

88 - 研 (四)

屏東林邊沖淤調查研究(Ⅲ)

台灣省政府交通處港灣技術研究所
台中 梧棲

中華民國八十八年六月

屏東林邊沖淤調查研究(Ⅲ)

執行單位	海岸工程組	
計畫主持人	黃清和	研究員
共同主持人	吳 基	助理研究員
協同主持人	陳明宗	助理研究員
	蔡立宏	助理研究員
參與人員	蔡金吉	助理
	楊怡芸	技工

目 錄

圖目錄	I
表目錄	VI
第一章 前言	1
1-1 研究目的	1
1-2 研究方法與步驟	2
第二章 相關調查及研究成果摘述	5
2-1 自然環境	5
2.1.1 海象	5
2.1.2 陸域地形與地層下陷	8
2-2 海域地形及海岸變遷	9
第三章 現場海象調查	29
3-1 現場調查作業	29
3-2 資料分析	33
3.2.1 海流資料分析	33
3.2.2 波浪資料分析	35
第四章 屏東林邊海岸沖淤調查	53
4-1 調查範圍	53
4-2 現場海岸地形測量辦理情形	56

4.2.1	測量經過	56
4.2.2	使用儀器	67
4.2.3	測量時間	68
4.2.4	樁位指示圖及測量成果	68
4-3	水深地形變化分析及侵淤量估算	70
4.3.1	等水深線變化分析	70
4.3.2	斷面變化分析	99
4.3.3	土方量侵淤變化分析	113
第五章	海岸地形變遷數值模式	131
5-1	近岸波浪模式	131
5.1.1	模式建立與計算限制	133
5.1.2	參數與邊界條件設定	134
5-2	水深地形變化分析及侵淤量估算	138
5.2.1	概述	138
5.2.2	模式建立與計算限制	140
5-3	漂砂輸送模式之設定與建立	142
5.3.1	二維計算	142
5.3.2	一維計算	142

5-4 模式整合	143
5.4.1 模式整合之概念	143
5.4.2 套裝軟體說明	143
第六章 結論及建議.....	146
參考資料	149
附錄 A 屏東林邊海域地形測量樁位指示圖	
附錄 B 屏東林邊海域地形測量導線及水準網圖	
附錄 C 屏東林邊海域潮位曲線圖	
附錄 D 屏東林邊海域地形測量水中聲速量測記錄表	
附錄 E	
1. 屏東林邊海域地形測量成果(民國 85 年 10 月)(大區域)	
2. 屏東林邊海域地形測量成果(民國 86 年 5 月)(小區域)	
3. 屏東林邊海域地形測量成果(民國 86 年 10 月)(大區域)	
4. 屏東林邊海域地形測量成果(民國 87 年 5 月)(大區域)	
5. 屏東林邊海域地形測量成果(民國 87 年 10 月)(大區域)	
6. 屏東林邊海域地形測量成果(民國 88 年 5 月)(大區域)	

圖目錄

- 圖 2.1 屏東縣海岸地形分區圖
- 圖 2.2 屏東地區地盤下陷分佈圖
- 圖 2.3 屏東沿海海岸防護區範圍圖
- 圖 2.4 屏東縣林邊地區離岸堤海岸地形平面圖
- 圖 2.5 枋寮海岸歷年變遷圖
- 圖 3.1 屏東枋寮海域海象觀測站設置位置示意圖
- 圖 3.2 海流儀及壓力計水中配置情形示意圖
- 圖 3.3 上層海流流向以及流速時序圖
(民國 87 年 9 月 17 日~10 月 29 日)
- 圖 3.4 上層海流流向以及流速時序圖
(民國 87 年 11 月 21 日~12 月 6 日)
- 圖 3.5 上層海流流向以及流速時序圖
(民國 88 年 1 月 16 日~1 月 31 日)
- 圖 3.6 上層海流流向以及流速時序圖
(民國 88 年 3 月 14 日~4 月 28 日)
- 圖 3.7 上層海流平行岸流速分量以及垂直岸流速分量時時序列圖
(民國 87 年 9 月 13 日~10 月 29 日)
- 圖 3.8 上層海流流速、流向聯合機率分佈及統計表
(民國 86 年 9 月 17 日~10 月 8 日)
- 圖 3.9 上層海流流速、流向聯合機率分佈及統計表
(民國 87 年 11 月 21 日~12 月 6 日)

- 圖 3.10 上層海流流速、流向聯合機率分佈及統計表
(民國 887 年 1 月 16 日~1 月 26 日)
- 圖 3-11 上層海流流向以及流速時序圖
(民國 88 年 3 月 14 日~4 月 7 日)
- 圖 3-12 上層海流行進向量圖(民國 87 年 9 月 17 日~10 月 8 日)
- 圖 3-13 上層海流行進向量圖(民國 87 年 11 月 21 日~12 月 6 日)
- 圖 3-14 上層海流行進向量圖(民國 88 年 1 月 16 日~1 月 26 日)
- 圖 3-15 上層海流行進向量圖(民國 88 年 3 月 14 日~4 月 7 日)
- 圖 3.16 H_{\max} 、 $H_{1/3}$ 、 H_{mean} 、與 $T_{1/3}$ 時序圖
(民國 87 年 9 月 16 日~10 月 21 日)
- 圖 3.17 H_{\max} 、 $H_{1/3}$ 、 H_{mean} 、與 $T_{1/3}$ 時序圖
(民國 87 年 11 月 20 日~12 月 26 日)
- 圖 3.18 H_{\max} 、 $H_{1/3}$ 、 H_{mean} 、與 $T_{1/3}$ 時序圖
(民國 88 年 3 月 11 日~4 月 16 日)
- 圖 3.19 楊妮與瑞伯颱風路徑圖
- 圖 4.1 屏東林邊海域大區域、小區域測量範圍示意圖
- 圖 4.2(a) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺以及-10 公尺歷年水深變化比較圖
- 圖 4.2(b) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺以及-10 公尺歷年水深變化比較圖
- 圖 4.2(b 續) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺以及-10 公尺歷年水深變化比較圖
- 圖 4.2(b 續) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺以及-10 公尺歷年水深變化比較圖
- 圖 4.2(c) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺以及-10 公尺歷年水深變化比較圖
- 圖 4.2(c 續) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺以及-10 公尺歷年水深變化比較圖
- 圖 4.3(a) 林邊溪口附近海域水深比較圖(85 年 10 月、86 年 5 月)
- 圖 4.3(b) 下寮附近海域水深比較圖(85 年 10 月、86 年 5 月)

- 圖 4.3(c) 枋寮漁港附近海域水深比較圖(85 年 10 月、86 年 5 月)
- 圖 4.4(a) 林邊溪口附近海域水深比較圖(85 年 10 月、86 年 5 月)
- 圖 4.4(b) 下寮附近海域水深比較圖(85 年 10 月、86 年 5 月)
- 圖 4.4(c) 枋寮漁港附近海域水深比較圖(85 年 10 月、86 年 5 月)
- 圖 4.5(a) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 85 年 10 月)
- 圖 4.5(b) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 86 年 10 月)
- 圖 4.5(c) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 87 年 5 月)
- 圖 4.5(d) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 87 年 10 月)
- 圖 4.5(e) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 88 年 5 月)
- 圖 4.5(b) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 86 年 10 月)
- 圖 4.6(a) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺-10 公尺-20 公尺、-25 公尺以及
-30 公尺水深比較圖(85 年 10 月、86 年 10 月)
- 圖 4.6(b) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺-10 公尺-20 公尺、-25 公尺以及
-30 公尺水深比較圖(85 年 10 月、87 年 5 月)
- 圖 4.6(c) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺-10 公尺-20 公尺、-25 公尺以
及-30 公尺水深比較圖(85 年 10 月、87 年 10 月)
- 圖 4.7(a) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖
- 圖 4.7(b) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖
- 圖 4.7(b)(續) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖
- 圖 4.7(c) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖
- 圖 4.7(c)(續) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖
- 圖 4.8 各斷面位置示意圖
- 圖 4.9(a) 屏東林邊海域 X=3500M 斷面歷年水深地形變化比較圖
- 圖 4.9(b) 屏東林邊海域 X=7000M 斷面歷年水深地形變化比較圖

- 圖 4.9(c) 屏東林邊海域 X=10000M 斷面歷年水深地形變化比較圖
- 圖 4.9(d) 屏東林邊海域 X=13000M 斷面歷年水深地形變化比較圖
- 圖 4.9(e) 屏東林邊海域 X=15000M 斷面歷年水深地形變化比較圖
- 圖 4.9(f) 屏東林邊海域 X=18500M 斷面歷年水深地形變化比較圖
- 圖 4.9(g) 屏東林邊海域 X=21500M 斷面歷年水深地形變化比較圖
- 圖 4.9(h) 屏東林邊海域 X=24500M 斷面歷年水深地形變化比較圖
- 圖 4.10(a) 林邊溪口附近海域歷年水深地形變化比較圖
- 圖 4.10(b) 下寮附近海域歷年水深地形變化比較圖
- 圖 4.10(c) 枋寮附近海域歷年水深變化比較圖
- 圖 4.11 屏東林邊海域各分區範圍示意圖
- 圖 4.12(a) 屏東林邊海域第(1)分區歷年土方量變化圖
(水深±0 公尺~-5 公尺)
- 圖 4.12(b) 屏東林邊海域第(2)分區歷年土方量變化圖
(水深±0 公尺~-5 公尺)
- 圖 4.12(c) 屏東林邊海域第(3)分區歷年土方量變化圖
(水深±0 公尺~-5 公尺)
- 圖 4.12(d) 屏東林邊海域第(4)分區歷年土方量變化圖
(水深±0 公尺~-5 公尺)
- 圖 4.12(e) 屏東林邊海域第(5)分區歷年土方量變化圖
(水深±0 公尺~-5 公尺)
- 圖 4.12(f) 屏東林邊海域全區歷年土方量變化圖
(水深±0 公尺~-5 公尺)
- 圖 4.13(a) 屏東林邊海域第(1)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)

- 圖 4.13(b) 屏東林邊海域第(2)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)
- 圖 4.13(c) 屏東林邊海域第(3)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)
- 圖 4.13(d) 屏東林邊海域第(4)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)
- 圖 4.13(e) 屏東林邊海域第(5)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)
- 圖 4.13(f) 屏東林邊海域全區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)
- 圖 5.1 計算近岸波浪模式流程
- 圖 5.2 計算水動力模式流程

表 目 錄

- 表 2.1 小琉球測站 1977~1994 年當時波浪統計表
- 表 2.2 屏東林邊、枋寮地區颱風波浪計算表
- 表 2.3 歷年枋寮鄰近地區地層下陷表
- 表 2.4 民國 73 年~80 年屏東縣海岸斷面沖淤表
- 表 2.5 歷年 11 月海灘底質平均粒徑表
- 表 2.6 歷年 5 月海灘底質平均粒徑表
- 表 3.1 現場海象觀測作業相關資料表
- 表 4.1(a) 平面控制點檢測成果表(控制點)
- 表 4.1(b) 平面控制點檢測成果表(水準點)
- 表 4.1(c) 平面控制點檢測成果表(控制點)
- 表 4.1(d) 平面控制點檢測成果表(圖根點)
- 表 4.2(a) 已知三角點檢測表
- 表 4.2(b) 已知平面控制點檢測表
- 表 4.2(b)(續) 已知平面控制點檢測表
- 表 4.2(b)(續) 已知平面控制點檢測表
- 表 4.2(b)(續) 已知平面控制點檢測表
- 表 4.3 GPS 測量網分析表
- 表 4.4 已知控制點高程比較表
- 表 4.5 屏東林邊海域各分區(± 0 公尺~-5 公尺水深)歷年土方量表
- 表 4.6 屏東林邊海域各分區(-5 公尺~-10 公尺水深)歷年土方量表
- 表 4.7 屏東林邊海域各分區(± 0 公尺~-5 公尺水深)歷年侵淤量表
- 表 4.8 屏東林邊海域各分區(-5 公尺~-10 公尺水深)歷年侵淤量表
- 表 4.9 屏東林邊海域小區域(± 0 公尺~-5 公尺水深)歷年土方量表

- 表 4.10 屏東林邊海域小區域(-5 公尺~-10 公尺水深)歷年土方量表
- 表 4.11 屏東林邊海域小區域(± 0 公尺~-5 公尺水深)歷年侵淤量表
- 表 4.12 屏東林邊海域小區域(-5 公尺~-10 公尺水深)歷年侵淤量表

第一章 前言

1-1 研究目的

台灣本島四面環海，陸地資源有限，過去為配合經濟發展需要，政府及人民相競於海岸地區圍堤築港、闢墾海埔新生地、養殖漁塭等工程措施，以提高民生經濟發展，然當時之開發過程均未詳細評估工程開發後對當地生態環境及海岸安定問題可能造成之影響，以致在高度開發之後造成本省多處海岸產生嚴重之侵蝕現象，自北往南如基隆新港、淡海新市鎮、台北港(原淡水國內商港)、觀音工業區及專用港、新竹漁港、新竹海埔地、香山區開發、通霄電廠及通宵南區開發、台中港、大肚溪口之垃圾掩埋場、彰濱工業區、王功海埔地、六輕及雲林離島工業區、鰲鼓海埔地、台南縣之中心漁港、濱南工業區、安平港、興達電廠至永安 LNG 接收站、南星廢棄物掩埋場、高雄紅毛港、東港深水漁港等大大小小之工業區，商漁港工程之進行，無一不是移山填海造陸工程，致使得本省林口海岸、台中港外海、雲嘉外海、高雄彌陀海岸、屏東林邊海岸等均是海岸線遭受嚴重侵蝕，沙灘多處流失，更甚者已危及當地居民之生命財產安全，對社會經濟發展亦造成嚴重威脅。

為保護國土及確保人民生命財產，政府雖興建五百餘公里之海堤，暫時遏止了大部份海岸淹水災害，但海岸侵蝕非但未見消弭，最近更因河川輸砂之減少與地層下陷反使侵蝕益趨嚴重。海岸侵蝕問題已非某局部地域性問題而成為全省不分東西岸普遍性之問題。

鑑於問題之嚴重性與普遍性，本所認為欲因應此問題必需從長計議，仍釐訂一為期四年之現場沖淤調查研究。第一年工作主要就台灣海岸侵蝕現況、海岸侵蝕原因、海岸侵蝕防治工作以及侵蝕防治研究計畫推動策略作完整之先期探討，第二年研究計畫則選擇海岸線日漸消失之屏東林邊侵蝕海岸分別進行海象監測以及海岸沖淤研究調查，今年(第三年)則繼續在屏東林邊侵蝕海岸進行海氣象及地形監工作且預計再進行二年監測計畫，俾提供屏東大鵬灣開發該處海岸以及其他侵蝕海岸研擬保護措施之參考依據。

1-2 研究方法與步驟

1. 本研究第一年已完成工作內容、方法與步驟如下：

研訂"台灣海岸侵蝕防治技術研究方案規劃"計畫，並研訂規劃大綱草案，內容包括：

(1)全省海岸侵蝕現況分析

就現有資料做初步分析與說明

(2)台灣海岸侵蝕原因分析

分別就自然因素與人為因素剖析

(3)既有侵蝕防治工法之探討

從保護效果、景觀之衝擊等探討其利弊

(4)研究面臨之瓶頸

分析問題之關鍵與解決對策

(5)研究方案大綱

擬訂研究專題、子題名稱、經費概算

(6)推動研究方案之策略

2. 本研究第二年已完成工作內容、方法與步驟如下：

(1) 屏東林邊海岸地形沖淤調查

收集原省水利局第七工程處七十七年度至八十一年度在屏東縣海岸地形觀測計畫報告，配合八十五年十月、八十六年五月(小區域)與十月以及八十七年五月等四次，本所在林邊海岸地形觀測資料，作當地等水深線變化分析、海岸沖淤積變化分析以及斷面分析比較。

(2) 屏東林邊海域海象資料調查

延續於八十六年三月份開始在屏東枋寮海域，設置海上觀測站長期收集當地波浪以及海流資料，本年度因限於經費之短拙，僅實施四次，分別取得 86 年 6 月 26 日~8 月 12 日、86 年 9 月 12 日~10 月 3 日、86 年 10 月 30 日~11 月 26 日以及 87 年 1 月 8 日~2 月 12 日等四個觀測期間波與海流資料並加以分析。

3. 本研究第三年工作內容、方法與步驟如下：

(1) 屏東林邊海岸地形沖淤調查

配合第二年度在屏東林邊海岸地形觀測資料以及本年度八十七年十月與八十八年五月等兩次林邊海岸地形觀測資料作當地等水深線變化分析、海岸沖淤積變化分析以及斷面分析比較。

(2) 屏東林邊海域海象資料分析

本年度分別收集 87 年 9 月 17 日～10 月 29 日、87 年 11 月 21 日～12 月 6 日、88 年 1 月 16 日～1 月 31 日以及 88 年 3 月 14 日～4 月 28 日等四個觀測期間波浪與海流資料並加以統計分析。

(3) 建立海岸地形變遷數值模式

本年度完成理論數值分析及各種不同模式之整合。

第二章 相關調查及研究成果摘述

自然及人文環境調查為任何海岸開發規劃之基本要素，且直接影響未來開發工作及設施配置等，此外相關研究計畫及其成果對未來現場調查工作亦可提供相當大之參考價值，本研究乃針對屏東林邊一帶海岸有關自然環境，海岸地形變化等相關調查及研究成果作一概要摘述。

2-1 自然環境

2-1-1 海象

一、潮位

依枋寮漁港潮位資料，屏東林邊、枋寮一帶之潮位以中潮系統表示為：

最高高潮位(H.H.W.L.)	+1.17m
大潮平均高潮位(H.W.O.S.T.)	+0.71m
平均潮位(M.W.L.)	+0.28m
大潮平均低潮位(L.W.O.S.T.)	-0.10m
最低低潮位(L.L.W.L.)	-0.35m

此外屏東林邊、枋寮一帶海域介於水利局蟬廣嘴潮汐測站及高雄港務局測站範圍之間，經宇泰工程顧問公司整理蟬廣嘴民國 65 年~83 年及高雄港務局民國 58 年~82 年潮位加以平均計算後，推估該地區歷年之平均潮位(中潮系統)資料約如下：

最高暴潮位	+2.14m
平均潮位(M.W.L.)	+0.21m

故屏東林邊、枋寮地區之平均潮位約介於 0.2~0.3m 間，而最高潮位則達 2.14m。

二、海流

本地區之海流，除夏季每年 6 月~8 月中旬因台灣海峽之黑潮洋流較強，無論漲退潮均由東南向西北流動外，其餘時間漲潮時由南南東流向北北西，退潮則相反。

依據 1981 年 3 月、6 月、10 月及 12 月於枋寮港址北側約數公里遠之屏南工業區近岸水深-10m 及-20m 處，水面下 5m 之海流實測資料顯示，二者所測得之流速、流向差異均不大；流速除 6 月測得為 40cm/sec 外，其餘 3 月、10 月及 12 則約為 20 cm/sec，且漲退潮流速約略相等。而在流向方面，漲潮流一般是沿海岸往西北流，退潮流則往東南流。

此外本所在民國 86 年 3 月~5 月間，於枋寮漁港南側士文溪河口海域亦進行兩次海流觀測工作，成果顯示在這段觀測期間該海域之流速均甚小，第一次觀測之上層流速最大值為 45cm/sec，平均流速在 20cm/sec 以下，下層流速更低，最大值僅 38 cm/sec；第二次觀測之上層流速最大為 44 cm/sec，流向多集中在 SSE~S 及 NW~NNW 二個主要方向，也就是在平行海岸的方向作週期性往復變化，至於垂直海岸之流速分量與平行沿岸分量相較，其值甚低。

三、波浪

1. 季節風波浪

根據中央氣象局各波浪觀測站中，距離屏東林邊、枋寮海域最近者為小琉球測站，經宇泰工程顧問公司在辦理"屏東縣政府枋寮遊艇港碼頭規劃"研究報告整理其自民國 66 年~83 年實測資料，全年波高與週期分佈如表 2.1 所示，其平均波高約 0.9m，週期 5~8 秒。

表 2.1 小琉球測站 1977~1994 年常時波浪統計表

週期(s) 波高(m) %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	>11	合計 (%)
0.0~0.5	0	0	0.1	1.3	5.5	8.2	3.5	1.1	0.2	0.1	0.1	0.1	20.2
0.5~1.0	0	0	0.5	1.8	8.8	20.2	11.1	2.9	0.6	0.2	0.1	0	45.9
1.0~1.5	0	0	2.1	0.4	2.1	6.9	6.7	3.3	1.2	0.3	0.1	0	21.0
1.5~2.0	0	0	0	0.1	0.4	1.4	2.3	1.7	1.1	0.4	0.1	0	7.5
2.0~2.5	0	0	0	0	0.1	0.3	0.6	0.9	0.5	0.3	0.1	0	2.8
2.5~3.0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0	1.0
3.0~3.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.1	0	0	0.6
3.5~4.0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0	0	0.4
4.0~4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.1	0	0	0.3
>4.5	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0.3
合計(%)	0	0	0.3	3.6	16.9	37.1	24.5	10.6	4.5	1.8	0.6	0.1	100.0

資料來源：中央氣象局小琉球測站，宇泰「屏東縣政府枋寮遊艇港碼頭規劃」研究報告(1998.4)

2. 颱風波浪

由於屏東林邊、枋寮附近水域之現場颱風波浪觀測資料並不足以進行統計分析，故根據宇泰工程顧問公司選自 1904 年~1993 年間對該區海域造成之 110 個颱風，以波浪追蹤法計算該區水域之深海設計波高，配合 Gumble 極端值分佈，研定各波向各年迴歸期深海設計波高如表 2.2 中所示，其中波高單位為公尺，週期單位為秒。

表 2.2 屏東林邊、枋寮地區颱風波浪計算表

迴歸期	5		10		20		25		50	
	波高	週期	波高	週期	波高	週期	波高	週期	波高	週期
WNW	2.4	6.2	3.1	7.0	3.7	7.7	3.8	7.8	4.4	8.4
W	3.3	7.3	4.2	8.2	5.0	8.9	5.2	9.1	6.0	9.8
WSW	4.3	8.3	5.5	9.4	6.5	10.2	6.8	10.4	7.8	11.2
SW	4.6	8.6	5.9	9.7	7.0	10.6	7.3	10.8	8.4	11.6
SSW	4.8	8.8	6.1	9.9	7.3	10.8	7.5	11.0	8.7	11.8
S	5.0	8.9	6.3	10.0	7.5	11.0	7.8	11.2	9.0	12.0
SSE	5.1	9.0	6.5	10.2	7.7	11.1	8.0	11.3	9.2	12.1

2.1.2 陸域地形與地層下陷

屏東縣地形主要可分成屏東沖積平原、恒春東方丘陵、恒春縱谷平原、恒春西方台地和鵝鑾鼻隆起珊瑚礁等五個大地形區，如圖 2-1 所示，而林邊、枋寮地區屬屏東沖積平原。屏東沖積平原係一陷落而成的地溝狀平原，同時受河流之沖積作用而完成，且河流於平原上成網狀流路而造成廣大的洪涵原。

其中枋寮鄉東面鄰接中央山脈，地勢較高，西南鄰台灣海峽，地勢偏低，中樞地區則偏於平坦。區域內土地地勢大致由東向西南緩斜，地面標高介於 10~100 公尺之間，地形呈南北狹長之長方形。

近年來西南部地區養殖業發達，大量抽取地下水，以致造成沿海地層下陷現象，每逢雨季常發生海水倒灌，影響農作物的發育成長甚鉅。探討地層下陷之原因，除了地殼變動及地層自然壓密引起之下陷以外，過量抽取地下水實為最主要之原因。

依據水利局長期監測調查成果，屏東地區地盤下陷情形如圖 2.2，而鄰近地區之地層下陷情形則如表 2.3 所示。

表 2.3 歷年枋寮鄰近地區地層下陷表

檢測點	枋寮國中	水底寮	長虹電台	新龍村
68.1~70.8	-60.61	-53.37	--	--
70.8~72.6	-12.2	-6.26	-7.33	-6.47
72.6~74.6	-17.65	-11.31	-7.25	-8.20
74.6~75.6	-2.54	-1.82	-0.11	-0.29
75.6~77.4	-25.53	-13.28	-0.80	-0.89
77.4~79.4	-8.93	-5.48	-7.32	-3.28
79.4~80.4	+1.31	+1.02	+2.22	+2.37
80.4~81.4	-0.52	-0.14	+1.49	-1.00
81.4~83.4	-46.38	-18.52	-12.71	-12.42
總下陷量	-173.1	-109.2	-28.81	-28.18
下陷速度(cm/年)	-11.29	-7.12	-1.88	-1.84

由表 2.3 中可看出，計畫區附近之枋寮國中為地層下陷速率最為快速之地區，其每年平均下陷速率為 11 公分之多，至於其他地方則同樣呈現下陷之趨勢。雖然在民國 79 年至 80 年間稍加緩和，惟自 81 年起地層下陷又較往年為烈。故在內政部營建署「海岸地區整體規劃」中建議將此區域列為「海岸侵蝕防護區」與「地層下陷防護區」，以進行各項防護措施，其範圍如圖 2.3 所示。將來於此區域中之開發行為將應依海岸防護之相關規定辦理。

2-2 海域地形及海岸變遷

高屏溪口至枋寮海岸一帶在整個台灣西部離水海岸中為一特殊地區，當陸地河流輸沙減少，沙源供應不足時，極易造成海岸侵蝕現象。近期因養殖業大量超抽地下水，造成

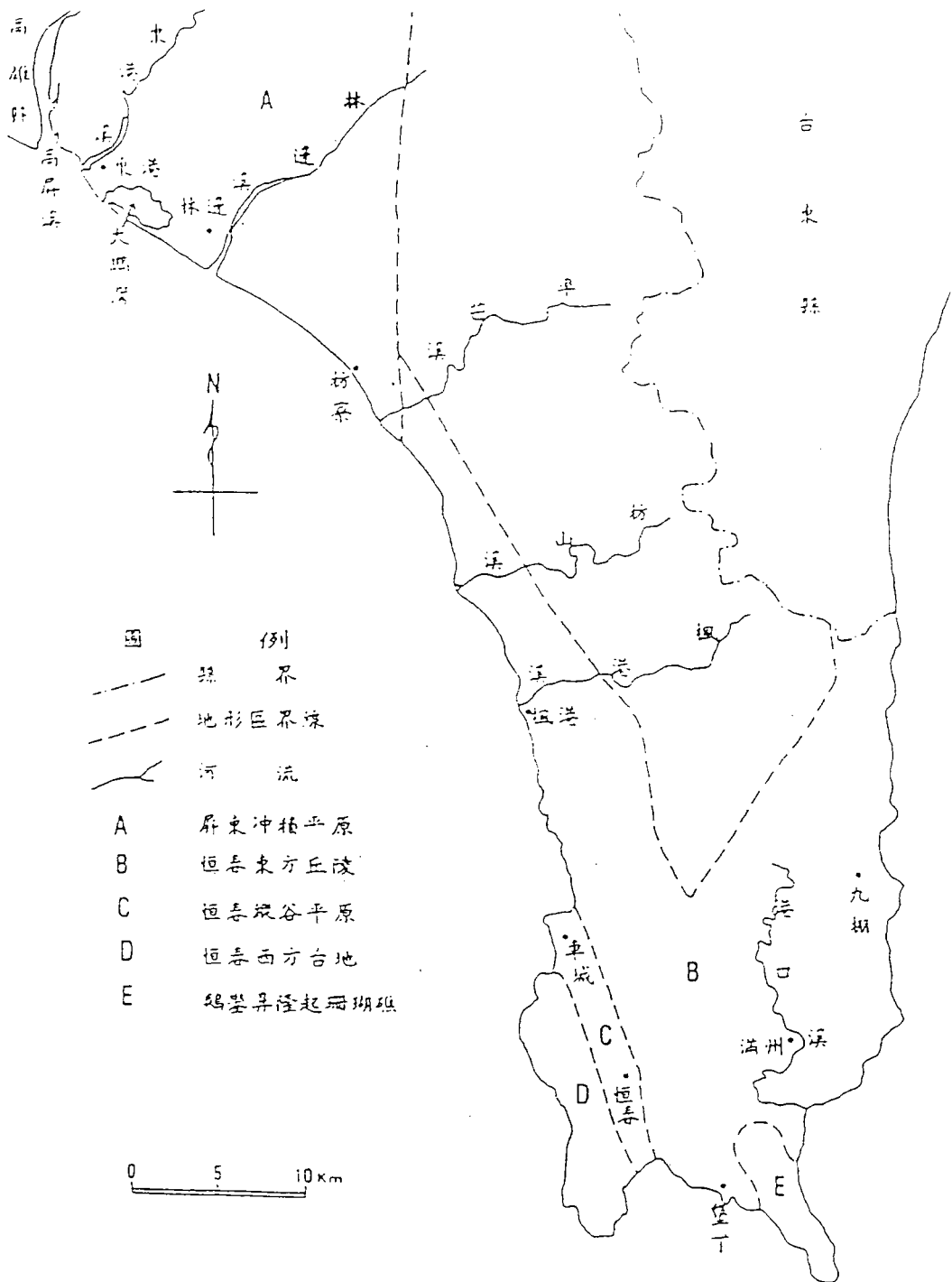


圖 2.1 屏東縣海岸地形分區圖

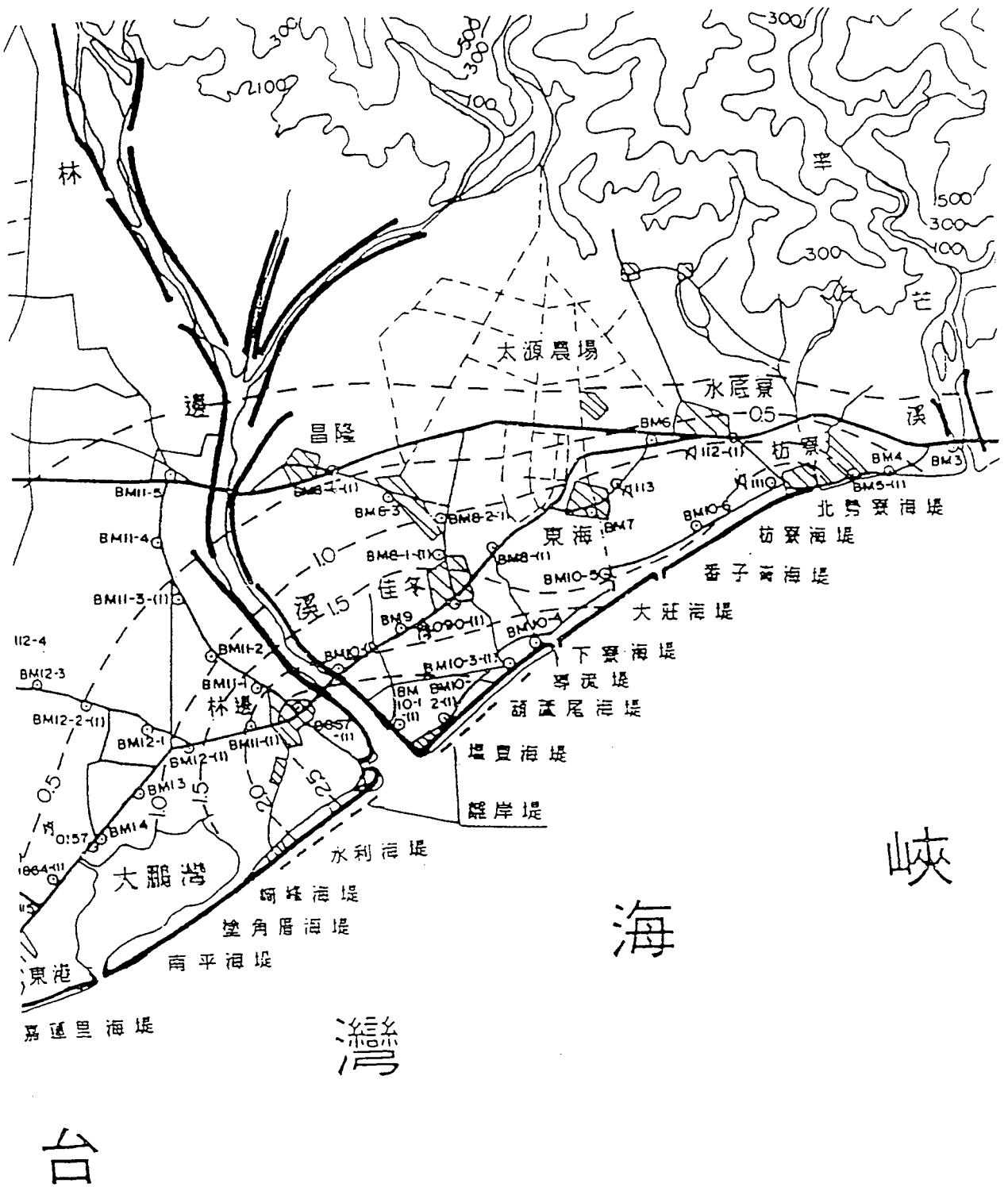


圖 2.2 屏東地區地下陷分佈圖

資料來源：屏東縣地盤下陷檢測計畫報告，台灣省水利局

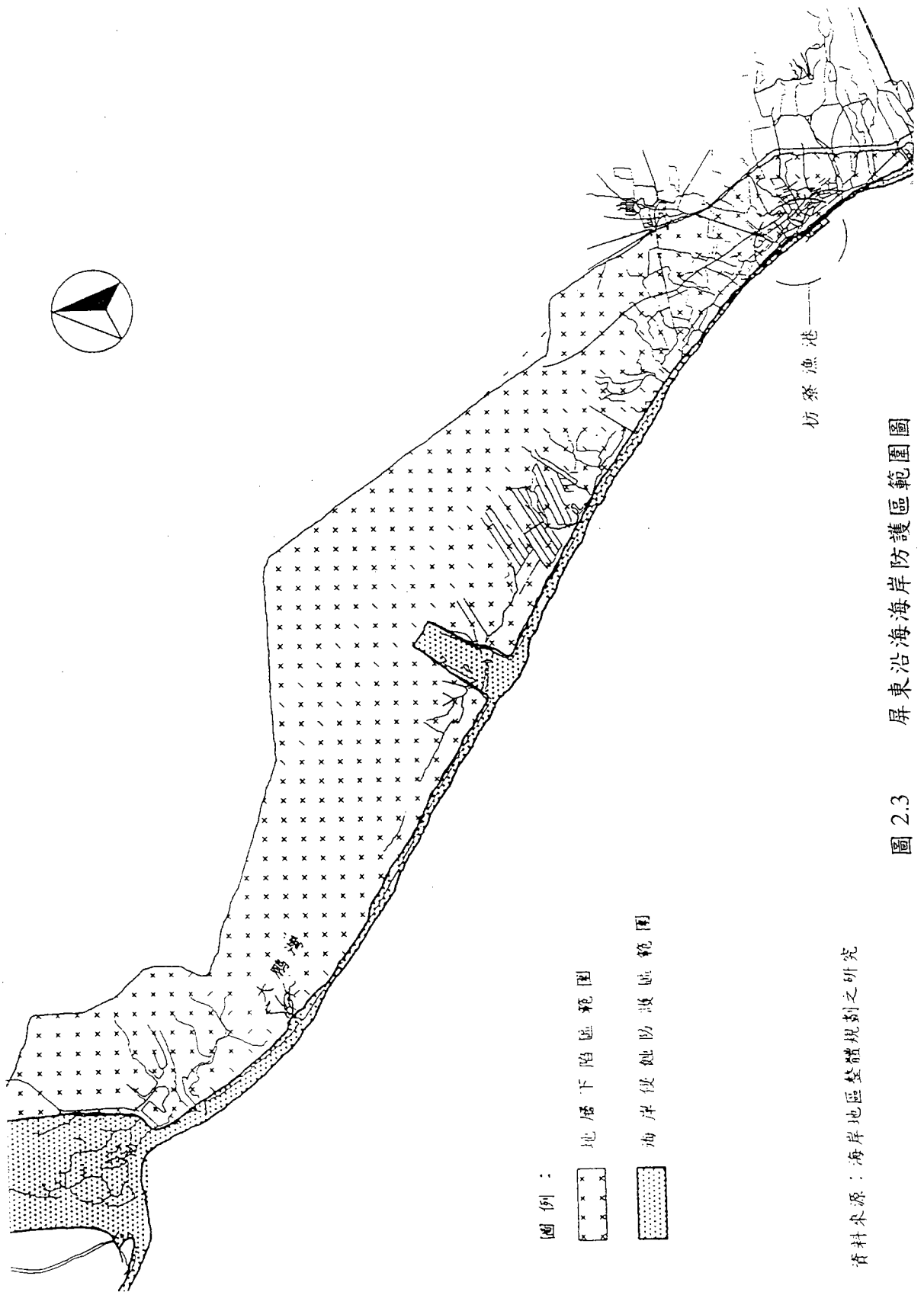


圖 2.3 屏東沿海海岸防護區範圍圖

資料來源：海岸地區整體規劃之研究

嚴重的地層下陷，促使海岸之侵蝕日趨嚴重，同時其危害範圍也將日益擴大。為了解屏東縣海岸地形變化情形，台灣省水利局於民國 73 年起便在高屏溪以南至率芒溪以北進行海岸觀測計畫，該計畫為一長期持續性之工作，其資料將可作為將來研擬漂沙及海岸地形變遷防治策略之重要依據。

一、「南部海岸地形調查研究報告」

本省南部北起曾文溪南迄楓港之西南海岸，由於坡度較陡，離岸不遠處即為深海，河川挾帶而下之泥沙直接衝擊，故雖在地形學上北段（曾文溪至高雄縣林園鄉）為上升地形，南段（高屏溪至屏東楓港）為下沉地形之別，但二者則均屬侵蝕性海岸，且其情況遠較本省其它各段來得嚴重，成為辦理海岸防護工作上之一大難題，因此台灣省水利局乃著手進行此「南部海岸地形調查研究計畫」，以了解各區段海岸特性，進而做好海岸防護工作。

該計畫自民國 63 年度起分三期實施，主要工作事項可分為海岸地形調查分析、海灘底質調查分析及海岸侵淤原因研究等三方面。調查範圍北起台南市鯤鯓海堤，南迄屏東縣枋山鄉楓港村，除軍區及港口轄區外，觀測之海岸總計長 83.5 公里。

1. 海岸性質

海岸岸線尚稱平順，惟因枋寮漁港防波堤夾於其間，致使海岸線一分為二，北段岸線凹入，南段岸線則為凸出，全段海灘已為砂礫土質，愈往東南礫石所佔比例愈大，坡

度亦較陡峻。此外北段灘面形狀較為和緩，沙洲較低，南段則灘面起伏較大，沙洲尖銳。除漁港突堤兩側灘面沖淤較為劇烈外，一般而言海灘變化幅度已較北區段西北方之沙質海岸大為減小，灘面更趨穩定，惟以往此段海岸多少均有侵蝕，以枋寮海堤前較為嚴重。

自番子崙往東南，經新龍村、枋寮海堤至漁港北防波堤，海灘為砂與礫石混合構成，並自岸頂以較陡坡度下降，然後漸趨緩和成一柔順之灘面，平均坡降約為 1/20，至離岸 200~300 公尺間形成沙谷，再緩慢上升至離岸 300~400 公尺間形成沙洲，洲頂標高約在 EL-6.0 公尺，沙谷深僅約 1 公尺。綜合三年觀測資料比較，灘面沖淤互現，變化幅度不大，一般僅數十公分而已，高灘部位因波浪作用常堆積一至數道之平台，雖沖淤互現，但多數地區仍趨向冬淤夏刷。

自枋寮漁港突堤以南至北勢寮海岸已全為極粗顆粒之礫石海灘，灘面甚為怪異，海灘間灘頂以大約 1/8 坡度急降入海至離岸約 100 公尺處成為砂谷，標高約 EL-6.0，然後再以陡坡上升 2 公尺，在離岸約 200 公尺處形成沙洲，洲頂標高約為 EL-4.0，洲頂以外之外灘坡度則趨向和緩。此段海岸波浪作用劇烈，高灘部位常堆積成一至數道平台，將原有之砂谷完全埋沒，內灘則常有變動，至於沙洲以外較深外灘則沖淤互現，變化不大且灘面甚為平緩。

2. 海灘底質調查

本段海岸已屬礫石質，但偶而仍有偏重於砂石之混合性海岸出現，各斷面變動極不規則，甚難尋求一具體之特

性，但由枋寮漁港突堤南、北兩道突堤處之斷面底質資料發現南防波堤處之顆粒均勻度較高，篩分亦較良好，因此可研判漂沙優勢方向應為由東南向西北。

3. 海岸沖淤原因及特殊問題之探討

為提供將來在海岸防護、海堤設計及沙灘穩定等工作參考，乃針對南部海岸造成沖淤之現象，依各項調查成果歸納分析其原因，其中與南部海岸整體或枋寮海岸相關之內容如下：

(1) 海堤與海灘變化

北勢寮段堤前海灘情況頗特殊，海灘自灘頂以陡急坡度下降直伸入海，約 100 公尺附近忽而轉折，形成高聳之沿岸沙洲，因此轉折處沖淤變化幅度甚大且堤前沙灘變化激烈，但由於海堤設於灘頂，受此種變化之影響不大，故堤腳之沖蝕情況反較其它海堤為小。至於枋寮海堤堤腳侵蝕深度不大，推斷係由於近年來不斷以混凝土塊加強護腳所導致，亦即以人工方法減低自然之侵蝕。

(2) 海岸漂沙

南部海岸海灘有極明顯之季節性變化，此種現象即意味海岸漂沙活動異常激烈。由沿岸各突堤與河口兩端之沖淤灘線變化及海灘底質分佈之特性，可推斷海岸漂沙因受冬夏不同季節風浪之作用而有不同方向之移動。大體上冬季沿岸漂沙由北向南，夏季則反向。由枋寮漁港突堤兩端之沖淤狀況觀察，大體上此段海岸沿岸漂沙

之常年優勢方向係由東南向西北移動。

除上述之沿岸漂沙外，觀測資料顯示垂直海岸之漂沙活動亦相當劇烈，冬夏不同季節，海灘之沖淤變化極為顯著—冬季高灘與內灘淤積，灘波趨向平緩，沿岸沙洲外移；夏季則相反。而由測量成果比較，此種垂直海岸之漂沙移動量可能遠超過沿岸移動之漂沙。

(3)波浪與海灘變化

已述及由觀測資料之比較，南部海岸冬季大多高灘與內灘堆積，灘坡趨向平緩，沿岸沙洲向外移動；夏季則灘坡變陡，沿岸沙洲向海岸逼近。此種顯著季節性變化，主要當係因冬夏不同季節風浪所引致，亦即冬夏不同方向、大小，週期波浪，促成了不同形態之海灘。

(4)海象、氣象與海灘變化

南部沿岸而下，南迄屏東縣楓港，連綿八十餘公里之兩百餘處断面中，大部份顯示民國 63 年夏季之沖刷特別劇烈，亦即 63 年夏季海深較深，64 年夏季断面則已普遍回淤。此種現象之發生當非偶然。由氣象資料比較，在此段期間中，63 年夏季颱風侵襲台灣之次數較 64 年為多，且由高雄港測站之波浪資料比較，亦發現 63 年夏季，較大波浪發生之次數遠較 64 年夏季為多，是故海灘之變化，顯然與颱風侵襲及波浪衝激等有緊密之關連。綜合上述，海灘變化與沖淤幅度之大小，與颱風、波浪等氣象及海象因素有密切之關連，亦即氣象與海象之變動將影響到海灘之變化。

(5) 海岸局部性侵蝕

南部海岸異常之侵蝕並無定則，但於觀測期間仍以民國 63 年夏季發生之處所為最多，而該年夏季波浪較為兇猛，超高三公尺波高以上之大波浪發生較多，推斷此種異常海岸侵蝕當與波浪有直接之關連。惟何以不是全面侵蝕而係局部發生，且其地點變幻不定，可能係由於風浪方向轉換、海灘地形變化、沿岸流、離岸流以及其它因素，導致波浪局部集中而造成。而高雄，蚵子寮、大林蒲、鳳鳴村、西溪、中芸、嘉蓮里、崎峰、枋寮等海堤災害與海岸劇烈沖蝕均由此種局部性之異常侵蝕所造成。

(6) 河川出口與海岸變化

南部海岸凡是河川與排水出口兩岸，其海岸地形之變化遠較相鄰之一般海岸來得劇烈而不規則。不僅出口處海灘常因漂沙移動造成舌狀沙洲伸入出口，因季節之不同亦使出口南北擺動，岸線進退可高達數十公尺；此外河口兩岸相連之海岸，亦常隨著灘線大幅度進退，斷面沖淤變化激烈而不規則。此種現象可能與河川排水之輸沙及水流進出有關；同時因河口輸沙之堆積，灘地較為廣闊，季風盛行時期飛沙移動劇烈，因而加強了海岸地形之變動。另一方面，人工採砂或浚深河槽，亦可能影響了河口地形與海岸之變動。

(7) 突堤對海岸之影響

依據調查測量所得，突堤之興建對於海岸變化有極

明顯之影響，靠近突堤兩岸之海灘變化幅度較離堤稍遠之海灘更為劇烈。以枋寮漁港為例，靠近北突堤斷面，內灘最大沖淤幅度高達 3.5 公尺，平均沖淤幅度為 2.5 公尺，而北側離突堤較遠斷面，內灘最大沖淤幅度則減至 1.9 公尺，平均沖淤幅度為 1.0 公尺，同時南突堤南方兩斷面亦呈現此現象，顯示漁港突堤之興建可能因迫使波浪衝擊突堤後，造成轉折、紊亂，並產生強烈沿岸流作用，進而加劇內灘之沖刷，至於外灘部份影響則較不顯著。

(8)河川輸沙與海灘底質變化

河川輸沙為沿岸漂沙之重要來源，亦為海灘底質之重要來源之一，一般可藉河口兩岸海灘之特性判定漂沙之動向。而屏東縣海岸，由林邊溪與率芒溪等河川河口兩方海岸海灘底質之特性研判，河川輸沙大體上有分向南北兩方海岸漂移之趨向，夏季由河口向西北方海岸漂散，冬季則由河口漂向東南。此外由枋寮及東港等漁港突堤兩方海岸之沖淤觀察，大致上常年之沿岸漂沙優勢方向係由東南向西北移動。

二、「屏東縣海岸地形觀測研究」

屏東地區陸地因逐年往內退縮，每逢高潮巨浪或颱風期，沿岸較低窪地區常受海水倒灌之苦。而早期政府為顧及沿岸居民安危及作物安全所築建之海堤，因受經費不足及海象資料之欠缺，所構築之海堤較為簡陋，未能使工程發揮最大保護效果。有鑑於此，政府乃於民國 63 年起指示水利局著手辦理屏東縣海岸規劃及觀測工作，

並積極蒐集海岸變化資料，以供該區海岸整建設計之參考。

該計畫範圍北起高屏溪出口南岸，南至率芒溪出口北岸，海岸全長約 22 公里，主要工作則為海岸斷面測量、海灘底質顆粒分析及斷面椿補設等。

1. 歷年海岸水深地形圖

水利局施測目的主要作為擬定防止海岸侵蝕防護措施之依據，因此自民國 73 年 11 月開始，每年 5 月及 10 月於各固定斷面施測一次。

2. 歷年海岸侵淤變化

統計自民國 73 年 11 月~80 年 5 月屏東縣海岸(樁號 No.1~66)及枋寮沿岸(樁號 No.58~66)各季海岸侵淤數量如表 2.4 所示，其中顯示於冬季時大致呈現侵蝕狀況，夏季為淤積，長期而言則屬侵蝕性海岸。至於其年平均侵蝕量，屏東沿海約為 96 萬方/年，枋寮沿海則為 6.3 萬方/年。

此外比較期間颱風狀況，民國 76 年及 79 年通過本省南部或影響南部海域之颱風作用較其它年份為烈，也造成了南部海岸不淤反侵之現象，由此可證明颱風波浪所造成之離岸漂沙作用對於海岸地形變遷確為不可忽視之因素。

表 2.4 民國 73 年 ~ 80 年屏東縣海岸斷面沖淤表

觀測期間	枋寮海岸	屏東海岸	期間影響南部颱風狀況
73.11~74.05	-784,350	-412,597	
74.05~74.11	+1,285,275	+9,530,226	中度：1，輕度：1
74.11~75.05	-875,150	-10,187,850	
75.05~75.11	+248,475	+45,588	中度：1
75.11~76.05	-581,725	-9,477,300	
76.05~76.11	-327,813	-968,730	強烈：2
76.11~77.05	+17,213	+5,283,225	
77.05~77.11	-89,426	+2,385,948	中度：1
77.11~78.05	-178,288	-3,510,520	
78.05~78.11	+292,150	+2,134,654	
78.11~79.05	-55,325	+2,066,145	
79.05~79.11	-76,888	-1,800,442	中度：3
79.11~80.05	+180,450	-1,352,257	
夏季平均	+251,938	+1,887,874	
冬季平均	-274,371	-2,513,022	
年平均	-62,918	-963,678	“-”：侵蝕，“+”淤積

註：枋寮沿海範圍為水利局斷面樁 No.58~No.66

屏東沿海範圍為水利局斷面樁 No.01~No.66

資料來源：屏東縣海岸地形觀測研究計畫，宇泰工程顧問工程公司整理

3. 海灘底質調查成果

海灘底質組成之影響因子甚多，粒徑分佈為其重要項目之一，了解其特性將可窺出漂沙之來源，且對地形變化之認識亦有所助益。故此計畫中海灘底質調查分析主要目的，乃在於力求較長久的粒徑分析資料，以探討本地區海灘底質各種特性之穩定程度。

粒徑分析統計之方法採用 Krumbein 氏所創之 ϕ 尺度， D_{50} 為累積停留百分率為 50 時之粒徑，以 mm 為計算單位。

海灘底質採樣位置乃依海岸既設斷面垂直方向之高潮位與低潮位交界間海灘上選定，施測日期則起自民國 73 年底至民國 76 年間，而歷次測量成果之海底底質平均粒徑分佈如表 2.5 及表 2.6 所示，由各斷面之平均粒徑可看出其絕大部份為砂礫石組成。

此外在冬、夏季粒徑分佈方面，雖然不同年間觀測成果有頗大之差異，然若以平均值研判，枋寮海岸於該期間 11 月所測得之海灘平均粒徑較 5 月為大，雖然於觀測計畫中並未加以探討，但由此現象可大致了解夏季時海岸之細粒灘沙受颱風波浪或湧浪影響將其帶離海岸而堆積於較遠岸區，俟冬季風浪減緩時再推移上岸，亦即離向岸漂沙運動乃為影響枋寮海岸地形變化所不可忽略之因素。

表 2.5 歷年 11 月海灘底質平均粒徑表

樁號	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
73 年	10.31	2.545	3.136	4.296	1.700	1.883	2.089	1.309	2.283	1.007	2.625	1.525	4.090	1.138	2.145
74 年	0.190	0.260	0.260	0.230	0.250	2.700	1.280	2.400	11.00	2.400	1.750	2.650	4.500	2.450	3.200
75 年	1.800	1.900	0.780	1.800	2.000	1.660	3.800	1.270	1.320	2.200	1.110	1.170	3.620	3.900	4.400
平均	4.100	1.568	13.92	2.109	1.317	2.081	2.390	1.660	4.868	4.869	1.828	1.782	4.070	2.496	3.248

資料來源：屏東縣海岸地形觀測研究計畫

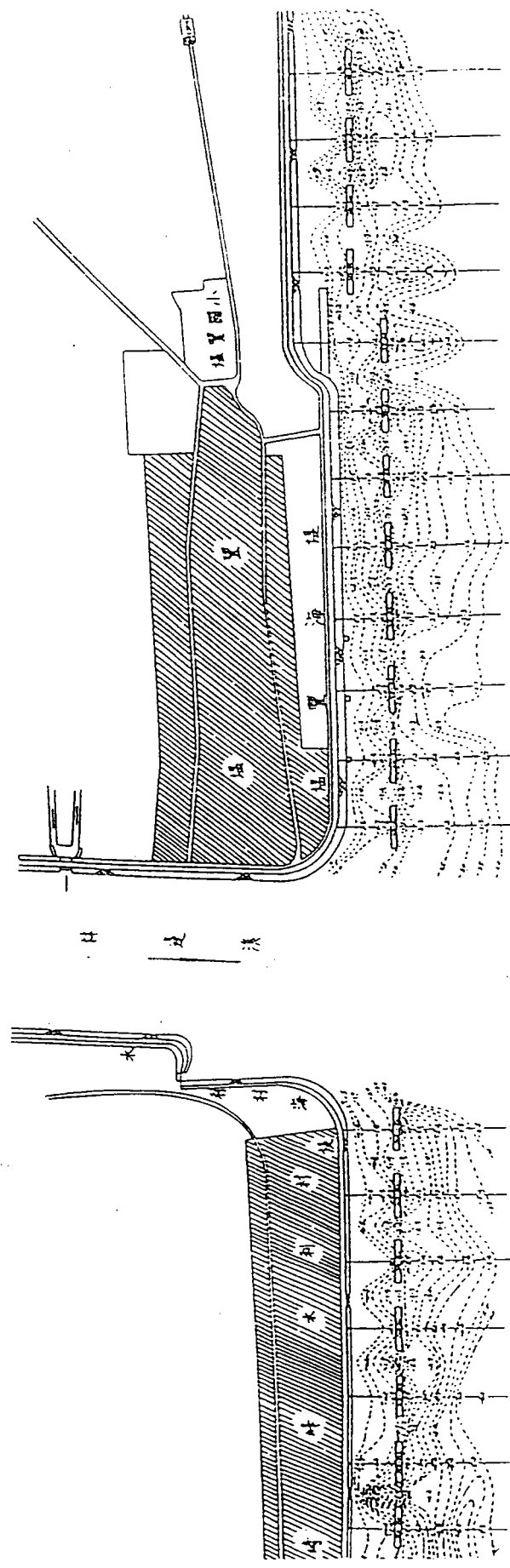
表 2.6 歷年 5 月海灘底質平均粒徑表

樁號	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
73 年	11.00	2.600	3.500	4.300	1.800	2.000	2.100	1.300	2.100	0.980	2.700	1.500	4.000	1.150	2.200
74 年	0.400	0.800	0.350	0.500	0.800	3.000	2.100	4.500	10.00	2.100	2.700	2.500	4.000	1.200	2.600
75 年	0.280	0.310	0.280	0.500	0.210	0.500	1.380	2.120	2.120	1.110	1.110	1.450	1.750	3.790	3.700
平均	3.893	1.237	1.377	1.767	0.937	1.833	1.860	2.640	4.740	1.397	2.170	1.817	3.250	2.047	2.833

資料來源：屏東縣海岸地形觀測研究計畫

4. 離岸堤成果分析

為確保海堤之安全，早期於堤腳處興建突堤群，促以淤砂養灘、穩定底床及保護海堤，惟屏東海岸地區地盤下陷速度極快，加之灘前沖刷嚴重，導致突堤泰半沉沒海面以下，難以發揮護堤功效，而堤防之加高加強工作計畫施行多次已緊迫民房，將來實無餘地可用。因此於民國 75 年離岸堤首次在地盤下陷中心塭豐地區興建 8 座，經每月定期追蹤檢測，其禦浪養灘功能奇佳，低潮時大部份可步行至離岸堤，因此當地居民每年皆向水利局爭取興建。至民國 80 年於塭豐地區已興建 12 座，水利村興建 12 座共計 20 座，此外亦有 5 座將陸續完成，設置地點及其配置如圖 2.4 所示。



資料來源：「屏東縣海岸地形觀測研究計畫報告」

台灣省水利局，民國 80 年

圖 2.4 屏東縣林邊地區離岸堤海岸地形平面圖

三、「屏東大鵬灣漂沙模型試驗」(民國 70 年，港研所)

大鵬灣位於屏東縣東港溪及林邊溪兩溪之間，民國 70 年高雄港務局為了解大鵬灣建港及海岸漂沙之關係，曾委託本所進行此項研究計畫。

該計畫中雖然主要在探討大鵬灣建港後不同之港灣配置對於海岸地形的影響程度，惟在試驗之前曾針對其漂沙特性進行初步之分析與探討。

綜合該計畫對於大鵬灣之漂沙探討，主要可歸納得下列數點：

1. 海岸線變化

比較民國 59 年海軍測量圖與民國 70 年現況，顯示大鵬灣沿岸之碉堡均已沒入海中，海岸退縮近 80 公尺，雖然此現象亦受海平面上升及地層下陷之影響，惟可確知海洋波浪之搬運能力顯已超越沙源之補充量，而使海岸日漸侵蝕。

2. 漂沙來源

大鵬灣附近有高屏溪、東港溪及林邊溪等三條溪，惟因前二者之排砂大部份均直接排入緊鄰溪口之深溝，不易形成沿岸漂沙。同時根據高港局在大鵬灣沿岸三次測量結果均顯示林邊溪之排砂有往大鵬灣移動之趨勢，當可證明林邊溪之排砂為漂沙之主要來源。

3. 漂沙優勢方向

由河口形成、現有海岸結構物、海象條件及海底地形，研判大鵬灣附近之沿岸漂沙優勢方向應為東南往西北向。而由螢光砂之調查，離岸漂沙較向岸漂沙活躍，此亦為造成沿岸沖刷成因之一。

4. 沿岸漂沙量估算

沿岸漂沙乃砂質海灘受波浪能量擾動而產生沿岸方向搬運之現象，故其與波浪能量有密切之關係。依據波浪能量法推估求得大鵬灣平時之漂沙量約為每月一萬餘立方公尺，同時根據東港漁港歷年之抽砂記錄每年約需抽砂 10 萬立方公尺，因此可知在無颱風直接侵襲下，大鵬灣每年由南向北之漂沙量亦約為 10 餘萬方左右。

5. 海岸結構物對地形變遷之影響

海岸結構物主要為突出於海岸之南、北防波堤，經由漂沙試驗後，發現南防波堤南側沿岸沙灘將逐漸向海側推進，在南堤垂直段附近區域呈淤積現象，但南堤堤頭處因繞射波浪影響呈沖刷現象。而在北堤北側海岸方面，因漂沙來源受阻，且又受到南堤堤頭繞射波浪影響，致使北堤以北海岸發生嚴重沖刷現象。

經由上述各項分析探討，可發現大鵬灣沿岸確屬漂沙活動活躍之區域，其漂沙量每年約為 10 餘萬方，且以河沙為主要之輸沙來源，至於建港在外廓防波堤佈置上則應注意防止南防波堤垂直段外側產生沖刷，同時更應防範因南堤阻擋沙源而使北側海岸產生沖刷之現象。

四、「台灣海岸地形變化及其未來之開發利用」

(郭金棟教授，民國 79 年)

台灣海岸過去調查資料極為有限，水深及底質資料除部份工程地點外均甚為缺乏，因此欲深入探討海岸地形之變化甚為困難。而在此計畫中為探求海岸長時期之變化情形，乃以歷年來之台灣地形測量圖為基礎，試圖就定量上剖析台灣海岸線變化以資參考。

該報告中與枋寮海岸地形相關之部份主要有下列事項：

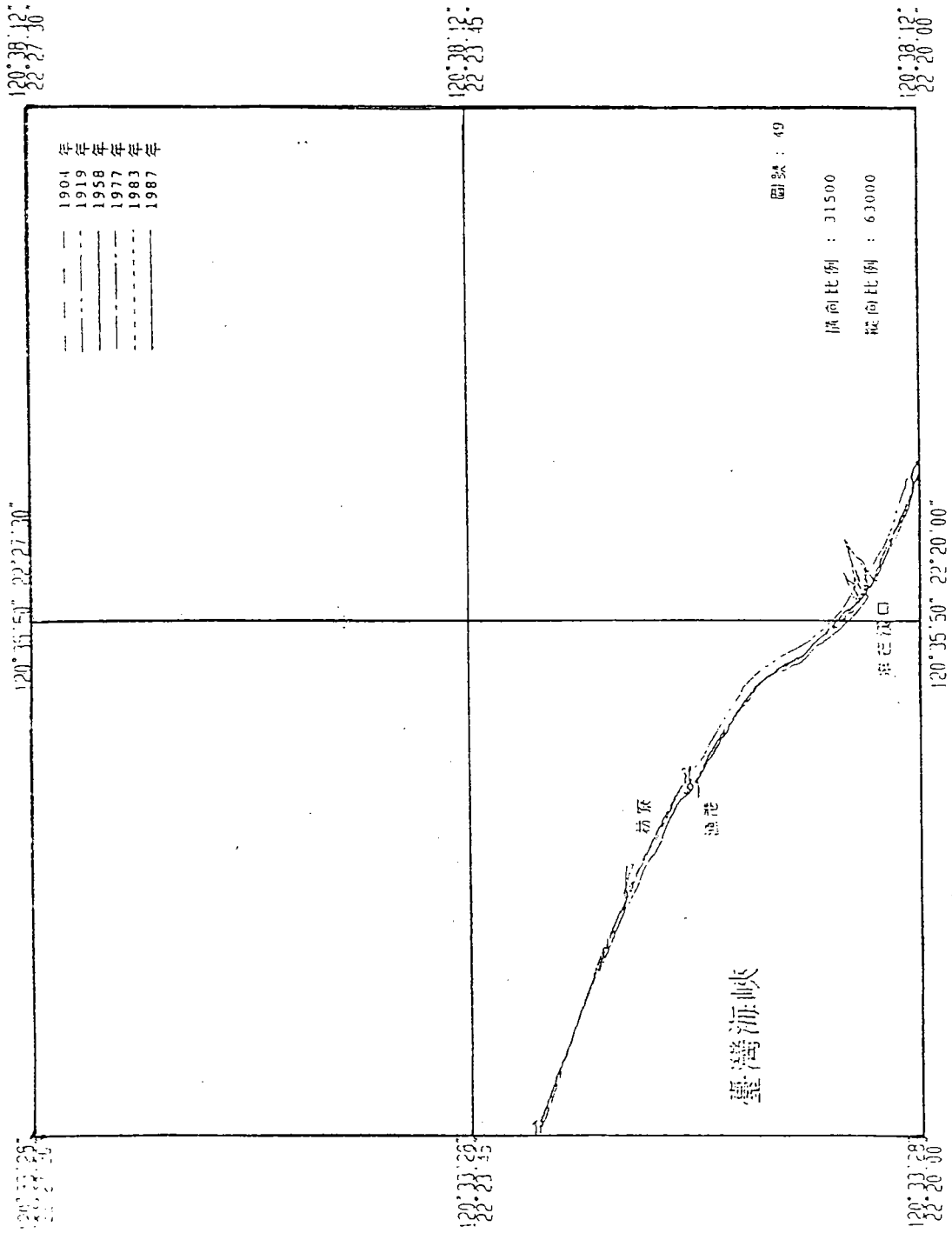
1. 海岸線變化

自 1904 年~1987 年間之海岸線變化如圖 2.5 所示，整體而言，可發現枋寮漁港南側海岸呈現淤積現象，而漁港北側海岸則有明顯地侵蝕產生。若以較短時程加以分析，前者先期曾略有侵蝕，後退速度於 1958 年~1977 年較快，平均約 1.5m/年，1977 年~1983 年間保持平衡，後乃有淤積產生。而漁港北側在 1919 年~1977 年間持續侵蝕，每年海岸約後退 0.2~0.5m/年。

2. 河川輸沙與海岸侵淤關係

可能成為屏東北部海岸輸沙之來源主要有高屏溪、東港溪、林邊溪、率芒溪及枋山溪等，其中高屏溪及東港溪因河口處有溺谷存在，該河川之輸沙落入谷內而無法供應於沿岸，因此對海岸輸沙並無太大之影響。而由海灘底質分佈觀察，枋寮漁港北側海岸之輸沙主要由林邊溪所供給，而枋寮以南則分別由所屬溪流排沙所供應。

由於河川輸沙量為海岸漂沙最重要來源，故河川供應輸沙之多寡與波浪輸沙量之多寡為決定海岸侵蝕或淤積之主因，如河川供給之輸沙量超過波浪輸送之沙量則海岸淤積，反之則為侵蝕。一般認為河川輸沙量之 $1/8 \sim 1/2$ 為海岸輸沙來源，台灣如以淡水河輸沙與堆積於該河口三角洲變動量計算則約為 $1/3$ ，此數值將可作為河川輸沙與海岸輸沙量估算之參考。



資料來源：「台灣海岸地形變化及其未來之開發利用」
 行政院科技顧問組，民國 79 年

圖 2.5 枋寮海岸歷年變遷圖

第三章 現場

屏東林邊海域位於本省西南部，包括東港鎮、林邊鄉、佳冬鄉以及枋寮鄉等四個鄉鎮緊臨之水域，本研究為瞭解影響該區海域之海象條件，自民國 86 年 3 月中旬起，選擇在屏東枋寮海域建立長期海流及波浪觀測站，並擬經由現場波浪觀測以及地形沖淤調查研究，作為推算海灘地形變化數值模式之理論基礎，謹將現場海象調查工作說明如下：

§ 3-1 現場調查作業

本研究自民國 86 年 3 月中旬起，選擇在枋寮漁港南側士文溪出海口海域東徑 $120^{\circ}35'46.2''$ ，北緯 $22^{\circ}19'42''$ 水深約 15 公尺處，其位置如圖 3.1 中所示，安裝一部 DNW-5M 波浪儀以及二部 RCM-7 海流儀，海流儀設置水深分別在水面下 5 公尺與 10 公尺處，用以觀測兩個不同水深處之流況，而波浪儀則置於海底水泥塊上，儀器頂端繫有表面浮球，而儀器錨碇組南北兩端約 20 公尺距離各設置警示燈標組作夜間閃光警示，其配置如圖 3.2 中所示，以進行長期波浪及海流觀測，所得資料可作為深水波浪之參考，本研究現場作業自民國 86 年 3 月底展開，因限於經費之短拙，本年度僅實施四次，現場海象觀測作業相關資料表如表 3.1 中所示。

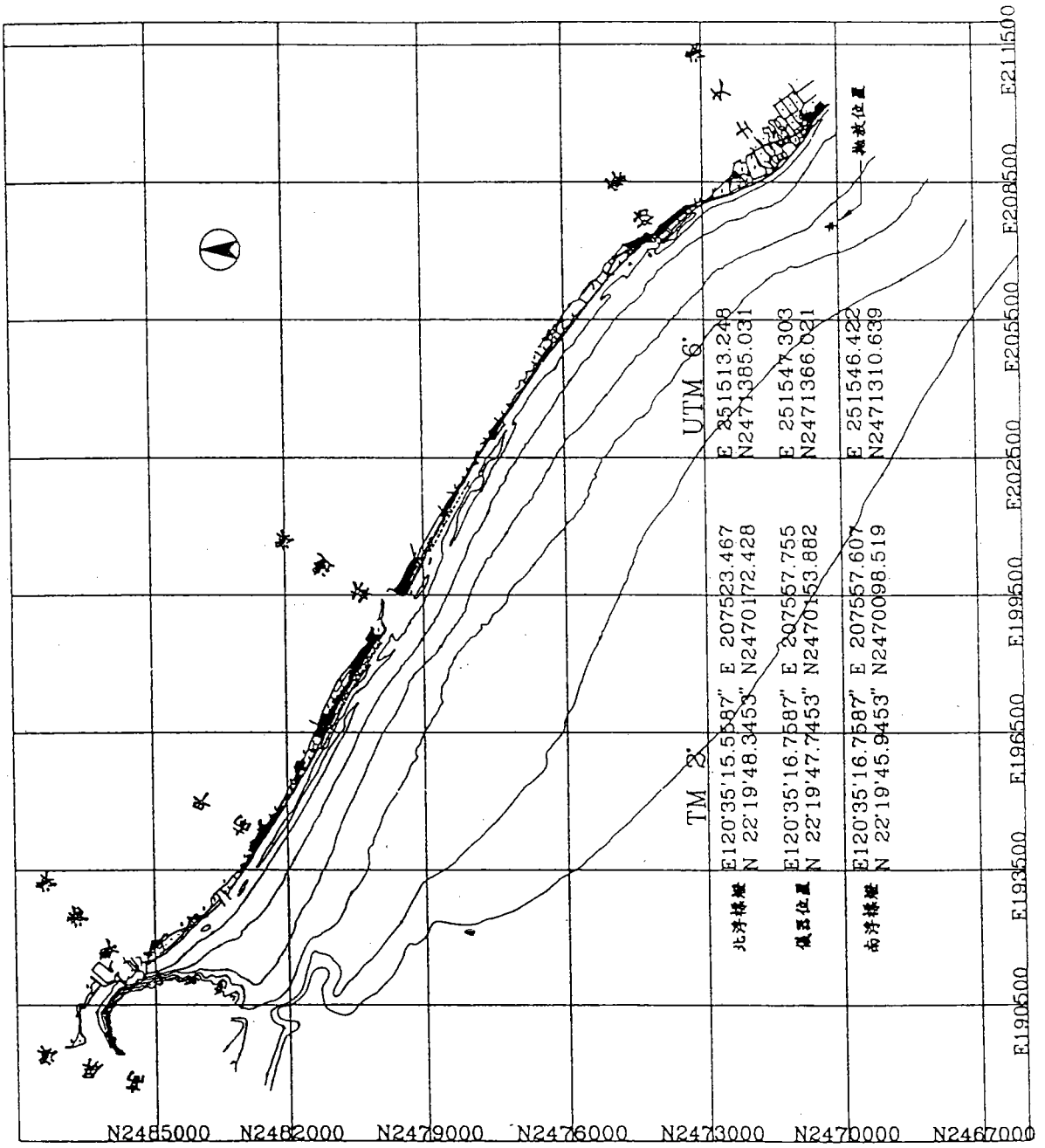


圖 3.1 屏東枋寮海域氣象觀測站設置位置示意圖

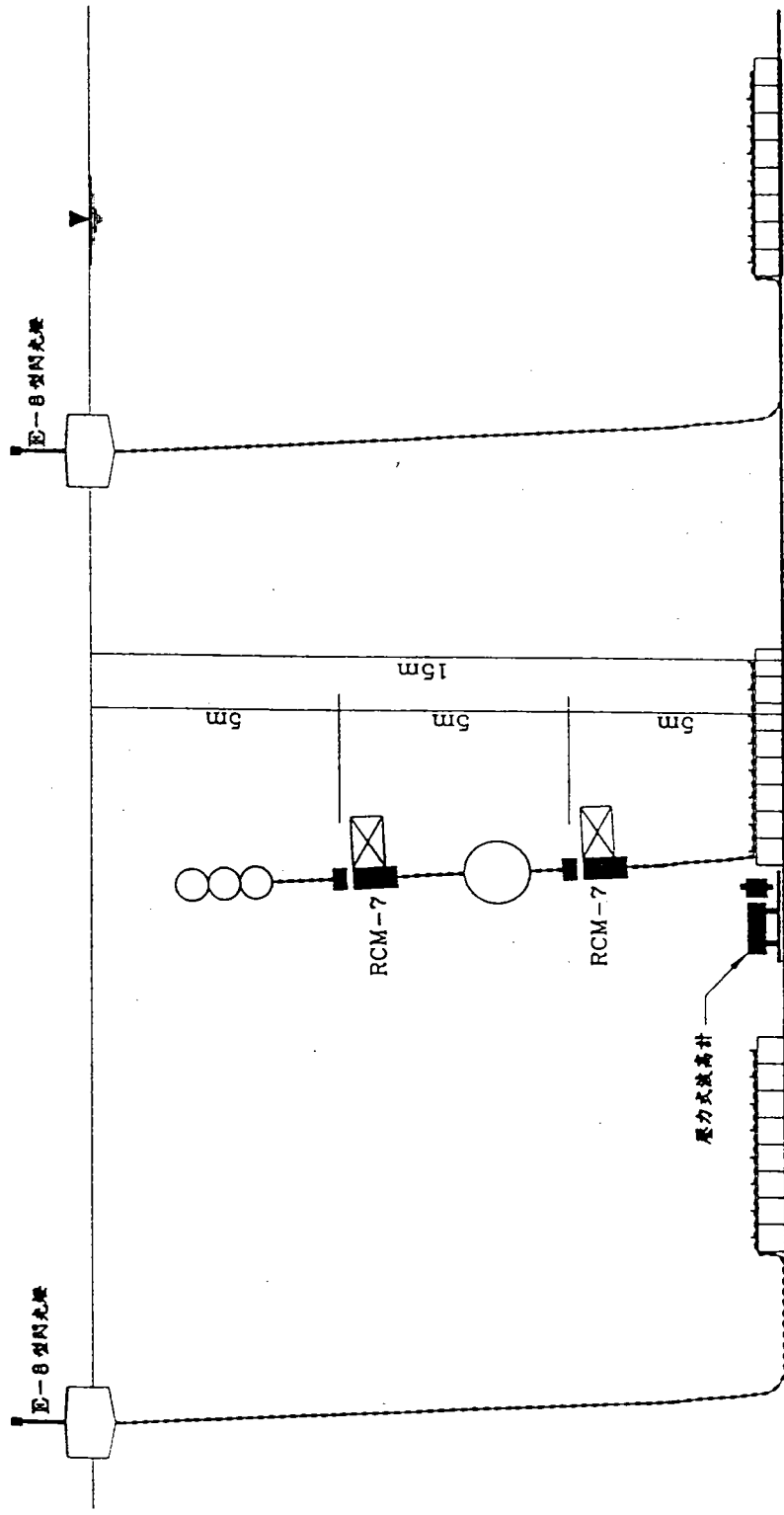


圖 3.2 海流儀及壓力計水中配置情形示意圖

表 3.1 現場海象觀測作業相關資料表

序號	記錄期間	相關資料
1	86年3月13日~4月2日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。
2	86年4月18日~5月8日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。
3	86年6月26日~8月12日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。
4	86年9月12日~10月3日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。
5	86年10月30日~11月26日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。
6	87年1月8日~2月12日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。
7	87年9月17日~10月29日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。
8	87年11月21日~12月6日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。
9	88年1月16日~1月31日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。
10	88年3月14日~4月28日	海流、流速、流向、PVD圖、波浪波高、週期時序圖、聯合分佈圖。

