

專刊第 95 號

北部地區港灣建設及海岸規劃研討會

論 文 集

台灣省政府交通處港灣技術研究所

中華民國八十三年六月廿八日

「北部地區港灣建設及海岸規劃研討會」會程表

08:30/09:00 報 到

09:00/09:40 論文名稱：淺論台灣北部地區港灣規劃建設

演 講 者：李雲萬 基隆港務局規劃課課長

主 持 人：黃清藤 基隆港務局局長

09:40/10:20 論文名稱：北部沙灘海岸建港試驗研究探討

演 講 者：黃清和 港灣技術研究所組長

何良勝 港灣技術研究所研究員

主 持 人：黃清藤 基隆港務局局長

10:20/10:40 休 息（供應點心）

10:40/11:20 論文名稱：基隆港之再開發研究

演 講 者：陳國鑛 中華港埠技術顧問社總經理

主 持 人：張金機 港灣技術研究所所長

11:20/12:00 論文名稱：淡水國內商港規劃之回顧及展望

演 講 者：許硯蓀 中華顧問工程司副總工程師兼港灣部經理

主 持 人：張金機 港灣技術研究所所長

12:00/13:30 午餐休息（供應便當）

13:30/15:30 綜合討論

主 持 人：張金機 所長、黃清藤 局長、

陳國鑛 總經理、許硯蓀 副總工程師

北部地區港灣建設及海岸規劃研討會

目 錄

1. 淺論台灣北部地區港灣規劃建設 1-1~1-7
李雲萬 基隆港務局規劃課課長
2. 北部沙灘海岸建港試驗研究探討 2-1~2-54
黃清和 港灣技術研究所研究員兼組長
何良勝 港灣技術研究所研究員
3. 基隆港之再開發研究 3-1~3-25
陳國鑛 中華港埠技術顧問社總經理
4. 淡水國內商港規劃之回顧及展望
許硯蓀 中華顧問工程司副總工程師兼港灣部經理 .. 4-1~4-26

淺論台灣北部地區之港灣建設

李 雲 萬

壹、前 言

台灣地區自民國四十二年起實施經建計畫以來，總體經濟即快速成長，國民所得亦不斷提昇，然台灣地區地狹人稠，可用資源有限，經濟發展必須仰賴貿易擴展才能持續，尤其近年來國內對外貿易不斷增長，航運量亦隨之急劇增加，北部主要港口基隆港為了滿足進出口貿易之激增需要，遂不斷進行擴建及增設船席，使港埠設施勉強能合乎航商貨主之需求。致基隆港之貨櫃裝卸量於1986、1987、1988年皆列名世界貨櫃港之第七位。

台灣地區進出口貨櫃化雜貨區域分佈情形，以北部地區約佔全省之半數，而此等貨源以從基隆港進出最為便捷。然基隆港受現有地形環境限制，無法大幅增加貨櫃運輸能量，將導致大量「北櫃南運」，此舉不單增加業者之運輸成本，減低外貿競爭能力，尤將增加整體社會成本（例如提早高速公路飽和年限、增加能源外匯支出、運輸時間之浪費等等）。根據航運及運量需求預測顯示，民國八十五年以後，現有基隆港將難以負荷北部地區日益成長之貨櫃運輸需求，不利國家整體經濟發展。

基隆港務局基於航運發展及運量展望，深感現有港域難以應付未來之需求，為求未雨綢繆之計，遂有於北部海岸擇址籌建新港之議。北部海岸的範圍則依商港法第二條、第四條、基隆港務局管轄地區——東起和平溪口（北緯 $24^{\circ}18'44''$ ），西迄桃園縣、新竹縣之交界（北緯 $24^{\circ}57'$ ）（圖一）。並於七十一年度起針對北部此一範圍內可能籌建新港的港址進行勘察，俾能找出最適當處所籌建新港，以適航運發展及滿足貿易增長

之趨勢，並紓解現有基隆港船舶擁擠情形及平衡區域運輸發展。

貳、台灣北部地區新港規劃

(一)基隆新港規劃

基隆港務局於七十二年七月委託中華顧問工程司開始對基隆新港作調查規畫作業，歷經二年完成規劃。

基隆新港預定港址位於現有基隆港口以至野柳半島間海域（如圖二）。萬里、大武崙、外木山漁港分別於此海岸線、台電協和火力發電廠位於外木山漁港及現有基隆港間。瑪鋉溪以東萬里海水浴場及翡翠灣沿岸為沙岸，過翡翠灣即為野柳半島，此段海岸為北部地區重要遊憩區。總港區範圍約有1300公頃。移山填海建造之島型突堤碼頭為400公頃之譜。

基隆新港因東、西防波堤與中堤均處於深水，最深達60餘公尺，海底坡度亦陡，工程技術與施工法有待深入探討。

(二)淡水港規劃

淡水港計劃預定港址位於淡水河口沙崙以北，大屯溪口以南間之海域，水域面積達718公頃，而港區面積將達655公頃。其工程佈置如圖三。

該港址於淡水河口以北，海岸地形平坦、穩定，不受漂沙影響。

(三)淡水國內商港規劃

由於北部砂石需求殷切，但河川砂石資源短缺，陸上砂石開採困難，而東部河川砂石質優量豐，配合東砂北運政策，逐有在淡水河口八里附近興建碼頭供卸載東部砂石之議。省府為因應地方要求，將砂石專用碼頭擴大為國內商港之規模約600公頃之港區，填築人

工碼頭區250公頃供砂石碼頭、水泥碼頭、堆儲場及聯道外路等。

日後發展為供應水泥、燃煤及外島地區需用品之運輸站。(如圖三)

。

(四)桃園港規劃

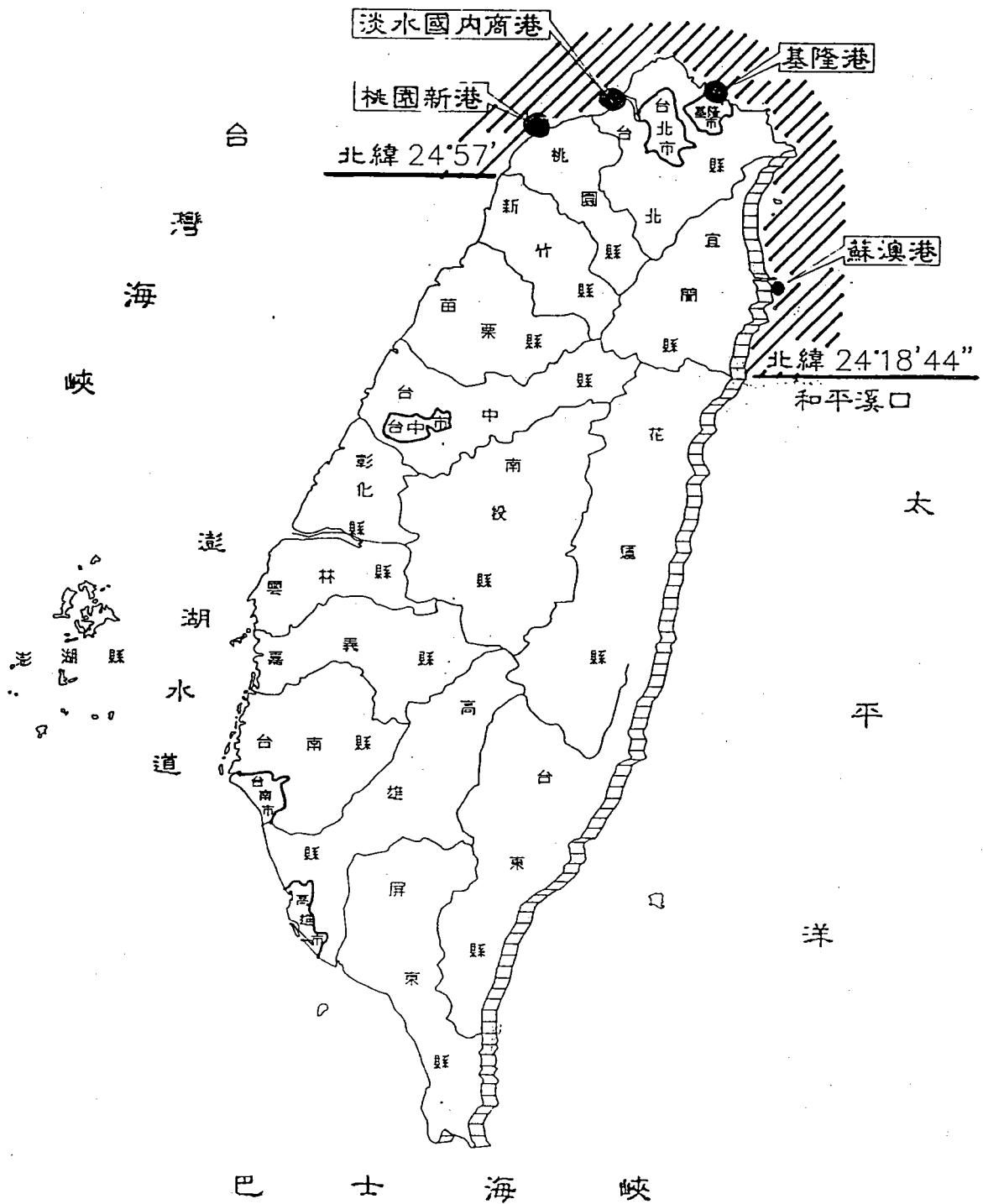
桃園港計畫預定港址位於桃園縣新屋鄉永安漁港與觀音鄉觀音之間海岸。水域面積達720公頃，港區面積達1,090公頃。其工程佈置如圖四。

該港靠近北部貨源中心，區位條件優良。

參、結 語

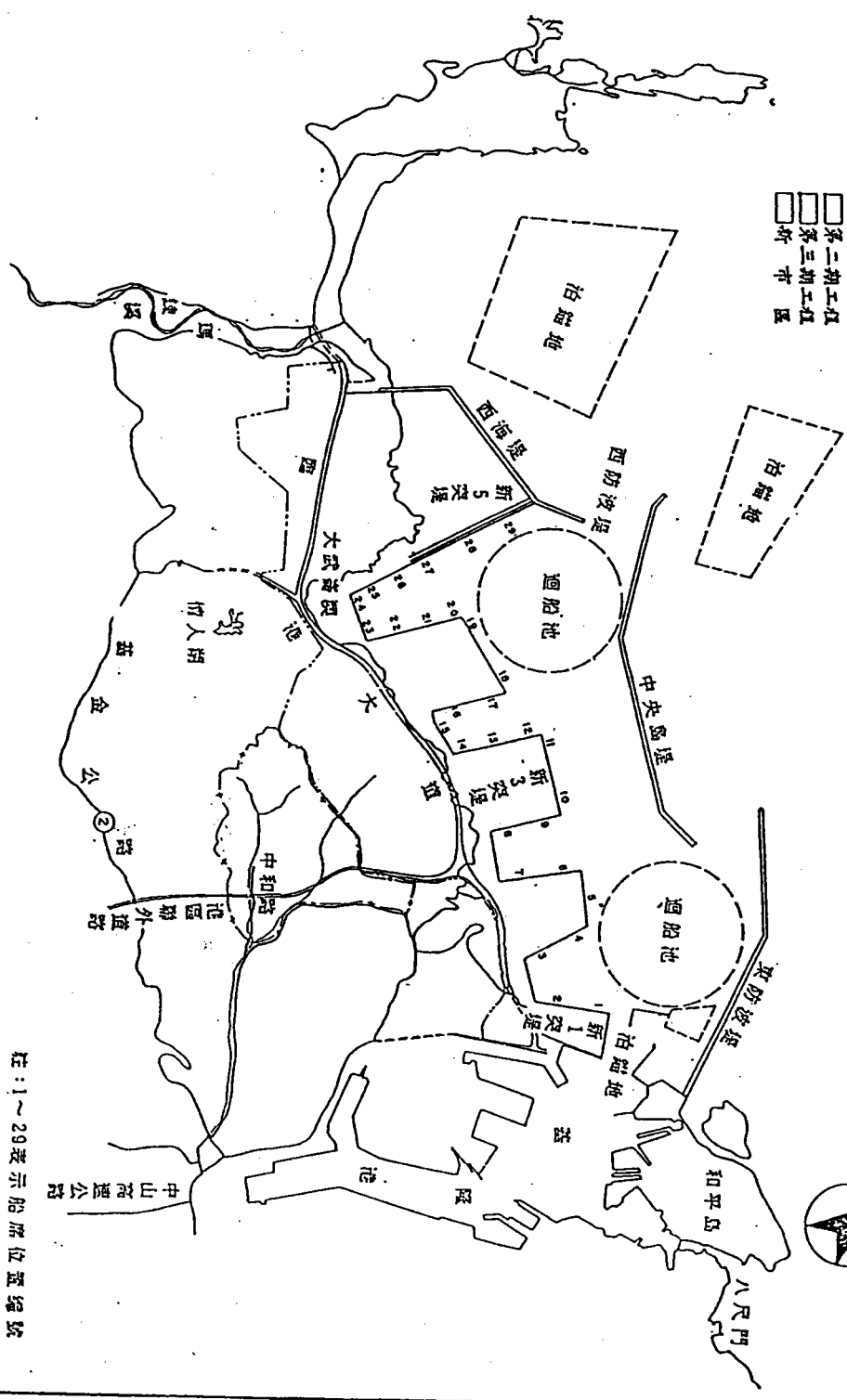
就台灣地區整體港埠發展觀點，北部區域應有新建或擴建碼頭之需，然應配合政府多項重大交通建設，如北二高計畫、西部濱海快速道路、東西向快速道路、南宜高速公路等計畫之執行。尚且需因應未來兩岸可能通航之貨運需求。因此，建請由中央單位統籌研擬綜合評估計畫，並研定興辦計畫案，以符合台灣區港埠長期發展需要，使各項計畫均能適切配合，相輔相成。

基隆港管轄地區



圖一 基隆港管轄區域圖

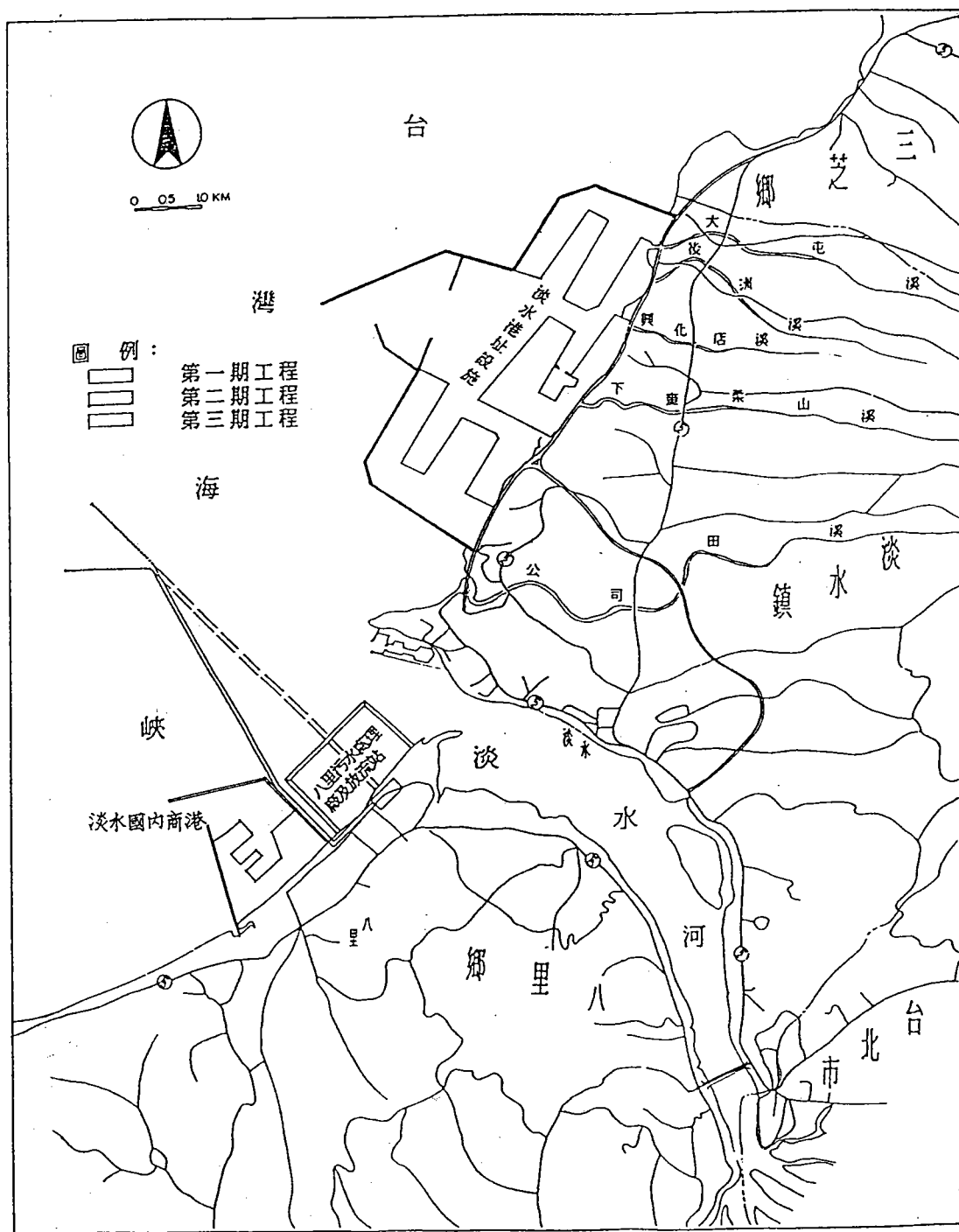
- 第一期工程
- 第二期工程
- 第三期工程
- 新市



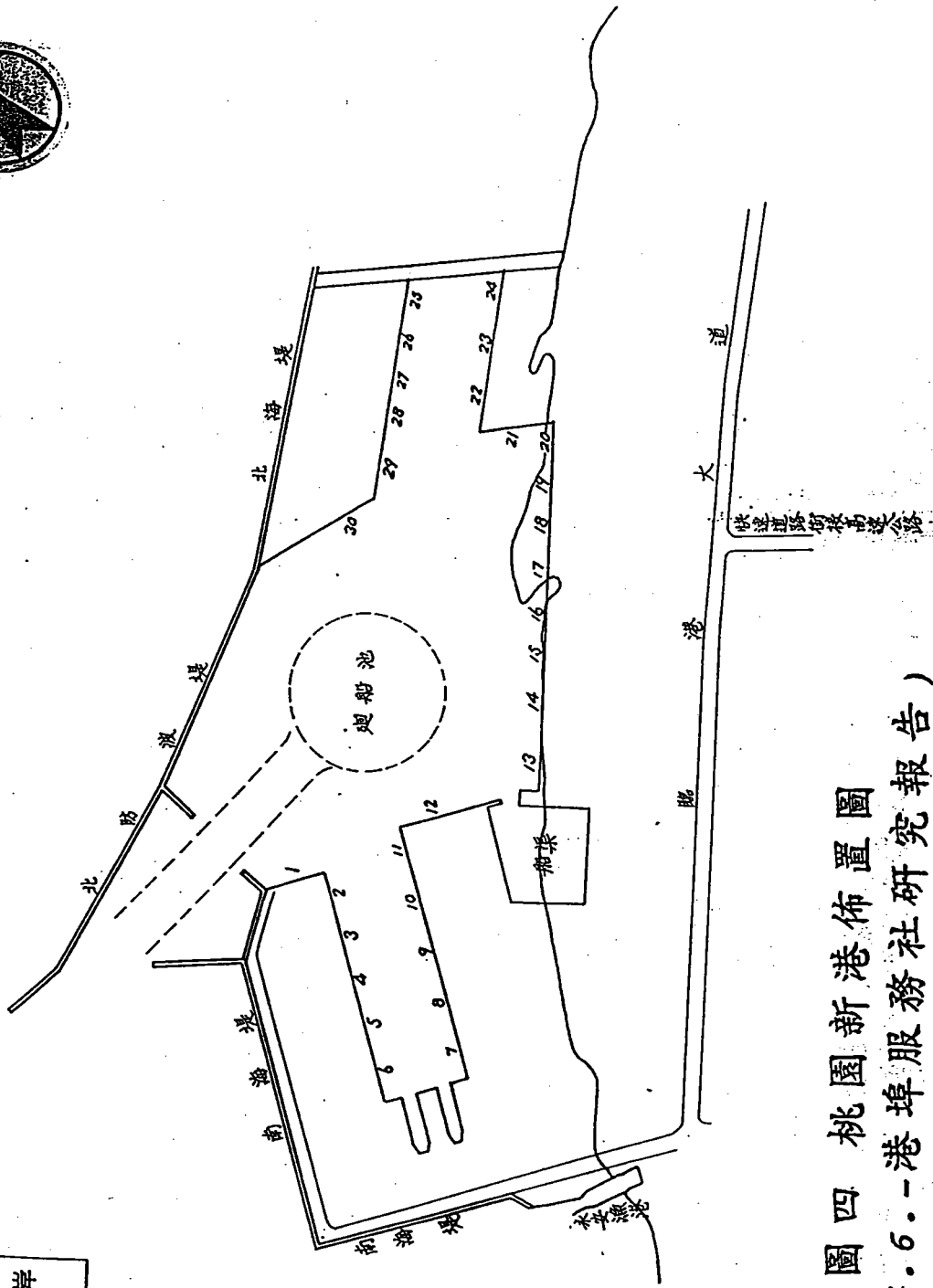
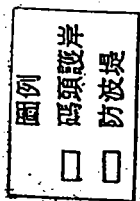
圖二 基隆新港佈置圖

(75.6.-中華顧問工程司研究報告)

註：1~29表示船席位置編號



圖三 淡水港、淡水國內商港(砂石港)佈置圖
(75.6.及77.7.-中華顧問工程司研究報告)



圖四 桃園新港佈置圖
(76.6.-港埠服務社研究報告)

北部沙灘海岸建港試驗研究

港灣技術研究所 研究員兼組長 黃清和
港灣技術研究所 研究員 何良勝

一、前 言

近幾年來，隨著人口經濟的快速成長，政府大力推動各項公共工程，含北部地區港灣建設以及海岸規劃。惟在北部沙灘海岸建港，必須藉其過去之海岸過程，預測工程施工後可能發生之海岸變化，故必須做實地調查，根據觀測資料分析作用之外力判斷底質移動方向，比較地形變化趨勢。但實地調查極費人力與經費，且受自然條件之限制，實施極為困難，故最好輔以數值計算模式或水工模型試驗。有關海灘地形變化的數值計算模式，中外各有許多，惟必須慎重驗證其適用性，最重要的，應慎選各種模式之輸入條件，若輸入有誤，輸出必將更為錯誤，則數值模式計算不過是一場電腦遊戲罷了。而水工模型試驗係依相似性原理，按比尺縮小原型，一般有關港口配置、防波堤斷面等定床(fixed-bed)試驗，因為 Froude 數一致，至少因重力而產生之種種現象可以完全相似，因此成功地案例非常多；但有關動床(movable-bed)漂砂試驗，因為砂粒無法按比例縮小，必須做許多預備、驗證等試驗後，認為可以代表自然現象，始能進行各種計劃試驗，但因縮尺影響及現象過份簡化，無法將變化多端之自然現象完全重現於模型，其結果定性的可能正確，定量的則無法有一比例數字計算，但藉由該種水工模型試驗仍不失為了解漂砂之有效方法。

本文謹就本所目前代辦北部地區正在進行之 "新竹縣香山區海埔新生地開發對鄰近地形之影響" 以及 "淡水港興建對鄰近海岸地形變遷之影響" 有關動床水工模型試驗研究過程提出報告。

二、新竹縣香山區海埔新生地開發對鄰近地形之影響 —— 動床水工模型試驗

(一)計劃概述

新竹香山區海埔地造地開發計畫係於新竹香山區客雅溪口以南長約 10 公里海岸之築堤填海，以形成面積約 1,025 公頃之海埔地，提供新竹市及鄰近地區未來發展用地需求。主要工程設施包括海堤工程 9,678 公尺，河堤工程 5,275 公尺以及排水、道路、防風林等工程，總填堤約 2,165 萬立方公尺(填至標高 3 公尺)，由縱貫鐵路東側竹東丘陵取土，取土範圍約 320 公頃(參見圖 2-1)。預定 30 個月內完成造地計畫，總工程費約新台幣 135 億。

中華顧問工程司為預先評估此圍堤填海計畫開發工作，對鄰近海岸地形可能產生之影響，除進行現場調查、數值模擬以探討其影響性外，為慎重起見並委託本所辦理動床水工模型試驗，探討該開發工作可能導致鄰近海岸侵蝕、河口淤塞情形，並求得最佳侵淤防治對策，俾避免徒增日後海岸維護，民眾抗爭之困擾。

(二)自然調查資料

動床漂沙水工模型試驗首先須利用預備試驗使原型海岸變化現象在模型中重現，其次辦理主試驗以明瞭海岸增建各種不同配置結構物對沿岸漂沙之影響，進而研擬防治對策。為使各項自然現象能在模型中重現，試驗前必須對附近海岸自然資料進行調查，茲將與本試驗有關之自然調查資料概述如下。

1. 地文

計畫海埔地所在為呈帶狀分佈之潮間帶，全區地形平坦，由東向西略為傾斜，其地層屬現代沖積層；取土區所在為竹東丘陵，地形坡度介於 $5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 間，標高約 20~90 公尺，地層分屬現代沖積層及頭嵛層(香山相)。

計畫地區位於西部地震帶北端，依現行建築技術規則台灣地區地震分區，本區屬中震區。

2. 氣象水文

計畫地區全年氣溫高，相對溼度大，氣候熱而溼潤。年平均降雨量約1,876公厘，降雨多集中於3~8月，期間並時有颱風侵襲。

附近主要河川有頭前溪、鳳山溪及鹽港溪等，客雅溪屬區域排水，其他排水溝尚有三姓公溪、海水川溝、牛車路溝、頂寮溝等，皆自東向西流入台灣海峽(參見圖2-2)，各水系水文特性如表2-1；計畫地區地下水屬複合性含水層系統，目前水位甚高，尚無超抽或海水入侵之虞。

表 2-1 計畫海埔地附近河川及排水溝流域資料

水 系	流域面積 (km ²)	水路長度 (km)	年逕流量 (10 ⁶ m ³)	年輸砂量 (10 ⁶ tons)	洪 水 量 (CMS)
頭 前 溪	565.97	63.03	989.21	2.46	5570
鳳 山 溪	250.10	45.45	401.73	0.69	2350
鹽 港 溪	40.50	12.00	49.25	-----	246
客 雅 溪	48.41	10.90	73.89	0.19	720
三姓公溪	10.64	7.50	-----	-----	128
海水川溝	3.80	2.80	-----	-----	60
牛車路溝	1.27	2.30	-----	-----	20
頂 寮 溝	1.05	1.10	-----	-----	17

資料來源：台灣省水利局「西海岸海埔地濱海工業區開發適地調查報告」，民國69年12月

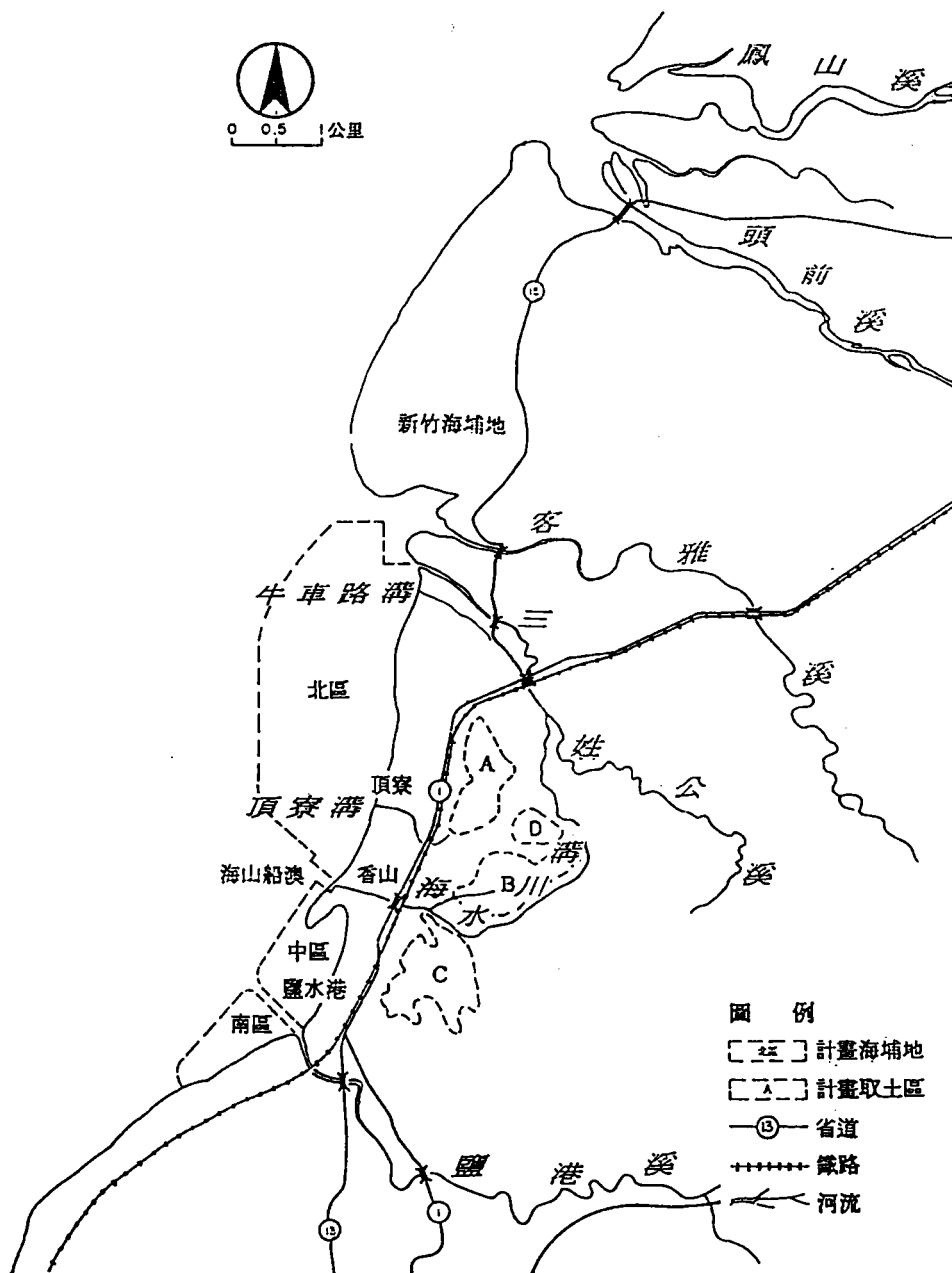


圖 2-2 新竹香山計畫地區水系分佈圖

3. 漂沙

(1) 可能砂源及海岸變遷

新竹地區主要河川為頭前溪、鳳山溪等，其年輸砂量如下：

頭前溪	2.46 百萬公噸/年
鳳山溪	0.69 百萬公噸/年
客雅溪	0.19 百萬公噸/年

由河川輸砂量研判，計畫海埔地主要之砂源來自頭前溪，次為鳳山溪。

頭前溪及鳳山溪於夏季洪水期從上游挾帶大量土石而下。由於下游河道比降漸緩且河道彎曲，流速減低，粒徑大者在下游出海口附近沈積，較細粒土沙則隨流出海。由於潮汐及水流作用，有部份土沙流入深海，其他則堆積在河口附近海岸。東北季風波浪作用期間，將堆積河口附近海岸土沙往南輸送，堆積成新竹以南海岸沙灘，如新竹海埔地，但仍有部份繞過新竹海埔地繼續南下。夏季季風及颱風時部份漂沙由南往北輸送，由於受新竹海埔地屏障，漂沙較少能再由南而北回淤沈積於河口附近，形成頭前溪河口海岸呈季節性堆積與沖刷交替現象。波浪沖擊海岸後回流造成離岸流，加上潮汐、潮流作用及波浪在行進中之篩分析作用，使沙粒聚集在淺海形成沙洲，因此，新竹地區漂沙之優勢方向為由北向南，而香山地區附近之漁筏、舢舨即是利用此種平緩沙灘海岸特性，在沙洲與海灘間較深處行駛出入。新竹漁港於民國70年開始興建防波堤，將防波堤伸至漂沙移動水深以上，防止漂沙進入新竹漁港內，同時亦阻隔了大量漂沙之南下；隨著新竹海埔地之完成及海山船澳之突堤阻絕之影響，分別於其南岸形成一砂舌；另新竹、苗栗交界處為一較突出之丘陵地，導致本計畫區之海岸形成一弧形海岸，而中間段香山一帶則略有侵蝕現象發生。因此全區海岸潮間帶最寬處可達2公里，最窄處則約800公尺。

(2) 水深地形變化分析及漂沙量估算

根據甲方中華顧問工程司所提供地形資料，該區僅有民67國67年以及81年兩年之地形變化水深圖，經本所整理繪製如圖 2-3 所示，兩年水深變化量之計算過程係將各年水深地形利用數位板掃描成點位數據，再將地形平面切割分成(I區~VIII區)等共八個

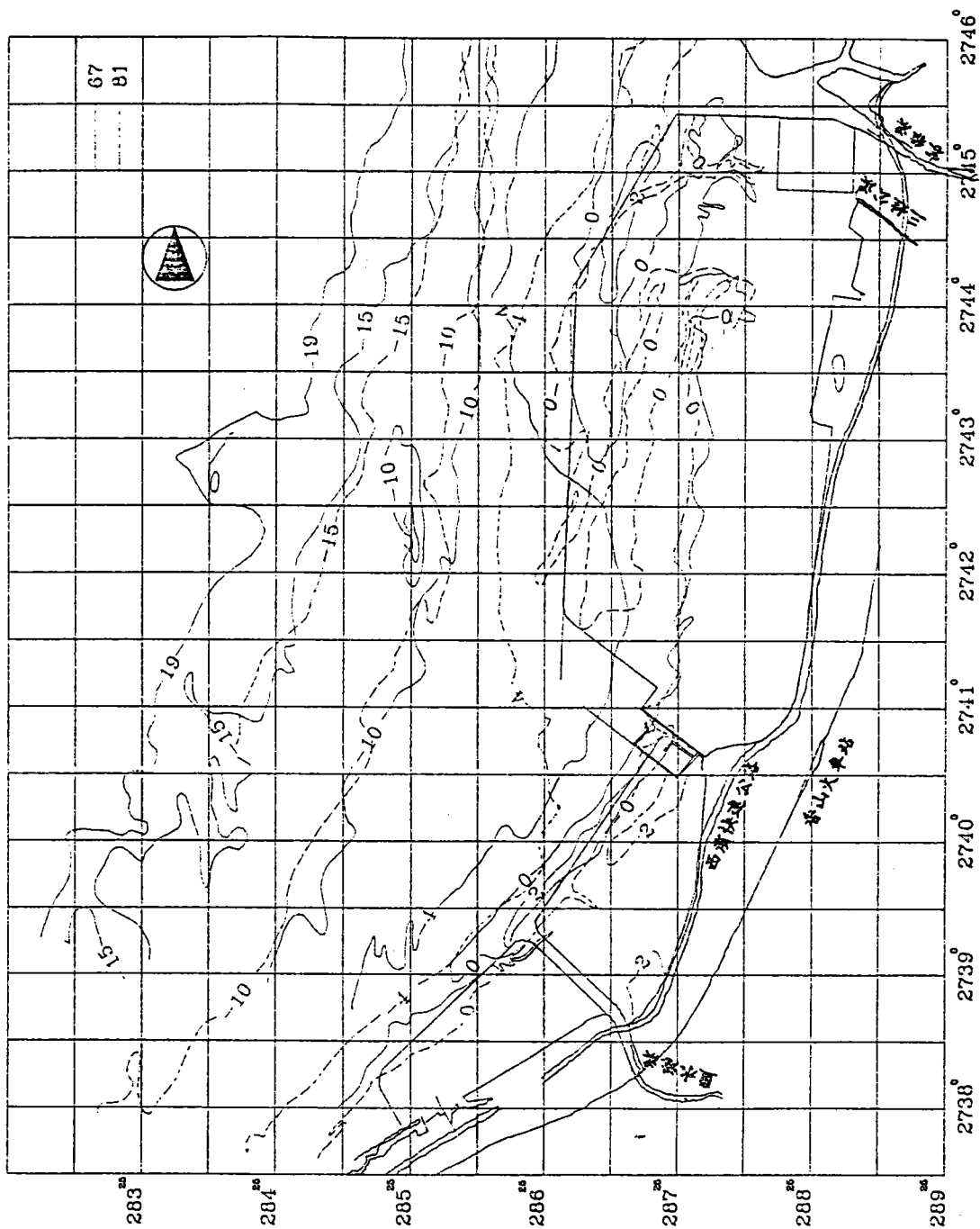


圖 2-3 新竹香山附近水域水深變化比較圖

分區，每一分區水平距離長1,000公尺，垂直距離範圍涵蓋到水深負15m處，以分區計算比較分析兩年之土方量作為預備試驗該區漂沙沖淤驗證依據，其分區示意圖以及兩年土方量變化分別如圖2-4、圖2-5以及表2-2示；同時本所並全區按水深每兩公尺計算分析其歷年沖淤積量(以民國67年地形為計算依據)，並每隔1,000公尺斷面繪製水深變化圖分別如表2-3以及圖2-6所示。

