

專刊第 162 號

台中港港口第二期擴建工程規劃  
平面水工模型試驗

委託單位：台灣省政府交通處  
台中港務局

承辦單位：台灣省政府交通處  
港灣技術研究所

中華民國八十八年五月

# 台中港港口第二期擴建工程規劃平面水工模型試驗

## 參與人員

### 第一部份平面水工模型遮蔽試驗

計畫主持人	邱永芳
共同主持人	何良勝
協同主持人	蔡金吉

### 第二部份 平面水工模型漂沙試驗

計畫主持人	何良勝
共同主持人	邱永芳
協同主持人	江金德
	張富東

### 參與研究人員

林受勳	徐如娟
楊怡芸	何炳紹
李江澤	蔡瑞成
陳進冰	

# 台中港港口第二期擴建平面水工模型遮蔽試驗

## 目 錄

圖目錄.....	I
表目錄.....	VI
第一章 前言.....	1-1
第二章 定案佈置試驗過程.....	1-2
2-1 試驗設備.....	1-2
2-2 模型製作.....	1-2
2-3 模型縮尺.....	1-2
2-4 試驗條件.....	1-3
2-5 試驗量測.....	1-3
2-6 資料分析.....	1-3
第三章 替選方案試驗結果與分析.....	1-18
3-1 各區域遮蔽效果比較與分析.....	1-18
3-1-1 各水域討論與分析.....	1-18
3-1-2 綜合評析.....	1-58
3-2 最佳佈置方案選擇與討論.....	1-60
3-2-1 評選因子.....	1-60
3-2-2 最佳佈置方案選擇與討論.....	1-61
3-3 原佈置方案與最佳方案比較.....	1-77

第四章 改善佈置方案試驗與分析 .....	1-84
4-1 改善佈置試驗過程 .....	1-84
4-1-1 試驗佈置 .....	1-84
4-1-2 試驗條件 .....	1-84
4-1-3 試驗構想與步驟 .....	1-85
4-2 定案佈置與改善佈置之比較分析 .....	1-94
4-2-1 定案佈置與改善方案之討論 .....	1-94
4-2-2 改善方案之比較 .....	1-96
第五章 結論 .....	1-134
附圖一 擴建方案波高比值分佈圖	
附圖二 改善方案波高比值分佈圖	

## 圖 目 錄

- 圖 1 模型範圍及量測佈置圖
- 圖 2 原方案佈置圖
- 圖 3 方案 1 佈置圖
- 圖 4 方案 2 佈置圖
- 圖 5 方案 3 佈置圖
- 圖 6 方案 4 佈置圖
- 圖 7 方案 5 佈置圖
- 圖 8 方案 6 佈置圖
- 圖 9 方案 7 佈置圖
- 圖 10 水位歷時記錄圖
- 圖 11 水位歷時記錄圖
- 圖 12 全水域分區示意圖
- 圖 13 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 14 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 15 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 16 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 17 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 18 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 19 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 20 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 21 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 22 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 23 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

- 圖 24 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 25 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 26 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 27 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 28 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 29 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 30 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 31 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 32 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 33 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 34 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 35 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 36 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 37 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 38 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 39 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 40 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 41 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 42 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖
- 圖 43 方案 7 規則波各方向水域 kd 值比較圖
- 圖 44 方案 7 規則波各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 45 方案 7 不規則波各方向各水域 kd 值比較圖
- 圖 46 方案 7 不規則波各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 47 方案 7 規則波與不規則波各方向各水域 kd 值比較圖
- 圖 48 方案 7 規則波與不規則波各水域 kd 值分佈範圍比較圖

- 圖 49 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 50 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 51 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 52 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 53 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 54 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 55 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 56 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 57 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 58 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖
- 圖 59 定案佈置示意圖
- 圖 60 各水域分區示意圖
- 圖 61 各水域分區與波高計分佈圖
- 圖 62 改善方案佈置圖
- 圖 63 改善方案佈置圖
- 圖 64 改善方案佈置圖
- 圖 65 改善方案佈置圖
- 圖 66 定案佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 67 定案佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 68 定案佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 69 定案佈置各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 70 定案佈置各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 71 定案佈置各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 72 改善佈置 1 各水域 kd 值比較圖
- 圖 73 改善佈置 1 各水域 kd 值比較圖

- 圖 74 改善佈置 1 各水域 kd 值比較圖
- 圖 75 改善佈置 1 各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 76 改善佈置 1 各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 77 改善佈置 1 各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 78 改善佈置 2 各水域 kd 值比較圖
- 圖 79 改善佈置 2 各水域 kd 值比較圖
- 圖 80 改善佈置 2 各水域 kd 值比較圖
- 圖 81 改善佈置 2 各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 82 改善佈置 2 各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 83 改善佈置 2 各水域 kd 值分佈範圍比較圖
- 圖 84 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 85 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 86 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 87 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 88 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 89 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 90 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 91 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 92 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 93 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖
- 圖 94 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖
- 圖 95 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖
- 圖 96 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖
- 圖 97 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖
- 圖 98 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

- 圖 99 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖
- 圖 100 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖
- 圖 101 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖
- 圖 102 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖
- 圖 103 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖
- 圖 104 改善佈置 1 示意圖
- 圖 105 改善佈置 2 示意圖

## 表 目 錄

- 表 1 替選方案比較表
- 表 2 規則波試驗條件
- 表 3 不規則波試驗條件
- 表 4 除原佈置外各方案之比較表
- 表 5 各水域之權重分佈表
- 表 6 WNW 方向各水域 kd 值平均分佈比較表
- 表 7 W 方向各水域 kd 值平均分佈比較表
- 表 8 WSW 方向各水域 kd 值平均分佈比較表
- 表 9 SW 方向各水域 kd 值平均分佈比較表
- 表 10 全方向各水域 kd 值平均分佈比較表
- 表 11 各方案名次比較表
- 表 12 方案(七)各水域波高比平均值比較表
- 表 13 方案(七)各水域波高平均值比較表
- 表 14 方案(七)各水域波高比平均值分佈表
- 表 15 方案(七)各水域波高平均值分佈表
- 表 16 改善佈置規則波試驗條件
- 表 17 改善佈置不規則波試驗條件
- 表 18 定案佈置各水域波高比平均值比較表
- 表 19 定案佈置各水域波高平均值比較表
- 表 20 定案佈置各水域波高比平均值分佈表
- 表 21 定案佈置各水域波高平均值分佈表
- 表 22 改善佈置(1)各水域波高比平均值比較表
- 表 23 改善佈置(1)各水域波高平均值比較表

- 表 24 改善佈置(1)各水域波高比平均值分佈表
- 表 25 改善佈置(1)各水域波高平均值分佈表
- 表 26 改善佈置(2)各水域波高比平均值比較表
- 表 27 改善佈置(2)各水域波高平均值比較表
- 表 28 改善佈置(2)各水域波高比平均值分佈表
- 表 29 改善佈置(2)各水域波高平均值分佈表

# 台中港港口第二期擴建平面水工遮蔽模型試驗

## 第一章 前 言

台中港原建港綱要開發計畫之最大進港船型為 5 萬載重噸之貨輪，港口佈置即依此目標設計。然而，隨著世界海運環境的變遷，船舶大型化已是國際趨勢。因此，有意至台中港投資之航商及業者，均要求台中港能及早進行第二港口闢建計畫或進一步改善第一港口，以進泊第四代大型貨櫃船及超巴拿馬極限型散貨輪，港務局雖有闢建第二港口之構想，但因該計畫規模龐大，影響因素極多，執行時程恐不濟急。因此，擬先執行第一港口第二期擴建工程，期能在最短時間內讓 3,000~4,000TEU 級貨櫃輪及 125,000DWT 級散貨輪能由第一港口安全進泊台中港，以更進一步提升進港計畫船型，營造本港良好國際形象及營運發展環境。因此委託本所辦理「台中港口第二期擴建工程規劃」作業。

在上述規劃作業中為比較各擴建替選方案之防波堤遮蔽效果及港池靜穩度情形，以研選較佳方案，乃藉由水工模型遮蔽試驗探討在不同的北防波堤延建長度、方向及南內、外堤不同拆除長度下，商港區與漁港區的靜穩度，並與現況佈置進行比較。根據試驗結果的綜合分析提出較佳之擴建替選方案，以配合其他規劃工作成果進行整體性的考量而研擬港口擴建之定案佈置。

## 第二章 定案佈置試驗過程

本試驗在港灣技術研究所第一試驗場棚執行，以下依試驗過程重要控制關鍵因素做詳細說明如下：

### 2-1 試驗設備

本試驗於本所第一試驗場棚執行，平面水槽之尺寸為 60m × 50m × 1m，本水槽可控制潮位與潮流。造波機為丹麥 D.H.I 公司製造之平面規則與不規則造波機，造波機係以電腦控制油壓式造波機，可任意移動造波位置與方向。波浪之量取以高精度與高靈敏度之容量型波高計擷取水位變化訊號。資料擷取系統為本所自行研發之資料及時擷取系統，可快速掃瞄輸入訊號並由個人電腦記錄儲存之。

### 2-2 模型製作

本試驗模型採用固定底床，依據模型縮尺將整個台中港區依其水深構築於整個水槽內，模型製作範圍如圖 1 所示。中突堤區與北防波堤延伸 850 公尺處之沉箱皆依現場之棧橋式和多孔消波式來模擬製作。本試驗除原型佈置外，另有七個不同方案佈置共計八個模型佈置如圖 2 至圖 9 及表 1 所示。

模型地形水深之控制係以等深線控制法來控制，水深控制非依以往利用網格控制點法來制作，避免因網格高程再經內差而形成的誤差，因此，整個模型制作範圍內之地形相當的平滑並且精確，尤其變化較大的地形更能原形顯像。

### 2-3 模型縮尺

本試驗採用等縮尺模型，以重力為控制各物理性的因素，其長度縮尺採用 1/100 之等比縮尺。因此依福錄數，其時間縮尺即為長度縮尺之平方根，故時間縮尺為 1/10。

## 2-4 試驗條件

本試驗共採 4 個波向，每個波向採用三組不同波浪條件造波試驗，其中規則波之試驗條件如表 2，不規則波之試驗條件如表 3。由各表中亦可發現，在不同條件下亦考慮其水位變化，亦即考慮水位因素。因本試驗為等比縮尺，其長度縮尺為 1/100，因此其時間尺為 1/10。為達試驗精確度的確保，每一試驗條件皆從事三次試驗，檢驗其物性和重現性與量測誤差性，故本選擇佈置方案試驗共從事 576 次試驗。 $(4 \times 3 \times 2 \times 8 \times 3 = 576)$ 。

## 2-5 試驗量測

本試驗為求易於各方案之比較分析，在整個試驗模型內，共佈置 48 支容量型波高計，以擷取同時間整個平面水槽內之水位變化，48 支波高計之佈置如圖 1 所示。波高量測時其採樣頻率每一波高計皆取相同之採樣速率。採樣速率為 40Hz，連續擷取 3 分鐘，擷取之訊號經過增幅器放大訊號後，再以類比訊號方式儲存於個人電腦內，分析資料時再轉換成數位訊號分析，以免佔用大量電腦容量。

同時在水位控制上每次試驗前必先確知水位。而在開始試驗前波高放大器需每一波高計調整其零位，確保訊號無漂移現象出現，如此方能消除微小訊號造成的誤差，減少系統誤差的出現。

## 2-6 資料分析

由於模型縱深很大，因此波浪自港口進入到迴船池，碼頭區需有一段時間，而且此時段因波浪週期之不同而不同，此即造成資料處理上較費時之關鍵，但資料訊號的取捨在精度上之影響相當大亦不得任意選取資料段，可由圖 10 與圖 11 得到佐証。

試驗資料在選定延時後，規則波取 40 秒長度的資料，不規則波者取 3072 點，採用三樣本各 1024 點做分析。在統計值計算上，皆以零切上位法(Zero up Cross Methor)取各別波之波高與週期，同時計算其平均波高週期，有義波高與週期.....等。

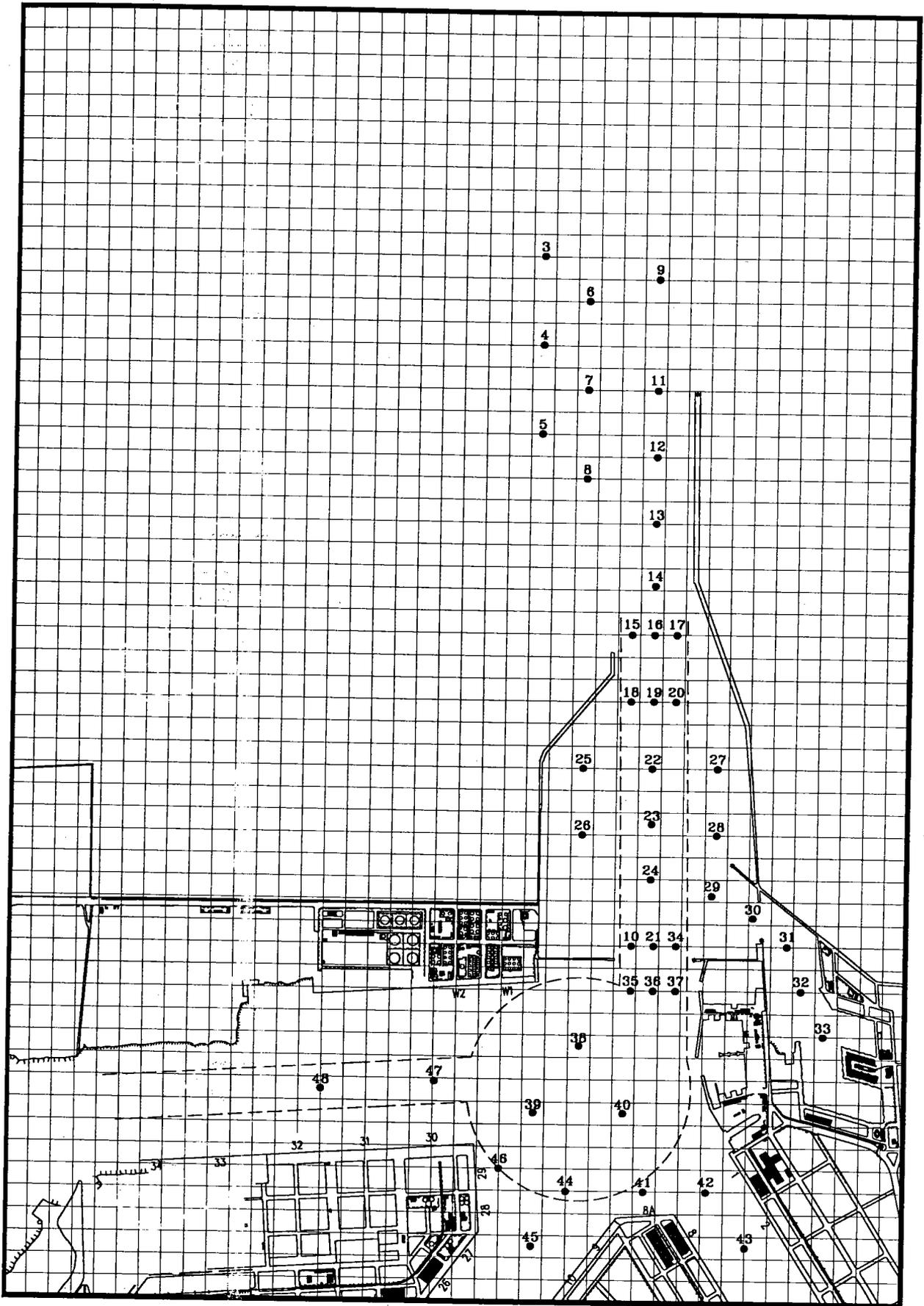
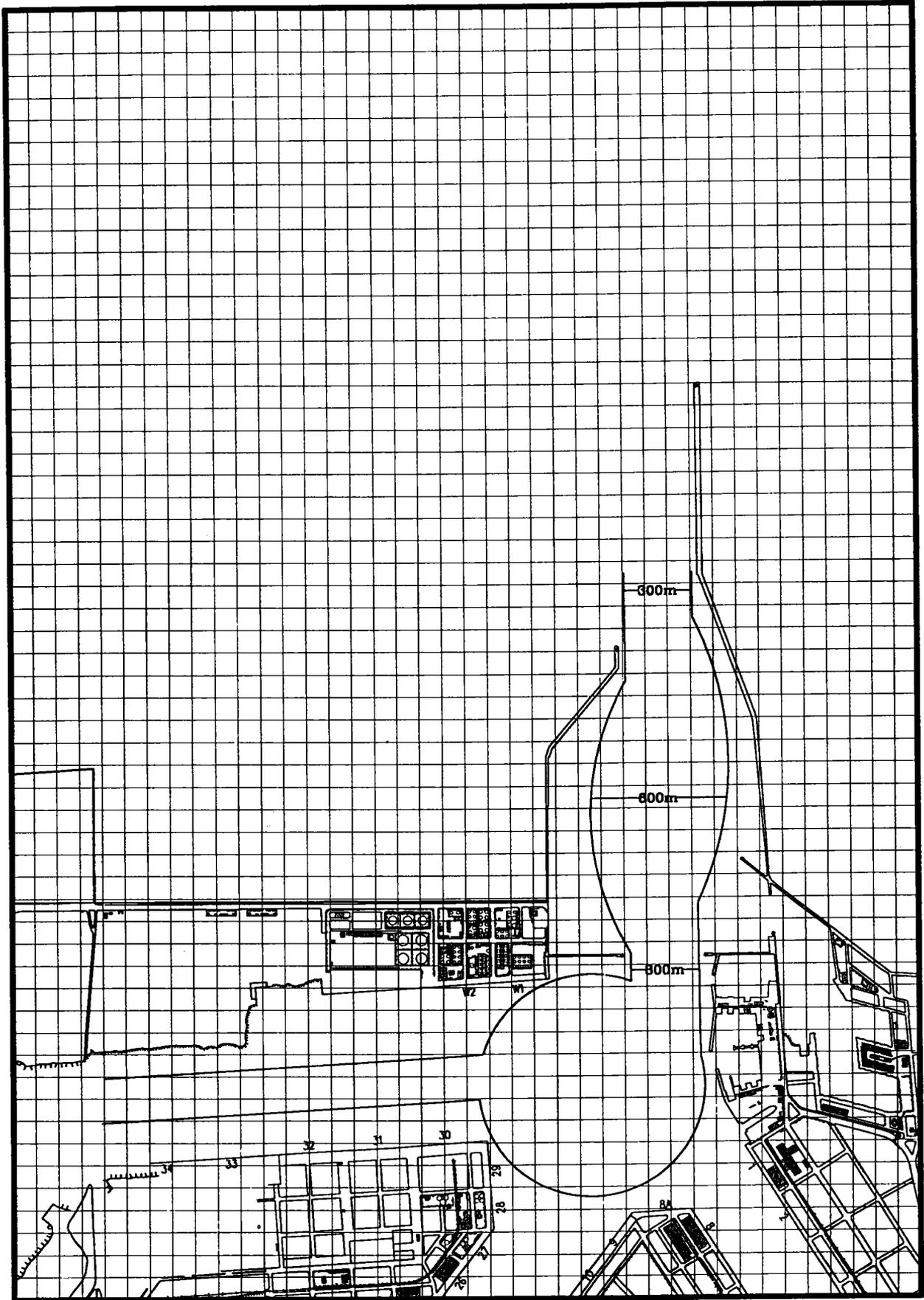
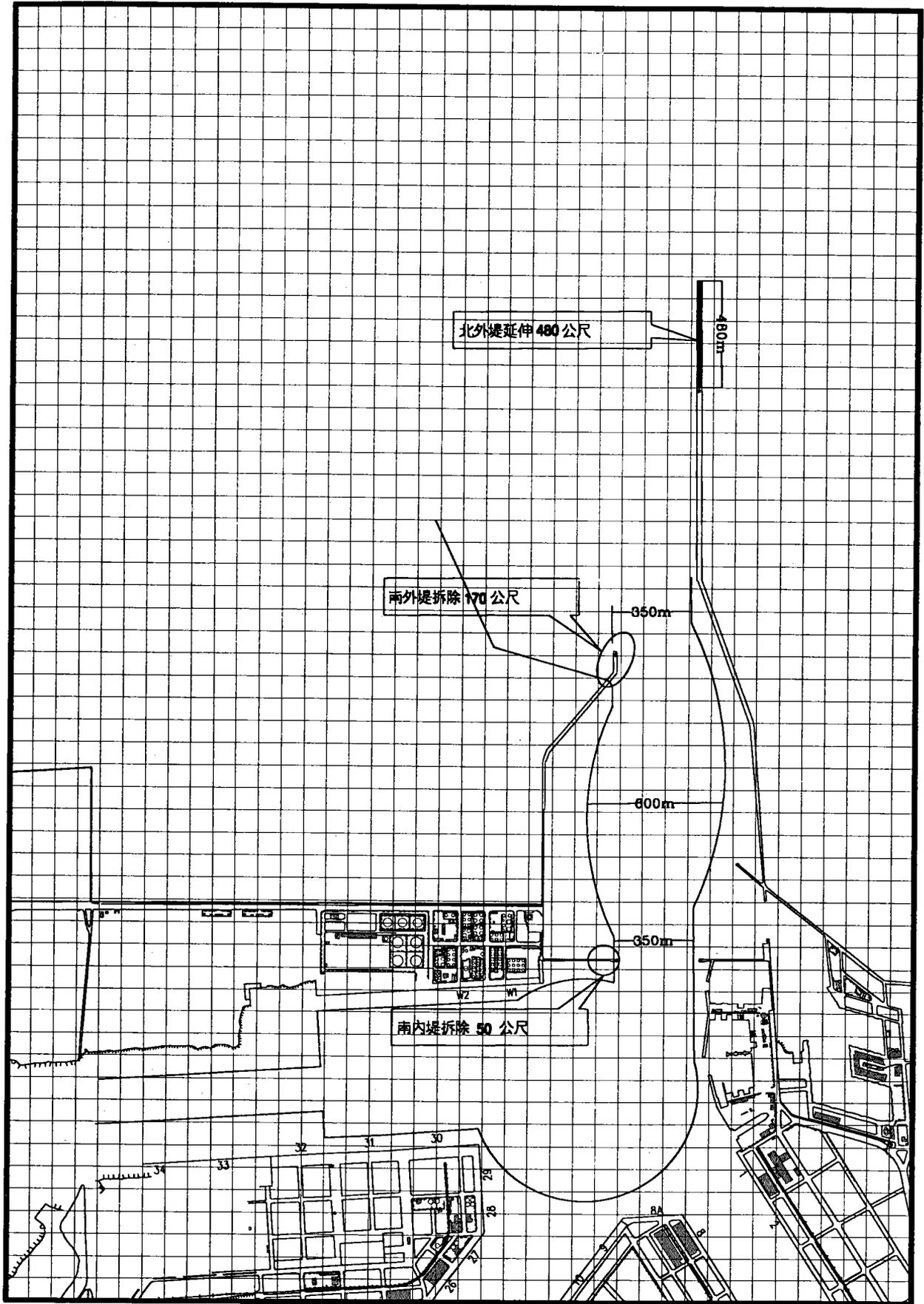


圖 1 模型範圍及量測佈置圖



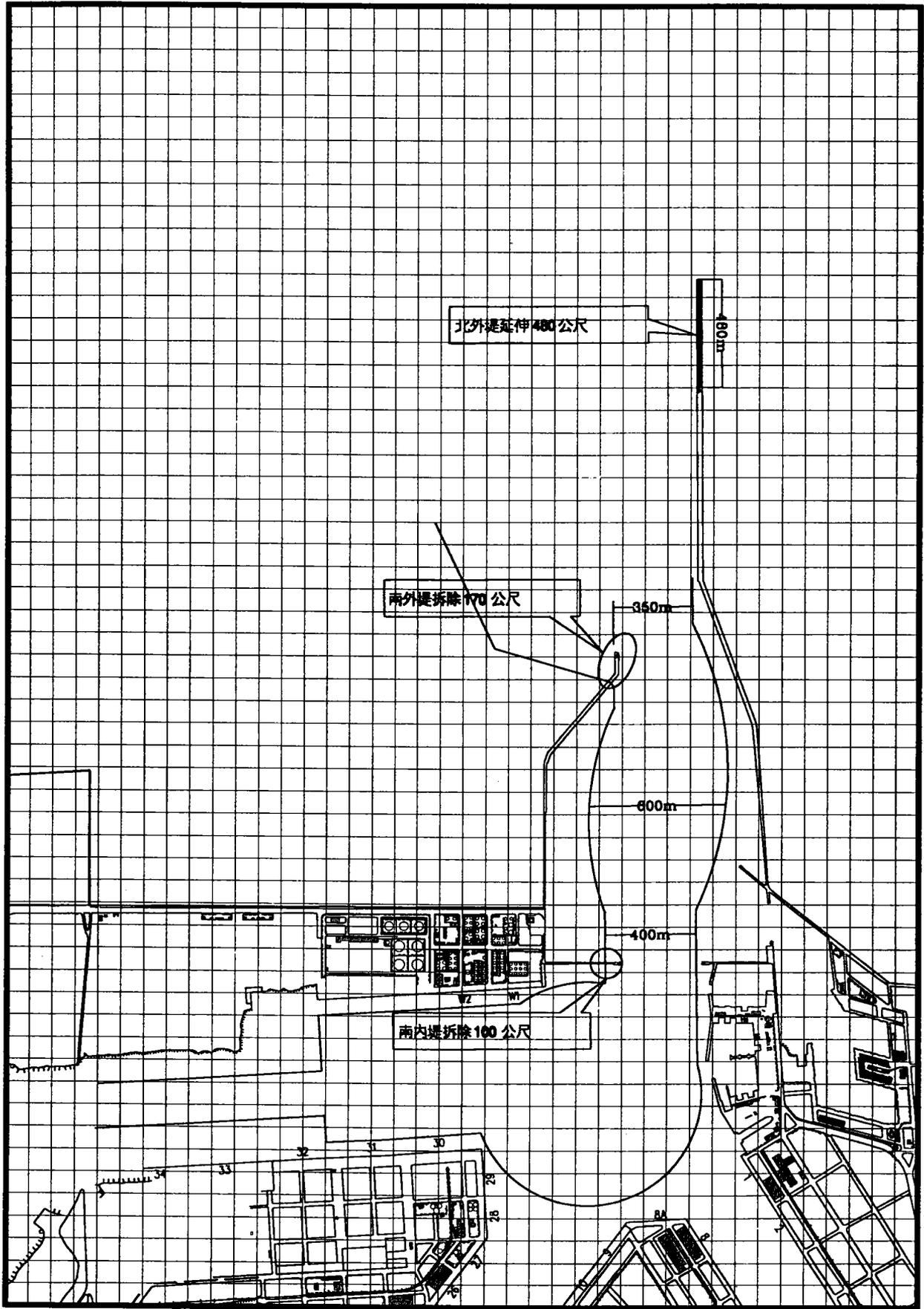
Layout 0

圖 2 原方案佈置圖



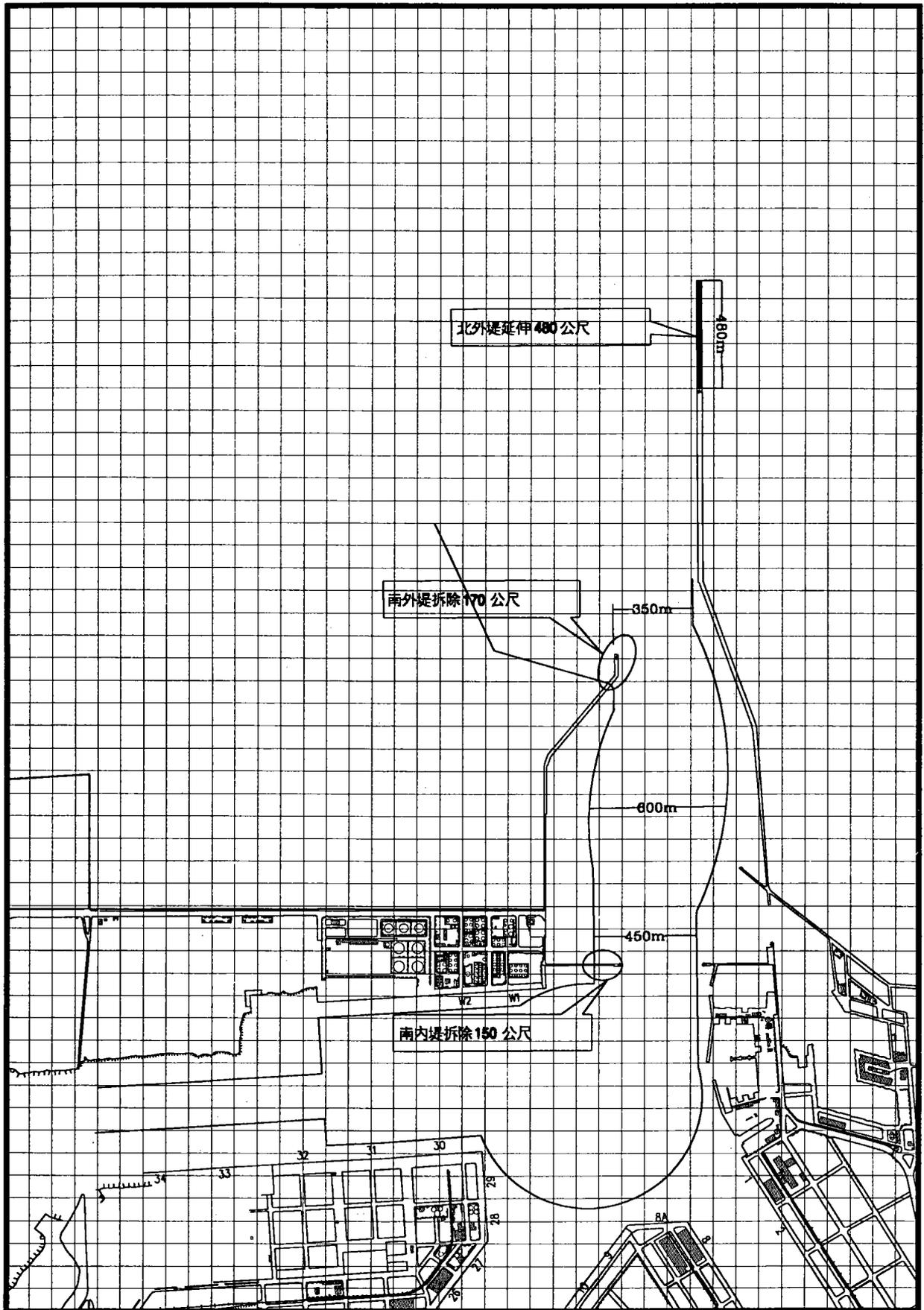
Layout 1

圖 3 方案 1 佈置圖



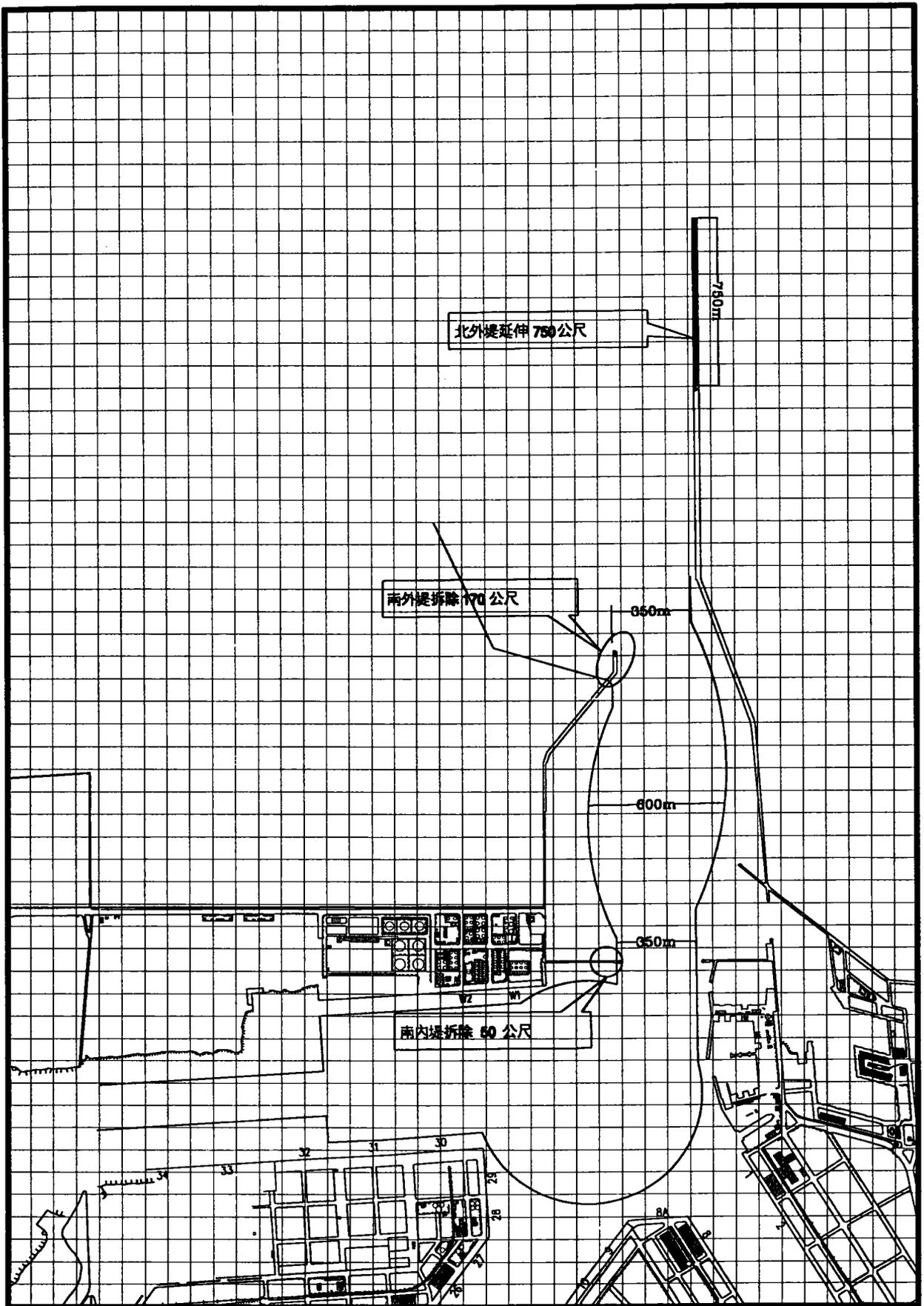
Layout 2

圖4 方案2佈置圖



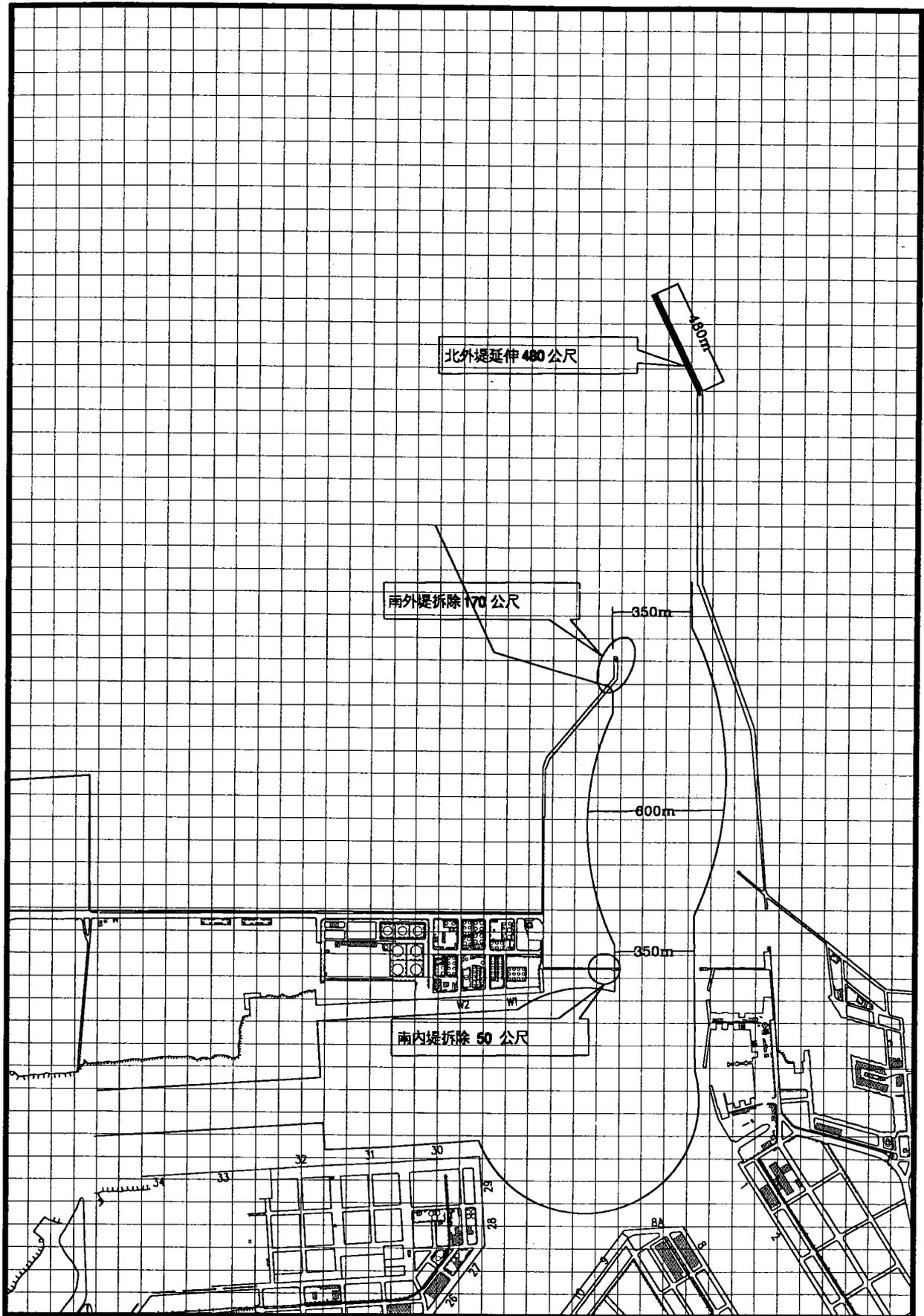
### Layout 3

圖 5 方案 3 佈置圖



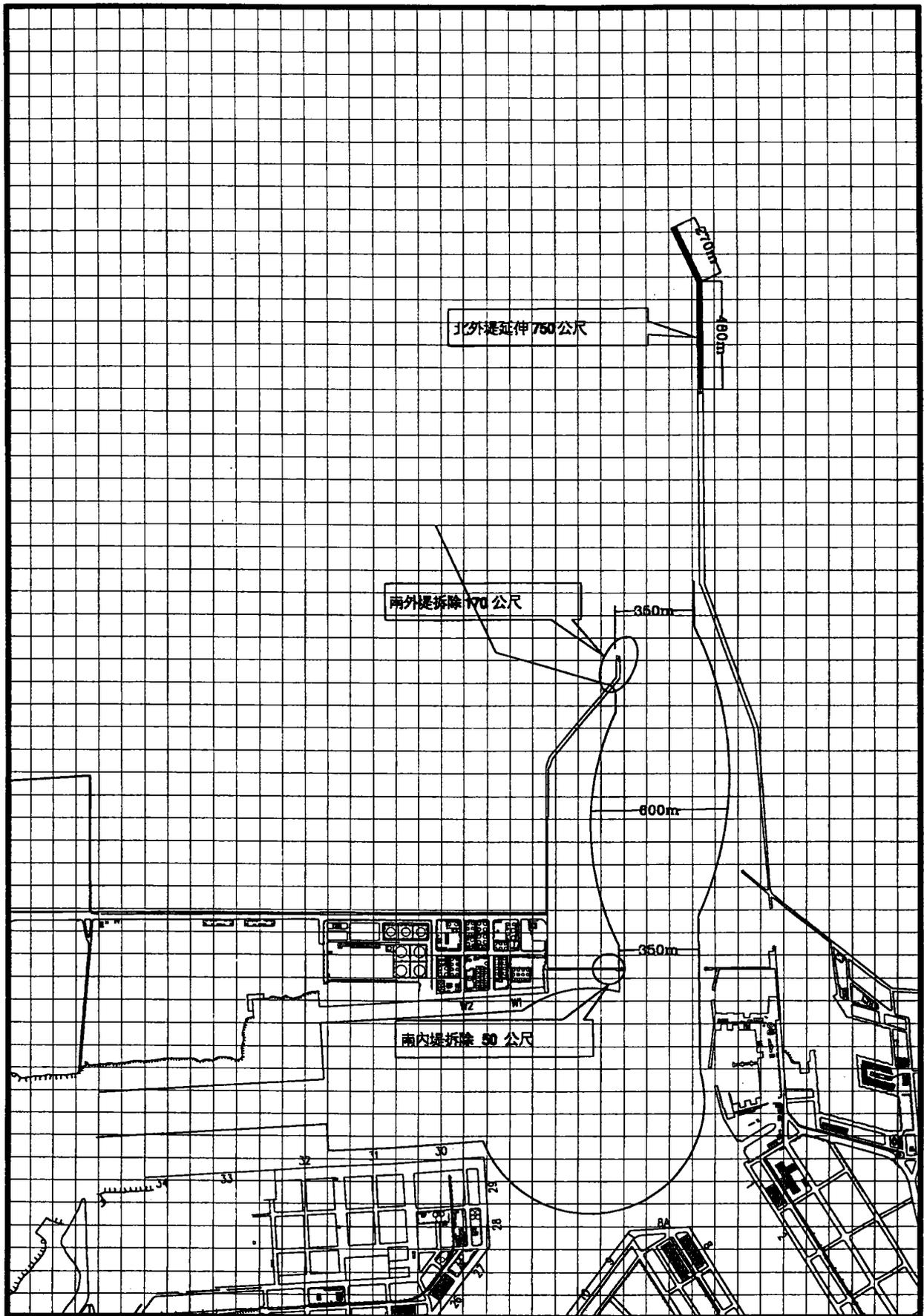
# Layout 4

圖 6 方案 4 佈置圖



Layout 5

圖 7 方案 5 佈置圖



Layout 6

圖 8 方案 6 佈置圖

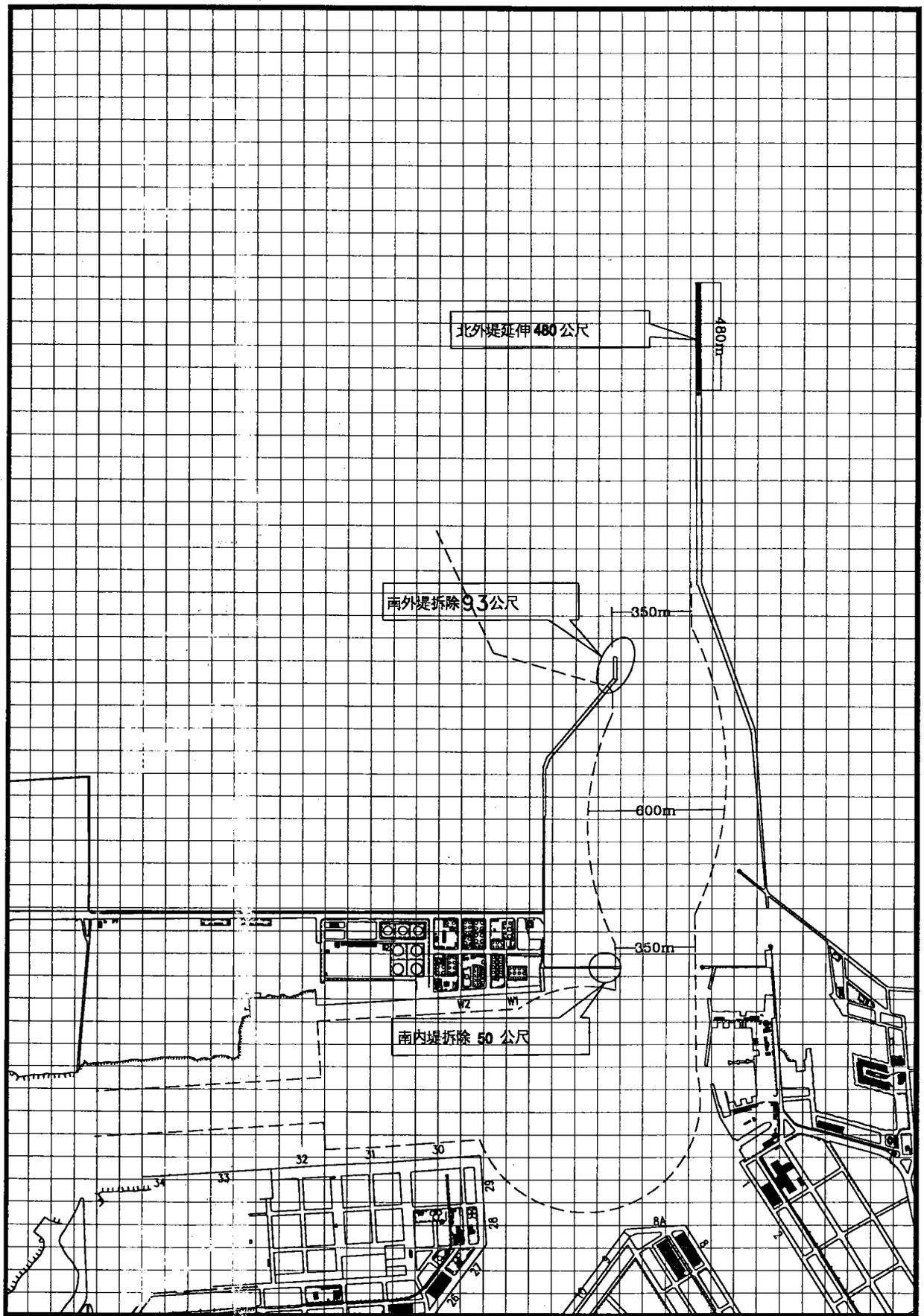


圖 9 方案 7 佈置圖

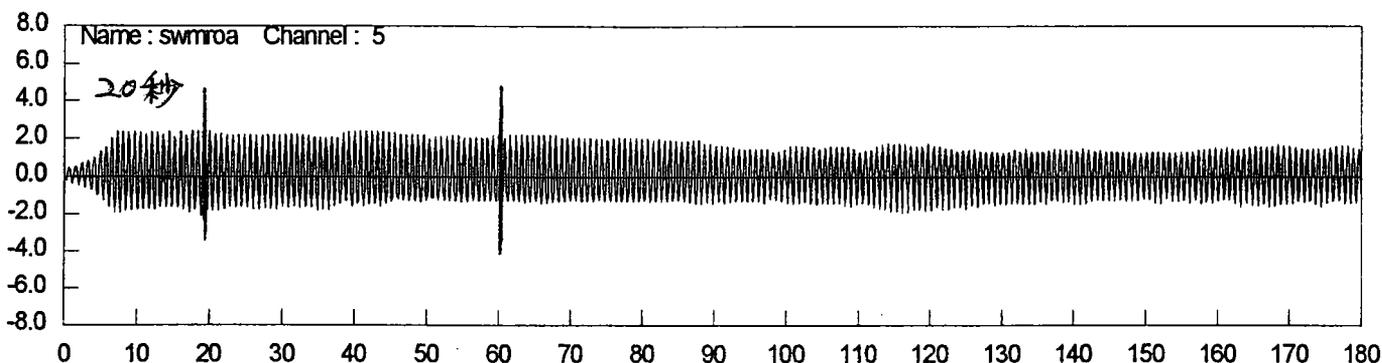
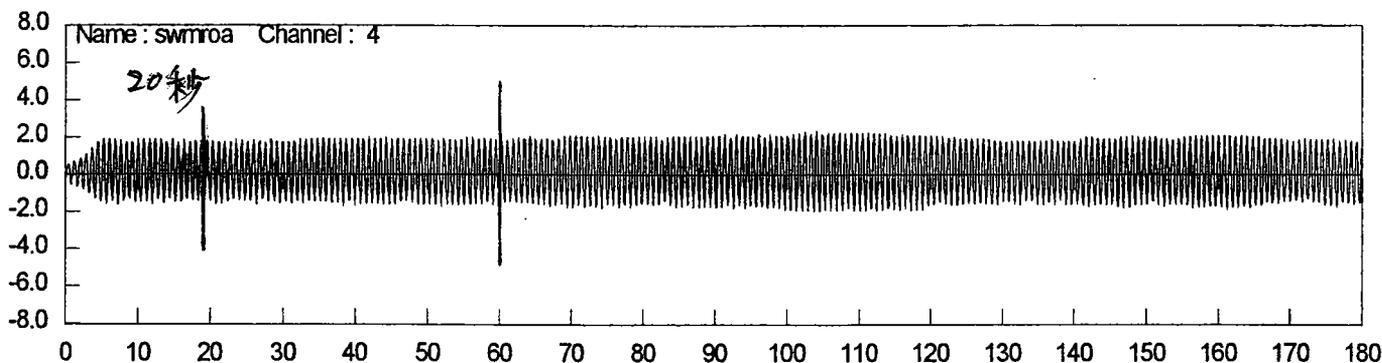
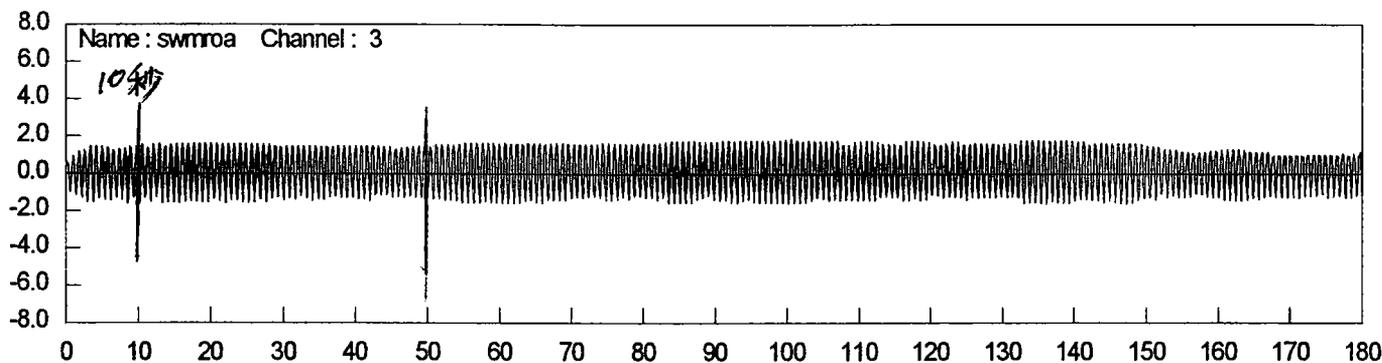
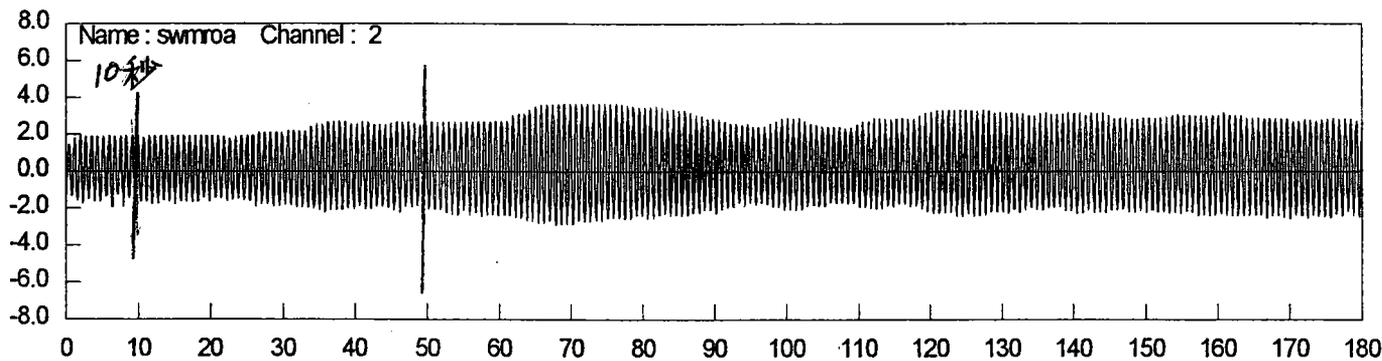
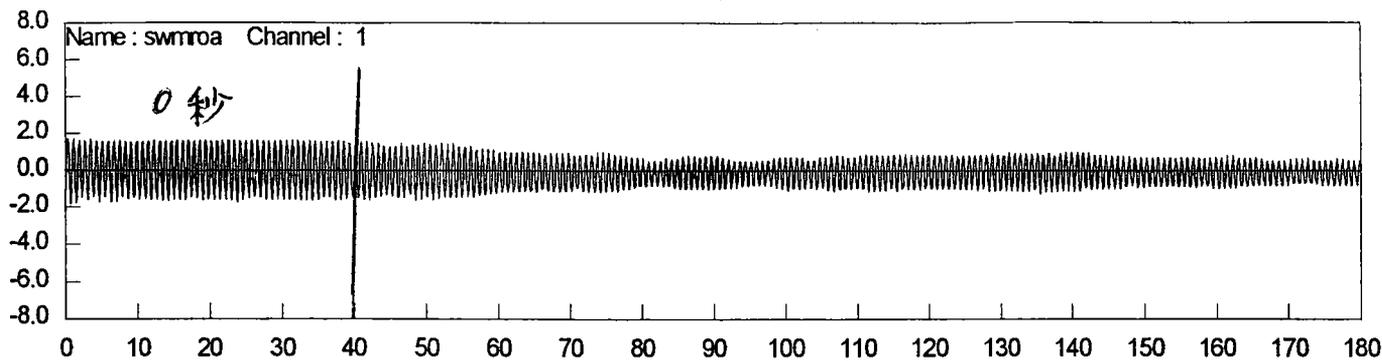


圖 10 水位歷時記錄圖

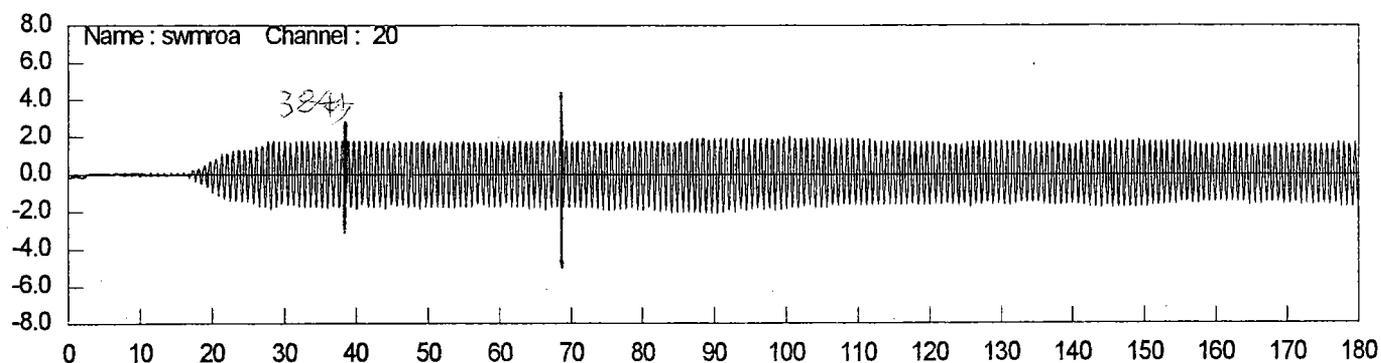
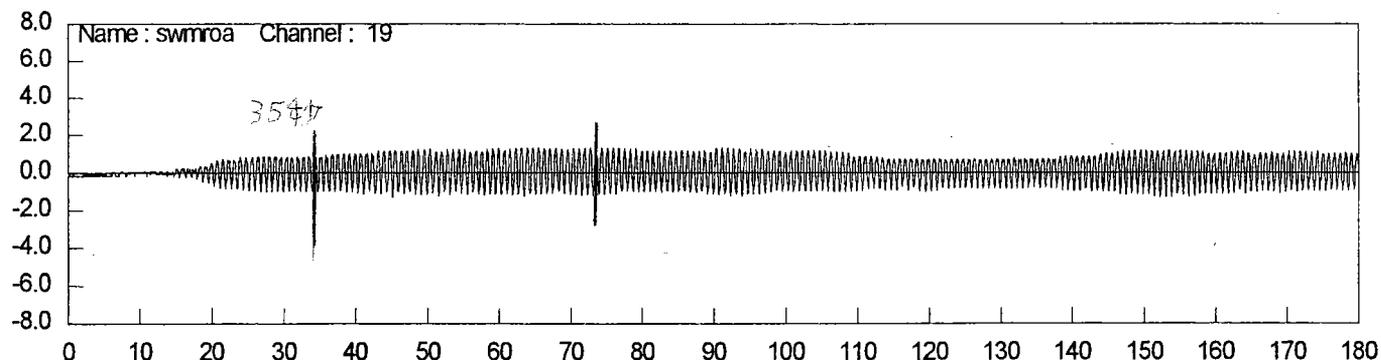
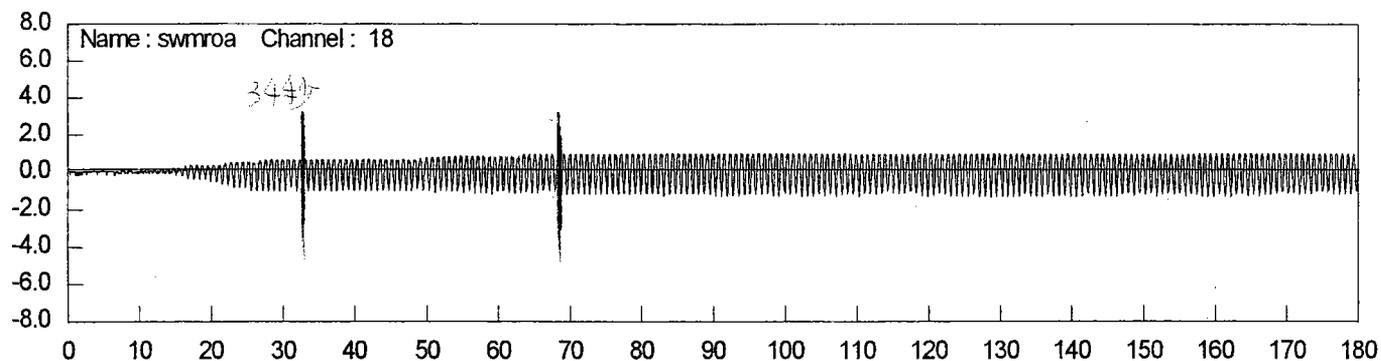
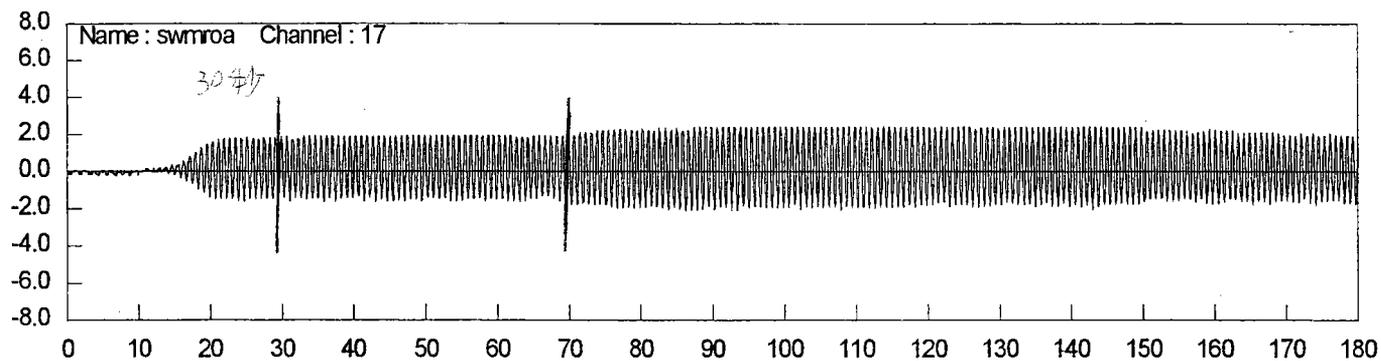
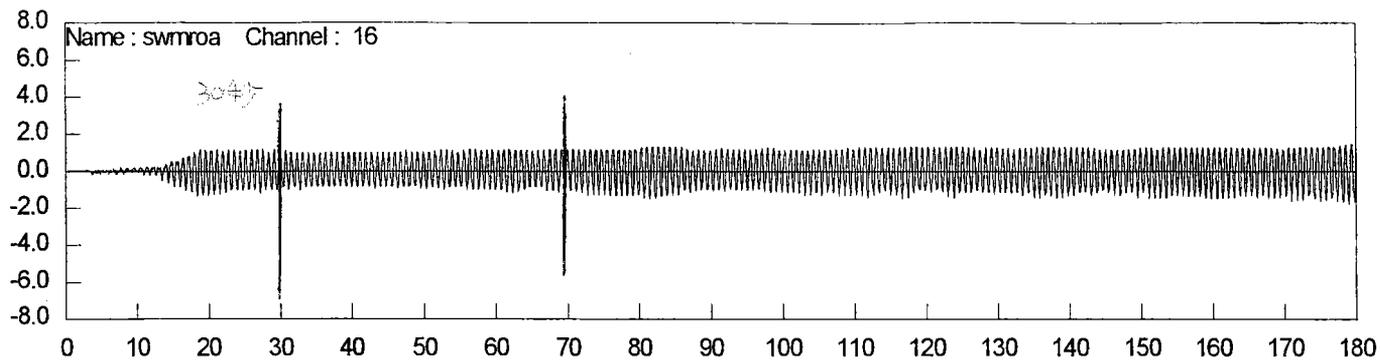


圖 11 水位歷時記錄圖

表 1 替選方案比較表

替選方案	南外堤 拆除長度	南內堤 拆除長度	北外堤		本文報告方案編號
			延長長度	延建方向	
零方案	0m	0m	0m	--	現狀佈置
方案一	170m	50m	480m	WNW 向	方案一
方案二	170m	100m	480m	WNW 向	方案二
方案三	170m	150m	480m	WNW 向	方案三
方案四	170m	50m	750m	WNW 向	方案四
方案五	170m	50m	480m	W 向	方案七
方案六	170m	50m	750m	WNW 向 480m 轉 W 向 270m	方案八
方案七	93m	50m	480m	WNW 向	方案九

表 2 試驗條件(規則波)

方向	水位	週期	波高	水位	週期	波高	週期	波高
SW	+5.86m	11.7sec	6.8m	+4.93m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m
WSW	+5.86m	11.3sec	6.3m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m
W	+5.86m	10.9sec	5.9m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m
WNW	+5.86m	11.5sec	6.6m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m

表 3 試驗條件(不規則波)

方向	水位	週期	波高	水位	週期	波高	週期	波高
SW	+5.86m	11.7sec	6.8m	+4.93m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m
WSW	+5.86m	11.3sec	6.3m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m
W	+5.86m	10.9sec	5.9m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m
WNW	+5.86m	11.5sec	6.6m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m

### 第三章 替選方案試驗結果與分析

本試驗共佈置 48 支容量式波高計，分佈整個模型區域，為探討各個區域對各種入射條件下其遮蔽效應，因此將整個港區分成 15 個部份，針對各區域的穩靜程度做比較分析，其 15 個區域分別為遮蔽區、外航道、外航道入口前、外航道入口後、內航道、內航道入口前、內航道入口後、迴船池、8A 碼頭區、9 號碼頭區、29 號碼頭區、30 號至 32 號碼頭區、漁港口、漁港航道口等，如圖 12 所示。以下將依各種佈置方案在各區域遮蔽效果比較與評選方式做詳細說明：

#### 3-1 各區域遮蔽效果比較與分析

##### 3-1-1 各水域討論與分析

###### (1) 遮蔽區

圖 13 表示在不同波向不同佈置在不同波浪條件下，平均波高比之比較圖，圖中橫座標表示八個佈置，其中 0 佈置為原型佈置，縱座標為平均波高比，不同線段表示不同波浪條件，三角形為三個不同波浪條件之波高比平均值，由圖中可發現除了 WSW 方向外，三個不同波向皆顯示在不規則波作用下，各種佈置之不同波浪條件其波高比值皆相近，而在 WSW 方向在長週期波時有較大的波高比，圖中亦 2 顯示各佈置在各方向皆有平均波高比較原型佈置為小的現象。圖 14 為規則波之各佈置比較圖。圖中雖顯現不同波浪條件變化較不規則波大，但平均值之變化趨勢卻與規則波相似。

由圖 13 和圖 14 中之平均波高比中可發現在 W 方向無論規則波或不規則波皆以佈置 7 之 0.92 至 0.95 之平均波高比值為最小，SW 方向之波高比平均值，在各方案平均分佈在 1.1 左右，規則波以方案 2 不規則波以方案 7 為最小。WSW 方向之波高比平均值分佈 0.95 左右，在其中以方案 5 為最小，

WNW 方向之波高比平均值在 0.96 左右，規則波以方案 2 最小，不規則波以方案 4 最小，由以上討論獲知在各波浪條件作用下各佈置方案在整個遮蔽區之波高比平均值在 0.9 至 1.1 之間。

## (2)外航道

外航道為原先消波式防波堤段及延建段共約 1,320 公尺至 1,570 公尺之消能段，由圖 15 至圖 16 之各方案比較圖中可發現在不規則波除 WSW 之長週期波之各佈置皆有高於 1.0 的波高比而其他 3 方向各波浪條件之平均波高比較為接近。而在規則波時僅有 WNW 方向有較接近的現象，其他方向變化亦較大。WNW 方向各方案之 kd 值分佈在 0.71 至 0.96 之間，其中規則波以方案 5 kd 值為 0.72 不規則波方案 6 之 0.71 為最小。W 方向各方案之平均 kd 值在 0.84 至 1.08 之間，其中規則波以方案 7 之 kd 值 0.95 不規則波亦以方案 7 之 kd 值 0.84 為最低。WSW 方向各方案之平均 kd 分佈在 0.82 至 1.05 之間，其中規則波以方案 1，kd 值為 0.82 最低，不規則波以方案 5，kd 值為 0.86 為最小。SW 方向各方案之 kd 值分佈在 0.98 至 1.22 之間，其中規則波以方案 3 之 kd 值為 0.98 最低，不規則波以方案 3 之 kd 值為 1.02 為最小。由以上討論各佈置方案以 SW 方向入射時在外航道之平均波高比值較高，即短峰波形成的現象較為明顯。

## (3)外航道入口前

外航道入口前係指船舶進入南外防波堤之遮蔽區域前之水域，此區域因受南北防波堤束縮水域之影響，因此波浪週期形成很主要之控制因素。由圖 17 與圖 18 可發現在不同波浪條件下各佈置皆出現 kd 值分佈較散亂之現象。WNW 方向其 kd 值分佈在 0.53 至 0.84 之間，以方案 5 kd 值 0.63 為最小，不規則波方案 5 亦為取小其 kd 值為 0.53。w 方向其 kd

值之分佈在 0.97 至 1.16 之間，規則波以原方案之 kd 值 1.01 為最低，不規則波以方案 4 之 0.97 為最小，WSW 方向其 kd 值分佈在 0.65 至 0.90 之間，規則波以方案 2 最小其 kd 值為 0.65，不規則波以方案 6 kd 值 0.76 為最小，SW 方向其 kd 值分佈在 0.88 至 1.24 之間，規則波與不規則波皆以原型方案為最小，其 kd 值分佈為 0.99 和 0.88。由以上討論獲知 W 方向和 SW 方向二方向平均 kd 值分佈範圍較廣，其值亦較大，對航道入口造成較大的波動現象。

#### (4)外航道入口後

外航道入口後係指船舶進入南防波堤之遮蔽區域後之水域，此區域受南防波堤之繞射與反射之影響，週期效應亦為靈敏因素。由圖 19 和圖 20 發現不規則波之 W 方向和 WSW 方向週期反應在各種佈置下皆呈較大變動，規則波時亦發現長週期時在 w 方向與 sw 方向二方向之長週期反應較靈敏。WNW 方向平均 kd 值之分佈在 0.48 至 0.79 之間，規則波以方案 3 kd 值 0.61 最小，不規則波以方案 5 最小。W 方向平均 kd 值分佈在 0.82 至 1.21 之間，規則波與不規則波皆以原方案為最小，其 kd 值分別為 0.82 和 0.85。WSW 方向之平均 kd 值在 0.62 至 0.87 之間，原方案在規則波和不規則波之 kd 值為 0.63 和 0.62 皆較各方案為小。SW 方向之平均 kd 值分佈在 0.64 至 0.97 之間，規則波以方案 1 kd 值為 0.65 最小，不規則波以方案 1 之 kd 值 0.64 為最小。由以上討論獲知其平均 kd 值較大之二方向和外航道入口前相同，以 W 方向和 SW 方向，波浪入口後尚有較大波動出現。

#### (5)內航道

內航道區域為船舶入港後進入內港前較穩靜的水域，由圖 21 和圖 22 可發現雖然各種佈置有不同 kd 值出現，但不同波浪條件雖有影響但影響不大，亦即 kd 值在每一不同佈

置皆呈集中分佈。WNW 方向之平均 kd 值分佈在 0.30 至 0.44 之間，規則波以方案 3 之 kd 值 0.3 最小，不規則波以方案 5 最小其 kd 值為 0.3。w 方向之平均 kd 值分佈為 0.50 至 0.68 之間，規則波以方案 7 之 kd 值 0.52 為最小，不規則波亦以方案 7 之 0.51 最小。WSW 方向之平均 kd 值分佈在 0.40 至 0.49 之間，規則波以 kd 值為 0.40 之方案 2 最小，不規則波以方案 6 之 kd 值 0.42 為最小。SW 方向之 kd 值分佈在 0.54 至 0.76 之間，規則波和不規則波之 kd 值均以原方案之 0.56 和 0.54 最小，由以上討論發現不同佈置不同波向波浪入港後其平均衰減到 5 成左右，即經過消波式防波堤後其能量有明顯減小。

#### (6)內航道入口前

內航道入口前係指漁港口前面波浪即將進入內泊地之水域，經由內航道同時受沿北內堤反射所造成之反射波導入內航道口之影響，形成變化較大之波況。由圖 23 和圖 24 可明顯發現於外航道口在 W 方向和 SW 方向二方向變化較大的相同趨勢出現。各種佈置在 SW 方向不同波浪條件中亦有隨週期不同而有較顯著的差異。WNW 方向其 kd 值分佈在 0.38 至 0.59 之間，規則波以原方案之 0.38 最小，不規則波以方案 5 之 0.40 為最小，w 方向之平均 kd 值分佈在 0.28 至 0.44 之間，規則波與不規則波皆以原方案 kd 值為 0.31 和 0.28 最小，WSW 向之平均 kd 值分佈在 0.30 至 0.51 之間，規則波以方案 4 kd 值為 0.30 最小，不規則波以方案 7 之 0.39 最小，sw 向之 kd 值分佈在 0.45 至 0.64 之間，其中規則波以方案 4 之 0.57 為最小，不規則波以原方案 kd 值 0.45 最小。由以上討論雖各種不同佈置波浪對引進波能至內航道入口前，波能皆減衰至 4 成左右，且部份能量導被引入漁港。

### (7)內航道入口後

內航道入口後係指波浪進入內泊地前之入口附近水域。由圖 25 和圖 26 二圖明顯得知，僅在規則波試驗之 SW 方向，各佈置在不同波浪條件時有變大趨勢。WNW 方向之 kd 值分佈在 0.33 至 0.54 之間，規則波以方案 1 之 0.38 為最低，不規則波以方案 5 之 0.33 最小，w 方向之平均 kd 值分佈在 0.27 至 0.41 之間，規則波以方案 1 kd 值為 0.27 最低，不規則波以原方案為最小。WSW 方向之平均 kd 值分佈在 0.31 至 0.38 之間，規則波以方案 6 之 0.32 最小，不規則波以方案 7 kd 值 0.32 為最小，SW 方向之平均 kd 值分佈在 0.35 至 0.56 之間，規則波以方案 1 kd 值 0.35 為最小，不規則波以方案 7 之 0.43 為最小。由以上討論 kd 值之分佈愈來愈分佈範圍愈小，表示各方案影響程度愈集中。

### (8)迴船池

迴船池位於船舶進入內泊地最重要的停船迴轉導向出港之水域，此水域需有較好的靜穩度。圖 27 和圖 28 可發現在不規則波試驗其不同佈置約有 10%到 20%左右的變動量。規則波試驗不同佈置其 kd 值便降至 10%左右之變動量。WNW 方向平均 kd 值於 0.15 至 0.23 之間，規則波以原方案 kd 值為 0.17 為最小，不規則波亦以方案 1 之 0.25 最小。W 方向平均 kd 值分佈在 0.14 至 0.20 之間，規則波和不規則波皆以方案 1 之 0.14 為最小，WSW 方向平均 kd 值分佈在 0.19 至 0.22 之間，規則波以方案 7 之 0.19 最小，不規則波以方案 6 之 0.19 為最低。SW 方向平均 kd 值分佈在 0.18 到 0.30 之間，規則波或不規則波皆以方案 1 之 0.20 和 0.18 為最小。由以上討論得知，波浪進入迴船池時波浪能量之減少約 80%能量左右。

### (9)8A 碼頭

8A 碼頭係指中突堤前與迴船池相連之水域，中突堤碼頭為棧橋式碼頭，因此該水域雖受波浪直接入射與反射之影響但亦受棧橋式碼頭之消能作用。圖 29 和圖 30 中顯示不論規則波或不規則波在小角度入射進入港池時(W 方向)造成 8A 碼頭區水域受波浪條件影響較巨，其餘方向受佈置影響較大。WNW 方向之平均 kd 值分佈在 0.20 至 0.33 之間，其中規則波以原方案 kd 值為 0.22 最小，不規則波亦以原方案之 0.20 最低。W 方向之 kd 值平均值介於 0.21 至 0.29 之間，規則波與不規則波皆以原方案為最低，其值分別為 0.22 和 0.21。WSW 方向 kd 值平均分佈為 0.18 至 0.28 之間，此方向亦顯示原方案在規則波與不規則波其 kd 值皆為最小，其值為 0.18。SW 方向平均 kd 值介於 0.19 至 0.30 之間，規則波與不規則波亦以原方案之 Kd 值最小，分別為 0.21 與 0.19。由以上討論得知，在面對港口方向受波浪直接入射區域之 8A 碼頭，在延建防波堤與拆除南防波堤及南內堤之情況下，波浪進入的能量較原方案為大，形成該水域的不穩靜度增加。

### (10)8 號碼頭

8 號碼頭區為中突堤之右側內水道水域，波浪與北防波堤間形成小角度，進入港池時 8 號碼頭區受波浪直接進入形成水域較波浪大角度入射時會有較大的波動出現。由圖 31 和圖 32 可發現 WNW 方向和 W 方向各佈置之平均值皆在 0.1 至 0.15 之間，而在 WSW 方向 SW 方向較大角度入射時，其 kd 值平均在 0.05 到 0.1 之間，WNW 向之平均 kd 值分佈在 0.08 至 0.21 之間，規則波和不規則波皆以原方案 kd 值 0.09 和 0.08 為最小，W 方向 kd 值介於 0.09 到 0.18 之間，規則波以方案 3 之 0.09 最低，不規則波以原形方案 kd 值 0.09 為最小。WSW 方向 kd 值分佈較集中，其分佈範圍為 0.06 到 0.09 之間，規則波以方案 7 kd 值 0.06 最小，不規則波以方案 6

之 0.07 為最小。SW 方向平均 kd 值在 0.06 到 0.12 之間，規則波以方案 1 kd 值 0.06 最小，不規則波以方案 7 之 0.07 為最小。經由以上討論得知 8 號碼頭前水域如波浪小角度入射接影響本水域，如大角度入射波浪因受中突堤阻擋而繞射進入本水域其波動就明顯變小。

#### (11)9 號碼頭

9 號碼頭區為中突堤之左側內水道水域，波浪與北防波堤成小角度進入 9 號碼頭水域時會受中突堤影響而形成繞射進入，大角度入射即為直接進入。因此在 W 方向和 WNW 方向在不同週期波浪進入本水域時各種佈置皆有受週期影響較大的現象出現，由圖 33 和圖 34 可得驗證。WNW 方向平均 kd 值分佈在 0.09 至 0.19 之間，規則波以方案 5 kd 值 0.09 為最小，不規則波以方案 2 之 kd 值 0.10 最低。W 方向 kd 值分佈在 0.08 到 0.16 之間，規則波以方案 5 kd 值 0.08 為最小，不規則波以方案 5 之 kd 值 0.11 為最低。WSW 方向 kd 值介於 0.10 到 0.13 之間，規則波以方案 7 kd 值 0.10 最小，不規則波以方案 6 kd 值 0.11 最小。SW 方向平均 kd 值分佈在 0.11 至 0.18 之間，但大部份佈置皆為 0.17，規則波以原方案之 kd 值 0.11 最低，不規則波以方案 7 kd 值為 0.13 最小。由以上討論獲知，在 WSW 方向和 SW 方向在各種不同周期的波浪以此二方向進入，其 kd 值分散範圍較小，即受週期影響較小，而其餘二方向受繞射影響較大，故 kd 值分佈較大。

#### (12)29 號碼頭

29 號碼頭位於中突堤左前方水域，亦為水域分道之轉角區域，此區域受波浪作用在角落反射效應之作用，其各方向及各種波浪條件作用下，各種佈置皆發現其 kd 值有較大的現象發生，圖 35 和圖 36 中可得知各佈置之平均 kd 值皆

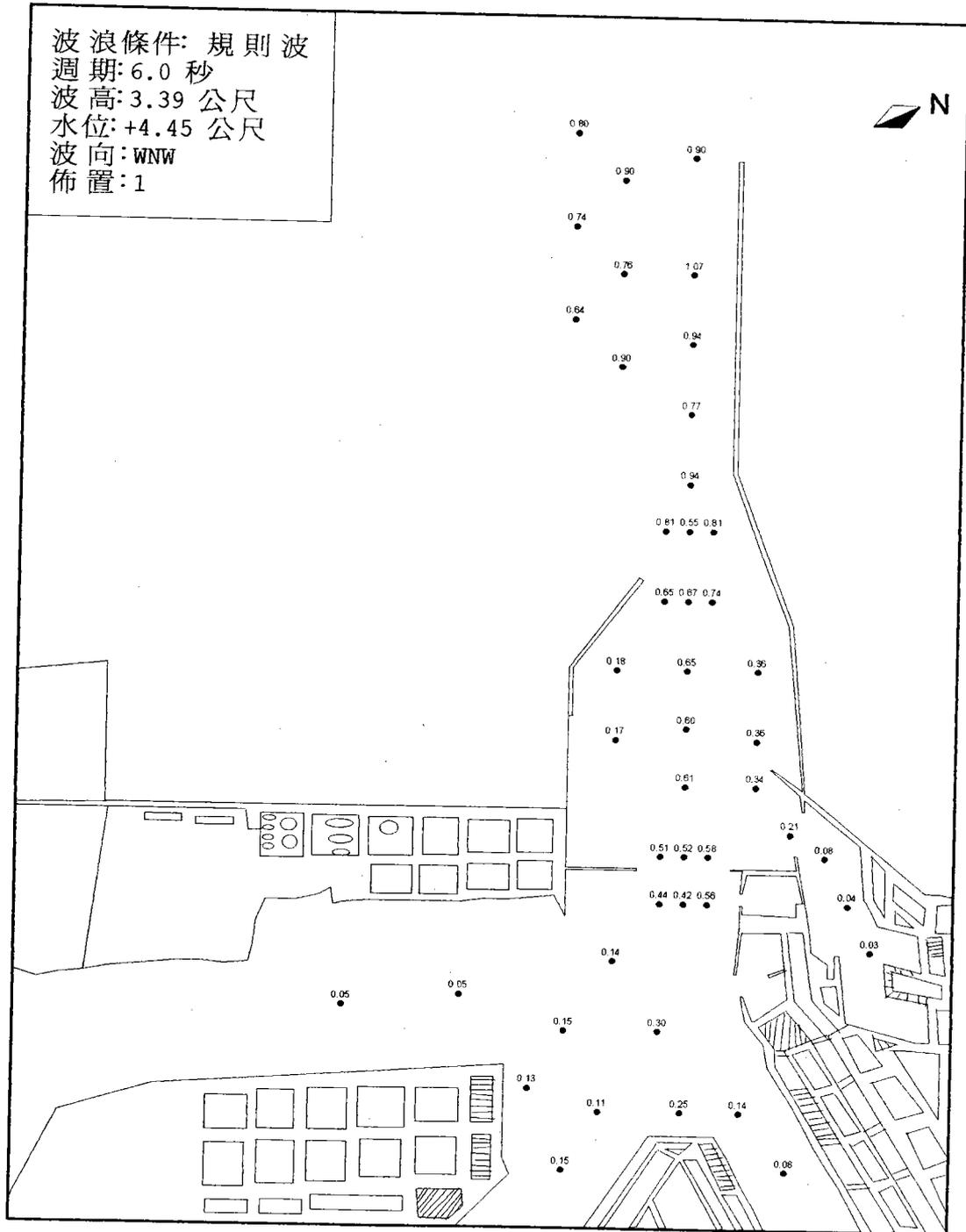


圖 1-42

港口航道之前段水域，由於港口內側為一自然消波區，因此波浪進入港口後波能減衰甚快，圖 39 和圖 40 表示在各種方案下不同波浪件下平均 kd 值之比較，從圖中可得，不同佈置方案對能量進入漁港有其影響性，故其 kd 值變化較大。WNW 方向之平均 kd 值介於 0.18 至 0.21 之間，規則波以方案 1 kd 值 0.17 為最低，不規則波以方案 7 kd 值為 0.18 最小。W 方向平均 kd 值分佈於 0.22 至 0.28 之間，規則波以方案 7 kd 值 0.23 為最小，不規則波以原方案 kd 值 0.24 為最低。WSW 方向之平均 kd 值介於 0.14 至 0.18 之間，規則波以方案 7 kd 值 0.14 為最小，不規則波以方案 2 kd 值 0.14 最低。SW 方向平均 kd 值介於 0.18 到 0.22 之間，規則波以方案 7 kd 值 0.19 為最小，不規則波以方案 7 kd 值 0.19 最小。經由以上討論得知以 WSW 方向對漁港影響較小，W 方向影響較大。

#### (15)漁港口內航道

漁港口內航道係指漁港內航道和泊池水域，由圖 41 和圖 42 可得知，在此水域受波浪能量導進內航道多寡及漁港消能狀況而有所不同，由各圖中明顯可看出不同佈置方案其漁港內航道平均 kd 值有明顯不同。WNW 方向平均 kd 值介於 0.04 至 0.07 之間，規則波以原方案 kd 值 0.04 最小，不規則波以方案 7 kd 值 0.06 最小。W 方向平均 kd 值介於 0.04 到 0.08 之間，規則波以方案 5 kd 值 0.04 為最小，不規則波以原方案 kd 值為 0.05 最小。WSW 方向平均 kd 值分佈在 0.02 到 0.06 之間，規則波以方案 2 kd 值 0.02 最小，不規則波亦以方案 2 kd 值 0.04 最小。SW 方向平均 kd 值介於 0.03 到 0.07 之間，規則波以方案 6 kd 值 0.04 為最小，不規則波以方案 7 kd 值 0.04 最小。由以上討論得知，漁港口內航道在各種條件作用下，港內波動很小，整個水域靜穩度尚佳。

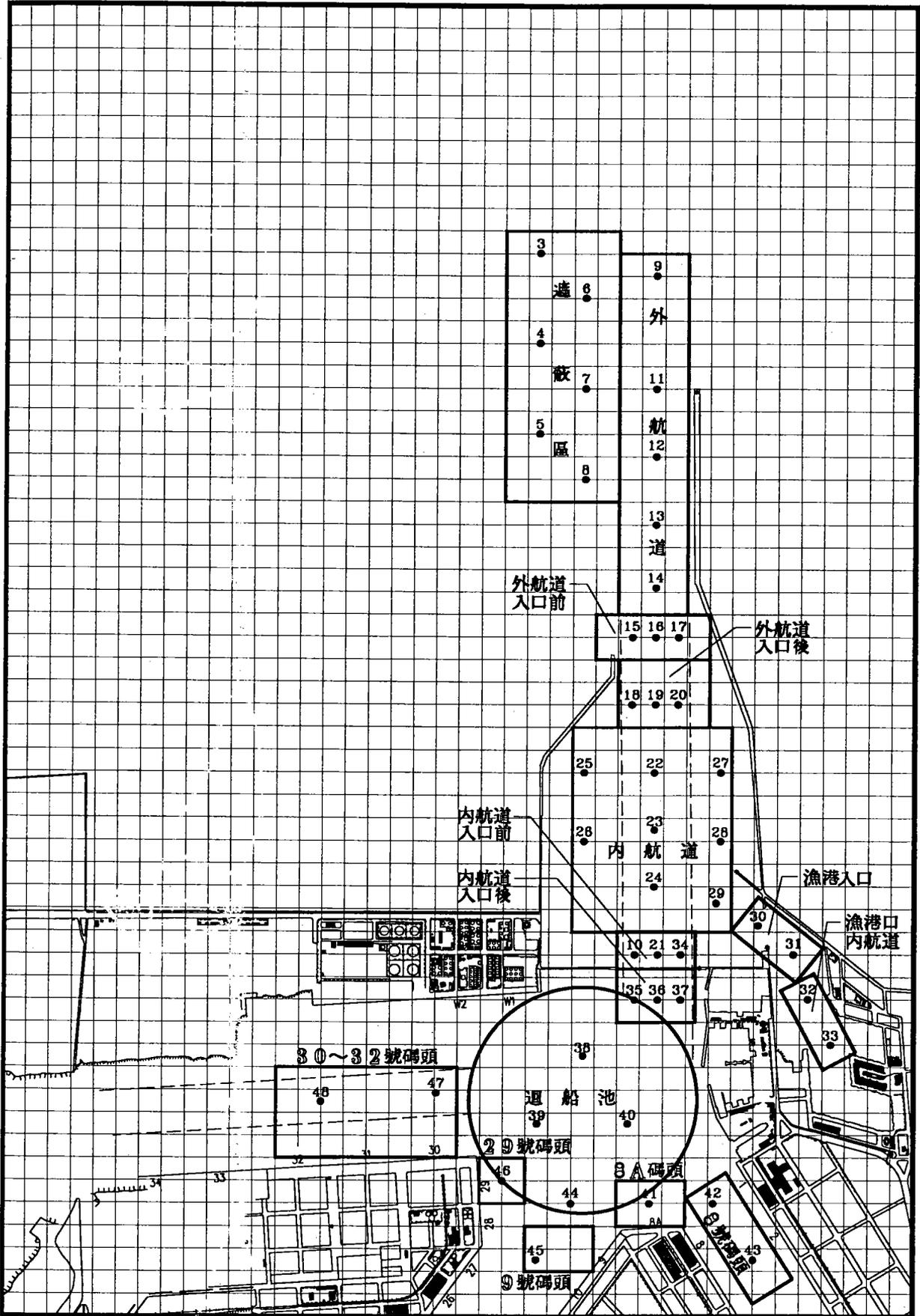


圖 12 全水域分區示意圖

區域：遮蔽區  
不規則波

—  $H=5.9cm, T=1.09sec$   
- - -  $H=3.0cm, T=0.80sec$   
- · -  $H=3.0cm, T=0.80sec$   
▲ 平均值

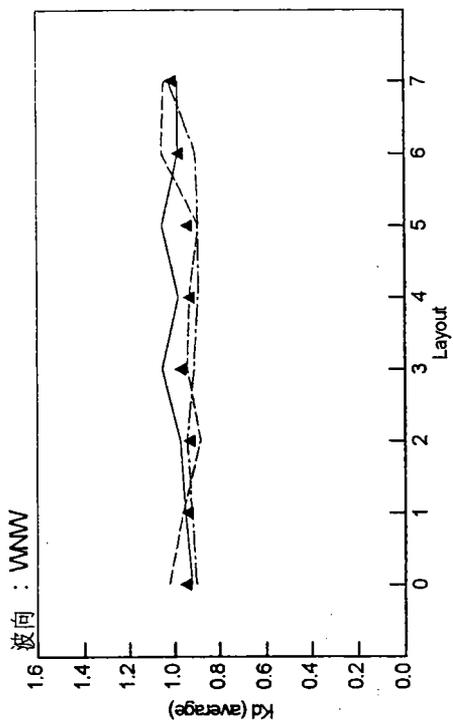
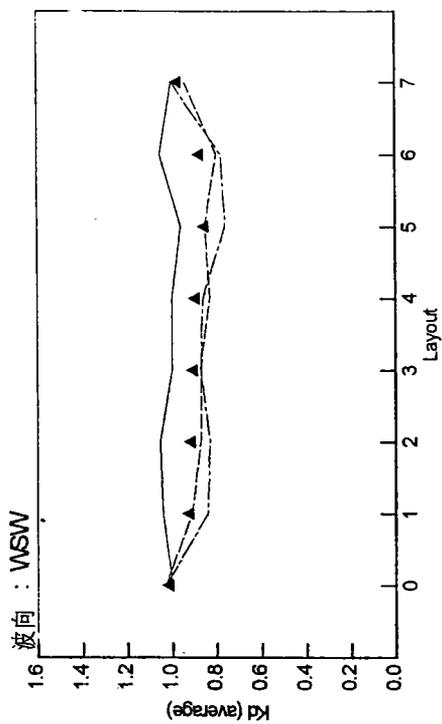
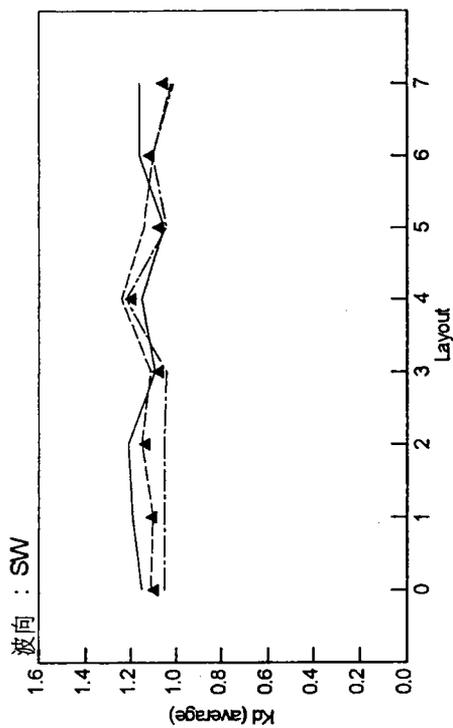
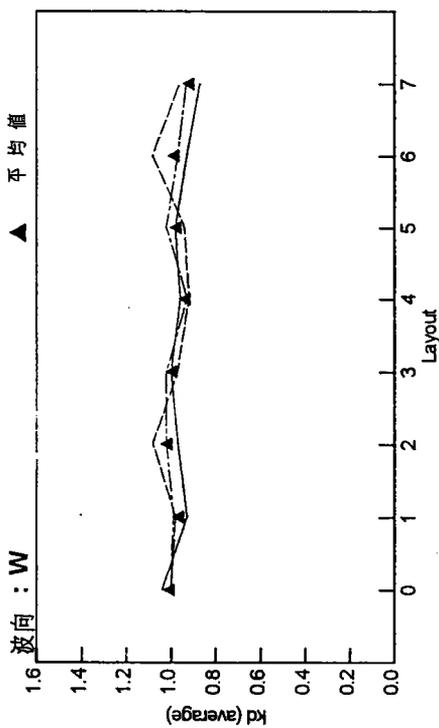


圖 13 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：遮蔽區  
規則波

—  $H=5.9\text{cm}, T=1.0\text{sec}$   
 - - -  $H=3.0\text{cm}, T=0.80\text{sec}$   
 - · -  $H=3.0\text{cm}, T=0.60\text{sec}$   
 ▲ 平均值

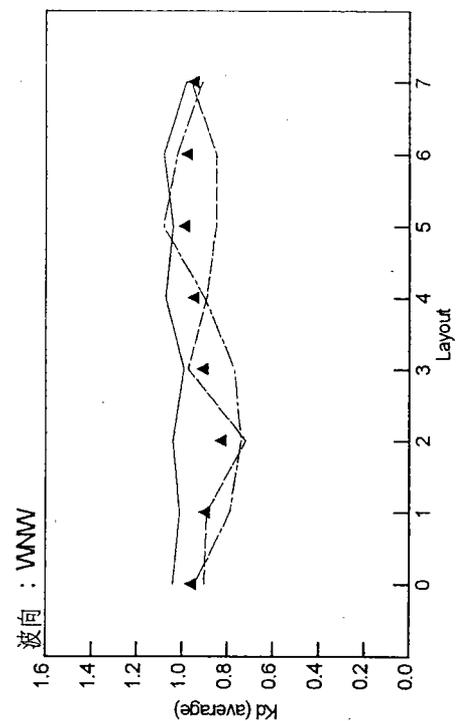
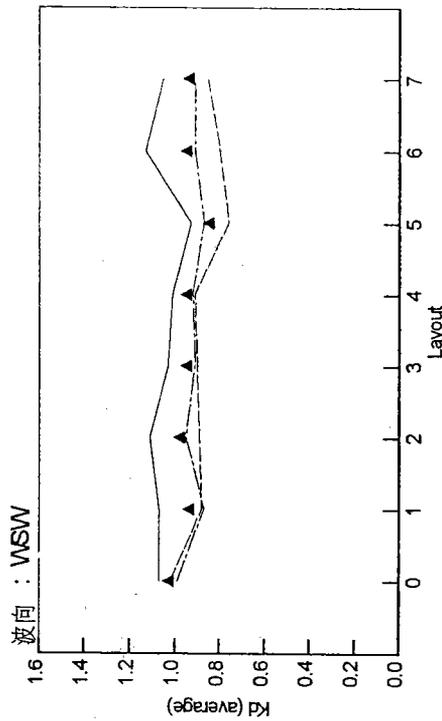
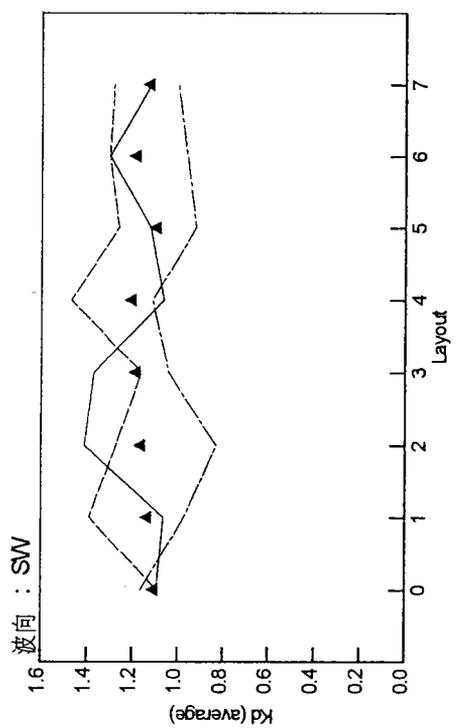
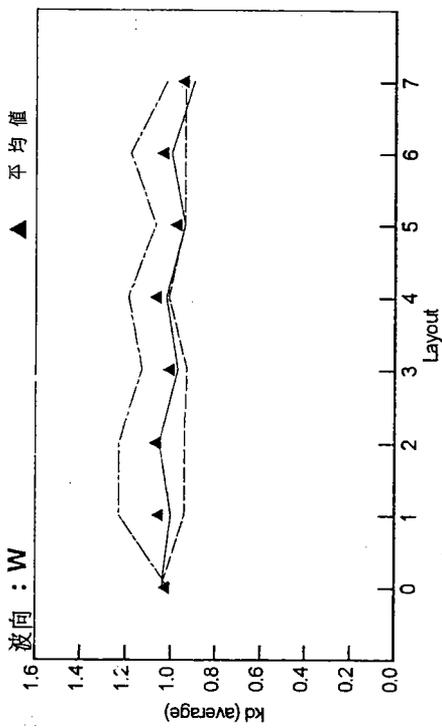


圖 14 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

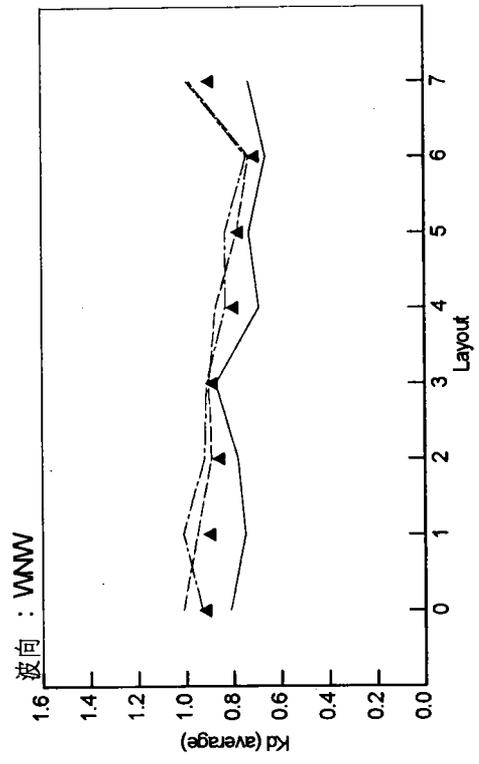
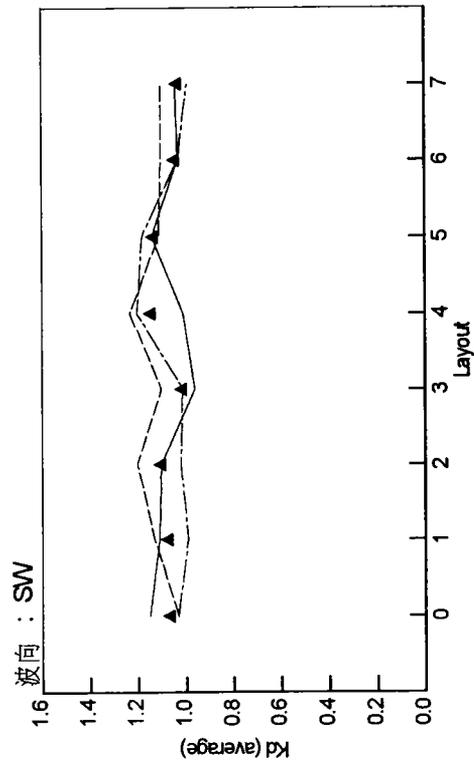
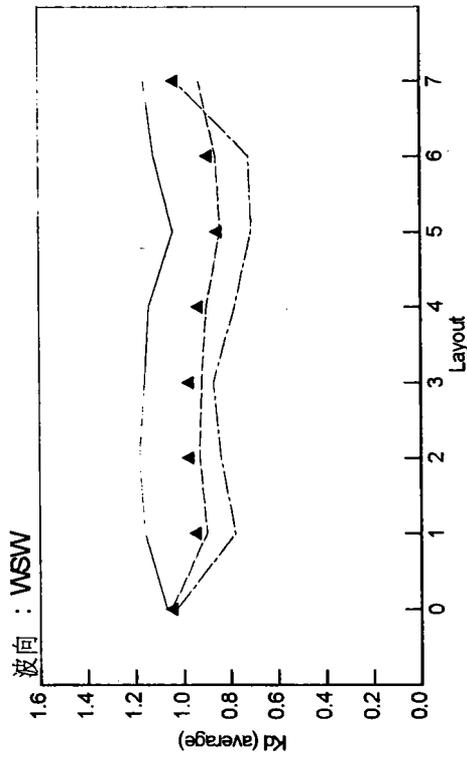
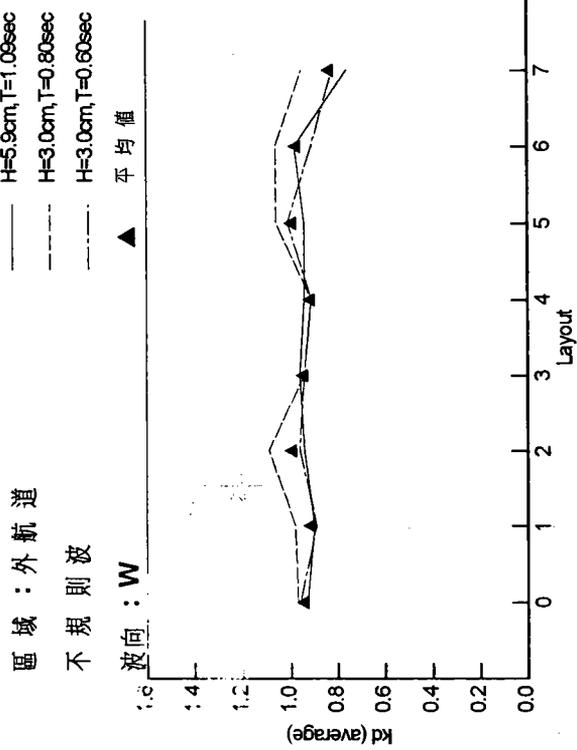


圖 15 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

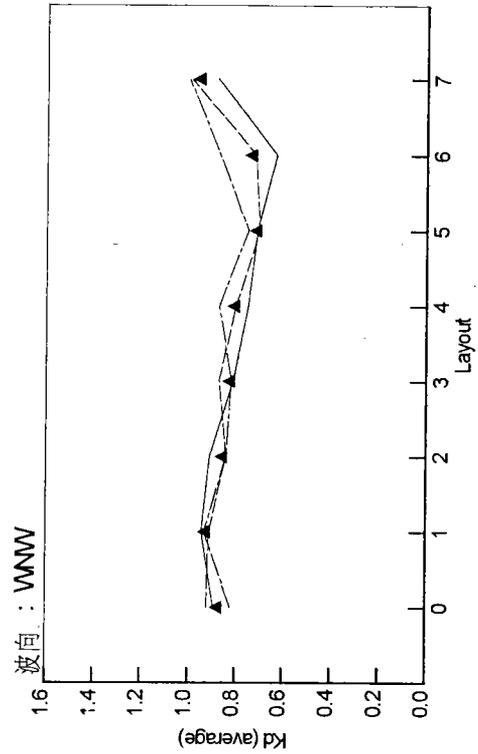
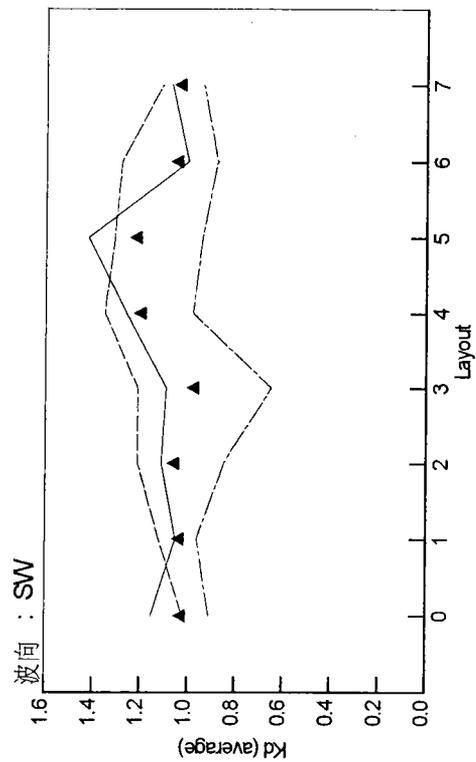
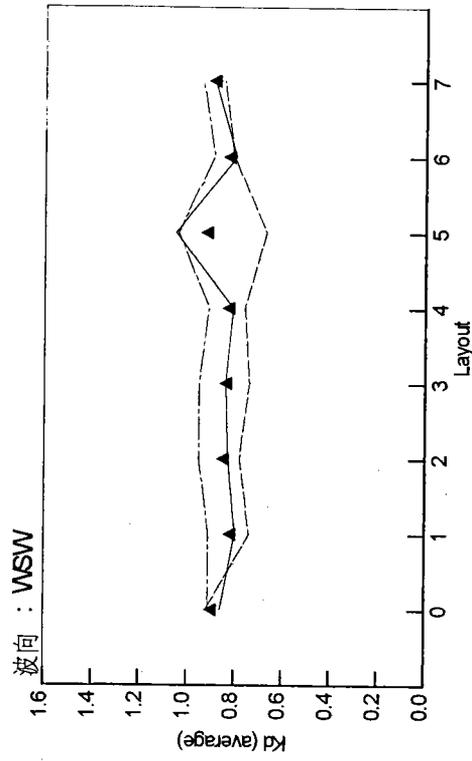
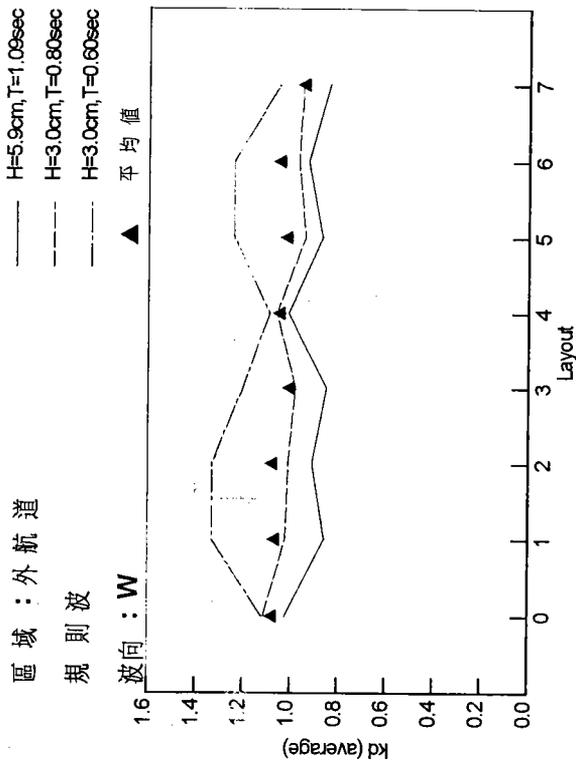


圖 16 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：外航遺入口前  
不規則波

——  $H=5.9\text{cm}, T=10.9\text{sec}$   
 - - -  $H=3.0\text{cm}, T=0.80\text{sec}$   
 - · -  $H=3.0\text{cm}, T=0.60\text{sec}$   
 ▲ 平均值

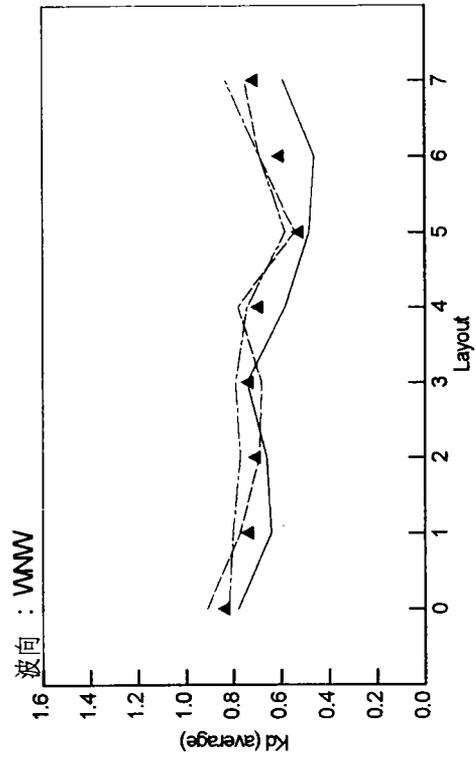
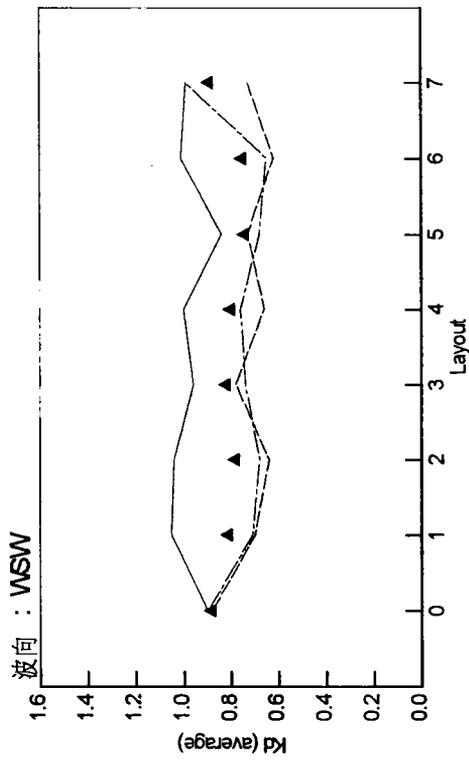
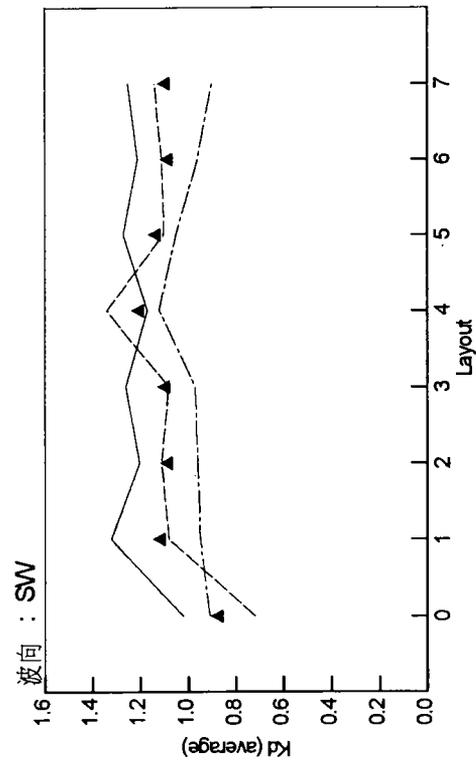
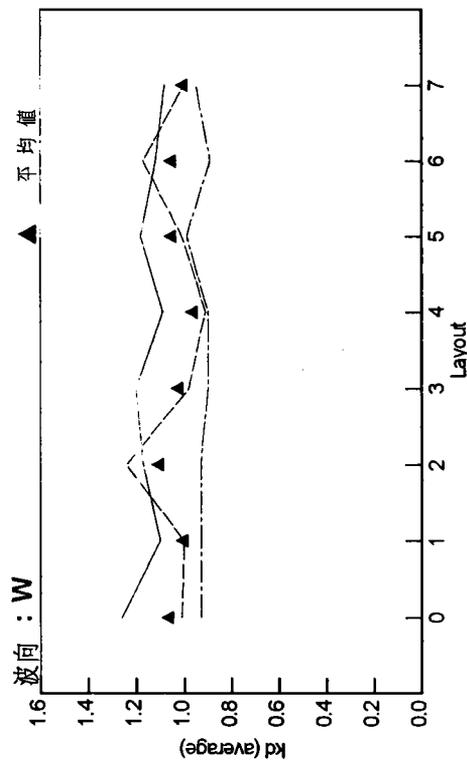


圖 17 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：外航道入口前  
 規則波  
 H=5.9cm, T=1.09sec  
 H=3.0cm, T=0.80sec  
 H=3.0cm, T=0.60sec  
 ▲ 平均值

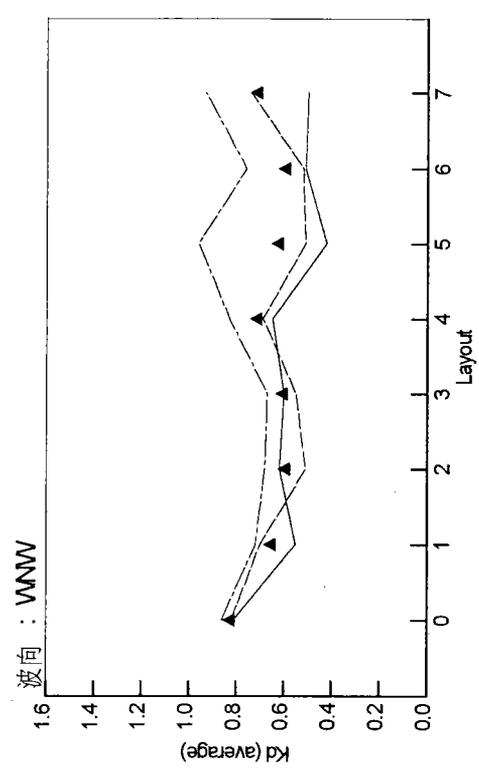
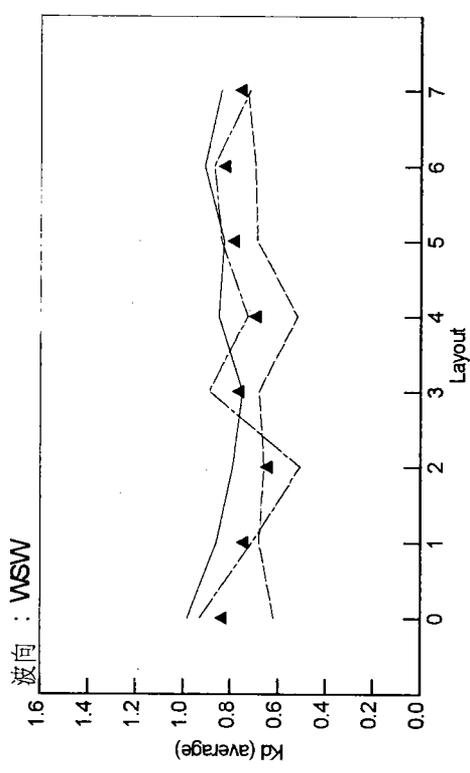
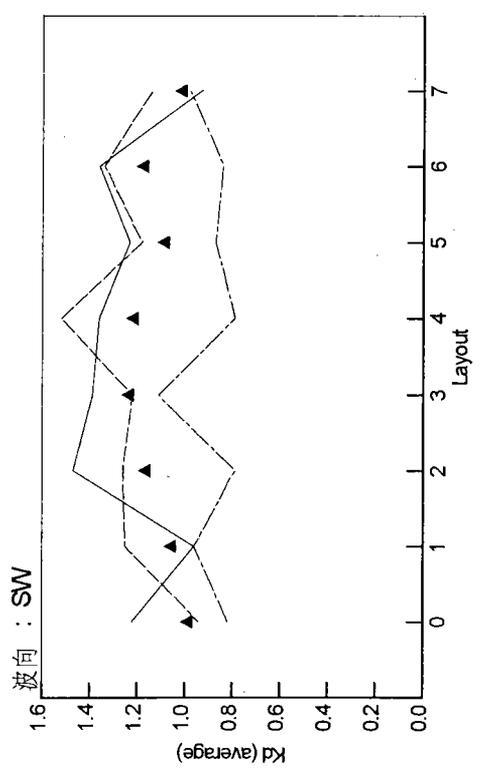
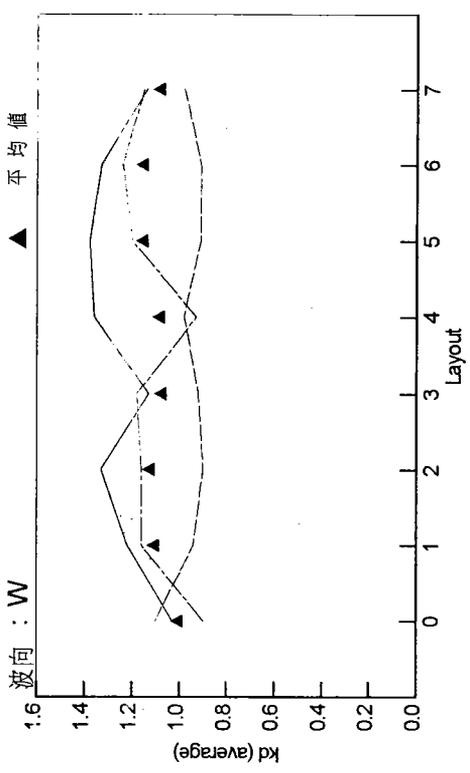


圖 18 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

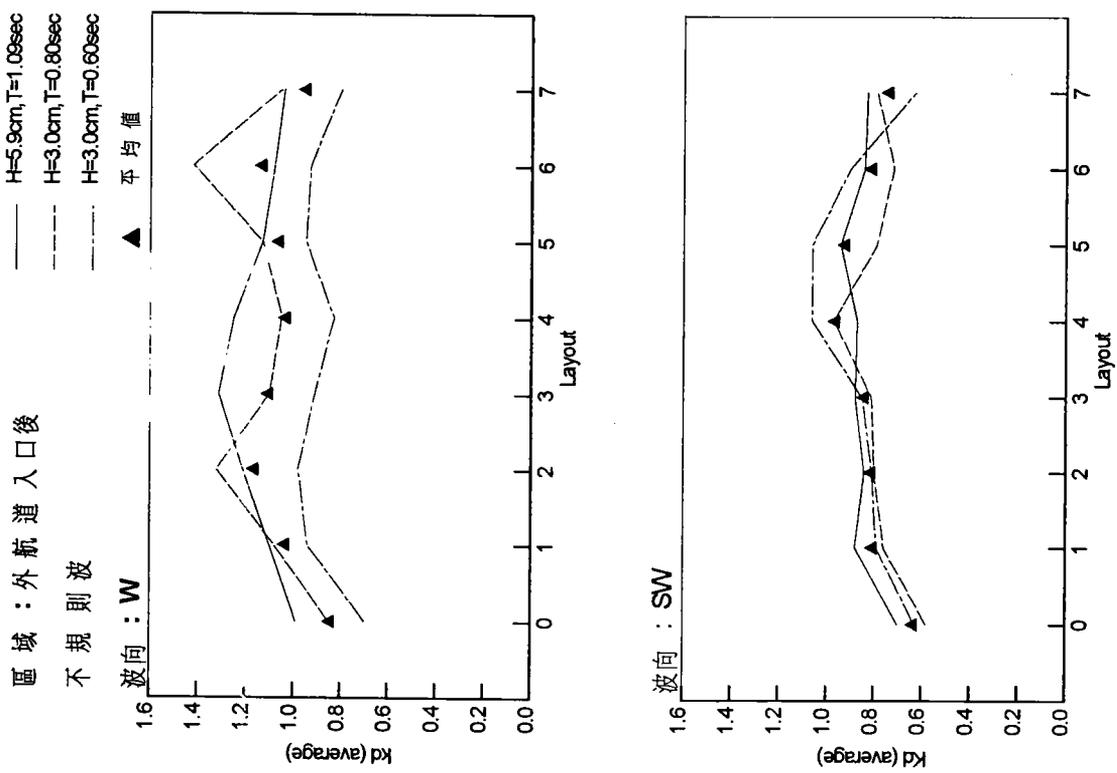


圖 19 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：外航道入口後  
 規則波

— H=5.9cm, T=1.09sec  
 - - - H=3.0cm, T=0.80sec  
 - · - H=3.0cm, T=0.60sec  
 ▲ 平均值

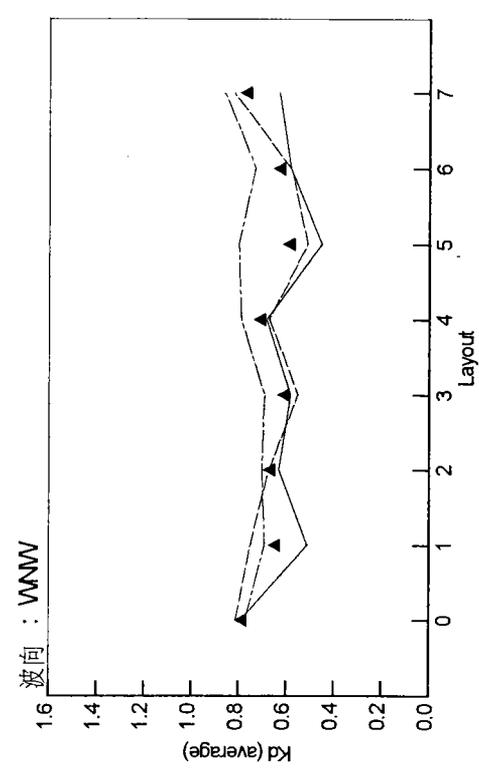
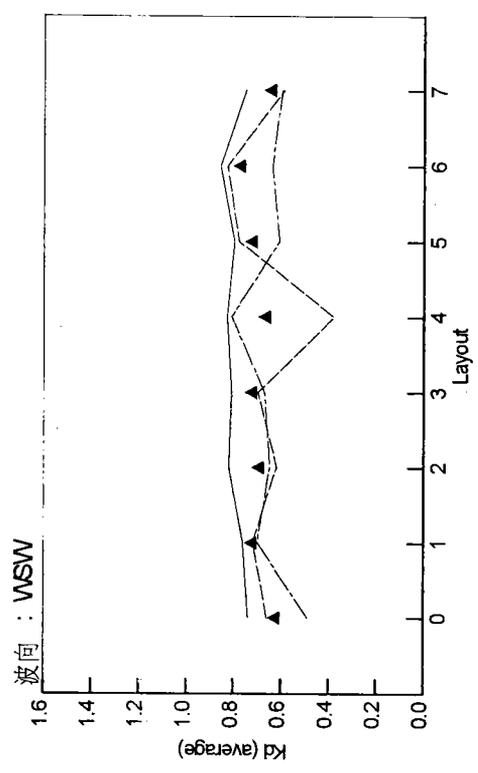
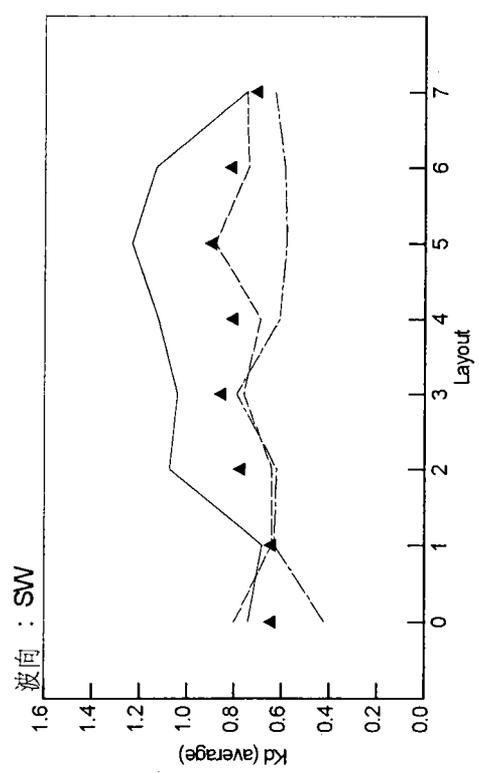
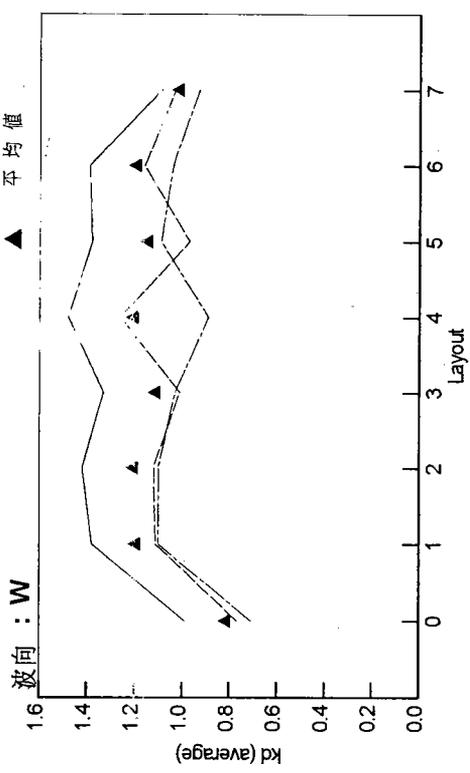


圖 20 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：內航道  
不規則波

波向：W

——  $H=5.9\text{cm}, T=1.09\text{sec}$   
 - - -  $H=3.0\text{cm}, T=0.80\text{sec}$   
 - · -  $H=3.0\text{cm}, T=0.60\text{sec}$   
 ▲ 平均值

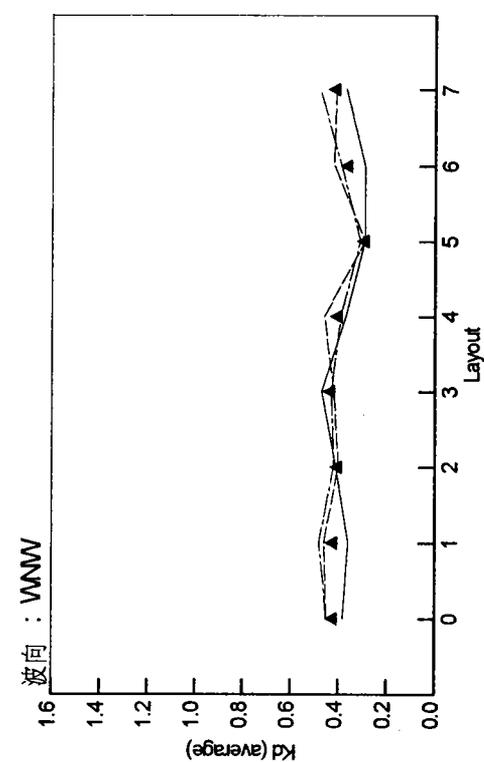
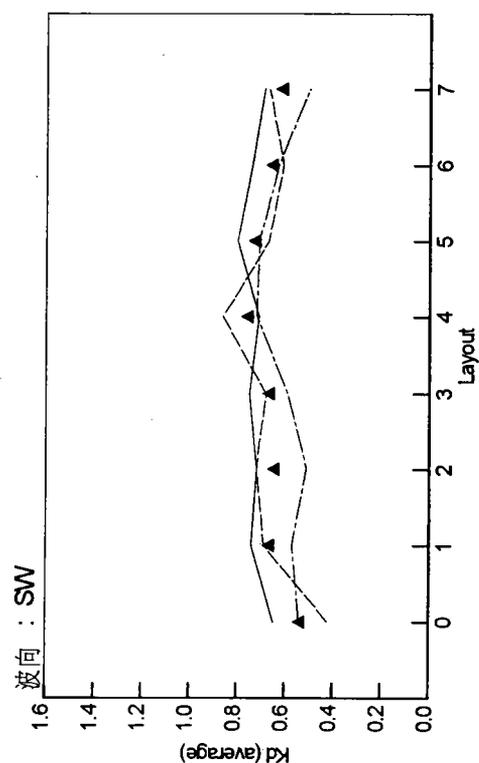
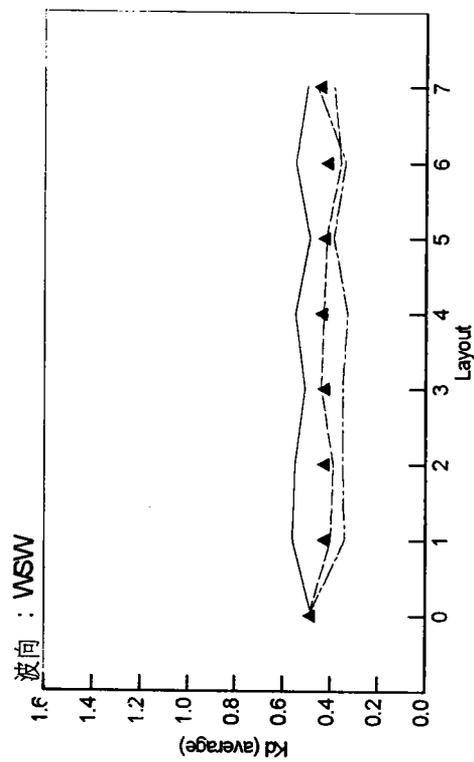
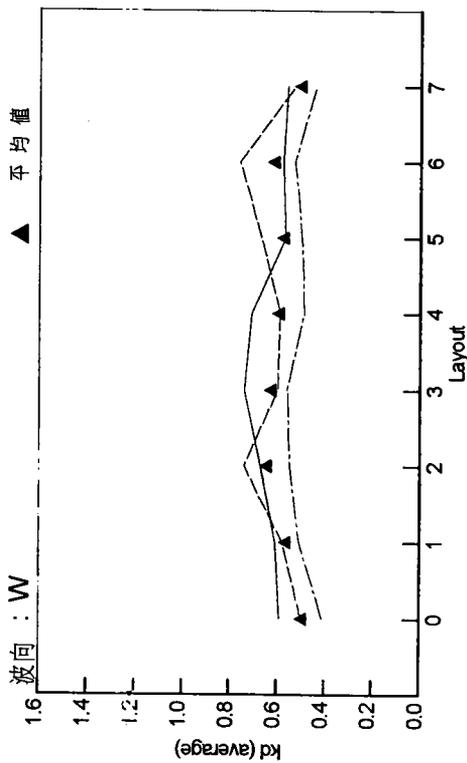


圖 21 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：內航道  
 規則波  
 波向：W  
 H=5.9cm, T=1.09sec  
 H=3.0cm, T=0.80sec  
 H=3.0cm, T=0.60sec  
 ▲ 平均值

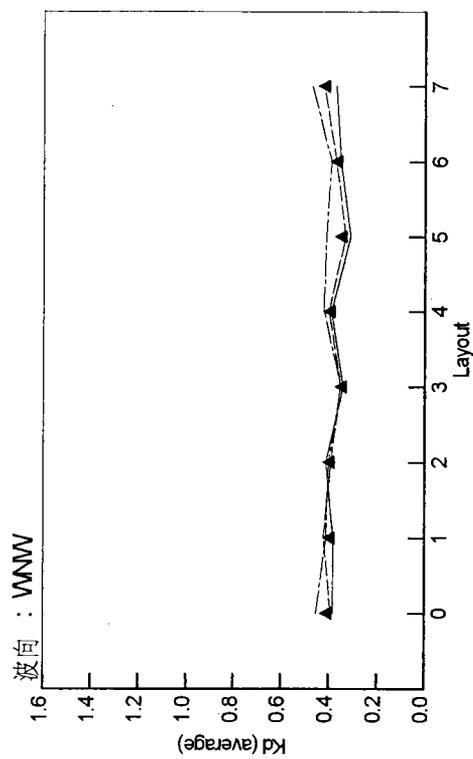
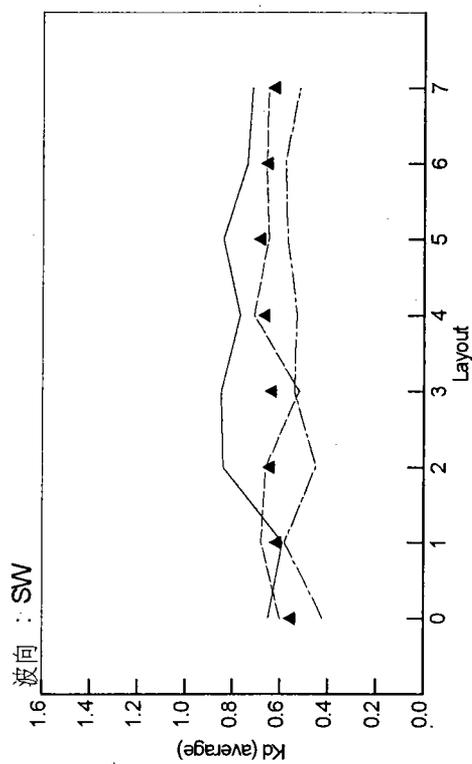
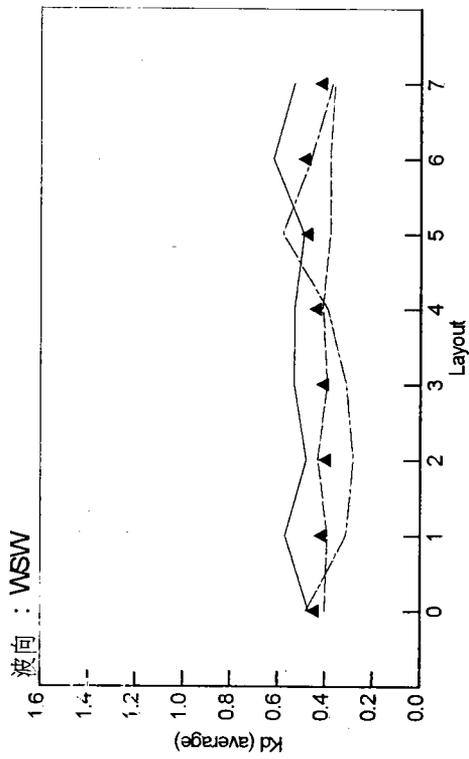
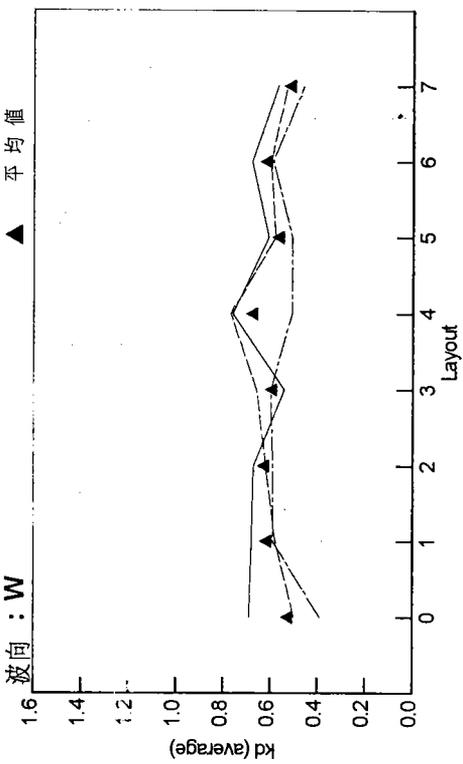


圖 22 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

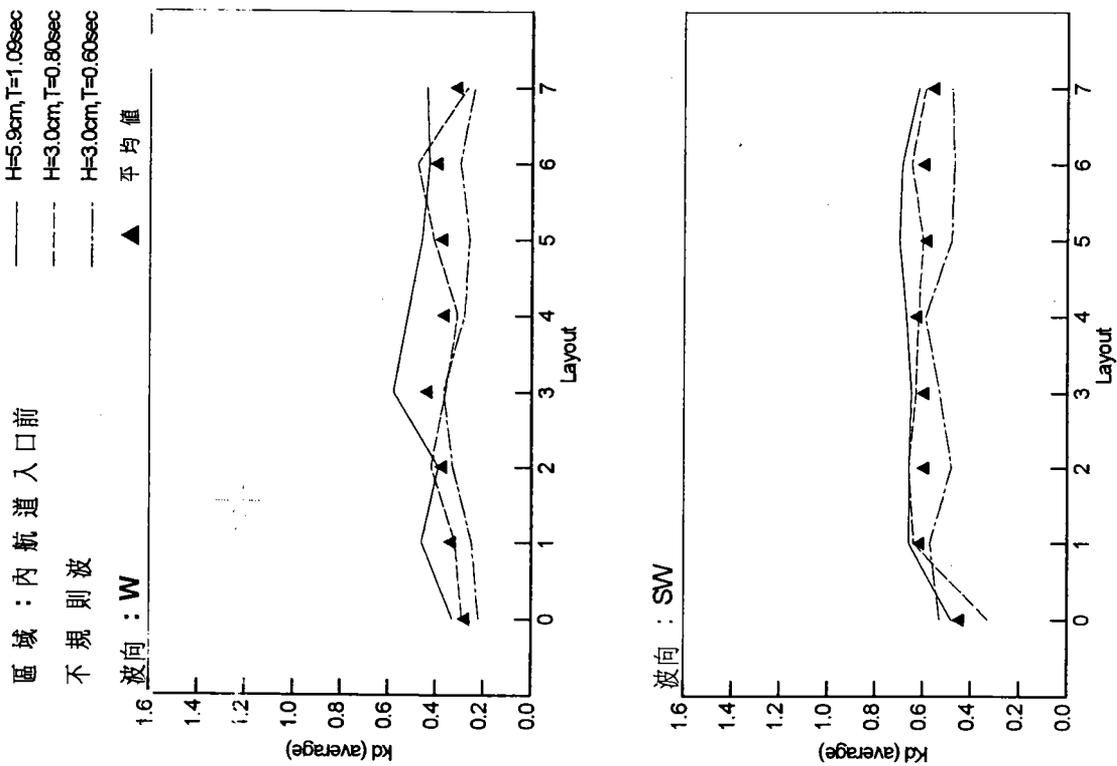


圖 23 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

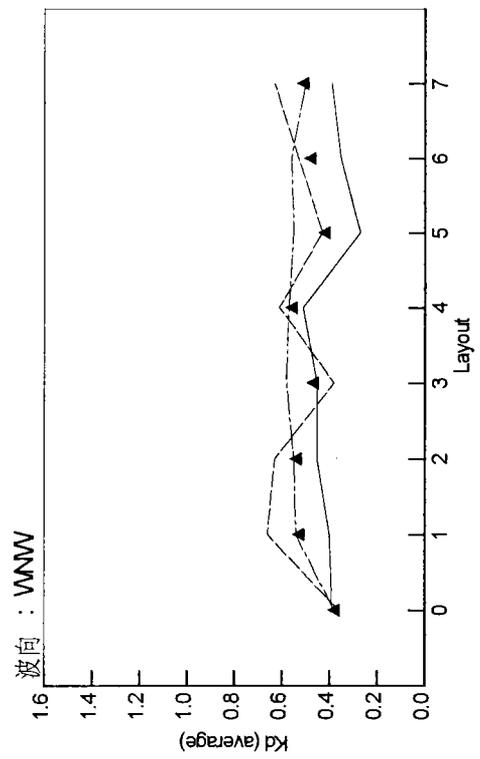
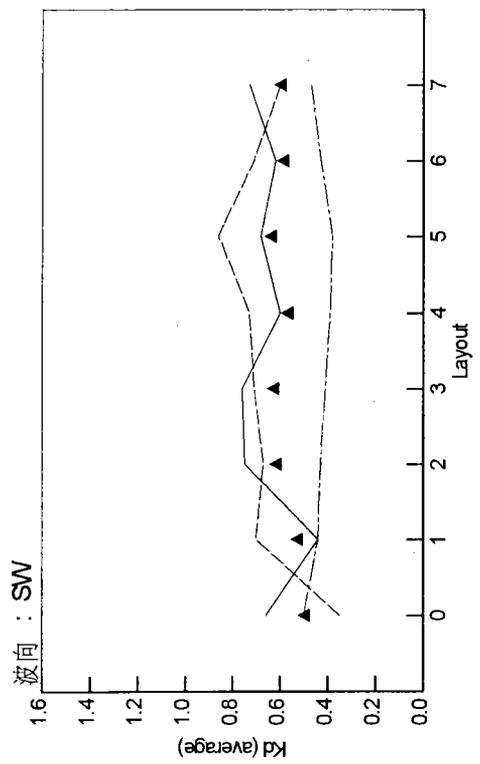
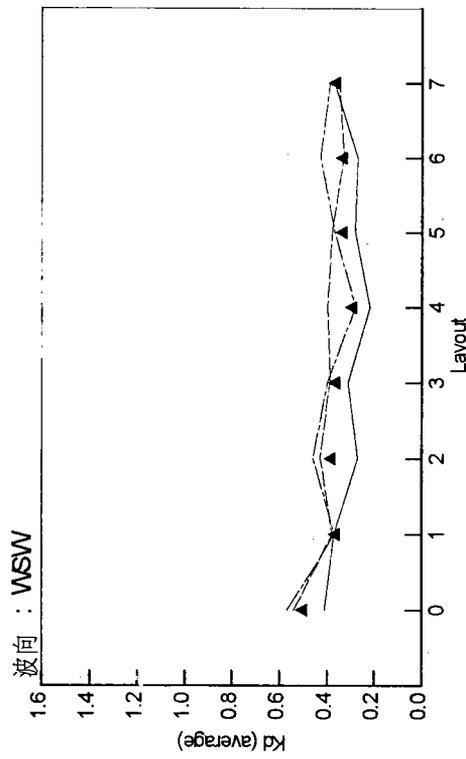
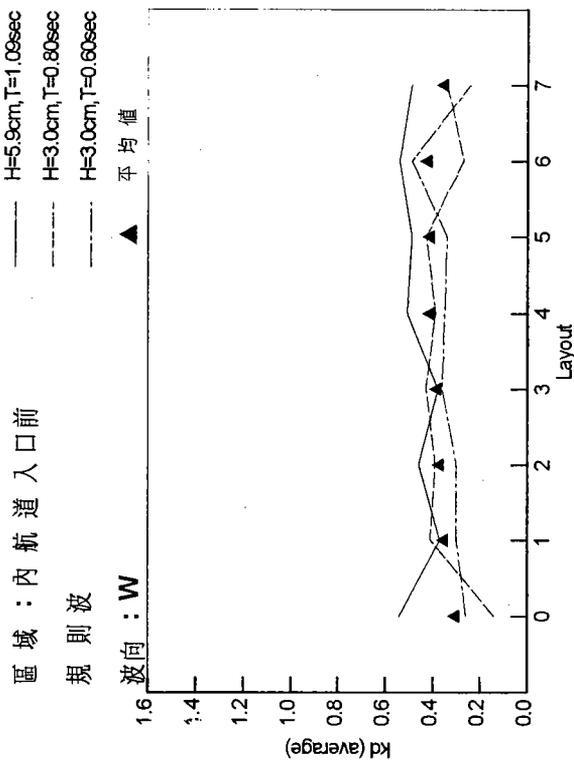


圖 24 各 方 向 各 佈 置 方 案 平 均 kd 值 比 較 圖

區域：內航道入口後  
不規則波

—  $H=5.9\text{cm}, T=1.09\text{sec}$   
 - - -  $H=3.0\text{cm}, T=0.80\text{sec}$   
 - · -  $H=3.0\text{cm}, T=0.60\text{sec}$   
 ▲ 平均值

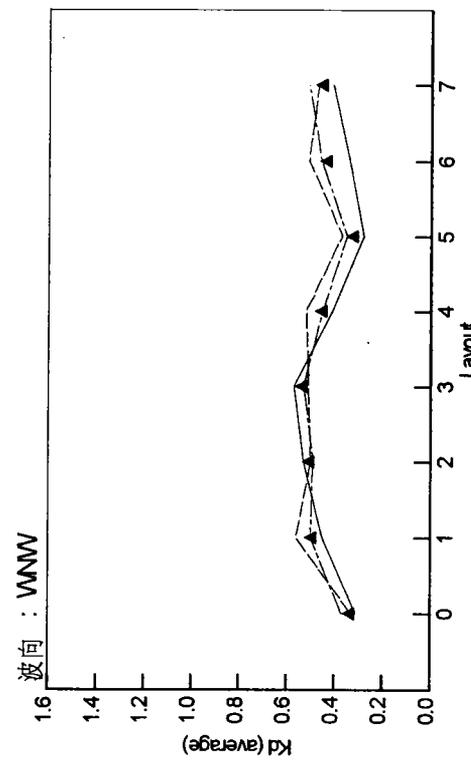
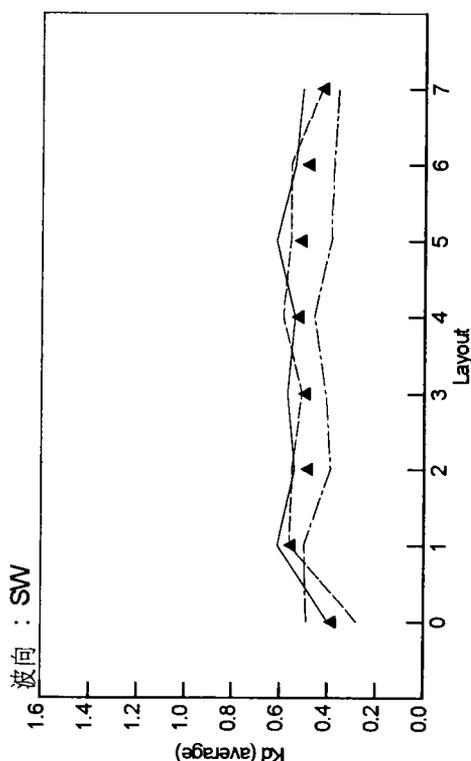
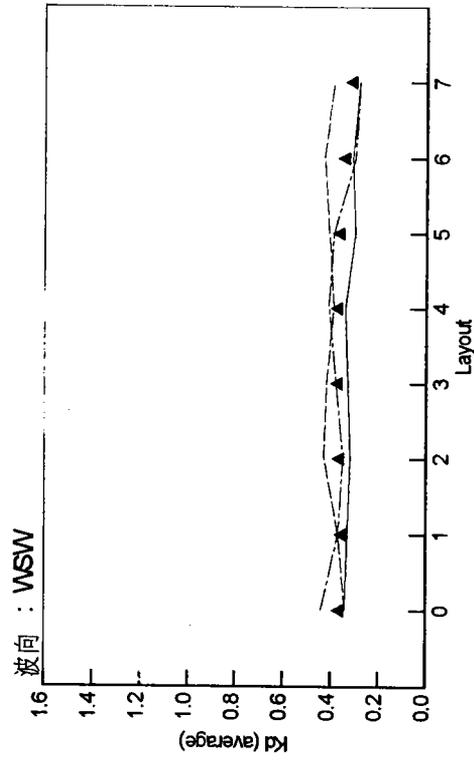
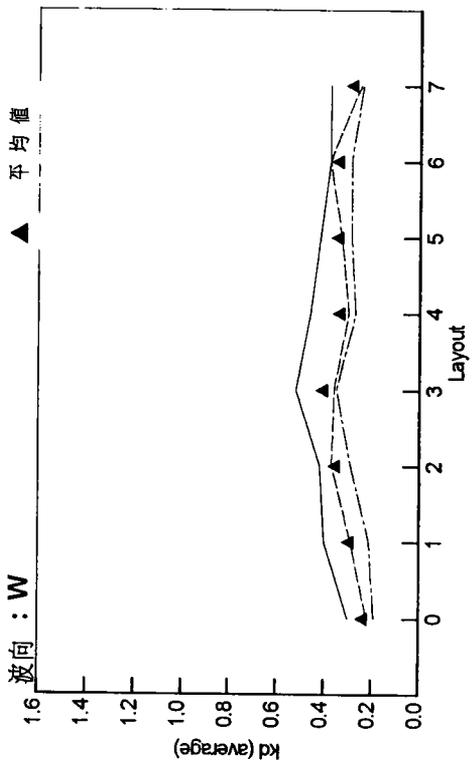


圖 25 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

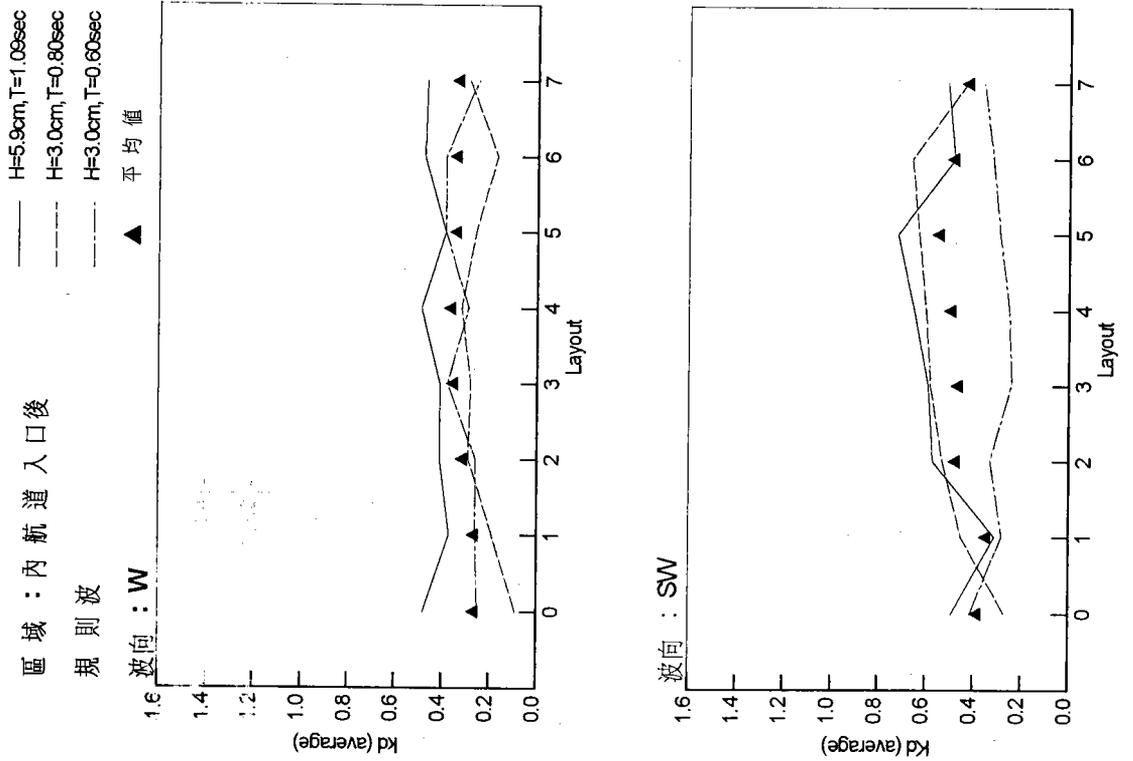


圖 26 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：迴船池

不規則波

- H=5.9cm, T=1.09sec
- - - H=3.0cm, T=0.80sec
- · - H=3.0cm, T=0.60sec
- ▲ 平均值

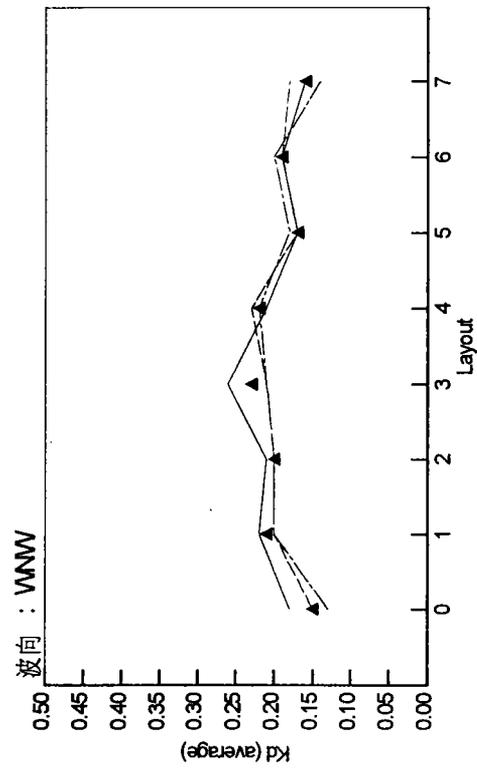
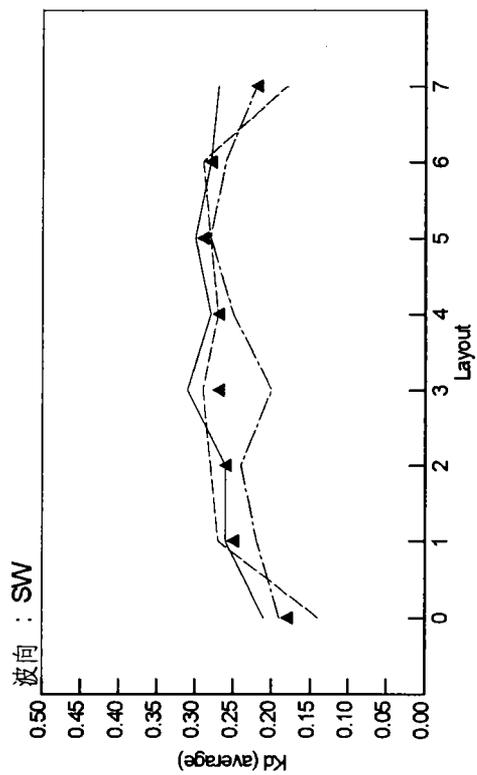
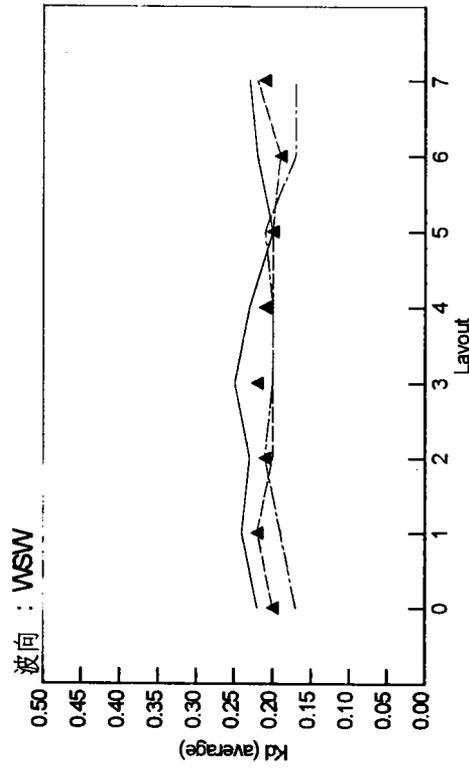
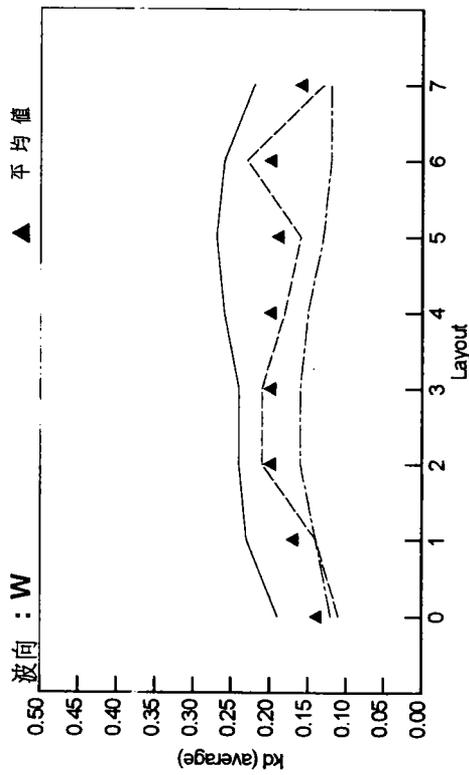


圖 27 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

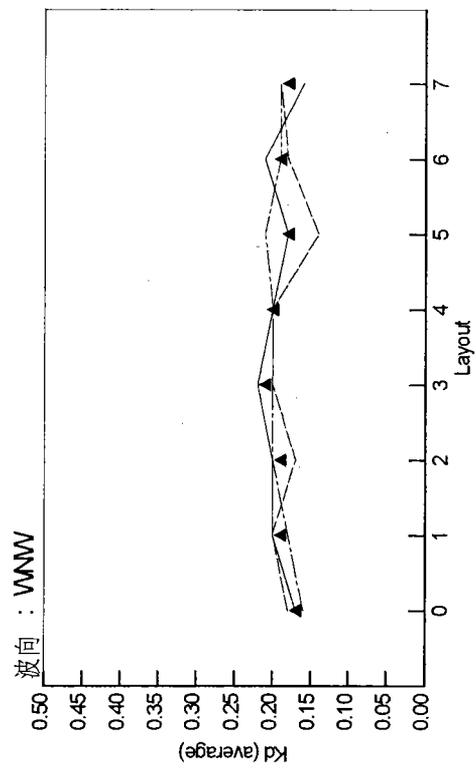
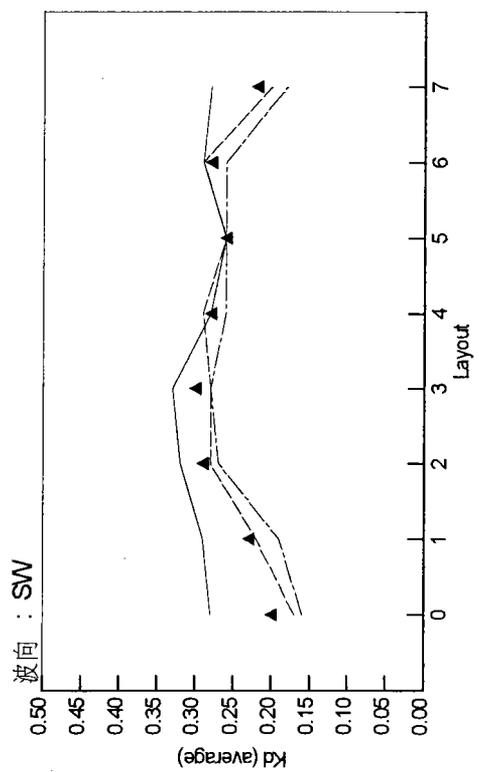
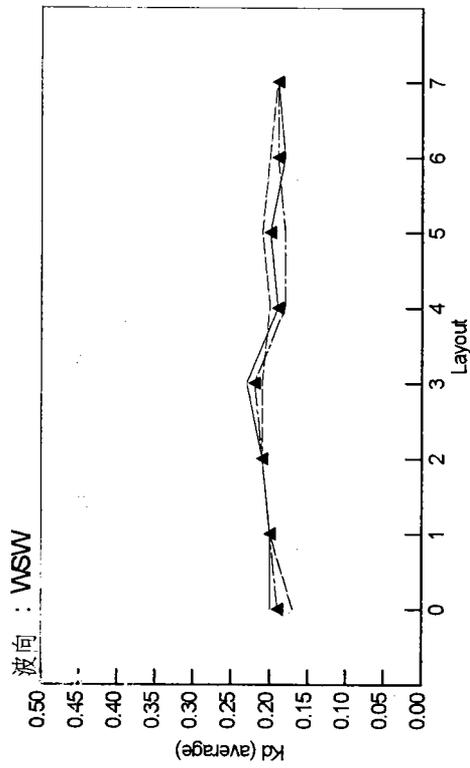
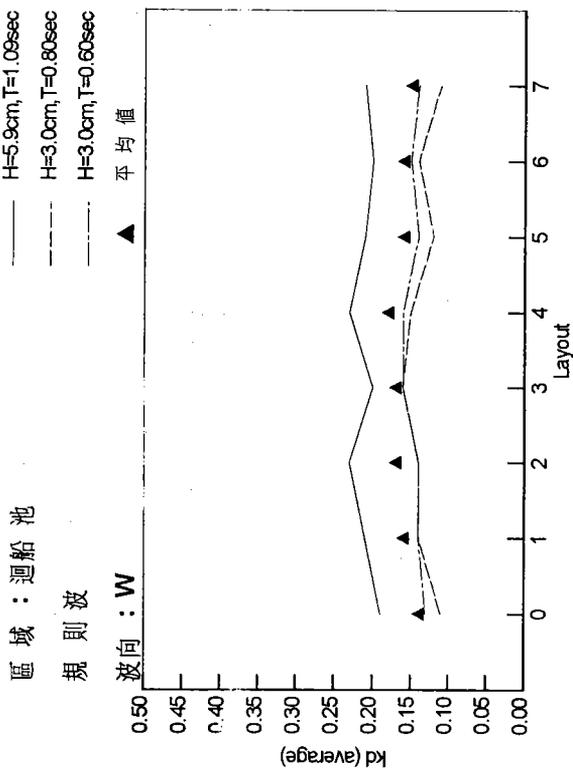


圖 28 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：8A 碼頭  
 不規則波

— H=5.9cm, T=1.09sec  
 - - - H=3.0cm, T=0.80sec  
 - · - H=3.0cm, T=0.60sec  
 ▲ 平均值

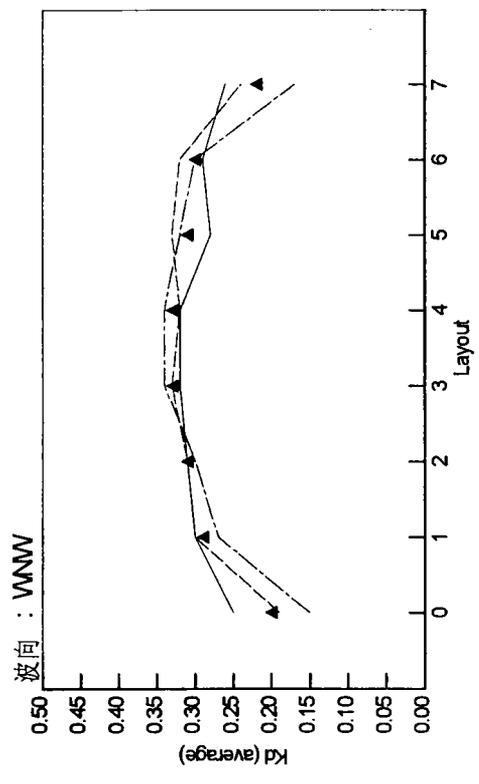
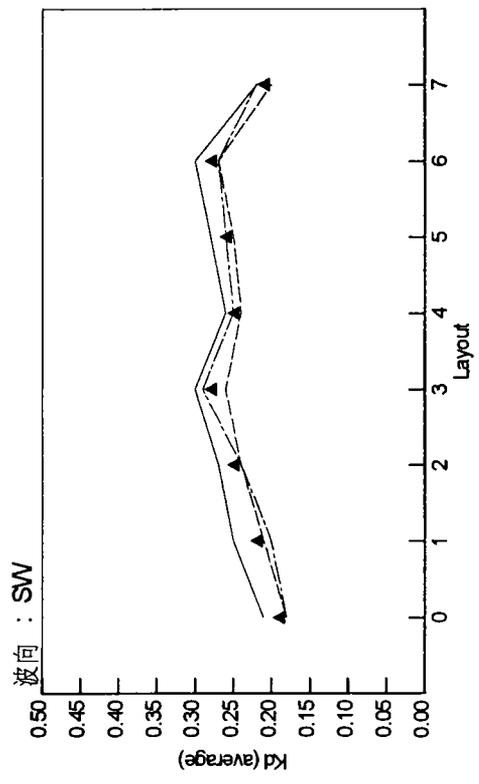
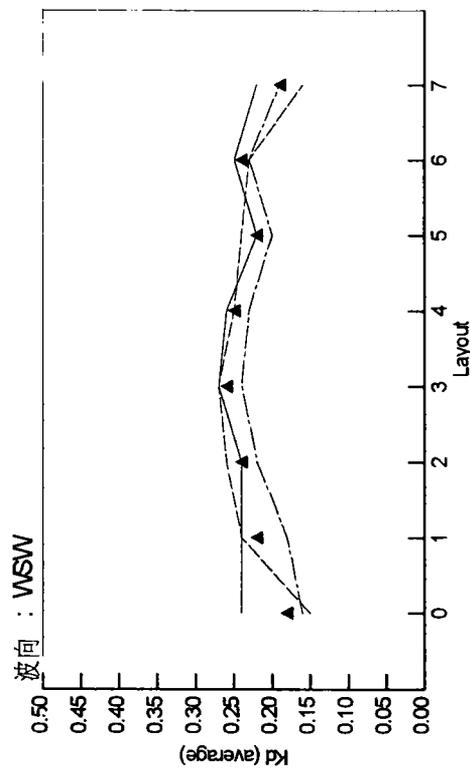
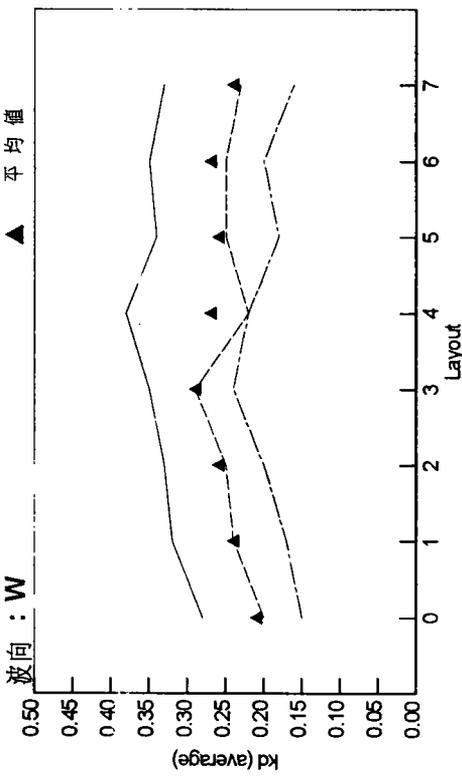


圖 29 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：8A 碼頭  
 規則波

— H=5.9cm, T=1.08sec  
 - - - H=3.0cm, T=0.80sec  
 - · - H=3.0cm, T=0.60sec  
 ▲ 平均值

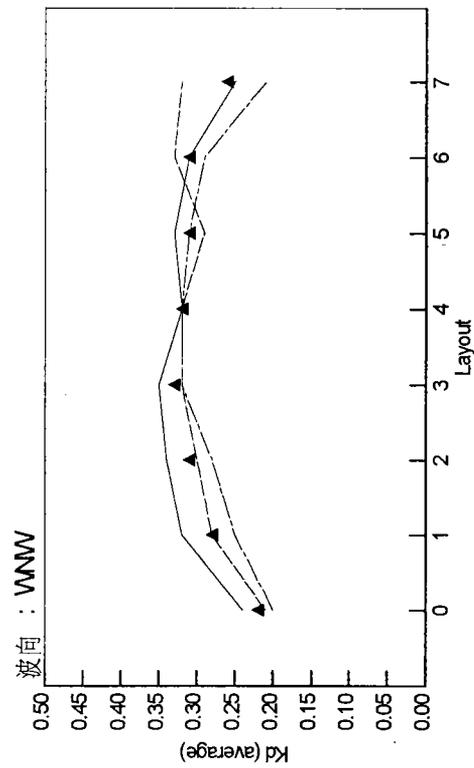
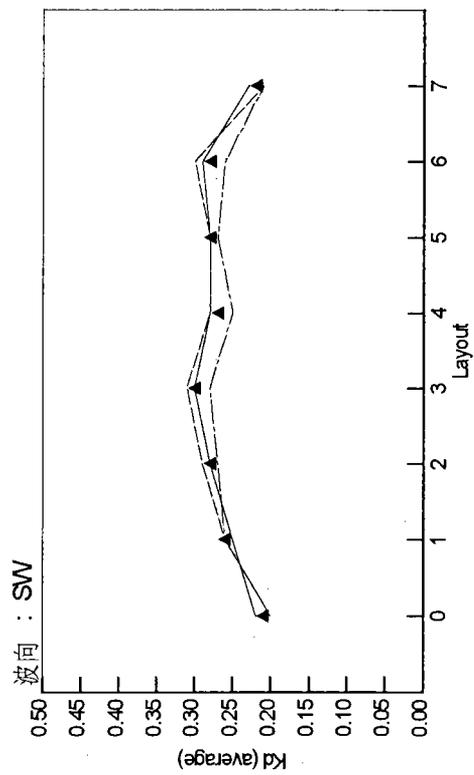
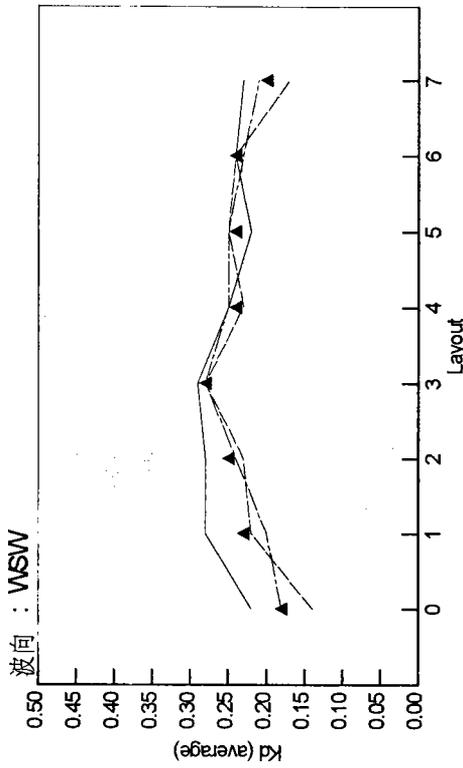
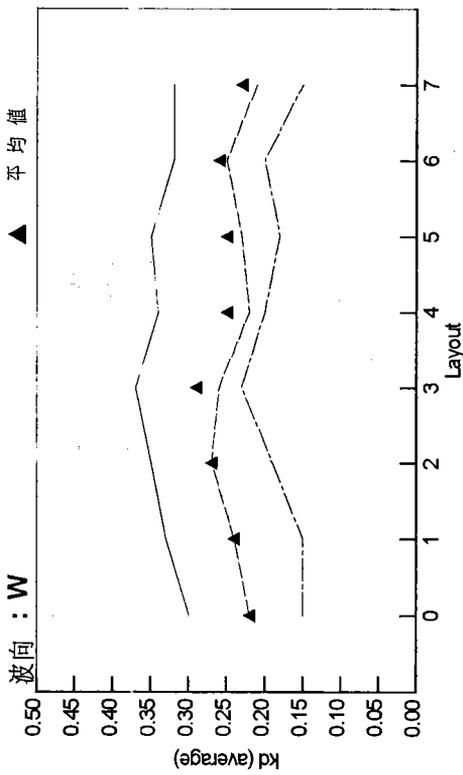


圖 30 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：8號碼頭  
不規則波

- H=5.9cm, T=1.09sec
- - - H=3.0cm, T=0.80sec
- · — H=3.0cm, T=0.60sec
- ▲ 平均值

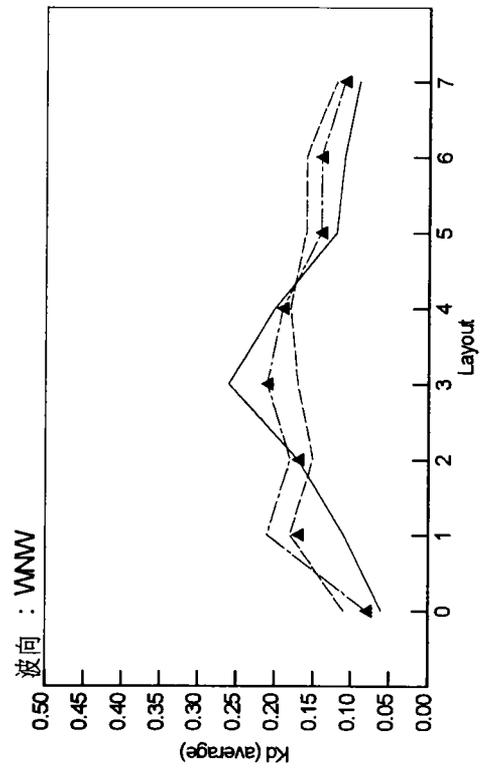
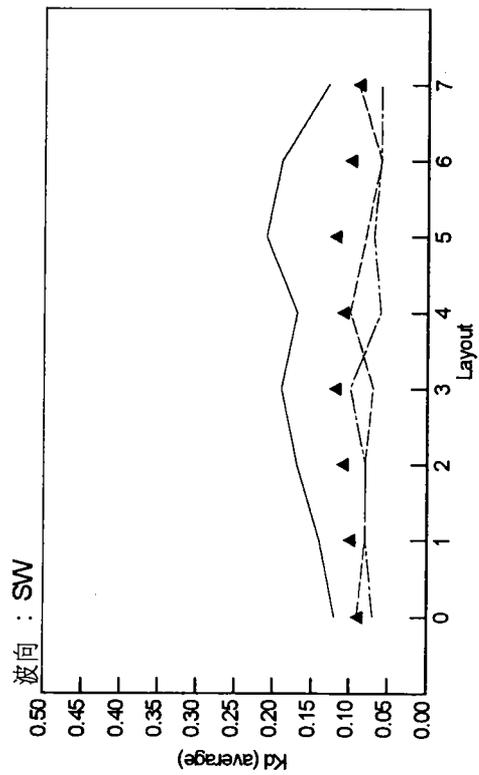
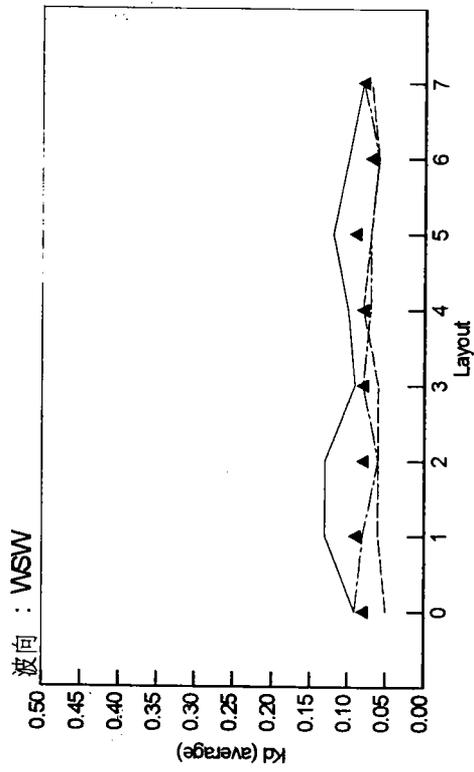
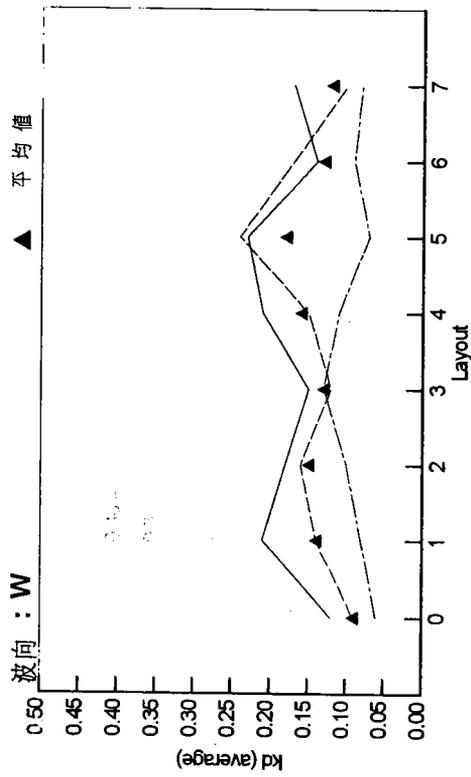