3-2 資料分析

海象觀測的工作包括了海流及波浪現象之量測，海流部份所使用的儀器是挪威 AANDWERAA 公司生產的 RCM-7 海流計，該儀器係以 Rotor 量測水通過的轉數，同時以 COMPASS 量測平均流向。儀器設定為 10 分鐘紀錄一次，所得資料儲存於內部 DSU 模組內。測波儀則採用 NBA 公司生產之 DNW-5M 潮波儀，該儀器為壓力式波高儀。設定為每 2 小時紀錄 10 分鐘，取樣頻率為 0.5 秒一組水壓資料，記錄存於內部 SRAM 卡內。

3-2-1 海流資料分析

海流紀錄由儀器公司提供之軟體讀出後，經本所現有之軟體作統計分析，繪製各類圖表，本年度共有四段海流資料，時間分別是民國 87 年 9 月 17 日~10 月 29 日、11 月 21 日~12 月 6 日、88 年 1 月 16 日~1 月 31 日以及民國 88 年 3 月 14 日~4 月 28 日等；本年度因儀器設備關係，僅作上層海流觀測。

圖 3.3~圖 3.6 為本年度歷次上層海流流速以及流向時間序列圖；資料分析結果顯示，第一次觀測(1998 年 9 月 17 日~10 月 29 日)上層流速最大值約為 53cm/sec，平均流速在 20~30cm/sec 左右，較 1997 年 9 月 12 日~10 月 3 日同時段觀測期間所記載之海流平均流速稍大；第二次觀測(1998 年 11 月 21 日~12 月 6 日)之上層流速最大值為 38cm/sec，平均流速在 15~20cm/sec 之間；亦較上年度同時段觀測期間平流速 15cm/sec 為大；第三次觀測(1999 年 1 月 16 日~1 月 31 日)上層流速最大值為 54cm/sec，平均流速在 18cm/sec 左右，同樣較上年度同時段觀測期間(1998 年 1 月 8 日~2 月 12 日)平均流速 15cm/sec 為大；第四次觀測(1999 年 3 月 14 日~4 月 28 日)上層流速最大值則為 47cm/sec；流向則與上年度同時段觀測期間之海流流向分佈相似，多集中在 SSE~SE 以及 NNW~NW 二個主要

方向，亦即是在平行海岸的方向作週期性之往復變化，垂直岸之流速分量與平行岸分量相較其值甚低，如圖 3-7 所示。

圖 3.8~圖 3.11 則分別為四次海流觀測期間其流速與向聯合機率佈及統計表，資料分析結果顯示，四次觀測結果其差異性不大，最大流速分別為 53 cm/sec、38.46 cm/sec、41~54cm/sec、以及 47.14cm/sec、最小流速分別為 1.50cm/sec、1.78 cm/sec 以及 1.50 cm/sec 等。

為瞭本海域之水團長期之運動趨勢，將速向量之時間序列頭尾相接，得上層海流行進向量圖(PVD 圖)分別如圖 3.12~3.15 所示。分析結果顯示，表層水在民國 87 年 9 月中、下旬是往 SE 方向移動，平均移動速度約為 4 公里/天；到 11 月下旬~12 月上旬期間，表層水則往 SE~SSE 方向移動，移動速度則減為 3.4 公里/天；民國 88 年元月中旬，整個表層水流則偏向 S 方向移動，平均移動速度降為 0.94 公里/天，到民國 88 年 3 月中、下旬到 4 月上旬期間，表層水流則往 S 方向移動，平均流速為 0.87 公里/天。

3-2-2 波浪資料分析

波浪儀資料之原始數據為水壓之信號，經軟體處理為水位數據，藉著儀器取樣時間之設定可作量測波浪與潮汐之選擇，本年度之波浪資料分別為 1998 年 9 月 16 日～10 月 21 日、11 月 20 日～12 月 26 日以及 1999 年 3 月 11 日～4 月 16 日等共三次之觀測資料，經統計得到 H_{\max} 、 $H_{1/3}$ 以及 T_{\max} 、 $T_{1/3}$ 等時間序列分佈圖。

圖 3.16～圖 3.18 分別為本年度收集波浪資料各統計值之時間序列分佈圖，圖中*號表 H_{\max} 、 T_{\max} 實線 號表 $H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$ 資料分析結果顯示，民國 87 年 9 月～10 月觀測期間，因楊妮(YANNI)颱風於 9 月 27 日～29 日掠過東部海岸以及瑞伯(ZEB)颱風於 10 月 13 日～17 日通過該區海域(其颱風路徑圖如圖 3.19 所示)，分別測得颱風波浪其 $H_{\max}=2.2\text{m}$ 、 $T_{\max}=13\text{sec}$ 、 $H_{1/3}=1.3\text{m}$ 、 $T_{1/3}=12\text{sec}$ 與 $H_{\max}=5.5\text{m}$ 、 $T_{\max}=16\text{sec}$ 、 $H_{1/3}=3.6\text{m}$ 、 $T_{1/3}=15\text{sec}$ 外，該段期間其波浪分佈 H_{\max} 均在 1m 以下，以 $H_{\max}=0.5\text{m}$ 居多；週期則為 7～8 秒間；民國 87 年 11 月 20 日～12 月 26 日東北季風期間，因本海域東邊有陸地山巒屏障，故在觀測期間， H_{\max} 之序列中最大值都在 1.25m 以下，而 $H_{1/3}$ 值多在 0.75m 以下，其對應之週期則在 8～10 秒間，其特性與上年度同時段觀測期間波浪分佈情況頗為類似，到 3 月以後，波浪分析結果顯示， H_{\max} 之序列中最大值都在 1.0m 以下，而 $H_{1/3}$ 值多在 0.5m 以下，其對應之週期則在 8～12 秒間。

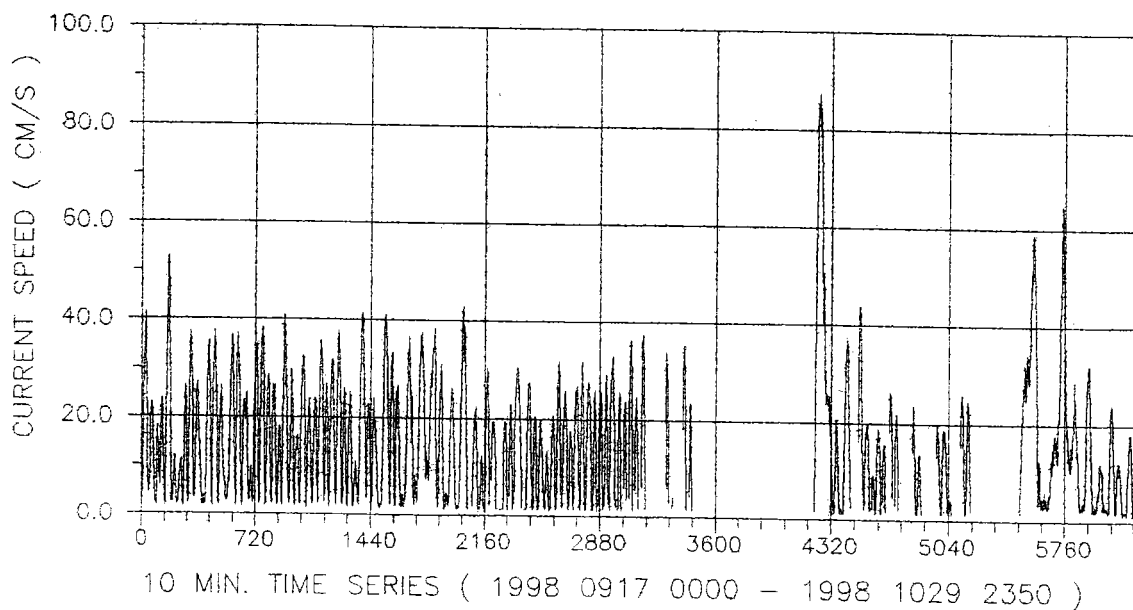
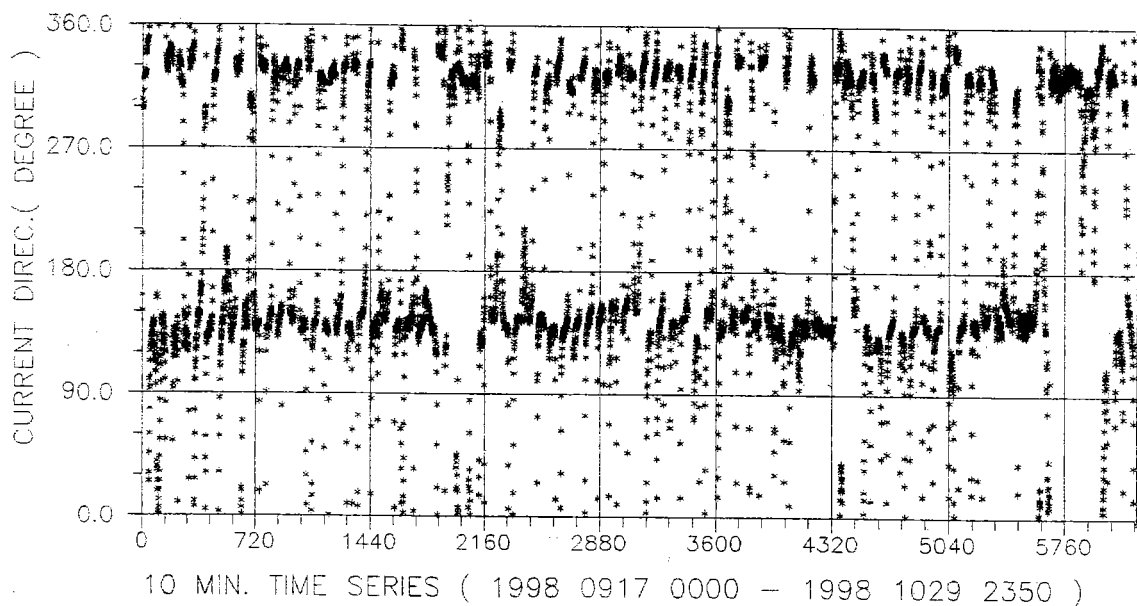


圖 3.3 上層海流流向以及流速時序圖

(民國 87 年 9 月 17 日~10 月 29 日)

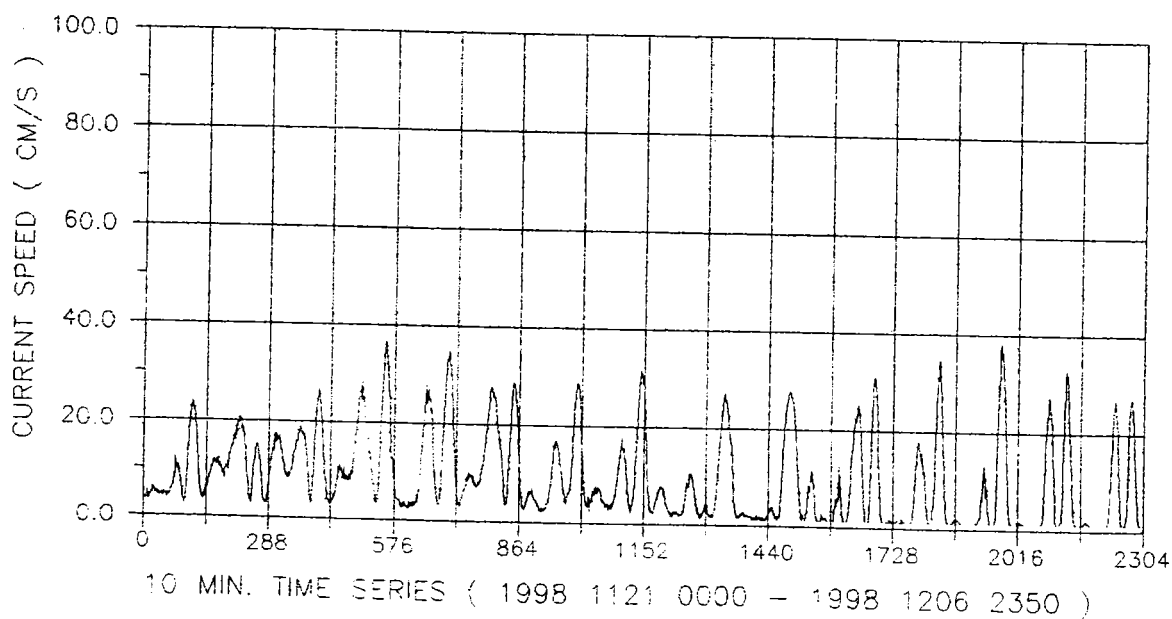
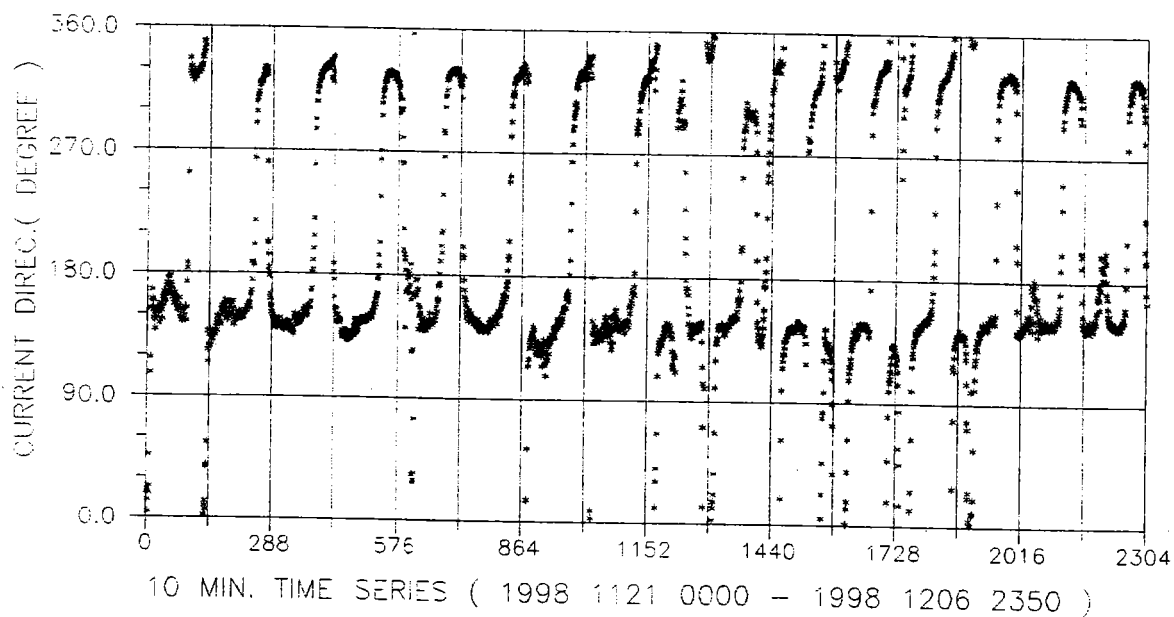


圖 3.4 上層海流流向以及流速時序圖

(民國 87 年 11 月 21 日 ~ 12 月 6 日)

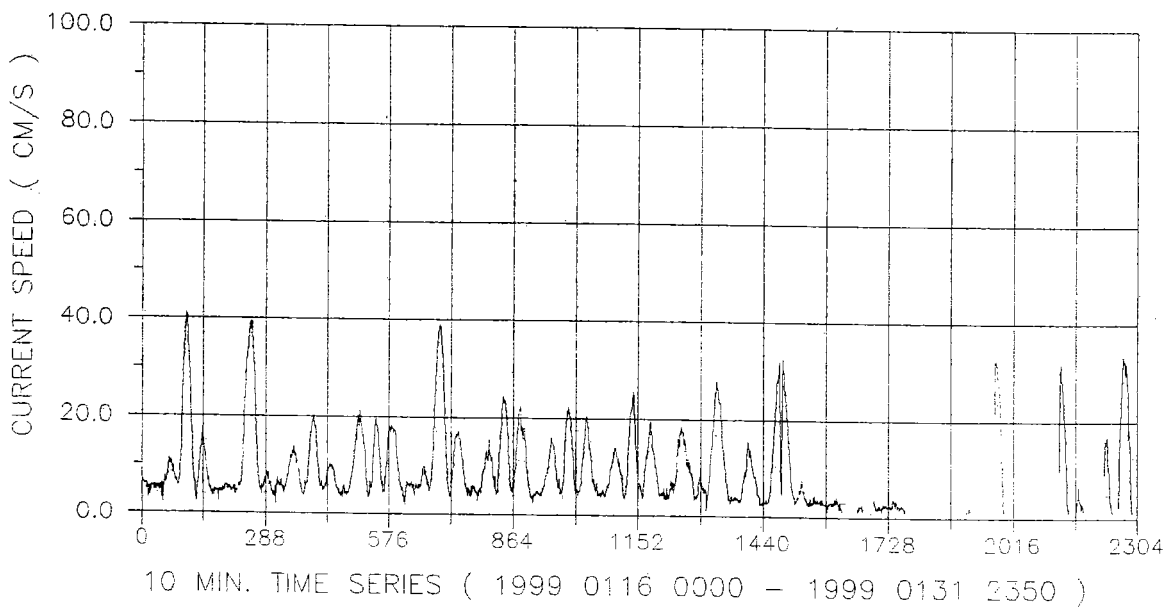
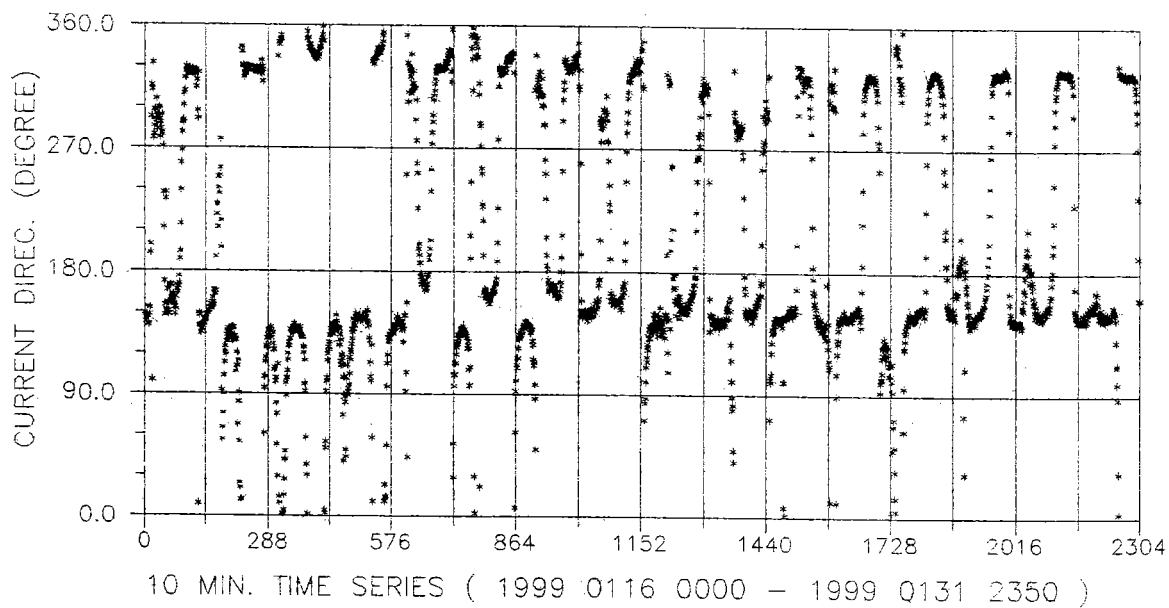


圖 3.5 上層海流流向以及流速時序圖
(民國 88 年 1 月 16 日~1 月 31 日)

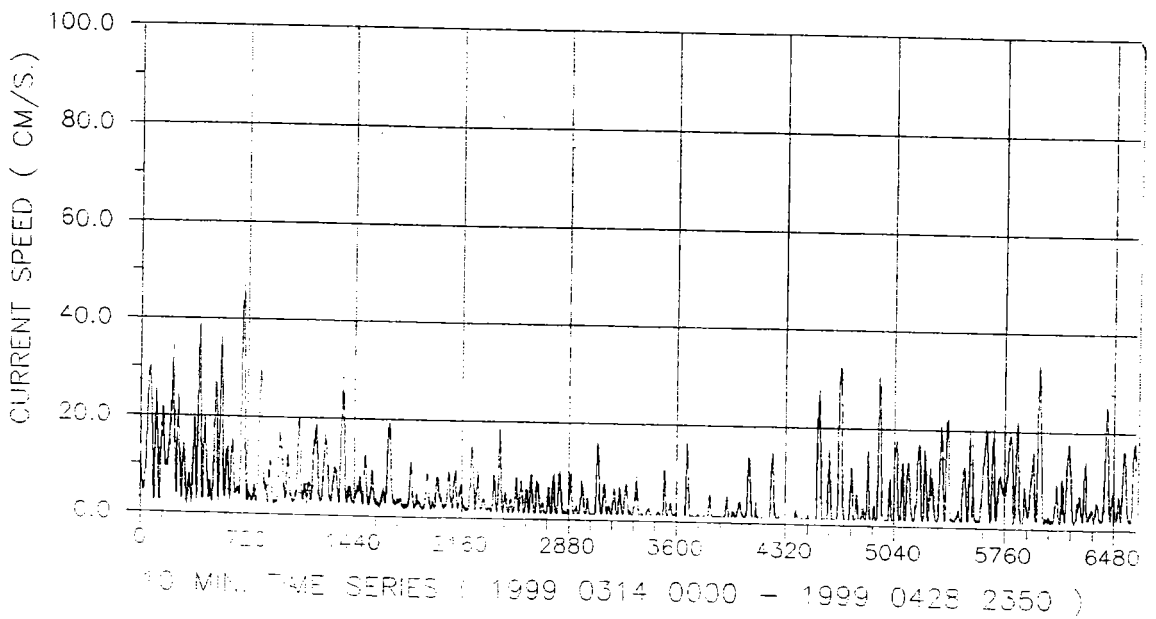
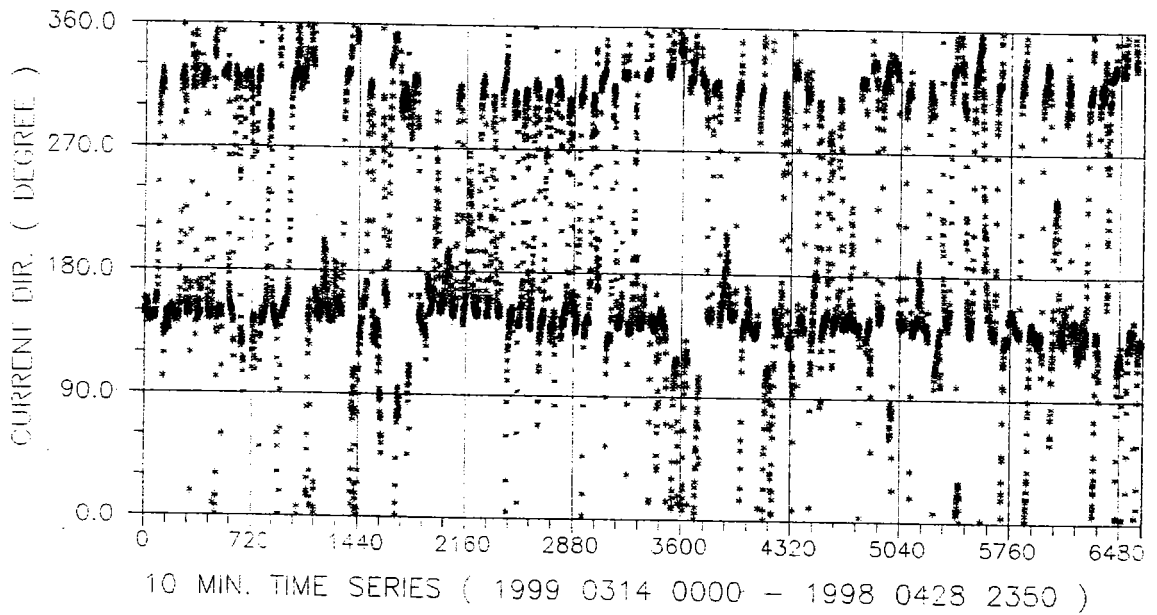
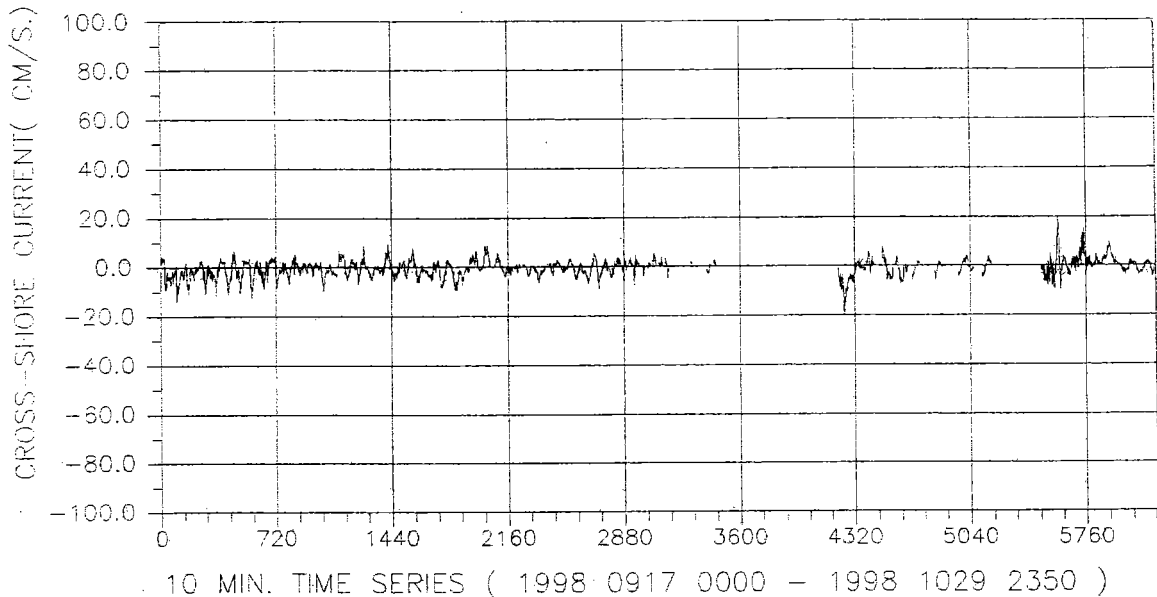
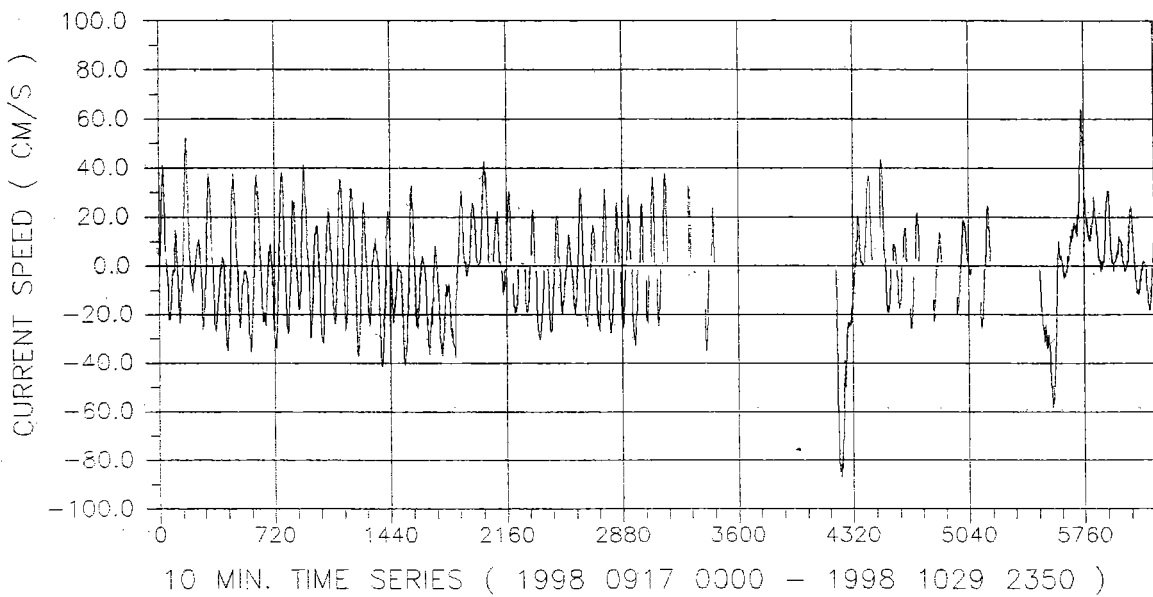


圖 3.6 上層海流流向以及流速時序圖

(民國 88 年 3 月 14 日~4 月 28 日)



(a) 垂直岸流速分量時序列圖



(b) 平行岸流速分量時序列圖

圖 3.7 上層海流平行岸流速分量以及垂直岸流速分量時序列圖
(民國 87 年 9 月 13 日~10 月 29 日)

1998 0917 0000 - 1998 1008 2350 FON LIEW SURFACE CURRENT
 TOTAL NUMBER OF QUALIFIED DATA = 3168

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRENT ROSE

DIR.	SPEED (CM/S)									
	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	1.26	.13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.39
NE	.95	.06	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.01
ENE	.76	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.76
E	1.07	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.07
ESE	2.84	.63	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.47
SE	7.61	20.39	.69	.00	.00	.00	.00	.00	.00	28.69
SSE	6.41	9.22	.28	.00	.00	.00	.00	.00	.00	15.91
S	2.71	.09	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.81
SSW	1.58	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.58
SW	.92	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.92
WSW	.79	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.79
W	.88	.00	.16	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.04
WNW	2.49	.22	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.71
NW	5.87	10.29	.54	.00	.00	.00	.00	.00	.00	16.70
NNW	6.60	10.83	1.10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	18.53
N	2.37	.25	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.62
ALL	45.11	52.11	2.78	.00	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 29.50
 TOTAL MEAN OF VEL. = 1.83
 TOTAL MEAN DIRECTION = 124.6
 MEAN X-COMPONENT = 1.51 MEAN Y-COMPONENT = -1.04
 MAX. VELOCITY = 53.02 ITS DIRECTION = 337.2
 MIN. VELOCITY = 1.50 ITS DIRECTION = 20.7
 MAX. TEMP. = 31.00 MIN. TEMP. = 28.10
 VARIANCE OF X-COMP. = .1204971E+03 VARIANCE OF Y-COMP. = .2402744E+03
 VARIANCE OF TEMP. = .3347089E+00 TOTAL NUMBER OF DATA = 3168
 SKEWNESS OF U = -.8161833E-01 OF V = .1195510E+04 OF T = -.2641774E-05
 KURTOSIS OF U = .2458420E+01 OF V = .1503682E+06 OF T = .3620442E-05
 23 DAYS OF DATA

圖 3.8 上層海流流速、流向聯合機率分佈及統計表
 (民國 86 年 9 月 17 日~10 月 8 日)

1998 1121 0000 - 1998 1206 2350 FON LIEW SURFACE CURRENT
 TOTAL NUMBER OF QUALIFIED DATA = 2304

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRE NT ROSE
 SPEED (CM/S)

DIR.	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	1.22	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.22
NE	.56	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.56
ENE	.61	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.61
E	.48	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.48
ESE	2.34	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.34
SE	19.49	6.21	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	25.69
SSE	17.40	10.98	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	28.39
S	4.47	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	4.47
SSW	2.17	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.17
SW	.52	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.52
WSW	.56	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.56
W	.95	.00	.13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.09
WNW	3.95	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.95
NW	6.73	6.86	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	13.59
NNW	6.81	5.82	.09	.00	.00	.00	.00	.00	.00	12.72
N	1.65	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.65
ALL	69.92	29.86	.22	.00	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 26.72
 TOTAL MEAN OF VEL. = 1.75
 TOTAL MEAN DIRECTION = 154.9
 MEAN X-COMPONE NT = .74 MEAN Y-COMPONENT = -1.58
 MAX. VELOCITY = 38.46 ITS DIRECTION = 327.8
 MIN. VELOCITY = 1.50 ITS DIRECTION = 133.1
 MAX. TEMP. = 27.05 MIN. TEMP. = 26.28
 VARIANCE OF X-COMP. = .5338223E+02 VARIANCE OF Y-COMP. = .1150445E+03
 VARIANCE OF TEMP. = .2139078E-01 TOTAL NUMBER OF DATA = 2304
 SKEWNESS OF U = -.6466532E+00 OF V = .8383450E+03 OF T = .7072695E-0
 KURTOSIS OF U = .3579612E+01 OF V = .5031862E+05 OF T = .2143731E-0
 17 DAYS OF DATA

圖 3.9 上層海流流速、流向聯合機率分佈及統計表

(民國 87 年 11 月 21 日 ~ 12 月 6 日)

1999 0116 0000 - 1999 0126 2350 FON LIEW SURFACE CURRENT
 TOTAL NUMBER OF QUALIFIED DATA = 1584

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRENT ROSE

DIR.	SPEED (CM/S)									
	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	1.14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.14
NE	1.07	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.07
ENE	.76	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.76
E	2.34	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.34
ESE	4.61	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	4.61
SE	13.95	8.84	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	22.79
SSE	14.20	7.95	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	22.16
S	4.61	.25	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	4.86
SSW	1.83	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.83
SW	1.07	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.07
WSW	1.64	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.64
W	2.27	.00	.25	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.53
WNW	5.30	.06	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	5.37
NW	7.70	2.65	.25	.00	.00	.00	.00	.00	.00	10.61
NNW	6.19	7.70	1.20	.00	.00	.00	.00	.00	.00	15.09
N	2.15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.15
ALL	70.83	27.46	1.70	.00	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 25.45
 TOTAL MEAN OF VEL. = 1.61
 TOTAL MEAN DIRECTION = 147.8
 MEAN X-COMPONENT = .85 MEAN Y-COMPONENT = -1.36
 MAX. VELOCITY = 41.54 ITS DIRECTION = 327.5
 MIN. VELOCITY = 1.78 ITS DIRECTION = 246.5
 MAX. TEMP. = 25.97 MIN. TEMP. = 24.96
 VARIANCE OF X-COMP. = .5034086E+02 VARIANCE OF Y-COMP. = .1140967E+03
 VARIANCE OF TEMP. = .6272432E-01 TOTAL NUMBER OF DATA = 1584
 SKEWNESS OF U = -.6589085E+00 OF V = .1137070E+04 OF T = -.3680600E-05
 KURTOSIS OF U = .3849686E+00 OF V = .5482334E+05 OF T = .1353002E-05
 12 DAYS OF DATA

圖 3.10 上層海流流速、流向聯合機率分佈及統計表
 (民國 887 年 1 月 16 日~1 月 26 日)

1999 0314 0000 - 1999 0407 2350 FON LIEW SURFACE CURRENT
 TOTAL NUMBER OF QUALIFIED DATA = 3600

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRENT ROSE

DIR.	SPEED (CM/S)									TOTAL
	0	25	50	75	100	125	150	175	200	
NNE	.86	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.86
NE	.53	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.53
ENE	.97	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.97
E	1.58	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.58
ESE	2.64	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.64
SE	13.89	2.22	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	16.11
SSE	21.17	6.47	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	27.64
S	5.92	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	5.94
SSW	3.17	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.17
SW	2.14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.14
WSW	1.69	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.69
W	2.78	.00	.08	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.86
WNW	5.69	.11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	5.81
NW	13.67	5.39	.44	.00	.00	.00	.00	.00	.00	19.50
NNW	5.56	.69	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	6.25
N	2.11	.19	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.31
ALL	84.36	15.11	.53	.00	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 26.03
 TOTAL MEAN OF VEL. = 1.29
 TOTAL MEAN DIRECTION = 176.4
 MEAN X-COMPONENT = .08 MEAN Y-COMPONENT = -1.29
 MAX. VELOCITY = 47.14 ITS DIRECTION = 322.2
 MIN. VELOCITY = 1.50 ITS DIRECTION = 25.3
 MAX. TEMP. = 32.18 MIN. TEMP. = 25.29
 VARIANCE OF X-COMP. = .3280253E+02 VARIANCE OF Y-COMP. = .6219779E+02
 VARIANCE OF TEMP. = .1973392E+00 TOTAL NUMBER OF DATA = 3600
 SKEWNESS OF U = -.8638647E+00 OF V = .2705036E+03 OF T = .5409983E-03
 KURTOSIS OF U = .6592083E+01 OF V = .22381268E+05 OF T = .4232898E-03
 26 DAYS OF DATA

圖 3-11 上層海流流向以及流速時序圖
 (民國 88 年 3 月 14 日~4 月 7 日)

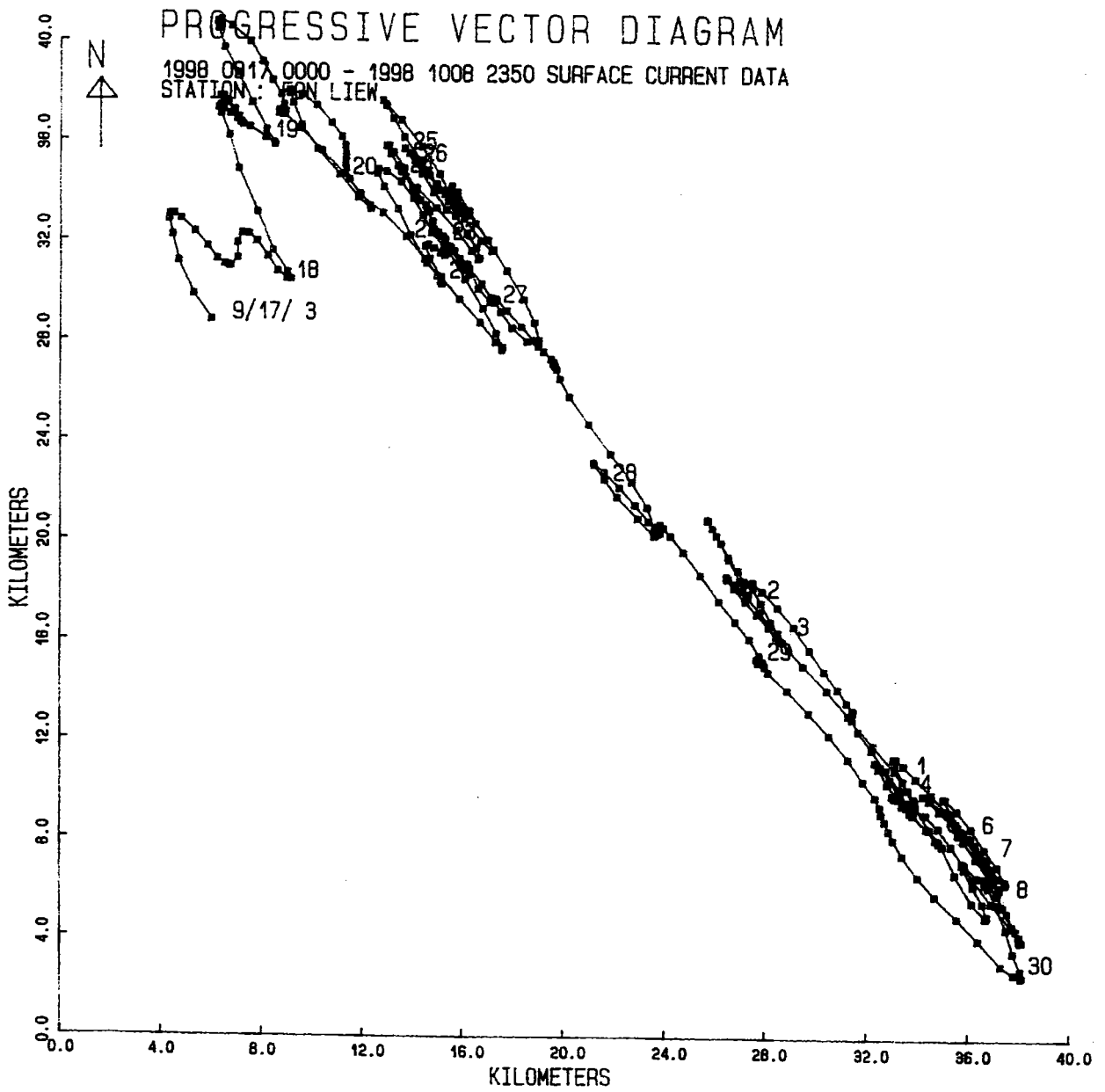


圖 3-12 上層海流行進向量圖(民國 87 年 9 月 17 日~10 月 8 日)

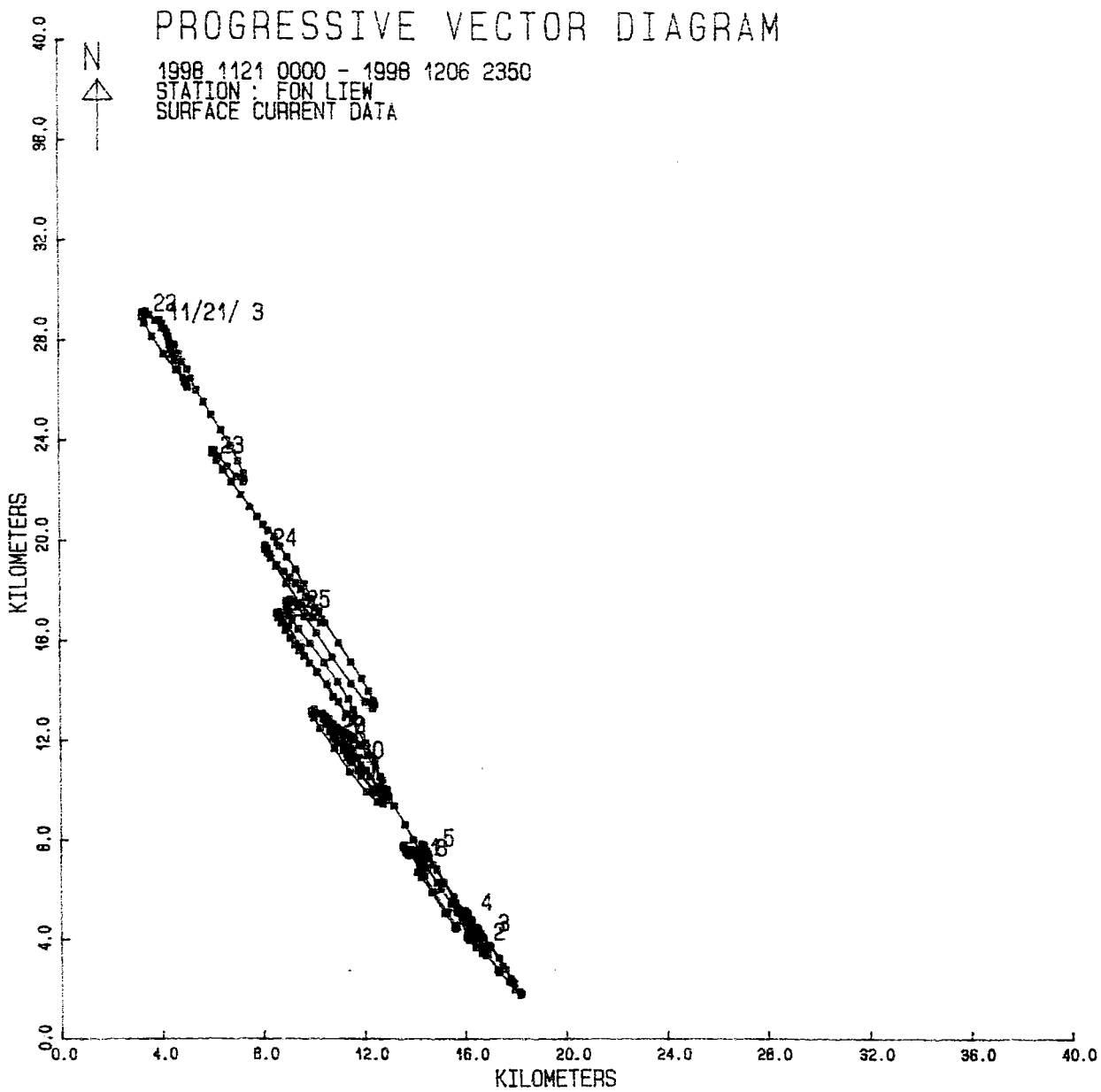


圖 3-13 上層海流行進向量圖(民國 87 年 11 月 21 日~12 月 6 日)

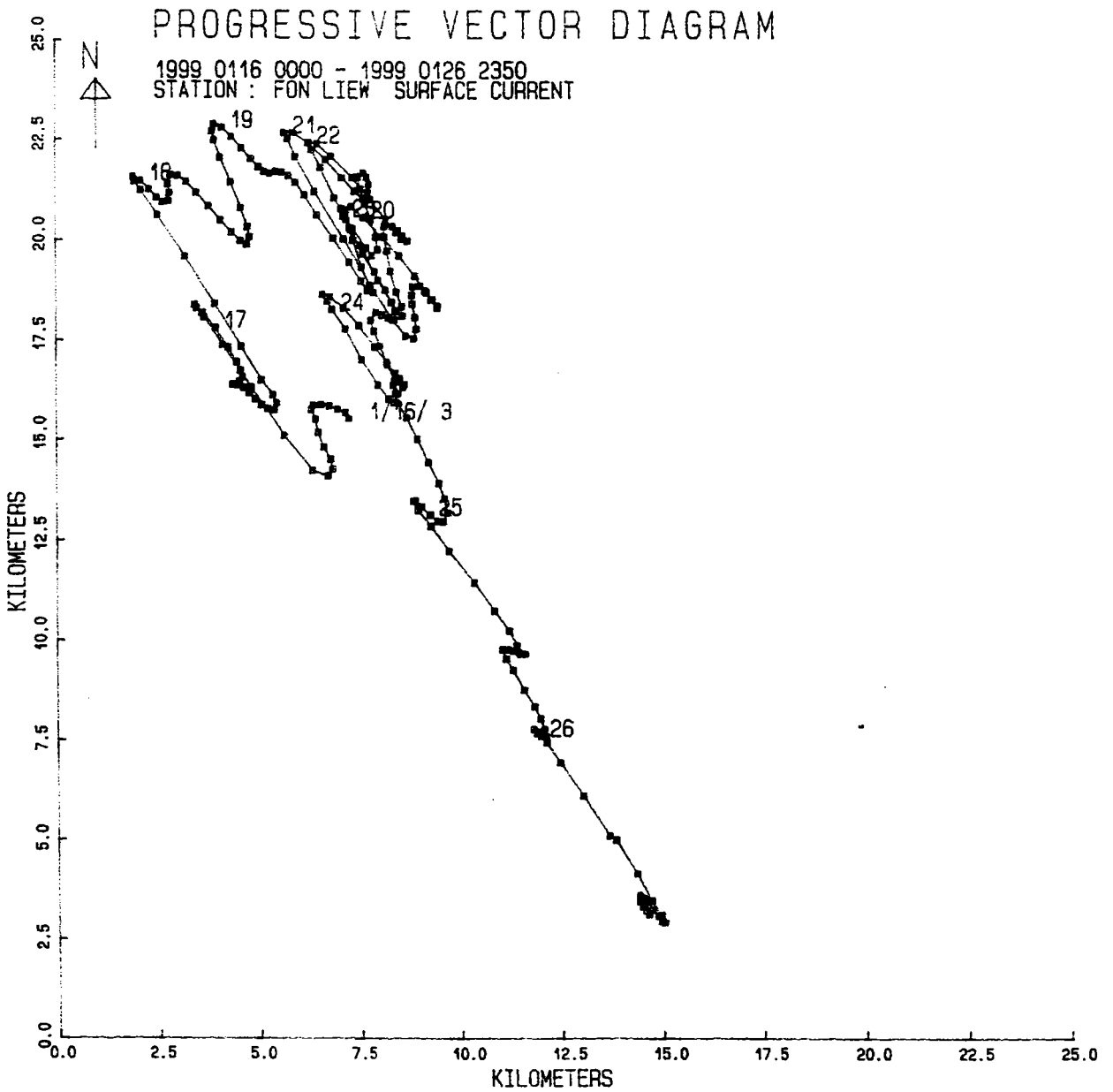


圖 3-14 上層海流行進向量圖(民國 88 年 1 月 16 日~1 月 26 日)

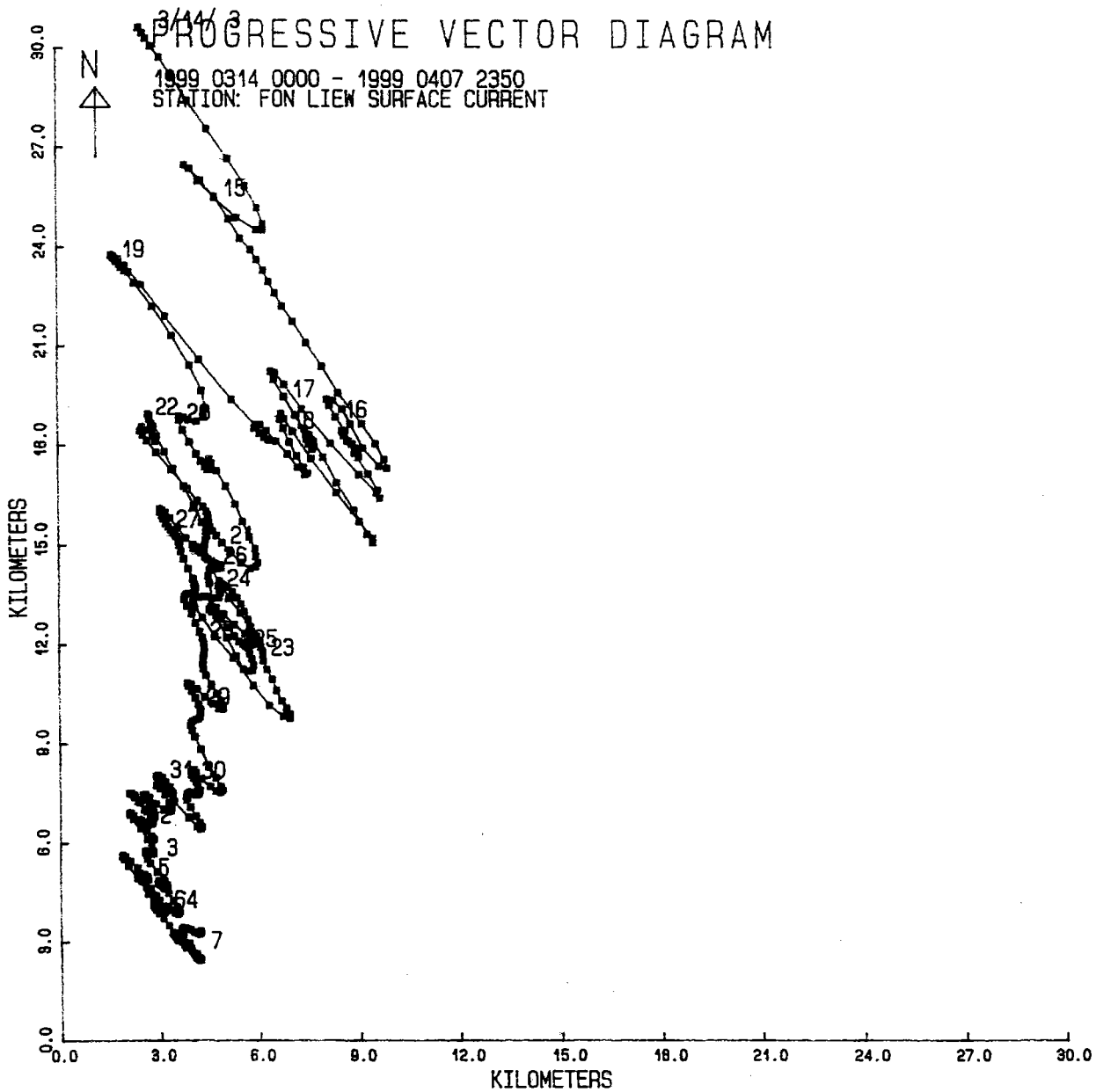


圖 3-15 上層海流行進向量圖(民國 88 年 3 月 14 日~4 月 7 日)

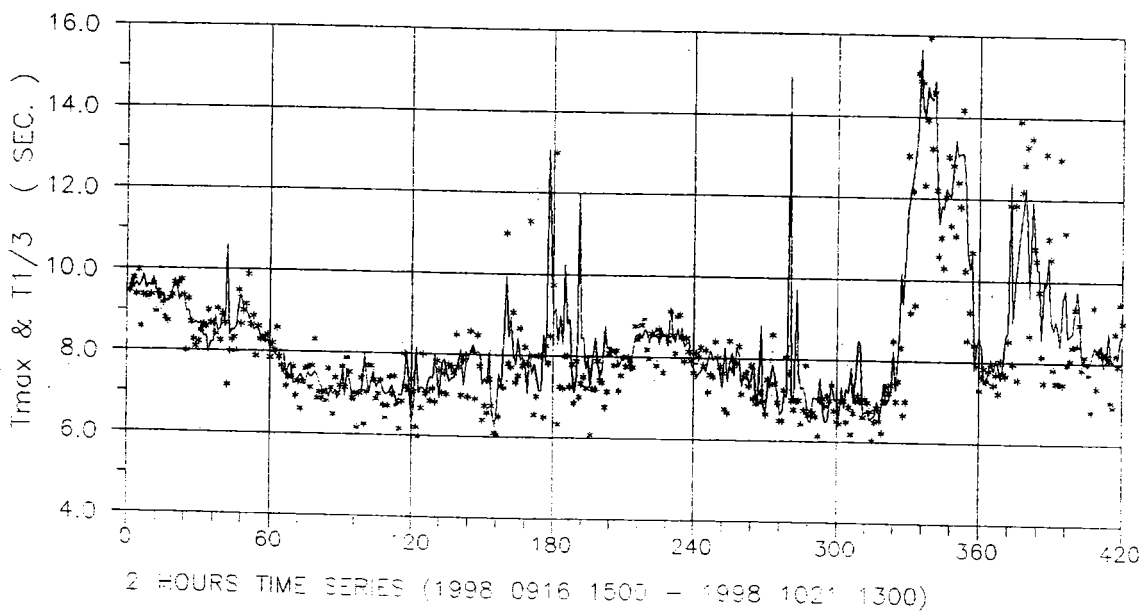
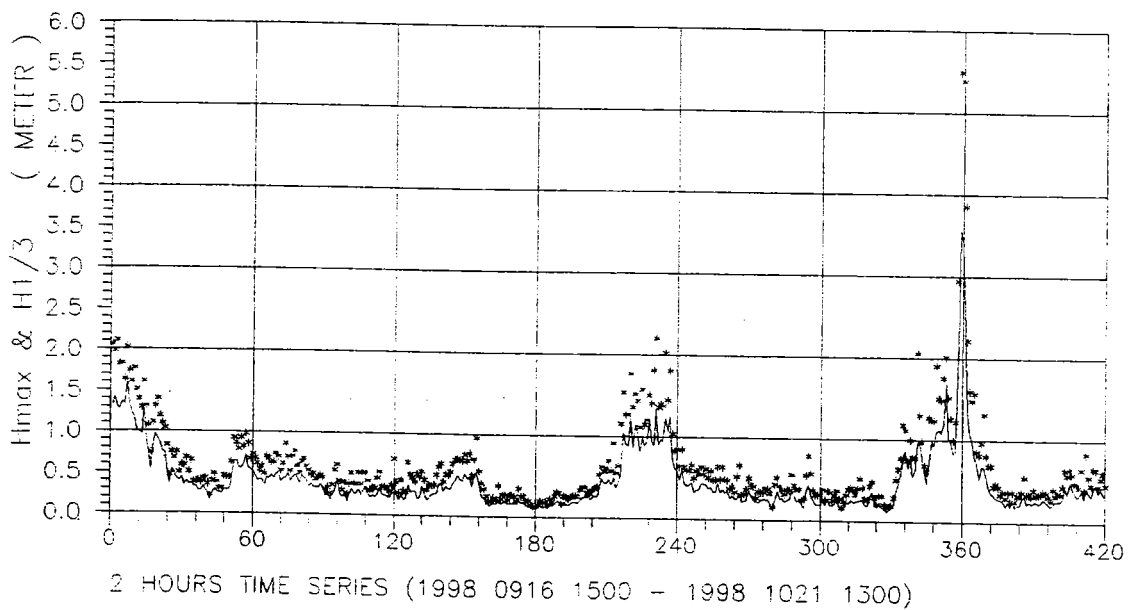


圖 3.16 H_{max} 、 $H_{1/3}$ 、 H_{mean} 、與 $T_{1/3}$ 時序圖

(民國 87 年 9 月 16 日~10 月 21 日)

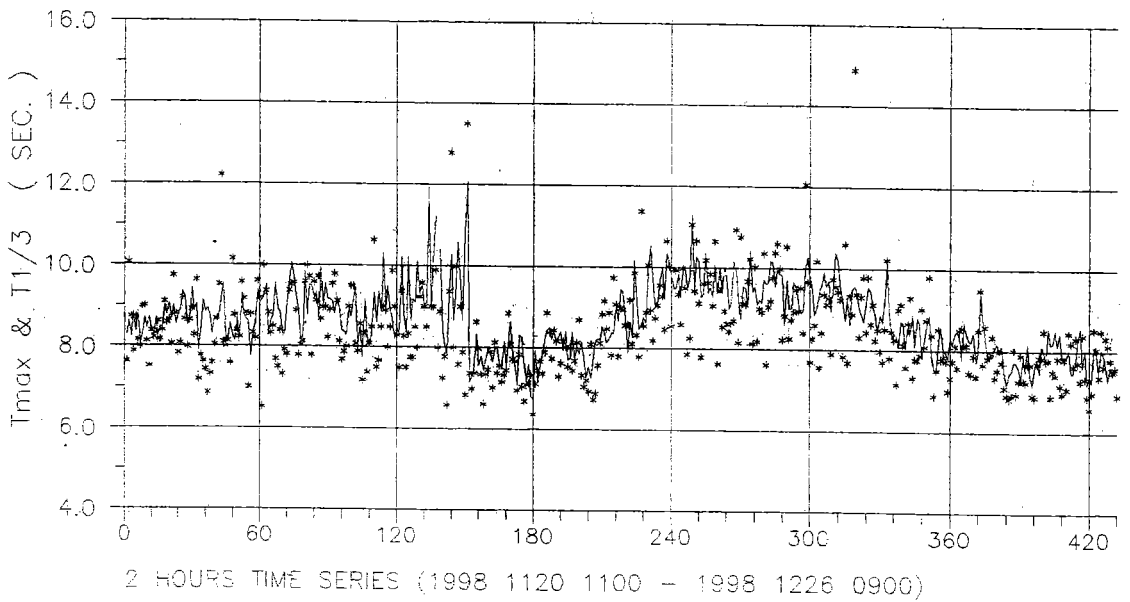
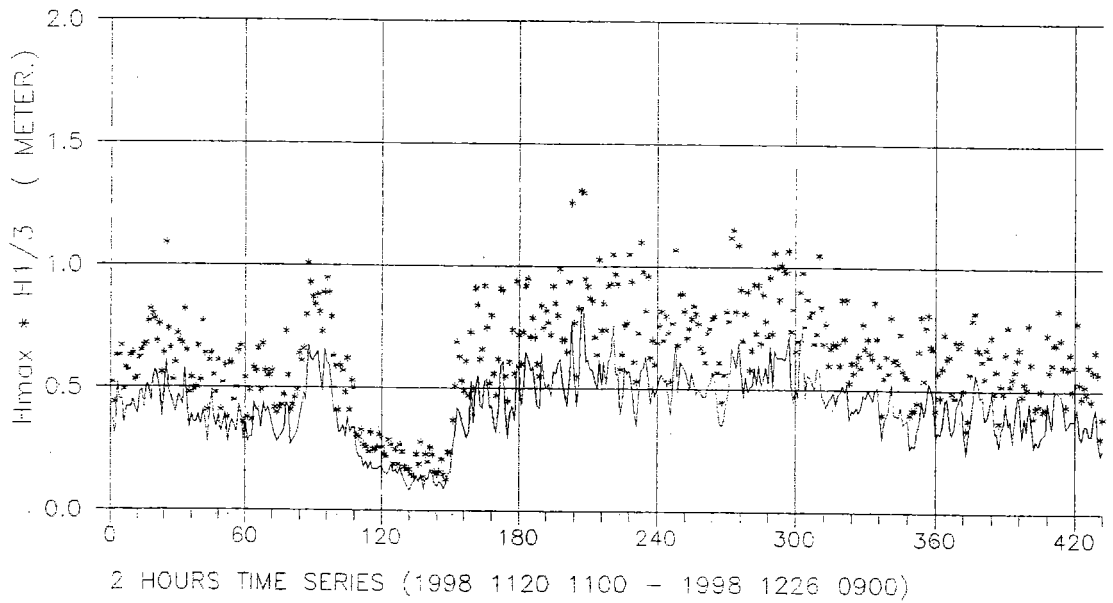


圖 3.17 H_{\max} 、 $H_{1/3}$ 、 H_{mean} 、與 $T_{1/3}$ 時序圖

(民國 87 年 11 月 20 日~12 月 26 日)

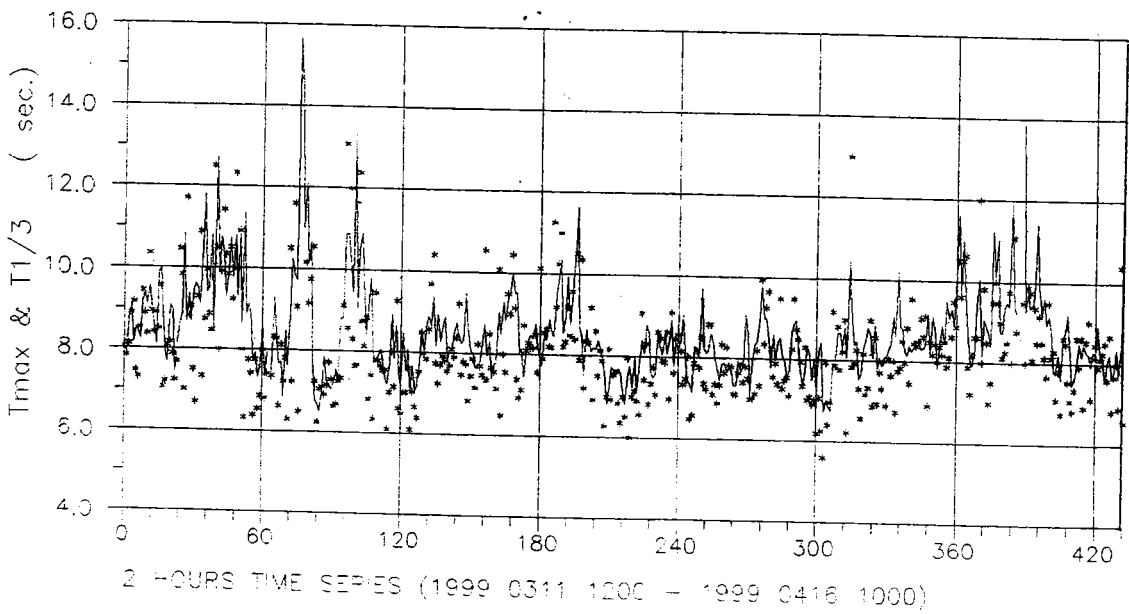
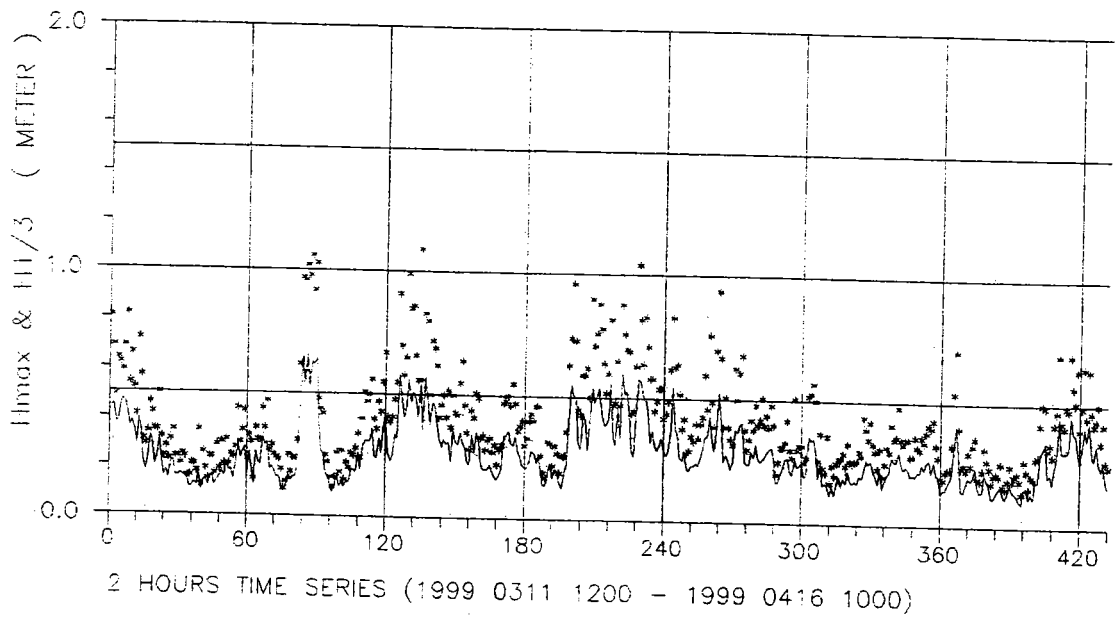
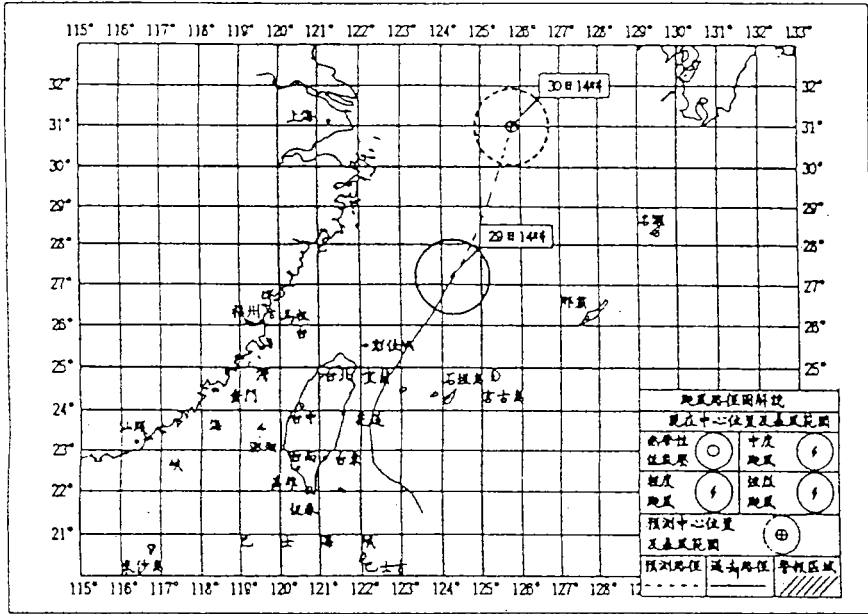


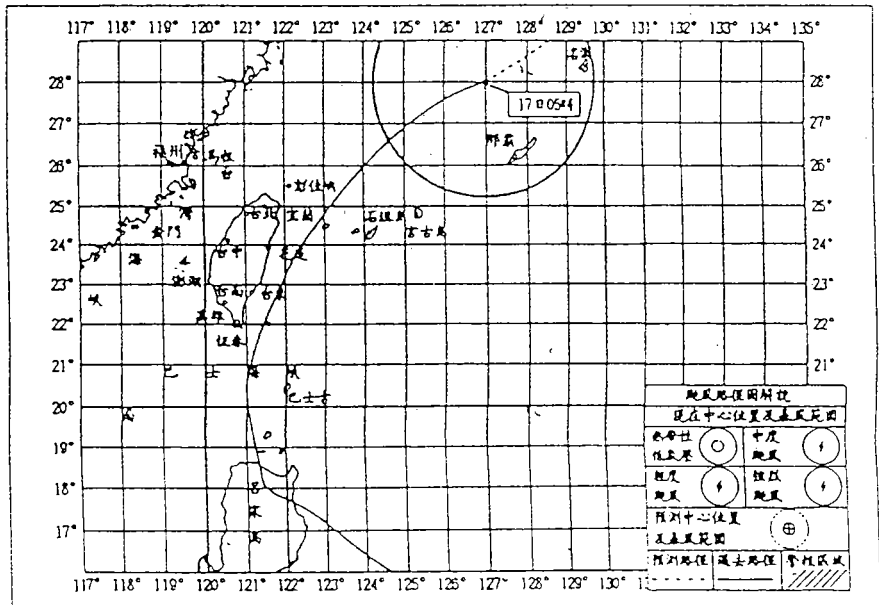
圖 3.18 H_{\max} 、 $H_{1/3}$ 、 H_{mean} 、與 $T_{1/3}$ 時序圖
(民國 88 年 3 月 11 日~4 月 16 日)

3. 楊妮 (YANNI)



首次警報發布時間：9月27日23時30分
解除颱風警報時間：9月29日14時45分

4. 瑞伯 (ZEB)



首次警報發布時間：10月13日14時20分
解除颱風警報時間：10月17日06時45分

圖 3.19 楊妮與瑞伯颱風路徑圖

第四章 屏東林邊海岸沖淤調查

於海岸地區進行開發工作，首要除當須了解當地海岸性質如地質、海象條件外，亦必須了解當地未來海岸線變遷及沖淤狀況，以確保工程設施安全，本計畫第一年研究工作除完成有關台灣四週沖蝕防治先期規劃外，第二年、第三年研究工作並選擇海岸線日漸消失之屏東林邊侵蝕海岸進行海岸地形監測工作。

4-1 調查範圍

八十六年度(第一年)現場測量工作係委託詮華工程顧問有限公司辦理，第一年測量工作經費因配合研究業務需要部份用以辦理先期規劃委外研究，故受限於經費，共辦理一次大區域測量以及一次小區域測量工作，分別在八十五年十月以及八十六年五月完成，大區域測量其測量範圍北起東港溪口，南至枋寮溪口全長約 21 公里之區域如圖 4.1 所示。水深測量至負 30 公尺處距岸約 9 公里，水深測線測距至負 20 公尺公每隔 200 公尺施測一條測線，重點區域(河川出口處及離岸堤)則每隔 50 公尺施測一條測線，總測線數 196 條，水深測量至負 30 公尺處，則每隔 2 公里施測一條測線，總測線數 11 條。

小區域測量範圍僅選擇東港溪口至枋寮溪口間三處小區域測量，長度各 2 公里，水深測量至負 10 公尺處，測量時間係於 86 年 4 月 1 日~86 年 5 月 15 日完成外業工作，水深測距，每隔 50 公尺施測一條測線。

八十七年度(第二年度)則係繼續委託詮華工程顧問有限公司分別於八十六年十月以及八十七年五月辦理兩次大區域現場地形測量，並與原水利局第七工程處自七十七年到八十一年度在該地區離岸堤海岸地形觀測資料加以分析比較歷年來該區海岸沖淤積近況以及地形變遷。

