

新竹香山區海埔地造地開發計劃環境影響評估

漂沙水工模型試驗研究報告

計劃人力配置

行政監督：所長 張金機
副所長 莊甲子

計劃主持人：海工組組長 黃清和

協同主持人：助理研究員 蔡立宏

參與人員：助理研究員 林柏青

助 理 蔡金吉

技 工 楊怡芸
蔡瑞成
何炳紹
陳進冰
李江澤

臨時人員 徐永興

計劃經費：新台幣肆佰零伍萬元整

執行期間：自中華民國八十三年四月一日起
至中華民國八十四年三月卅一日止

新竹香山區海埔地造地開發計劃環境影響評估 漂沙水工模型試驗研究報告

目 錄

致 謝	I
摘 要	II
圖目錄	III
表目錄	VII
照片目錄	VIII
第一章 計劃概述	1
第二章 自然調查資料及分析	3
2.1 地文	3
2.2 氣象水文	3
2.3 漂沙	5
2.3.1 可能砂源及海岸變遷	
2.3.2 水深地形變化分析及漂沙量估算	
2.4 海氣象	7
2.4.1 潮汐、海流	
2.4.2 波浪	

第三章	試驗縮尺及模型製作	18
3.1	模型縮尺	18
3.2	模型製作	19
3.2.1	製作範圍	
3.2.2	製作方法	
3.2.3	模型校正	
3.3	試驗波浪條件	21
第四章	試驗內容	25
4.1	預備試驗	25
4.1.1	前言	
4.1.2	預備試驗資料分析及討論	
	① 等水深線比較分析	
	② 區域沖淤積性分佈趨勢比較分析	
	③ 斷面水深歷時比較分析	
	④ 底床質、流線走勢(螢光砂、浮球)分析	
4.2	海埔新生地開發方案主配置試驗(LAYOUT A).	84
4.3	修正配置方案試驗	99
4.3.1	修正配置方案(LAYOUT B)試驗結果	
4.3.2	修正配置方案(LAYOUT C)試驗結果	
4.3.3	修正配置方案(LAYOUT C) W 向颱風波浪作用試驗結果	
第五章	結論及建議	148
參考資料		150

致 謝

本委託代辦研究計畫，承蒙財團法人中華顧問工程司惠予提供經費始得以完成；研究期間復承蒙獲邀組團赴丹麥水利研究所(DHI)研習水工模型試驗技巧以及考察丹麥、荷蘭、比利時等國海岸保護措施，更讓本組基層同仁獲益匪淺，謹致最大謝忱。

試驗期間對於成大簡仲和教授、中華顧問工程司水環部林經理東泰、王副理東輝二位學長以及黃致達、胡秀蘭、張月珠等多位工程師、水利局吳總工程司以及蔡課長萬官、葛錫元等工程司以及建設廳黃科員等諸位先生之多次蒞臨指導，尤其是期末簡報時，成大郭金棟教授與水利局日籍顧問上森千秋博士對最後修正定案配置所提供寶貴意見，更是衷心感謝。

最後對本組蔡立宏、蔡金吉二位工作伙伴，為能如期完成本計劃經常犧牲寶貴週末假期，尤其是春節期間所投入之心力以及楊怡芸小姐對報告之打字更感激萬分。當然本所張所長金機先生給予行政財力及精神支援，對於本計畫之完成更是功不可沒。

摘 要

本漂沙動床水工模型試驗研究，係在本所第一試驗場棚中 $55^m \times 40^m \times 1^m$ 之平面水槽，利用1:3.3不等比(distorted)模型縮尺，採規則波進行，其中水平縮尺採 1/250，係根據試驗水池之大小及模型所涵蓋之範圍決定，而垂直縮尺採1/75，乃為使模型底床沙粒容易起動為原則，並能使模型地形變化與實地相似，依Vellinga(1982)所建議公式計算而得。

其次，根據現場調查自然資料，慎選數個波浪條件、加沙量、加沙地點之組合，配合自動潮汐水位變化，共完成六種不同組合預備試驗(CASE 1~CASE 6)，一種主配置方案試驗(LAYOUT A)以及二種修正配置方案試驗(LAYOUT B 與 LAYOUT C)，並考慮一種 W 向颱風波浪作用試驗(LAYOUT C)等共十個Run次試驗。

預備試驗係採用67年水深地形，以重現81年地形為主，試驗結果顯示，以 CASE(3) 之試驗波向 $N15^\circ E$ ，試驗波高 10^cm ，試驗週期 1.4^{sec} (相當於波浪尖銳度為0.033)，無加沙量等之不同條件組合，最能重現81年地形特性；並進而推算求得模型漂沙移動時間縮尺為累積造波時間每五小時相當於現場一年。

主配置方案以及修正配置方案等試驗結果顯示，侵淤防治對策突堤群之興建確有必要，惟突堤長度及數量可再作進一步探討，同時在客雅溪河口北岸以及鹽水港溪河口兩岸各增建一道導流堤，將有助於河口免被漂沙阻塞之慮，且為一勞永逸計，建議考慮將目前海山船澳遷離現址，再配合北區海堤以及突堤群之增建，另擇一適當地點規劃興建之。

圖 目 錄

- 圖 1-1 新竹香山海埔地造地開發平面位置圖
- 圖 2-1 新竹香山計劃地區水系分佈圖
- 圖 2-2 新竹香山附近水域水深變化比較圖
- 圖 2-3 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算範圍示意圖
- 圖 2-4 新竹香山附近水域分區侵淤量計算分析比較圖
- 圖 2-4(續)新竹香山附近水域分區侵淤量計算分析比較圖
- 圖 2-5 新竹香山附近水域每隔1,000公尺斷面比較圖
- 圖 2-5(續)新竹香山附近水域每隔1,000公尺斷面比較圖
- 圖 3-1 新竹香山附近水域模型製作範圍
- 圖 3-2 模型製作斷面示意圖
- 圖 3-3 試驗底質粒徑分析圖
- 圖 3-4 現場底質粒徑分析圖
- 圖 4-1-1 新竹香山附近水域 N 向波浪折射圖(民國67年地形)
- 圖 4-1-2 新竹香山附近水域 N15° E 向波浪折射圖(民國67年地形)
- 圖 4-1-3 新竹香山附近水域 NNE 向波浪折射圖(民國67年地形)
- 圖 4-1-4 新竹香山附近水域 NE 向波浪折射圖(民國67年地形)
- 圖 4-2-1(a) 預備試驗CASE(1), $\pm 0^{\text{m}}$ 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-1(b) 預備試驗CASE(1), -5^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-1(c) 預備試驗CASE(1), -10^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-1(d) 預備試驗CASE(1), -15^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-2(a) 預備試驗CASE(2), $\pm 0^{\text{m}}$ 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-2(b) 預備試驗CASE(2), -5^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-2(c) 預備試驗CASE(2), -10^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-2(d) 預備試驗CASE(2), -15^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-3(a) 預備試驗CASE(3), $\pm 0^{\text{m}}$ 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-3(b) 預備試驗CASE(3), -5^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-3(c) 預備試驗CASE(3), -10^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-3(d) 預備試驗CASE(3), -15^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-4(a) 預備試驗CASE(4), $\pm 0^{\text{m}}$ 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-4(b) 預備試驗CASE(4), -5^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-4(c) 預備試驗CASE(4), -10^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-4(d) 預備試驗CASE(4), -15^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-5(a) 預備試驗CASE(5), $\pm 0^{\text{m}}$ 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-5(b) 預備試驗CASE(5), -5^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-5(c) 預備試驗CASE(5), -10^{m} 等水深線歷時變化圖

- 圖 4-2-5(d) 預備試驗CASE(5), -15^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-6(a) 預備試驗CASE(6), $\pm 0^{\text{m}}$ 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-6(b) 預備試驗CASE(6), -5^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-6(c) 預備試驗CASE(6), -10^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-2-6(d) 預備試驗CASE(6), -15^{m} 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-3-1 民國67年~81年間, 現場各分區沖淤積量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-3-2 預備試驗CASE(1)累積造波時間達8小時後,
各分區沖淤積量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-3-3 預備試驗CASE(2)累積造波時間達12小時後,
各分區沖淤積量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-3-4 預備試驗CASE(3)累積造波時間達60小時後,
各分區沖淤積量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-3-5 預備試驗CASE(4)累積造波時間達60小時後,
各分區沖淤積量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-3-6 預備試驗CASE(5)累積造波時間達40小時後,
各分區沖淤積量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-3-7 預備試驗CASE(6)累積造波時間達70小時後,
各分區沖淤積量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-4-1 民國67年~81年間, 現場各分區沖淤示意圖
- 圖 4-4-2 預備試驗CASE(1)累積造波時間達8小時後,
各分區沖淤示意圖
- 圖 4-4-3 預備試驗CASE(2)累積造波時間達12小時後,
各分區沖淤示意圖
- 圖 4-4-4 預備試驗CASE(3)累積造波時間達60小時後,
各分區沖淤示意圖
- 圖 4-4-5 預備試驗CASE(4)累積造波時間達60小時後,
各分區沖淤示意圖
- 圖 4-4-6 預備試驗CASE(5)累積造波時間達40小時後,
各分區沖淤示意圖
- 圖 4-4-7 預備試驗CASE(6)累積造波時間達70小時後,
各分區沖淤示意圖
- 圖 4-5-1 預備試驗CASE(1)斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-5-2 預備試驗CASE(2)斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-5-3 預備試驗CASE(3)斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-5-4 預備試驗CASE(4)斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-5-5 預備試驗CASE(5)斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-5-6 預備試驗CASE(6)斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-6 預備試驗CASE(3)高潮、低潮時浮球流線圖

- 圖 4-7 預備試驗CASE(3)高潮、低潮時螢光砂底床質走勢圖
- 圖 4-8 新竹香山海埔地造地開發計劃主配置方案(LAYOUT A)示意圖
- 圖 4-9-1 主配置方案試驗(LAYOUT A), 當累積造波時間達25小時
(相當現場5年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-9-2 主配置方案試驗(LAYOUT A), 當累積造波時間達50小時
(相當現場10年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-9-3 主配置方案試驗(LAYOUT A), 當累積造波時間達75小時
(相當現場15年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-10-1 主配置方案試驗(LAYOUT A), ± 0 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-10-2 主配置方案試驗(LAYOUT A), -5 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-10-3 主配置方案試驗(LAYOUT A), -10 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-10-4 主配置方案試驗(LAYOUT A), -15 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-11 主配置方案試驗(LAYOUT A), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-11(續) 主配置方案試驗(LAYOUT A), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-11(續) 主配置方案試驗(LAYOUT A), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-12 新竹香山海埔地造地開發計劃修正配置方案(LAYOUT B)示意圖
- 圖 4-13-1 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 當累積造波時間達25小時
(相當現場5年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-13-2 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 當累積造波時間達50小時
(相當現場10年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-13-3 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 當累積造波時間達75小時
(相當現場15年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-14-1 修正配置方案試驗(LAYOUT B), ± 0 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-14-2 修正配置方案試驗(LAYOUT B), -5 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-14-3 修正配置方案試驗(LAYOUT B), -10 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-14-4 修正配置方案試驗(LAYOUT B), -15 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-15 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-15(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-15(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-16 新竹香水海埔地造地開發計劃修正配置方案(LAYOUT C)示意圖
- 圖 4-17-1 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 當累積造波時間達25小時
(相當現場5年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-17-2 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 當累積造波時間達50小時
(相當現場10年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-17-3 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 當累積造波時間達75小時
(相當現場15年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-18-1 修正配置方案試驗(LAYOUT C), ± 0 等水深線歷時變化圖
- 圖 4-18-2 修正配置方案試驗(LAYOUT C), -5 等水深線歷時變化圖

- 圖 4-18-3 修正配置方案試驗(LAYOUT C), -10^m等水深線歷時變化圖
- 圖 4-18-4 修正配置方案試驗(LAYOUT C), -15^m等水深線歷時變化圖
- 圖 4-19 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-19(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-19(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-20 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 在W向颱風波浪作用下 10分鐘前後各分區沖淤量(m^3/m^2)圖
- 圖 4-20-1 修正配置方案(LAYOUT C), 在W向颱風波浪作用下10分鐘前後±0^m等水深變化圖
- 圖 4-20-2 修正配置方案(LAYOUT C), 在W向颱風波浪作用下10分鐘前後-5^m等水深變化圖
- 圖 4-20-3 修正配置方案(LAYOUT C), 在W向颱風波浪作用下10分鐘前後-10^m等水深變化圖
- 圖 4-20-4 修正配置方案(LAYOUT C), 在W向颱風波浪作用下10分鐘前後-15^m等水深變化圖
- 圖 4-22 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-22(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖
- 圖 4-22(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖

表 目 錄

表 2-1	計畫海埔地附近河川及排水溝流域資料
表 2-1	新竹香山附近水域各分區侵淤量計算表
表 2-3	新竹香山附近水域每隔2 [〃] 水深範圍侵淤量計算表
表 2-4	新竹外海各復現期之波高
表 3-1	試驗波浪條件對照表
表 4-1	預備試驗條件及結果

照 片 目 錄

- 照片 4-1-1 新竹香山海埔地造地計畫主配置方案(LAYOUT A)
試驗造波中，漂沙被帶到岸上情形
- 照片 4-1-2 主配置方案試驗(LAYOUT A)，當累積造波時間達75小時後
(相當於現場15年)，客雅溪口漂沙淤塞情形
- 照片 4-1-3 主配置方案試驗(LAYOUT A)，當累積造波時間達75小時後
(相當於現場15年)，海山船澳港口漂沙淤塞情形
- 照片 4-1-4 主配置方案試驗(LAYOUT A)，當累積造波時間達75小時後
(相當於現場15年)，鹽水港溪口漂沙淤塞情形
- 照片 4-2-1(a)修正配置方案試驗(LAYOUT B)，客雅溪導流堤口初期地形
- 照片 4-2-1(b)修正配置方案試驗(LAYOUT B)，當累積造波時間達75小時後，
客雅溪導流堤口漂沙淤塞情形
- 照片 4-2-2(a)修正配置方案試驗(LAYOUT B)，海埔地造地計畫北區海堤前
突堤群造波前初期地形(水面為-5^m水深)
- 照片 4-2-2(b)累積造波時間達75小時(相當於現場15年)北區海堤突堤群附
近水域沖淤情形(水面為-5^m水深)
- 照片 4-2-3(a)修正配置方案試驗(LAYOUT B)，海山船澳前水域造波前
初期地形(水面為-5^m水深)
- 照片 4-2-3(b)累積造波時間達25小時(相當於現場5年)海山船澳前水域
沖淤情形(水面為-5^m水深)
- 照片 4-2-3(c)累積造波時間達50小時(相當於現場10年)海山船澳前水域
沖淤情形(水面為-5^m水深)
- 照片 4-2-3(d)累積造波時間達75小時(相當於現場15年)海山船澳前水域
沖淤情形(水面為-5^m水深)
- 照片 4-2-4(a)修正配置方案試驗(LAYOUT B)，鹽水港溪口造波前初期地形
- 照片 4-2-4(b)累積造波時間達25小時(相當於現場5年)鹽水港溪口漂沙
沖淤情形
- 照片 4-2-4(c)累積造波時間達50小時(相當於現場10年)先前淤塞漂沙
清除後，鹽水溪口試驗後地形

照片 4-2-4(d)累積造波時間達75小時(相當現場15年)先前淤塞漂沙清除後, 鹽水溪口試驗後地形

照片 4-3-1(a)修正配置方案試驗(LAYOUT C), 客雅溪導流堤口與突堤間造波前初期地形

照片 4-3-1(b)累積造波時間達75小時(相當現場15年), 客雅溪導流堤口與突堤間造波後地形變化

照片 4-3-2(a)修正配置方案試驗(LAYOUT C), 海埔地造地計劃北區海堤前突堤群間造波前初期地形(水面為-5^m水深)

照片 4-3-2(b)累積造波時間達75小時(相當現場15年), 北區海堤前突堤群間造波後地形變化(水面為-5^m水深)

照片 4-3-3(a)修正配置方案試驗(LAYOUT C), 海山船澳前水域造波前初期地形(水面為-5^m水深)

照片 4-3-3(b)累積造波時間達25小時(相當現場5年), 海山船澳前水域造波後地形(水面為-5^m水深)

照片 4-3-3(c)累積造波時間達50小時(相當現場10年), 海山船澳前水域造波後地形(水面為-5^m水深)

照片 4-3-3(d)累積造波時間達75小時(相當現場15年), 海山船澳前水域造波後地形(水面為-5^m水深)

照片 4-3-4(a)修正配置方案試驗(LAYOUT C), 鹽水港溪導流堤口造波前初期地形

照片 4-3-4(b)累積造波時間達25小時(相當現場5年), 鹽水港溪導流堤口漂沙淤塞情形

照片 4-3-4(c)累積造波時間達50小時(相當現場10年), 清除先前溪口淤沙後, 鹽水港溪口再度淤塞情形

照片 4-3-4(d)累積造波時間達75小時(相當現場15年), 清除先前溪口淤沙後, 鹽水港溪口再度淤塞情形

照片 4-4-1 修正配置方案試驗(LAYOUT C) W 向颱風波浪作用後, 客雅溪導流堤口地形變化情形

照片 4-4-2 修正配置方案試驗(LAYOUT C) W 向颱風波浪作用後, 北區海堤前突堤間水域地形變化

照片 4-4-3 修正配置方案試驗(LAYOUT C) W 向颱風波浪作用後, 海山船澳前水域地形變化

照片 4-4-4 修正配置方案試驗(LAYOUT C) W 向颱風波浪作用後, 鹽水港溪導流堤口前水域地形變化

新竹香山區海埔地造地開發計劃 環境影響評估漂沙水工模型試驗研究報告

第一章 計劃概述

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

中華顧問工程司為預先評估此圍堤填海造地開發計畫工作，對鄰近海岸地形可能產生之影響，除進行現場調查及委託國立台灣大學造船及海洋工程研究所林銘崇教授針對築堤造地工程佈置方案進行漂沙數值模擬以推測填海造地工程對鄰近海岸地形之可能變化程度外，為慎重起見並委託省交通處港灣技術研究所(以下簡稱本所)辦理動床漂沙水工模型試驗，探討該開發工作可能導致鄰近海岸侵蝕、河口以及海山船澳港口等淤塞情形，並擬求得最佳侵淤防治對策，俾避免徒增日後海岸維護，民眾抗爭之困擾。

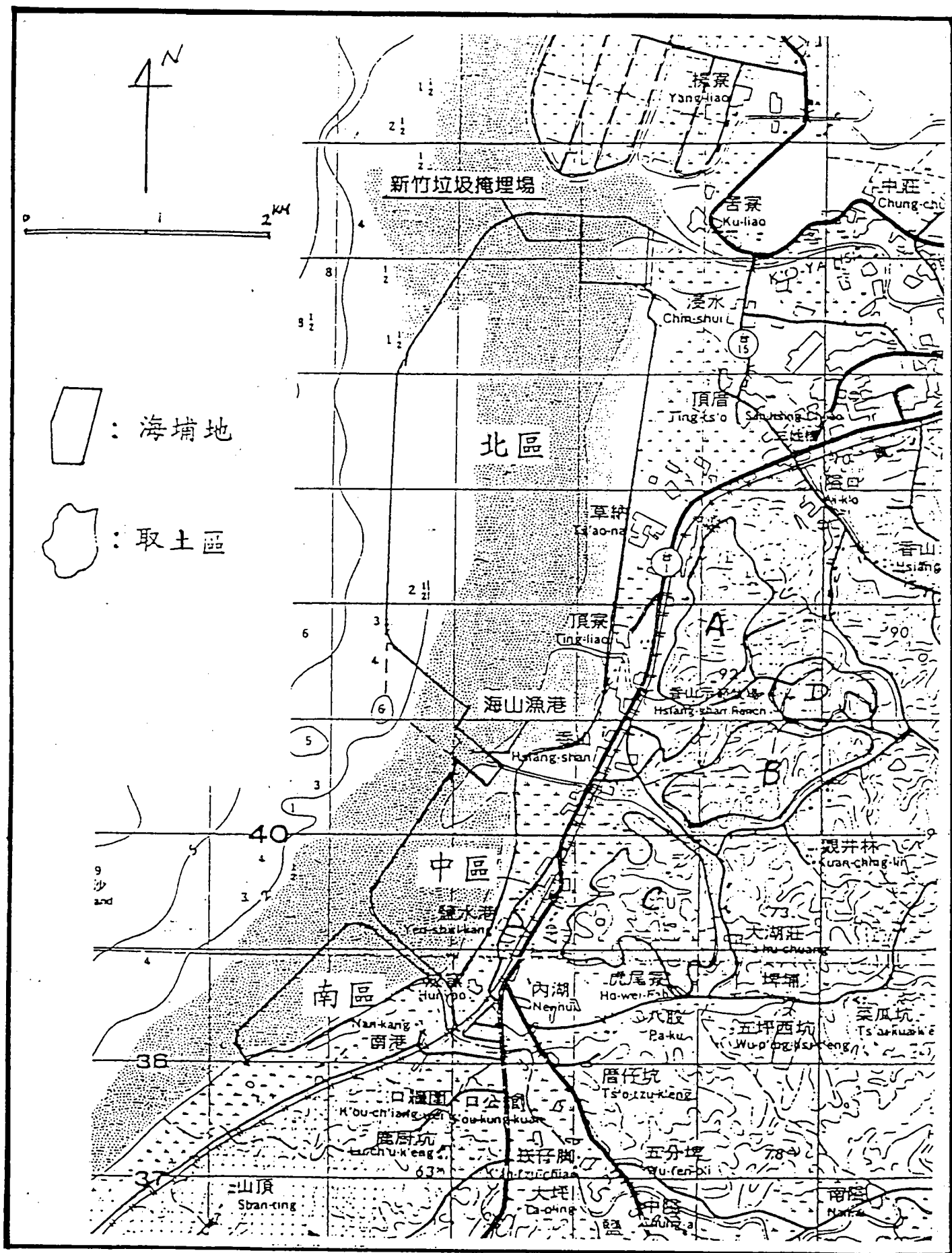


圖 1-1 新竹香山海埔地造地開發平面位置圖

第二章 自然調查資料及分析

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

2.1 地 文

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

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

2.2 氣象水文

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

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

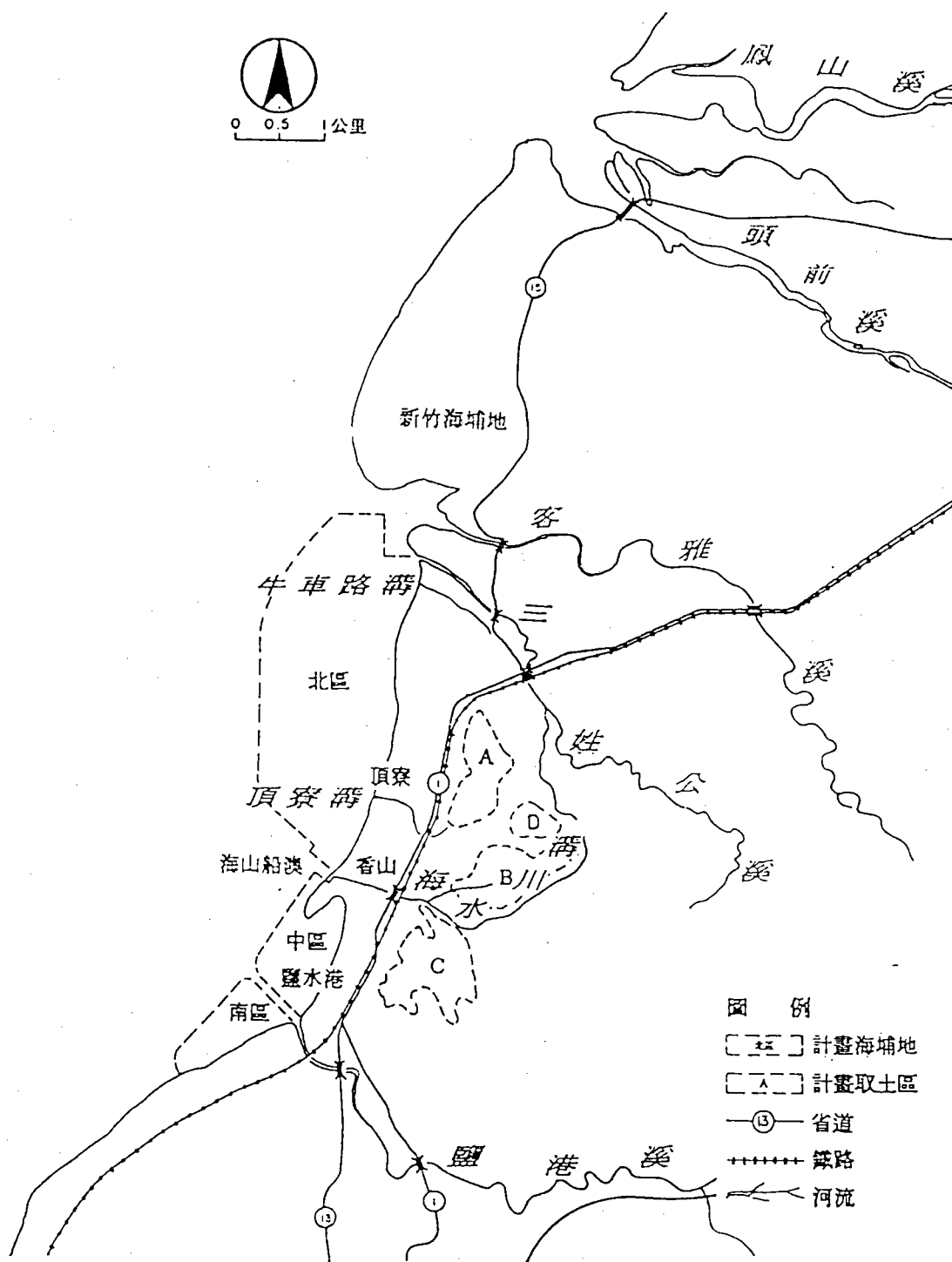


圖 2-1 新竹香山計畫地區水系分佈圖

表 2-1 計畫海埔地附近河川及排水溝流域資料

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

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

2.3 漂 沙

2.3.1 可能砂源及海岸變遷

新竹地區主要河川為頭前溪、鳳山溪等，其年輸砂量如下：

頭 前 溪	2.46 百萬公噸/年
鳳 山 溪	0.69 百萬公噸/年
客 雅 溪	0.19 百萬公噸/年

由河川輸砂量研判，計畫海埔地主要之砂源來自頭前溪，次為鳳山溪。

頭前溪及鳳山溪於夏季洪水期從上游挾帶大量土石而下。由於下游河道比降漸緩且河道彎曲，流速減低，粒徑大者

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

2.3.2 水深地形變化分析及漂沙量估算

根據甲方中華顧問工程司所提供地形資料，該區僅有民國67年以及81年兩年之地形變化水深圖，經本所整理繪製如圖2-2所示，兩年水深變化量之計算過程係將各年水深地形利用數位板掃描成點位數據，再將地形平面切割分成（I區～VIII區）等共八個分區，每一分區水平距離長1,000公尺，垂直距離範圍涵蓋到水深-15m處，以分區計算比較分析兩年之土方量作為預備試驗該區漂沙沖淤驗證依據，其分區示意圖以及兩年土方量變化分別如圖2-3、圖2-4以及表2-2所示；同時本所並將全區按水深每兩公尺計算分析其歷年沖淤積量（以

民國67年地形為計算依據)，並每隔1,000公尺斷面繪製水深變化圖分別如表2-3以及圖2-5所示。

計算分析結果顯示，自民國67年到81年間在計畫海埔地區除南、北兩端即第(I)區、第(II)區、第(VII)區以及第(VIII)區係屬侵蝕外，中間部份即第(III)區～第(VI)區則屬於淤積，尤其是第(VI)^{IV}區以及第(V)區即海山船澳以北2,000公尺範圍香山地區在該段期間共淤積946萬立方公尺(計算面積共555萬平方公尺，水深到負15公尺處)，即每年平均淤積量約為67.5萬立方公尺；而計畫海埔地區，北端每年平均侵蝕33.5萬立方公尺；南端每年平均約43萬立方公尺；惟若考慮整個計畫海埔區之總侵淤積量，在這14年間共淤積121萬立方公尺，即每年平均淤積約8.64萬立方公尺。

2.4 海 氣

2.4.1 潮汐、海流

一、潮汐

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

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

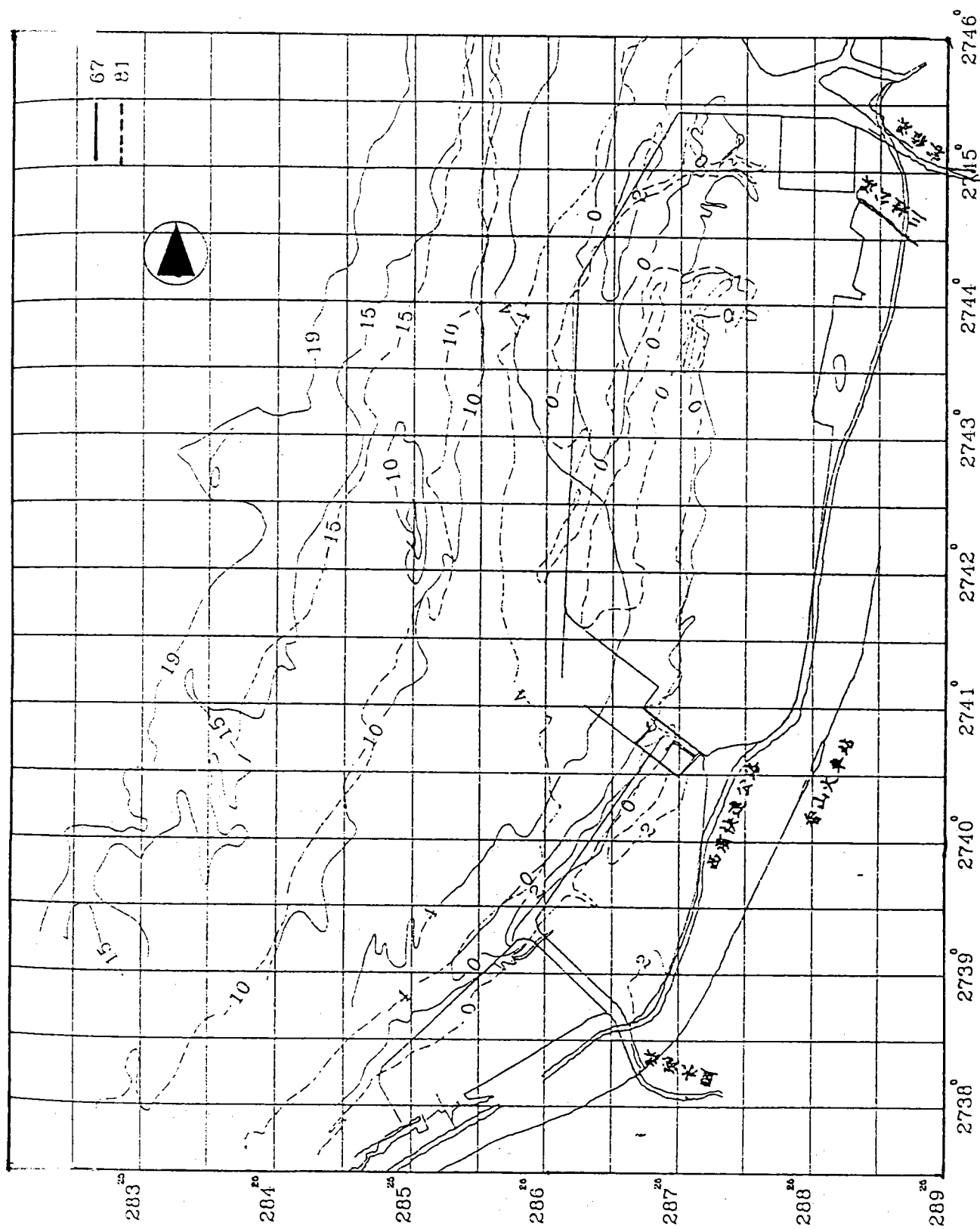


圖 2-2 新竹香山附近水域水深變化比較圖

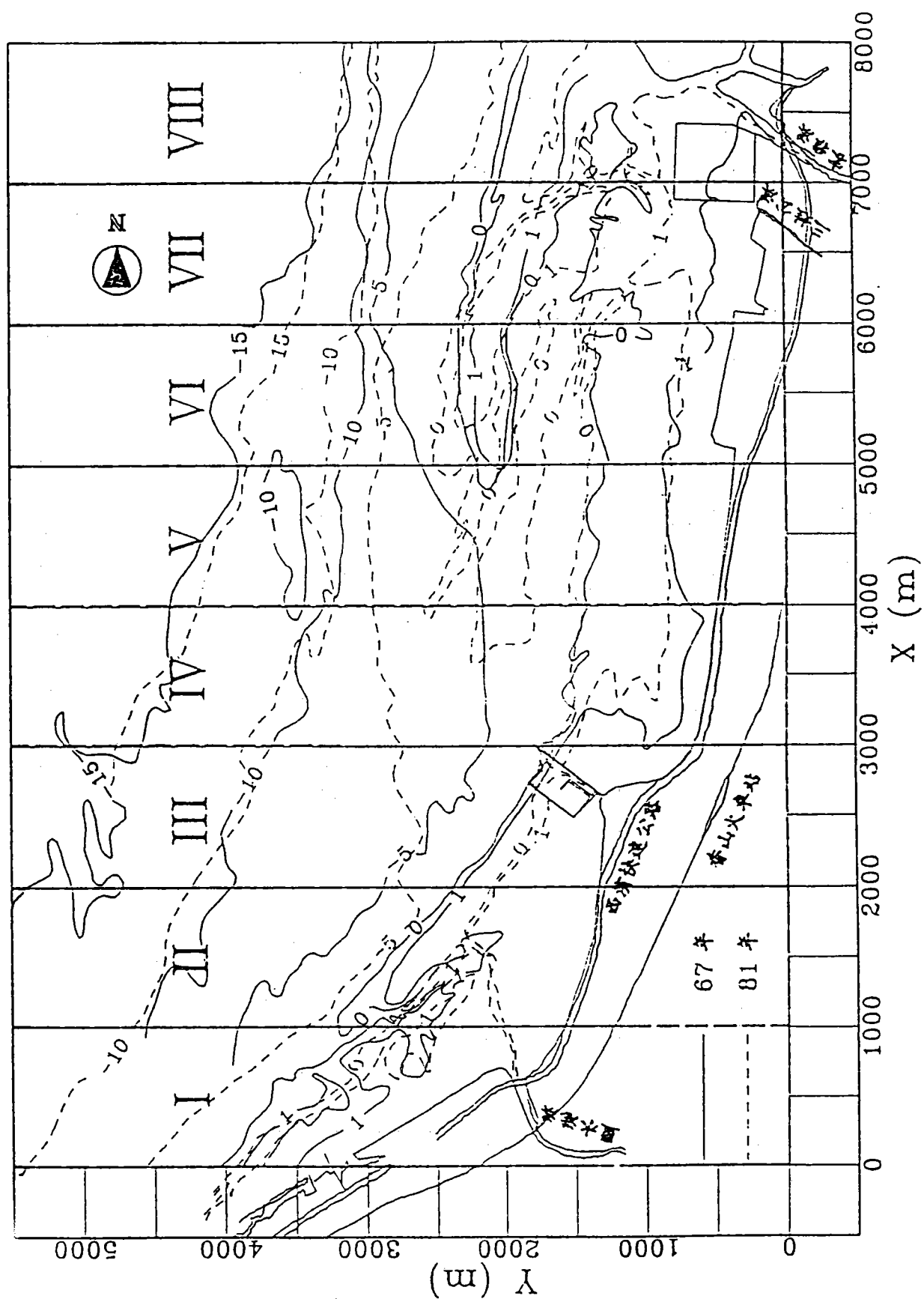


圖 2-3 新竹香山附近水域各分區侵蝕量計算範圍示意圖

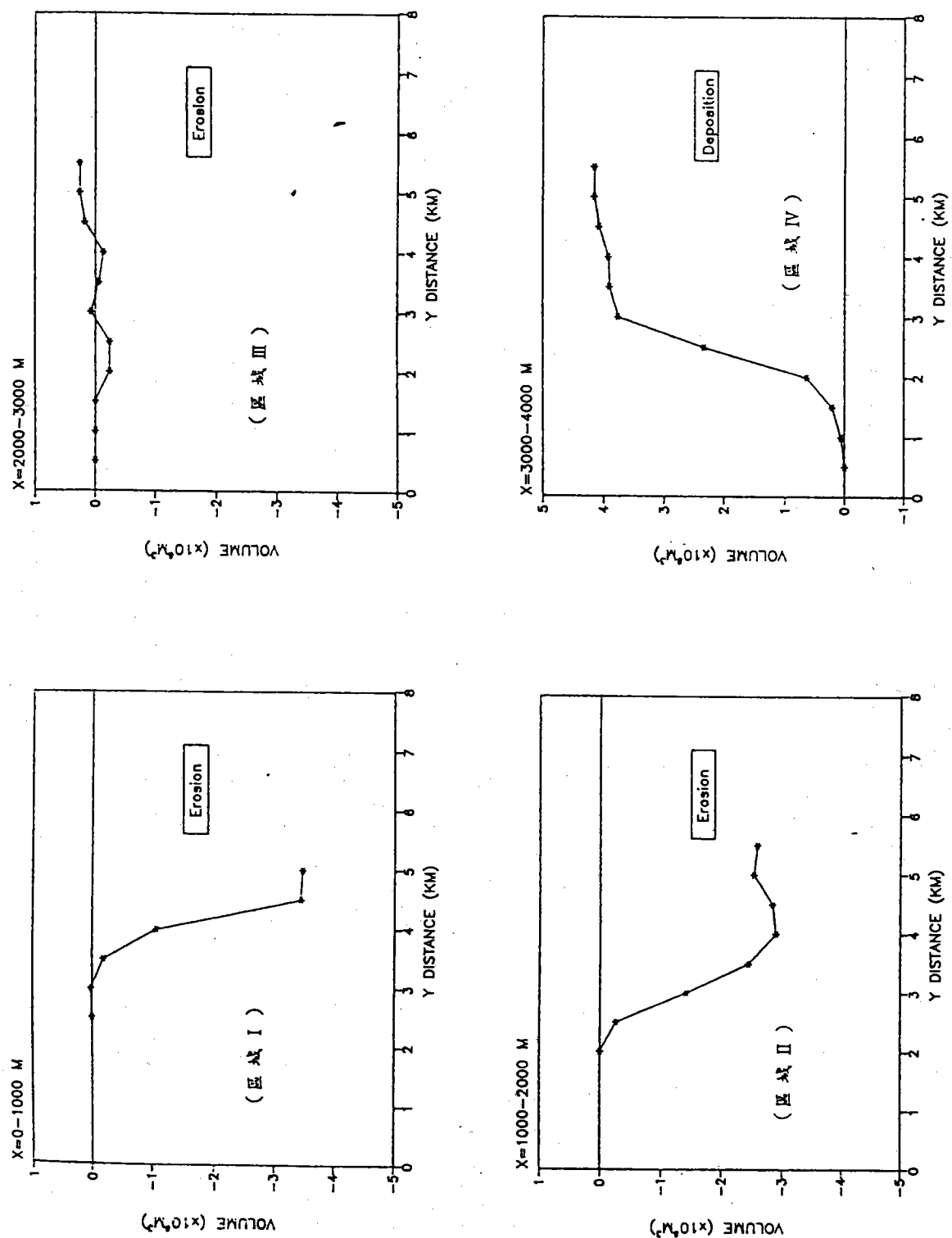


圖 2-4 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算分析比較圖

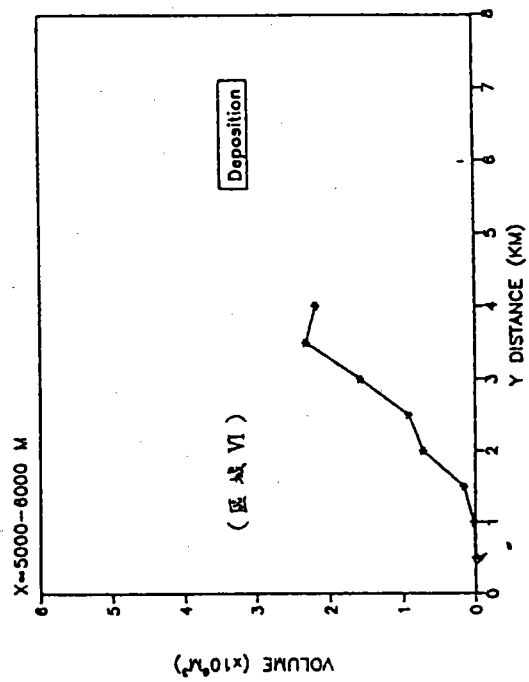
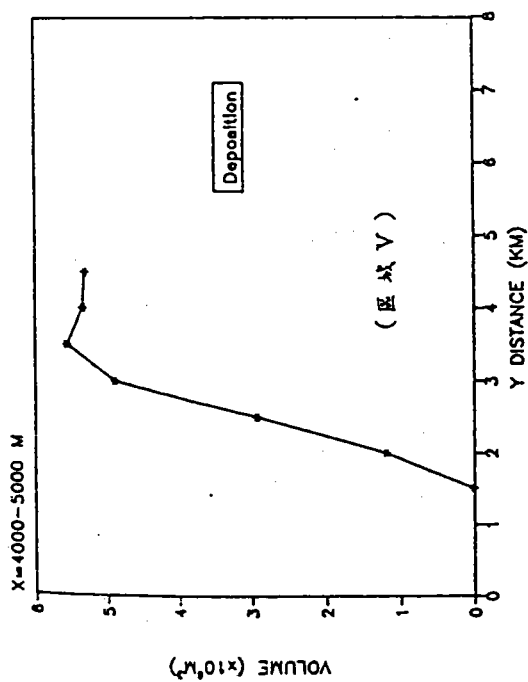
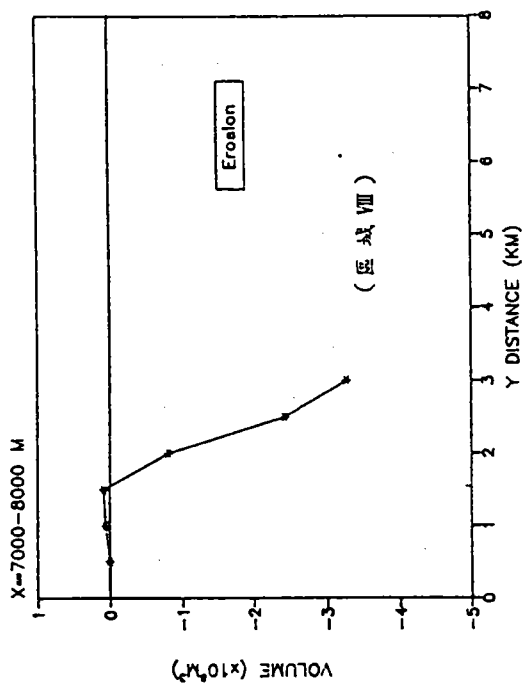
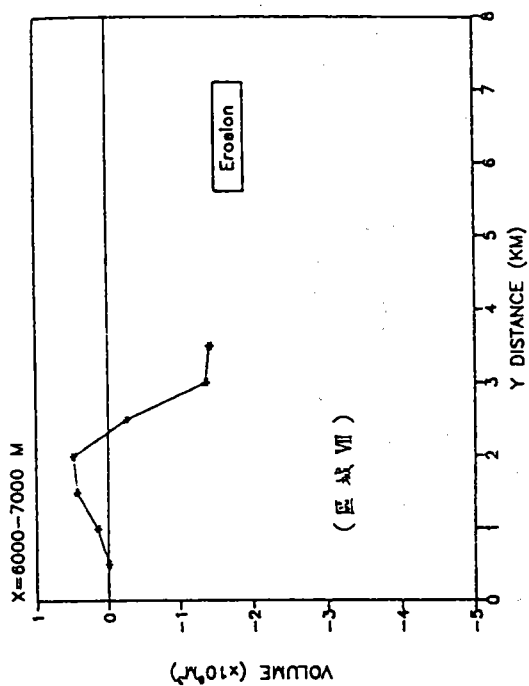


圖 2-4(續) 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算分析比較圖

表 2-2 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算表

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

註：土方量以零水位為基準

零水位以上為正，零水位以下為負

表 2-3 新竹香山附近水域每隔2m水深範圍侵淤量計算表

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

註：土方量以零水位為基準

零水位以上為正，零水位以下為負

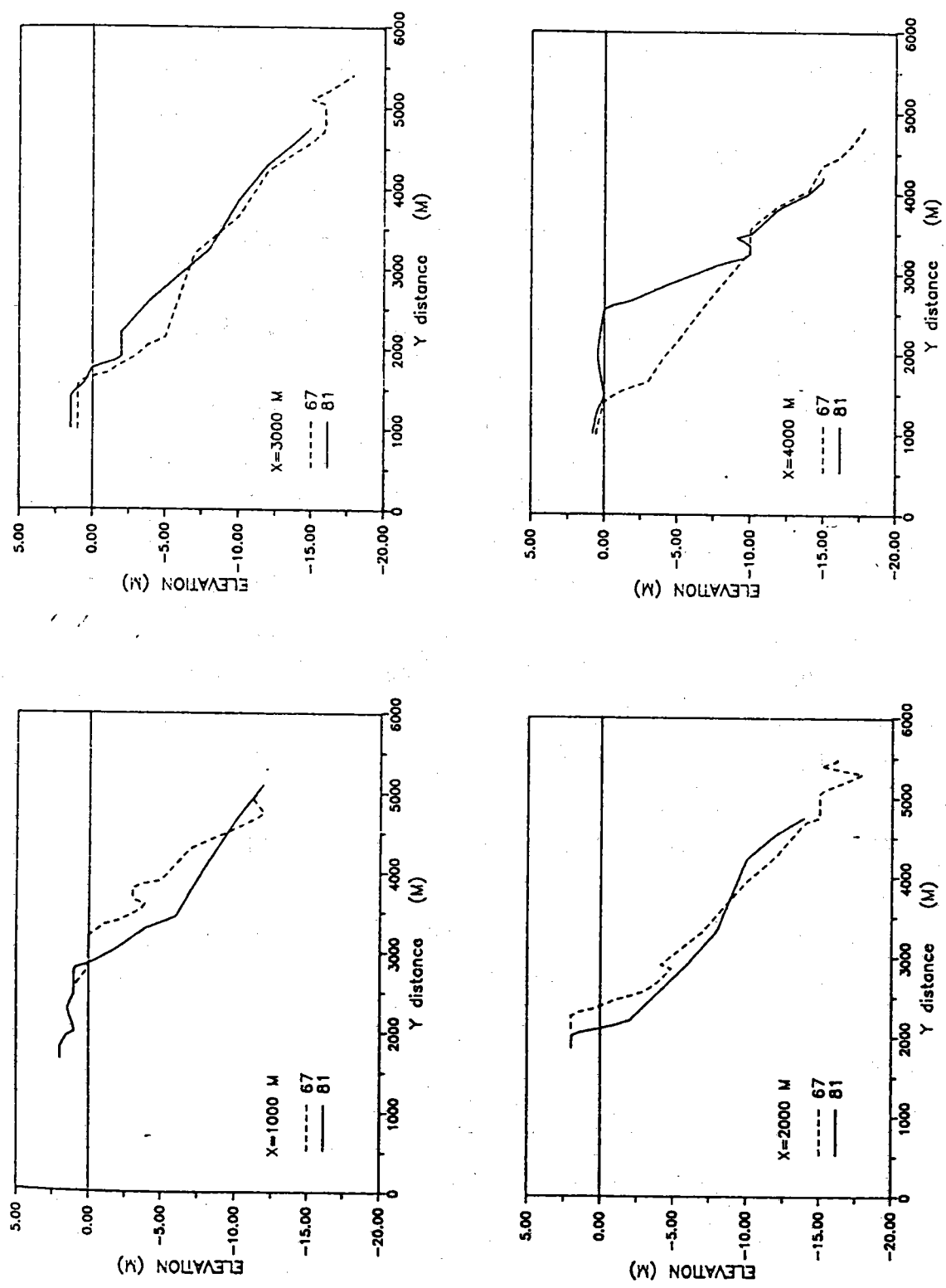


圖 2-5 新竹香山附近水域每隔1,000公尺斷面比較圖

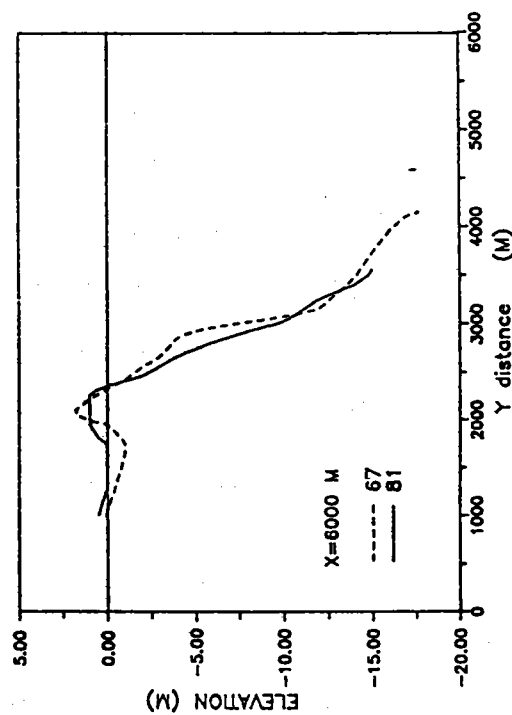
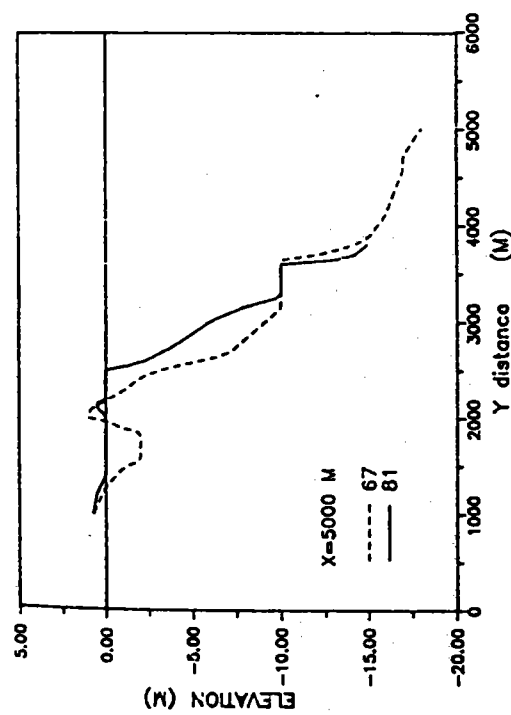
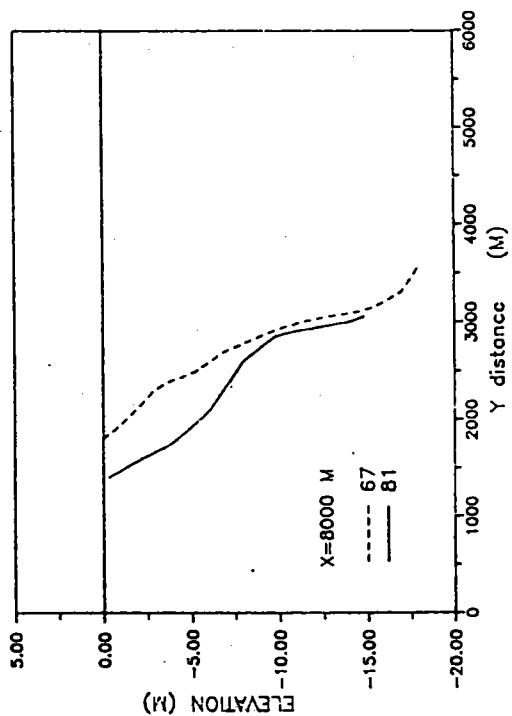
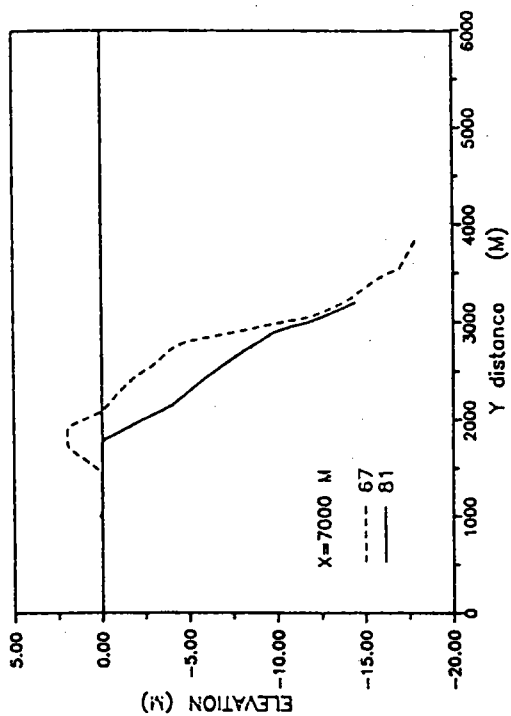


圖 2-5(續) 新竹香山附近水域每隔1,000公尺斷面比較圖

二、海流

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

上層：140.7cm/sec，流向 49.7°

中層：116.9cm/sec，流向 39.9°

下層：88.7cm/sec，流向 44.1°

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

2.4.2 波浪

一、新竹外海波浪調查

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

二、颱風波浪推算

新竹位於本省西部海岸，平均每年約有1.6次颱風侵襲，故新竹附近之海堤結構物設計皆須以颱風波浪為基準。因此颱風資料之完整蒐集與颱風波浪之準確推算，將直接影響海

上工程之安全及結構物之安定，以井島武士及湯麟武博士之理論發展之TYPH電腦程式，用以模擬推算颱風波浪，並由歷年之颱風資料推算各復現期之波高(參見表2-4)。推算結果侵襲本區之颱風波浪以NNE向最大，而後沿逆時鐘方向往WSW向逐漸減弱，惟可能影響新竹地區之波向為NW至W等方向。以港工結構物之50年迴歸期而言，NNE方向之颱風波浪高達7.3公尺，NNW方向4.4公尺，W方向亦達4.6公尺。

單位：波高 H_s (公尺)

表 2-4 新竹外海各復現期之波高

週期 T_s (秒)

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

第三章 試驗縮尺、模型製作及試驗條件

3.1 模型縮尺

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

一、水平縮尺：根據試驗水池之大小及模型所涵蓋之範圍擬定為

$$\lambda_h = 1/250。$$

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

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

當 $\lambda_h = 1/250$ 時，依上式計算則垂直縮尺約為

$$\lambda_v = 1/75。$$

三、波浪縮尺：按Froude(福祿氏)相似律計算波浪之波高、週期縮尺分別為

1. 波高縮尺

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

2. 週期縮尺

$$\lambda = \lambda_v^{1/5} \cdot \lambda_h^{2/15} \cdot \lambda_{r'}^{1/2} \cdot \lambda_{d50}^{1/6} \doteq \frac{1}{4.95} \doteq \frac{1}{5}$$

式中 $\lambda_{r'}$ 為浸水比重比尺

λ_{d50} 為中值粒徑比尺

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

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

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

五、漂沙移動時間縮尺

根據現場以及預備試驗資料決定漂沙移動時間縮尺。

3.2 模型製作

3.2.1 製作範圍

為能確實掌握地形變遷之影響，本試驗研究模型範圍北起客雅溪口北岸，南到竹南交界附近之岬頭，整個模型範圍涵蓋上、下游之敏感地帶，即考慮上游沙源，以及下游至結構物影響範圍外，水深則到-20[■]水深以上，全長約12公里，如圖3-1所示。

3.2.2 製作方法

①方格座標控制點：在平面水池底面，繪出一公尺見方方格

網。

- ②斷面製作：依據民國67年中華顧問工程司所提供新竹香山海岸附近海域水深圖，每隔250公尺繪製一斷面，依等深線分佈計算模型上方格點之水深，製成模型斷面板，以利鋪設模型。
- ③斷面放點及測定高程：在每一方格點上插上鋁條一枝，並固定之。以水準儀在其上標定海底地形高程。
- ④鋪設模型底床：將砂填於模型中，約在模型預定高程下20公分，其斷面如圖3-2所示。然後於沙面上澆製約5公分厚之水泥沙漿面作為模型底床。
- ⑤底質鋪設：在模型底床上，根據67年水深測量圖鋪設底質。先利用水準儀在固定鋁條上標註高程，將土砂鋪至所需高度後，進水排水使土砂夯實，再校核整鋪高程。本試驗所用之底質海沙比重為 $S=2.69$ ，平均粒徑 $D_{50}=0.29\text{mm}$ 粒徑分佈曲線圖如圖3-3。而本所曾於民國83年4月20日赴本計畫海埔地區南寮以及鹽水港附近採取現場土砂作粒徑以及比重分析，分別得該兩處之 D_{50} 同為 0.30mm 其粒徑分析如圖3-4，比重則分別為2.697與2.687。

3.2.3 模型校正

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

3.3 試驗波浪條件

根據中華顧問工程司所提供之季節風以及颱風波浪條件，經由上述比尺關係換算後，整理列表如3-1所示。

表 3-1 試驗波浪條件對照表

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

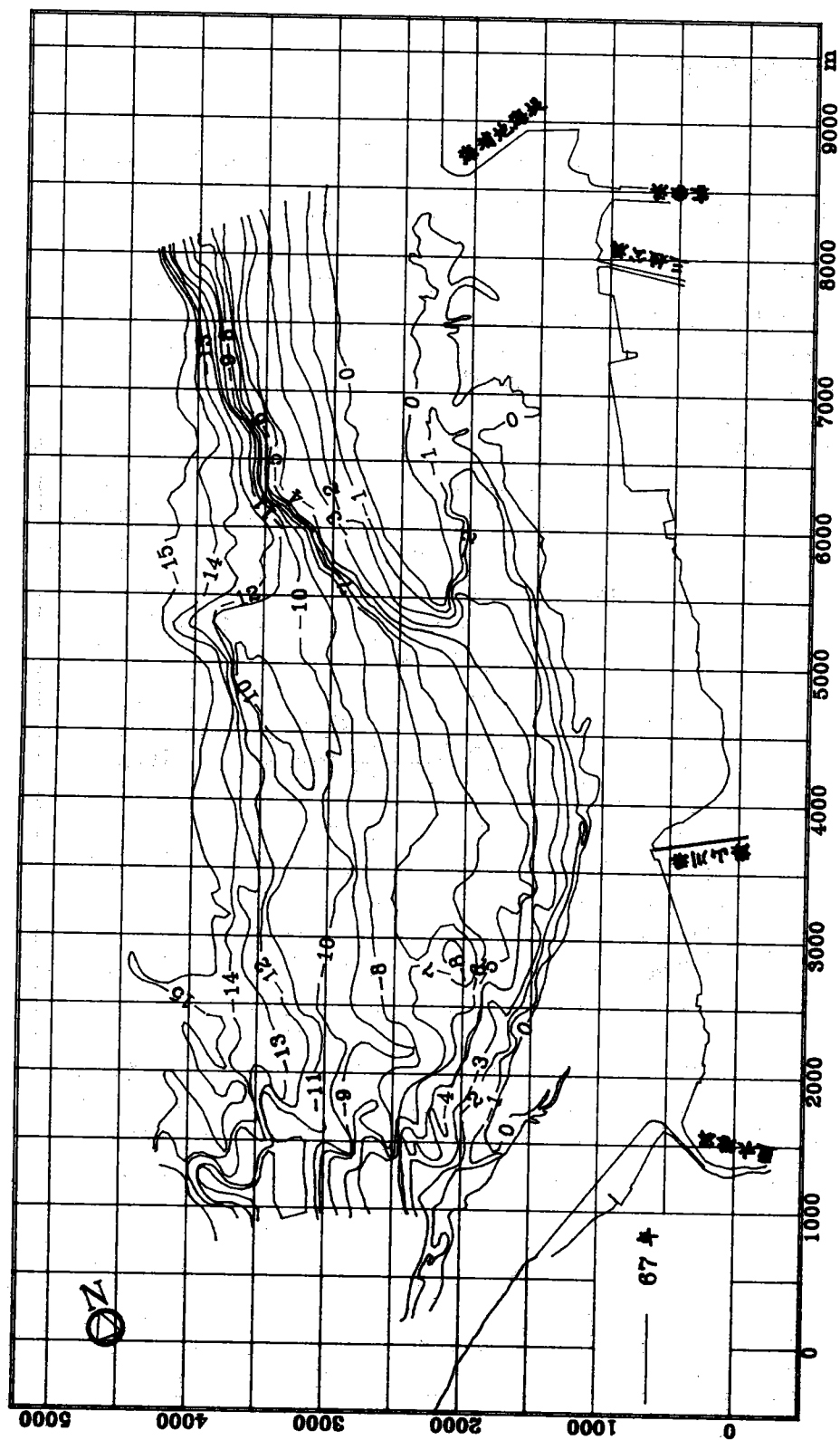
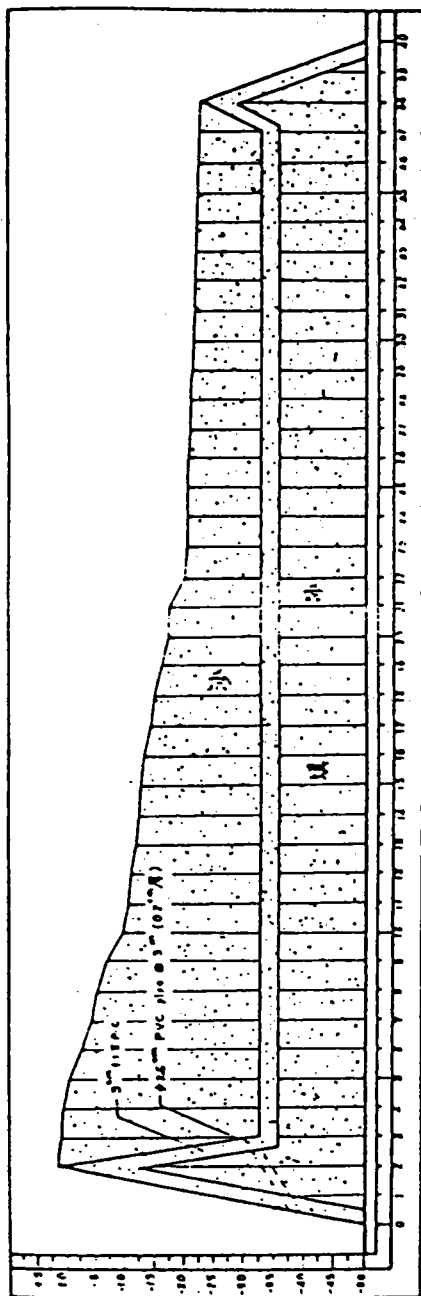
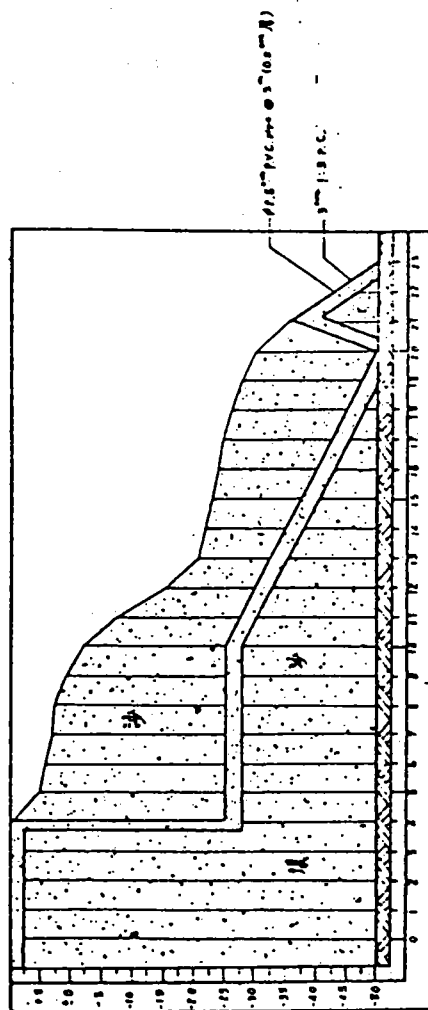


