中港現況夏季颱風波浪計算之波高遮蔽係數 K_d 圖
(週期 12 秒，波向 WSW)

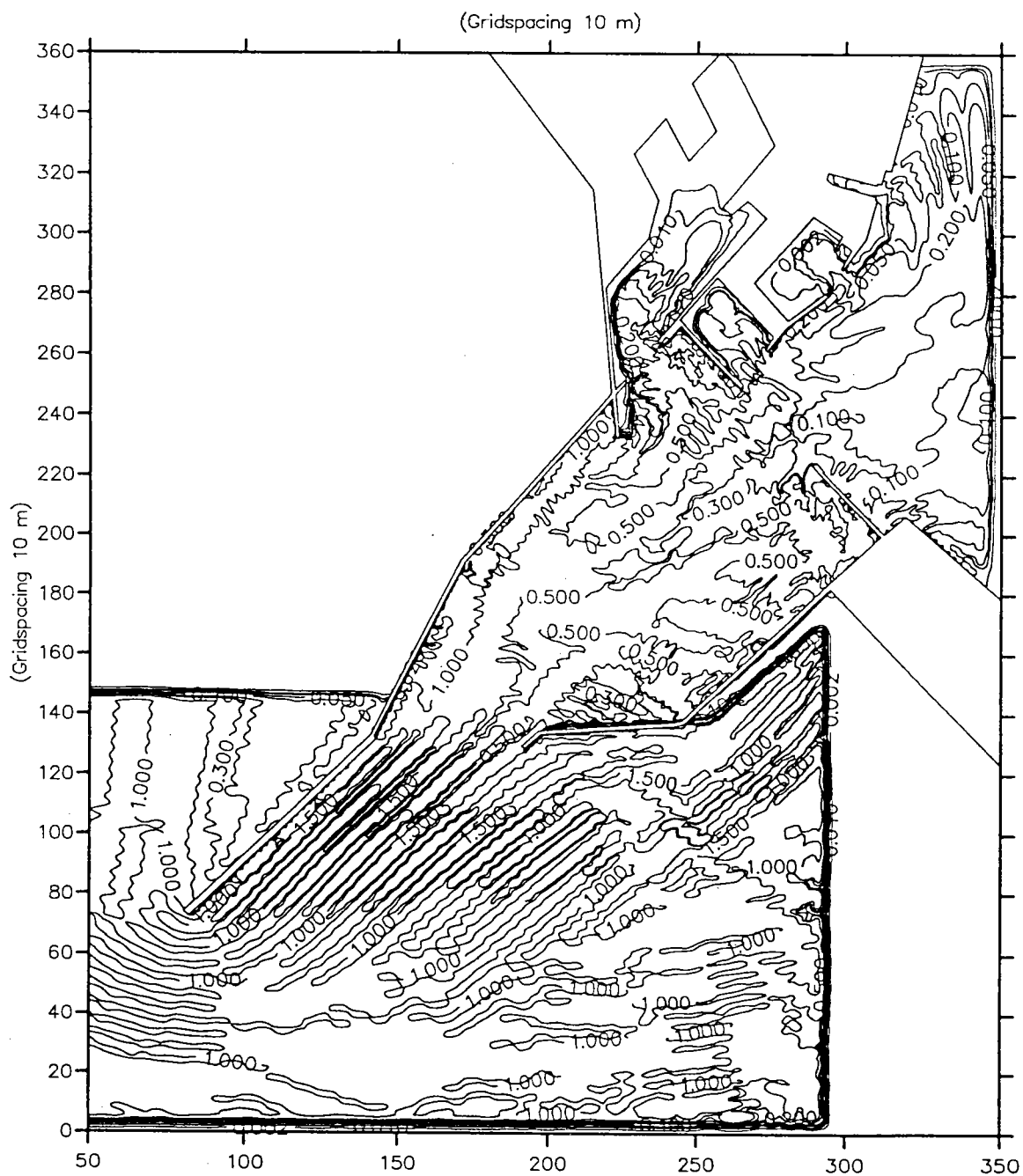


圖 3-8 台中港現況夏季經常性波浪計算之波高遮蔽係數 K_d 圖
(週期 8 秒，波向 WSW)

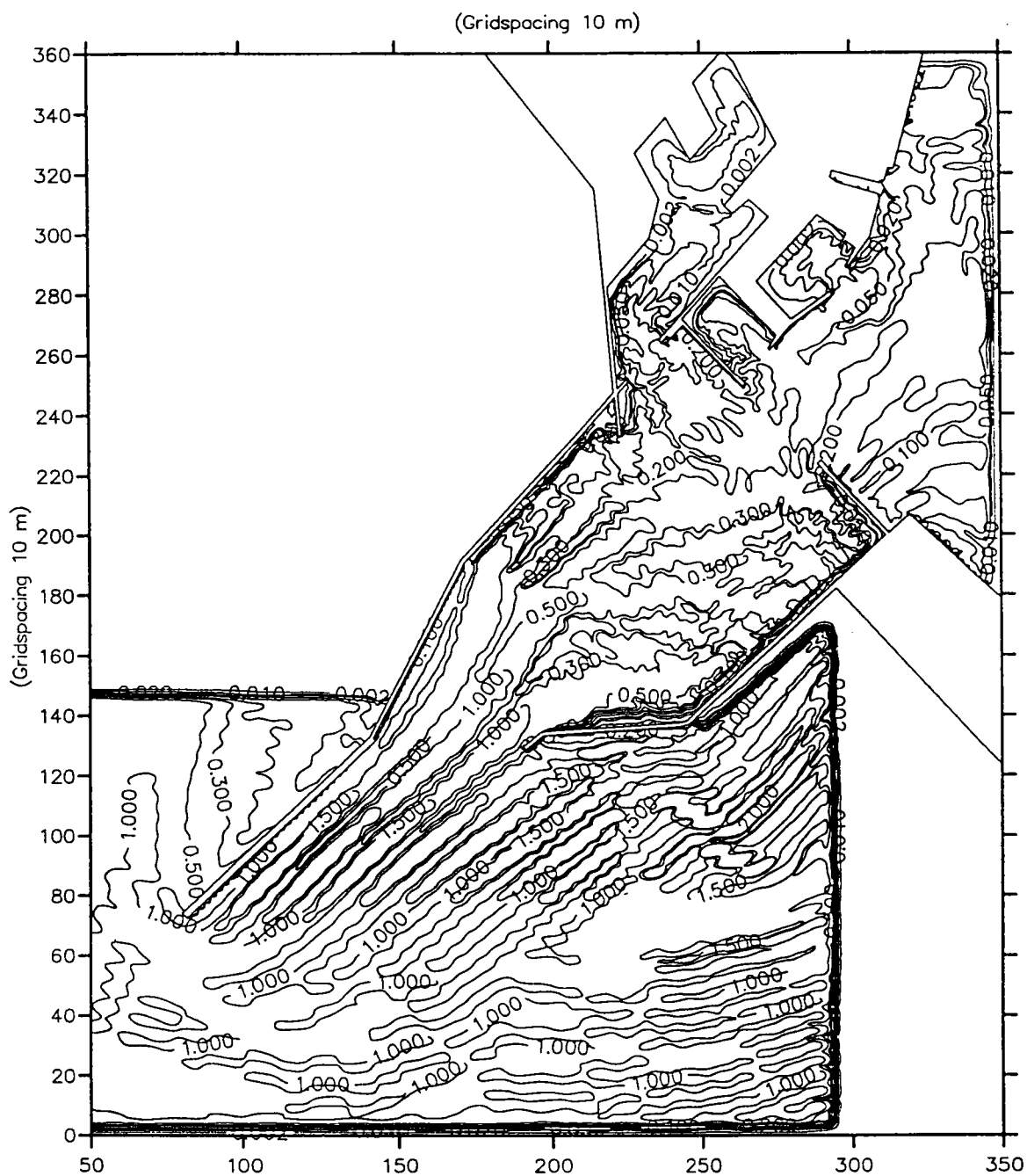


圖 3-9 台中港現況夏季颱風波浪計算之波高遮蔽係數 K_r 圖
(週期 10 秒，波向 WSW)

第 肆 章

台中港港域波浪遮蔽數值模擬

第肆章 台中港港域波浪遮蔽數值模擬

4-1 引言

台中港港口第一期第二階段擴建工程於民國 83 年底完成，目前為配合船舶大型化之發展與進泊大型船舶之需要，刻正進行港口第二期擴建規劃與相關擴建規劃替代方案之評估工作。於各項評估工作中，為瞭解台中港北外防波堤再延伸，南內外防波堤拆除部分長度對領港登輪區之波浪遮蔽效果與對港內水域靜穩度之影響，因此，委由本研究以數值模擬計算方式進行台中港港域波浪遮蔽效果探討，計算結果並將配合為現況港口配置改善之評估依據。

4-2 港域靜穩度數值計算模式

本研究使用 MIKE21-EMS 橢圓緩坡方程式計算港口遮蔽及港內水域之靜穩度。其主要之理論架構係屬線性折繞射模式，可考慮波浪碎波、底床摩擦及波浪相關散射之效應，並可涵括樁、碼頭、消浪堤等結構物之部分反射及透射模擬，此外，其尚可應用於不等深水域之折射及繞射計算。對於水域面積不大之港池，其亦可用以計算港池盪漾及探討港池共振之特性。

MIKE21-EMS 使用隱式有限差分迭代法(Iterative Implicit Finite Difference Method)求解緩坡方程式，而緩坡方程式一般可寫為

$$\nabla(C \cdot C_g \nabla \xi) = (C_g / C) \cdot \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} \dots\dots\dots (4-1)$$

式中 C 為波浪進行速度， C_g 為波浪群速度，其可分別表示為 $C^2 = (g/k) \tanh(kh)$ 及 $C_g = 1/2[1 + 2kh/\sinh(2kh)]C$ ，其中 $k = 2\pi/L$ 表示波浪週波數， $h = h(x, y)$ 表示水深， L 表波浪波長， ξ 表自由水面變動量； ∇ 為水平

梯度運算符號： $\left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}\right)$ 。引入 x 及 y 方向之假想流量 P^* 及 Q^* ，則緩坡方程式可以質量及動量守恒方程式形式表為：

$$\frac{\partial P^*}{\partial t} + CC_g \frac{\partial \xi}{\partial x} = 0 \dots\dots\dots (4-2)$$

$$\frac{\partial Q^*}{\partial t} + CC_g \frac{\partial \xi}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots (4-3)$$

$$\frac{C_g}{C} \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial P^*}{\partial x} + \frac{\partial Q^*}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots (4-4)$$

在時間變量假設具簡諧(Harmonic)穩定解下， ξ ； P^* 及 Q^* 可分別以下式表示：

$$\begin{aligned} \xi &= S(x, y, t) \cdot e^{i\omega t} \\ P^* &= P(x, y, t) \cdot e^{i\omega t} \dots\dots\dots (4-5) \\ Q^* &= Q(x, y, t) \cdot e^{i\omega t} \end{aligned}$$

此時， S ， P ， Q 之時間變量則假設其具緩變特性，引入入射波、反射波、部分反射波、散射波及吸收邊界與底床摩擦及碎波效應後，控制方程式可進一步化簡為

$$\lambda_1 \frac{\partial S}{\partial t} + \lambda_2 S + \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} = SS \dots\dots\dots (4-6)$$

$$\lambda_1 \frac{\partial P}{\partial t} + \lambda_3 P + C_g^2 \frac{\partial S}{\partial x} = 0 \dots\dots\dots (4-7)$$

$$\lambda_1 \frac{\partial Q}{\partial t} + \lambda_3 Q + C_g^2 \frac{\partial S}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots (4-8)$$

式中：

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 &= \frac{C_g}{C} \\ \lambda_2 &= \frac{C_g}{C} \cdot i\omega + f \\ \lambda_3 &= \frac{C_g}{C} \cdot \omega(i + f_p) + f_s + e_f + e_b \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4-9)$$

ω 表波浪頻率； i 表複數虛部； SS 為單位水平面上之源流強度； f_p 表多孔體內部因線性摩擦因素損失之能量； f_s 表示吸收邊界之線性摩擦因子； e_f 表底床摩擦造成之能量消散； e_b 表示因碎波引致之能量損失。

根據以上控制方程式之描述，在模式計算中只要設定適當之計算範圍，給定欲模擬計算之波浪波高與週期，再配合必要邊界條件及相關參數之設定，則港口遮蔽效應與港內靜穩度即可計算求得。

4-3 模式建立與計算限制

港口靜穩度之計算模式，由於 x 及 y 方向假想流量 P' 及 Q' 之引入，使得橢圓型態之緩坡方程式變形成為拋物線型方程組，因此在使用有限差分法求解之過程中，網格之大小尺度除必須滿足每一波長至少 10 至 15 個分割點外，計算中，對於流體計算穩定性相關之 Courant Number： C_r 之限制亦必須遵從。 C_r 一般係用來描述一單位計算時距內，計算訊息傳播影響之格點數目，其可表示為：

$$C_r = C \cdot \Delta t / \Delta x \dots\dots\dots (4-10)$$

C 表示計算訊息之傳遞速度， Δx 及 Δt 分別為計算格距及時距。一般， C_r 值在計算區域內必須小於 1，如此，數值計算方易趨於穩定，否則將導致發散。

除以上計算格距及時距之限制外，計算範圍之人為邊界尚必須離計算區域有效結構物邊界至少 4 至 6 倍波長之距離，藉以減小人為邊界對計算結果之影響。

4-4 參數與邊界條件設定

數值模式計算結果之可靠性與準確性，除受計算模式解析方法及控制方程式建立之假設所限制外，相關邊界條件之設定及參數之使用亦有密切的關係，對於 MIKE-EMS 模式而言，本研究相關之參數及邊界條件設定如下：

(1)底床摩擦

底床摩擦為促使波浪失去部分能量之致因，能量失去量之大小隨波浪行進距離、波高及波浪週期增加而增大，但隨水深之變深而遞減。對於單一簡谐波而言，其能量消散率可表為

$$\frac{dE}{dt} = \frac{-1}{6\pi} \frac{f_e}{g} \left(\frac{\omega H}{\sinh(kd)} \right)^3 \dots\dots\dots (4-11)$$

式中， f_e 表能量消散係數， ω 為波浪週頻率， k 為波浪週波數， d 為水深， H 為波高。

對於波高具雷利(Rayleigh)分佈之波浪而言，其能量消散率可表為

$$\frac{dE}{dt} = \frac{-1}{8\pi^{1/2}} \frac{f_e}{g} \left(\frac{\omega H_{rms}}{\sinh(kd)} \right)^3 \dots\dots\dots (4-12)$$

式中， H_{rms} 為波高之均方根值。

上列式中， f_e 與尼古拉(Nikuradse)糙度係數 K_N 有關，其關係如下：

$$\left. \begin{aligned} f_e &= 0.24; \quad a_b / K_N < 2 \\ f_e &= \exp(-5.977 + 5.213(a_b / K_N)^{-0.194}); \quad a_b / K_N \geq 2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4-13)$$

式中， a_b 為底床上波浪水粒子之運動振幅，一般設定 $K_N = 0.002m$ 。

(2)碎波

碎波為因波浪尖銳度增大而變得不穩定後所產生之能量消散效果，其能量消散量可依下式計算

$$E_{diss} = \frac{-1}{4T} \cdot Q_b \cdot H_{max}^2 \dots\dots\dots (4-14)$$

式中， H_{max} 表某一水深下允許之最大波高，而

$$H_{max} = \gamma_1 / k \tanh(\gamma_2 kd / \gamma_1) \dots\dots\dots (4-15)$$

Q_b 表碎波量，可依下式估算

$$\frac{1-Q_b}{\ln Q_b} = -\left(\frac{H_{rms}}{H_{max}}\right)^2 \dots\dots\dots (4-16)$$

上列式中， T 為波浪週期， k 為波浪週波數， d 表水深， H_{rms} 為波高均方根值。 γ_1 及 γ_2 為碎波控制指標，一般使用 $\gamma_1 = 1.0$ 而 $\gamma_2 = 0.8$ ，在本計算中，碎波效應將計入考量。

(3) 邊界設定

在 MIKE21-EMS 中，邊界之設定有三類：第一為反射邊界，可依據結構物反射率之大小，透過線性摩擦係數之轉換而設定，依美國工程兵團海岸保護手冊之資料，對於不透水之光滑海灘，反射係數一般設為 0.8，對於粗糙之斜坡海灘及分階之結構物，反射係數一般在 0.3 至 0.6 間，本研究對於台中港防波堤構造物之反射率設定，在新舊北外防波堤堤面上，設定其為全反射，南外防波堤靠海測部分亦設定全反射，其餘堤面及碼頭，反射係數設定在 0.5 至 0.8 間。第二類邊界為吸收邊界，可依據港池特性及模擬區域需要而設置，藉以減小不必要及人為邊界導致之反射影響。第三類為造波邊界，可依據計算範圍配合上述二類邊界之設定選定造波方向。

4-5 計算範圍與條件

港口遮蔽及港內靜穩度模擬之計算範圍係以台中港北外防波堤延伸 850 公尺後之現況為依據，地形資料亦仍使用民國 83 年之水深測量結果，在模式建立之必要限制及電腦記憶容量考量下，計算範圍設定將依港口替選配置方案與入射波向而彈性變更，但其平面之計算網格間距皆取為 10 公尺。計算之波浪條件，參考以往水工模型試驗條件後，選定冬季經常性波浪以週期 8 秒，波向 N 為代表。夏季颱風波浪週期以 8 秒、10 秒及 12 秒為主，計算波向則考慮 WNW、W、WSW 及 WS 等四個對台中港港口具較大影響之波向

。入射波高之設定，爲於計算中引入碎波效應，因此，不論冬季季節性風浪或夏季之颱風波浪皆設爲 3 公尺。最後，計算港域之靜穩度將以波高遮蔽係數 $K_d (= H/H_o)$ 表示。

4-6 現況及替選方案之港域配置

在民國 79 年至 84 年間，台中港務局爲解決冬季季風期間，北外防波堤對季風波浪形成之遮蔽範圍不足、領港人員出港登輪領航困難問題，以及配合台電公司原計畫進泊 12.5 萬噸級煤輪需求，乃積極推動港口第一期第二階段擴工程。原於該擴建計畫中主要工程項目爲沿 WNW 方向延長北外防波堤 850 公尺、南外防波堤及南內防波堤各拆除 168 公尺及 50 公尺。但在執行港口第一期第二階段擴建工程期間，台電公司因港內航道浚深拓寬工程費昂貴，且面臨浚泥無處棄填之困難，乃改變原進泊大型船舶之意願。而當時北外防波堤已完成部份堤段延伸工程，並已顯示可發揮原預期提高船舶進出港安全功能，且其遮蔽效果亦使引水人不必到外埠接船，改善引水人員登輪引航問題之目標亦已達成。因此，台中港務局鑑於如再按原計畫拆除南外防波堤及南內防波堤，則在港口寬度增大後，將可能影響港內靜穩度及船舶繫泊。故在經濟性及港池靜穩度考量下，乃研提修正計畫，經台灣省政府交通處審議核備，原計畫南外防波堤及南內防波堤之拆遷不予執行，北外防波堤則繼續沿 WNW 方向延長至 850 公尺，現況配置如圖 4-1-0 所示。圖 2-2 爲民國 83 年港區實測之水深。

近年來，台中港爲因應運量之發展與船舶大型化之趨勢，台中港務局原有關建第二港口以適應海岬型散貨輪及 5,000~6,000TEU 級貨櫃輪之構想，但因該計畫規模相當大、影響因素極多、且需配合過港隧道計畫併案進行，執行時程恐緩不濟急，故台中港務局乃有於第二港口闢建前，先執行第一港口第二期擴建工程之構想，希望能在最短時間內讓 4,000~5,000TEU 級貨櫃輪及 12,500DWT 級散貨輪能由第一港口安全進泊台中港。在此需求與考量下，本研究總研究計畫於參酌台中港歷年相關研究^{[1][8]}，報告及成果後，以現況港口之配置爲基礎，針對下列三項課題：

- (1)商港水域所能忍受南外防波堤及南內防波堤之最大拆除長度
- (2)南外防波堤及南內防波堤因應操航安全所需之較適當拆除長度
- (3)北外防波堤較適當之延伸長度及方向

研擬可能之替選方案共計十個，分別如圖 4-1-1 至圖 4-1-10 所示。各替選方案港域配置之詳細說明參見表 4-1，有關之細項配置目的分別說明如后：

(一)現況配置方案

如圖 4-1-0，本方案為現況港口之佈置方案。內、外防波堤口間航道寬度均為 300 公尺，港口段主航道近似隨圓形，寬度為 300 公尺至 600 公尺不等，航道水深 15 米。迴船池直徑為 1,000 公尺，港內航寬度為 200 公尺，設計水深為 14 米。主要波浪遮蔽計算之目的乃在提供其他替選方案評比與對照之參考。

(二)替選方案一

如圖 4-4-1，依據現況之配置，為增加內外防波堤口間航道寬度，使之成為 350 公尺，故拆除南外防波堤 170 公尺，拆除南內堤 50 公尺，另為擴大港口外北外防波堤形成之遮蔽水域，北外防波堤順沿原堤向(WNW)再延長 480 公尺。主航道水深及迴船池水域水深皆浚深為 16 米。

(三)替選方案二

如圖 4-1-2，與替選方案一類似，南外防波堤仍拆除自原堤頭前段起之七座沉箱約 170 公尺，北外防波堤順沿原堤向仍延長 480 公尺，但南內堤拆除長度為 100 公尺，藉以大幅增大內防波堤口間航道寬度為 400 公尺。同時據以探討港內水域靜穩度之變化與影響。

(四)替選方案三

如圖 4-1-3，南北內外防波堤拆除與延伸長度及方向與替選方案二相同，但南內防波堤拆除長度為 150 公尺，期使內防波堤口寬度達 450 公尺，藉以探討台中港南內防波堤最大可能容忍之拆除長度。

(五)替選方案四

如圖 4-1-4，為配合台中港外港區遠程之可能發展，北外防波堤自現有堤頭轉向西延伸 480 公尺，但南外防波堤拆除長度為 170 公尺，南內防波堤拆除長度為 150 公尺。

(六)替選方案五

如圖 4-1-5，在台中港現況配置上，南外防波堤及南內防波堤分別拆除 170 公尺及 100 公尺，但北外防波堤先順沿原堤向延伸 480 公尺後再轉向西延伸 270 公尺。俾利替選方案北外防波堤再延伸堤向評估之參考。

(七)替選方案六

如圖 4-1-6，為探討北外防波堤大幅度順沿原堤向延長之問題，在本替選方案內，北外防波堤順沿原堤向延長之長度為 750 公尺，但南內外防波堤拆除之長度分別為 50 公尺與 170 公尺。

(八)替選方案七

如圖 4-1-7，為便利北外防波堤再延伸堤向之評估，與替選方案一相類似，南內外防波堤拆除長度分別為 50 公尺與 170 公尺，但北外防波堤不順沿原堤向延伸，改以自現有北外防波堤堤頭處朝西向延伸 480 公尺。

(九)替選方案八

如圖 4-1-8，南內外防波堤拆除長度與替選方案七一致，分別拆除長度為 50 公尺與 170 公尺，但北外防波堤先順沿原堤向延伸 480 公尺後再轉向西延伸 270 公尺，總計延伸長度仍維持為 750 公尺。

(十)替選方案九

如圖 4-1-9，本替選方案為完成替選方案一至八之遮蔽、海流及快速操船等初步評估後所得之定案初步配置。在本替選方案中，南內外防波堤拆除之長度分別為 100 公尺及 93 公尺，北外防波堤則順沿原堤向延伸 480 公尺。

(十一)替選方案十

如圖 4-1-10，本替選方案實為經遮蔽、海流及真實操船等評估後所得之定案配置。在定案配置中，北外防波堤為順沿原堤向再延伸 480 公尺，南外防波堤拆除沉箱式合成堤 93 公尺，南內防波堤則拆除 50 公尺，其中包括沉箱式合成堤 36 公尺拋石堤 14 公尺，主航道及迴船池水域皆浚深為 16 米。

以上含現況配置總計十一個替選方案中，替選方案六、七及八僅用為海流流場評估使用，在港口水域靜穩度模擬計算研究中，並未予涵括。

4-7 現況港口折射計算結果及驗證

台中港北外防波堤延伸主要目的之一係為遮蔽冬季經常性波浪，俾使領港登輪區可有效外移，港內靜穩度可大幅提昇。北外防波堤延伸 850 公尺完成後之現況港口配置，經以入射波高 3.5 公尺；週期 8 秒；波向為 NWN 之冬季經常性波浪作折射計算，可得平潮位之計算結果如圖 4-2 所示。在圖中，等值線表示波高之大小，波向則以箭矢方向表示。由圖觀察可知，現況北外防波堤堤頭處波高遮蔽係數(kd)約為 0.86，波向無變化，仍保持為 NWN。但若以入射波高 3.0 公尺；週期 8 秒；波向為 NE 之冬季經常性波浪作折射計算，可得干潮及滿潮之計算結果分別如圖 4-3a 及 b 所示。由圖觀察可得，在現況北外防波堤堤頭處，NE 方向入射波浪之波高遮蔽係數(kd)約僅為 0.8 左右，且波向在堤頭處已約轉為 N 向。在現況領港登輪區上，參見圖 2-3，依現況領港作業規定，目前其位置係設定在南防波堤燈塔西南西方約 0.5 浬(0.926 公里)處，對照圖 4-3a 或 b 可得其網格座標約為(84, 64)，對應波高遮蔽係數仍高達 0.6 以上。在冬季風急浪大之海氣象條件下，領港艇外航之困難度與領港人員登輪之危險性可以想見。僅管如此，在 NE 方向之入射波浪作用下，港口以內主航道口附近水域，波高遮蔽係數一般均在 0.2 以下。因此，港內水域應具有甚為良好之靜穩度。

圖 4-4 為台中港海域 1993/12/08 近岸波場之 SPOT 衛星影像。由影像上波紋特性可看出，當時入射波向約為 NNE，在北外防波堤堤頭處波向約轉為北向，整體波場與圖 4-3a 或 b 對照，兩者實甚接近，只是，目前衛星影像量化之判讀尚待各方面再求突破，於此，僅能就定性之驗證比對而已。

4-8 替選方案港域靜穩度計算結果

台中港港口二期擴建規劃現況配置及替選方案配置 I 至 V 與配置 IX 及 X 之港域波浪遮蔽數值模擬結果分別如圖 4-5-0a 至圖 4-19-2b 所示。各圖編號最末尾為"a"者，為以波高遮蔽係數 $K_d (= H/H_o)$ 等值線表示台中港漁港口、南北內防波堤口至迴船池與各泊渠入口等重要水域之靜穩度，主要用以描述

台中港內細部港區受波浪作用後之影響水域；各圖編號最末尾為”b”者，係以波高遮蔽係數分段色階圖描述台中港整體港域受波浪作用後之港域靜穩度。兩者相搭配對照，可對港域靜穩度之定性與定量特性完全掌握。另為各替選方案間相互比較對照與討論之方便，數值模擬結果圖將以入射波向依由北而南逆時針方向之原則排列，入射波浪週期不同時，亦依同樣原則處理。全部替選方案港域靜穩度數值模擬結果與圖號之編排對照如表 4-2。圖 4-20 為台中港港內波高遮蔽係數評估用之比較測點位置分佈與編號。其中，測點 1 位於台中港現況配置主航道入口處，並居於北外防波堤與南外防波堤堤頭之間；測點 2 位於主航道中點上；測點 3 位於南北內防堤口中央；測點 4 恰位於迴船池中心；測點 5 為港內主航道之起點；測點 6 居於中泊渠入口；測點 7 在 8A 碼頭前緣；測點 8 位於北泊渠入口；測點 9 在漁港口入口中點上；測點 10 位於漁港港域之中心。

在各替選方案上，隨入射波向不同，各測點所對應之波高遮蔽係數模擬計算結果分別如表 4-3a 至表 4-10c 所示；而依入射波向為主，各測點所對應之波高遮蔽係數隨各替選方案之變化則如表 4-11 至表 4-15 所示。表 4-3a 至表 4-15 中，無括號之數值代表正位於測點上之計算波高遮蔽係數值；加括號之數值代表測點周圍水域鄰近之計算波高遮蔽係數。

4-9 港域靜穩度計算結果之驗證

台中港港域內外並無同時期之實測波高紀錄可供港域靜穩度驗證使用。本研究因此引用相關水工遮蔽試驗結果以驗證數值模擬計算結果之準確性。

台中港為第一期第一階段建港工程所辦理之水工遮蔽試驗^[1]，其以入射波向 WNW；波高 5.0 公尺；週期 9.8 秒所得之試驗結果如圖 3-1b 所示。由於 WNW 波向對現況台中港港口配置而言波浪係直接入侵港內，因此，可約與本研究圖 4-9-2 之數值模擬結果相驗證，由驗證結果可知，不僅波高遮蔽係數在迴船池水域頗為相符，現況中泊渠口將受 WNW 入射波嚴重影響之趨勢亦頗為一致。

台中港第一期第二階段擴建工程之水工遮蔽試驗結果^{[1][7]}如圖 3-2a 至圖

3-6d 所示。其中，佈置 II (圖 3-3a 至圖 3-3c) 即為台中港現況之港域配置。將圖 3-3a(a) 週期 8 秒，西向入射波浪之水工遮蔽試驗結果與圖 4-11-0 或表 4-13 佈置 0 之數值模擬結果作一比較，可得兩者在港內之波高遮蔽係數值甚為符合。在西南西入射波向上，將圖 3-3b(a) 與圖 4-14-0 或表 4-14 佈置 0 週期 8 秒之數值計算結果相驗證，可得除迴船池水域水工試驗波高遮蔽係數偏大外，其他水域穩靜度之一致性仍甚良好。對西南方向入射波浪而言，比較圖 3-3c(a) 與圖 4-17-0 或表 4-15 佈置 0 之結果，可得在整體港域內，水工試驗與數值模擬計算結果亦甚吻合。在北外防波堤對北向波浪之遮蔽驗證上，比較圖 3-2a 與圖 4-5-0 或表 4-11 佈置 0 之結果，可得兩者波高遮蔽係數值甚為接近，尤其，數值模擬結果更顯示，現況北外防波堤之配置，對偏北向入射波浪而言，在堤體遮蔽區內，實際其與單堤之理論繞射係數甚為相似。至於佈置 I (圖 3-2a 至圖 3-2d)，雖然其北外防波堤與本研究替選方案 1 之長度有差異，但對西偏南向之入射波向而言，入射波浪對港內水域之影響，兩者亦應可相互對照驗證。緣此，比較圖 3-2b(a) 與圖 4-11-1 或表 4-13 佈置 1；圖 3-2c(a) 與圖 4-14-1 或表 4-14 佈置 1 及圖 3-2d(a) 與圖 4-17-1 或表 4-15 佈置 1 等之水工試驗與數值模擬結果得，兩者在波高遮蔽係數值上亦所差無幾，在整體港域內之靜穩度驗證與比較也頗為相當。

台中港於本研究第二期擴建規劃總研究^[6]案內，為審慎評估各替選方案港域靜穩度受不同波向颱風波浪作用之影響，因此，於進行數值模擬計算同時亦辦理水工遮蔽試驗研究。於該水工試驗研究中，其試驗條件設定如表 4-16，量測分區與波高計設置如圖 4-21 所示，部分規則波試驗結果摘錄如表 4-17。於表 4-17 中，配合圖 4-21 所示之量測分區定義，可得其“外航道入口後”之分區與本研究數值計算測點 1 相對應；“內航道”對應計算測點 2；“內航道入口道”對應計算測點 3；“迴船池”對應計算測點 4；“8A 碼頭”對應計算測點 7；“8 號碼頭”對應計算測點 8；“9 號碼頭”對應計算測點 6；“30~32 號碼頭”對應計算測點 5；“漁港口”對應計算測點 9；“漁港口內航道”則與計算測點 10 相對應。比較以上台中港最近期完成之水工遮蔽試驗與本數值遮蔽計算結果可得，在現況配置受 WNW 波向作用下，表 4-12 佈置 0 週期 10 秒或圖 4-9-0 之港域各分區波高遮蔽係數數值計算與表 4-17 之

水工試驗結果甚為吻合；在 W 波向作用下，比較表 4-13 佈置 0 週期 8 秒或圖 4-11-0 之計算與表 4-17 之試驗結果得，除 8A 及 8 號碼頭波高遮蔽係數值略有差異外，其他水域總體之一致性仍甚良好；在 WSW 波向作用下，比較表 4-14 佈置 0 週期 12 秒或圖 4-16-0 之計算與表 4-17 之試驗結果得，水工試驗所得之波高遮蔽係數在南北內防波堤口以內港域及漁港港域皆有較數值計算結果略高之現象；在 WS 波向作用下，比較表 4-15 佈置 0 週期 10 秒或圖 4-18-0 之計算與表 4-17 之試驗結果得，兩者仍有甚高之一致性。

綜合以上數值模擬計算與相關水工模型試驗結果之相互比較及驗證得知，除計算或試驗條件與分析方法及分析位置等差異導致兩者在港內局部海域具些微之不一致性外，總體而言，港域靜穩度使用數值模擬方式計算、分析及評估，其準確性與從事水工遮蔽模型試驗是相當地。除此之外，另一值得一提的是，數值模型可永久保留、隨時更新與重現，並可提供計算港域全面性之靜穩度資訊，此點在水工模型試驗場地使用繁忙、量測儀器數量受限時，更能顯現其特有之優點。

4-10 台中港域靜穩度評估與討論

台中港港口擴建及拆除南內、外防波堤雖可以提供大型船舶較為寬闊與安全之操航空間，但相對的對港內水域靜穩度將產生影響，故在進行北外防波堤延長及南內、外防波堤拆除工作前，應先對港內水域、碼頭泊渠及漁港等區域之水域靜穩度之影響程度加以檢討，以研擬較適當之外廓防波堤佈置。

台中港港口二期擴建規劃現況配置及替選方案 I 至 V 與配置 IX 及 X 之港域波浪遮蔽數值模擬結果分別如圖 4-5-0a 至圖 4-19-2b 所示。各波向與替選方案模擬結果圖之關係參見表 4-2。表 4-3a 至表 4-15 為現況港域各重要水域代表點位之波高遮蔽係數分析。為便於比較各替選方案在不同波向及週期之波浪作用下，港內水域靜穩度之差異性，茲將各主要方向波浪作用時，各替選方案港內靜穩度概況說明如后：

(1) N 向波浪作用評估

台中港北外防波堤延伸主要目的為遮蔽冬季經常性波浪，俾使遮蔽區範圍向港外海域有效地擴大，以利領港登輪、拖船帶纜及船隻轉向進港之需要。

台中港現況及各替選方案於 N 向波浪作用下，港口附近波高遮蔽係數分佈狀況如圖 4-5-0(a)至圖 4-7-2(b)所示，各主要水域(如圖 4-20)之波高遮蔽係數比較詳如表 4-11。由表可明顯看出，在現況配置之主航道起點上，於週期 8 秒之波浪作用下，其波高遮蔽係數約僅有 0.1，佈置 I、II 及 III 在順沿北外防波堤再延伸 480 公尺後，其波高遮蔽係數最大約僅 0.05 左右，其中佈置 IV 及 V 當北外防波堤再延伸段有向西轉折時，主航道入口處波高遮蔽係數將比直接順沿原堤向延伸為大。而順沿原堤向直接延伸北外防波堤 480 公尺後，若北向入射波週期達 12 秒，則主航道入口處將有波高遮蔽係數高達 0.1 之情況發生。

至於現況南北內防波堤口以內水域，各替選方案港域靜穩度普遍皆較現況為佳，波高遮蔽係數一般均在 0.03 以下，其中佈置 IV 則有較不良之影響。其原因由圖 4-5-0b 及圖 4-5-4b 相互對照比較，可確知其係南外防波堤拆除部分長度之影響所致。至於領港登輪區之波高遮蔽係數，於北外防波堤順沿原堤向延長 480 公尺後，其值最大約為 0.3 左右。

(2)WNW 向波浪作用評估

台中港現有主航道方向為 WNW 方向，恰與本波浪入射方向完全一致，因此，本方向波浪將直接入侵港內水域。圖 4-8-0(a)至圖 4-10-2(b)及表 4-12 分別為現況及各替選方案之波高遮蔽係數分佈圖及比較表。由圖及表觀察可得，現況港口在週期 8 秒波浪作用下，主航道上之波高遮蔽係數約在 0.5 至 1.0 間，港內中泊渠口亦有波高遮蔽係數 0.5 之不靜穩現象。其他替選方案受波浪之影響結果亦相當，其中，南內防波堤若拆除 50 公尺，則迴船池水域在 8 秒波浪作用下，其波高遮蔽係數約為 0.2，若拆除 100 公尺，則其值約為 0.3。另由圖 4-8-0b 至圖 4-10-2b 可明顯看出，WNW 方向直接入侵港內之波浪將明顯影響 8A 碼頭及中泊渠水域之靜穩度，週期愈長，影響範圍愈集中，但影響範圍內之波高遮蔽係數反而愈小。另

由表 4-12 中觀察可得，對 WNW 方向之波浪而言，南內、外防波堤之拆除對漁港口靜穩度並無明顯之影響，現況及各替選方案中，漁港口之波高遮蔽係數在 8 秒週期波浪直接作用下，其值皆保持為 0.3，且隨入射波週期增長而遞減，在 12 秒週期之波浪作用下，其波高遮蔽係數僅約 0.15 左右。

(3)W 向波浪作用評估

本方向波浪作用下，現況及各替選方案之波高遮蔽係數分佈圖及分析表分別如圖 4-11-0(b)至圖 4-13-2(b)及表 4-13 所示。由於 W 向波浪之波向線與現有北外防波堤法線夾角約 67.5° ，波浪作用於北外防波堤經反射作用後，在港口附近將產生短峰波現象。由現況配置計算結果，圖 4-11-0b，觀察得，週期 8 秒之波浪有三束短峰波波峰線入侵港內，最北一束將沿北外防波堤行進，並影響漁港口前之水域，中間一束順主航道線直接影響迴船池水域，最南一束在南外防波堤堤頭附近，直接影響南、北內防波堤口主航道以南之水域。由表 4-13 可知，現況主航道上其波高遮蔽係數約在 0.3 至 1.5 間，南外防波堤拆除 170 公尺對南北內防波堤口及漁港口之波高遮蔽係數影響不大，分別皆保持在 0.3 及 0.2 左右，但波浪週期增長時，參見圖 4-12-2 及圖 4-13-2，由於短峰波波峰束變化，10 秒及 12 秒之波浪其短峰波波峰束雖各僅有二束及一束，但對港內靜穩度影響亦有變化，由表 4-13 觀察，對 W 向入射波浪而言，12 秒週期之波浪對港內水域靜穩度影響最為嚴重，10 秒與 8 秒週期相當，但 10 秒週期之波浪進入港內後將會對中泊渠水域產生較大之影響，至於南內防波堤之拆除將直接造成迴船池水域靜穩度降低，波高遮蔽係數約自現況 0.1 提昇至 0.2 與 0.3 之間。

(4)WSW 向波浪作用評估

對於夏季 WSW 方向之颱風波浪而言，與冬季經常性波浪對照，北外防波堤之延伸將無法適切有效地提供港口遮蔽性及港內靜穩度。本研究對週期 8 秒、10 秒及 12 秒，波向 WSW 之颱風波浪模擬計算結果分別如圖 4-14-0b 至圖 4-16-2b 及表 4-14 所示。由圖及表觀察可得 WSW 向颱風波浪

在現況北外防波堤南側及南外防波堤北側皆將形成沿北外防波堤方向之短峰波，其波高係數值普遍在 1.5 以上，對港內靜穩度之影響隨週期之增大而遞增，在南北外防波堤口處，12 秒週期之波浪將有兩條短峰波傳遞行進線通過港口進入港內，10 秒增至三條，8 秒則增至 5 條，此些向港內傳遞行進之短峰波波向亦將分別對漁港口、航道中線、南內防波堤口及迴船池水域造成影響，以圖 4-14-0b 及圖 4-15-0b 之計算結果為例，當波浪週期為 8 秒及 10 秒時，沿北外防波堤形成之第二及第三條短峰波波向線將會對漁港口造成威脅，唯其波高係數將會衰降至約 0.2；第三條及第四條短峰波波向線由於其形成位置約略在主航道中線上，因此其將對主航道區域甚至南北內防波堤口附近之港區水域直接造成影響，所幸在其直侵港內水域之同時，由於航道區水深之變化，其影響範圍將因折射淺化效應而偏向南北內防波堤口附近，但其波高遮蔽係數在迴船池內一般尚保持在約 0.2 左右。波浪通過內防波堤口水域並進入港內主航道後，一般其波高遮蔽係數將降至 0.1 以下，以大型船舶靠泊之靜穩度要求而言，若外海入射波高不大於 4 公尺，其靠泊之安全性應尚可接受。至於 8 秒週期之颱風波浪，因其形成之短峰波波向線高達 5 條，複雜的岸壁反射及水深造成之折射淺化影響將使內外港口間水域明顯存在港池盪漾現象，漁港口及其附近水域波高係數一般亦達 0.2 左右。綜合而論，在本方向波浪入射港區時，南內外防波堤堤長之部分拆除對港區之靜穩度，不論入射波週期長短皆有不利之影響。

(5) WS 向波浪作用之評估

對台中港港域而言，WS 波向之波浪週期較短者為經常性季風波浪，對週期較長者則可視為颱風波浪。本研究對週期 8 秒、10 秒及 12 秒、波向 WS 風浪模擬計算結果分別如圖 4-17-0(b)至圖 4-19-2(b)及表 4-15 所示。由圖及表觀察可得，8 秒週期之風浪其在港口主航道入口處約有六束短峰波波峰線入射港內，其中靠近北外防波堤之前三束將在港口內北外防波堤南側形成較不靜穩之水域。此現象依據領港之現場觀察與體認已得到明確之證實。第四束將直接影響港內主航道水域，並造成漁港口平均波高遮蔽係數高達 0.2，第五束直接通過南北內防波堤口，並直趨向 8A 碼

頭與中泊渠水域，並造成該區水域平均波高遮蔽係數介於 0.1 至 0.2 間。當入射波週期為 10 秒時，於港口主航道入口處可影響港內之短峰波波峰束將減為四束，其中靠近北外防波堤之前二束仍沿北外防波堤堤身進入港內主航道水域，對港內水域靜穩度影響較大且較直接者為第三束，其在漁港口形成之波高遮蔽係數約為 0.13，在迴船池及中泊渠水域其波高遮蔽係數約介於 0.1 至 0.2 間。週期 12 秒之長週期風浪，其對港內水域靜穩度造成影響之短峰波波峰數將僅約三束左右，其中第二束直接通過港口主航道入口並向北偏折而直接對漁港港口造成衝擊，漁港港口之波高遮蔽係數因此可高達約 0.2 左右，迴船池與中泊渠水域在此情況下受影響之程度相對地已減輕，其波高遮蔽係數在 12 秒風浪作用下一般僅約在 0.03 左右而已。另依據表 4-15 中迴船池水域之波高遮蔽係數觀察，再配合以上之評估分析可得，南內防波堤若維持現況，則迴船池水域波高遮蔽係數約為 0.1，若僅拆除 50 公尺，大抵上迴船池水域靜穩度仍可保持不變，但若拆除 150 公尺，則波高遮蔽係數將升高為 0.2，可見對 WS 波向、週期 8 秒之風浪而言，南內防波堤拆除之堤長對港內水域之靜穩度是有影響的。

4-11 綜合評估

台中港域進行港口第二期擴建規劃，其中甚為重要之評估工程為探討北外防波堤再延伸與南內外防波堤拆除部分堤長，於不同方向與週期之入射波浪作用下，對現況港域配置靜穩度之影響。本研究經以數值模型進行波浪遮蔽試驗後所得之綜合評估結果如下：

- (1) 台中港域以現況配置而言，北外防波堤沿現有堤線再延伸對港內靜穩度不會產生影響。且對現況領港登輪點海域在偏北向波浪作用下可有效提供遮蔽水域。
- (2) 當 WNW 方向波浪直接侵襲台中港海域時，參考表 4-12，8 秒週期之波浪，不論南外防波堤拆除 170 公尺或 93 公尺，其在南北內防波堤口水域之波高遮蔽係數最高約為 0.5，漁港港口入口水域最高約為 0.3，漁港內水

域波高遮蔽係數一般在 0.01 以下。各水域之波高遮蔽係數並會隨入射波浪週期增大而遞減。

- (3)當 WNW 方向波浪直接侵襲台中港海域時，參考表 4-12，8 秒週期之波浪，不論南內防波堤拆除 50 公尺、100 公尺或 150 公尺，迴船池水域之波高遮蔽係數一般約在 0.3 左右，但中泊渠入口處水域現況約在 0.3 至 0.5 間，而在 8A 碼頭前緣，波高遮蔽係數一般在 0.2 以下。各區水域之波高遮蔽係數亦有隨入射波浪週期增大而遞減之趨勢。另南內防波堤拆除部分長度對迴船池及中泊渠入口水域靜穩度之影響不明顯。
- (4)台中港現況配置與北外防波堤順沿原堤線延伸之各替選方案配置，當 W、WSW 及 WS 方向波浪入射港域時，必於港口外沿北外防波堤堤線產生向港內直接入射之短峰波波束，波束數目隨入射波週期長短而變化，部分波束將直接影響漁港入口、南北內防波堤口、迴船池及中泊渠等水域之靜穩度。因此，南內外防波堤拆除長度必須慎重考量各短峰波波束之主行進方向與衝擊。單獨依據有限控制測點上之波高遮蔽係數值以判斷入射波浪對全港域靜穩度之影響常不易獲得全面性與關鍵性之評估結果。
- (5)台中港中泊渠及 8A 碼頭鄰近水域，無論現況或各替選方案配置，其靜穩度普遍較港內其他碼頭水域為差。此原因為入射港內之波浪於通過南北內防波堤口後通常有向中泊渠水域偏折之現象所致。
- (6)替選方案佈置 10 為台中港港口二期擴建規劃之定案配置，其與現況港口配置主要之差異為北外防波堤順沿原堤線再延長 480 公尺；南外防波堤自現有堤頭起拆除 93 公尺；南內防波堤拆除 50 公尺，港口主航道水域水深全部浚深為 16 米。在此定案配置上，不同波向與週期波浪作用後其港域靜穩度與現況之比較為：N 向波浪作用下，不論波浪週期長短，定案配置之港域靜穩度皆較現況佳。但在 WNW、W、WSW 及 WS 等波向波浪作用下，現況配置之港域靜穩度一般反較定案配置良好。此原因為定案配置拆除部分南內、外防波堤，致使偏西及西南向波浪在原北外防波堤堤南側及港口與主航道入口海域形成之短峰波波束直接侵入港內影響所致。
- (7)本研究港口靜穩度數值計算成果，所呈現港內水域波高遮蔽係數僅為港內

波高與外海入射波高之相對性比較值。為檢討實際影響程度，必須依外海全年波高、週期及波向分佈實測資料，以綜合分析港內波高出現機率。

(8)由於台中港外海並無長期波向資料，為保守評估起見，假設台中港外海風向與波向一致，同時在颱風來襲時，假設其波向皆為影響本港最嚴重之 WNW 向，則依港內水域靜穩度波高遮蔽係數計算結果及台中港冬夏季經常性波高週期觀測成果(參見表 2-24)與台中港 50 年迴歸週期設計波高(參見表 2-26 及 2-27)推算結果，可計算得各替選方案港內各主要水域波高出現機率及可能出現最大波高。而依一般國際港埠規劃基準，港內無法作業時間(碼頭前緣波高大於 0.8m 以上)全年應小於 5% 以下。依此基準評估台中港各替選方案延長北外防波堤及拓寬航道後，港內主要繫泊碼頭水域尚可符合以上靜穩度之基本規範。但就 8A 碼頭前緣部份侵入波高可能將大於設計要求。

(9)北外防波堤繼續延長後，將使偏西及西南波向波浪及其反射波浪影響口外水域靜穩度之範圍加大，但此新延長堤段之反射浪或短峰波波束並不致影響港口內及主航道附近水域，該水域之影響主要仍為既有之北外防波堤段所控制。

表 4-1 台中港港口二期擴建規劃替選方案一覽表

替選 方案	MIKE-21 計算模式	南 外 堤 拆除長度	南 內 堤 拆除長度	北外防波 堤再延伸 長度	主航道寬度		備 註 欄
					外堤堤口	內堤堤口	
零方案	EMS,HD	0m	0m	0m	300m	300m	現況港口配置
方案一	EMS,HD	170m	50m	480m	350m	350m	北外防波堤沿原堤線 延伸，主航道水域浚 深至 16 米。
方案二	EMS,HD	170m	100m	480m	350m	400m	北外防波堤沿原堤線 延伸，主航道水域浚 深至 16 米。
方案三	EMS,HD	170m	150m	480m	350m	450m	北外防波堤沿原堤線 延伸，主航道水域浚 深至 16 米。
方案四	EMS,HD	170m	150m	480m	350m	450m	北外防波堤朝西延 伸，主航道水域浚深 至 16 米。
方案五	EMS,HD	170m	100m	750m	350m	400m	北外防波堤沿原堤線 延伸 480m 再朝西延 伸 270m，主航道水 域浚深至 16 米。
方案六	HD	170m	50m	750m	350m	350m	北外防波堤沿原堤線 延伸，主航道水域浚 深至 16 米。
方案七	HD	170m	50m	480m	350m	350m	北外防波堤朝西延 伸，主航道水域浚深 至 16 米。
方案八	HD	170m	50m	750m	350m	350m	北外防波堤沿原堤線 延伸 480m 再朝西延 伸 270m，主航道水 域浚深至 16 米。
方案九	EMS,HD	93m	100m	480m	320m	400m	北外防波堤沿原堤線 延伸，主航道水域浚 深至 16 米。
方案十	EMS,HD	93m	50m	480m	320m	350m	北外防波堤沿原堤線 延伸，主航道水域浚 深至 16 米。

表 4-2 台中港域靜穩度數值模擬計算結果圖號對照

入射波條件		現 況 配 置	替 選 方 案						
波向	週期(秒)		I	II	III	IV	V	IX	X
N	8	4-5-0	4-5-1	4-5-2	4-5-3	4-5-4	4-5-5	4-5-6	4-5-7
	10							4-6-1	4-6-2
	12							4-7-1	4-7-2
WNW	8	4-8-0	4-8-1	4-8-2	4-8-3	4-8-4	4-8-5	4-8-6	4-8-7
	10	4-9-0						4-9-1	4-9-2
	12	4-10-0						4-10-1	4-10-2
W	8	4-11-0	4-11-1	4-11-2	4-11-3	4-11-4	4-11-5	4-11-6	4-11-7
	10							4-12-1	4-12-2
	12							4-13-1	4-13-1
WSW	8	4-14-0	4-14-1	4-14-2	4-14-3	4-14-4	4-14-5	4-14-6	4-14-7
	10	4-15-0						4-15-1	4-15-2
	12	4-16-0						4-16-1	4-16-2
WS	8	4-17-0	4-17-1	4-17-2	4-17-3	4-17-4	4-17-5	4-17-6	4-17-7
	10	4-18-0						4-18-1	4-18-2
	12	4-19-0						4-19-1	4-19-2

**表 4-3a 台中港港口第二期擴建現況配置不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 8 秒)**

佈置：第 0 方案		入射波週期： 8 秒			入射波波高：3.0 米	
H/Ho	波 向	N	W	WNW	WS	WSW
區 域	點 位	nl01t44	wl01t48	Wnw101t48	ws101t52	ws101t56
主航道	1	0.1	0.5 (1.0) (1.5)	1.0	0.8 (0.8) (0.5)	0.5 (1.0) (0.8)
	2	0.1 (0.05) (0.03)	0.5 (0.3) (0.3)	0.5 (0.8) (0.8)	0.1 (0.5) (0.3)	0.3 (0.5) (0.3)
	3	0.05	0.3	0.5 (0.5) (0.3)	0.1 (0.3) (0.1)	0.08 (0.3) (0.05)
迴船池	4	0.04	0.1	0.08 (0.3) (0.8)	0.1 (0.08) (0.05)	0.03 (0.05) (0.05)
各泊渠入口與碼頭	5	0.01	0.08	0.08	0.03	0.01 (0.03) (0.01)
	6	0.01	0.07	0.5	0.06	0.05 (0.03) (0.03)
	7	0.03	0.09	0.2	0.02	0.08
	8	0.003	0.03	0.07 (0.07) (0.1)	0.03	0.02
漁 港	9	0.04	0.1 (0.1) (0.2)	0.3	0.2	0.2
	10	0.0005	0.05	0.01	0.003	0.02

**表 4-3b 台中港港口第二期擴建現況配置不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 10 秒)**

佈置：第 0 方案		入射波週期：10 秒		入射波波高：3.0 米	
H/Ho	波 向	WNW	WS	WSW	
區 域	點 位	wnwl02t59	Wsl0249	Wswl21t59	
主航道	1	0.8 (0.6) (1.0)	0.6 (0.9) (0.8)	1.0 (1.0) (0.8)	
	2	0.5	0.4 (0.4) (0.3)	0.3	
	3	0.4 (0.3) (0.3)	0.2	0.1	
迴船池	4	0.2 (0.2) (0.1)	0.1	0.04 (0.05) (0.03)	
各泊渠入口與碼頭	5	0.03	0.03	0.01	
	6	0.1	0.08 (0.06) (0.08)	0.03	
	7	0.2	0.1	0.05	
	8	0.08	0.03 (0.03) (0.05)	0.01	
漁 港	9	0.15	0.1	0.08 (0.05) (0.05)	
	10	0.008 (0.005) (0.005)	0.005	0.005	

**表 4-3c 台中港港口第二期擴建現況配置不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 12 秒)**

佈置：第 0 方案		入射波週期：12 秒		入射波波高：3.0 米
H/Ho	波 向	WNW	WS	WSW
區 域	點 位	wnwl03t36	wsl03t28	wswl03t39
主航道	1	0.6 (0.6) (0.9)	0.8 (0.9) (0.8)	0.5 (1.0) (1.0)
	2	0.5 (0.3) (0.4)	0.2 (0.3) (0.2)	0.4 (0.3) (0.5)
	3	0.3 (0.2) (0.2)	0.08 (0.1) (0.03)	0.2
迴船池	4	0.1	0.02 (0.03) (0.01)	0.1 (0.08) (0.1)
各泊渠入 口與碼頭	5	0.03	0.01	0.03
	6	0.08	0.03	0.05
	7	0.1 (0.08) (0.1)	0.03 (0.03) (0.05)	0.08 (0.08) (0.1)
	8	0.05 (0.03) (0.08)	0.02 (0.01) (0.03)	0.04 (0.03) (0.05)
漁 港	9	0.1 (0.05) (0.08)	0.1	0.08
	10	0.005	0.005	0.005

**表 4-4 台中港港口第二期擴建替選方案 I 不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 8 秒)**

佈置：第 1 方案		入射波週期：8 秒			入射波波高：3.0 米	
H/Ho	波向	N	W	WNW	WS	WSW
區 域	點 位	nl11t44	wl11t48	wnwl11t48	wsl11t52	wswl11t56
主航道	1	0.03 (0.03) (0.05)	0.8 (1.0) (1.5)	1.0	0.5 (0.8) (0.5)	0.8 (1.0) (0.5)
	2	0.01 (0.03) (0.03)	0.3	0.7	0.4 (0.5) (0.5)	0.5
	3	0.01	0.3	0.5	0.1 (0.1) (0.3)	0.2
迴船池	4	0.01	0.1	0.2	0.1	0.07 (0.2) (0.2)
各泊渠入 口與碼頭	5	0.002	0.06	0.06	0.03	0.08 (0.05) (0.05)
	6	0.003	0.06	0.5	0.2	0.04 (0.05) (0.08)
	7	0.01	0.08	0.2	0.1	0.1
	8	0.002	0.03	0.08	0.01 (0.01) (0.03)	0.03 (0.03) (0.1)
漁 港	9	0.008	0.2	0.3	0.2	0.2
	10	0.0005	0.05	0.01	0.003	0.01 (0.01) (0.03)

**表 4-5 台中港港口第二期擴建替選方案Ⅱ不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 8 秒)**

佈置：第 2 方案		入射波週期： 8 秒			入射波波高： 3.0 米	
H/Ho	波 向	N	W	WNW	WS	WSW
區 域	點 位	nl21t44	wl21t48	wnw121t48	wsl21t52	wsw121t56
主航道	1	0.03 (0.03) (0.05)	0.8 (1.0) (1.0)	0.8 (0.5) (1.0)	0.5 (0.8) (0.8)	0.8 (1.0) (0.8)
	2	0.01(0.03) (0.03)	0.5 (0.3) (0.3)	0.5 (0.8) (0.5)	0.5	0.5
	3	0.01	0.3 (0.1) (0.1)	0.3 (0.5) (0.5)	0.3	0.2 (0.3) (0.3)
迴船池	4	0.01	0.2 (0.3) (0.1)	0.3	0.09	0.1 (0.3) (0.2)
各泊渠入 口與碼頭	5	0.001	0.05 (0.08) (0.1)	0.05 (0.05) (0.08)	0.04	0.03
	6	0.003	0.08	0.5 (0.3) (0.3)	0.2	0.1 (0.2) (0.05)
	7	0.005	0.3 (0.1) (0.1)	0.1	0.1	0.1 (0.2) (0.2)
	8	0.001	0.05	0.05	0.03 (0.03) (0.05)	0.04
漁 港	9	0.02	0.2	0.3	0.3	0.2
	10	0.0005	0.05	0.01	0.005	0.02 (0.02) (0.03)

**表 4-6 台中港港口第二期擴建替選方案Ⅲ不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 8 秒)**

佈置：第 3 方案		入射波週期： 8 秒			入射波波高： 3.0 米	
H/Ho	波 向	N	W	WNW	WS	WSW
區 域	點 位	nl31t44	wl31t48	wnw131t48	wsl31t52	wsw131t56
主航道	1	0.05 (0.03) (0.05)	0.8 (1.0) (1.5)	1.0 (0.8) (1.0)	0.5 (0.8) (0.8)	0.8 (1.0) (1.0)
	2	0.01 (0.03) (0.03)	0.4 (0.3) (0.3)	0.5 (0.8) (0.8)	0.3 (0.5) (0.5)	0.3 (0.5) (0.5)
	3	0.01	0.3	0.3 (0.5) (0.3)	0.2 (0.3) (0.3)	0.2 (0.3) (0.2)
迴船池	4	0.02	0.2 (0.3) (0.1)	0.3	0.2	0.2
各泊渠入 口與碼頭	5	0.003	0.03 (0.05) (0.05)	0.05 (0.1) (0.1)	0.03	0.05 (0.08) (0.03)
	6	0.005	0.08	0.3	0.2	0.2 (0.2) (0.05)
	7	0.003	0.3 (0.1) (0.1)	0.1	0.1	0.1 (0.2) (0.2)
	8	0.001	0.05	0.05	0.02 (0.02) (0.05)	0.01 (0.03) (0.03)
漁 港	9	0.02	0.2	0.3	0.2	0.2
	10	0.0005	0.05	0.01	0.006	0.02 (0.02) (0.03)

**表 4-7 台中港港口第二期擴建替選方案Ⅳ不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 8 秒)**

佈置：第 4 方案		入射波週期： 8 秒			入射波波高：3.0 米	
H/Ho	波 向	N	W	WNW	WS	WSW
區 域	點 位	nl41t44	wl41t48	wnwl41t48	wsl41t52	Wswl41t56
主航道	1	0.08 (0.05) (0.1)	0.08 (1.0) (1.5)	0.8 (0.3) (0.3)	0.5 (1.0) (0.8)	0.07 (1.0) (1.0)
	2	0.06 (0.05) (0.08)	0.5 (0.3) (0.3)	0.5 (0.5) (0.3)	0.4 (0.5) (0.5)	0.5
	3	0.03	0.3	0.3	0.2 (0.3) (0.3)	0.2 (0.3) (0.1)
迴船池	4	0.045	0.2	0.1 (0.3) (0.3)	0.2 (0.2) (0.3)	0.2
各泊渠入 口與碼頭	5	0.01	0.03 (0.08) (0.08)	0.05 (0.08) (0.1)	0.03	0.05 (0.08) (0.03)
	6	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2 (0.2) (0.1)
	7	0.02	0.3 (0.1) (0.1)	0.2	0.1	0.2 (0.2) (0.1)
	8	0.005	0.05	0.1	0.08 (0.05) (0.05)	0.04 (0.02) (0.05)
漁 港	9	0.05	0.2	0.2	0.2	0.2
	10	0.0005	0.05	0.01	0.003	0.02 (0.01) (0.03)

**表 4-8 台中港港口第二期擴建替選方案Ⅴ不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 8 秒)**

佈置：第 5 方案		入射波週期： 8 秒			入射波波高：3.0 米	
H/Ho	波 向	N	W	WNW	WS	WSW
區 域	點 位	nl51t44	wl51t48	wnwl51t48	wsl51t52	Wswl51t56
主航道	1	0.05 (0.03) (0.08)	0.8 (1.0) (1.5)	1.0 (0.5) (0.8)	0.5 (0.8) (0.8)	0.8 (1.0) (1.0)
	2	0.03	0.3	0.5	0.5 (0.3) (0.3)	0.5
	3	0.02	0.3	0.3 (0.3) (0.5)	0.2 (0.3) (0.3)	0.2 (0.3) (0.3)
迴船池	4	0.02	0.2	0.3	0.2 (0.1) (0.3)	0.1 (0.3) (0.2)
各泊渠入 口與碼頭	5	0.008	0.04	0.03 (0.08) (0.08)	0.01 (0.03) (0.03)	0.03 (0.05) (0.01)
	6	0.1	0.1	0.5 (0.3) (0.3)	0.2	0.2 (0.2) (0.05)
	7	0.02	0.3	0.1	0.1	0.2
	8	0.02	0.05	0.05	0.04 (0.03) (0.08)	0.03 (0.05) (0.03)
漁 港	9	0.04	0.2	0.2	0.2	0.2
	10	0.0005	0.05	0.01	0.006	0.01 (0.01) (0.03)