圖 31 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：8 號碼頭  
規則波

——  $H=5.9\text{cm}, T=1.09\text{sec}$   
 - - -  $H=3.0\text{cm}, T=0.80\text{sec}$   
 - · -  $H=3.0\text{cm}, T=0.60\text{sec}$   
 ▲ 平均值

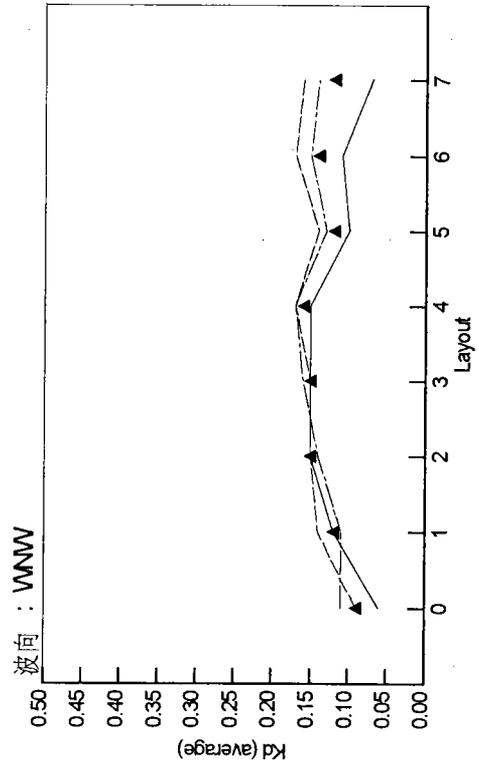
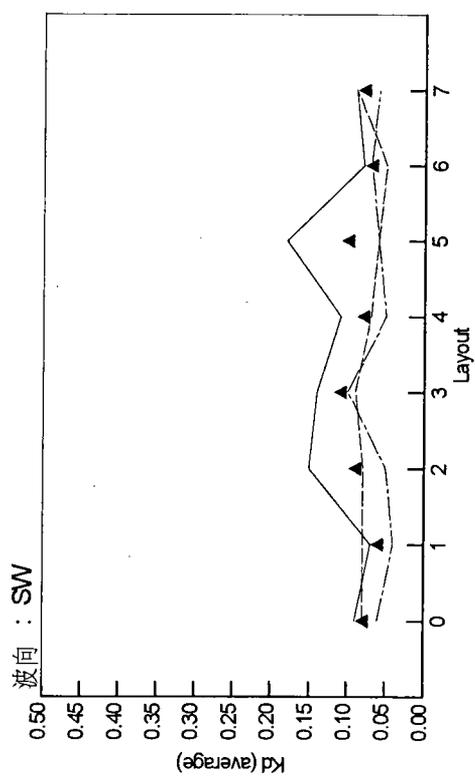
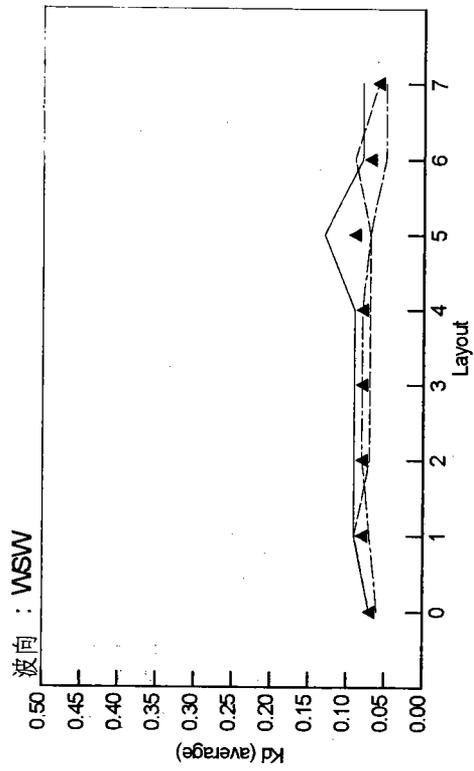
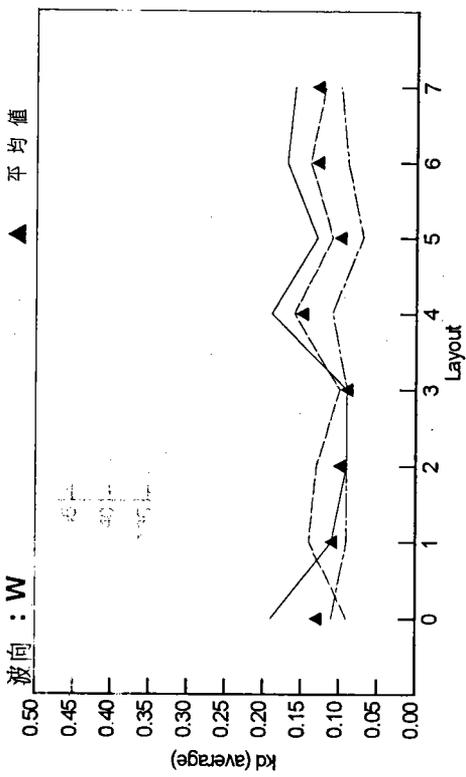


圖 32 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：9號碼頭  
不規則波

——  $h=5.9cm, T=1.09sec$   
 - - -  $h=3.0cm, T=0.80sec$   
 - · -  $h=3.0cm, T=0.60sec$   
 ▲ 平均值

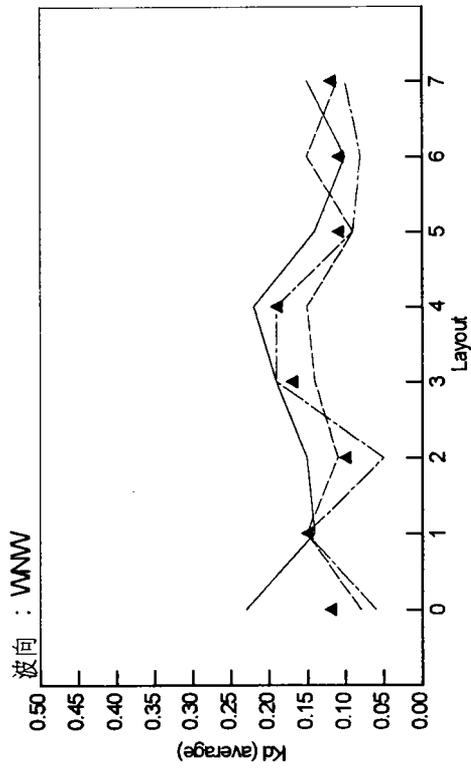
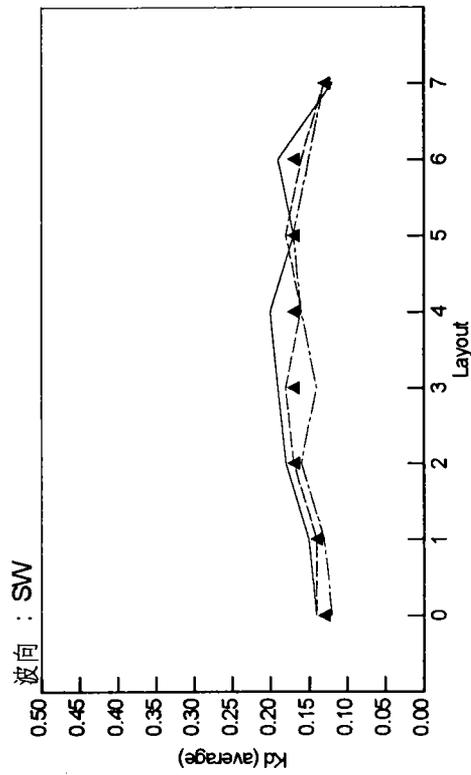
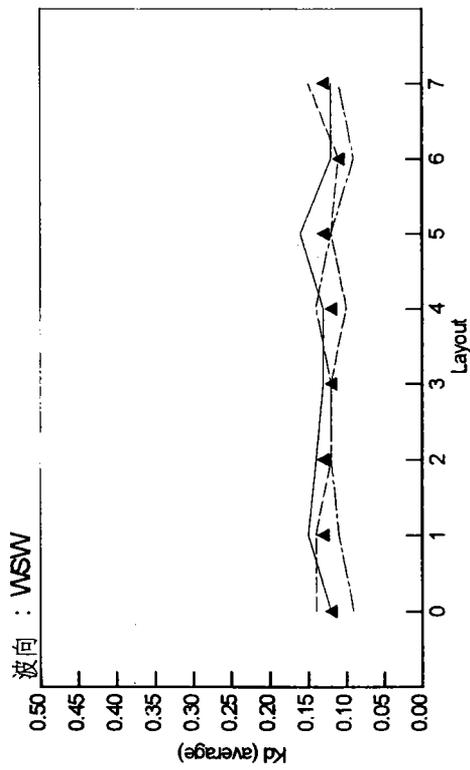
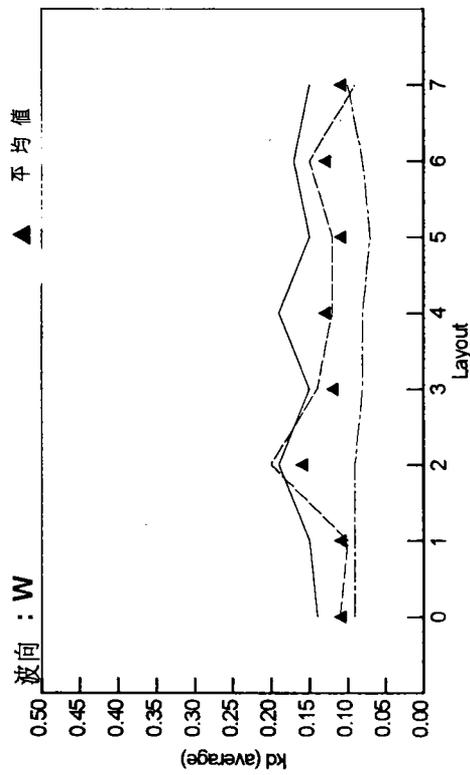


圖 33 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：9號碼頭  
規則波

——  $H=5.9\text{cm}, T=1.09\text{sec}$   
 - - -  $H=3.0\text{cm}, T=0.80\text{sec}$   
 - · -  $H=3.0\text{cm}, T=0.60\text{sec}$

▲ 平均值

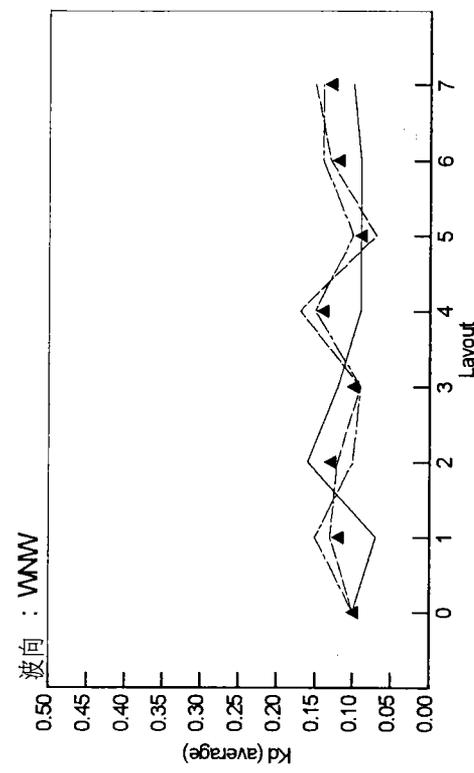
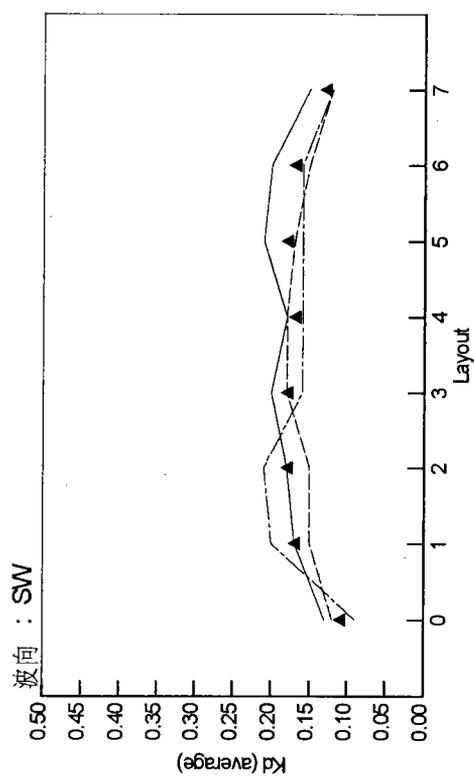
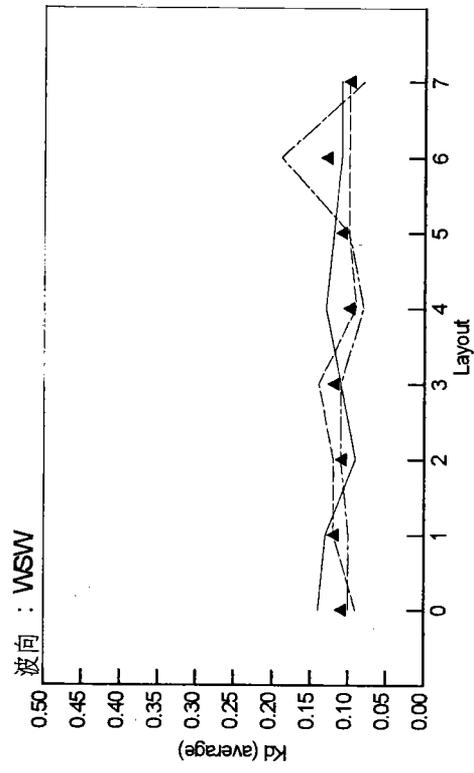
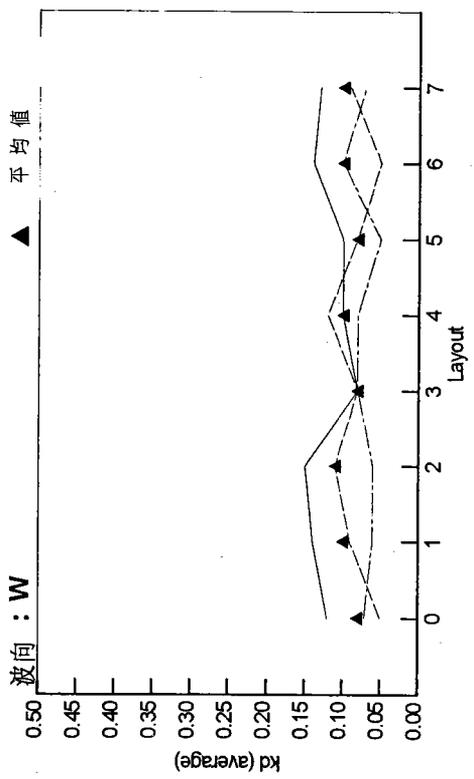


圖 34 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：29 號碼頭  
 不規則波

——  $H=5.9\text{cm}, T=1.09\text{sec}$   
 - - -  $H=3.0\text{cm}, T=0.80\text{sec}$   
 - · -  $H=3.0\text{cm}, T=0.60\text{sec}$   
 ▲ 平均值

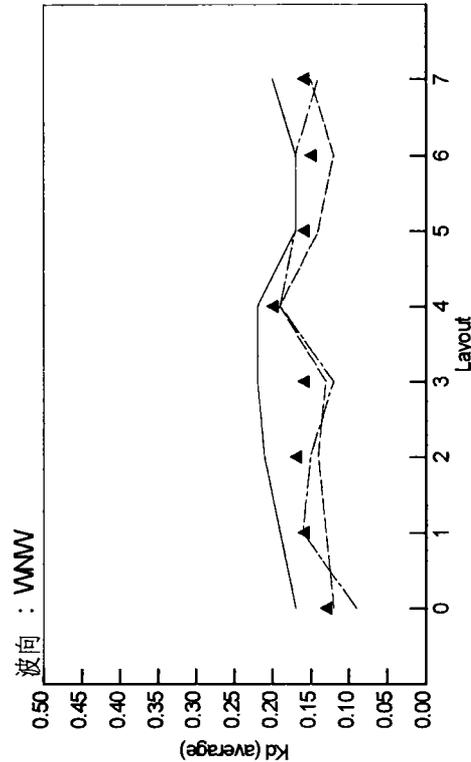
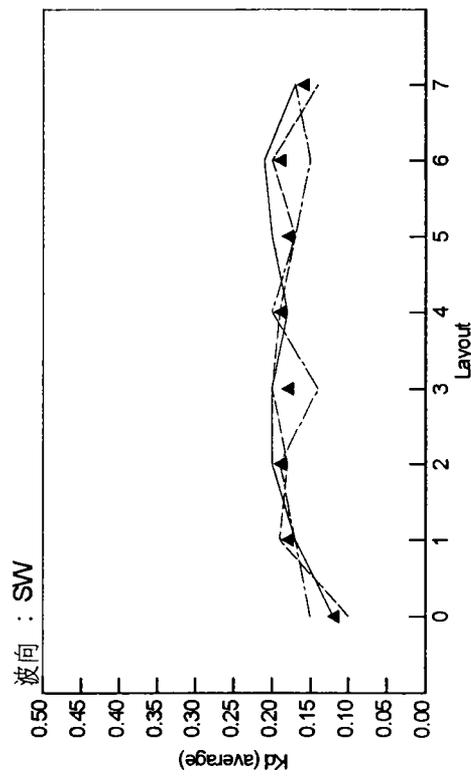
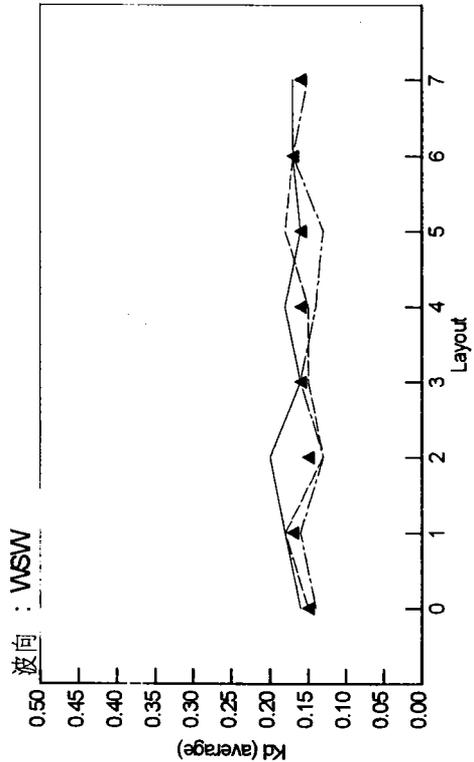
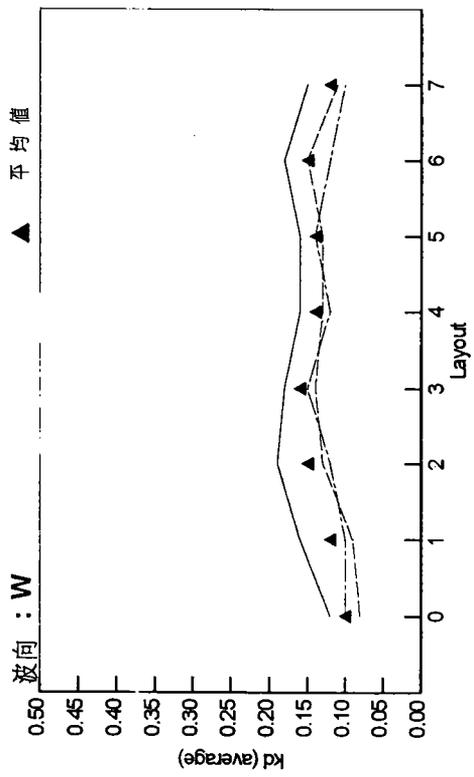
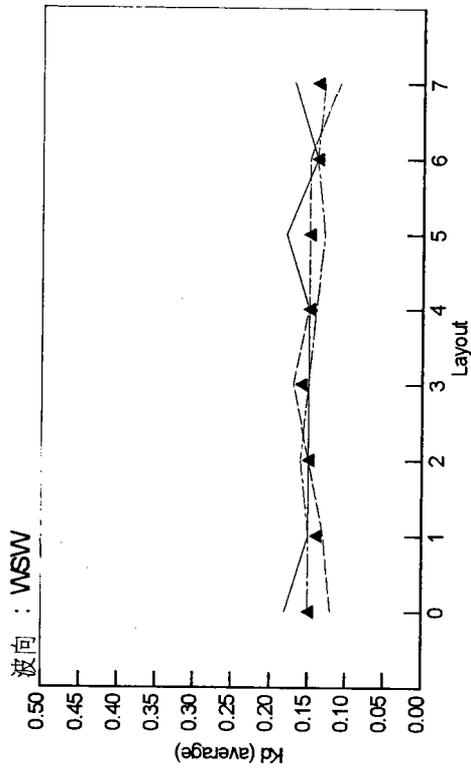
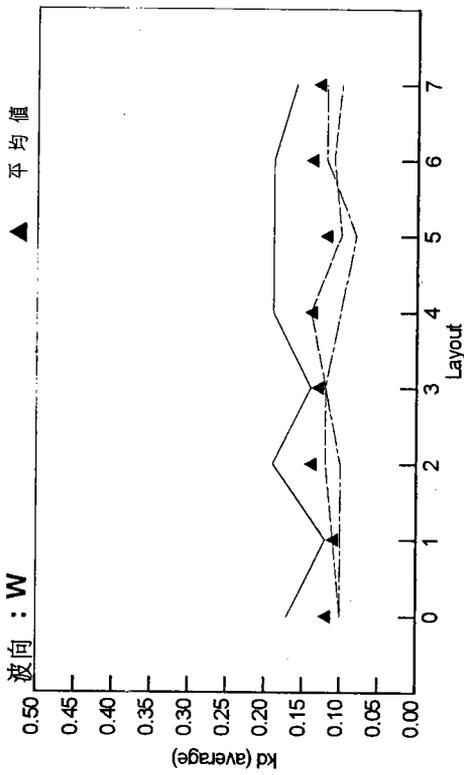


圖 35 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

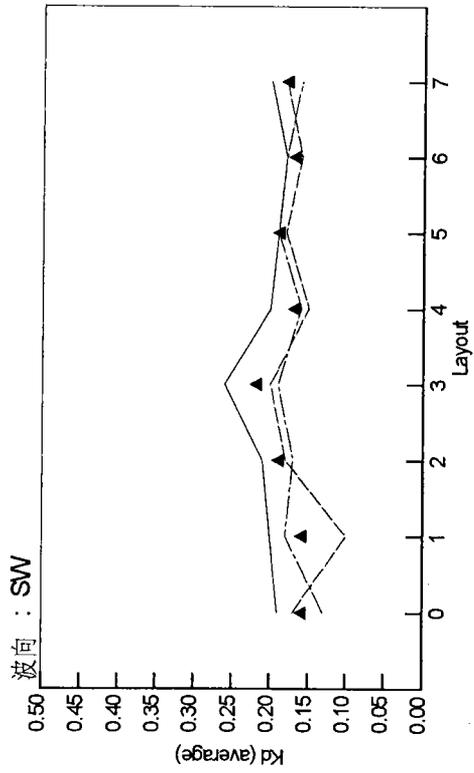
區域：29號碼頭

規則波

- H=5.9cm, T=1.06sec
- - - H=3.0cm, T=0.80sec
- · - H=3.0cm, T=0.60sec
- ▲ 平均值



波向：SW



波向：WNW

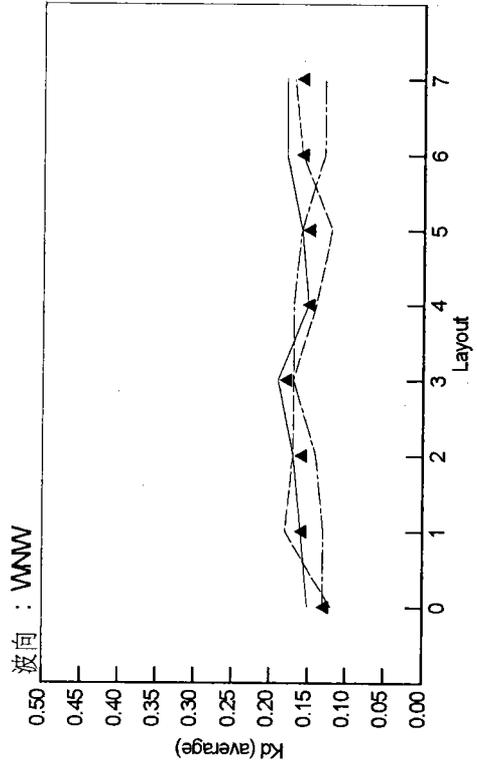


圖 36 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：30~32 號碼頭  
不規則波

— H=5.9cm, T=1.09sec  
 - - - H=3.0cm, T=0.80sec  
 - · - · H=3.0cm, T=0.60sec  
 ▲ 平均值

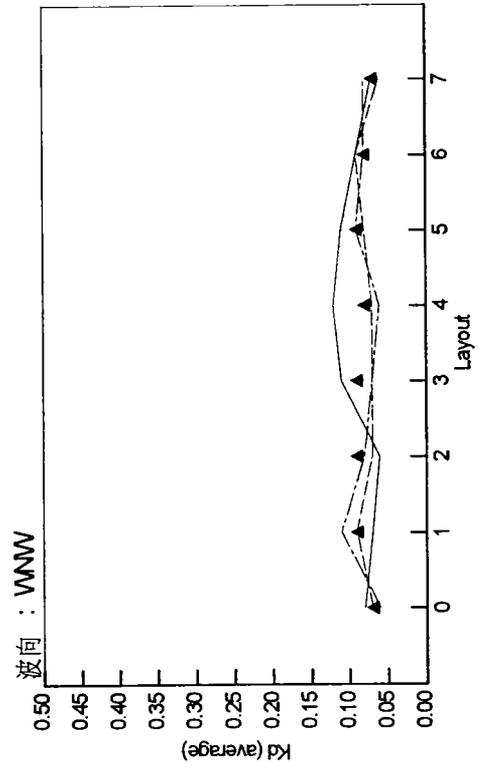
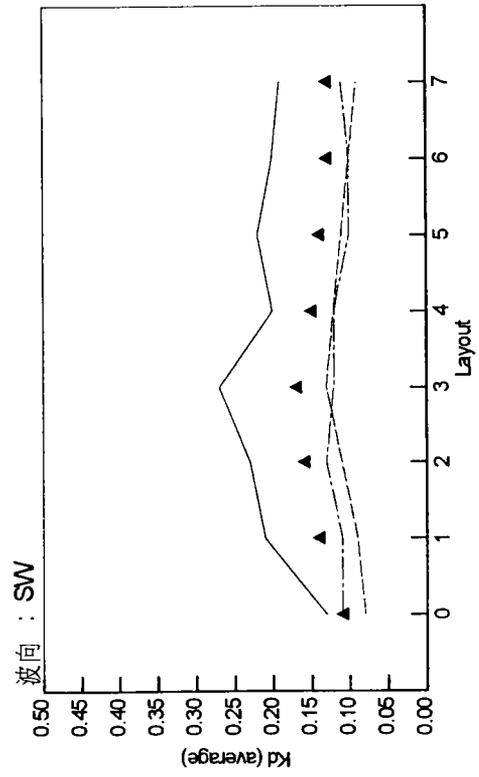
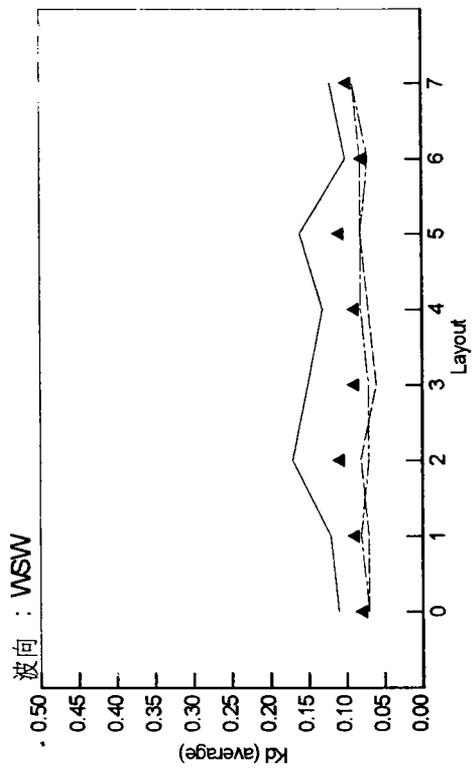
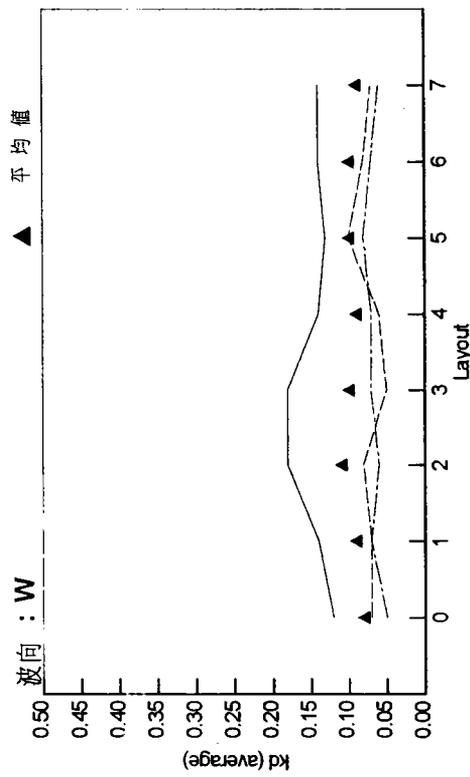


圖 37 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：30-32號碼頭

規則波

- H=5.9cm, T=1.09sec
- - - H=3.0cm, T=0.80sec
- · — H=3.0cm, T=0.60sec

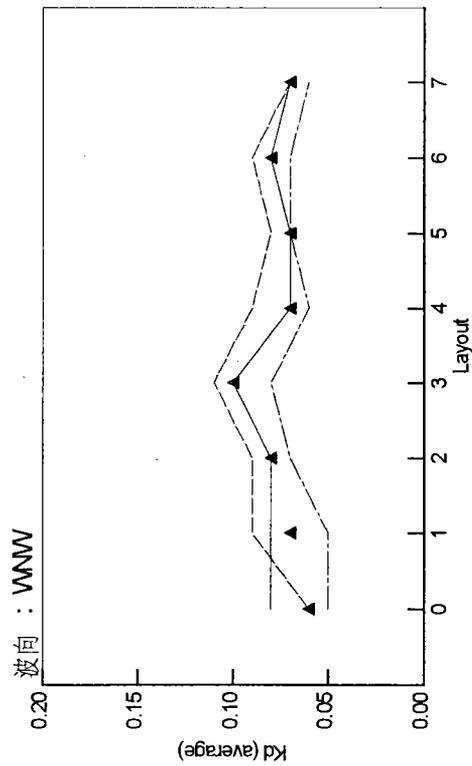
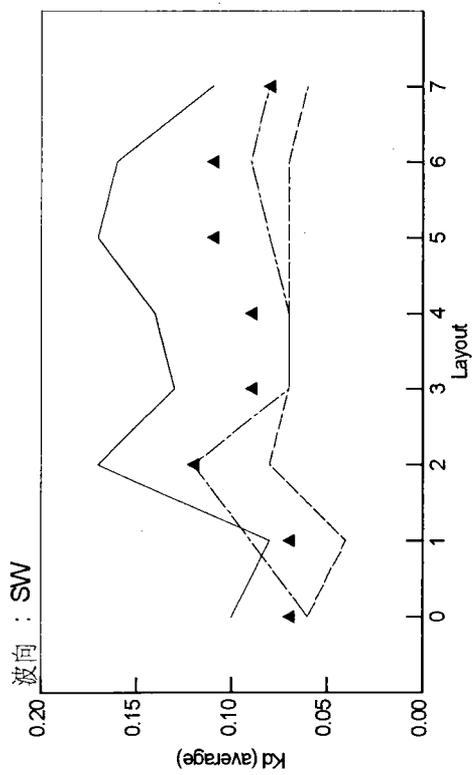
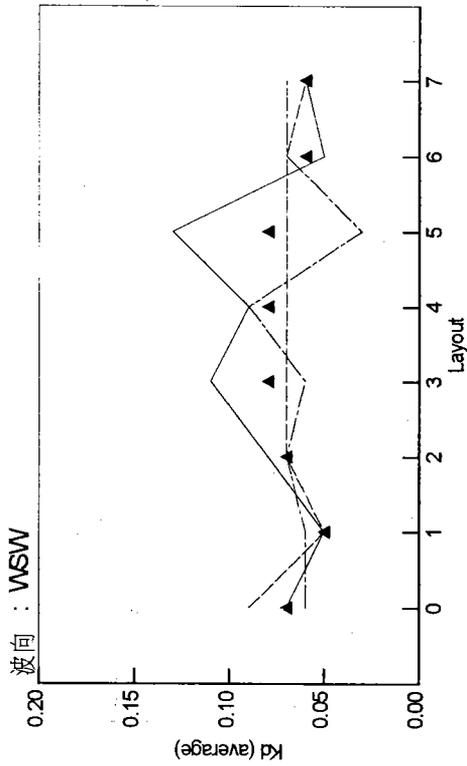
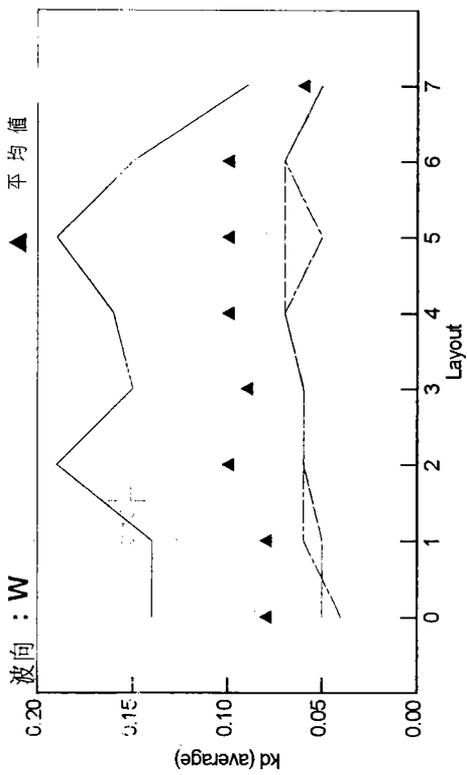


圖 38 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：漁港口  
不規則波

——  $H=5.90m, T=1.08sec$   
 - - -  $H=3.00m, T=0.80sec$   
 - · -  $H=3.00m, T=0.60sec$   
 ▲ 平均值

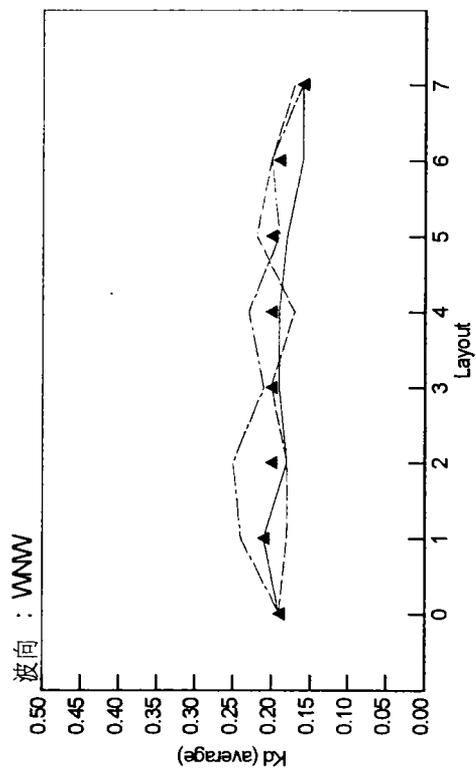
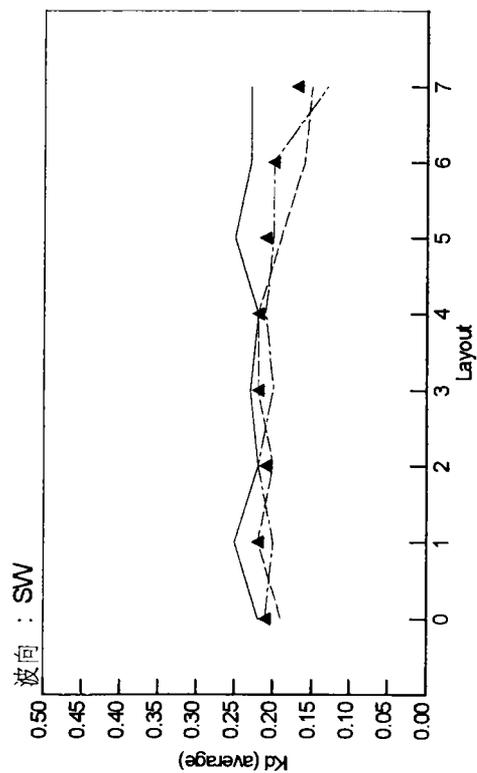
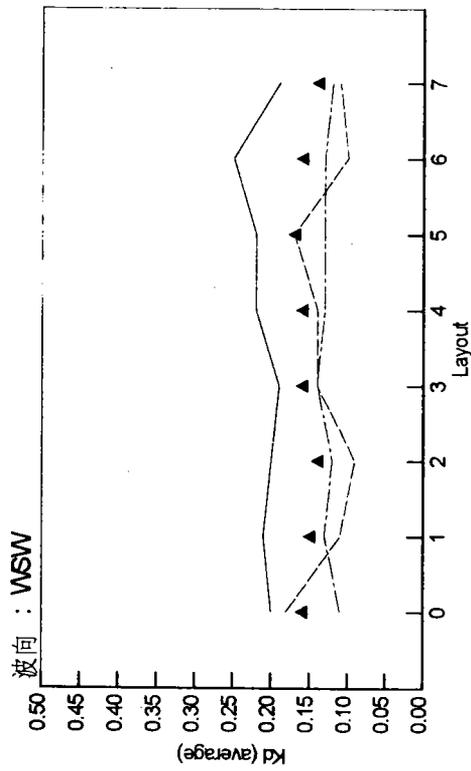
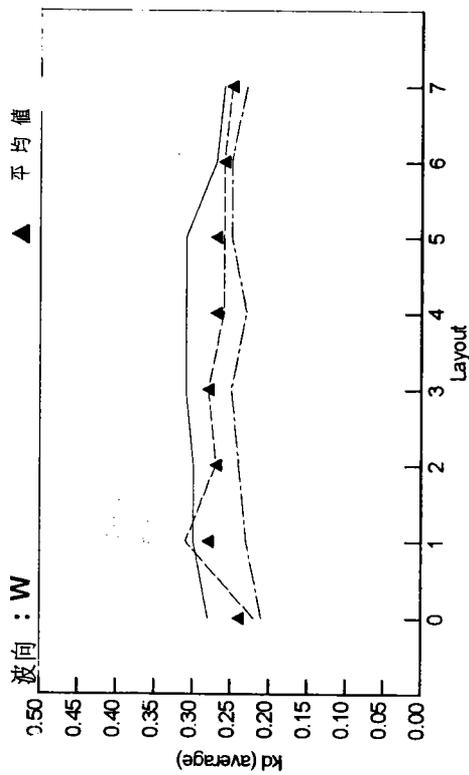


圖 39 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：漁港口  
 規則波

——  $H=5.9cm, T=1.09sec$   
 - - -  $H=3.0cm, T=0.80sec$   
 - · -  $H=3.0cm, T=0.60sec$   
 ▲ 平均值

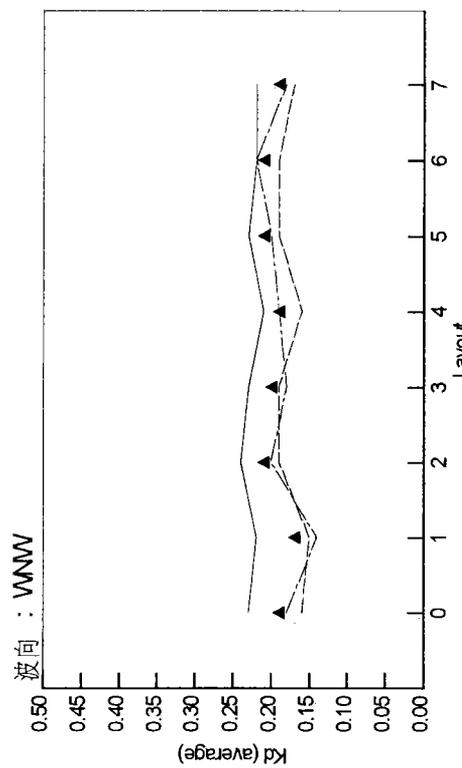
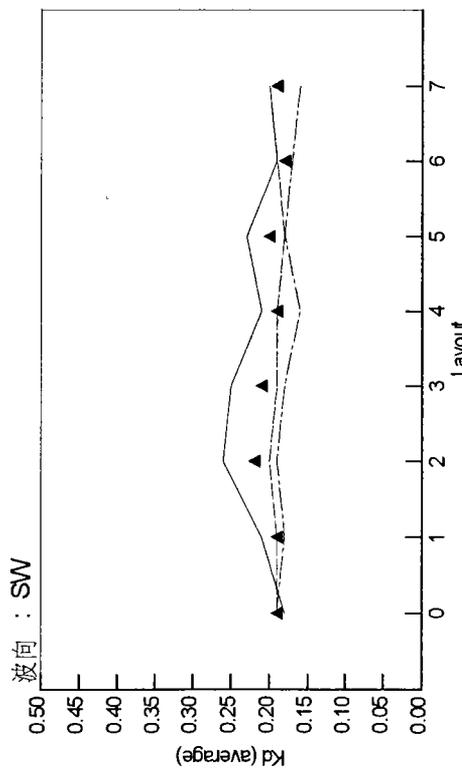
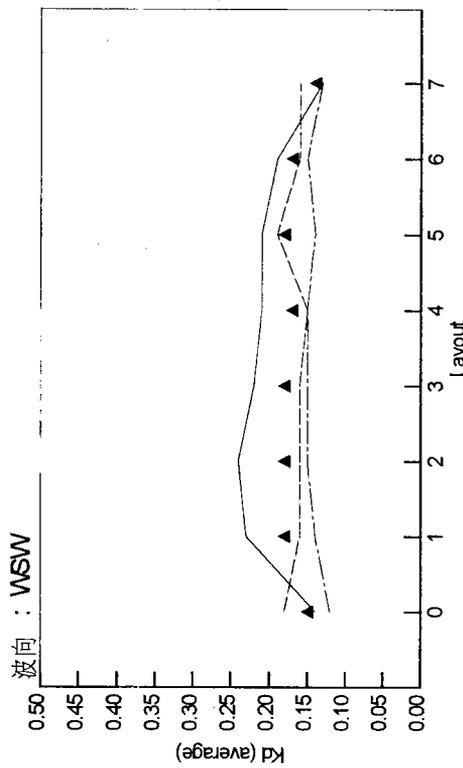
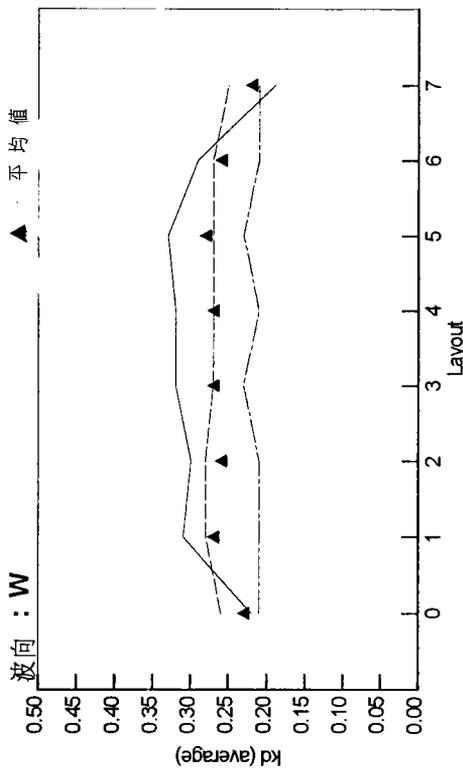


圖 40 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：漁港口內 航道  
不規則波

— H=5.9cm, T=1.09sec  
- - - H=3.0cm, T=0.80sec  
- · - H=3.0cm, T=0.60sec  
▲ 平均值

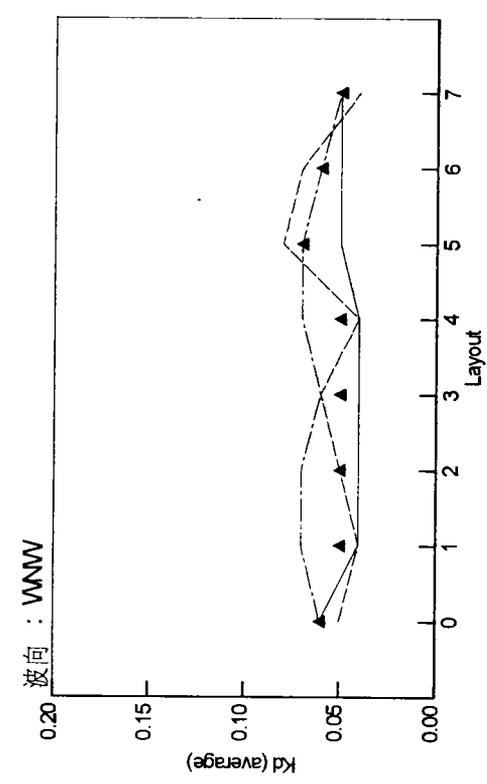
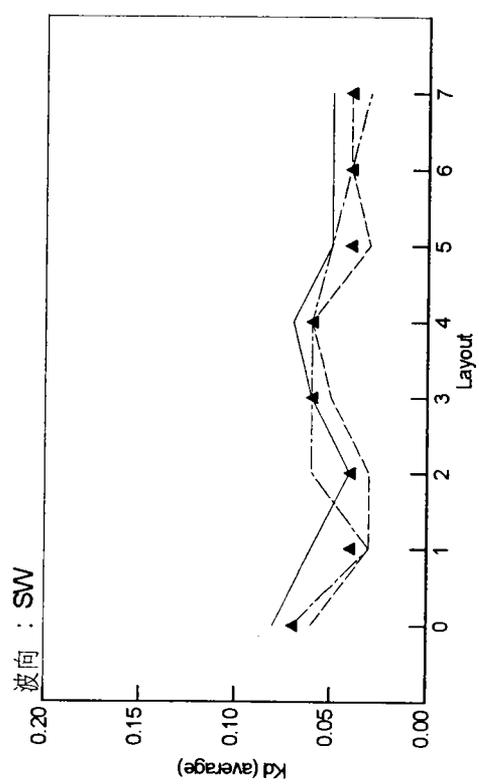
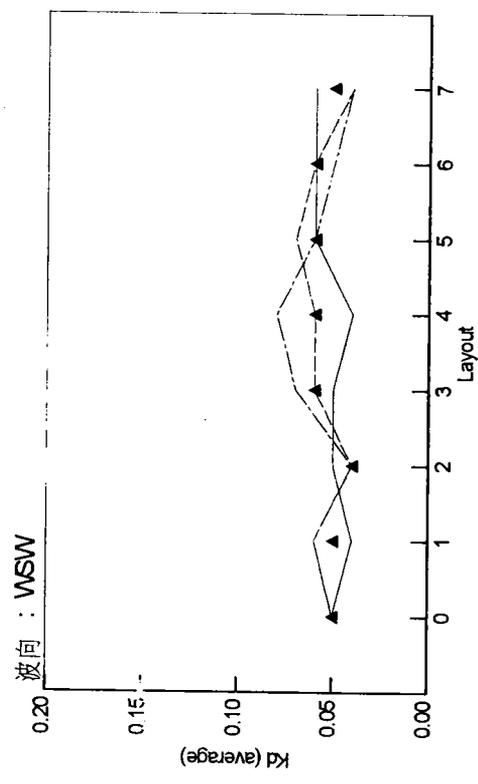
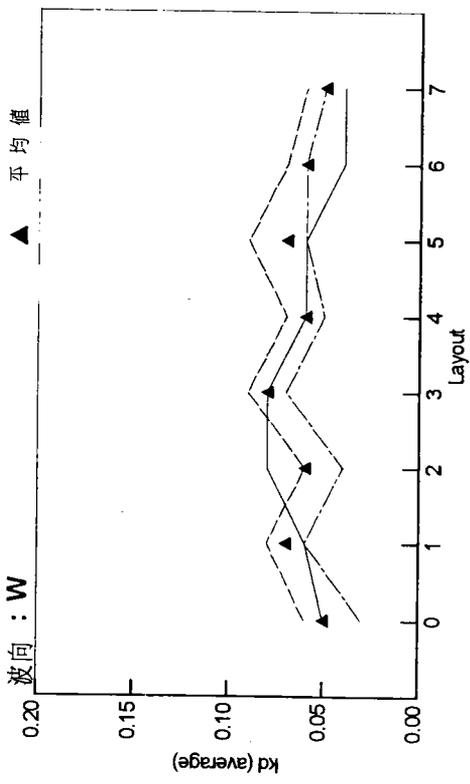


圖 41 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

區域：漁港口內航道  
 規則波

— H=5.9cm, T=1.09sec  
 - - - H=3.0cm, T=0.80sec  
 - · - H=3.0cm, T=0.60sec  
 ▲ 平均值

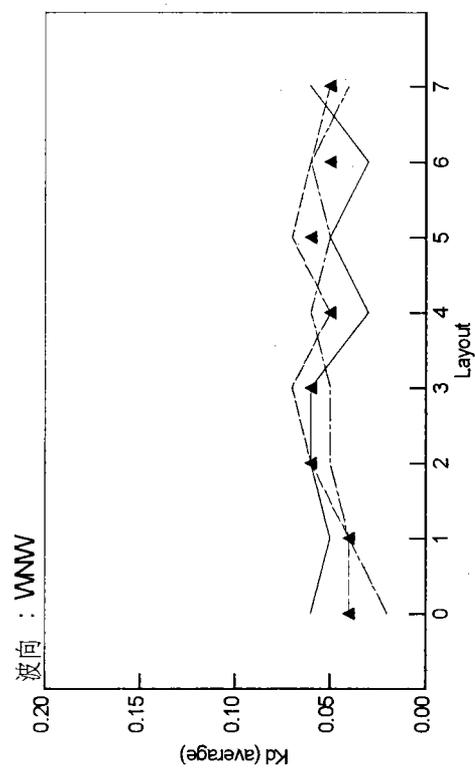
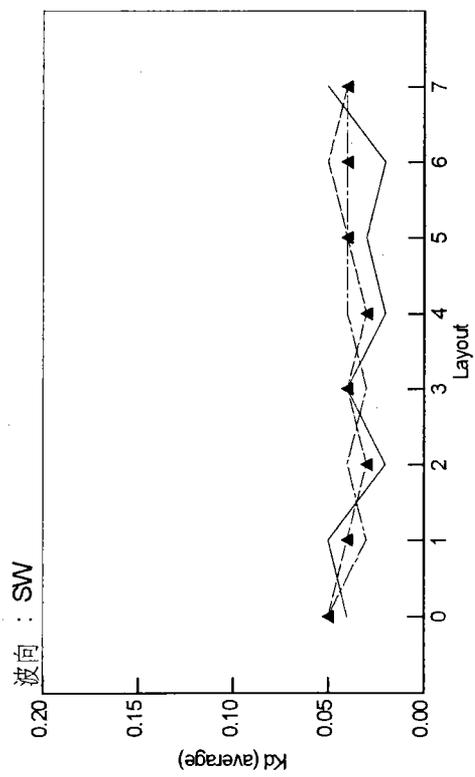
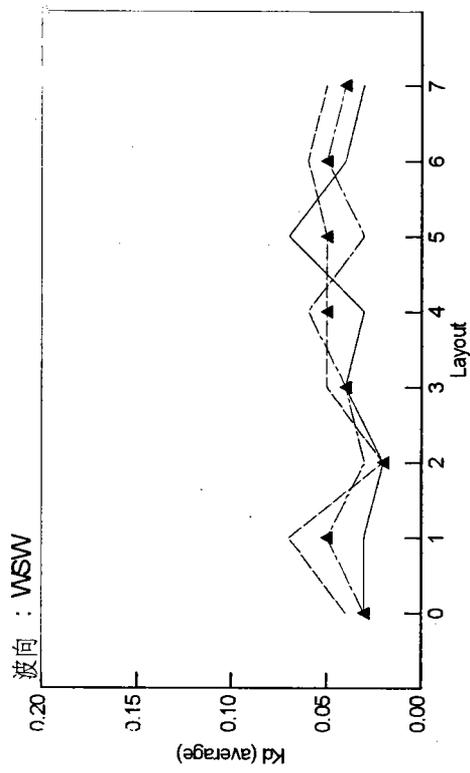
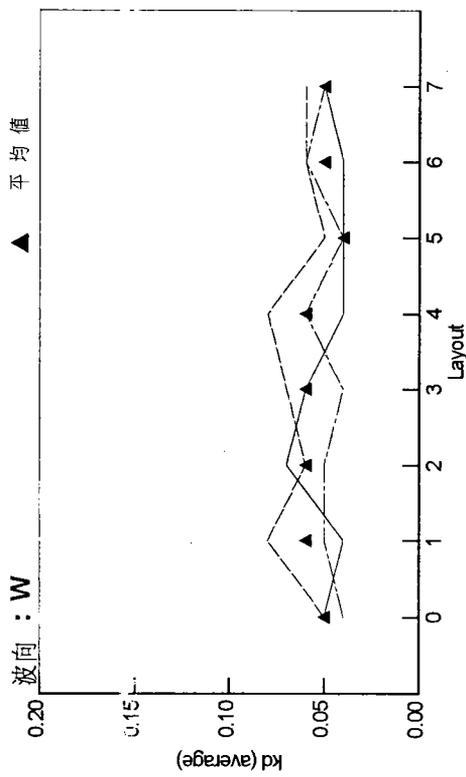


圖 42 各方向各佈置方案平均 kd 值比較圖

### 3-1-2 綜合評析

基於上一節對各水域的評細討論，可以很明顯的發現，各水域在各種佈置方案與不同試驗條件下皆有其不同的波動反應。但大致上可歸納出以下的共通性，在遮蔽區、外航道入口前後、受延長北防波堤之長度和角度變化造成本區域形成導浪與反射浪之影響，而有  $kd$  變動較大的現象。波浪進入內航道後受進入港池能量來支配各水域的波高比值，同時亦受波浪入射方向對各區域的影響不同，從整個試驗結果來看，從外港進入內港其  $kd$  值漸減的趨勢很明顯，而此漸減趨勢受港口寬度及內航道進入口寬度有較明顯影響。

由各區域  $kd$  值之比較無法很明確的判定延長防波堤長度和拆除南防波堤的長度何種組合為最佳配置。表 4 表示除了原方案佈置外，其餘 7 種不同的延建長度和拆除防波堤長度組合在各種波浪入射方向和波浪條件下最佳佈置比較表。表中之數字表示佈置方案即 2 表示方案 2 為最佳，由表中可發現各水域不同波浪入射方向有不同最佳方案，尤其在外港區變化較大，而內港區以南外防波堤拆除最少的方案 7 為最佳方案的發生機會最多。基於以上分析為求得在改善方案中與原方案比較其影響性最小，無法很明確的選擇。

表 4 除原佈置外各方案之比較表

方 向	區域 方案	遮蔽區	外航道	外航道 入口前	外航道 入口後	內航道	內航道 入口前	內航道 入口後	迴船池	8A 碼頭	8號 碼頭	9號 碼頭	29號 碼頭	30-32 號碼頭	漁港口	漁港口 內航道	整體性
規 則 波	WNW	2	5	5	3	3	5	5	5	1	5	5	5	7	1	1	7
	W	7	7	2	7	7	7	1	7	7	3	5	1	7	7	5	7
	WSW	5	6	2	7	7	4	5	4	7	7	7	7	1	7	2	7
	SW	2	2	7	1	7	4	4	1	7	1	7	7	7	7	6	7
	全向	5	6	2	7	7	7	7	1	7	7	5	7	7	7	2	7
不 規 則 波	WNW	5	6	5	5	5	5	5	7	7	7	2	6	7	7	7	5
	W	4	7	4	7	7	7	7	7	7	7	1	7	7	7	7	7
	WSW	5	5	6	7	7	6	7	6	7	7	6	2	6	2	2	6
	SW	7	3	1	7	7	7	7	1	7	7	7	7	7	7	7	7
	全向	4	6	6	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7

### 3-2 最佳佈置方案選擇與討論

為摒除主觀因素的判斷，本研究以各種波浪條件造成各區域的波高比來評比，整個港區依其特性與重要性分成 15 個水域來討論，再以評選因子與權重加權的比較來選擇最佳方案，以下詳述評選方法及其結果。

#### 3-2-1 評選因子

依上節整個水域分成 15 個水域來討論的方式，本評選方式便依此水域的劃分方式來評選。本試驗將整個水域以 48 支波高計來量測各水域的波高變化，各水域的波高計分佈如試驗佈置一節所述。首先將各不同波浪條件試驗下，各水域內各波高計所量測的波高值與入射波高值之比值，視為當地波高比。將各水域內的各波高比之平均值來代表該水域之平均波高。依該水域在相同的波浪條件下各佈置方案的波高比來比較並依 kd 值來排序，由於本試驗僅期望由七種佈置連同原型佈置共八種佈置中找尋較佳二方案，因此在各試驗條件下各佈置方案之比較以 kd 值最小者，取為 5 分，次小者為 4 分，依此排序到第 5 名時為 1 分，超過第 5 名者皆取為 1 分。

每一佈置方案和每一入射波浪方向皆有 3 個不同波浪週期、波高和水位。由不同波浪條件的得分累積積分為其各水域的積分。同時為考慮 15 個水域在本研究中其波浪大小對船舶航行與停泊的重要性不同，因此將 15 個區域以迴船池的重要性視為比較的標準，而分配各水域的權重。各水域的權重分佈如表 5 所示，將各水域所得的累積積分乘以各水域的權重後的積分視為各佈置方案，在各入射方向下每個水域的積分再依此積分由高至低來定其水域各方向的排名，同時將 15 個水域的積分再累積列為總計積分表示整個水域對不同波浪條件作用下平均的波動反應。依此方式將各佈置各方向的比對結果列為表 6 至表 9。

表 6 至表 9 表示各水域之波高比在各種佈置下之實驗分佈，亦列出其平均值及各種波浪條件積分與名次。將四個不同波浪入射方向做相同佈置的累積積分再做比較列為表 10。

### 3-2-2 最佳佈置方案選擇與討論

表 6 表示 WNW 方向各佈置在規則波和不規則波，每個水域的實驗 kd 值分佈與平均值及其積分和名次比較表，表中總計積分為累積各水域的積分而得，此積分愈高表示整個水域在不同波浪條件作用下其總平均遮蔽效果為最佳，其遮蔽效果比較依積分遞減而變差。由表中亦可發現規則波與不規則波積分名次分佈亦不同，表示港池佈置對單一週期波和多週期波的反應。表 7 至表 9 分別表示 W 方向、WSW 方向和 SW 方向等三個方向的實驗結果，表 10 即統合四個方向的累積結果，此表更以平均的觀念來表現各佈置對各種波浪條件的遮蔽效果。

由表 6 至表 10 將各波浪入射方向的規則波和不規則波，在各佈置方案之名次列為表 11。表 11 表示在各方向各佈置名次比較表，並將各方向各佈置的名次的累積積分，列於表 11 之總計。總計累積積分其積分值愈小表示在各種波浪入射方向和規則波與不規則波的作用下，遮蔽效果平均最佳。由表 11 中可獲知以原方案獲得名次第一，表示在北防波堤延建下和南防波堤拆除及南內防波堤拆除下，對整個港池也皆會有引起遮蔽效果變差的現象，第 2 名為方案 7，第 3 名為方案 6，第 4 名為方案 1，第 5 名為方案 5，第 6 名為方案 2，第 7 名為方案 4，第 8 名為方案 3。方案 7 為北防波堤延建 480 公尺，南外防波堤拆除 93 公尺，南內防波堤拆除 50 公尺。從此方案與其餘各方案之比較表示方案 7 雖較原方案對整個港池遮蔽效果為差，但皆較其餘佈置為佳。

圖 43 表示方案 7 在規則波作用下，4 個不同方向其平均 kd 值在各水域之比較圖，由圖中可明顯發現其平均值在外航區不同波浪方向作用下分佈較寬，愈進入內港區分佈愈集中，而且其 kd

值亦明顯的減低。將各方向之平均 kd 值之最大值與最小值將其連接成最大值與最小值連線，由此可表示其 kd 值的分佈表示如圖 44。圖中星號表示其平均值，從圖中可得知其最大值與最小值分佈與平均值間具有平均值類似或趨近於中值，表示試驗平均值具有比較代表性，圖 45 與圖 46 分別表示不規則波之比較結果，其現象與規則波相似，將規則波與不規則波總合表示如圖 47 和圖 48。

表 12 表示方案 7 各水域入射波和當地波高比值之平均波高比值比較表，表中表示各水域的平均值，將入射波高視為 6 公尺時，將各水域之波高比值換算成各水域之代表性波高平均值表示如表 13。由表 13 可得知 8A 碼頭水域皆超過 1 公尺以上，迴船池亦有 1 公尺以上之波高，此結果皆顯示在規則波與不規則波。表 14 表示在各種試驗條件下每個水域最大、最小與平均波高比，如波高以 6 公尺來計算其各水域平均波高分佈範圍如表 15 所示。由此表可發現 8A 碼頭附近水域皆超過原設計條件波高 1 公尺。

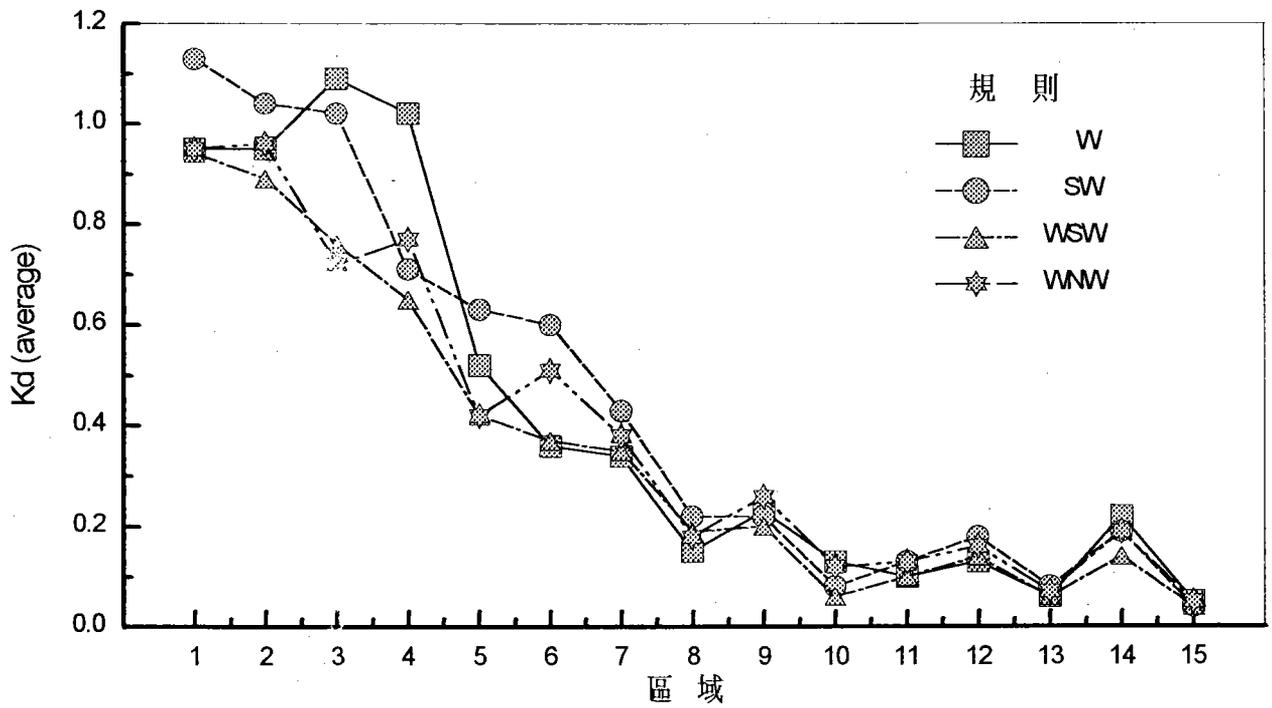


圖 43 方案 7 規則波各方向水域 kd 值比較圖

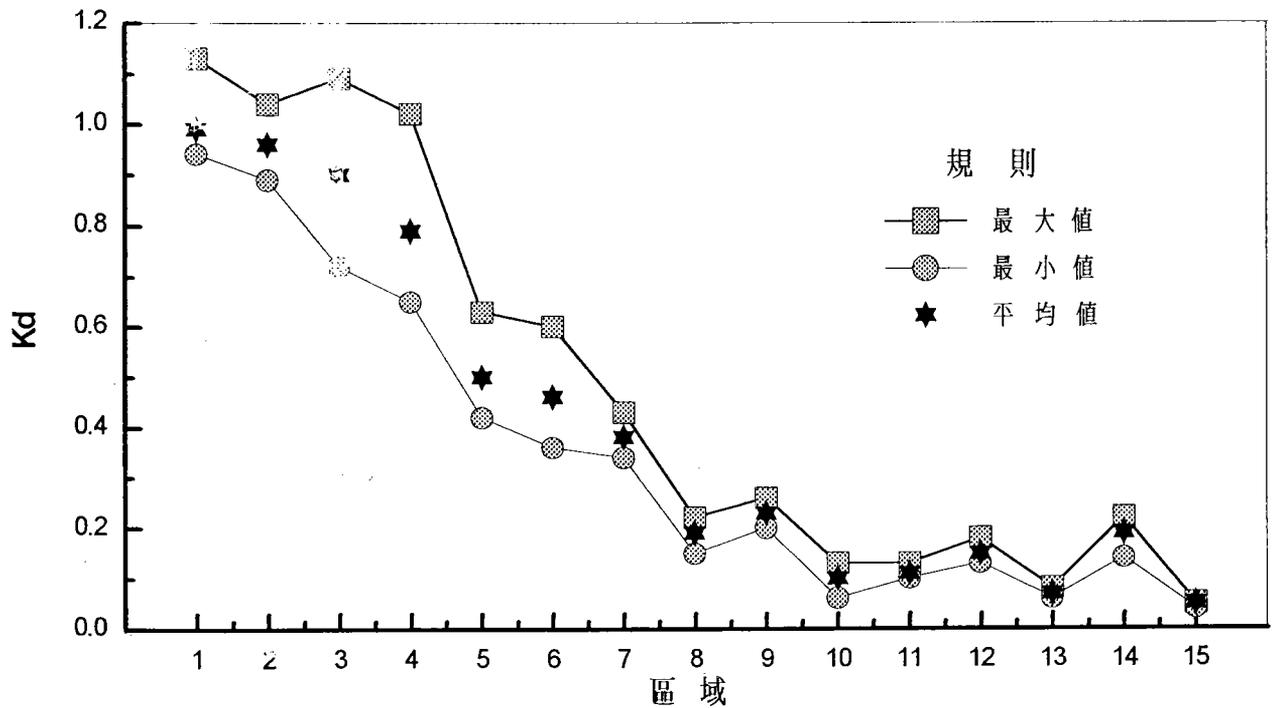


圖 44 方案 7 規則波各水域 kd 值分佈範圍比較圖

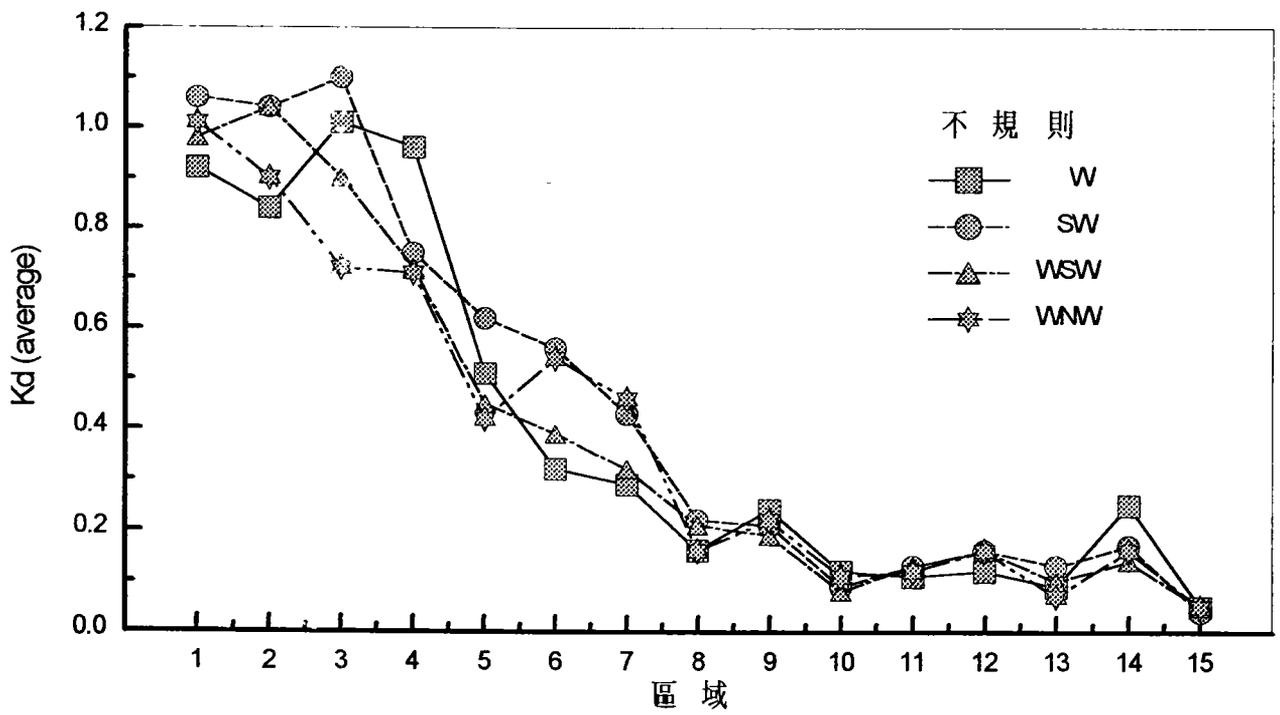


圖 45 方案 7 不規則波各方向各水域 kd 值比較圖

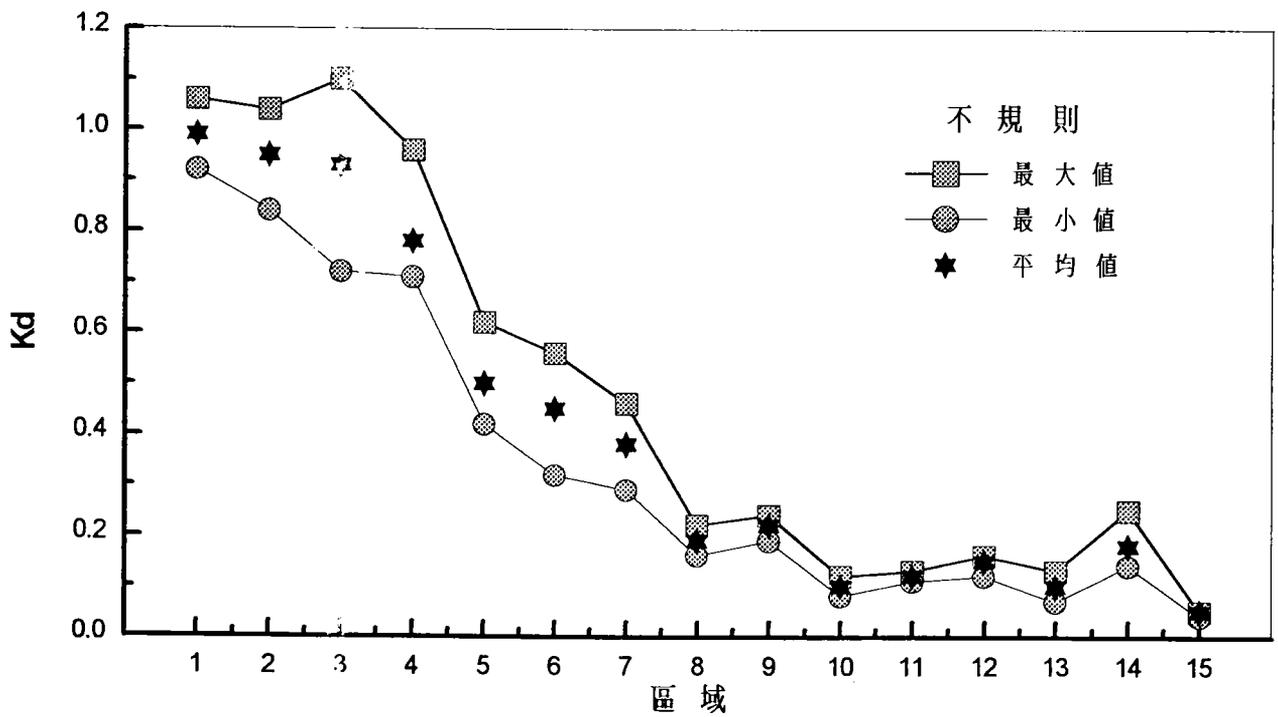


圖 46 方案 7 不規則波各水域 kd 值分佈範圍比較圖

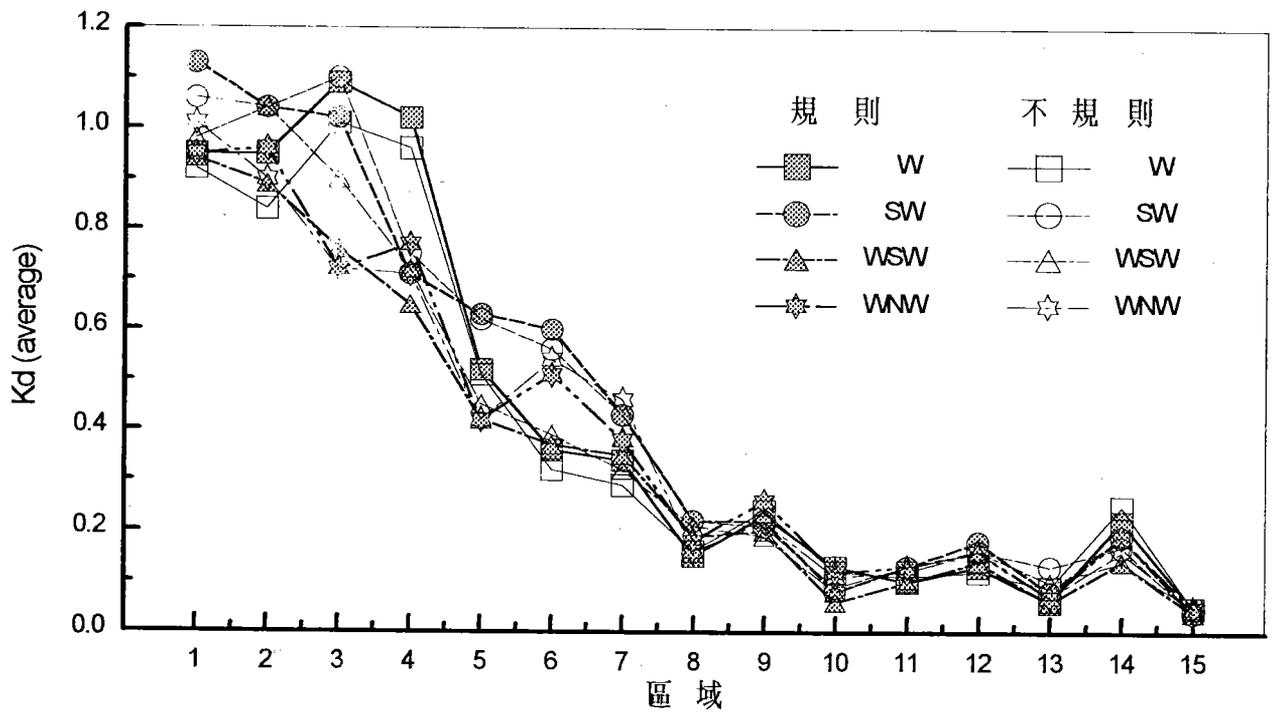


圖 47 方案 7 規則波與不規則波各方向各水域 kd 值比較圖

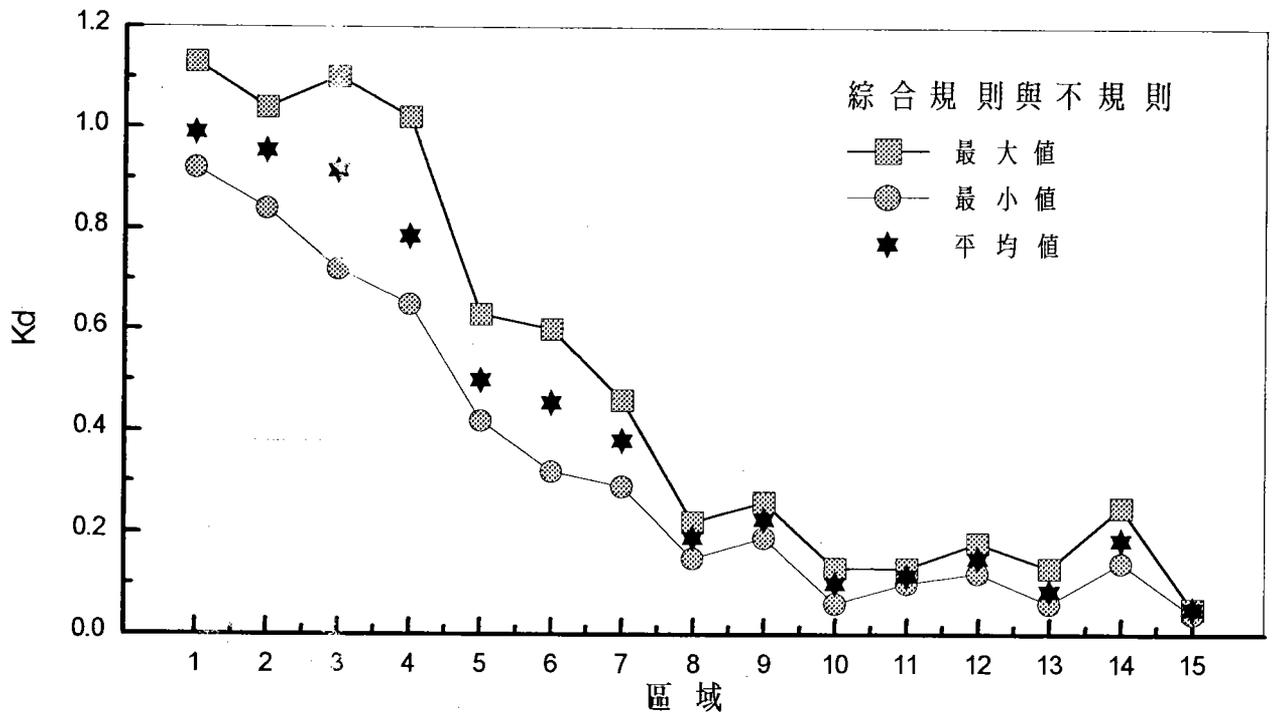


圖 48 方案 7 規則波與不規則波各水域 kd 值分佈範圍比較圖

表 5 各水域之權重分佈表

區域	遮蔽區	外航道	外航道入口前	外航道入口後	內航道	內航道入口前	內航道入口後	迴船池	8A 碼頭	8 號碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭	漁港口	漁港口內航道
權重	0.50	0.50	0.67	0.67	0.67	0.83	0.83	1.00	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.18	1.25

頭		29 號碼頭				30-32 號碼頭				漁港口			漁港口內航道			總計			
積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次		
		範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均				
10	3	0.12   0.15	0.13	16.65	1	0.05   0.08	0.06	15.54	1	0.16   0.23	0.19	12.98	3	0.02   0.06	0.04	16.25	1	150.94	1
88	4	0.13   0.18	0.16	11.10	4	0.05   0.09	0.07	12.21	3	0.14   0.22	0.17	16.52	1	0.04   0.05	0.04	15.00	2	121.08	4
77	5	0.14   0.17	0.16	9.99	5	0.07   0.09	0.08	9.99	4	0.19   0.24	0.21	7.08	6	0.05   0.06	0.06	11.25	5	98.29	6
21	2	0.17   0.19	0.18	5.55	6	0.08   0.11	0.10	6.66	5	0.18   0.23	0.20	10.62	4	0.05   0.07	0.06	10.00	6	96.95	7
77	5	0.14   0.17	0.15	12.21	3	0.06   0.09	0.07	12.21	3	0.16   0.21	0.19	14.16	2	0.03   0.06	0.05	13.75	3	91.72	8
43	1	0.12   0.16	0.15	13.32	2	0.07   0.08	0.07	12.21	3	0.19   0.23	0.21	8.26	5	0.05   0.07	0.06	11.25	5	136.11	3
88	4	0.13   0.18	0.16	11.10	4	0.07   0.09	0.08	9.99	4	0.19   0.22	0.21	8.26	5	0.03   0.06	0.05	12.50	4	108.54	5
77	5	0.13   0.18	0.16	9.99	5	0.06   0.07	0.07	14.43	2	0.17   0.22	0.20	12.98	3	0.04   0.06	0.05	13.75	3	147.39	2
10	2	0.09   0.17	0.13	16.65	1	0.06   0.08	0.07	13.32	1	0.17   0.19	0.18	11.80	2	0.05   0.06	0.06	13.75	4	148.37	1
66	5	0.13   0.19	0.16	9.99	3	0.06   0.11	0.09	8.88	4	0.18   0.24	0.21	7.08	5	0.04   0.07	0.05	16.25	2	84.70	7
21	1	0.14   0.21	0.17	7.77	5	0.07   0.11	0.09	8.88	4	0.18   0.25	0.20	10.62	3	0.04   0.07	0.05	15.00	3	97.81	5
55	6	0.12   0.22	0.16	9.99	3	0.07   0.12	0.09	9.99	3	0.19   0.21	0.20	8.26	4	0.04   0.06	0.05	15.00	3	80.99	8
33	7	0.19   0.22	0.20	3.33	6	0.06   0.11	0.08	11.10	2	0.17   0.23	0.20	10.62	3	0.04   0.07	0.05	16.25	2	89.49	6
110	2	0.14   0.17	0.16	9.99	3	0.08   0.09	0.09	7.77	5	0.18   0.22	0.20	10.62	3	0.05   0.08	0.07	10.00	6	137.02	2
99	3	0.12   0.17	0.15	12.21	2	0.07   0.09	0.08	9.99	3	0.16   0.20	0.19	11.80	2	0.05   0.07	0.06	12.50	5	121.65	4
77	4	0.14   0.20	0.16	8.88	4	0.06   0.08	0.07	13.32	1	0.16   0.19	0.18	17.70	1	0.05   0.06	0.06	17.50	1	129.66	3

內航道入口前				內航道入口後				迴船池				8A 碼頭				8 號碼頭				9 號碼頭		
K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		
範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均	範圍
0.36	0.38	16.79	1	0.36	0.38	9.96	1	0.16	0.17	12	1	0.20	0.22	16.65	1	0.06	0.09	16.65	1	0.10	0.11	11
0.39				0.39				0.18				0.24				0.11				0.10		
0.40	0.53	4.98	5	0.40	0.44	4.98	4	0.18	0.19	7	5	0.25	0.28	9.99	2	0.11	0.12	11.10	3	0.07	0.12	8
0.66				0.66				0.20				0.32				0.14				0.15		
0.45	0.54	3.32	6	0.45	0.48	2.49	6	0.17	0.19	8	4	0.28	0.31	5.55	3	0.14	0.15	7.77	5	0.10	0.13	7
0.63				0.63				0.20				0.34				0.15				0.16		
0.38	0.47	4.98	5	0.38	0.42	3.32	5	0.20	0.21	4	7	0.32	0.33	3.33	5	0.15	0.15	5.55	6	0.09	0.10	12
0.58				0.58				0.22				0.35				0.16				0.12		
0.51	0.56	2.49	7	0.51	0.50	2.49	6	0.20	0.20	5	6	0.32	0.32	4.44	4	0.15	0.16	3.33	7	0.09	0.14	7
0.61				0.61				0.20				0.32				0.17				0.17		
0.27	0.42	8.30	2	0.27	0.39	8.30	2	0.14	0.18	9	3	0.29	0.31	5.55	3	0.10	0.12	12.21	2	0.07	0.09	14
0.55				0.55				0.21				0.33				0.14				0.10		
0.35	0.48	5.81	4	0.35	0.39	6.64	3	0.18	0.19	7	5	0.29	0.31	5.55	3	0.11	0.14	5.55	6	0.09	0.12	8
0.53				0.53				0.21				0.33				0.17				0.14		
0.39	0.51	6.64	3	0.36	0.38	6.64	3	0.16	0.18	10	2	0.21	0.26	9.99	2	0.07	0.12	9.99	4	0.10	0.13	7
0.63				0.40				0.19				0.35				0.16				0.15		
0.35	0.38	10.79	2	0.35	0.34	10.79	2	0.13	0.15	13	1	0.15	0.20	16.65	1	0.06	0.08	16.65	1	0.06	0.12	11
0.42				0.42				0.18				0.25				0.11				0.23		
0.49	0.55	2.49	7	0.49	0.50	2.49	6	0.20	0.21	4	5	0.29	0.29	7.77	3	0.11	0.17	5.55	6	0.14	0.15	6
0.60				0.60				0.22				0.30				0.21				0.15		
0.51	0.56	4.15	5	0.51	0.51	3.32	5	0.20	0.20	4	5	0.30	0.31	5.55	4	0.15	0.17	6.66	5	0.05	0.10	11
0.57				0.57				0.21				0.31				0.18				0.11		
0.57	0.59	2.49	7	0.57	0.54	2.49	6	0.21	0.23	3	6	0.32	0.33	3.33	5	0.17	0.21	3.33	7	0.14	0.17	5
0.61				0.61				0.26				0.34				0.26				0.19		
0.47	0.54	3.32	6	0.47	0.46	6.64	3	0.21	0.22	3	6	0.32	0.33	3.33	5	0.18	0.19	3.33	7	0.15	0.19	3
0.63				0.63				0.21				0.34				0.20				0.22		
0.33	0.40	11.62	1	0.33	0.33	11.62	1	0.17	0.17	11	3	0.28	0.31	5.55	4	0.12	0.14	7.77	4	0.09	0.11	11
0.47				0.47				0.18				0.33				0.16				0.14		
0.37	0.47	6.64	3	0.37	0.44	4.98	4	0.19	0.19	6	4	0.29	0.30	5.55	4	0.11	0.14	8.88	3	0.08	0.11	9
0.58				0.58				0.20				0.32				0.16				0.15		
0.46	0.54	4.98	4	0.41	0.46	4.98	4	0.14	0.16	12	2	0.17	0.22	13.32	2	0.09	0.11	13.32	2	0.10	0.12	7
0.60				0.51				0.18				0.26				0.12				0.15		

表 6 方向：WNW

區域 方案		遮蔽區				外航道				外航道入口前				外航道入口後				內航道			
		K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次
		範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均		
規則波	0	0.90   1.04 0.79	0.96	2.0	6	0.82   0.92	0.88	3.0	5	0.81   0.86 0.55	0.83	2.01	6	0.77   0.81 0.51	0.79	2.68	6	0.38   0.45 0.38	0.41	2.68	5
	1	1.01   0.72	0.90	4.5	2	0.91   0.94 0.84	0.93	1.5	6	0.72   0.51	0.66	4.02	4	0.79   0.63	0.65	6.70	3	0.42   0.39	0.40	2.68	5
	2	1.04   0.74	0.83	6.0	1	0.91   0.81	0.86	3.0	5	0.68   0.55	0.60	6.70	2	0.70   0.55	0.67	5.36	5	0.41   0.34	0.40	4.02	4
	3	0.99   0.89	0.91	4.5	2	0.87   0.75	0.83	3.5	4	0.67   0.65	0.61	6.03	3	0.69   0.67	0.61	8.04	1	0.35   0.39	0.35	8.71	1
	4	1.07   0.85	0.95	2.5	5	0.87   0.70	0.81	4.0	3	0.83   0.42	0.72	2.68	5	0.79   0.45	0.71	2.68	6	0.42   0.31	0.40	2.01	6
	5	1.08   0.85	0.99	3.5	3	0.75   0.63	0.72	7.0	1	0.96   0.51	0.63	7.37	1	0.80   0.58	0.59	7.37	2	0.41   0.35	0.35	8.04	2
	6	1.08   0.91	0.98	3.0	4	0.87   0.88	0.74	5.5	2	0.76   0.50	0.60	6.03	3	0.73   0.63	0.63	6.03	4	0.39   0.37	0.37	6.70	3
	7	0.98   0.91	0.95	3.5	3	1.00   0.88	0.96	1.5	6	0.93   0.50	0.72	4.02	4	0.86   0.63	0.77	2.01	7	0.47   0.37	0.42	2.68	5
不規則波	0	1.02   0.92	0.95	5.0	1	1.01   0.75	0.92	1.5	5	0.91   0.64	0.84	2.01	6	0.82   0.66	0.76	2.68	5	0.45   0.36	0.43	2.68	7
	1	0.96   0.88	0.94	3.5	3	1.01   0.78	0.90	2.0	4	0.80   0.66	0.74	2.01	6	0.78   0.64	0.74	2.01	6	0.48   0.40	0.43	4.02	5
	2	0.97   0.91	0.93	4.5	2	0.92   0.87	0.86	2.5	3	0.77   0.68	0.71	4.02	4	0.78   0.60	0.70	3.35	4	0.42   0.42	0.41	5.36	3
	3	1.05   0.89	0.97	3.0	4	0.91   0.69	0.89	2.5	3	0.79   0.58	0.74	4.02	4	0.75   0.59	0.71	4.69	3	0.47   0.37	0.44	3.35	6
	4	0.98   0.89	0.93	5.0	1	0.88   0.73	0.80	5.5	2	0.78   0.48	0.70	4.69	3	0.79   0.32	0.68	4.69	3	0.46   0.29	0.41	5.36	3
	5	1.05   0.90	0.94	5.0	1	0.83   0.66	0.78	5.5	2	0.58   0.46	0.53	9.38	1	0.57   0.50	0.48	10.05	1	0.31   0.29	0.30	10.05	1
	6	1.05   0.98	0.98	3.5	3	0.74   0.73	0.71	7.5	1	0.69   0.59	0.61	8.04	2	0.76   0.61	0.63	6.70	2	0.42   0.37	0.37	7.37	2
	7	1.04   0.91	1.01	2.0	5	0.99   0.88	0.90	2.5	3	0.83   0.59	0.72	3.35	5	0.76   0.61	0.71	3.35	4	0.48   0.37	0.42	4.69	4

頭		29 號碼頭				30-32 號碼頭				漁港口				漁港口內航道				總計	
積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	積分	名次
		範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均				
2.21	2	0.10   0.17	0.12	12.21	2	0.04   0.14	0.08	15.54	1	0.21   0.26	0.23	15.34	2	0.04   0.05	0.05	17.50	2	<b>160.94</b>	<b>1</b>
1.88	3	0.10   0.12	0.11	14.43	1	0.05   0.14	0.08	13.32	2	0.21   0.31	0.27	9.44	5	0.04   0.08	0.06	13.75	4	<b>125.06</b>	<b>4</b>
1.77	4	0.10   0.19	0.14	8.88	4	0.06   0.19	0.10	8.88	4	0.21   0.30	0.26	10.62	4	0.05   0.07	0.06	12.50	5	<b>102.80</b>	<b>7</b>
2.21	2	0.12   0.14	0.13	11.10	3	0.06   0.15	0.09	11.10	3	0.23   0.32	0.27	9.44	5	0.04   0.07	0.06	13.75	4	<b>117.06</b>	<b>5</b>
1.77	4	0.14   0.19	0.14	7.77	5	0.07   0.16	0.10	6.66	6	0.21   0.32	0.27	10.62	4	0.04   0.08	0.06	12.50	5	<b>89.00</b>	<b>8</b>
1.43	1	0.08   0.19	0.12	12.21	2	0.05   0.19	0.10	8.88	4	0.23   0.33	0.28	9.44	5	0.04   0.05	0.04	18.75	1	<b>130.83</b>	<b>3</b>
1.77	4	0.11   0.19	0.14	8.88	4	0.07   0.15	0.10	7.77	5	0.21   0.29	0.26	12.98	3	0.04   0.06	0.05	15.00	3	<b>103.50</b>	<b>6</b>
1.88	3	0.10   0.16	0.13	12.21	2	0.05   0.09	0.08	15.54	1	0.19   0.25	0.23	17.70	1	0.05   0.06	0.05	15.00	3	<b>151.84</b>	<b>2</b>
1.32	1	0.08   0.12	0.10	16.65	1	0.05   0.12	0.08	14.43	1	0.21   0.28	0.24	15.34	1	0.03   0.05	0.05	17.50	1	<b>176.72</b>	<b>1</b>
1.32	1	0.09   0.16	0.12	13.32	2	0.07   0.14	0.09	9.99	3	0.23   0.31	0.28	8.26	4	0.06   0.08	0.07	10.00	5	<b>116.39</b>	<b>3</b>
1.66	6	0.12   0.19	0.15	7.77	4	0.06   0.18	0.11	8.88	4	0.24   0.30	0.27	8.26	4	0.04   0.08	0.06	13.75	3	<b>77.87</b>	<b>7</b>
1.10	2	0.14   0.18	0.16	5.55	5	0.07   0.18	0.10	11.10	2	0.25   0.31	0.28	4.72	6	0.07   0.09	0.08	6.25	7	<b>75.69</b>	<b>8</b>
1.99	3	0.12   0.16	0.14	9.99	3	0.06   0.14	0.09	11.10	2	0.23   0.31	0.27	9.44	3	0.05   0.07	0.06	12.50	4	<b>103.56</b>	<b>4</b>
1.32	1	0.13   0.16	0.14	7.77	4	0.08   0.13	0.10	7.77	5	0.25   0.31	0.27	7.08	5	0.06   0.09	0.07	8.75	6	<b>85.59</b>	<b>6</b>
1.88	4	0.12   0.18	0.15	7.77	4	0.07   0.14	0.10	8.88	4	0.25   0.27	0.26	10.62	2	0.04   0.07	0.06	13.75	3	<b>96.19</b>	<b>5</b>
1.77	5	0.10   0.15	0.12	13.32	2		0.09	11.10	2	0.23   0.26	0.25	15.34	1	0.04   0.06	0.05	16.25	2	<b>152.58</b>	<b>2</b>

內航道入口前				內航道入口後				迴船池				8A 碼頭				8 號碼頭				9 號碼頭		
K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		
範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均	範圍
0.14				0.09				0.11				0.15				0.09				0.05		
0.54	0.31	8.30	1	0.48	0.27	9.13	2	0.19	0.14	15	1	0.30	0.22	15.54	1	0.19	0.13	8.88	5	0.12	0.08	12
0.30				0.19				0.14				0.15				0.09				0.06		
0.41	0.36	7.47	2	0.37	0.27	9.96	1	0.21	0.16	10	4	0.33	0.24	11.10	2	0.14	0.11	9.99	4	0.14	0.10	8
0.30				0.26				0.14				0.19				0.09				0.06		
0.46	0.38	6.64	3	0.41	0.32	6.64	3	0.23	0.17	9	5	0.35	0.27	5.55	5	0.13	0.10	11.10	3	0.15	0.11	7
0.36				0.28				0.16				0.23				0.09				0.08		
0.43	0.39	4.98	4	0.41	0.36	5.81	4	0.20	0.17	7	6	0.37	0.29	3.33	6	0.10	0.09	14.43	1	0.08	0.08	12
0.35				0.29				0.15				0.20				0.11				0.08		
0.51	0.42	4.15	5	0.49	0.37	3.32	5	0.23	0.18	6	7	0.34	0.25	8.88	3	0.19	0.15	4.44	8	0.12	0.10	7
0.34				0.26				0.12				0.18				0.07				0.05		
0.49	0.42	4.15	5	0.39	0.35	6.64	3	0.21	0.16	11	3	0.35	0.25	8.88	3	0.11	0.10	12.21	2	0.10	0.08	14
0.27				0.17				0.14				0.20				0.09				0.05		
0.54	0.43	4.98	4	0.48	0.35	5.81	4	0.20	0.16	10	4	0.32	0.26	7.77	4	0.14	0.13	6.66	7	0.14	0.10	7
0.24				0.25				0.11				0.15				0.10				0.07		
0.49	0.36	8.30	1	0.47	0.34	6.64	3	0.21	0.15	12	2	0.32	0.23	15.54	1	0.16	0.13	7.77	6	0.13	0.10	8
0.22				0.19				0.11				0.15				0.06				0.09		
0.33	0.28	11.62	1	0.30	0.24	12.45	1	0.19	0.14	15	1	0.28	0.21	16.65	1	0.12	0.09	16.65	1	0.14	0.11	12
0.25				0.21				0.14				0.17				0.08				0.09		
0.46	0.34	4.98	3	0.40	0.30	8.30	3	0.23	0.17	9	3	0.32	0.24	9.99	3	0.21	0.14	6.66	4	0.15	0.11	12
0.33				0.29				0.16				0.20				0.10				0.09		
0.46	0.38	4.98	3	0.42	0.36	3.32	6	0.24	0.20	4	5	0.33	0.26	5.55	5	0.18	0.15	3.33	5	0.20	0.16	6
0.36				0.35				0.16				0.24				0.12				0.08		
0.58	0.44	2.419	6	0.52	0.41	2.49	7	0.24	0.20	4	5	0.35	0.29	3.33	6	0.15	0.13	1.77	3	0.15	0.12	14
0.28				0.27				0.15				0.22				0.11				0.08		
0.52	0.37	4.15	4	0.46	0.34	4.15	5	0.26	0.20	4	5	0.38	0.27	6.66	4	0.21	0.16	3.33	5	0.19	0.13	9
0.26				0.29				0.13				0.18				0.07				0.07		
0.46	0.38	3.32	5	0.42	0.35	3.32	6	0.27	0.19	7	4	0.34	0.26	5.55	5	0.24	0.18	6.66	4	0.15	0.11	13
0.30				0.29				0.12				0.20				0.09				0.08		
0.48	0.40	4.15	4	0.38	0.35	4.98	4	0.26	0.20	7	4	0.35	0.27	3.33	6	0.17	0.13	7.77	3	0.17	0.13	8
0.24				0.20				0.12				0.16				0.08				0.09		
0.44	0.32	9.13	2	0.38	0.29	9.13	2	0.22	0.16	13	2	0.33	0.24	11.10	2	0.17	0.12	9.99	2	0.15	0.11	7

表 7 方向：W

方案	區域	遮蔽區				外航道				外航道入口前				外航道入口後				內航道			
		K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次
		範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均		
規則波	0	1.01   1.04	1.03	4.0	4	1.02   1.12	1.08	2.5	4	0.90   1.10	1.01	7.37	1	0.71   0.99	0.82	10.05	1	0.39   0.69	0.53	7.37	2
	1	0.94   1.23	1.06	3.5	5	0.86   1.33	1.07	2.5	4	0.94   1.22	1.11	4.02	4	1.10   1.38	1.20	2.68	6	0.58   0.68	0.62	4.02	5
	2	0.94   1.23	1.07	3.0	6	0.91   1.33	1.08	1.5	5	0.90   1.33	1.13	5.36	2	1.10   1.42	1.21	2.01	7	0.59   0.67	0.63	3.35	6
	3	0.93   1.13	1.01	4.5	3	0.85   1.20	1.01	4.0	2	0.92   1.18	1.08	5.36	2	1.01   1.33	1.12	5.36	3	0.54   0.66	0.60	4.69	4
	4	1.01   1.19	1.07	2.5	7	1.01   1.09	1.05	3.0	3	0.93   1.36	1.09	4.02	4	0.89   1.48	1.21	4.02	5	0.51   0.77	0.68	3.35	6
	5	0.94   1.07	0.98	5.5	2	0.87   1.24	1.02	4.0	2	0.91   1.38	1.16	4.02	4	0.97   1.38	1.15	4.69	4	0.51   0.61	0.57	6.03	3
	6	0.94   1.18	1.04	4.0	4	0.93   1.24	1.05	2.5	4	0.91   1.33	1.16	4.02	4	1.04   1.39	1.20	2.01	7	0.59   0.68	0.62	3.35	6
	7	0.90   1.02	0.95	6.5	1	0.84   1.05	0.95	7.0	1	0.98   1.15	1.09	4.69	3	0.93   1.09	1.02	6.03	2	0.46   0.57	0.52	8.04	1
不規則波	0	1.00   1.04	1.01	2.0	5	0.96   0.97	0.95	3.0	5	0.93   1.26	1.07	4.02	5	0.70   0.99	0.85	10.05	1	0.41   0.59	0.50	8.04	2
	1	0.93   0.99	0.97	4.0	3	0.89   0.98	0.92	4.5	3	0.93   1.10	1.01	6.03	3	0.94   1.10	1.04	4.02	4	0.51   0.61	0.57	4.02	4
	2	0.97   1.08	1.02	2.0	5	0.94   1.09	1.00	2.0	7	0.93   1.24	1.11	3.35	6	0.98   1.32	1.17	2.01	6	0.55   0.74	0.65	2.01	7
	3	0.97   1.02	1.00	2.0	5	0.94   0.96	0.95	3.5	4	0.90   1.20	1.03	6.03	3	0.91   1.31	1.11	3.35	5	0.56   0.74	0.63	2.01	7
	4	0.92   0.96	0.94	6.5	1	0.91   0.94	0.92	5.0	2	0.90   1.09	0.97	8.71	1	0.83   1.25	1.04	5.36	3	0.49   0.71	0.60	2.68	6
	5	0.94   1.02	0.98	3.0	4	0.94   1.06	1.00	2.0	7	0.99   1.18	1.06	2.68	7	0.95   1.13	1.07	2.01	6	0.50   0.67	0.58	5.36	3
	6	0.83   1.08	0.99	4.5	2	0.91   1.06	0.98	2.5	6	0.89   1.17	1.06	5.36	4	0.93   1.42	1.14	3.35	5	0.53   0.76	0.62	3.35	5
	7	0.87   0.93	0.92	6.5	1	0.76   0.95	0.84	6.5	1	0.95   1.08	1.01	6.7	2	0.80   1.05	0.96	8.04	2	0.44   0.56	0.51	8.71	1

碼頭		29 號碼頭				30-32 號碼頭				漁港口				漁港口內航道				總計	
積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	積分	名次
		範圍	平均																
11.10	4	0.12   0.18	0.15	9.99	4	0.06   0.09	0.07	9.99	3	0.12   0.18	0.15	14.16	2	0.03   0.44	0.03	16.25	2	<b>134.79</b>	<b>2</b>
8.88	6	0.13   0.15	0.14	11.10	3	0.05   0.06	0.05	15.54	1	0.14   0.23	0.18	9.44	4	0.03   0.07	0.05	10.00	6	<b>120.01</b>	<b>5</b>
12.21	3	0.15   0.16	0.15	8.88	5	0.07   0.08	0.07	7.77	5	0.15   0.24	0.18	8.26	5	0.02   0.03	0.02	18.75	1	<b>107.36</b>	<b>7</b>
9.99	5	0.15   0.17	0.16	8.88	5	0.06   0.11	0.08	8.88	4	0.15   0.22	0.18	8.26	5	0.04   0.05	0.04	12.50	4	<b>94.70</b>	<b>8</b>
13.32	2	0.14   0.15	0.15	11.10	3	0.07   0.09	0.08	7.77	5	0.15   0.21	0.17	10.62	3	0.03   0.06	0.05	11.25	5	<b>120.43</b>	<b>4</b>
12.21	3	0.13   0.18	0.15	9.99	4	0.03   0.13	0.08	9.99	3	0.14   0.21	0.18	8.26	5	0.03   0.07	0.05	12.50	4	<b>119.21</b>	<b>6</b>
11.10	4	0.14   0.15	0.14	12.21	2	0.05   0.07	0.06	12.21	2	0.15   0.19	0.17	10.62	3	0.04   0.06	0.05	10.00	6	<b>123.43</b>	<b>3</b>
14.43	1	0.11   0.17	0.14	14.43	1	0.06   0.07	0.06	12.21	2	0.13   0.16	0.15	15.34	1	0.03   0.05	0.04	13.75	3	<b>147.29</b>	<b>1</b>
13.32	2	0.14   0.16	0.15	14.43	1	0.07   0.11	0.08	14.43	1	0.11   0.20	0.15	11.80	3	0.05   0.05	0.05	15.00	3	<b>145.28</b>	<b>1</b>
8.88	6	0.16   0.18	0.17	7.77	6	0.07   0.12	0.09	12.21	2	0.11   0.21	0.15	10.62	4	0.04   0.06	0.05	13.75	4	<b>114.22</b>	<b>6</b>
9.99	5	0.13   0.20	0.15	13.32	2	0.07   0.17	0.11	12.21	2	0.09   0.20	0.14	15.34	1	0.04   0.05	0.04	17.50	1	<b>128.32</b>	<b>4</b>
11.10	4	0.15   0.16	0.16	12.21	3	0.06   0.15	0.09	12.21	2	0.14   0.19	0.16	10.62	4	0.05   0.07	0.06	11.25	6	<b>105.44</b>	<b>8</b>
12.21	3	0.14   0.18	0.16	12.21	3	0.07   0.13	0.09	11.10	3	0.13   0.22	0.16	8.26	6	0.04   0.08	0.06	11.25	6	<b>108.80</b>	<b>7</b>
7.77	7	0.13   0.18	0.16	13.32	2	0.08   0.16	0.11	8.88	4	0.13   0.22	0.17	7.08	7	0.06   0.07	0.06	10.00	7	<b>124.04</b>	<b>5</b>
15.54	1	0.17   0.17	0.17	8.88	5	0.07   0.10	0.08	14.43	1	0.10   0.25	0.16	9.44	5	0.05   0.06	0.06	12.50	5	<b>140.30</b>	<b>2</b>
11.10	4	0.15   0.17	0.16	11.10	4	0.09   0.12	0.10	8.88	4	0.11   0.19	0.15	14.16	2	0.04   0.06	0.05	16.25	2	<b>140.18</b>	<b>3</b>

內航道入口前				內航道入口後				迴船池				8A 碼頭				8 號碼頭				9 號碼頭	
K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值	
範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均
0.41	0.51	2.49	4	0.21	0.35	5.81	4	0.17	0.19	12	1	0.14	0.18	16.65	1	0.06	0.07	14.43	2	0.09	0.11
0.57				0.50				0.20				0.22				0.07				0.14	
0.37	0.37	6.64	2	0.24	0.32	6.64	3	0.20	0.20	9	2	0.20	0.23	8.88	3	0.07	0.08	9.99	4	0.10	0.12
0.38				0.40				0.20				0.28				0.09				0.13	
0.27	0.39	4.98	3	0.32	0.38	2.49	6	0.21	0.21	6	3	0.23	0.25	4.44	7	0.07	0.08	9.99	4	0.09	0.11
0.46				0.46				0.21				0.28				0.09				0.12	
0.31	0.37	4.98	3	0.33	0.36	2.49	6	0.20	0.22	4	4	0.28	0.28	3.33	8	0.07	0.08	9.99	4	0.11	0.12
0.40				0.42				0.23				0.29				0.09				0.14	
0.22	0.30	8.30	1	0.27	0.34	8.30	1	0.18	0.19	12	1	0.23	0.24	5.55	6	0.07	0.08	9.99	4	0.08	0.10
0.40				0.37				0.20				0.25				0.09				0.13	
0.28	0.34	8.30	1	0.29	0.31	7.47	2	0.18	0.20	9	2	0.22	0.24	7.77	4	0.07	0.09	9.99	4	0.10	0.11
0.40				0.33				0.21				0.25				0.13				0.12	
0.27	0.34	8.30	1	0.27	0.32	8.30	1	0.18	0.19	12	1	0.23	0.24	6.66	5	0.05	0.07	13.32	3	0.10	0.13
0.43				0.40				0.20				0.24				0.09				0.19	
0.35	0.37	6.64	2	0.31	0.35	4.98	5	0.19	0.19	12	1	0.17	0.20	12.21	2	0.05	0.06	15.54	1	0.08	0.10
0.39				0.41				0.19				0.23				0.08				0.11	
0.39	0.45	4.98	5	0.34	0.37	5.81	3	0.17	0.20	13	2	0.15	0.18	15.54	1	0.05	0.08	12.21	1	0.09	0.12
0.51				0.44				0.22				0.24				0.09				0.12	
0.37	0.39	10.79	1	0.33	0.36	5.81	3	0.19	0.22	9	5	0.18	0.22	11.10	3	0.06	0.09	8.88	4	0.11	0.13
0.41				0.37				0.24				0.24				0.13				0.15	
0.37	0.43	6.64	4	0.32	0.37	4.98	4	0.20	0.21	9	5	0.22	0.24	6.66	6	0.06	0.08	11.10	2	0.12	0.13
0.49				0.43				0.23				0.26				0.13				0.14	
0.37	0.42	7.47	3	0.33	0.38	2.49	6	0.20	0.22	8	6	0.24	0.26	3.33	8	0.06	0.08	12.21	1	0.12	0.12
0.49				0.42				0.25				0.27				0.09				0.13	
0.41	0.42	6.64	4	0.34	0.38	4.15	5	0.20	0.21	10	4	0.23	0.25	4.44	7	0.07	0.08	9.99	3	0.10	0.12
0.44				0.41				0.23				0.26				0.10				0.14	
0.37	0.39	10.79	1	0.30	0.37	5.81	3	0.20	0.20	11	3	0.20	0.22	9.99	4	0.07	0.09	9.99	3	0.12	0.13
0.42				0.41				0.21				0.24				0.12				0.16	
0.39	0.40	9.13	2	0.30	0.35	6.64	2	0.17	0.19	14	1	0.23	0.24	7.77	5	0.06	0.07	12.21	1	0.09	0.11
0.43				0.43				0.22				0.25				0.10				0.12	
0.37	0.39	10.79	1	0.28	0.32	10.79	1	0.17	0.21	11	3	0.16	0.19	13.32	2	0.07	0.08	12.21	1	0.11	0.13
0.43				0.39				0.23				0.22				0.10				0.15	

表 8 方向：WSW

區域 方案	遮蔽區				外航道				外航道入口前				外航道入口後				內航道				
	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	
	範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍
規則波	0	0.99   1.07	1.03	1.5	5	0.86   0.92	0.90	3.0	5	0.62   0.98	0.84	4.02	4	0.49   0.74	0.63	8.04	1	0.40   0.48	0.45	5.36	3
	1	0.87   10.7	0.94	4.0	3	0.74   0.91	0.82	6.5	1	0.68   0.86	0.75	4.69	3	0.70   0.76	0.73	3.35	4	0.31   0.57	0.42	5.36	3
	2	0.89   1.11	0.98	2.0	4	0.78   0.95	0.85	3.5	4	0.51   0.79	0.65	8.04	1	0.62   0.82	0.70	3.35	4	0.28   0.48	0.40	6.70	1
	3	0.90   1.03	0.95	4.0	3	0.74   0.95	0.84	4.0	3	0.68   0.89	0.77	5.36	2	0.67   0.81	0.73	2.01	6	0.31   0.53	0.41	6.03	2
	4	0.91   1.01	0.95	4.0	3	0.76   0.91	0.83	5.5	2	0.52   0.85	0.70	4.69	3	0.38   0.83	0.67	4.69	2	0.39   0.53	0.44	3.35	3
	5	0.76   0.93	0.85	7.5	1	0.67   1.05	0.92	3.5	4	0.69   0.84	0.79	3.35	5	0.61   0.80	0.73	4.02	3	0.38   0.58	0.48	5.36	3
	6	0.80   1.13	0.95	4.5	2	0.80   0.89	0.83	5.5	2	0.72   0.91	0.83	2.01	6	0.64   0.86	0.78	2.68	5	0.38   0.62	0.49	4.02	4
	7	0.85   1.05	0.94	4.5	2	0.85   0.94	0.89	2.5	6	0.72   0.84	0.76	4.02	4	0.59   0.75	0.65	8.04	1	0.36   0.53	0.42	6.70	1
不規則波	0	1.00   1.03	1.02	3.0	5	1.03   1.07	1.05	3.0	5	0.88   0.90	0.89	4.02	4	0.57   0.64	0.62	10.05	1	0.48   0.49	0.49	4.69	4
	1	0.84   1.04	0.93	3.0	5	0.78   1.16	0.95	3.5	4	0.70   1.05	0.82	4.02	4	0.72   1.03	0.85	2.68	5	0.34   0.56	0.43	5.36	3
	2	0.83   1.05	0.92	3.5	4	0.84   1.18	0.98	2.0	6	0.64   1.04	0.79	6.03	3	0.61   0.97	0.80	4.69	3	0.35   0.55	0.43	5.36	3
	3	0.87   1.00	0.91	2.5	6	0.87   1.16	0.98	2.0	6	0.74   0.96	0.83	4.02	4	0.78   0.94	0.87	2.01	6	0.35   0.51	0.43	4.02	5
	4	0.83   1.00	0.90	4.5	3	0.78   1.14	0.94	4.0	3	0.66   1.00	0.81	3.35	5	0.68   0.96	0.84	2.01	6	0.33   0.55	0.44	4.69	4
	5	0.76   0.96	0.86	6.5	1	0.71   1.04	0.86	7.5	1	0.68   0.84	0.75	6.70	2	0.75   0.83	0.80	3.35	4	0.39   0.49	0.43	5.36	3
	6	0.78   1.05	0.88	5.5	2	0.72   1.12	0.90	5.5	2	0.62   1.01	0.76	7.37	1	0.66   0.92	0.78	4.69	3	0.34   0.55	0.42	6.70	1
	7	0.94   1.00	0.98	3.0	5	0.93   1.16	1.04	1.5	7	0.73   0.99	0.90	2.68	6	0.64   0.79	0.72	7.37	2	0.39   0.50	0.45	6.03	2

碼頭		29 號碼頭				30-32 號碼頭				漁港口				漁港口內航道				總計	
積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	積分	名次
		範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均				
6.65	1	0.13   0.19	0.16	14.43	1	0.06   0.10	0.07	12.21	1	0.18   0.19	0.19	10.62	3	0.04   0.05	0.05	10.00	3	150.00	1
9.99	3	0.10   0.20	0.16	9.99	3	0.04   0.09	0.07	12.21	1	0.18   0.21	0.19	8.26	4	0.03   0.05	0.04	10.00	3	121.50	3
7.77	5	0.17   0.21	0.19	9.99	3	0.08   0.17	0.12	6.66	5	0.19   0.26	0.22	7.08	5	0.02   0.04	0.03	12.50	2	94.25	6
6.66	6	0.19   0.26	0.22	3.33	5	0.07   0.13	0.09	9.99	2	0.18   0.25	0.21	7.08	5	0.03   0.04	0.04	12.50	2	78.07	8
5.55	7	0.15   0.20	0.17	8.88	4	0.07   0.14	0.09	9.99	2	0.16   0.21	0.19	10.62	3	0.02   0.04	0.03	12.50	2	97.58	5
7.77	5	0.18   0.19	0.19	8.88	4	0.07   0.17	0.11	7.77	4	0.18   0.27	0.20	5.90	6	0.03   0.04	0.04	12.50	2	93.93	7
8.88	4	0.16   0.18	0.17	9.99	3	0.07   0.16	0.11	6.66	5	0.17   0.19	0.18	11.80	2	0.02   0.05	0.04	15.00	1	103.39	4
4.43	2	0.16   0.20	0.18	13.32	2	0.06   0.11	0.08	8.88	3	0.16   0.20	0.19	12.98	1	0.04   0.05	0.05	8.75	4	130.16	2
4.43	2	0.10   0.15	0.12	15.52	1	0.08   0.13	0.11	15.54	1	0.19   0.22	0.21	15.34	2	0.06   0.08	0.07	5.00	5	165.77	1
2.21	3	0.17   0.19	0.18	8.88	3	0.09   0.21	0.14	9.99	4	0.20   0.25	0.22	10.62	5	0.03   0.06	0.04	16.25	1	117.08	3
7.77	4	0.18   0.20	0.19	6.66	4	0.13   0.23	0.16	7.77	5	0.20   0.22	0.21	10.62	5	0.03   0.06	0.04	15.00	2	101.77	5
5.55	6	0.14   0.20	0.18	8.88	3	0.12   0.27	0.17	5.55	6	0.20   0.23	0.22	10.62	5	0.05   0.06	0.06	10.00	3	90.03	7
5.55	6	0.18   0.20	0.19	5.55	5	0.12   0.20	0.15	7.77	5	0.21   0.22	0.22	10.62	5	0.06   0.07	0.06	7.50	4	81.78	8
4.44	7	0.17   0.20	0.18	8.88	3	0.10   0.22	0.14	9.99	4	0.19   0.25	0.21	11.80	4	0.03   0.05	0.04	15.00	2	94.66	6
6.66	5	0.15   0.21	0.19	6.66	4	0.10   0.20	0.13	12.21	3	0.16   0.23	0.20	14.16	3	0.04   0.05	0.04	15.00	2	107.58	4
5.54	1	0.14   0.17	0.16	12.21	2	0.09   0.19	0.13	13.32	2	0.13   0.23	0.17	16.52	1	0.03   0.05	0.04	16.25	1	162.16	2

內航道入口前				內航道入口後				迴船池				8A 碼頭				8 號碼頭				9 號碼頭	
K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值	
範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均
0.35	0.50	6.64	2	0.57	0.39	7.47	2	0.16	0.20	14	1	0.20	0.21	16.65	1	0.06	0.08	8.88	5	0.09	0.11
0.66				0.49				0.27				0.22				0.09				0.13	
0.44	0.53	6.64	2	0.28	0.35	9.13	1	0.19	0.23	9	3	0.25	0.26	8.88	3	0.04	0.06	13.32	1	0.15	0.17
0.71				0.45				0.29				0.26				0.08				0.20	
0.43	0.62	4.98	4	0.33	0.48	3.32	5	0.27	0.29	4	6	0.27	0.28	4.44	5	0.05	0.09	7.77	6	0.15	0.18
0.75				0.57				0.32				0.29				0.15				0.21	
0.41	0.63	4.15	5	0.24	0.47	5.81	3	0.28	0.30	3	7	0.28	0.30	3.33	6	0.09	0.11	3.33	7	0.16	0.18
0.76				0.59				0.33				0.31				0.14				0.20	
0.39	0.57	7.47	1	0.25	0.50	4.98	4	0.26	0.28	7	4	0.25	0.27	5.55	4	0.05	0.08	9.99	4	0.16	0.17
0.73				0.65				0.29				0.28				0.11				0.18	
0.38	0.64	5.81	3	0.29	0.55	3.32	5	0.26	0.26	9	3	0.27	0.28	5.55	4	0.06	0.10	8.88	5	0.16	0.18
0.86				0.72				0.26				0.28				0.06				0.21	
0.43	0.59	4.98	4	0.32	0.49	4.98	4	0.26	0.28	6	5	0.26	0.28	3.33	6	0.05	0.07	12.21	2	0.15	0.17
0.71				0.66				0.29				0.30				0.08				0.20	
0.47	0.60	4.98	4	0.36	0.43	5.81	3	0.18	0.22	12	2	0.21	0.22	13.32	2	0.06	0.08	11.10	3	0.12	0.13
0.73				0.51				0.28				0.23				0.09				0.15	
0.33	0.45	10.79	1	0.28	0.39	9.13	2	0.14	0.18	15	1	0.18	0.19	16.65	1	0.07	0.09	12.21	2	0.12	0.13
0.53				0.49				0.21				0.21				0.12				0.14	
0.57	0.62	4.15	5	0.50	0.56	2.49	6	0.22	0.25	10	2	0.20	0.22	11.10	3	0.08	0.10	9.99	3	0.13	0.14
0.66				0.61				0.27				0.25				0.14				0.15	
0.48	0.60	5.81	4	0.39	0.49	6.64	3	0.24	0.26	8	3	0.24	0.25	5.55	4	0.08	0.11	8.88	4	0.16	0.17
0.66				0.55				0.27				0.27				0.17				0.18	
0.53	0.60	5.81	4	0.41	0.50	5.81	4	0.20	0.27	6	4	0.26	0.28	3.33	5	0.07	0.12	7.77	5	0.14	0.17
0.65				0.57				0.31				0.30				0.19				0.19	
0.59	0.63	3.32	6	0.46	0.53	4.15	5	0.25	0.27	6	4	0.24	0.25	5.55	4	0.06	0.11	8.88	4	0.16	0.17
0.67				0.59				0.28				0.26				0.17				0.20	
0.48	0.59	6.64	3	0.39	0.52	4.15	5	0.28	0.29	4	5	0.25	0.26	3.33	5	0.07	0.12	8.88	4	0.17	0.17
0.70				0.62				0.28				0.28				0.21				0.18	
0.47	0.60	5.81	4	0.38	0.49	6.64	3	0.26	0.28	3	6	0.27	0.28	3.33	5	0.06	0.10	12.21	2	0.15	0.17
0.69				0.56				0.29				0.30				0.19				0.19	
0.48	0.56	9.96	2	0.56	0.43	10.79	1	0.18	0.22	10	2	0.20	0.21	12.21	2	0.06	0.09	14.43	1	0.12	0.13
0.62				0.51				0.27				0.22				0.13				0.13	

表 9 方向：SW

區域 方案	遮蔽區				外航道				外航道入口前				外航道入口後				內航道				
	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	
	範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍
規則波	0	1.09	1.11	5	2	0.91	1.03	4.0	3	0.82	0.99	8.04	1	0.42	0.65	6.70	2	0.42	0.56	8.71	1
		1.16				1.15				1.22				0.80				0.65			
	1	0.97	1.14	4	3	0.96	1.04	4.0	3	0.96	1.06	4.02	4	0.63	0.65	7.37	1	0.58	0.62	4.69	3
		1.39				1.12				1.25				0.68				0.68			
	2	0.83	1.17	6	1	0.85	1.06	5.0	1	0.79	1.17	4.69	3	0.62	0.78	5.36	3	0.45	0.65	4.69	3
		1.41				1.21				1.47				0.84				0.84			
	3	1.04	1.19	3	5	0.65	0.98	4.5	2	1.11	1.24	2.68	6	0.76	0.86	4.02	4	0.52	0.64	4.69	3
		1.37				1.21				1.39				1.04				0.85			
4	1.06	1.21	3.5	4	0.98	1.20	1.5	4	0.79	1.22	4.69	3	0.61	0.81	2.68	5	0.53	0.67	2.68	5	
	1.47				1.35				1.52				1.12				0.77				
5	0.92	1.10	5	2	0.94	1.22	1.5	4	0.87	1.09	4.69	3	0.58	0.90	4.02	4	0.57	0.69	3.35	4	
	1.26				1.42				1.23				1.23				0.84				
6	0.96	1.19	3	5	0.88	1.05	4.5	2	0.84	1.18	3.35	5	0.59	0.82	5.36	3	0.58	0.66	3.35	4	
	1.30				1.28				1.36				1.13				0.74				
7	1.00	1.13	2.5	6	0.94	1.04	4.0	3	0.93	1.02	6.70	2	0.63	0.71	5.36	3	0.52	0.63	6.03	2	
	1.28				1.11				1.14				0.75				0.72				
不規則波	0	1.05	1.10	4.0	4	1.03	1.07	4.0	4	0.72	0.88	9.38	1	0.58	0.64	10.05	1	0.42	0.54	8.71	1
		1.15				1.15				1.02				0.70				0.65			
	1	1.05	1.11	4.0	4	0.99	1.08	4.0	4	0.95	1.12	5.36	2	0.76	0.81	5.36	3	0.57	0.67	2.68	5
		1.19				1.13				1.32				0.88				0.74			
	2	1.05	1.14	2.5	5	1.02	1.11	2.5	6	0.96	1.09	4.69	3	0.80	0.82	4.69	4	0.51	0.65	4.69	3
		1.21				1.20				1.20				0.84				0.72			
	3	1.04	1.08	5.5	2	0.96	1.02	6.5	1	0.97	1.10	4.02	4	0.81	0.85	2.68	5	0.59	0.67	2.01	6
		1.11				1.10				1.26				0.85				0.75			
4	1.15	1.20	2.5	5	1.01	1.15	3.0	5	1.12	1.21	4.02	4	0.87	0.97	2.68	5	0.71	0.76	4.69	3	
	1.24				1.23				1.34				1.06				0.86				
5	1.04	1.08	5.0	3	1.11	1.14	2.5	6	1.05	1.14	4.69	3	0.79	0.93	2.68	5	0.67	0.73	2.68	5	
	1.14				1.18				1.27				1.06				0.80				
6	1.10	1.12	4.0	4	1.03	1.05	4.5	3	0.96	1.09	4.02	4	0.72	0.82	5.36	3	0.61	0.66	4.02	4	
	1.16				1.10				1.21				0.90				0.74				
7	1.01	1.06	6.0	1	0.99	1.04	5.5	2	0.90	1.10	4.69	3	0.63	0.75	7.37	2	0.50	0.62	7.37	2	
	1.16				1.10				1.25				0.83				0.69				

碼頭		29 號碼頭				30-32 號碼頭				漁港口				漁港口內航道				總計	
積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	積分	名次
		範圍	平均																
51.06	1	0.10   0.19	0.14	53.28	1	0.10   0.19	0.07	53.28	1	0.16   0.26	0.19	53.10	2	0.02   0.06	0.04	60.00	1	596.67	1
36.63	5	0.10   0.20	0.14	46.62	3	0.10   0.20	0.07	53.28	1	0.14   0.31	0.20	43.66	4	0.03   0.08	0.05	48.75	6	488.65	3
35.52	6	0.10   0.21	0.16	37.74	7	0.10   0.21	0.09	33.30	5	0.15   0.30	0.22	33.04	6	0.02   0.07	0.04	55.00	2	402.70	6
41.07	4	0.12   0.26	0.17	28.86	8	0.12   0.26	0.09	36.63	4	0.15   0.32	0.22	35.40	5	0.03   0.07	0.05	48.75	6	386.78	8
34.41	7	0.14   0.20	0.15	39.96	6	0.14   0.20	0.09	36.63	4	0.15   0.32	0.20	46.02	3	0.02   0.08	0.05	50.00	5	398.73	7
48.84	2	0.08   0.19	0.15	44.40	4	0.08   0.19	0.09	38.85	3	0.14   0.33	0.22	31.86	7	0.03   0.07	0.05	55.00	2	480.08	4
36.63	5	0.11   0.19	0.15	42.18	5	0.11   0.19	0.09	36.63	4	0.15   0.29	0.20	43.66	4	0.02   0.06	0.05	52.50	3	438.86	5
45.51	3	0.10   0.20	0.15	49.95	2	0.05   0.11	0.07	51.06	2	0.13   0.25	0.19	59.00	1	0.03   0.06	0.05	51.25	4	576.68	2
52.17	1	0.08   0.17	0.13	63.27	1	0.08   0.17	0.09	57.72	1	0.11   0.28	0.19	54.28	2	0.03   0.08	0.05	51.25	5	636.14	1
41.07	3	0.09   0.19	0.16	39.96	3	0.09   0.19	0.10	41.07	4	0.11   0.31	0.22	36.58	6	0.03   0.08	0.05	56.25	3	432.39	5
36.63	4	0.12   0.21	0.17	35.52	5	0.12   0.21	0.12	37.74	6	0.09   0.30	0.20	44.84	4	0.03   0.08	0.05	61.25	2	405.77	6
33.30	5	0.14   0.22	0.16	36.63	4	0.14   0.22	0.11	38.85	5	0.14   0.31	0.22	34.22	7	0.04   0.09	0.06	42.50	8	352.15	8
31.08	6	0.12   0.16	0.17	31.08	6	0.12   0.16	0.10	41.07	4	0.13   0.31	0.21	38.94	5	0.01   0.07	0.06	47.50	6	383.63	7
36.63	4	0.13   0.20	0.16	39.96	3	0.13   0.20	0.11	34.41	7	0.13   0.31	0.21	36.58	6	0.03   0.09	0.06	43.75	7	441.31	4
41.07	3	0.12   0.21	0.17	35.52	5	0.12   0.21	0.10	45.51	3	0.10   0.27	0.20	46.02	3	0.04   0.07	0.05	53.75	4	465.72	3
42.18	2	0.10   0.20	0.15	45.51	2	0.06   0.18	0.10	46.62	2	0.11   0.26	0.19	63.72	1	0.03   0.06	0.05	66.25	1	584.58	2

內航道入口前				內航道入口後				迴船池				8A 碼頭				8 號碼頭				9 號	
K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值	
範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均
0.14   0.66	0.43	28.22	1	0.09   0.50	0.32	32.37	1	0.11   0.27	0.17	53	1	0.14   0.30	0.21	65.49	1	0.06   0.19	0.09	48.84	1	0.05   0.14	0.10
0.30   0.70	0.45	25.73	4	0.19   0.52	0.34	30.71	2	0.14   0.29	0.19	35	4	0.15   0.33	0.25	38.85	3	0.04   0.14	0.09	44.40	2	0.06   0.20	0.13
0.27   0.75	0.48	19.92	7	0.26   0.58	0.41	14.95	7	0.14   0.32	0.22	27	6	0.19   0.35	0.28	19.98	7	0.05   0.15	0.11	36.63	4	0.06   0.21	0.13
0.31   0.76	0.47	19.09	8	0.24   0.59	0.40	17.43	6	0.16   0.33	0.22	18	7	0.23   0.37	0.30	13.32	8	0.07   0.16	0.11	33.30	5	0.08   0.20	0.12
0.22   0.73	0.46	22.41	6	0.25   0.65	0.43	19.09	5	0.15   0.29	0.21	30	5	0.20   0.34	0.27	24.42	5	0.05   0.19	0.12	27.75	6	0.08   0.18	0.13
0.27   0.86	0.45	25.93	3	0.24   0.72	0.40	25.73	3	0.12   0.26	0.20	38	3	0.18   0.35	0.27	27.75	4	0.06   0.18	0.10	43.29	3	0.05   0.21	0.12
0.27   0.71	0.46	24.07	5	0.17   0.66	0.39	25.73	3	0.14   0.29	0.20	35	4	0.20   0.33	0.27	23.31	6	0.05   0.17	0.10	37.74	4	0.05   0.20	0.13
0.24   0.73	0.46	26.56	2	0.25   0.51	0.38	24.07	4	0.11   0.28	0.19	46	2	0.15   0.35	0.23	51.06	2	0.05   0.16	0.10	44.40	2	0.07   0.15	0.11
0.22   0.53	0.39	38.18	1	0.19   0.49	0.34	38.18	1	0.11   0.22	0.17	56	1	0.15   0.28	0.19	65.49	1	0.05   0.12	0.09	57.72	2	0.06   0.23	0.12
0.25   0.66	0.47	22.41	5	0.21   0.61	0.43	19.09	5	0.14   0.27	0.21	32	4	0.17   0.32	0.24	39.96	3	0.06   0.21	0.13	31.08	5	0.09   0.15	0.13
0.33   0.66	0.49	21.58	6	0.29   0.55	0.43	18.26	6	0.16   0.27	0.22	25	6	0.20   0.33	0.26	23.31	5	0.06   0.18	0.13	29.97	6	0.05   0.20	0.14
0.36   0.65	0.51	18.26	7	0.33   0.57	0.46	13.28	7	0.16   0.31	0.23	21	8	0.24   0.35	0.29	13.32	7	0.06   0.26	0.13	31.08	5	0.08   0.19	0.14
0.28   0.67	0.49	17.43	8	0.27   0.59	0.43	19.09	5	0.15   0.28	0.22	23	7	0.22   0.38	0.28	19.98	6	0.06   0.21	0.13	25.53	7	0.08   0.22	0.15
0.26   0.70	0.44	32.37	3	0.28   0.62	0.39	24.90	3	0.13   0.30	0.21	33	3	0.18   0.34	0.26	24.22	4	0.07   0.24	0.13	33.30	4	0.07   0.14	0.13
0.30   0.69	0.47	25.73	4	0.29   0.56	0.41	23.24	4	0.12   0.29	0.22	30	5	0.20   0.35	0.27	19.98	6	0.06   0.19	0.11	74.37	1	0.08   0.19	0.13
0.24   0.62	0.45	34.86	2	0.24   0.51	0.38	35.69	2	0.12   0.27	0.19	46	2	0.16   0.33	0.22	49.95	2	0.06   0.17	0.10	49.95	3	0.09   0.15	0.12

表 10 方向：全方位

區域 方案		遮蔽區				外航道				外航道入口前				外航道入口後				內航道			
		K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次	K <sub>d</sub> 值		積分	名次
		範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均			範圍	平均		
規則波	0	0.92   1.16	1.03	12.5	6	0.82   1.15	0.97	12.5	7	0.62   1.22	0.92	21.44	2	0.42   0.99	0.72	27.47	1	0.38   0.69	0.49	24.12	1
	1	0.79   1.39	1.01	20.0	2	0.74   1.33	0.97	17.0	2	0.55   1.25	0.89	16.75	4	0.51   1.38	0.81	20.10	3	0.31   0.68	0.51	16.75	6
	2	0.72   1.41	1.01	17.0	3	0.78   1.33	0.96	13.0	6	0.51   1.47	0.89	24.79	1	0.62   1.42	0.84	16.08	5	0.28   0.84	0.52	18.76	4
	3	0.74   1.37	1.01	16.0	4	0.65   1.21	0.91	16.0	3	0.55   1.39	0.93	19.43	3	0.55   1.33	0.83	19.43	4	0.31   0.85	0.50	24.12	1
	4	0.89   1.47	1.05	12.5	6	0.75   1.39	0.97	14.0	5	0.52   1.52	0.93	16.08	5	0.38   1.48	0.85	14.07	6	0.39   0.77	0.55	11.39	7
	5	0.76   1.26	0.98	21.5	1	0.67   1.42	0.97	16.0	3	0.42   1.38	0.92	19.43	3	0.45   1.38	0.84	20.10	3	0.31   0.84	0.52	22.78	3
	6	0.80   1.30	1.04	14.5	5	0.63   1.28	0.92	18.0	1	0.51   1.36	0.94	15.41	6	0.58   1.39	0.86	16.08	5	0.35   0.74	0.54	17.42	5
	7	0.85   1.28	0.99	17.0	3	0.84   1.28	0.96	15.0	4	0.50   1.15	0.90	19.43	3	0.59   1.09	0.79	21.44	2	0.36   0.72	0.50	23.45	2
不規則波	0	0.90   1.15	1.02	14.0	5	0.81   1.15	1.00	11.5	6	0.72   1.26	0.92	19.43	4	0.57   0.99	0.72	32.83	1	0.38   0.65	0.49	24.12	2
	1	0.84   1.19	0.99	14.5	4	0.75   1.16	0.96	14.0	5	0.64   1.32	0.92	17.42	6	0.66   1.10	0.86	14.07	6	0.34   0.74	0.52	16.08	6
	2	0.83   1.21	1.00	12.5	7	0.78   1.20	0.99	9.0	7	0.64   1.24	0.93	18.09	5	0.61   1.32	0.87	14.74	5	0.35   0.74	0.53	17.42	5
	3	0.87   1.11	0.99	13.0	6	0.87   1.16	0.96	14.5	4	0.68   1.26	0.93	18.09	5	0.60   1.31	0.88	12.73	7	0.35   0.75	0.54	11.39	7
	4	0.83   1.24	0.99	18.5	2	0.69   1.23	0.95	17.5	2	0.58   1.34	0.92	20.77	3	0.59   1.25	0.88	14.74	5	0.33   0.86	0.55	17.42	5
	5	0.76   1.14	0.97	19.5	1	0.71   1.18	0.94	17.5	2	0.48   1.27	0.87	23.45	2	0.32   1.13	0.82	18.09	4	0.29   0.80	0.51	23.45	3
	6	0.78   1.16	0.99	17.5	3	0.66   1.12	0.91	20.0	1	0.46   1.21	0.88	24.79	1	0.50   1.42	0.84	21.10	3	0.29   0.76	0.52	21.44	4
	7	0.87   1.16	0.99	17.5	3	0.73   1.16	0.95	16.0	3	0.59   1.25	0.93	17.42	6	0.01   1.05	0.78	26.13	2	0.37   0.69	0.50	26.80	1

表 11 各方案名次比較表

方案 \ 方向	WSW		WNW		SW		W		各方向		總計	
	規則波	不規則波	積分	名次								
0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	1
1	5	6	4	7	3	3	4	3	3	5	43	4
2	7	4	6	5	6	5	7	6	6	6	59	6
3	8	8	7	8	8	7	5	8	8	8	75	8
4	4	7	8	6	5	8	8	7	7	7	64	7
5	6	5	3	2	7	6	3	6	4	4	46	5
6	3	2	5	4	4	4	6	5	5	3	41	3
7	1	3	2	3	2	2	2	2	2	2	21	2

表 12 方案(七)各水域波高比平均值

波浪條件	區域 KD 波向	遮蔽區	外航道	外航道入口前	外航道入口後	內航道	內航道入口前	內航道入口後	迴船池	8A 碼頭	8 號碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭	漁港口	漁港口內航道
		0.95	0.96	0.72	0.77	0.42	0.51	0.38	0.18	0.26	0.12	0.13	0.16	0.07	0.20	0.05
規 則 波	WNW	0.95	0.96	0.72	0.77	0.42	0.51	0.38	0.18	0.26	0.12	0.13	0.16	0.07	0.20	0.05
	W	0.95	0.95	1.09	1.02	0.52	0.36	0.34	0.15	0.23	0.13	0.10	0.13	0.08	0.23	0.05
	WSW	0.94	0.89	0.76	0.65	0.42	0.37	0.35	0.19	0.20	0.06	0.10	0.14	0.06	0.15	0.04
	SW	1.13	1.04	1.02	0.71	0.63	0.60	0.43	0.22	0.22	0.08	0.13	0.18	0.08	0.19	0.05
不 規 則 波	全向	0.99	0.96	0.90	0.79	0.50	0.46	0.38	0.19	0.23	0.10	0.11	0.15	0.07	0.19	0.05
	WNW	1.01	0.90	0.72	0.71	0.42	0.54	0.46	0.16	0.22	0.11	0.12	0.16	0.07	0.18	0.06
	W	0.92	0.84	1.01	0.96	0.51	0.32	0.29	0.16	0.24	0.12	0.11	0.12	0.09	0.25	0.05
	WSW	0.98	1.04	0.90	0.72	0.45	0.39	0.32	0.21	0.19	0.08	0.13	0.16	0.10	0.15	0.05
不 規 則 波	SW	1.06	1.04	1.10	0.75	0.62	0.56	0.43	0.22	0.21	0.09	0.13	0.16	0.13	0.17	0.04
	全向	0.99	0.95	0.93	0.78	0.50	0.45	0.38	0.19	0.22	0.10	0.12	0.15	0.10	0.19	0.05

表 13 方案(七)各水域波高平均值

單位：公尺

波浪條件	區域 波高值	遮蔽區	外航道	外航道入口前	外航道入口後	內航道	內航道入口前	內航道入口後	迴船池	8A 碼頭	8 號碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭	漁港口	漁港口內航道
		5.70	5.76	4.32	4.62	2.52	3.06	2.28	1.08	1.56	0.72	0.78	0.96	0.42	1.20	0.30
規則波	WNW	5.70	5.76	4.32	4.62	2.52	3.06	2.28	1.08	1.56	0.72	0.78	0.96	0.42	1.20	0.30
	W	5.70	5.70	6.54	6.12	3.12	2.16	2.04	0.90	1.38	0.78	0.60	0.78	0.48	1.38	0.30
	WSW	5.64	5.34	4.56	3.90	2.52	2.22	2.10	1.14	1.20	0.36	0.60	0.84	0.36	0.90	0.24
	SW	6.78	6.24	6.12	4.26	3.78	3.60	2.58	1.32	1.32	0.48	0.78	1.08	0.48	1.14	0.30
不規則波	全向	5.94	5.76	5.40	4.74	3.00	2.76	2.28	1.14	1.38	0.60	0.66	0.90	0.42	1.14	0.30
	WNW	6.06	5.40	4.32	4.26	2.52	3.24	2.76	0.96	1.32	0.66	0.72	0.96	0.42	1.08	0.36
	W	5.52	5.04	6.06	5.76	3.06	1.92	1.74	0.96	1.44	0.72	0.66	0.72	0.54	1.50	0.30
	WSW	5.88	6.24	5.40	4.32	2.70	2.34	1.92	1.26	1.14	0.48	0.78	0.96	0.60	0.90	0.30
	SW	6.36	6.24	6.60	4.50	3.72	3.36	2.58	1.32	1.26	0.54	0.78	0.96	0.78	1.02	0.24
全向	5.94	5.70	5.58	4.68	3.00	2.70	2.28	1.14	1.32	0.60	0.72	0.90	0.60	1.14	0.30	

表 14 方案(七)各水域波高比平均值分佈表

波浪條件	區域 KD 值	遮蔽區	外航道	外航道入口前	外航道入口後	內航道	內航道入口前	內航道入口後	迴船池	8A 碼頭	8 號碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭	漁港口	漁港口內航道
		規則波	最大值	1.130	1.040	1.090	1.020	0.630	0.600	0.430	0.220	0.260	0.130	0.130	0.180	0.080
規則波	平均值	0.990	0.960	0.900	0.790	0.500	0.460	0.380	0.190	0.230	0.100	0.110	0.150	0.070	0.190	0.050
規則波	最小值	0.940	0.890	0.720	0.650	0.420	0.360	0.340	0.150	0.200	0.060	0.100	0.130	0.060	0.150	0.040
不規則波	最大值	1.060	1.040	1.100	0.960	0.620	0.560	0.460	0.220	0.240	0.120	0.130	0.160	0.130	0.250	0.006
不規則波	平均值	0.990	0.950	0.930	0.780	0.500	0.450	0.380	0.190	0.220	0.100	0.120	0.150	0.100	0.190	0.050
不規則波	最小值	0.920	0.840	0.720	0.710	0.420	0.320	0.290	0.160	0.190	0.080	0.110	0.120	0.070	0.150	0.040

表 15 方案(七)各水域波高平均值分佈表

單位：公尺

波浪條件	區域		遮蔽區	外航道	外航道入口前	外航道入口後	內航道	內航道入口前	內航道入口後	迴船池	8A 碼頭	8 號碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭	漁港口	漁港口內航道
	波高	值															
規則波	最大值	6.780	6.240	6.540	6.120	3.780	3.600	2.580	1.320	1.560	0.780	0.780	0.780	1.080	0.480	1.380	0.300
	平均值	5.940	5.760	5.400	4.740	3.000	2.760	2.280	1.140	1.380	0.600	0.660	0.900	0.900	0.420	1.140	0.300
	最小值	5.640	5.340	4.320	3.900	2.520	2.160	2.040	0.900	0.900	1.200	0.360	0.600	0.780	0.360	0.900	0.240
不規則波	最大值	6.360	6.240	6.600	5.760	3.720	3.360	2.760	1.320	1.440	0.720	0.780	0.780	0.960	0.780	1.500	0.360
	平均值	5.940	5.700	5.580	4.680	3.000	2.700	2.280	1.140	1.320	0.600	0.720	0.720	0.900	0.600	1.140	0.300
	最小值	5.520	5.040	4.320	4.260	2.520	1.920	1.740	0.960	1.140	1.140	0.480	0.660	0.720	0.420	0.900	0.240

### 3-3 原佈置方案與最佳佈置方案之比較

由前章節討論獲知，從七個擴建佈置方案的遮蔽效應比較結果所選擇出來的最佳擴建方案，是以滿足 4,000TEU 貨櫃船能安全進港的條件下的方案，而經由全港區的整體遮蔽效應平均的效果比較獲知原佈置方案尚較最佳佈置方案為佳。由整個港區各水域因北防波堤的延建，南外防波堤拆除和南內堤的拆除所導入波浪造成各水域波能增加之程度和原佈置方案做比較以便進一步提出改善方案。

圖 49 表示單一週期波浪，以 WNW 方向進入港區時在各水域最佳佈置方案和原佈置方案之平均波高比值比的比較圖。其橫座標表示試驗所分割的 15 個水域，縱座標為平均 kd 值的比值。由圖中可明顯發現最佳佈置方案僅在外航道入口處最佳方案較原佈置方案遮蔽效果為佳，而其他水域皆發生較原佈置方案為大的波動現象。圖 50 亦表示以 WNW 方向各週期性波浪進入港池內亦呈現在外航道入口處和漁港區較原佈置方案好外其餘各水域皆以原佈置方案的遮蔽效果較佳。而不論規則波或不規則波試驗最佳佈置方案皆較原方案水域之波能放大 10%到 40%之間。圖 50 和圖 51 分別表示 W 方向規則波和不規則波的最佳方案與原佈置方案比較結果，從圖中發現延建防波堤為消波式防波堤對波浪反射有消能效果，但由外航道內水域 kd 值有較原方案為大的現象表示導浪效果對內水域之影響存在，其導浪效果約較原佈置方案水域增加 20%左右。WSW 方向規則波與不規則波之比較結果如圖 53 和圖 54，由各圖中發現 WSW 方向最佳佈置方案和原方案的遮蔽效果相接近，而其中規則波各水域相差約 10%左右，以最佳方案較佳，不規則波在內泊地亦有波能導入之情況其增加量約為原方案之 5%左右。SW 方向波浪入射角度加大後，由圖 55 和圖 56 中更明顯延建防波堤形成的導浪和反射浪有導進港池現象，其各水域約較原方案增加 10%左右。圖 57 和圖 58 係採各方向遮蔽效果以平均觀念來累積表示，對整個港池各水域之比較亦使得最佳佈置較原佈置方案有增大 10%左右波能。

經由以上討論得知，在此防波堤延建的消波式防波遮蔽區域和外航道部份二方案之  $kd$  值相近影響不大，但南外堤和南內堤拆除後，對內航道和內泊地等水域皆會有導入波能的現象，但僅較原方案增加 10%左右的波能。對於漁港口航道之影響比內航道的影響更小，因此以消除導浪減少波能入港為改善最佳方式。

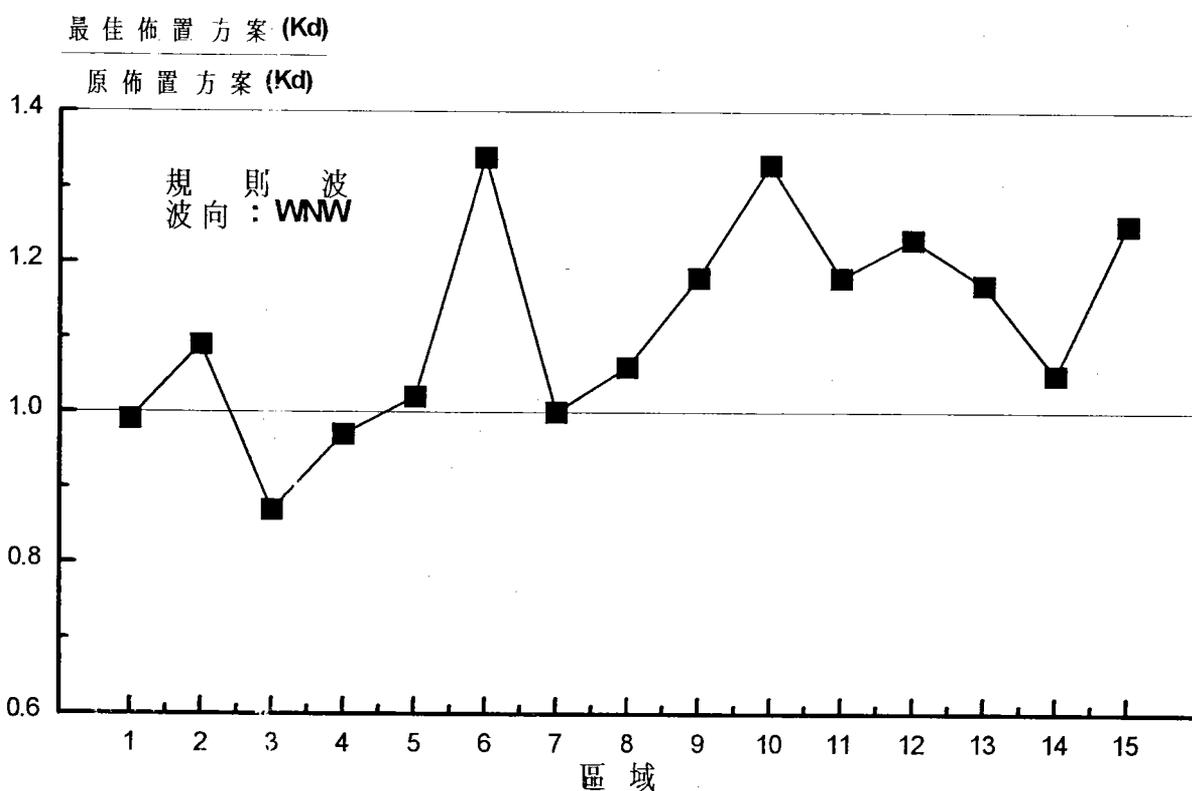


圖 49 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

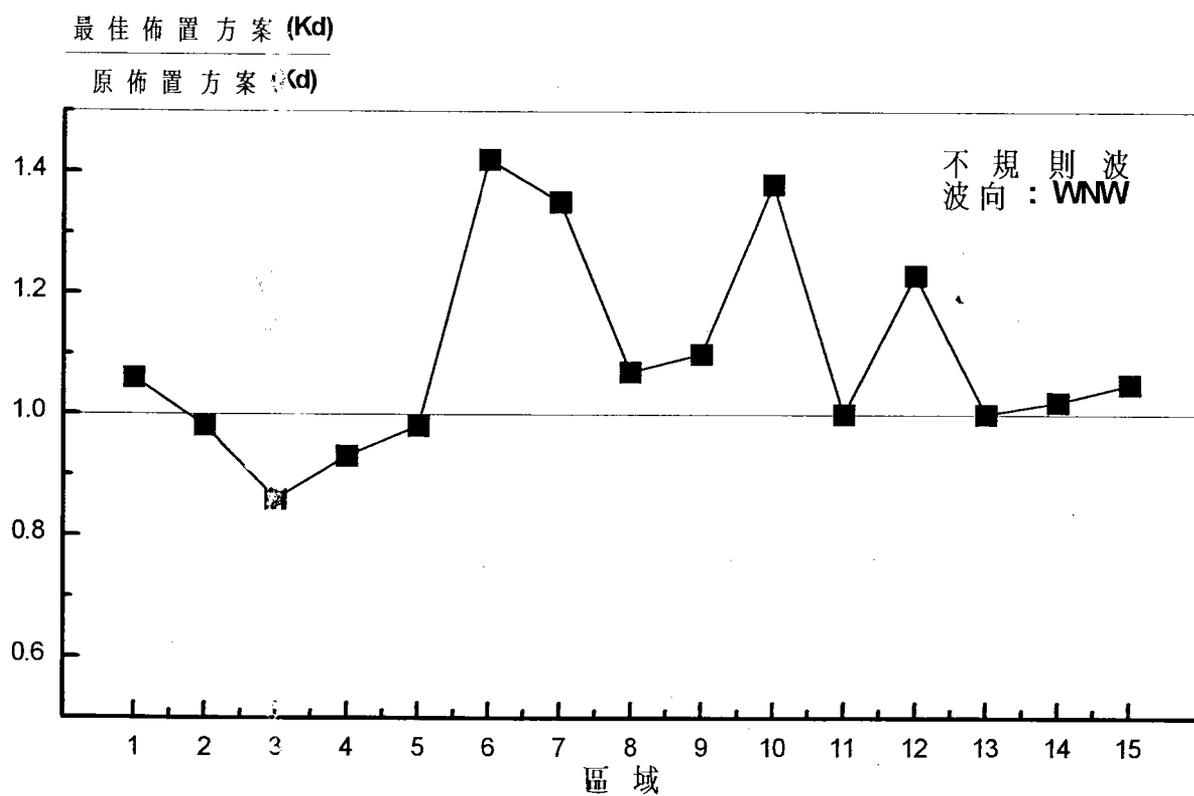


圖 50 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

最佳佈置方案 (Kd)

原佈置方案 (Kd)

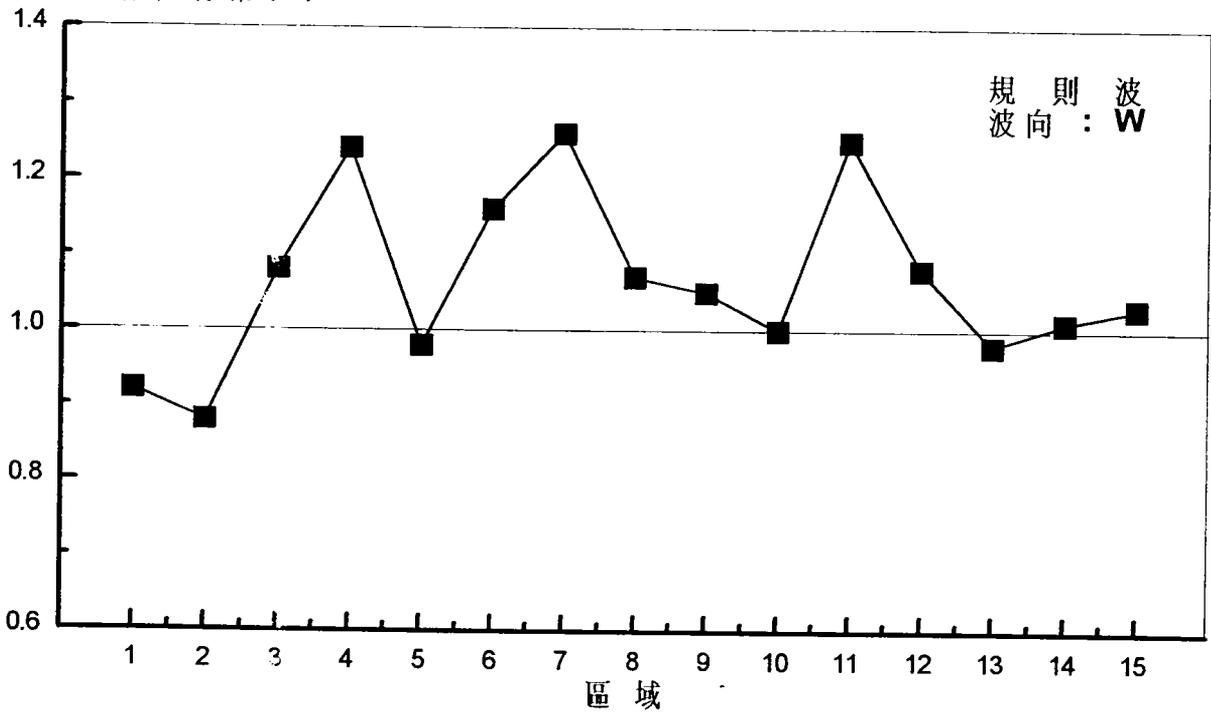


圖 51 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

最佳佈置方案 (Kd)

原佈置方案 (Kd)

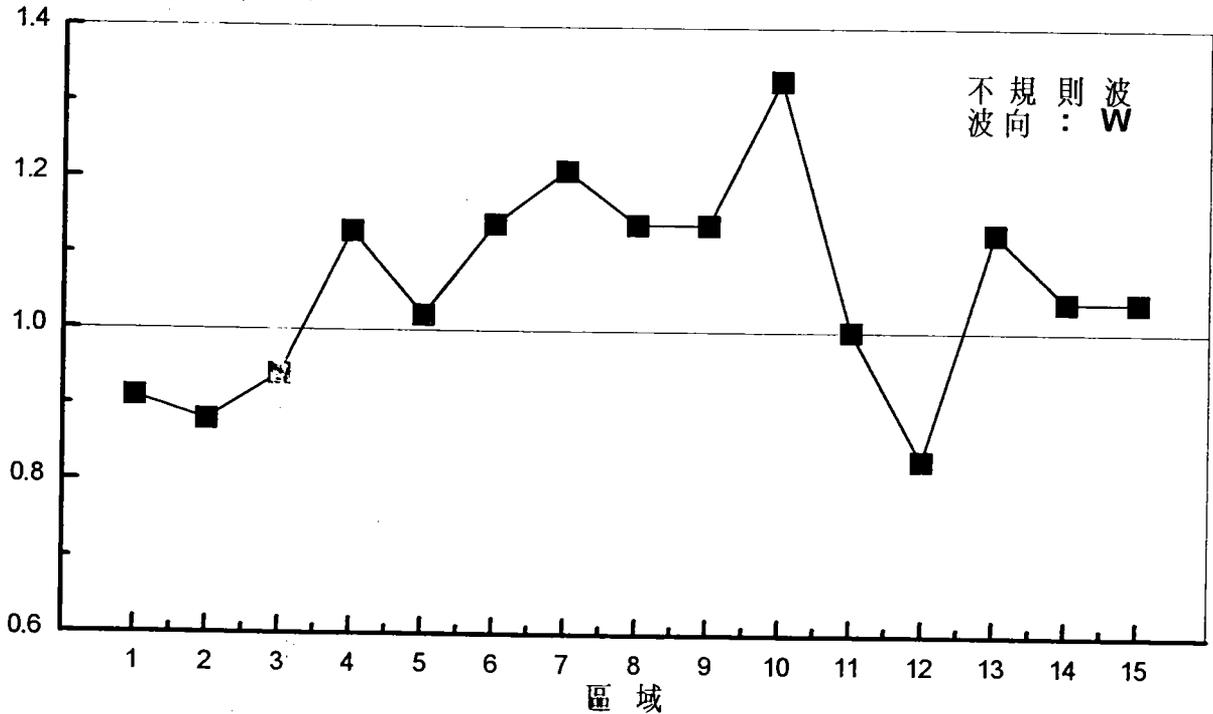


圖 52 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

最佳佈置方案 (Kd)

原佈置方案 (Kd)

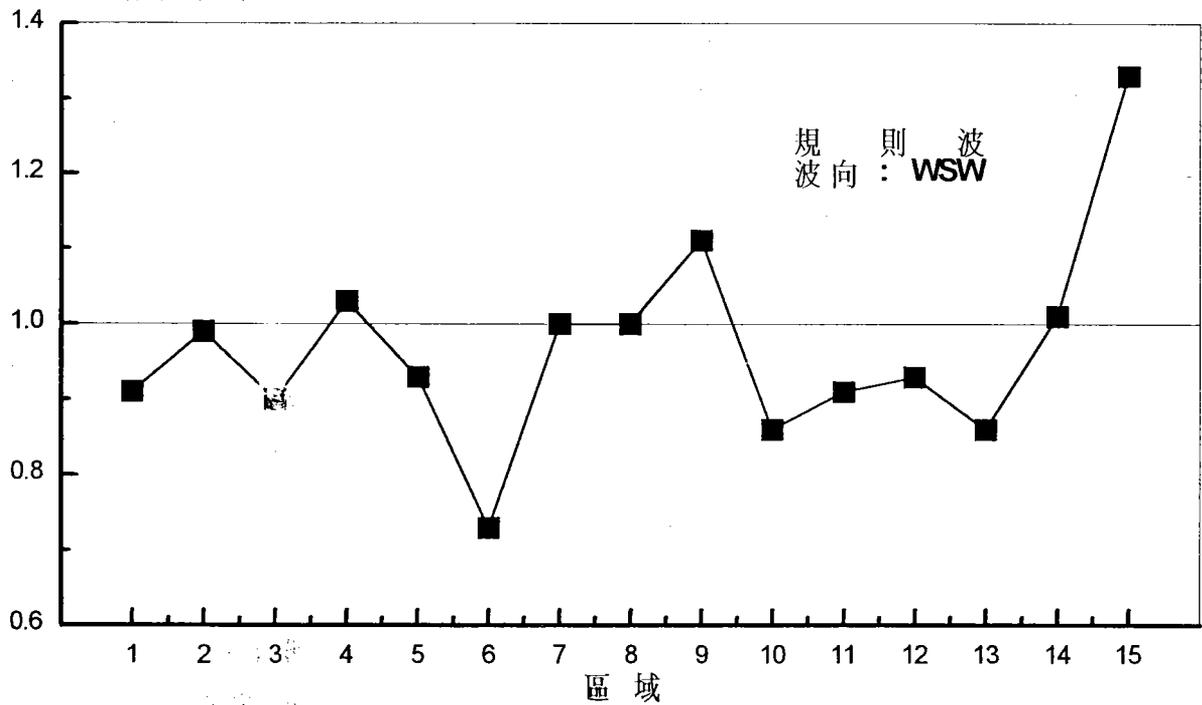


圖 53 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

最佳佈置方案 (Kd)

原佈置方案 (Kd)

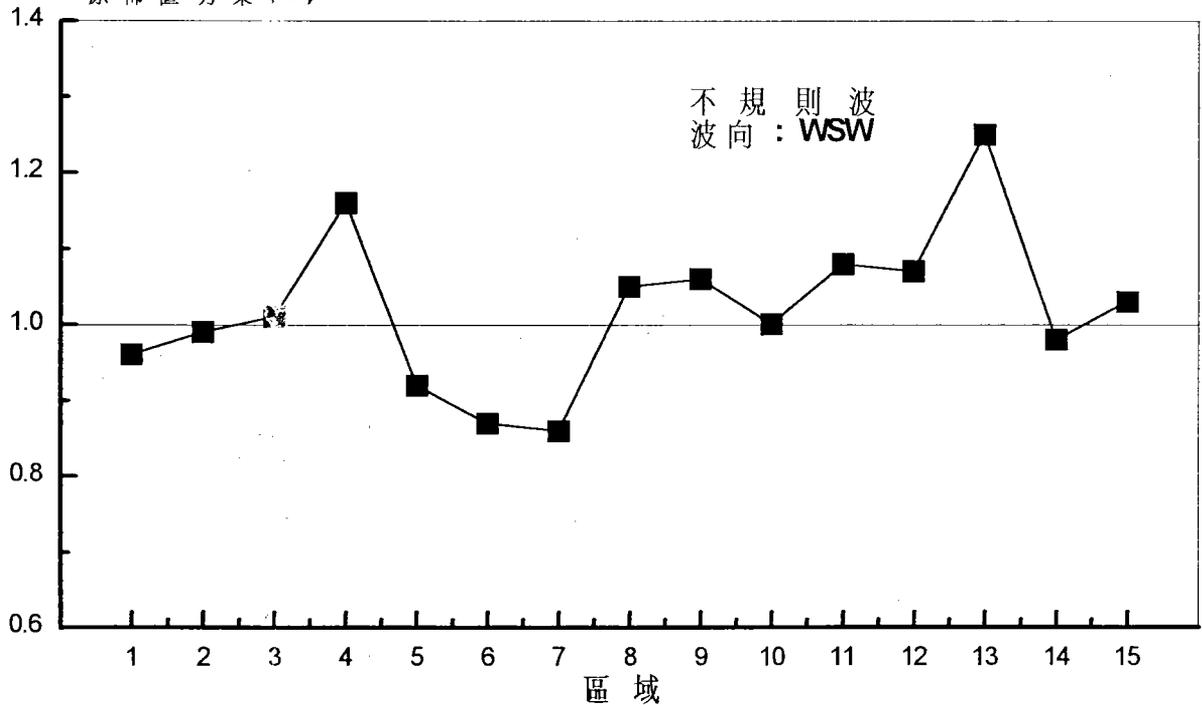


圖 54 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

最佳佈置方案 (Kd)

原佈置方案 (Kd)

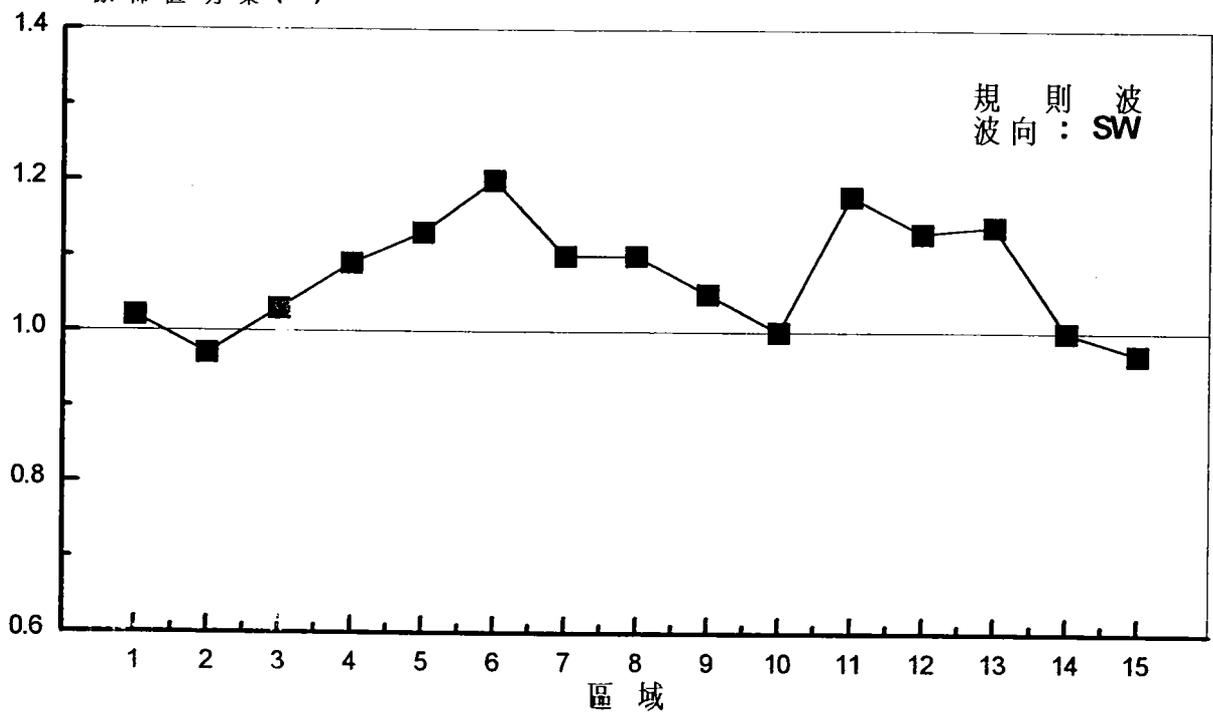


圖 55 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

最佳佈置方案 (Kd)

原佈置方案 (Kd)

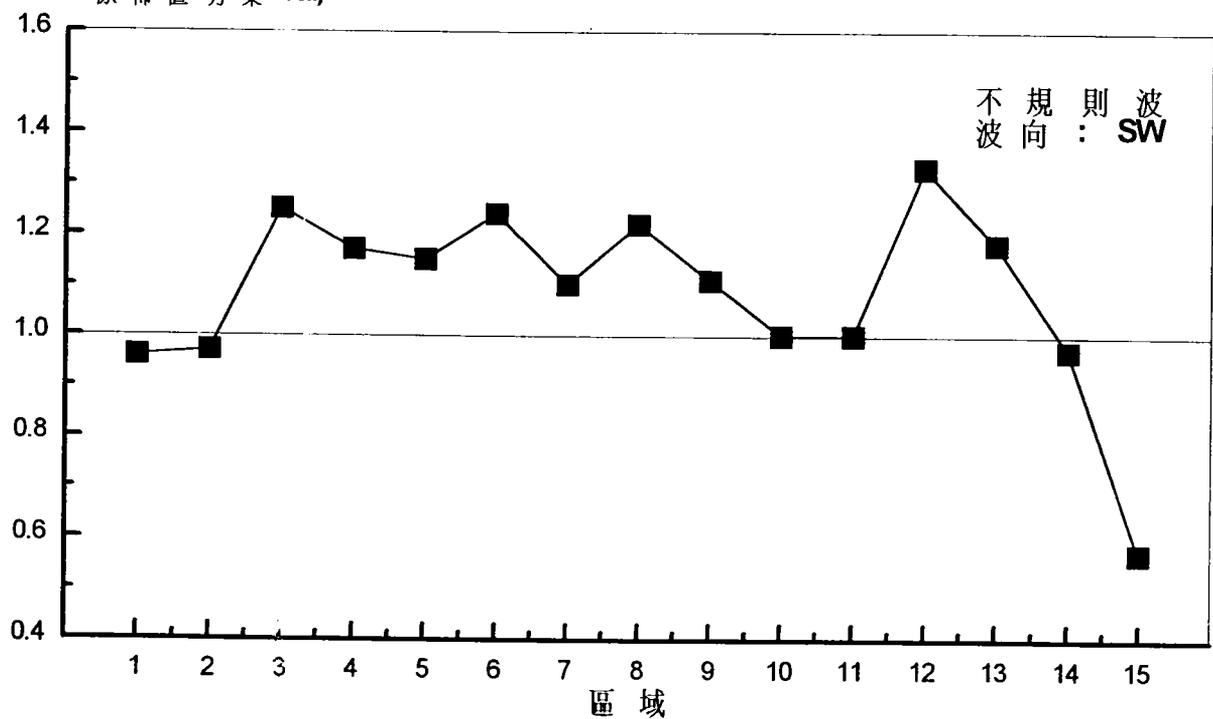


圖 56 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

最佳佈置方案 (Kd)

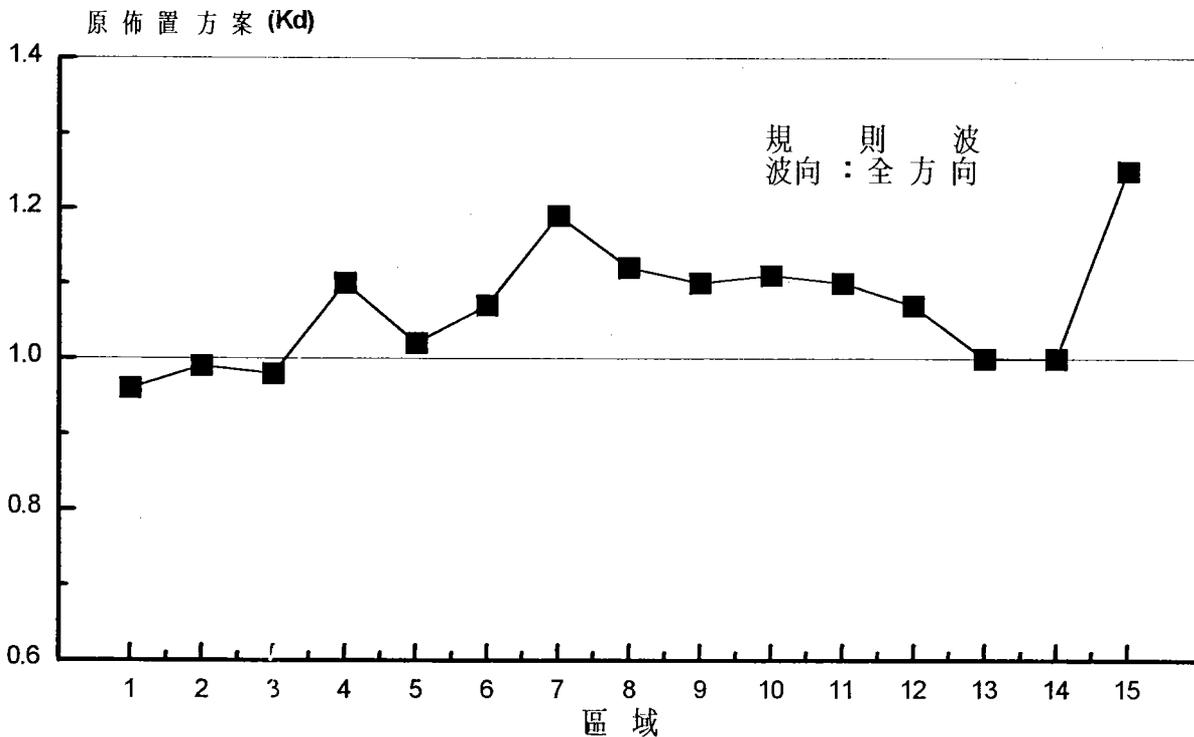


圖 57 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

最佳佈置方案 (Kd)