圖 3-1 新竹香山附近水域模型製作範圍圖



B-B 断面圖



A-A 断面圖

SCALE
水 1/100
土 1/5

圖 3-2 模型製作断面示意圖

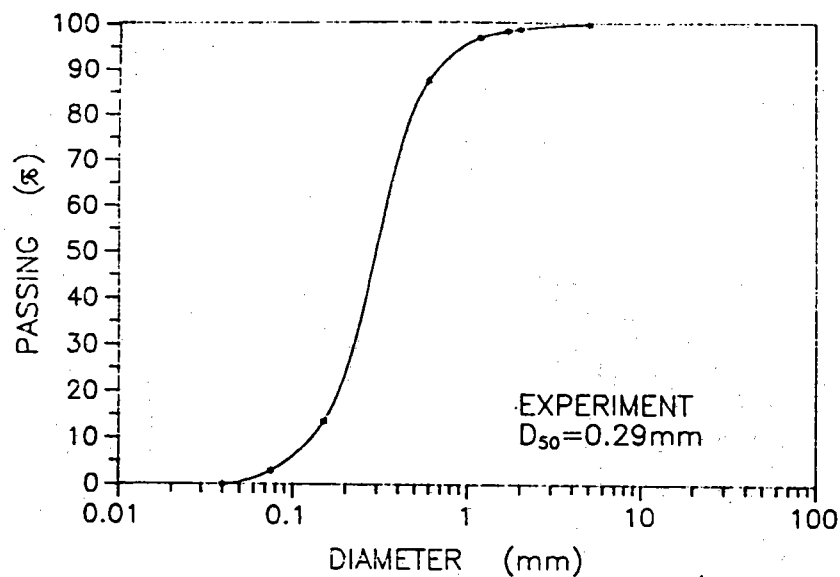


圖 3-3 試驗底質粒徑分析圖

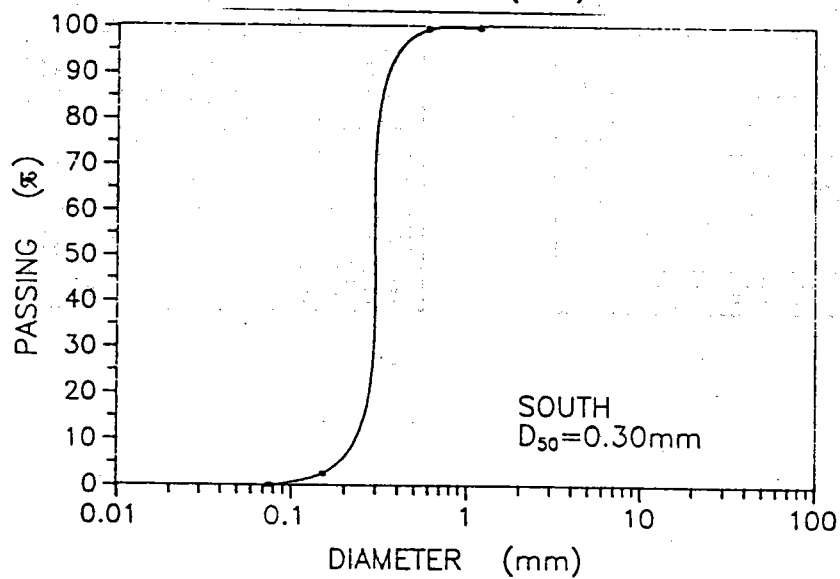
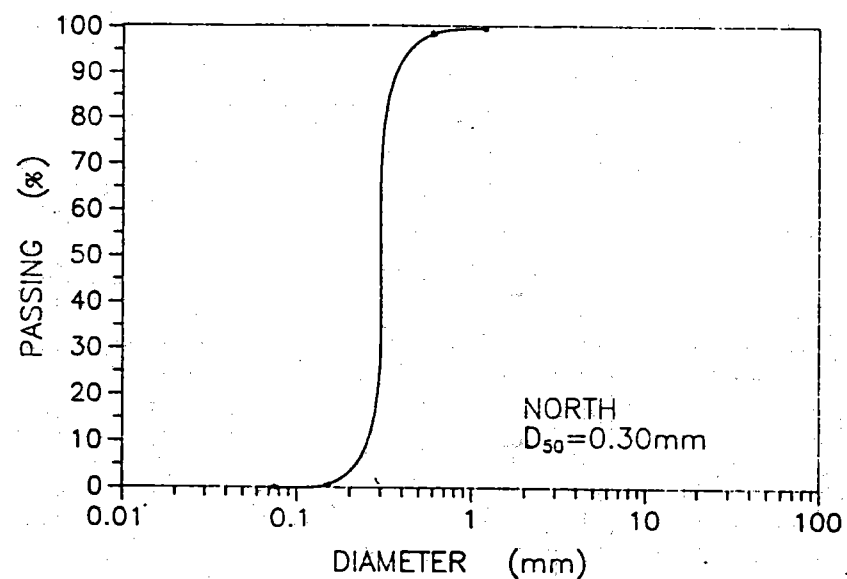


圖 3-4 現場底質粒徑分析圖

第四章 試驗內容

本漂沙動床水工模型試驗共完成六種預備試驗(CASE 1~CASE 6)、一種主配置方案試驗(LAYOUT A)以及二種修正方案配置試驗(LAYOUT B 以及 LAYOUT C)，並考慮一種W向颱風波浪作用試驗(LAYOUT C)等共十個Run次試驗，謹將各種試驗說明如后：

4.1 預備試驗

4.1.1 前言

根據現場調查自然資料，慎選數個波浪條件、加沙量、加沙地點之組合，進行若干預備試驗，(預備試驗係採用67年水深地形，以重現81年地形為主)，以選擇較能重現實地地形之最適(optimum)試驗條件組合，俾進行主配置方案試驗，並決定漂沙移動時間縮尺。

預備試驗之驗證工作，除驗證其碎波帶佈置、整個區域之沖淤積型態，並將分別驗證其斷面水深歷時變化等，以決定主配置方案試驗條件以及漂沙移動時間縮尺，進而研擬侵淤防治對策。

本預備試驗，先行參酌本所以民國67年水深地形，利用數值計算，考慮季節風波浪在N、N15° E、NNE以及NE等四個波向折射圖，分別如圖4-1-1~圖4-1-4所示，並配合階段性試驗結果，分別共進行六種不同組合條件等預備試驗，如表4-1所示。

Year 1978 H:2.5m T:7sec N

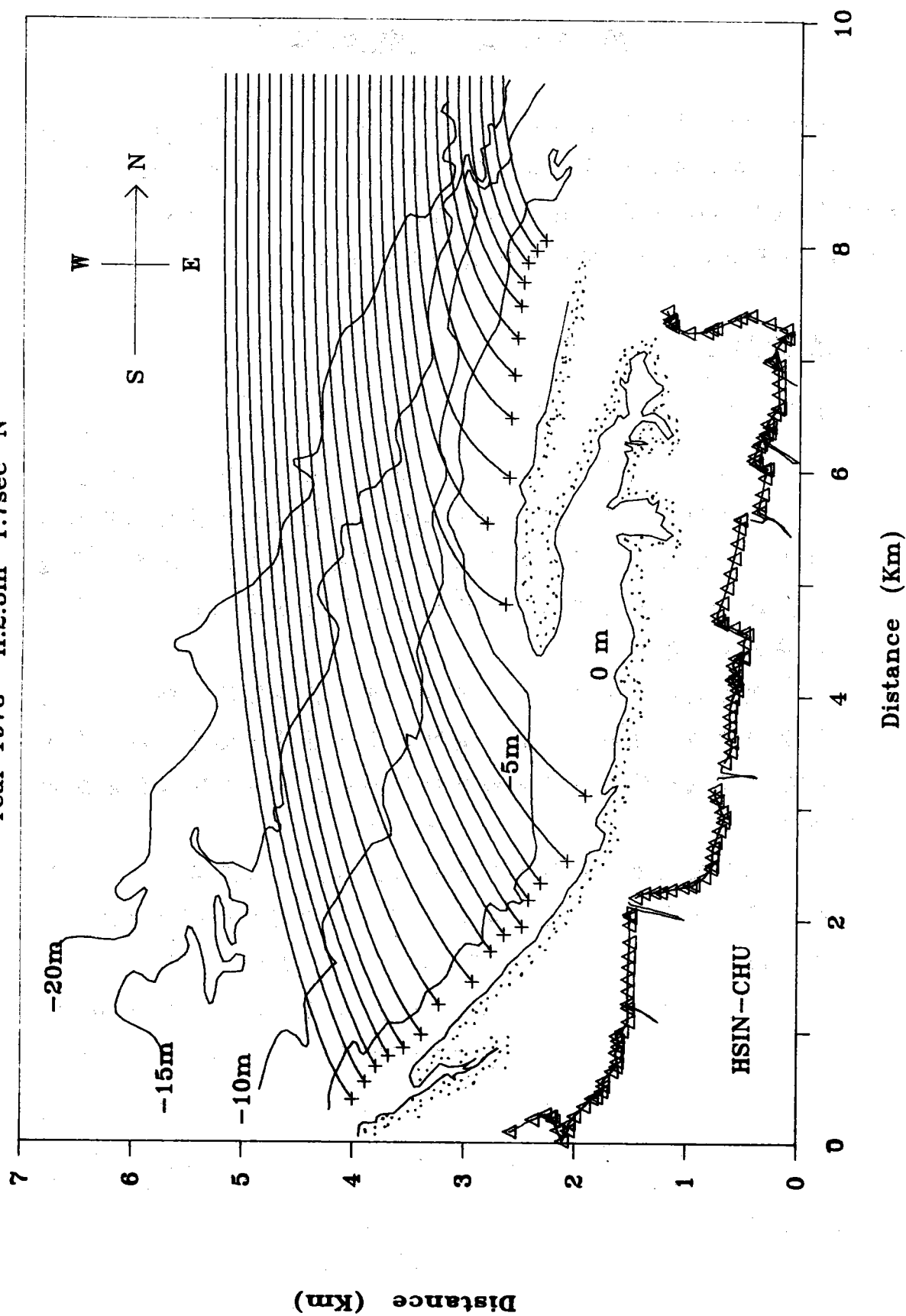


圖 4-1-1 新竹香山附近水域 N 向波浪折射圖(民國67年地形)

Year 1978 H:2.5m T:7sec N11.25E

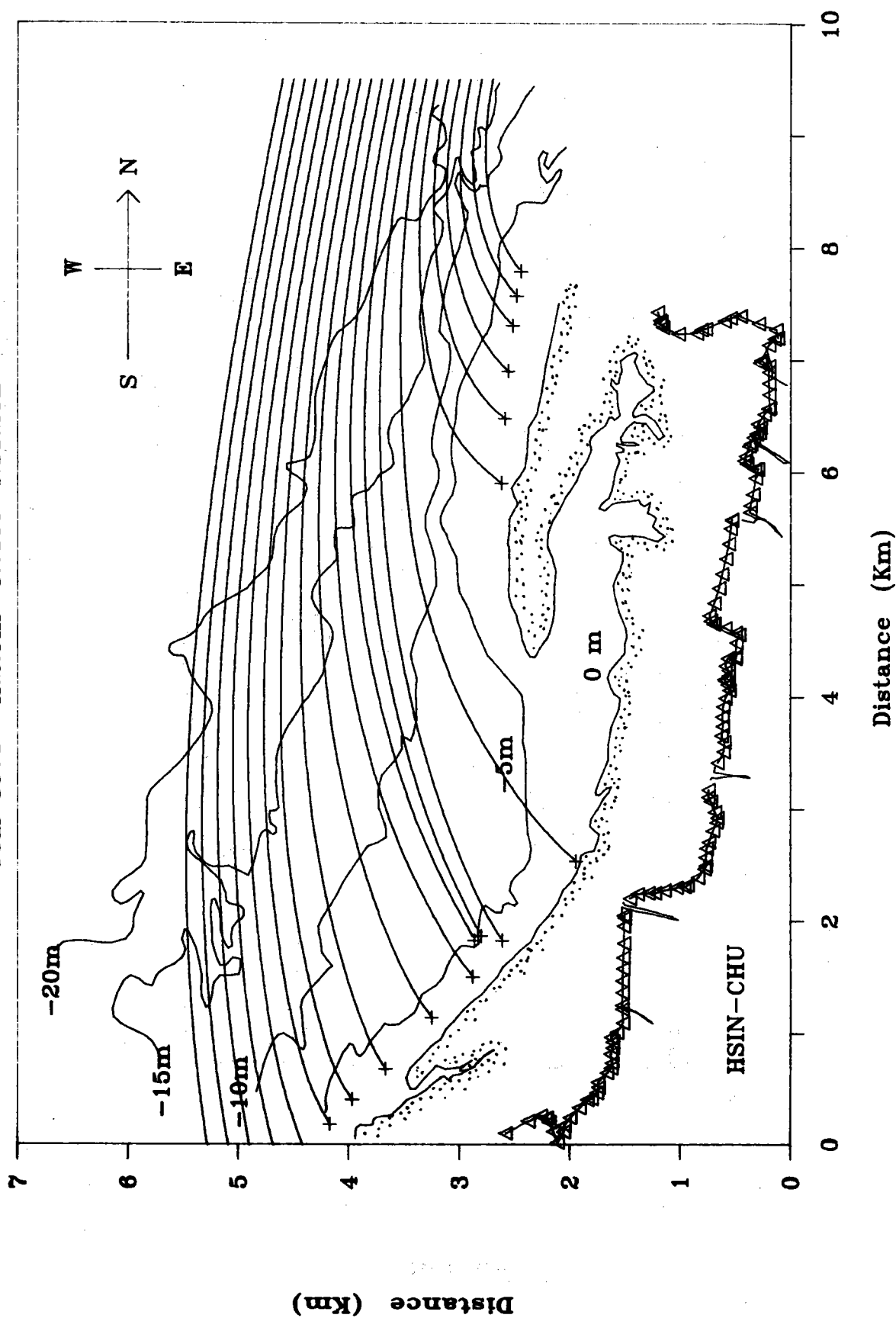


圖 4-1-2 新竹香山附近水域 N15° E 向波浪折射圖(民國67年地形)

Year 1978 H:2.5m T:7sec NNE

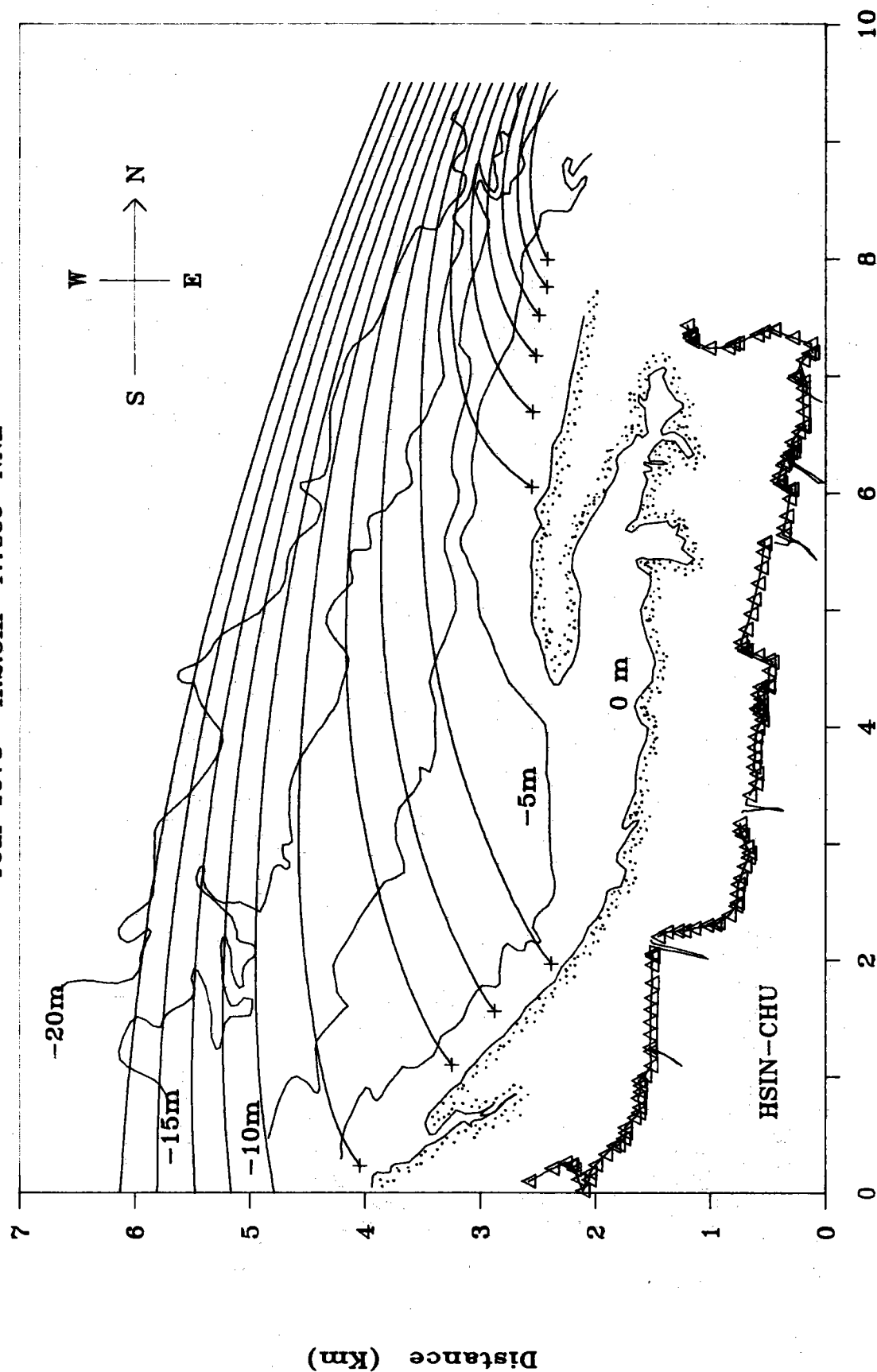


圖 4-1-3 新竹香山附近水域 NNE 向波浪折射圖(民國67年地形)

Year 1978 H:2.5m T:7sec NE

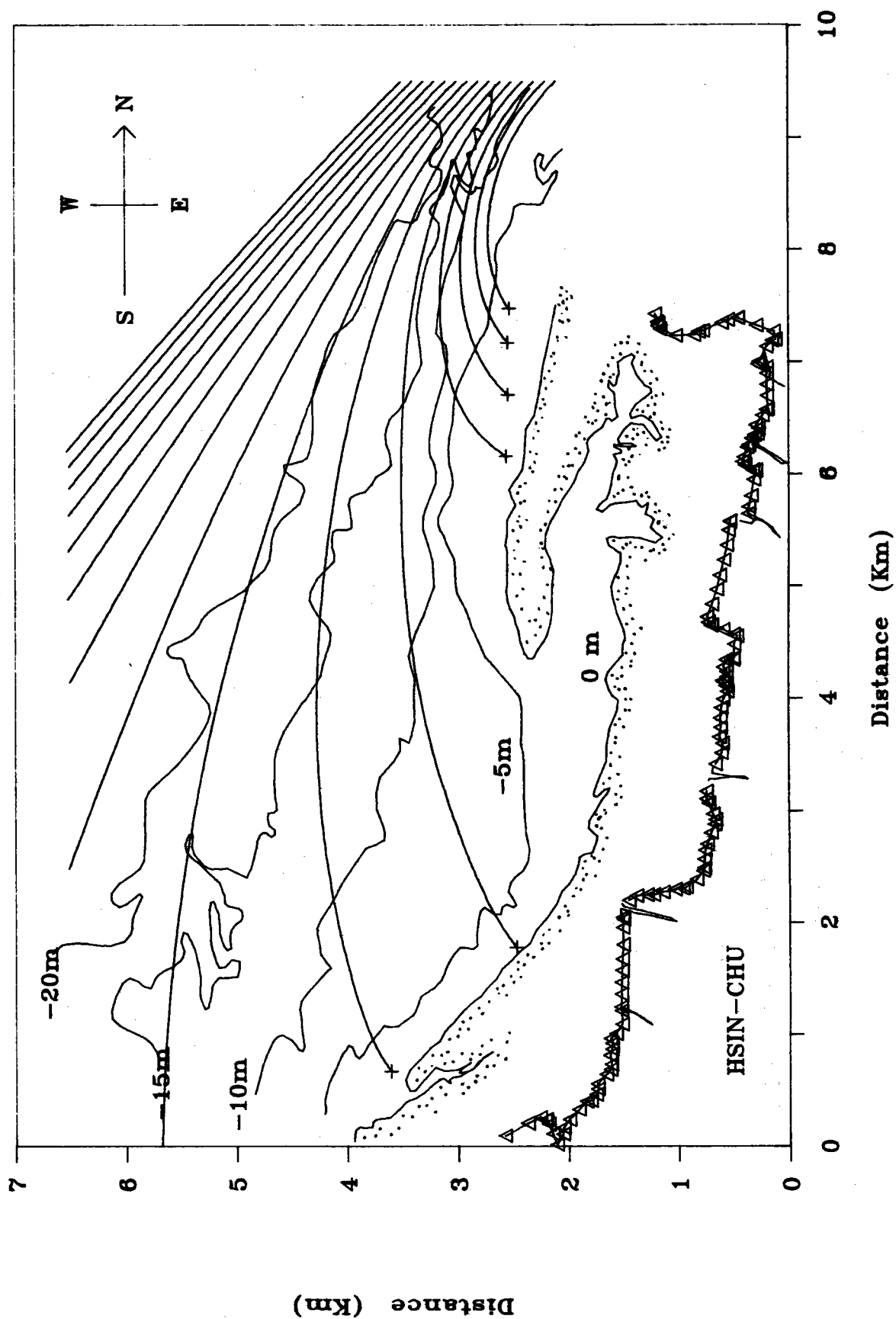


圖 4-1-4 新竹香山附近水域 NE 向波浪折射圖(民國67年地形)

表 4-1 預備試驗條件及結果

編號	試驗波向	波高(cm)	週期(sec)	累積 造波時間(hr)	加砂量 (m^3/hr)	水位 (2.94cm/13min)	與現場地形 比對結果	實驗日期
1	NNE	10	1.4	8	無	-3~-2.88	不佳	83/06/24 — 83/07/14
2	N	10	1.4	12	無	-3~-2.88	不佳	83/07/29 — 83/08/05
3	N 15° E	10	1.4	60	無	-3~-2.88	可	83/08/29 — 83/10/15
4	N 15° E	10	1.4	60	0.098	-3~-2.88	尚可	83/10/29 — 83/11/28
5	N 15° E	15	1.4	40	無	-3~-2.88	不佳	83/12/06 — 83/12/21
6	N 15° E	10	1.4	70	0.027	-3~-2.88	尚可	83/12/29 — 84/01/23

附註：1. 83年8月14日~83年8月25日與貴公司組團赴歐考察
2. 時間空檔為模型修改

4.1.2 預備試驗資料分析及討論

本文根據上述六個不同組合試驗條件所得預備試驗結果，分別就等水深線比較、區域沖淤積量分佈趨勢比較、斷面水深歷時變化比較以及底床質、流線走勢(螢光砂、浮球)分析等分別進行預備試驗驗證工作，有關資料分析方法及試驗結果分別敘述如下：

① 等水深線比較分析

圖4-2-1~圖4-2-6分別為六個不同組合試驗條件等預備試驗(CASE 1 ~ CASE 6)，在不同累積造波時段，有關 ± 0 〃灘線、 -5 〃、 -10 〃以及 -15 〃等水深線歷時變化圖。

預備試驗(CASE 1)資料分析結果顯示，在NNE向波浪條件作用下，於碎波帶位置形成一與波峰線平行之沙洲 ± 0 〃灘線如圖4-2-1(a)所示，該現象與現場 ± 0 〃灘線資料分析結果，如圖2-2所示比較，顯然不同，故該預備試驗(CASE 1)在累積造波時間達8個小時後即行中止。

預備試驗(CASE 2)，針對預備試驗(CASE 1)試驗結果，將波浪方向由NNE向改為N向斜向入射，試驗波高、週期條件保持不變，試驗結果資料分析顯示，其沙洲 ± 0 〃灘線有逐漸往W方向移動趨勢如圖4-2-2(a)所示，該現象亦與現場資料分析結果有所出入，故預備試驗(CASE 2)進行到累積造波時間達12個小時後即行中止。

預備試驗(CASE 3)，係根據預備試驗(CASE 1)及(CASE 2)之試驗結果研判，決定將試驗波向改採 $N15^{\circ}E$ 方向，試驗波高、週期維持相同，試驗結果資料分析顯示，如圖4-2-3所示，沙洲 ± 0 〃灘線走向趨勢與現場資料比對尚可，惟 -5 〃等水深線在海山川溝即目前海山船澳西側海域1000

~1500公尺範圍，試驗結果顯示屬侵蝕性，然現場資料分析結果顯示該範圍處為堆積性，二者有所差異外，其他的-10^{'''}等水深線變化趨勢亦尚可，故就波向而言，N15° E已能掌握住整個灘線變化趨勢，本預備試驗累積造波時間達60個小時。

預備試驗(CASE 4)針對預備試驗(CASE 3)試驗結果，為期重現-5^{'''}等水深線，採與預備試驗(CASE 3)相同試驗波浪條件，並在客雅溪口南岸水深-5^{'''}處附近，加砂代表砂源，加砂率為每小時0.098立方米，試驗結果顯示，在累積造波時間達60小時後，該預備試驗雖亦能重現±0^{'''}灘線往南前進趨勢，惟另外形成二道沙洲，其一垂直於N15° E波向線，該現象與現場資料±0^{'''}灘線走勢不儘符合。

預備試驗(CASE 5)仍係針對預備試驗(CASE 3)以及(CASE 4)試驗結果，為重現-5^{'''}等水深線目的，試驗波向採相同 N15° E 方向，惟試驗波高，則由原先之10^{'''}提高為15^{'''}相當於現場由2.5^{'''}提高為3.75^{'''}，試驗週期維持1.4秒，即波浪尖銳度由原先之0.033增加為0.0497，在無沙源情況下，進行該預備試驗，試驗結果顯示，在累造波時間達40 小時後因波高加大，造成客雅溪口嚴重侵蝕，且沙洲±0^{'''}灘線有向西延伸趨勢與現場資料比對不符，故即中止試驗進行。

預備試驗(CASE 6)，乃針對預備試驗(CASE 4)及(CASE 5)試驗結果，採試驗波浪條件與預備試驗(CASE 3)相同，惟為重現海山船澳前海域-5^{'''}等水深線呈淤積特性，選擇在該區海域上游面-5^{'''}~-10^{'''}等深線間均勻加沙，加沙量平均每小時為0.027立方米，累積造波時間達70小時，試驗結果顯示，如圖4-2-3(b)~圖4-2-6(b)該預備試驗已能重現-5^{'''}等水深線，惟±0^{'''}等水深線若與預備試驗(CASE 3)試驗結果比較，仍以預備試驗(CASE 3)為佳。