**表 4-9a 台中港港口第二期擴建替選方案IX不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 8 秒)**

佈置：第9方案		入射波週期： 8 秒			入射波波高： 3.0 米		
H/Ho	波向	N	W	WNW	WS	WSW	WN
區 域	點位	NI91t44	WI91t48	WnwI91t48	Wsl91t52	WswI91t56	WnI91t56
主航道	1	0.03 (0.03) (0.05)	0.7 (0.7) (1.2)	0.8 (0.8) (1.2)	0.8	0.8 (1.0)	0.2 (0.2) (0.3)
	2	0.01 (0.03) (0.03)	0.5 (0.3) (0.2)	0.6 (0.9) (0.7)	0.2	0.4 (0.5) (0.5)	0.2(0.3) (0.1)
	3	0.01 (0.02) (0.02)	0.4 (0.2) (0.2)	0.4 (0.4) (0.6)	0.08 (0.1) (0.2)	0.08 (0.3) (0.2)	0.1(0.1) (0.08)
迴船池	4	0.01 (0.01) (0.03)	0.2	0.3	0.15	0.1(0.2) (0.2)	0.8(0.1) (0.1)
各泊渠 入口與 碼頭	5	0.005	0.05 (0.1) (0.1)	0.05 (0.05) (0.1)	0.05	0.03 (.005) (0.05)	0.05
	6	0.005 (0.005) (0.03)	0.1 (0.3) (0.05)	0.5 (0.2) (0.2)	0.15	0.1(0.1) (0.05)	0.05
	7	0.005	0.3 (0.3) (0.3)	0.2 (0.1) (0.3)	0.03	0.08 (0.05) (0.08)	0.1
	8	0.005	0.1 (0.08) (0.08)	0.05 (0.03) (0.1)	0.02	0.03	0.12 (0.05) (0.15)
漁 港	9	0.01	0.2	0.3	0.13	0.2	0.2
	10	0.005	0.05	0.01	0.005	0.02	0.02

**表 4-9b 台中港港口第二期擴建替選方案IX不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 10 秒)**

佈置：第9方案		入射波週期： 10 秒			入射波波高：3.0 米		
H/Ho	波向	N	W	WNW	WS	WSW	WN
區 域	點位	NI92t28	WI92t48	WnwI92t48	Wsl92t42	WswI92t59	WnI92t46
主航道	1	0.03 (0.03) (0.05)	1.2 (0.4) (0.4)	0.75 (0.6) (1.0)	0.7 (0.9) (1.0)	0.1	0.2
	2	0.02 (0.03) (0.01)	0.25 (0.8) (0.4)	0.5 (0.5) (0.5)	0.35 (0.5) (0.2)	0.2	0.1
	3	0.005 (0.01) (0.03)	0.08 (0.3) (0.3)	0.4 (0.3) (0.6)	0.2 (0.2) (0.3)	0.2 (0.2) (0.1)	0.08 (0.1) (0.1)
迴船池	4	0.008 (0.01) (0.005)	0.2 (0.1) (0.1)	0.3	0.15	0.08 (0.05) (0.08)	0.08 (0.05) (0.05)
各泊渠 入口與 碼 頭	5	0.005	0.03	0.05 (0.08) (0.03)	0.03 (0.05) (0.05)	0.03	0.01
	6	0.02 (0.03) (0.01)	0.2	0.2	0.15 (0.1) (0.1)	0.05 (0.05) (0.08)	0.05
	7	0.01	0.05 (0.1) (0.1)	0.2	0.1	0.1(0.0 8) (0.03)	0.05
	8	0.005	0.03	0.05 (0.03) (0.08)	0.04 (0.03) (0.05)	0.05 (0.03) (0.08)	0.01
漁 港	9	0.01	0.25	0.15	0.13	0.1	0.05
	10	0.005	0.005 (0.005) (0.01)	0.005	0.005	0.006	0.05

表 4-9c 台中港港口第二期擴建替選方案IX不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 12 秒)

佈置：第9 方案		入射波週期： 12 秒			入射波波高： 3.0 米		
H/Ho	波向	N	W	WNW	WS	WSW	WN
區 域	點位	Nl93t21	Wl93t37	Wnw193t37	Wsl93t28	Wsw193t38	Wnl93t36
主航道	1	0.09 (0.1) (0.08)	1.5 (0.3) (0.5)	0.55 (0.3) (0.9)	1.0 (0.5) (0.4)	0.8 (1.2) (1.0)	0.3 (0.2) (0.2)
	2	0.05 (0.03) (0.03)	0.65 (1.0) (0.4)	0.45 (0.2) (0.4)	0.15 (0.3) (0.2)	0.4 (0.3) (0.5)	0.15
	3	0.03 (0.02) (0.03)	0.5 (0.5) (0.6)	0.25 (0.15) (0.4)	0.1 (0.1) (0.05)	0.15 (0.1) (0.4)	0.1
迴船池	4	0.02	0.3	0.2	0.03	0.2	0.08
各泊渠 入口與 碼頭	5	0.005	0.05 (0.05) (0.03)	0.05 (0.08) (0.05)	0.01 (0.01) (0.005)	0.06 (0.10) (0.05)	0.03
	6	0.008 (0.01) (0.006)	0.2 (0.3) (0.3)	0.15 (0.2) (0.2)	0.03	0.2	0.08
	7	0.02	0.2 (0.2) (0.3)	0.1 (0.1) (0.2)	0.05	0.1	0.05 (0.05) (0.08)
	8	0.005	0.07 (0.05) (0.1)	0.05 (0.03) (0.1)	0.03	0.05 (0.03) (0.08)	0.02 (0.01) (0.03)
漁 港	9	1.1 (0.01) (0.03)	0.25 (0.2) (0.4)	0.15 (0.1) (0.2)	0.2	0.1	0.08 (0.03) (0.05)
	10	0.005	0.005 (0.005) (0.008)	0.005	0.005	0.005	0.005

表 4-10a 台中港港口第二期擴建替選方案X不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 8 秒)

佈置：第10 方案		入射波週期： 8 秒			入射波波高： 3.0 米		
H/Ho	波向	N	W	WNW	WS	WSW	WN
區 域	點位	Nla91t43	Wla1t40	Wnw1t41	Wsla1t53	Wswla1t56	Wnla1t38
主航道	1	0.03	0.8 (1.0) (1.2)	1.0 (0.5) (1.2)	0.6	0.7 (1.0) (1.0)	0.2
	2	0.01	0.4 (0.3) (0.2)	0.7 (0.7) (0.5)	0.2 (0.3) (0.5)	0.2 (0.5) (0.5)	0.1 (0.2) (0.1)
	3	0.01	0.4 (0.2) (0.2)	0.4 (0.5) (0.5)	0.1 (0.1) (0.3)	0.1 (0.3) (0.3)	0.08
迴船池	4	0.08(0.01) (0.01)	0.2	0.3 (0.4) (0.3)	0.1	0.1 (0.2) (0.1)	0.1 (0.05) (0.1)
各泊渠 入口與 碼頭	5	0.005	0.03	0.1	0.03	0.06 (0.05) (0.05)	0.03 (0.05) (0.05)
	6	0.03 (0.005) (0.03)	0.1 (0.1) (0.2)	0.2	0.1	0.08 (0.08) (0.03)	0.03 (0.08) (0.08)
	7	0.005	0.1	0.2	0.03 (0.03) (0.05)	0.1	0.05
	8	0.005	0.1 (0.03) (0.1)	0.03 (0.05) (0.03)	0.01 (0.01) (0.03)	0.03	0.05
漁 港	9	0.01	0.2	0.3	0.1 (0.2) (0.2)	0.2	0.1
	10	0.005	0.03	0.008 (0.008) (0.01)	0.005	0.02	0.005

**表 4-10b 台中港港口第二期擴建替選方案X不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 10 秒)**

佈置：第 10 方案		入射波週期： 10 秒			入射波波高：3.0 米		
H/Ho	波向	N	W	WNW	WS	WSW	WN
區 域	點位	Nla2t60	Wla2t59	Wnwa2t59	Wsla2t43	Wswla2t59	Wnla2t47
主航道	1	0.03 (0.03) (0.05)	1.2 (1.0) (1.5)	0.6 (0.4) (1.0)	0.6 (0.8) (0.8)	1.2	0.15 (0.1) (0.2)
	2	0.01	0.3	0.5	0.2 (0.4) (0.2)	0.2 (0.5) (0.3)	0.1
	3	0.01	0.2 (0.2) (0.3)	0.4 (0.3) (0.5)	0.2	0.2 (0.2) (0.1)	0.08
迴船池	4	0.01	0.2	0.3	0.2	0.06 (0.1) (0.08)	0.05
各泊渠 入口與 碼頭	5	0.005	0.03	0.03	0.03	0.02	0.008
	6	0.01	0.2	0.2	0.1	0.05 (0.03) (0.08)	0.05
	7	0.008	0.05 (0.05) (0.1)	0.2	0.1	0.1 (0.08) (0.03)	0.05 (0.03) (0.05)
	8	0.005	0.03	0.05	0.03 (0.03) (0.05)	0.05	0.02 (0.08) (0.03)
漁 港	9	0.01	0.2	0.2	0.15	0.1	0.08 (0.03) (0.08)
	10	0.005	0.008 (0.008) (0.01)	0.008	0.005	0.008	0.005

**表 4-10c 台中港港口第二期擴建替選方案X不同波向與測點
之波高遮蔽係數比較 (入射波週期 12 秒)**

佈置：第 10 方案		入射波週期： 12 秒			入射波波高： 3.0 米		
H/Ho	波向	N	W	WNW	WS	WSW	WN
區 域	點位	Nla3t56	Wla3t37	Wnwla3t37	Wsla3t28	Wswla3t38	Wnla3t36
主航道	1	0.08 (0.1) (0.05)	1.5 (0.7) (0.7)	0.5 (0.3) (0.8)	0.7	0.8 (1.2) (1.0)	0.3 (0.2) (0.1)
	2	0.03 (0.05) (0.05)	0.7 (0.7) (0.4)	0.4 (0.3) (0.3)	0.2 (0.3) (0.1)	0.4	0.1 (0.2) (0.1)
	3	0.03	0.6	0.3 (0.2) (0.4)	0.1	0.15 (0.1) (0.4)	0.1 (0.08) (0.1)
迴船池	4	0.01	0.3	0.2	0.03 (0.05) (0.01)	0.2	0.08
各泊渠 入口與 碼頭	5	0.005	0.05	0.05 (0.08) (0.03)	0.01	0.05	0.02
	6	0.01	0.3	0.2	0.003	0.1	0.05
	7	0.01	0.3	0.2 (0.1) (0.2)	0.05	0.1	0.08 (0.05) (0.08)
	8	0.005	0.08 (0.08) (0.1)	0.05 (0.05) (0.1)	0.03	0.03 (0.01) (0.06)	0.03
漁 港	9	0.01	0.3	0.15	0.2	0.1	0.05
	10	0.005	0.005 (0.005) (0.01)	0.005	0.005	0.005	0.005

表 4-11 台中港港口第二期擴建各替選方案在不同波浪週期與測點之波高遮蔽係數比較
(波向：N)

N 波向(H/H _o)	佈置 0	佈置 1	佈置 2	佈置 3	佈置 4	佈置 5	佈置 9			佈置 10		
	週 期	8	8	8	8	8	8	10	12	8	10	12
主航道	1	0.1	(0.03)	(0.03)	0.03	(0.03)	(0.03)	(0.03)	(0.1)	0.03	(0.03)	(0.1)
			0.03	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03	0.09	0.03	0.03	0.08
			(0.05)	(0.05)	(0.05)	(0.08)	(0.08)	(0.05)	(0.08)	(0.05)	(0.05)	(0.05)
	2	(0.05) 0.1 (0.03)	(0.03)	(0.03)	(0.03)	0.03	(0.03)	(0.03)	(0.03)	0.01	0.01	(0.05)
			0.01	0.01	0.01	0.06	0.01	0.02	0.05	0.01	0.01	0.03
			(0.03)	(0.03)	(0.03)	(0.08)	(0.03)	(0.01)	(0.03)			(0.05)
	3	0.05	0.01	0.01	0.03	0.02	(0.02)	(0.01)	(0.02)	0.01	0.01	0.03
							0.01	0.005	0.03			
							(0.02)	(0.03)	(0.03)			
迴船池	4	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	(0.01)	(0.01)	0.02	(0.01)	0.01	0.01
							0.01	0.008		0.03		
							(0.03)	(0.005)		(0.01)		
各泊渠 入口與 碼頭	5	0.01	0.002	0.001	0.003	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
							(0.005)	(0.03)	(0.01)	(0.005)	0.01	0.01
			0.01	0.003	0.005	0.1	0.005	0.02	0.008	0.03		
	7	0.03	0.01	0.005	0.003	0.02	0.005	0.01	0.02	0.005	0.008	0.01
			0.002	0.001	0.001	0.02	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
漁 港	9	0.04	0.008	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
			0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005

註：() 表示計算點位近旁之波高遮蔽係數值

表 4-12 台中港港口第二期擴建各替選方案在不同波浪週期與測點之波高遮蔽係數比較
(波向：WNW)

WNW 波向(H/H ₀)		佈置 0			佈置 1	佈置 2	佈置 3	佈置 4	佈置 5	佈置 9			佈置 10			
區域	點位	週期			8	10	12	8	8	8	8	10	12	8	10	12
		週期	週期	週期												
主航道	1	1.0	(0.6)	(0.6)	1.0	(0.5)	(0.8)	(0.3)	(0.5)	(0.8)	(0.8)	(0.6)	(0.3)	(0.5)	(0.4)	(0.3)
			0.8	0.6		0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	0.55	1.0	0.6	0.5		
	2	(0.8)	(0.3)	(0.8)	(0.5)	(0.3)	(1.0)	(0.3)	(0.8)	(0.9)	(1.2)	(1.0)	(0.9)	(1.2)	(1.0)	(0.8)
		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.5	0.45	0.7	0.5	0.4
迴船池	3	0.5	(0.3)	(0.2)	0.5	(0.5)	(0.5)	0.3	(0.3)	(0.5)	(0.4)	(0.3)	(0.15)	(0.5)	(0.5)	(0.2)
			0.4	0.3		0.3	0.3		0.4	0.4	0.25	0.4	0.4	0.3	(0.2)	
	4	(0.3)	(0.2)	(0.5)	(0.3)	(0.3)	(0.3)	(0.3)	(0.5)	(0.6)	(0.6)	(0.6)	(0.4)	(0.5)	(0.5)	(0.4)
		0.08	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2
各泊渠 入口處 碼頭	5	0.08	0.03	0.03	0.06	(0.05)	(0.1)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.05)	(0.08)	(0.08)	0.1	0.03	(0.08)
			0.05	0.05		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	6	0.5	0.1	0.5	(0.08)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.08)	(0.1)	(0.2)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
					0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
漁港	7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.07	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
																0.01

註：() 表示計算點位近旁之波高遮蔽係數值

表 4-13 台中港港口第二期擴建各替選方案在不同波浪週期與測點之波高遮蔽係數比較
(波向：W)

W 波向(H/H ₀)		佈置 0	佈置 1	佈置 2	佈置 3	佈置 4	佈置 5	佈置 9			佈置 10		
區域	週期 點位	8	8	8	8	8	8	8	10	12	8	10	12
主 航 道	1	(1.0) 0.5 (1.5)	(1.0) 0.8 (1.5)	(1.0) 0.8 (1.0)	(1.0) 0.8 (1.5)	(1.0) 0.08 (1.5)	(1.0) 0.8 (1.5)	(0.7) 0.7 (1.2)	(0.4) 1.2 (0.4)	(0.3) 1.5 (0.5)	(1.0) 0.8 (1.2)	(1.0) 1.2 (1.5)	(0.7) 1.5 (0.7)
	2	(0.3) 0.5 (0.3)	0.3 	(0.3) 0.5 (0.3)	(0.3) 0.4 (0.3)	(0.3) 0.5 (0.3)	0.3 	(0.3) 0.5 (0.2)	(0.8) 0.25 (0.4)	(1.0) 0.65 (0.4)	(0.3) 0.4 (0.2)	0.3 	(0.7) 0.7 (0.4)
	3	0.3 	0.3 	(0.1) 0.3 (0.1)	0.3 	0.3 	0.3 	(0.2) 0.4 (0.2)	(0.3) 0.08 (0.3)	(0.5) 0.5 (0.6)	(0.2) 0.4 (0.2)	(0.2) 0.2 (0.3)	0.6
	4	0.1 	0.1 	(0.3) 0.2 (0.1)	(0.3) 0.2 (0.1)	0.2 	0.2 	0.2 	(0.1) 0.2 (0.1)	0.3 	0.2 	0.2 	0.3
各 泊 渠 入 口 處 碼 頭	5	0.08 	0.06 	(0.08) 0.05 (0.01)	(0.05) 0.03 (0.05)	(0.08) 0.03 (0.08)	0.04 	(0.1) 0.05 (0.1)	0.03 	(0.05) 0.05 (0.03)	0.03 	0.03 	0.05
	6	0.07 	0.06 	0.08 	0.08 	0.2 	0.1 	(0.3) 0.1 (0.05)	0.2 	(0.3) 0.2 (0.3)	(0.1) 0.1 (0.2)	0.2 	0.3
	7	0.09 	0.08 	(0.1) 0.3 (0.1)	(0.1) 0.3 (0.1)	(0.1) 0.3 (0.1)	0.3 	0.3 	(0.1) 0.05 (0.1)	(0.3) 0.2 (0.3)	0.1 	(0.05) 0.05 (0.1)	0.3
	8	0.03 	0.03 	0.05 	0.05 	0.05 	0.05 	(0.08) 0.1 (0.08)	0.03 	(0.05) 0.07 (0.1)	(0.03) 0.1 (0.1)	0.03 	(0.08) 0.08 (0.1)
漁 港	9	(0.1) 0.1 (0.2)	0.2 	0.2 	0.2 	0.2 	0.2 	0.2 	0.25 	0.25 	0.2 	0.2 	0.3
	10	0.05 	0.05 	0.05 	0.05 	0.05 	0.05 	0.05 	(0.005) 0.005 (0.01)	(0.005) 0.005 (0.008)	0.03 	(0.008) 0.008 (0.01)	(0.005) 0.005 (0.01)

註：() 表示計算點位近旁之波高遮蔽係數值

表 4-14 台中港港口第二期擴建各替選方案在不同波浪週期與測點之波高遮蔽係數比較
(波向：WSW)

WSW 波向(H/H ₀)	佈置 0			佈置 1		佈置 2		佈置 3		佈置 4		佈置 5		佈置 9			佈置 10		
區域 週期 點位	8	10	12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	12	8	10	12
主航道	1	(1.0) 0.5 (0.8)	(1.0) 1.0 (0.8)	(1.0) 0.5 (1.0)	(1.0) 0.8 (0.5)	(1.0) 0.8 (0.8)	(1.0) 0.8 (1.0)	(1.0) 0.8 (1.0)	(1.0) 0.8 (1.0)	(1.0) 0.07 (1.0)	(1.0) 0.8 (1.0)	(1.0) 0.8 (1.0)	(1.0) 0.8 (1.0)	(1.0) 0.8 (0.8)	0.1	(1.2) 0.8 (1.0)	(1.0) 0.7 (1.0)	1.2	(1.2) 0.8 (1.08)
	2	(0.5) 0.3 (0.3)	0.3	(0.3) 0.4 (0.5)	0.5	(0.5) 0.3 (0.5)	(0.5) 0.3 (0.5)	(0.5) 0.3 (0.5)	(0.5) 0.3 (0.5)	0.5	(0.5) 0.4 (0.5)	0.5	(0.5) 0.4 (0.5)	(0.5) 0.4 (0.5)	0.2	(0.3) 0.4 (0.5)	(0.5) 0.2 (0.5)	(0.5) 0.2 (0.3)	0.4
	3	(0.3) 0.08 (0.05)	0.1	0.2	(0.3) 0.2 (0.3)	(0.3) 0.2 (0.3)	(0.3) 0.2 (0.2)	(0.3) 0.2 (0.2)	(0.3) 0.2 (0.2)	(0.3) 0.2 (0.1)	(0.3) 0.2 (0.1)	(0.3) 0.2 (0.3)	(0.3) 0.2 (0.3)	(0.3) 0.08 (0.2)	(0.2) 0.2 (0.1)	(0.1) 0.15 (0.4)	(0.3) 0.1 (0.3)	(0.2) 0.2 (0.1)	(0.1) 0.15 (0.4)
迴船池	4	(0.05) 0.03 (0.05)	(0.05) 0.04 (0.03)	(0.08) 0.1 (0.1)	(0.2) 0.07 (0.2)	(0.3) 0.1 (0.2)	(0.3) 0.1 (0.2)	(0.3) 0.1 (0.2)	(0.3) 0.1 (0.2)	0.2	(0.3) 0.1 (0.2)	(0.3) 0.1 (0.2)	(0.3) 0.1 (0.2)	(0.3) 0.1 (0.2)	(0.05) 0.08 (0.08)	0.2	(0.2) 0.1 (0.1)	(0.1) 0.06 (0.08)	0.2
	5	(0.03) 0.01 (0.01)	0.01	0.03	(0.05) 0.08 (0.05)	0.03	0.03	(0.08) 0.05 (0.03)	(0.08) 0.05 (0.03)	(0.08) 0.05 (0.03)	(0.08) 0.05 (0.03)	(0.05) 0.03 (0.01)	(0.05) 0.03 (0.01)	(0.05) 0.03 (0.01)	0.03	(0.10) 0.06 (0.05)	(0.05) 0.06 (0.05)	0.02	0.05
各泊渠 入口處 碼頭	6	(0.03) 0.05 (0.03)	0.03	0.05	(0.05) 0.04 (0.08)	(0.2) 0.1 (0.05)	(0.2) 0.1 (0.05)	(0.2) 0.2 (0.05)	(0.2) 0.2 (0.05)	(0.2) 0.2 (0.1)	(0.2) 0.2 (0.1)	(0.2) 0.2 (0.05)	(0.2) 0.2 (0.05)	(0.1) 0.1 (0.05)	(0.05) 0.05 (0.08)	0.2	(0.08) 0.08 (0.03)	(0.03) 0.05 (0.08)	0.1
	7	0.08	0.05	(0.08) 0.08 (0.1)	0.1	(0.2) 0.1 (0.2)	(0.2) 0.1 (0.2)	(0.2) 0.1 (0.2)	(0.2) 0.1 (0.2)	(0.2) 0.2 (0.1)	(0.2) 0.2 (0.1)	(0.2) 0.2 (0.1)	(0.2) 0.2 (0.1)	(0.05) 0.08 (0.08)	(0.08) 0.1 (0.03)	0.1	0.1	(0.08) 0.1 (0.03)	0.1
漁 港	8	0.02	0.01	(0.03) 0.04 (0.05)	(0.03) 0.03 (0.1)	(0.03) 0.01 (0.03)	(0.03) 0.01 (0.03)	(0.03) 0.01 (0.03)	(0.03) 0.01 (0.03)	(0.02) 0.04 (0.05)	(0.02) 0.04 (0.05)	(0.05) 0.03 (0.03)	(0.05) 0.03 (0.03)	(0.03) 0.03 (0.08)	(0.03) 0.05 (0.08)	(0.03) 0.05 (0.08)	0.03	0.05	(0.01) 0.03 (0.06)
	9	0.2	(0.05) 0.08 (0.05)	0.08	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
魚 港	10	0.02	0.005	0.005	(0.01) 0.01 (0.03)	(0.02) 0.02 (0.03)	(0.02) 0.02 (0.03)	(0.02) 0.02 (0.03)	(0.02) 0.02 (0.03)	(0.01) 0.02 (0.03)	(0.01) 0.02 (0.03)	(0.01) 0.02 (0.03)	(0.01) 0.02 (0.03)	0.02	0.006	0.005	0.02	0.008	0.005

註：() 表示計算點位近旁之波高遮蔽係數值

表 4-15 台中港港口第二期擴建各替選方案在不同波浪週期與測點之波高遮蔽係數比較
(波向：WS)

WS 波向(H/H ₀)		佈置 0			佈置 1	佈置 2	佈置 3	佈置 4	佈置 5	佈置 9			佈置 10		
區域	週期 點位	8	10	12	8	8	8	8	8	8	10	12	8	10	12
主航道	1	(0.8) 0.8 (0.5)	(0.9) 0.6 (0.8)	(0.9) 0.8 (0.8)	(0.8) 0.5 (0.5)	(0.8) 0.5 (0.8)	(0.8) 0.5 (0.8)	(1.0) 0.5 (0.8)	(0.8) 0.5 (0.8)	0.8	(0.9) 0.7 (1.0)	(0.5) 1.0 (0.4)	0.6	(0.8) 0.6 (0.8)	0.7
	2	(0.5) 0.1 (0.3)	(0.4) 0.4 (0.3)	(0.3) 0.2 (0.2)	(0.5) 0.4 (0.5)	0.5	(0.5) 0.3 (0.5)	(0.5) 0.4 (0.5)	(0.3) 0.5 (0.3)	0.2	(0.5) 0.35 (0.2)	(0.3) 0.15 (0.2)	(0.3) 0.2 (0.5)	(0.4) 0.2 (0.2)	(0.3) 0.2 (0.1)
	3	(0.3) 0.1 (0.1)	0.2	0.08 (0.1) (0.3)	(0.1) 0.1 (0.3)	0.3	(0.3) 0.2 (0.3)	(0.3) 0.2 (0.3)	(0.3) 0.2 (0.3)	(0.1) 0.08 (0.2)	(0.2) 0.2 (0.3)	(0.1) 0.1 (0.05)	(0.1) 0.1 (0.3)	0.2	0.1
	4	(0.08) 0.1 (0.05)	0.1	0.02 (0.01)	0.1	0.09	0.2	(0.2) 0.2 (0.3)	(0.1) 0.2 (0.3)	0.15	0.15	0.03	0.1	0.2	(0.05) 0.03 (0.01)
各泊渠 入口處 碼頭	5	0.03	0.03	0.01	0.03	0.04	0.03	0.03	(0.03) 0.03 (0.03)	0.05	(0.05) 0.03 (0.05)	(0.01) 0.01 (0.005)	-0.03	0.03	0.01
	6	0.06	(0.06) 0.08 (0.08)	0.03	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.15	(0.1) 0.15 (0.1)	0.03	0.1	0.1	0.003
	7	0.02	0.1	(0.03) 0.03 (0.05)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.03	0.1	0.05	(0.03) 0.03 (0.05)	0.1	0.05
	8	0.03	(0.03) 0.03 (0.05)	(0.01) 0.02 (0.03)	(0.01) 0.01 (0.03)	(0.03) 0.03 (0.05)	(0.02) 0.02 (0.05)	(0.05) 0.08 (0.05)	(0.03) 0.04 (0.08)	0.02	(0.03) 0.04 (0.05)	0.03	(0.01) 0.01 (0.03)	(0.03) 0.03 (0.05)	0.03
魚 港	9	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.13	0.13	0.2	(0.2) 0.1 (0.2)	0.15	0.2
	10	0.003	0.005	0.005	0.003	0.005	0.006	0.003	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

註：() 表示計算點位近旁之波高遮蔽係數值

表 4-16 台中港港口二期擴建規劃水工模型遮蔽試驗試驗條件

	波向	試驗條件	週期 (sec)	波高 (m)	水位 (m)
規則波	SW	條件一	11.7	6.8m	+5.86m
		條件二	8.0	3.0	+4.93m
		條件三	6.0	3.0	+4.93m
	WSW	條件一	11.3	6.3m	+5.86m
		條件二	8.0	3.0	+4.45m
		條件三	6.0	3.0	+4.45m
	W	條件一	10.9	5.9m	+5.86m
		條件二	8.0	3.0	+4.45m
		條件三	6.0	3.0	+4.45m
	WNW	條件一	11.5	6.6m	+5.86m
		條件二	8.0	3.0	+4.45m
		條件三	6.0	3.0	+4.45m
不規則波	SW	條件一	11.7	6.8m	+5.86m
		條件二	8.0	3.0	+4.93m
		條件三	6.0	3.0	+4.93m
	WSW	條件一	11.3	6.3m	+5.86m
		條件二	8.0	3.0	+4.45m
		條件三	6.0	3.0	+4.45m
	W	條件一	10.9	5.9m	+5.86m
		條件二	8.0	3.0	+4.45m
		條件三	6.0	3.0	+4.45m
	WNW	條件一	11.5	6.6m	+5.86m
		條件二	8.0	3.0	+4.45m
		條件三	6.0	3.0	+4.45m

表 17 台中港港口二期擴建規劃規則波水工遮蔽試驗波高遮蔽係數分析

方案	區域	登輪區	外航道	外航道入口前	外航道入口後	內航道	內航道入口前	內航道入口後	迴船池	8A 碼頭	8號碼頭	9號碼頭	29號碼頭	30-32號碼頭	漁港口	漁港口內航道
WNW	現況	0.9	0.82	0.81	0.77	0.38	0.36	0.18	0.16	0.2	0.06	0.1	0.12	0.05	0.16	0.02
	—	1.04	1.92	0.86	0.81	0.45	0.39	0.34	0.18	0.24	0.11	0.1	0.15	0.08	0.23	0.06
		0.79	0.91	0.55	0.51	0.38	0.4	0.33	0.18	0.25	0.11	0.07	0.13	0.05	0.14	0.04
	二	1.01	0.94	0.72	0.79	0.42	0.66	0.52	0.2	0.32	0.14	0.15	0.18	0.09	0.22	0.05
		0.72	0.84	0.51	0.63	0.39	0.45	0.4	0.17	0.28	0.14	0.1	0.14	0.07	0.19	0.05
W	三	1.04	0.91	0.68	0.7	0.41	0.63	0.58	0.2	0.34	0.15	0.116	0.17	0.09	0.24	0.06
		0.74	0.81	0.55	0.55	0.34	0.38	0.38	0.2	0.32	0.115	0.09	0.17	0.08	0.18	0.05
	現況	0.99	0.87	0.67	0.69	0.35	0.58	0.49	0.22	0.35	0.16	0.12	0.19	0.11	0.23	0.07
	—	1.01	1.02	0.9	0.71	0.39	0.14	0.09	0.11	0.15	0.09	0.05	0.1	0.04	0.21	0.04
		1.04	1.12	1.1	0.99	0.69	0.54	0.48	0.19	0.3	0.19	0.12	0.17	0.14	0.26	0.05
WSW	二	0.94	0.86	0.94	1.1	0.58	0.3	0.19	0.14	0.15	0.09	0.06	0.1	0.05	0.21	0.04
	三	1.23	1.33	1.22	1.38	0.68	0.41	0.37	0.21	0.33	0.14	0.14	0.12	0.14	0.31	0.08
		0.94	0.91	0.9	1.1	0.59	0.3	0.26	0.14	0.19	0.09	0.06	0.1	0.06	0.21	0.05
	—	1.23	1.33	1.33	1.42	0.67	0.46	0.41	0.23	0.35	0.13	0.15	0.19	0.19	0.3	0.07
		0.93	0.85	0.82	1.01	0.54	0.36	0.28	0.16	0.23	0.09	0.08	0.12	0.06	0.23	0.04
WS	現況	1.13	1.2	1.18	1.33	0.66	0.43	0.41	0.2	0.37	0.1	0.08	0.14	0.15	0.32	0.07
	—	0.99	0.86	0.62	0.49	0.4	0.41	0.21	0.17	0.14	0.06	0.09	0.12	0.06	0.12	0.03
	二	1.07	0.92	0.98	0.74	0.48	0.57	0.5	0.2	0.22	0.07	0.14	0.18	0.09	0.18	0.44
		0.87	0.74	0.68	0.7	0.31	0.37	0.24	0.2	0.2	0.07	0.1	0.13	0.05	0.14	0.03
	三	1.07	0.91	0.86	0.76	0.57	0.38	0.4	0.2	0.28	0.09	0.13	0.15	0.06	0.23	0.07
WS	二	0.89	0.78	0.51	0.62	0.28	0.27	0.32	0.21	0.23	0.07	0.09	0.15	0.07	0.15	0.02
	三	1.11	0.95	0.79	0.82	0.48	0.46	0.46	0.21	0.28	0.09	0.12	0.16	0.08	0.24	0.03
		0.9	0.74	0.68	0.67	0.31	0.31	0.33	0.2	0.28	0.07	0.11	0.15	0.06	0.15	0.04
	現況	1.03	0.95	0.89	0.81	0.53	0.4	0.42	0.23	0.29	0.09	0.14	0.17	0.11	0.22	0.05
	—	1.09	0.91	0.82	0.42	0.42	0.35	0.57	0.16	0.2	0.06	0.09	0.13	0.06	0.18	0.04
WS	二	1.16	1.15	1.22	0.8	0.65	0.66	0.49	0.27	0.22	0.09	0.13	0.19	0.1	0.19	0.05
	三	0.97	0.96	0.96	0.63	0.58	0.44	0.28	0.19	0.25	0.04	0.15	0.1	0.04	0.18	0.03
		1.39	1.12	1.25	0.68	0.68	0.71	0.45	0.29	0.26	0.08	0.2	0.2	0.09	0.21	0.05
	現況	0.83	0.85	0.79	0.62	0.45	0.43	0.33	0.27	0.27	0.05	0.15	0.17	0.08	0.19	0.02
	—	1.41	1.21	1.47	1.07	0.84	0.75	0.57	0.32	0.29	0.15	0.21	0.21	0.17	0.26	0.04
WS	三	1.04	0.65	1.11	0.76	0.52	0.41	0.24	0.28	0.28	0.09	0.16	0.19	0.07	0.18	0.03
		1.37	1.21	1.39	1.04	0.85	0.76	0.59	0.33	0.31	0.14	0.2	0.26	0.13	0.25	0.04

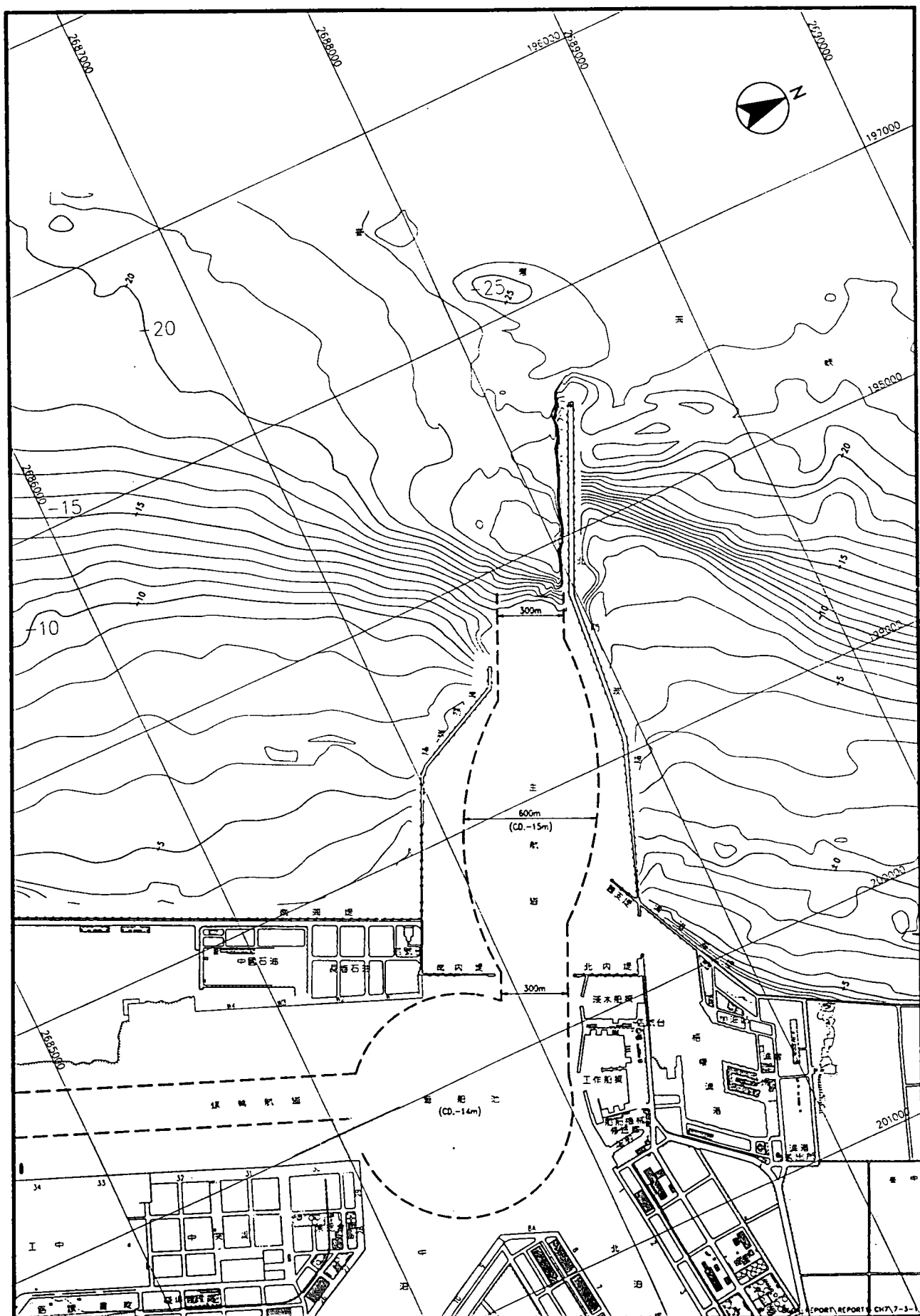


圖 4-1-0 台中港港口現狀佈置圖(零方案)

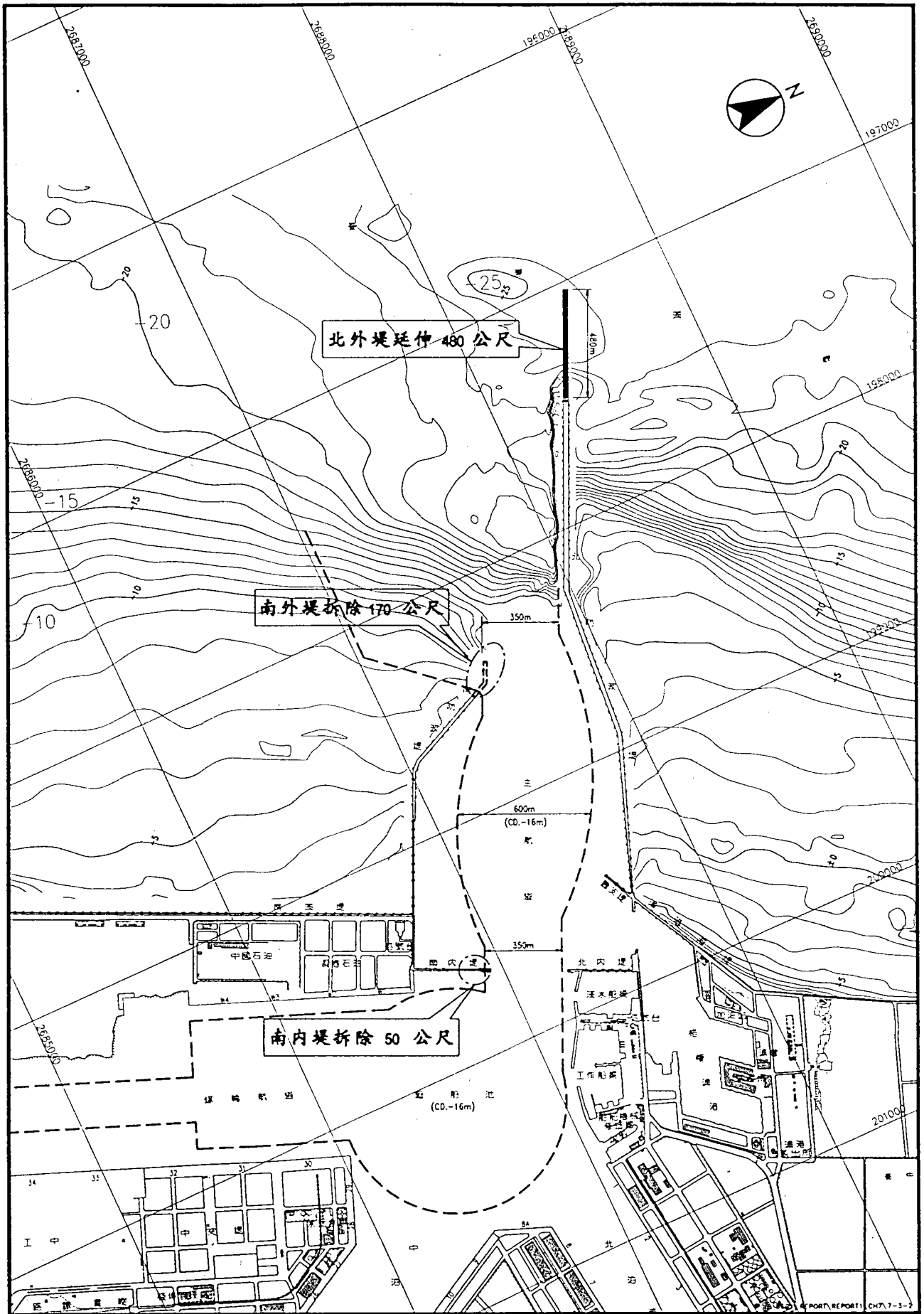


圖 4-1-1 台中港港口二期擴建替選方案一平面佈置圖

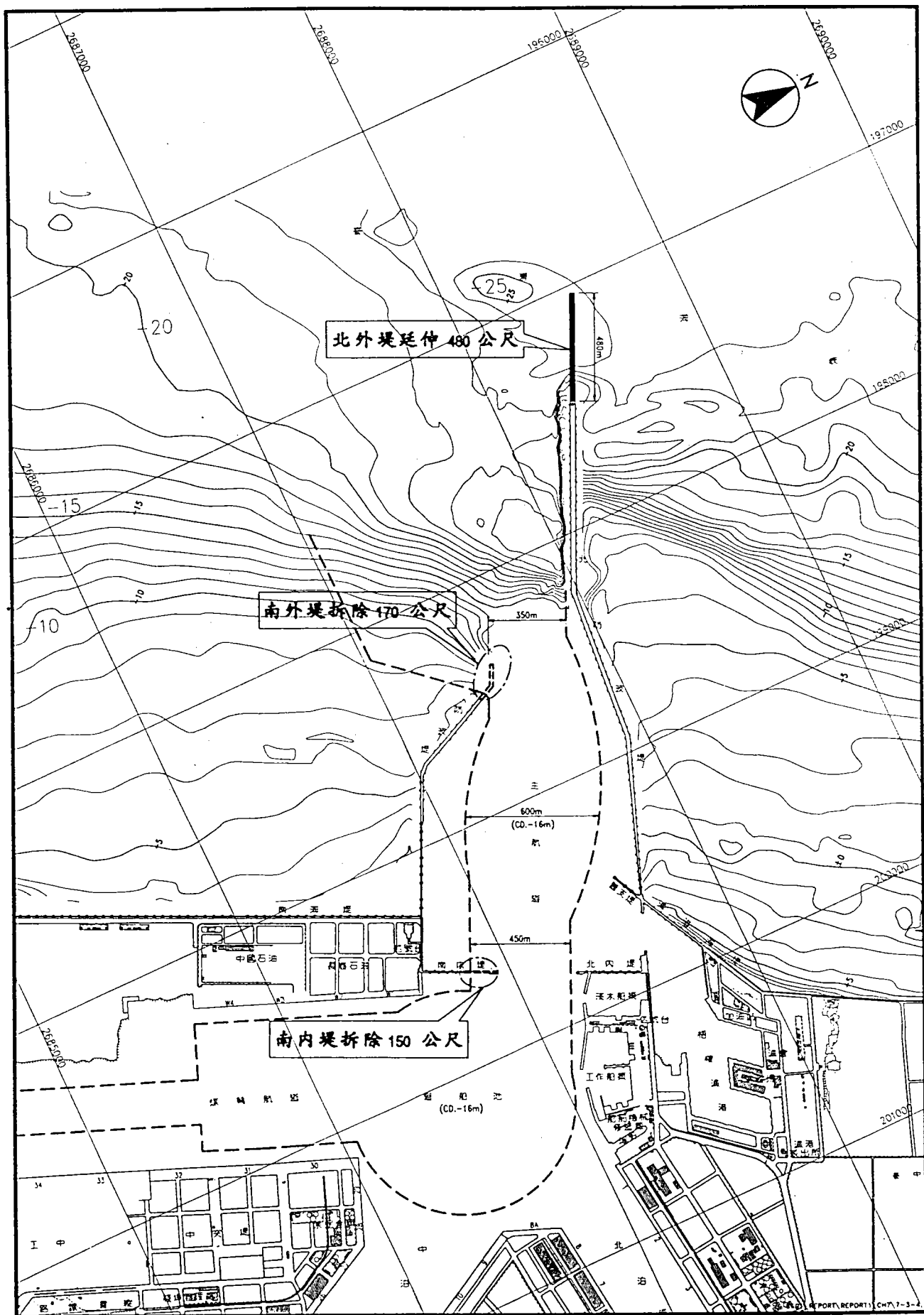


圖 4-1-3 台中港港口二期擴建替選方案三平面佈置圖

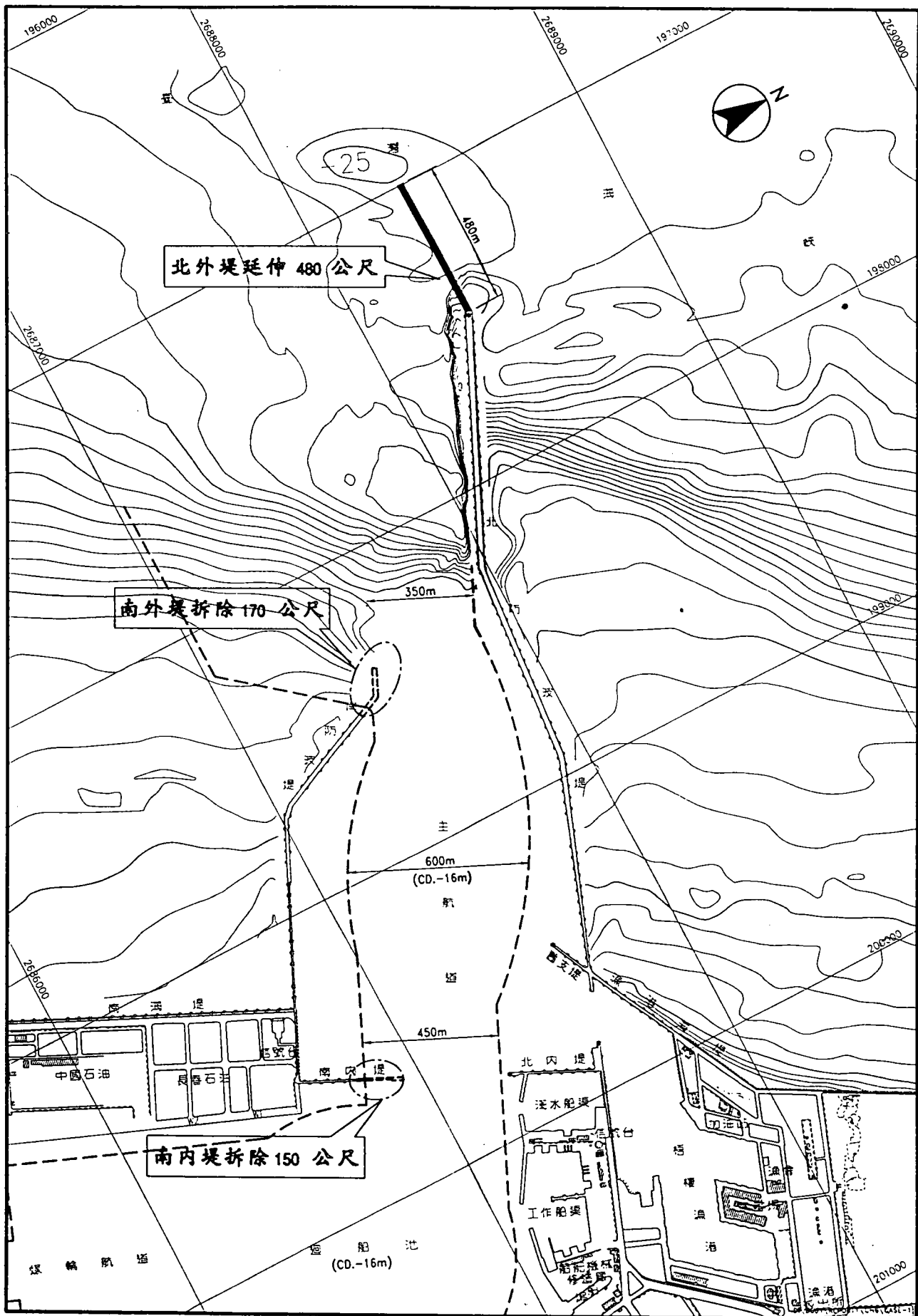


圖 4-1-4 台中港港口二期擴建替選方案四平面佈置圖

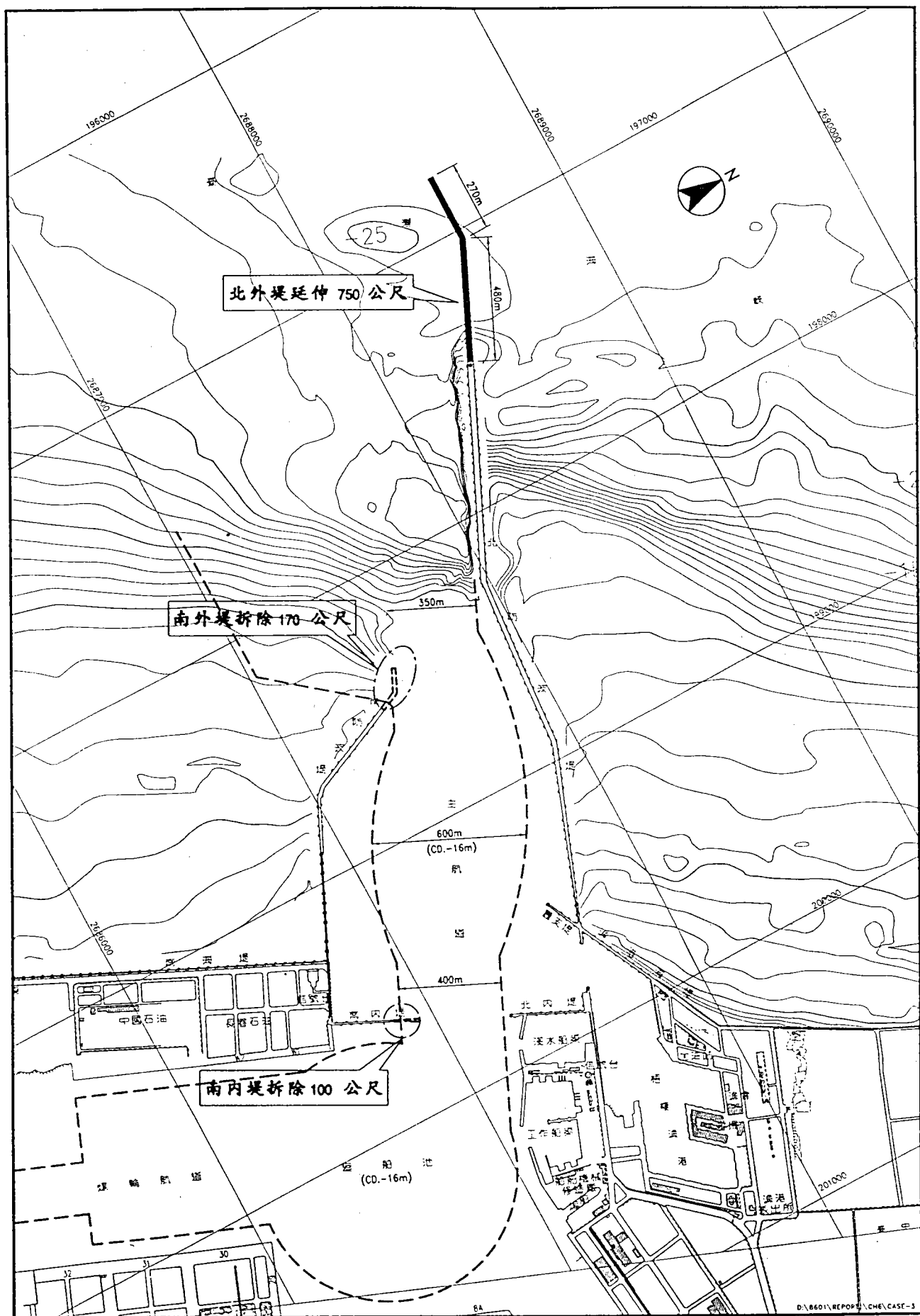


圖 4-1-5 台中港港口二期擴建替選方案五平面佈置圖

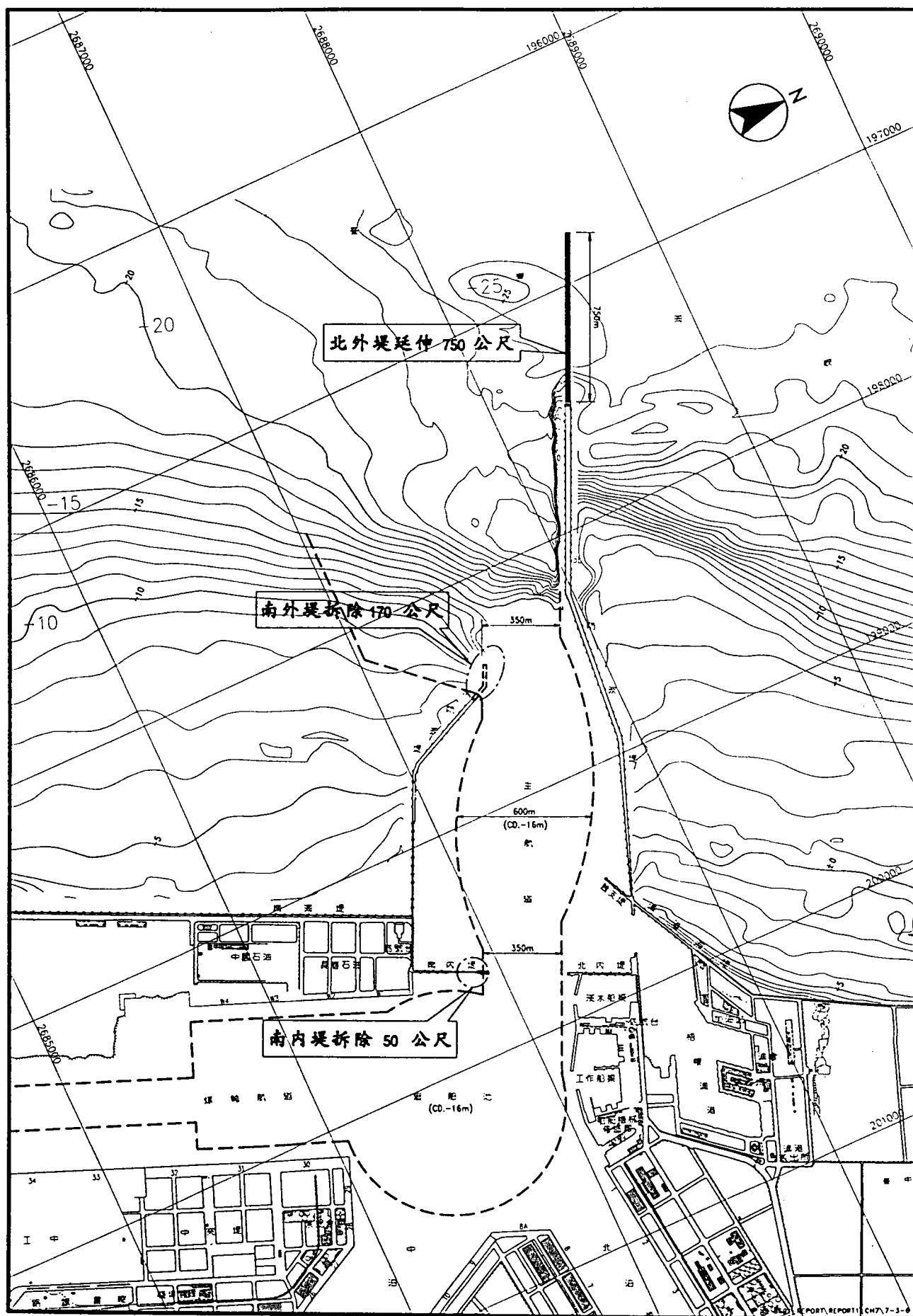


圖 4-1-6 台中港港口二期擴建替選方案六平面佈置圖

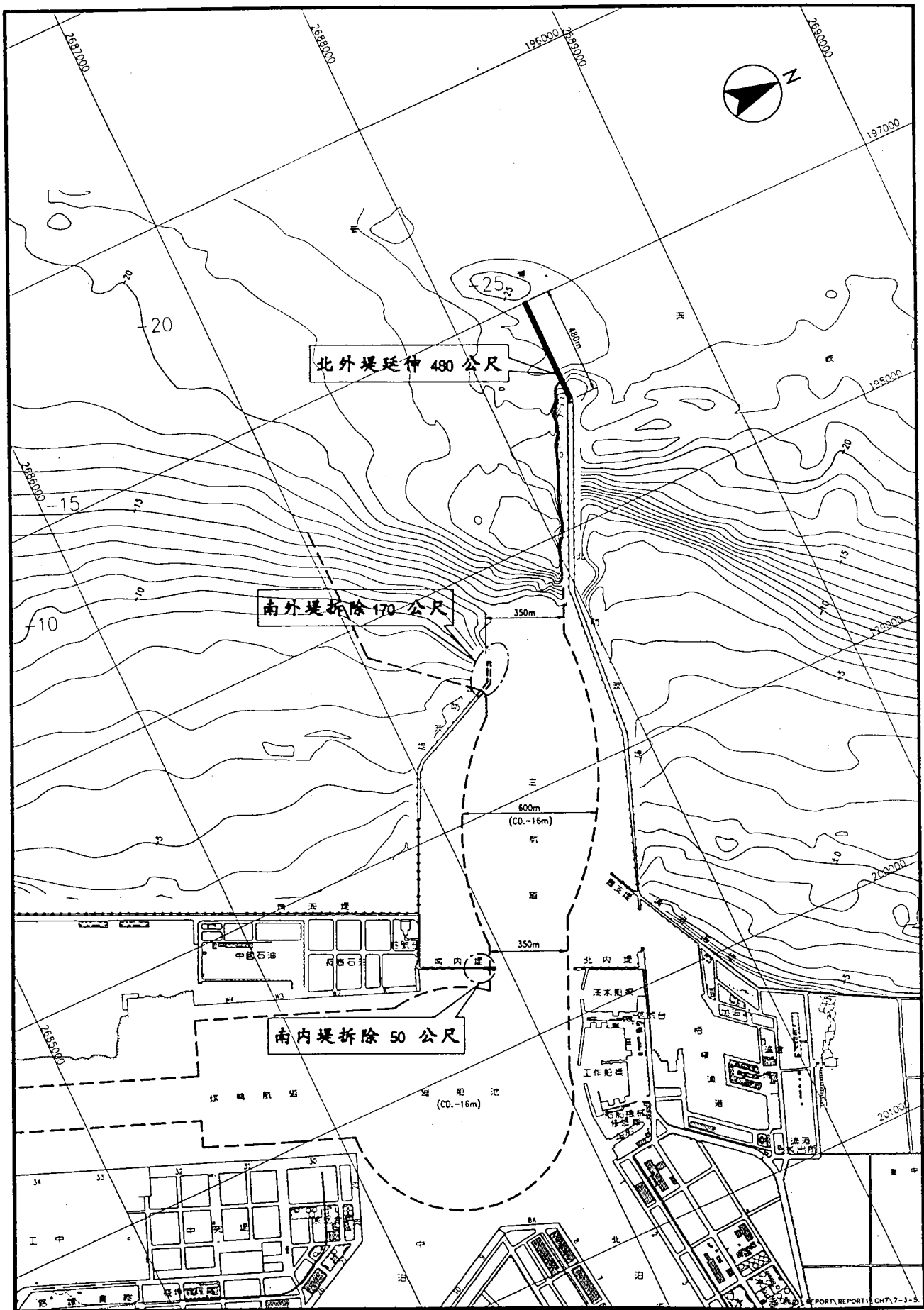


圖 4-1-7 台中港港口二期擴建替選方案七平面佈置圖

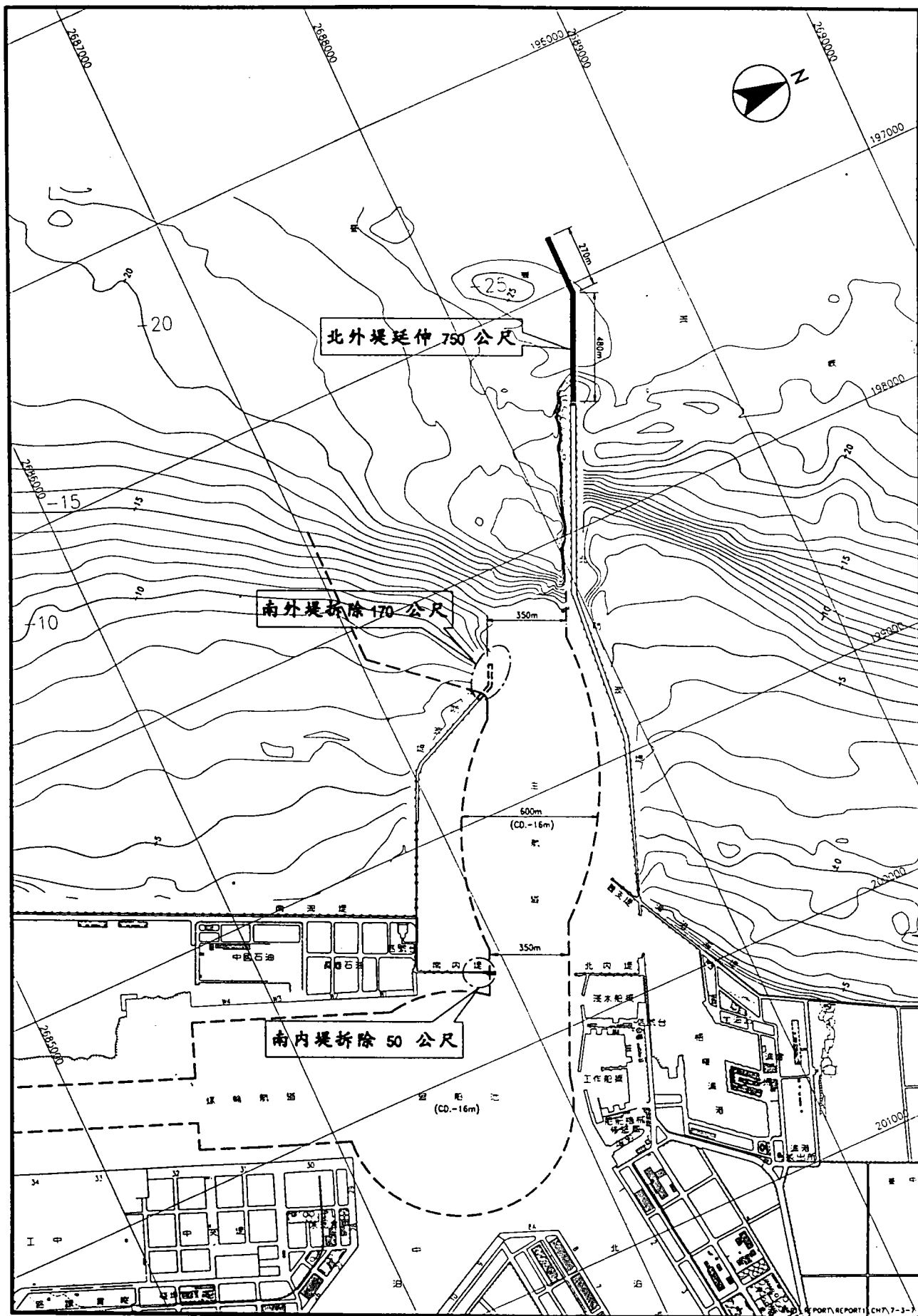


圖 4-1-8 台中港港口二期擴建替選方案八平面佈置圖

[illegible]