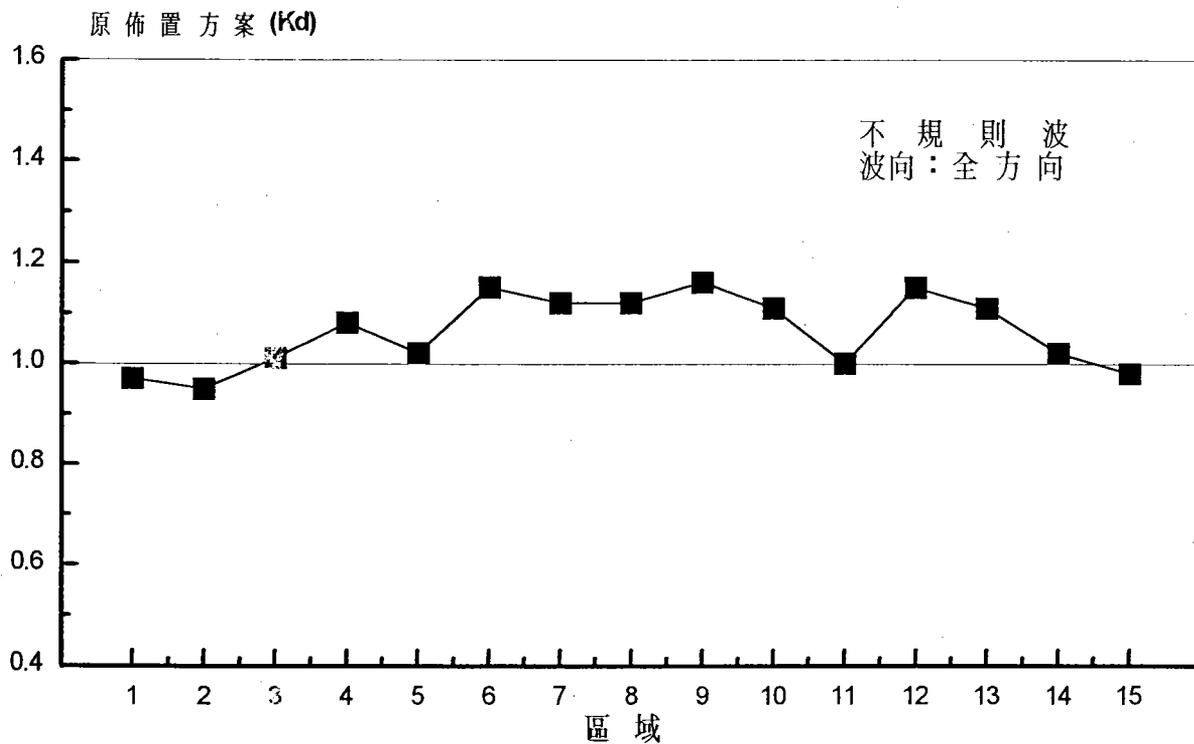


圖 58 各水域最佳佈置方案與原佈置方案 kd 值比之比較圖

## 第四章 改善佈置方案試驗與分析

經由各擴建方案和原方案之試驗比較結果，配合航行需要與遮蔽效果比較而決定以延建北防波堤 480 公尺的消波式防波堤、拆除 93 公尺之南外堤和拆除 50 公尺南內堤為本試驗之定案佈置方案。為提昇定案佈置的遮蔽效果，故本試驗擬在港池內構築消能設施來消除波能進入港池，增加航行與碼頭之安全。

### 4-1 改善佈置試驗過程

#### 4-1-1 試驗佈置

本試驗以現況延建 480 公尺消波式防波堤，南外堤拆除 93 公尺，南內堤拆除 50 公尺為定案佈置，模型即以定案佈置採固定床製作，其佈置範圍如圖 59 所示。本試驗主要以改善定案佈置之內港泊地和漁港之穩靜度為目的，因此將 48 支波高計依其試驗水域之重要性重新安排如圖 59 所示，同時重新劃分整港池成 12 個水域來討論其改善效果。12 個水域分別為外航道、外航道入口、內航道、漁港入口、漁港航道、內航道入口、迴船池、8 號碼頭、8A 號碼頭、9 號碼頭、29 號碼頭、30-32 號碼頭，各水域劃分區域如圖 60 所示。各代表水域區內波高計配置如圖 61 所示。

#### 4-1-2 試驗條件

本試驗共採 4 個波向，每個波向採與定案佈置相同的三組不同波浪條件外，更為試驗平均代表性及精確性多加入一組波浪條件造波試驗，本試驗共採用 4 組不同波浪條件，其中規則波之試驗條件如表 16，不規則波之試驗條件如表 17。由各表中亦可發現，在不同條件下亦考慮其水位變化即水位因素之考慮。為達成試驗精確度的確保，每一試驗條件皆從事三次試驗，檢驗其物性和重現性與量測誤差性，故本改善佈置試驗共從事 288 次試驗(4× 4× 2× 3× 3=288)。

#### 4-1-3 試驗構想與步驟

本試驗之主要目的是為消除波浪導入港池內之能量，為達此目的在港池內可有相當多的方式來達消能的目的，因此本試驗依定案試驗的討論結果，首先依入射波向、波浪週期定出四種不同消浪的佈置，第一種佈置如圖 62 以長短不同之突堤，長突堤長 50 公尺，短突堤 30 公尺中間間隔 60 公尺，此間隔係以波長來決定，第二種佈置如圖 63，沿防波堤港側設置 360 公尺長之消波段，第三種佈置如圖 64，以 50 公尺之突堤，每突堤間隔為 120 公尺，第四種佈置如圖 65，本佈置是依第二佈置前後再加上一道 50 公尺的突堤。每一種佈置之設置起點皆依波浪入射方向來決定，同時為改善沿堤導入及反射浪對內港及漁港口之影響在漁港入港左側轉角處設置潛堤一座與在夾角處設置潛堤一座如圖 62 至圖 65 所示。

本試驗首先以 W 方向為入射波來檢討在不同波浪條件下，四種佈置對波能的消滅能力，經由規則波和不規則波試驗在 W 方向下，先從四種佈置在考慮消能能力和工程性下捨棄二種佈置。由試驗上的現場觀測與比對結果，將佈置 1 和佈置 2 先行排除，而佈置 3 和佈置 4 再以 4 個方向四種不同波浪條件從事 288 次試驗，來比較改善佈置之消能效果，即全港區經消能後各水域之遮蔽效果。

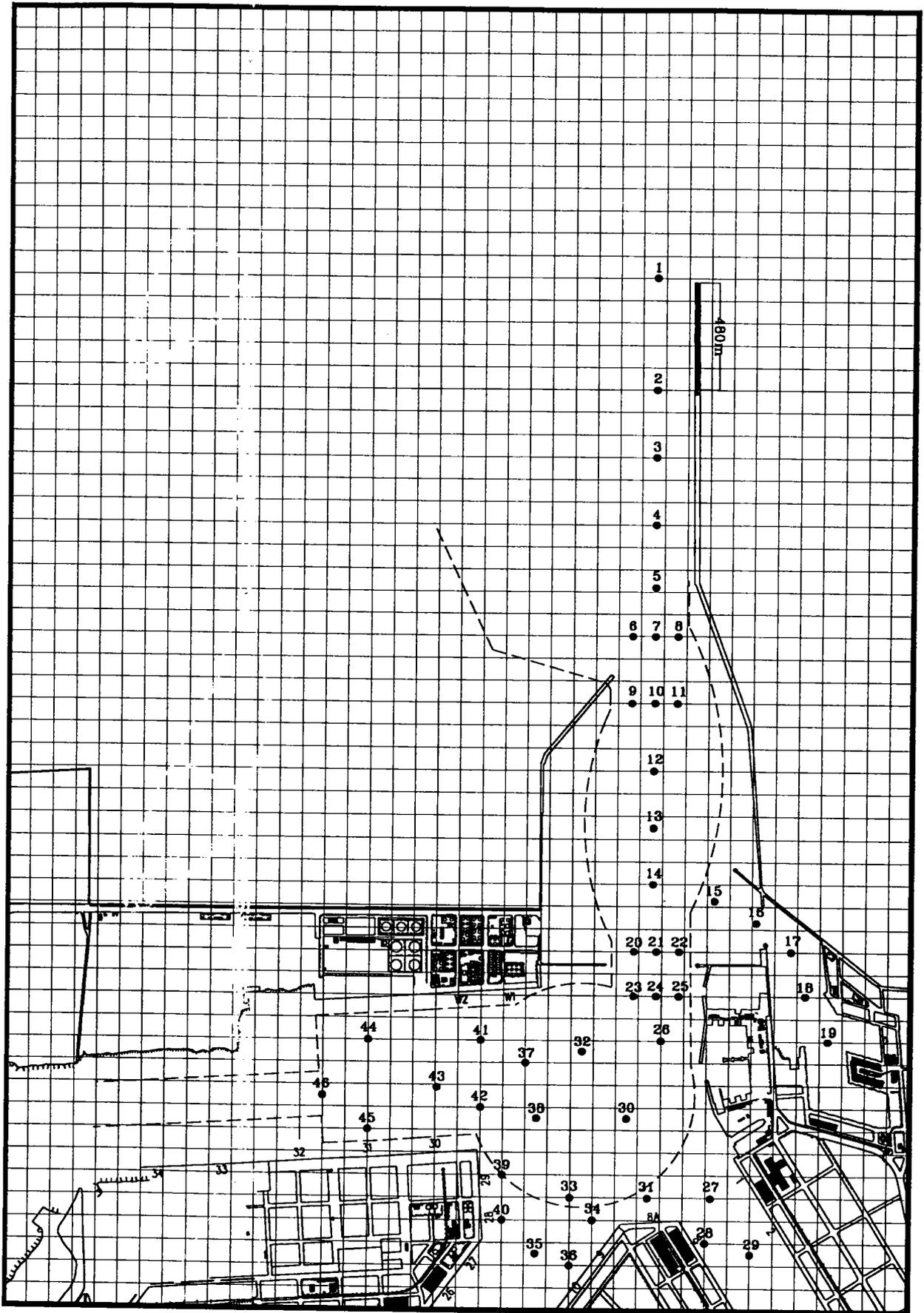


圖 59 定案佈置示意圖

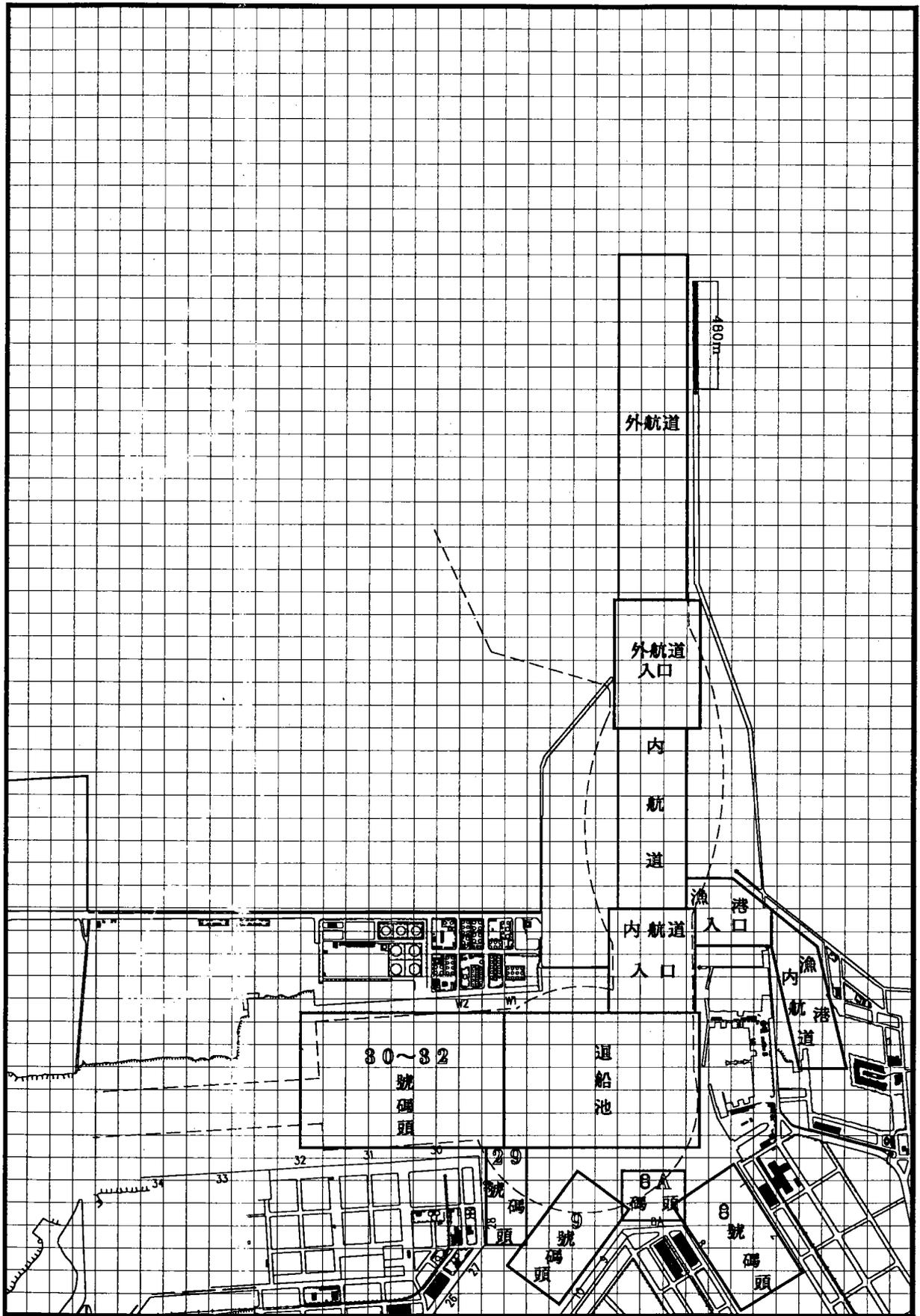


圖 60 各水域分區示意圖

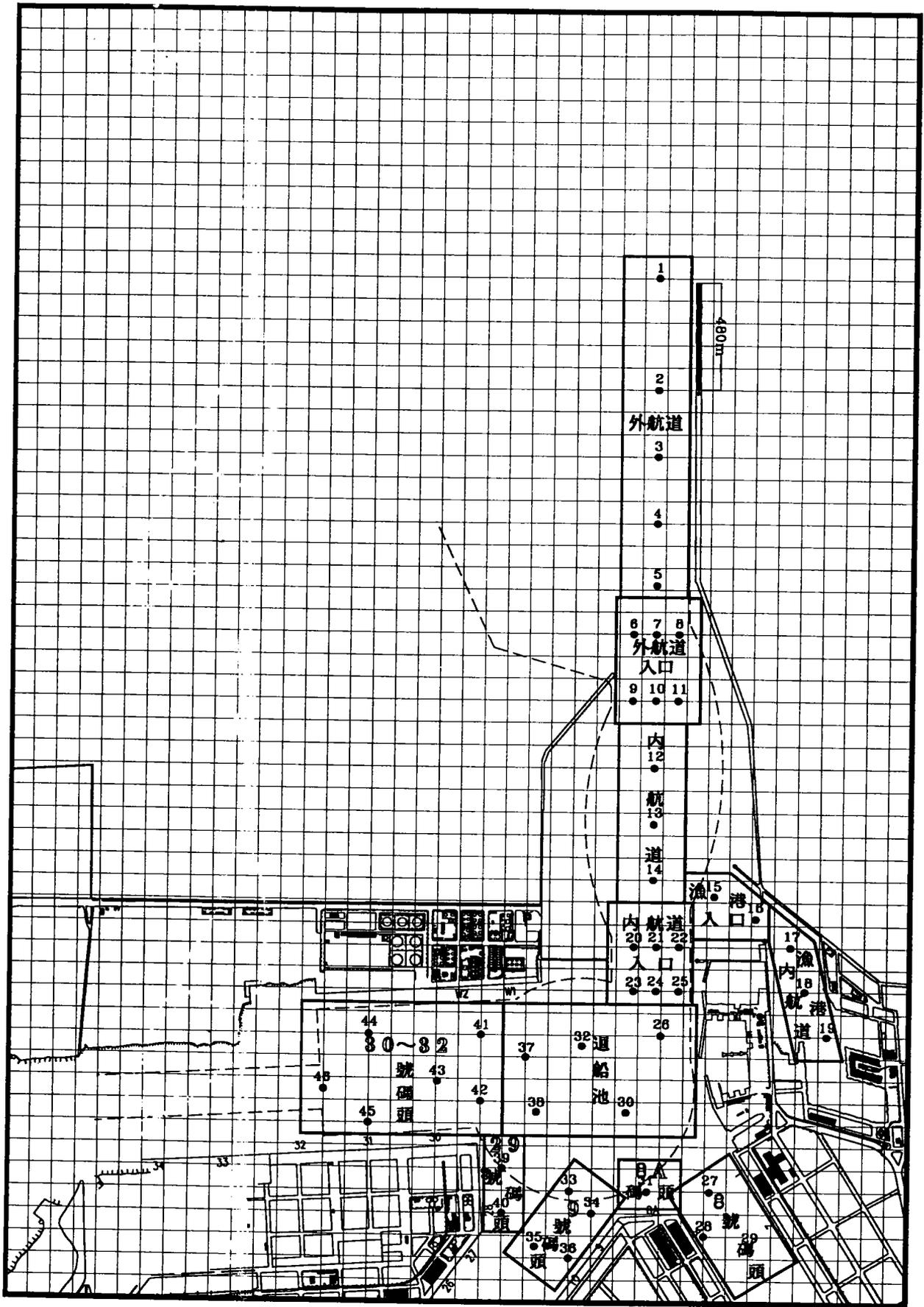


圖 61 各水域分區與波高計分佈圖

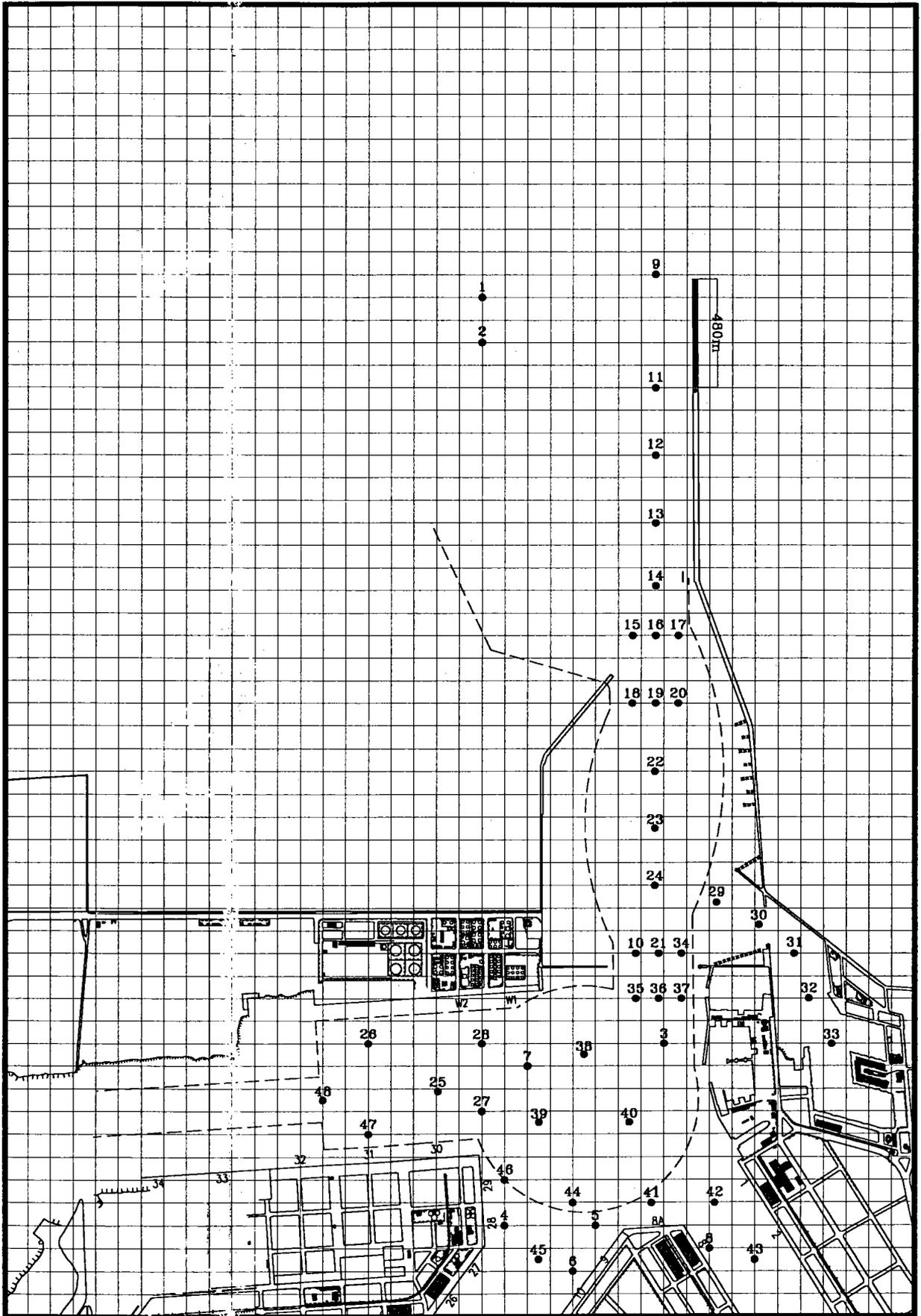


圖 62 改善方案佈置 1

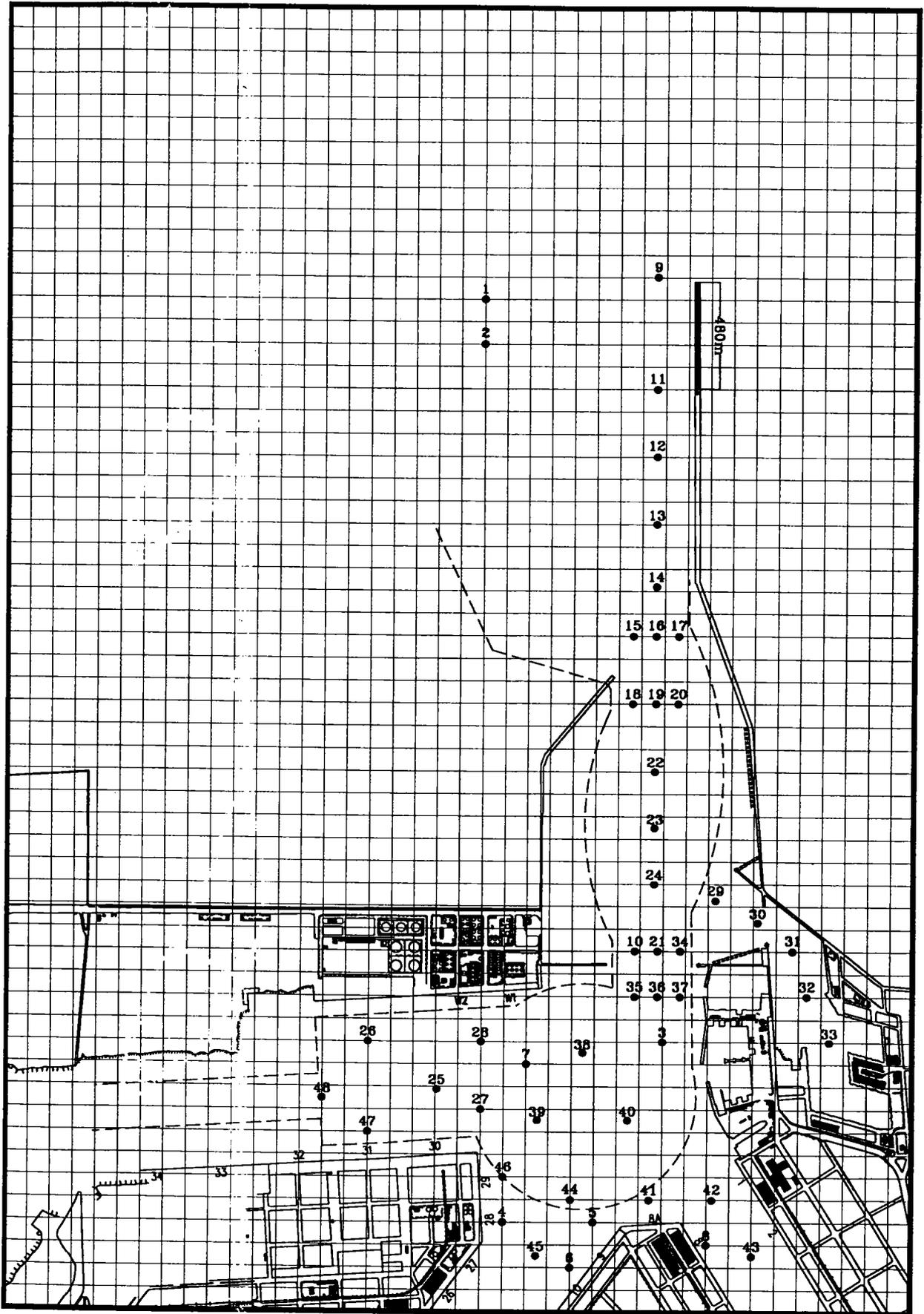


圖 63 改善方案佈置 2

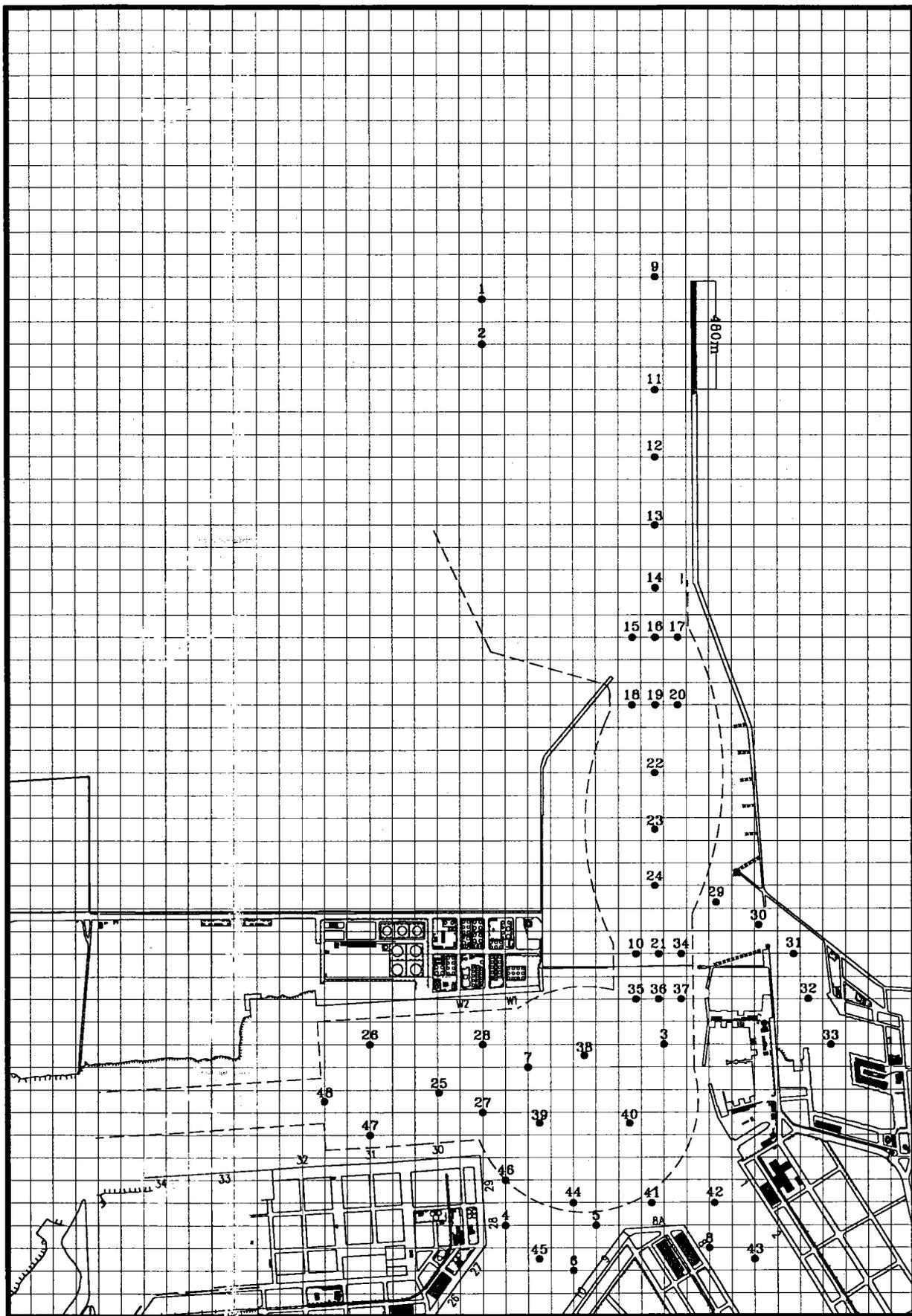


圖 64 改善方案佈置 3

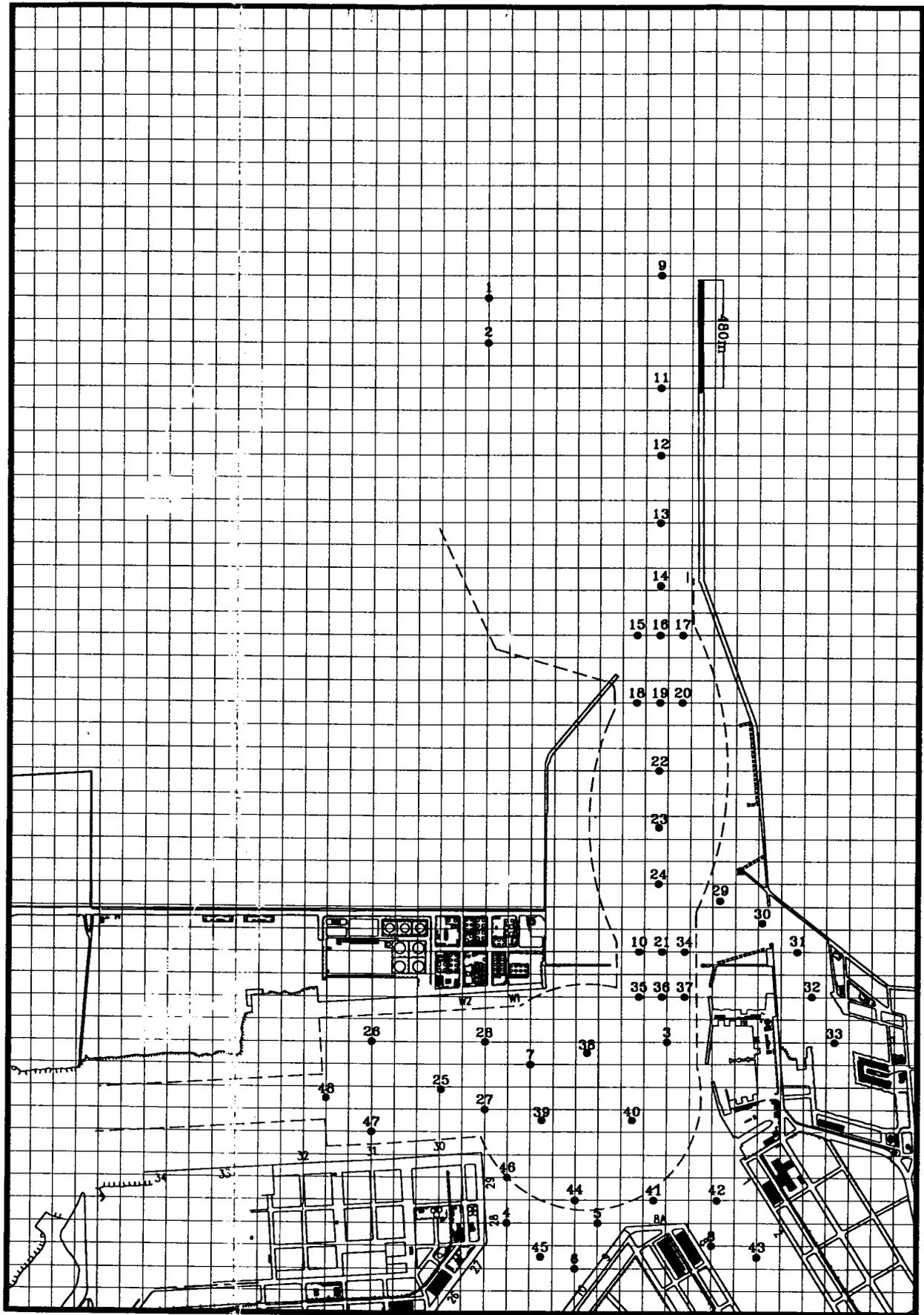


圖 65 改善方案佈置 4

表 16 試驗條件(規則波)

方向	水位	週期	波高	水位	週期	波高	週期	波高	週期	波高
SW	+5.86m	11.7sec	6.8m	+4.93m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m	10.0sec	4.0m
WSW	+5.86m	11.3sec	6.3m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m	10.0sec	4.0m
W	+5.86m	10.9sec	5.9m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m	10.0sec	4.0m
WNW	+5.86m	11.5sec	6.6m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m	10.0sec	4.0m

表 17 試驗條件(不規則波)

方向	水位	週期	波高	水位	週期	波高	週期	波高	週期	波高
SW	+5.86m	11.7sec	6.8m	+4.93m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m	10.0sec	4.0m
WSW	+5.86m	11.3sec	6.3m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m	10.0sec	4.0m
W	+5.86m	10.9sec	5.9m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m	10.0sec	4.0m
WNW	+5.86m	11.5sec	6.6m	+4.45m	8.0sec	3.0m	6.0sec	3.0m	10.0sec	4.0m

## 4-2 定案佈置與改善佈置之比較分析

### 4-2-1 定案佈置與改善方案之討論

將波高計重新安排和水域區分重新劃定後，以未加入消波設施之定案佈置做比對基礎，圖 66 為定案佈置在四種不同入射波向的規則波作用下各水域平均 kd 值比較圖，圖 67 為不規則波和圖 68 為統合規則波與不規則波的試驗結果比較圖，由各圖中可發現在規則波或不規則波的情況下各水域在不同波向上變化範圍不大，變化趨勢相當接近。圖 69 表示定案佈置規則波試驗在各水域最大 kd 值最小值和平均值比較圖，亦即顯示在各水域 kd 值的分佈範圍，圖 70 表示不規則波，圖 71 表示綜合規則波和不規則波的 kd 值分佈範圍，由圖 69 到圖 71 可獲知在外港區域 kd 值變化範圍較大，而內港區 kd 值分佈範圍就變得較集中。圖 72 至圖 83 顯示改善佈置 1 和改善佈置 2 在各水域各方向 kd 值比較圖和 kd 值分佈範圍比較圖，由各圖中發現二種佈置在各水域的試驗結果變化趨勢相當一致。

表 18 表示定案佈置各水域在各方向上規則波與不規則波作用時之平均 kd 值比較表，以入射波波高為 6 公尺可推算定案佈置在各水域之平均波高比較表如表 19 所示。由以上二表統計在各水域平均 kd 值和平均波高值分佈範圍表示如表 20 和表 21，由表 20 和表 21 獲知，定案佈置外航道平均 kd 值為 0.952，波高值為 5.71 公尺，外航道入口 kd 值 0.81 波高值 4.86 公尺，內航道 kd 值 0.55 波高值 3.3 公尺，漁港口 kd 值 0.33 波高值 1.98 公尺，漁港航道 kd 值 0.057 波高值 0.34 公尺，內航道入口 kd 值 0.43 波高值 2.58 公尺，迴船池 kd 值為 0.19 波高值 1.14 公尺，8 號碼頭 kd 值為 0.095 波高值 0.57 公尺，8A 碼頭 kd 值 0.21 波高值 1.26 公尺，9 號碼頭 kd 值 0.12 波高值 0.75 公尺，29 號碼頭 kd 值 0.13 波高值 0.78 公尺，30-32 碼頭 kd 值 0.08 波高值 0.48 公尺。由以上比較可知在中突堤附近海域 8A 碼頭波高平均高到 1.26 公尺，已超過設計波高。9 號、8 號、29 號碼頭平均波高約在 0.75 公尺左右亦接近 1 公尺

的設計波高，漁港口波高值平均約在 1.98 公尺，使得颱風期間漁港進港較為困難。表 22 表示改善佈置 1 各水域在各種波向上規則波與不規則波作用時之平均 kd 值比較表，以入射波高為 6 公尺來推算改善佈置 1 各水域之平均波高比較表，列表於表 23。由以上二表統計在各水域平均 kd 值和平均波高值分佈範圍表示如表 24 和表 25。由表 24 和表 25 可獲知改善佈置 1 各水域之平均 kd 值和波高值，其中外航道平均 kd 值為 0.92 波高值為 5.54 公尺，外航道入口 kd 值為 0.78 波高值為 4.73 公尺，內航道 kd 值為 0.49 波高值為 2.94 公尺，漁港口 kd 值為 0.23 波高值為 1.38 公尺，漁港航道 kd 值為 0.036 波高值為 0.22 公尺，內航道入口 kd 值為 0.34 波高值為 2.04 公尺，迴船池 kd 值為 0.145 波高值為 0.82 公尺，8 號碼頭 kd 值為 0.076 波高值為 0.45 公尺，8A 號碼頭 kd 值為 0.152 波高值為 0.91 公尺，9 號碼頭 kd 值為 0.107 波高值為 0.622 公尺，29 號碼頭 kd 值為 0.1 波高值為 0.6 公尺，30-32 號碼頭 kd 值為 0.065 波高值為 0.39 公尺，由以上各水域之 kd 值與波高值比較，可獲知在中突堤附近水域除 8A 號碼頭波高為 0.9 公尺左右其餘水域皆為 0.6 公尺左右的波高，30-32 號碼頭前水域波高值限制到 0.4 公尺左右。

表 26 表示改善佈置 2 各水域在各波向上規則波與不規則波作用時之平均 kd 值比較表，而以入射波高為 6 公尺來推算改善佈置 2 各水域之平均波高比較如表 27 所示。由以上二表總計在各水域平均 kd 值和平均波高分佈配置圖示如表 28 和表 29。由表 28 和表 29 可獲知，改善佈置 1 在各水域平均 kd 值和平均波高，其中外航道 kd 值為 0.925 波高值為 5.55 公尺，外航道入口 kd 值為 0.79 波高值為 4.75 公尺，內航道 kd 值為 0.485 波高值為 2.9 公尺，漁港口 kd 值為 0.22 波高值為 1.33 公尺，漁港口航道 kd 值為 0.035 波高值為 0.21 公尺，內航道入口 kd 值為 0.34 波高值為 2.05 公尺，迴船池 kd 值為 0.145 波高值為 0.88 公尺，8 號碼頭 kd 值為 0.076 波高值為 0.45 公尺，8A 號碼頭 kd 值為 0.146 波高值為 0.87 公尺，9 號碼頭 kd 值為 0.107 波高值為 0.64 公尺，29 號碼頭 kd 值為 0.101 波高值為 0.6 公尺，30-32 號碼頭 kd 值為 0.066 波高值為 0.40 公尺。

由以上各水域平均 kd 值和平均波高值之比較可獲知改善佈置 2 在中突堤左右兩側水域平均 kd 值 0.08 左右波高約為 0.5 公尺，中突堤水域 kd 值約為 0.14 波高約 0.8 公尺，迴船池進入 30-32 號碼頭前水域 kd 值由 0.14 降至 0.07 左右，即波高由約 0.8 公尺降至 0.4 公尺，漁港附近至漁航道 kd 值由 0.22 降至 0.04，顯示漁港口附近之消能達到良好之效果。綜合以上三種佈置之討論可獲得改善佈置 1 和改善佈置 2 對內港港池水域和漁港航道漁港港池之穩靜度已降低 kd 值之目的亦即有明顯的消能現象。

#### 4-2-2 改善方案之比較

本試驗提出二種不同型態的改善方式，經由上節討論得知二佈置皆有其改善港池靜穩度的效果。圖 94 表示在 WNW 方向改善佈置與定案佈置在各水域之 kd 值比的比較圖。圖中橫座標表示 12 個水域，縱座標表示改善佈置 kd 值和定案佈置 kd 值之比值，其比值如為 1 即表示改善佈置與定案佈置相同，比值大於 1 表示改善沒有效果，比值小於 1 表示改善有效果。

由圖 94 中可獲知在池內航道前二種改善效果相近，漁港口與漁港航道改善效果約降低 30% 左右，進入內航道後其波能約降低 20%。漁港口和漁港航道水域皆以改善佈置 2 優於改善佈置 1，中突堤鄰近水域亦以改善佈置 2 稍優。圖 95 為 WNW 方向不規則波的實驗結果，由圖中可發現其結果與規則波相似，但二種改善效果便更接近。圖 96 表示在 W 方向規則波在各水域之改善佈置和定案佈置 kd 值比的比較圖，由圖中可得知除 30-32 號碼頭和 29 碼頭水域顯示改善佈置 1 較改善佈置 2 為佳，其餘水域二種改善佈置稍有差異但不大。

二種改善佈置在港池內各水域約較定案佈置少 30% 能量。圖 97 為不規則波的試驗結果，由圖中可知外航道前水域二改善佈置與定案佈置遮蔽效果相似，中突堤前及右側水域改善佈置 2 較改善佈置 1 好，迴船池附近水域及內泊航道以改善佈置 1 為佳，二

改善佈置在港池內泊地皆能達消滅該水域 20%之波能。WSW 方向在規則波試驗由圖 98 得知，波浪進入內航道經過消波構造物後每一水域皆消除約 35%之波能，而二種改善佈置效果一致，而不規則波亦得到相似的結果如圖 99 所示。SW 方向規則波和不規則波二種改善佈置在各水域的遮蔽效果相似，在外航道區各佈置的遮蔽效果相似，在漁港口與漁港航道其改善效果約 40%，其餘各水域值的消波減 20%之波能，此結果如圖 100 和圖 101 所示。綜合 4 個波向試驗結果如圖 102 和圖 103 所示，規則波和不規則波改善佈置 1 和改善佈置 2 在各水域的消滅波能之能力相似，在漁港約減少波能 40%，而港池內泊地各水域平均約減少 20%左右之波能。

綜合以上說明可得知，在四個方向和全方向考量，二種改善佈置和定案佈置之比較獲知，二種改善佈置由全水域整體比較消能效果相近。在外航道附近與定案佈置遮蔽效果相近，整個內港泊地水域二種改善佈置皆可達減低 2 成左右之波能，漁港港池約可消滅 3 至 4 成的波能。各水域之波高比值比較可由表 18 至表 29 所示。經由各表比較可發現二改善方案效果相差很小，如以 8A 碼頭和漁港為比較基礎，再輔其他水域的消能效果並考慮消波構造物附近漁船航行困難度比較，改善佈置 2 稍優於改善佈置 1，此二種佈置詳細尺寸佈置圖如圖 103 和圖 104。8A 碼頭定案佈置規則波之  $kd$  值分佈在 0.243 至 0.190 之間，不規則波為 0.239 至 0.191，改善佈置 1 規則波之  $kd$  值分佈於 0.192 至 0.125，不規則波介於 0.166 至 0.141 之間，改善佈置 2 規則波之  $kd$  值分佈在 0.177 至 0.116 之間，不規則波在 0.165 至 0.134 之間。漁港航道定案佈置規則波之  $kd$  值介於 0.064 至 0.047，不規則波介於 0.079 至 0.044 之間，改善佈置 1 規則波之  $kd$  值介於 0.046 至 0.033，不規則波介於 0.057 至 0.027，改善佈置 2 規則波  $kd$  值介於 0.046 至 0.029，不規則波介於 0.062 至 0.028 之間。整個內港泊地經由改善後皆可達到各水域波高皆低於設計波高。

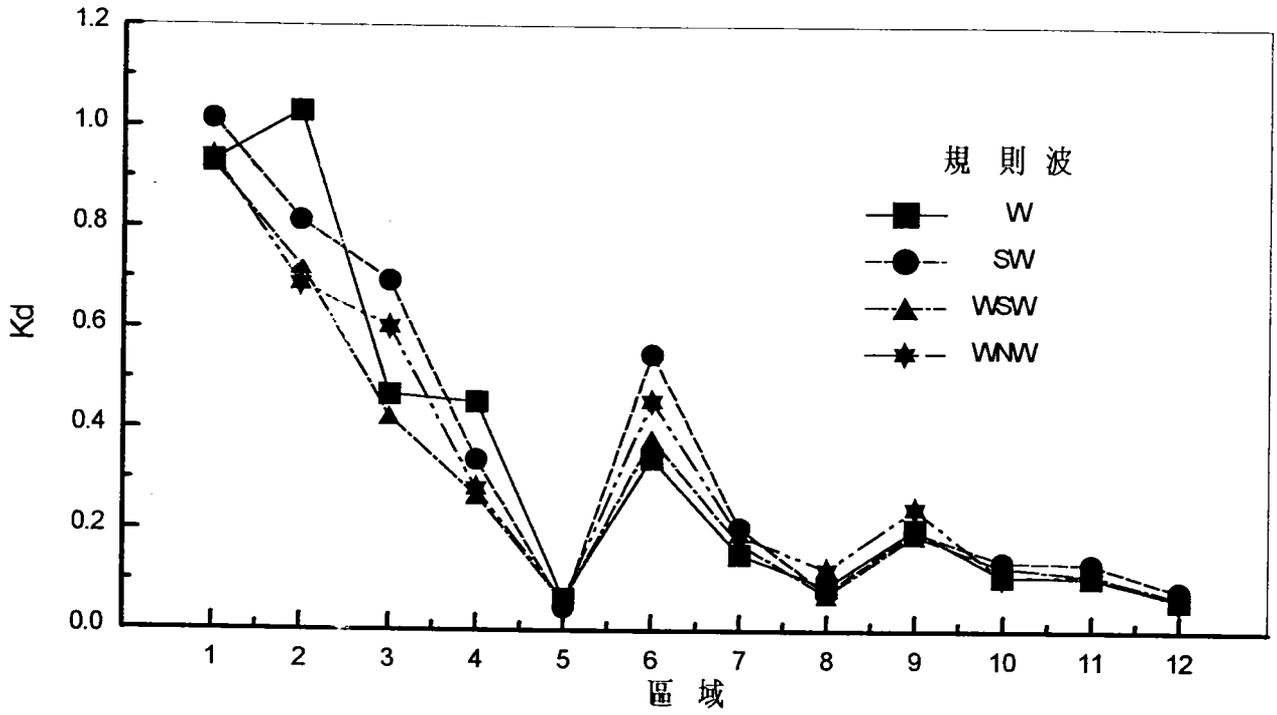


圖 66 定案佈置各水域 kd 值比較圖

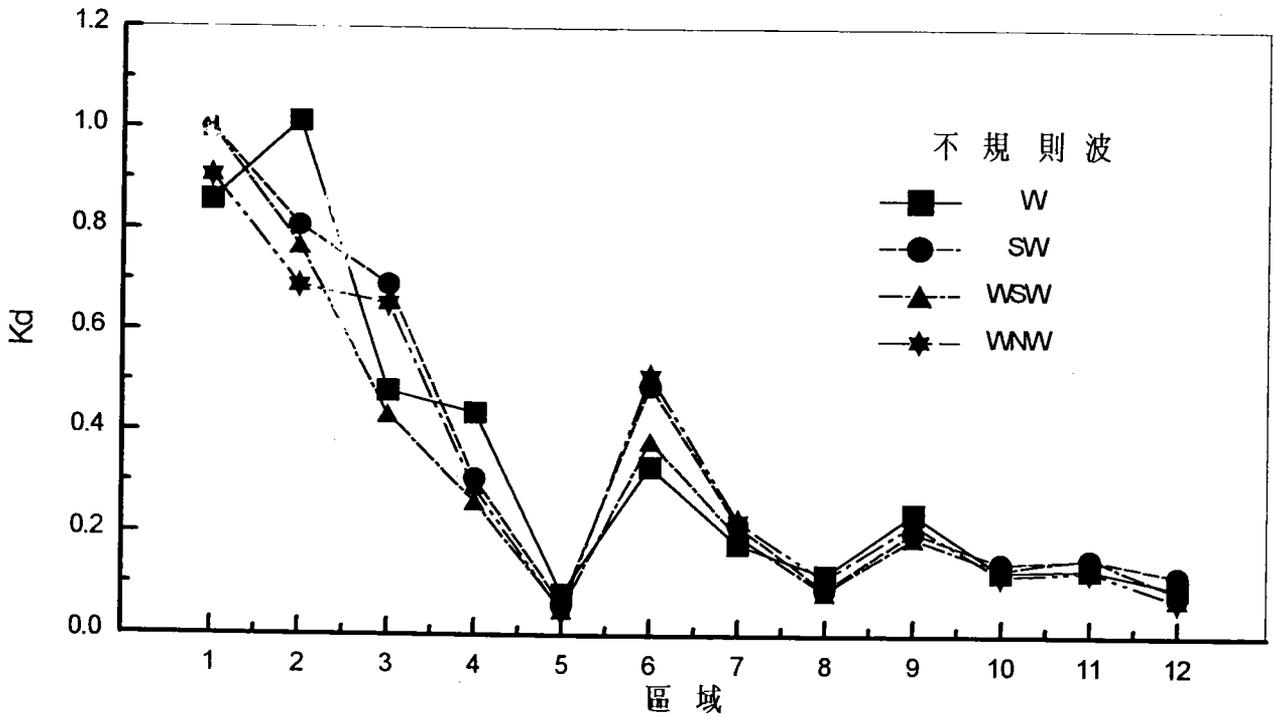


圖 67 定案佈置各水域 kd 值比較圖

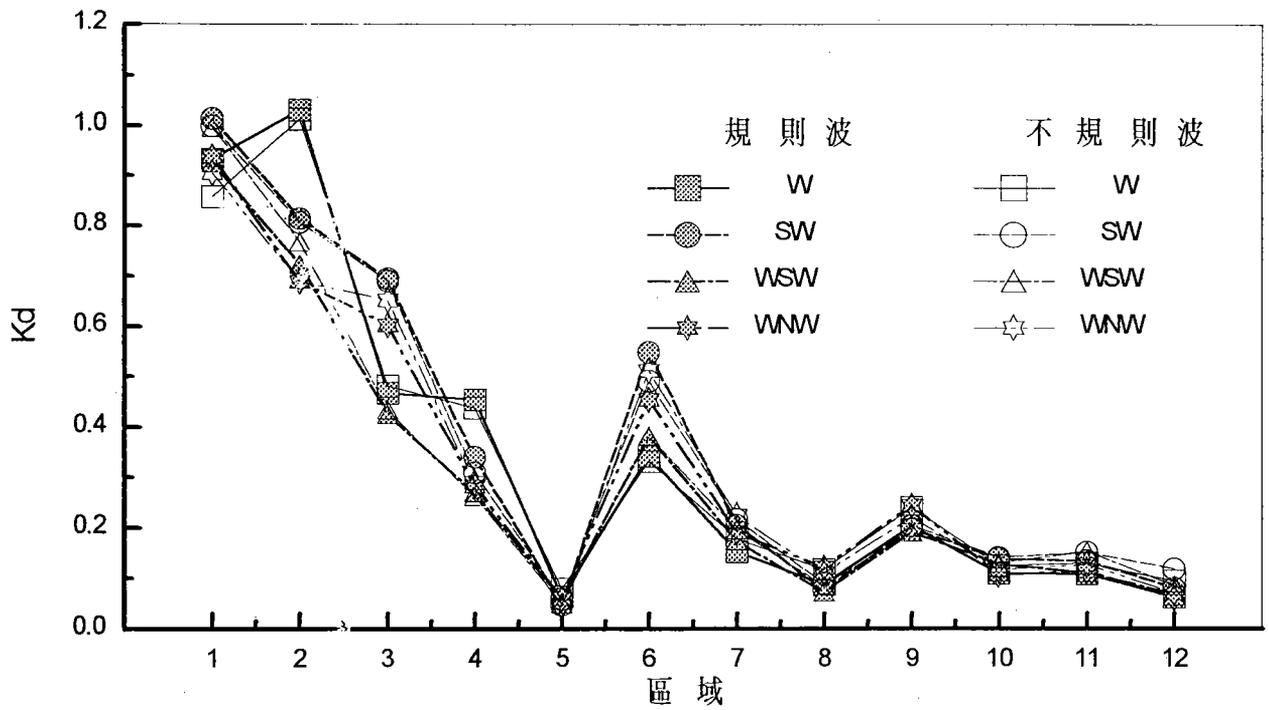


圖 68 定案佈置各水域 kd 值比較圖

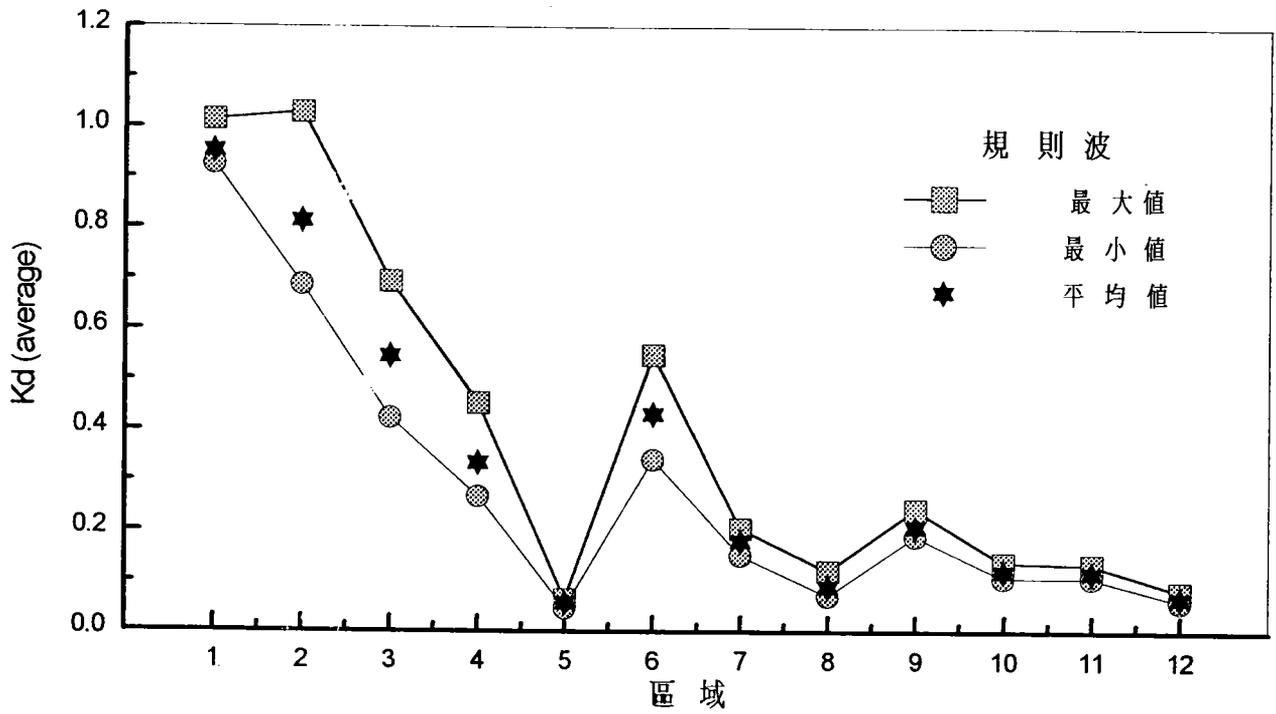


圖 69 定案佈置各水域 kd 值分佈範圍比較圖

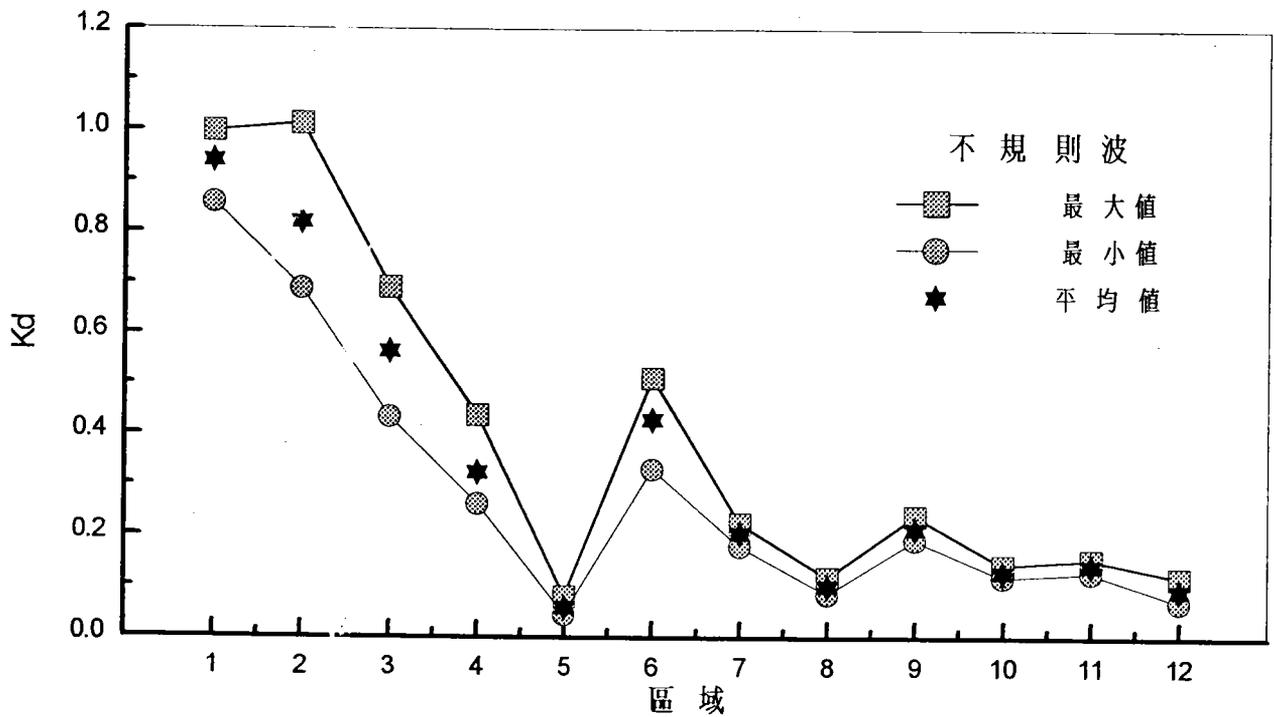


圖 70 定案佈置各水域 kd 值分佈範圍比較圖

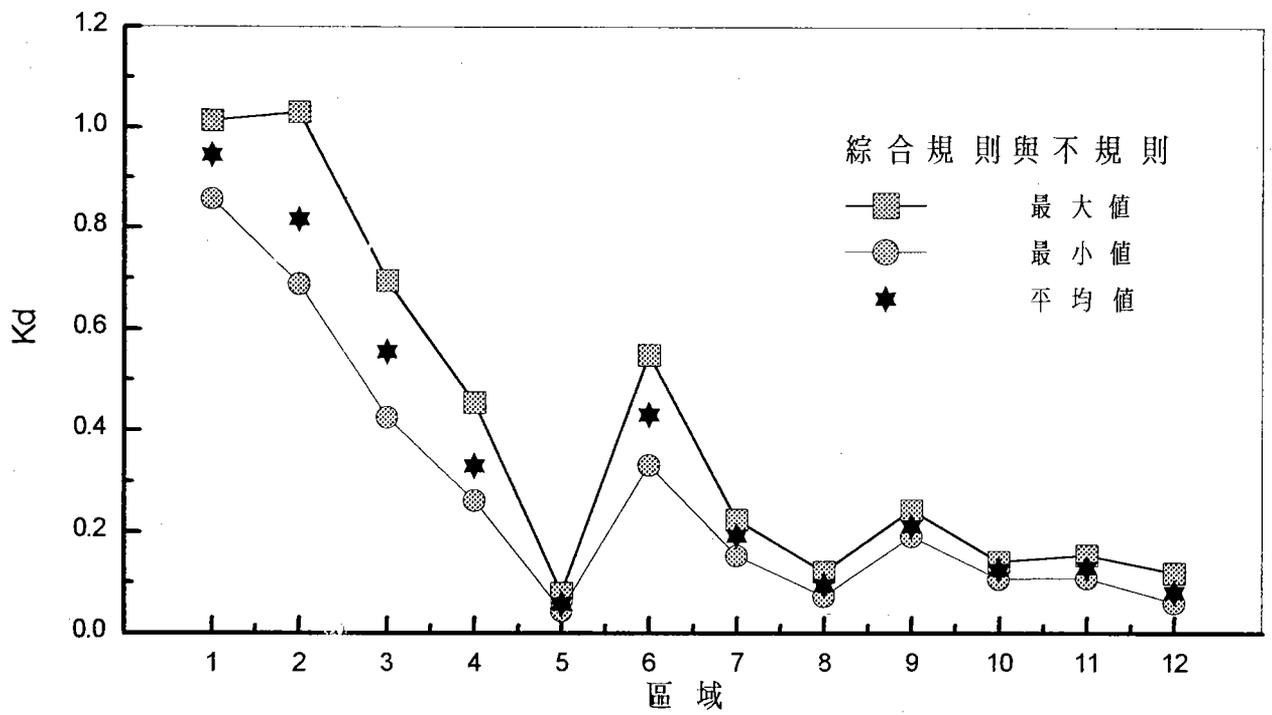


圖 71 定案佈置各水域 kd 值分佈範圍比較圖

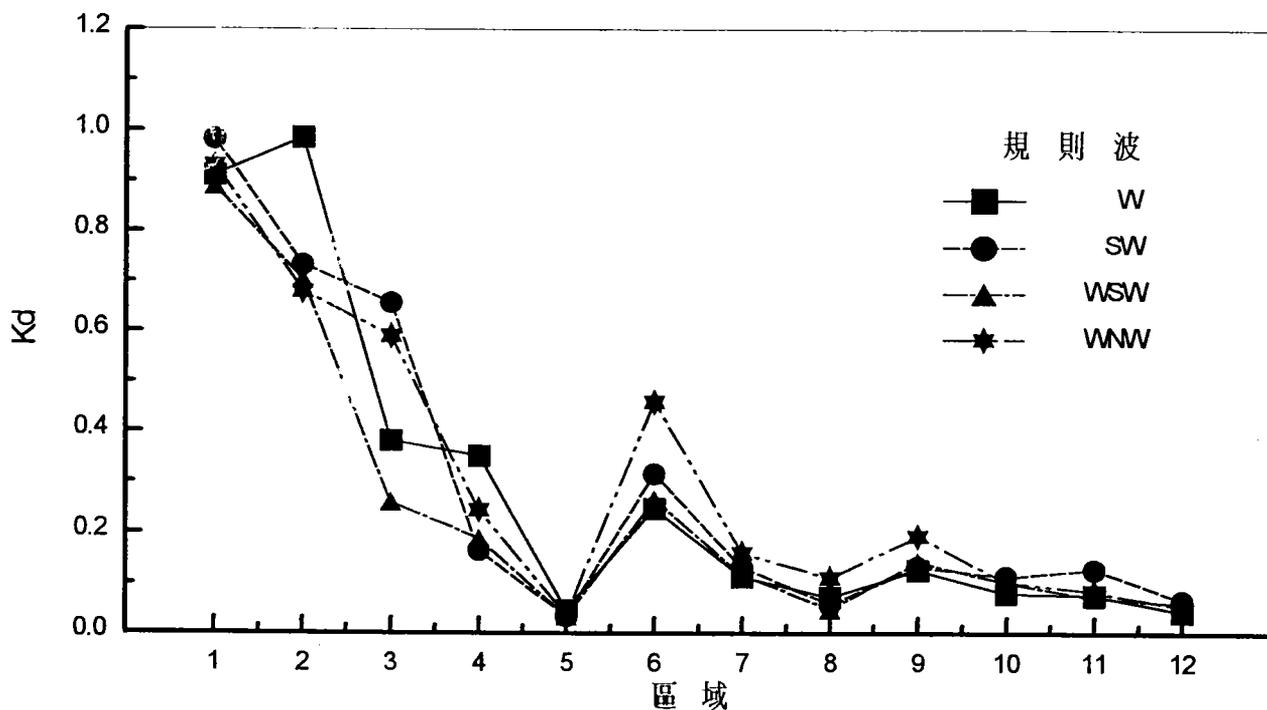


圖 72 改善佈置 1 各水域 kd 值比較圖

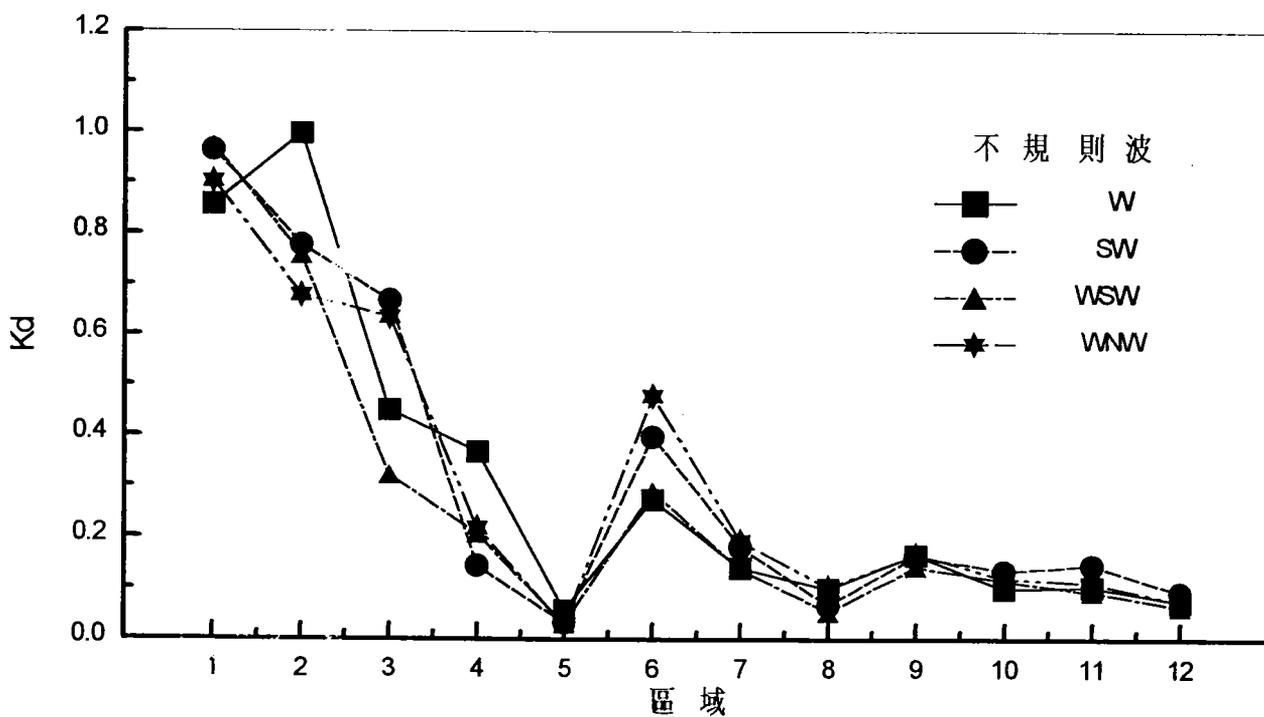


圖 73 改善佈置 1 各水域 kd 值比較圖

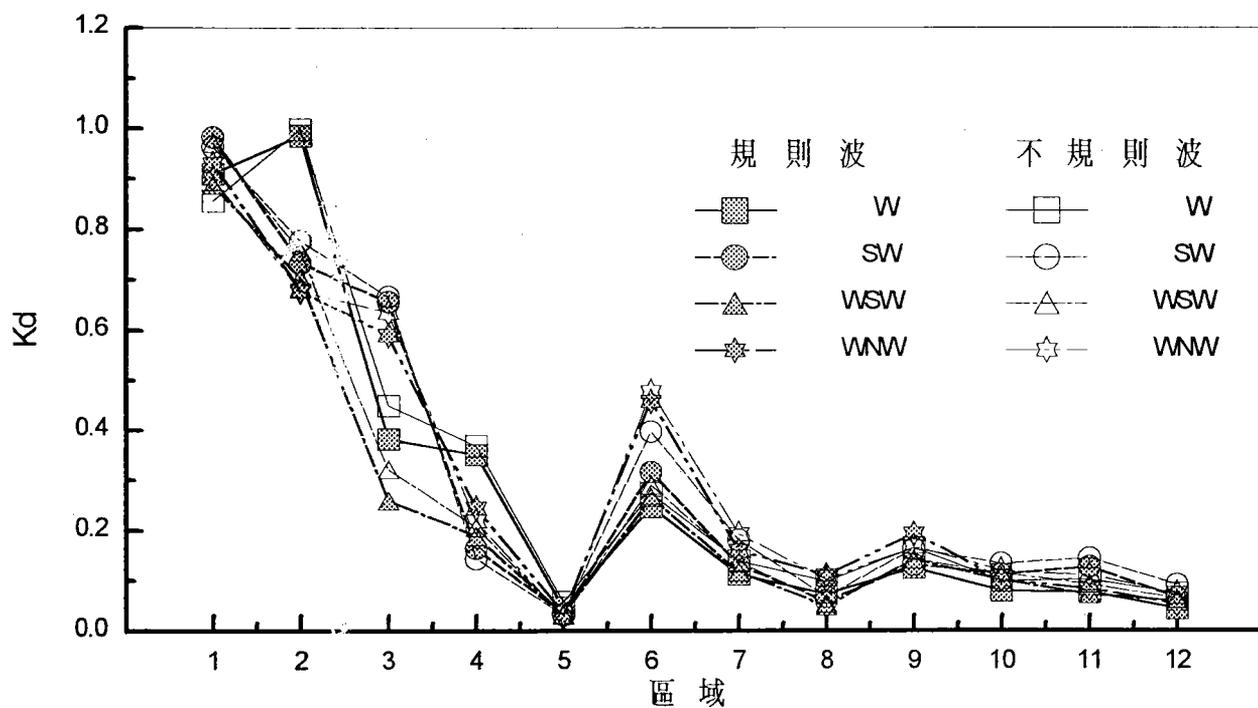


圖 74 改善佈置 1 各水域 kd 值比較圖

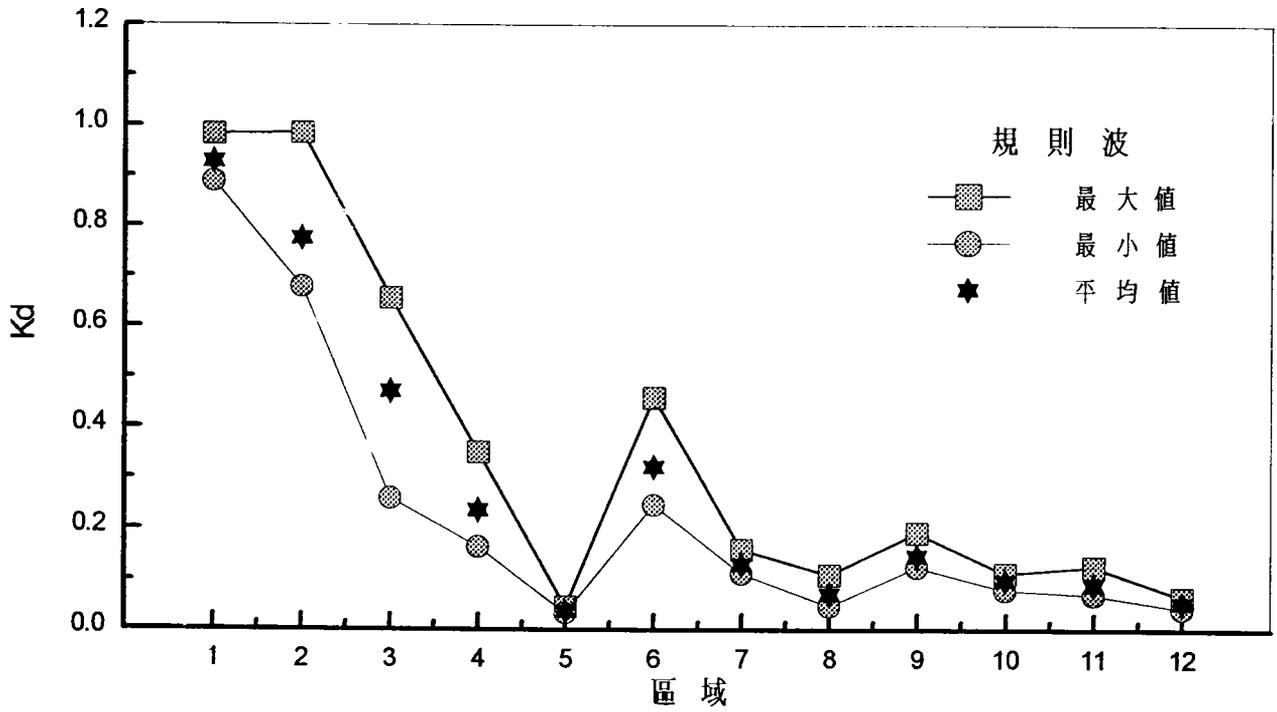


圖 75 改善佈置 1 各水域 kd 值分佈範圍比較圖

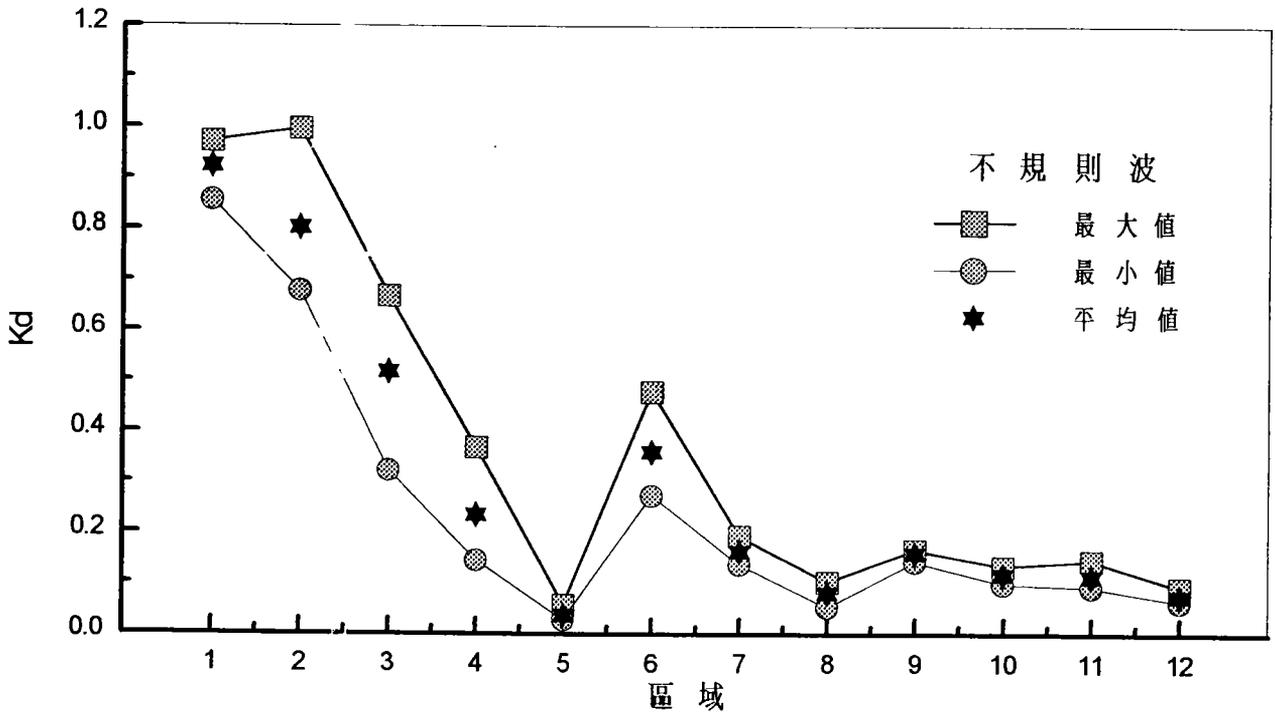


圖 76 改善佈置 1 各水域 kd 值分佈範圍比較圖

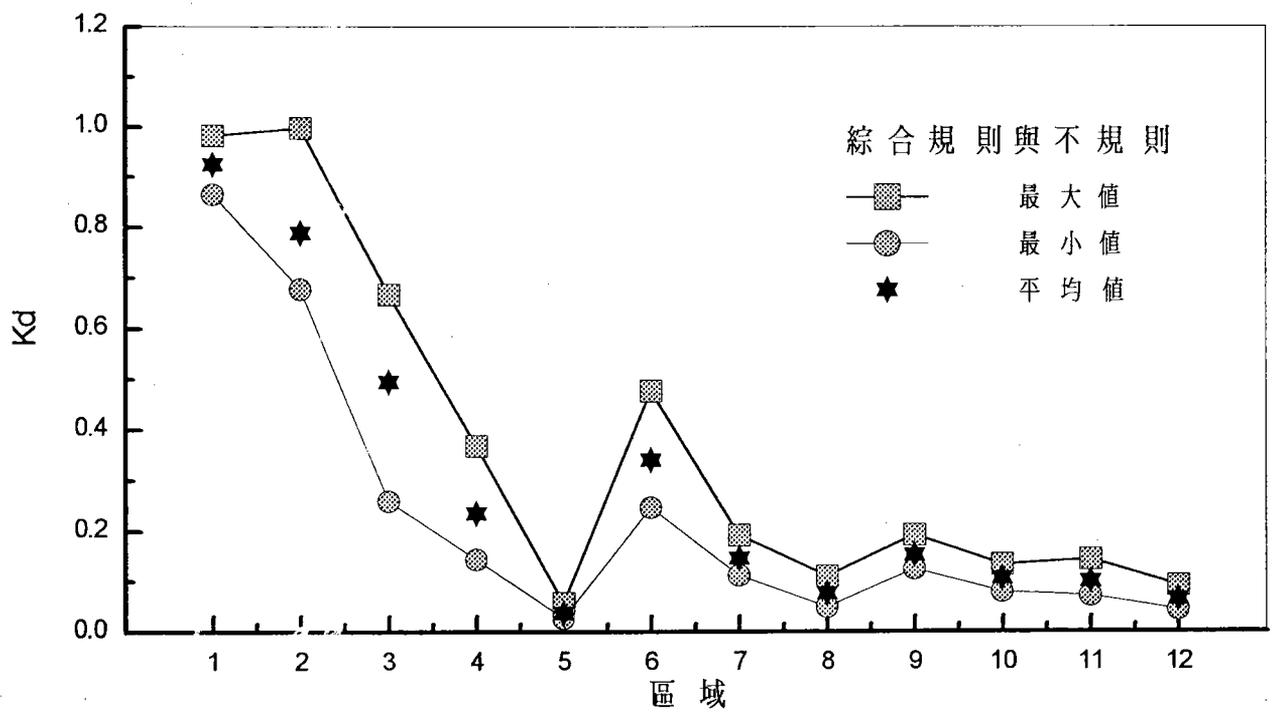


圖 77 改善佈置 1 各水域 kd 值分佈範圍比較圖

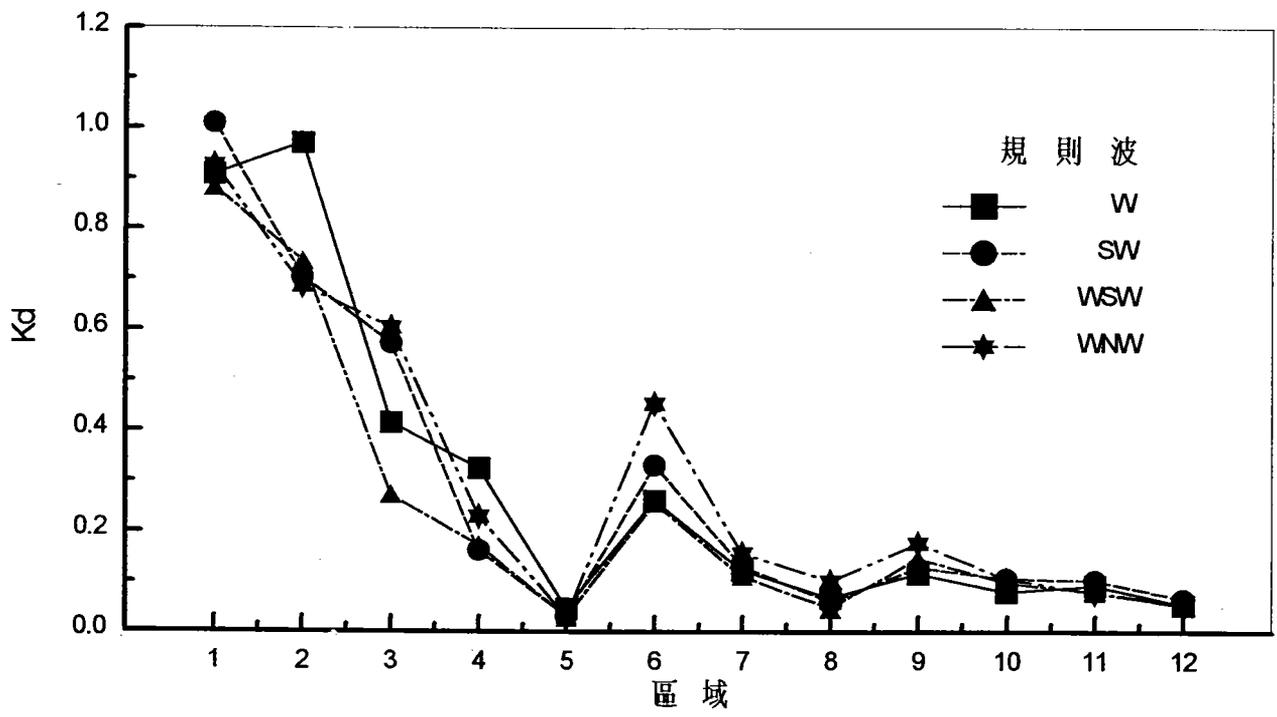


圖 78 改善佈置 2 各水域 kd 值比較圖

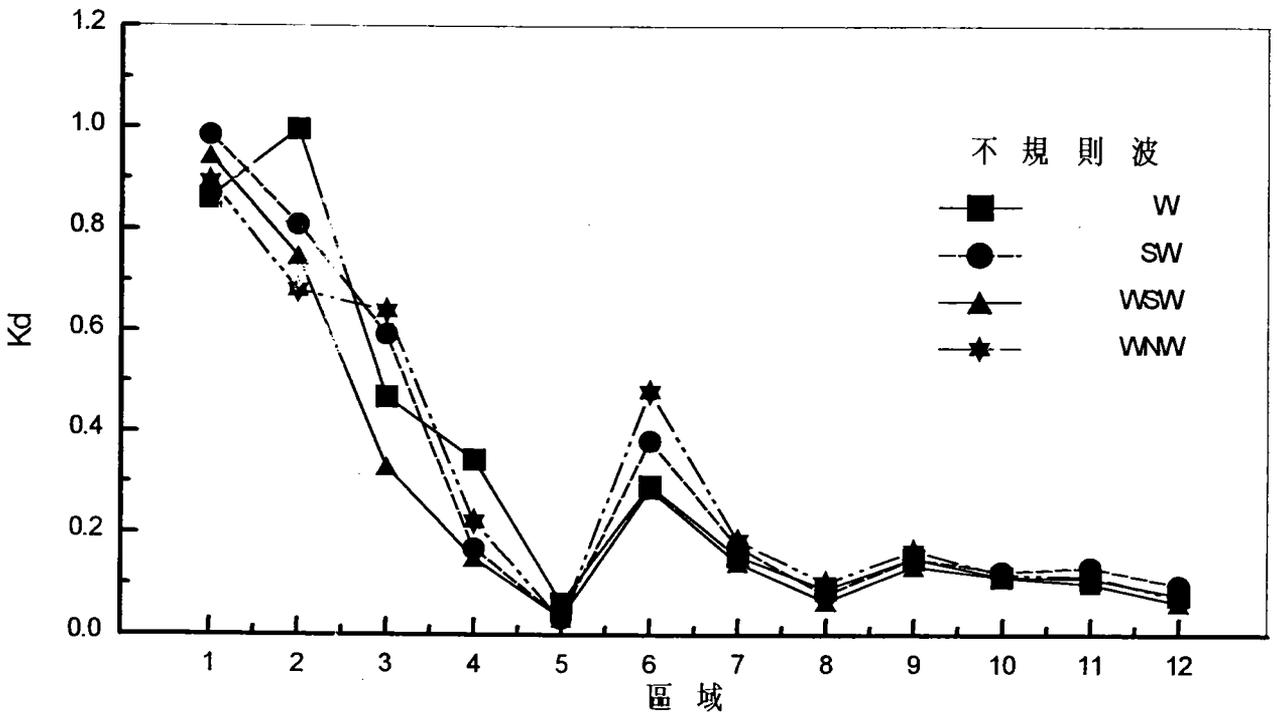


圖 79 改善佈置 2 各水域 kd 值比較圖

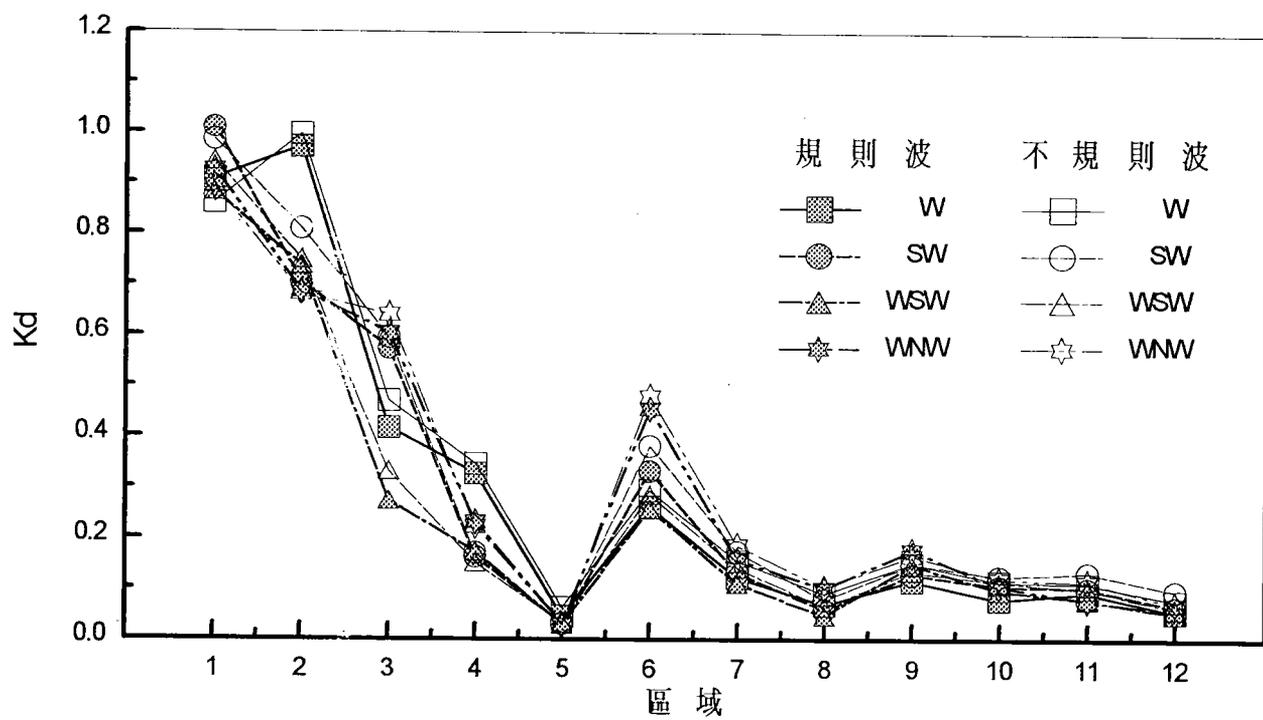


圖 80 改善佈置 2 各水域 kd 值比較圖

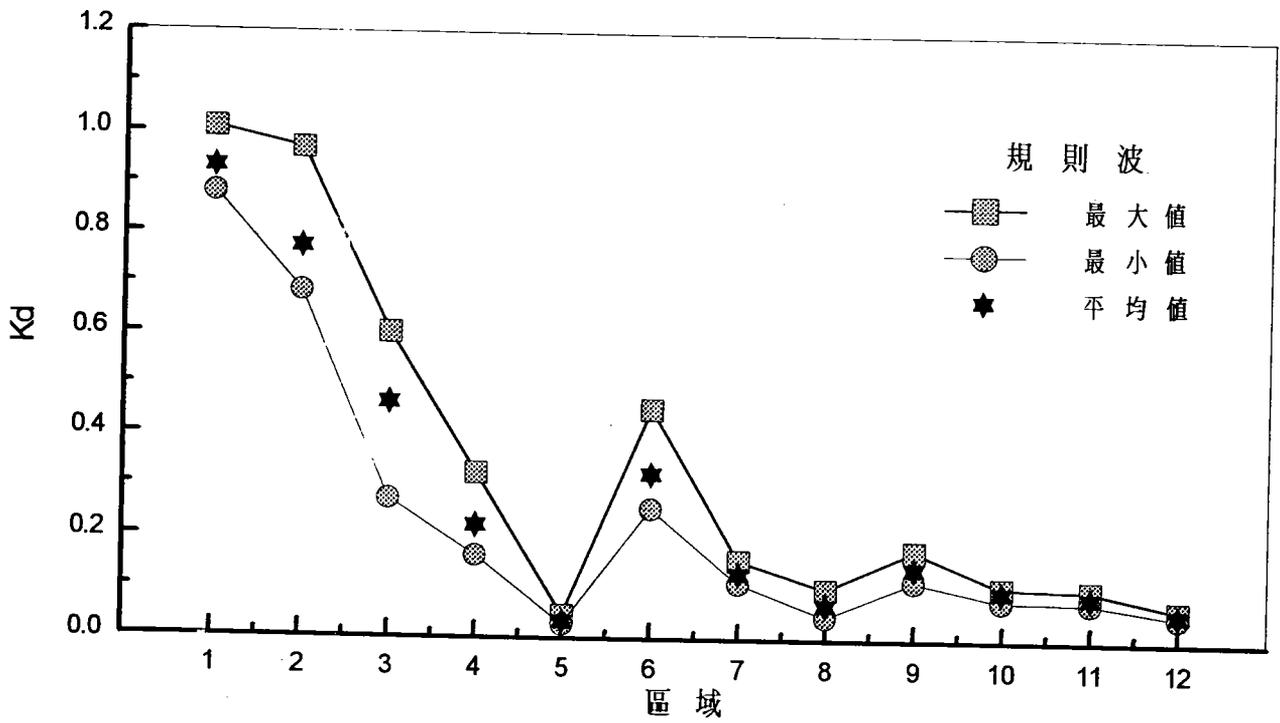


圖 81 改善佈置 2 各水域 kd 值分佈範圍比較圖

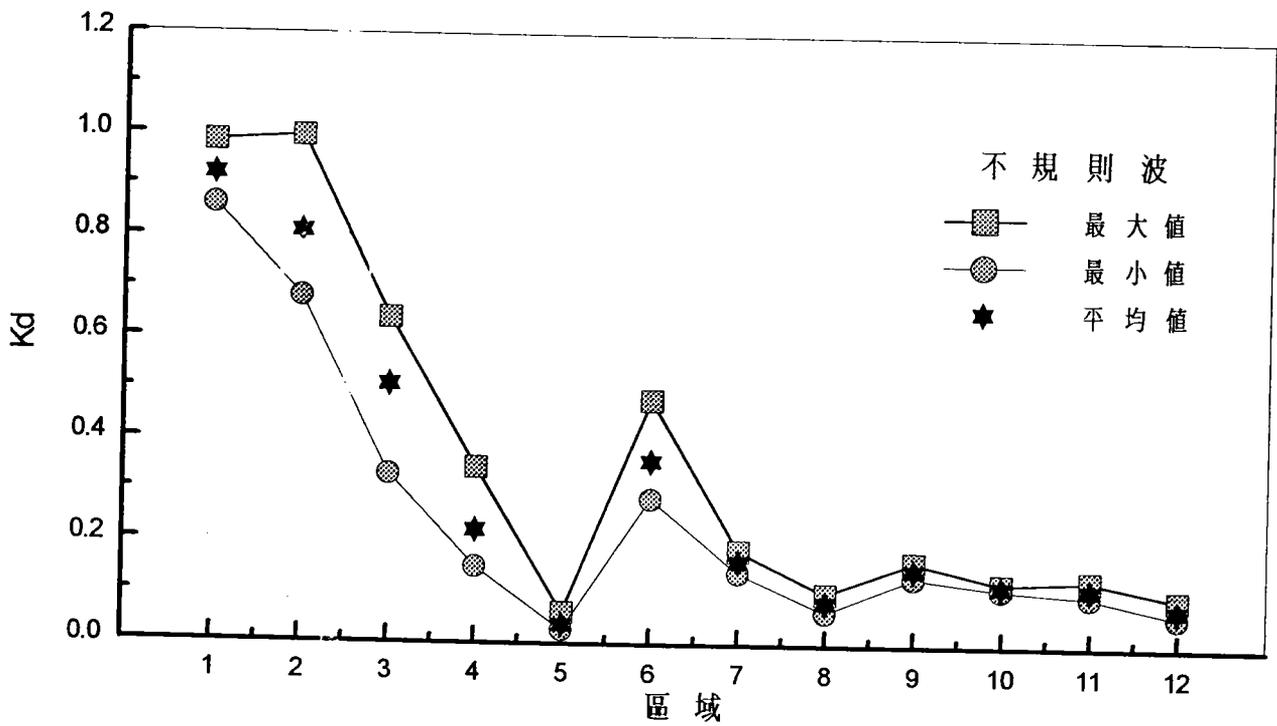


圖 82 改善佈置 2 各水域 kd 值分佈範圍比較圖

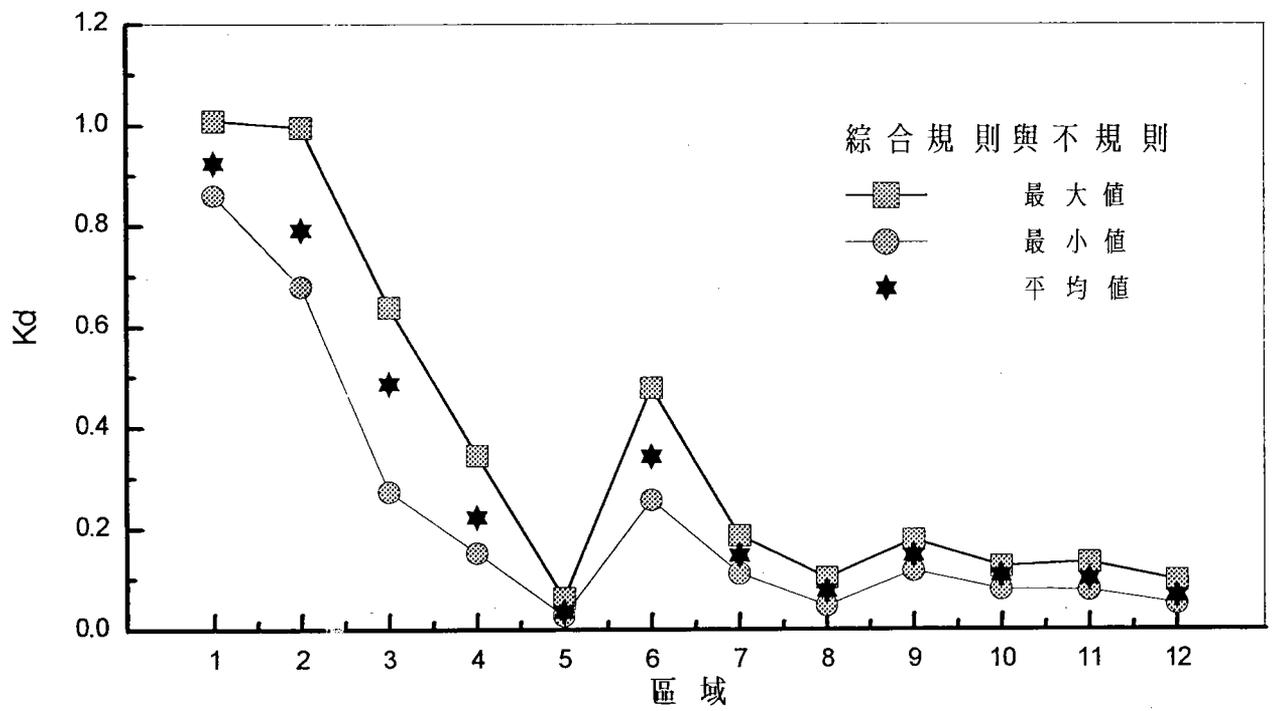


圖 83 改善佈置 2 各水域 kd 值分佈範圍比較圖

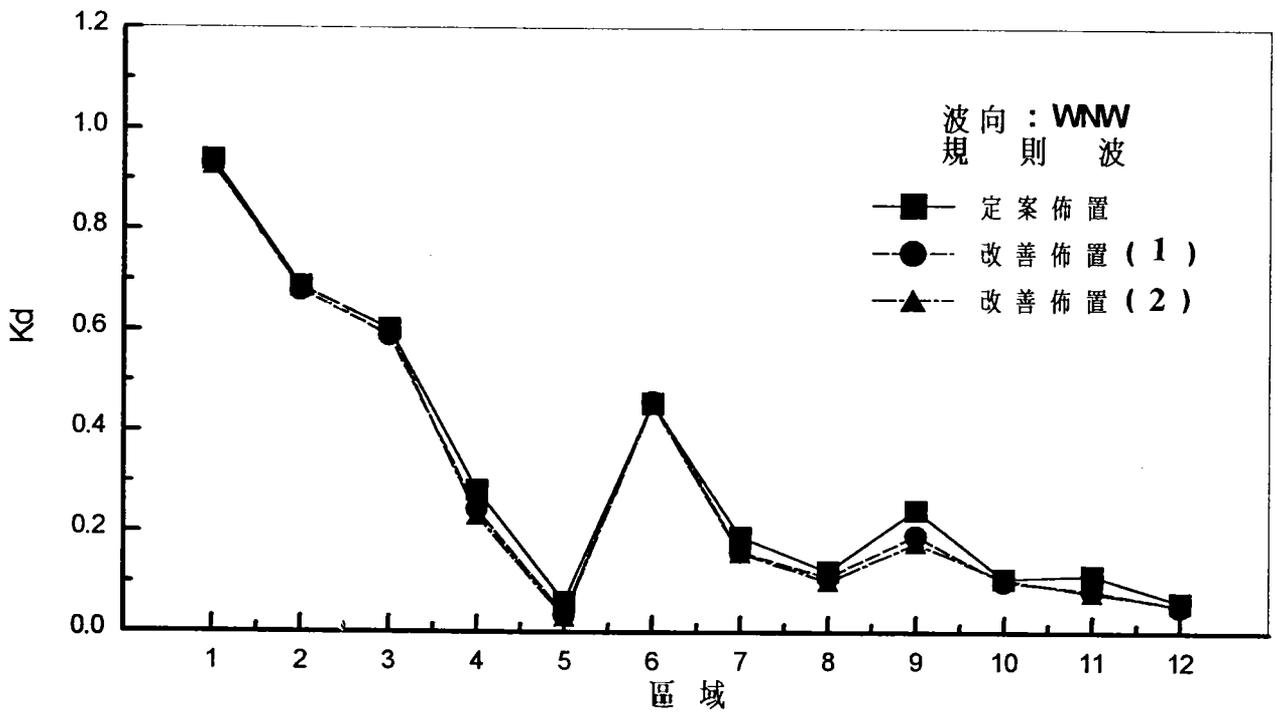


圖 84 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

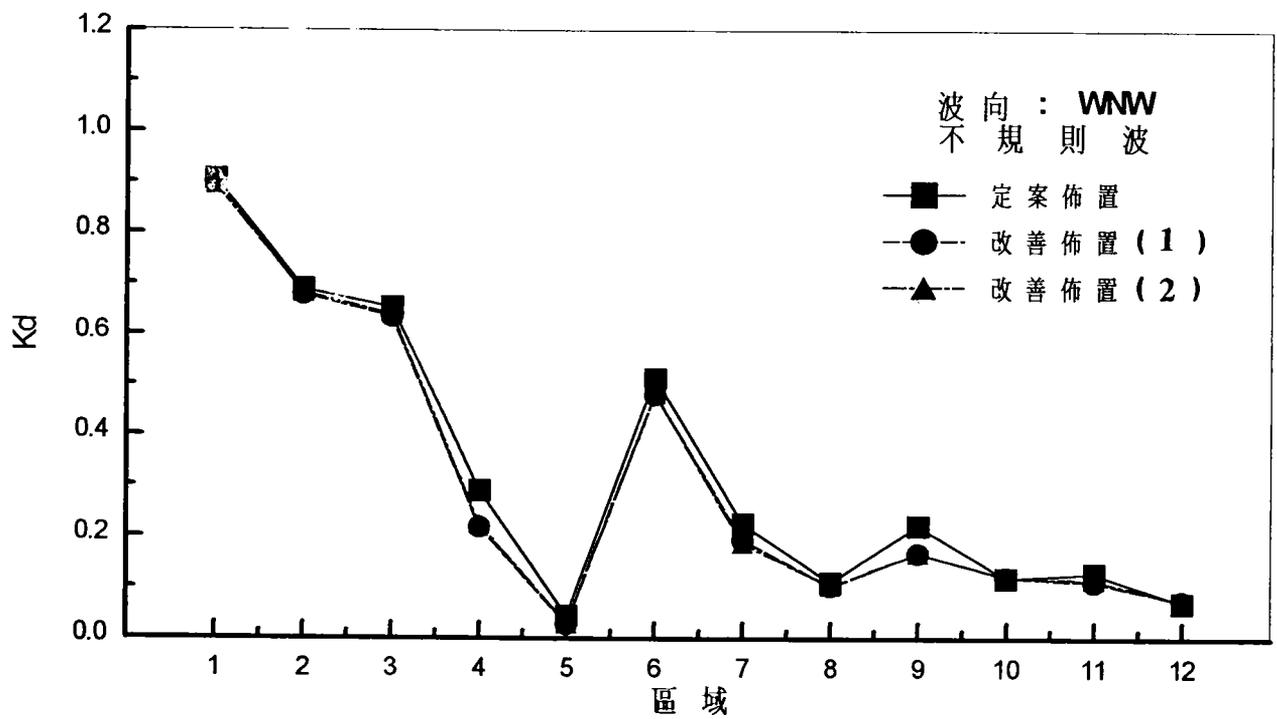


圖 85 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

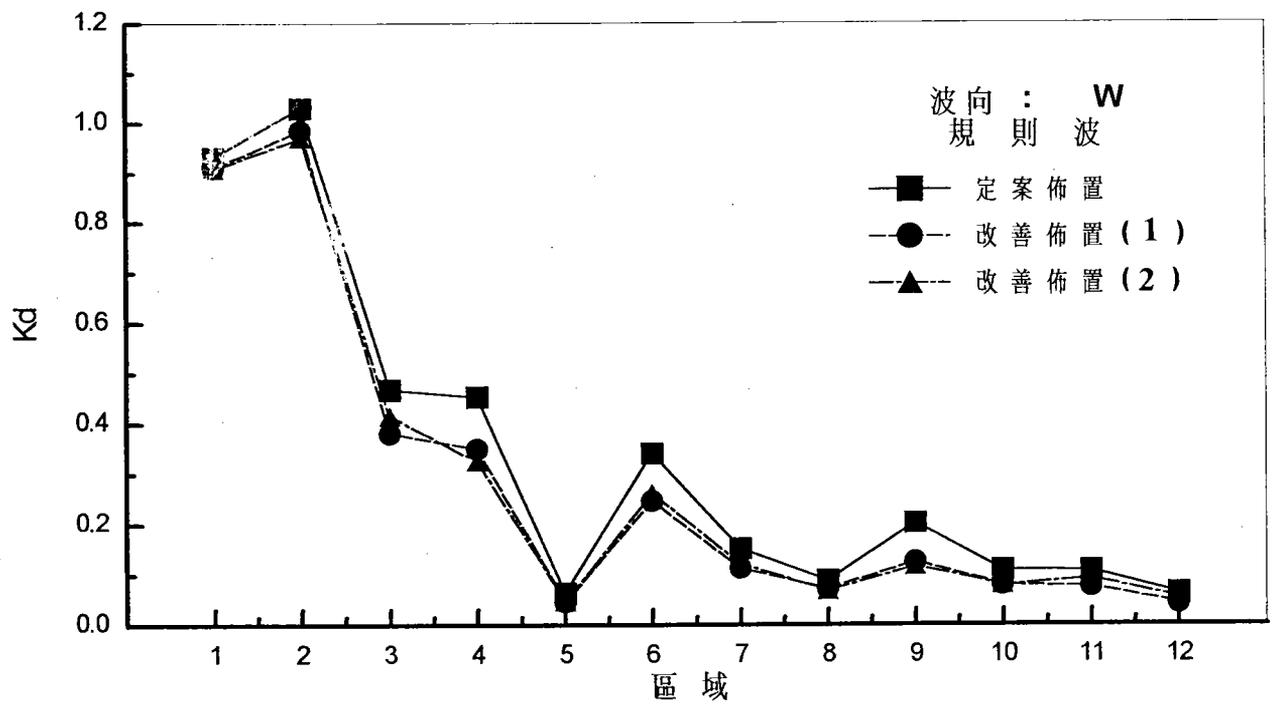


圖 86 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

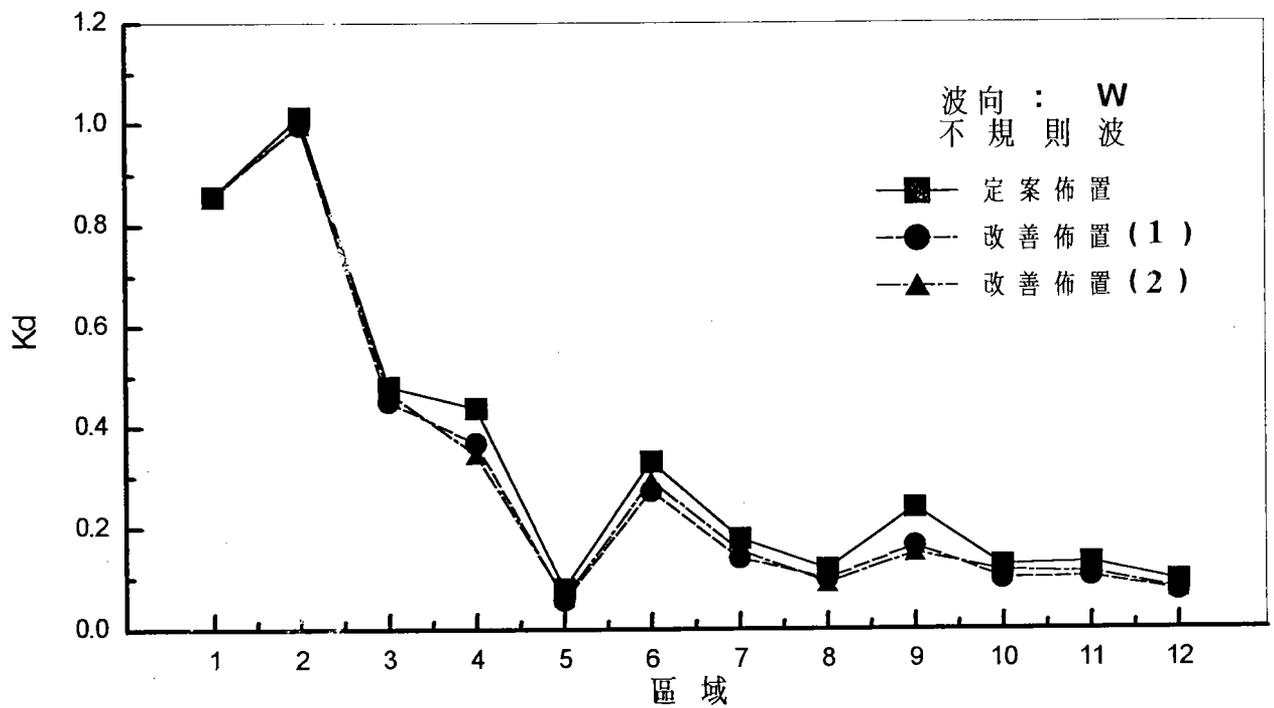


圖 87 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

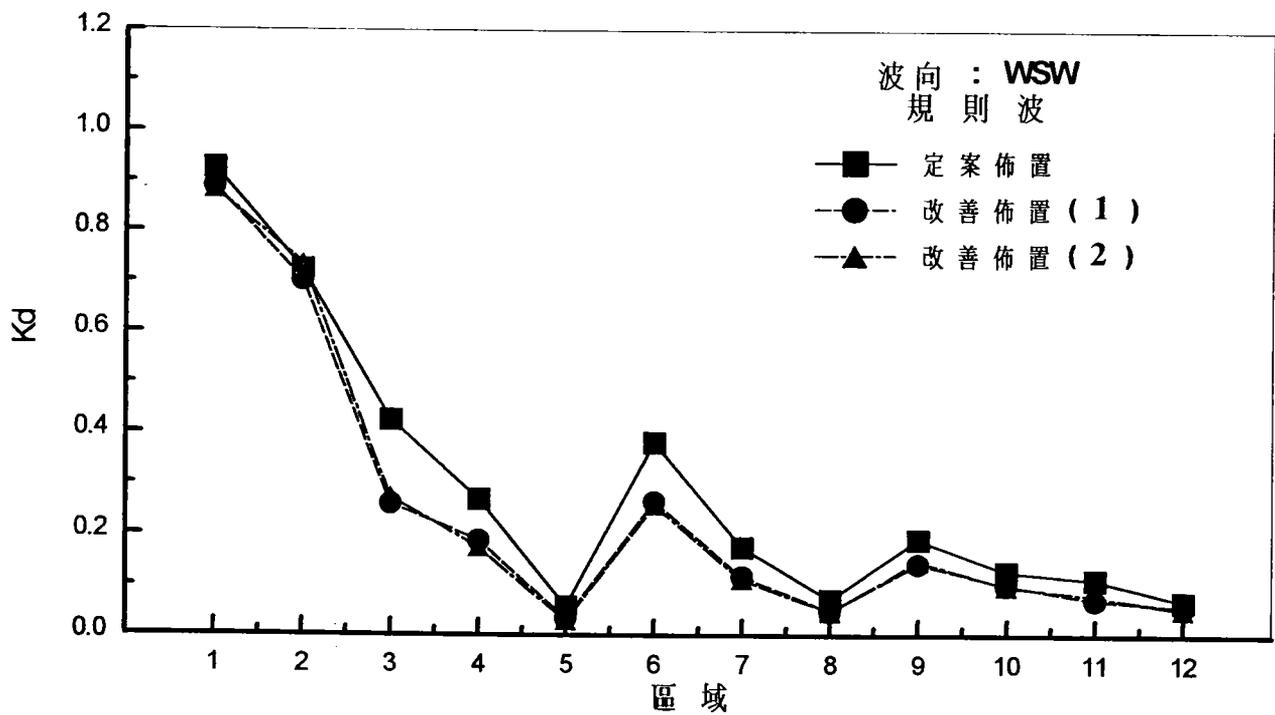


圖 88 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

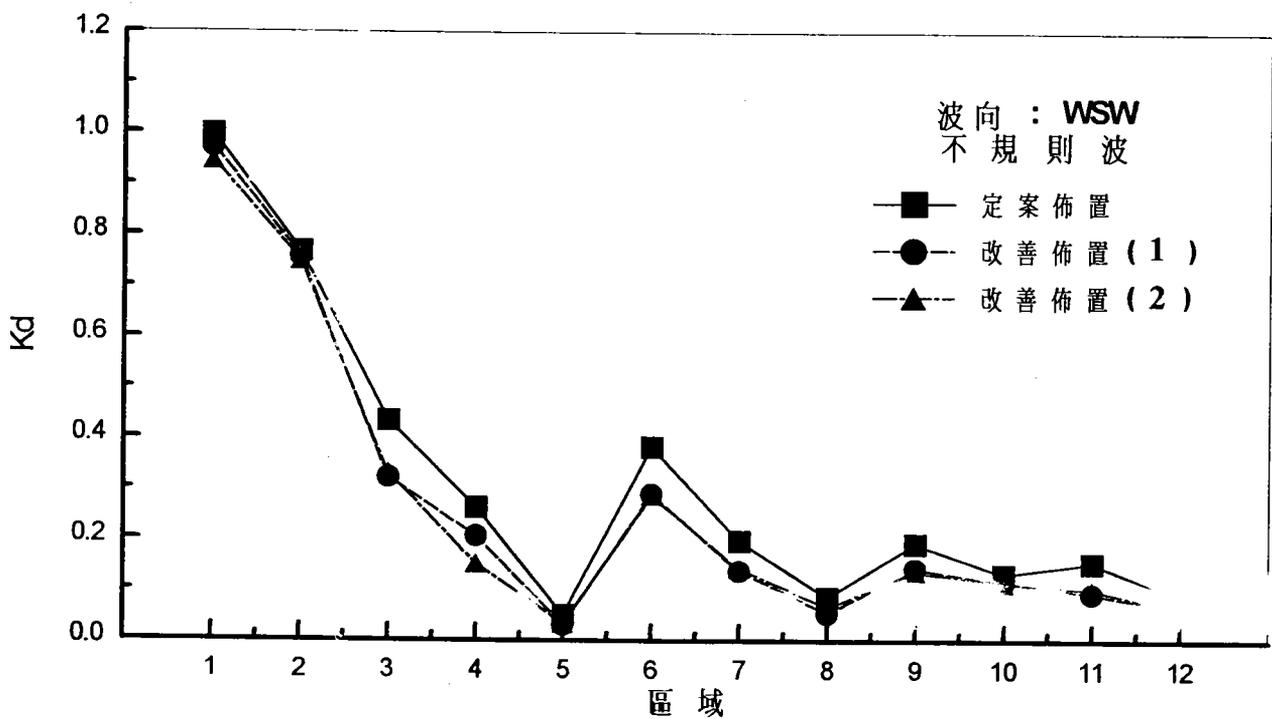


圖 89 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

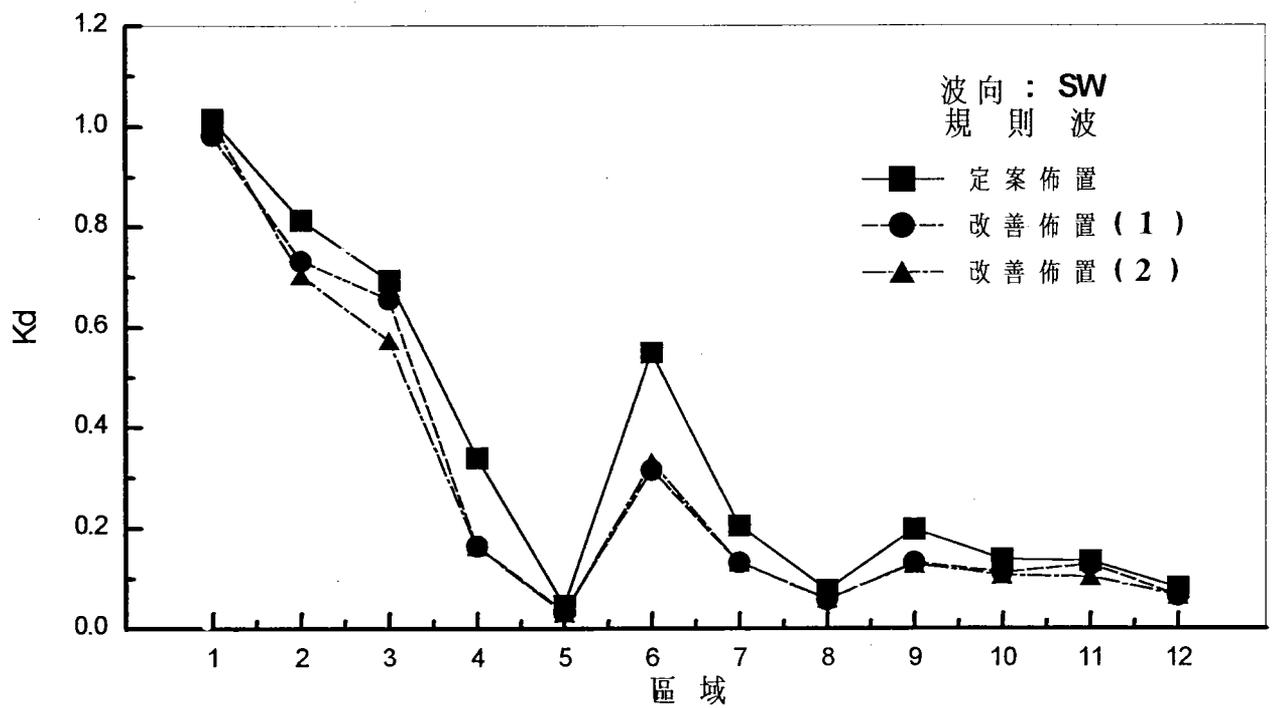


圖 90 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

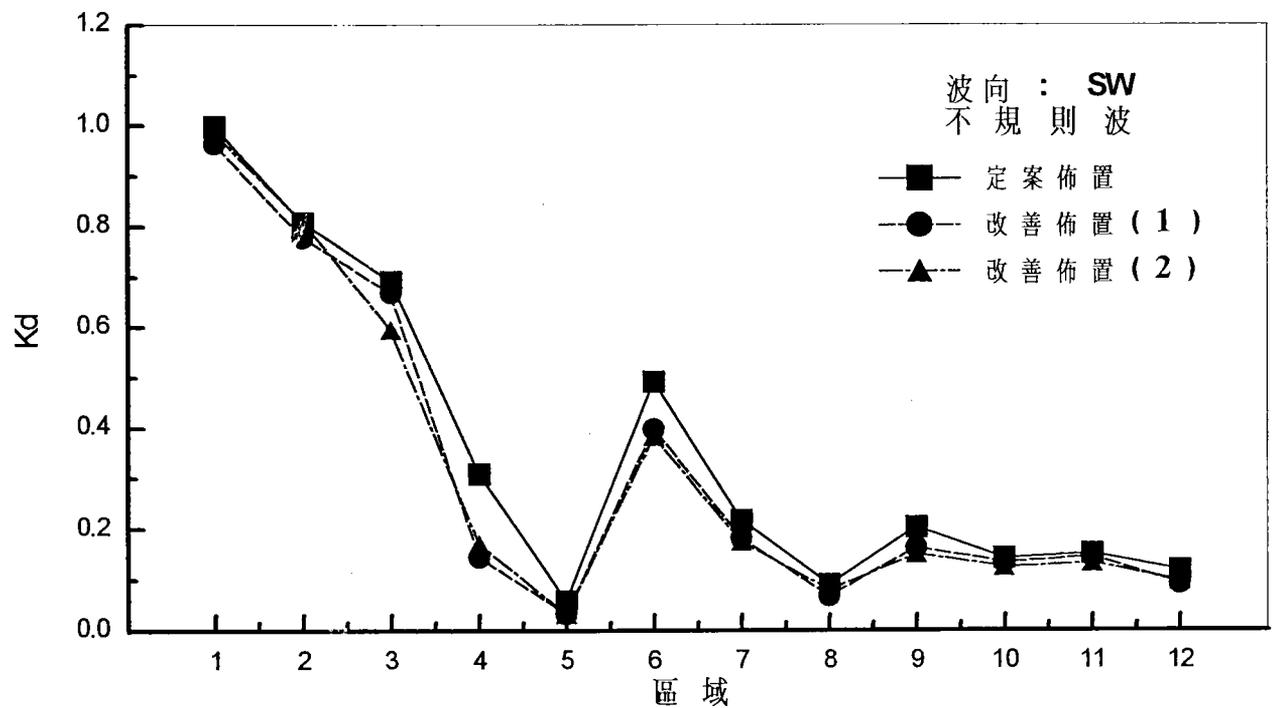


圖 91 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

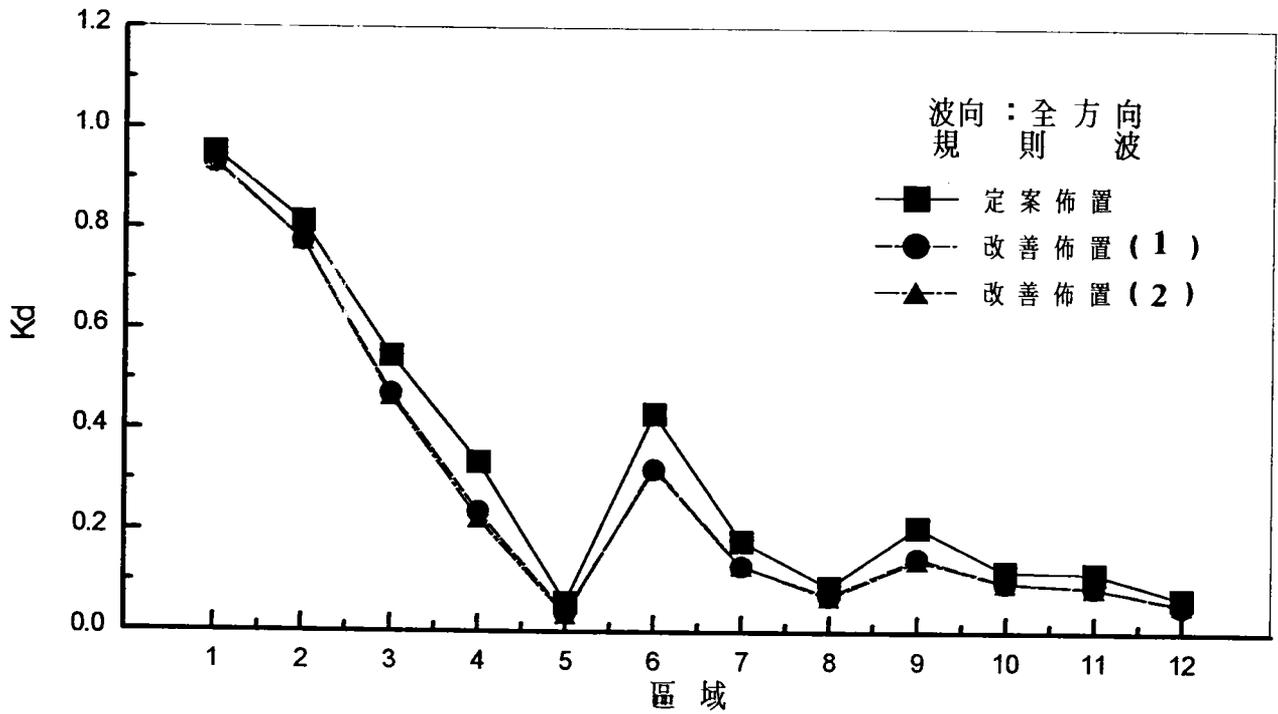


圖 92 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

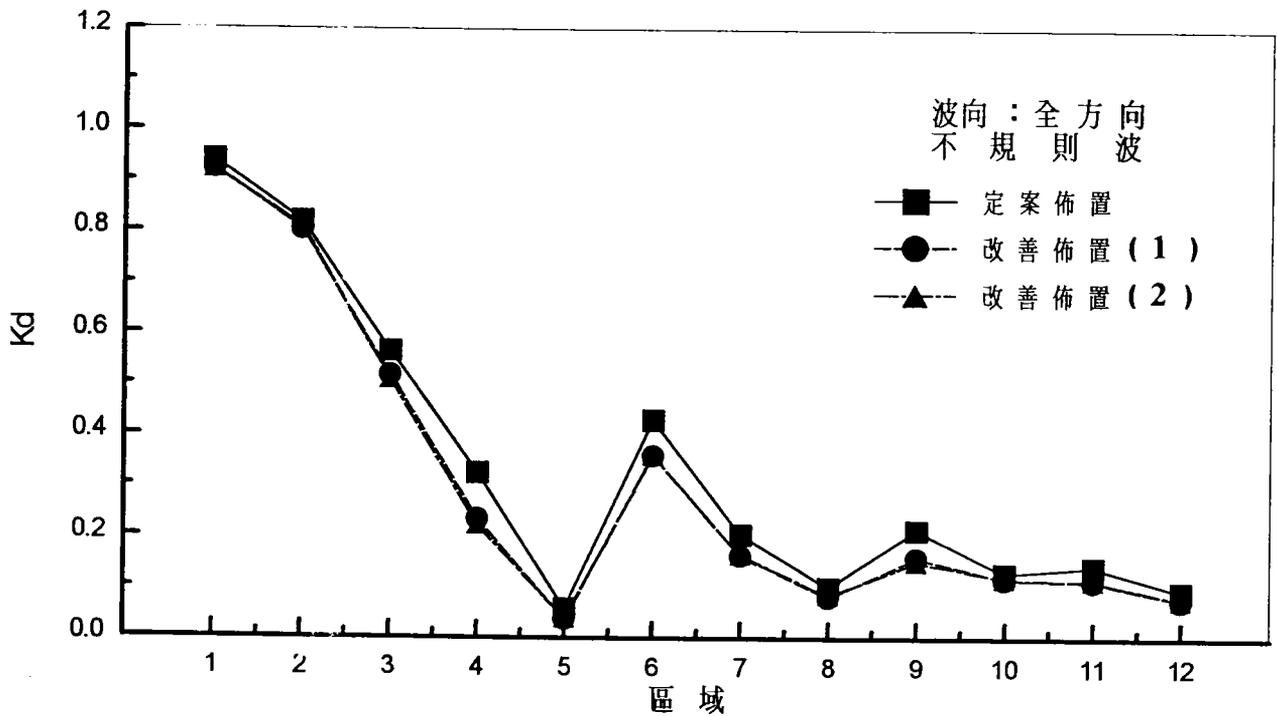


圖 93 定案佈置與改善佈置各水域 kd 值比較圖

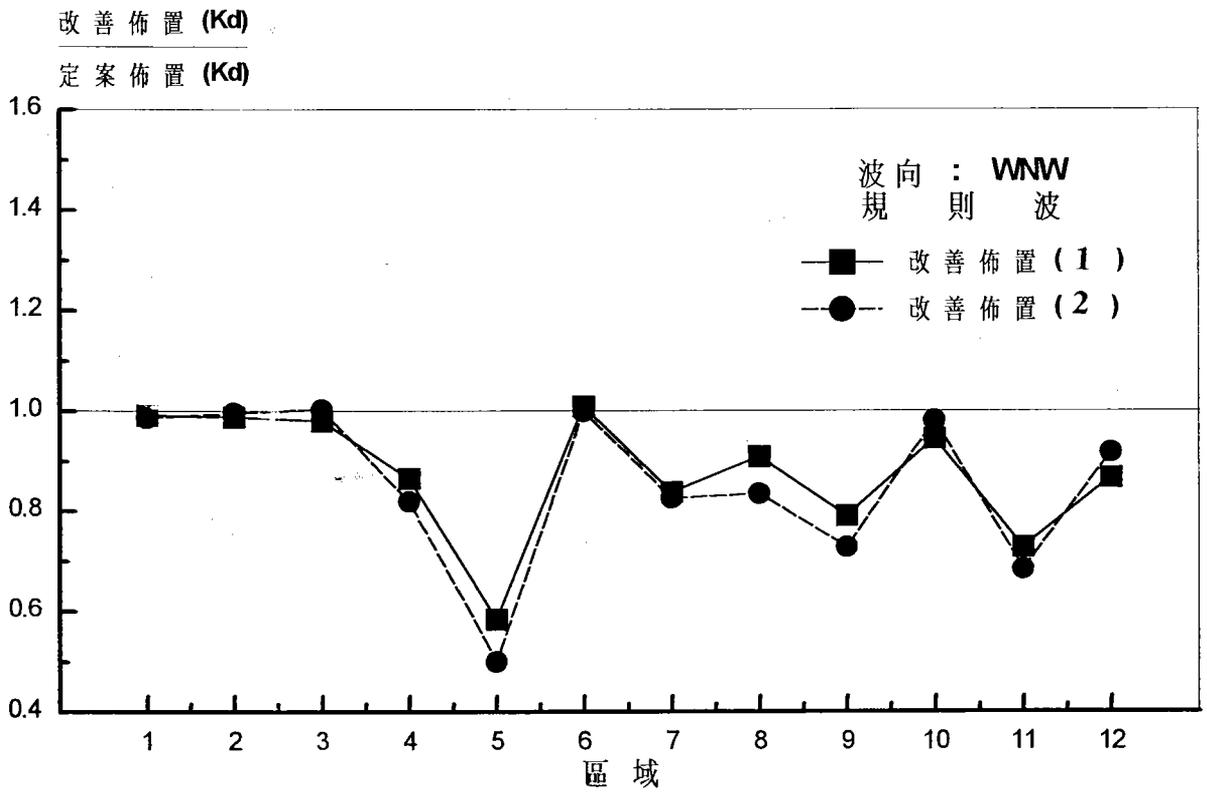


圖 94 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

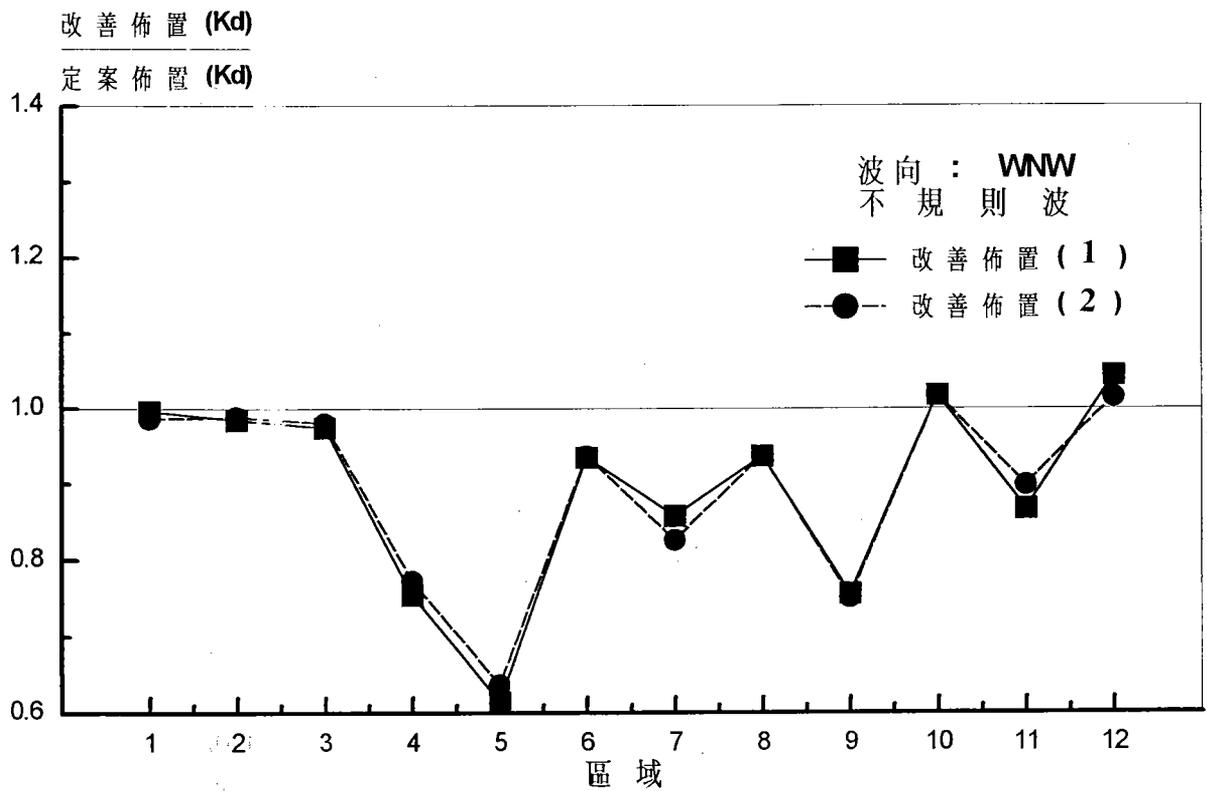


圖 95 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

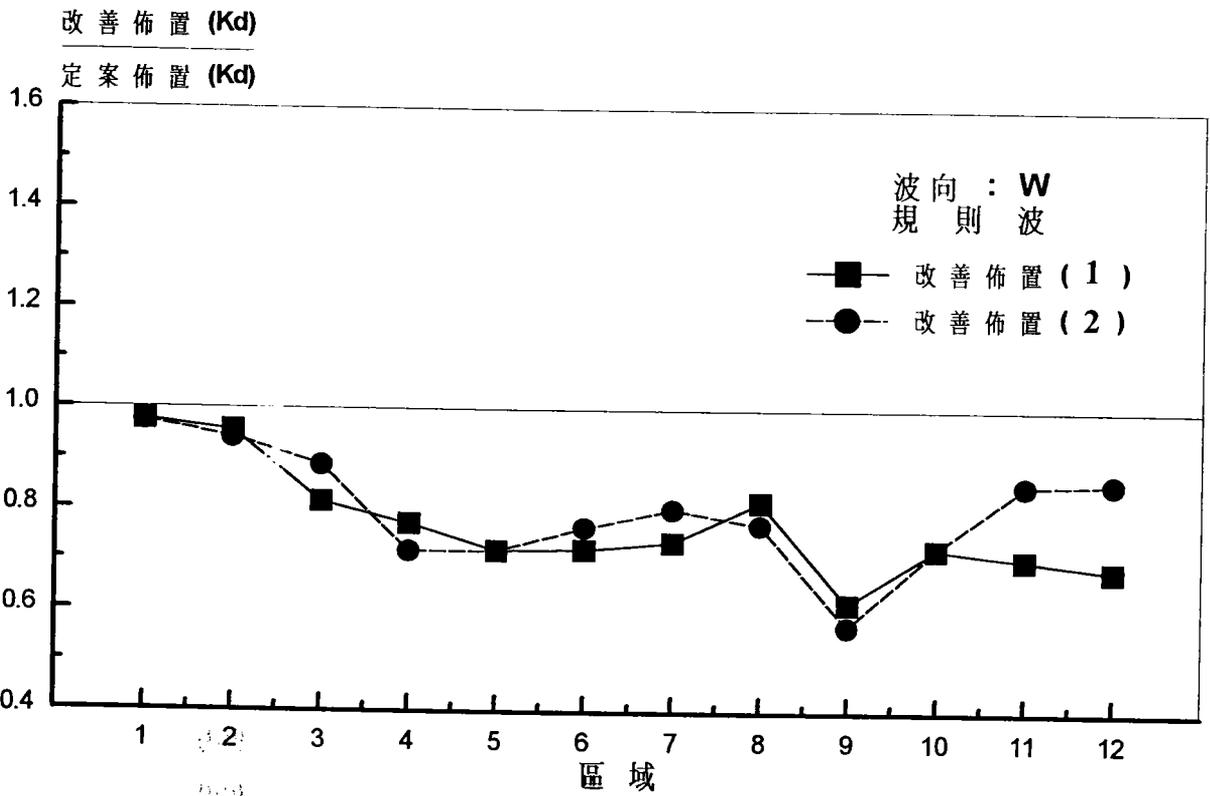


圖 96 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

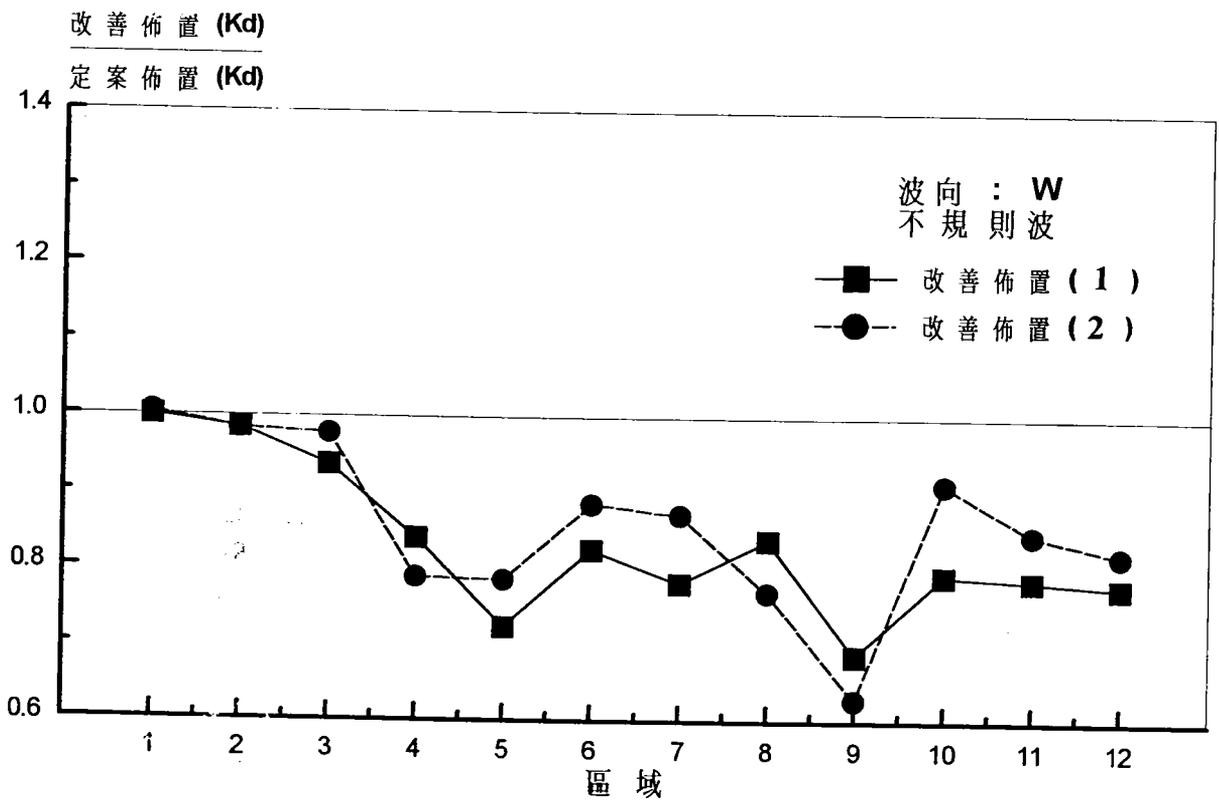


圖 97 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

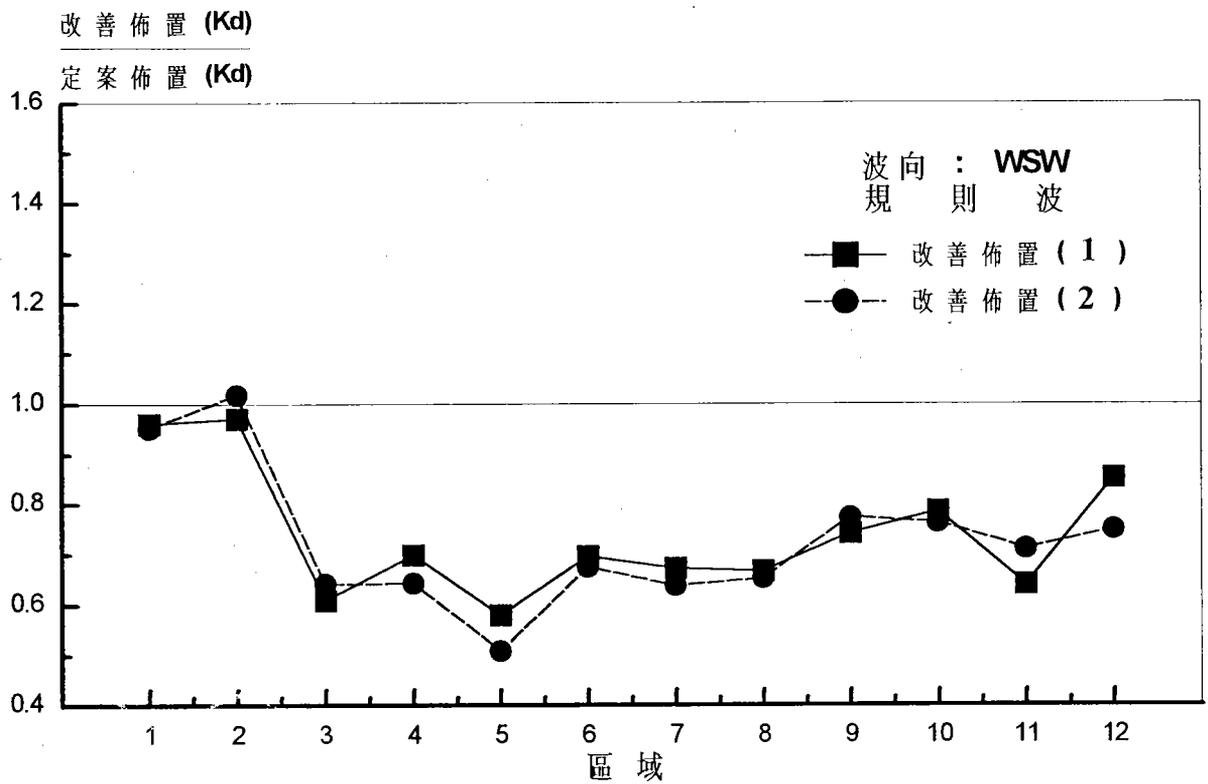


圖 98 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

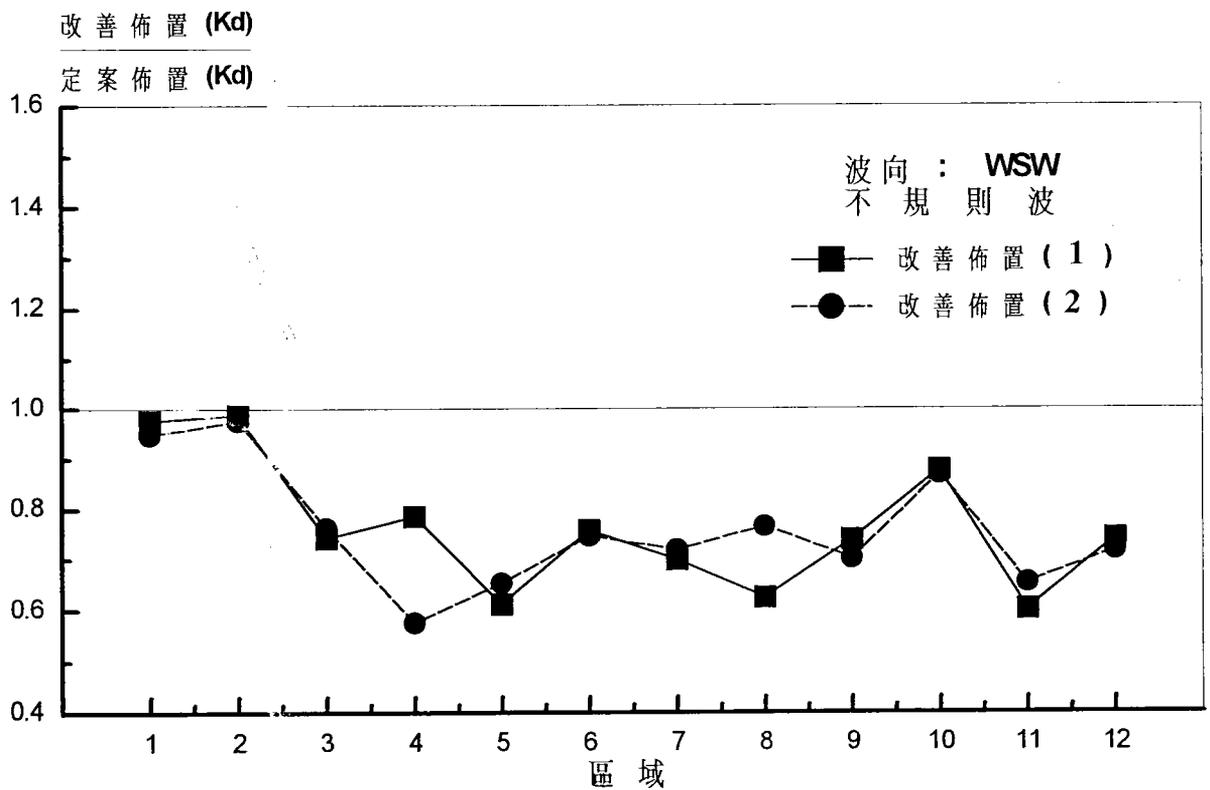


圖 99 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

改善佈置 (Kd)

定案佈置 (Kd)

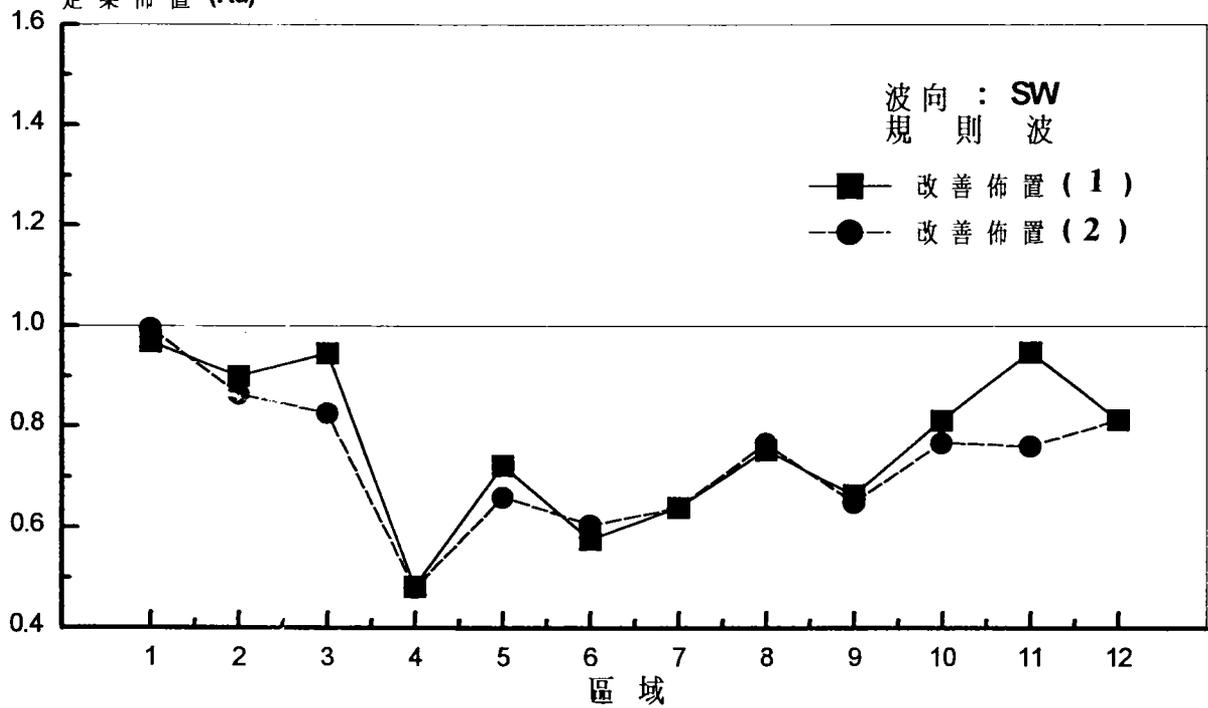


圖 100 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

改善佈置 (Kd)

定案佈置 (Kd)

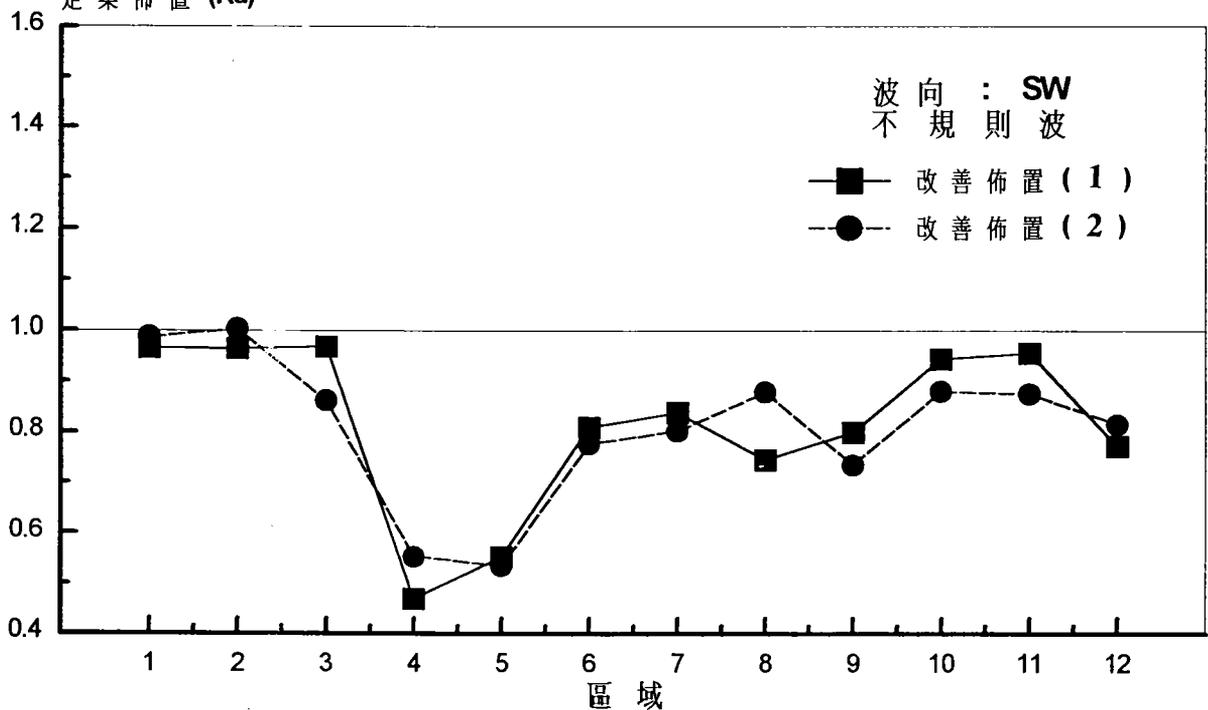


圖 101 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

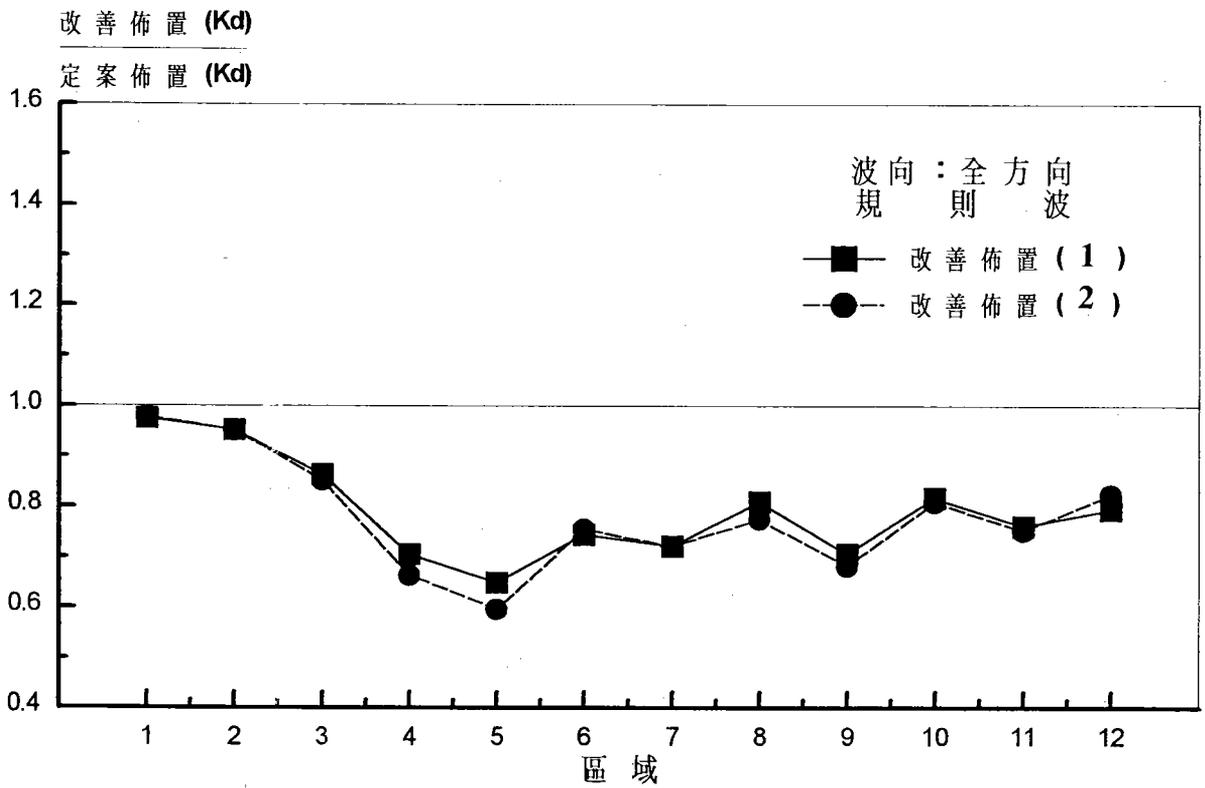


圖 102 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

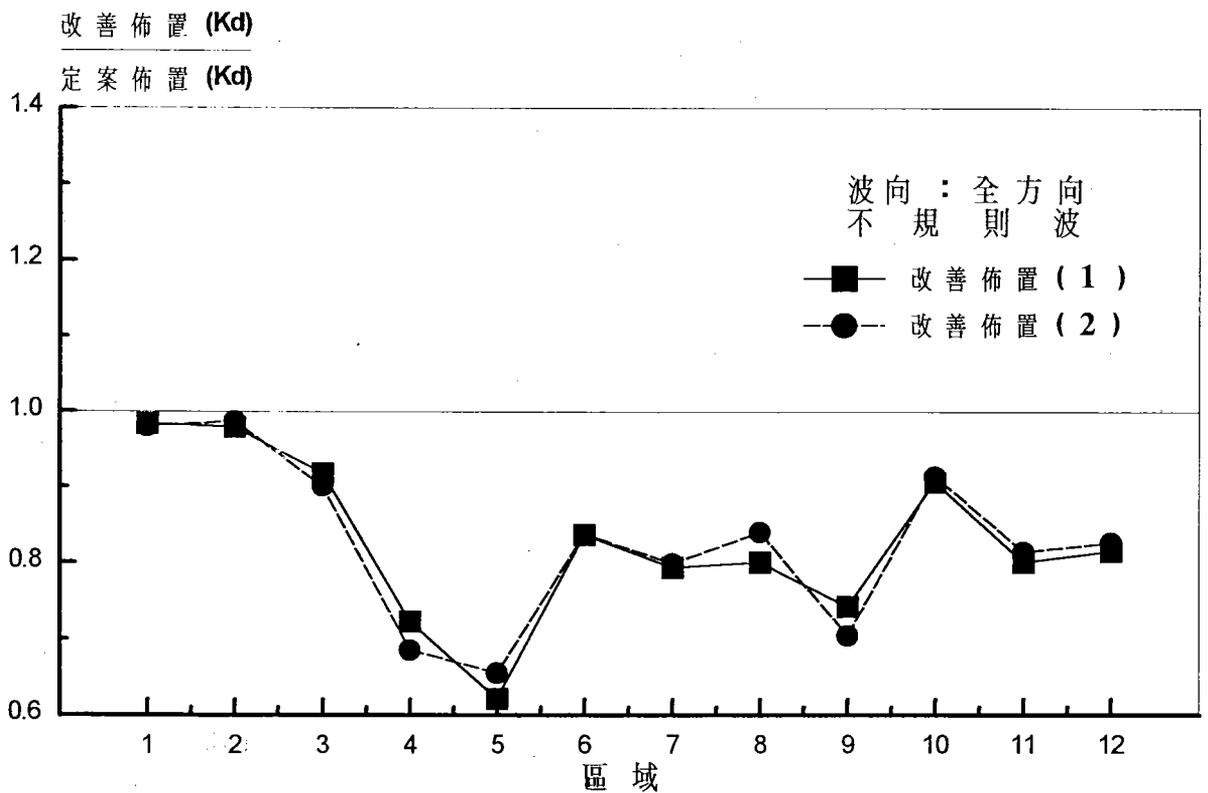


圖 103 各水域改善佈置與定案佈置 kd 值比之比較圖

改善佈置 1

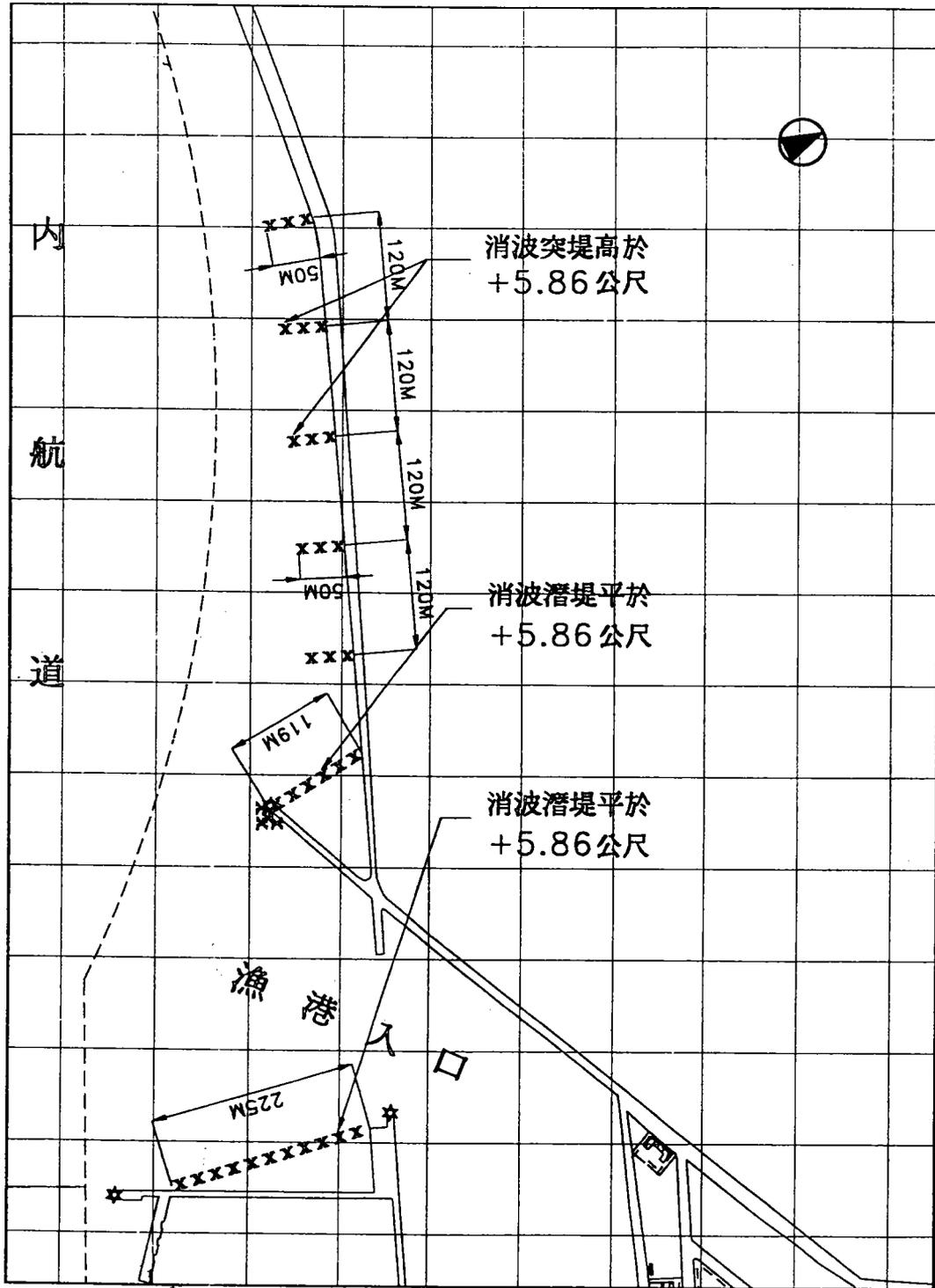


圖 104 改善佈置 1 示意圖

改善佈置 2

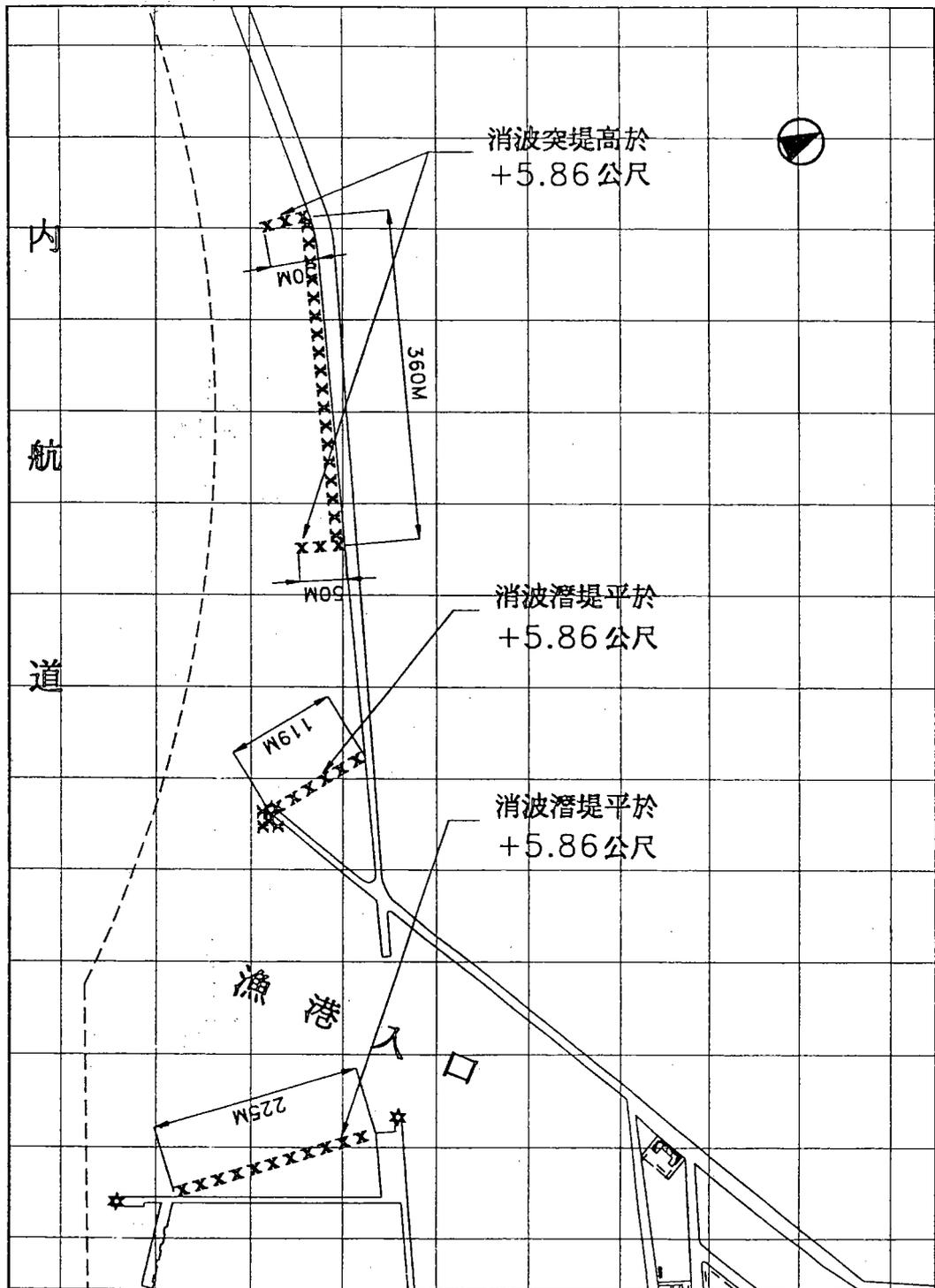


圖 105 改善佈置 2 示意圖

表 18 定案佈置各水域波高比平均值

波浪條件	區域 KD 值	外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁航道	內航道入口	迴船池	8 號碼頭	8A 碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭
		規則波	WNW	0.938	0.688	0.602	0.282	0.060	0.455	0.190	0.121	0.243	0.107
	W	0.932	1.030	0.468	0.454	0.064	0.342	0.152	0.088	0.203	0.109	0.108	0.063
	WSW	0.925	0.723	0.425	0.269	0.057	0.381	0.174	0.072	0.190	0.127	0.111	0.068
	SW	1.014	0.814	0.694	0.340	0.047	0.549	0.205	0.077	0.197	0.138	0.134	0.080
	全向	0.952	0.814	0.547	0.336	0.057	0.432	0.180	0.089	0.208	0.120	0.117	0.068
不規則波	WNW	0.905	0.688	0.652	0.289	0.044	0.512	0.224	0.109	0.220	0.117	0.127	0.070
	W	0.857	1.013	0.481	0.438	0.079	0.331	0.178	0.117	0.239	0.125	0.130	0.094
	WSW	0.996	0.767	0.434	0.262	0.049	0.382	0.196	0.085	0.191	0.130	0.153	0.085
	SW	0.998	0.807	0.690	0.308	0.058	0.491	0.216	0.090	0.203	0.141	0.151	0.118
	全向	0.939	0.819	0.564	0.324	0.058	0.429	0.204	0.100	0.213	0.128	0.140	0.092

表 19 定案佈置各水域波高平均值

單位：公尺

波浪條件	區域		外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁航道	內航道入口	迴船池	8 號碼頭	8A 碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭
	波高	波向												
規則波	WNW	波高	5.628	4.128	3.612	1.692	0.360	2.730	1.140	0.726	1.458	0.642	0.684	0.360
		波向	5.592	6.180	2.808	2.724	0.384	2.052	0.912	0.528	1.218	0.654	0.648	0.378
	WSW	波高	5.550	4.338	2.550	1.614	0.342	2.286	1.044	0.432	1.140	0.762	0.666	0.408
		波向	6.084	4.884	4.164	2.040	0.282	3.294	1.230	0.462	1.182	0.828	0.804	0.480
不規則波	WNW	波高	5.712	4.884	3.282	2.016	0.342	2.592	1.080	0.534	1.248	0.720	0.702	0.408
		波向	5.430	4.128	3.912	1.734	0.264	3.072	1.344	0.654	1.320	0.702	0.762	0.420
	W	波高	5.142	6.078	2.886	2.628	0.474	1.986	1.068	0.702	1.434	0.750	0.780	0.564
		波向	5.976	4.602	2.604	1.572	0.294	2.292	1.176	0.510	1.146	0.780	0.918	0.510
WSW	波高	5.998	4.842	4.140	1.848	0.348	2.946	1.296	0.540	1.218	0.846	0.906	0.708	
	波向	5.634	4.914	3.384	1.994	0.348	2.574	1.224	0.600	1.278	0.768	0.840	0.552	

表 20 定案佈置各水域波高比平均值分佈表

波浪條件	區域	KD 值											
		外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁港口航道	內航道入口	迴船池	8 號碼頭	8A 碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭
規則波	最大值	1.014	1.030	0.694	0.454	0.064	0.549	0.205	0.121	0.243	0.138	0.134	0.080
	平均值	0.952	0.814	0.547	0.336	0.057	0.432	0.180	0.089	0.208	0.120	0.117	0.068
	最小值	0.925	0.688	0.425	0.269	0.047	0.342	0.152	0.072	0.190	0.107	0.108	0.060
不規則波	最大值	0.998	1.013	0.690	0.438	0.079	0.512	0.224	0.117	0.239	0.141	0.153	0.118
	平均值	0.939	0.819	0.564	0.324	0.058	0.429	0.204	0.100	0.213	0.128	0.140	0.092
	最小值	0.857	0.688	0.434	0.262	0.044	0.331	0.178	0.085	0.191	0.117	0.127	0.070

表 21 定案佈置各區域波高平均值分佈表

單位：公尺

波浪條件	區域		外航道	外航道口	內航道	漁港口	漁港口 航道	內航道口	迴船池	8 號 碼頭	8A 碼頭	9 號 碼頭	29 號 碼頭	30-32 號 碼頭
	波高	值												
規則波	最大值		6.084	6.180	4.164	2.724	0.384	3.294	1.230	0.726	1.458	0.828	0.804	0.480
	平均值		5.712	4.884	3.282	2.016	0.342	2.592	1.080	0.534	1.248	0.720	0.702	0.408
	最小值		5.550	4.128	2.550	1.614	0.282	2.052	0.912	0.432	1.140	0.642	0.648	0.360
不規則波	最大值		5.988	6.078	4.140	2.628	0.474	3.072	1.344	0.702	1.434	0.846	0.918	0.708
	平均值		5.634	4.914	3.384	1.944	0.348	2.574	1.224	0.600	1.278	0.768	0.840	0.552
	最小值		5.142	4.128	2.604	1.572	0.264	1.986	1.068	0.510	1.146	0.702	0.762	0.420

表 22 改善佈置(1)各水域波高比平均值

波浪條件	區域 KD 波向值	外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁航	港口	內航道入口	迴船池	8 號碼頭	8A 碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭
		規則	WNW	0.930	0.679	0.590	0.244	0.035	0.459	0.159	0.110	0.192	0.101	0.083
規則	W	0.910	0.985	0.382	0.351	0.046	0.247	0.112	0.072	0.125	0.079	0.076	0.043	
	WSW	0.888	0.702	0.259	0.188	0.033	0.265	0.117	0.048	0.141	0.100	0.071	0.058	
規則	SW	0.982	0.732	0.656	0.164	0.034	0.316	0.131	0.058	0.131	0.112	0.127	0.065	
	全向	0.928	0.775	0.472	0.237	0.037	0.322	0.130	0.072	0.147	0.098	0.089	0.054	
規則	WNW	0.901	0.677	0.635	0.218	0.027	0.478	0.192	0.102	0.166	0.119	0.110	0.073	
	W	0.856	0.997	0.450	0.368	0.057	0.273	0.139	0.098	0.164	0.099	0.102	0.073	
規則	WSW	0.971	0.756	0.322	0.206	0.030	0.289	0.137	0.053	0.141	0.114	0.092	0.063	
	SW	0.963	0.777	0.667	0.144	0.032	0.397	0.181	0.067	0.162	0.133	0.144	0.091	
規則	全向	0.923	0.802	0.518	0.234	0.036	0.359	0.162	0.080	0.158	0.116	0.112	0.075	

表 23 改善佈置(1)各水域波高平均值

單位：公尺

波浪條件	區域		外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁航	港口	迴船池	8 號碼頭	8A 碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭
	波高	波向												
規則波	WNW		5.580	4.074	3.540	1.646	0.210	2.754	0.954	0.660	1.152	0.606	0.498	0.312
	W		5.460	5.910	2.292	2.106	0.276	1.482	0.672	0.432	0.750	0.474	0.456	0.258
	WSW		5.328	4.212	1.554	1.128	0.198	1.590	0.702	0.288	0.846	0.600	0.426	0.348
	SW		5.892	4.392	3.936	0.984	0.204	1.896	0.786	0.348	0.786	0.672	0.762	0.390
不規則波	全向		5.568	4.650	2.832	1.422	0.222	1.932	0.780	0.432	0.882	0.588	0.534	0.324
	WNW		5.406	4.062	3.810	1.308	0.162	2.868	1.152	0.612	0.996	0.714	0.660	0.438
	W		5.136	5.982	2.700	2.208	0.342	1.638	0.834	0.588	0.984	0.594	0.612	0.438
	WSW		5.826	4.536	1.932	1.236	0.180	1.734	0.822	0.318	0.846	0.684	0.552	0.378
規則波	SW		5.778	4.662	4.002	0.864	0.192	2.382	1.086	0.402	0.972	0.798	0.864	0.546
	全向		5.538	4.812	3.108	1.404	0.216	2.154	0.972	0.480	0.948	0.696	0.672	0.450

表 24 改善佈置(1)各水域波高比平均值分佈表

波浪條件	區域	KD 值											
		外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁航道	內航道入口	迴船池	8 號碼頭	8A 碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭
規則波	最大值	0.982	0.985	0.656	0.351	0.046	0.459	0.159	0.110	0.192	0.112	0.127	0.065
	平均值	0.928	0.775	0.472	0.237	0.037	0.322	0.130	0.072	0.147	0.098	0.089	0.054
	最小值	0.888	0.679	0.259	0.164	0.033	0.247	0.112	0.048	0.125	0.079	0.071	0.043
不規則波	最大值	0.971	0.997	0.667	0.368	0.057	0.478	0.192	0.102	0.166	0.133	0.144	0.091
	平均值	0.923	0.802	0.518	0.234	0.036	0.359	0.162	0.080	0.158	0.116	0.112	0.075
	最小值	0.856	0.677	0.322	0.144	0.027	0.273	0.137	0.053	0.141	0.099	0.092	0.063