計算分析結果顯示，自民國67年到81年間在計畫海埔地區除南、北兩端即第(I)區、第(II)區、第(VII)區以及第(VIII)區係屬侵蝕外，中間部份即第(III)區～第(VI)區則屬於淤積，尤其是第(VI)區以及第(V)區即海山船澳以北2,000公尺範圍香山地區在該段期間共淤946萬立方公尺(計算面積共555萬立方公尺，水深到負15公尺處)，即每年平均淤積量約為67.5萬立方公尺；而計畫海埔地區，北端每年平均侵蝕33.5萬立方公尺；南端每年平均約43萬立方公尺；惟若考慮整個計畫海埔區之總侵淤積量，在這14年間共淤積121萬立方公尺，即每年平均淤積約8.64萬立方公尺。

4. 海氣

(1) 潮汐、海流

(A) 潮汐

新竹地區之天文潮現象與一般西海岸相似，每日有高低潮各兩次，依「新竹(南寮)漁港擴建外港規劃報告」，其中根據民國46～48年新竹海埔小組之潮位實測記錄統計表及台灣省土地資源開發委員會香山站自1960～1963之潮汐統計表，並參考基隆港與台中港之潮汐資料，推測新竹地區各種潮位大致如下：

		中潮系統	低潮系統
暴潮位		+3.64m	+6.292m
最高潮位	H. H. W. L.	+2.64m	+5.292m
大潮平均高潮位	H. W. O. S. T.	+2.16m	+4.812m
平均潮位	M. W. L.	+0.06m	+2.712m
大潮平均低潮位	L. W. O. S. T.	-2.25m	+0.402m
最低潮位	L. L. W. L.	-2.75m	-0.098m

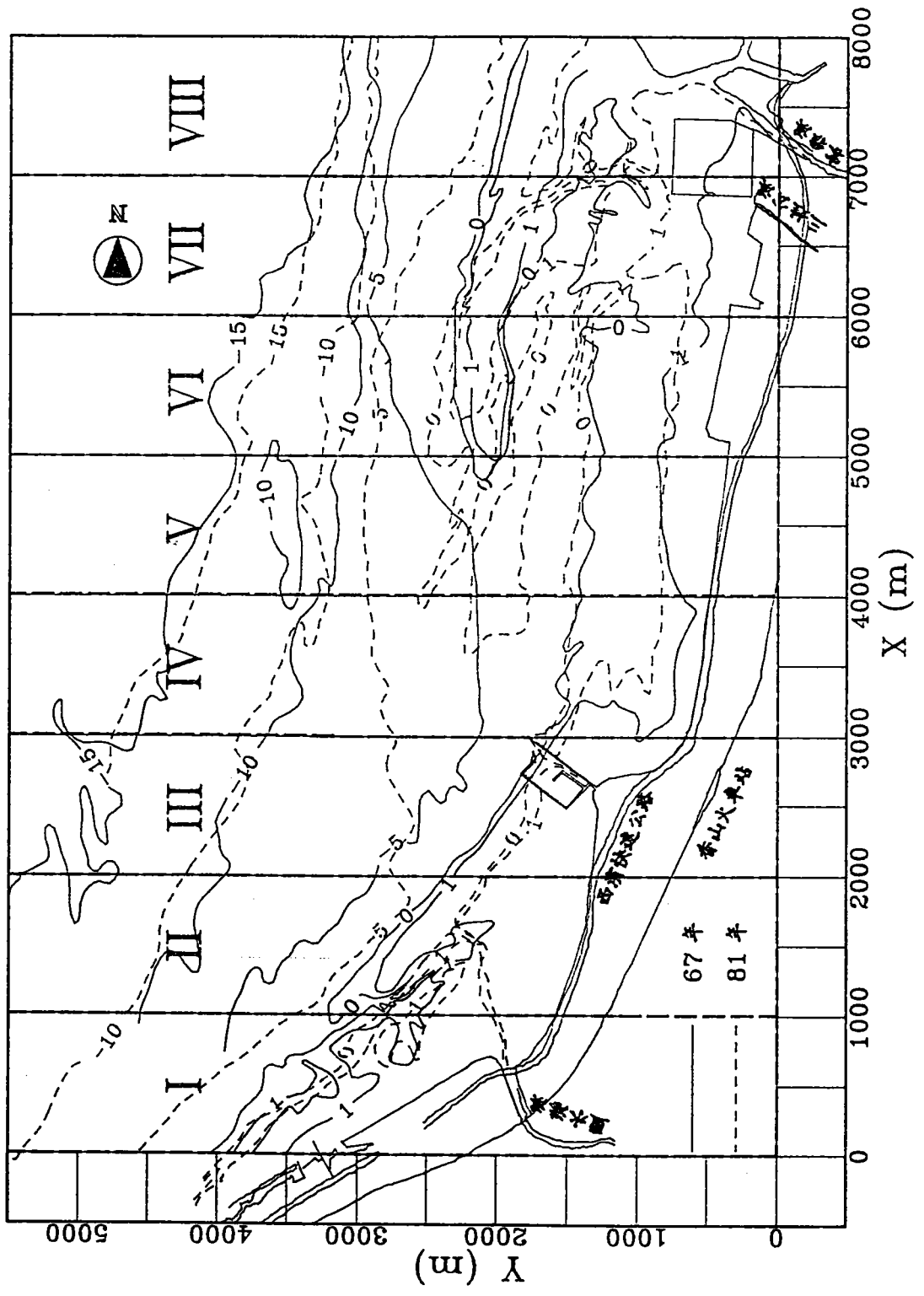


圖 2-4 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算範圍圖示意圖

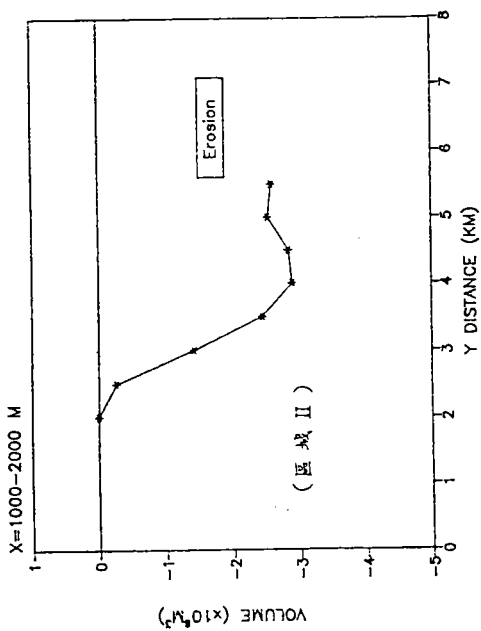
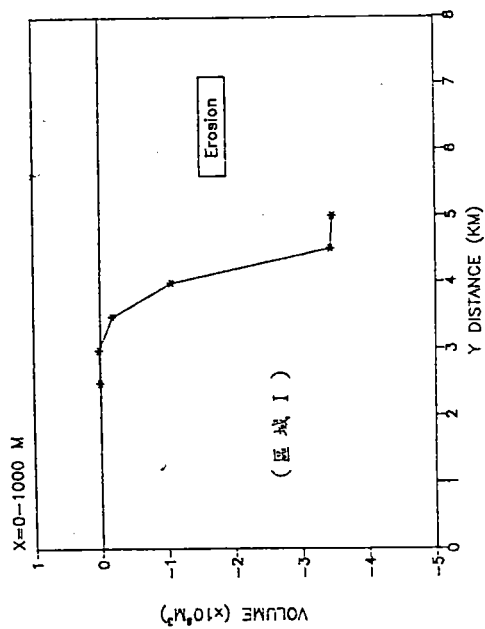
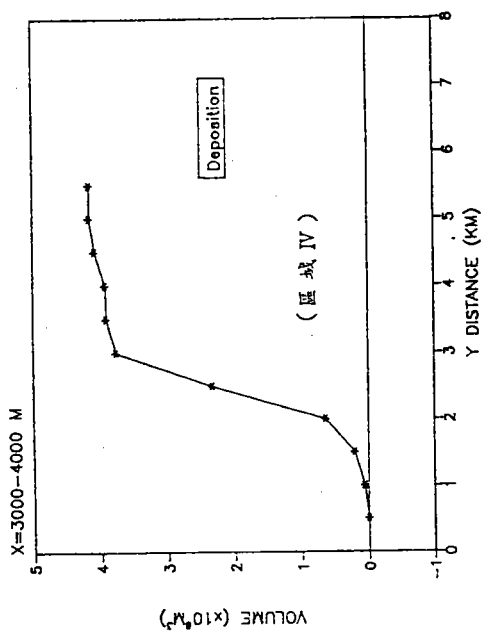
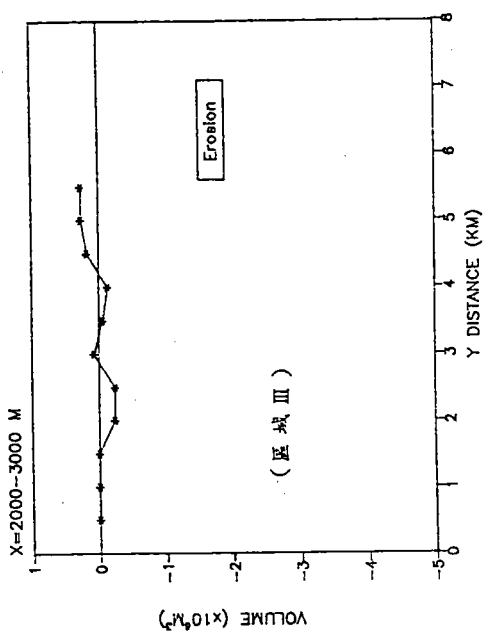


圖 2-5 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算分析比較圖

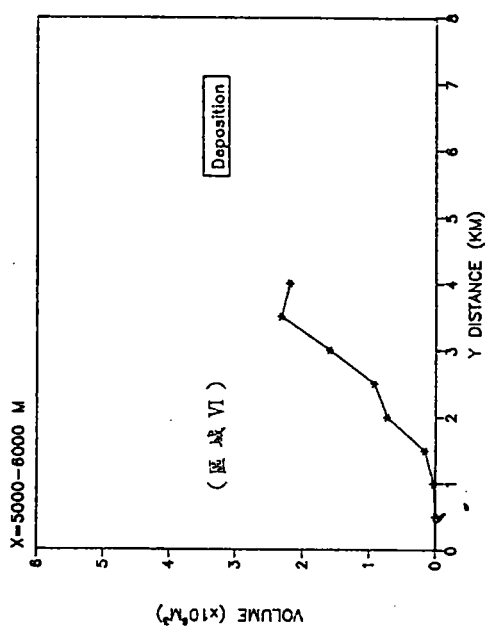
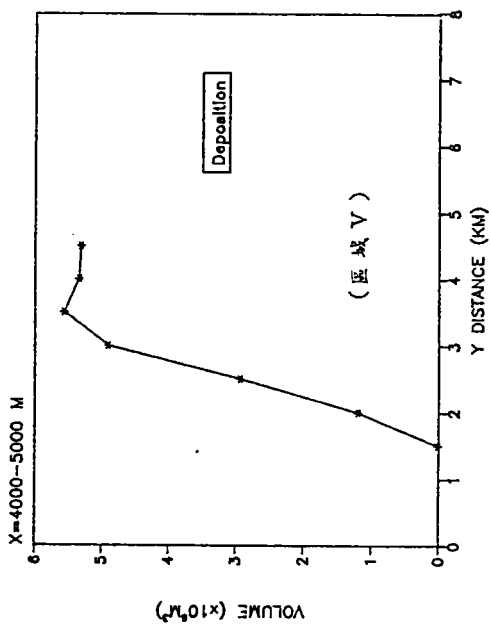
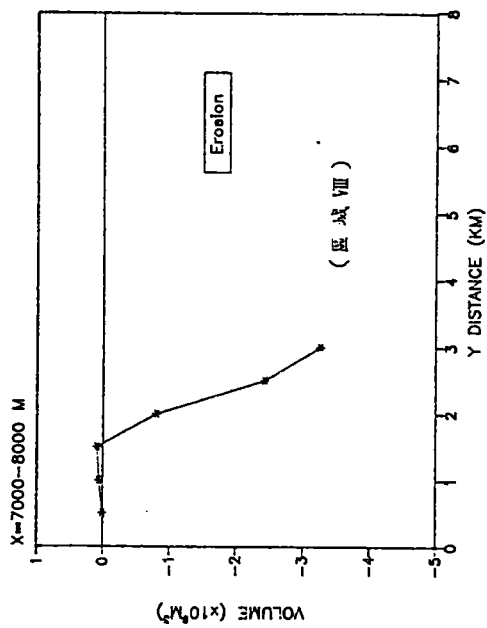
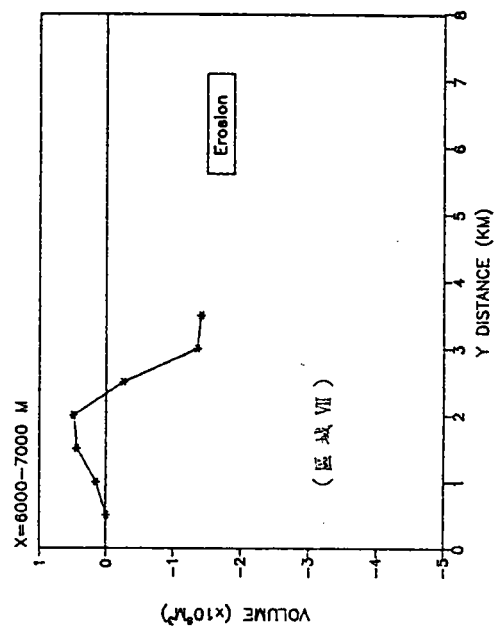


圖 2-5(續) 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算分析比較圖

表 2-2 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算表

區域	區域面積 ($10^6 M^2$)	土方量($10^6 M^3$)		侵淤量($10^6 M^3$)
		67 年	81 年	(81年減67年)
I	1.30	0.03	-3.40	-3.43(侵)
II	2.38	-14.70	-17.30	-2.59(侵)
III	2.48	-17.90	-17.60	0.27(淤)
IV	3.23	-19.90	-15.80	4.15(淤)
V	2.32	-15.70	-10.40	5.31(淤)
VI	2.65	-10.00	-7.90	2.19(淤)
VII	2.42	-5.50	-6.90	-1.42(侵)
VIII	1.79	-4.80	-8.10	-3.27(侵)

註：土方量以零水位為基準

零水位以上為正，零水位以下為負

表 2-3 新竹香山附近水域每隔2^m水深範圍侵淤量計算表

區域範圍 (M)	區域面積 (10 ⁶ M ²)	土方量(10 ⁶ M ³)		侵 淤 量 81年減67年
		67 年	81 年	
+2 ~ 0	4.40	2.91	1.87	-1.04(侵)
0 ~ -2	4.44	-1.65	-4.30	-2.65(侵)
-2 ~ -4	2.53	-6.78	-7.28	-0.50(侵)
-4 ~ -6	1.86	-9.48	-6.98	-2.50(侵)
-6 ~ -8	2.33	-16.71	-13.73	2.98(淤)
-8 ~ -10	1.92	-17.13	-15.59	1.54(淤)
-10 ~ -12	2.71	-29.30	-28.47	0.83(淤)
-12 ~ -14	1.67	-21.69	-21.31	0.38(淤)
-14 ~ -16	0.72	-10.47	-10.21	0.26(淤)

註：土方量以零水位為基準

零水位以上為正，零水位以下為負

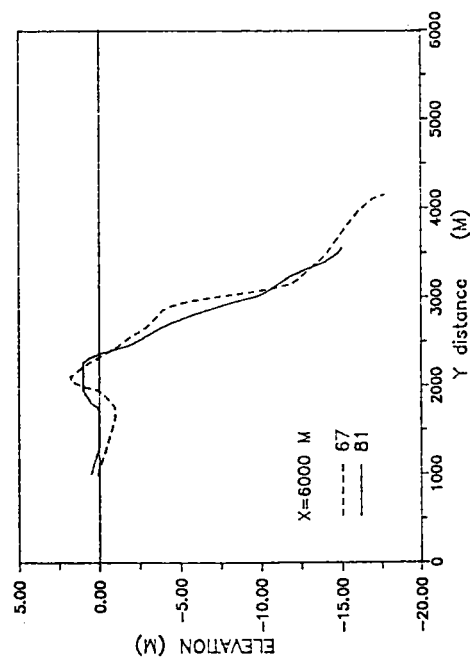
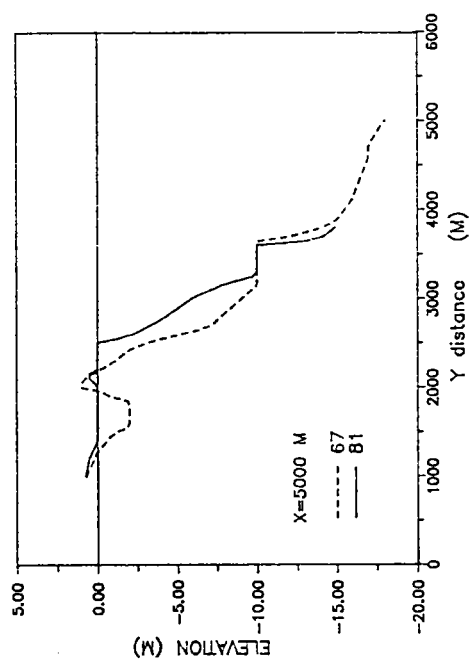
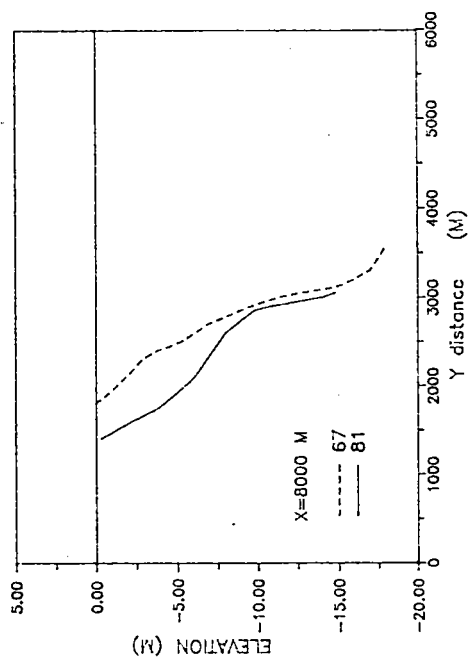
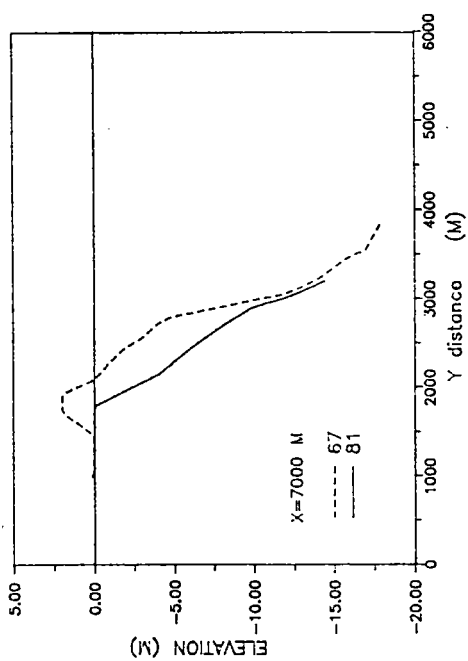


圖 2-6(續) 新竹香山附近水域每隔1,000公尺斷面比較圖

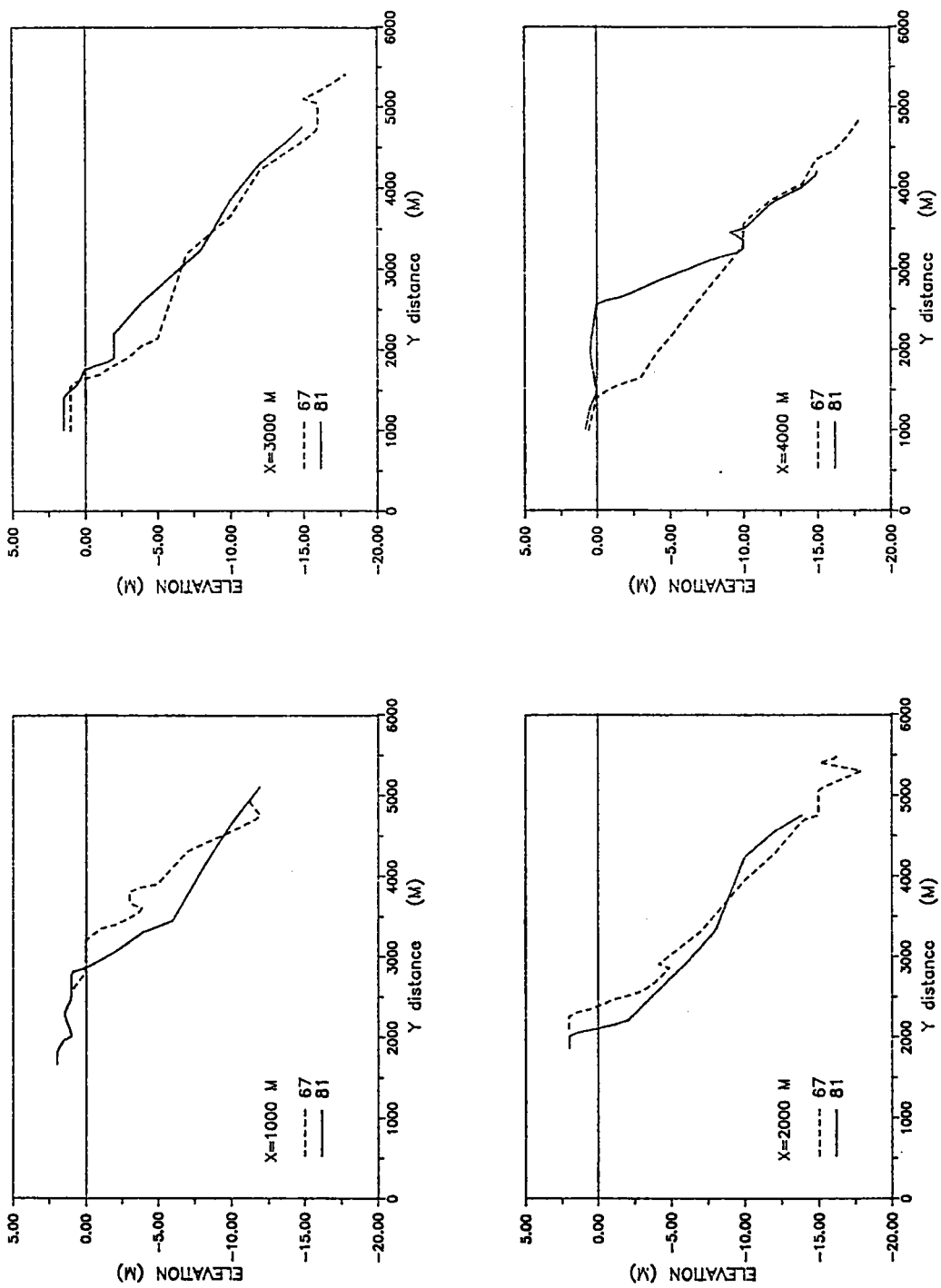


圖 2-6 新竹香山附近水域每隔1,000公尺斷面比較圖

(B) 海流

新竹地區之海流特性，根據台灣大學海洋研究所民國75年11月至77年6月在新竹外海國光平台附近海域之觀測結果，不同層次之最大十分鐘平均流速分別為：

上層：140.7cm/sec，流向 49.7°

中層：116.9cm/sec，流向 39.9°

下層：88.7cm/sec，流向 44.1°

大體而言，新竹地區長週期海流全年主要均流向東北，只有在東北季風盛行時，由於受風力驅使而有向西南流動之趨勢。潮流流速約40cm/sec，漲潮時方向為南南西，退潮時為北北東。

(2) 波浪

(A) 新竹外海波浪調查

本海埔開發區域亦無實測波浪資料，故根據台灣大學海洋研究所民國73年9月至77年6月在新竹外海國光平台附近海域之觀測成果，藉以說明本區之波浪特性。該期間所觀測到的絕對最大波高為9.76公尺，對應週期為17.84秒，實測之絕對最大 $H_{1/3}$ 為7.17公尺，對應之 $T_{1/3}$ 為12.41秒。冬季時 $H_{1/3}$ 集中於2.5公尺左右， $T_{1/3}$ 則集中於7秒左右，夏季時除受颱風影響外，一般波高 $H_{1/3}$ 皆小於1公尺， $T_{1/3}$ 則在4秒左右。

(B) 颱風波浪推算

新竹位於本省西部海岸，平均每年約有1.6次颱風侵襲，故新竹附近之海堤結構物設計皆須以颱風波浪為基準。因此颱風資料之完整蒐集與颱風波浪之準確推算，將直接影響海上工程之安全及結構物之安定，以井島武士及湯麟武博士之理論發展之TYPH電腦程式，用以模擬推算颱風波浪，並由歷年之

颱風資料推算各復現期之波高(參見表2-4)。推算結果侵襲本區之颱風波浪以NNE向最大，而後沿逆時鐘方向往WSW向逐漸減弱，惟可能影響新竹地區之波向為NW至W等方向。以港工結構物之50年迴歸期而言，NNE方向之颱風波浪高達7.3公尺，NNW方向4.4公尺，W方向亦達4.6公尺。

單位：波高 H_s (公尺)
週期 T_s (秒)

表 2-4 新竹外海各復現期之波高

波 向	200 年		100 年		50 年		25 年		20 年		10 年		5 年	
	H_s	T_s	H_s	T_s	H_s	T_s	H_s	T_s	H_s	T_s	H_s	T_s	H_s	T_s
NE	7.3	14.7	6.5	13.7	5.7	12.5	4.9	11.3	4.6	10.9	3.8	9.5	2.8	7.8
NNE	9.3	13.2	8.3	12.6	7.3	11.9	6.2	11.1	5.9	10.8	4.8	9.9	3.6	8.8
N	10.0	15.9	8.7	14.6	7.6	13.3	6.1	11.8	5.7	11.2	4.3	9.4	2.7	7.0
NNW	5.7	11.7	5.1	10.9	4.4	10.0	3.7	9.1	3.5	8.7	2.8	7.6	2.0	6.2
NW	5.9	10.4	5.3	10.0	4.6	9.5	4.0	9.0	3.8	8.8	3.1	8.1	2.3	7.3
WNW	5.0	9.7	4.5	9.3	4.1	8.9	3.6	8.5	3.5	8.4	3.0	7.9	2.5	7.4
W	5.6	10.1	5.1	9.8	4.6	9.4	4.0	9.0	3.9	8.8	3.3	8.3	2.7	7.8
WSW	6.0	9.1	5.5	8.9	4.9	8.6	4.3	8.4	4.1	8.3	3.5	8.0	2.8	7.7

(三)試驗縮尺及模型製作

1. 模型縮尺

本動床水工模型試驗於本所第一試驗場棚，長55[■]×寬40[■]×深1[■]試驗水槽中，採規則波試驗進行，由於漂沙現象大部發生在淺海區域，而該處波浪之變化大都因折射而起，因此模型製作應儘量使其在模型內折射現象與實地相似。故本動床漂沙試驗模型縮尺選定如下：

(1) 水平縮尺：根據試驗水池之大小及模型所涵蓋之範圍擬定為

$$\lambda_h = 1/250。$$

(2) 垂直縮尺：為使模型底床沙粒容易起動為原則，並能使模型地形變化與實地相似，依Vellinga(1982)所建議之公式：

$$(1/\lambda_h) = (1/\lambda_v)^{1.28}$$

當 $\lambda_h = 1/250$ 時，依上式計算則垂直縮尺約為

$$\lambda_r = 1/75。$$

(3) 波浪縮尺：按Froude(福祿氏)相似律計算波浪之波高、週期縮尺分別為

$$\text{波高縮尺 } \lambda_H = \lambda_v^{2/5} \cdot \lambda_h^{4/15} \cdot \lambda_r' \cdot \lambda_{d50}^{1/3} \doteq \frac{1}{24.8} \doteq \frac{1}{25}$$

$$\text{週期縮尺 } \lambda_T = \lambda_v^{1/5} \cdot \lambda_h^{2/15} \cdot \lambda_r'^{1/2} \cdot \lambda_{d50}^{1/6} \doteq \frac{1}{4.95} \doteq \frac{1}{5}$$

式中 λ_r' 為浸水比重比尺

λ_{d50} 為中值粒徑比尺

$$\text{潮位縮尺 } \lambda_{\text{tide}} = \lambda_v = 1/75$$

(4) 潮汐之時間縮尺：應為水平縮尺/ $\sqrt{\text{垂直縮尺}}$ ，故

$$(T_{\text{tide}})_m = 12\text{小時}25\text{分} \times \frac{\frac{1}{250}}{\sqrt{\frac{1}{75}}} = 25.8\text{分} \doteq 26\text{分鐘}$$

(5) 利用現場資料決定漂沙移動時間縮尺

設海岸平行方向為 X 軸，垂直方向為 Y 軸，坐標(x、y)點之水深為 h，單位時間、單位寬x及y方向漂沙量分別為 Q_x 及 Q_y ，有關漂沙之連續方程式為

$$\frac{\partial h}{\partial t'} = \frac{1}{(1-\varepsilon)} \cdot \left(\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} \right) \dots\dots\dots (1)$$

此處 ε 為底床質之空隙率，為使模型與實地力學相似性成立，假設 $\varepsilon_m = \varepsilon_p$ (m 、 p 分別表示模型與實地)，則

$$\frac{h_m/h_p}{t'_m/t'_p} = \frac{Q_{xm}/Q_{xp}}{X_m/X_p} = \frac{Q_{ym}/Q_{yp}}{Y_m/Y_p} \dots\dots\dots (2)$$

設模型垂直縮尺與水平縮尺之比值為 k ，水平縮尺為 l_m/l_p ，垂直縮尺為 $k \cdot l_m/l_p$ ，則由(2)式之第1、2項得

$$\frac{t'_m}{t'_p} = \frac{\frac{h_m}{h_p} \cdot \frac{X_m}{X_p}}{\frac{Q_{xm}}{Q_{xp}}}$$

$$\text{但} \quad \frac{h_m}{h_p} = k \cdot \frac{l_m}{l_p} ; \quad \frac{X_m}{X_p} = \frac{l_m}{l_p}$$

$$\text{得} \quad \frac{t'_m}{t'_p} = \frac{k \left(\frac{l_m}{l_p} \right)^2}{\frac{Q_{xm}}{Q_{xp}}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{或} \quad 1 = \frac{k \cdot \left(\frac{l_m}{l_p} \right)^2 \cdot Q_{xp} \cdot t'_p}{Q_{xm} \cdot t'_m} \dots\dots\dots (4)$$

(3)、(4)式中 t'_m/t'_p 即底質移動時間縮尺，由(3)式可知模型水平及垂直縮尺之值可選定，關於漂沙量之縮尺 Q_{xm}/Q_{xp} 則是未知數，因此 t'_m/t'_p 在數學上至今尚不能獲得理論解。利用漂沙預備試驗，使現場調查所獲得漂沙量在模型上重現，即在模型上印證原型各種現象是目前處理此項問題可靠途徑之一，如果原型資

料能在模型正確的重現，則利用預備試驗得 Q_{xn}/Q_{xp} 反求漂沙移動時間縮尺 t'_n/t'_p 。

(1) 式針對現地海岸一段區域，作為決定時間縮尺，設此區域長度為 L_p 單位時間內通過該區域之漂沙量為 $L_p \cdot Q_{xp}$ ，模型上漂沙量應為 $L_n \cdot Q_{xn}$ ，此測定區域內，堆積量為漂沙量之 n 倍。

由此區域流出量為漂沙量之 $(1-n)$ 倍，(4)式可改寫為

$$1 = \frac{k \cdot \left(\frac{l_n}{l_p}\right)^2 \cdot Q_{xp} \cdot t'_p}{Q_{xn} \cdot t'_n} \times \frac{n \cdot L_p \cdot L_n}{n \cdot L_n \cdot L_p}$$

$$\therefore \frac{L_n}{L_p} = \frac{l_n}{l_p}$$

$$\therefore 1 = \frac{k \cdot \left(\frac{l_n}{l_p}\right)^3 \cdot n \cdot L_p \cdot Q_{xp} \cdot t'_p}{n \cdot L_n \cdot Q_{xn} \cdot t'_n} \dots\dots\dots (5)$$

(5)式中 $k \cdot (l_n/l_p)$ 由模型線性縮尺決定， $n \cdot L_p \cdot Q_{xp} \cdot t'_p$ 為現地測定區在 t'_p 期間內之土量變化可由現地調查資料獲得，若在模型上適當選定波浪條件、加沙量、潮汐變化及模型上底質可以重現原型資料，則其在 t'_n 時間內之堆積量可以獲得，即測定區域內單位時間之土沙量 $n \cdot L_n \cdot Q_{xn}$ 變化值可得，則底質移動時間縮尺 t'_n/t'_p 即可求得。

2. 模型製作

(1) 製作範圍

為能確實掌握地形變遷之影響，本試驗研究模型範圍北起客雅溪口北岸，南到竹南交界附近之岬頭，整個模型範圍涵蓋上、下游之敏感地帶，即考慮上游沙源，以及下游至結構物影響範圍