本年度(第三年)則仍委託詮華工程顧問有限公司分別於八十七年十月以及八十八年五月辦理兩次大區域現場地形測量，並與第一年、第二年在該區監測地形資料加以分析比較。

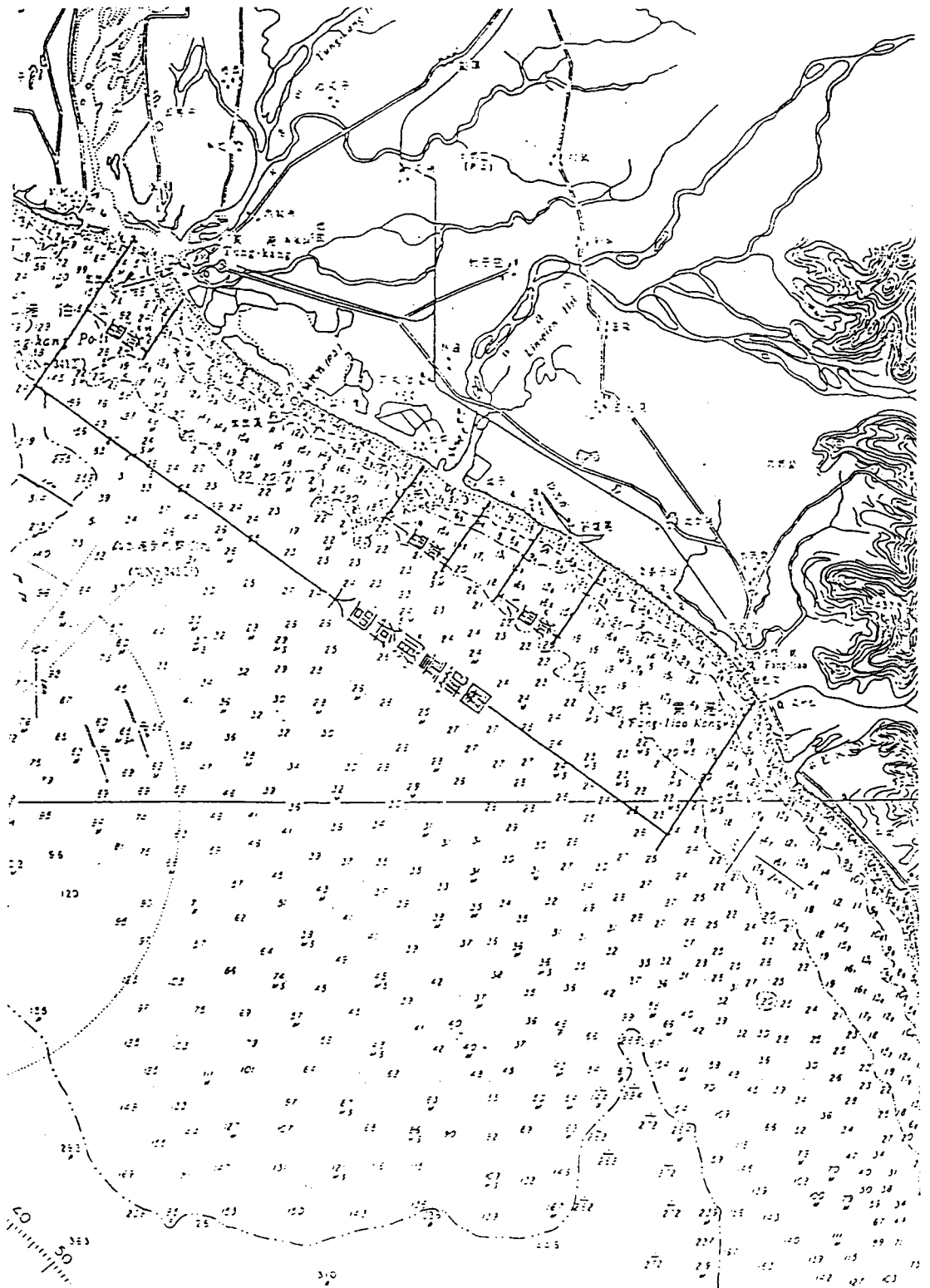


圖 4.1 屏東林邊海域大區域、小區域測量範圍示意圖

4-2 現場海岸地形測量辦理情形

本研究第三年度辦理屏東林邊海岸地區沖淤調查測量工作，仍係委由詮華工程顧問有限公司進行該區北起東港溪口，南至士文溪口枋寮漁港以南附近，全長約 21 公里區域之水深及岸線附近測量工作，測量範圍第二年(八十七年度)測量範圍相同，平面控制系統採用台灣 TM 二度分座標系統，高程控制則係採用台灣省一等水準儀系統，謹將本年度現場海岸地形測量辦理情形說明如下：

4-2-1 測量經過

1. 平面控制測量

(1) 沿測區選取八十六年度與八十七年度所使用之三角點及控制點「1510」、「1514」、「1519」、「84025」、「1521」、「1523」、「1528」、「84024」、「1530」、「1535」、「1540」、「1545」及、「N001」至、「N030」等 42 座，檢測成果詳如表 4.1。平面控制點檢測成果表。

(2) 三角點檢測及主控制點測量

使用六台至八台 GPS 同時觀測，並以自由網座標反算，檢核已知控制點相鄰三點間之角度及距離，檢測後只有 N0004 精度較差，與上年度(八十七年度)檢測成果一致，檢測結果如表(4.2a)已佑二角點表與表 4.2(b)已佑控制點檢測表。

(3) 控制點以 GPS 定位儀作網形聯測，所有觀測值均經過週波偵測及校正，其精度並符合「以各基線之間向量，計算控制網各之三角形閉合差，再除以三邊長之和，所得之閉合差不得大於 20PPM」，詳如表 4.3GPS 測量網形精度分析表。

表 4.1 (a)平面控制點檢測成果表(控制點)

點 名 POINT NAME	二度分帶座標系統		高程 (M)	備註 REMARK
	縱座標(N)	橫座標(E)		
1510	2485526.111	192311.751	13.990	間接高程
1514	2483995.607	192410.879	5.624	
1519	2481943.715	195121.615	5.818	
1521	2481423.029	196009.578	7.357	
1523	2480945.802	196958.466	7.064	
1528	2479171.197	199954.611	5.314	
1530	2478615.056	201078.498	5.5825	
1535	2477371.543	203203.687	7.532	間接高程
1540	2475965.527	205211.184	5.832	
1545	2473965.41	207087.568	6.490	間接高程

表 4.1 (b)平面控制點檢測成果表(水準點)

點 名 POINT NAME	二度分帶座標系統		高程 (M)	備註 REMARK
	縱座標(N)	橫座標(E)		
大鵬灣 11			2.165	石樁

表 4.1(c) 平面控制點檢測成果表(控制點)

點 名 POINT NAME	二度分帶座標系統		高程 (M)	備註 REMARK
	縱座標(N)	橫座標(E)		
84024	2482327.306	194498.957	8.823	鋼樁 間接高程
84025	2479843.667	198746.12	6.888	鋼樁 間接高程
No.01	2485217.966	19117.441	5.319	鋼樁
No.02	2484767.418	191729.551	5.872	鋼樁
No.03	2484313.162	192141.735	5.692	鋼樁
No.04	2483890.474	192502.071	5.828	鋼樁
No.05	2483536.845	192849.740	5.827	鋼樁
No.06	2483078.420	193461.431	6.487	鋼樁
No.07	2482753.715	193877.987	6.550	鋼樁
No.08	2481654.692	195609.348	5.710	鋼樁
No.09	2481275.877	196305.383	7.318	鋼樁
No.10	2481060.873	196738.721	7.009	鋼樁
No.11	2480701.995	197411.671	5.380	鋼樁
No.12	2480510.460	197746.622	5.400	鋼樁
No.13	2480258.960	198115.758	7.098	鋼樁
No.14	2479418.001	199518.278	5.225	鋼樁
No.15	2479007.968	200361.678	6.401	鋼樁
No.16	2478785.150	200770.145	5.530	鋼樁
No.17	2478341.687	201574.112	5.537	鋼樁
No.18	2478079.276	202051.328	5.312	鋼樁
No.19	2477777.374	202597.511	5.581	鋼樁
No.20	2477539.643	202954.521	7.610	鋼樁
No.21	2477079.093	203638.164	5.699	鋼樁
No.22	2476853.405	203968.255	5.737	鋼樁
No.23	2476542.108	204422.855	5.708	鋼樁
No.24	2476243.470	204842.724	5.742	鋼樁
No.25	2475760.803	205489.929	5.758	鋼樁
No.26	2475487.877	205861.497	6.826	鋼樁
No.27	2475241.803	206176.138	6.521	鋼樁
No.28	2474894.818	206590.280	5.189	鋼樁
No.29	2474534.760	206937.448	6.808	鋼樁
No.30	2473672.837	207398.400	11.029	鋼樁

表 4.1(d)平面控制點檢測成果表(圖根點)

點 名 POINT NAME	二度分帶座標系統		高程 (M)	備註 REMARK
	縱座標(N)	橫座標(E)		
101	1484884.556	191610.318	2.869	
103	2484609.728	191856.584	5.827	
104	1484449.372	191994.136	5.817	
105	2484207.204	192231.672	5.577	
106	2483681.188	192704.821	5.874	
107	2483381.116	193040.088	5.785	
109	2482926.590	193649.483	6.500	
110	2482654.063	194029.915	6.528	
111	2482493.394	194264.852	6.561	
114	2481817.583	195331.223	5.724	
115	2481525.683	195833.148	5.715	
120	2480084.984	198374.513	7.283	間接高程
122	2479275.769	199760.437	5.086	
123	2479064.791	200153.565	5.278	
130	2477898.610	202371.704	5.435	
139	2475078.440	206383.695	4.817	
140	2474748.389	206746.066	5.195	
141	2474340.863	207123.322	4.976	間接高程
241	2470717.575	209488.550	6.573	間接高程
243	2471004.250	209161.238	5.843	間接高程
246	2471698.138	208563.574	3.947	間接高程
247	2471881.591	208471.408	4.061	間接高程
249	2472226.281	208313.640	4.725	間接高程
280	2482047.059	194942.330	5.695	
281	2482246.258	194626.349	6.530	

表 4.2(a) 已知三角點檢測表

點名	GPS 施測座標成果		原始座成果		水平角較差(")	距離較差(m)	精度 1/ppm	
	反算水平角	反算距離	檢測水平角	檢測距離				
1510 1521 1514	247-35-05.75	5523.7418	247-35-08.73	5523.514	-2.99	0.2278	24248	
		4423.7692					0.1064	41568
1521 1514 1519	1-33-54.40	4423.7692	1-33-51.54	4423.663	2.86	0.1064	42568	
		3399.8195		3399.757		0.0621	54755	
1514 1519 1523	171-23-14.44	3399.8195	171-23-24.60	3399.757	-10.16	0.0621	54755	
		2090.4479		2090.419		0.0288	72525	
1519 1523 1528	182-07-17.68	2090.4476	182-07-26.47	2090.419	-8.78	0.0288	72525	
		2482.1259		3482.256		-0.1303	26728	
1523 1528 1530	175-41-33.86	3482.1259	175-41-23.35	348.256	10.52	-0.1303	24728	
		1253.9882		1253.96		0.0286	43850	
1528 1530 1535	184-00-25.03	1253.9882	184-00-19.05	1253.96	5.98	0.0286	43850	
		2462.3179		2462.266		0.0521	47276	
1530 1535 1540	184-40-13.50	2462.3179	184-40-24.68	2462.266	-11.18	0.0521	47276	
		2450.9118		2450.903		0.0088	277399	
1535 1540 1545	191-49-16.71	2450.9118	191-49-17.24	2450.903	-0.53	0.0088	277399	
		2742.4142		2742.496		-0.082	33461	

已知三角點共檢測 10 點：

1510、1514、1519、1521、1523、1528、1530、1535、1540、1545

表 4.2(b) 已知平面控制點檢測表

點名	GPS 施測座標成果		原始座標成果		水平角較差(")	距離較差(m)	精度 1/ppm
	反算水平角	反算距離	檢測水平角	檢測距離			
84024	5-02-21.36	4920.4871	5-02-20.71	4920.471	0.65	0.016	307699
84025		9288.009		9287.966		0.0434	213971
No.01							
84025	3-33-35.26	9288.009	3-33-31.63	9287.966	3.63	0.0434	213971
No.01		717.2846		717.2728		0.0118	60791
No.02							
No.01	188-51- 57.36	717.2846	188-52-00.80	717.2728	-3.45	0.0118	60791
No.02		613.3941		613.3874		0.0066	92298
No.03							
No.02	181-45- 59.53	613.3941	181-46-22.42	613.3874	-22.89	0.0066	92298
No.03		555.3917		555.4342		-0.0425	13069
No.04							
No.03	175-56- 52.51	555.3917	175-56-02.67	555.4342	49.84	-0.0425	13069
No.04		495.9478		495.9105		0.0374	13273
No.05							
No.04	171- 21.16.03	495.9478	171-21-44.62	495.9105	-28.59	0.0374	13273
No.05		764.4249		764.4078		0.017	44942
No.06							
No.05	181-05- 19.28	764.4249	181-05-03.43	764.4078	5.84	0.017	44942
No.06		528.1786		528.1593		0.0193	27414
No.07							
No.06	174-08- 06.75	528.1786	174-28-11.78	528.1593	-5.02	0.0193	27414
No.07		2050.697		2050.722		-0.0254	80745
No.08							
No.07	176-09- 20.29	2050.697	176-09-20.85	2050.722	-0.56	-0.0254	80745
No.08		792.4449		792.4428		0.0021	376266
No.09							
No.08	177-49- 54.89	792.4449	177-49-53.58	792.4428	1.31	0.0021	376266
No.09		483.7436		483.7443		-0.0007	668368
No.10							

表 4.2(b)(續) 已知平面控制點檢測表

點名	GPS 施測座標成果		原始座標成果		水平角較差(")	距離較差(m)	精度 1/ppm
	反算水平角	反算距離	檢測水平角	檢測距離			
No.09	181-40-53.11	483.7436	181-40-54.92	483.7443	-1.81	-0.0007	668368
No.10		762.6628		762.6632		-0.0004	2168616
No.11							
No.10	181-41-27.63	762.6628	181-41-29.85	762.6632	-2.22	-0.0004	2168616
No.11		385.853		385.8469		0.0061	63407
No.12							
No.11	184-30-17.56	385.853	184-30-18.72	385.8469	-1.16	0.0061	63407
No.12		446.6697		446.6695		0.0002	2693997
No.13							
No.12	176-40-52.66	446.6697	176-40-47.02	446.6695	5.65	0.0002	2693997
No.13		1635.3059		1635.321		-0.015	109180
No.14							
No.13	174-58-49.32	1635.3059	174-58-49.20	1635.321	0.12	-0.015	109180
No.14		937.7956		937.7903		0.0053	177635
No.15							
No.14	182-41-07.23	937.7659	182-41-05.66	937.7903	1.57	0.0053	177635
No.15		465.2949		465.2882		0.0067	69408
No.16							
No.15	180-16-05.34	465.2949	180-16-07.04	465.2882	-1.69	0.0067	69408
No.16		918.177		918.1639		0.0131	70108
No.17							
No.126	179-55-25.96	918.177	179-55-27.04	918.1639	-1.09	0.0131	70108
No.17		544.6023		544.6036		-0.0013	433703
No.18							
No.17	180-07-35.35	544.6023	180-07-34.97	544.6036	0.38	-0.0013	433703
No.18		624.0686		624.0679		0.0008	807680
No.19							
No.18	184-43-46.07	624.0686	184-43-40.28	624.0679	5.78	0.0008	807680
No.19		428.9196		428.9198		-0.0001	3080493
No.20							

表 4.2(b)(續) 已知平面控制點檢測表

點名	GPS 施測座標成果		原始座標成果		水平角較差(")	距離較差(m)	精度 1/ppm
	反算水平角	反算距離	檢測水平角	檢測距離			
No.19 No.20 No.21	180-18-18.56	428.9196 824.3024	180-18-27.18	428.9198 824.3022	-8.62	-0.0001 0	3081493 4741200
No.20 No.21 No.22	180-23-43.24	824.3021 399.8764	180-23-38.40	824-3022 399-8689	4.83	0 0.0075	4741200 53136
No.21 No.22 No.23	180-02-25.61	399.8764 550.9705	180-02-28.46	399.8689 550.9691	-2.84	0.0075 0.0014	53136 391952
No.22 No.23 No.24	181-04-21.34	550.9705 515.2556	181-01-14.44	550.9691 515.2423	6.91	0.0014 0.0133	391952 38756
No.23 No.24 No.25	181-17-23.76	515.2556 807.6979	181-17-29.84	515.2423 807.3672	-6.09	0.0133 0.0007	38756 1096132
No.24 No.25 No.26	179-35-05.26	807.3679 461.0375	179-35-01.28	807.3672 461.0339	3.98	0.000 0.0045	1096132 101781
No.25 No.26 No.27	181-43-49.50	461.0375 399.45	181+43- 47.95	461.0329 399.4388	1.55	0.0045 0.0111	101781 35886
No.26 No.27 No.28	181-55-39.46	399.45 540.2845	181-55-45.98	399.4388 540.289	-6.53	0.0111 -0.0044	35886 121816
No.27 No.28 No.29	186-05-10.81	540.2845 500.1788	186-05-11.47	540.289 500.1674	-0.67	-0.0044 0.0114	121816 43752
No.28 No.29 No.30	195-49-07.15	500.1788 977.4564	195-49-05.49	500.1974 977.4395	1.67	0.0114 0.0168	43752 58041

已知平面控共 32 點

84024、8402、No.01、No.02、No.03、No.04、No.05、No.06、No.07、No.08、No.09、No.10、No.11、No.12、No.13、No.14、No.15、No.16、No.17、No.18、No.19、No.20、No.21、No.22、No.23、No.24、No.25、No.26、No.27、No.28、No.29、No.30

以 No.04 精度差，與第五次測算簿分析嚮果一致。

表 4.2(b)(續) 已知水準點檢測比較表

測點 1~ 測點 2	測線長	已知	已知	已知	實測	較差	閉合精度
	(Km)	高程 1(m)	高程 2(m)	高程差(m)	高程差(m)	(mm)	
No.03-大鵬灣	4.514	5.692	2.165	-3.527	-3.538	-11	5.177
No.01-No.02	0.960	5.319	5.872	0.553	0.557	4	4.021
No.02-No.03	0.617	5.872	5.692	-0.180	-0.182	-2	2.546
No.03-No.04	0.586	5.692	5.828	0.136	0.138	2	2.613
No.04-No.05	0.507	5.828	5.827	-0.001	0.002	3	4.212
No.05-No.06	1.163	5.827	6.487	0.660	0.657	-3	2.781
No.06-No.07	0.598	6.487	6.550	0.063	0.064	1	1.293
No.07-No.08	2.064	6.550	5.710	-0.840	-0.837	3	2.088
No.08-No.09	0.796	5.710	7.318	1.608	1.612	4	4.482
No.09-No.10	0.535	7.318	7.009	-0.309	-0.308	1	1.367
No.10-No.11	0.775	7.009	5.380	-1.629	-1.629	0	0
No.11-No.12	0.350	5.380	5.400	0.020	0.022	2	3.383
No.12-No.13	0.426	5.400	7.0989	1.698	1.699	1	1.532
No.13-No.14	5.973	7.098	5.225	-1.873	-1.878	-5	2.046
No.14-No.15	1.011	5.225	6.401	1.176	1.177	1	0.995
No.15-No.16	0.503	6.401	5.530	-0.871	-0.873	-2	2.819
No.16-No.17	1.004	5.530	5.537	0.007	0.009	2	1.996
No.17-No.18	0.668	5.537	5.312	-0.225	-0.226	-1	1.224
No.18-No.19	0.724	5.312	5.581	0.269	0.272	3	3.482
No.19-No.20	0.436	5.581	7.610	2.029	2.032	3	4.543
No.20-No.21	0.847	7.610	5.699	-1.911	-1.907	4	4.347
No.21-No.22	0.401	5.699	5.737	0.038	0.041	3	4.735
No.22-No.23	0.554	5.737	5.708	-0.029	-0.028	1	1.344
No.23-No.24	0.515	5.708	5.742	0.034	0.032	-2	2.787
No.24-No.25	0.791	5.742	5.758	0.016	0.012	-4	4.498
No.25-No.26	0.459	5.758	6.826	1.068	1.067	-1	1.476
No.26-No.27	0.403	6.826	6.521	-0.305	-0.304	1	1.575
No.27-No.28	0.674	6.521	5.189	-1.332	-1.337	-5	6.091
No.28-No.29	0.495	5.189	6.808	1.619	1.618	-1	1.421
No.29-No.30	1.223	6.808	11.029	4.221	4.215	-6	6.425

已知水準點共檢測 31 點

大鵬灣 11、No.01、No.02、No.03、No.04、No.05、No.06、No.07、No.08、No.09、No.10、No.11、No.12、No.13、No.14、No.15、No.16、No.17、No.18、No.19、No.20、No.21、No.22、No.23、No.24、No.25、No.26、No.27、No.28、No.29、No.30 水準點間閉合精度均予以規範。

表 4.3 GPS 測量網分析表

三角形數 量累計	累計百分比	< 5PPM	< 10PPM	< 15PPM	< 20PPM	> 20PPM	備註
488	80.39	488					
583	96.05		95				
591	97.36			8			
594	97.86				3		
607	100					13	佔 2.14%

(4) 各測點 GPS 網觀測經平差計算 WGS84 系統之座標後，採用七參數(三個平移參數、三個轉換參數、一個尺度參數轉換成台灣橫氏投影二度分座標系統。

(5) 本工作之衛星定位測量使用 Leica GPS SYSTEM300 型及 Ashtech Z-12 型各 4 部儀器，共八部 GPS 接收儀，GPS 基線計算、整體網形平差計算採用 Trimble 提供之套裝軟體 GPSurvey，座標轉換採用成功大學研發之 Datran 程式以提高各測點點位之精度。

2. 高程控制測量

(1) 檢測離測區較遠，較不易沉陷之水準點「大鵬 11」及八十六年度至八十七年度所設計之控制點等 30 座，使用 WILD NA2000 全自動電子水準儀，以直接水準往返觀測，檢測成果詳如表 4.1 已知水準點檢測表與表 4.4 已知控制點高程比較表。

(2) 主水準測線由「N001」、「N030」、「大鵬 11」，總長為 29.8 公里，水準線閉合差均小於限制 $8mm\sqrt{k}$ 。

- (3) 為了解海岸沉陷的情形，從離岸較遠的水準點「大鵬 11」引測至「No.03」以檢核二點間相對高差，本次測量的數據與八十七年度五月測量結果比較為 $-11\text{mm}(5.177 \text{ mm}\sqrt{k})$ 。

3. 海域水深測量

- (1) 水深測線間距每 200 公尺施測一條測線，重點區域(河出口處及岸堤)每隔 50 公尺施測一條測線，水深測至-20 公尺；每隔 2 公里施測一條測線，水深測至-30 公尺處，水深斷面總長約 480 公里。
- (2) 定位測量：使用 Sercel DGPS 自動定位儀，預先輸入斷面起迄點座標，控制船行於每條斷面方向上，並與測深儀及手提電腦連線，每 3 秒同步記錄測點座標乙次，測點間距小於 25 公尺。
- (3) 水中聲速量測：於測區較深處 5 公尺深量取聲速值，至水深 30 公尺，其平均值為 1500。
- (4) 水深測量：使用 Honeywell ELAC 4100 型測深機配合淺海測深用 200KHZ 音鼓，及 TSS Heave Sensor 湧浪補償儀，於調整音鼓桿吃水深度輸入電腦後，船即依規劃之測線方向測量海床斷面深度，與定位儀同步記錄未經潮差改正之深度，再經內業計算修正潮位後即為海床之高程，海床高程計算方式：測深機以設定速值 1500 與湧浪補償機(Heave Sensor)連線(可消除垂直分量至浪高之 5%精度或最小至 5 公分)狀態下測得水深值為-20 米(已湧浪補償修正)，經聲速儀測得平均聲速為 1500。
- (5) 驗潮站設於東港漁港、林邊溪口、枋寮漁港等三處，於測量水深期間派員於當天工作範圍較近之驗潮站，每 15 分測海水面高程乙次，作為潮位修正之依據。

(6) 水深測量時間表

月份	日期	合計
5月	04、05、08、12、13、14、15、16、17	9天

4-2-2 使用儀器

1. 平面控制測量：使用 Leica System300 型及 Ashtech Z-12 型各 4 部衛星定位儀，其度為 5mm+1PPM。
2. 高程控制測量：使用 WILD-NA2002 全自動電子水準儀配合條碼尺，其度至 0.1M。
3. 海域水深測量
 - (1) 定位測量：使用 Sercel DGPS 自動定位儀同步記錄測點之座標及深度(地面固定站 NDS100 及船上移動站 NR103)定位精度± 3 公尺以內。
 - (2) 水深測量：使用 Honeywell ELAC 4100 型數位化測深儀。
 - (3) 湧浪補償：使用 TSS-331 Heave Sensor(可消除垂直分量至浪高之 5%或最小至 5 公分)。
 - (4) 資料記錄：586 手提電腦。
 - (5) 繪圖：Auto CAD 軟體及 HP750C 彩色噴墨繪圖機。
4. 岸線地形觀測：使用 TC1610 一秒讀全站式電子經緯儀。

4-2-3 測量時間

本年度第一次測量時間：

中華民國八十七年九月二十八日至八十七年十月三十一日

本年度第二次測量時間：

中華民國八十八年四月二十一日至八十八年五月十七日

4-2-4 樁位指示圖、潮位曲線圖及測量成果

詳附錄 A、B、C、D 及 E。

表 4.4 已知控制點高程比較表

點名	高 程		高程較差 (m)	備註
	八十七年度 測量高程	八十八年度 測量高測		
101	5.868	2.869	0.001	
103	5.827	5.827		
104	5.819	5.817	-0.002	
105	5.663	5.577	-0.086	
106	5.877	5.874	-0.003	
107	5.786	5.785	-0.001	
109	6.500	6.500		
110	6.529	6.528	-0.001	
111	6.562	6.561	-0.001	
114	5.724	5.724		
115	5.713	5.715	0.002	
122	5.086	5.086		
123	5.283	5.278	-0.005	
130	5.424	5.435	0.011	
139	4.815	4.817	0.002	
140	5.199	5.195	-0.004	
141	4.975	4.976	0.001	
281	6.536	6.530	-0.006	
280	5.695	5.695		

4-3 水深地形變化分析及侵淤量估算

本研究除收集原水利局第七工程處七十七年~八十一年度，在屏東縣海岸地形觀測計畫報告中，將有關該區海域每年春、秋兩次自± 0 公尺灘線到負 10 公尺水深海底地形資料整理建檔外，並根據本研究分別於八十五年十月(大區域測量)、八十六年五月(小區域測量)、八十六年十月(大區域測量)、八十七年五月(大區域測量)、以及本年度八十七年與八十八年五月委託詮華工程顧問有限公司在屏東林邊進行地形測量成果，進一步作當地海岸等深線變化分析、斷面分析以及土方量侵淤變化分析等工作，謹將分析結果敘述如后：

4-3-1 等水深線變化分析

圖 4.2 (a)~(c)為屏東林邊海岸等水深線±0 公尺、負 5 公尺以及負 10 公尺歷年水深變化比較圖；其中(a)圖為本研究取自水利局第七工程處歷年水深測量圖整理繪製而成；(b)與(c)圖為放大圖以資清楚比較分析；若以民國 77 年 11 月所測地形圖為研判基準，則分析結果顯示到民國 78 年 11 月即經過一年後，高屏溪口南側與東港溪口北側間，其±0 公尺灘線向外移動有淤積趨勢，水深負 5 公尺與負 10 公尺等水深線近高屏溪口處則有內移呈侵蝕狀，近東港溪口處該兩等深線則無明顯變化；惟到民國 80 年 5 月則±0 公尺、負 5 公尺以及負 10 公尺等水深線則明顯內移均呈侵蝕。

其次東港溪口以南到林邊溪口以北沿屏東大鵬灣、崎峰村以及水利村海岸，分析結果顯示在大鵬灣入口側南岸以及靠近崎峰村海岸，依據民國 78 年 11 月所測地形研判，其±0 公尺灘線有內移呈侵蝕趨勢，負 15 公尺等深線亦然，尤其是在崎峰村、水利村更形嚴重，惟負 15 公尺等深線變化則侵淤互見，而到民國 80 年 5 月，分析結果顯示在靠近崎峰村、水利村外海水域，其負 5 公尺等深線

更是明顯內移呈侵蝕，再者自林邊溪口南側到士文溪口北側間海域水深資料分析結果顯示，該區±0 公尺灘線已非常靠近岸邊，但負 5 公尺以及負 10 公尺等深線在林邊溪與下寮溪間海域，於 78 年 11 月時有明顯內移呈侵蝕現象，而下寮與枋寮漁港間水域，負 5 公尺與負 10 公尺水深線則外移呈淤積；而到民國 80 年 5 月，圖形顯示自林邊溪以南到士文溪以北，整區負 5 公尺以及負 10 公尺等深線均明顯內移呈侵蝕。

由於水利局第七工程處在該區每年度所測水深地形並無標示絕對座標點，僅係相對位置參考點，故若用來與本計畫於 85 年 10 月所測地形加以比較，恐誤差蠻大，而本計畫因限於經費，86 年 5 月在該區海域僅選擇性地在林邊溪口、下寮以及枋寮漁港附近水域作小區域測量，範圍 2 公里，水深測至負 10 公尺，本計畫第一年所測兩次地形比較如圖 4.3(a)~(c)以及 4.4(a)~(c)中示，該區海域因地處台灣西南海岸對東北季風遮蔽效果佳，致±0 公尺灘線、負 5 公尺以及負 10 公尺等深線均無變化。

圖 4.5(a)~(e)、圖 4.6(a)~(c)以及圖 4.7(a)~(c)則分別為本研究在民國 85 年 10 月、86 年 10 月、87 年 5 月、87 年 10 月以及 88 年 5 月等歷次地形測量圖與歷次水深比較圖等，各種不同等水深線變化分析結果顯示，-5m 等水深線除在嘉南大橋與崎鋒村南側有向內陸凹進呈現侵蝕現象外，沿屏東林邊海岸則無明顯變化；-10m 與-15m 等深線自東溪口以南至下寮間則無顯著變化，惟自下寮以南至士文溪間，等深線則向外移動呈淤積現象；-20m 等深線自東港溪口至林邊溪口間則呈淤積現象，水深線外移，林邊溪口至下寮間則呈侵淤互現，下寮以南則等深線明顯外移呈淤積趨勢；-25m 等深線在該段海域間則呈侵淤互現；-30m 等深線與 85 年 10 月地形比較則呈穩定趨勢。

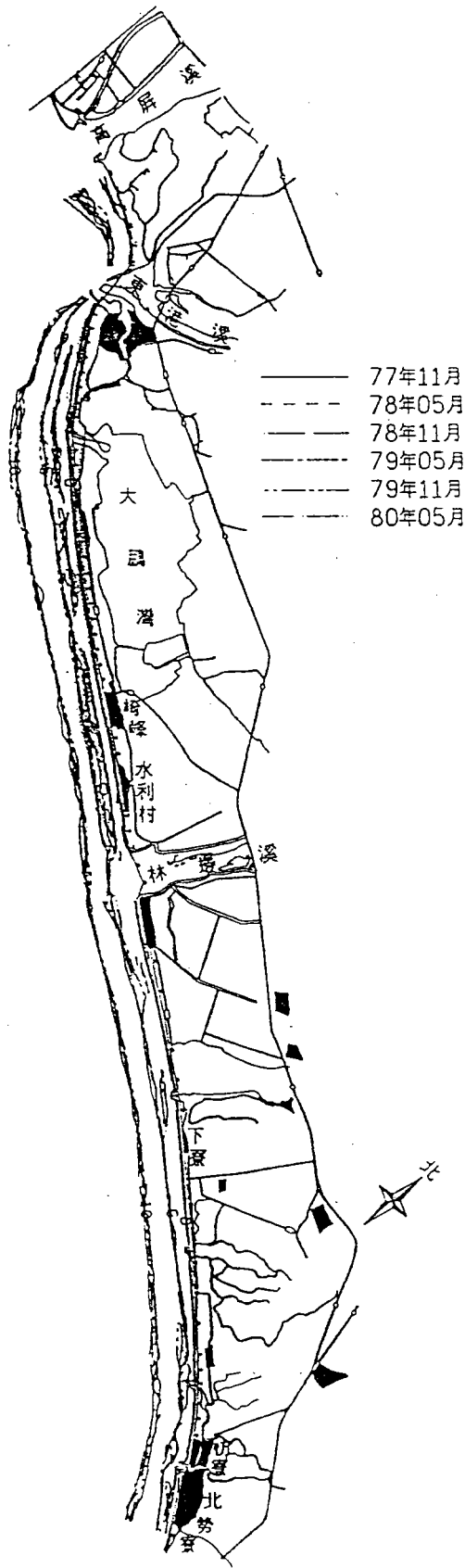


圖 4.2(a) 屏東林邊海域±0 公尺、負 5 公尺以及負 10 公尺歷年水深變化比較圖

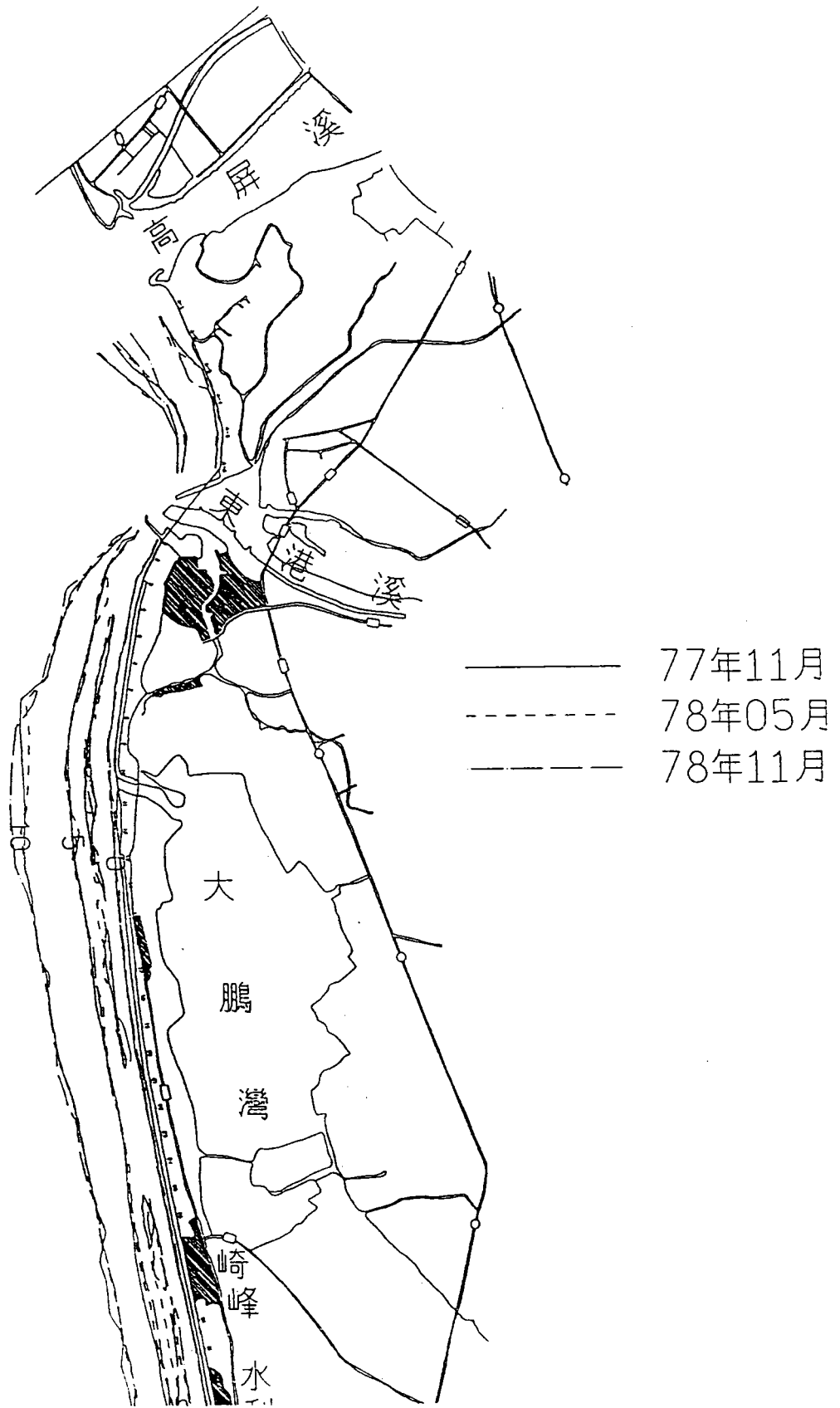


圖 4.2(b) 屏東林邊海域±0 公尺、負 5 公尺以及負 10 公尺歷年水深變化比較圖

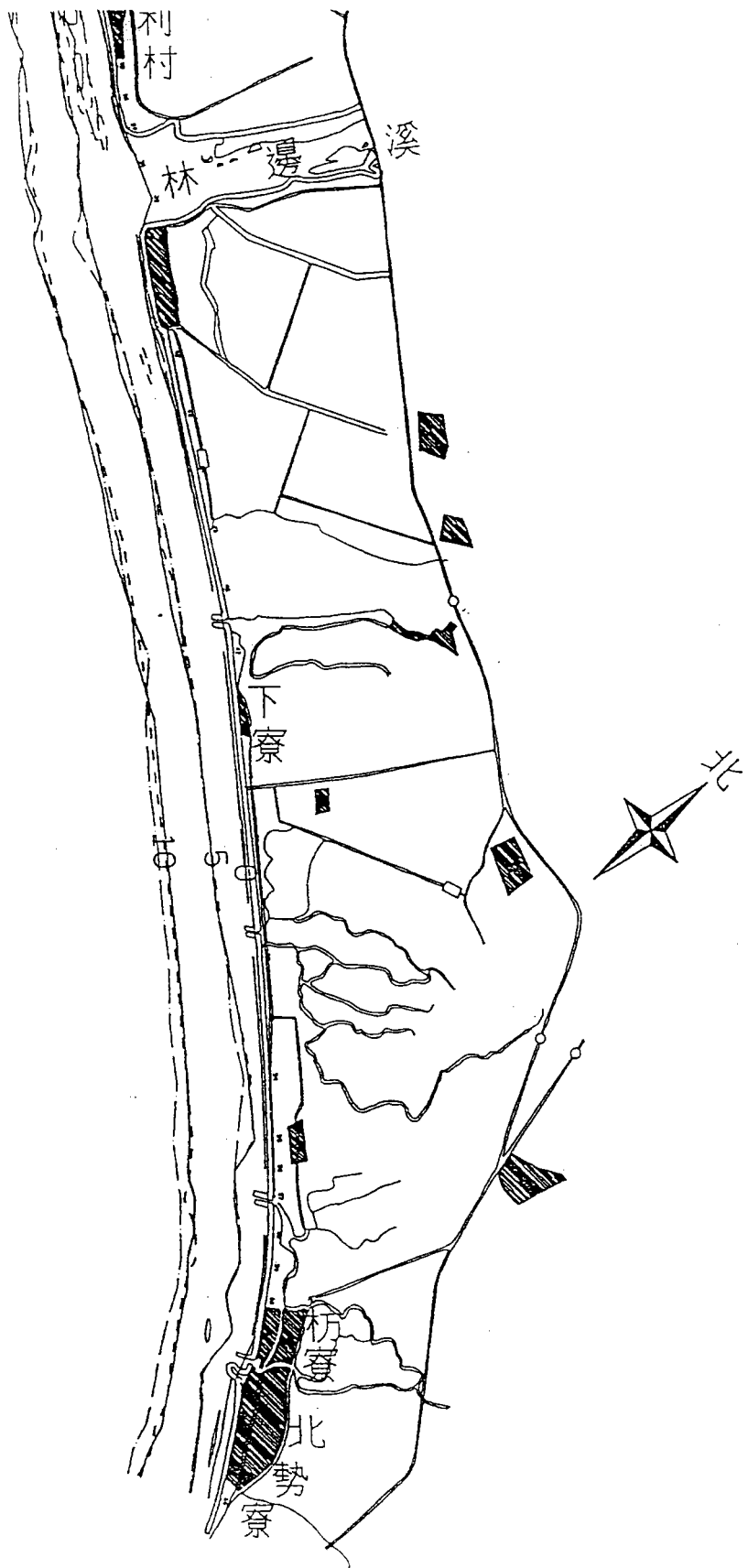


圖 4.2(b 續) 屏東林邊海域±0 公尺、負 5 公尺以及負 10 公尺歷年水深變化比較圖

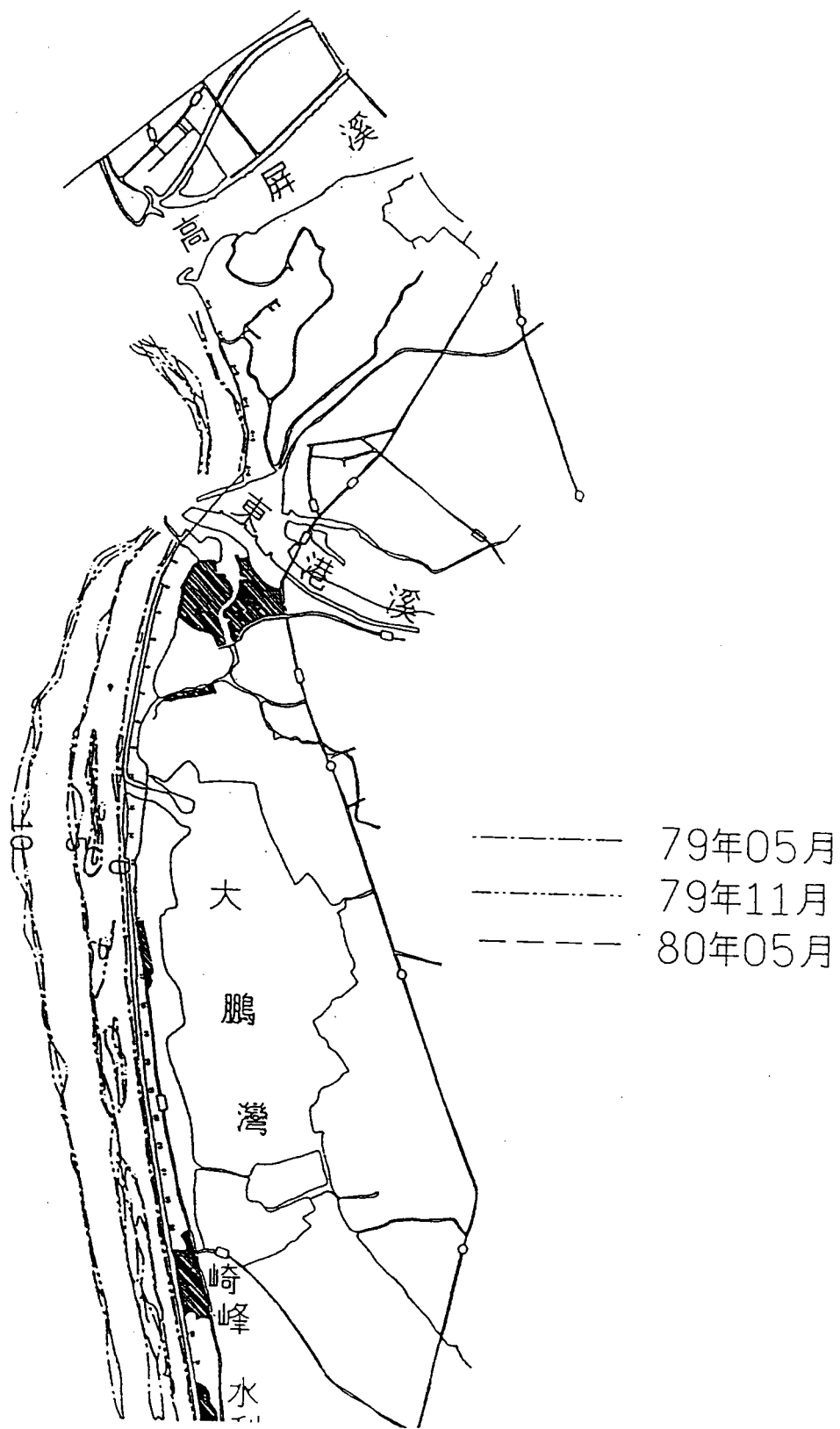


圖 4.2(b 續) 屏東林邊海域 ± 0 公尺、負 5 公尺以及負 10 公尺歷年水深變化比較圖

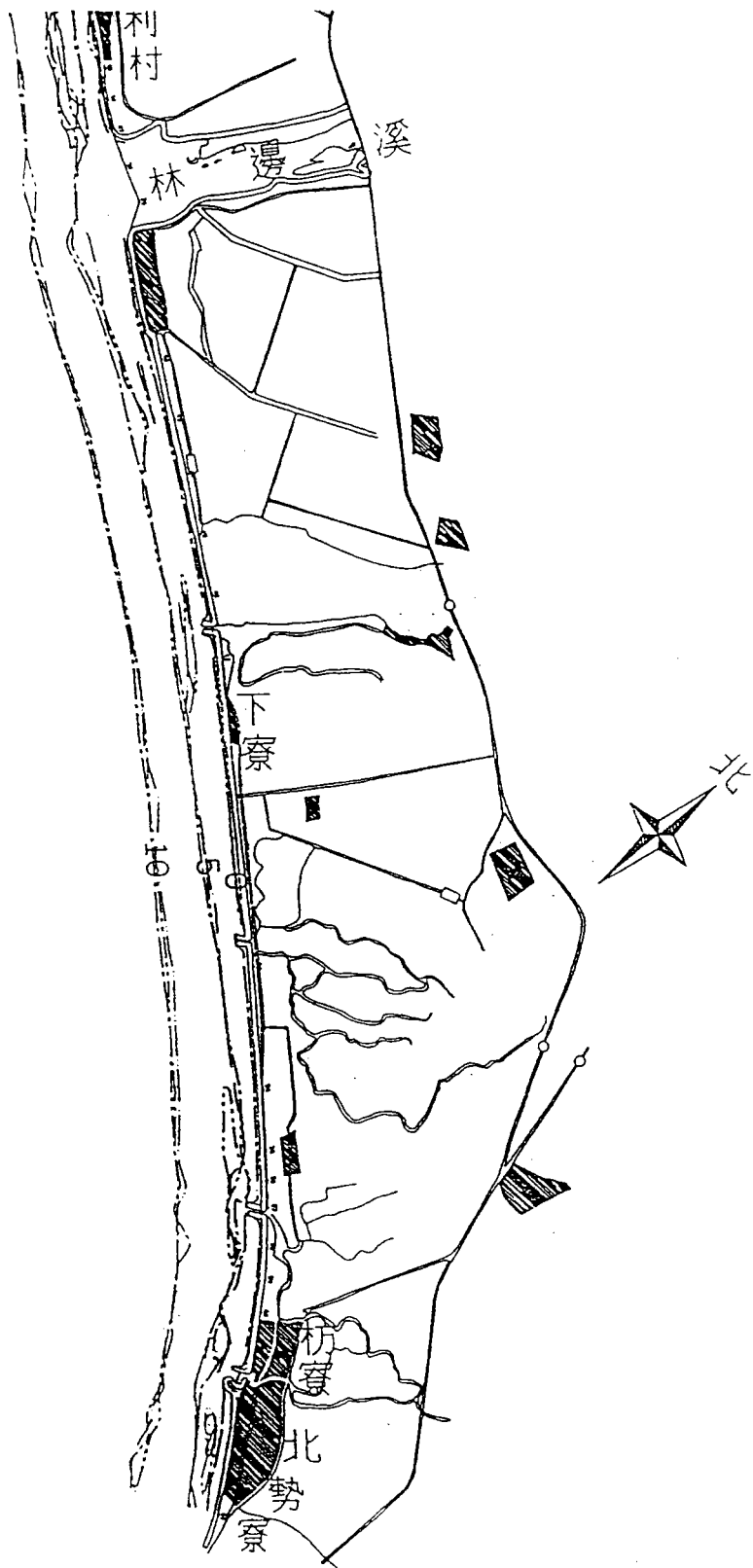


圖 4.2(b續) 屏東林邊海域±0 公尺、負 5 公尺以及負 10 公尺歷年水深變化比較圖

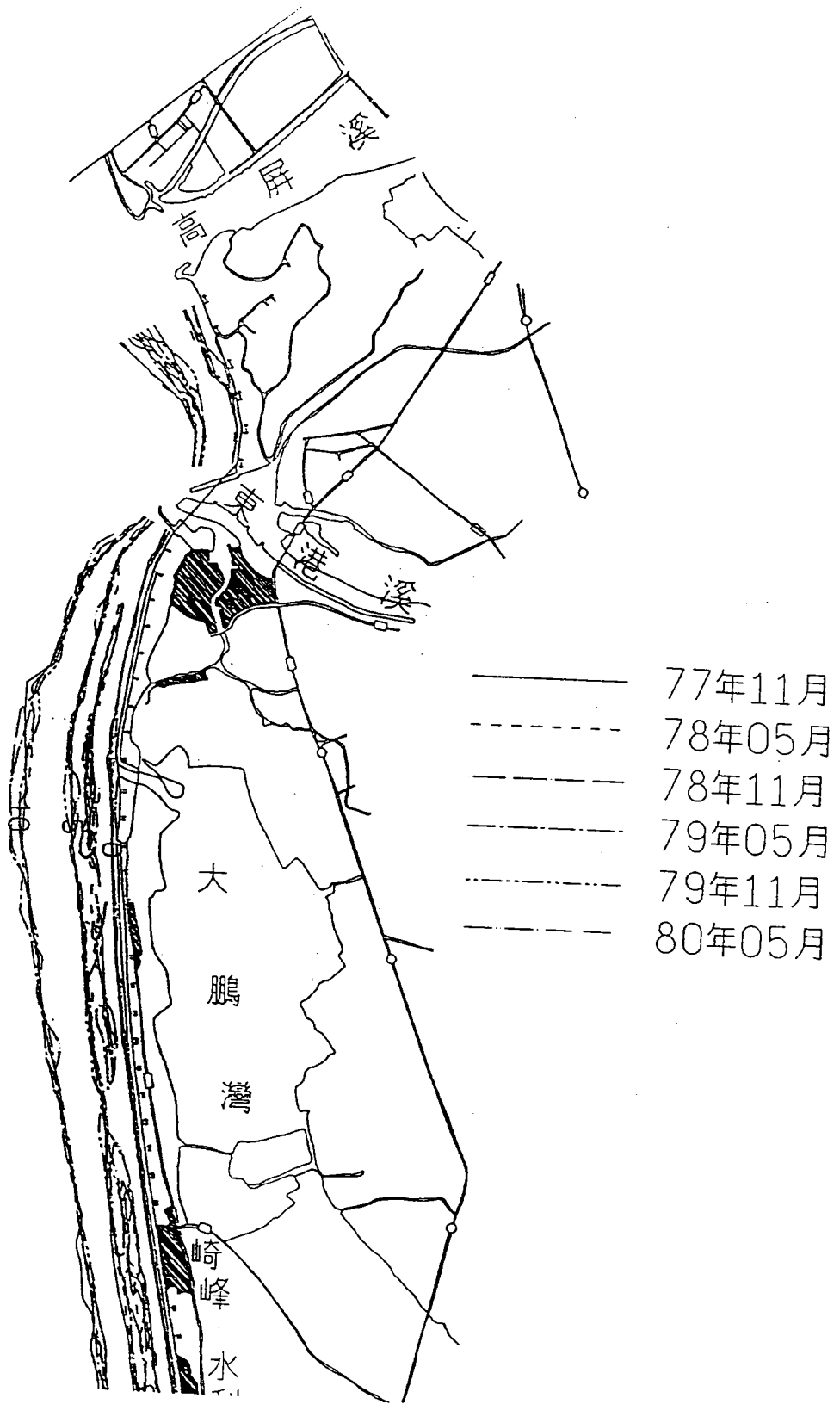


圖 4.2(c) 屏東林邊海域±0 公尺、負 5 公尺以及負 10 公尺歷年水深變化比較圖

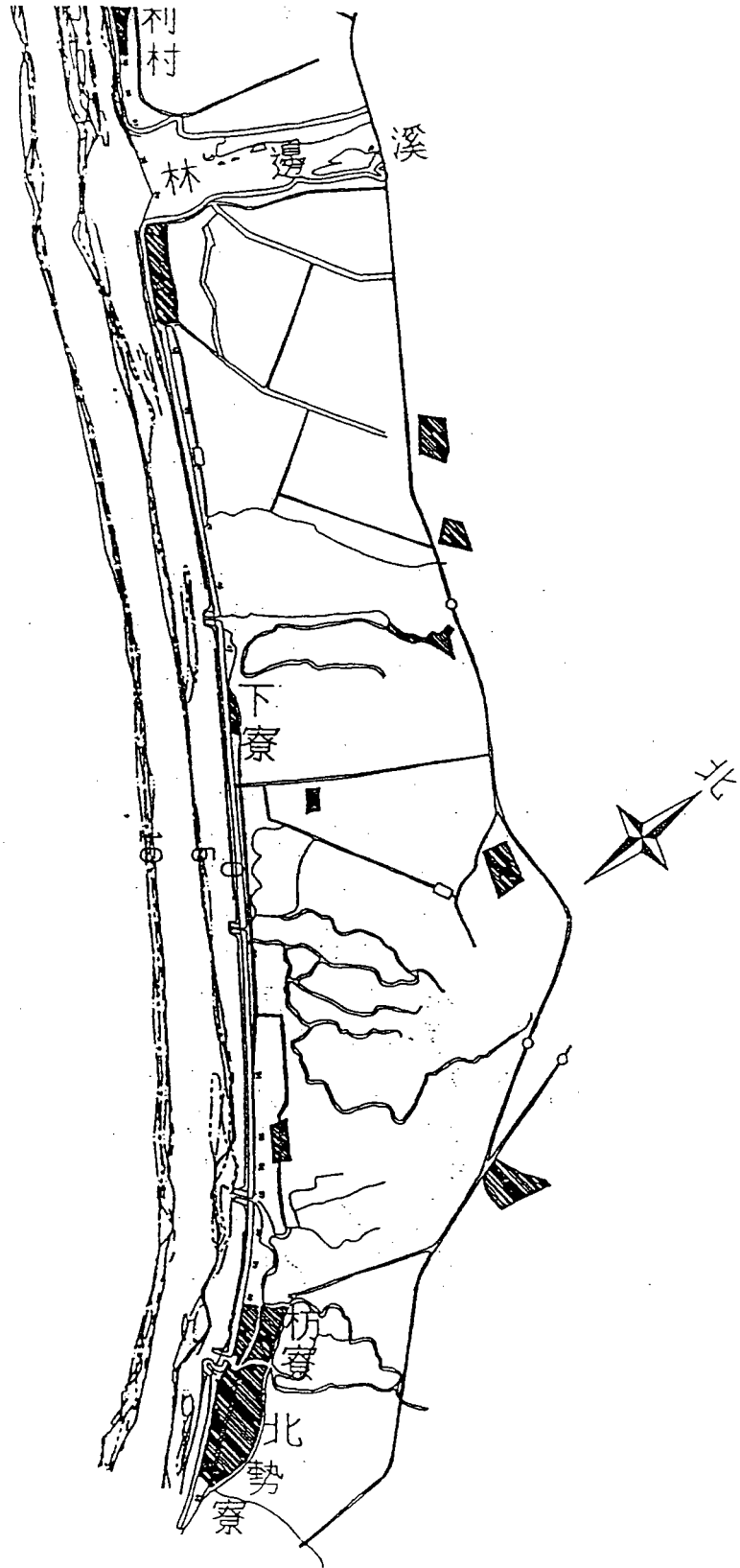


圖 4.2(c 續) 屏東林邊海域±0 公尺、負 5 公尺以及負 10 公尺歷年水深變化比較圖

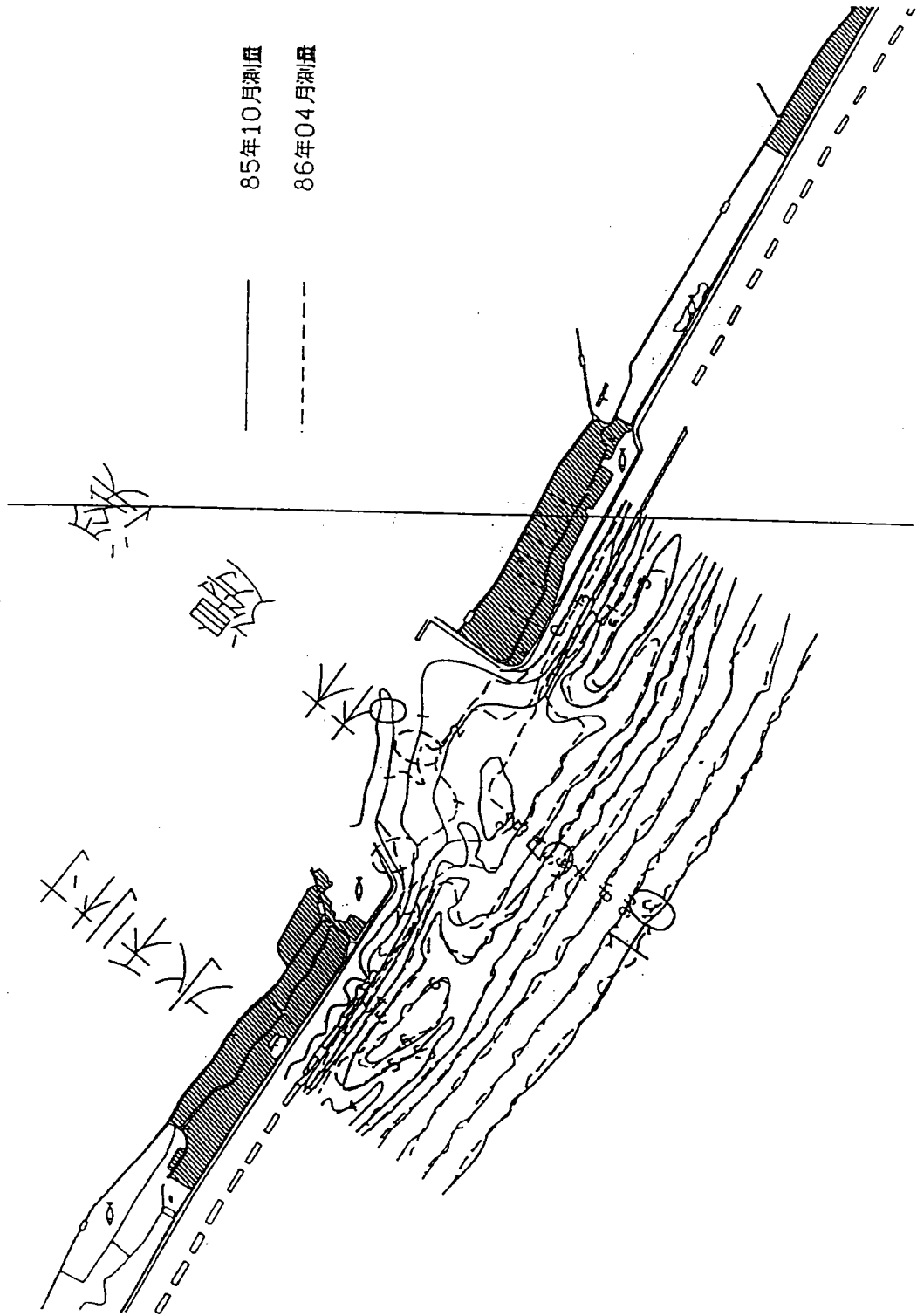


圖 4.3(a) 林邊溪口附近海域水深比較圖(85年10月、86年5月)

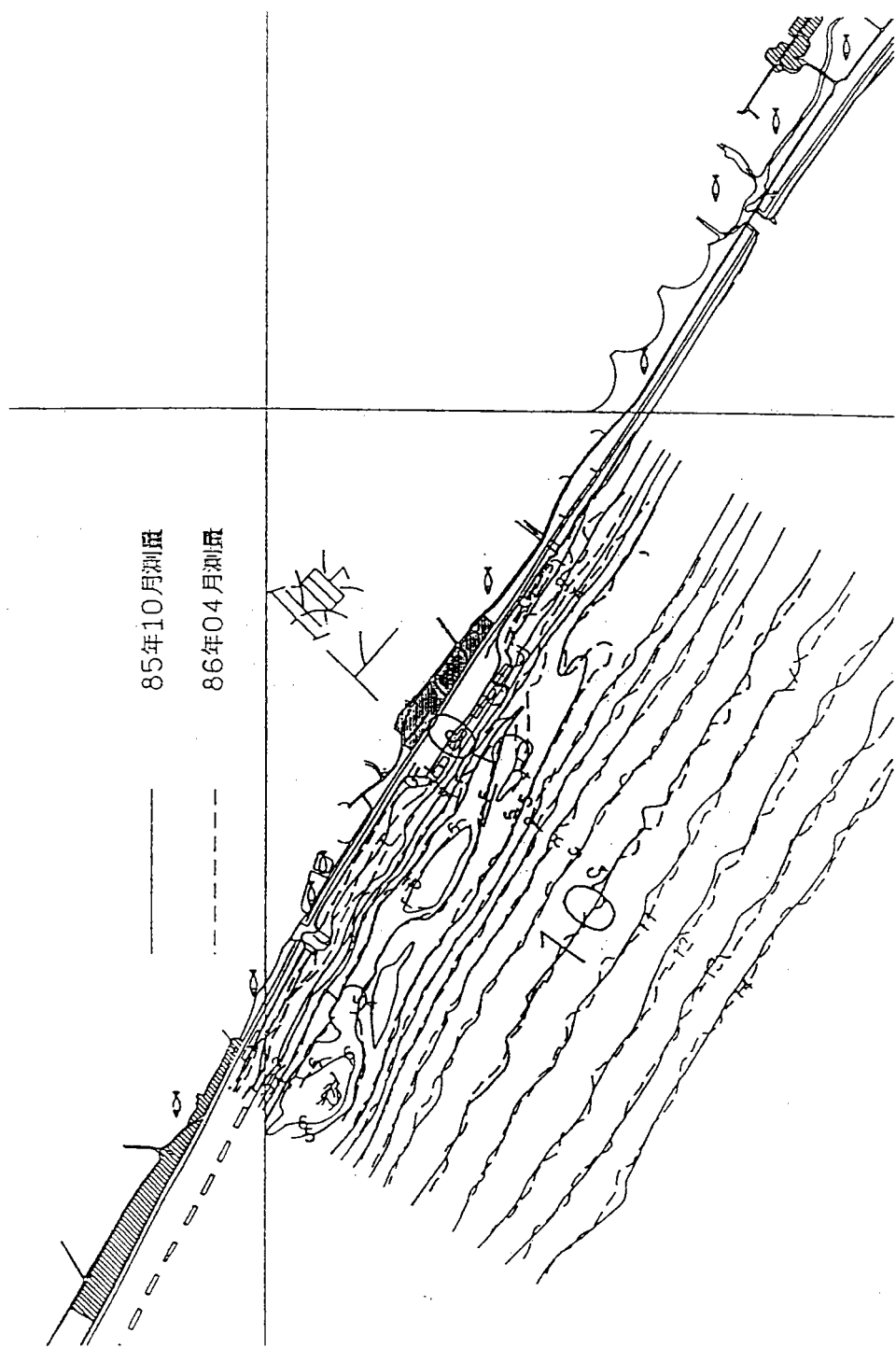


圖 4.3(b) 下寮附近海域水深比較圖(85年10月、86年5月)

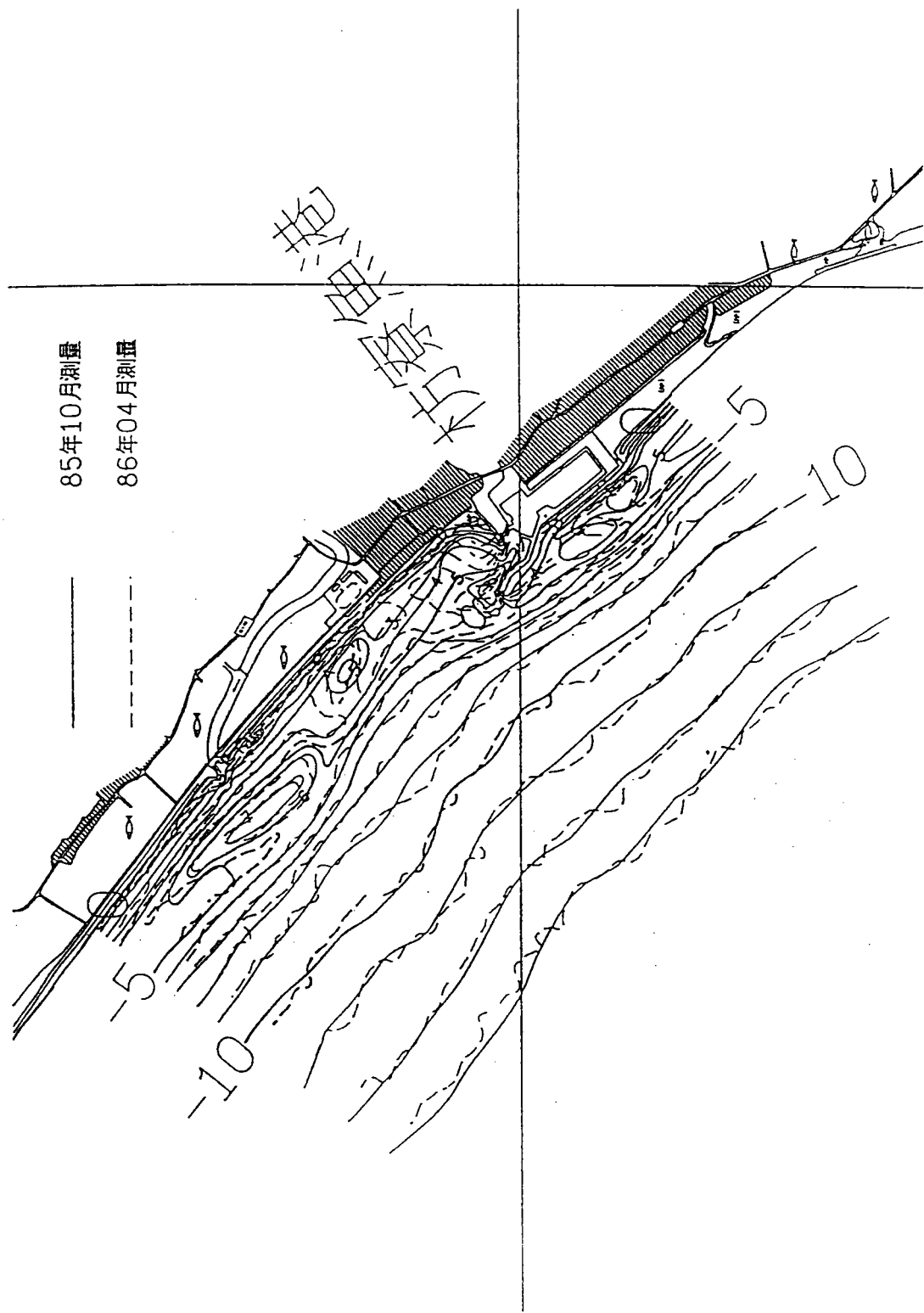


圖 4.3(a) 林邊溪口附近海域水深比較圖(85年10月、86年5月)

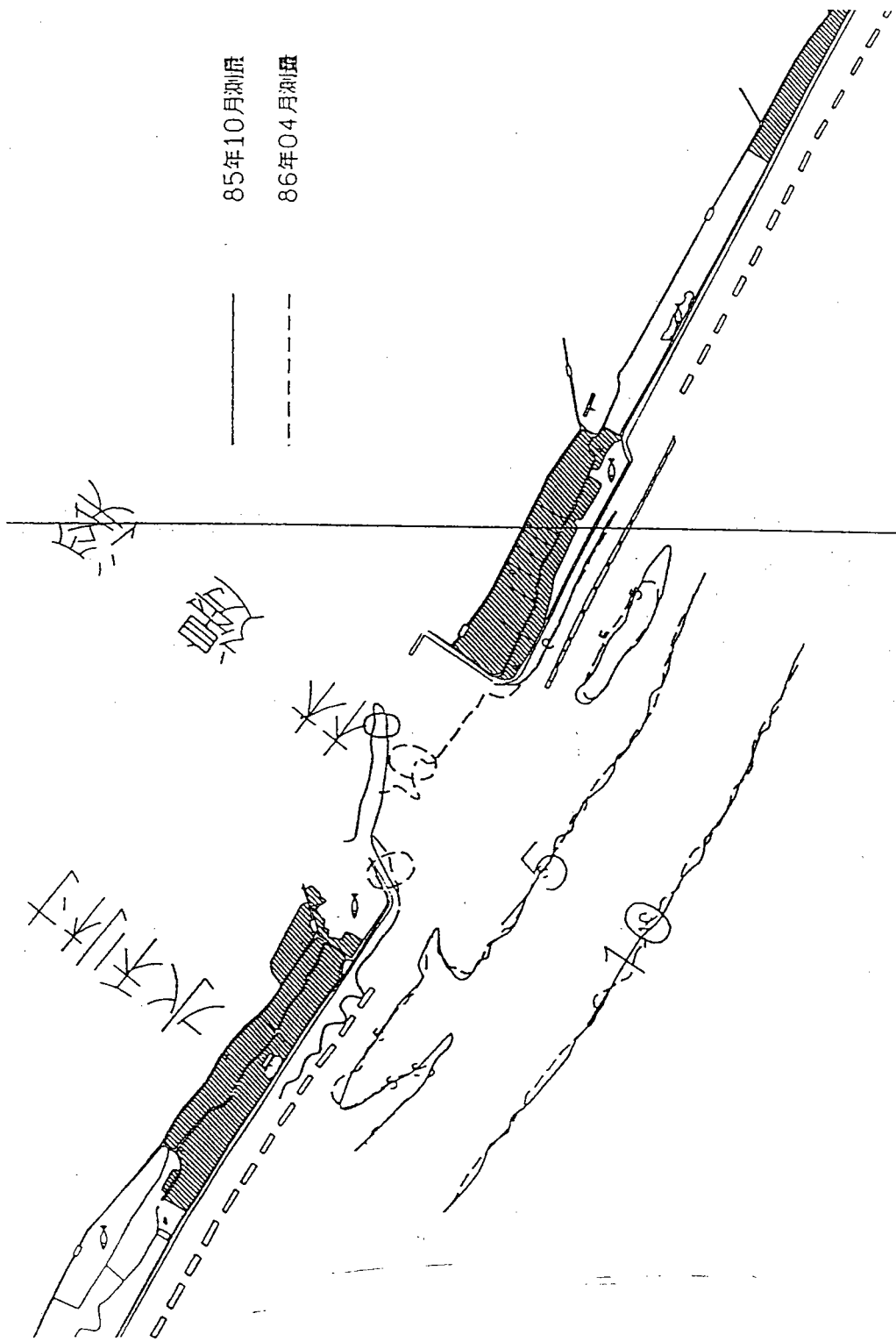


圖 4.4(a) 林邊溪口附近海域水深比較圖(85年10月、86年5月)

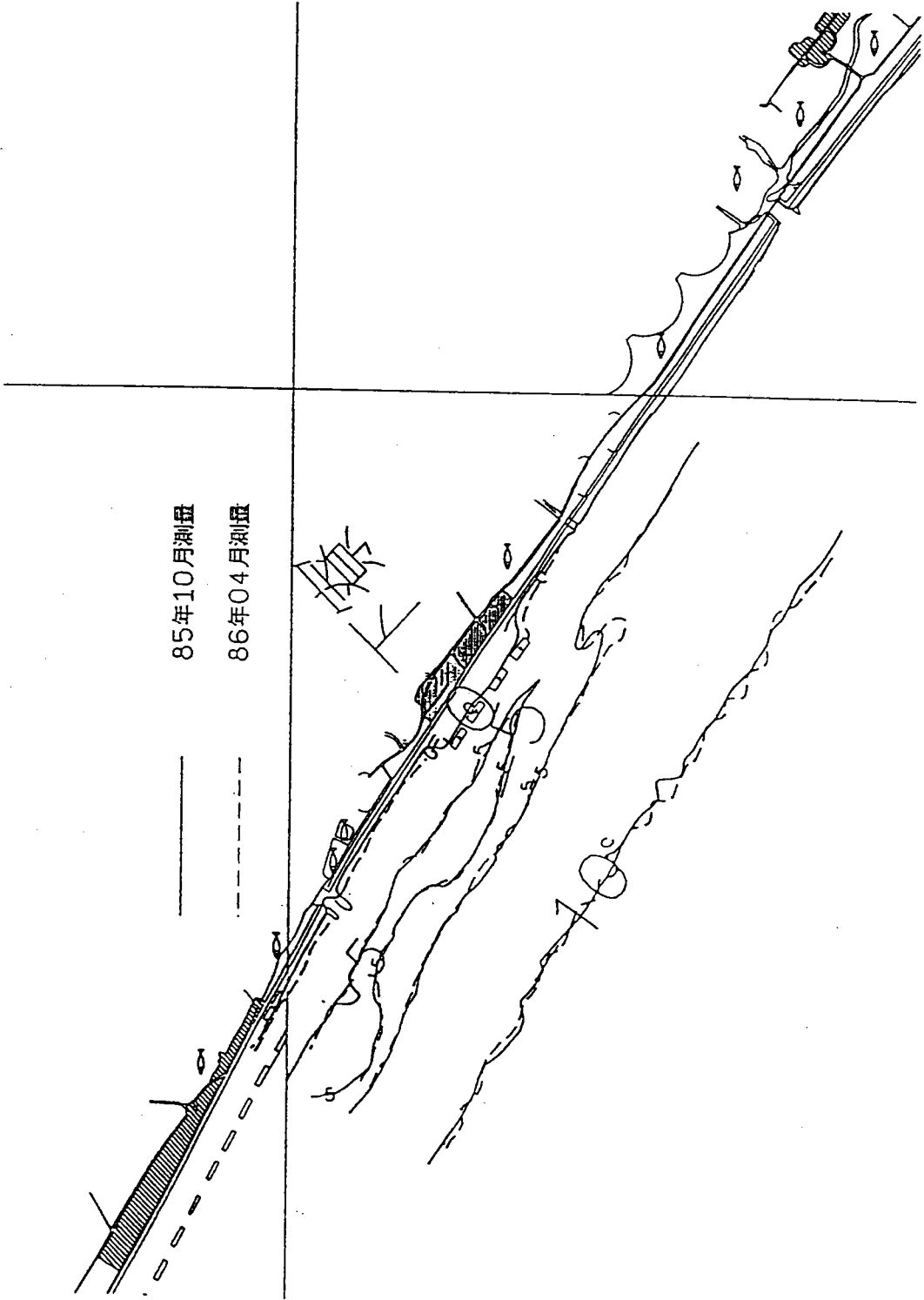


圖 4.4(b) 下寮附近海域水深比較圖(85年10月、86年5月)