表 25 改善佈置(1)各區域波高平均值分佈表

單位：公尺

波浪條件	區域		外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁航道	內航道入口	迴船池	8 號碼頭	8A 碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭
	波高	值												
規則波	最大值		5.892	5.910	3.936	2.106	0.276	2.754	0.954	0.660	1.152	0.672	0.762	0.390
	平均值		5.568	4.650	2.832	1.422	0.222	1.932	0.780	0.432	0.882	0.588	0.534	0.324
	最小值		5.328	4.074	1.554	0.984	0.198	1.482	0.672	0.288	0.750	0.474	0.426	0.258
不規則波	最大值		5.826	5.982	4.002	2.208	0.342	2.868	1.152	0.612	0.996	0.798	0.864	0.546
	平均值		5.538	4.812	3.108	1.404	0.216	2.154	0.972	0.480	0.948	0.696	0.672	0.450
	最小值		5.136	4.062	1.932	0.864	0.162	1.638	0.822	0.318	0.846	0.594	0.552	0.378

表 26 改善佈置(2)各水區域波高比平均值

波浪條件	區域	KD 波向值	外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁航道	內航道入口	迴船池	8號碼頭	8A碼頭	9號碼頭	29號碼頭	30-32號碼頭
			入口											
規則波	WNW		0.925	0.685	0.604	0.231	0.030	0.454	0.157	0.101	0.177	0.105	0.078	0.055
	W		0.908	0.970	0.416	0.326	0.046	0.262	0.122	0.068	0.116	0.079	0.092	0.054
	WSW		0.881	0.736	0.273	0.173	0.029	0.257	0.111	0.047	0.147	0.097	0.079	0.051
	SW		1.009	0.703	0.573	0.163	0.031	0.332	0.131	0.059	0.128	0.106	0.102	0.065
不規則波	全向		0.931	0.774	0.466	0.223	0.034	0.326	0.130	0.069	0.142	0.097	0.088	0.056
	WNW		0.892	0.680	0.639	0.223	0.028	0.479	0.185	0.102	0.165	0.119	0.114	0.071
	W		0.860	0.996	0.470	0.345	0.062	0.293	0.155	0.090	0.150	0.114	0.110	0.077
	WSW		0.943	0.748	0.331	0.151	0.032	0.285	0.141	0.065	0.134	0.113	0.100	0.061
不規則波	SW		0.985	0.809	0.594	0.170	0.031	0.381	0.173	0.079	0.149	0.124	0.132	0.096
	全向		0.920	0.808	0.508	0.222	0.038	0.359	0.163	0.084	0.150	0.117	0.114	0.076

表 27 改善佈置(2)各水域波高平均值

單位：公尺

波浪條件	區域		外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁航道	內航道入口	迴船池	8 號碼頭	8A 碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭
	波向	波高												
規則波	W	WNW	5.550	4.110	3.624	1.386	0.180	2.724	0.942	0.606	1.062	0.630	0.468	0.330
		W	5.448	5.820	2.496	1.956	0.276	1.572	0.732	0.408	0.696	0.474	0.552	0.324
		WSW	5.286	4.416	1.638	1.038	0.174	1.542	0.666	0.282	0.882	0.582	0.474	0.306
		SW	6.054	4.218	3.438	0.978	0.186	1.992	0.786	0.354	0.768	0.636	0.612	0.390
不規則波	W	全向	5.586	4.644	2.796	1.338	0.204	1.956	0.780	0.414	0.852	0.582	0.528	0.336
		WNW	5.352	4.080	3.834	1.338	0.168	2.874	1.110	0.612	0.990	0.714	0.684	0.426
		W	5.160	5.976	2.820	2.070	0.372	1.758	0.930	0.540	0.900	0.687	0.660	0.462
		WSW	5.658	4.488	1.986	0.906	0.192	1.710	0.846	0.390	0.804	0.678	0.600	0.366
規則波	W	SW	5.910	4.854	3.564	1.020	0.186	2.286	1.038	0.474	0.894	0.744	0.792	0.576
		全向	5.520	4.848	3.048	1.332	0.228	2.154	0.978	0.504	0.900	0.702	0.684	0.456

表 28 改善佈置(2)各水域波高比平均值分佈表

波 浪 條 件	區域 KD 值	外航道	外航道 入 口	內航道	漁港口	漁 航 道	內航道 入 口	迴船池	8 號 碼頭	8A 碼頭	9 號 碼頭	29 號 碼頭	30-32 號 碼 頭
		規 則 波	最大值	1.009	0.970	0.604	0.326	0.046	0.454	0.157	0.101	0.177	0.106
	平均值	0.931	0.774	0.466	0.223	0.034	0.326	0.130	0.069	0.142	0.097	0.088	0.056
	最小值	0.881	0.685	0.273	0.163	0.029	0.257	0.111	0.047	0.116	0.079	0.078	0.051
不 規 則 波	最大值	0.985	0.996	0.639	0.345	0.062	0.479	0.185	0.102	0.165	0.124	0.132	0.096
	平均值	0.920	0.808	0.508	0.222	0.038	0.359	0.163	0.084	0.150	0.117	0.114	0.076
	最小值	0.860	0.680	0.331	0.151	0.028	0.285	0.141	0.065	0.134	0.113	0.100	0.061

表 29 改善佈置(2)各水域波高平均值分佈表

單位：公尺

波浪條件	區域	外航道	外航道入口	內航道	漁港口	漁航道	內航道入口	迴船池	8 號碼頭	8A 碼頭	9 號碼頭	29 號碼頭	30-32 號碼頭
		波高值	波高值										
規則波	最大值	6.054	5.820	3.624	1.956	0.276	2.724	0.942	0.606	1.062	0.636	0.612	0.390
	平均值	5.586	4.644	2.796	1.338	0.204	1.956	0.780	0.414	0.852	0.582	0.528	0.336
	最小值	5.286	4.110	1.638	0.978	0.174	1.542	0.666	0.282	0.696	0.474	0.468	0.306
不規則波	最大值	5.910	5.976	3.834	2.070	0.372	2.874	1.110	0.612	0.990	0.744	0.792	0.576
	平均值	5.520	4.848	3.048	1.332	0.228	2.154	0.978	0.504	0.900	0.702	0.684	0.456
	最小值	5.160	4.080	1.986	0.906	0.168	0.710	0.846	0.390	0.804	0.678	0.600	0.366

## 第五章 結論

本試驗經由方案選擇與改善方案試驗比較，可獲得以下各點結論：

- (1) 經由規則波和不規則波試驗，以 4 個波浪入射方向與 3 組不同波浪條件，針對原方案佈置和 7 種不同佈置方案，對整個港池水域的遮蔽效應做比較分析，由分成 15 個水域的全港池比較獲知，7 種擴建佈置遮蔽效應皆較原方案佈置稍差。經由各水域依其對船舶航行與泊靠的重要性，對各水域加入權重評比，再由 7 種擴建佈置比較得到，北防波堤延建 480 公尺，南外防波堤拆除 93 公尺，南內堤拆除 50 公尺佈置，導浪增加港池波動的影響最小又能滿足 4,000TEU 貨櫃的安全進港所需港池佈置條件。故方案 7 北防波堤延建 480 公尺消波式防波堤，南外堤拆除 93 公尺，南內堤拆除 50 公尺為定案佈置。
- (2) 在四個方向和全方向考量，二種改善佈置和定案佈置之比較獲知，二種改善佈置由全水域整體比較消能效果相近。其中在外航道附近與定案佈置遮蔽效果相似，整個內港泊地水域二種改善佈置皆可達減低 2 成左右之波能，漁港港池約可消減 3 至 4 成的波能。由各水域波高比值比較發現，如以 8A 碼頭和漁港為比較基礎，再輔以其他水域的消能效果並考慮消波結構物附近船舶航行困難度比較，改善佈置 2 稍優於改善佈置 1。

# 台中港港口第二期擴建工程漂沙動床水工模型試驗

## 目 錄

圖目錄.....	I
表目錄.....	IV
第一章 前言.....	2-1
第二章 試驗條件.....	2-2
2-1 試驗設備.....	2-2
2-2 試驗比例尺.....	2-2
2-3 波浪條件.....	2+4
2-4 漂沙移動時間.....	2-6
2-5 試驗步驟.....	2-7
第三章 預備試驗.....	2-8
3-1 試驗原則.....	2-8
3-2 試驗結果.....	2-9
3-3 結語.....	2-10
第四章 主配置方案試驗.....	2-24
第五章 結論.....	2-38
參考文獻	

## 圖目錄

- 圖 3-1 台中港試驗模型示意圖
- 圖 3-2 民國 69 年~72 年，現場地形變化比較
- 圖 3-3 預備試驗方案 A，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 60^{\text{min}}$  地形變化比較
- 圖 3-4 預備試驗方案 A，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 90^{\text{min}}$  地形變化比較
- 圖 3-5 預備試驗方案 A，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 135^{\text{min}}$  地形變化比較
- 圖 3-6 預備試驗方案 A，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 180^{\text{min}}$  地形變化比較
- 圖 3-7 民國 69 年~79 年，現場地形變化比較
- 圖 3-8 預備試驗方案 B，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 90^{\text{min}}$  地形變化比較
- 圖 3-9 預備試驗方案 B，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 180^{\text{min}}$  地形變化比較
- 圖 3-10 預備試驗方案 B，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 270^{\text{min}}$  地形變化比較
- 圖 3-11 預備試驗方案 B，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 360^{\text{min}}$  地形變化比較
- 圖 3-12 預備試驗方案 B，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 450^{\text{min}}$  地形變化比較
- 圖 4-1 南防波堤南側區域，主配置試驗第一年地形變化比較
- 圖 4-2 南防波堤南側區域，主配置試驗第二年地形變化比較
- 圖 4-3 南防波堤南側區域，主配置試驗第三年地形變化比較
- 圖 4-4 南防波堤南側區域，主配置試驗第四年地形變化比較
- 圖 4-5 南防波堤南側區域，主配置試驗第五年地形變化比較
- 圖 4-6 南防波堤南側區域，主配置試驗第六年地形變化比較
- 圖 4-7 北防波堤北側區域，主配置試驗第一年地形變化比較
- 圖 4-8 北防波堤北側區域，主配置試驗第二年地形變化比較

圖 4-9 北防波堤北側區域，主配置試驗第三年地形變化比較

圖 4-10 北防波堤北側區域，主配置試驗第四年地形變化比較

圖 4-11 北防波堤北側區域，主配置試驗第五年地形變化比較

圖 4-12 北防波堤北側區域，主配置試驗第六年地形變化比較

## 表 目 錄

- 表 2-1 漂沙動床模型相似律之比較
- 表 2-2 颱風波浪推算之最大示性波高
- 表 2-3 現場與模型各物理量尺寸
- 表 3-1 預備試驗方案

# 台中港港口第二期擴建工程漂沙動床水工模型試驗

## 第一章 前言

台中港為因應 3,000~4,000TEU 級貨櫃輪及 12.5 萬載重噸級散貨輪能由第一港口安全進泊，因此委託本所進行「台中港港口第二期擴建規劃」計畫。其中「環境影響說明書」之工作項目，須預測因本案工程計畫之施工可能導致之環境影響，故辦理漂沙動床水工模型試驗，針對本案工程對鄰近海岸地形變遷之影響，進行評估及研擬侵淤防制對策。

本研究主要針對台中港現有北防波堤再延伸 480 公尺後，進行漂沙動床水工試驗，試驗的工作項目包括：

### 一、預備試驗

根據以往現場地形資料，以選擇之波浪條件與考慮加沙量情況，配合現場地形重現狀態，決定試驗漂沙移動時間。

### 二、主配置方案試驗

依據預備試驗結果，進行台中港北防波堤延伸之配置方案試驗，俾瞭解其對鄰近海岸地形影響情況，研提防治對策。

### 三、改善配置方案試驗

根據主配置試驗結果，研擬可能防蝕對策，進行改善配置之試驗，以決定最佳配置方案。

本報告即分別依試驗條件、預備試驗、主配置試驗、改善配試驗及結論等，詳述如后。

## 第二章 試驗條件

本章為有關試驗設備，試驗比例尺，試驗潮位、波浪的選擇，試驗中加沙量的決定以及整個試驗過程的描述，以作為未來各種配置方案試驗的架構基礎。

### 2-1 試驗設備

本試驗於港灣技術研究所第二試驗場棚進行，其相關設備與量測儀器說明如下。

- 一、試驗水池：長 62m，寬 57m，深 1m，池內有潮汐控制系統。
- 二、不規則造波機：本造波機係加拿大 DAVIS 公司出品之油壓推移式不規則造波機，其由四個獨立造波模組組成。可利用電腦傳送數位訊號至控制器，再傳送至各造波機模組，其可模擬規則波及多種波譜型態之不規則波。
- 三、容量型波高計及資料擷取處理系統：波高計用於量測水位變化，透過資料擷取處理系統，波高計感應之波浪條件，經 PC 分析後，選擇及修正需要的試驗波浪。

### 2-2 試驗比例尺

#### 一、模型比例尺

本試驗現場範圍北起大甲溪口，南至大肚北岸附近，為考慮試驗水池周邊反射之有效面積容量以及方便比較民國 62 年台中港所作之漂沙試驗結果。本試驗中選取模型比例尺，水平比尺為 1/500，垂直比尺為 1/100。

#### 二、試驗波浪比例尺

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。由於現場漂沙運移機制影響

因素甚多，因此，往昔學者專家的研究成果莫衷一是，此情況如下表 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 等人 (1960)	浪與流作用下底質運動條件相似	$\mu^{1/2}$	$\mu$
Valembois (1960)	懸浮質運動相似	$\mu^{1/2}$	$\mu^{4/5}$
Yalin(1963)	因次分析	$\mu^{1/2}$	$\mu$
Fan 等人(1969)	底質運動條件相似	$\mu^{1/2}$	$\mu$
Noda(1972)	底質運動條件相似	$\mu^{1/2}$	$\mu$
Dalrymple 等人 (1976)	考慮 $u/\omega$ 相似性	$\mu^{1/2}$	$\mu$
樁木(1982)	考慮 $H/\omega T$ 相似性	$\mu^{1/2}$	$\mu$
許泰文等人 (1985)	碎波帶內漂沙現象及地形變化性質相似	$N_r^{1/2} \cdot N_{D50}^{1/6} \cdot \mu^{1/5} \cdot \lambda^{2/15}$	$N_T^2$

註：1.  $N_T$ ：波浪週期比尺； $N_H$ ：波高比尺

2.  $\mu$ ：垂直比尺； $\lambda$ ：水平比尺； $r$ ：底沙之比重

$D_{50}$ ：50%之沙粒徑

依據上述學者之結果及本所往昔從事漂沙試驗之經驗，當現場地形坡度較陡或地形變化較劇烈時，應用許泰文等人之結果可獲致較佳之試驗結果；若現場地形坡度較平緩或地形變化較緩慢時，則模型相似律採用  $N_T = \mu^{1/2}$ ，

$N_H = \mu$  者較適當。而台中港附近地形係屬於後者型態，因此，本試驗中之波浪比例尺採用週期比尺  $N_T = \mu^{1/2} = 1/10$ ，波高比尺  $N_H = \mu = 1/100$  的相似律。

### 三、潮汐比尺

根據相似律關係，潮汐比尺採用  $N_{tid} = \lambda / \sqrt{\mu}$ ，由上列之比尺， $N_{tid} = 1/50$ 。

## 2-3 波浪條件

### 一、潮位

根據台中港過去測得之潮汐觀測資料，統計分析所得之設計潮位如下：

M.H.W.O.S.T : +4.91m

M.H.W.L : +4.42m

M.W.L : +2.65m

M.L.W.L : +0.88m

M.L.W.O.S.T : +0.32m

本試驗中採用 M.H.W.L. ~ M.L.W.L. (即 +4.42m ~ +0.88m) 作為波浪潮汐變化水位。

### 二、試驗波浪

由民國 62 年「台中港模型試驗研究」報告中得知，其漂沙試驗之波浪條件採用颱風波浪條件，為方便比較起見，本試驗中之試驗波浪亦採用颱風波浪。

根據本所「台中港漂沙防制與新生地開發」研究報告(1994)之颱風波浪統計分析，如下表 2-2 所示。

表 2-2 颱風波浪推算之最大示性波高

重現期(年)	10		20		30	
極端值分析法	Gumbel	Weibull	Gumbel	Weibull	Gumbel	Weibull
波浪推算法						
實用法	7.43	7.88	8.28	8.66	9.37	9.69
湯麟武法	8.89	9.58	9.81	10.45	11.00	11.57
井島法	8.15	8.94	9.21	9.94	10.58	11.24

本試驗中採用 10 年重現期之颱風波浪，由上表中可知，其最小值為 7.43m，平均值為 8.48m，最大值為 9.58m，又依統計分析求得  $H_{\max}/H_{1/3}=1.61$ ，因此其最小、平均及最大之  $H_{1/3}$  分別為 4.61m、5.27m 及 5.95m。再依據以往之颱風資料及分析結果，試驗中之波浪週期採用 11.5~12.5sec。

依據上述模型比尺與試驗波浪之選擇，表 2-3 為現場與模型之各種物理量。

表 2-3 現場與模型各物理量尺寸

	比尺	現場尺寸	模型尺寸
水平比尺	1/500		
垂直比尺	1/100		
潮位	1/100	+4.42m~+0.88m	+4.42cm~+0.88cm
波高	1/100	4.61m~5.95m	4.61cm~5.95cm
週期	1/10	11.5sec~12.5sec	1.15sec~1.25sec
潮汐週期	1/50	12.42hr	14.9min

#### 2-4 漂沙移動時間

台中港沿岸漂沙來源主要有北部的大甲溪及南部之大肚溪，依據水資會民國 76 年水文年報，大甲溪歷年平均輸沙量約  $1.78 \times 10^6 \text{m}^3$ ，大肚溪則有  $3.19 \times 10^6 \text{m}^3$ ，故知該海域之漂沙活動極為活躍。因此，從事本漂沙試驗時，須決定試驗之漂沙移動時間。

應用輸沙連續方程式，可獲得下列之漂沙移動時間比尺為：

$$N_t = N_{hb} \cdot N_B \cdot N_x \cdot N_q^{-1}$$

上式中  $N_t$  為輸沙時間比尺， $N_{hb}$  為底床厚度比尺， $N_B, N_x$  分別為寬度及長度比尺， $N_q$  則為沿岸輸沙率比尺。又因  $N_{hb} = N_D$ ， $N_B = N_x = \lambda$ ，其  $N_D$  為底質粒徑比尺，上式可改寫為：

$$N_t = N_D \cdot \lambda^2 \cdot N_q^{-1}$$

當現場與試驗之底質粒徑及沿岸輸沙率可獲知時，則試驗之漂沙移動時間即可依上式求得。

## 2-5 試驗步驟

- 一、於模型鋪設前先行檢驗試驗波高、週期，由於造波時間長，波浪經地形反射結果，入射波高可能受影響而改變，因此於試驗中每隔 5 分鐘取其 1 分鐘造波資料分析，以 H 及 T 調整修正入射波高與週期。
- 二、鋪設各種試驗配置相對應之現場地形，作為模型試驗之初期地形。
- 三、於模型鋪設完畢後，先行造波 5 分鐘，讓地形勻稱，再以水準儀量測地形變化視為造波前之初期地形，爾後再依試驗條件造波，並於各時段中量測地形變化情況，量測時則將試驗水池之水放掉，避免標桿之沉陷以減低量測誤差。
- 四、於造波中之適當時間量測地形變化，予與現場之地形作一比較。

### 第三章 預備試驗

預備試驗係以各種波浪條件及考慮加沙量之漂沙移動情況，比較試驗地形與現場地形變化的吻合程度，尋求試驗中地形的重現時間，以作為後續試驗預測地形變遷的依據。有關試驗過程及結果分析詳述如下。

#### 3-1 試驗原則

##### 一、地形條件

由於台中港於民國 80 年以後首度延伸北防波堤 850 公尺，為考量波浪反射作用較大，因此，本試驗採用 69 年～79 年間之現場地形資料作為預備試驗之依據。首先，分析比較 69 年～72 年之試驗重現時間；依此結果，再分析比較 69 年～79 年較長時間之地形變化的吻合程度。

##### 二、波浪條件

依據前章之試驗波浪分析結果，試驗中分別以  $H_{1/3}=4.61\text{m}$ ， $T_{1/3}=11.5\text{sec}$  與  $H_{1/3}=5.27\text{m}$ ， $T_{1/3}=12.0\text{sec}$  及  $H_{1/3}=5.95\text{m}$ ， $T_{1/3}=12.5\text{sec}$  等三種條件搭配為試驗波浪條件，每種波浪條件分別依序造波 15 分鐘。其波浪方向則採用 62 年之台中港模型試驗研究報告中優勢波向  $N15^\circ E$ 。

##### 三、加沙量

理論上，應用前章之漂沙移動時間推導公式，即可獲知試驗之重現時間。但由於現場沿岸輸沙率，試驗底質及不等比縮尺效應等複雜因素的影響，一般而言，於預備試驗中仍應採用各種不同的加沙量方式，取地形變化的重現。本試驗中的加沙量係採用 62 年台中港  $N15^\circ E$  的試驗結果，即是最初 30 分鐘內，每分鐘加沙 4 公升，以後每分鐘 2 公升。

加沙地點位於大甲溪口附近，意即模擬大甲溪之漂沙量。

### 3-2 試驗結果

根據前述之試驗原則，進行預備試驗，其試驗模型之製作如圖 3-1 所示，其中北防波堤則為未延伸情況(圖中已延伸部係未來相關試驗之示意圖)，本項試驗係以下表 3-1 兩種方式進行。

表 3-1 預備試驗方案

試驗方案	現場地形比較時間	試驗累積時間
A	民國 69 年~72 年	180 分鐘
B	民國 69 年~79 年	450 分鐘

由於優勢的波浪方向為  $N15^{\circ}E$ ，大甲溪南下之漂沙受北防波堤之阻隔而呈現大量堆積現象，而南防波堤以南區域，則因水深關係侵淤變化現象較不顯著。因此，選擇北防波堤至北沙堤間之區域，比較現場與試驗地侵淤之變化情況。

#### 一、試驗方案 A 之結果

本試驗方案係尋求 69 年~72 年之現場地形變化的重現時間，圖 3-2 為 69 年~72 年間的現場地形變化情況，圖中橫座標斷面與圖 3-1 中者相同，為方便地形變化之判斷，僅取  $\pm 0m$ ， $-5m$ ， $-10m$ ， $-15m$ ，及  $-20m$  等地形等深線作一分析比較。圖中實線為 69 年之地形等深線，虛線則為 72 年之等深線，對相同之等深線而言，向圖中上方前進係表示地形淤積情況；反之，向下方後退則為地形受侵蝕狀況。由各等深線之比較得知，因優勢波浪方向及受大甲溪漂沙影響，本區域地形大都屬於淤積情況。

圖 3-3~圖 3-6 為各累積時段試驗地形的比較結果，圖中符號及等深線代表意義與上圖 3-2 者相同，其初期地形係依照 69 年之現場地形製作之試驗模型。由於試驗底質顆粒無法按照試驗比尺縮小以及受不等比縮尺效應影響，因此，試驗地形之變化比較僅能以定性化的巨觀方式分析判斷。由各圖之地形侵淤變化趨勢分析，當造波時間累積至 135 分鐘(如圖 3-5)時，其變化結果與圖 3-2 之現場地形變化較符合。將此段累積時間換算，即表示試驗時間 45 分鐘相當於可重現現場地形變化一年的時間。

## 二、試驗方案 B 之結果

本試驗方案係以較長之現場地形變化時間，驗證上述之試驗重現時間。圖 3-7 為 69 年~79 年之現場地形變化情況，由於大甲溪南下漂沙之影響，各等深線皆有更明顯的淤積情況。

圖 3-8~圖 3-12 則為本次試驗各累積時段之比較結果，其中，初期地形依照 69 年的現場地形鋪設之試驗模型。由各圖中之結果顯示，雖然各等深線之變化情況不若現場地形之顯著，但當造波時間累積至 450 分鐘(如圖 3-12 所示)，其整體的侵淤變化現象大致符合圖 3-7 之現場地形變化情況。

針對上述兩種預備試驗方案的比較結果，試驗造波 45 分鐘的時間，相當於現場地形變化一年的時間，此試驗結果與 62 年台中港的漂沙試驗重現時間很接近。

### 3-3 結語

選擇適當的試驗條件與加沙量，用不同的現場地形變化時段，以比較分析地形重現時間的試驗過程已如前述，綜觀上述試驗結果，茲歸納預備試驗部份之結果如下：

- 一、以  $N15^{\circ}E$  波向為波浪優勢方向，試驗波浪條件之波高為  $4.61m \sim 5.95m$ ，週期為  $11.5sec \sim 12.5sec$ 。
- 二、於上述波浪作用下，模型試驗 45 分鐘的地形變化，可重現現場地形變化一年的時間。

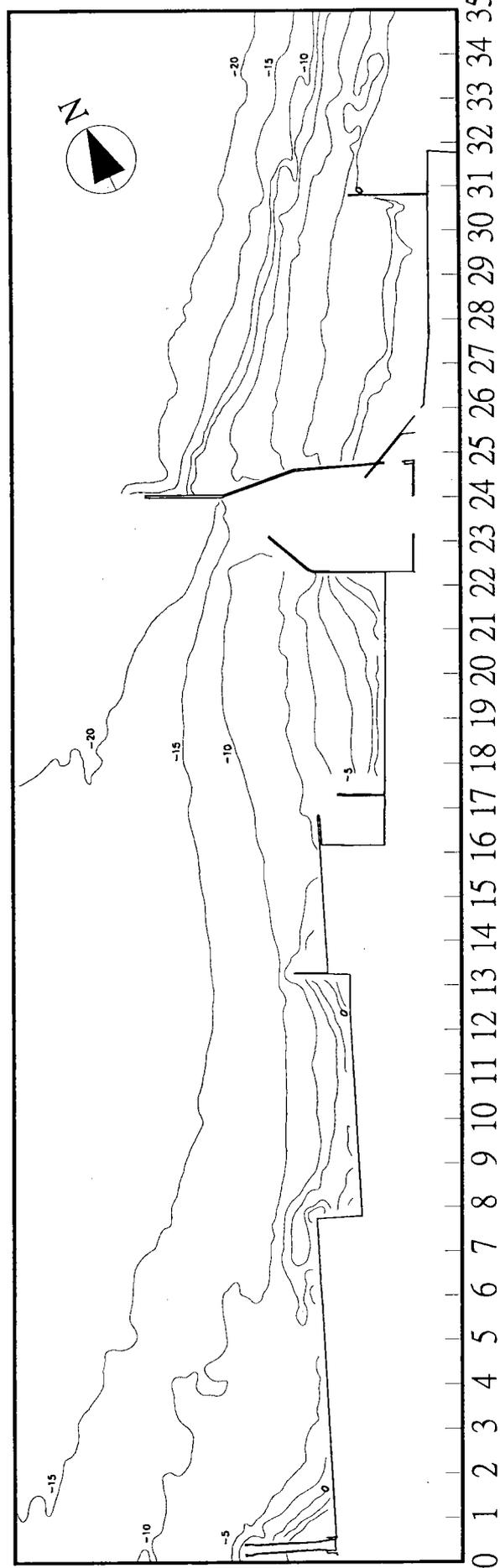


圖 3-1 台中港試驗模型示意圖

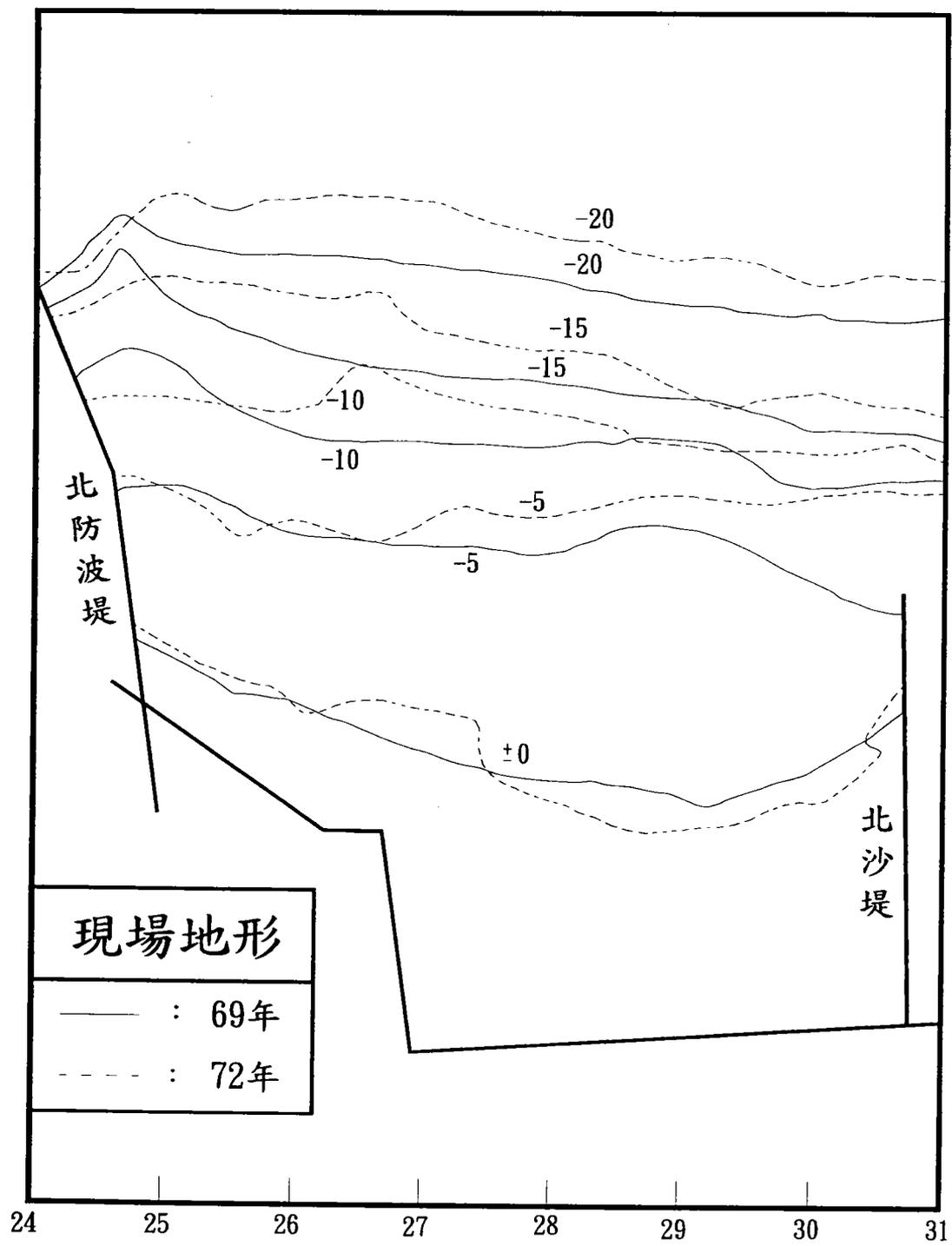


圖 3-2 民國 69 年~72 年，現場地形變化比較

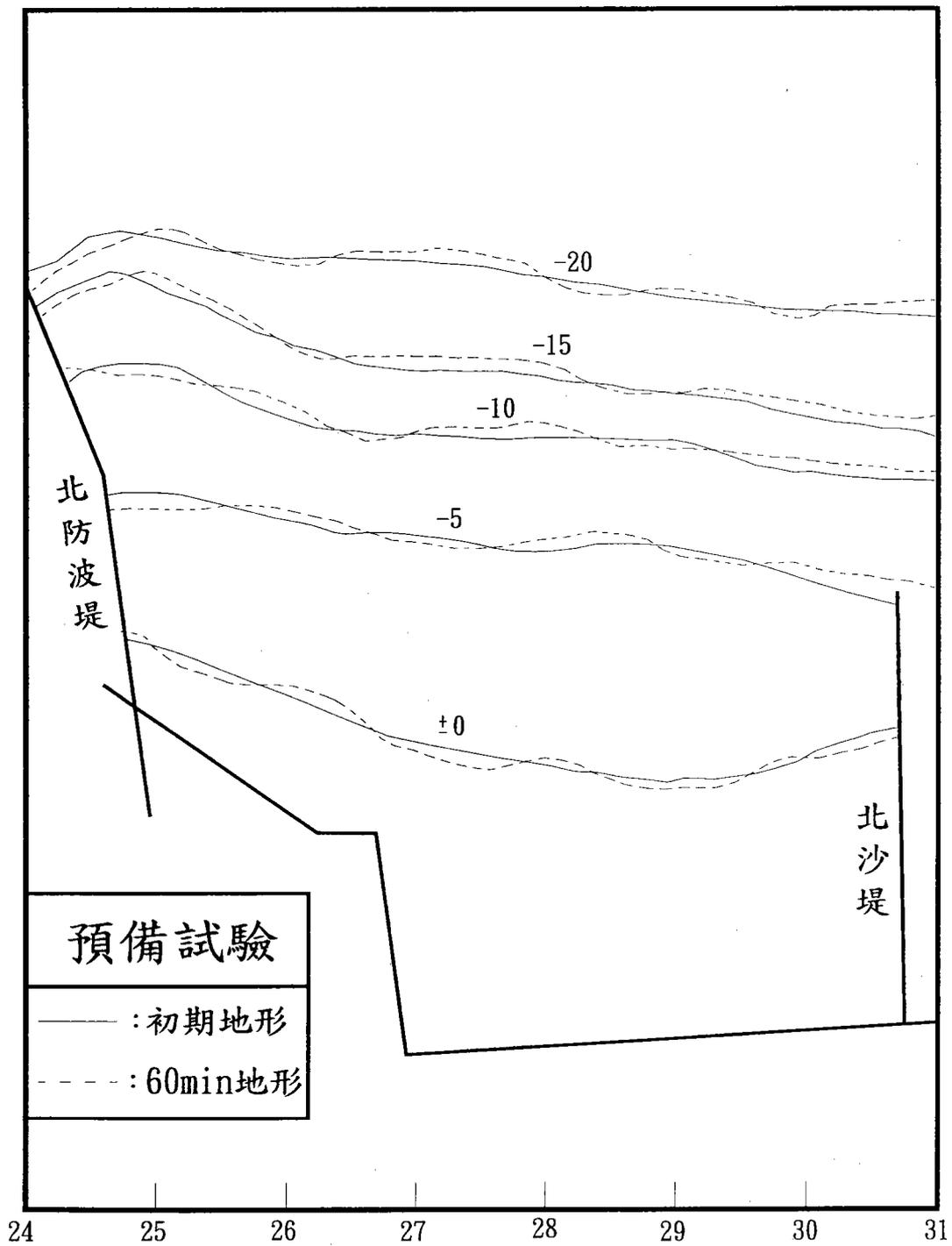


圖 3-3 預備試驗方案 A，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 60^{\text{min}}$  地形變化比較

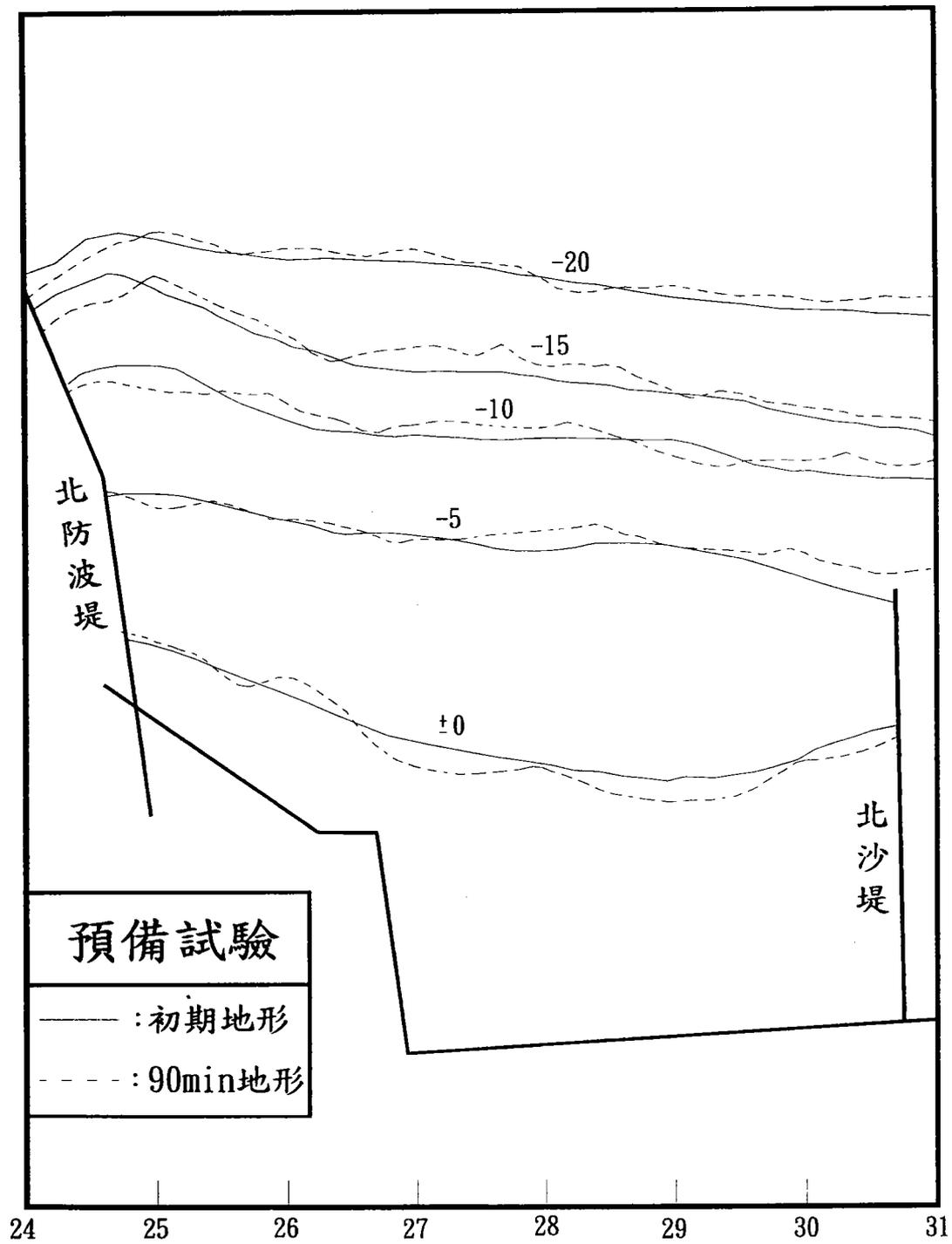


圖 3-4 預備試驗方案 A，模型試驗 0<sup>min</sup>~90<sup>min</sup> 地形變化比較

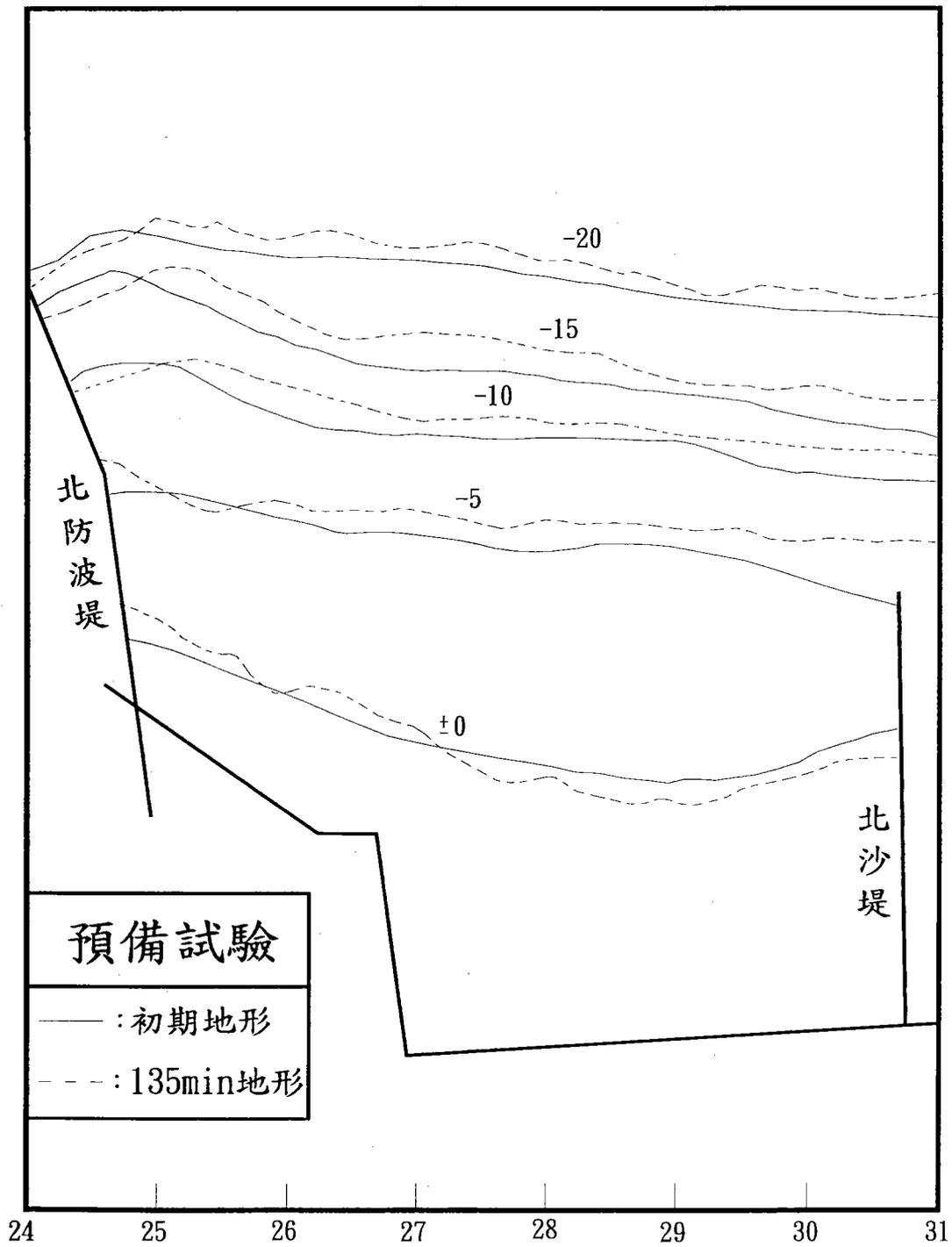


圖 3-5 預備試驗方案 A，模型試驗 0<sup>min</sup>~135<sup>min</sup> 地形變化比較

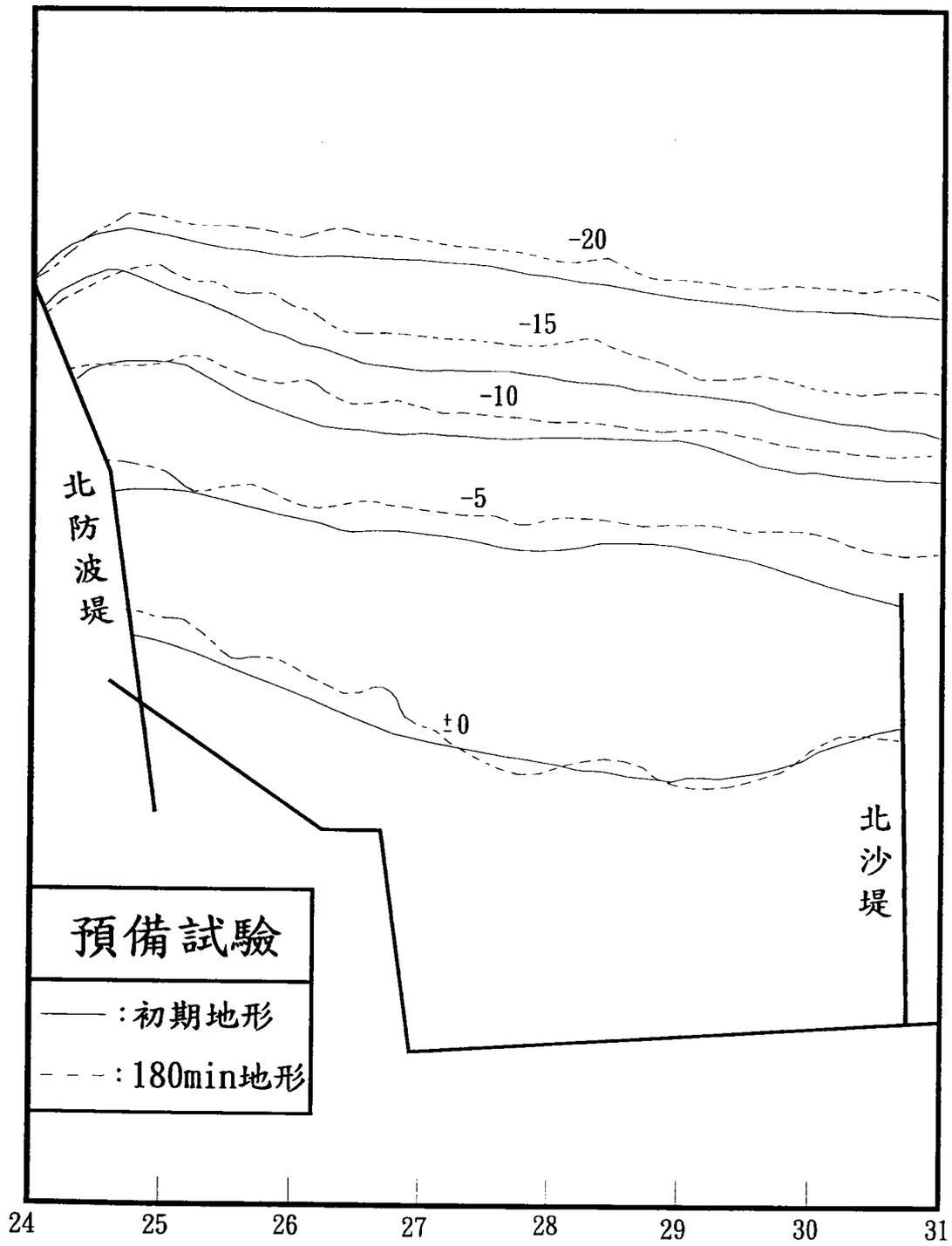


圖 3-6 預備試驗方案 A，模型試驗 0<sup>min</sup>~180<sup>min</sup> 地形變化比較

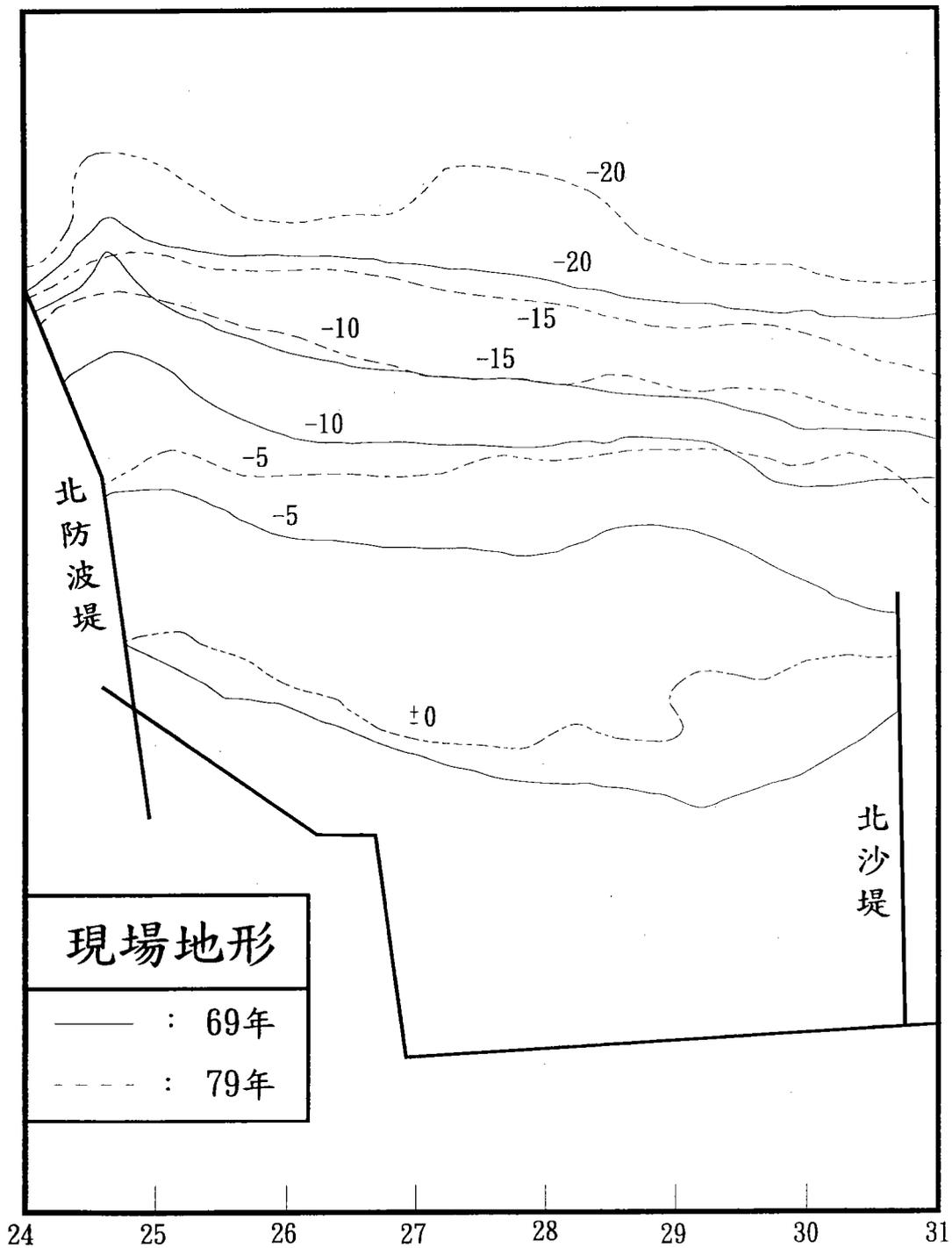


圖 3-7 民國 69 年~79 年，現場地形變化比較

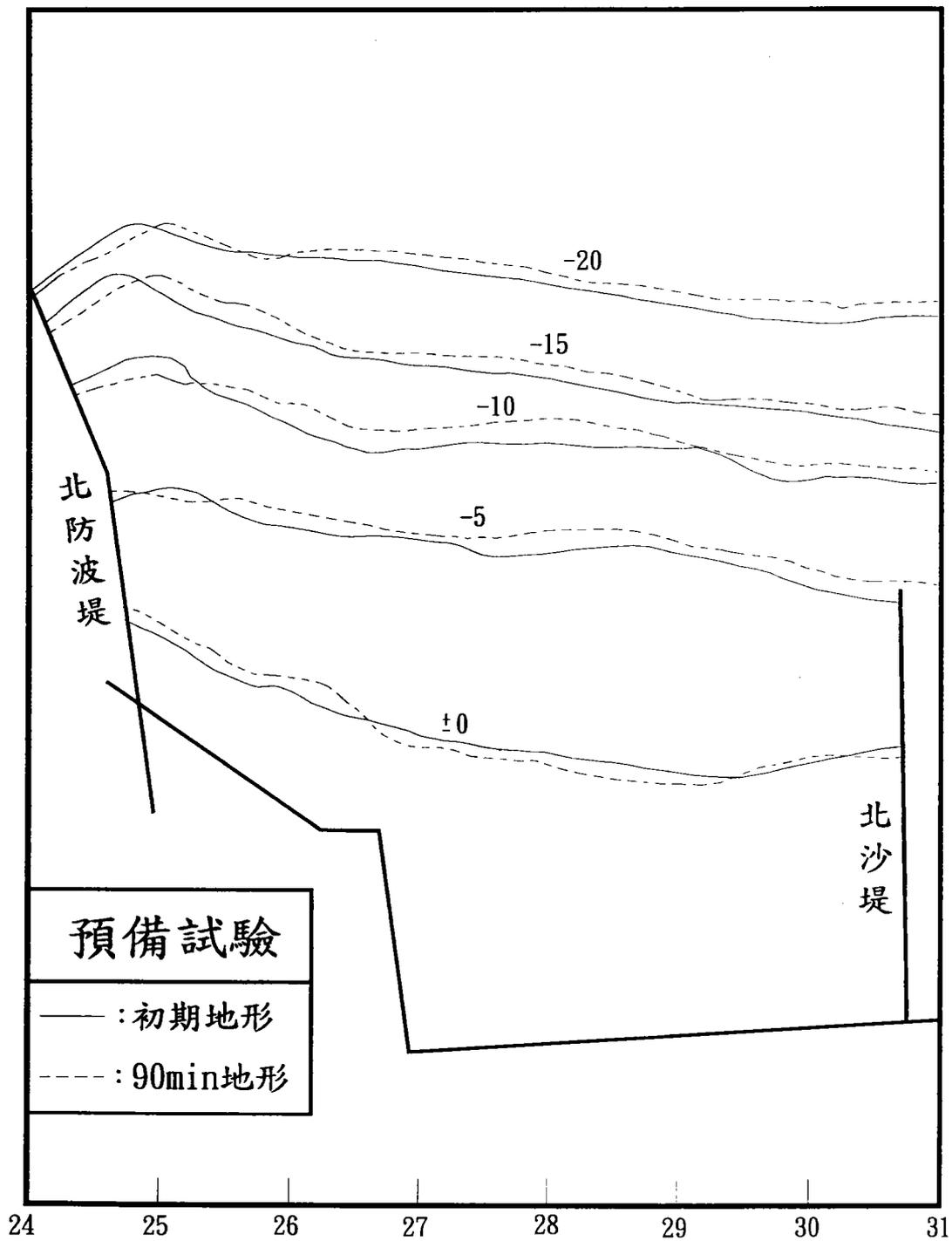


圖 3-8 預備試驗方案 B，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 90^{\text{min}}$  地形變化比較

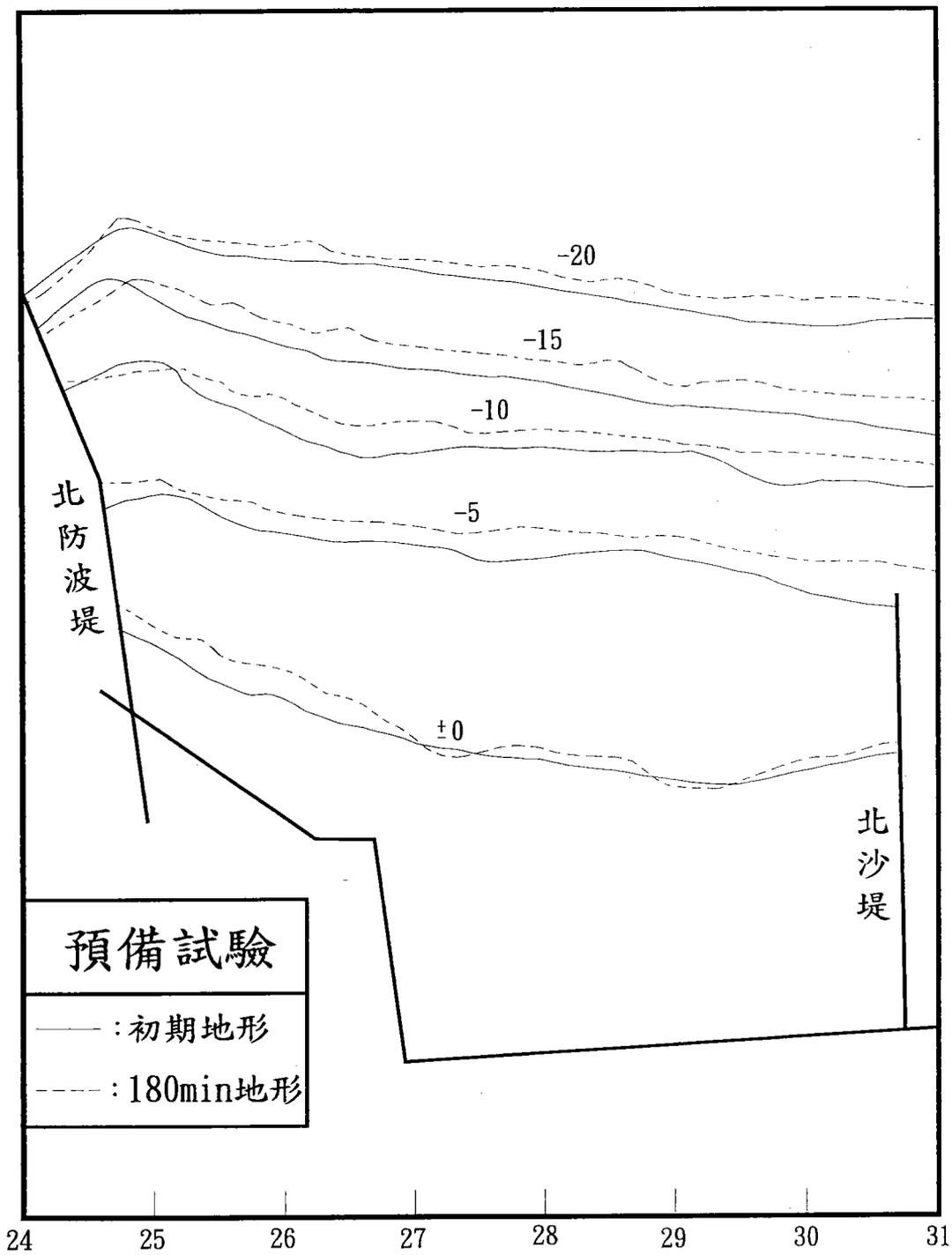


圖 3-9 預備試驗方案 B，模型試驗 0<sup>min</sup>~180<sup>min</sup> 地形變化比較

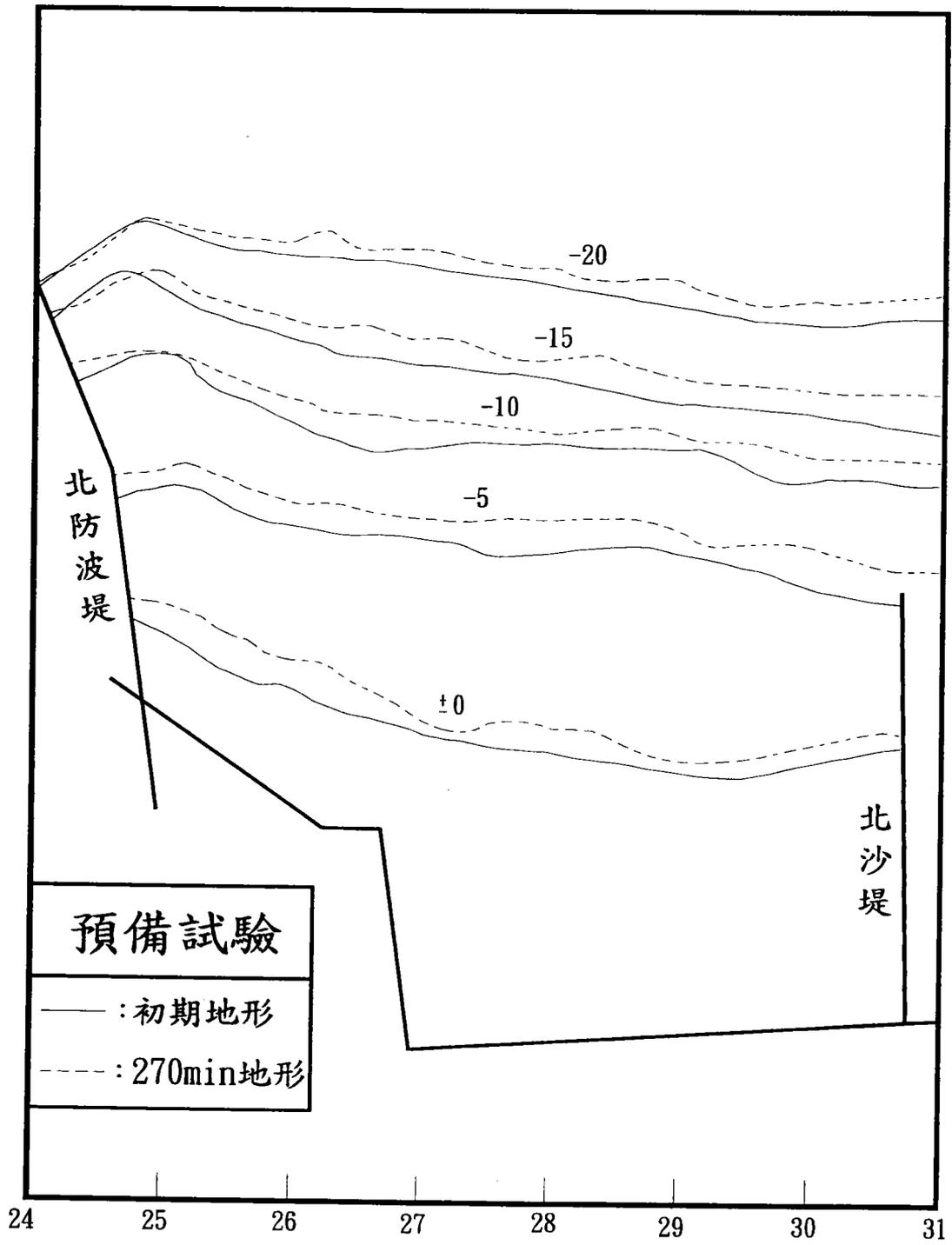


圖 3-10 預備試驗方案 B，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 270^{\text{min}}$  地形變化比較

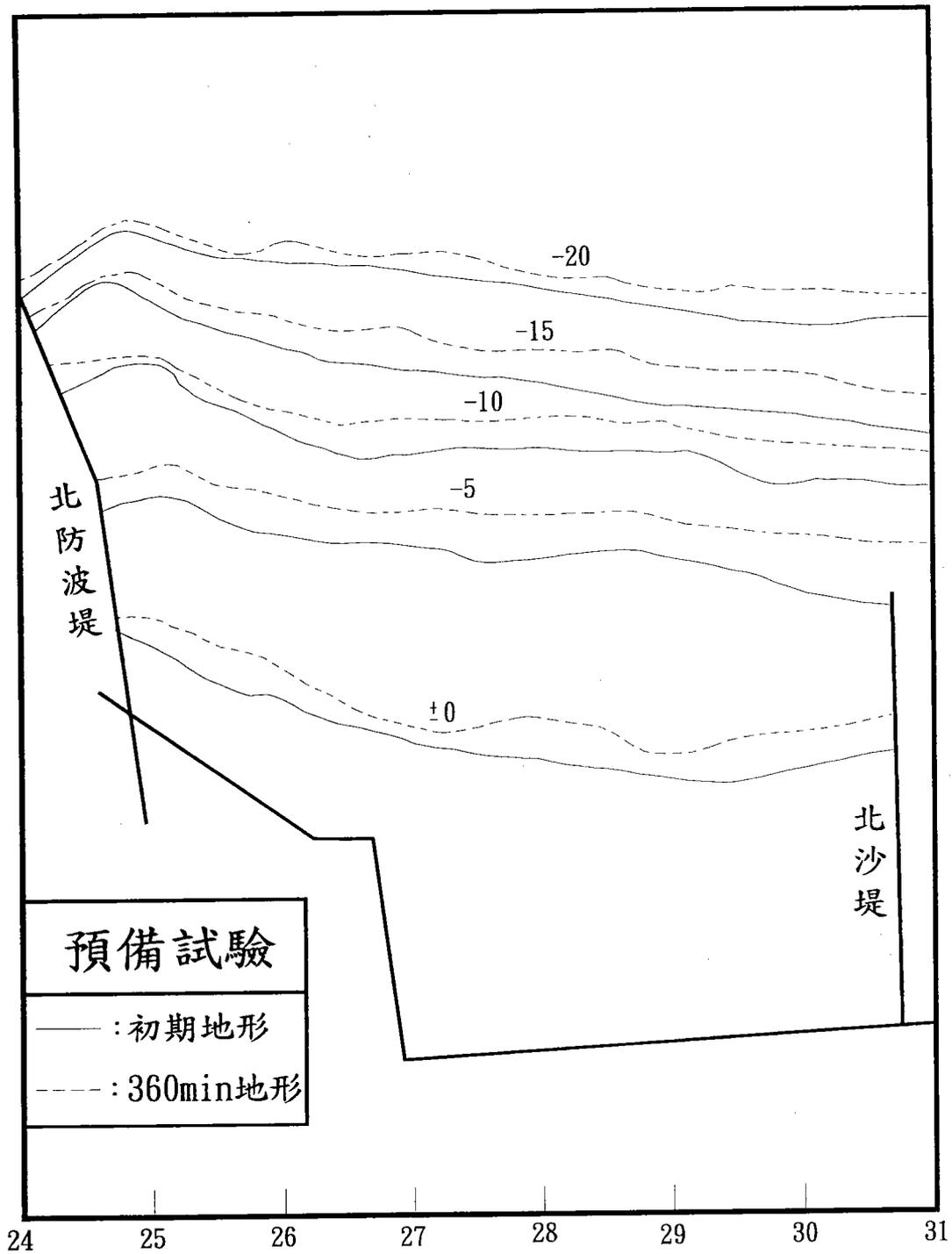


圖 3-11 預備試驗方案 B，模型試驗 0<sup>min</sup>~360<sup>min</sup> 地形變化比較

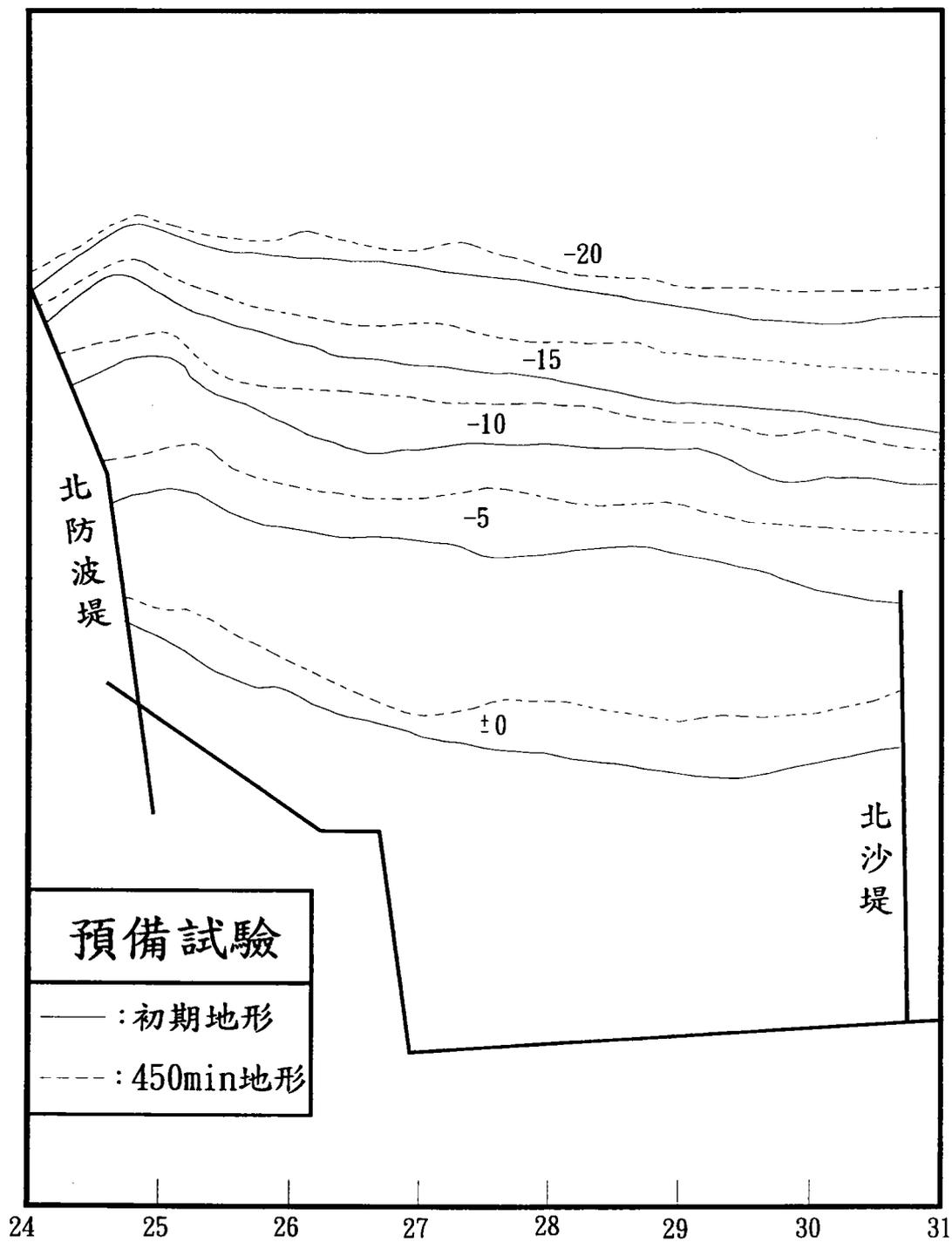


圖 3-12 預備試驗方案 B，模型試驗  $0^{\text{min}} \sim 450^{\text{min}}$  地形變化比較

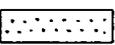
## 第四章 主配置方案試驗

主配置方案試驗係根據本規劃計畫相關工作項目所擬定之配置方案，再依預備試驗中相同之試驗條件，進行未來數年試驗範圍內鄰近海岸地形可能發生之侵淤變遷情況，具此試驗結果以擬供未來防治對策配置方案之依據。

由於漂沙試驗之底質顆粒與不等比縮尺效應的影響及限制，其試驗結果無法量化的具體成果表示，而僅能以定性化的整體巨觀方式展現其地形侵淤變化狀況。為避免試驗時間太長影響結果的分析與研判，因此，本試驗中僅以相當予現場六年的時間預測未來地形的變化情況。

本規劃配置方案之模型製作如圖 3-1 所示，其中北防波堤除原有延伸 850 公尺外，再依原方向延長 480 公尺，另外，南防波堤則去除 50 公尺。有關本項試驗的過程與結果分析，詳述如下。

### 一、南防波堤南側區域之試驗結果

應用預備試驗中相同之試驗條件與造波方式，即是波浪  $H=4.61\text{m}\sim 5.95\text{m}$  及  $T=11.5\text{sec}\sim 12.5\text{sec}$  三種搭配方法，所獲得南防波堤南側區域部份各年次的試驗結果，如圖 4-1~圖 4-6 所示。由於本項試驗中北防波堤的延伸對靠近堤岸附近的地形變化影響較大，因此，僅就等深線  $+1\text{m}$ 、 $\pm 0\text{m}$ 、 $-2\text{m}$ 、 $-4\text{m}$ 、 $-6\text{m}$ 、 $-8\text{m}$  及  $-10\text{m}$  等部份加以分析探討。圖中實線表示為 86 年現場的地形(試驗中之初期地形)，虛線則為試驗中各年次的地形，符號“”者表示該等深線前進，地形變化屬於淤積情況；符號“”者則是等深線後退，屬於侵蝕地形。

由圖中各年次的試驗結果觀之，斷面 14~斷面 22 區域因受北防波堤遮蔽效應影響，其地形侵淤的變化情況較不明顯，其他區域則變化較顯著。整體而言，靠近堤岸附近之±0m~-6m 等深線部份，除了斷面 1、2、8 及斷面 18 附近因浪方向與結構物的阻擋而呈現少量淤積情況外，他區域則大都呈現侵蝕現象，其侵蝕狀況則隨時間愈明顯，尤其斷面 4~5、斷面 9~12 與斷面 15~16 間較為顯著。雖然上述區域為侵蝕地形，但以各等深線後退情況觀之，其侵蝕現象並不嚴重。由於本試驗時間僅為六年，以等深線逐年後退而言，若更長的時間則侵蝕情況可能影響堤岸基礎。

## 二、北防波堤北側區域之試驗結果

圖 4-7~圖 4-12 為主配置試驗北防波堤北側區域各年次的地形變化分析結果，圖中符號代表意義與圖 4-1 者相同。由於波浪方向及大甲溪漂沙堆移再加上北防波堤之阻隔關係，本區域中各等深線之各年次的地形大都呈現淤積情況，且淤積現象隨時間增長而更顯著。另外，因北防波堤長度影響，當東北方向波浪作用時，會形成短峰波現象，造致-2m~-10m 之等深線於斷面 26 附近有侵蝕情況產生，惟此情況對整體區域而言，並無甚影響。

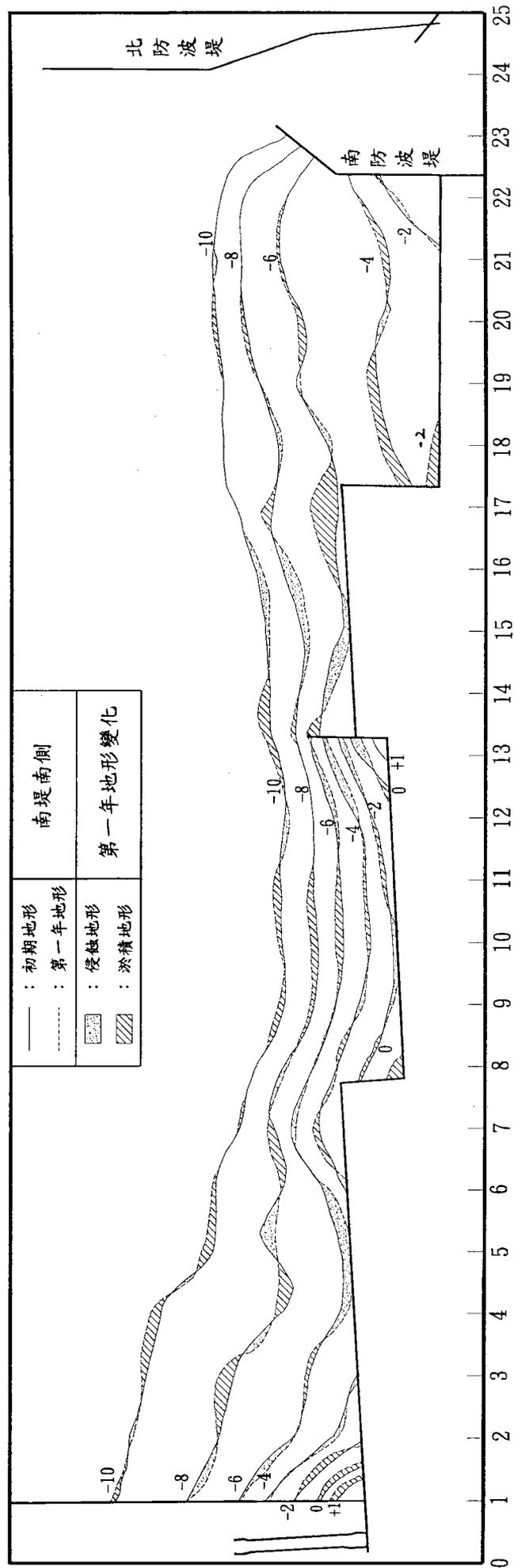


圖 4-1 南防波堤南側區域，主配置試驗第一年地形變化比較

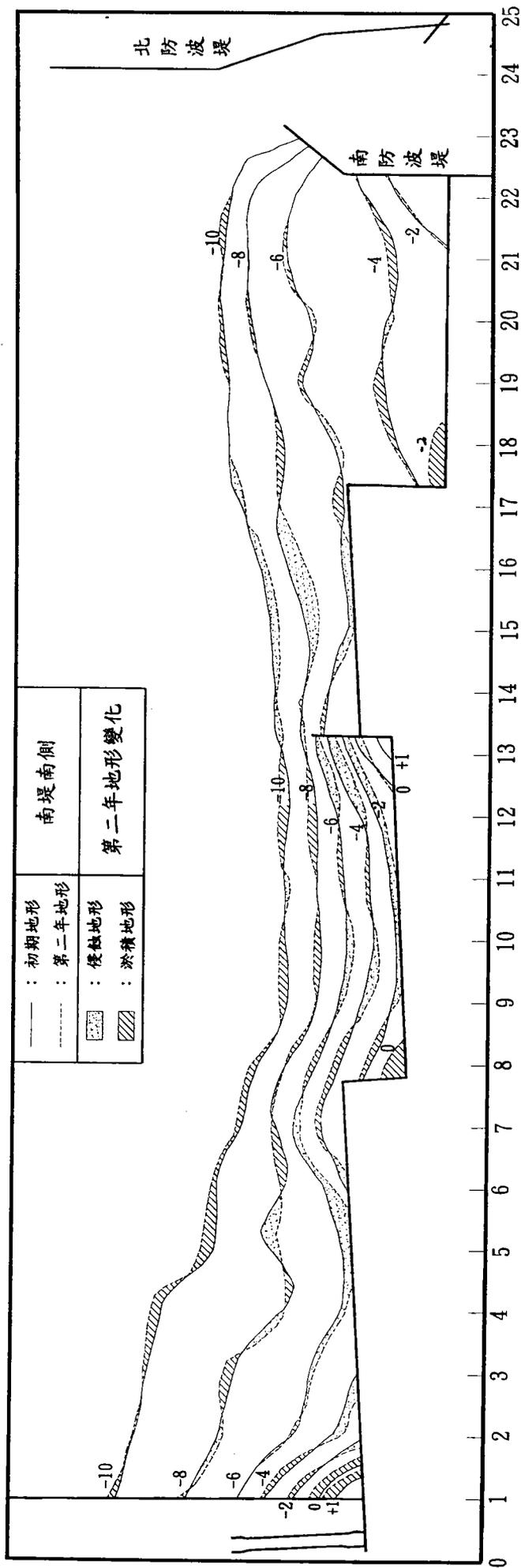


圖 4-2 南防波堤南側區域，主配置試驗第二年地形變化比較

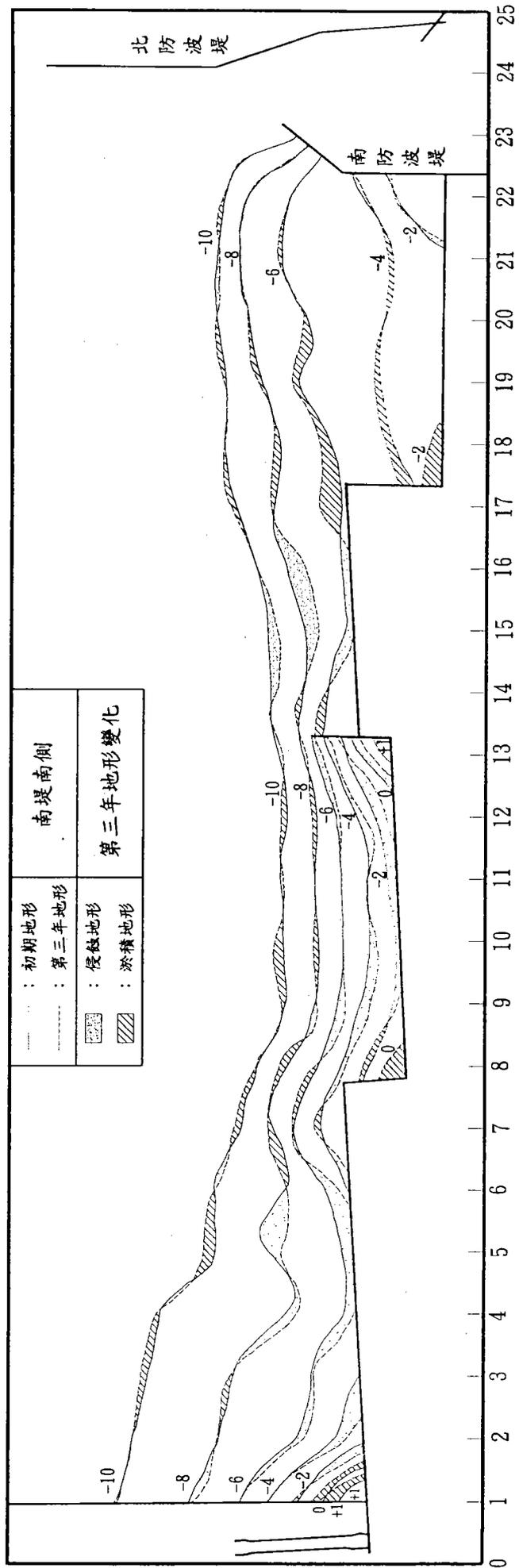


圖 4-3 南防波堤南側區域，主配置試驗第三年地形變化比較

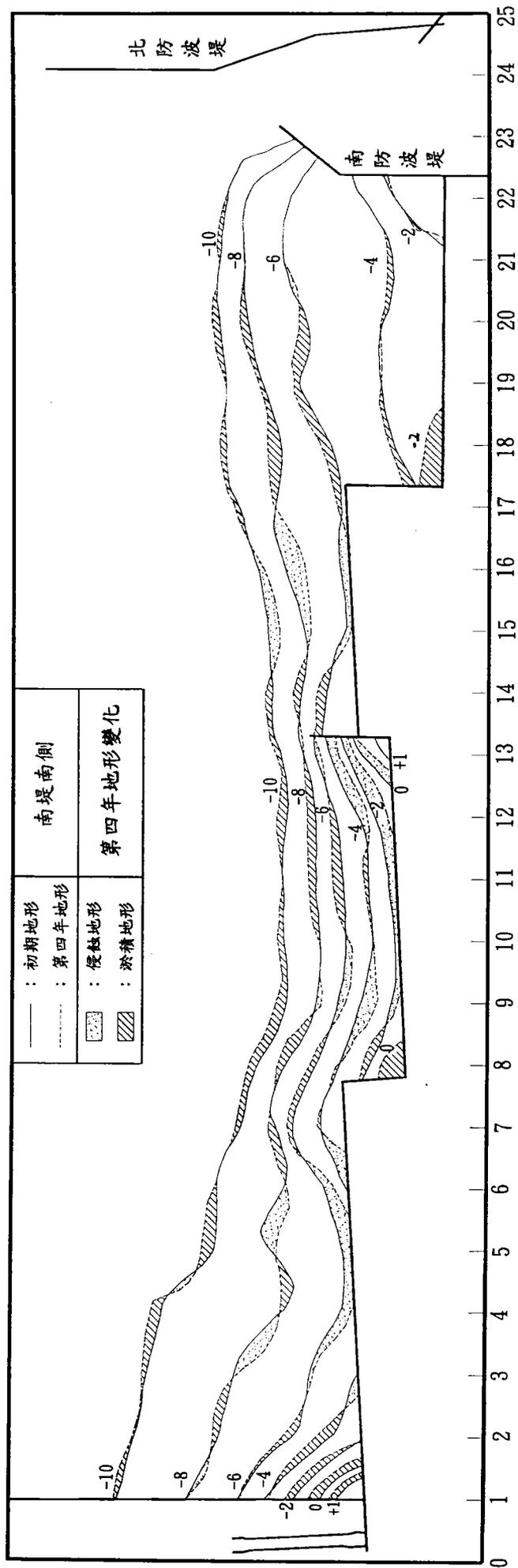


圖 4-4 南防波堤南側區域，主配置試驗第四年地形變化比較

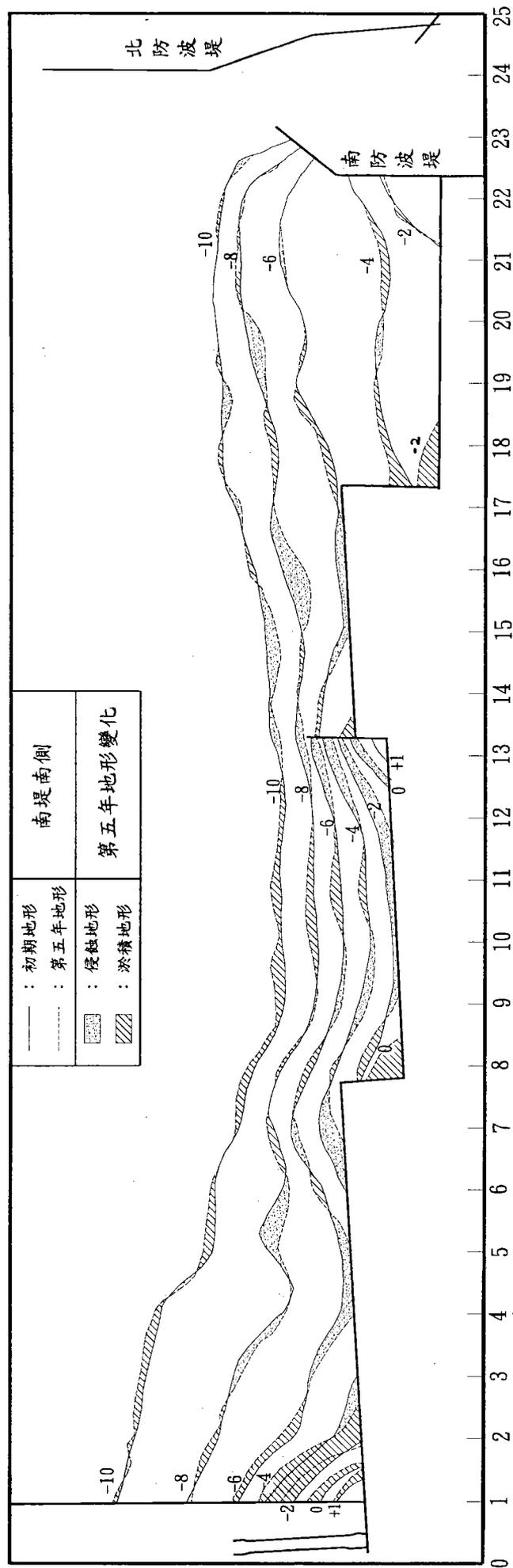


圖 4-5 南防波堤南側區域，主配置試驗第五年地形變化比較

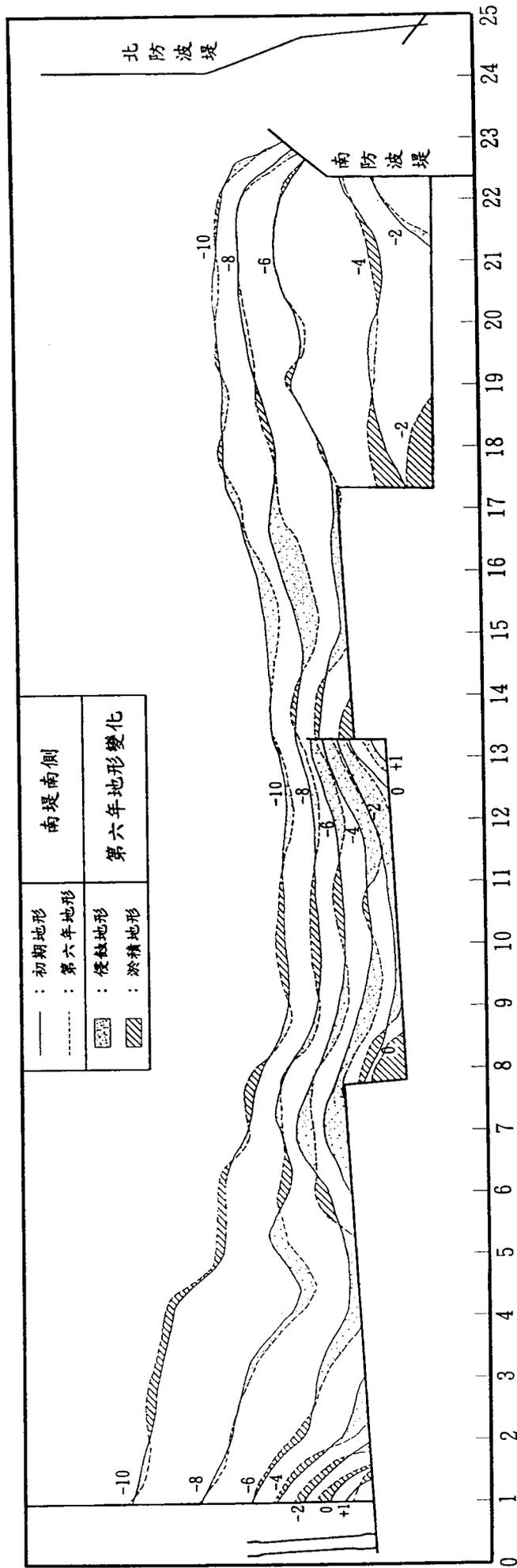


圖 4-6 南防波堤南側區域，主配置試驗第六年地形變化比較

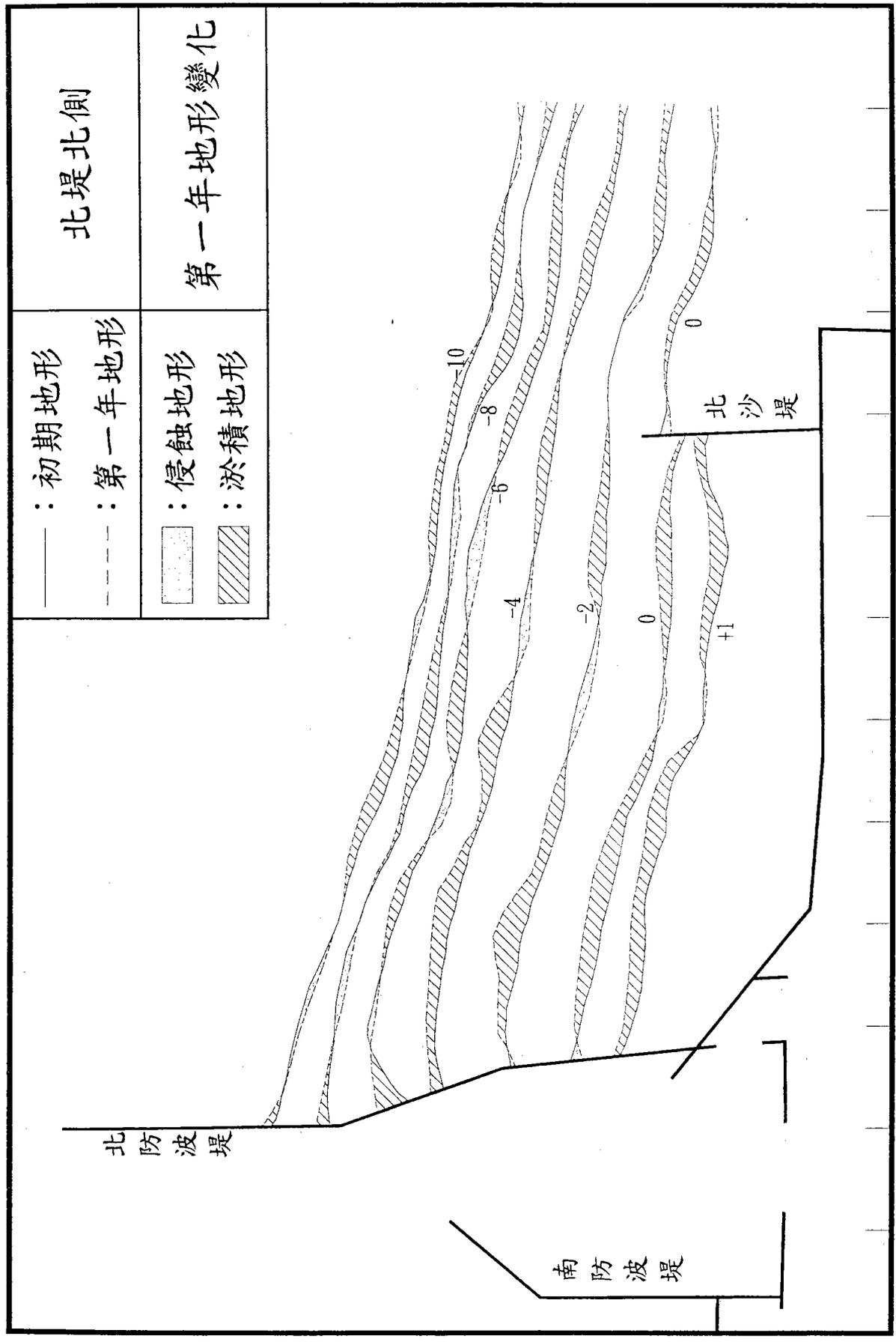


圖 4-7 北防波堤北側區域，主配置試驗第一年地形變化比較

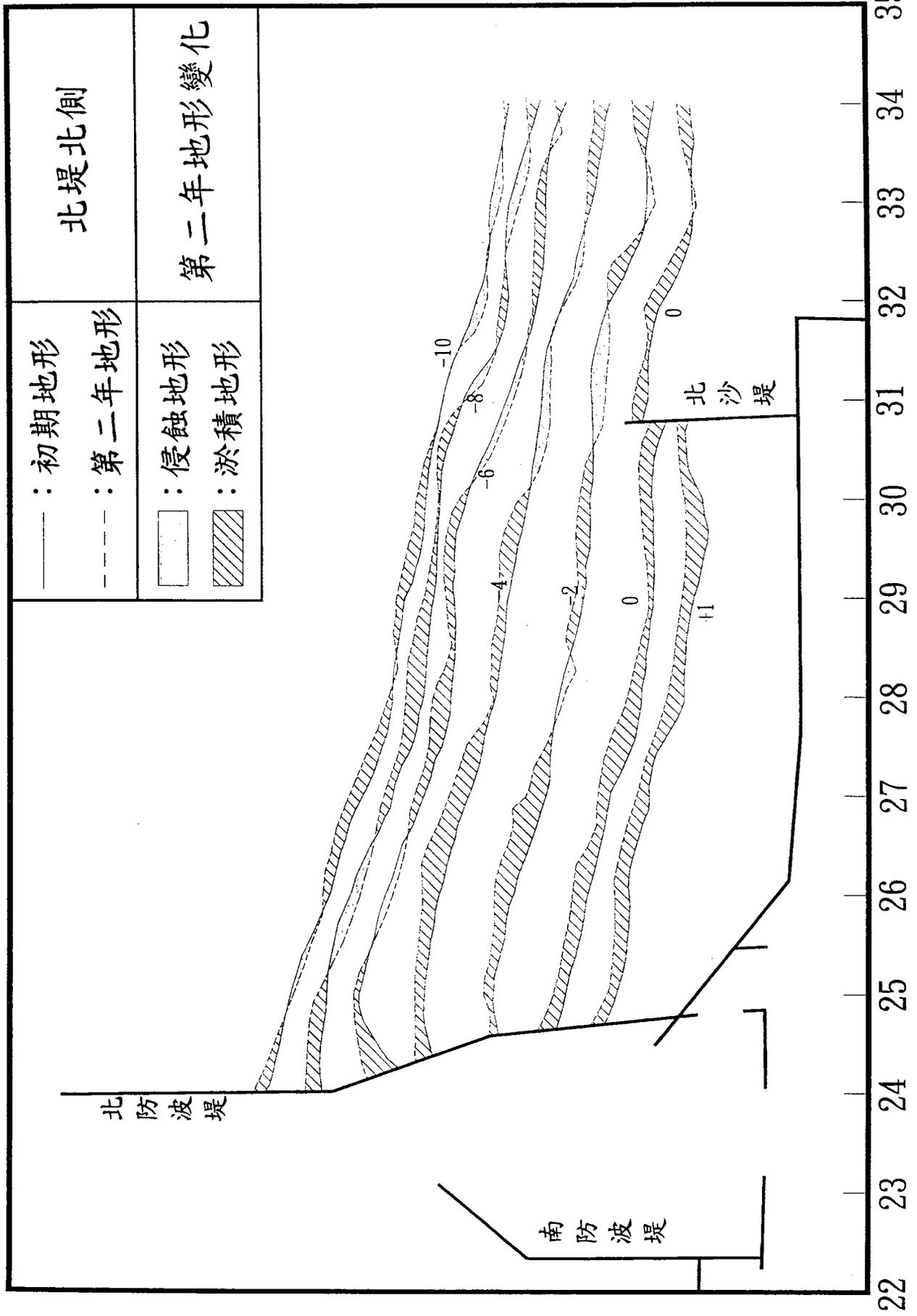


圖 4-8 北防波堤北側區域，主配置試驗第二年地形變化比較

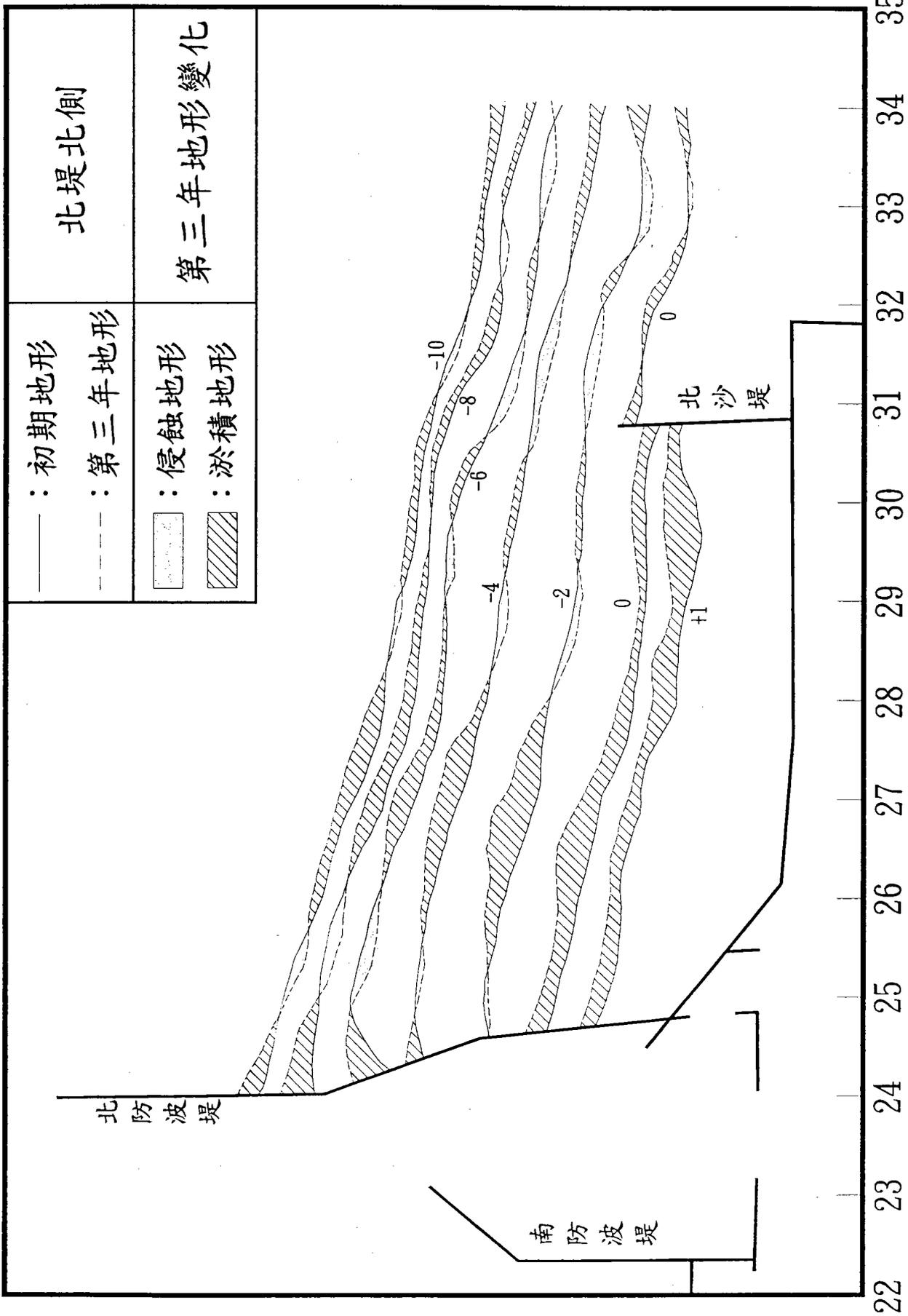


圖 4-9 北防波堤北側區域，主配置試驗第三年地形變化比較

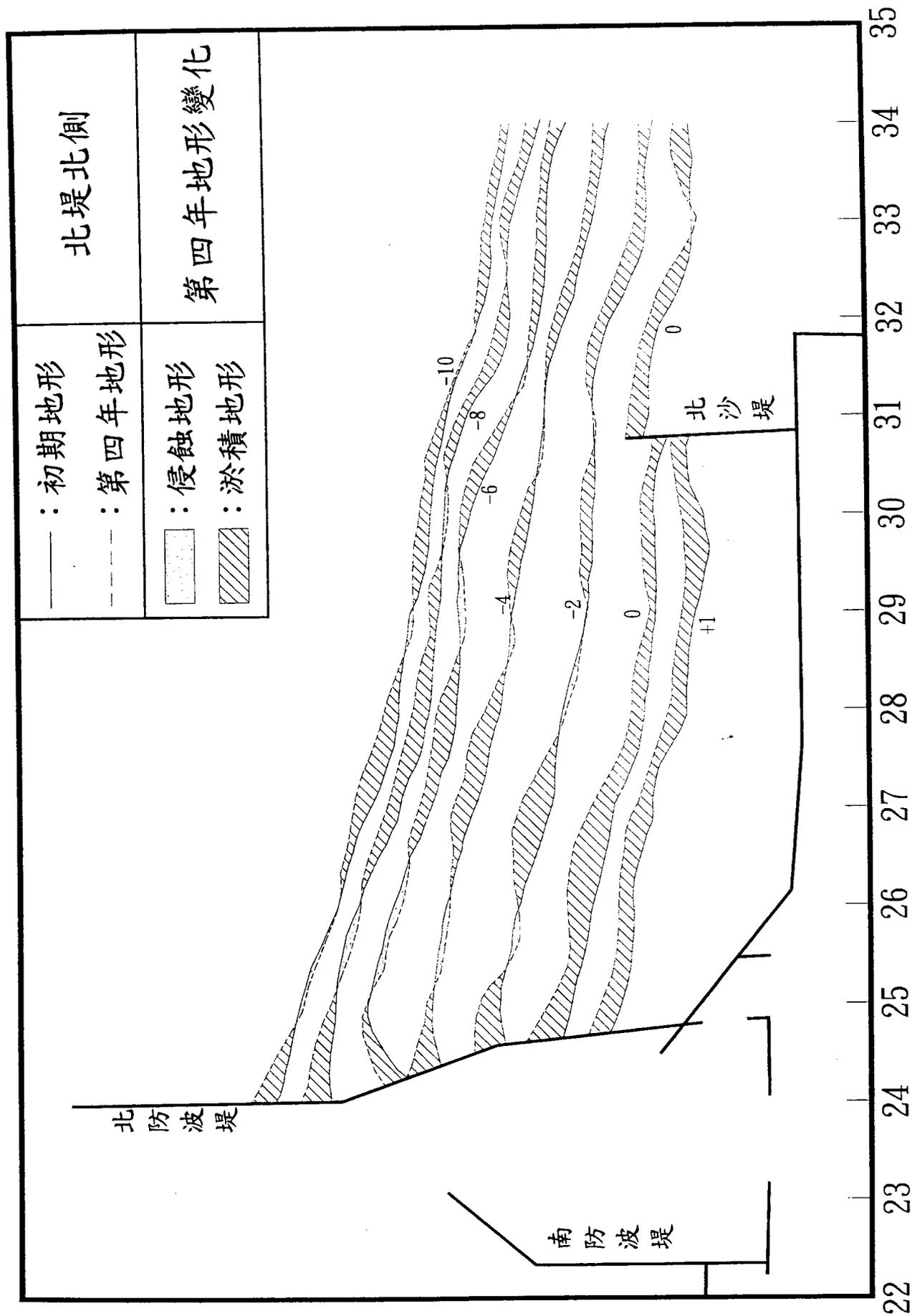


圖 4-10 北防波堤北側區域，主配置試驗第四年地形變化比較

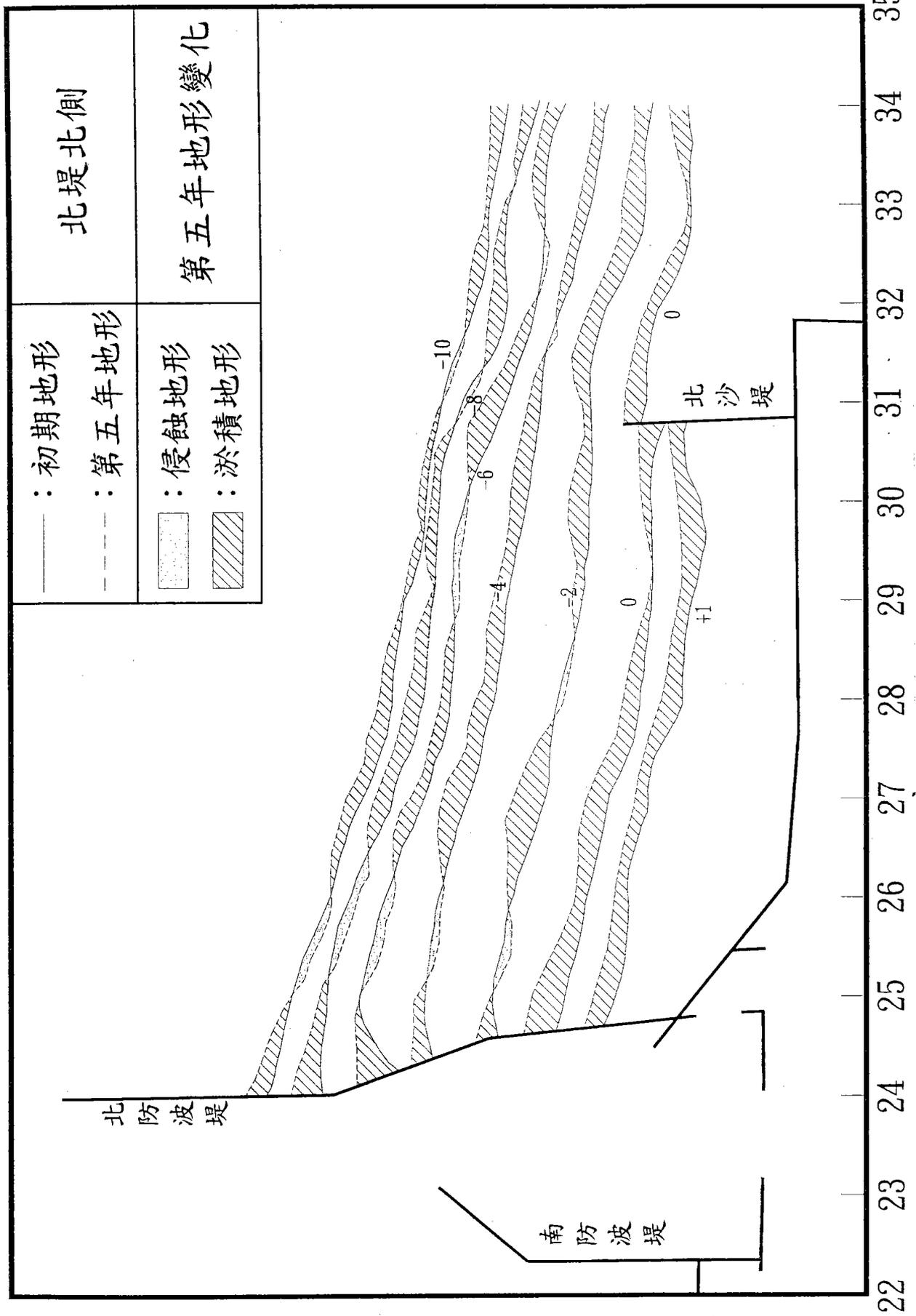


圖 4-11 北防波堤北側區域，主配置試驗第五年地形變化比較

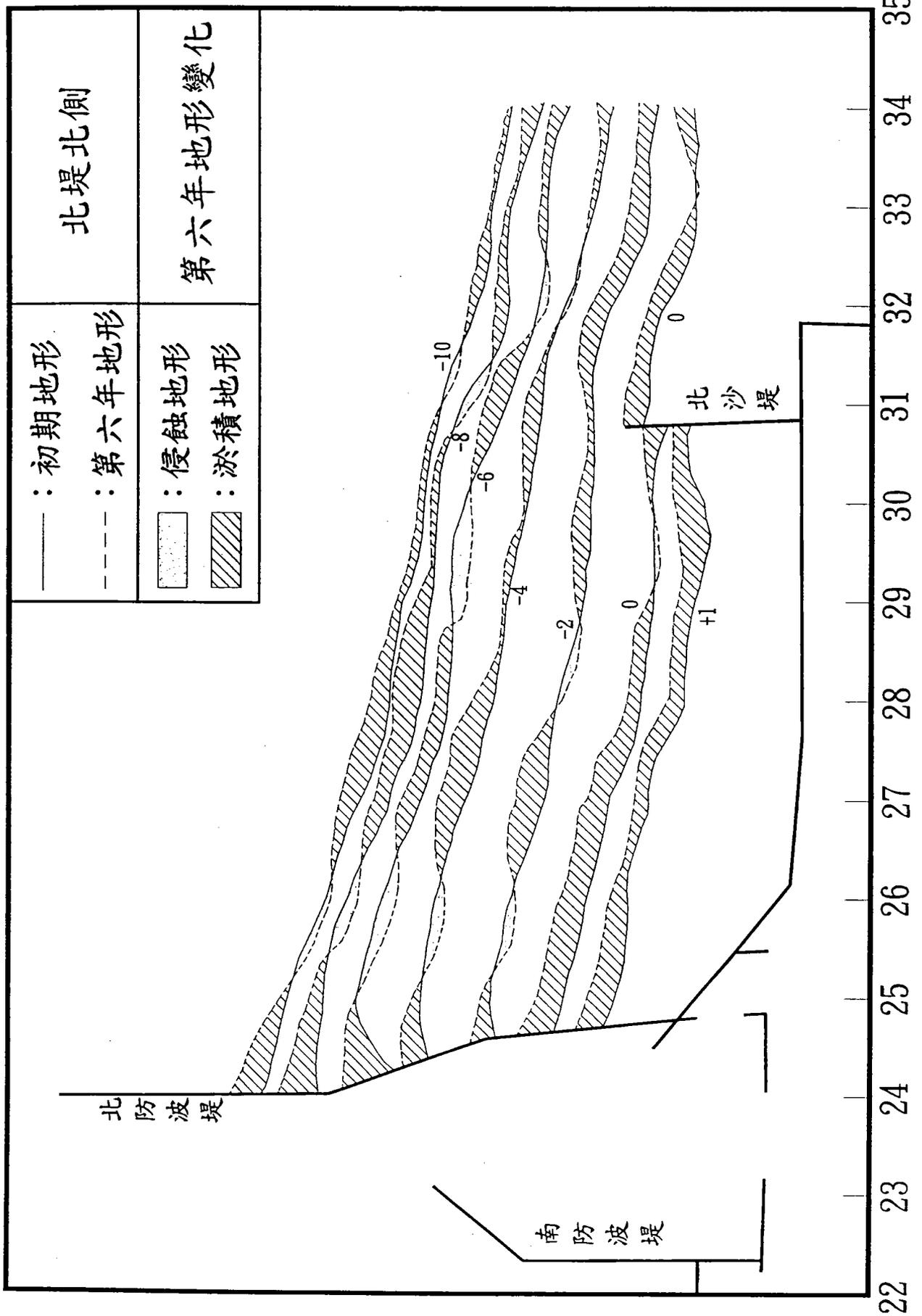


圖 4-12 北防波堤北側區域，主配置試驗第六年地形變化比較

## 第五章 結 論

綜觀前述之尋求重現現場地形變化時間的預備試驗，及主要延伸北防波堤 480 公尺的主配置案試驗，整個試驗過程與試驗結果的分析比較，茲可歸納下列數點結論：

- 一、以  $N15^{\circ}E$  波向為波浪的優勢方向，試驗波浪波高為 4.61m~5.95m，週期為 11.5sec~12.5sec 三種搭配方式造波下，模型試驗 45 分鐘的地形變化，相當予現場地形變化一年的時間。
- 二、北防波堤延伸 480 公尺的主配置方案試驗結果，南防波堤南側區域除海堤角落少數地區有淤積情況外，靠近海堤岸側附近大都屬於侵蝕地形，其侵蝕現象隨時間增加而更形明顯。而北防波堤北側區域則為淤積地形，且其淤積情況隨時間而增加。

## 參考文獻

1. 郭金棟，“海岸工程”，中國土木水利工程學會，1988。
2. 台中港務局，“台中港外廓堤防佈置之模型試驗研究”，1973。
3. 歐善惠、許泰文，“傾斜海灘上之海岸動床模型相似律”，港灣期刊，第一期，p.33~50，1985。
4. 張金機、邱永芳、何良勝，“台中港漂沙防治與新生地開發”，港灣技術研究所，專刊第96號，1994。