故就等水線比較分析而言，預備試驗(CASE 3)、(CASE 4)、(CASE 6)均能重現現場沙洲±0^m灘線，但整體而言，仍以預備試驗(CASE 3)為佳。

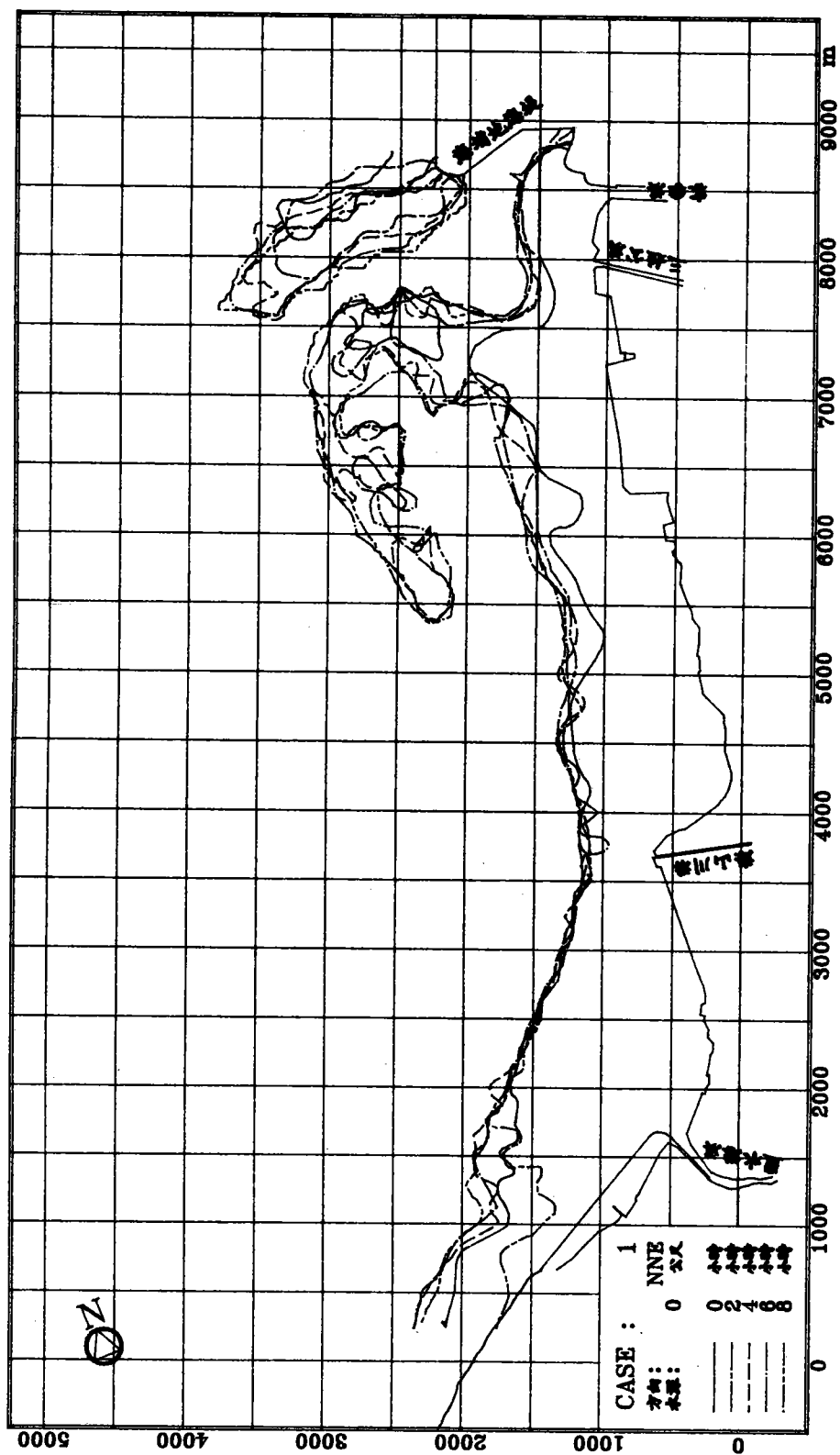


圖 4-2-1(a) 預備試驗CASE(1), $\pm 0\text{m}$ 等水深線歷時變化圖

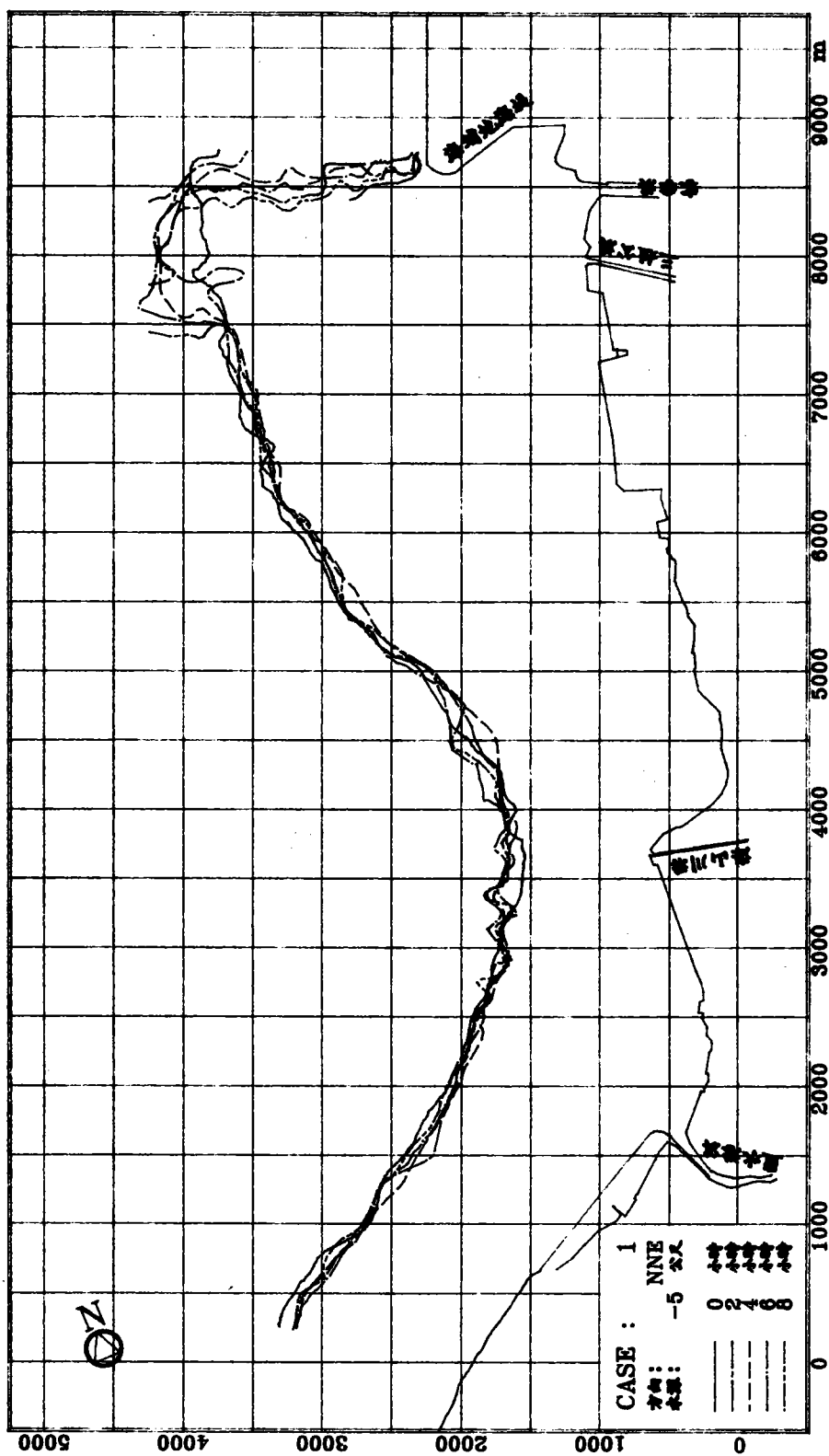


圖 4-2-1(b) 預備試驗CASE(1), -5^m 等水深線歷時變化圖

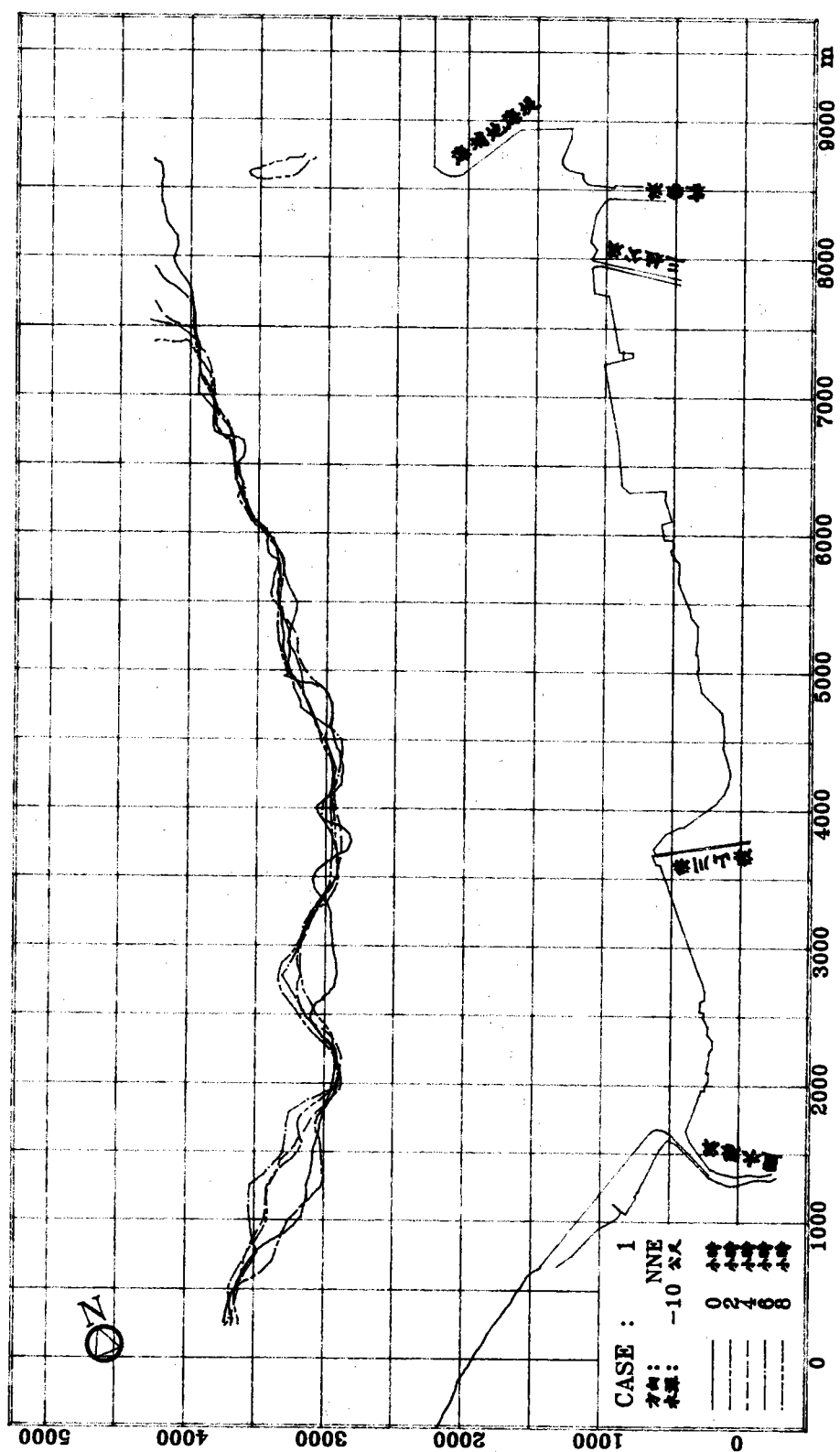


圖 4-2-1(c) 預備試驗CASE(1), -10^{MPa}等水深線歷時變化圖

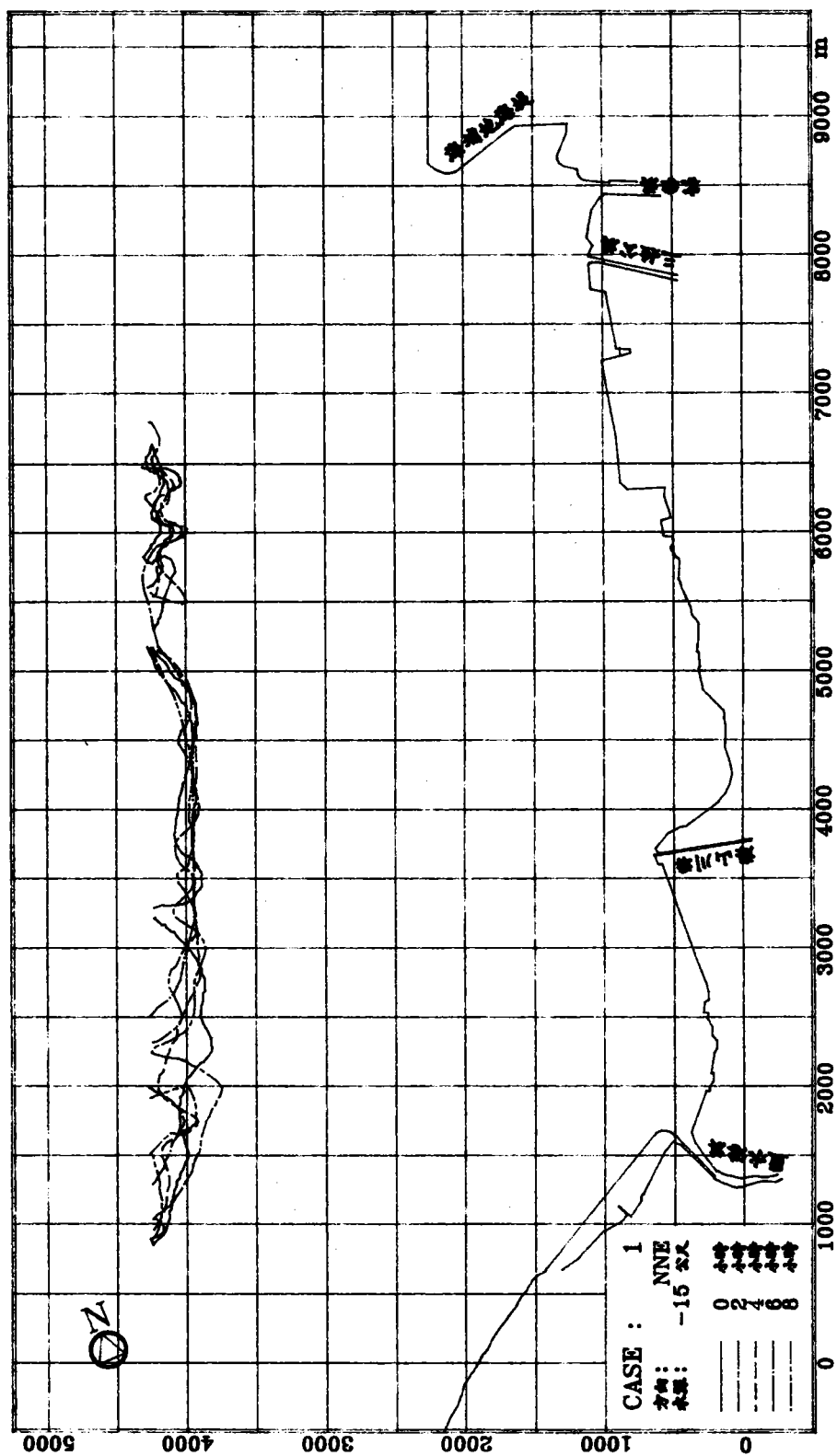


圖 4-2-1(d) 預備試驗CASE(1), -15^{cm}等水深線歷時變化圖

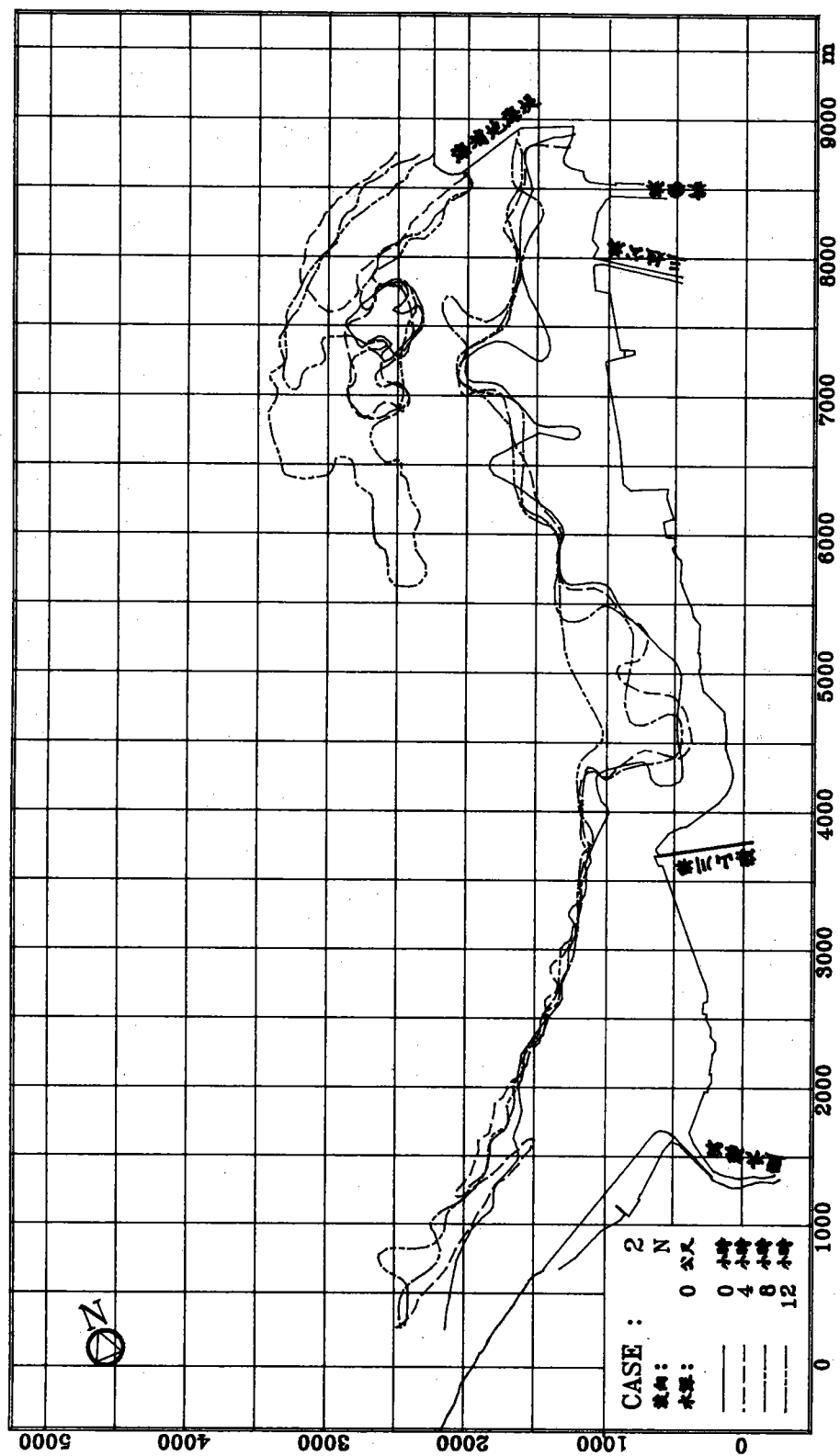


圖 4-2-2(a) 預備試驗CASE(2), ± 0 等水深線歷時變化圖

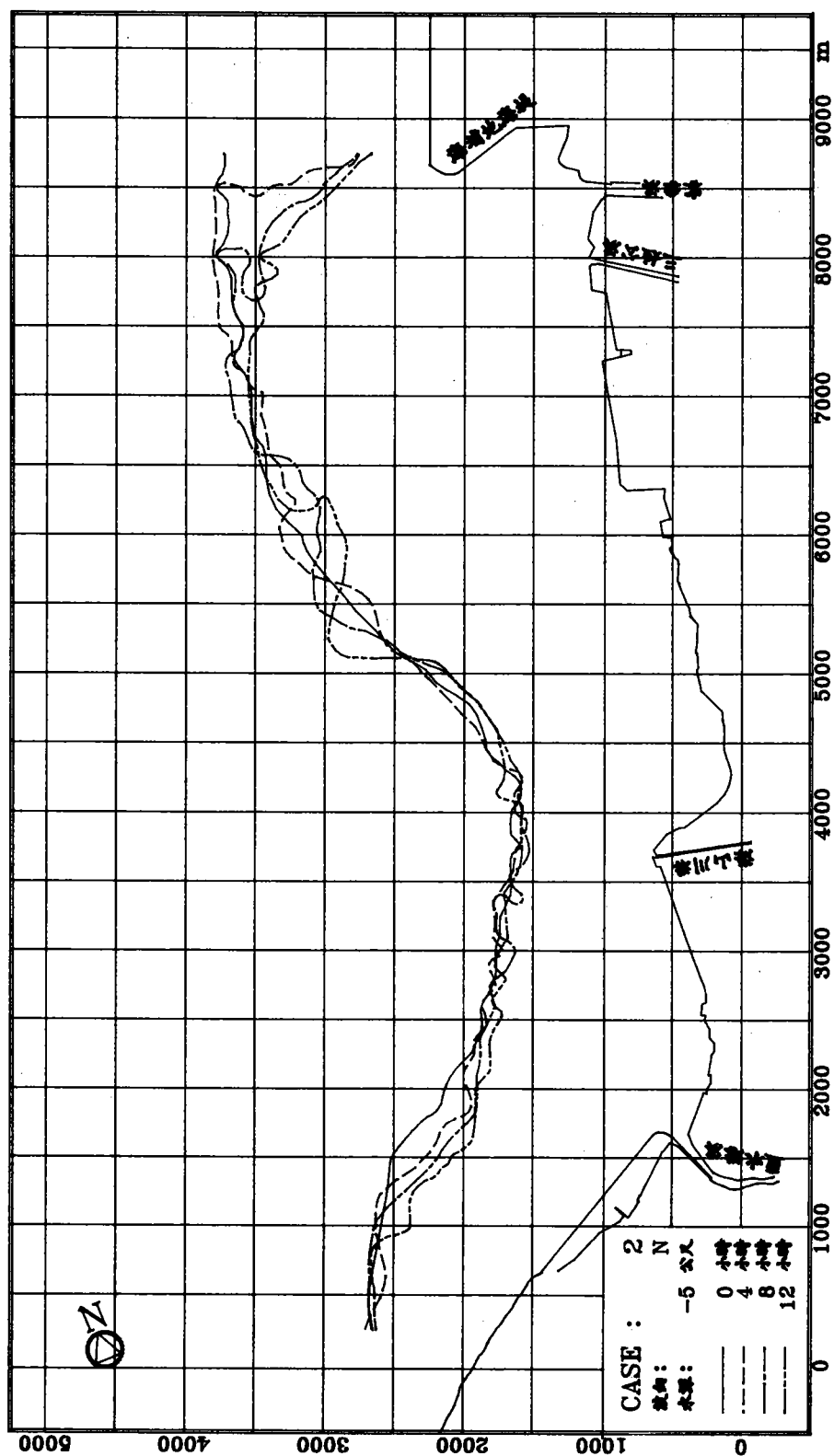


圖 4-2-2(b) 預備試驗CASE(2), -5^m 等水深線歷時變化圖

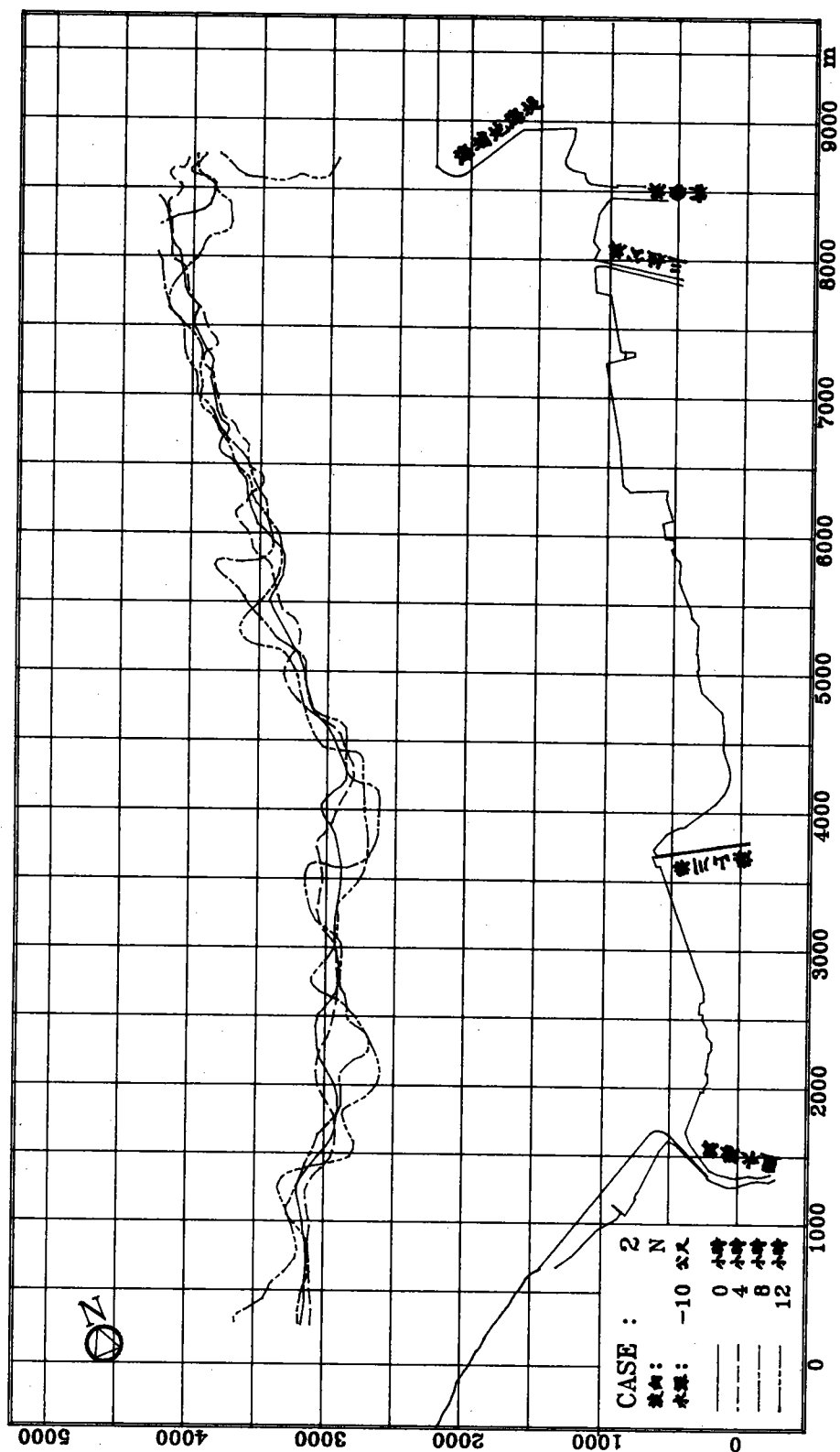


圖 4-2-2(c) 預備試驗CASE(2), -10°等水深線歷時變化圖

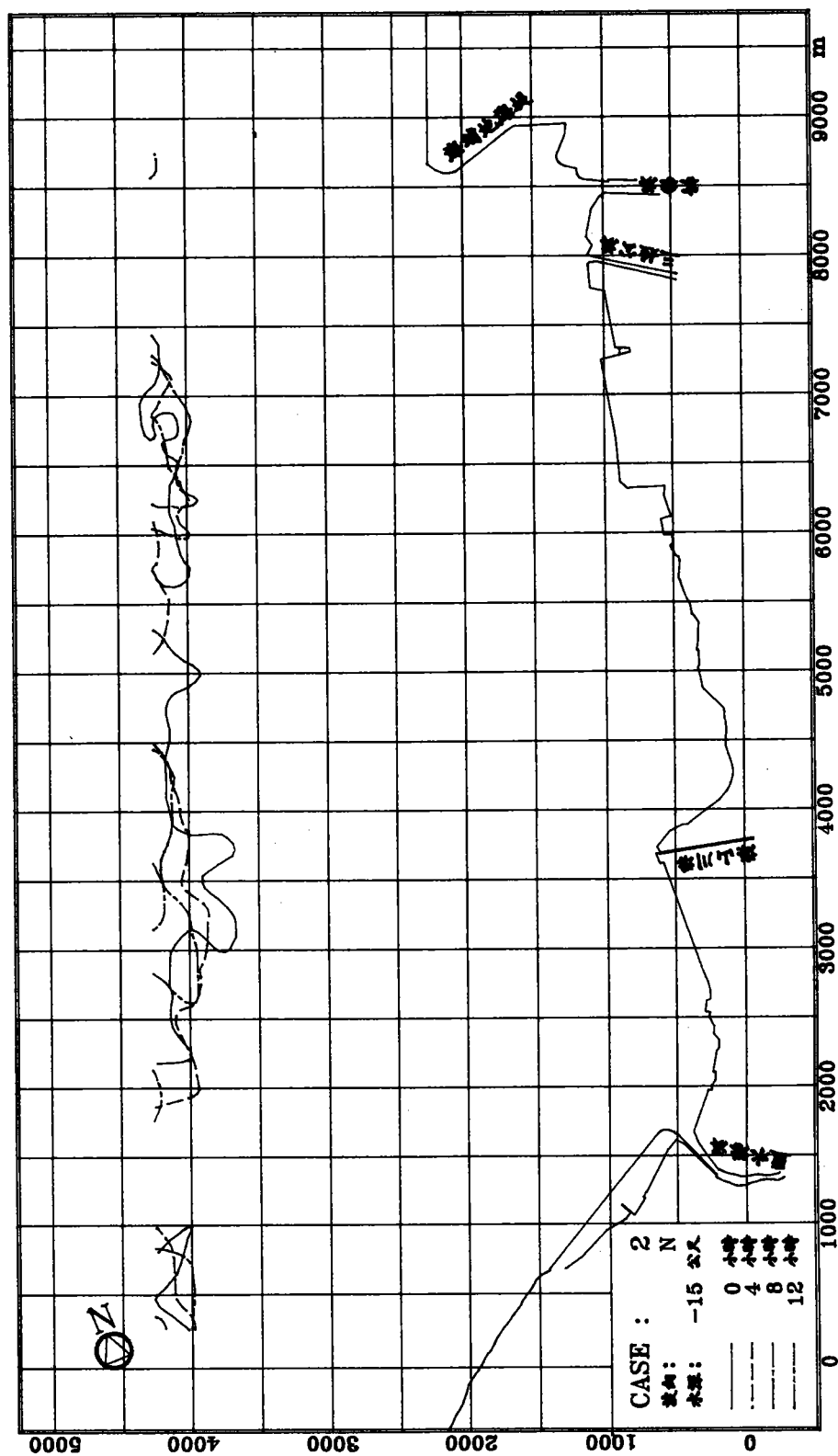


圖 4-2-2(d) 預備試驗CASE(2), -15°等水深線歷時變化圖

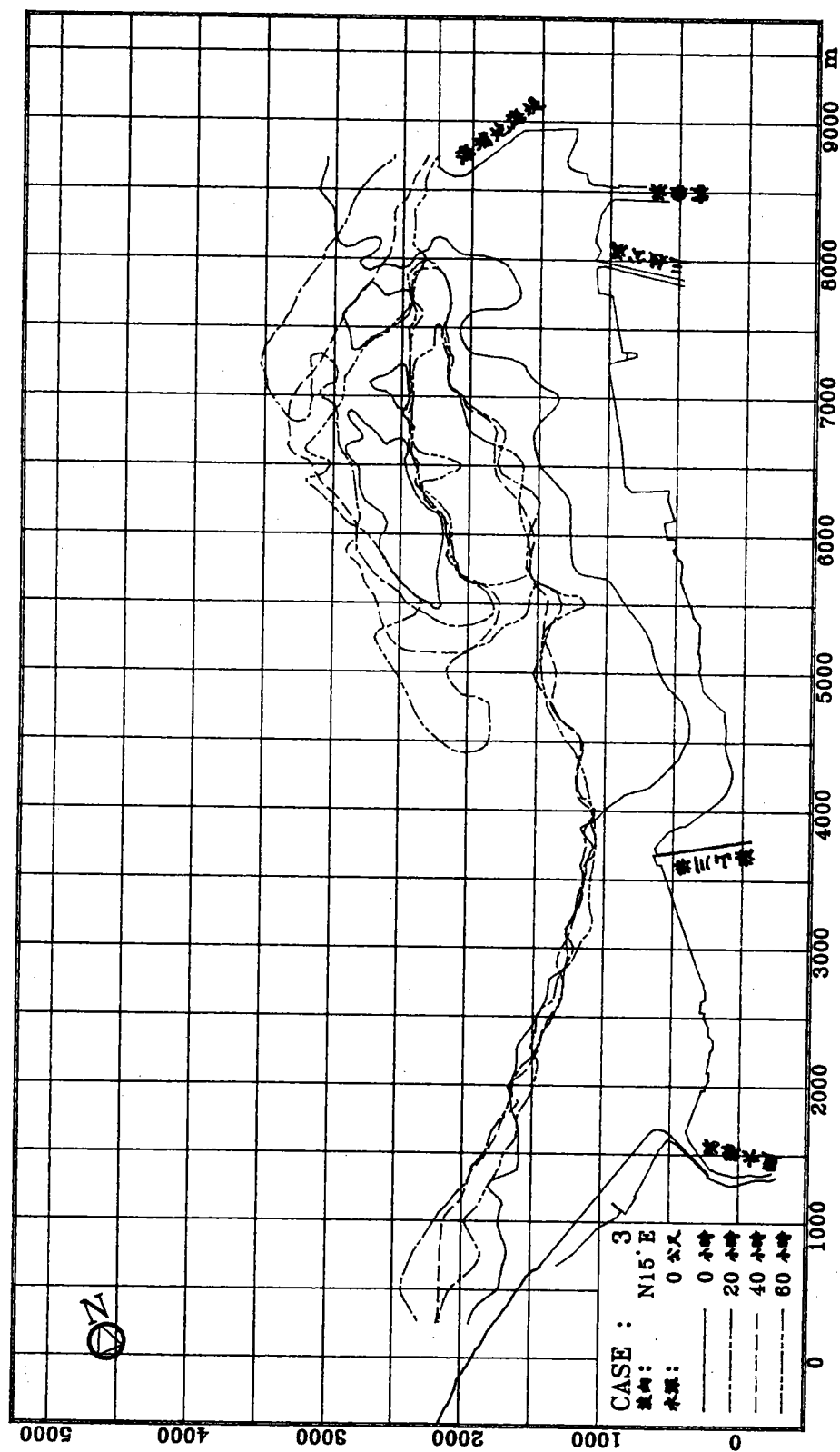


圖 4-2-3(a) 預備試驗CASE(3), $\pm 0^m$ 等水深線歷時變化圖

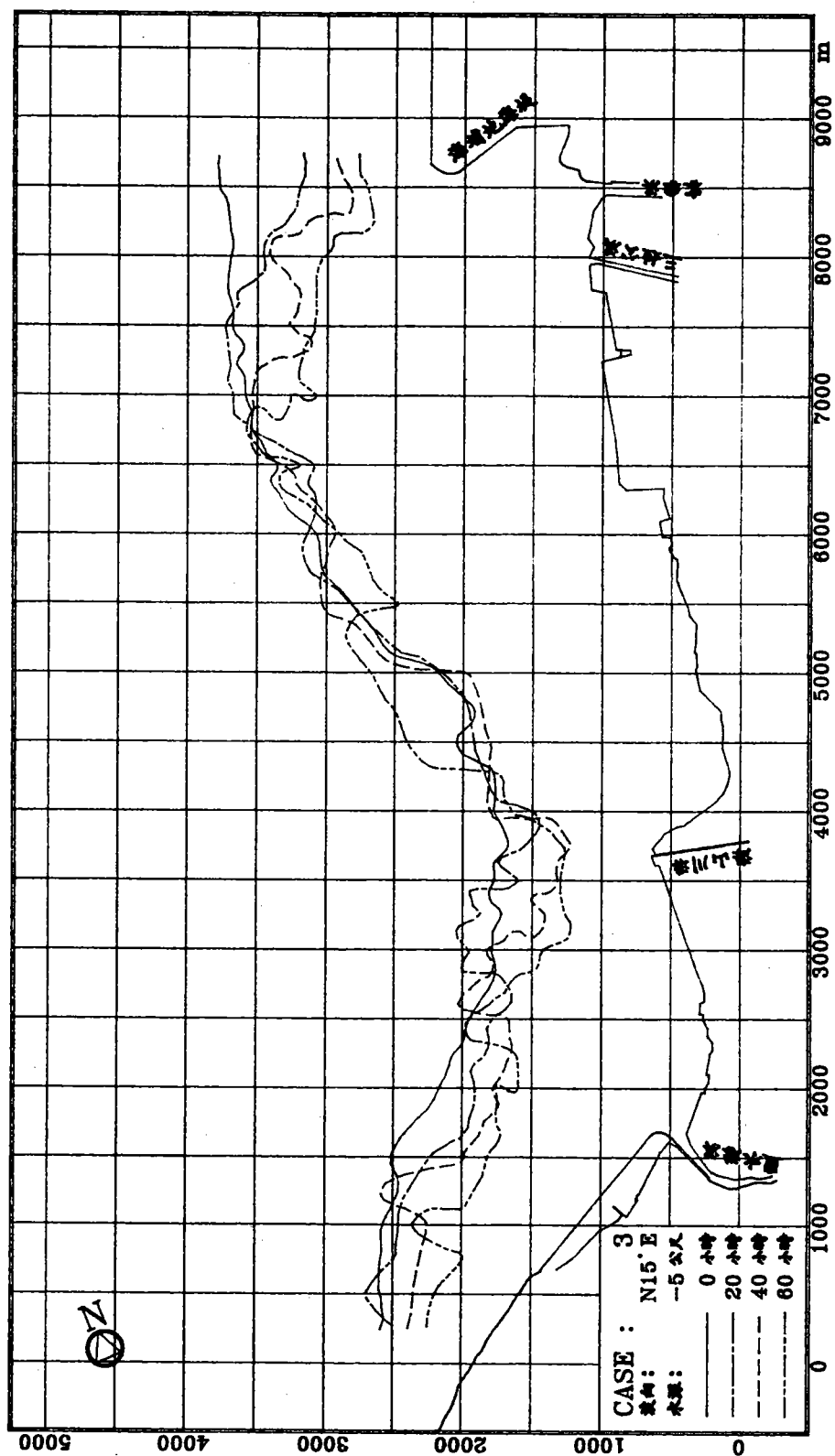


圖 4-2-3(b) 預備試驗CASE(3), -5^m 等水深線歷時變化圖

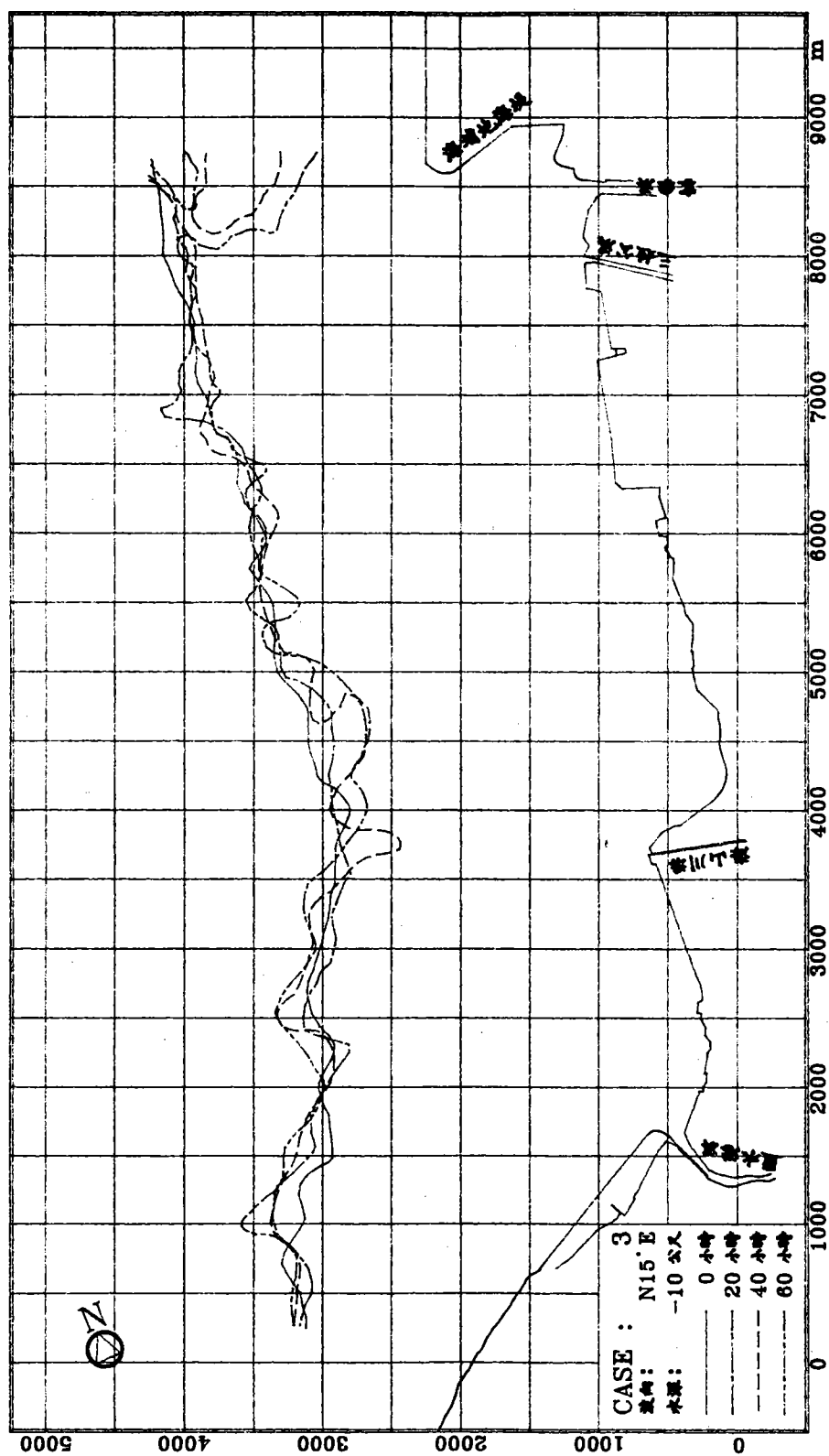


圖 4-2-3(c) 預備試驗CASE(3), -10^m等水深線歷時變化圖

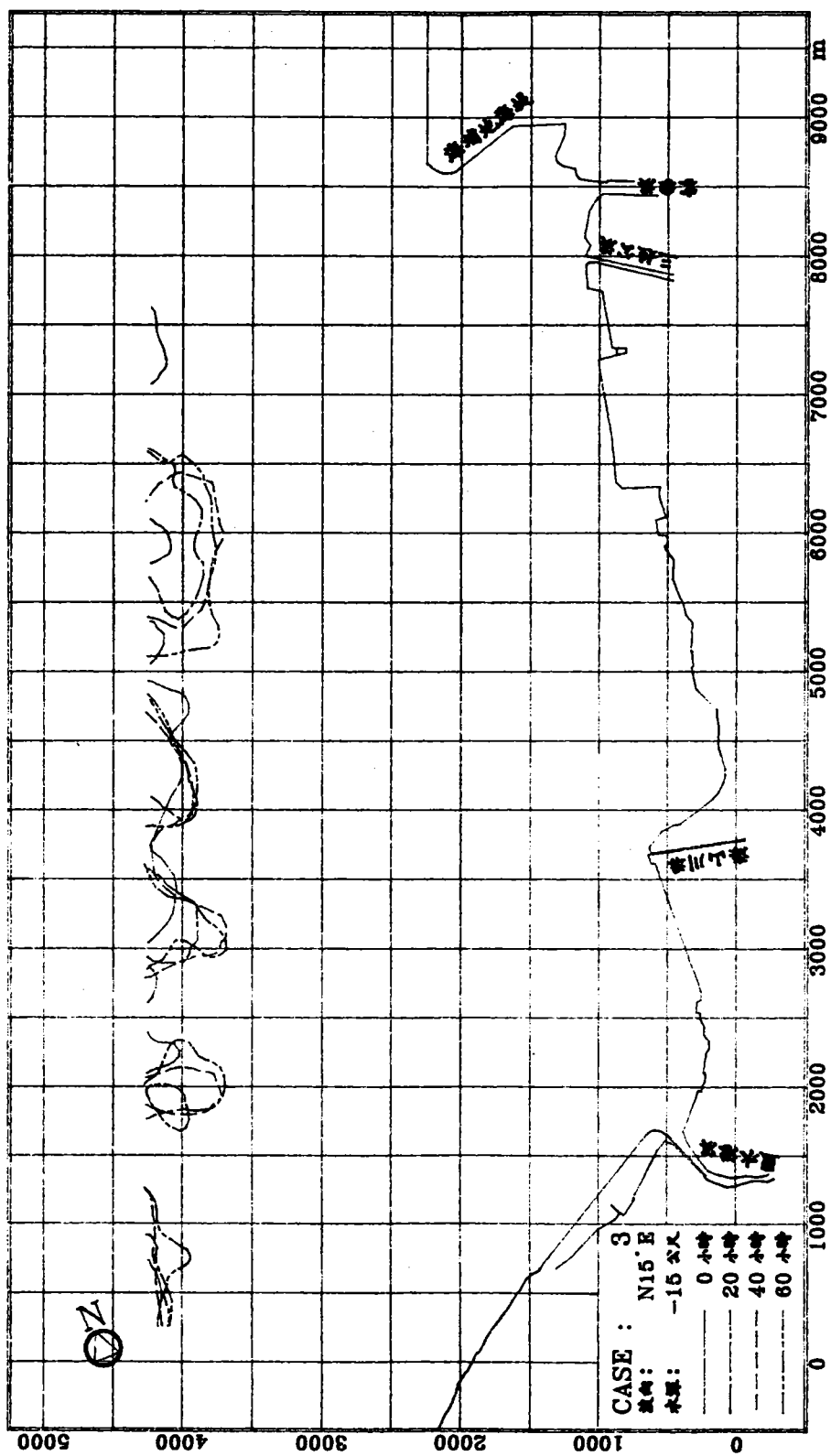


圖 4-2-3(d) 預備試驗CASE(3), -15^m等水深線壓時變化圖

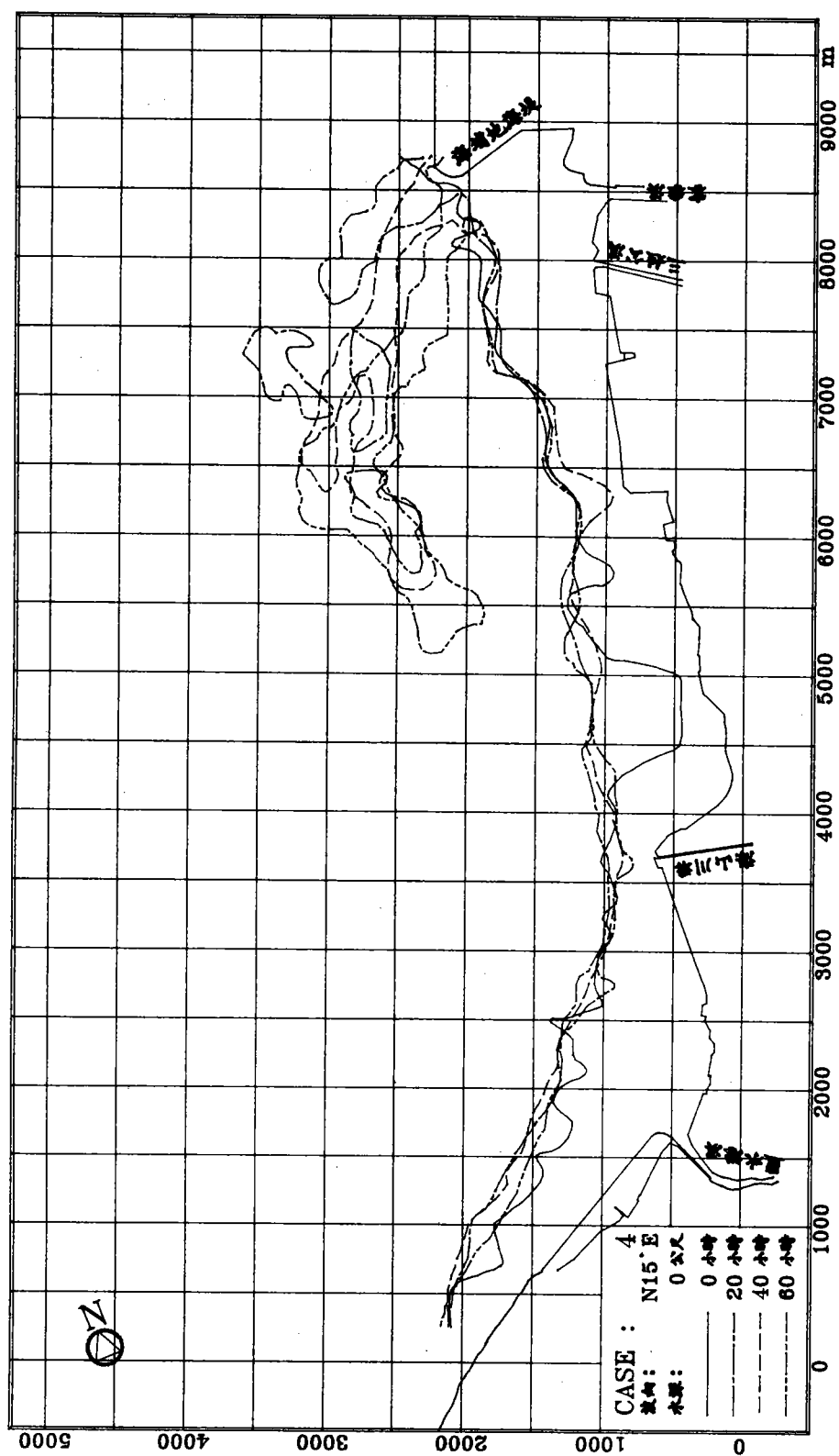


圖 4-2-4(a) 預備試驗CASE(4), $\pm 0^m$ 等水深線歷時變化圖

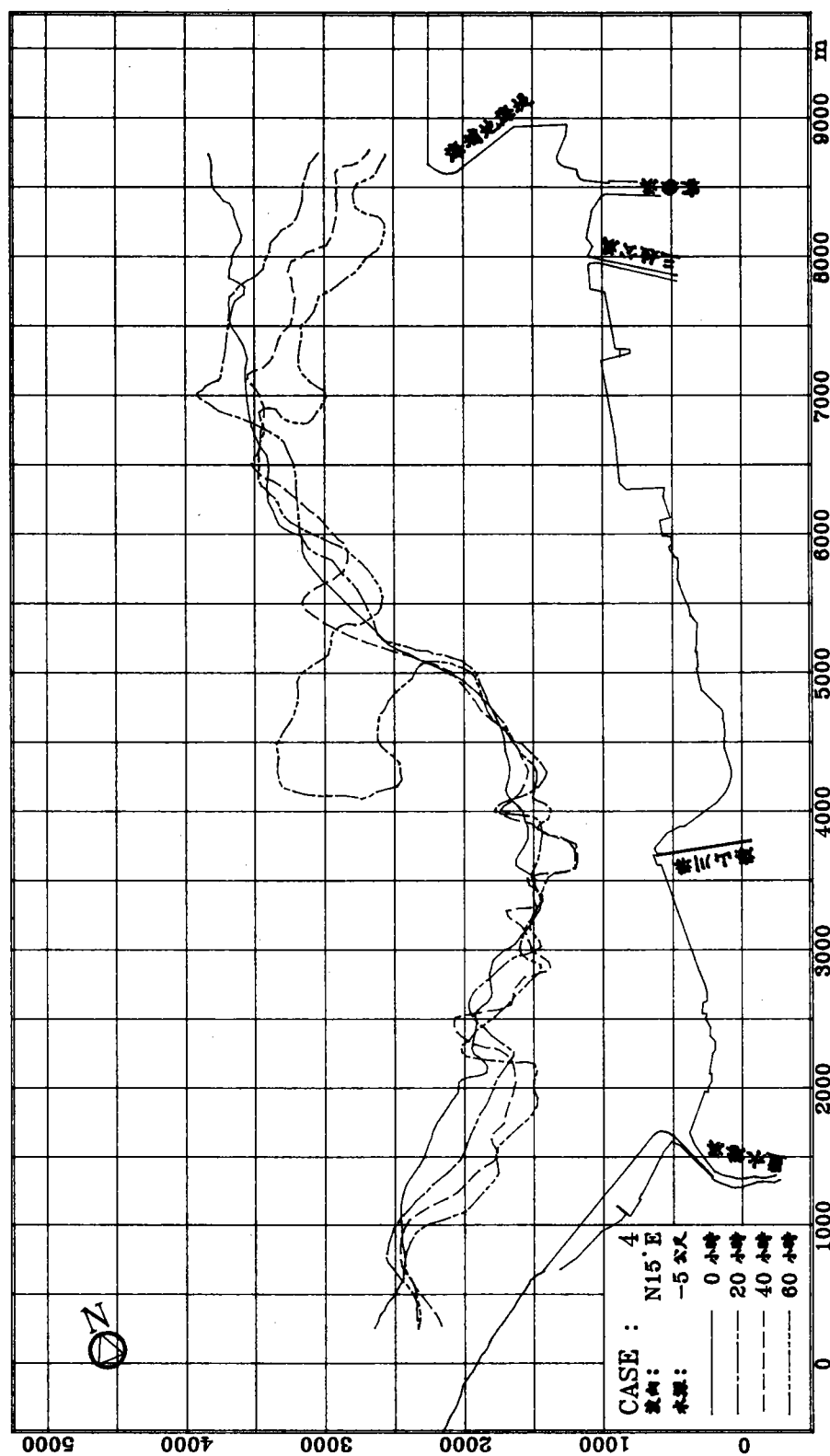


圖 4-2-4(b) 預備試驗CASE(4), -5^m 等水深線歷時變化圖

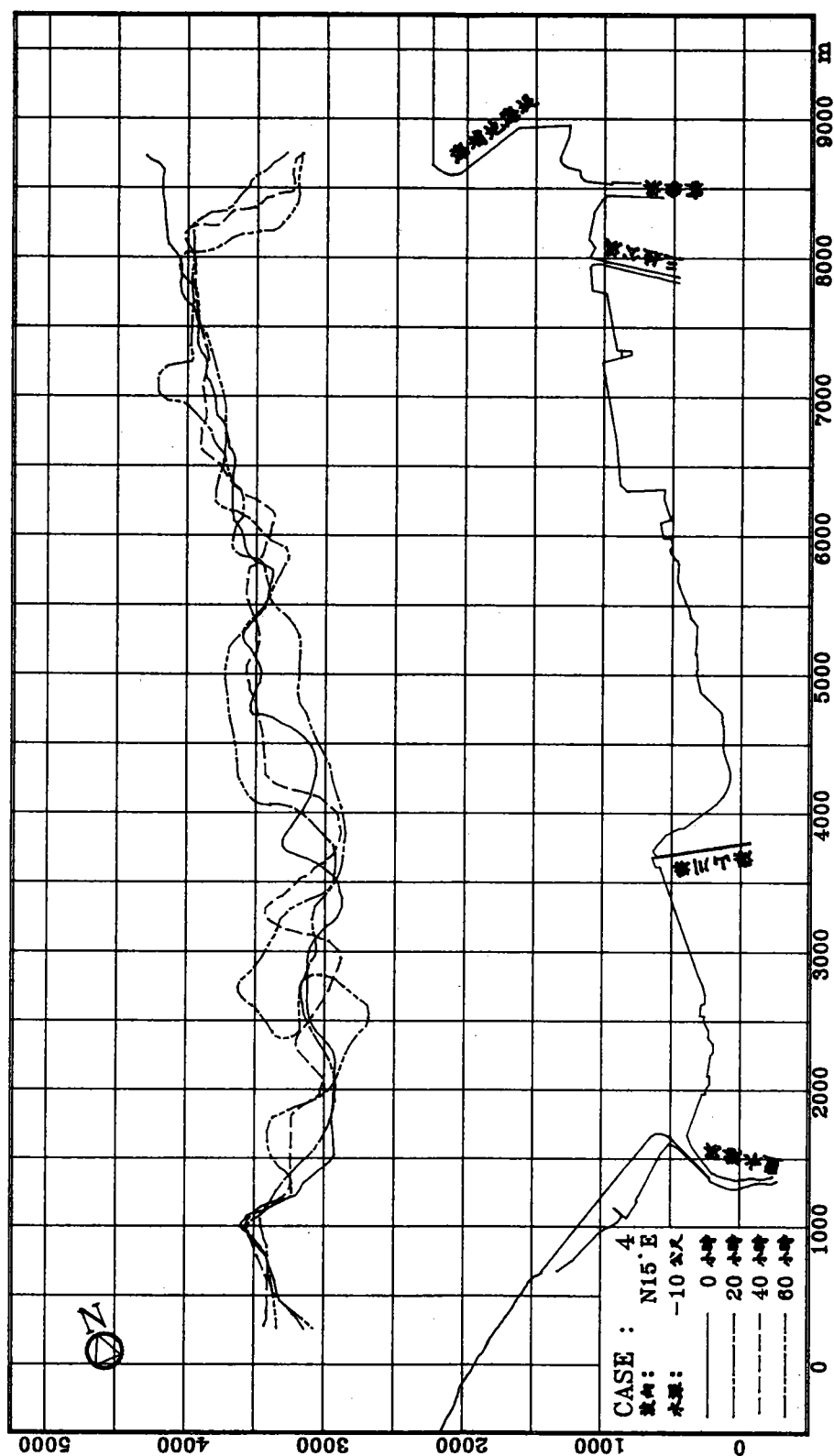


圖 4-2-4(c) 預備試驗CASE(4), -10^m等水深線歷時變化圖

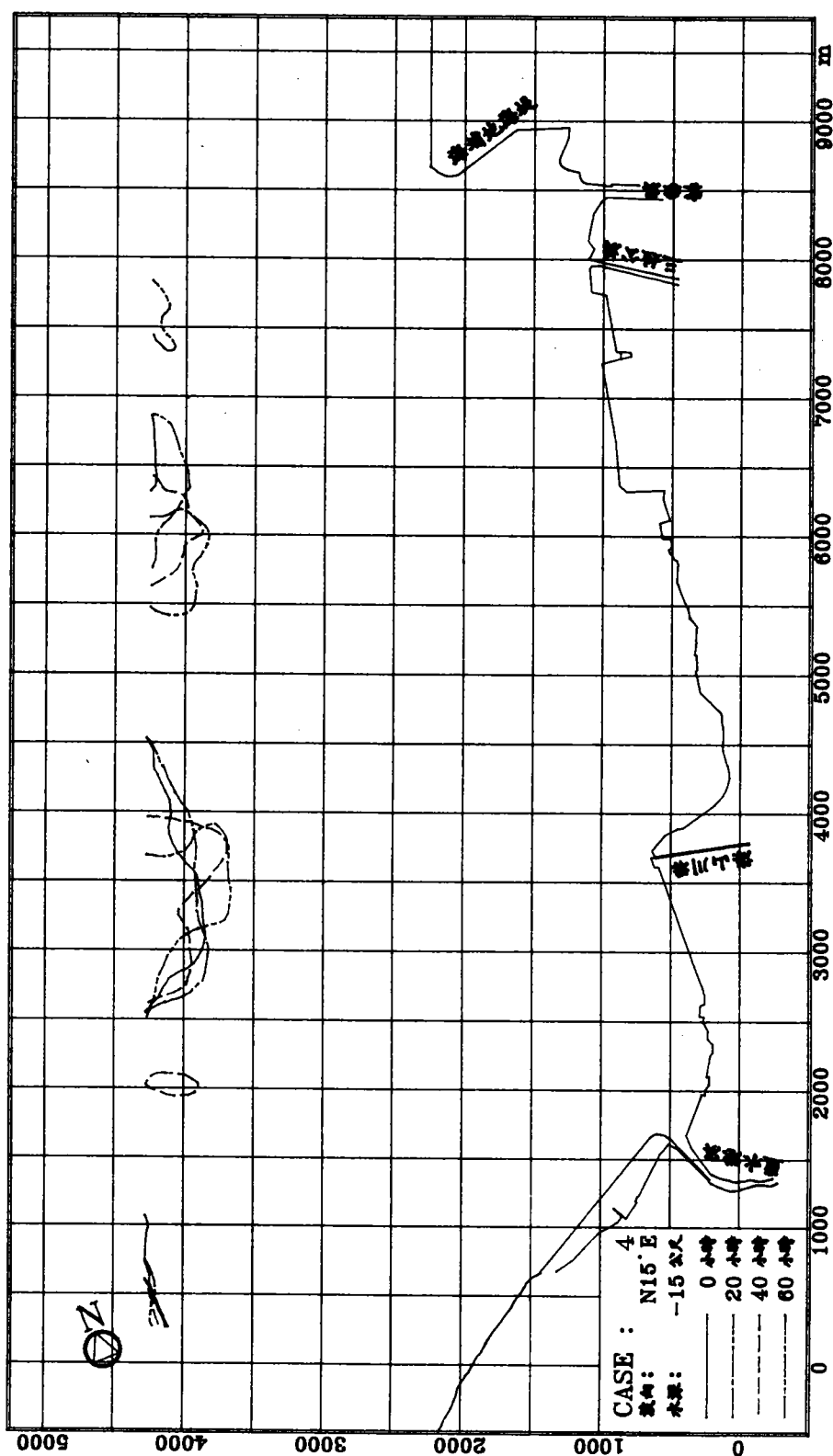


圖 4-2-4(d) 預備試驗CASE(4), -15^m等水深線歷時變化圖

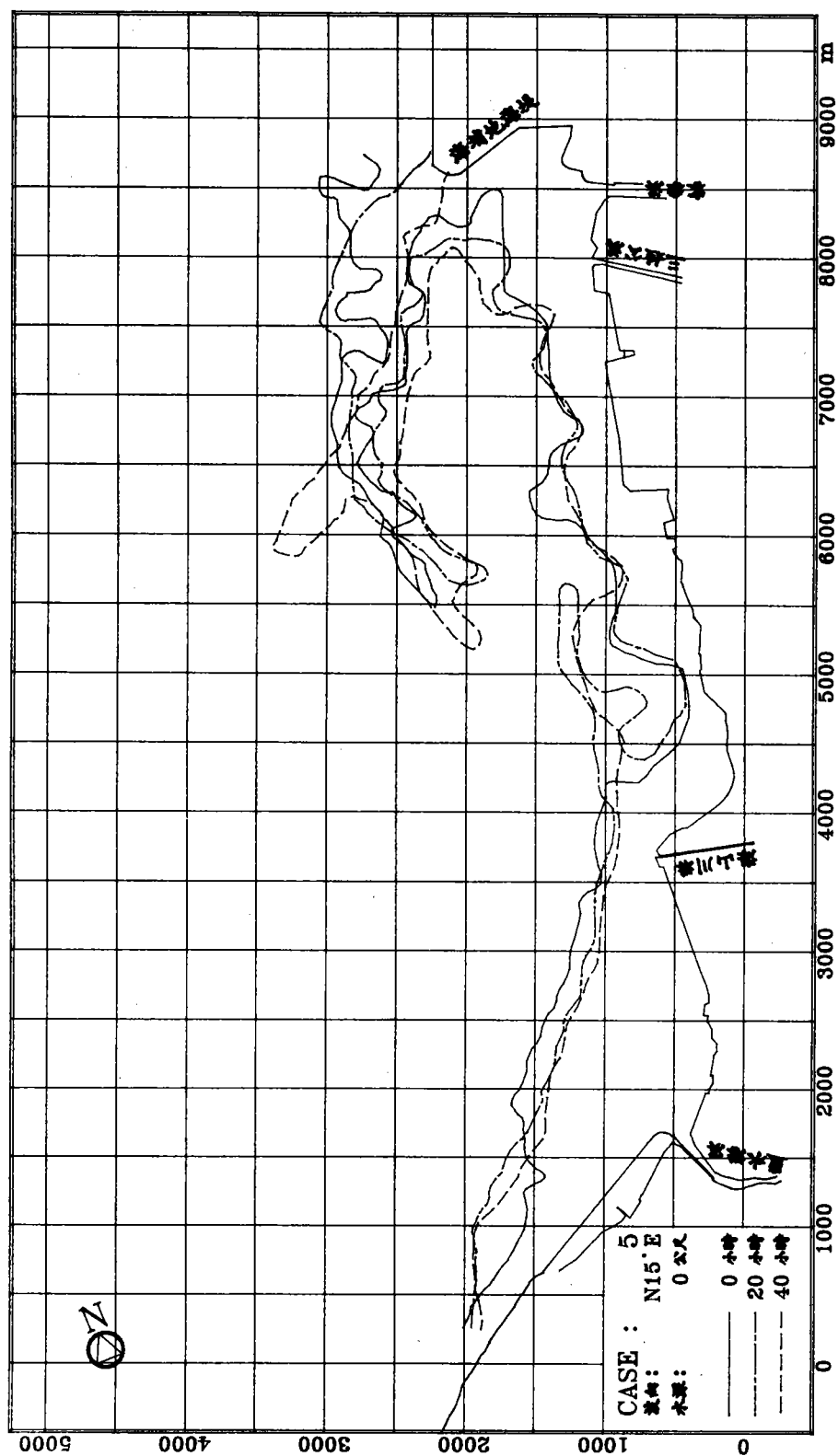


圖 4-2-5(a) 預備試驗CASE(5), $\pm 0^m$ 等水深線歷時變化圖

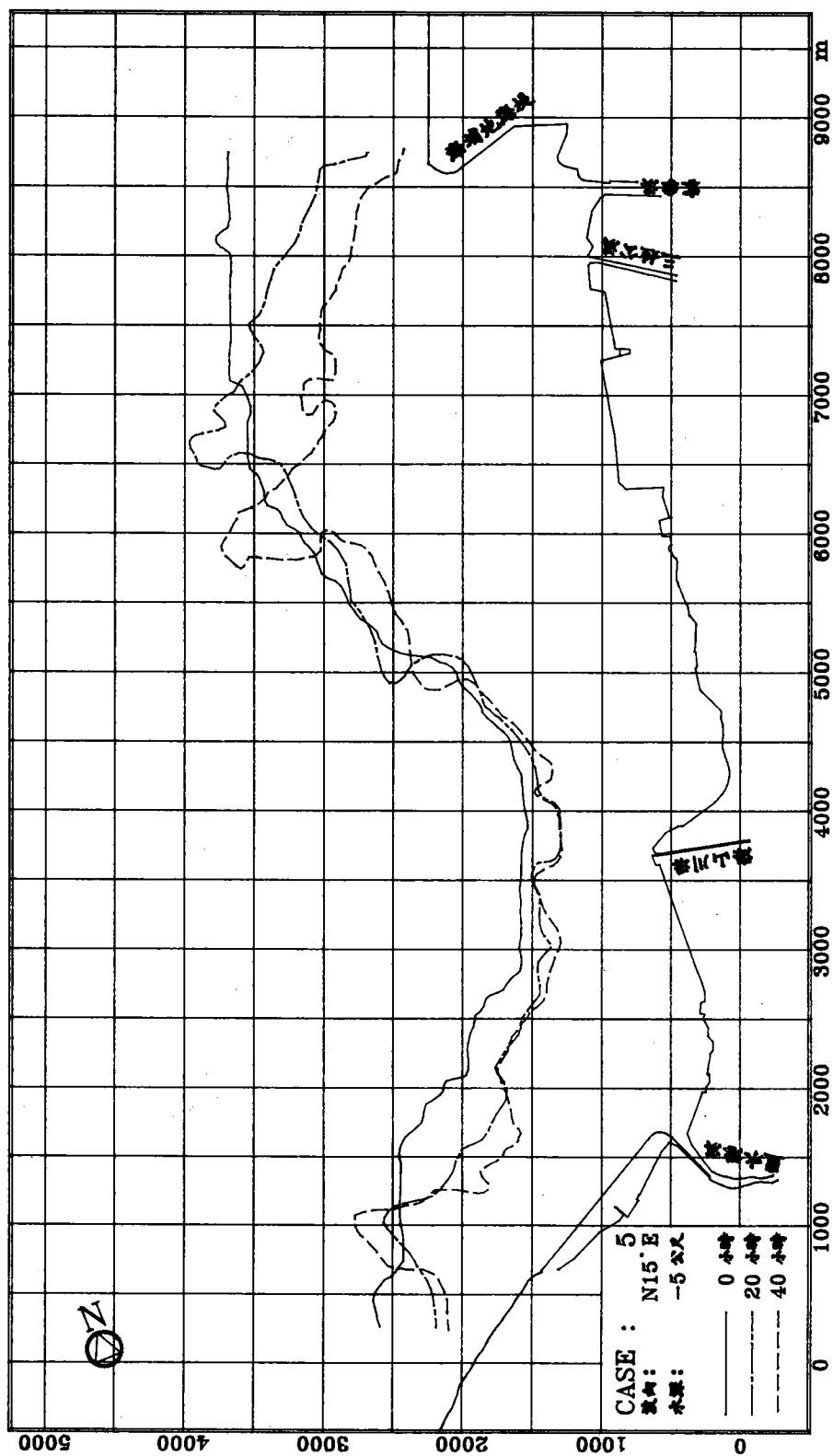


圖 4-2-5(b) 預備試驗CASE(5), -5m 等水深線歷時變化圖

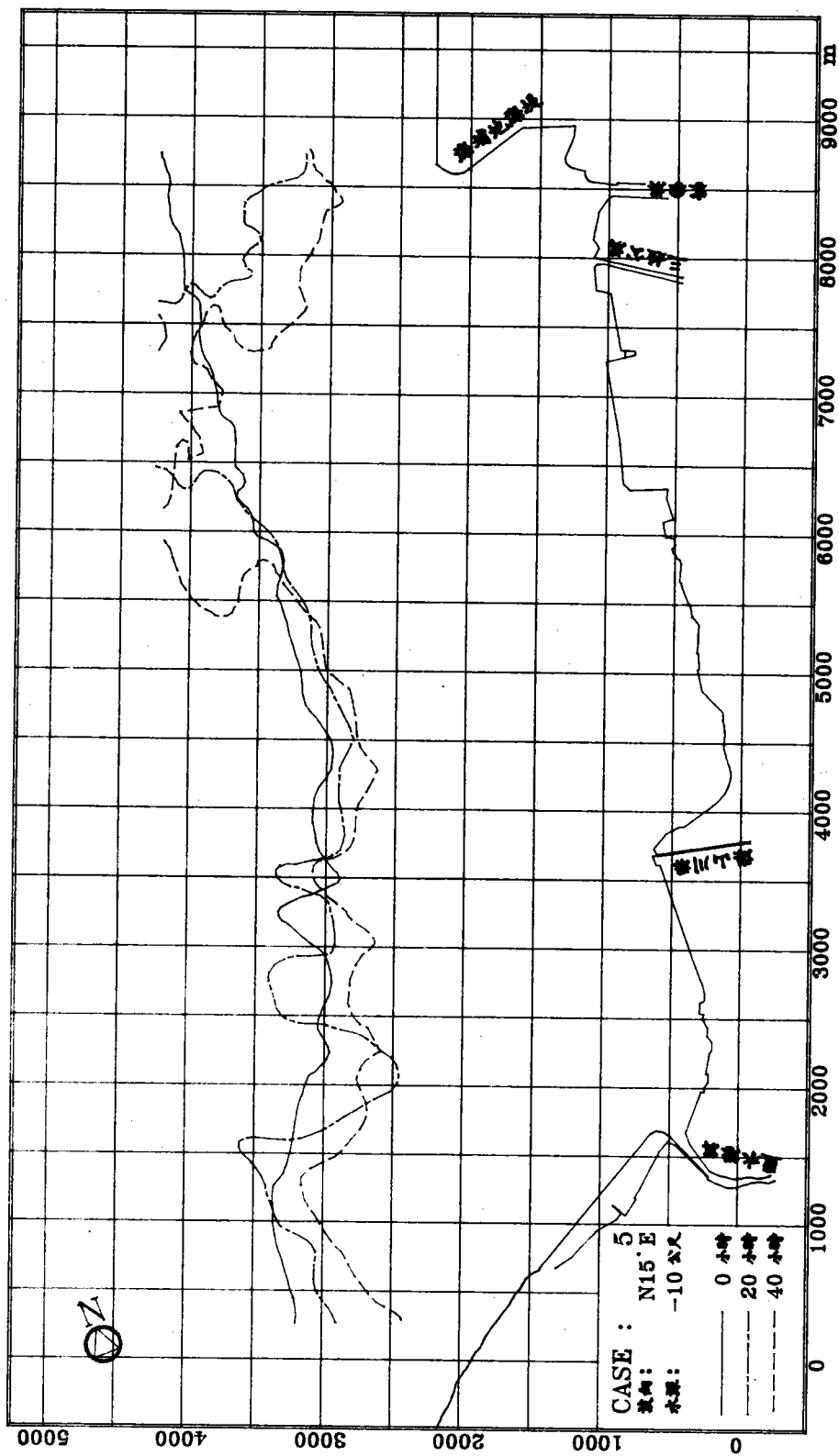


圖 4-2-5(c) 預備試驗CASE(5), -10^m等水深線歷時變化圖

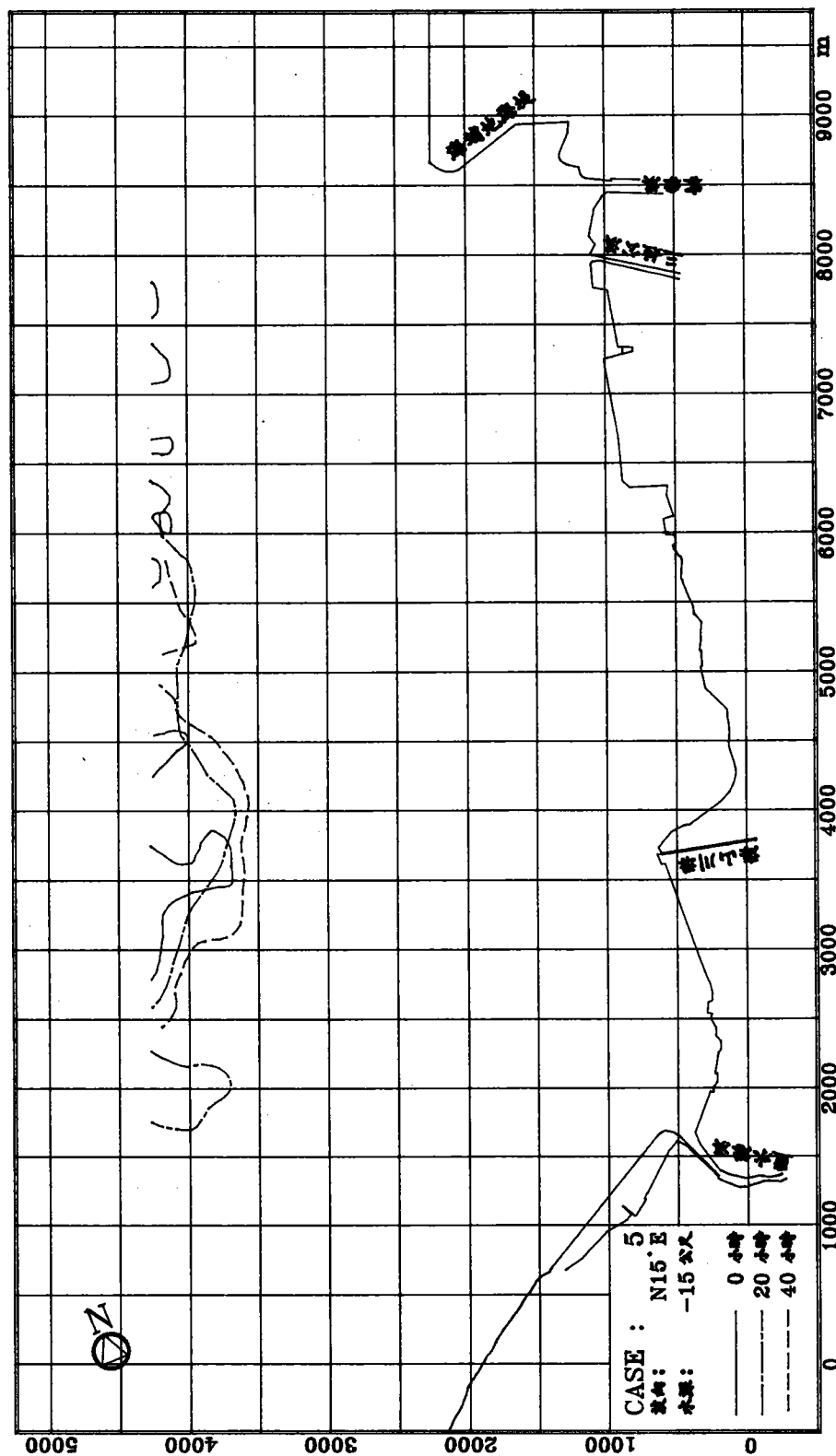


圖 4-2-5(d) 預備試驗CASE(5), -15^m等水深線歷時變化圖

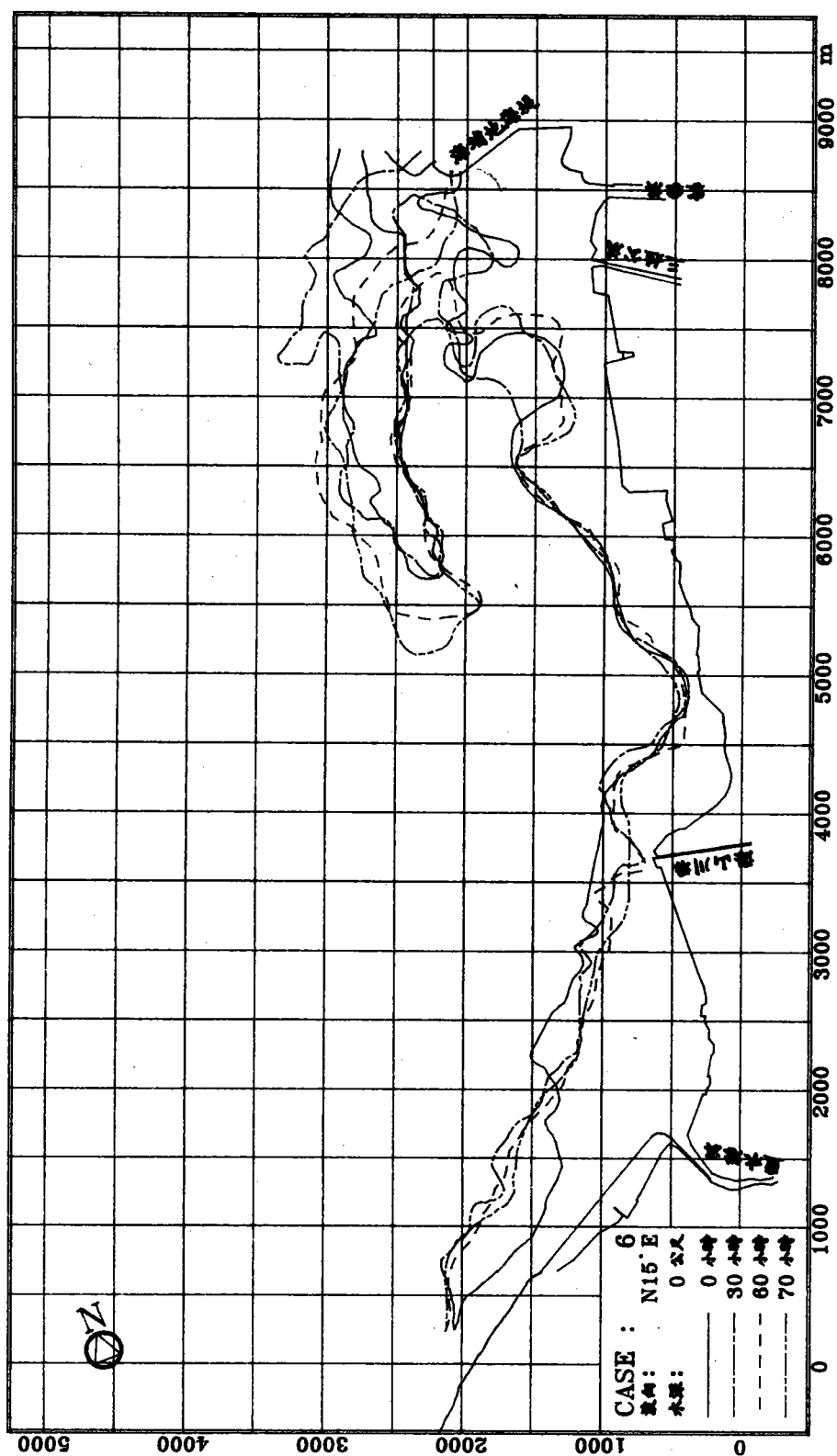


圖 4-2-6(a) 預備試驗CASE(6), $\pm 0^m$ 等水深線歷時變化圖

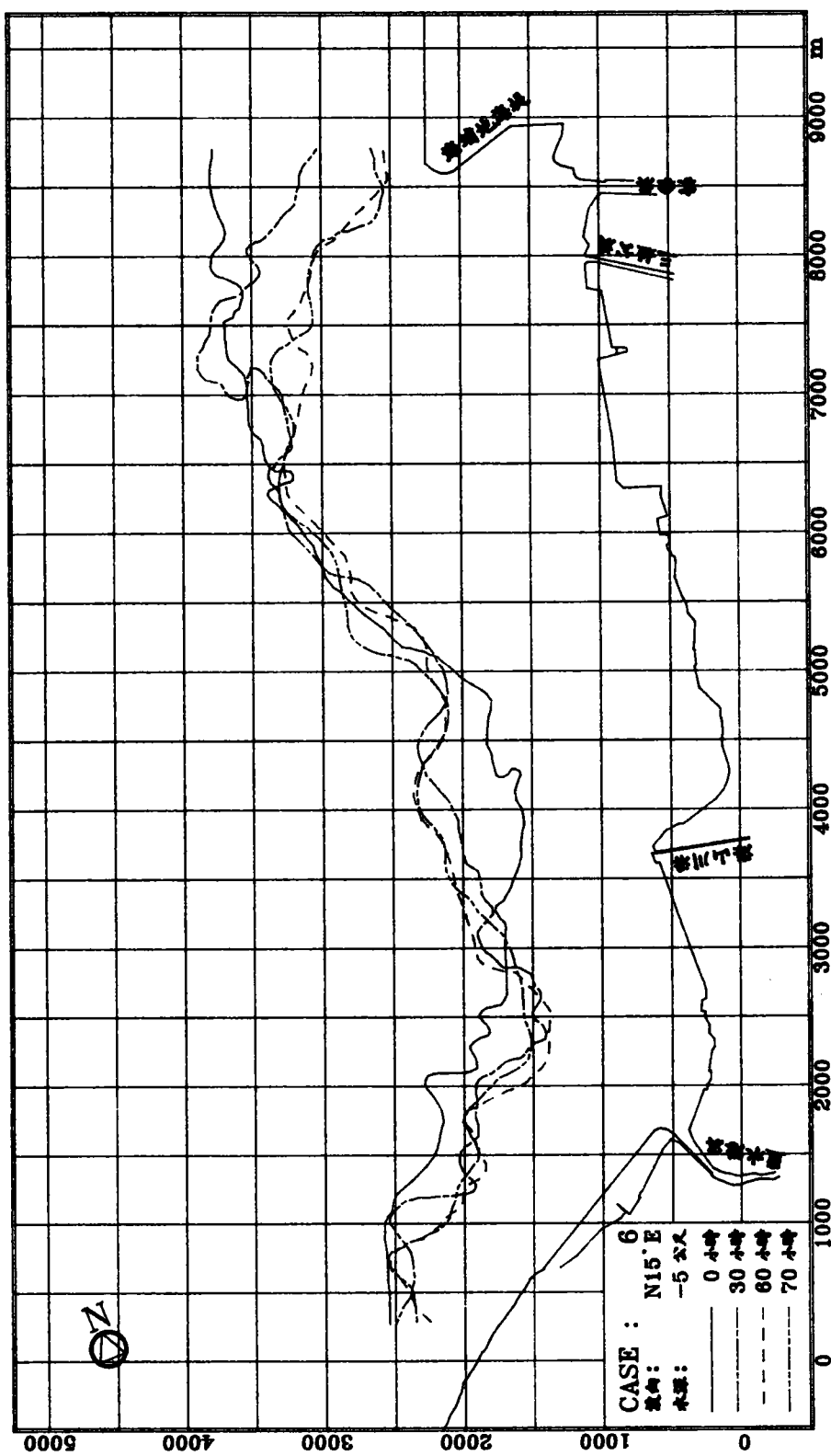


圖 4-2-6(b) 預備試驗CASE(6), -5m 等水深線歷時變化圖

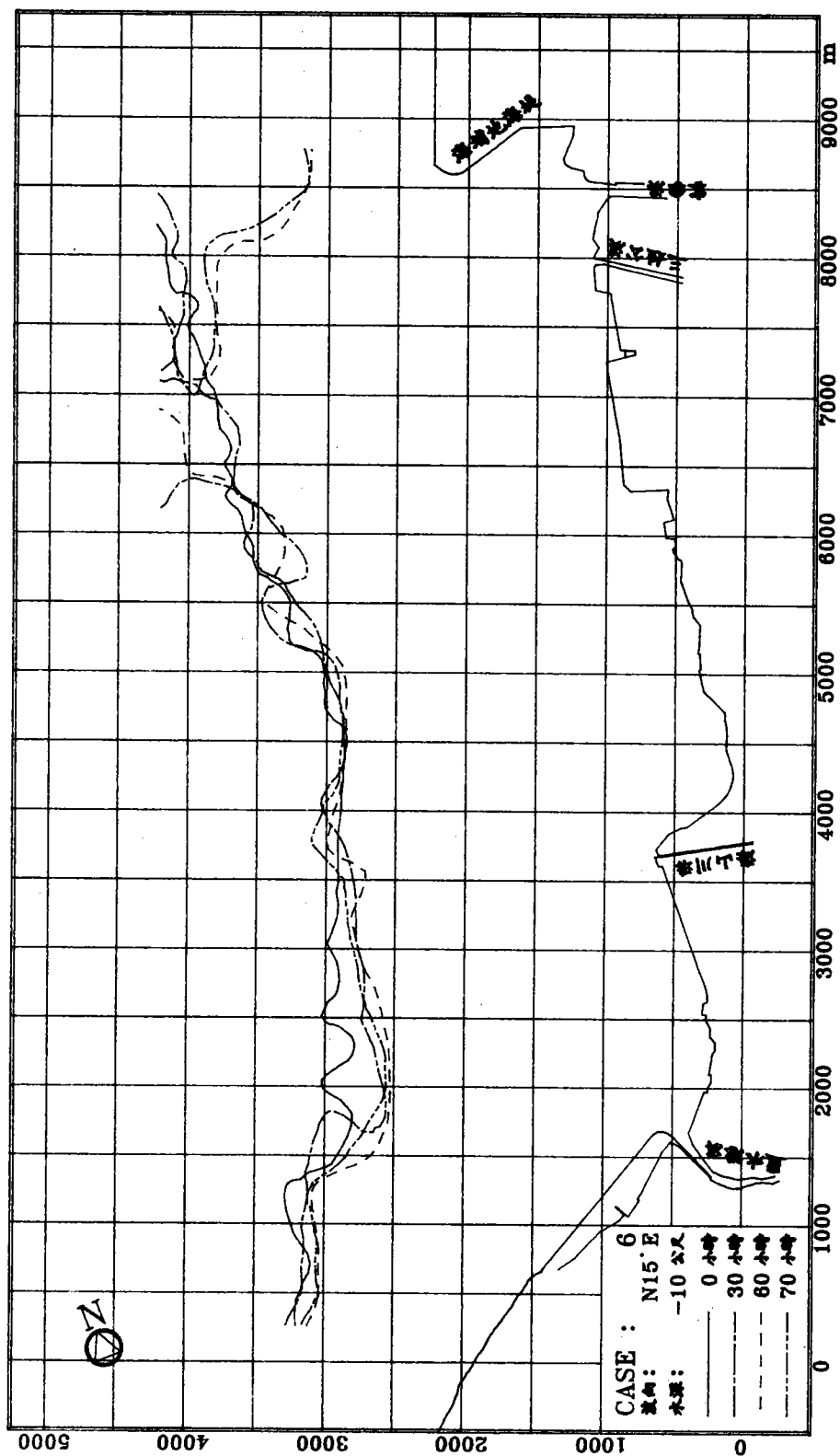


圖 4-2-6(c) 預備試驗CASE(6), -10^m等水深線歷時變化圖

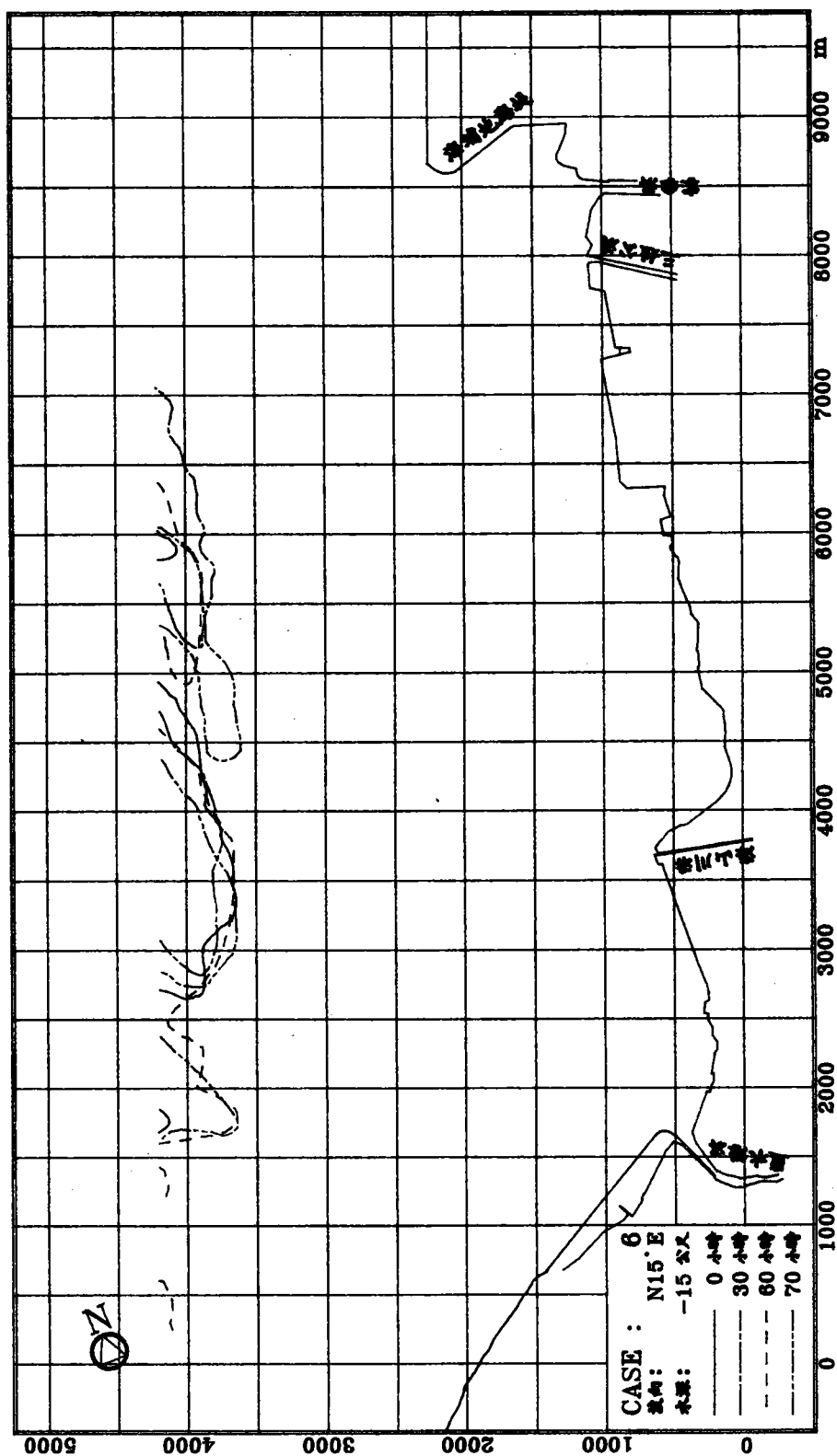


圖 4-2-6(d) 預備試驗CASE(6), -15^m等水深線歷時變化圖

② 區域沖淤積性分佈趨勢比較分析

圖4-3-1~圖4-3-7分別為現場以及六個預備試驗(CASE 1 ~CASE 6)各分區單位面積沖淤積量(m^3/m^2)分佈圖；圖中"+"號者表淤積，"- "號者表沖刷；圖4-3-1則係根據中華顧問工程司所提供67年以及81年兩張現場水深地形圖計算結果，分析結果顯示，海山川溝以北，客雅溪口以南，離岸1~2 km 間範圍屬淤積，其餘各分區則為侵蝕。

本研究為瞭解預備試驗各分區沖淤積量大小分佈情形，以及易於與現場資料作一比較分析，更進一步根據圖4-3計算分析結果點繪各分區沖淤積示意圖，如圖4-4-1~圖4-4-7所示，圖中"+"號者表淤積，"- "號者表沖刷；正負符號數目多寡表該區沖淤型態之相對嚴重性。