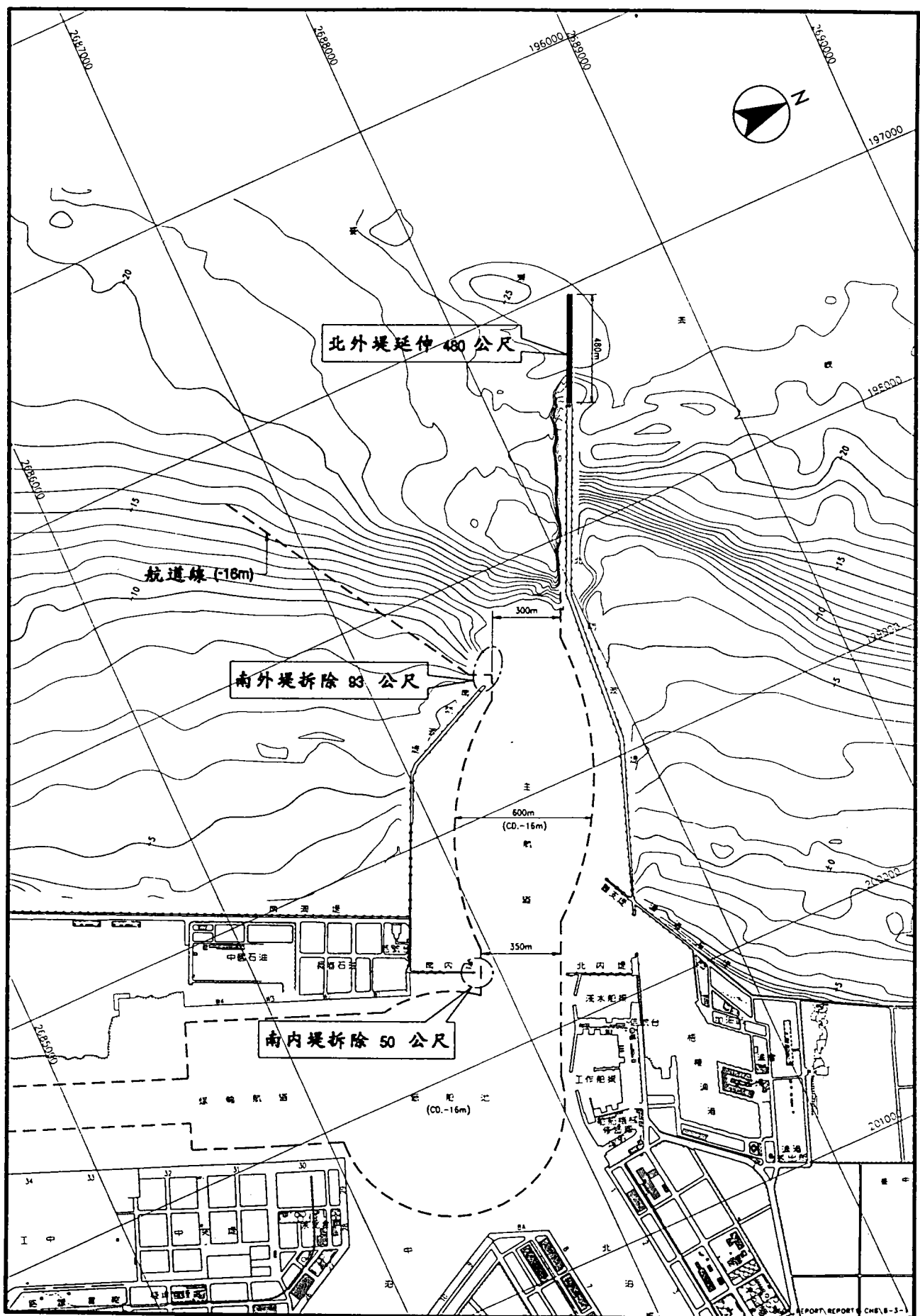


圖 4-1-10 台中港港口二期擴建替選方案十平面佈置圖

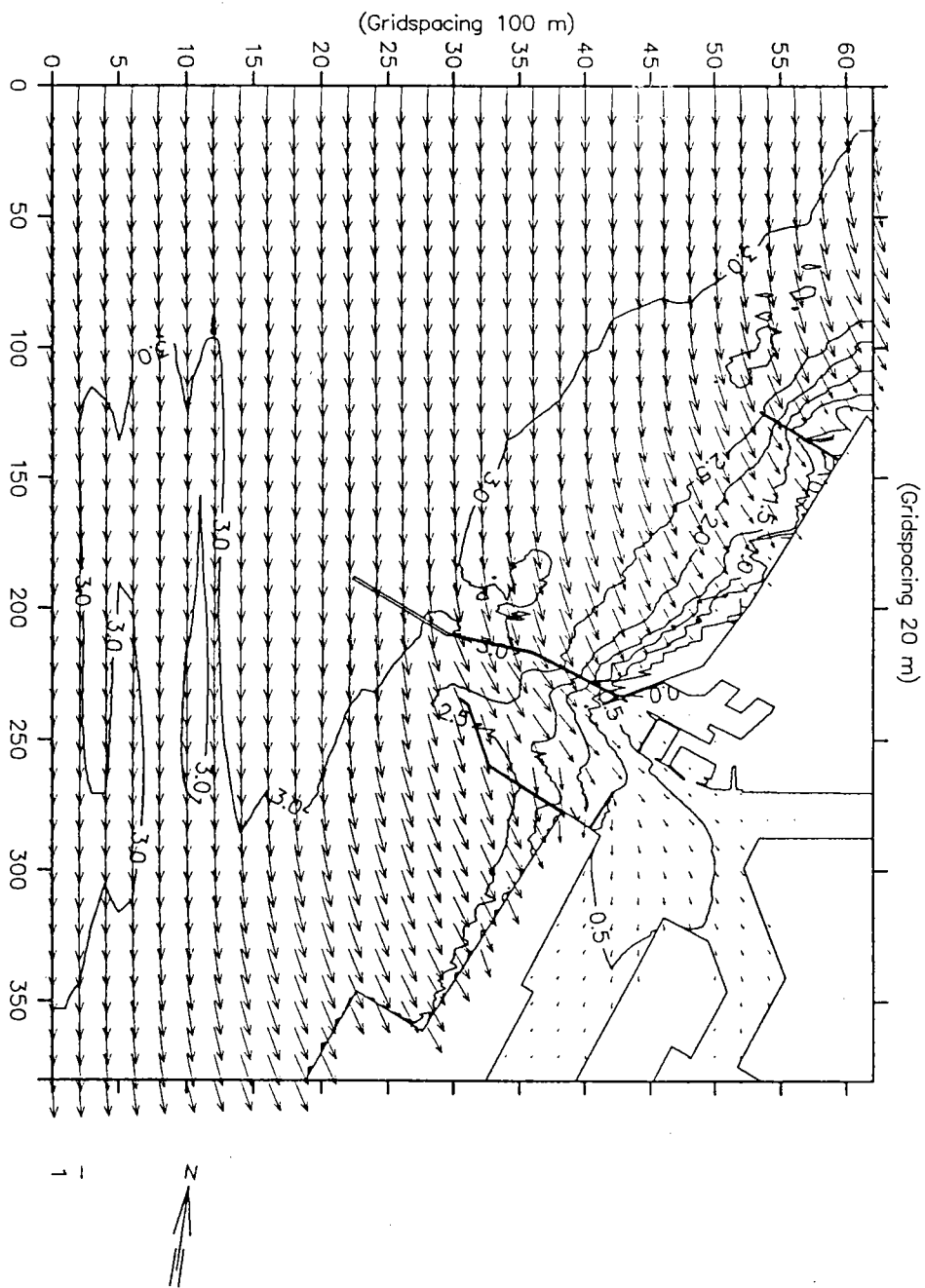


圖 4-2 台中港現況港域近岸波浪場
(入射波高：3.5m；週期：8 秒；波向：NWN)

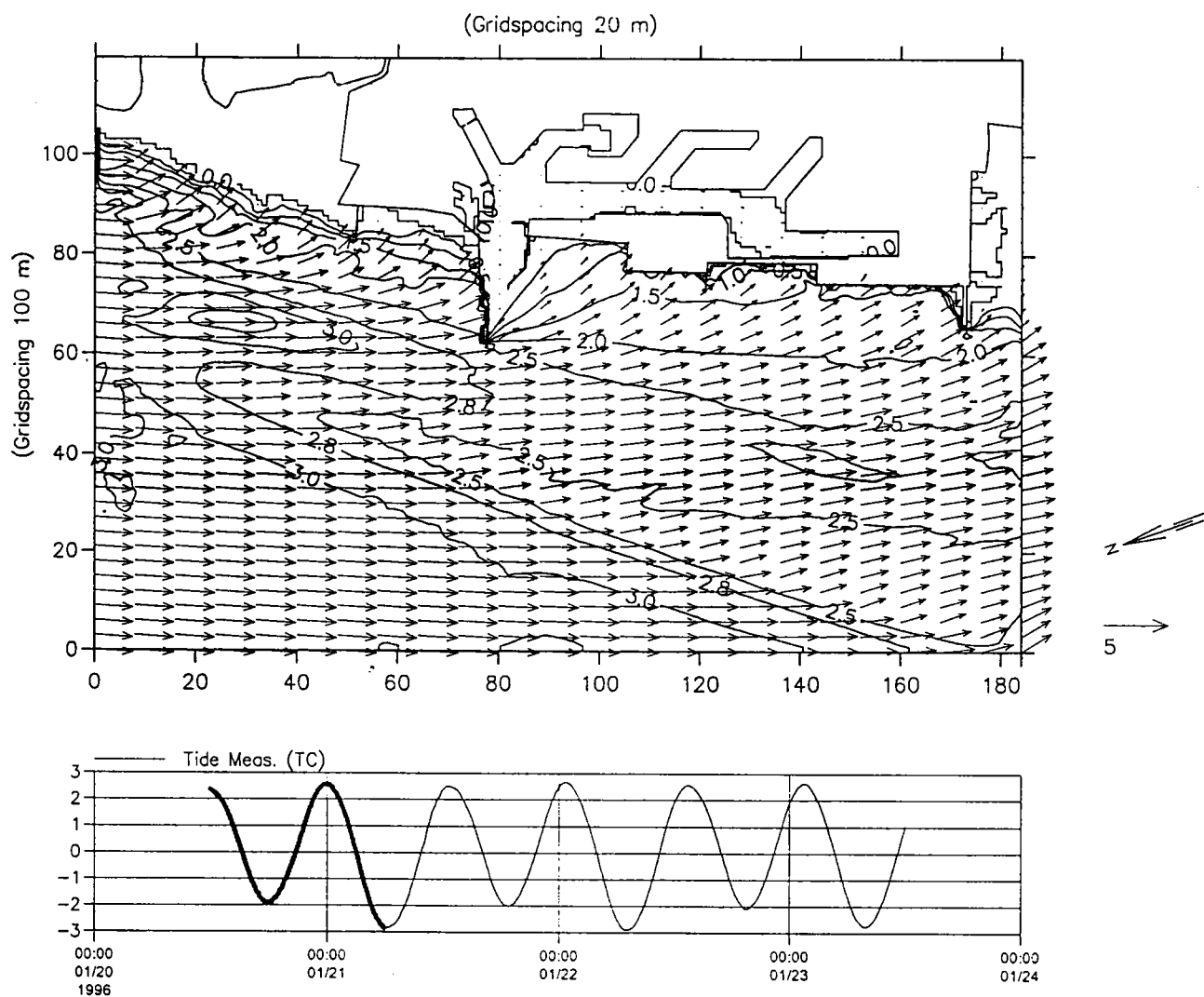


圖 4-3a 台中港現況港域干潮時之近岸波浪場
(入射波高：3.0m; 週期：8 秒; 波向：NE)



圖 4-4 台中港海域近岸波浪 1993/12/03 SPOT 衛星影像



圖 4-5-0a 台中港港口二期擴建現況配置港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

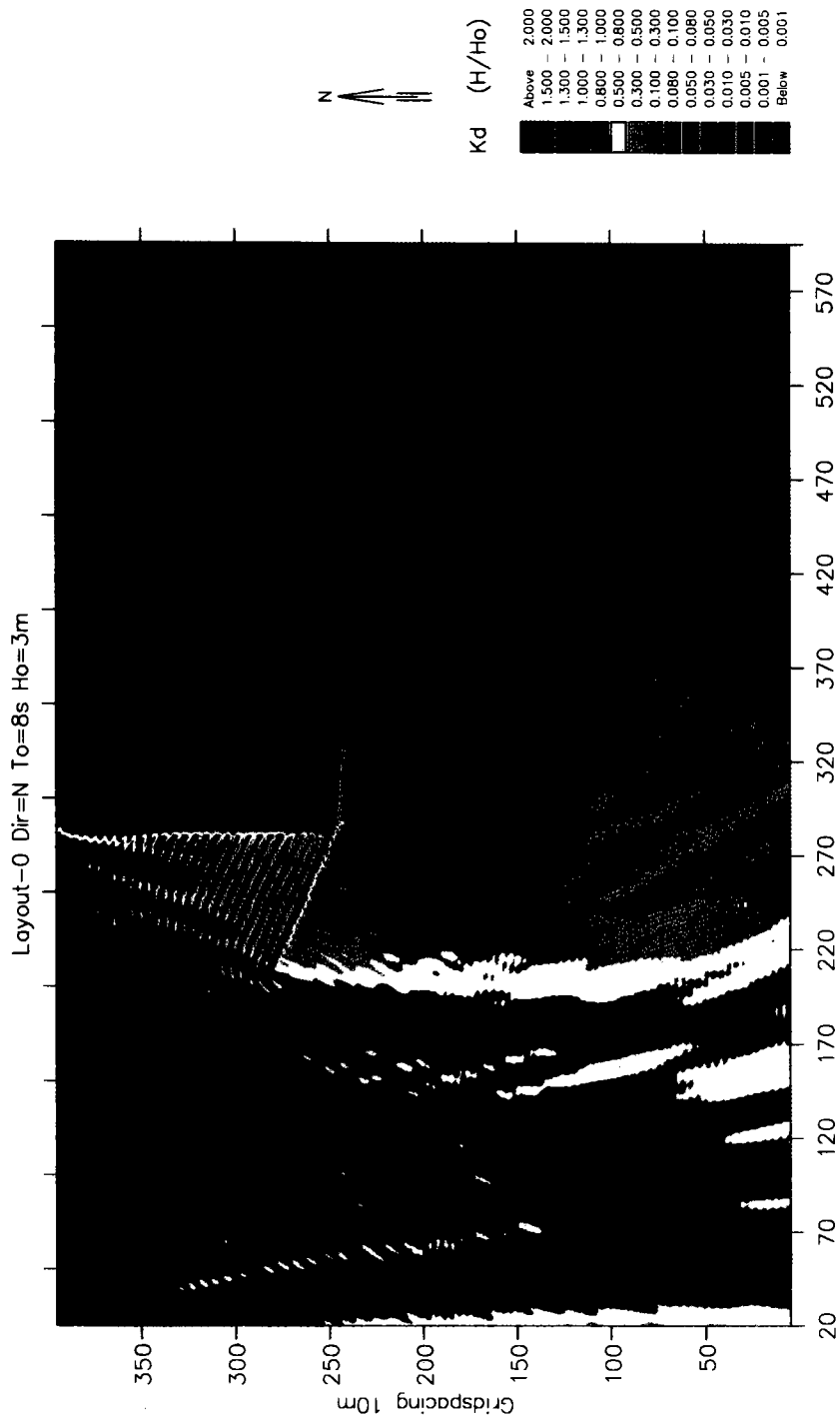


图 4-5-0b 台中港港口二期擴建現況配置全港域之波高遮蔽係數
 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

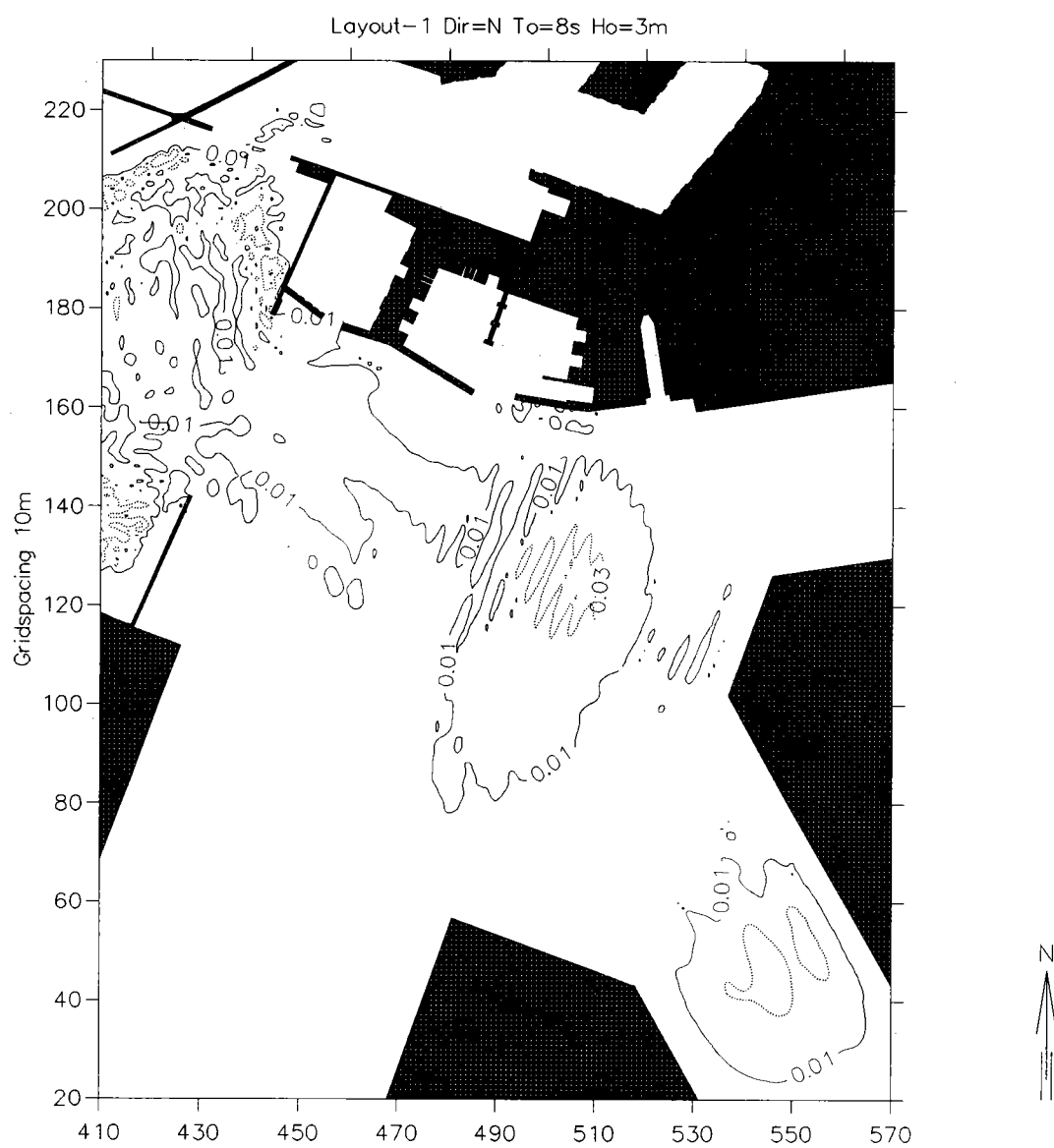


圖 4-5-1a 台中港港口二期擴建替選方案 I 港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

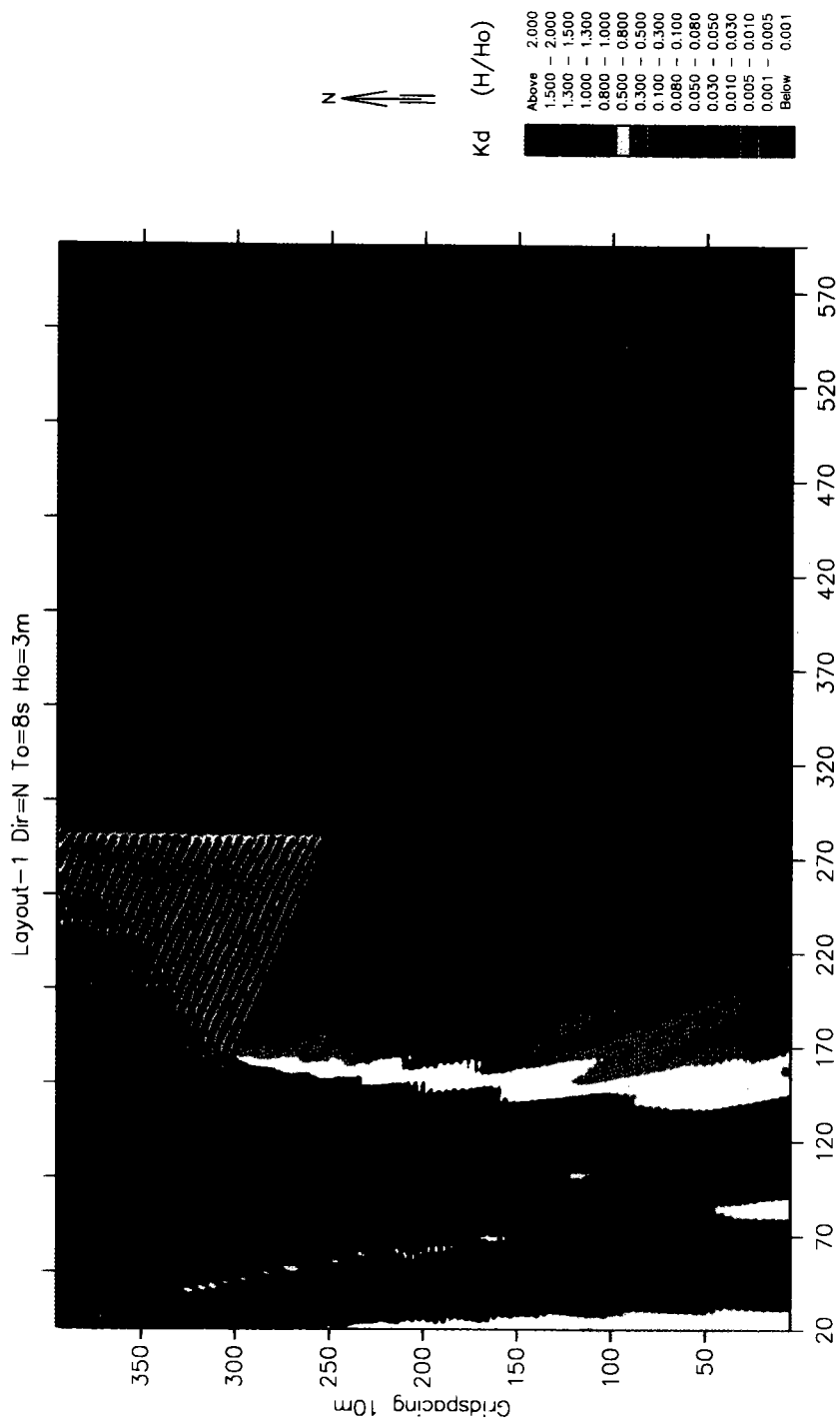


圖 4-5-1b 台中港港口二期擴建替選方案 I 全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

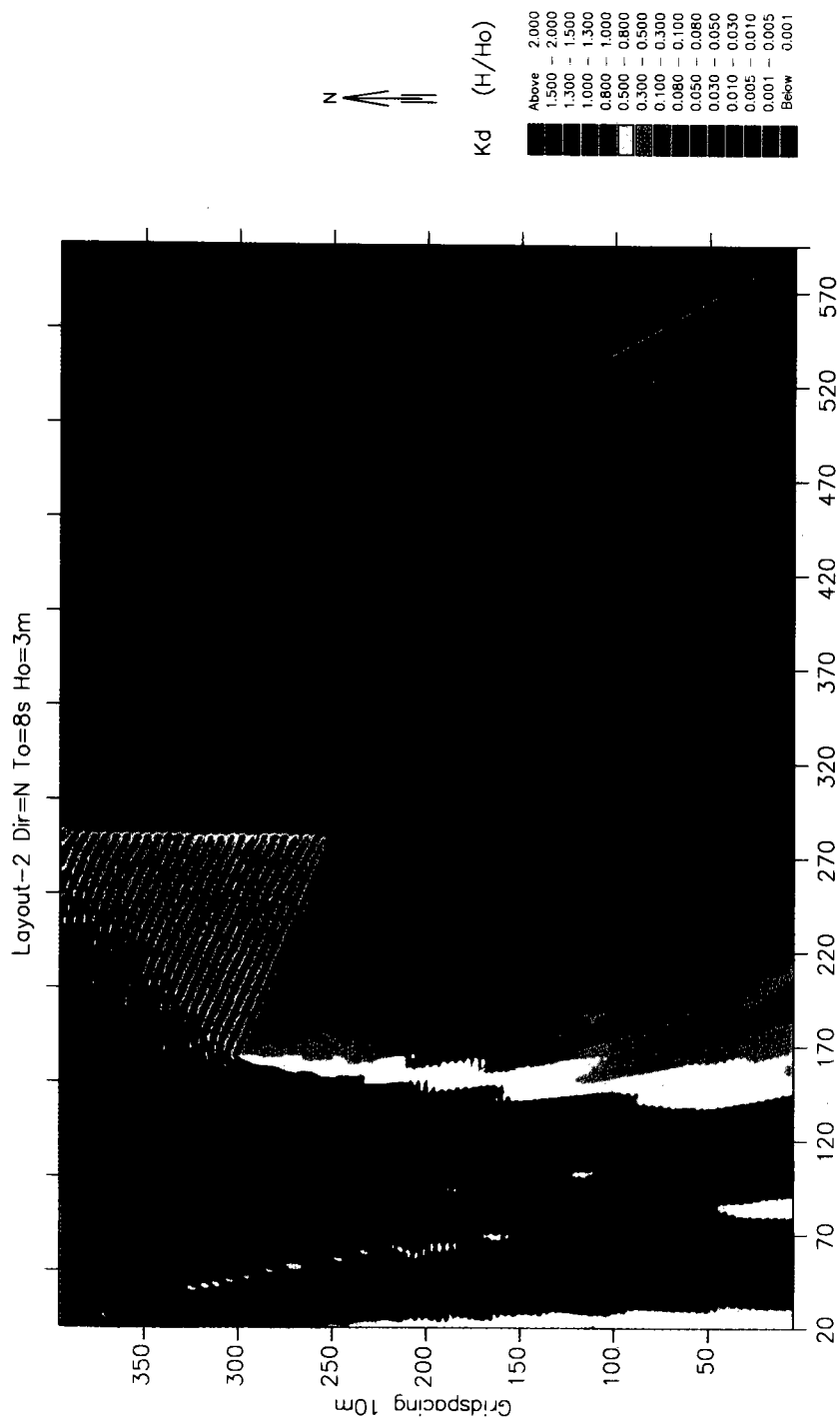


圖 4-5-2b 台中港港口二期擴建替選方案Ⅱ全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

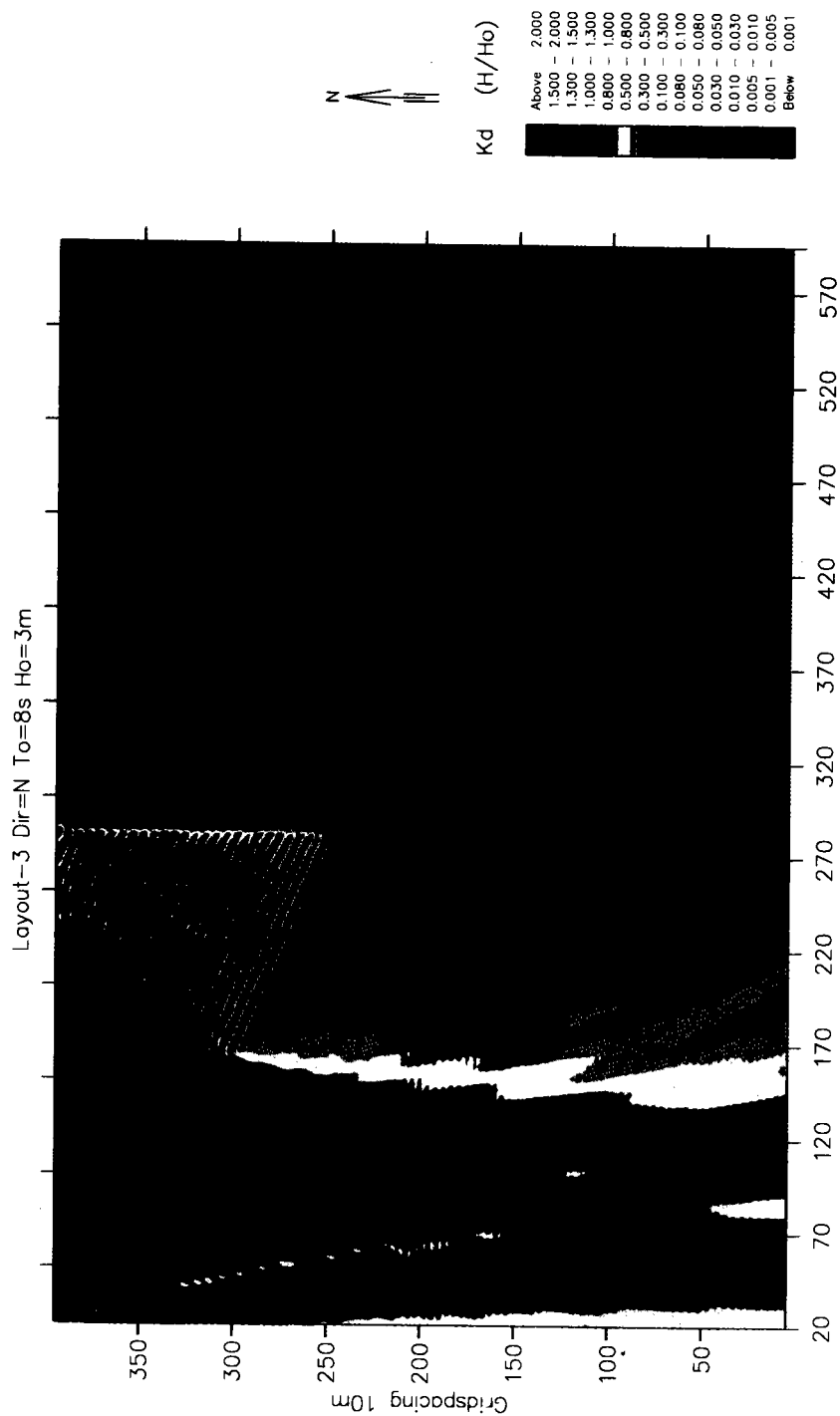


圖 4-5-3b 台中港港口二期擴建替選方案Ⅲ全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)



圖 4-5-4a 台中港港口二期擴建替選方案IV港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

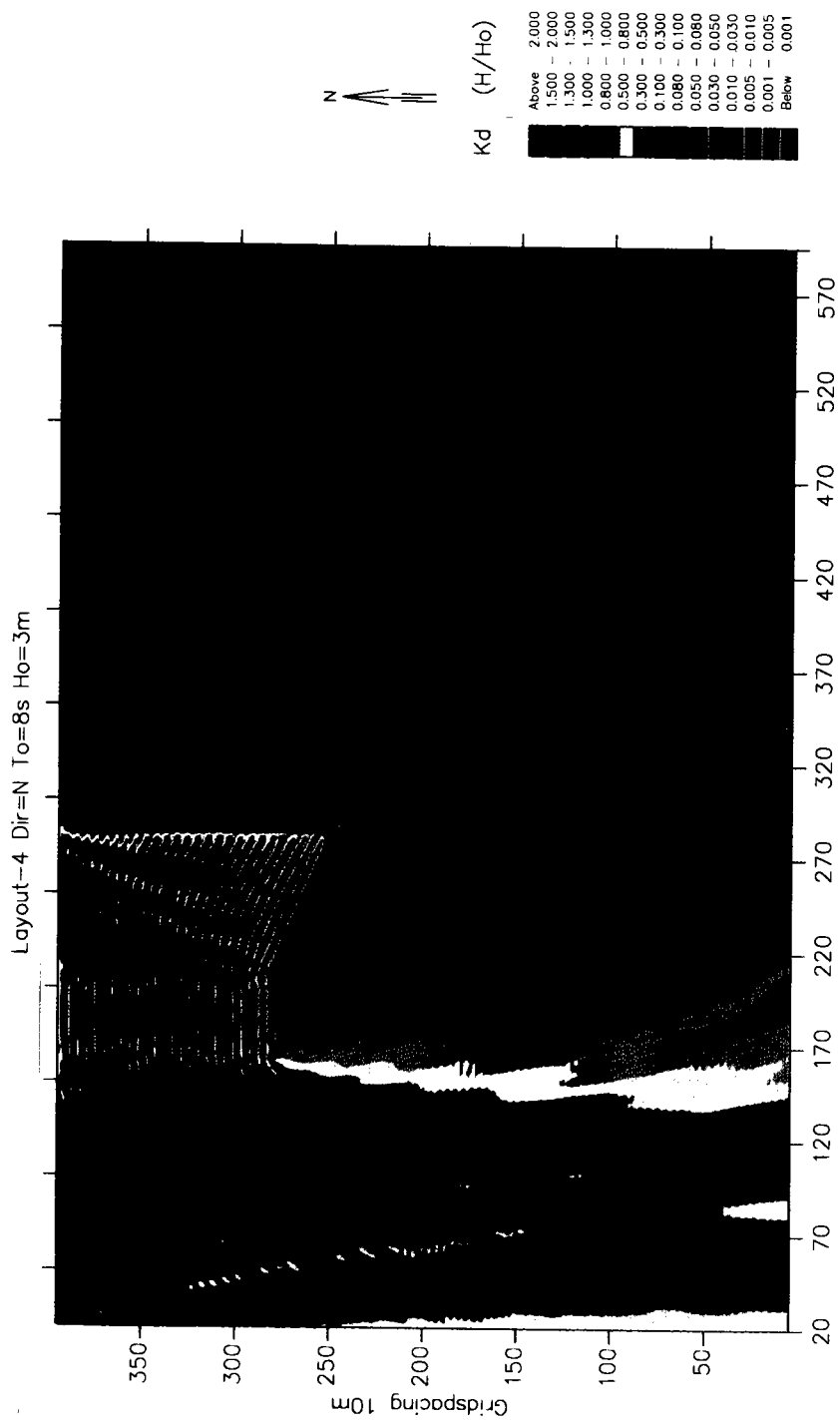


圖 4-5-4b 台中港港口二期擴建替選方案IV全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向:N; 週期:8秒; 波高:3公尺)

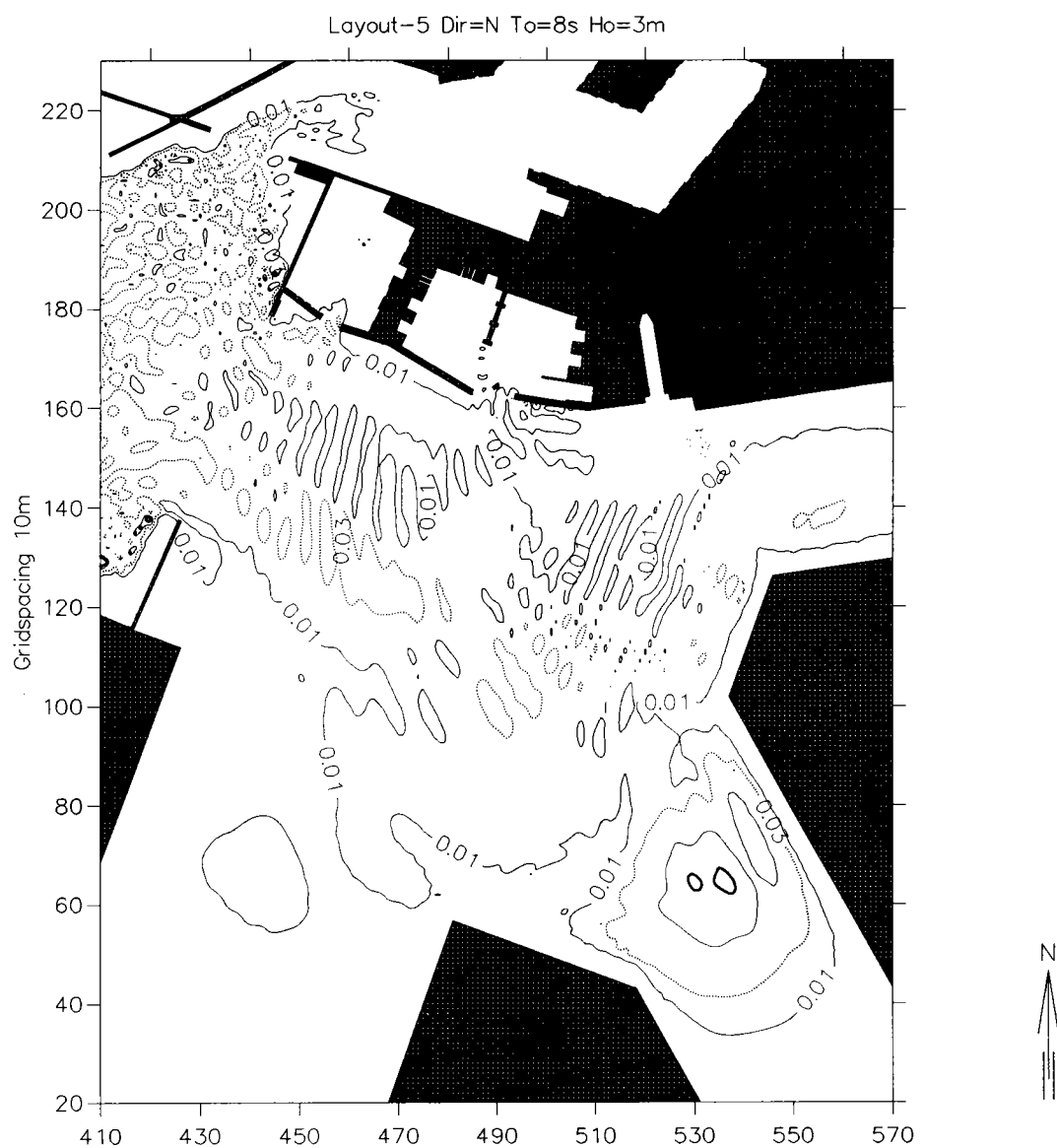


圖 4-5-5a 台中港港口二期擴建替選方案V港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

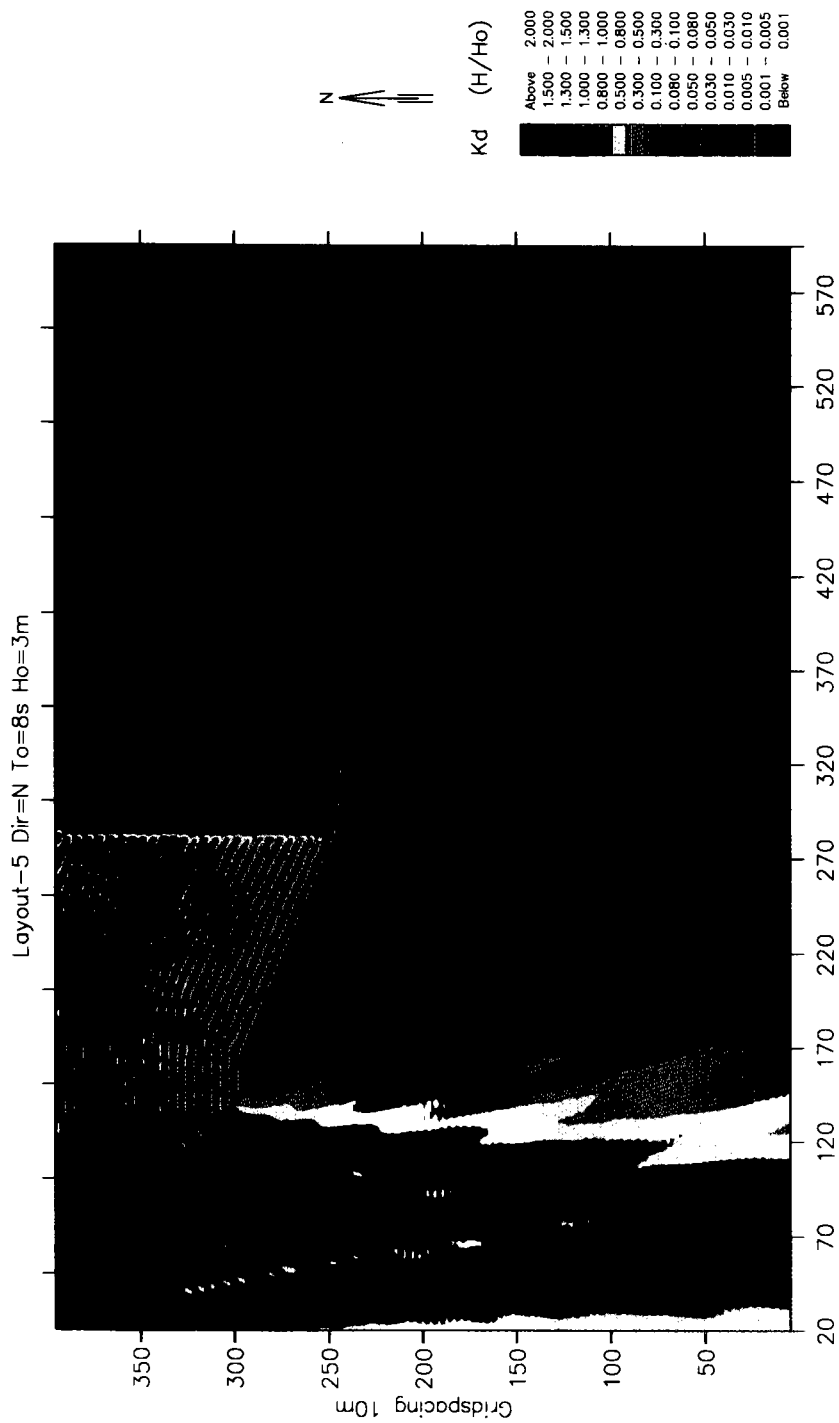
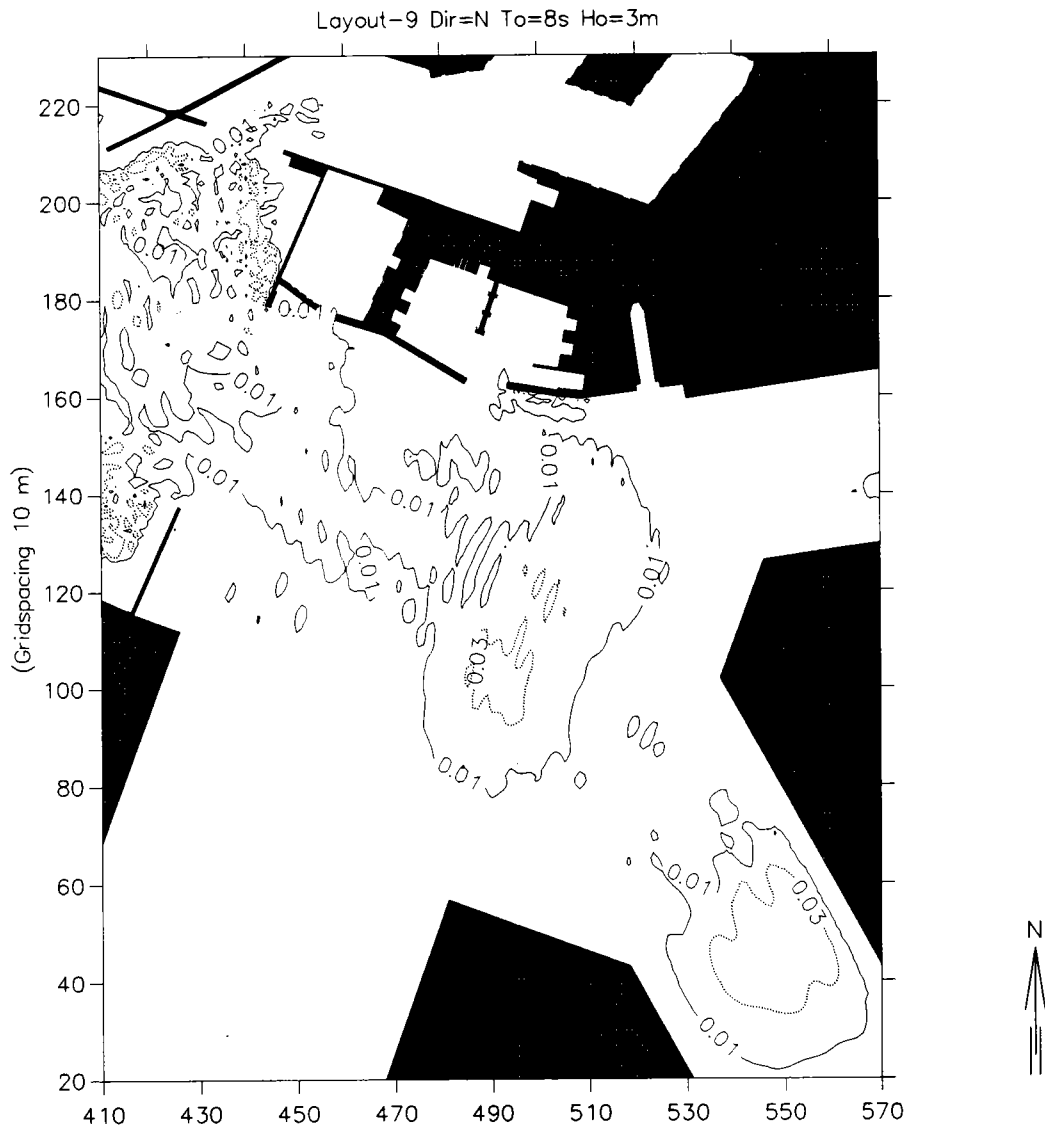


圖 4-5-5b 台中港港口二期擴建替選方案 V 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)



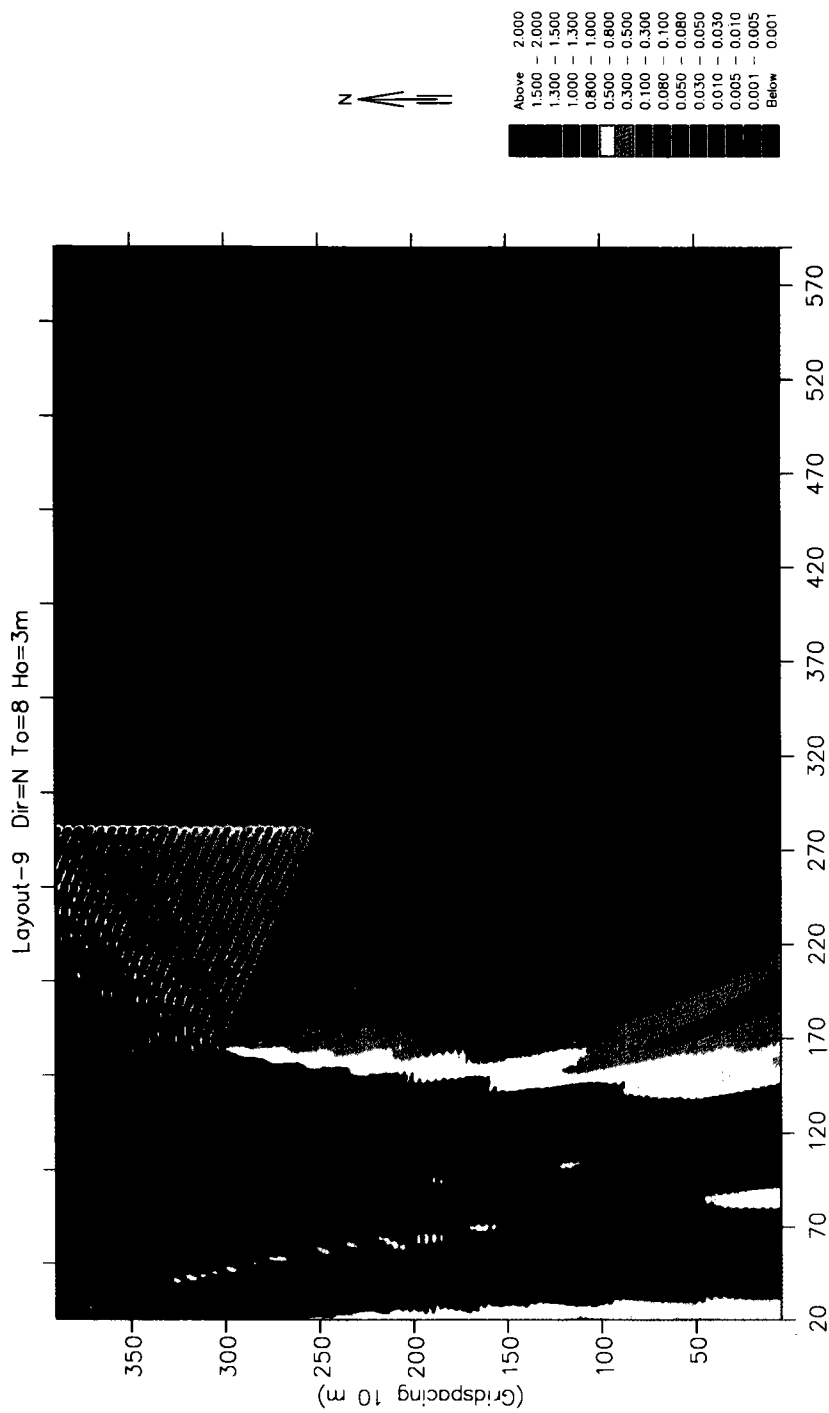


圖 4-5-6b 台中港港口二期擴建替選方案IX全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

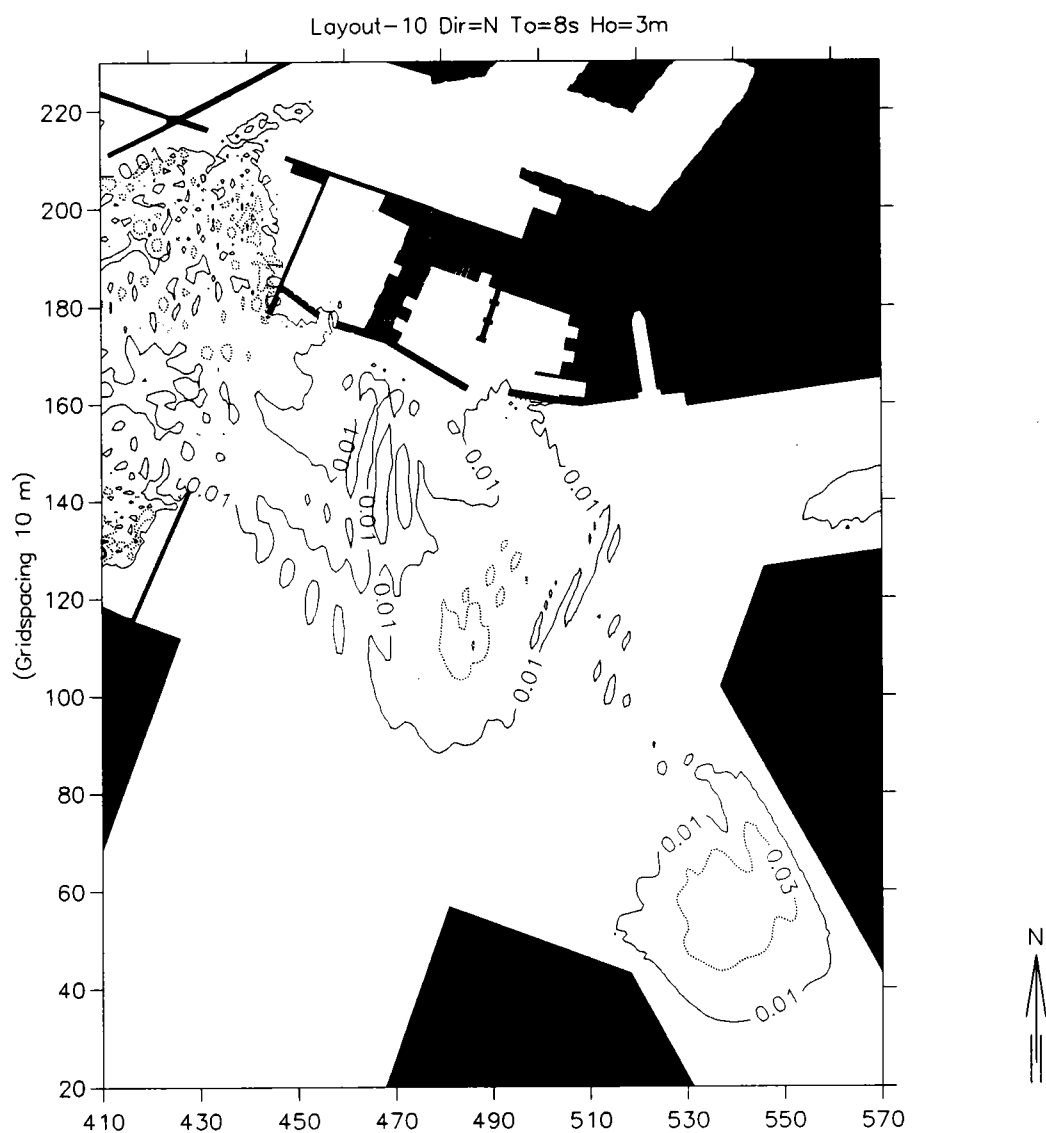


圖 4-5-7a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

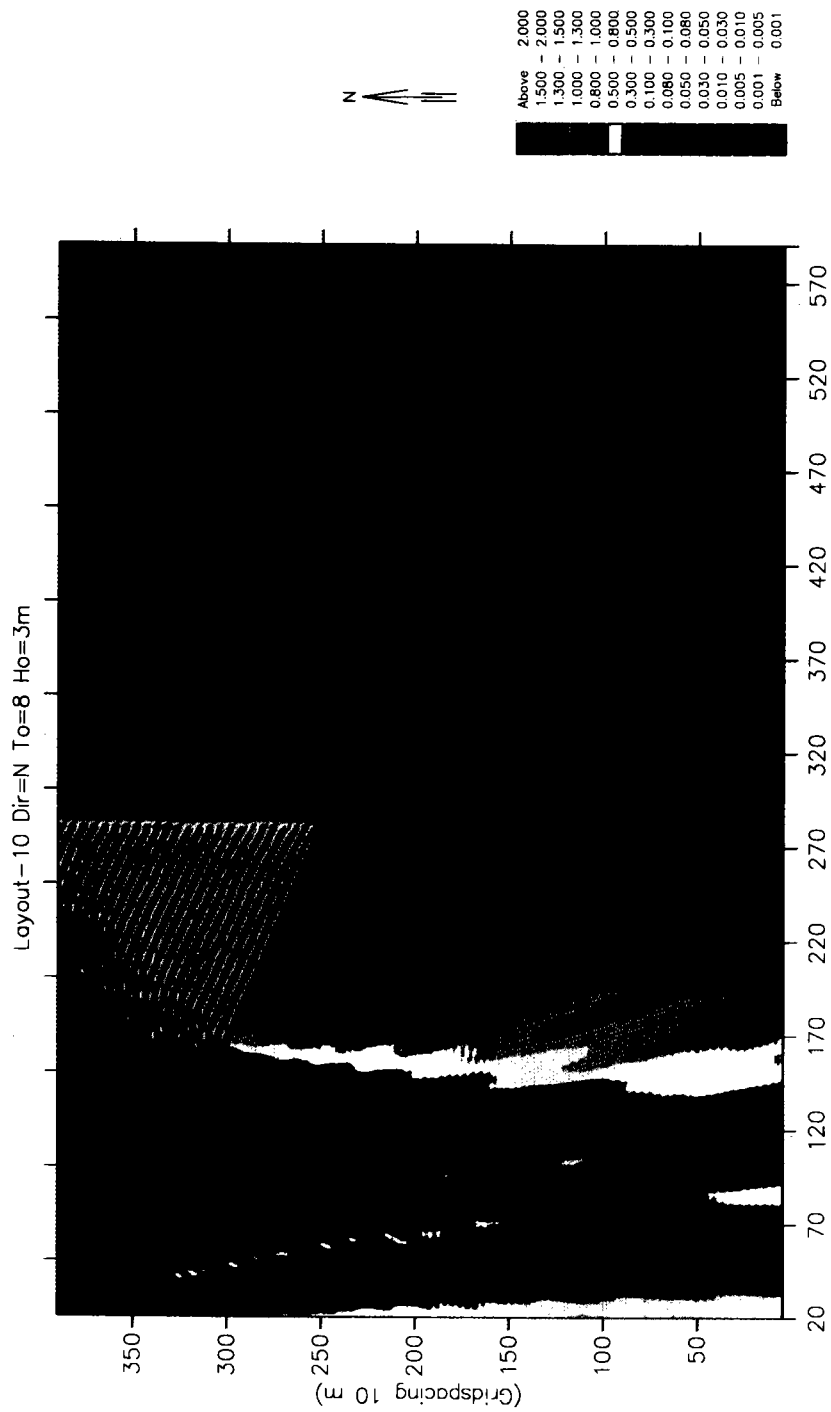


圖 4-5-7b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：8 秒；波高：3 公尺)

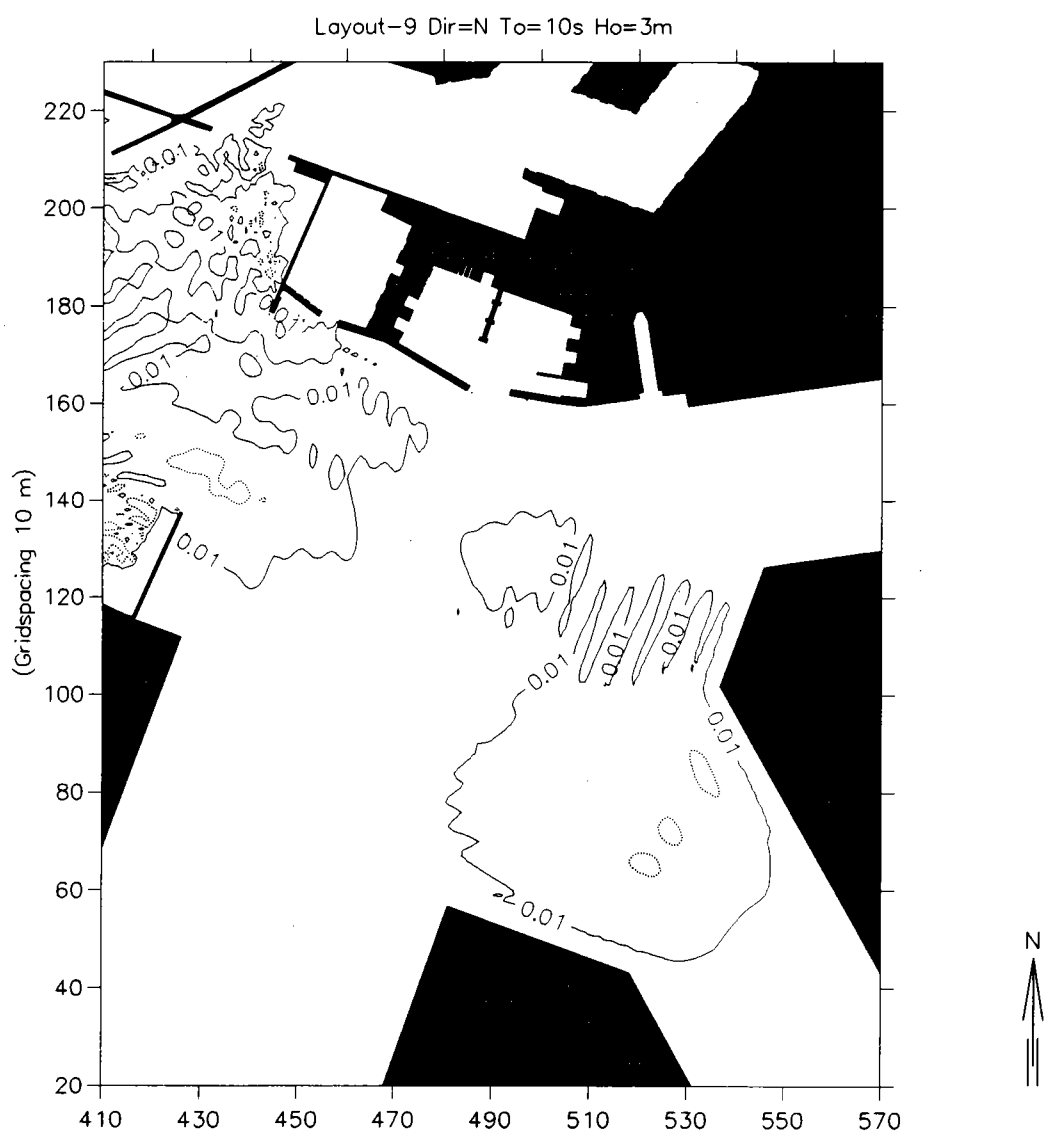


圖 4-6-1a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：N；週期：10 秒；波高：3 公尺)