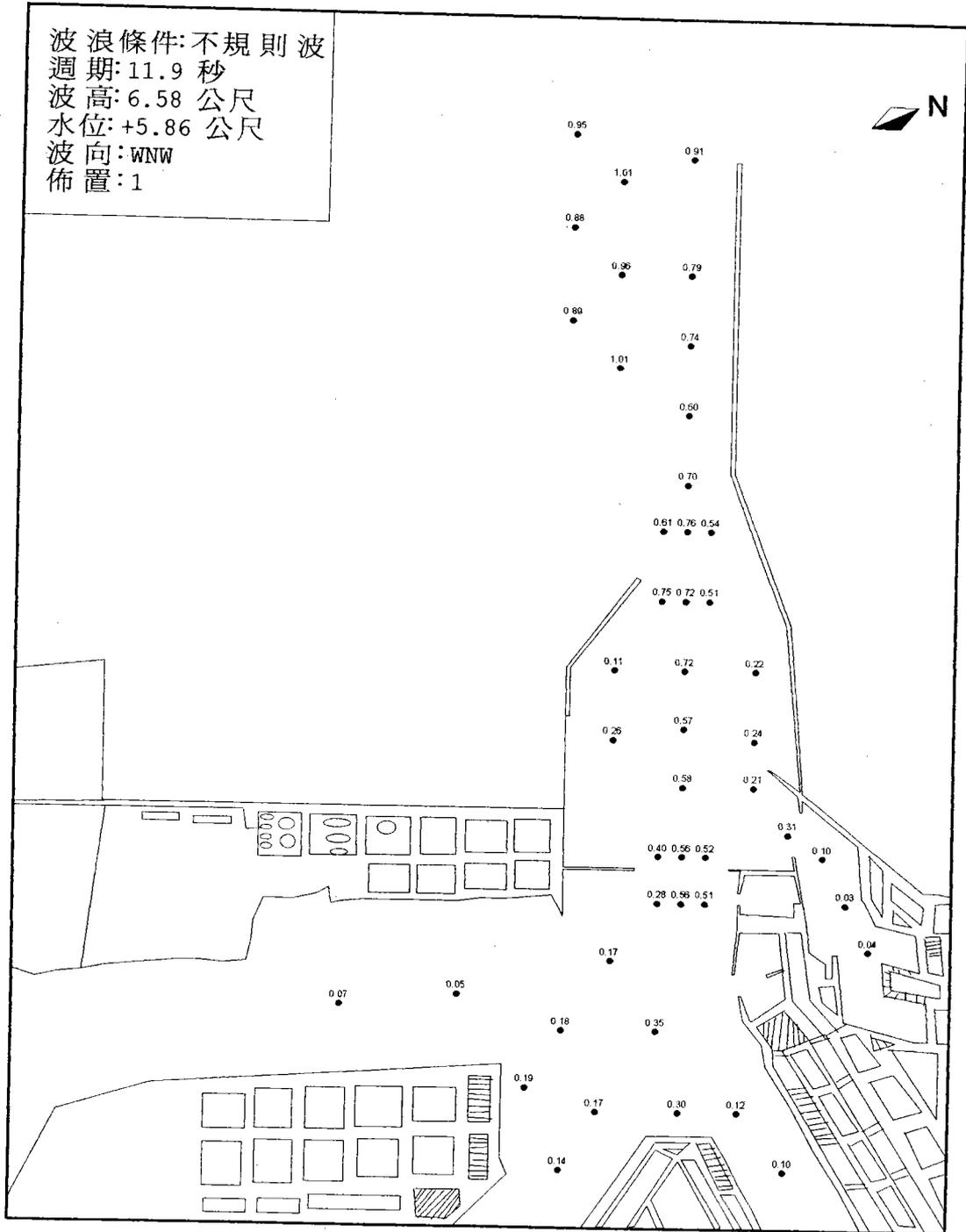


圖 1-2

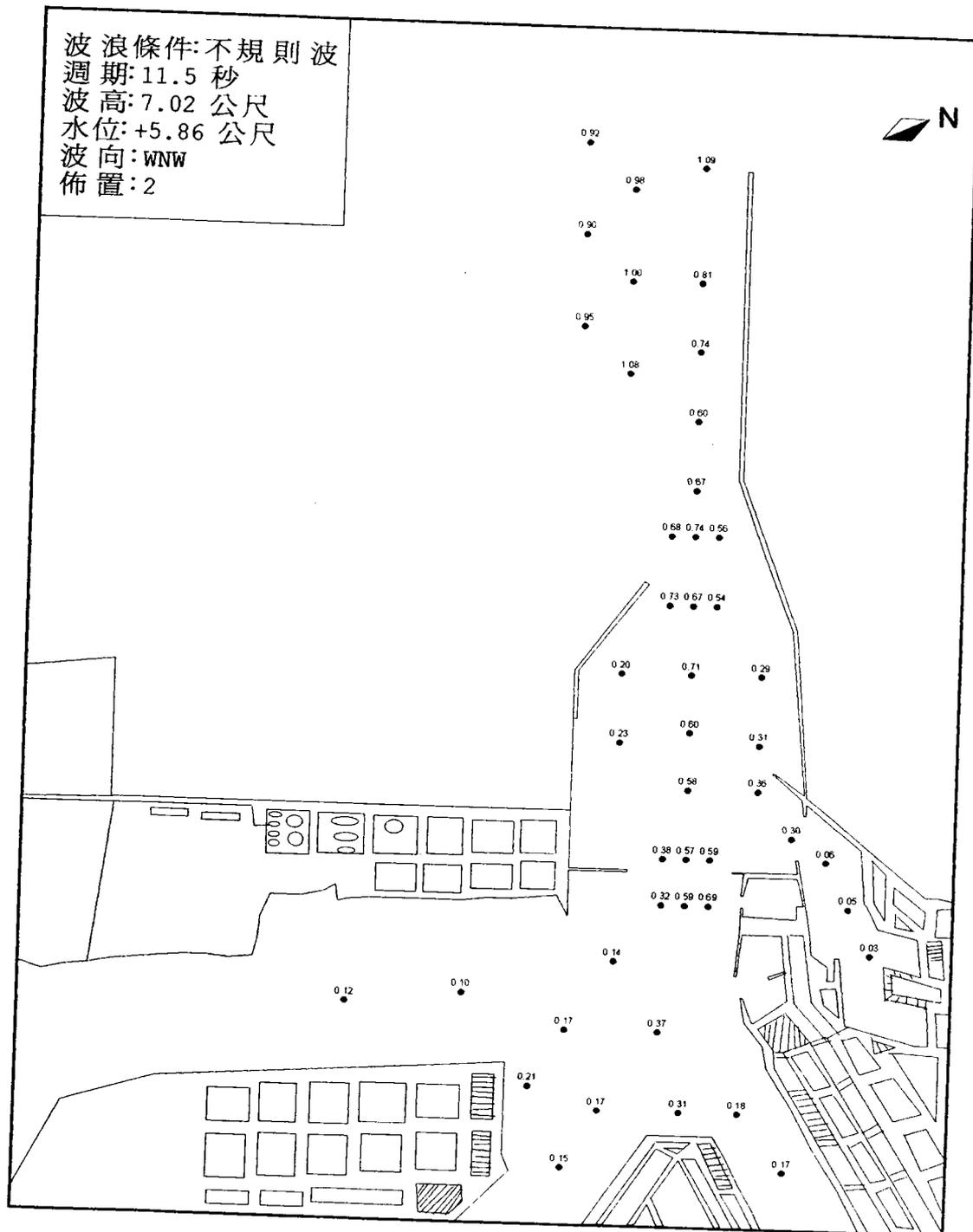


圖 1-3

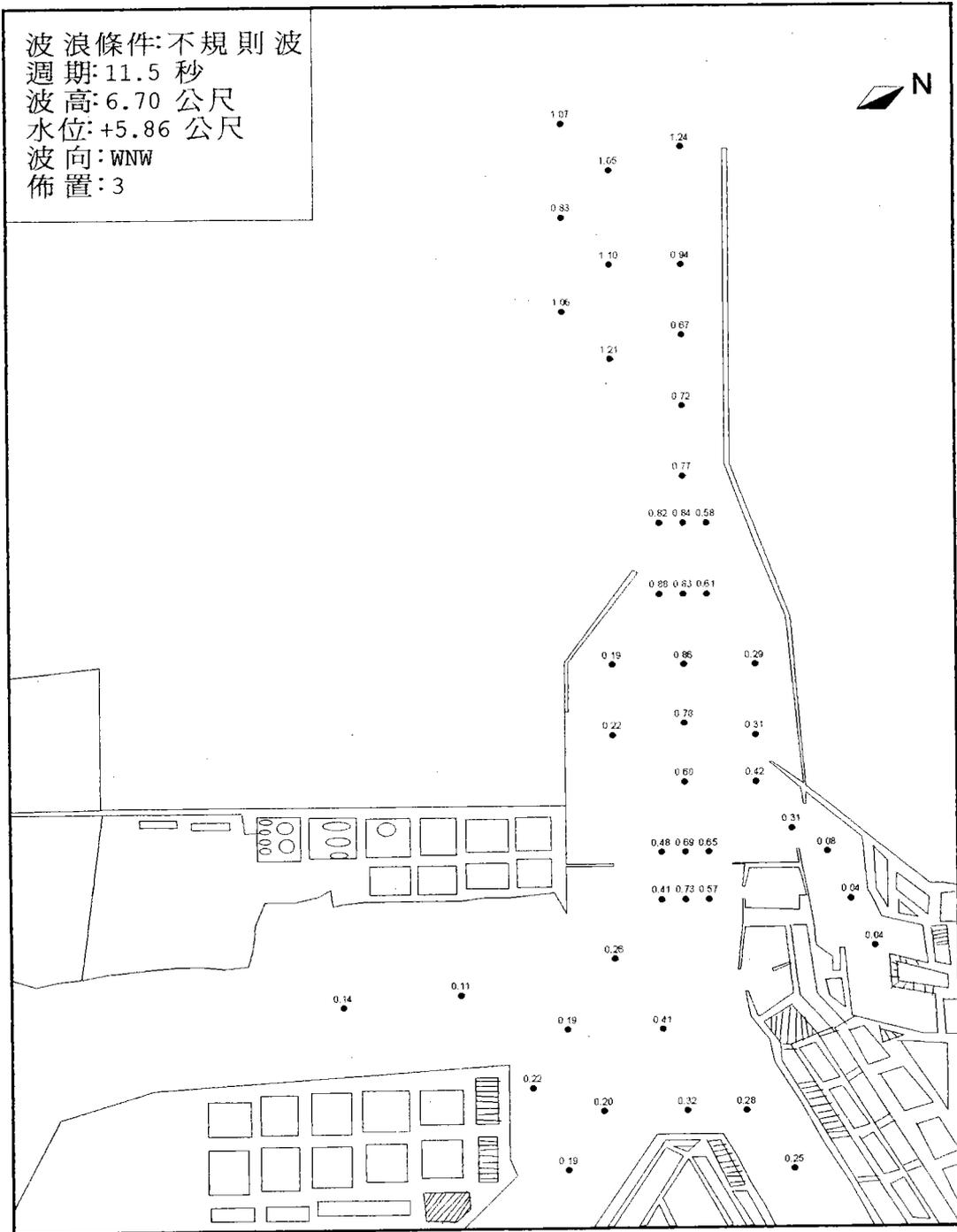


圖 1-4

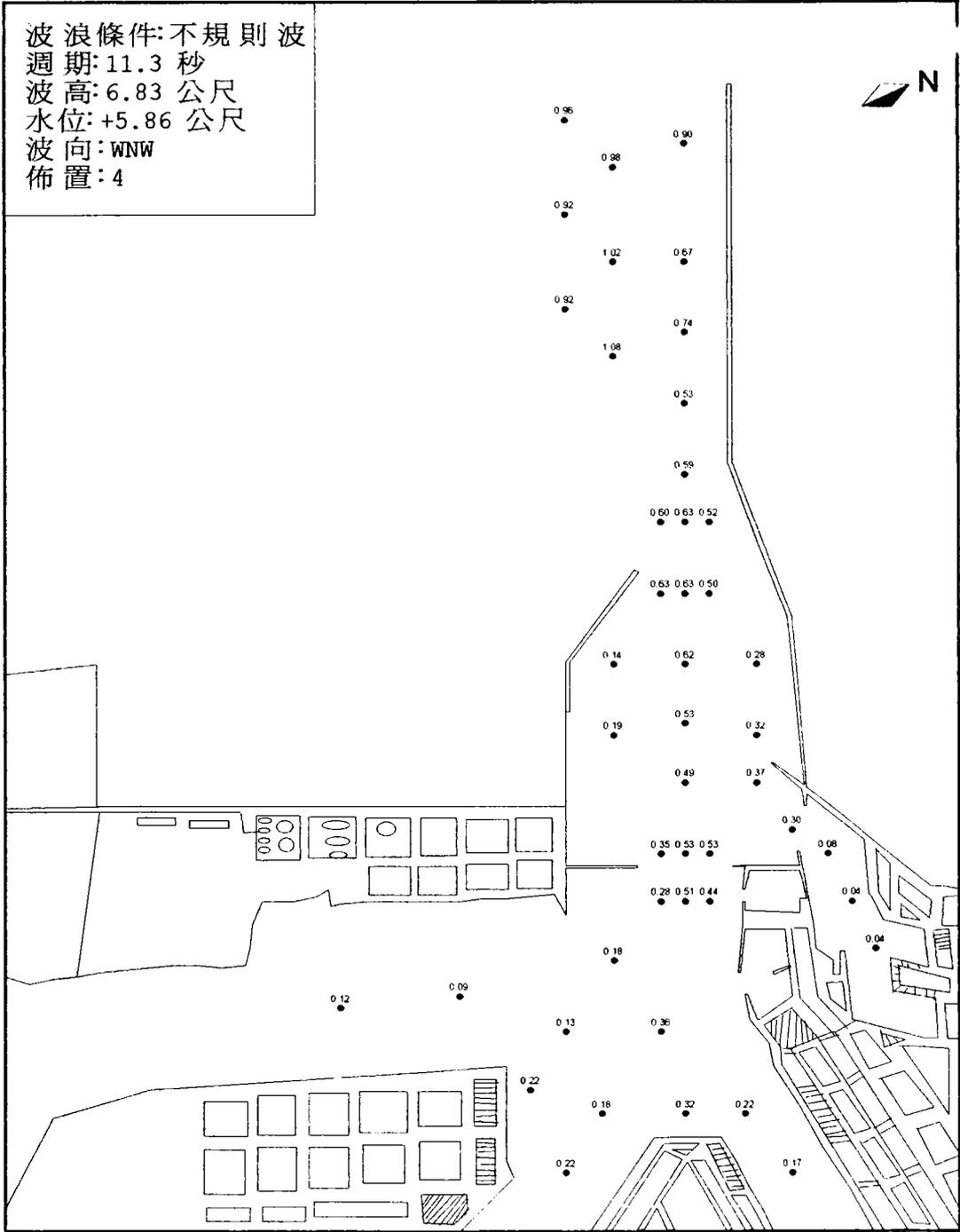


圖 1-5



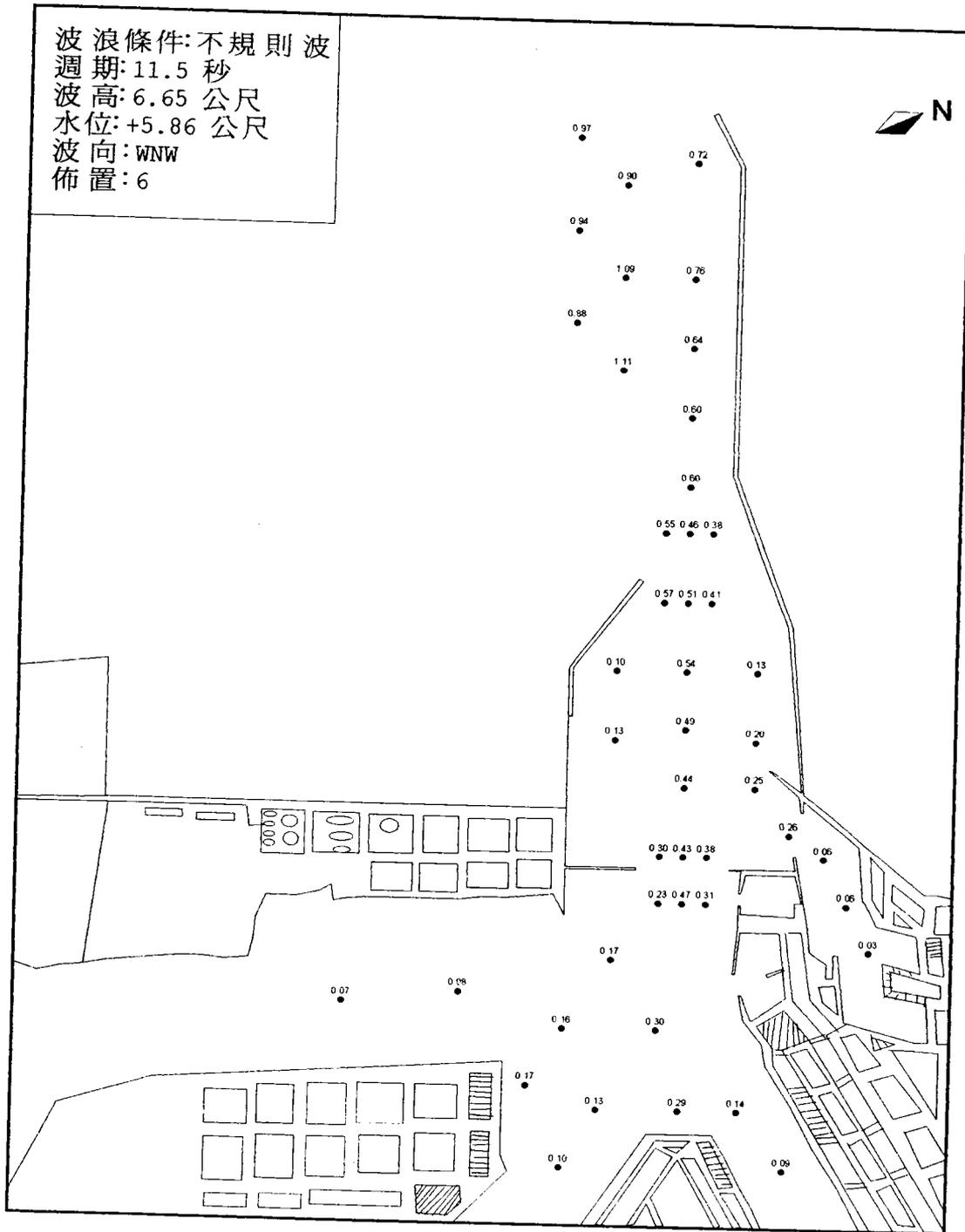


圖 1-7

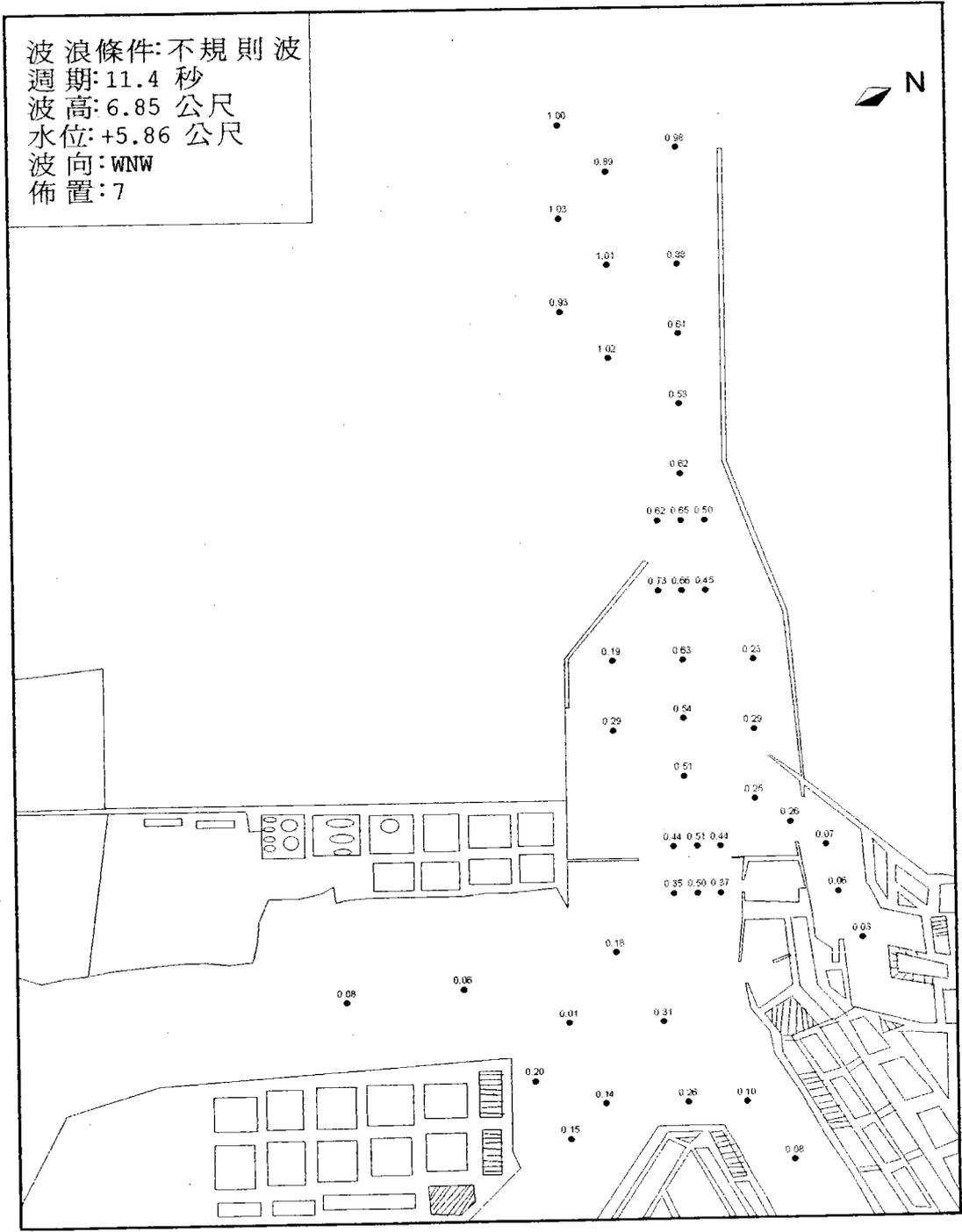


圖 1-8

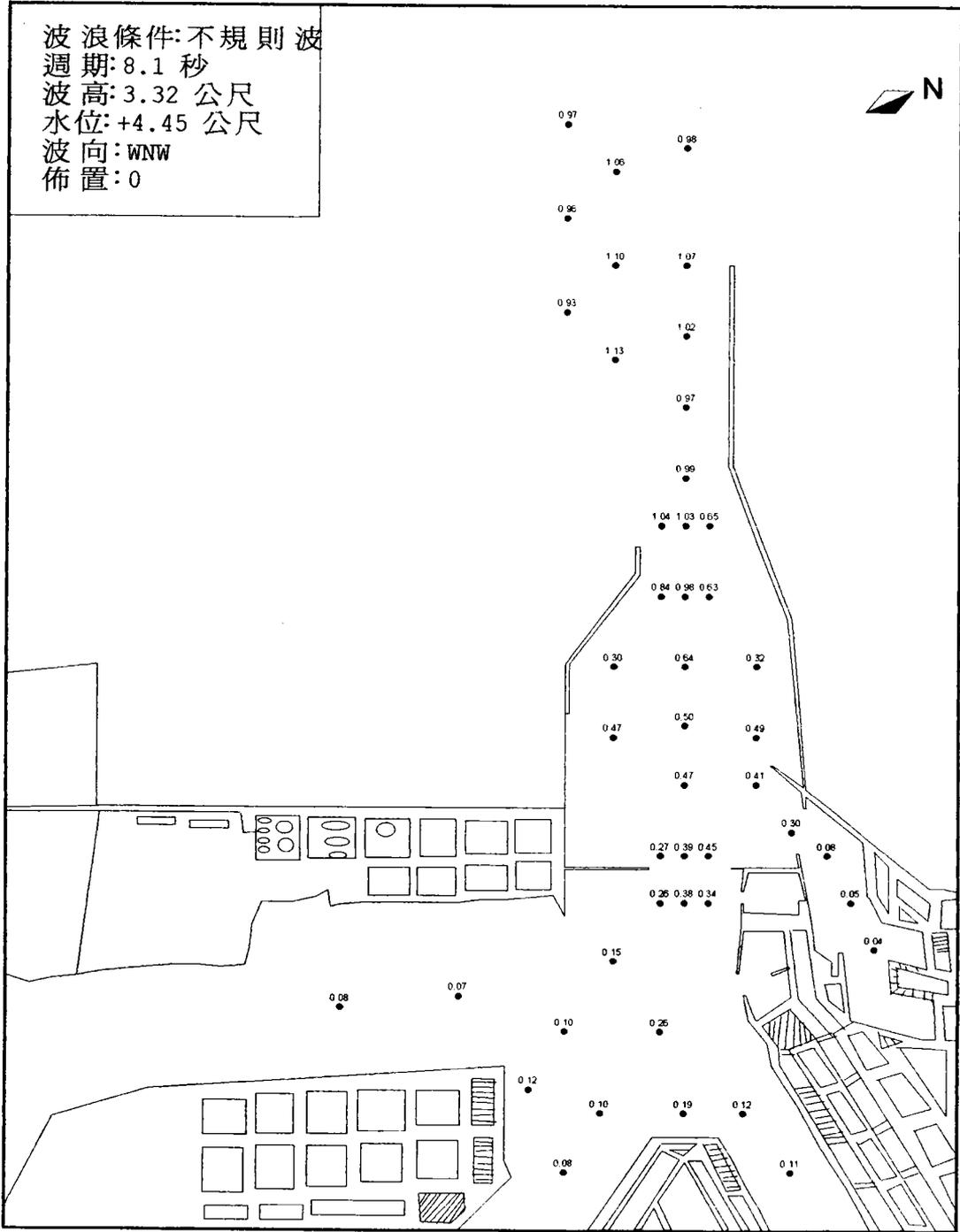


圖 1-9

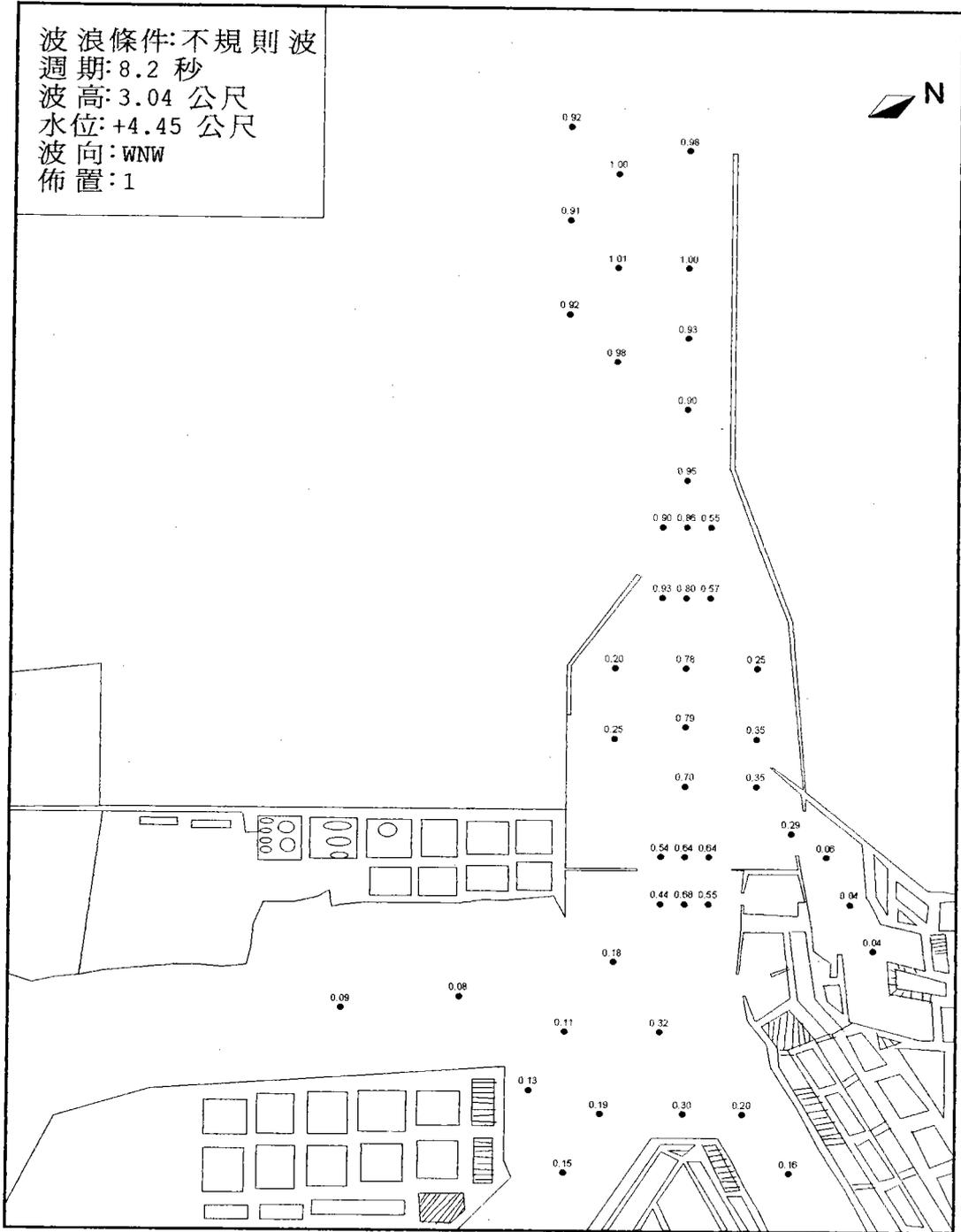


圖 1-10

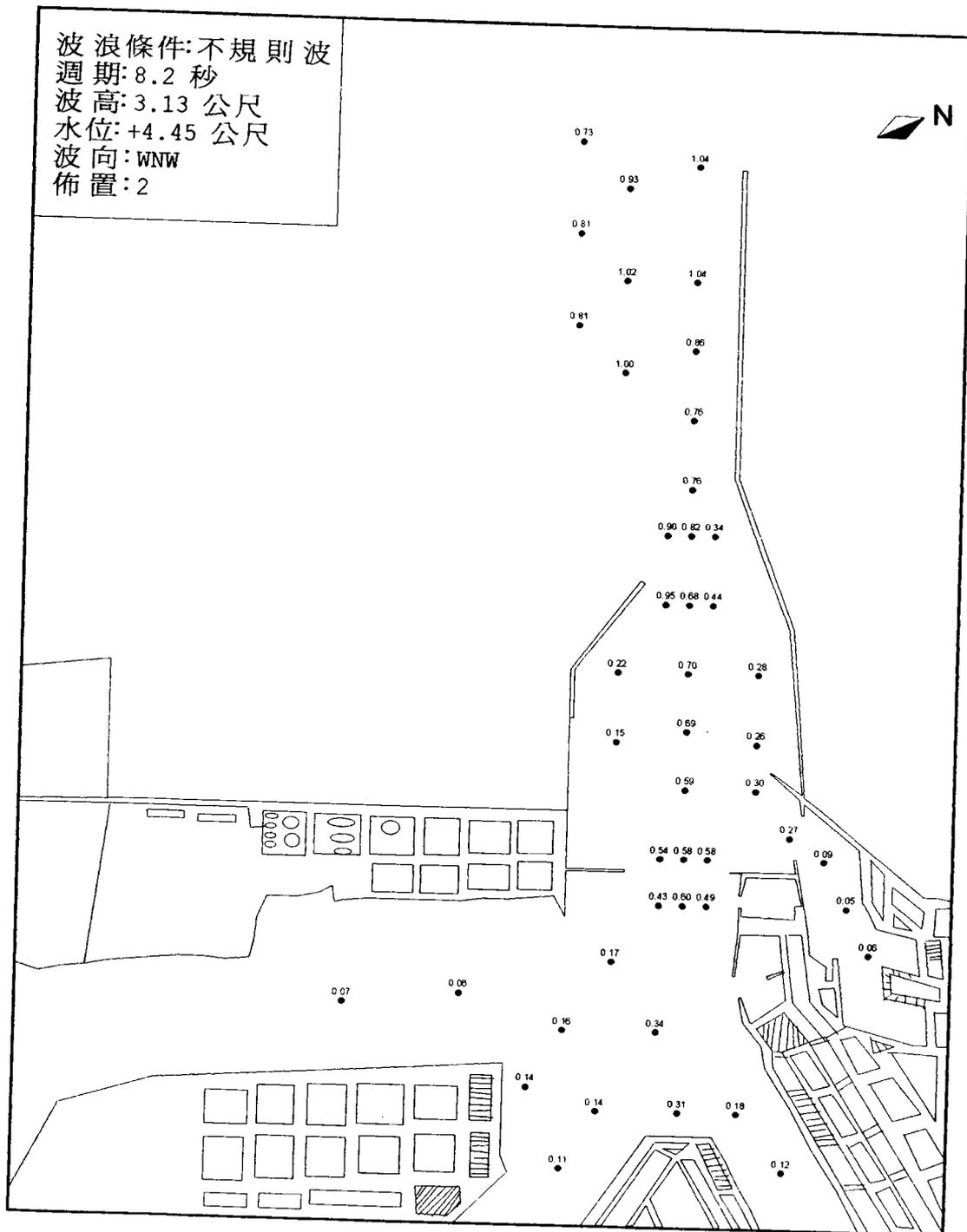


圖 1-11

波浪條件: 不規則波  
 週期: 8.4 秒  
 波高: 3.34 公尺  
 水位: +4.45 公尺  
 波向: WNW  
 佈置: 3

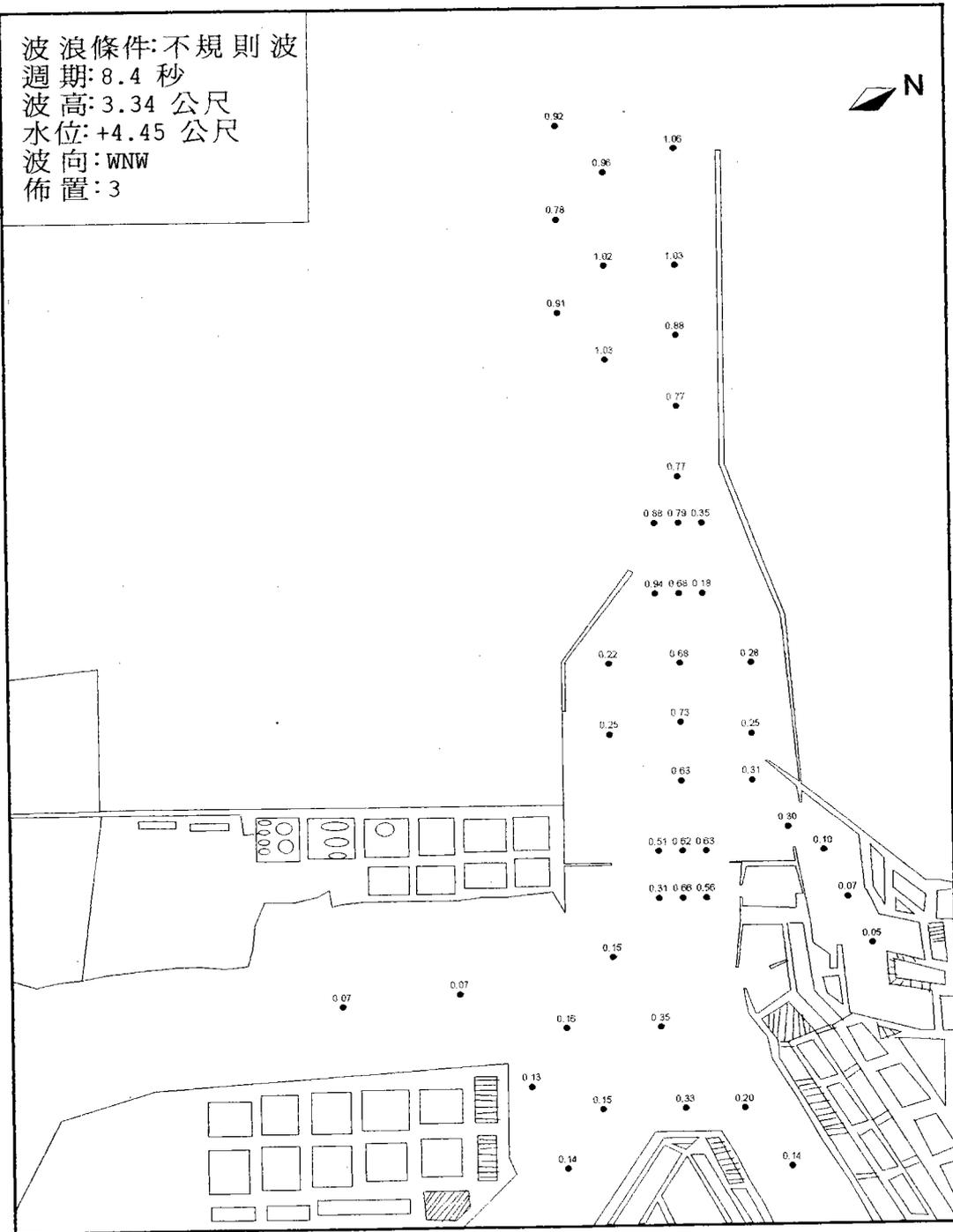


圖 1-12

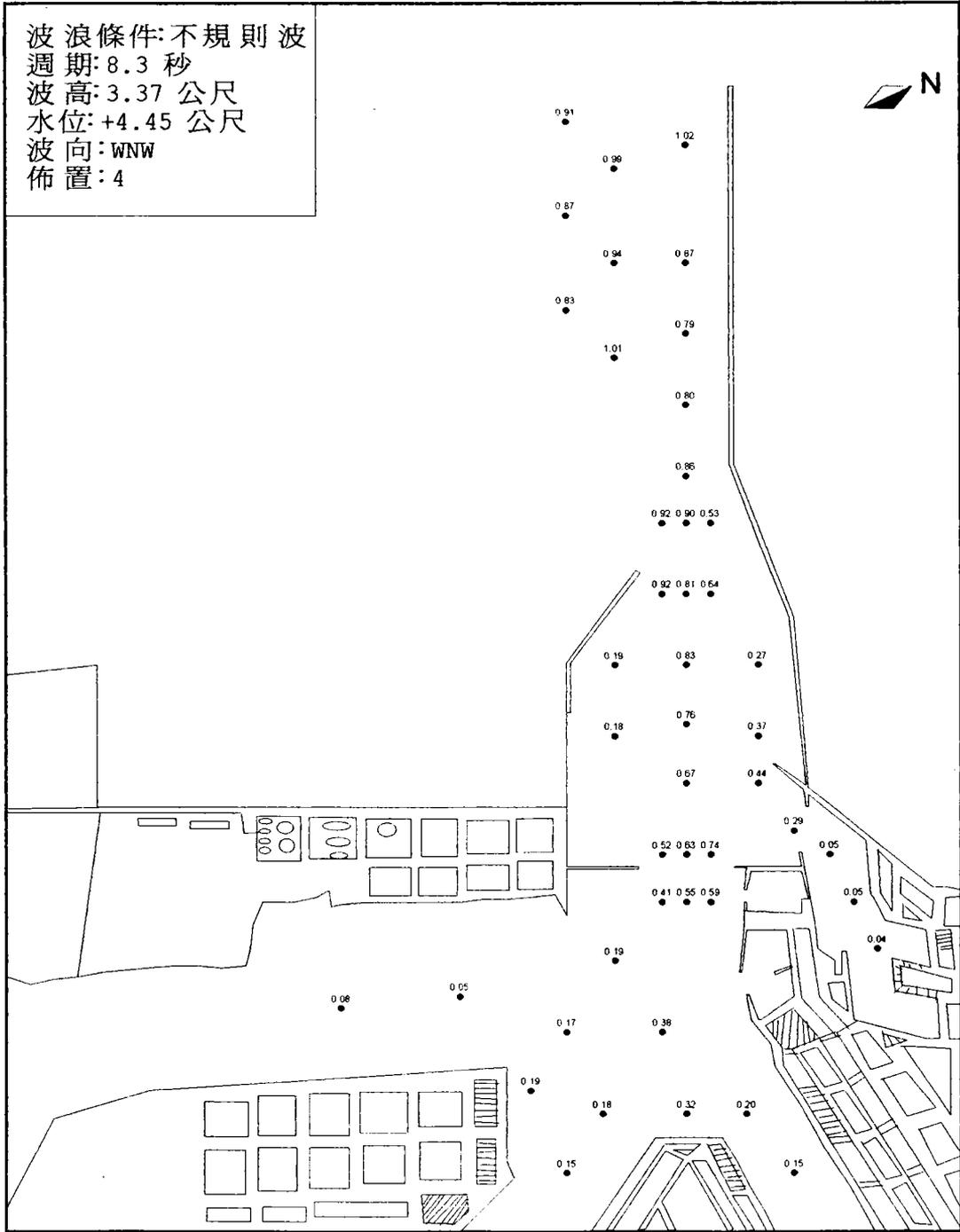


圖 1-13

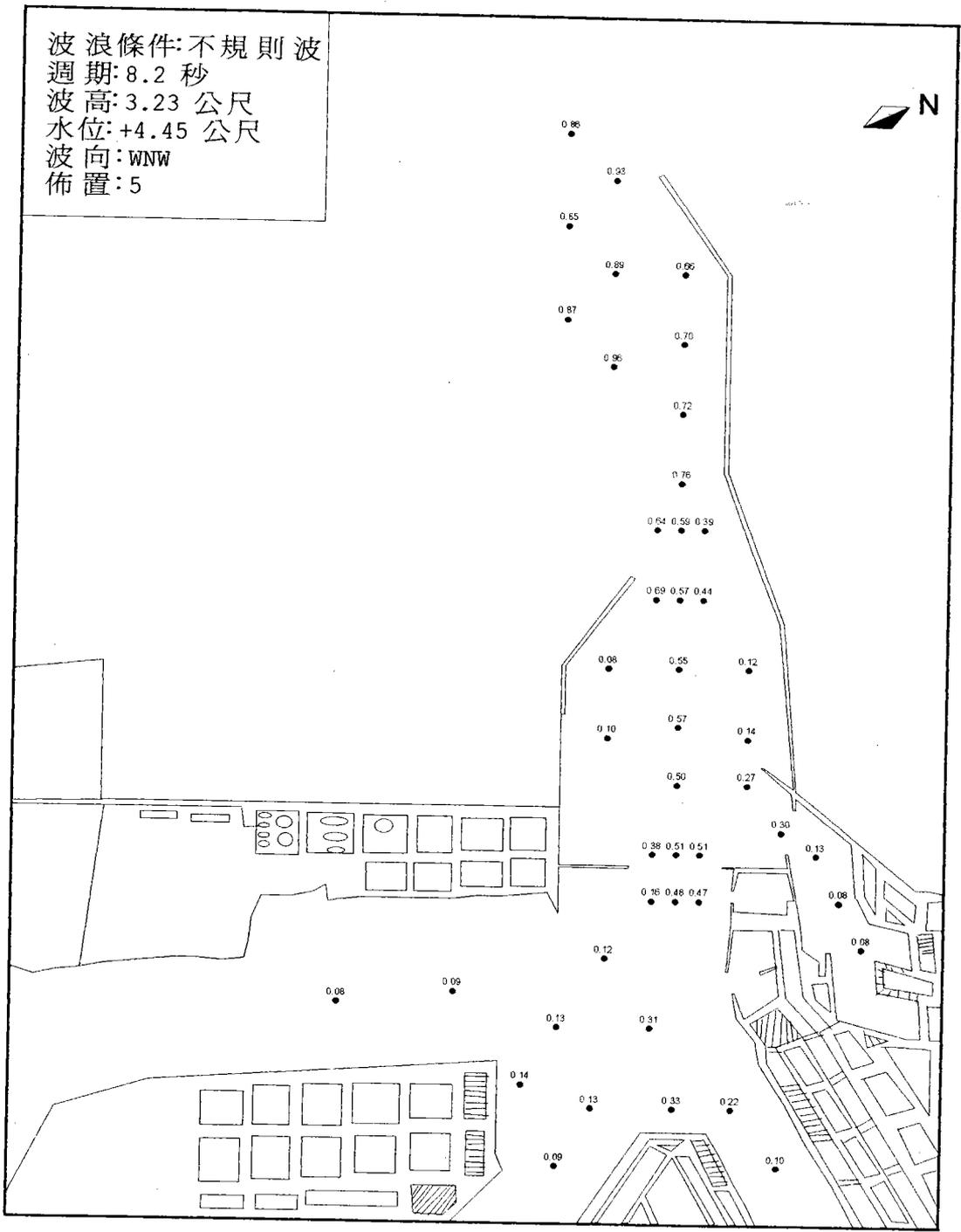


圖 1-14

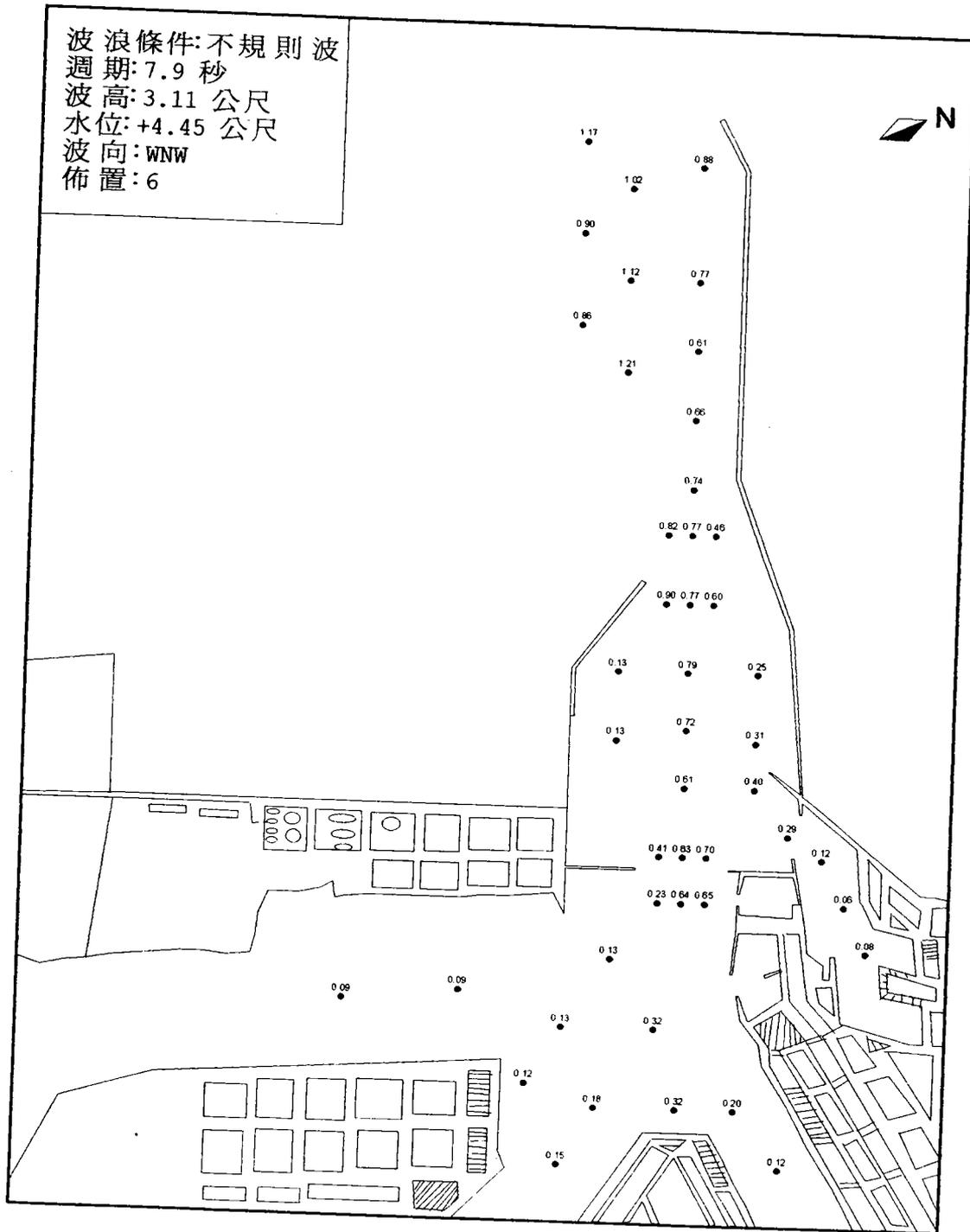


圖 1-15

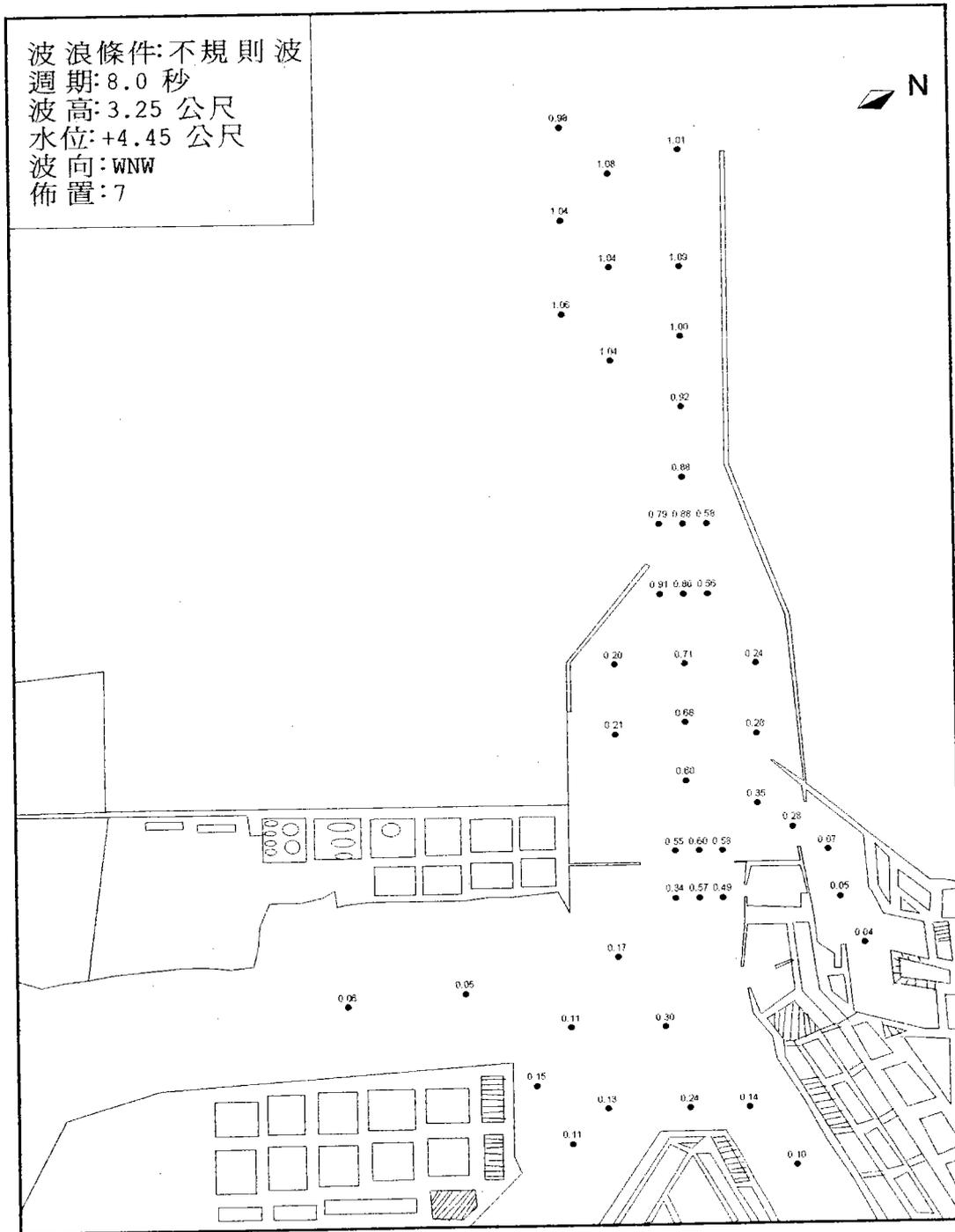


圖 1-16



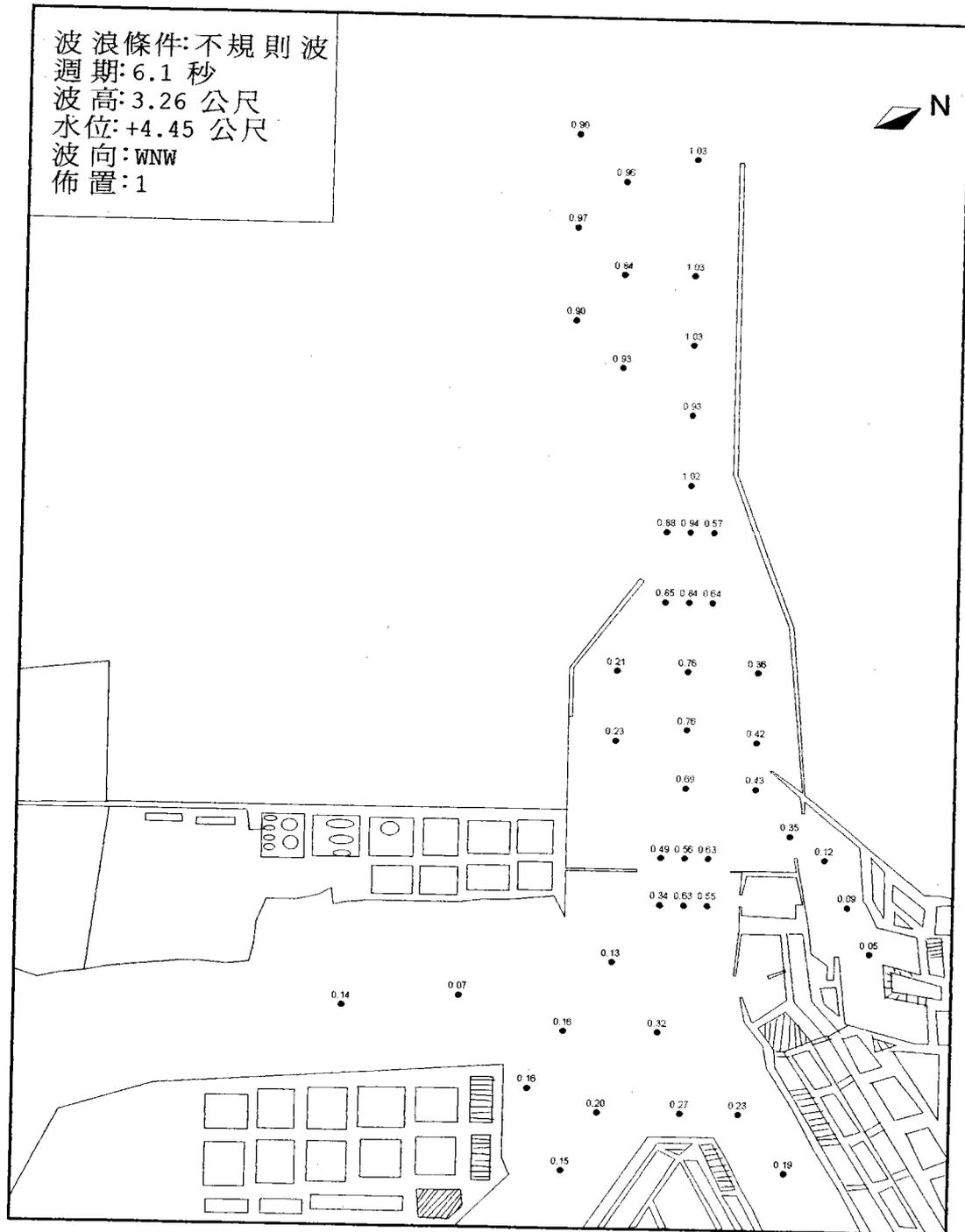


圖 1-18

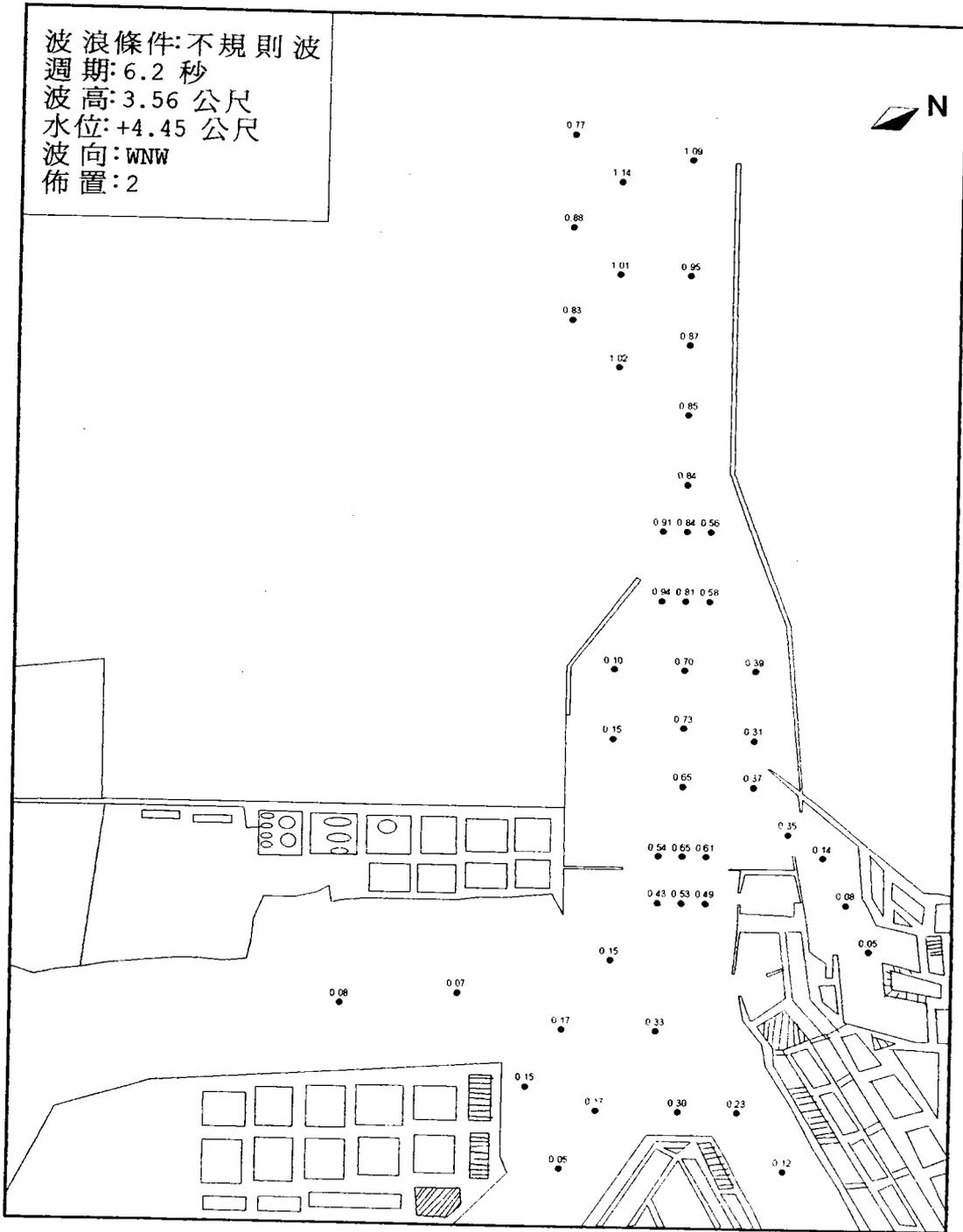


圖 1-19

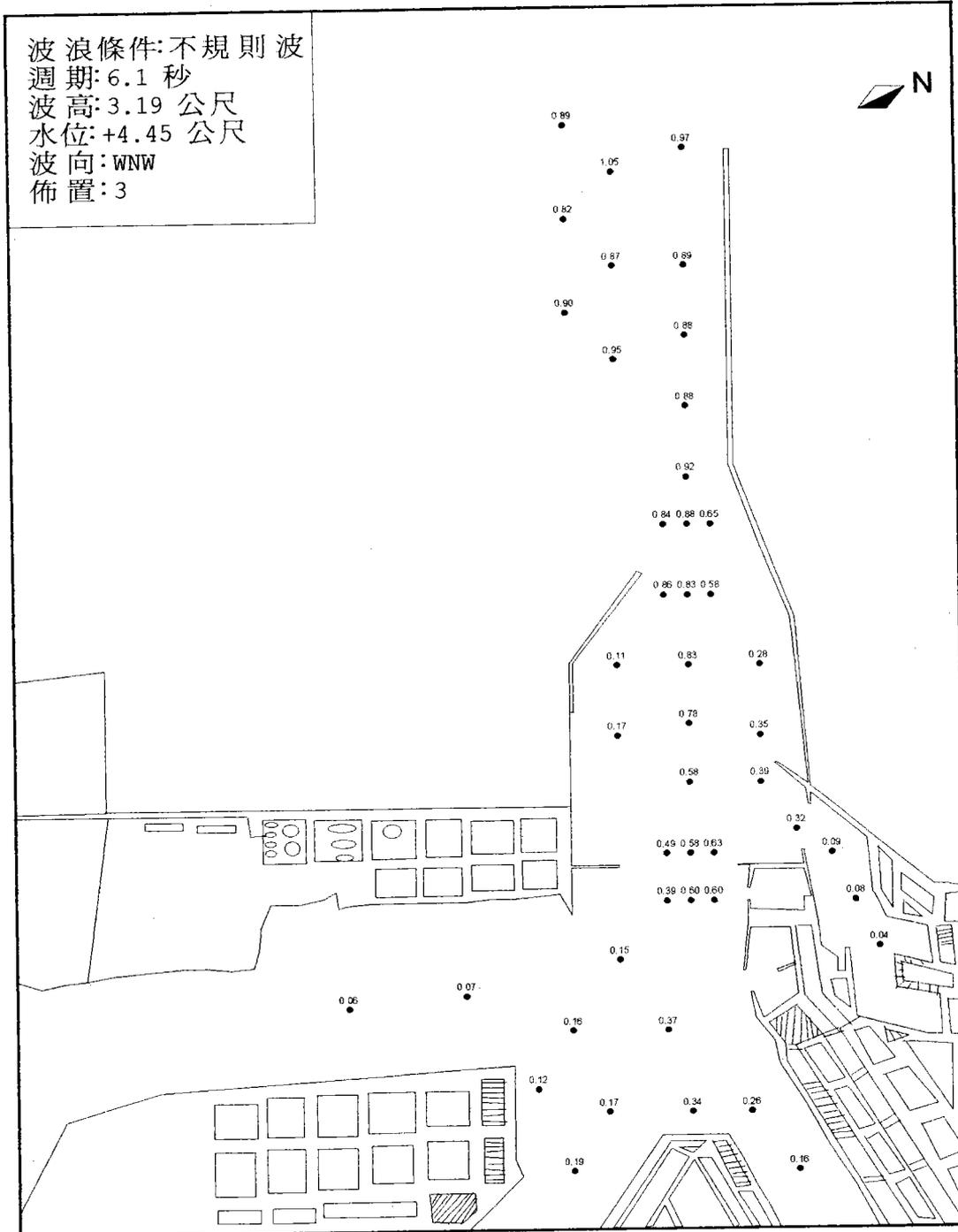


圖 1-20

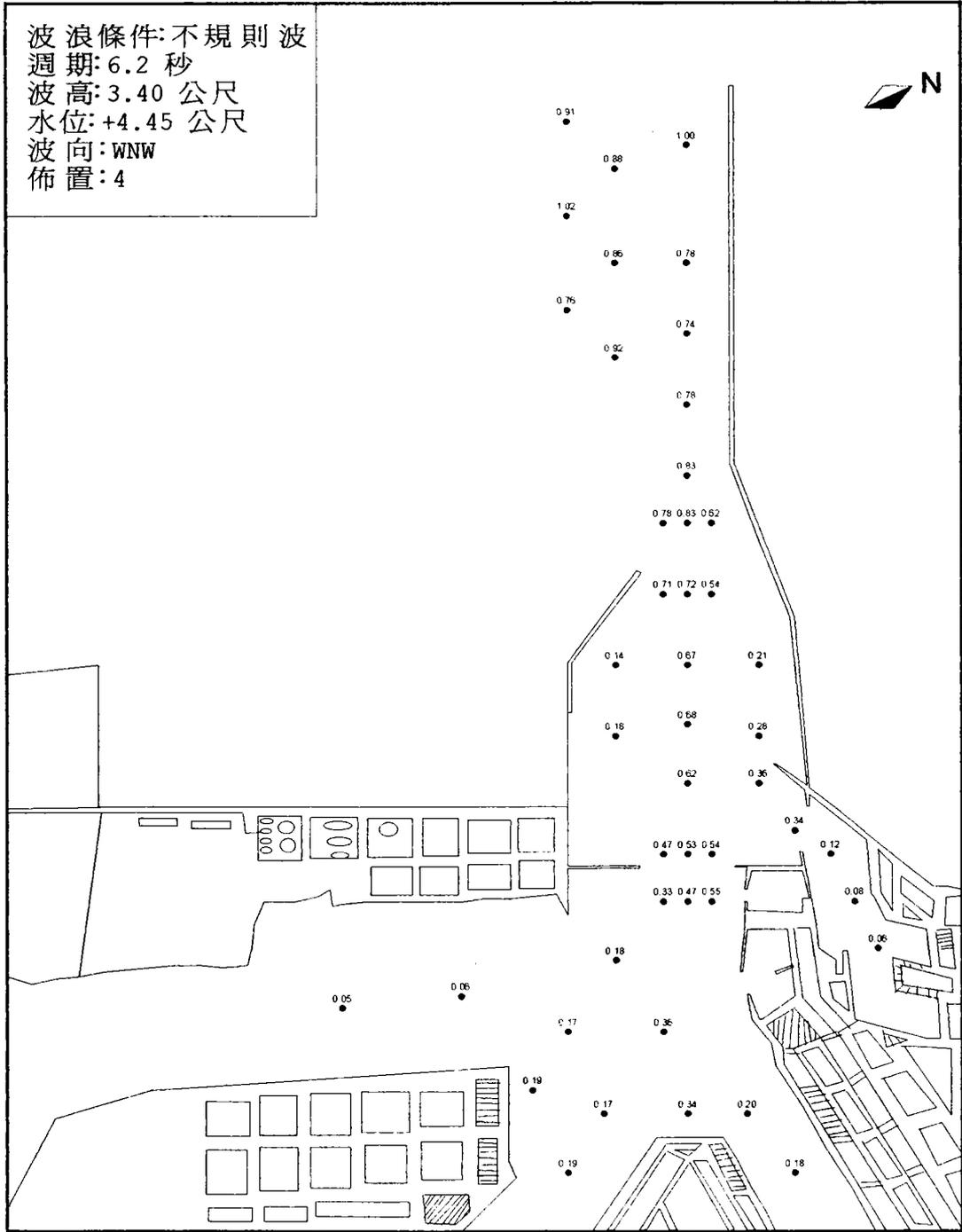


圖 1-21

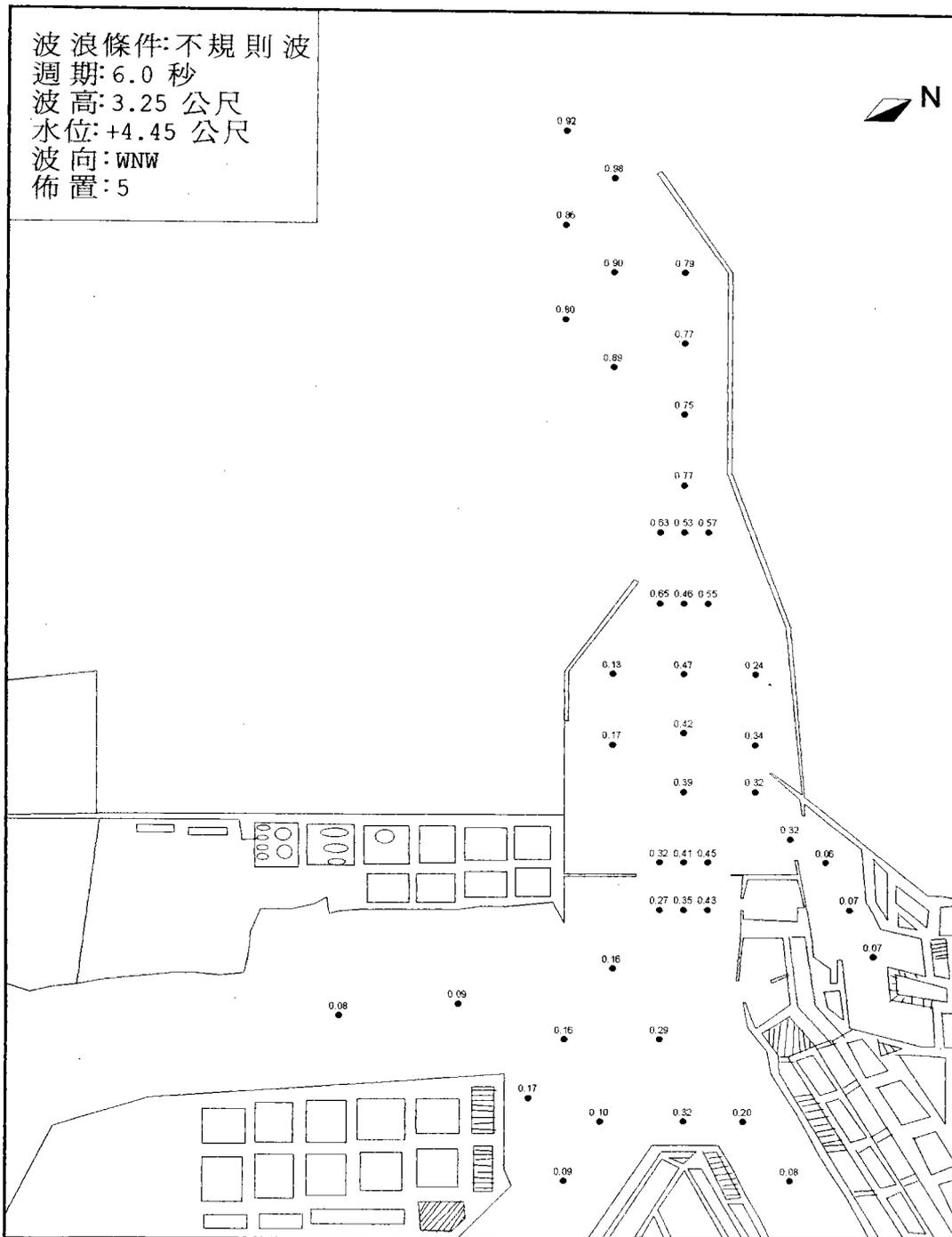


圖 1-22

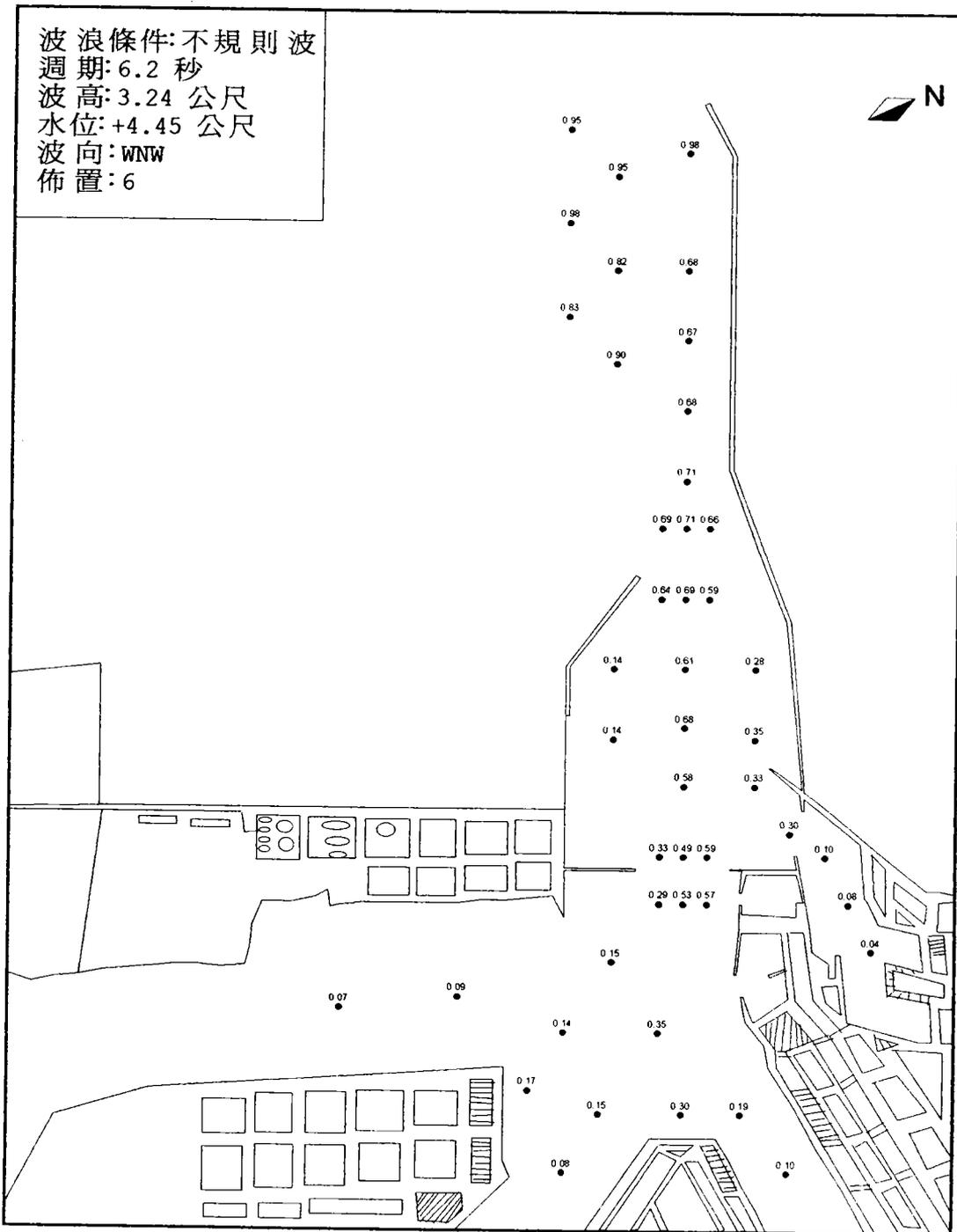


圖 1-23

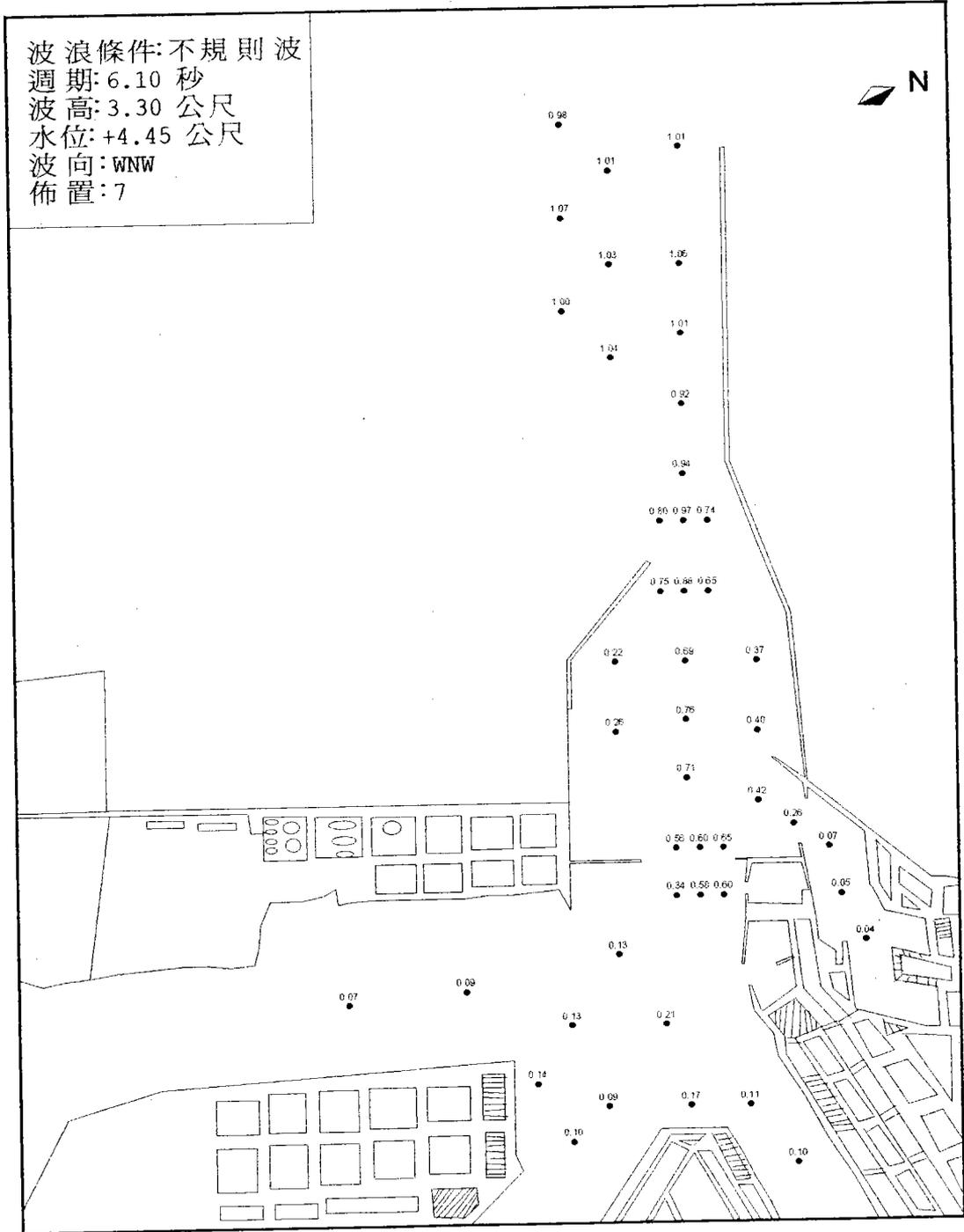


圖 1-24

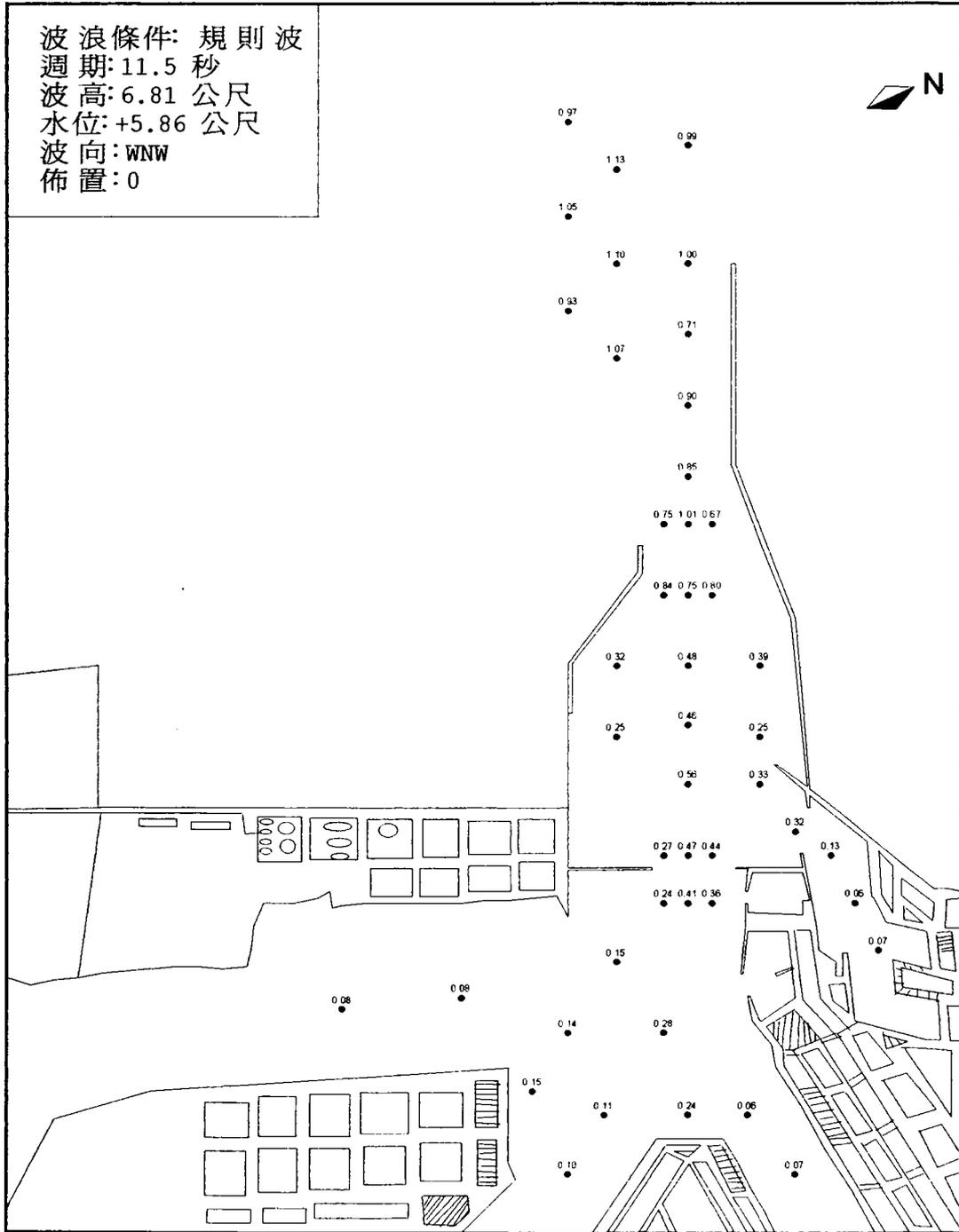


圖 1-25

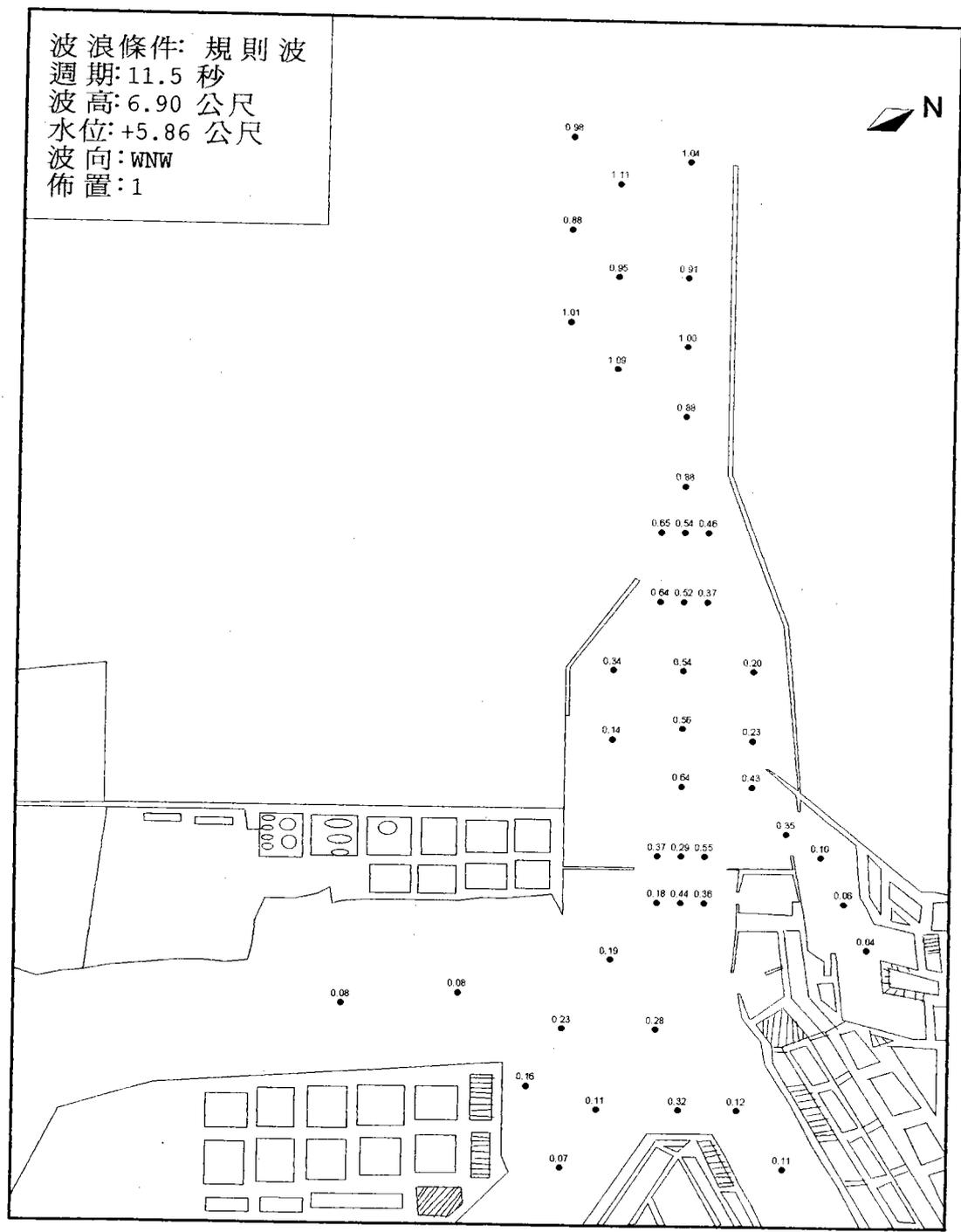


圖 1-26

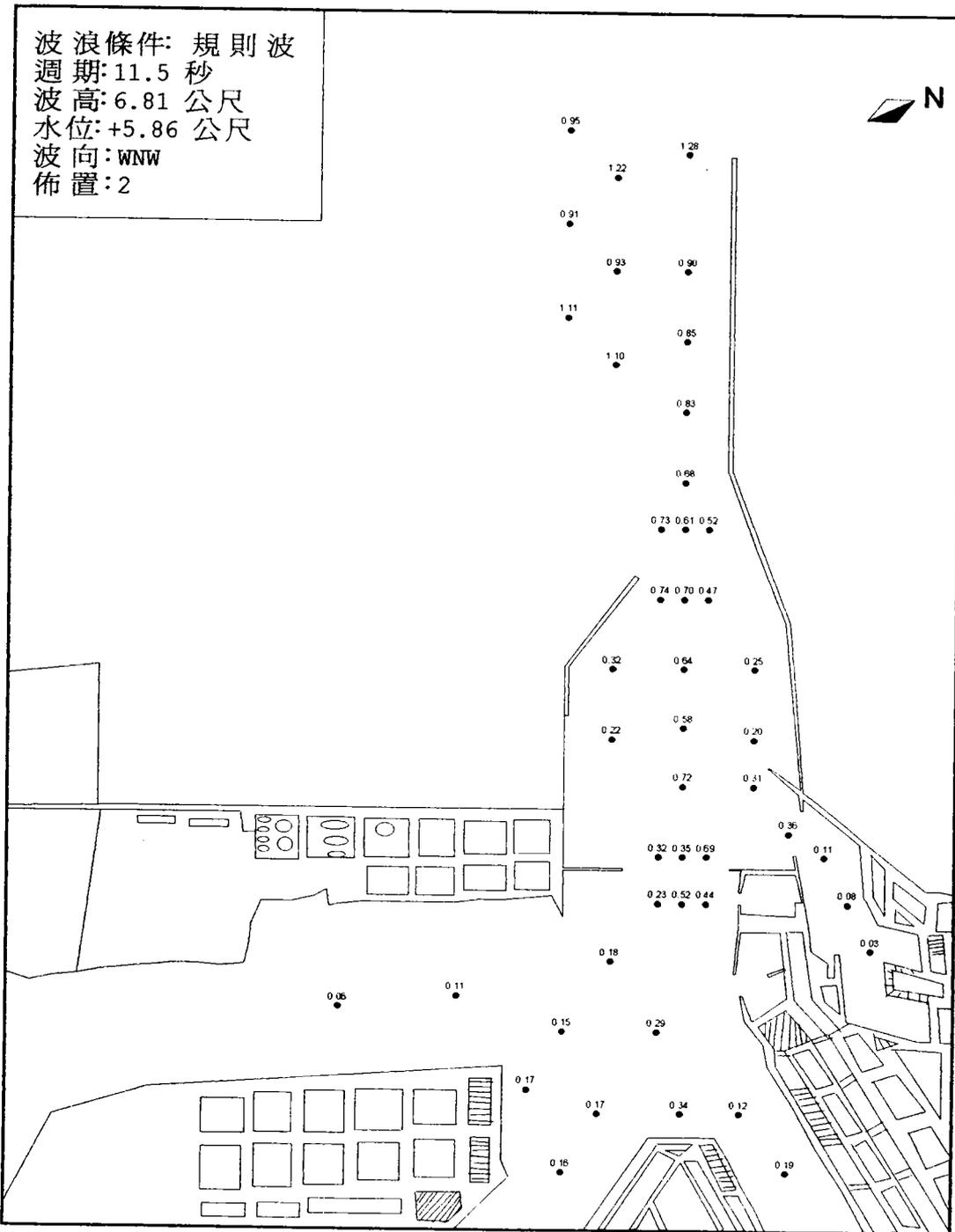


圖 1-27

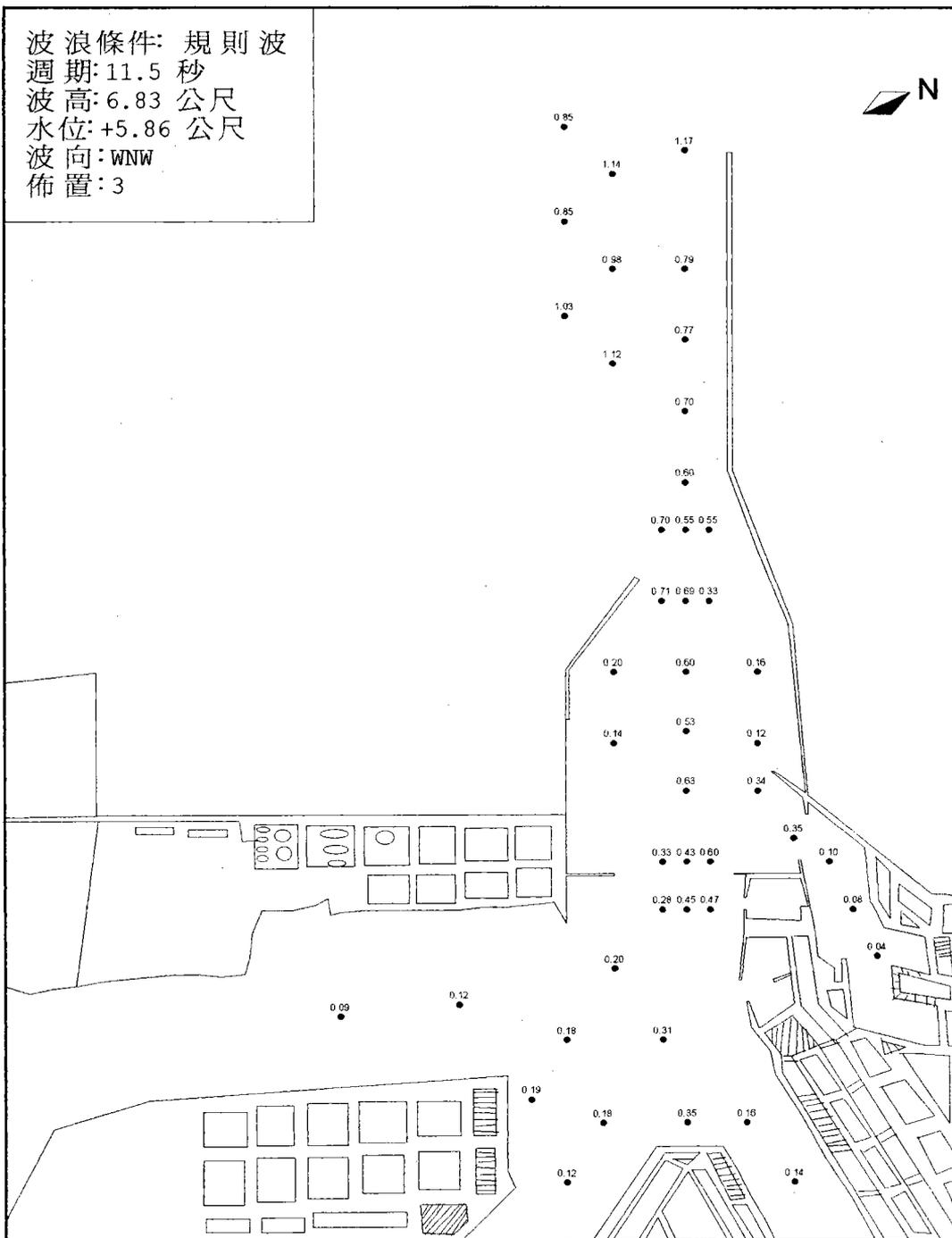


圖 1-28

波浪條件: 規則波  
 週期: 11.5 秒  
 波高: 6.82 公尺  
 水位: +5.86 公尺  
 波向: WNW  
 佈置: 4

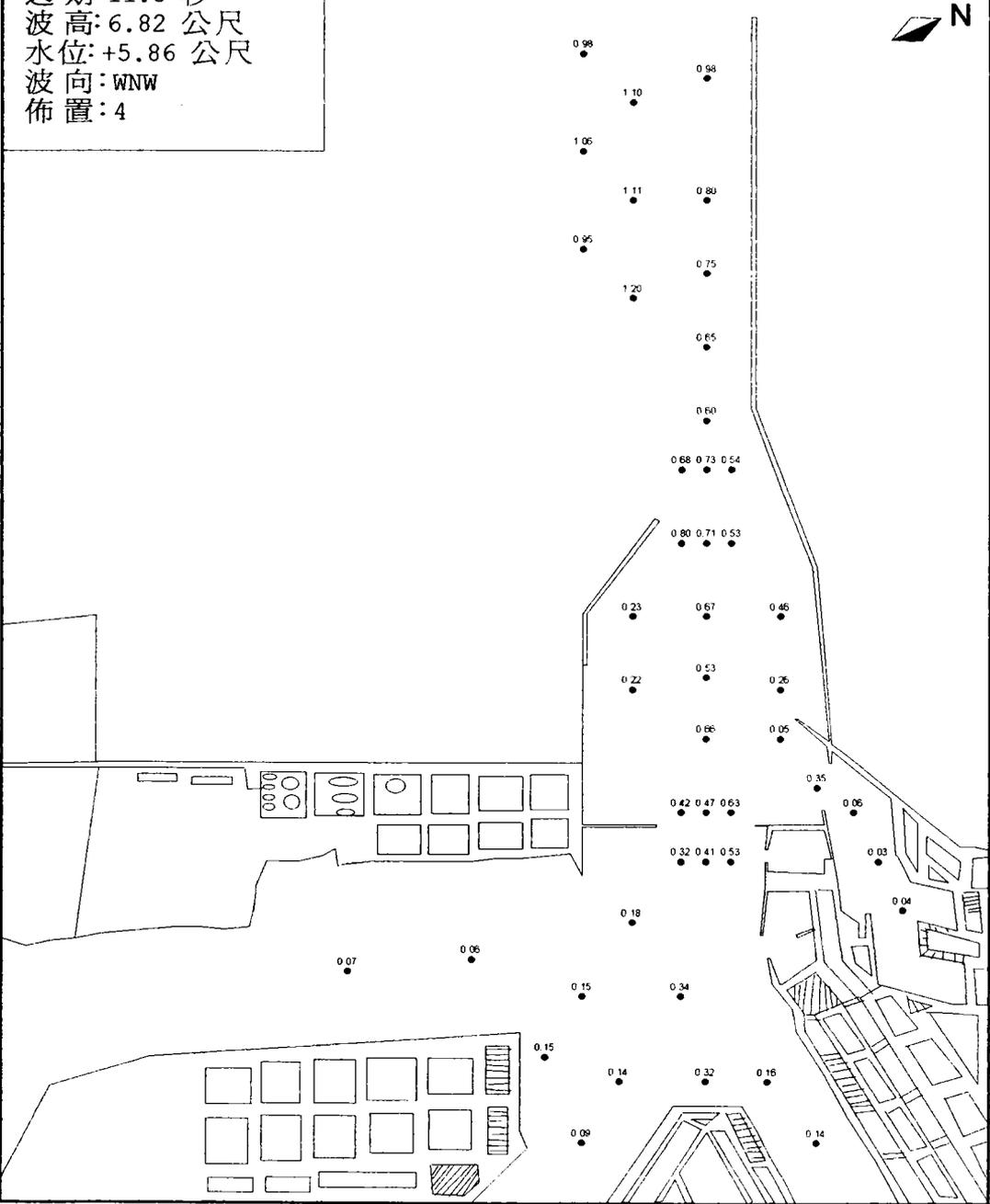


圖 1-29

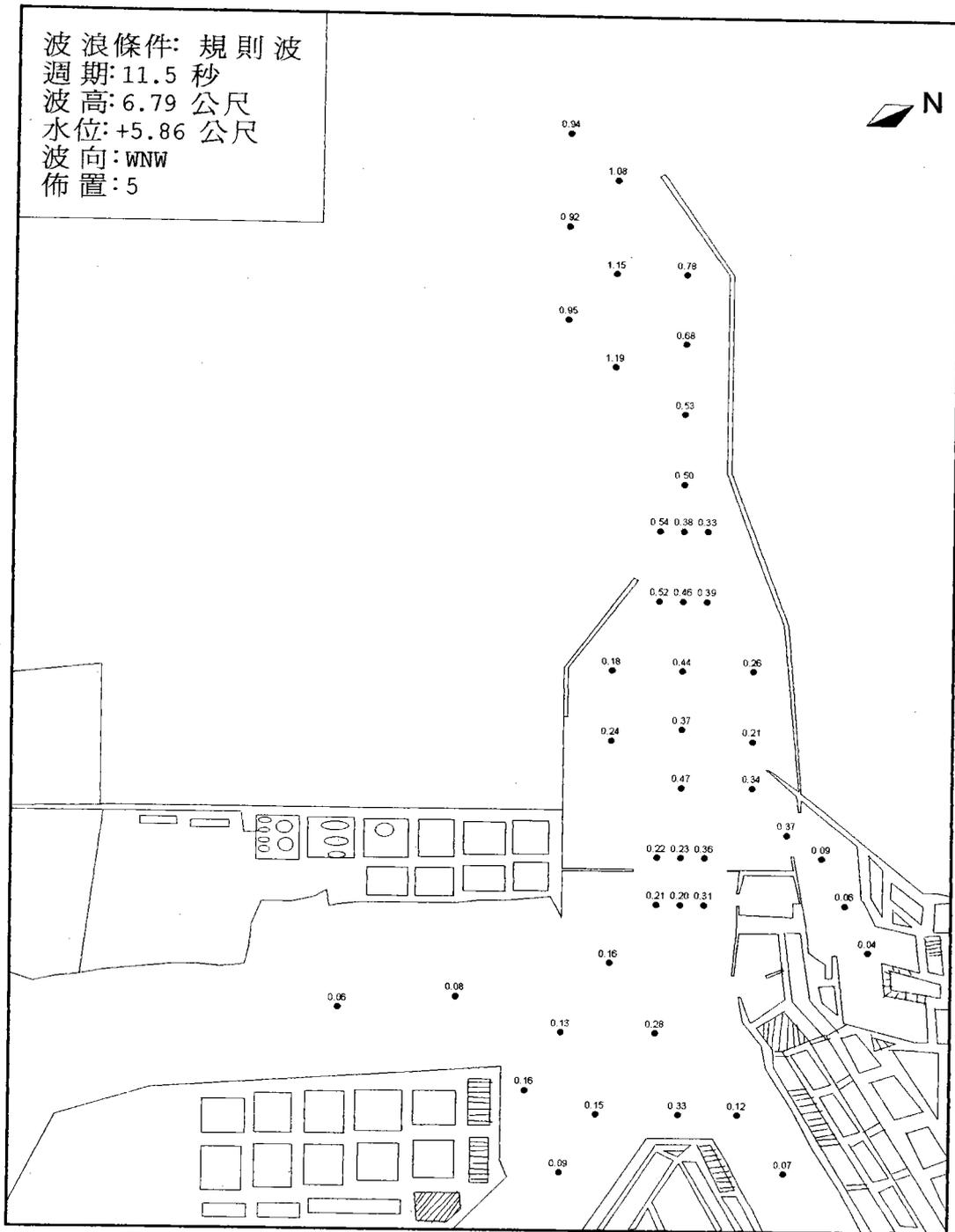


圖 1-30

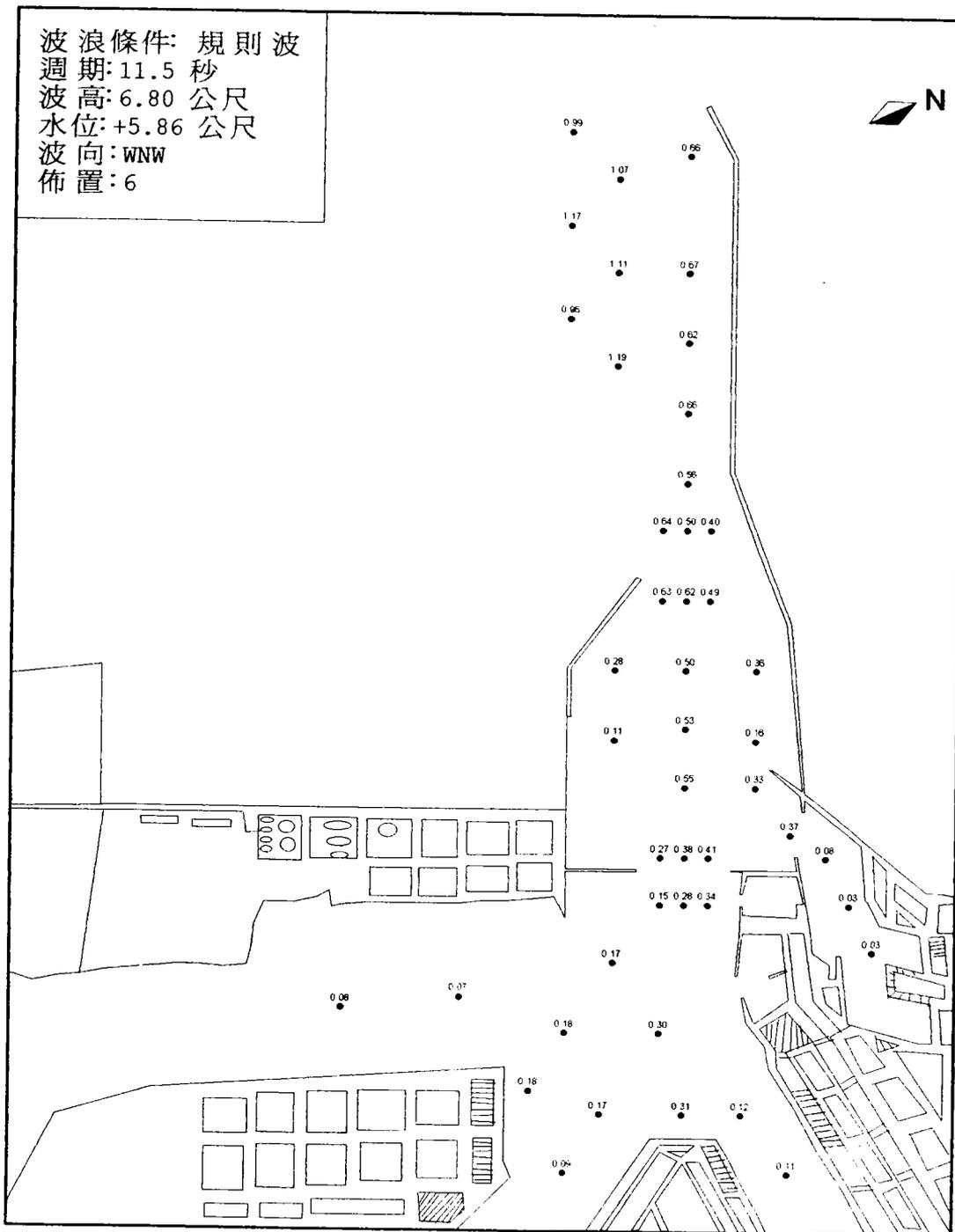


圖 1-31

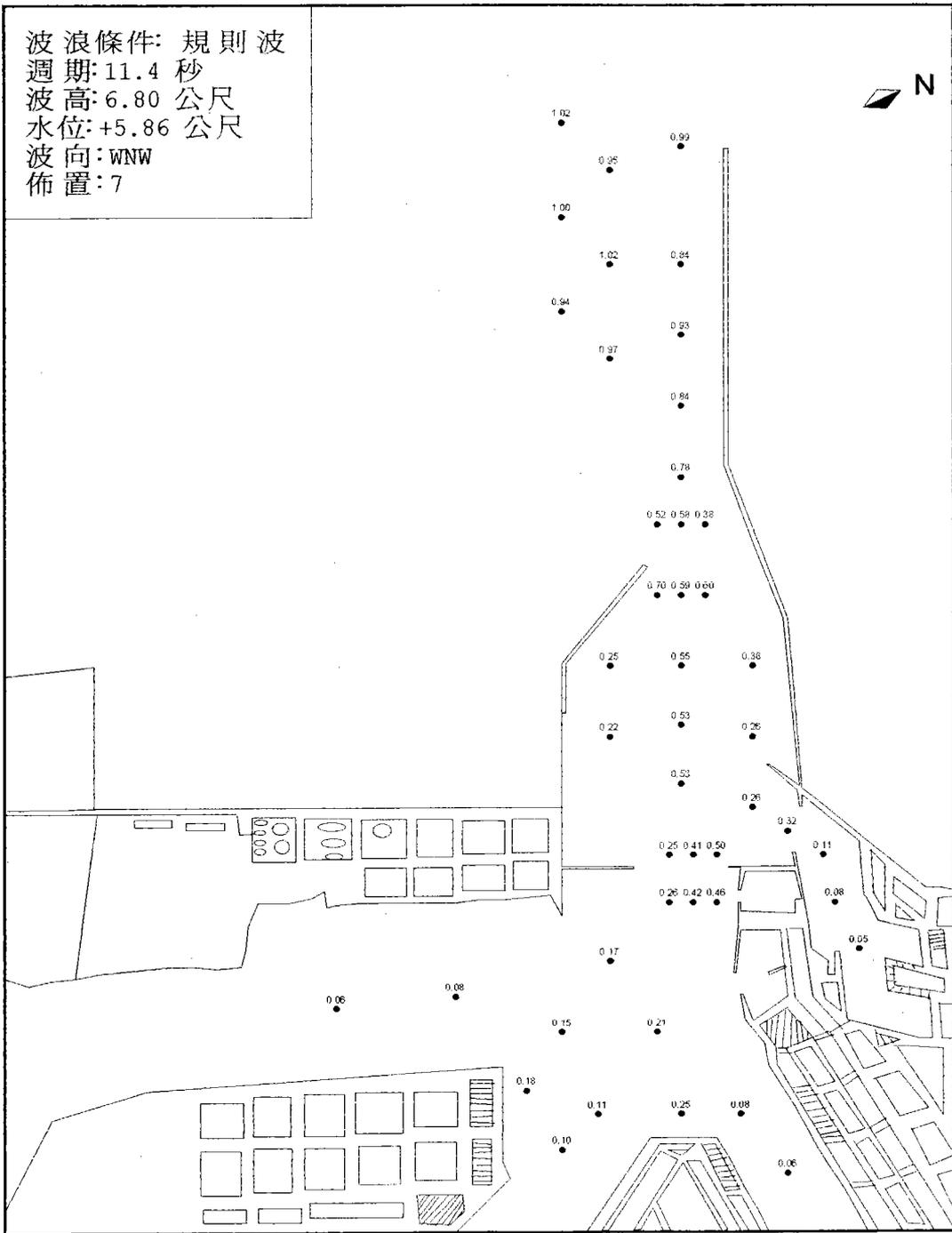


圖 1-32

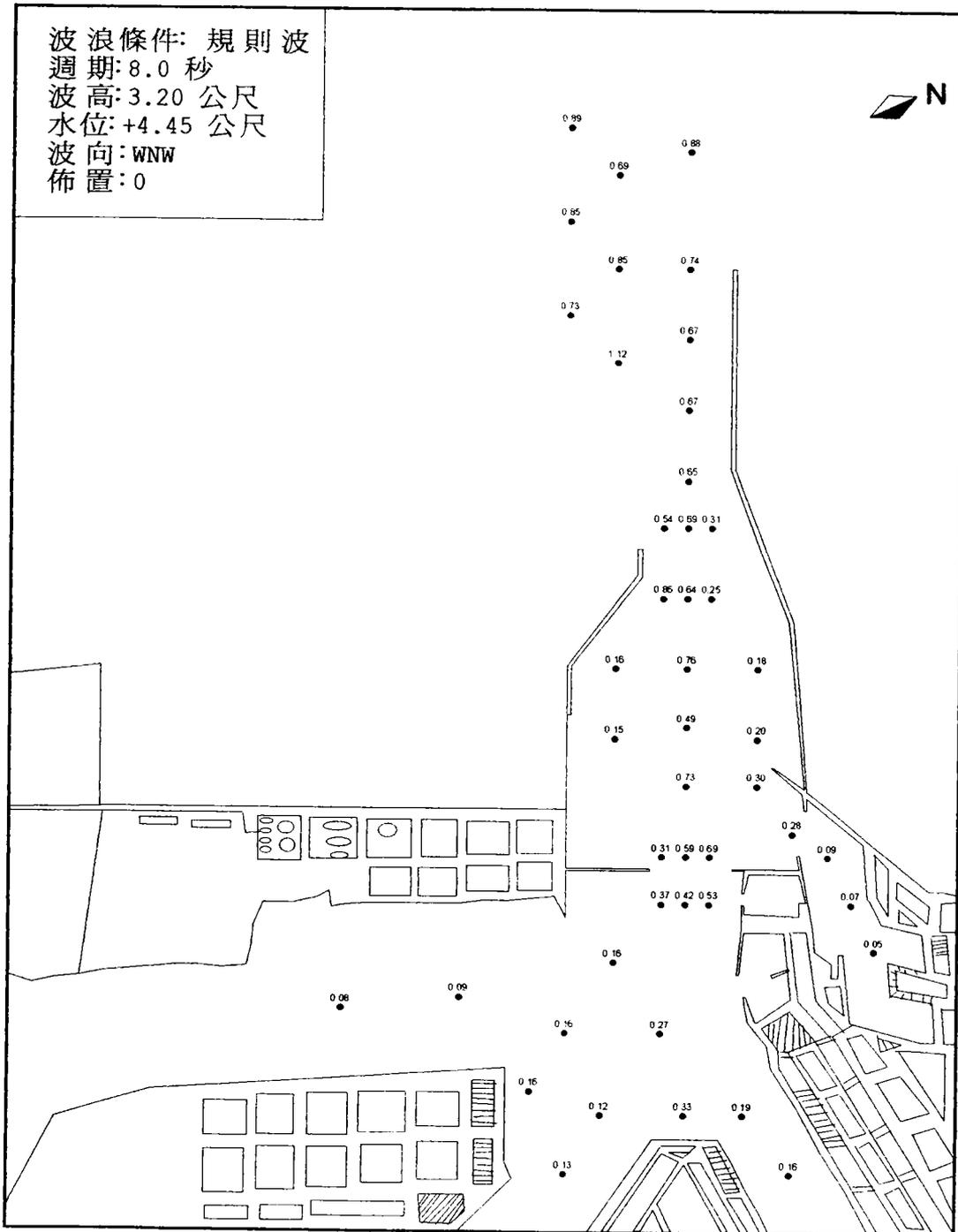


圖 1-33

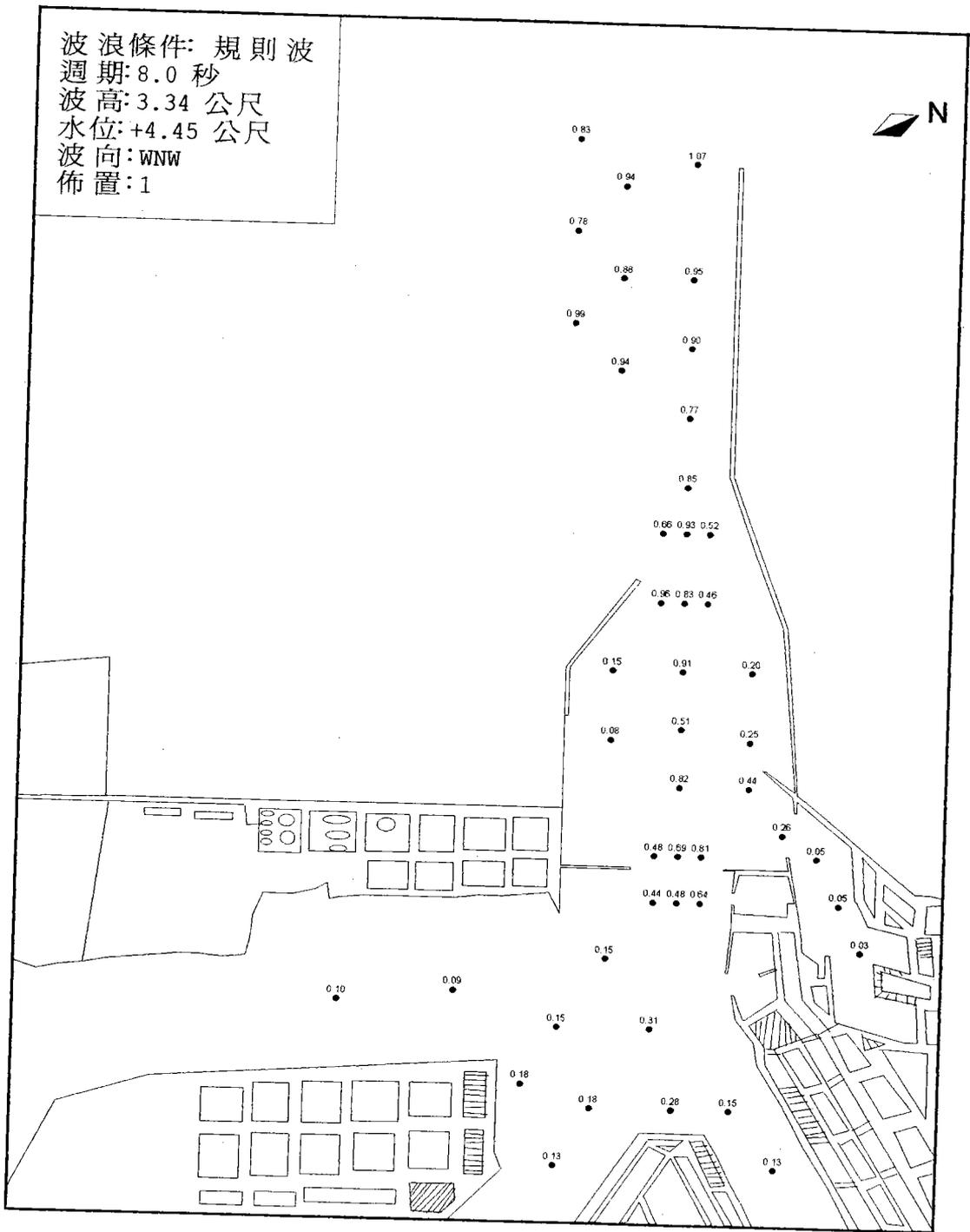


圖 1-34

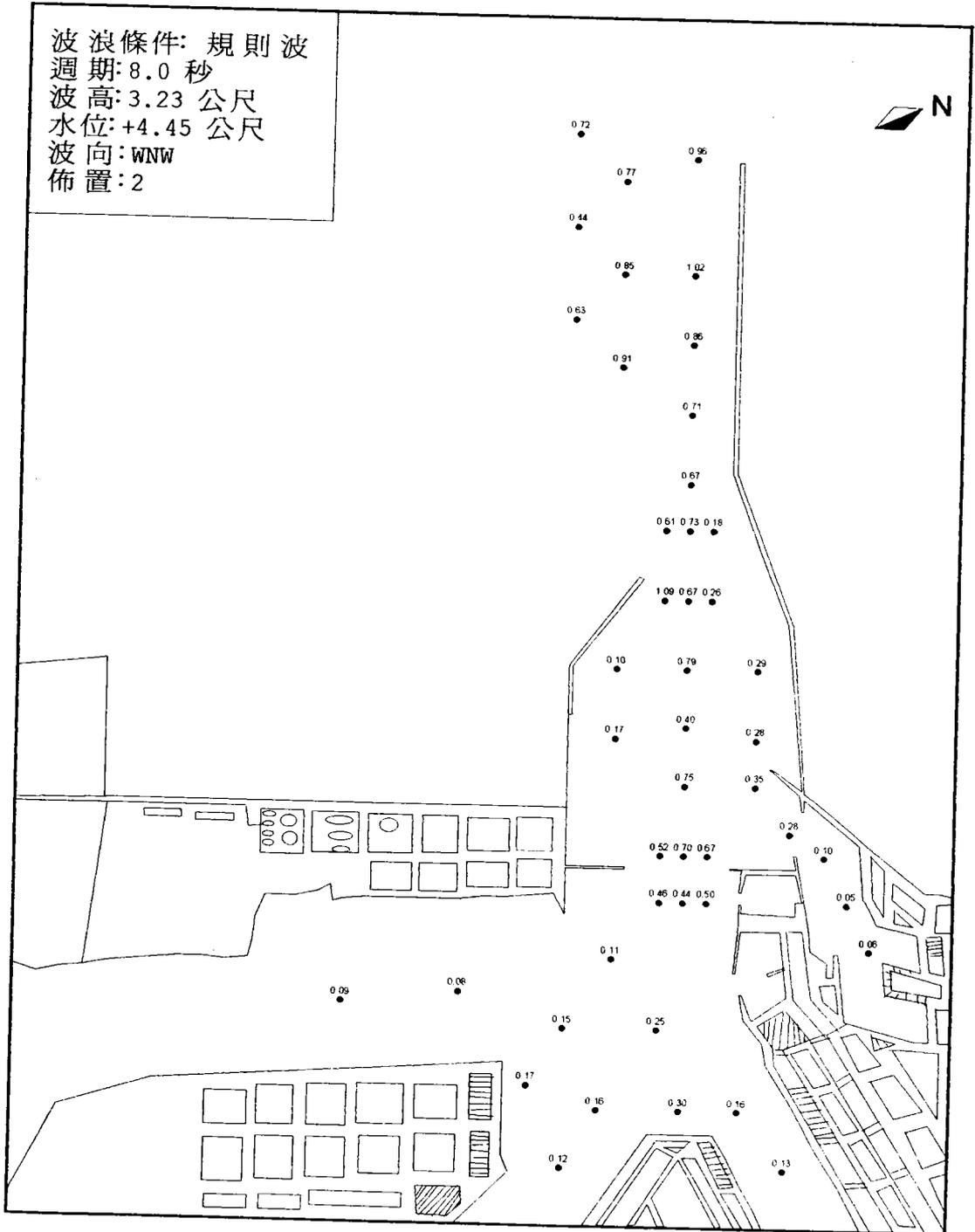


圖 1-35



波浪條件: 規則波  
 週期: 8.0 秒  
 波高: 3.18 公尺  
 水位: +4.45 公尺  
 波向: WNW  
 佈置: 4

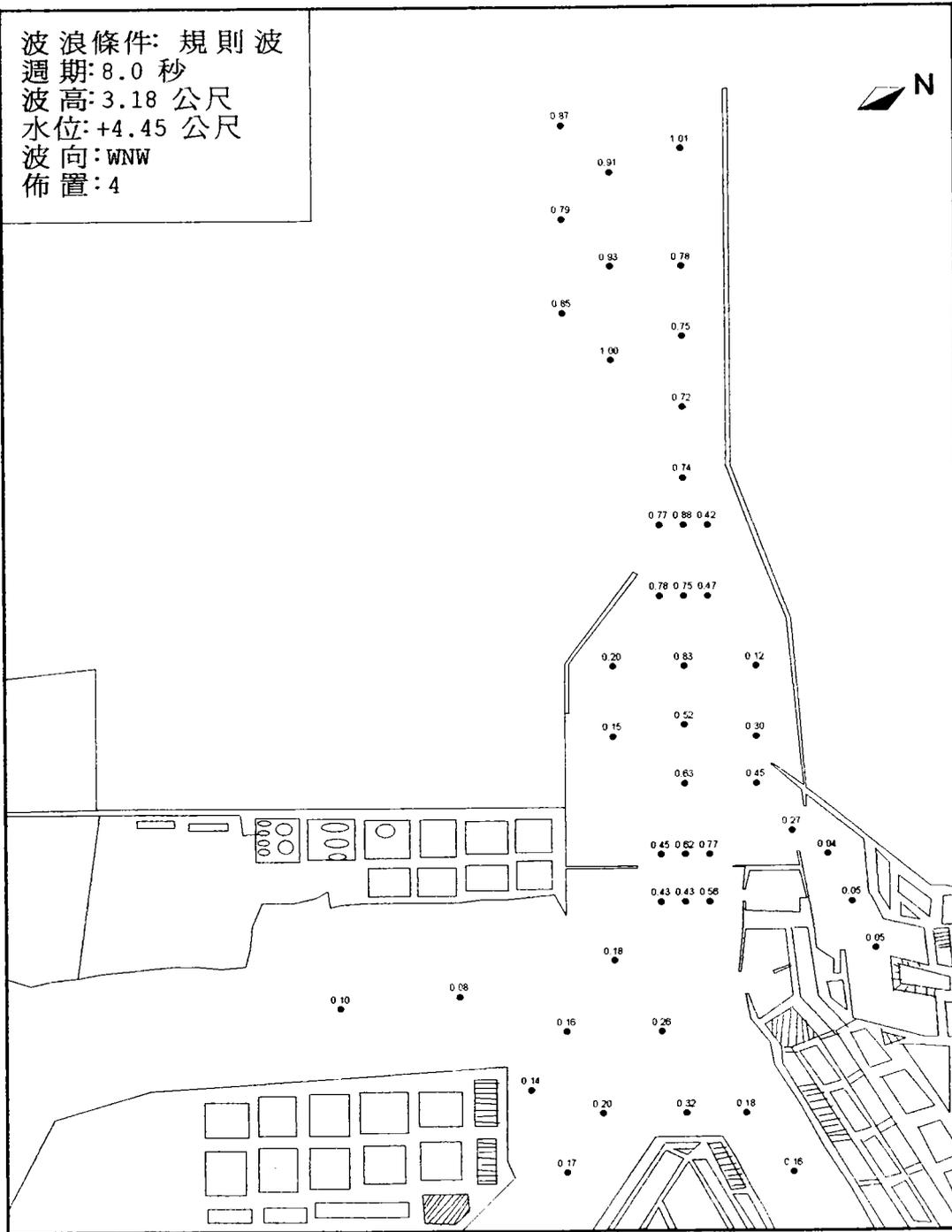


圖 1-37

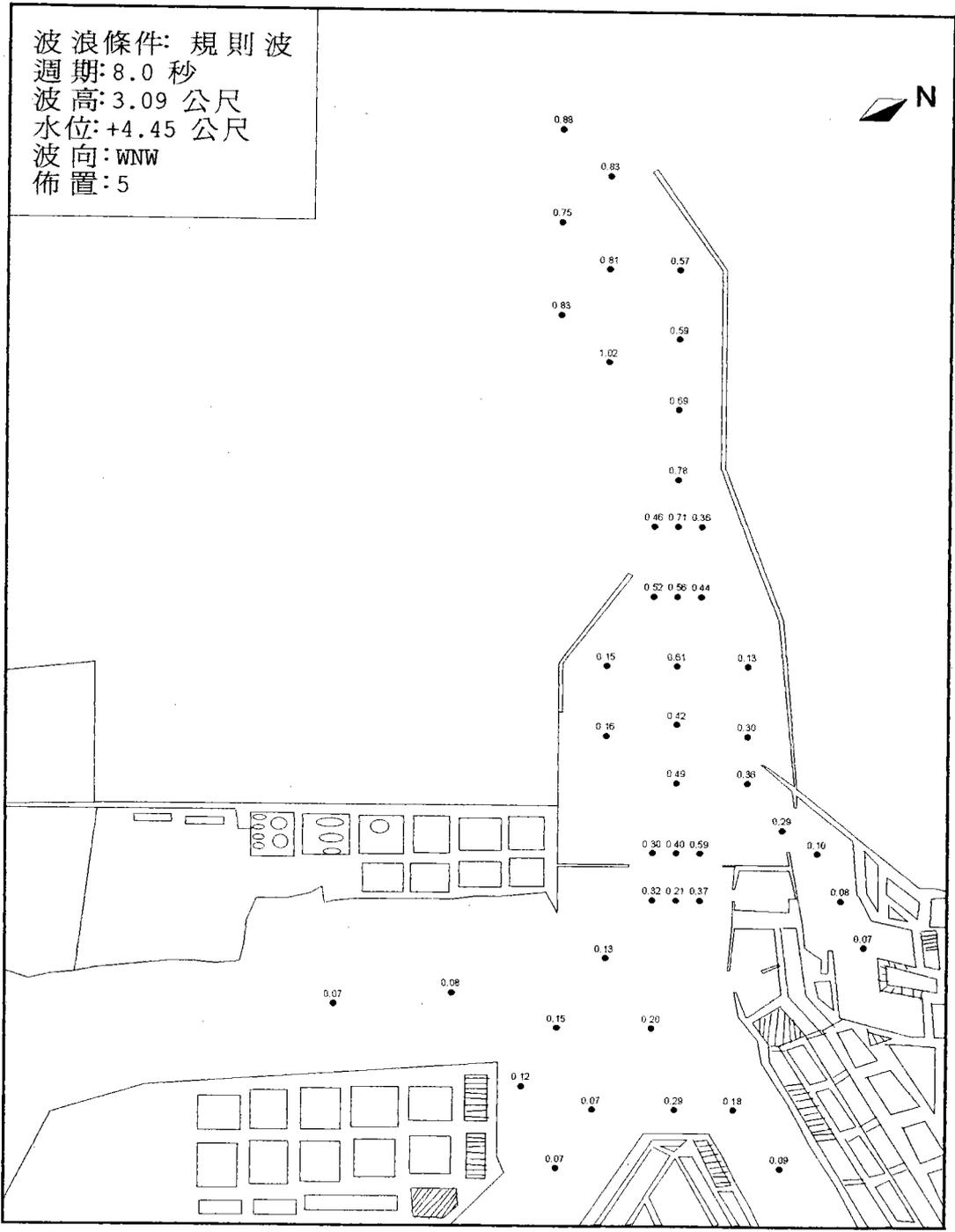


圖 1-38

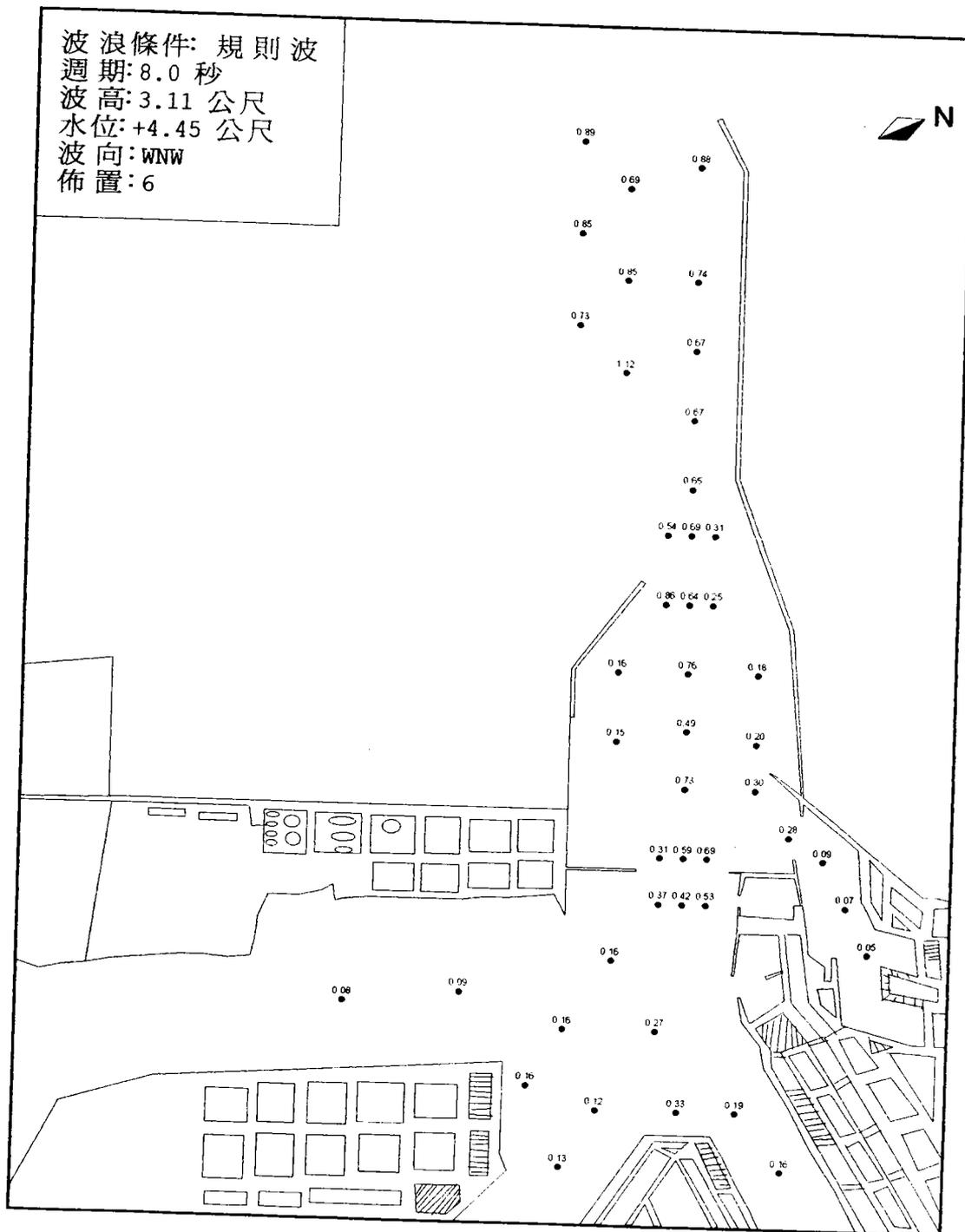


圖 1-39

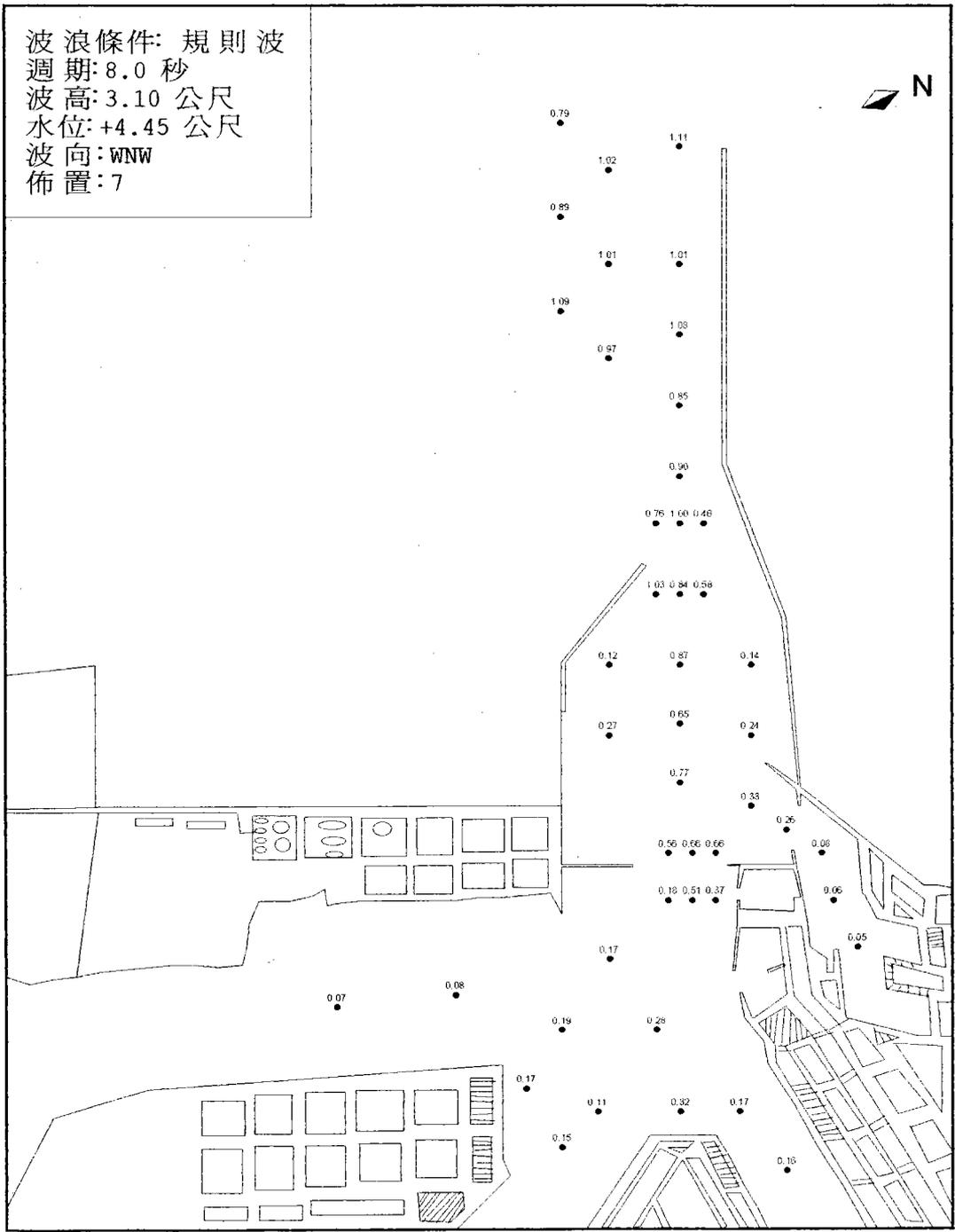


圖 1-40



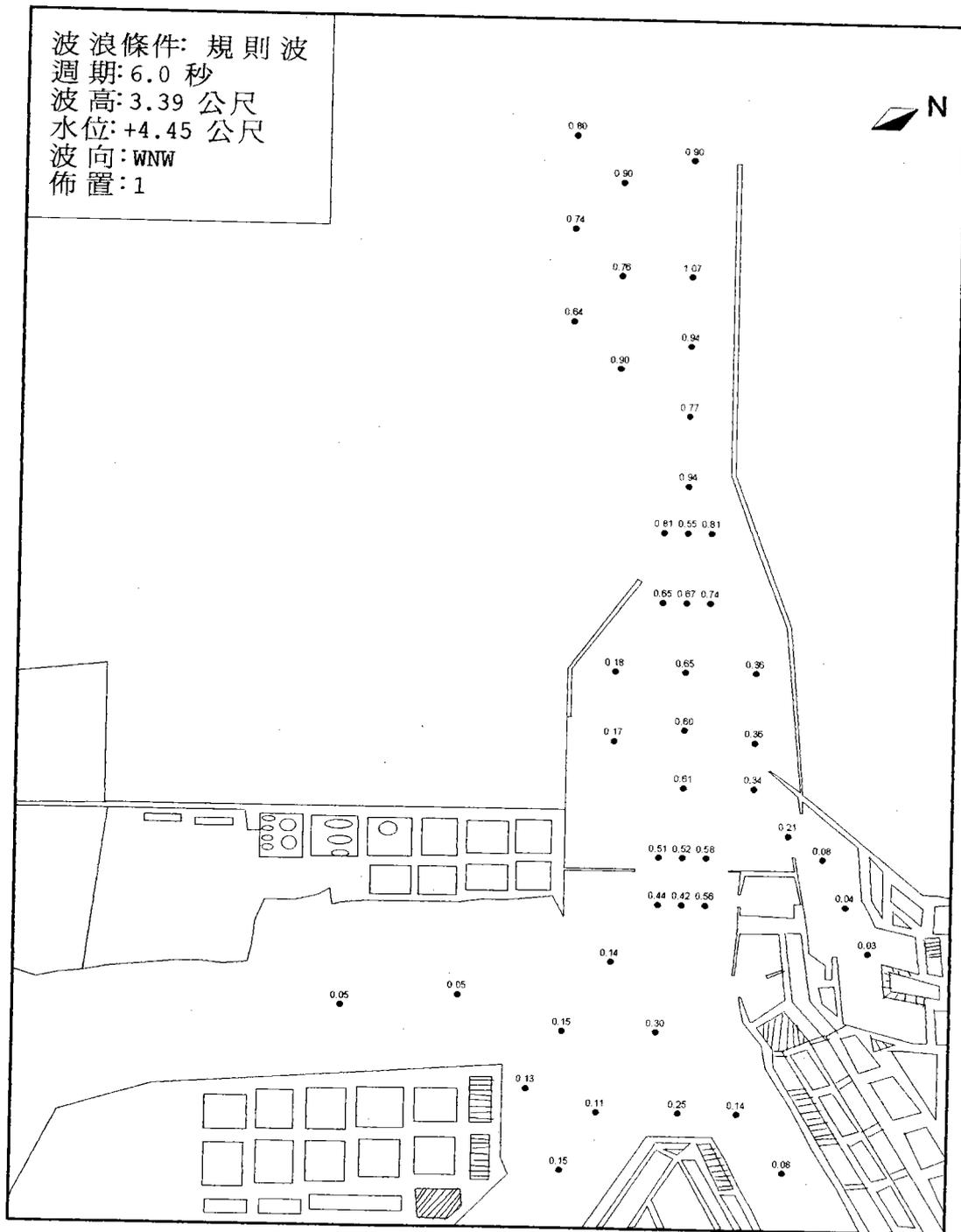


圖 1-42

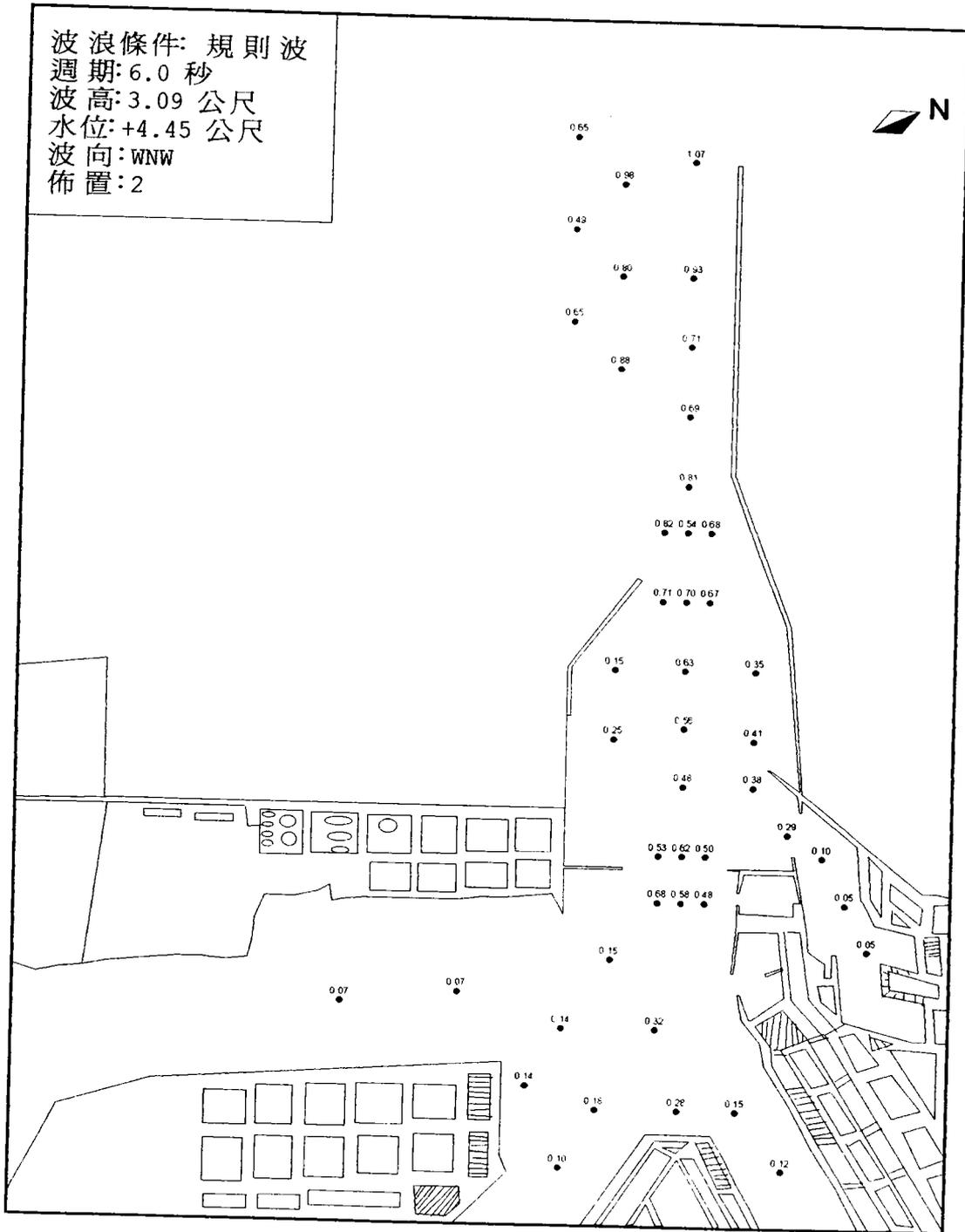


圖 1-43

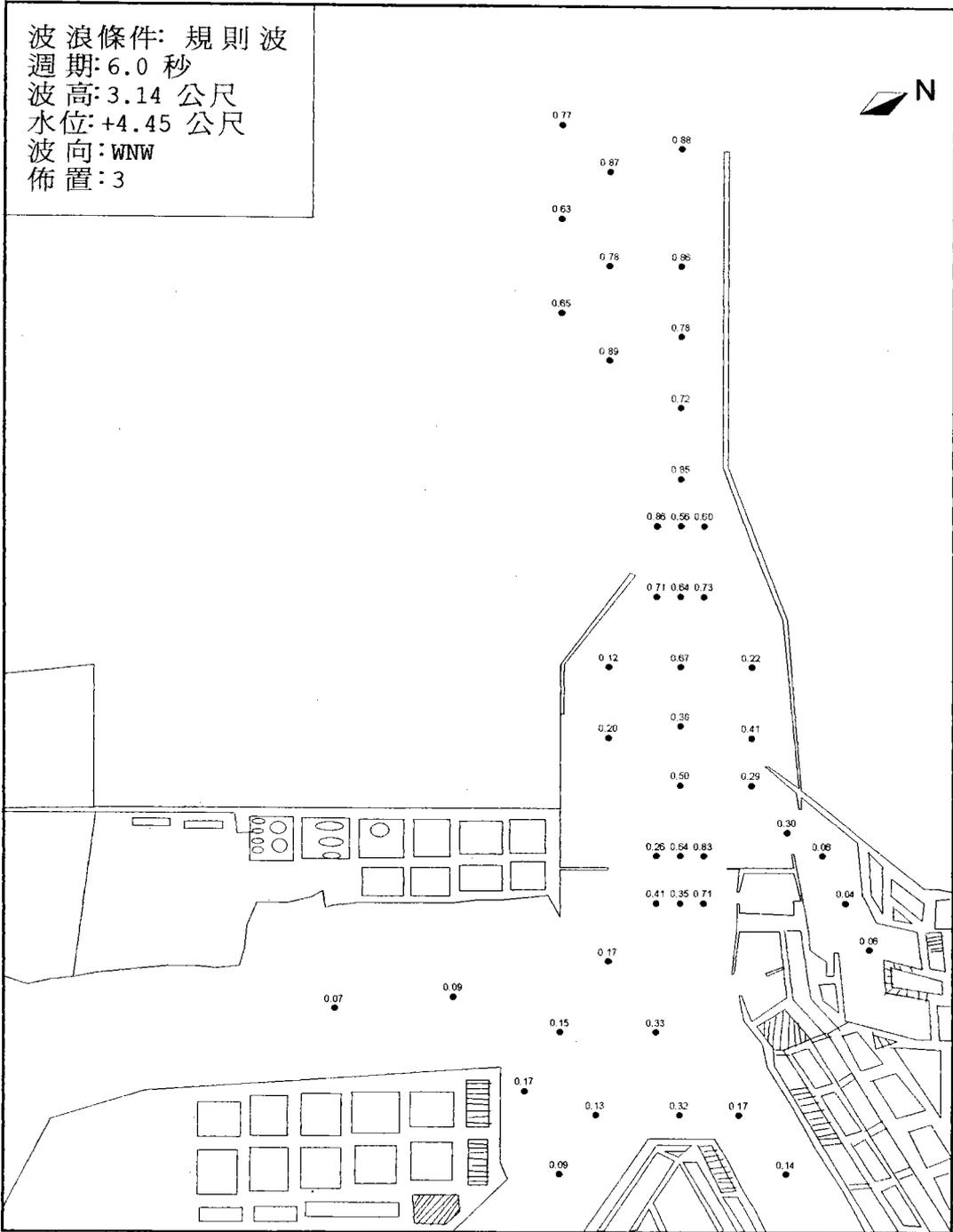


圖 1-44

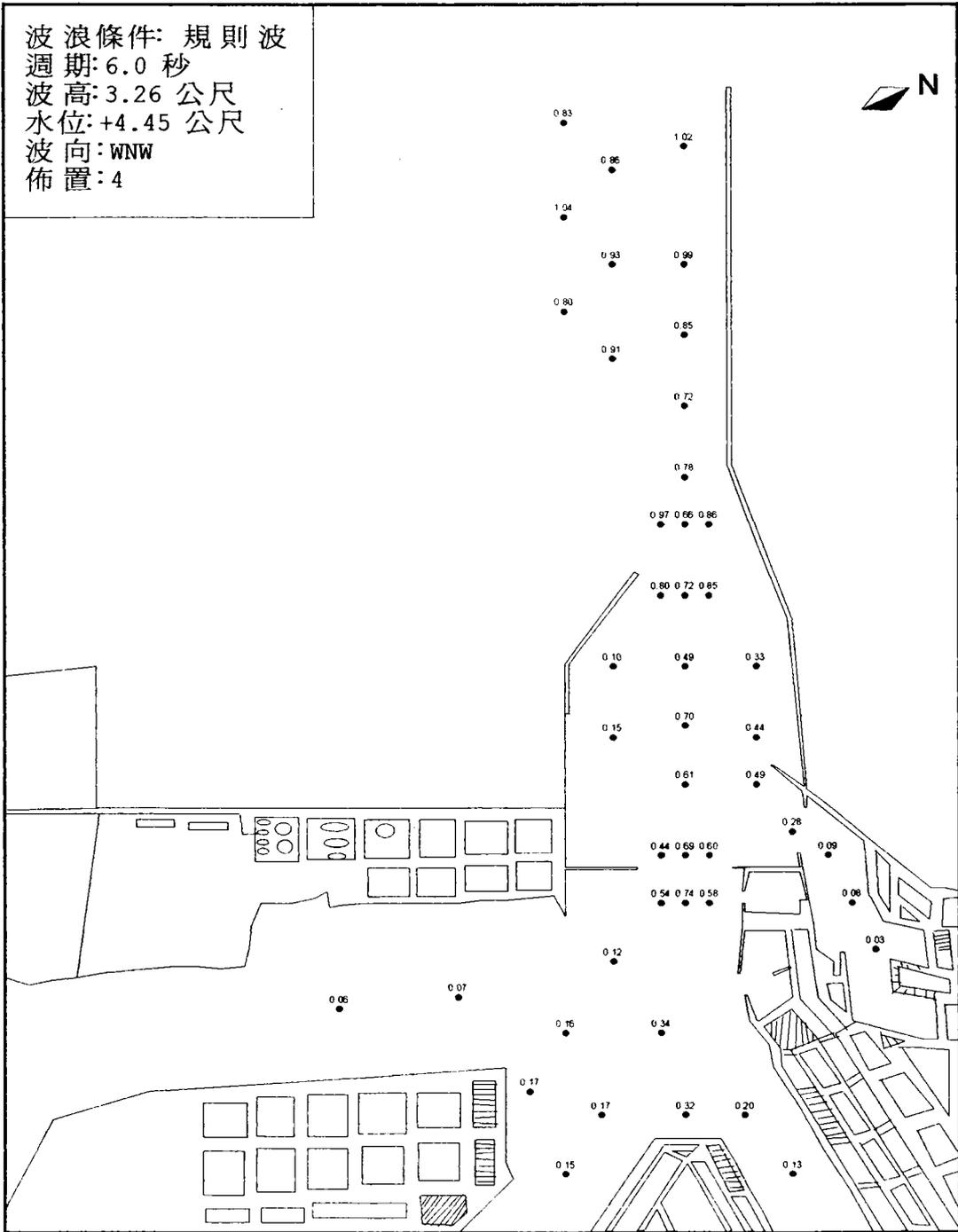


圖 1-45

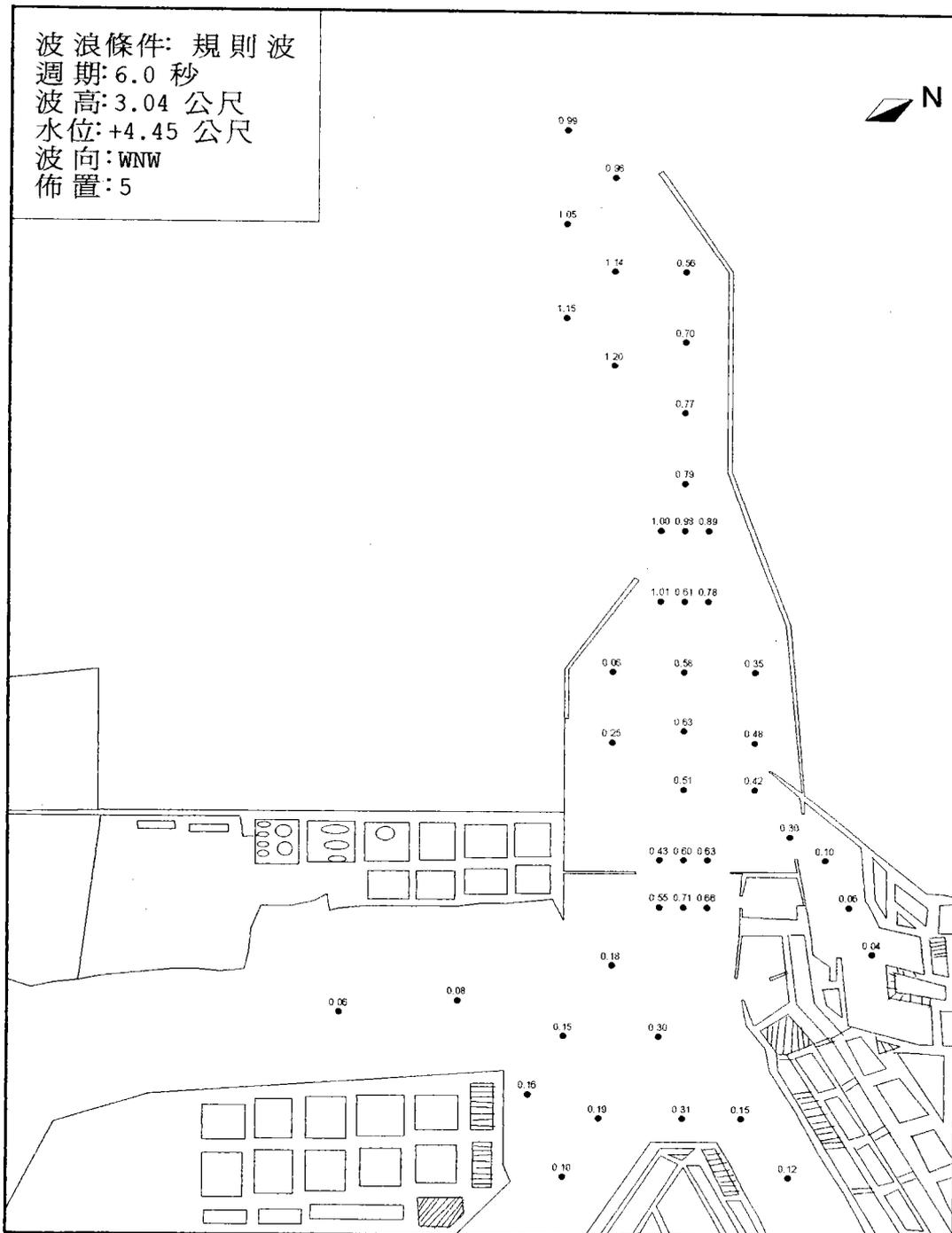


圖 1-46

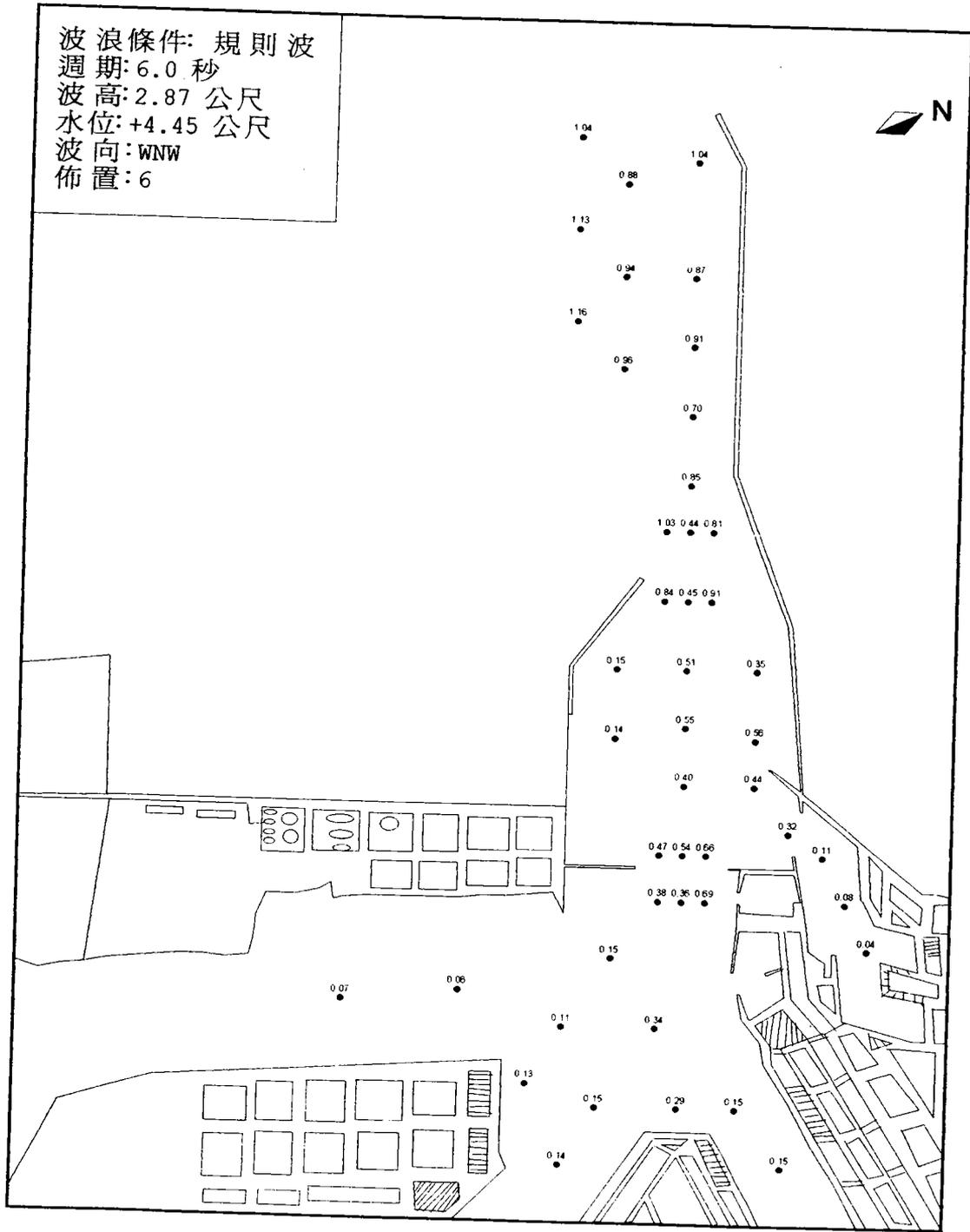


圖 1-47

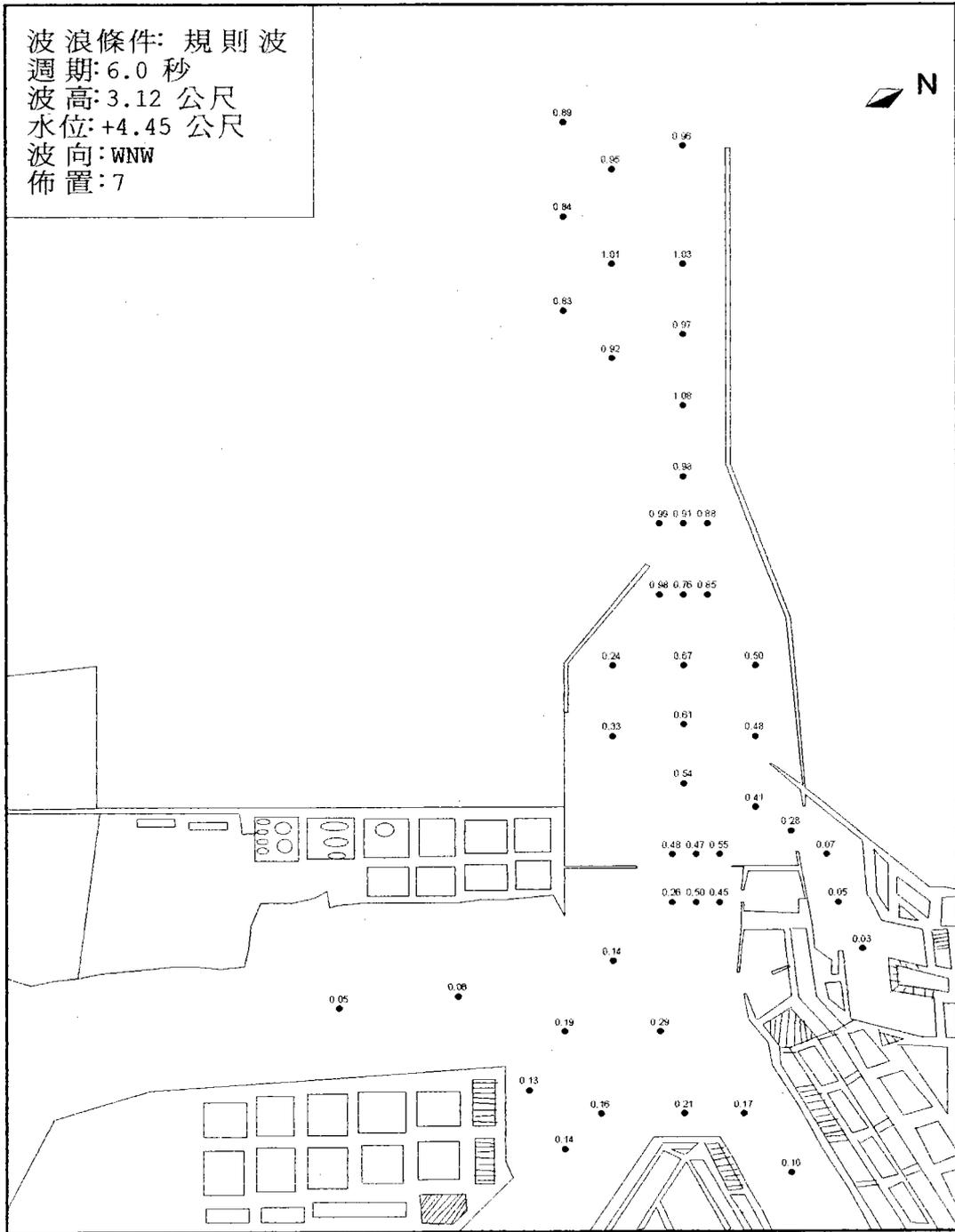


圖 1-48

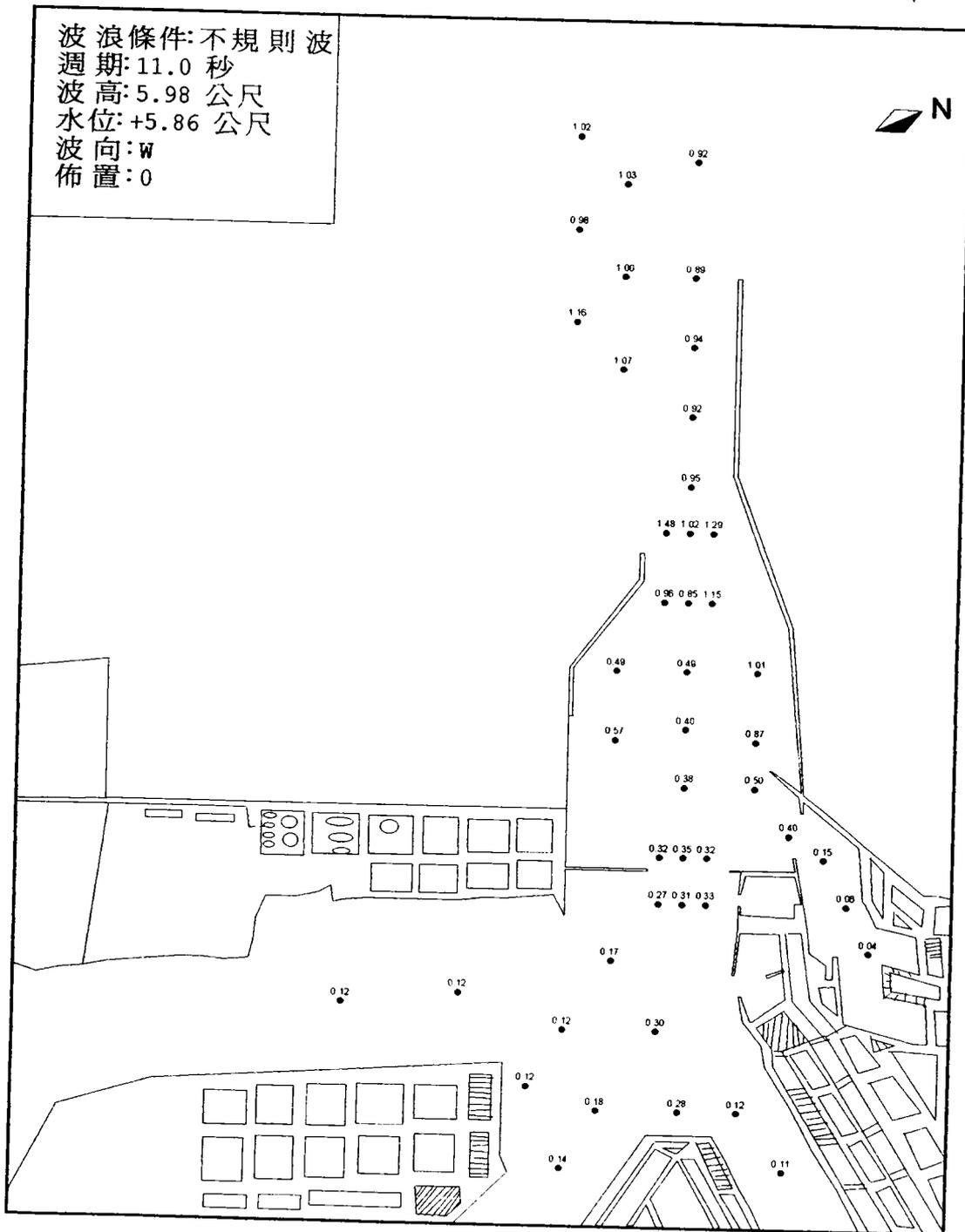


圖 1-49

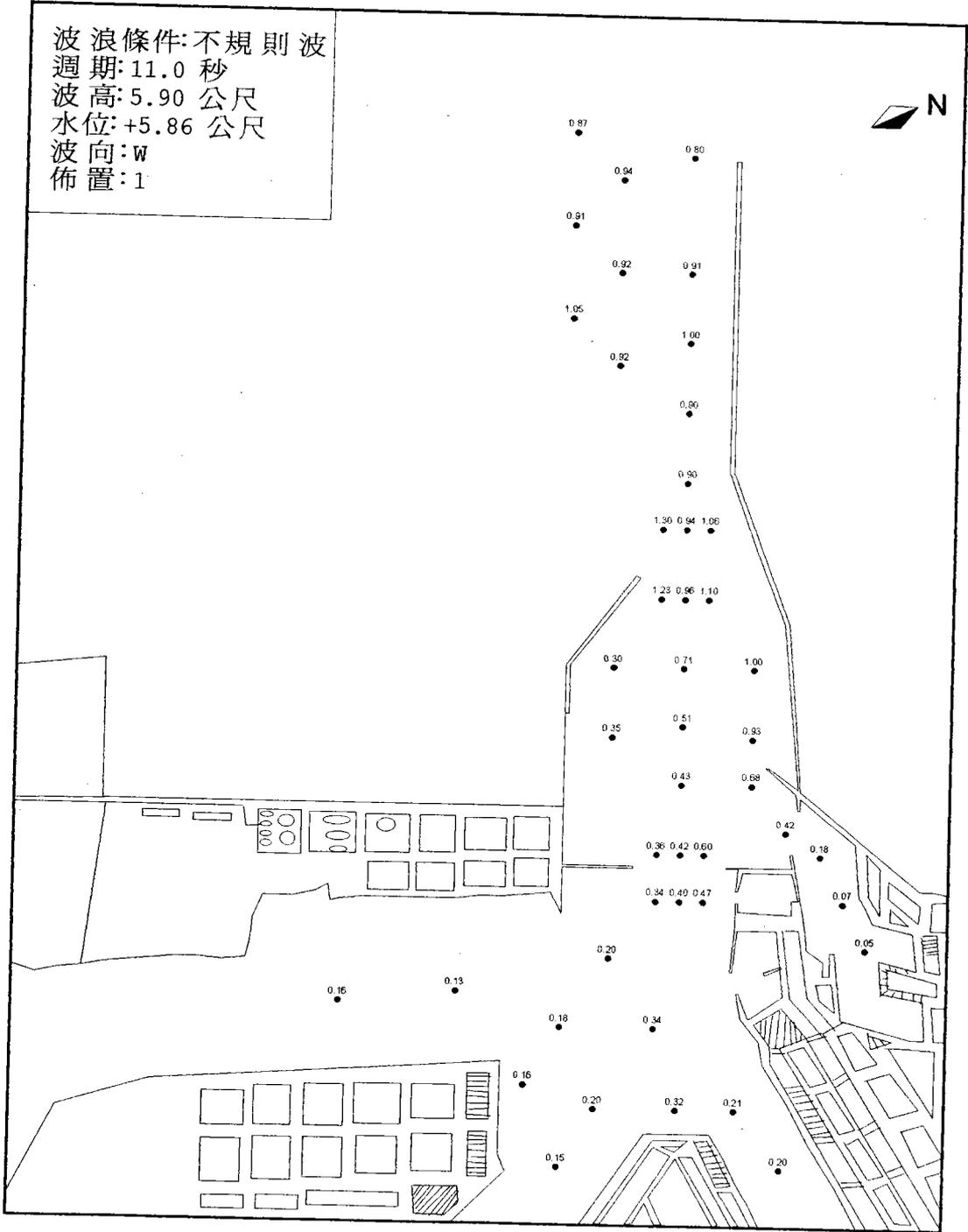


圖 1-50

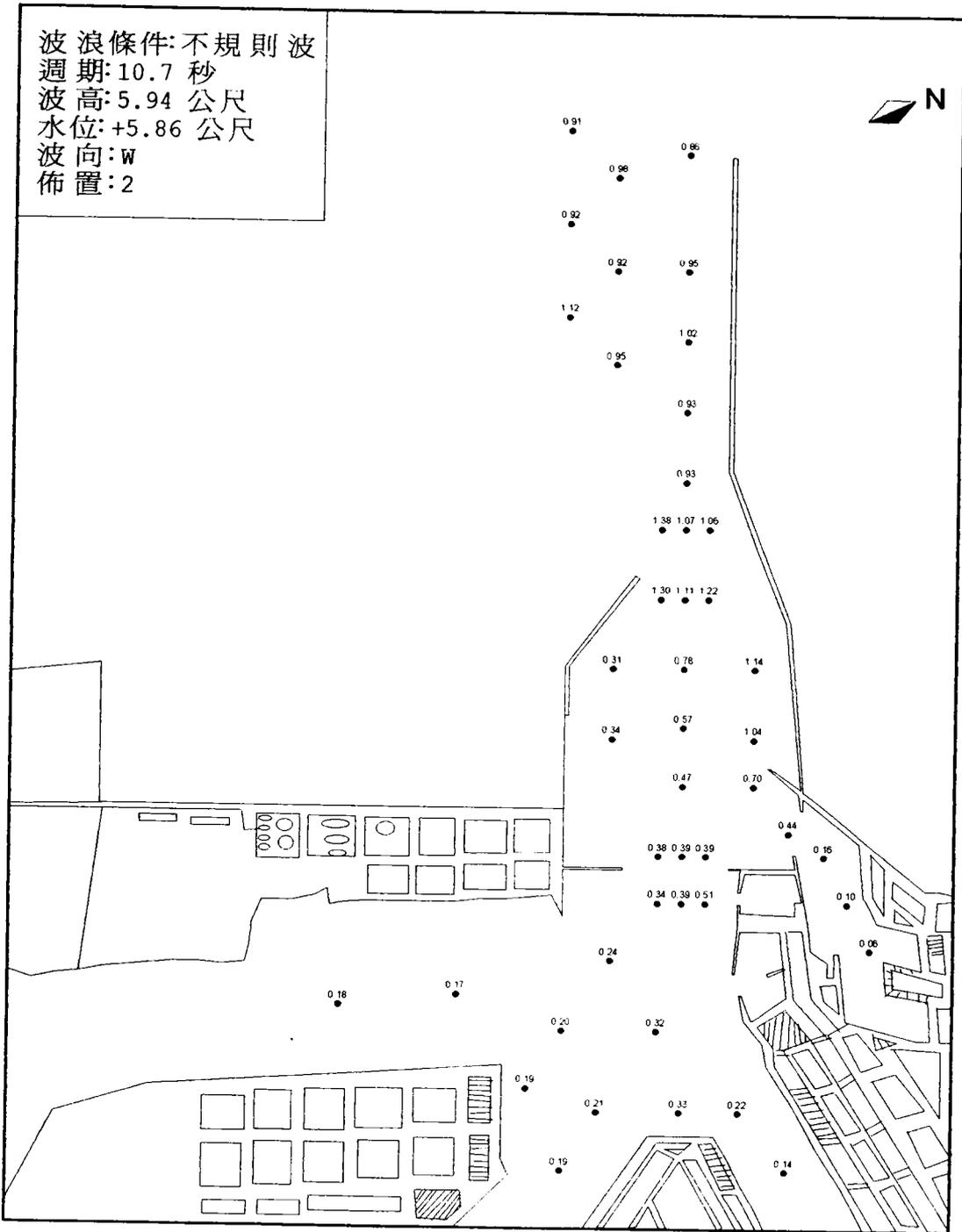


圖 1-51

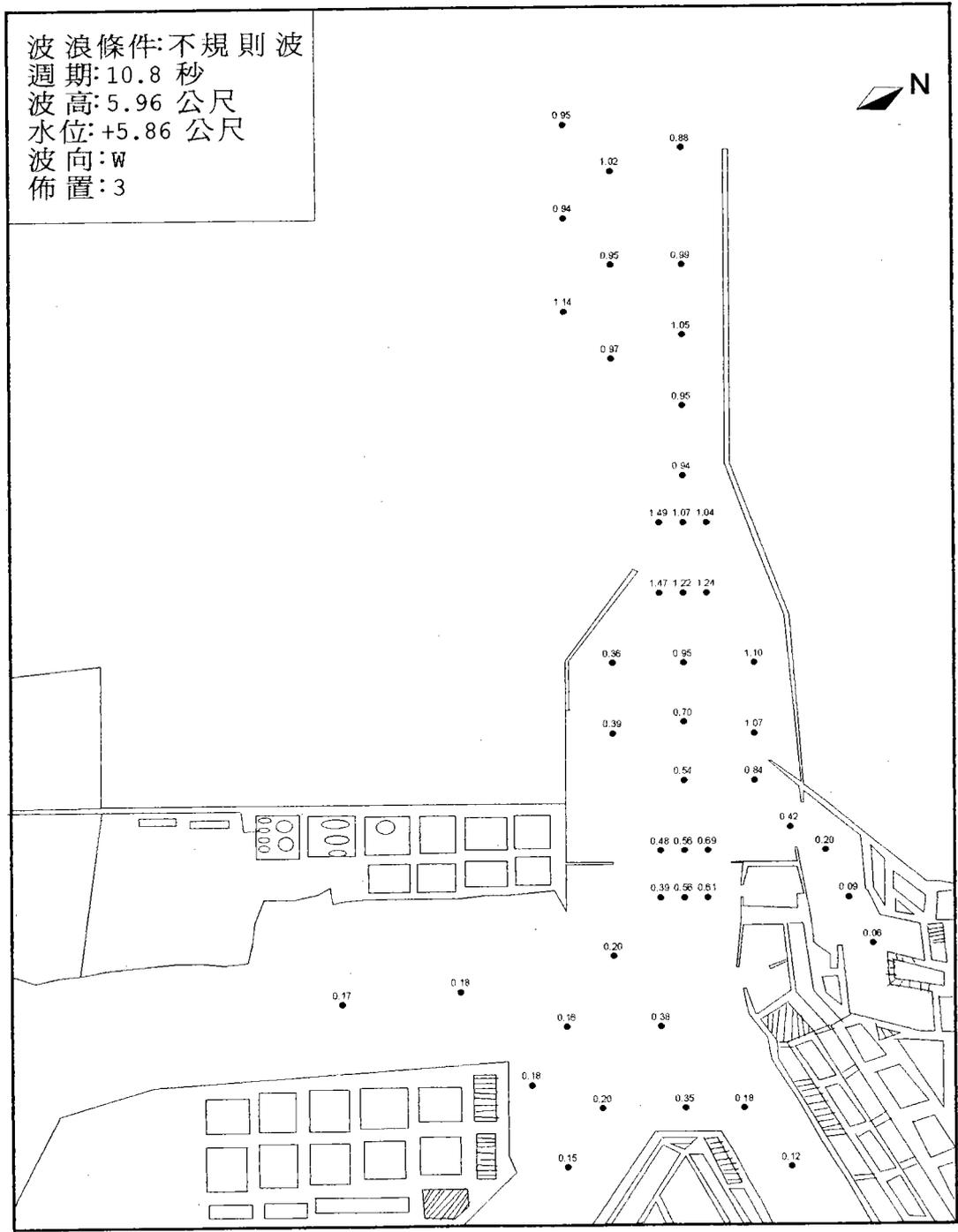


圖 1-52

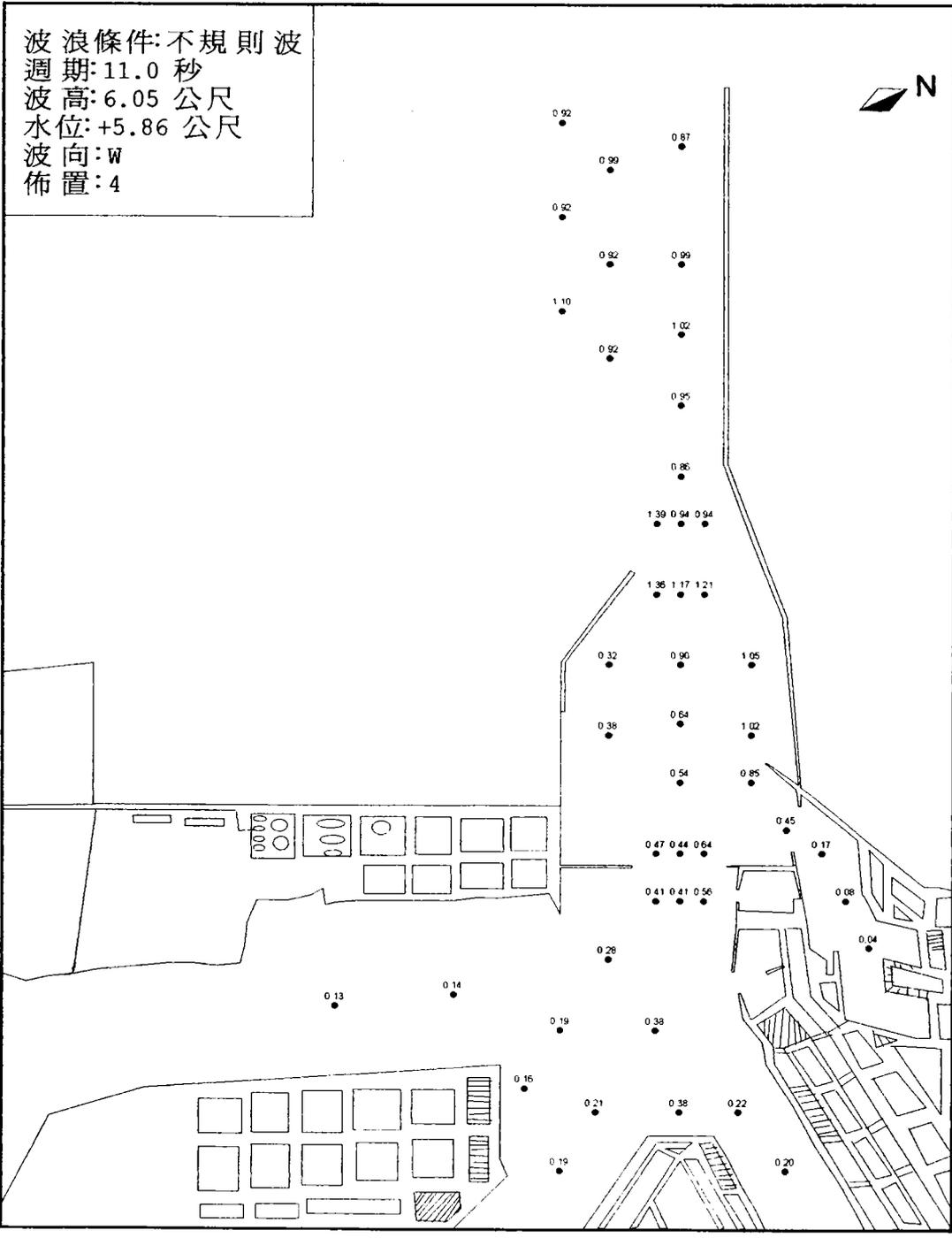


圖 1-53

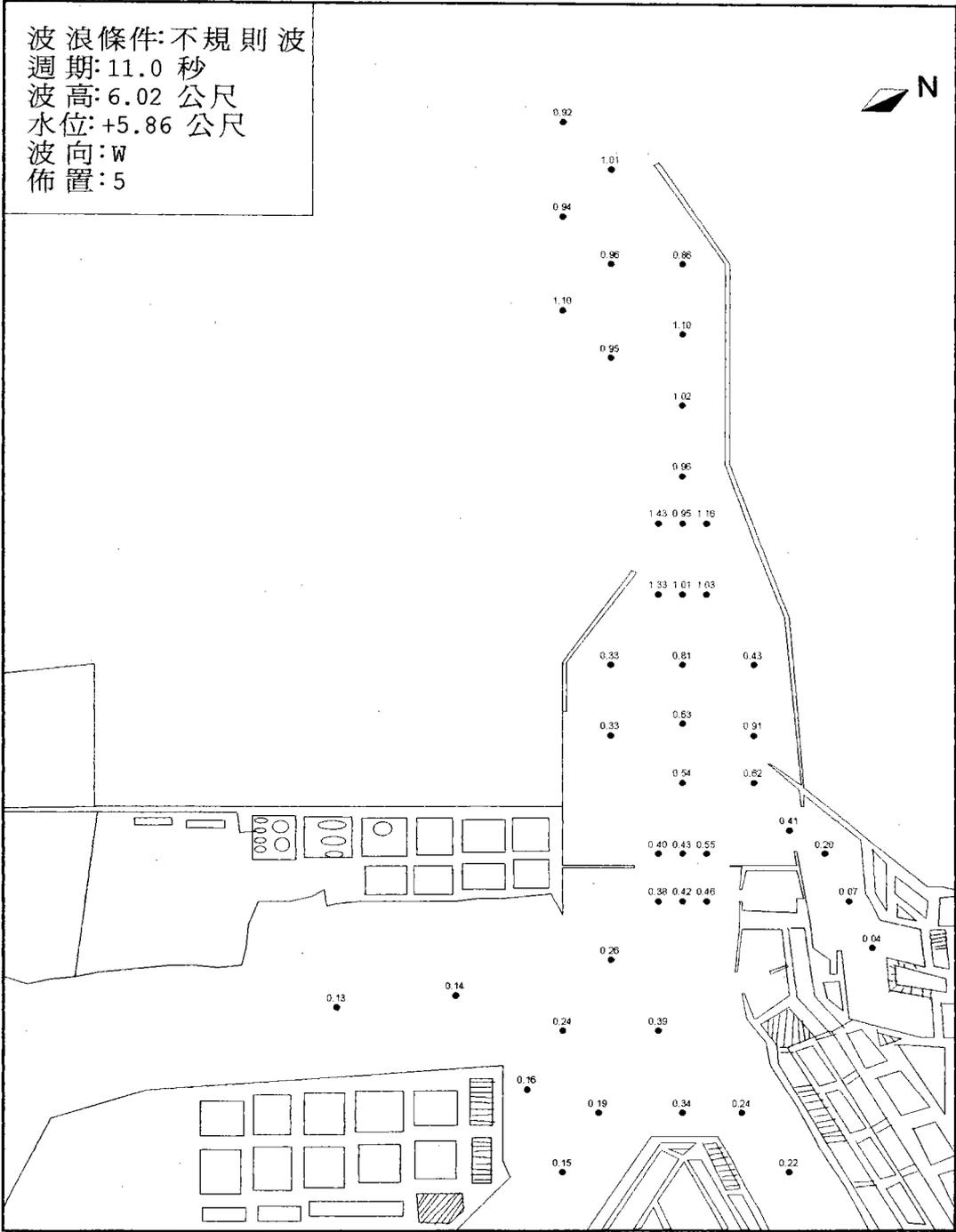


圖 1-54

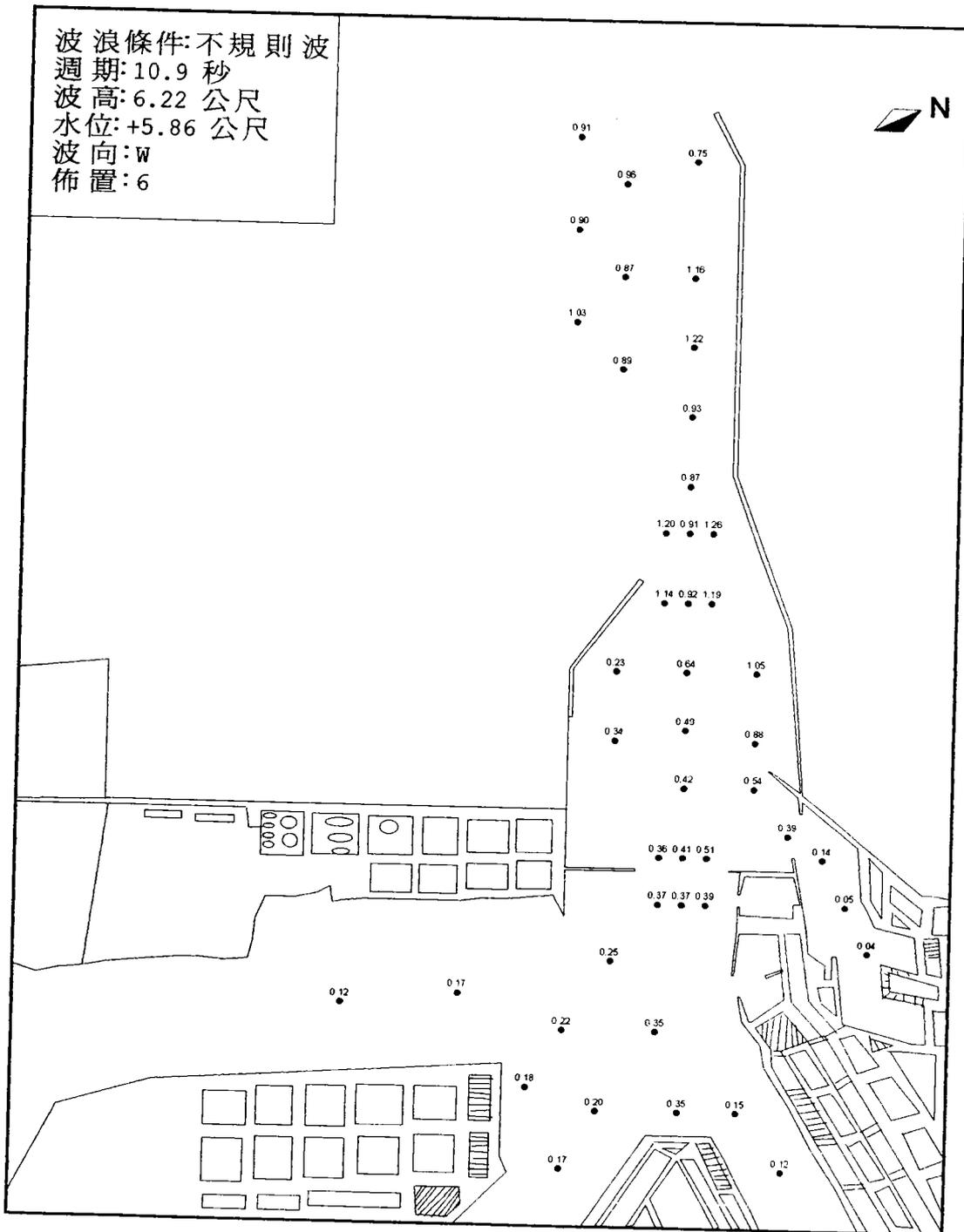


圖 1-55

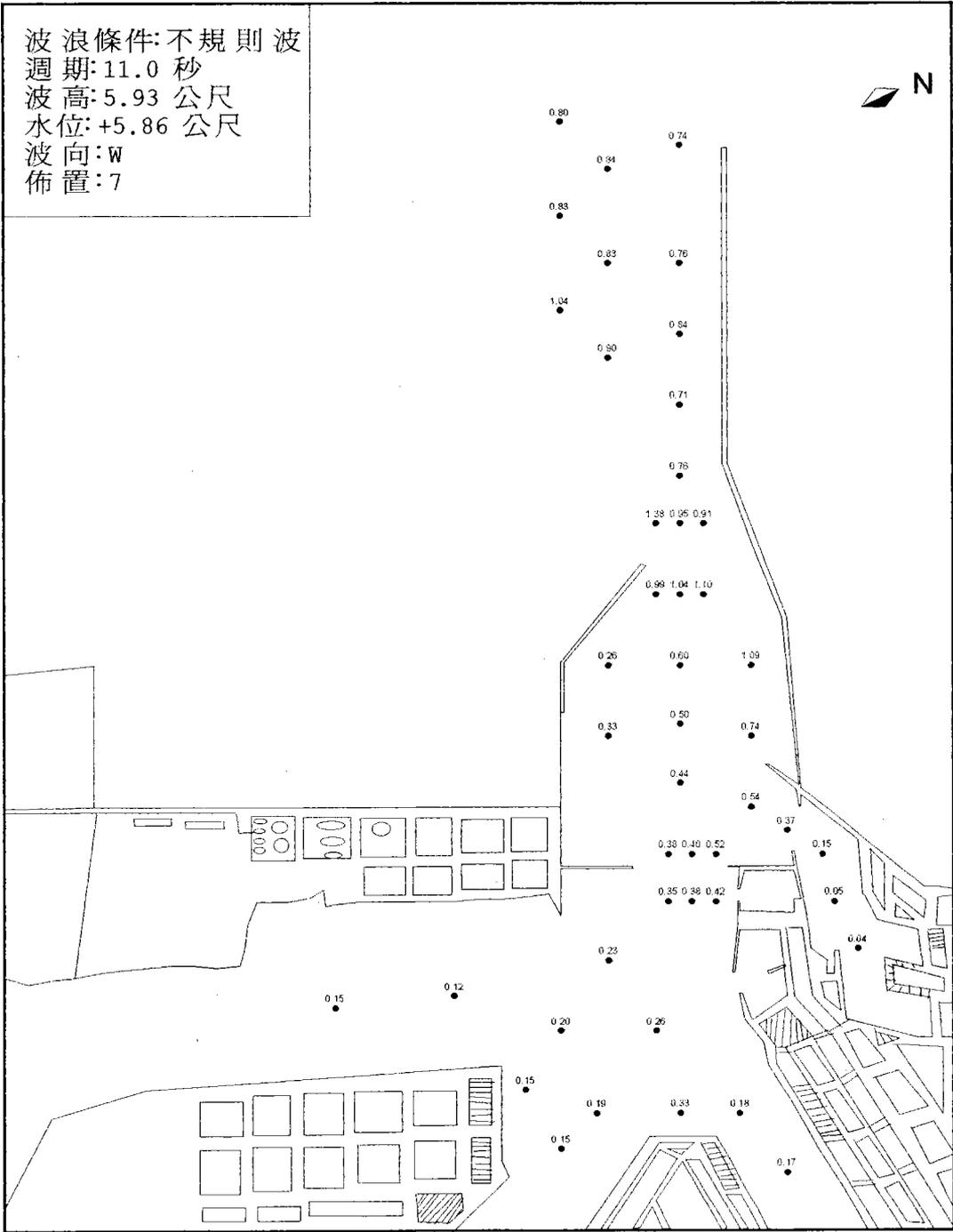


圖 1-56

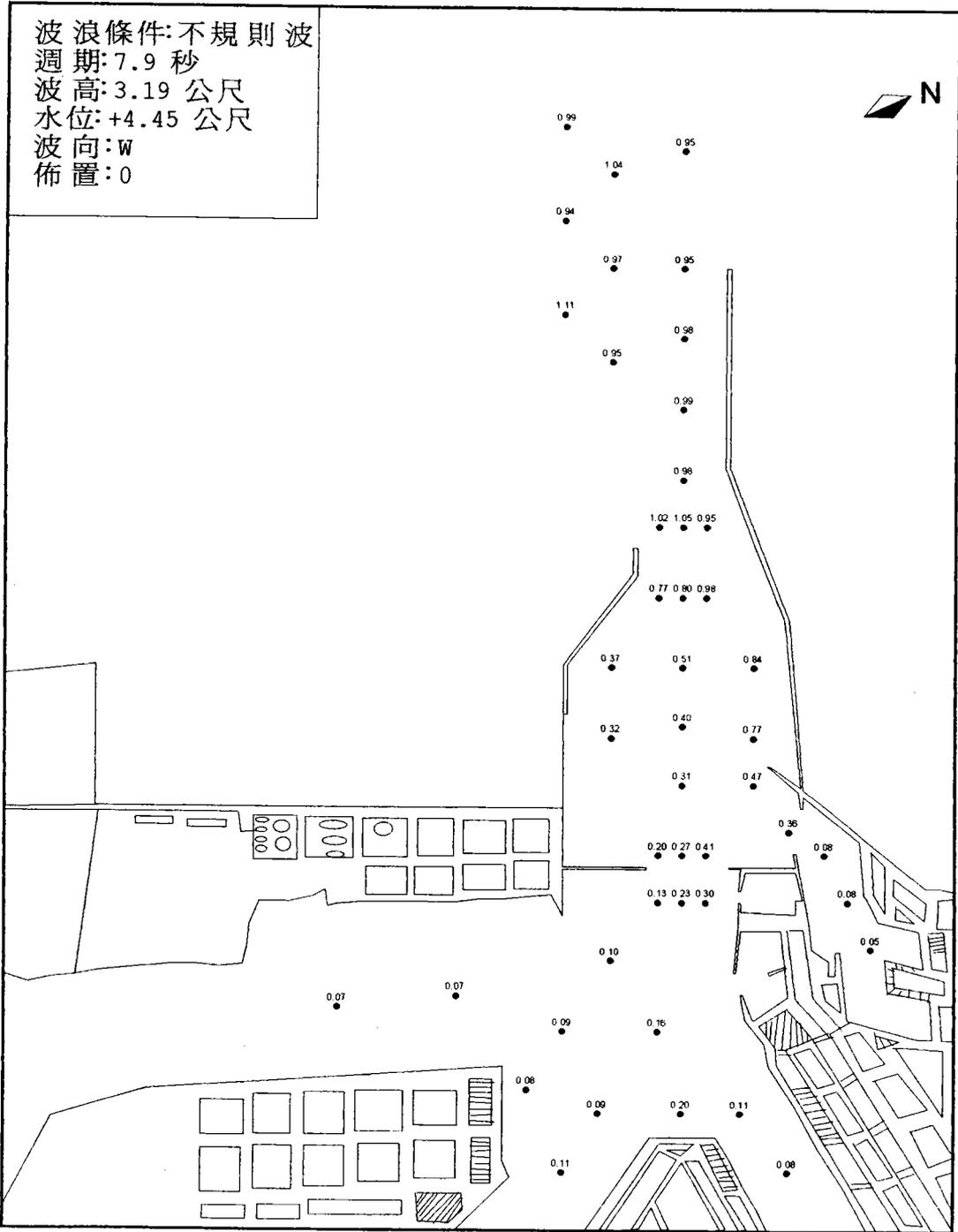