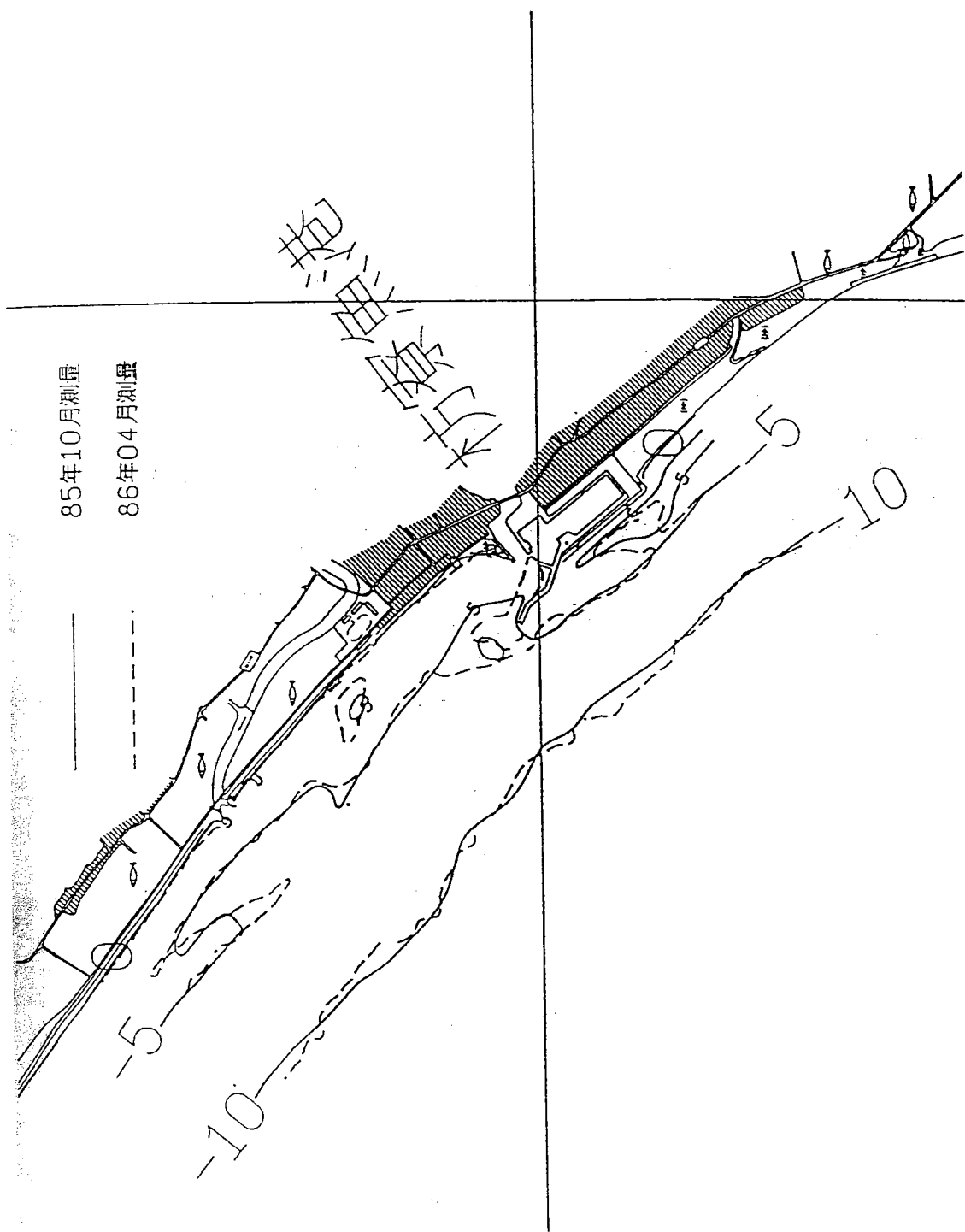


圖 4.4(c) 枋寮漁港附近海域水深比較圖(85年10月、86年5月)

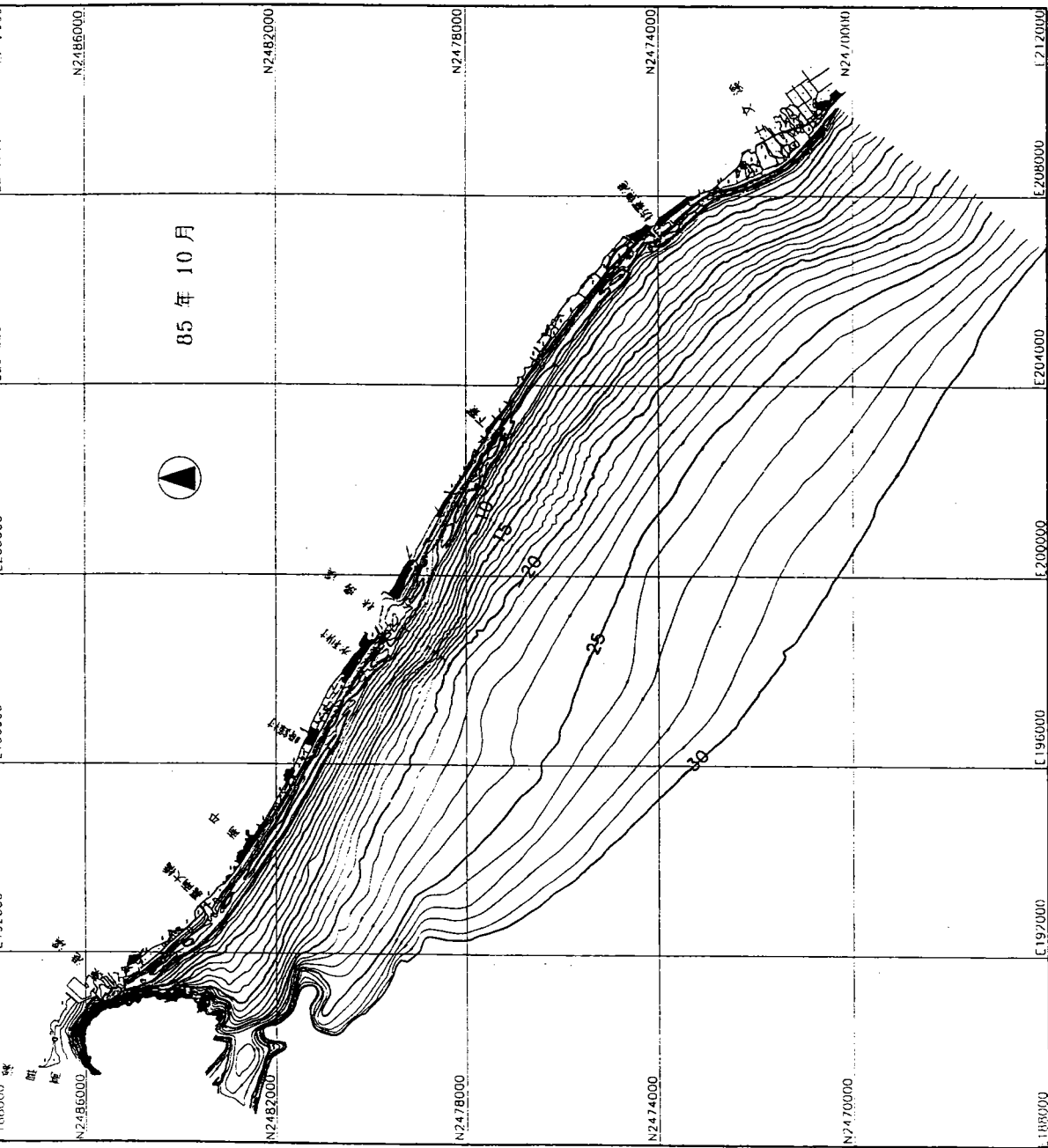


圖 4.5(a) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 85 年 10 月)

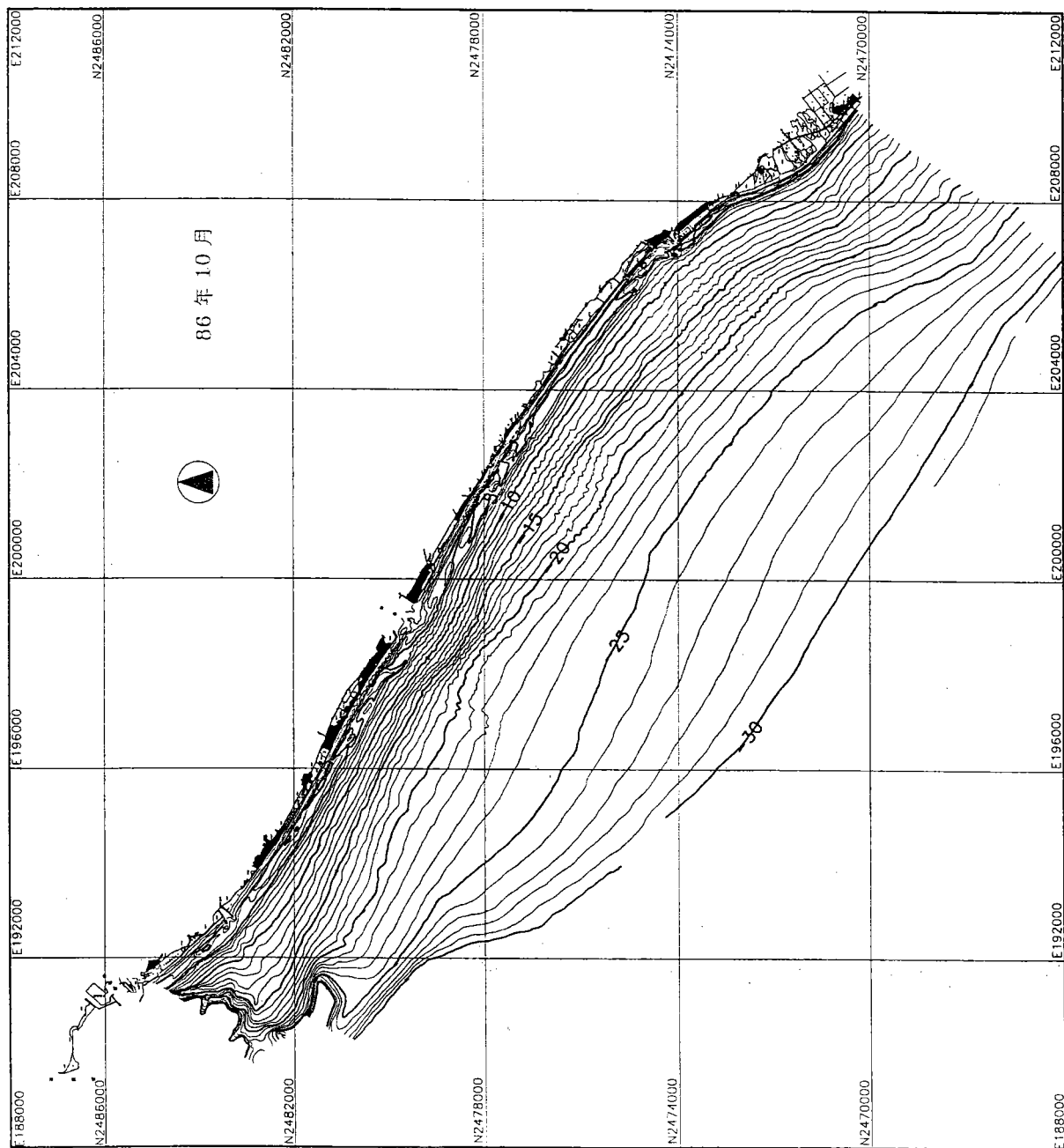


圖 4.5(b) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 86 年 10 月)

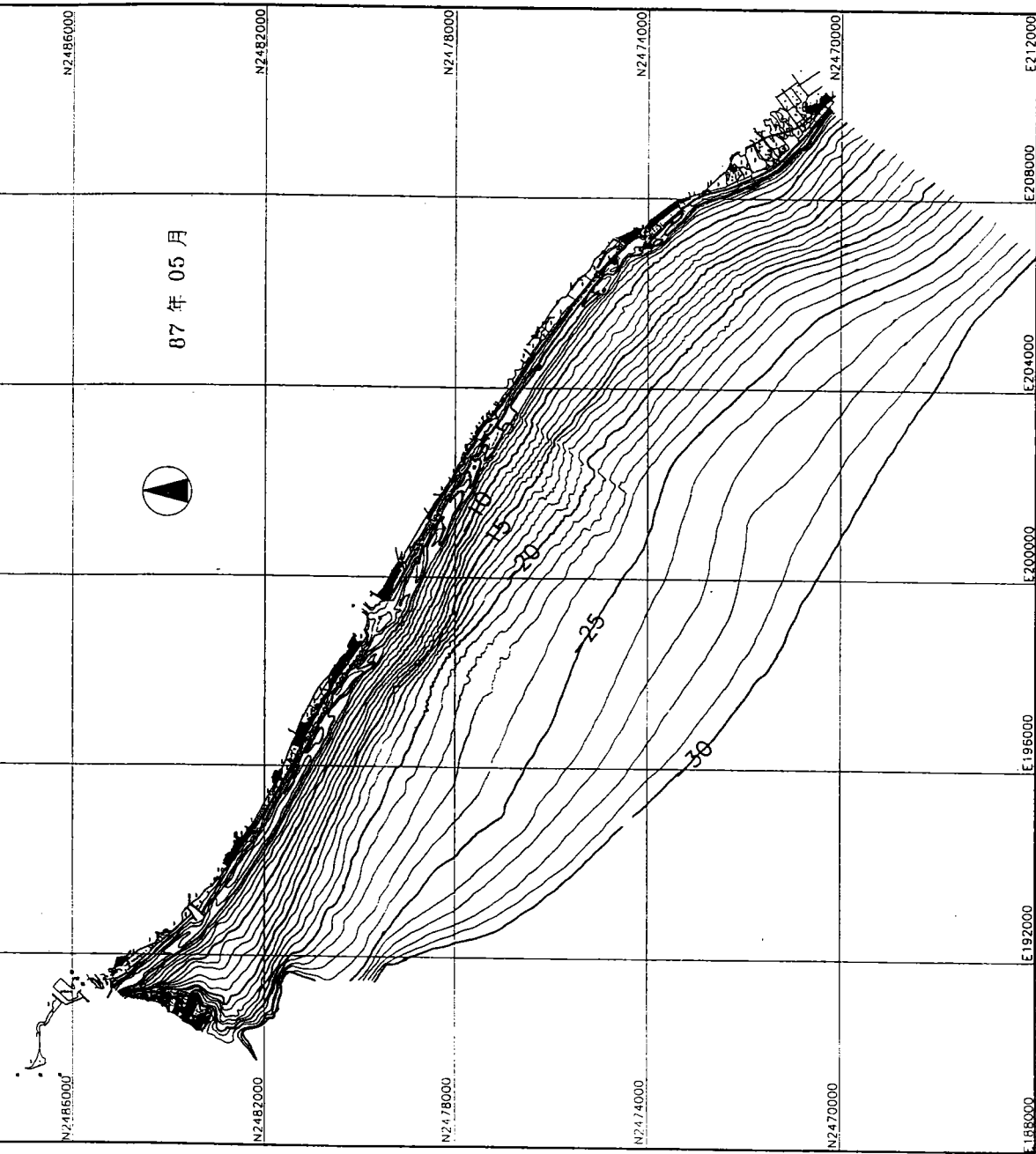


圖 4.5(c) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 87 年 5 月)

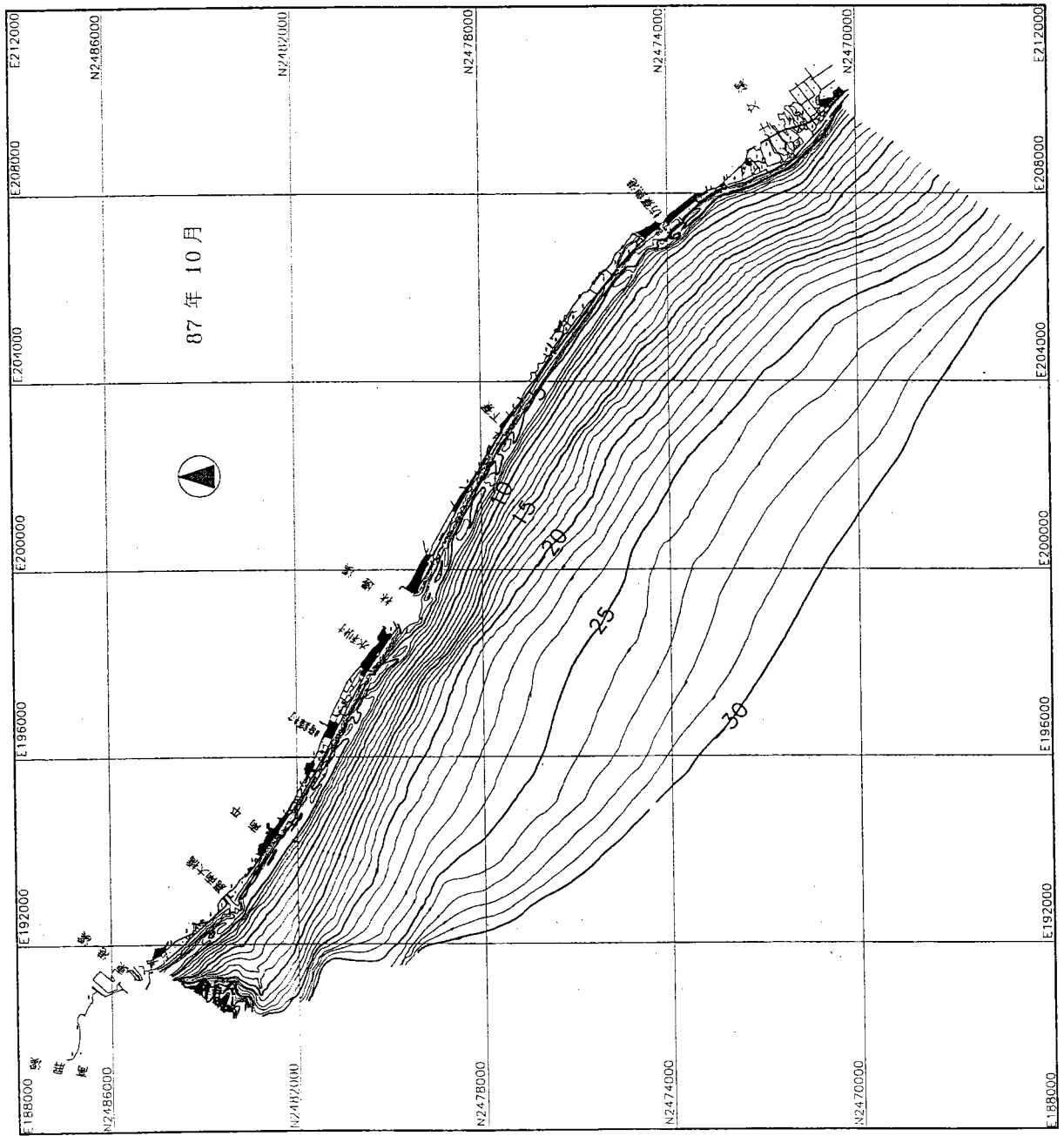


圖 4.5(d) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 87 年 10 月)

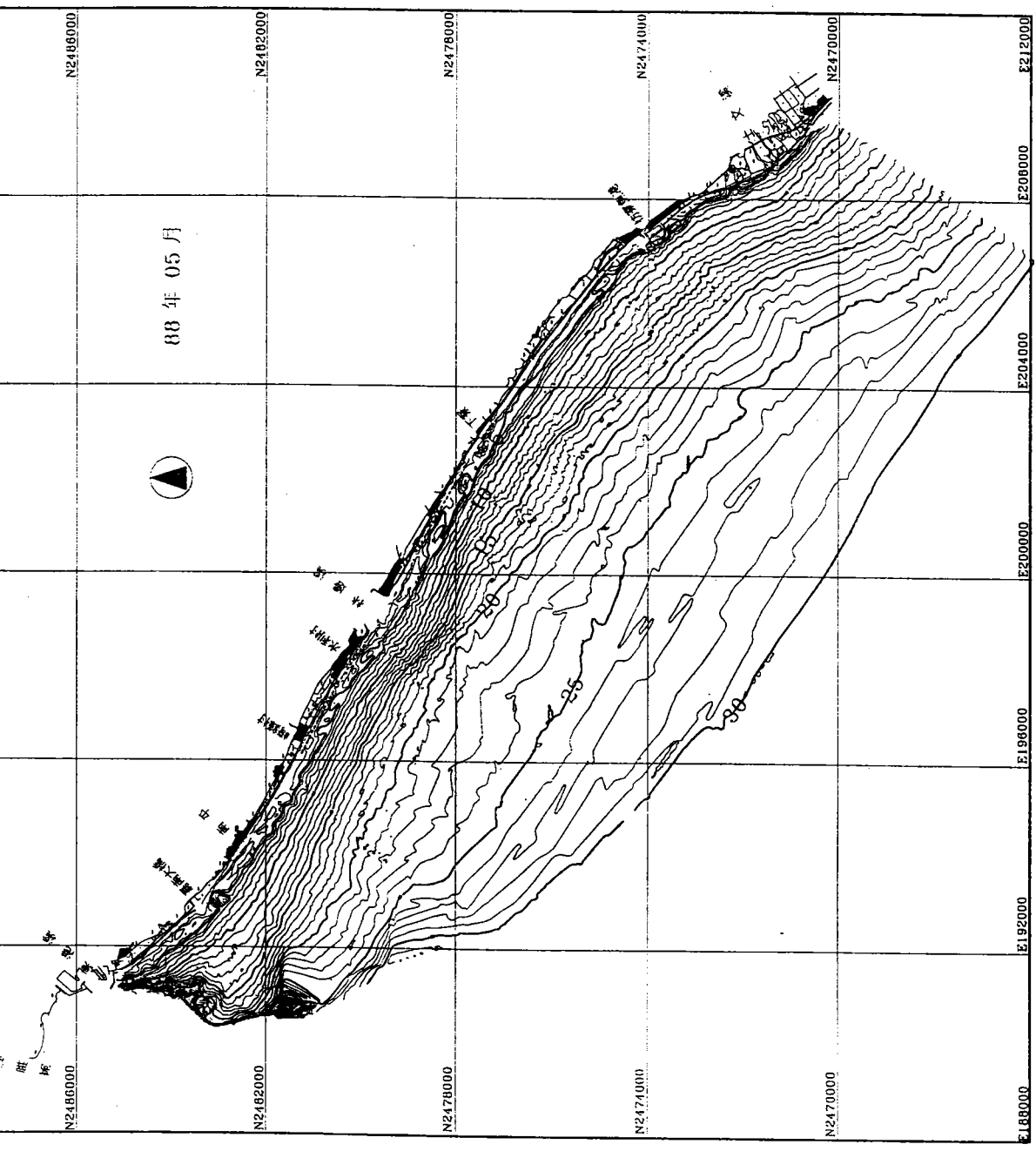


圖 4.5(e) 屏東林邊海域水深地形測量圖(民國 88 年 5 月)

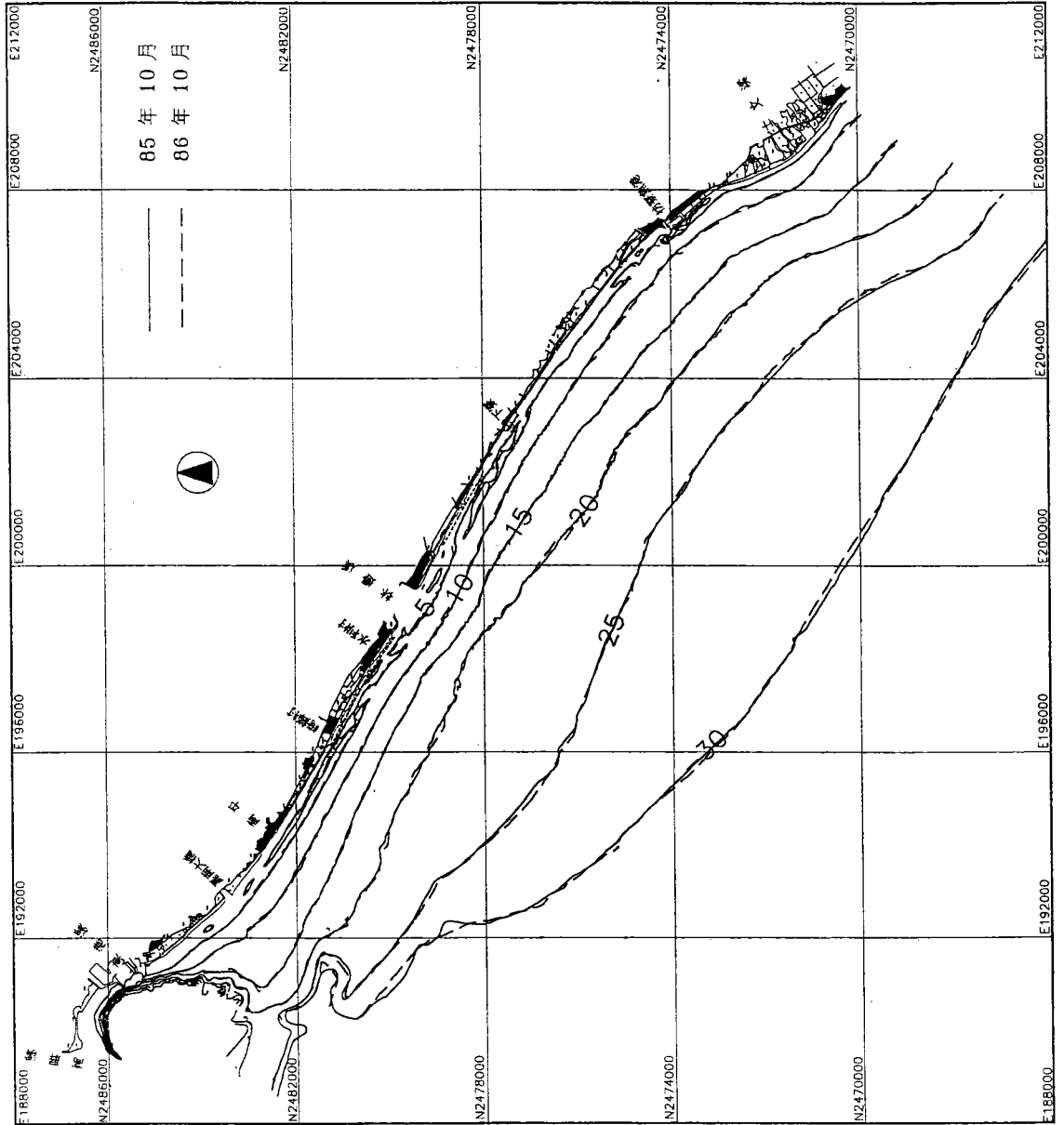


圖 4.6(a) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺-10 公尺-20 公尺、-25 公尺以及 -30 公尺水深比較圖(85 年 10 月、86 年 10 月)

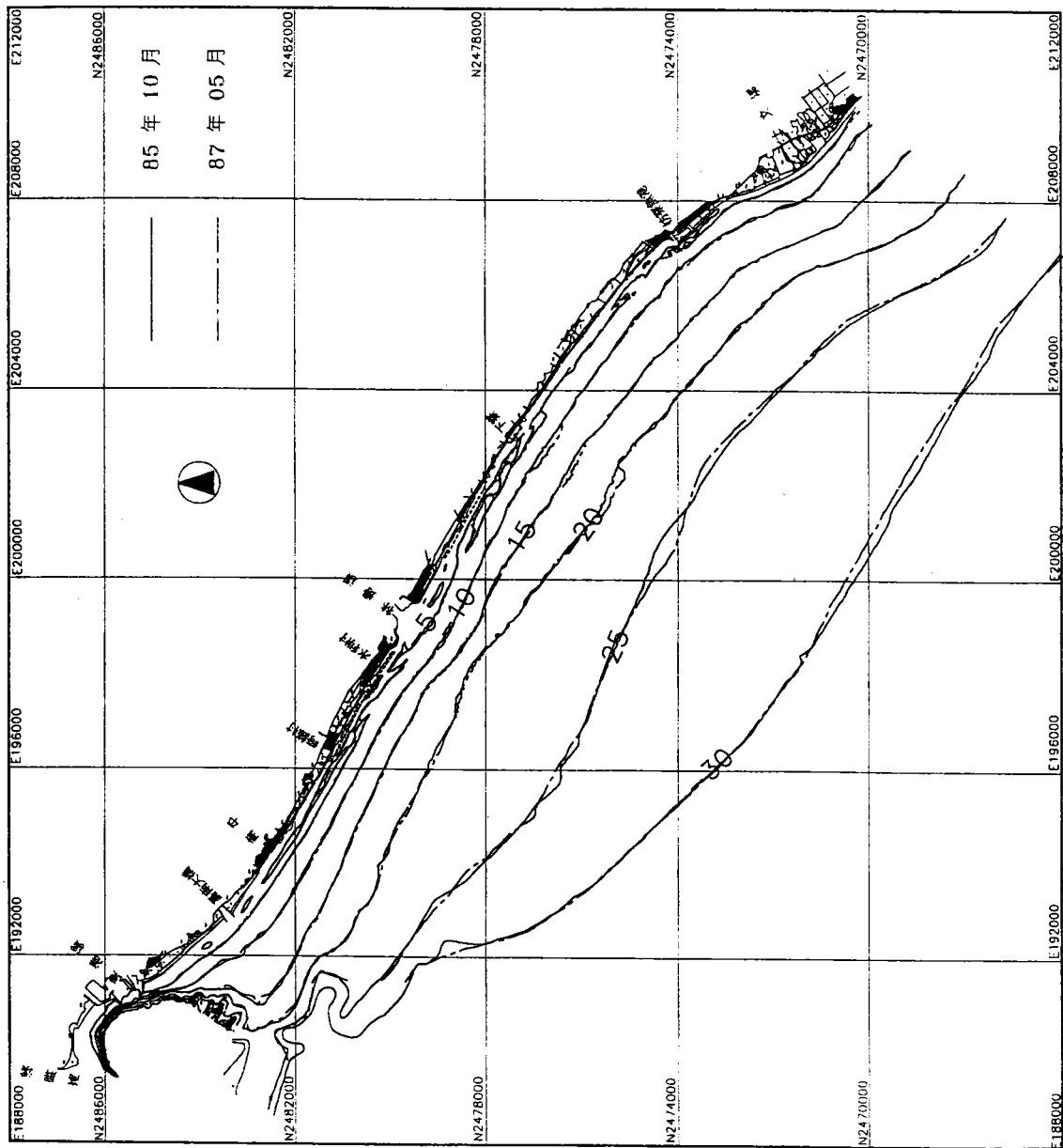


圖 4.6(b) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺-10 公尺-20 公尺、-25 公尺以及
 -30 公尺水深比較圖(85 年 10 月、87 年 5 月)

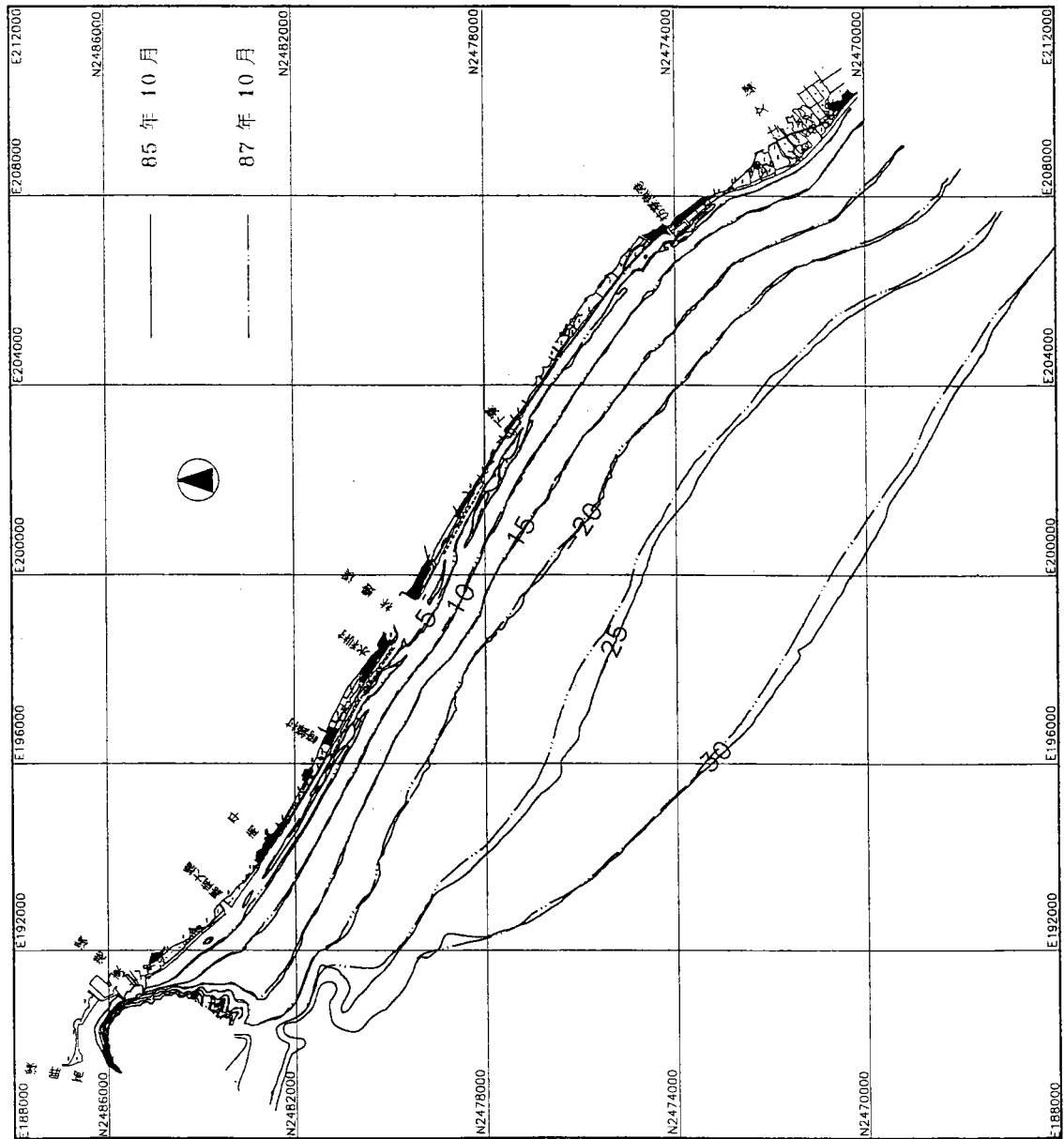


圖 4.6(c) 屏東林邊海域±0 公尺、-5 公尺-10 公尺-20 公尺、-25 公尺以及 -30 公尺水深比較圖(85 年 10 月、87 年 10 月)

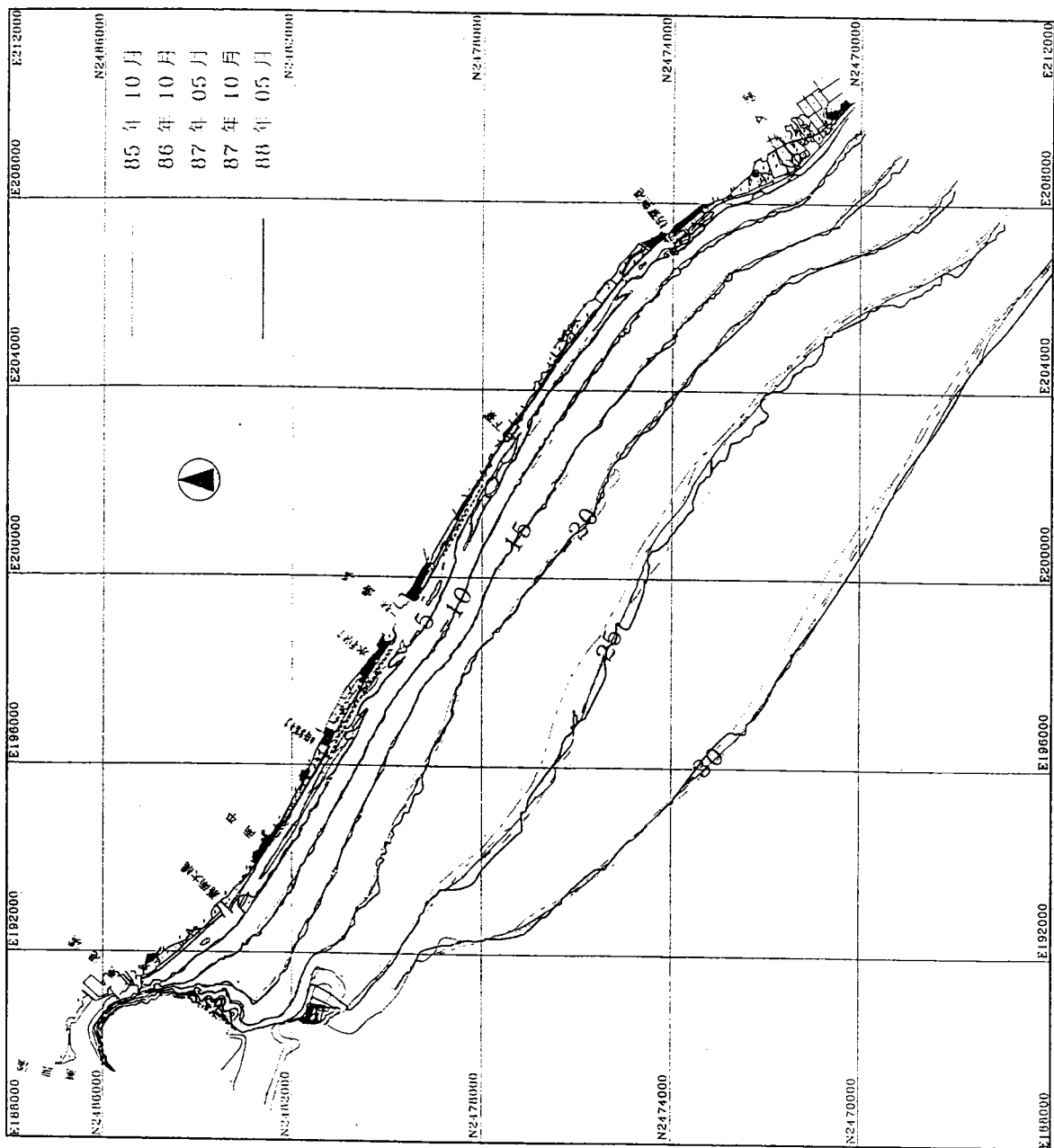


圖 4.7(a) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖

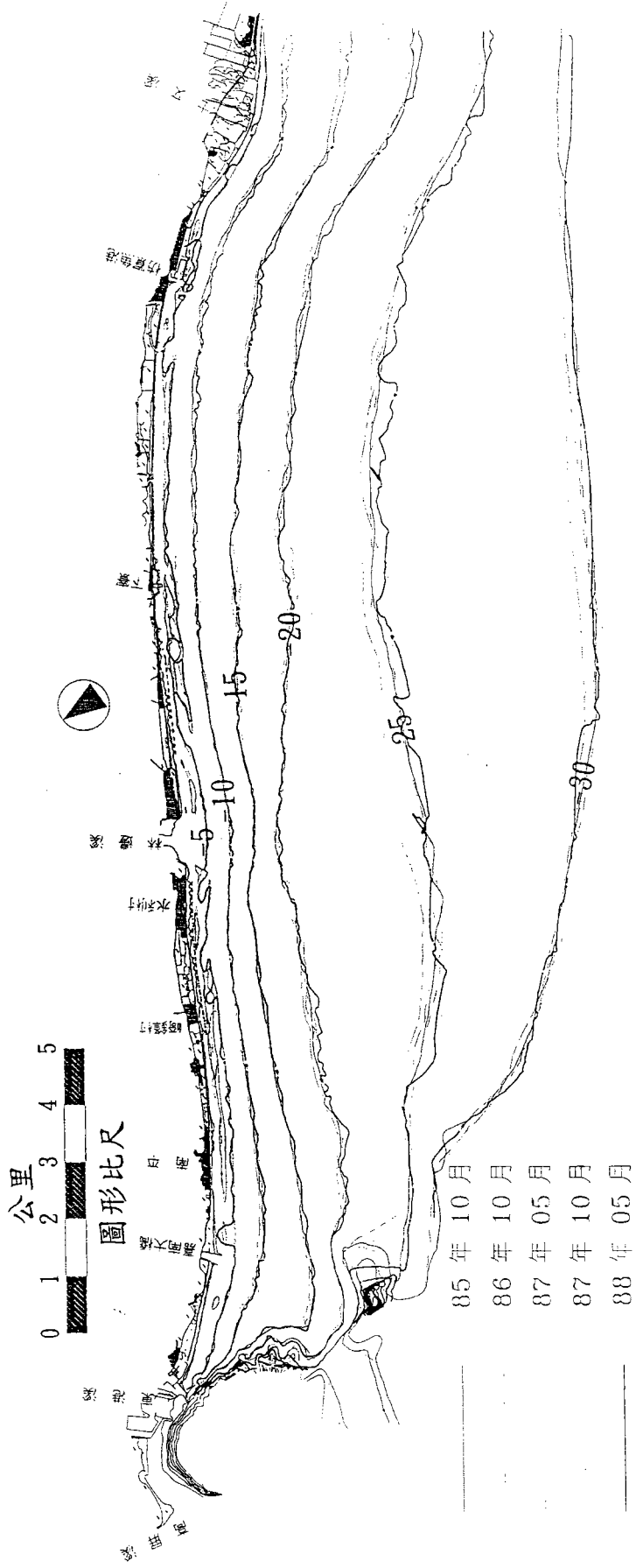


圖 4.7(b) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖

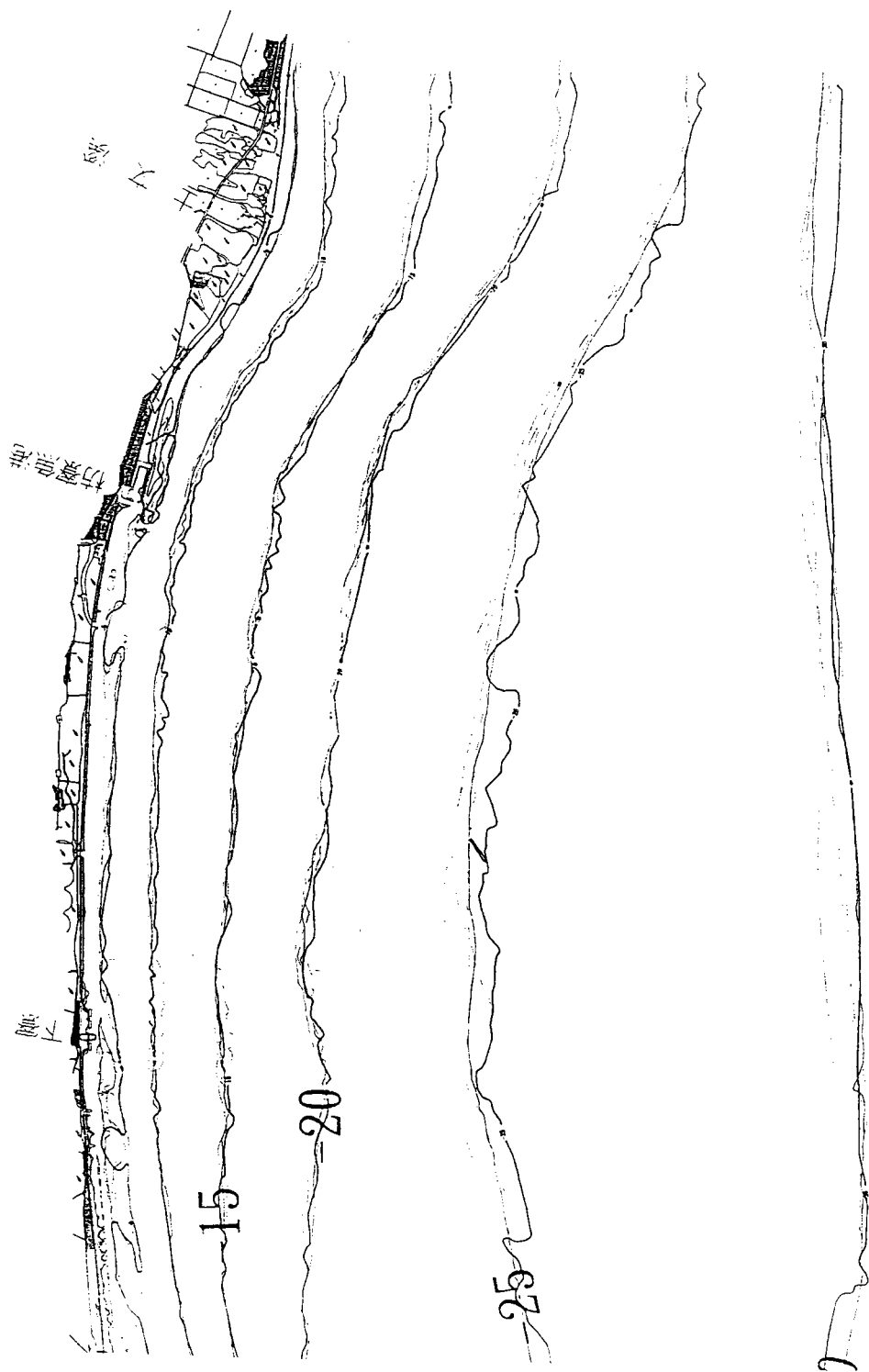


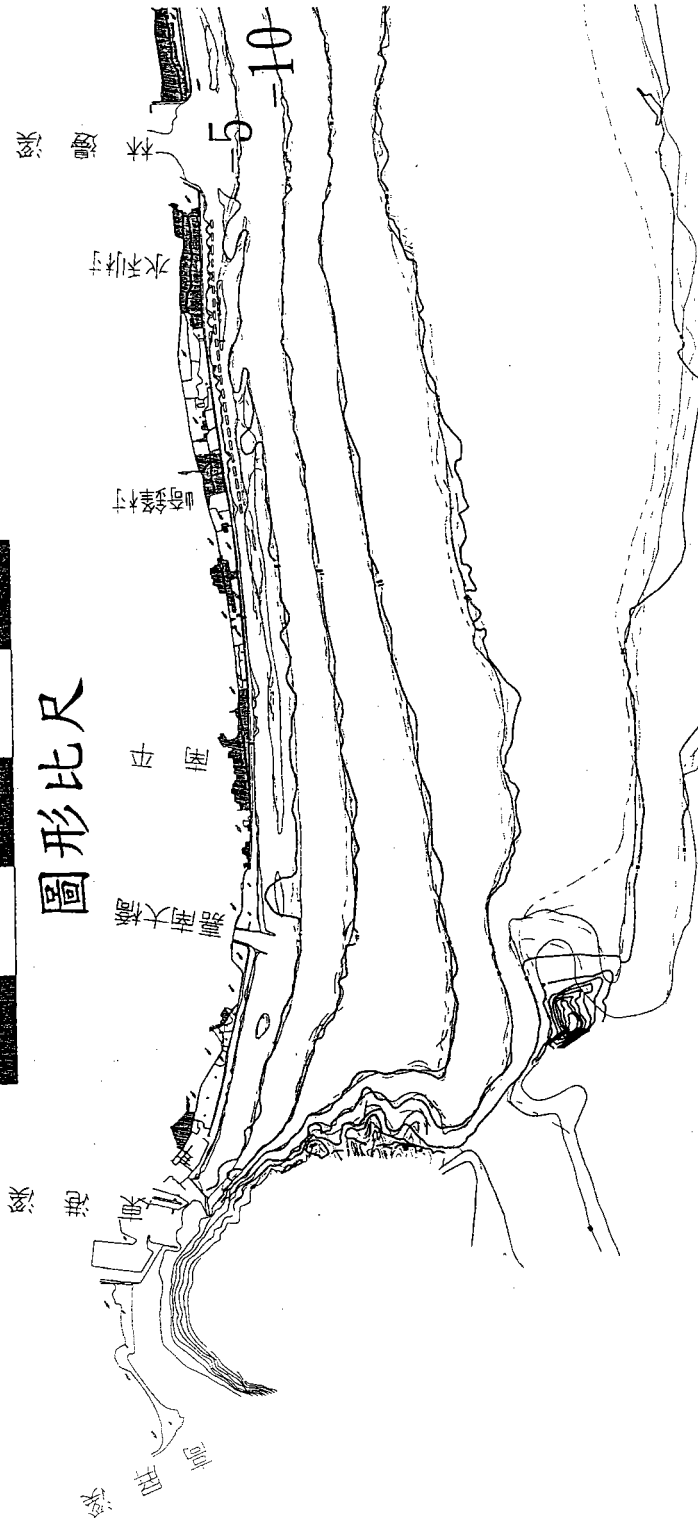
圖 4.7(b)(續) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖

公里

0 1 2 3 4 5



圖形比尺



85 年 10 月

86 年 10 月

87 年 05 月

87 年 10 月

88 年 05 月

31

圖 4.7(c) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖

公里



圖形比尺

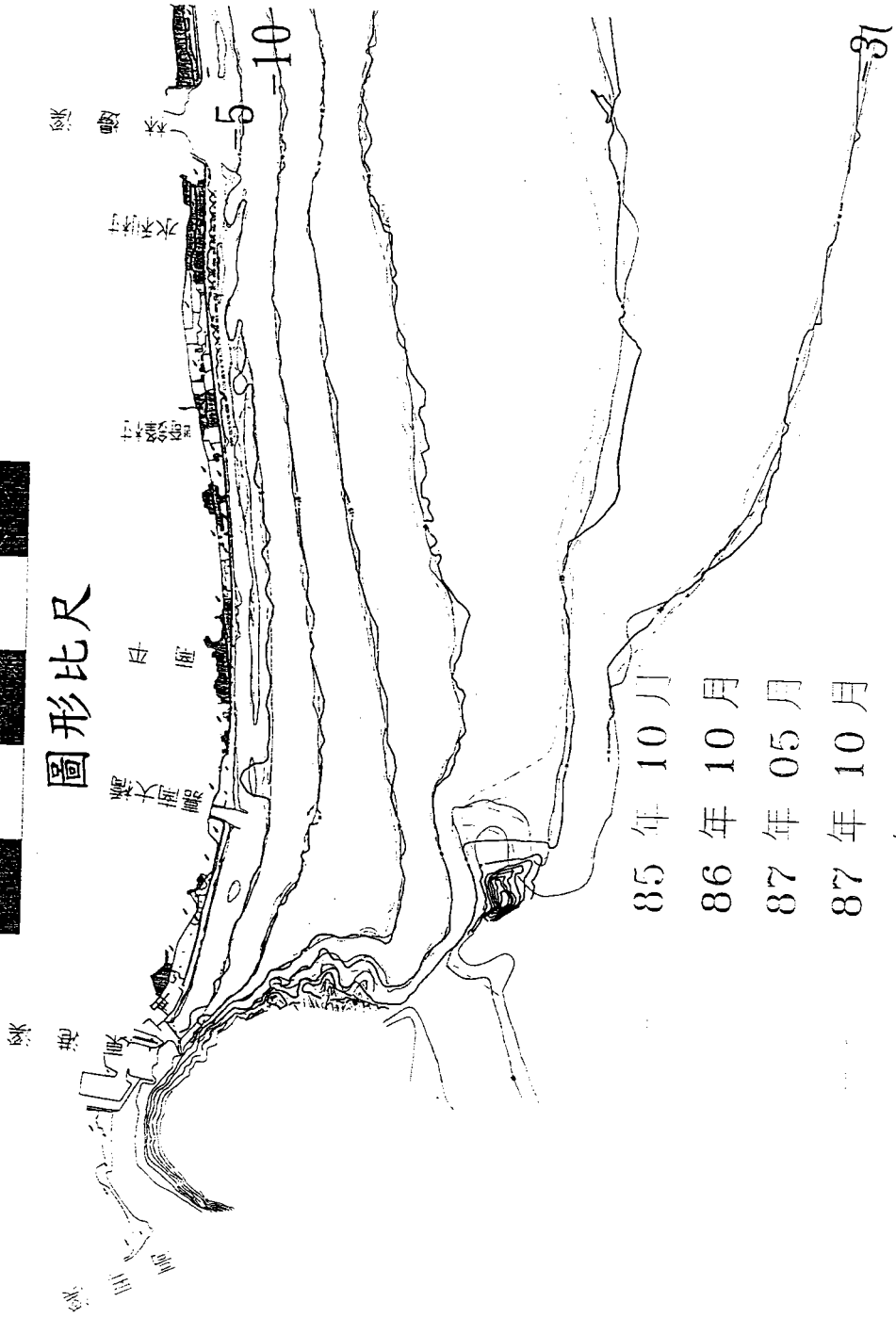


圖 4.7(c)(續) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖

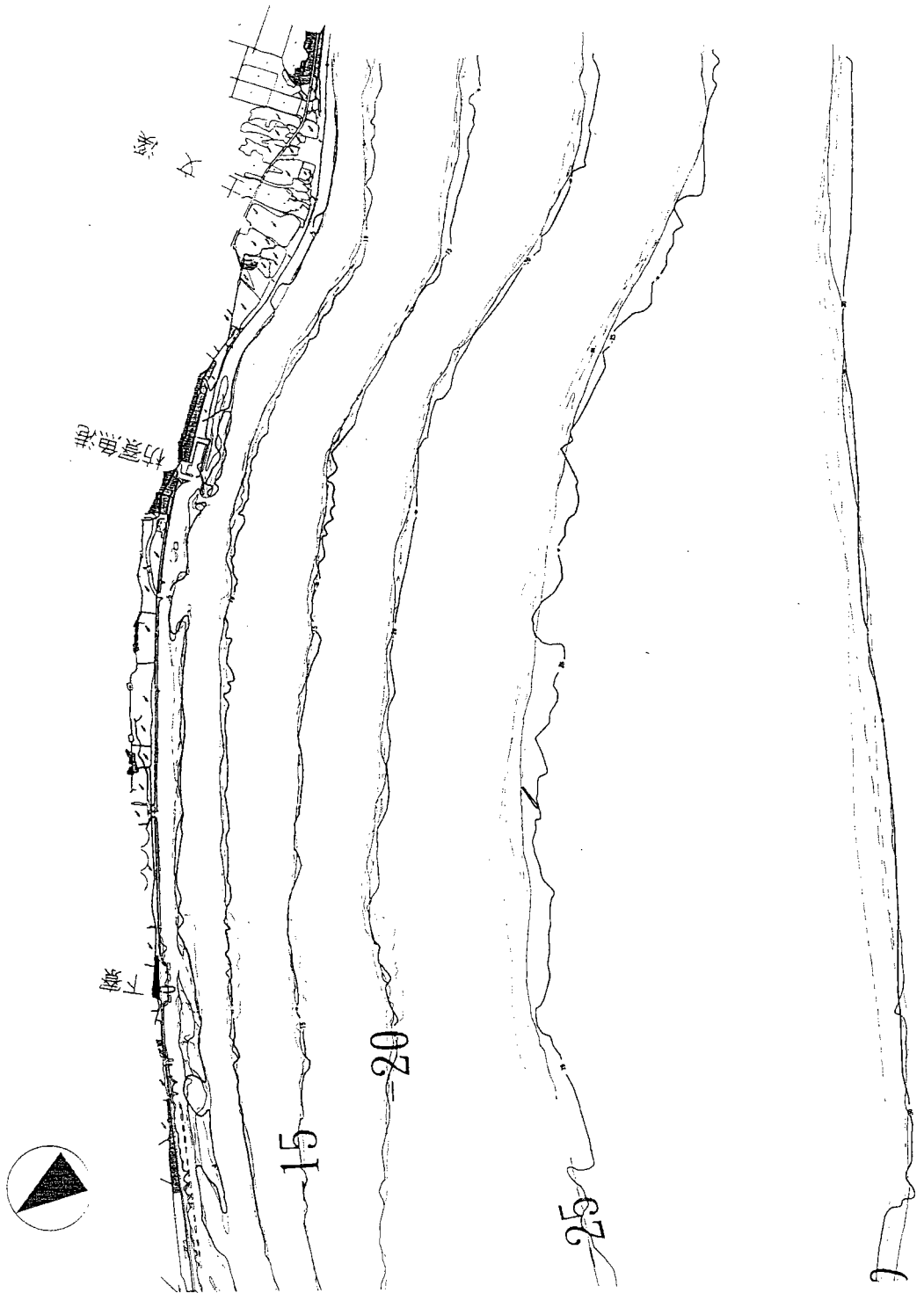


圖 4.7(c)(續) 屏東林邊海域歷年等水深比較圖

4-3-2 斷面變化分析

為進一步了解該區海域水深地形變化，根據第七工程處提供民國 77 年 11 月、78 年 5 月、78 年 11 月、79 年 5 月、79 年 11 月、80 年 5 月、87 年 10 月與 88 年 5 月以及本計畫 85 年 10 月、86 年 10 月、87 年 5 月等所測水深地形，選擇八個斷面作進一步分析。圖 4.8 為各選取斷面位置示意圖，而圖 4.9(a)~(h)則為各斷面歷年水深地形變化比較分析圖，茲將各斷面地形變化敘述如下：

1. X=3500m 斷面

該斷面位處高屏溪與東港溪間海岸，歷年斷面水深比較分析圖顯示，民國 77 年 11 月到民國 78 年 5 月冬季東北季風期間，該斷面自岸邊到-2 公尺水深處地形並無顯著變化，惟-2 公尺水深以下則呈嚴重侵蝕，到民國 78 年 11 月歷經夏季西南季風與颱風期間，-2 公尺以下水深，侵蝕更加嚴重，而-2 公尺水深以上則岸邊呈淤積形成灘面，成長約 150 公尺爾後經過冬季東北季風期間到民國 79 年 5 月則-3 公尺以上水深呈侵蝕，水深-3 公尺以下則逐漸回淤；迨 79 年 11 月歷經西南季風及颱風期間又呈侵蝕，到 80 年 5 月又呈淤積，根據本所 85 年 11 月所測最近一張水深圖比較則又呈侵蝕。故整體而言該區水域地形隨季節有明顯變化，冬季期間呈淤積，颱風期間則呈侵蝕，且侵蝕趨勢一年比一年嚴重，底床坡度則由 78 年間平均坡度 1/50 演變目前之 1/40 如圖 4.9(a)所示。

本年度因測量範圍往南移，故該區並無資料可資比對。

2. X=7000m 斷面

該斷面位處屏東大鵬灣入口北側，斷面分析資料顯示，該斷面在距離岸邊 250~300 公尺水深負 2~負 4 公尺處有沿岸砂洲產生，

生，沙洲高度約為 1 公尺~2 公尺左右；根據水利局第七工程處提供資料顯示，離岸邊約 200 公尺範圍內係呈侵蝕，距岸邊 350 公尺以外則呈淤積，惟根據本計畫 85 年 10 月、86 年 10 月以及 87 年 5 月所測水深地形資料顯示，該斷面呈侵蝕，整體剖面呈侵蝕，向岸移動 60~70 公尺，且近岸水深由± 0m 刷深到目前之 -2 公尺左右，且根據本研究今年地形監測結果顯示，該斷面自民國 85 年 10 月到民國 86 年 10 月一整年自岸邊約 0~150 公尺範圍內則呈回淤情況，最大淤積水深約有 1.2 公尺左右，惟自水深負 3.7 公尺以下即自岸邊約 150 公尺外則呈侵蝕，迄 87 年 5 月經過東北季風期間後，近岸處又見些微侵蝕，而水深負 7 公尺~9 公尺處則略見回淤，本年度監測結果顯示，經過一個夏季颱風期間，該斷面水深-4m 以上呈淤積，以下則呈侵蝕，然經過約半年之冬季東北季期間過後，3 水深-4m 以上反呈侵蝕，而-4m 以下則呈淤積，隨著季節變化，該斷面亦呈侵淤明顯變化，故該斷面近岸-150m~-200m 間歷年來係呈侵蝕，如圖 4.9(b)所示。

3. X=10000m 斷面

該斷面位處大鵬灣入口以及水利村中間海岸，該斷面變化情形與 X=7000m 處斷面相似，距岸邊 150 公尺~200 公尺水深-3 公尺~-4 公尺有沿岸沙洲形成，根據第七工程處提供資料顯示，在民國 77 年 11 月~80 年 5 月間，該斷面侵淤互見，惟整個剖面根據本研究 85 年 10 月、86 年 10 月以及 87 年 5 月所測資料顯示，同樣有向內陸逼近呈侵蝕趨勢，且自民國 85 年 10 月以來，在近岸水深負 4 公尺範圍內，仍繼續呈侵蝕趨勢，而目前水深負 4 公尺已有一平台形成，寬度約有 200 公尺左右，且自平台水深負 4 公尺以下目前斷面則呈淤積，惟根據今年監測結果顯示，近岸 100 公尺範圍內明顯呈侵蝕，水深已自-1m 被刷深至目前之-4m，距岸 300 公尺

範圍已形成-4m 水深之平台，-4m 水深以下，亦呈侵蝕，如圖 4.9(c) 所示。

4. X=13000m 斷面

該斷面位處水利村海域，林邊溪口北側，資料顯示同樣在距岸邊 250 公尺~350 公尺範圍，水深-4 公尺~-5 公尺間有沿岸沙洲存在，惟該斷面自民國 77 年 11 月以來，整個到面均向內陸移動，呈侵蝕趨勢，根據本研究這一、二年所測最新資料顯示，目前岸邊底床坡度約為 1/15~1/20，其斷面變化情況與 X=10000m 斷面相似，水深自岸邊到負 5 公尺處目前斷面仍呈侵蝕。整個沿岸沉沒沙洲，自民國 80 年 5 月以後已明顯自岸邊前進約有 250 公尺左右，而水深負 6 公尺以下斷面則略呈淤積，惟根據本年度水深地形監測結果顯示，該斷面仍呈淤積且在距岸 200 公尺水深-4m 處，已存在一明顯沿岸沙洲，高度約有一公尺左右，-4m 水深以下則斷面呈侵蝕現，如圖 4.9(d)所示。

5. X=15000m 斷面

該斷面位處林邊溪口南側，根據資料分析結果顯示該斷面自民國 77 年 11 月以來在水深-5.5 公尺以下逐年侵蝕，但自水深-5.5 公尺以上則沖淤互見，同時自民國 80 年 5 月開始該斷面即呈明顯侵蝕，且根據本研究 85 年 10 月、86 年 10 月以及 87 年 5 月所測資料顯示，在距岸邊約 300 公尺，水深-3 公尺~-4 公尺處已明顯有沿岸沙洲存在，高度約為 2 公尺，沙洲高程在水深-3 公尺處；岸邊底床坡度則自 1/75 形成目前之 1/30，且自民國 85 年 10 月以後，水深自岸邊到負 2 公尺範圍仍呈侵蝕，而水深自負 2 公尺到負 5 公尺，寬度約有 150 公尺範圍內水深則明顯呈淤積現象，淤積最大深度約有 1.8 公尺，而水深自負 5 公尺以下，斷面這幾年來則趨

於穩定，惟本佃年地形監測結果顯示，該斷面在距岸 200~300m 間則明顯被刷深達 1m 左右，並形成一沿岸沙洲，-4 下水深亦有被侵蝕趨勢，如圖 49(e)所示。

6. X=18500m 斷面

該斷面位處下寮海岸，斷面水深變化趨勢與 X=15000m 斷面水深變化趨勢相同，距岸邊約 350 公尺，水深-5 公尺處亦有沿岸沙洲存在，近岸邊底床坡度亦由民國 78 年之 1/60 成為目前之 1/30，根據本研究 85 年 10 月、86 年 10 月以及 87 年 5 月三次地形監測結果顯示，自岸邊到-4 公尺水深處斷面無明顯變化，惟沿岸沙洲近岸波谷處水深則由負 7 公尺逐漸呈回淤狀，厚度約有 1 公尺左右；而沿岸沙洲海側斷面則沖淤互見，惟本年度地形監測結果顯示，斷面經歷一夏季颱風期間，則斷面明顯呈現侵蝕狀；爾後歷經一段東北季風期間，88 年 5 月地形顯示原被沖刷地方則明顯呈淤積狀，高度達 1 公尺左右，-4m 以下水深仍呈侵蝕，如圖 4.9(f)所示。

7. X=21500m 斷面

該斷面位處下寮與枋寮海岸中間，斷面水深變化情形與前面二個斷面水深變化趨勢頗為相似，在距岸邊 350 公尺，水深-5 公尺處亦有沿岸沙洲存在，岸邊底床平均坡度則由民國 78 年之 1/60 演變成目前之 1/30，根據本研究地形監測結果顯示，即自岸邊到負 4 公尺水深處斷面幾無明顯變化，惟在沿岸沙洲近岸波谷處水深則呈淤積，而沿岸沙洲海側斷面水深根據 87 年 5 月所測地形顯示則呈淤積，且根據今年監測結果顯示，距岸 200 公尺處仍呈淤積，惟自-4m 以下水深，則斷面地形呈淤互現，如圖 4.9(g)所示。

8. X=24500m 断面

該断面位處枋寮漁港南側，該断面亦存在有該區海域沿岸沙洲特性，根據第七工程處提供資料，自民國 77 年 11 月到 80 年 5 月期間，断面-4 公尺~-8 公尺水深間並無顯著變化惟-8 公尺以下水深則呈淤積，惟根據本研究 85 年 10 月、86 年 10 月以及 87 年 5 月所測水深資料顯示，若非水利局第七工程處與本研究所引用基準點有誤，則存在-4 公尺水深之沿岸沙洲向內陸前進約 100 公尺左右且整個断面全面呈侵蝕，岸邊底床坡度約為 1/20，且距岸邊 150 公尺處自民國 85 年 10 月以後則被刷深了約 1.2 公尺左右，根據本年度監測結果顯示，該断面侵淤情況與季節有明顯關係，颱風期間断面呈侵蝕，東北季風期間則又呈淤積，如圖 4.9(h)所示。

故整體而言，屏東林邊附近海域，除高屏溪與東港溪間水域外，自東港溪以南到士文溪以北間海域，在距岸邊約 200 公尺~300 公尺均存在有沿岸沙洲。沙洲頂部高程約在水深-4 公尺處，且根據本研究 85 年 10 月、86 年 10 月、87 年 5 月、87 年 10 月以及 88 年 5 月五次地形測量結果顯示，目前沙洲均有自岸邊移動趨勢，靠近岸邊底床坡度目前平均約在 1/20~1/30 間。

圖 4.10(a)~(c)則分別為本研究在國 85 年 10 月、86 年 10 月 87 年 5 月、87 年 10 月以及 88 年 5 月等選擇性地在該區海域選擇林邊溪口、下寮以及枋寮等三地海域、断面水深變化比較圖，監測結果顯示，在林邊溪口北岸 X=14000m，自岸邊到負 6 公尺水深断面係逐年呈淤積趨勢，惟在林邊溪口南岸 X=14500m 断面處，自岸邊到負 2 公尺水深断面目前則係呈侵蝕，此現象正表示在該區優勢漂沙方向係由南往北，如圖 4.10(a)所示；而屏東下寮附近水域断面監測結果顯示，普遍存有沿岸沙洲，惟目前正逐漸回淤，愈往南沿少洲高度有減少趨勢，如圖 4.10(b)所示；至於枋寮港附近海