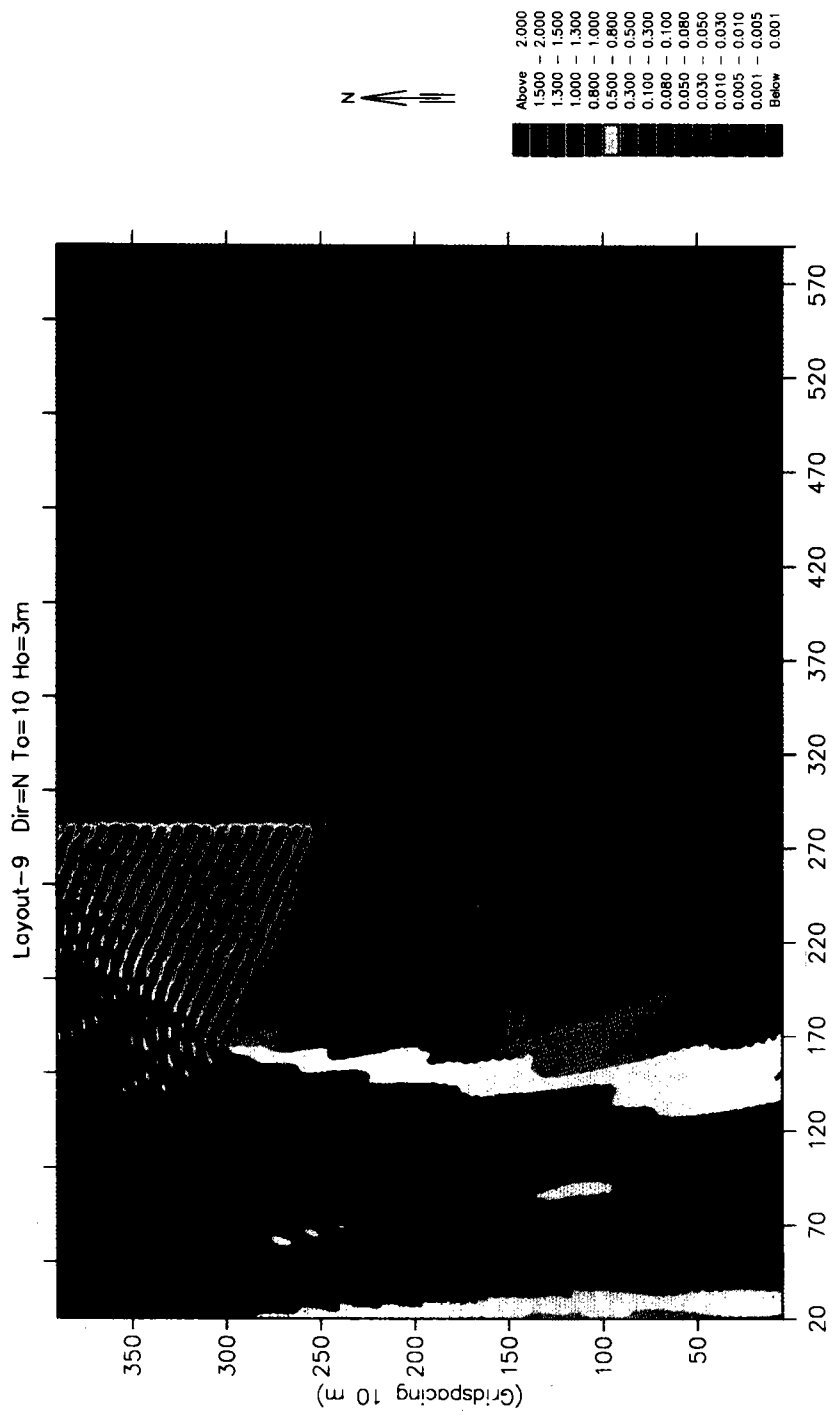


圖 4-6-1b 台中港港口二期擴建替選方案IX全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：N; 週期：10 秒; 波高：3 公尺)

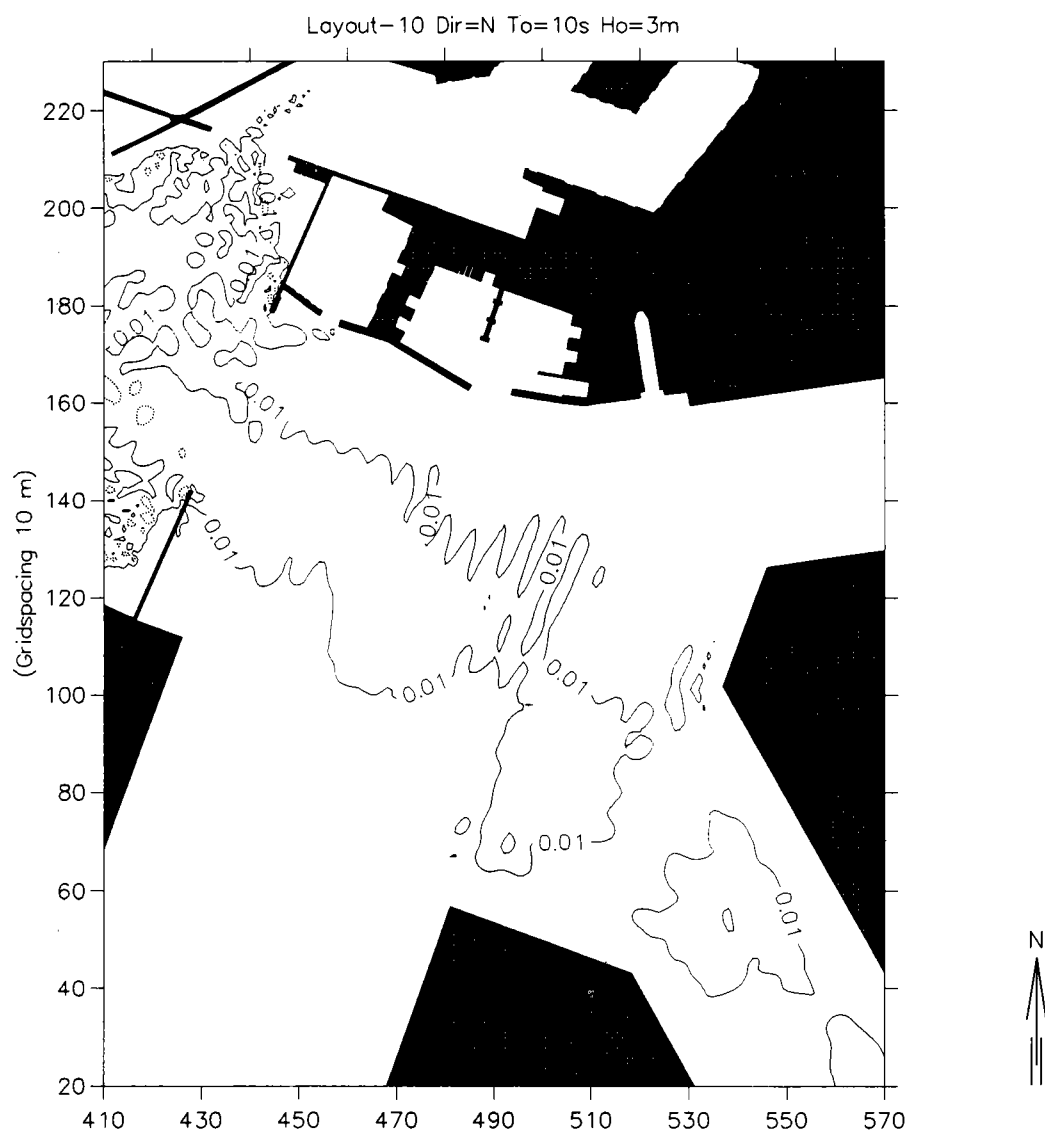


圖 4-6-2a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：N；週期：10 秒；波高：3 公尺)

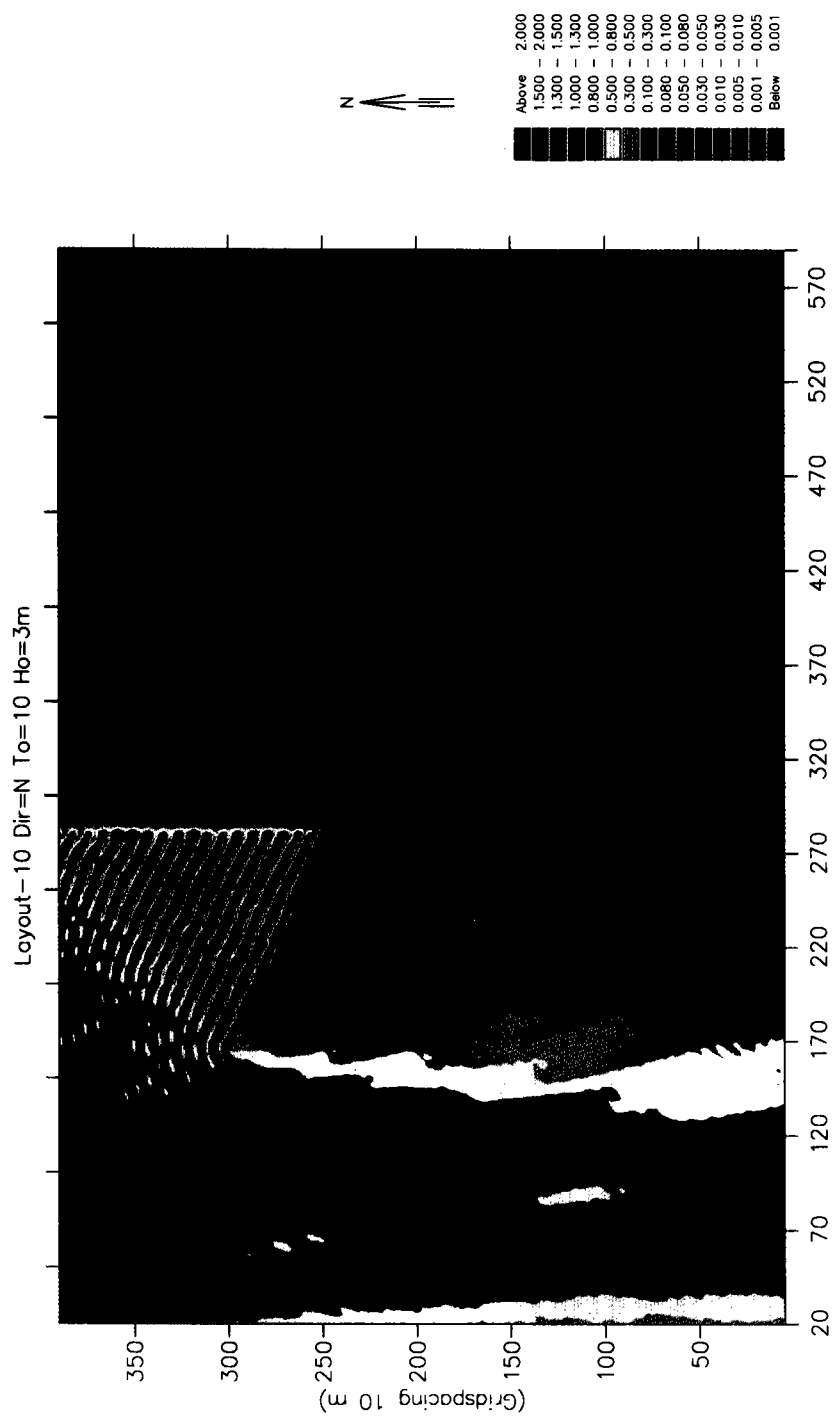


圖 4-6-2b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：10 秒；波高：3 公尺)

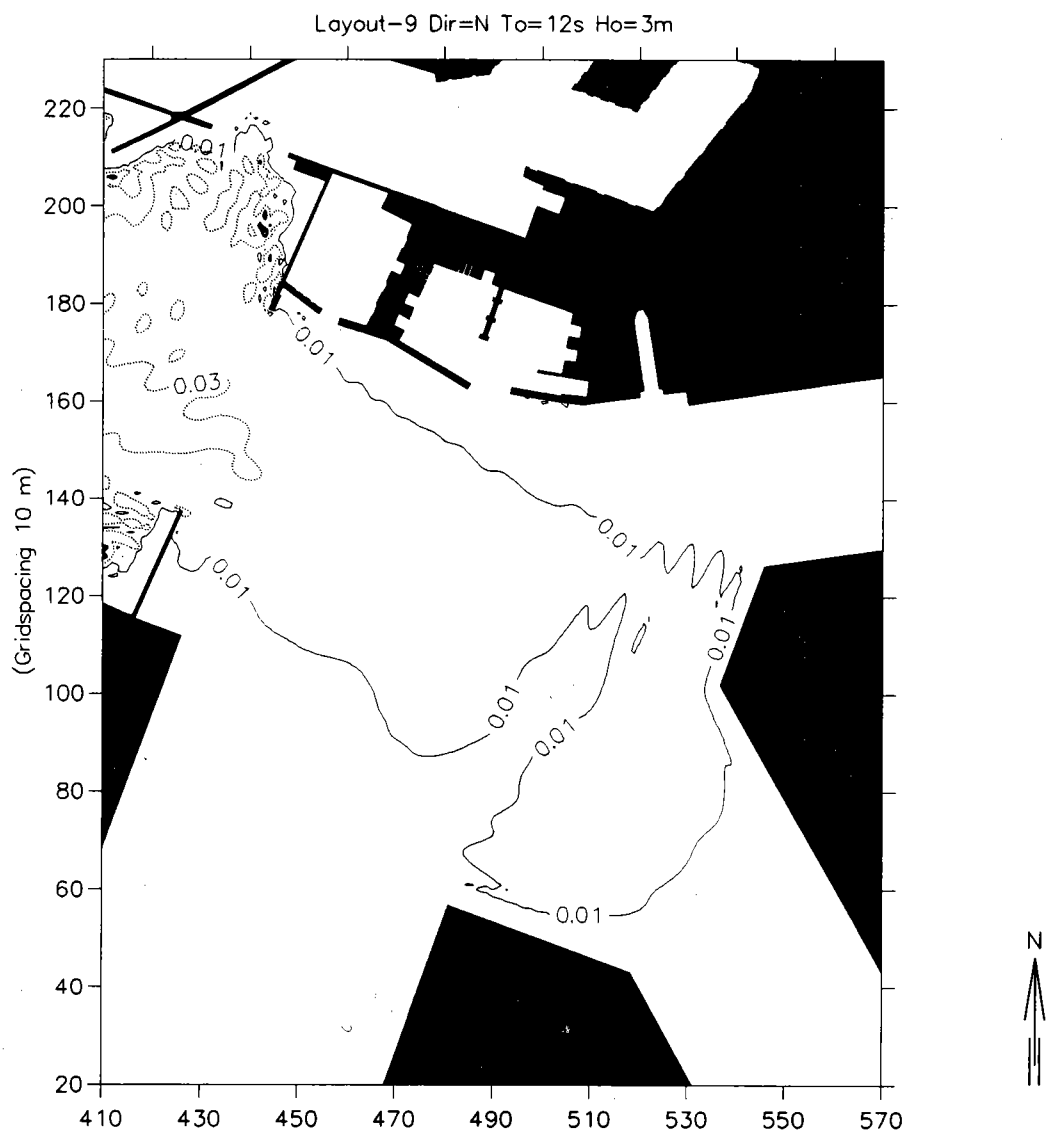


圖 4-7-1a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：N；週期：12 秒；波高：3 公尺)

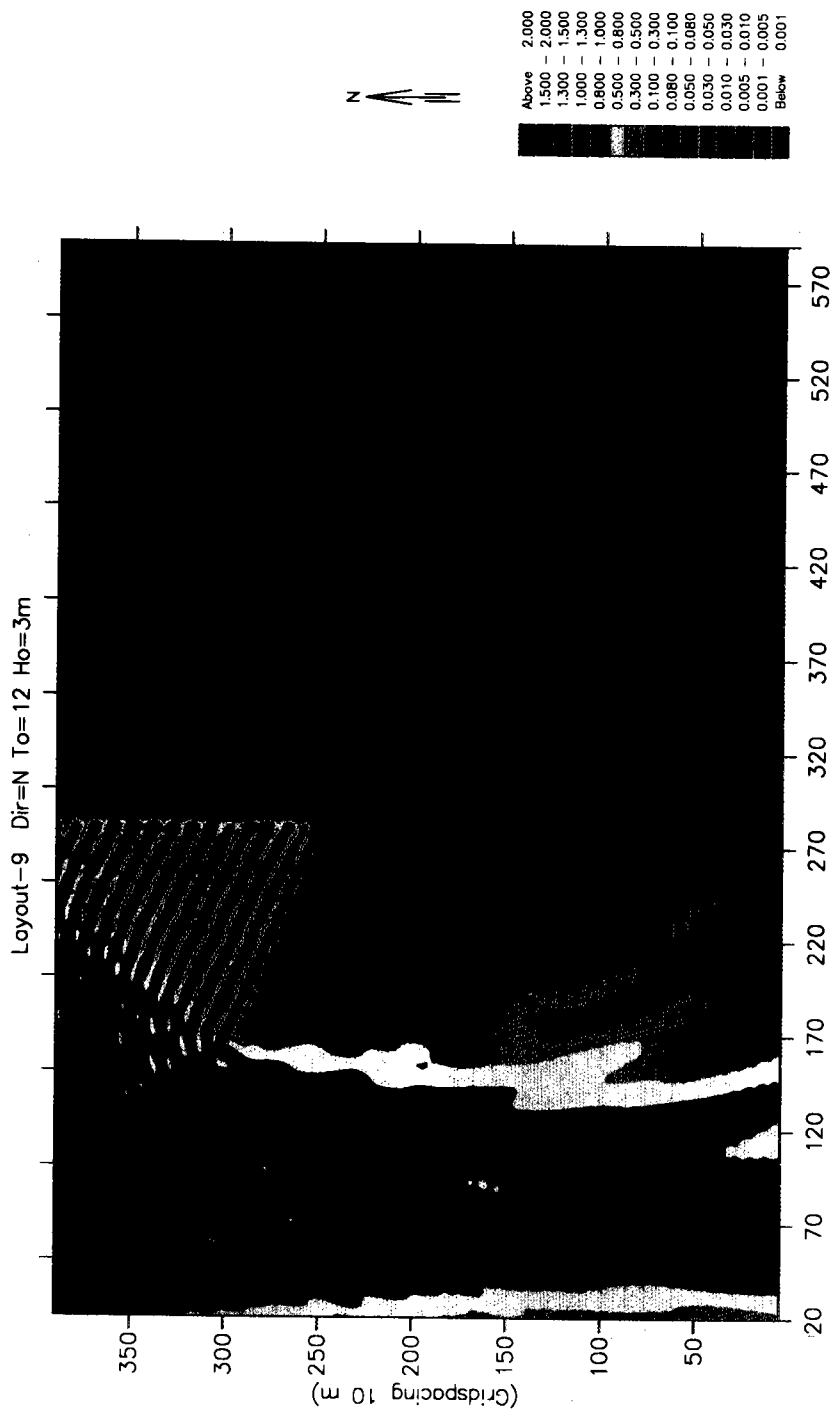


圖 4-7-1b 台中港港口二期擴建替選方案 IX 全港域之波高遮蔽

係數 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：12 秒；波高：3 公尺)

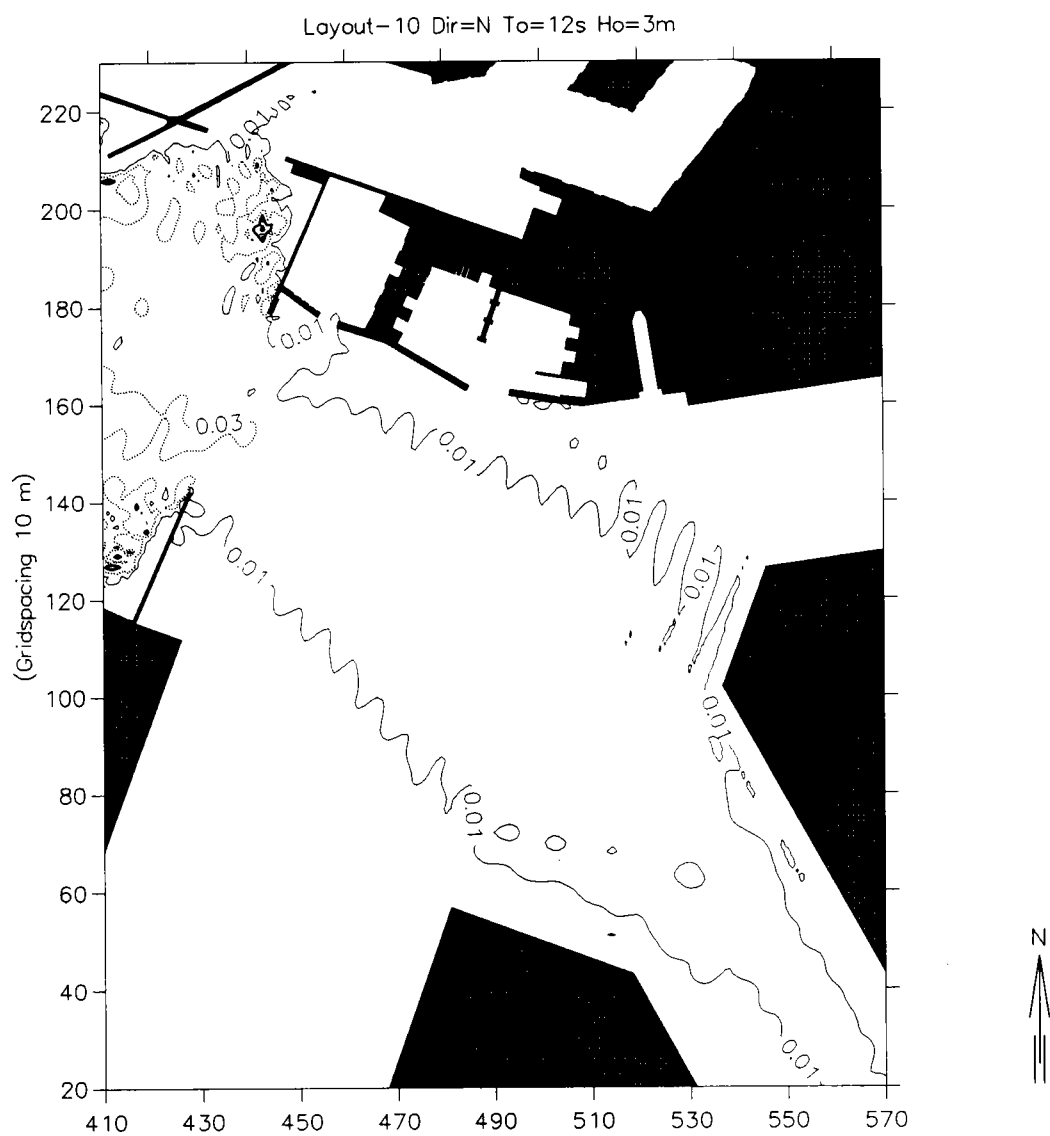


圖 4-7-2a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：N；週期：12 秒；波高：3 公尺)

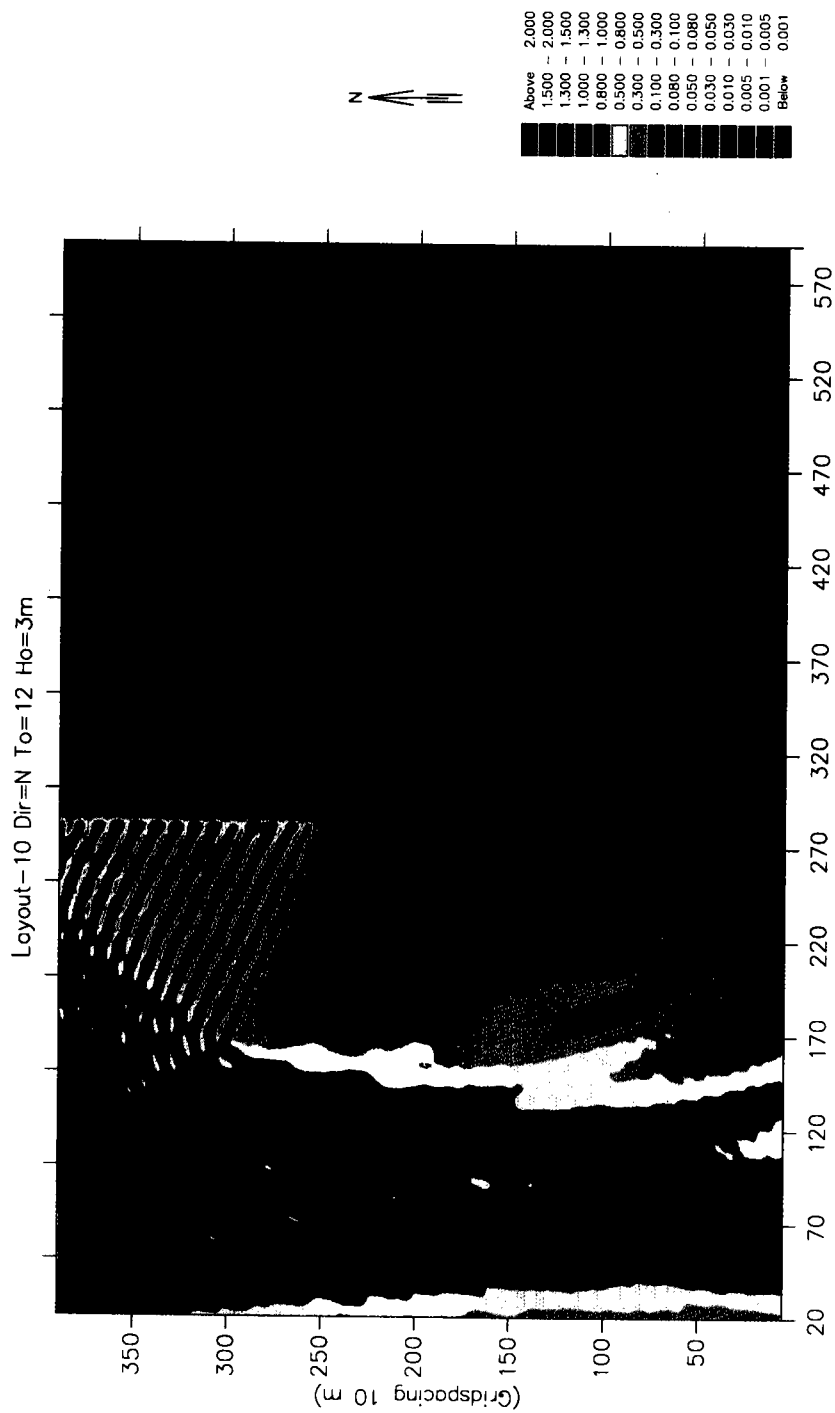


圖 4-7-2b 台中港港口二期擴建替選方案X全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：N；週期：12 秒；波高：3 公尺)

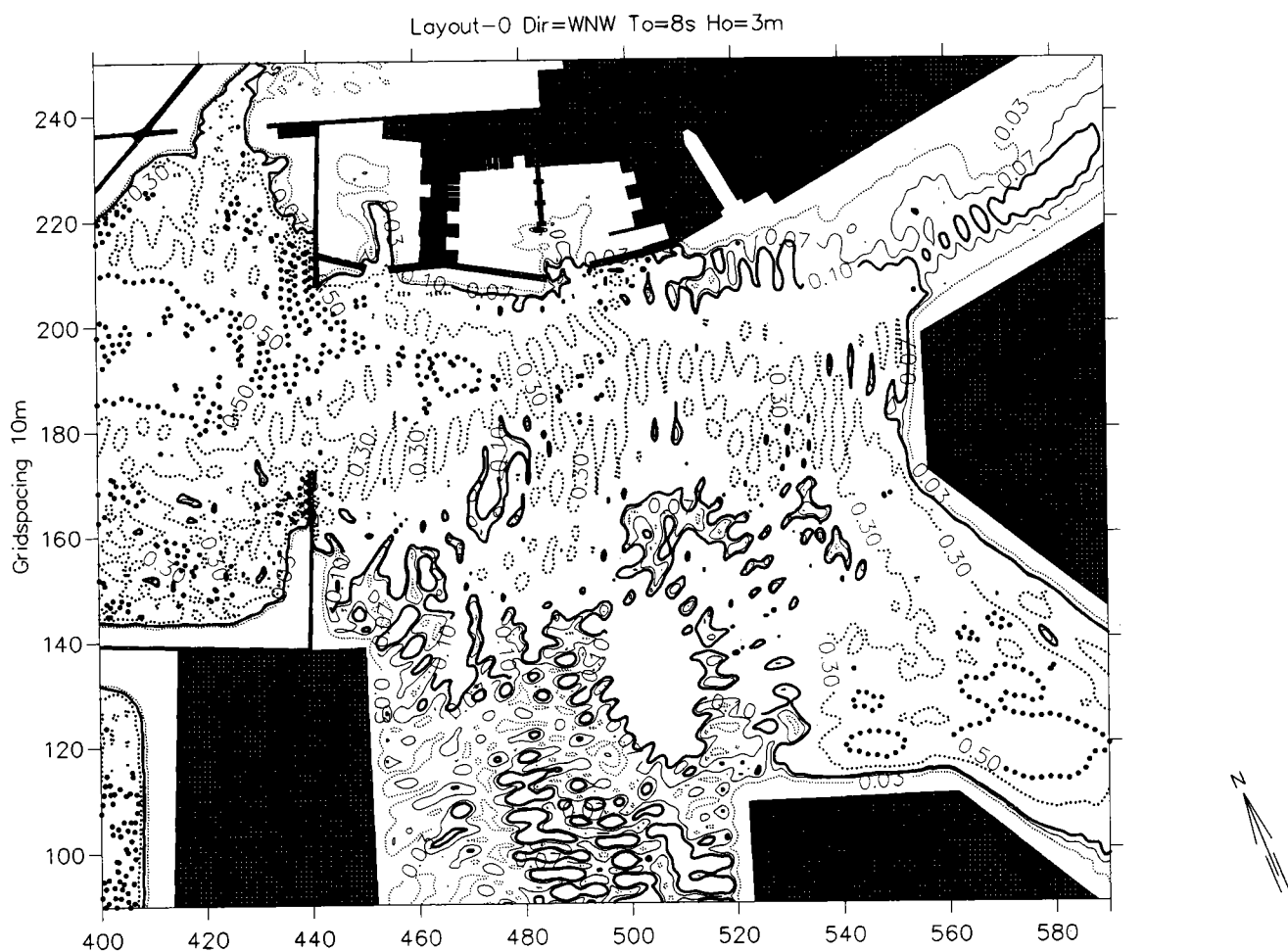


圖 4-8-0a 台中港港口二期擴建現況配置港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

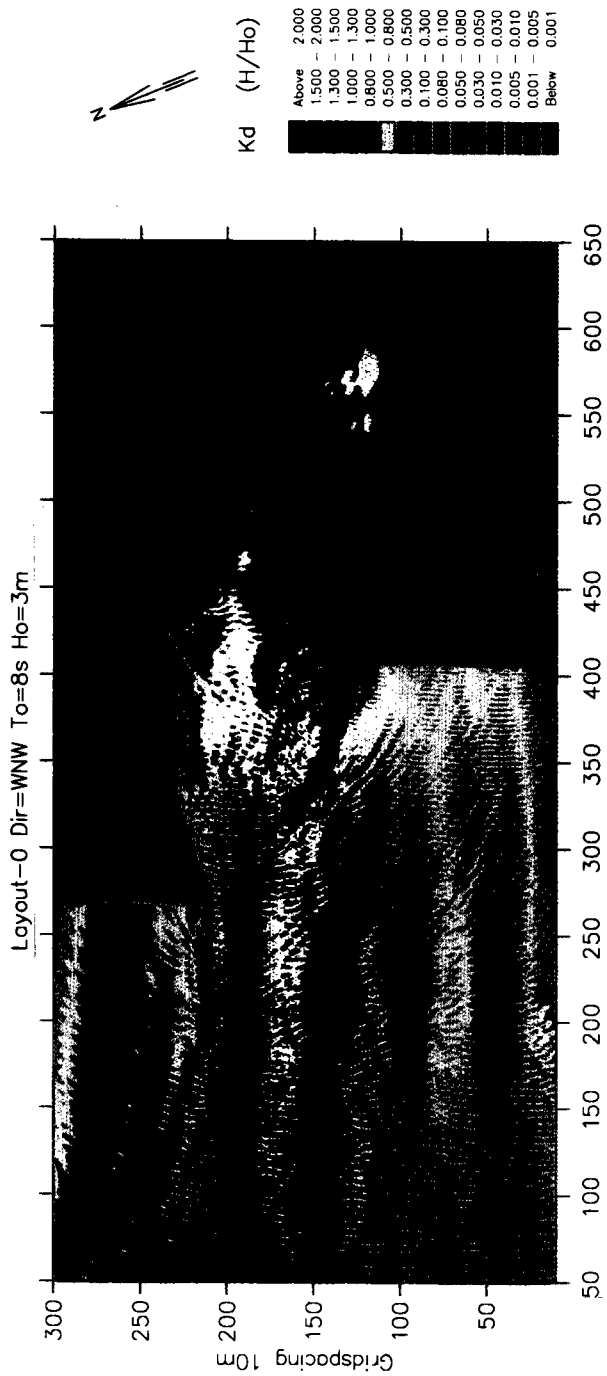


圖 4-8-0b 台中港港口二期擴建現況配置全港域之波高遮蔽係數

K_d 色階圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

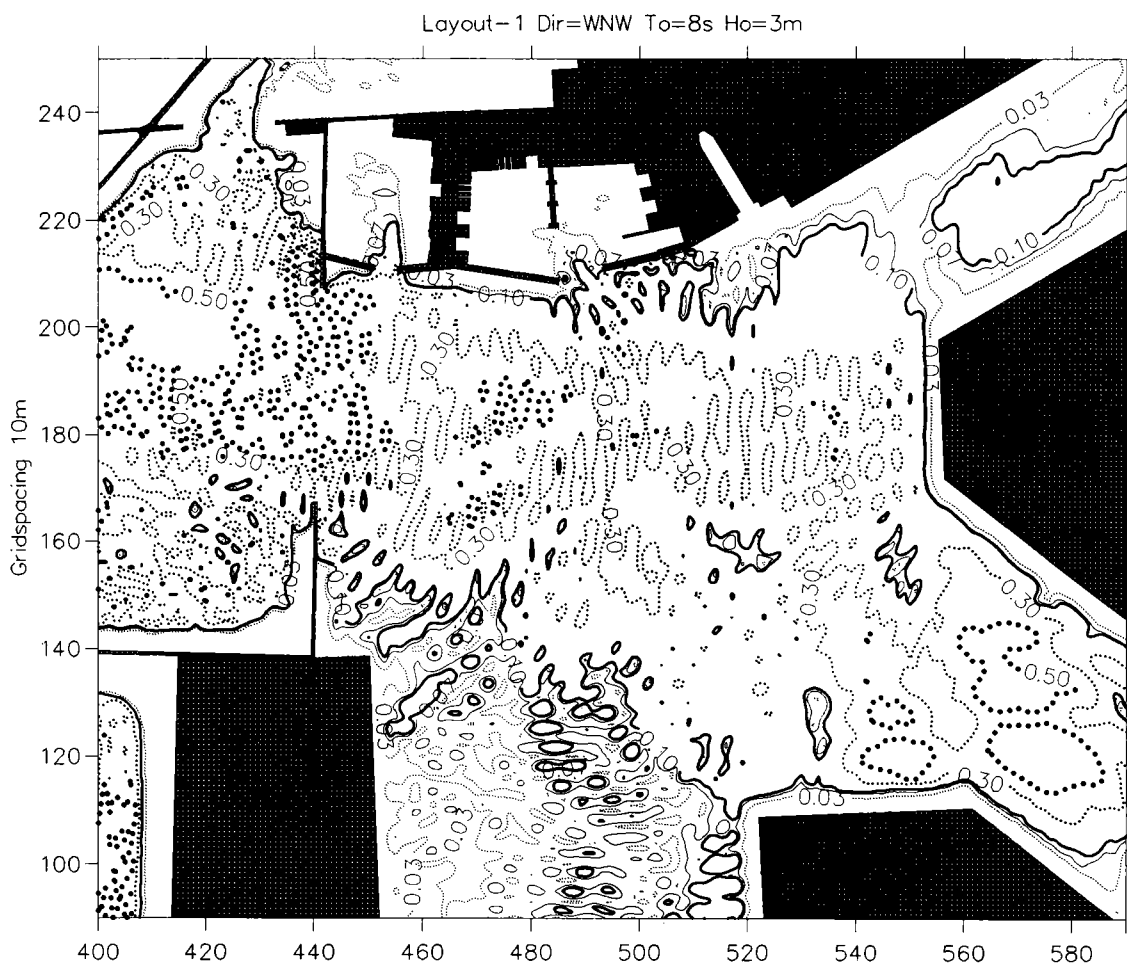


圖 4-8-1a 台中港港口二期擴建替選方案 I 港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向: WNW; 週期: 8 秒; 波高: 3 公尺)

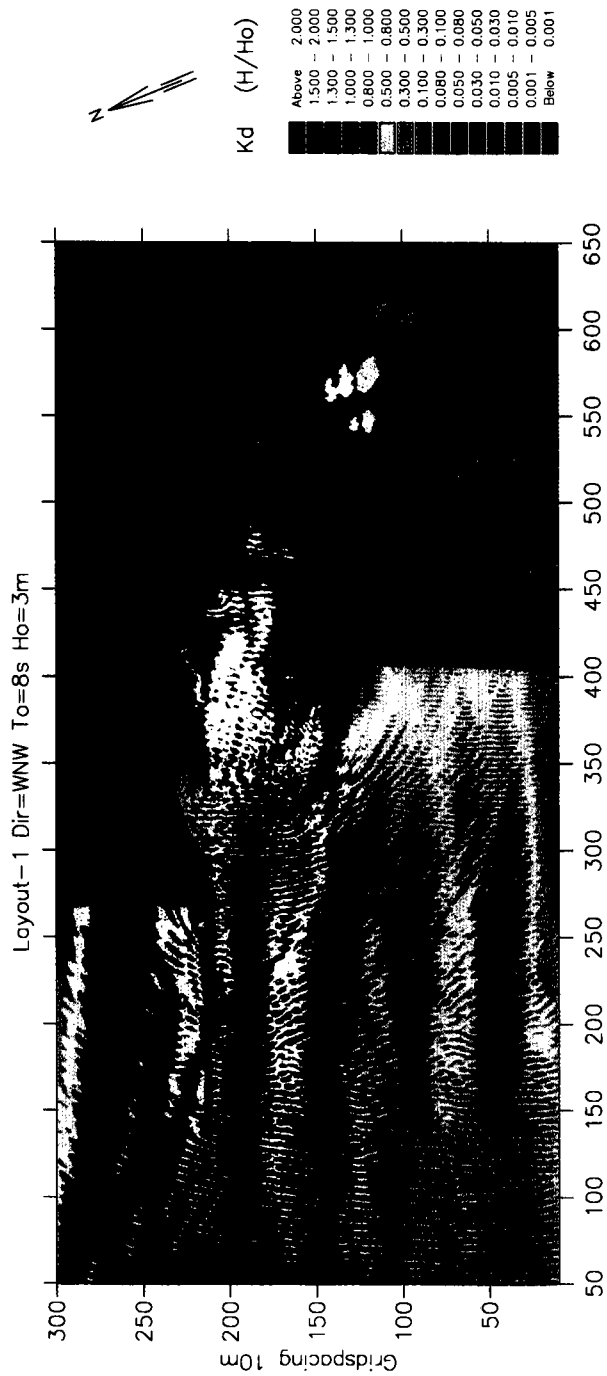


圖 4-8-1b 台中港港口二期擴建替選方案 I 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向: WNW; 週期: 8 秒; 波高: 3 公尺)

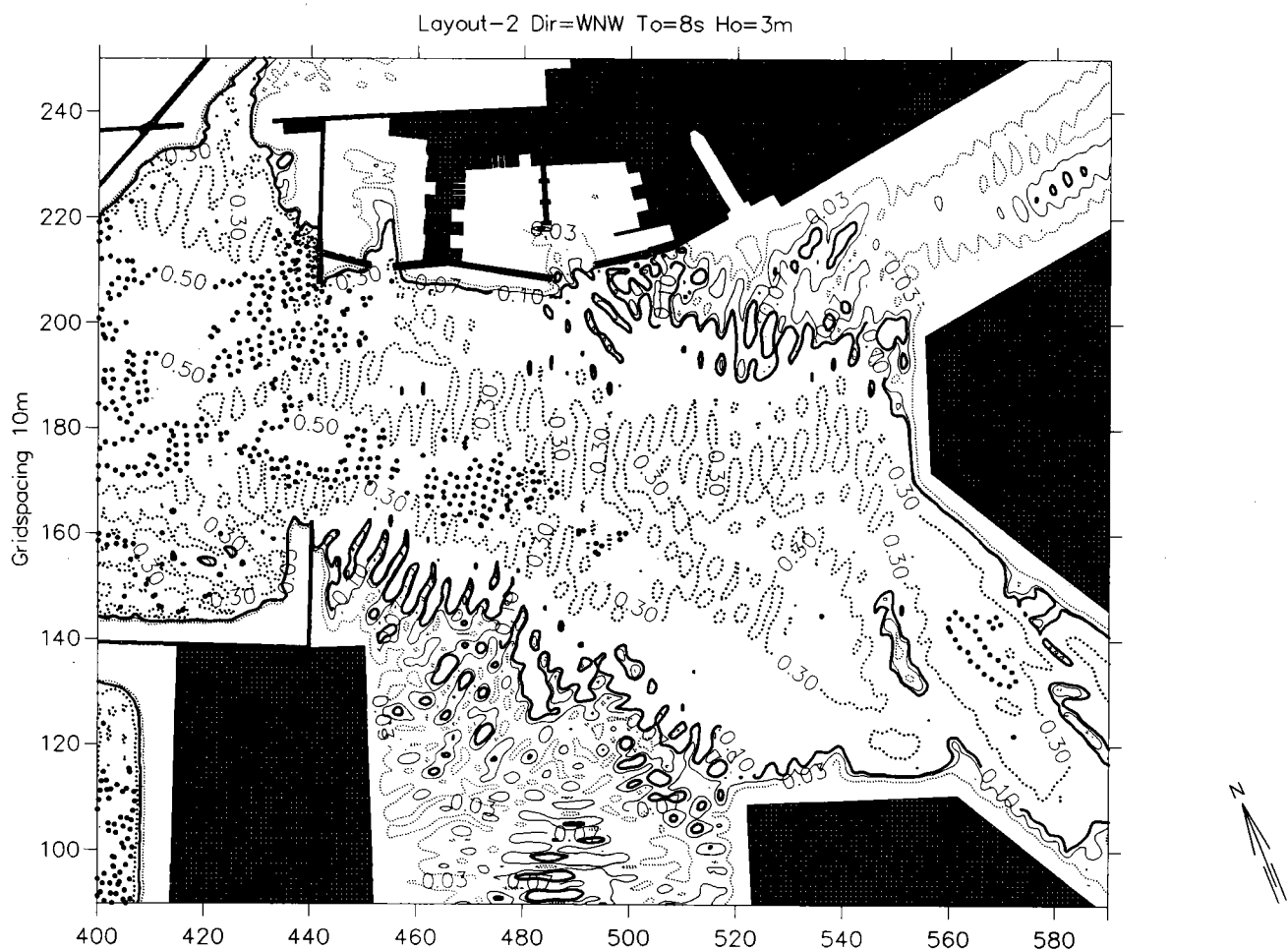


圖 4-8-2a 台中港港口二期擴建替選方案Ⅱ港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

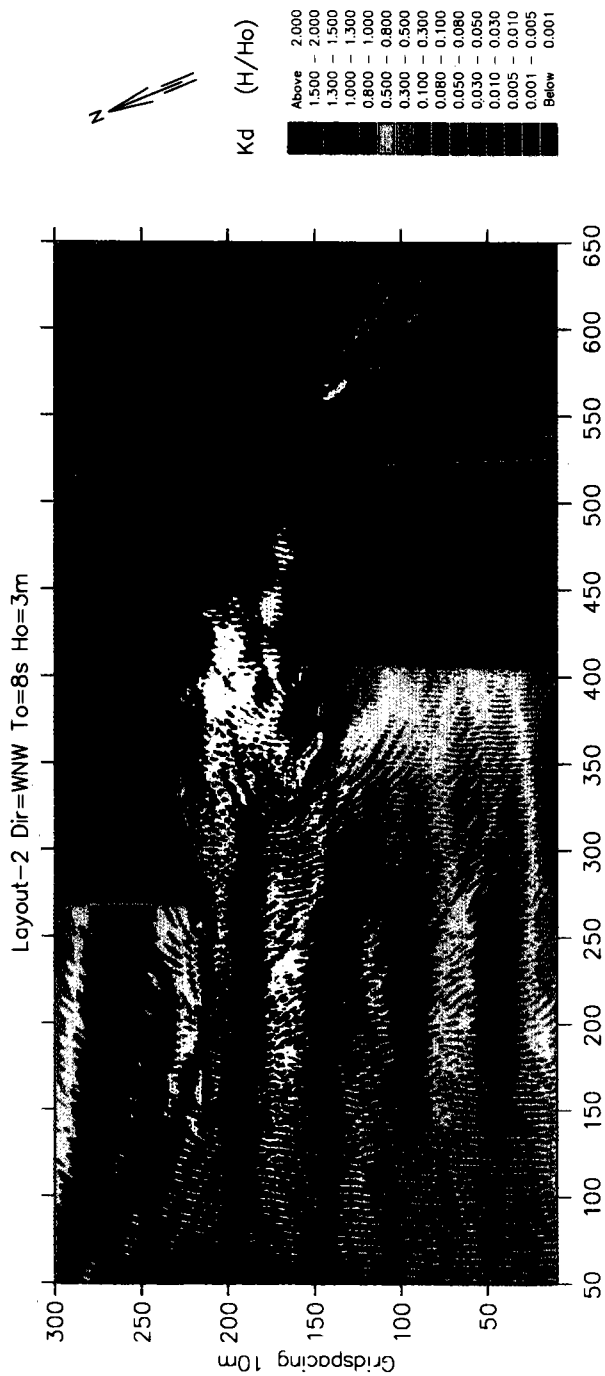


圖 4-8-2b 台中港港口二期擴建替選方案 II 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

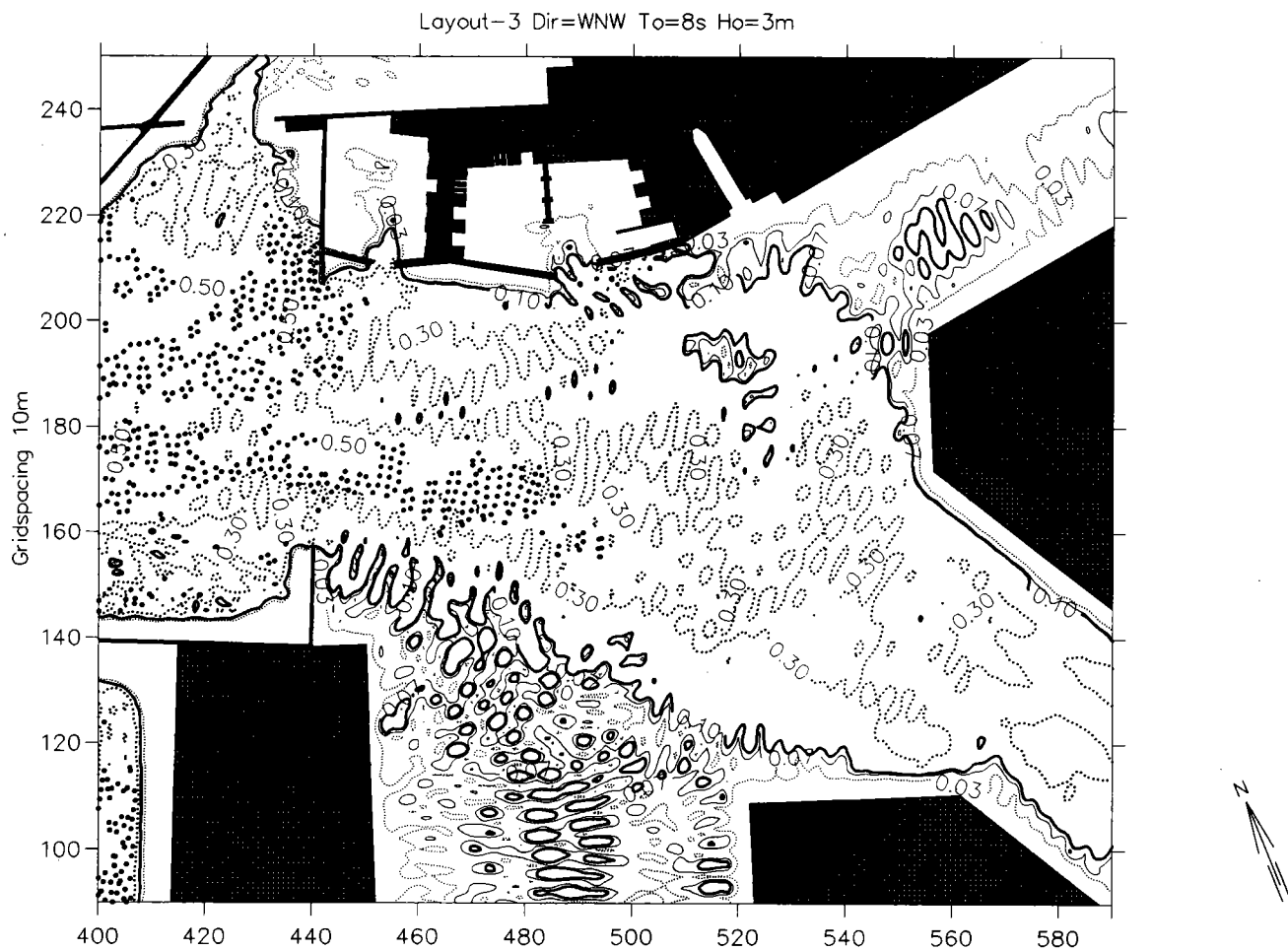


圖 4-8-3a 台中港港口二期擴建替選方案Ⅲ港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向: WNW; 週期: 8 秒; 波高: 3 公尺)

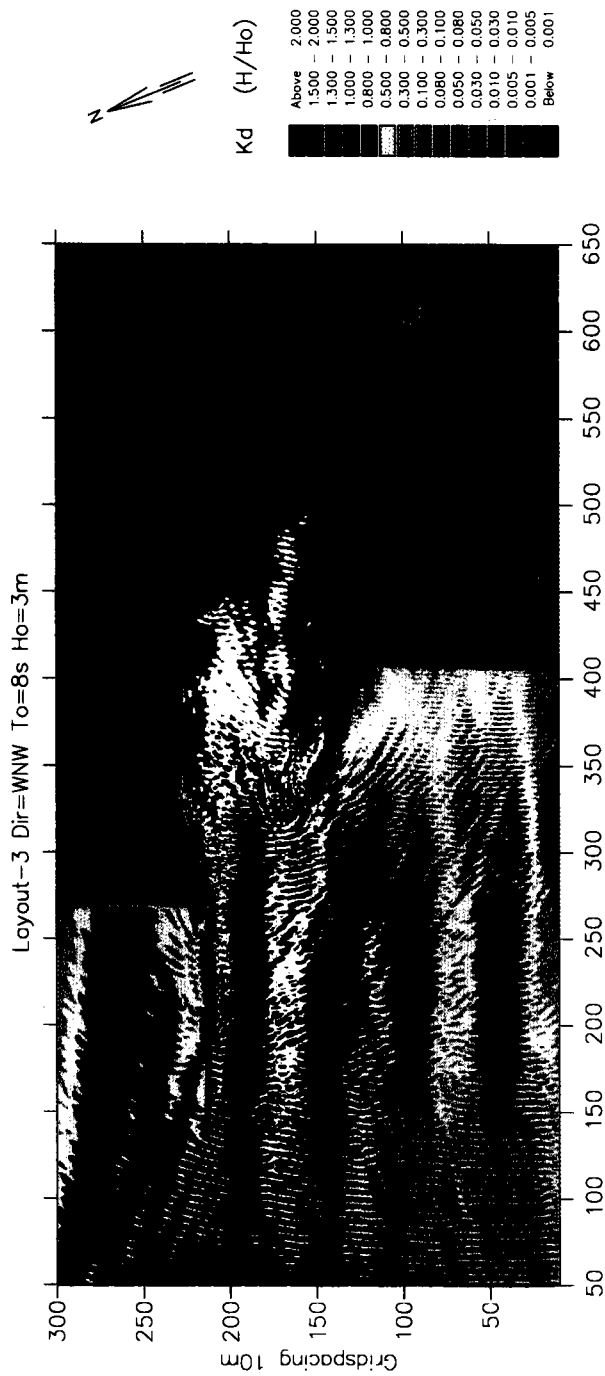


圖 4-8-3b 台中港港口二期擴建替選方案Ⅲ全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

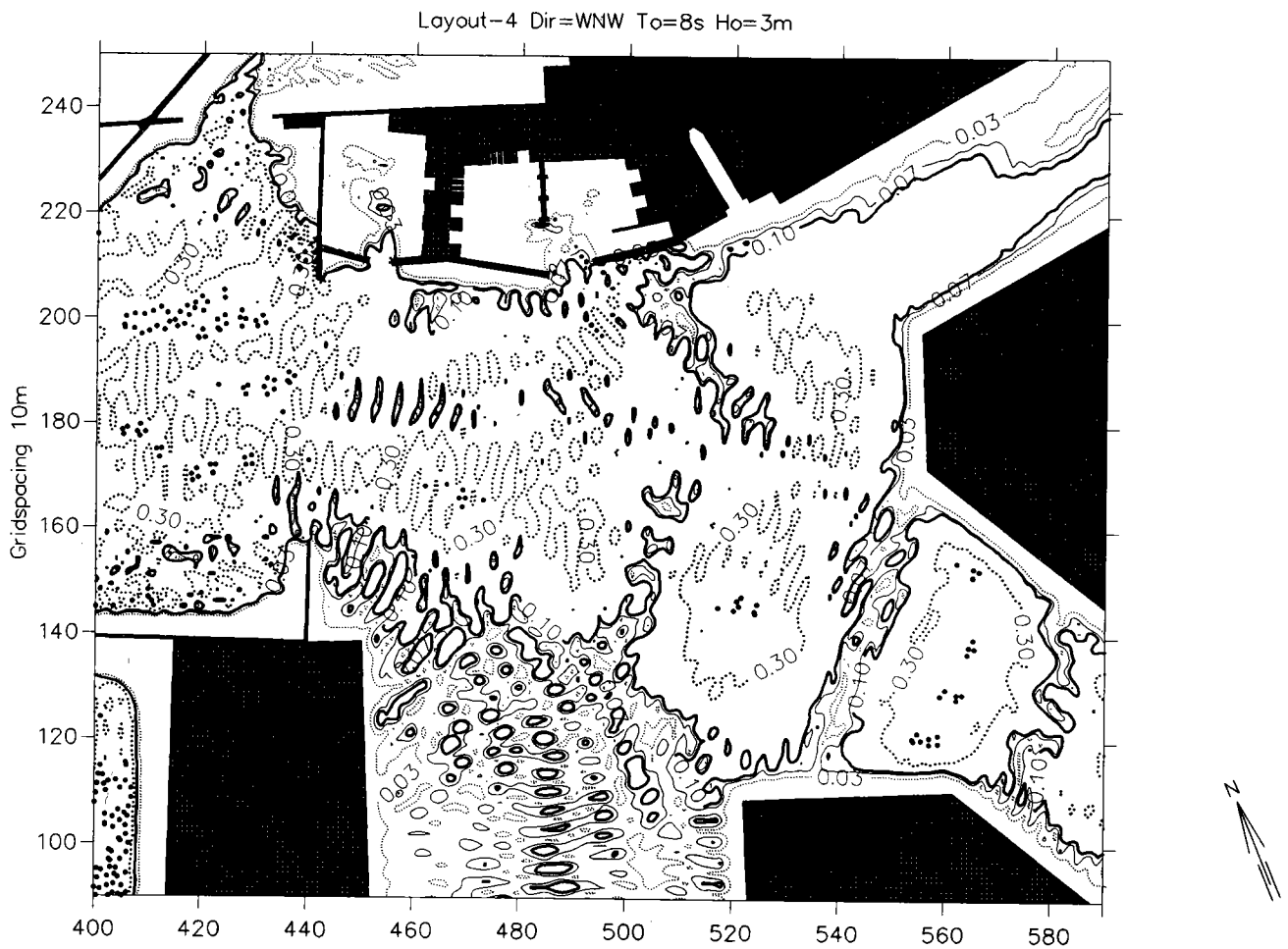


圖 4-8-4a 台中港港口二期擴建替選方案IV港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向: WNW; 週期: 8 秒; 波高: 3 公尺)

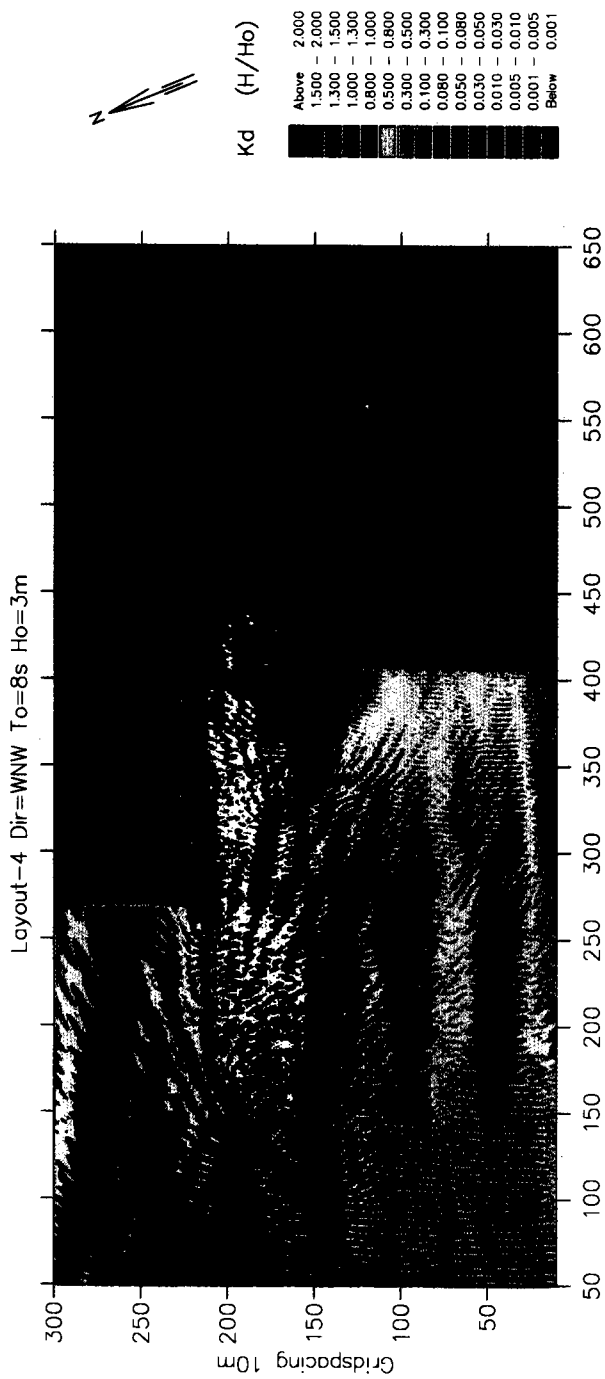


圖 4-8-4b 台中港港口二期擴建替選方案IV全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WNW; 週期：8 秒; 波高：3 公尺)