就區域沖淤積性分佈趨勢比較分析整體而言，分析結果顯示，預備試驗(CASE 3)亦較能重現區域性現場地形沖淤積型態，參考如圖4-4-1以及圖4-4-4所示。

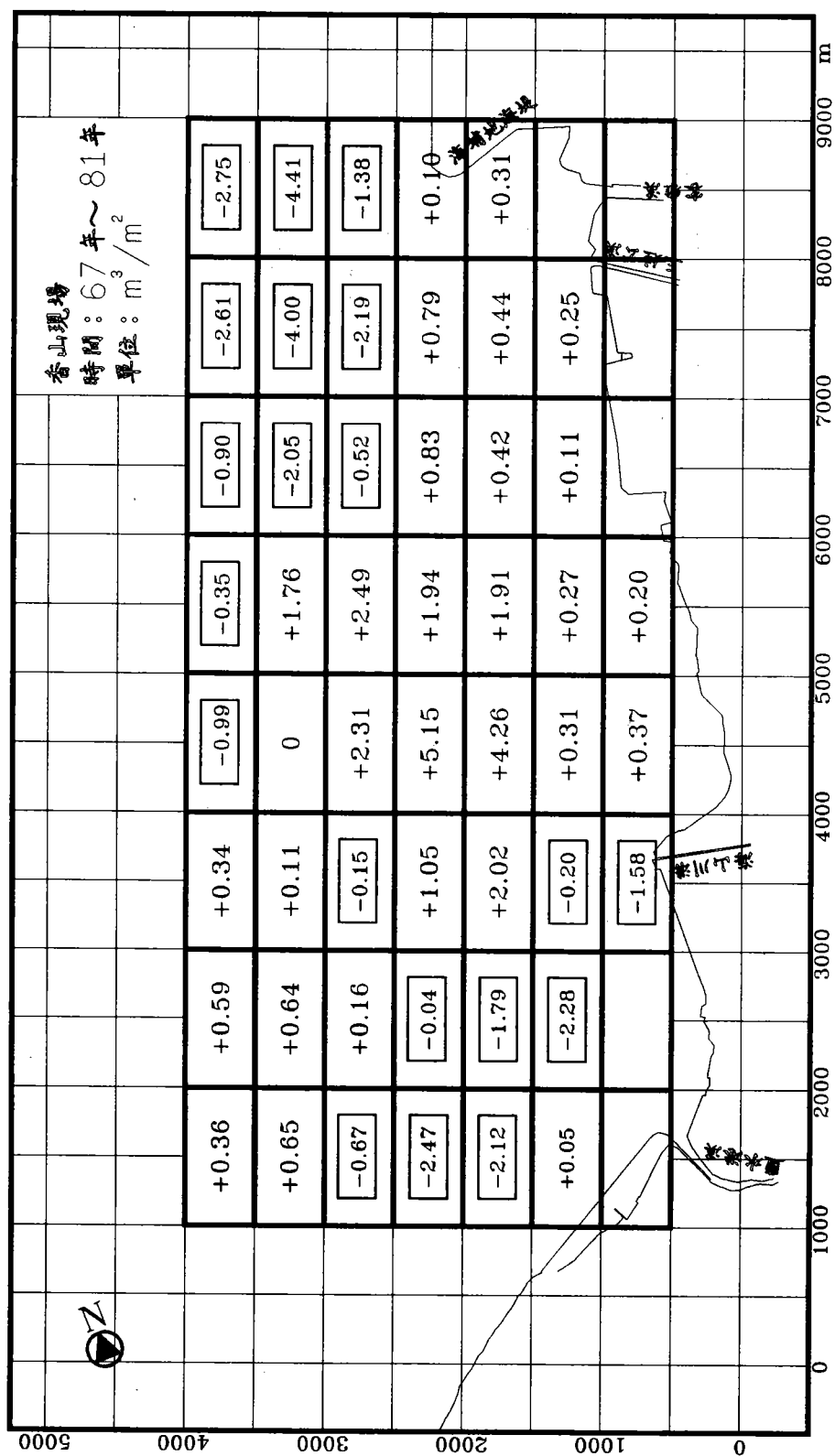


圖 4-3-1 民國67年~81年間，現場各分區沖淤積量(m^3/m^2)圖

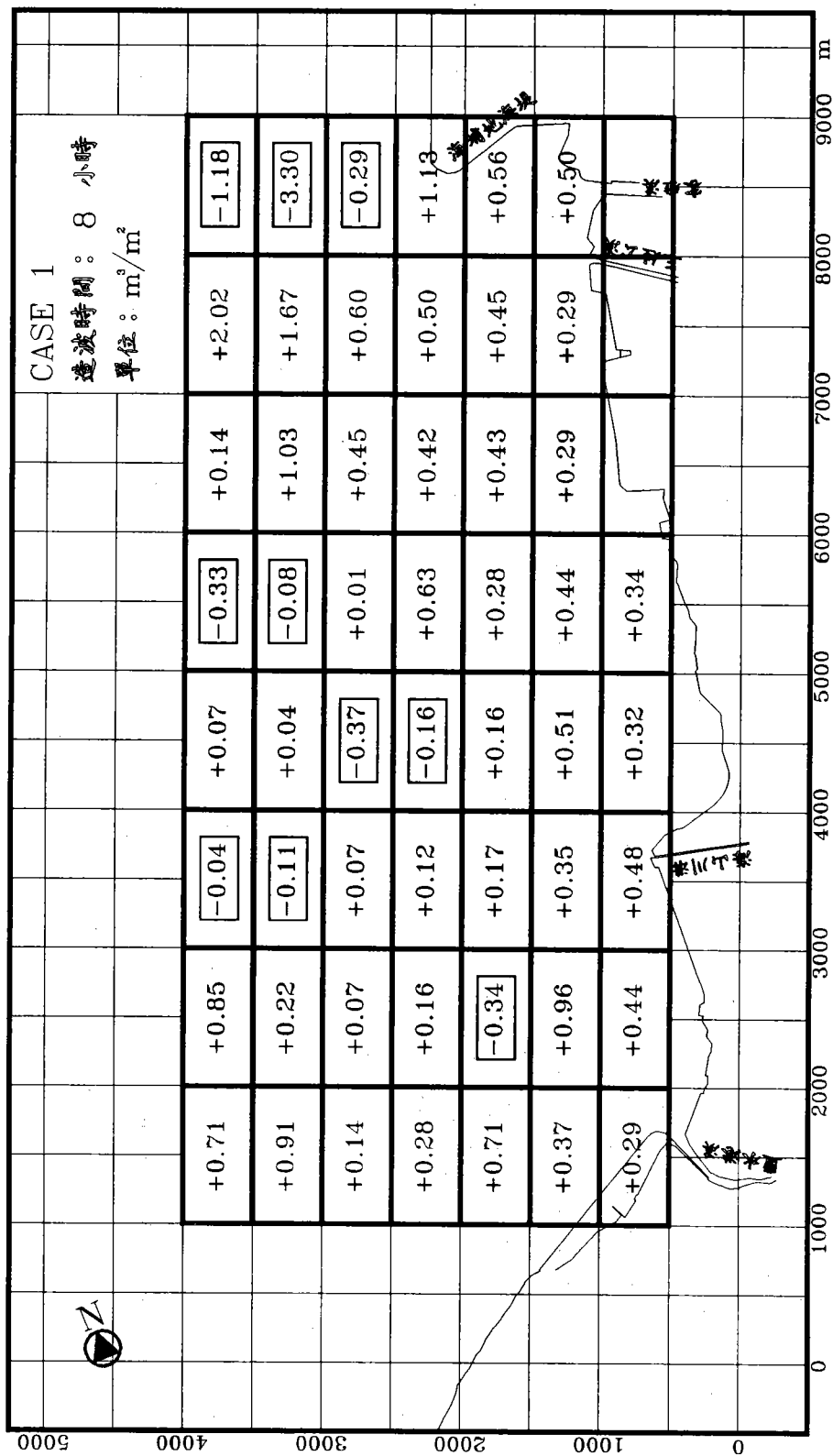


圖 4-3-2 預備試驗CASE(1)累積造波時間達8小時後，
各分區沖淤積量(m³/m²)圖

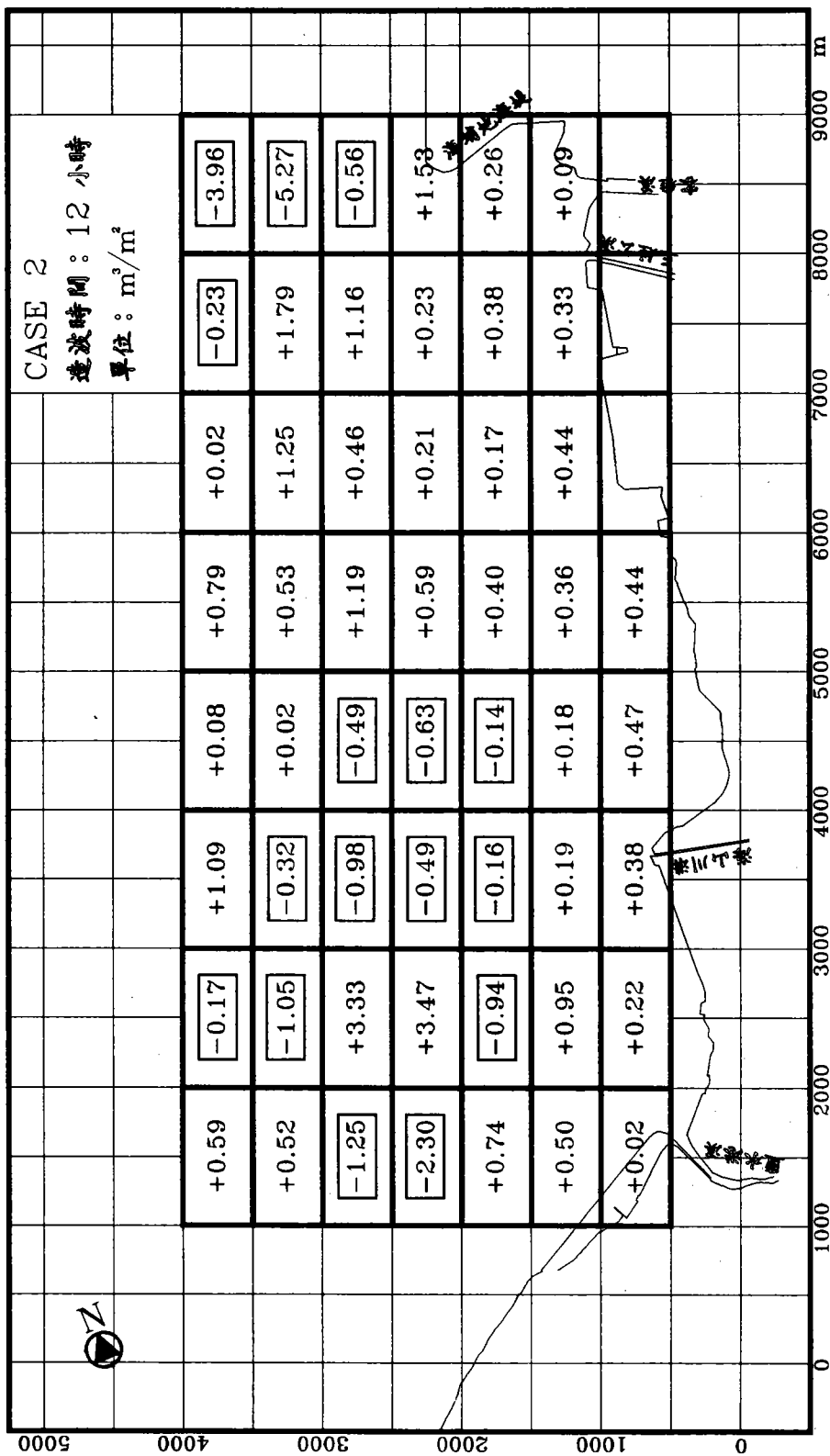
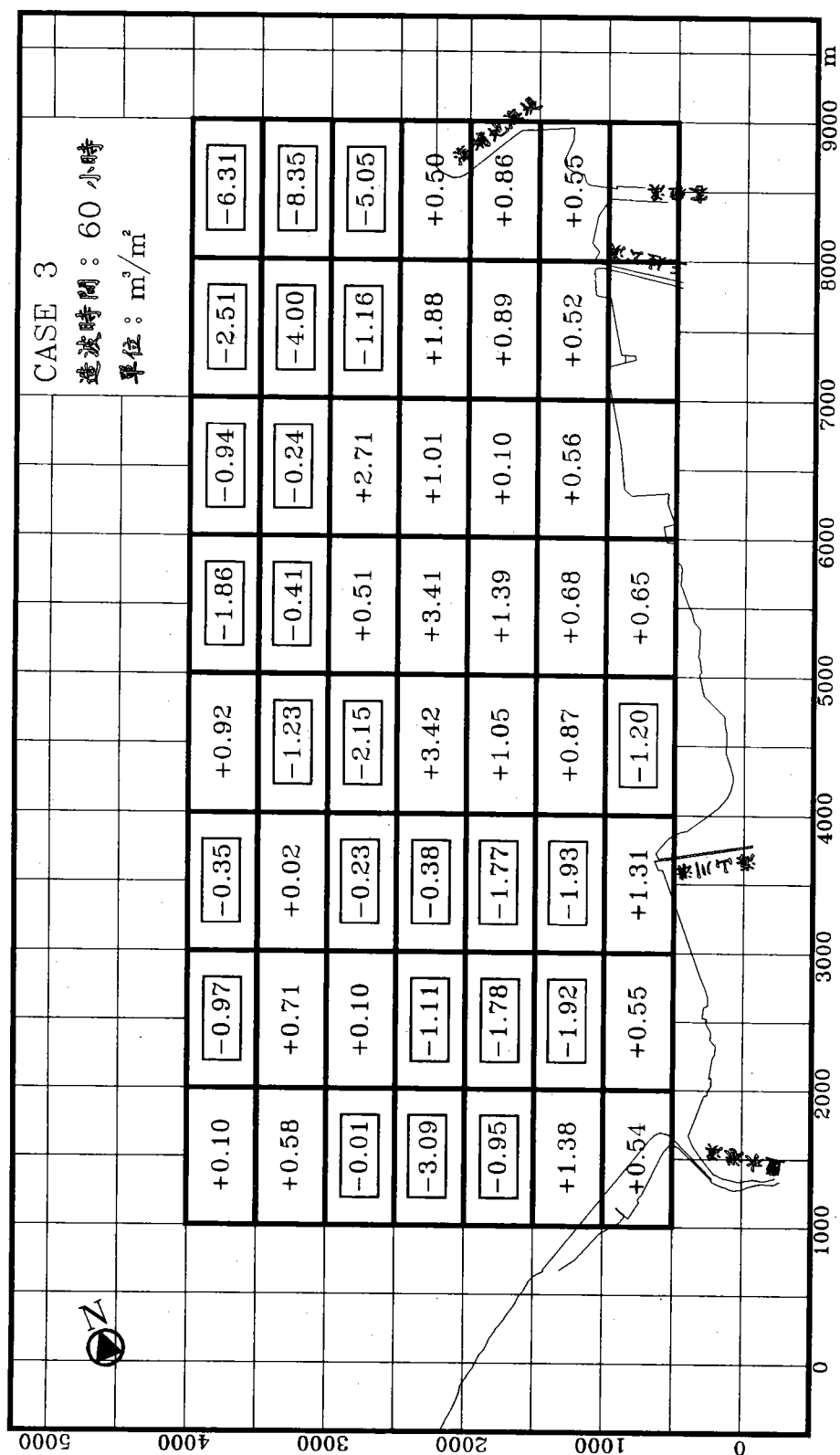


圖 4-3-3 預備試驗CASE(2)累積造波時間達12小時後，
各分區沖淤積量(m³/m²)圖



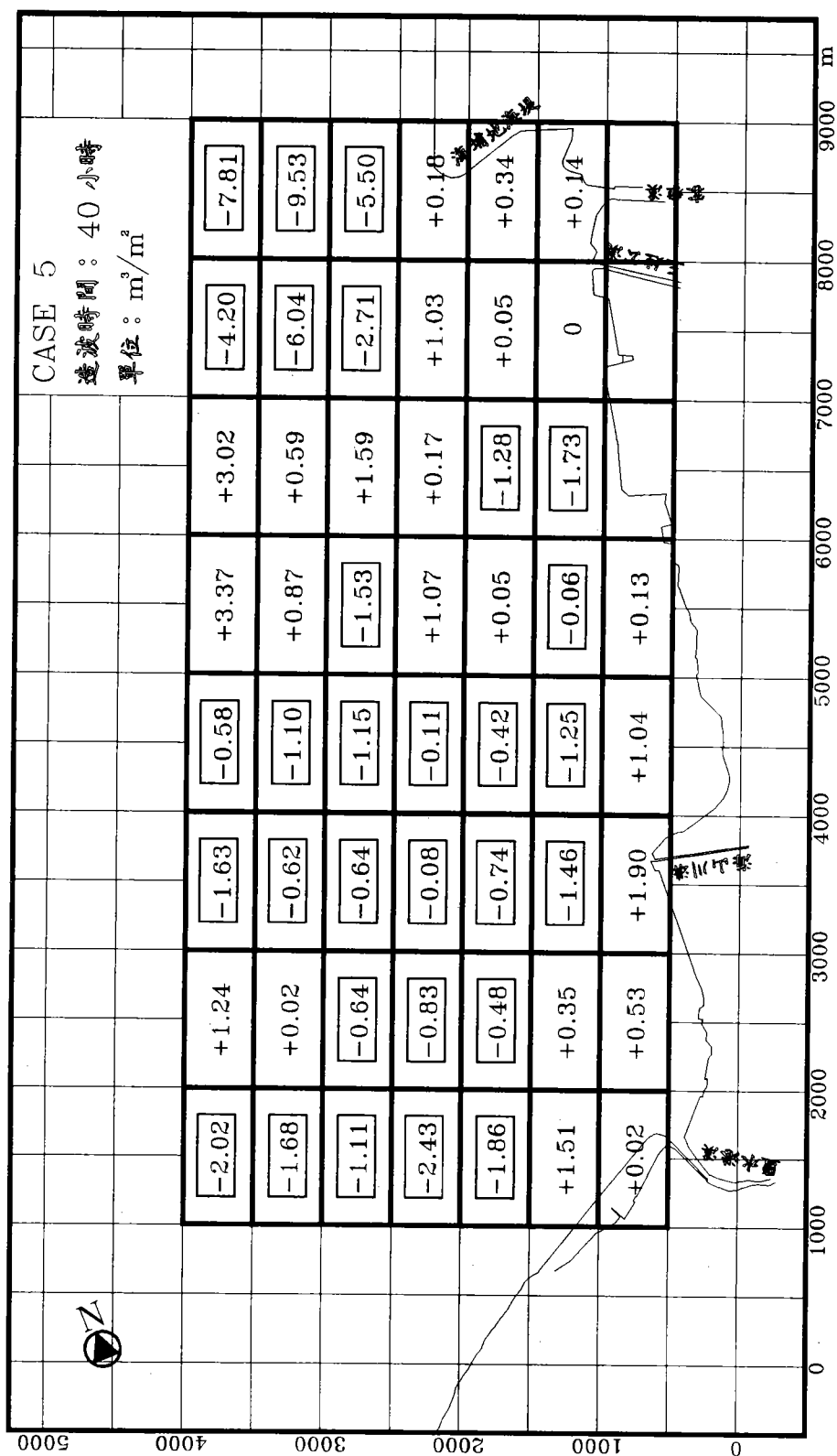


圖 4-3-6 預備試驗CASE(5)累積造波時間達40小時後，
各分區沖淤積量(m³/m²)圖

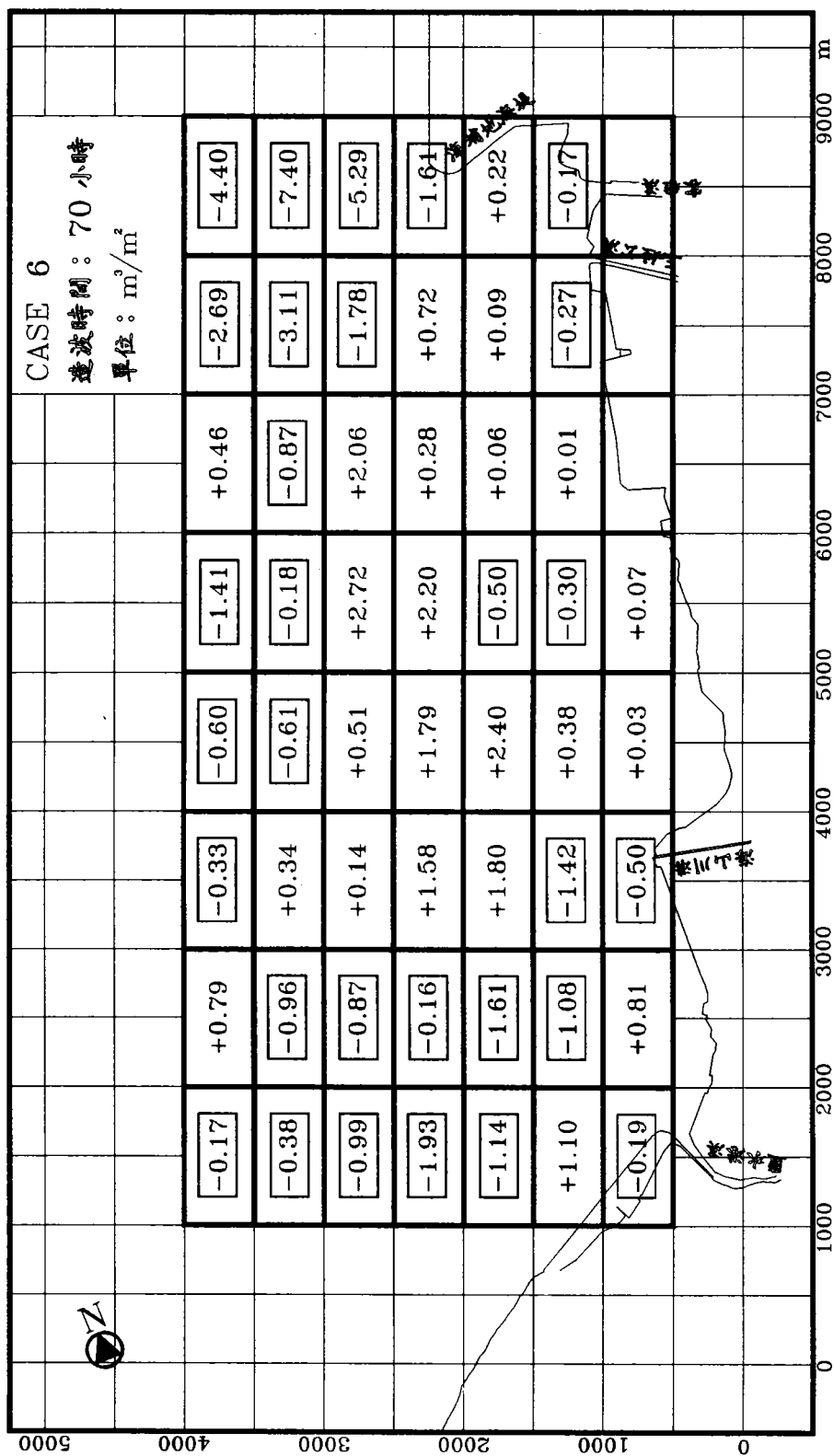


圖 4-3-7 預備試驗CASE(6)累積造波時間達70小時後，各分區沖淤積量(m³/m²)圖

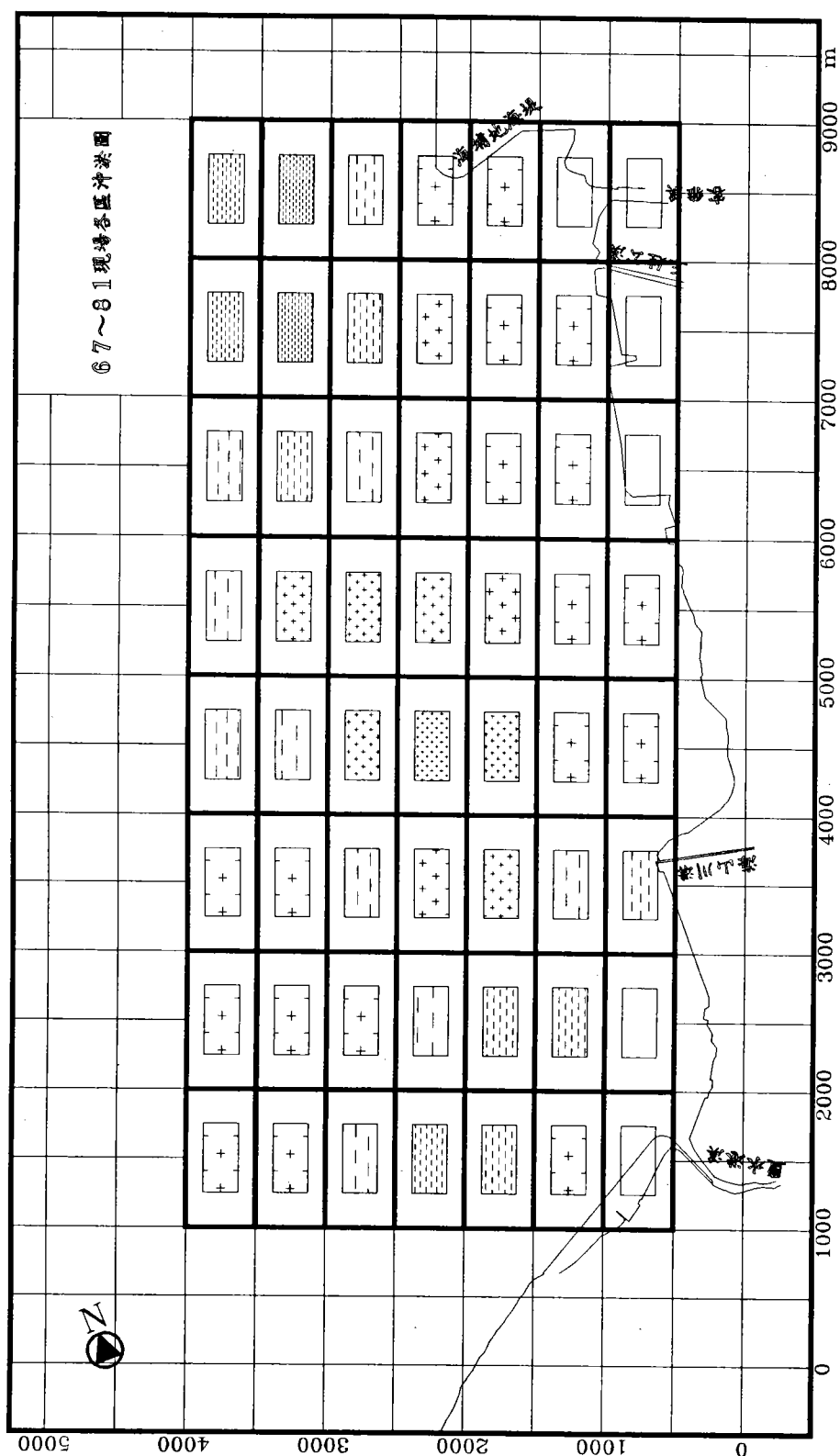


圖 4-4-1 民國67年~81年間，現場各分區沖淤示意圖

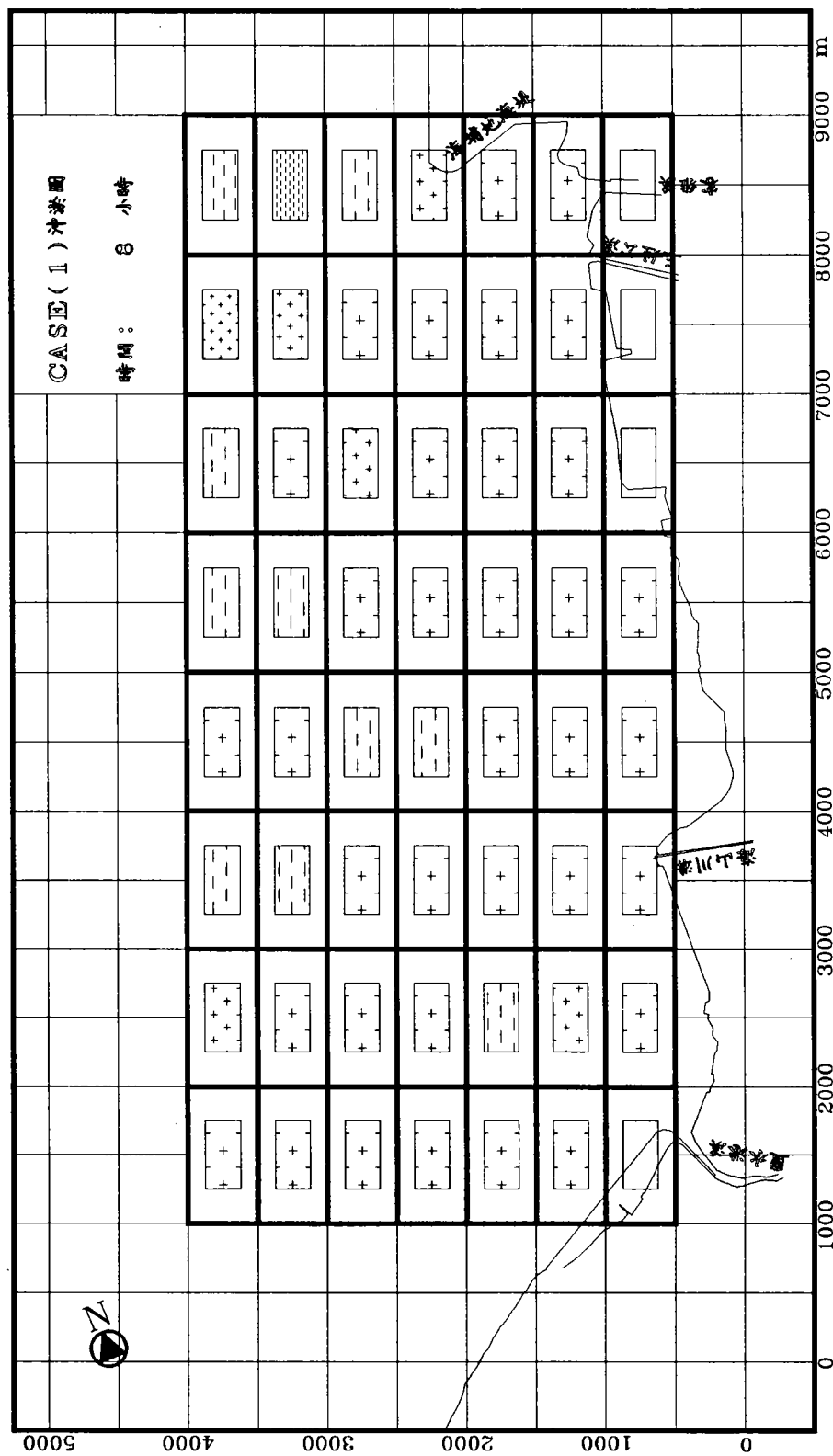


圖 4-4-2 預備試驗CASE(1)累積造波時間達8小時後，
各分區沖淤示意圖

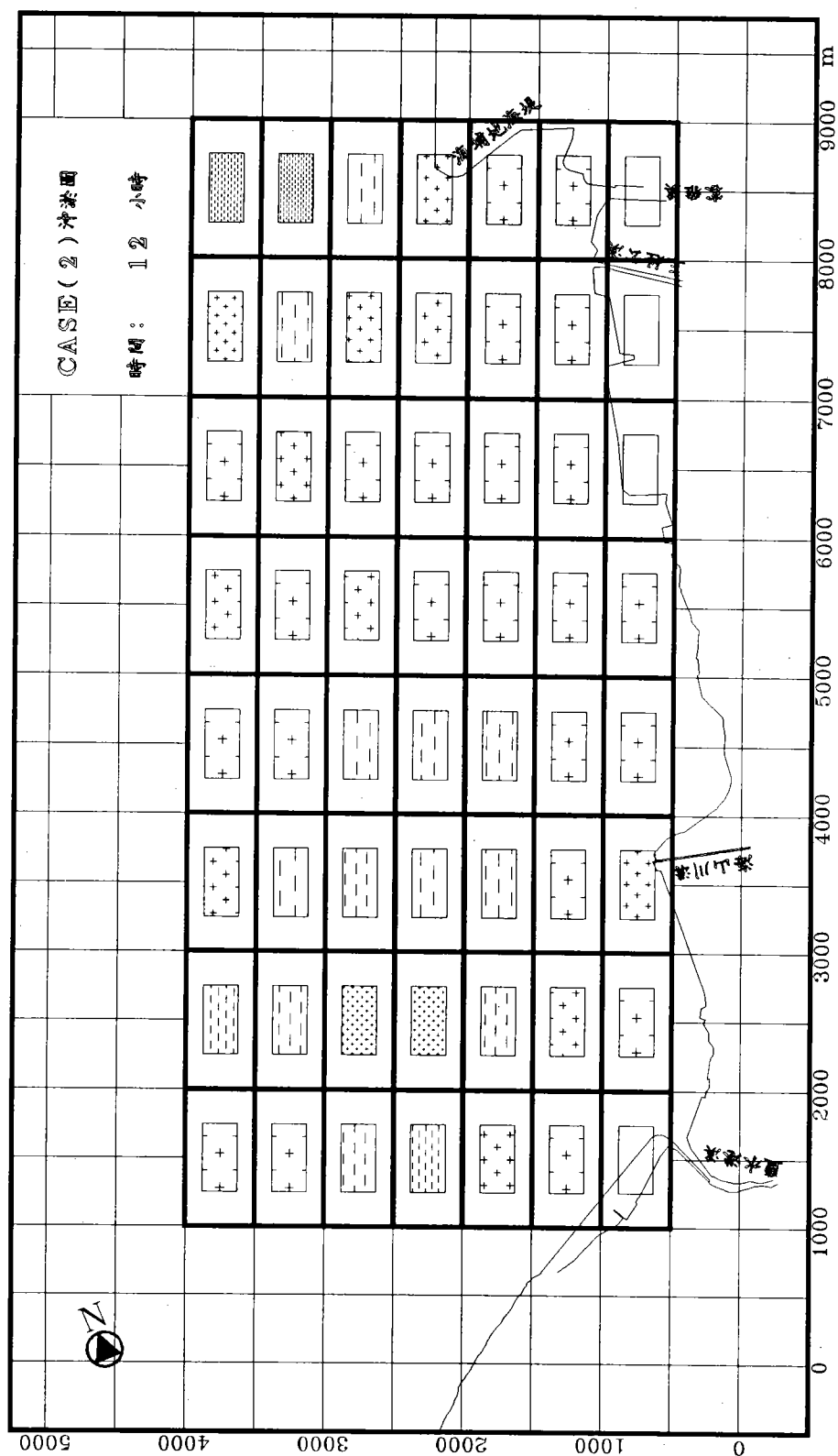


圖 4-4-3 預備試驗CASE(2)累積造波時間達12小時後，
各分區沖淤示意圖

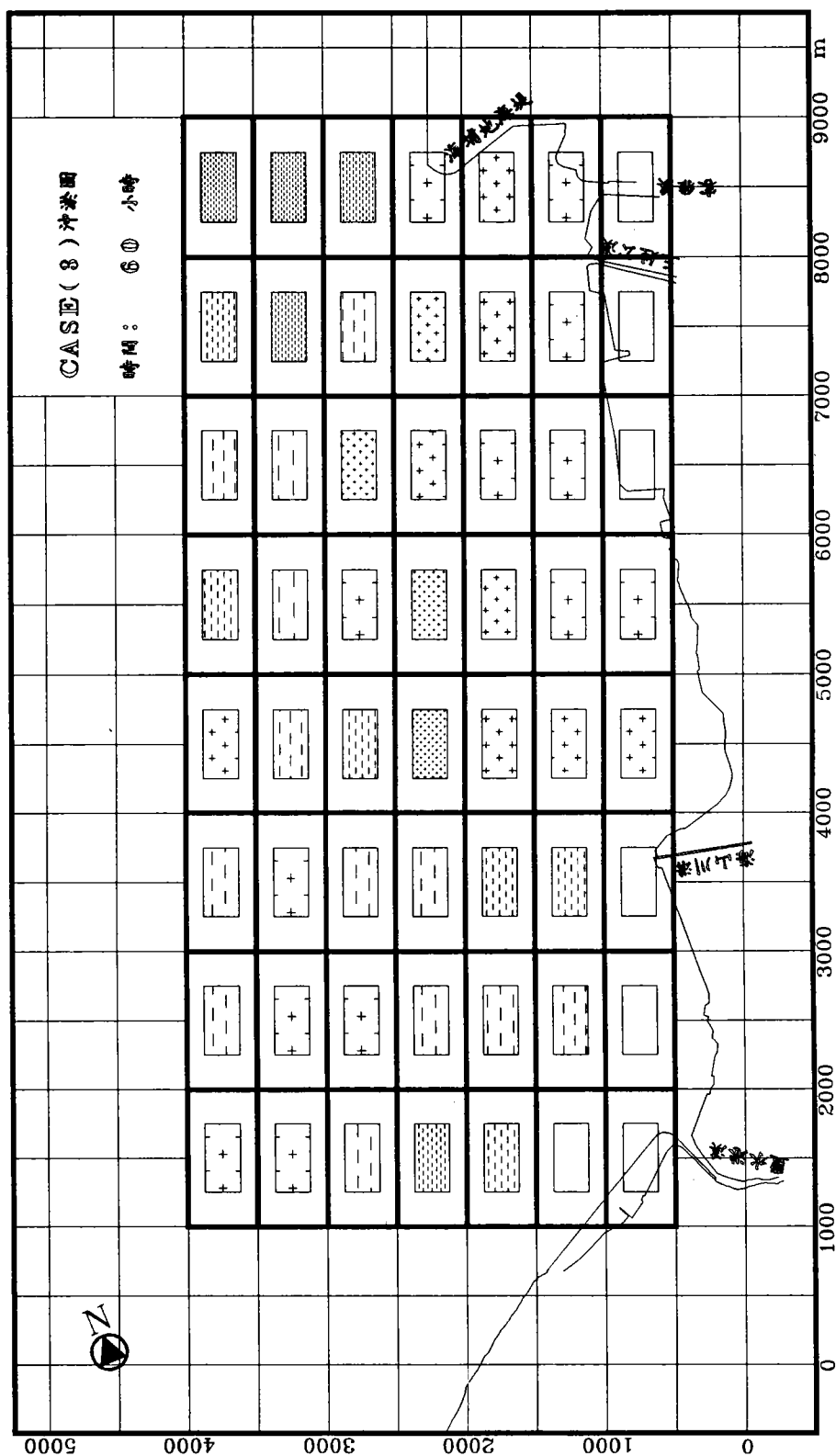


圖 4-4-4 預備試驗CASE(3)累積造波時間達60小時後，
各分區沖淤示意圖

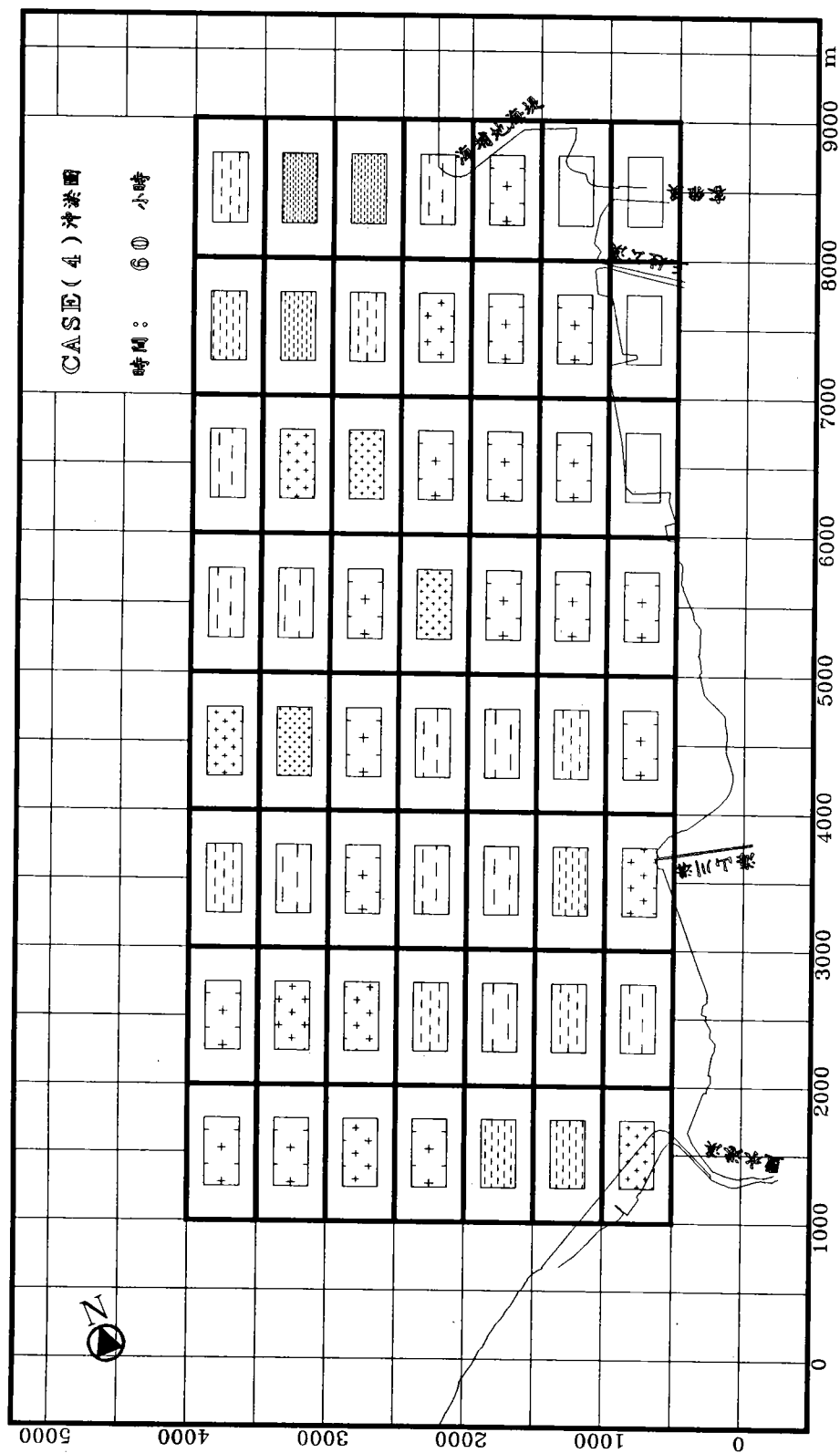


圖 4-4-5 預備試驗CASE(4)累積造波時間達60小時後，
 各分區沖淤示意圖

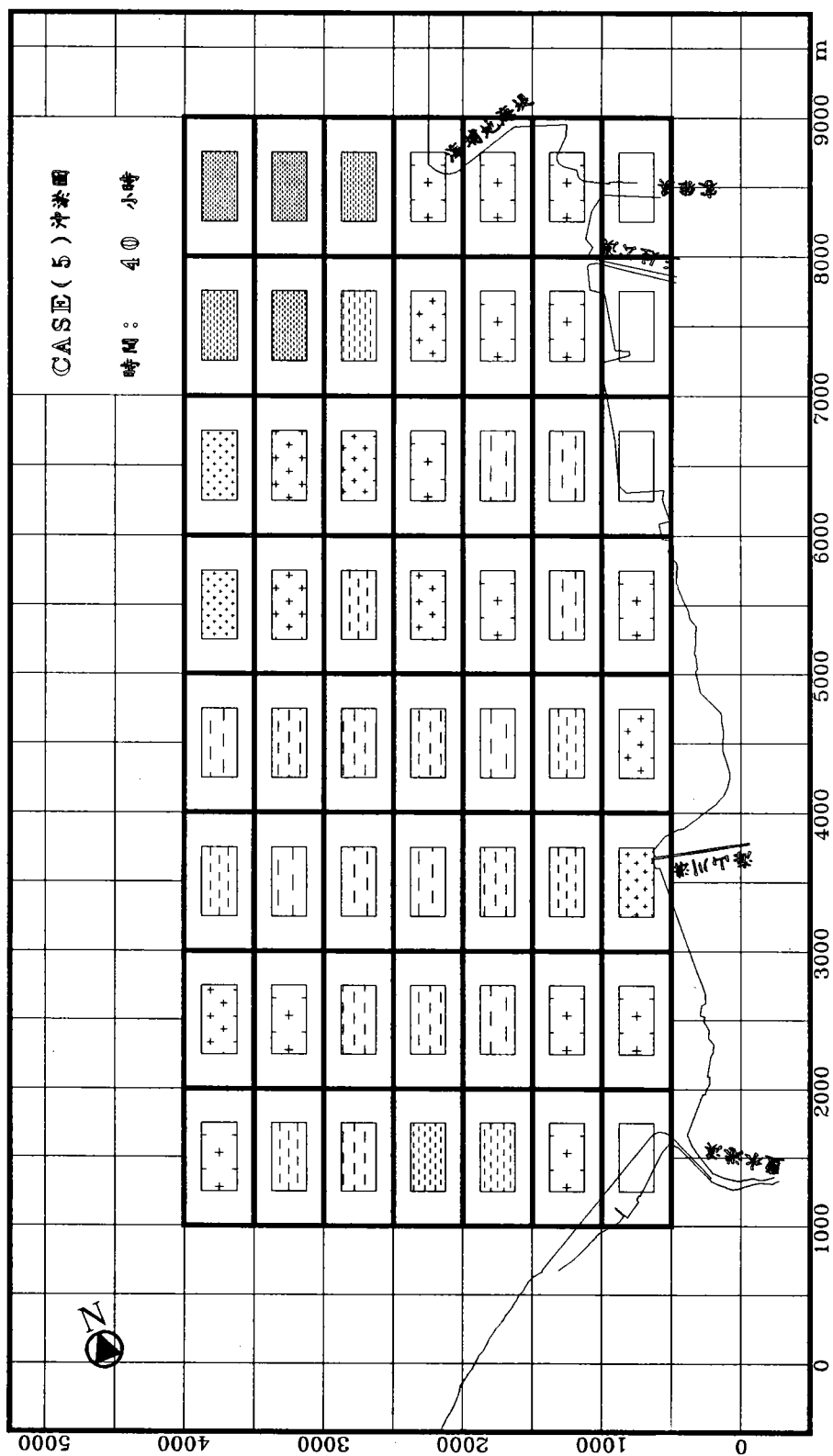


圖 4-4-6 預備試驗CASE(5)累積造波時間達40小時後，各分區沖淤示意圖

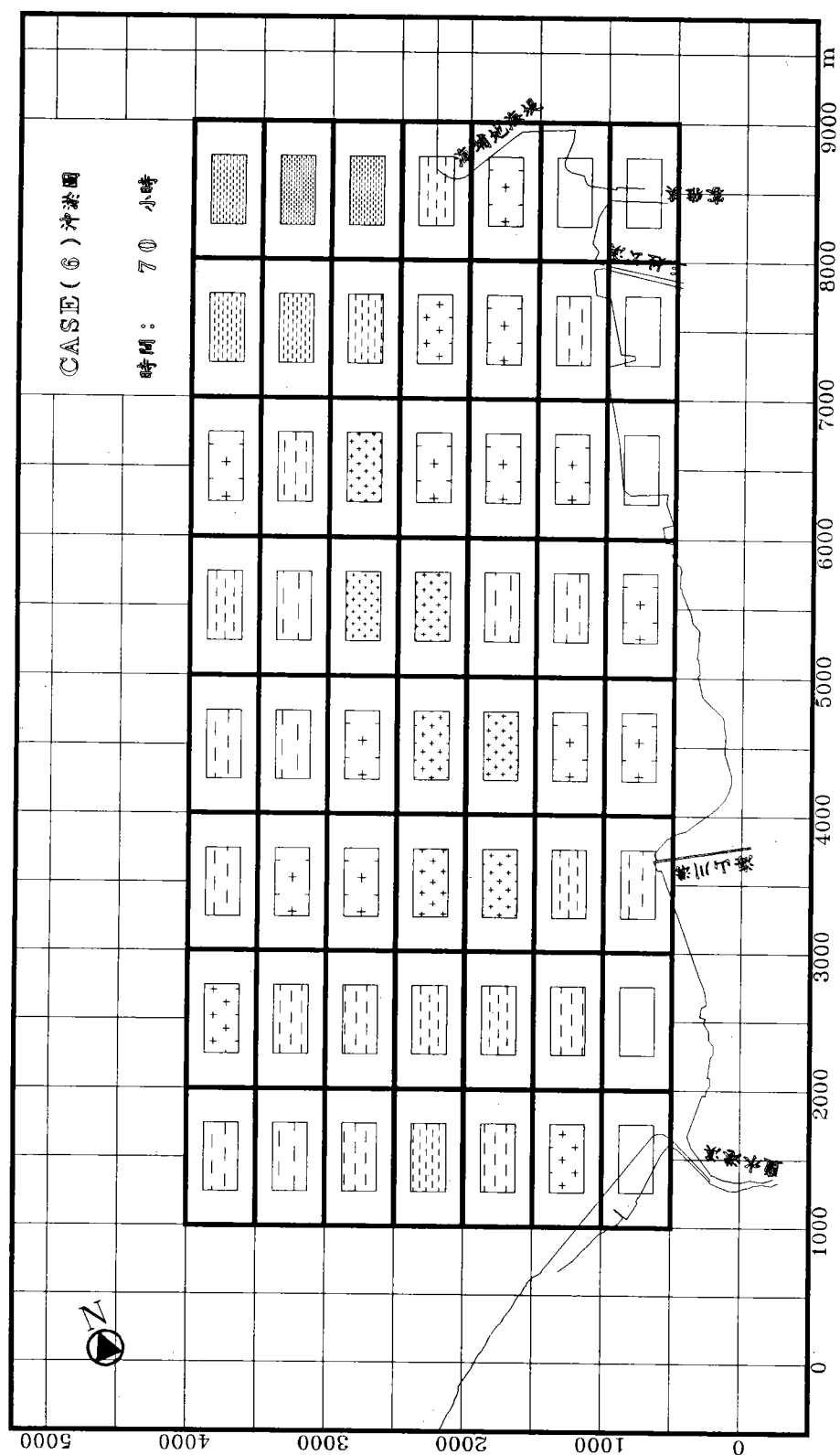


圖 4-4-7 預備試驗CASE(6)累積造波時間達70小時後，各分區冲淤示意图

③ 斷面水深歷時比較分析

本試驗研究目的之一，乃在探討香山區海埔地造地開發計劃，主配置方案築堤填土後，結構物所引起鄰近地形變化對海山船澳港口淤塞影響情形，故預備試驗驗證工作特選取海山船澳以北 2 公里範圍內在X座標分別為4500^{'''}、5,000^{'''}、5,500^{'''}及6,000^{'''}處等四個斷面，作水深歷時比較分析，斷面位置示意圖如圖4-2中所示；圖4-5-1～圖4-5-6則分別為六個預備試驗(CASE 1～CASE 6)斷面水深歷時變化圖；分析結果顯示，預備試驗(CASE 3)亦較能重現民國81年現場地形之水深斷面，如圖4-5-3所示；尤有甚者，分析結果顯示，若以民國67年地形為模型初期地形，欲重現14年後即民國81年地形水深變化，則模型試驗累積造波時間需達60～70個小時，故就斷面水深歷時比較分析整體而言，若採取較保守態度，估計模型漂沙移動時間縮尺可換算為試驗累積造波時間5小時相當於現場一年。

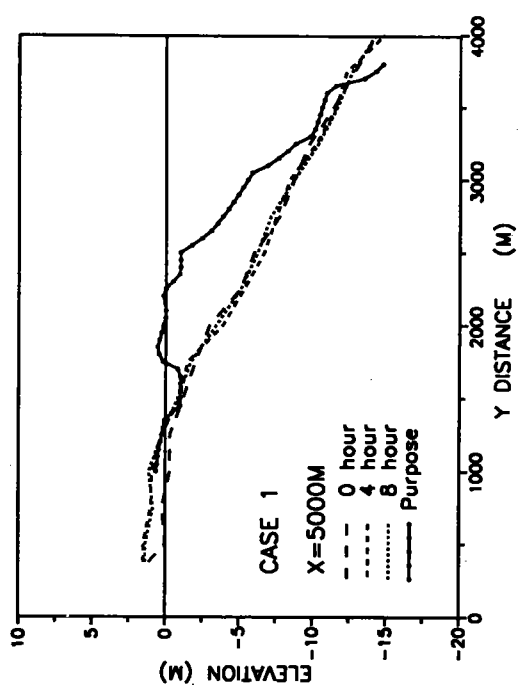
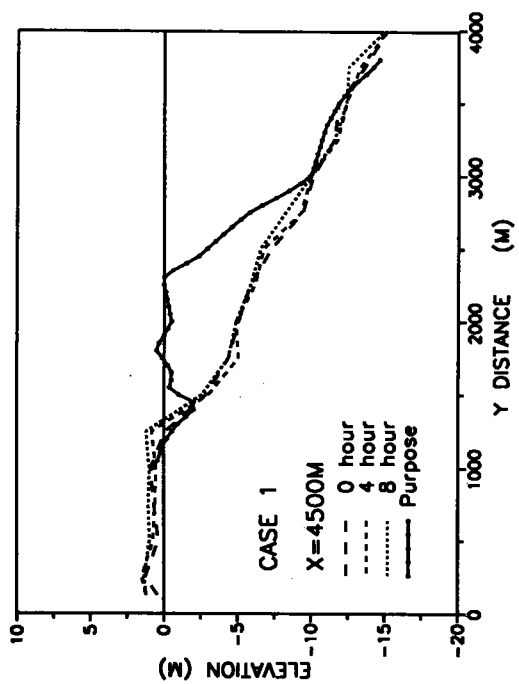
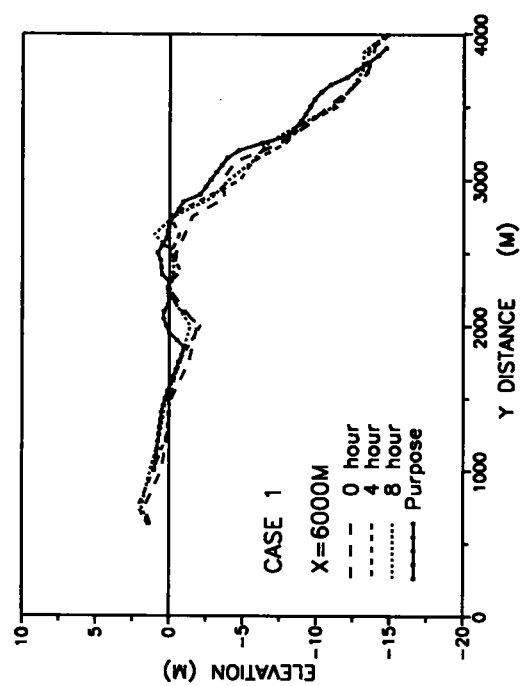
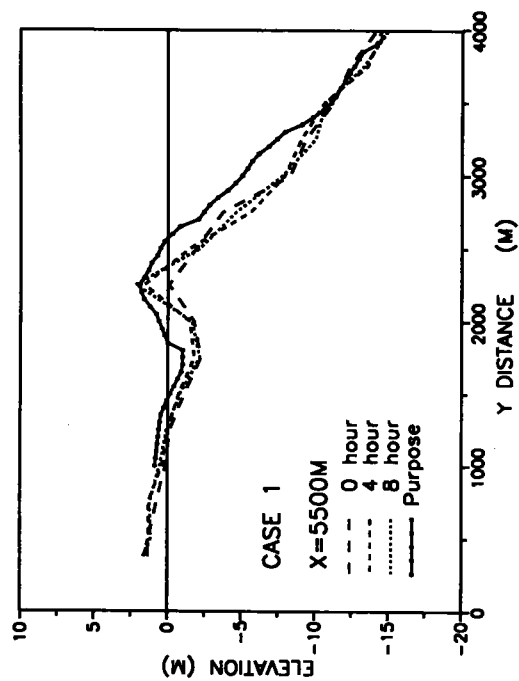


圖 4-5-1 預備試驗CASE(1)斷面水深歷時變化圖

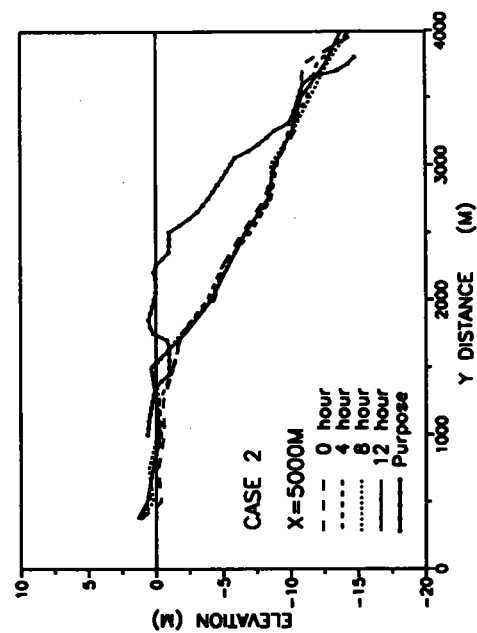
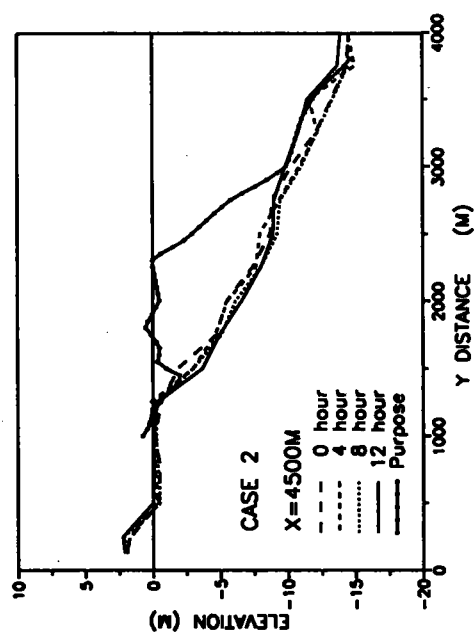
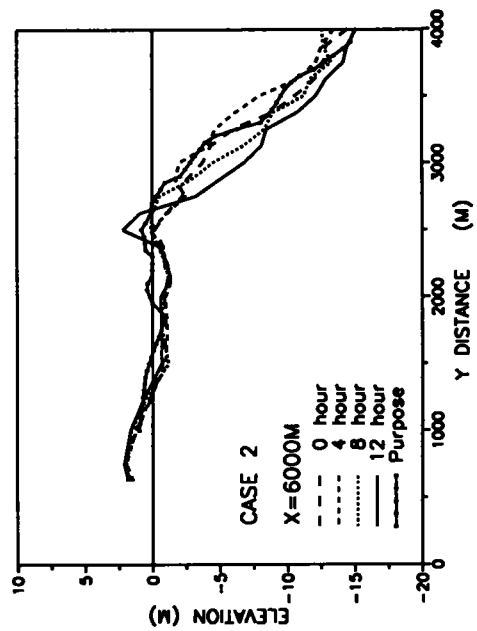
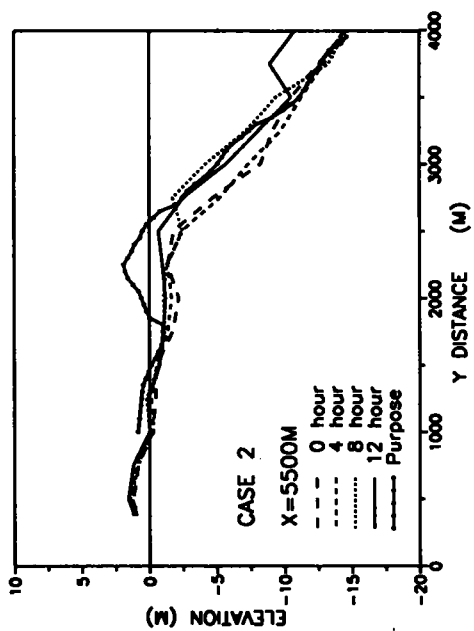


圖 4-5-2 預備試驗CASE(2)斷面水深歷時變化圖

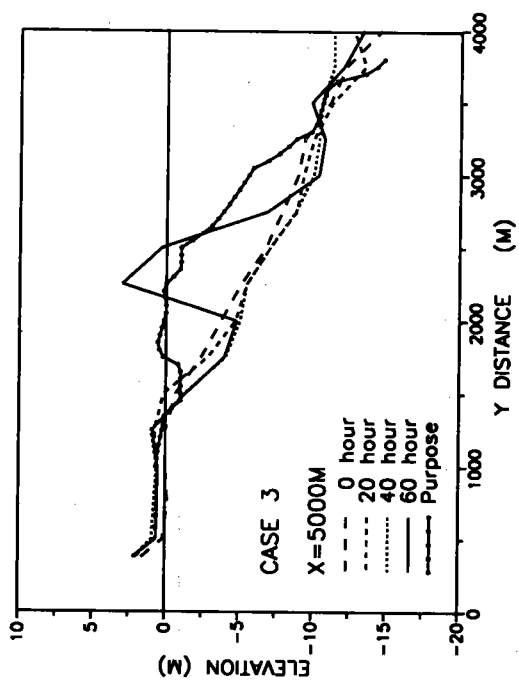
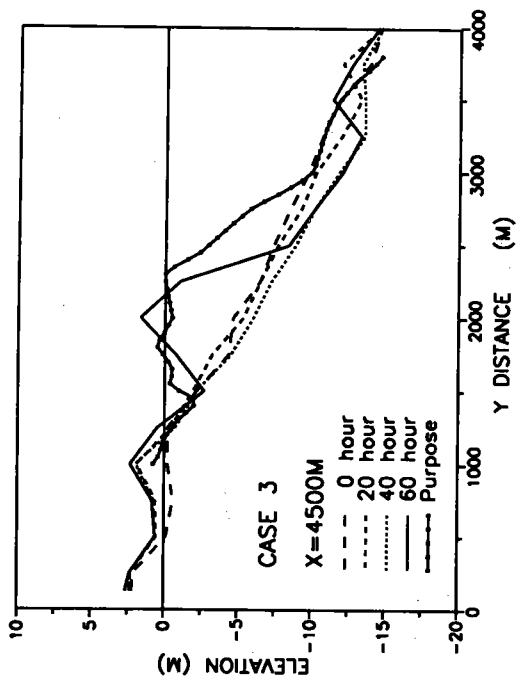
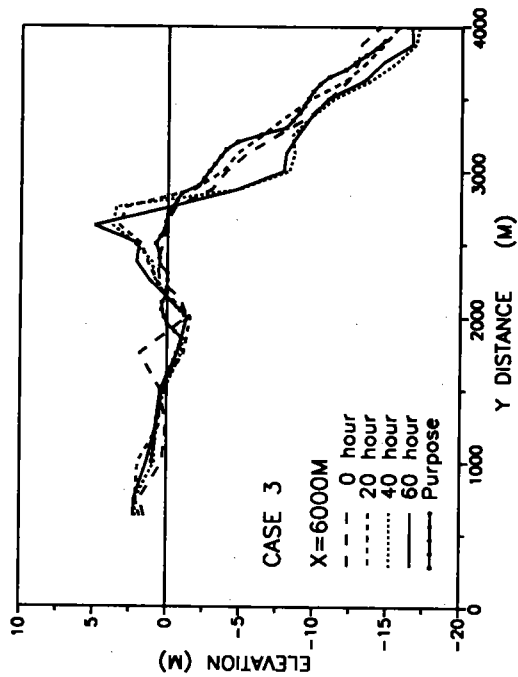
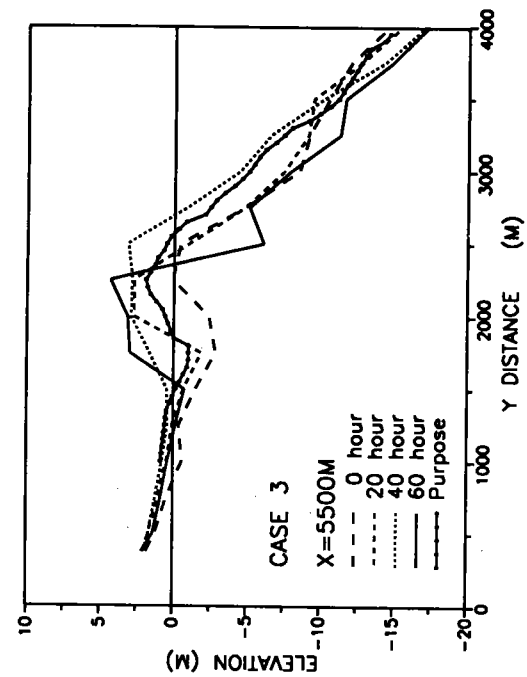


圖 4-5-3 預備試驗CASE(3)斷面水深歷時變化圖

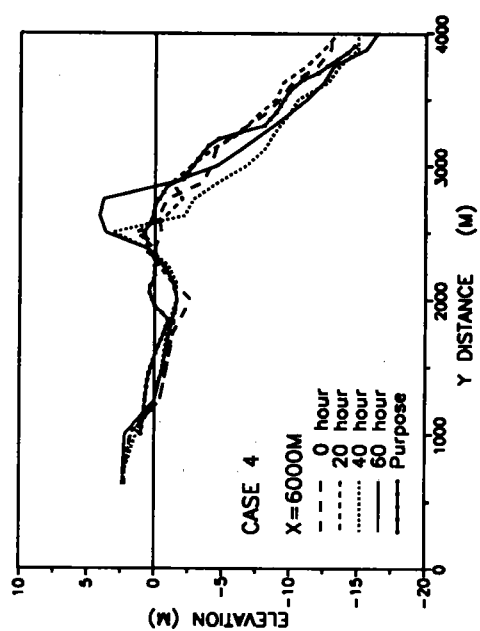
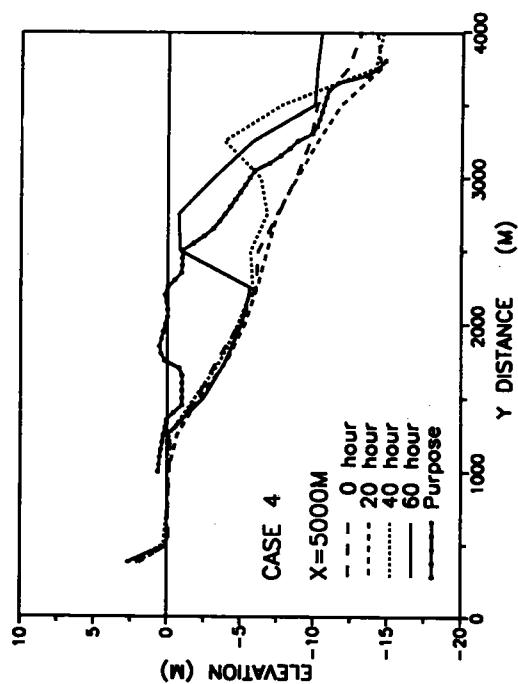
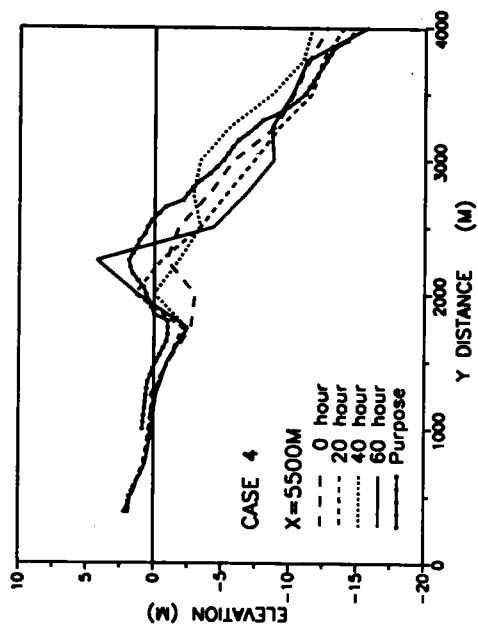
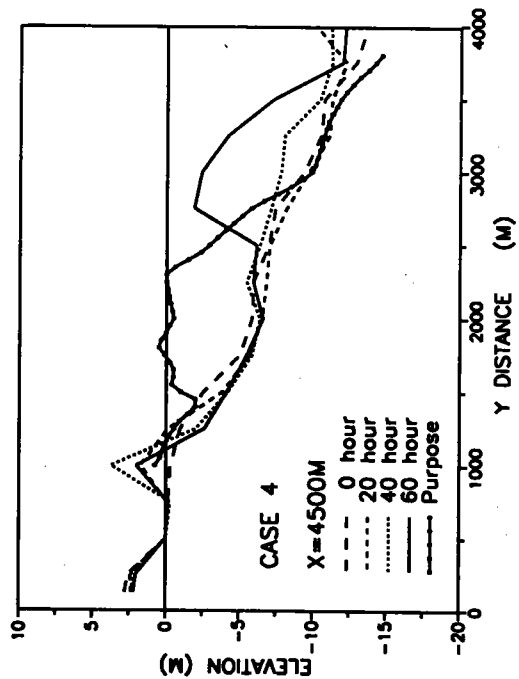


