

「鹽寮漁港港區淤沙調查研究 及未來發展規劃」 —動床水工模型試驗



主辦單位：花蓮縣政府

執行單位：交通部運輸研究所

中華民國九十二年十月

「鹽寮漁港港區淤沙調查研究 及未來發展規劃」 —動床水工模型試驗

著 者：蔡立宏、江金德

主辦單位：花蓮縣政府

執行單位：交通部運輸研究所

中華民國九十二年十月

目 錄

目錄.....	
圖目錄.....	
表目錄.....	
照片目錄.....	
第一章 前言	1
第二章 預備試驗.....	4
2-1 試驗設備	4
2-2 試驗條件	4
2-3 試驗比尺	5
2-4 試驗地形	7
2-5 試驗過程	7
2-6 試驗配置	8
2-7 試驗分析與結果	9
2-8 預備試驗結果	12
第三章 主配置試驗.....	17
3-1 主配置 A 試驗	17
3-2 主配置 B 試驗.....	19
3-3 主配置試驗結果	21
第四章 改善配置試驗.....	35
4-1 改善配置 C 試驗.....	35

4-2 改善配置 D 試驗	37
4-3 改善配置 E 試驗	39
4-4 改善配置 F 試驗	41
4-5 改善配置試驗結果	43
第五章 結論	71

圖 目 錄

圖 1-1	鹽寮漁港位置圖	2
圖 1-2	鹽寮漁港防波堤配置及淤沙現況圖	3
圖 2-1	89.10~90.09 現場水深變化圖	13
圖 2-2	配置 D 試驗室造波 10 小時水深變化圖	14
圖 2-3	80.08~83.01 現場水深變化圖	15
圖 2-4	配置 H 試驗室造波 25 小時水深變化圖	16
圖 3-1	主配置 A 試驗的防波堤配置示意圖	23
圖 3-2	主配置 A 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖	24
圖 3-3	主配置 A 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖	25
圖 3-4	主配置 A 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖	26
圖 3-5	主配置 A 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖	27
圖 3-6	主配置 A 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖 ..	28
圖 3-7	主配置 B 試驗的防波堤配置示意圖	29
圖 3-8	主配置 B 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖	30
圖 3-9	主配置 B 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖	31
圖 3-10	主配置 B 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖	32
圖 3-11	主配置 B 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖	33
圖 3-12	主配置 B 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖 ..	34
圖 4-1	改善配置 C 試驗的防波堤配置示意圖	47
圖 4-2	改善配置 C 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖	48
圖 4-3	改善配置 C 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖	49
圖 4-4	改善配置 C 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖	50

圖 4-5	改善配置 C 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖	51
圖 4-6	改善配置 C 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖	52
圖 4-7	改善配置 D 試驗的防波堤配置示意圖	53
圖 4-8	改善配置 D 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖	54
圖 4-9	改善配置 D 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖	55
圖 4-10	改善配置 D 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖	56
圖 4-11	改善配置 D 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖	57
圖 4-12	改善配置 D 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖	58
圖 4-13	改善配置 E 試驗的防波堤配置示意圖	59
圖 4-14	改善配置 E 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖.....	60
圖 4-15	改善配置 E 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖.....	61
圖 4-16	改善配置 E 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖.....	62
圖 4-17	改善配置 E 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖.....	63
圖 4-18	改善配置 E 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖	64
圖 4-19	改善配置 F 試驗的防波堤配置示意圖.....	65
圖 4-20	改善配置 F 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖.....	66
圖 4-21	改善配置 F 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖.....	67
圖 4-22	改善配置 F 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖.....	68
圖 4-23	改善配置 F 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖.....	69
圖 4-24	改善配置 F 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖	70

表 目 錄

表 2-1	漂沙動床模型相似律之比較	6
表 2-2	預備試驗配置表	8

照 片 目 錄

照片 3-1	主配置 A 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片	22
照片 3-2	主配置 B 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片	22
照片 4-1	改善配置 C 試驗造波 30 小時後的模型試驗照片	44
照片 4-2	改善配置 C 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片	44
照片 4-3	改善配置 D 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片	45
照片 4-4	改善配置 E 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片	45
照片 4-5	改善配置 F 試驗造波 10 小時後的模型試驗照片	46
照片 4-6	改善配置 F 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片	46

第一章 前言

鹽寮漁港為第三類漁港，港址位於花蓮縣壽豐鄉水璉村橄子樹腳，北距花蓮港約 15.5 公里，南距石梯漁港約 36 公里，如圖 1-1 所示，海岸線略呈小灣型態。目前港區有北防波堤兼碼頭 175 公尺長，東防坡堤 60 公尺長及突堤碼頭兩座，防沙突堤一座，如圖 1-2 所示。目前本港外廓成 L 形狀，略粗具港區雛形，提供當地漁船筏於平時停靠，颱風時則需拖曳至岸上避風，目前岸上設有漁筏上下絞車一處。該港由於附近海域有太平洋黑潮主流經過，各種迴游性及底棲性魚類資源豐富，且甚少工業污染，就漁業環境有其優點，因此當地漁民咸盼繼續辦理改善漁港設施，以促進漁船朝大型化發展，開發東海岸漁業資源，改善漁業經營困境，同時可促進觀光休閒漁業發展，形成觀光遊憩據點，有效發揮該港應有之功能。

該港於民國 80 年完成北防波堤後，由於改變了當地海岸漂沙機制，破壞原有海岸漂沙平衡，造成目前北防波堤北側淤沙嚴重，近幾年更由於大量淤沙繞過東防波堤，進而使港區水域大量淤積，已嚴重影響漁筏進出作業的安全性。有鑑於此，極需研擬對策裨改善解決目前淤沙危及漁筏航行安全燃眉之急。

「鹽寮漁港港區淤沙調查研究及未來發展計畫」中包括：1.現場海域、環境資料調查收集分析，2.地形水深測量，3.海氣象調查分析（潮位、波浪、流），4.漂沙粒徑調查，5.數值模式分析，6.動床水工模型試驗，7.整體改善方案規劃研擬，8.最佳方案規劃建議，9.規劃報告編寫及印製。本研究計畫為第 6 項動床水工模型試驗，期能模擬該地區漂砂機制，進而研擬出改善方案，裨提供相關單位參酌。

本試驗報告內容包括：（一）預備試驗：就未擴建前之港池布置與海岸地形，以不同之波浪條件試驗，以求得現場與模型間地形變化之試驗重

現時間，(二)主配置試驗：依據鼎興工程有限公司所提供之配置方案，研究其港口擴建後其鄰近海岸地形侵淤變遷的狀況，(三)改善配置方案：為本計畫根據主配置試驗的結果，提出更加完善之改善配置方案。



圖 1-1 鹽寮漁港位置圖

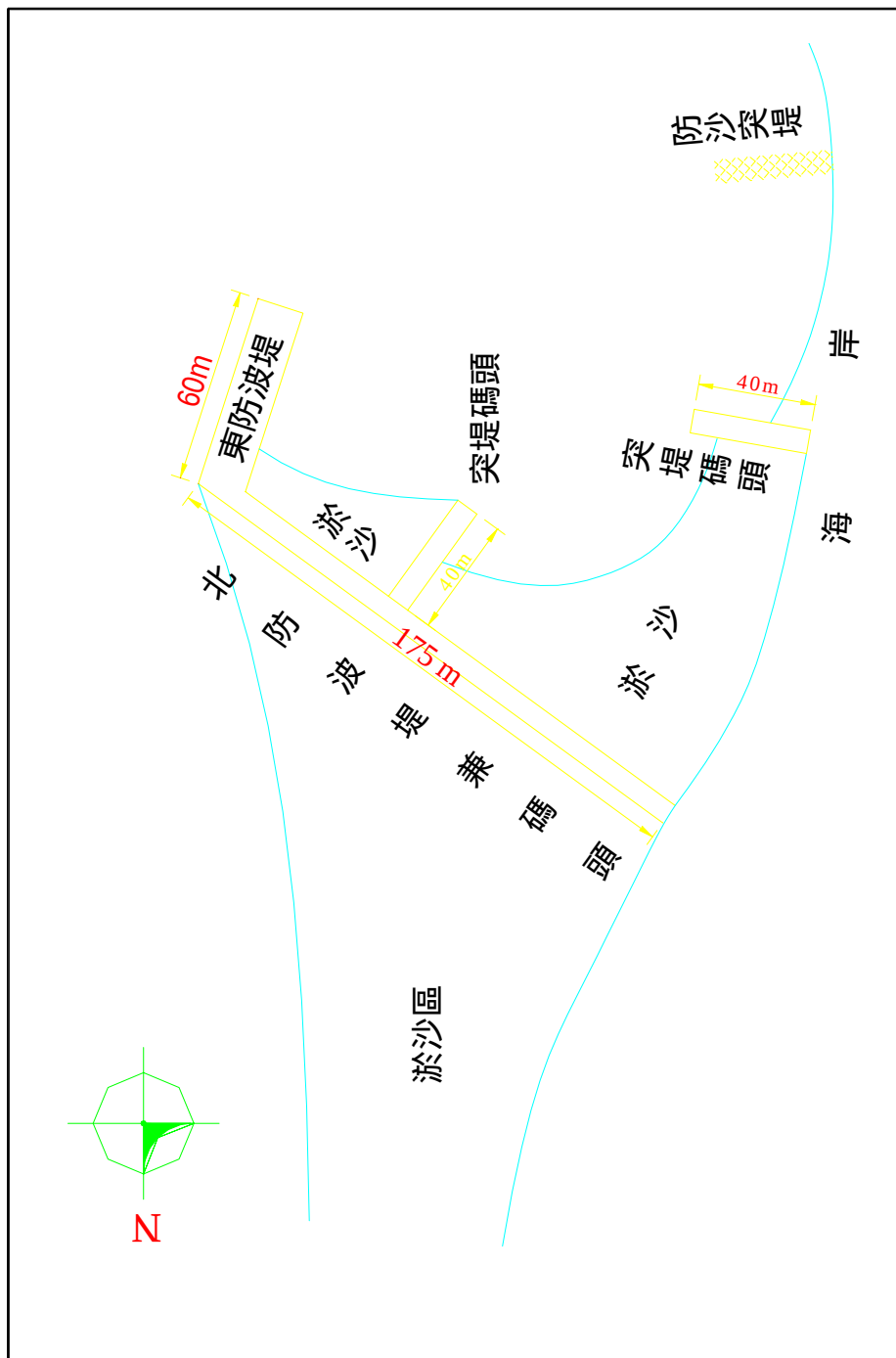


圖 1-2 鹽寮漁港防波堤配置及淤沙現況圖

第二章 預備試驗

預備試驗係利用模型之試驗條件與試驗時間比尺關係，比較試驗與現場地形變化的吻合程度，以尋求試驗的地形重現時間，依預備試驗比尺作為後續主配置與改善配置地形變化的預測。有關預備試驗之試驗條件、試驗過程與試驗結果敘述如下：

2-1 試驗設備

本試驗於運輸研究所港灣技研究中心第二試驗場棚進行,其相關設備與量測儀器說明如下：

1.試驗水池：

長 62m、寬 57m、深 1m，池內有潮汐控制系統。

2.不規則造波機：

造波機為加拿大 DAVIS 公司出品之油壓推移式不規則造波機，由四個獨立造波模組組成。利用電腦傳送數位訊號至控制器再傳送至各造波機模組，可模擬規則波及多種波譜型態之不規則波。

3.波高計及資料擷取處理系統：

波高計為雙測線型電容式波高計，將所設定之波浪條件，經造波機造波，由波高計量測水位變化，並透過資料擷取處理系統，經 PC 分析後，選擇及修正成所需要之波浪條件。

2-2 試驗條件

依據鼎興工程有限公司所提供試驗條件如下：

1.試驗潮位

颱風時使用平均潮位及平均高潮位為： + 1.33m + 1.81m

季節風使用平均低潮位及平均潮位為： + 0.84m + 1.33m

2. 波浪條件

冬季季節風：波高($H_{1/3}$)為 1.5 ~ 2.0m，週期(T_{mean})為 8sec，波向=NE
ENE

夏季颱風：波高($H_{1/3}$)為 5.0~7.5m，週期(T_{mean})為 13.5sec，波向=E
ENE

2-3 試驗比尺

1.模型比尺

依據計畫花蓮縣政府合約規定，本試驗中之水平與垂直比尺分別採用如下：

水平比尺， $\lambda = 1/81$

垂直比尺， $\mu = 1/81$

2.波浪比尺

漂沙動床試驗中，試驗波浪比例尺的選擇適當與否，影響試驗結果的正確性甚巨。影響現場漂沙運動機制因素甚多，因此很難於模型中重現現場每一複雜的動力現象，往昔學者專家的研究成果如下表 2-1 所示。

表 2-1 漂沙動床模型相似律之比較

作者	推導法則	N_T	N_H
Goddet 和 Jaffary (1960)	浪與流作用下底質運動條件相似	$\mu^{1/2}$	μ
Valembois(1960)	懸浮質運動相似	$\mu^{1/2}$	$\mu^{4/5}$
Yalin(1963)	因次分析	$\mu^{1/2}$	μ
Fan 和 LeMehaute (1969)	底質運動條件相似	$\mu^{1/2}$	μ
Noda(1972)	底質運動條件相似	$\mu^{1/2}$	μ
Dalrymple 和 Thompson (1976)	考慮 μ / ω 相似性	$\mu^{1/2}$	μ
榎木(1982)	考慮 $H / \omega T$ 相似性	$\mu^{1/2}$	μ
歐和許(1985)	碎波帶內漂沙及地形變化性質相似	$N_r^{1/2} N_{D50}^{1/6} \mu^{1/5} \lambda^{2/15}$	$N_r N_{D50}^{1/3} \mu^{2/5} \lambda^{4/15}$

註：1. N_T ：波浪週期比尺； N_H ：波高比尺

2. μ ：垂直比尺； λ ：水平比尺； r ：底沙比尺； D_{50} ：底沙中值粒徑

依據上述學者之研究結果得知在波高比尺的選擇上，由不同的理論推導法則其波高比尺並不相同，故本研究在波高比尺選擇上亦應用不同的比尺作試驗。而週期比尺以波高比尺開方為主。

$$\text{週期比尺, } N_T = N_H^{1/2}$$

3.潮汐比尺

$$\text{潮汐比尺, } N_t = \lambda / (\mu)^{1/2}$$

2-4 試驗地形

由鼎興工程有限公司現場水深地形測量圖計有：89.10 (即民國 89 年 10

月量測)、90.04、90.07、90.09 等以及該公司所提供 79.07、80.08 及 83.01 鹽寮漁港尚未建港及建港後之現場水深地形圖，本研究除了以 89.10 90.09 水深地形作地形重現試驗，並以 79.07 83.01 之地形再加以確認之前的預備試驗結果，最後再以 90.09 之地形圖作為後續主配置與改善配置試驗模型鋪設之依據。

2-5 試驗過程

台灣氣候本有四季之分，但由鼎興工程有限公司現場水深地形測量圖(89.10、90.04、90.07、90.09)以及本所收集之颱風資料顯示，每兩次的測量地形中均有颱風來襲，如象神颱風(89/10/28~89/11/01)、西馬隆颱風(90/05/12~90/05/14)、奇比颱風(90/06/22~90/06/23)、尤特颱風(90/07/04~90/07/05)、潭美颱風(90/07/10~90/07/11)、玉兔颱風(90/07/23~90/07/24)、桃芝颱風(90/07/29~90/07/30)、納莉颱風(90/09/06~90/09/17)，故在預備試驗上，所應用的水深地形圖，均受到颱風短期之影響，有鑑於此，本研究預備試驗先以近年來短期地形(89.10 90.09)作地形重現試驗，再依據結果作較長時間(79.07 83.01)地形重現試驗，亦即以建港前後的地形資料再一次作驗證。本預備試驗之試驗步驟處理原則如下：

- 1.依據不同學者研究成果、漂沙啟動臨界水深及平衡海岸分類等觀念，以不同的波高比尺，測試不同波浪條件下，地形重現效果。
- 2.分別以短期地形變化及較長時間地形變化作預備試驗，求取模型試驗之重現時間，進而求出時間比尺。

2-6 試驗配置

由現場地形圖量測時間與前節陳述之颱風發生時間對照得知，並無法完全區隔冬季與夏季期間之地形變化比較，且亦無法比較單純由颱風波浪作用所影響之夏季期間之地形變化情況。由東海岸花蓮港附近的海象條件、海岸地形、歷次的水深地形圖比較以及以往對東部海岸變遷的研究結果得知，鹽寮漁港附近海域的漂沙優勢方向為由北向南，因此，本試驗僅能以冬季風波浪作為從事現場與模型地形變化之比對分析。有關預備試驗擬定之配置如表 2-2 所示：

表 2-2 預備試驗配置表

試驗配置	現場地形時間	現場波浪條件		試驗條件			備 註
		H	T	H	T	波向	
A	89.10~90.9	2m	8sec	9.1cm	1.7sec	ENE	$N_H=1/22$, $N_T=1/4.7$
B	89.10~90.9	4m	10sec	18.1cm	2.1sec	ENE	配置(A)結果+颱風
C	89.10~90.9	2m	8sec	2.46cm	0.89sec	ENE	$N_H=1/81$, $N_T=1/9$
D	89.10~90.9	3m	8sec	3.70cm	0.89sec	ENE	$N_H=1/81$, $N_T=1/9$
E	90.7~90.9	5.1m	9.4sec	6.27cm	1.04sec	E	$N_H=1/81$, $N_T=1/9$
F	90.7~90.9	7.5m	11.5sec	9.24cm	1.28sec	ENE	$N_H=1/81$, $N_T=1/9$
G	79.7~83.1	2m	8sec	9.1cm	1.7sec	ENE	$N_H=1/22$, $N_T=1/4.7$
H	80.8~83.1	3m	8sec	3.70cm	0.89sec	ENE	$N_H=1/81$, $N_T=1/9$
I	80.8~83.1	3m	8sec	3.70cm	0.89sec	NE	$N_H=1/81$, $N_T=1/9$

2-7 試驗分析與結果

本試驗主要以各地形圖等深線變化趨勢的相似性，作為地形重現時間研判之依據。為求簡化與清楚比對起見，僅取等深線 0、-2m、-5m 及-8m 等作地形侵淤趨勢之比較，有關各種試驗配置之分析結果如下：

1.配置 A 試驗：

以現場地形 89.10 90.09 進行一年期間之預備試驗，利用現場冬季季節風波浪條件（ $H=2\text{m}$ 、 $T=8\text{sec}$ 及波向=ENE）作試驗，而波高比尺應用歐及許(1985)以碎波帶內漂沙及地形變化性質相似的所推得的波高比尺 $1/22$ ，週期比尺 $1/4.7$ 為依據，故試驗條件為： $H=9.1\text{cm}$ 、 $T=1.7\text{sec}$ 及波向=ENE，試驗時間為 20 小時，結果顯示並不盡理想。

2.配置 B 試驗：

以預備試驗配置 A 的試驗結果，以其地形再加上颱風的波浪條件（ $H=4\text{m}$ 、 $T=10\text{sec}$ 及波向=ENE），波高比尺為 $1/22$ ，週期比尺為 $1/4.7$ ，試驗條件為： $H=18.1\text{cm}$ 、 $T=2.1\text{sec}$ 及波向=ENE，預備試驗配置 B 在波浪入射方向相同的季節風及颱風作用下，試驗結果亦不盡理想。

3.配置 C 試驗：

以現場地形 89.10 90.09 進行一年期間之預備試驗，利用現場冬季季節風波浪條件（ $H=2\text{m}$ 、 $T=8\text{sec}$ 及波向=ENE）作試驗，波高比尺採用與垂直比尺相同為 $N_H = \mu = 1/81$ ，而週期比尺為 $1/9$ 。故試驗條件為： $H=2.46\text{cm}$ 、 $T=0.89\text{sec}$ 及波向=ENE，試驗時間為 20 小時，試驗結果在北防波堤北側的淤積情形並不如實際 89.10 90.09 的情形。

4.配置 D 試驗：

以現場地形 89.10 90.09 進行一年期間之預備試驗，由於預備試驗配置

C 試驗所採用的波浪條件為冬季季節風波浪，但實際現場波浪條件包括冬季季節風波浪、夏季季節風波浪及颱風波浪，故在預備試驗配置 D 試驗條件上考量全年度的代表波浪，以現場 $H=3\text{m}$ 、 $T=8\text{sec}$ 及波向=ENE 作為全年度之代表波浪，而波高比尺與配置 C 試驗相同，為 $N_H = \mu = 1/81$ ，而週期比尺為 $1/9$ 。故試驗條件為： $H=3.7\text{cm}$ 、 $T=0.89\text{sec}$ 及波向=ENE，試驗時間為 20 小時，當試驗時間為 10 小時，由試驗及現場的水深地形圖 2-1 及圖 2-2 顯示：在北防波堤北側有明顯淤積現象，且在北防波堤南側由於漂沙繞過東防波堤，繞射淤積於港池內，此現象與實際 89.10 90.09 的水深地形變遷具相當的相似性。以本次試驗結果顯示：試驗之地形重現時間 10 小時，約等於現場地形變遷 1 年的時間。

5.配置 E 試驗：

以現場地形 90.07 90.09 進行一個颱風過境之試驗，模擬之颱風為桃芝颱風(90/07/29~90/07/30)，此颱風路徑為東南往東北方向進行，並橫越台灣中央山脈，由颱風波浪推算其在鹽寮地區造成主要波浪條件有：1. $H=5.1\text{m}$ 、 $T=9.4\text{sec}$ 及波向=E。2. $H=7.5\text{m}$ 、 $T=11.5\text{sec}$ 及波向=ENE。而波高比尺採用 $1/81$ 而週期比尺為 $1/9$ 。預備試驗配置 E 試驗試驗條件為採用第一種 E 方向波浪條件： $H=6.27\text{cm}$ 、 $T=1.04\text{sec}$ 及波向=E。試驗時間為 120 分鐘，其試驗結果可作為颱風試驗模擬之參考。

6.配置 F 試驗：

以現場地形 90.07 90.09 進行一個桃芝颱風(90/07/29~90/07/30)試驗，採用第二種波浪方向為 ENE 的條件： $H=7.5\text{m}$ 、 $T=11.5\text{sec}$ 及波向=ENE，波高比尺採用 $1/81$ ，週期比尺為 $1/9$ 。預備試驗配置 F 試驗條件為： $H=9.24\text{cm}$ 、 $T=1.28\text{sec}$ 及波向=ENE。試驗時間為 120 分鐘，其試驗結果可作為颱風試驗模擬之參考。

7.配置 G 試驗：

以較長期現場地形 79.07 83.01 進行預備試驗，應用配置方案 A 的條件：波高比尺為 1/22，週期比尺為 1/4.7，試驗條件為： $H=9.1\text{cm}$ $T=1.7\text{sec}$ 及波向=ENE，試驗時間為 20 小時，其結果與配置方案 A 相同，並不盡理想。

8.配置 H 試驗：

以較長期現場地形 80.08 83.01 進行預備試驗，對預備試驗配置 D 試驗再作進一步試驗條件驗證工作，以配置方案 D 的波浪條件：波高比尺為 1/81，週期比尺 1/9，試驗條件為： $H=3.7\text{cm}$ 、 $T=0.89\text{sec}$ 及波向=ENE，每隔 5 小時量測一次，當試驗時間為 25 小時，由試驗的水深地形圖 2-3 及圖 2-4 顯示：當試驗時間達 25 小時時，在北防波堤北側有明顯淤積現象，且在北防波堤南側由於漂沙無法繞過東防波堤，導致整個海岸漂沙供需失去平衡，故在北防波堤南側有明顯侵蝕現象，此現象與實際 80.08 83.01 的水深地形變遷具相當高的相似性。本次試驗地形重現時間 25 小時，約等於現場地形變遷 2.5 年的時間，以此結果推算本試驗 10 小時造波約等於現場時間 1 年，其重現時間比尺與預備試驗配置 D 試驗相同。

9.配置 I 試驗：

以上次預備試驗配置 H，雖已得到不錯的預期效果，本研究為求其他波浪入射方向預備試驗的效果。以相同的波高及週期，改變不同的波浪入射方向，以更平行於海岸線的方向入射波浪，作長期現場地形 80.08 83.01 預備試驗，試驗是否不同方向其地形重現的相似性是否愈高，其試驗波浪條件為 $H=3.7\text{cm}$ $T=0.89\text{sec}$ 及波向=NE，試驗結果地形重現情形不如預備試驗配置 I 理想。

2-8 預備試驗結果

- 1.本試驗主要利用地形等深線變化趨勢的相似性，分別以早期建港完成初期較長時間(2.5 年)以及近年短期時間(1 年)的地形變化作比對，尋求現場與模型試驗地形的重現時間。
- 2.經過 9 次預備試驗結果，以水平和垂直比尺 1/81、週期比尺為 1/9 及波浪方向為 ENE、波高為 3m、週期為 8 及試驗波浪造波 10 小時，可重現現場 1 年期間之地形變化。