外，水深則到20呎水深以上，全長約12公里，如圖2-7所示。

(2) 製作方法

- (a) 方格座標控制點：在平面水池底面，繪出一公尺見方平方網。
- (b) 斷面製作：依據民國67年中華顧問工程司所供新竹香山海岸附近海域水深圖，每隔250公尺繪製一斷面，依等深線分佈計算模型上方格點之水深，製成模型斷面板，以利鋪設模型。
- (c) 斷面放點及測定高程：在每一方點上插上鋁條一枝，並固定之。以水準儀在其上標定海底地形高程。
- (d) 鋪設模型底床：將砂填於模型中，約在模型上高程下20公分，其斷面如圖2-8所示。然後於沙面上澆製約5公分厚之水泥沙漿面作為模型底床。
- (e) 底質鋪設：在模型底床上，根據67年水深測量圖鋪設底質。先利用水準儀在固定鋁條上標註高程，將土砂鋪至所需高度後，進水排水使土砂夯實，再校核整鋪高程。本試驗所用之底質海沙比重為 $S=2.69$ ，平均粒徑 $D_{50}=0.29\text{mm}$ 粒徑分佈直線圖如圖2-9。而本所曾於民國83年4月20日赴本計畫海埔地區南寮以及鹽水港附近採取現場土砂作粒徑以及比重分析，分別得該兩處之 D_{50} 同為 0.30mm 其粒徑分析如圖2-10，比重則分別為2.697與2.687。

(3) 模型校正

模型經方格點高程控制鋪設完成後，抽水達試驗高水位，然依次放水至各種等深線高程，依照所製作模型沿水深線鋪放白色棉線，根據地形圖校核模型上水深線，如有誤差則修正模型地型，使二者一致，以此方法逐條修正等深線至原型水位負20公尺處。

(四) 試驗波浪條件

根據中華顧問工程司所提供之季節風以及颱風波浪條件，經由上述比尺關係換算後，整理列表如2-5所示。

表 2-5 試驗波浪條件對照表

物 理 量		縮 尺		原 型 物 理 量		模 型 物 理 量		
水平縮尺		1/250		12 公 里		48 公 尺		
垂直縮尺	1/75	潮 位	季節風	+2.16m -2.25m	潮 位	季節風	+2.88cm -3.00cm	
			颱風	暴潮位 +3.62m		颱風	暴潮位 +4.85cm	
波 高	1/25	NE 向 季風波浪	2.5m		NE 向 季風波浪	10cm		
		W 向 颱風波浪	4.6m		W 向 颱風波浪	18.4cm		
週 期	1/5	NE 向 季風波浪	7sec		NE 向 季風波浪	1.4sec		
		W 向 颱風波浪	9.4sec		W 向 颱風波浪	1.88sec		
潮汐週期		1/28.9		12小時25分		約 26 分鐘		

(五)試驗內容

本次動床水工模型試驗將進行下列數種試驗

1. 預備試驗

根據現場調查自然資料，慎選數個波浪條件、加沙量、加沙地點之組合，進行若干預備試驗，（預備試驗係採用67年水深地形，以重現81年地形為主），以選擇能重現實地地形之最佳試驗條件組合，俾進行主配置試驗，並決定漂沙移動時間縮尺。預備試驗之驗證工作，除驗證其碎波帶佈置、整個區域之沖淤積型態，並將分別驗證其+1m、±0m、-1m、-2m、-3m、-4m、-5m、-10m與-15m等深線變化情況分別如圖2-11所示。

2. 海埔新生地開發方案配置試驗

根據預備試驗結果，選擇最適重現該區地形之試驗條件，進行有關海埔新生地開發方案配置主試驗如圖2-12，俾瞭解其對鄰近海岸地形影響情況，以作防範對策。

3. 侵淤防治對策方案試驗

根據主試驗結果，研擬數種防蝕對策，進行修正方案試驗，以決定最佳配置方案。

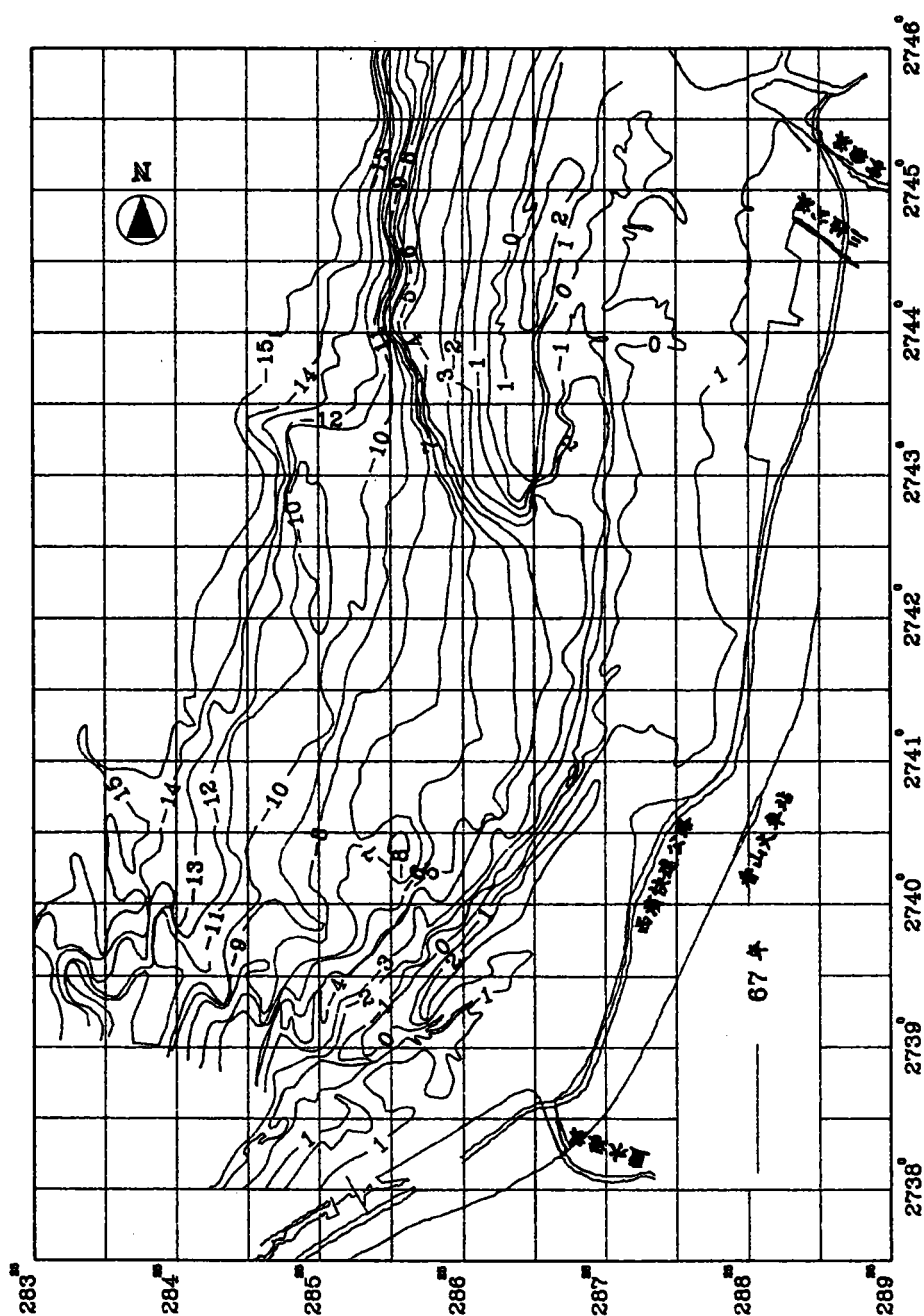
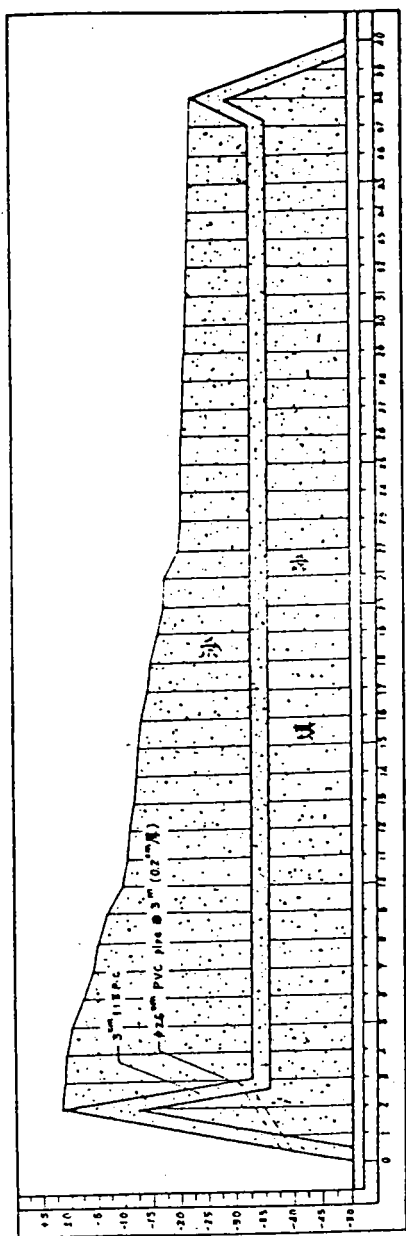
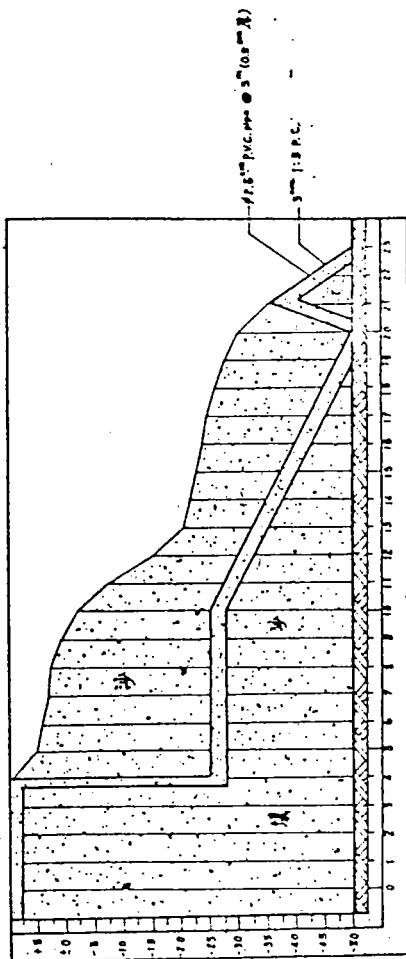


圖 2-7 新竹香山附近水域模型製作範圍圖



B-B 断面图



A-A 断面图

SCALE
水平 1/100
垂直 1/5

图 2-8 模型製作断面示意图

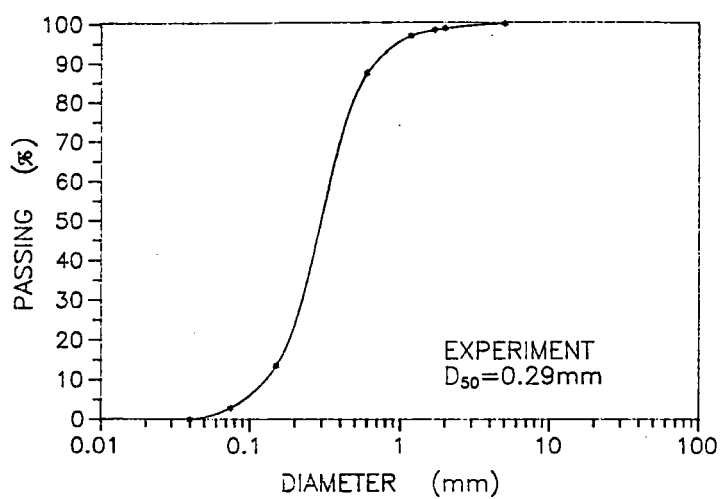


圖 2-9 試驗底質粒徑分析圖

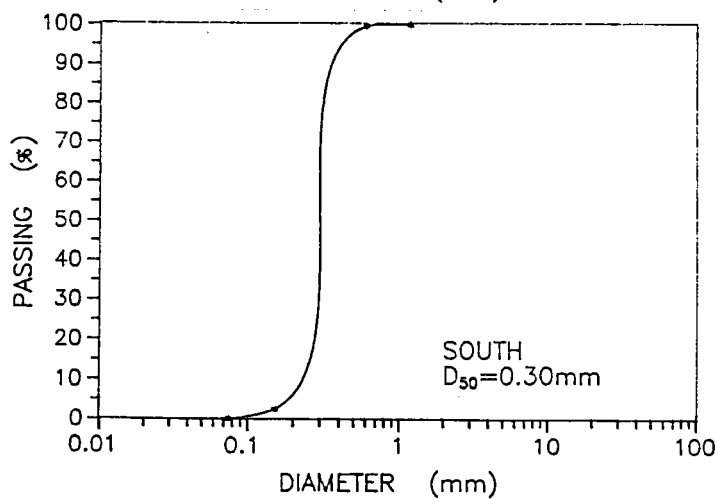
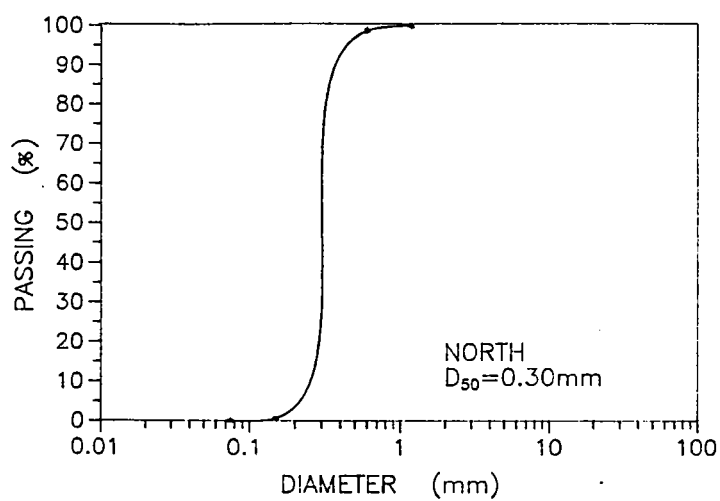