圖 4-5-4 預備試驗CASE(4)斷面水深歷時變化圖

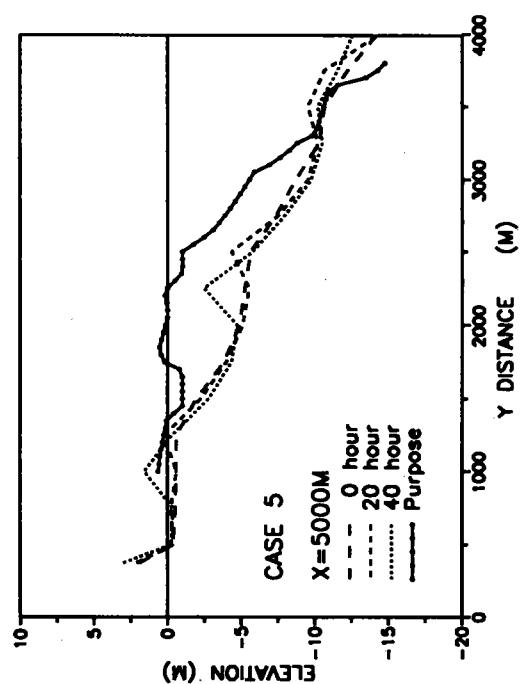
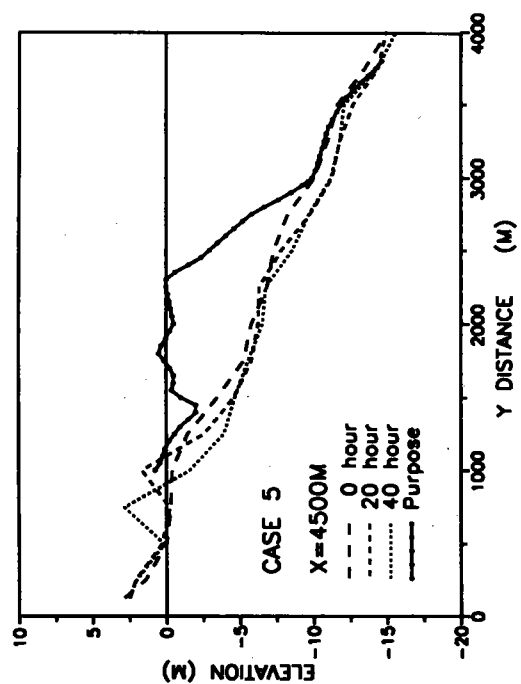
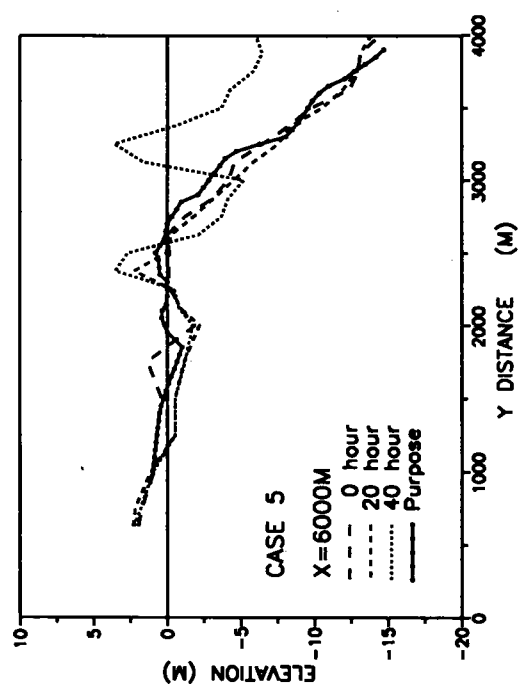
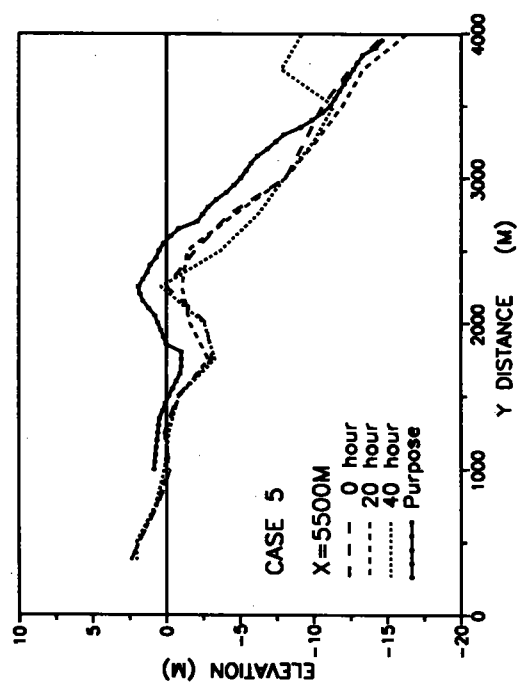


圖 4-5-5 預備試驗CASE(5)斷面水深歷時變化圖

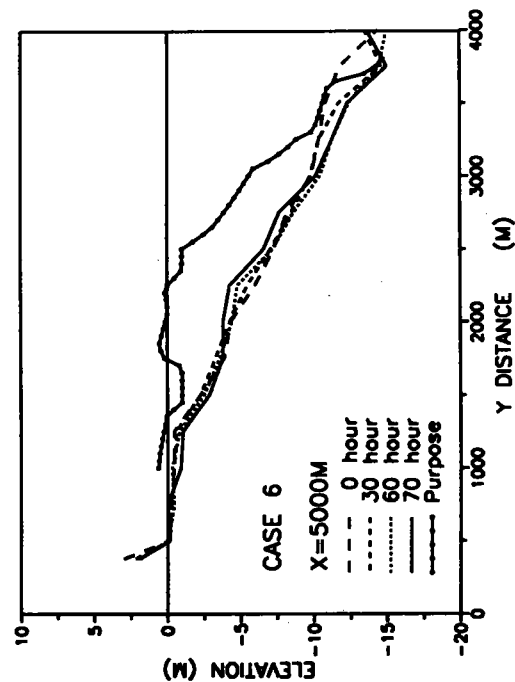
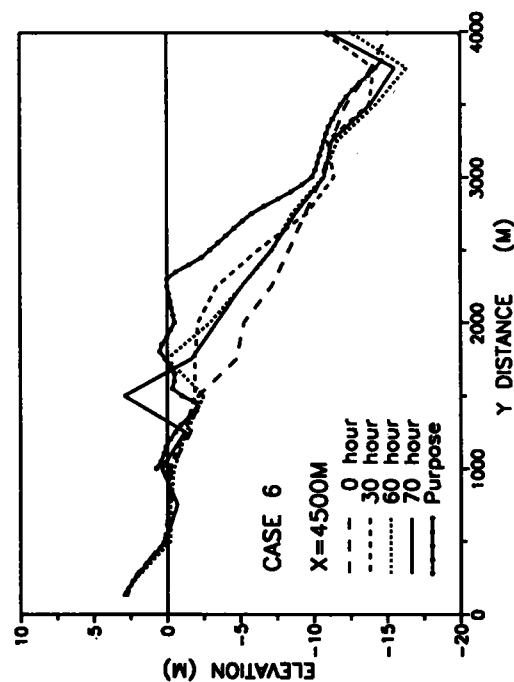
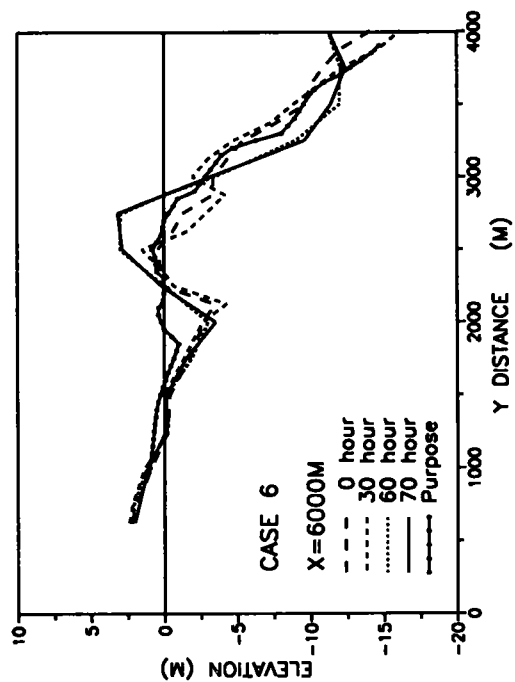
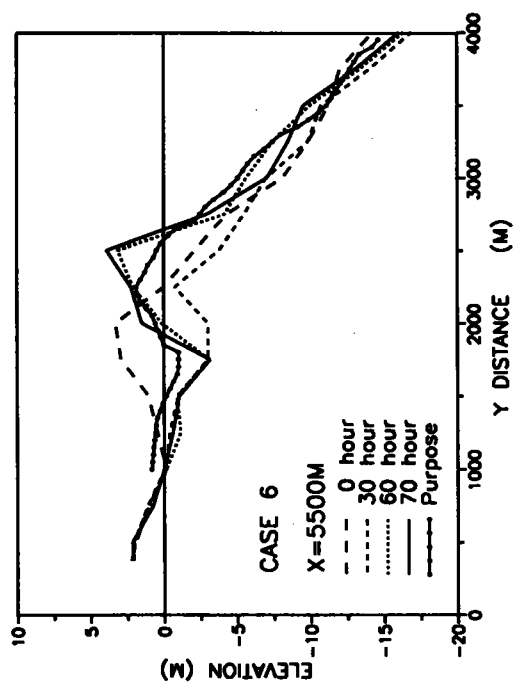


圖 4-5-6 預備試驗CASE(6)斷面水深歷時變化圖

④ 底床質、流線走勢(螢光砂、浮球)分析

圖4-6以及圖4-7所示，分別為預備試驗CASE(3)，當連續造波時段在高潮以及低潮時所觀測浮球流線走勢與螢光砂底質移動方向示意圖；此處"高潮"係指連續造波漲潮時段，在平均水位時開始施放浮球以及螢光砂底質所記錄結果；反之所謂"低潮"則係指連續造波退潮時段，在平均水位時開始施放浮球以及螢光砂底質所記錄結果。

根據流線試驗觀測結果顯示，在實驗室漲潮時段，有一SSW向潮流；退潮時段有一潮流方向為NNE，該實驗室特性與現場資料亦相吻合(參考資料[3]，PP.5-39)。

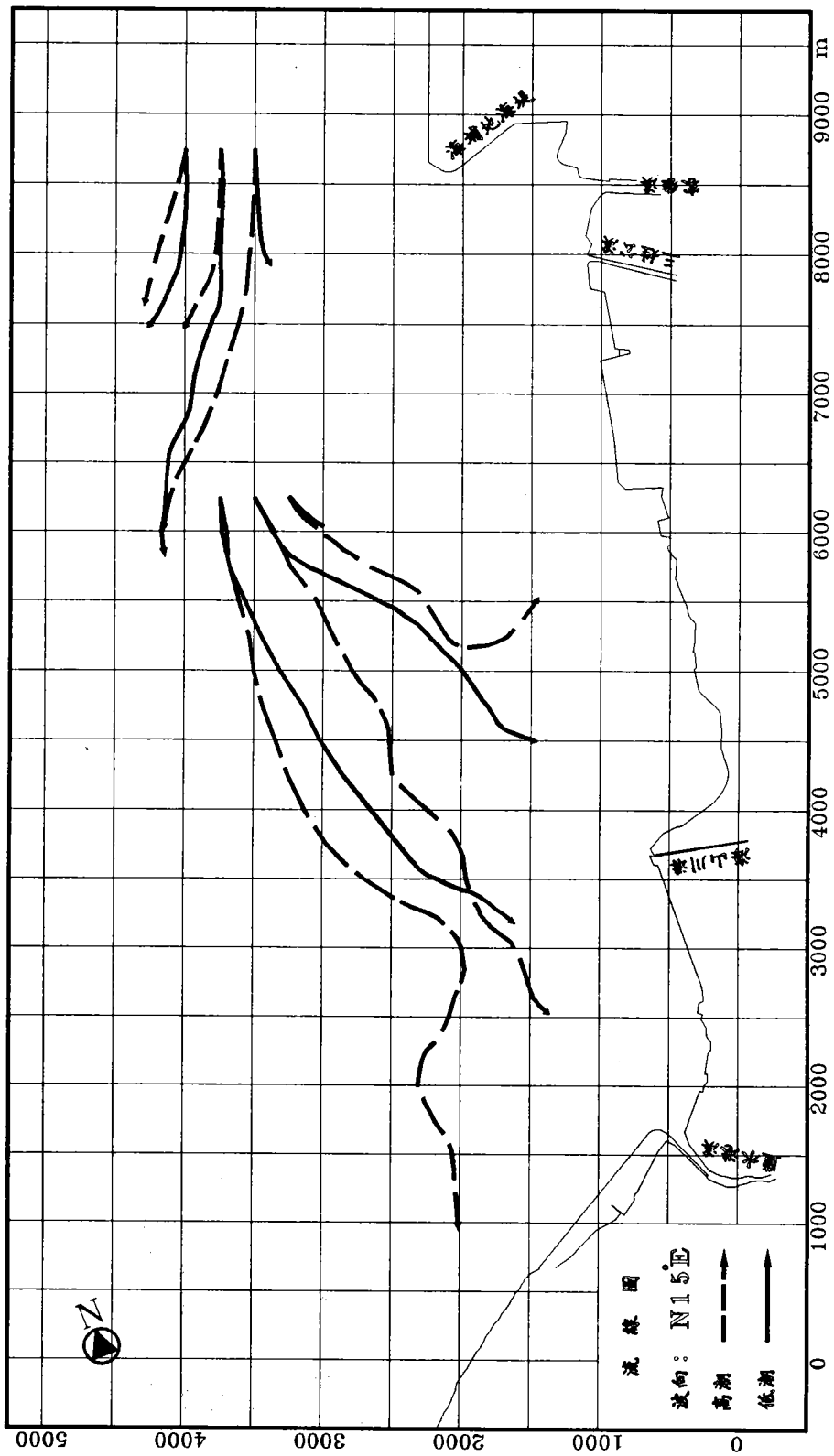


圖 4-6 預備試驗CASE(3)高潮、低潮時浮球流線圖

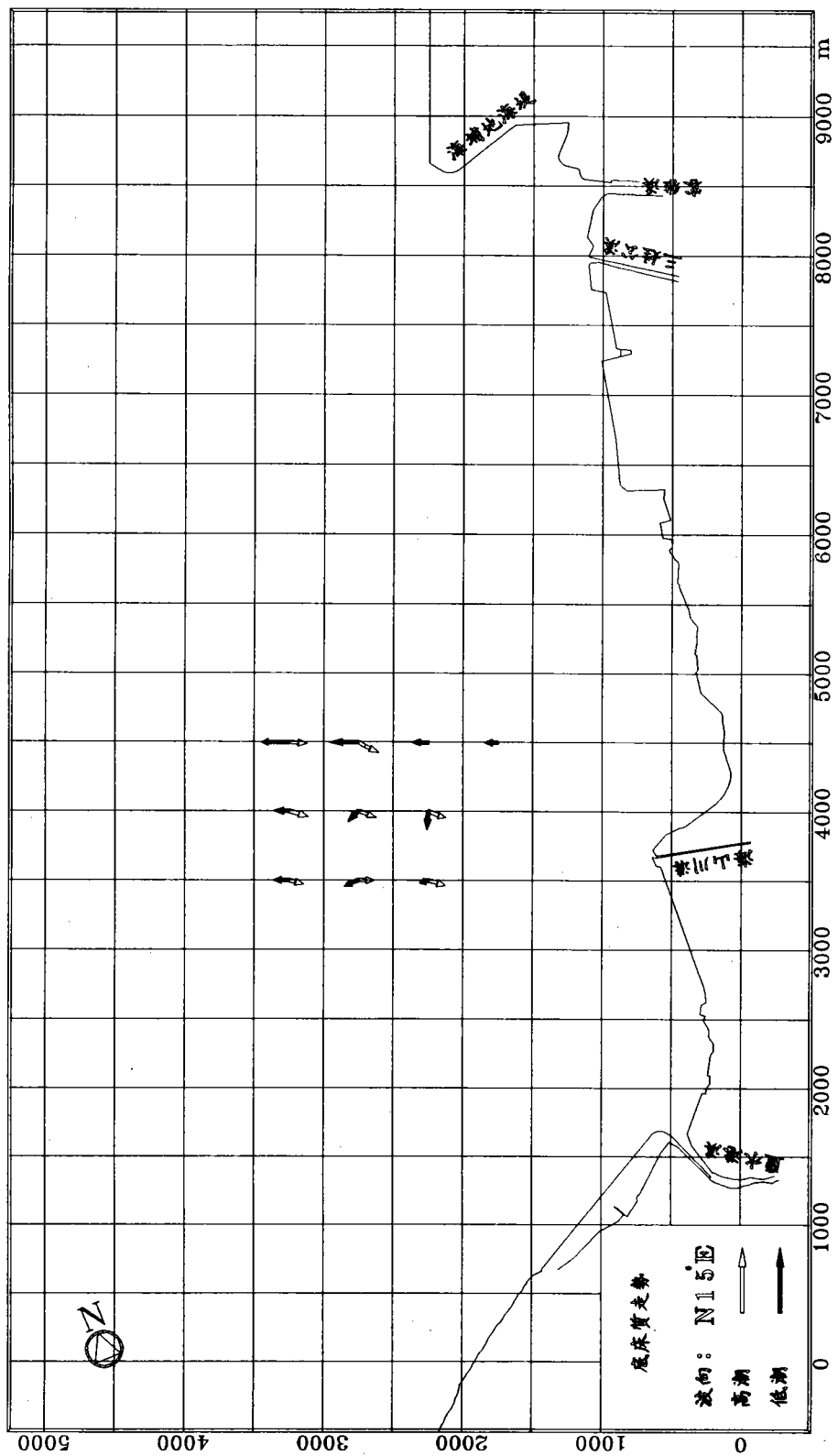


圖 4-7 預備試驗CASE(3)高潮、低潮時螢光砂底床質走勢圖

4.1.3 預備試驗結果

根據預備試驗(CASE 1~CASE 6)試驗結果綜合研判，以預備試驗CASE(3)較能重現現場地形，故主配置方案試驗係根據下列試驗條件進行

試驗波向	N15° E
試驗波高	10 ^{cm}
試驗週期	1.4 ^{sec}
加砂量	無
試驗水位	-3 ^{cm} ~+2.88 ^{cm} /26分
漂沙移動時間縮尺	5小時≡1年

4.2 海埔新生地開發方案主配置試驗(LAYOUT A)

主配置方案(LAYOUT A) 計劃海埔地西側海堤堤線約略沿灘地高程 $-1^{\text{m}} \sim 0^{\text{m}}$ 等深線築堤，堤頂標高6公尺，共圍成北、中、南等三區如圖4-8所示，各區海堤長度分別為

北區：6,058公尺

中區：1,620公尺

南區：2,008公尺

根據上述預備試驗結果，選擇最適(optimum)重現現場地形之試驗條件即預備試驗CASE (3)波浪條件等，進行有關海埔新生地開發方案配置主試驗，試驗初期地形則採用中華顧問工程司所提供民國81年水深地形，俾瞭解其對鄰近海岸地形影響情況，以事先作防範對策。

圖4-9-1~圖4-9-3，分別為北區、中區以及南區圍堤填土後，相當於現場自民國81年開始間隔5年、10年以及15年後，鄰近海域各分區沖淤積量分佈趨勢圖。

圖4-10-1~圖4-10-4，則分別為主配置方案試驗，相當於現場自民國81年開始間隔5年、10年以及15年後，其 $\pm 0^{\text{m}}$ 、 -5^{m} 、 -10^{m} 、以及 -15^{m} 等水深線變化圖。

圖4-11則分別為間隔5年、10年以及15年後該區不同之斷面水深變化圖。

主配置方案(LAYOUT A)試驗結果顯示，在造波累積時間達25小時，相當於現場5年，客雅溪口即呈淤積現象；北區填土區除在折角處呈侵蝕外，其餘北區海堤附近水域地形均呈淤積，惟在海山船澳港口、中區以及南區海堤附近水域則呈侵蝕，分別如圖4-9-1、圖4-10-1所示，在累積造波時間達50小時，相當於現場10年後，客雅溪口淤塞更形明顯，整個海堤結構物附近水域，除海山船澳港口處水域地形呈堆積外，其餘各區在無沙源充份供給條件下均呈侵蝕，分別如圖4-9-2以及圖4-10-1所示；迄累積造波時

間達75小時，相當於現場15年後，試驗結果顯示，因無沙源充份供給致北區海堤附近海域地形全面呈侵蝕，被帶走之漂沙則全部淤積在海山船澳港口以及中區、南區海堤附近，且客雅溪口以及鹽水港溪口則均有淤塞現象，分別如圖4-9-3以及圖4-10-1所示；但試驗結果顯示，-10^m以及-15^m等水深線則並無顯著變化。

照片4-1-1~4-1-3則分別為15年後客雅溪口、海山船澳港口處以及鹽水港溪口淤塞情形。

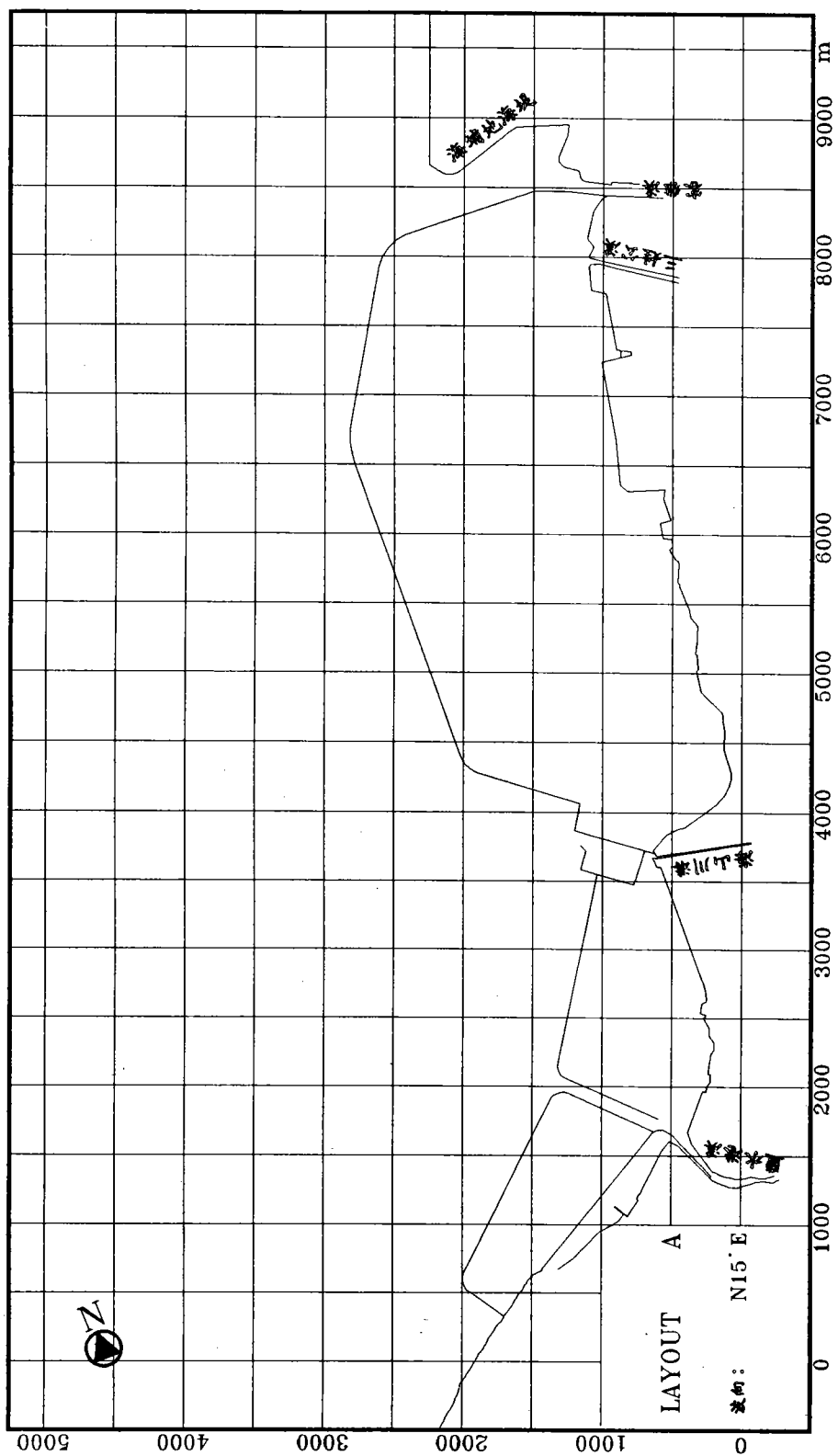


圖 4-8 新竹香山海埔地造地開發計劃主配置方案(LAYOUT A)示意圖

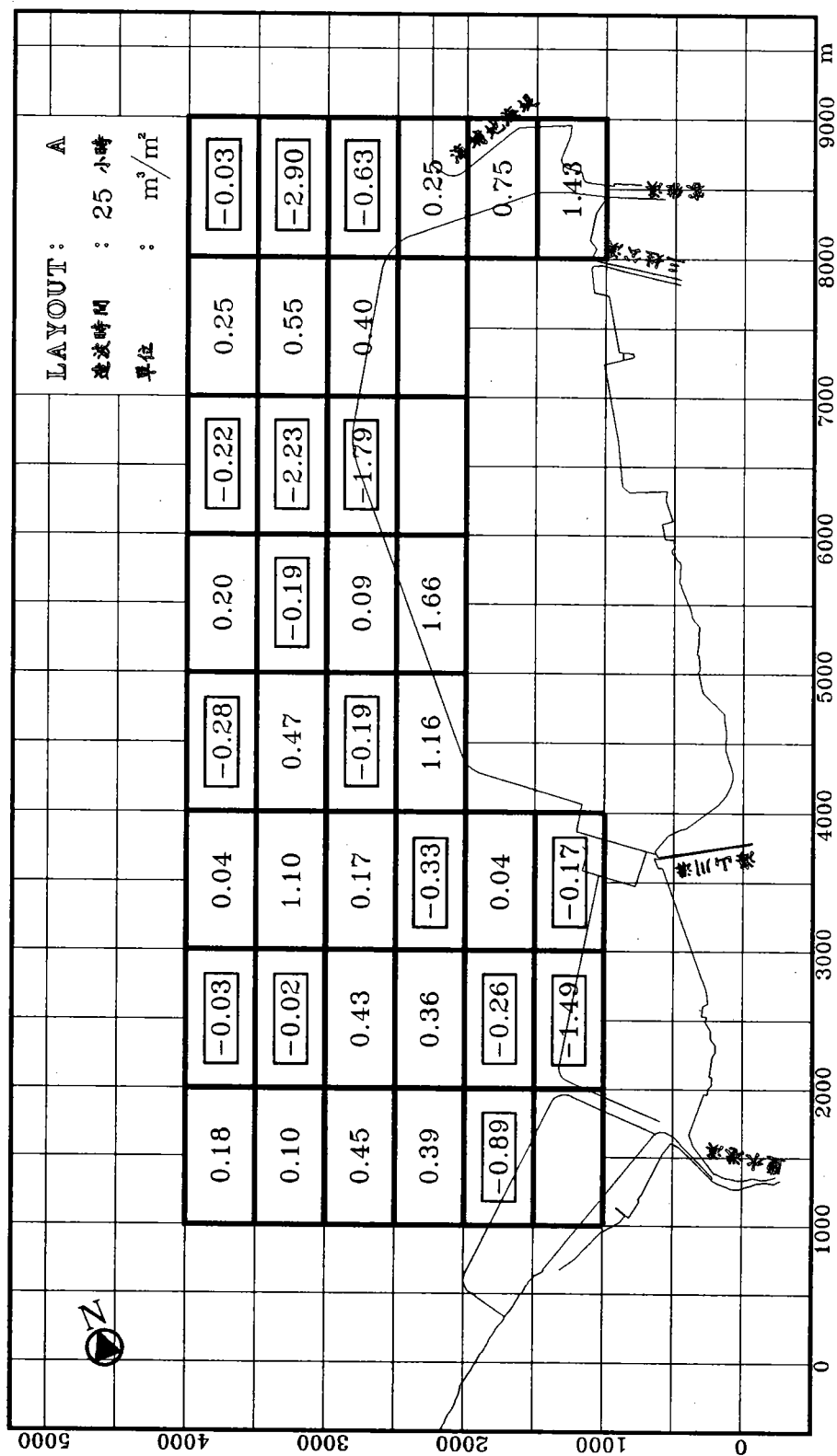
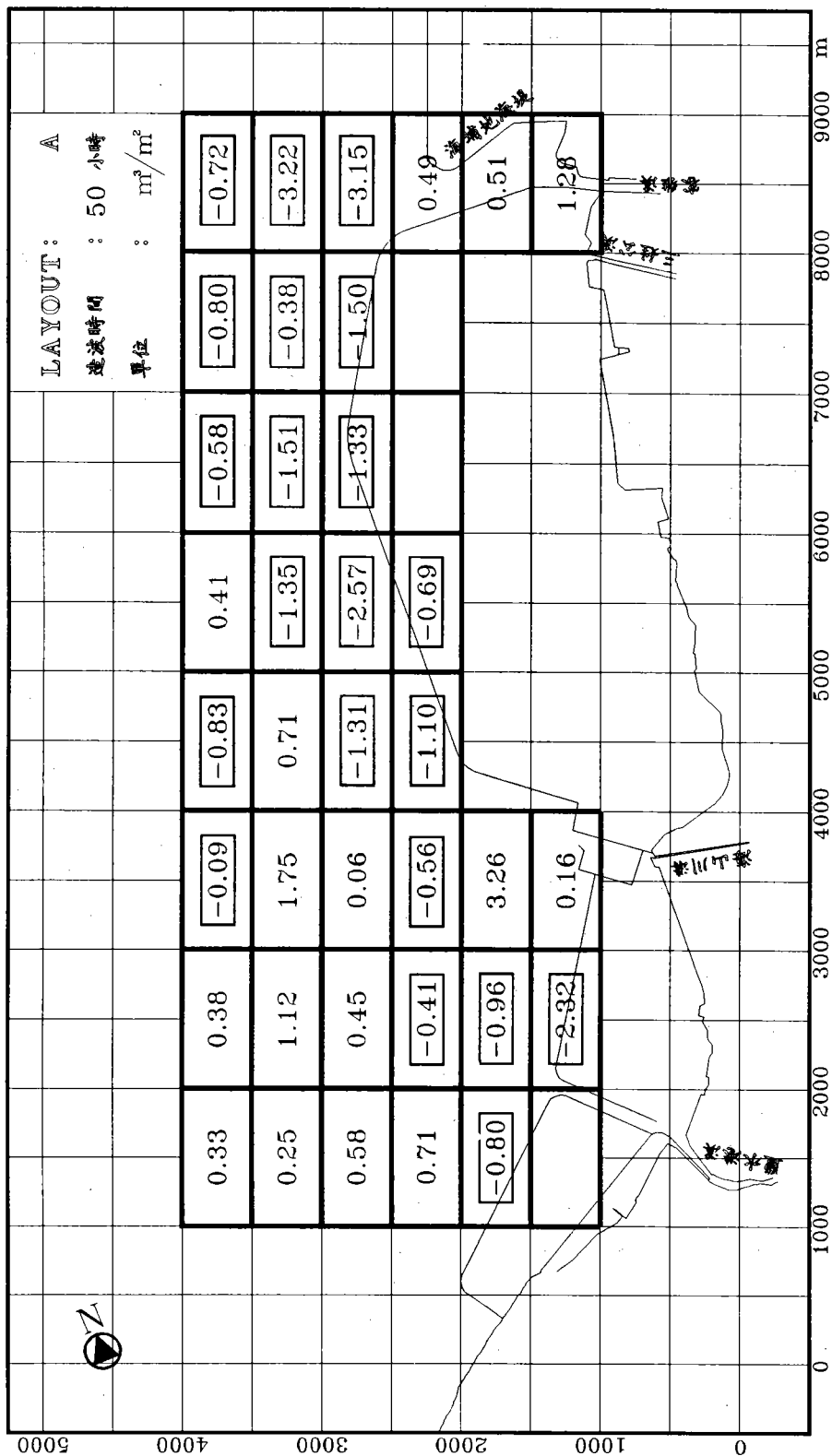


圖 4-9-1 主配置方案試驗(LAYOUT A), 當累積造波時間達25小時
(相當現場5年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖



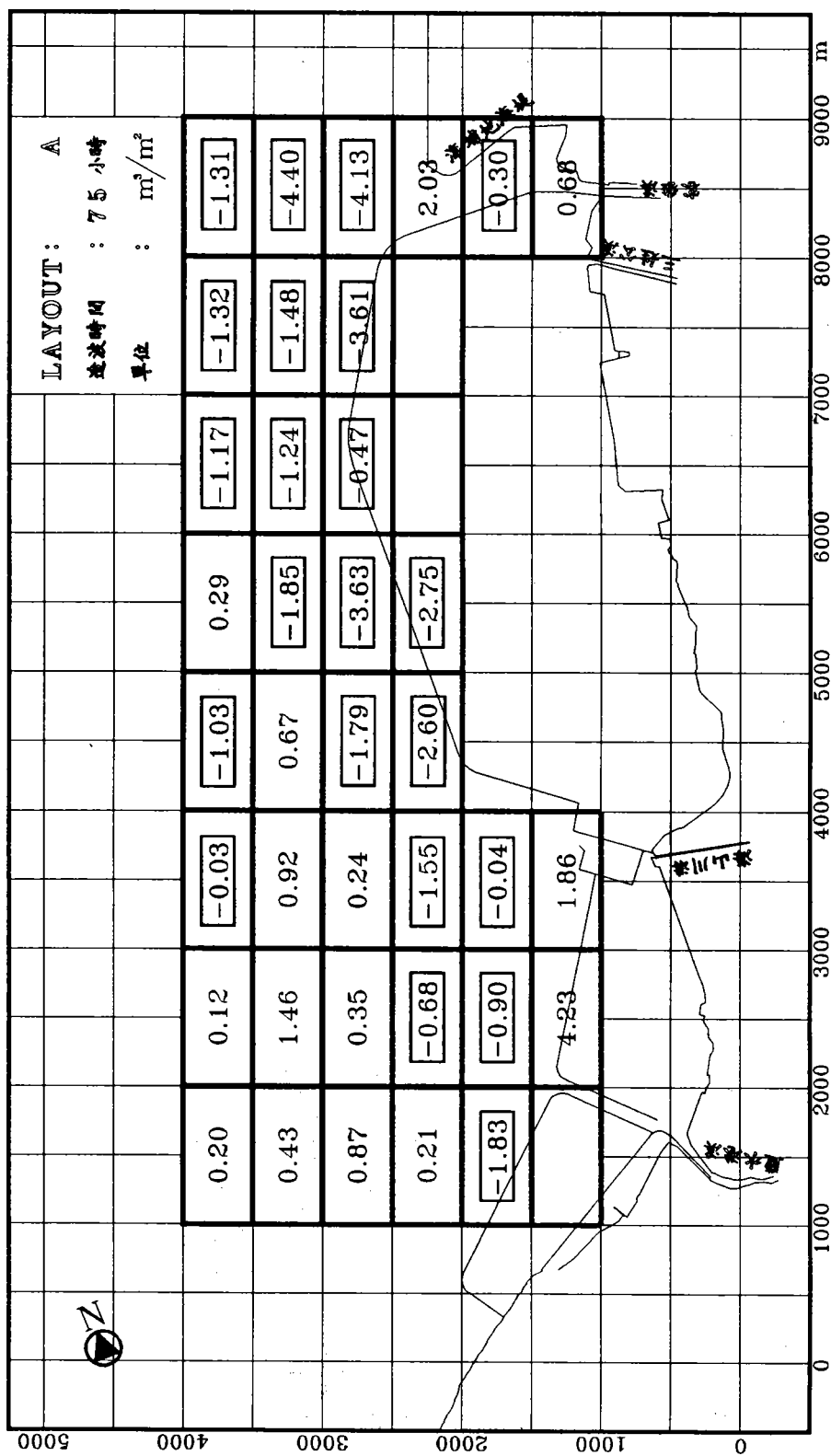


圖 4-9-3 主配置方案試驗(LAYOUT A), 當累積造波時間達75小時
(相當現場15年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖

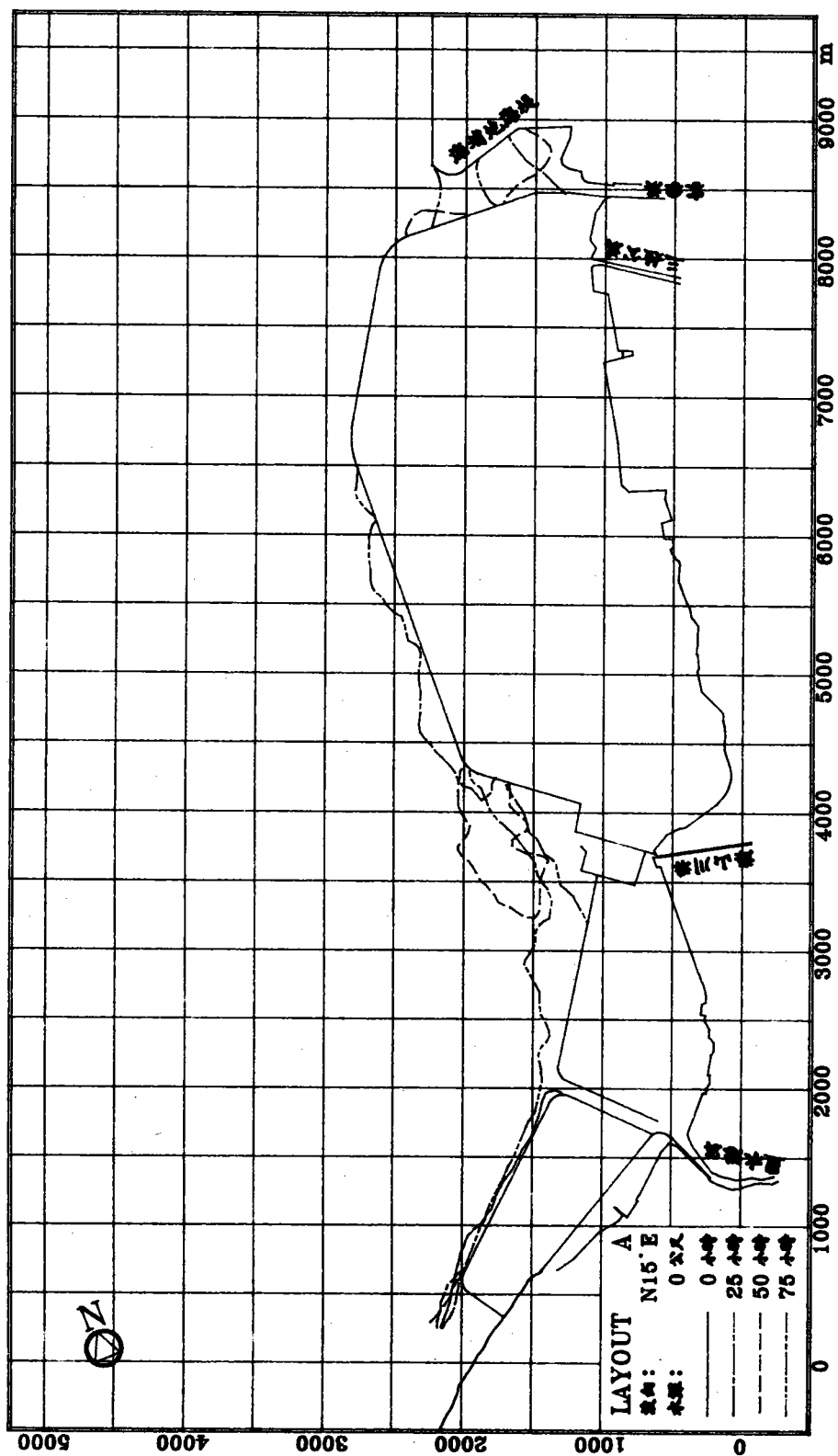


圖 4-10-1 主配置方案試驗 (LAYOUT A), $\pm 0\text{m}$ 水深線歷時變化圖

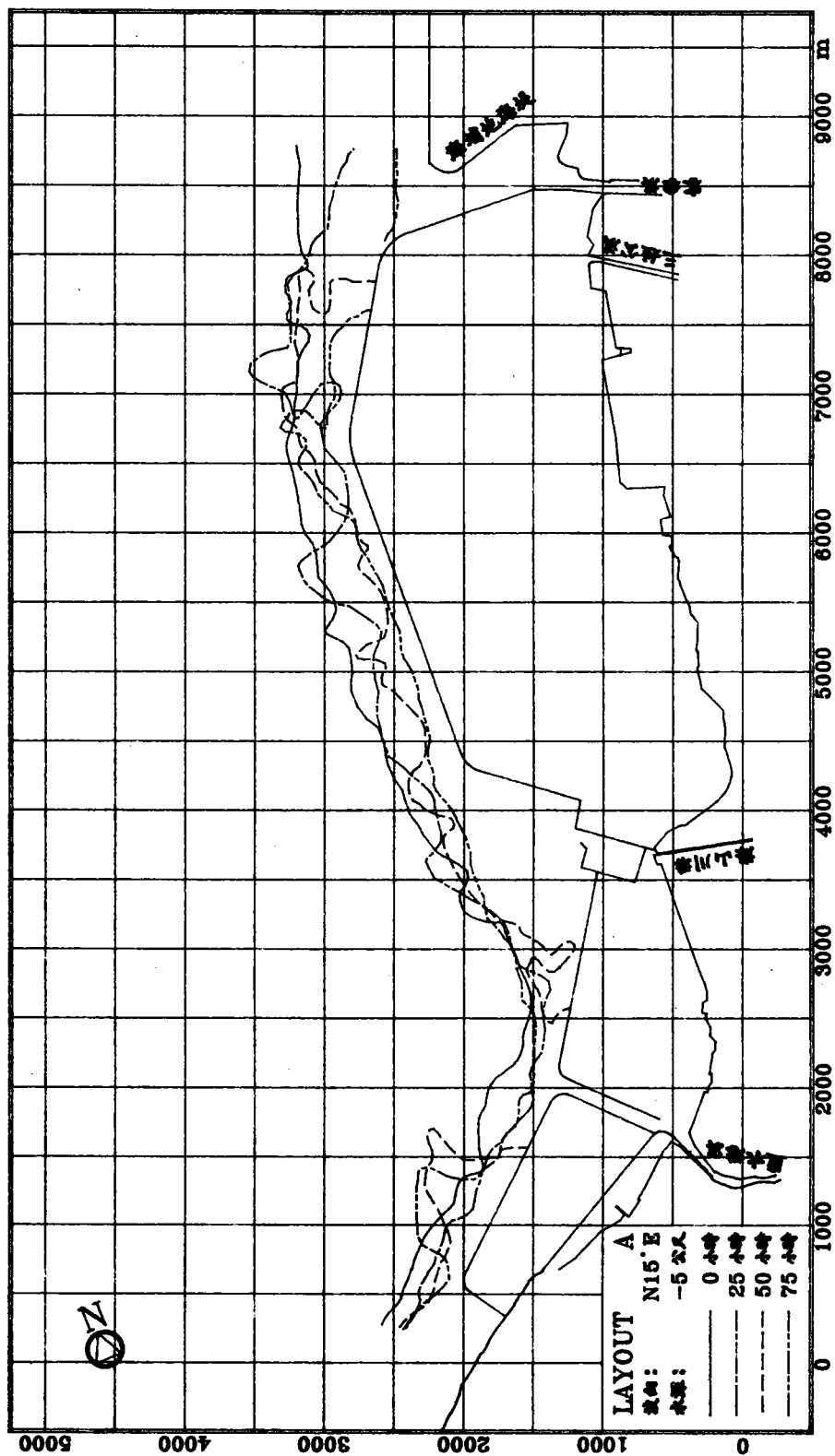


圖 4-10-2 主配置方案試驗 (LAYOUT A), -5^m 等水深線歷時變化圖

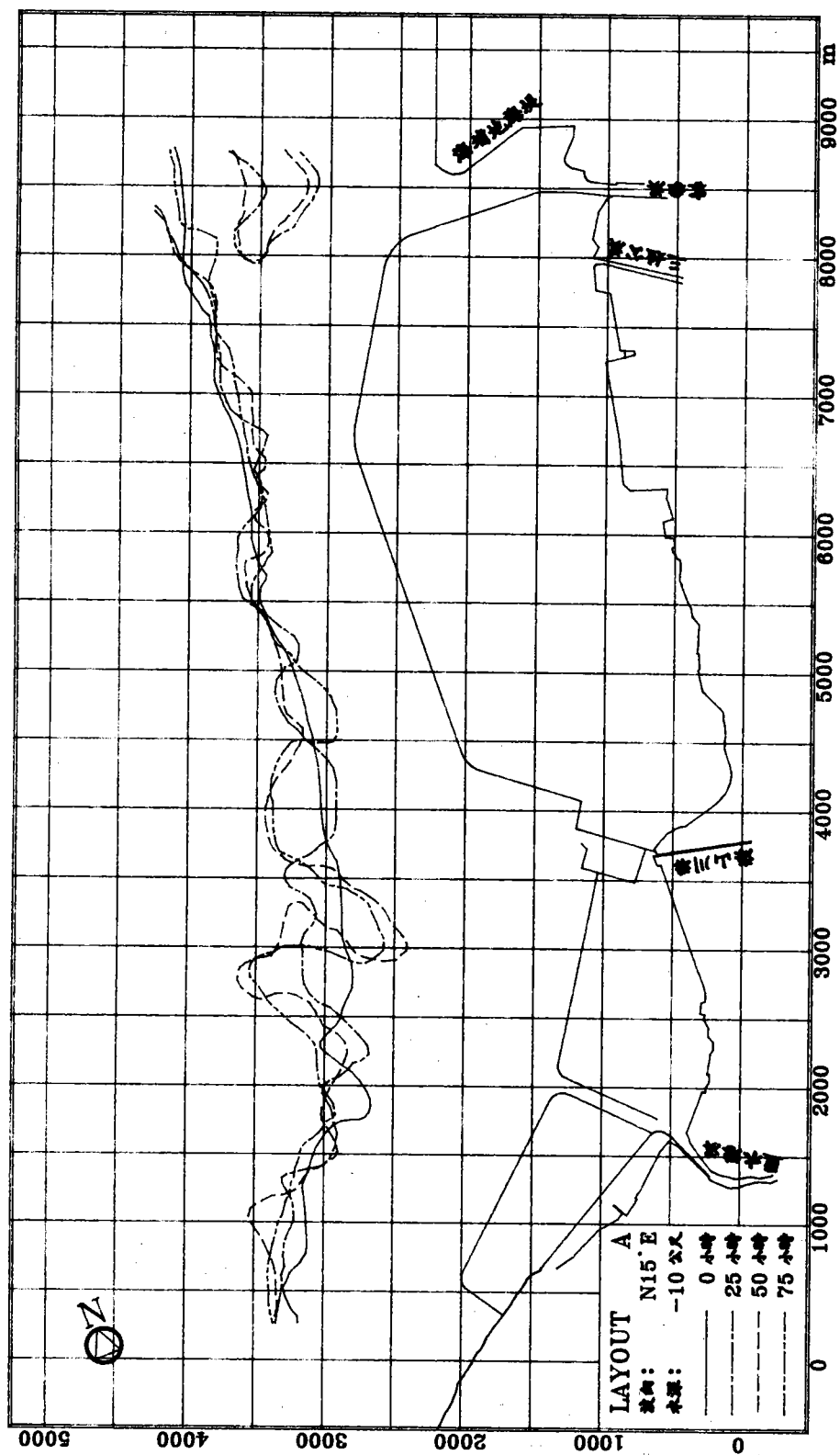


圖 4-10-3 主配置方案試驗(LAYOUT A), -10^m 等水深線歷時變化圖

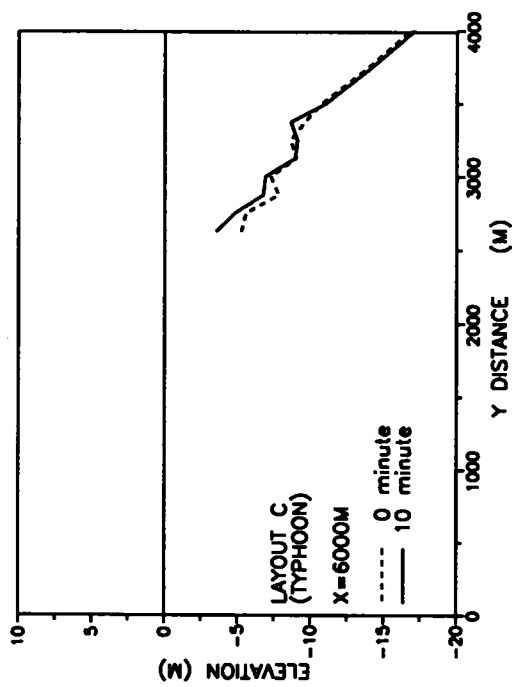
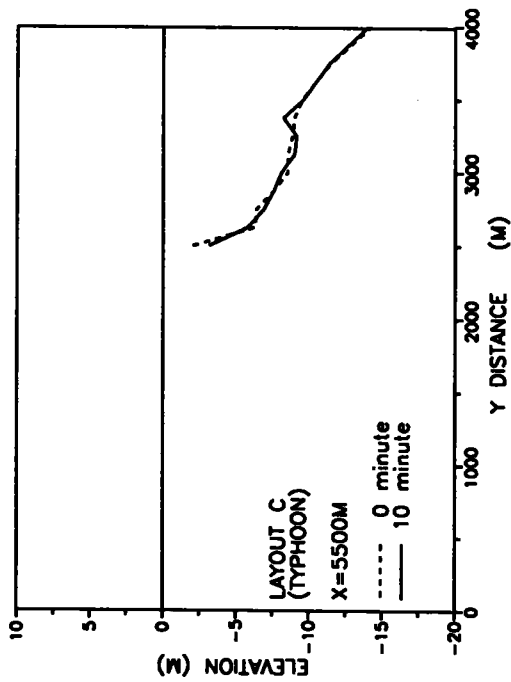
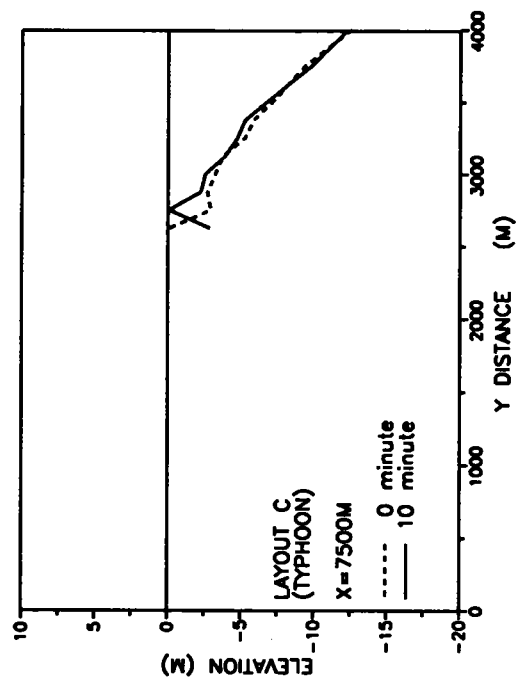
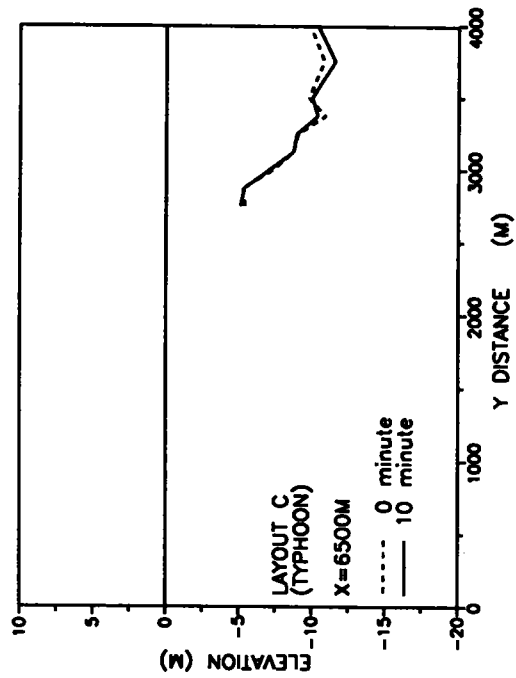


圖 4-22(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖

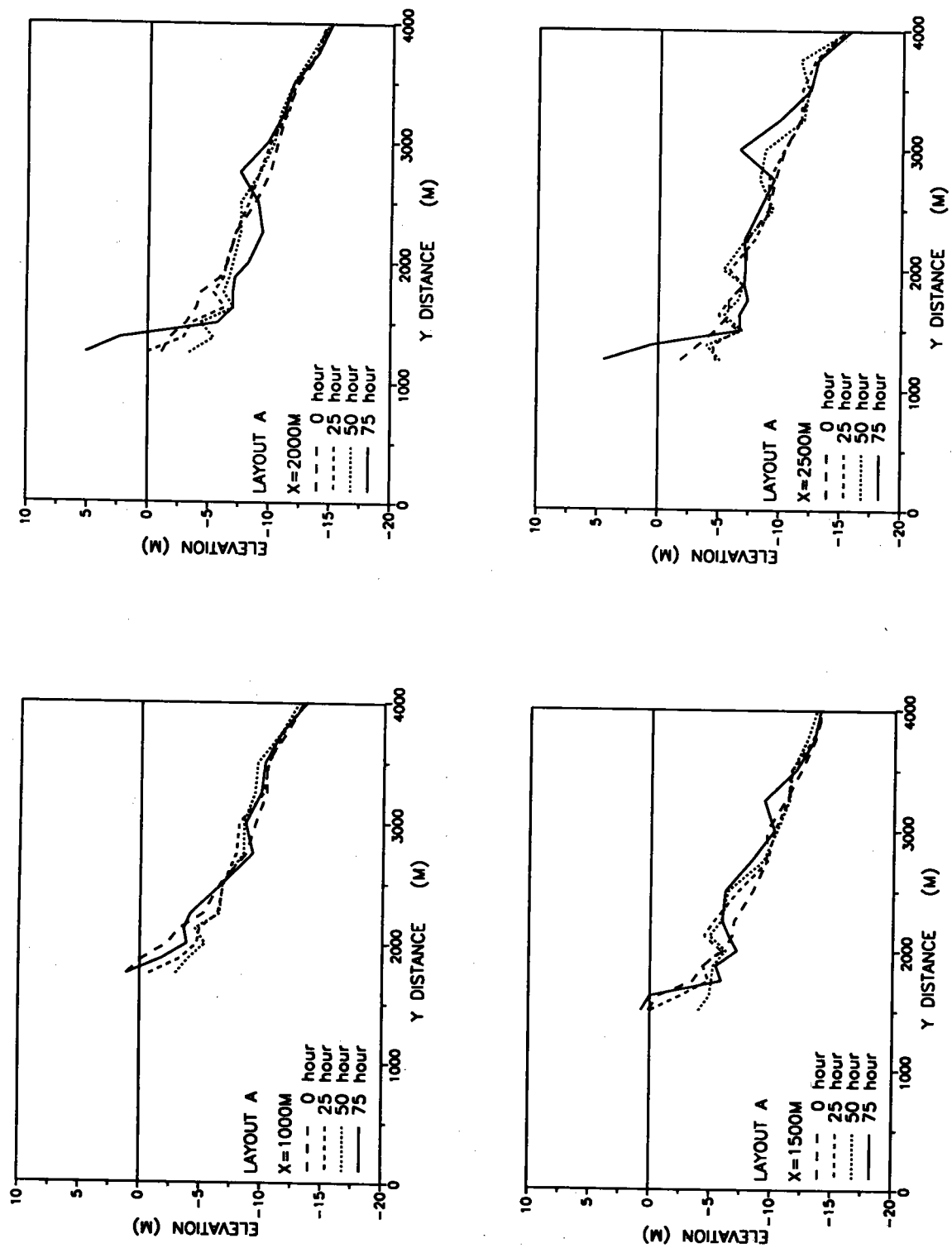


圖 4-11 主配置方案試驗(LAYOUT A)，不同斷面水深歷時變化圖

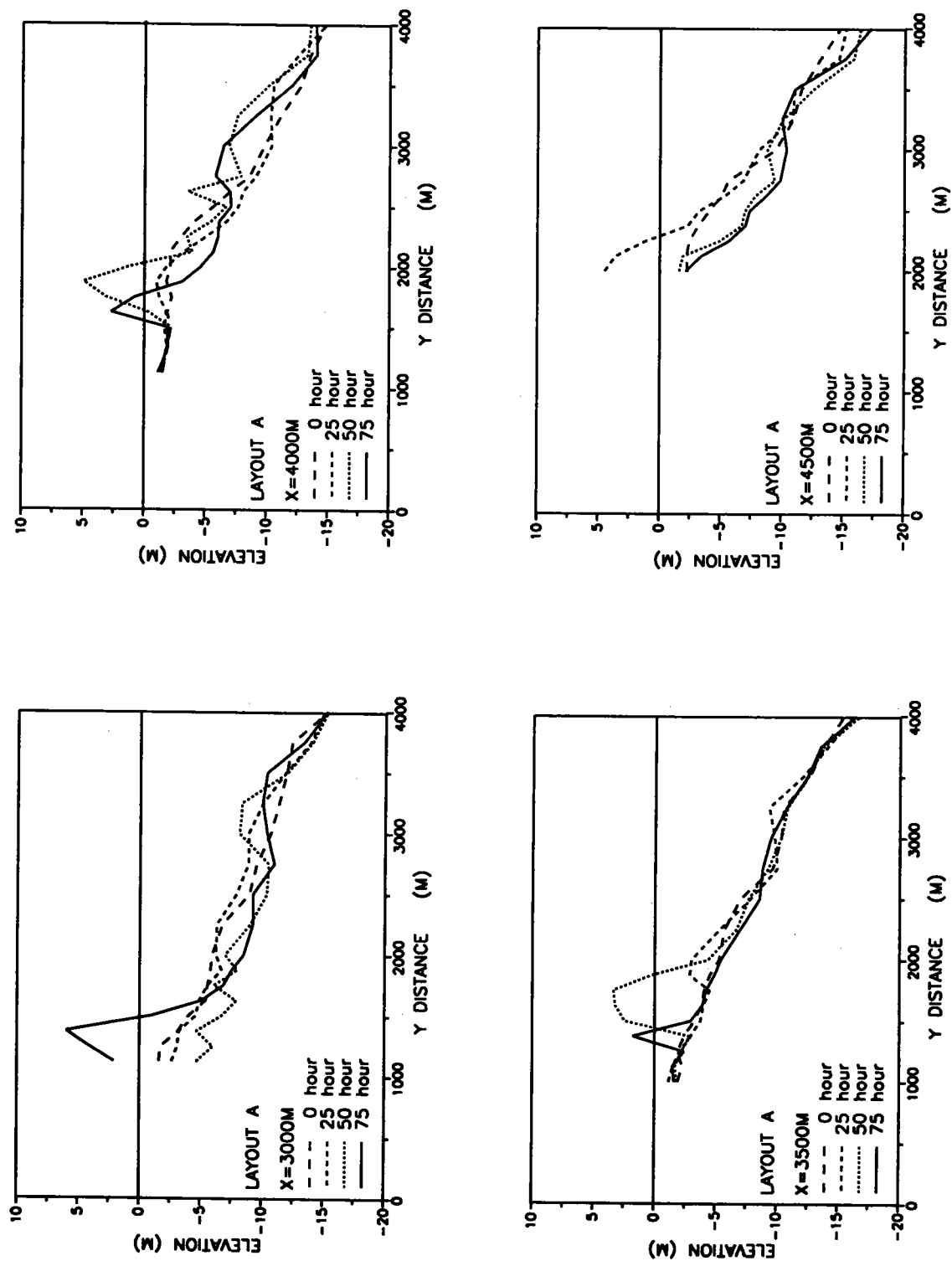


圖 4-11(續) 主配置方案試驗(LAYOUT A), 不同斷面水深壓時變化圖

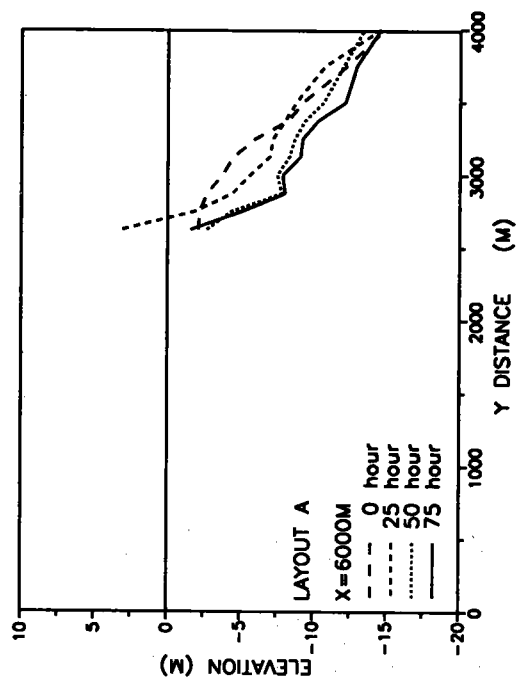
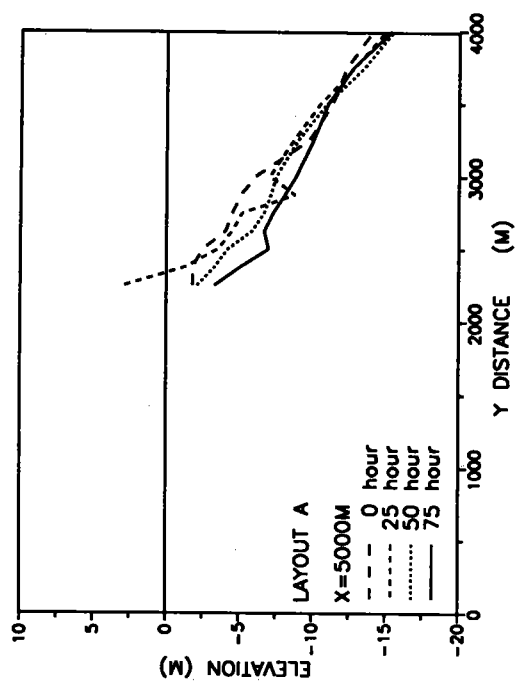
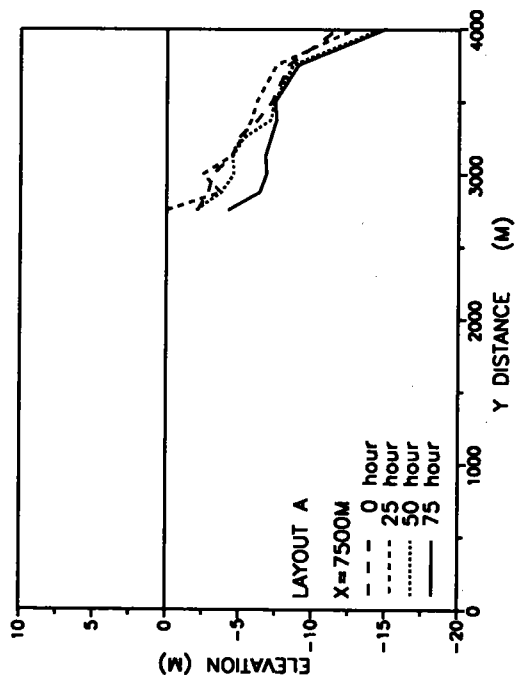
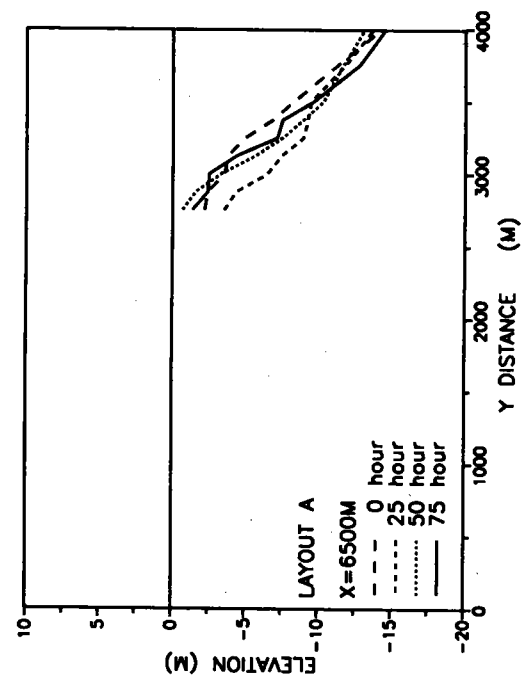
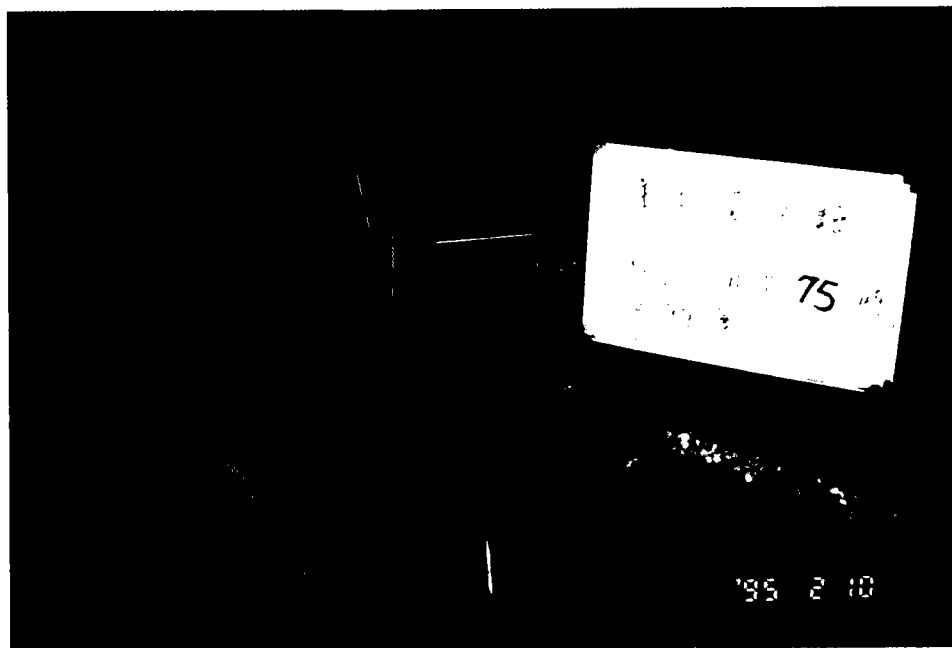