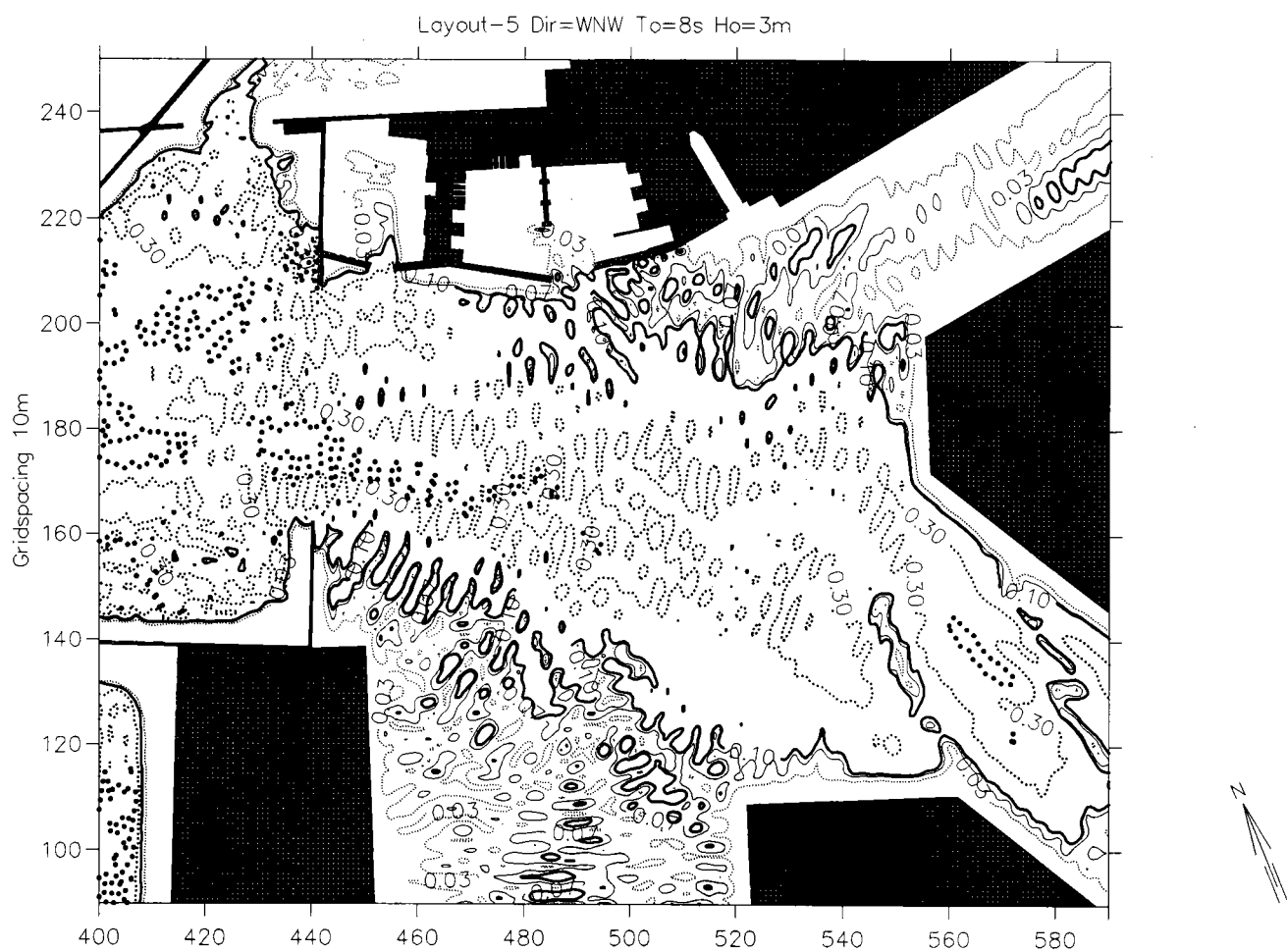


圖 4-8-5a 台中港港口二期擴建替選方案 V 港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

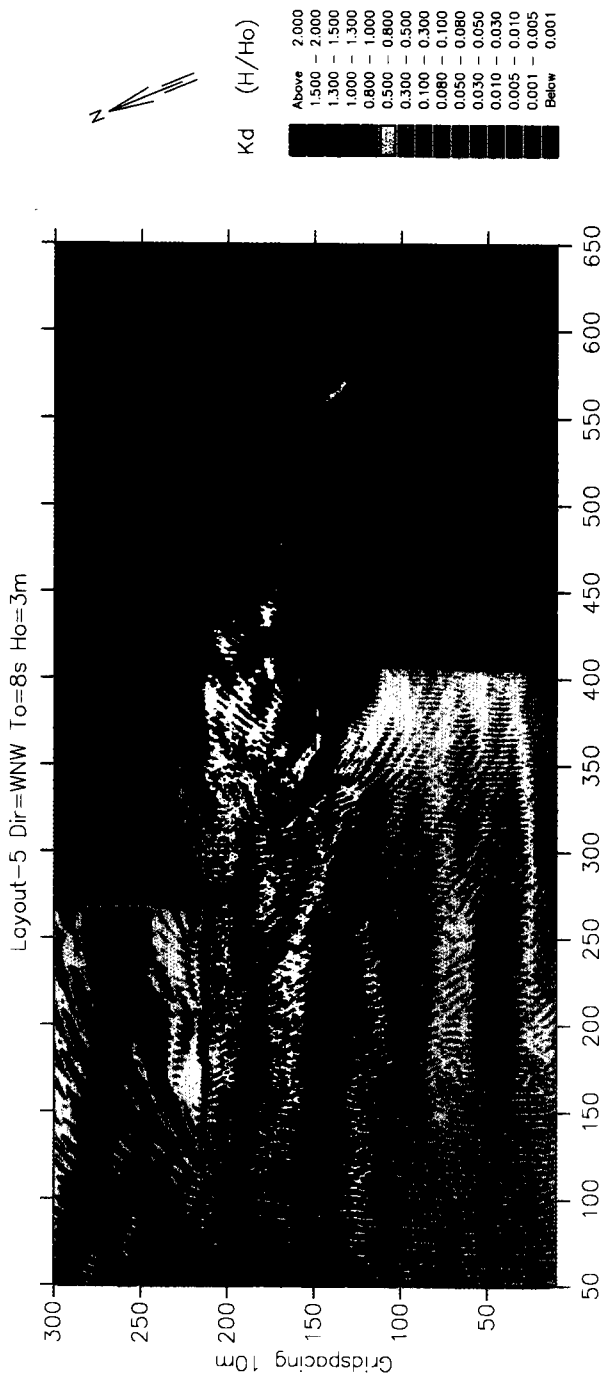


圖 4-8-5b 台中港港口二期擴建替選方案 V 全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

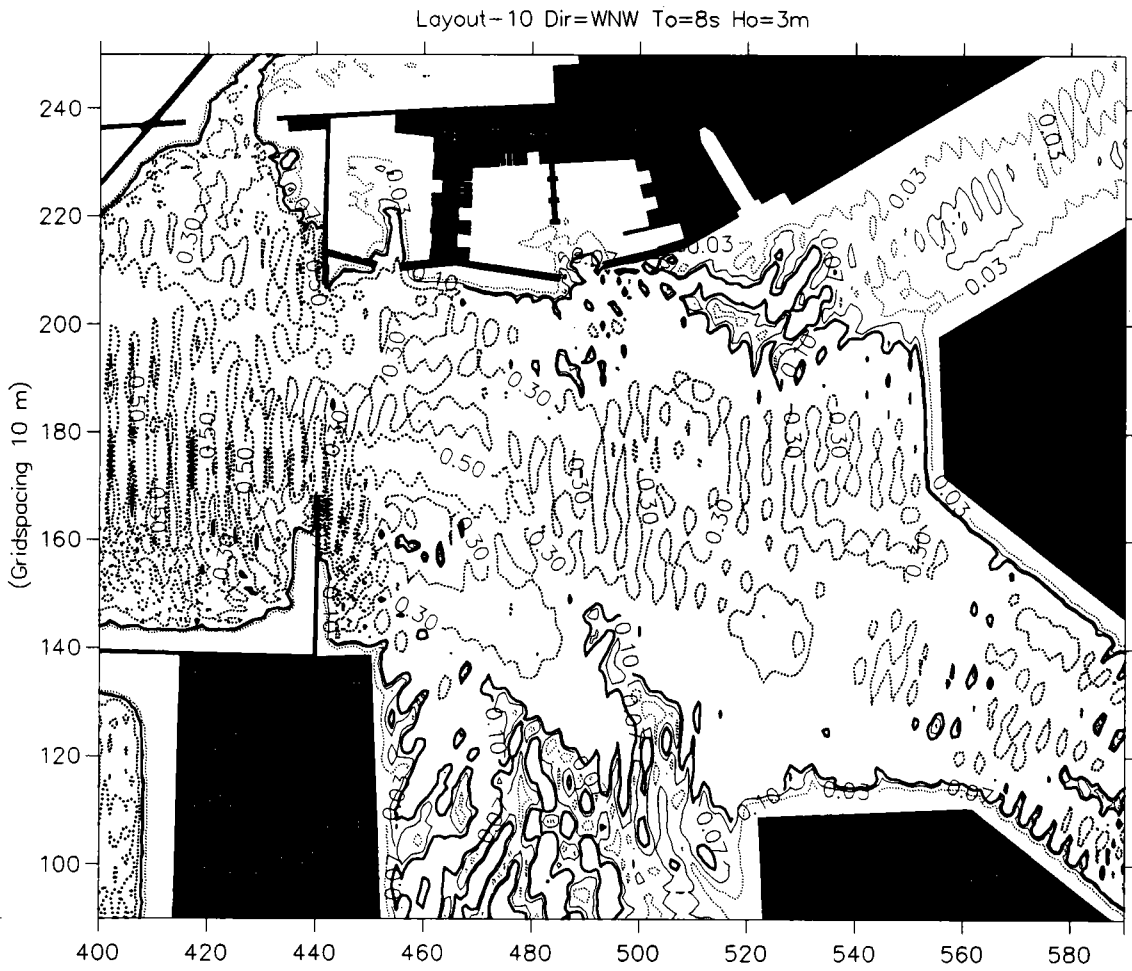


圖 4-8-6a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

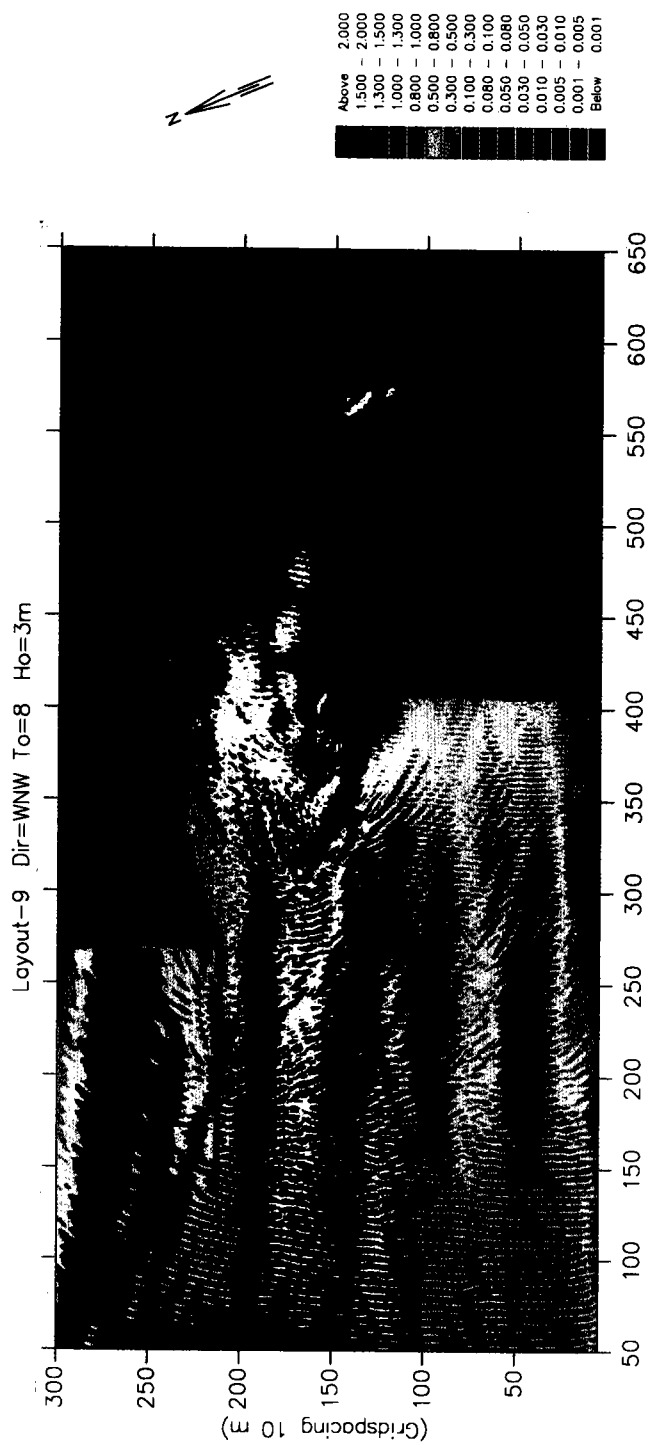


圖 4-8-6b 台中港港口二期擴建替選方案IX全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

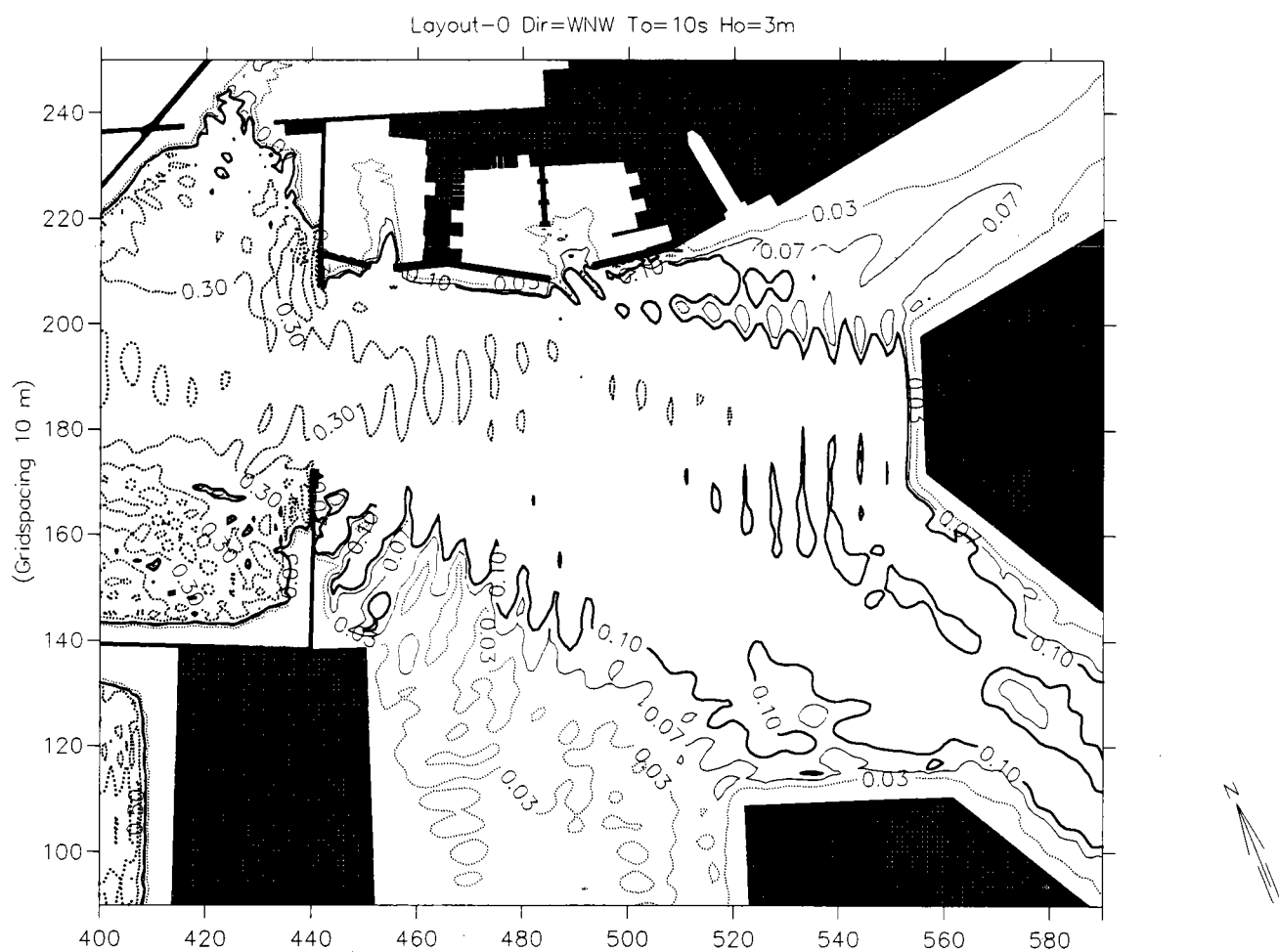


圖 4-8-7a 台中港港口二期擴建替選方案 X 港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

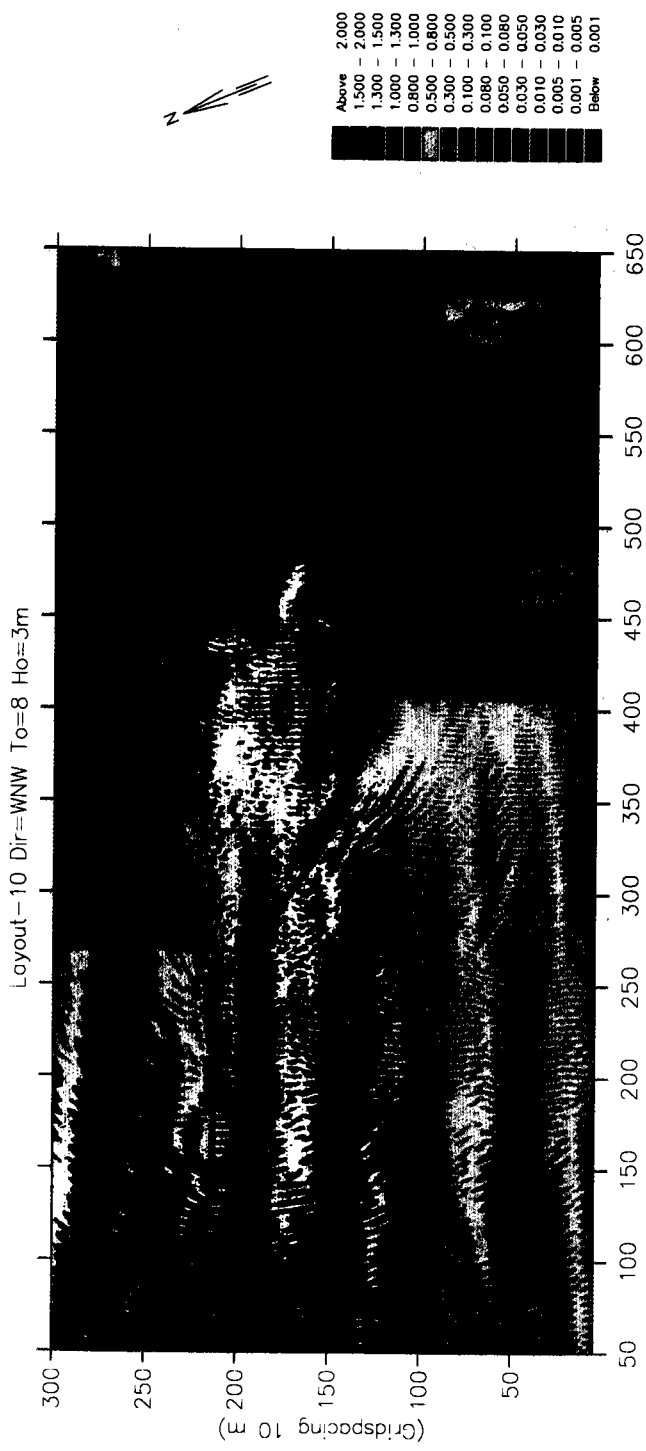


圖 4-8-7b 台中港港口二期擴建替選方案X全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WNW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

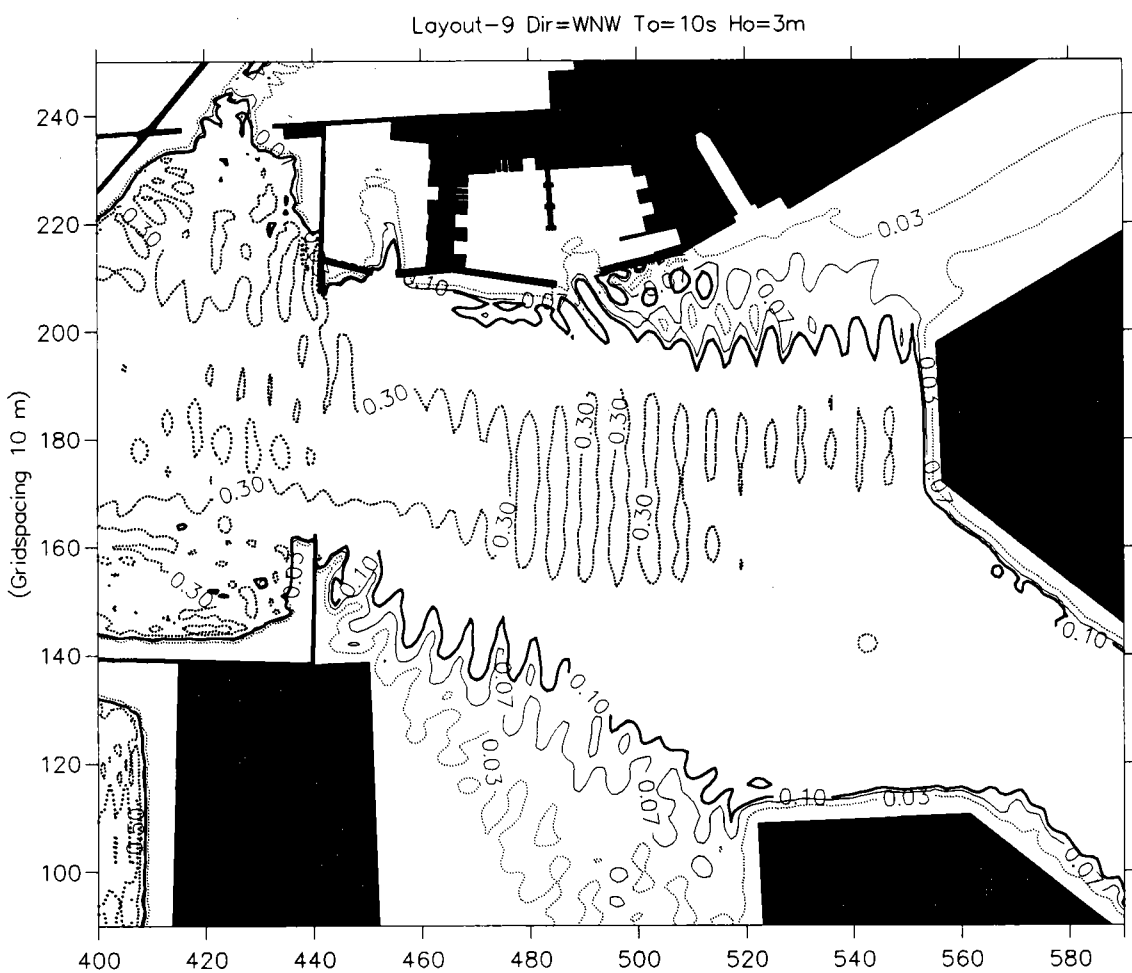


圖 4-9-0a 台中港港口二期擴建現況配置港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WNW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

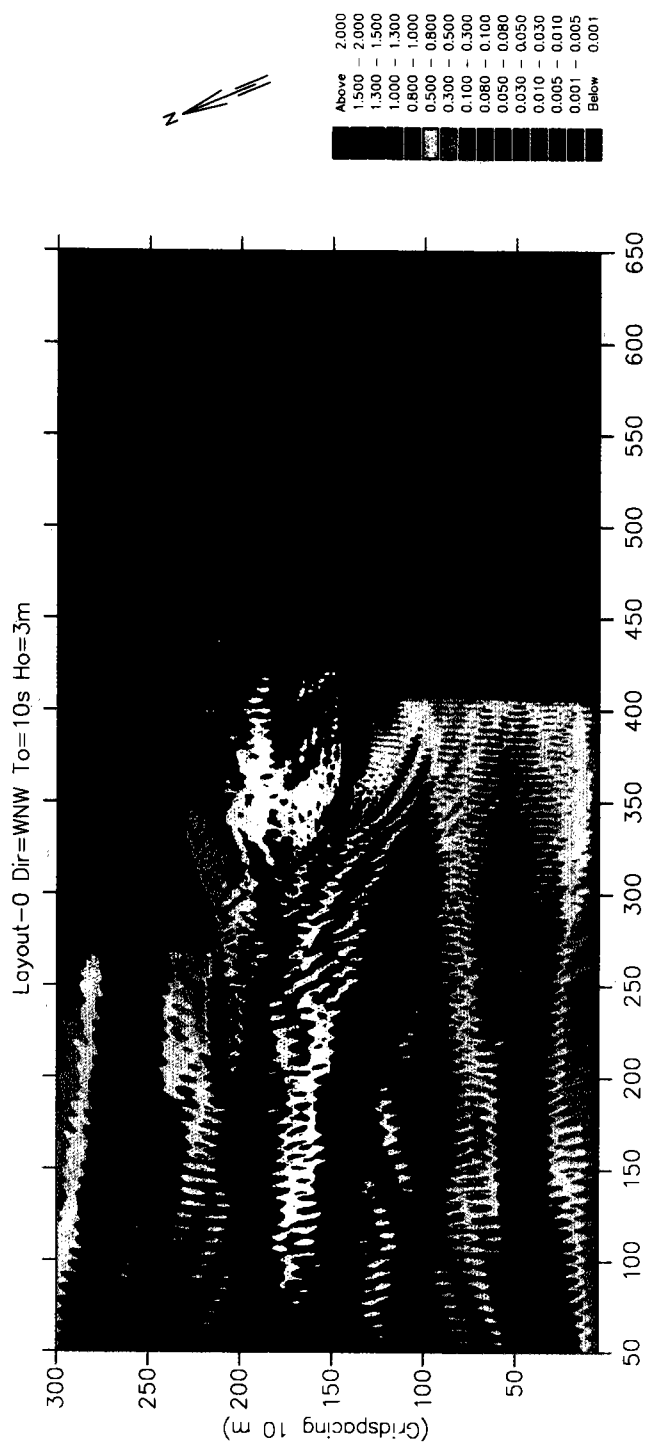


圖 4-9-0b 台中港港口二期擴建現況配置全港域之波高遮蔽係數
 K_d 色階圖 (入射波向：WNW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

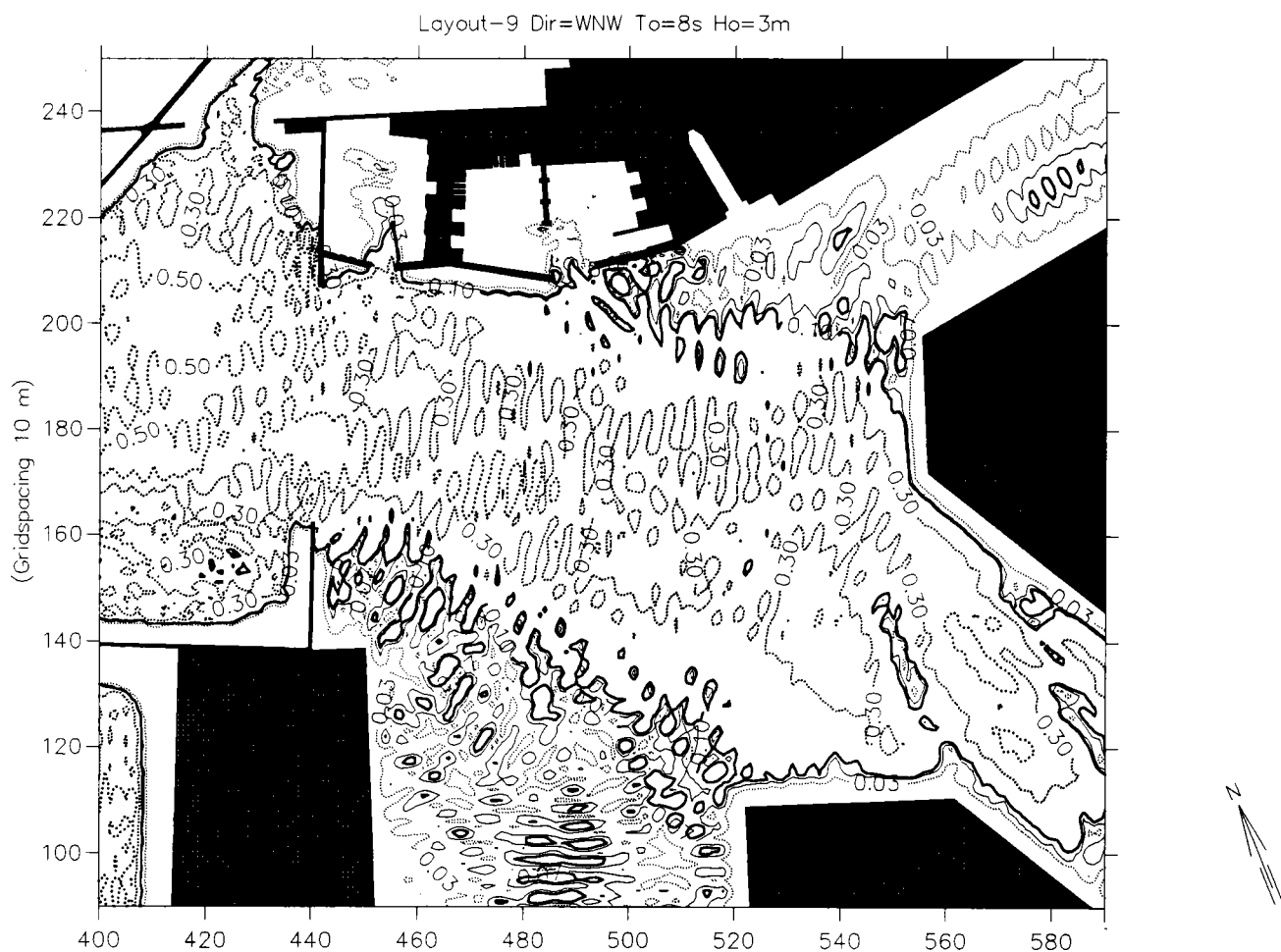


圖 4-9-1a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WNW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

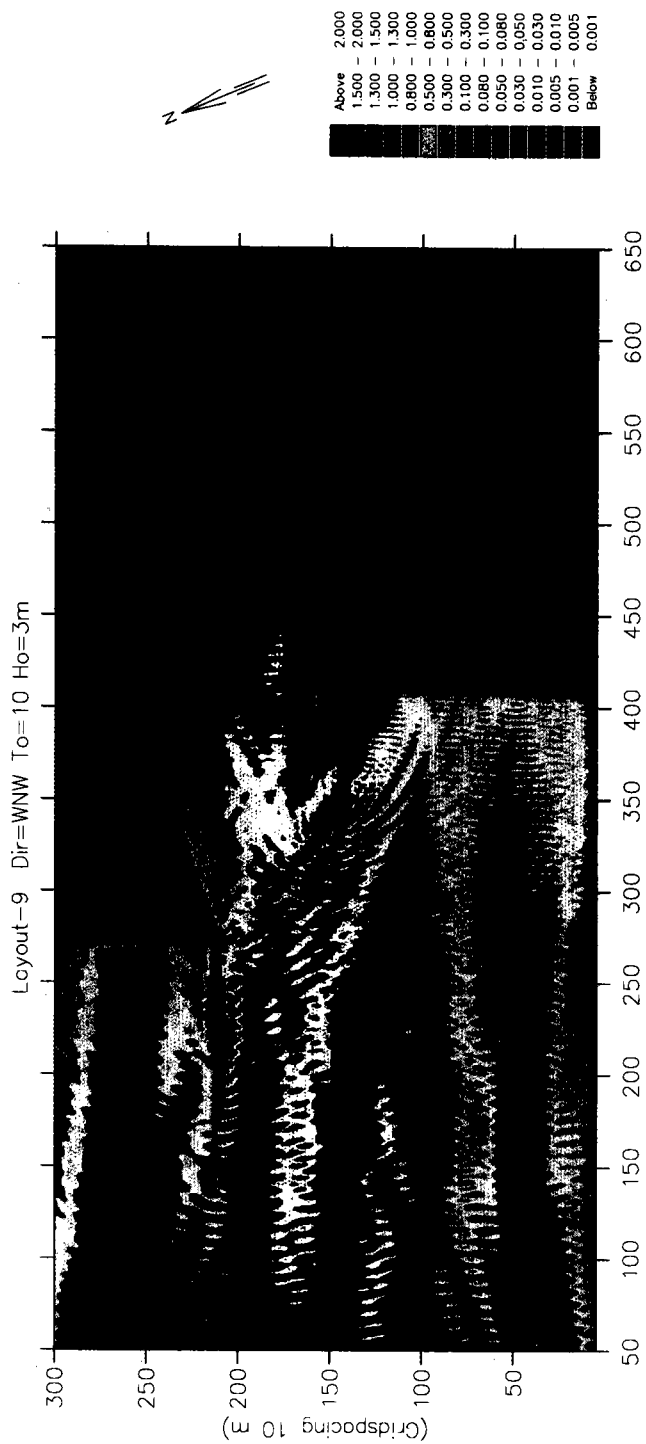


圖 4-9-1b 台中港港口二期擴建替選方案IX全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WNW; 週期：10 秒; 波高：3 公尺)



圖 4-9-2a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WNW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

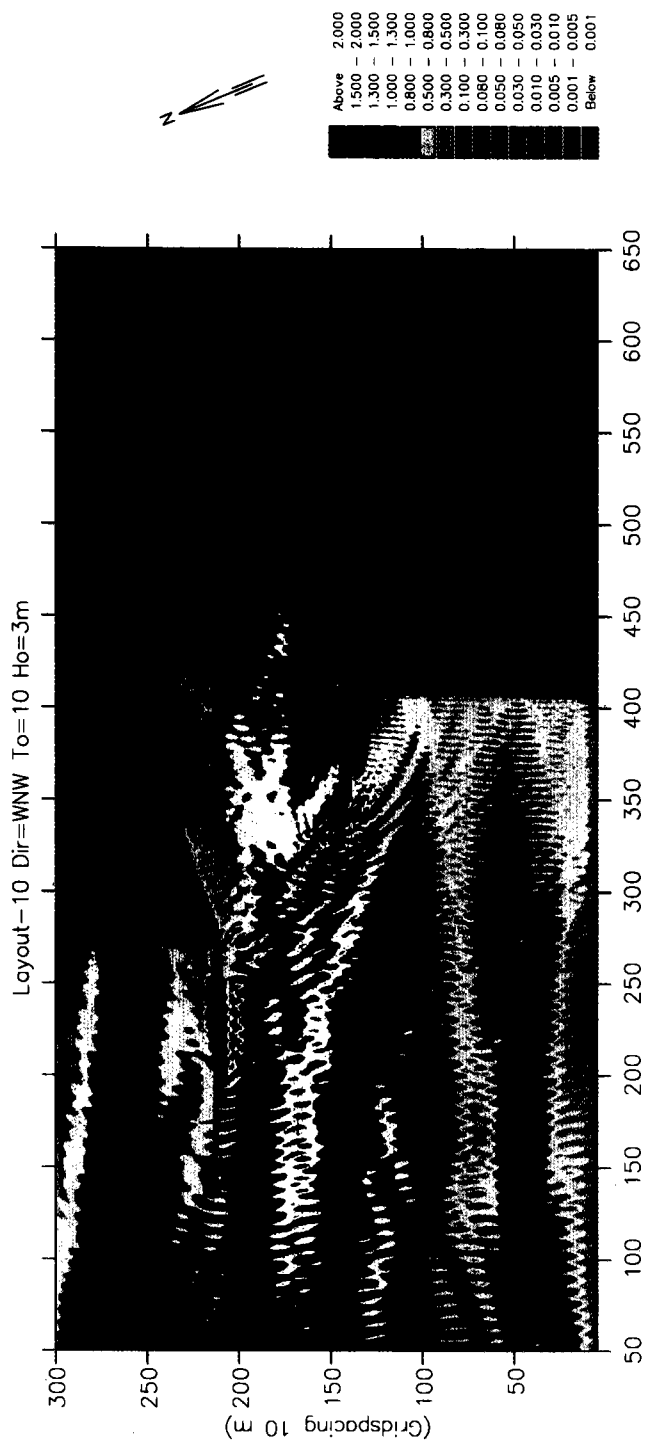


圖 4-9-2b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽

係數 K_d 色階圖 (入射波向：WNW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

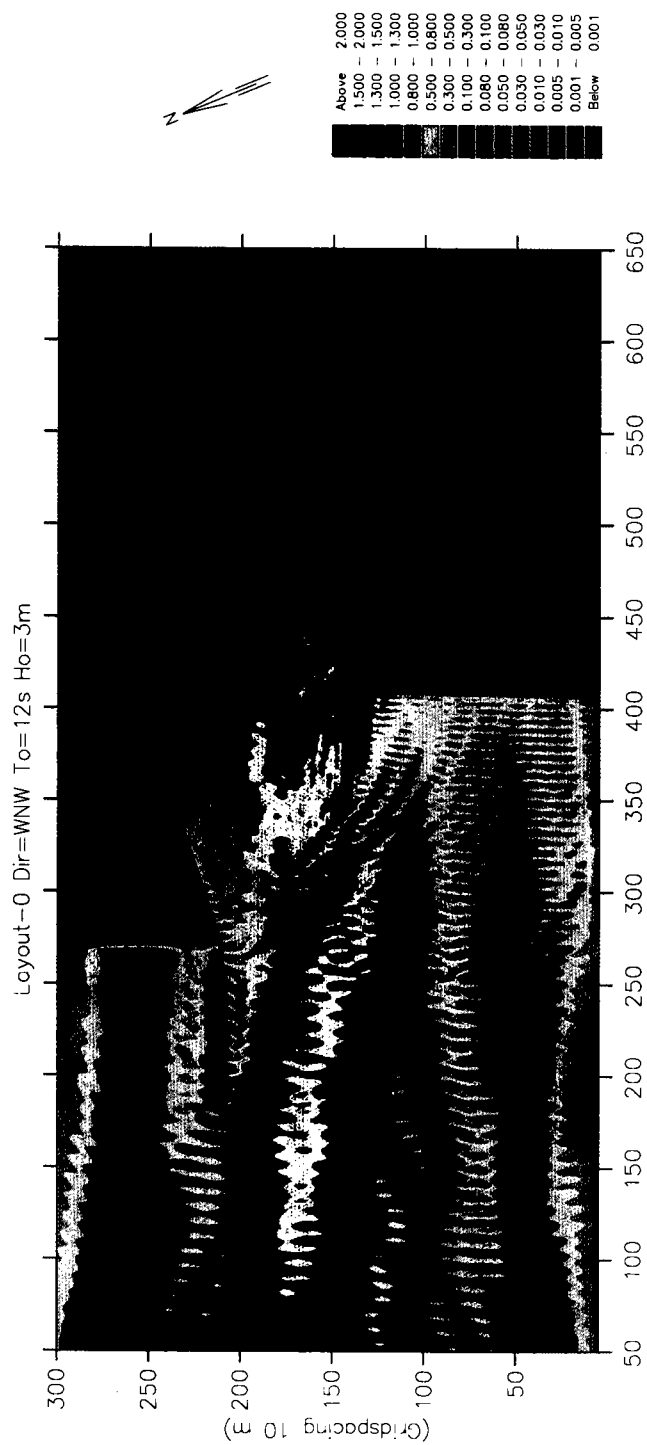


圖 4-10-0b 台中港港口二期擴建現況配置全港域之波高遮蔽係數

K_d 色階圖 (入射波向：WNW; 週期：12 秒; 波高：3 公尺)

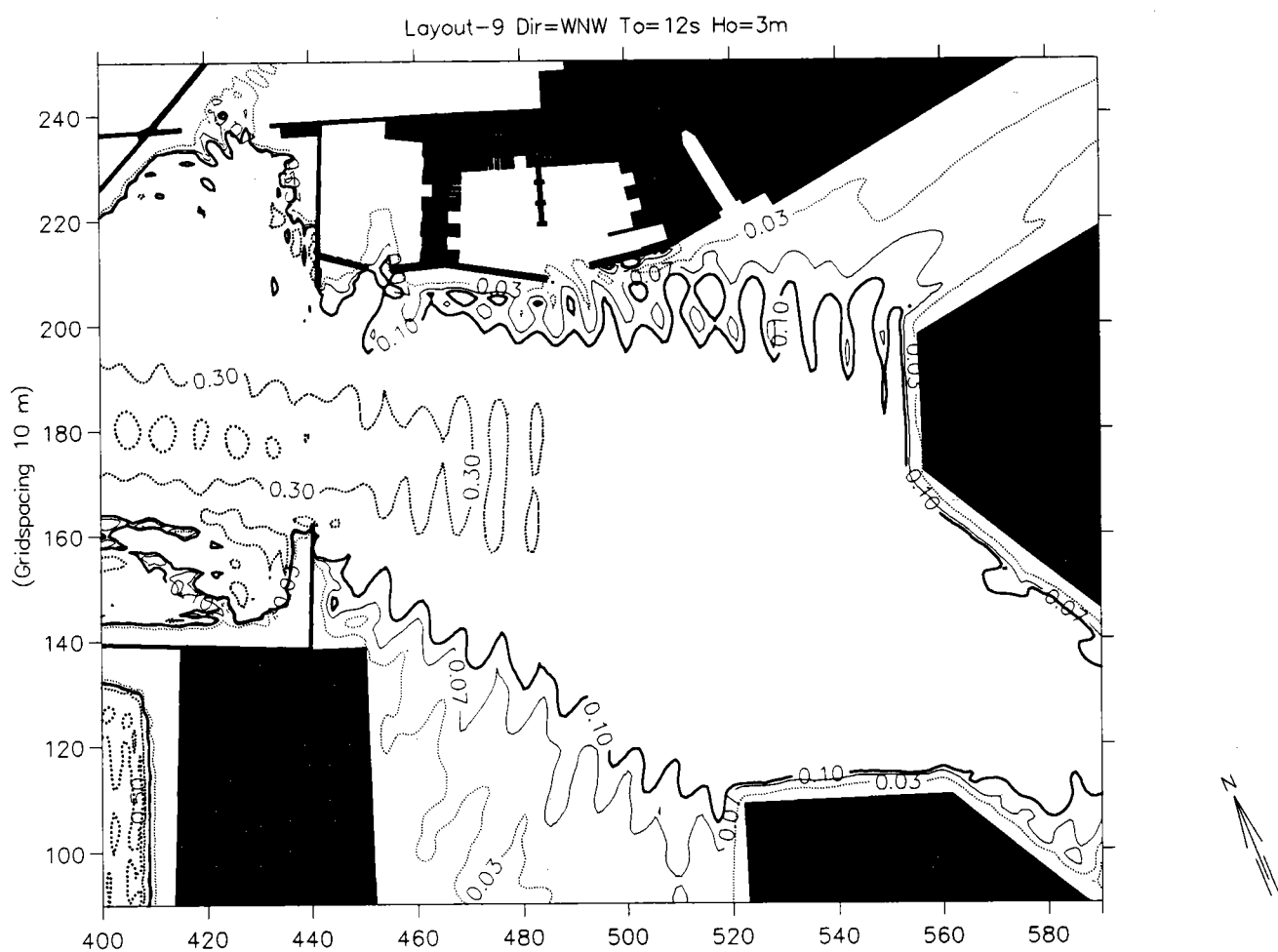


圖 4-10-1a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WNW；週期：12 秒；波高：3 公尺)

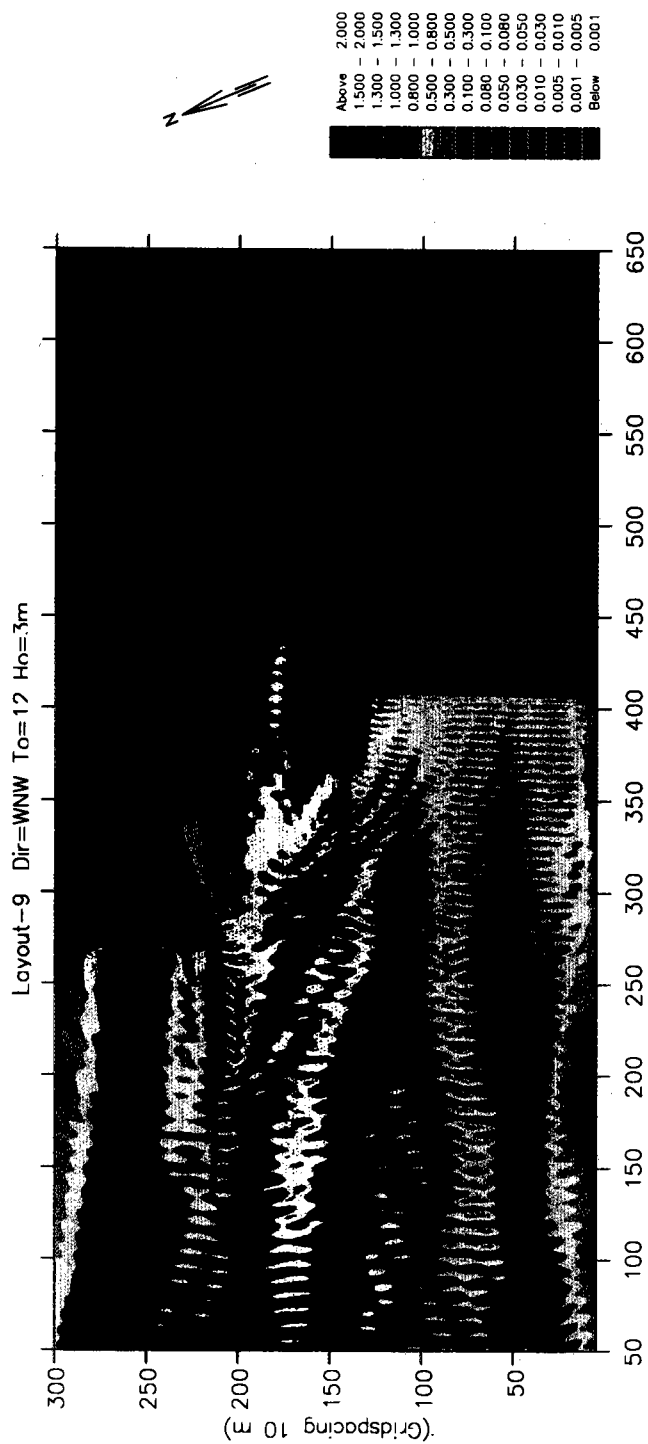


圖 4-10-1b 台中港港口二期擴建替選方案 IX 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向: WNW; 週期: 12 秒; 波高: 3 公尺)

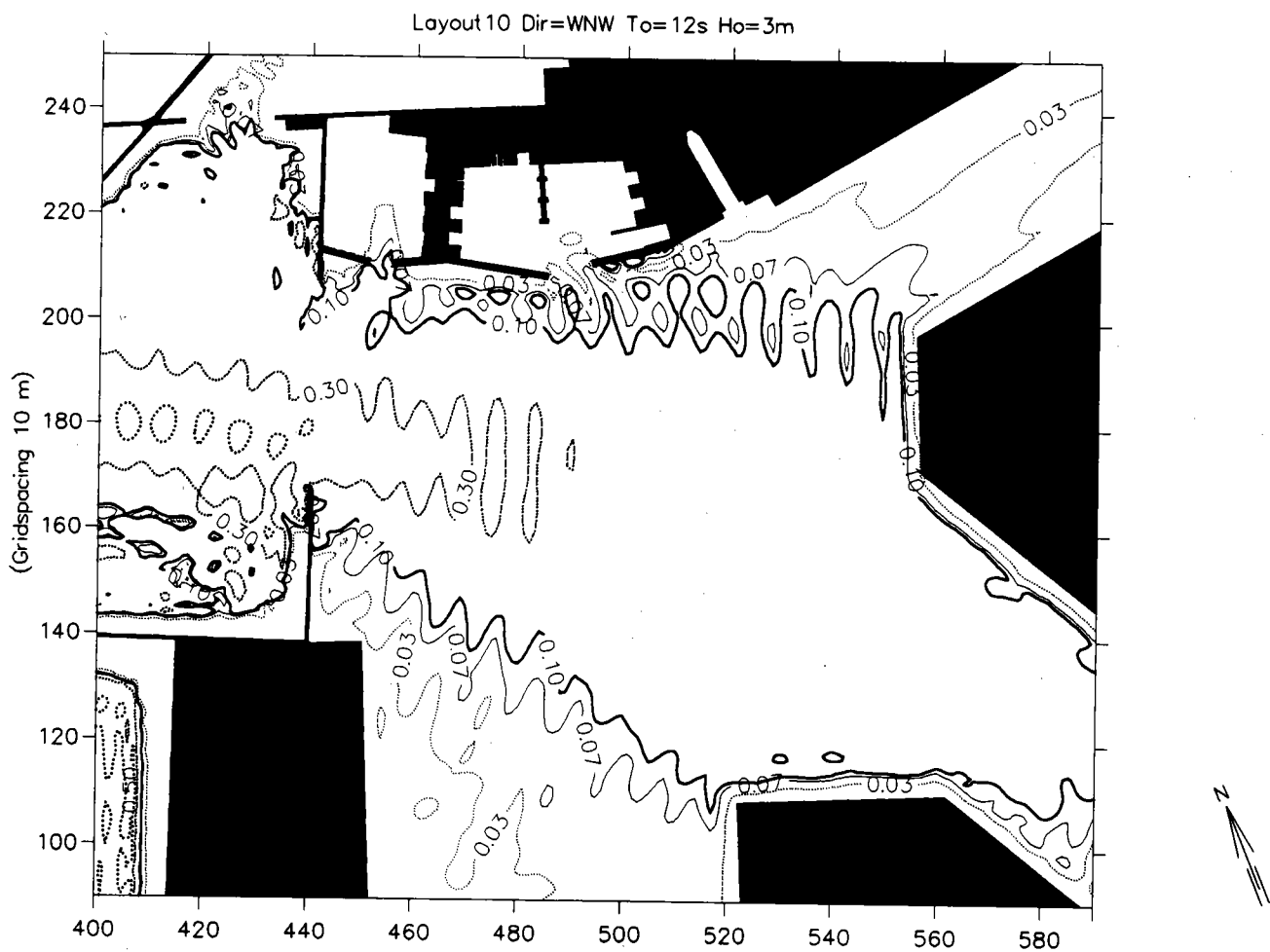


圖 4-10-2a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向: WNW; 週期: 12 秒; 波高: 3 公尺)

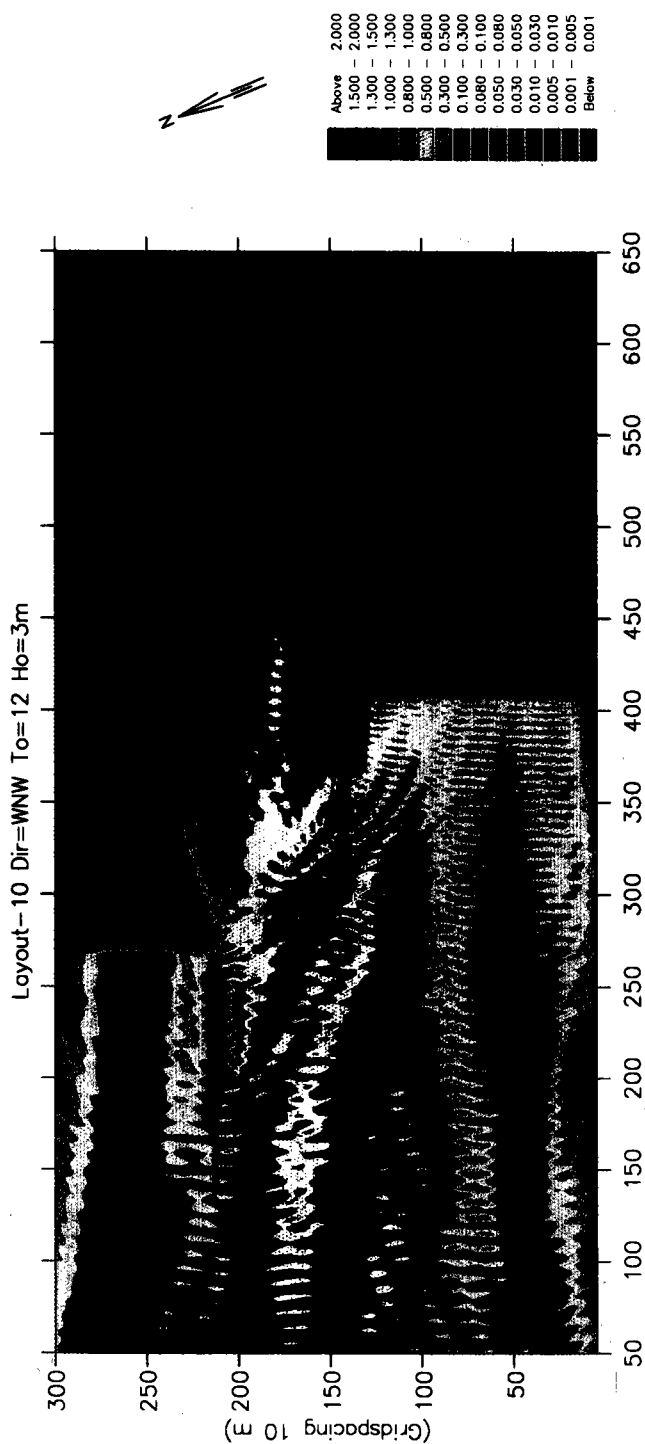


圖 4-10-2b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：WNW；週期：12 秒；波高：3 公尺)

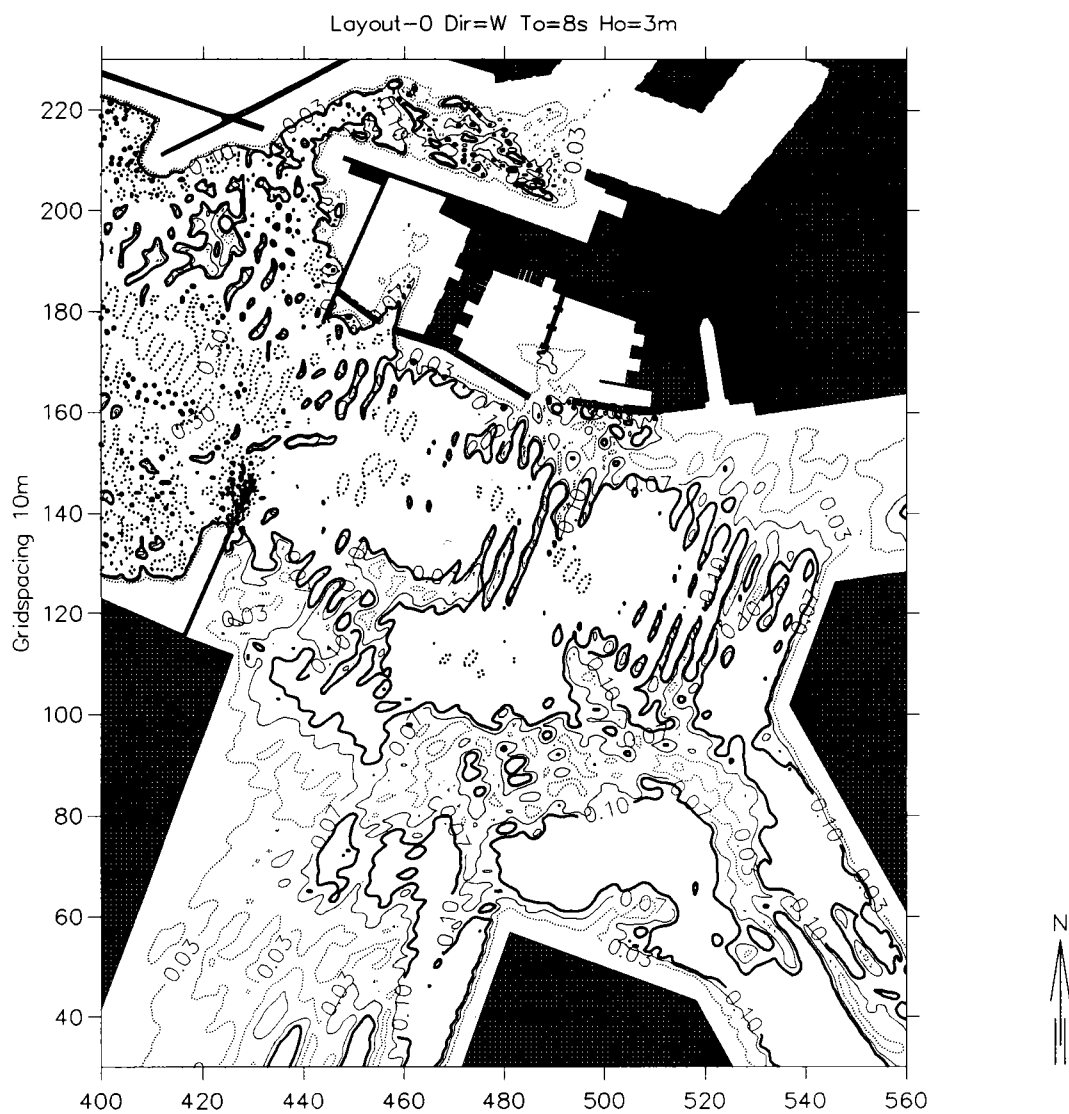


圖 4-11-0a 台中港港口二期擴建現況配置港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

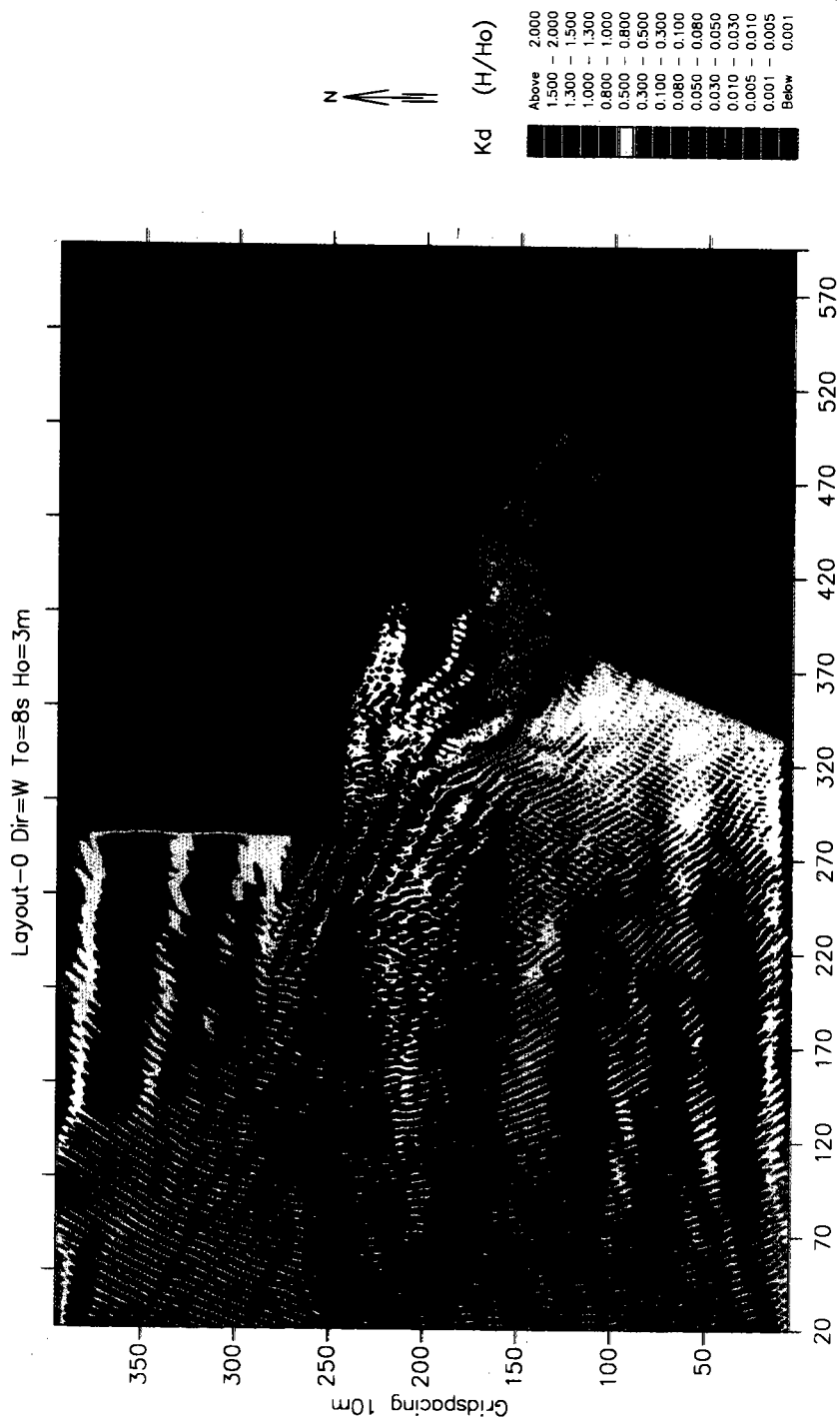


圖 4-11-0b 台中港港口二期擴建現況配置全港域之波高遮蔽係數

K_d 色階圖 (入射波向: W; 週期: 8 秒; 波高: 3 公尺)

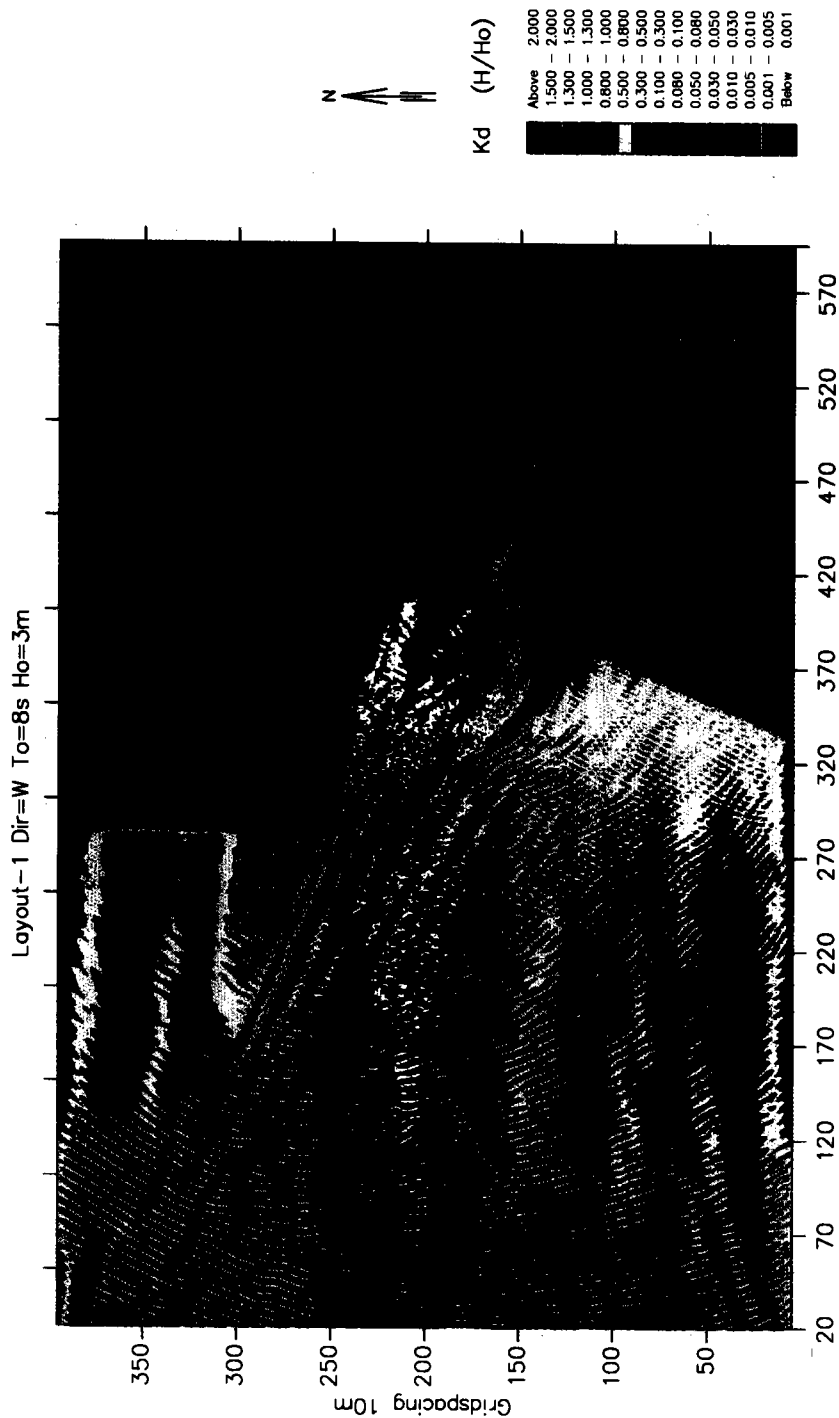


圖 4-11-1b 台中港港口二期擴建替選方案 I 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

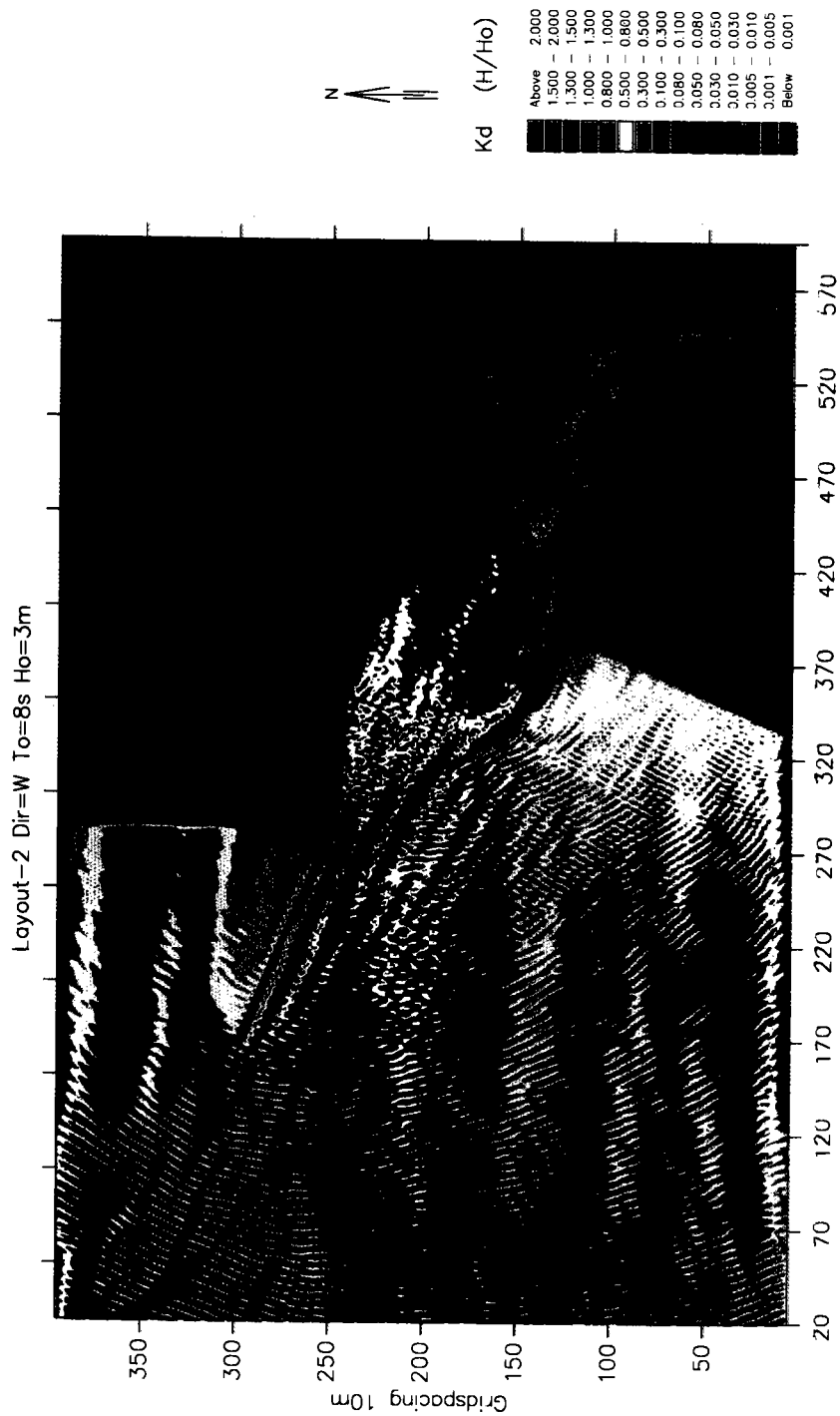


圖 4-11-2b 台中港港口二期擴建替選方案 II 全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