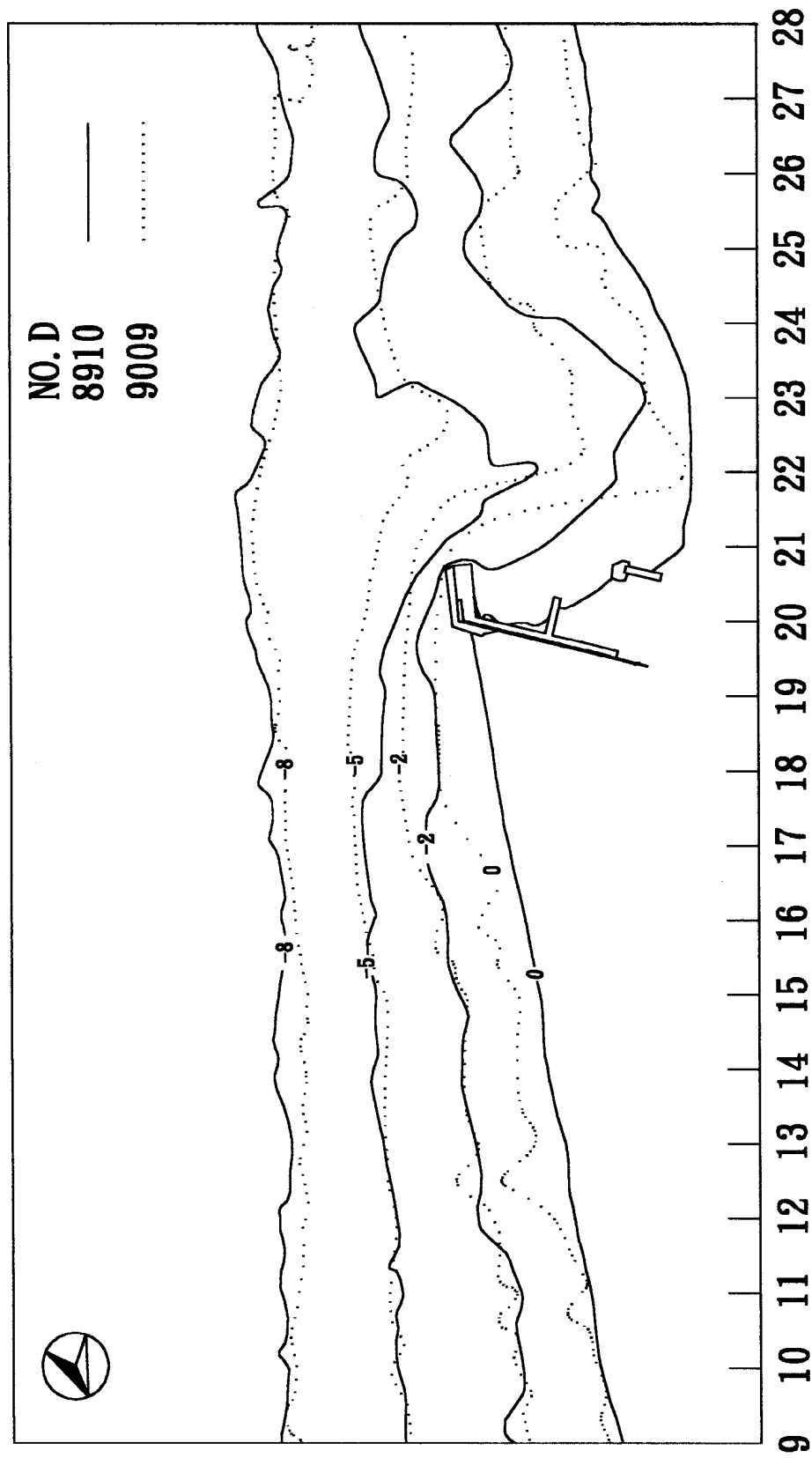


圖 2-1 89.10~90.09 現場水深變化圖

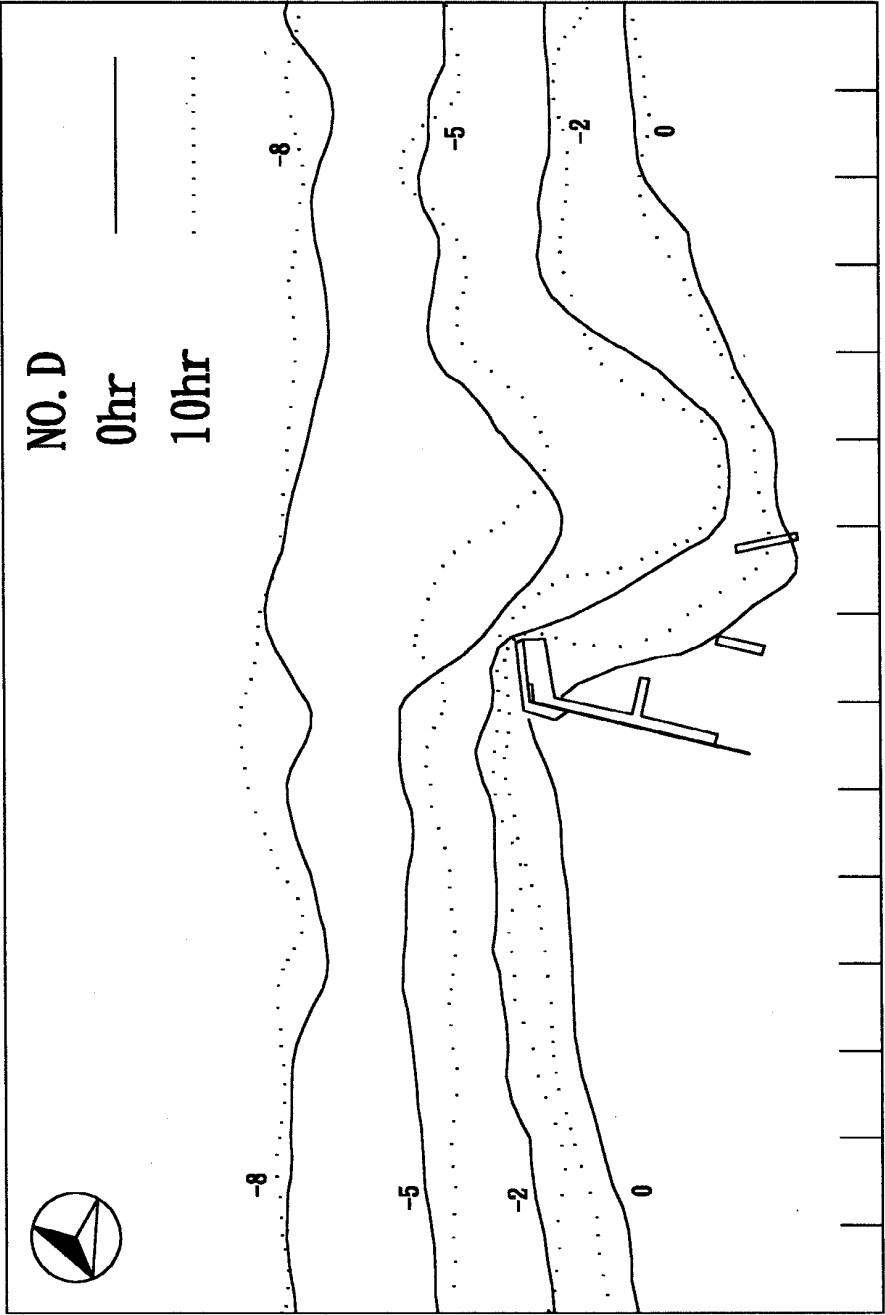


圖 2-2 配置 D 試驗室造波 10 小時水深變化圖

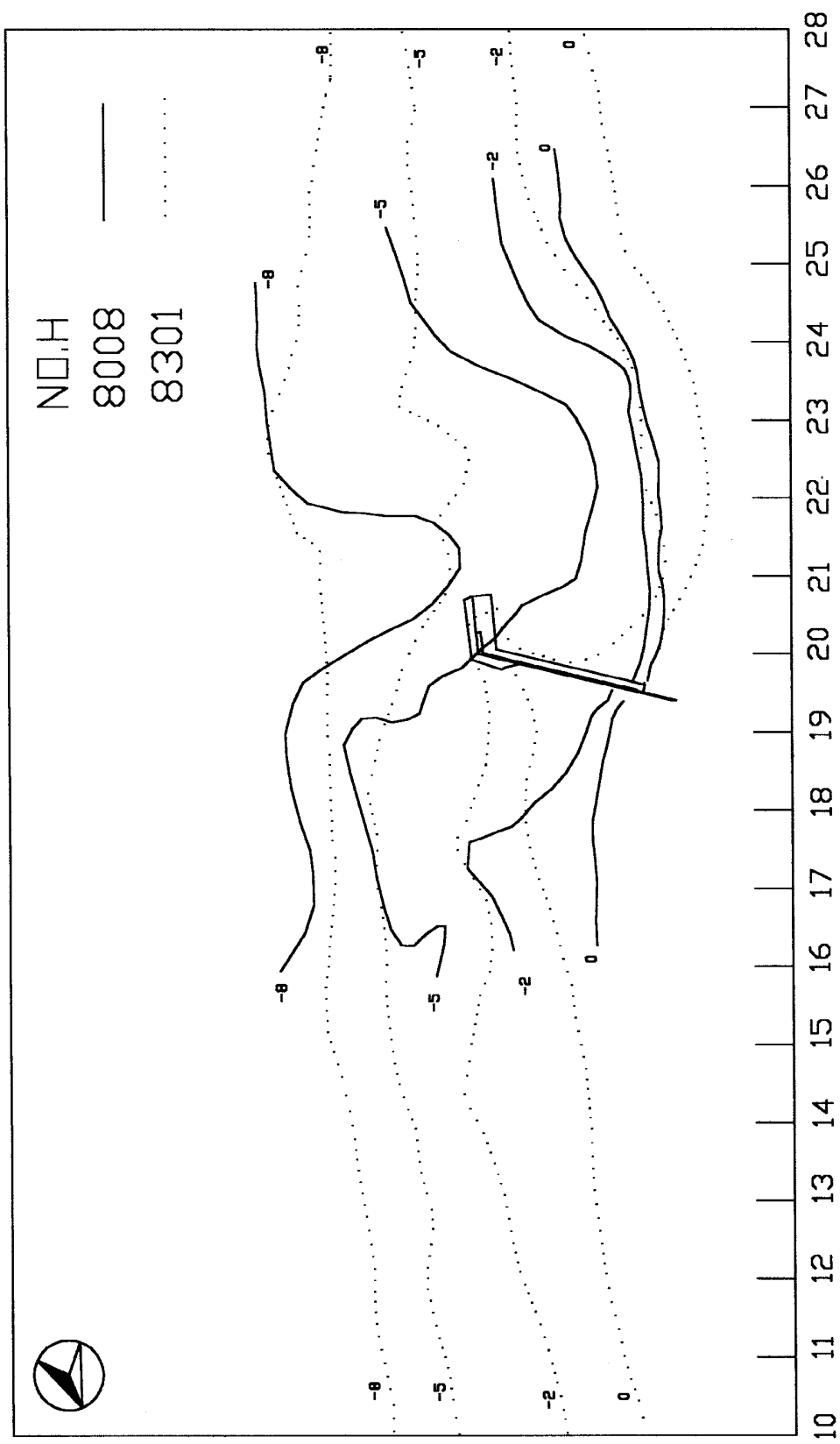
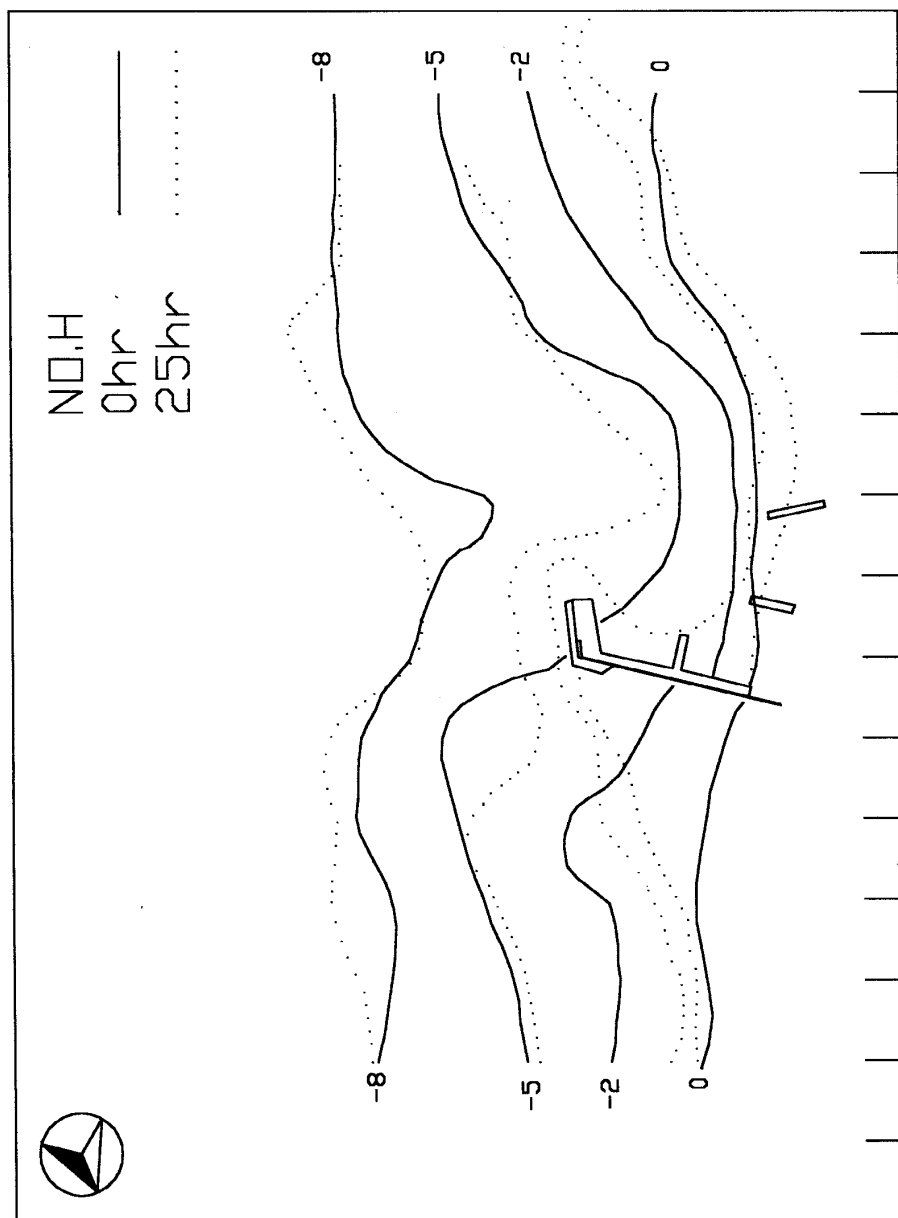


圖 2-3 80.08~83.01 現場水深變化圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 2-4 配置 H 試驗室造波 25 小時水深變化圖

第三章 主配置試驗

依據第二章預備試驗之現場時間重現結果，進行主配置試驗，探討鄰近海岸地形變遷的情況，本研究主配置的原始地形以鼎興工程顧問公司在 90 年 9 月所量測的地形鋪設，試驗過程中每 10 小時量測水深地形一次，總共量測時間為 40 小時，亦即模擬現場每年的地形變化，總共模擬時間為 4 年。所採用現場波浪波高為 3m，週期為 8sec，方向為 ENE，換算試驗室波高為 3.7cm，週期為 0.89sec，根據每隔 10 小時所測的水深高程，繪置等深線圖，為方便觀測等深線變化的情形，本報告選取+1m、0m、-2m、-5m、-8m 及-10m 等深線作為地形侵淤變化分析。

主配置試驗的配置主要為延伸東防波堤以及新建與海岸線約垂直的南防波堤，東防波堤的延伸主要目的為增加漂沙延著防波堤推進的距離，希望能延長港口淤積的時間，甚至漂沙被導引至較深水區，增加漂沙淤積至近岸的困難度，或能繞過整個防波堤佈置區而淤積至南防波堤南側區域。南防波堤建造的主要目的為維持港池的穩靜以及防止向南的漂沙繞射和向北的漂沙進入港口。有關主配置試驗的過程及結果描述如後：

3-1 主配置 A 試驗

主配置 A 試驗的港口防波堤配置為：原有的東防波堤繼續往南側延伸，延伸長度為 100 公尺，另外在原有北防波堤南側約 220 公尺處設置一垂直灘線的南防波堤，長度為 200 公尺，兩座新建防波堤堤頭距離為 50 公尺，此為船隻盡出港池的出入口，主配置 A 方案的配置圖如圖 3-1 所示，圖中橫座標每一格為試驗室 1 公尺，相當於現場 81 公尺。本配置主要目的為延伸東防波堤長度，使東防波堤能延伸至較深水區(約-3.5 公尺深)，如此，當北向來的漂沙在繞過堤頭時，希望能被帶離往外海處，漂沙流入

深海區後不易被帶往南邊及岸邊淤積，而不致淤積於港口處，而南防波堤主要為防止北向及南向的漂沙進入港口。

圖 3-2 圖 3-5 為主配置 A 試驗未來 4 年時間預測可能的等深線侵淤變化圖。圖 3-2 為試驗 10 小時相當於現場 1 年時間的水深變化圖，圖形顯示北防波堤北側(斷面 18 20)的+1m 等深線往外海推進，亦即有淤積現象，0m -10m 水深則侵淤互現，但以 0m 及-5m 等深線變化較明顯。在東防波堤東側(斷面 20 22)附近+1m -2m 等深線有向南移的現象，亦即漂沙明顯地往南，尤其-2m 水深線已繞過新建東防波堤堤頭到達南防波堤附近。在南防波堤南側附近區域(斷面 22 24)，-2m 水深線往岸側後退呈現侵蝕現象，斷面 25 附近 0m -2m 均呈現淤積現象，其餘區域則侵淤互現。

圖 3-3 為試驗 20 小時相當於現場 2 年時間的水深變化圖，圖形顯示北防波堤北側(斷面 13 20)的+1m 等深線往外海推進，淤積現象比前一年更加明顯，-2m 及-5m 等深線則呈現後退侵蝕現象，其餘 0m、-8m 及-10m 水深則侵淤互現。在東防波堤東側(斷面 20 22)附近區域的+1m -2m 等深線有向南及向外海推進的現象，亦即漂沙開始淤積在東防堤東側，且漂沙繼續往南向漂移。在南防波堤南側區域，0m 及-2m 等深線已繞過新建東防波堤堤頭，將整個船隻進出港口淤塞。

圖 3-4 為試驗 30 小時相當於現場 3 年時間的水深變化圖，圖形顯示北防波堤北側(斷面 17 20)的 0m 及+1m 等深線持續往外海推進，亦即持續往外海淤積，而-2m 及-5m 等深線變化則呈現往岸側後退的刷深現象，而-8m 及-10m 等深線則侵淤互現。在東防波堤東側(斷面 20 22)漂沙持續淤積，且漂沙繼續往南向漂移。在南防波堤南側區域，由於漂沙已淤積至新建東防波堤堤頭，故使整個南防波堤南側區域亦呈現淤積現象。

圖 3-5 為試驗 40 小時相當於現場 4 年時間的水深變化圖，圖形顯示北

防波堤北側(斷面 17 20)及東防波堤東側(斷面 20 22)漂沙淤積，而且漂沙繼續往南向漂移，在南防波堤南側區域，由於漂沙淤積已繞過新建東防波堤堤頭，故呈現淤積現象。照片 3-1 為主配置 A 試驗 40 小時後的試驗模型照片，由照片可明顯看出北防波堤北側、東防波堤東側及港口附近的侵淤情形。

圖 3-5 為主配置 A 試驗各時間的 0m 等深線(灘線)的變化圖，圖形顯示在舊北防波堤北側及舊東防波堤附近區域，在 10 及 20 小時的淤積較為明顯，而在 20 小時以後，由於漂沙已繞過東防波堤堤頭，所以此區域的淤沙會減小，另外在新建南防波堤南側區域，則呈現明顯淤積現象，而且造波時間越長，等深線愈往海側推進，亦即主配置 A 新建南防波堤南側區域，預期在第二年後即會出現淤積現象，且灘線會逐年往外海方向推進。

3-2 主配置 B 試驗

主配置 B 試驗的港口防波堤配置為：原有的東防波堤繼續往西南偏西延伸，延伸長度為 80 公尺，另外在原有北防波堤南側約 220 公尺處設置一向東防波堤延伸的堤頭方向的南防波突堤，長度為 160 公尺，港口開口為 50 公尺，主配置 B 方案的配置圖如圖 3-7 所示。本配置主要目的為延伸東防波堤往岸側方向，希望延著東防波堤的漂沙因方向改變，減小淤積的速度以及遠離港口處，而淤積於下游南防波堤南側，而且新建的東防波堤延伸及南防波堤的長度可減少許多，節省建造經費。

圖 3-8 圖 3-11 為主配置 B 試驗模擬 4 年的等深線侵淤變化圖。圖 3-8 為試驗 10 小時相當於現場 1 年時間的水深變化圖，圖形顯示北防波堤北側區域(斷面 17 20)的+1m 等深線往外海推進，尤其愈接近北防波堤淤積現象愈明顯，其他的 0m -10m 水深線變化顯示侵淤互現，但以 0m 及-2m 等深線變化較明顯。在舊及新東防波堤東側(斷面 20 22)附近區域的+1m

-2m 等深線有向南及外海推進的現象，漂沙明顯地往新建的東防波堤附近漂流，由 0m 及-2m 等深線變化顯示造波雖然只有 10 小時，漂沙卻已繞過新建東防波堤堤頭到達港口附近。在南防波堤南側附近區域(斷面 22 24)，-2m 水深線往岸側後退呈現侵蝕現象，在斷面 25 附近區域的+1m 0m 水深線變化呈現淤積現象，其餘區域則侵淤互現。

圖 3-9 為試驗 20 小時相當於現場 2 年時間的水深變化圖，圖形顯示北防波堤北側(斷面 13 20)的+1m 等深線持續往外海推進，亦即淤積現象比前一年更加明顯，-2m 及-5m 等深線變化呈現侵蝕現象，其餘 0m、-8m 及-10m 水深則侵淤互現。在東防波堤東側(斷面 20 22)附近持續淤積，而且淤積範圍已延伸至南防波堤南側區域，整個港口出入口已被淤塞，船隻無法進出。

圖 3-10 為試驗 30 小時相當於現場 3 年時間的水深變化圖，圖形顯示北防波堤北側及東防波堤東側亦持續呈現淤積現象。而在南防波堤南側區域，0m -2m 等深線幾乎均往外海方向推進，其原因為近岸漂沙已繞過舊及新東防波堤，而使整個南防波堤南側區域呈現明顯淤積現象。

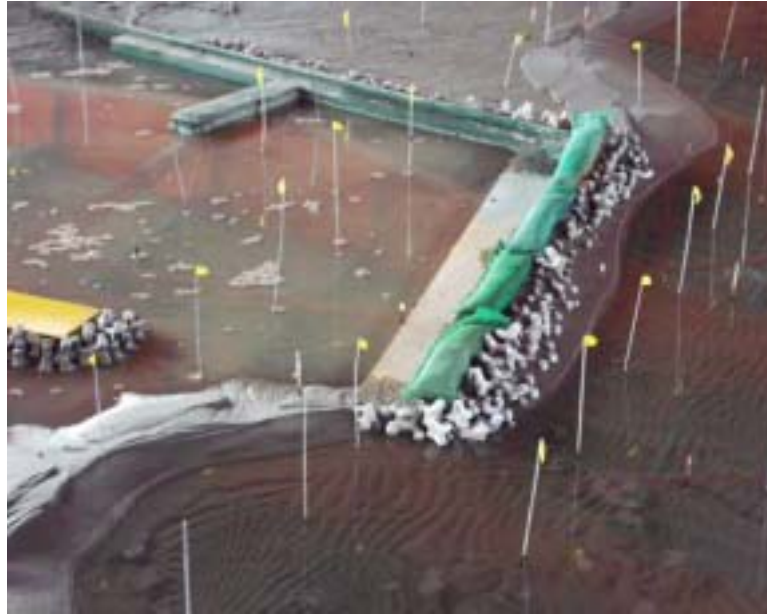
圖 3-11 為試驗 40 小時相當於現場 4 年時間的水深變化圖，圖形顯示北防波堤北側區域(斷面 17 20)及東防波堤東側(斷面 20 22)的+1m 水深向外海方向推進，由於漂沙優勢方向向南，故在南防波堤南側區域呈現淤積現象。照片 3-2 為主配置 B 試驗 40 小時後的模型試驗照片，由照片明顯看出北防波堤北側、東防波堤東側及港口附近的侵淤情形。

圖 3-12 為主配置 B 試驗各時間的 0m 等深線(灘線)的變化圖，圖形顯示在舊北防波堤北側及舊東防波堤附近區域，10 及 20 小時的淤積明顯，而在 20 小時以後，由於漂沙已繞過東防波堤堤頭，所以在新建南防波堤南側區域，呈現明顯淤積現象。預期在主配置 B 新建防波堤完成後的第 1

年即會在港口堤頭處出現明顯淤沙，第 2 年以後則整個新建南防波堤南側區域均呈現淤積現象。

3-3 主配置試驗結果

綜合以上兩個主配置試驗，由於東防波堤的延伸，最深處只到達水深 -3m 及 -1m 附近，而實際現場的漂沙，在 -7m 以內皆為漂沙劇烈的區域，尤其是 -3m 以內區域，又由於東防波堤配置方向關係，在 10 小時的水深變化比較上，主配置 A 的淤沙防治效果較好。但兩個配置試驗的結果在 20 小時後，漂沙皆能通過東防波堤，而淤積在下游的南防波堤南側。