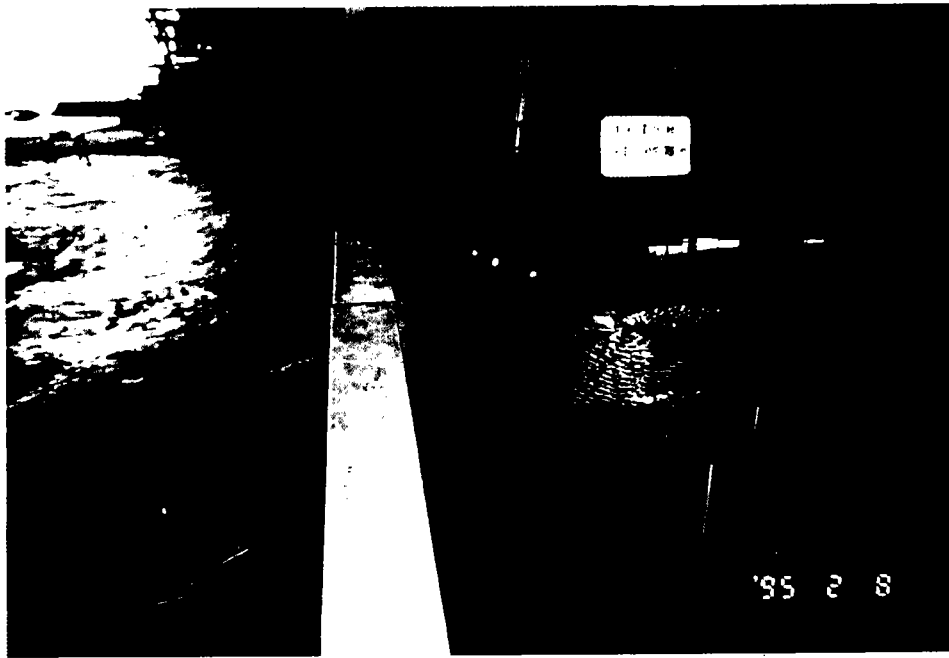
圖 4-11(續) 主配置方案試驗(LAYOUT A), 不同斷面水深歷時變化圖



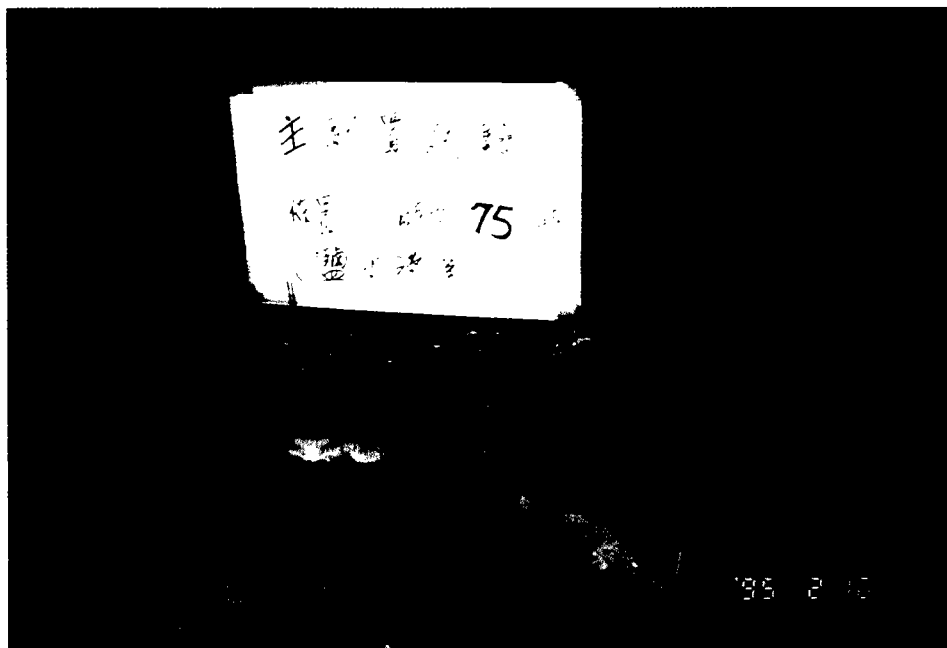
照片 4-1-1 新竹香山海埔地造地計畫主配置方案(LAYOUT A)
試驗造波中，漂沙被帶到岸上情形



照片 4-1-2 主配置方案試驗(LAYOUT A)，當累積造波時間達75小時後
(相當於現場15年)，客雅溪口漂沙淤塞情形



照片 4-1-3 主配置方案試驗(LAYOUT A)，當累積造波時間達75小時後
(相當於現場15年)，海山船澳港口漂沙淤塞情形



照片 4-1-4 主配置方案試驗(LAYOUT A)，當累積造波時間達75小時後
(相當於現場15年)，鹽水港溪口漂沙淤塞情形

4.3 修正配置方案試驗

4.3.1 修正配置方案(LAYOUT B)試驗結果

根據主配置方案試驗結果，中華顧問工程司研擬一種突堤群配置作為侵淤防治對策配置(LAYOUT B)，即於客雅溪口沿北區海埔地增建二道導流堤，堤頭位置在-5^m水深處且為保留一塊濕地供鳥類棲食，略將原主配置方案中北區海埔地北側堤線修改為略成圓弧形堤線，並於北區填土區海堤增建四道突堤，有關突堤長度、間距及相對位置分別如圖4-12所示，突堤高度採與海堤設計高程相同，即+6.5公尺，再進行修正配置方案試驗，俾決定最適配置方案。

圖4-13-1~圖4-13-3為修正配置方案(LAYOUT B)試驗，當累積造波時間分別為25小時、50小時以及75小時，相當於間隔5年、10年以及15年後，鄰近海域各分區沖淤積量示意圖。

圖4-14-1~圖4-14-4則分別為修正配置方案(LAYOUT B)試驗，±0^m、-5^m、-10^m以及-15^m等水深線歷時變化圖，相當於現場每隔5年、10年以及15年地形變化趨勢。

圖4-15則分別為不同斷面，每隔5年、10年以及15年後之水深歷時變化圖。

試驗結果顯示，修正配置方案(LAYOUT B)由於北區填土區海堤突堤群之設置，已有效改善中華顧問工程司原擬主配置方案，在該海堤侵蝕及海山船澳港口淤塞現象；但亦因該突堤群之配置阻絕由北往南漂沙移動，卻造成中區、南區填土區海堤之侵蝕，且試驗結果同時顯示在客雅溪口以及鹽水港溪口仍有淤塞現象，唯有點值得一提者，即鹽水港溪口淤塞情形，在累積造波時間達25小時，即相當於現場5年後，若將溪口淤塞之漂沙先行清理後(估計試驗室共清除25,600^m³相當於現場120,000^m³)，則往後累積造波時間達50小時、75小時，相當現場10年、15年後，鹽水港溪口再無淤塞現象。如照片4-2所示。

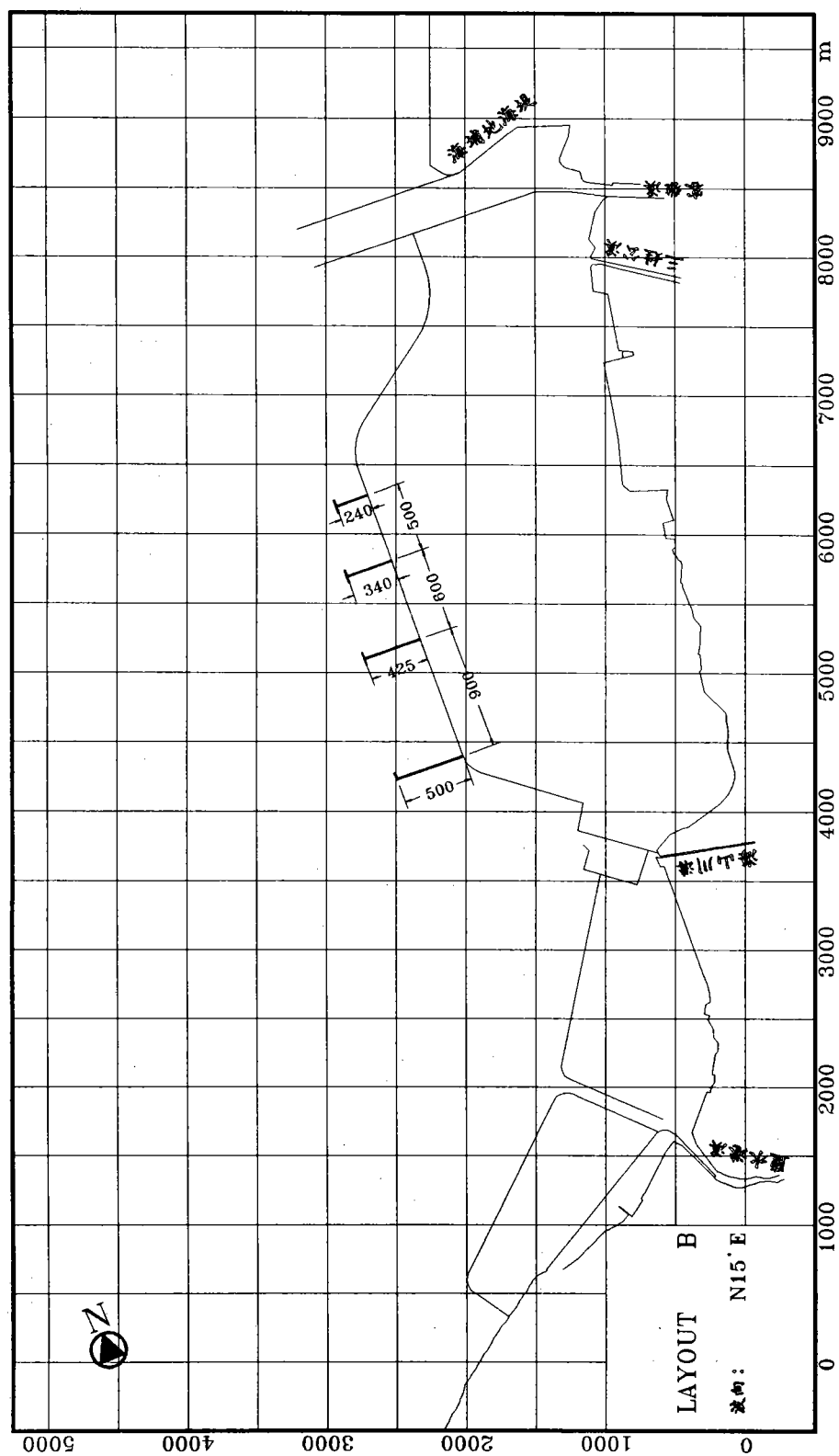


圖 4-12 新竹香山海埔地造地開發計劃修正配置方案(LAYOUT B)示意圖

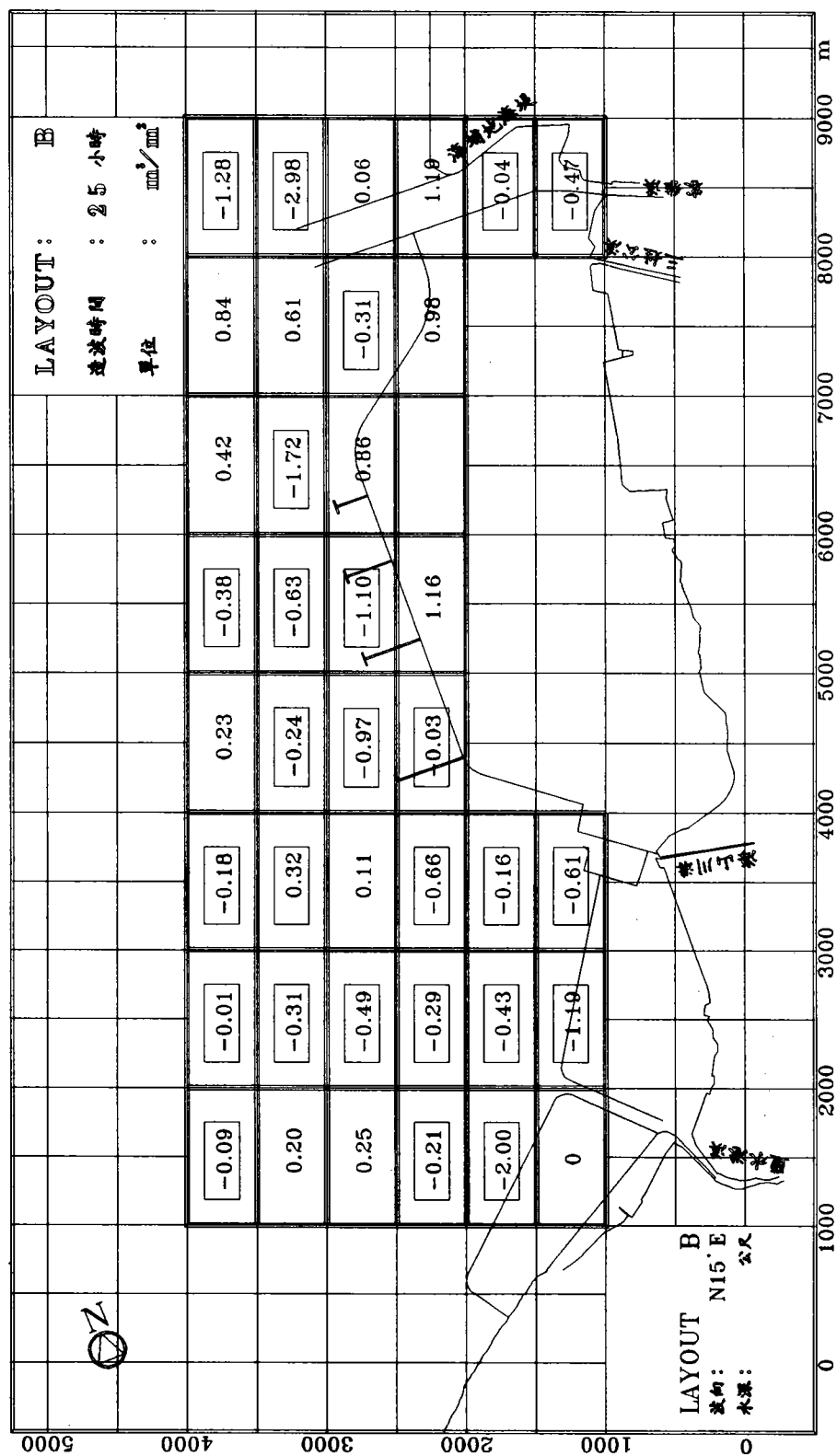


圖 4-13-1 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 當累積造波時間達25小時
 (相當現場5年)後, 各分區沖淤量(mm³/mm²)圖

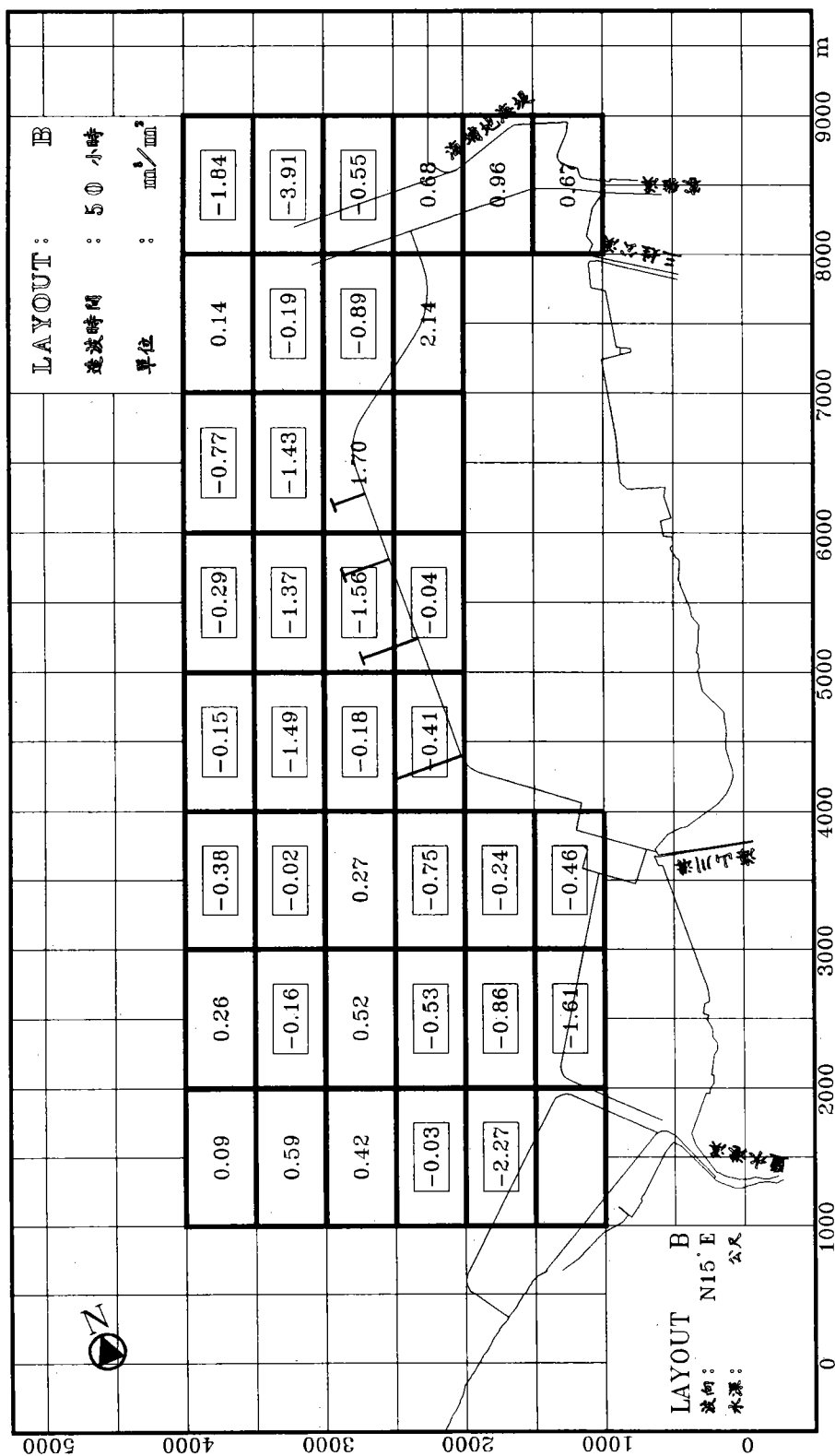


圖 4-13-2 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 當累積造波時間達50小時
(相當現場10年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖

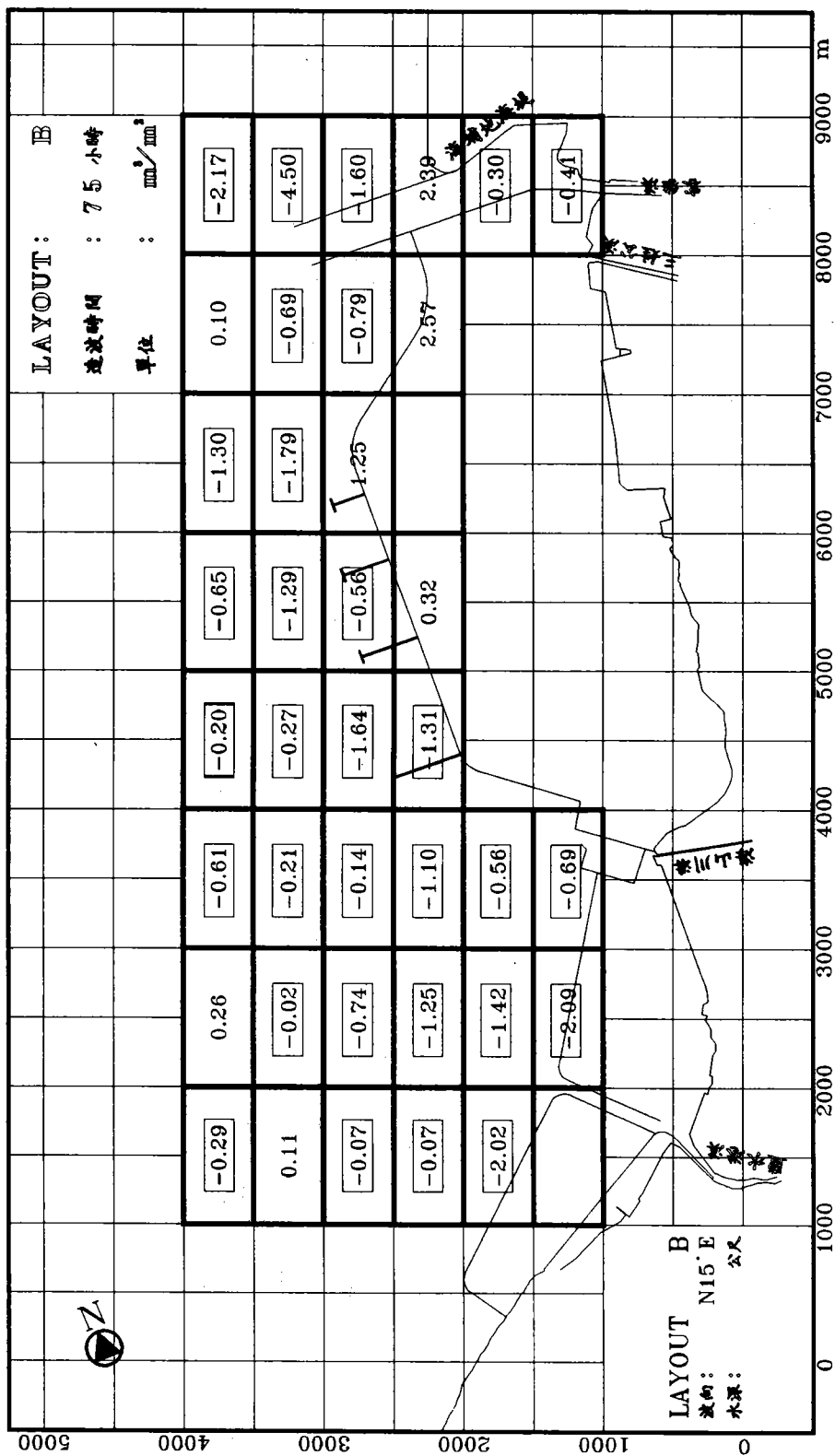


圖 4-13-3 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 當累積造波時間達75小時
(相當現場15年)後, 各分區沖淤量(mm^3/mm^2)圖

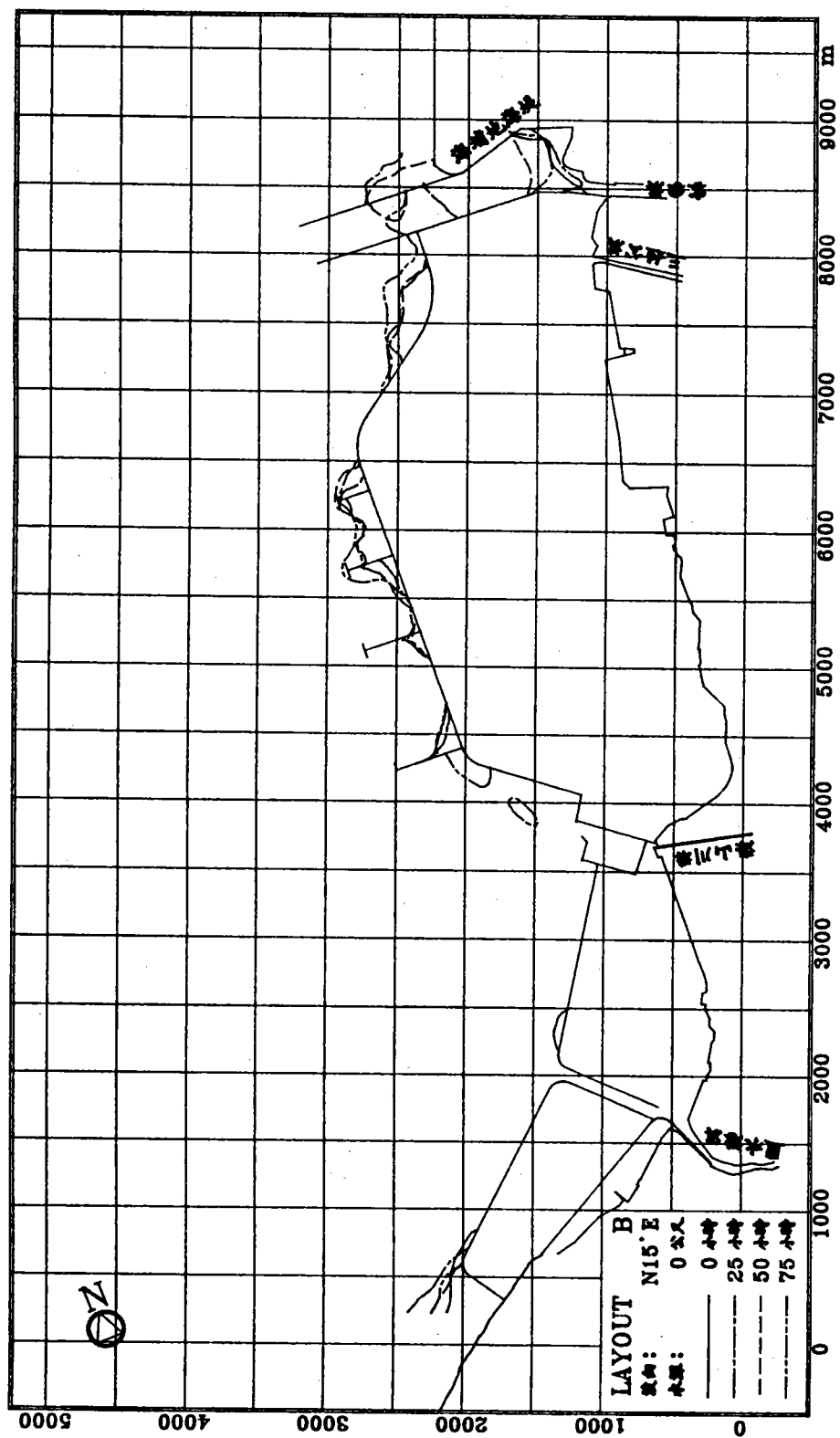


圖 4-14-1 修正配置方案試驗(LAYOUT B), $\pm 0^m$ 等水深線歷時變化圖

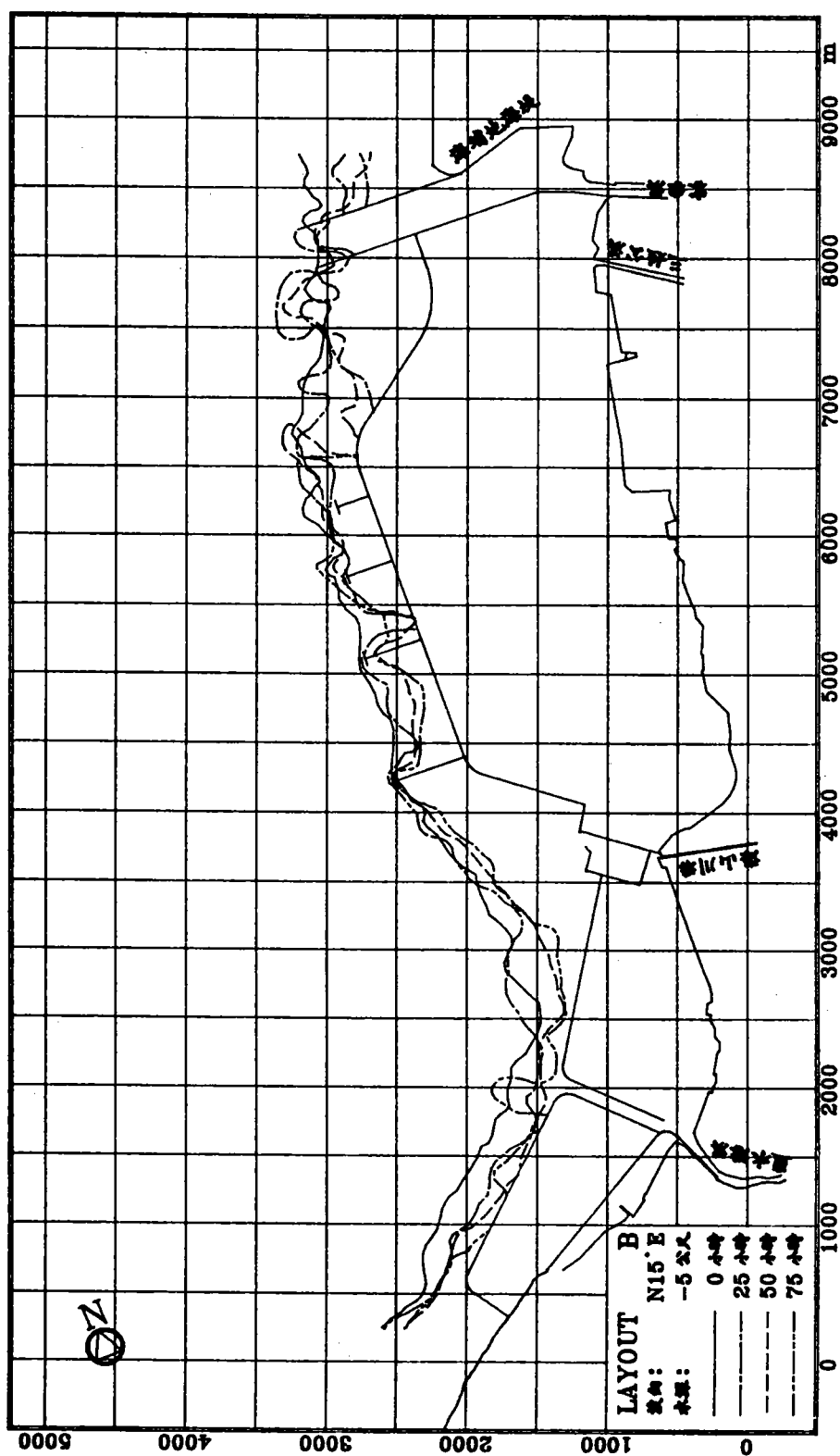


圖 4-14-2 修正配置方案試驗 (LAYOUT B), -5^m 等水深線歷時變化圖

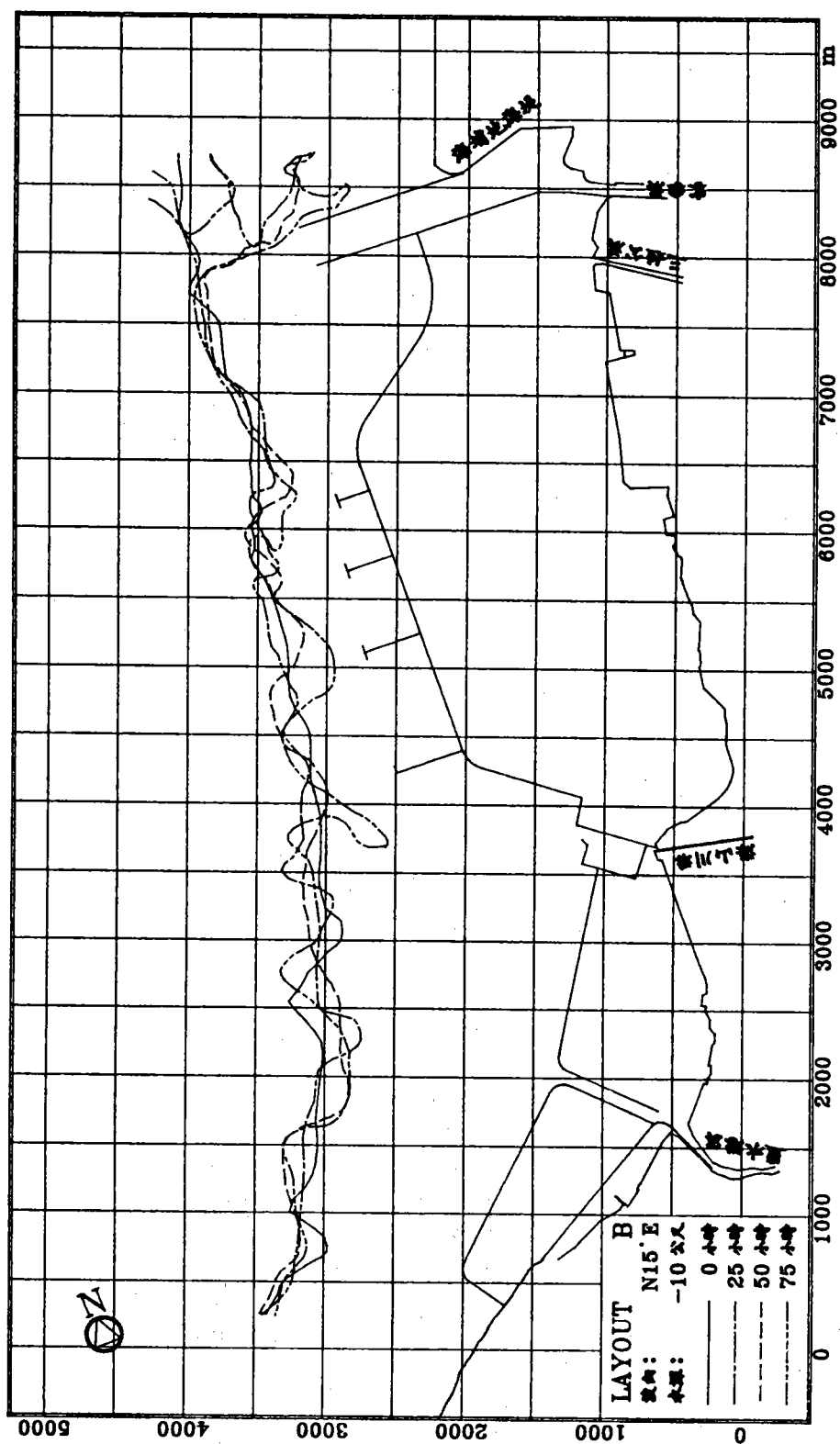


圖 4-14-3 修正配置方案試驗(LAYOUT B), -10^m水深線歷時變化圖

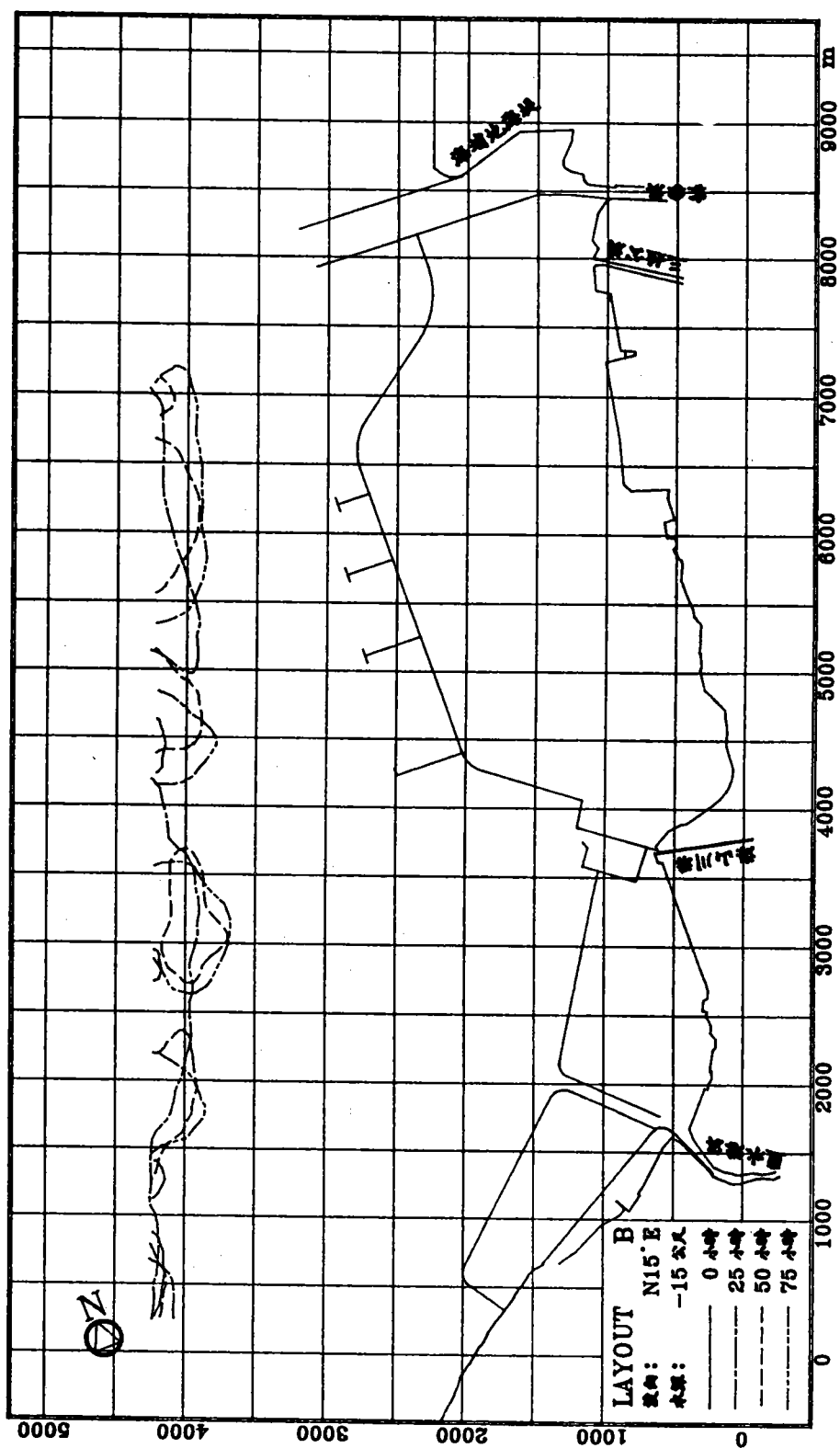


圖 4-14-4 修正配置方案試驗(LAYOUT B), -15^m等水深線歷時變化圖

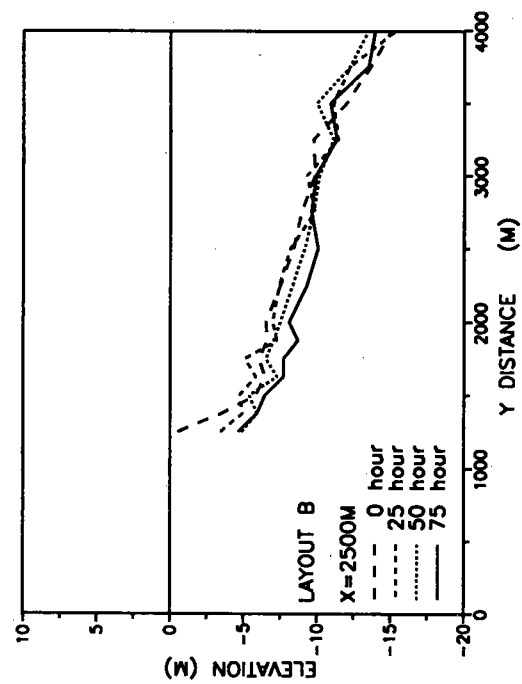
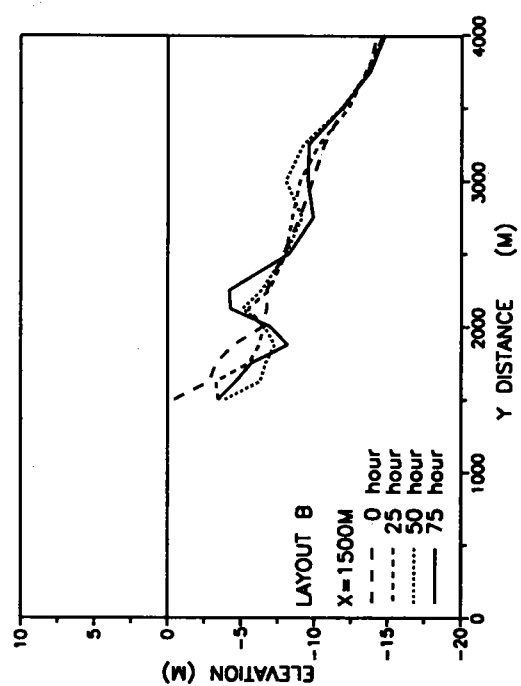
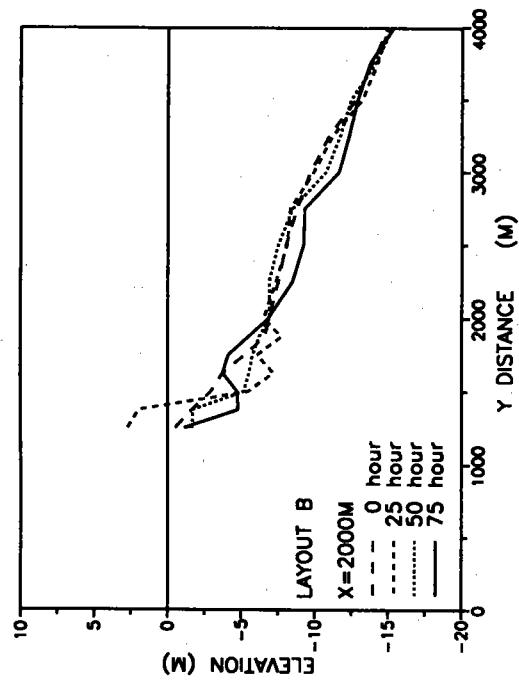
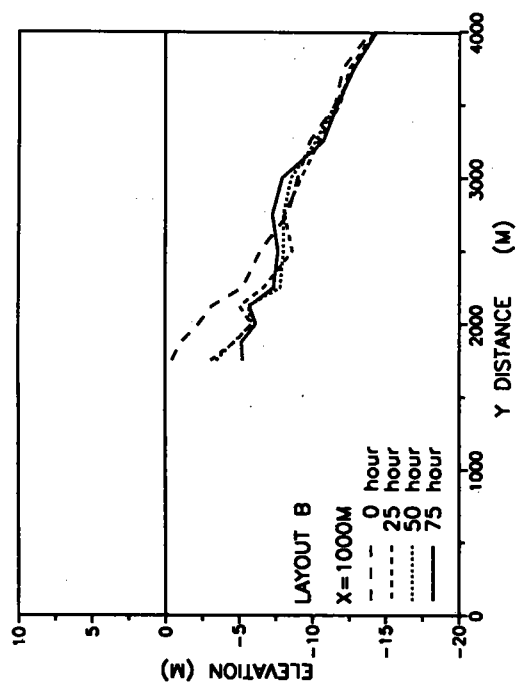


圖 4-15 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 不同斷面水深歷時變化圖

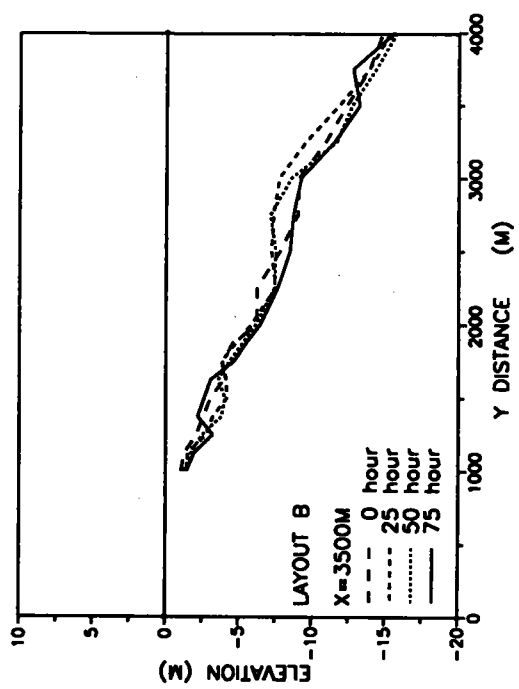
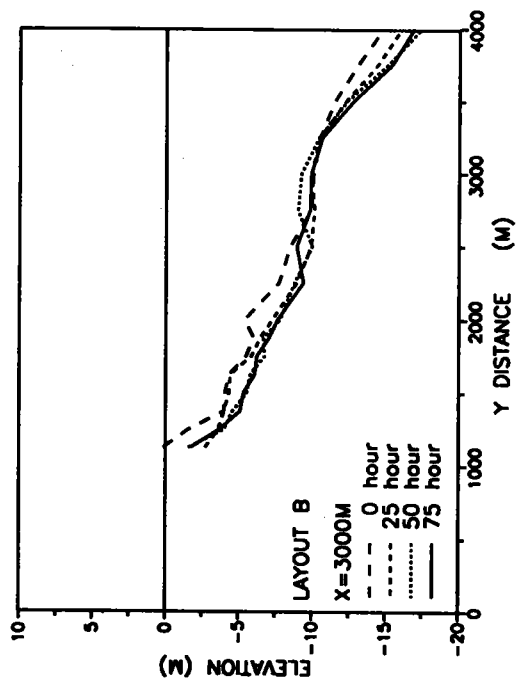
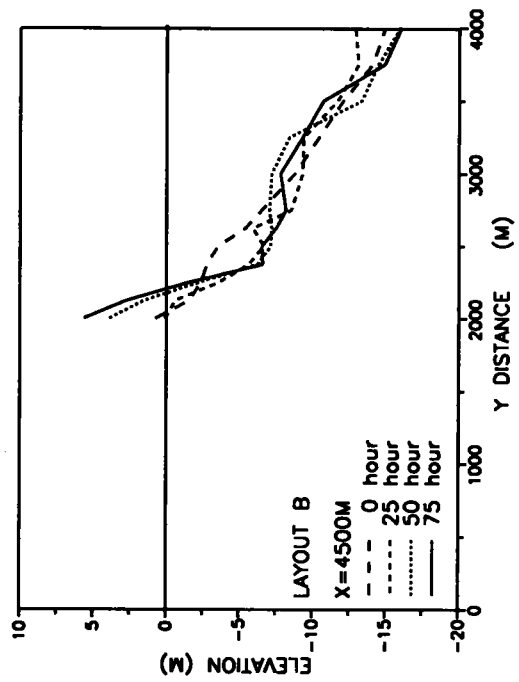
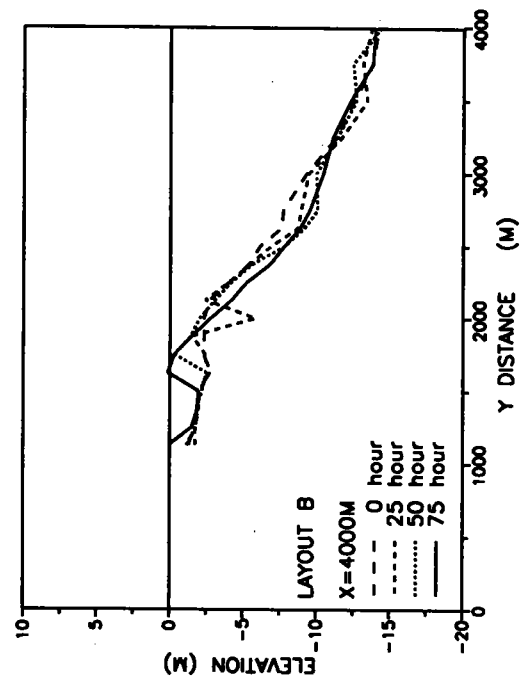


圖 4-15(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 不同斷面水深歷時變化圖

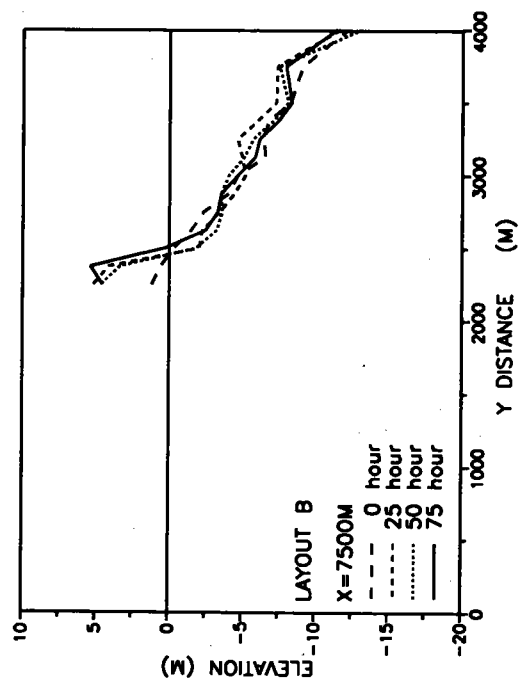
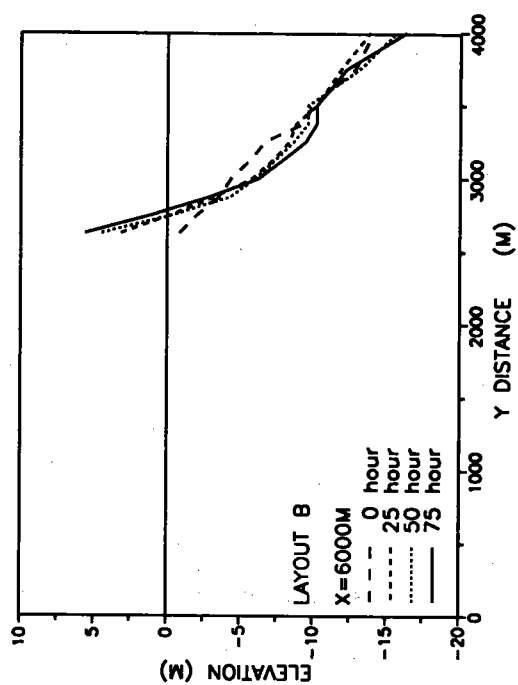
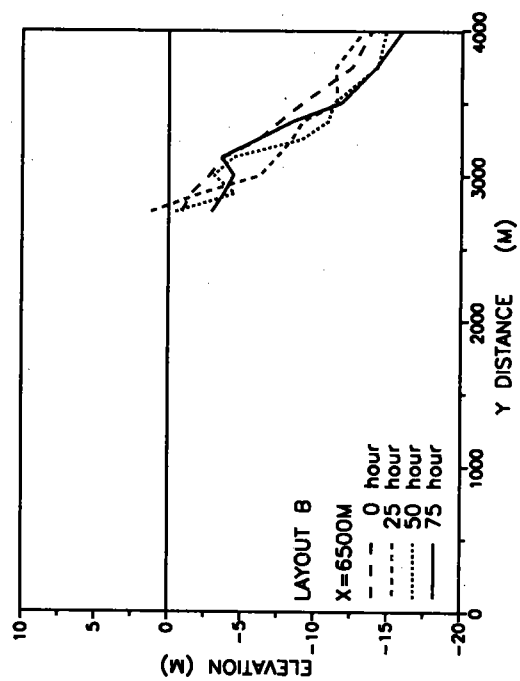
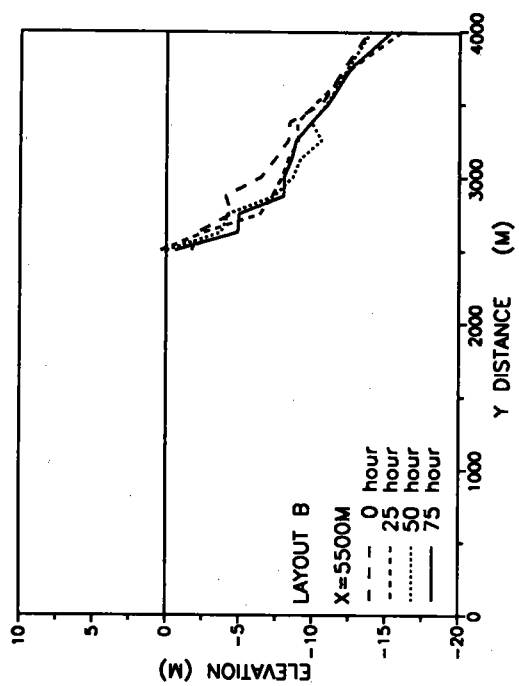
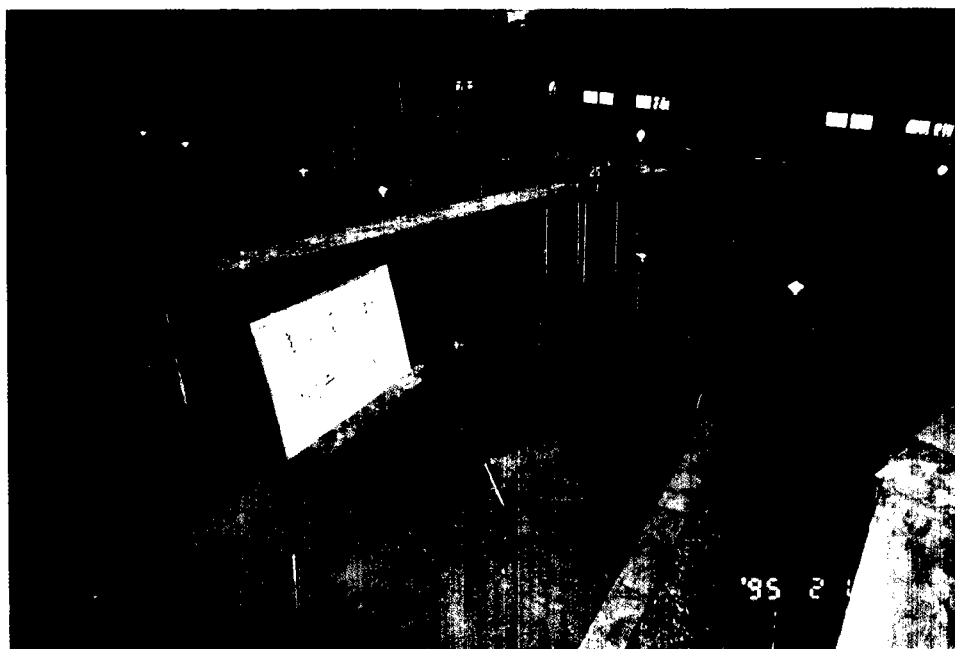
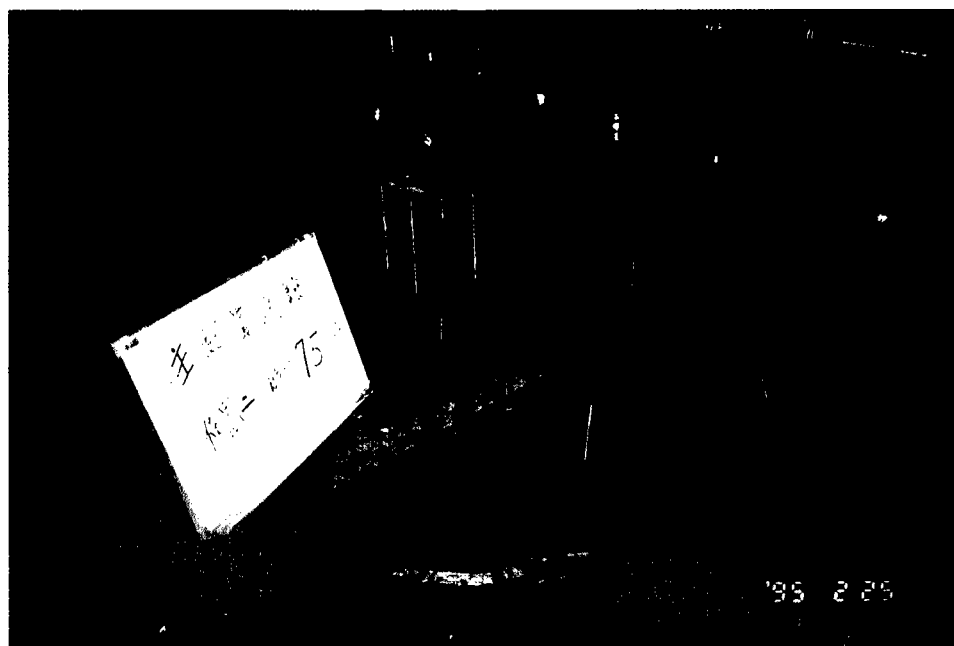


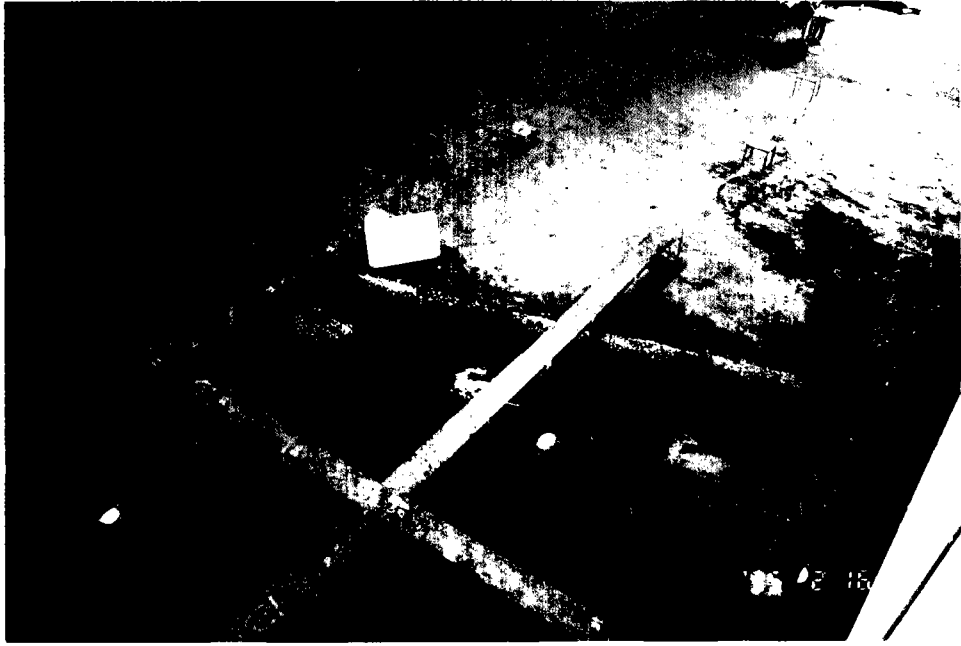
圖 4-15(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT B), 不同斷面水深歷時變化圖



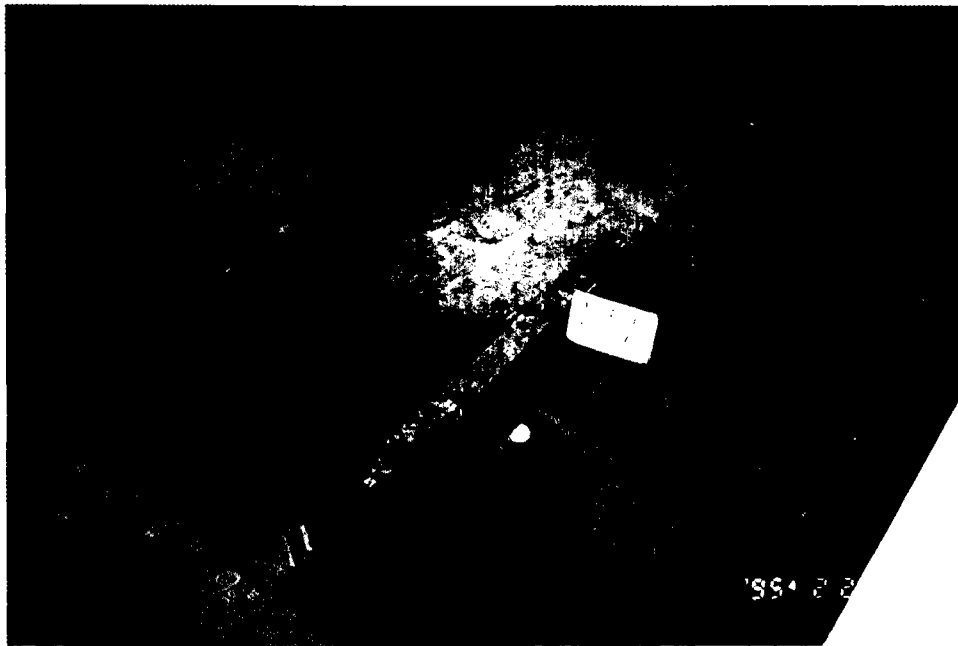
照片 4-2-1(a)修正配置方案試驗(LAYOUT B), 客雅溪導流堤口初期地形