圖 2-10 現場底質粒徑分析圖

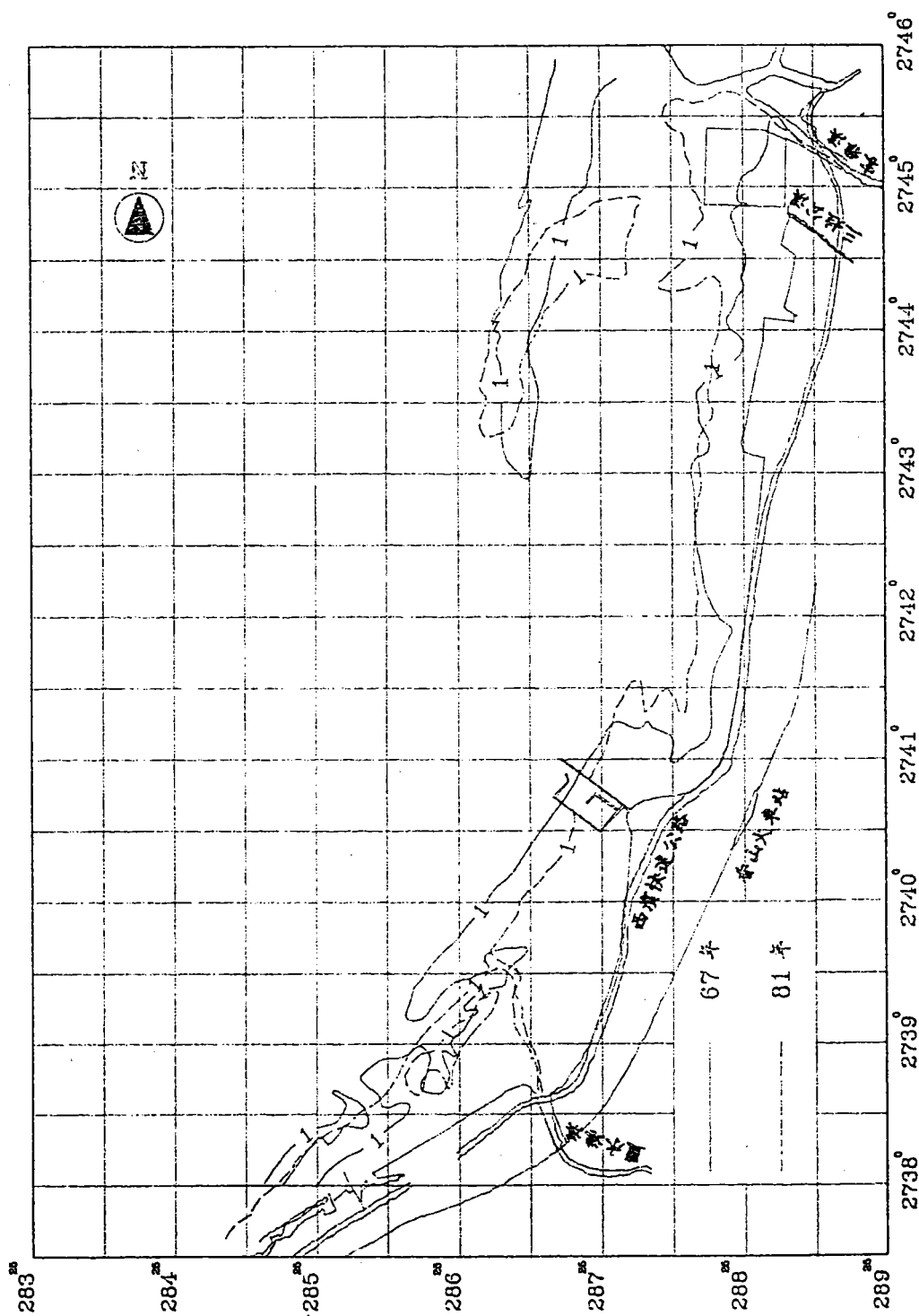


圖 2-11 新竹香山附近水域+1^m等線變化比較圖

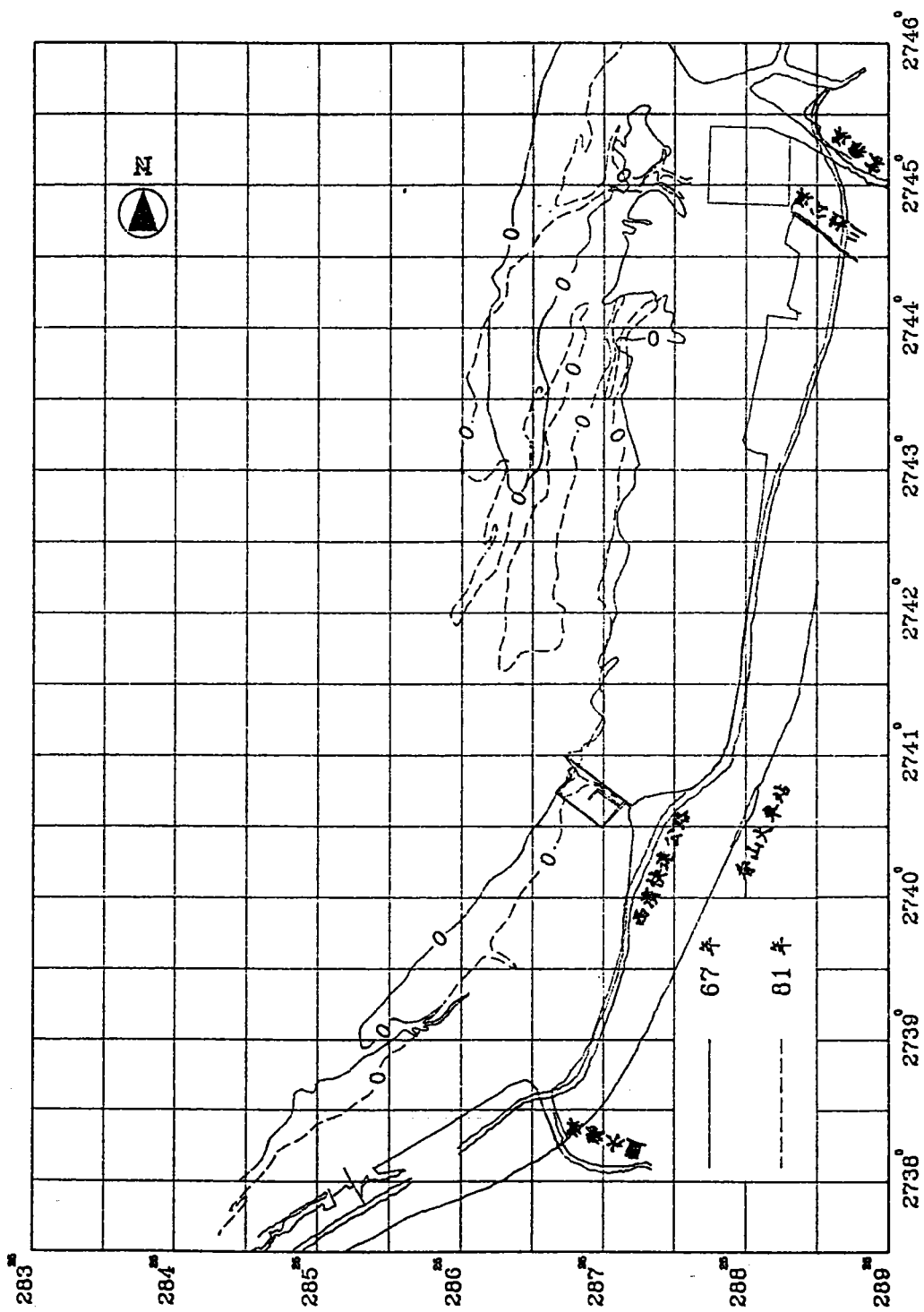


圖 2-11(續) 新竹香山附近水域±0m等深線變化比較圖

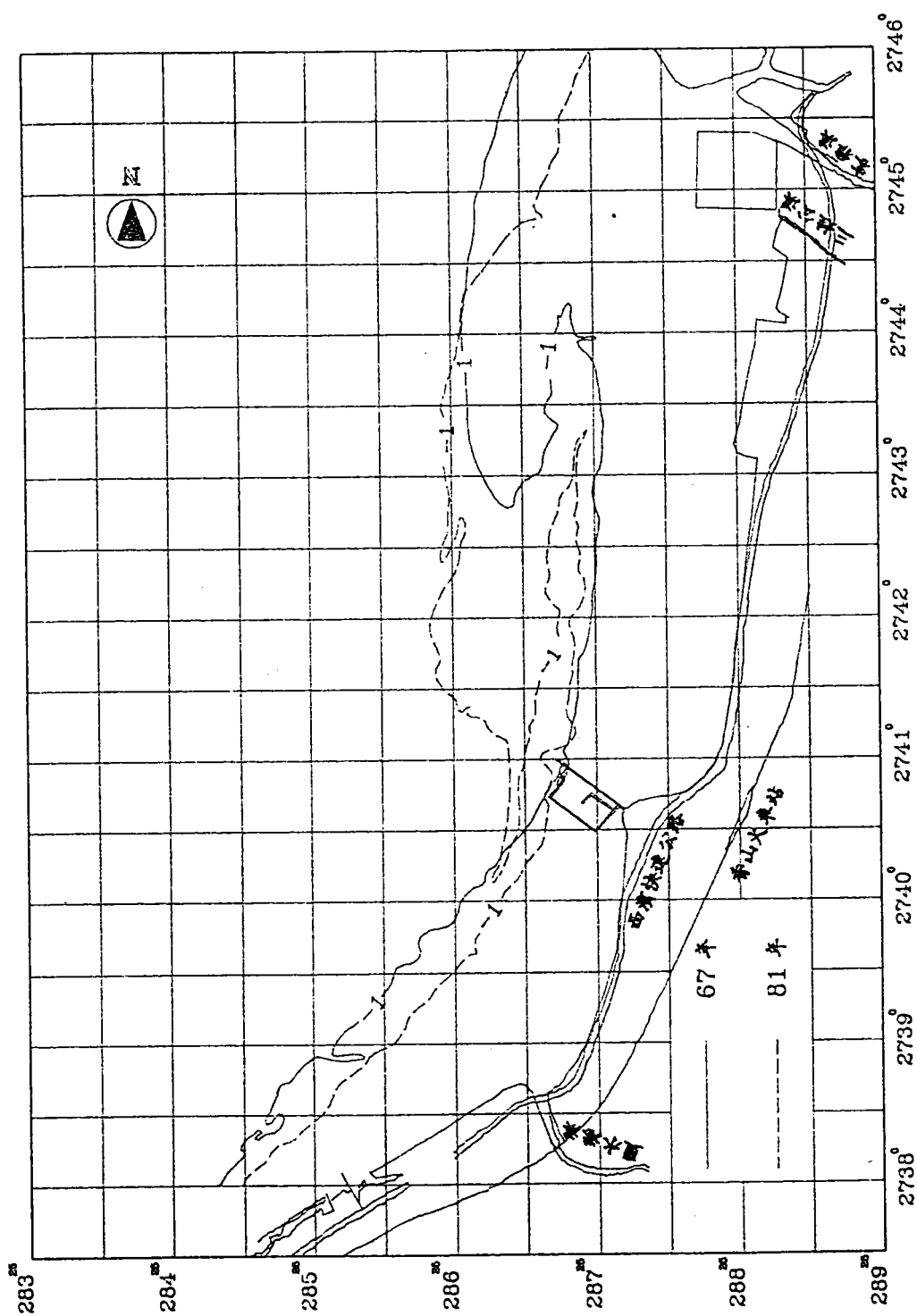


圖 2-11(續) 新竹香山附近水域-1m等深線變化比較圖

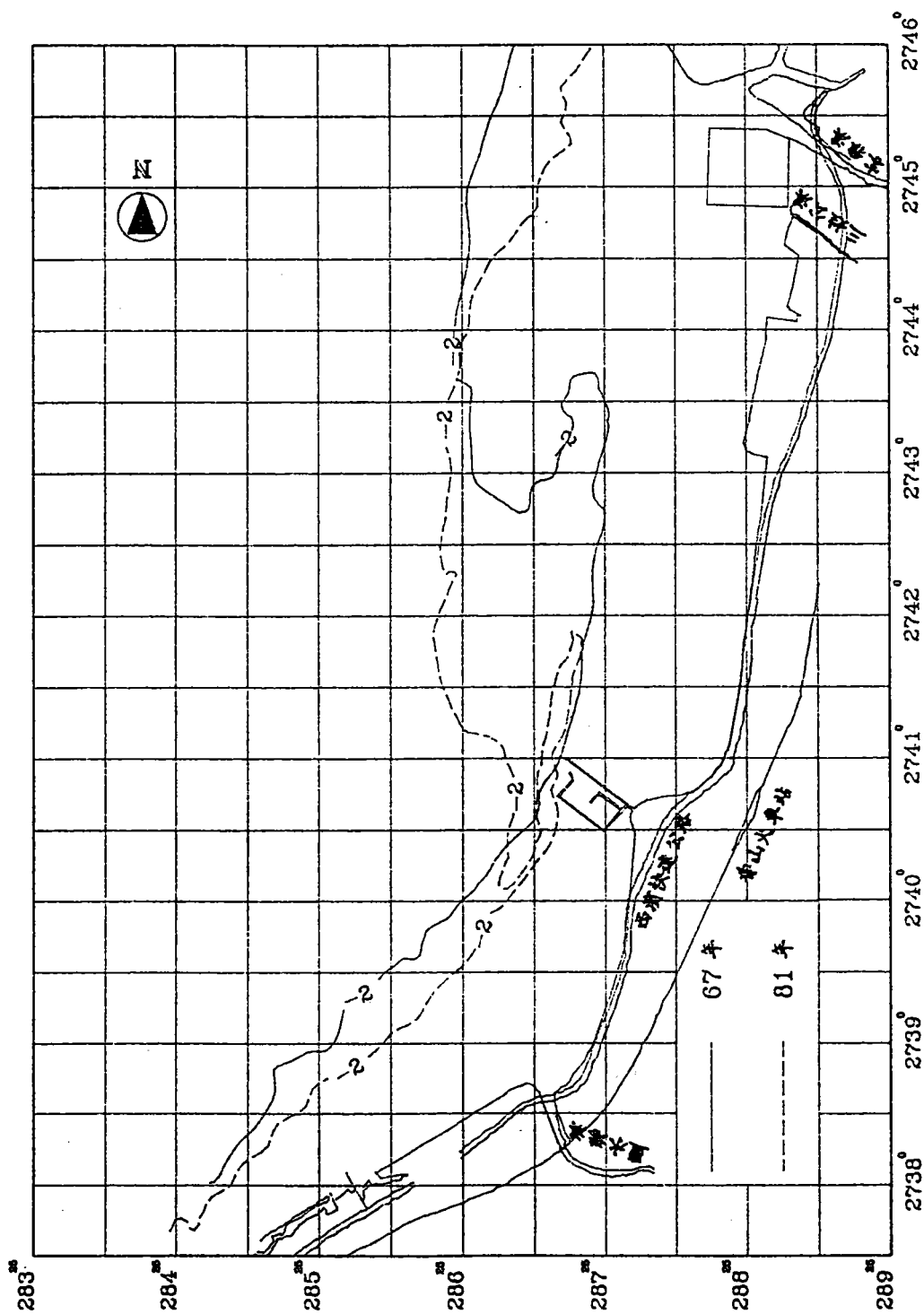


圖 2-11(續) 新竹香山附近水域-2m等深線變化比較圖

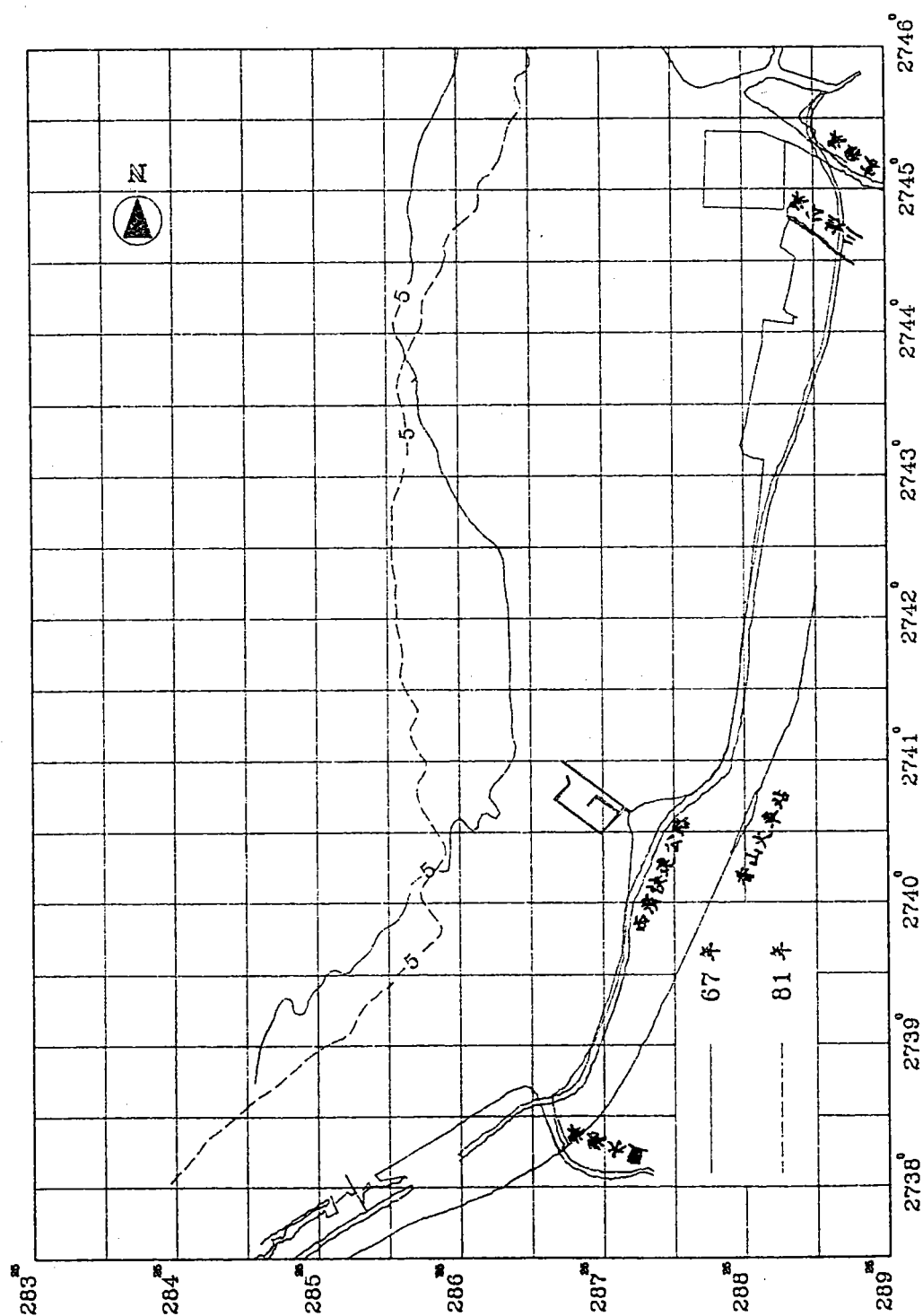


圖 2-11(續) 新竹香山附近水域-5m等深線變化比較圖

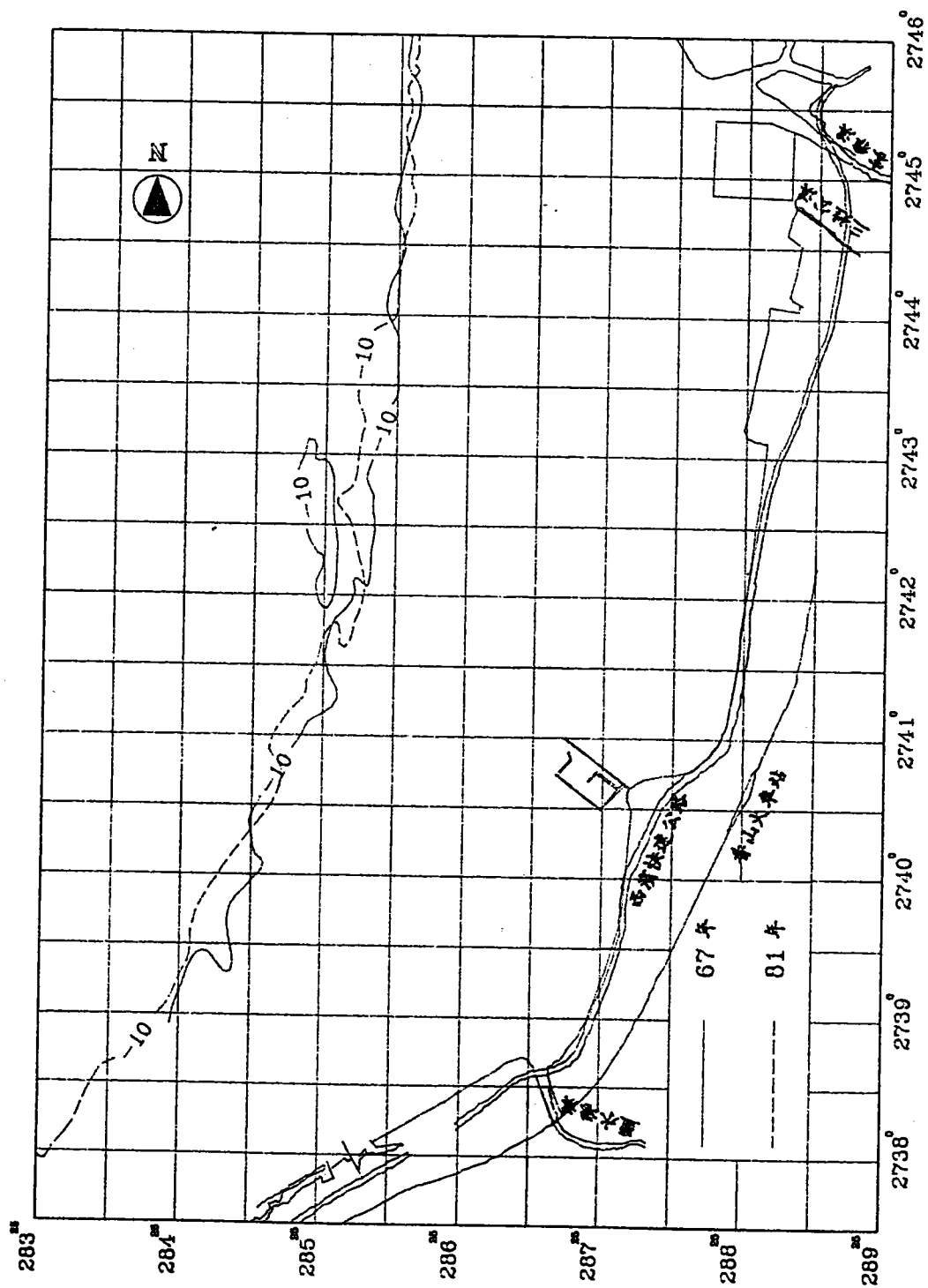


圖 2-11(續) 新竹香山附近水域-10^m等深線變化比較圖

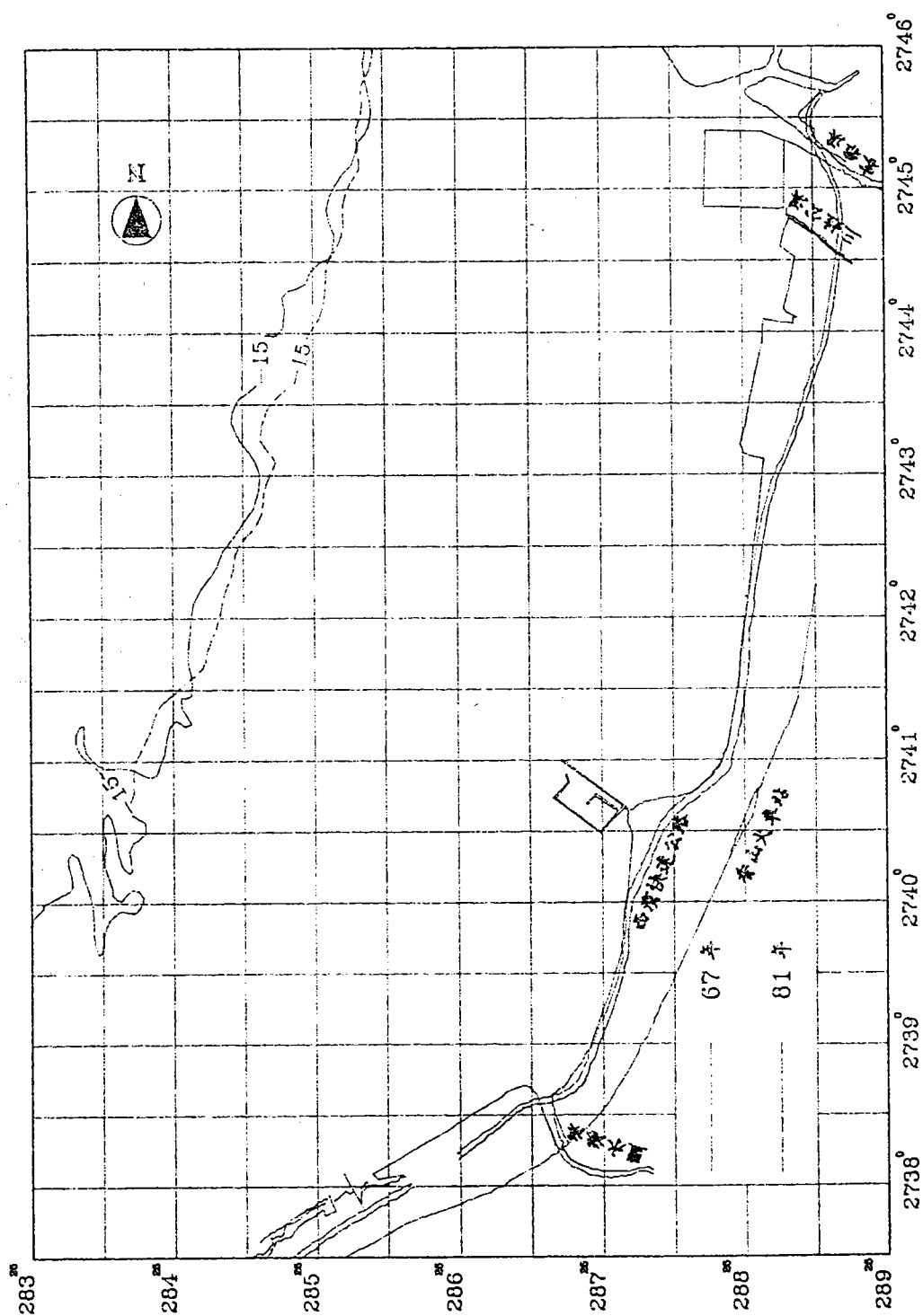
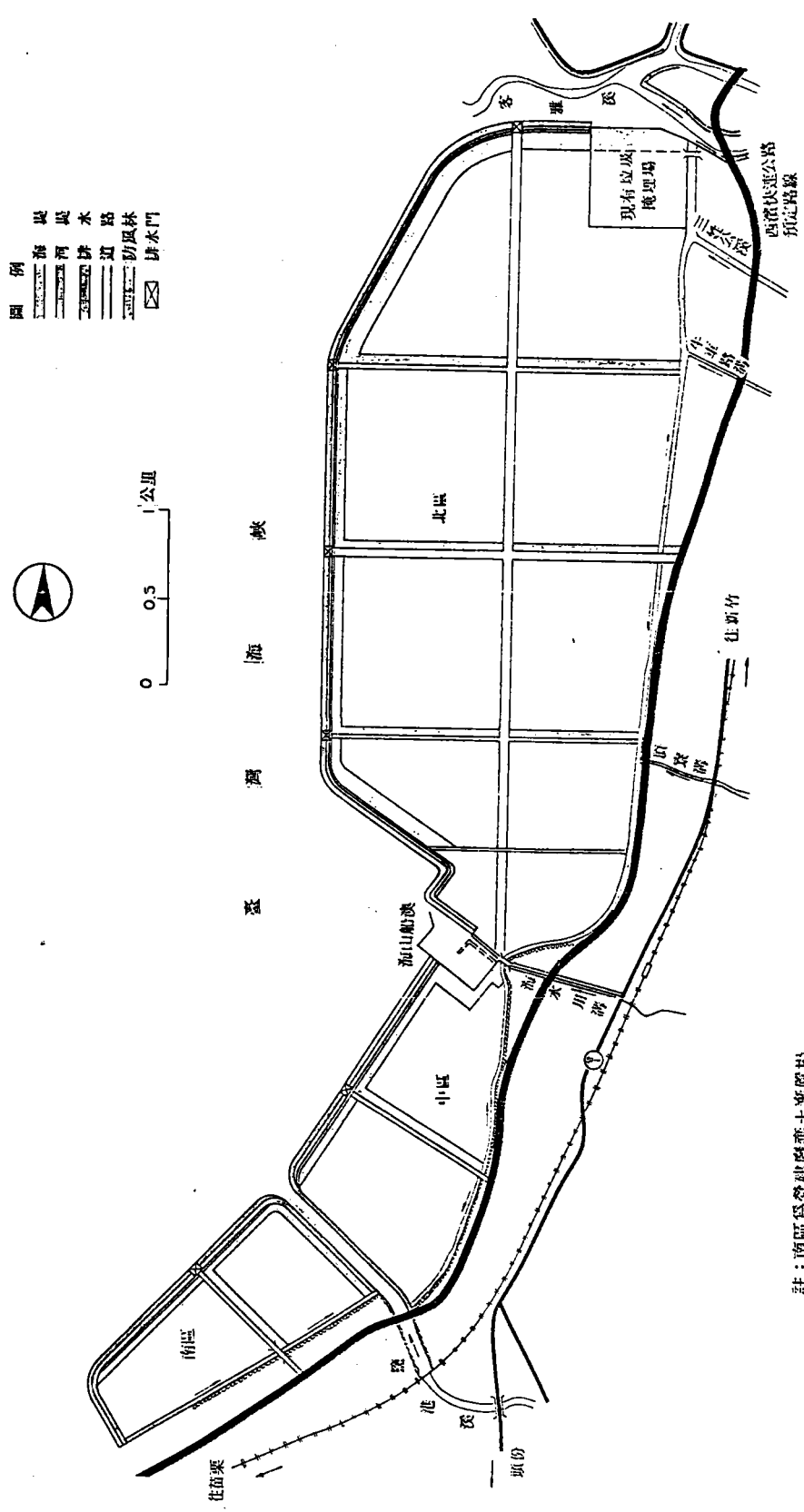


圖 2-11(續) 新竹香山附近水域-15^m等深線變化比較圖



註：南區為急建廢棄土棄置場

圖 2-12 新竹海埔新生地開發方案配置圖

三、淡水港興建對鄰近地形變遷之影響--動床水工模型試驗

(一)前言

由於台灣地區經濟蓬發發展，人民對生活品質要求日益提高，故近年來政府大力推動各項公共工程，以滿足人民對生品質之要求及刺激經濟持續成長。隨著各項公共工程之推動，對砂石需求日殷，尤以台北地區附近河川基於河防安全，多已禁採；陸上開採對人口稠密地區，極難符合環保要求，而東部河川砂石質優量豐，倘能以東部河川資源挹注北部地區，不僅可滿足北部地區之砂石需求，亦可促進東部地區之繁榮，遂有「東砂北運」之議。

鑒此，基隆港務局遂預定於台北縣八里海水浴場附近海域興建淡水國內商港砂石碼頭，從民國76年起，委託國內顧問公司辦理淡水、八里海岸地形變遷海象調查與防治等相關研究，並委託港灣技術研究所進行「淡水港興建對鄰近海岸地形變遷之影響--動床水工模型試驗」計劃，本章節分別以現有地形資料分析與試驗過程兩部份敘述如后。

(二)現有地形資料分析

本研究的範圍包括淡水河以南到林口發電廠間約12公里距離的海岸線，如圖3-1所示。由以往的地形圖發現，從淡水河口南側算起約5公里的地形變化較為一致，再往南至林口電廠間之地形變化亦較相同。因此，本研究將整個研究範圍分割成二大區域作分析評估，其分割區域如圖3-1中所示。

本研究所採用之水深地形測量圖係水利局第十工程處所提供，其間從民國75年至81年，每年分別於5月及9月測量，測量水深至-10m線為止。本文中分別就±0m、-5m及-10m等地形等深線加以分析探討其地形變化趨勢。

1. 實測地形比較

自民國75年至81年，第Ⅰ區每年5月的 $\pm 0\text{m}$ 、 -5m 及 -10m 等三條等深線地形變化的情況，如圖3-2～圖3-4所示，圖3-5～圖3-7則為每年9月的地形變化情形。就整個地形變化趨勢觀之，歷年來其地形變化幅度不大，各等深線5月份之地形變化與9月份者相似，惟5月份之變化情形較為散亂。此區域由於靠近淡水河口，淡水河口之輸砂效應， -5m 及 -10m 等兩條等深線往外海位移，形成 $\pm 0\text{m}$ 與 -5m 線間廣大較平坦地區。

圖3-8～圖3-10為第Ⅱ區每年5月等深線的變化情況，圖3-11～圖3-13則為每年9月地形的變遷情形。此區域由於遠離淡水河口，砂源補充作用平緩且由於波浪折射效應，各等深線近乎平行海岸線，歷年來各等深線間之變化幅度亦不大，惟9月份之地形變化情況較為散亂。

一般而言，依台灣地區之氣象狀況，5月份之地形量測代表颱風前之地形變化情況，而9月份則代表為颱風後之變化情況，颱風波浪之侵襲，可能造成地形較為劇烈之變化，惟75年至81年間雖有數個颱風來襲，但對本地區的影響皆不大，因此，5月份與9月份的地形變化不大，且變化趨勢亦相一致。

2. 迴歸分析地形比較

經由上節之分析，歷年來之地形變化不大，因此本節利用迴歸分析方式研究探討地形侵淤之變化情況。圖3-14～圖3-19係利用二次曲線迴歸分析 $\pm 0\text{m}$ 、 -5m 及 -10m 等三條等深線地形變化之結果，圖中A線表示歷年5月地形變化之迴歸曲線，C線則9月之迴歸曲線，B則為5月與9月全部之迴歸曲線。

由圖3-14～圖3-16之第Ⅰ區各等深線觀之，除 -10m 等深線局部區域颱風前後稍有差異外，其餘者皆近乎一致無異；而圖3-17～圖3-19之第Ⅱ區各等深線中，以 -5m 等深線之差異較大。以上迴歸分析結果表示，由於第Ⅰ區受淡水河北側突堤遮蔽效應及河口河水流出阻隔之

影響，此區域受颱風影響極小，且由於5月與9月份量測地形之一致性而言，此區域之地形變化呈現穩定平衡狀態；而颱風波浪可能於水深-2m~-3m附近碎波，波浪將附近底砂往外帶往-5m附近，因而形成如圖3-18所示之9月份等深線往外位移之結果，第II區就整體趨勢而言，呈現稍微淤積現象。

(三)試驗過程

基隆港務局於83年3月起委託港灣技術研究所辦理「淡水港興建對鄰近地形變遷之影響--動床水工模型試驗」計劃，研究項目計有預備試驗，淡水港規劃配置方案主試驗與侵淤防治對策方案試驗等，目前正進行預備試驗項目。以下就有關試驗波浪海氣象條件、輸沙量、試驗比例尺、試驗過程與部份試驗結果分述如后（有關試驗波浪與輸沙量等條件取自中華顧問工程司之淡水、八里地形變遷防治研究報告）

1. 海氣象條件

(1) 潮位

由基隆港務局自民國61年至72年間於車油口之潮位觀測站所測得之資料，可得各種潮位水位為：

H. H. W. L. : +3.74M

M. H. W. L. : +2.48M

M. W. L. : +1.46M

M. L. W. L. : +0.55M

L. L. W. L. : -0.46M

試驗水位以M. H. W. L. ~ M. L. W. L. (即+2.48M~+0.55M)作為季節風波浪潮位變化水位；以H. H. W. L. ~ L. L. W. L. (即+3.74M~-0.46M)作為颱風波浪潮位變化水位。

(2) 波浪

(A) 季節風波浪

本地區季節風波浪優勢方向為冬季 NE~NNE之間，依據成功大學61年1月~3月於林口、淡水外海所測得冬季季節風波浪資料如圖3-20所示。利用 $\Sigma(T_i \times P_i) = T_s \times \Sigma P_i$ 及 $\Sigma(H_i^2 \times C_{gi} \times P_i) = H_s^2 \times C_{gs} \times \Sigma p_i$ ，可求得冬季季節風作用波浪 $T_s = 9.08\text{sec}$ ， $H_s = 1.94\text{m}$ ，波向則取NE及NNE方向。

(B) 颱風波浪

表3-1為中華顧問工程司利用井島武士及湯麟武博士之理論，篩選出74個(1940~1989)對淡水、八里地區影響較大之颱風各方向可能發生之最大示性波高值。配合地形圖量測之時間(75年~81年)，預備試驗取 $H_{1/3} = 3.52\text{m}$ ， $T_{1/3} = 8.0\text{sec}$ ，波向為NNE方向為颱風波浪條件。

2. 輸沙量

淡水、八里地區沿岸漂沙主要來自淡水河之輸沙，因此試驗中需依據淡水河之流量與輸沙量模擬試驗所需之漂沙來源，有關淡水河川特性如表3-2所示。

3. 試驗比例尺

本試驗於港研所第二試驗場棚中辦理，依試驗場所之大小取水平比尺 $\lambda = 1/250$ ，垂直比尺 $\mu = 1/100$ ，再依據往昔學者對不等比尺試驗之建議，取波高比尺 $N = \mu = 1/100$ ，週期比尺 $N = \sqrt{\mu} = 1/10$ ，潮汐比尺 $N_{tid} = \lambda / \sqrt{\mu} = 1/25$ ，有關現場實體與模型物量之關係如表3-3所示。

4. 試驗過程

(1) 試驗項目

預備試驗主要目的即在找尋現場地形於試驗模型中的重現時間，本試驗預定以下列試驗項目尋求重現時間：

- (A)NNE波向，以冬季季節風波浪作用。
- (B)NNE波向，以颱風波浪作用。
- (C)NNE波向，以冬季季節風波浪配合颱風波浪作用。
- (D)NE波向，以冬季季節風波浪作用。
- (E)選擇優勢波向，以建港後之局部區域驗證。

(2) 地形重現條件

以等深線 $\pm 0\text{m}$ 、 -5m 及 -10m 等比較現場地形與模型試驗地形之吻合性外，另以劃分區域方式計算各區之漂沙侵淤量是否符合地形重現條件。

(C) 碎波線觀測

依據淡水港工程處現場觀察，冬季時離港外 $60\text{m}\sim 70\text{m}$ 左右（水深約 $2.0\text{m}\sim 3.0\text{m}$ ）有明顯碎波現象，另依據Le Me' haute及Goda之經驗公式可求得冬季波浪時之碎波水深為 2.6m ，此碎波結果可作為試驗時作用波浪調整之依據。

5. 試驗結果

由於試驗時間關係，本試驗目前僅完成NNE波向冬季季節風與颱風波浪之重現時間，依據試驗結果分析，冬季季節風波浪現場一年的時間，模型試驗的重現時間約為14小時；颱風波浪的重現時間則約為2小時。

另外，依據中華顧問工程司之報告，淡水區水深 $\pm 0\text{m}\sim -10\text{m}$ 間之漂沙淤積量約 31.1 萬方/年，而淡水河的年輸沙量卻達 928 萬方，此結果顯示 -10m 線外之漂沙活動亦應頗為活躍。

本試驗針對此現象亦分別以浮球追蹤， -10m 線外放置捕沙器捕沙及放置螢光沙等方式觀測漂沙走向。

有關浮球觀測結果如圖3-21所示，圖中顯示，浮球由淡水河水口附近漸往外海方向漂移，最後因波浪作用關係再漂移至較南邊之岸邊；然而，現場之漂沙外移至外海時，因水深較深及波浪較小之關係，其可能沈積於外海地區而無法再漂移至近岸，此現象可由螢光沙試驗獲得印証。放於淡水河口附近之螢光沙，除少數質粒較輕之懸浮物漂移至沿岸外，大部份則沈積於河口附近及外海地區。另外，試驗中亦於淡水河口外-10m附近及往南約1公里處之-10m線放置兩個捕沙器，試驗結果分別約有 $0.57\text{m}^3/\text{m}^2/\text{年}$ 以及 $0.36\text{m}^3/\text{m}^2/\text{年}$ 之捕沙量，顯見-10m外之漂沙活動極為活躍。

四、結 語

在沙灘海岸建港，首重瞭解該區海岸漂沙特性，惟引起漂沙現象原因極其複雜且其特性常因時、因地而異，即各種沙灘均有其獨特性，吾人不能期望能獲得一"放諸四海皆準"或"一勞永逸"之解決方案，而動床水工模型試驗，目前雖然仍有許多複雜而未能解決之瓶頸問題，如沙粒無法按比例縮小、縮尺效應以及現象過於簡化等因素影響，故必須作許多預備、驗證等試驗工作，吾人雖然無法獲致精確之定量結果，但其定性結果應屬正確，故藉由該種動床水工模型試驗亦不失為了解漂沙之一種有效方法。

最後引用本所 張所長曾提示過之一句銘言，供產、官、學、研等各路人馬相互共勉作為結語，即「先進國家花少數經費在工程規劃施工前之調查研究上，但開發中國家卻將大把鈔票浪費在工程失敗之教訓上」。

五、參考資料

1. 黃清和(1993,12)："新竹縣香山區海埔新生地開發對鄰近地形之影響--動床水工模型試驗計畫書"。
2. 張金機、黃清和(1982,8)："屏東大鵬灣漂沙模型試驗研究報告"，港研所專刊。
3. 漁技社(1991,3)："大武漁港改善規劃暨漂沙調查試驗報告"。
4. 台灣省建設廳、水利局、中華顧問工程司(1992,7)："新竹香山區海埔地造地開發計畫環境說明書"。
5. 台灣省政府(1993,1)："新竹香山區海埔地造地開發計畫書"。
6. 何良勝(1993,12)："淡水港興建對鄰近海岸地形變遷之影響--動床水工模型試驗計畫書"。
7. 中顧問工程司(1993,11)："淡水、八里地形變遷防治研究"。

表 3-1 侵襲淡水、八里地區之颱風示性波浪推算表

	NE	NNE	N	NNW	NW	NNW	W
4023	0.65	-	-	-	-	-	-
4036	-	-	-	-	2.27 [#]	2.95	2.29
4309	-	-	-	-	-	-	-
4311	8.68 [#]	8.01 [#]	8.10 [#]	6.93	1.56	5.77	3.92
4319	-	-	-	-	-	-	-
4413	1.10	-	-	-	-	-	-
4515	-	-	-	-	-	-	-
4518	-	-	-	-	-	-	-
4619	0.58	-	-	-	-	-	-
4722	-	-	-	-	-	-	-
4806 PEARL	-	2.98	3.87	3.21	0.94	3.31	3.48
4822 JACKIE	6.04	4.12	0.66	-	-	-	-
5221 BESS	1.94	1.94	-	-	2.16	1.39	-
5302 JUDY	-	-	-	-	-	-	-
5304 KIT	0.57	-	-	-	-	-	-
5415 MARIE	-	-	-	-	-	-	-
5519 IRIS	-	-	-	-	-	-	-
5611 DINAH	2.57	-	-	-	-	-	-
5614 GILDA	-	-	-	-	-	-	-
5705 VIRGINIA	3.96	-	3.40	3.23	2.96	3.13	3.14
5810 WINNIE	2.09	-	-	-	-	-	-
5819 GRACE	-	-	5.93	5.80	6.13	6.21	6.13
5905 BILLIE	4.71 [#]	4.23 [#]	3.59 [#]	3.77	3.26	3.40	3.57
5909 JOAN	2.32	-	-	-	-	-	-
5911 LOUISE	0.64	-	-	-	-	-	-
5921 FREDA	-	-	-	-	-	-	-
6008 SHIRLEY	6.45	5.21	0.98	-	-	-	-
6009 TRIX	3.90	-	6.19	3.88	-	-	-
6104 BETTY	-	-	2.72 [#]	-	-	-	4.98
6116 LORNA	-	-	-	-	-	-	-
6120 PAMELA	4.66	2.84	0.54	-	-	-	-
6206 KATE	-	2.85 [#]	-	2.52	2.75	2.88	3.32
6210 OPAL	3.85	-	-	-	-	-	-
6217 AMY	3.40	-	-	-	-	-	-
6307 WENDY	1.25	0.66	-	-	-	-	-
6314 GLORIA	8.39	7.71	6.55	4.78 [#]	6.27	-	5.83
6509 DINAH	-	-	-	-	0.54	1.89	2.49
6518 MARY	4.56	3.25	-	-	-	-	-
6621 ELSIE	-	-	-	-	-	-	-
6708 CLARA	3.08	0.53	-	-	-	-	-
6737 GILDA	2.08	-	-	-	-	-	1.73 [#]
6805 NADINE	-	-	-	-	-	-	-
6908 BETTY	5.88 [#]	5.62 [#]	3.66	5.27	4.32	1.97 [#]	3.76
6911 ELSIE	3.83	2.97	-	-	-	-	-
6912 FLOSSIE	1.00	1.87	1.16	-	-	-	-
7118 NADINE	-	-	-	-	-	-	-
7127 BESS	2.85	-	-	-	-	-	-
7213 BETTY	-	-	6.57 [#]	5.10	5.77	6.07	5.66
7503 NINA	6.51	3.59	-	-	-	-	-
7613 BILLIE	6.27	4.70	0.81	-	-	-	-
7704 THELMA	-	-	-	-	-	-	-
7705 VERA	8.90	7.36	3.91	-	-	-	-
7817 IRMA	3.35 [#]	-	-	0.51	-	1.07	-
7823 ORA	-	1.72	3.15	3.15	3.11	-	-
8012 NORRIS	4.40	0.79	-	-	-	-	-
8104 IKE	1.23	-	0.70 [#]	-	-	1.15	1.24
8105 JUNE	4.92	4.47	3.99	3.36	3.34	3.25	2.87
8210 ANDY	-	-	-	-	-	-	-
8510 NELSON	8.28	7.46	6.14	2.50	1.22	2.59 [#]	4.80
8519 BRENDA	2.73 [#]	-	0.55	-	-	2.90	2.85
8605 NANCY	2.71	-	1.49 [#]	1.95	-	1.76	-
8612 WAYNE	2.85	0.52	2.33	1.65	-	-	-
8613 ABBY	1.59	-	-	-	-	-	-
8708 ALEX	2.66	3.52	2.34	3.19 [#]	-	3.29	3.53
8802 SUSAN	-	-	-	-	-	-	-

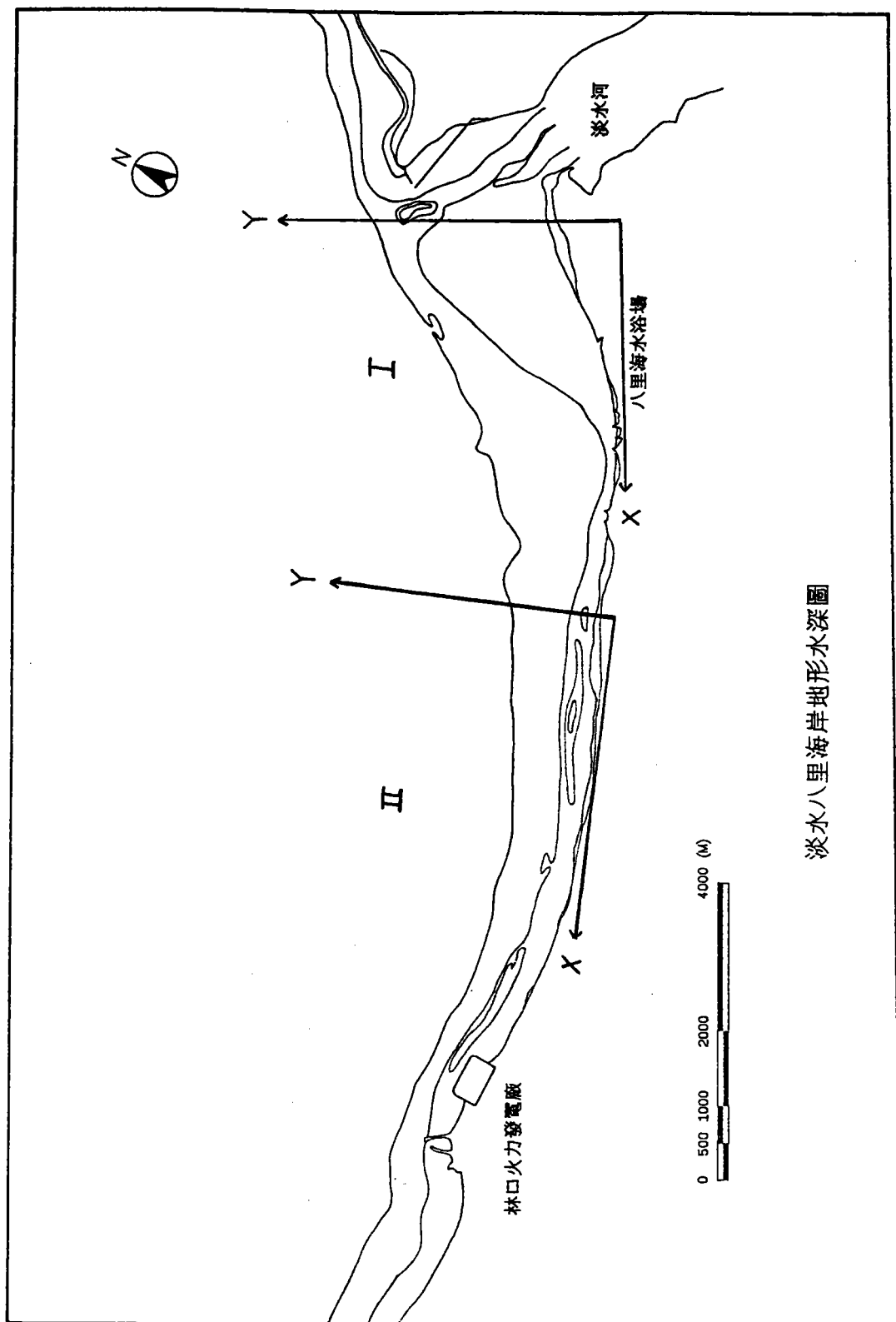
表 3-2 淡水河河川特性

年	流域 平均 年雨量 (mm)	代 表 站 河 川 特 性			備 註
		年平均 流量 CMS	實測最大 洪水量 CMS	實測最大 懸移質含沙量 PPH	
62	4238.2	21.80	647	5068	站名：霞雲
63	3495.3	40.80	737	3194	
64	3314.6	43.63	1460	9382	
65	2147.4	24.76	4550	35715	
66	3130.2	30.30	2220	9234	
67	2957.1	29.87	463	1015	
68	2798.3	37.90	1610	6673	
69	2382.1	24.54	995	6813	
70	3198.4	38.83	1128	4068	
71	2566.1	31.51	1038	2933	
72	2877.0	35.85	399	2933	
73	3501.7	42.44	1692	6074	
74	3639.8	47.27	3985	14187	
75	3798.9	47.73	1842	3029	
76	—	39.94	1310	3029	
77	—	24.97	374	615	
78	—	36.06	2500	13421	
79	—	55.81	3531	10447	

資料來源：水文年報

表 3-3 模型比尺與模型物理量

物理量	比 尺	實 體 物 理 量			模 型 物 理 量		
水平比尺	1/250	12.0km			48m		
垂直比尺	1/100	潮 位	季風	+2.48M~+0.55M	潮 位	季風	+2.48 ^{cm} ~+0.55 ^{cm}
			颱風	+3.74M~-0.46M		颱風	+3.74 ^{cm} ~-0.46 ^{cm}
波 高	1/26.7	冬季季風波浪	1.94 ^m		冬季季風波浪	7.27 ^{cm}	
		颱風波浪	3.52 ^m		颱風波浪	13.18 ^{cm}	
週 期	1/5.2	冬季季風波浪	9.08 ^{sec}		冬季季風波浪	1.75 ^{sec}	
		颱風波浪	8.0 ^{sec}		颱風波浪	1.54 ^{sec}	
潮汐週期	1/25	12.42 ^{hr}			29.80 ^{min}		