域斷面水深變化，監測結果顯示岸邊到負 4 公尺水深處有侵蝕跡象，惟負 4 公尺以下水深愈往南邊則有淤積現象，如圖 4.10(c)所示。

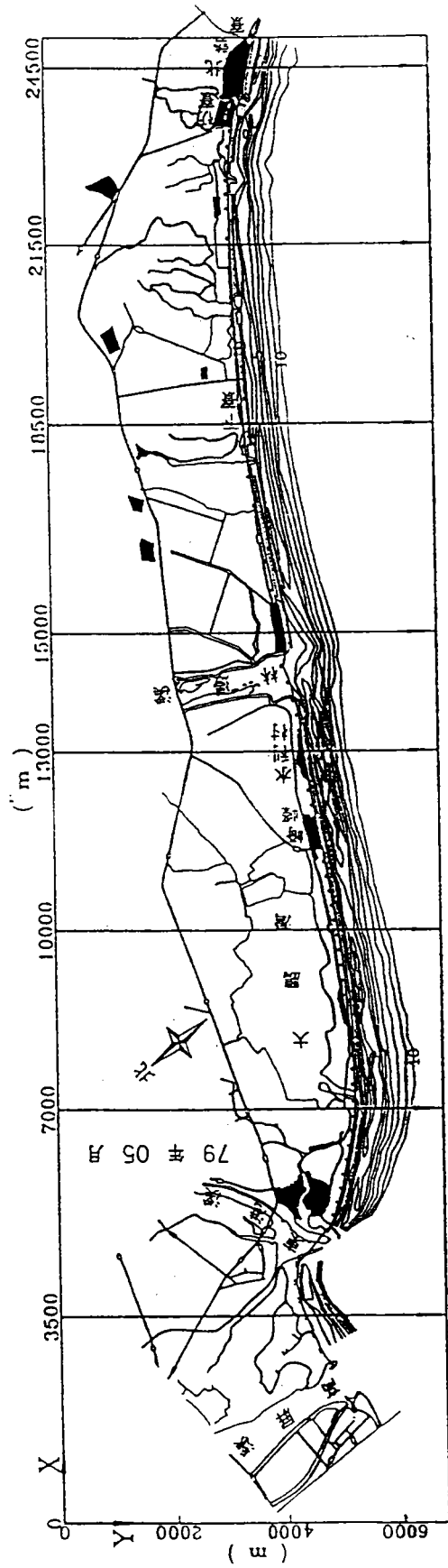


圖 4.8 屏東林邊海域斷面位置示意圖

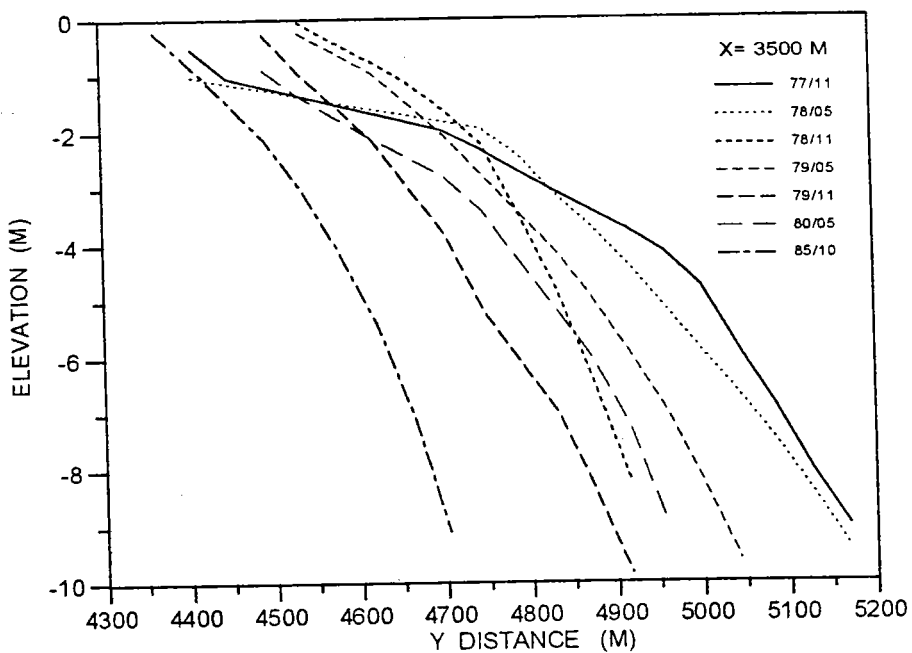


圖 4.9(a) 屏東林邊海域 X=3500M 斷面歷年水深地形變化比較圖

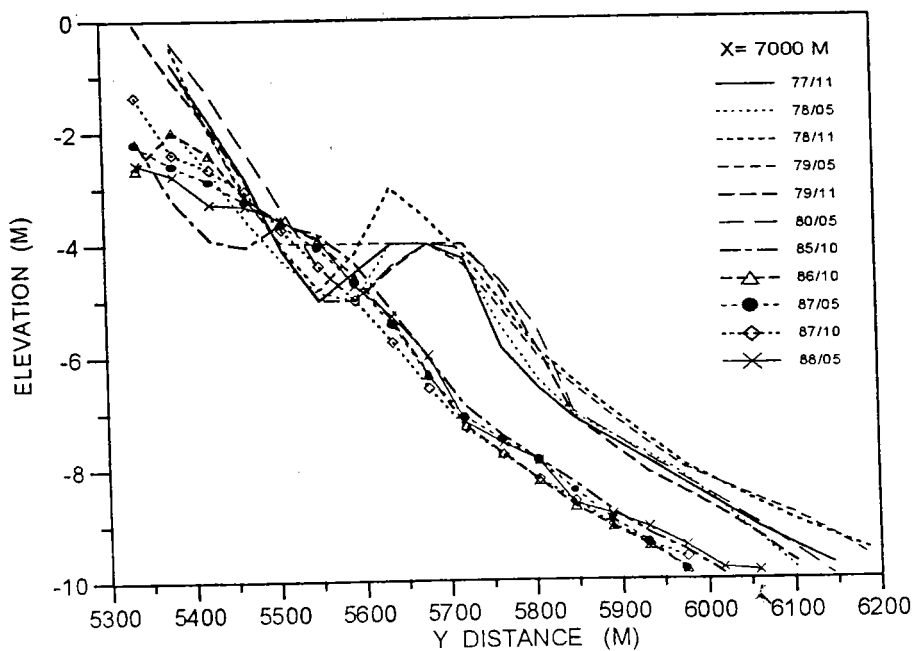


圖 4.9(b) 屏東林邊海域 X=7000M 斷面歷年水深地形變化比較圖

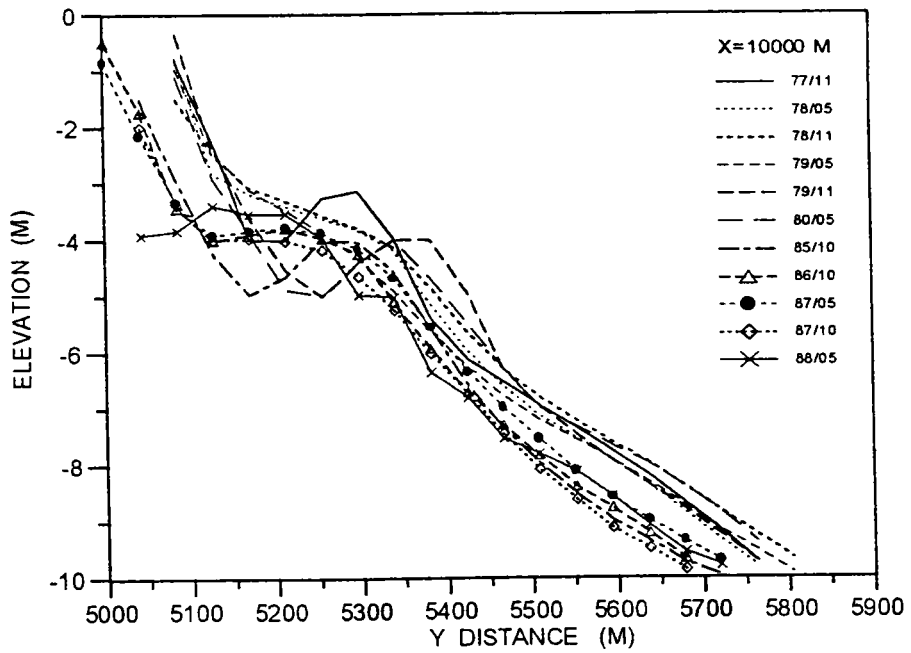


圖 4.9(c) 屏東林邊海域 X=10000M 斷面歷年水深地形變化比較圖

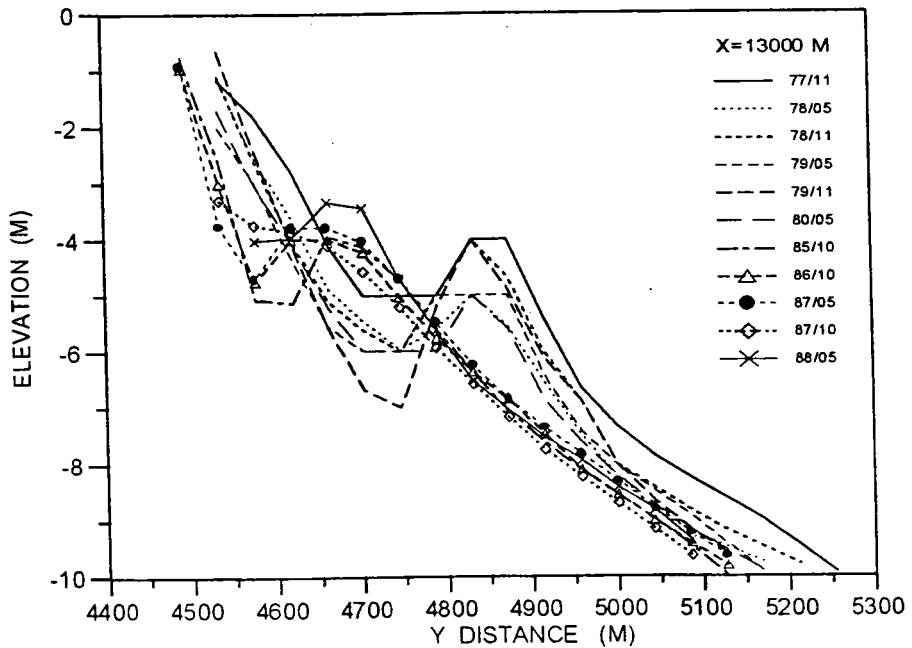


圖 4.9(d) 屏東林邊海域 X=13000M 斷面歷年水深地形變化比較圖

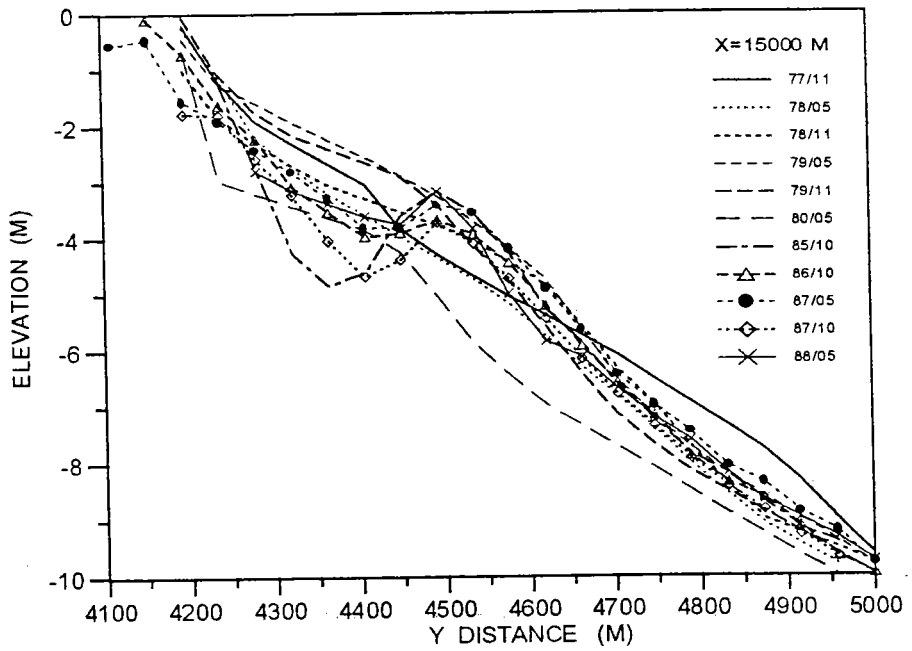


圖 4.9(e) 屏東林邊海域 X=15000M 斷面歷年水深地形變化比較圖

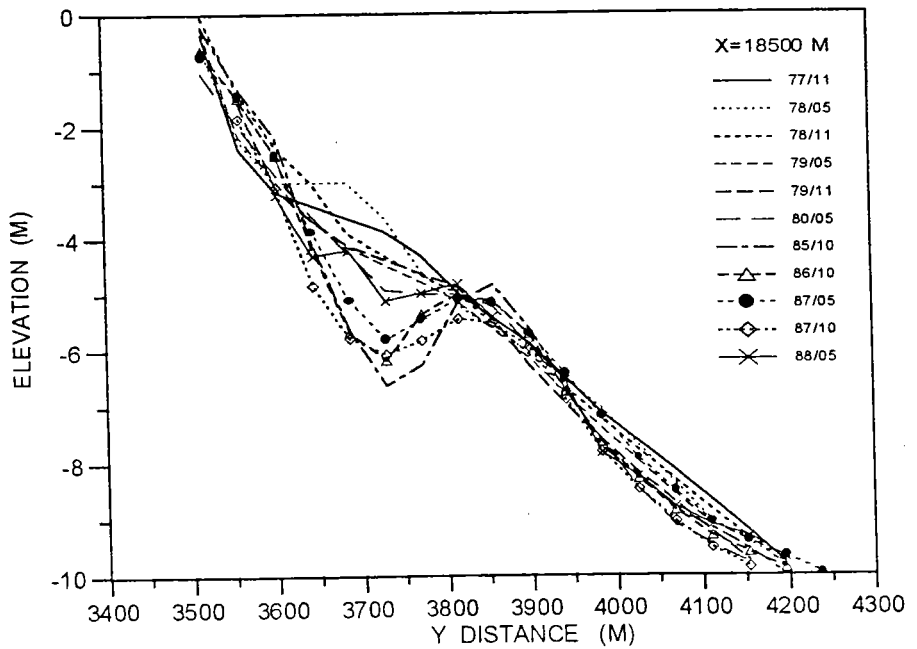


圖 4.9(f) 屏東林邊海域 X=18500M 斷面歷年水深地形變化比較圖

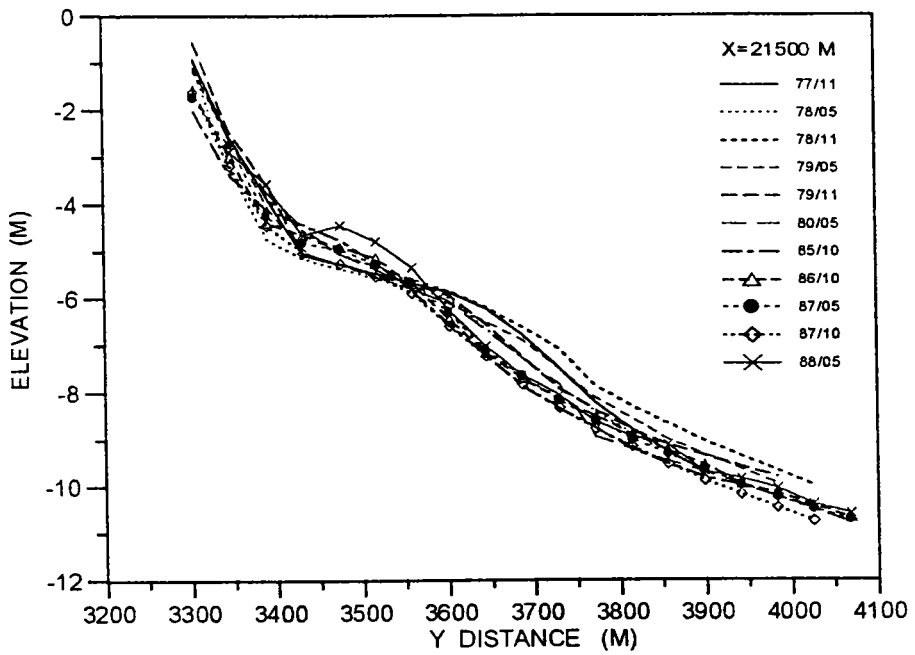


圖 4.9(g) 屏東林邊海域 X=21500M 断面歷年水深地形變化比較圖

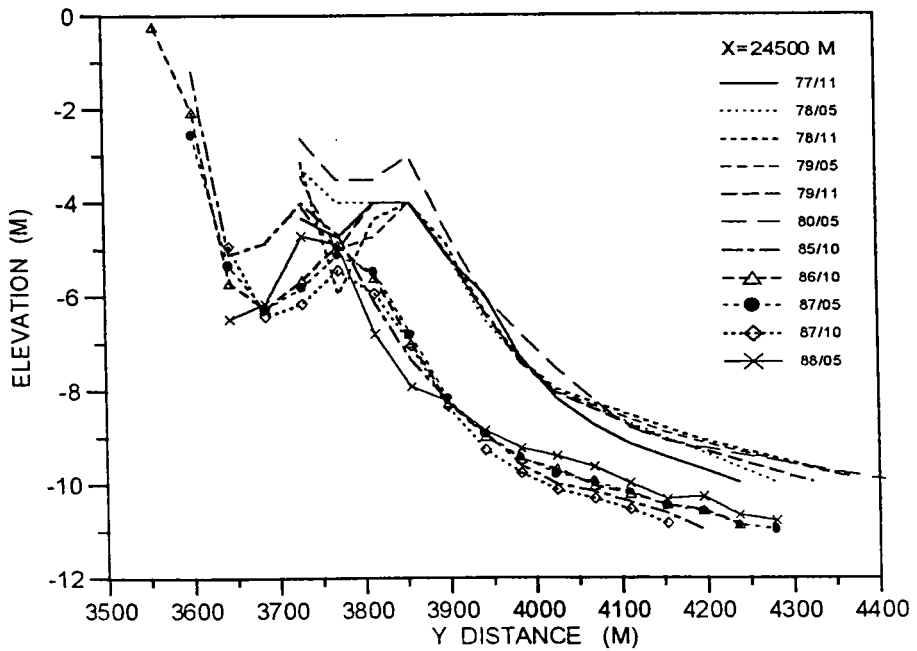


圖 4.9(h) 屏東林邊海域 X=24500M 断面歷年水深地形變化比較圖

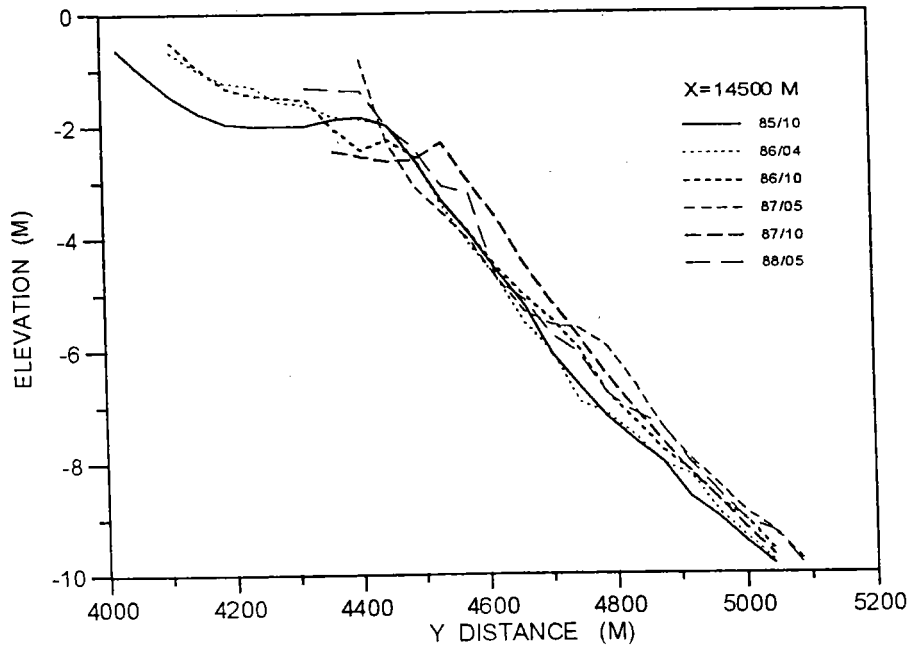
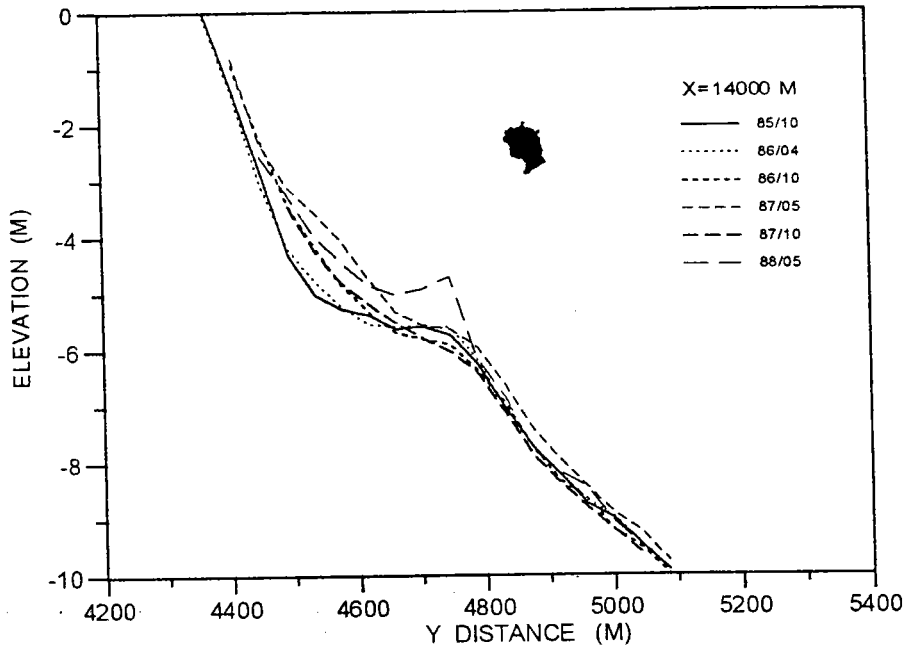


圖 4.10(a) 林邊溪口附近海域歷年水深地形變化比較圖

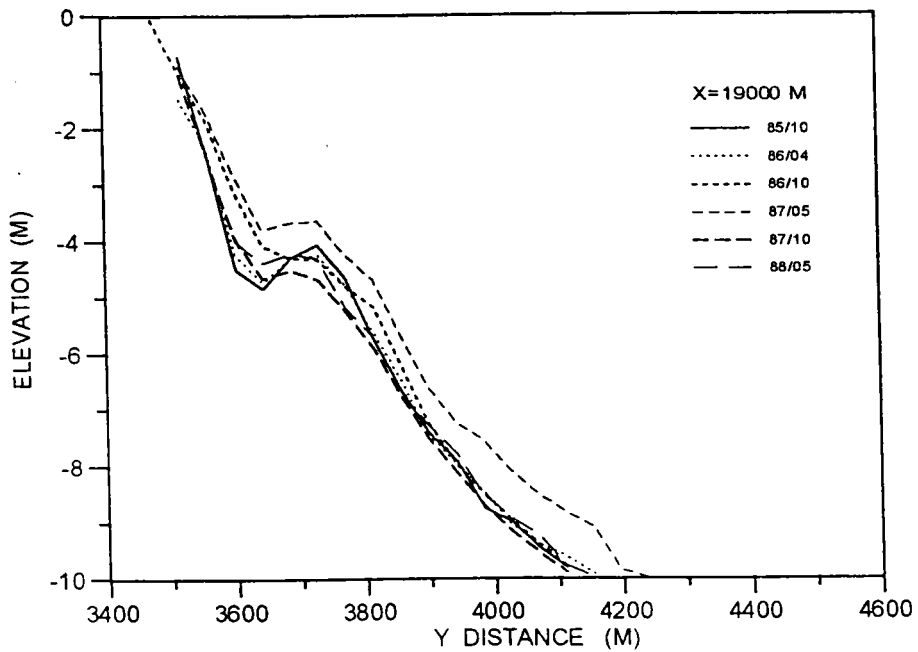
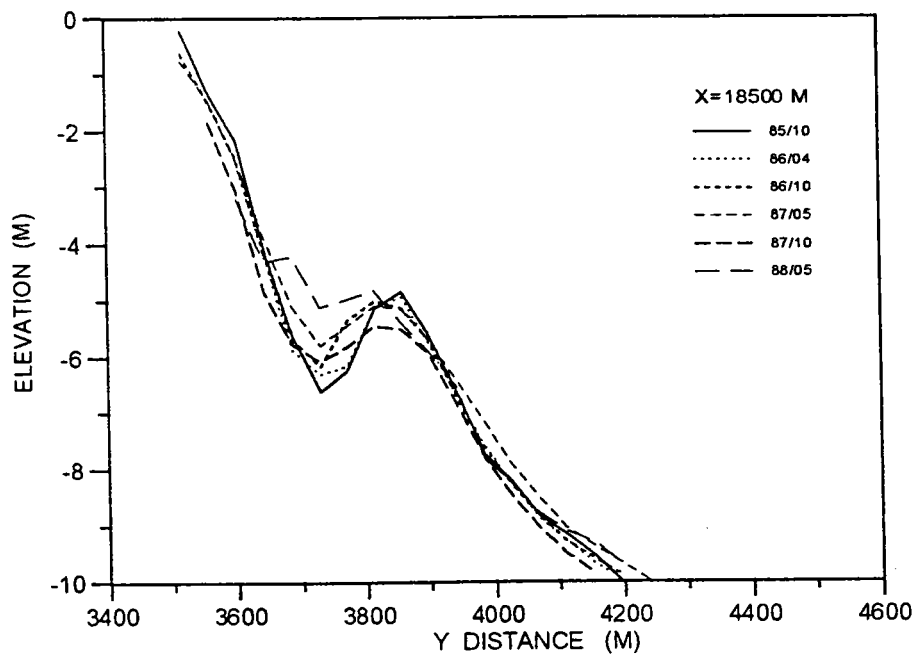


圖 4.10(b) 下寮附近海域歷年水深地形變化比較圖

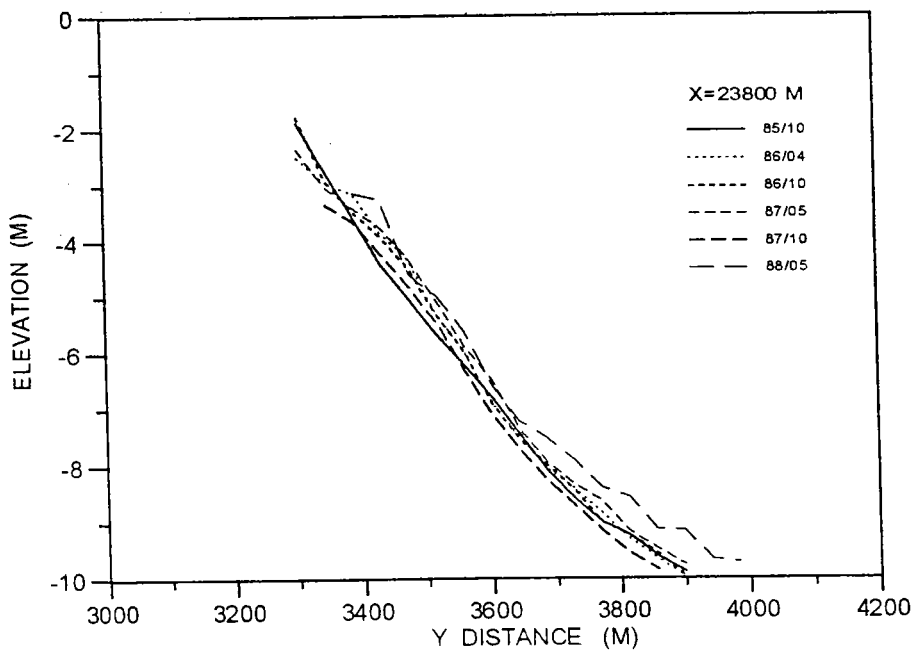
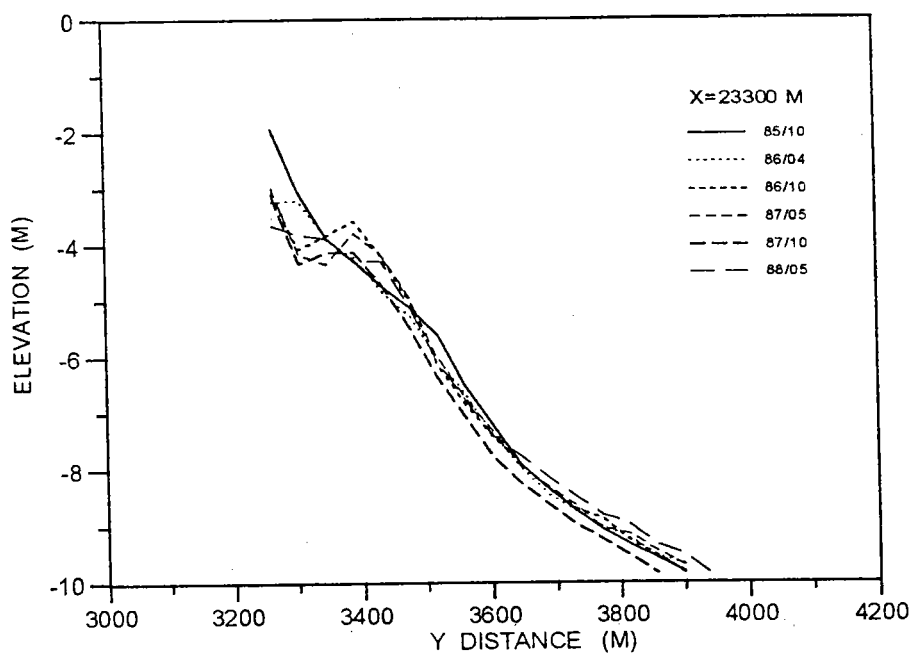


圖 4.10(c) 枋寮附近海域歷年水深變化比較圖

4-3-3 土方量侵淤變化分析

為進一步瞭解屏東林邊海域土方量侵淤近況，本研究特將該海域分為 5 個區域加以探討，各分區範圍示意圖如圖 4.11 中所示，並考慮自± 0 公尺灘線到水深-5 公尺處以及水深-5 公尺到-10 公尺範圍分別計算其海底地形侵淤狀況，表 4.5 與 4.6 分別為本計畫整理自民國 77 年 11 月、78 年 5 月、78 年 11 月、79 年 5 月、79 年 11 月、80 年 5 月、85 年 10 月、86 年 10 月、87 年 5 月、87 年 10 月以及 88 年 5 月等水深地形圖計算屏東林邊海域各分區考慮± 0 公尺灘線到-5 公尺水深以及-5 公尺~-10 公尺間海域歷年土方量表；而表 4.7 與表 4.8 則為各分區歷年侵淤量表，為分析方便起見分別將其點繪如圖 4.12(a)~(f)與圖 4.13(a)~(f)各分區以及全區歷年土方量變化圖，謹將各分區與全區海域土方量侵淤情況，說明如下：

1. 第(1)分區

該分區位於高屏溪與東港溪間寬 1000 公尺海域，根據資料分析結果顯示，在± 0 公尺灘線到-5 公尺水深間係逐年呈輕微侵蝕，土方變化量不大；在-5 公尺~-10 公尺水深間，則分析結果顯示，土方量幾為定值達穩定情況，而自民國 77 年 11 月民國 85 年 10 月這八年期間，該分區共被帶走 32 萬土方量，平均每年侵蝕 4 萬方，若考慮水深± 0m 公尺~-15 公尺範圍，則平均每平方公尺約被刷深 20 公分左右，但因 86 年 10 月、87 年 5 月、87 年 10 月以及 88 年 5 月等二次地形監測，測量範圍往南邊移，故第一分區沖淤積量變化沒有資料比對，分別如圖 4.12 與圖 4.13 中(a)所示。

2. 第(2)分區

該分區涵蓋東港溪口以南大鵬灣外沙洲 4700 公尺範圍內水域，

根據分析資料顯示於民國 78 年 11 月~79 年 5 月間，在-5 公尺~-10 公尺水深間係呈淤積，爾後逐年呈現侵蝕，但自 85 年 10 月以後，則逐漸再呈淤積，累計自民國 77 年 10 月到民國 85 年 10 月八年期間，該分區被帶走約 267 萬土方量，平均每年侵蝕 33.3 萬方，約每方公尺被刷深 13 公分，但若考慮自民國 85 年 10 月到民國 87 年 5 月該分地形變化，則在一年半期間共回淤約 15 萬立方，約每平方公尺回淤 6 公分，換言之，自民國 85 年 10 月後每年回淤 4 公分，惟本年度地形監結果顯示，在民國 87 年 5 月到 88 年 5 月間， $\pm 0\text{m} \sim -5\text{m}$ 間該分區呈侵蝕，約被侵蝕 32 萬方， $-5\text{m} \sim -10\text{m}$ 水深則略呈淤積，共淤積 13 萬方，故整體而言，該分區今年度共被帶走土方量約 19 萬方，平均被刷深約 7.5 公分，分別如圖 4.12 與圖 4.13 中(b)所示。

3. 第(3)分區

該分區涵蓋林邊溪口以北約 5000 公尺範圍包括崎峰村、水利村間海域，資料分析結果顯示，該分區逐年呈嚴重侵蝕，惟自民國 85 年 10 月以後則明顯呈現回淤，根據統計自民國 77 年 11 月到 85 年 10 月在達八年期間該分區其被帶走 289.8 萬土方量，平均每年侵蝕 36.2 萬方，約每平方公尺被刷深 14 公分，惟自民國 85 年 10 月以後到民國 87 年 5 月期間該分區共回淤約 74 萬立方，平均每年每平方公尺回淤 18 公分，惟本年度地形監結果顯示，在民國 87 年 5 月到 88 年 5 月一年間，該分區在 $\pm 0\text{m} \sim -5\text{m}$ 水深間，於夏季颱風期間呈侵蝕，土方量被帶走約 48 萬方，經歷半年東北季風又逐漸回淤， $-5\text{m} \sim -10\text{m}$ 水深間變化亦相同，累積該分區 $\pm 0\text{m} \sim -10\text{m}$ 間共淤積 30 萬方，平均每平方公尺回淤 11 公分，分別如圖 4.12 與圖 4.13 中(c)所示。

4. 第(4)分區

該分區涵蓋林邊溪口以南到下寮 5500 公尺海域，資料分析結果顯示自民國 77 年 11 月以後，該分區亦逐年呈侵蝕，但自民國 80 年 5 月以後卻逐年淤積，若考慮自民國 80 年 5 月到民國 87 年 5 月近六年期間該分區共淤積 189 萬方，平均每年約淤積 31 萬方，約每平方公尺淤積 10 公分，惟本年度地形監結果顯示，該分區在颱風期間呈現侵蝕，而經東北季風後方才逐漸回淤，變化趨勢與第(3)分區相同，在民國 87 年 5 月到 88 年 5 月間，累計± 0m~-5m 水深間約被帶走 24 萬方，-5m~-10m 水深間，被帶走土方量約 56 萬方，故該分區在± 0m~-10m 水深間，在今年間平均每平方公尺被刷深約 30 公分；分別如圖 4.12 與圖 4.13 中(d)所示，

5. 第(5)分區

該分區涵蓋下寮以南到北勢溪間海域 5000 公尺範圍，資料分析結果顯示，自民國 77 年 11 月到民國 80 年 5 月間，該分區土方量並無顯著變化，惟自民國 80 年 5 月到民國 85 年 10 月近 5 年期間在± 0 公尺灘線到-10 公尺水深範圍都呈侵蝕，尤其是在-5 公尺~-10 公尺水深間，但自民國 85 年 10 月到民國 86 年 10 月期間該分區又逐漸回淤，累計自民國 77 年 11 月到民國 85 年 10 月期間，共被帶走 200 萬方，平均每年侵蝕 40 萬方，約每平方公尺被刷深 19 公分，但自民國 85 年 10 月到民國 86 年 10 月一年期間則回淤約 34 萬方，即每平方公尺回淤 16 公分，惟本年度地形監結果顯示，該分區在± 0m~-5m 水深間，土方量無明顯變化，然-5m~-10m 水深間則呈淤積，共淤積約 95 萬方，換言之，在-5m~-10m 水深間，該分區在今年度平均每平方公尺約回淤 95 公分；分別如圖 4.12 與圖 4.13 中(e)所示

6. 全區沖淤近況

整體而言，屏東林邊海域北起高屏溪口南到北勢寮間約 21 公里範圍水域，考慮自 ± 0 公尺灘線到-10 公尺水深間，根據資料分析結果顯示，自民國 77 年 11 月以來係呈逐年侵蝕狀況，惟自民國 85 年 10 月以後到民國 87 年 5 月則開始呈現淤積，從表 4.5、表 4.6 統計在該海域約 1000 多萬平方公尺範圍，自民國 77 年 11 月到民國 85 年 10 月在八年期間全區共被帶走 925 萬土方量，平均每年 115.6 萬方侵蝕量，約每年每平方公尺平均被刷深 11 公分，但自民國 85 年 10 月到民國 87 年 5 月止約一年半期間第(2)~第(5)區共回淤 212 萬立方，即平均一年約 140 萬方，即每平方公尺回淤 13.5 公分，根據今年地形監結果顯示， $\pm 0\text{m}\sim-5\text{m}$ 水深間，共計帶走 30 萬方，惟-5m~-10m 水深間，全區土方量則無明顯變化，故在 87 年 5 月到 88 年 5 月間， $\pm 0\text{m}\sim-5\text{m}$ 水深間，全區平均每平方公尺約被刷深 2 公分，分別如圖 4.12 與圖 4.13 中(f)所示。

表 4.9~表 4.12 為本計畫於民國 86 年 5 月在屏東林邊海域選擇林邊溪口、下寮以及枋寮等三小區域地形測量結果與在民國 85 年 10 月、86 年 10 月、87 年 5 月、87 年 5 10 月以及 88 年 5 月等共六次所作地形監測兩者用來比較土方侵淤量計算表格；根據資料分析結果顯示，在民國 85 年 10 月到民國 86 年 5 月這段東北季風作用期間，林邊溪口附近水域在 ± 0 公尺灘線到-5 公尺水深間係呈局部淤積，約每平方公尺淤積 6.4 公分惟今年監結果顯示，則呈侵蝕，每平方公尺約被刷深 16 公分，而 95 年 10 月到 86 年 5 月-5 公尺~-10 公尺水深間原呈侵蝕，約每平方公尺被刷深 3.4 公分，惟 87 年 5 月到 88 年 5 月間仍呈侵蝕，每平方公尺約被刷深 19 公分；但在下寮以及枋寮兩小區域測結果顯示在 85 年 10 月與 86 年 5 月間兩者侵淤情形恰與林邊溪口附近相反，即在 ± 0 公尺灘線到-

5 公尺水深範圍係呈侵蝕，其每平方公尺分別被刷深 4.2 公分與 23.7 公分；而在水深-5 公尺~-10 公尺間則呈淤積，約每平方公尺分別淤積 3.3 公分與 4.3 公分等，大體而言，惟今年地形監測結果顯示，下寮附近水域，± 0m~-5m 水深間仍呈侵蝕，平均每平方公尺約刷深 66 公分，而枋寮附近則略呈淤積，平均每平方公尺回淤 30 公分；而在-5m~-10m 水深間，寮附近仍呈侵蝕，平均每平方公尺被刷深 56 公分，枋寮則呈淤積，平均方公尺回淤 9 公分。自民國 86 年 5 月到民國 86 年 10 月這段夏季西南季風及颱風期間，除了在枋寮 0 公尺~-5 公尺水深範圍呈些微侵蝕外，其餘各區均呈淤積；而自民國 86 年 10 月到民國 87 年 5 月歷經另一個東北季風時段，則資料分析結果顯示，在水深 0 公尺~-5 公尺範圍除下寮區域呈淤積外，林邊溪口與枋寮區域均呈侵蝕，惟該段期間在水深-5 公尺~-10 公尺範圍三個區域均呈淤積，而今年監測結果顯示，除枋寮附近水域呈淤積外，林邊溪口與下寮附近水域則呈侵蝕。

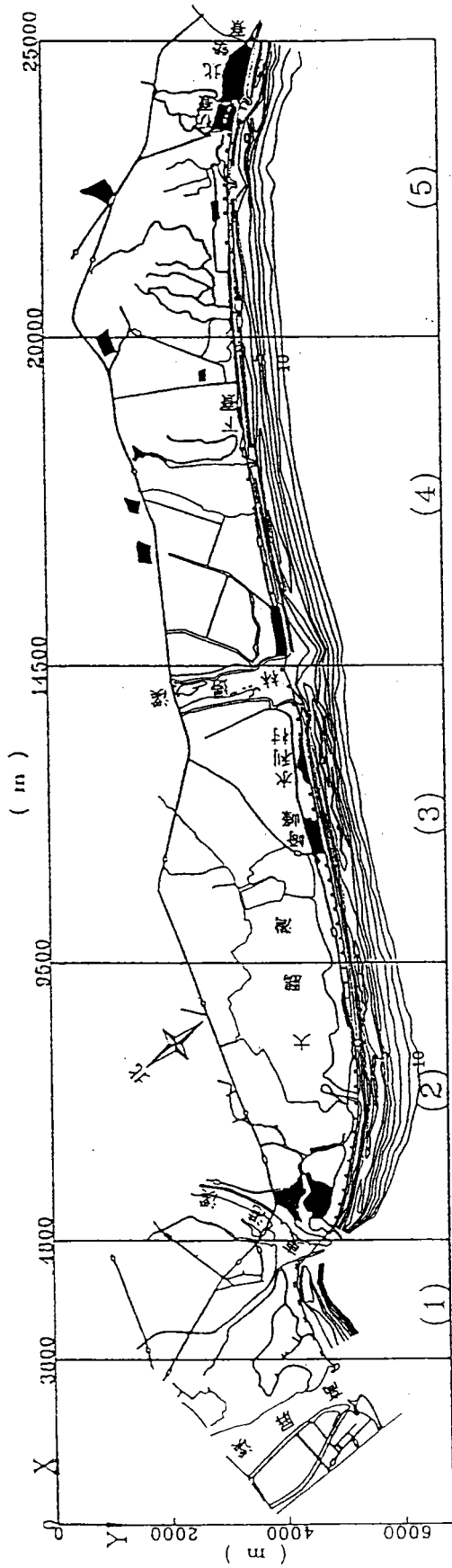


圖 4.11 屏東林邊海域各分區範圍示意圖

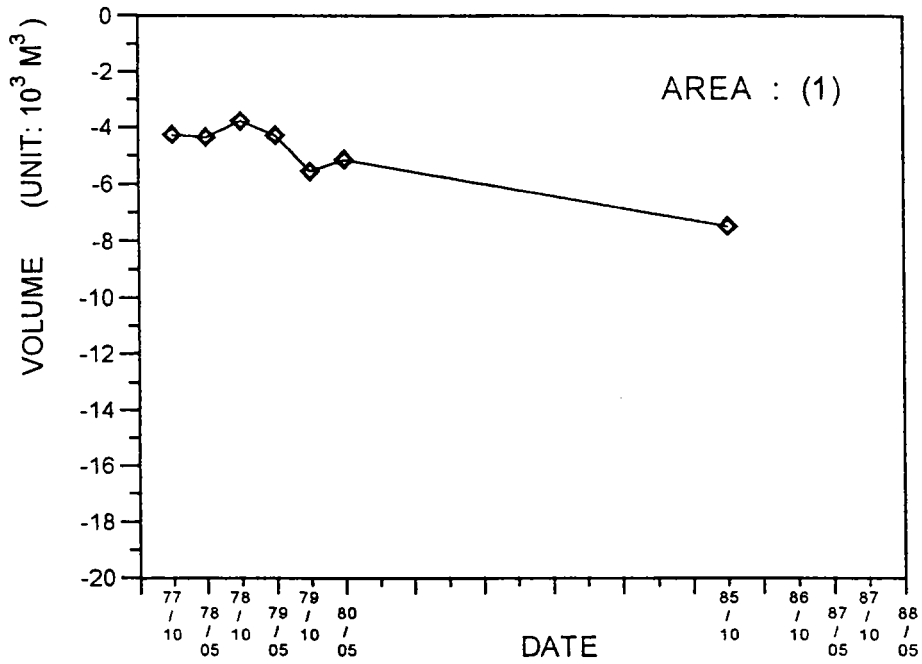


圖 4.12(a) 屏東林邊海域第(1)分區歷年土方量變化圖
(水深±0公尺~-5公尺)

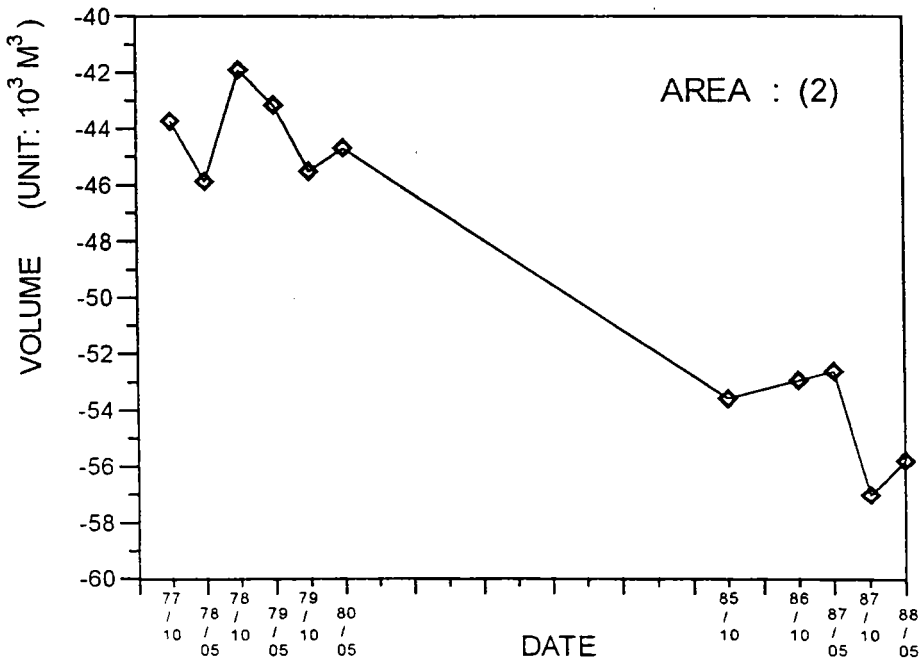


圖 4.12(b) 屏東林邊海域第(2)分區歷年土方量變化圖
(水深±0公尺~-5公尺)

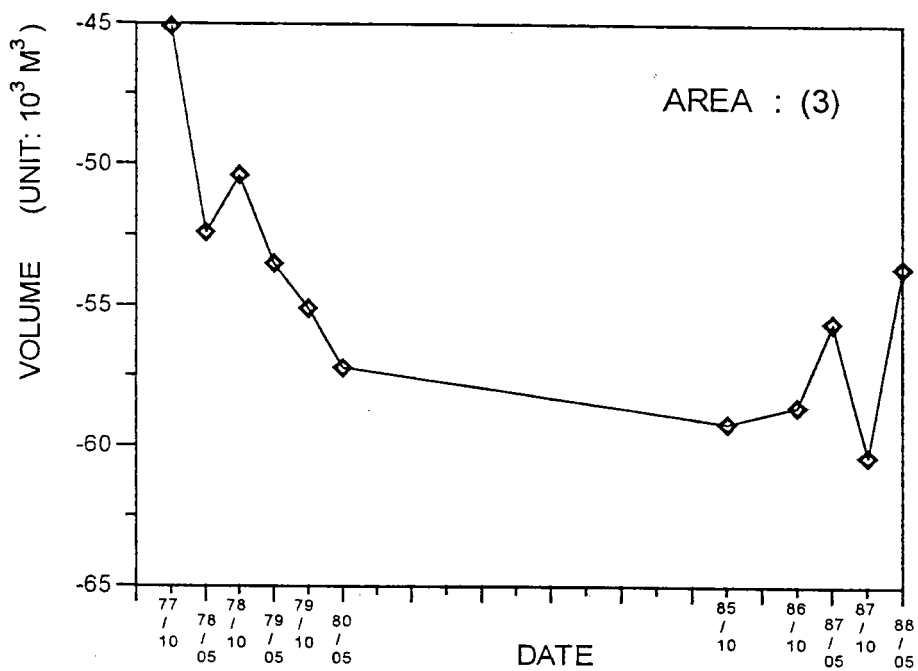


圖 4.12(c) 屏東林邊海域第(3)分區歷年土方量變化圖
(水深±0公尺~-5公尺)

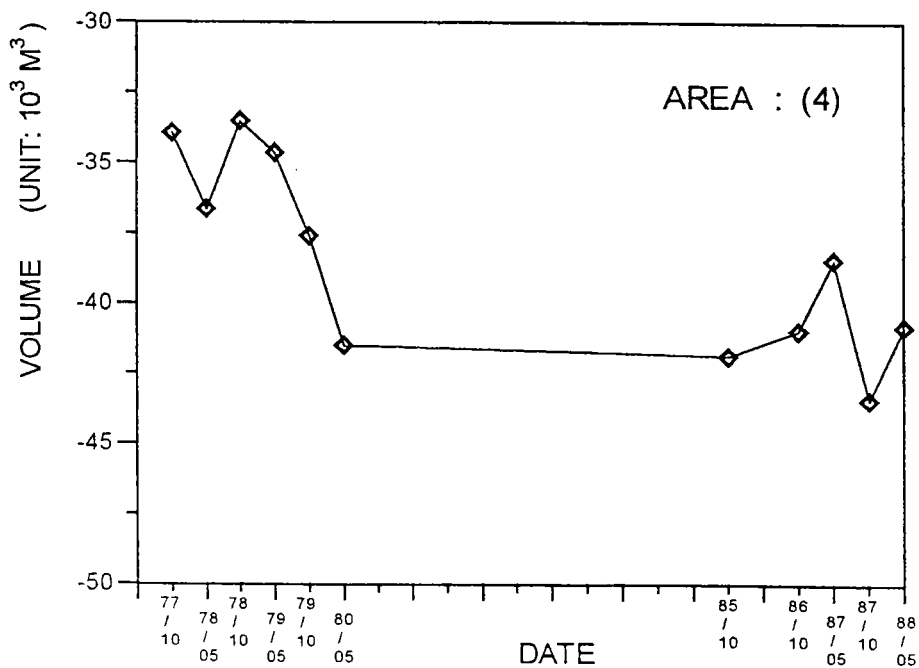


圖 4.12(d) 屏東林邊海域第(4)分區歷年土方量變化圖
(水深±0公尺~-5公尺)

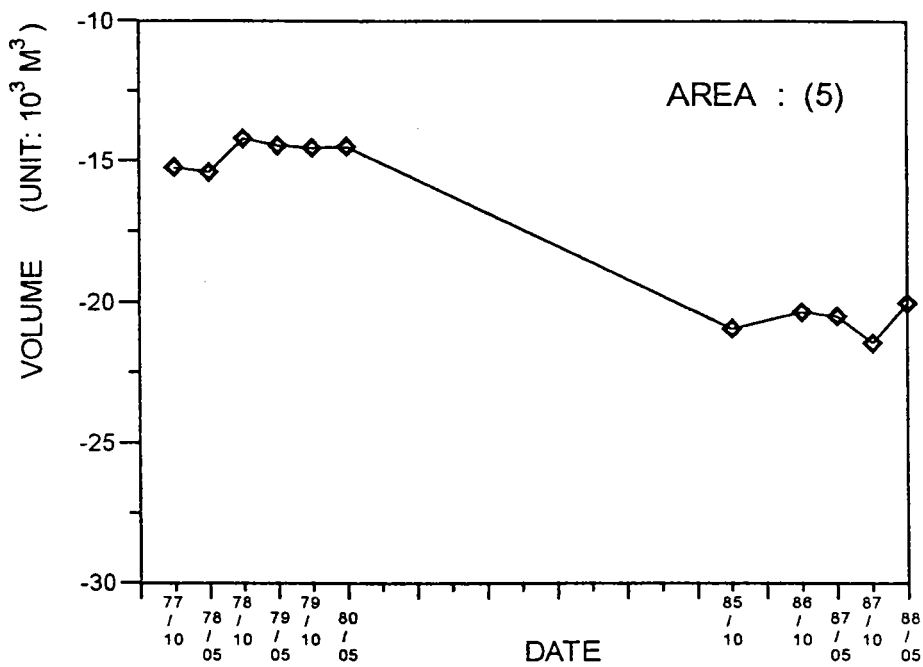


圖 4.12(e) 屏東林邊海域第(5)分區歷年土方量變化圖
(水深±0 公尺~-5 公尺)

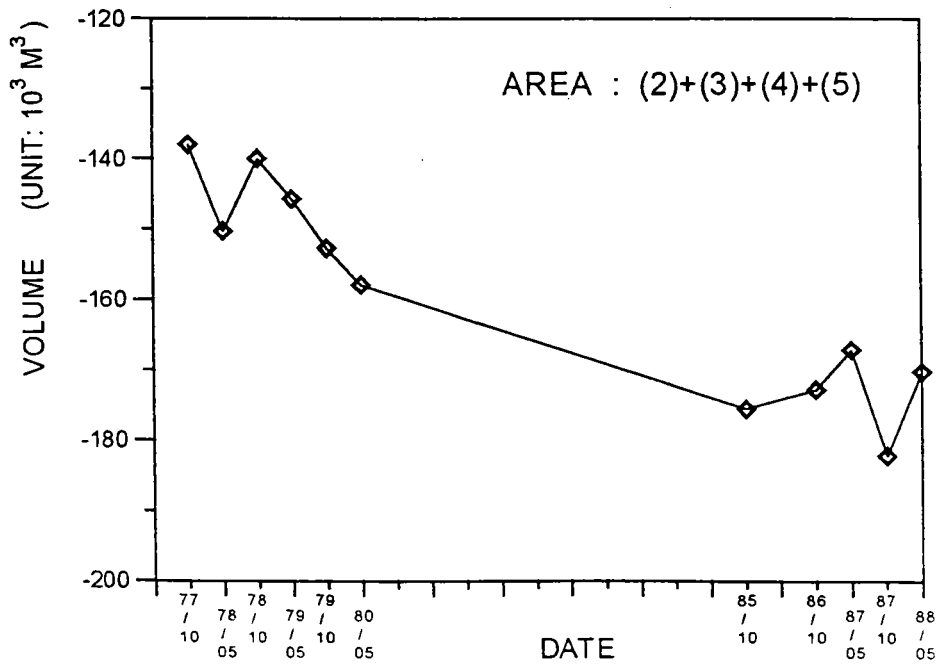


圖 4.12(f) 屏東林邊海域全區歷年土方量變化圖
(水深±0 公尺~-5 公尺)

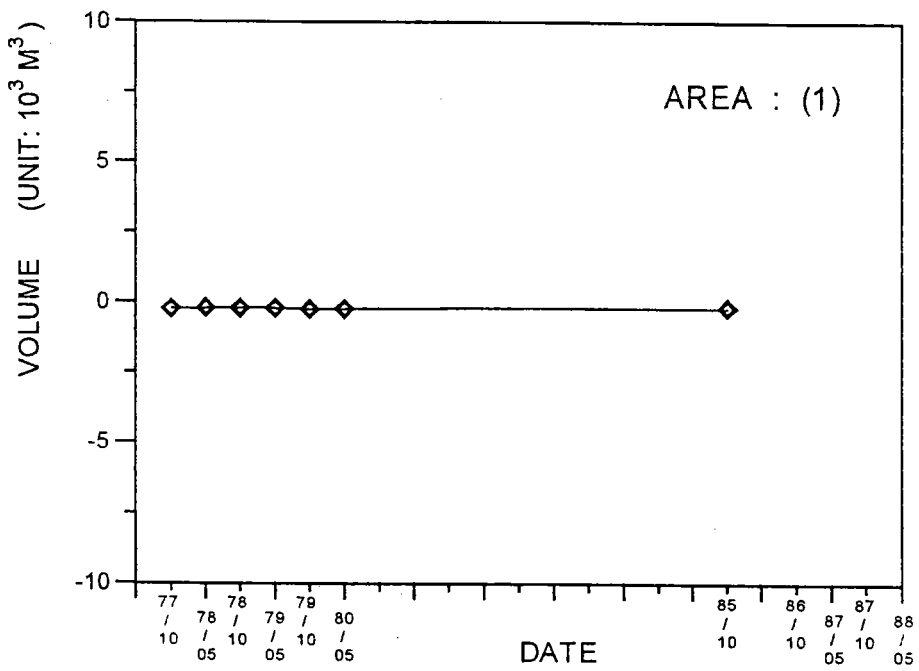


圖 4.13(a) 屏東林邊海域第(1)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)

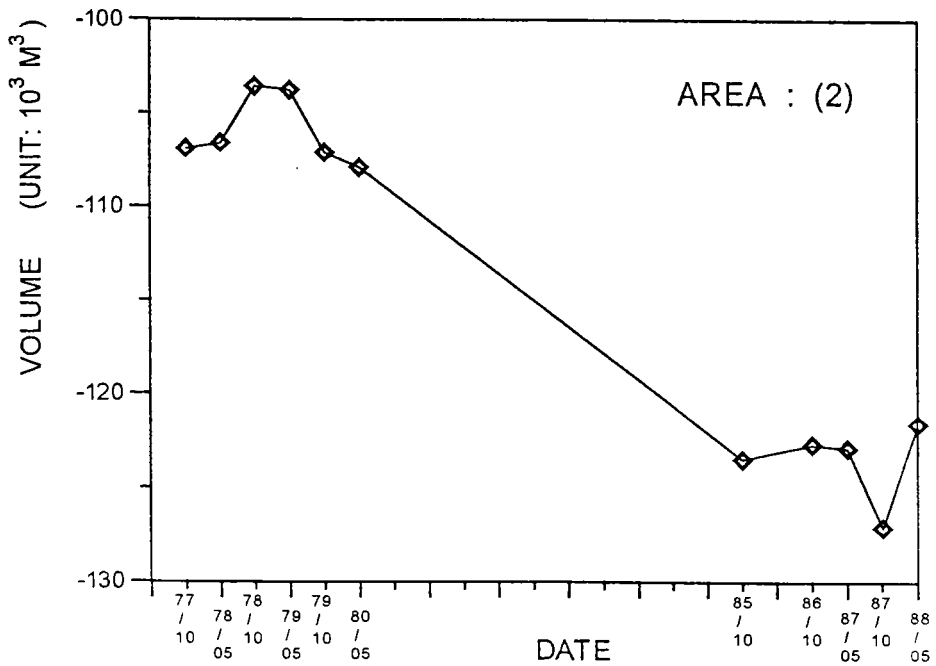


圖 4.13(b) 屏東林邊海域第(2)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)

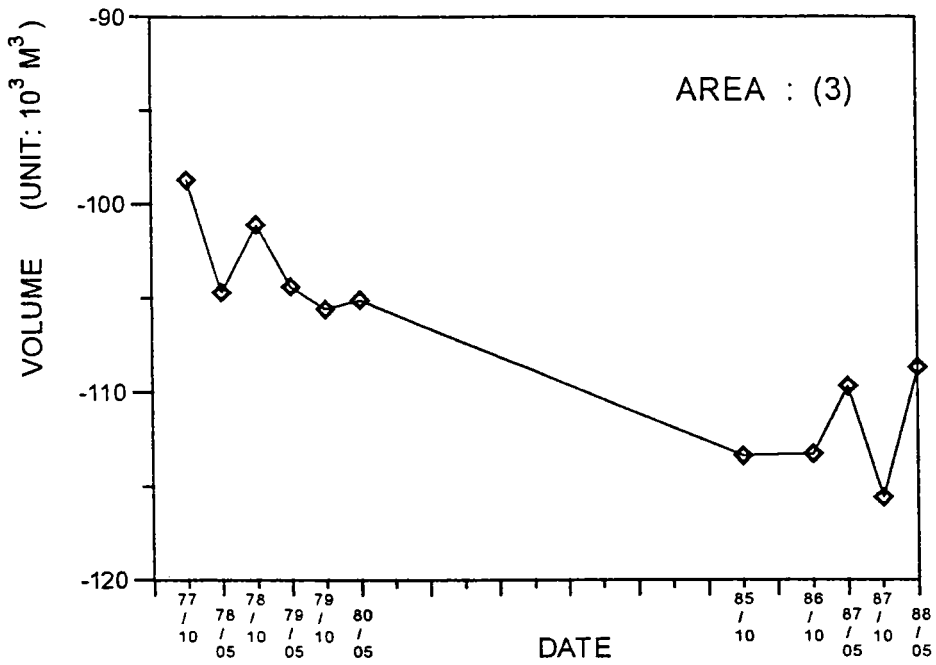


圖 4.13(c) 屏東林邊海域第(3)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)

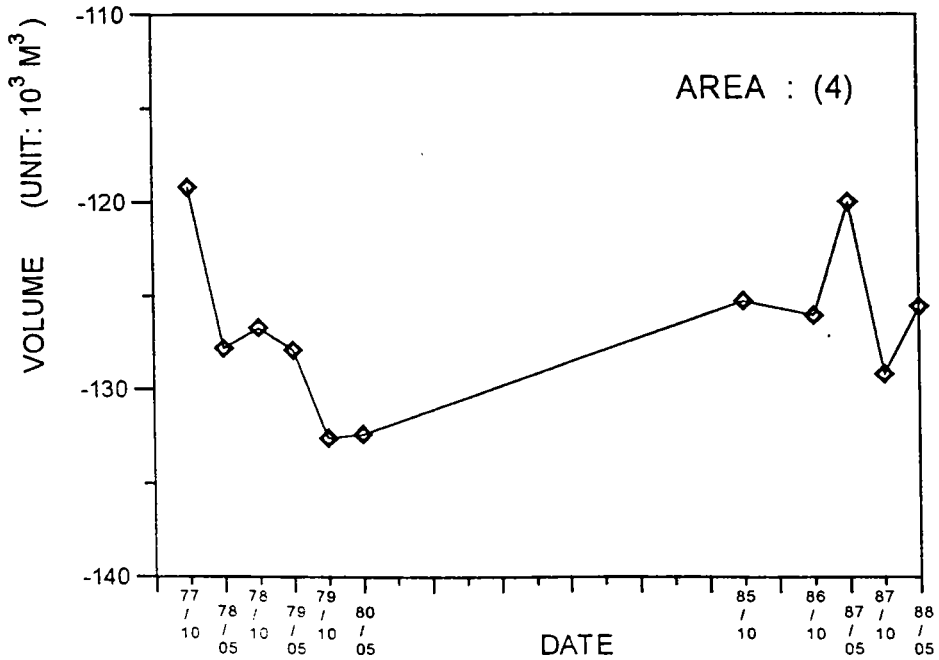


圖 4.13(d) 屏東林邊海域第(4)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)

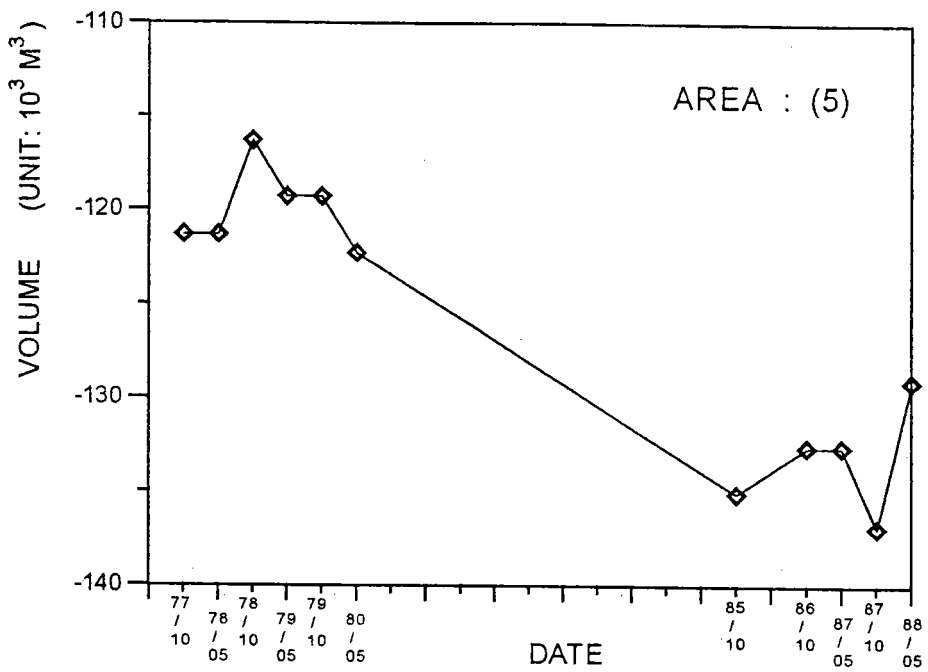


圖 4.13(e) 屏東林邊海域第(5)分區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)

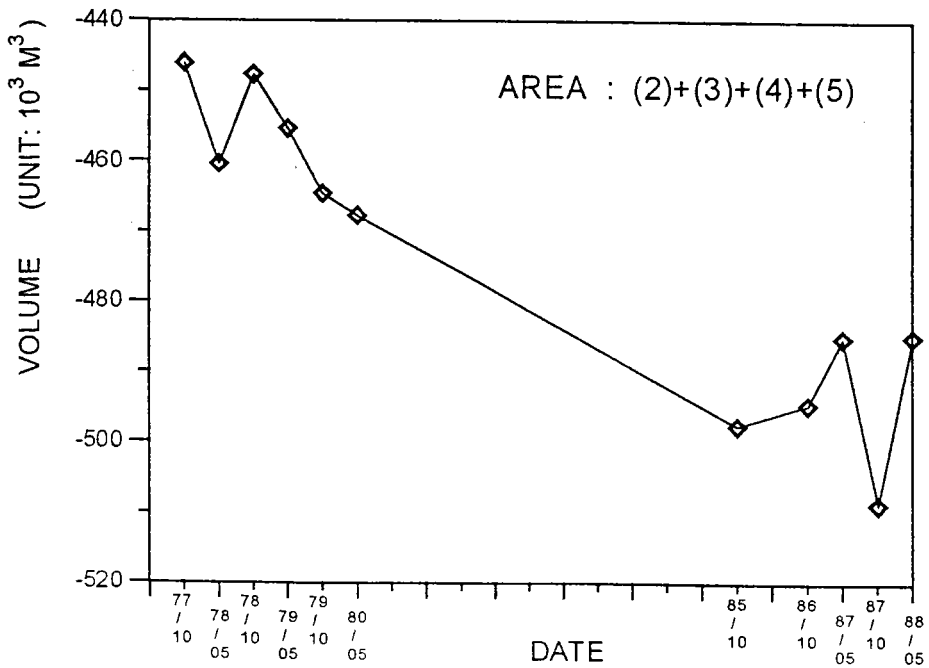


圖 4.13(f) 屏東林邊海域全區歷年土方量變化圖
(水深負 5 公尺~-10 公尺)

表 4.5 屏東縣林邊海域各分區(0 公尺~-5 公尺水深)歷年土方量表

(單位：拾萬方)

土 分區 方 日期 量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	總 和 (2)~(4)
各區面積 (10 ⁴ m ²)	19.4	117.1	125.3	92.3	40.2	374.9
77.11	-4.26	-43.73	-45.00	-33.93	15.23	-137.99
78.05	-4.34	-45.87	-52.41	-36.63	-15.41	-150.23
78.11	-3.78	-41.91	-50.39	-33.52	-14.20	-140.02
79.05	-4.28	-43.15	-53.51	-34.65	-14.46	-145.71
79.11	-5.56	-45.50	-55.11	-37.60	-14.53	-152.74
80.05	-5.14	-44.67	-57.27	-41.49	-14.49	-157.59
85.10	-7.49	-53.58	-59.19	-41.87	-20.95	-175.59
86.10	--	-52.94	-58.58	-40.96	-20.35	-172.83
87.05	--	-52.63	-55.60	-38.44	-20.50	-167.17
87.10	--	-57.01	-60.37	-43.44	-21.46	-182.28
88.05	--	-55.79	-53.63	-40.82	-20.03	-170.27

表 4.6 屏東縣林邊海域各分區(-5 公尺~-10 公尺水深)歷年土方量表
(單位：拾萬方)

土 分區 方 日期 量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	總 和 (2)~(4)
各區面積 (10 ⁴ m ²)	0.36	137.5	136.8	169.5		
77.11	-0.24	-106.9	-98.71	-119.2	161.2	605.0
78.05	-0.20	-106.6	-104.7	-127.8	-121.3	-446.1
78.11	-0.22	-103.6	-101.1	-126.7	-116.3	-460.4
79.05	-0.22	-103.8	-104.4	-127.9	-119.3	-447.7
79.11	-0.25	-107.1	-105.6	-132.6	-119.3	-455.4
80.05	-0.24	-107.9	-105.1	-132.4	-122.3	-467.7
85.10	-0.19	-123.9	-113.4	-125.3	-135.1	-497.7
86.10	--	-122.7	-113.3	-126.1	-132.6	-494.7
87.05	--	-122.9	-109.7	-120.0	-138.6	-485.2
87.10	--	-127.1	-115.6	-129.2	-136.9	-508.8
88.05	--	-121.6	-108.7	-125.6	-129.1	-485.0

表 4.7 屏東縣林邊海域各分區(0 公尺~-5 公尺水深)歷年侵淤量表
(單位：拾萬方)

土 分區 方 日期 量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	總 和 (2)~(4)
77.11-78.05	-0.08	-2.14	-7.13	-2.70	-0.18	-12.33
78.05-78.11	0.56	3.96	2.22	3.11	1.21	10.30
78.11-79.05	-0.50	-1.24	-3.12	-1.13	-0.26	-5.75
79.05-79.11	-1.28	-2.35	-1.60	-2.95	-0.07	-6.97
79.11-80.05	0.42	0.83	-2.16	-3.89	0.04	-5.18
80.05-85.10	-2.35	-8.91	-1.92	-0.38	-6.46	-17.67
85.10-86.10	--	0.64	0.61	0.91	0.60	2.76
86.10-87.05	--	0.31	2.98	2.52	-0.15	5.66
87.05-87.10		-4.38	-4.77	-5.00	-0.96	-15.11
87.10-88.05		1.22	6.74	2.62	1.43	12.01

表 4.8 屏東縣林邊海域各分區(-5 公尺~-10 公尺水深)歷年侵淤量表
(單位：拾萬方)

土 分區 方 日期 量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	總 和 (2)~(4)
77.11-78.05	0.04	0.30	-6.00	-8.60	0.00	-14.30
78.05-78.11	-0.02	3.00	3.60	1.10	5.00	12.70
78.11-79.05	0.00	-0.20	-3.30	-1.20	-3.00	-7.30
79.05-79.11	-0.03	-3.30	-1.20	-4.70	0.00	-9.20
79.11-80.05	0.01	-0.80	0.50	0.20	-3.00	-3.10
80.05-85.10	0.05	-15.60	-8.30	7.10	-12.80	-29.60
85.10-86.10	--	0.82	0.10	-0.80	2.50	9.50
86.10-87.05	--	-0.20	3.60	6.10	0.00	-23.60
87.05-87.10		-4.20	-5.90	-9.20	-4.30	22.80
87.10-88.05		4.50	6.90	3.60	7.80	

表 4.9 屏東縣林邊海域小區域(0 公尺~-5 公尺水深)歷年土方量表

(單位：拾萬方)

土 分區 方 量 日期	林邊溪口	下 寮	枋 寮
各區面積 (10 ⁴ m ²)	30.5	15.1	10.1
85.10	-10.6	-6.1	-3.8
86.05	-10.8	-6.1	-4.0
86.10	-10.2	-6.0	-4.2
87.05	-9.70	-5.4	-4.3
87.10	-11.1	-6.5	-4.4
88.05	-10.2	-6.4	-4.0

表 4.10 屏東縣林邊海域小區域(-5 公尺~-10 公尺) 歷年土方量表

(單位：拾萬方)

土 分區 方 量 日期	林邊溪口	下 寮	枋 寮
各區面積 (10 ⁴ m ²)	71.8	66.4	74.7
85.10	-55.1	-51.8	-59.2
86.05	-55.4	-51.6	-58.9
86.10	-54.5	-51.6	-58.1
87.05	-52.5	-48.0	-57.9
87.10	-55.1	-52.9	-60.2
88.05	-53.9	-51.7	-57.2

表 4.11 屏東縣林邊海域小區域(-0 公尺~-5 公尺水深) 歷年土方量表

(單位：拾萬方)

土 方 分區 日期 量	林邊溪口	下 寮	枋 寮
85.10-86.05	-0.2	0	-0.2
86.05-86.10	0.6	0.1	-0.2
86.10-87.05	0.5	0.6	-0.1
87.05-87.10	-1.4	-0.1	-0.1
87.10-88.05	0.9	0.1	0.4

表 4.12 屏東縣林邊海域小區域(-5 公尺~-10 公尺水深) 歷年土方量表

(單位：拾萬方)

土 方 分區 日期 量	林邊溪口	下 寮	枋 寮
85.10-86.05	-0.3	0.2	0.3
86.05-86.10	0.9	0.0	0.7
86.10-87.05	2.0	3.6	0.7
87.05-87.10	-2.6	-4.9	-2.3
87.10-88.05	1.2	1.2	3.0

第五章 海岸形變遷數值模式

本研究除依台灣省水利處等以往監成果以及本研究計畫第一年、第二年以及第三年全面地形測量成果，進行冬季、夏季各測量斷面比較與各分區逐年之侵淤積量，藉以研判該區段淤積變化之趨勢及原因外，擬利用 DHI 已發展成熟之 MIKE 21 以及 LITPACT 數值模式，配合該地監測相關資料作為模式參數率定依據，建立一適合該區海域特性之海岸地形變遷數值模式。

5-1 近岸波浪模式

海面上的波浪變化係利用 DHI 的近岸風浪數值模式 MIKE 21 NSW 來完成，它是一個方向性的穩態波浪模式。能夠處理包括淺化、折射、底床摩擦、碎波和風力等因素，但繞射現象則忽略。

本模式為一定常性(Stationary)及具方向性的多變數波浪模式，模式中波動平衡方程式的變數包含零階及一階頻譜動差函數 m_0 及 m_1 ，模式中輸入示性波波高 H_s ，平均週期 T_m ，平均波向 θ_m 與方向分佈係數(Directional Spreading Factor)以表示入射波浪頻譜分佈。基本方程式根據波浪頻譜之能譜密度守恒推導而得，以零階 (m_0) 及一階 (m_1) 的頻譜動差函數為變數，將其守恒方程式(Holthuijsen et. al., 1989)表示如下：

$$\frac{\partial (c_{gx} m_0)}{\partial x} + \frac{\partial (c_{gy} m_0)}{\partial y} + \frac{\partial (c_{\theta} m_0)}{\partial \theta} = T_0 \quad (5-1)$$

$$\frac{\partial (c_{gx} m_1)}{\partial x} + \frac{\partial (c_{gy} m_1)}{\partial y} + \frac{\partial (c_{\theta} m_1)}{\partial \theta} = T_1 \quad (5-2)$$

式中：

$m_0(x, y, \theta)$: 零階頻譜動差函數

$m_1(x, y, \theta)$: 一階頻譜動差函數

C_{gx} 及 C_{gy} : 群波波速在 x, y 方向之分量

C_θ : 波向線與群波波向線角度變化率

x 及 y : 卡式直角座標

θ : 波浪進行方向

T_0 及 T_1 : 能量與外力項

其中第 n 階頻譜動函數之定義如下：

$$m_n = \int_0^\infty \omega^n A(\omega, \theta) d\omega \quad (5-3)$$

式中 ω 為角頻率， $A(\omega, \theta)$ 代表各方向頻譜之頻譜密度，群波波速 C_{gx} 、 C_{gy} 及 C_θ 可由線性波理論得之，方程式左邊各項考慮波浪之繞射及淺化作用，而方程式右邊 T_0 和 T_1 則包括底床摩擦與波浪碎波之能量減衰以及風吹供給波浪成長之能量。

有關風吹供給波浪成長之關係，其公式乃採用美國陸軍工程兵團海岸保護手冊(SPM)深水海域之有限風域波浪成長的經驗公式。底床摩擦採用速度二次方來表示底床摩擦力，其中摩擦係數 C_{fw} 根據 Jonssen(1966)及 Swart(1974)之經驗公式，可以尼古拉(Nikuradse Roughness)係數 K_N 表示。波浪碎波時能量消耗則採用 Battjes & Janssen(1988)之表示式。有關模式輸出之波浪參數包括示性波高 H_s ，平均週期 T_m ，平均波向 θ_m 等，同時尚可計算近岸之輻射應力(S_{xx} ， S_{yy} ， S_{xy})。

5-1-1 模式建立與計算限制

依據 MIKE 21 NSW 之基本控制方程式可知，計算波浪必須滿足零階與一階動差頻譜之守恒，同時在模式計算時，利用歐拉(Eulerian)有限差分之方法，配合格網化地形，以求解各格網點的波浪頻譜變數(波高 H_s ，週期 T_m ，波向角 θ_m)等。由於數值解析過程係以 x 軸(波浪行進方向)為差分行進方向，故模式建立時，必須考慮以西邊邊界($x=0$)為波浪入射方向，同時為能獲得較精確之結果，邊界上入射波向之角度不宜太大(一般均在 60° 以內)，以避免輸入非對稱性(Unsymmetric)之波浪頻譜條件；因此本研究波浪模式之建立，除必須依據不同波浪氣候條件(經常性與極端性)，建立不同波向入射之波浪模擬領域外，計算中尚必須考慮下列因素：

- (1) 模式計算範圍必須涵蓋研究區域(Interest Area)，且同時應考慮能提供水動力學模式計算所需之輻射應力分析與沿岸流計算之邊界條件。
- (2) 由於 MIKE21-NSW 可提供計算沿岸流流場之動力，而沿岸流流場主要係由於波浪碎波後所產生之水流(Longuet-Higgins, 1964)，因此模式格網之間距必須足以解析此現象(一般而言，破碎帶內至岸線至少必須有 5~6 個以上之格點)。
- (3) 網格間距及波向之分割必須滿足下列計算之穩定條件：

$$\frac{\Delta x}{\Delta \theta} \leq \frac{1}{2} \frac{d}{\nabla d} \quad (5-4)$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} \geq 2 \tan \theta \quad (\text{Holthuijsen et al, 1989}) \quad (5-5)$$

$$\frac{C_{gs} \Delta x}{C_{gt} \Delta y} + \frac{C_{\theta} \Delta x}{C_{gt} \Delta \theta} \leq 1 \quad (\text{Abbott, 1979}) \quad (5-6)$$

其中 Δx 、 Δy 、 $\Delta \theta$ 分別為格網間距與波向角間隔， C_{gy} 、 C_{gx} 、 C_{θ} 同前所定義， d 、 ∇d 為水深與底床坡度。

(4) 模式計算時間(CPU)與檔案存取空間

在解析度許可之情況下，電腦計算時間之久長與磁碟容量必須兼顧。

5-1-2 參數與邊界條件設定

MIKE21-NSW 模式計算結果之可靠性與準確性，除受模式解析方法與控制方程式之假設所限制外，模式建立時，邊界條件之設定與模式相關經驗參數的正確性亦有著密切的關係。有關本模式之相關參數與邊界條件之設立如下：

(1) 底床摩擦(Bottom Dissipation)