圖 1-57

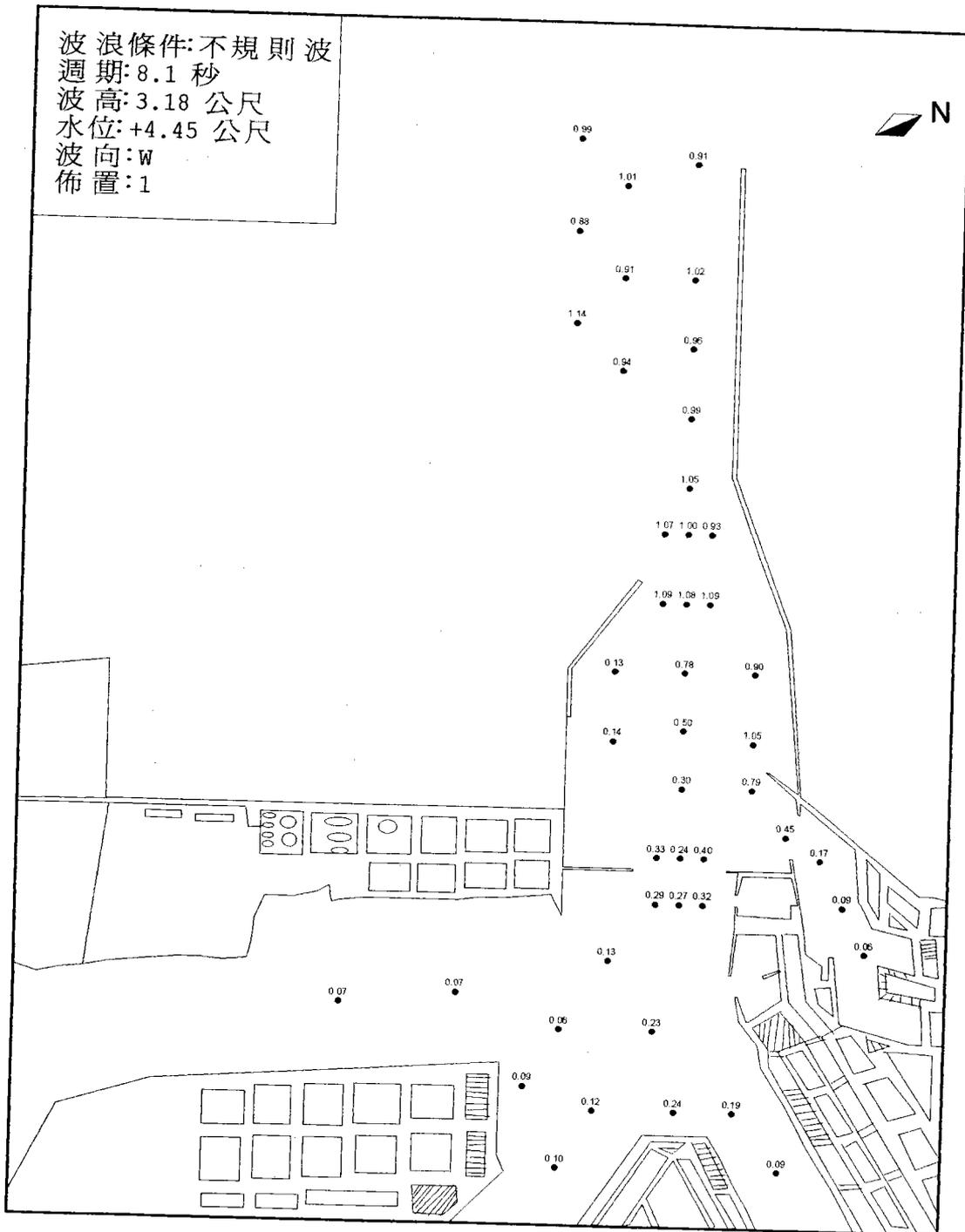


圖 1-58

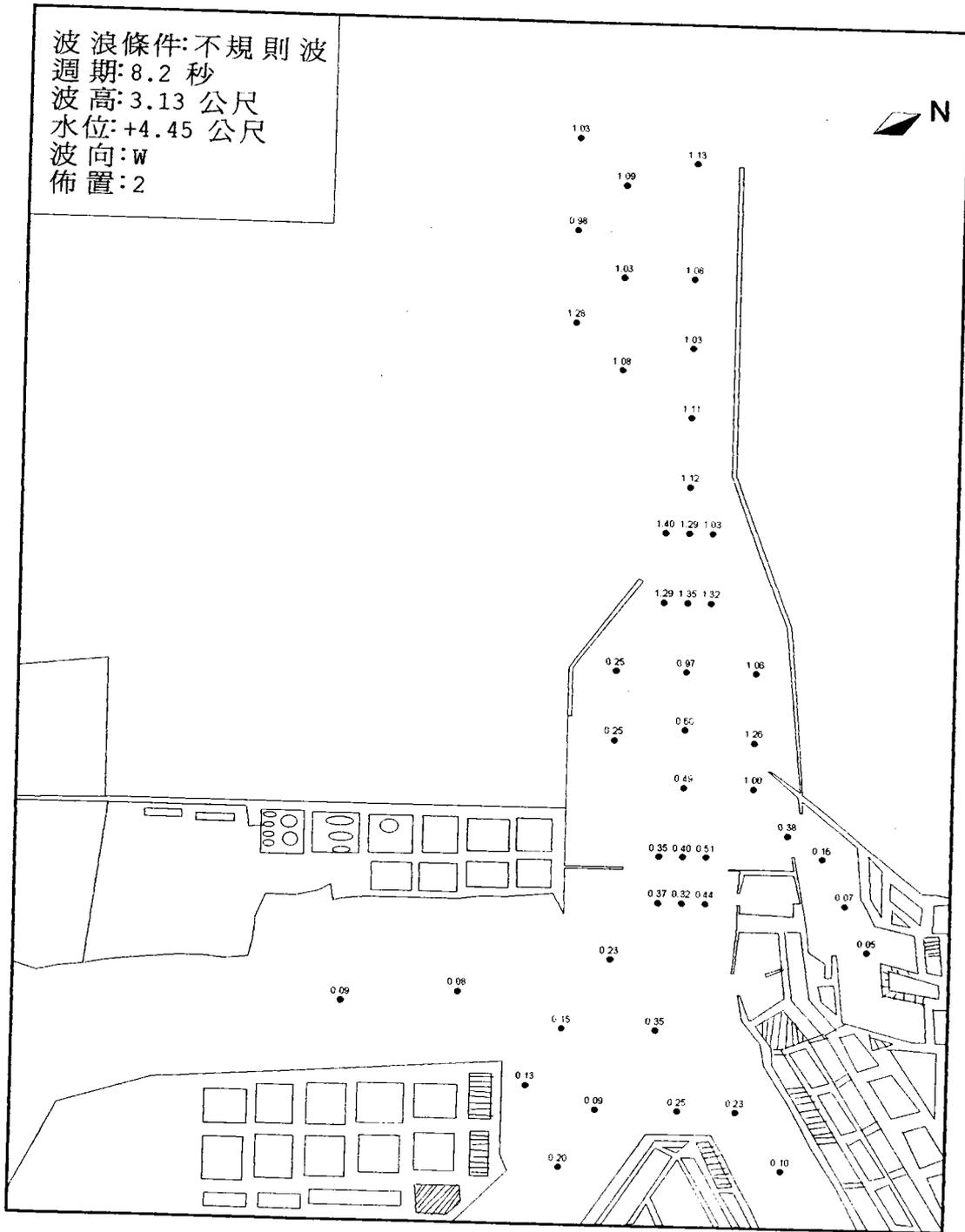


圖 1-59

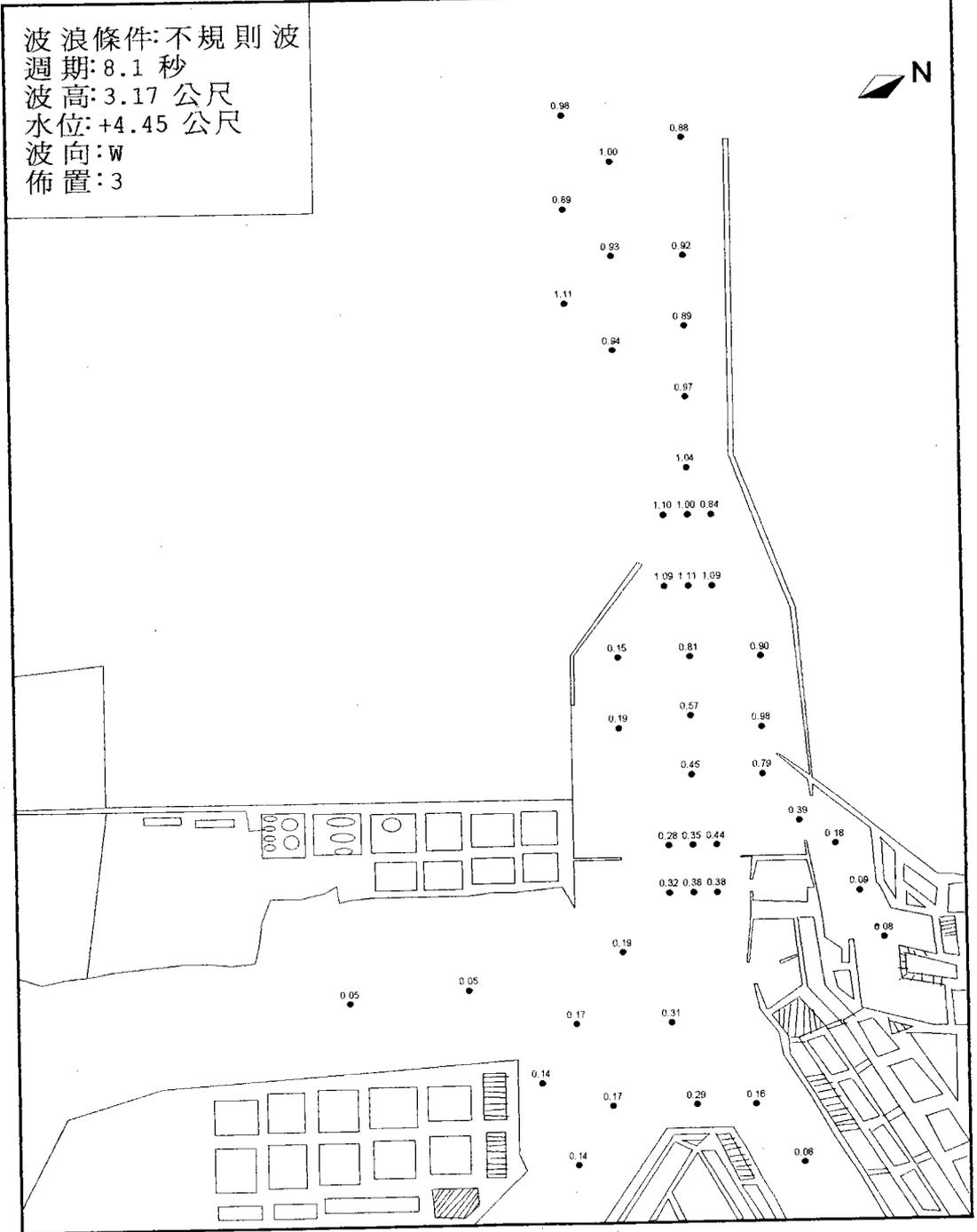


圖 1-60



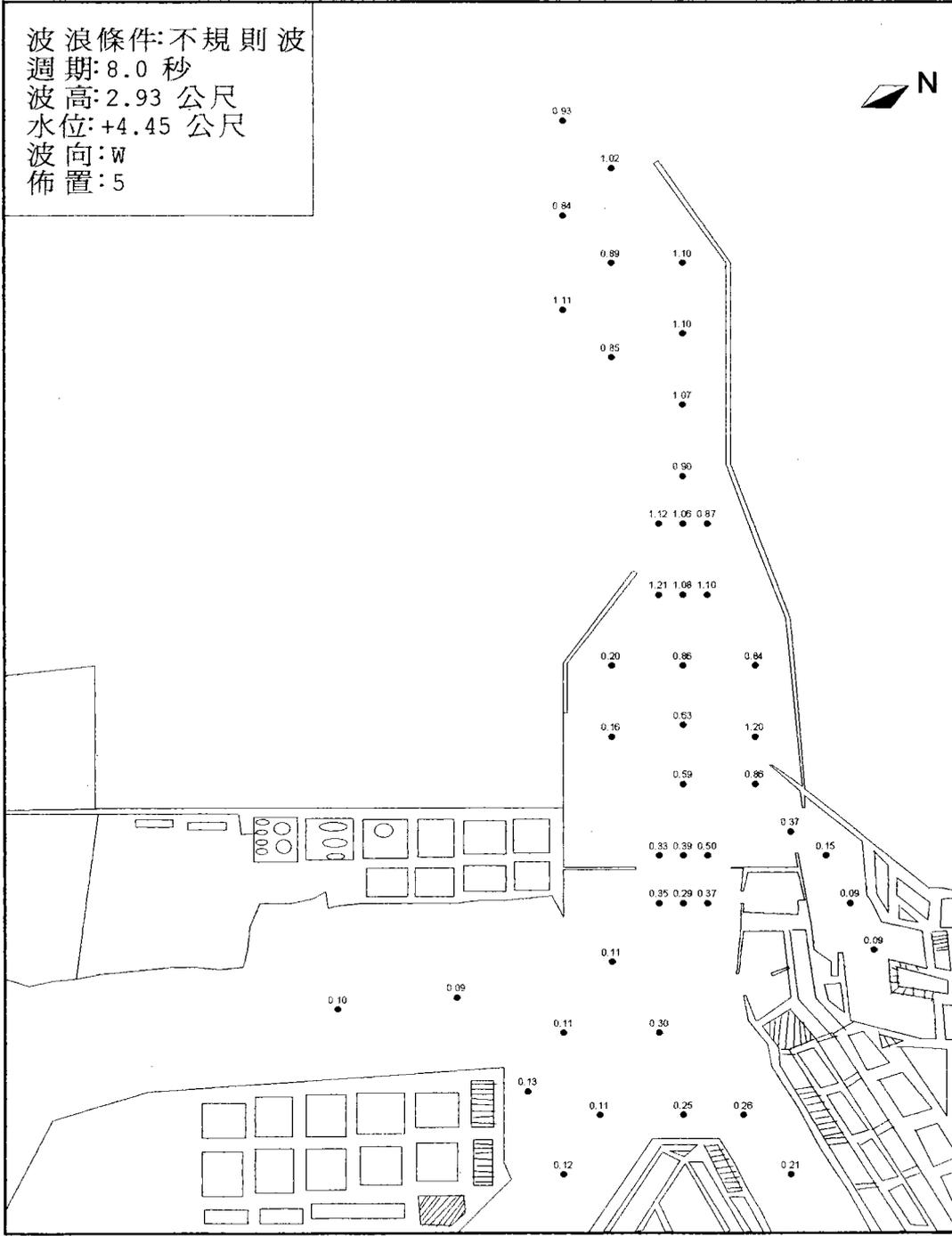


圖 1-62

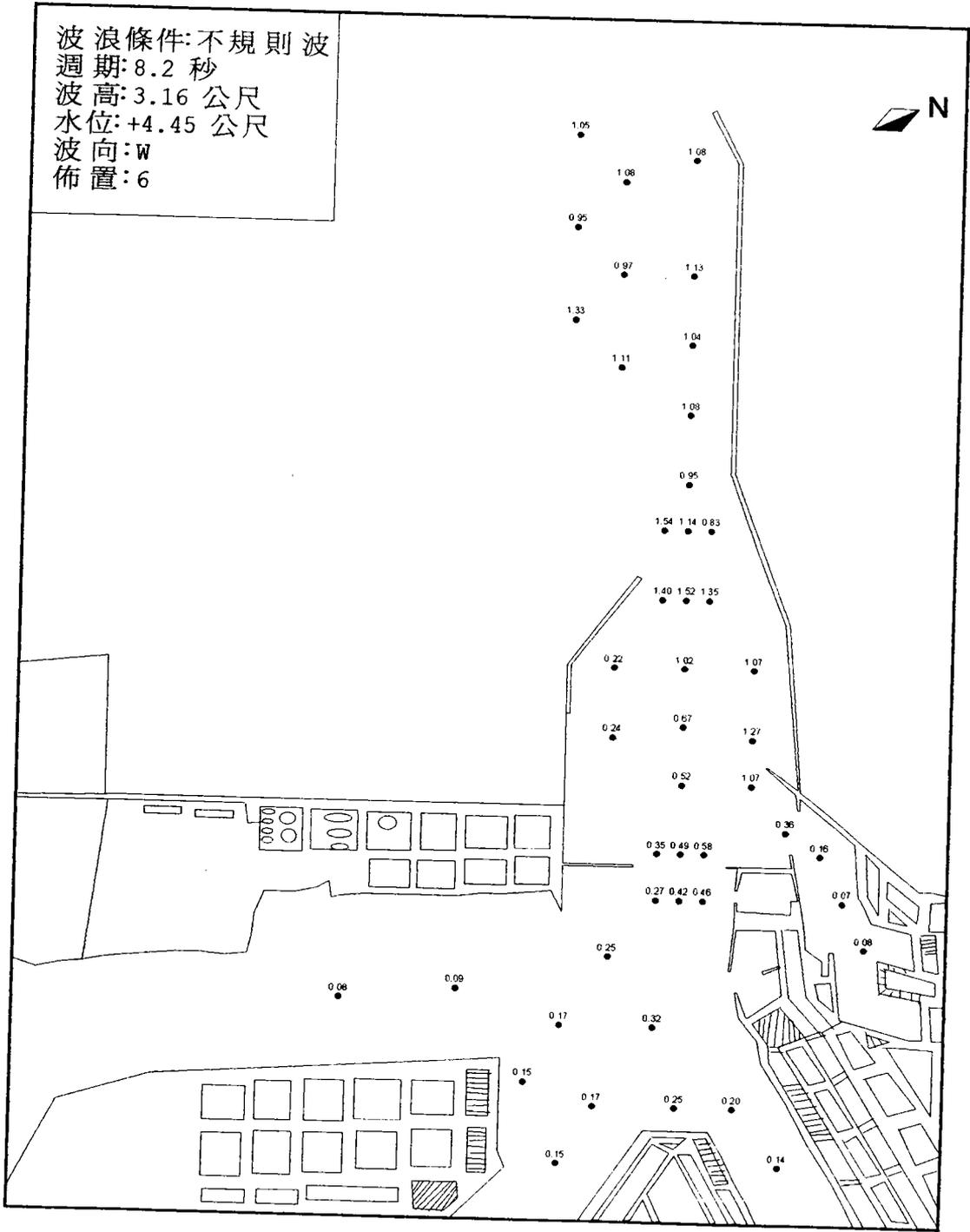


圖 1-63

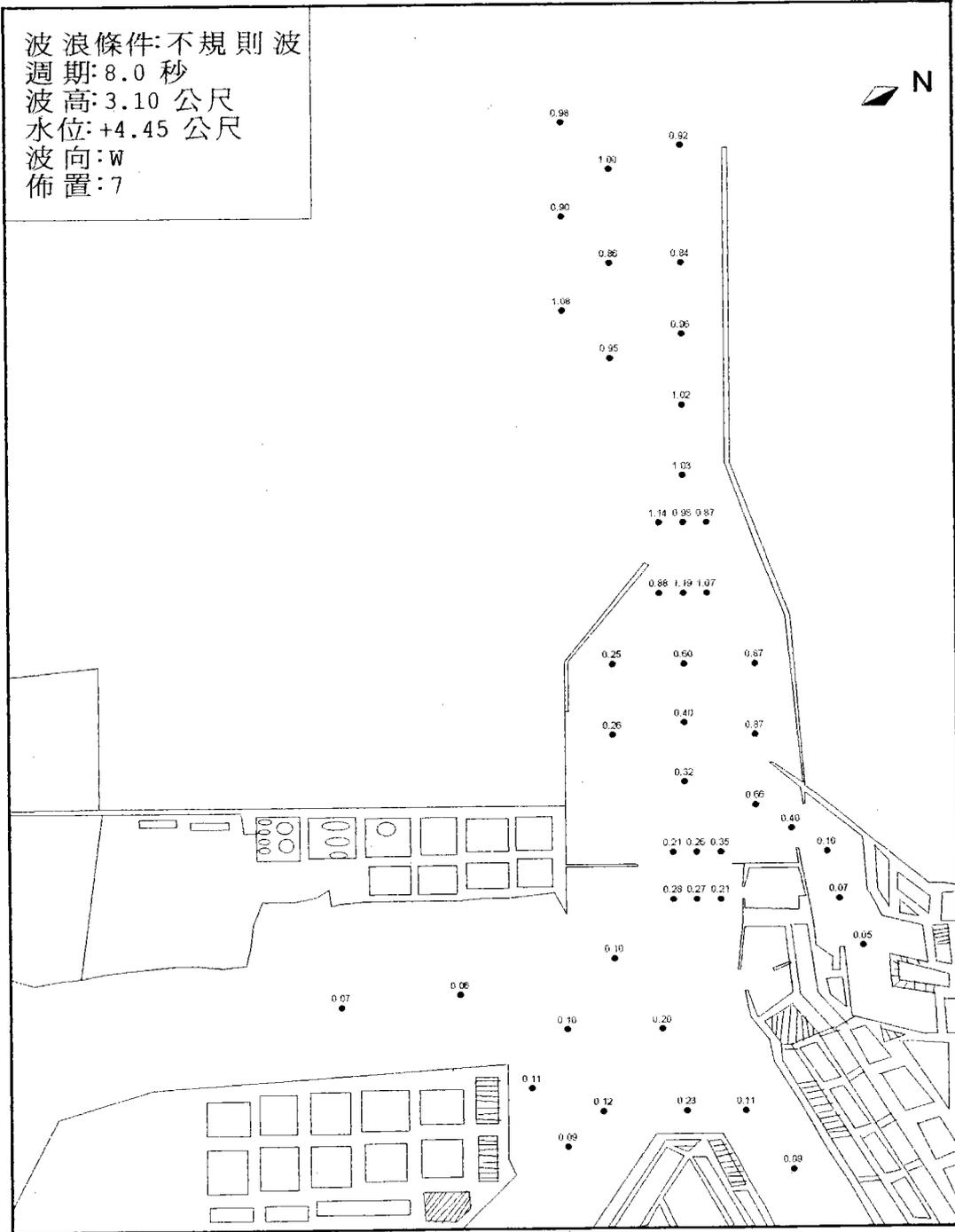


圖 1-64

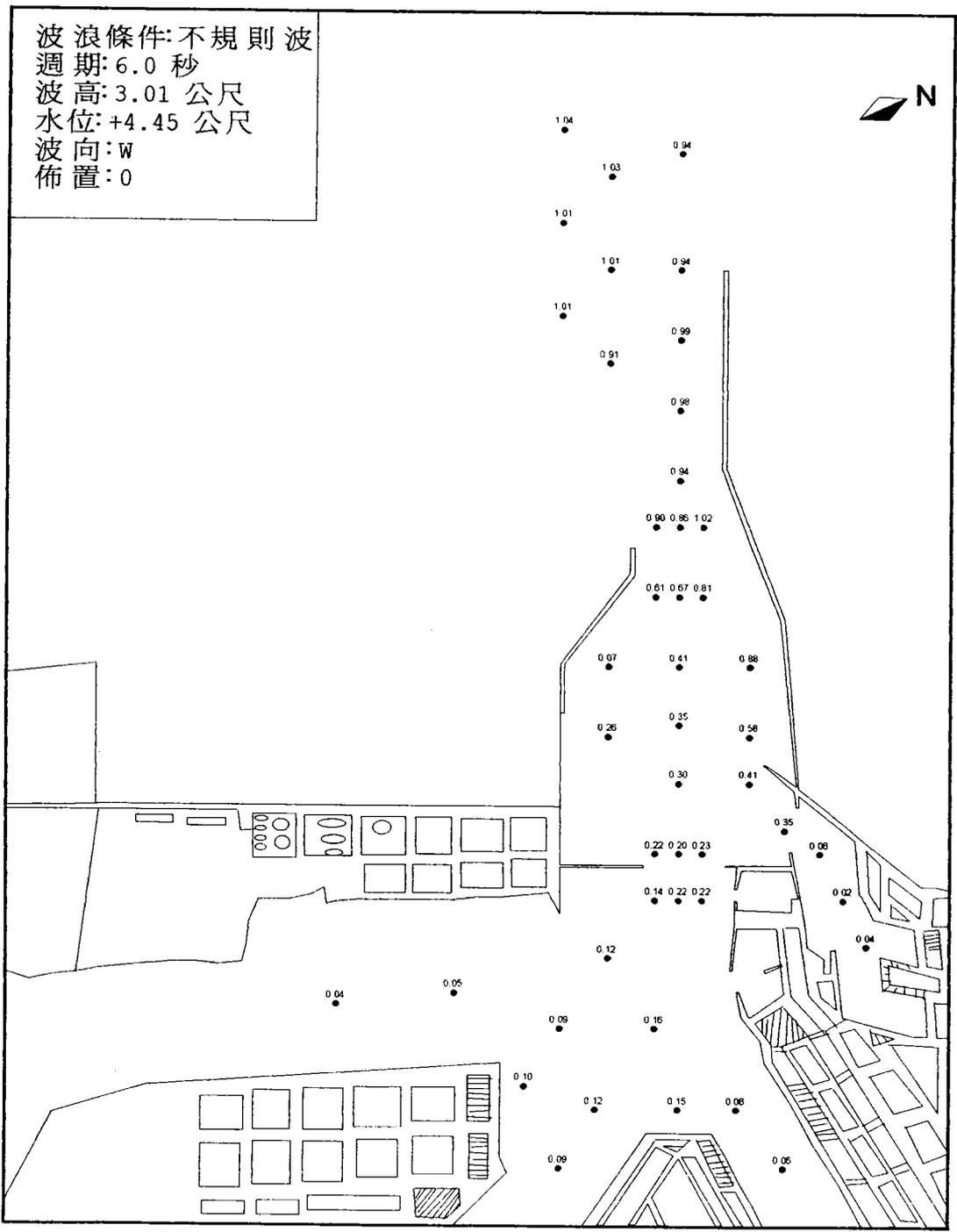


圖 1-65

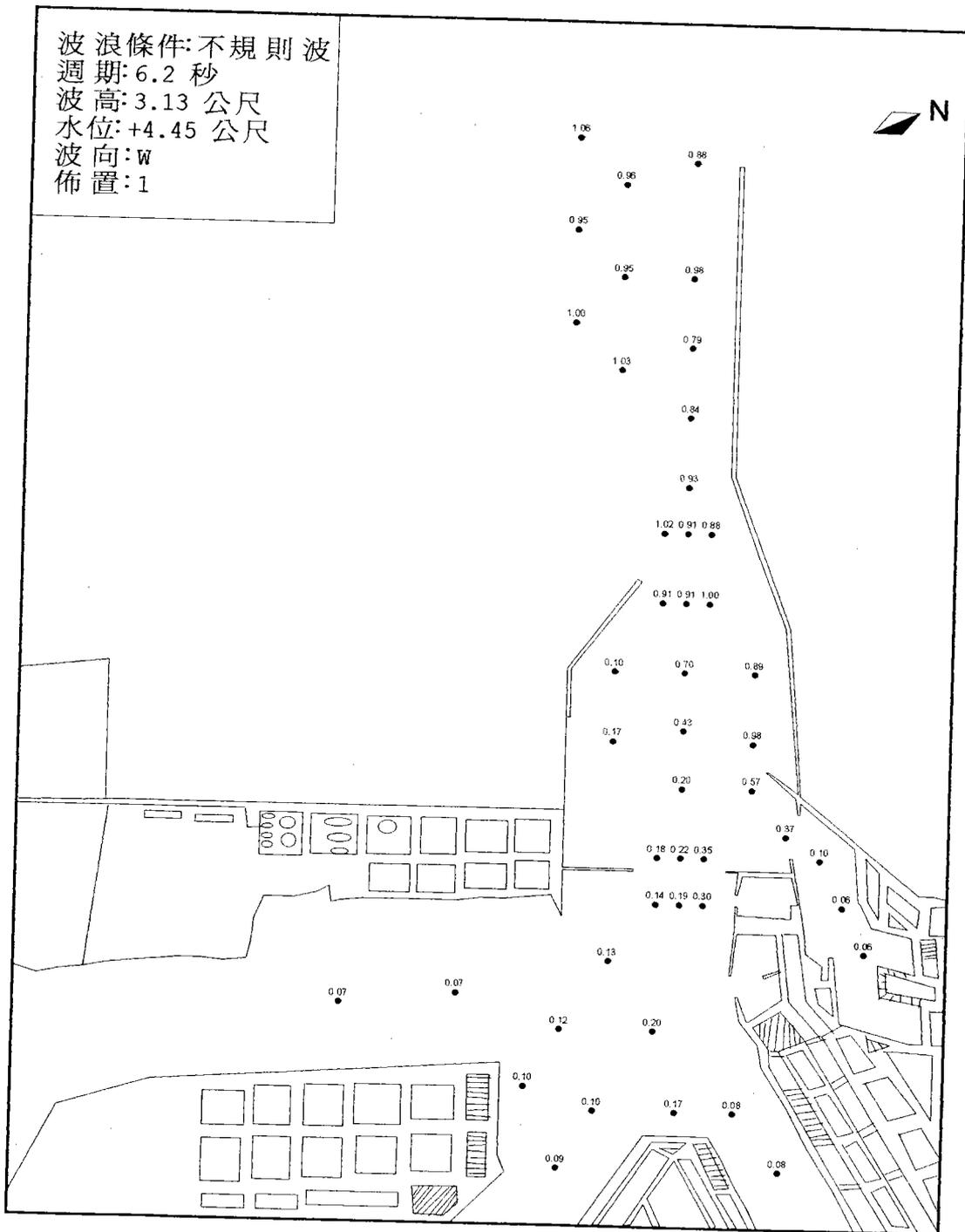


圖 1-66

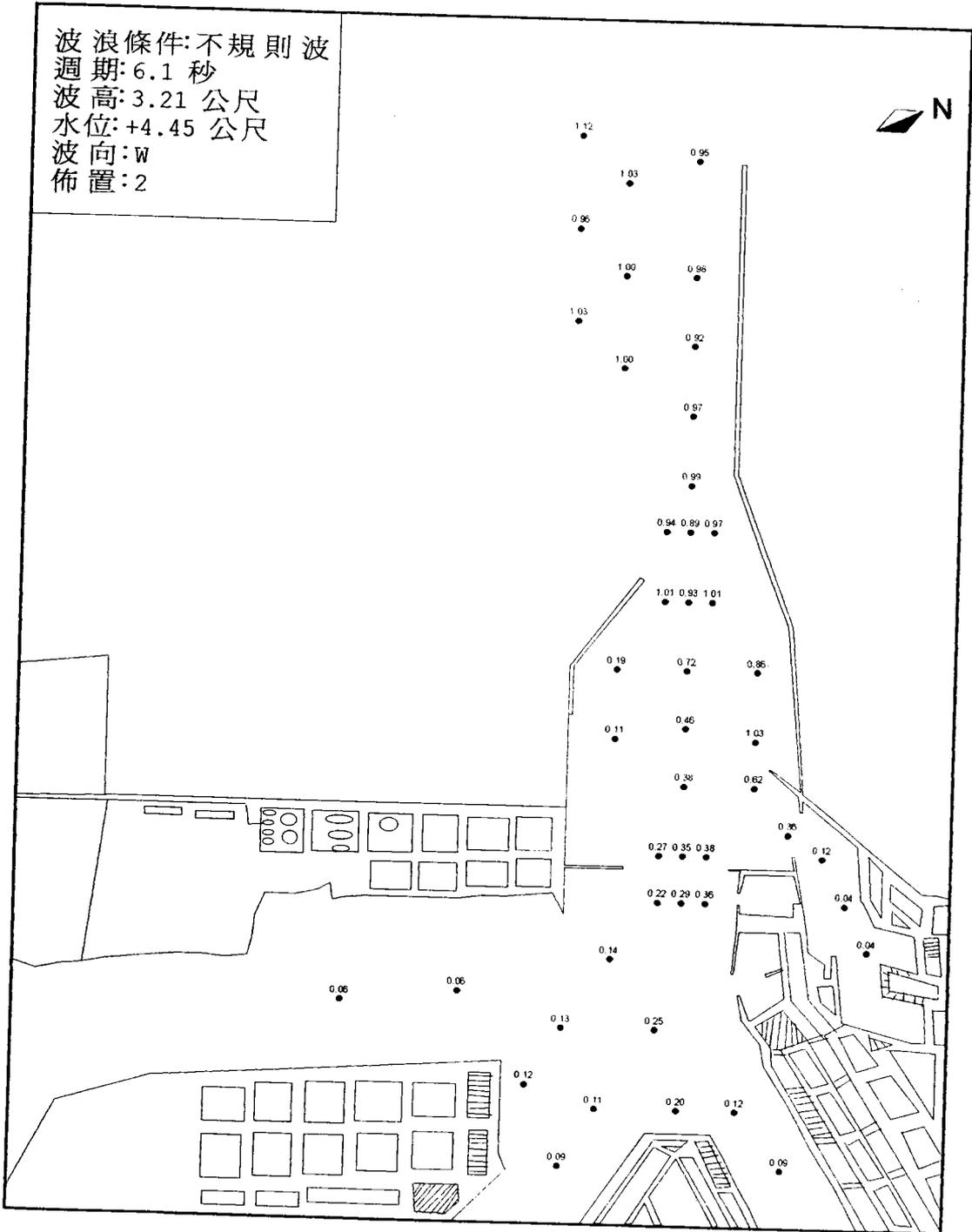


圖 1-67

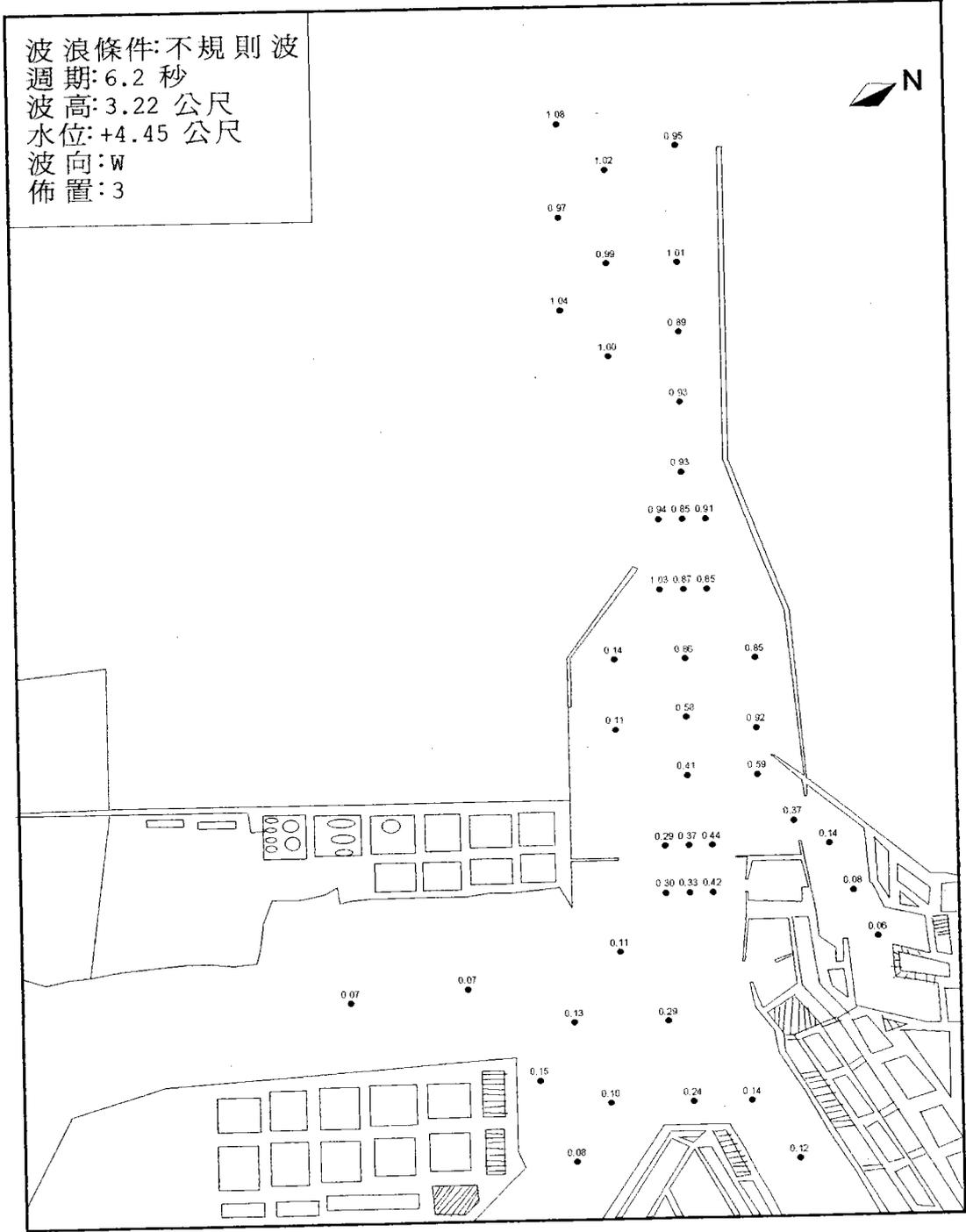


圖 1-68

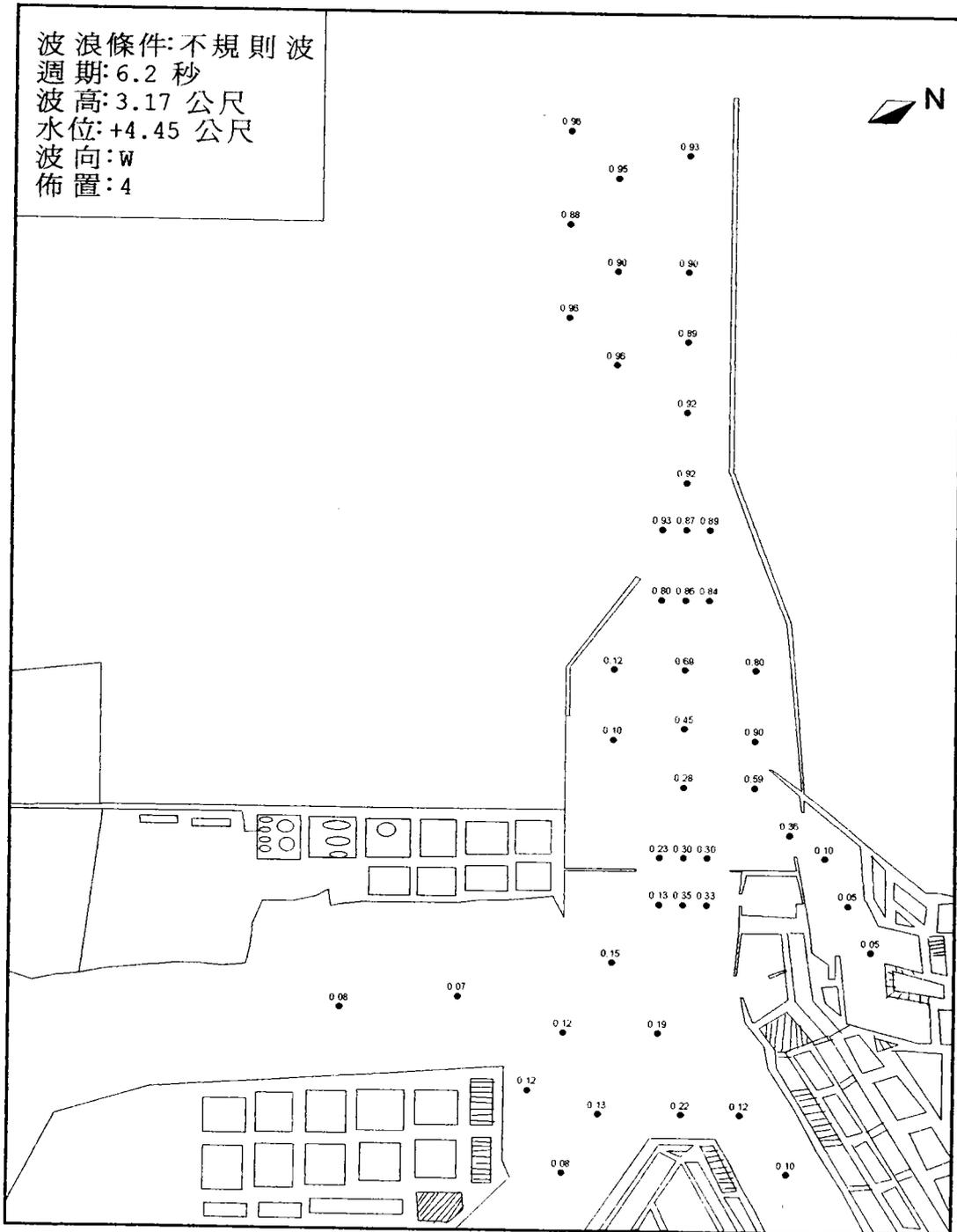


圖 1-69

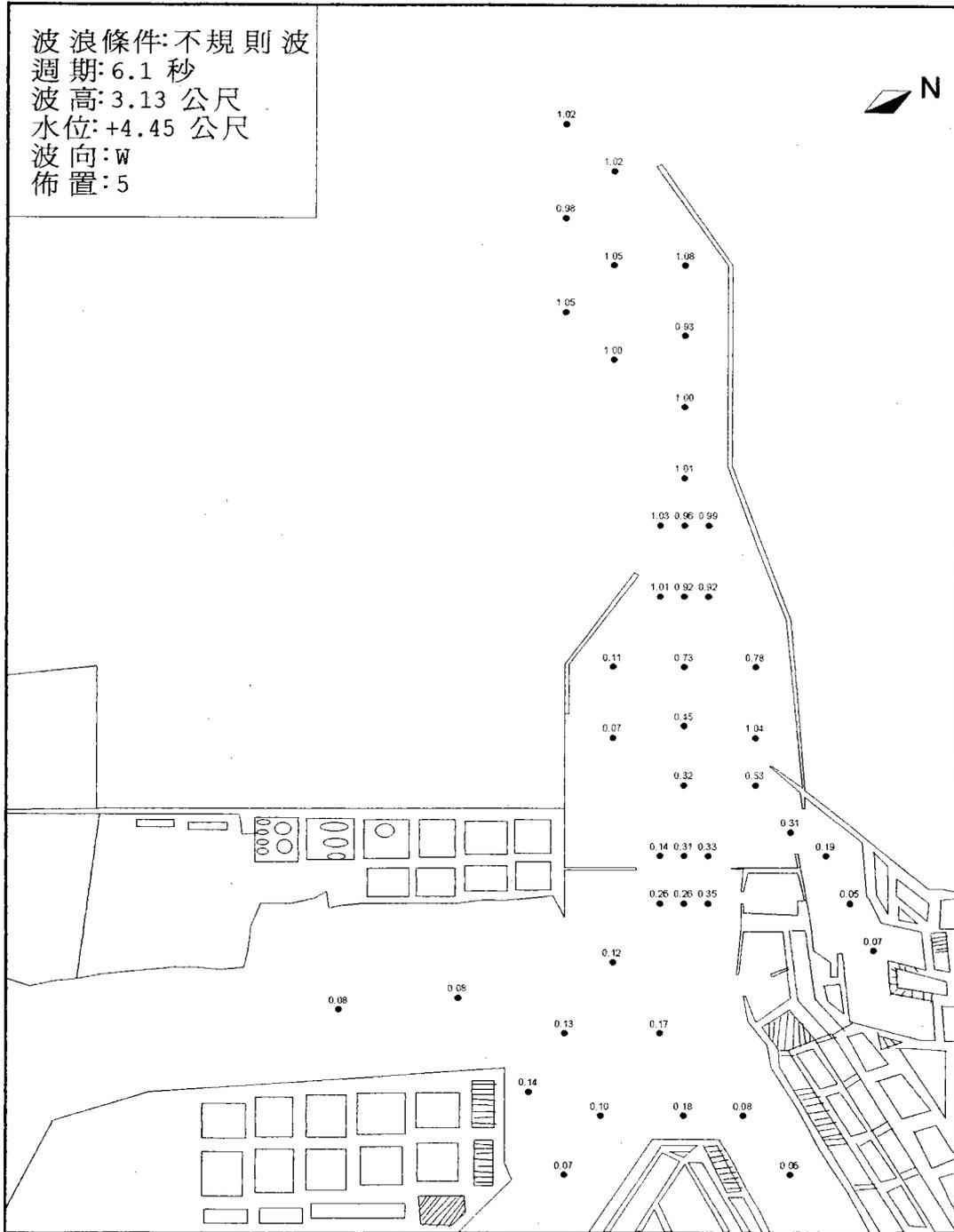


圖 1-70

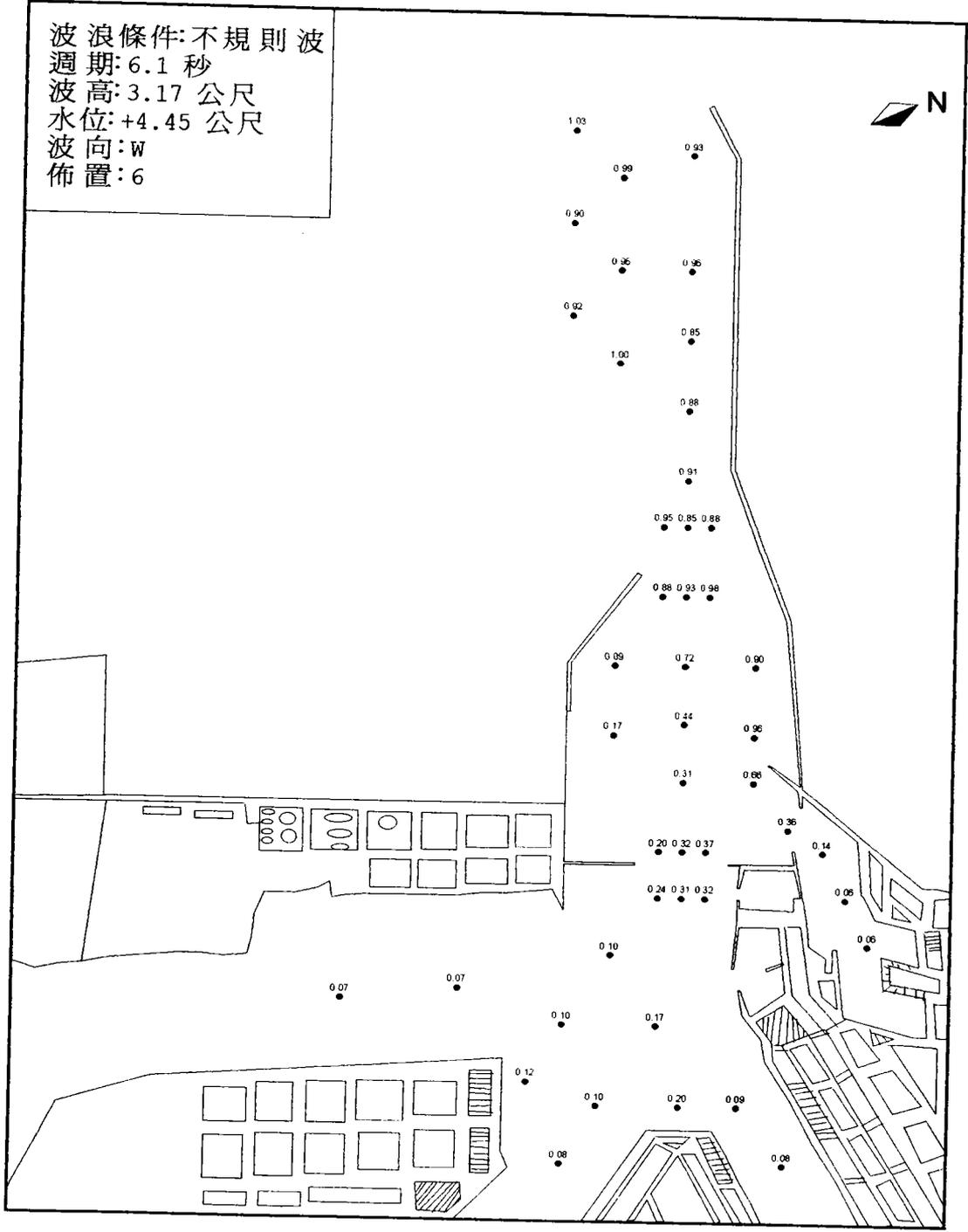


圖 1-71

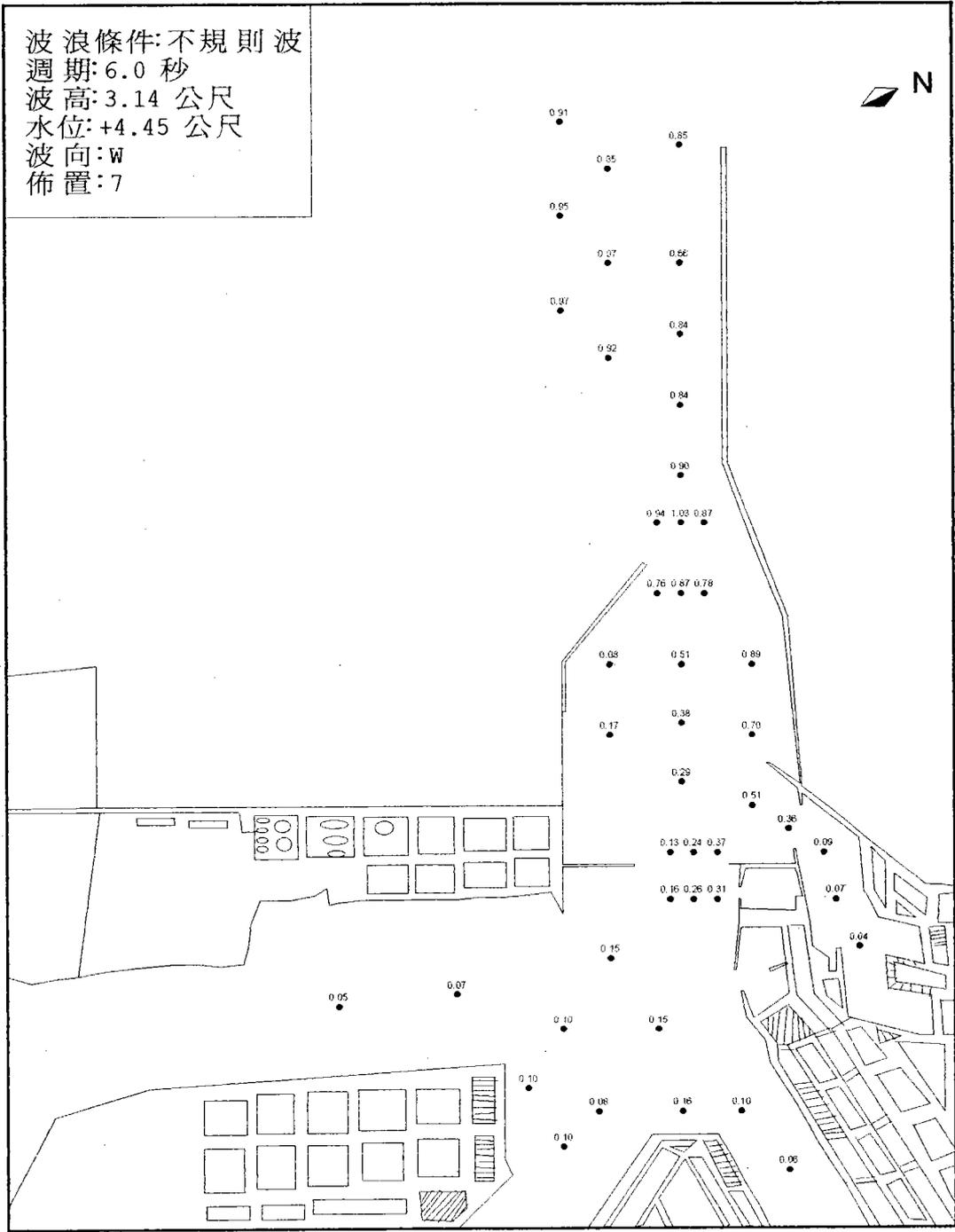


圖 1-72

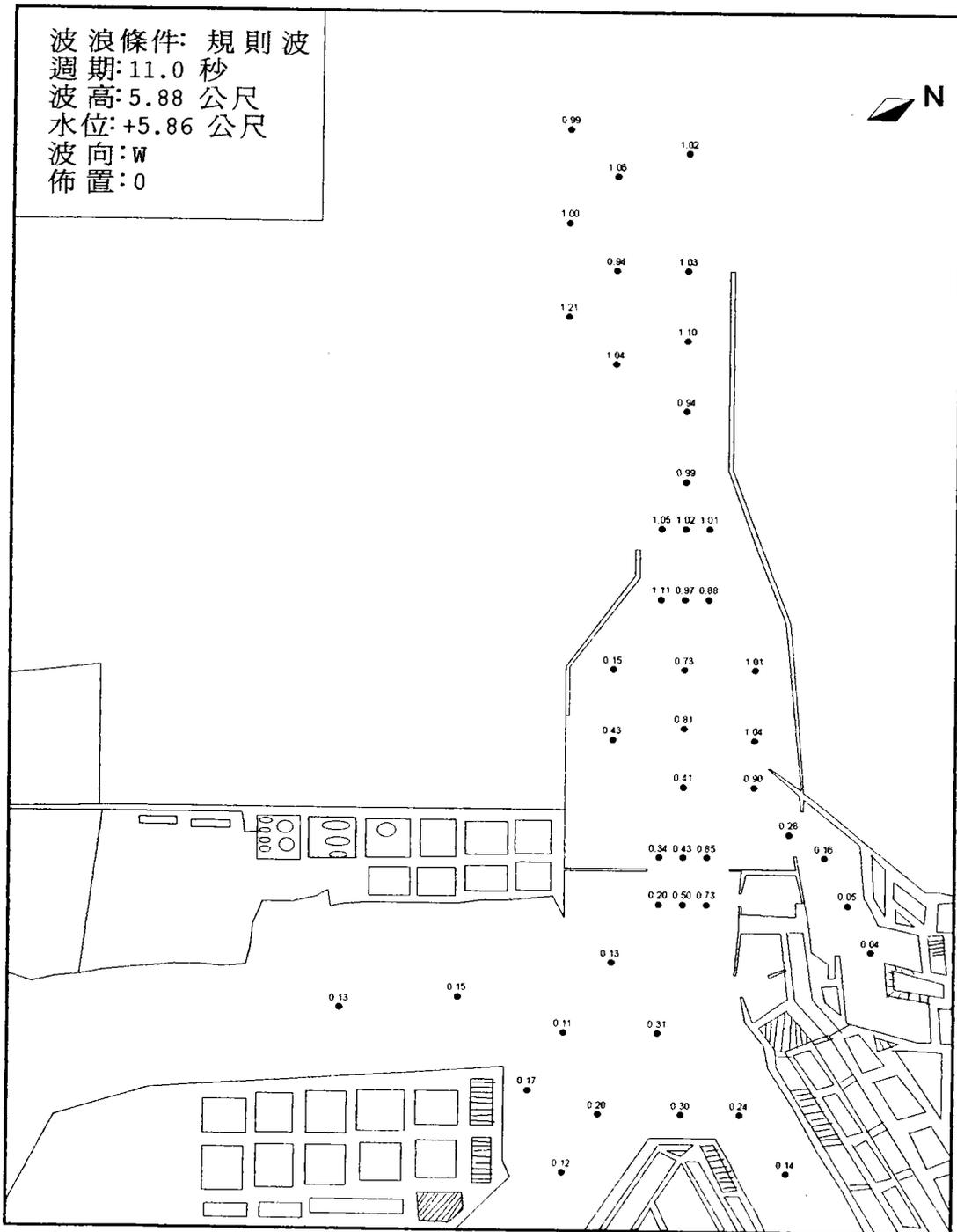


圖 1-73

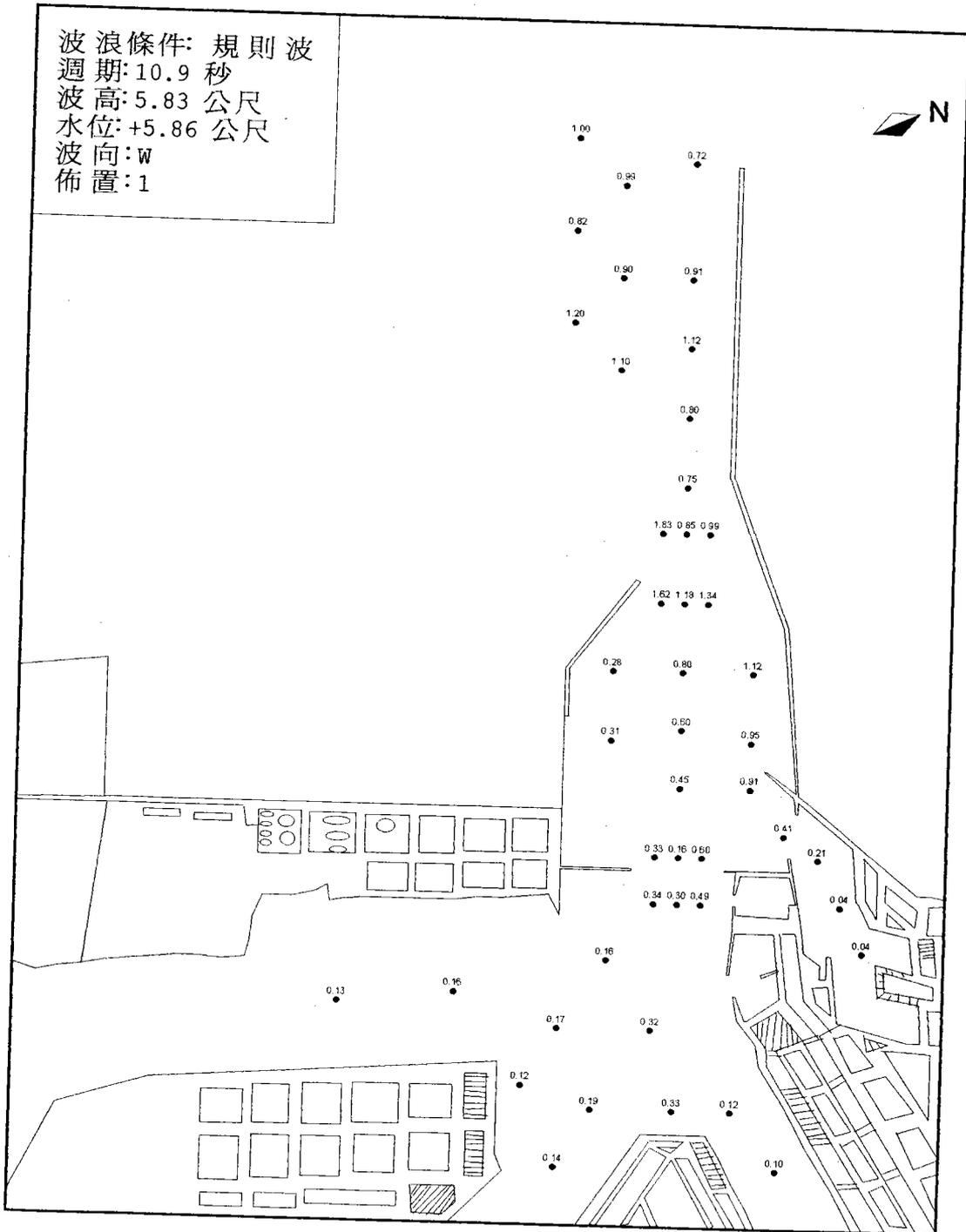


圖 1-74

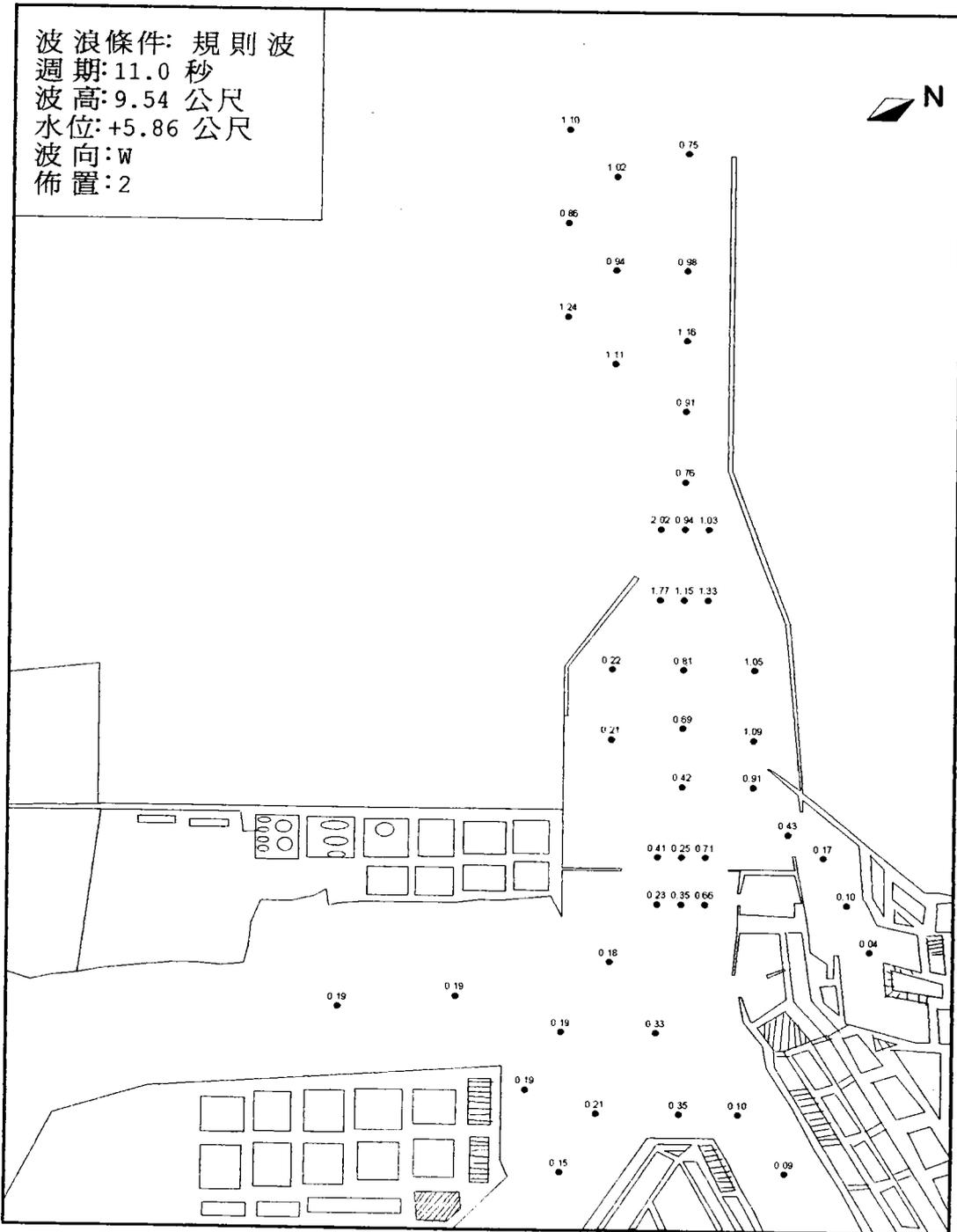


圖 1-75

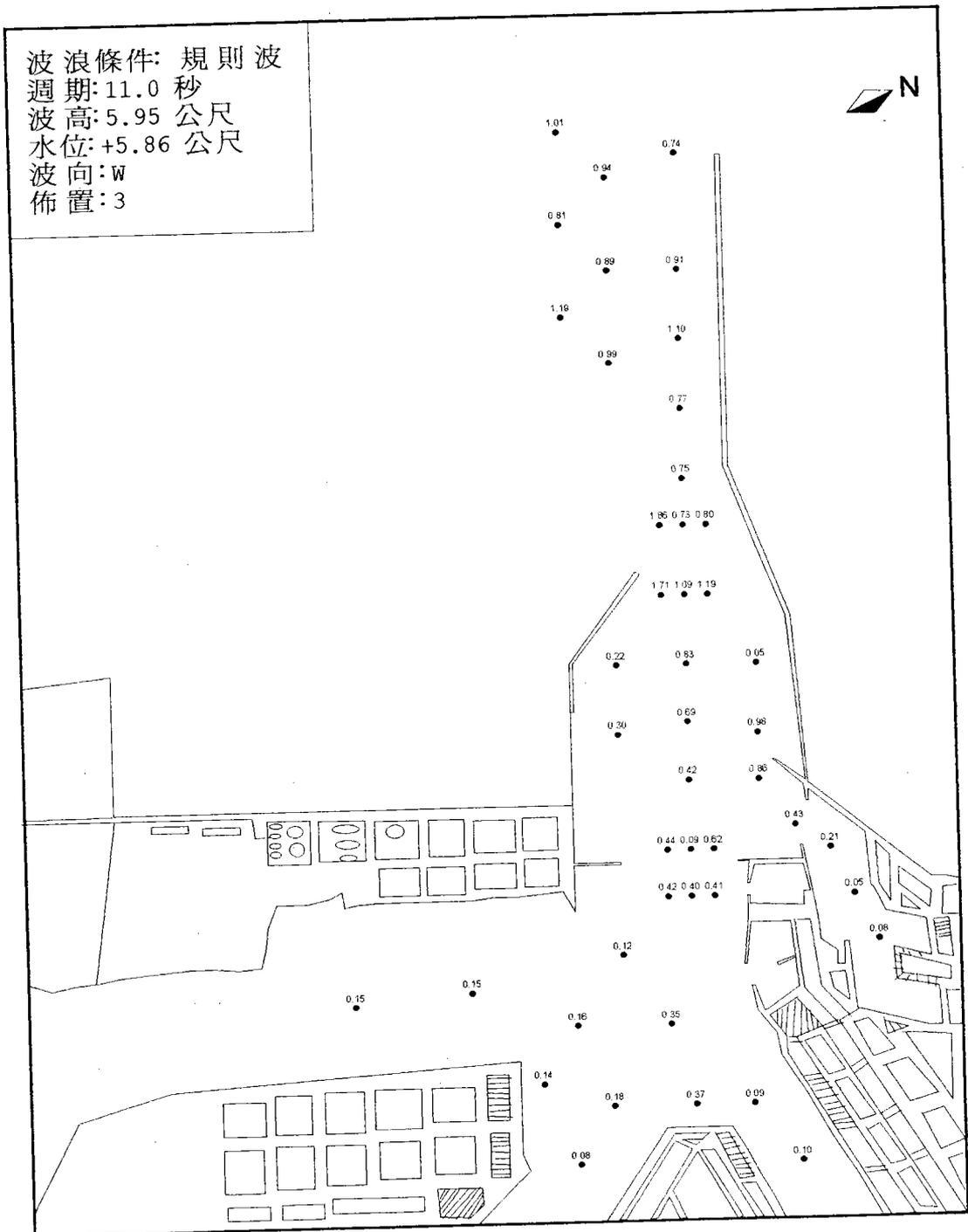


圖 1-76



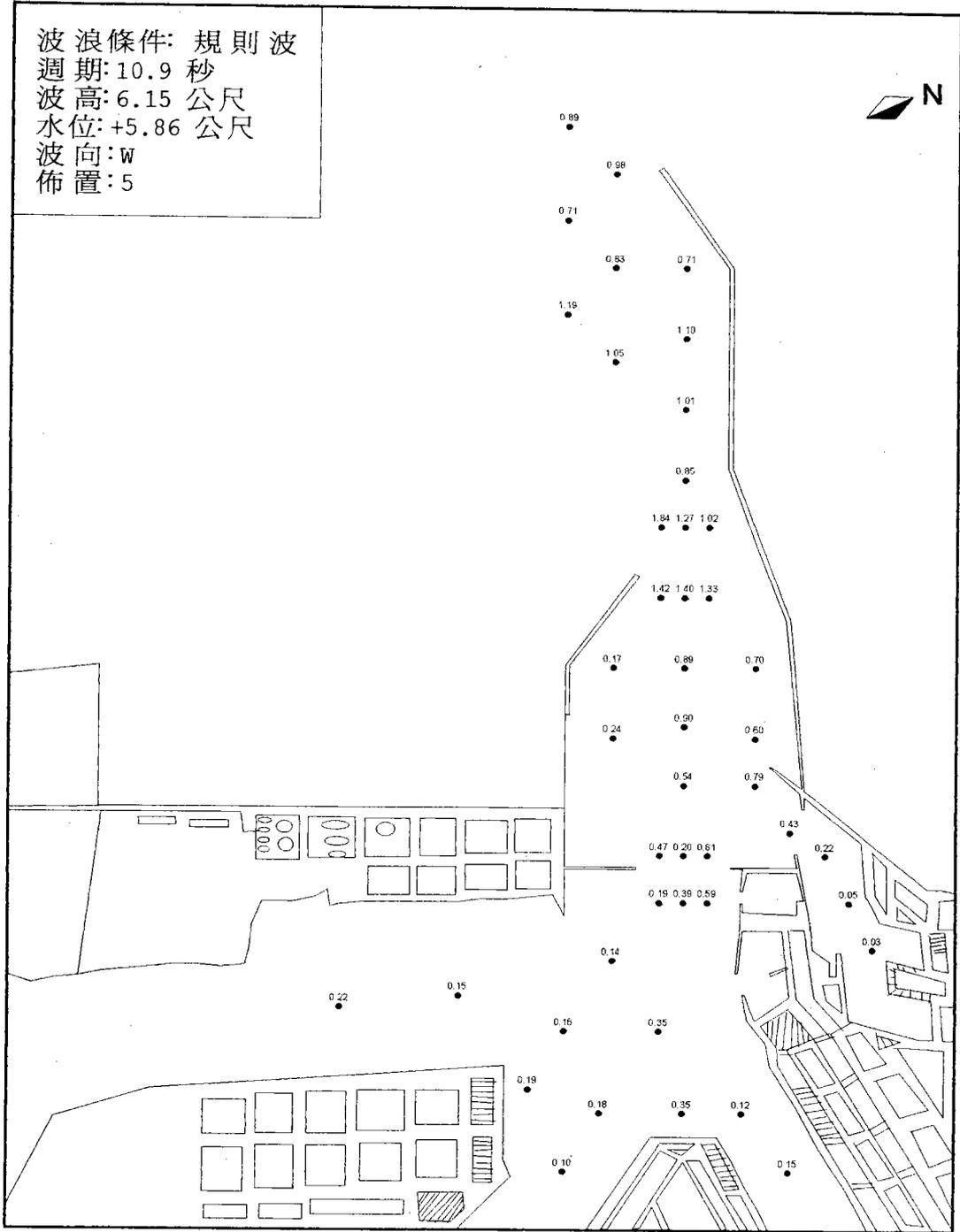


圖 1-78

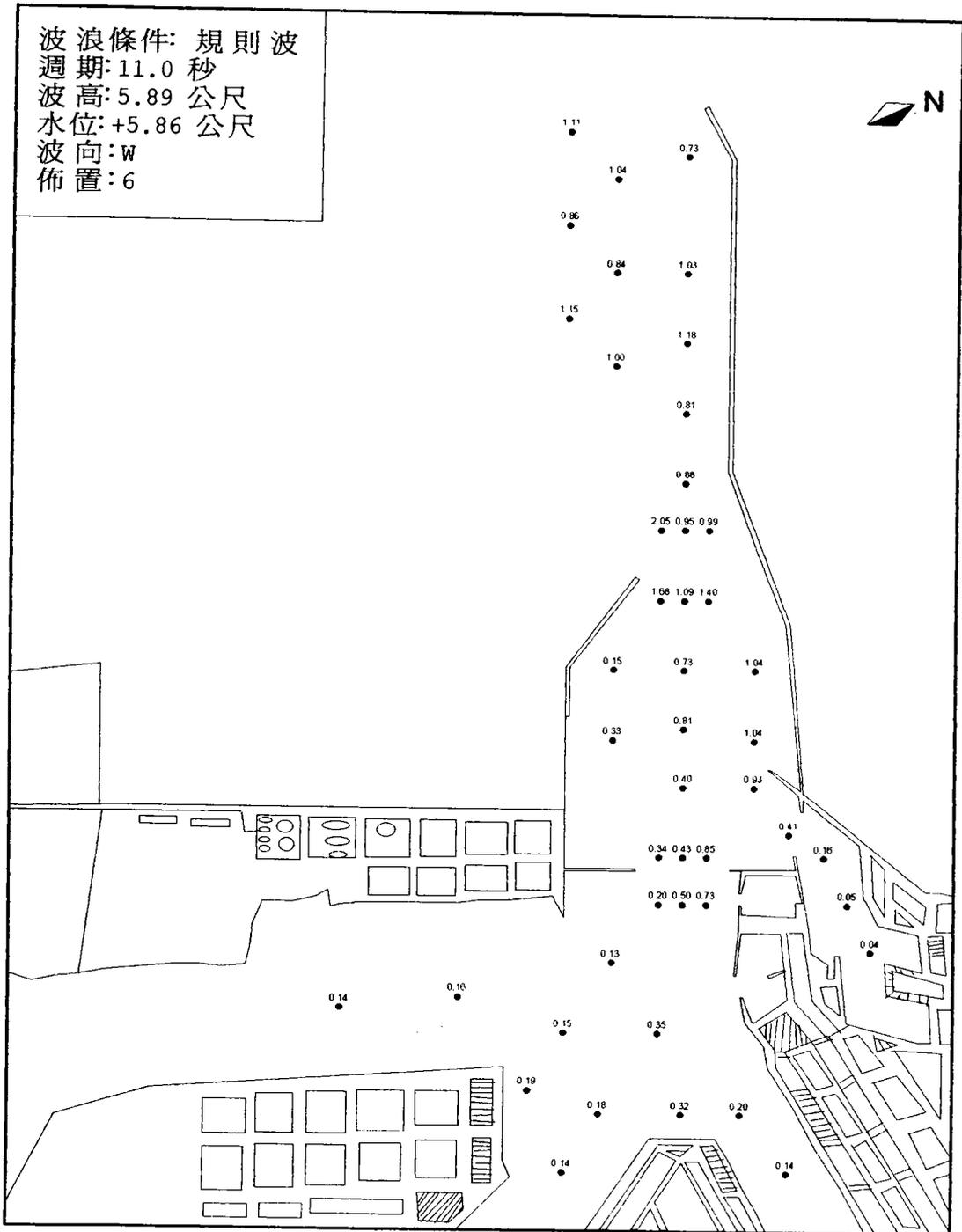


圖 1-79

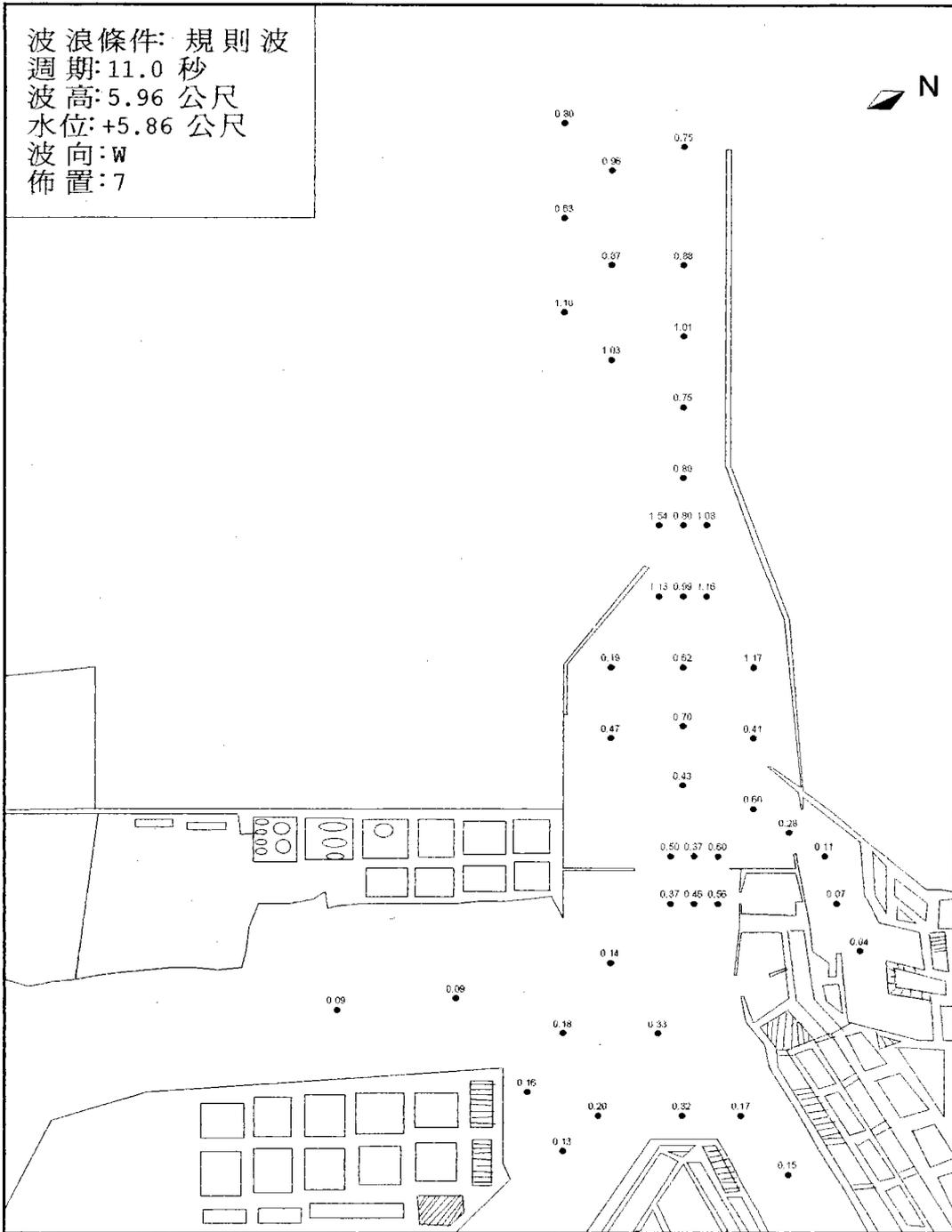


圖 1-80

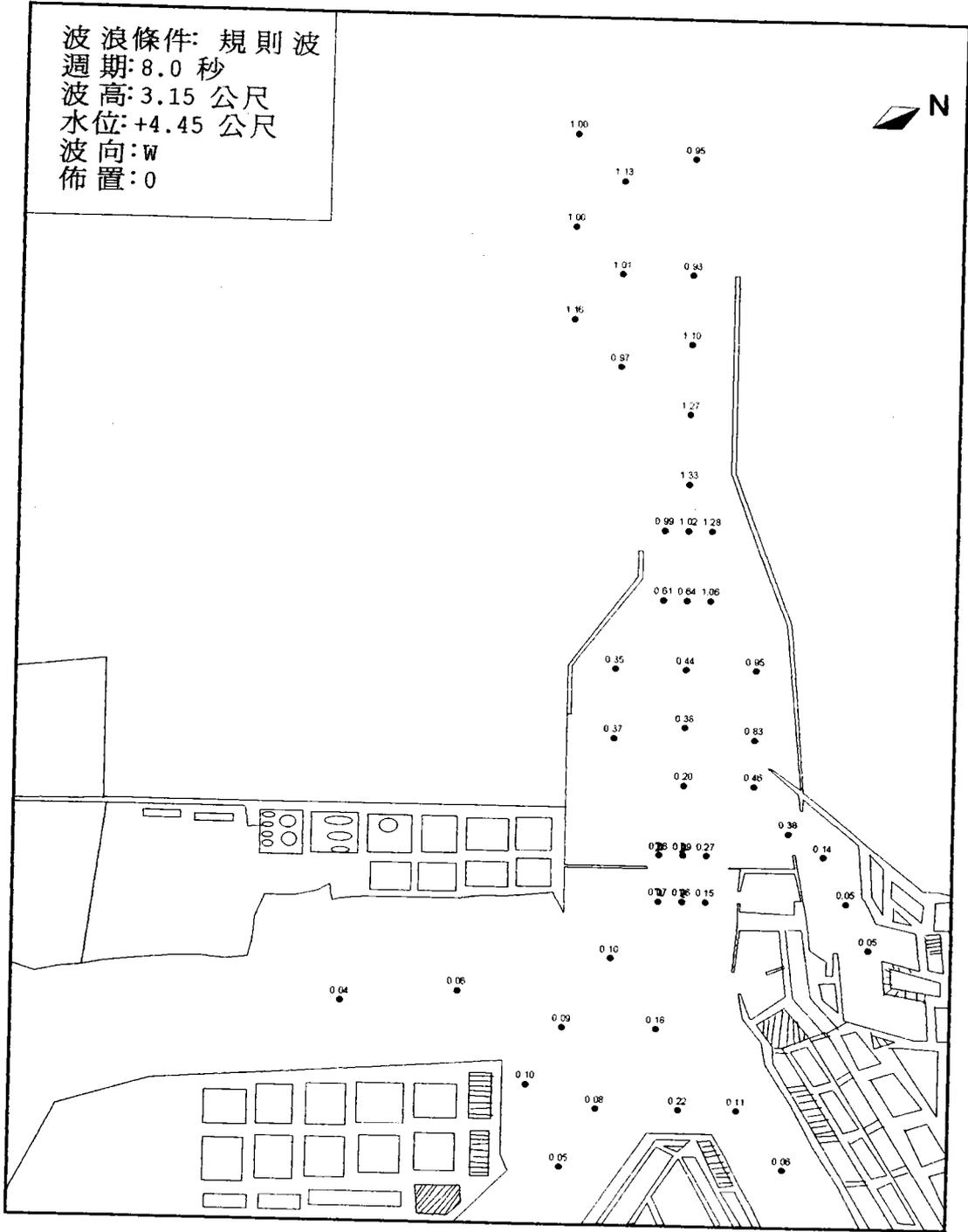


圖 1-81

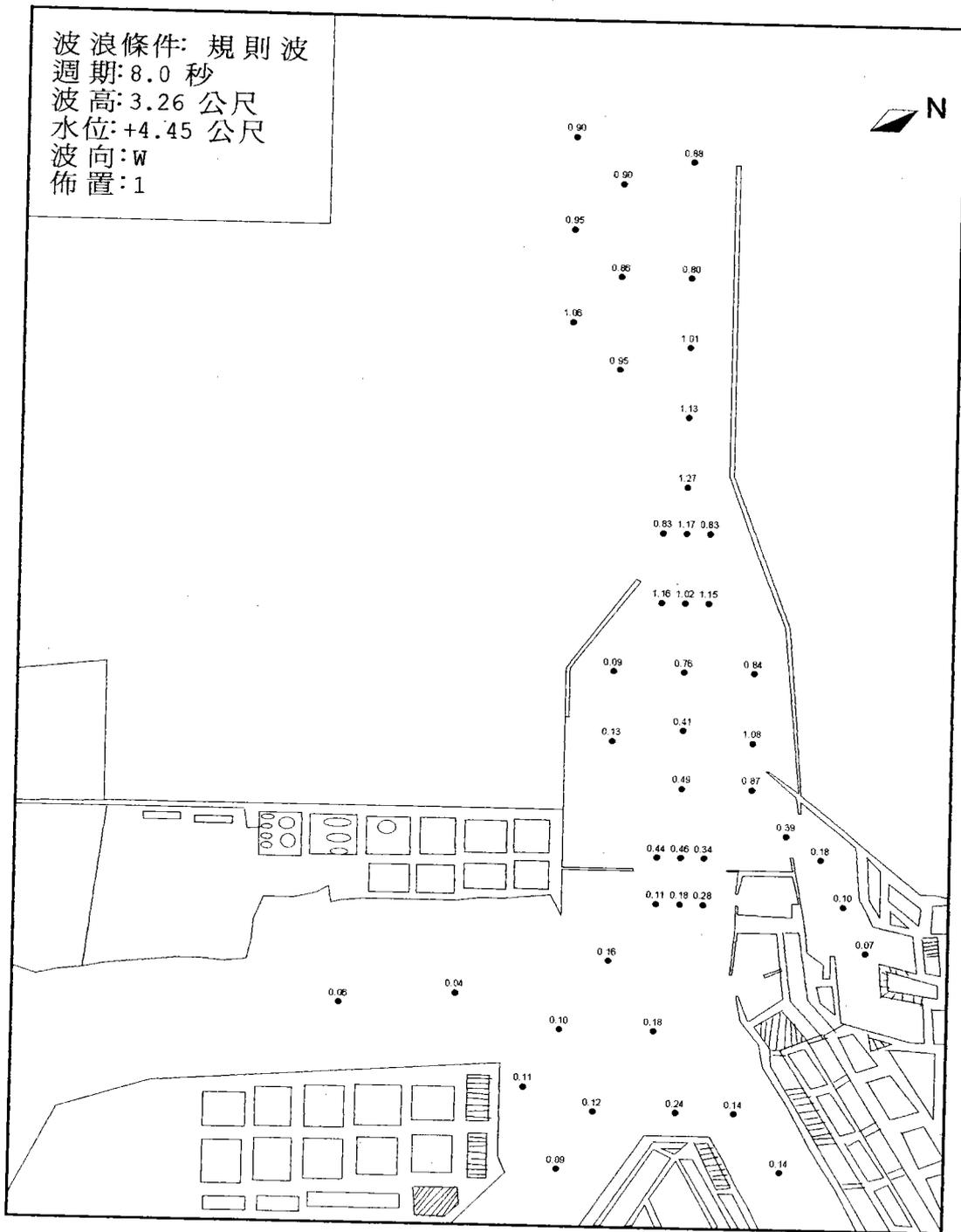


圖 1-82

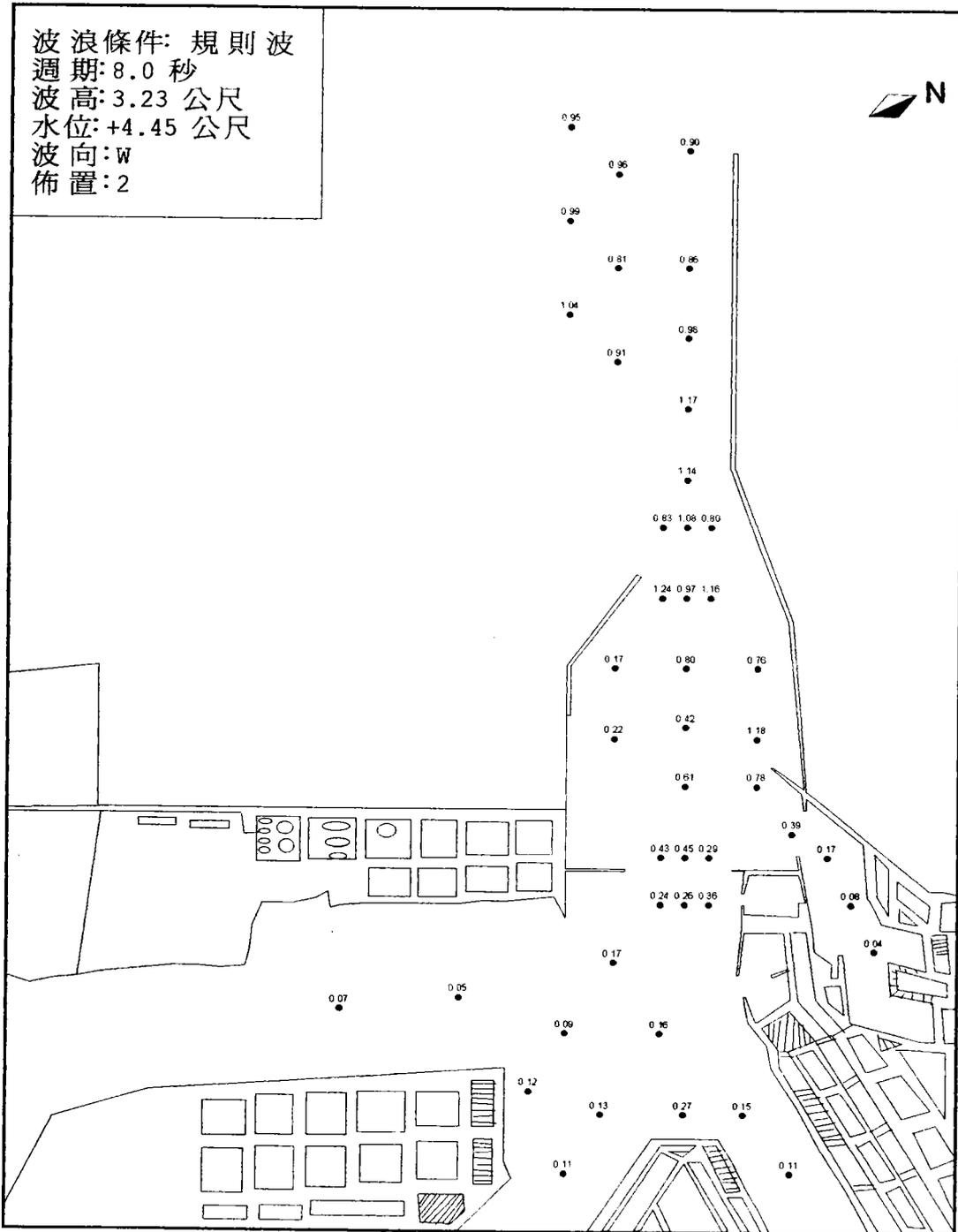


圖 1-83

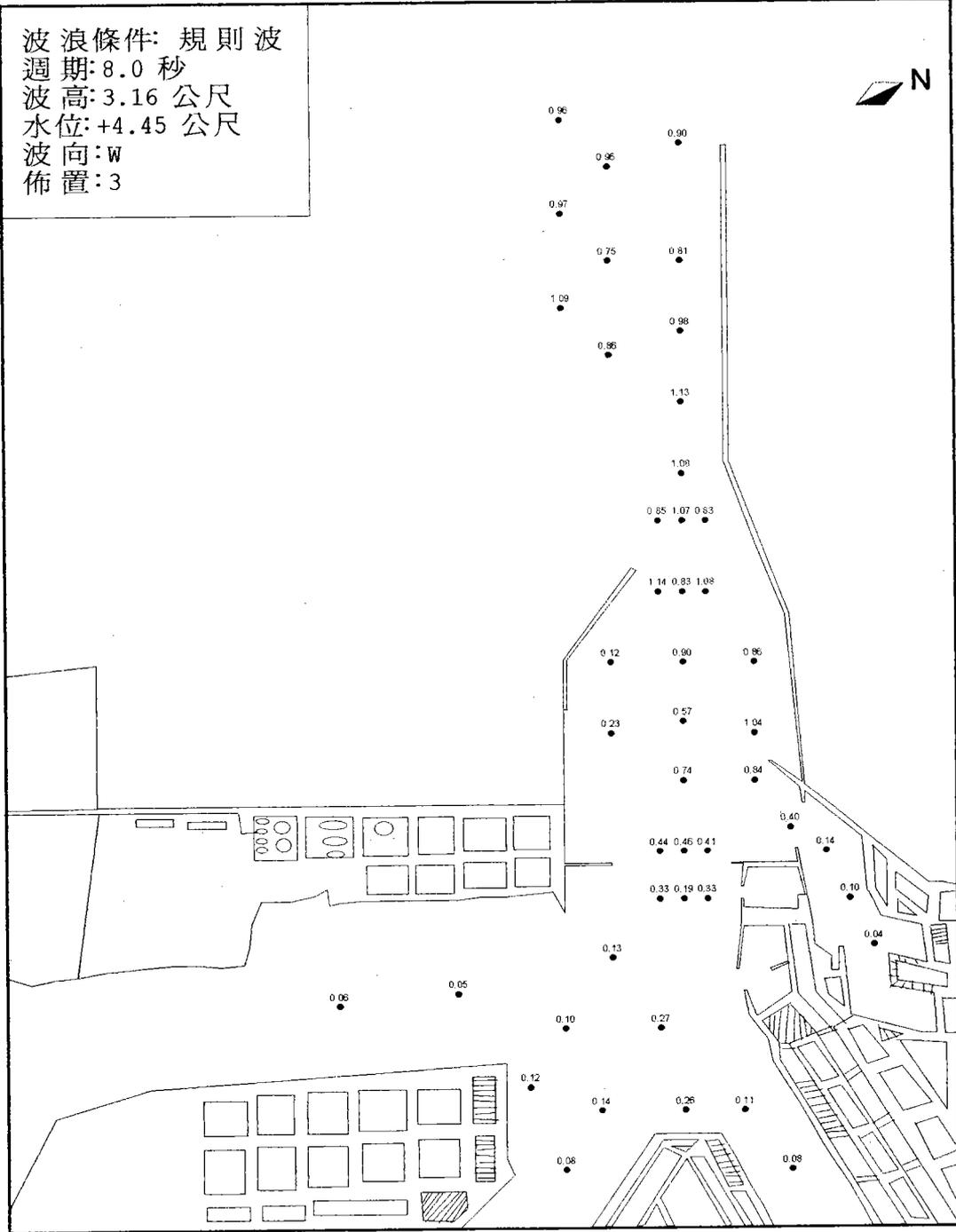


圖 1-84

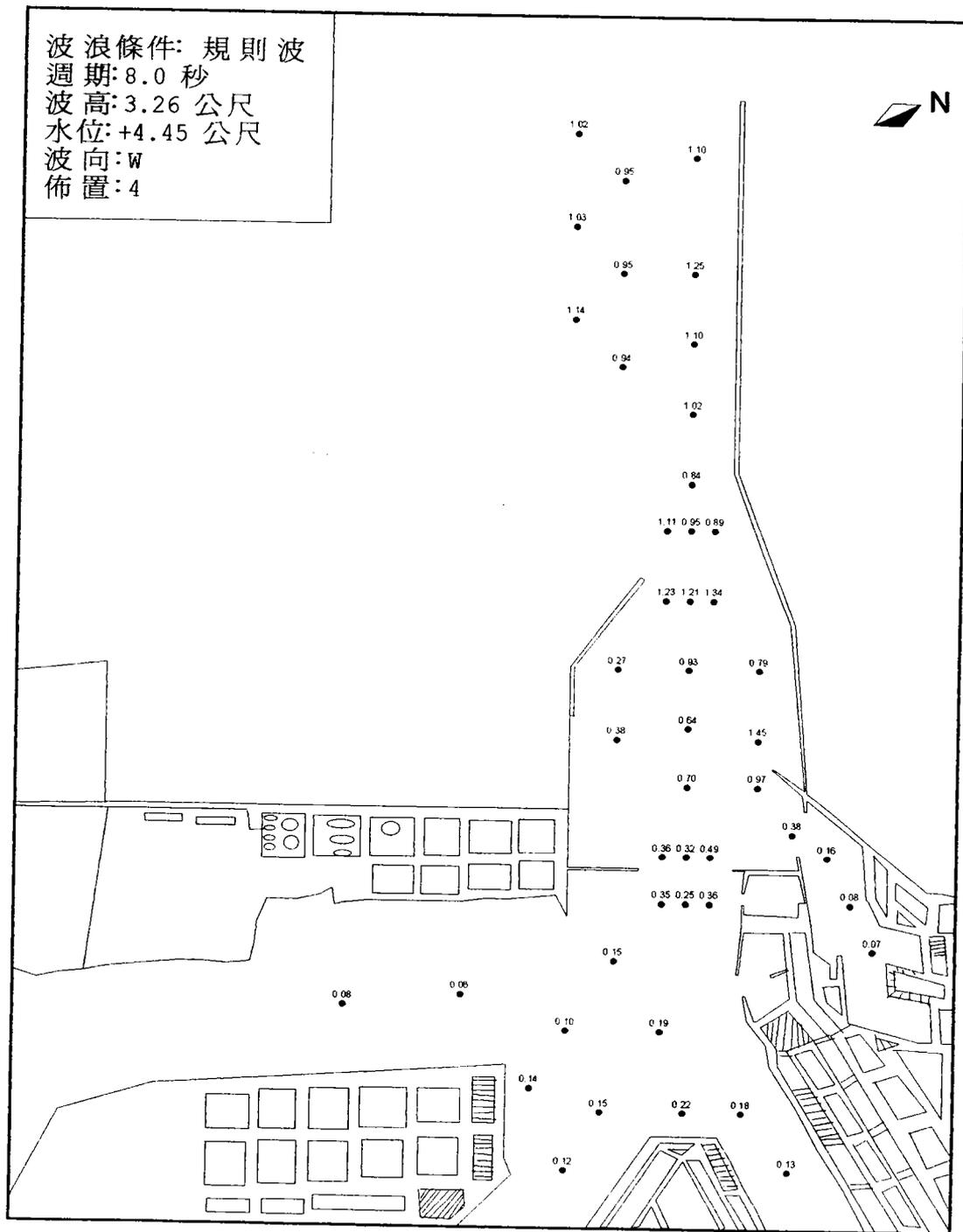


圖 1-85

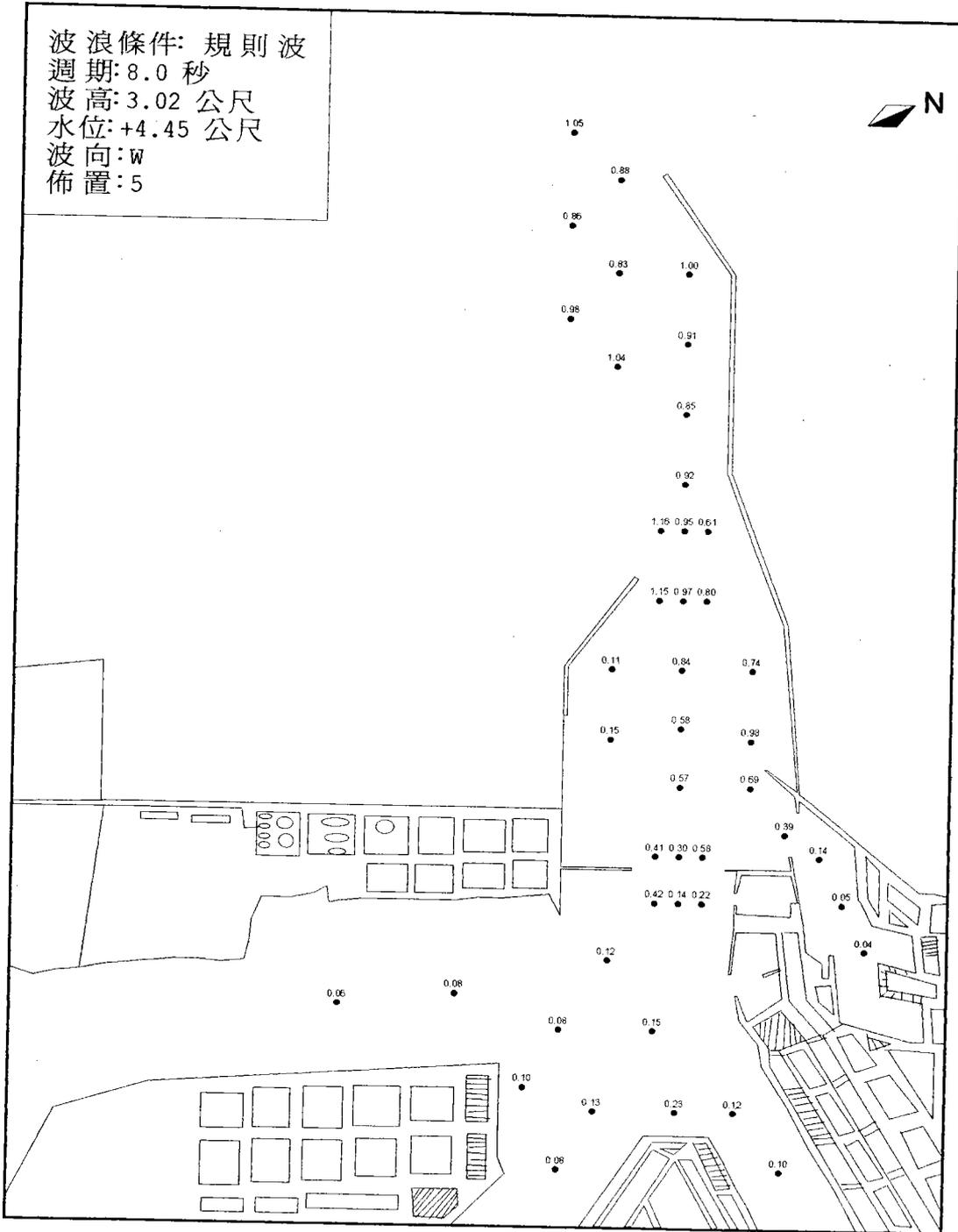


圖 1-86

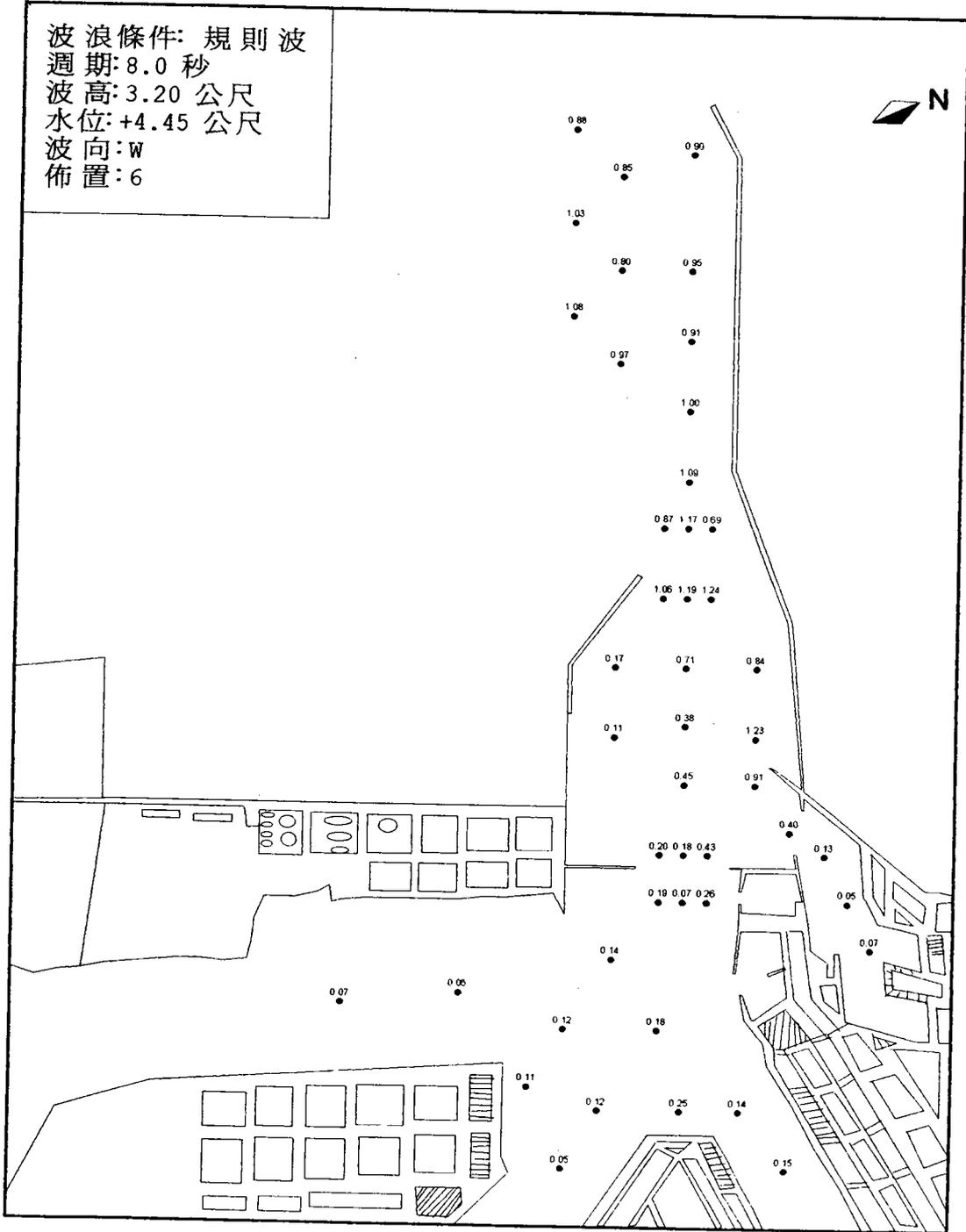


圖 1-87

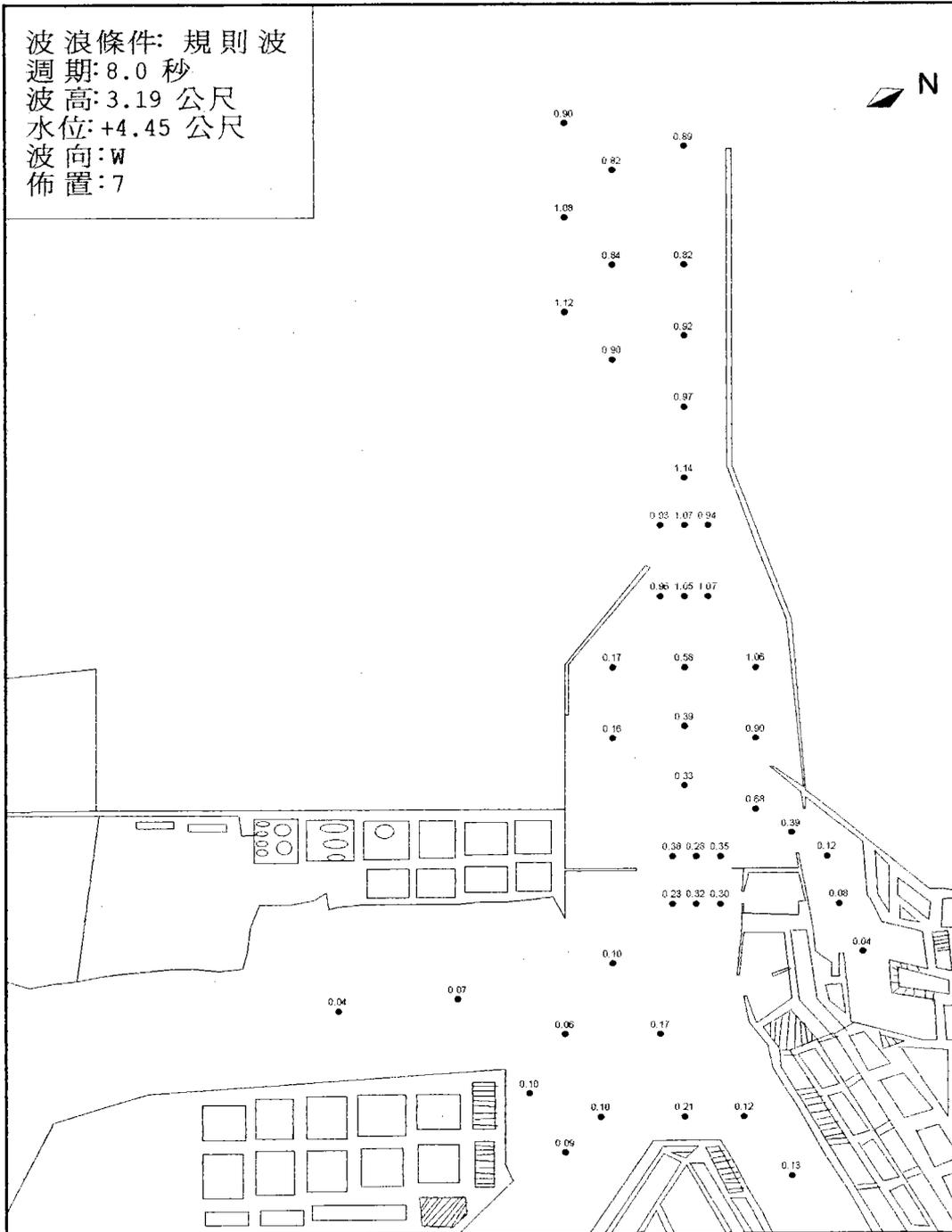


圖 1-88

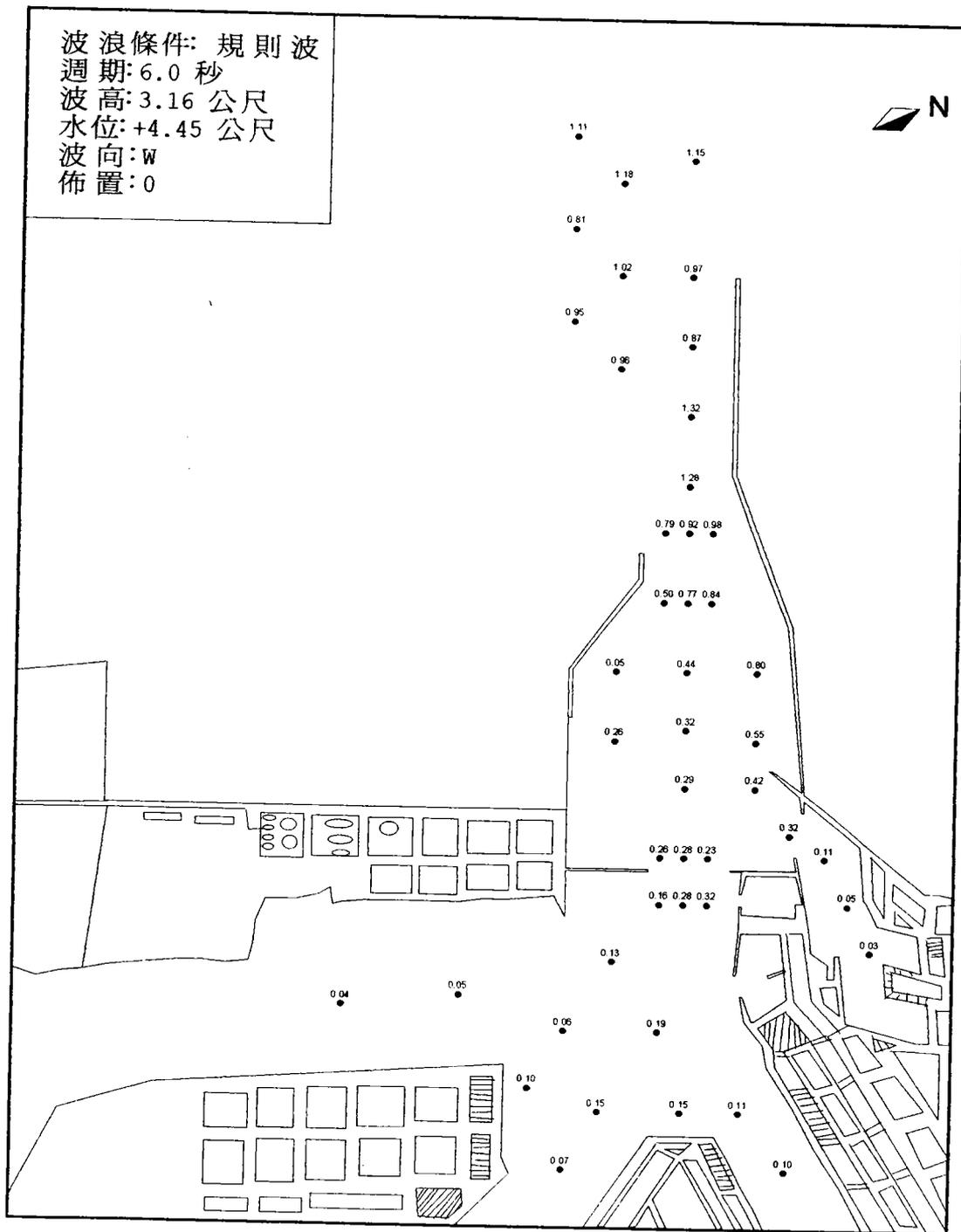


圖 1-89

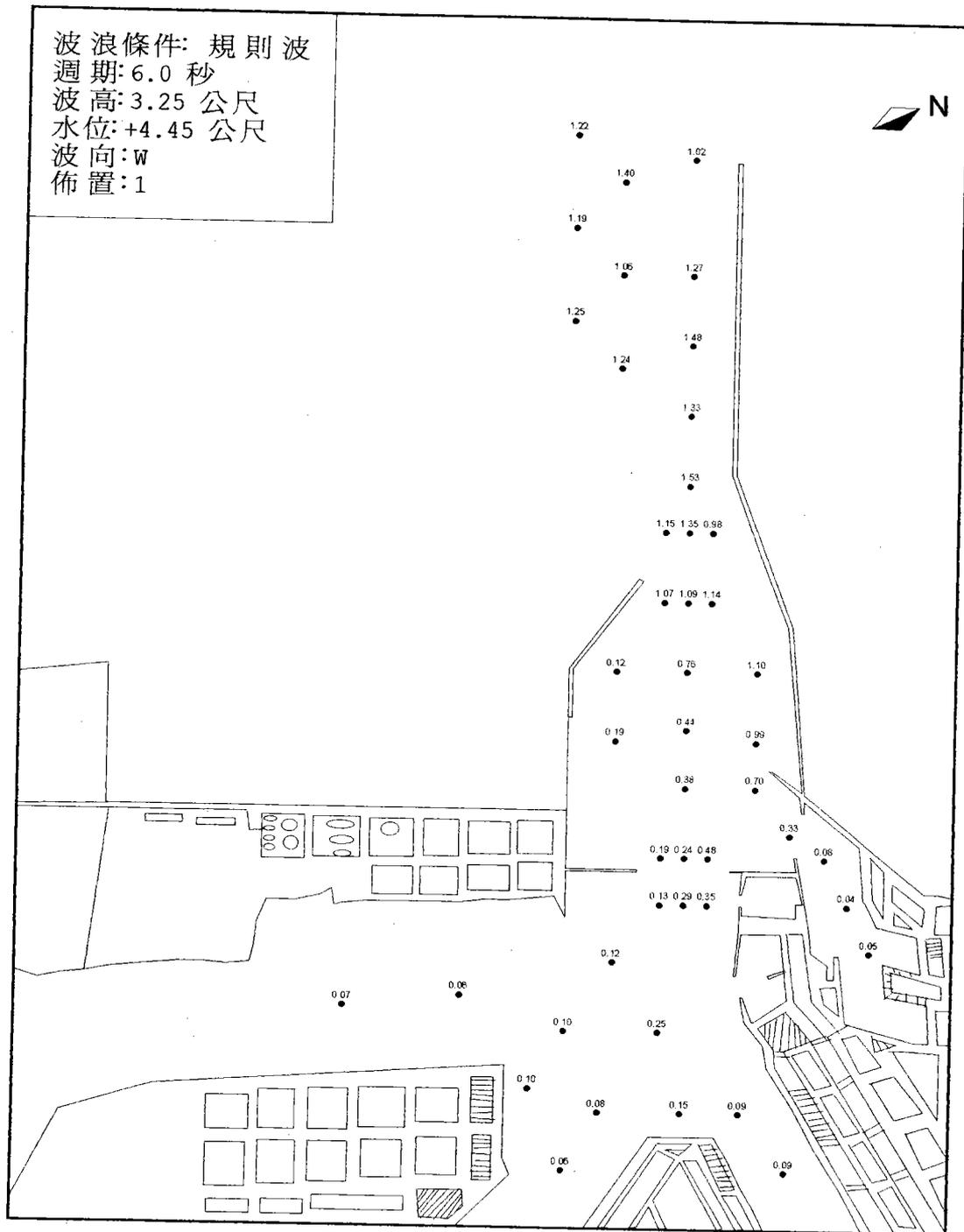


圖 1-90

波浪條件: 規則波  
 週期: 6.0 秒  
 波高: 3.25 公尺  
 水位: +4.45 公尺  
 波向: W  
 佈置: 2

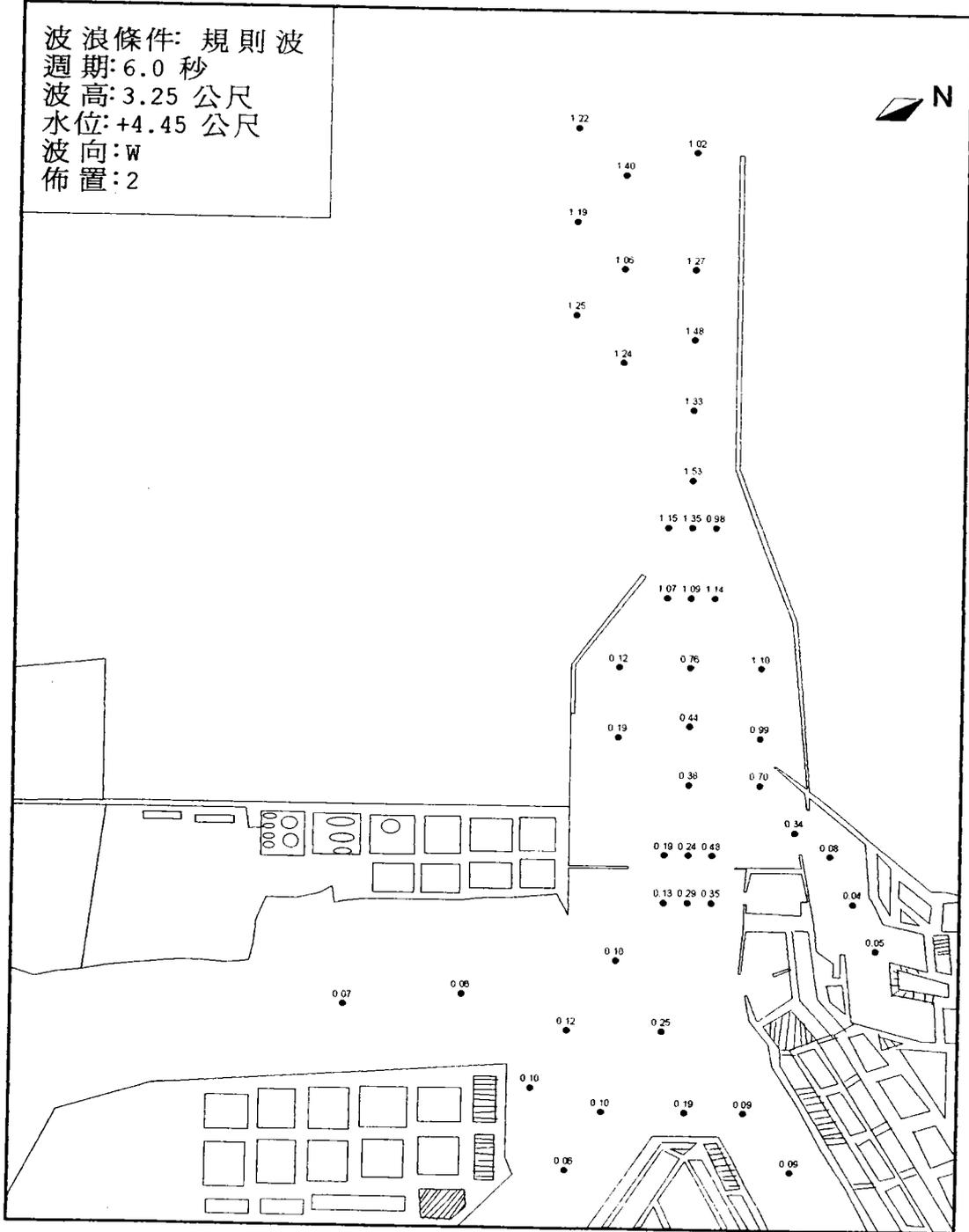


圖 1-91

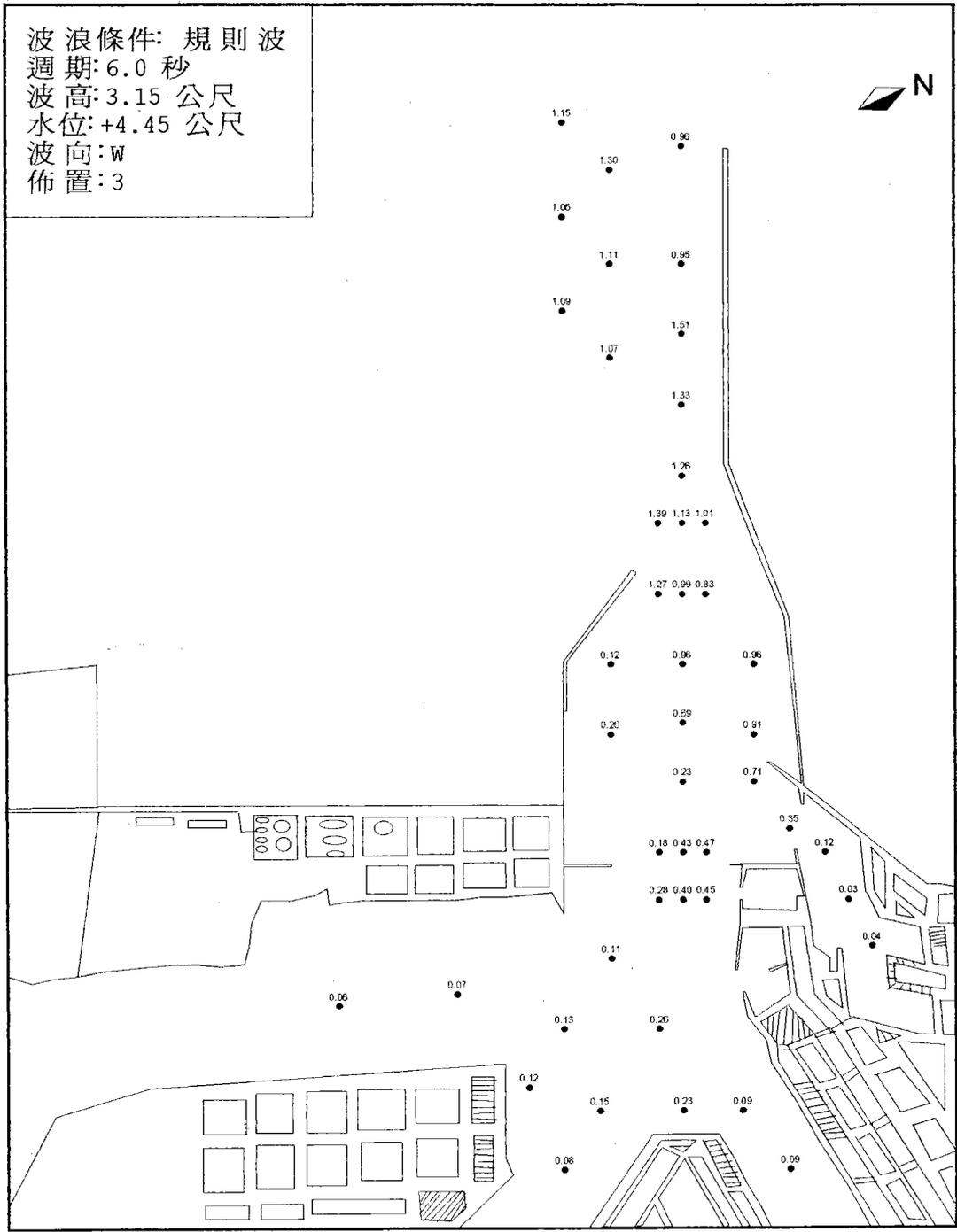


圖 1-92

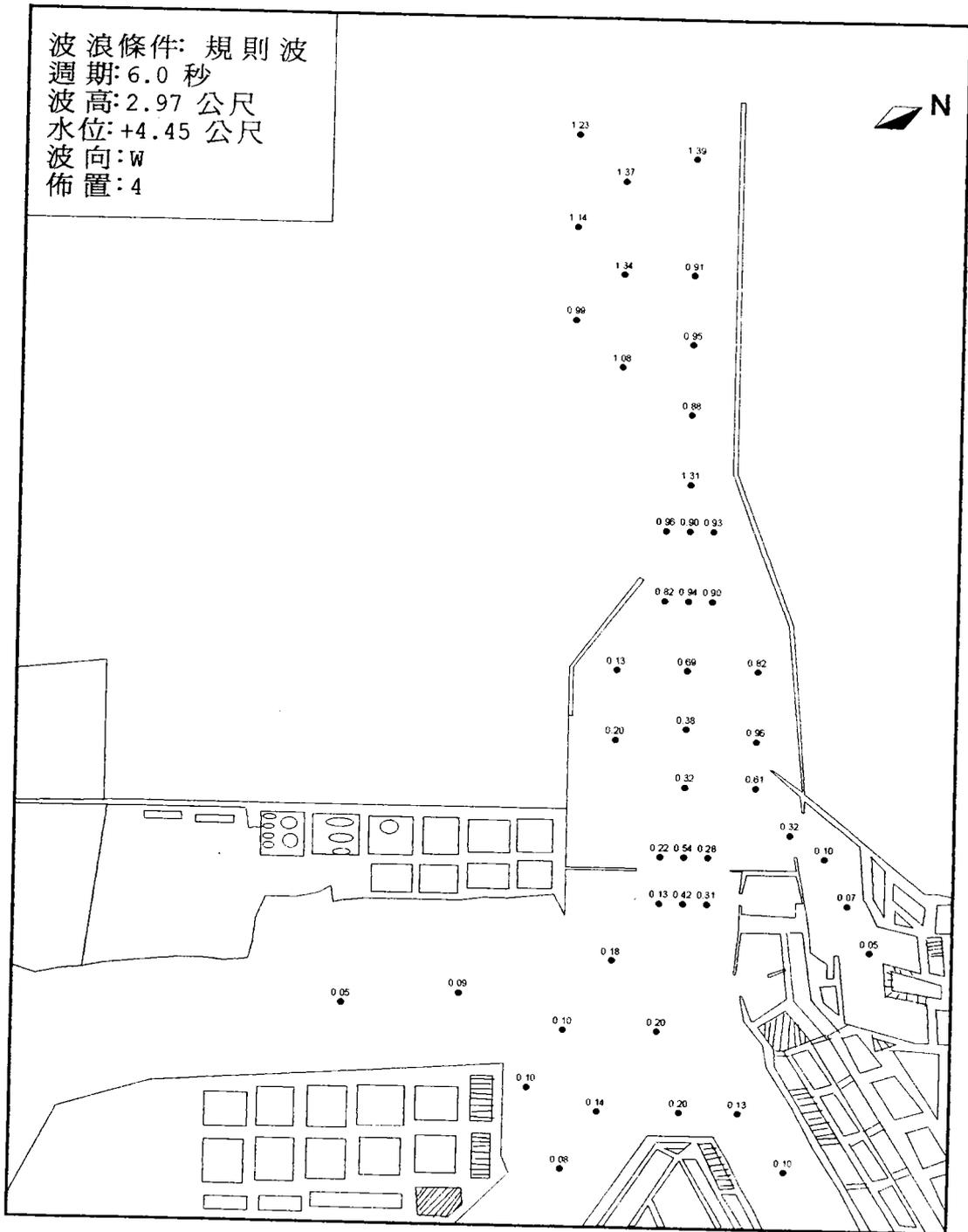


圖 1-93

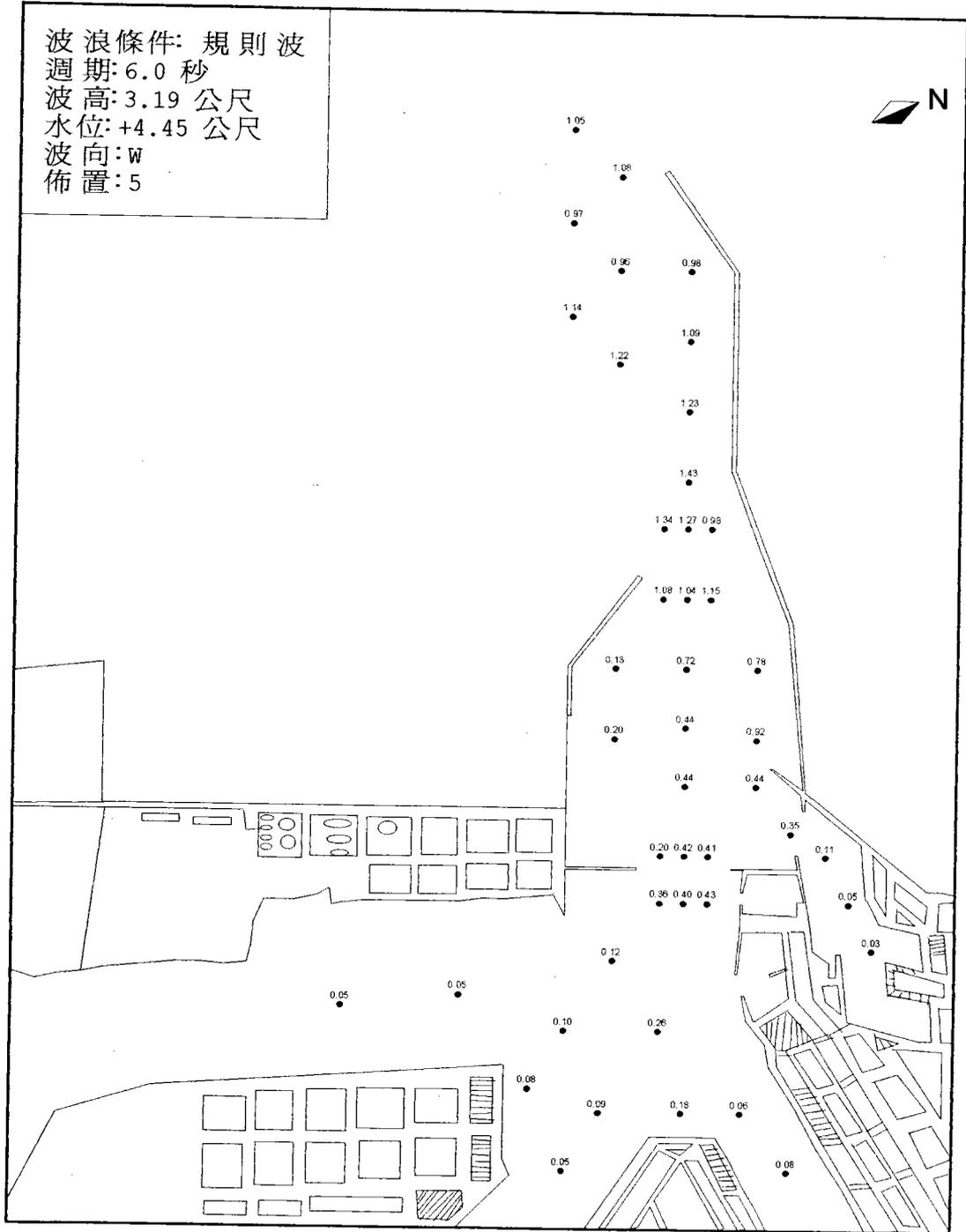


圖 1-94

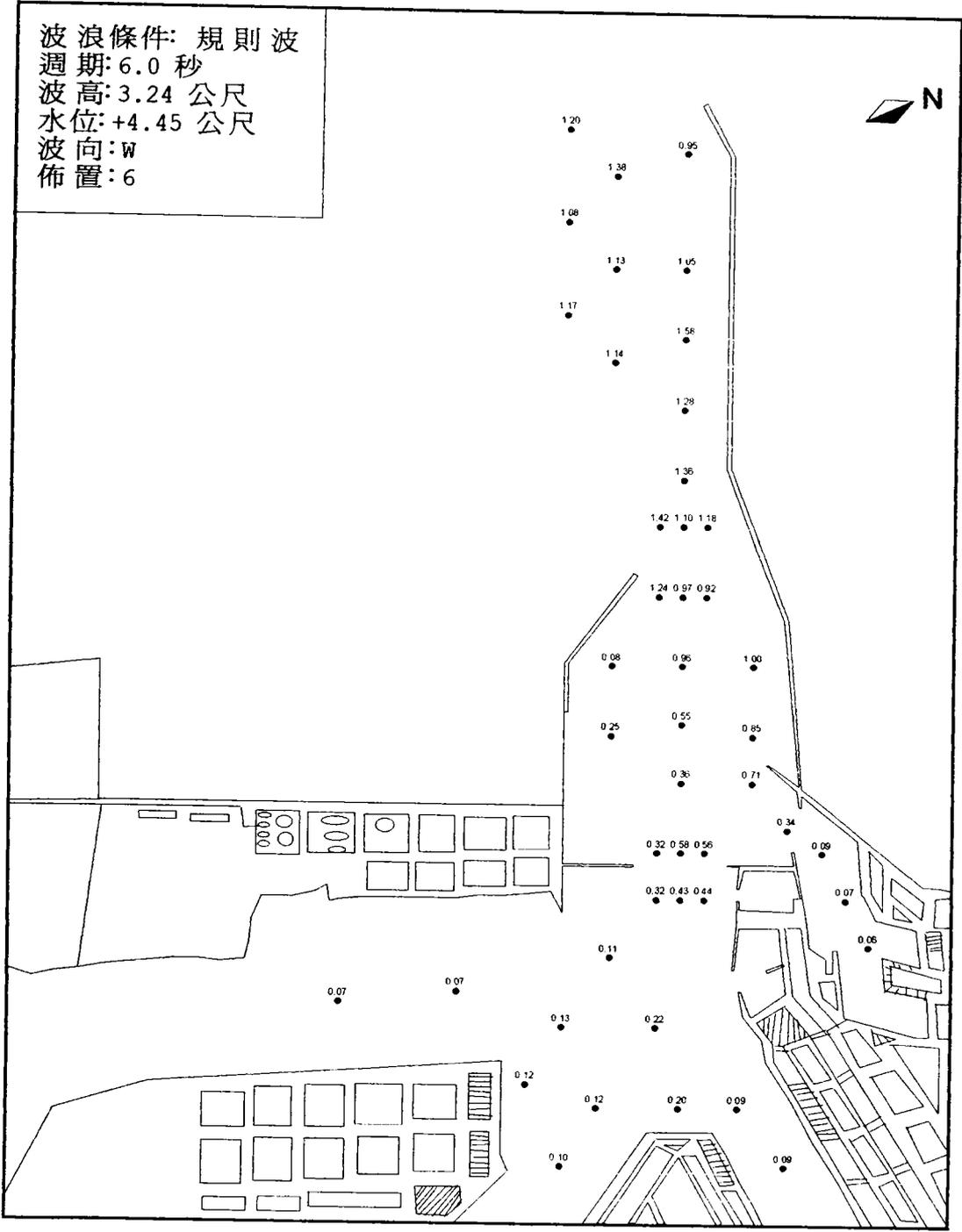


圖 1-95

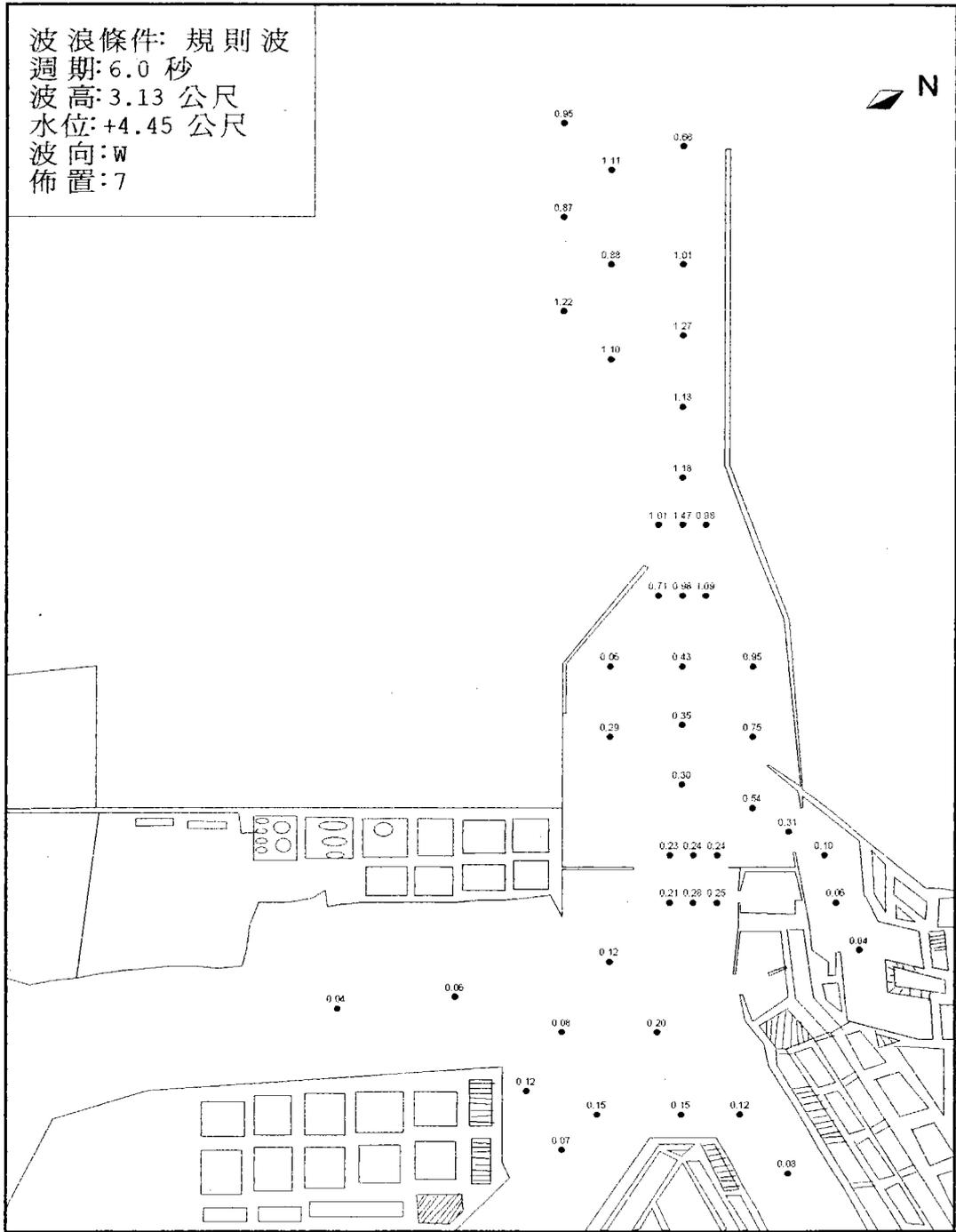


圖 1-96

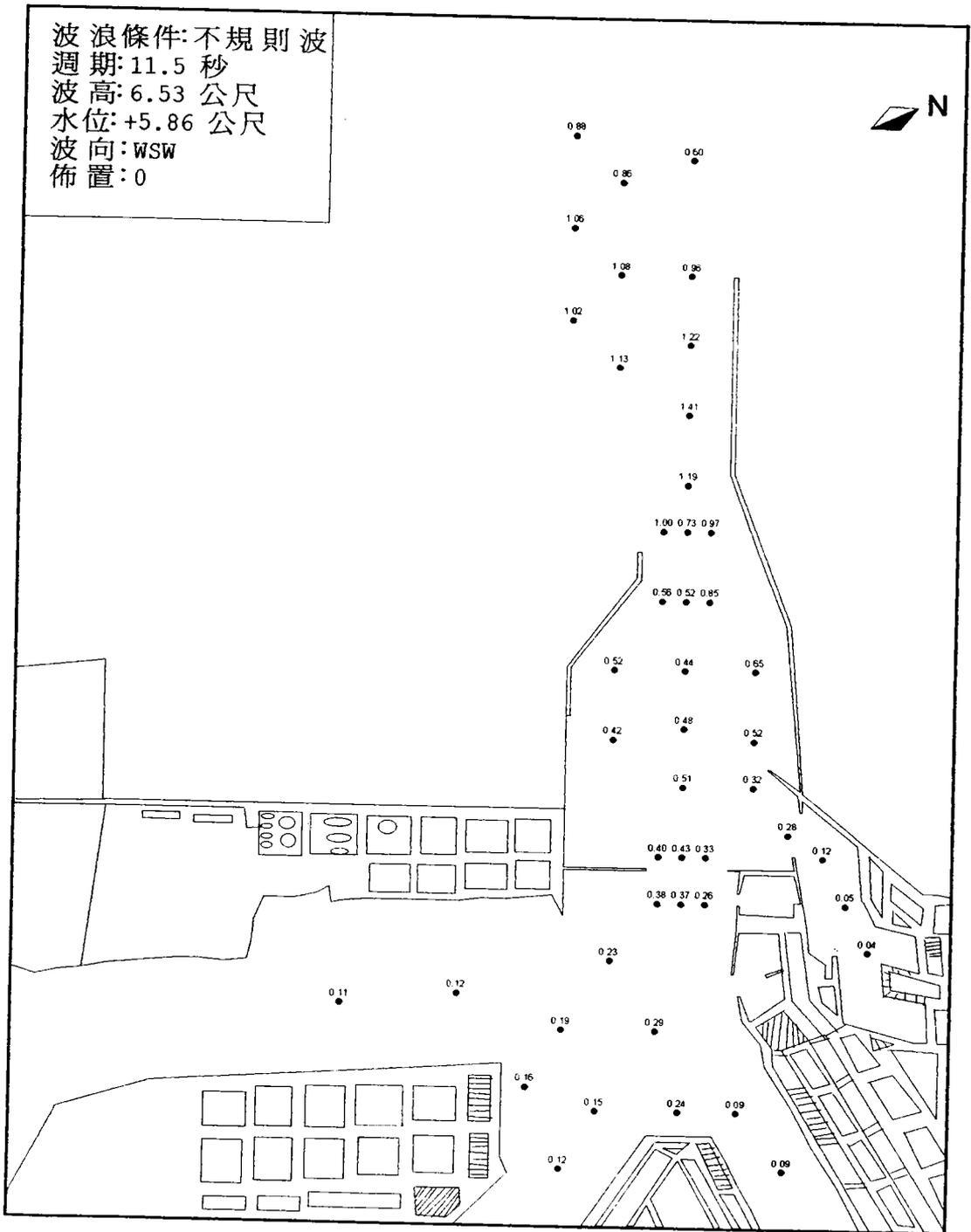


圖 1-97

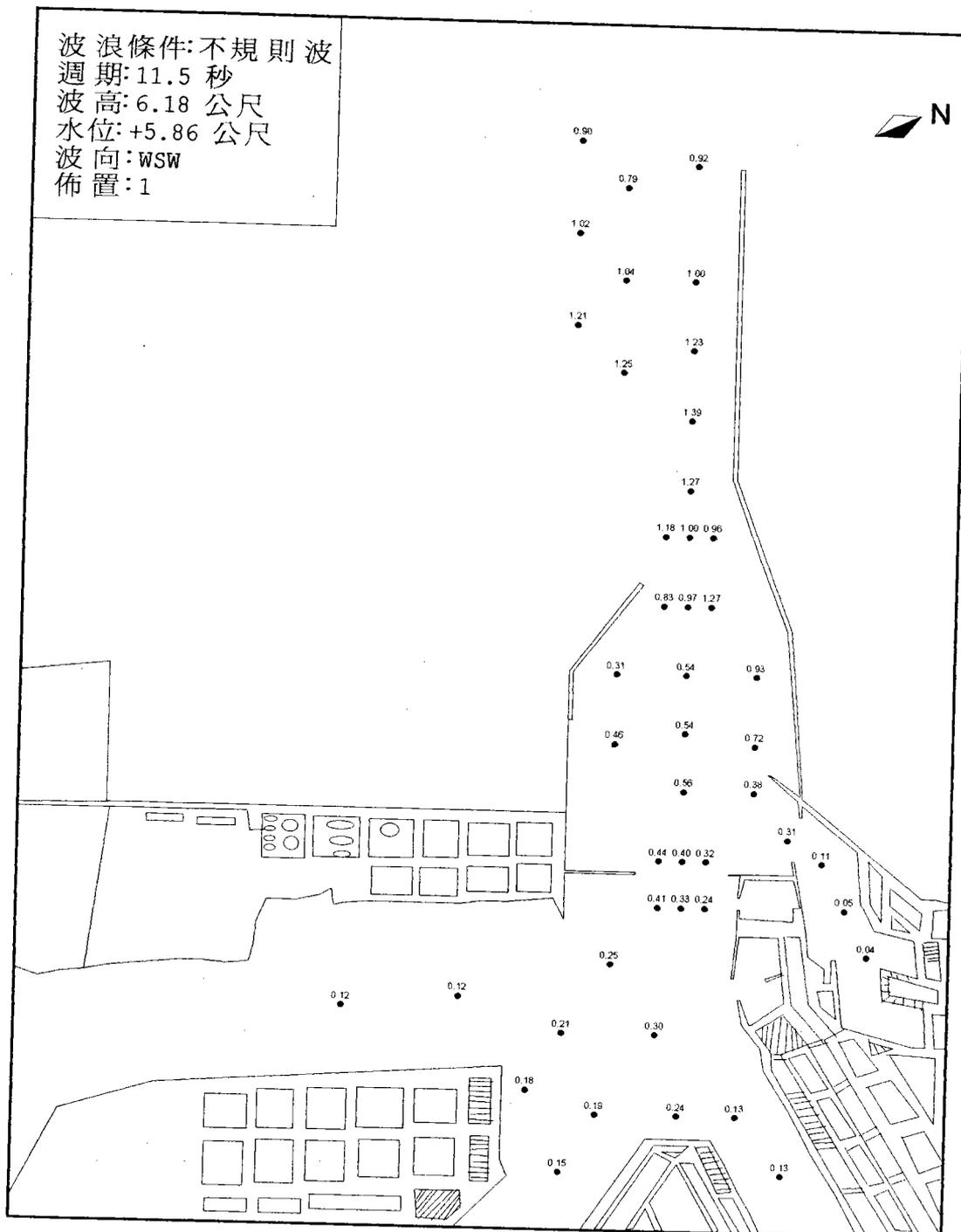


圖 1-98

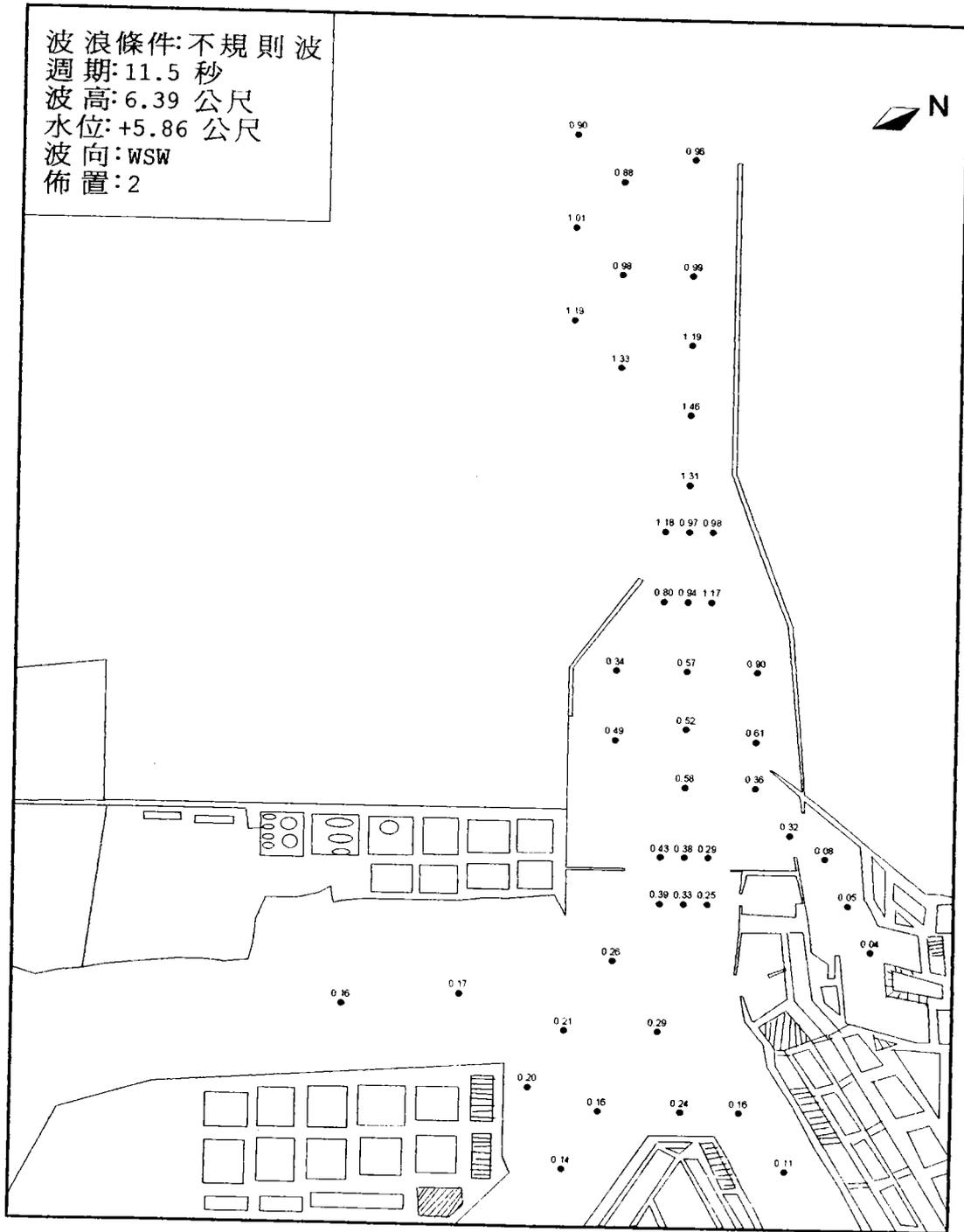


圖 1-99

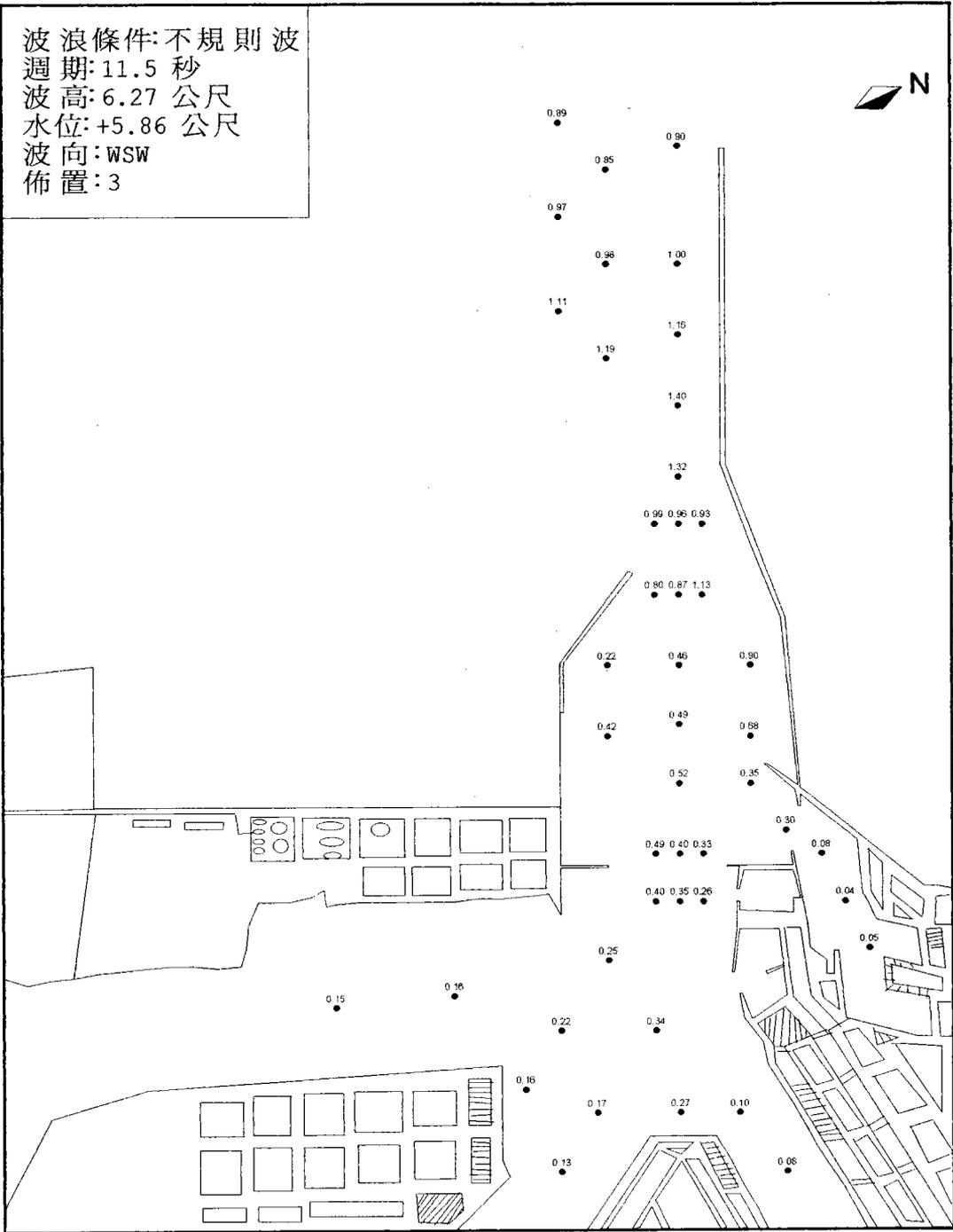


圖 1-100

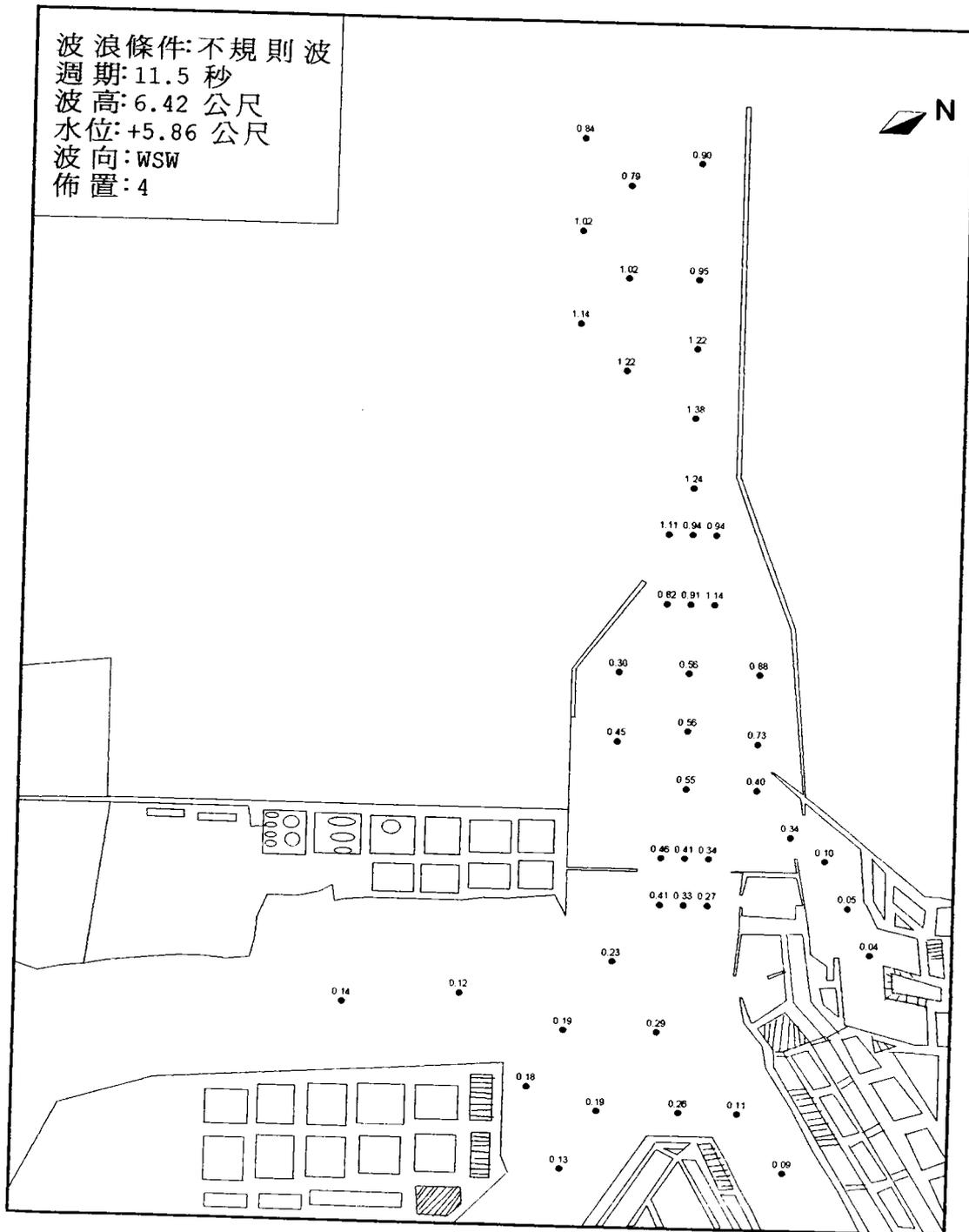


圖 1-101

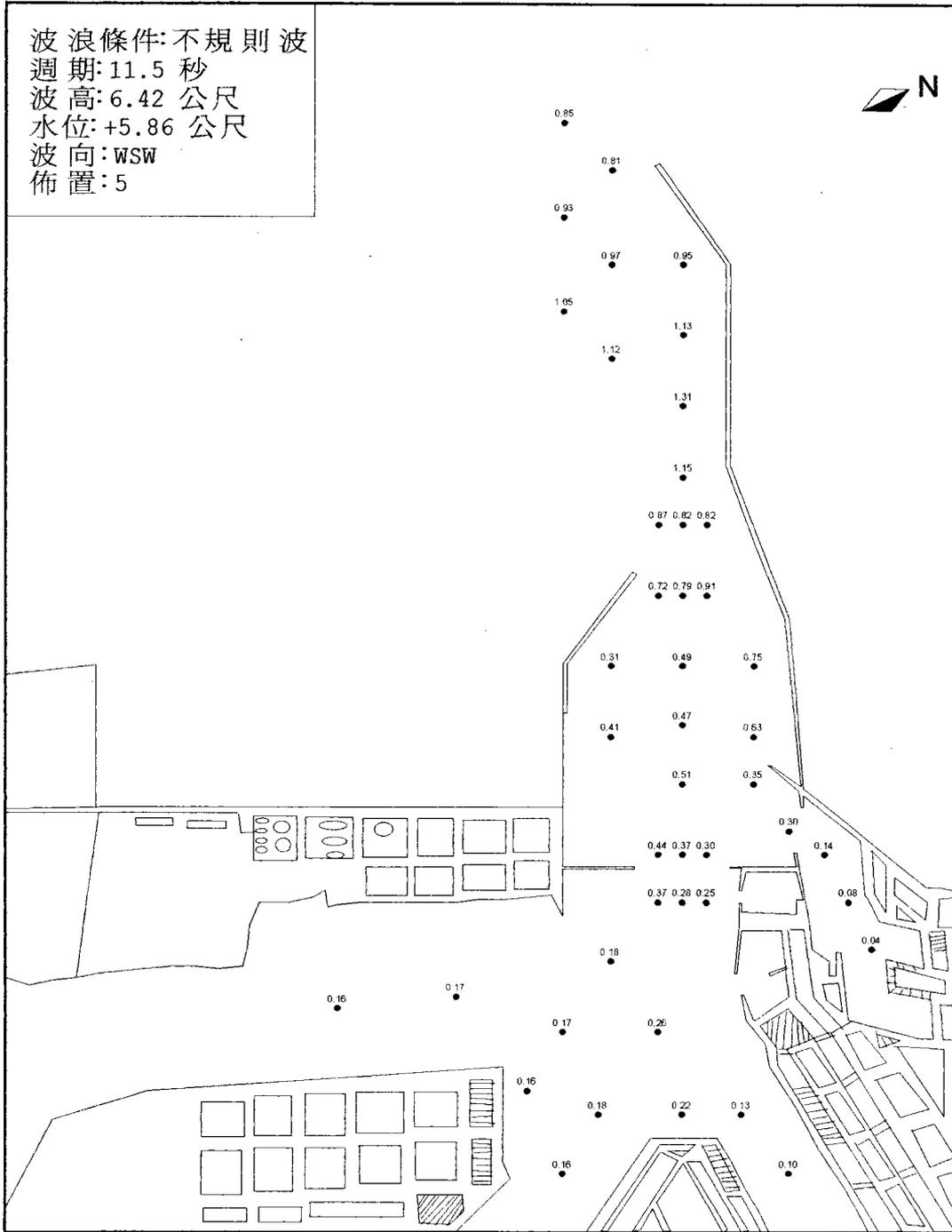


圖 1-102

波浪條件: 不規則波  
 週期: 11.4 秒  
 波高: 6.46 公尺  
 水位: +5.86 公尺  
 波向: WSW  
 佈置: 6

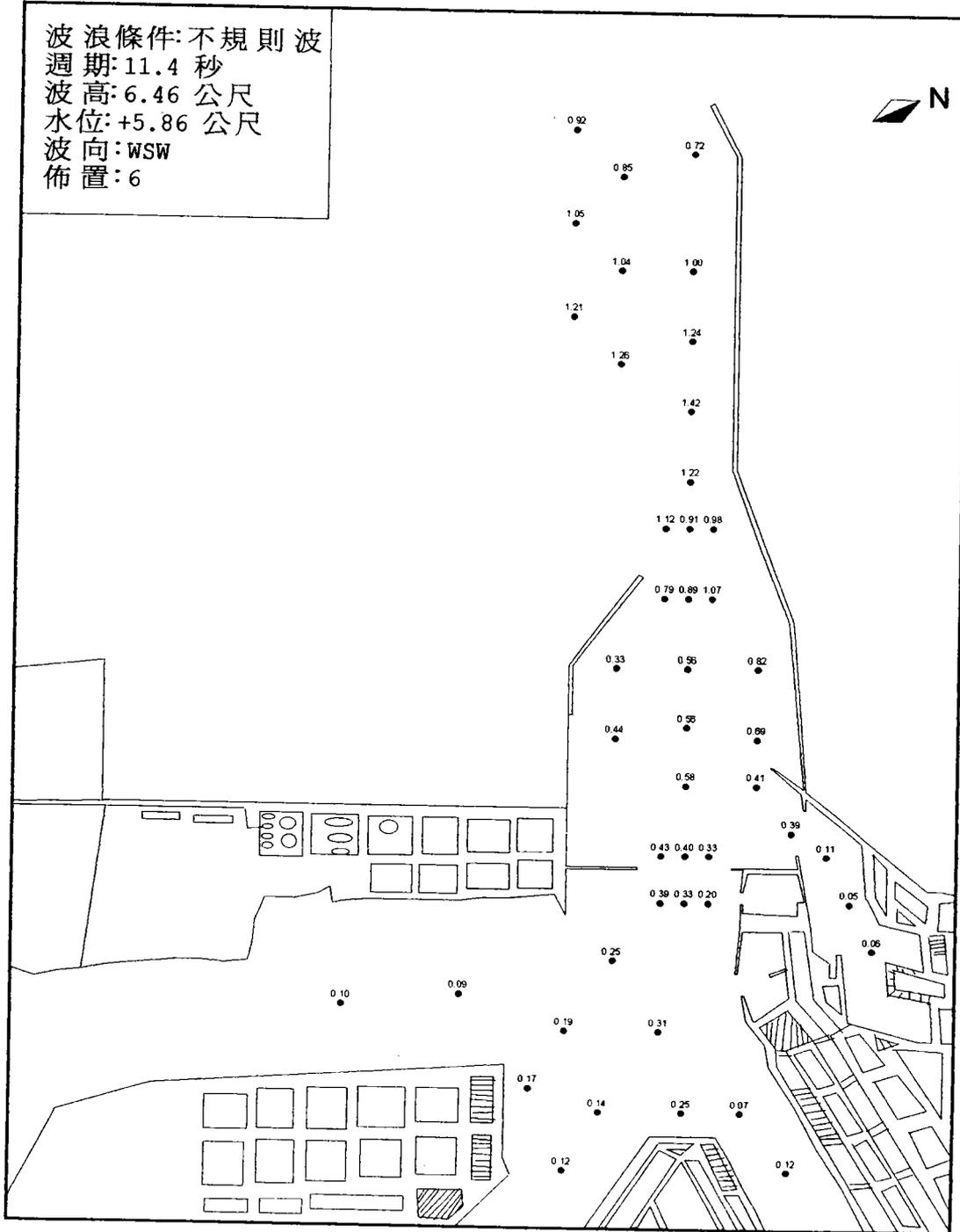


圖 1-103

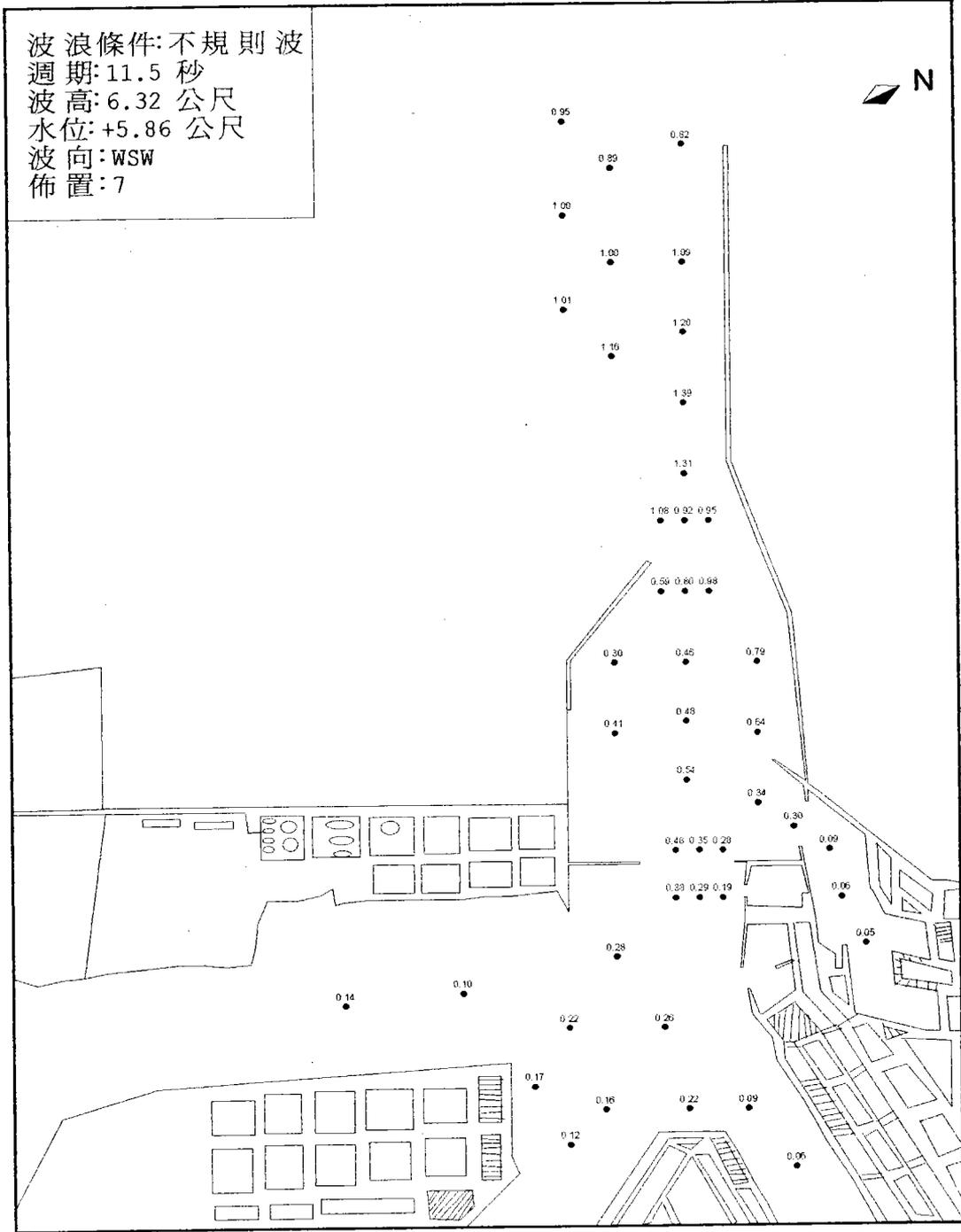


圖 1-104

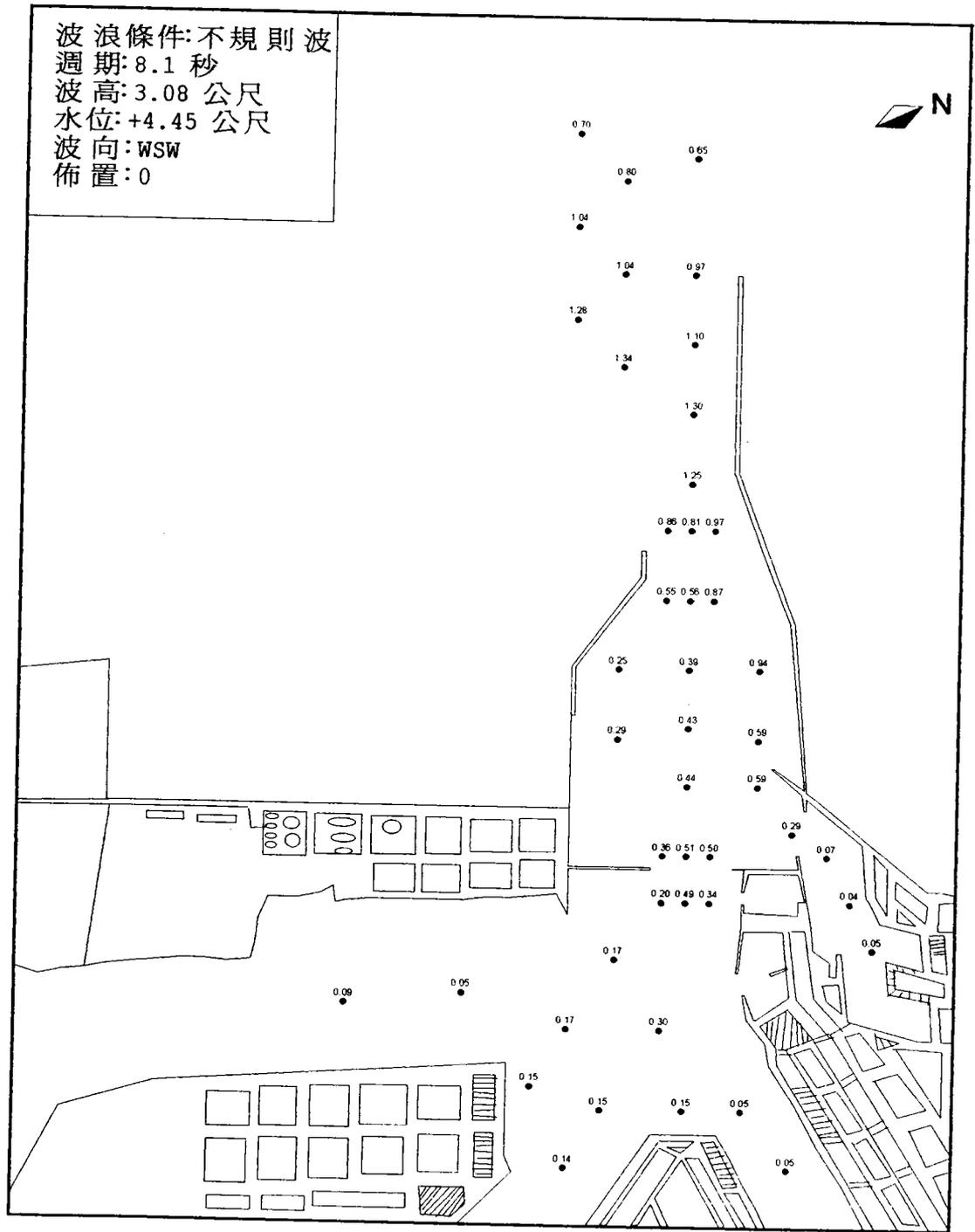


圖 1-105

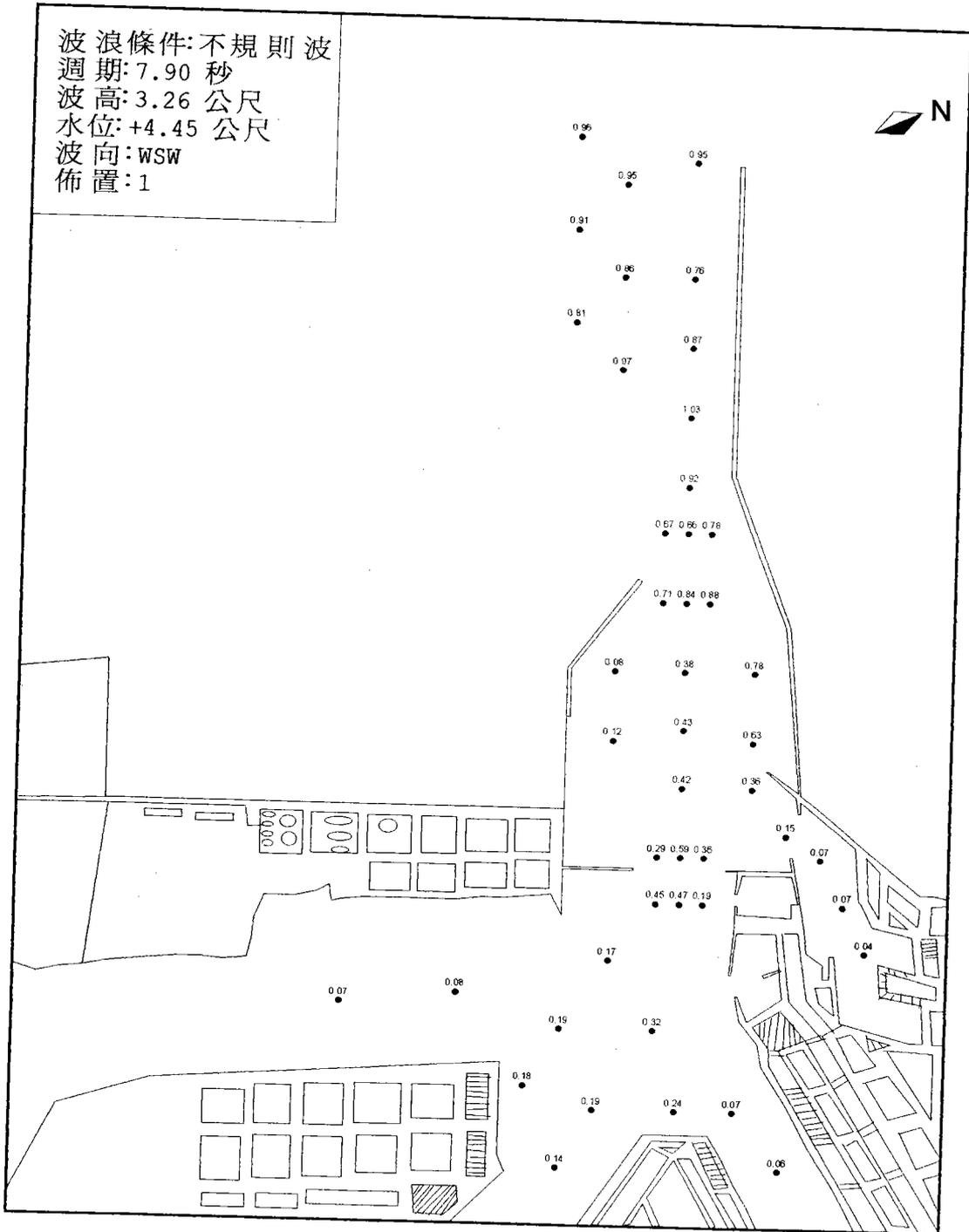


圖 1-106

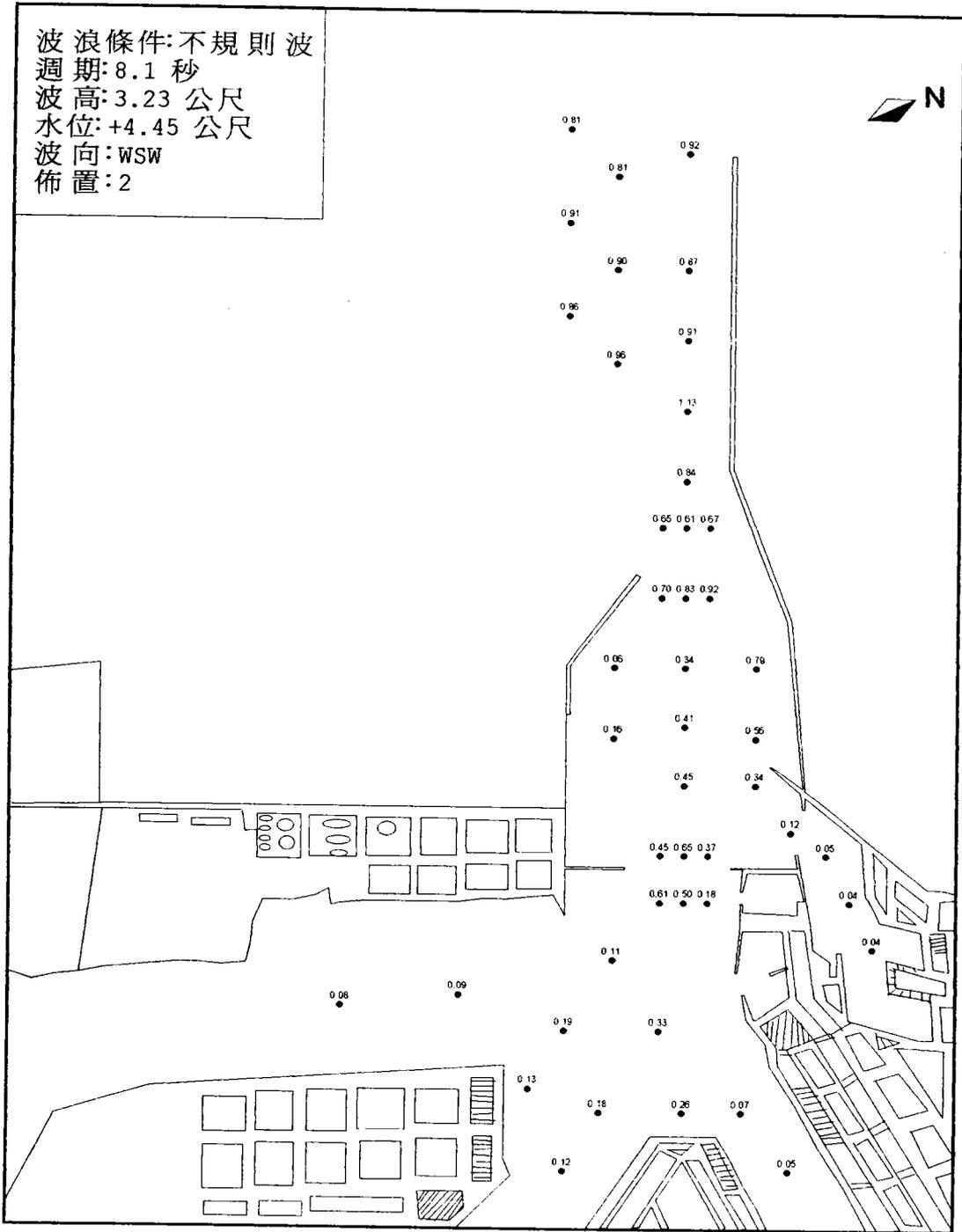


圖 1-107

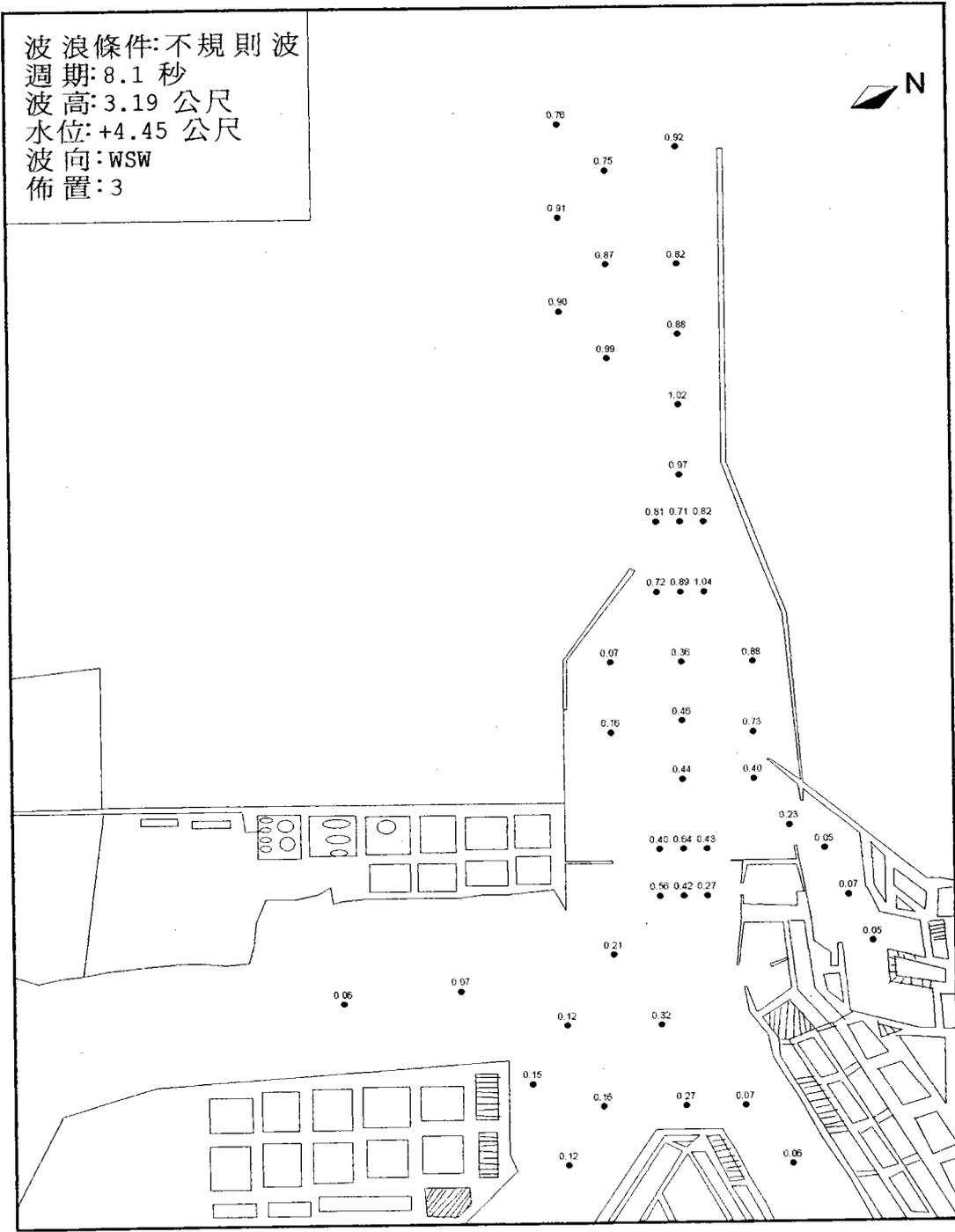


圖 1-108

波浪條件: 不規則波  
 週期: 8.2 秒  
 波高: 3.33 公尺  
 水位: +4.45 公尺  
 波向: WSW  
 佈置: 4

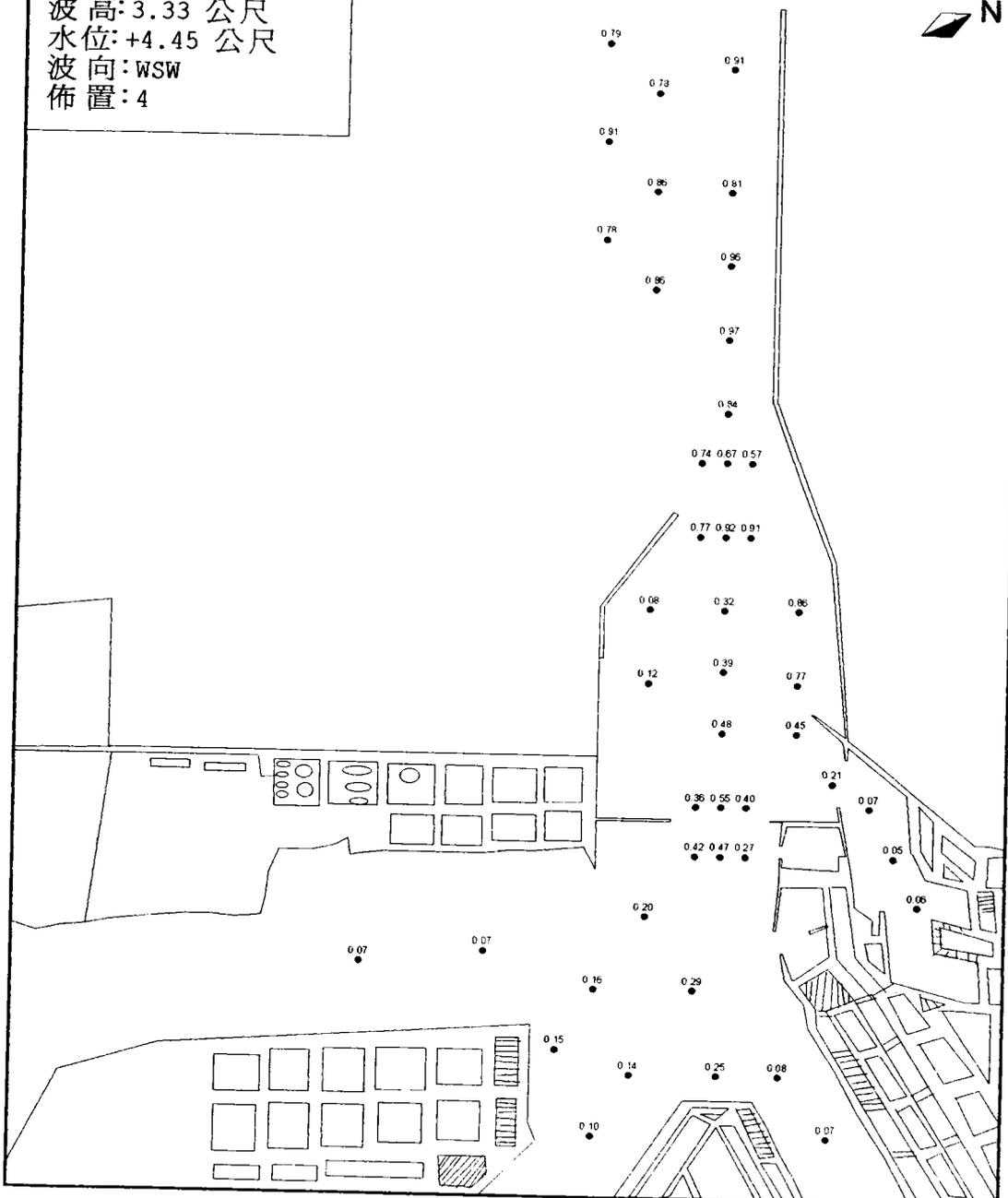


圖 1-109

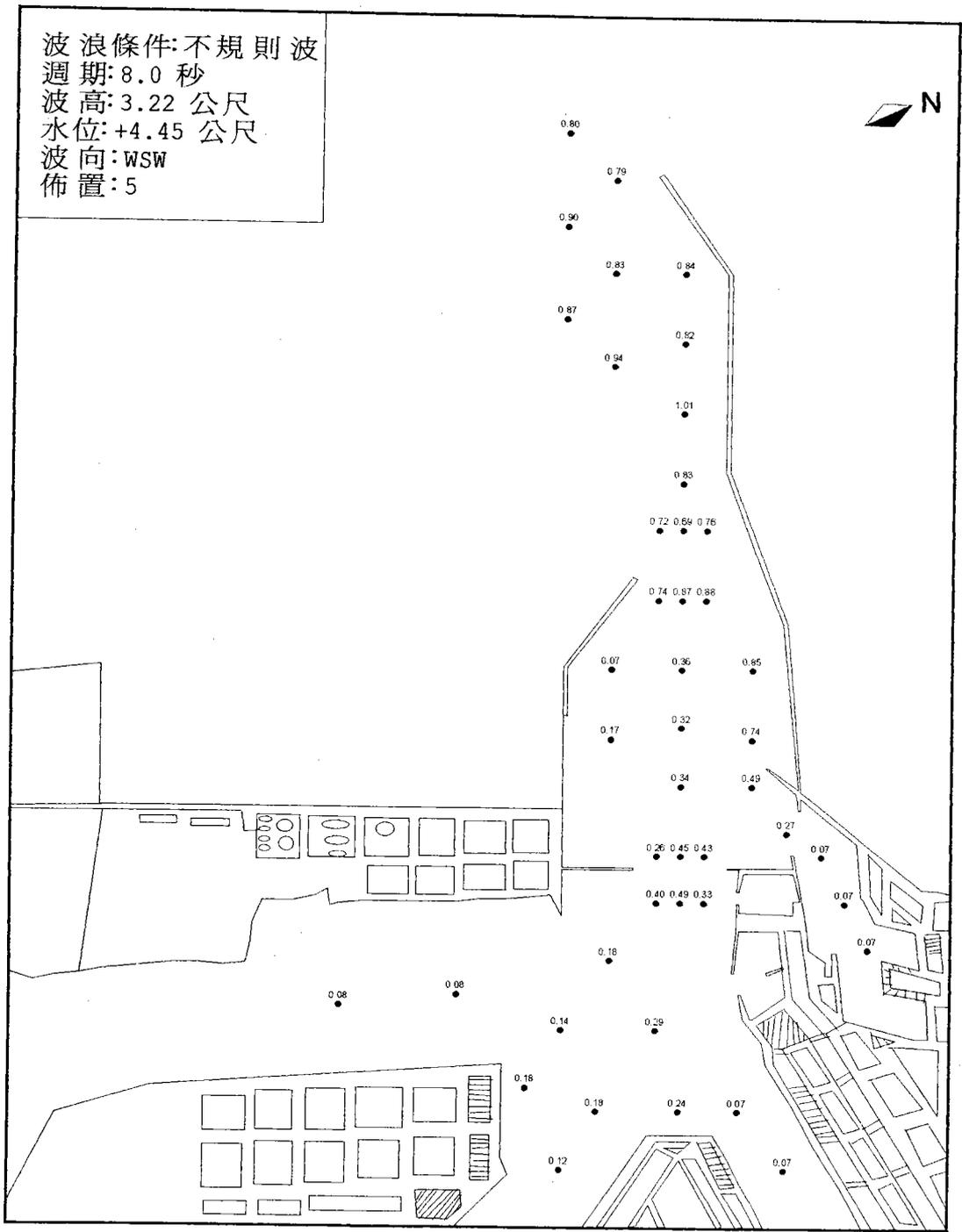


圖 1-110

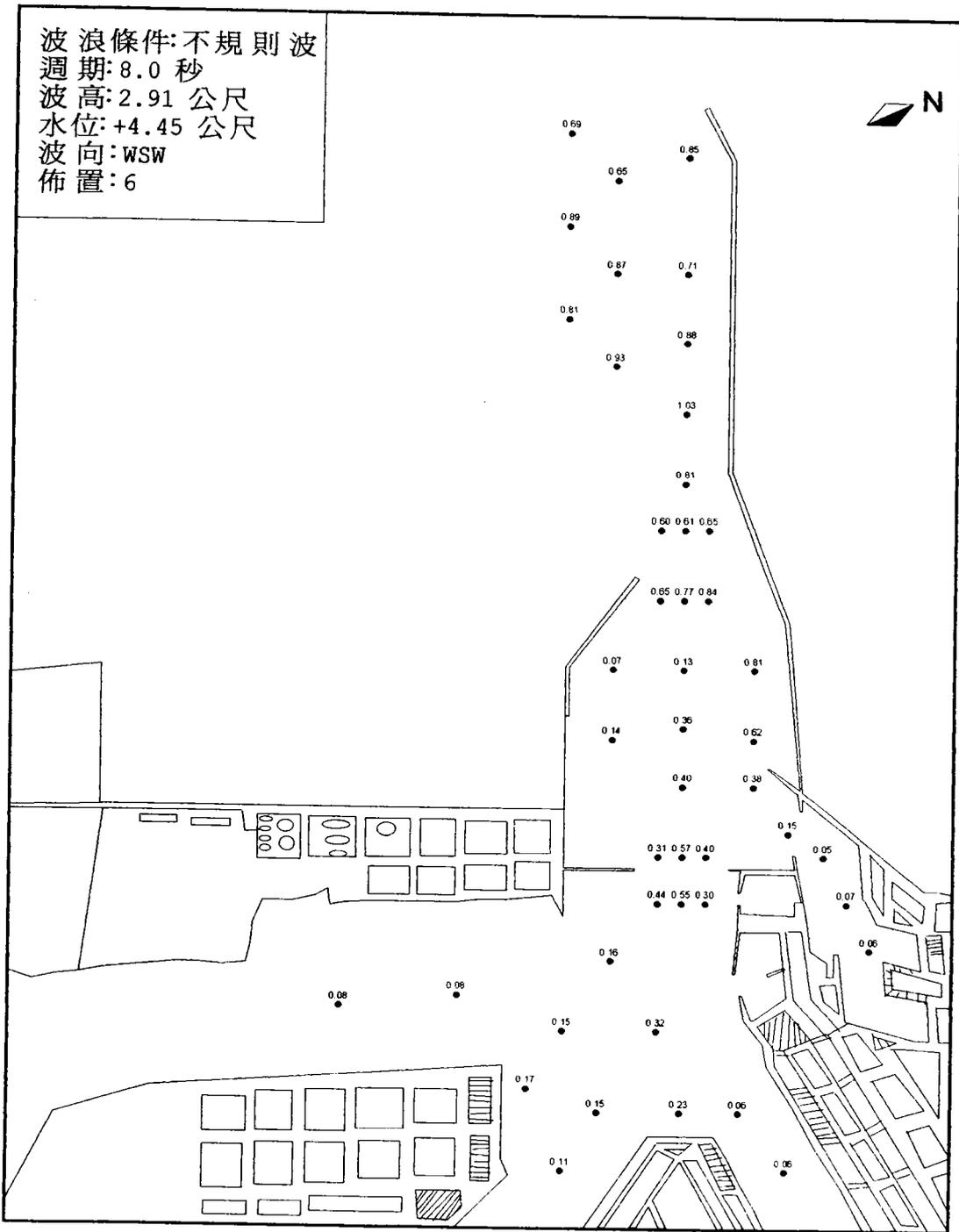