淡水八里海岸地形水深圖

圖 3-1 淡水、八里海岸地形水深圖

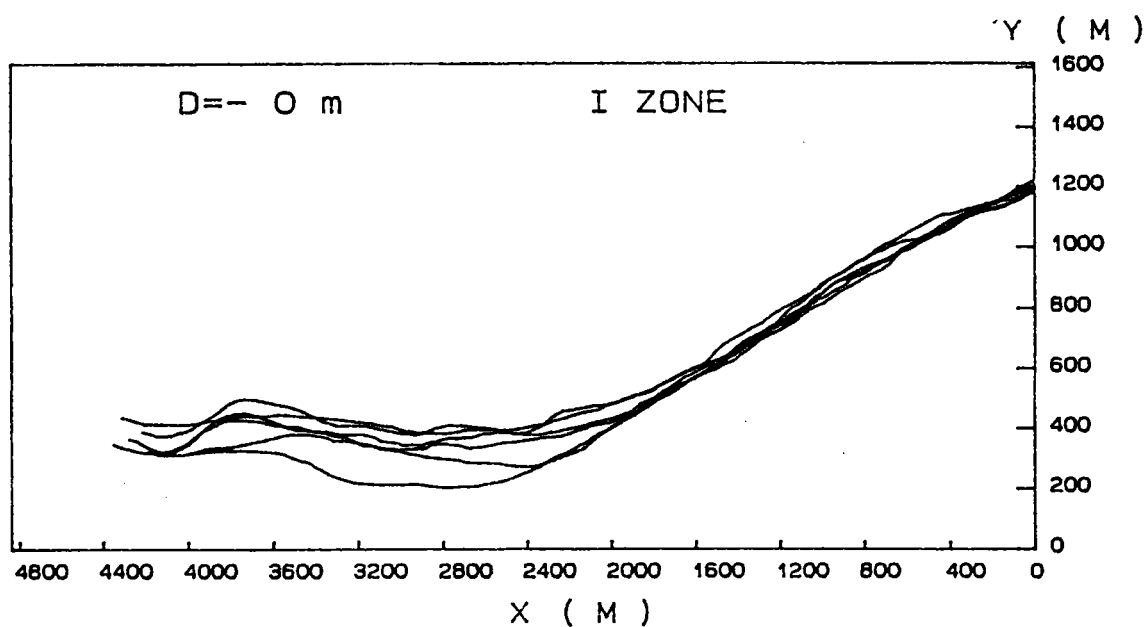


圖 3-2 第 I 區 $\pm 0\text{m}$ 等深線歷年 5 月地形變化趨勢圖

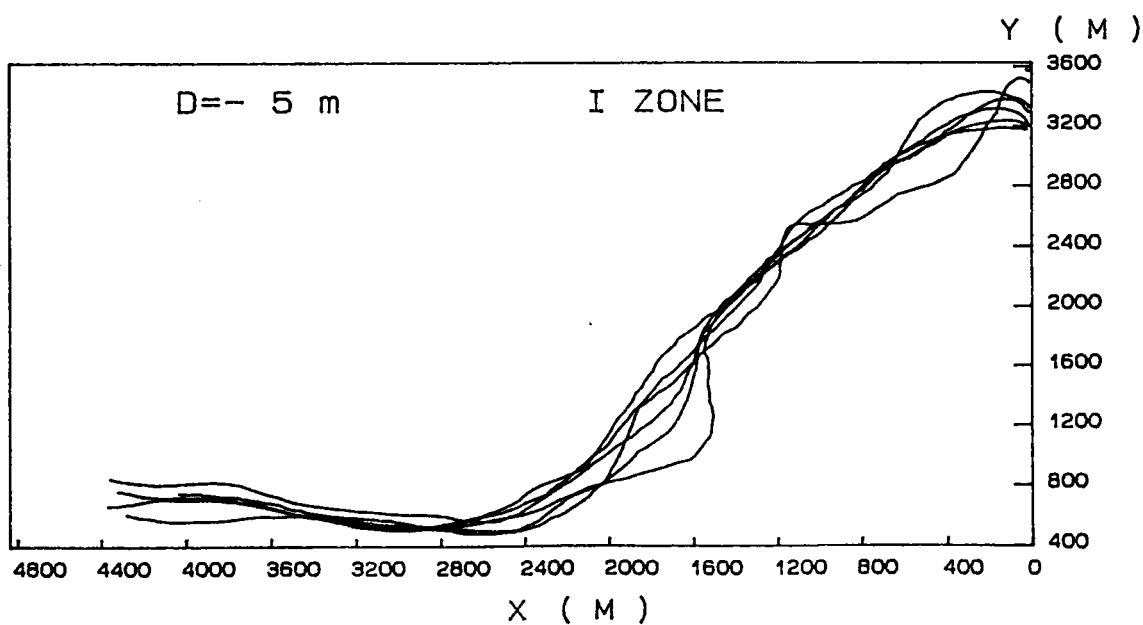


圖 3-3 第 I 區 -5m 等深線歷年 5 月地形變化趨勢圖

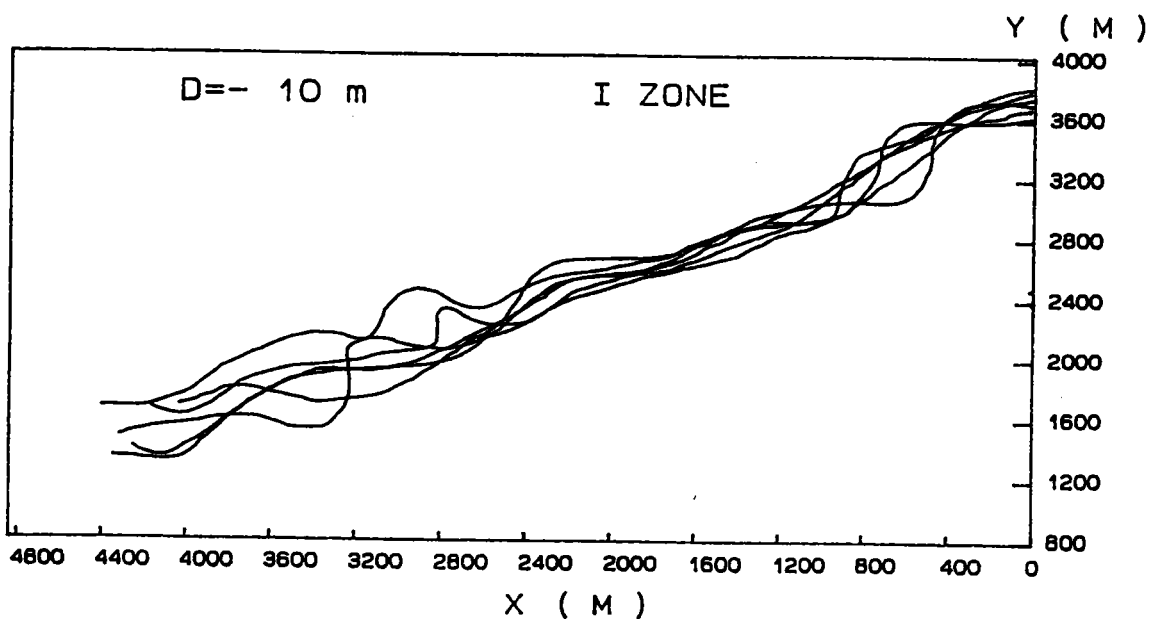


圖 3-4 第 I 區 -10m 等深線歷年 5 月地形變化趨勢圖

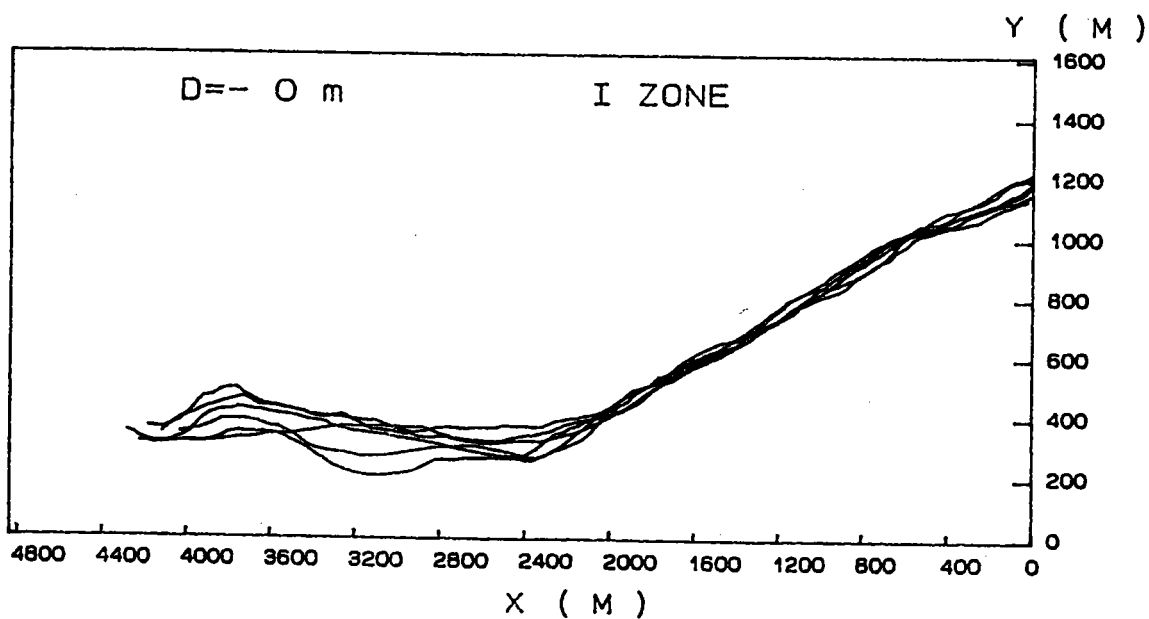


圖 3-5 第 I 區 ± 0 m 等深線歷年 9 月地形變化趨勢圖

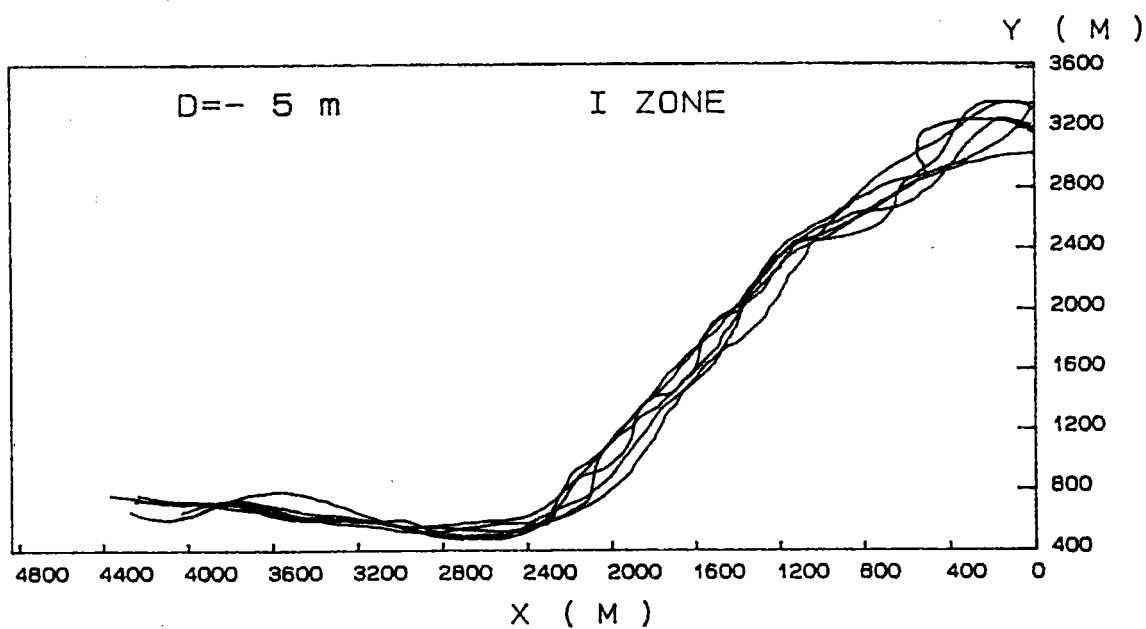


圖 3-6 第 I 區 -5m 等深線歷年 9 月地形變化趨勢圖

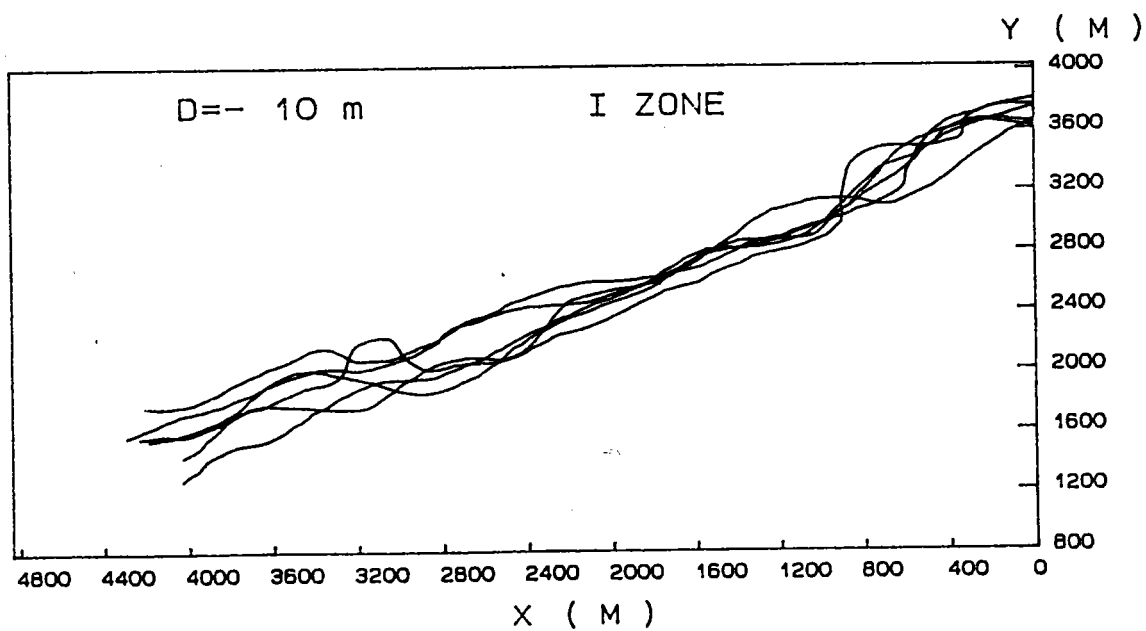


圖 3-7 第 I 區 -10m 等深線歷年 9 月地形變化趨勢圖

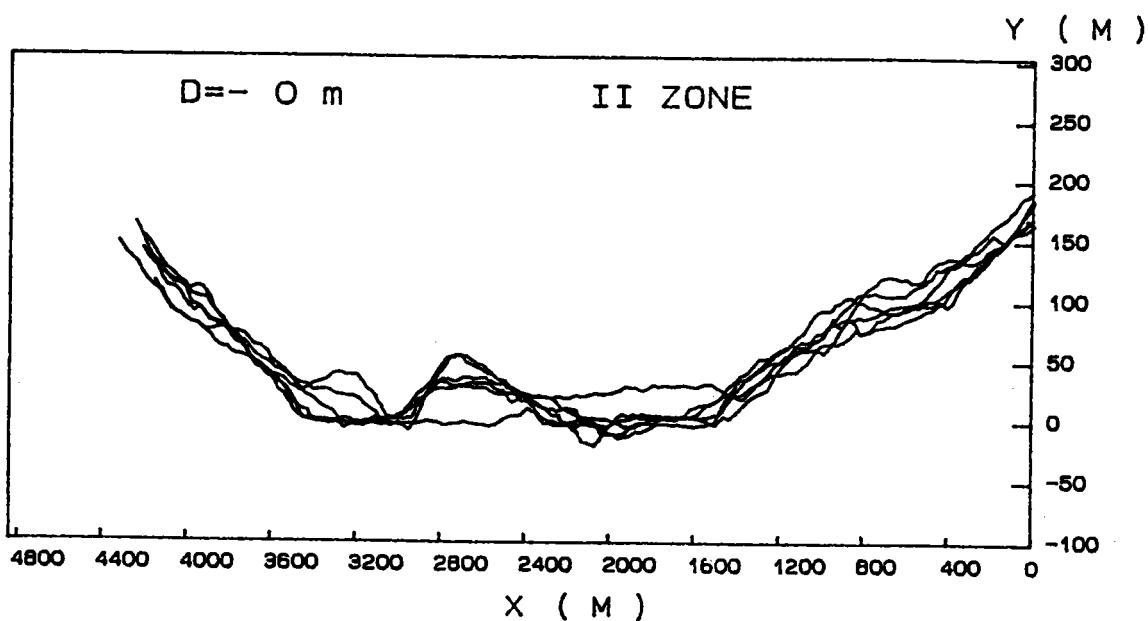


圖 3-8 第 II 區 $\pm 0\text{m}$ 等深線歷年 5 月地形變化趨勢圖

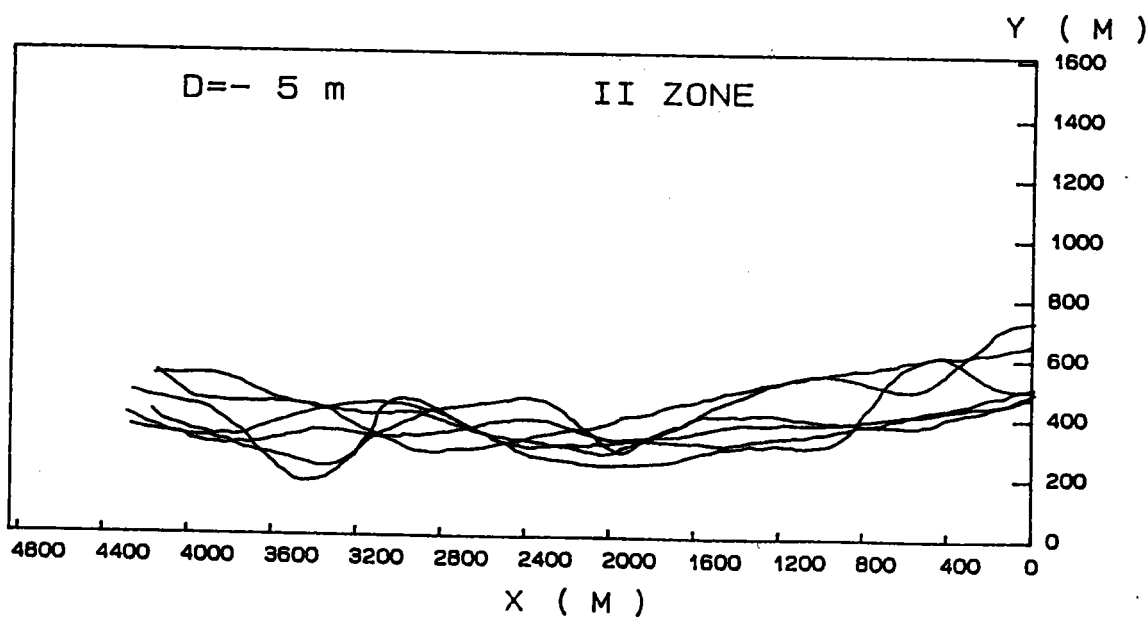


圖 3-9 第 II 區 -5m 等深線歷年 5 月地形變化趨勢圖

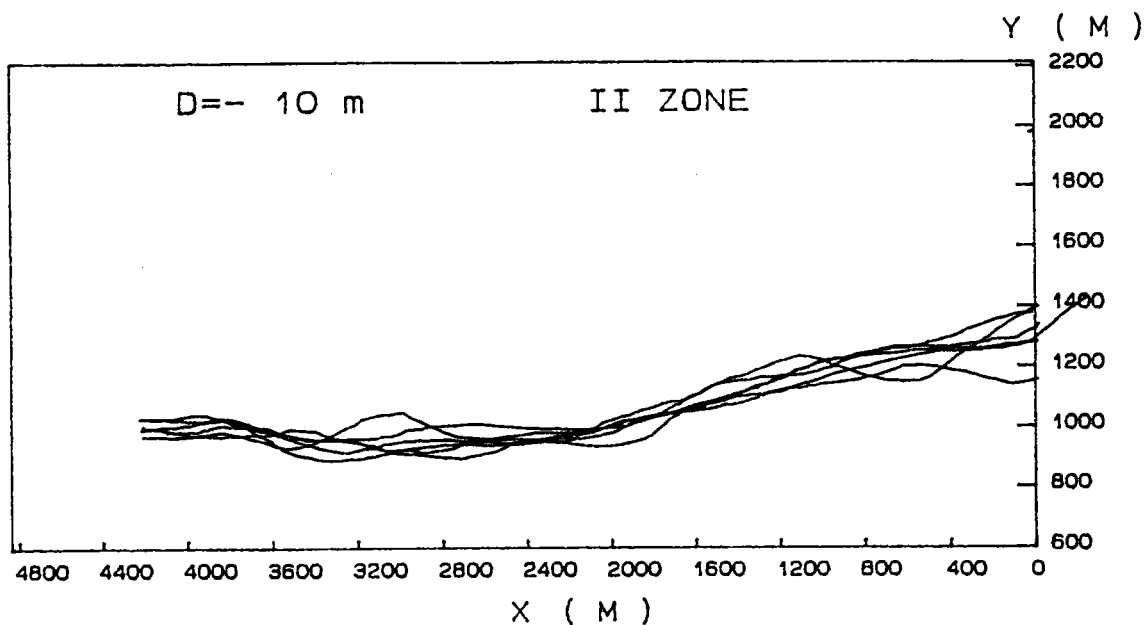


圖 3-10 第 II 區 -10m 等深線歷年 5 月地形變化趨勢圖

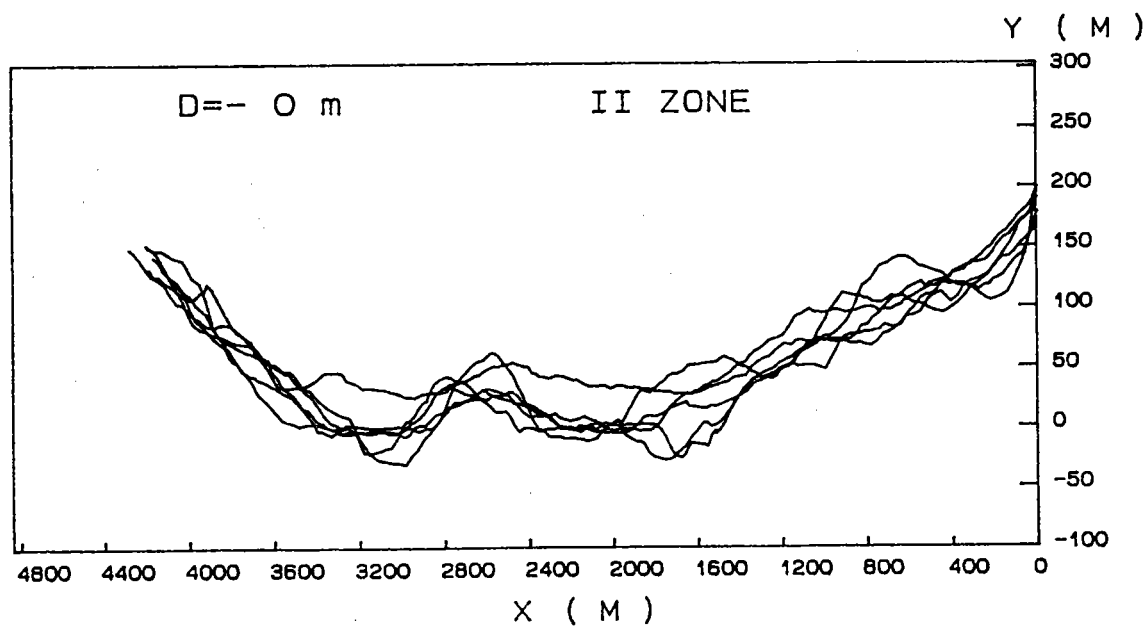


圖 3-11 第 II 區 ±0m 等深線歷年 9 月地形變化趨勢圖

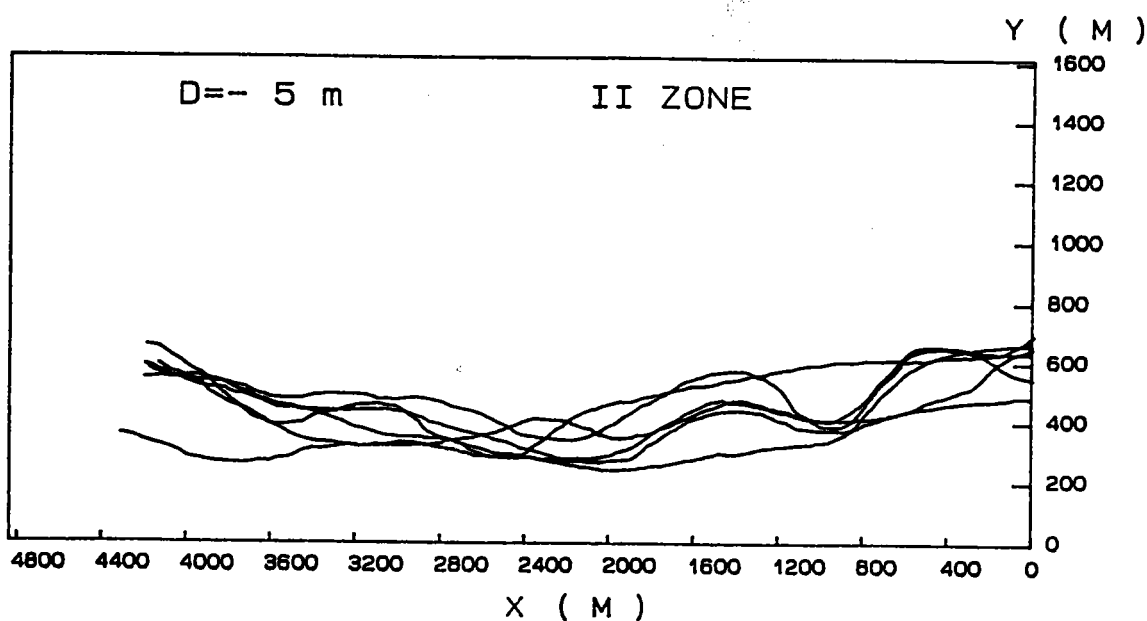


圖 3-12 第 II 區 -5m 等深線歷年 9 月地形變化趨勢圖

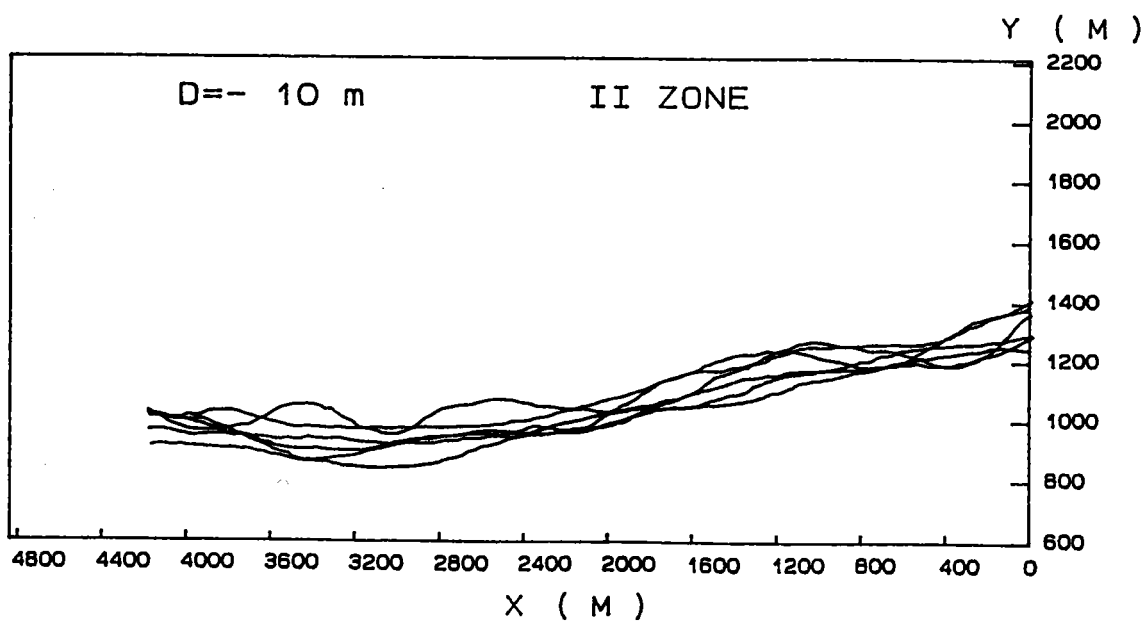


圖 3-13 第 II 區 -10m 等深線歷年 9 月地形變化趨勢圖

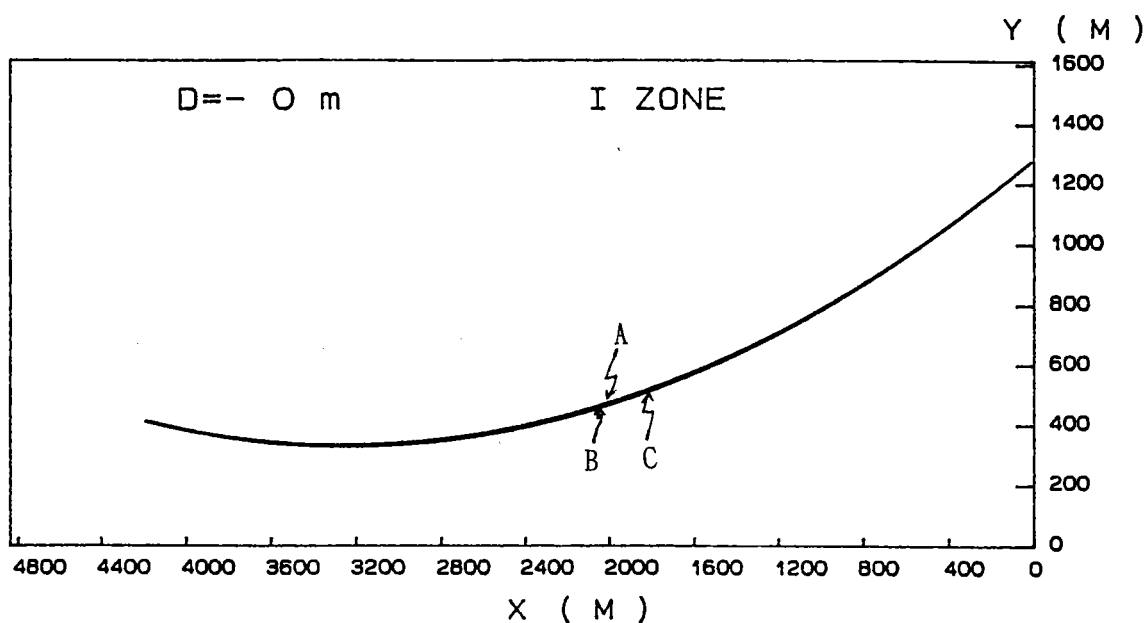


圖 3-14 第 I 區 $\pm 0\text{m}$ 等深線迴歸分析曲線

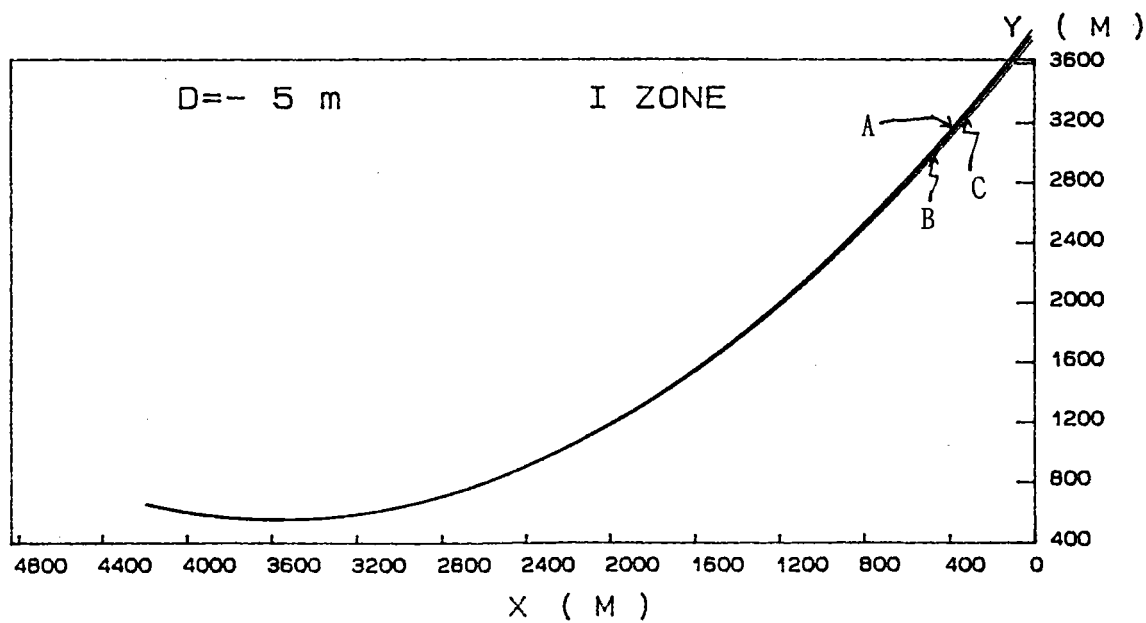


圖 3-15 第 I 區 -5m 等深線迴歸分析曲線

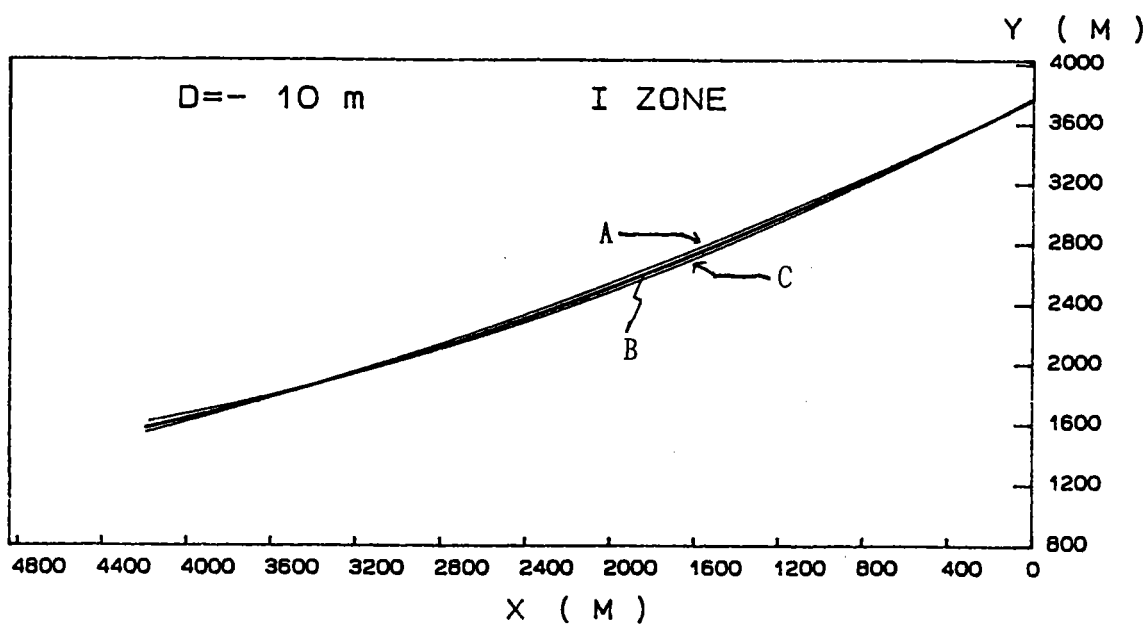


圖 3-16 第 I 區 -10m 等深線迴歸分析曲線

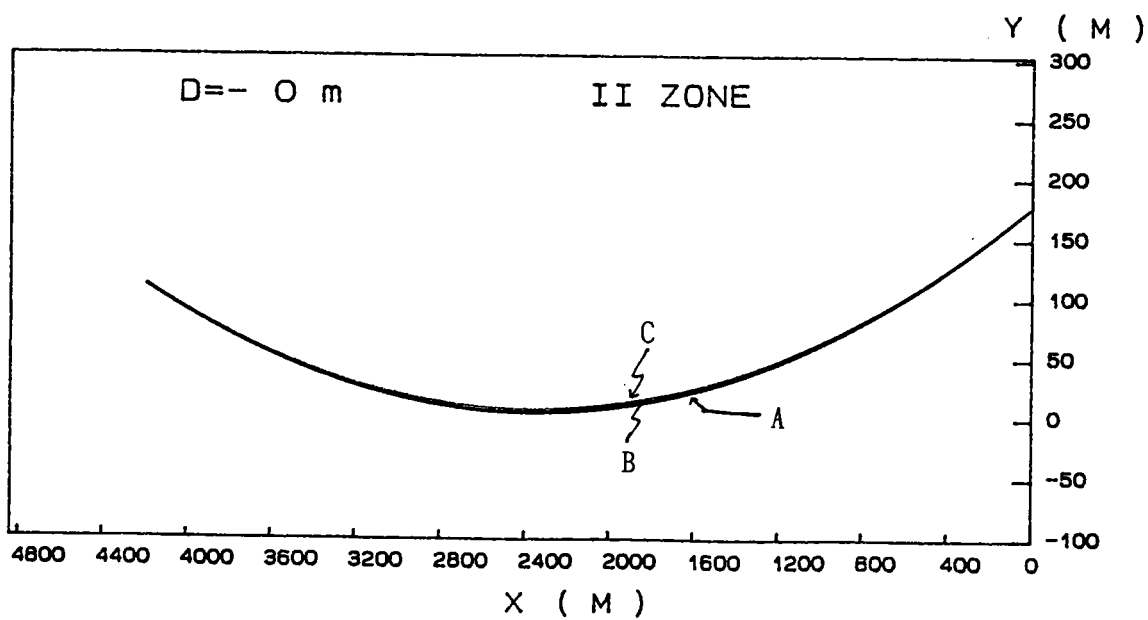


圖 3-17 第 II 區 $\pm 0m$ 等深線迴歸分析曲線

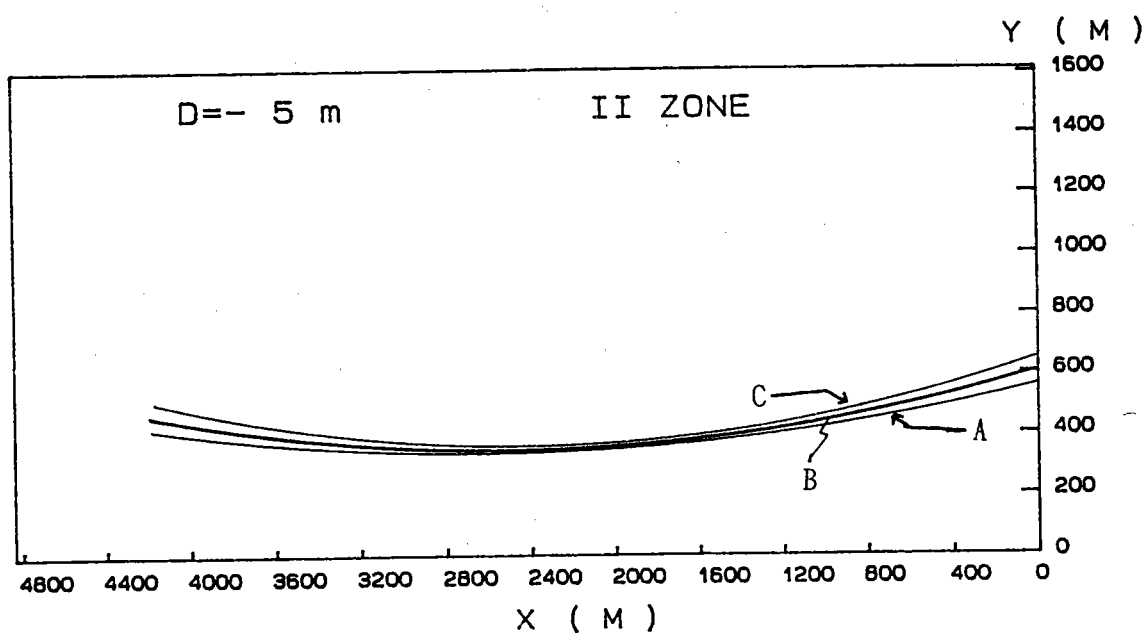


圖 3-18 第 II 區 -5m 等深線迴歸分析曲線

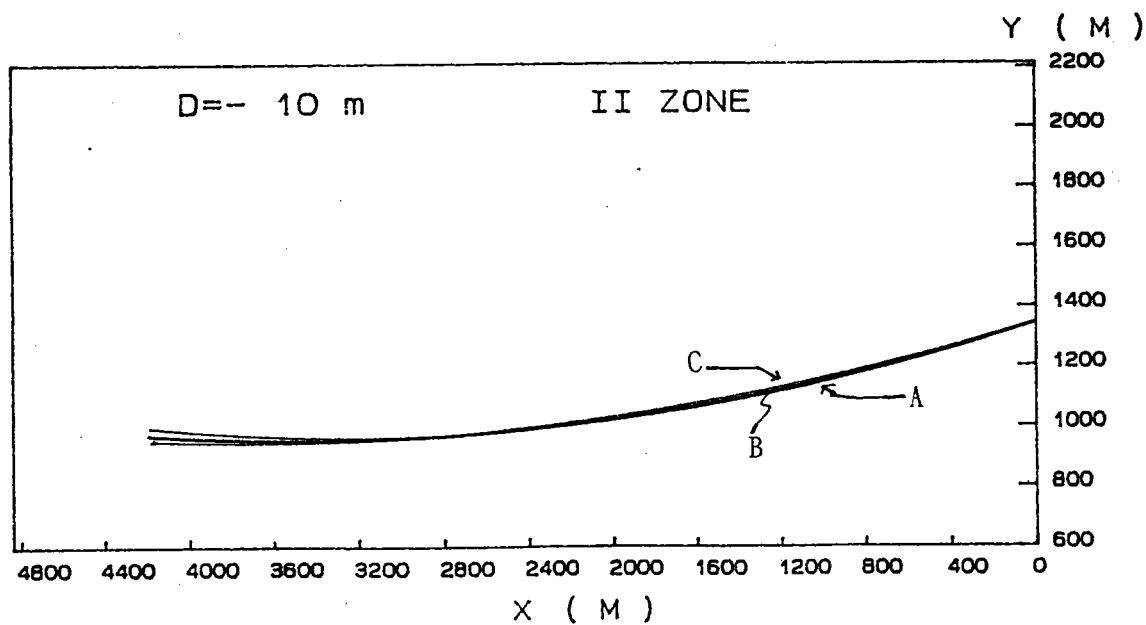


圖 3-19 第 II 區 -10m 等深線迴歸分析曲線

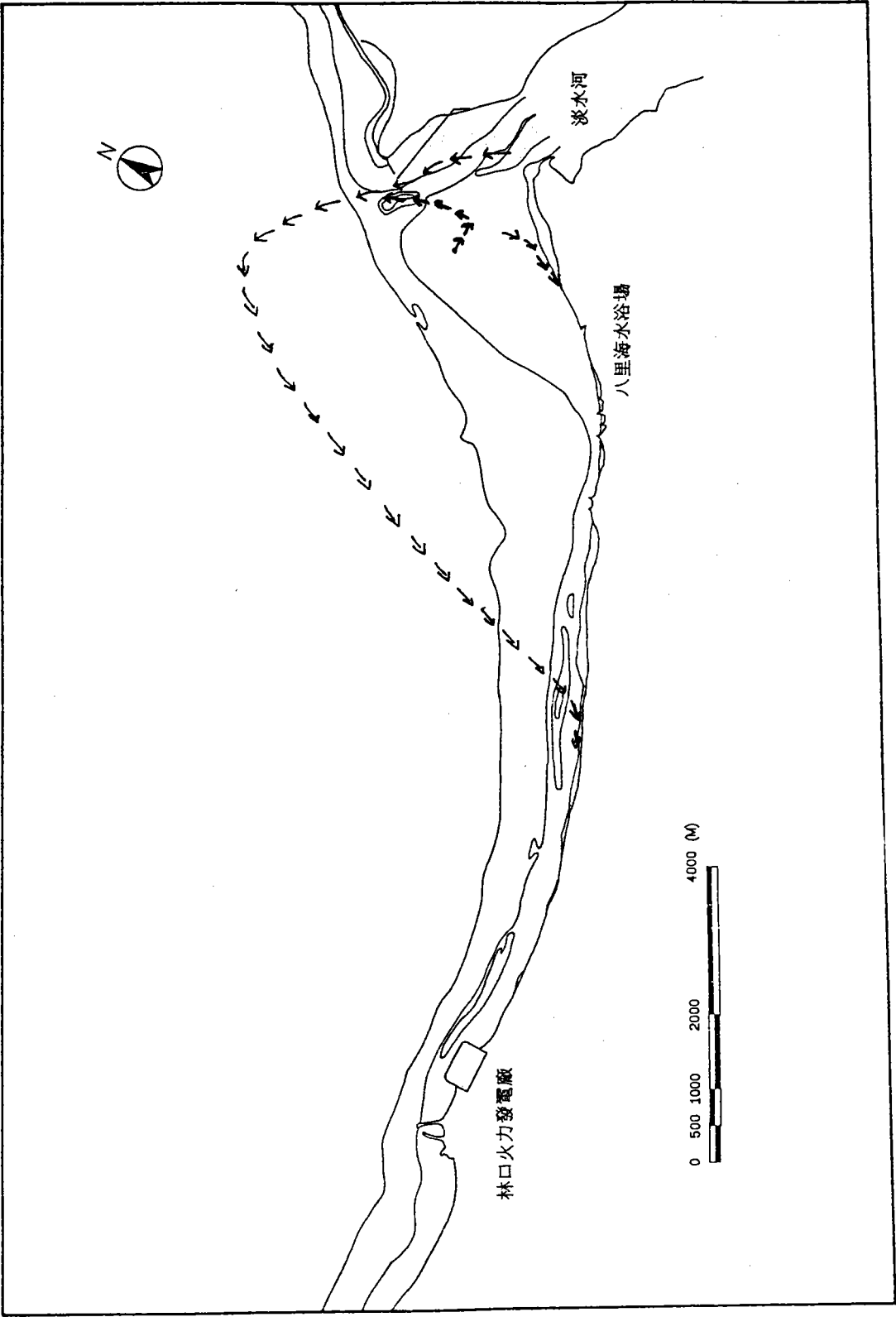


圖 3-21 浮球觀測流況示意圖

基隆港之再開發研究

陳 國 鑛

財團法人中華港埠技術顧問社

壹·前 言

近四十年來臺灣地區在政府成功之經濟建設政策引導，及全民辛勤努力工作下，經濟成就迭創紀錄，創造了世界性之國富。由於臺灣地區並無重要之生產資源，外匯來源端賴進出口之貿易為主，即其經濟命脈均仰賴對外貿易，其中以海運佔99.5%以上，故臺灣四十年來之經濟成長，各國國際港埠佔有十分重要之角色。

為應因經濟成長之需要，臺灣地區五大國際港歷年皆持續不斷進行各項改建、擴建，以紓解日益增加之貨物運輸需求壓力，但又受制於各港天然條件之因素，各港埠之擴建條件及增加之港埠能量，甚為有限。如基隆港其發展程度，幾至飽和；此外由國際海運發展趨向於專業化，大型化及深水化之趨勢，以提高運輸效率，降低運輸成本。因此如何因應日後持續增加之貨運量及專業化運輸之趨勢，將為一個重要課題。

基隆港為台灣地區北部國際港，在全球貨櫃港之中仍居重要地位，惟近年來營運量急劇成長，港埠能量有不足之趨勢。同時，基隆港受限制條件頗多，如天然條件、地理條件及營運管理制度等，急待突破。

在台灣地區航運面臨之問題就整個太平洋航線而言，東向大多為消費性產品，西向多為穀物、原料、廢料、總運量西向遠低於東向，形成不平衡現象，此外東北亞至東南亞航線亦然，北向多為原料如木材、橡膠、石油等，南向多為機械、工業成品，南向貨運量遠超過北向貨運量。

太平洋區之國際貨櫃已形成越太平洋航線及西太平洋南北縱貫航線，而美洲東西岸和遠東至歐洲的陸橋運輸正在發展，並與海運及彼此間產生競爭。世界十大貨櫃港中，多為亞洲太平洋港口。

國內外環境急遽變化，台灣地區經濟發展，面臨轉型期，由勞力密集轉為資本密集，因此造成勞力密集產業外移至鄰近開發中國家，包括東南亞地區及中國大陸。

台商投資大陸，1997年7月1日以後香港將成為大陸特別行政區域，未來在航運及經貿關係將產生變化，因此未來兩岸通航問題成為業界、學界討論之熱門問題，若一經通航台灣航運界將可拓展大陸海運市場，但也須面對大陸123家航運公司，逾1,750萬載重噸之船隊，對我近海航運之衝擊。

面對21世紀之港埠發展，國際化、資訊化、都市化為全球發展之趨勢，未來港埠之需求高質化與多元化，物流與產業活動，以及生活遊憩條件之調和，需要創造綜合性之港埠活動空間。另外為期朝向國際化不論國內、國際間之相互依存之提高，資訊化之路網乃為重要之手段。

促成港埠再開發之要因，內在方面由於港埠企業及環境整體之價值觀之變化，港埠設施機能之分離及整合不易。外在方面則以適應國際化，技術革新之需求，在運輸需求達致專業化、標準化、高速化、自動化。一般性需求則以資訊化、系統化、制度化為訴求。

港埠空間之特性及其利用乃為過去單一目的之追求，以致於發展複合，多元化，引起港埠再開發之動機，其直接目的與終極目的為促進海上貿易及運輸創造區域新興產業之誘因及生活空間之創造。

貳·基隆港現況分析說明

臺灣為典型之海島型地區，島內並無重要之資源生產，外匯來源端賴進出口之貿易為主，臺灣地區之經濟命脈均仰賴貿易之交易，而貿易行為則以海運佔多數，故臺灣四十年來之貿易成長，各國際港口佔有十分重要之角色。

基隆港為臺灣北部唯一之國際港，位於北緯 $25^{\circ} 09' 26.5''$ ，東經 $121^{\circ} 44' 22.5''$ ，即在富貴角與鼻頭角之間。港之東西南三面層巒環抱，北面設有防波堤，其長度為5,060公尺，而港口開口方向朝北北西，寬度274公尺，水深在-26公尺~-36公尺間。

基隆港水域面積共計約379公頃，其中內港區面積約98.5公頃，外港區面積約163公頃，正濱漁港區面積約22公頃，八尺門計畫區面積約95.5公頃，陸域面積243公頃。此外，環港船席長度共九千多公尺，碼頭共計58座，其中營運碼頭計40座，非營運碼頭（包括海關、軍方、港勤、起水碼頭等）計18座。

近年來隨著經濟快速成長，其貨物營運量亦呈現急速之成長，貨物吞吐量自民國69年之1,029.8萬公噸，增加至民國80年之2,699.3萬公噸，其中貨櫃吞吐量自民國69年65.96萬TEU（152.43萬公噸），增加至民國80年200.78萬TEU（1,391.8萬公噸），而貨物之裝卸仍以貨櫃貨佔本港貨物裝卸總量之83.1%為最高，其次為散裝雜貨約佔10.2%，而依據各項預測資料顯示，基隆港未來貨物進出口仍以貨櫃化貨物量為最大，且將呈持續之成長。

港口方面目前基隆港係以扇形劃定進出港分道水道，即以港口西方防波堤及西碎波堤連線為基點，進港水道以進港向一七〇度T定向，出港水道以出港向〇一二度T定向，如圖2-1所示。

由於基隆港係經核定為強制引水區，故基隆港配合引水作業其設立之引水人登輪區係以港口西防波堤燈杆方位三三六度T，距離1.5海浬為引水人登輪區中心點，即北緯 $25^{\circ} 11' 0''$ ，東經 $121^{\circ} 43' 59''$ 。

此外，以東防波堤頭燈杆及西防波堤頭燈桿連線之中心點為中心，半徑0.635海浬範圍之海域經核定為禁止錨泊區，嚴禁船舶拋錨及擦底拖帶

，另外如圖 2－1 所示之分道航道間之水域為避免影響船舶進出港之安全亦劃分為船舶禁止錨泊區。故基隆港之外海錨泊區除上述之禁錨區之規定外，並無其他明文規定之錨泊區位置。

基隆港東、西二岸現有碼頭共 58 座，其中營運碼頭共計 40 座，包括散貨碼頭 5 座、雜貨碼頭 16 座、油類碼頭 2 座、穀類碼頭 1 座、貨櫃碼頭 14 座、客貨碼頭 2 座。另有 18 座非營運碼頭，其中軍方使用 8 座、港勤碼頭 7 座、起水碼頭 2 座、海關使用 1 座。其碼頭位置如圖 2－2 所示，各項說明如表 2．1，表 2．2 所示。

表 2．1 碼頭設施一覽表

	座 數	長度(公尺)	泊船總噸(公噸)
總 計	58	9,816.77	697,000
營運碼頭	40	7,545.23	652,000
貨櫃碼頭	14	3,151.25	370,000
雜貨碼頭	16	2,686.68	161,000
穀類碼頭	1	180.00	20,000
油類碼頭	2	305.80	33,000
散裝碼頭	5	817.00	38,000
客貨運碼頭	2	404.50	30,000
非營運碼頭	18	2,271.54	45,700
海關使用	1	149.10	5,000
軍方使用	8	1,145.24	31,800
港勤碼頭	7	804.20	7,900
起水碼頭	2	173.00	1,000

資料來源：基隆港務局統計要覽。

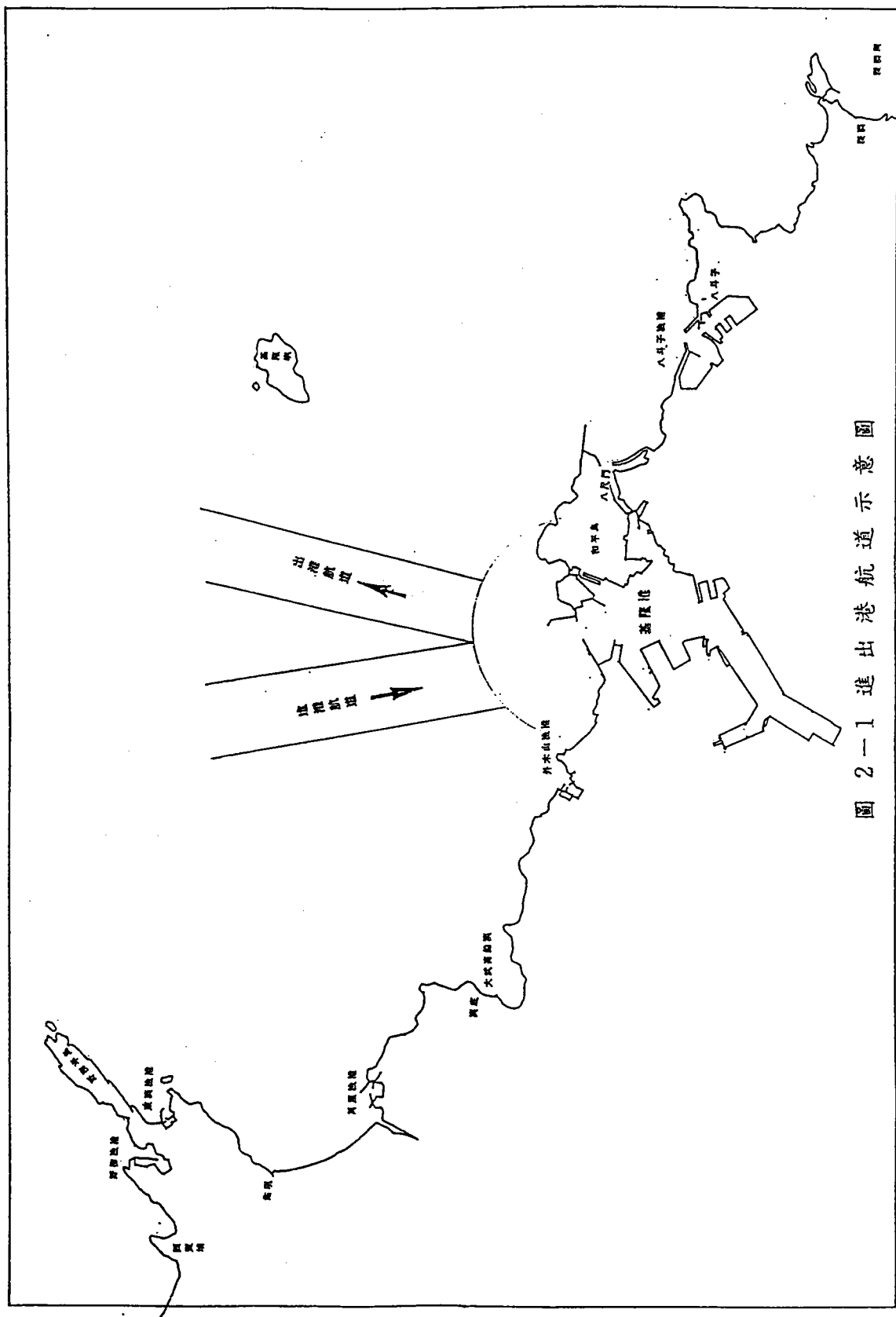


圖 2-1 進出港航道示意圖

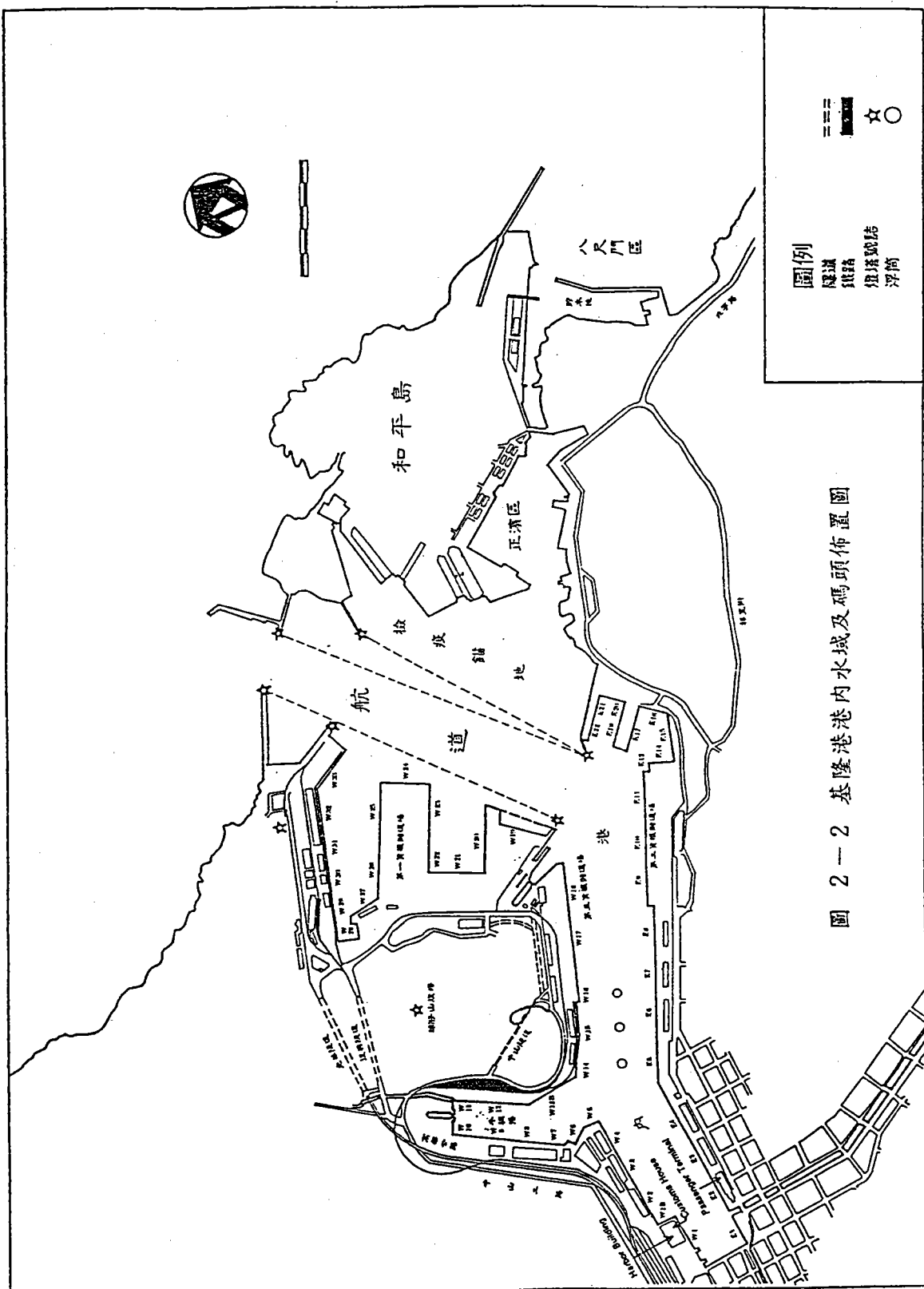


表 2 · 1 碼頭設施一覽表

	座 數	長度(公尺)	泊船總噸(公噸)
總 計	58	9,816.77	697,000
營運碼頭	40	7,545.23	652,000
貨櫃碼頭	14	3,151.25	370,000
雜貨碼頭	16	2,686.68	161,000
穀類碼頭	1	180.00	20,000
油類碼頭	2	305.80	33,000
散裝碼頭	5	817.00	38,000
客貨運碼頭	2	404.50	30,000
非營運碼頭	18	2,271.54	45,700
海關使用	1	149.10	5,000
軍方使用	8	1,145.24	31,800
港勤碼頭	7	804.20	7,900
起水碼頭	2	173.00	1,000

資料來源：基隆港務局統計要覽。

續表 2·2 基隆港營運船席現況 (一)

碼頭編號 Berths	長 度 Length (M)	水 深 Water Depth (M)	用 途 Uses	備 註 Remarks
W 29	178.00	4.5-6.5	貨運碼頭 (雜貨)	
W 30	180.00	10.5	穀類碼頭	