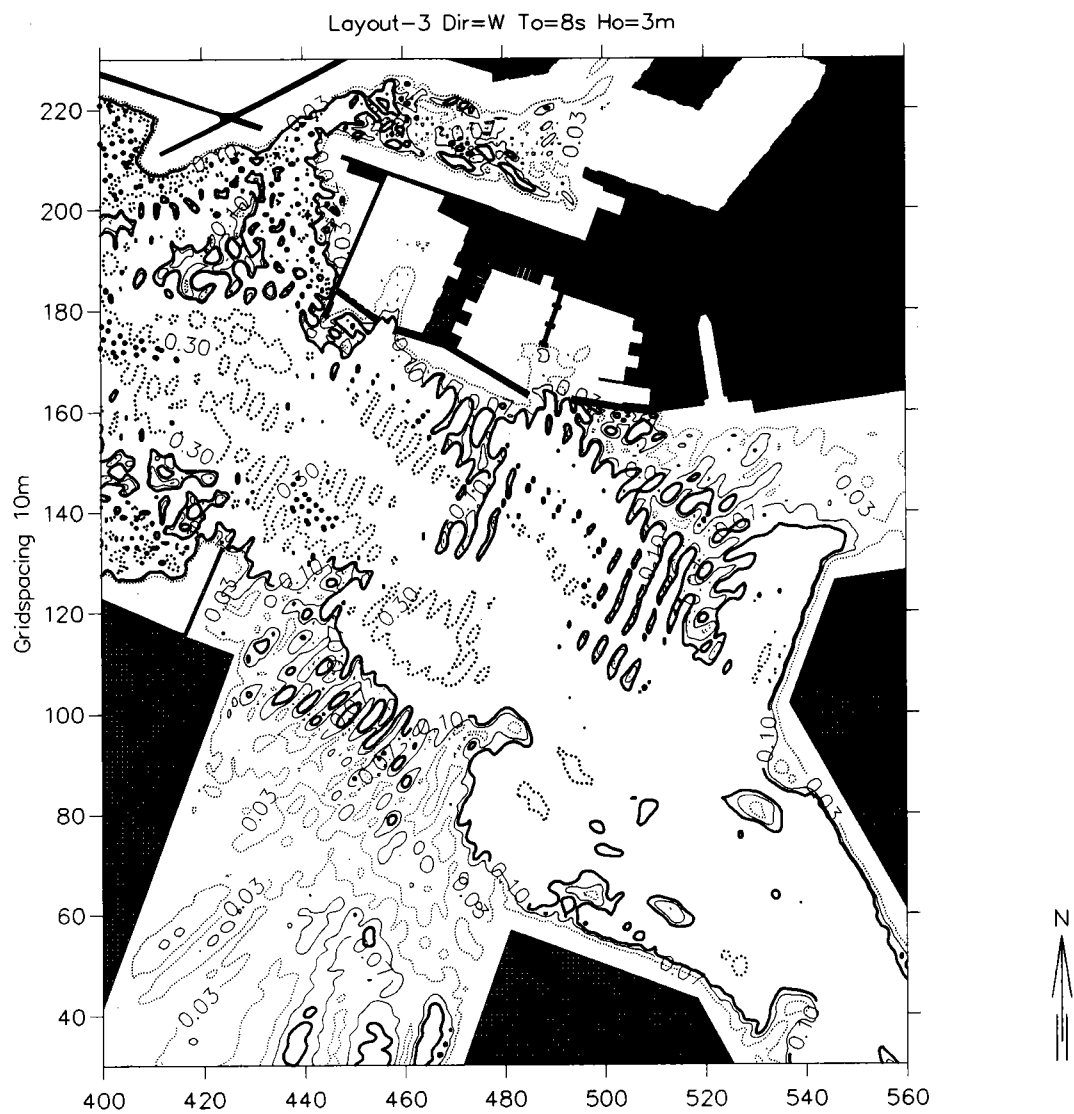


圖 4-11-3a 台中港港口二期擴建替選方案Ⅲ港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

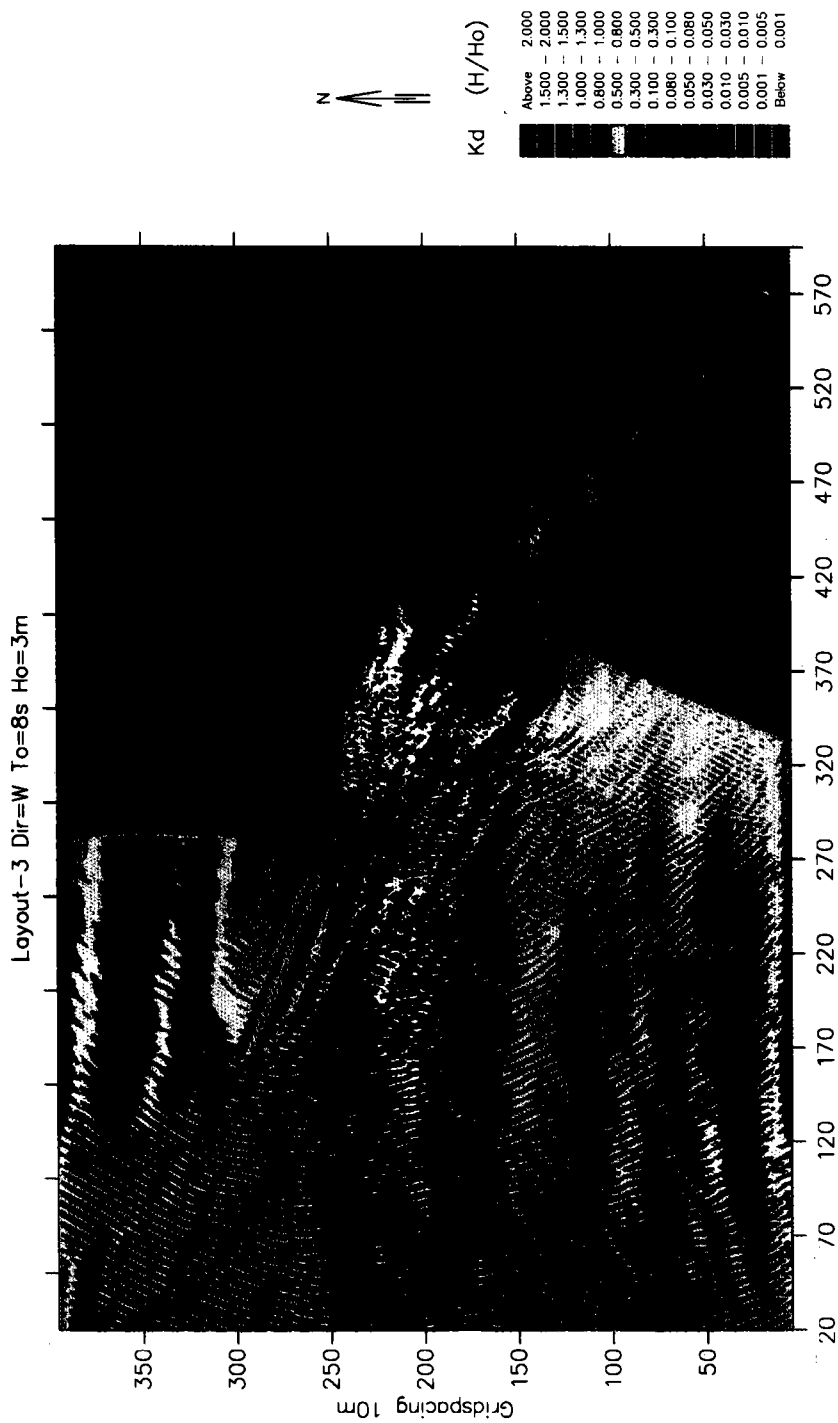


圖 4-11-3b 台中港港口二期擴建替選方案Ⅲ全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

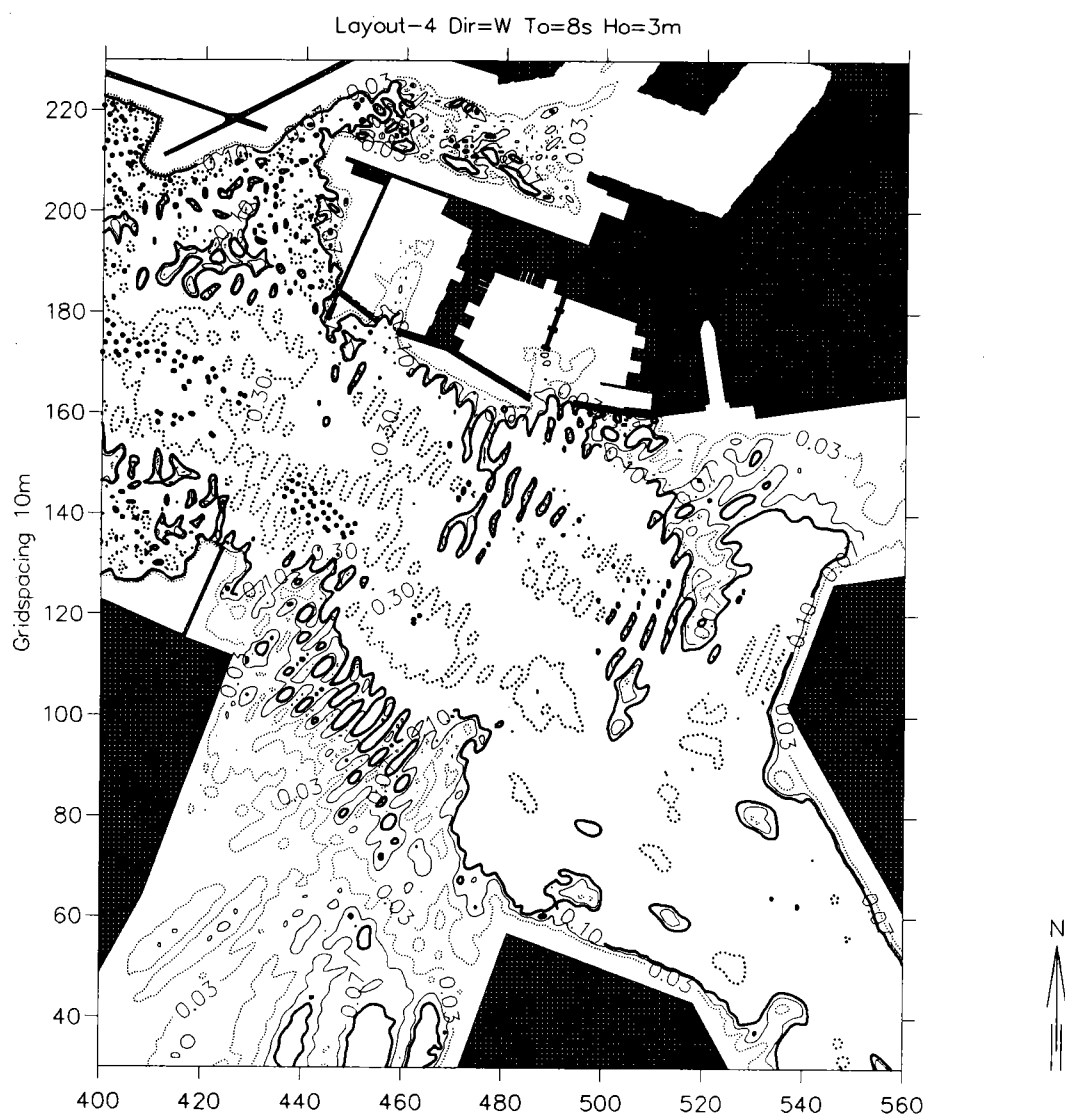


圖 4-11-4a 台中港港口二期擴建替選方案IV港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

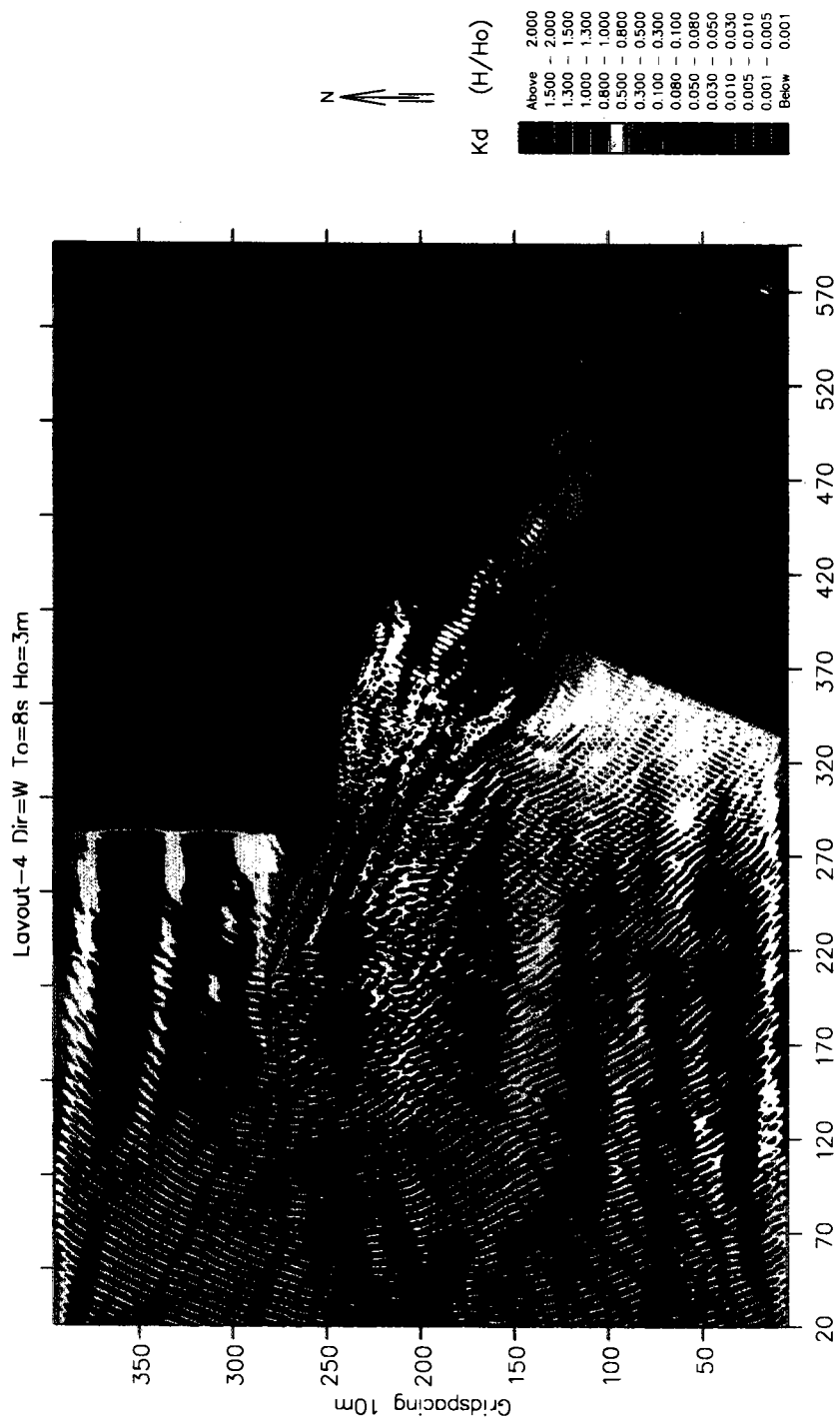


圖 4-11-4b 台中港港口二期擴建替選方案IV全港域之波高遮蔽

係數 K_d 色階圖 (入射波向：W；週期：8秒；波高：3公尺)

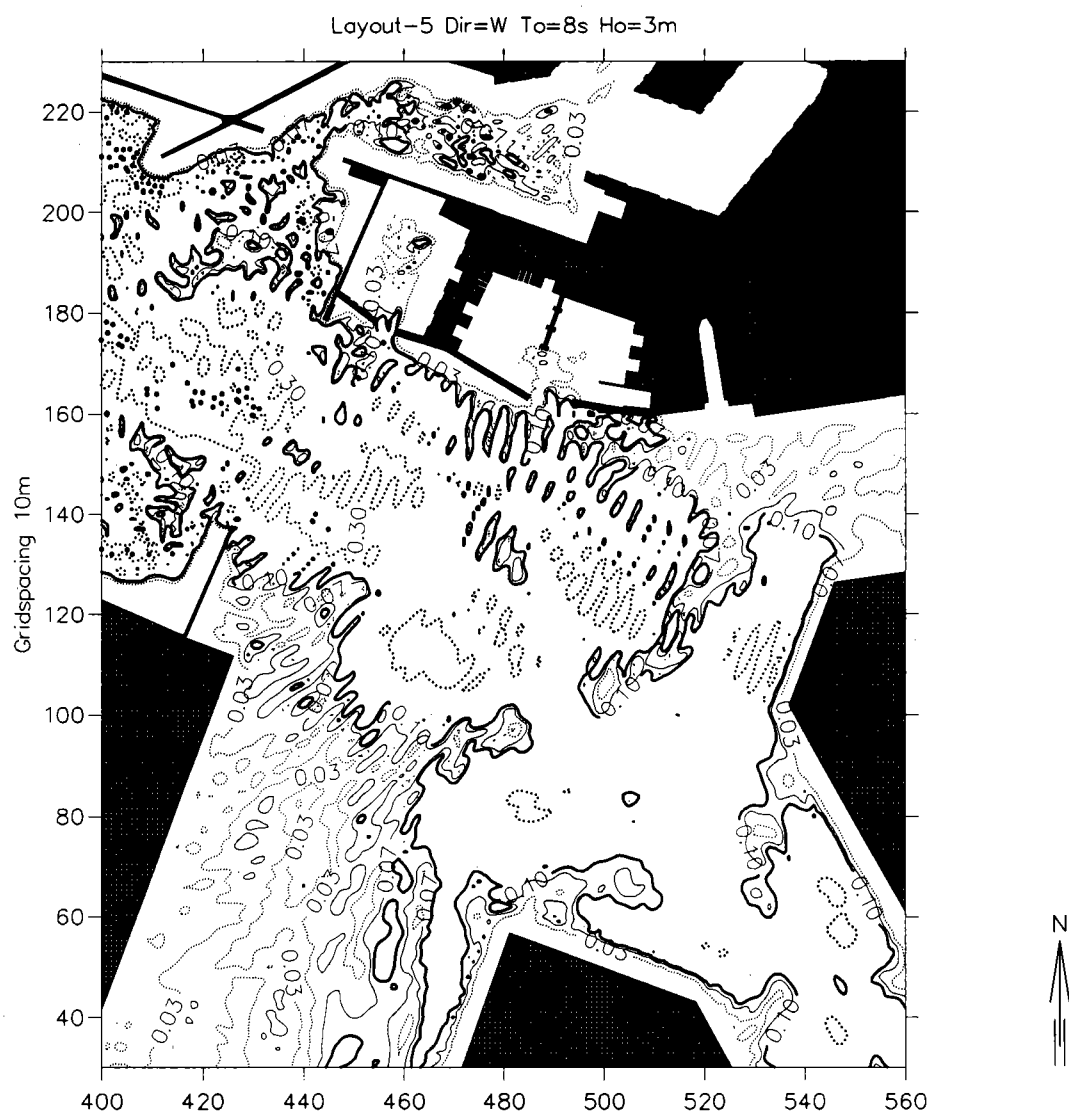


圖 4-11-5a 台中港港口二期擴建替選方案V港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)



圖 4-11-5b 台中港港口二期擴建替選方案 V 全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

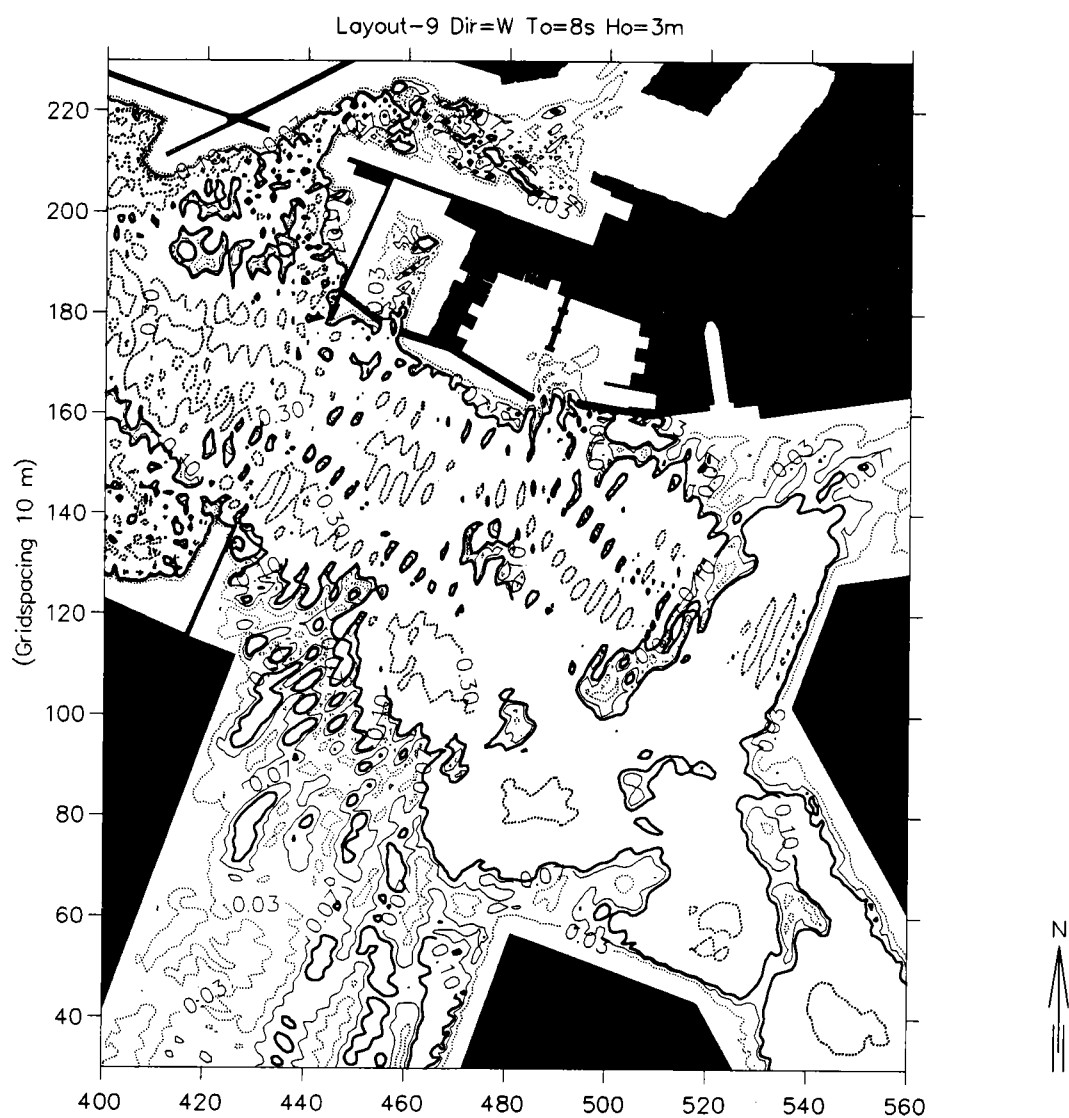


圖 4-11-6a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

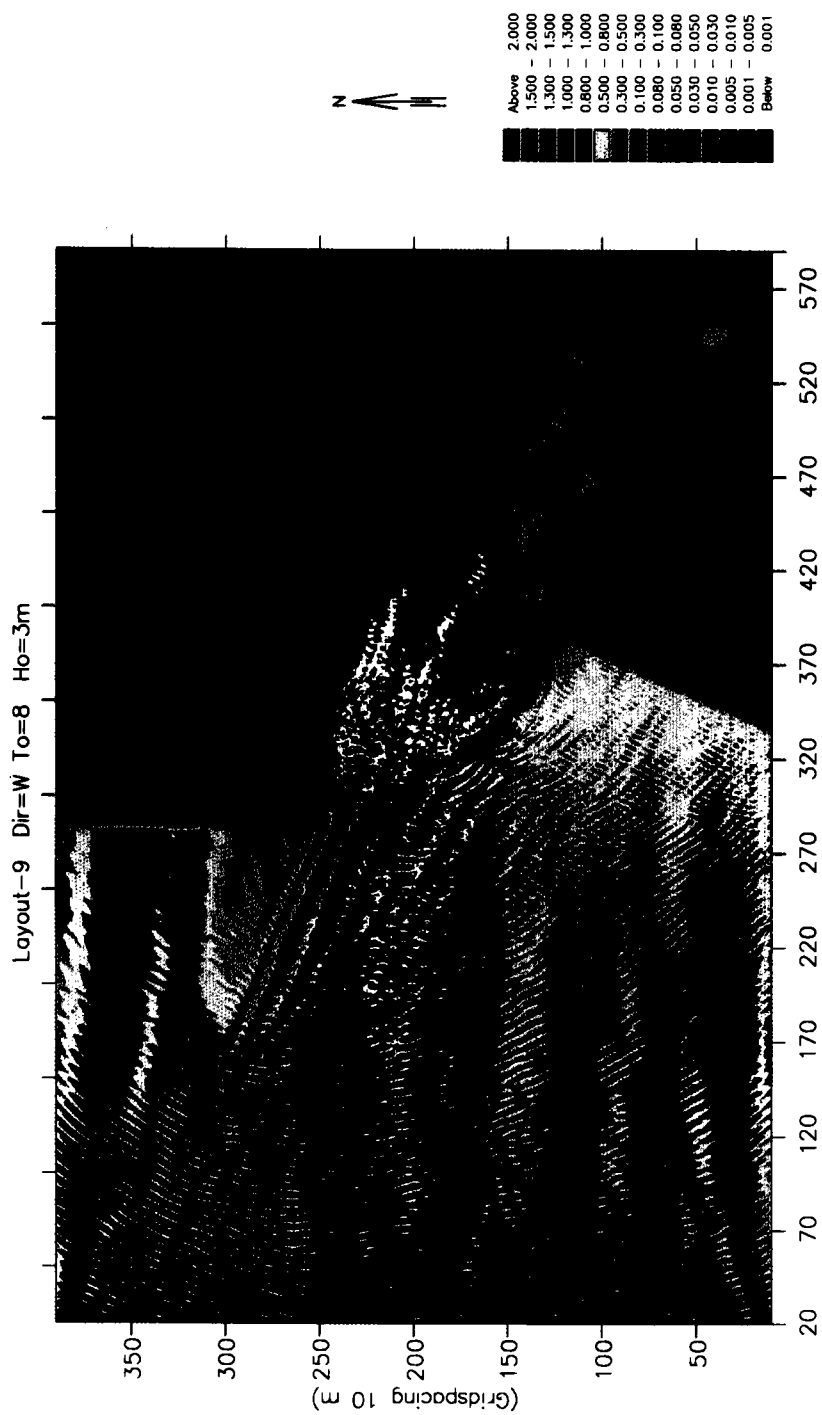


圖 4-11-6b 台中港港口二期擴建替選方案IX全港域之波高遮蔽

係數 K_d 色階圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

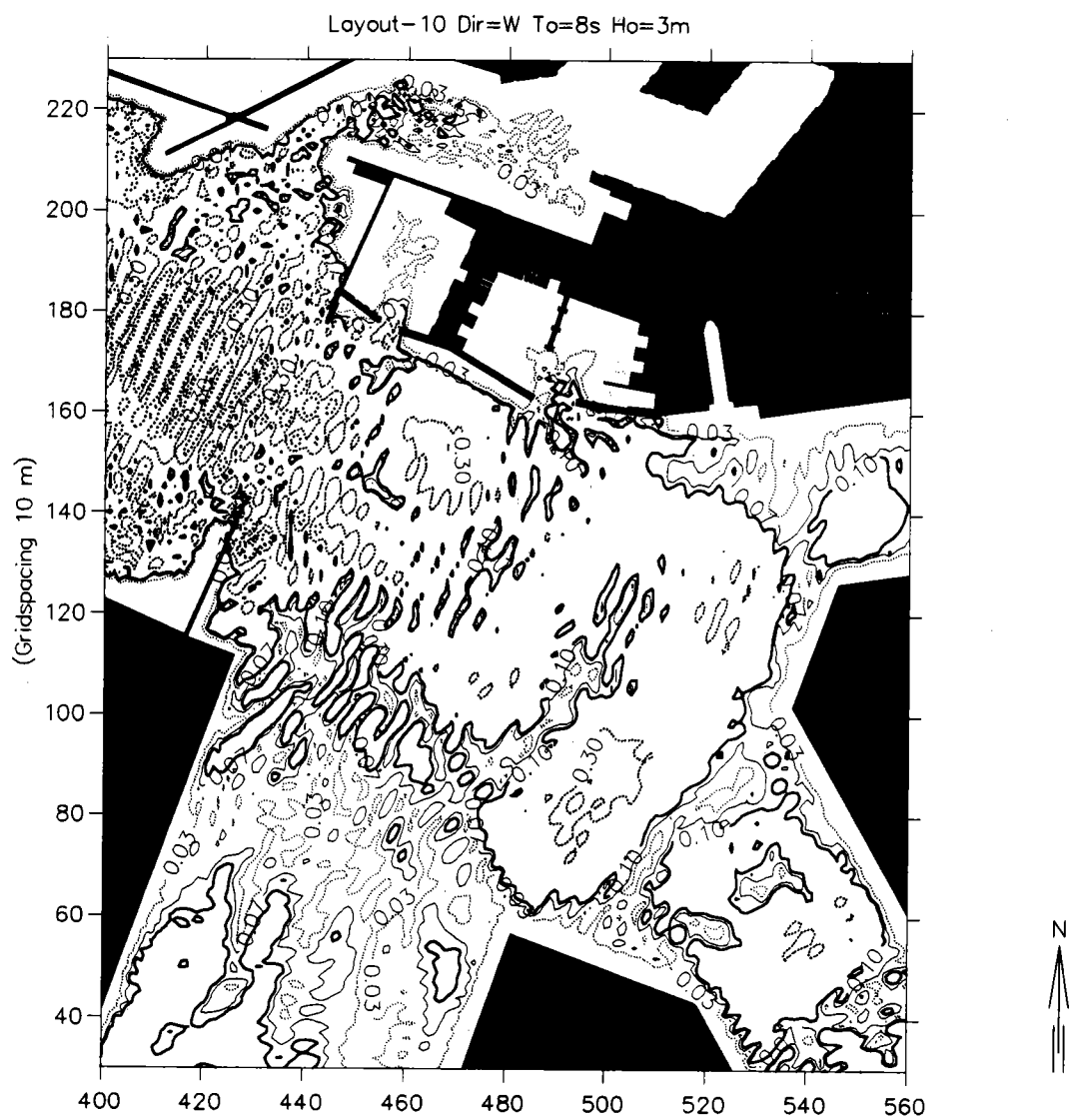


圖 4-11-7a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：8 秒；波高：3 公尺)

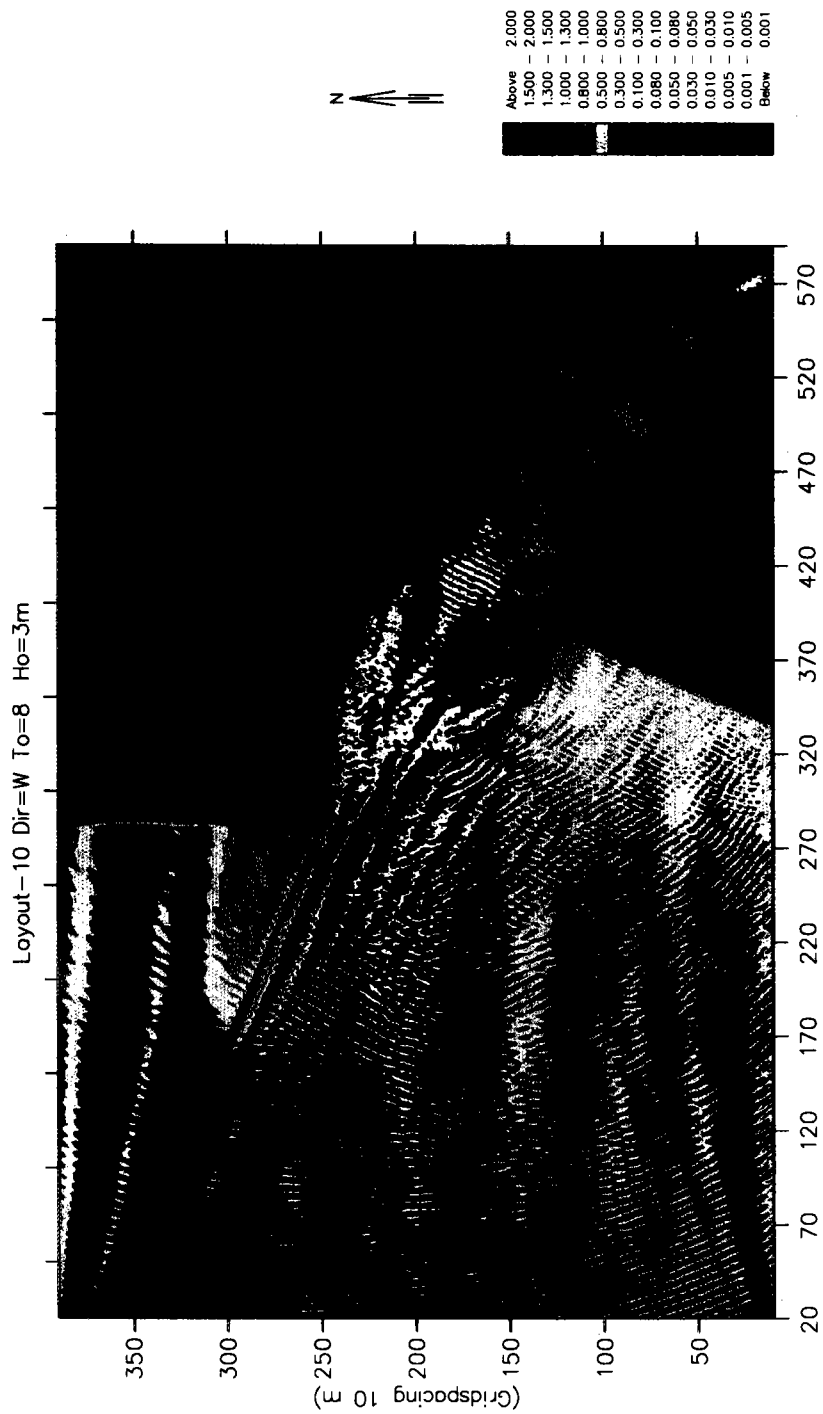


圖 4-11-7b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽

係數 K_d 色階圖 (入射波向: W; 週期: 8 秒; 波高: 3 公尺)

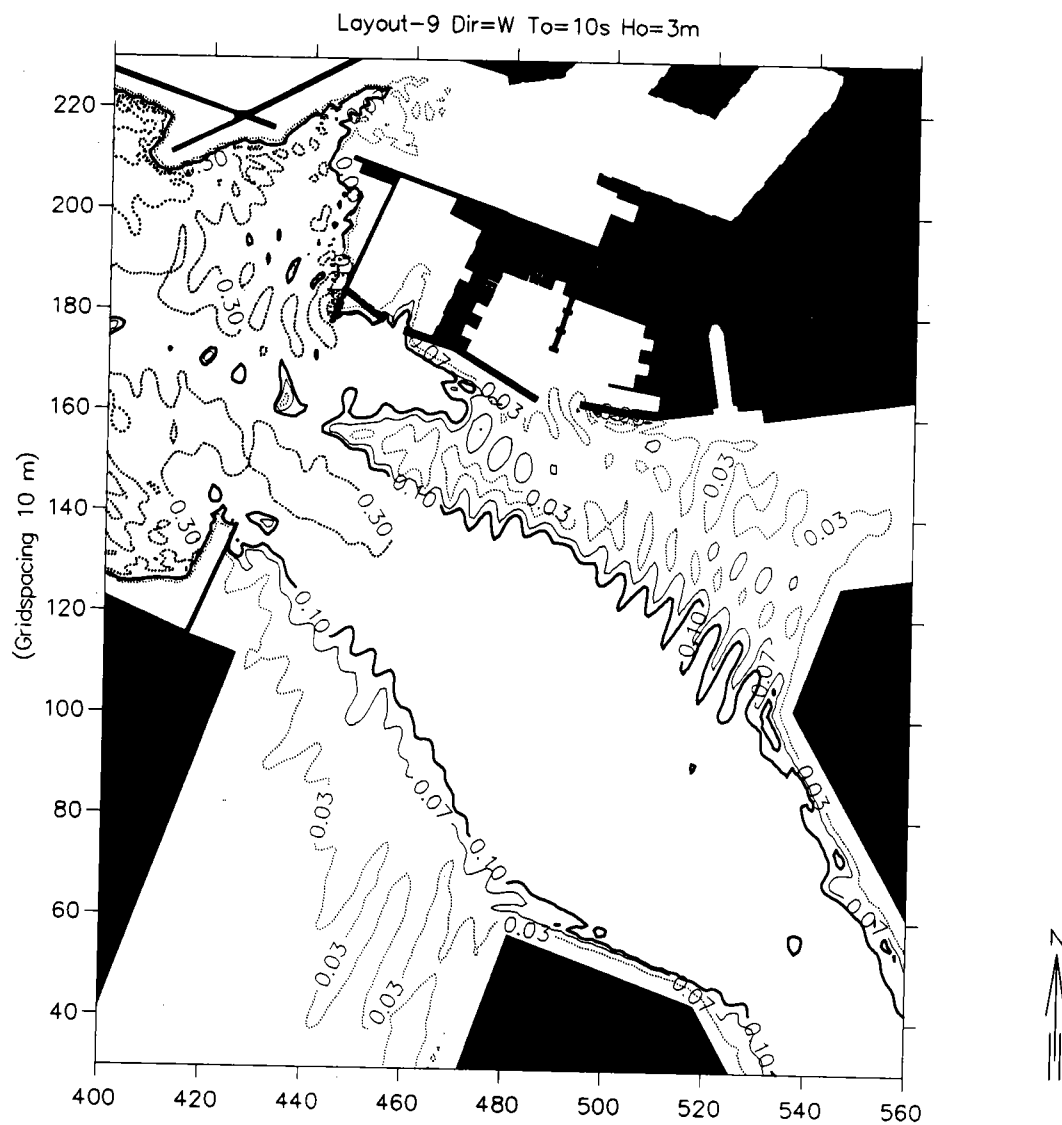


圖 4-12-1a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：10 秒；波高：3 公尺)

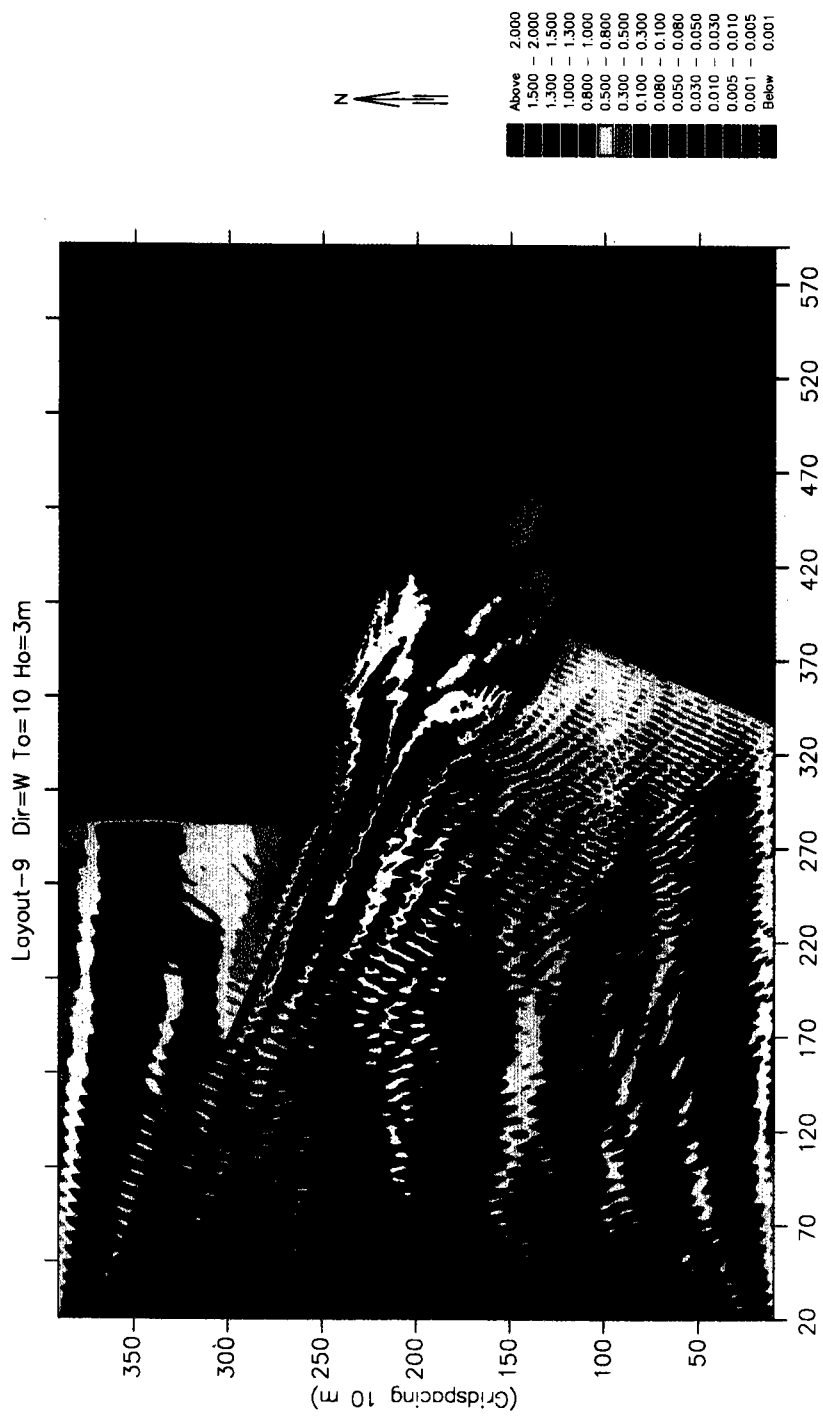


圖 4-12-1b 台中港港口二期擴建替選方案 IX 全港域之波高遮蔽

係數 K_d 色階圖 (入射波向：W；週期：10 秒；波高：3 公尺)

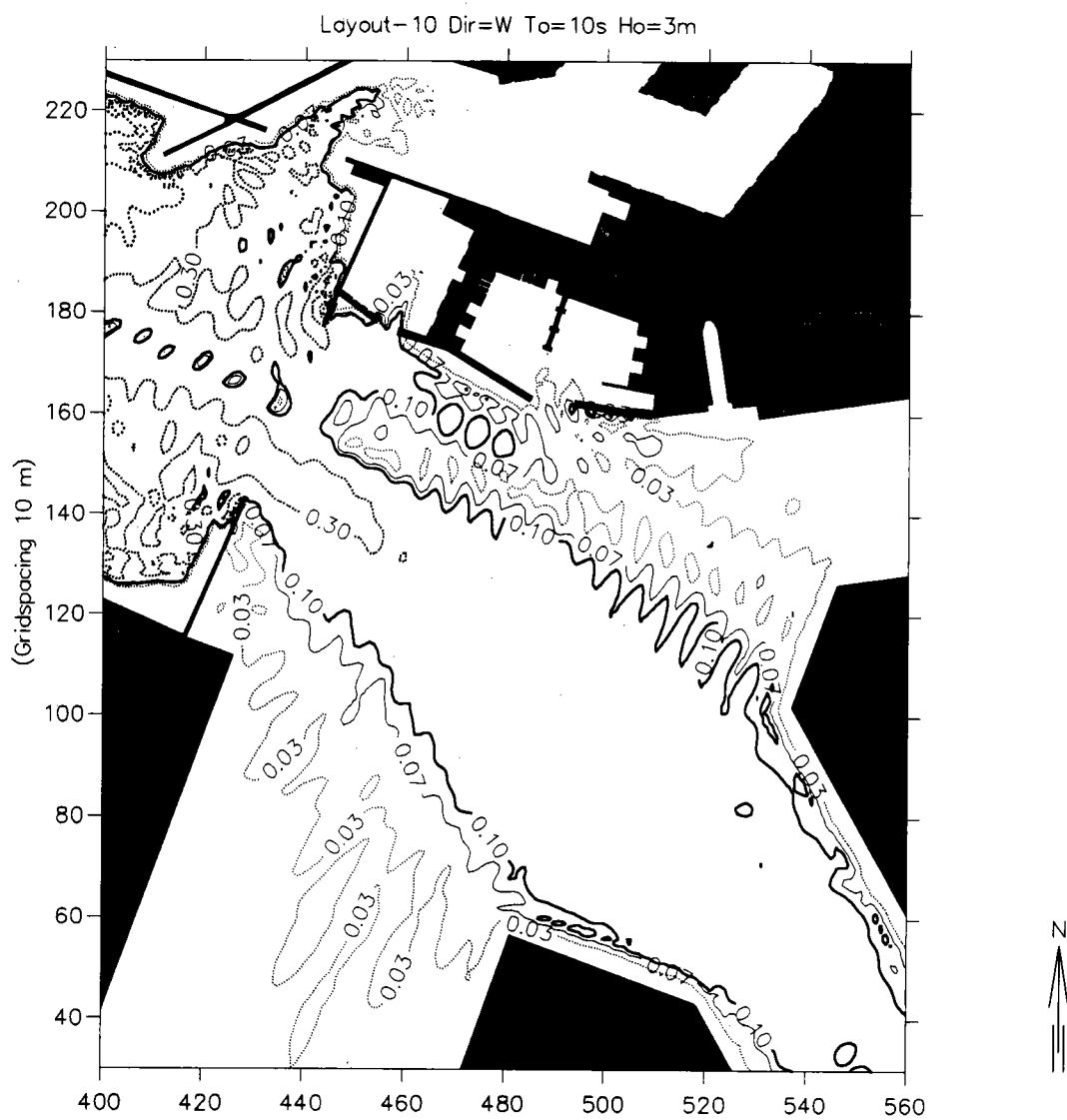


圖 4-12-2a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：10 秒；波高：3 公尺)

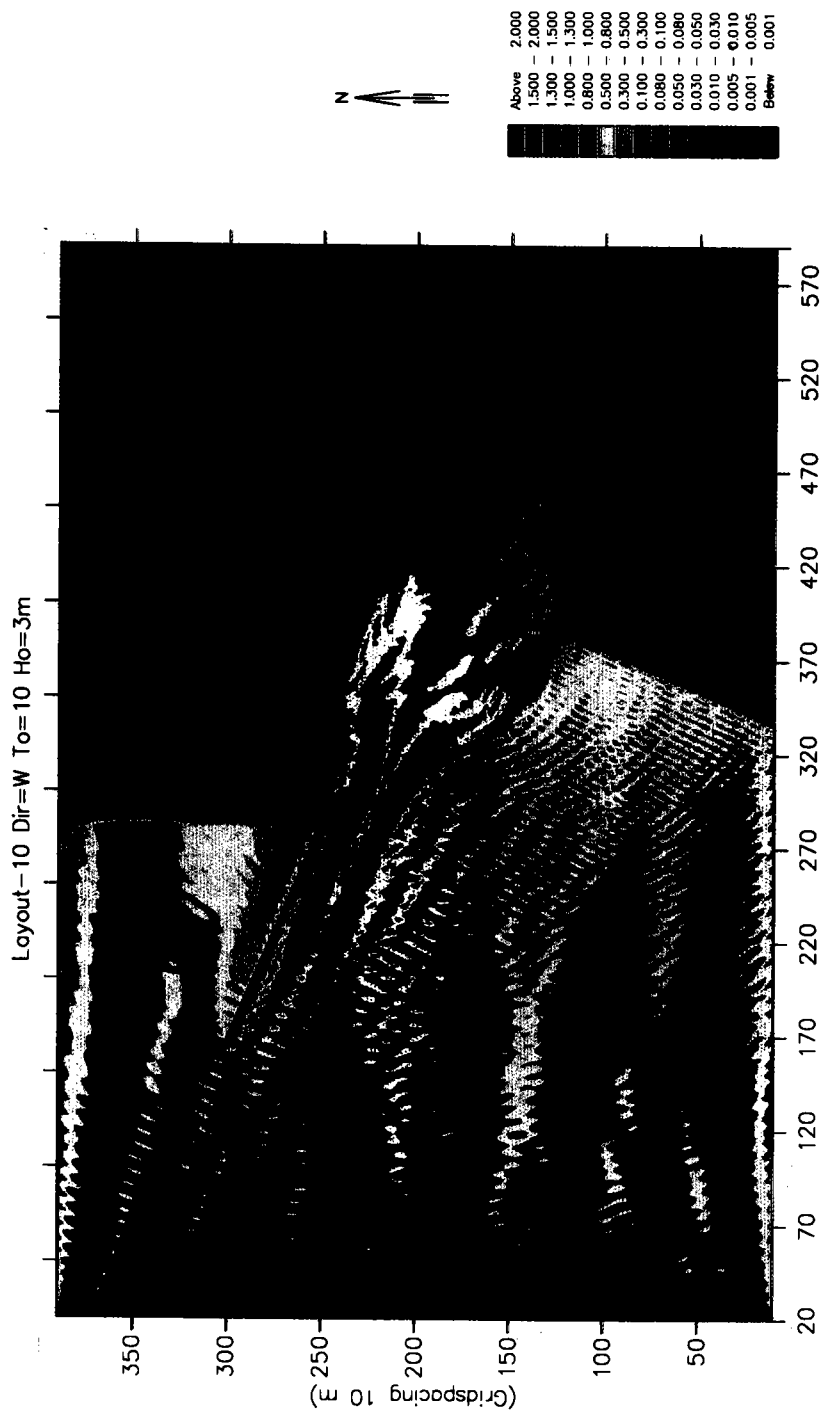


圖 4-12-2b 台中港港口二期擴建替選方案X全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：W；週期：10 秒；波高：3 公尺)

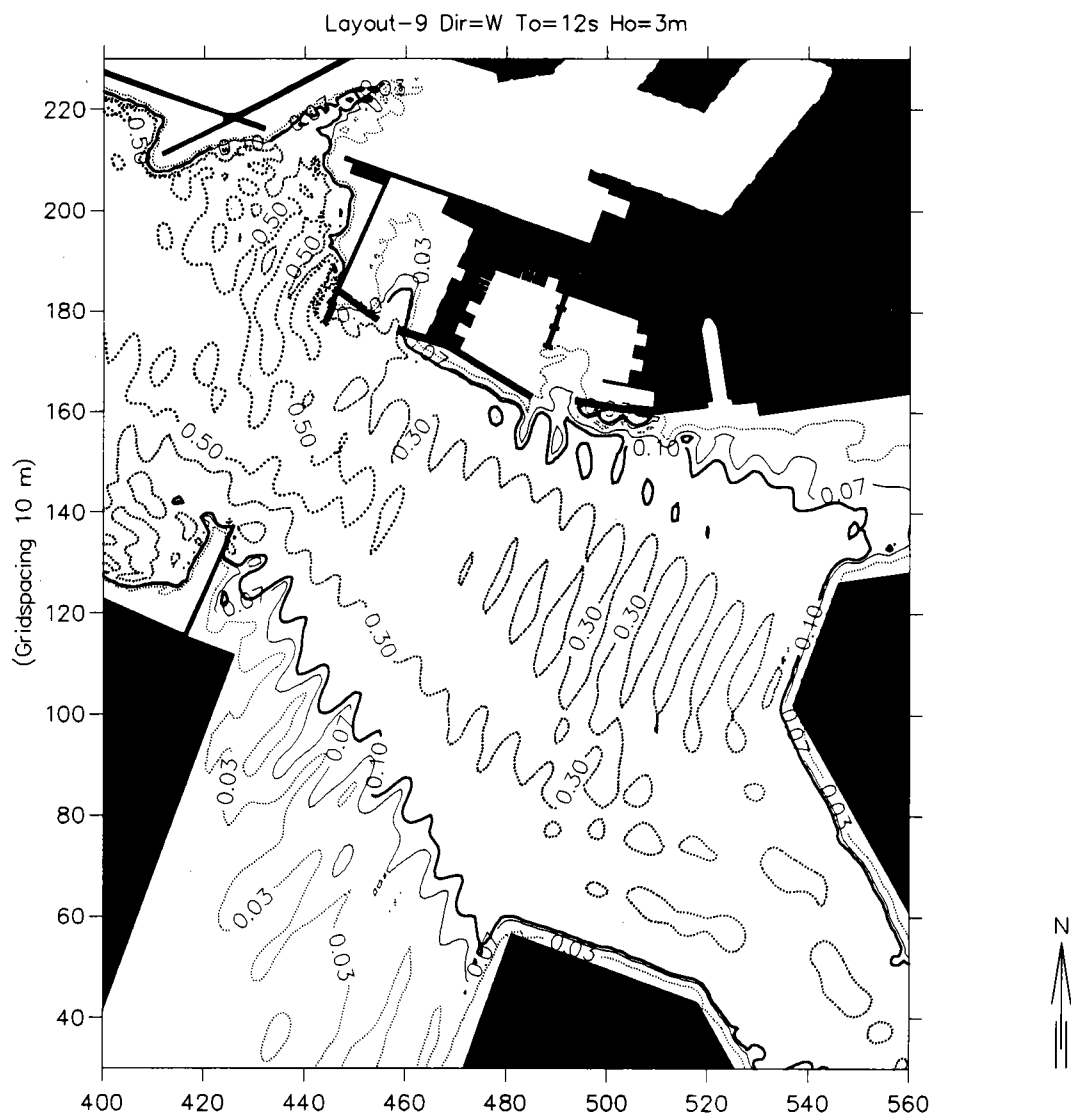


圖 4-13-1a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：12 秒；波高：3 公尺)

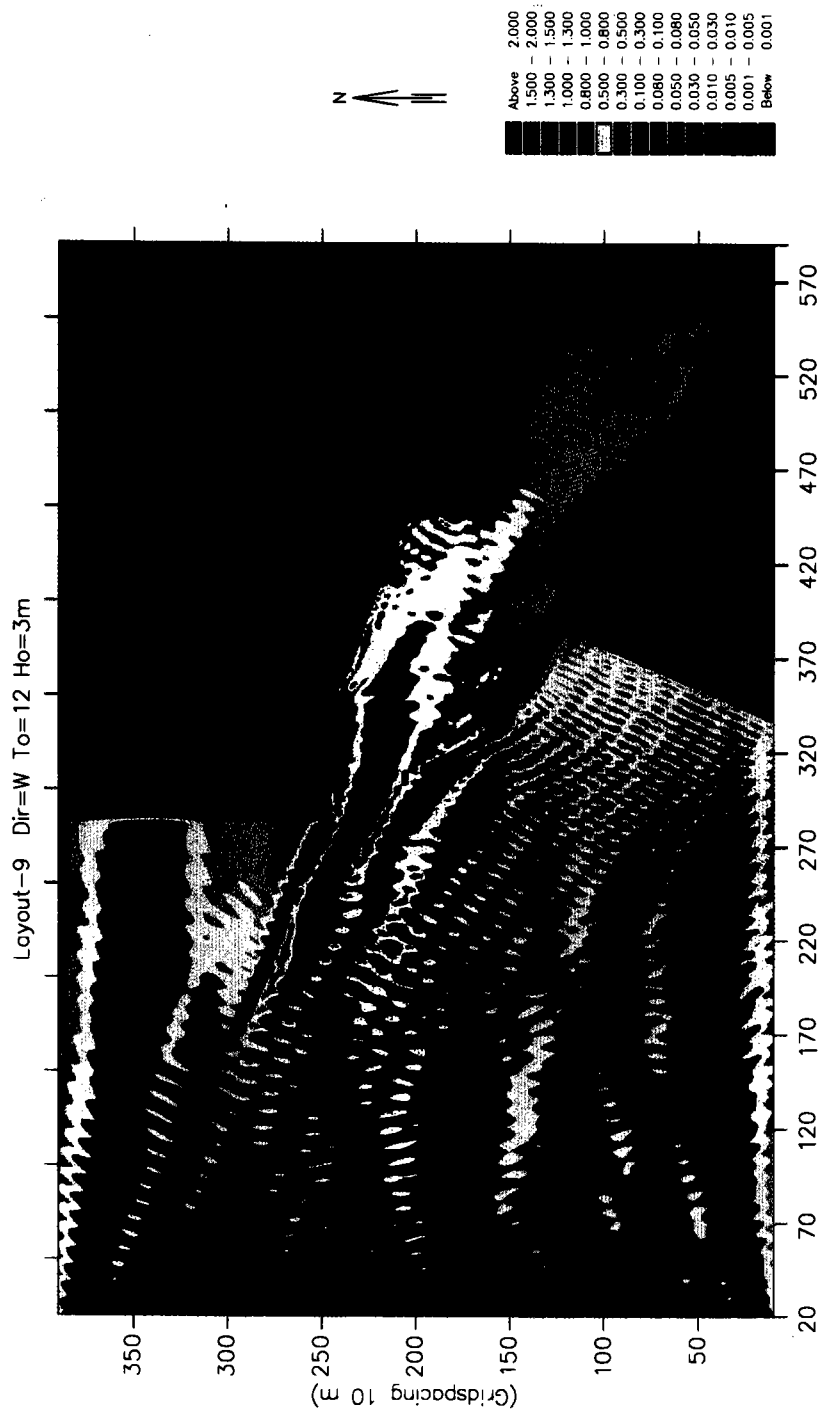


圖 4-13-1b 台中港港口二期擴建替選方案 IX 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：W；週期：12 秒；波高：3 公尺)

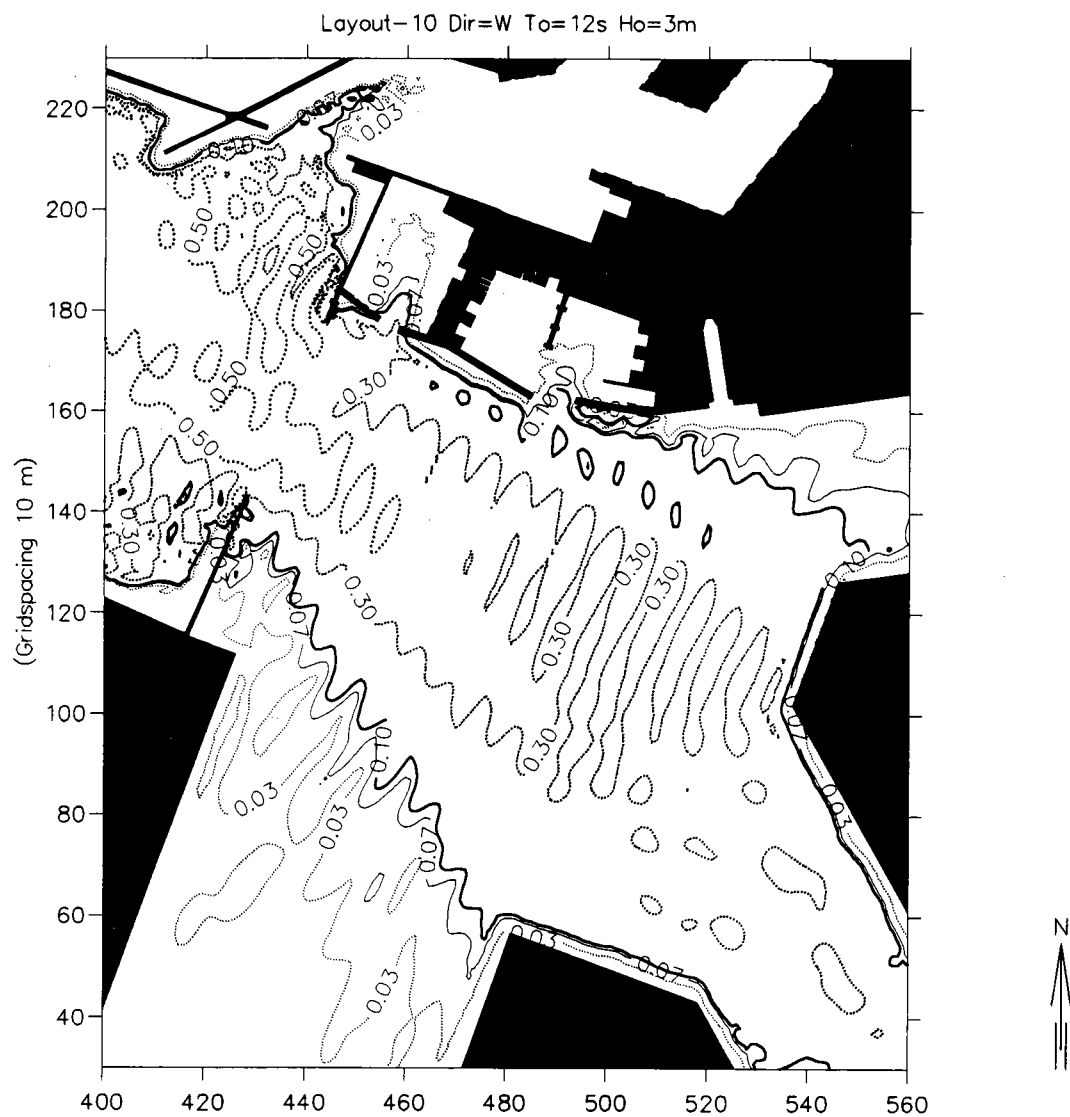


圖 4-13-2a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：W；週期：12 秒；波高：3 公尺)