照片 3-1 主配置 A 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片



照片 3-2 主配置 B 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片

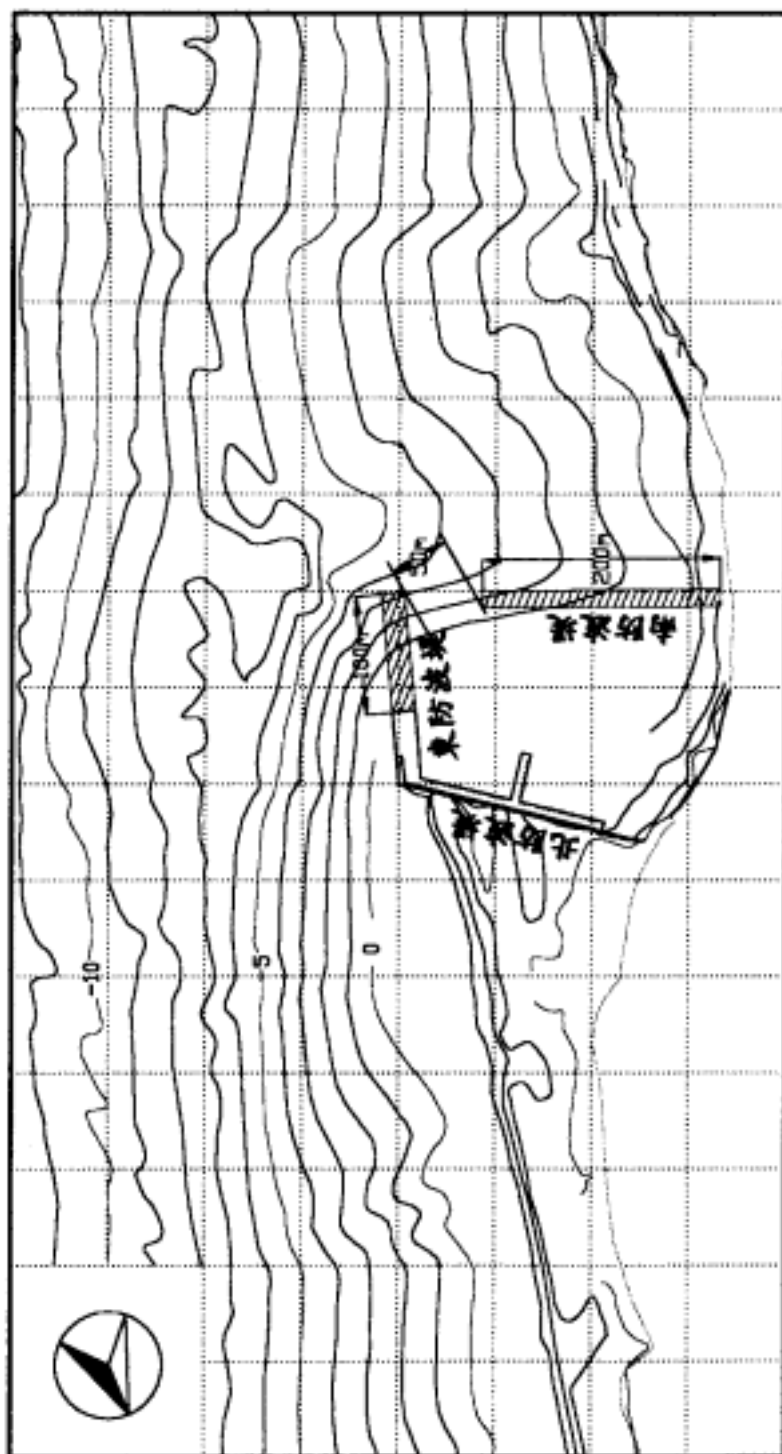


圖 3-1 主配置 A 試驗的防波堤配置示意圖

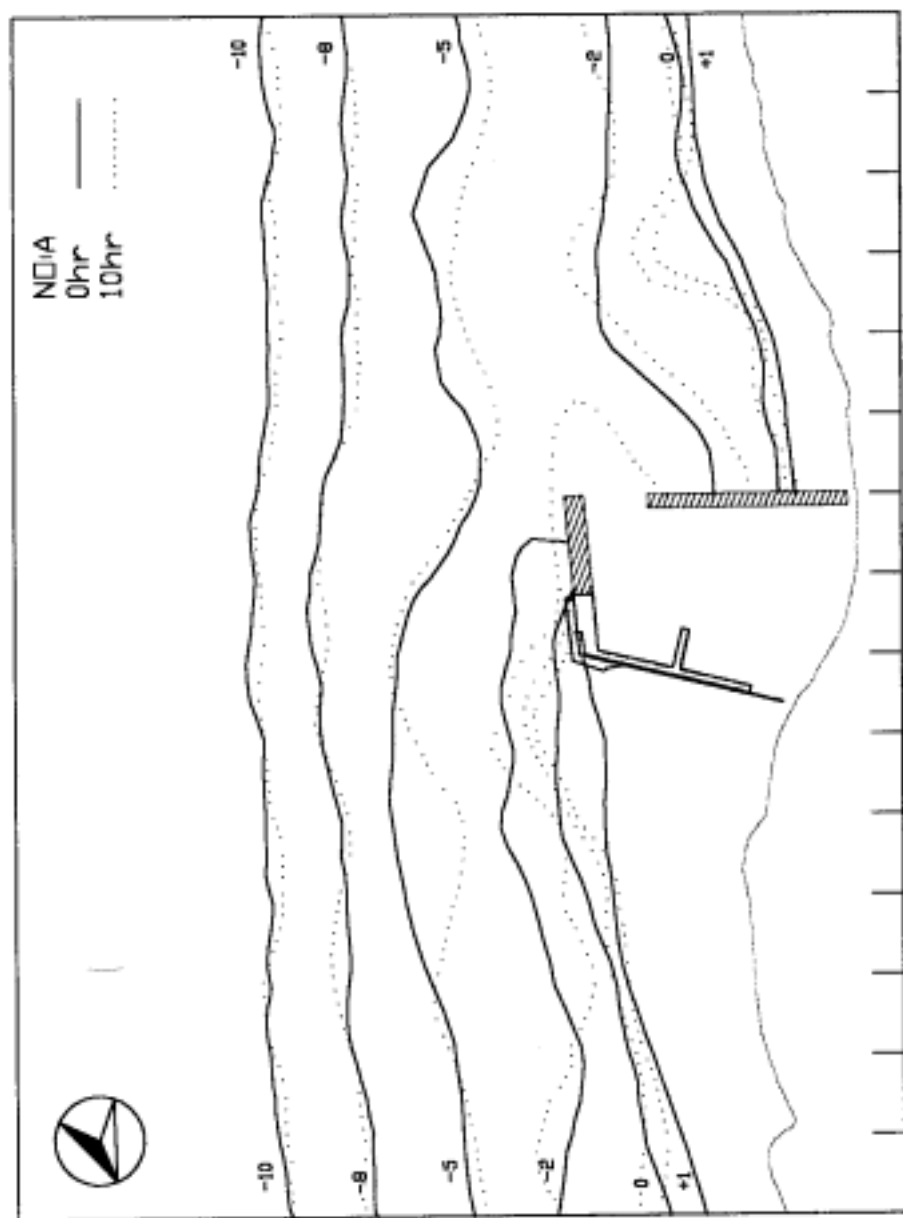


圖 3-2 主配置 A 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖

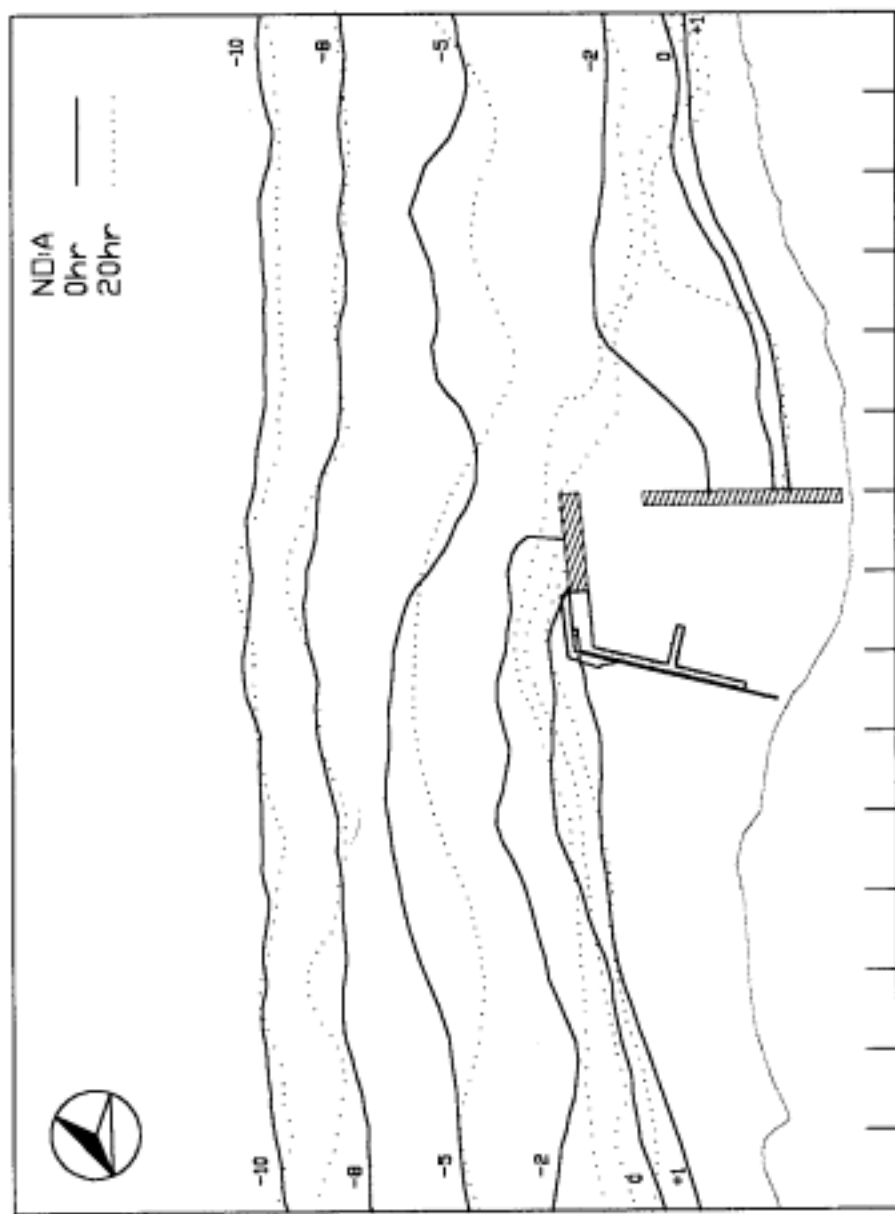
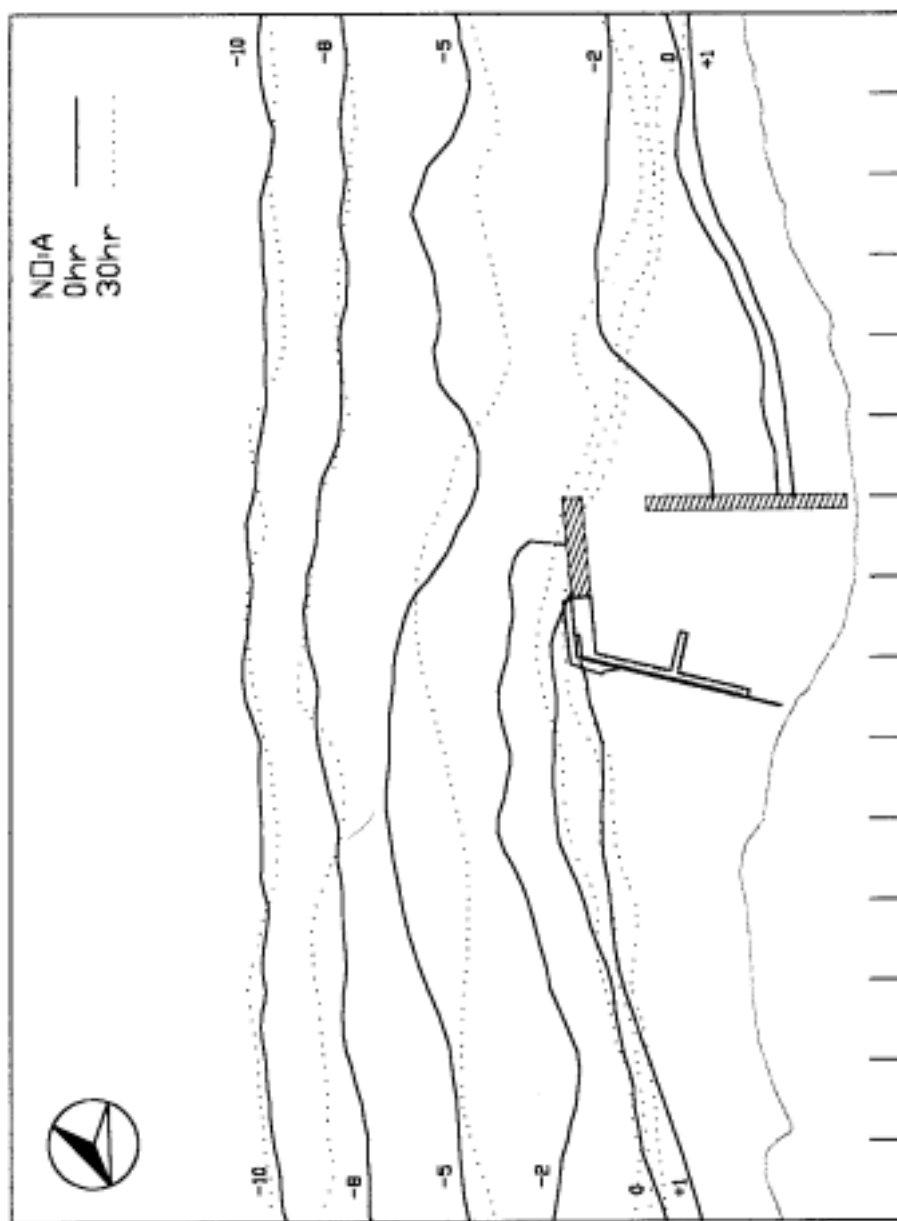


圖 3-3 主配置 A 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 3-4 主配置 A 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖

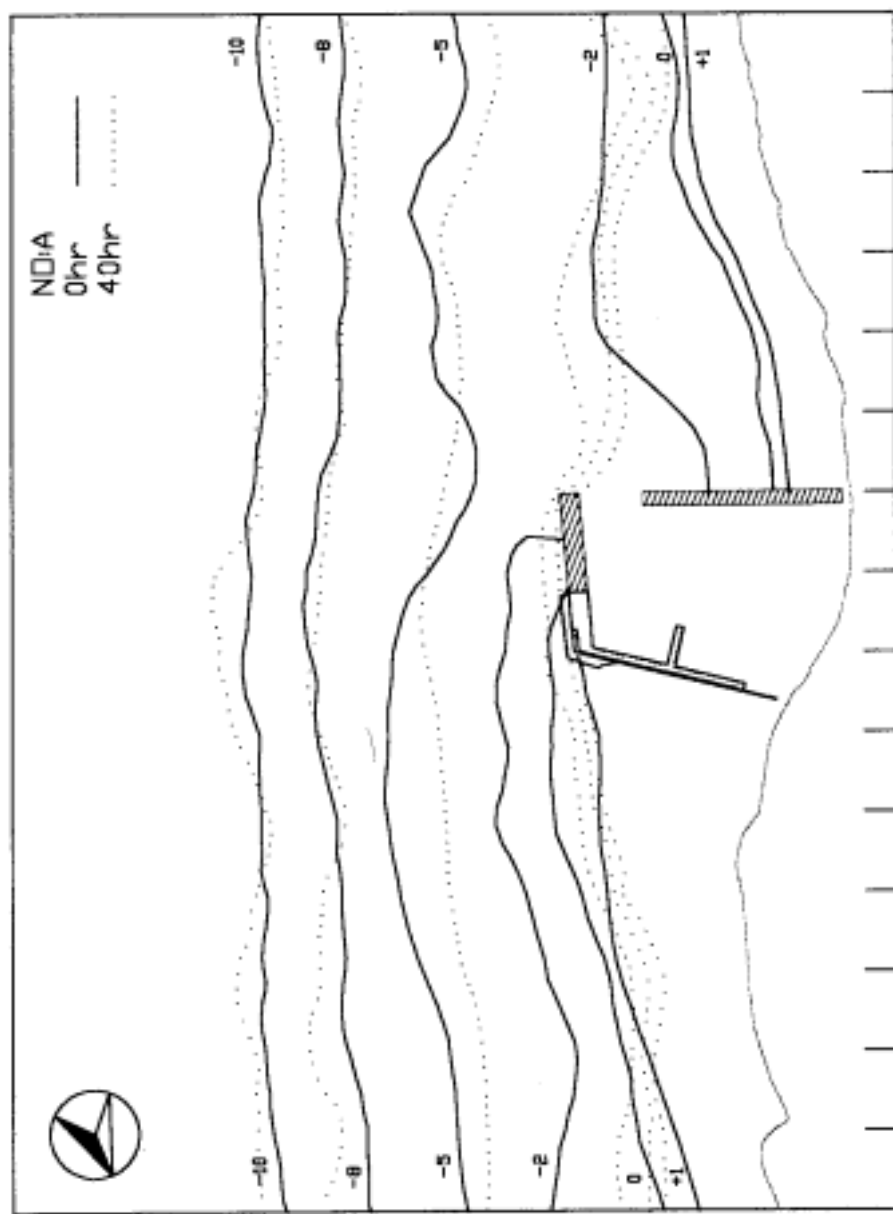


圖 3-5 主配置 A 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖

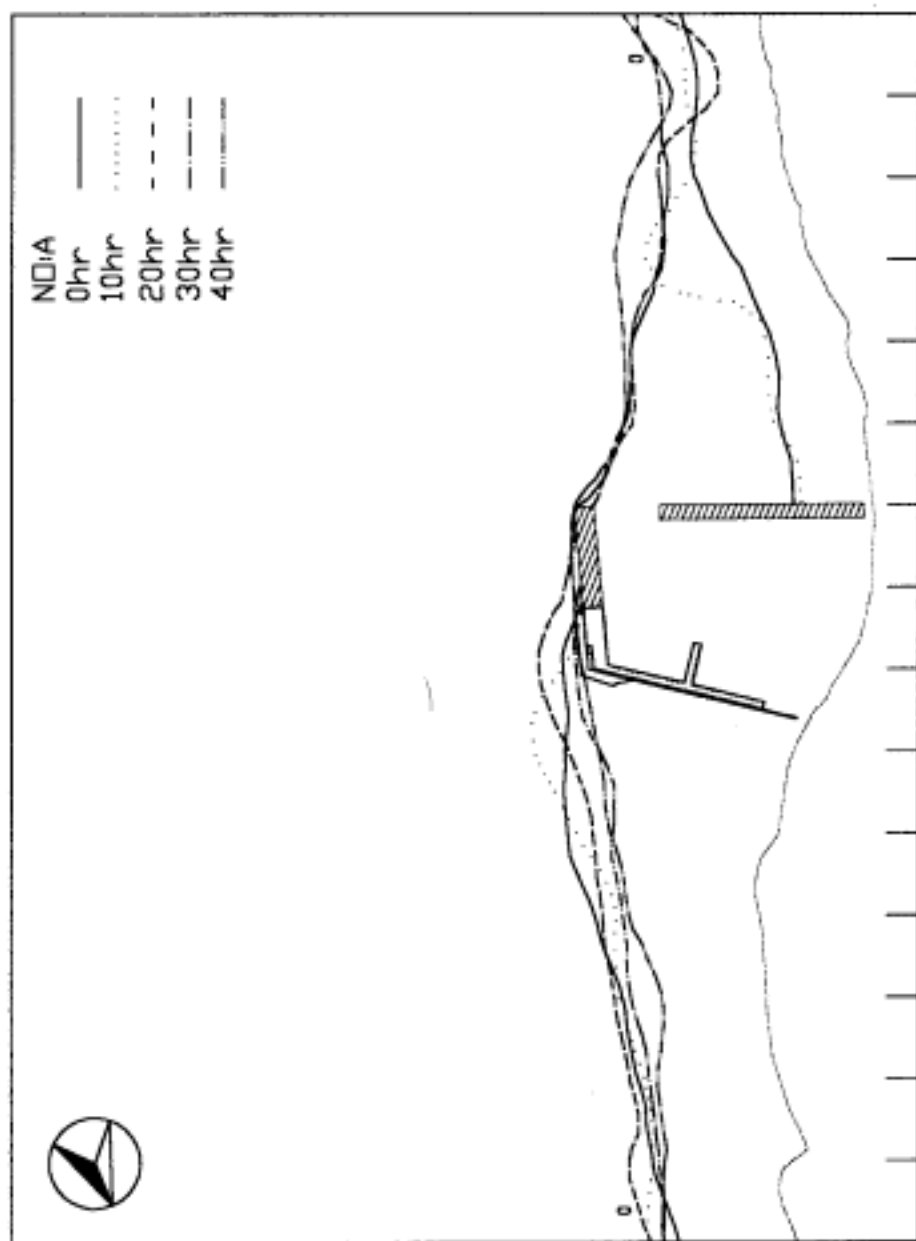


圖 3-6 主配置 A 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖

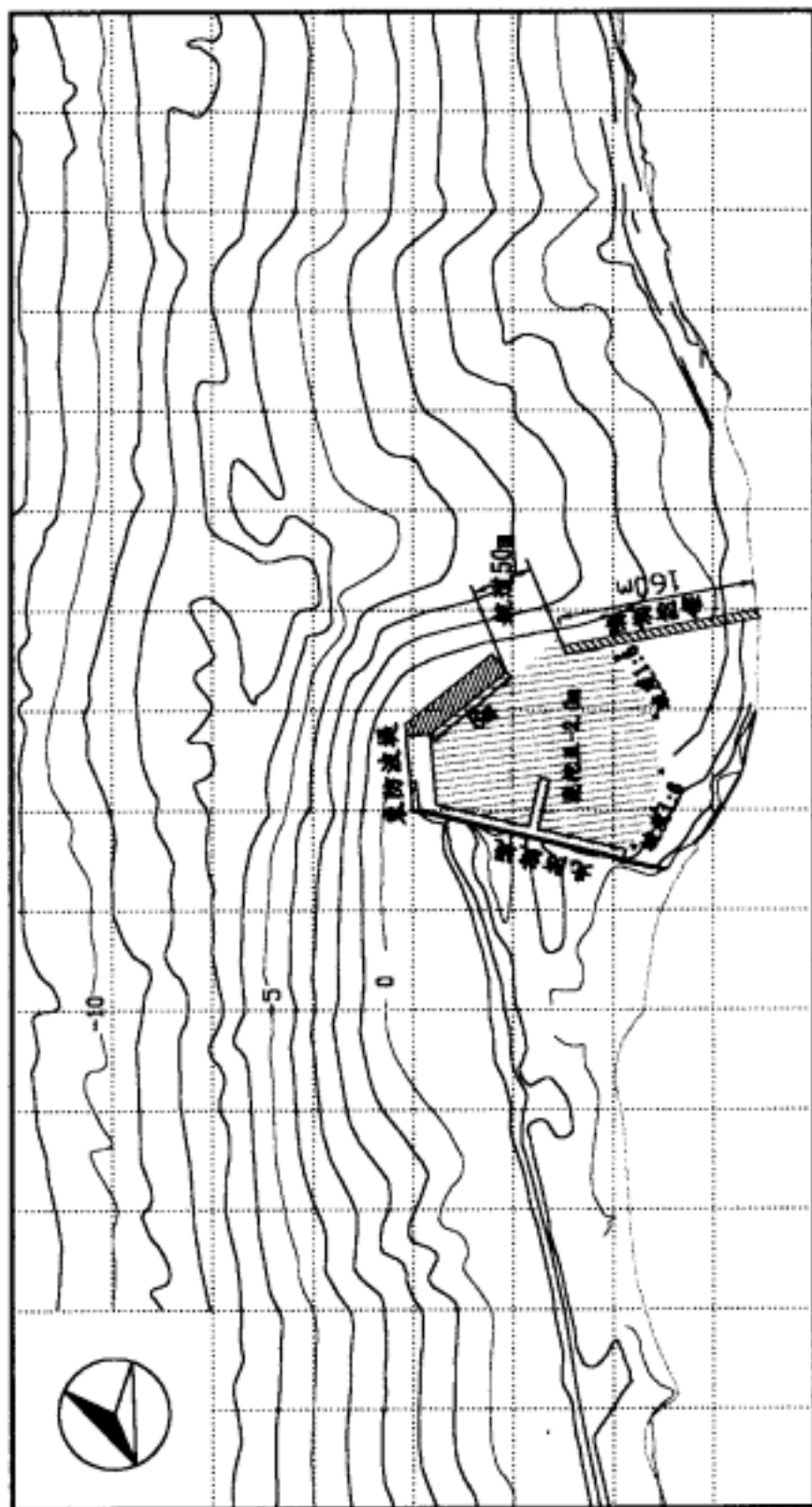
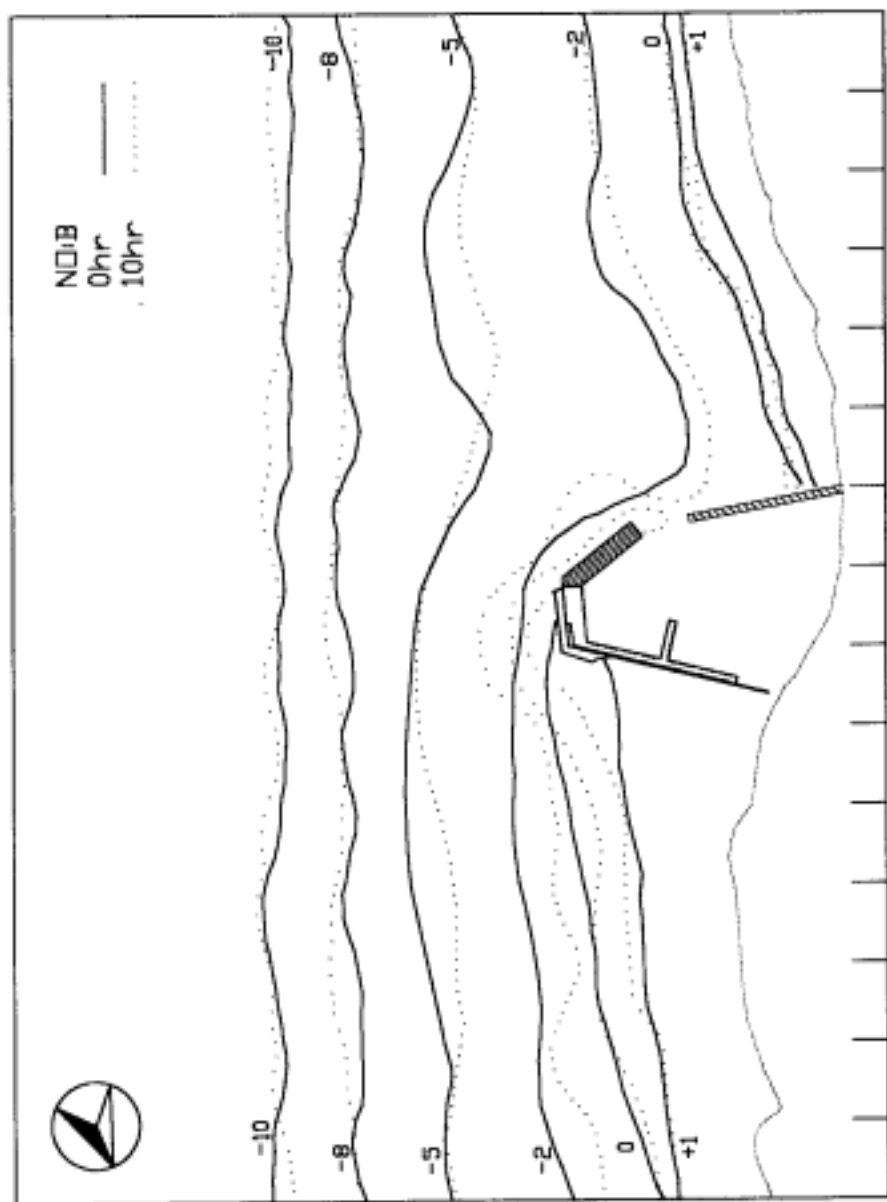
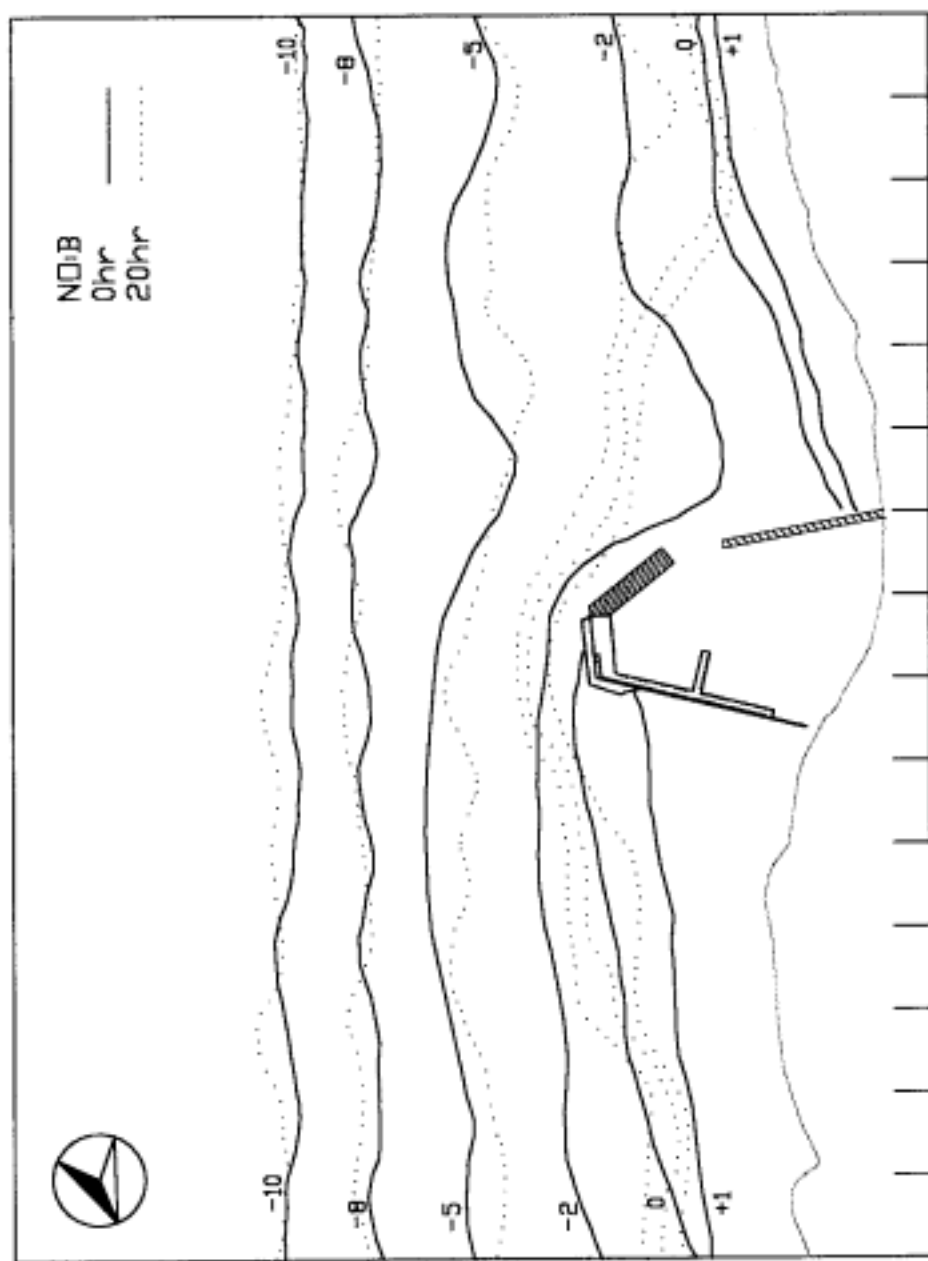


圖 3-7 主配置 B 試驗的防波堤配置示意圖



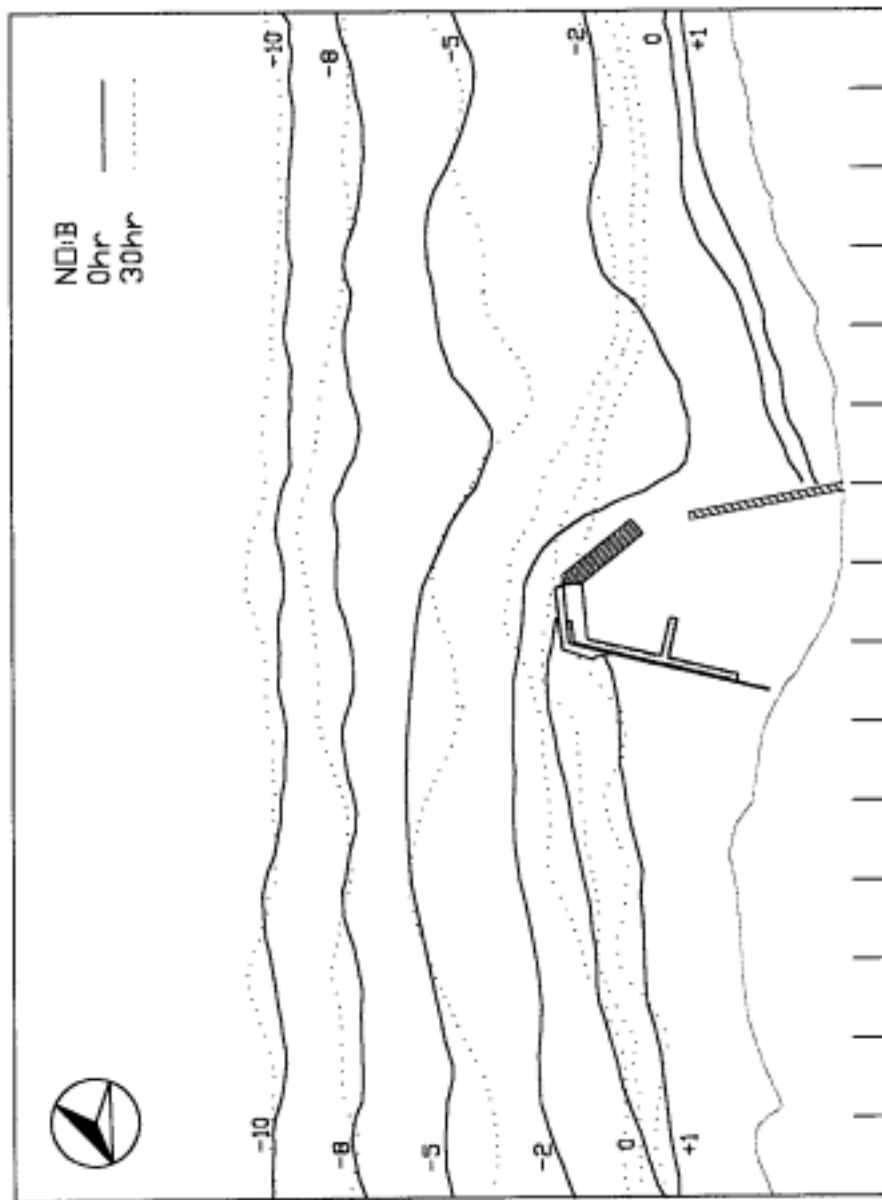
13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 3-8 主配置 B 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 3-9 主配置 B 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 3-10 主配置 B 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖

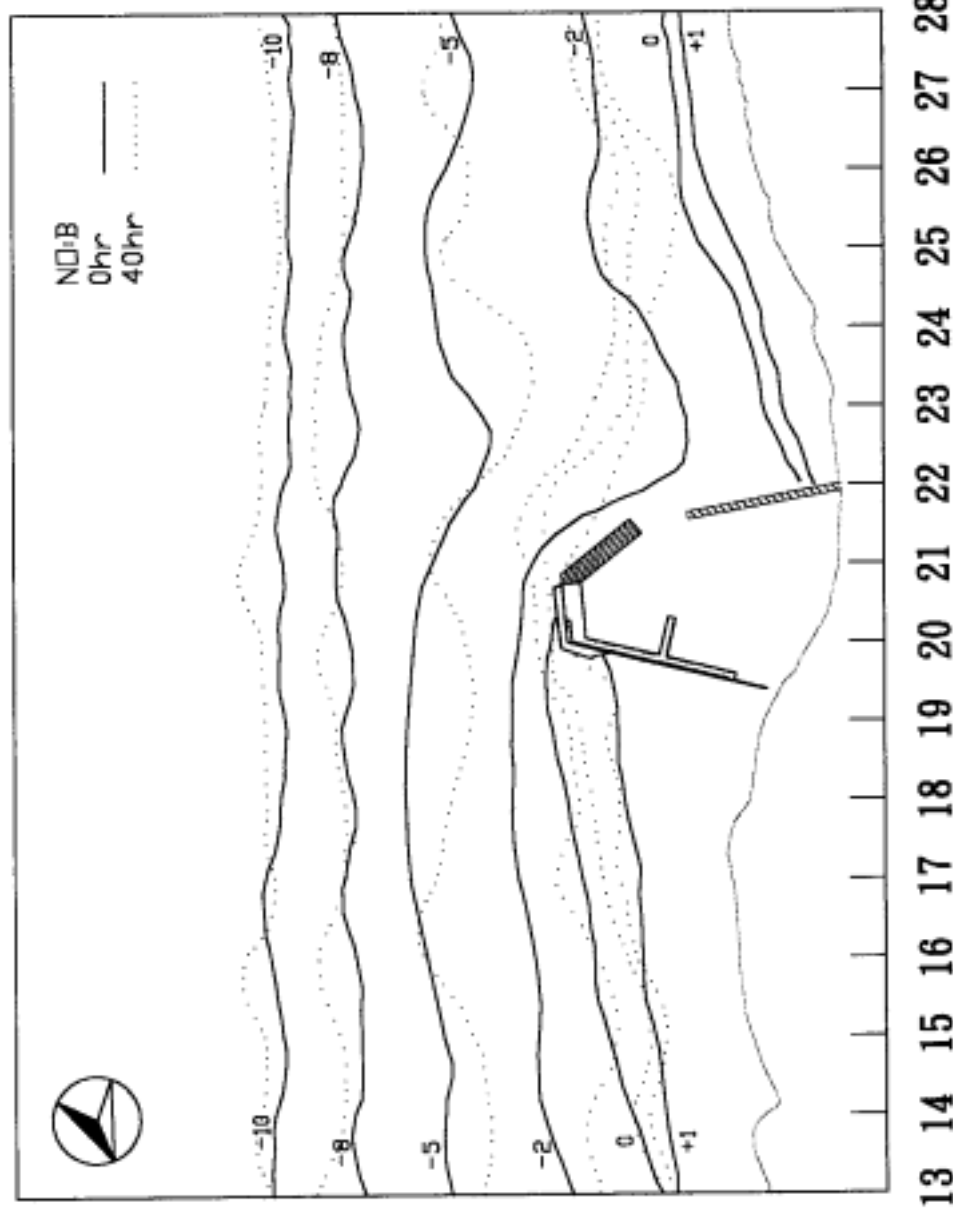


圖 3-11 主配置 B 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖

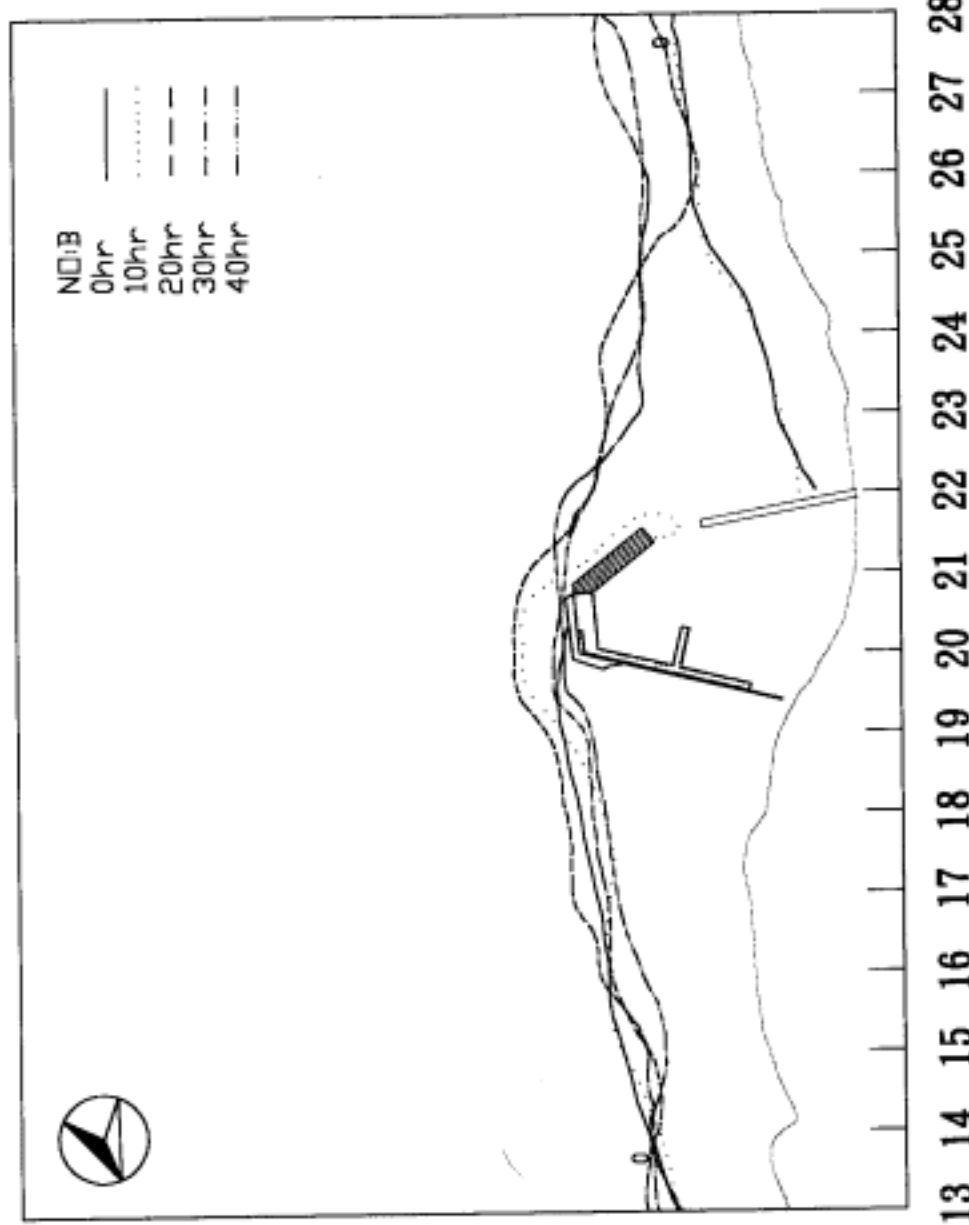


圖 3-12 主配置 B 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖

第四章 改善配置試驗

依據第三章主配置試驗的結果及期中、期末審查會委員意見，考量實際現場波場、流場以及漂沙機制，提出四個改善配置方案並進行漂沙水工試驗，探討其海岸變遷的情形，俾提供施政及規劃設計單位，日後對該港的增建或改建的參酌。改善配置的波浪條件以及試驗的方法皆與主配置試驗相同。

在前三個改善配置試驗中，主要為延伸北防波堤長度，而東防波堤及南防波堤的配置則隨北防波堤的配置位置及長度而做適當的調整。其目的為將港口突堤堤頭延伸至-7m 水深以下，使漁港北側淤積的範圍增加，而且增加漂沙繞過堤頭的困難度，可以防止港口被淤積或延長被淤積的時間。而配置東防波堤主要為保持港池的穩靜以及防止漂沙流入港池區。

4-1 改善配置 C 試驗

改善配置 C 方案試驗的港口防波堤配置為：原有的北防波堤繼續往南側延伸，方向為舊北防波堤方向再偏南約 30 度，延伸長度為 153 公尺，使堤頭延伸至-7m 水深。另外於新建北防波堤堤頭處，連接配置一東防波堤，方向為平行-7m 等深線，長度為 65 公尺。在原有北防波堤南側約 200 公尺處設置一垂直灘線的南防波堤，長度為 265 公尺，兩座防波堤堤頭距離為 80 公尺，改善配置 C 方案的配置圖如圖 4-1 所示。本配置主要目的為延伸北防波堤至較深水區(約-7 公尺水深)，使漂沙不易繞過堤頭，或使繞過堤頭的漂沙，因水域深而不易帶往南邊的海岸淤積，亦不致淤積於港口處。另外南防波堤的長度比主配置 A 及 B 長，主要為使港口開口不致太大，防止北向及南向的漂沙及波浪進入港內。

圖 4-2 圖 4-5 為改善配置 C 試驗預測未來 4 年時間的等深線變化圖

圖 4-2 為試驗 10 小時，相當於現場 1 年時間的等深線變化圖，圖形顯示新及舊北防波堤北側區域(斷面 13 21)的+1m 及 0m 等深線往海側推進，淤積現象明顯。 -2m 等深線在斷面 19 21 區域往海側推進，呈現明顯淤積現象， -5m 等深線明顯繞過新建東防波堤堤頭往南漂移，亦呈現淤積現象。在南防波堤南側區域則呈現侵淤互現現象。

圖 4-3 為試驗 20 小時，相當於現場 2 年時間的等深線變化圖，圖形顯示北防波堤北側附近區域(斷面 18 20)的+1m 及 0m 等深線持續往海側推進，淤積現象比前 10 小時更加明顯， -5m、 -8m 及 -10m 等深線變化亦呈現淤積現象，且 -2m 等深線已到達港口處。在東防波堤東側(斷面 21 22)附近 -2m -10m 等深線皆呈現向海側推進的現象，漂沙持續往南向漂移的趨勢明顯。在南防波堤南側區域，除斷面 22 及 23 的+1m 及 0m 等深線呈現淤積現象外，其餘地區則侵淤互現。

圖 4-4 為改善配置 C 試驗 30 小時，相當於現場 3 年時間的等深線變化圖，圖形顯示北防波堤北側的 0m -10m 等深線變化趨勢與前一年相似，而在東防波堤堤頭附近(斷面 N0.22)的 -2m 等深線已淤積至整個港口出入口，照片 4-1 為改善配置 C 試驗 30 小時後的模型試驗照片，由照片可以明顯看出港口附近的淤塞情形。而 -5m 等深線在斷面 N0.20 23 持續往海側推進，呈現淤積現象。在南防波堤南側區域，則侵淤互現。

圖 4-5 為改善配置 C 試驗 40 小時，相當於現場 4 年時間的水深變化圖，圖形顯示北防波堤北側(斷面 17 21)的+1m、 0m 及 -5m 等深線變化皆呈現淤積現象， -2m 等深線變化在斷面 13 19 呈現侵蝕而在斷面 13 19 呈現淤積現象， -8m 及 -10m 等深線變化則侵淤互現。東防波堤東側(斷面 21 及 22)所有水深線變化均呈現淤積現象。南防波堤南側區域，由於漂沙淤積且繞過東防波堤堤頭，使愈接近南防波堤南側區域(斷面 22 23)的淤積現象愈明顯。照片 4-2 為改善配置 C 試驗 40 小時後的試驗模型照片，

由照片可以看出北防波堤北側、東防波堤東側以及港口附近的侵淤情形。

圖 4-6 為改善配置 C 各歷時的 0m 等深線(灘線)的變化圖,圖形顯示在新及舊北防波堤北側區域,造波 10 及 20 小時的淤積較為明顯,其原因為新建北防波堤阻礙了原有漂沙向南的機制,所以預期建港前兩年此區域將發生較明顯的淤積現象,此現象與圖 2-9 及圖 2-11 鹽寮漁港在建港後的 2 年地形變化,在北防波堤北側區域淤積非常明顯相同。而在 20 小時以後,由於漂沙已繞過東防波堤堤頭,因此此區域的等深線變化不大,淤沙趨緩。另外在新建南防波堤南側區域,造波時間越長,等深線愈往外推進,亦即呈現逐年淤積現象,尤其以第 2 年最為明顯,而且預期在第 4 年後,港口出入口即被淤積阻塞住,其原因為漂沙逐年漂過東防波堤堤頭,而淤積在新建南防波堤南側區域。

4-2 改善配置 D 試驗

根據改善配置 C 試驗的試驗結果,漂沙在第 2 年以後,逐漸繞過東防波堤而淤積在港口及南防波堤南側區域,為改善以上現象將改善配置 D 試驗的港口防波堤配置為:原有的北防波堤繼續往東南側延伸,方向與舊北防波堤方向一樣,延伸長度為 200 公尺,新建北防波堤堤頭水深約為-7.5m,另外於新建北防波堤堤中央 100 公尺處,連接配置一東防波堤,長度為 180 公尺,在原有北防波堤南側約 270 公尺處設置一垂直灘線的南防波堤,長度為 250 公尺,兩座防波堤堤頭距離為 50 公尺,改善配置 D 的配置圖如圖 4-7 所示。本配置主要目的為延伸北防波堤至深水區(約-7 公尺深),使漂沙不易繞過堤頭,並且藉突堤的導流及波浪反射效應,減緩漂沙淤積在北防波堤北側區域,進而使漂沙不易帶往南邊的海岸淤積,達到港口不致在短期幾年即被淤塞的效果,另外配置適當的南防波堤使港口開口不致太大,防止北向及南向的漂沙及波浪進入港內。

圖 4-8 圖 4-11 為改善配置 D 試驗預測未來 4 年時間的等深線變化圖。圖 4-8 為試驗 10 小時，相當於現場 1 年時間的等深線變化圖，圖形顯示新及舊北防波堤北側區域的+1m -5m 等深線往海側推進，淤積現象明顯，尤其越接近北防波堤附近，淤積現象愈明顯。在新北防波堤堤頭附近的-8m 及-10m 等深線往岸側後退，其原因為堤頭沖刷的結果。新北防波堤南側區域的-2m、-5m、-8m 及-10m 等深線向岸側後退，其原因為沒有沙源的補充，漂沙被帶往南方之突堤效應的緣故。在東防波堤堤頭附近區域(斷面 22 -24)的-5m 等深線，由於上游漂沙緣故，故等深線往海側推進。在新建南防波堤南側區域，除+1m 及 0m 呈現淤積現象外，其餘等深線的變化則侵淤互現。

圖 4-9 為改善配置 D 方案試驗 20 小時，相當於現場 2 年時間的等深線變化圖，圖形顯示北防波堤北側附近區域(斷面 19 -20)的+1m -8m 等深線持續向海側推進，淤積現象比前一年更加明顯，其他區域(斷面 13 -19)的等深線則侵淤互現，在新北防波堤堤頭附近仍然呈現沖刷侵蝕的現象。南防波堤南側附近區域淤積的範圍(斷面 22 -24)與前一年相近，其餘地區(斷面 25 -28)的等深線則呈現侵淤互現。

圖 4-10 為改善配置 D 方案試驗 30 小時，相當於現場 3 年時間的等深線變化圖，圖形顯示北防波堤北側的 0m -10m 等深線變化趨勢與前一年相似，接近北防波堤附近區域(斷面 N0.20)雖然持續淤積，但淤積速度不若前二年明顯。在東防波堤堤頭的-5m 等深線比前一年往岸側後退，其原因為第三年東防波堤以東的沙源因北防波堤的阻隔而減少，再加上堤頭的沖刷效應。在南防波堤南側區域的侵淤狀況與前一年相似，除接近南防波堤附近區域以及+1m 和 0m 附近區域有淤積現象外，其餘區域則侵淤互現。

圖 4-11 改善配置 D 試驗 40 小時，相當於現場 4 年時間的水深變化圖，圖形顯示接近北防波堤北側區域(斷面 20)的+1m、0m、-2m 及-5m 等深線