照片 4-2-1(b)修正配置方案試驗(LAYOUT B), 當累積造波時間達75小時後,
客雅溪導流堤口漂沙淤塞情形



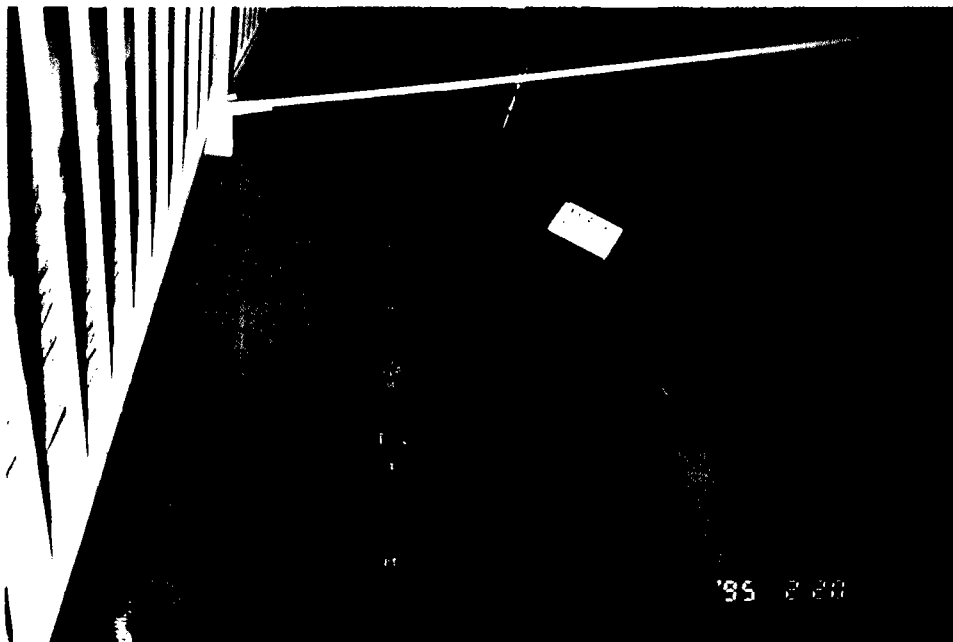
照片 4-2-2(a)修正配置方案試驗(LAYOUT B)，海埔地造地計劃北區海堤前突堤群造波前初期地形(水面為-5^m水深)



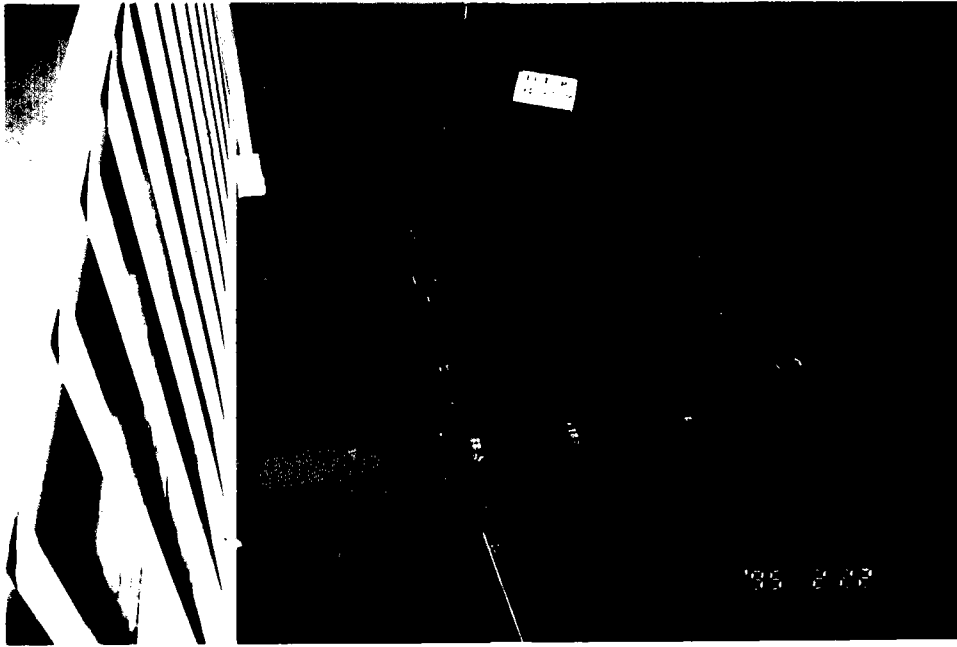
照片 4-2-2(b)累積造波時間達75小時(相當於現場15年)北區海堤突堤群附近水域沖淤情形(水面為-5^m水深)



照片 4-2-3(a)修正配置方案試驗(LAYOUT B)，海山船澳前水域造波前
初期地形(水面為-5^m水深)



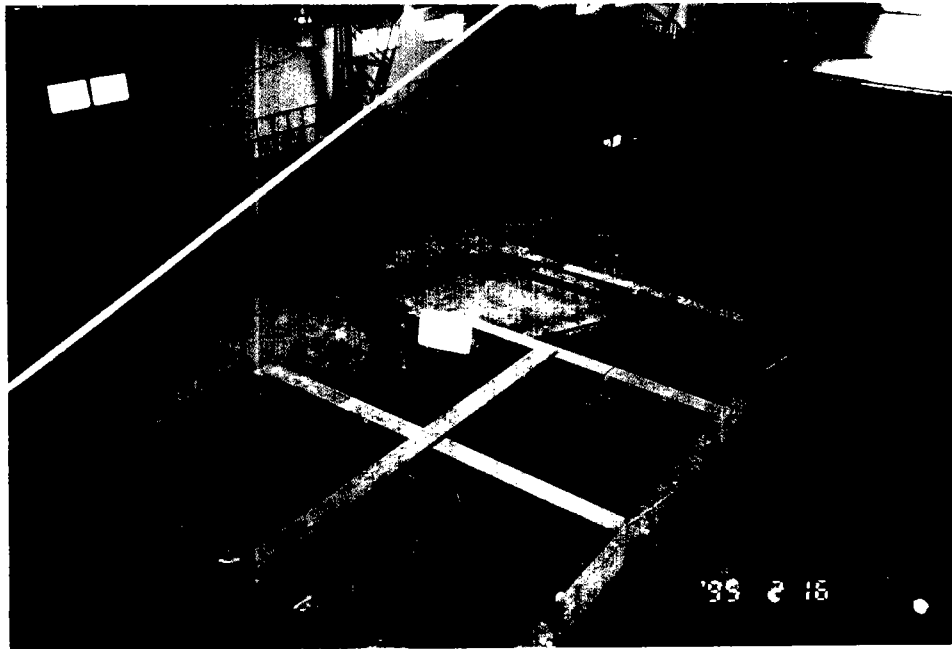
照片 4-2-3(b)累積造波時間達25小時(相當於現場5年)海山船澳前水域
沖淤情形(水面為-5^m水深)



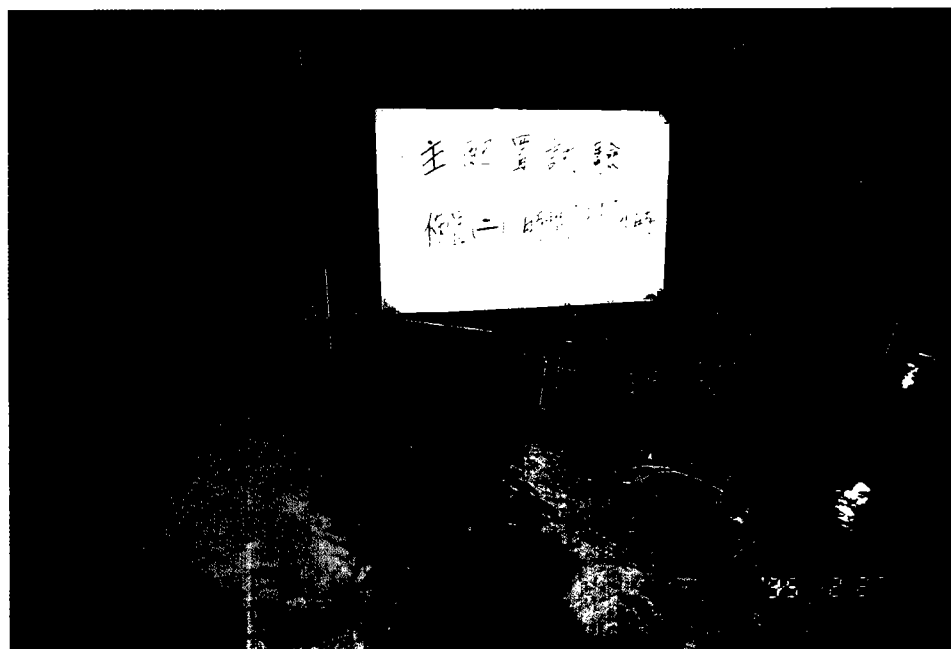
照片 4-2-3(c)累積造波時間達50小時(相當於現場10年)海山船澳前水域
沖淤情形(水面為-5^m水深)



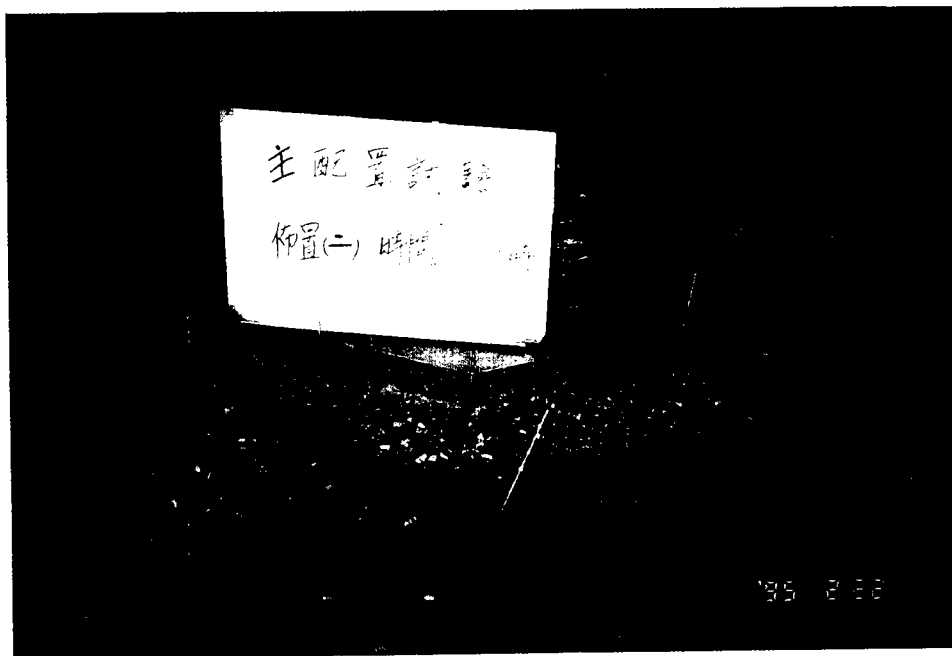
照片 4-2-3(d)累積造波時間達75小時(相當於現場15年)海山船澳前水域
沖淤情形(水面為-5^m水深)



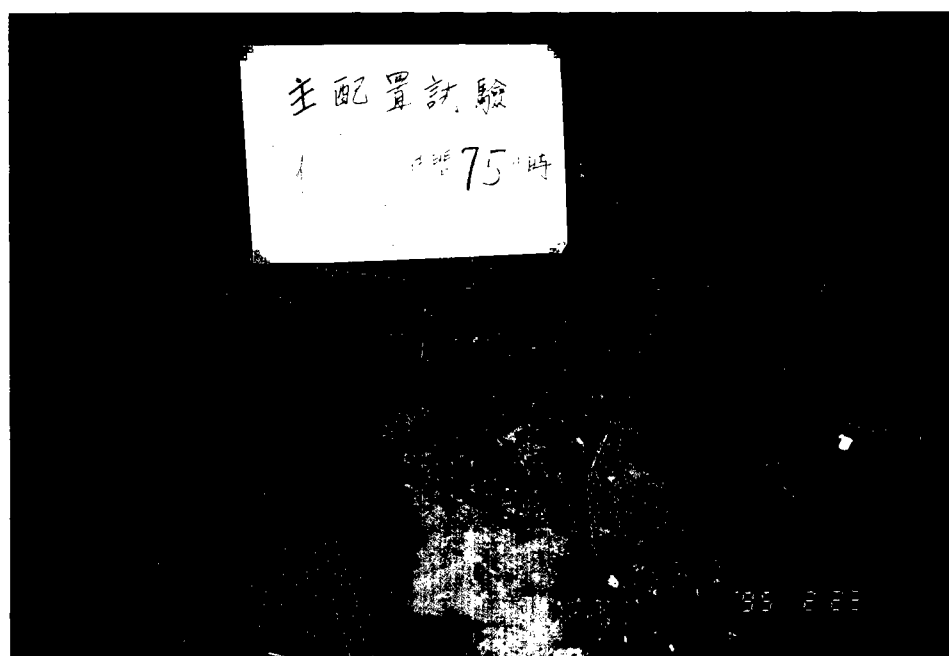
照片 4-2-4(a)修正配置方案試驗(LAYOUT B)，鹽水港溪口造波前初期地形



照片 4-2-4(b)累積造波時間達25小時(相當於現場5年)鹽水港溪口漂沙
沖淤情形



照片 4-2-4(c)累積造波時間達50小時(相當於現場10年)先前淤塞漂沙
清除後，鹽水溪口試驗後地形



照片 4-2-4(d)累積造波時間達75小時(相當於現場15年)先前淤塞漂沙
清除後，鹽水溪口試驗後地形

4.3.2 修正配置方案(LAYOUT C)試驗結果

由於中華顧問工程司所研擬侵淤防治對策配置(LAYOUT B)，試驗結果顯示，雖然北區突堤群之增置，有效改善海山船澳港口淤塞以及該區海堤侵蝕現象，但亦因此阻絕大部由北往南移動漂沙，造成中區、南區等填土區海堤產生侵蝕現象，且客雅溪與鹽水港溪等河口仍有淤塞現象，故本所建請中華顧問工程司，根據修正配置方案(LAYOUT B)試驗結果，共同研擬另一修正方案(LAYOUT C)，將客雅溪河口導流堤保留北側一支，並於北區、中區以及南區等海堤共增建11座突堤，其突堤相對位置、突堤長度、間距則分別如圖 4-16 所示；而突堤高度則由原先之+6.5^m降低至平均水位+3^m，同時亦在鹽水港溪河口北側增建導流堤一支，長度250公尺，再進行修正配置方案試驗。

圖4-17-1～圖4-17-3分別為北區、中區以及南區海堤增建突堤群，當累積造波時間達25小時、50小時與75小時後，即相當於現場間隔5年、10年以及15年後，鄰近海域各分區沖淤積量分佈趨勢圖。

圖4-18-1～圖4-18-4則分別為修正配置方案試驗(LAYOUT C)，相當現場間隔5年、10年以及15年後，其海域地形 ±0^m、-5^m、-10^m、以及-15^m等水深線歷時變化圖。

圖4-19則分別為不同斷面，以現場民國81年地形為試驗初期地形，相當於現場間隔5年、10年以及15年後，該區不同斷面之水深歷時變化圖。

試驗結果顯示，修正配置方案(LAYOUT C)突堤群配置已能有效防制新生地海堤之侵蝕，且對海山船澳港口淤塞情況亦可掌握，此點可由圖4-10-1以及圖4-18-1中，±0^m灘線歷時變化比較得知；同時根據試驗過程觀察，目前淤積在船澳北側之沙源，主要是來自北區填土區海堤沿岸漂沙經輾轉越過(overtopping)突堤高度以及一部份係經由北區最南端一道突堤堤頭波浪繞射自淺海區攜帶而至；蓋修正配置方案試驗(LAYOUT C)突堤高度係採平均水位高程+3^m，而修正配置方案試驗(LAYOUT B)

突堤高程係與海堤高程相同採+6.5^m；而試驗結果同時顯示有部份之漂沙在高潮時越過海堤被帶至填土區岸上來，此現象可由照片4-3-2(b)以及4-3-4(b)、(c)、(d)明顯看出。其次LAYOUT C 雖已改善客雅溪河口淤塞情形，但對鹽水港溪河口仍造成淤塞現象，尤有甚者，在修正配置方案試驗(LAYOUT B)當累積造波時間達25小時，即相當現場5年，若將河口淤塞之漂沙清除後，爾後累積造波時間分別達50小時、75小時後仍能保持暢通，但修正配置方案試驗(LAYOUT C)試驗結果顯示，在累積造波時間達25小時後，雖然同樣清除相當於現場121,875^m³(此數量與LAYOUT B相當一致)之土砂量後，在往後50小時河口仍然尚有淤塞現象，在經過 75 小時後經計算估計尚須清除相當於現場103,215^m³，此差異經由試驗過程觀察研判，可能係因鹽水港溪口北側導流堤所致。建議或許在鹽水港溪口南側再加建一道導流堤即可獲改善。

照片4-3-1~照片4-3-4分別為客雅溪導流堤河口附近、北區填土區海堤突堤群配置附近水域、海山船澳港口附近水域以及鹽水港溪河口附近水域等，在不同累積造波時段前後地形變化，照片中當時水深為-5^m等水深線。

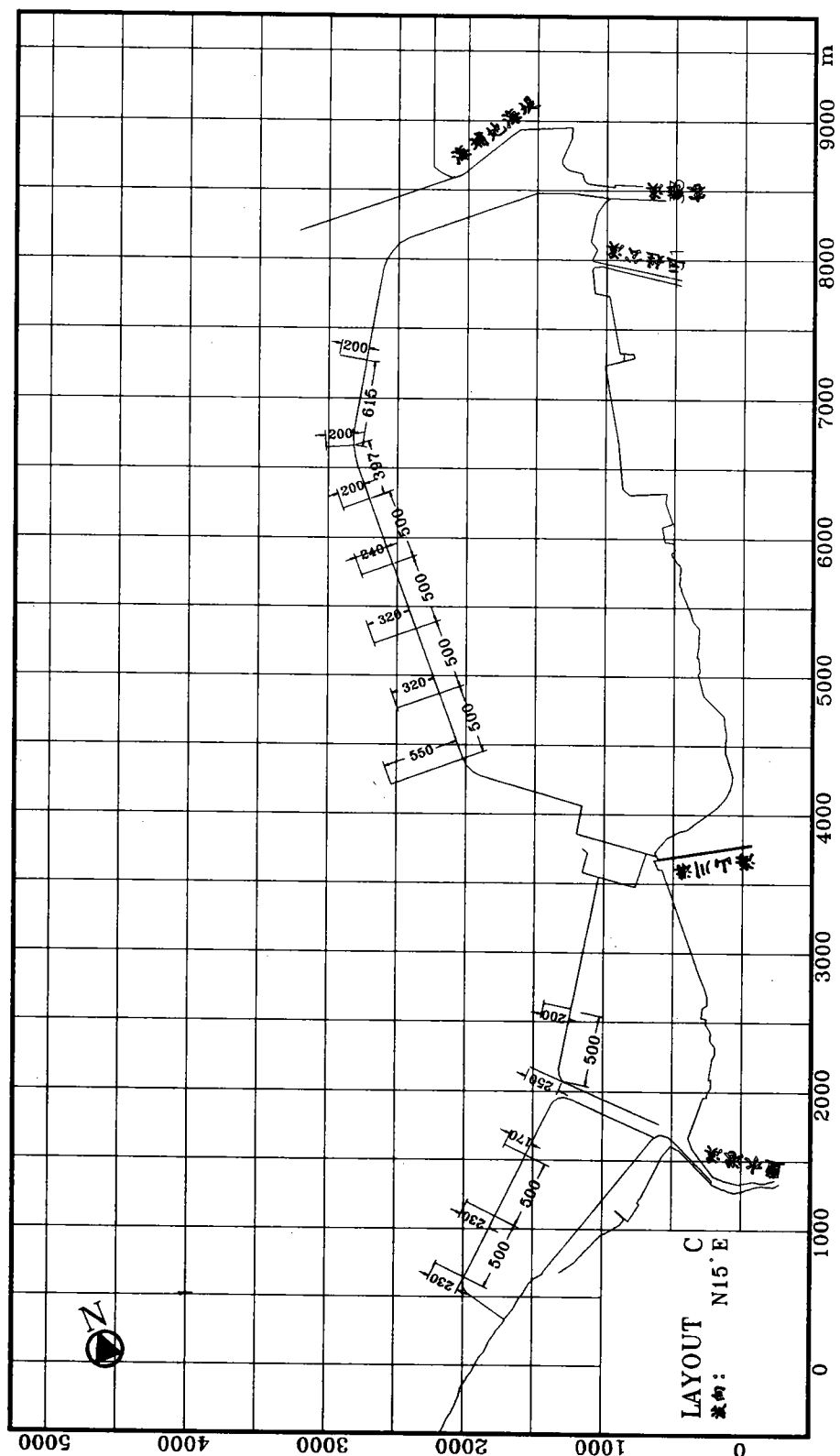


圖 4-16 新竹香水海埔地造地開發計劃修正配置方案(LAYOUT C)示意圖

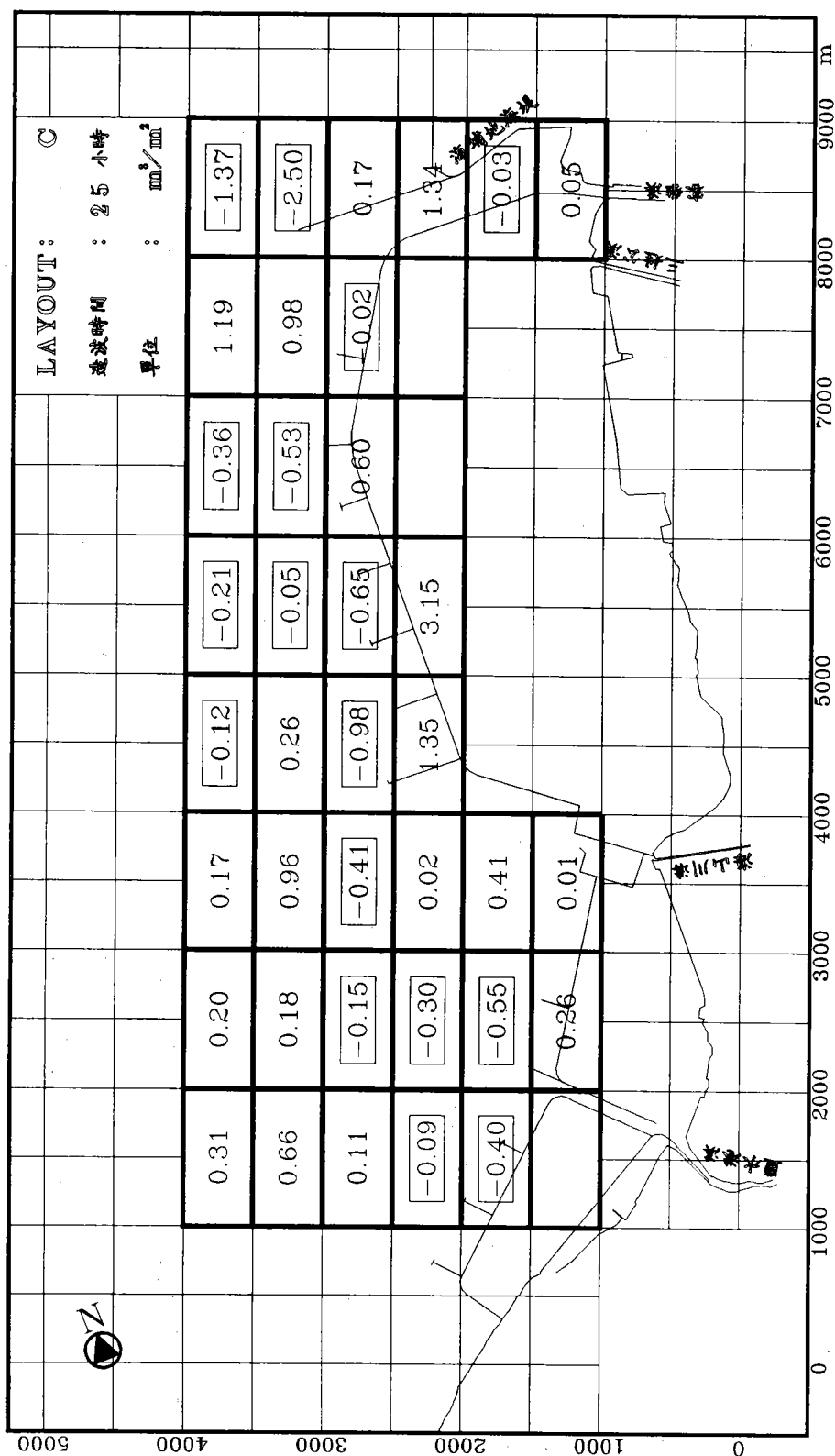


圖 4-17-1 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 當累積造波時間達25小時
(相當現場5年)後, 各分區沖淤量(mm^3/mm^2)圖

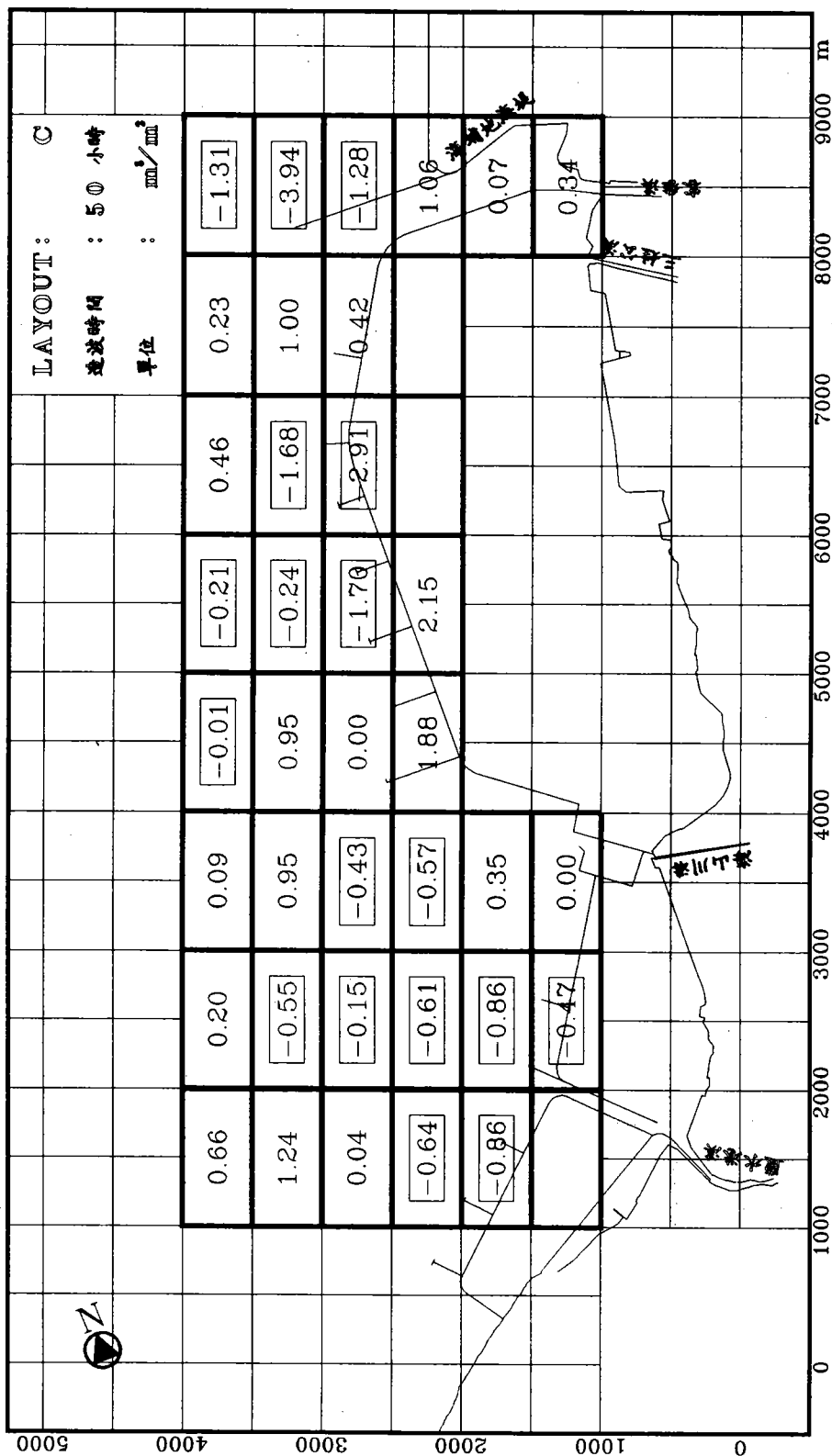


圖 4-17-2 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 當累積造波時間達50小時
(相當現場10年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖

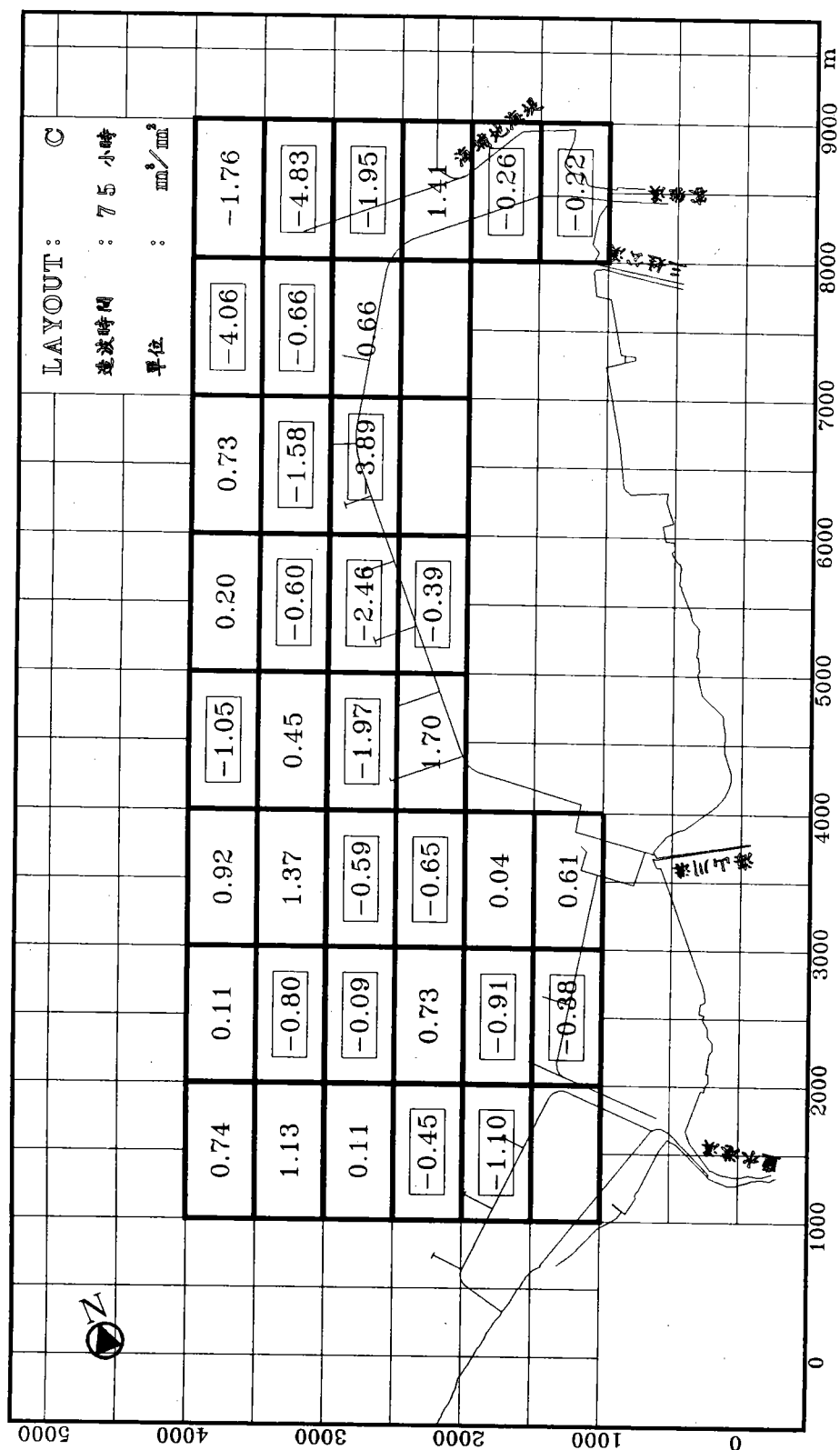


圖 4-17-3 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 當累積造波時間達75小時
(相當現場15年)後, 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖

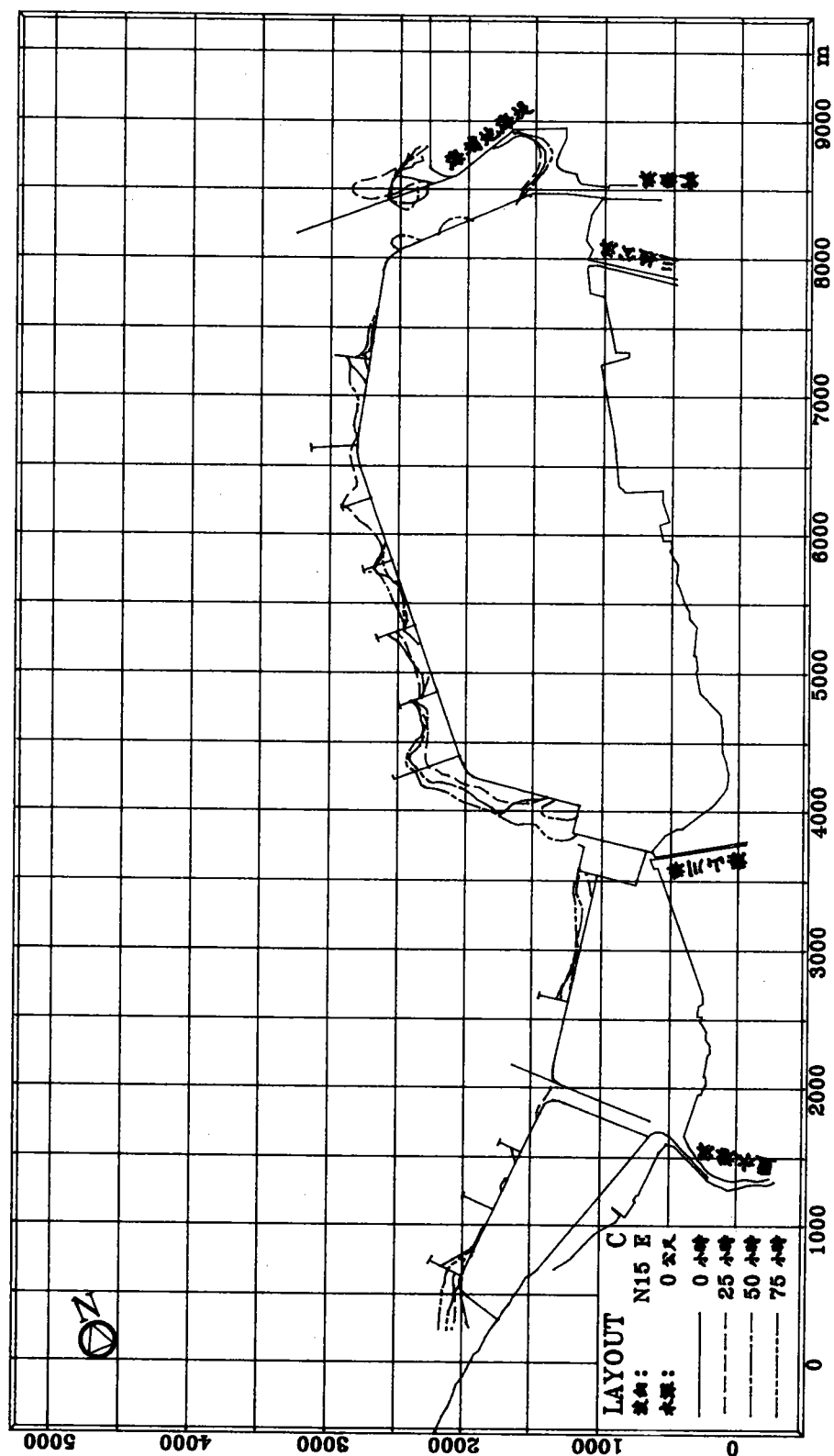
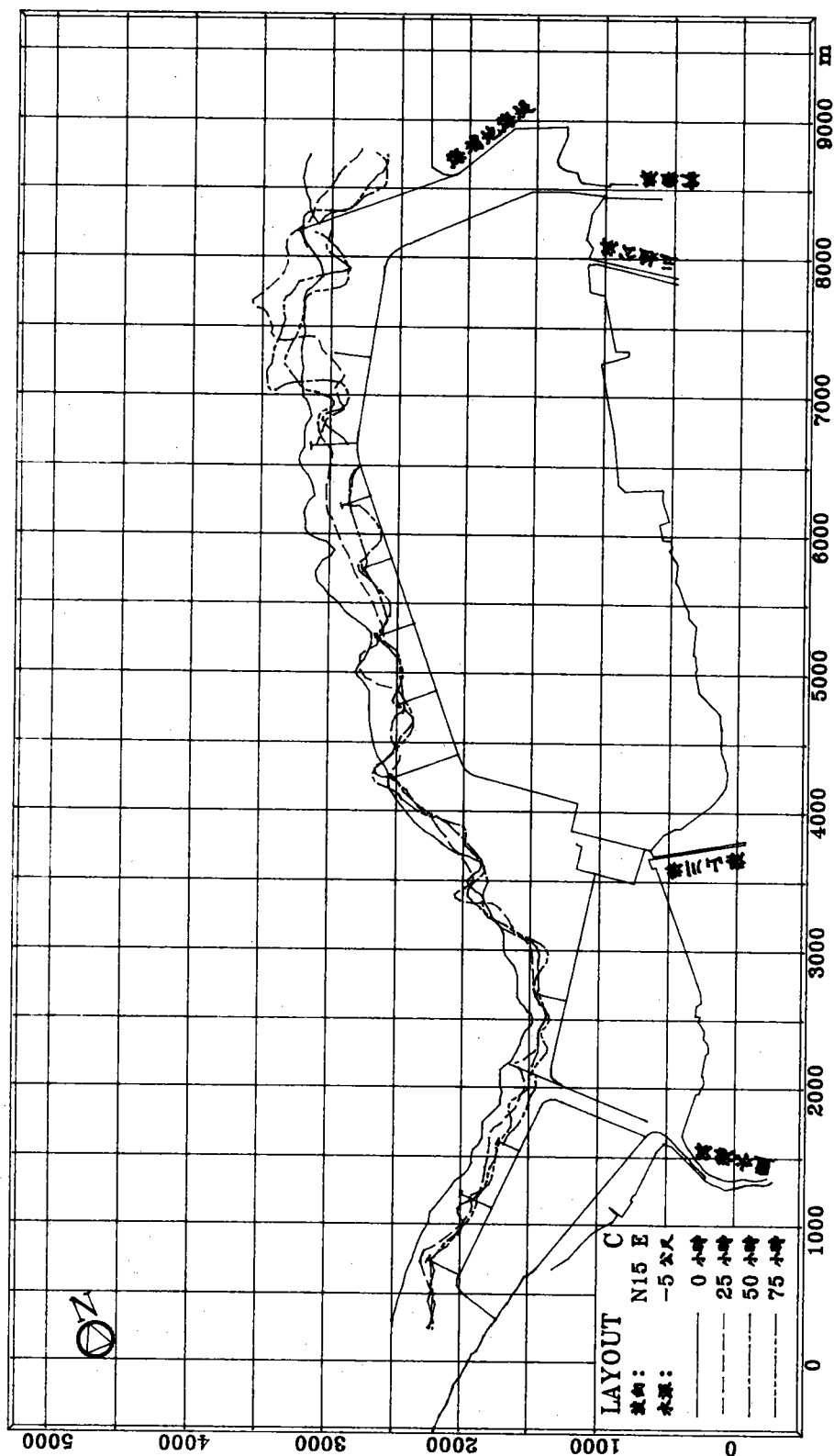


圖 4-18-1 修正配置方案試驗(LAYOUT C), $\pm 0^m$ 等水深線歷時變化圖



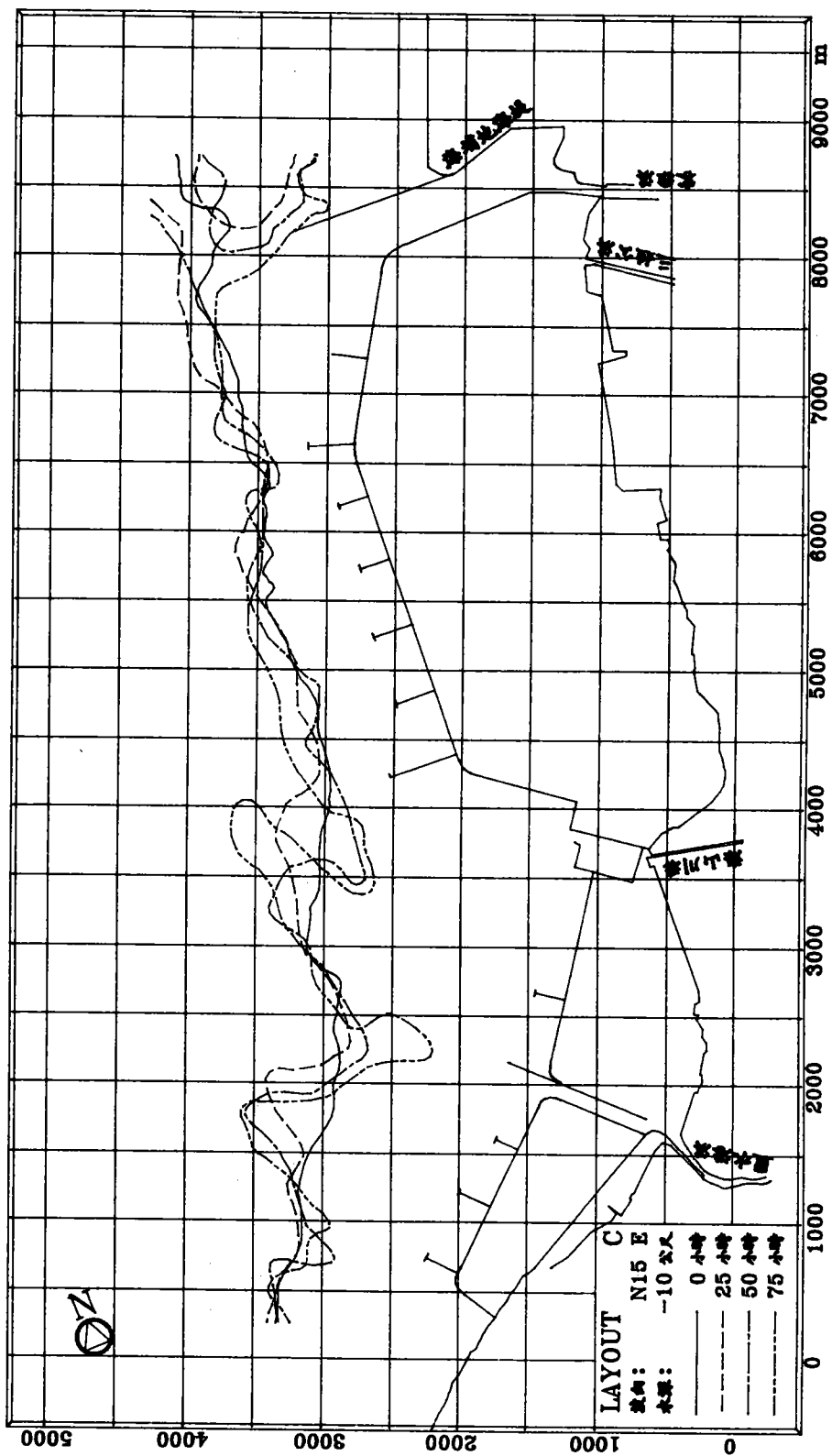


圖 4-18-3 修正配置方案試驗(LAYOUT C), -10^m等水深線歷時變化圖

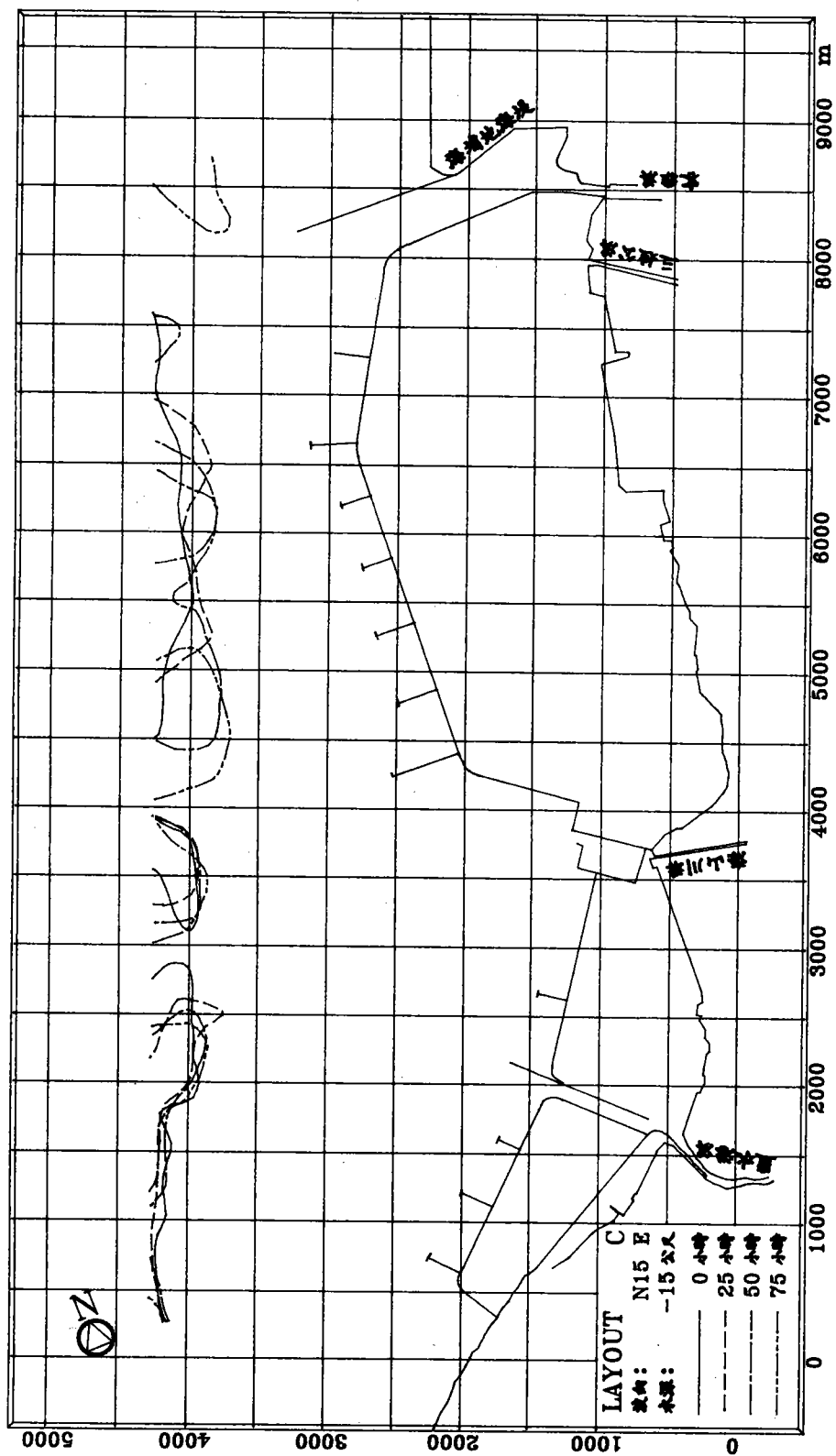


圖 4-18-4 修正配置方案試驗(LAYOUT C), -15"等水深線歷時變化圖

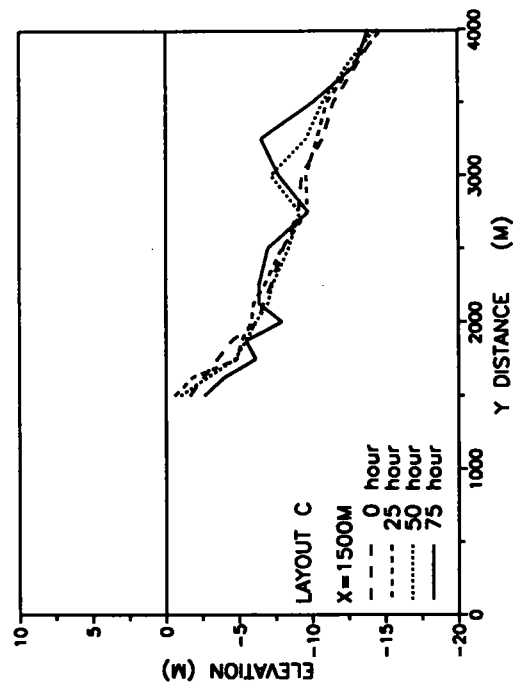
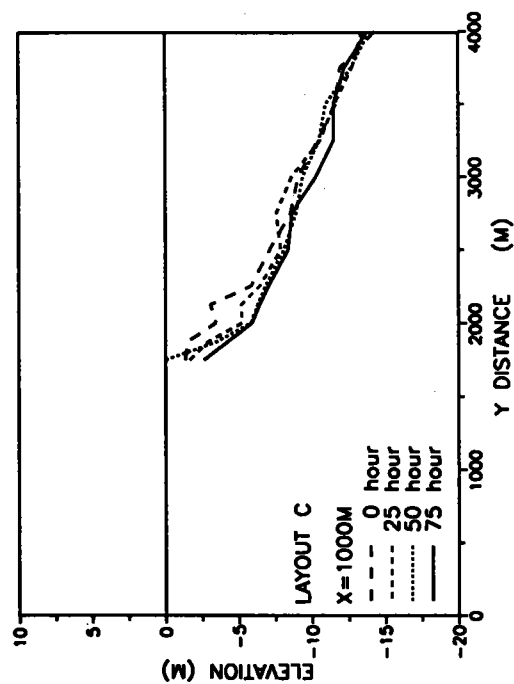
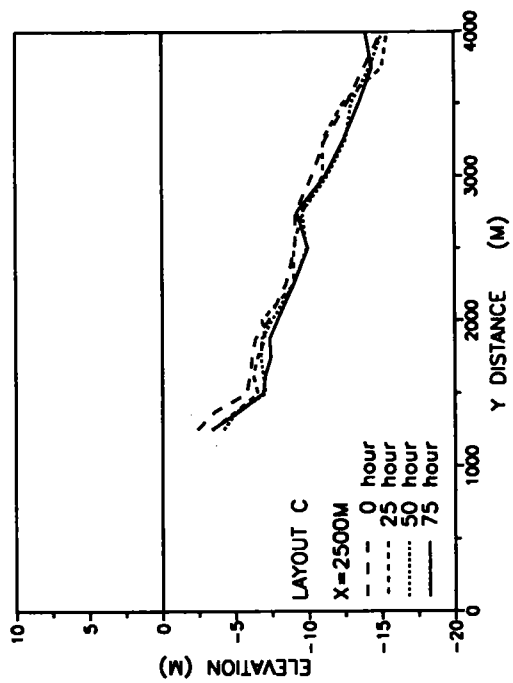
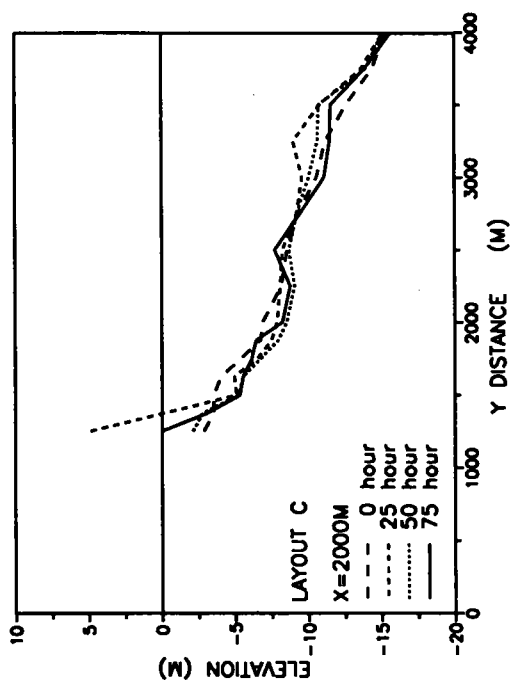


圖 4-19 修正配置方案試驗(LAYOUT C)，不同斷面水深歷時變化圖

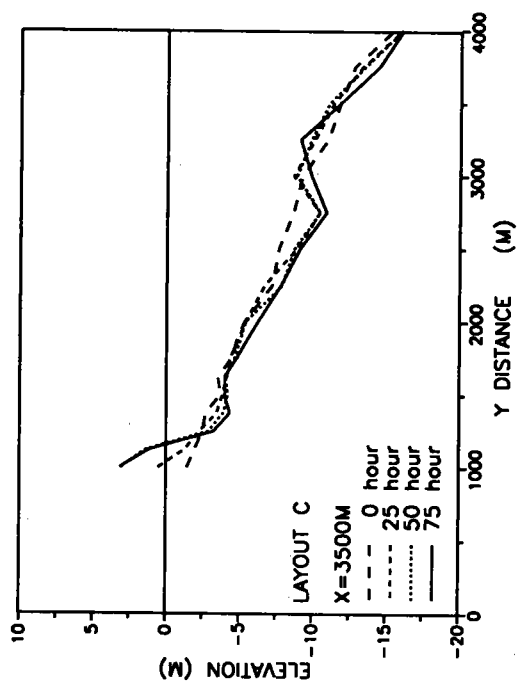
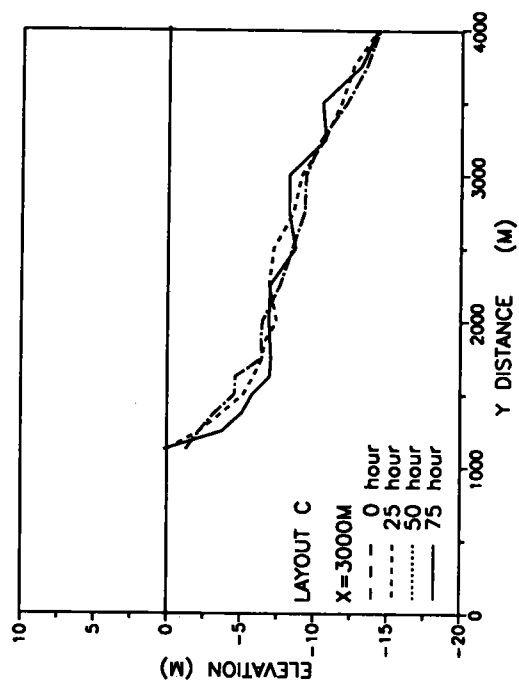
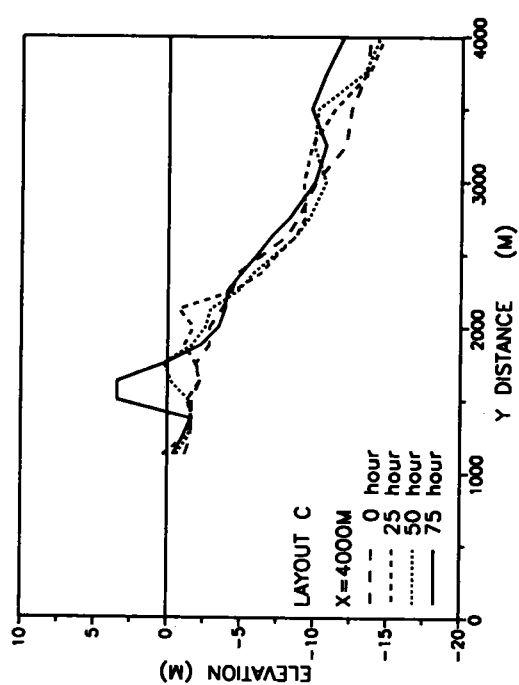
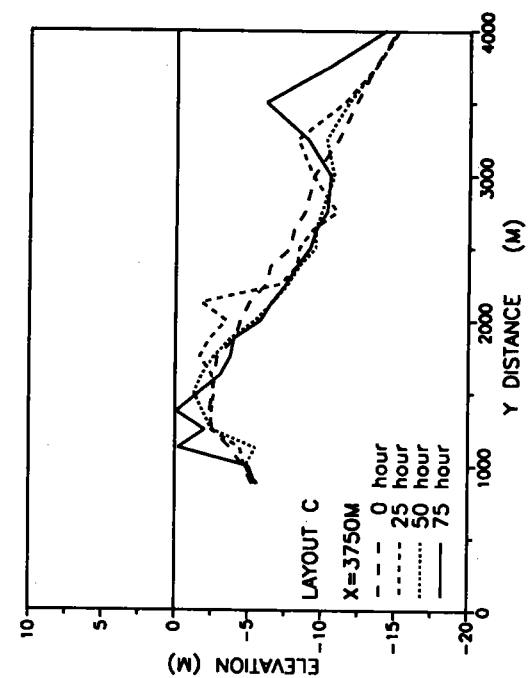


圖 4-19(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖

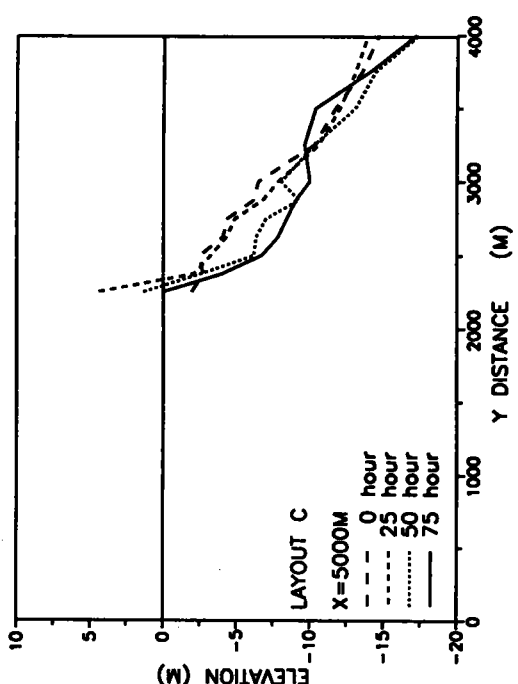
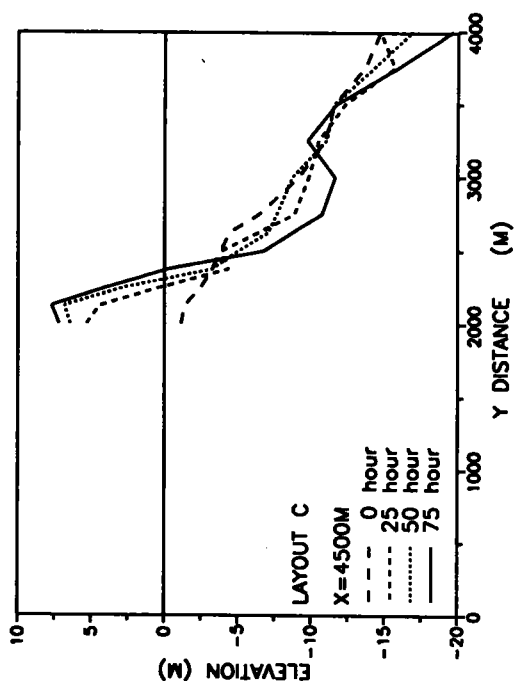
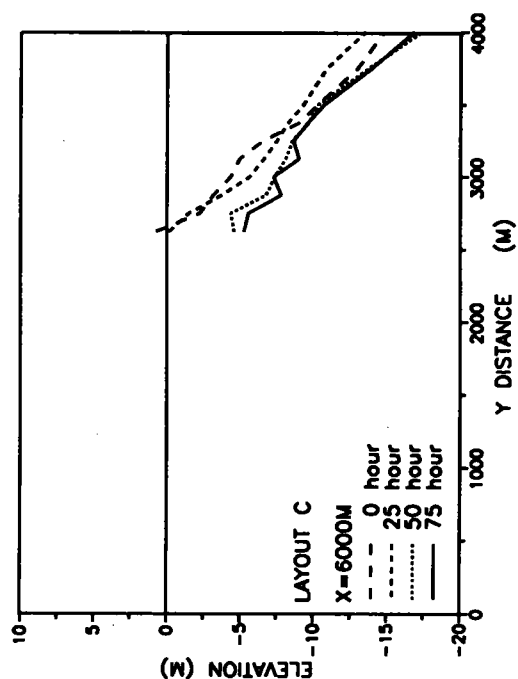
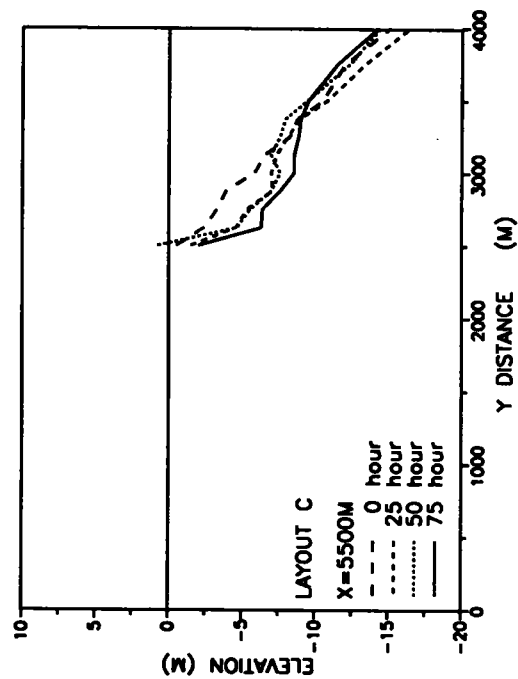