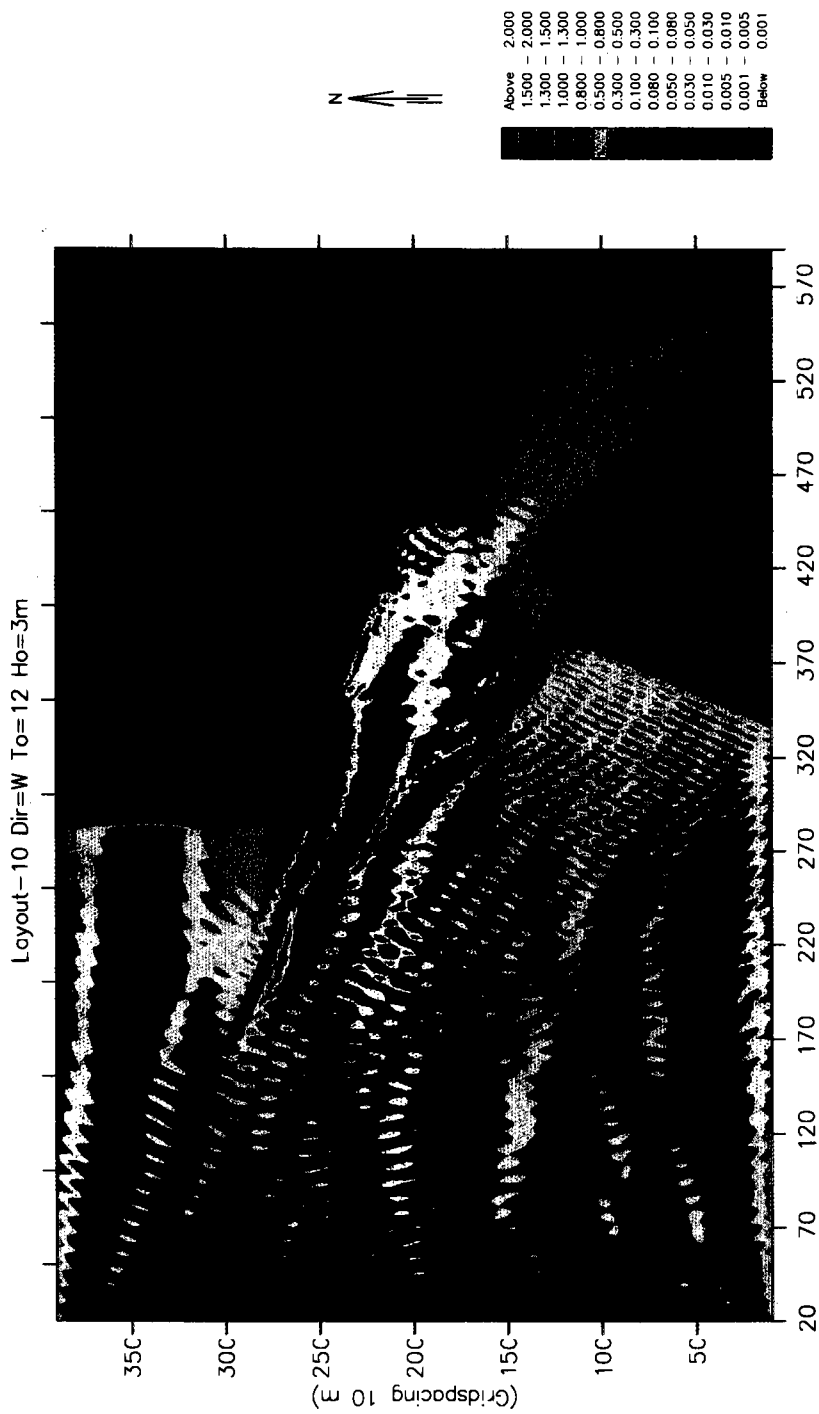


圖 4-13-2b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向: W; 週期: 12 秒; 波高: 3 公尺)

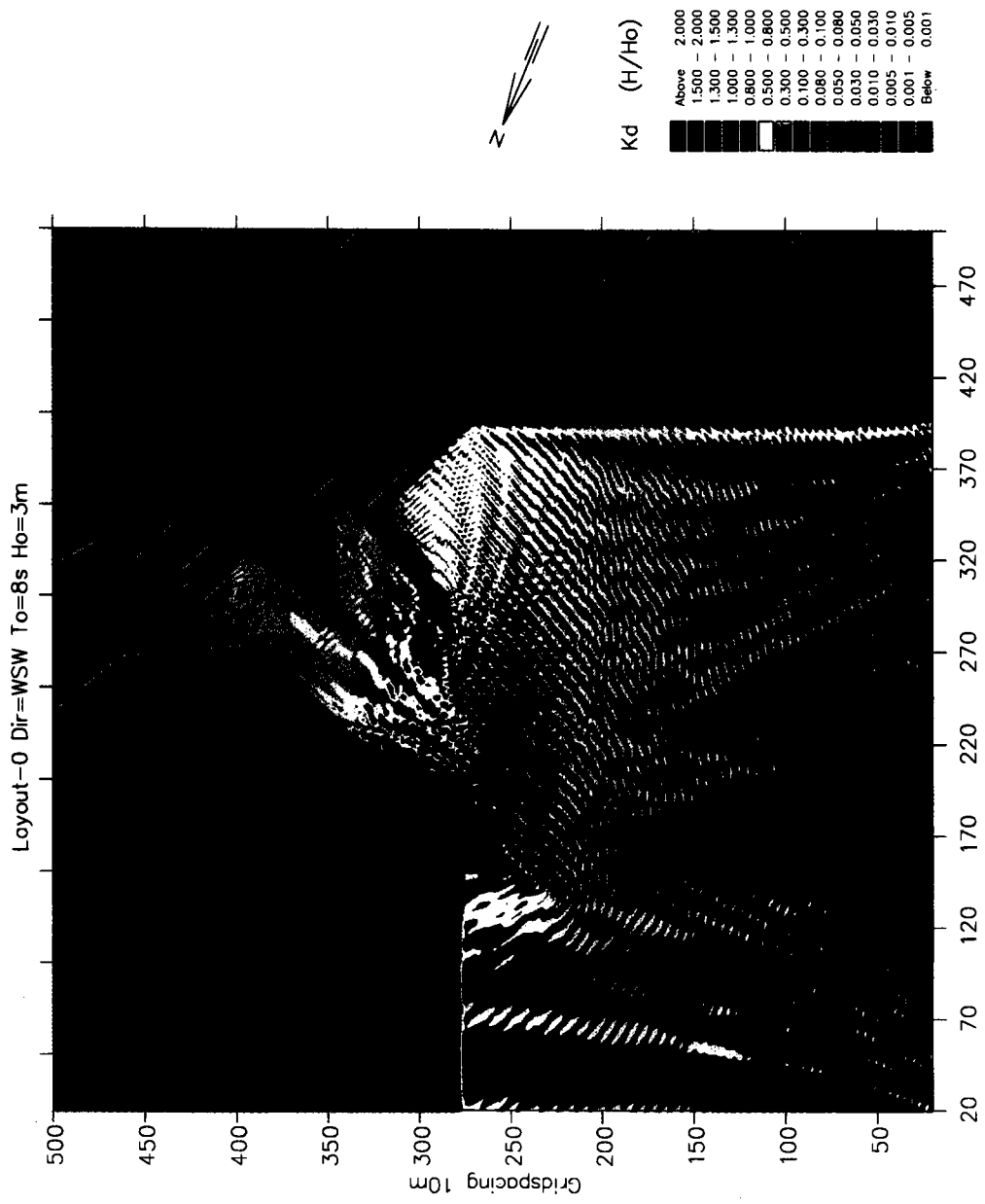


圖 4-14-0b 台中港港口二期擴建現況配置全港域之波高遮蔽係數

K_d 色階圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

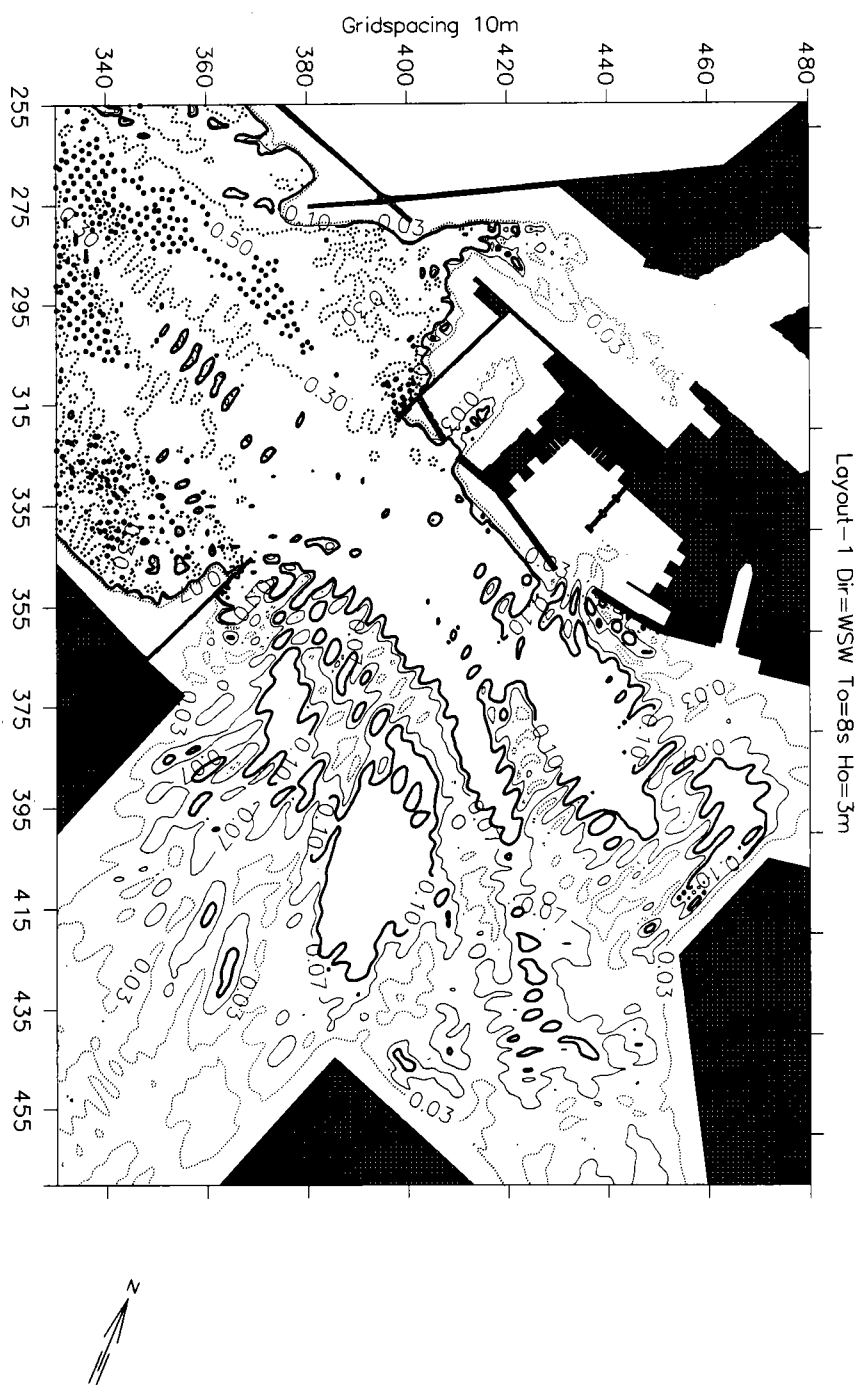


圖 4-14-1a 台中港港口二期擴建替選方案 I 港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

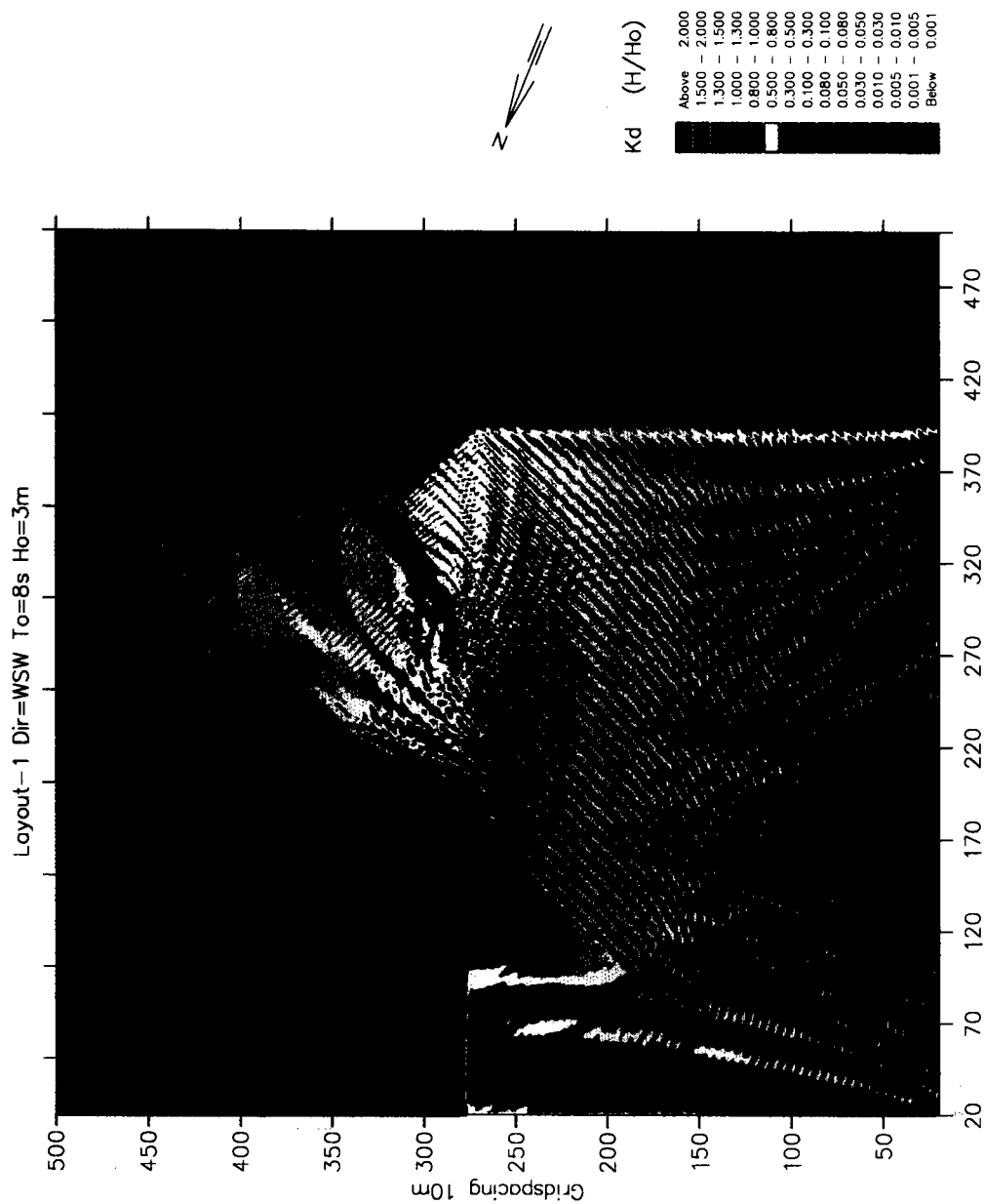


圖 4-14-1b 台中港港口二期擴建替選方案 I 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

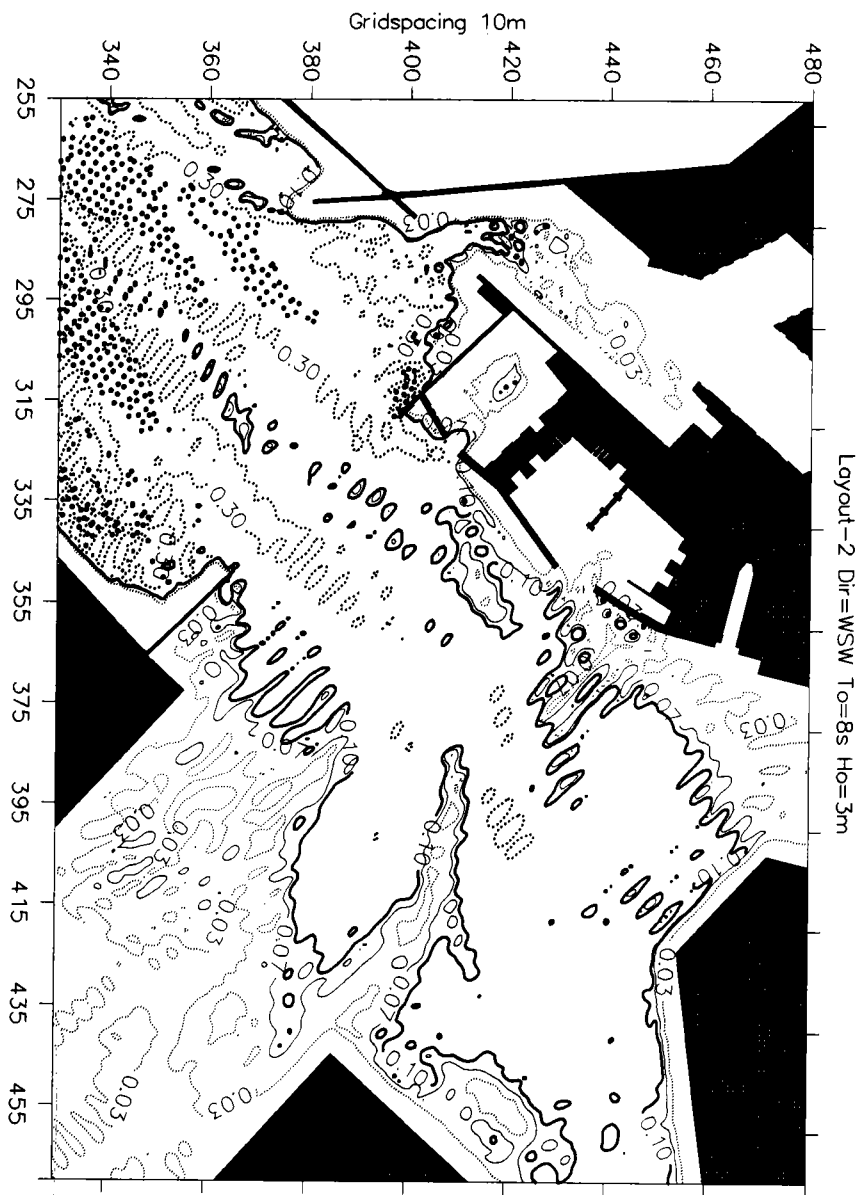


圖 4-14-2a 台中港港口二期擴建替選方案Ⅱ港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

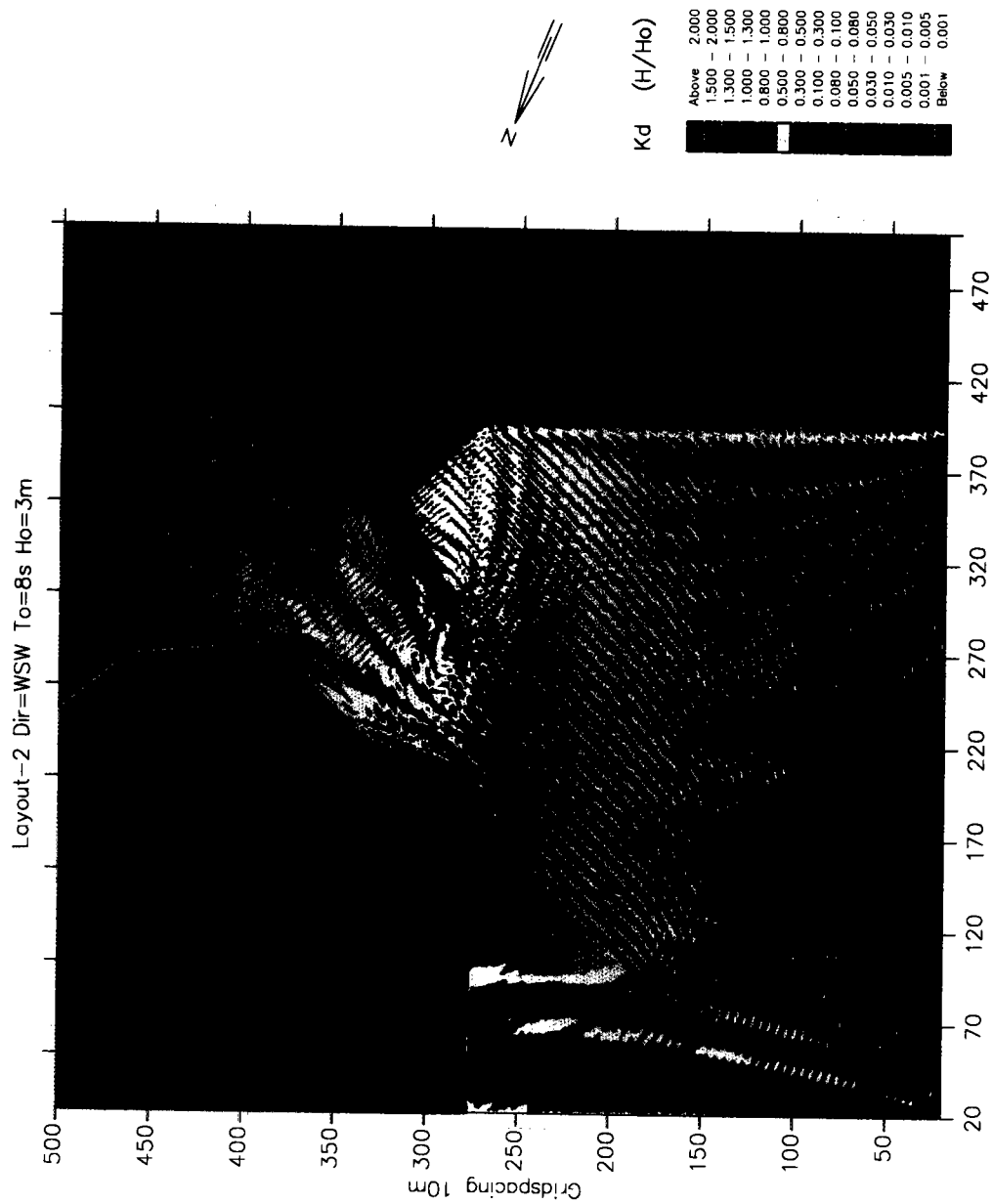


圖 4-14-2b 台中港港口二期擴建替選方案Ⅱ全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向: WSW; 週期: 8 秒; 波高: 3 公尺)

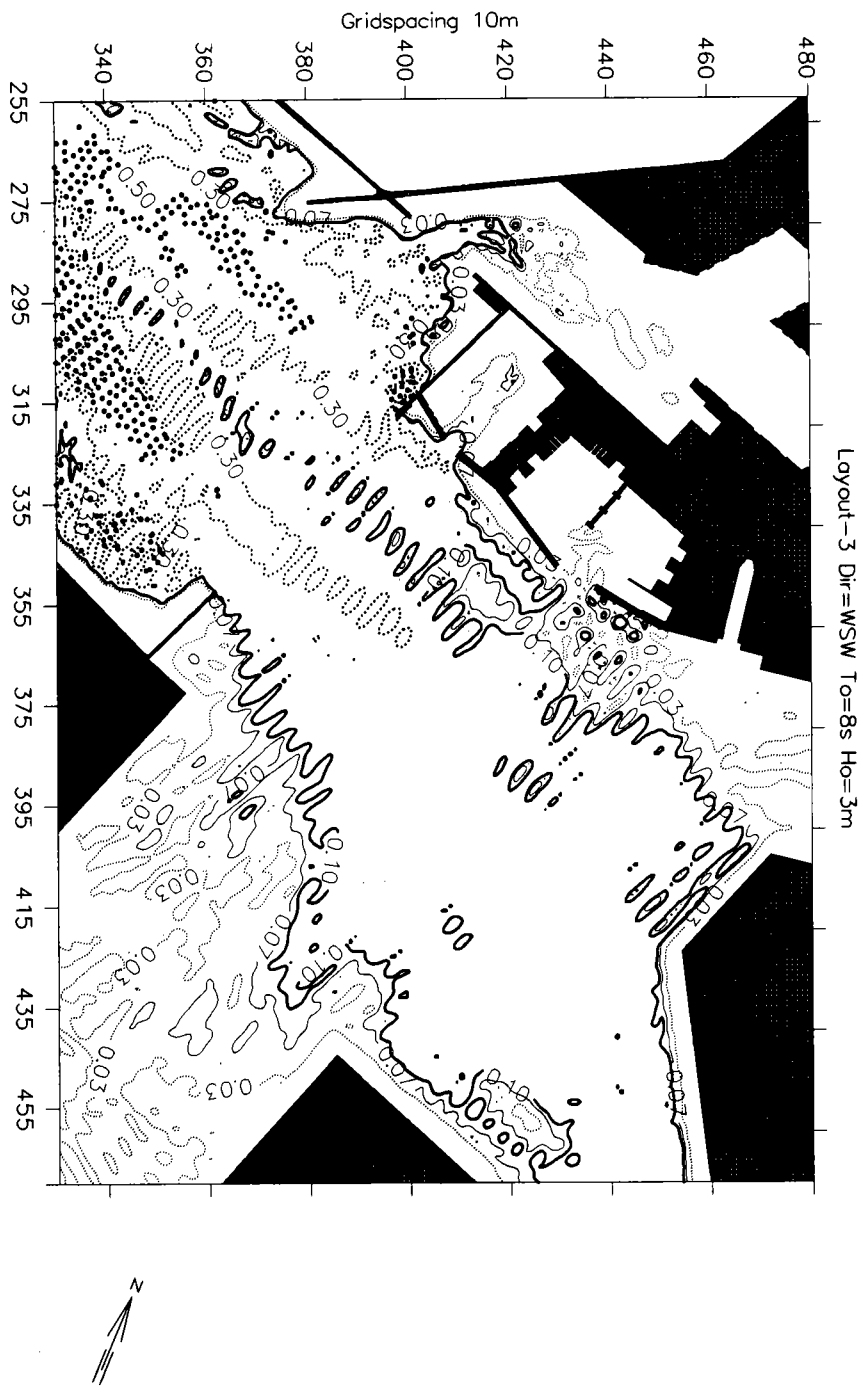


圖 4-14-3a 台中港港口二期擴建替選方案Ⅲ港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

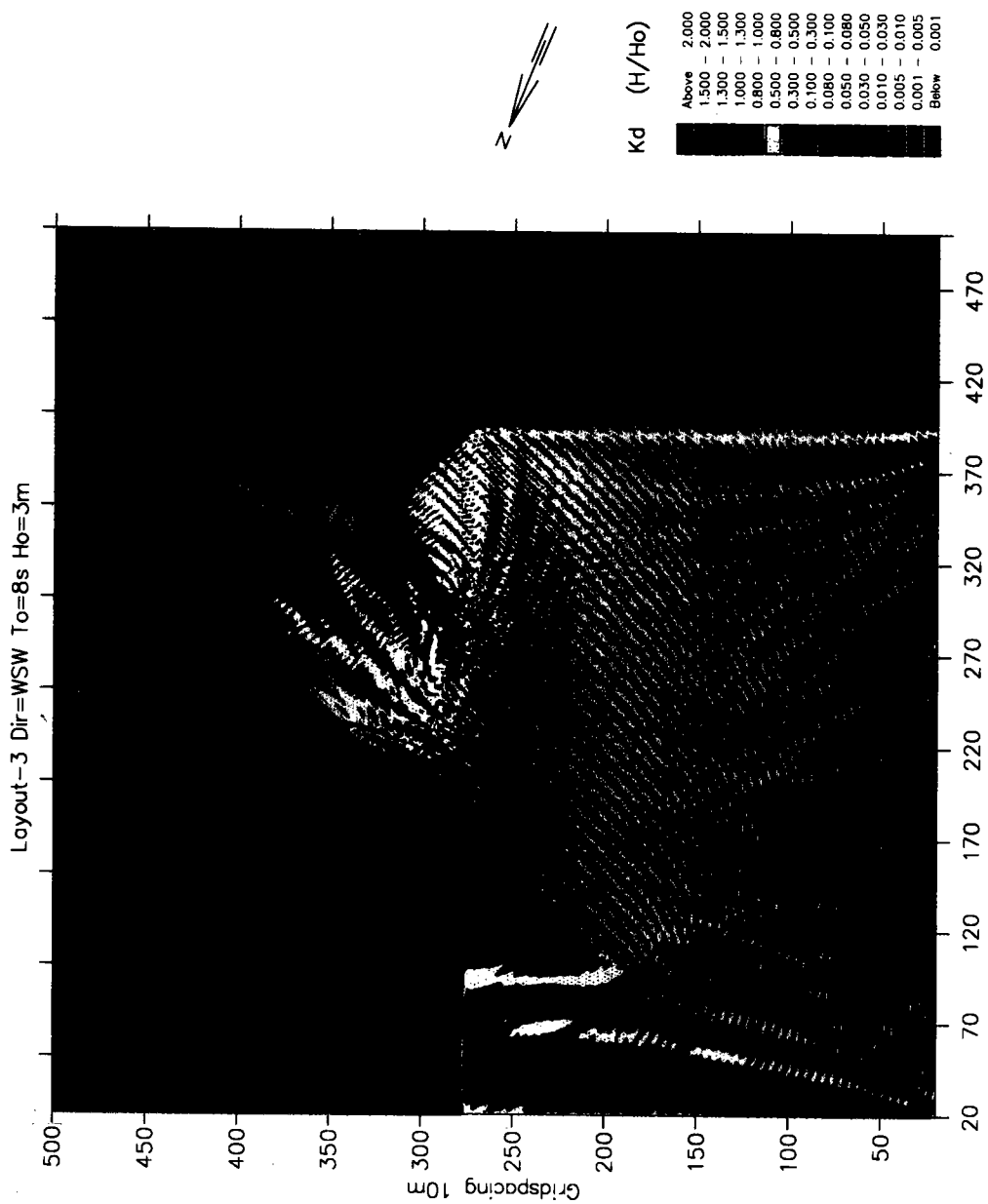


圖 4-14-3b 台中港港口二期擴建替選方案Ⅲ全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

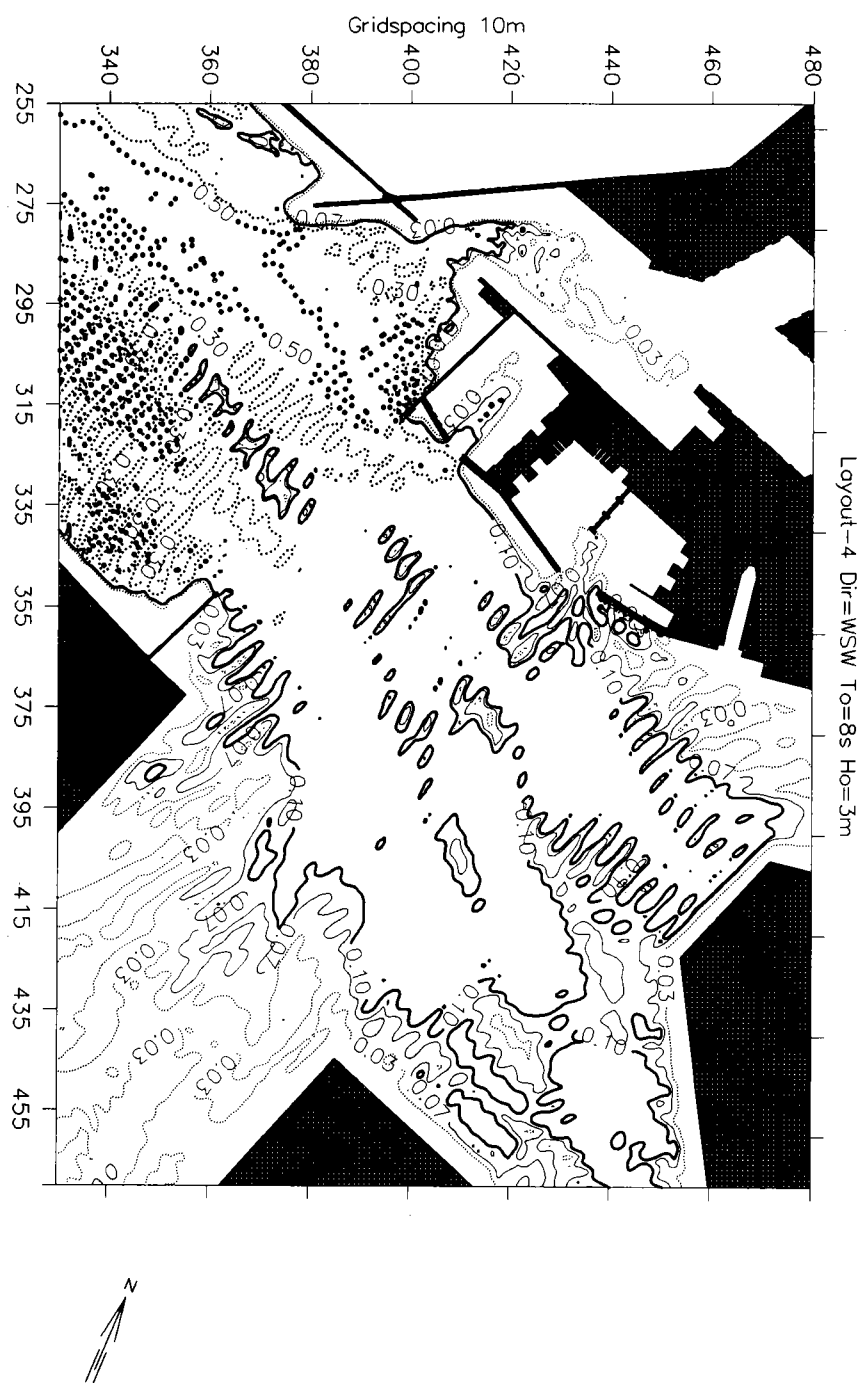


圖 4-14-4a 台中港港口二期擴建替選方案IV港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

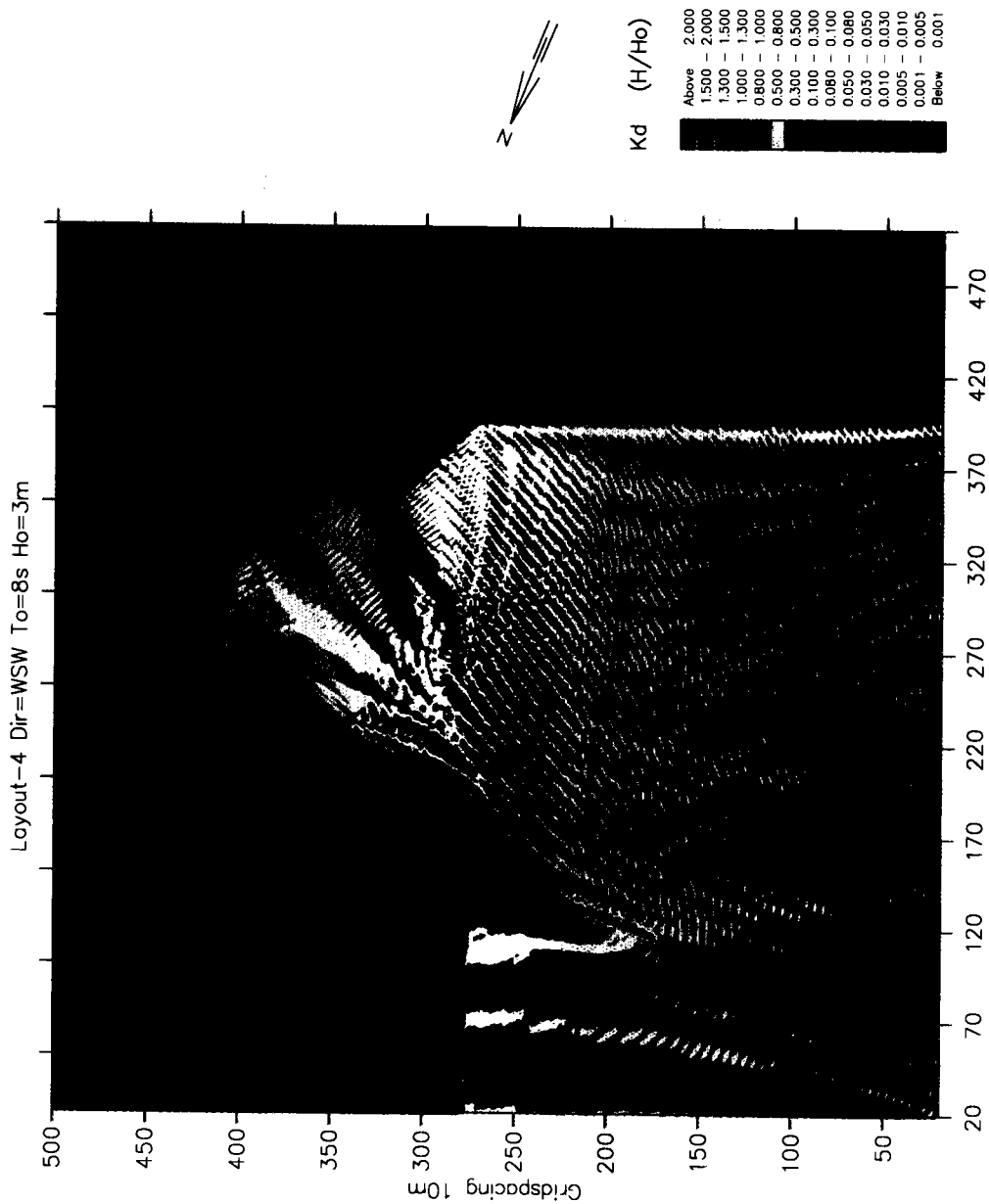


圖 4-14-4b 台中港港口二期擴建替選方案IV全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：WSW；週期：8秒；波高：3公尺)

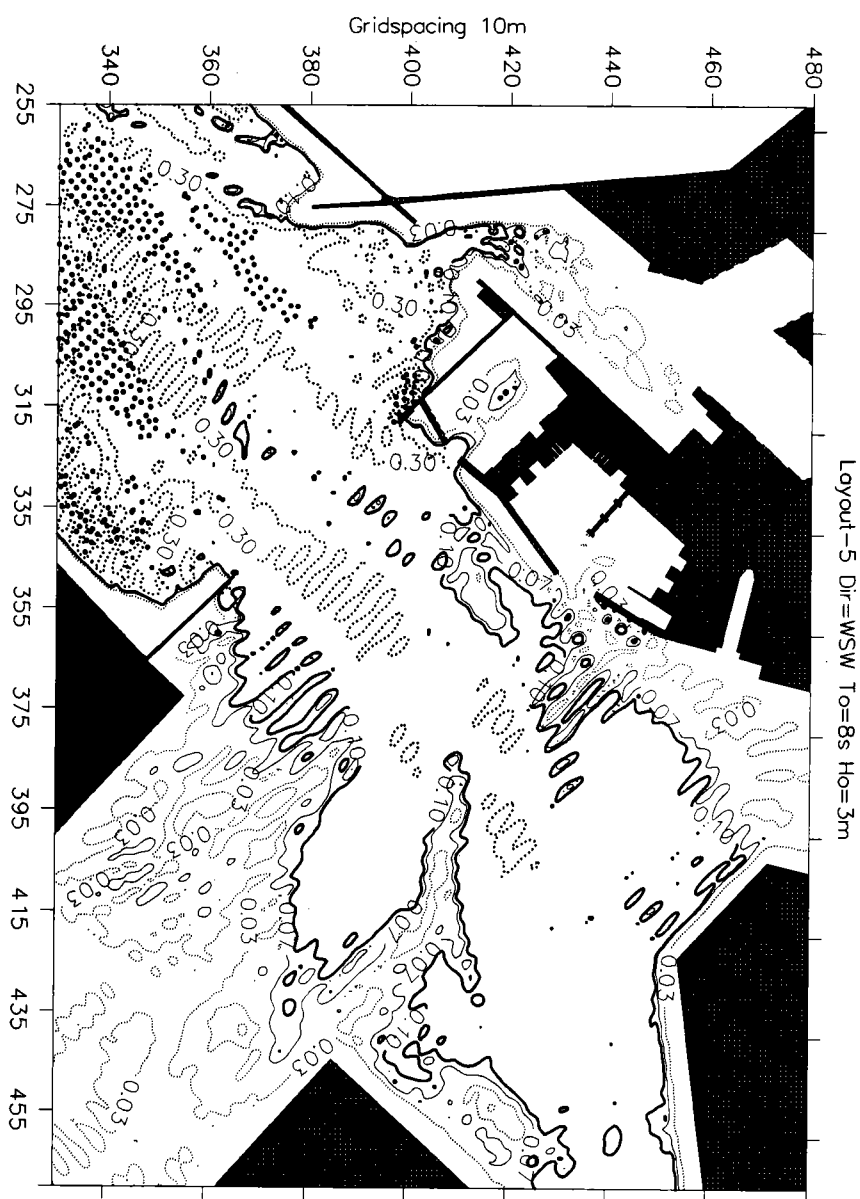


圖 4-14-5a 台中港港口二期擴建替選方案V港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

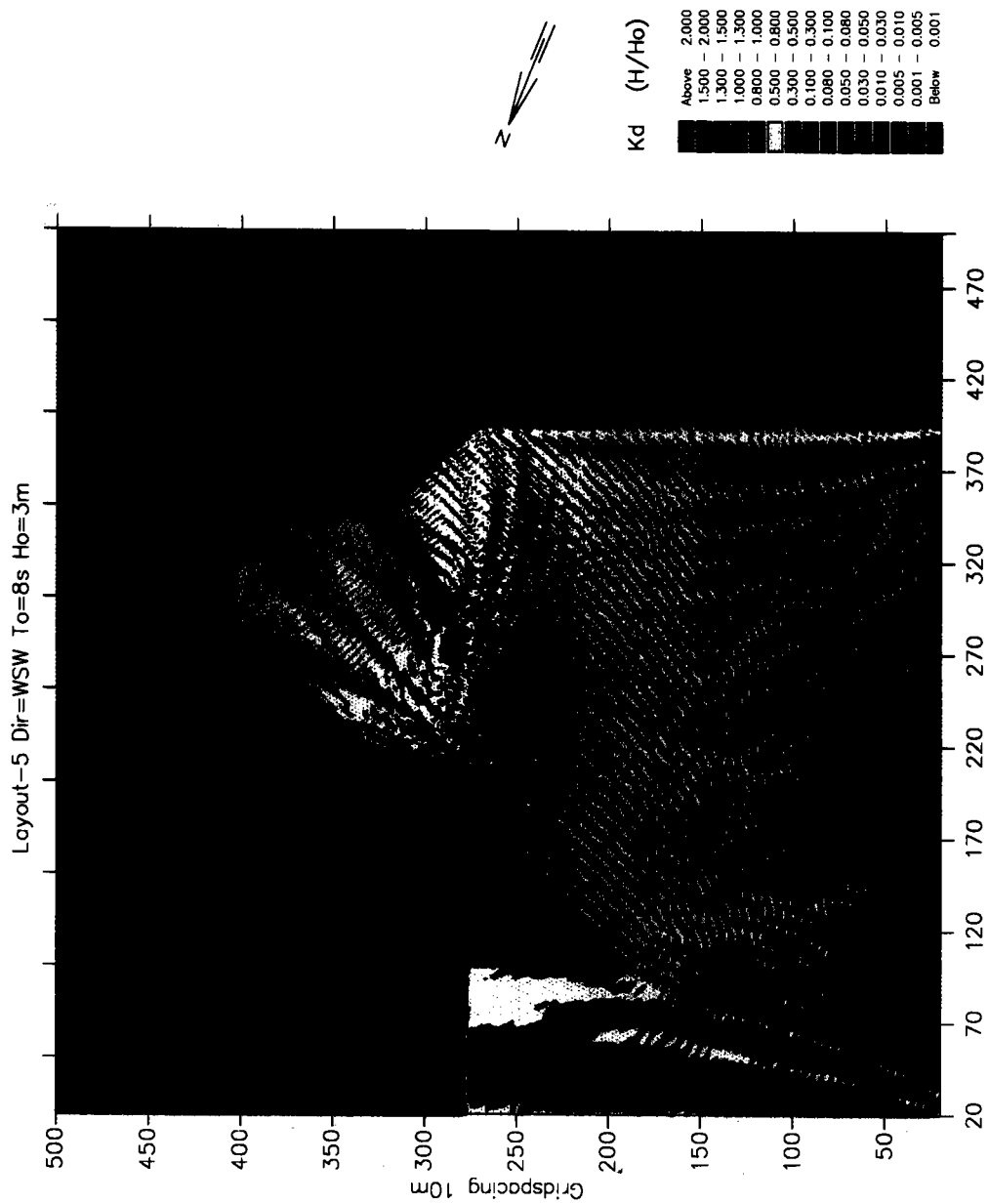


圖 4-14-5b 台中港港口二期擴建替選方案 V 全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

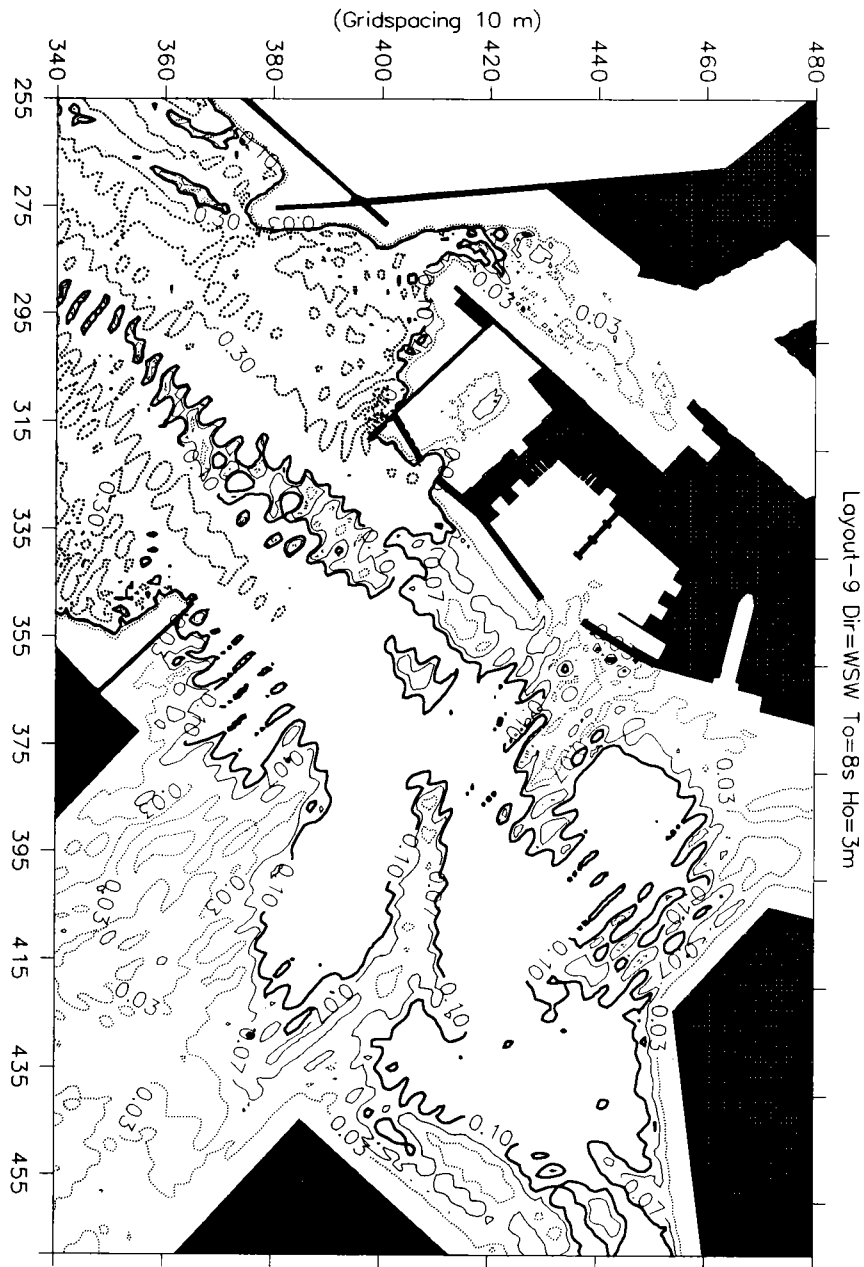


圖 4-14-6a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

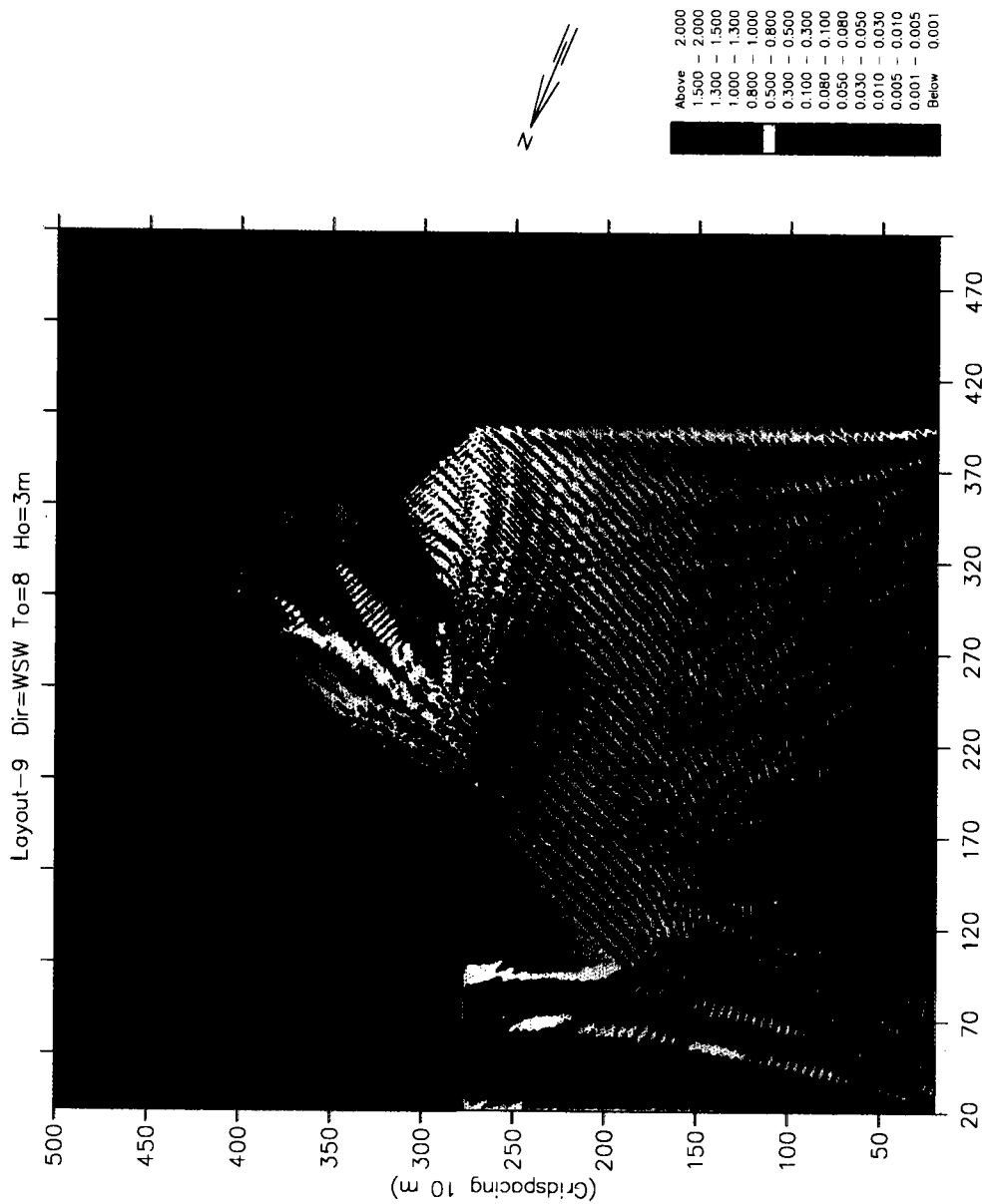


圖 4-14-6b 台中港港口二期擴建替選方案 IX 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向: WSW; 週期: 8 秒; 波高: 3 公尺)

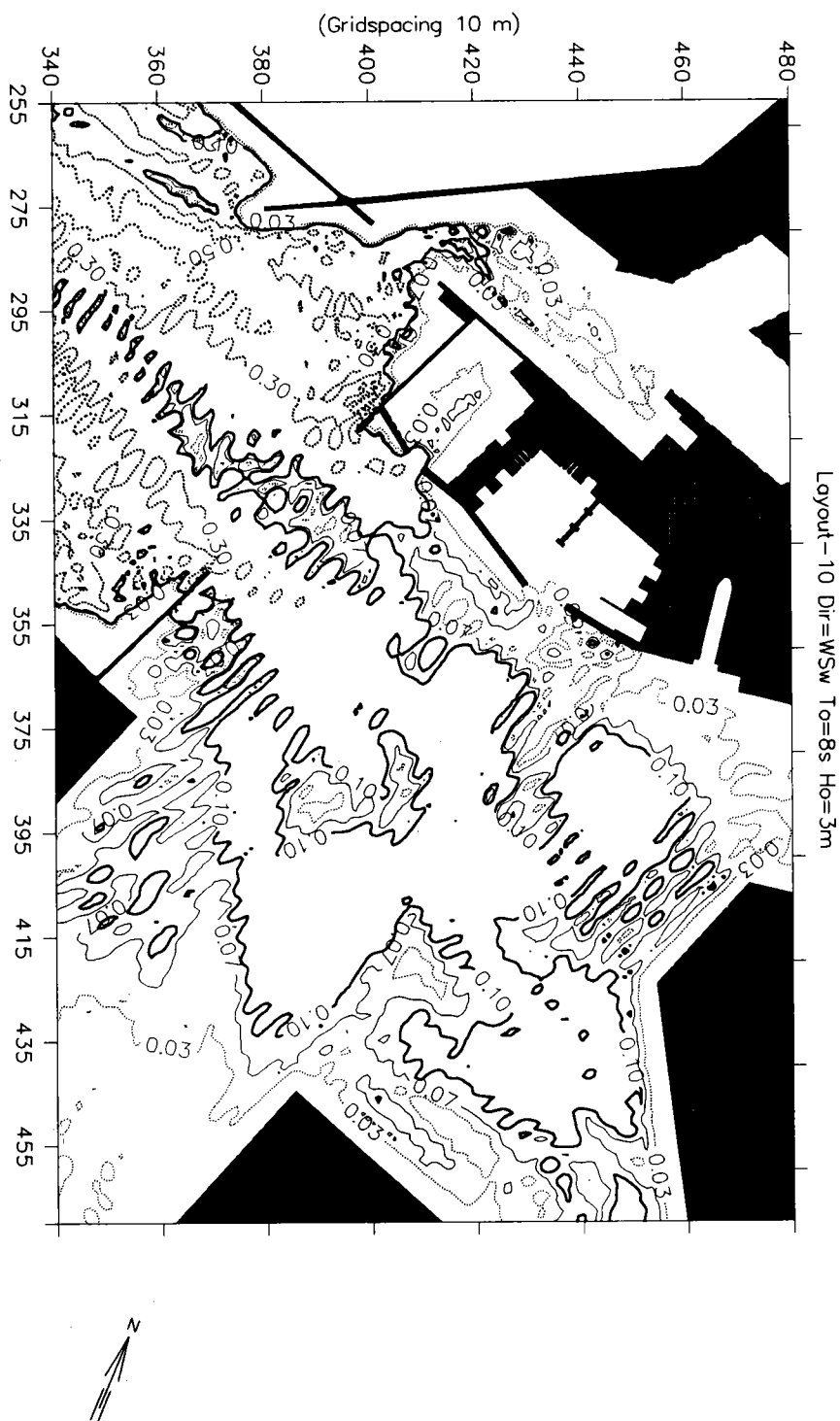


圖 4-14-7a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

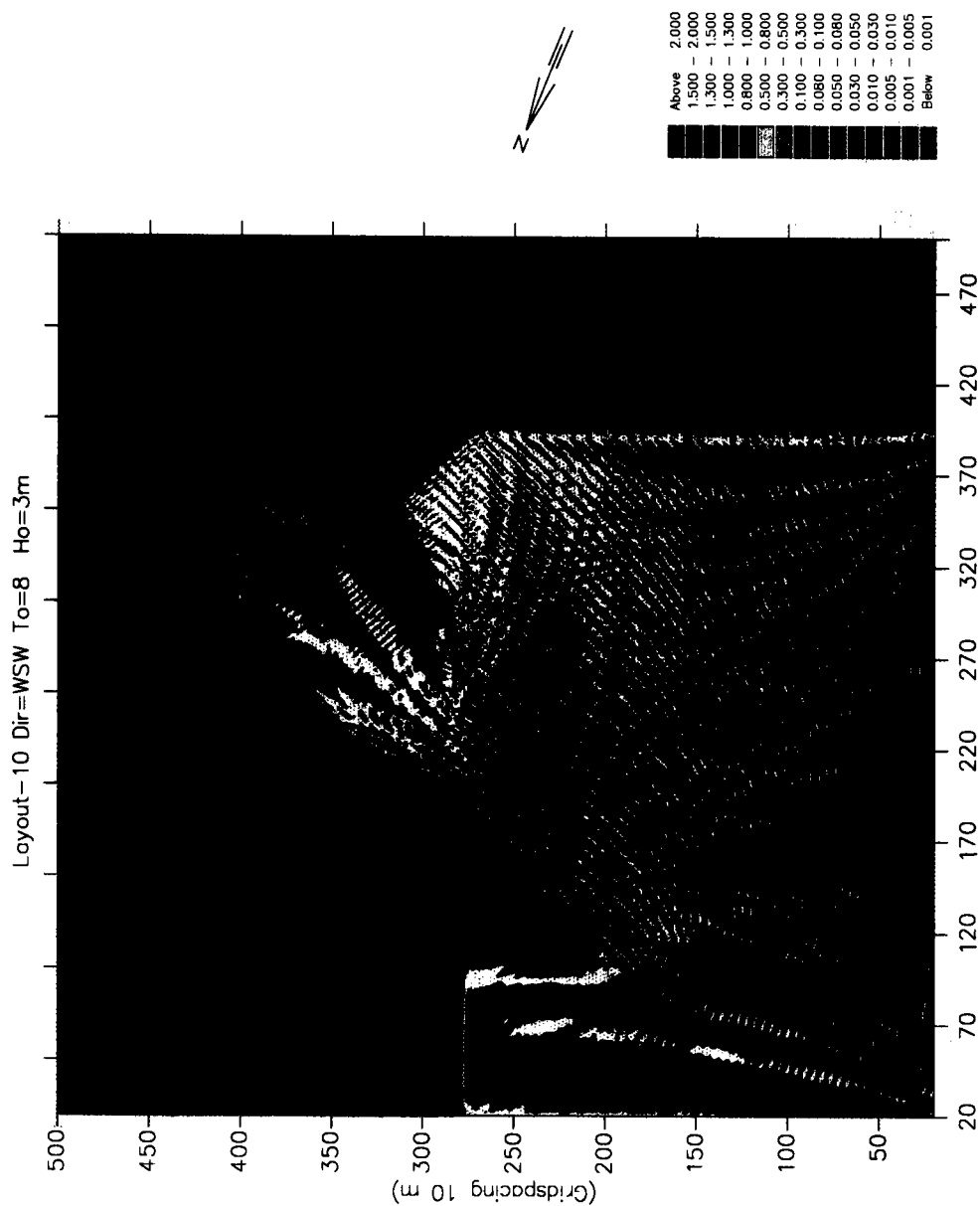


圖 4-14-7b 台中港港口二期擴建替選方案X全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WSW；週期：8 秒；波高：3 公尺)