變化雖然呈現淤積現象，但與前一年的圖 4-10 比較，則第四年等深線往海側推進現象已趨緩，由於該區的底床坡度變陡，防波堤的導流與反射作用，使原有向南的漂沙受阻，由照片 4-3 顯示改善配置 D 試驗 40 小時後，在北防波堤附近的淤積的情形。 -5m 及 -8m 等深線變化在斷面 13 19 呈現侵淤互現。新建北防波堤堤頭附近的 -8m 等深線以及新建東防波堤堤頭附近的 -5m 等深線，均由於堤頭沖刷而呈現往岸側退後的沖刷現象。南防波堤南側區域，侵淤狀況與前一年相似。

圖 4-12 為改善配置 D 各歷時的 0m 等深線(灘線)的變化圖，圖形顯示在新及舊北防波堤北側區域(斷面 19 20)，造波 10 及 20 小時的淤積現象較為明顯，其原因為新建北防波堤阻礙了原有漂沙向南的機制，所以預期建港前兩年此區域的淤積情形會較嚴重，此現象與圖 2-9 及圖 2-11 鹽寮漁港在建港後前二年，北防波堤北側區域淤積非常明顯是相同的。此區域 20 40 小時的等深線變化不大，由於地形趨於穩定以及推進的漂沙受阻於北防波堤波浪反射及導流的影響，四年時間灘線往海側推進約 98 公尺。在新建南防波堤南側區域(斷面 23 25)，其灘線侵淤的情形與北防波堤北側區域相似，在 20 小時後的等深線變化不大，亦即第二年後的灘線變化不大。

4-3 改善配置 E 試驗

改善配置 D 方案試驗的結果顯示漂沙在第二年以後，在港口上游及下游側漂沙淤積趨緩，但 4 年時間灘線仍向海側推進約 98 公尺，淤積速度每年約為 25 公尺，為改善以上缺失，改善配置 E 方案將北防波堤延伸至更深的海域，試驗漂沙是否能得到更好的控制。改善配置 E 方案試驗的港口防波堤配置為：在原有主配置 A 再加上延伸的北防波堤，延伸長度為 300 公尺，堤頭水深約為 -10m。改善配置 E 方案的配置圖如圖 4-13 所示。

本配置的目的為加長北防波堤延伸至深水區，欲阻止漂沙流向南側，並藉突堤的導流及波浪反射效應，減緩漂沙淤積在北防波堤北側區域的速度。

圖 4-14 圖 4-17 為改善配置 E 試驗預測未來 4 年時間可能的等深線變化圖。圖 4-14 為試驗 10 小時，相當於現場 1 年時間的等深線變化圖，圖形顯示新及舊北防波堤北側區域的+1m -5m 等深線明顯的往海側推進，淤積現象明顯，尤其越接近北防波堤附近，淤積現象更明顯。新北防波堤南側區域的-2m -10m 等深線明顯的往岸側後退，其原因為沙源受阻於長的新北防波堤。在南防波堤南側區域，+1 及 0m 水深線呈現淤積現象，南防波堤堤頭附近的-2m 水深線，則因堤頭冲刷效應往岸側後退，其餘等深線的變化則呈現侵淤互現。

圖 4-15 為試驗 20 小時，相當於現場 2 年時間的等深線變化圖，圖形顯示北防波堤北側附近區域(斷面 19 20)的+1m -8m 等深線持續往海側推進，範圍也擴大為斷面 17 20，淤積現象比前 10 小時更加明顯，在新北防波堤堤頭附近仍呈現冲刷的現象。南防波堤南側區域(斷面 23 28)，除接近南防波堤附近區域(斷面 22 23)呈現淤積現象外，其餘等深線的變化則呈現侵淤互現。

圖 4-16 為改善配置 E 試驗 30 小時，相當於現場 3 年時間的等深線變化圖，圖形顯示北防波堤北側的 0m -10m 等深線變化趨勢與前一年相似，在接近北防波堤附近區域(斷面 N0.20)雖然呈現淤積現象，但若與前 10 小時相較，20 30 小時的淤積現象並不顯著。在北防波堤南側區域的-2m 等深線，向岸側後退至新建南防波堤南側，由於新建北防波堤的突堤效應，使本區漂沙漂走後，沒有沙源補充之故。南防波堤南側區域(斷面 22 28)除+1m 等深線呈現向海側推進的淤積外，其餘等深線則呈現侵淤互現。

圖 4-17 為試驗 40 小時，相當於現場 4 年時間的水深變化圖，圖形顯示接近北防波堤北側區域(斷面 20)的+1m -8m 等深線變化呈現持續淤積現象，由於+1m -5m 等深線持續向海側推進，致使-8m 等深線由早期的(10 及 20 小時)侵蝕現象轉變為目前的淤積現象。南防波堤南側區域(斷面 22 28) 則呈現侵淤互現狀態。照片 4-4 為改善配置 E 試驗 40 小時後的試驗模型照片，由照片可看出整個改善佈置 D 各防波堤附近的侵淤情形。

圖 4-18 為改善配置 E 各歷時的 0m 等深線(灘線)變化圖，圖形顯示在新北防波堤北側區域(斷面 18 20)，0m 等深線隨著造波時間的增加，而持續往海側推進，4 年時間約推進 74 公尺。而改善配置 D 約推進 98 公尺，顯然改善配置 E 的淤積速度較慢，其原因為受到較長北防波堤波浪反射及導流的效應。在新建南防波堤南側區域，灘線侵淤並無一定規則的情形。

4-4 改善配置 F 試驗

前五個配置方案(A、B、C、D、E)均以延伸北防波堤或東防波堤方式，攔阻北方來之漂沙，改善港池免於淤塞。以此硬式方法攔阻漂沙，在短期幾年內雖能見其成效，但長時間來說，漂沙仍繼續堆積在北防波堤北側，當堆積至一定程度後(堤頭附近)，最後仍然會漂過堤頭進入港池。有鑑於此，第 6 個配置方案(F)以離岸港口方式佈置防波堤，此佈置拆除原有北防波堤約 105 公尺，改為繫岸橋樑連接離岸港口。在原東防波堤位址往海測佈置一橢圓形狀的離岸港口，船隻出入口開在南側，在橋下附近之海砂，做適當的疏浚，改善配置 F 方案佈置如圖 4-19 所示。此配置的目的為改善傳統以繫岸港口突堤攔沙的缺點，使近岸漂沙不受阻攔，原有北防波堤北側不再淤積，港口下游亦因有沙源補充不再侵蝕，恢復未建港前使近岸漂沙，可於近岸輸送不受阻攔的機制。

圖 4-20 圖 4-23 為改善配置 F 試驗預測未來四年時間可能的等深線變化圖。圖 4-20 為試驗 10 小時，相當於現場 1 年時間的等深線變化圖，圖形顯示在連接橋樑的原有繫岸突堤北側區域(斷面 19)，+1m 等深線往海側推進，但不似配置 A E 方案明顯。新建離岸港口北防波堤北側(斷面 18 19)及南防波堤南側區域(斷面 21)的-2m 及-5m 等深線，因受波浪繞射及反射效應而明顯往岸側後退，發生堤腳沖刷現象。其餘區域+1m -10m 水深線並無明顯侵淤現象。以上試驗結果如照片 4-5 所示。

圖 4-21 為試驗 20 小時即相當於建港 2 年後的水深變化圖，圖形顯示繫岸突堤北側區域(斷面 17 19)的+1m 0m 等深線明顯往海側推進，淤沙已超過堤頭漂向下游，使斷面 20 斷面 22 區域出現淤積現象。新建離岸港口的北防波堤北側區域的-2m -5m 等深線，因波浪的反射及繞射，持續往岸側後退，亦即持續的刷深，但已不比前 10 小時明顯。與圖 4-20 造波 10 小時比較下，新建離岸港口的南防波堤南側的-2m 及-5m 不再往岸側退，亦即侵蝕現象不再持續。其餘區域的等深線變化，則呈現侵淤互現。

圖 4-22 為改善配置 E 方案試驗 30 小時，相當於現場 3 年時間的等深線變化圖，繫岸突堤北側及橋樑下方區域(斷面 19 及斷面 20)的+1m 0m 等深線持續往海側推進，發生淤積現象，但與前 20 小時比較下，淤積現象已趨緩，其原因波浪入射後在橋下由於北防波堤導流作用，產生明顯沿岸流，帶動超過突堤堤頭的沙粒，往下游輸送，使斷面 20 22 呈現淤積現象。新建離岸港口的北防波堤北側區域的-2m -5m 等深線，持續因波浪的反射及繞射，發生堤腳沖刷而往岸側後退。

圖 4-23 為試驗 40 小時，相當於建港 4 年後的水深變化圖，圖形顯示接近近岸區域(斷面 17 22)的+1m -0m 等深線變化雖呈現淤積現象，但與配置 A E 造波 40 小時比較下，淤積的情況已明顯改善，其原因為淤沙均已繞過堤頭而往下游輸送。而離岸港口的北防波堤北側附近(斷面 18

19)的-2m -5m 等深線持續往岸側退，即持續侵蝕。港口南防波堤西側區域(斷面 20 21) 亦因波浪的繞射作用，-2m 水深線往岸側退，呈現侵蝕現象。照片 4-6 為改善配置 F 試驗 40 小時後的模型試驗結果，由照片可看出由於沿岸流帶動沙粒往下游輸送，繫岸突堤與離岸港口間(橋樑下方)並無淤積現象，只在聯繫橋樑的突堤附近有淤積情形。

圖 4-24 為改善配置 F 各歷時的 0m 等深線(灘線)變化圖，圖形顯示在繫岸突堤北側區域(斷面 18 20)，0m 等深線隨著造波時間的增加，持續往海側推進，呈現淤積現象，但只推移至堤頭附近，即被沿岸流帶往下游。在繫岸突堤南側區域(斷面 20 22)，因沙源的補充而呈現淤積現象，其餘區域灘線侵淤並無一定規則。

4-5 改善配置試驗結果

綜合以上四個改善配置試驗得知：改善配置 C 方案的北防波堤延伸至-7m 水深，但北防波堤延伸長度較短且方向偏向南方，使北防波堤北側漂沙在第二年後即可繞過東防波堤堤頭，而淤積在港口出入口及南防波堤南側。改善配置 D 的北防波堤延伸至-7.5m 水深，堤長也加長為 200 公尺，充分發揮攔沙的效果，達到新建港 4 年時間港口不被淤塞的效果，但 4 年灘線推進約 98 公尺。改善配置 E 由於北防波堤延伸至水深-10m，堤長也增加為 300 公尺，能充分發揮攔沙的效果，亦因較長北防波堤的波浪反射及導流效應，抑制了漂沙的堆積速度，預期新建港 4 年時間港口不被淤塞，4 年灘線推進約 74 公尺。改善配置 F 佈置離岸港口，改變傳統以港口突堤攔沙及防波方式，使近岸漂沙不受阻攔，恢復近岸漂沙平衡，使港口不再淤塞，原有北防波堤拆除 100m，北側不再出現嚴重漂沙堆積現象。



照片 4-1 改善配置 C 試驗造波 30 小時後的模型試驗照片



照片 4-2 改善配置 C 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片



照片 4-3 改善配置 D 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片



照片 4-4 改善配置 E 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片



照片 4-5 改善配置 F 試驗造波 10 小時後的模型試驗照片



照片 4-6 改善配置 F 試驗造波 40 小時後的模型試驗照片

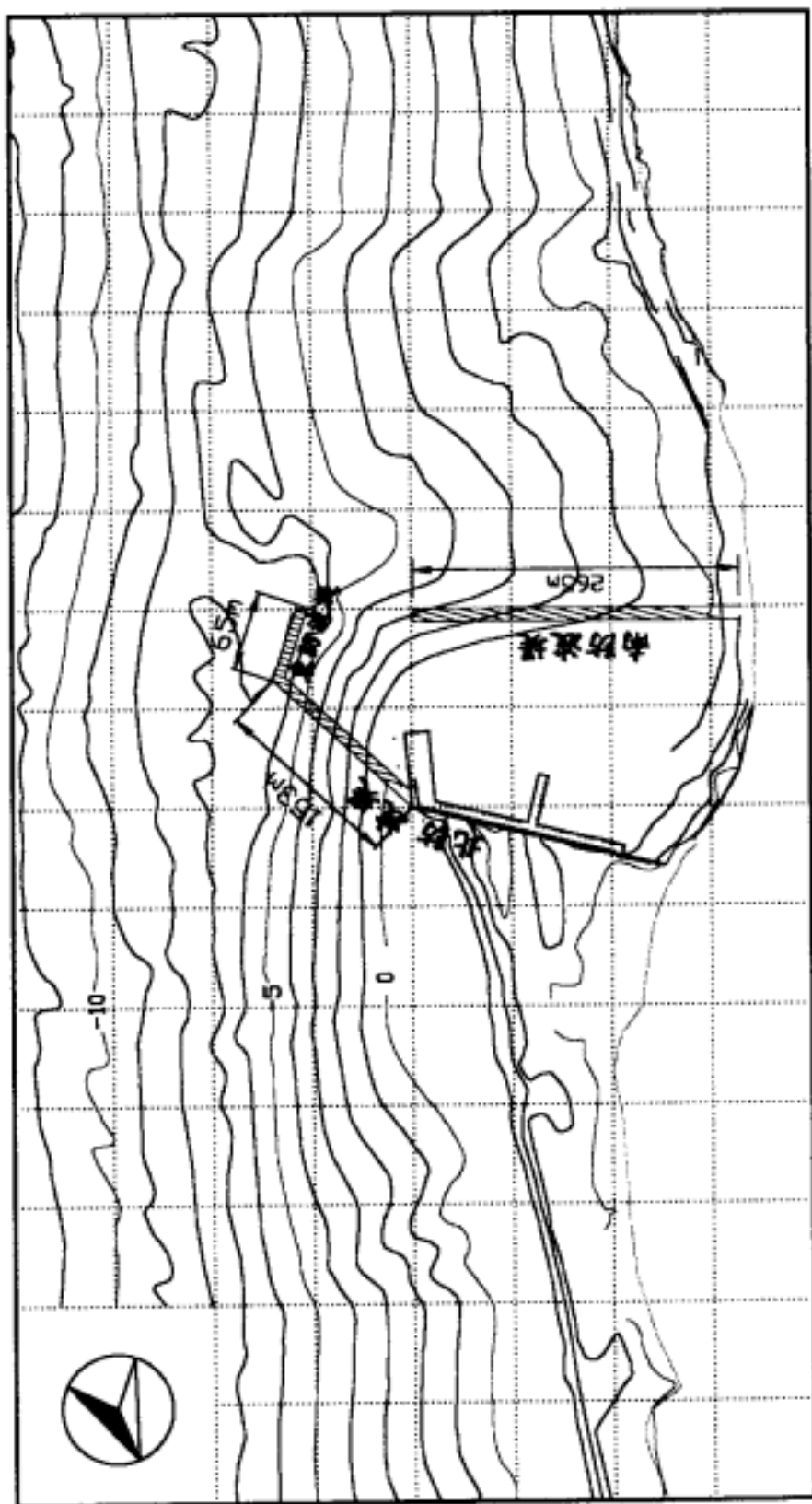
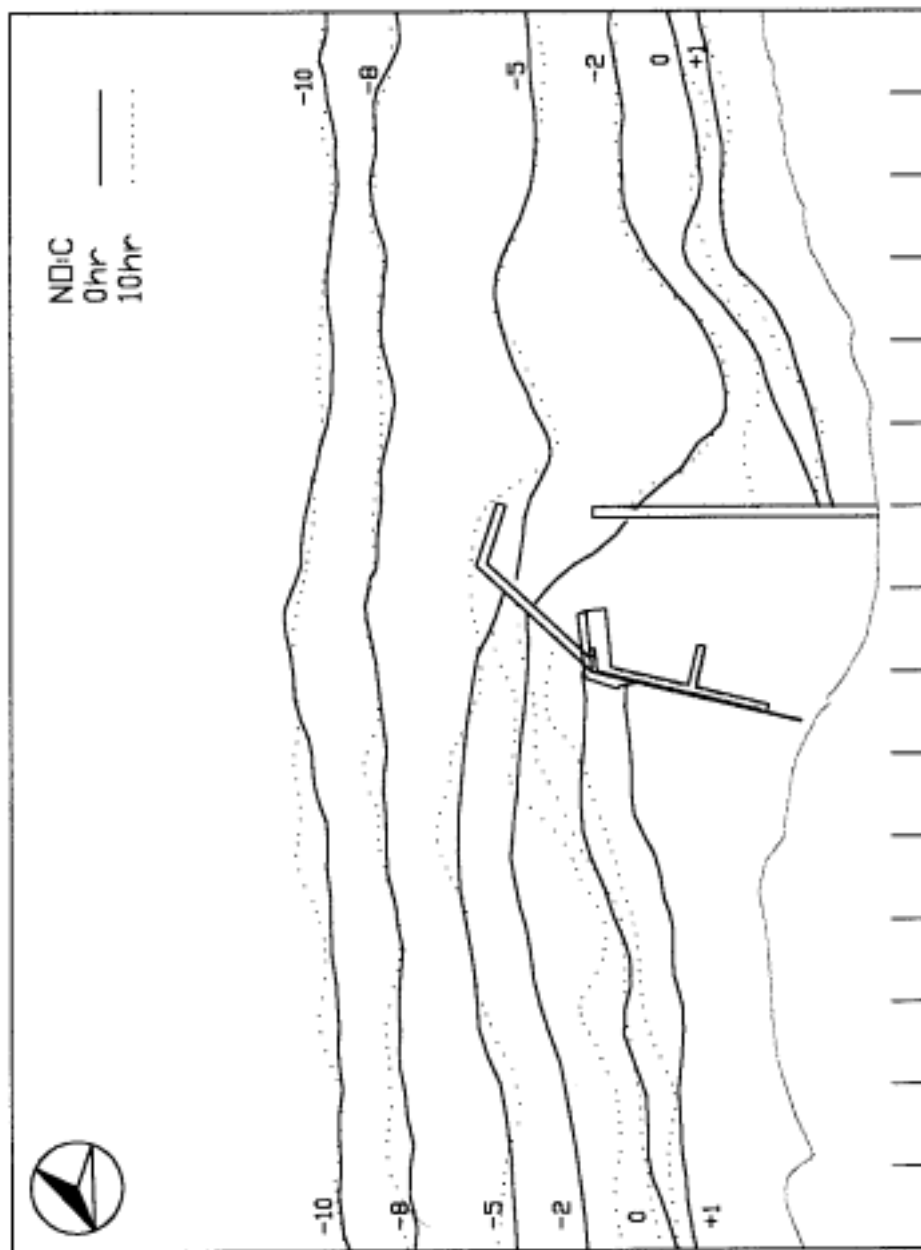


圖 4-1 改善配置 C 試驗的防波堤配置示意圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 4-2 改善配置 C 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖

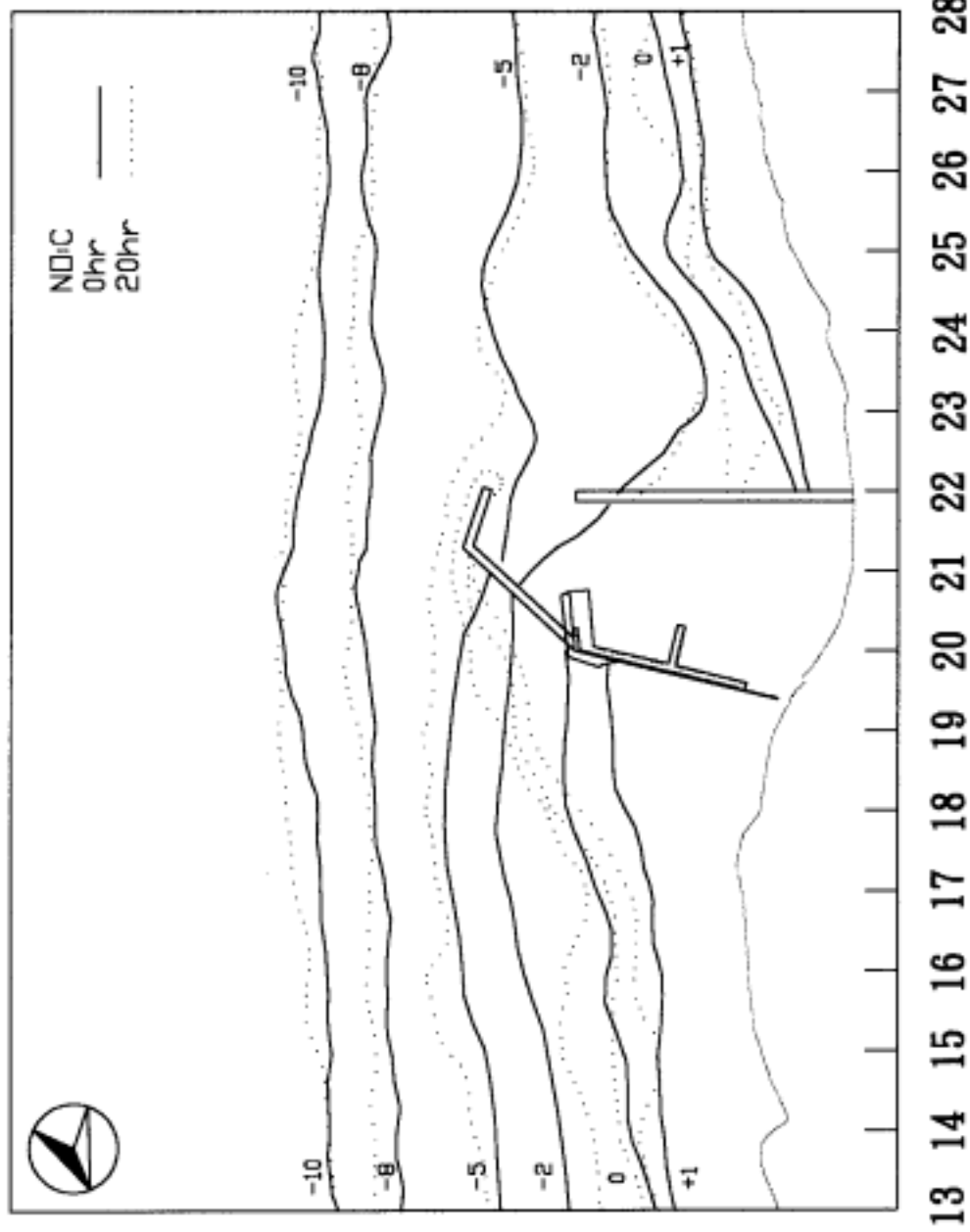


圖 4-3 改善配置 C 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖

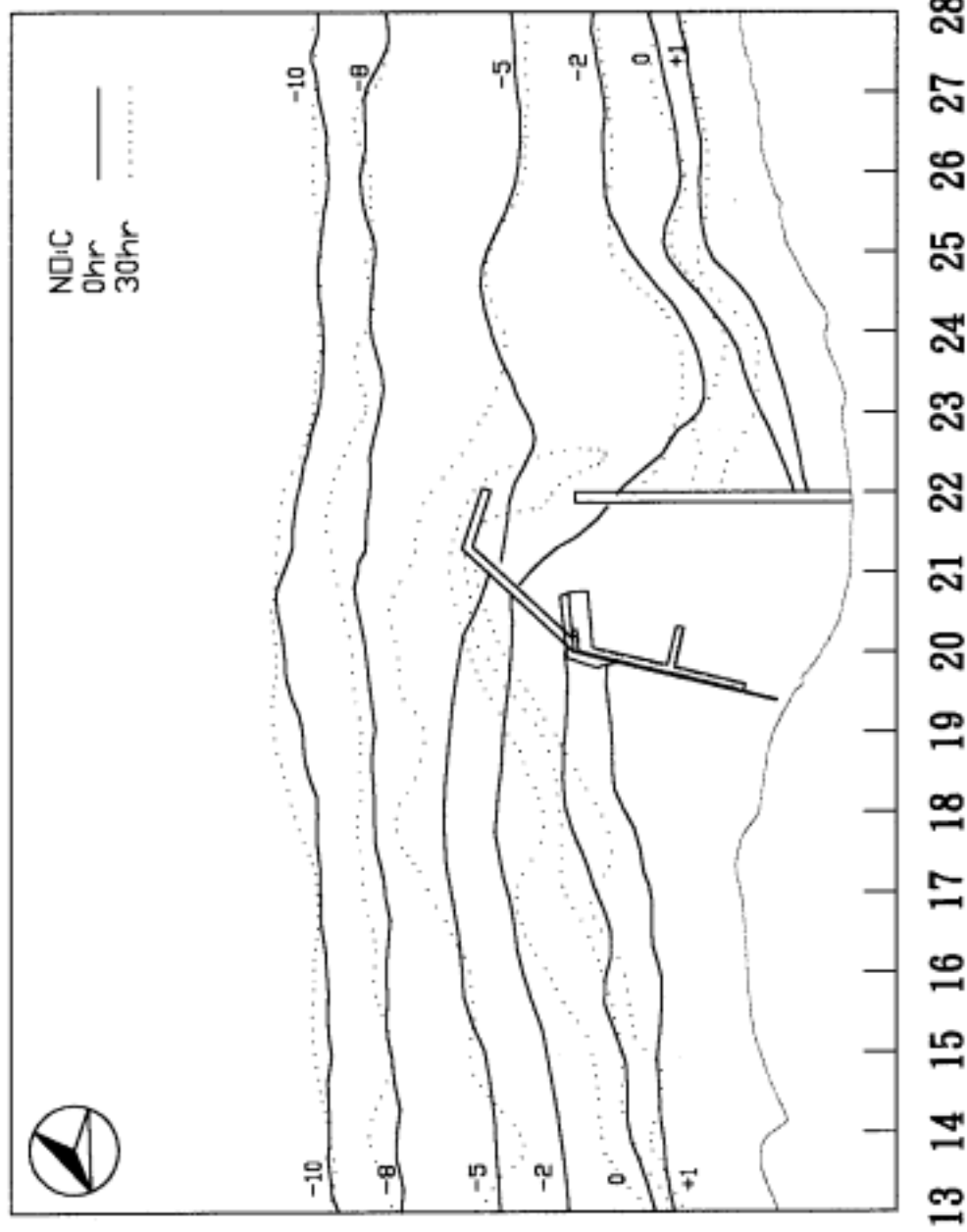
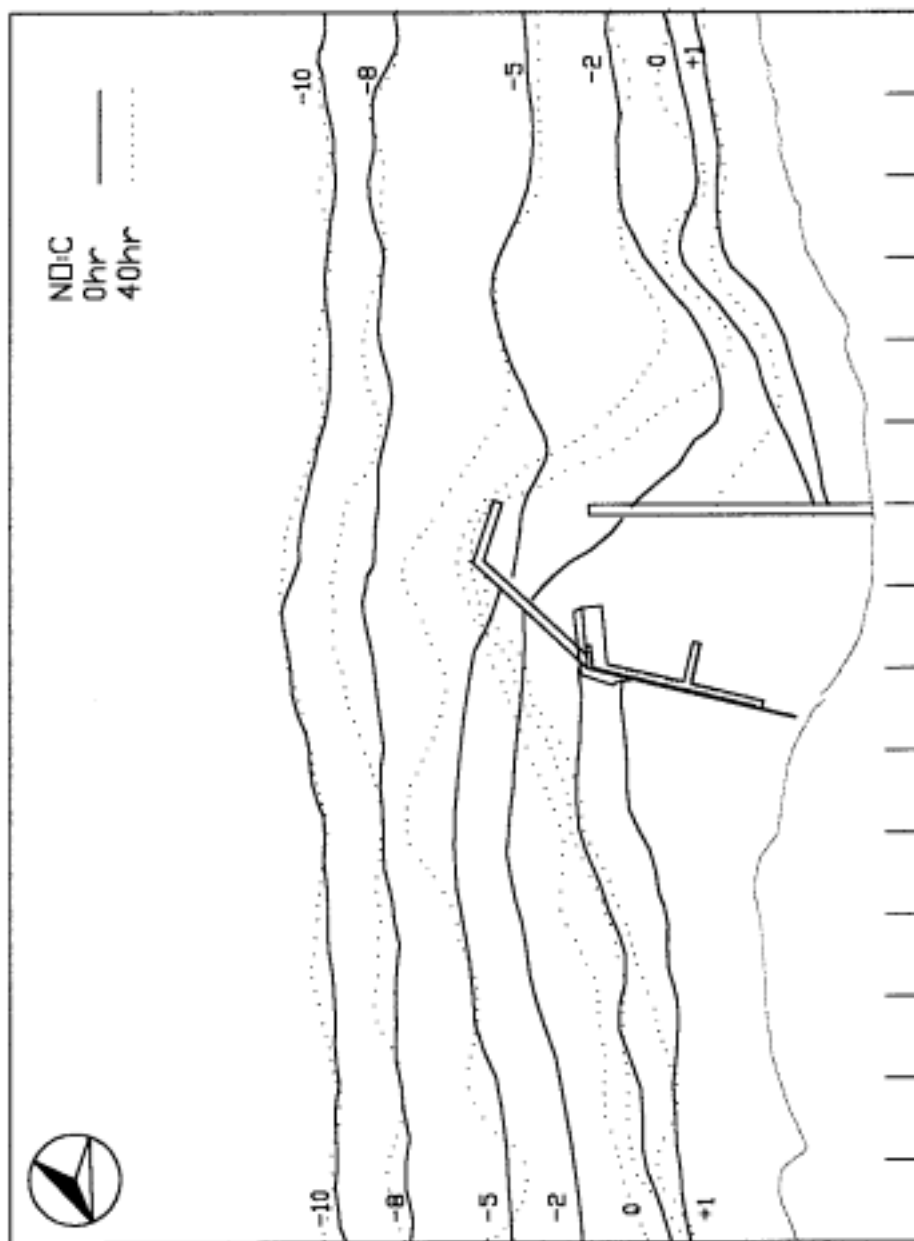