W 31	165.00	10.5	貨運碼頭 (雜貨)	
W 32	165.00	11	貨運碼頭 (雜貨)	
W 33	210.00	11.5	油類碼頭	
W 33 B	95.80	6.5	油類碼頭	
E 2	200.00	9	客貨運碼頭 (雜貨)	
E 3	170.00	9	貨運碼頭 (雜貨)	
E 4	306.30	9	貨運碼頭 (雜貨)	
E 6	180.00	9	貨運碼頭 (雜貨)	
E 7	178.00	9	貨運碼頭 (雜貨)	
E 8	240.00	9	貨運碼頭 (雜貨)	原計畫78年~80年改建為貨 櫃碼頭
E 9	220.00	12	貨櫃碼頭	
E 10	200.00	12	貨櫃碼頭	
E 11	200.00	12	貨櫃碼頭	
E 12	50.00	5	港勤碼頭	預定83年~85年改建為貨櫃 碼頭
E 19	220.00	9	貨運碼頭 (散裝)	
E 20	120.00	6	貨運碼頭 (散裝)	(國內航線)
E 21	113.00	9	木材碼頭 (散裝)	
E 22	113.00	9	木材碼頭 (散裝)	

資料來源：基隆港統計要覽。

續表 2·2 基隆港營運船席現況 (二)

碼頭編號 Berths	長度 Length (M)	水深 Water Depth (M)	用途 Uses	備註 Remarks
W 29	178.00	4.5-6.5	貨運碼頭 (雜貨)	
W 30	180.00	10.5	穀類碼頭	
W 31	165.00	10.5	貨運碼頭 (雜貨)	
W 32	165.00	11	貨運碼頭 (雜貨)	
W 33	210.00	11.5	油類碼頭	
W 33 B	95.80	6.5	油類碼頭	
E 2	200.00	9	客貨運碼頭 (雜貨)	
E 3	170.00	9	貨運碼頭 (雜貨)	
E 4	306.30	9	貨運碼頭 (雜貨)	
E 6	180.00	9	貨運碼頭 (雜貨)	
E 7	178.00	9	貨運碼頭 (雜貨)	
E 8	240.00	9	貨運碼頭 (雜貨)	原計畫78年~80年改建為貨櫃碼頭
E 9	220.00	12	貨櫃碼頭	
E 10	200.00	12	貨櫃碼頭	
E 11	200.00	12	貨櫃碼頭	
E 12	50.00	5	港勤碼頭	預定83年~85年改建為貨櫃碼頭
E 19	220.00	9	貨運碼頭 (散裝)	
E 20	120.00	6	貨運碼頭 (散裝)	(國內航線)
E 21	113.00	9	木材碼頭 (散裝)	
E 22	113.00	9	木材碼頭 (散裝)	

資料來源：基隆港統計要覽。

基隆港受先天地理條件限制，港域面積狹小，發展較為困難，原為傳統性散、雜貨港埠，但因位居北部重要地位及因應貨櫃化貨物量成長趨勢，遂積極改建散雜貨碼頭為貨櫃碼頭。

為因應貨櫃船增加及大型化之趨勢，繼續將散雜貨碼頭改建為貨櫃碼頭工程(79年~86年)：西16、17、東8、9、12號碼頭改建為貨櫃碼頭，及西18、19、20、東10號貨櫃碼頭延伸等工程，以供中小型貨櫃船及270公尺以上之新型貨櫃船靠泊作業，並計畫於修造工廠遷建正濱漁港後(79~84年)，將原址建為貨櫃場，使西16~19號碼頭連成一完整之貨櫃中心。另新闢東西岸內陸聯外道路，現已規劃完成，業已於79年正式施工，預定83年完成雙向雙車道通車，86年完成雙向四車道通車。如表2.3所示。

表 2.3 基隆港現有建設計畫

單位：新臺幣億元

計 畫 名 稱		計 畫 內 容	計 畫 經 費
			80~90年
基 隆 港	1. 港區西岸及東岸聯外道路工程	聯外道路新建	86
	2. 正濱漁港區改建工程	新建工程	8
	3. 貨櫃港整建與新建	增建船席	22

資料來源：基隆港務局。

依上述改建計畫，至民國86年，西岸將有11座貨櫃碼頭、11座雜貨碼頭、4座散貨碼頭，而東岸將有5座貨櫃碼頭、5座雜貨碼頭及4座散貨碼頭。

由於市區道路本身面積狹小，發展空間不足，若現有市區道路再供作港區內陸運輸需求之用，不但增加現有市區交通之擁擠程度，且降低應有之服務水準，更無法達到整體運輸流暢之目的，因此乃另闢港區東、西岸聯外道路與中山高速公路、北二高、萬瑞線等外圍道路連接，形成一高效率道路路網，達到貨物流暢目的。

基隆港港埠作業資訊系統方面

一、作業資訊化現況

(一)第一階段 (65.7~74.6) — 基隆港獨立完成

1.營運方面

(1)船舶進港及裝卸作業前 (準備)之：

港灣委託、棧埠委託共兩項。

(2)船舶進港及裝卸作業，共分：

①港灣作業

②裝卸作業

③進口倉儲

④出口倉儲

⑤貨櫃作業

⑥穀倉倉儲

(3)船舶裝卸作業完成及出港後之項目，計有下列五項：

①棧埠統計

②裝卸系統

③客戶帳管理

④對內分配

⑤碼頭工人工資發放及所得稅扣繳

2.行政作業

(1)員工薪資發放

(2)財產管理

(3)料帳管理

3. 成 果

本階段在 IBM主機以英文系統作業，各作業項目均為獨立作業。在目前來說，自船舶進港前至出港後各項營運作業事前、中、後之靜態資料均以電腦處理，產製相關計費料單，核付工資及統計報表。如此可縮短，結帳時間，及便利航商。

(二)第二階段(74.7~迄今) — 各港協力開發及整體規劃

1. 75年度配合交通處港埠資訊整體規劃專案小組之成立，以IBM 業務系統規劃(Business Systems Planning, BSP) 方法確定資訊系統架構(如圖2-3)及開發優先次序，作為發展資訊化作業之藍圖。

2. 在上述藍圖及交通處專案「一港開發，四港共用」之推廣理念下，基隆港與各港協力開發之作業如下：

(1)建置完成及執行之系統計有：

- ①會計處理系統(基港局開發)
- ②物料管理系統(基港局開發)
- ③船舶預報系統(中港局開發)
- ④船員管理系統(交通部開發，且與四港連線作業)
- ⑤文書處理系統(基港局開發，花港局引用)
- ⑥出勤管理系統(基港局開發)
- ⑦薪資作業系統(基港局開發)
- ⑧港棧作業重新整合開發(基港局開發)
 - 船舶進出港簽證
 - 委託倉儲計費

(三)到港船舶等候進港靠泊時間統計分析

基隆港歷年到港船舶等候進港靠泊時間統計分析如表2.4所示；由表中統計資料可知基隆港每年進港貨櫃船艘次有增加之趨勢，但因受限於軟硬體設施改善緩慢，故貨櫃船等候進港靠泊

時間亦隨著增加，80年等候時間為8.5hr/艘，81年已達14.8hr/艘，增幅高達74.1%。近年來雜貨船到港艘次增加趨勢不大，但到港船舶等候進港靠泊時間卻仍然增加，80年等候時間為20.0hr/艘，81年已達22.4hr/艘，增幅為12%。顯示基隆港目前無法提供航商一般水準之服務，故碼頭數目及裝卸效率應增加或提高，現有營運管理流程應加以檢討改善，以減少船隻等候進港時間和在港時間。

表 2·4 基隆港務局到港船舶等候進港靠泊時間統計表

年	貨 櫃 船				雜 貨 船			
	到港艘次	增加率	等候時間	增加率	到港艘次	增加率	等候時間	增加率
77	3,970	—	6.0 hr/艘	—	3,254	—	13.0 hr/艘	—
78	4,078	2.72%	6.6 hr/艘	10.00 %	3,545	8.89 %	15.2 hr/艘	16.92 %
79	4,331	6.2%	6.8 hr/艘	3.03 %	3,282	-7.42 %	19.2 hr/艘	26.32 %
80	4,379	1.11%	8.5 hr/艘	25.00 %	3,128	-4.69 %	20.0 hr/艘	4.17 %
81	4,732	8.06%	14.8 hr/艘	74.12 %	3,163	1.12 %	22.4 hr/艘	12.00 %

資料來源：基隆港務局。

79年船席區作業量最高者為E6~E9(3,273,920噸，其次為E3、E4(2,510,072噸)，W4(1,724,046噸)，E2(1,464,349噸)，最低為W15(370,859噸)以船席裝卸量分析，最高為W4(10,323.6噸/公尺/年)其次為E2(7,323.7噸/公尺/年)，W7~W8 (5,392.7噸/公尺/年)，E3 ~ E4(5,269.9噸/公尺/年)最低為W12B ~ W14(1,928.9噸/公尺/年)。

若將79與80年比較，則發現80年之船席作業量 (81,748,408噸) 比79年增加6,662,329噸，而船席裝卸量80年為11,405噸/公尺/年，比79年增加 929.5噸/公尺/年。

分析W4、E4船席裝卸量較高之原因，係其均為快速碼頭，船舶作業效率高，港務局對申請快速船席船舶限定作業時間，但予以優先靠泊權，故船席作業效率，港務管理者可藉由鼓勵或處罰

之辦法予以提升，W15 敬陪末位，主要係其船席長度不足、吃水淺，造成無法靠泊大型船舶，利用率低之故。

生 產 力

一、貨櫃船席

由表 2.5 ~ 表 2.6 所示 80 年貨櫃輪，停靠碼頭期間每小時之裝卸量 (BPI) 平均約為 21.34 個/小時，自開工裝卸至裝卸完工期間每小時之裝卸量 (CPI) 約為每小時 16.36 個/小時，若扣除橋式機等待時間，則為 21.66 個/小時；79 年則分別為 16.55 個/小時，21.83 個/小時，比較上 80 年除了 BPI 值較 79 年高外，主裝卸效率 (CPI) 及淨裝卸效率，均比 79 年低，值得注意。

若以各貨櫃場或船席分析，80 年之 BPI 值，以第二貨櫃最高 (29.85 個/小時)，其次為第一貨櫃場 (19.91 個/小時)，最末為第三貨櫃場 (17.37 個/小時)，與各貨櫃場均分別比 79 年之 BPI 值提高 (24.55 個/小時，15.91 個/小時，14.59 個/小時)。

CPI 值仍以第二貨櫃場最高 (16.81 個/小時)，其次為第一貨櫃場 (16.58 個/小時)，最後是第三貨櫃 (14.49 個/小時)，若與 79 年比較，除第一貨櫃場略增外，第二及第三貨櫃場均降低，然差異不大，分別為 (16.40 個/小時，16.82 個/小時，14.68 個/小時)，若以個別船席來看，80 年 CPI 值以 W22 最高 (17.33 個/小時)，其次為 W23 (17.30 個/小時)、E10 (17.27 個/小時、E11 (17.04 個/小時) 最低為 W18 (13.49 個/小時)，而 79 年各船席之 CPI 值最高為 W23 (18.39 個/小時)，其次為 W22 (17.14 個/小時)、E11 (16.94 個/小時)、E10 (16.69 個/小時)，最低為 W18 (13.17 個/小時)。平均而言，80 年 (16.36 個/小時)，略較 79 年 (16.39 個/小時) 降低 0.03 個/小時。

生產力之高低與現場管理方式，機具維修保養與船公司選用船席習慣及其公司作業效率有關，其中船方延誤及機具調度

佔極重要因素，值得深入分析。

二、客、散、雜、油、穀類船席

因資料蒐集困難，本研究在此僅做 BPI之探討，在各船席中，船席時間每小時裝卸噸量，80年中最高者為W4(322.36 噸／小時)，其次為E2 (301.0 噸／小時)、E3、E4 (221 噸／小時)，最低者為E19~E22(24.84 噸／小時)，79年最高者為 W4 (266.67噸／小時)，其次為 E2 (247.22 噸／小時)，E3、E4 (188.34噸／小時)，最低為E19~E22 (29.47 噸／小時)。