圖 1-111

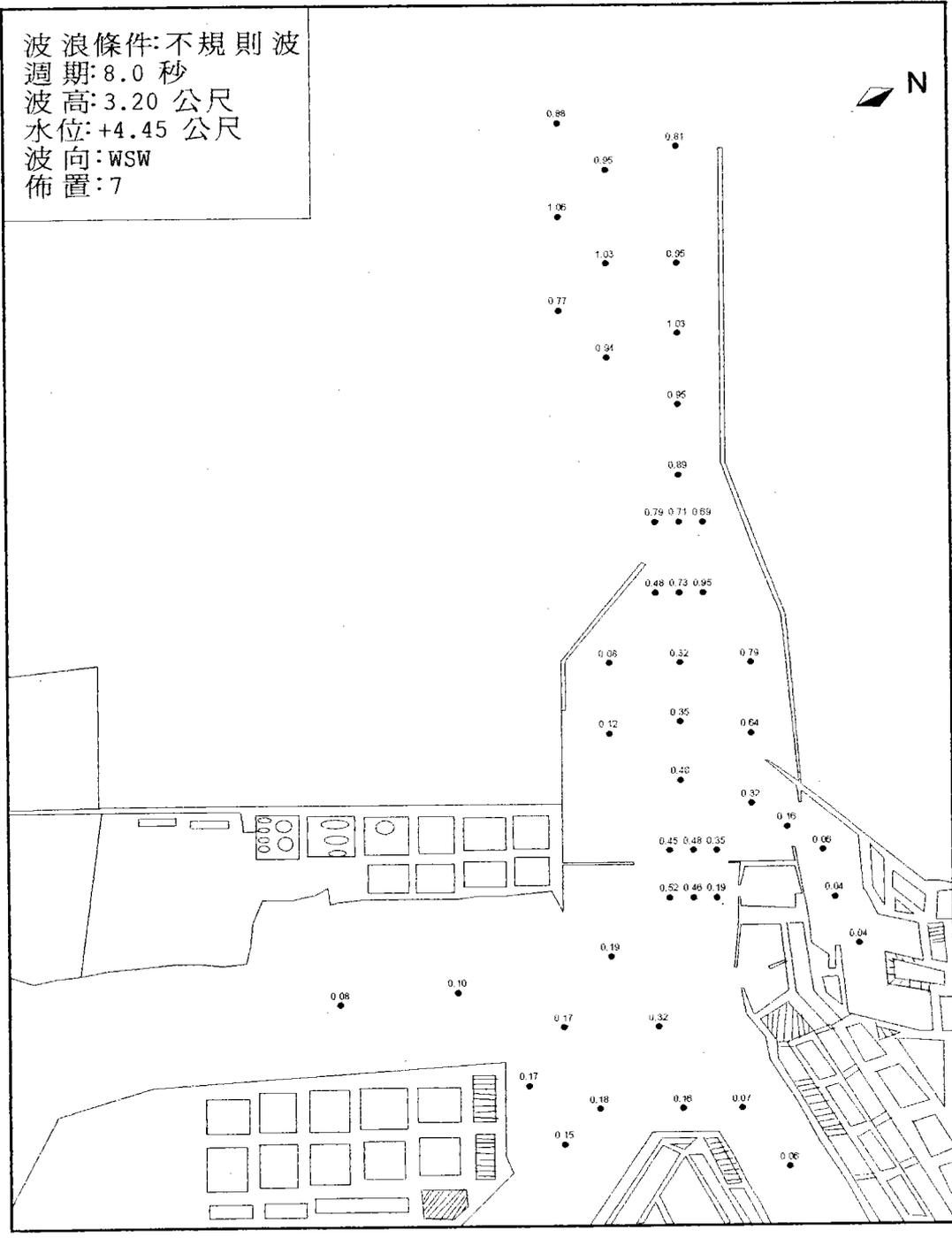


圖 1-112

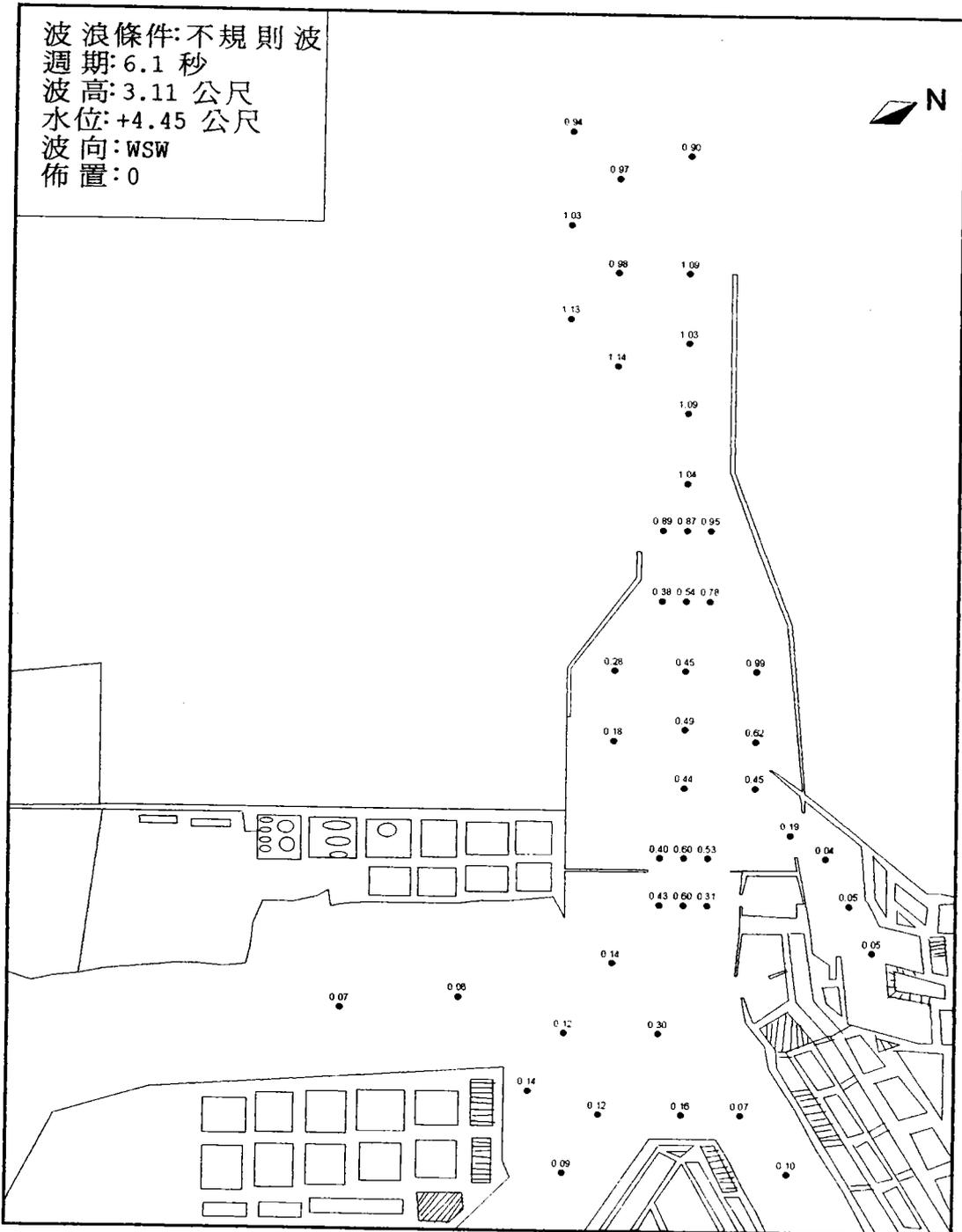


圖 1-113

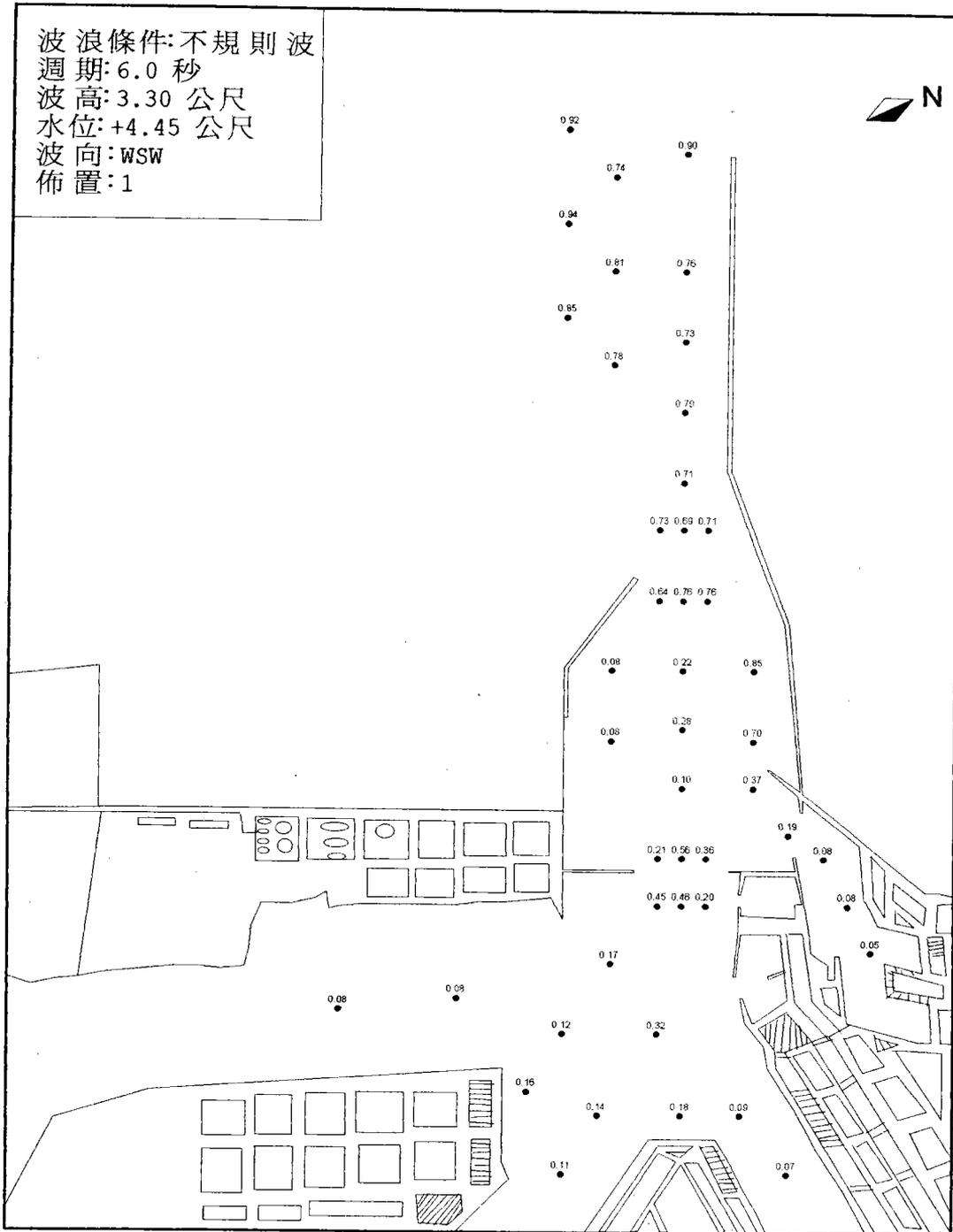


圖 1-114

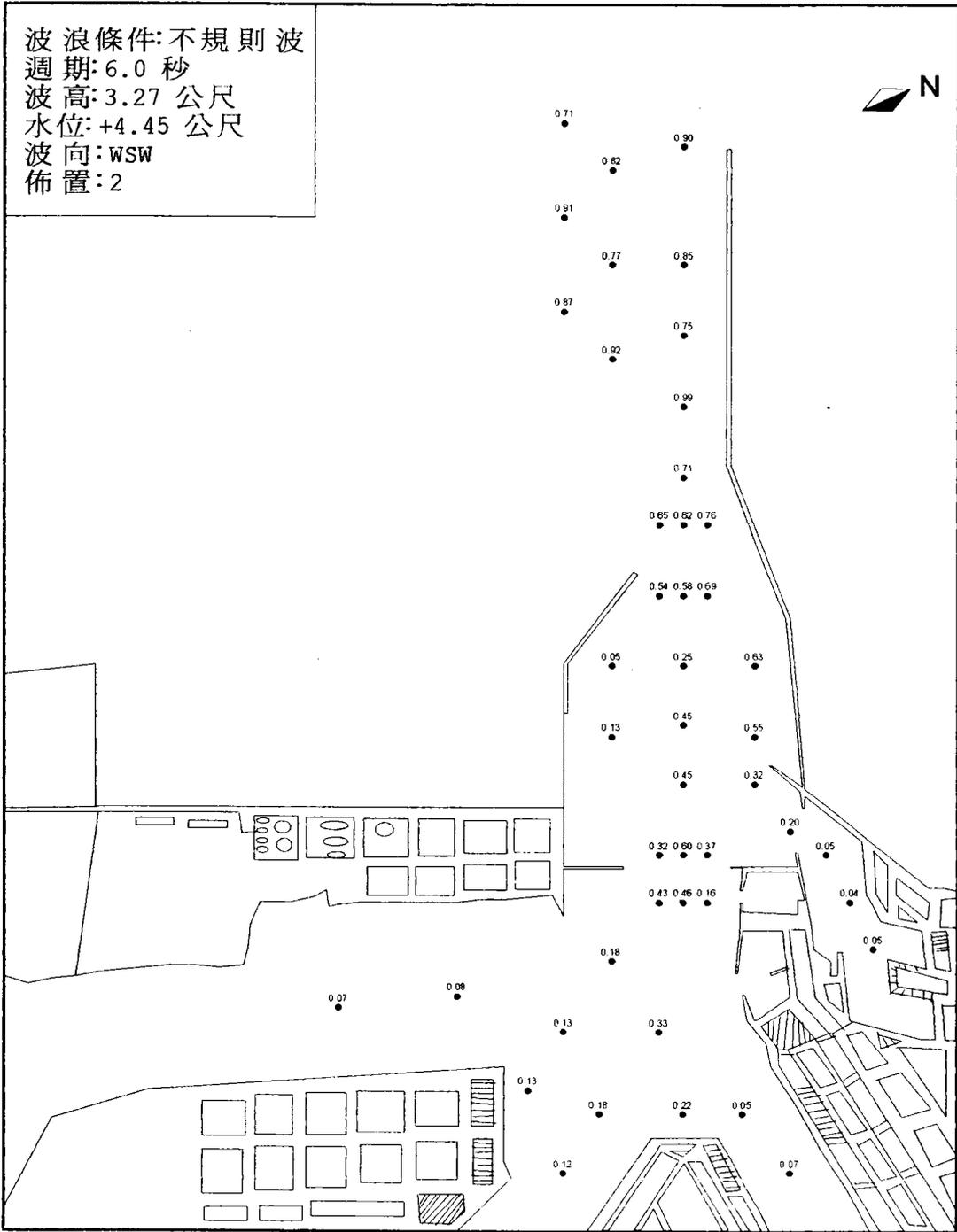


圖 1-115

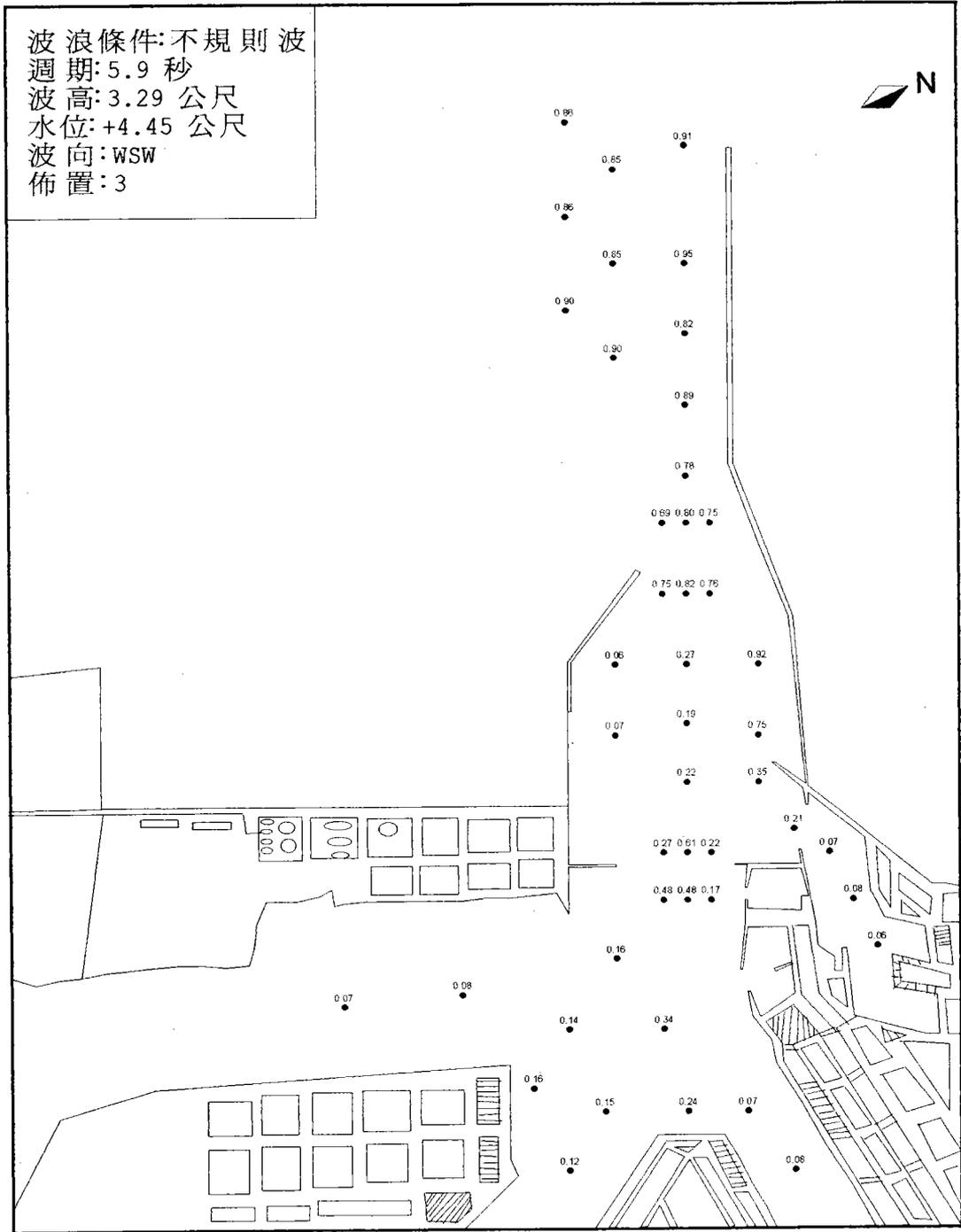


圖 1-116

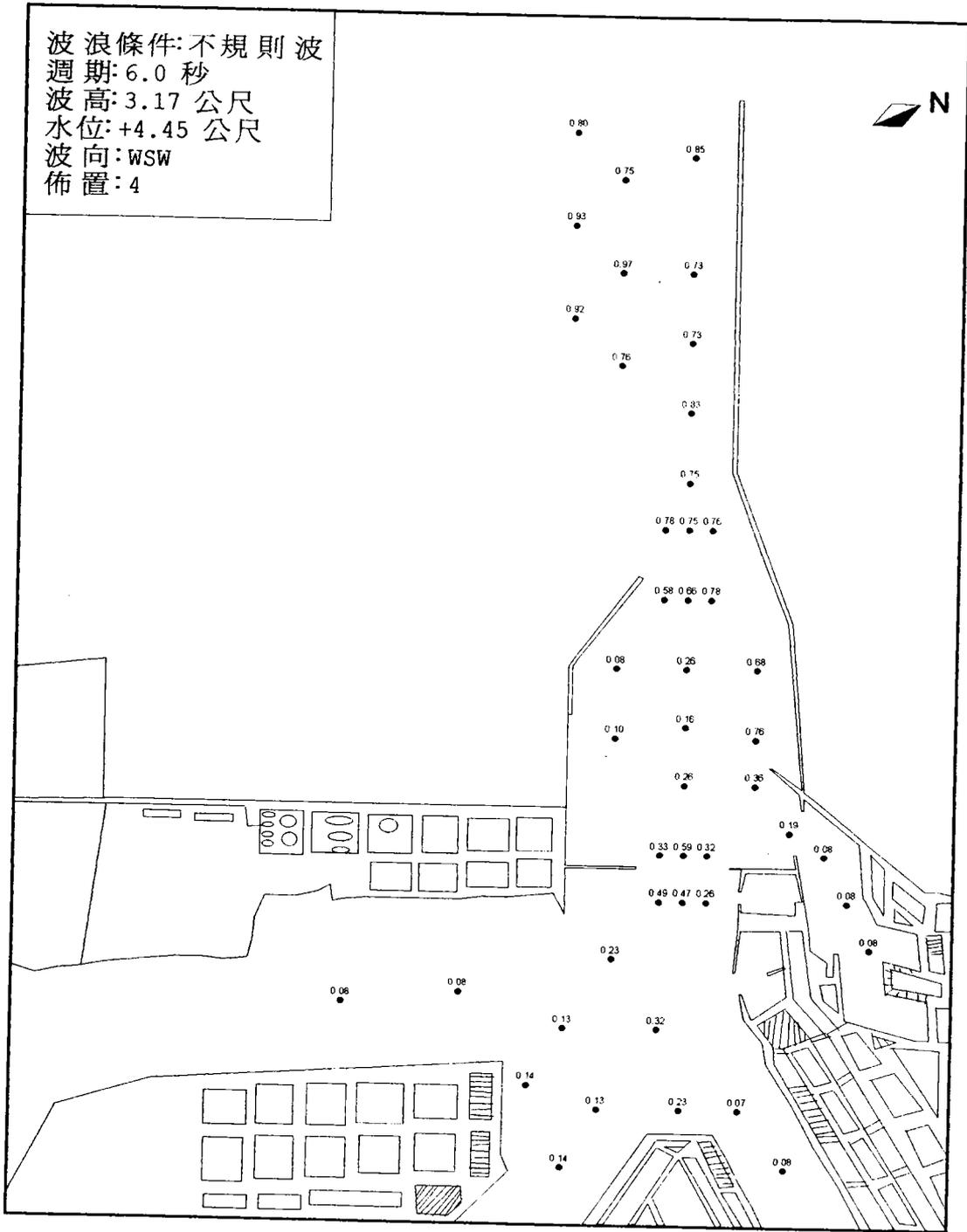


圖 1-117



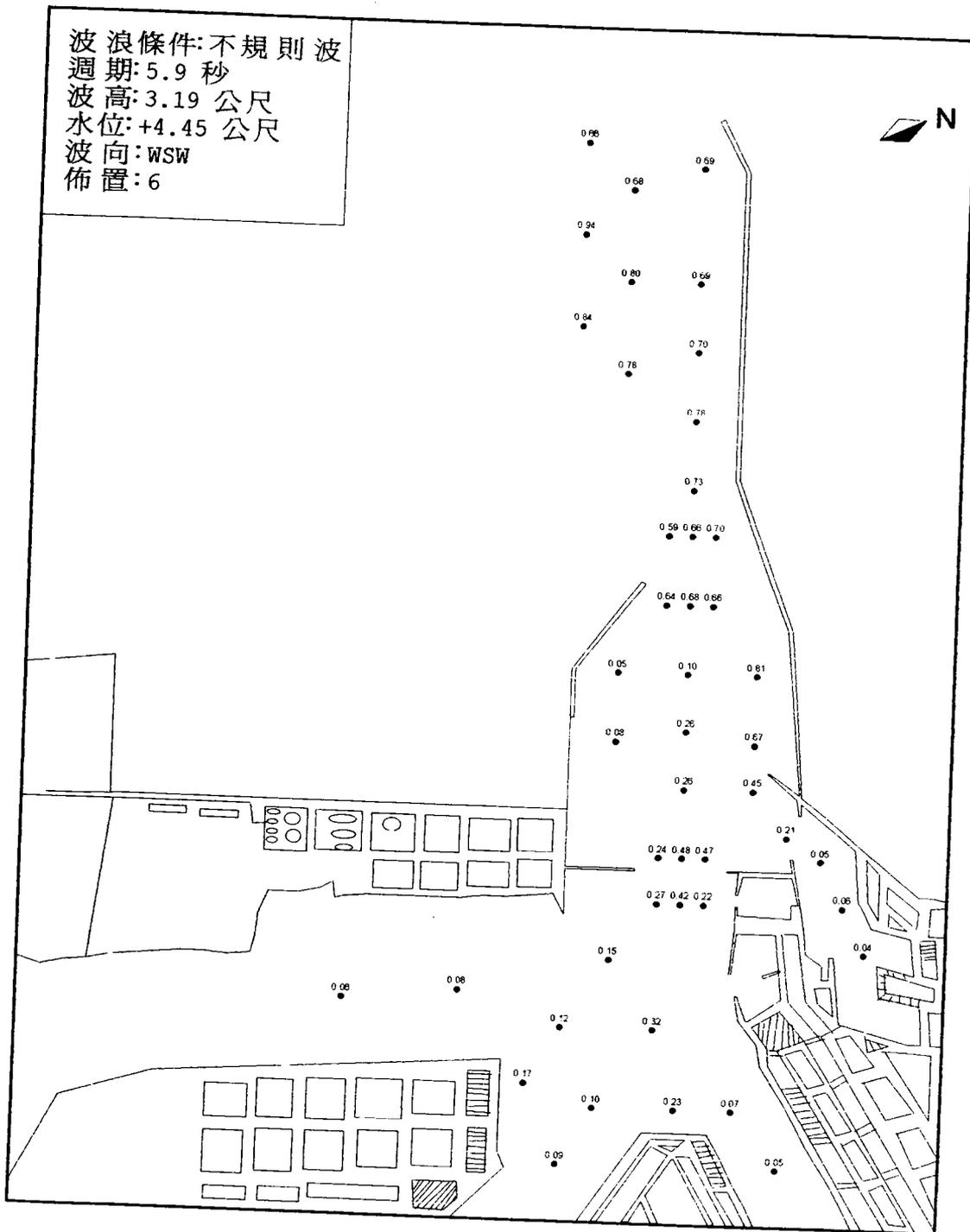


圖 1-119

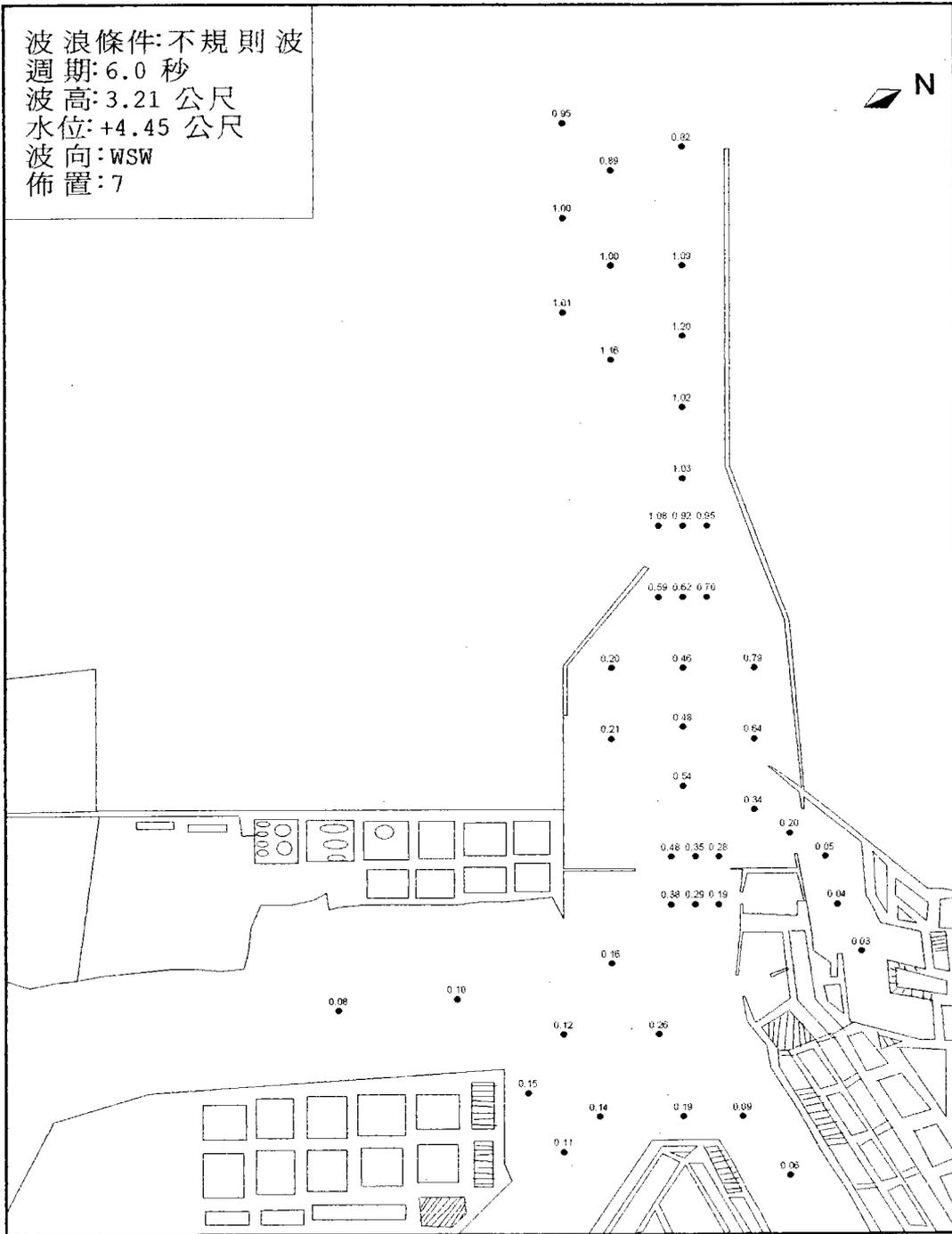


圖 1-120

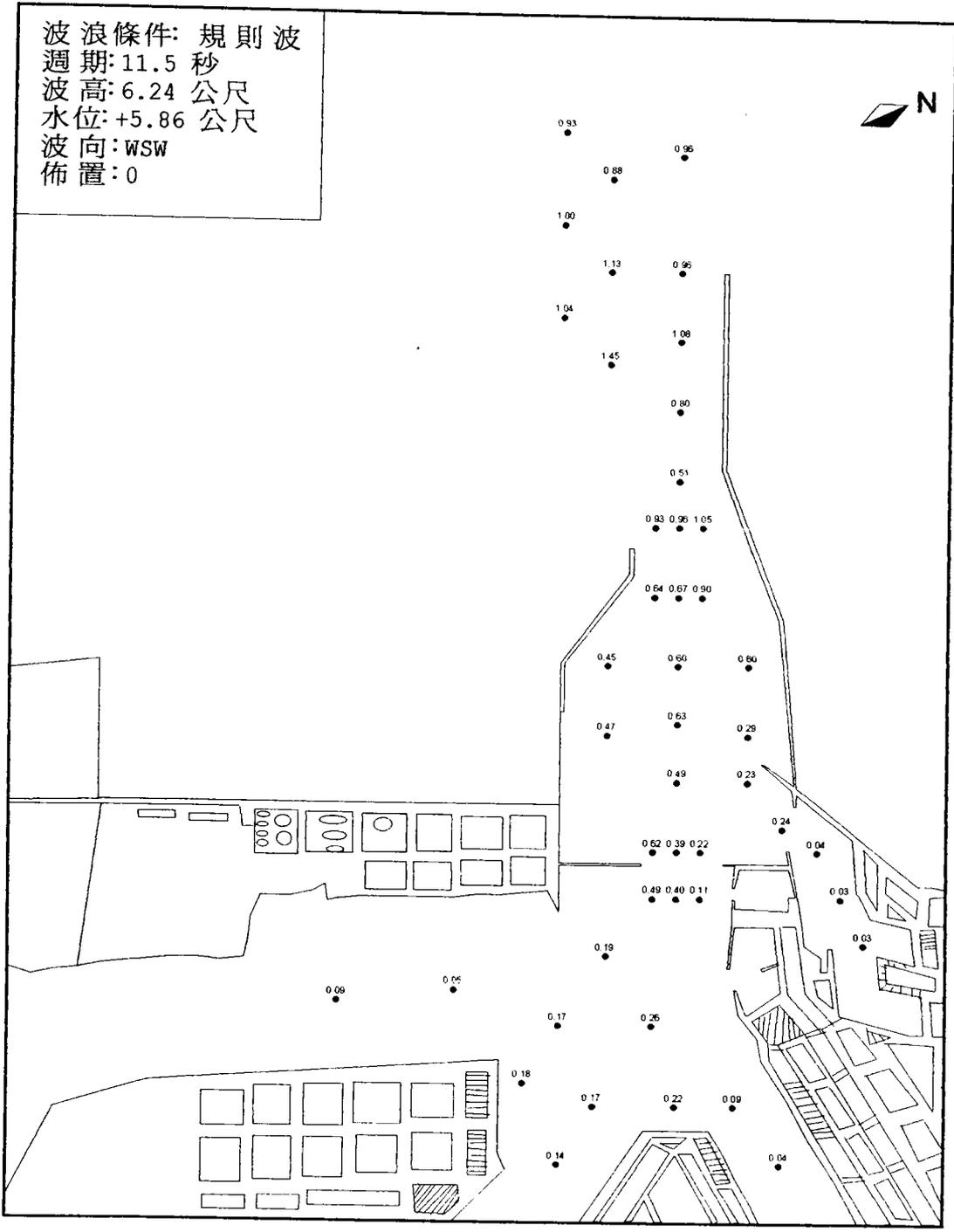


圖 1-121

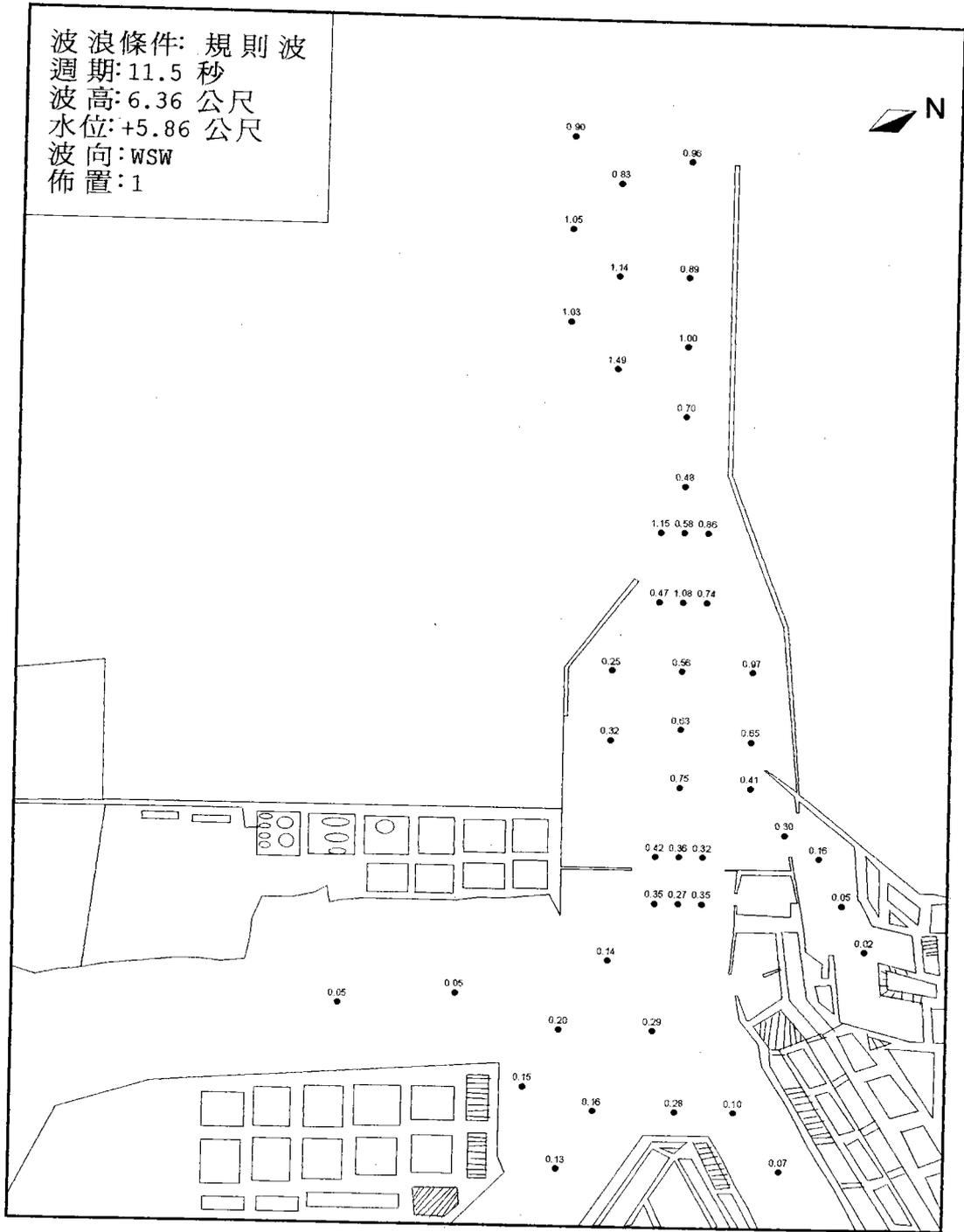


圖 1-122

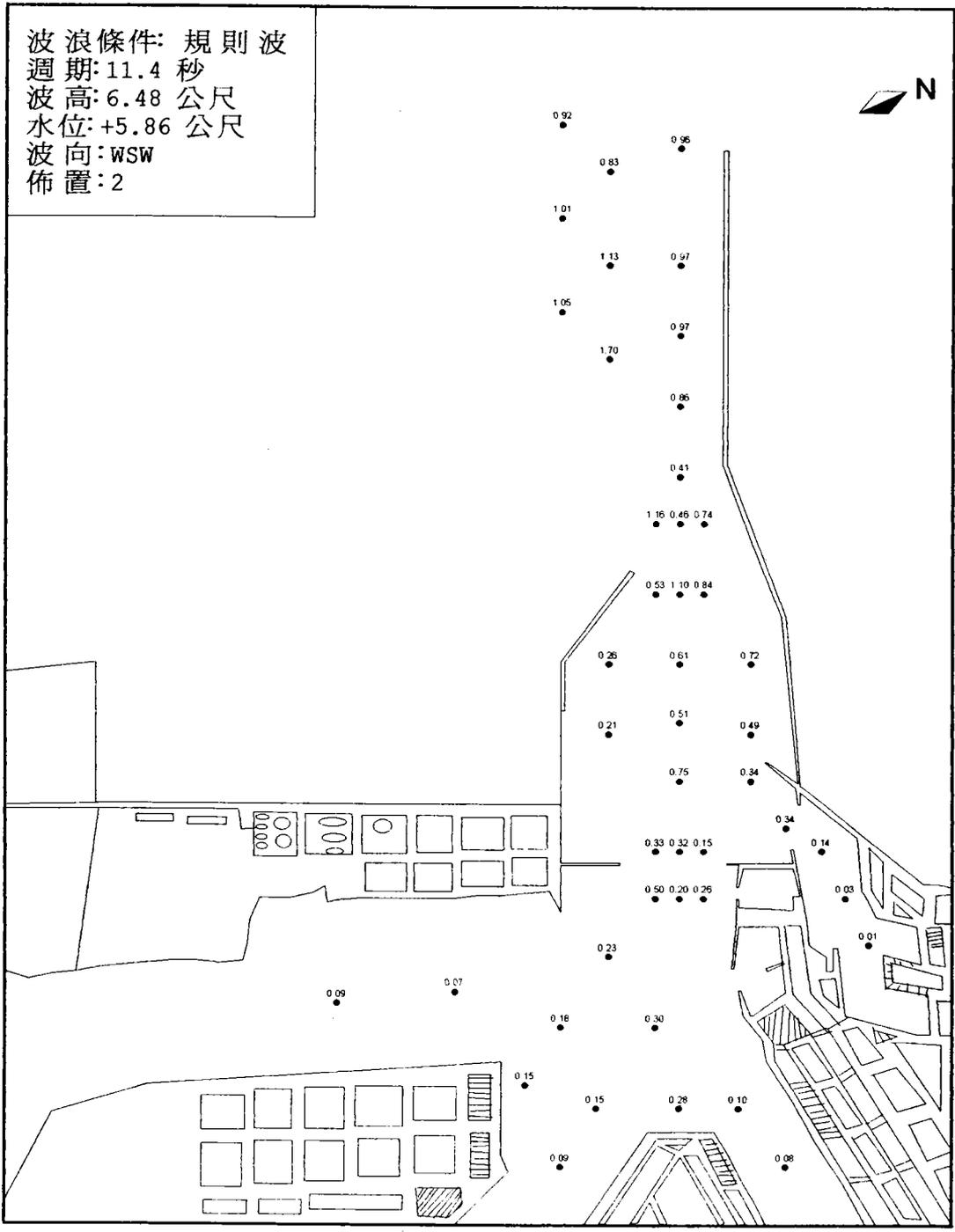


圖 1-123

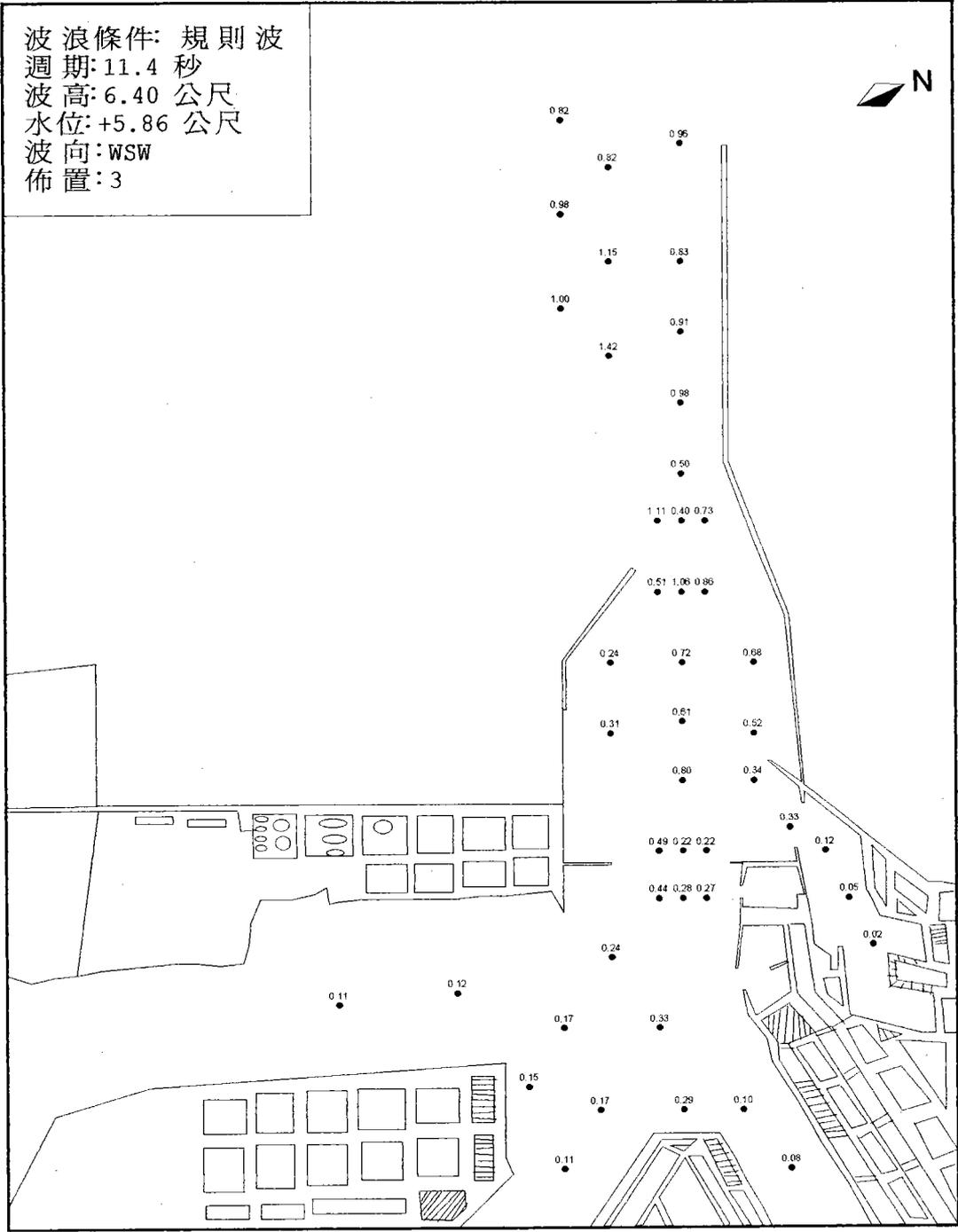


圖 1-124

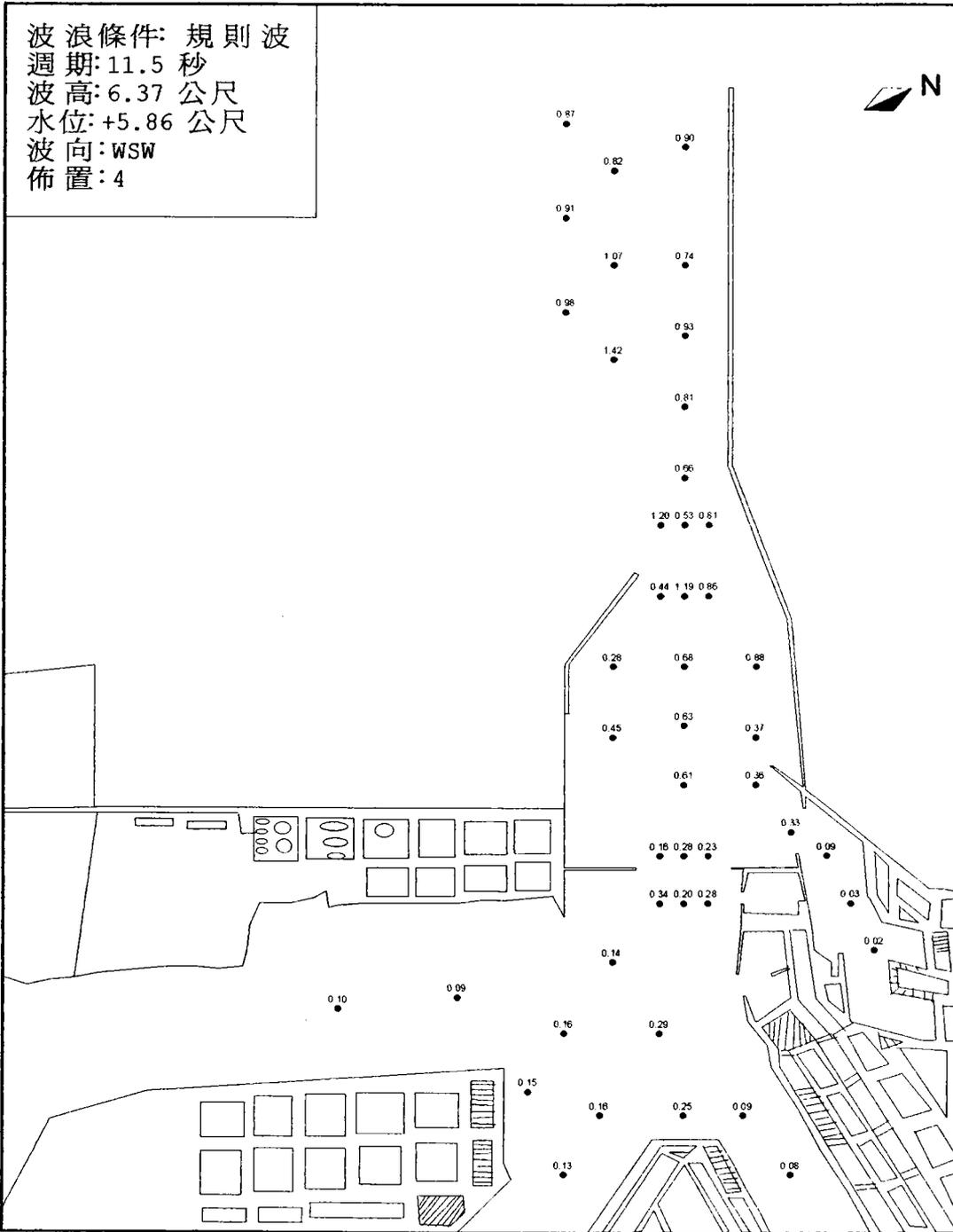


圖 1-125

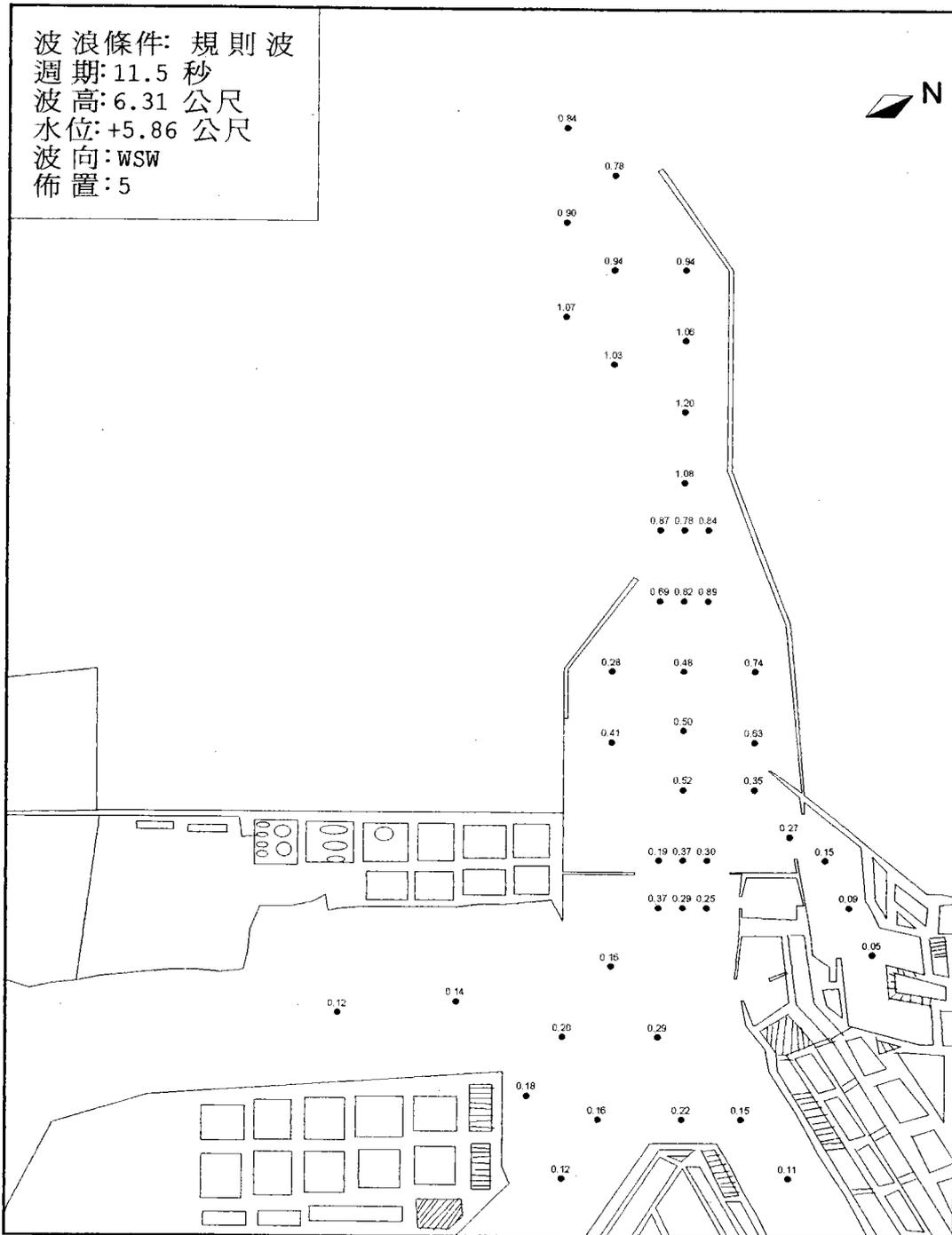


圖 1-126

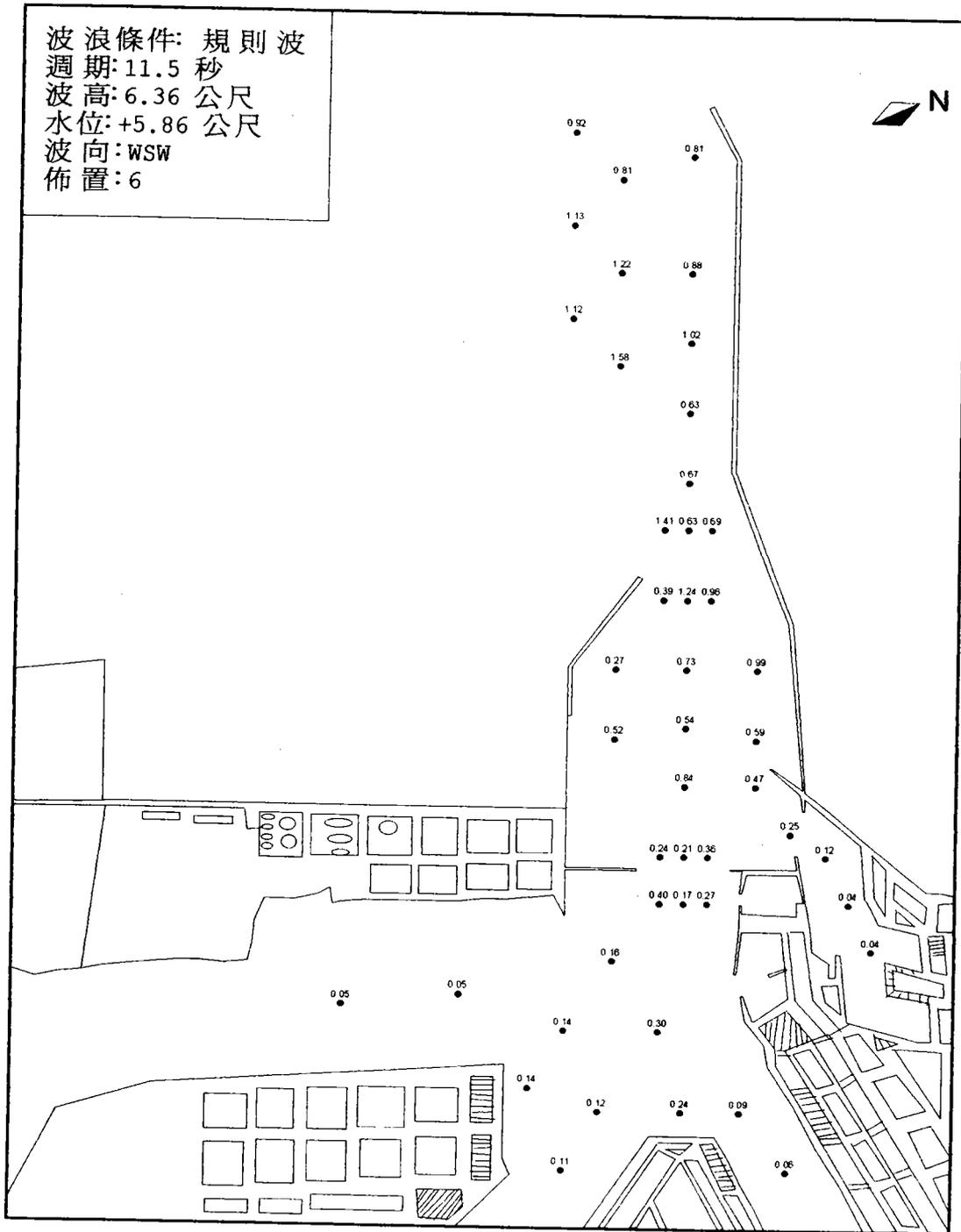


圖 1-127

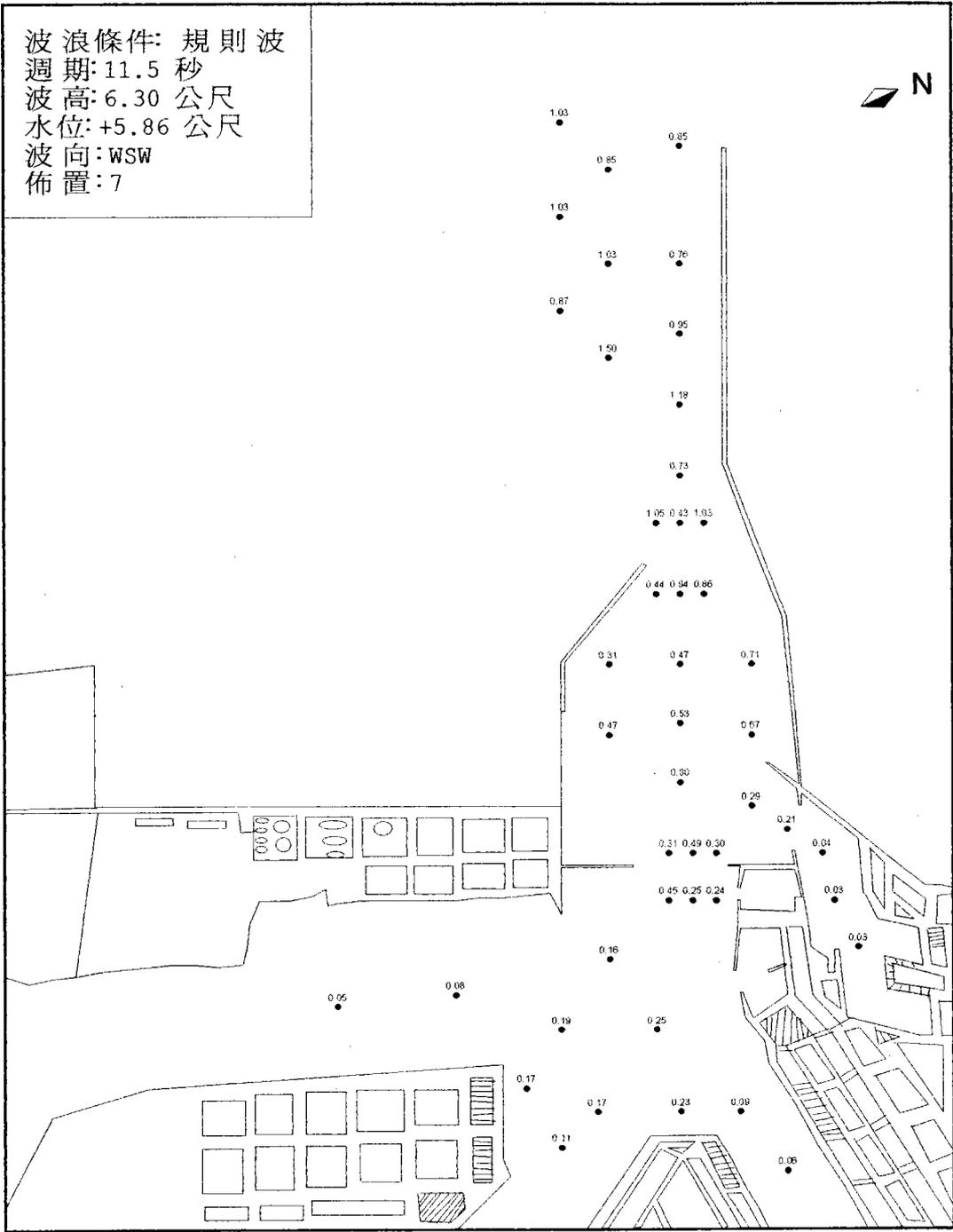


圖 1-128

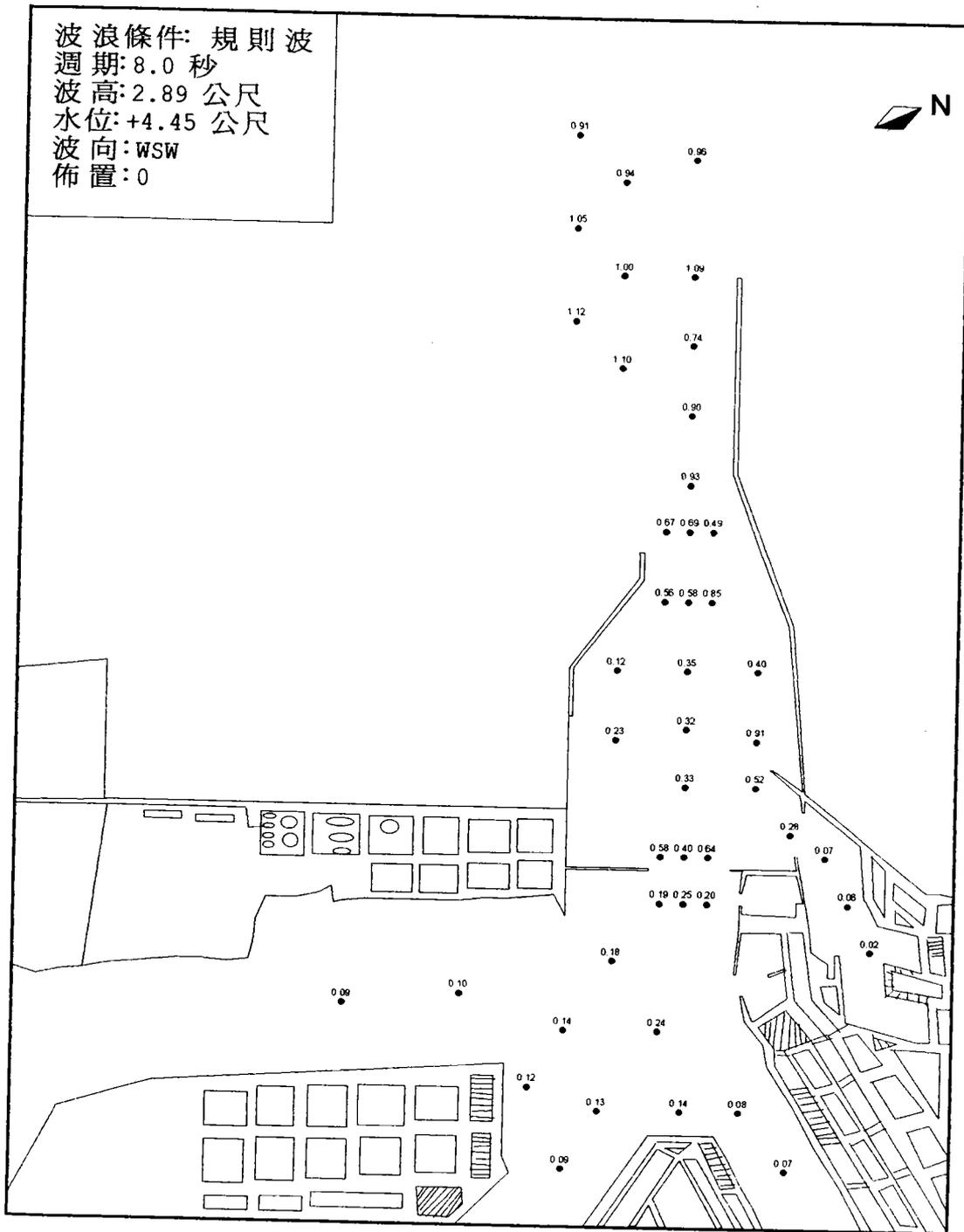


圖 1-129

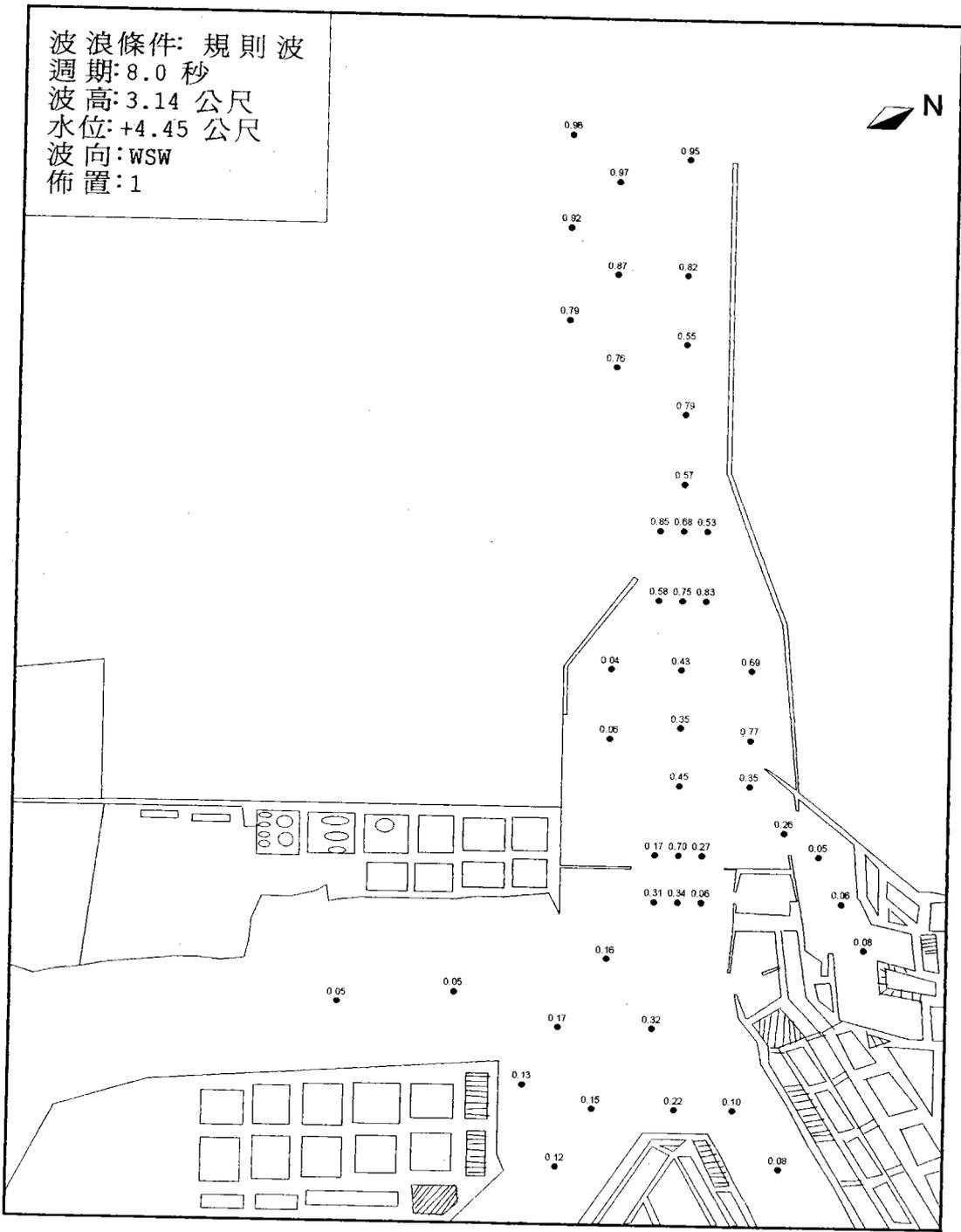


圖 1-130

波浪條件: 規則波  
 週期: 8.0 秒  
 波高: 3.14 公尺  
 水位: +4.45 公尺  
 波向: WSW  
 佈置: 2

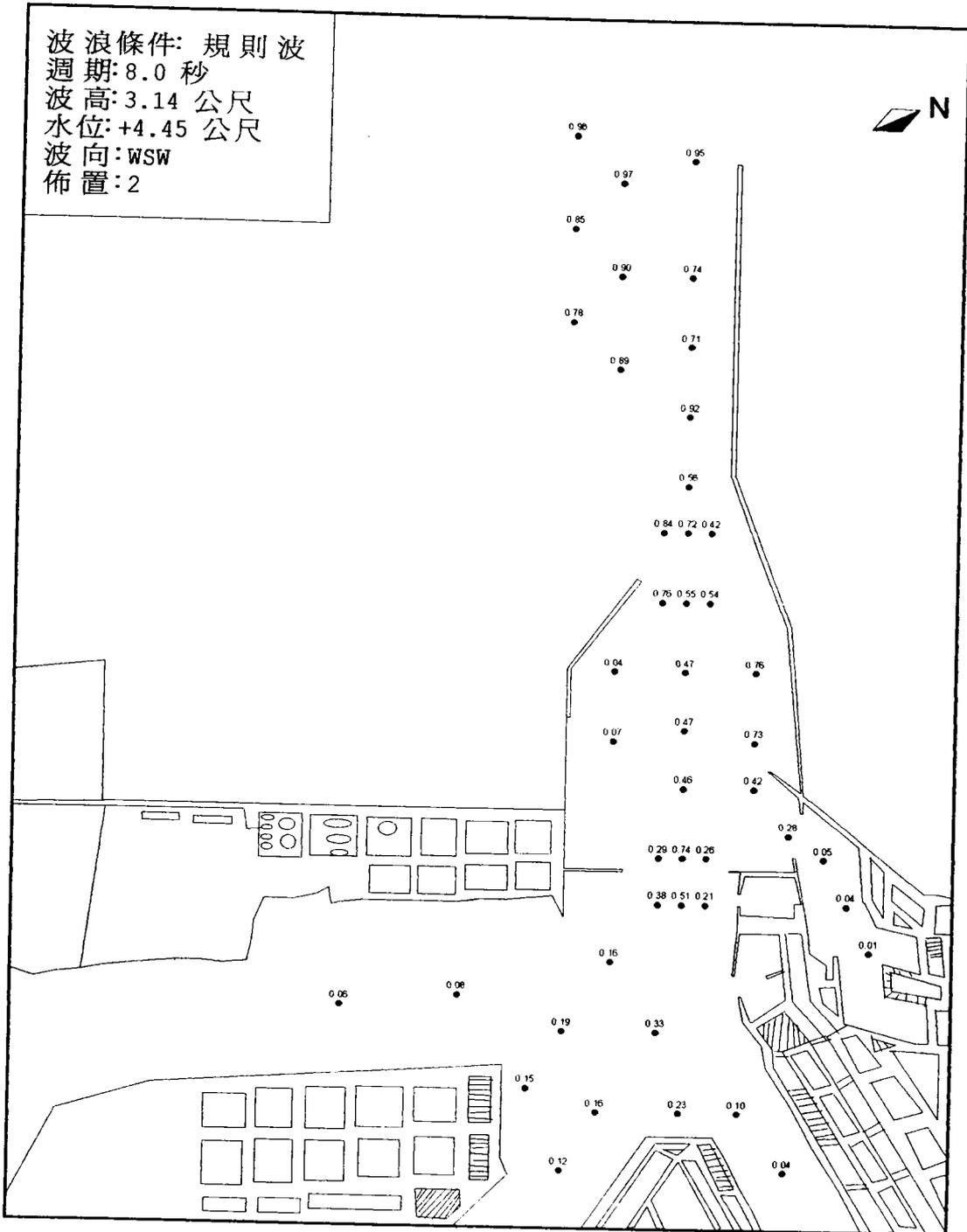


圖 1-131

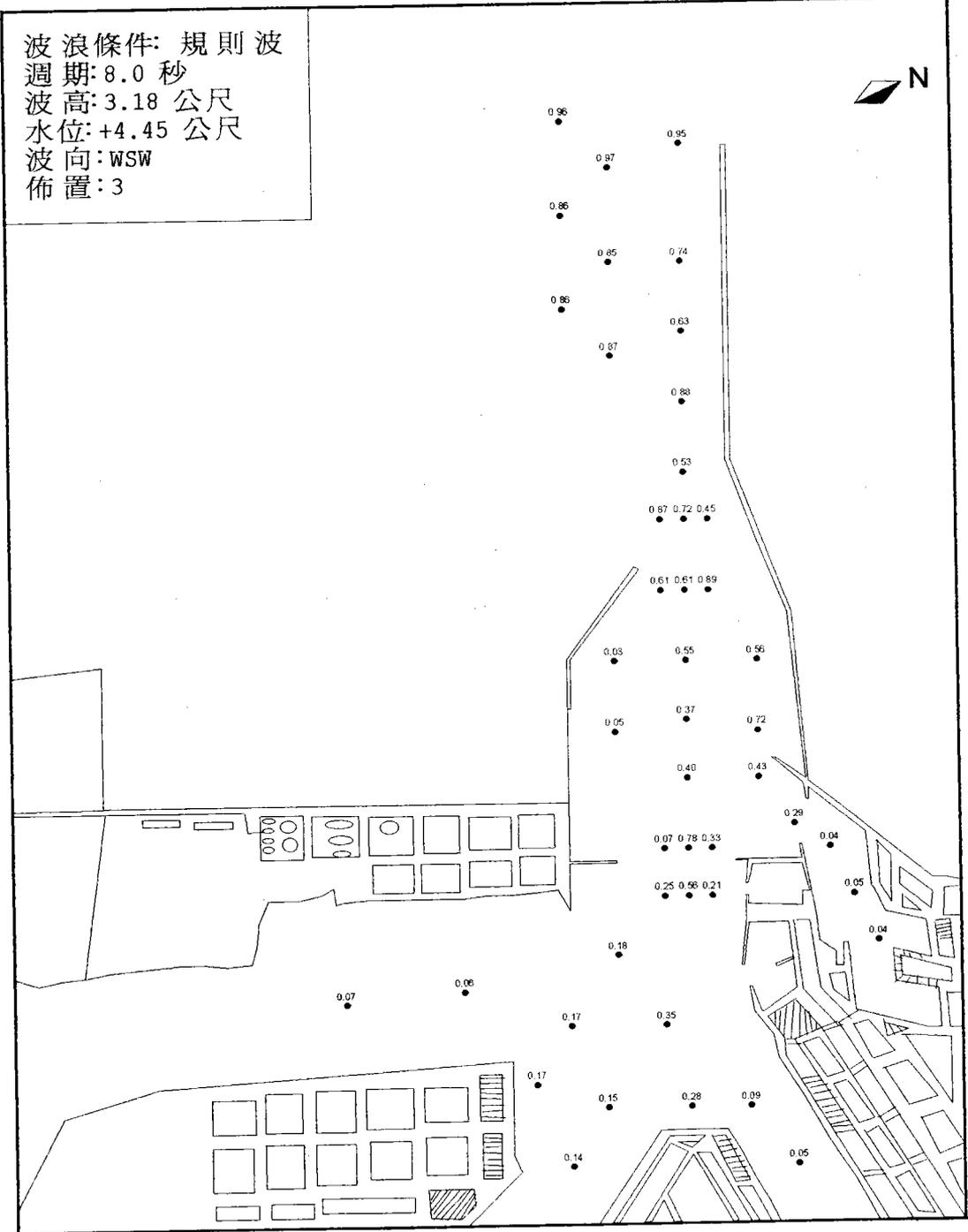


圖 1-132

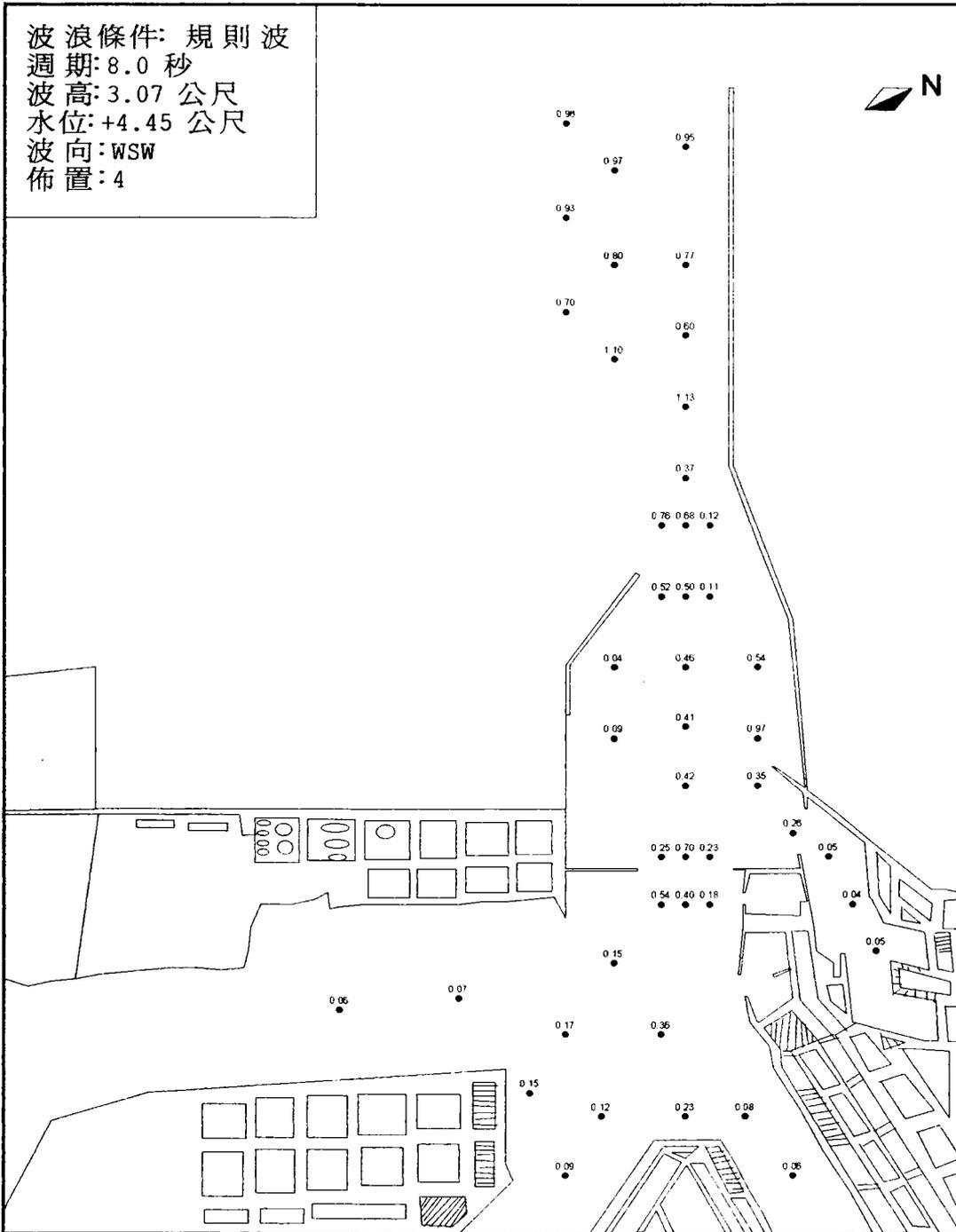


圖 1-133

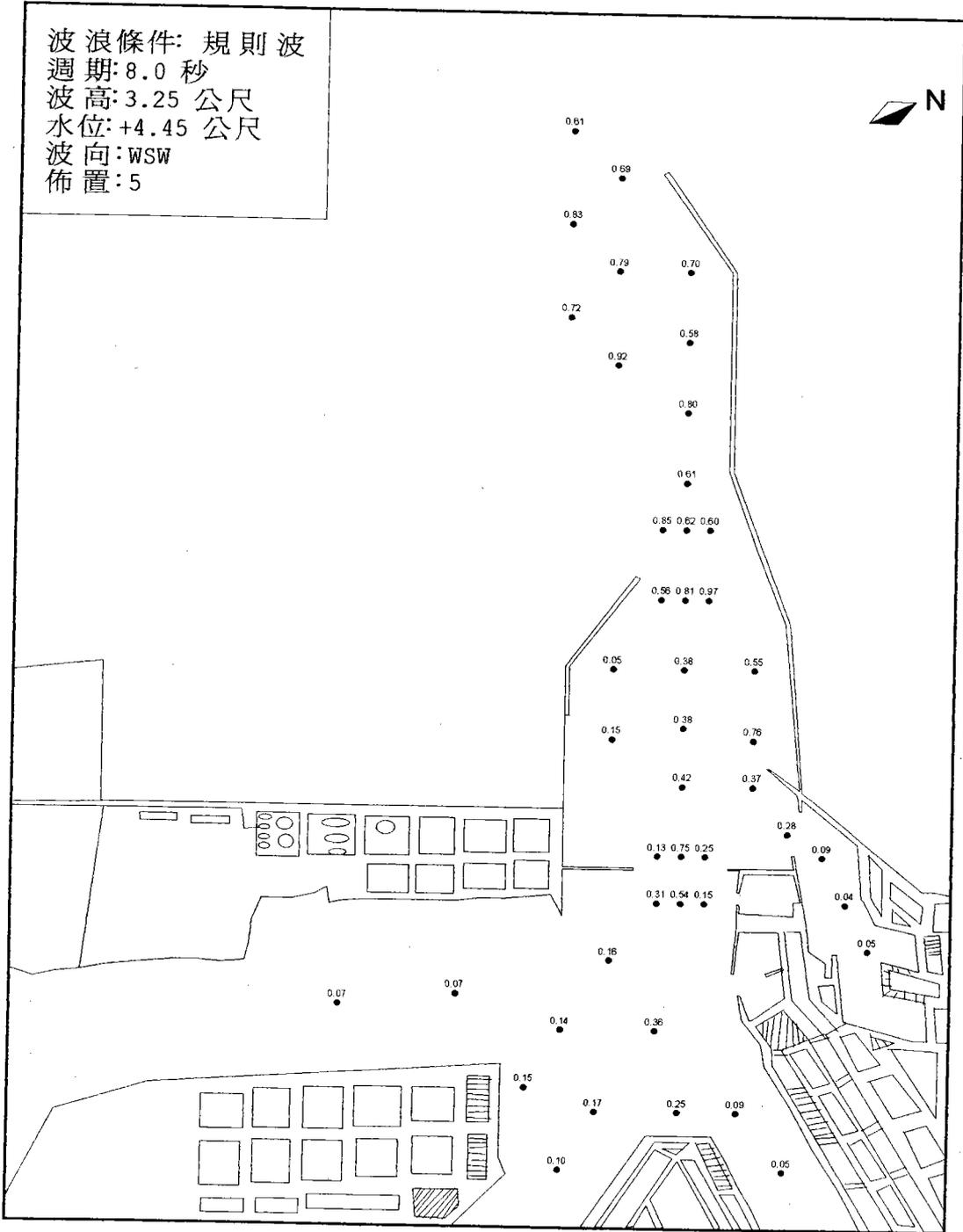


圖 1-134

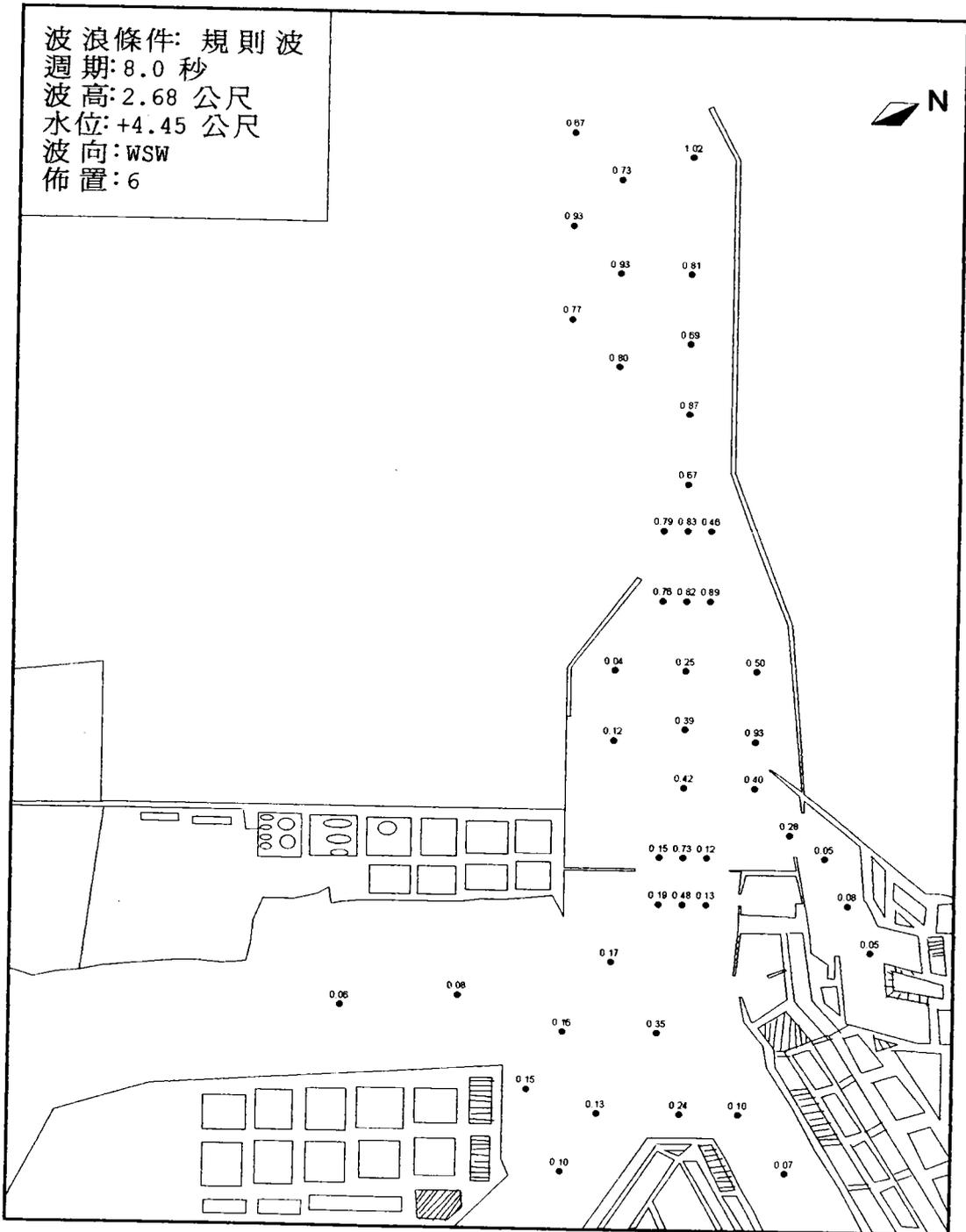


圖 1-135

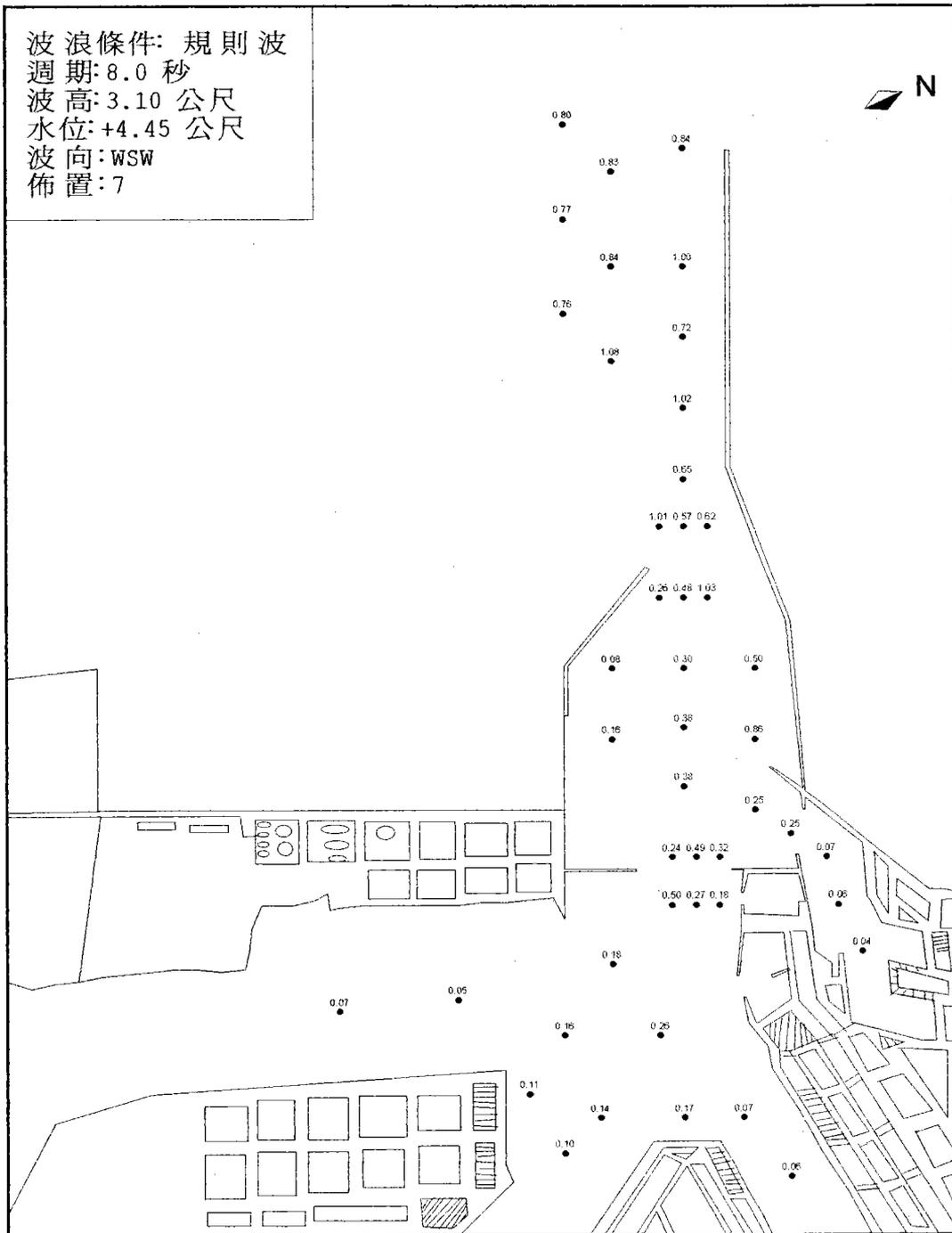


圖 1-136



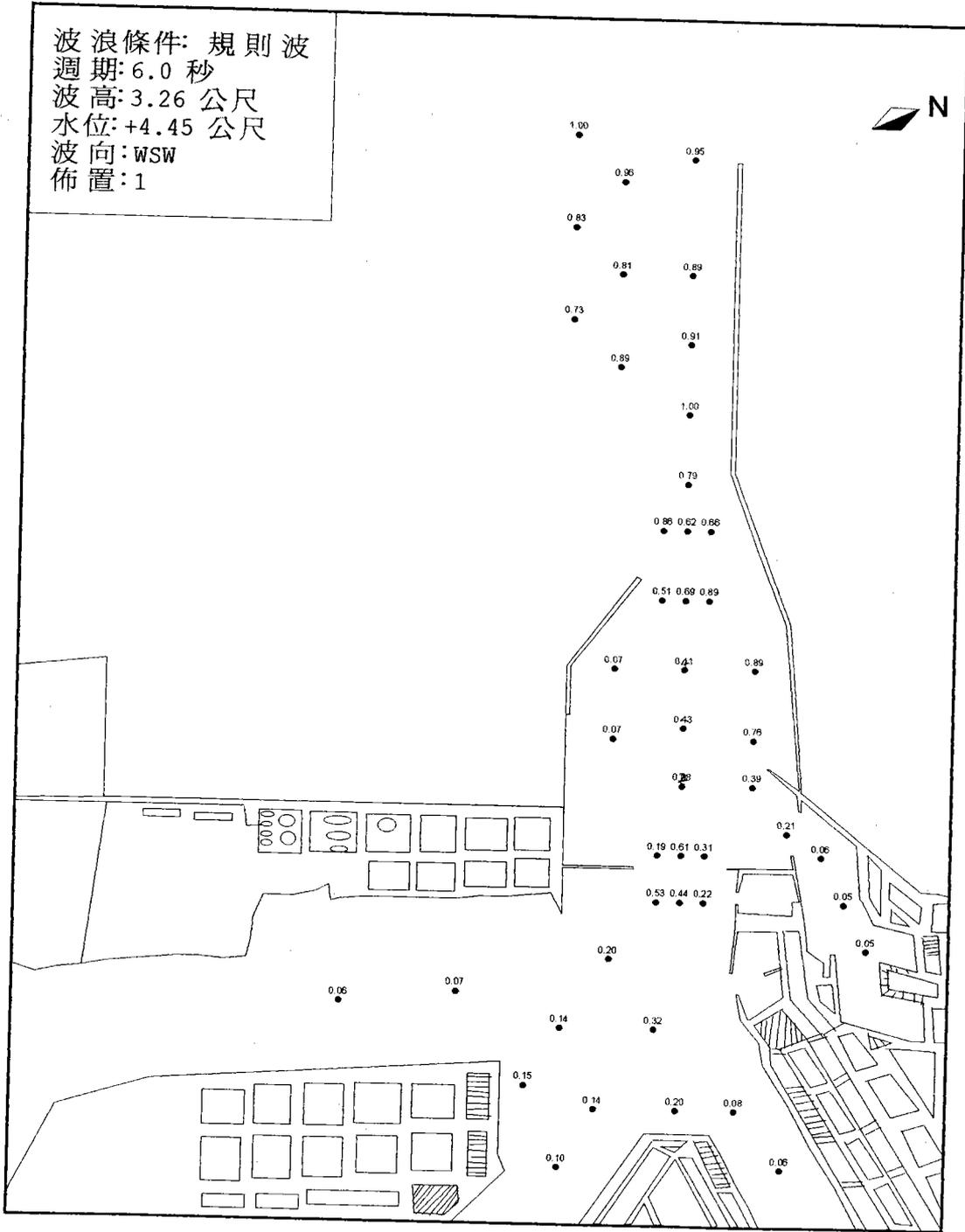


圖 1-138

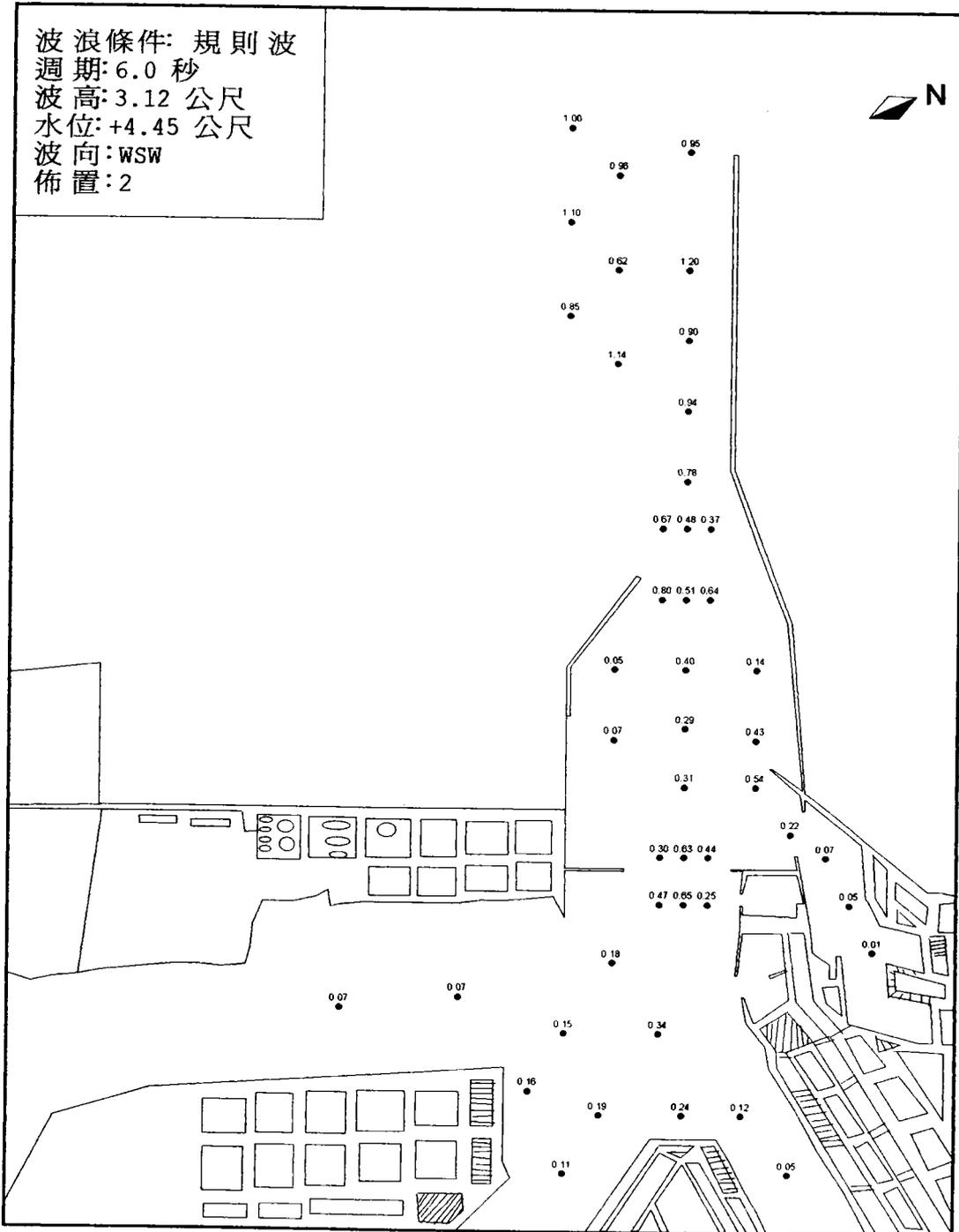


圖 1-139

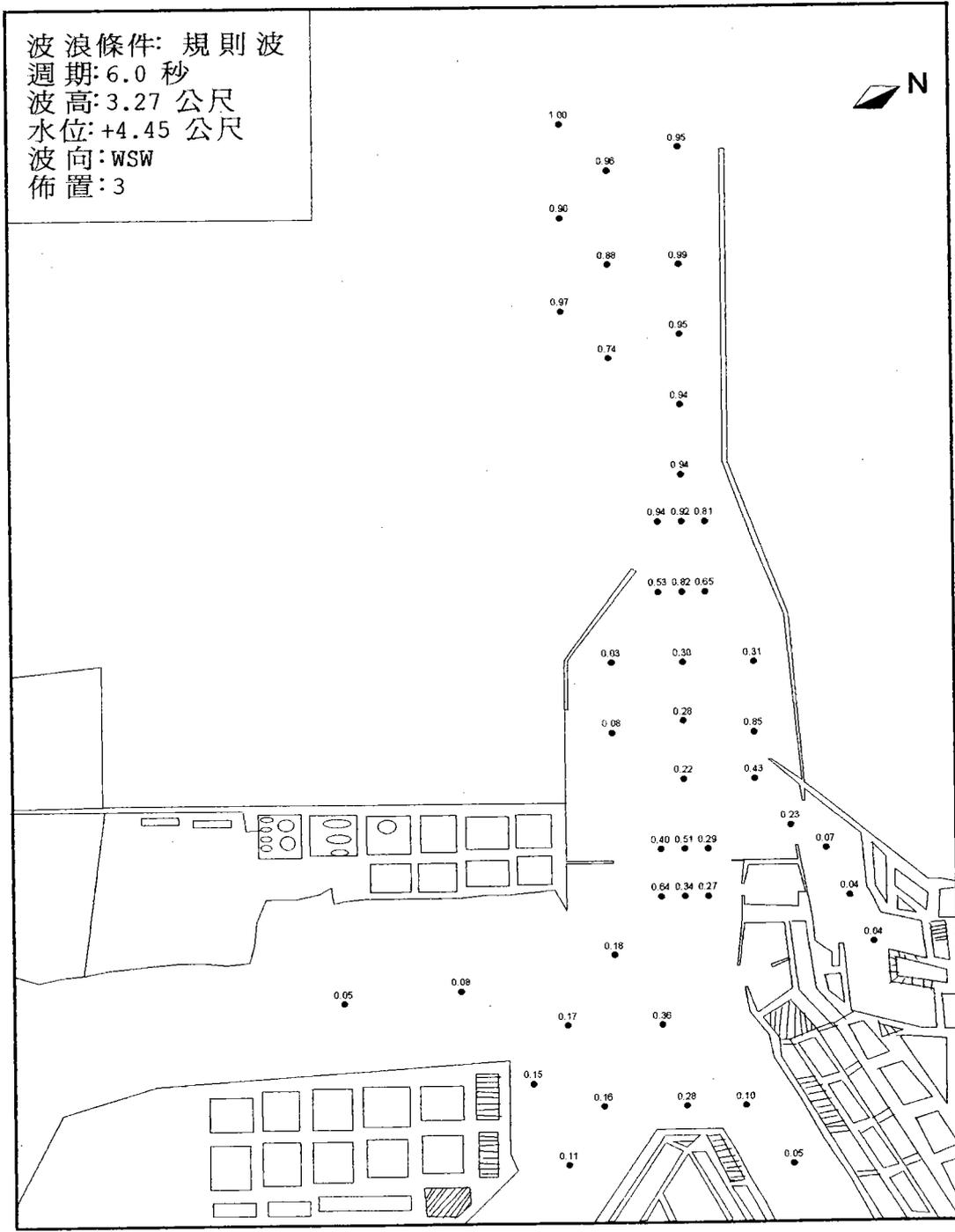


圖 1-140

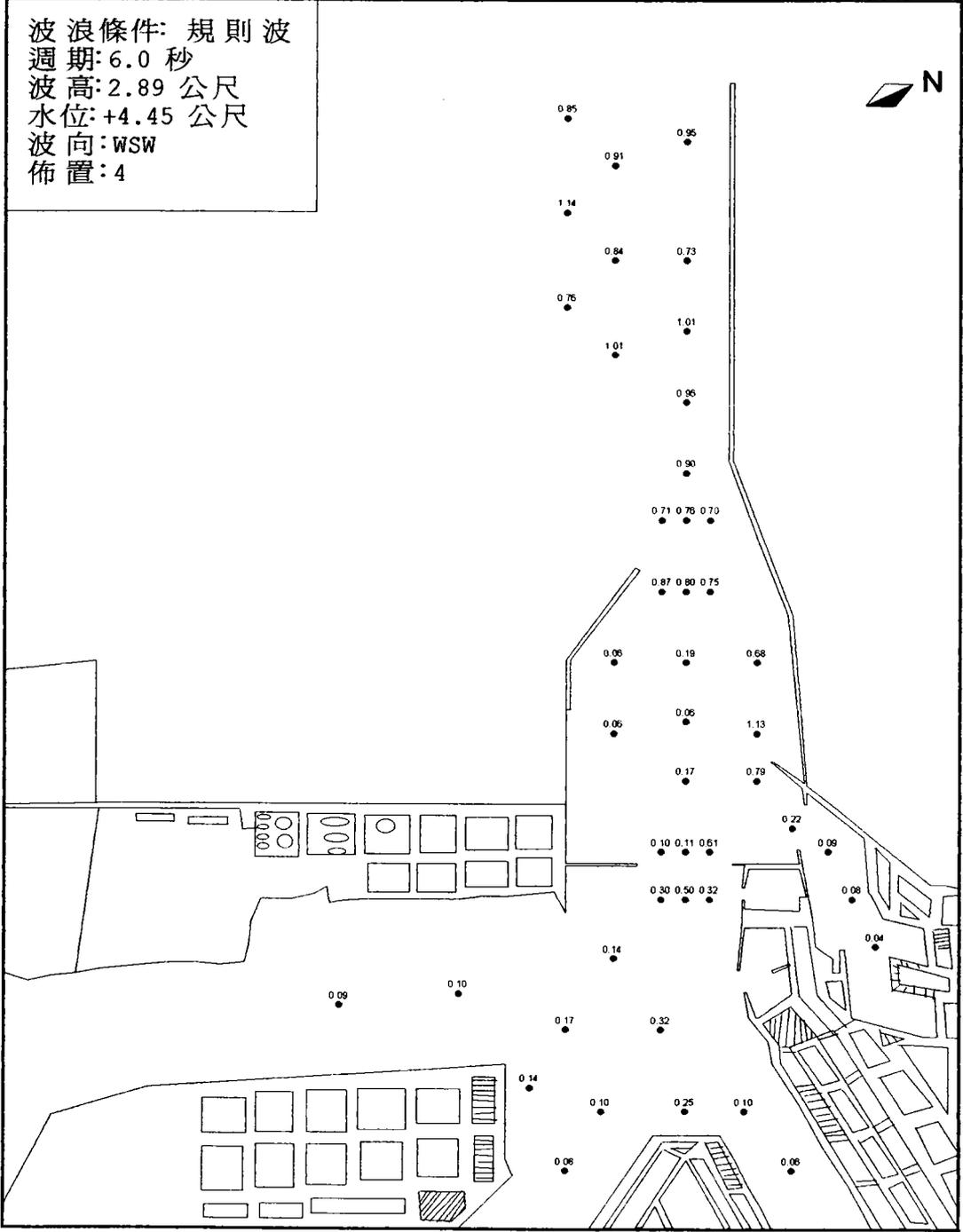


圖 1-141

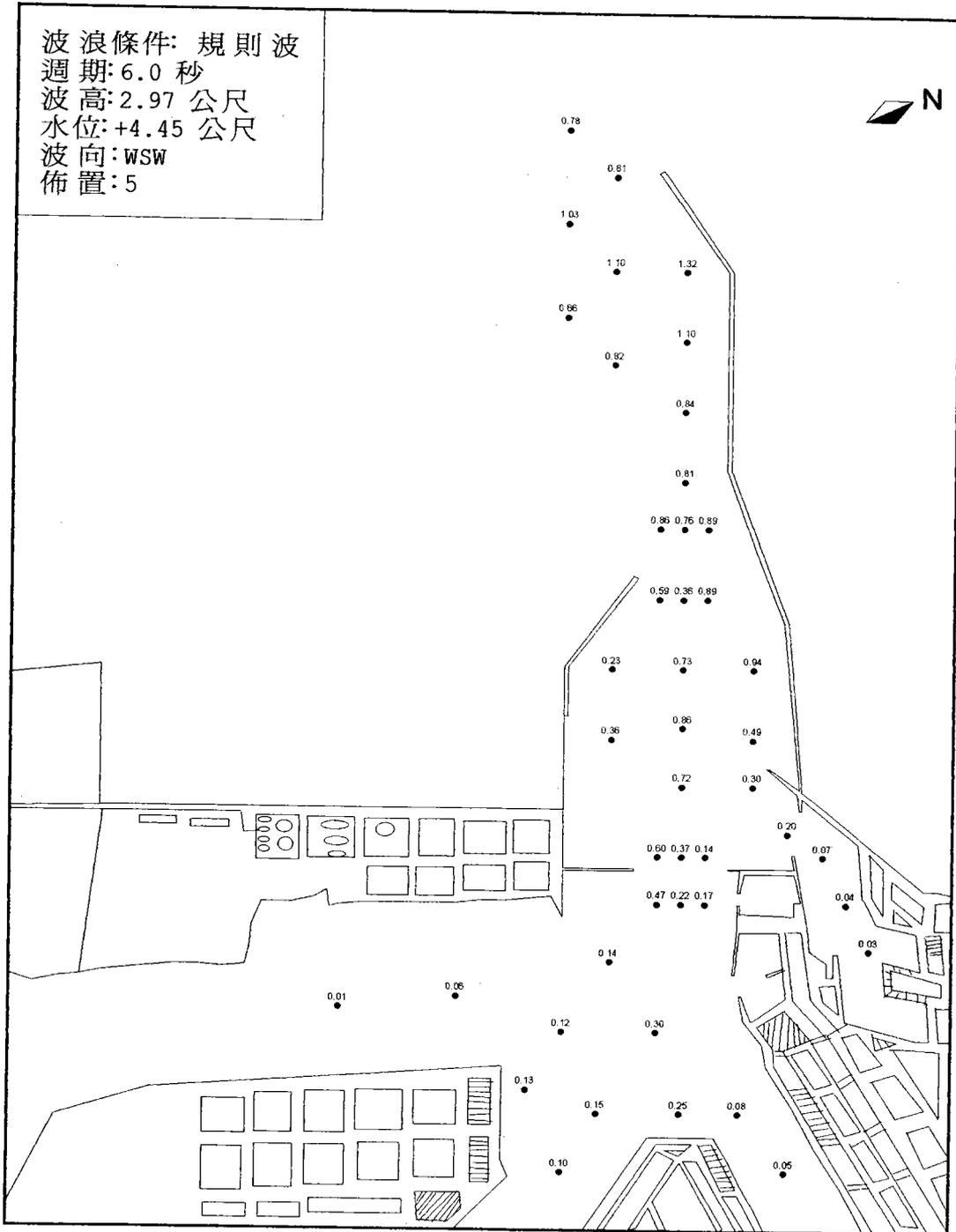


圖 1-142

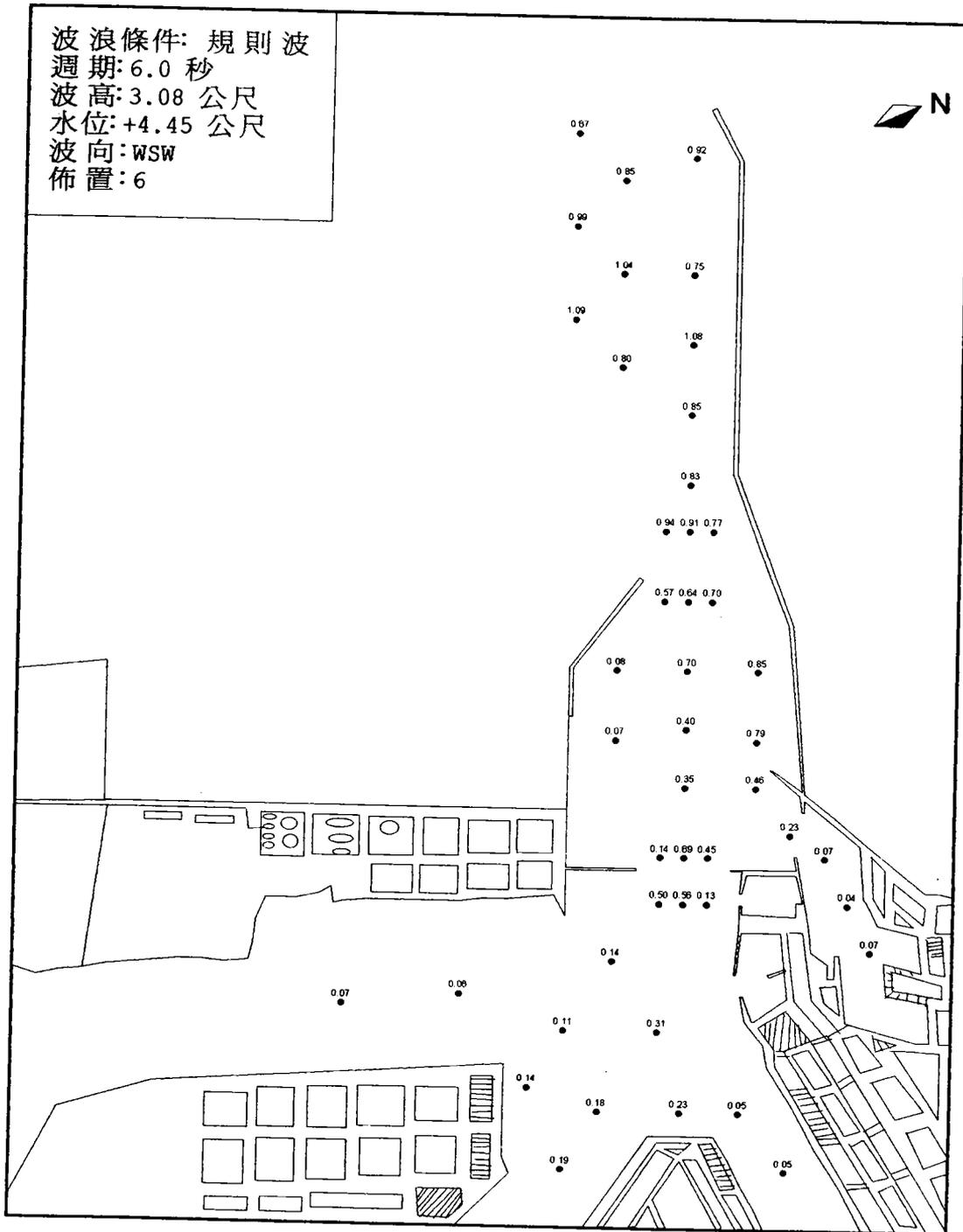


圖 1-143

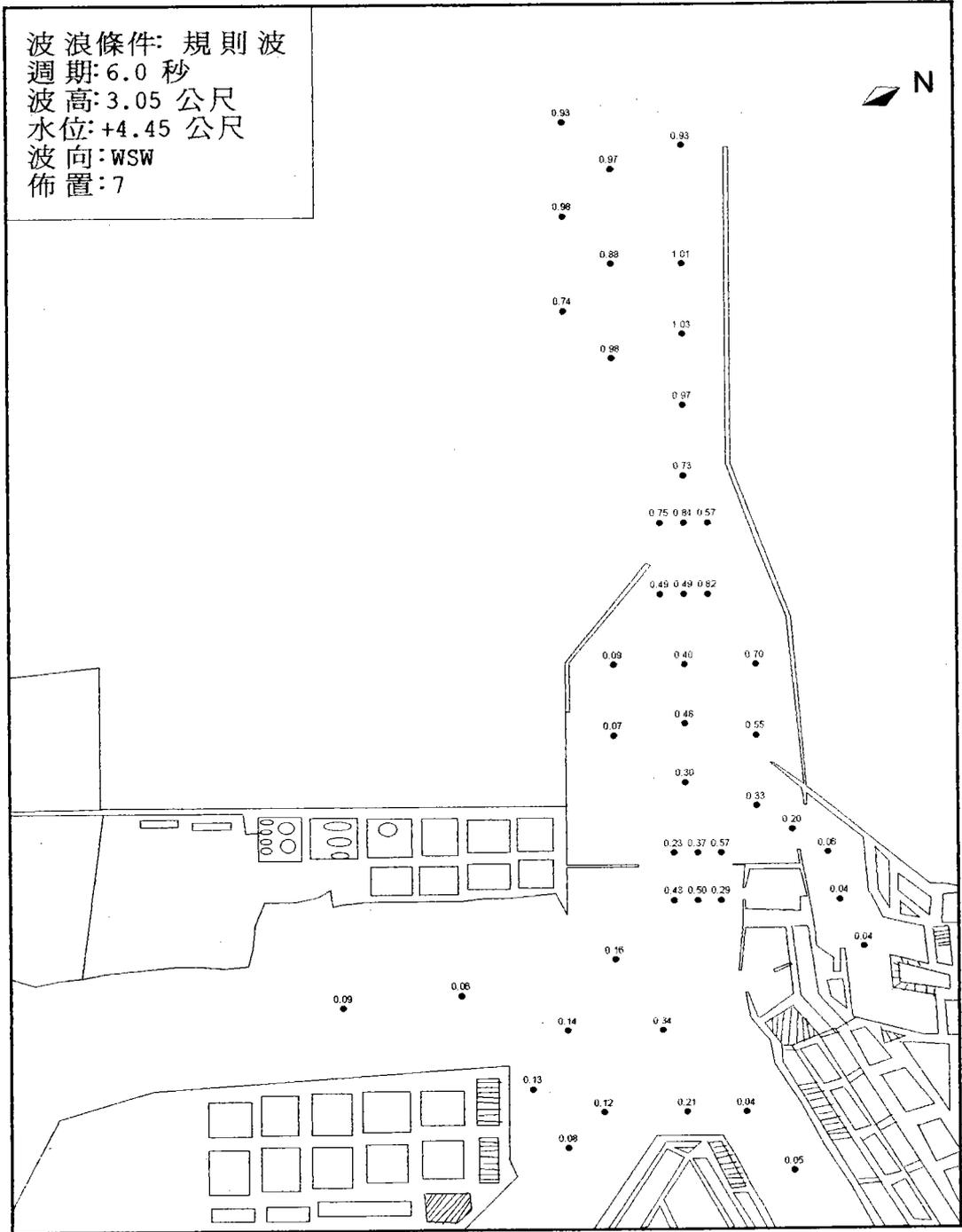


圖 1-144

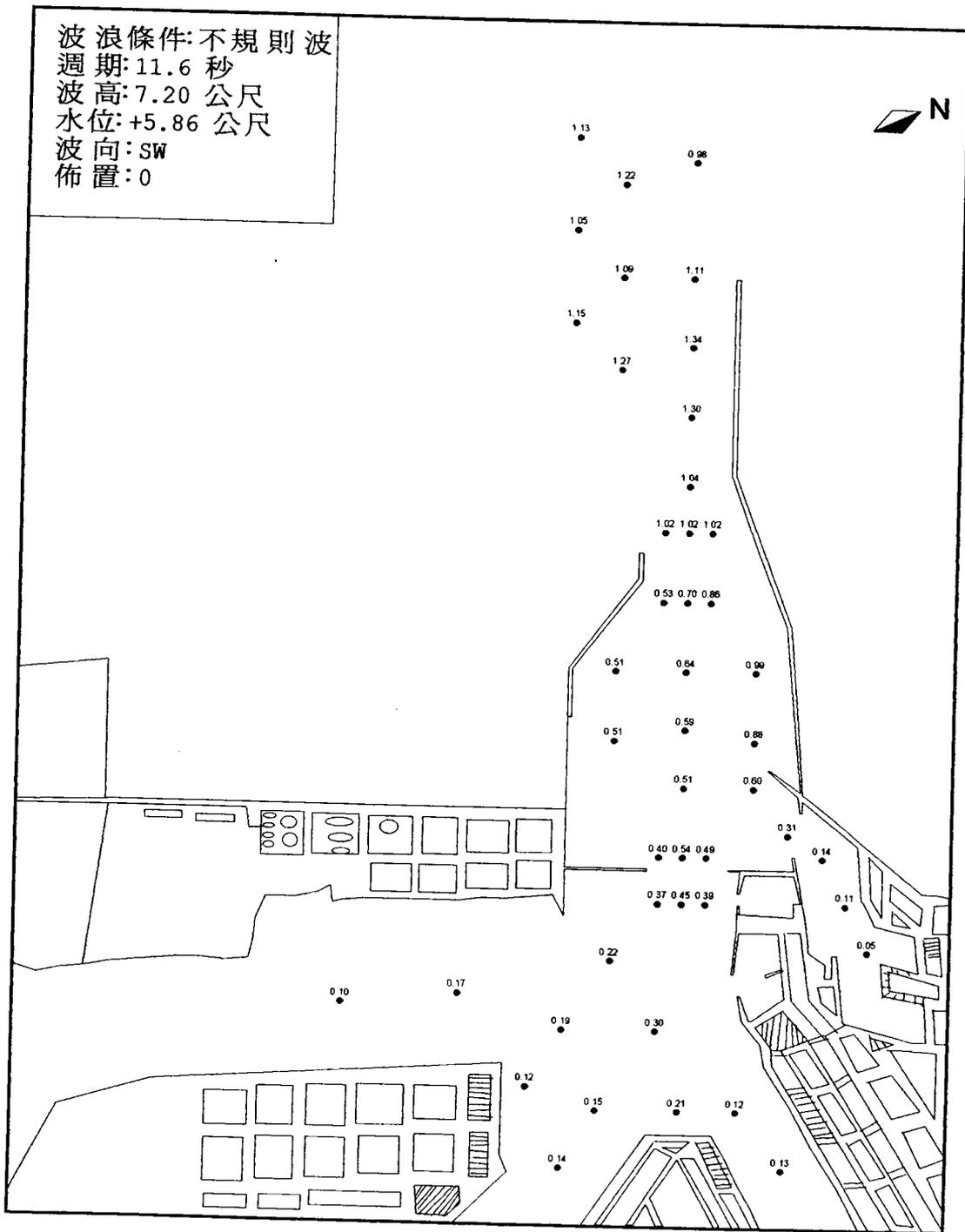


圖 1-145

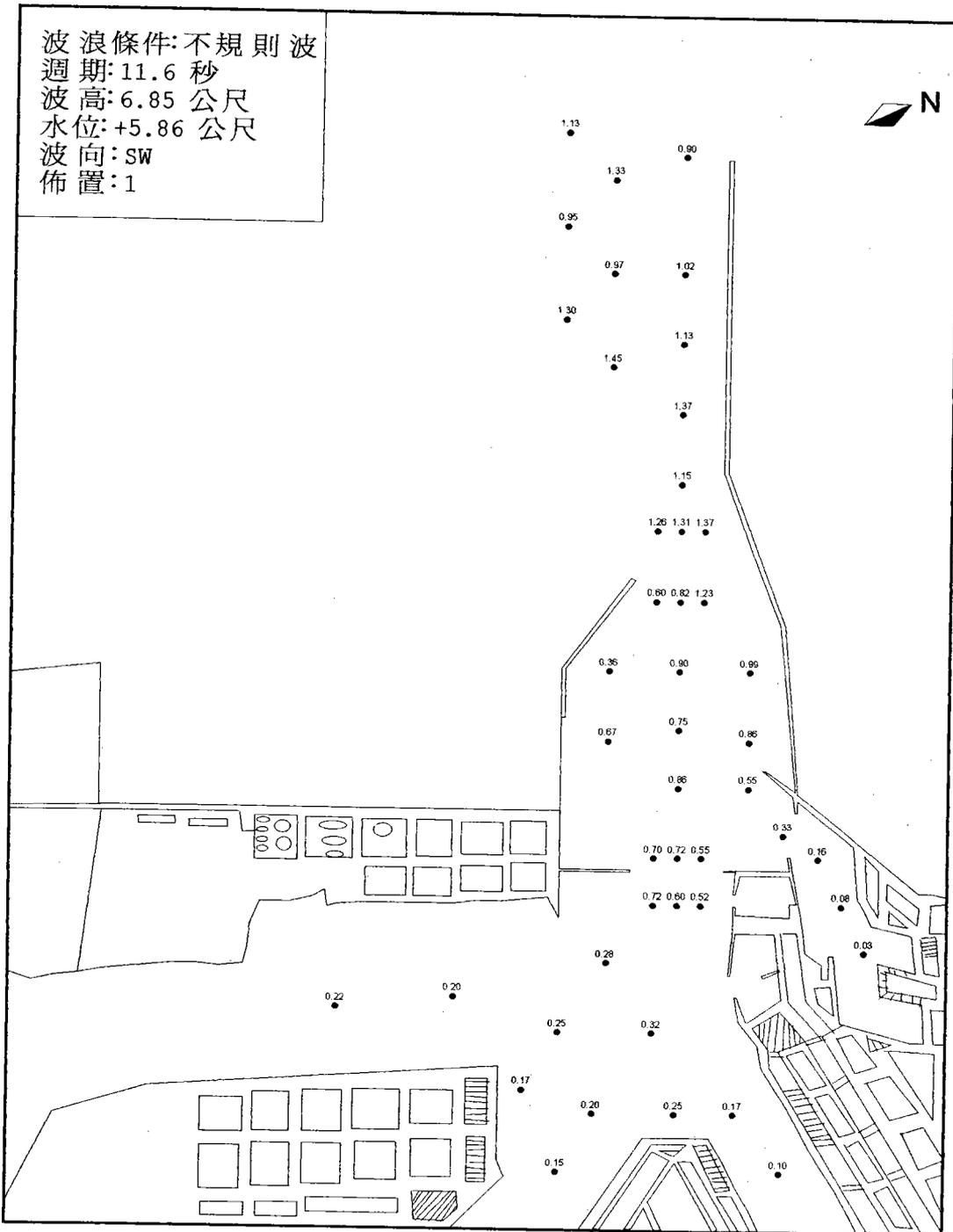


圖 1-146

波浪條件: 不規則波  
 週期: 11.9 秒  
 波高: 7.02 公尺  
 水位: +5.86 公尺  
 波向: SW  
 佈置: 2

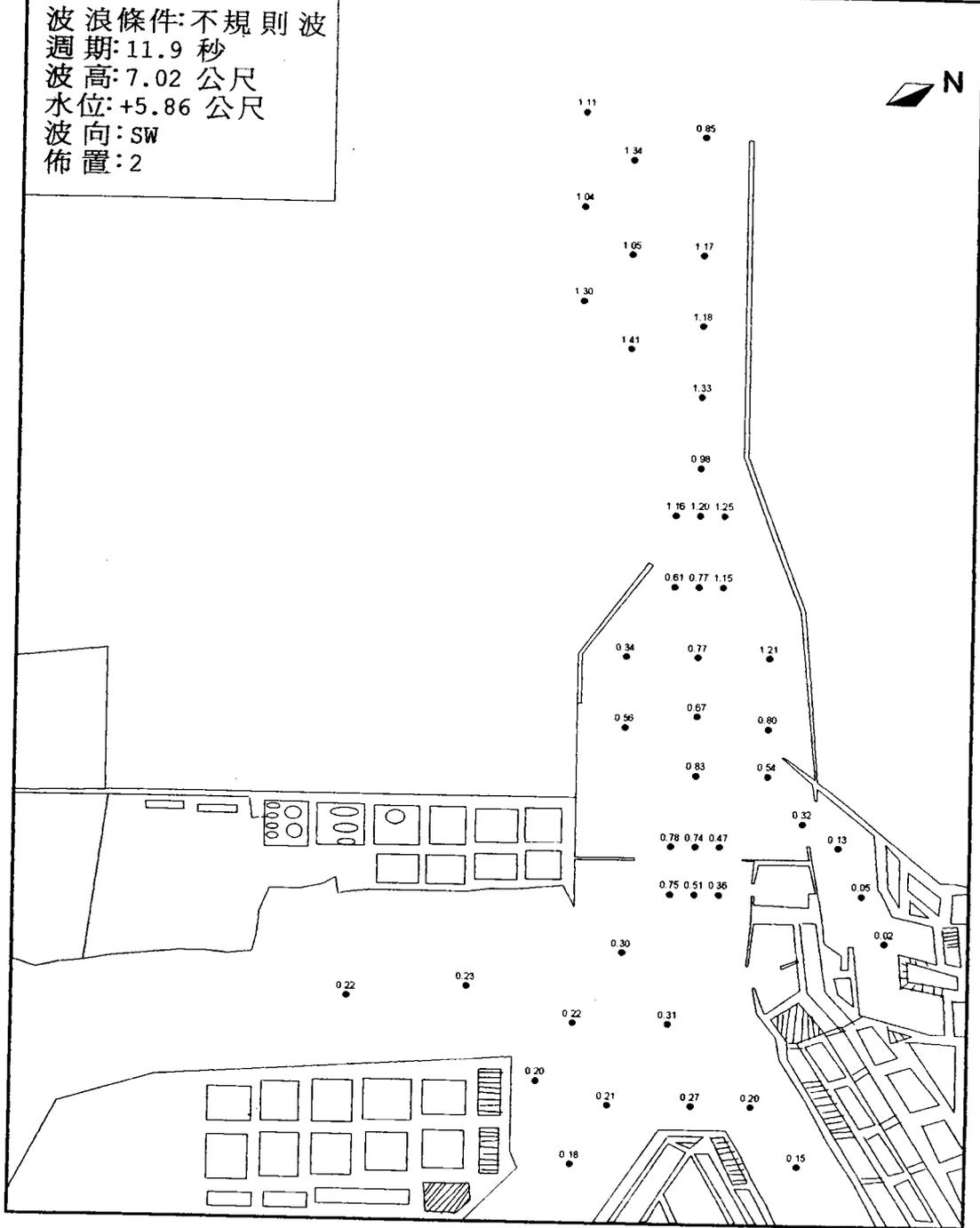


圖 1-147

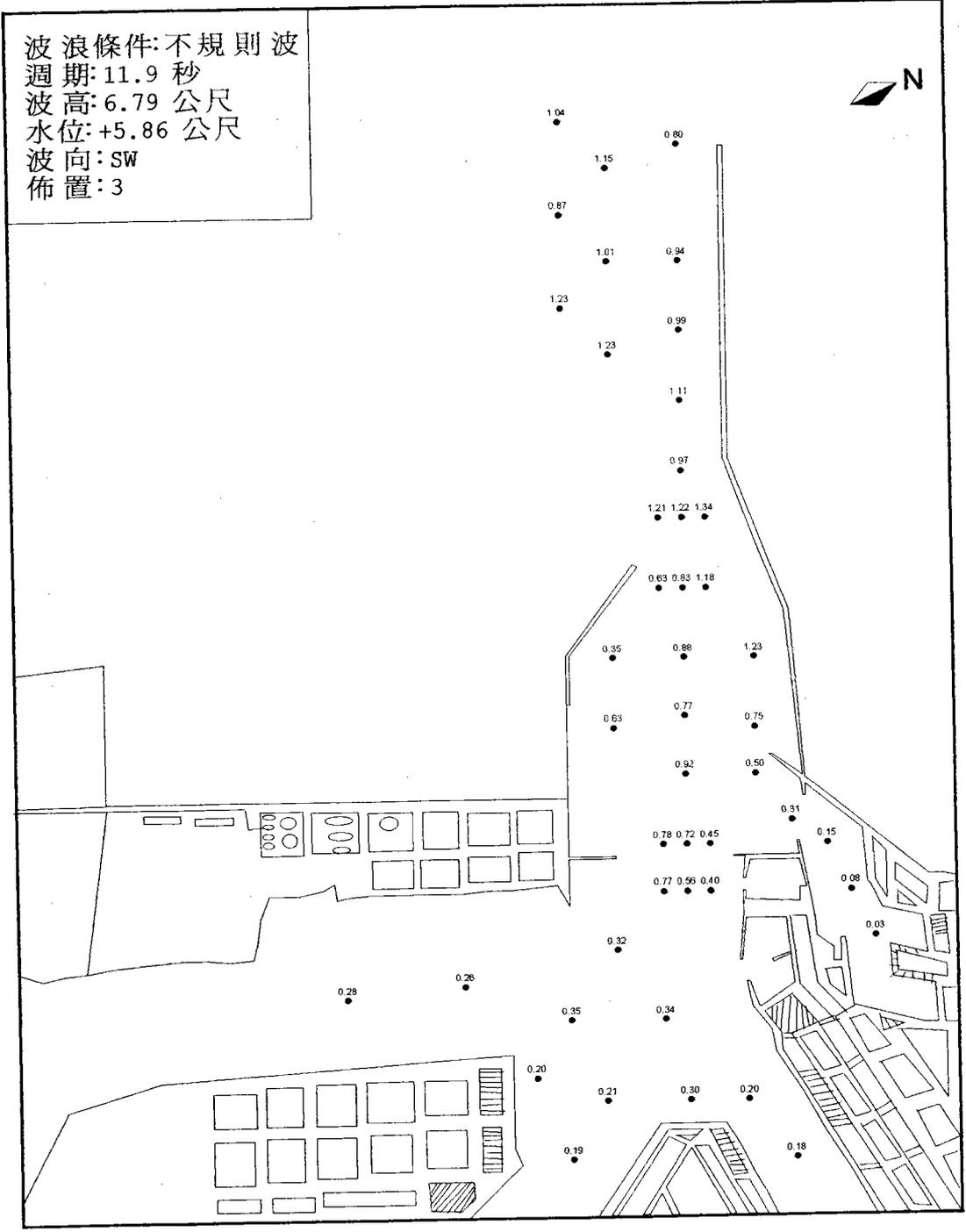


圖 1-148

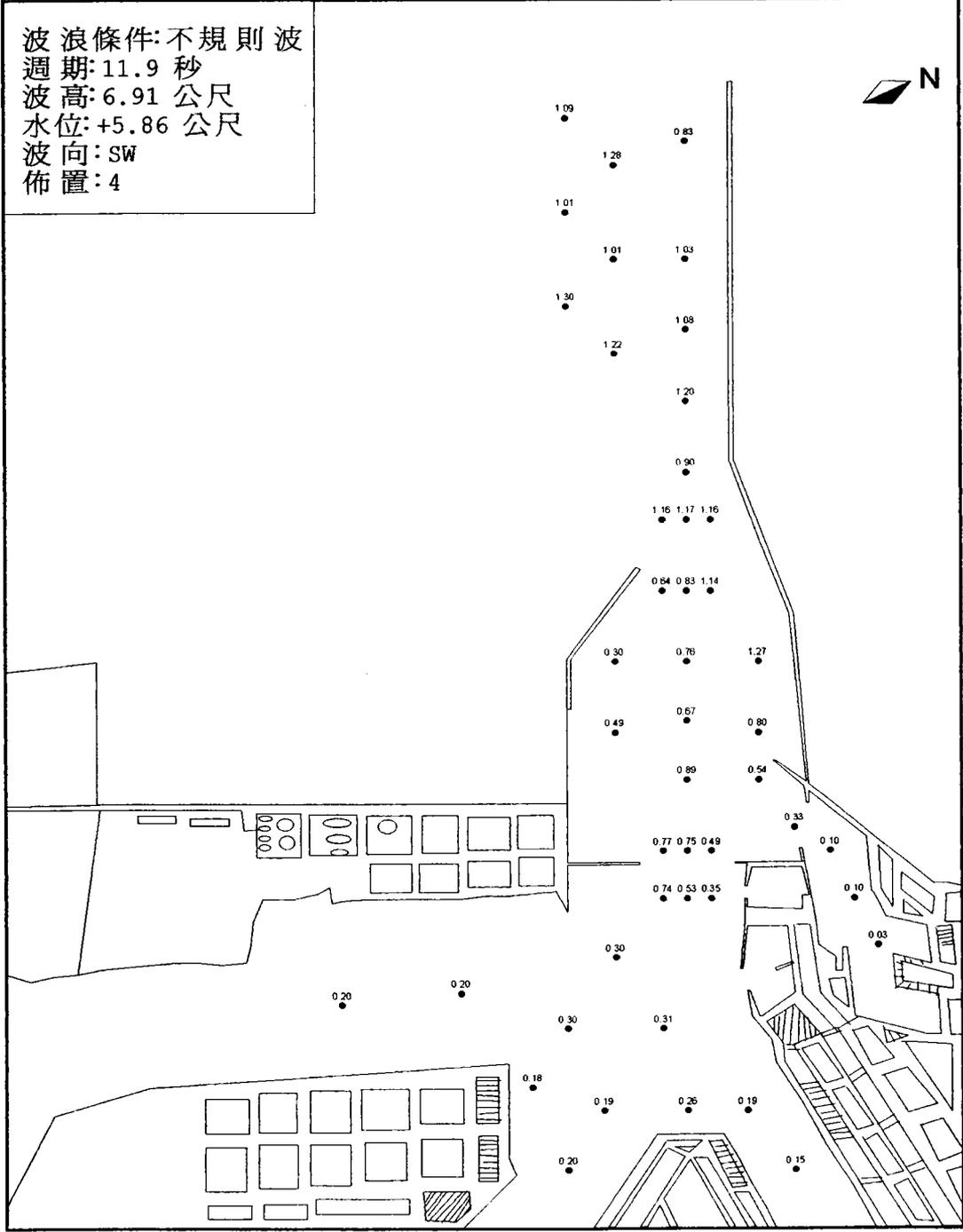


圖 1-149

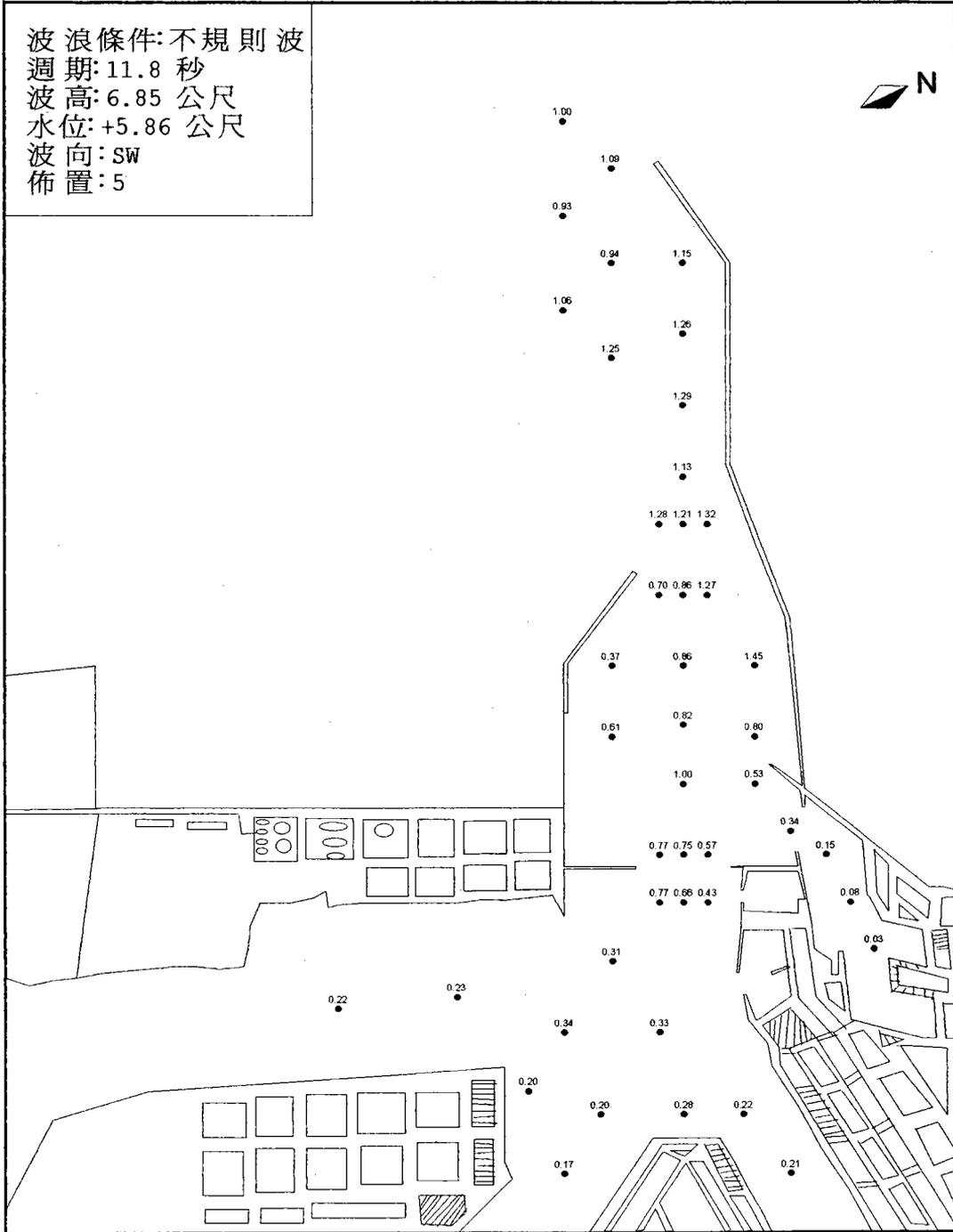


圖 1-150

波浪條件: 不規則波  
 週期: 11.8 秒  
 波高: 6.89 公尺  
 水位: +5.86 公尺  
 波向: SW  
 佈置: 6

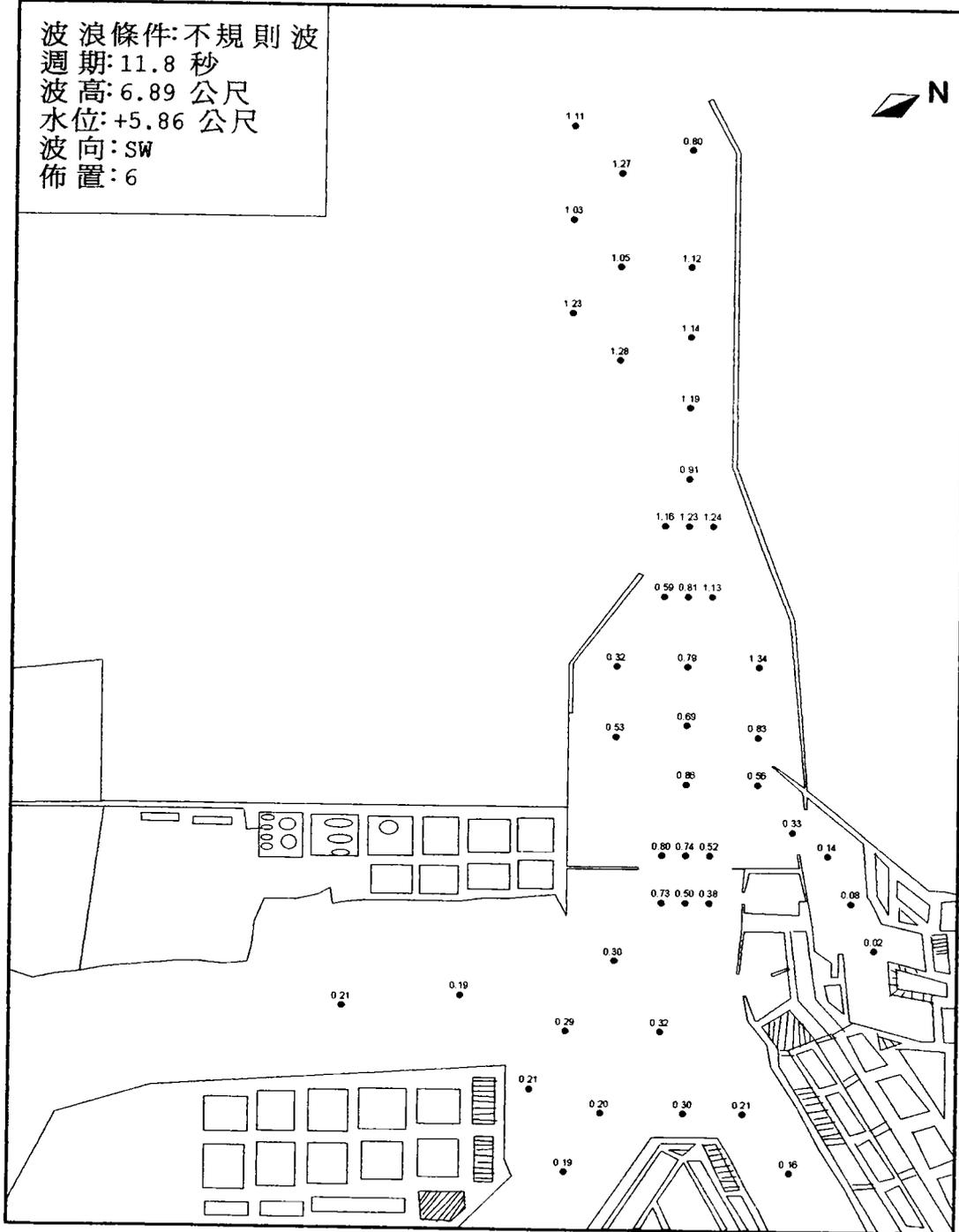


圖 1-151

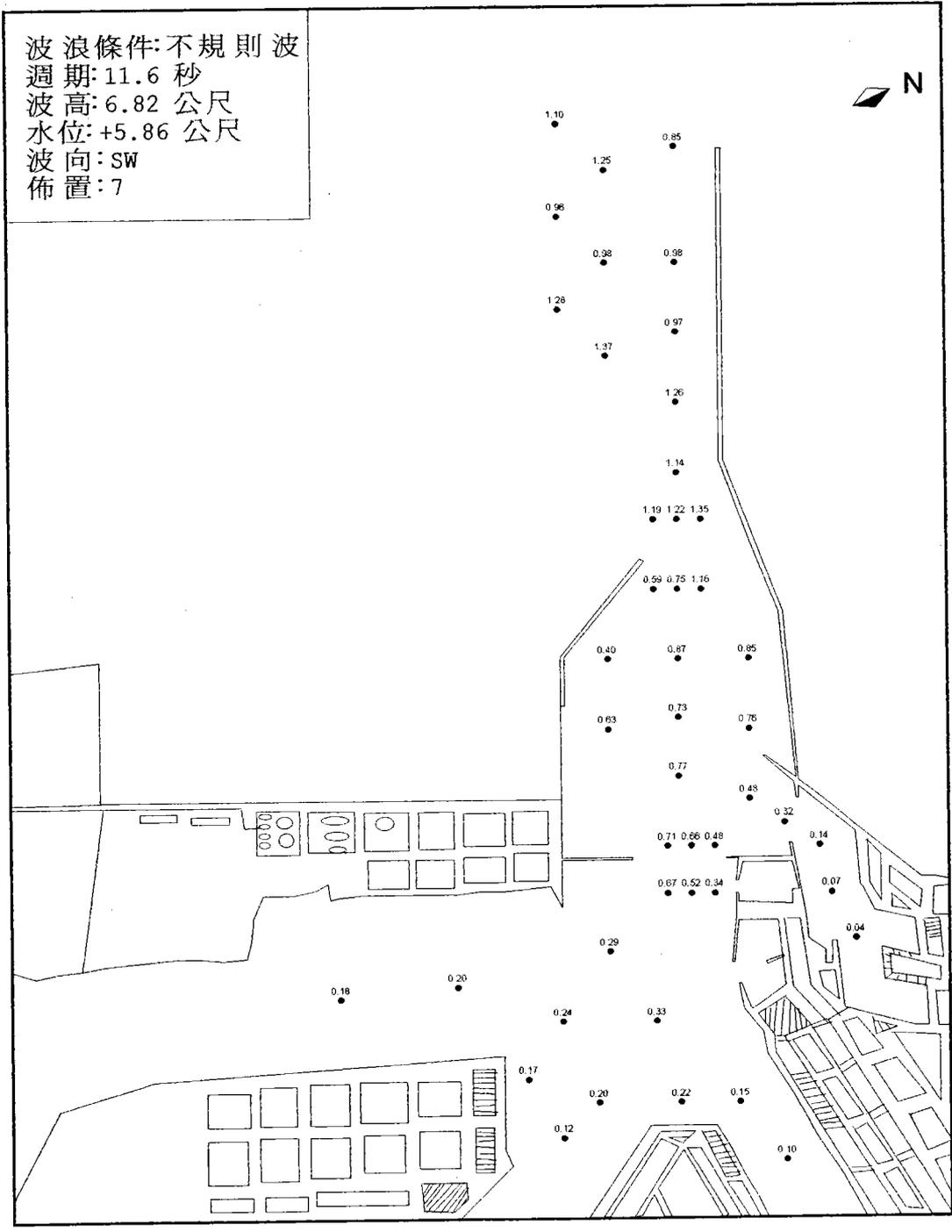


圖 1-152

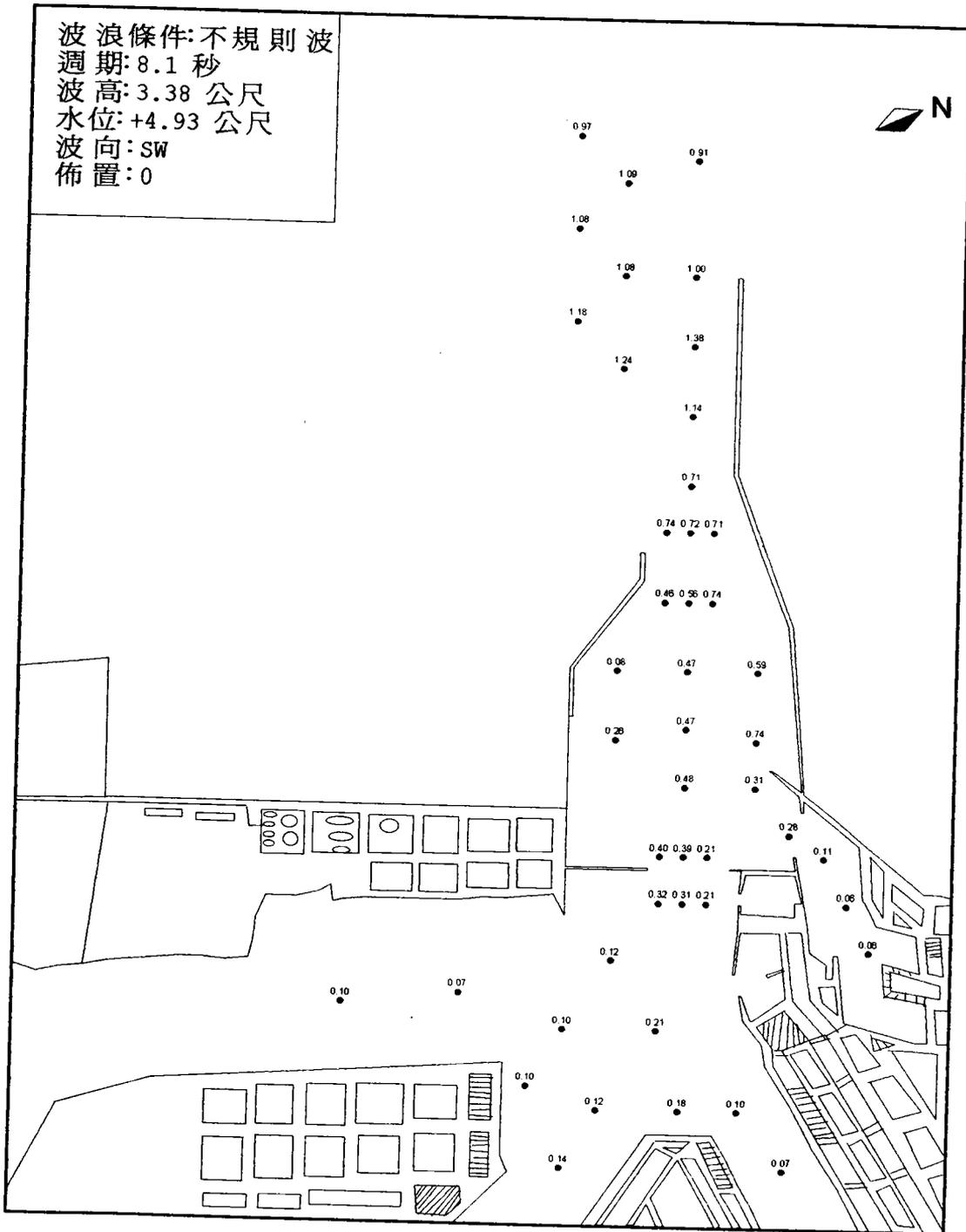


圖 1-153

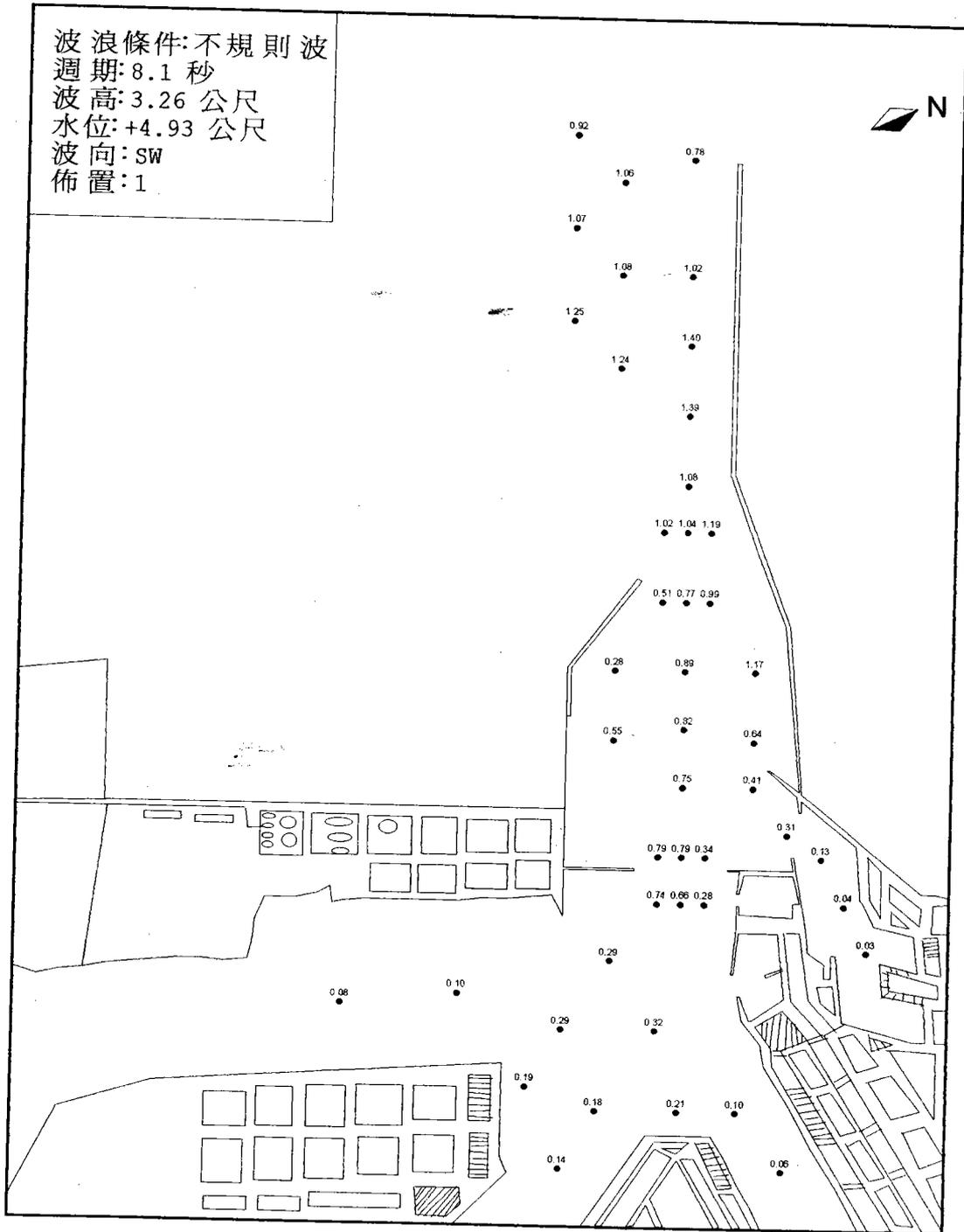


圖 1-154

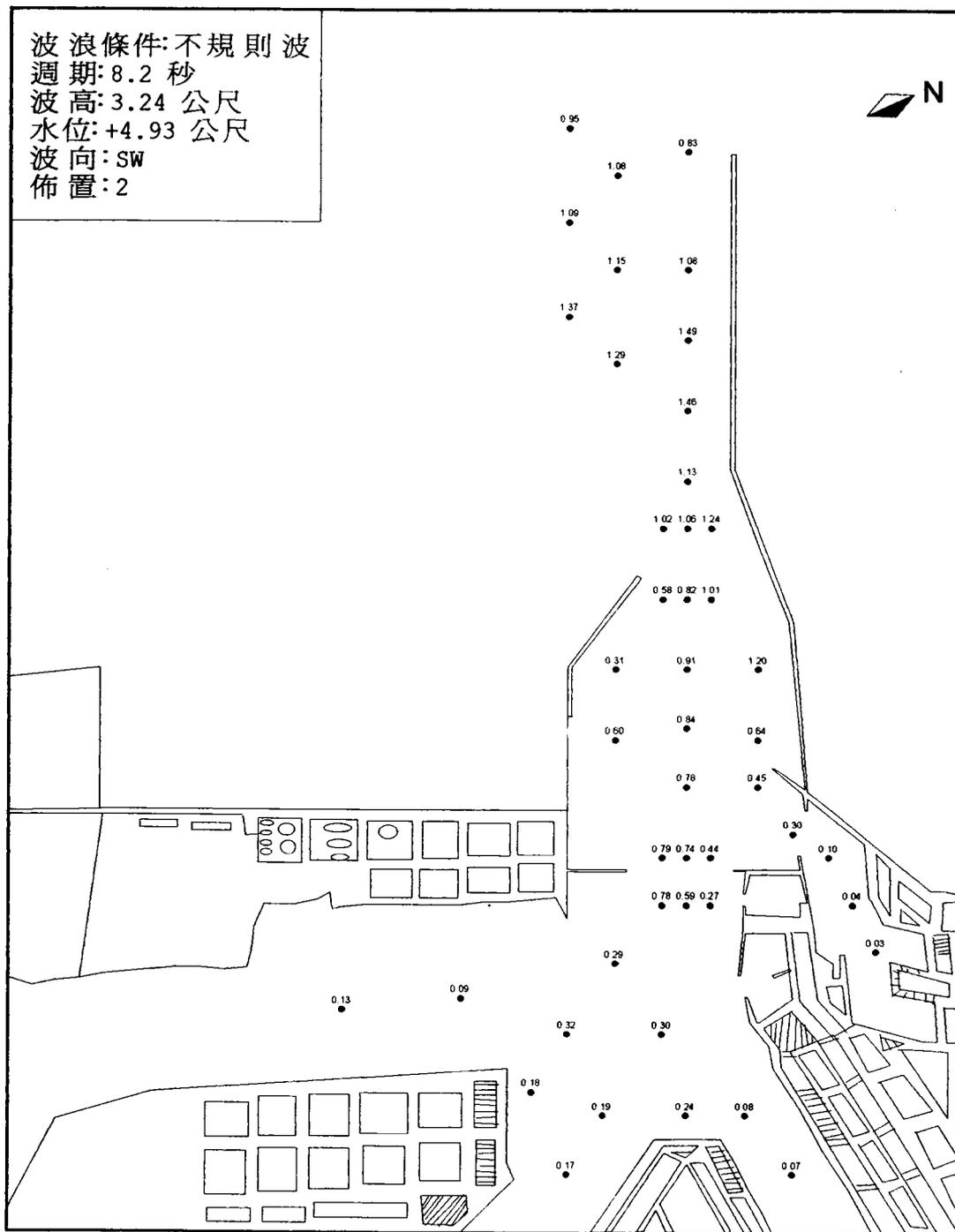


圖 1-155

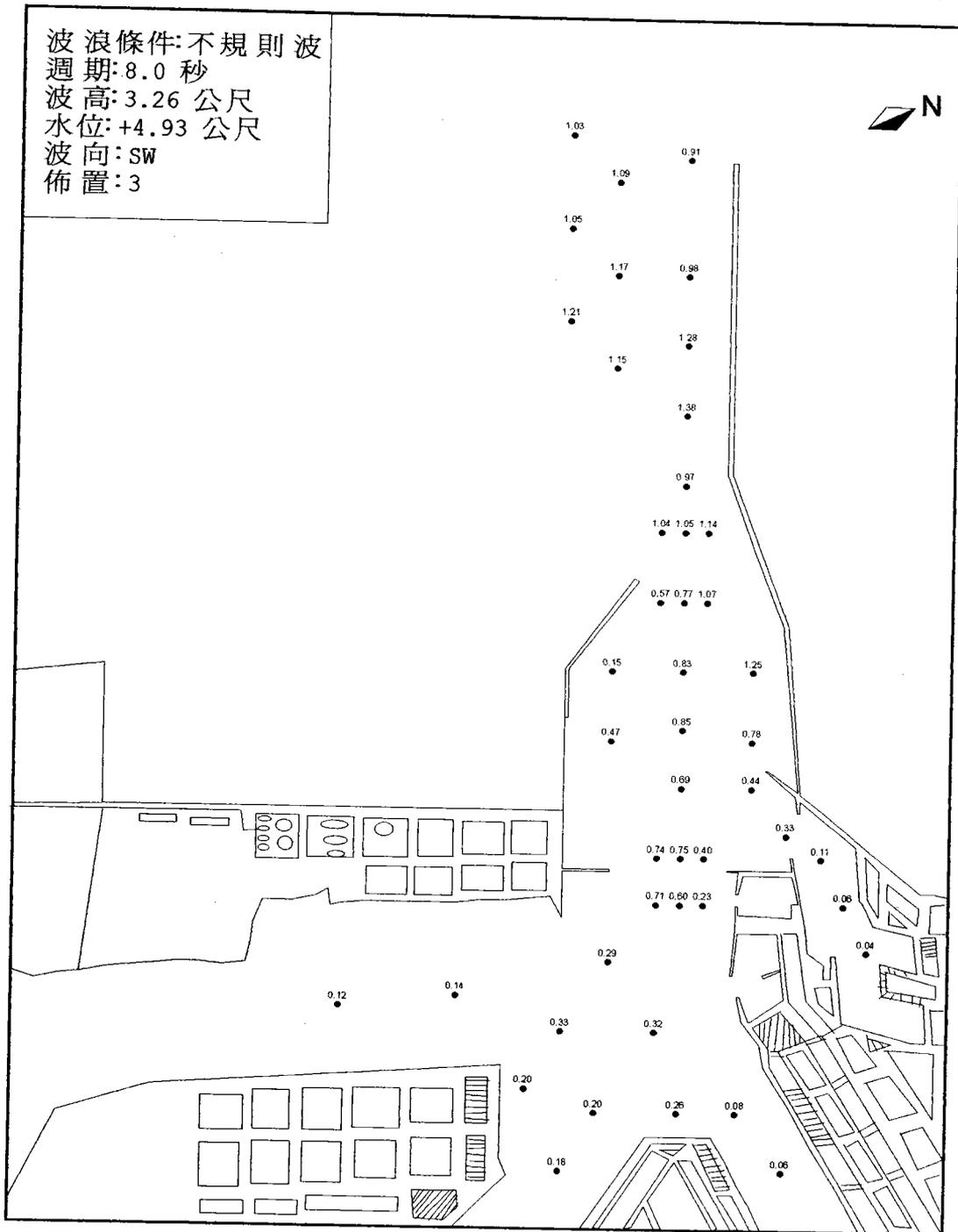


圖 1-156

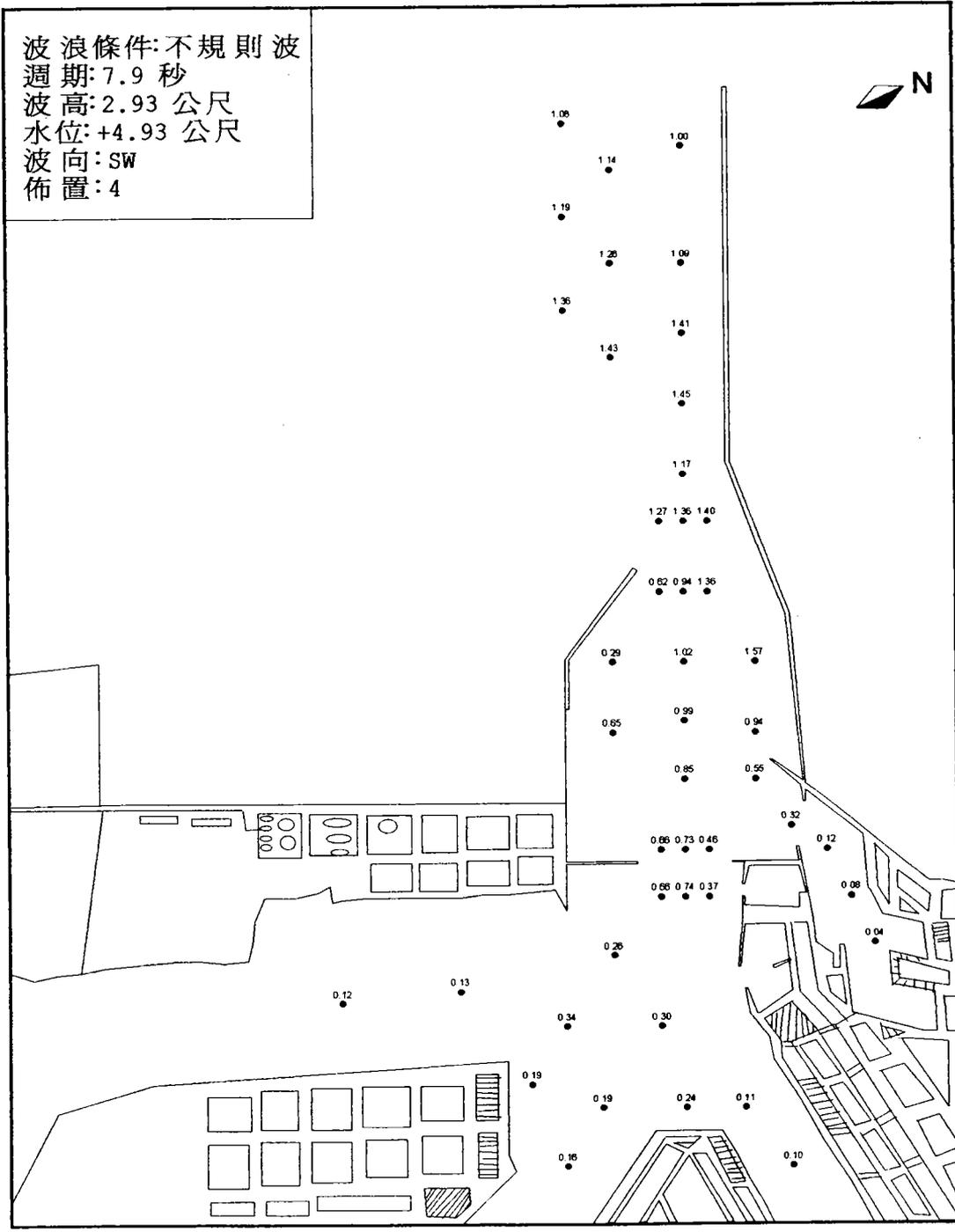


圖 1-157

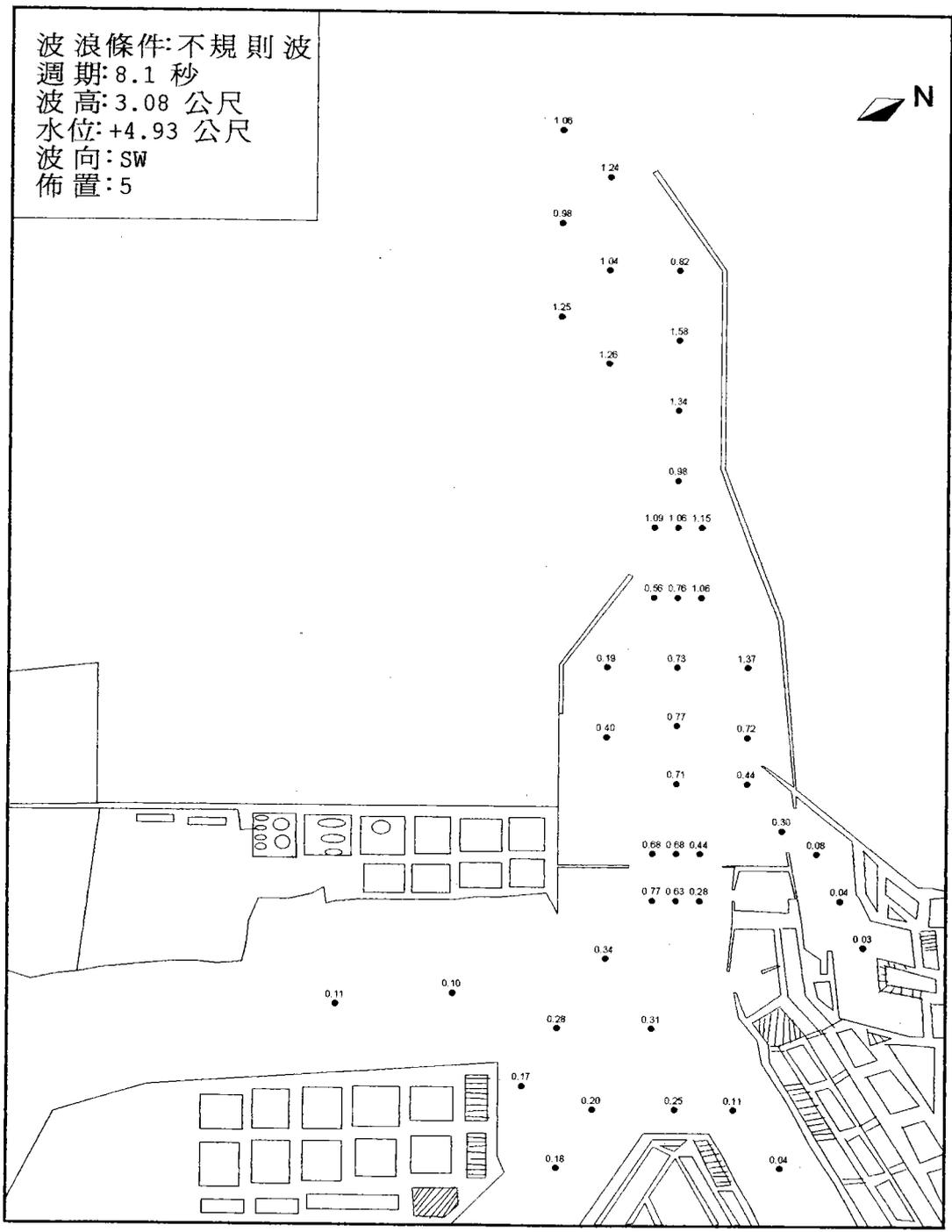


圖 1-158

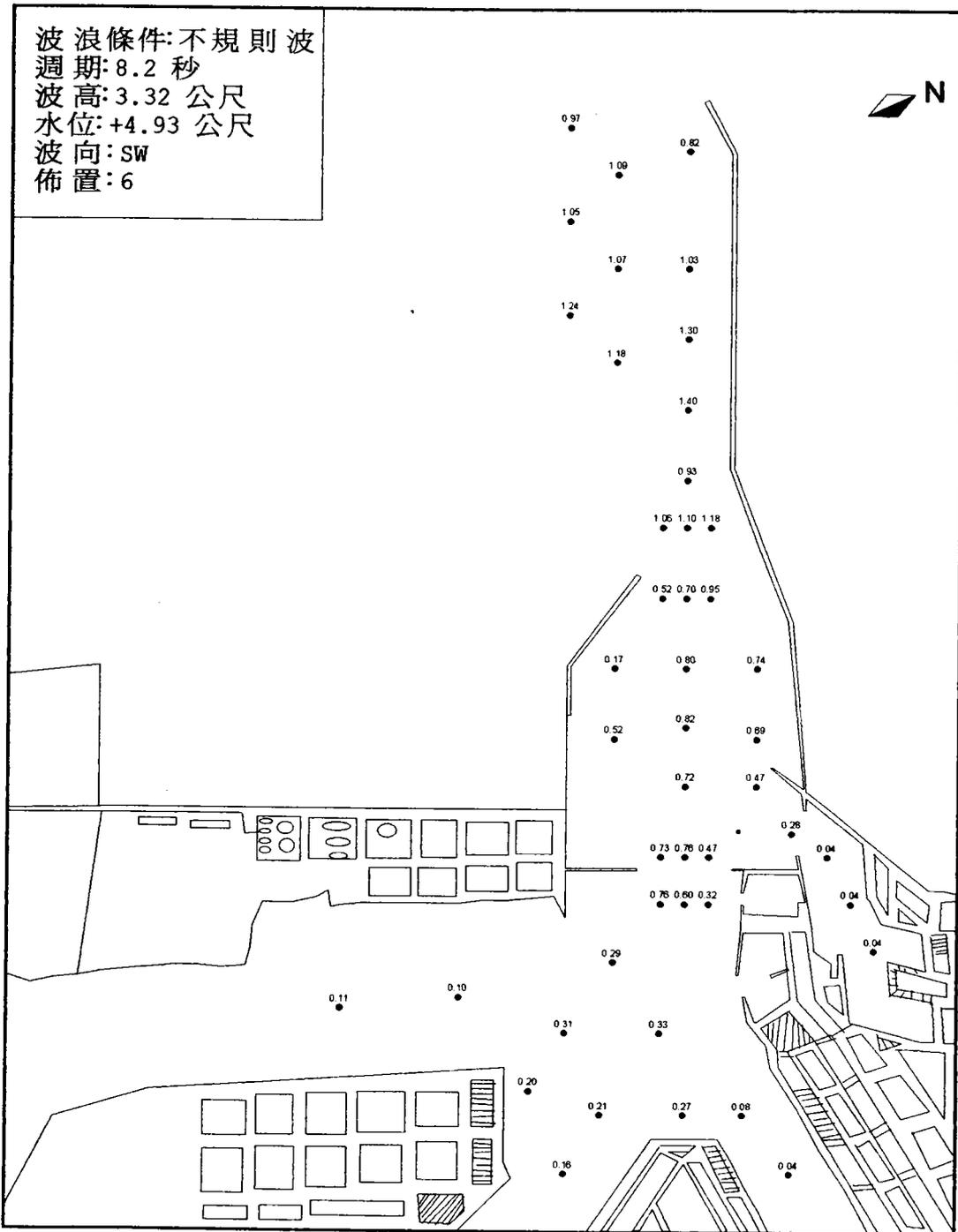


圖 1-159

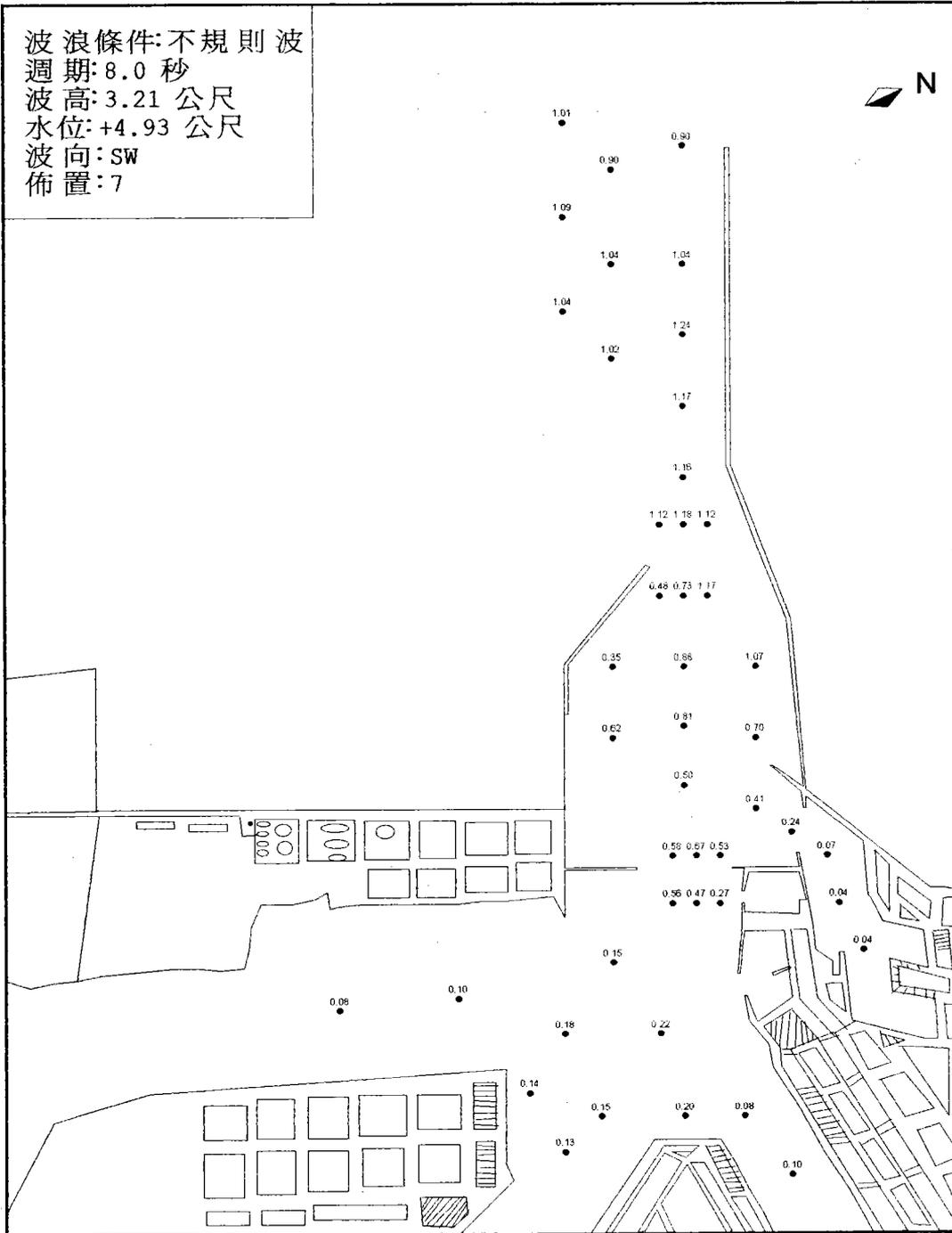


圖 1-160

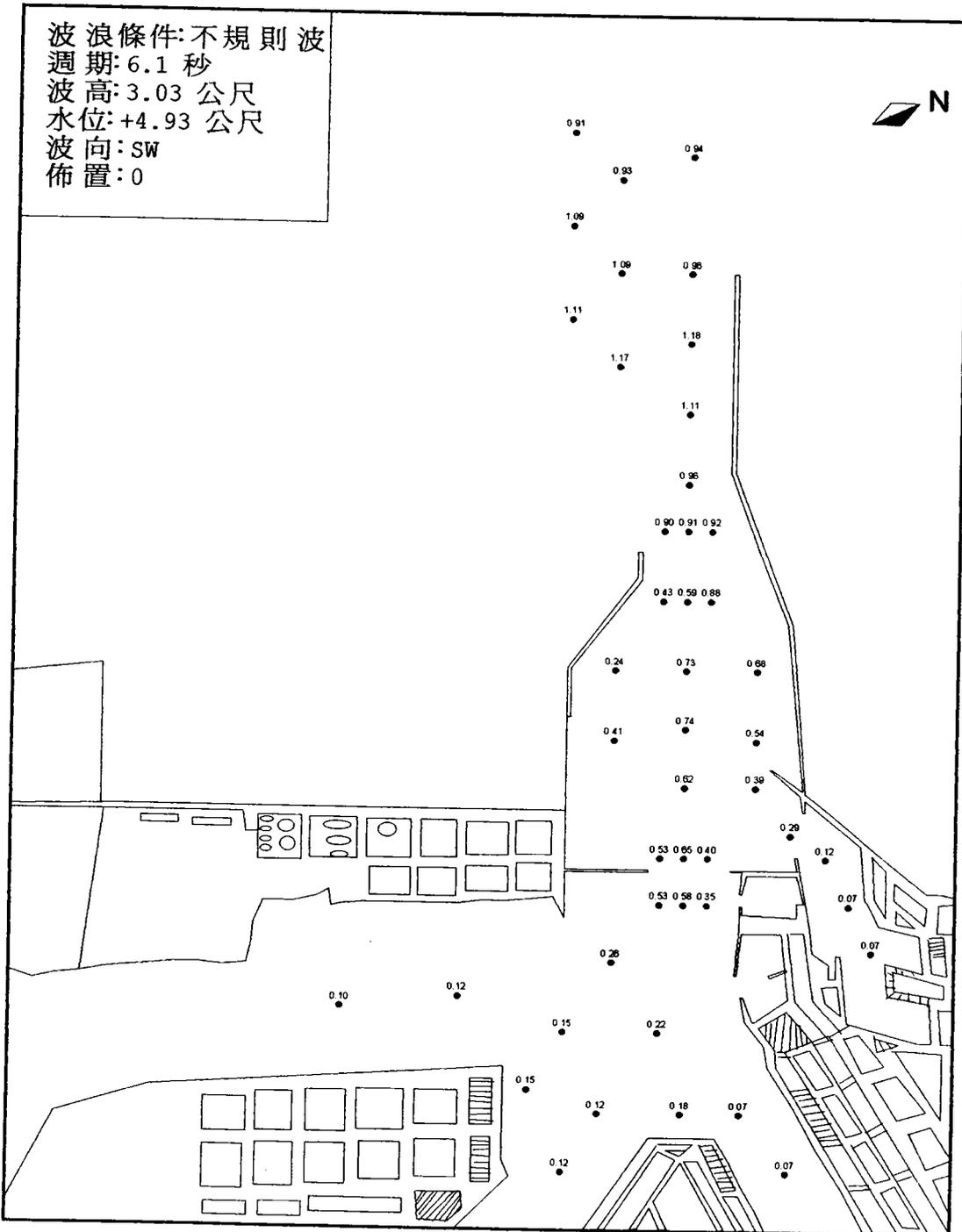


圖 1-161

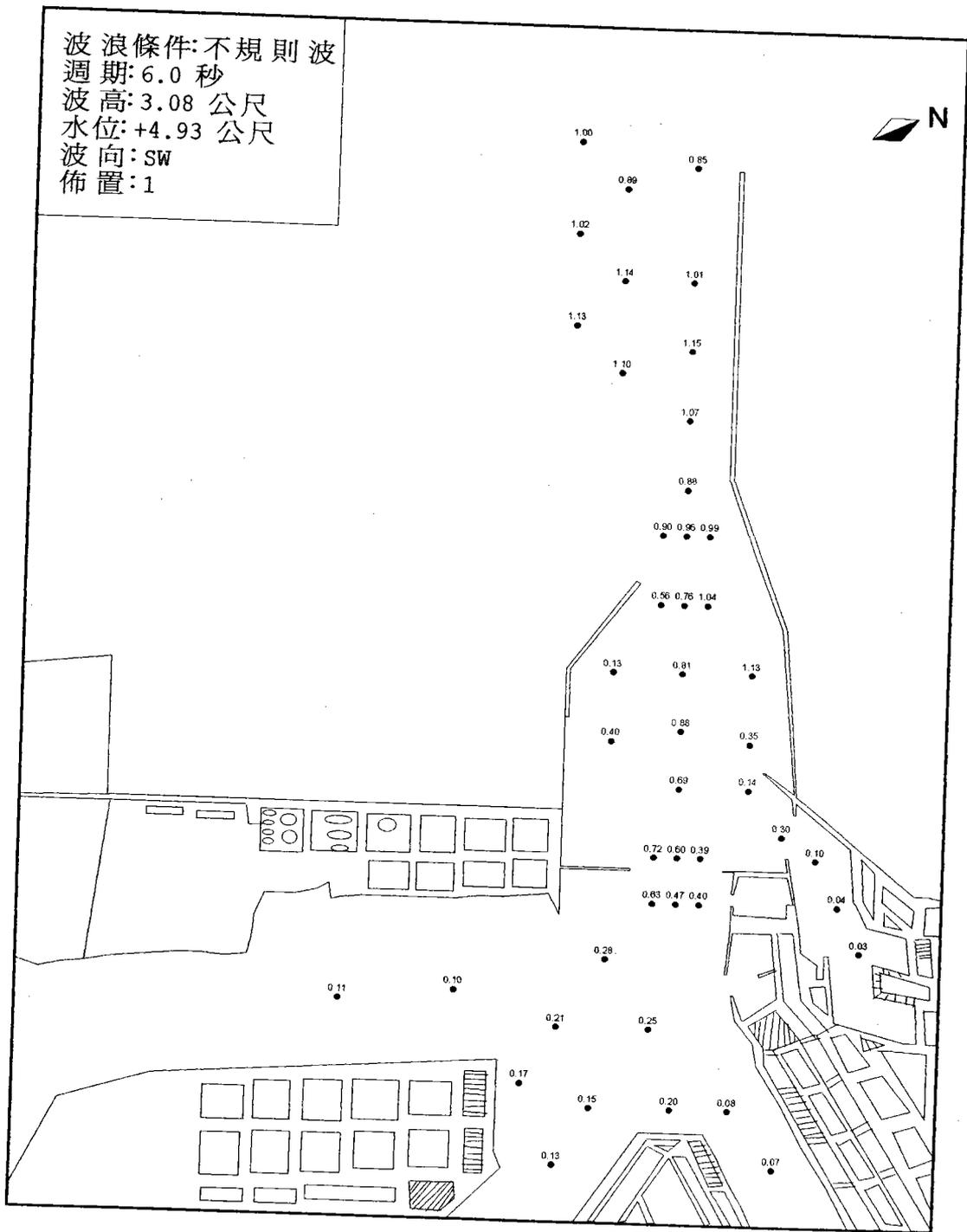


圖 1-162

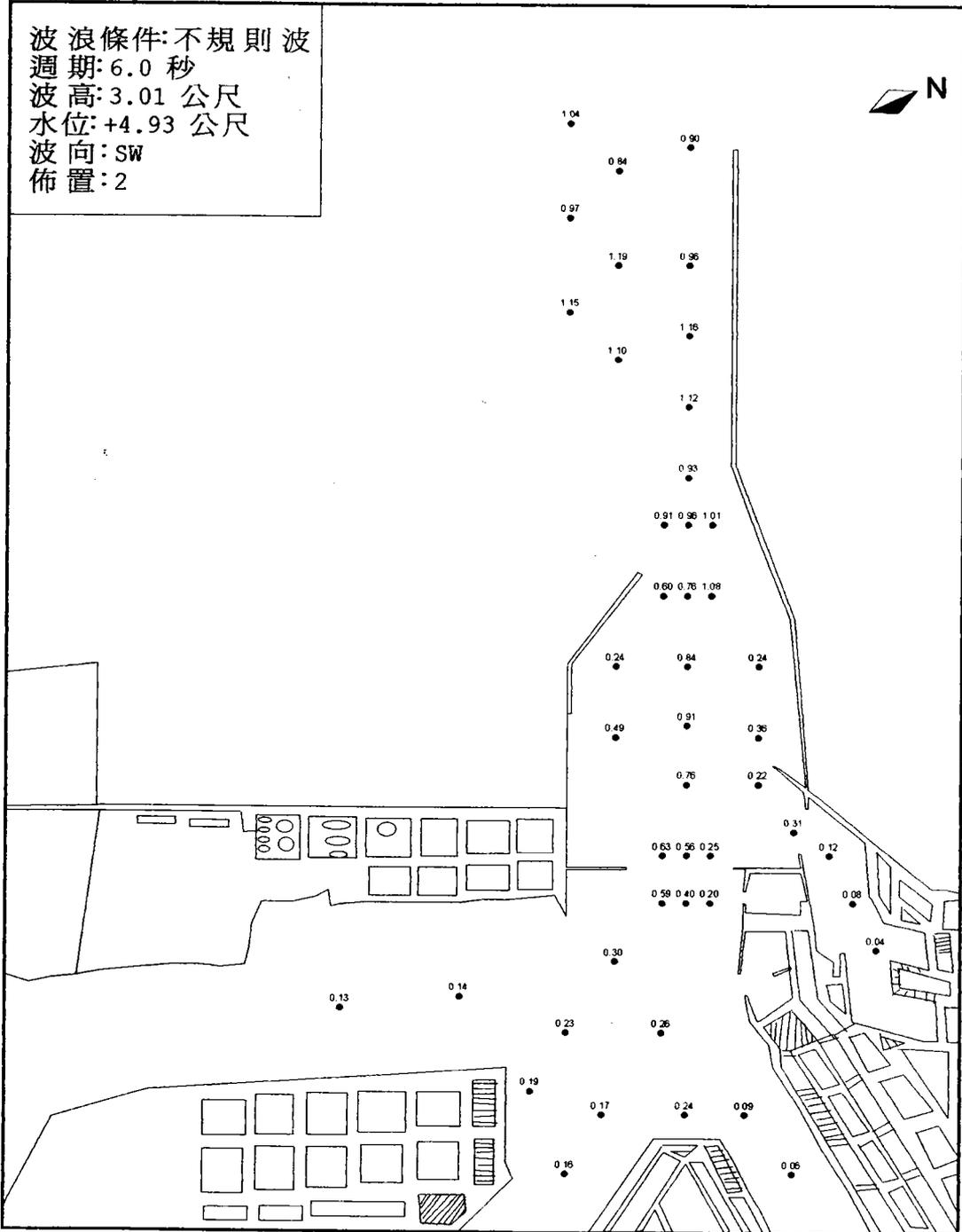


圖 1-163