圖 4-4 改善配置 C 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 4-5 改善配置 C 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖

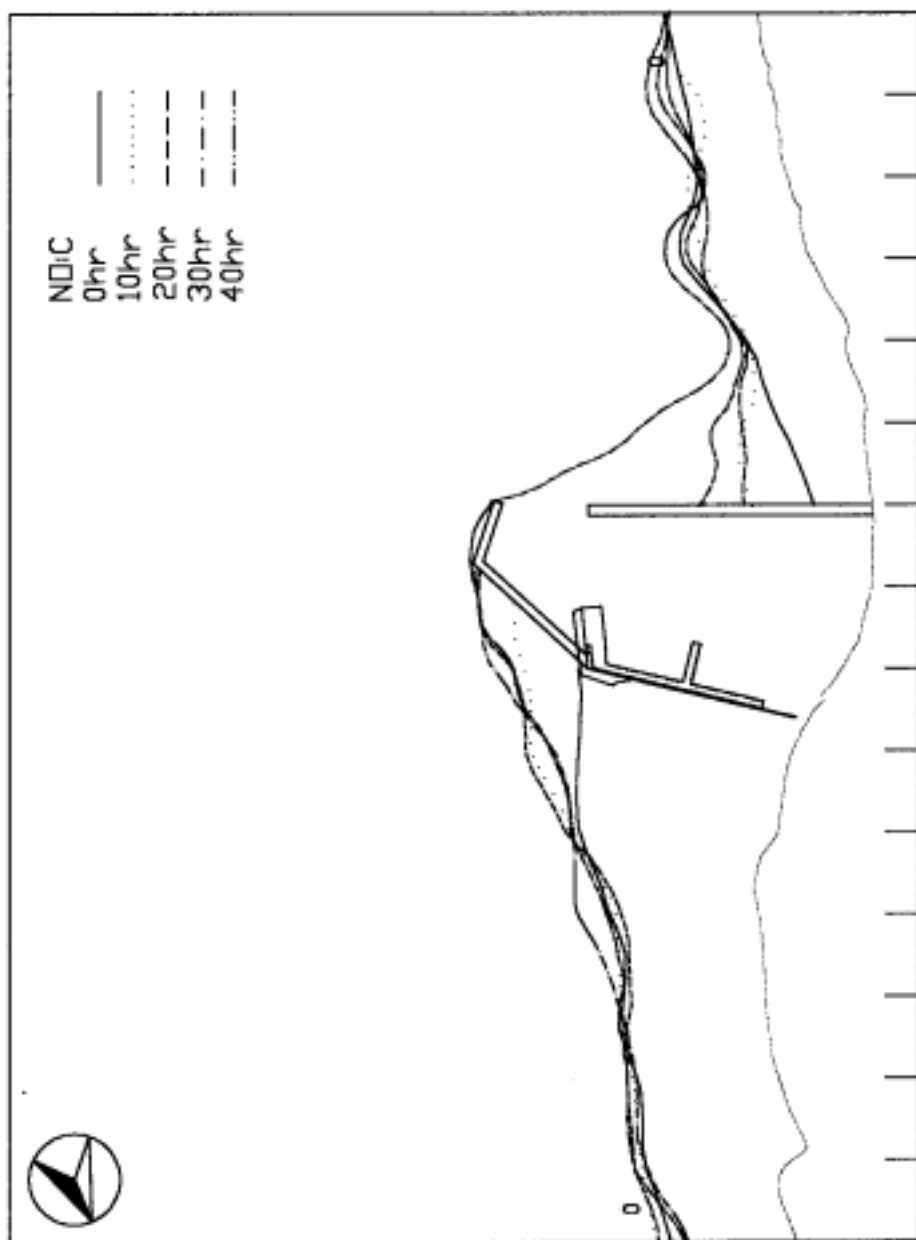


圖 4-6 改善配置 C 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖

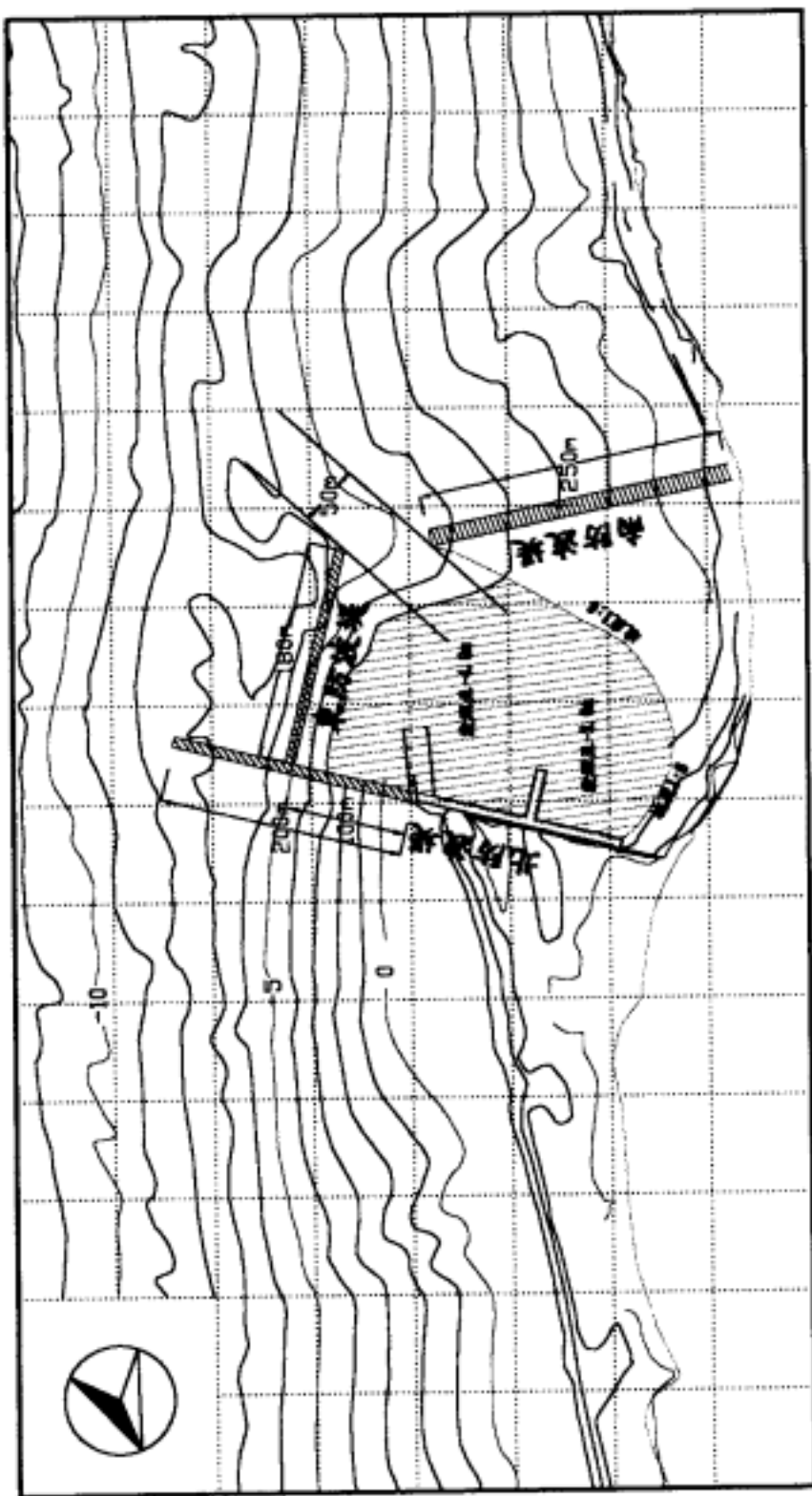


圖 4-7 改善配置 D 試驗的防波堤配置示意圖

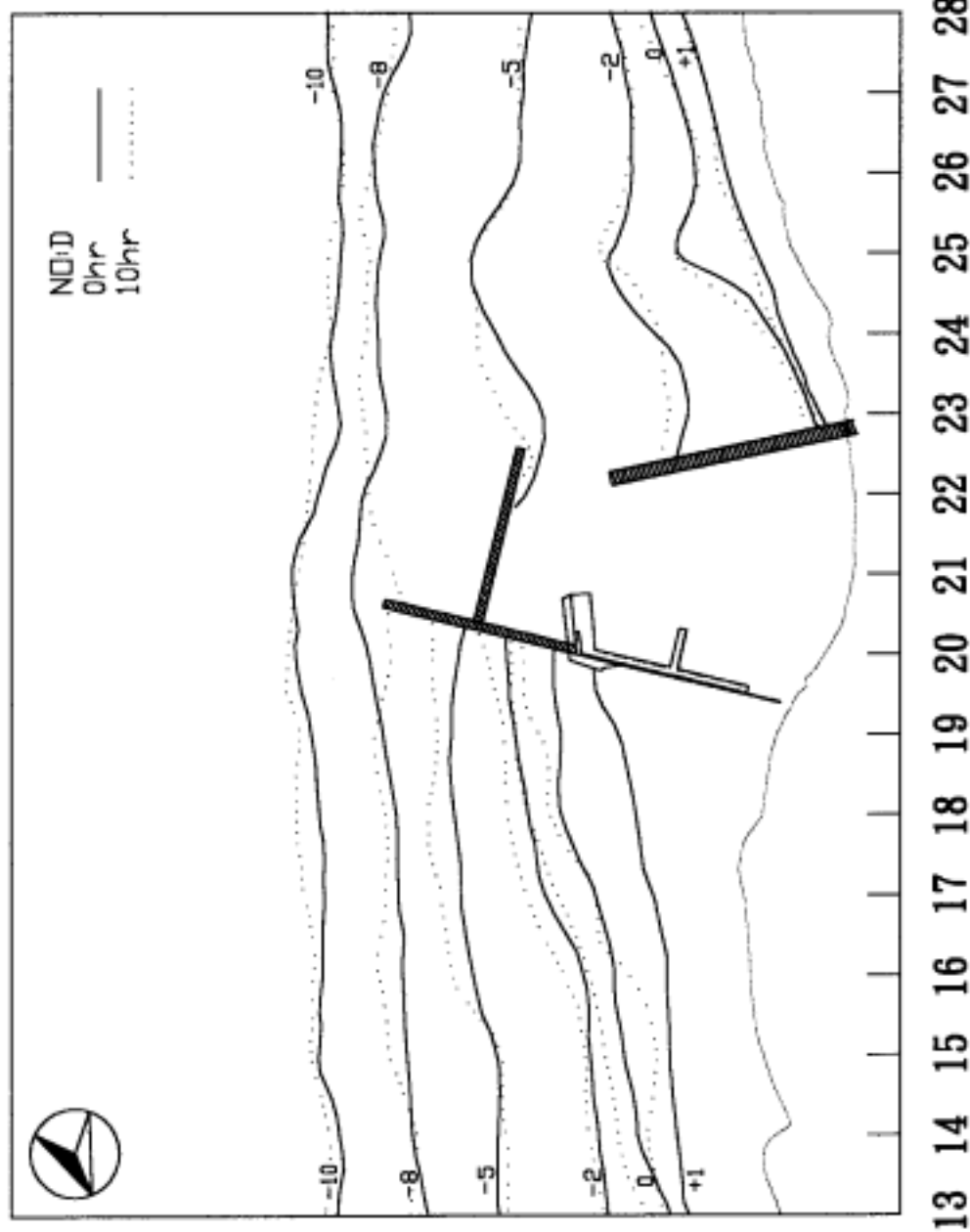
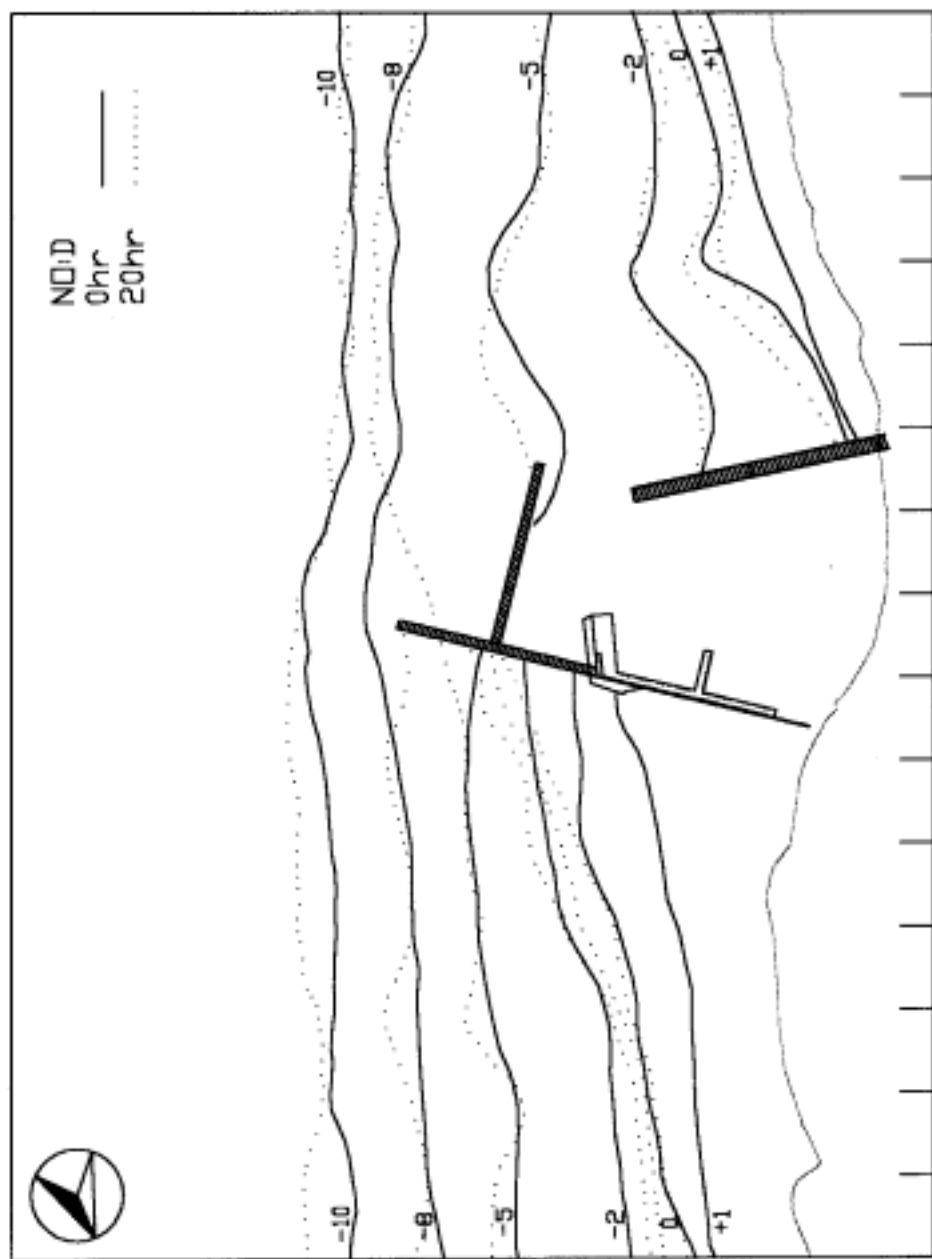


圖 4-8 改善配置 D 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 4-9 改善配置 D 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖

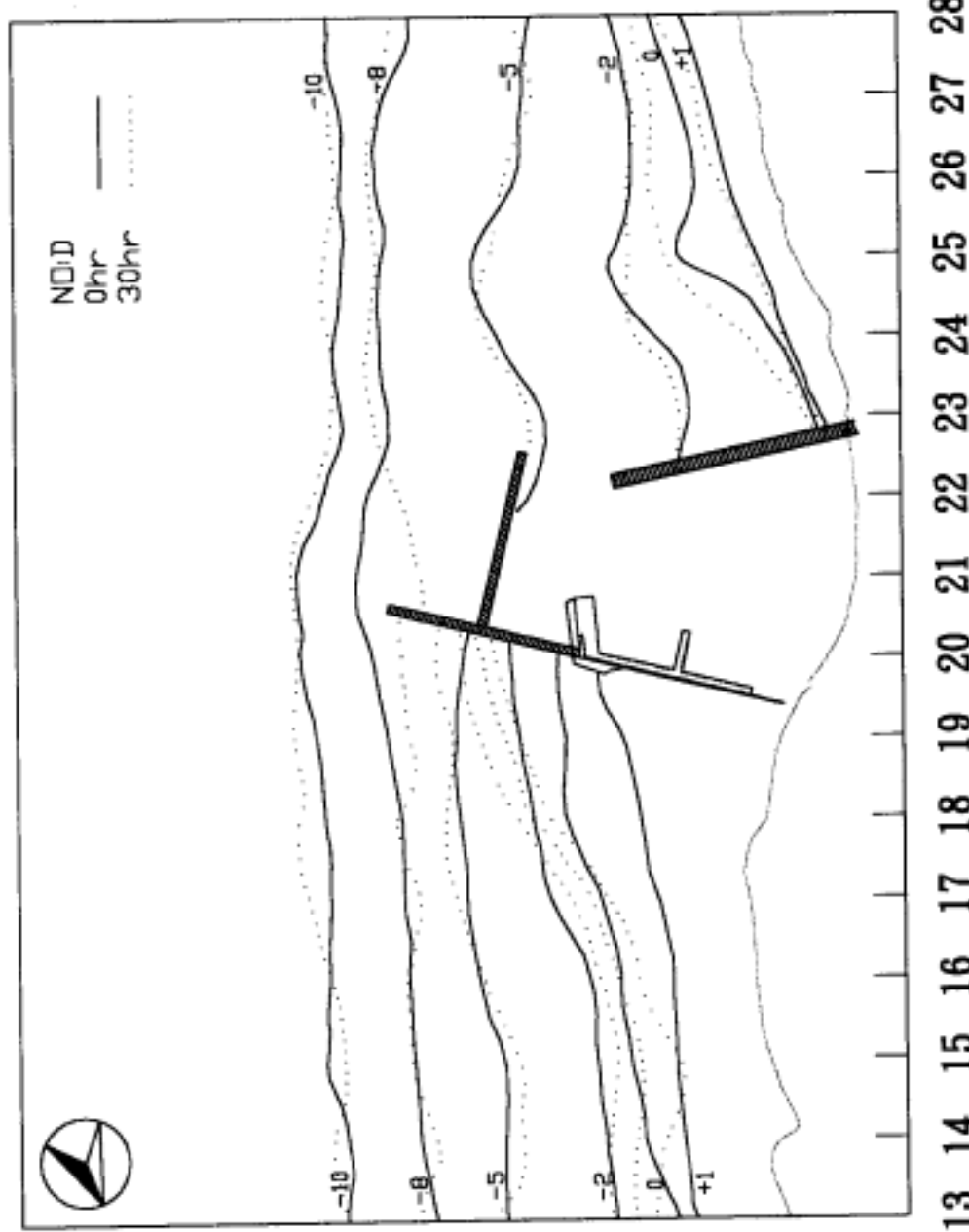
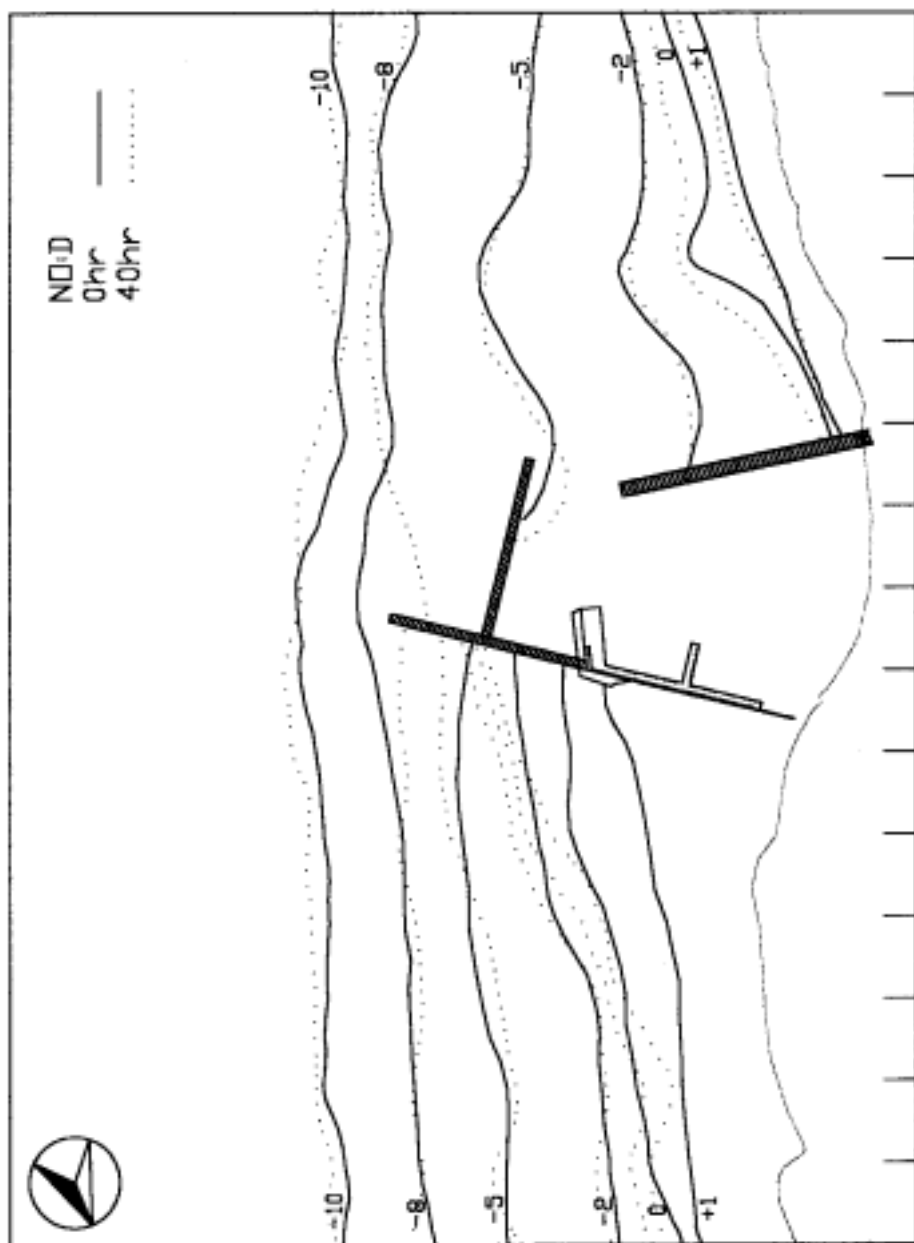