船席使用率

從表 2 . 7 可知，80 年基隆港各船席區使用率，最高為 E19~E22(107.7%)，其次為W2 (79.8%)，W3、E3~E4及E6~E8均為76.4% ，最低為第二貨櫃場。

表 2·6 基隆港務局79、80年各橋式機裝卸效率分析表

單位：個(TEU)/小時

年 份			79 年		80 年	
裝卸指標 船席區			CPI	淨裝卸 效 率	CPI	淨裝卸 效 率
第一 貨 櫃 場	W20	201 203	16.69 (24.98)	21.20 (31.74)	16.98 (25.55)	20.95 (31.53)
	W21	212	14.29 (19.77)	21.09 (29.17)	15.72 (22.28)	21.05 (29.84)
	W22	221	17.14 (26.90)	21.40 (33.58)	17.33 (26.09)	21.33 (32.11)
	W23	231 232	18.39 (31.35)	22.65 (38.61)	17.30 (27.94)	21.68 (35.02)
	W24	241 242	16.60 (21.84)	21.90 (28.94)	16.46 (21.70)	21.60 (28.47)
	W25	251	15.71 (23.41)	20.63 (30.73)	15.84 (22.81)	21.20 (30.64)
	W26	261 263	16.01 (24.40)	21.25 (32.38)	16.43 (24.71)	21.11 (31.75)
第二 貨 櫃 場	E9	901	-	-	16.13 (24.26)	22.20 (33.40)
	E10	101 102	16.69 (25.37)	22.69 (34.47)	17.27 (26.44)	23.01 (35.22)
	E11	111 113	16.94 (25.99)	22.79 (34.97)	17.04 (25.81)	22.92 (34.72)
第三 貨 櫃 場	W18	181 182	13.17 (20.18)	20.00 (30.64)	13.49 (19.42)	20.54 (29.56)
	W17	171	15.27 (23.04)	21.42 (32.33)	15.05 (21.94)	20.93 (30.50)
	W16	161 162	15.60 (21.92)	21.39 (30.06)	14.94 (20.26)	21.41 (29.03)
合 計			16.39 (24.88)	21.83 (33.14)	16.36 (24.26)	21.66 (32.12)

- 註：1. 資料來源：基隆港務局資訊室。
 2. 裝卸效率計算，不包括自備吊桿等其他類型機具之個數。
 3. () 內為以 TEU數計算。
 4. CPI：裝卸量／各船席區橋式機使用小時數總和。
 5. 淨裝卸效率為各橋式機實際作業時間。

表 2・7 基隆港貨櫃船席區船席使用率統計表 (不含其他類型船舶)

	79年	80年		79年	80年
第一貨櫃場	71.2 (60.1)	63.4 (57.5)	W16,W17,W18	81.7 (46.7)	56.5 (55.4)
			E19	90.6 (67.6)	81.3 (62.2)
第二貨櫃場	55.6 (50.8)	54.7 (48.4)	W20	79.1 (73.8)	81.2 (77.2)
第三貨櫃場	81.7 (46.7)	56.5 (55.4)	W21	88.0 (81.3)	75.7 (69.4)
			W22,W23	51.6 (41.0)	41.3 (38.3)
優先船席	68.7 (60.8)	65.2 (59.1)	W24	80.5 (65.2)	79.1 (73.6)
非優先船席	69.2 (45.5)	51.2 (48.2)	W25,W26	66.8 (59.4)	62.6 (53.0)
			E9,E10,E11	55.6 (50.8)	54.7 (48.8)

註：1.()內為不包括其他類型船舶之船席使用率。

2.船席使用率=船席時間/365×24。

參·基隆港未來運量需求

基隆港未來運量預測之流程考量人口預測、經濟變數預測及歷年各類貨物進出口量，建立各類貨物的迴歸模式，以預測未來之進出口量。如迴歸模式經檢定不符使用，則以模擬方式進行預測。得到台灣地區各類貨物進出口總量後，由各類貨物使用碼頭及其貨櫃化比率，得到穀類、散貨、雜貨及貨櫃貨之運量預測；再以基隆港之分配係數求得該港之預測運量。其中貨櫃貨再依基隆港貨櫃特性，由重量噸轉化成櫃數及TEU數，預測結果如圖3-1、圖3-2所示，其95%信賴度高、中、低預測值如圖3-3所示。基隆港目前貨櫃裝卸量約每年2百萬TEU，預測目標年(民國110年)之貨櫃運輸需求為5.5~7.1百萬 TEU。

過去一般港埠能量分析，是由船舶等待成本與船席閒置成本進行分析，以二者之平衡點求得最適船席數。然由於船隻新、舊及造價有別，不易得到具代表性之數值。而船隻等待時間的損失又可以增加下個航程之速率來彌補，故造成分析結果的不準確。故本研究運能分析部份採用電腦模擬方式，先按進港船隻、船席數及裝卸效率....等資料，建立基隆港現況之模擬程式，模擬船隻到港、靠泊、裝卸及離港的過程，再進而推展為各改善方案之模擬，經由模擬、統計各不同狀況下裝卸能量的績效指標，一般當設施條件相同時，能量愈高績效愈差。然後以一可接受之績效水準定出其港埠能量。在本研究中貨櫃船席之績效水準暫定為每百櫃裝卸耗時四小時，平均每船等待時間約為一小時，(此為一般國際上貨櫃船席之服務水準)。

為因應基隆港運量需求的成長，除需增加船席外，並得提高裝卸績效。故以28 TEU/小時為橋式起重機能量，此數值約為現況淨效率與毛效率之平均值，進行不同船席數與起重機配置之模擬，求得各狀況下之基隆港運能。再比照運量預測即得未來各年基隆港所需貨櫃船席數。

基隆港目前有14座貨櫃船席(W16~W26、E9~E11)，若不做大幅改建，至多再增加6座貨櫃船席(W15、E5~E8及E12，E5目前為軍用碼頭)，依模擬結果20座船席之裝卸能量約為每年5百萬TEU，其他船席則得由向外擴建或另闢新港而得。依預測民國105年之運量需求為5.3百萬TEU，故在此之前必需要展開增建船席之工程。如另建新港以分擔超出5百萬TEU

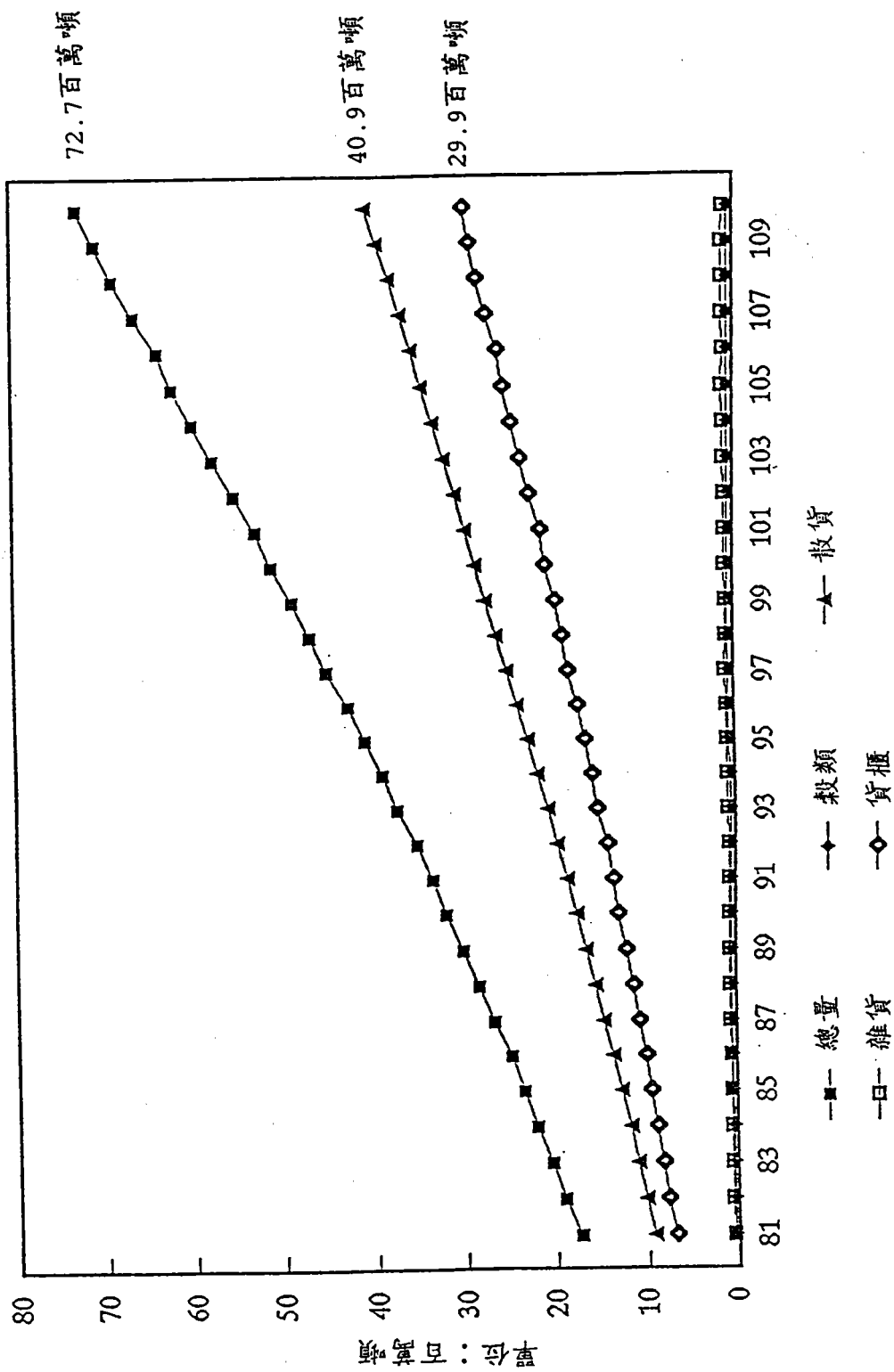


圖 3-1 基隆港進港貨物量預測

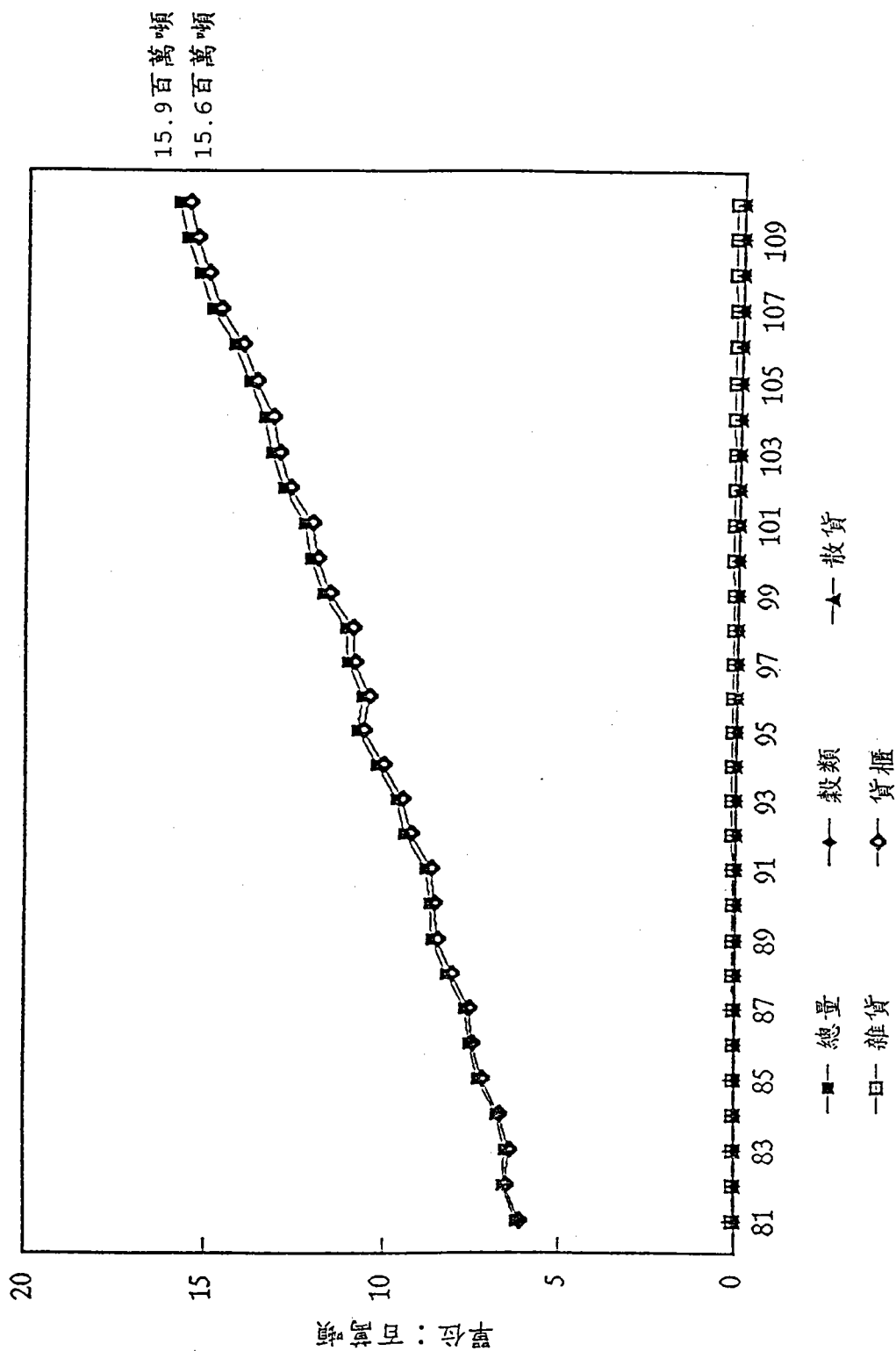


圖 3—2 基隆港出港貨物量預測

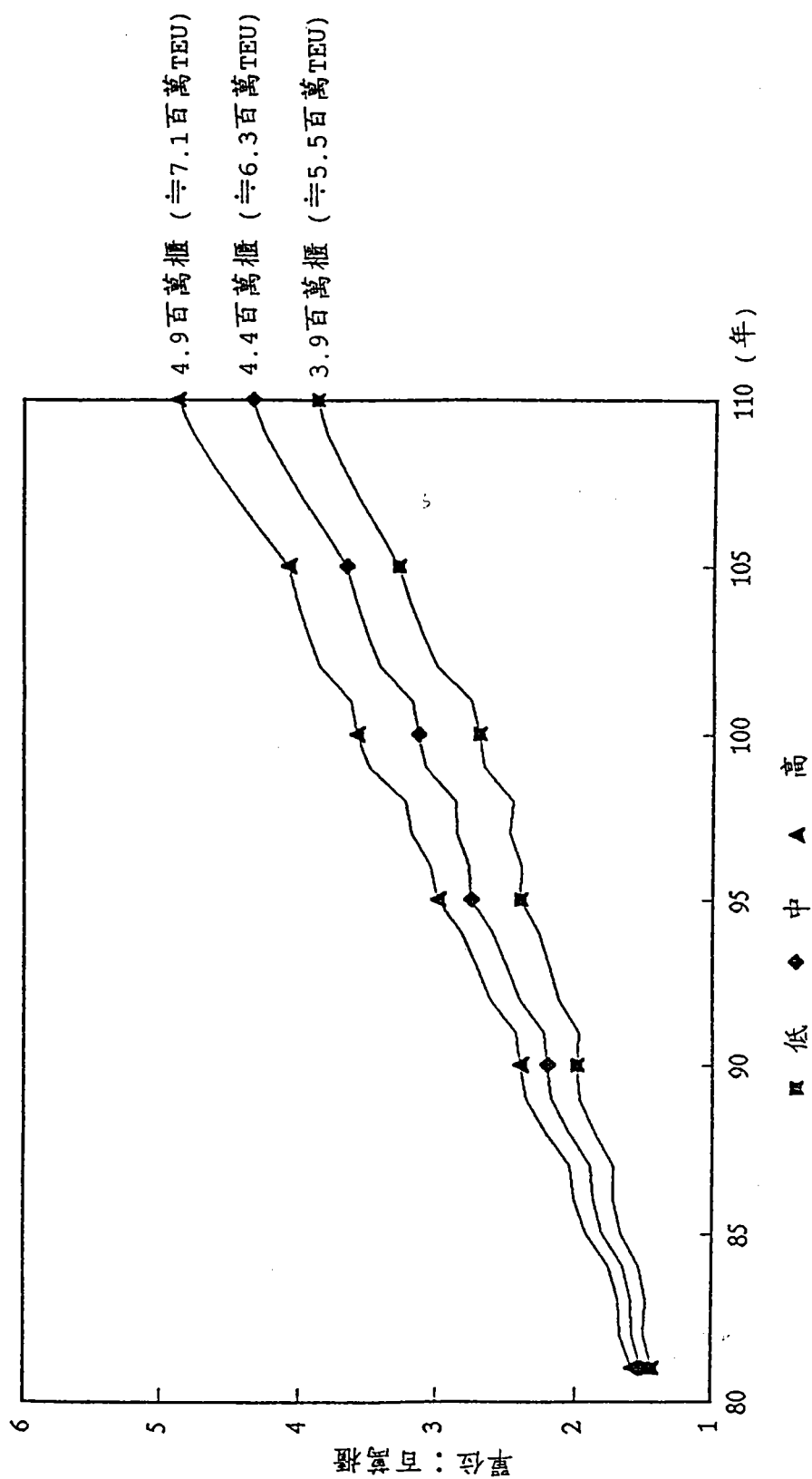


圖 3—3 基隆港進出口貨櫃總量預測 (95%信賴度)

之運量需求，電腦模擬結果為民國105年該新港需2座船席，110年需6座船席。

若基隆港內之改善無法在民國105年之前達到每年五百萬TEU之運能，則不論採向外擴建或闢建新港以獲得新船席之時程都得提前。

肆·基隆港之再開發

基隆港為百年老港，在其發展過程中均有階段性因應海運發展之變革，並不斷求新求變，在全球貨櫃中始終確保重要地位，亦對我國經濟發展貢獻至鉅。我國經濟已在轉型中，在轉型之過程適逢世紀交替及世界景氣空前低迷之時期，然經濟成長仍保持6%左右之水準，在國際上扮演重要角色。

港埠發展在此轉型期，面臨鉅大之革新，諸如國際化、自由化、企業化、民營化等，面臨之挑戰甚為空前亦不為過。港埠機能之需求從單一之貨物裝卸作業以致於港埠產業相關行業之連帶活動，要求高質化及多元化。港區利用從行政法定之區域，要求創立港埠社區活動之空間利用，更以資訊系統之發展，港埠間已無遠弗居，天涯若比鄰，將不是形容詞。

為期新世紀之來臨，基隆港之開發可區分為：一．港埠機能與都會機能相輔相成之區域，二．港埠管理及業務中樞及國際交流活動空間之區域，三．為港埠機能及物流系統區域。

在整體規劃階段，建議以綜合性之港埠空間之創造，肆應已面臨之國際化、資訊化、都市化，並能滿足高質化、多元之需求，從新配置規劃。以長期觀點，正濱漁港區、海軍碼頭區收回納入正常化使用，小型船渠區可填土造陸，可獲約30公頃，但同時須改進港口設施，適度擴建外港，以期在冬季獲得港內較佳之靜穩度，該區並發展為Teleport之基地在空間利用上作妥善之規劃。

綜合言之，基隆港之再開發之目標為：

- 綜合性之物流基地之整建
- 港埠國際化資訊系統之確立
- 建立港埠業務中樞系統
- 交通運輸路網之強化
- 航道、泊地系統之整建
- 建立港埠文化及生活空間
- 港埠防災機能之強化
- 廢棄物處理設施之整建
- 既有制度擴充，再開發制度之確立
- 建立海洋遊憩空間
- 交通網與都市間之整合
- 港埠間之資訊網路及 E D I 之建立

伍·結語

由於經濟型態之轉變，產業結構將隨之巨大之變化，物流之需求必然從量之擴大，運輸條件要求低廉、快速、可靠、機動等之特性。面對全方位國際化，必與先進港埠同步前進，資訊系統與高質多元之產業空間之需求，以及港埠機能多元化將是未來港埠再開發之課題。

淡水國內商港規劃之回顧及展望

許硯蓀

中華顧問工程司副總工程師兼港灣部經理

一、引言

商港規劃係一長期持續性之計畫，須隨經濟發展或特殊需求而作階段性之修正，始符合時代需求。淡水港現行港區業已在民國49年核定，其範圍為：以淡水鎮油車里白光燈塔為中心，半徑2哩向外海劃一圓弧內之水面及自該燈塔起向上游約1.5哩鄧公里山頂紅光燈塔（紅色導燈）與對岸八里鄉渡船頭與米倉村交界處半稠坑小溪公路橋上橫過河面引一直線上一段河面暨現有及預定之港灣設備所在及陸上地區為港區（詳圖一所示）。惟迄71年3月27日方奉交通部核定為國內商港。

七十二年間台灣省議會作成決議，請基隆港務局在北部海岸選擇適當地點規劃發展拆船工業。基此，乃有依商港法擬將淡水港闢為拆船工業區之議，並於75年中提出「淡水港國內商港區域規劃綱要」，惟受時境變遷並未實施；近年由於北部砂石需求日殷，但河川砂石資源短缺、陸上砂石又開採困難，而東部河川砂石質優量豐，倘能以東部河川資源挹注北部地區，不僅可以穩定砂石材料之供應，亦可促進東部地區之繁榮，因而遂有在淡水河口附近闢建碼頭供卸載東部砂石之議，並於79年間由基隆港務局委託完成「淡水國內商港砂石碼頭規劃報告」，經送行政院核定後，正建港施工中。

本文係在探討歷次之規劃及由於建於淡水河口而受制於漂沙活動之影響，並對將來之發展提出看法及建議，俾供遠期規劃之參酌。

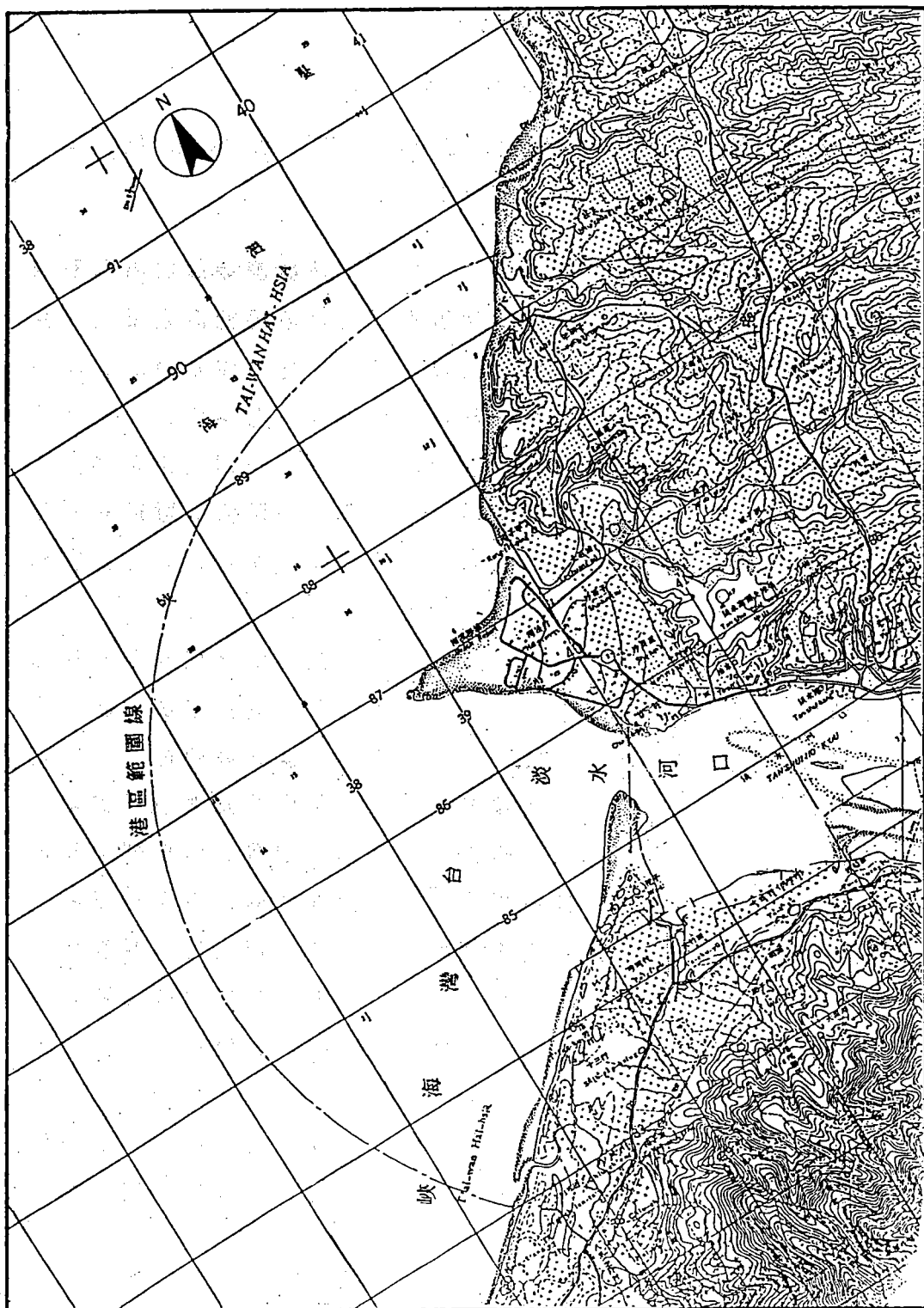


圖 1 淡水港原核定港區範圍圖

二、港址選定沿革

(一) 港址說明

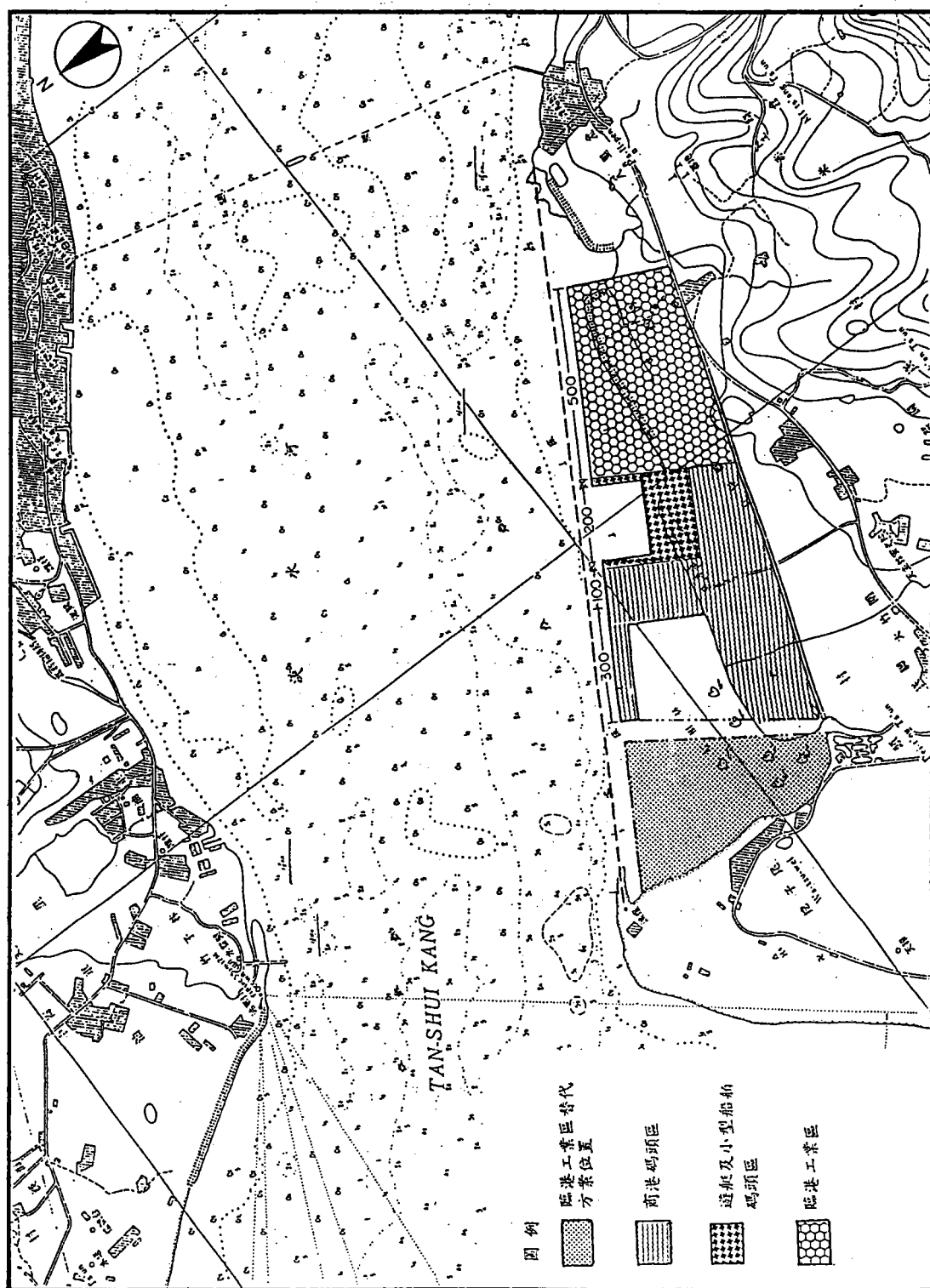
民國72年間淡水港規劃初期，其目標係以設置拆船工業為主，鎖定拆船碼頭水深與3000噸級客貨碼頭相當（最低潮位以下6公尺），供三萬噸級解體船仍可候潮進出；另由於淡水港鄰近台北都會區，每逢假日湧入大量遊客進行海洋遊憩活動，故規劃時亦將遊艇碼頭列入考量。

基此目標原規劃港址有二，一為位於八里鄉挖子尾至八里坌渡船頭之間，其規劃如圖二所示，設有5000噸級散貨輪碼頭二席，全長300公尺；3000噸級客貨輪碼頭一席，長100公尺；遊艇與小型船舶碼頭區，長200公尺，縱深125公尺；以及臨港拆船工業區，佔地約14公頃，配置拆船碼頭長度不超過500公尺。

另一港址為配合八里污水處理廠及海洋放流計畫，其範圍為北距河口約1000公尺處之頂罟村南至原核定港區範圍之南限；陸域部份則涵蓋省道台15號公路以西之濱海地，其規劃如圖三所示，港口朝西，航道寬150公尺，迴船池徑400公尺，航道水深-7公尺。為遮蔽東北風浪，初期擬構築1650公尺北防波堤及200公尺碎波堤，遠期再延長北防波堤600公尺，並構造1000公尺之南防波堤。港池內先設有5000噸級散貨碼頭二席，長300公尺，3000噸級客貨碼頭二席長200公尺及1.5公頃之船渠供遊艇碼頭使用，將來再轉為港勤使用；遠期則設有萬噸級散貨輪碼頭300公尺，5000噸級散貨碼頭四席長600公尺，3000噸級客貨碼頭二席長200公尺，及配置380公尺長之碼頭供遊艇及警戒快艇使用，並設寬650公尺，縱深約500公尺之拆船工業區。

(二) 港址選定

二者因港址不同規模亦異，優劣亦有別，相關比較如表一所示：



圖二 淡水國內商港區域規劃綱要河口內規劃方案

表 一 淡水國內商港區域規劃綱要方案比較表

案 別 比較項目	河 口 內 案	濱 海 案
淡水河洩洪	初步研究應無影響，但須進一步以水工或數值模試評加驗證	無 影 響
生態保育	如臨港工業區放置於挖子尾地區，則紅樹林生長區將遭破壞	與淡水河口一般保護區部份重疊
土地取得	須拆遷少數作業棚及私有建物	容 易
工程造價	較 低	須構築外廓防波堤工程費較高
浚挖維護	須不時浚挖維護，費用高	費用較低
都市計畫	八里鄉部份須配合修正	八里鄉部份須配合修正
聯外交通	良 好	須部份新闢
污染防治	須嚴格控制，拆船碼頭並須採用封閉乾塢型碼頭	影響較小，但仍應作適當防治

位於淡水河口之港址為一極敏感地區，任何建物均將或多或少對台北都會區產生衝擊，有甚多計畫及法規已奉核定並已執行在案，所擬兩方案在工程技術上雖無困難，但均須與有關計畫與法規之執行單位進行協調，並研討其優先性。

河口內規劃方案因與已定案之「台灣沿海地區自然環境保護計畫」、「台灣省台北近郊衛生下水道系統關建計畫」以及水利法均有明顯之衝突抵觸，協調解決之困難度極高，且台北近郊衛生下水道系統之關建關係著整個大台北都會區之環境及生活品質，在不可能作大幅改變之情況下，建議放棄河口內規劃方案。至此，淡水國內港之港址方告定案。

三、初期使用目的及規劃方案簡述

(一) 使用目的

原規劃為拆船工業為主之淡水港因受時境變遷影響並未實施，後因台北地區附近河川基於河防安全，多已禁採，砂石呈嚴重短缺，且台北地區土木工程所需之砂石均由鄰近地區河川採掘供應，惟北部地區河川砂石可採量亦極其有限，短期間內將告用罄。砂石為各項建設之必需品不可一日或缺，若屆時無法覓得適當替代來源，其影響殊堪深慮。為使東部河川砂石迅速、有效供銷北部地區，行政院等相關單位遂有於淡水港闢建砂石碼頭之議，台灣省交通處基隆港務局並於76年間委託中華顧問工程司進行研究，該研究在於探討東砂北運之競爭力，並重新研擬淡水國內商港之平面佈置方案，冀於短期內可提供卸載砂石之港埠設施，使東部砂石得以早日源源供應大台北地區，以緩和日趨枯竭之河川砂石資源。

(二) 計畫運量

1. 砂石需求量

將台北縣、市、桃園縣及基隆市合併稱為大台北地區，而大台北地區民國77年至90年砂石需求量推估詳見表二，砂料及石料之需求量均分別在2000萬公噸及2500萬公噸以上，數量相當龐大。

表二 民國77~90年大台北地區之砂石需求量

單位：萬公噸

項目 年度	砂 需 求 量	石 需 求 量	合 計	備 註
77	2,062	2,563	4,625	本表係依預測之水泥、瀝青需求及捷運局第一期工程預估量推估而得之所需砂石量
78	2,105	2,621	4,726	
79	2,153	2,677	4,830	
80	2,196	2,731	4,927	
81	2,238	2,783	5,021	
82	2,279	2,835	5,114	
83	2,319	2,884	5,203	
84	2,357	2,933	5,290	
85	2,395	2,980	5,395	
86	2,432	2,026	5,458	
87	2,308	2,871	5,179	
88	2,344	2,916	5,260	
89	2,379	2,960	5,339	
90	2,414	3,003	5,417	