本模式可考慮淺水區中底床摩擦對波能消散之影響，依據底床摩擦力為速度平方之關係，可將其消散波能表示如下式：

$$\frac{dE}{dt} = \frac{-1}{8\pi^{1/2}} \frac{C_{f\omega}}{g} \left[\frac{\omega H_{rms}}{\sinh(kd)} \right]^3 \quad (5-7)$$

式中 $E = H_{rms}^2/8$

ω : 角頻率

k : 波數

d : 水深

H : 波高

$C_{f\omega}$: 底床摩擦係數

其中底床摩擦係數 $C_{f\omega}$ 可利用 Jonssen(1966)及 Swart(1974)之經驗公

式，以尼古拉糙率係數(Nikuradse Roughness Parameter) K_N 表示：

$$a_b / K_N < 2 \quad C_{f\omega} = 0.24 \quad (5-8)$$

$$a_b / K_N \geq 2; C_{f\omega} = \exp(-5.977 + 5.213(a_b / K_N)^{-0.194}) \quad (5-8)$$

式中 a_b 為底床水粒子之運動振幅。

本研究中以 $K_N=0.002\text{mm}$ 為模式區域內之糙率係數，不考慮底床摩擦損耗對波浪週期之影響。

(2)碎波

本模式中考慮波浪碎波之能量損失主要乃根據 Battjes & Janssen(1978)之經驗公式：

$$\frac{dE}{dt} = \frac{-\alpha}{8\pi} Q_b \omega H_m^2 \quad (5-9)$$

其中

$$\frac{1-Q_b}{\ln(Q_b)} = -\left[\frac{H_{rms}}{H_m}\right]^2$$

式中 E：波能

ω ：角頻率

H_{rms} ：波高均方根值

Q_b ：碎波量之大小

H_m ：最大容許波高

其中最大容許波高

$$H_m = \gamma_1 k^{-1} \tanh(\gamma_2 kd / \gamma_1) \quad (5-10)$$

上式中 k 為波數， d 為水深，係數 $\alpha, \gamma_1, \gamma_2$ 在模式中分別為 1.0、2、2，碎波對頻譜週期之影響忽略不計。

(3) 波浪分散

本研究控制方程係採用有限差分法求解，其中考慮波浪頻譜能量分佈將受水深淺化、折射以及底床摩擦、碎波等之影響，因而在計算時將波浪頻譜能量離散化(Discretization);即根據波浪頻譜之能量分佈，在格網內藉數個波浪擴散方向以描述波浪進行時能量擴散之現象，其表示方式如下：

$$E(\theta_i) = E_t D(\theta_i) \quad (5-11)$$

式中 $E_t = H_s^2 / 16$ 表示波浪各方向之總能量，方向分散函數 $D(\theta_i)$ 可定義如下：

$$D(\theta_i) = \beta \cos^n(\theta_m - \theta_i) \quad ; \quad |\theta_m - \theta_i| \leq \theta_d \quad (5-12)$$

$$D(\theta_i) = 0 \quad ; \quad |\theta_m - \theta_i| > \theta_d$$

式中 β 為頻譜正規化參數， n 為方向分散係數， θ_m 平均波向， θ_d 為最大波向角。

在本模式計算中，波向以平均波向角為中心，並用波向角間距 $\Delta\theta = 10^\circ$ ，切割為 13 個波浪分散方向來加以計算波浪能量擴散之現象。

整個計算近岸波浪模式流程如圖 5-1 所示。

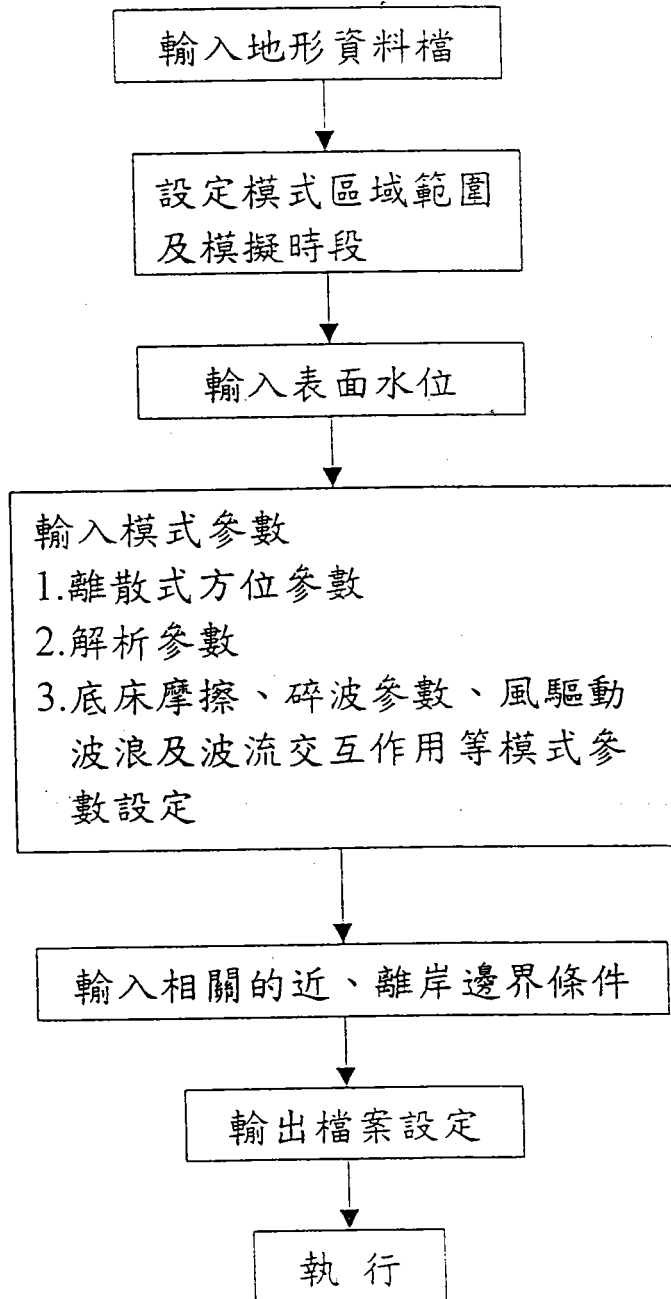


圖 5.1 計算近岸波浪模式流程

5-2 水動力模式之建立和校正

5-2-1 概述

本研究選用之計算模式為丹麥水利研究所研發之 MIKE 21-HD 水動力計算模式。MIKE 21-HD 模式能夠考量波浪作用力、潮汐水位變化、風、大氣壓力、地球自轉柯氏力及海底底床摩擦等因素，可模擬海水位變化及潮流流況。河川流量型態之流源(Source)或如蒸發損失型態之流陷(Sink)，此模式亦可加以考慮。研究區域之海水位變化及海潮流流況係以時變性之二維方格網系統加以計算解析。

該模式計算主要在求解平面 X 及 Y 方向之水深平均連續方程式及動量守恆方程式，其計算輸出結果則包括每一計算時階及格網點上之水深(h)、X 方向通量(p)及 Y 方向通量(q)，根據這三個基本物理量及地形資料，可推導出每一計算時階及格網點上相對應之海水位變化、X 方向流速、Y 方向流速、合成流速(純量)及流向。流場模式校正可藉調整底床摩擦係數(型態及大小)、消散係數(型態及大小)及風摩擦係數(常數或變數)等加以完成。主要之控制方程式如下：

連續方程式：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (5-11)$$

運動方程式：

X 方向

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} \\
& + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho\omega} \left[\frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) \right] - \Omega q \\
& - fVV_x + \frac{h}{\rho\omega} \frac{\partial}{\partial x} (P_a) = 0
\end{aligned} \tag{5-12}$$

Y 方向：

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} \\
& + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho\omega} \left[\frac{\partial}{\partial y} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) \right] - \Omega p \\
& - fVV_y + \frac{h}{\rho\omega} \frac{\partial}{\partial y} (P_a) = 0
\end{aligned} \tag{5-13}$$

上列式中，各符號說明如后：

$\zeta(x,y,t)$ ：水位變化(m)

$p,q(x,y,t)$ ：x 及 y 向之流量強度 ($m^3 / s / m$) = (uh, vh) ;

(u,v) 為 x 及 y 方向之水深平均流速

$h(x,y,t)$ ：水深(m)

$C(x,y)$ ：Chezy 阻力係數 ($m^{1/2} / s$)

G：重力加速度 (m / s^2)

$f(V)$ ：風摩擦係數

$V, V_x, V_y(x, y, t)$: 風速及其 x 及 y 方向速度分量(m/s)

$\Omega(x, y)$: 柯氏(Coriolis)參數，與緯度有關(S^{-1})

$P_a(x, y, t)$: 大氣壓力($kg/m/s^2$)

ρ : 水密度(kg/m^3)

x, y : 空間座標(m)

t : 時間

T_{xx}, T_{xy}, T_{yy} : 有效剪應力分量

5-2-2 模式建立與計算限制

模式計算時間間距的決定，主要考慮模式本身之穩定性及精確度，時間間距必須滿足 Courant Number : C_r 小於 1 之限制，時距可依計算變數之最大訊息傳遞速度 C_{max} 及空間格距大小 Δx 決定如下：

$$\Delta t_{max} = \frac{\Delta x \cdot C_r}{C_{max}} \quad (5-14)$$

在計算範圍確立上，由於直接關係計算邊界條件之控制，邊界條件選取及設定之良窳將影響計算結果之精度，因此計算範圍一般依據現有水位站劃定，另為檢核計算結果，計算之研究區域內尚應有水位及流速測站資料可供配合驗證。必要時，當進行水理資料之短期實際觀測。

整個算動力模式流程如圖 5-2 所示。

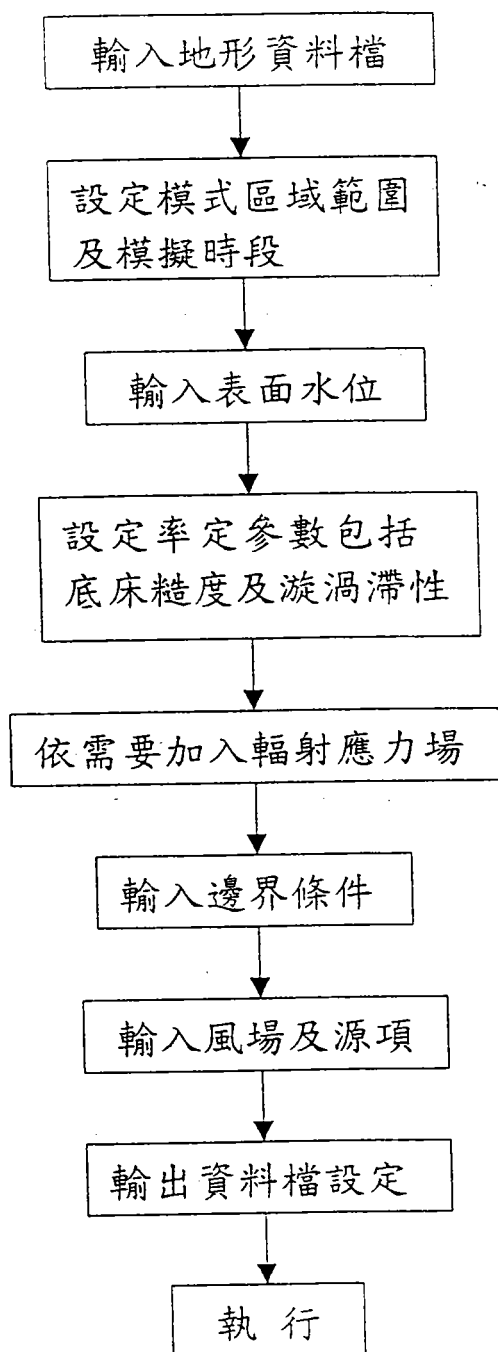


圖 5.2 計算水動力模式流程

5-3 漂砂輸送模式之設定與建立

5-3-1 二維計算

為了計算屏東林邊海岸水域附近的漂砂輸送型態，應用了 MIKE 21 系統中的 MIKE 21 ST 漂砂輸送模式。某一定點輸砂之多寡及方向起因於該地點之流速大小和方向、波高、波浪週期、水深以及該地點之砂粒特性。

依據 MIKE 21 HD 模式推算之流速和流向，MIKE 21 NSW 模式推算之波高及週期以及底床質的資料，MIKE 21 ST 模式就能夠計算在一給定的模式區域的漂砂輸送能力。當然，這個模式的面積必須涵蓋 HD 和 NSW 這兩個模式之區域。

MIKE 21 ST 模式在本研究中被應用於研究屏東林邊海岸及東港溪、林邊溪河口之輸送方式，並進而發展成能正確預估輸砂多寡之預測模式。

5-3-2 一維計算

DHI 的漂砂輸送模式系統(LITPACK)可計算漂砂之侵淤，並能應用於計算因波及流所引起沿岸輸砂的多寡及斷面坡度之變化。為了計算每年漂砂之侵淤及海上結構物可能的影響，詳細的現場波浪和水流的狀況以及水深地形、漂沙資料都是不可或缺的。假如以往的海岸線資料及河川漂沙資料都是齊全的，那就能用來率定此漂砂輸送模式，並分析計算沿岸漂砂輸送所引起的向離岸海岸地形變化，而此結果將作為未來在建造海岸結構物，諸如突堤、離岸堤和防波堤之參考。

5-4 模式整合

5-4-1 模式整合之概念

為了探討沿著台北港的地形發展以及整體漂砂的輸送情形，下述的資料過程和現象是必須的。

- ◆ 風驅浪：包括折射效應、淺化和碎波
- ◆ 流：經由潮汐、風、波浪碎波及河川流量所產生之流況
- ◆ 結合波浪和水流效應所產生之漂砂輸送

兩個不同的數值模式，LITPACK 以及 MIKE 21 將被整合在一起應用來探討沿著屏東林邊海岸附近水域的這些現象。

5-4-2

LITPACK 是一整套的套裝軟體，用來研析一個被稱為類常態沙質海灘的沿岸過程，此沙質海灘即其海岸剖面和沿著海岸線的水文條件變化非常的緩和；其最主要的沿岸過程係與在碎波區之波浪驅動流連結在一起。

由於折射現象，入射波當接近海岸線時會轉向海岸之方向。而淺化的效應，當波浪進入淺灘區時，其波高開始變大，直到波高/水深(wave height)/(water depth)比變得大到其波浪開始破碎。在碎波的過程中，波浪開始損失其能量，在輻射應力張量的部分產生一個大的空間梯度。而延著沿岸方向張量的梯度驅動了一個沿岸流，在碎波線前，沿岸的波浪會驅動流速達到最大，另外在這個位置其水位亂流亦會達到最大值。大的水位亂流結合大的流速，在沿岸漂砂輸送速率上產生一個區域性的極大值。

上述過程係利用 LITPACK 中的 LITDRIFT 模組來模擬。基本上，其輸入條件為波高、週期及在碎波區外的方向性擴展和主要方向，以及海岸剖面的形狀和沿著剖面的漂砂特性。在 LITDRIFT 中極大部份的近岸波浪情況可以自動的計算和加總，根據一時間序列的波浪狀態或是波浪統計量，即可能計算出每年淨總沿岸漂沙，根據海岸線上不同的方向線可重覆的去計算淨總沿岸漂沙，沒有淨輸砂的方向線(平衡方向線)即可獲得。對於潮汐所驅動之流場所相對應之水位沿岸梯度在 LITDRIFT 亦可包括在內。LITDRIFT 利用漂砂輸送程式 STP 來計算漂砂輸送過程。

LITPACK 包含一個 LITLINE 的模組用來模擬海岸線的變化，LITLINE 又可稱為單線(one-line)之模式。基本假設是海岸線的變化是沿岸漂移海岸梯度的一個函數，並且假設海岸剖面形狀是固定的，在此種模式中堆積或侵蝕是模擬成海岸剖面作用部份斷面之移動情形。對於沿岸輸送上一個大型海岸構造物對海岸線變化的效應亦被簡單的包括在內。例如一個突堤就被假設在海岸線的某段距離區間(突堤的有效長度)阻礙了沿岸漂移之進行。LITPACK 可說是一個很強的工具，既可提供整體輸砂之資訊，亦能評估沙質海灘之長期發展。

MIKE 21 是一個數值模式套裝軟體可分析波浪、流況、水位、漂砂輸送和水質。基本上所有的 MIKE 21 模組都使用相同的計算網格和相同的檔案格式，這樣可使資料非常容易的在各個不同模組間轉換。在本研究中有三種模式被使用：波浪場模式 MIKE 21 NSW、水動力模式 MIKE 21 HD 和一非凝聚性泥砂之傳輸模式 MIKE 21 ST。

MIKE 21 NSW 模式在第 5-1 章節已有詳細之描述，同樣的 MIKE 21 HD 模式亦在第 5-2 章節亦有清楚之說明。

MIKE 21 ST 模式是一個計算非凝聚性泥砂的傳輸模式。該模式可用來評估在海潮流和波浪共同作用下海域地形之底床侵淤速率。模式計算採用波浪場計算(NSW 模式)求得本區海域波浪場資料及流場計算(HD 模式，包括潮汐作用及波浪碎波產生之波浪驅動流)，求得本區流場資料再配合泥砂特性進行計算，可求得模式中每一網格點上泥砂輸送能力，並可進一步推導求出各網格點上之侵淤速率，模式之網格大小一般和水動力模式相同。

第六章 結論及建議

綜合以上各章節，本文可歸納獲致以下數點結論及建議：

- 一、依枋寮漁港潮位資料，屏東林邊、枋寮一帶之潮位以中潮系統表示為：

最高暴潮位	+2.14 M
最高高潮位 (H.H.W.L.)	+1.17 M
大潮平均高潮位 (H.W.O.S.T.)	+0.71 M
平均潮位 (M.W.L.)	+0.28 M
大潮平均低潮位 (L.W.O.S.T.)	-0.10 M
最低低潮位 (L.L.W.L.)	-0.35 M

- 二、本地區之海流，除每年夏季 6 月~8 月中旬因台灣海峽之黑潮洋流較強，無論漲退潮均由東南向西北流動外，其餘時間漲潮時由南南東流向北北西，退潮則相反。

- 三、本年度海流現場觀測資料分析結果顯示，87 年 9 月中、下旬期間，上層速最大值為 53cm/sec，平均流速在 20~20cm/sec 左右，較上年度 86 年 9 月 12 日~10 月 31 日同時段觀測期間之海流平均流速 15cm/sec 稍大；87 年 11 月上、中旬期間，上層流速最大值為 38cm/sec，平均速在 15~20cm/sec 之間，亦較上年度同時段觀測期間平均流速 15cm/sec 為大；88 年元月期間上層最大流速為 54cm/sec，平均流速在 18cm/sec，同樣較上年度同時段觀測期間平均流速為大；88 年 3 月~4 月觀測期間，上層流速最大值則為 47cm/sec；流向則與上年同時段觀測期間之海流流向分佈相似，

多集中在 SSE~SE 以及 NNW~NW 二個主方向，即在平行海岸方向作週期性往復變化，且分析結果顯示，垂直岸之流速分量遠較平行岸流速分量其數值為小。

- 四、由累進向量圖分析結果顯示，本海域水團長期之運動趨勢，表層水流在民國 87 年 9 月中、下旬是往 SE 方向移動，平均移動速度為 4 公里/天，到 11 月上、下旬是往 SE~SSE 方向移動，平均移動速度為 3.4 公里/天，而 88 年元月間則整個表層水流則偏向 S 方向移動，平均移動速度降為 0.94 公里/天，到民國 88 年 3 月~4 月間，表層水流則往 S 方向移動，平均流速為 0.87 公里/天。
- 五、本年度現場波浪觀測分析結果顯示，87 年 9 月~10 月觀測期間，因楊妮颱風於 9 月 27 日~29 日掠過東部海岸以及瑞伯颱風於 10 月 13 日~17 日通過該區海域，分別測得其颱風波浪 $H_{\max}=2.2\text{m}$ ， $T_{\max}=13\text{sec}$ ， $H_{1/3}=1.3\text{m}$ ， $T_{1/3}=12\text{sec}$ ，與 $H_{\max}=5.5\text{m}$ ， $T_{\max}=16\text{sec}$ ， $H_{1/3}=3.6\text{m}$ ， $T_{1/3}=15\text{sec}$ 外，該段期間其波浪分佈 H_{\max} 均在 1m 以下，以 $H_{\max}=0.5\text{m}$ 居多，週期則為 7~8 秒間；民國 87 年 11 月 20 日~12 月 26 日東北季風期間，因本海域東邊有陸地山巒屏障，故在觀測期間， H_{mean} 之序列中最大值都在 1.25m 以下，而 $H_{1/3}$ 值多在 0.75m 下，其對應之週期則在 8~10 秒間，其特性與上年度時段觀測期間波浪分佈情況頗為相似，到民國 88 年 3 月以後， H_{mean} 最大值都在 1.0m 以下，而 $H_{1/3}$ 值多在 0.5m 以下，其對應之週期則在 8~12 秒間。
- 六、根據原水利局第七工程處歷年地形監測以及本研究近年現場地形監測比較，由沿岸各突堤與河口兩端之沖淤灘線變化及海灘底質分佈之特性，可推斷屏東林邊海岸漂沙因受冬夏不同季節風浪之作用而有不同方向之移動；大體上冬季沿岸漂沙由北往南，夏季則反向；惟此段海岸沿岸漂沙之常年優勢方向係由東南向西北移動。觀測資料同時顯示垂直海岸之漂沙活動亦相當劇烈，冬季期

間沿岸沙洲外移；夏季則相反，而由測量成果比較，此種垂直海岸之漂沙移動量可能遠超過沿岸移動之漂沙。

七、根據原水利局第七工程處所提供近年水深圖以及本所在民國 85 年 10 月、86 年 5 月與 10 月、87 年 5 月、87 年 10 月以及 88 年 5 月在該地區所作地形監測分析結果顯示，屏東林邊海岸自民國 77 年以來，除在民國 78 年外到民國 85 年 10 月止係逐年侵蝕，尤以大鵬灣入口處以南，崎峰村水利村到下寮一帶最為嚴重，斷面分析結果顯示該區海域在距岸邊約 200 公尺~300 公尺普遍有沿沙洲存在，沙洲頂部高程約在水深 -4 公尺處，靠岸邊底床坡度正由民國 77 年時之 1/60~1/70 演變成目前之 1/15~1/20；而根據 86 年 10 月、87 年 5 月、87 年 10 月以及 88 年 5 月地形斷面分析顯示，近年來沿岸沙洲有向岸邊接近趨勢。

八、屏東林邊海域北起高屏溪口南到士文溪口間長約 21 公里範圍水域內，若考慮自± 0 公尺灘線到 -10 公尺水深間，根據地形圖資料分析結果顯示，自民國 77 年 11 月以來，則係呈逐年侵蝕趨勢，估算在該海域約 1000 多萬平方公尺範圍到民國 85 年 10 月在八年期間全區共被帶走 925 萬土方量，平均每年有 115.6 萬方侵蝕量，約每年每平方公尺被刷深 11 公分，但自民國 85 年 10 月到民國 87 年 5 月止約一年半期間在第(2)區~第(5)區共回淤 212 萬立方，即平均一年約 140 萬方，平均每平方公尺回淤 13.5 公分，惟根據今年地形監結果顯示，該區水域在民國 87 年 5 月到 10 月，歷經楊妮及瑞伯兩個颱風後，自± 0m~10m 水深間共被帶走約 387 萬方土方量，平均每平方公尺被刷深 40 公分左右，爾後歷經約半年之東北季風期間到 88 年 5 月方逐漸回淤，若與 87 年 5 月地形比較，± 0m~-5m 水深仍呈侵蝕共被帶走約 31 萬方土方量，平均每平方公尺被刷深 8 公分，而-5m~-10m 水深間則又回淤到原地形，土方量無顯著變化。

參考資料

1. 台灣省水利局(民國 67 年)，南部海岸地形調查研究報告。
2. 港灣技術研究所(民國 70 年)，屏東大鵬灣漂沙模型試驗研究報告。
3. 郭金棟(民國 79 年)，台灣海岸地形變化及其未來之開發利用研究報告。
4. 台灣省水利局(民國 77 年~81 年)，屏東縣海岸地形觀測研究報告。
5. 港灣技術研究所(民國 82 年)，台灣西海岸沖淤調查研究(三)。
6. 台灣省水利局(民國 84 年)，屏東縣沿海地區地盤下陷檢測計畫報告。
7. 港灣技術研究所(民國 86 年)，屏東林邊沖淤調查研究(I)。
8. 宇泰工程顧問有限公司(民國 87 年)，屏東縣政府枋寮遊艇港碼頭規劃研究報告。
9. 港灣技研究所(民國 87 年)，屏東林邊沖淤調查研究(II)。
10. 港灣技研究所(民國 88 年)，台北港漂沙調查及海氣象與海岸地形變遷監計畫。

附錄 A

屏東林邊海域地形

測量樁位指示圖

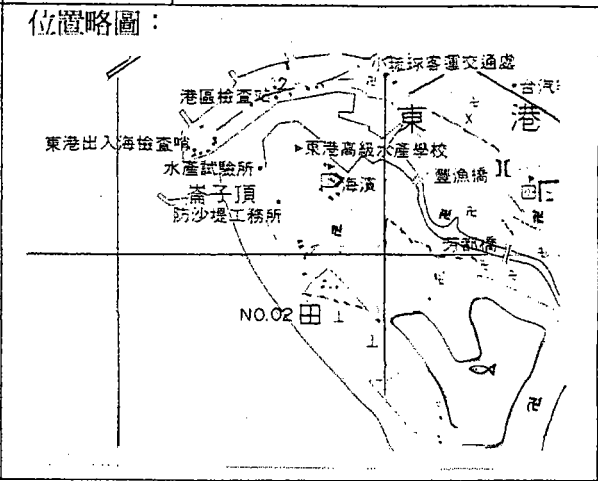
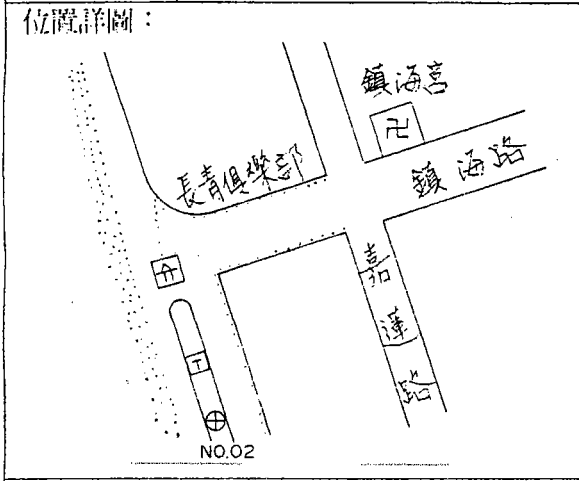
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2485217.966
樁位	NO.01	橫座標	191171.441
樁別	鋼樁	高 程	5.319 直接高程
位置詳圖：			
位置略圖：			
說明：			
照片：			

繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2484767.418
樁位	NO02	橫座標	191729.551
樁別	鋼樁	高 程	5.872 直接高程



說明：

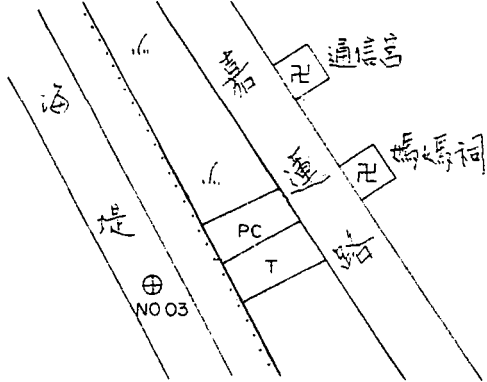


繪製者：陳憲暉

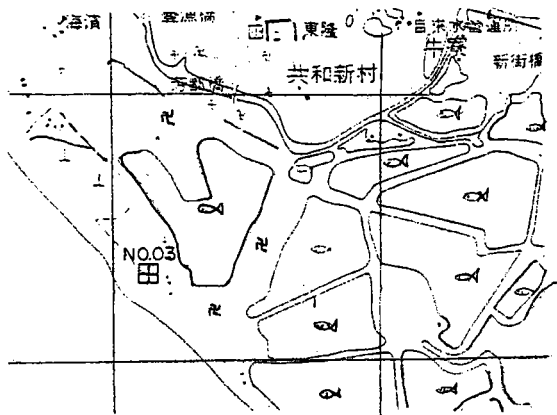
樁位指示圖

圖號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2484313.162
樁位	N003	橫座標	192141.735
樁別	鋼樁	高程	5.692 直接高程

位置詳圖：

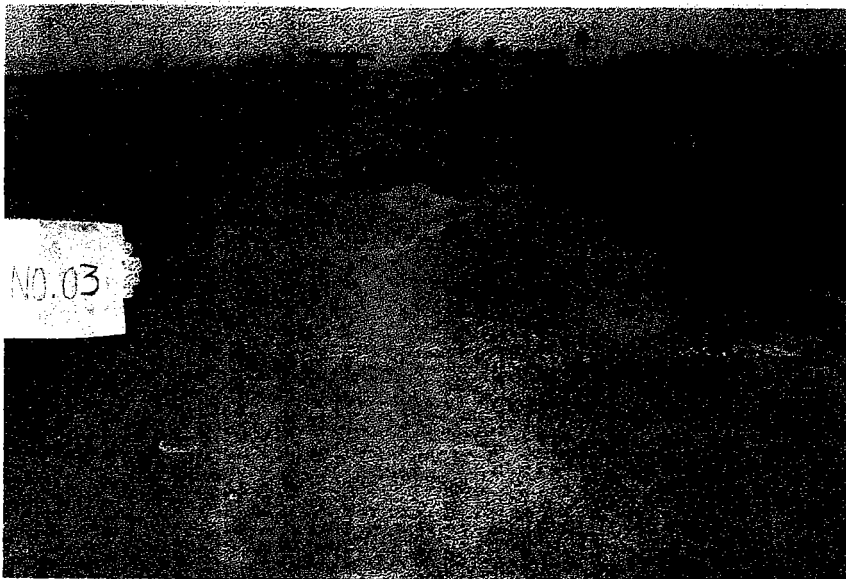


位置略圖：



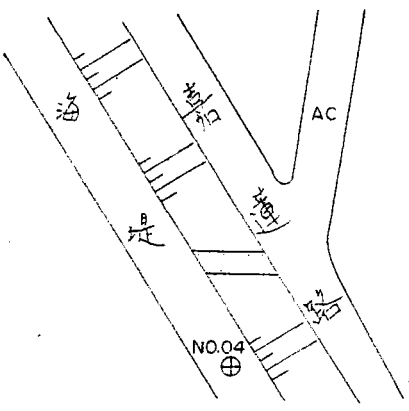
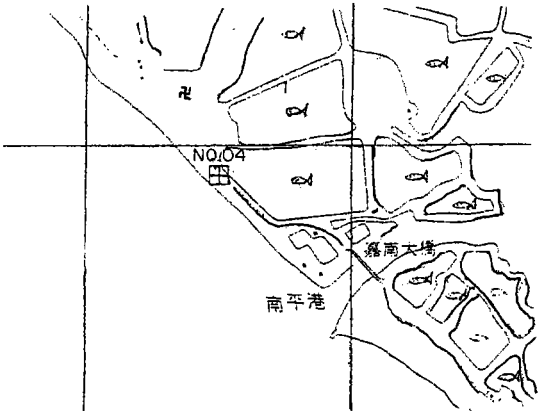
說明：

照片：



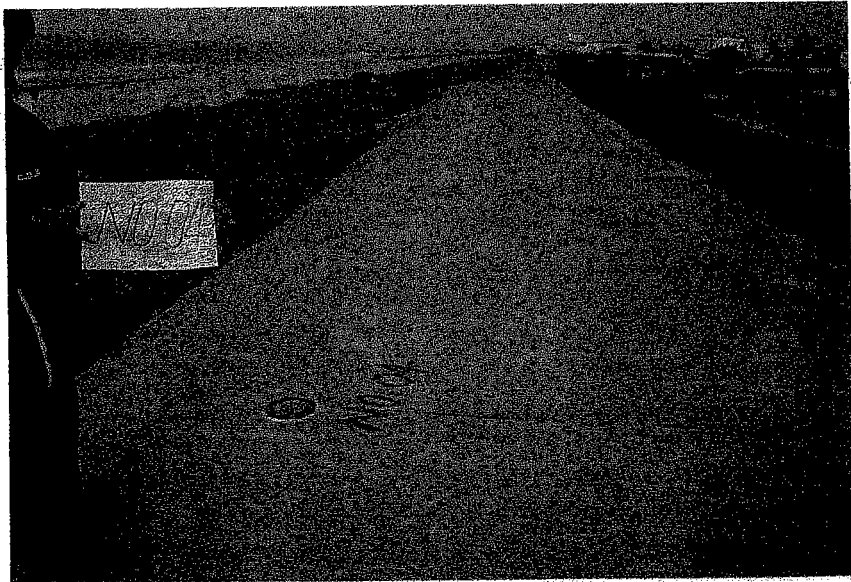
繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2483890.474
樁位	NO04	橫座標	192502.071
樁別	鋼樁	高程	5.828 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			

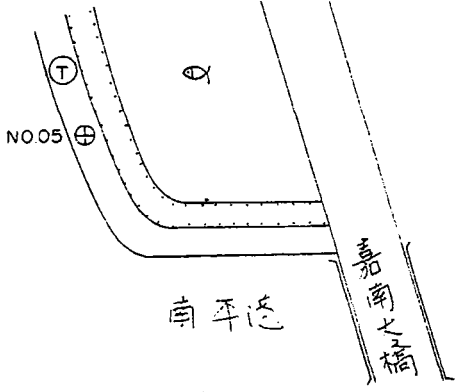
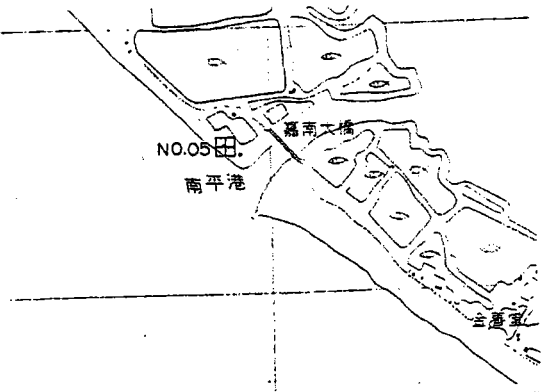
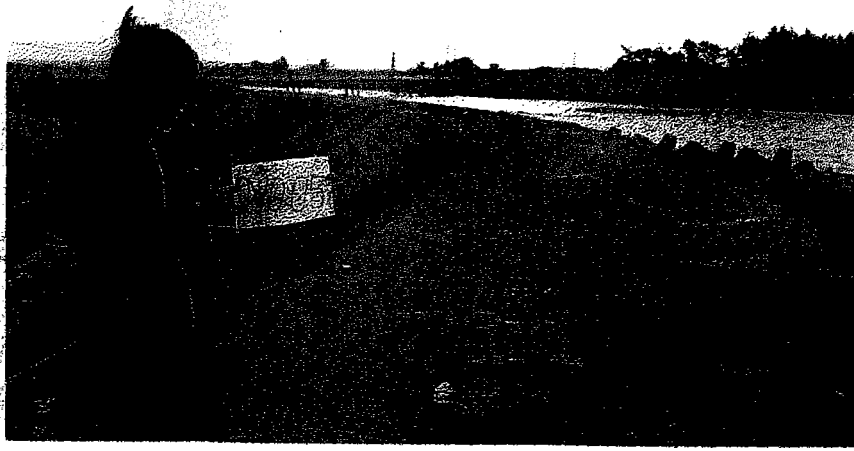
說明：

照片：



繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2483536.845
樁位	NO05	橫座標	192849.740
樁別	鋼樁	高 程	5.827 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			
說明：			
照片：			
			

繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2483078.420
樁位	N006	橫座標	193461.431
樁別	鋼樁	高程	6.487 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	

說明：

照片：

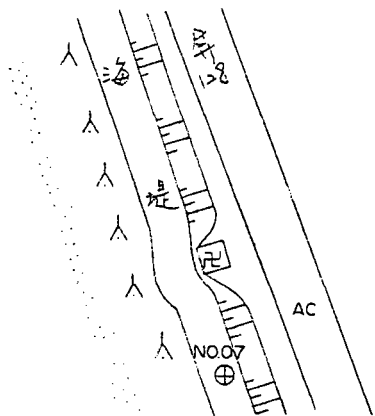


繪製者：陳憲暉

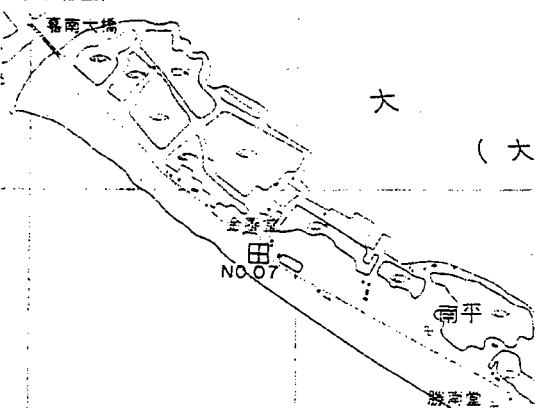
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2482753.715
樁 位	N007	橫座標	193877.987
樁 別	鋼樁	高 程	6.550 直接高程

位置詳圖：

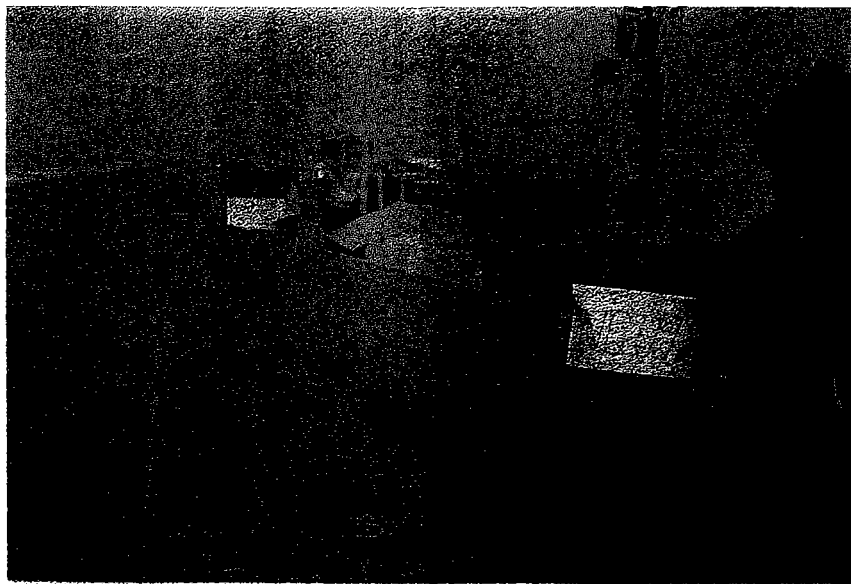


位置略圖：



說明：

照片：

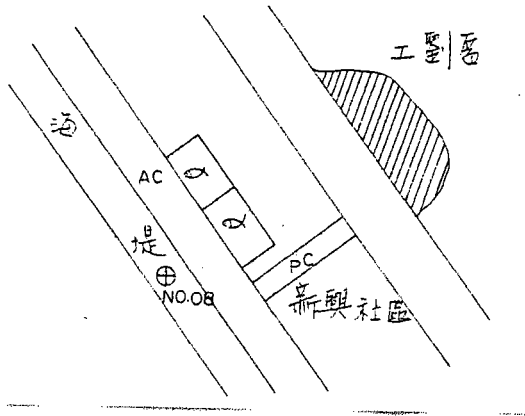


繪製者：陳憲暉

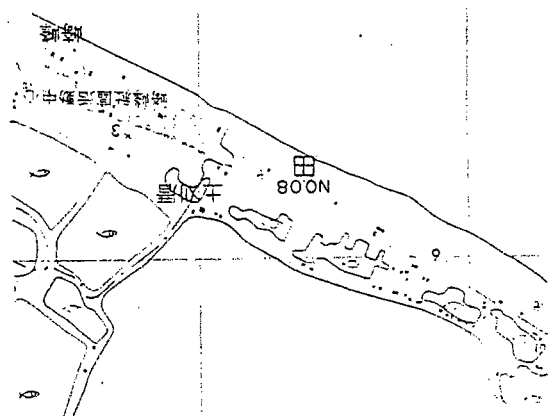
樁位指示圖

圖號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2481654.692
樁位	N008	橫座標	195609.348
樁別	鋼樁	高程	5.710 直接高程

位置詳圖：

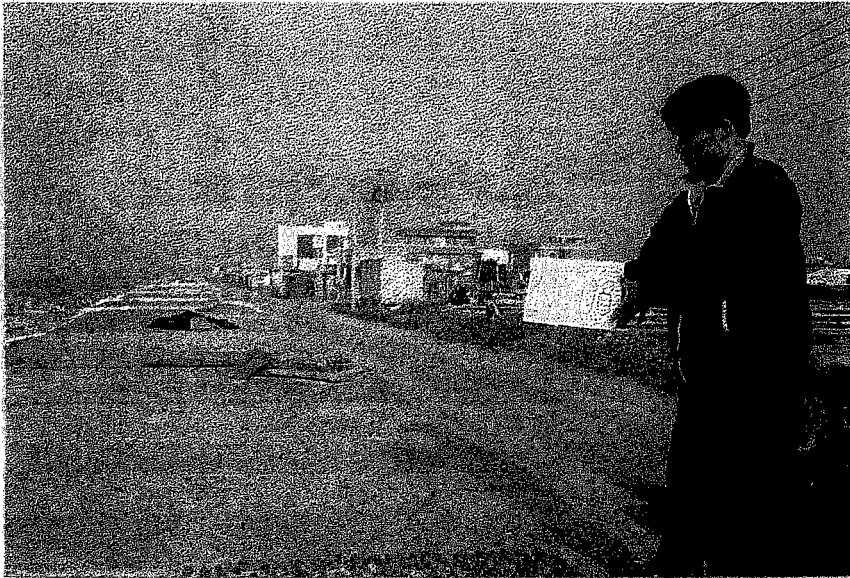


位置略圖：



說明：

照片：

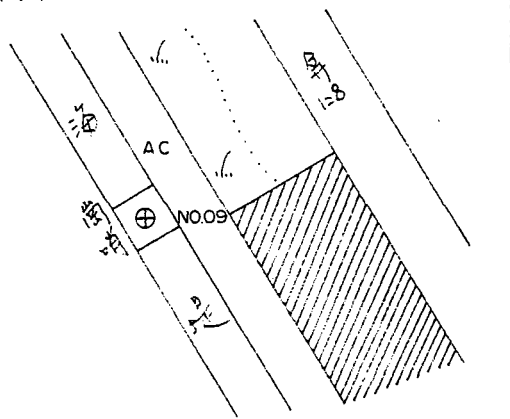


繪製者：陳憲暉

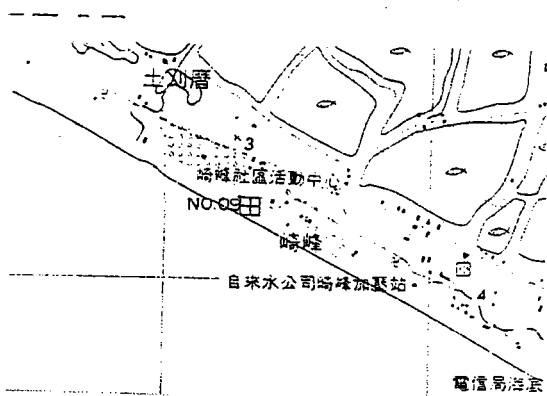
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2481275.877
樁位	N009	橫座標	196305.383
樁別	鋼樁	高 程	7.318 直接高程

位置詳圖：

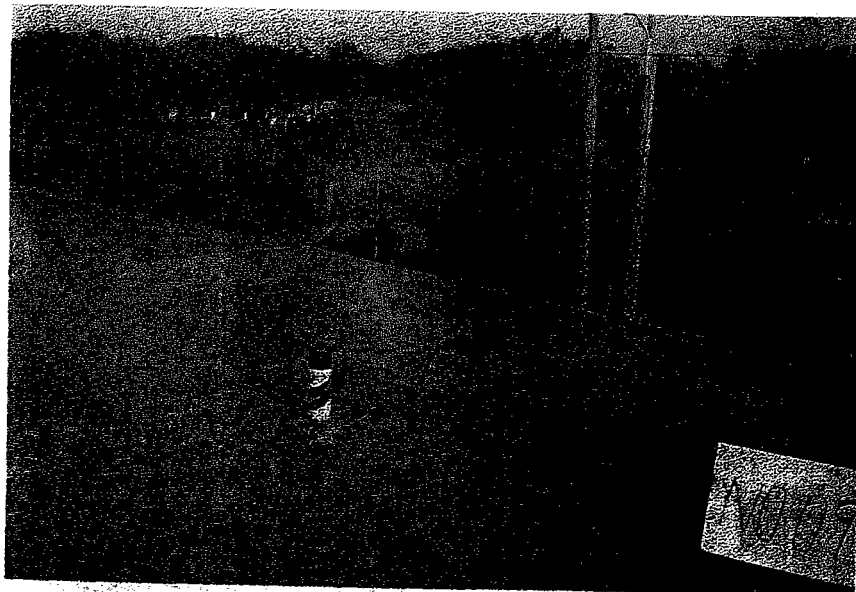


位置略圖：



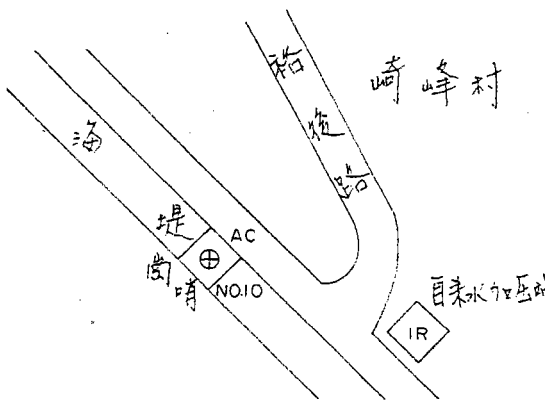
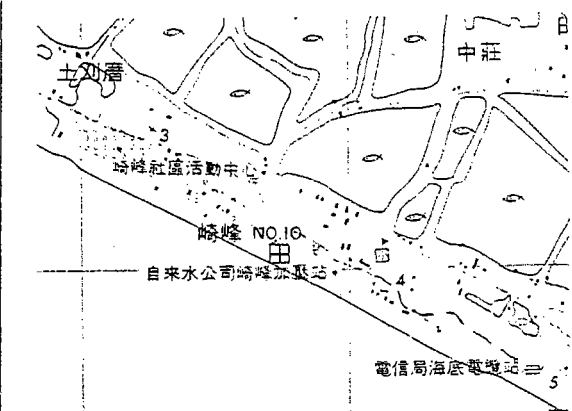
說明：

照片：



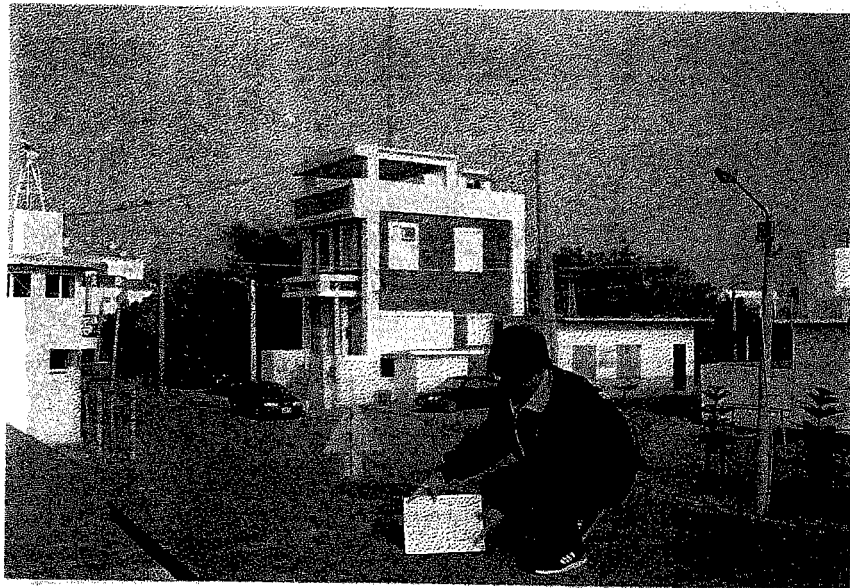
繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖 號		測設日期	88 年 5 月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱 座 標	2481060.873
樁 位	NO10	橫 座 標	196738.721
樁 別	鋼樁	高 程	7.009 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			

說明：

照片：

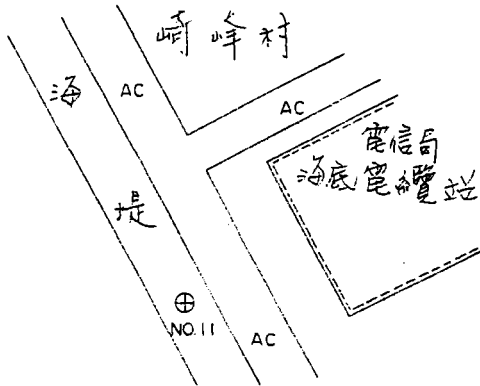


繪製者：陳憲暉

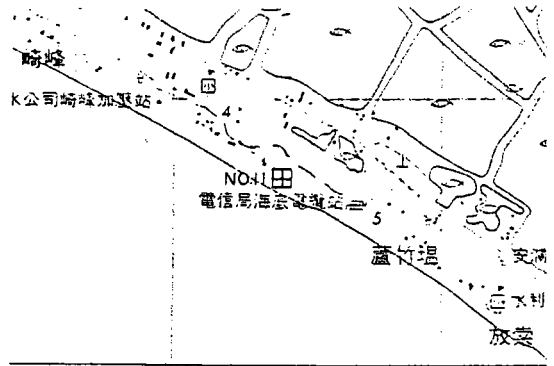
樁位指示圖

圖號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2480701.995
樁位	NO11	橫座標	197411.671
樁別	鋼樁	高程	5.380 直接高程

位置詳圖：

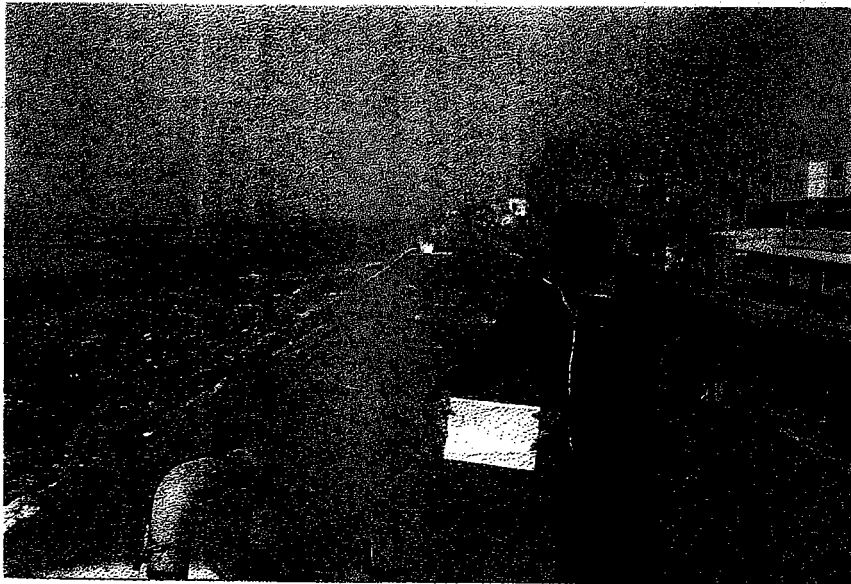


位置略圖：



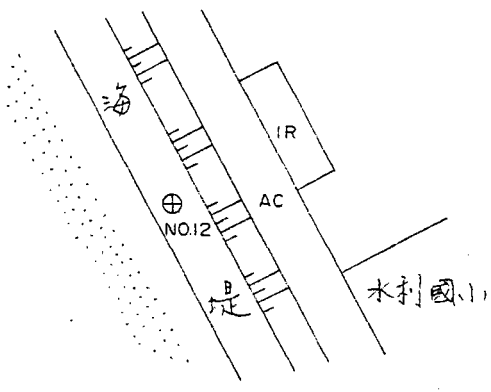
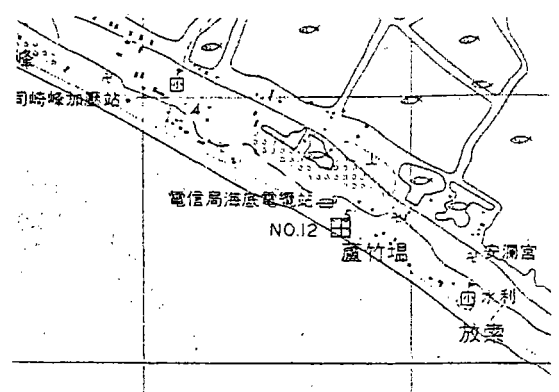
說明：

照片：



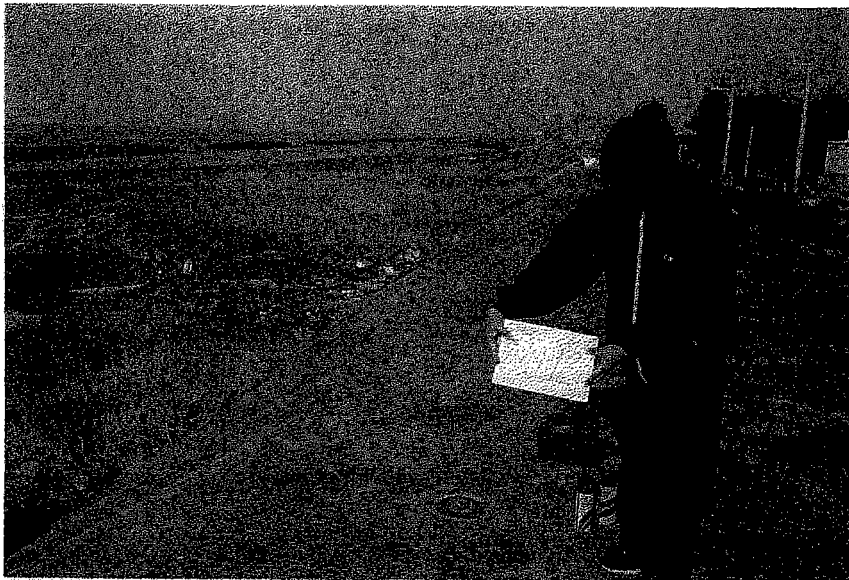
繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2480510.460
樁 位	NO12	橫座標	197746.622
樁 別	鋼樁	高 程	5.400 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			

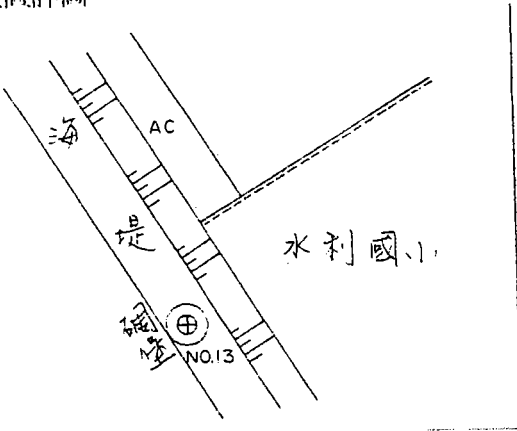
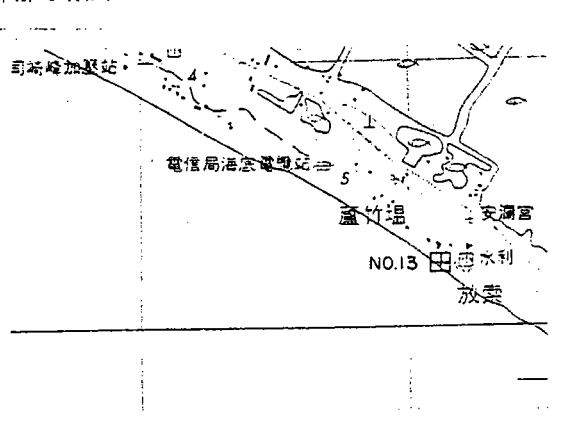
說明：

照片：



繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2480258.960
樁位	NO13	橫座標	198115.758
樁別	鋼樁	高 程	7.098 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			

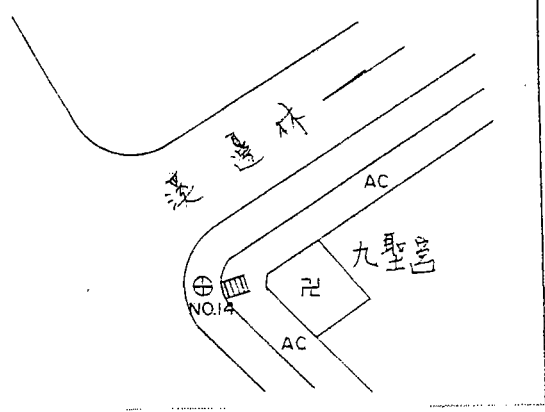
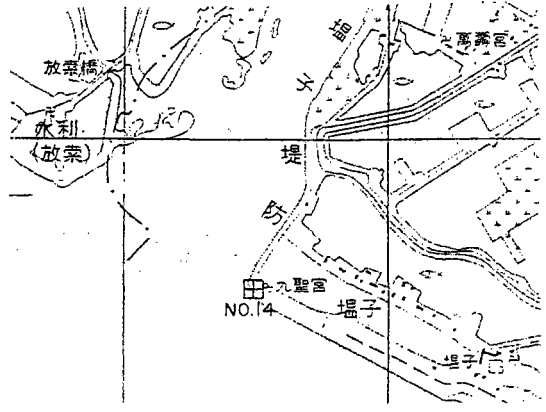
說明：

照片：



繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2479418.001
樁位	NO14	橫座標	199518.278
樁別	鋼樁	高程	5.225 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			

說明：

照片：

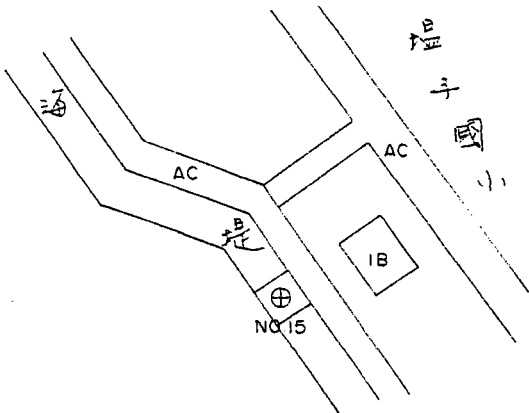


繪製者：陳憲暉

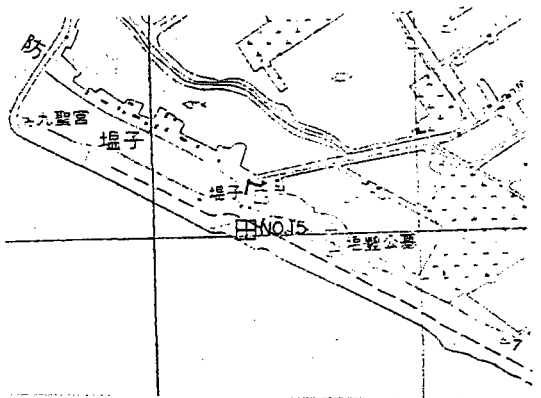
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2479007.968
樁 位	NO15	橫座標	200361.678
樁 別	鋼樁	高 程	6.401 直接高程

位置詳圖：

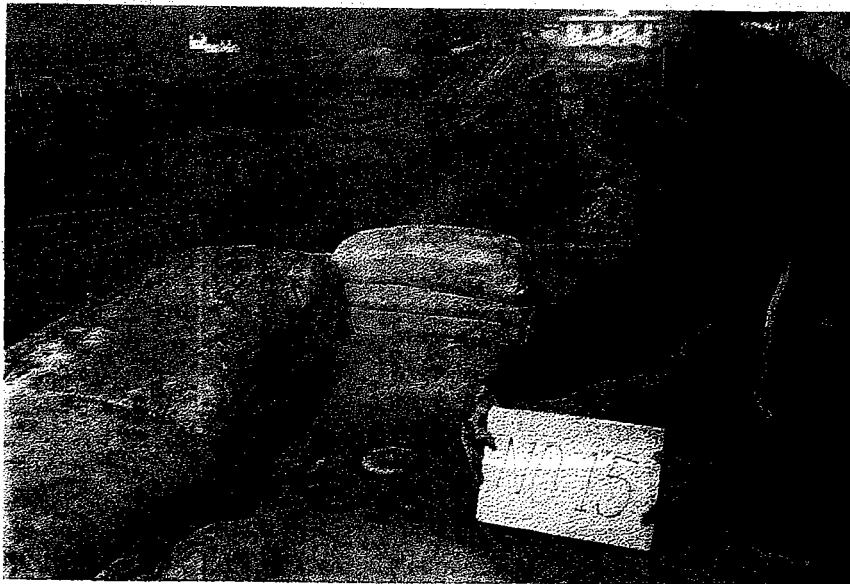


位置略圖：



說明：

照片：



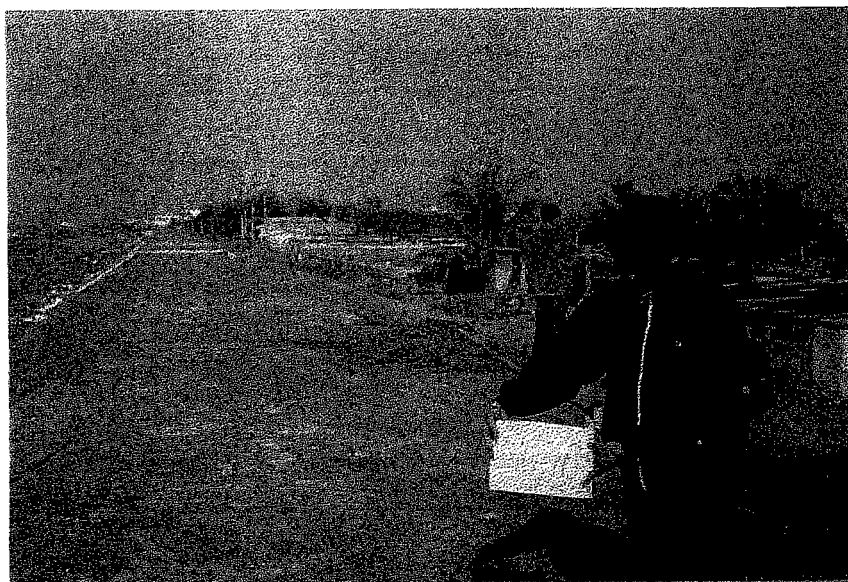
繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2478785.150
樁位	N016	橫座標	200770.145
樁別	鋼樁	高程	5.530 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	

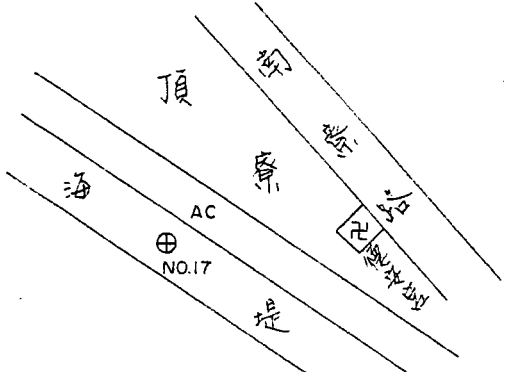
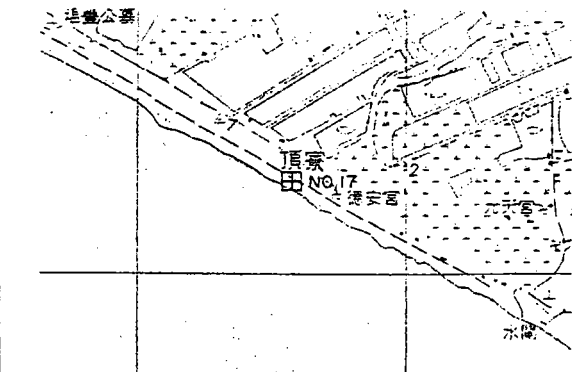
說明：

照片：



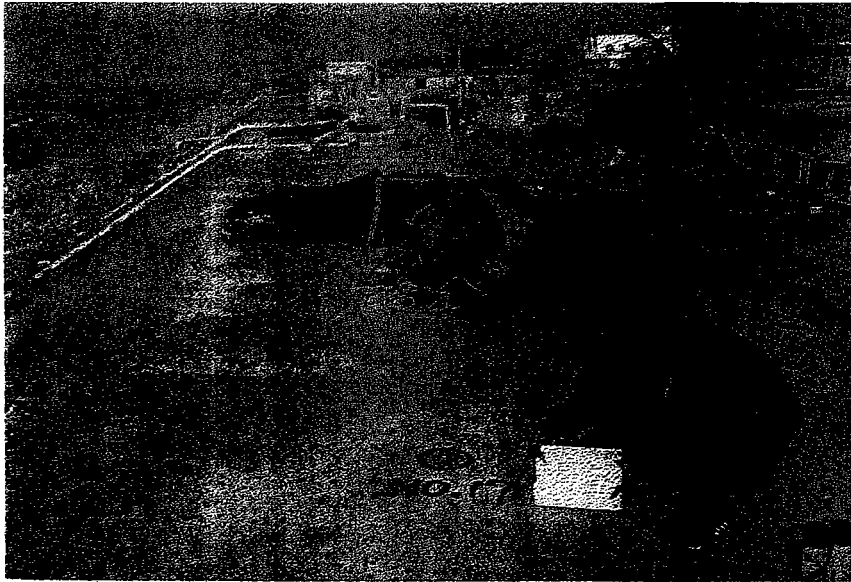
繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2478341.684
樁位	NO17	橫座標	201574.112
樁別	鋼樁	高程	5.537 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			

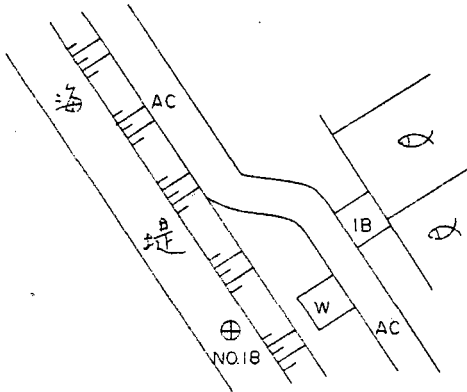
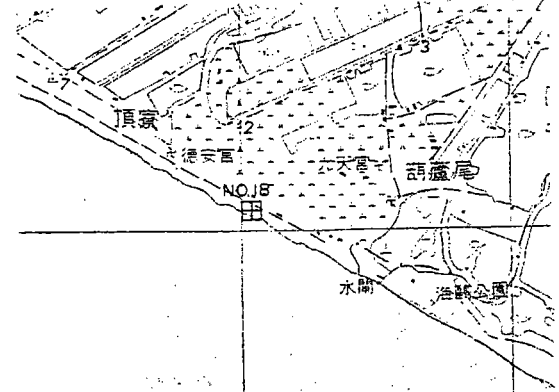
說明：

照片：



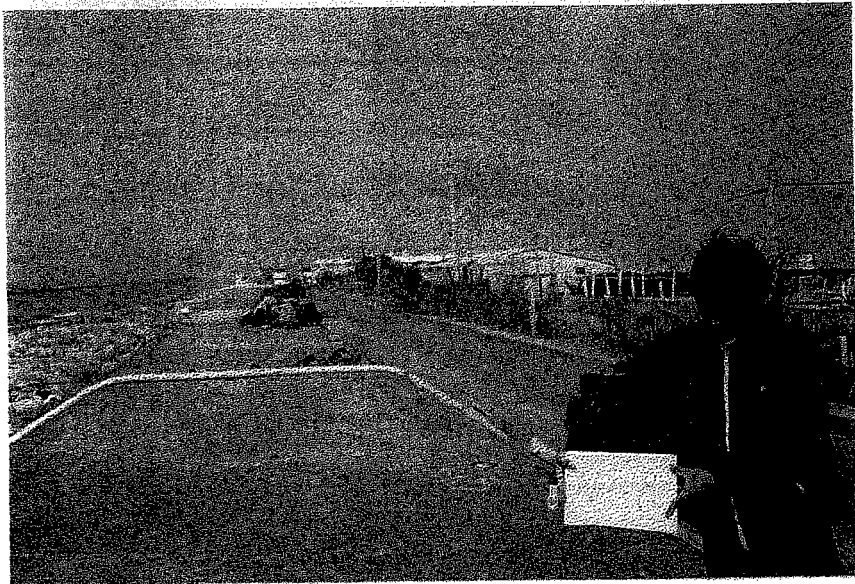
繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱 座 標	2478079.276
樁 位	NO18	橫 座 標	202051.328
樁 別	鋼樁	高 程	5.312 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			

說明：

照片：

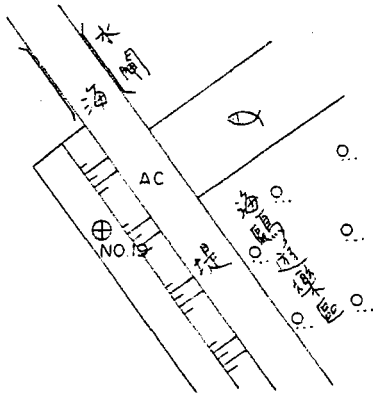


繪製者：陳憲暉

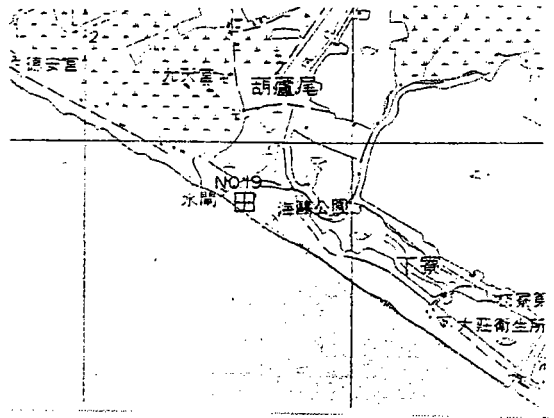
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2477777.374
樁 位	NO19	橫座標	202597.511
樁 別	鋼樁	高 程	5.581 直接高程

位置詳圖：

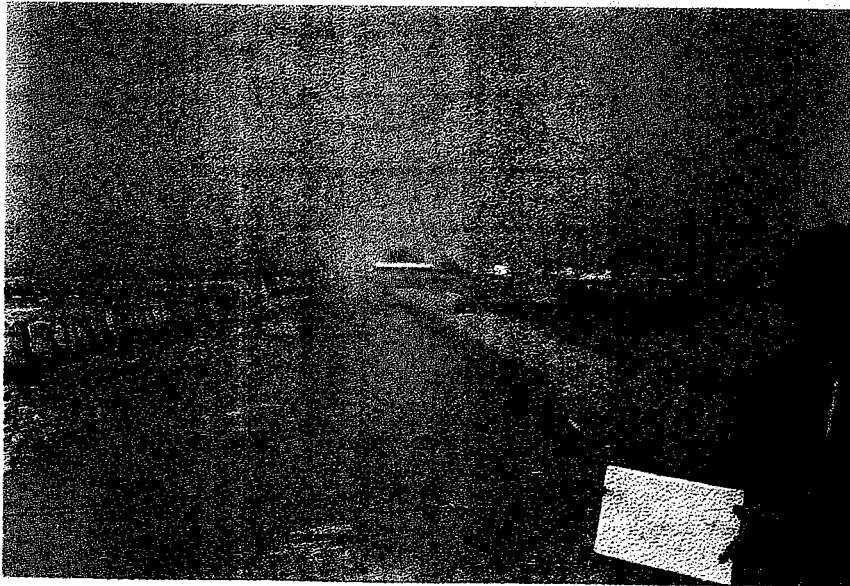


位置略圖：



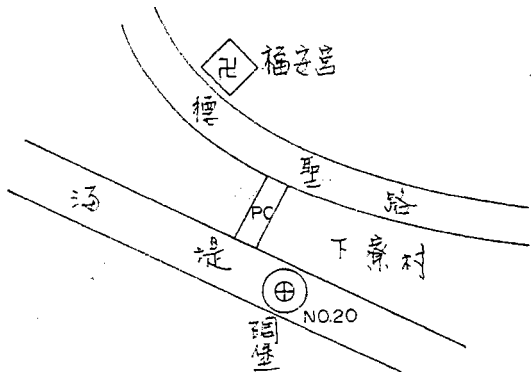
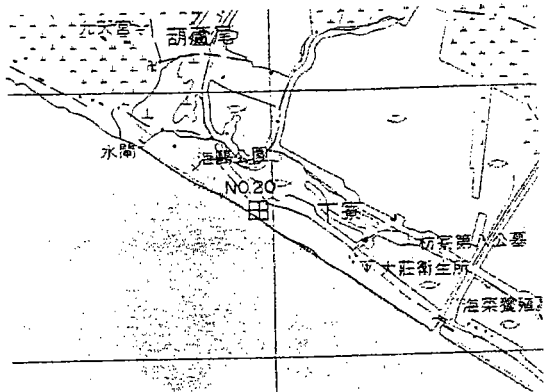