圖 4-10 改善配置 D 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 4-11 改善配置 D 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖

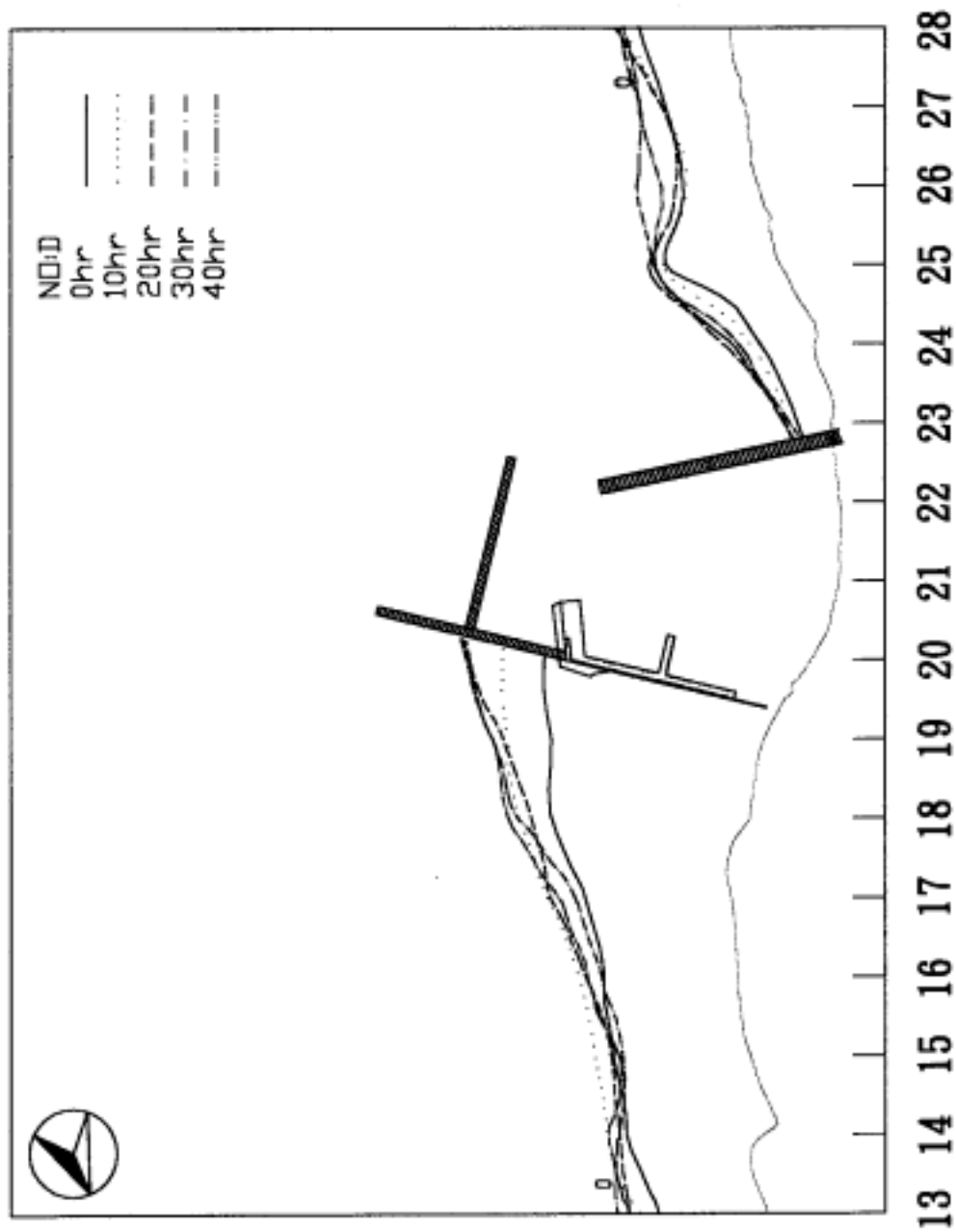


圖 4-12 改善配置 D 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖

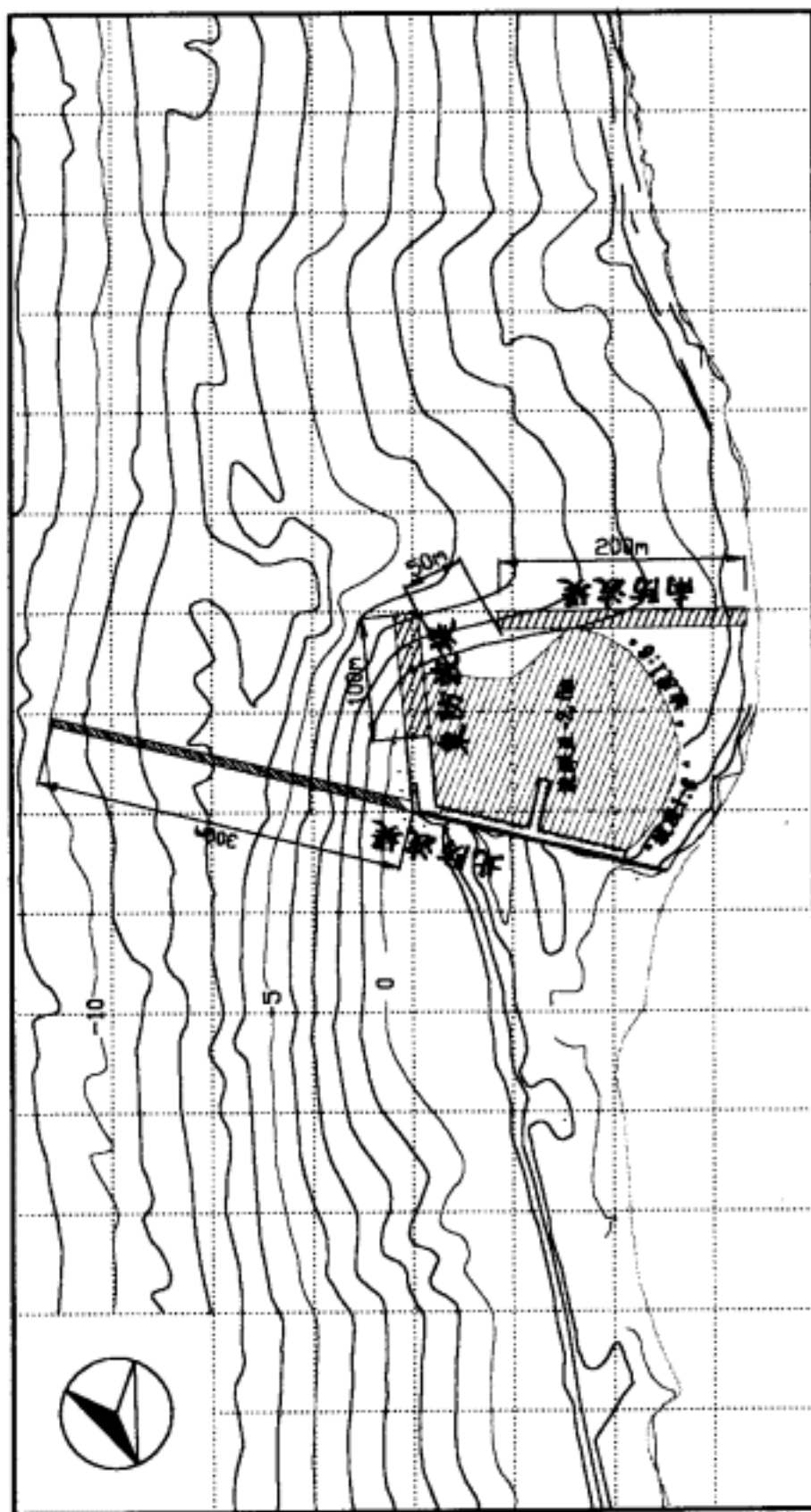
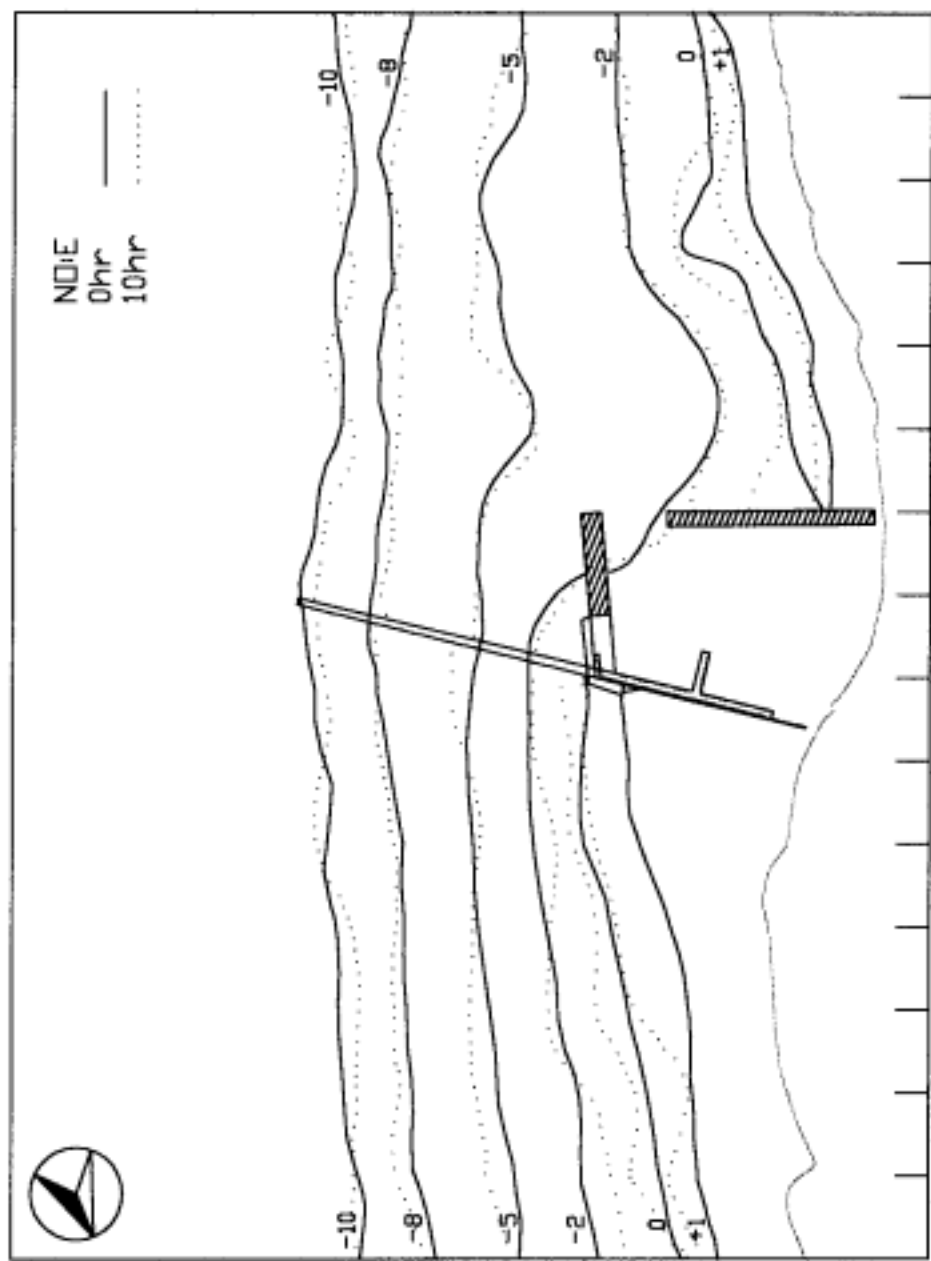
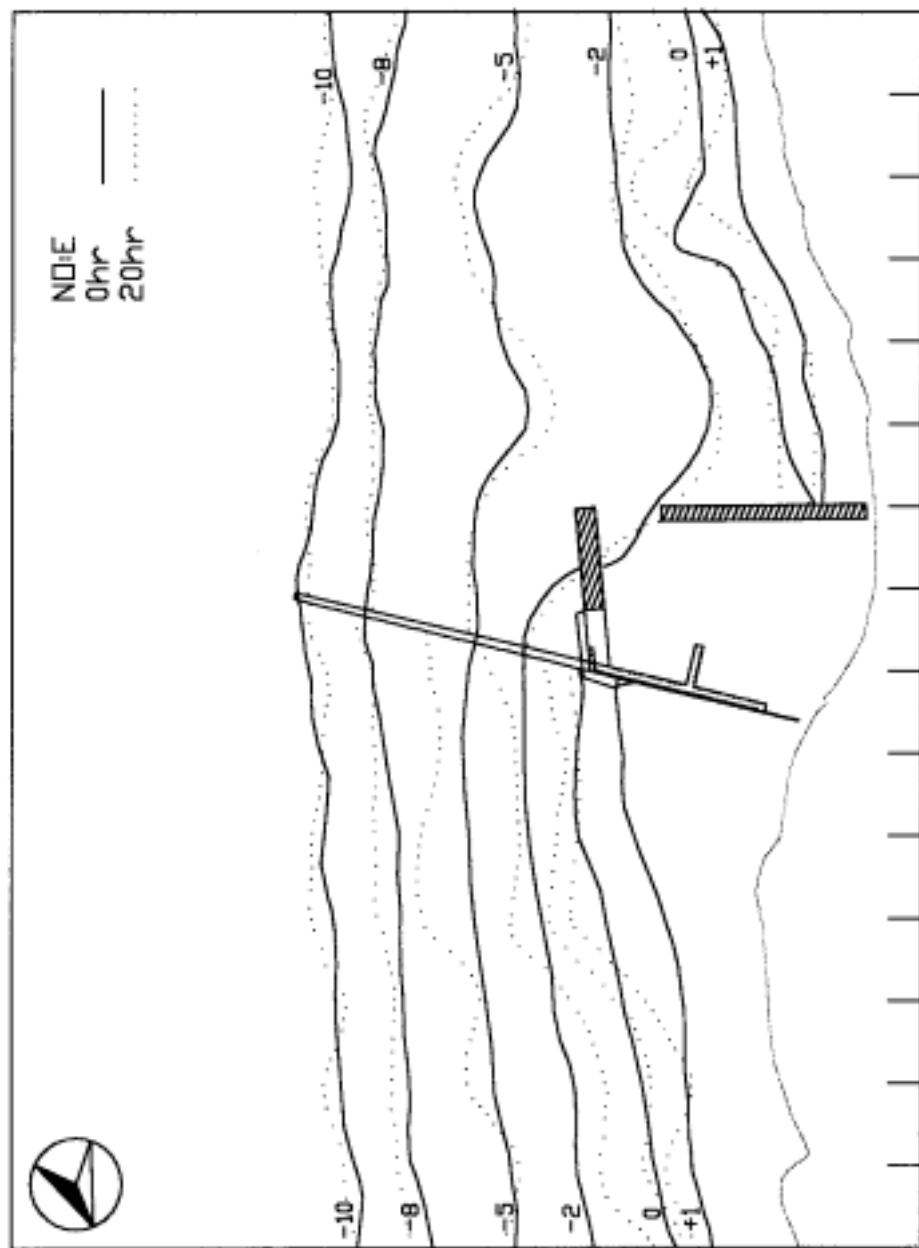


圖 4-13 改善配置 E 試驗的防波堤配置示意圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 4-14 改善配置 E 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 4-15 改善配置 E 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖