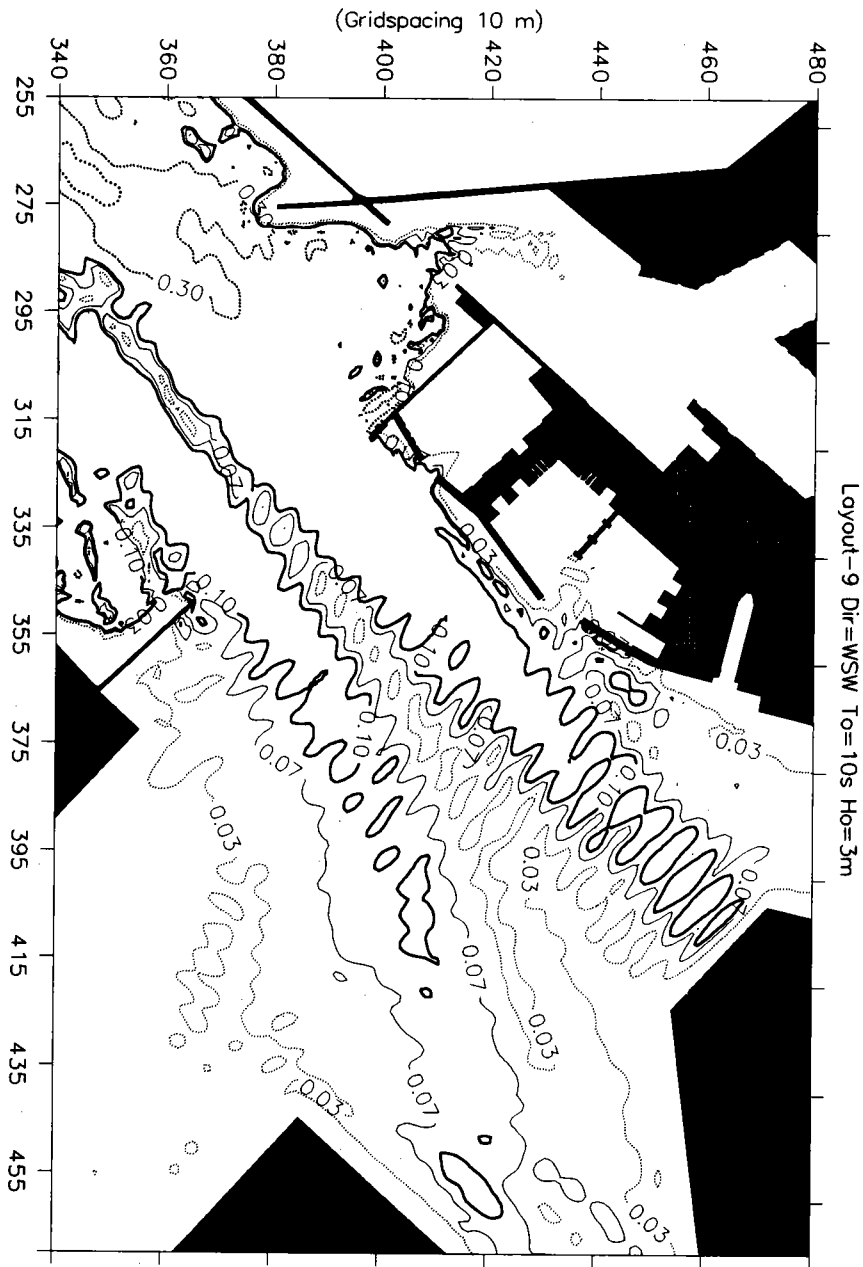


圖 4-15-1a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

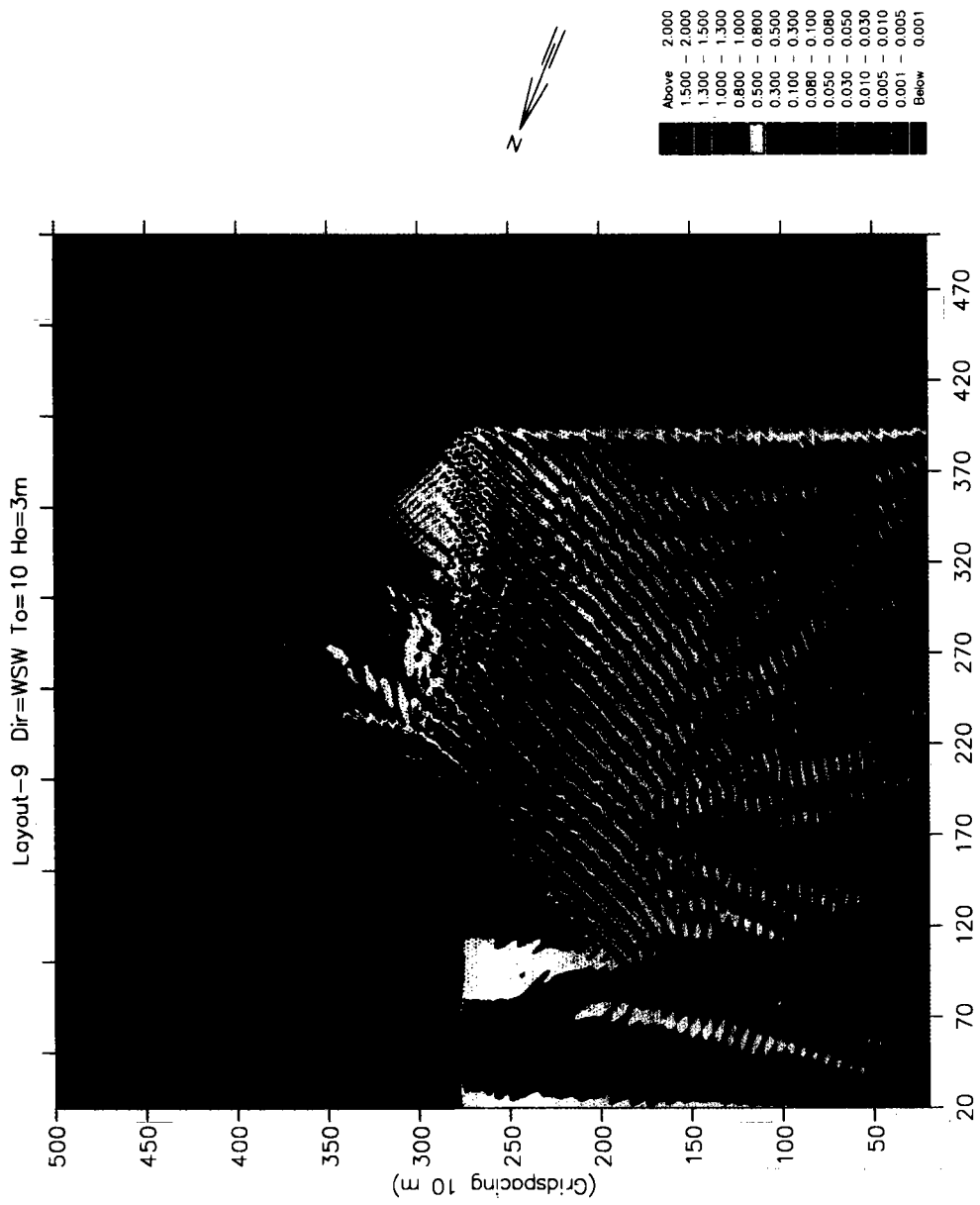


圖 4-15-1b 台中港港口二期擴建替選方案IX全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：WSW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

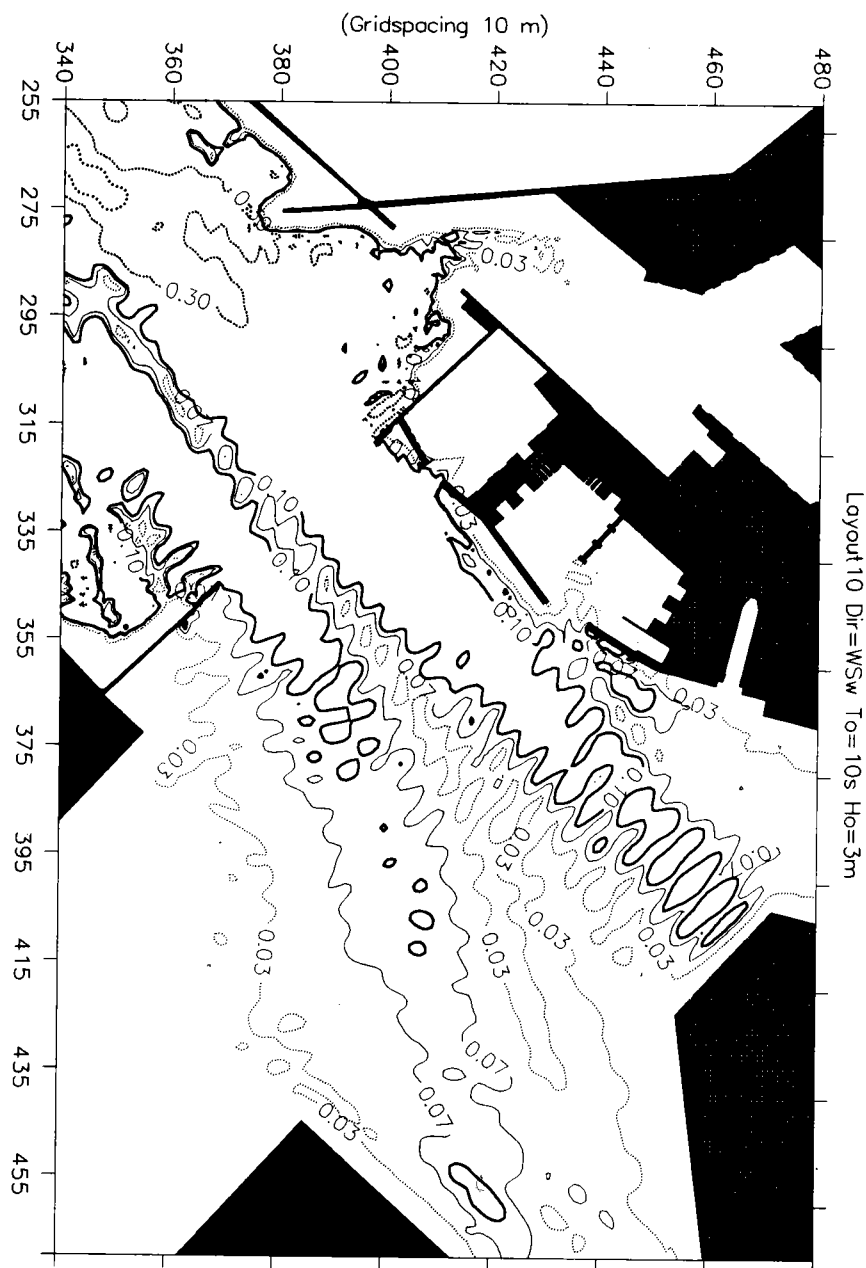


圖 4-15-2a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

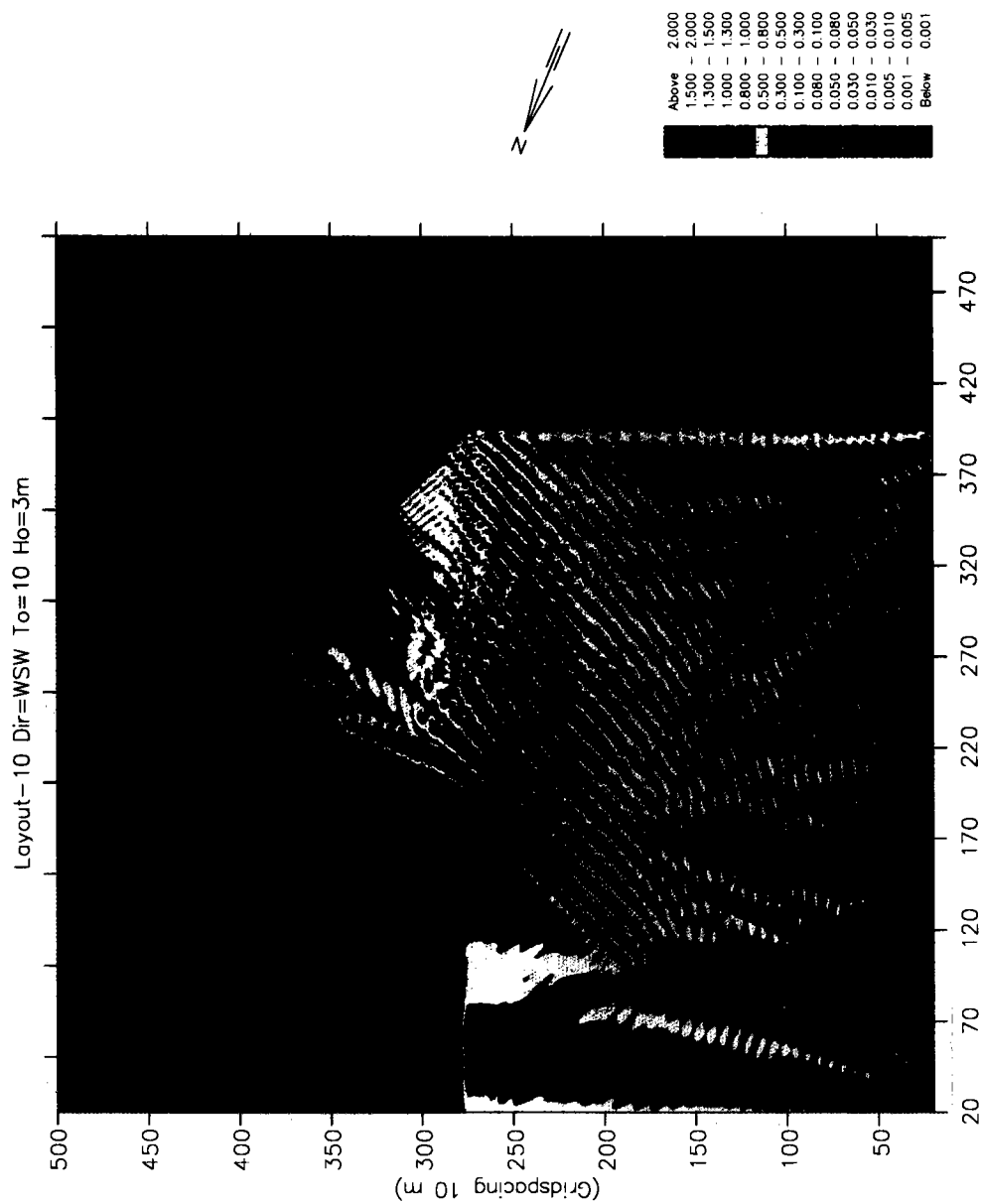


圖 4-15-2b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WSW; 週期：10 秒; 波高：3 公尺)

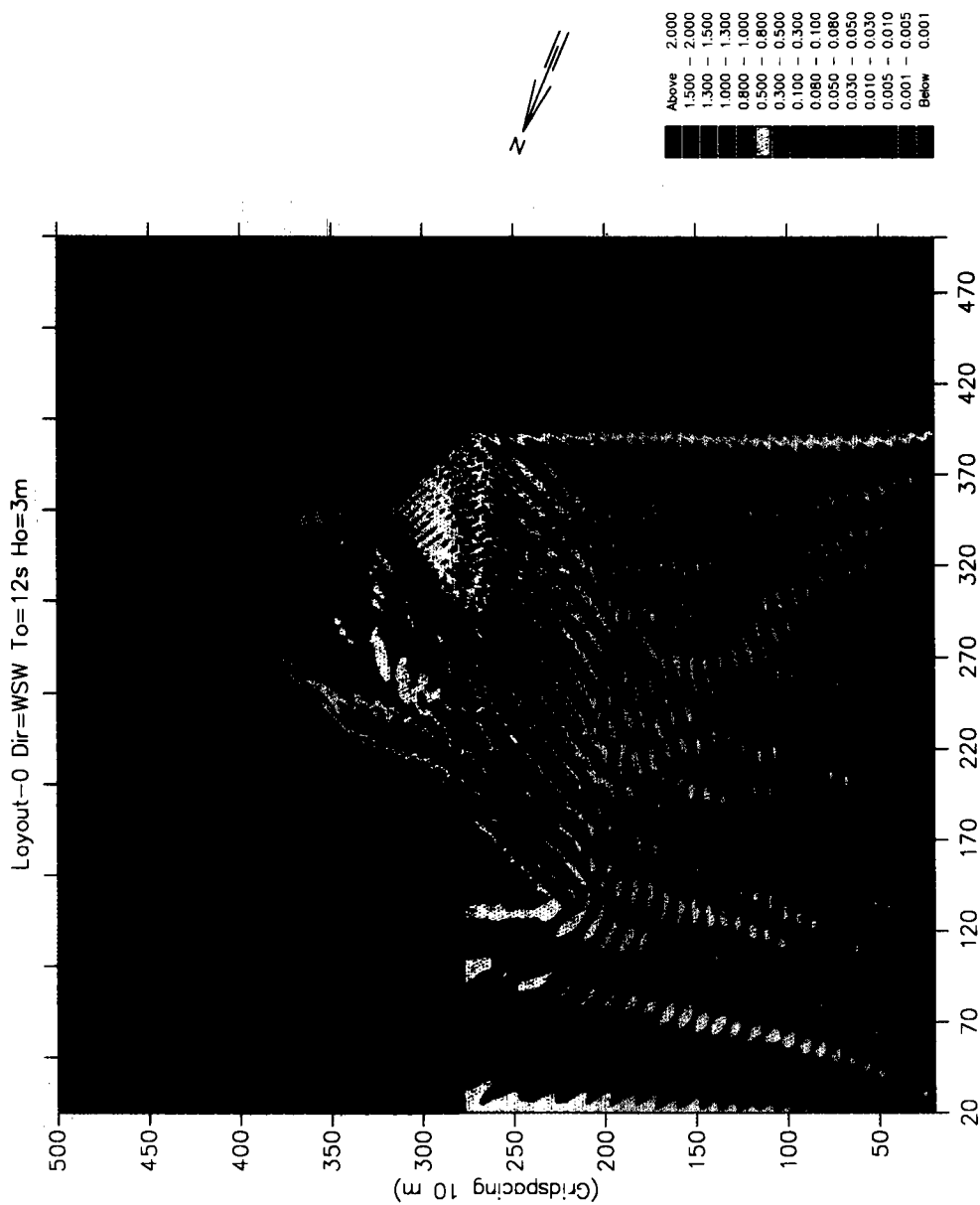


圖 4-16-0b 台中港港口二期擴建現況配置全港域之波高遮蔽係數
 K_d 色階圖 (入射波向：WSW; 週期：12 秒; 波高：3 公尺)

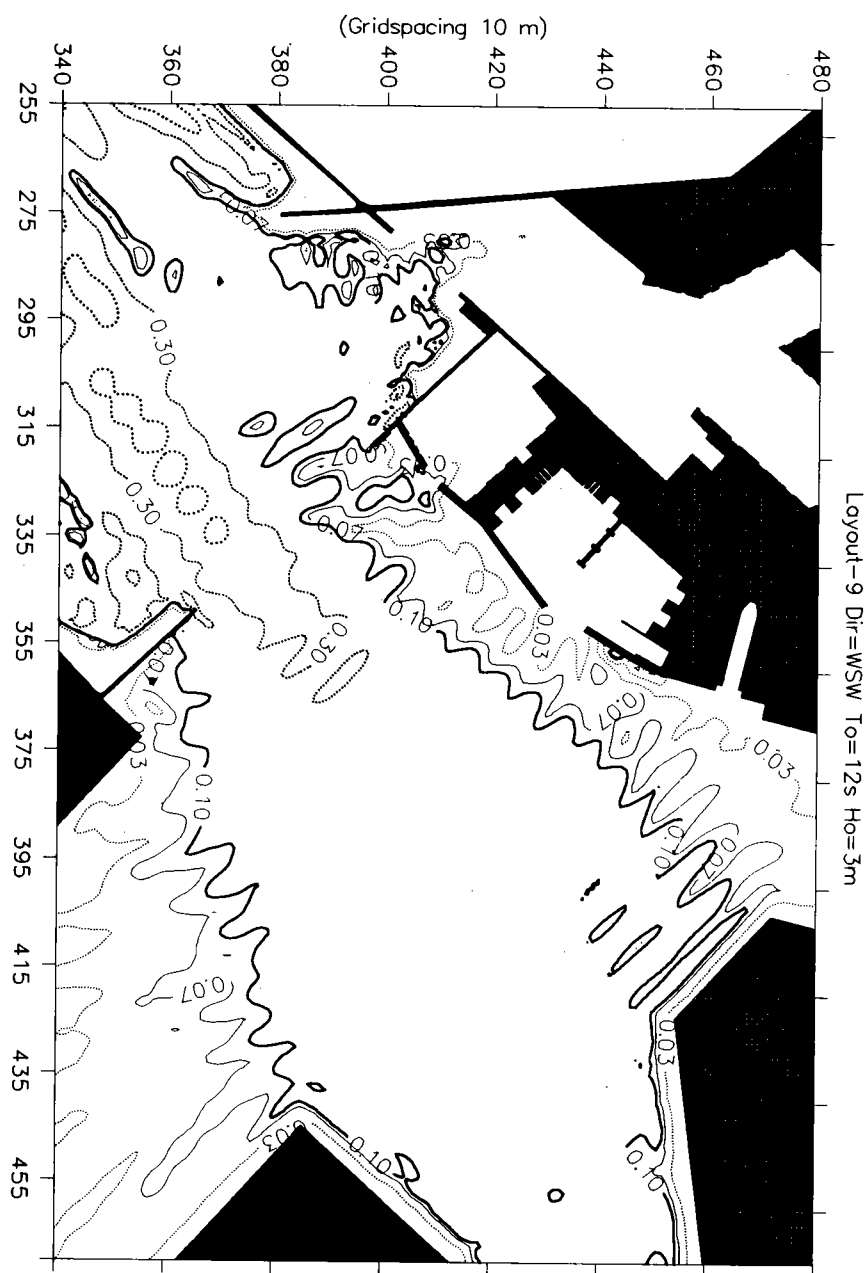


圖 4-16-1a 台中港港口二期擴建替選方案IX港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

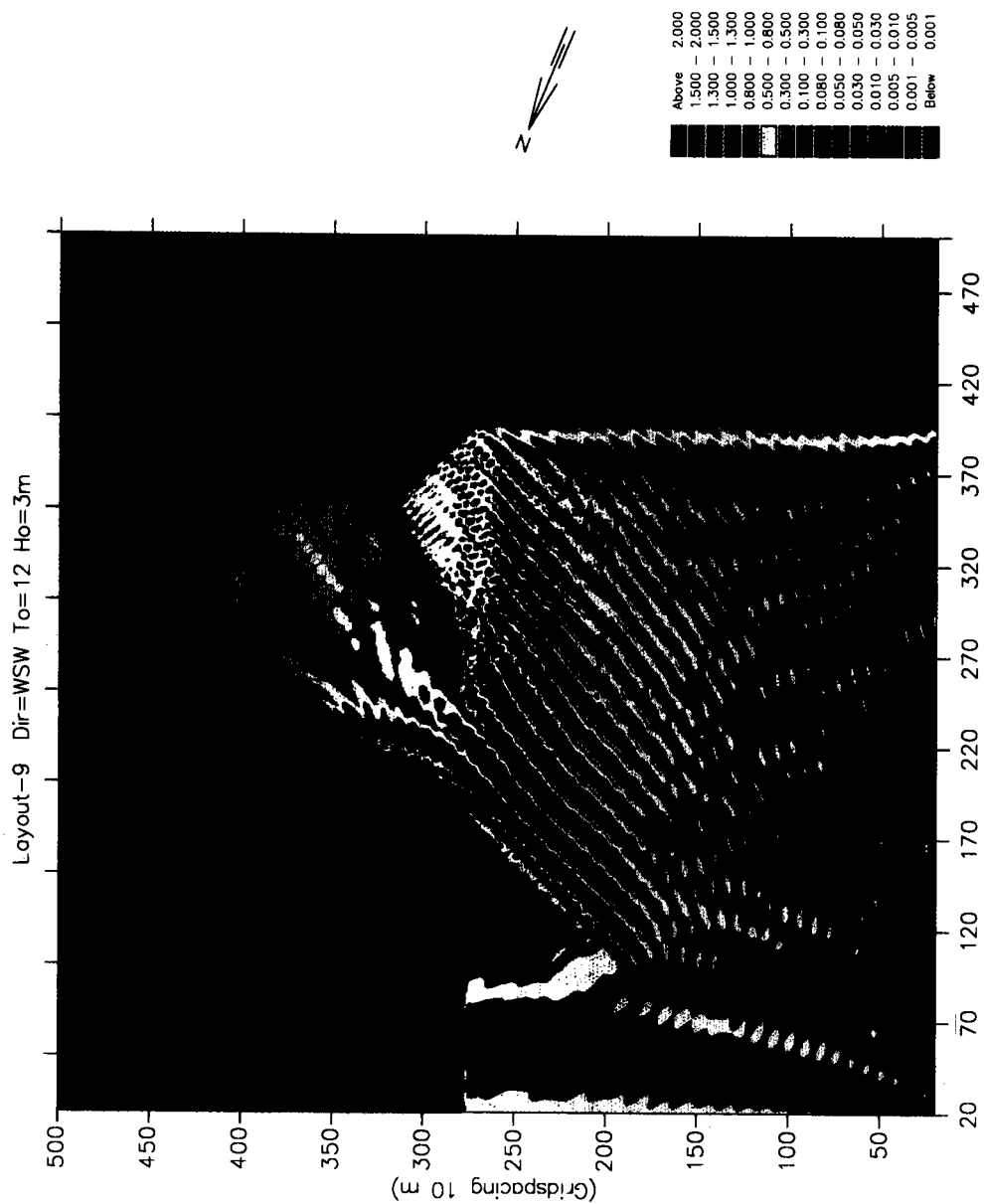


圖 4-16-1b 台中港港口二期擴建替選方案 IX 全港域之波高遮蔽係數 K_d 色階圖 (入射波向：WSW；週期：12 秒；波高：3 公尺)

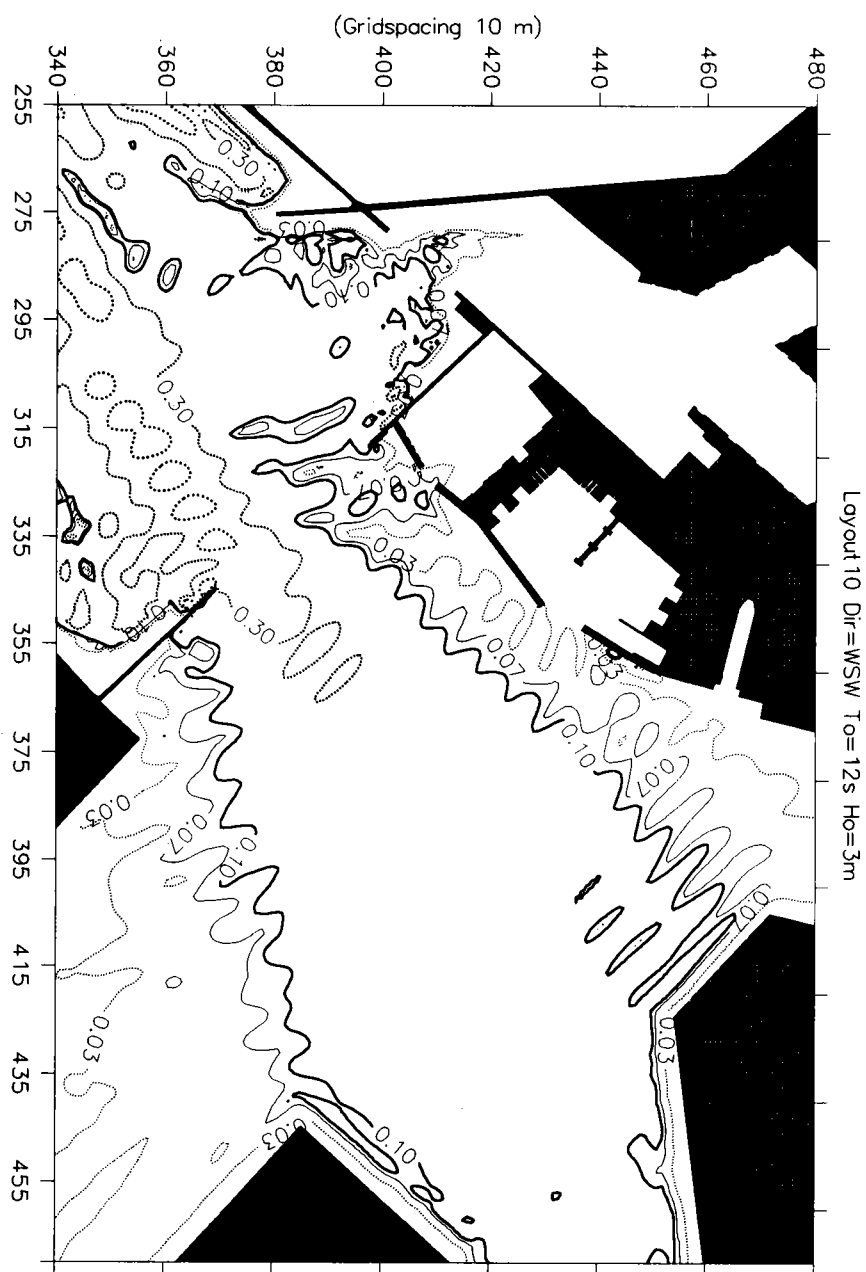


圖 4-16-2a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WSW；週期：10 秒；波高：3 公尺)

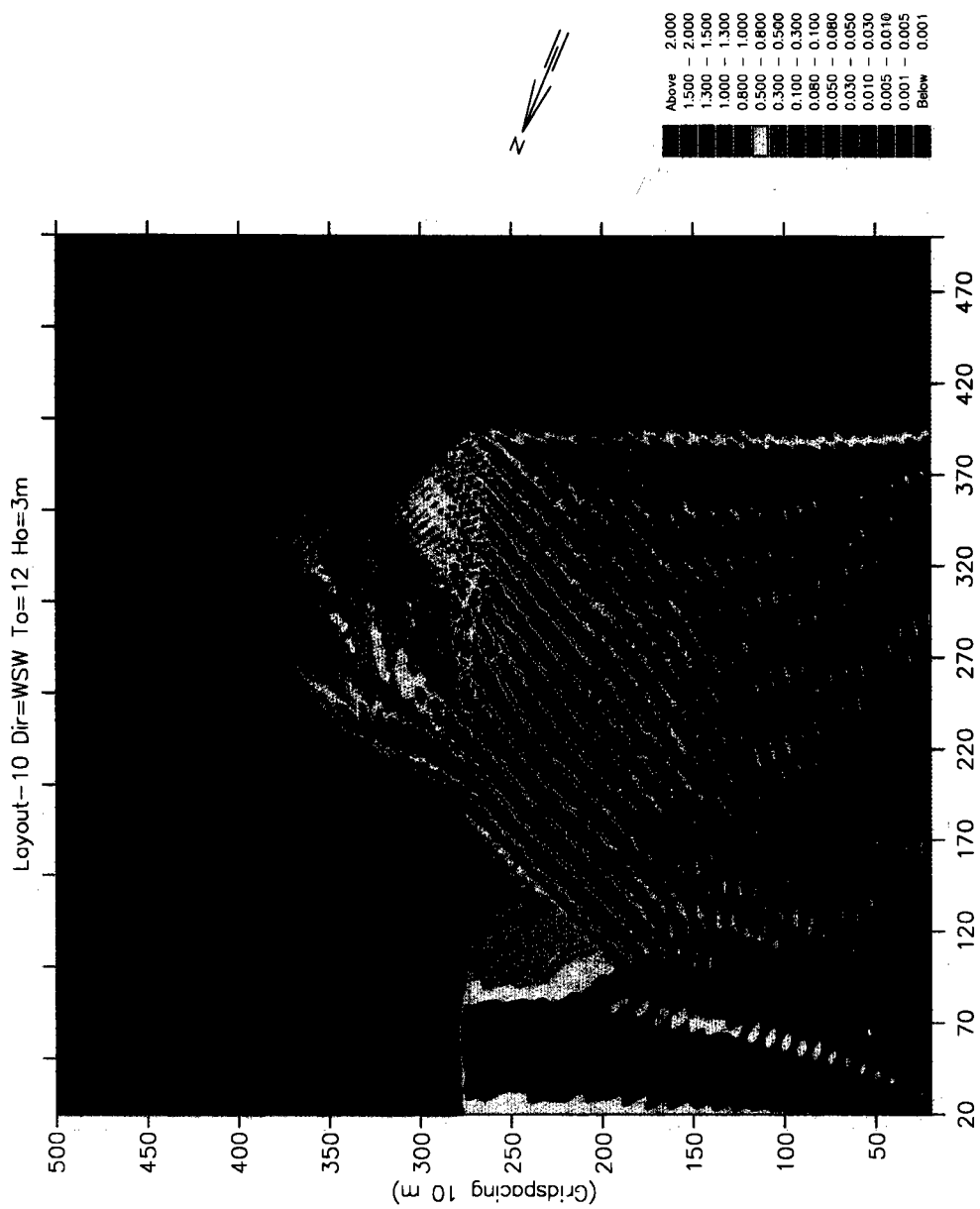


圖 4-16-2b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WSW；週期：12 秒；波高：3 公尺)

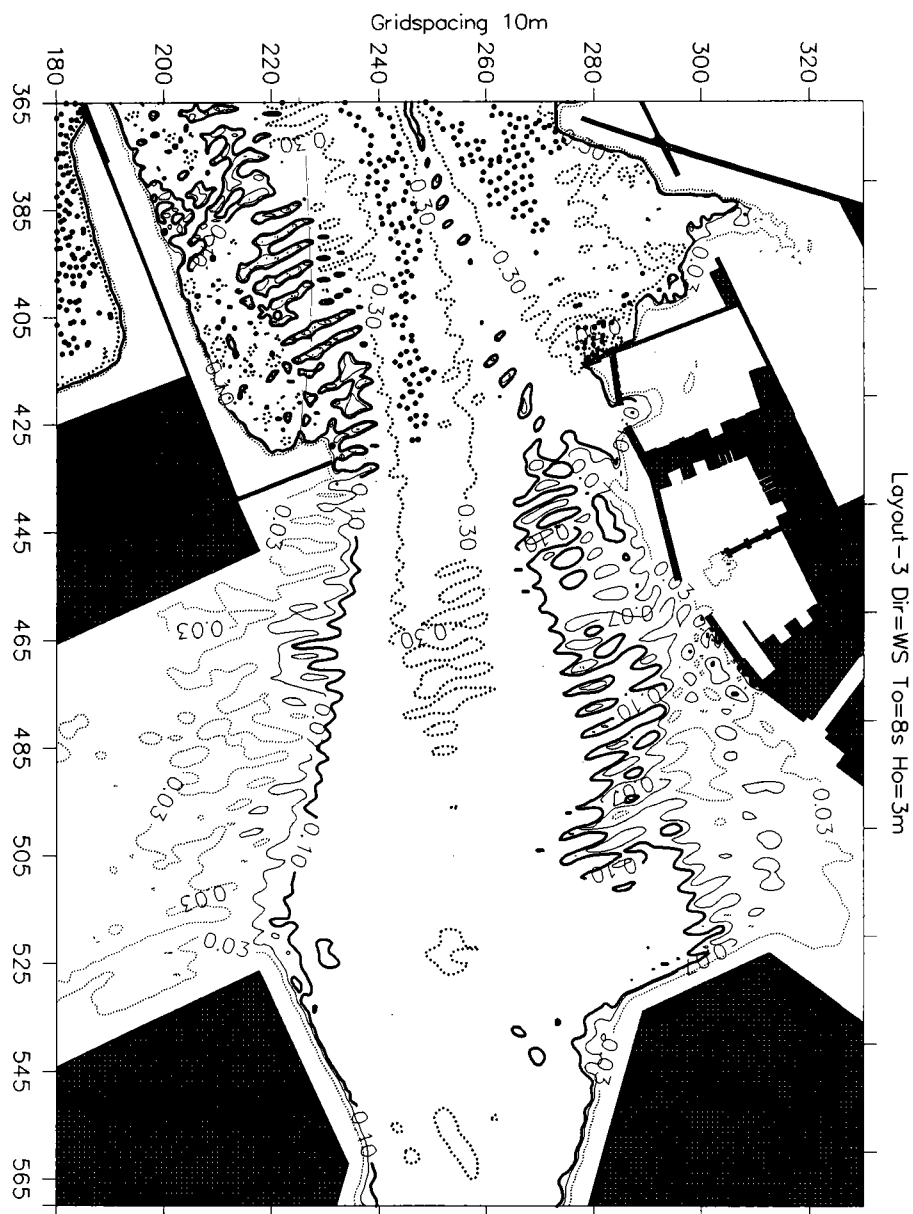


圖 4-17-3a 台中港港口二期擴建替選方案Ⅲ港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WS；週期：8 秒；波高：3 公尺)

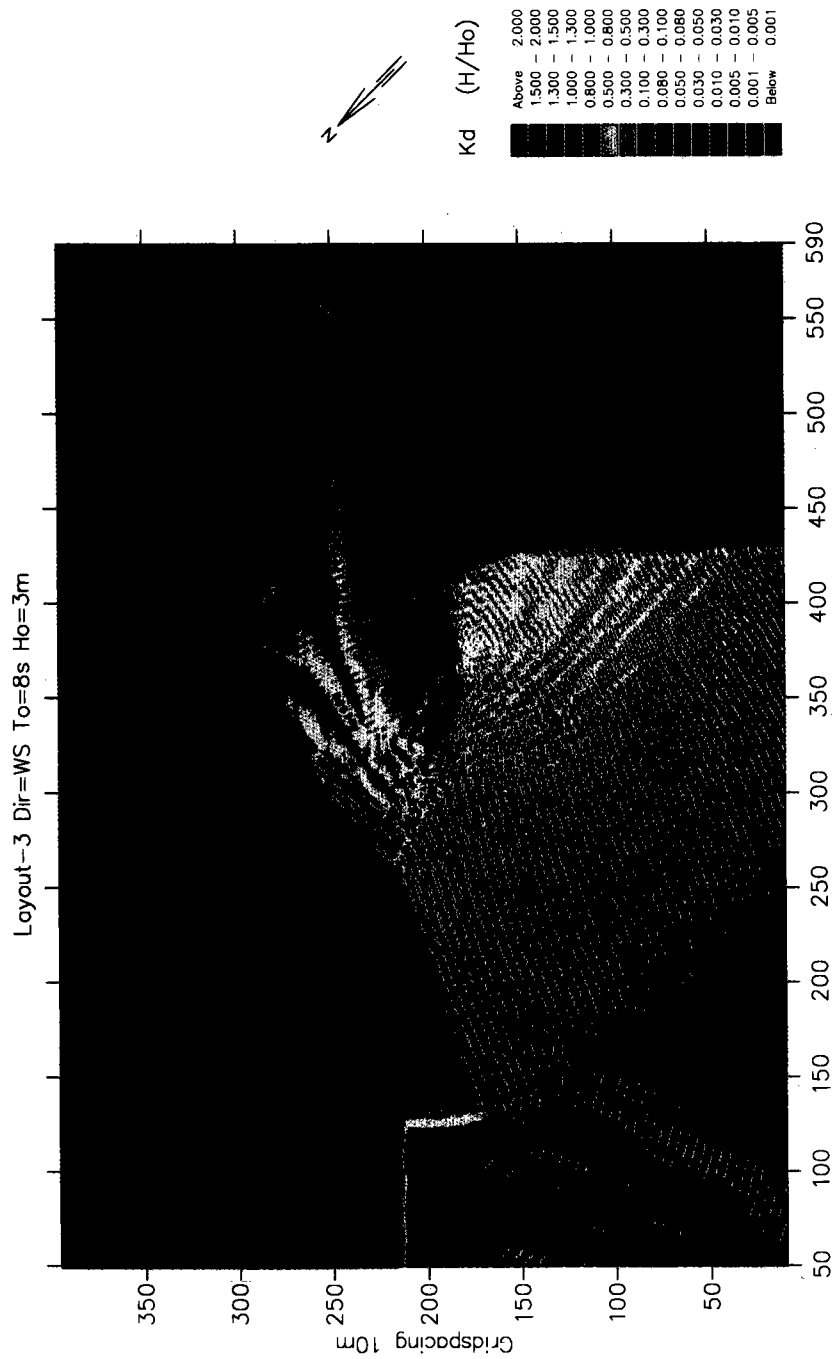


圖 4-17-3b 台中港港口二期擴建替選方案Ⅲ全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向: WS; 週期: 8 秒; 波高: 3 公尺)

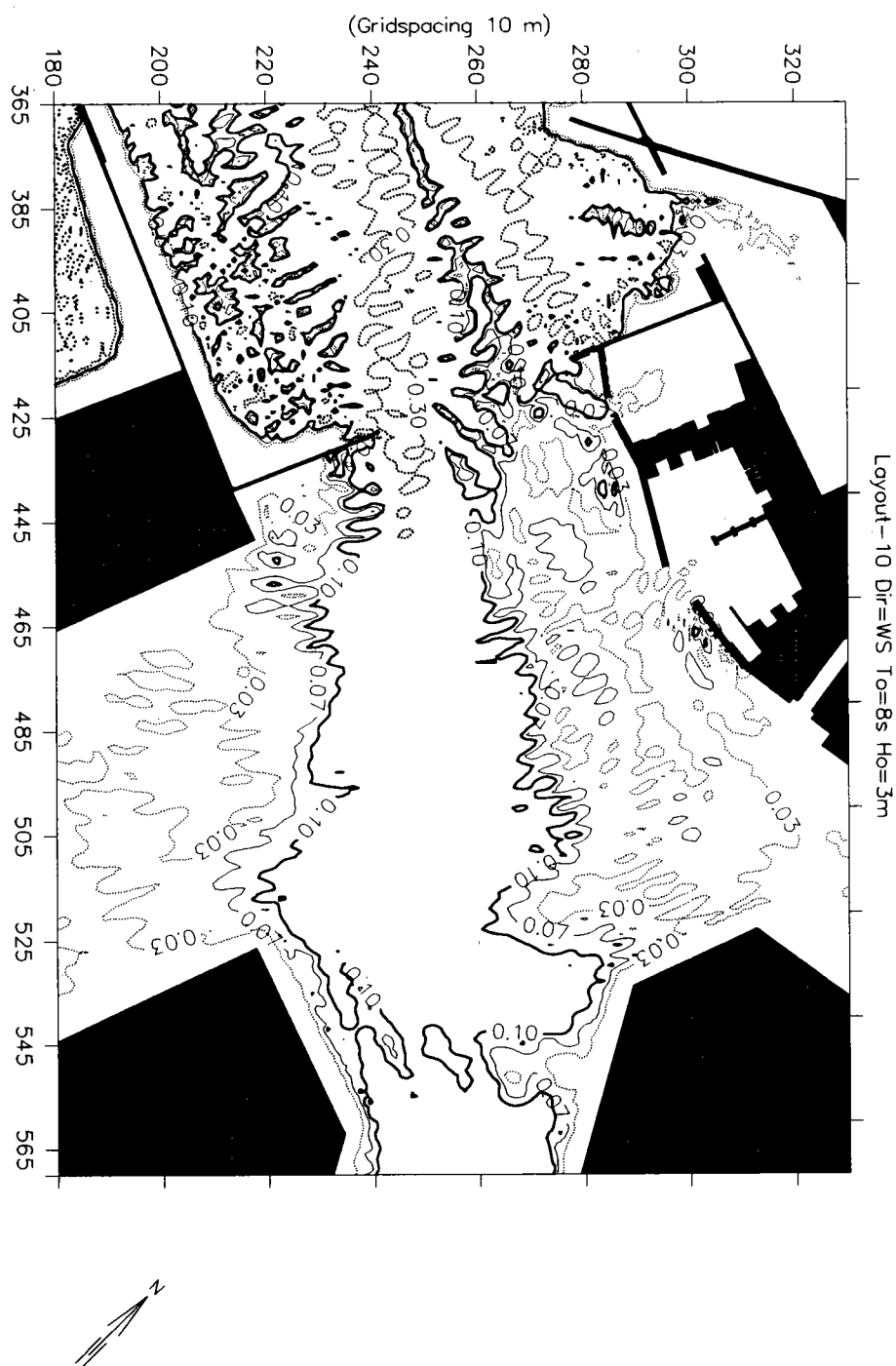


圖 4-17-7a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WS；週期：8 秒；波高：3 公尺)

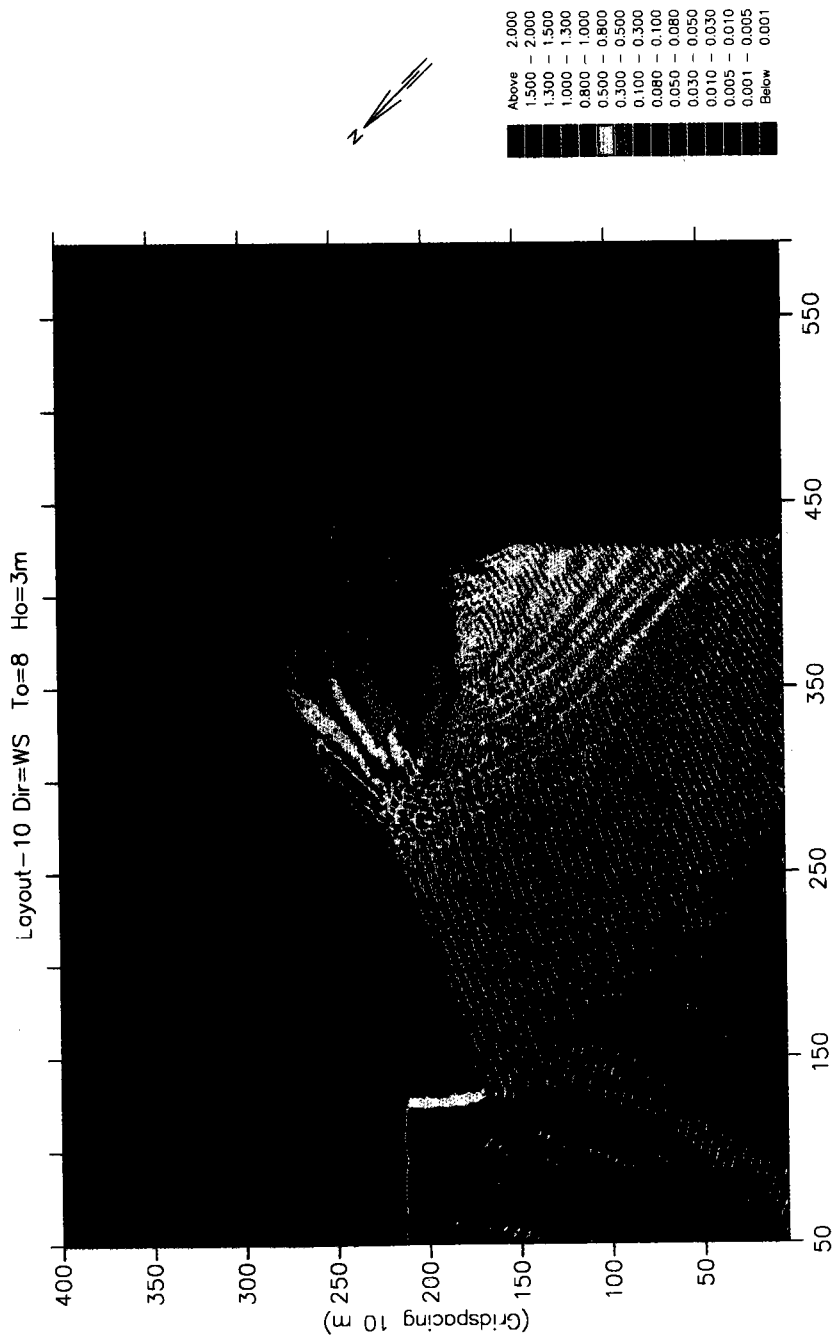


圖 4-17-7b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WS；週期：8 秒；波高：3 公尺)

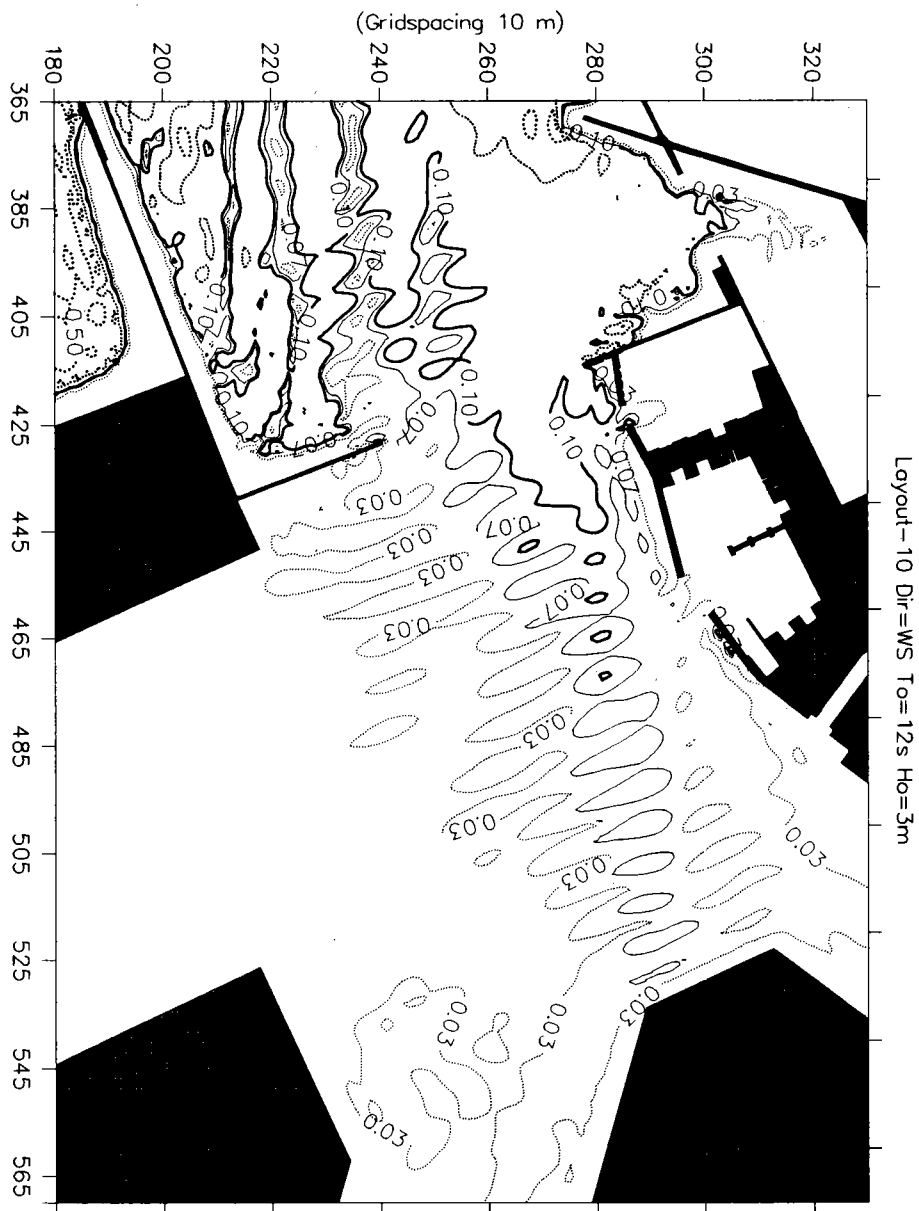


圖 4-19-2a 台中港港口二期擴建替選方案X港內水域計算之波高
遮蔽係數 K_d 圖 (入射波向：WS；週期：12 秒；波高：3 公尺)

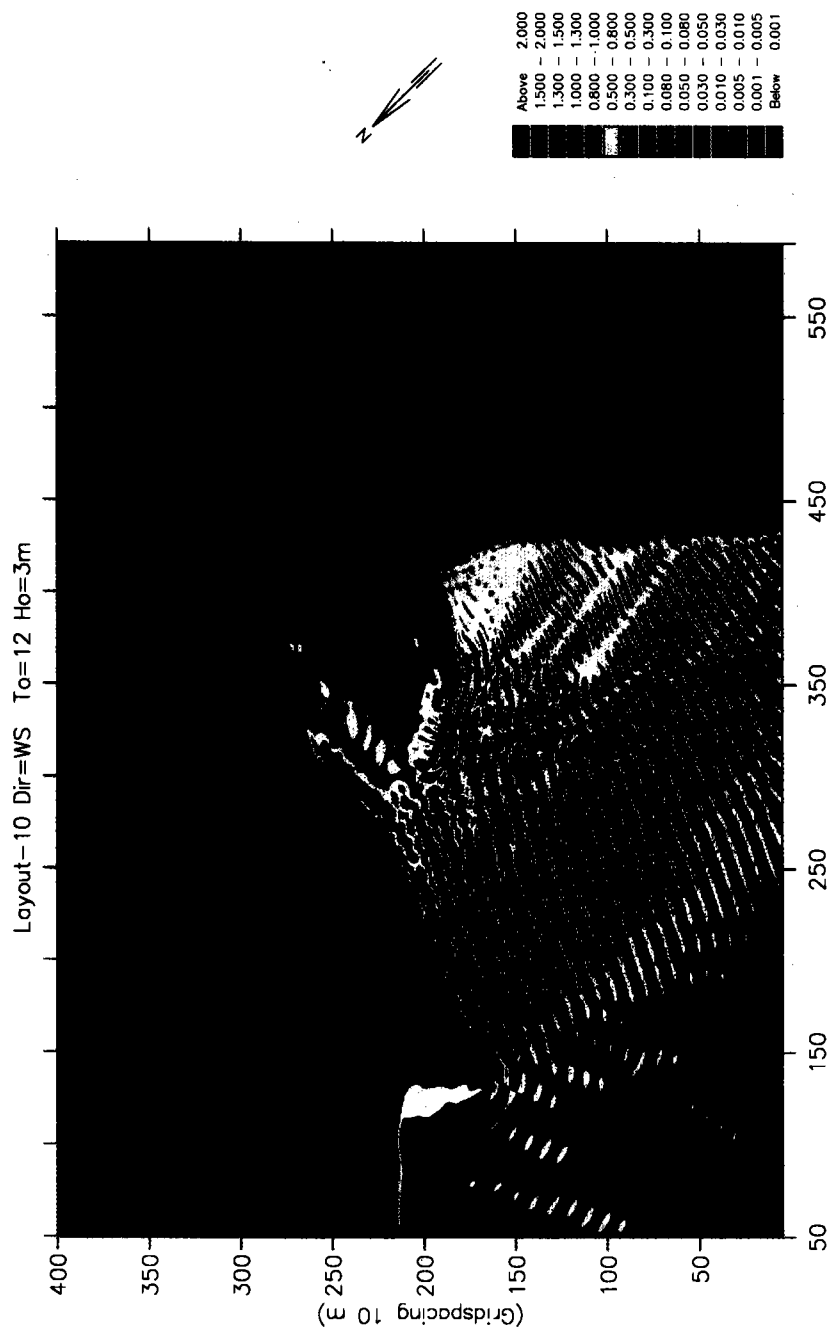


圖 4-19-2b 台中港港口二期擴建替選方案 X 全港域之波高遮蔽
係數 K_d 色階圖 (入射波向：WS; 週期：12 秒; 波高：3 公尺)

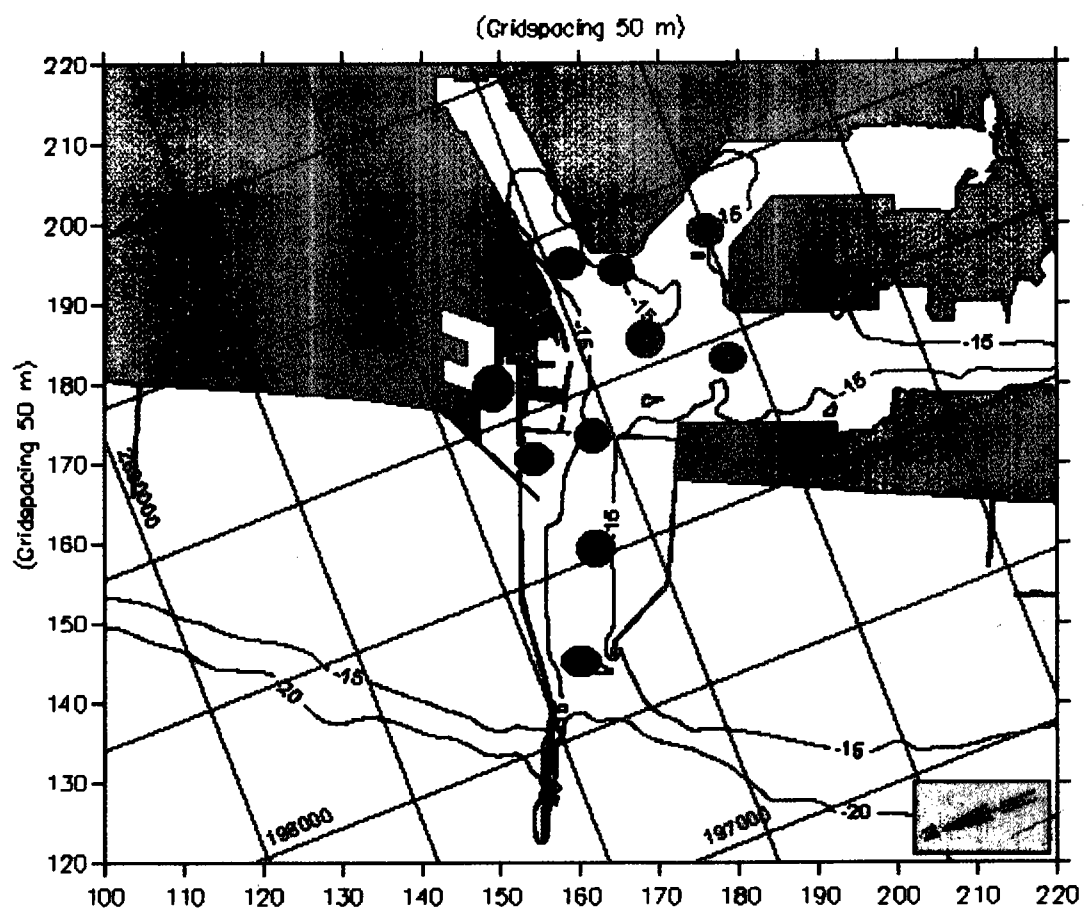


圖 4-20 台中港波浪遮蔽數值模擬結果波高遮蔽係數 $K_d (= H/H_0)$ 萃取位置分佈圖

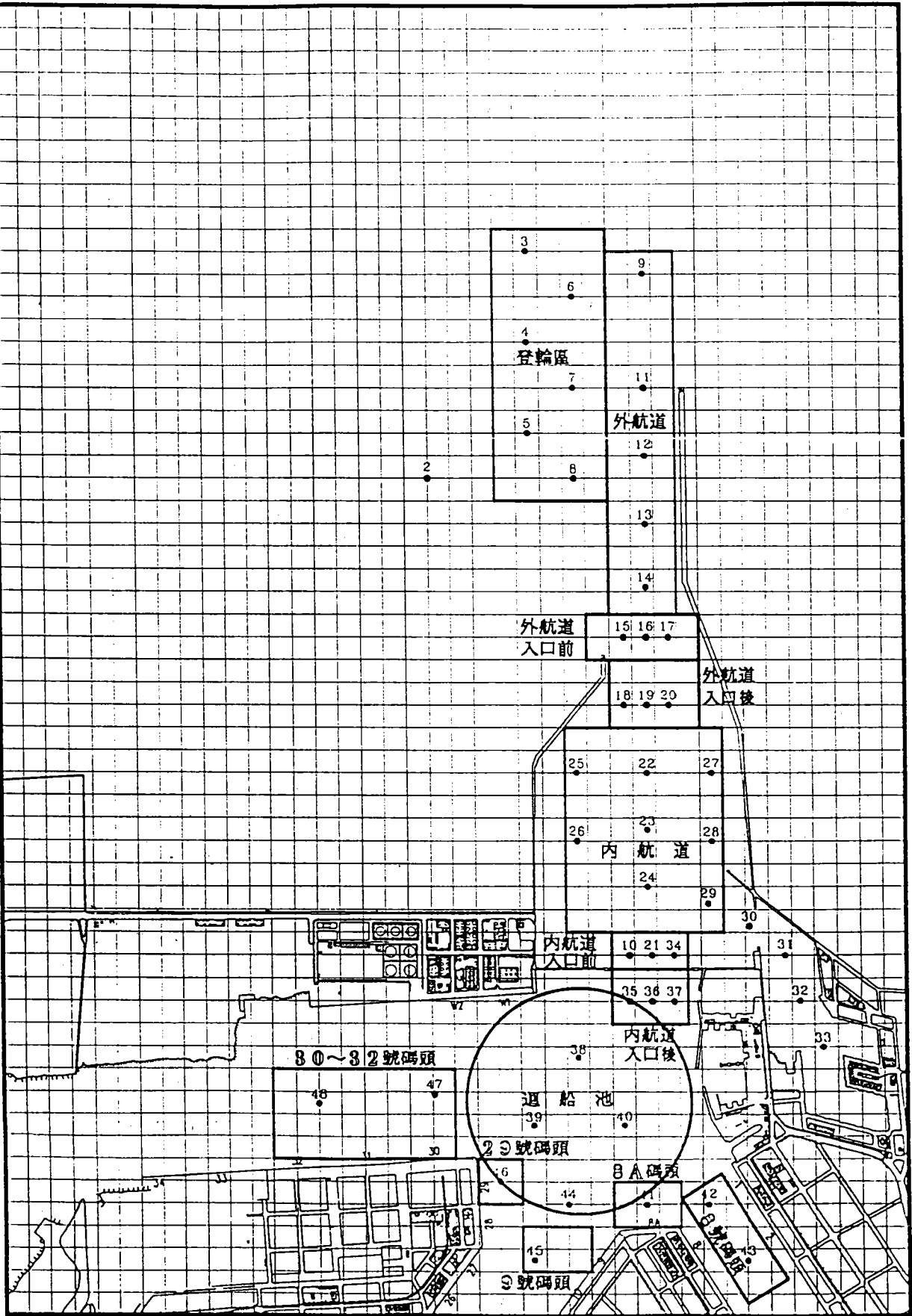


圖 4-21 台中港港口二期擴建水工試驗模型區域位置劃分示意圖

第 伍 章

結論與建議

第伍章 結論與建議

本研究引用 MIKE21-EMS 數值模式，針對台中港域建立數值模型配置，配合「台中港港口第二期擴建工程規劃」進行數值波浪遮蔽港域靜穩度計算研究後，可得結論與建議如下：

- (1) MIKE21-EMS 模式對實際港域之波浪遮蔽數值計算可有效且準確地提供港域全面性靜穩度資訊。
- (2) 數值模式與模型可永久保存且可隨時重現。
- (3) 使用數值模擬方式計算港域之靜穩度，目前最欠缺之資訊為港域堤體及碼頭岸壁結構物之型式與配置。因其與波浪之反射特性相關，並直接影響數值計算結果之精確度。
- (4) 港域靜穩度波浪遮蔽數值模擬必須採用水工模型遮蔽試驗資料加以率定檢驗，兩者若能相輔相成，則水工試驗之人力、物力及時程耗費可有效減低，數值模擬之準確性、可靠度及效率也可大幅提昇。
- (5) 對大範圍港域靜穩度之評估，採用固定且有限之測點僅可概略比較港域配置及其改變引起之局部靜穩度變化。對於總體性全面靜穩度受影響之原因與機制檢討，在實驗量測儀器及方法未有進一步突破前，數值模擬計算與成果應可提供充分之資訊與必要之輔助。
- (6) 台中港海域各種復現頻率之波高與週期，目前已可求得，但在港域靜穩度之評估中，波向復現頻率亦為一甚為重要之評估指標。因此，除建議未來從事實際海象調查時宜加強波向觀測外，對於波向復現頻率之推求研究也應值得推動與重視。

參考文獻

參 考 文 獻

1. "台中港港口擴建計畫評估研究"，中華顧問工程司，民國 77 年 4 月。
2. "台中港簡介"，台中港務局，1998。
3. "台中港進出港指南"，台中港務局編印，民國 83 年 11 月。
4. "台灣海域海氣象特性之研究"，港灣技術研究所，84-研(二)，民國 84 年 6 月。
5. "台中港第二階段發展計畫評估研究"，中華顧問工程司，民國 81 年 11 月。
6. "台中港港口第二期擴建工程規劃" 期末報告初稿，港灣技術研究所，民國 87 年 11 月
7. "台中港港口擴建水工模型試驗研究"，港灣技術研究所，專刊第 47 號，民國 77 年 6 月
8. "台中港港口段航道設置減風設施可行性研究"，港灣技術研究所，專刊第 148 號，民國 86 年 11 月。