說明：

照片：



繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

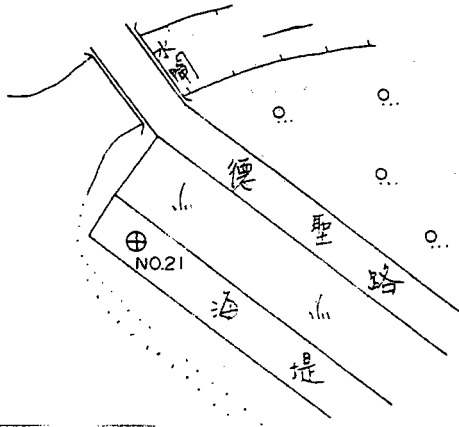
圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱 座 標	2477539.643
樁 位	NO20	橫 座 標	202954.521
樁 別	鋼樁	高 程	7.610 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			
說明：			
照片：			
			

繪製者：陳憲暉

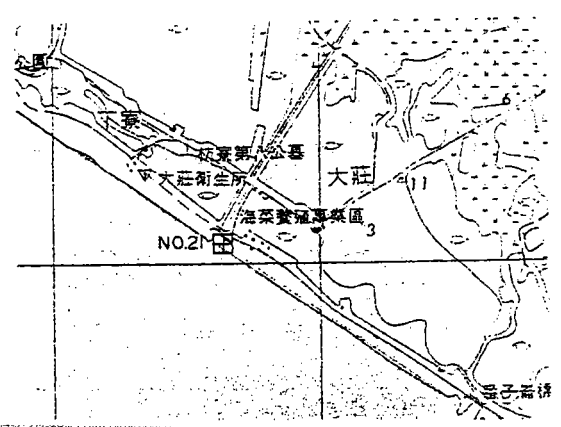
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2477079.093
樁位	N021	橫座標	203638.164
樁別	鋼樁	高 程	5.699 直接高程

位置詳圖：



位置略圖：



說明：

照片：

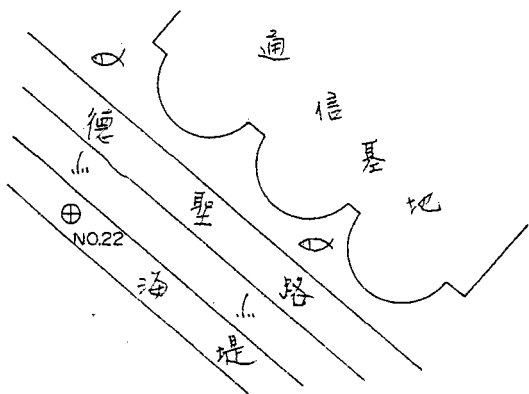


繪製者：陳憲暉

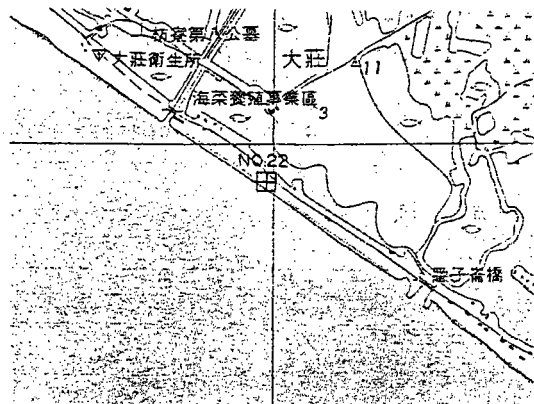
樁位指示圖

圖號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2476853.405
樁位	NO22	橫座標	203968.255
樁別	鋼樁	高程	5.737 直接高程

位置詳圖：

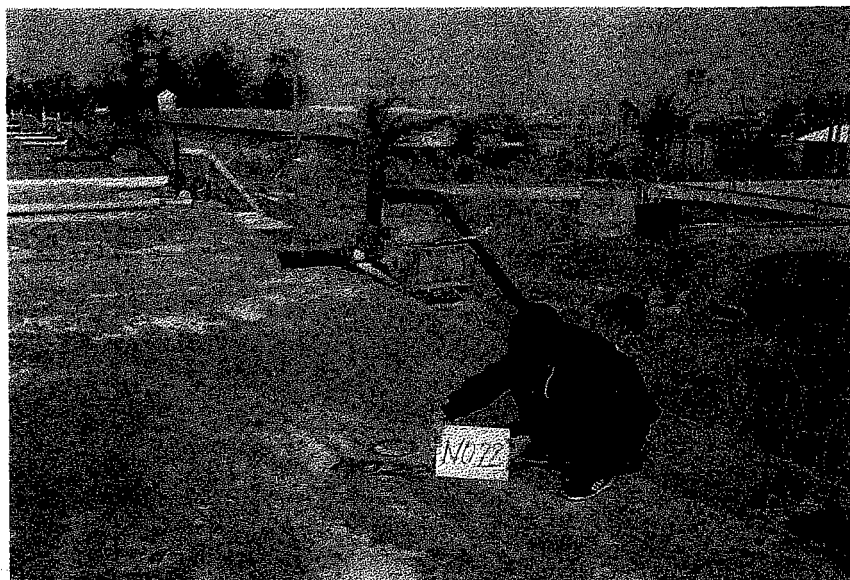


位置略圖：



說明：

照片：

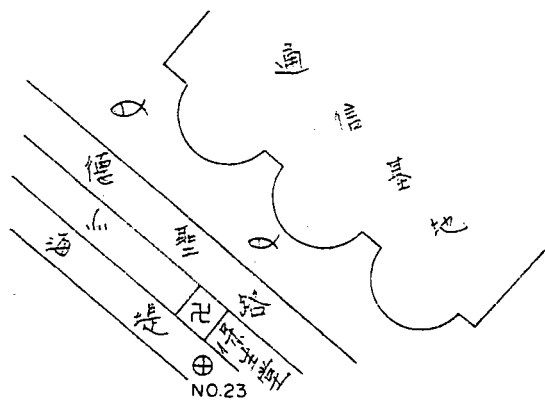


繪製者：陳憲暉

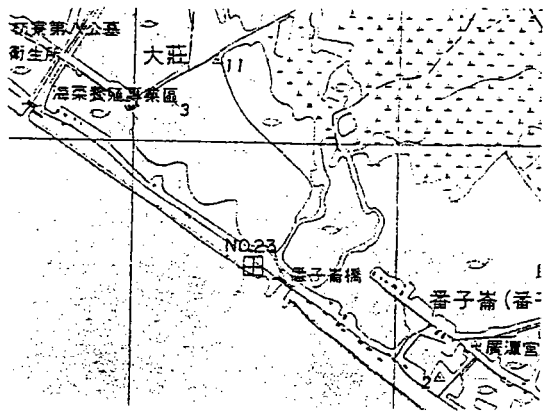
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2476542.108
樁位	NO23	橫座標	204422.855
樁別	鋼樁	高 程	5.708 直接高程

位置詳圖：

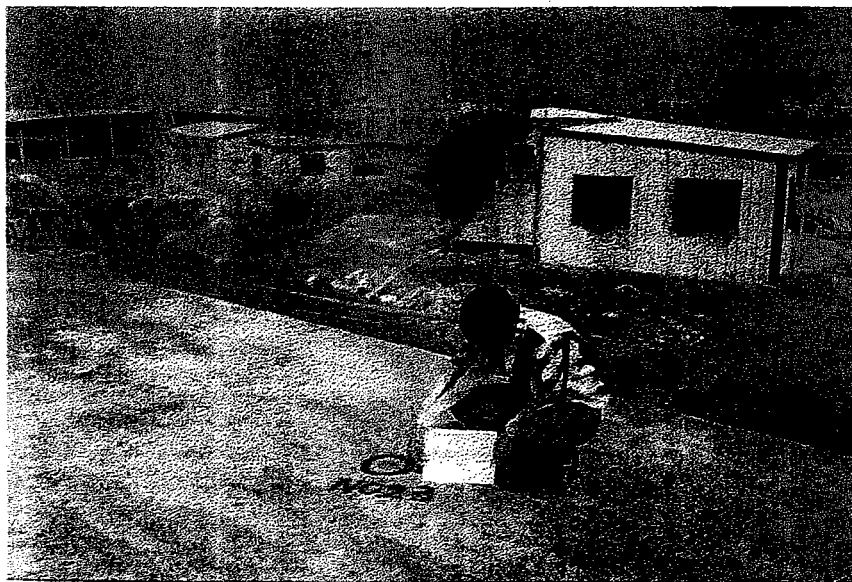


位置略圖：



說明：

照片：

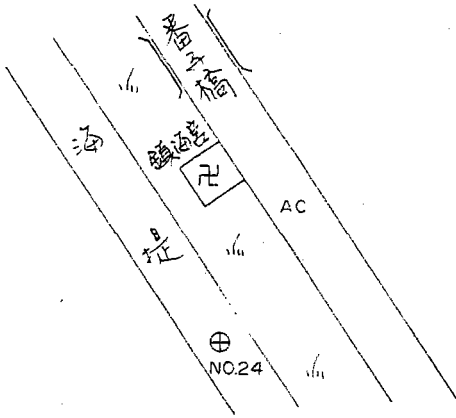


繪製者：陳憲暉

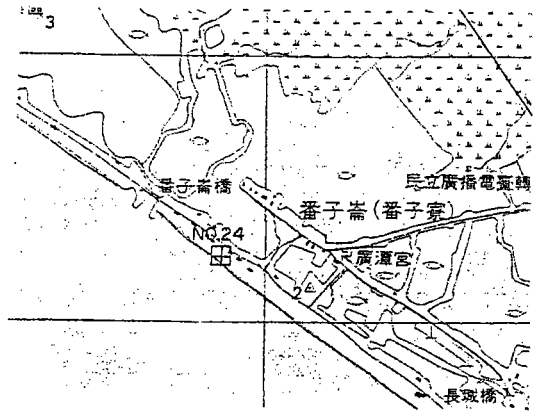
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2476243.470
樁 位	NO24	橫座標	204842.724
樁 別	鋼樁	高 程	5.742 直接高程

位置詳圖：

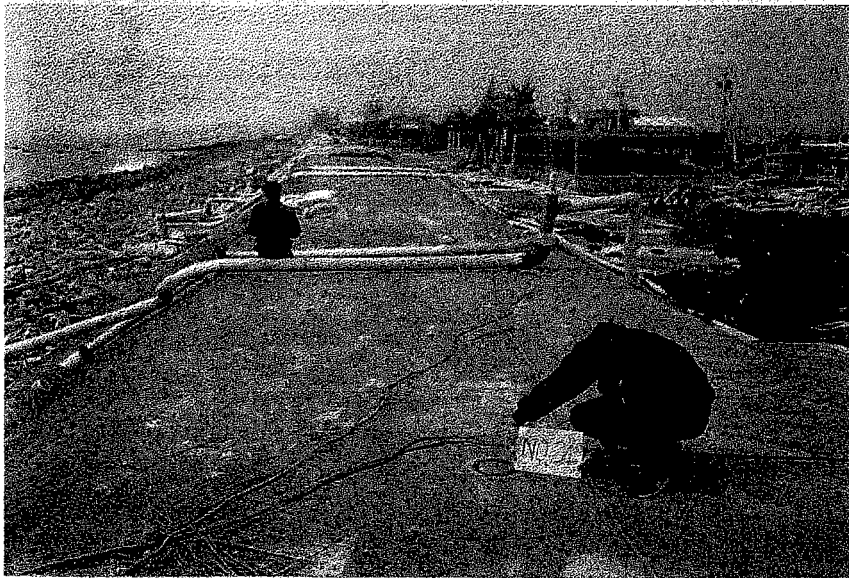


位置略圖：



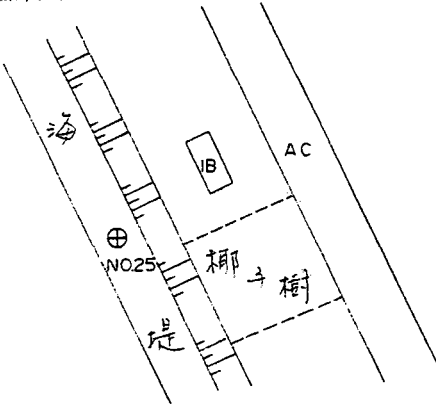
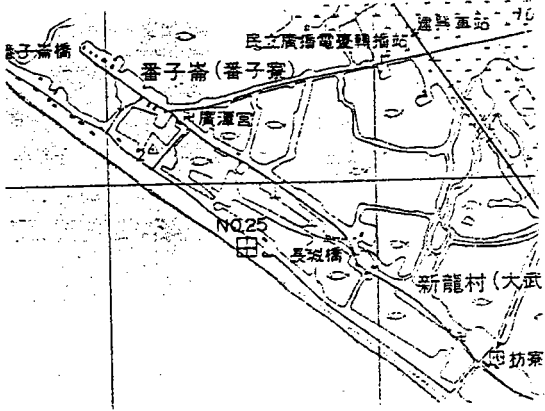
說明：

照片：



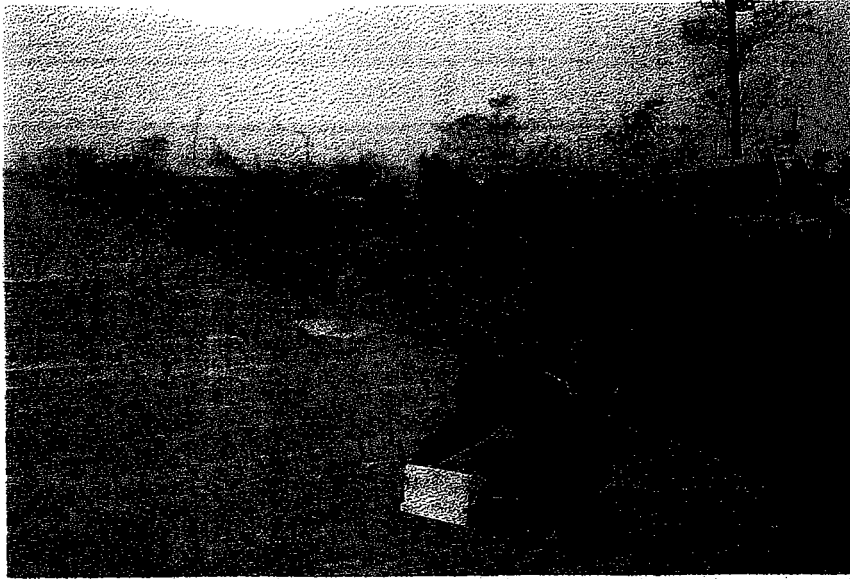
繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖 號		測設日期	88 年 5 月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱 座 標	2475760.803
樁 位	N025	橫 座 標	205489.929
樁 別	鋼 樁	高 程	5.758 直接高程
位置詳圖：	位置略圖：		
			

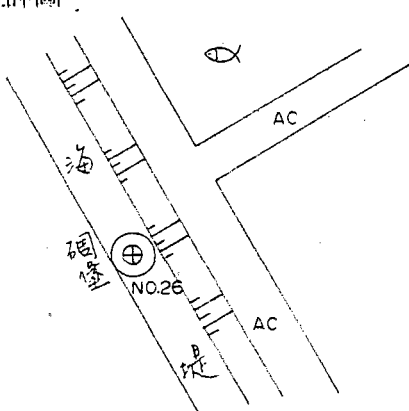
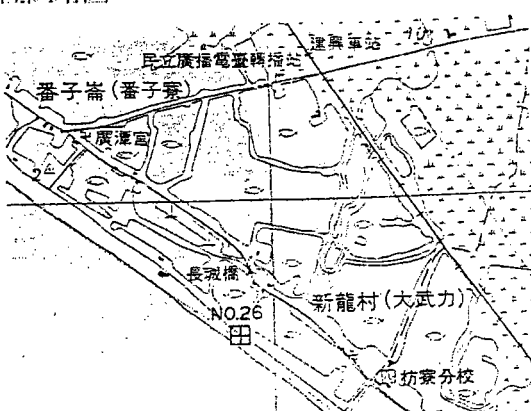
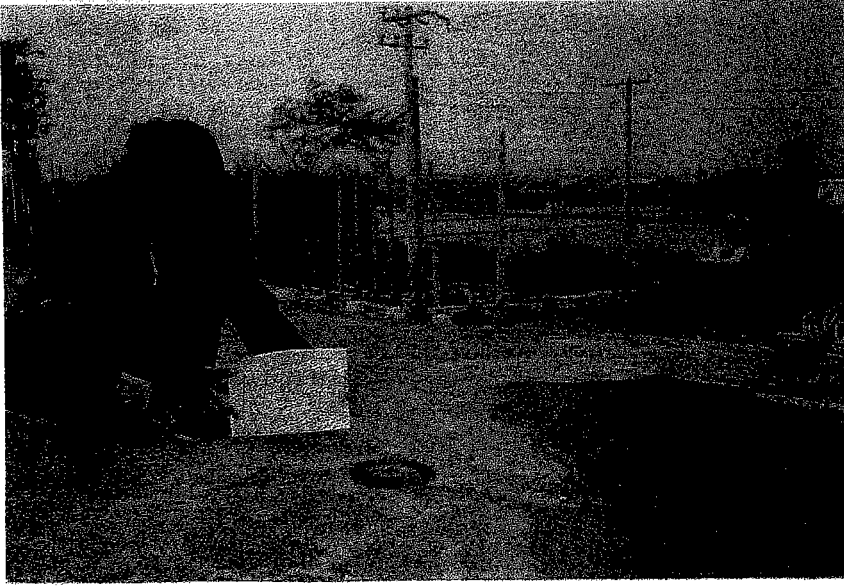
說明：

照片：



繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

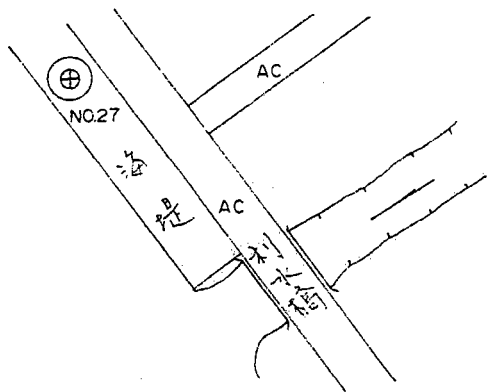
圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱 座 標	2475487.877
樁 位	N026	橫 座 標	205861.497
樁 別	鋼樁	高 程	6.826 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			
說明：			
照片：			
			

繪製者：陳憲暉

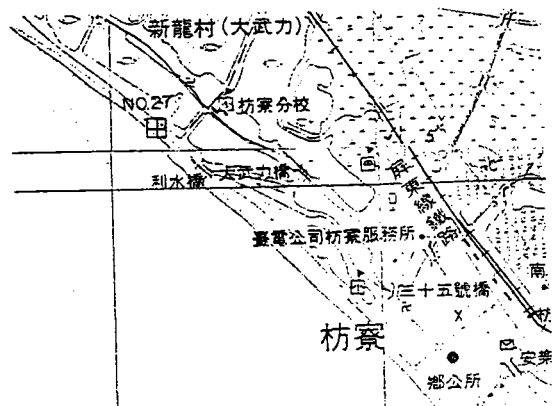
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2475241.803
樁 位	NO27	橫座標	206176.138
樁 別	鋼樁	高 程	6.521 直接高程

位置詳圖：

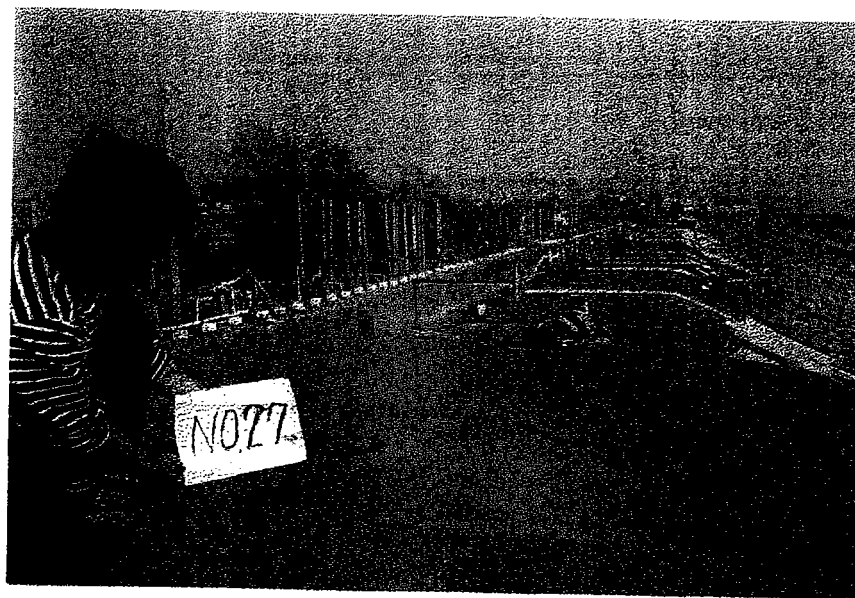


位置略圖：



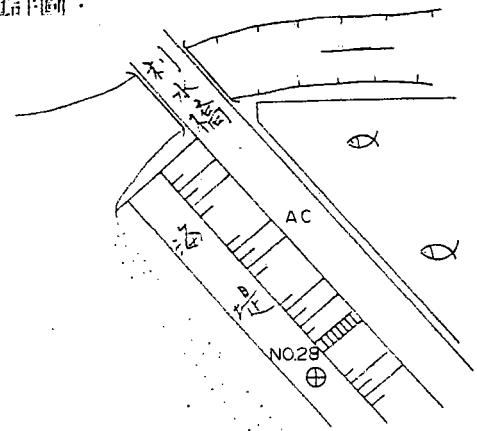
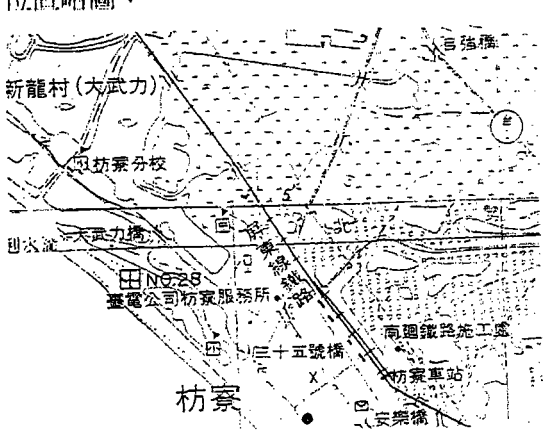
說明：

照片：



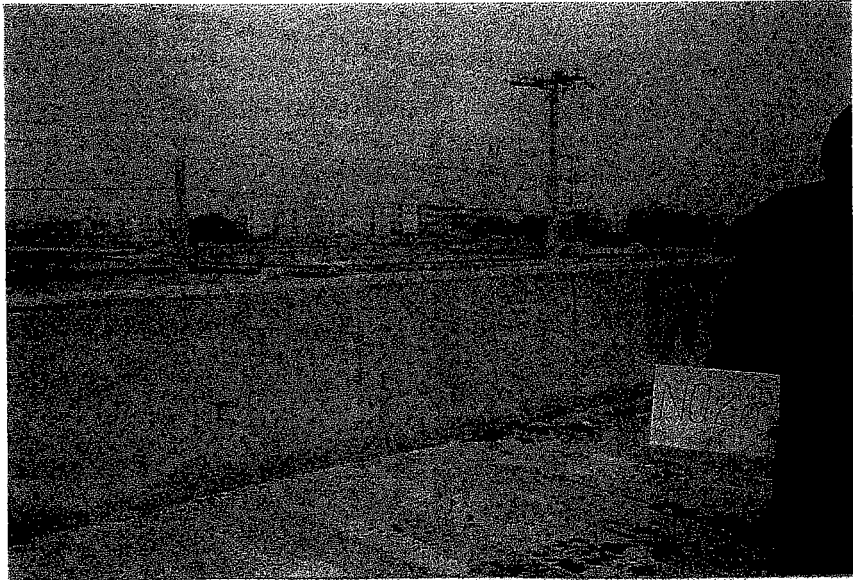
繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖 號		測設日期	88 年 5 月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱 座 標	2474894.818
樁 位	N028	橫 座 標	206590.280
樁 別	鋼 樁	高 程	5.189 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			

說明：

照片：

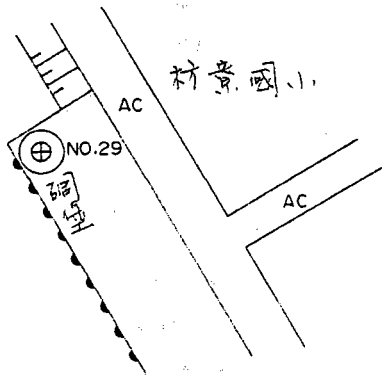


繪製者：陳憲暉

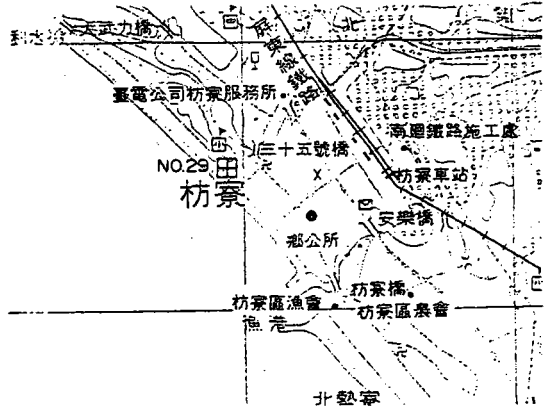
樁位指示圖

圖 號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2474534.760
樁位	NO29	橫座標	206937.448
樁別	鋼樁	高 程	6.808 直接高程

位置詳圖：



位置略圖：



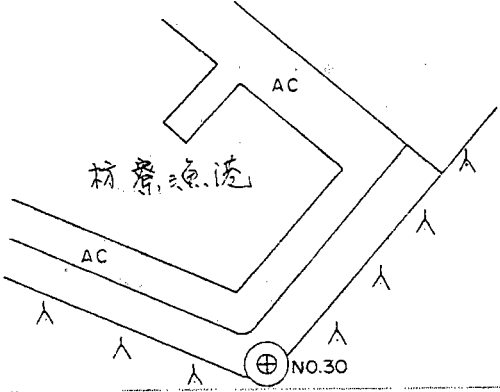
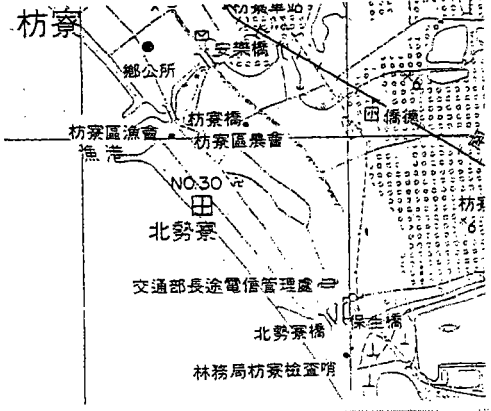
說明：

照片：



繪製者：陳憲暉

樁位指示圖

圖號		測設日期	88年5月
測設單位	詮華工程顧問有限公司	縱座標	2473672.837
樁位	NO30	橫座標	207398.400
樁別	鋼樁	高程	11.029 直接高程
位置詳圖：		位置略圖：	
			

說明：

照片：

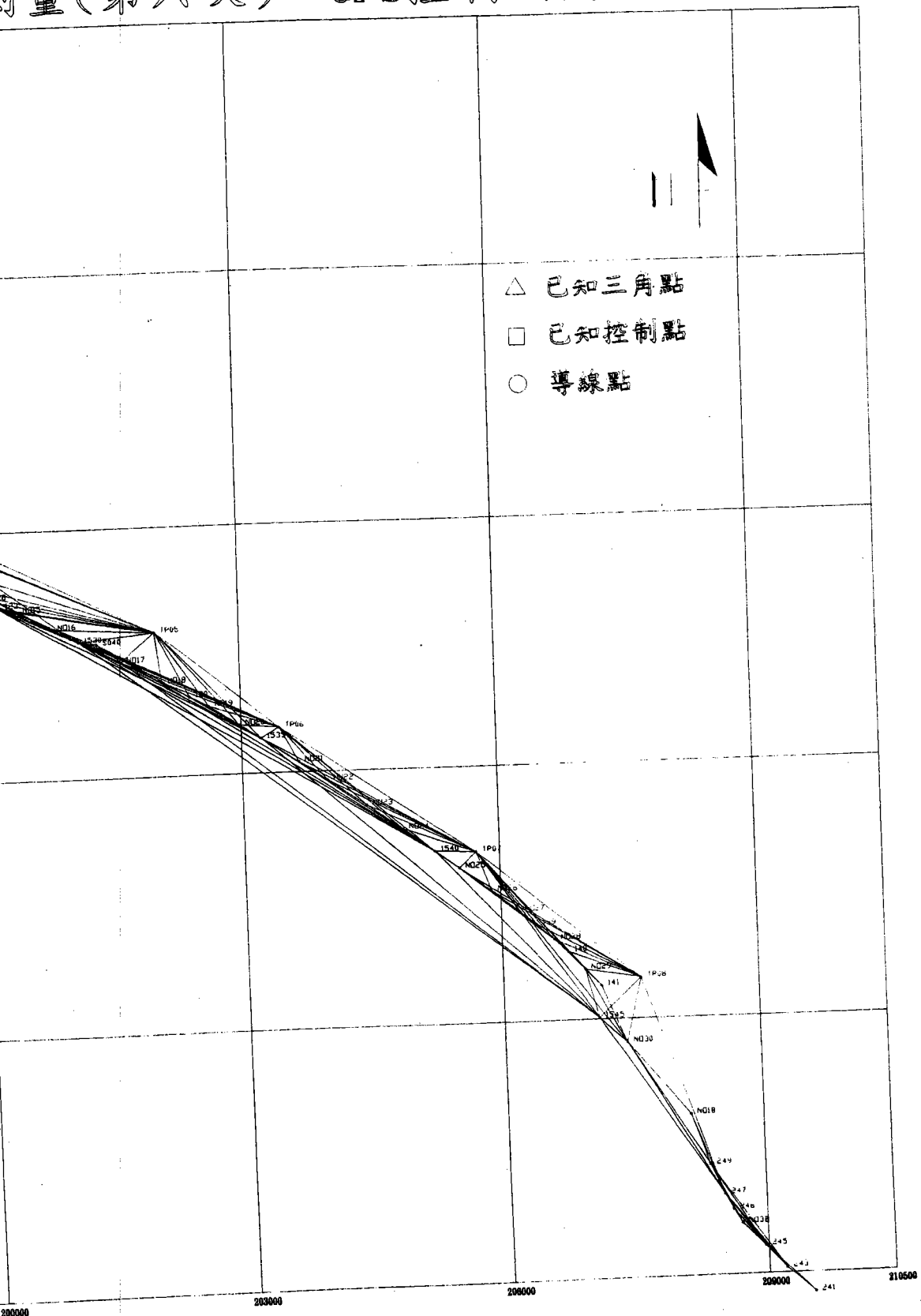


繪製者：陳憲暉

附錄 B

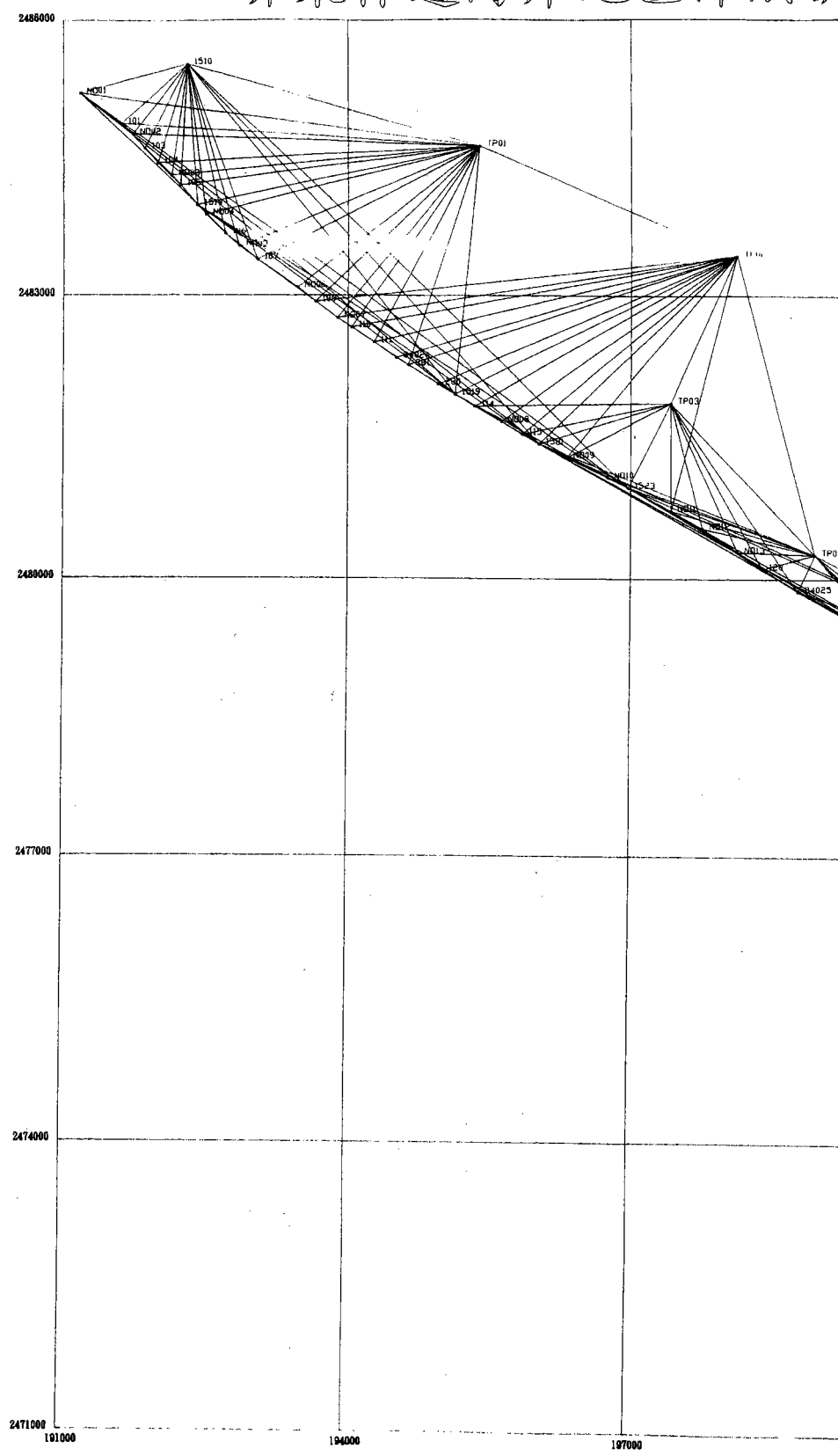
屏東林邊海域地形
測量導線及水準網

測量(第六次)--GPS控制網圖

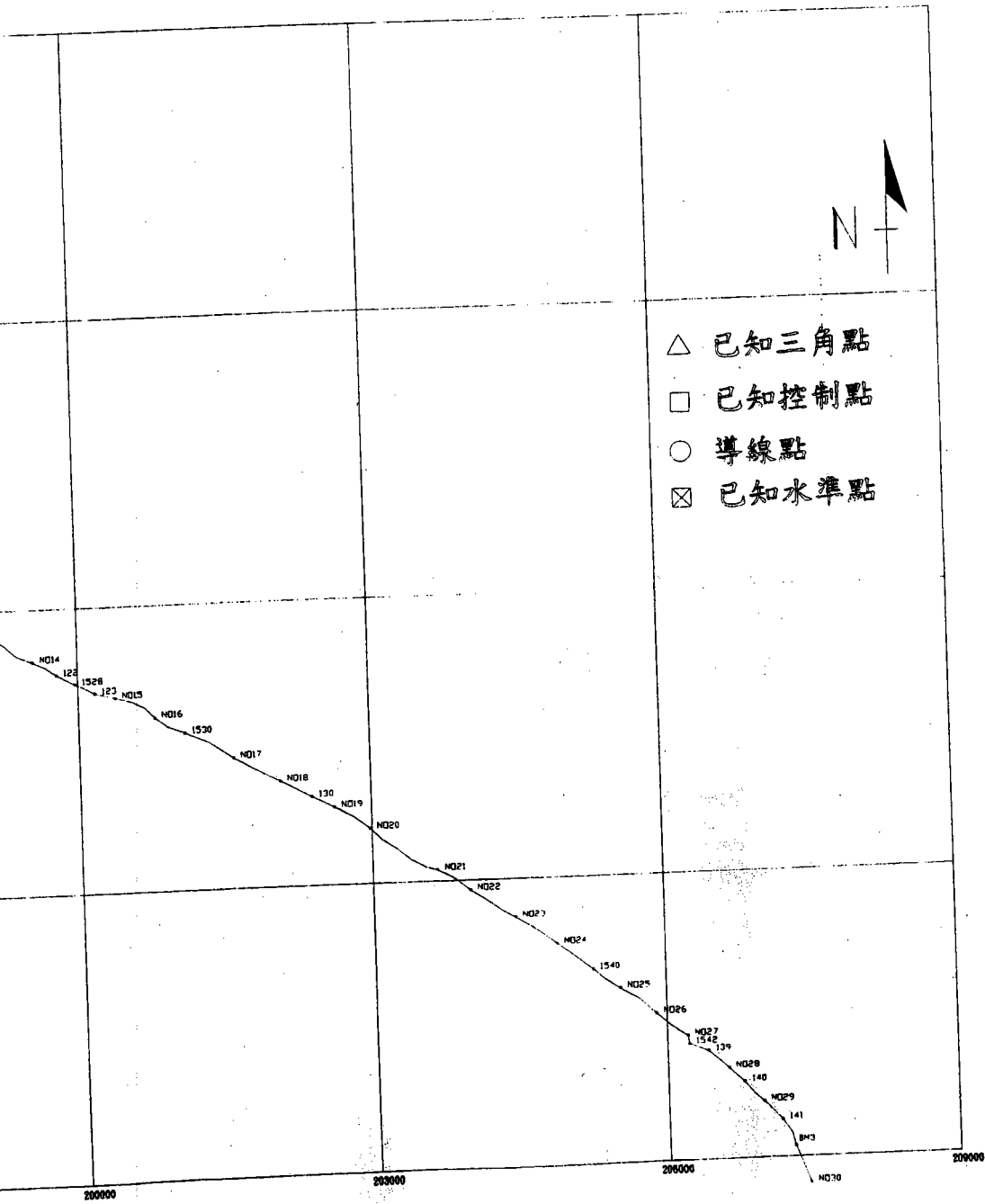


尺: 1/30000

屏東林邊海岸地區沖淤調查

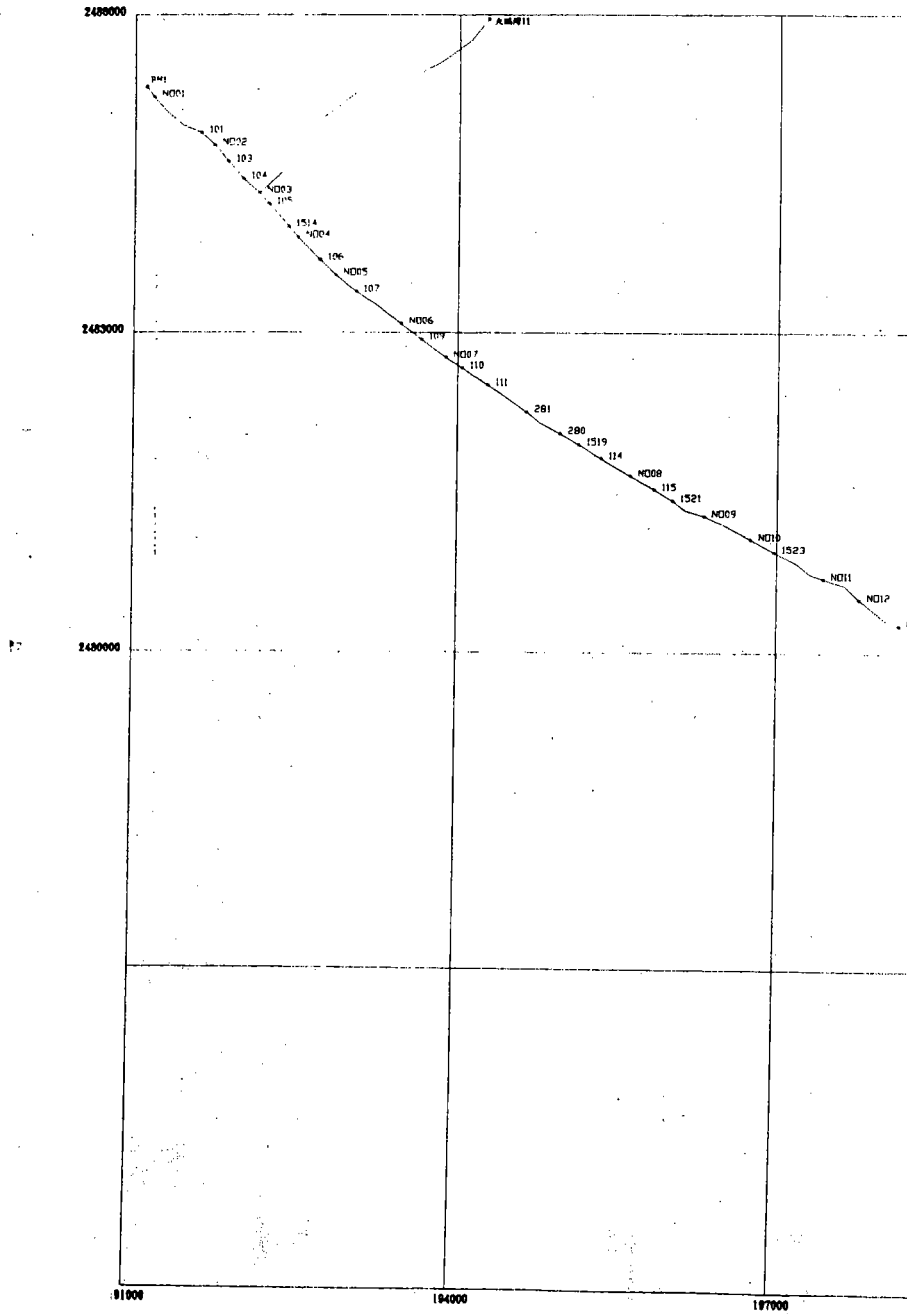


查測量(第六次)--水準網圖



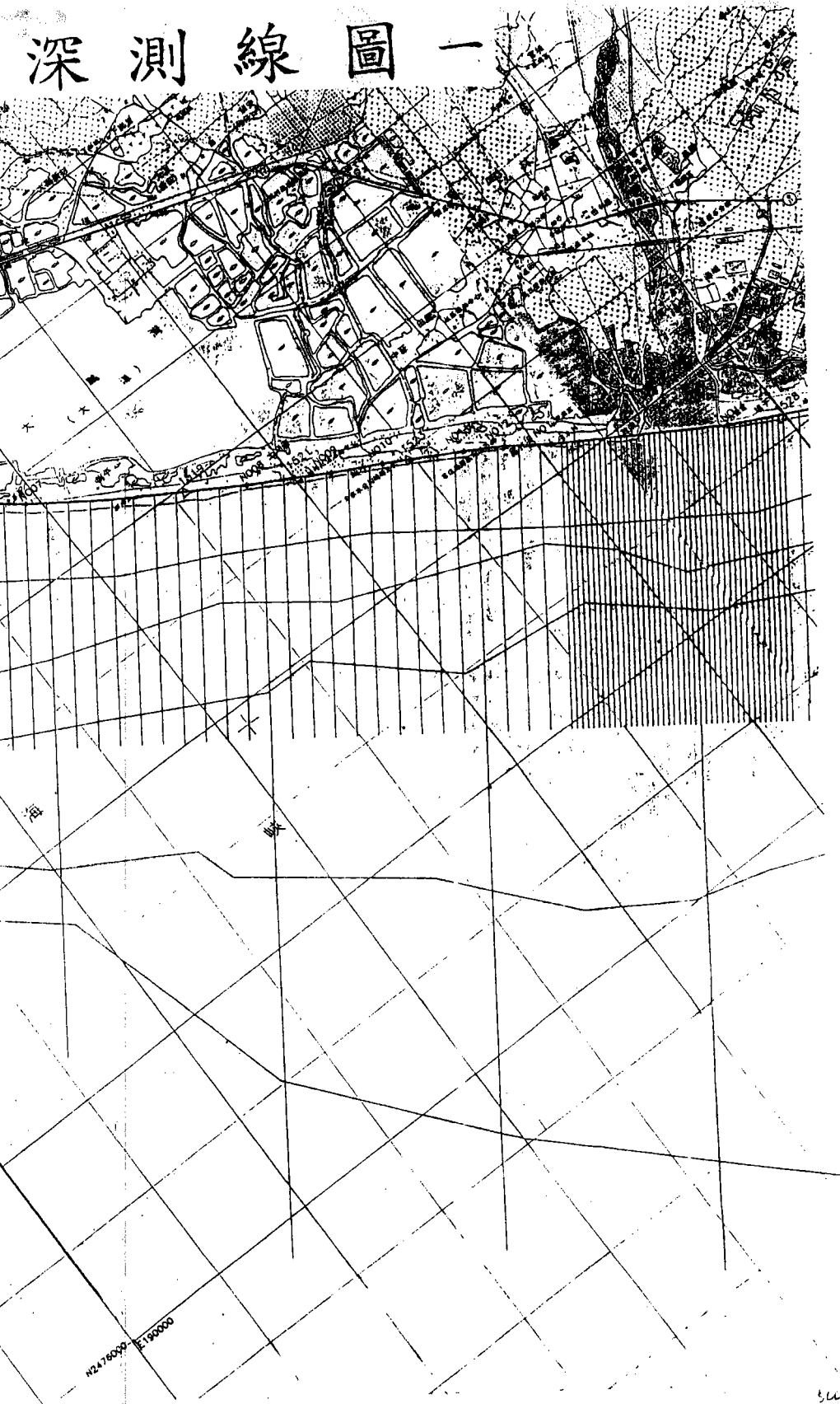
例尺: 1/30000

屏東林邊海岸地區沖



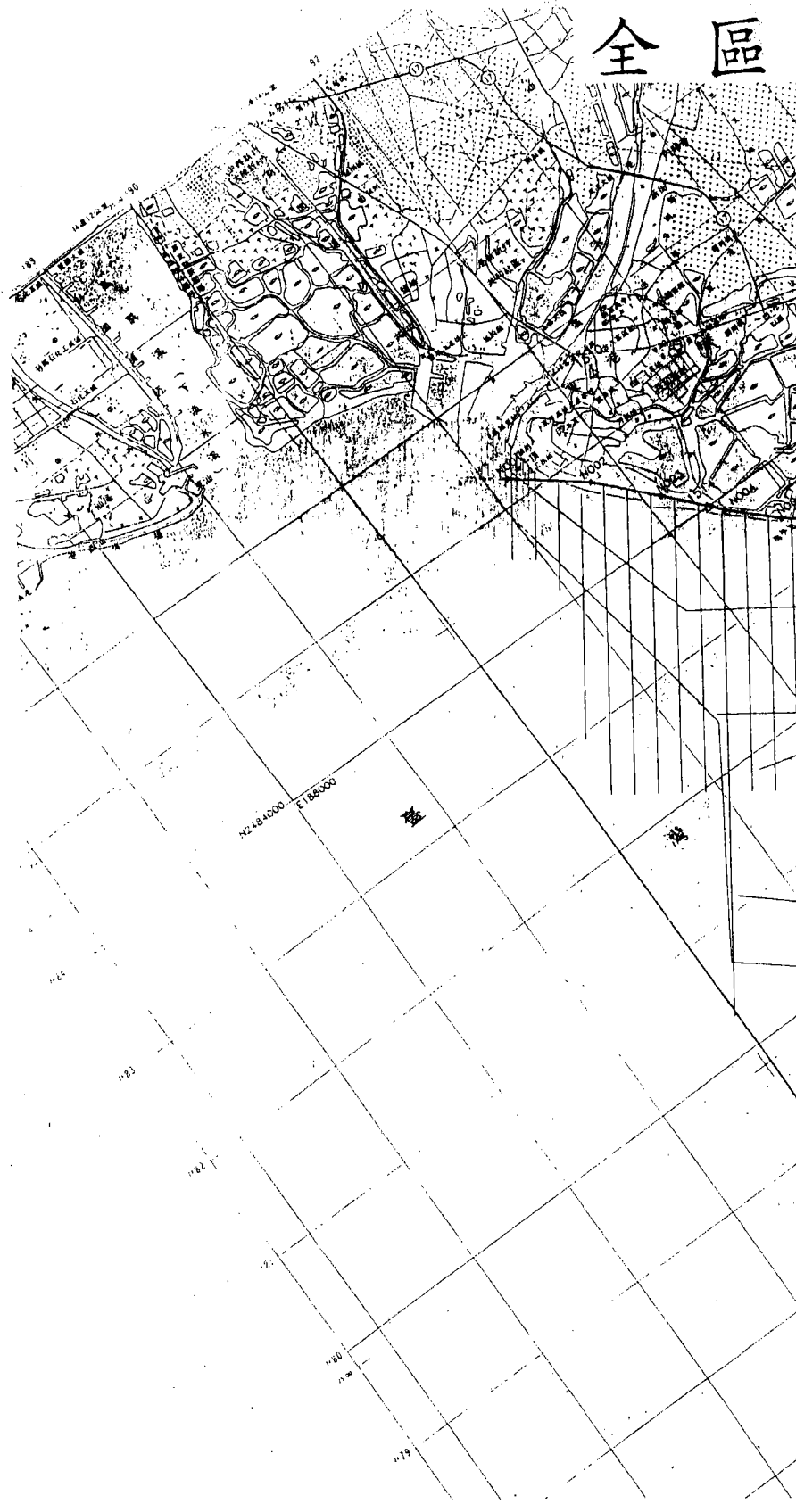
B、1.全區水深測線圖

一圖線測深

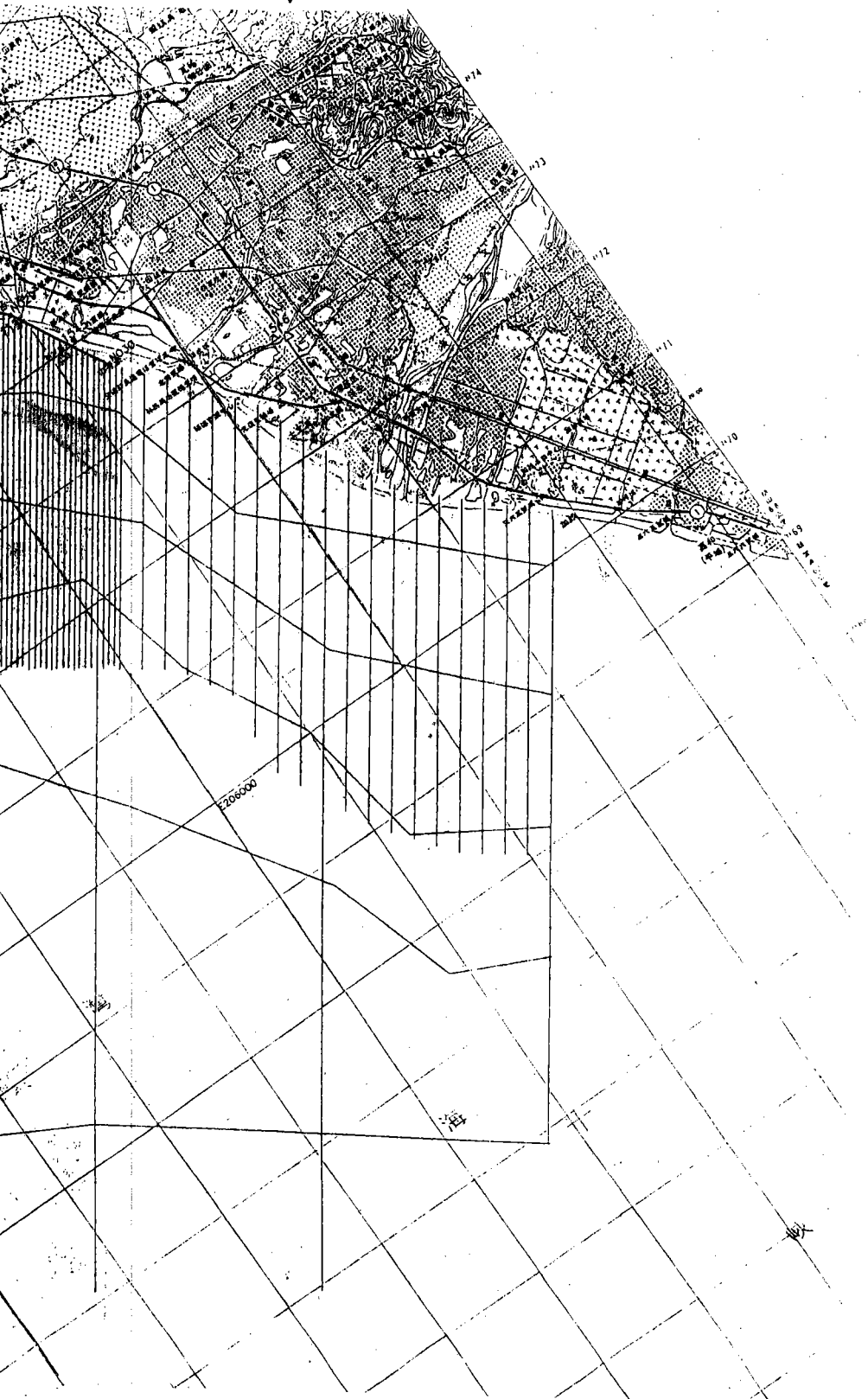


324

全區

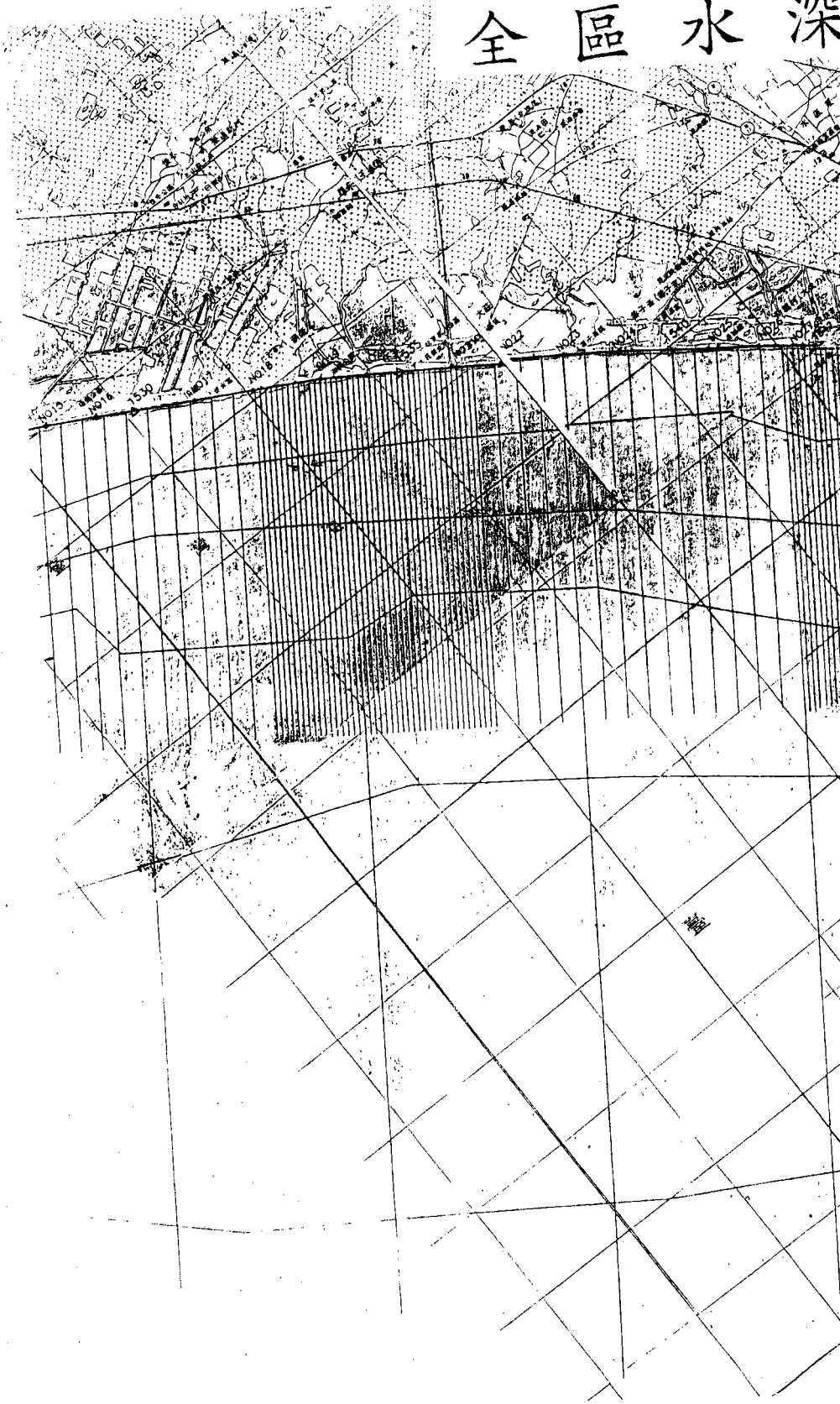


測線圖二



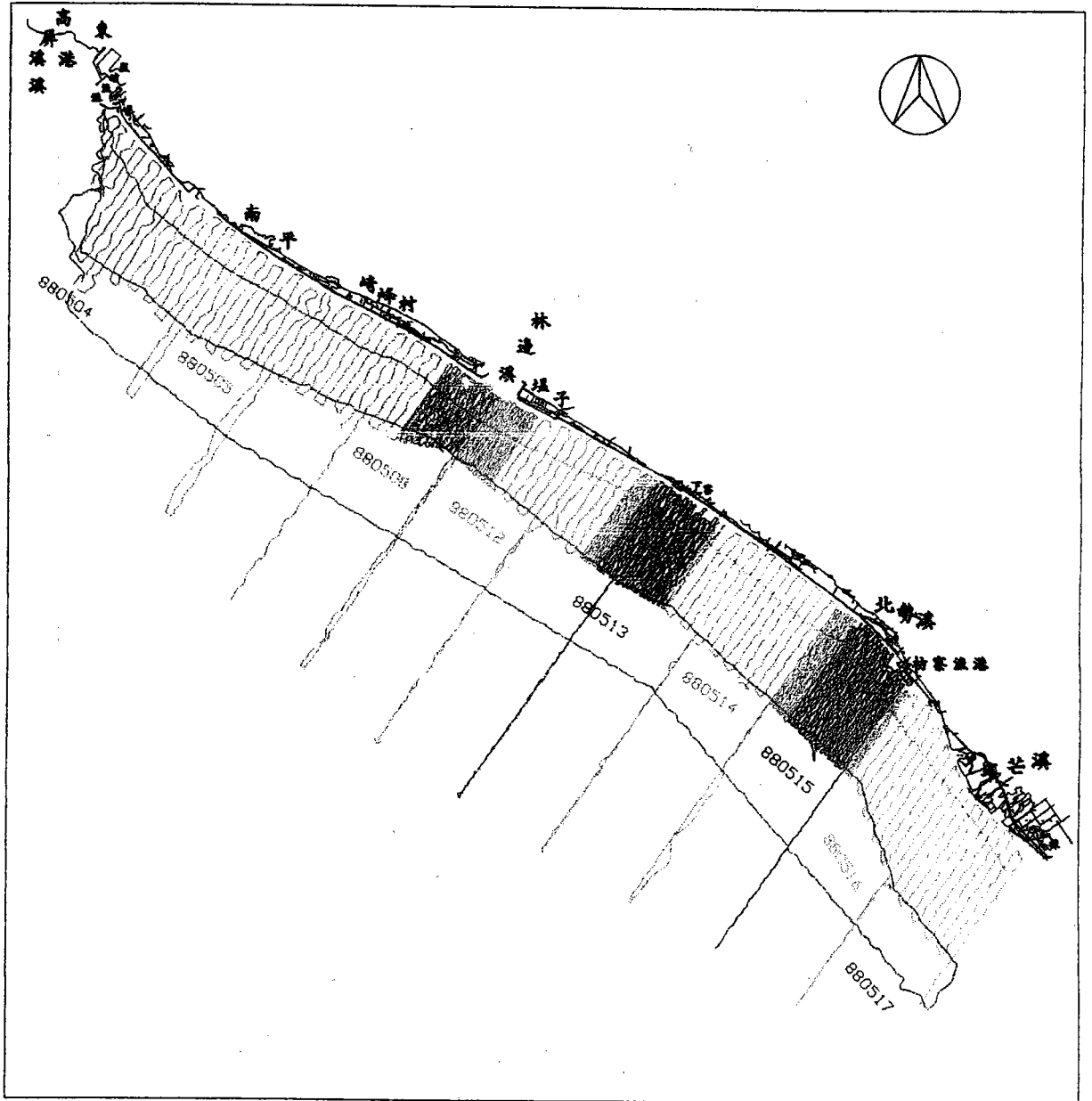
502

深水区全圖

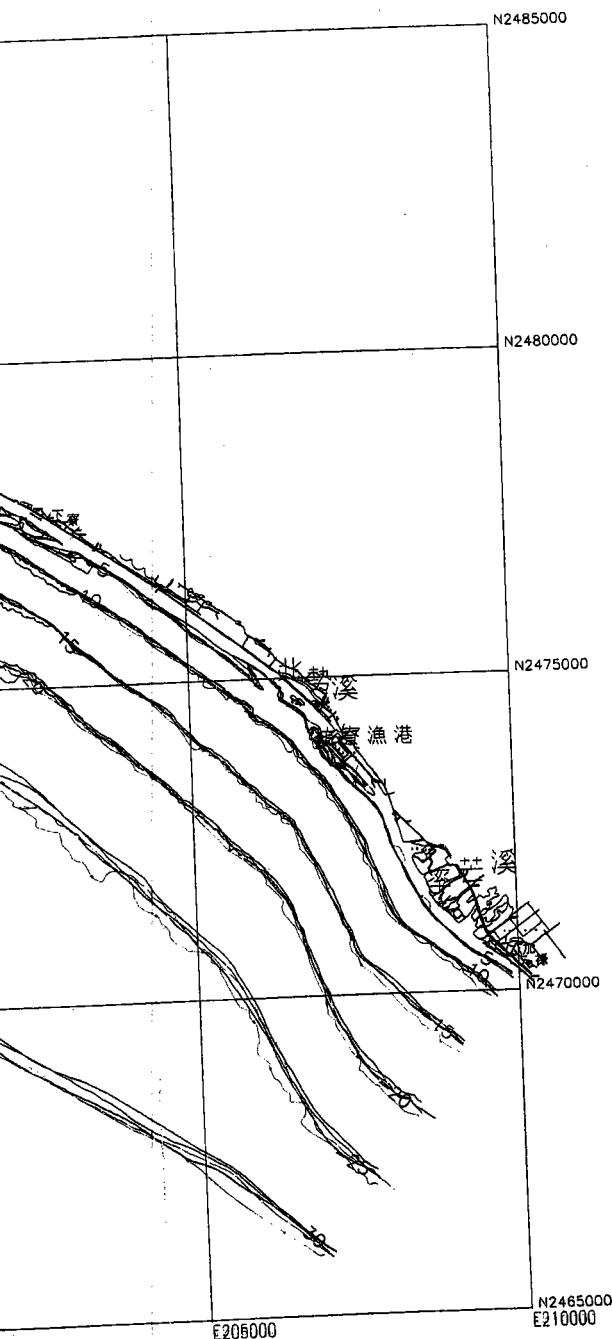


B、2.全區水深測線時
間位置圖

全區水深測線時間位置圖



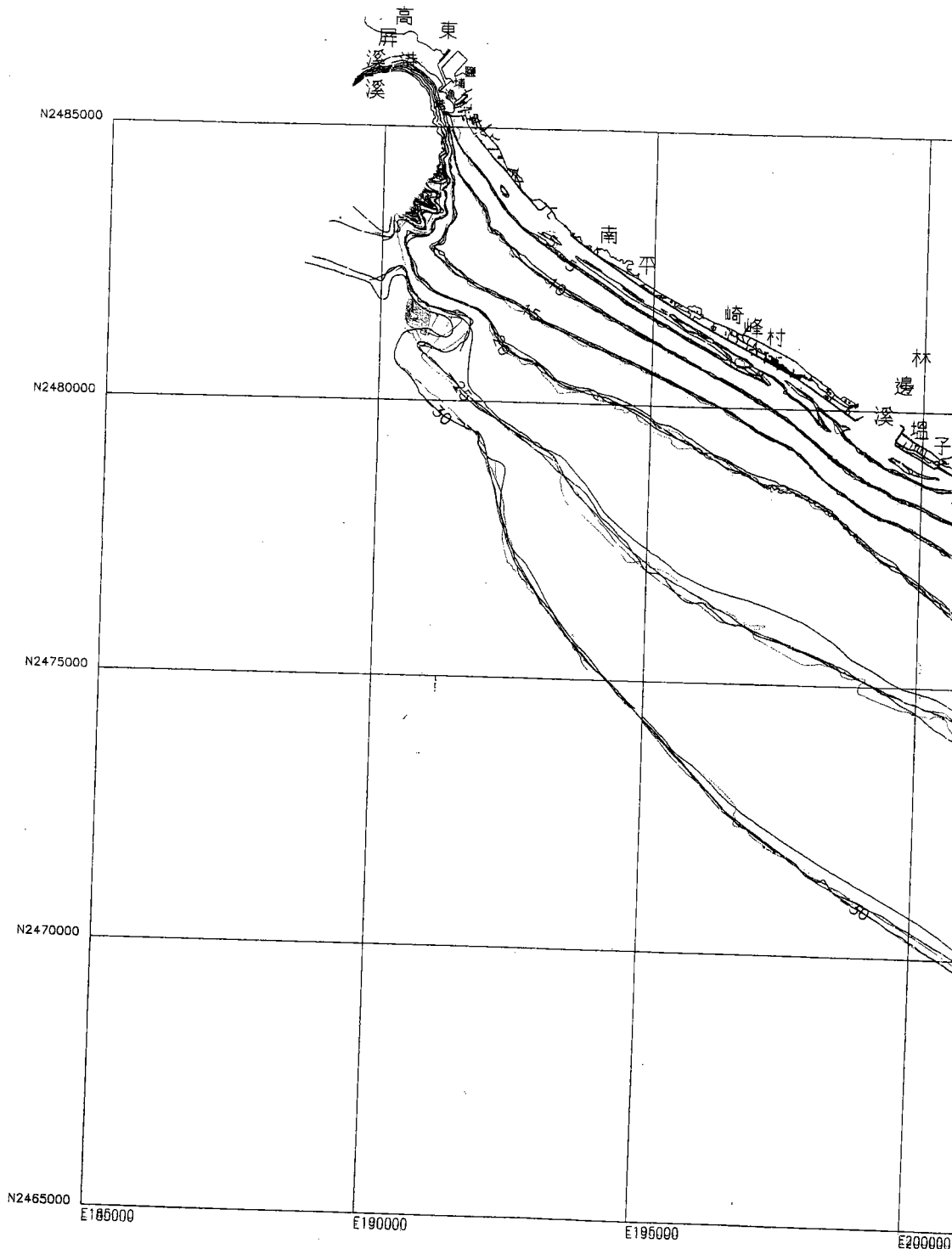
圖



- 1996-10 (第一次)
- 1997-05 (第二次)
- 1997-10 (第三次)
- 1998-05 (第四次)
- 1998-10 (第五次)
- 1999-06 (第六次)

主辦單位	台灣省交通處港灣技術研究所	比例尺	1:50000
測繪單位	詮華工程顧問有限公司	測繪日期	88.06

歷次測量等水深線

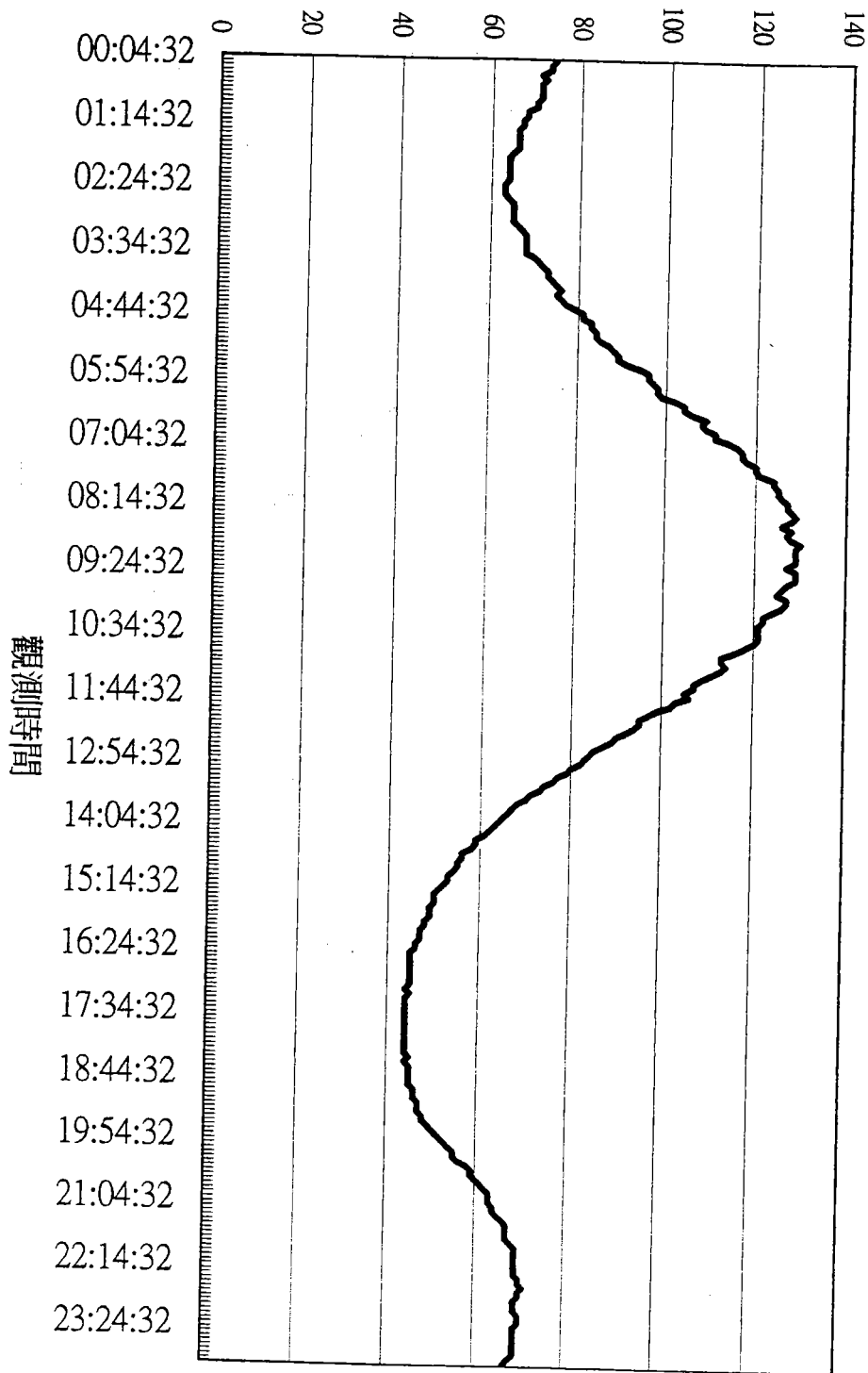


程名稱 屏東林邊海岸地區沖淤調查測量工作

附錄 C

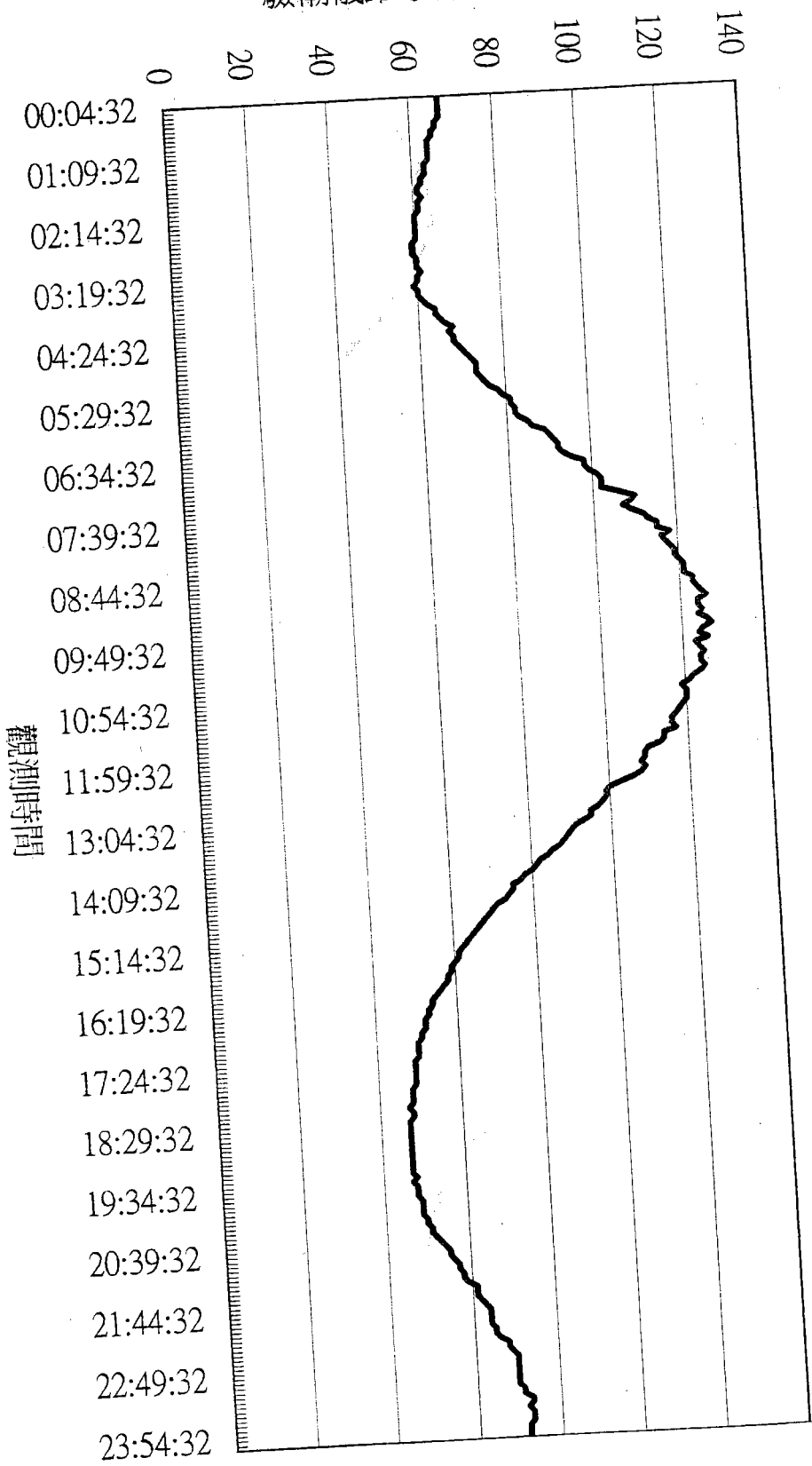
屏東林邊潮位曲線圖

驗潮儀距水面距離(公分)