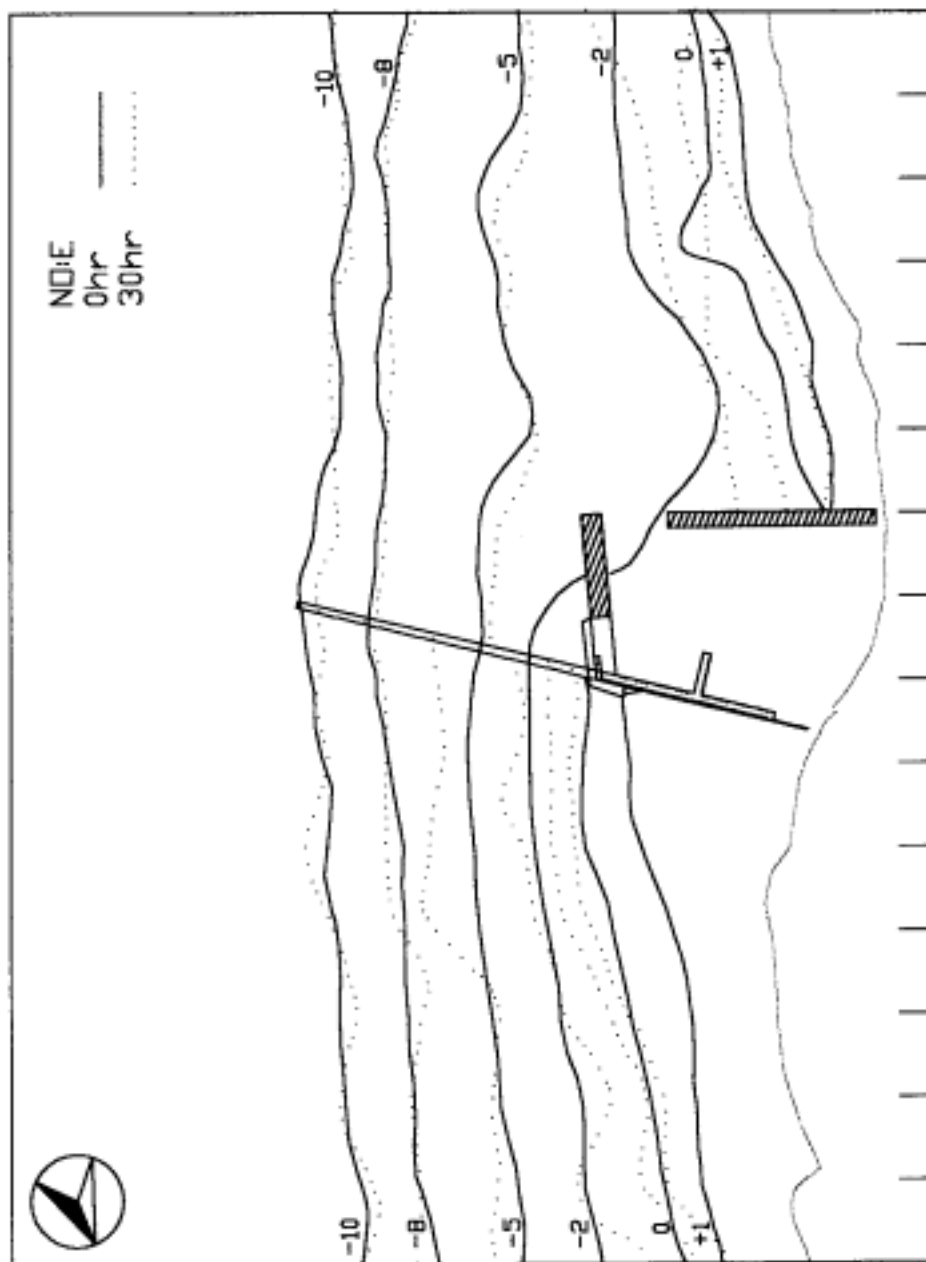


圖 4-16 改善配置 E 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖

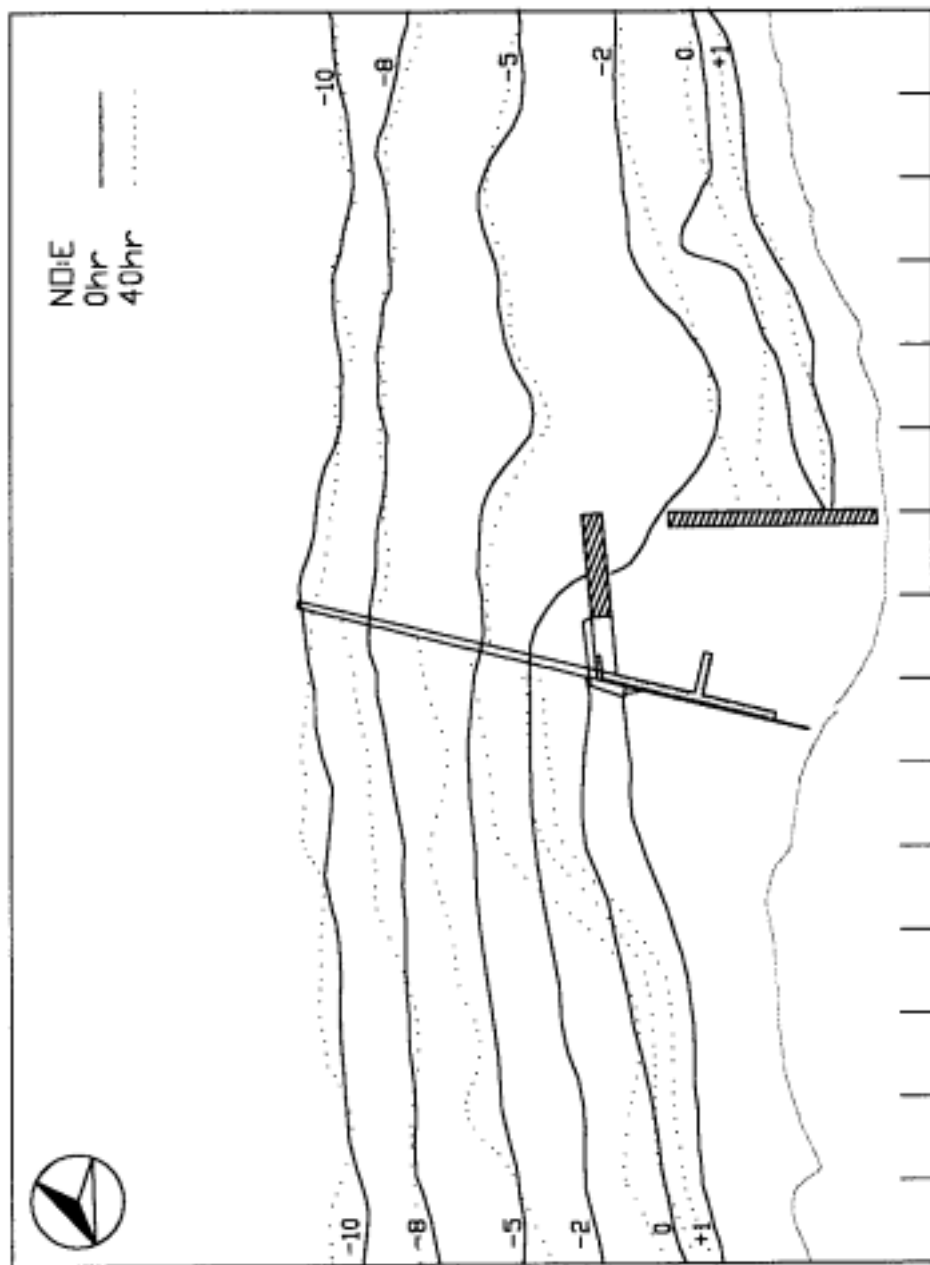


圖 4-17 改善配置 E 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖

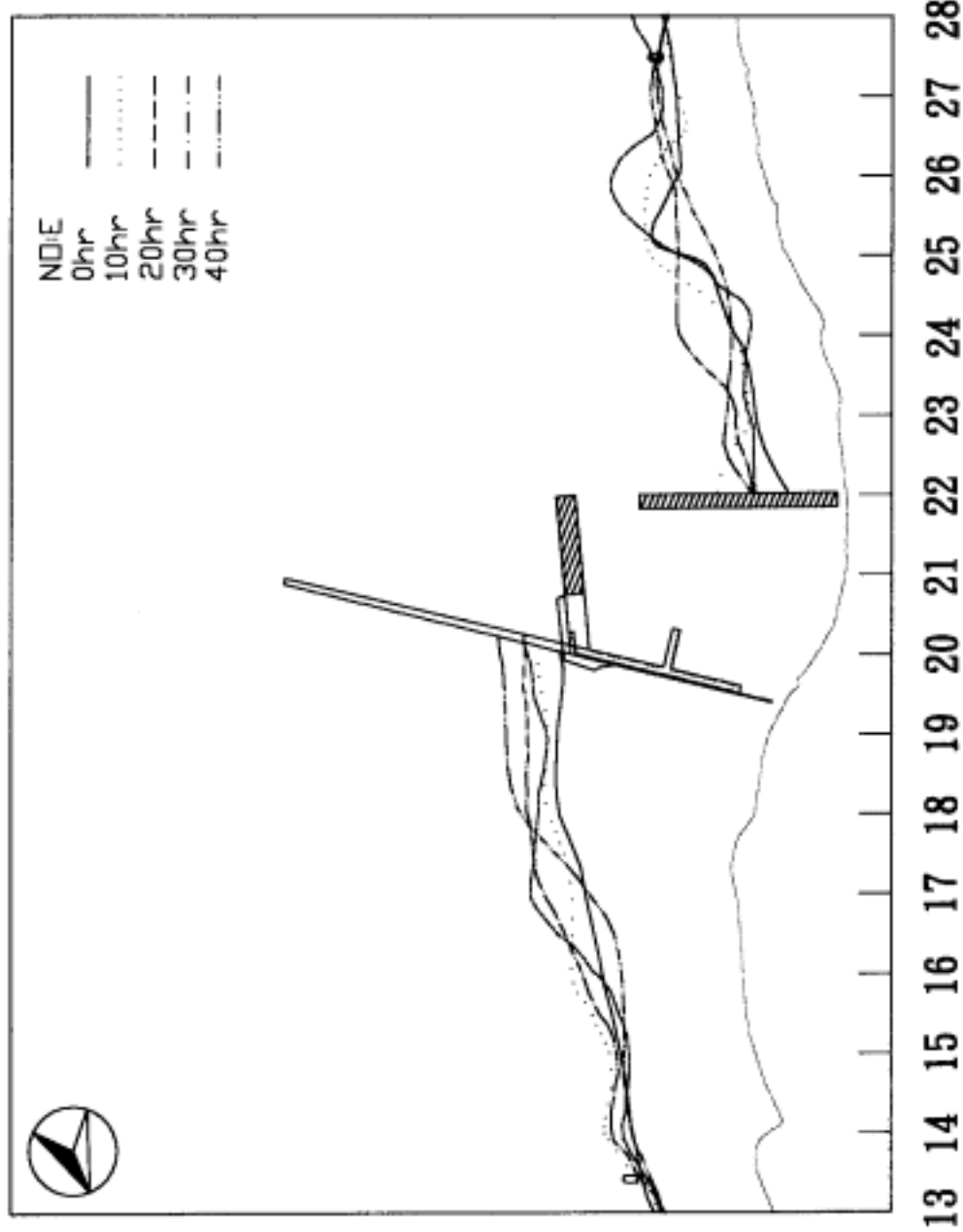


圖 4-18 改善配置 E 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖

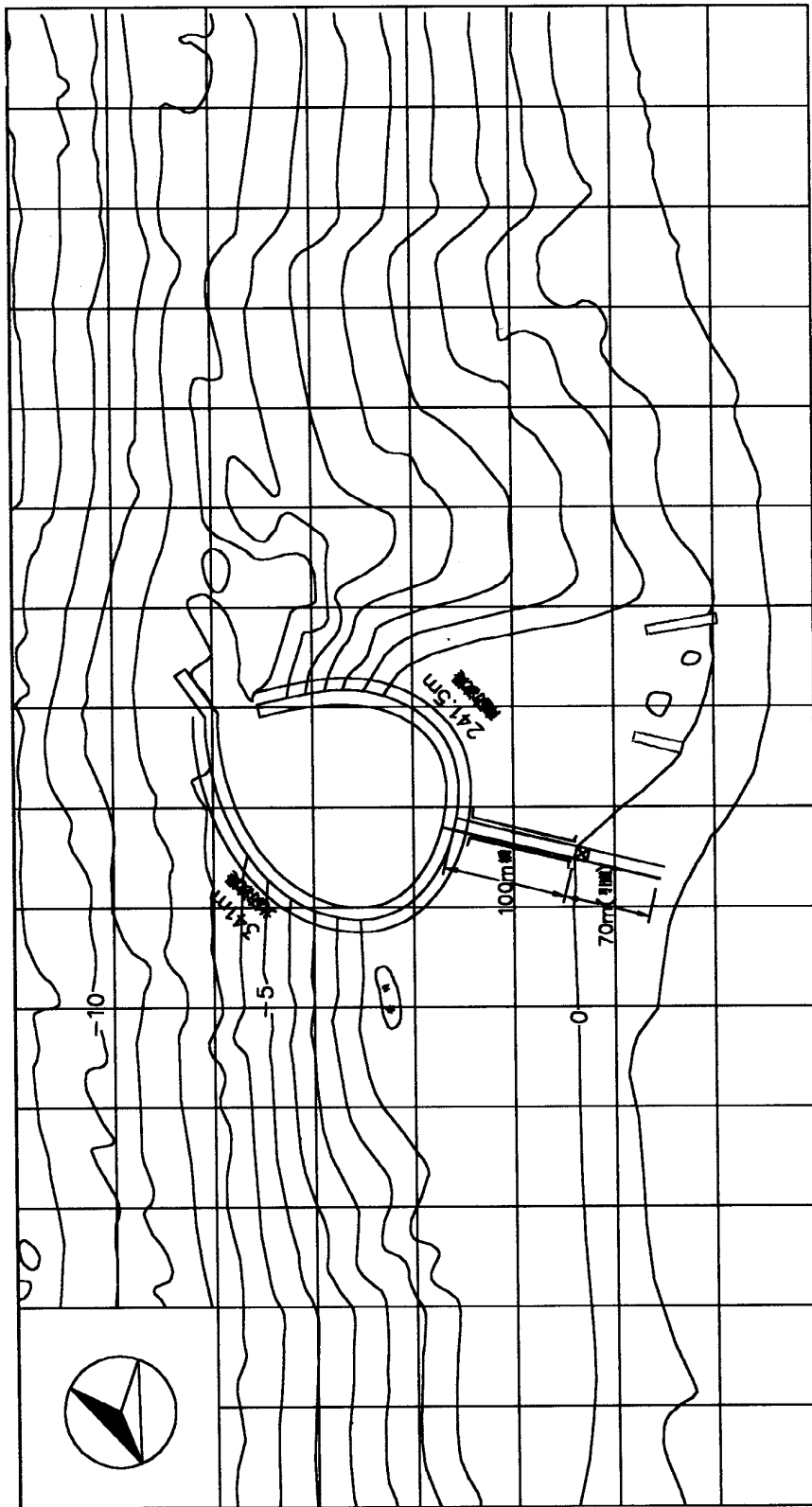
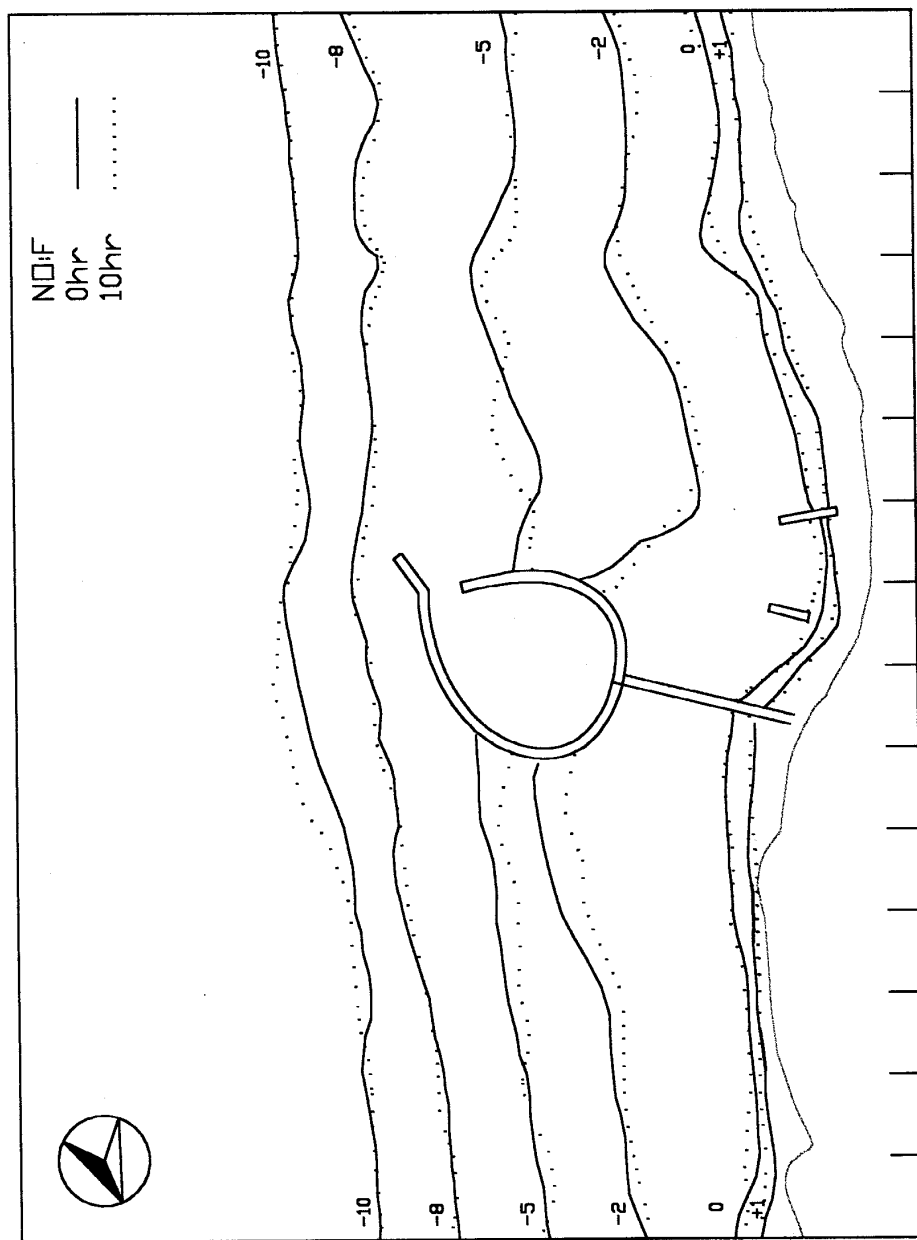


圖 4-19 改善配置 F 試驗的防波堤配置示意圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 4-20 改善配置 F 試驗 10 小時(現場 1 年)的水深變化圖

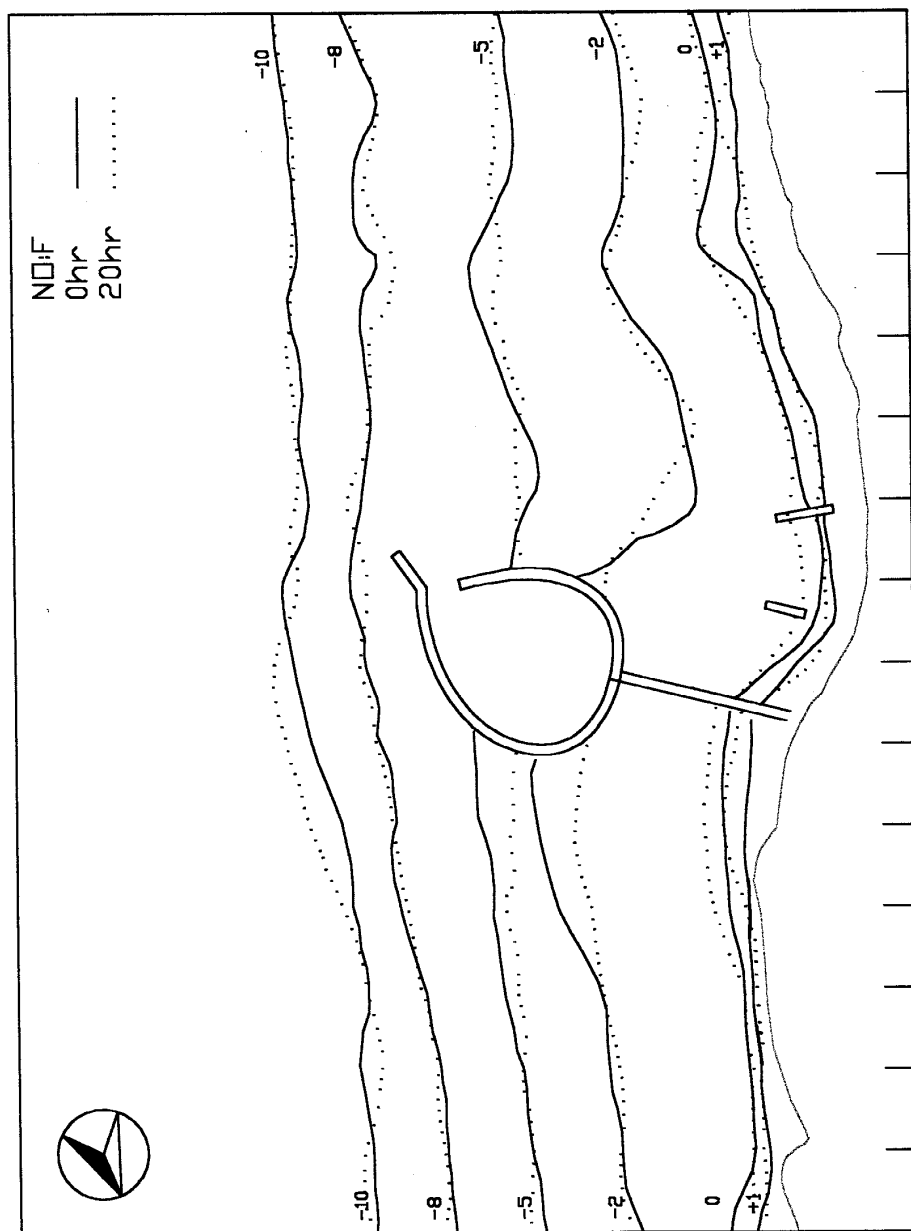


圖 4-21 改善配置 F 試驗 20 小時(現場 2 年)的水深變化圖

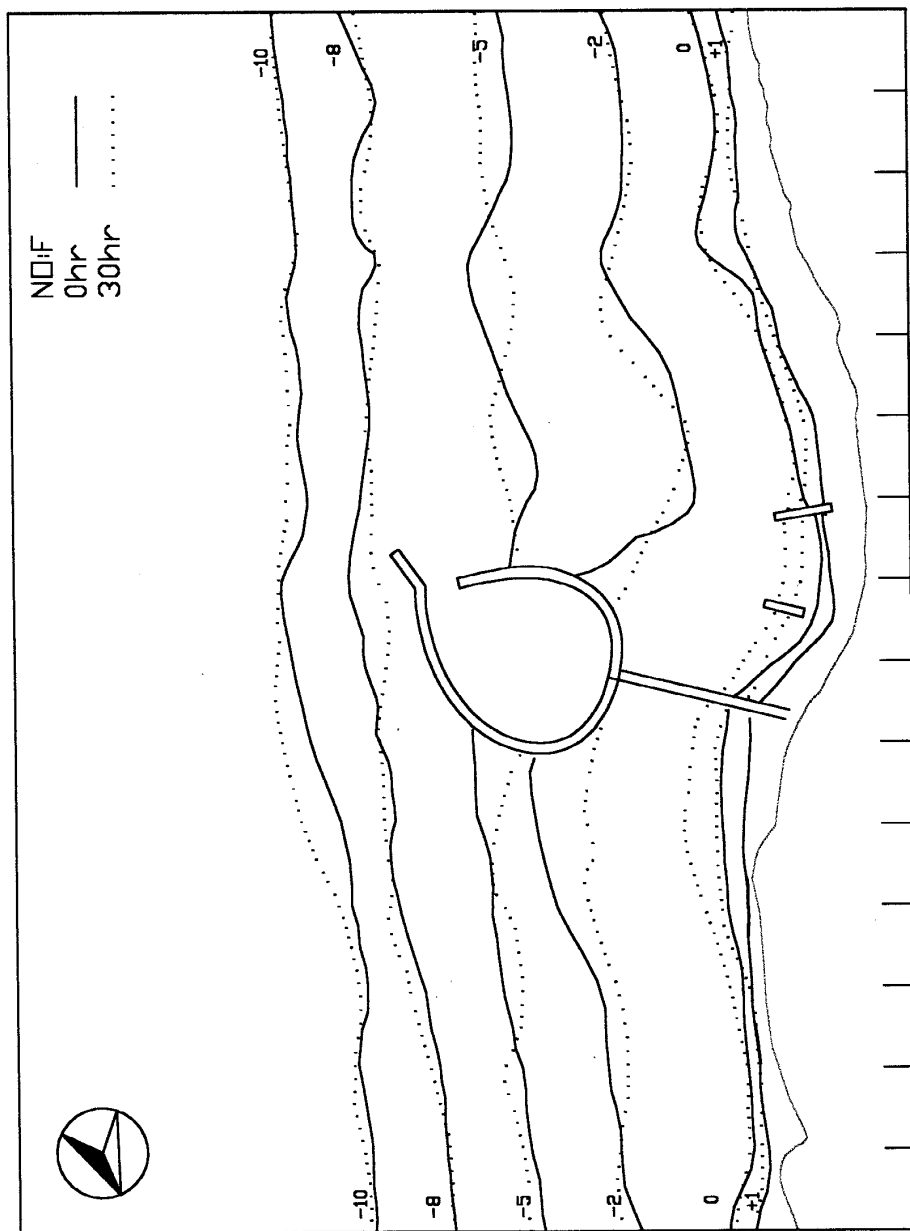
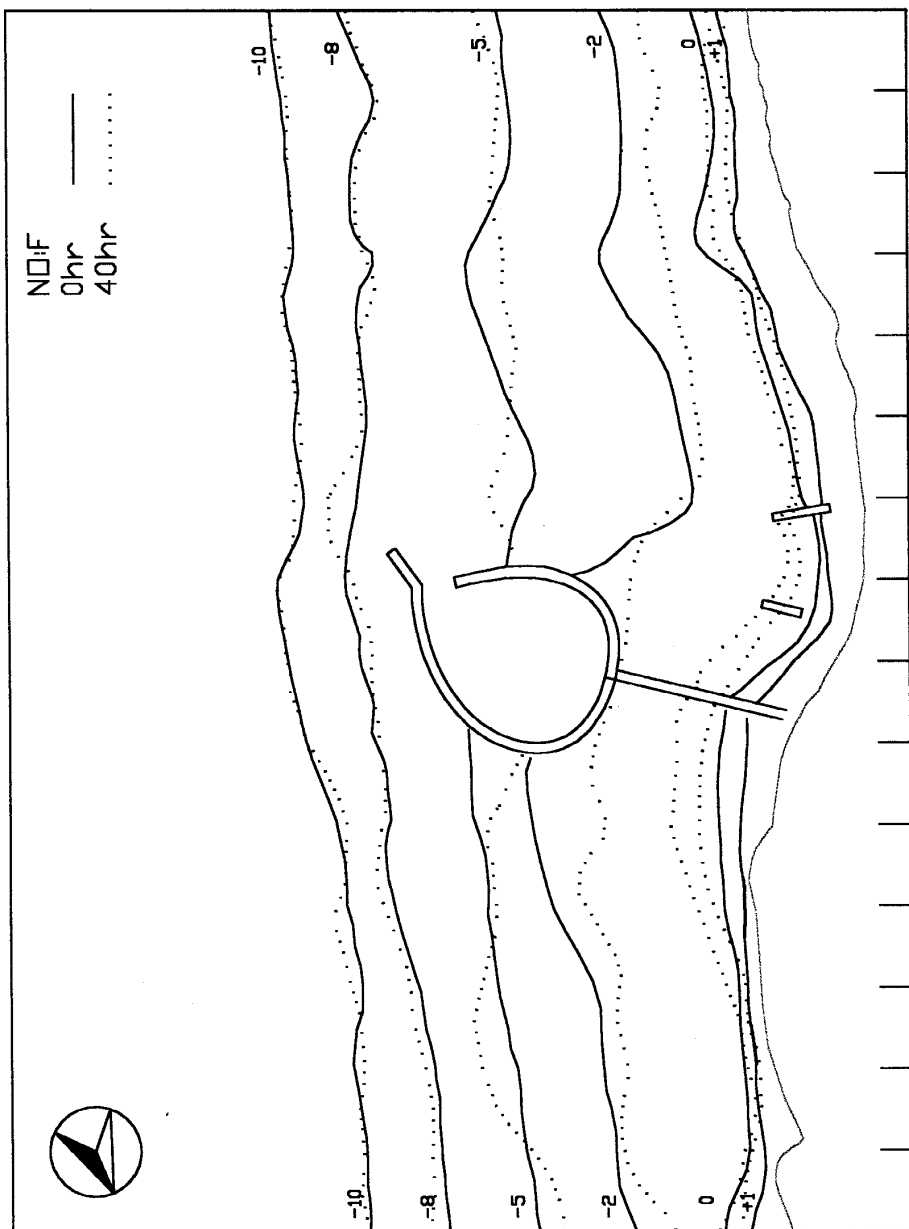


圖 4-22 改善配置 F 試驗 30 小時(現場 3 年)的水深變化圖



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

圖 4-23 改善配置 F 試驗 40 小時(現場 4 年)的水深變化圖

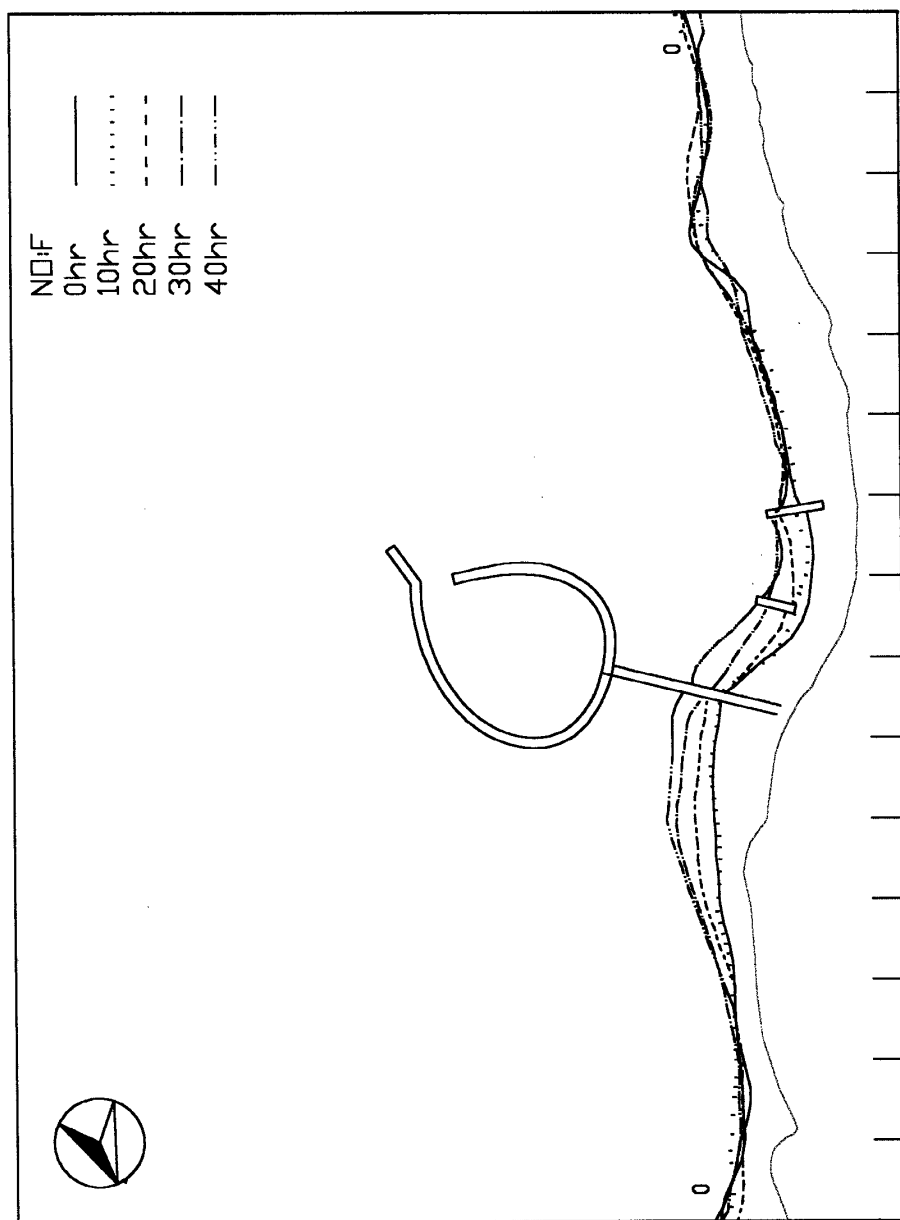


圖 4-24 改善配置 F 試驗各歷時(現場 0~4 年)的 0m 等深線變化圖

第五章 結論

本研究係利用物理模型試驗，針對北防波堤北側以及港口的淤積提出改善配置方案，並探討鹽寮漁港擴建之後對於附近海域地形變遷的影響。本計畫之試驗項目包括(一)預備試驗，(二)二種主配置試驗，(三)三種改善配置試驗，相關試驗過程及分析結果已於之前章節詳述，此處總結下列數點結論：

- (一)、利用地形等深線變化趨勢的相似性比對方式，並分別以早期建港完成初期較長時間(2.5 年)以及近年短期時間(1 年)的地形變化作比對，獲致預備試驗中現場與模型試驗地形的重現時間為：鹽寮地區的漂沙機制可以試驗波浪波向為 ENE、波高 3m 及週期 8sec，造波 10 小時，相當於現場 1 年期間之地形變化。
- (二)、主配置 A 方案及主配置 B 方案試驗，由於東防波堤的延伸，最深處只到達水深-3m 及-1m 附近，而實際現場的漂沙，在-7m 以內皆為漂沙劇烈的區域尤其是-3m 以內，故兩個主配置試驗在 2 年後，漂沙皆能通過東防波堤，而淤積在下游的南防波堤南側。
- (三)、改善配置 C 方案北防波堤延伸至-7m 水深，由於北防波堤延伸長度不夠以及方向偏向南方，使北防波堤北側漂沙在第 2 年後即可繞過東防波堤堤頭，而淤積在港口出入口及南防波堤南側。
- (四)、改善配置 D 方案北防波堤延伸至-7.5m 水深，堤長也增加至 200 公尺，能充分發揮攔沙的功用，建港後 4 年時間港口不被淤塞，但 4 年灘線往海側推進約 98 公尺，預期灘線在 4 年後亦將逐年往海側推進。
- (五)、改善配置 E 方案由於北防波堤延伸至水深-10m，堤長也增加為 300 公尺，不但充分發揮攔沙的效果，亦因較長北防波堤的波浪反射及

導流效應，抑制了漂沙的堆積速度，預期建港後 4 年，港口不被淤塞，4 年灘線推進約 74 公尺。

- (六)、改善配置 F 方案佈置離岸港口，由於原有北防波堤拆除 100 公尺，使沿岸漂沙不再出現被攔截，而嚴重淤積的現象，能改善傳統繫岸港口突堤的缺點。離岸港口的北防波堤因波浪反射及導流作用，呈現明顯侵蝕現象，建議應利用消波設施加以改善。