花蓮縣目前各砂石廠商每月可供應北運之產能，每月共約18萬立方公尺，若以砂石每立方公尺為1.8噸之比重來估計，則每天可供應北運之產能共約390萬公噸，而其現況約為最高產能之60%左右，若以其最高產能計，則每年可供應北運之砂石產量約為650萬公噸。但根據分析，台北地區所需要之石料應可由陸運承擔，砂料雖可由宜蘭及新竹地區以陸運供應，但由於此二地區之有限可採量亦僅能滿足台北地區短期內之需求，台北地區所需要之砂料終必由花蓮地區提供。依據水利局完成之中部及東部河川砂石資源調查報告，顯示出花蓮溪及木瓜河流域石場產製砂料占砂石料之40~42%，因此可推估花蓮地區以目前狀況每年可供應北運之砂料為260萬~273萬公噸左右，但當淡水砂石碼頭完成而台北地區砂料價格已上揚至海運足可競爭之價格，在有利可圖之情形下，可推測花蓮地區之砂石業將可吸收更多之投資而將產量提高。

根據推估民國77年至90年間大台北地區所需要之砂料最大需求量達2,432萬公噸，若完全由海運承擔（不考慮其來源之情形下），以3席碼頭營運之碼頭使用率已達70%以上，不足以負擔；而4席碼頭營運之碼頭使用率推估在58%左右，係在可承擔範圍之內；因此考慮民國90年以前大台北地區所需砂料仍需由他處以海運供應之情形下，4席碼頭應為一合理之數目。

2. 散雜貨

淡水港基於輔助基隆港輪運國內貨物之功能，其可能獲取之貨源主要以來自基隆港之移轉運量予以考慮，包括：

(1) 金馬航線貨物

(2) 環島散雜貨

淡水港可能運量暫以基隆港國內航貨扣除汽油、水泥、煤及肥料等散貨量之比率予以推估，民國90年時可能運量達737,645公噸，詳表三。

表三 淡水港可能運量推估

民國 (年)	離 島 航 運		環島航運 散雜貨	合 計 (公噸)
	金 門	馬 祖		
80	144,315	41,594	315,628	537,537
85	178,250	48,488	410,976	637,714
90	212,186	55,383	470,076	737,645

註：環島航運散雜貨可能運量暫以基隆港民國75年環島航運扣除汽油、水泥、煤及肥料等類散貨所占比例乘以基隆港環島航貨預測值而得之。

(三) 配置規劃

由於港區為一開放海域，無任何遮蔽，須築較長防波堤，以保持水域之平穩。為確使船舶進出、靠泊之安全便捷以及增進貨物裝卸效率，特依八里沿海地形、水深及自然條件之特性，研擬方案佈置如圖四所示，採雙外廓防波堤。為減少冬季季風波浪侵襲碼頭水域，防波堤之佈置，北堤擬自八里污水處理廠區南限為起點向外海築拋石堤1,250公尺後，折向西築沉箱合成堤1,200公尺，並在沉箱堤靠近航道入口處加上長50公尺之突堤，南堤由紅水仙溪口向外海築堤1,300公尺，其中拋石堤1,000公尺，沉箱堤300公尺。

航道朝西南西向，計畫浚深至-10.0~-11.0M，淨寬200公尺，縱深約1,000公尺，迴船池直徑500公尺。

四、近、中期規劃方案及施工情形

(一) 近、中期規劃方案

本案係以建設國內商港為目標，惟近期需在最短時間內完成二席可供卸載東部砂石之港埠設施，因此，初步規模僅包括北外廓防波堤、港口航道、砂石碼頭、工作船渠、堆儲場及聯外道路等。繼而規劃環島航運碼頭區，如水泥碼頭、金馬航線碼頭及觀光兼交通船泊渠，逐步成為一完善之國內商港。未來更可視營運狀況及航運發展情形，適時將淡水國內商港擴建為基隆輔助港。

茲將各期發展之港口平面佈置分述如下：

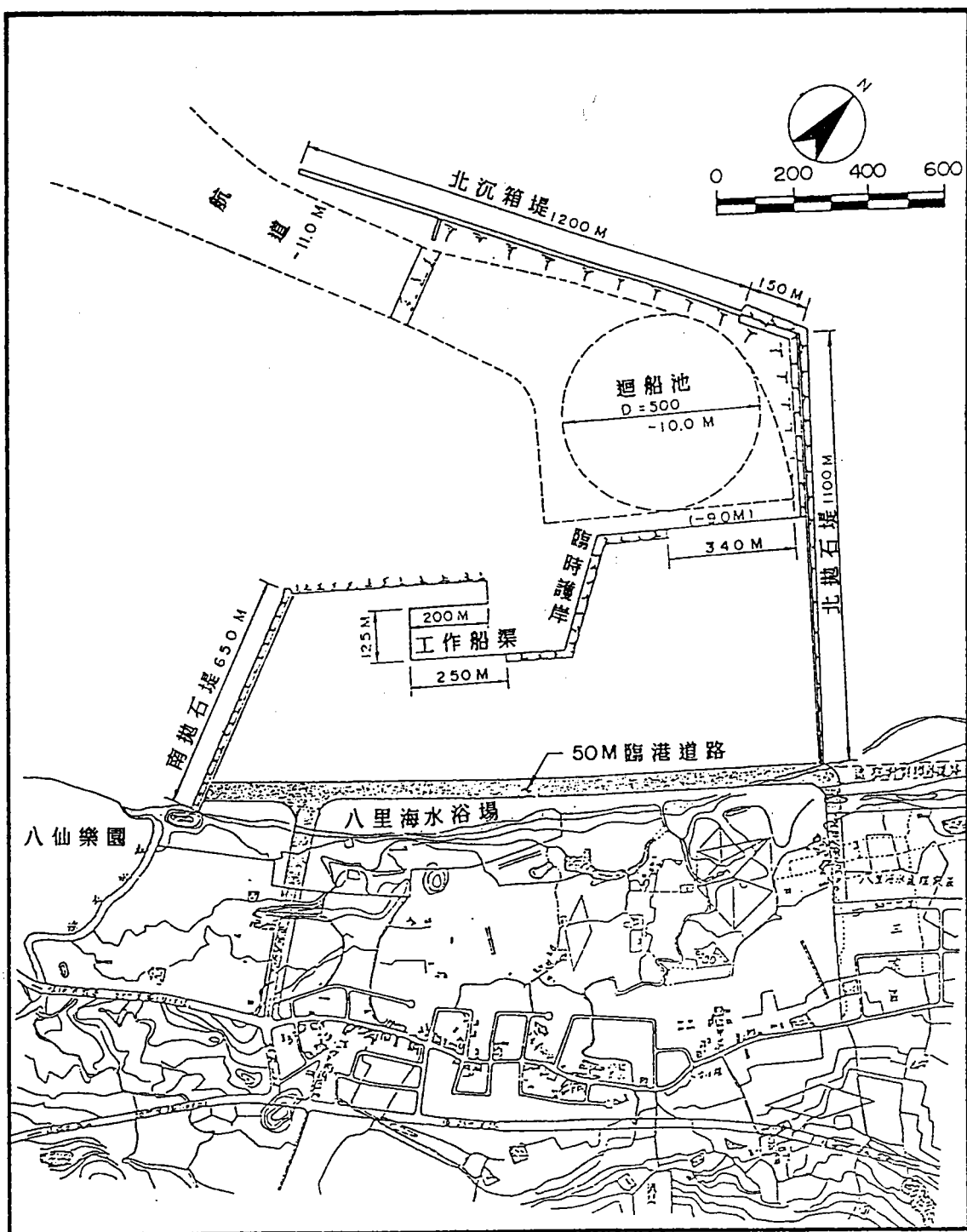
1. 初期平面佈置

依目前花蓮砂石產能可供北銷之運量僅需一席即足以負擔，現佈置兩席以為備用。其平面佈置詳圖四，砂石碼頭法線平行季風方向長340公尺，水深-9.0M，供兩艘萬噸級自航自卸砂石船靠泊。

本案施工需備有工作船及施工基地，同時將來營運時，更需有港勤船雙停泊水域，因此設一船渠，可供靠泊碼頭長約575公尺。

填築新生地約七十公頃，供港埠機關用地及砂石堆置場之用。

港區外緣沿海岸線闢建一50公尺寬之臨港大道，長約1.6公里，兩端向內陸延闢連絡道啣接現有交通網。臨港大道南端循八里都市計劃之2號道路拓寬為50公尺，啣接台十五線以為主要之聯外運輸道路，北端則借八里污水處理廠地南側開闢一30公尺寬道路，貫通污水處理廠區之30公尺圓道為副聯外運輸路線。



圖四 淡水國內商港砂石碼頭平面佈置圖

2. 中期平面佈置

為使港區水域更加平穩，提供全天候作業環境，遂於港區南側延建外廓防波堤一道，詳見圖五。

砂石碼頭延長340公尺，增設兩船席專供卸載砂石使用。另瀕南防波堤內側興築二座突堤，分別供國內環島航運客貨輪及觀光巡弋客艇使用。水泥碼頭長300公尺，水深-9.0M，後緣倉儲用地約七公頃。金馬航線碼頭長410公尺，水深-6.0~-8.0M。供港勤船隻及觀光巡弋客艇靠泊碼頭長525公尺，水深-5.0M。

初中期共可完成15座碼頭。

(二) 施工情形

淡水港將初、中期畫分為第一期及第二期工程分別發包施工，目前工程進展順利，該兩期工程中最重要項目為北拋石堤工程，由於拋石進料規劃順暢，工進超前，本段工程原計畫如下：

拋石堤段全長2,250公尺，北段長1,250公尺，南段1,000公尺，水深為±0.0~-7.0M，圖六示其標準斷面。拋石堤胸牆頂高同沉箱堤段，堤面高+5.0M，寬5公尺。堤內側置有排水溝供越波排水之需，另於排水溝之後築擋水牆，以策陸上各項設施之安全。

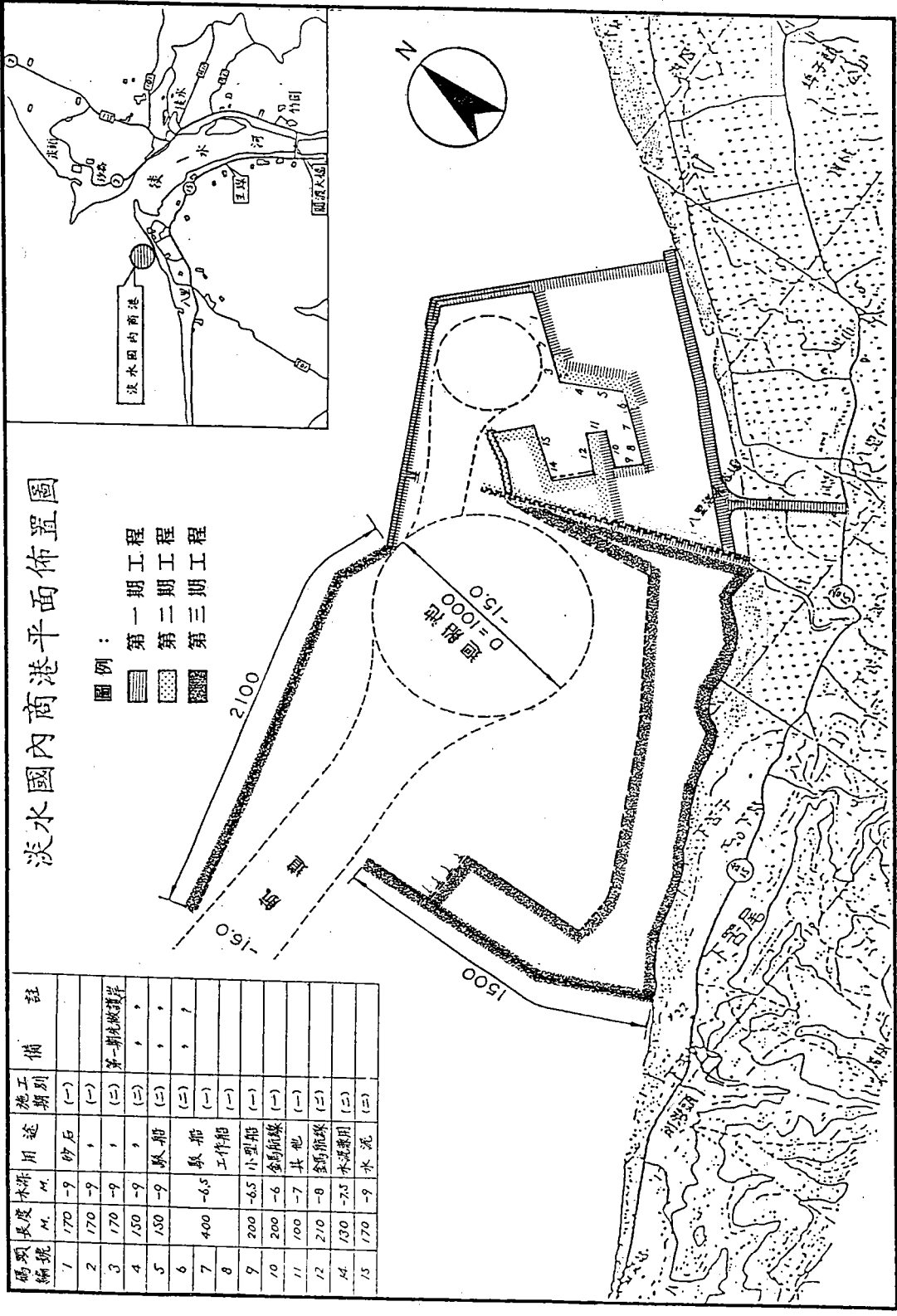
拋石堤護坡排放15~40T混凝土型塊兩層，南段用15T，北堤段±0.0~5.0M水深段用20T，-5.0~-7.0M水深段用40T。

工程自82年初正式開工以來，已完成北拋石堤1,610公尺，（北沉箱堤1,250公尺則將俟北部地區港埠整體發展規劃定案後再檢討，目前已暫不施工），南拋石堤650公尺。碼頭完成約170公尺。至於填地工程將俟第三期工程發包時予以完成。

碼頭編號	長度 M.	水深 M.	用途	施工 期別	備註
1	170	-9	砂石	(一)	
2	170	-9	，	(一)	
3	170	-9	，	(二)	第一期完成護岸
4	150	-9	，	(二)	，
5	150	-9	駁船	(二)	，
6	，	，	駁船	(二)	，
7	400	-6.5	工作船	(一)	，
8	，	，	，	(一)	，
9	200	-6.5	小型船	(一)	，
10	200	-6	金鋼板	(一)	，
11	100	-7	其他	(一)	，
12	210	-8	金鋼板	(二)	，
14	130	-7.5	水泥牆	(二)	，
15	170	-9	水泥	(二)	，

淡水國內商港平面佈置圖

圖例：
 第一期工程
 第二期工程
 第三期工程



圖五 淡水國內商港暨遠期計畫平面配置示意圖

五、地形變化分析

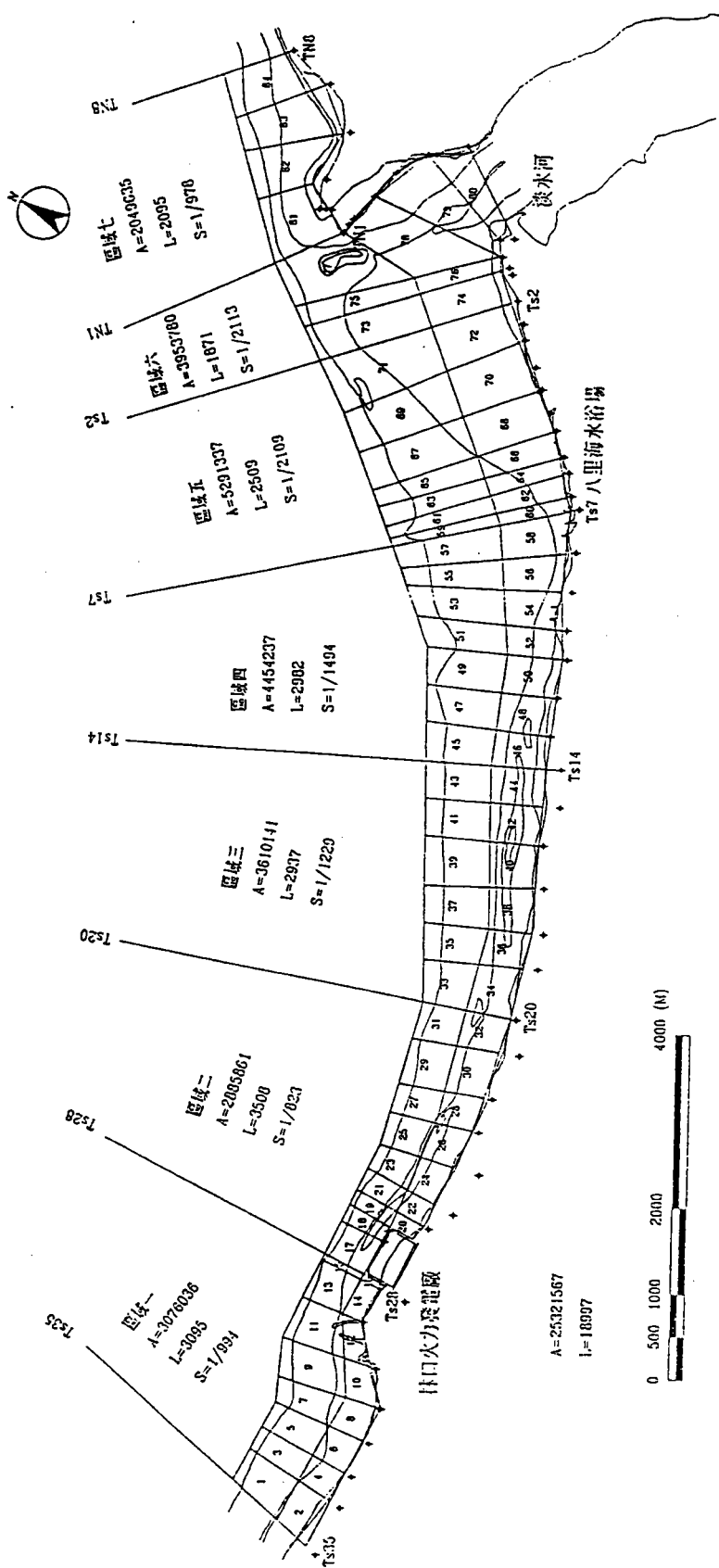
淡水國內商港因位於淡水河口南側之八里地區，受自然天候條件東北季風之影響，港口之設置將影響漂沙行為，須研擬經常性防沙措施，為免淡水港淤沙之慮宜早謀求對策因應。

(一) 地形變遷研究

淡水河口以南，自八里至林口發電廠一帶海岸，因大部份屬於砂質海灘，地形變化較大，尤其八里鄉附近沿海沖淤變化更為明顯，水利局第十工程處自民國75年10月起，乃配合淡水河長期河道測量，於每年九月東北季風季節前及翌年五月東北季風後，各施測一次海岸斷面，以便分析比較其變化情形。觀測海岸自淡水河口北岸港子平起至南岸桃園縣界下寮止，海岸全長約18公里，海域寬平均約1.5公里，共設有海域測量基樁斷面48處，詳如圖七所示。

為進一步分析淡水以南之海岸地形變遷，特將水利局歷年觀測之地形資料（75年10月至81年5月共12張水深圖）進行海岸侵淤量之估算，又避免人為判讀主觀因素影響計算精度，先將海岸線初步切割為84個四邊形詳如圖七，而各四邊形再細切割為每邊不超過50公尺之細元素，總計有節點20,789個，細元素20,270個，以為侵淤量計算之基準。更期便於描述海岸線各區段之變化，特將海岸區分為七區。

本區海岸之侵淤受淡水河影響亦大，故若以每年5月為基準則年侵淤量約-231萬方～+373萬方之間，總淤積量由76年5月至81年5月共計有156萬方，詳如表四之統計。由表可知，78年前Ts14以北之地形變化量大，79年以後則以Ts14以南區域之地形變化量大，若以目前海岸地形之狀態而言，Ts14以北有漸趨穩定之趨勢，Ts14以南則仍有所變動，但以淤積為主。



圖七 淡水八里海岸地形水深計算格網區域圖

本區漂沙以淡水河為主要沙源，近岸區域年淤積量為16.62萬方，-5m~-10m區域淤積量為14.46萬方因水深資料僅達-10m水深，而-10m水深以外區域仍可能有大量之淤積，依據台中港漂沙特性探之經驗討知，離岸區域可達-21m深，本區離岸區域範圍擬採大區域水深研判，可知海底坡度在河口南、北有明顯之不同，亦可說明淡水河之輸沙影響其河口南北兩側之坡度，致河口南側海底坡度較為平緩，而北側較陡，離岸區域則可能達-50m水深外，故離岸區域之淤積量僅供參考之用，實際之離岸區域之淤積量特將遠大於-5m~-10m範圍內之數值，由於近岸區域為淤積，此乃意味上游沙源充足，致使波浪無法將上游沙源完全帶往下游，而淤積於本區之近岸區域淤積量每年約16.62萬方，詳如表五所示，此值與淡水河年輸沙量928萬方（資料來源：經濟部74年“台灣西部河川輸沙量推估研究”）並提，顯得非常微小。

然由此結果顯示近岸區以外之漂沙亦甚為重要，亦即由波浪因素所帶動之漂沙與由風吹流、潮流、洋流等等複合作用所帶動之離岸漂沙均不可偏廢。

表四 淡水河口以南區域之年侵淤量統計

單位：萬方

年	Ts14以南	Ts14以北	合 計
76	23	-203	-180
77	56	240	296
78	15	-246	-231
79	-133	31	-102
80	341	32	373
合計	302	-148	156

表五 不同水深範圍侵淤量表

單位：萬方

區 域	近 岸 區 域 ± 0 ~ -5m	離 岸 區 域 -5 ~ -10m	合 計 0 ~ -10m
一	75.8	34.2	110
二	77.1	96.5	173.6
三	11.1	7.9	19.0
四	45.4	16.7	62.1
五	-77.3	71.5	-75.8
六	-49.0	-84.5	-133.5
七	109.5	52.9	162.4
一至六	23.1	72.3	155.4
年平均	16.62	14.46	31.08

註：76年5月至81年5月間之水深圖

(二) 沿岸漂沙量估算

本海域因波浪作用而帶動之漂沙量每年最大值（在考慮波向為NNE，Bijker法之推算結算）約有279.8萬方（此相當於沿岸流影響範圍所帶動之漂沙量，本區約可界定為水深-5m以內之範圍），而淡水輸砂量每年最大值約為928萬方，因此扣除沿岸流漂沙量尚有648.2萬方之砂量，惟此量是否全部淤積於離岸區則尚待研究，然由分析知離岸區有淤積現象，故較深海域之漂沙活動在本區亦不可忽視。

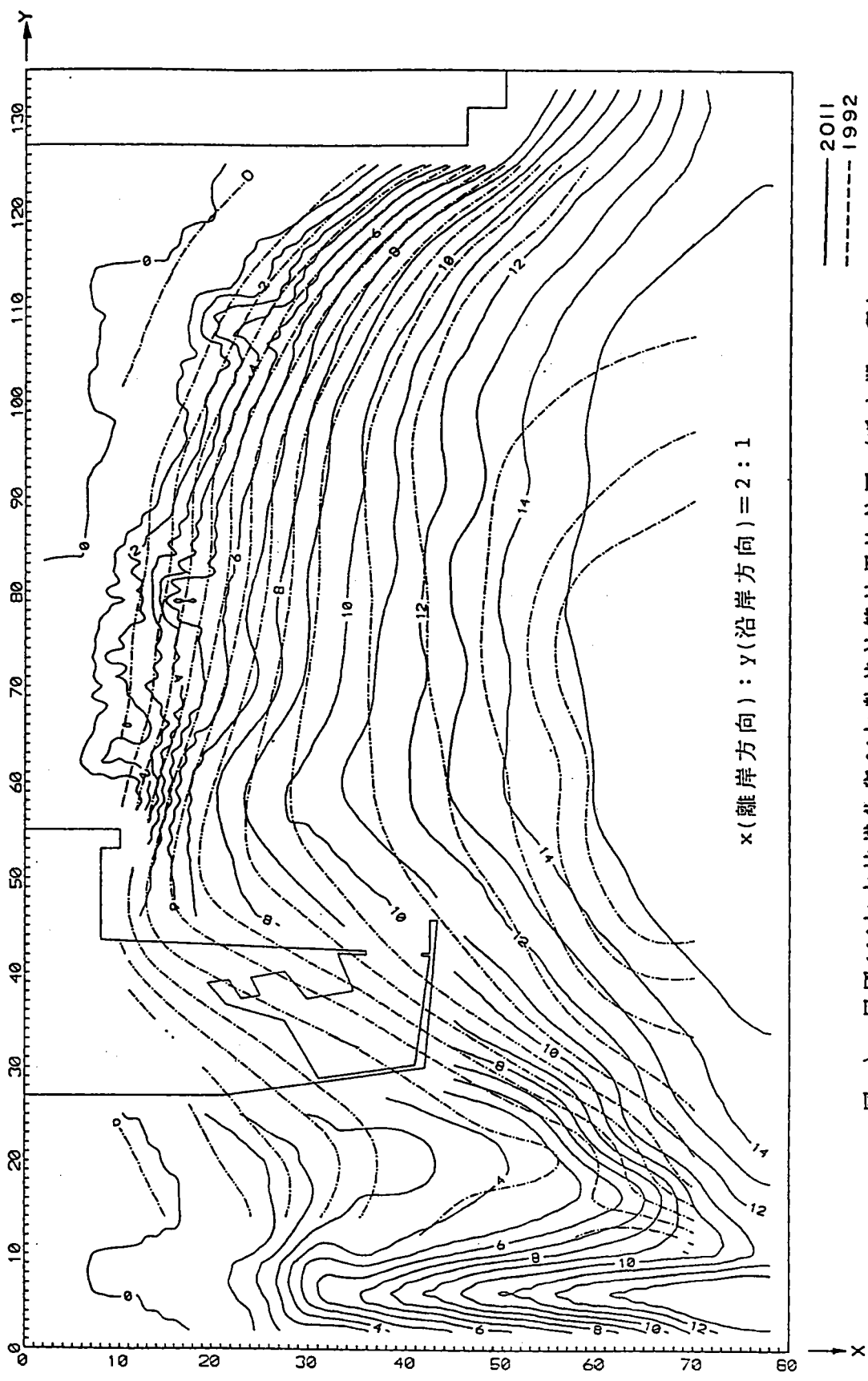
(三) 地形變化預測

1. 近、中期佈置方案

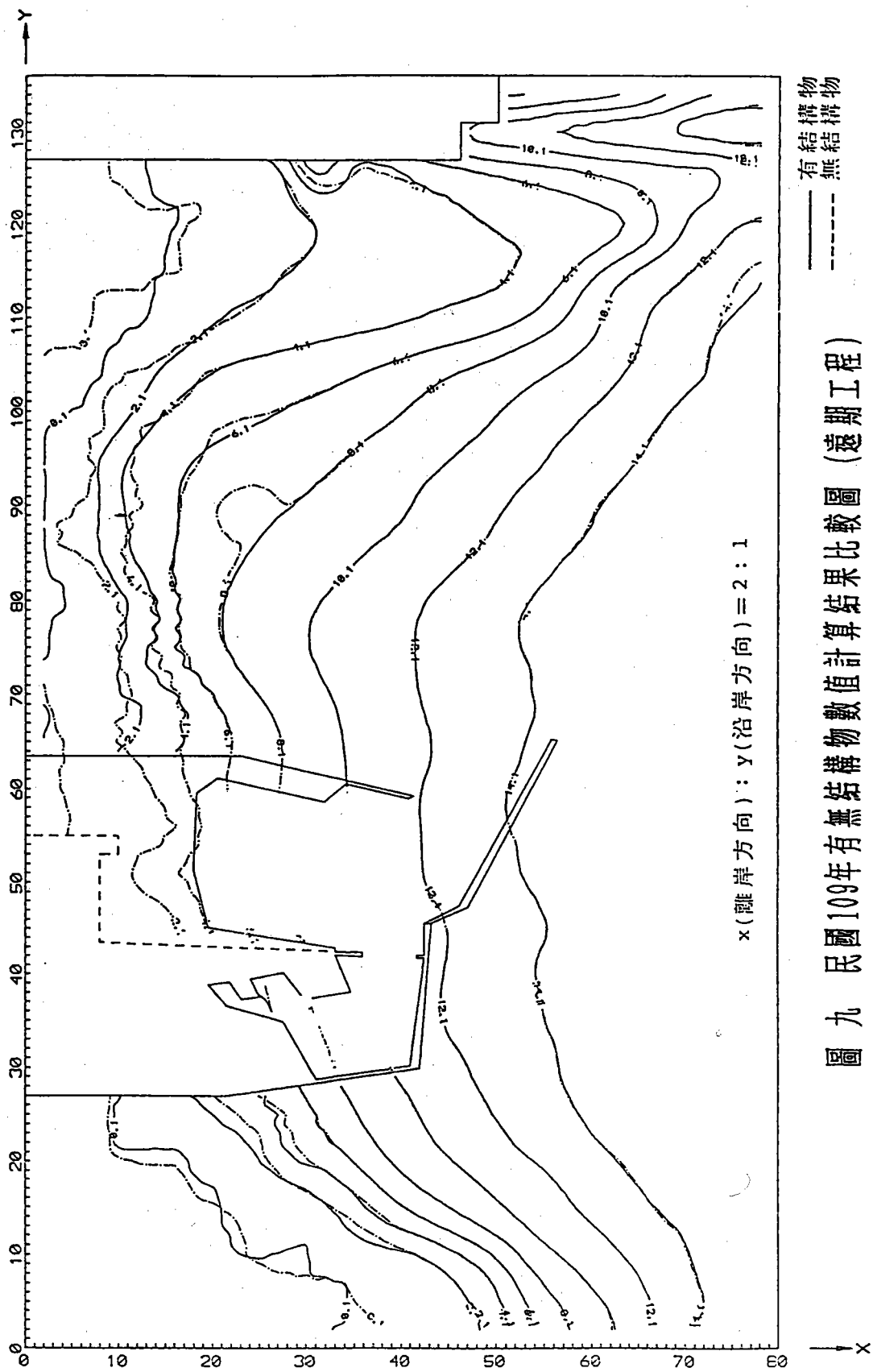
圖八為民國100年有結構物與民國81年數值計算海岸地形比較結果，由圖可看出，本區海岸近岸處呈侵蝕現象，外側較深水處則呈淤積現象，水利局自民國75年至81年所測水深結果，經分析亦呈此現象。

2. 遠期佈置之方案

遠期工程預定中期工程完成後，預計9年內（民國99年）完成，故以本模式計算至民國109年之結果。圖九為有、無遠期工程結構物時海岸地形變化圖，由圖可知，遠期工程南防波堤外側至林口電發廠間海域地區呈明顯沖淤變化，近岸處以侵蝕現象為主，外側水深處則為沖淤互現，北防波堤至淡水河亦為沖淤互現，為量不大。



圖八 民國100年有結構物與81年數值計算結果比較圖 (近中期工程)



圖九 民國109年有無結構物數值計算結果比較圖 (遠期工程)

六、遠期規劃目標

淡水港雖核定為國內商港，惟基隆港受天然地形限制，腹地有限，無法大幅擴建供未來發展之需，故如擬開闢淡水港，是否僅囿於國內商港之格局，似乎值得商榷；現今由於海運貨櫃化逐年不斷地增加，卻受限基港之天然限制，致使部份航商南移，如此更將加深北櫃南移之壓力，因此為北部工業之持續發展及減低運輸成本暨平衡南北之發展，淡水港之開闢宜朝國際港目標邁進。淡水港遠期規劃目標先期宜發展貨櫃碼頭，後再視需要開闢相關碼頭，故可向南擴建貨櫃碼頭，以分擔基隆港日後之貨櫃運量，成為基隆輔助港。

輔助港之遠期規劃配置如圖五所示係由北防波堤延伸2,100公尺，南防波堤1,500公尺所圍成，擴充港域約450公頃，其中水域佔300公頃，港埠用地150公頃。

港口位於港區西面，開口朝向西向，淨寬300公尺。水域包括寬在300公尺以上水深負16公尺之航道其停泊距離長達2,000公尺以及一直徑1,000公尺水深負15公尺之迴船池。

碼頭佈設於南側，水深14公尺，可供第三代貨櫃輪或其他較小型散雜貨輪靠泊。

另據交通部運輸研究所之「台23港埠整體發展及深水化之研究－基隆港之整體開發計畫」中之使用淡水港之意願調查得以貨櫃水泥、煤礦、散雜貨及油品為大宗，故其建議之配置詳如圖十所示。

過去在北部地區曾先後研討有許厝港、觀音港、淡水港及基隆新港各計畫，亦均有其正負面之效益，惟在短距離海岸線間分別完成四座港埠，應屬不宜。故如何將各港之需求面集中於某處以達到供給面之最終目的，實已為不可或缺之事，宜早積極進行研究。

七、結語與建議

淡水港近期計畫刻正施工中，為達完善之港口功能及適切配合經濟發展需求，宜重新檢討淡水港之定位，如擬於北部地區建港以達分攤基隆港負荷之目標，雖然交通部運輸研究所曾對此加以研究，惟基隆之運輸及腹地在無法尋求完善解決之前，實不宜以基隆新港擴建為目標；另為期港址擇定之完善宜探究航商及投資者之意願並檢探討航商南移之看法。

待淡水港之定位後宜就適切規模予以研討，諸如是否將北部需求全部納入闢為綜合工商港？如此將致污染源增加，當地居民之接受性及效益性為何應予評估！如係分攤基隆港之功能，則基淡間之公路運輸應予妥善考量；如造成貨源集中於淡水港而致使基隆港營運量驟減，則應進一步探討如何促使基隆港更新！

由於開闢新港係長久之計且鄰淡水河口，將阻斷由北往南之漂沙而加速南面之侵蝕，故港口之構築宜採逐步分期施工並隨時監測地形之變化，遇有受侵即須儘早謀求對策防患。另開闢港口投資龐大，於今財源拮据且民營化、國際化已為必然之趨勢下，建議可鼓勵民間企業集資經營相關之碼頭及棧埠業務。

由於建港係百年大計，且投資所費不貲。在目前政府財源拮据之際，建議開發方針如下：

- (一)對於淡水港之屬性應先予以確立，繼而再探尋使用者意願，以確切研究所需之規模。
- (二)可比照日本或引用「獎勵民間參與交通建設條例（立法中）」儘量鼓勵民間投資經營，若無法達到，則將碼頭及棧埠業務開放民間投資經營。
- (三)由於建港費用投資龐大，宜由貨櫃碼頭、中油及台電用地先行投資，以確保營收。

【參考文獻】

- (一)「淡水國內商港區域規劃綱要」，中華顧問工程司，民國75年5月。
- (二)「和平水泥專業區設置專用港先期規劃」，中華顧問工程司，民國79年11月。
- (三)「淡水國內商港砂石碼頭規劃」，中華顧問工程司，民國79年11月。
- (四)「淡水、八里地形變遷研究及人工岬灣之應用」，許硯蓀、廖學瑞、朱志誠，中華技術82年1月。
- (五)「台灣港埠整體發展及深水化之研究－基隆港之整體開發計畫」，交通部運輸研究所，民國82年10月。
- (六)「淡水、八里地形變遷防治研究」，中華顧問工程司，民國82年11月。
- (七)「獎勵民間參與交通建設條例草案」，交通部，民國83年。