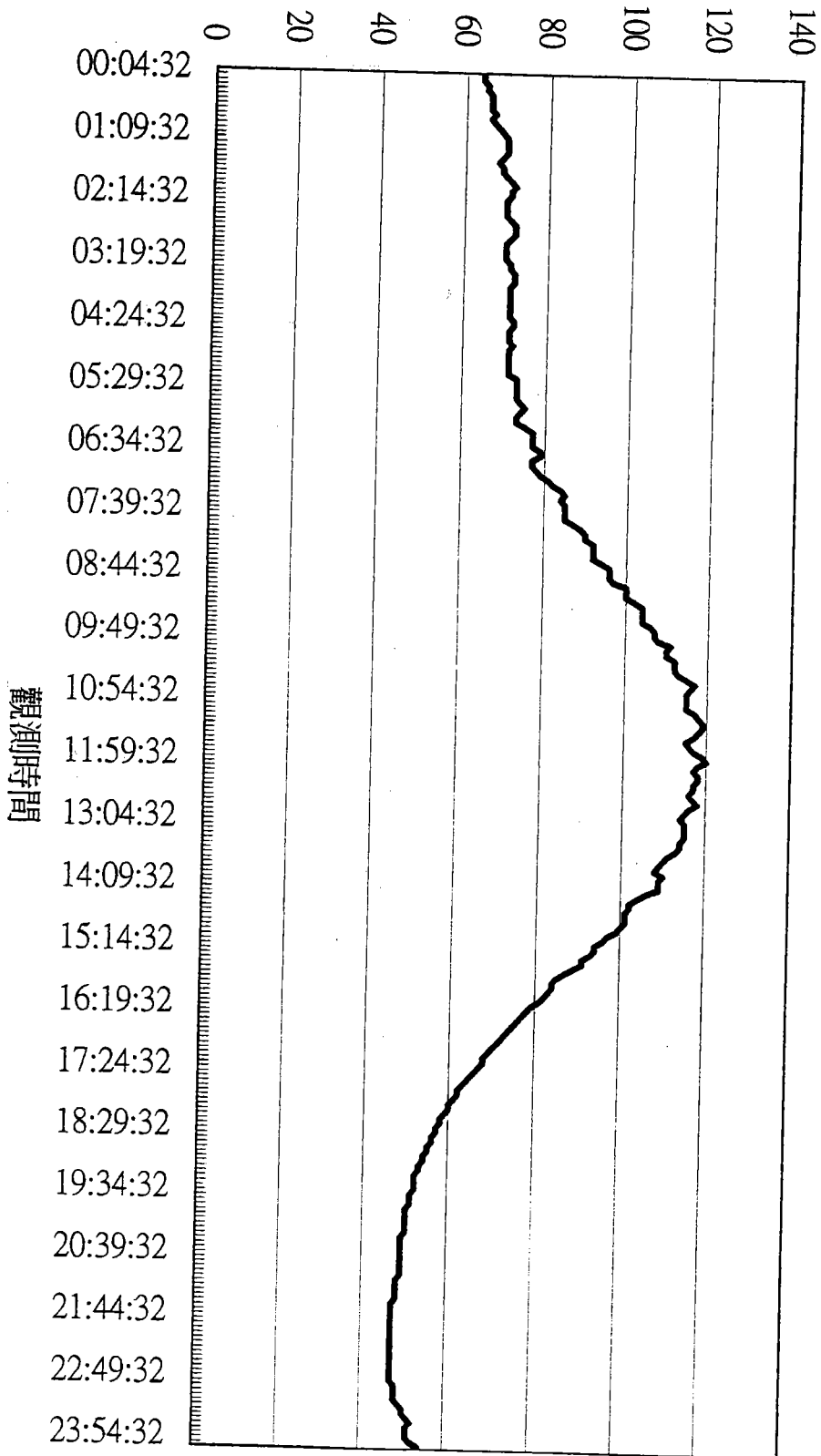
88年05月04日 潮位曲線圖

驗潮儀距水面距離(公分)



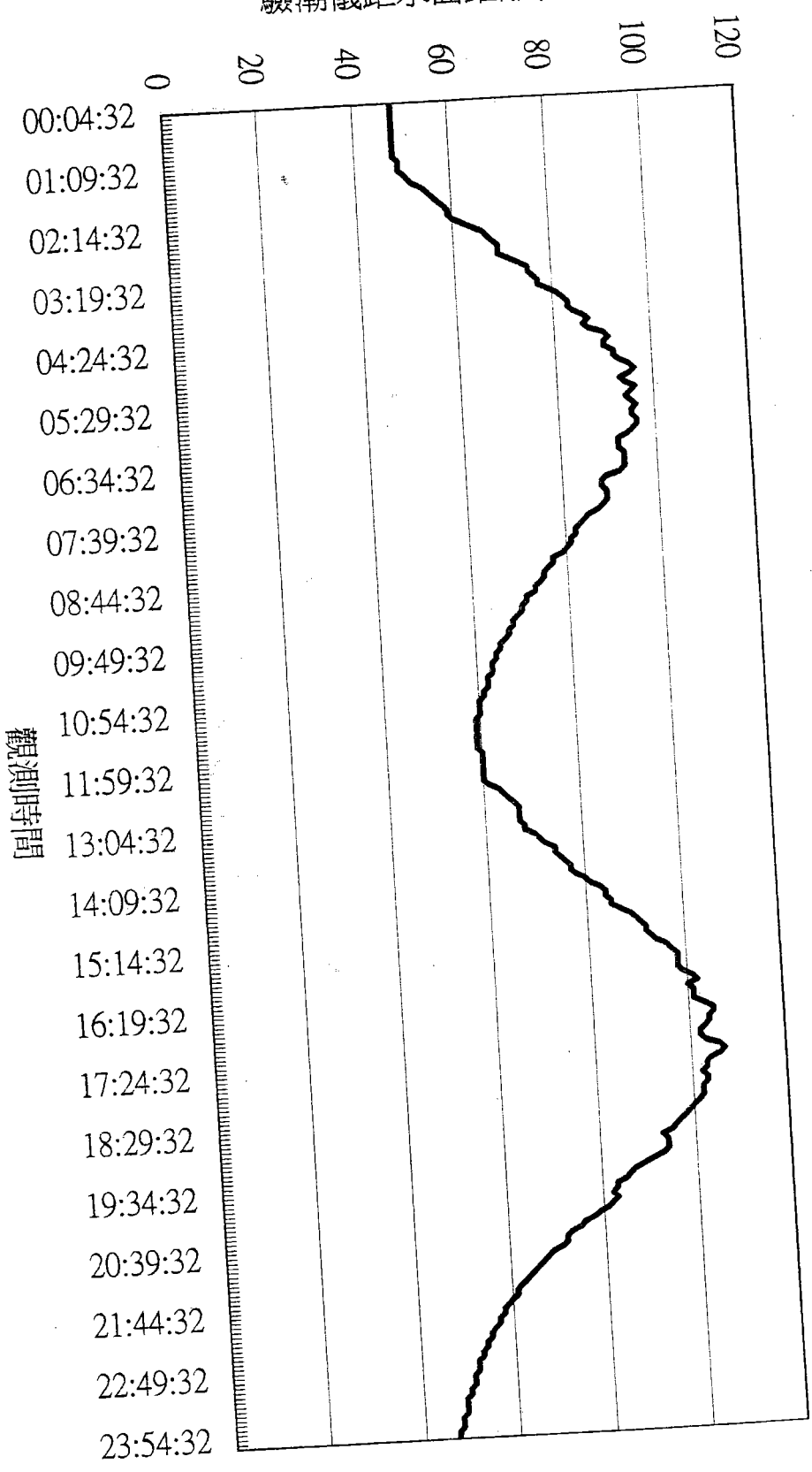
88年05月05日 潮位曲線圖

驗潮儀距水面距離(公分)



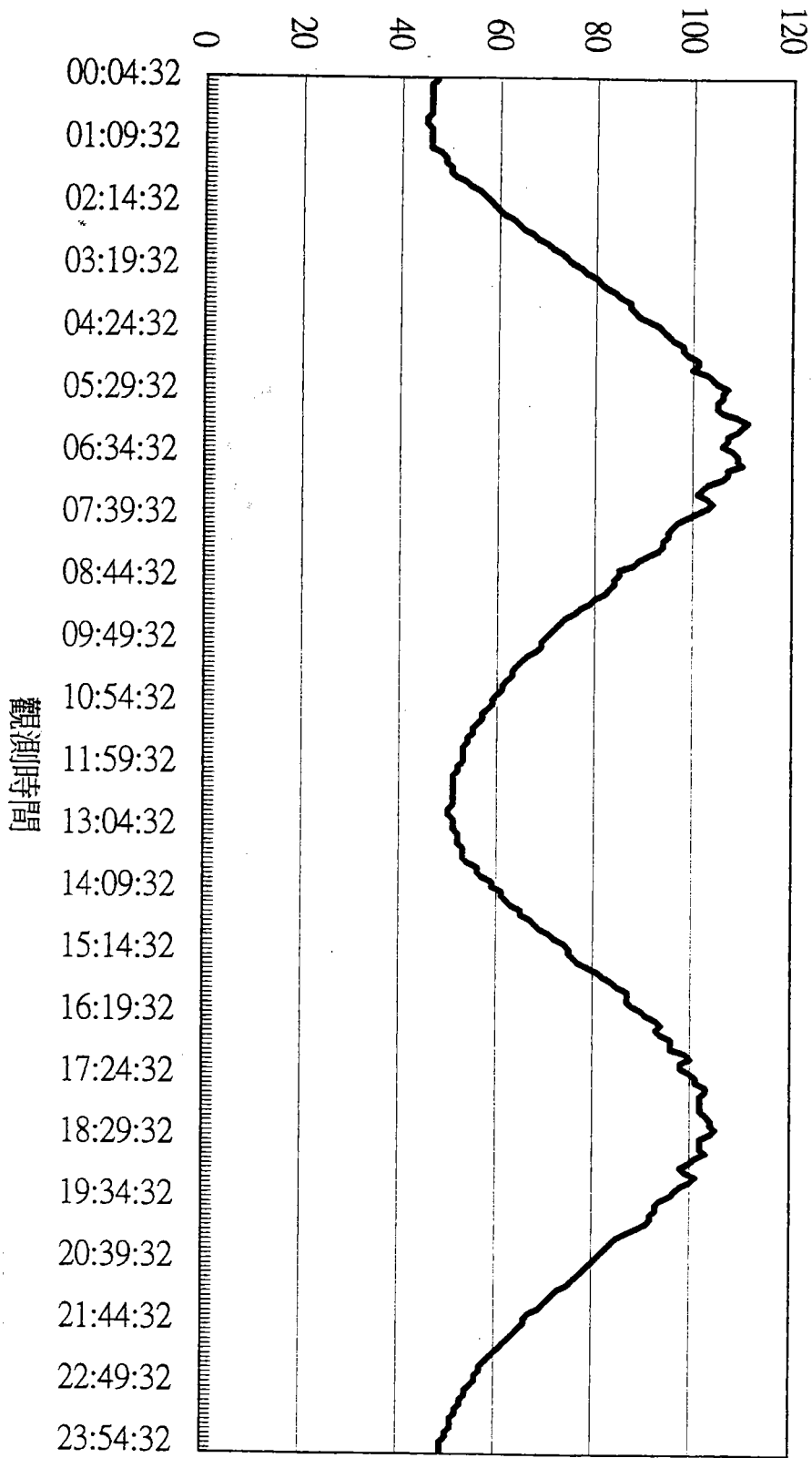
88年05月08日 潮位曲線圖

驗潮儀距水面距離(公分)



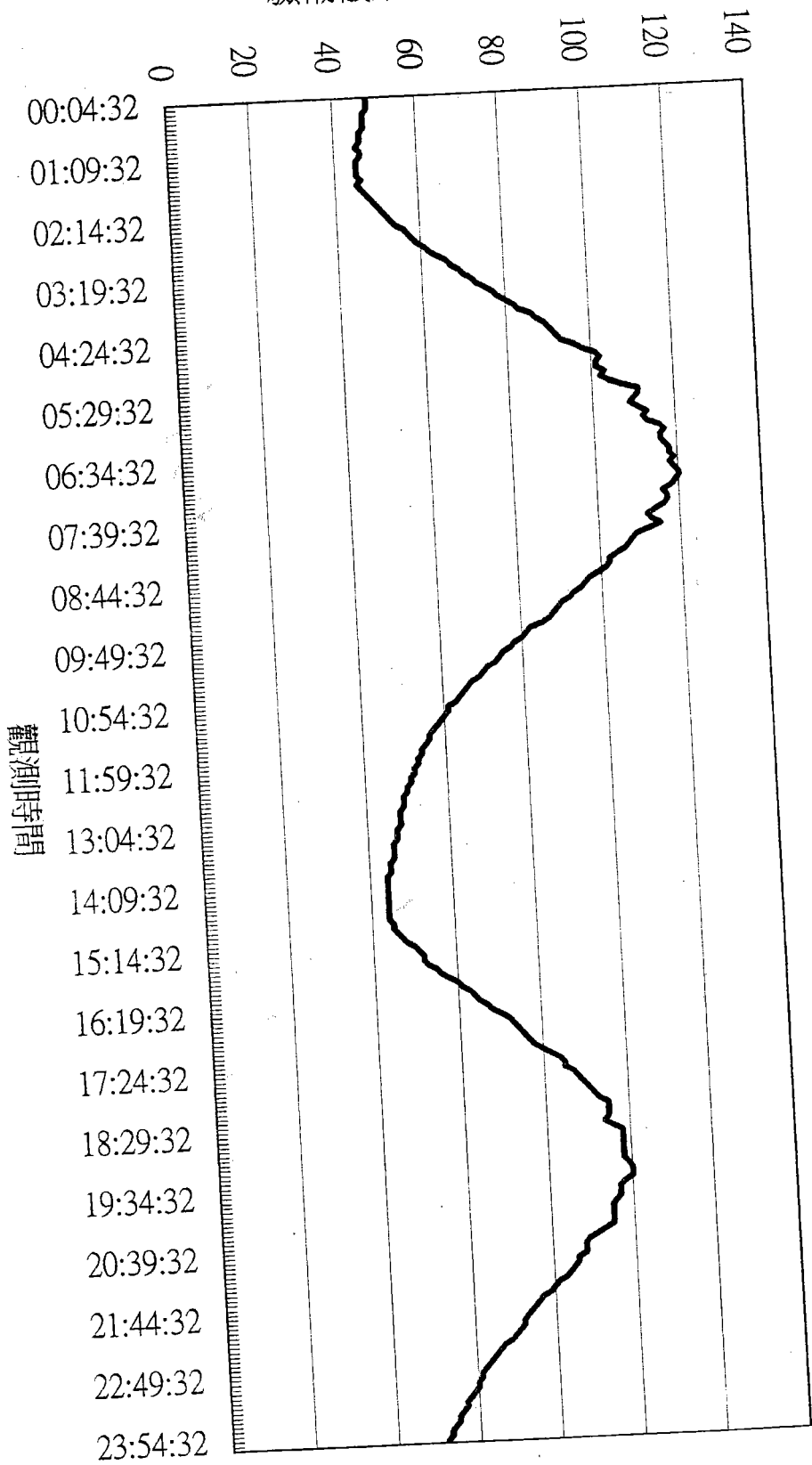
88年05月12日 潮位曲線圖

驗潮儀距水面距離(公分)



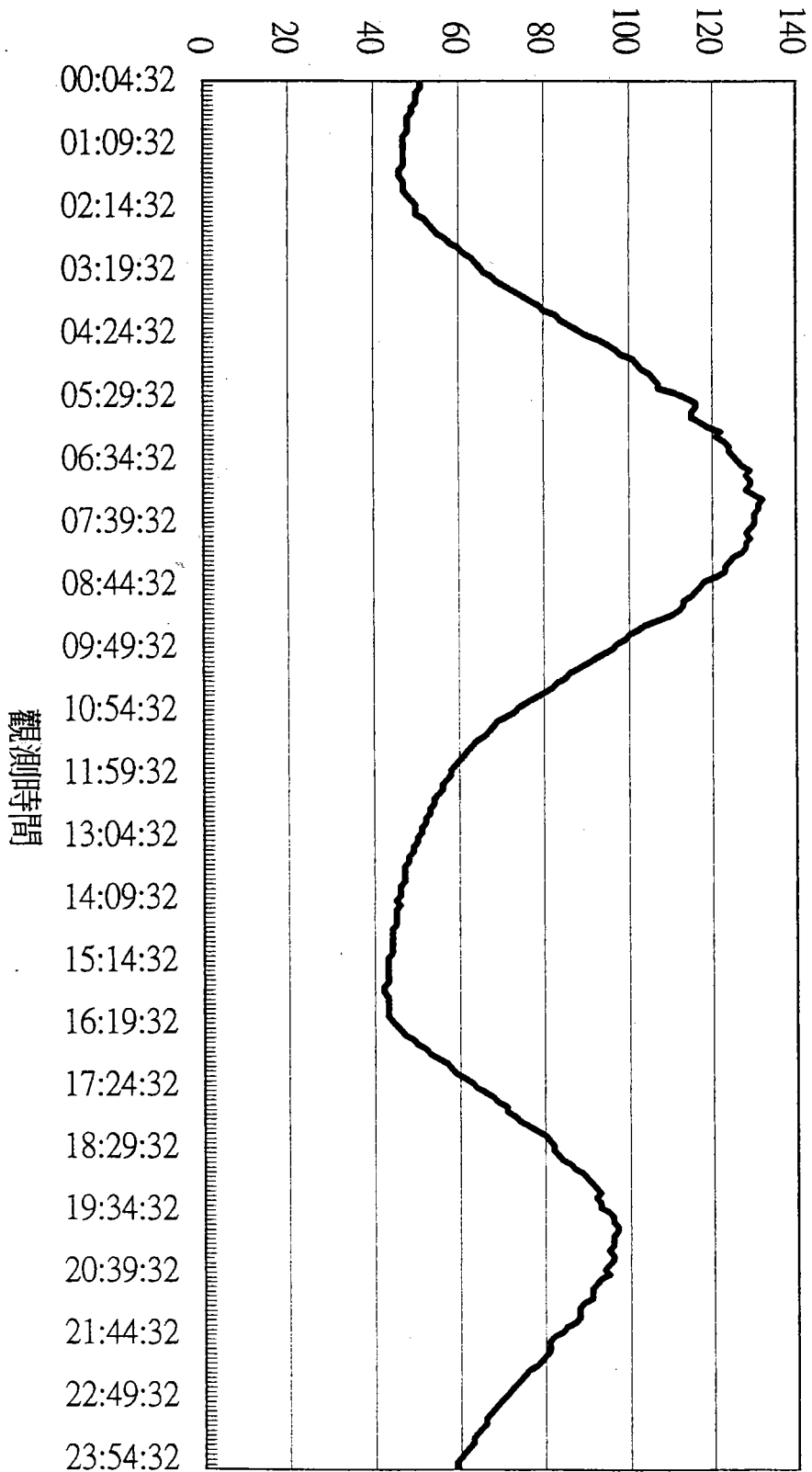
88年05月13日 潮位曲線圖

驗潮儀距水面距離(公分)



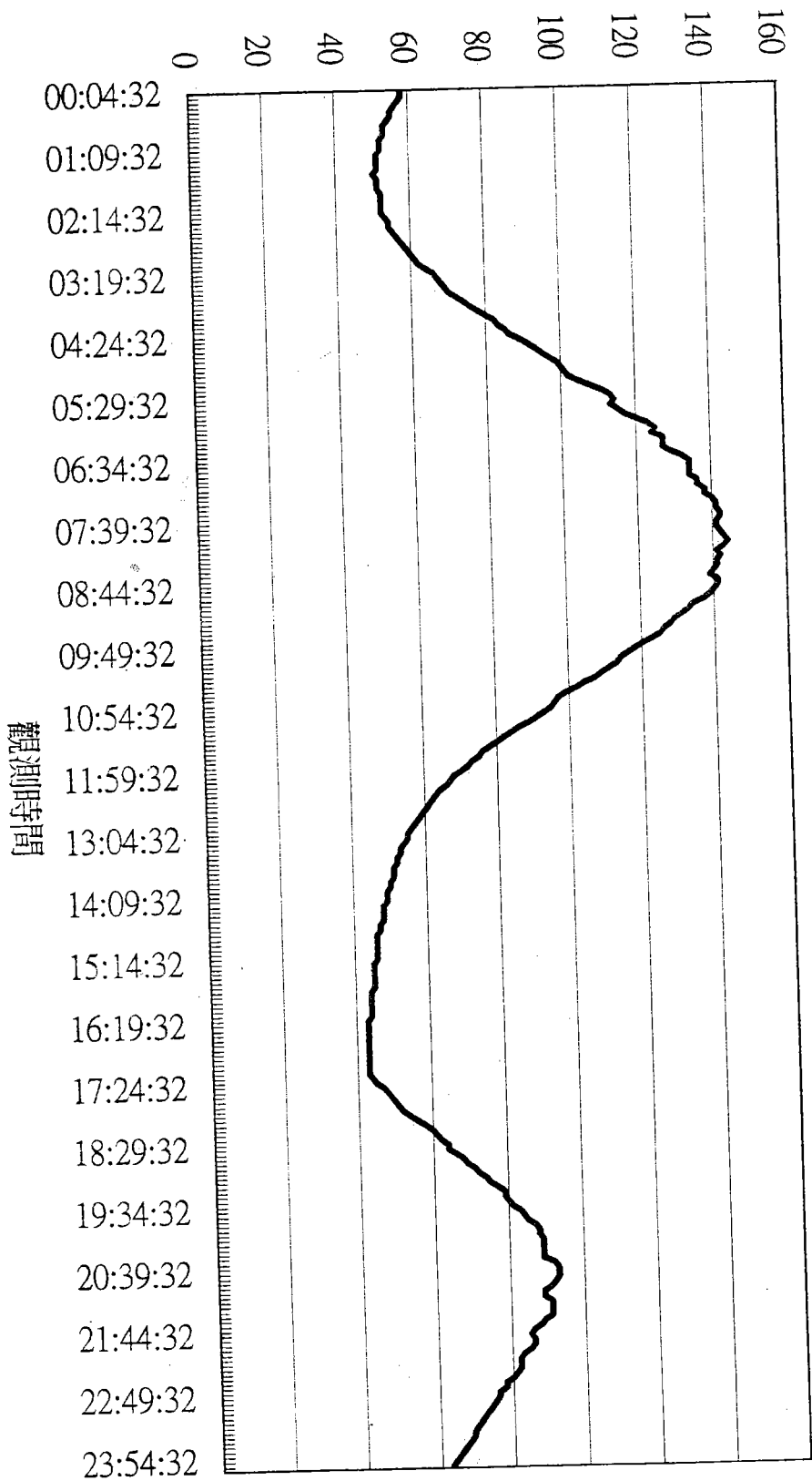
88年05月14日 潮位曲線圖

驗潮儀距水面距離(公分)



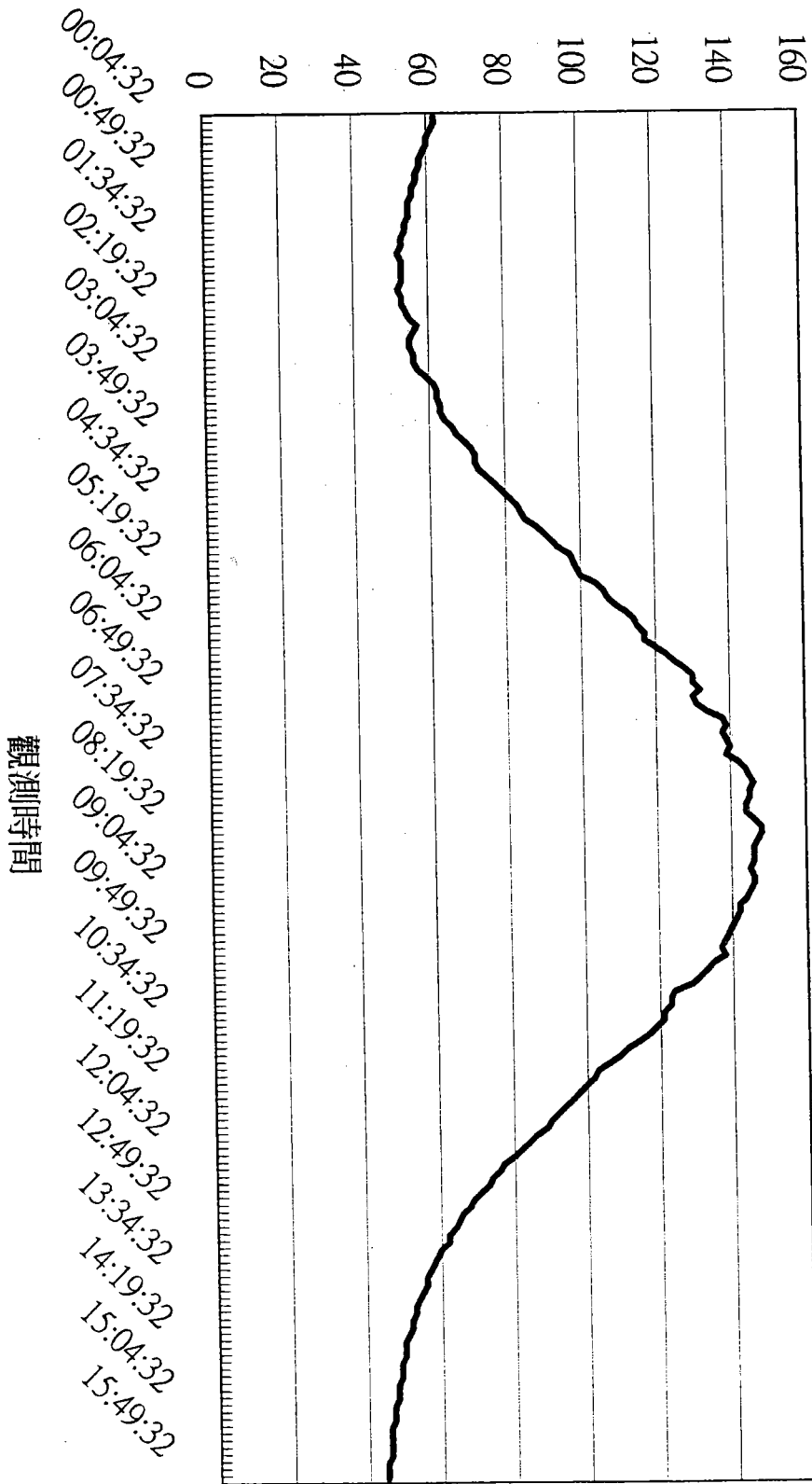
88年05月15日 潮位曲線圖

驗潮儀距水面距離(公分)



88年05月16日 潮位曲線圖

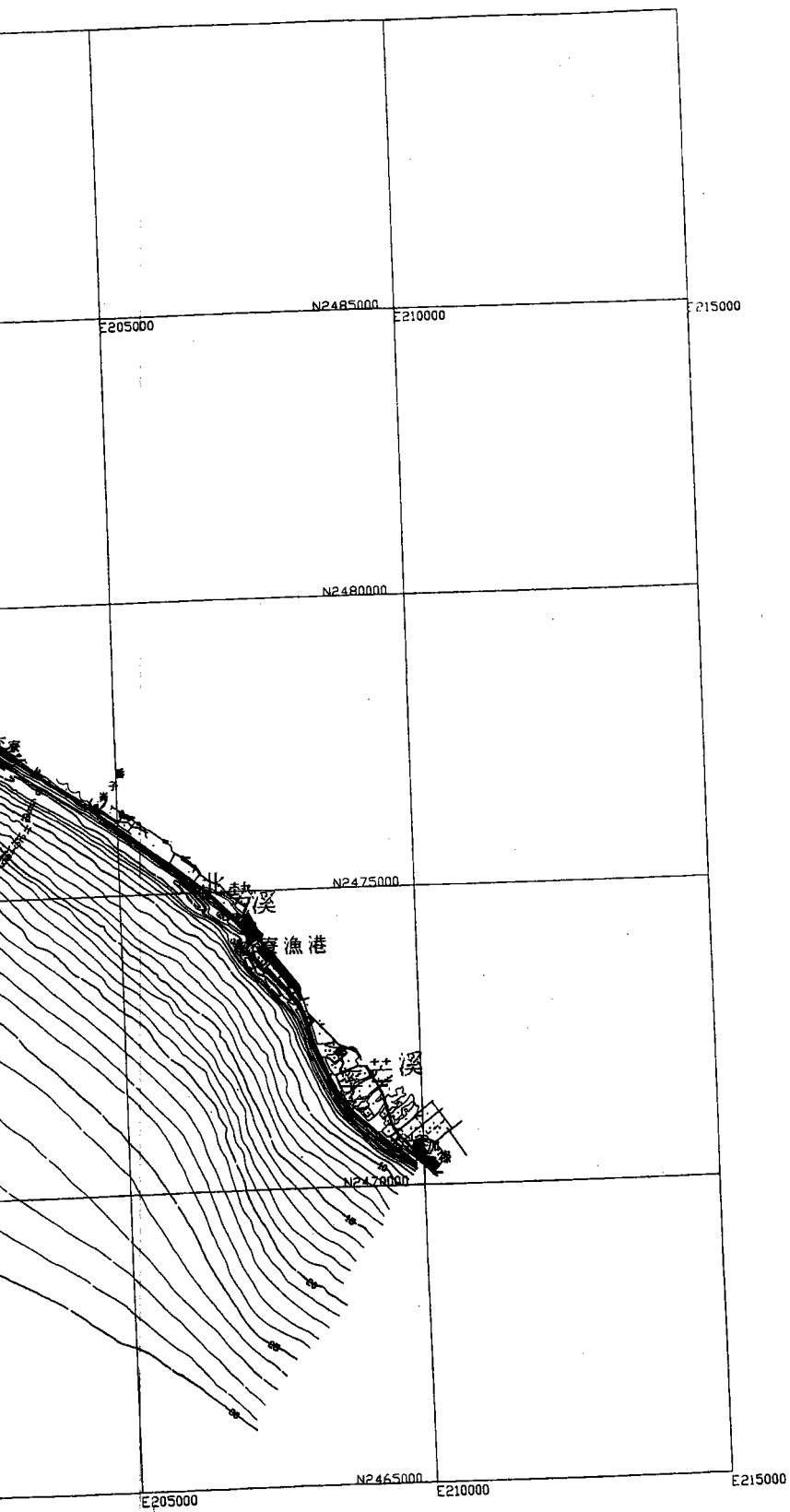
驗潮儀距水面距離(公分)



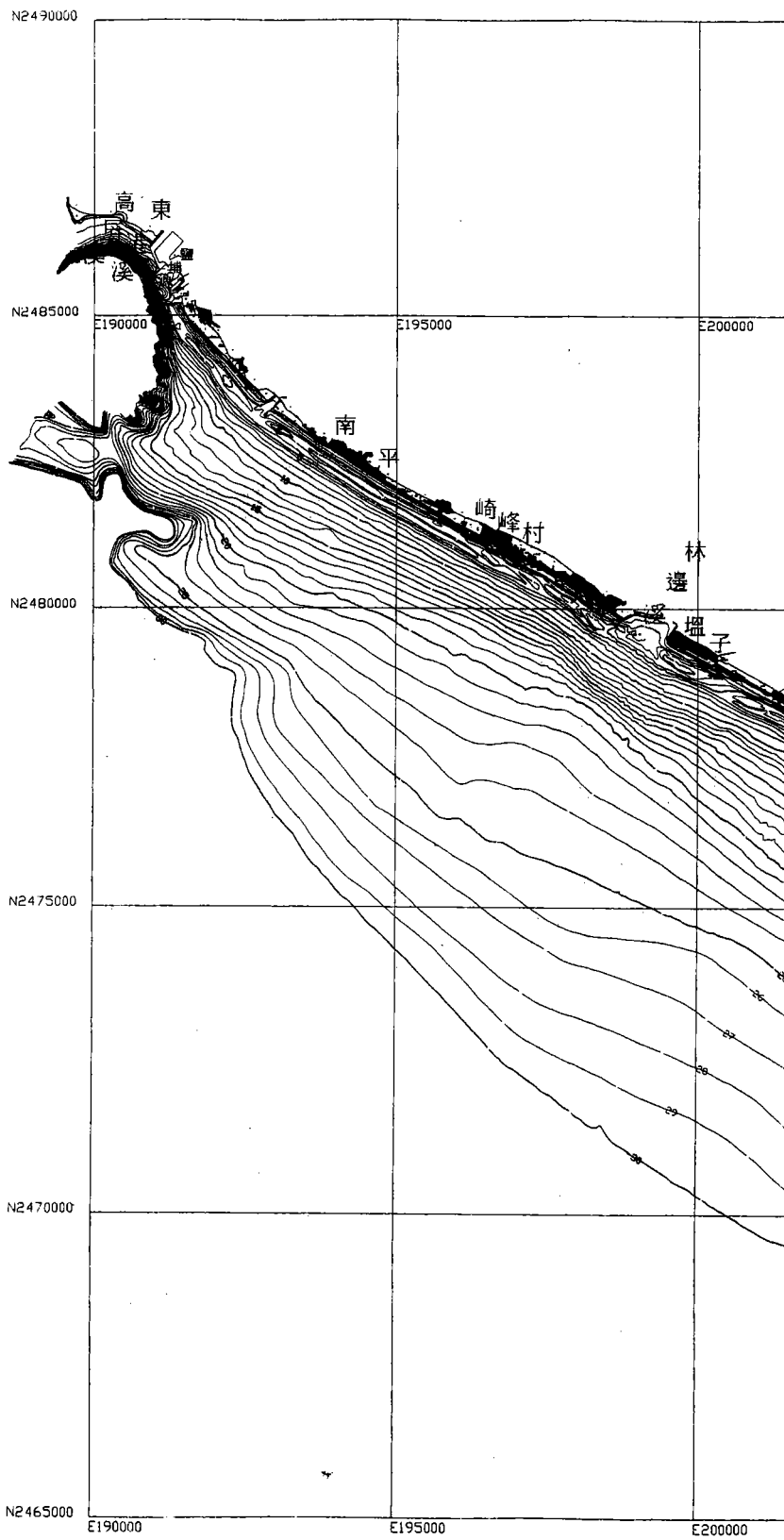
88年05月17日 潮位曲線圖

附錄 D

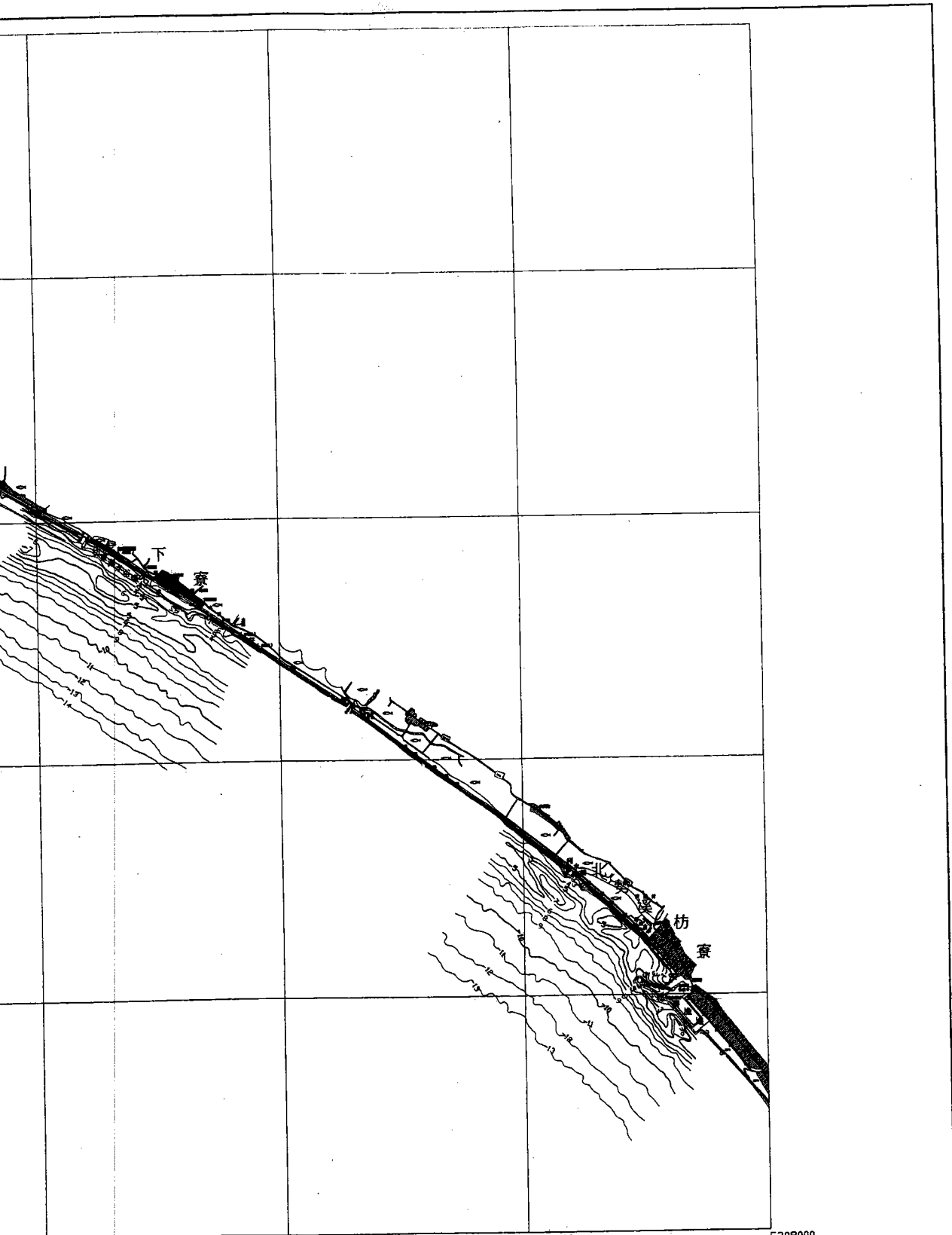
屏東林邊海域地形測量
水中流速量測記錄表



) 主辦單位	台灣省交通處港灣技術研究所		比例尺	1:50,000
	測繪單位	詮華工程顧問有限公司		測繪日期



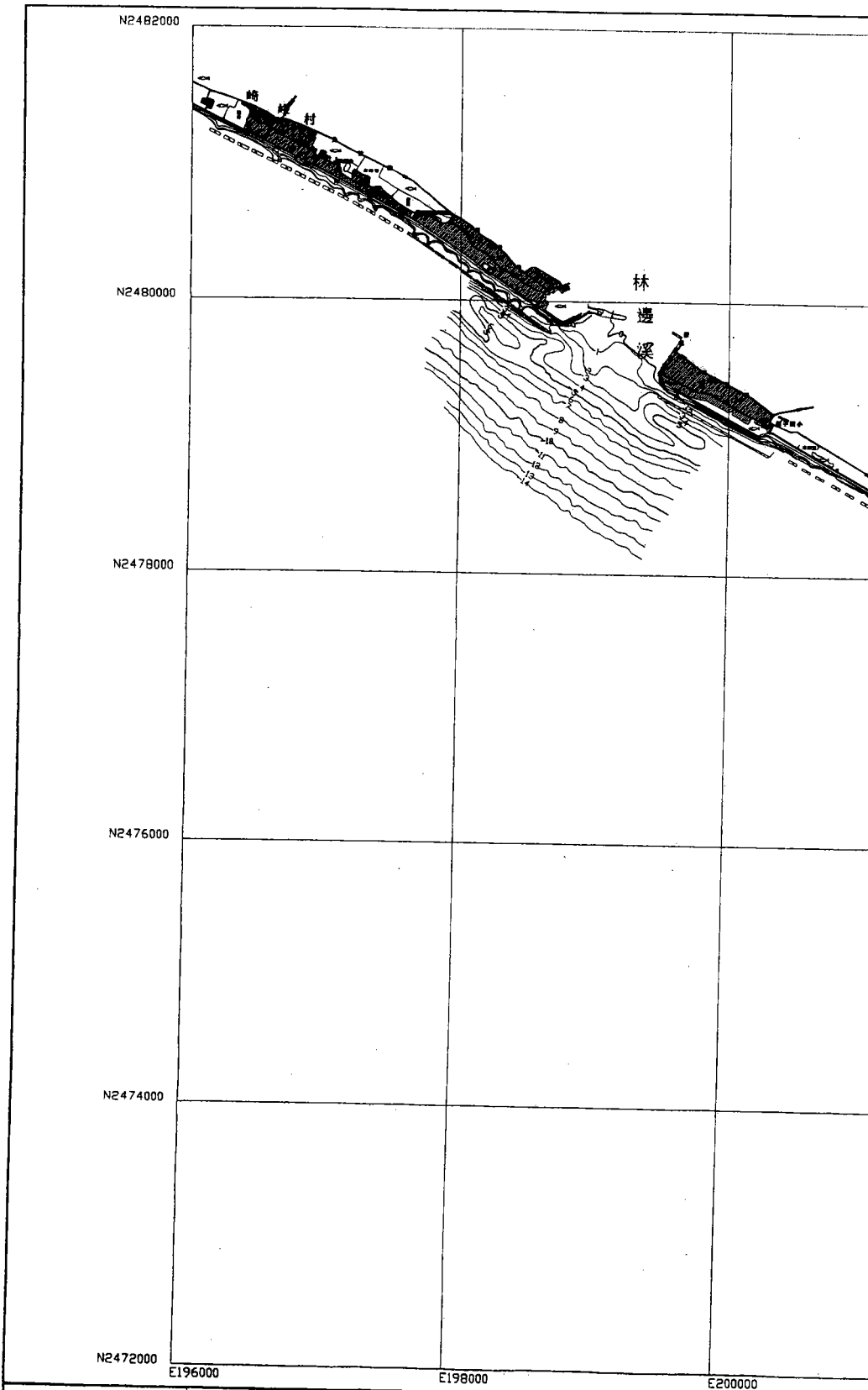
工程名稱 屏東林邊海岸地區沖淤調查測量工作 (大區域)



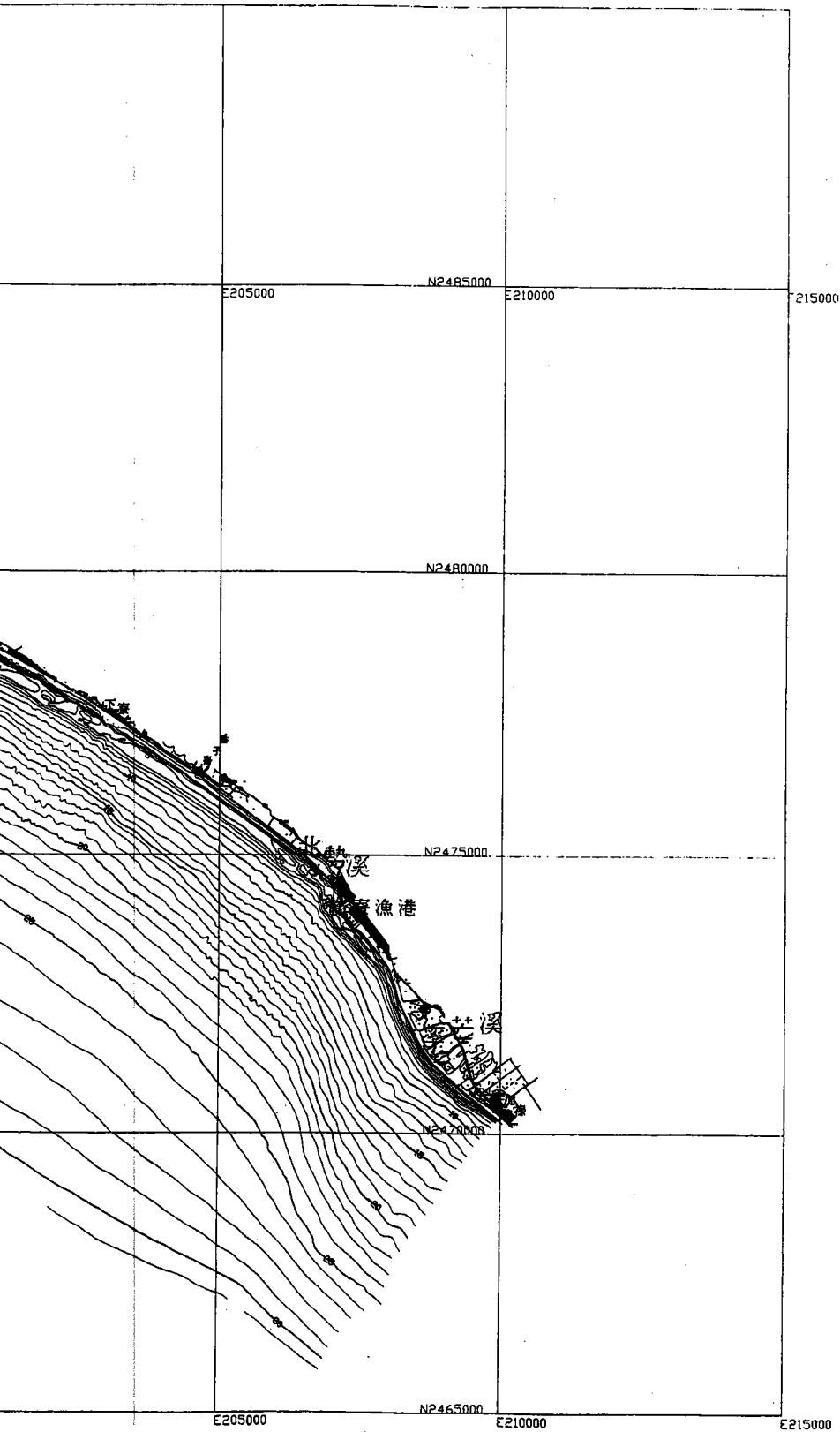
E202000	E204000	E206000	E208000	比例尺	1:20,000
主辦單位 台灣省交通處港灣技術研究所				測繪日期	86.05
測繪單位 詮華工程顧問有限公司					

量)

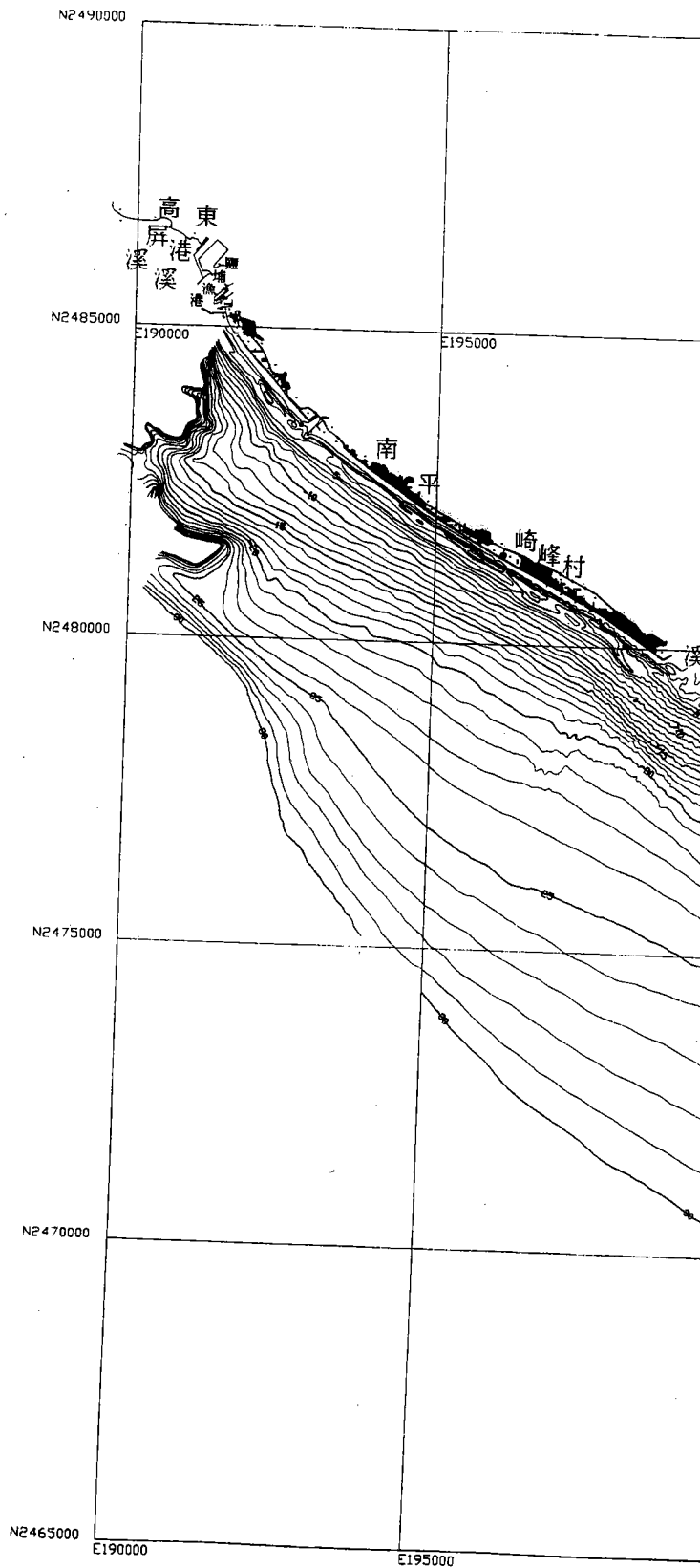
E2



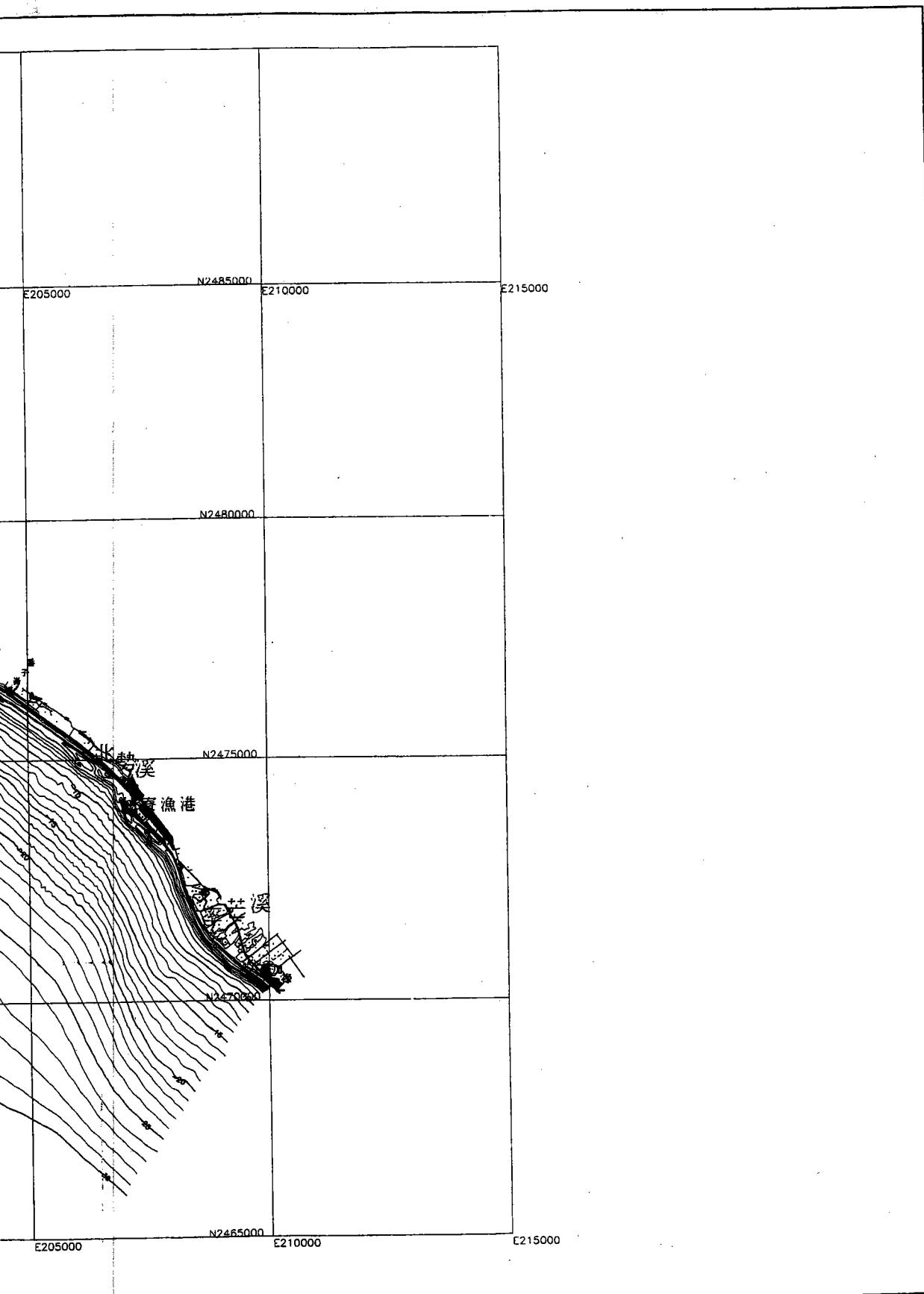
工程名稱 屏東林邊海岸地區沖淤調查測量工作 (小區)



主辦單位	台灣省交通處港灣技術研究所	比例尺	1:50,00
測繪單位	詮華工程顧問有限公司	測繪日期	86.11

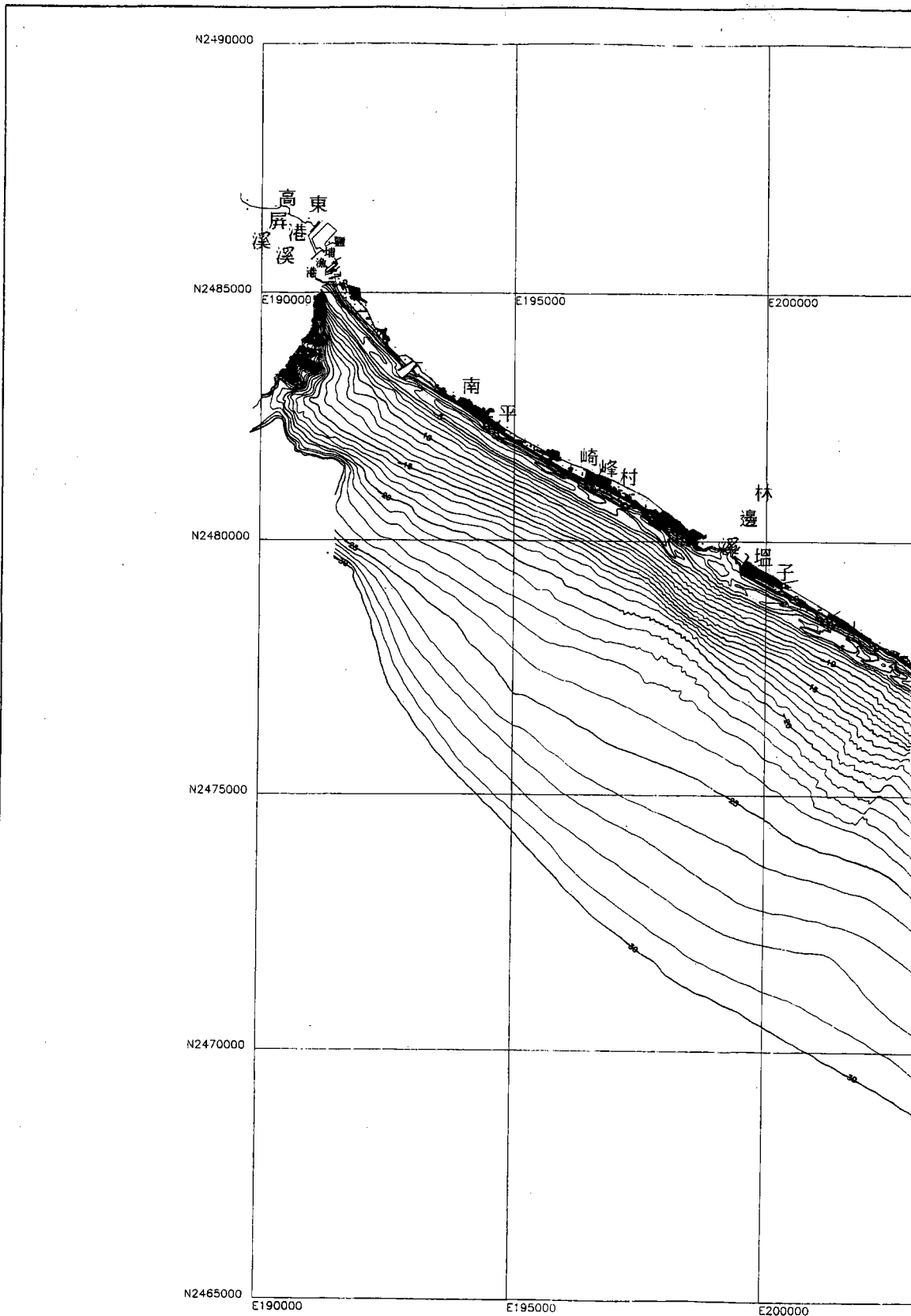


工程名稱 屏東林邊海岸地區沖淤調查測量工作 (八十六)



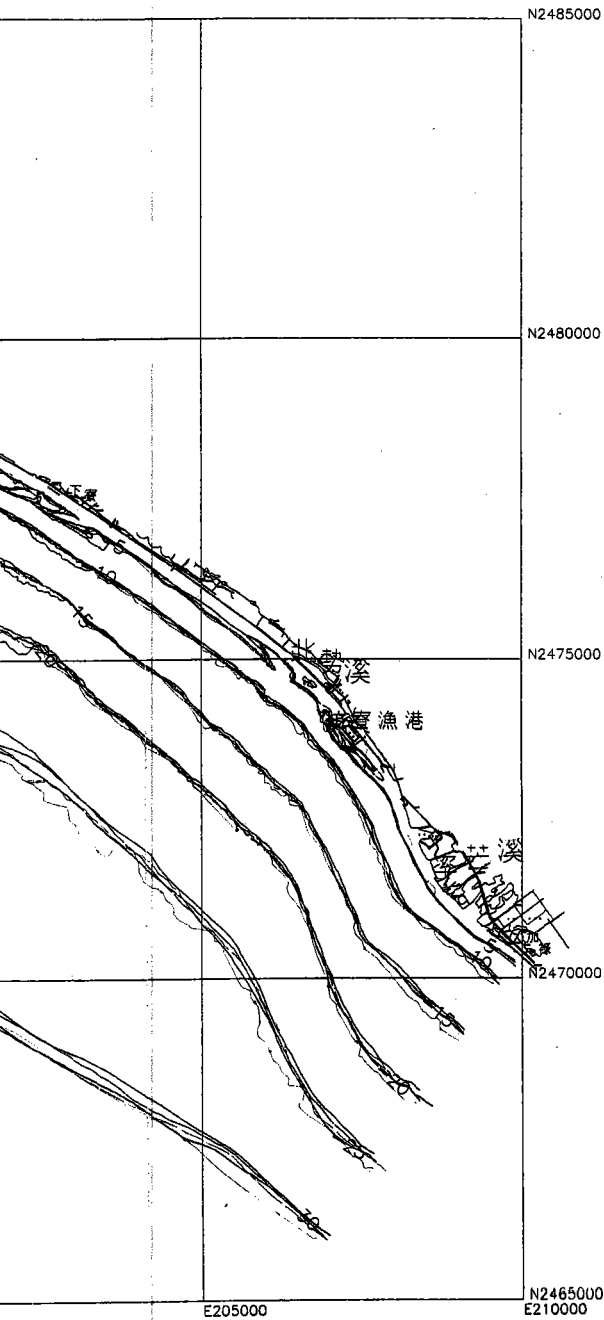
主辦單位	台灣省交通處港灣技術研究所	比例尺	1:50,000
測繪單位	詮華工程顧問有限公司	測繪日期	87.05

E4



工程名稱 屏東林邊海岸地區沖淤調查測量工作 (第四次)

較圖

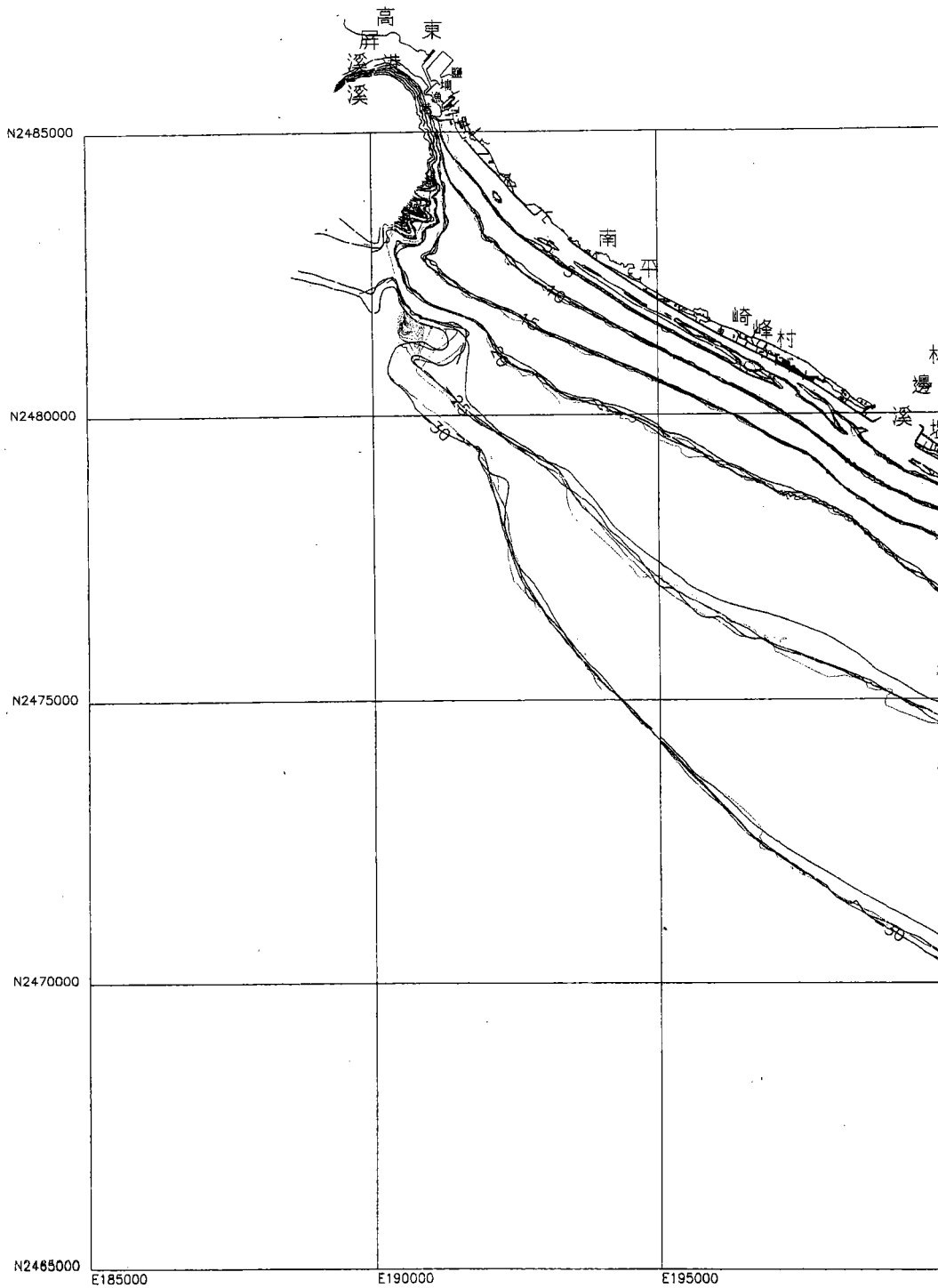


- 1996-10 (第一次)
- 1997-05 (第二次)
- 1997-10 (第三次)
- 1998-05 (第四次)
- 1998-10 (第五次)

主辦單位	台灣省交通處港灣技術研究所	比例尺	1:50000
測繪單位	詮華工程顧問有限公司	測繪日期	88.06

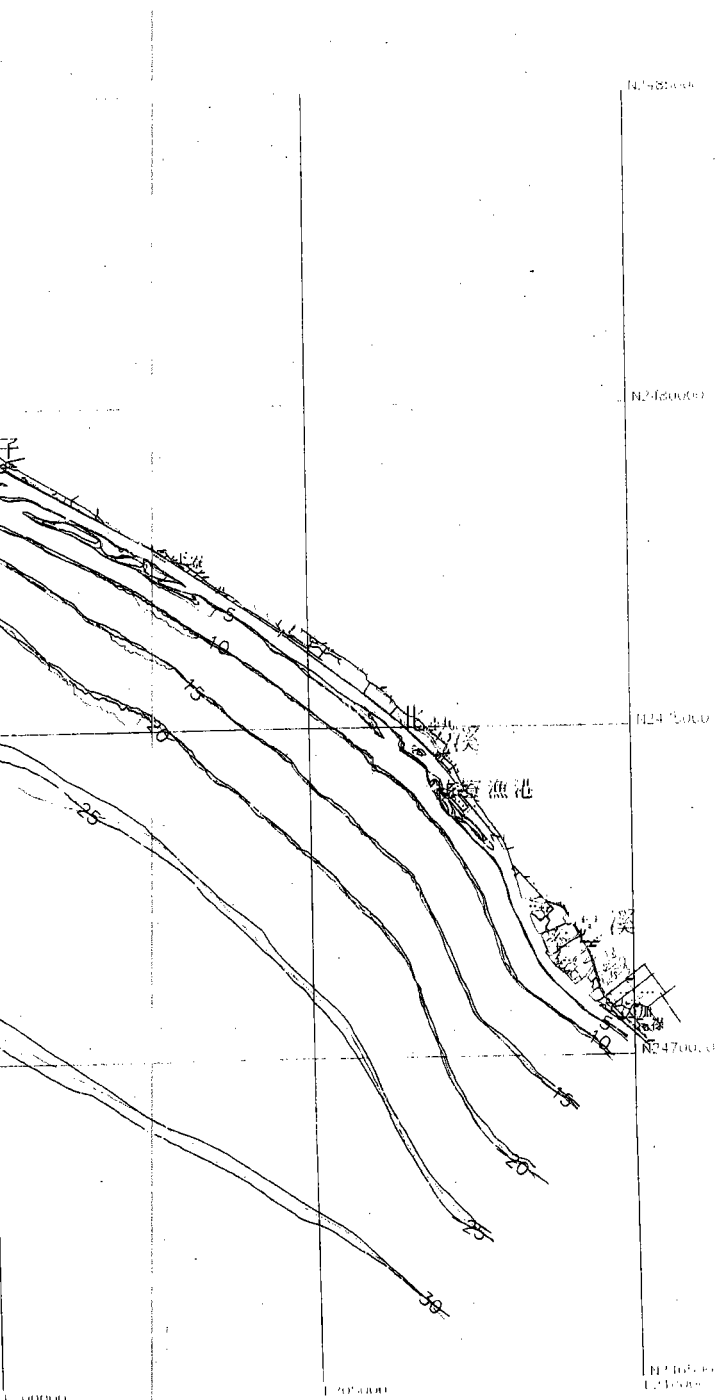
55

歷次測量等水深綫



程名稱 屏東林邊海岸地區沖淤調查測量工作

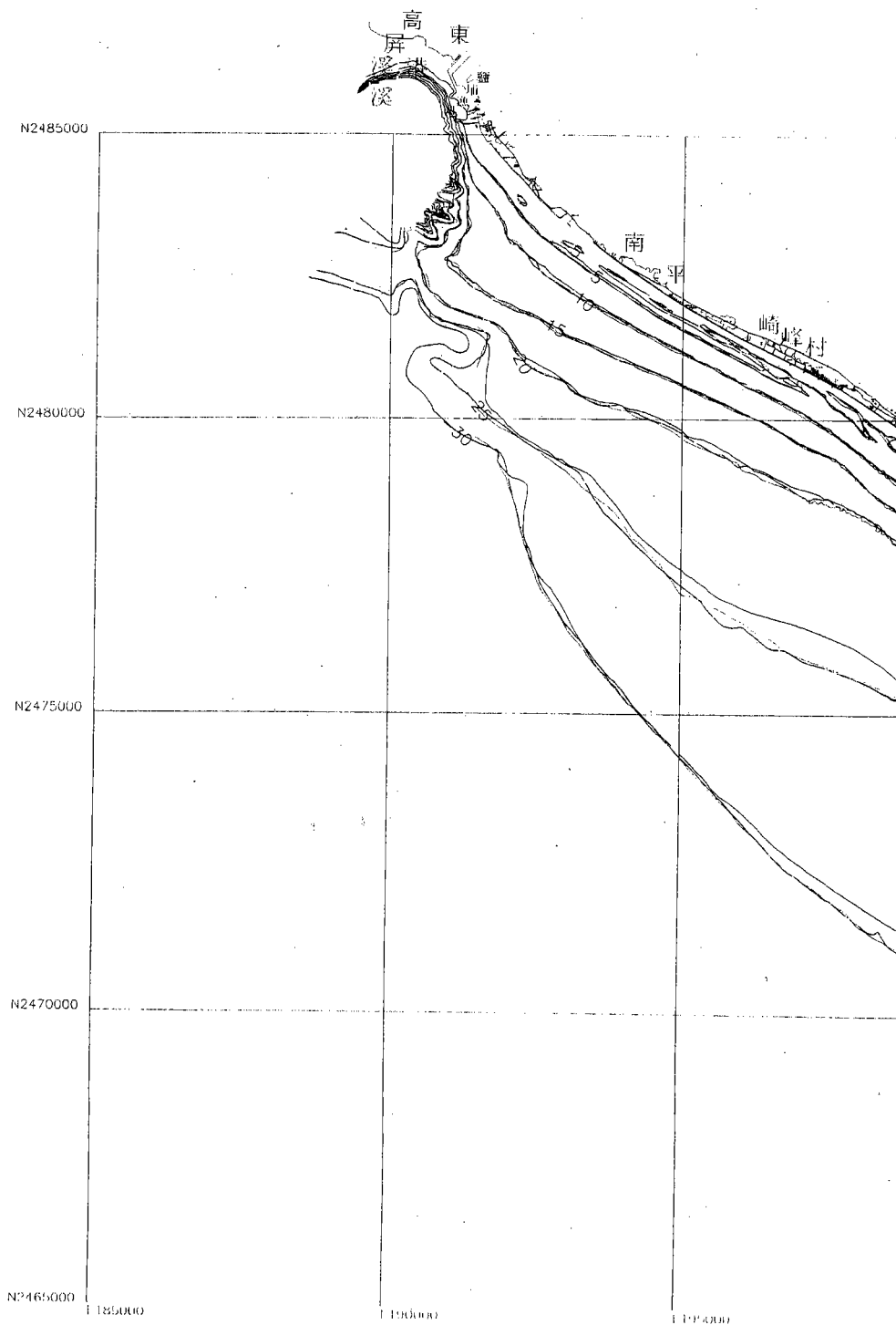
比較圖



- 1996-10 (第一次)
- 1997-05 (第一次)
- 1997-10 (第一次)
- 1998-10 (第五次)

主辦單位	台灣省交通處港灣技術研究所	比例尺	1:5000
測繪單位	詮華工程顧問有限公司	測繪日期	87.11

歷次測量等水漲



工程名稱 屏東林邊海岸地區沖淤調查測量工作

屏東林邊沖淤調查研究(Ⅲ)

作者：黃清和、蔡立宏、吳基

發行人：張金機

發行所：台灣省交通處港灣技術研究所

台中縣梧棲鎮中橫十路二號

(04)6564216

中華民國 88 年出版，印製 100 本，非賣品