圖 4-19(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖

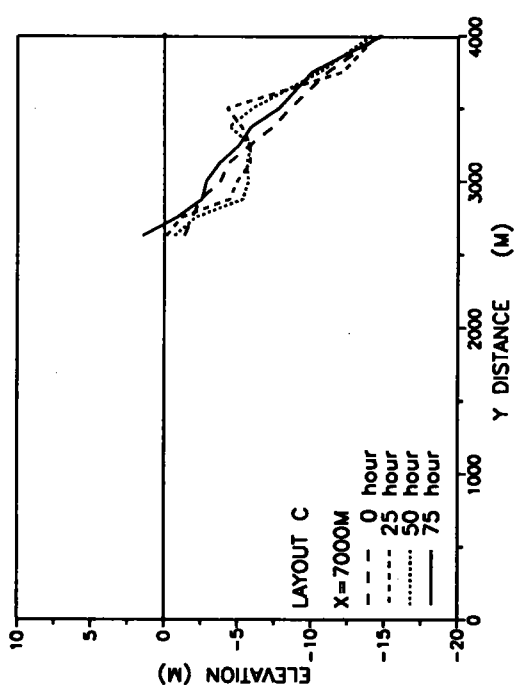
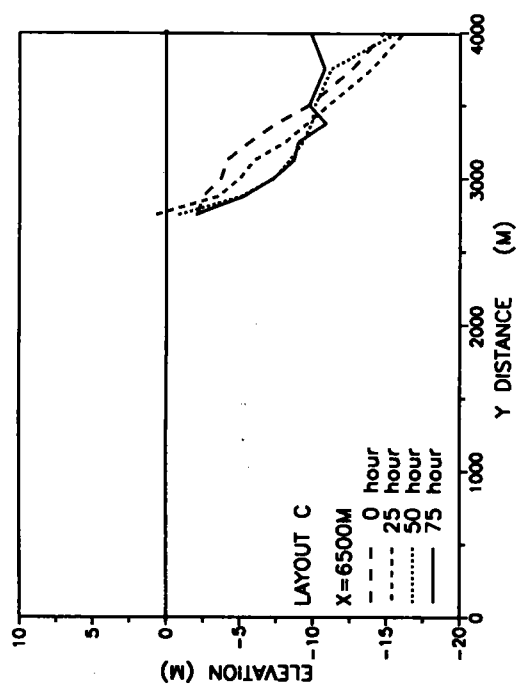
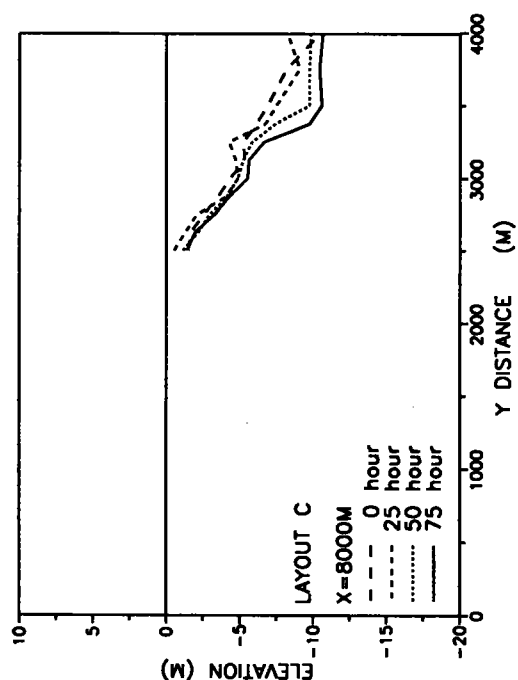
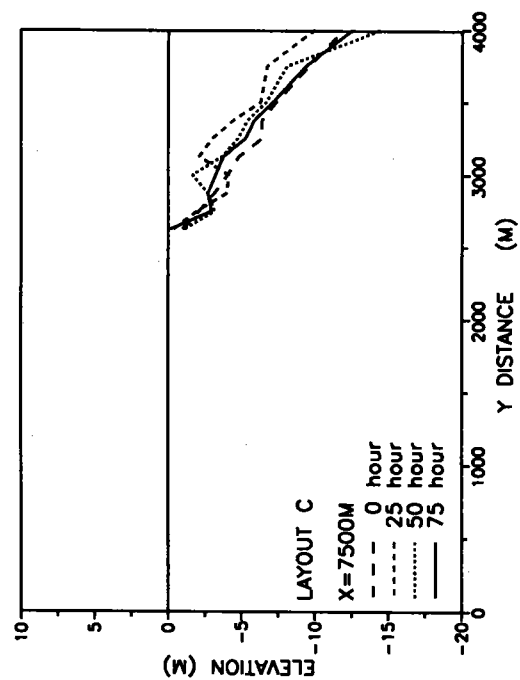
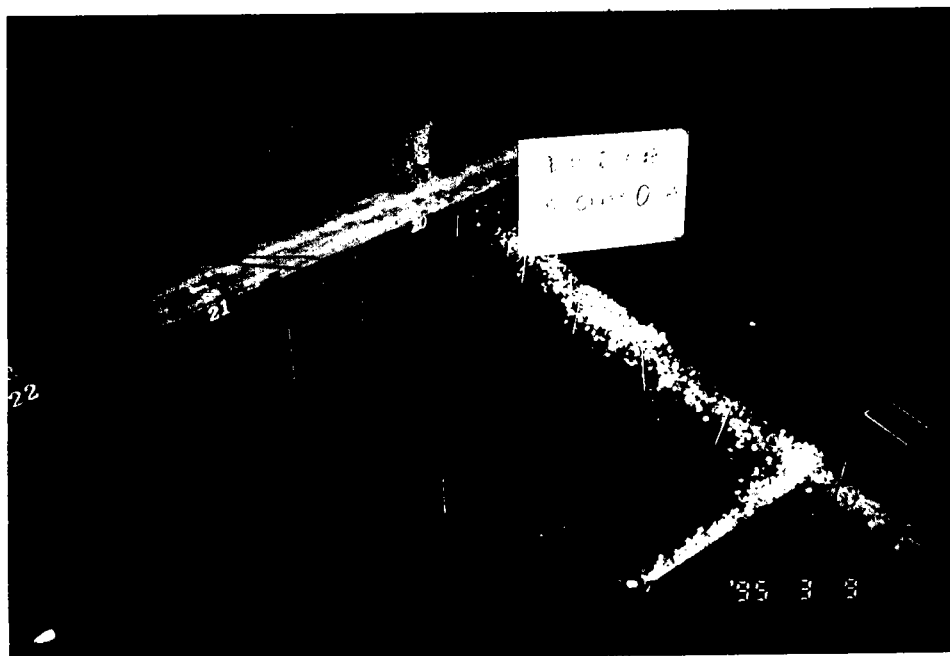
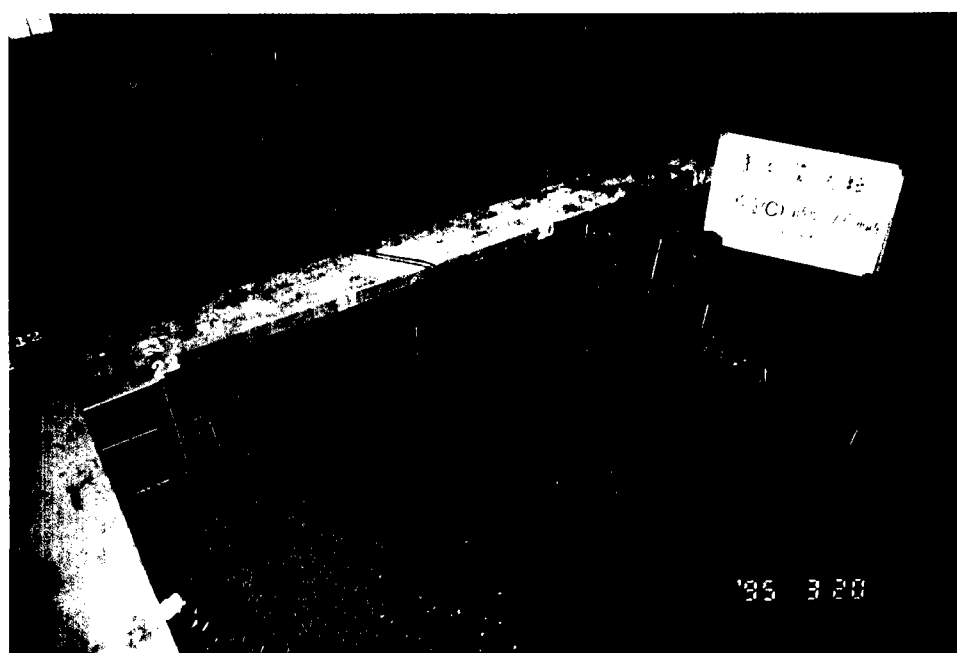


圖 4-19 修正配置方案試驗(LAYOUT C)，不同斷面水深歷時變化圖



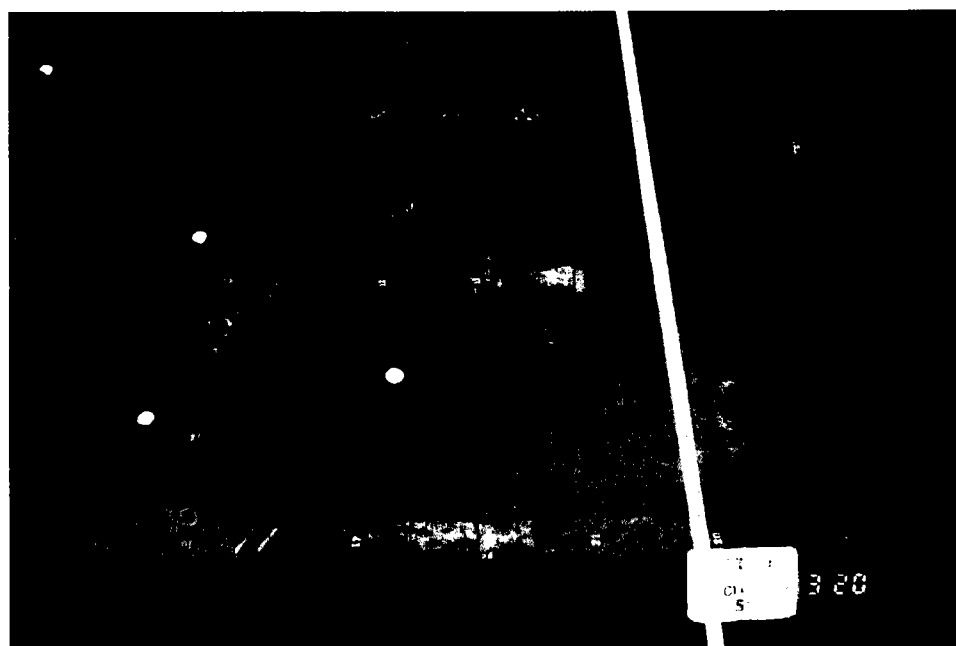
照片 4-3-1(a)修正配置方案試驗(LAYOUT C)，客雅溪導流堤口與突堤間
造波前初期地形



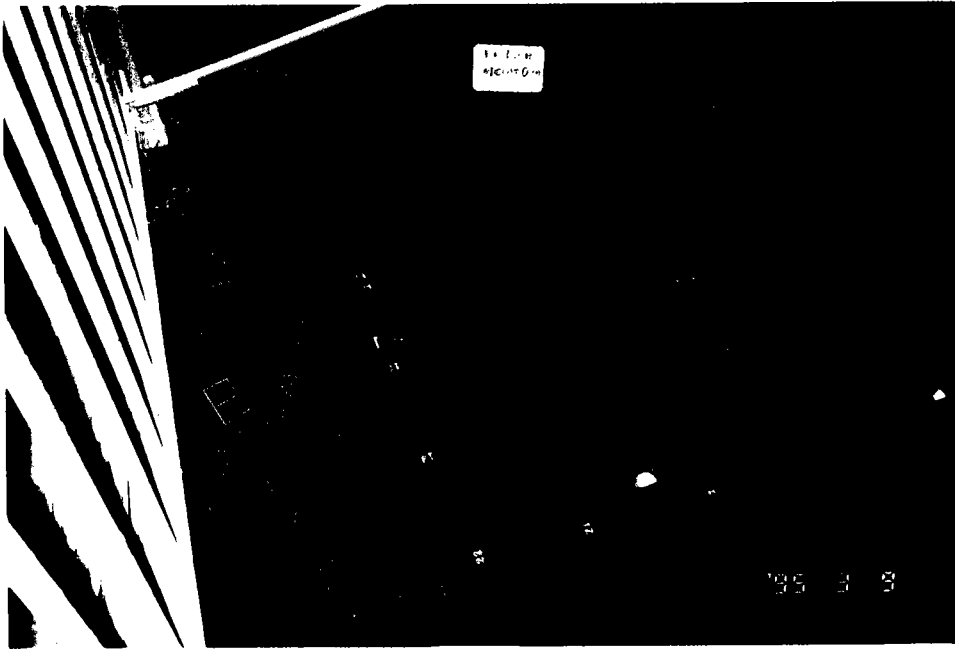
照片 4-3-1(b)累積造波時間達75小時(相當現場15年)，客雅溪導流堤口
與突堤間造波後地形變化



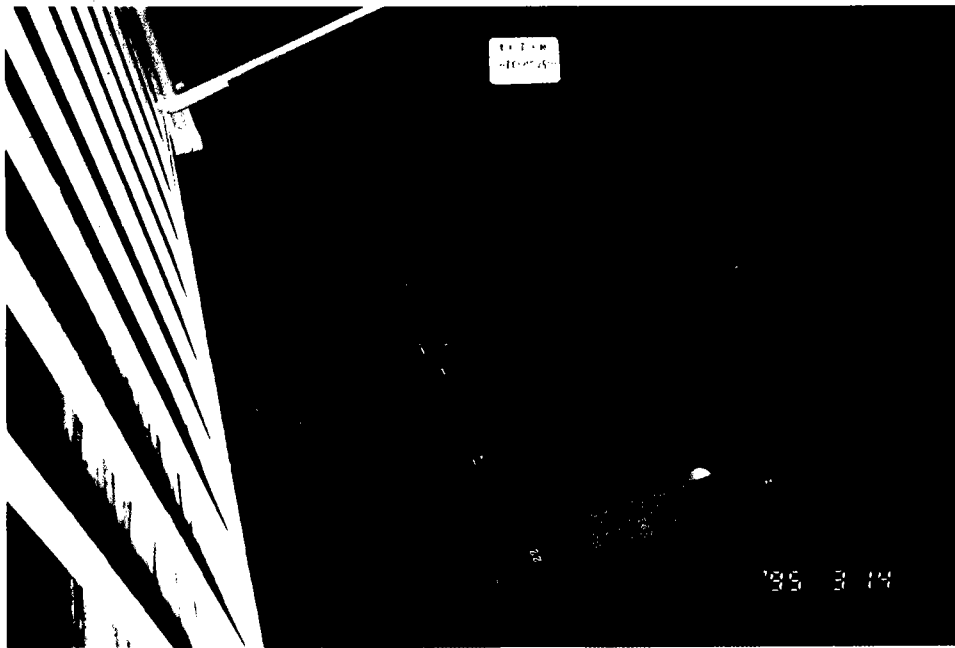
照片 4-3-2(a)修正配置方案試驗(LAYOUT C)，海埔地造地計劃北區海堤前突堤群間造波前初期地形(水面為-5^m水深)



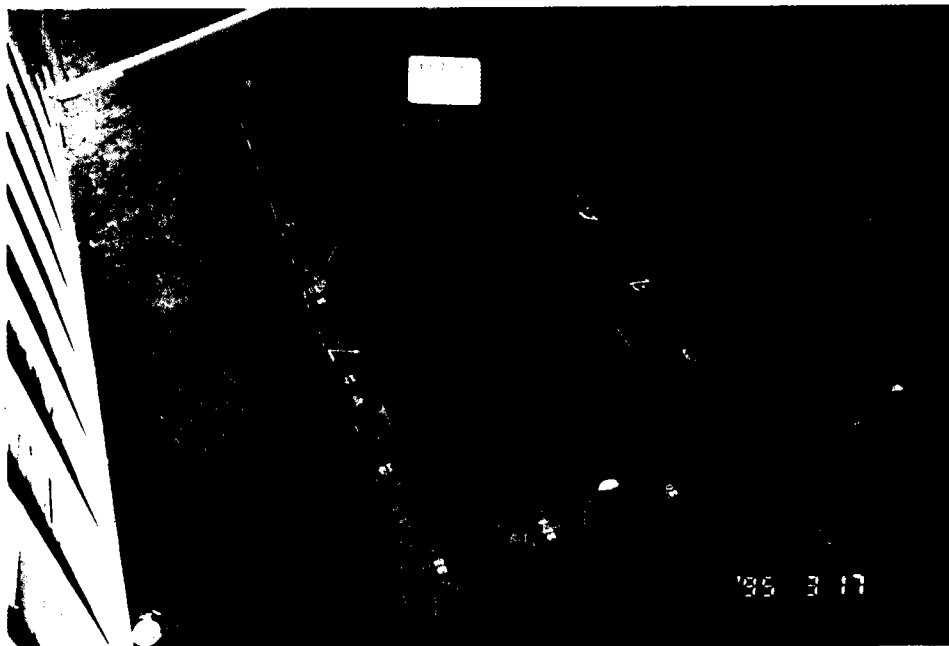
照片 4-3-2(b)累積造波時間達75小時(相當現場15年)，北區海堤前突堤群間造波後地形變化(水面為-5^m水深)



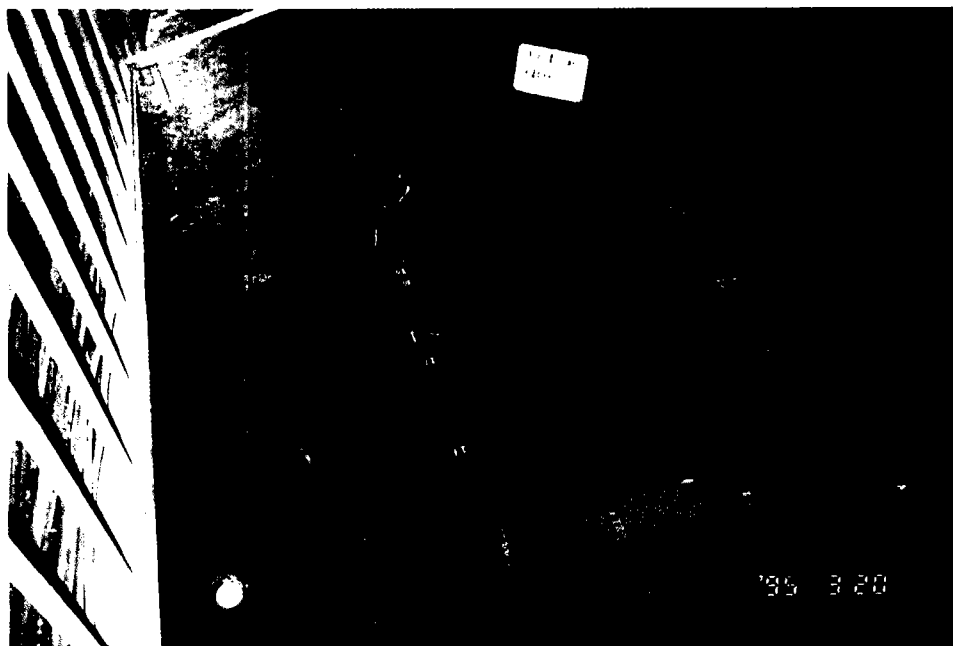
照片 4-3-3(a)修正配置方案試驗(LAYOUT C)，海山船澳前水域造波前初期地形
(水面為-5^m水深)



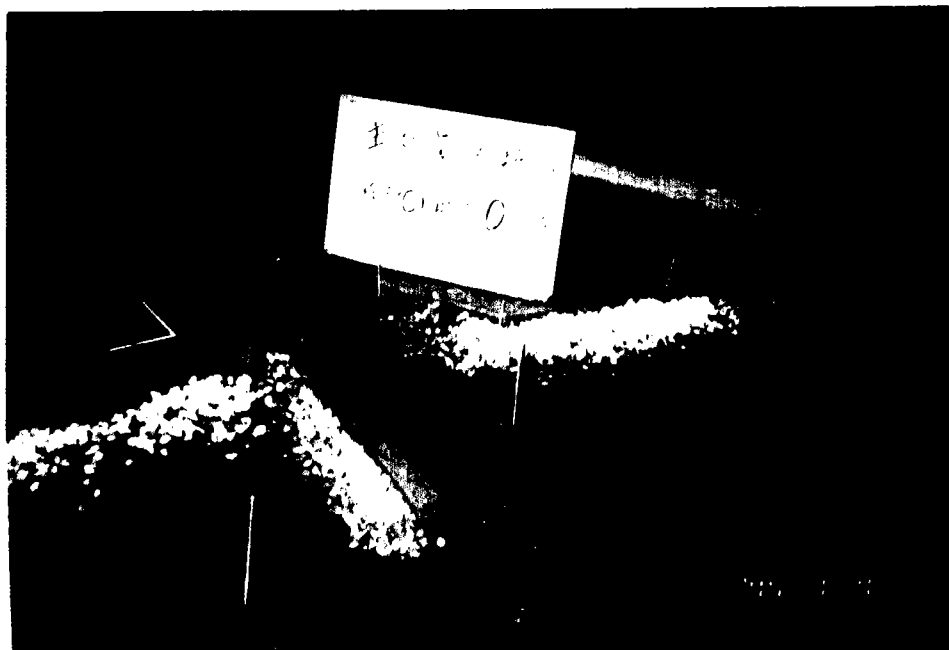
照片 4-3-3(b)累積造波時間達25小時(相當現場5年)，海山船澳前水域造波後
地形(水面為-5^m水深)



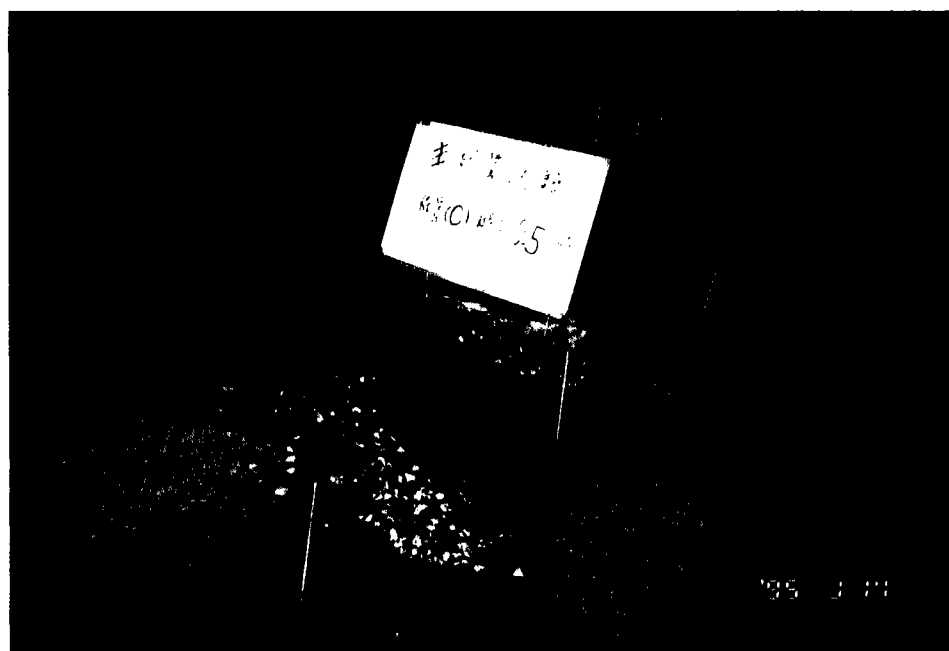
照片 4-3-3(c)累積造波時間達50小時(相當現場10年), 海山船澳前水域造波後地形(水面為-5^m水深)



照片 4-3-3(d)累積造波時間達75小時(相當現場15年), 海山船澳前水域造波後地形(水面為-5^m水深)



照片 4-3-4(a)修正配置方案試驗(LAYOUT C)，鹽水港溪導流堤口造波前初期地形



照片 4-3-4(b)累積造波時間達25小時(相當現場5年)，鹽水港溪導流堤口漂沙淤塞情形



照片 4-3-4(c)累積造波時間達50小時(相當現場10年), 清除先前溪口淤沙後,
鹽水港溪口再度淤塞情形



照片 4-3-4(d)累積造波時間達75小時(相當現場15年), 清除先前溪口淤沙後,
鹽水港溪口再度淤塞情形

4.3.3 修正配置方案(LAYOUT C) W 向颱風波浪試驗結果

為瞭解颱風波浪對修正配置方案(LAYOUT C)所引起鄰近地形變化情形，本試驗特將上述修正配置方案(LAYOUT C)在累積造波時間達75小時後之地形作為初期地形，然後將試驗波浪條件改為W向颱風波浪，試驗波高參照表3-1，採 $H=18.4^{\text{cm}}$ ，試驗週期採 $T=1.88^{\text{sec}}$ 等，進行颱風波浪試驗。

圖4-20為修正配置方案(LAYOUT C)在W向颱風波浪作用累積造波時間10分鐘後，各分區沖淤積量分佈圖。

圖4-21-1～圖4-21-4則為造波前後 $\pm 0^{\text{m}}$ 灘線， -5^{m} 、 -10^{m} 以及 -15^{m} 等水深線變化情況。

圖4-22則為造波前後不同斷面水深變化圖。試驗結果顯示在W向颱風波浪作用後，海堤結構物附近水域大部份呈侵蝕，原先淤積在海堤與突堤間之淤沙，在W向颱風波浪作用10分鐘後，一部份被帶到海堤岸面上，一部份則被帶回較深海域成淤積現象。惟試驗結果顯示 -5^{m} 以及 -15^{m} 等水深線並無很大變化，如圖4-21-2以及圖4-21-4所示；再者就不同斷面而言，在W向颱風波浪作用後北邊屬淤積，南邊則屬侵蝕。

照片4-4-1～照片4-4-4則分別為客雅溪河口，北區突堤群附近水域，海山船澳港口附近水域以及鹽水港溪河口等，在W向颱風波浪作用10分鐘後地形變化情況，當時水面為 -5^{m} 等水深線，照片中明顯可看出部份漂沙被帶到岸上情形。

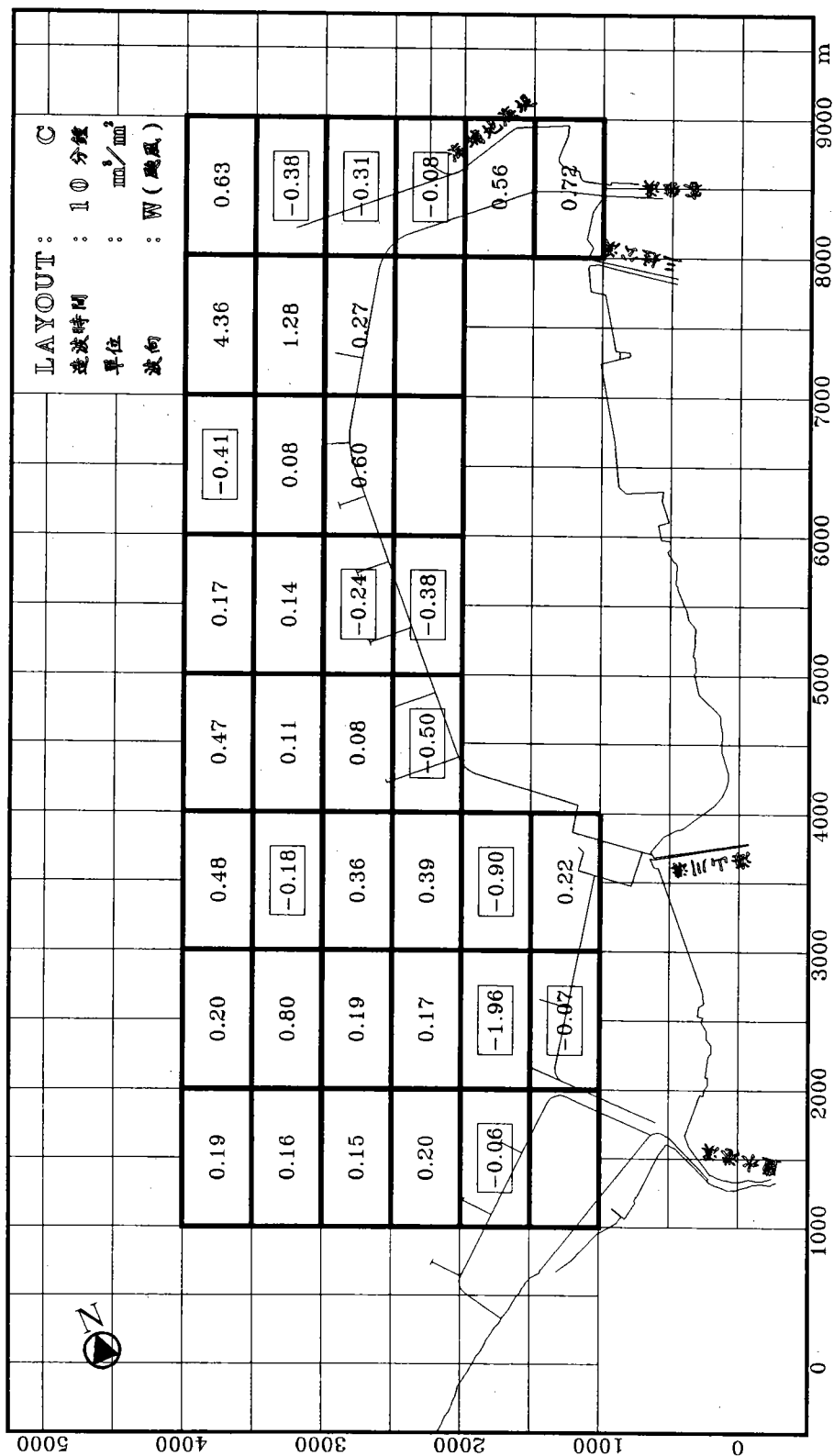


圖 4-20 修正配置方案(LAYOUT C), 在W向颱風波浪作用10分鐘期間前後
 各分區沖淤量(m^3/m^2)圖

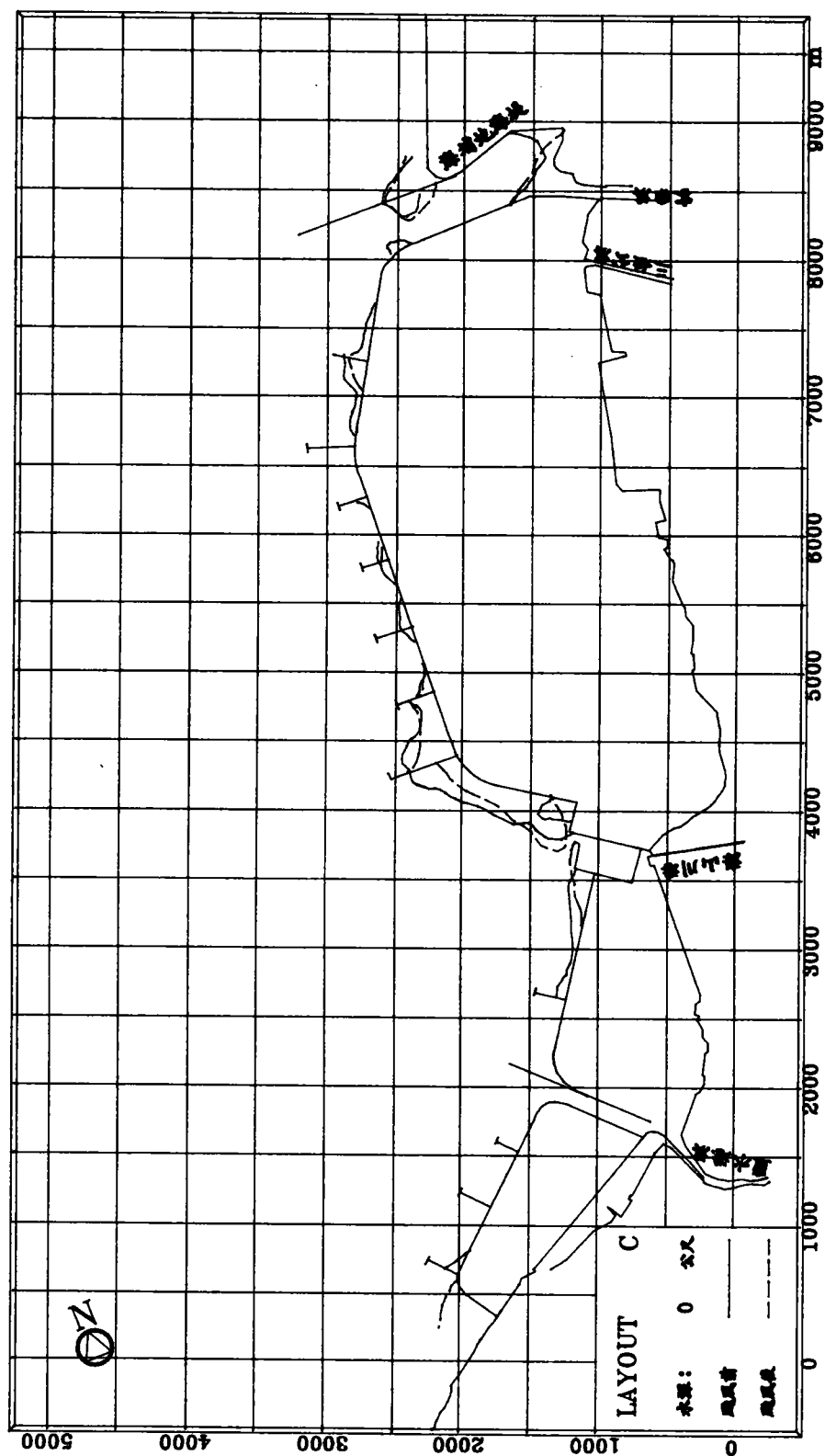


圖 4-21-1 修正配置方案試驗 (LAYOUT C), 在 W 向颱風波浪作用 10 分鐘期間前後 $\pm 0^{\circ}$ 等水深變化圖

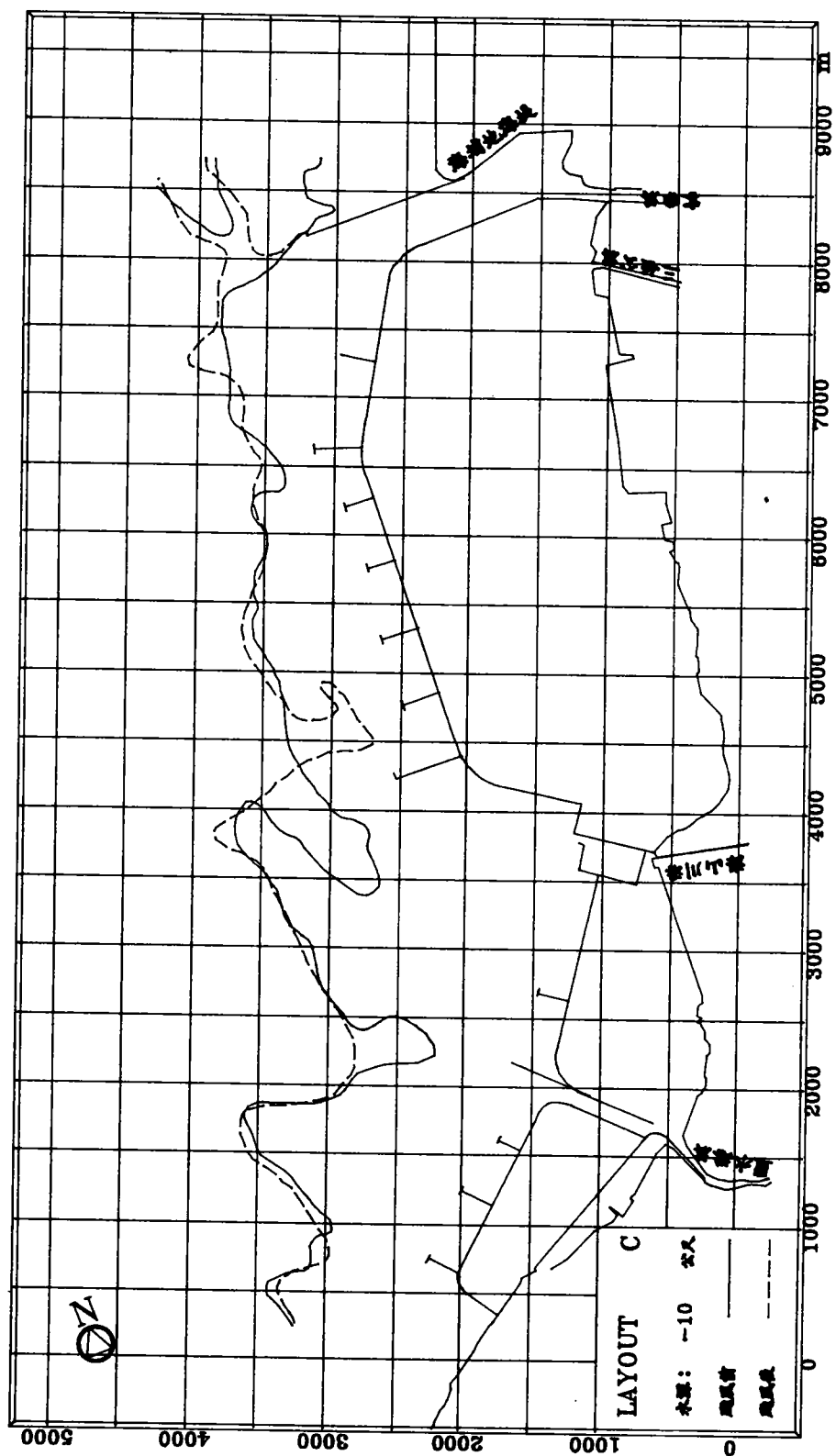


圖 4-21-3 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 在W向颱風波浪作用10分鐘期間前後
-10^m等水深變化圖

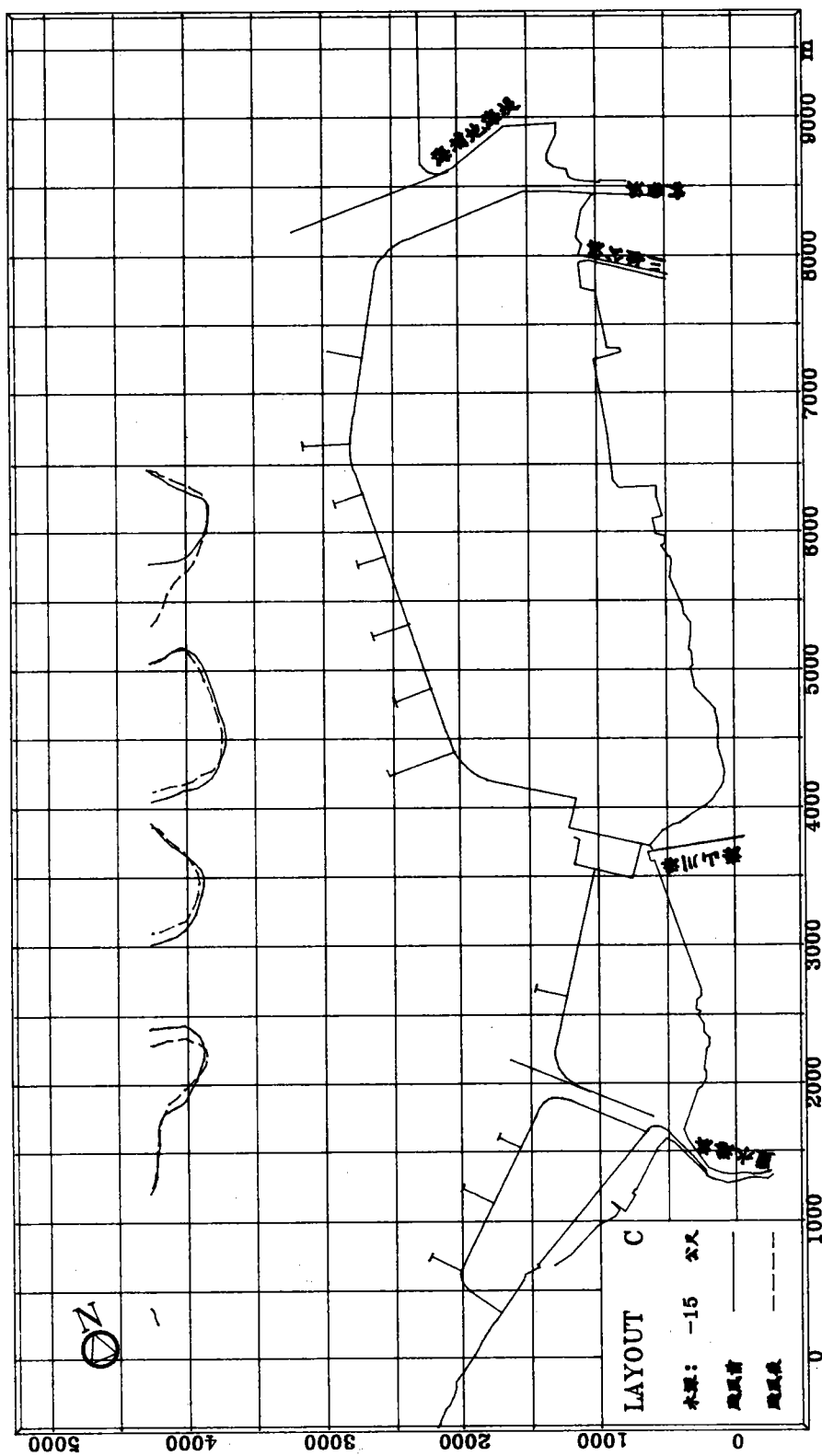


圖 4-21-4 修正配置方案試驗 (LAYOUT C), 在 W 向颱風波浪作用 10 分鐘期間前後
-15m 等水深變化圖

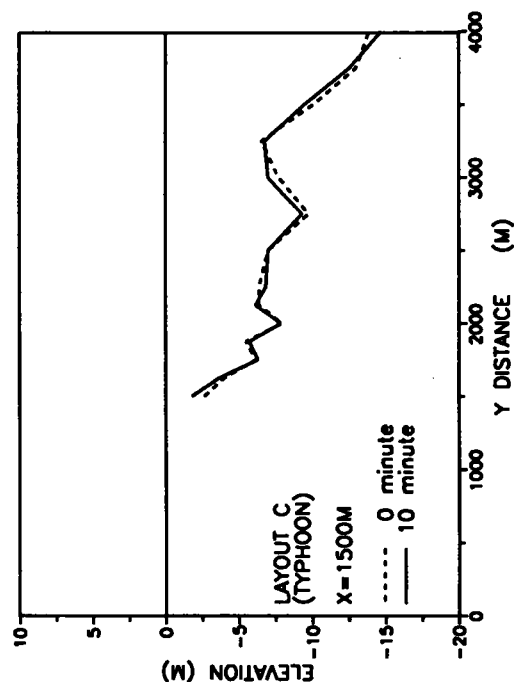
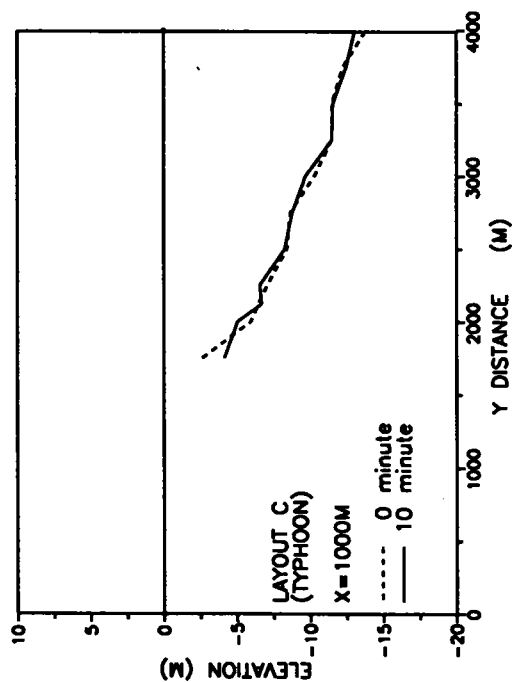
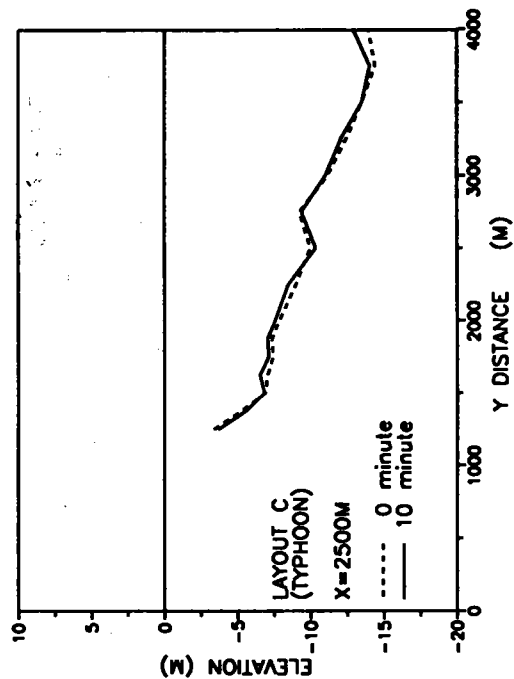
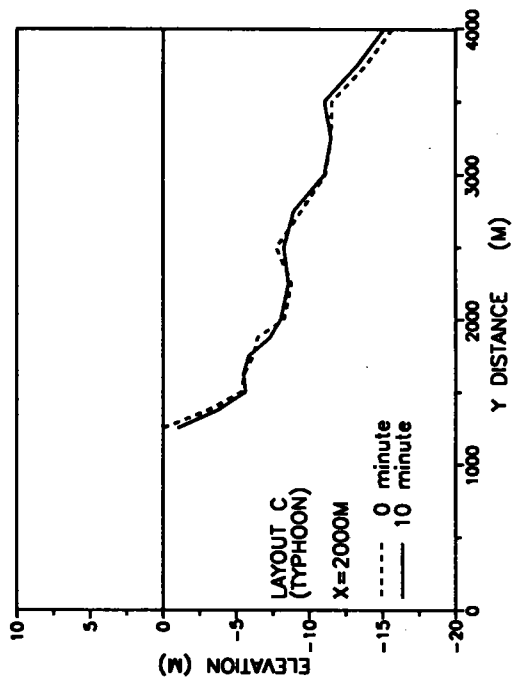


圖 4-22 修正配置方案試驗(LAYOUT C)，不同斷面水深歷時變化圖

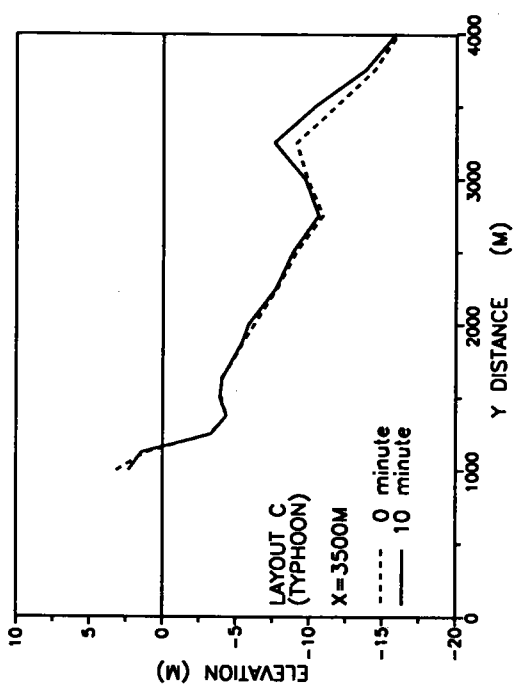
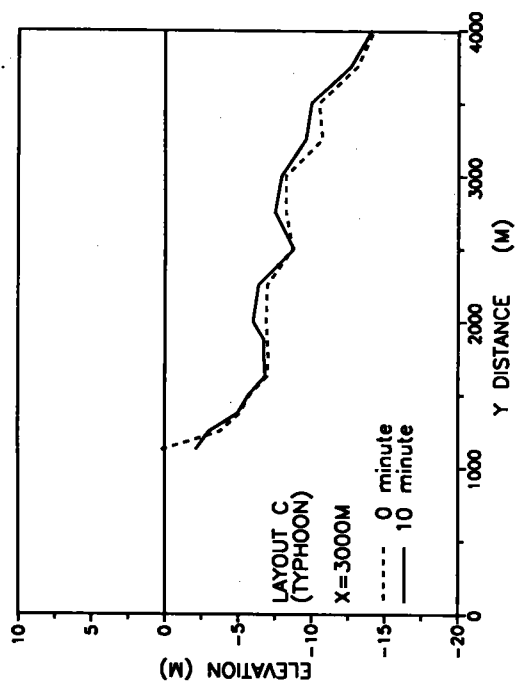
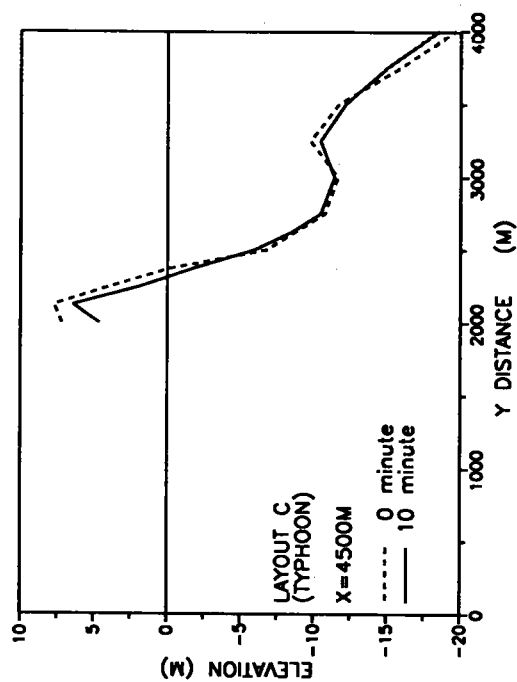
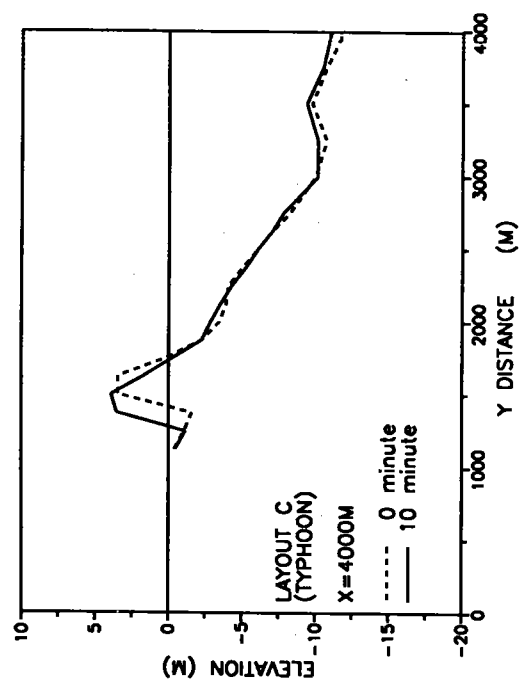


圖 4-22(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖

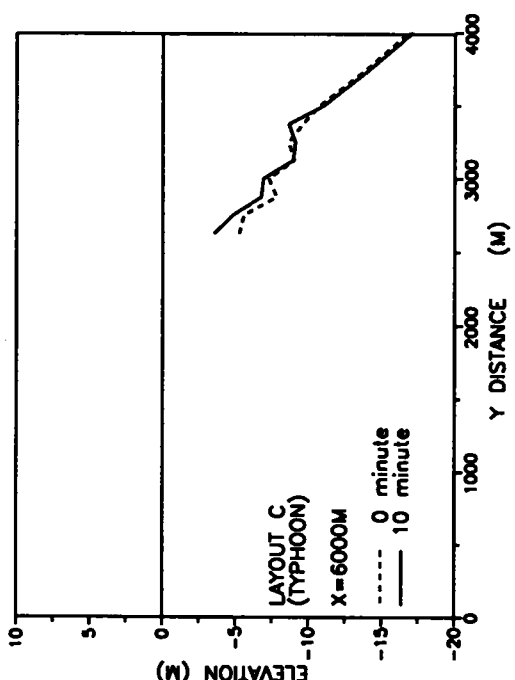
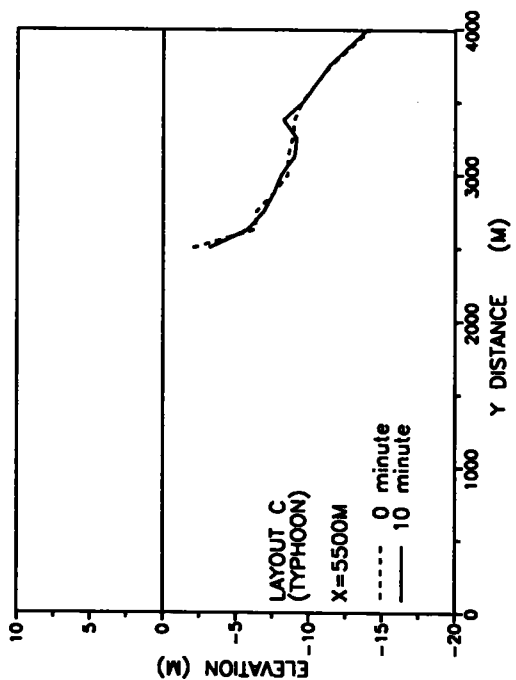
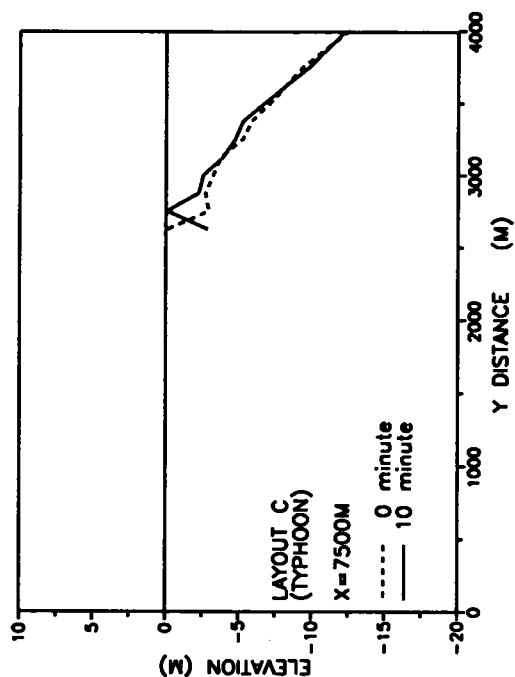
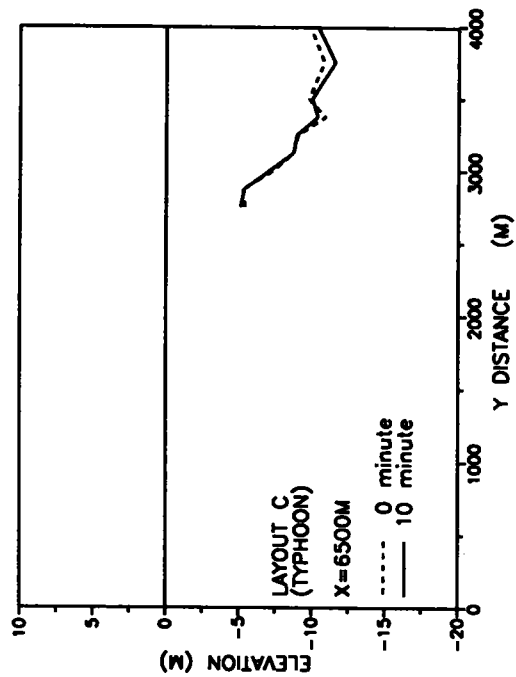
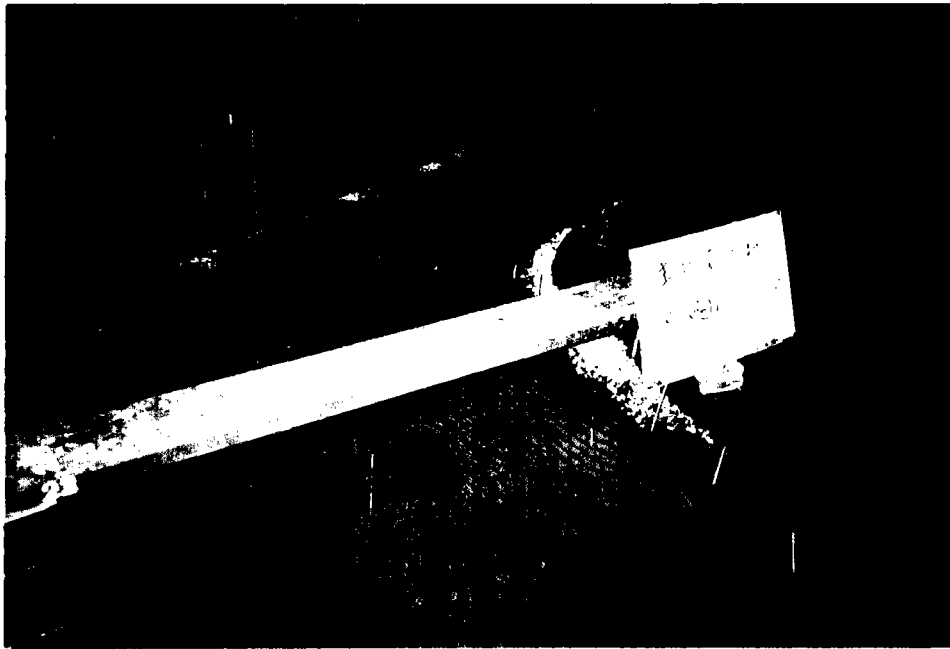


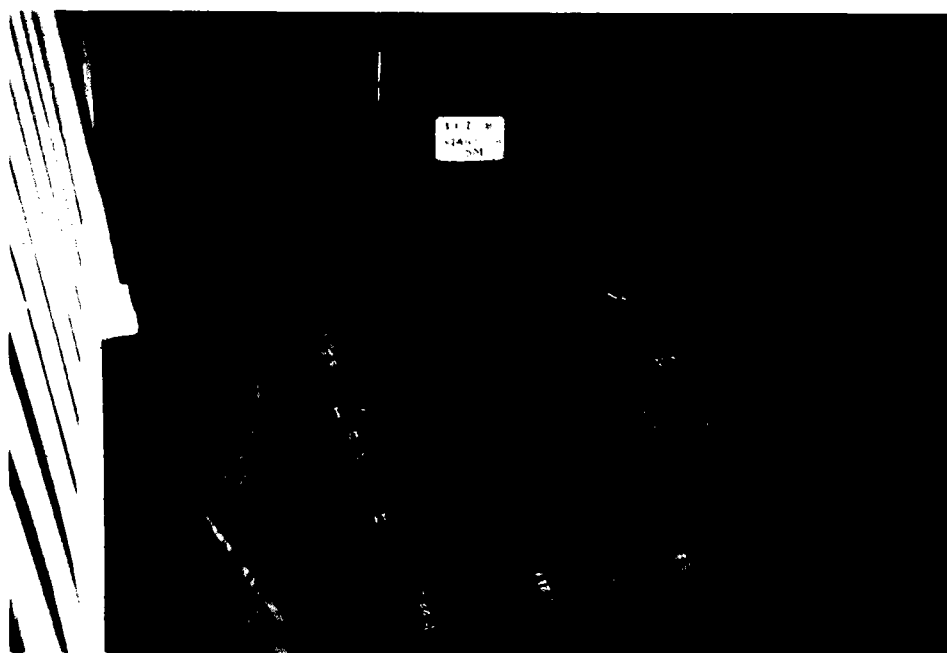
圖 4-22(續) 修正配置方案試驗(LAYOUT C), 不同斷面水深歷時變化圖



照片 4-4-1 修正配置方案試驗(LAYOUT C) W 向颱風波浪作用後，
客雅溪導流堤口地形變化情形



照片 4-4-2 修正配置方案試驗(LAYOUT C) W 向颱風波浪作用後，
北區海堤前突堤間水域地形變化



照片 4-4-3 修正配置方案試驗(LAYOUT C) W 向颱風波浪作用後，
海山船澳前水域地形變化



照片 4-4-4 修正配置方案試驗(LAYOUT C) W 向颱風波浪作用後，
鹽水港溪導流堤口前水域地形變化

第 五 章 結 論 及 建 議

綜合以上六種預備試驗(CASE 1~CASE 6)。主配置方案試驗(LAYOUT A)以及二種修正配置方案試驗(LAYOUT B以及LAYOUT C)，並考慮一種 W 向颱風波浪作用試驗(LAYOUT C)等十個Run次試驗結果，吾人可獲致下列數點結論及建議：

- 一、預備試驗(CASE 3)所採用試驗波浪條件，可以適當地重現民國67年到民國81年新竹香山區海域現場地形變化趨勢；依此預備試驗所得模型漂沙移動時間縮尺可換算為每累積造波時間 5小時相當於現場一年。
- 二、根據預備試驗(CASE 3)試驗結果研判，未來即使無海埔地造地開發計畫，海山船澳港口，不出5~10年亦有被漂沙淤塞可能性。
- 三、中華顧問工程司所研提主配置方案(LAYOUT A)試驗結果顯示，在海堤興建5年後，客雅溪河口即會呈現淤塞現象；北區填土區初期除在折角處呈侵蝕外，其餘北區海堤附近水域地形均呈淤積現象；惟在海山船澳港口、中區以及南區海堤附近水域地形則呈侵蝕；待海堤興建10年後，試驗結果顯示，客雅溪河口淤塞現象將更形顯著，整個海堤結構物附近水域地形，除海山船澳港口處呈淤積外，其餘各區在無沙源充份供給條件下，全面均呈侵蝕；迄海堤興建15年後，若無沙源充份供給，北區海堤附近海域地形將會全面呈侵蝕現象，被帶走之漂沙則全部淤積在海山船澳港口以及中區、南區海堤附近，且客雅溪河口以及鹽水港溪河口均將有被淤塞之慮。

四、修正方案配置(LAYOUT B 以及LYOUT C)試驗結果顯示，侵淤防治對策有關突堤群之興建，確有必要。此舉除將有助於所興建海堤免被沖刷之外，尚可減緩該區海岸地形變遷；其次有關突堤長度有否必要長達550 公尺則有待進一步考量，建議可將其長度縮短，配合剩餘工程款再增建數道突堤則侵淤防治效果將更形顯著，惟該項建議有待在細部規劃前再作進一步試驗探討。

五、修正配置方案試驗結果同時顯示，在客雅溪河口北岸以及鹽水港溪河口兩岸各增建一道導流堤，將有助於河口免被漂沙阻塞之慮，且為一勞永逸計，建議考慮將目前海山船澳遷離現址，再配合北區海堤以及突堤群之增建，另擇一適當地點規劃興建之。

資 料 參 考

1. 經濟部水資會(74年)："台灣西部輸砂量推估研究。
2. 郭金棟等(80年，3月)："大武漁港現場調查暨水工模型試驗研究報告"，成大水利及海洋研究所，CKHOPJ-91-005。
3. 財團法人台灣漁技社(80年，3月)："大武漁港改善規劃暨漂沙調查試驗報告"。
4. 何良勝、黃清(81年，6月)："彰化濱海工業區海堤面坡與堤腳沖刷深度關係試驗研究"，港研所專刊78號。
5. 財團法人中華顧問工程司(81年，7月)："新竹香山區海埔地造地開發計畫環境說明書"。
6. 黃清和等(83年，6月)："北部地區港灣建設及海岸規劃研討會"論文集，PP. 2-1~2-54，港灣技術研究所。
7. 財團法人台灣漁技社(83年，6月)："新竹香山漁港港口改善暨水工模型漂沙試驗報告"。
8. 黃清和等(83年，6月)："新竹香山區海埔地造地開發計畫環境影響評估漂沙水工模型主配置方案試驗成果簡報資料，PP. 1~57。港灣技術研究所
9. 財團法人中華顧問工程司(83年，7月)："台灣省水利局新竹香水區海埔地造地開發計劃，漂沙數值模擬" 專題報告。
10. Horikawa(1988)："Nearshore Dynamics & Coastal Processes"，University of Tokyo Press，Part 2，Chapter 4，5.

新竹香山區海埔地造地開發計劃環境影響評估
漂沙水工模型試驗研究報告

作 者：黃清和、蔡立宏、蔡金吉

發行者：張金機

發行所：台灣省政府交通處港灣技術研究所
台中縣梧棲鎮臨海路83號
電話：(04)6564216

承印者：建州企業有限公司
電話：(04)6270966

本書印製 200 本，非賣品