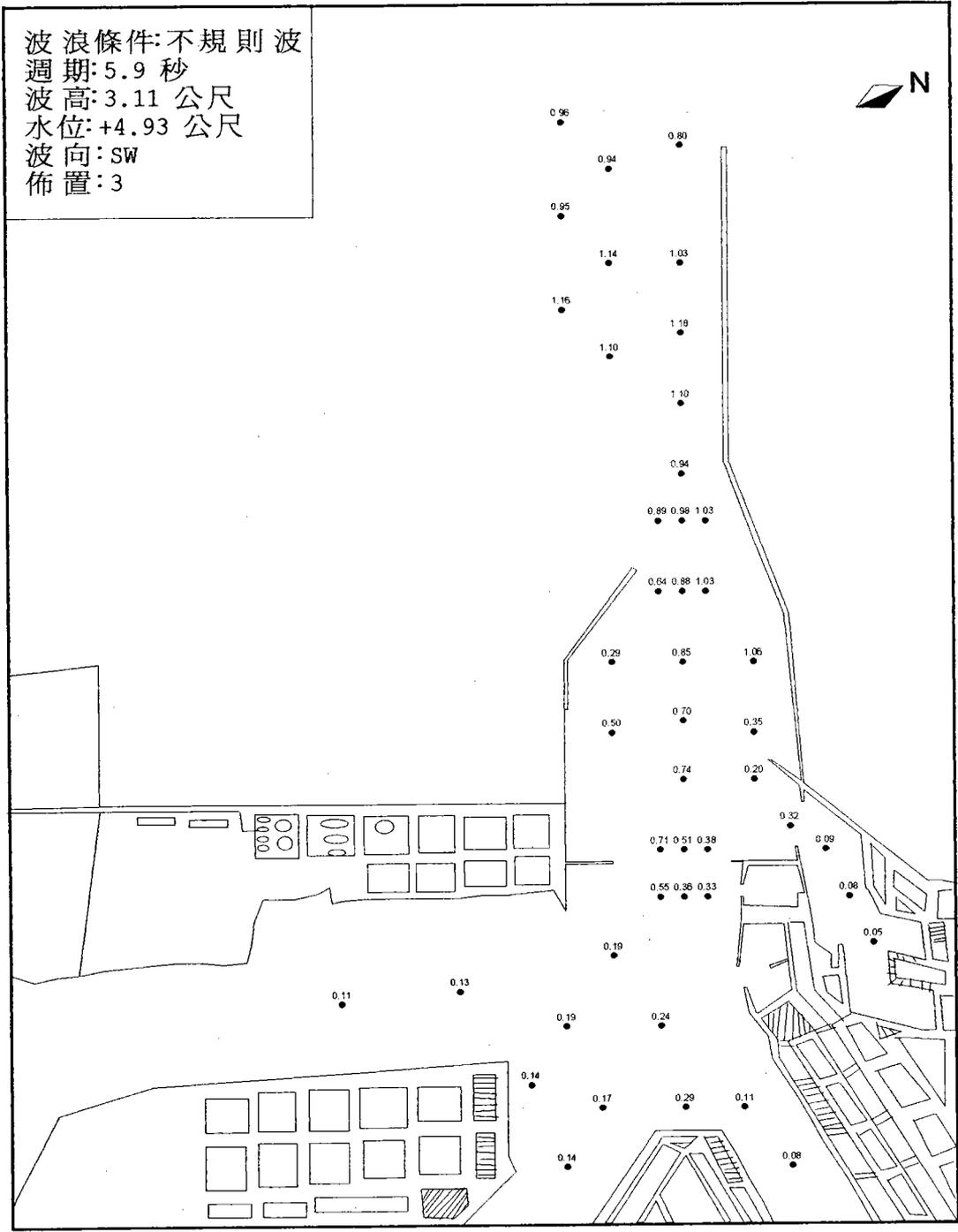


圖 1-164

波浪條件: 不規則波  
 週期: 6.1 秒  
 波高: 3.14 公尺  
 水位: +4.93 公尺  
 波向: SW  
 佈置: 4

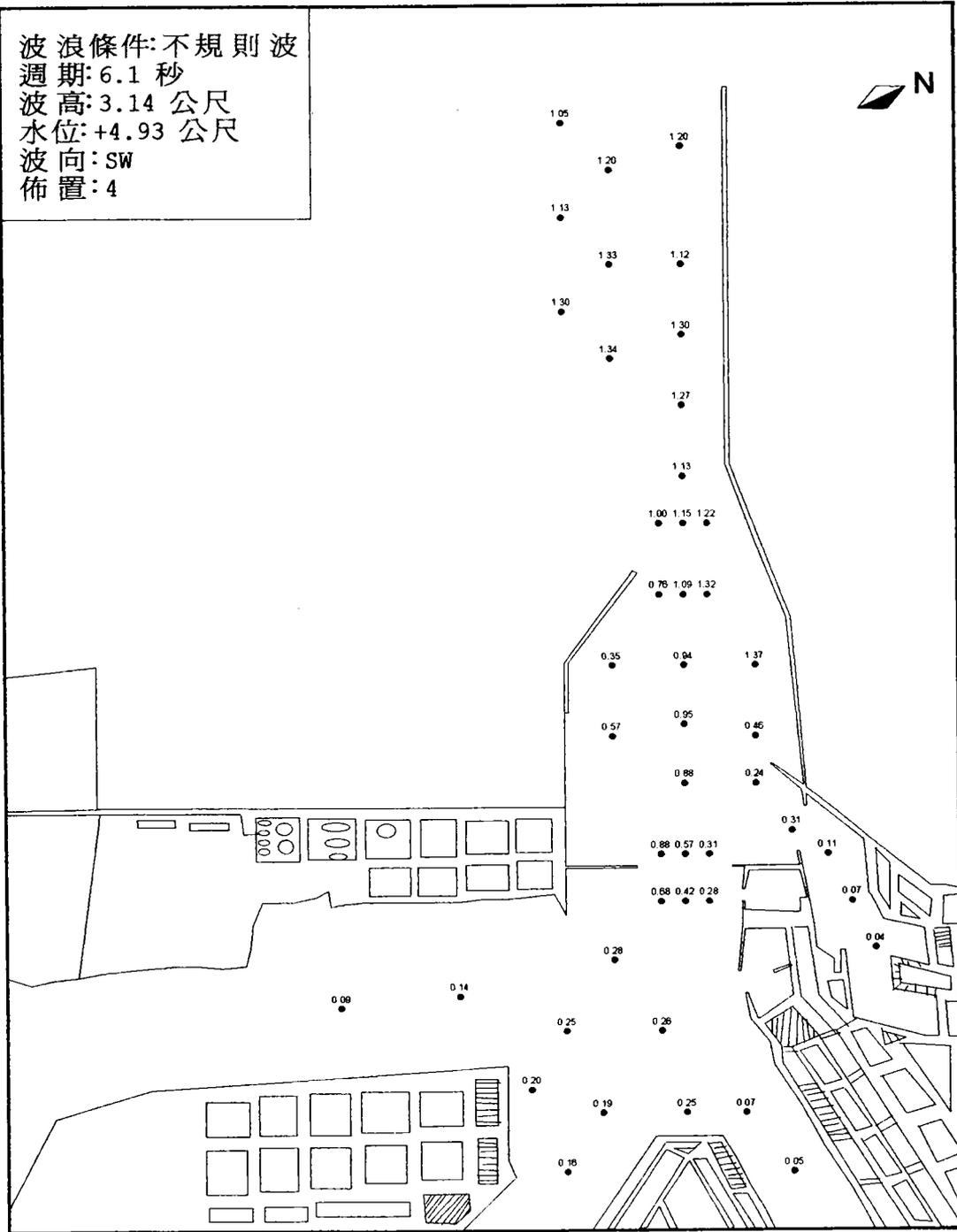


圖 1-165

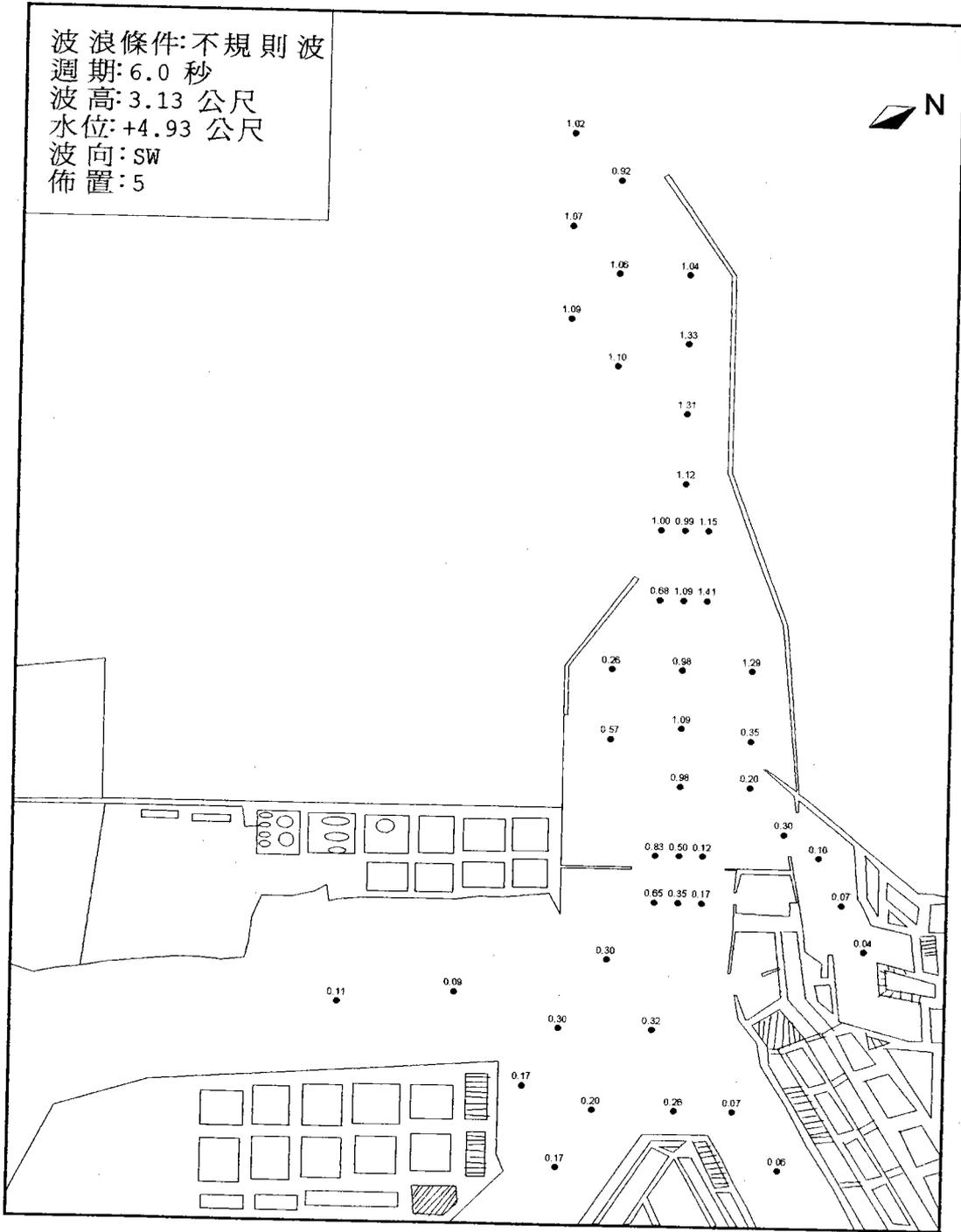


圖 1-166

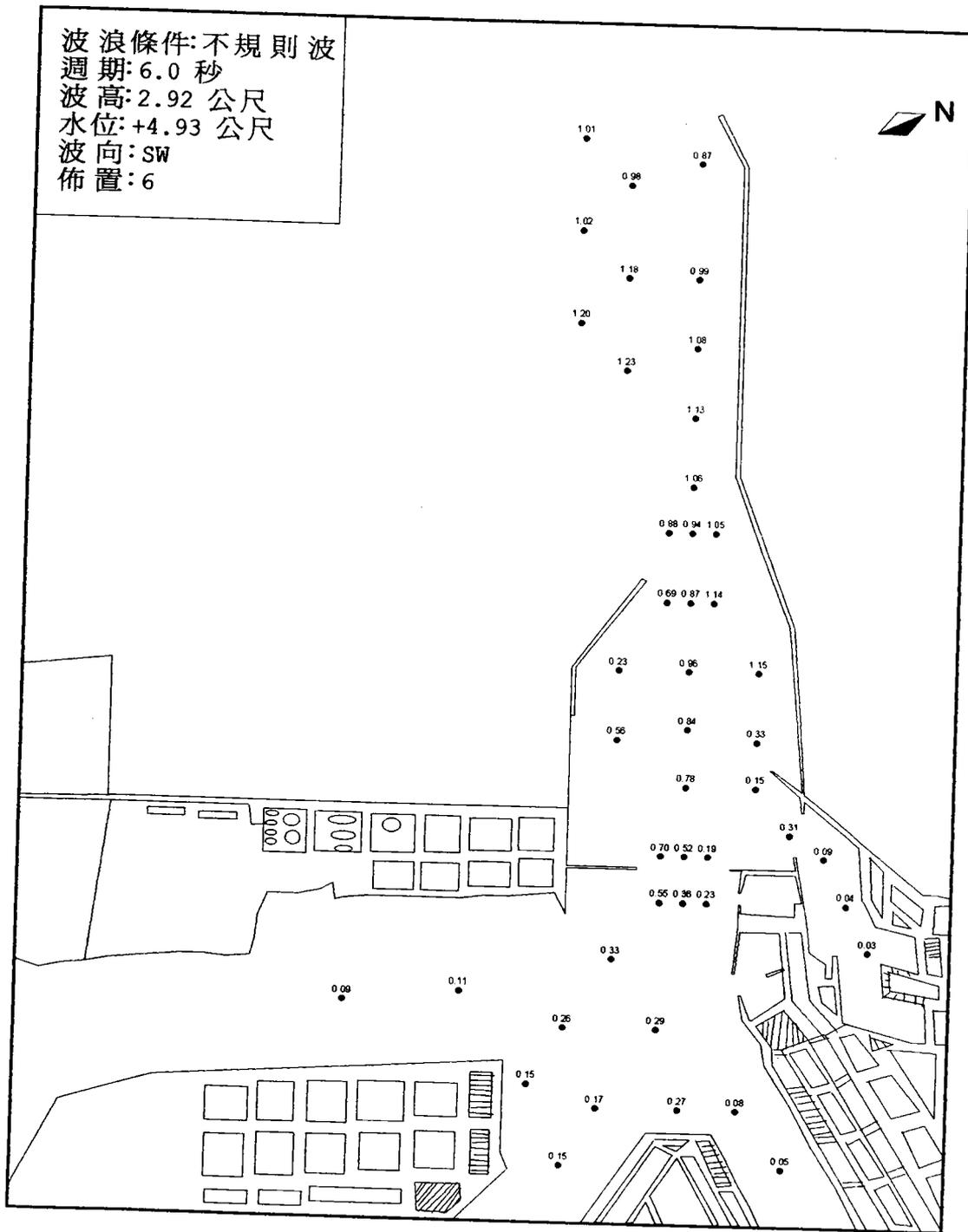


圖 1-167

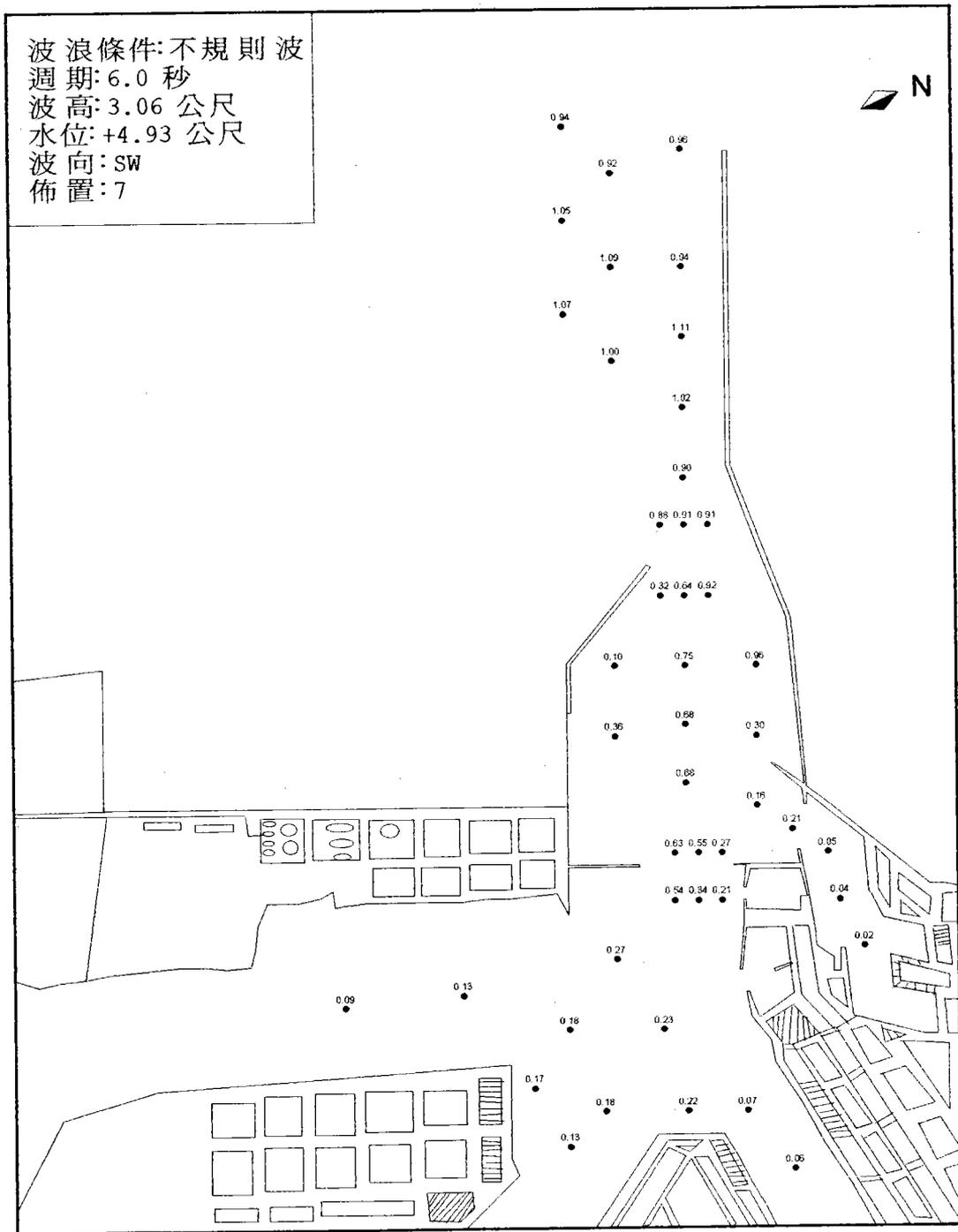


圖 1-168

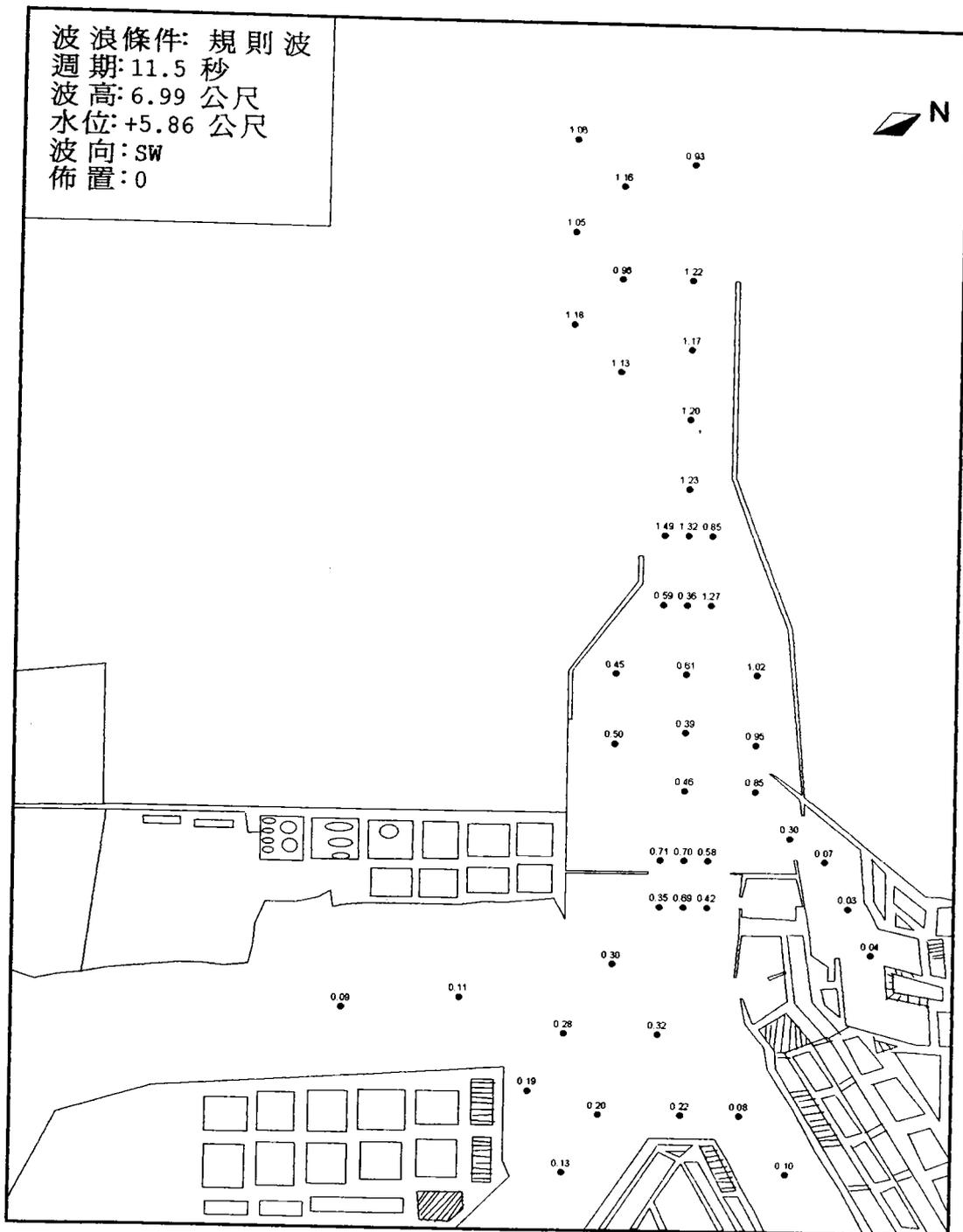


圖 1-169

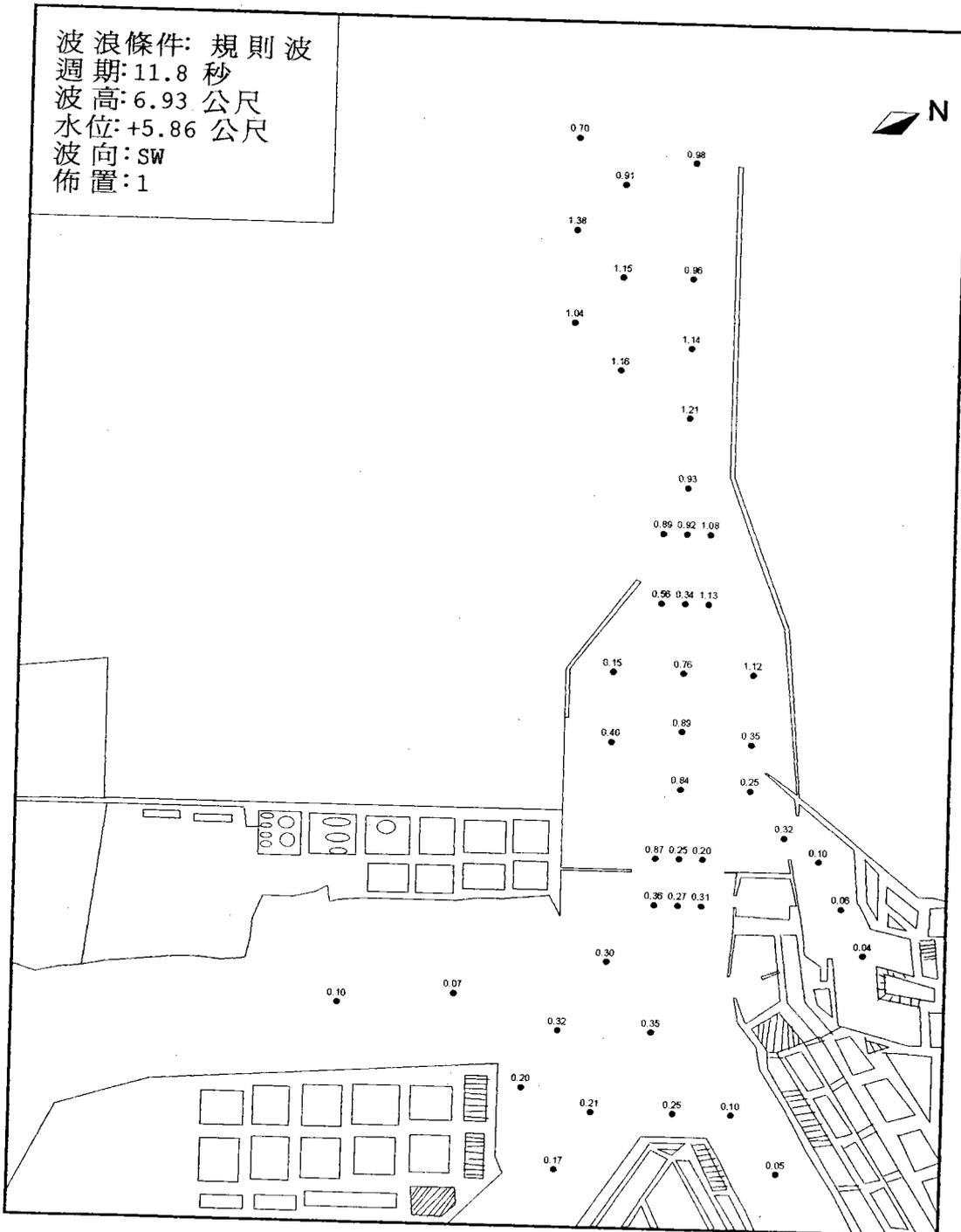


圖 1-170

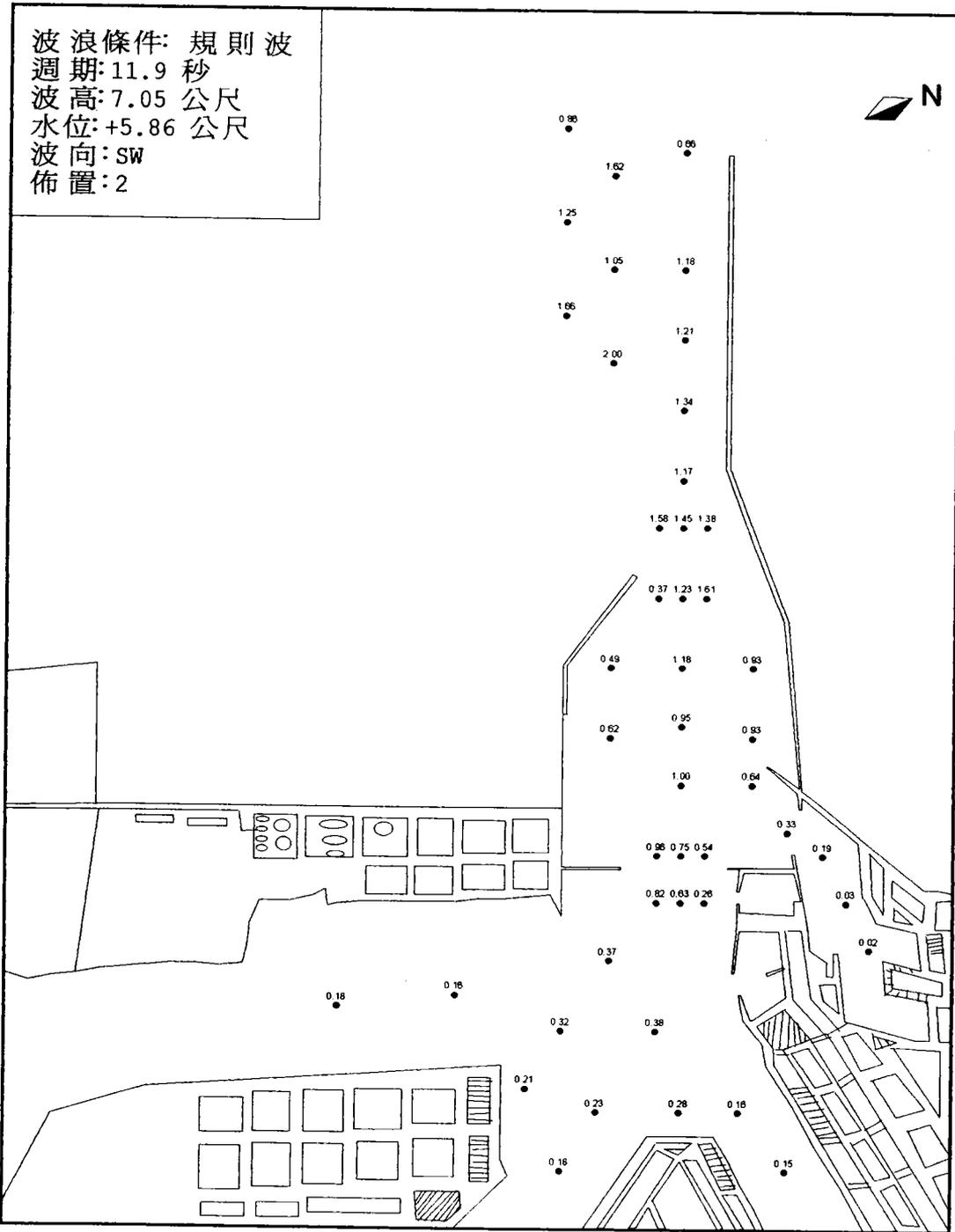


圖 1-171

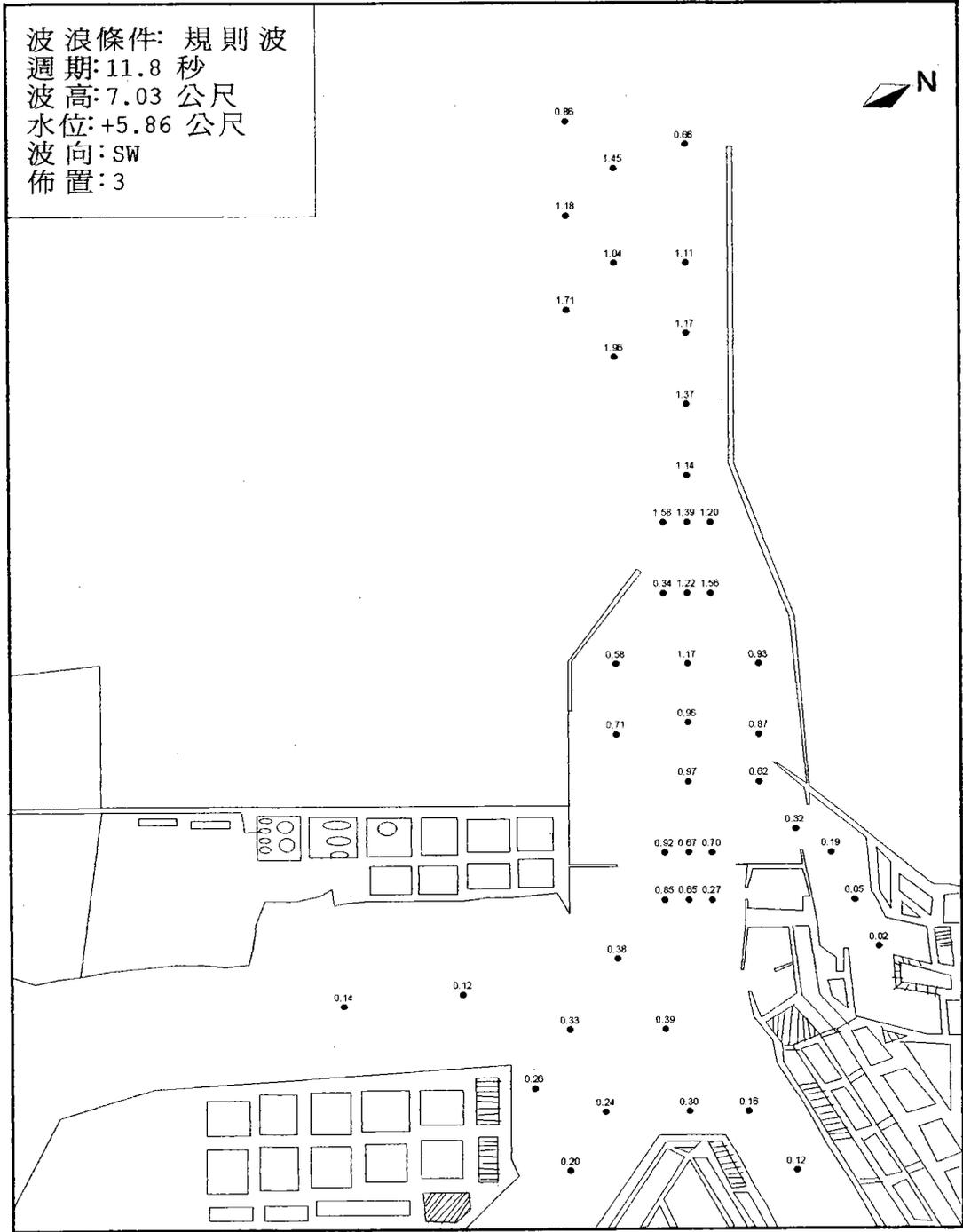


圖 1-172



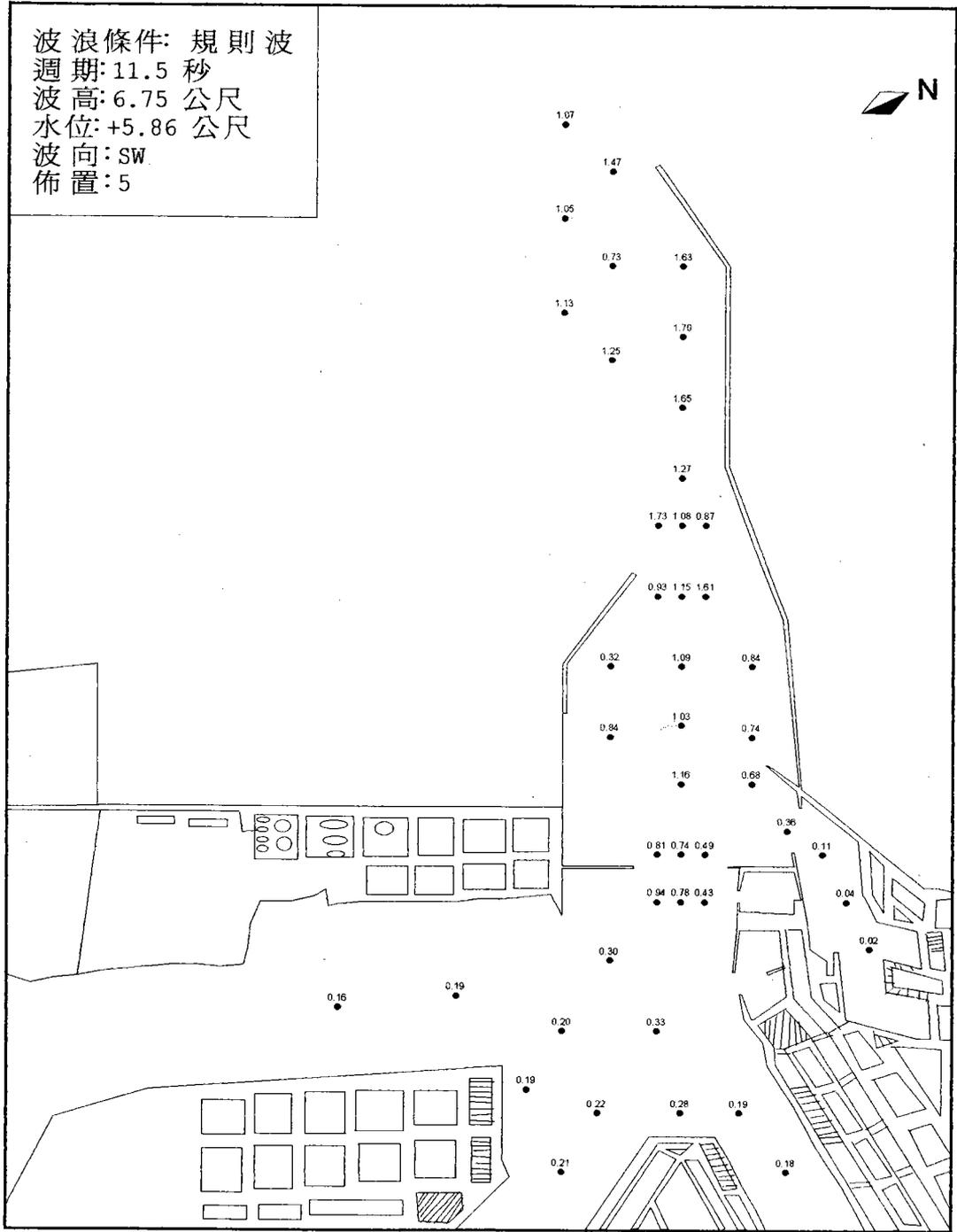


圖 1-174

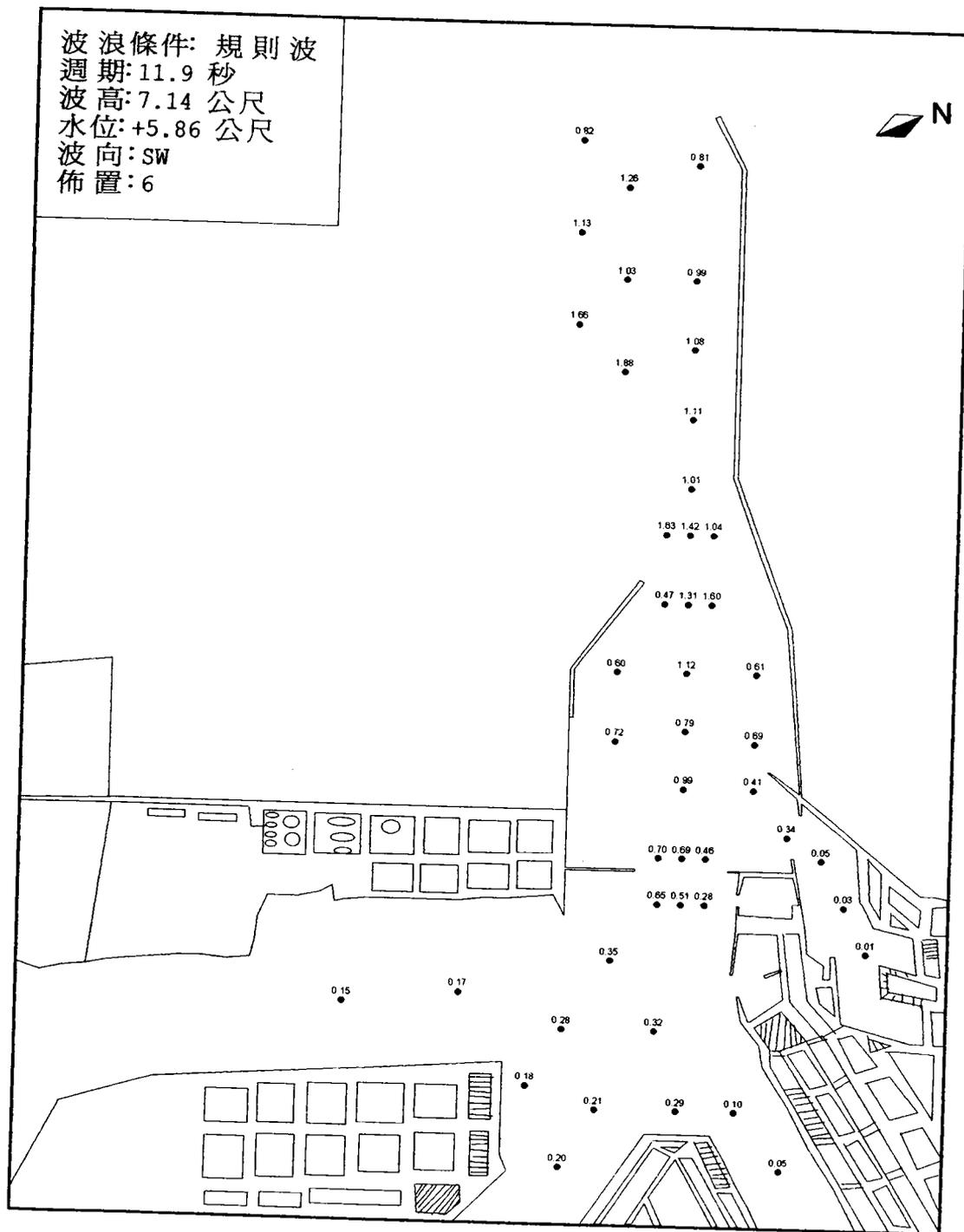


圖 1-175

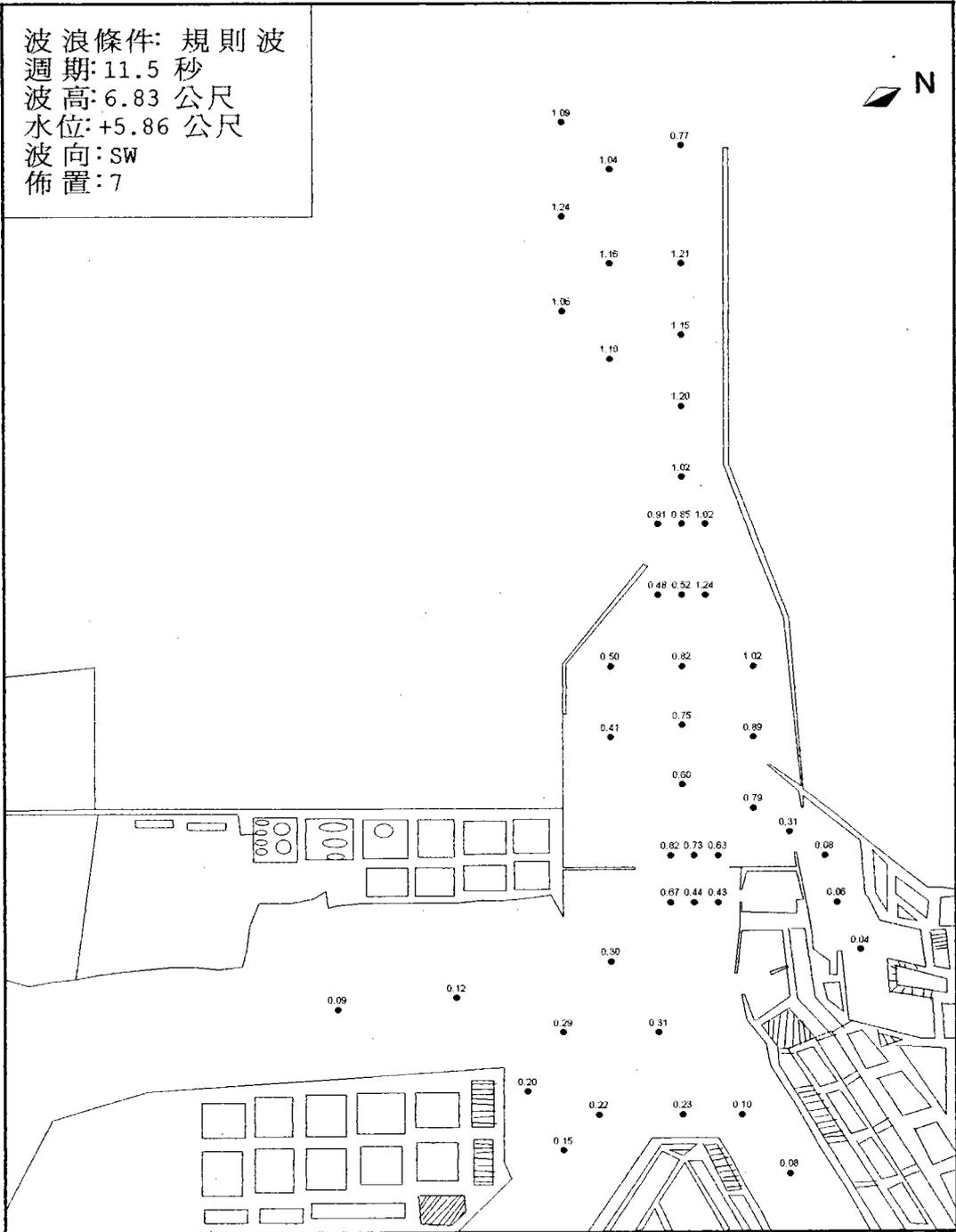


圖 1-176



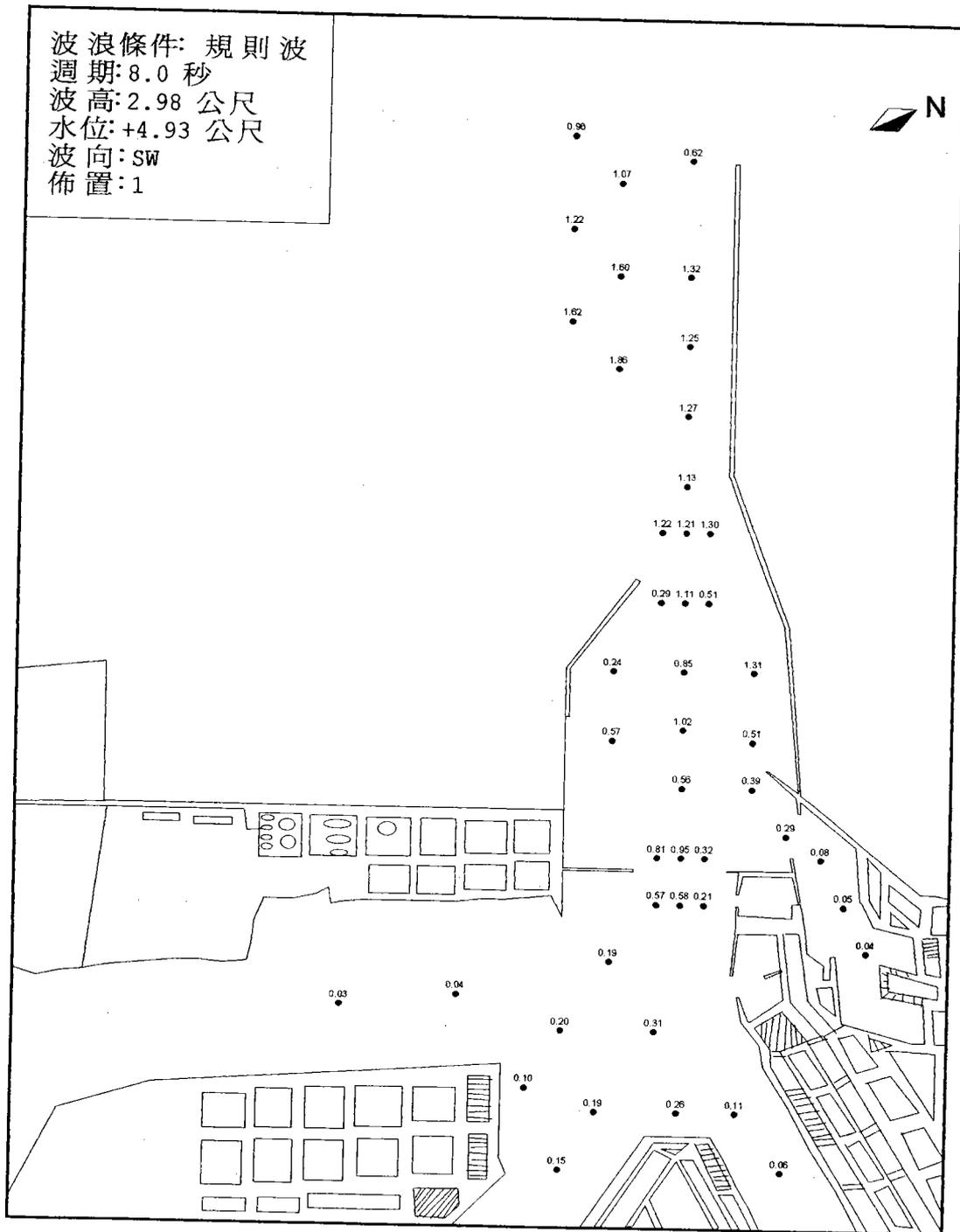


圖 1-178

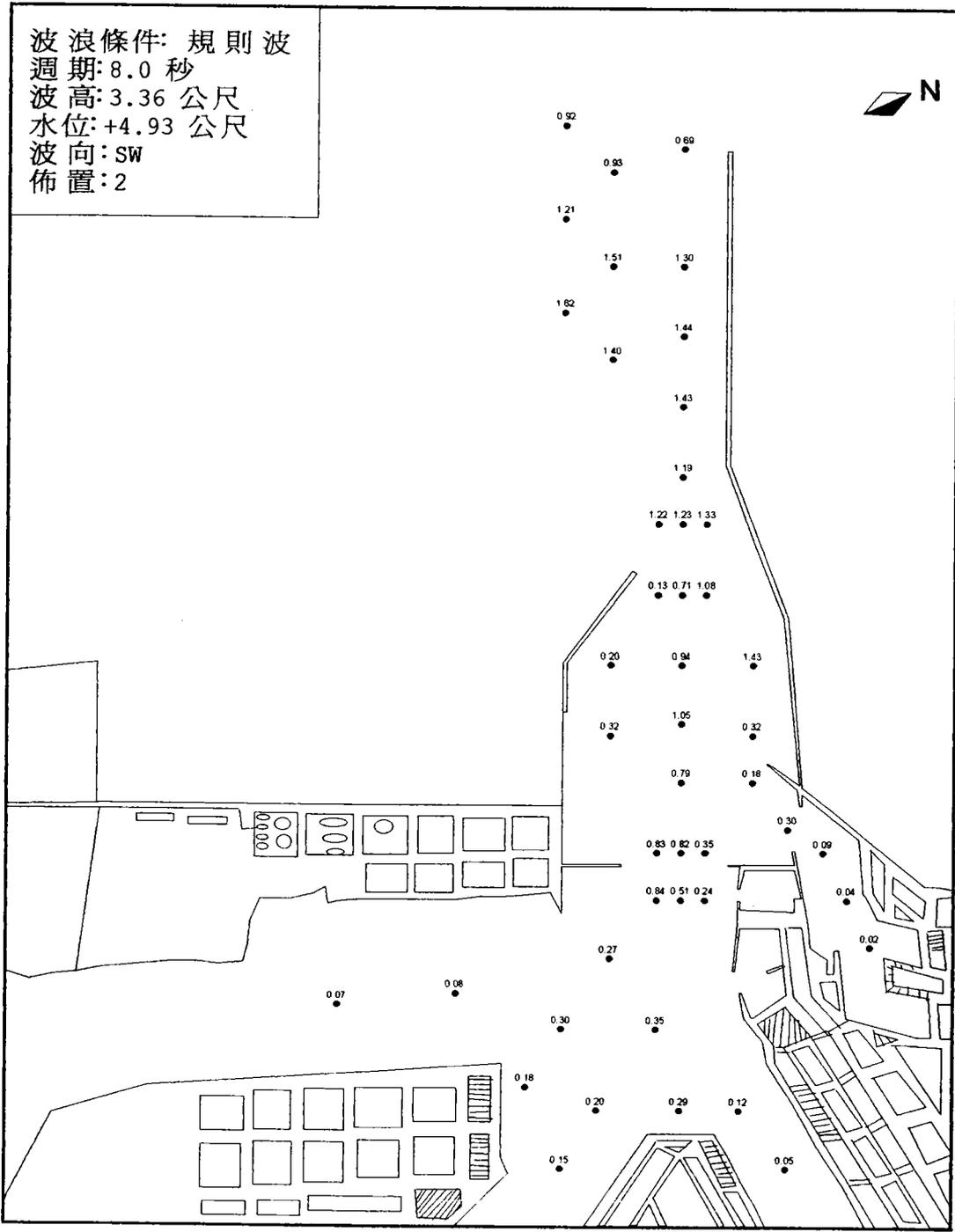


圖 1-179

波浪條件: 規則波  
 週期: 8.0 秒  
 波高: 3.12 公尺  
 水位: +4.93 公尺  
 波向: SW  
 佈置: 3

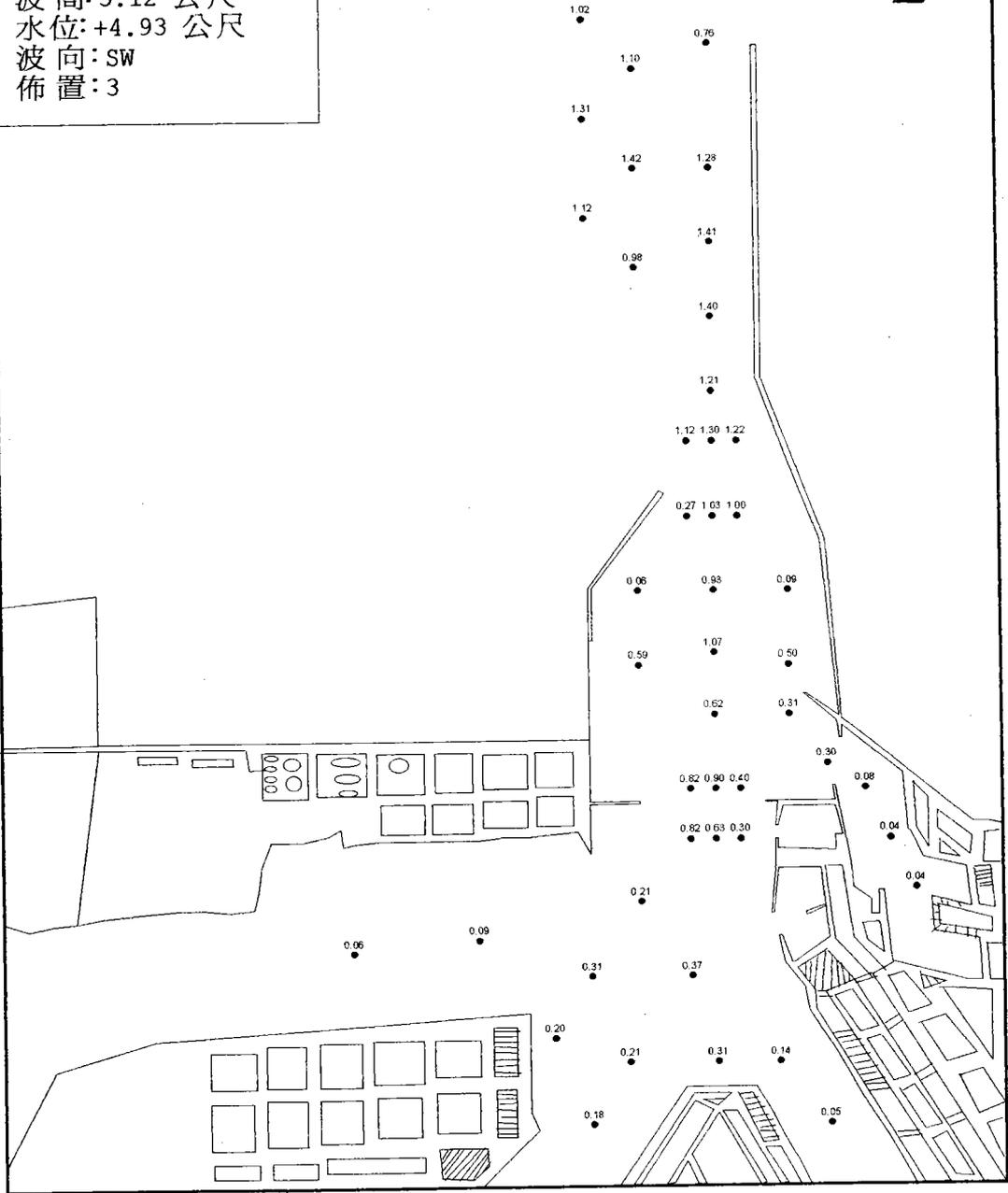


圖 1-180

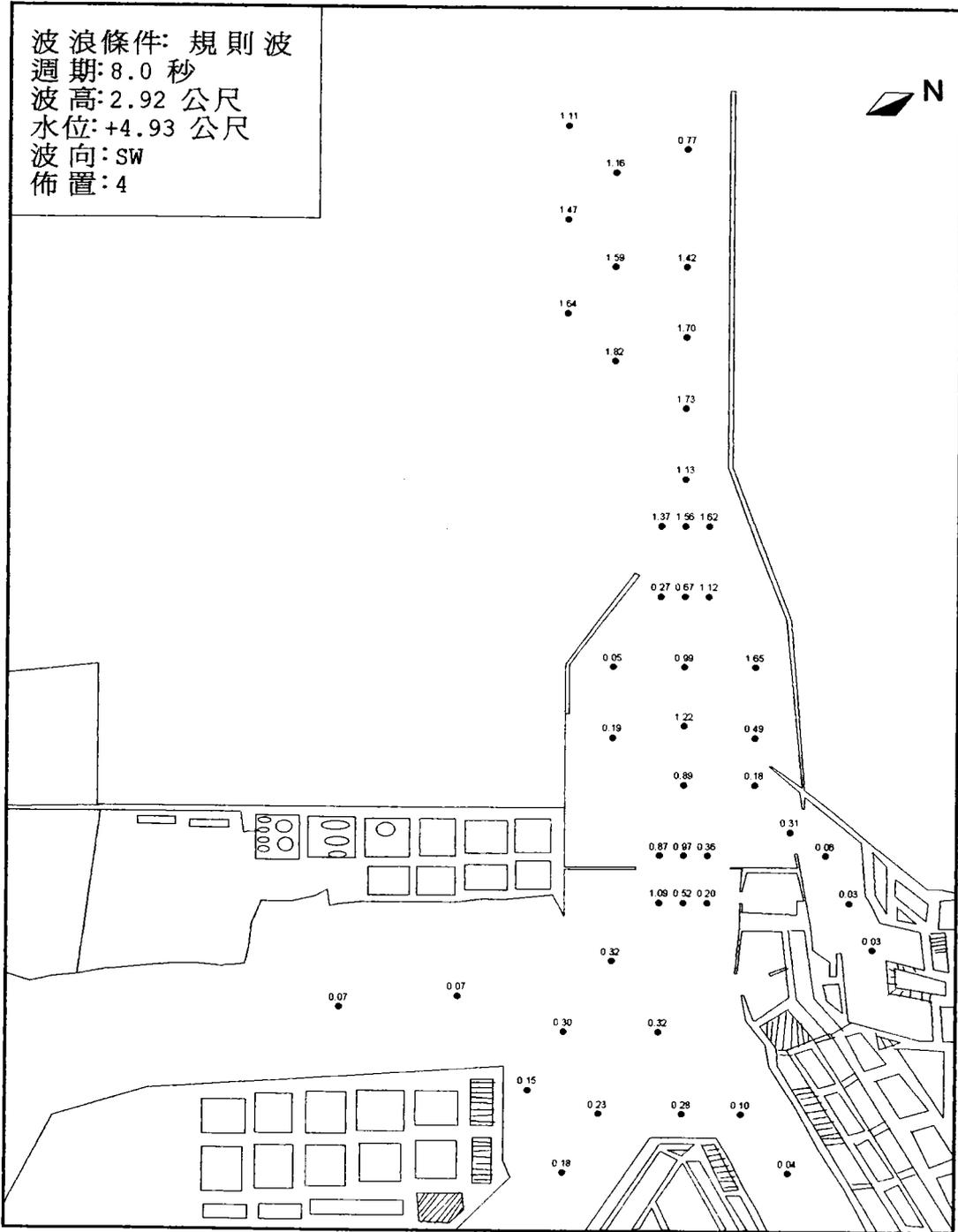


圖 1-181

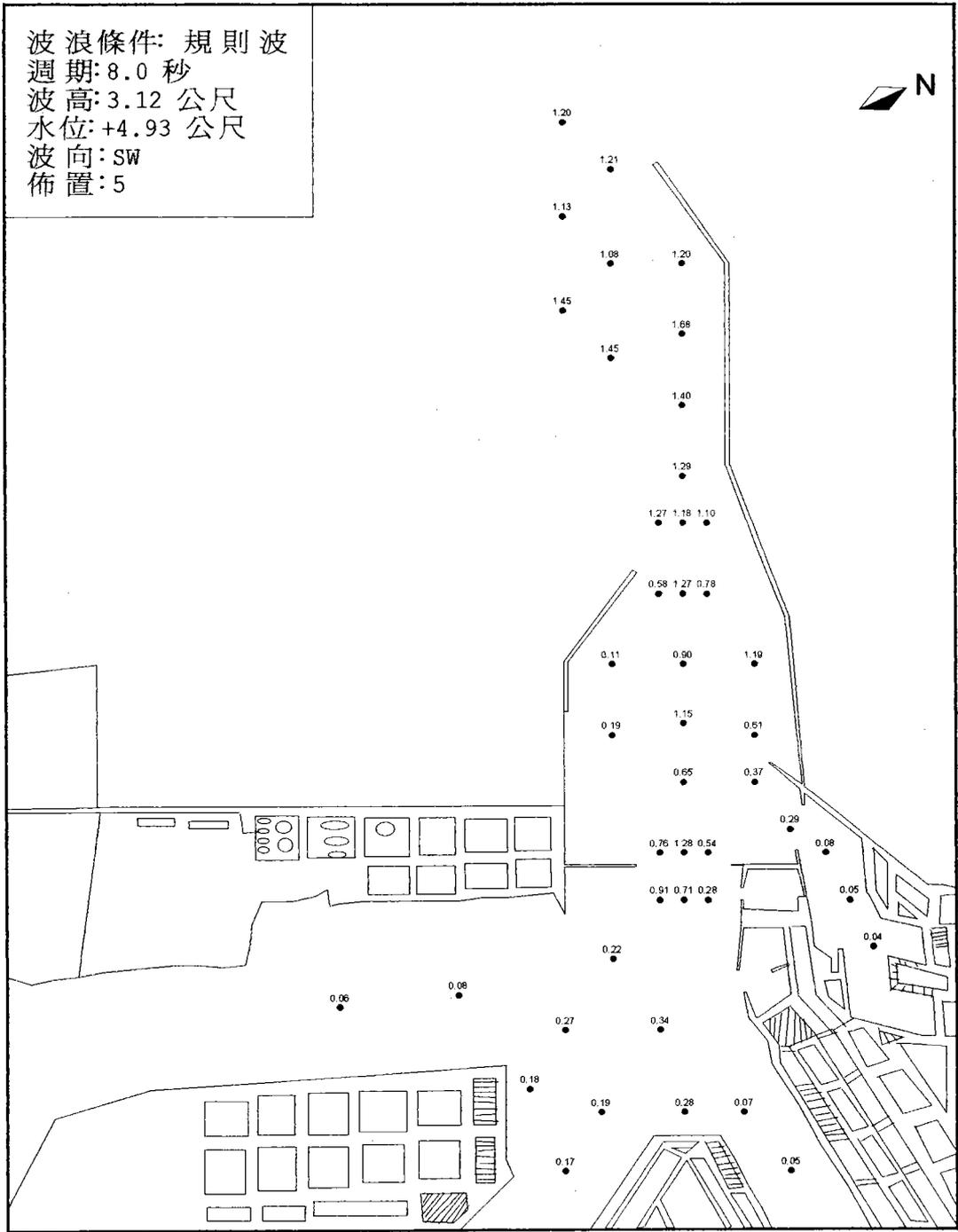


圖 1-182

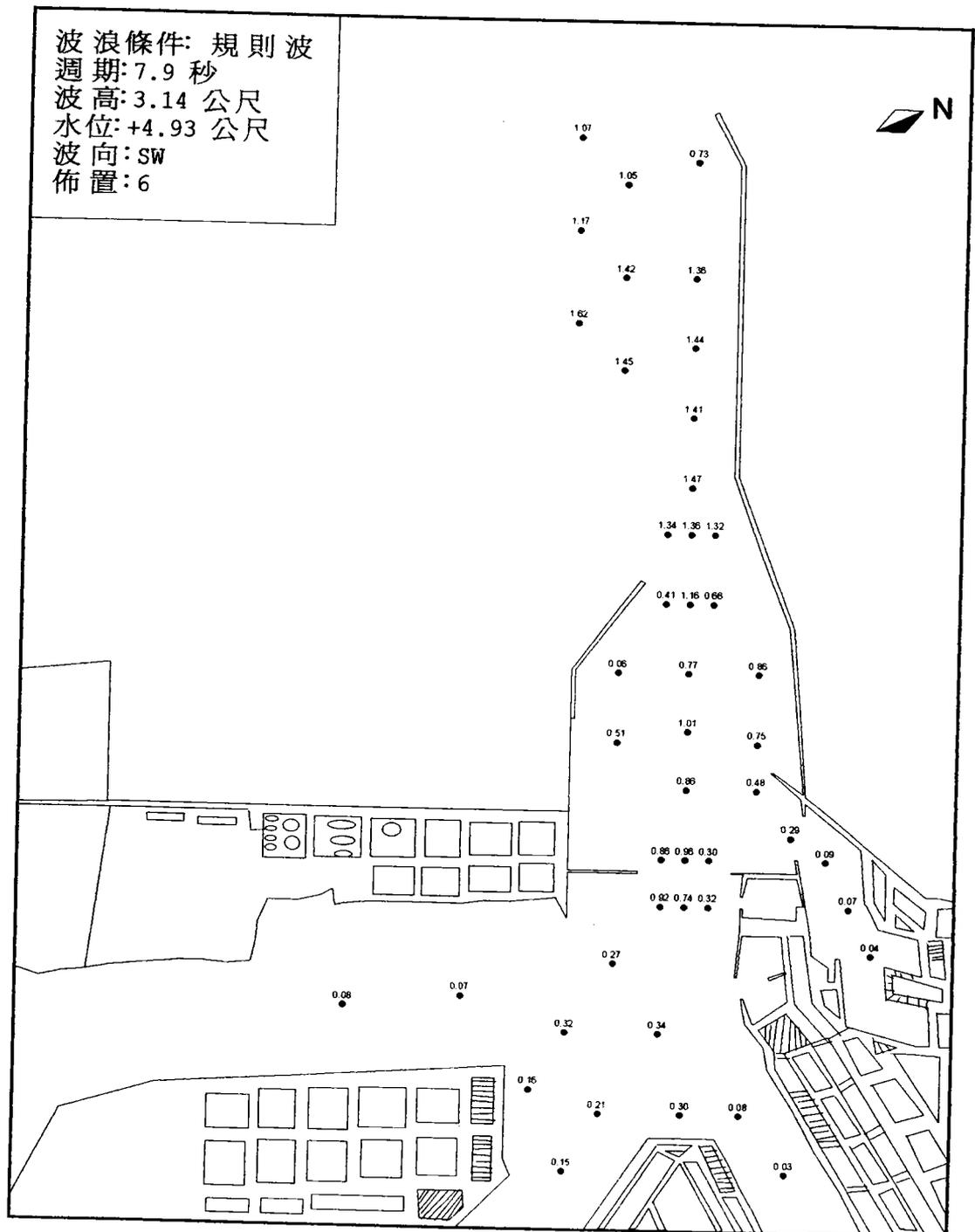


圖 1-183

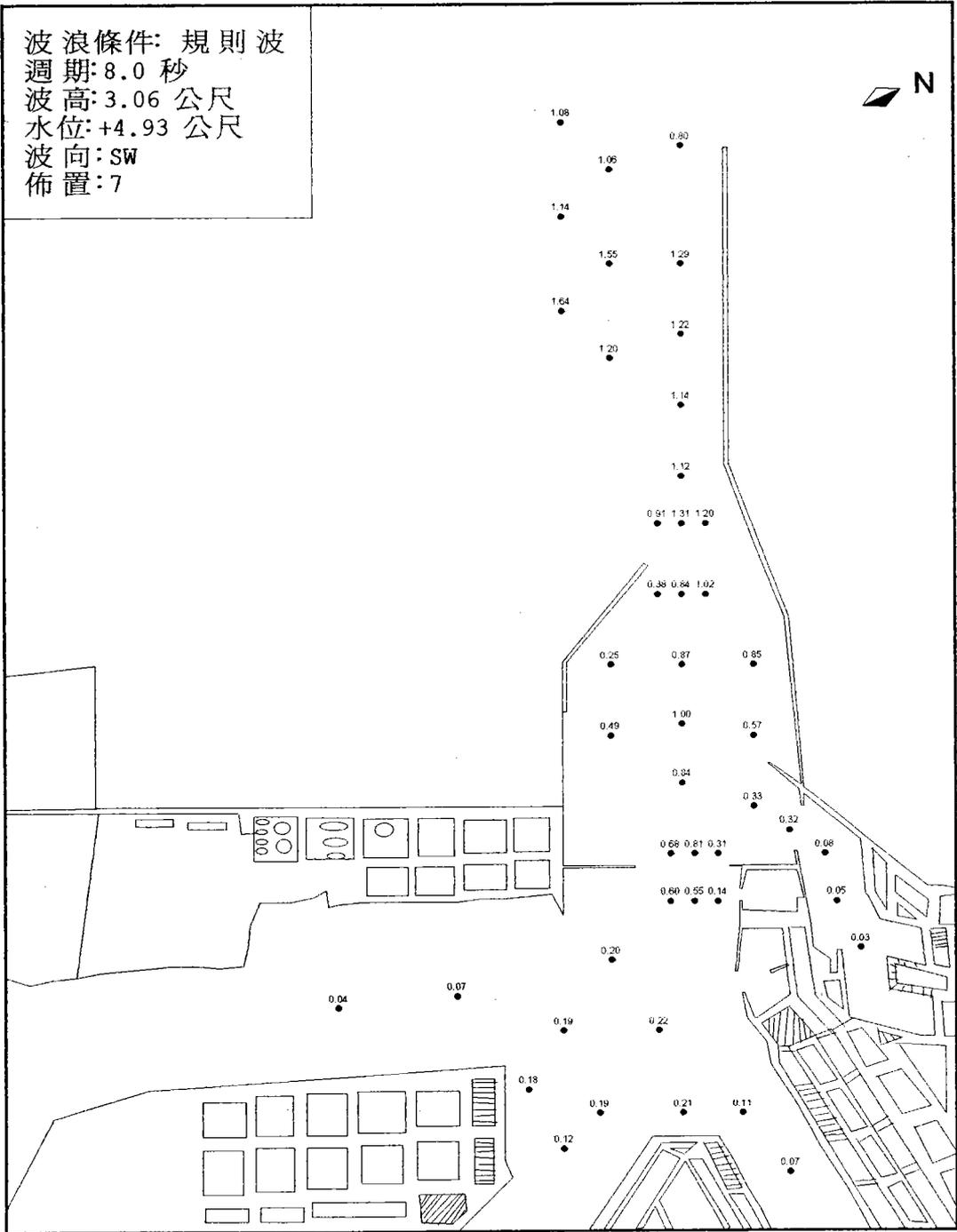


圖 1-184

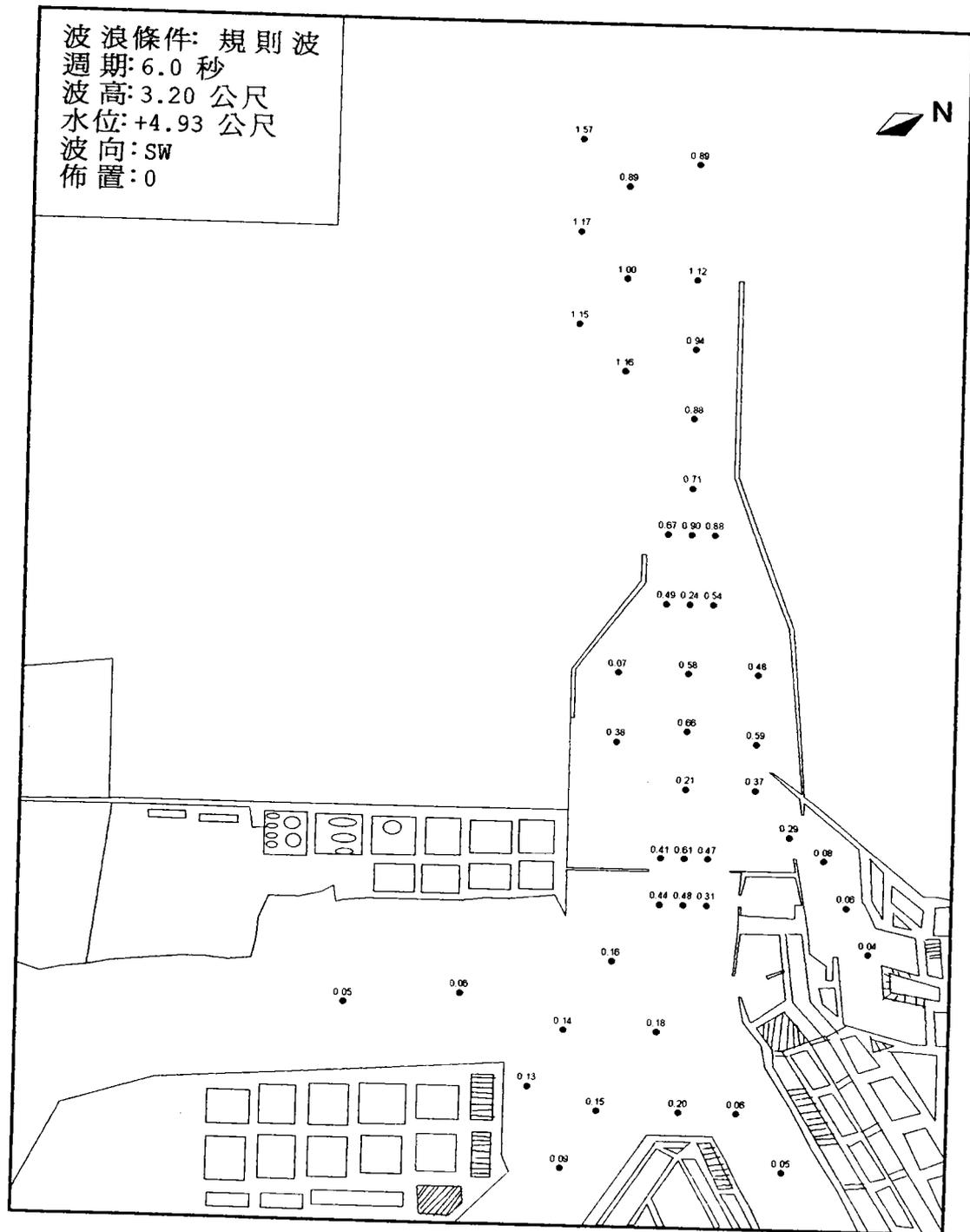


圖 1-185

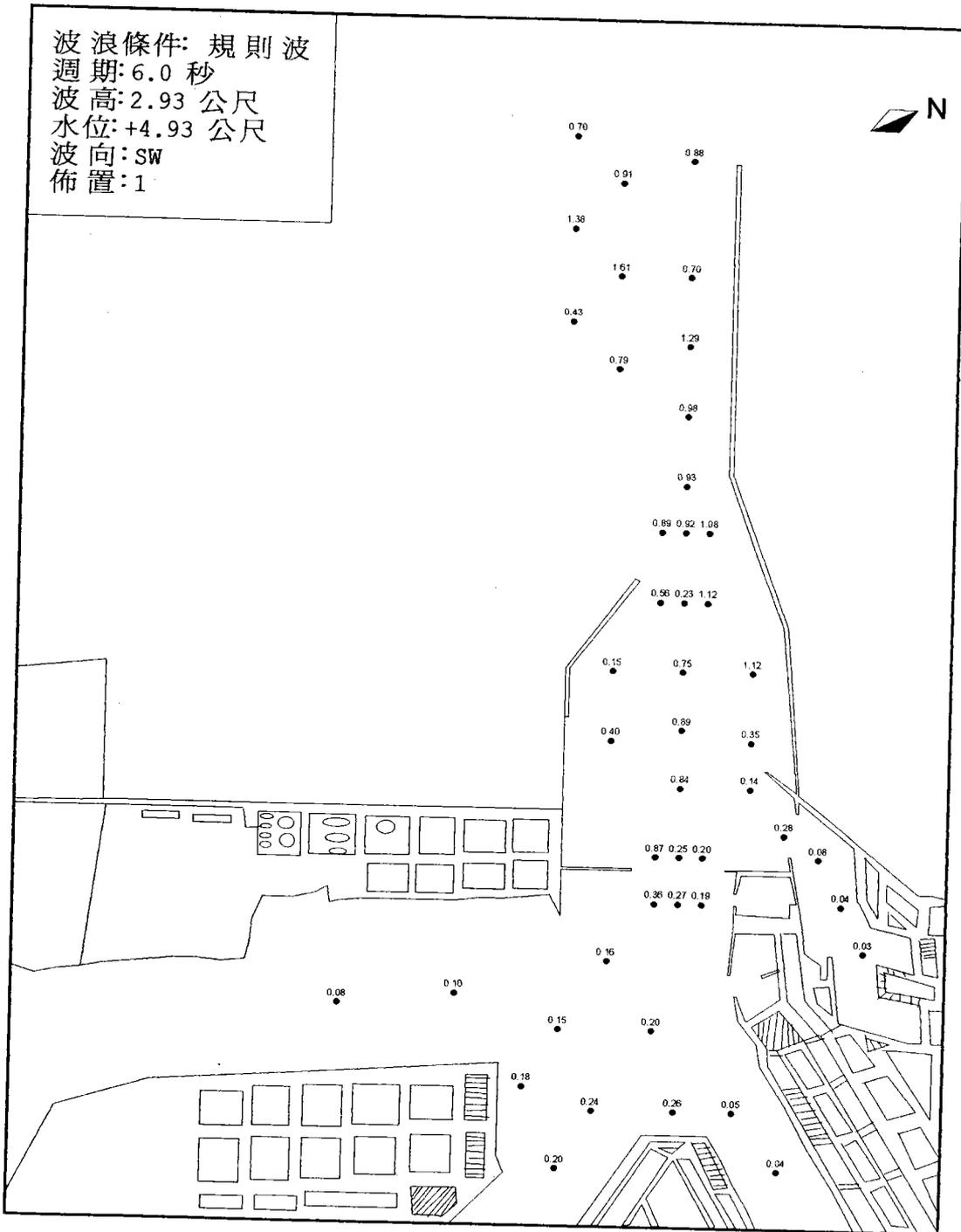


圖 1-186

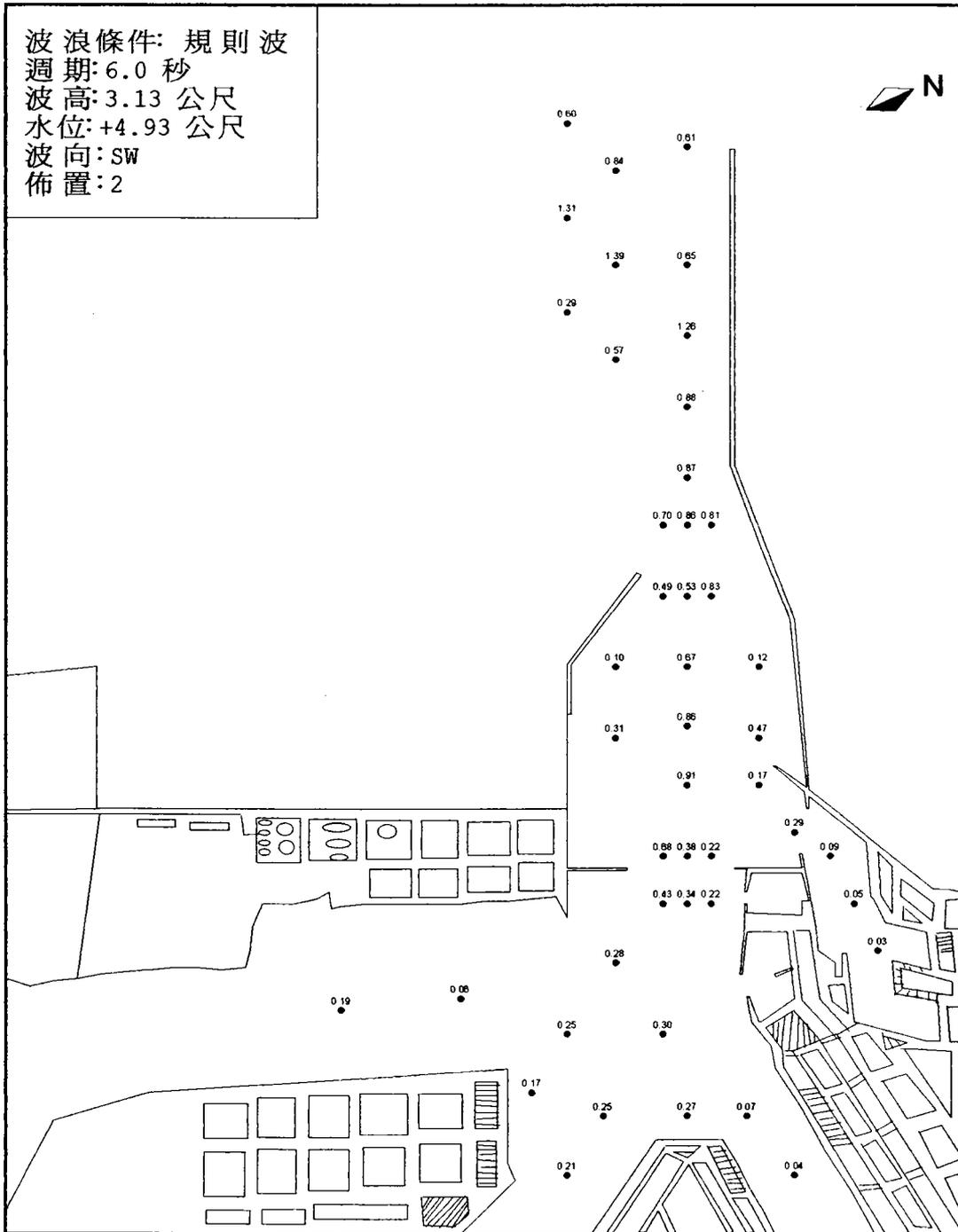


圖 1-187

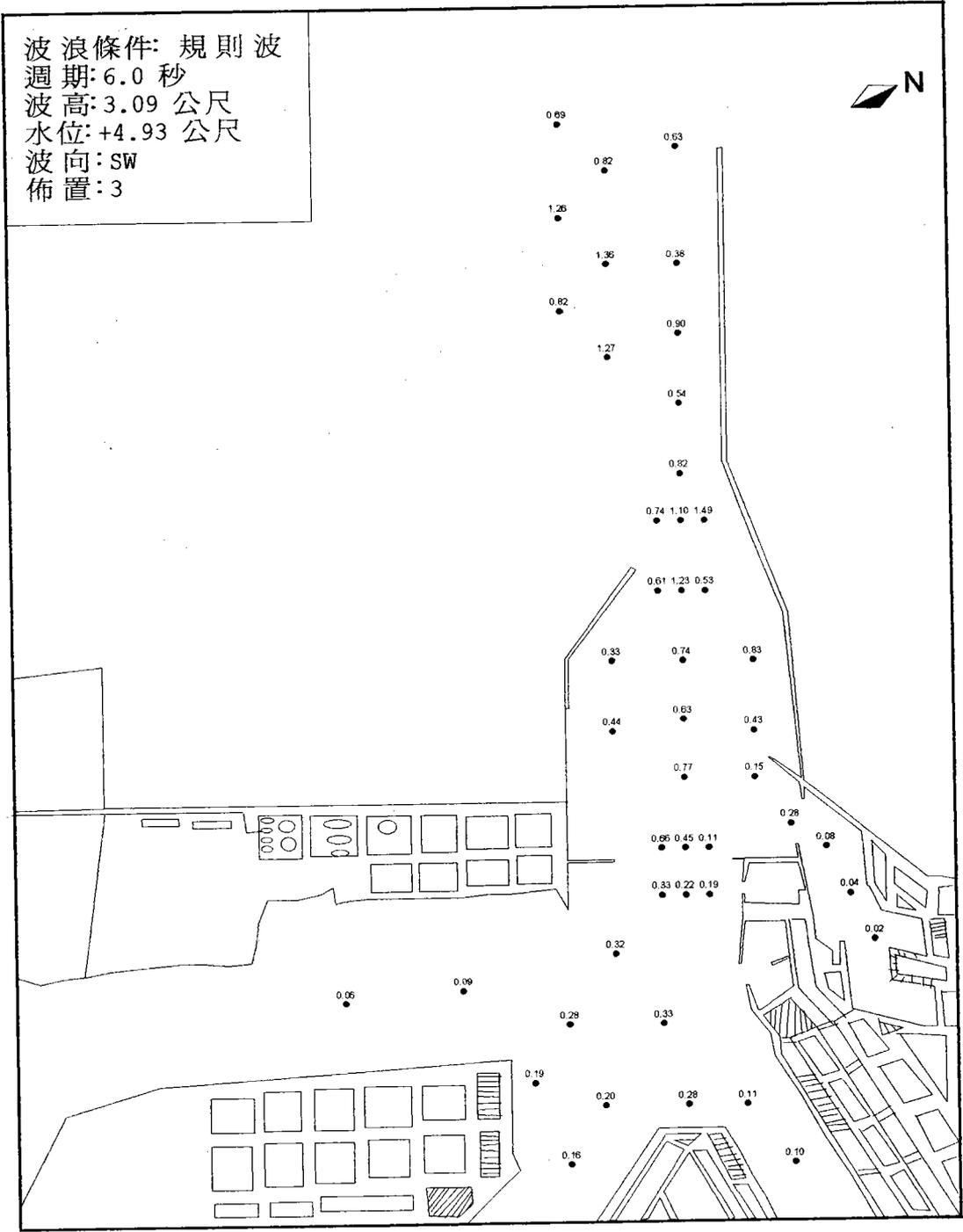


圖 1-188

波浪條件: 規則波  
 週期: 6.0 秒  
 波高: 3.20 公尺  
 水位: +4.93 公尺  
 波向: SW  
 佈置: 4

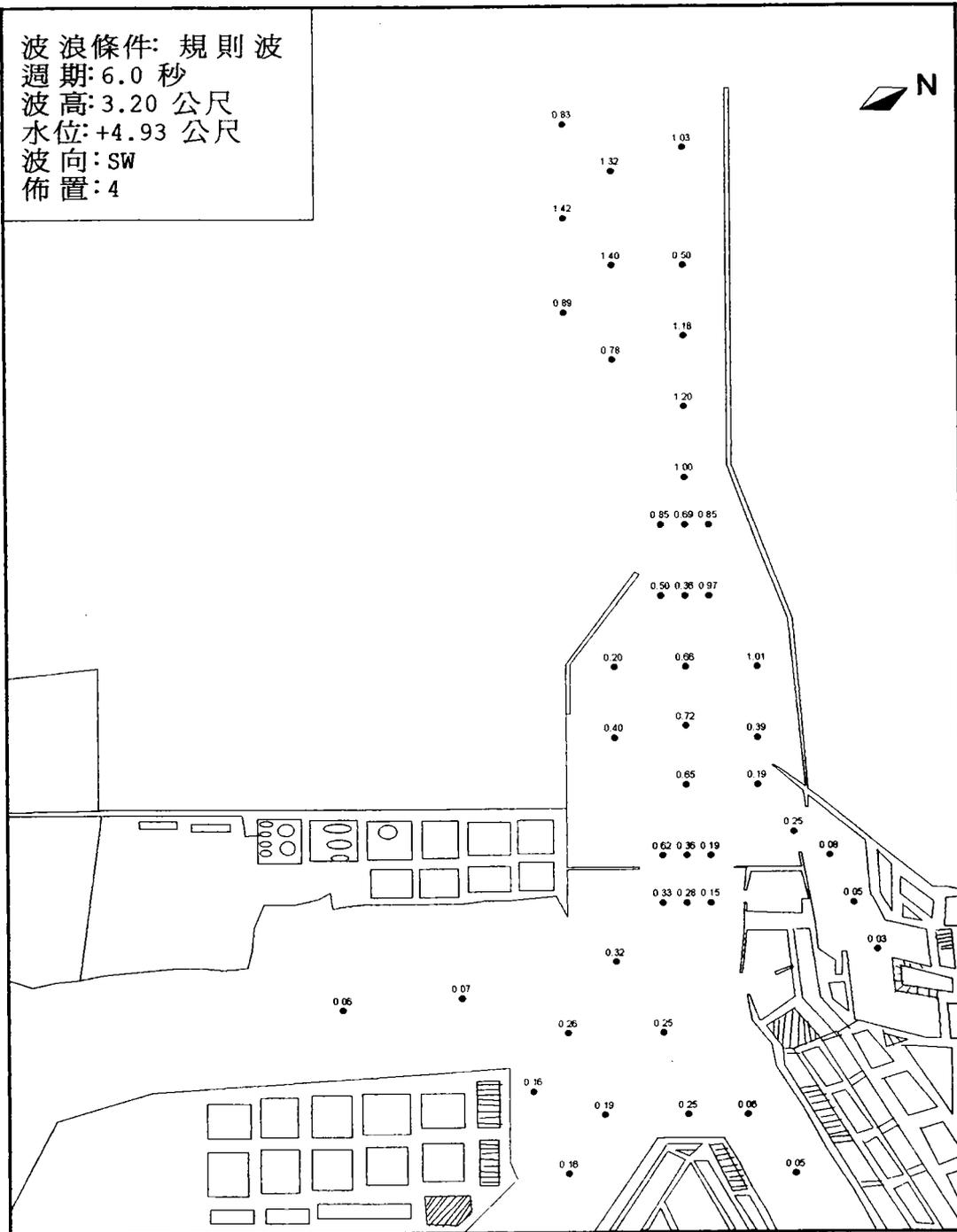


圖 1-189

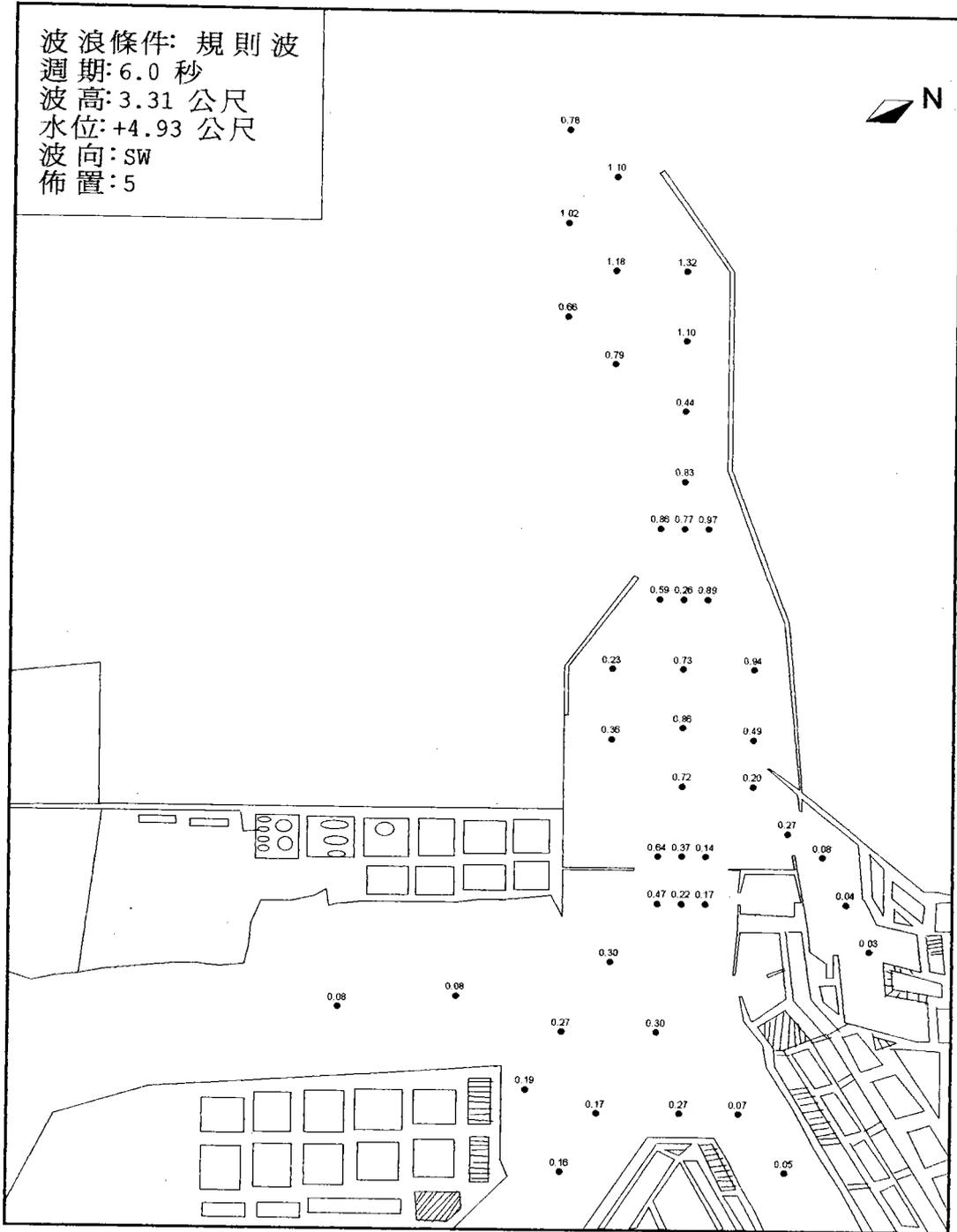


圖 1-190

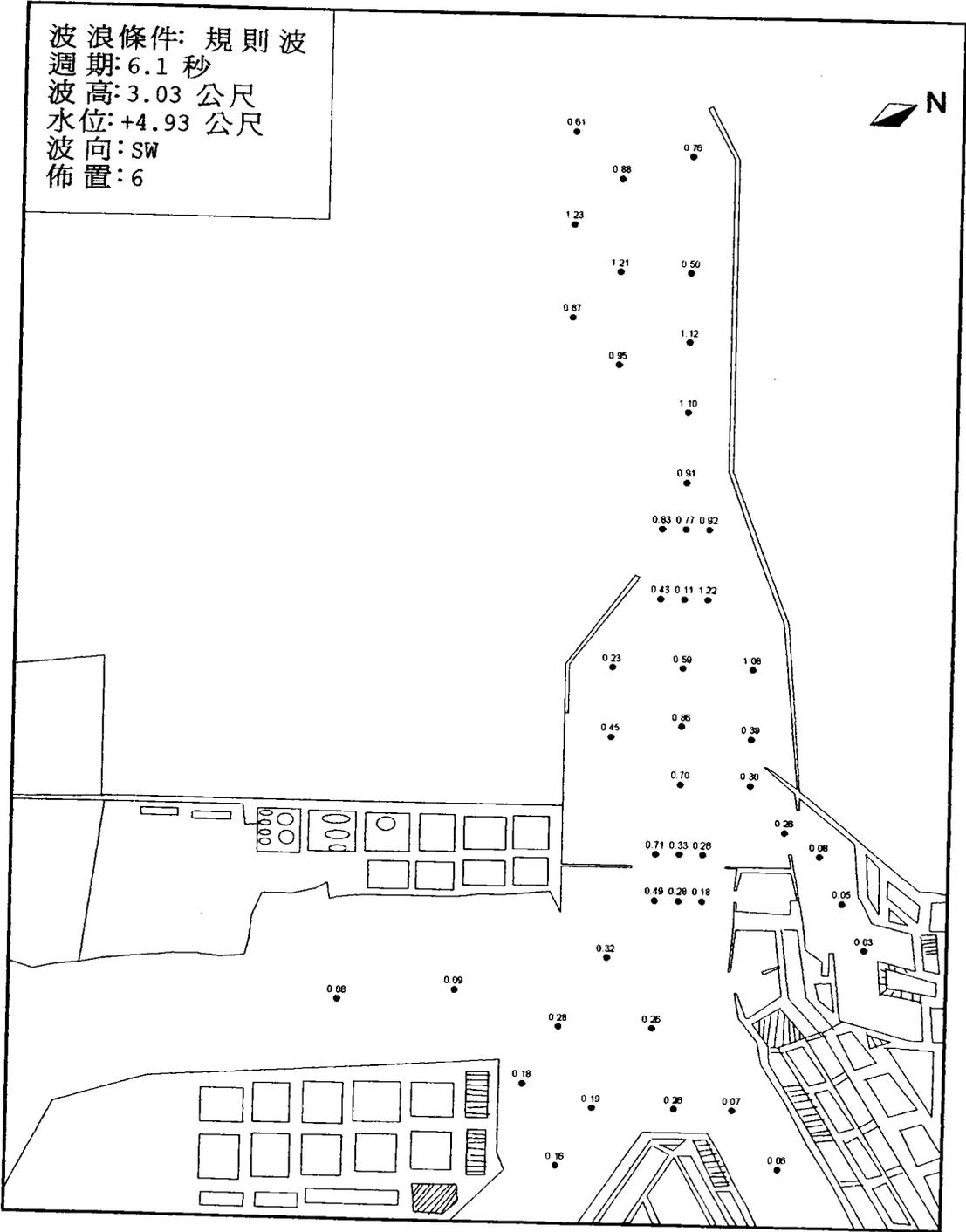


圖 1-191

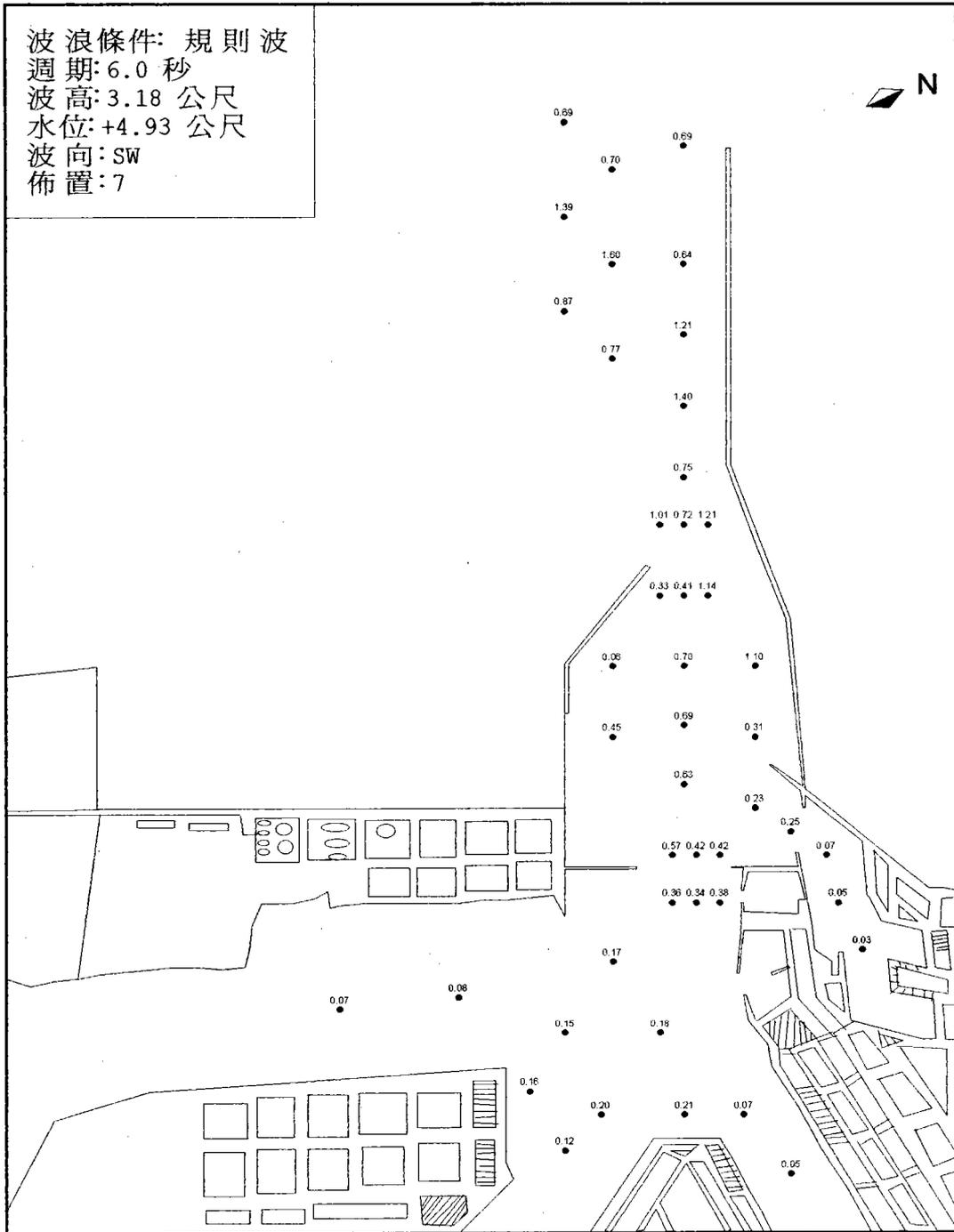


圖 1-192

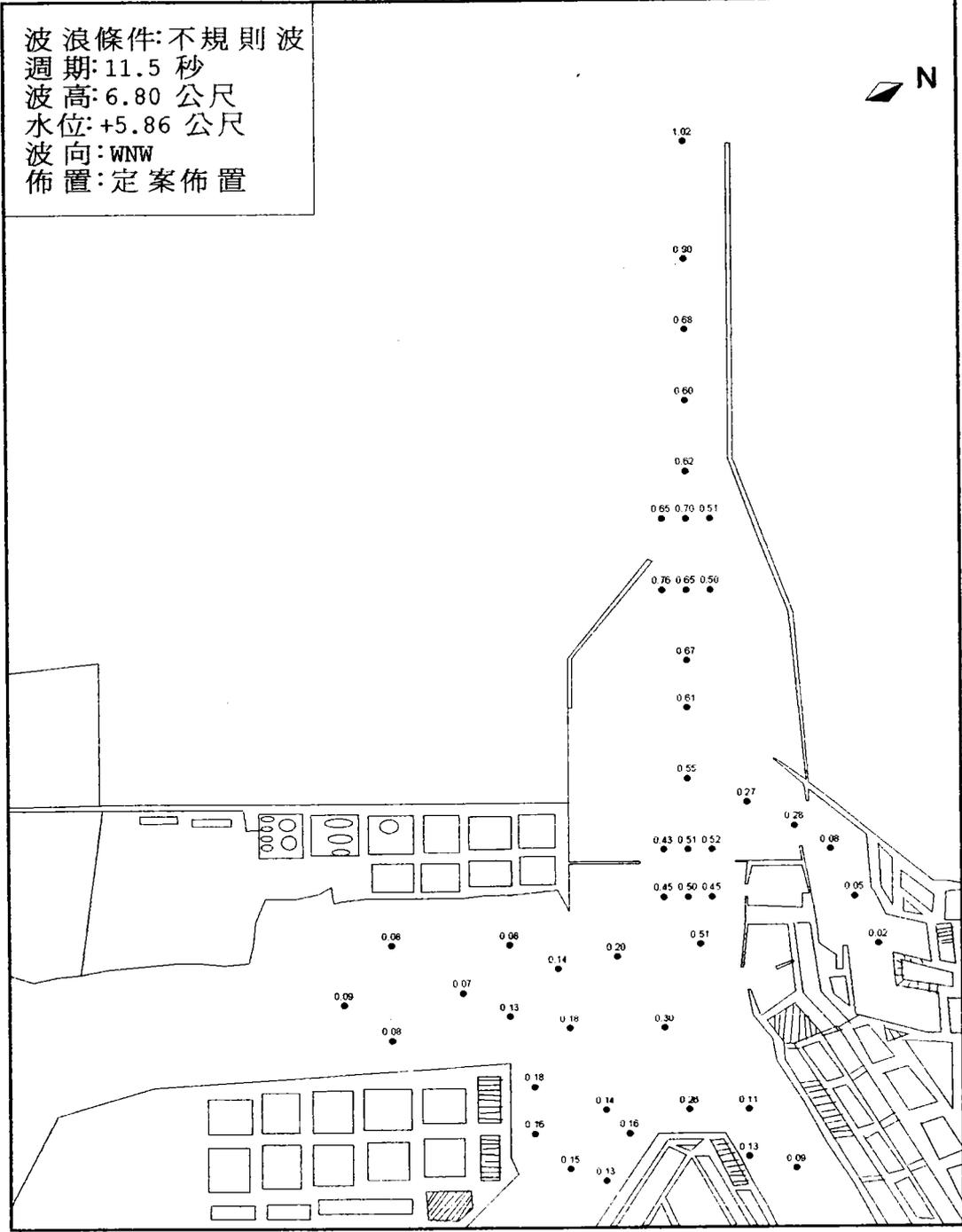


圖 2-1

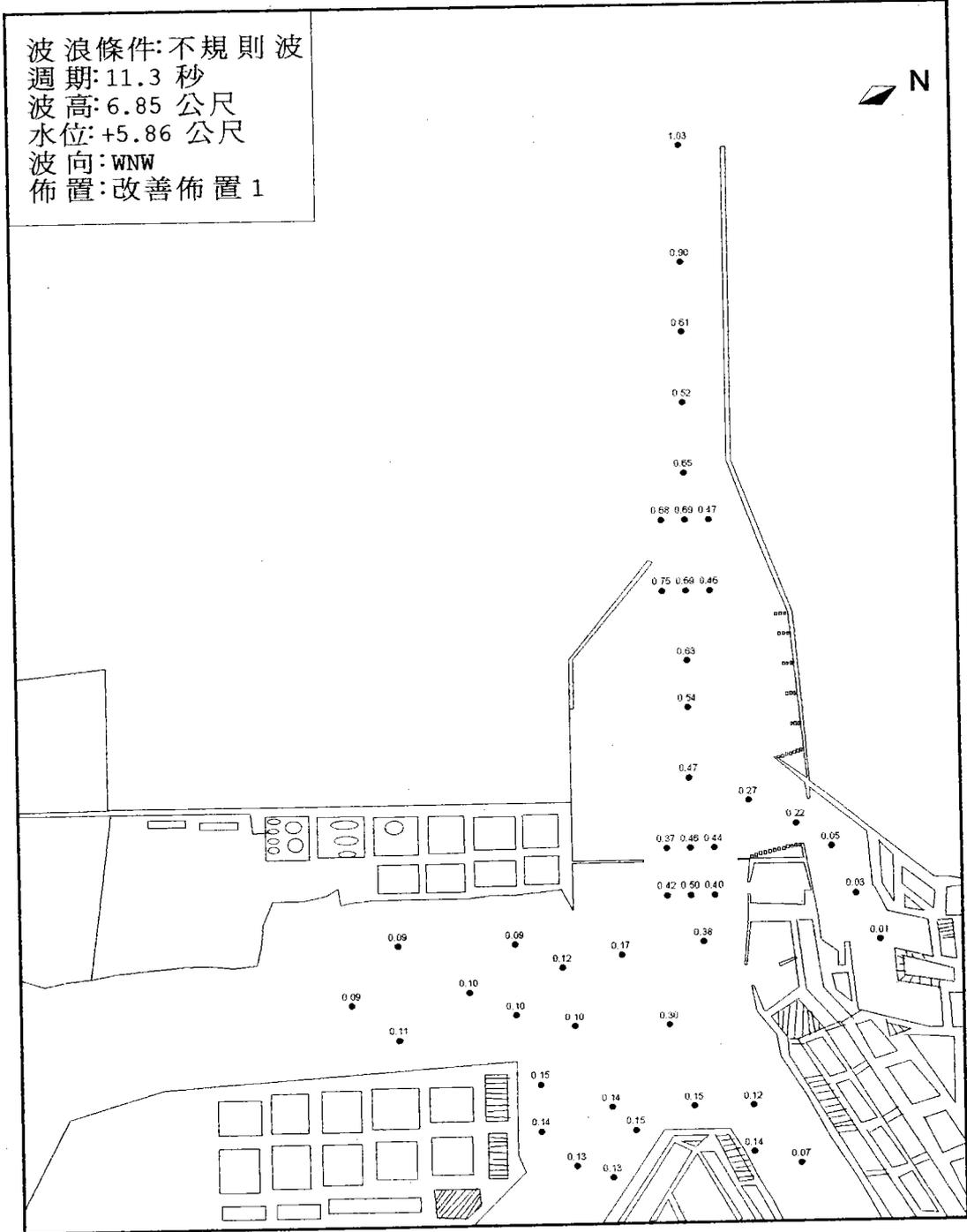


圖 2-2

波浪條件: 不規則波  
 週期: 11.4 秒  
 波高: 6.90 公尺  
 水位: +5.86 公尺  
 波向: WNW  
 佈置: 改善佈置 2

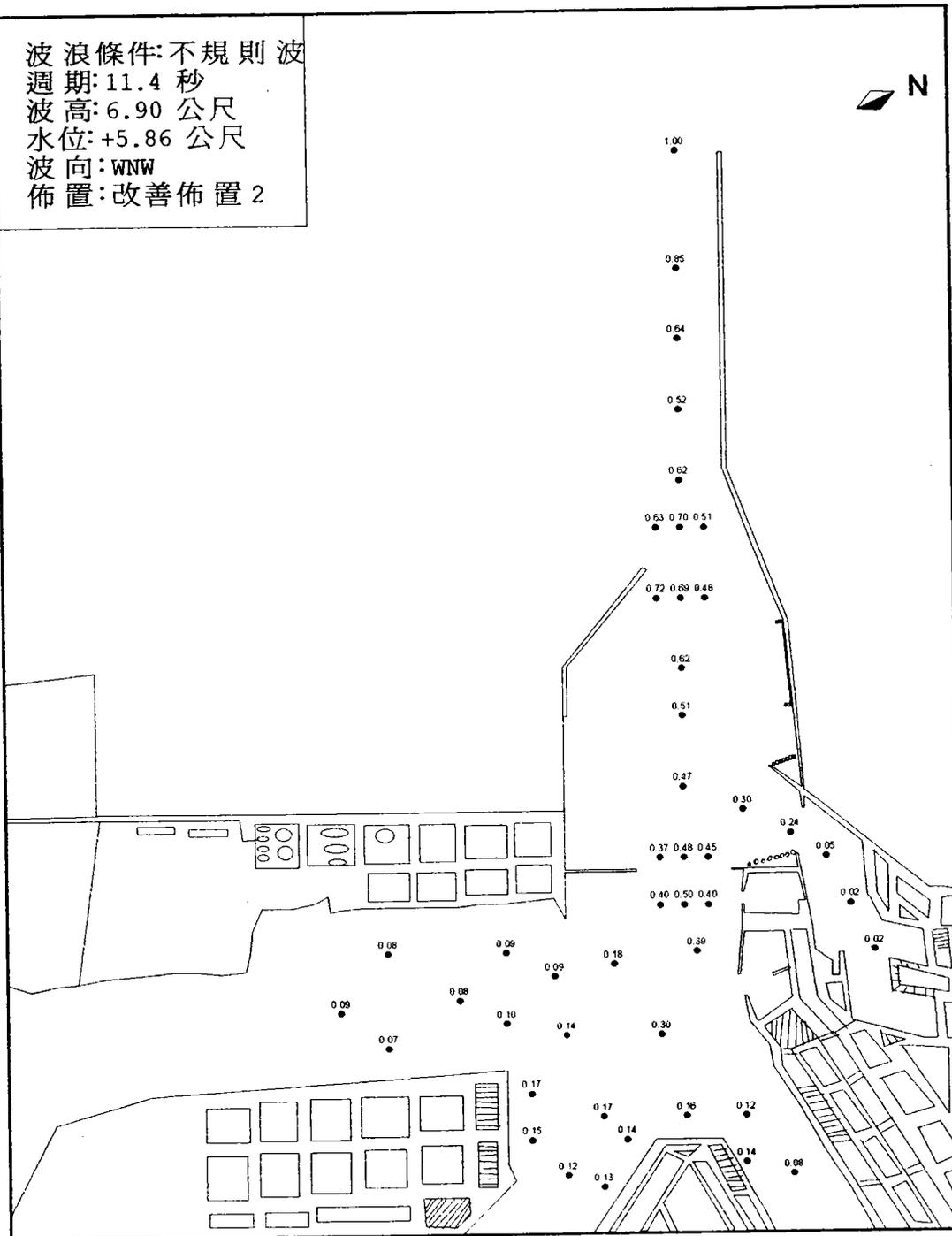


圖 2-3

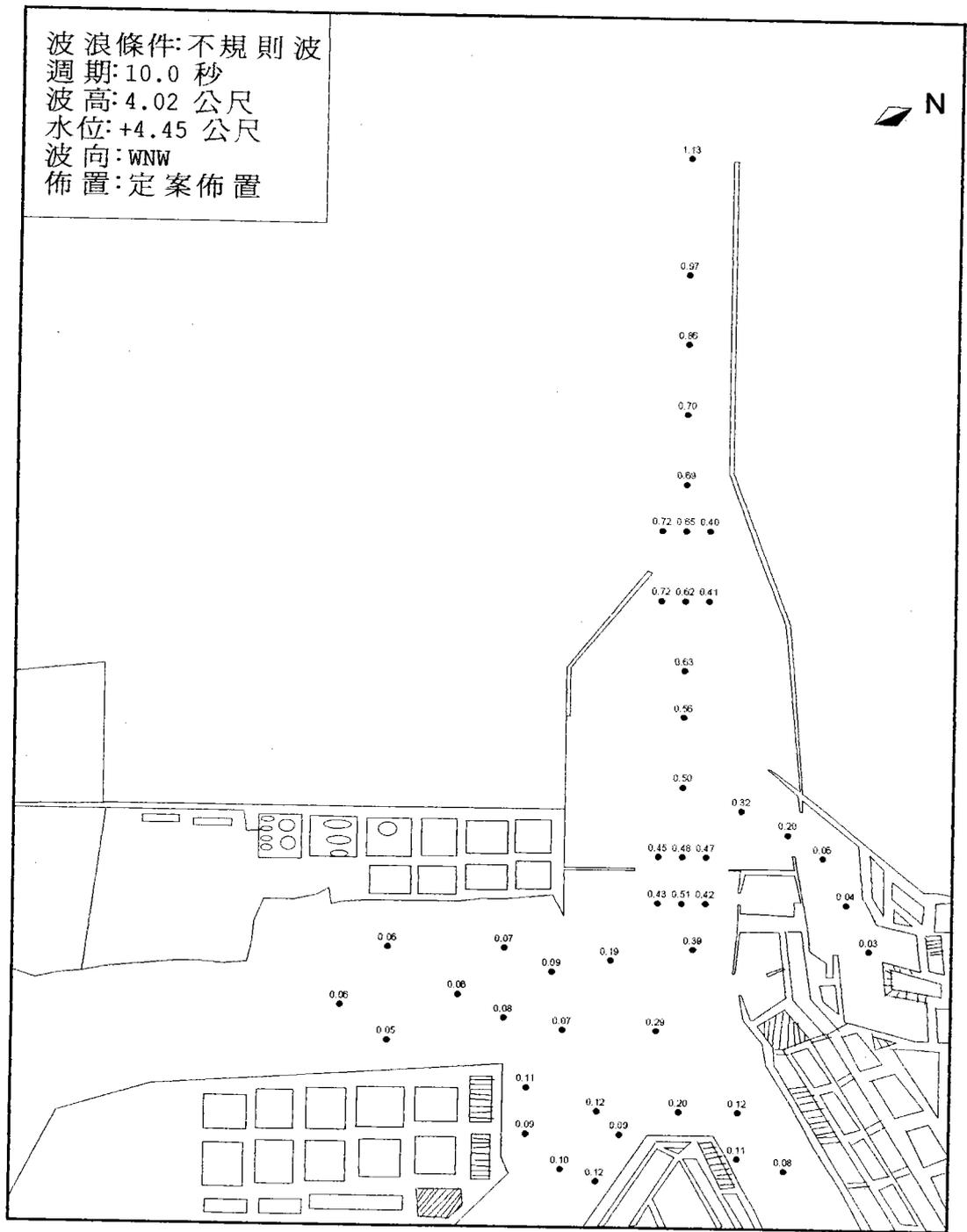


圖 2-4



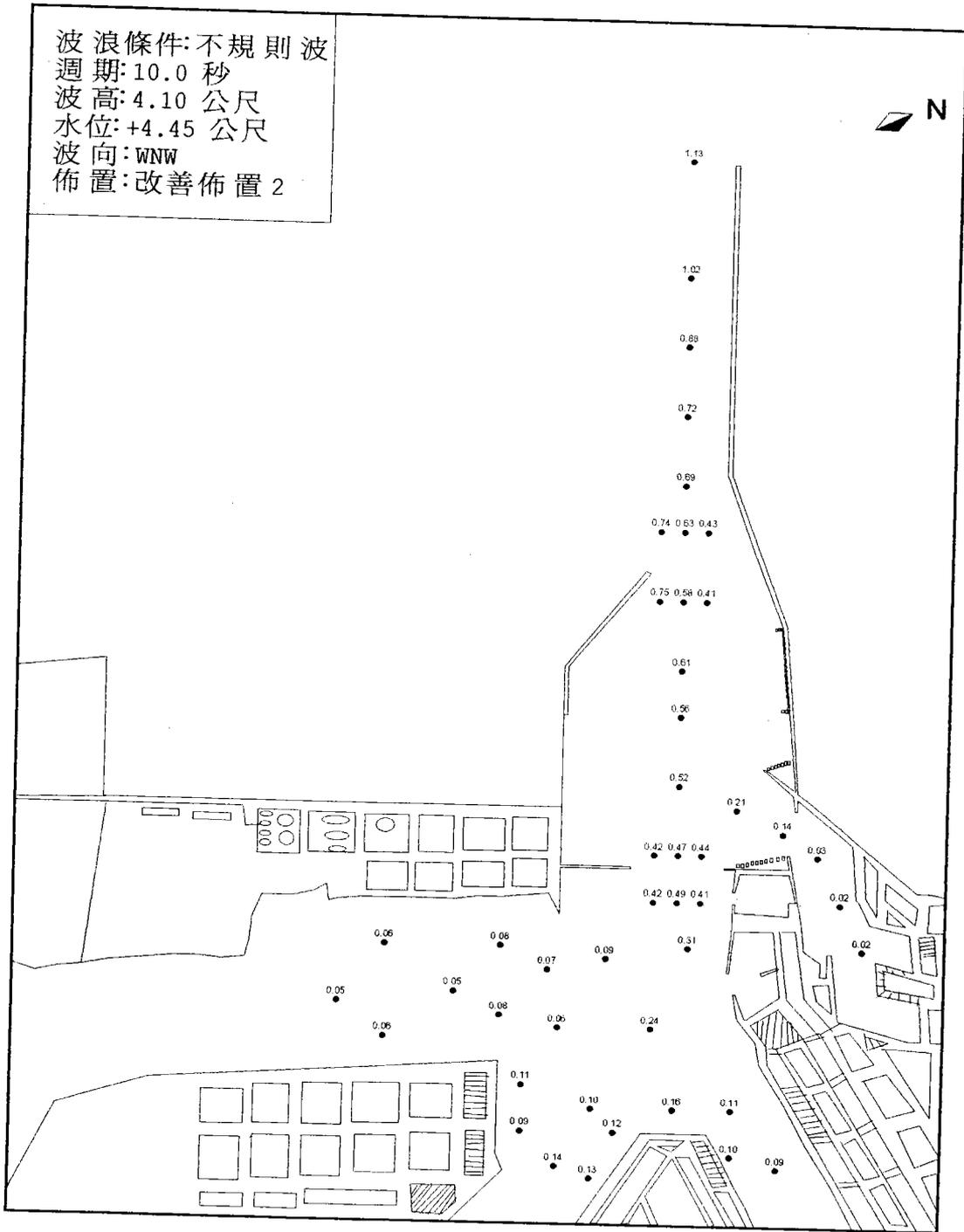


圖 2-6

波浪條件: 不規則波  
 週期: 8.1 秒  
 波高: 3.25 公尺  
 水位: +4.45 公尺  
 波向: WNW  
 佈置: 定案佈置

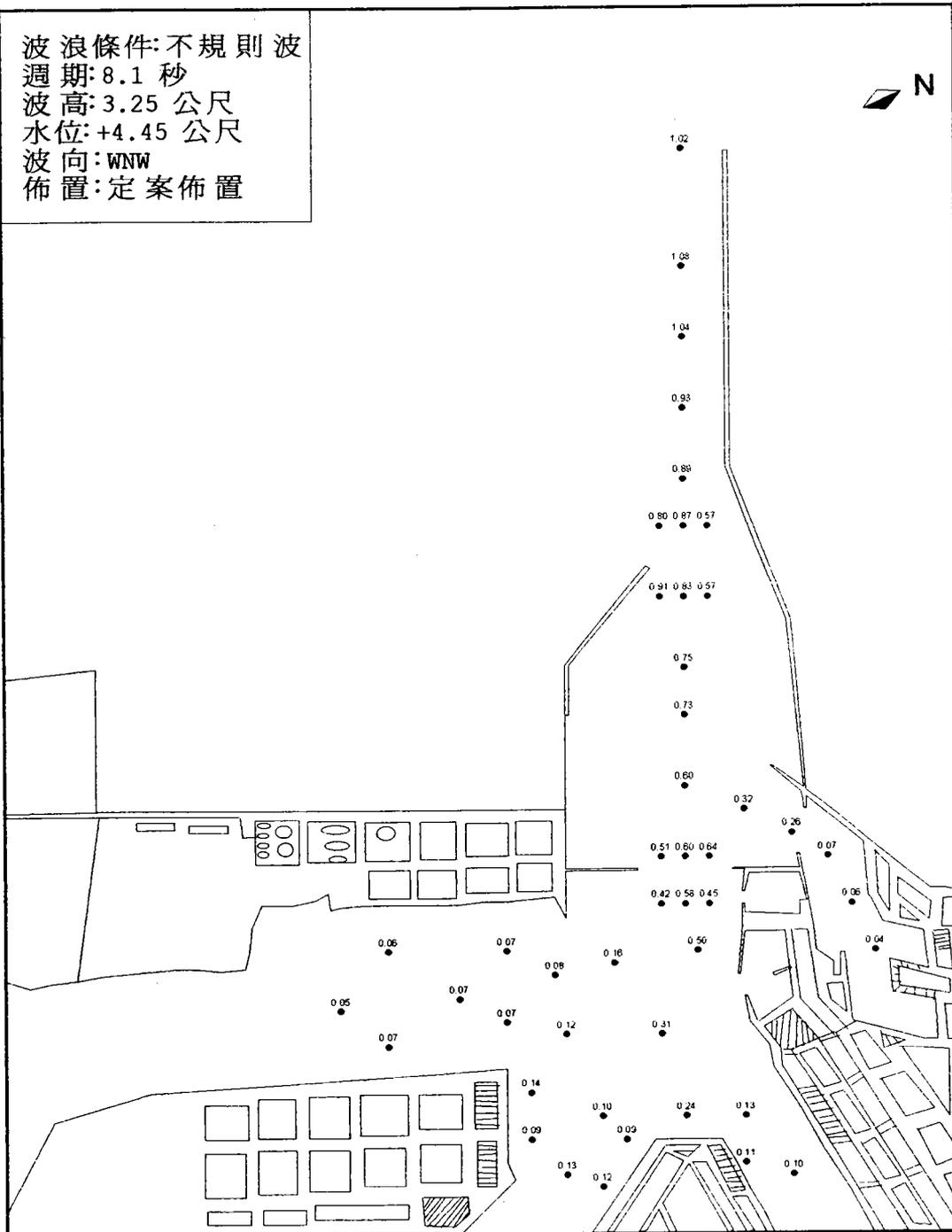


圖 2-7

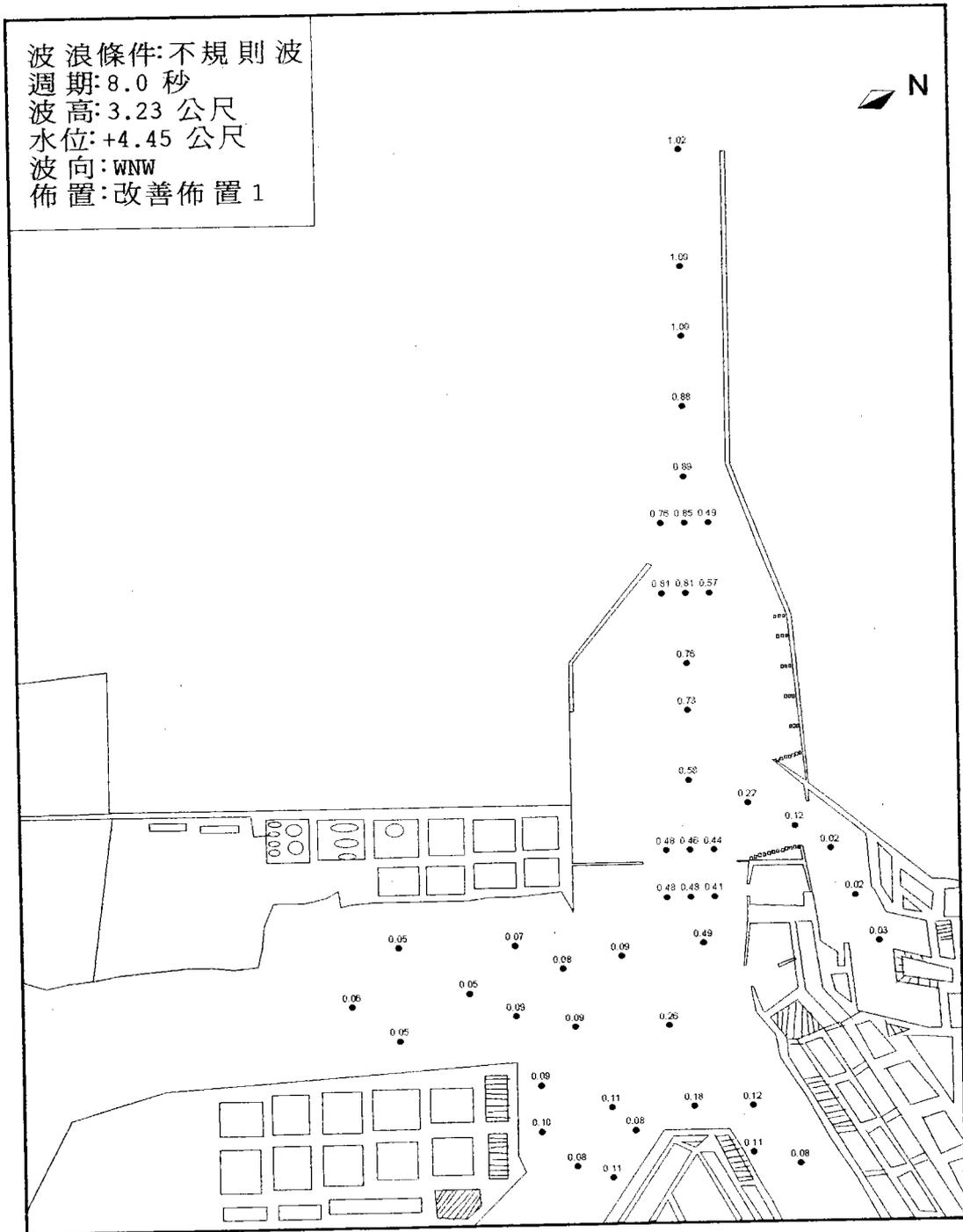


圖 2-8

波浪條件: 不規則波  
 週期: 8.2 秒  
 波高: 3.34 公尺  
 水位: +4.45 公尺  
 波向: WNW  
 佈置: 改善佈置 2

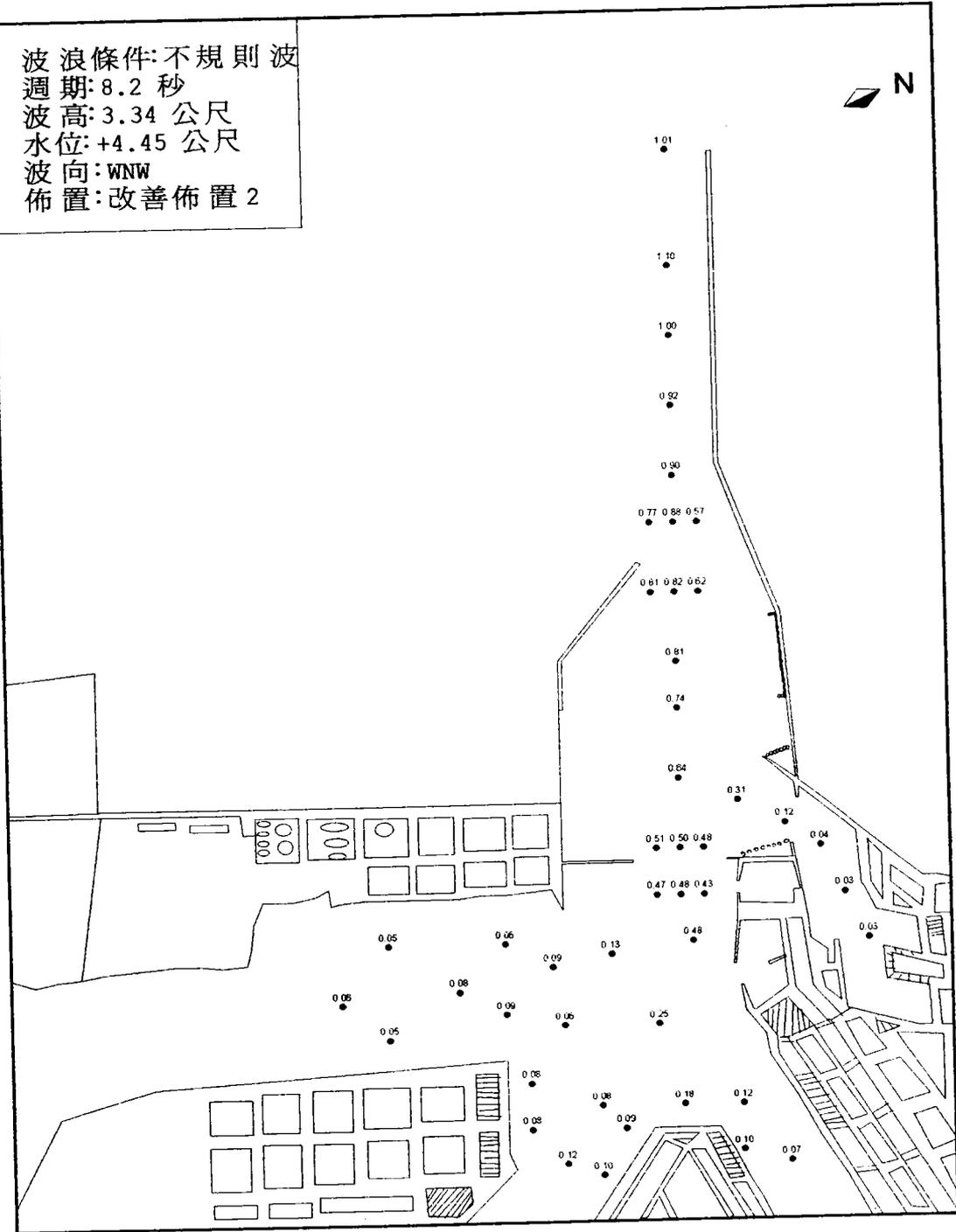


圖 2-9

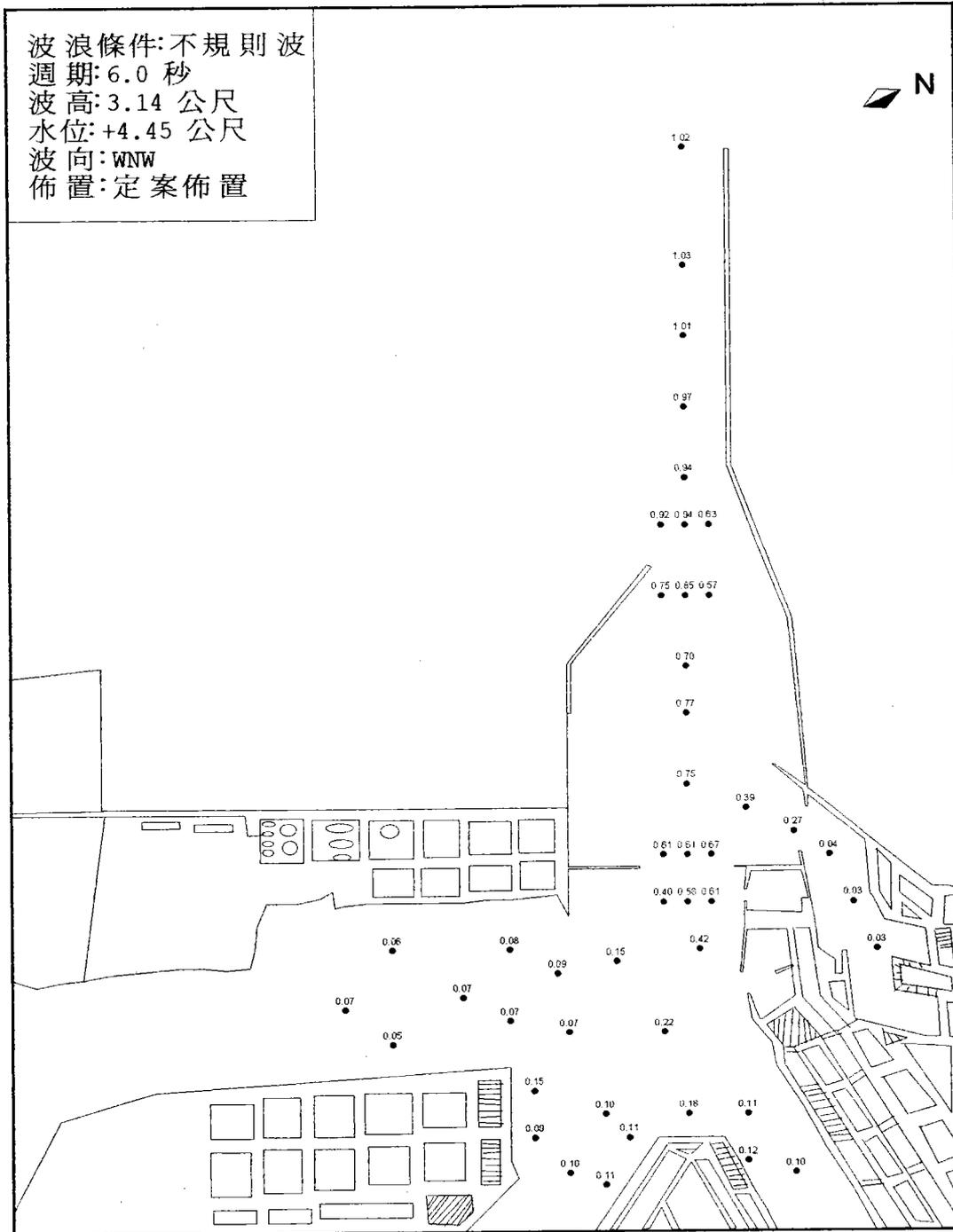


圖 2-10

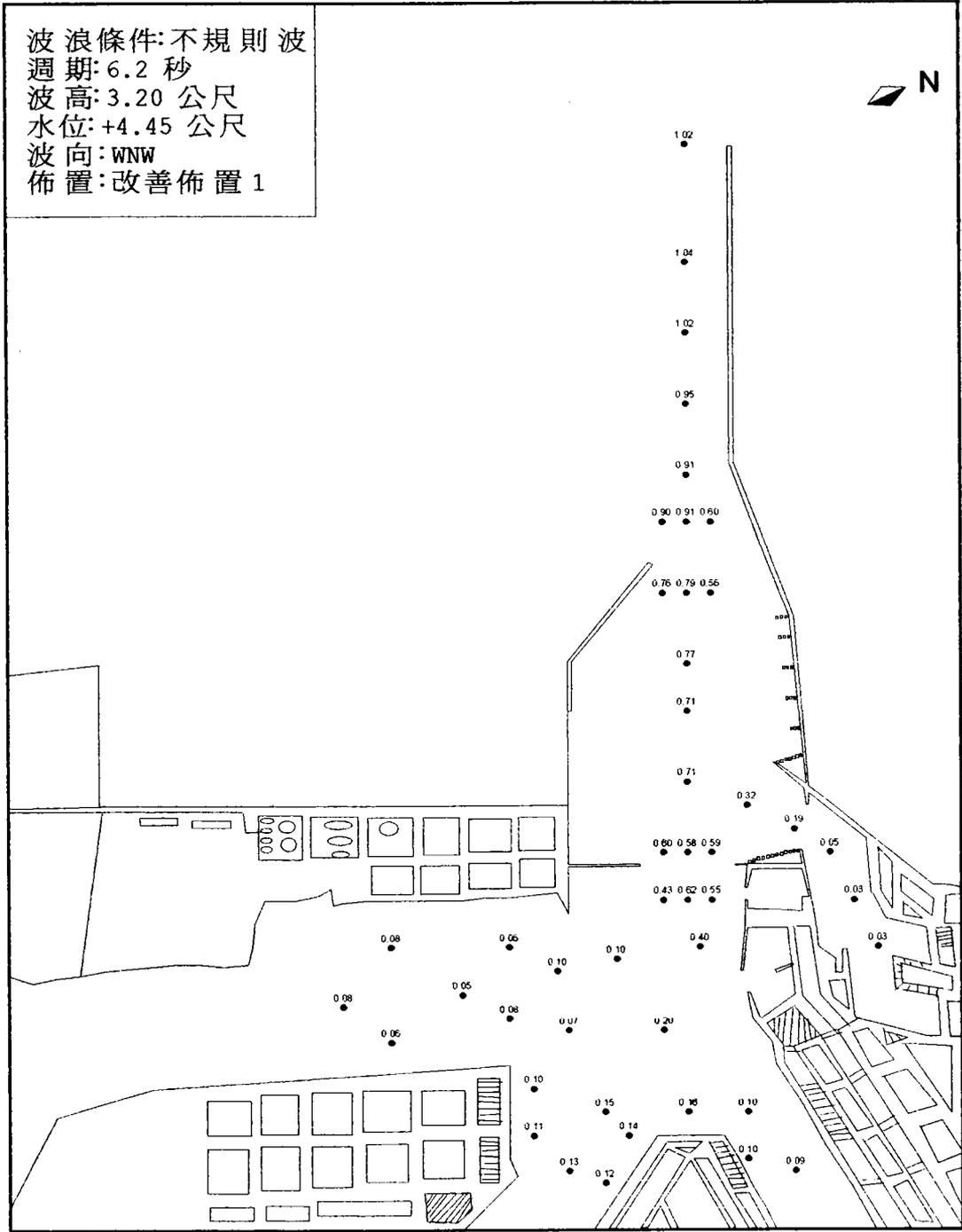


圖 2-11

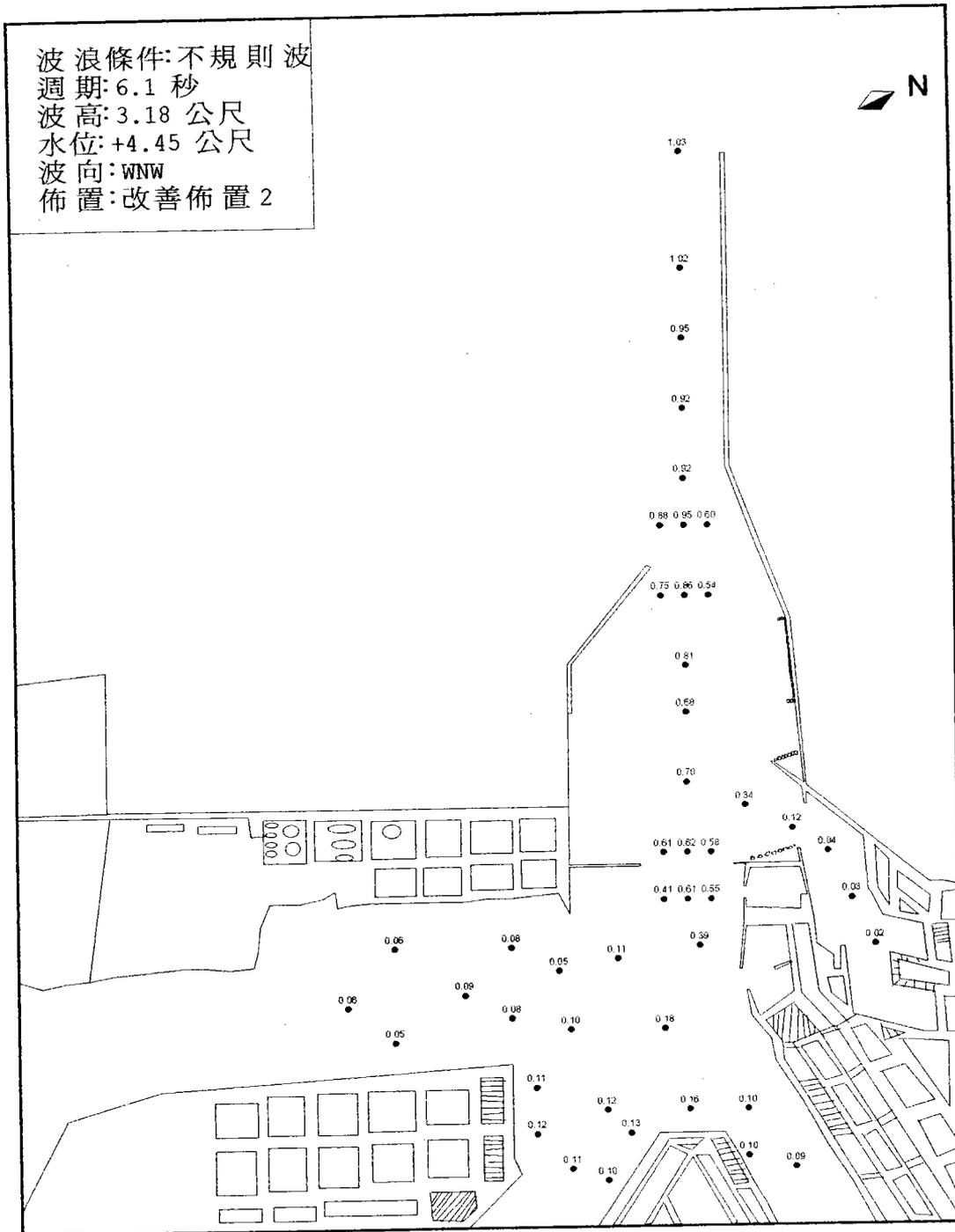


圖 2-12

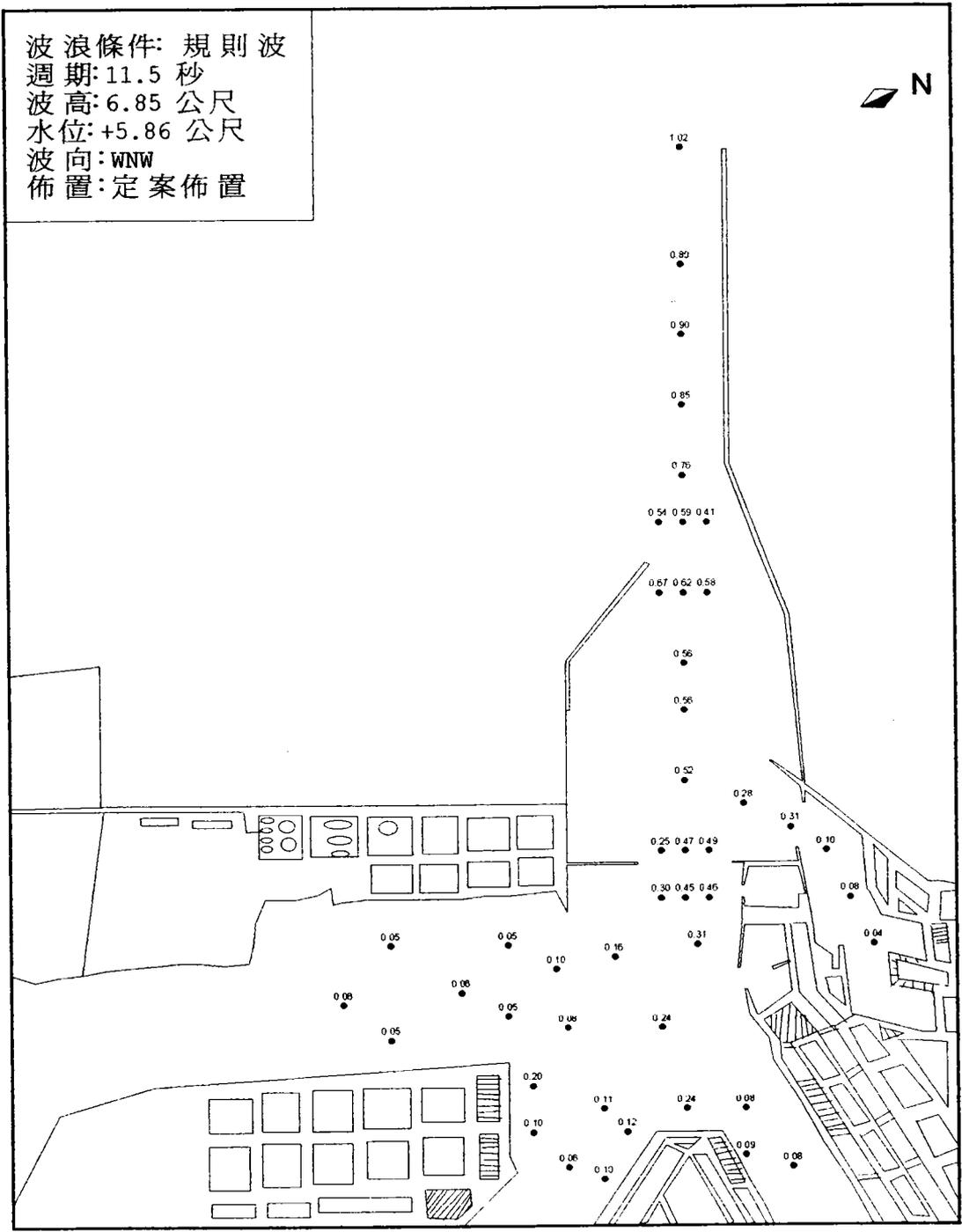


圖 2-13

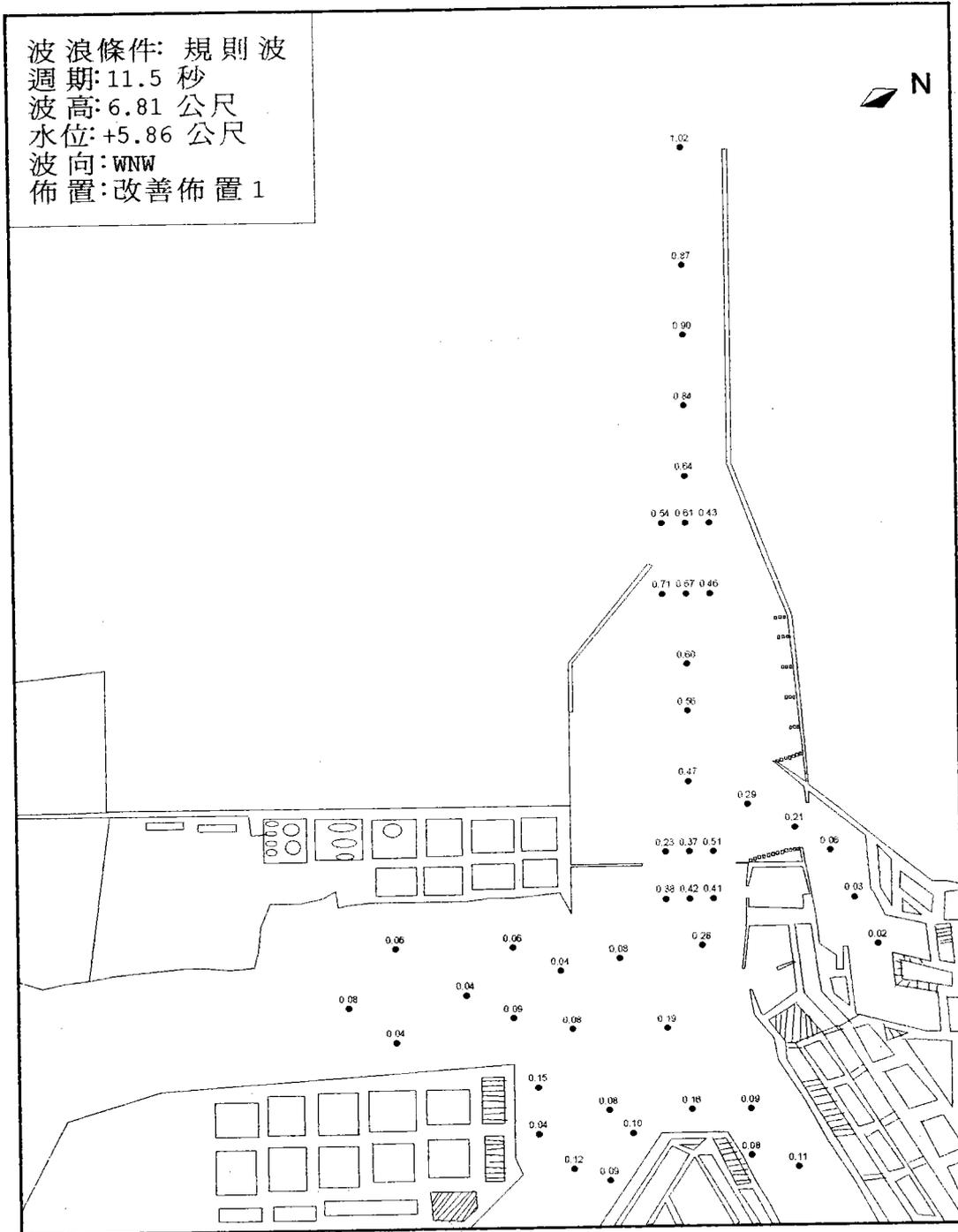


圖 2-14

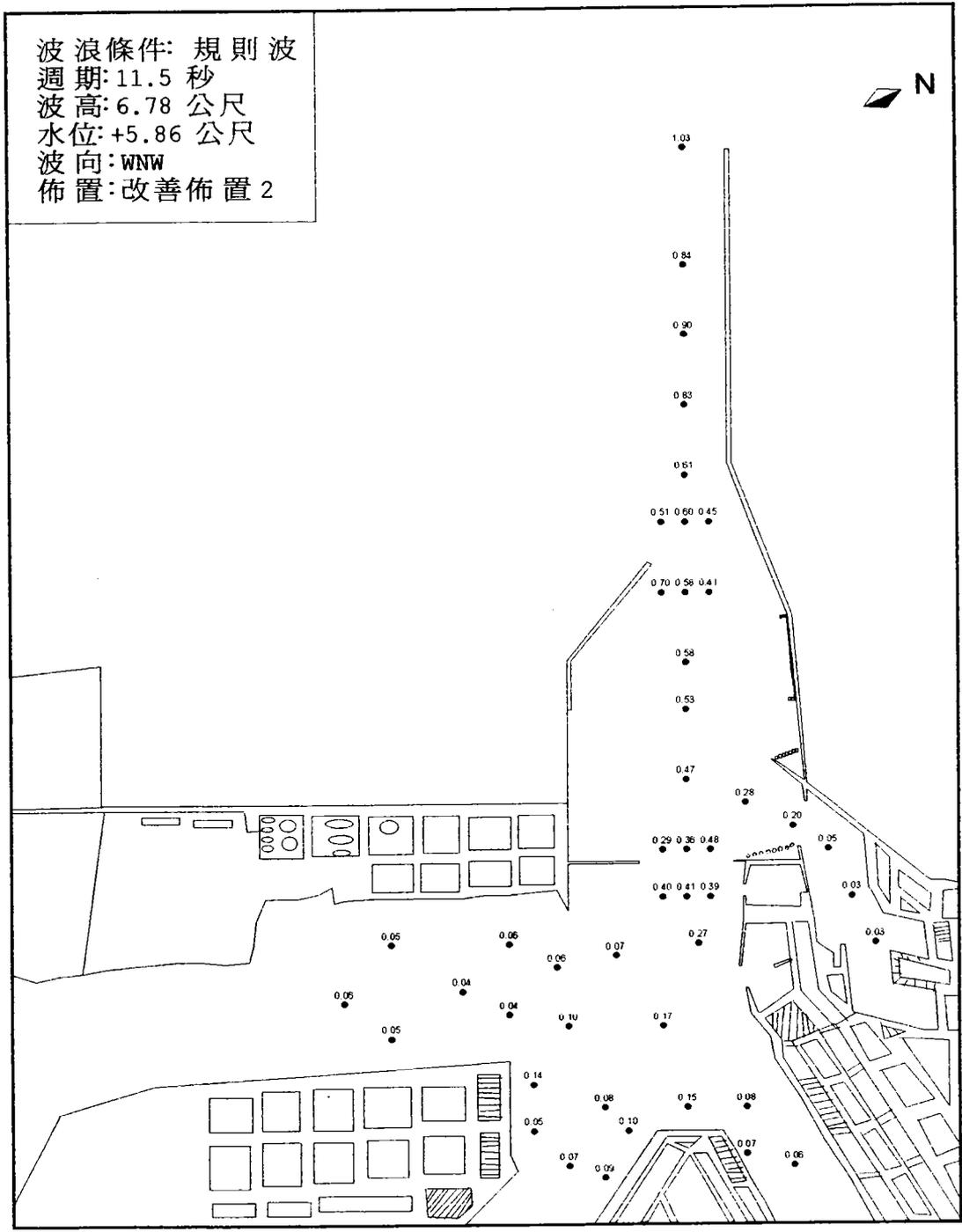


圖 2-15

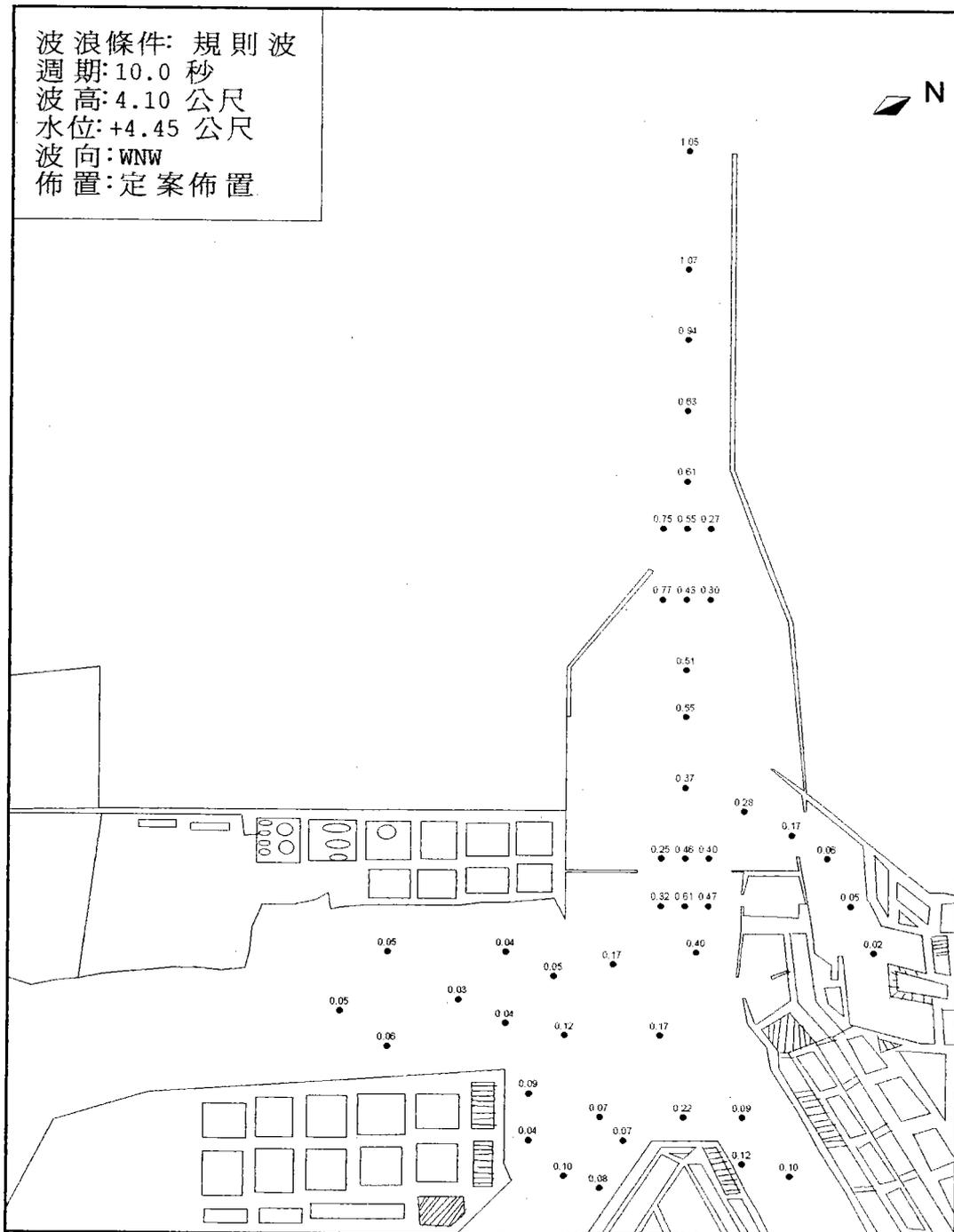


圖 2-16



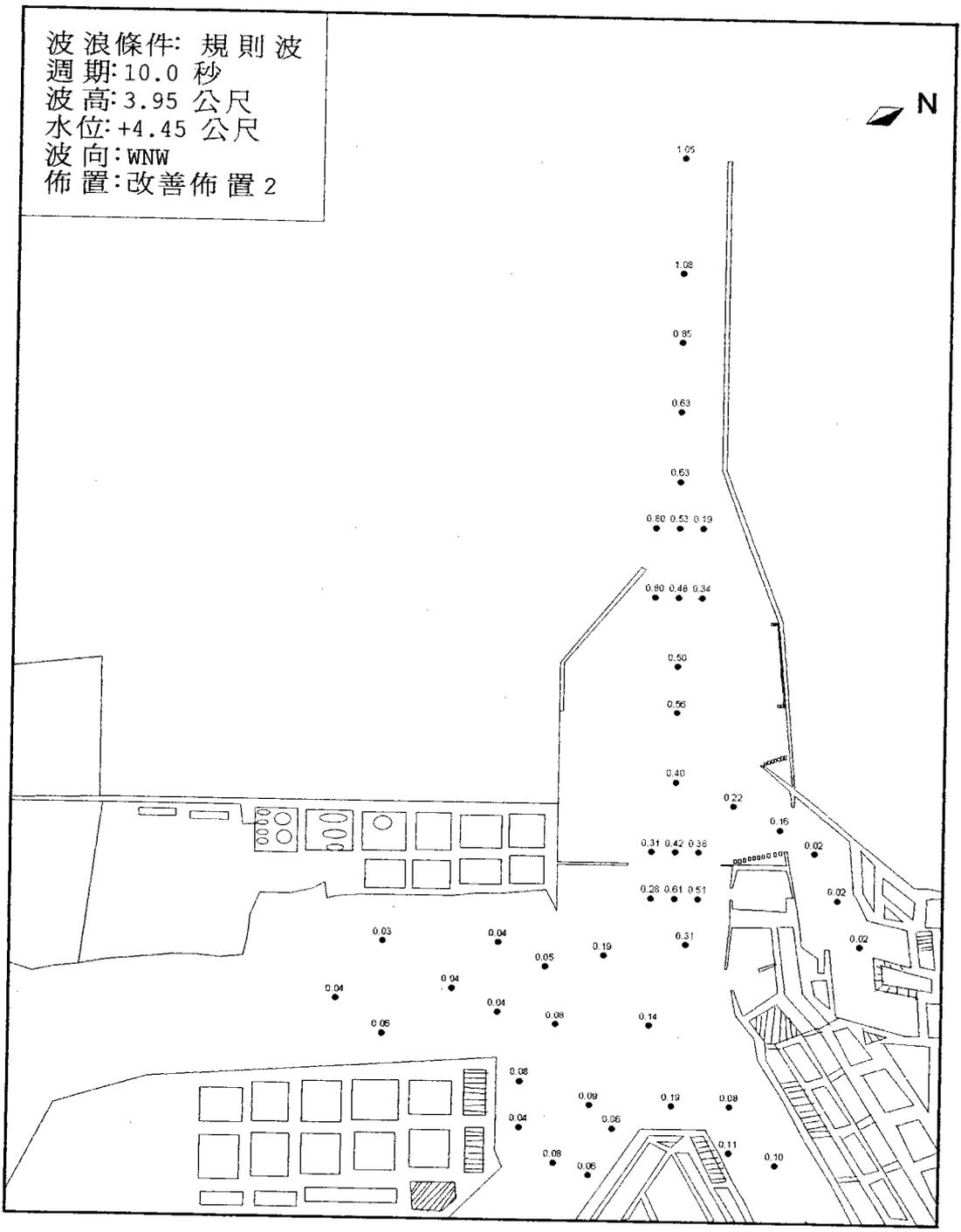


圖 2-18

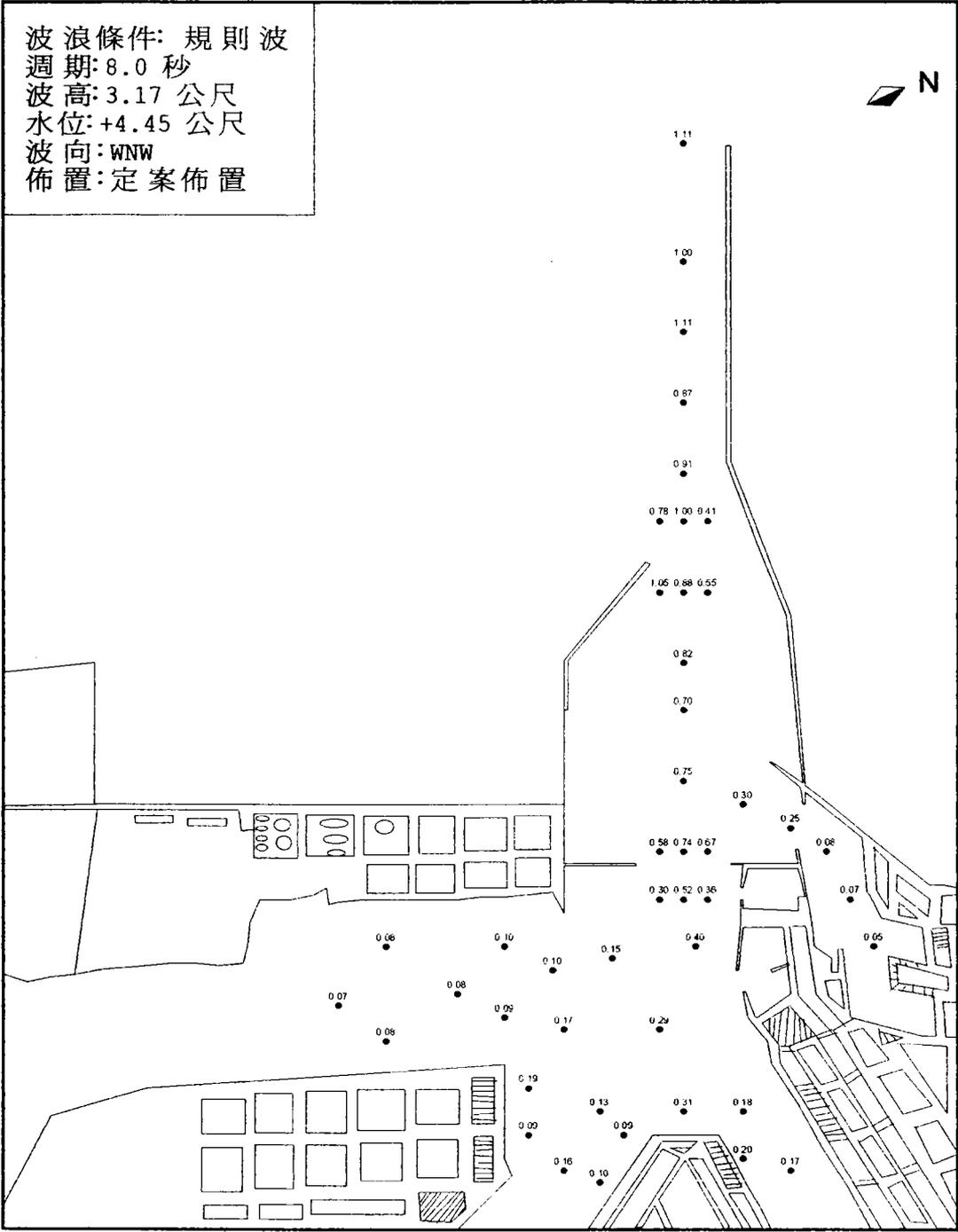


圖 2-19

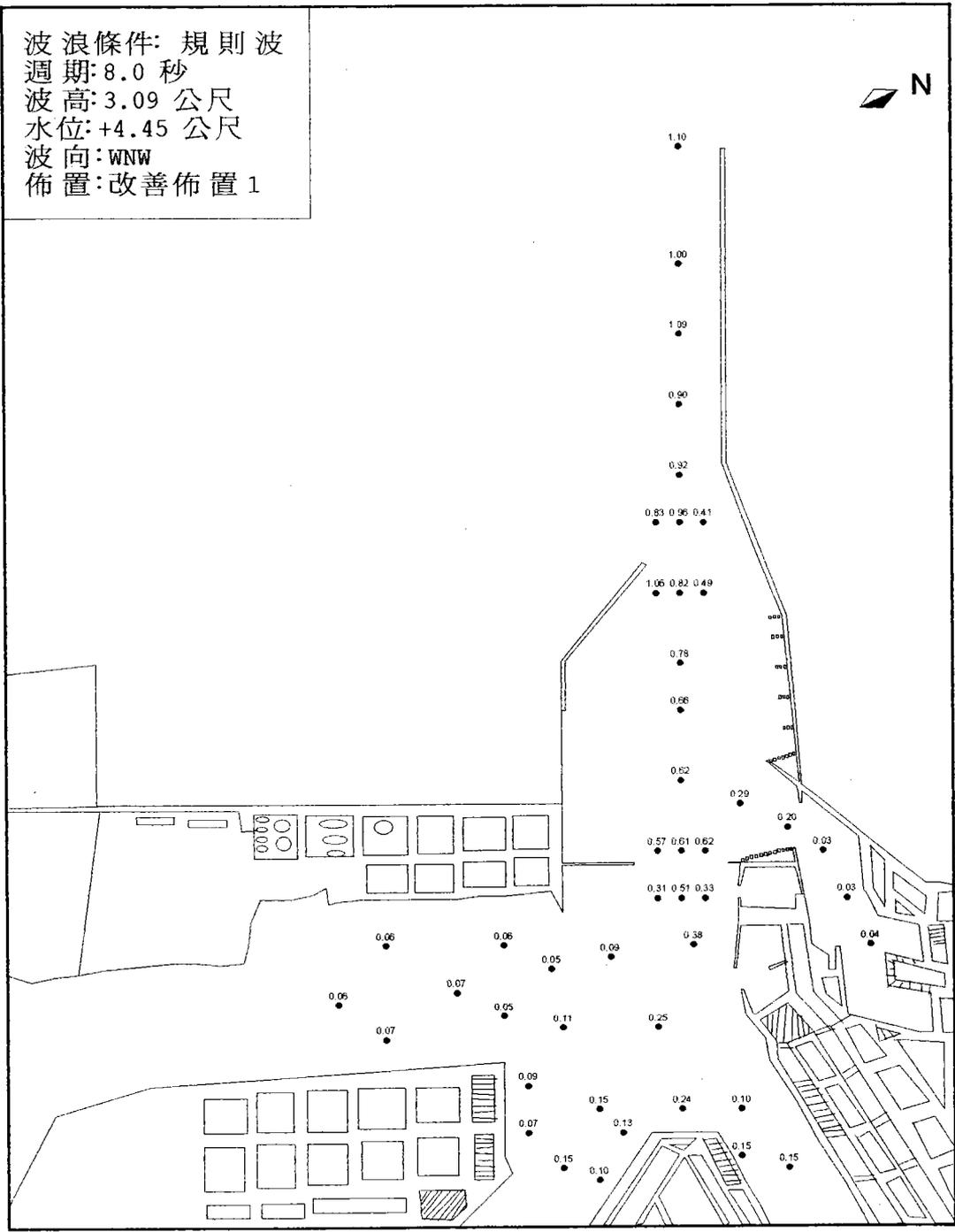


圖 2-20

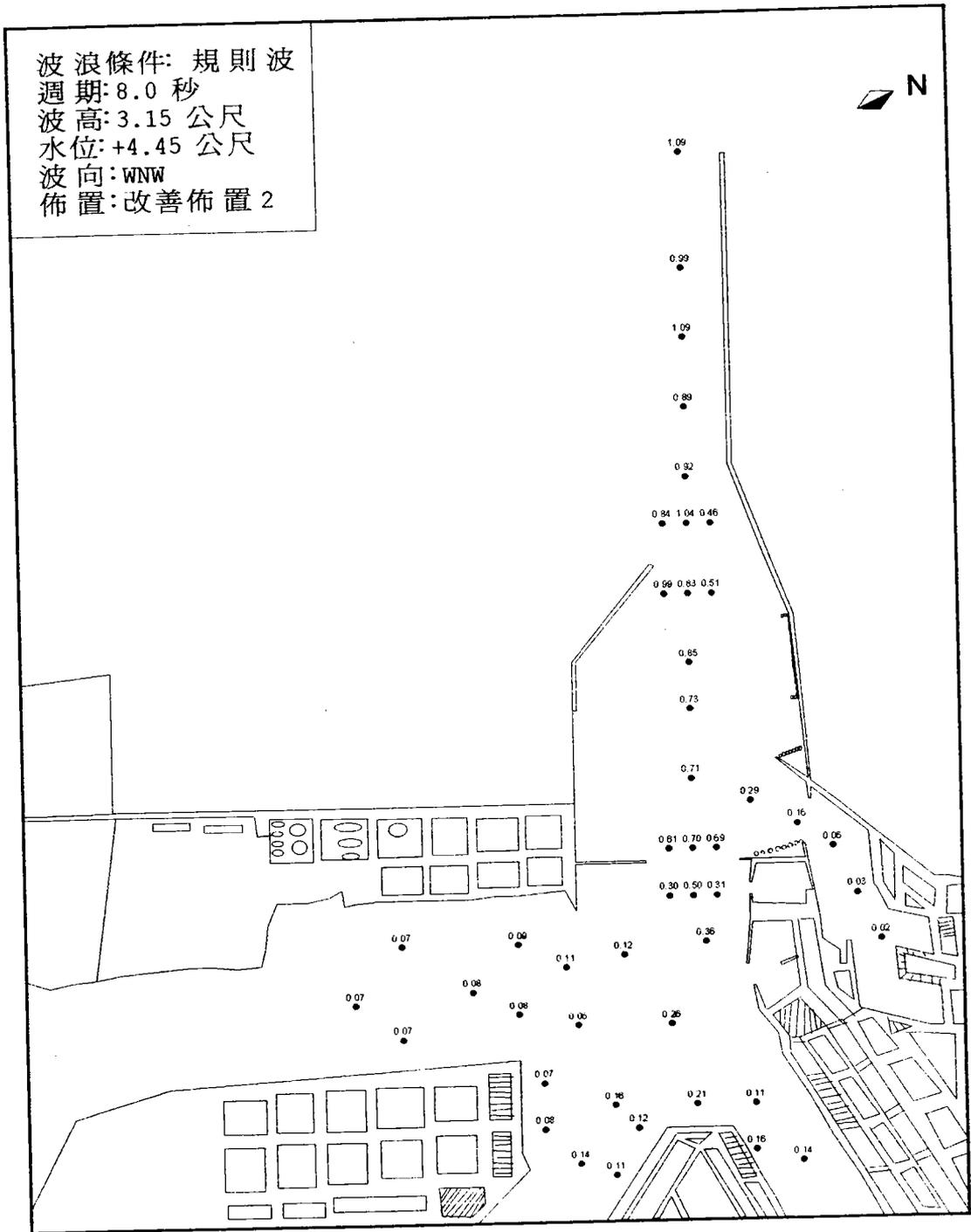


圖 2-21

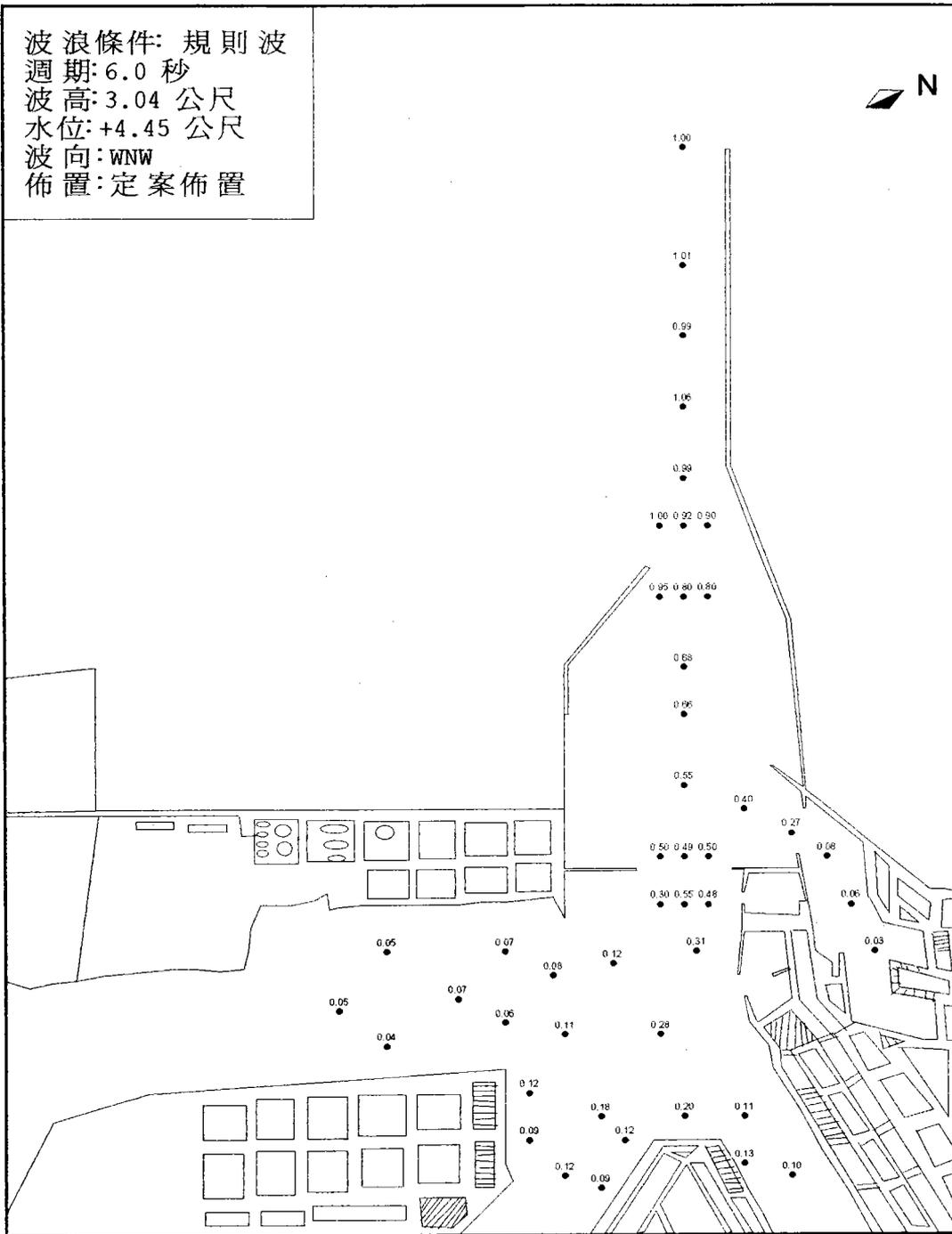


圖 2-22



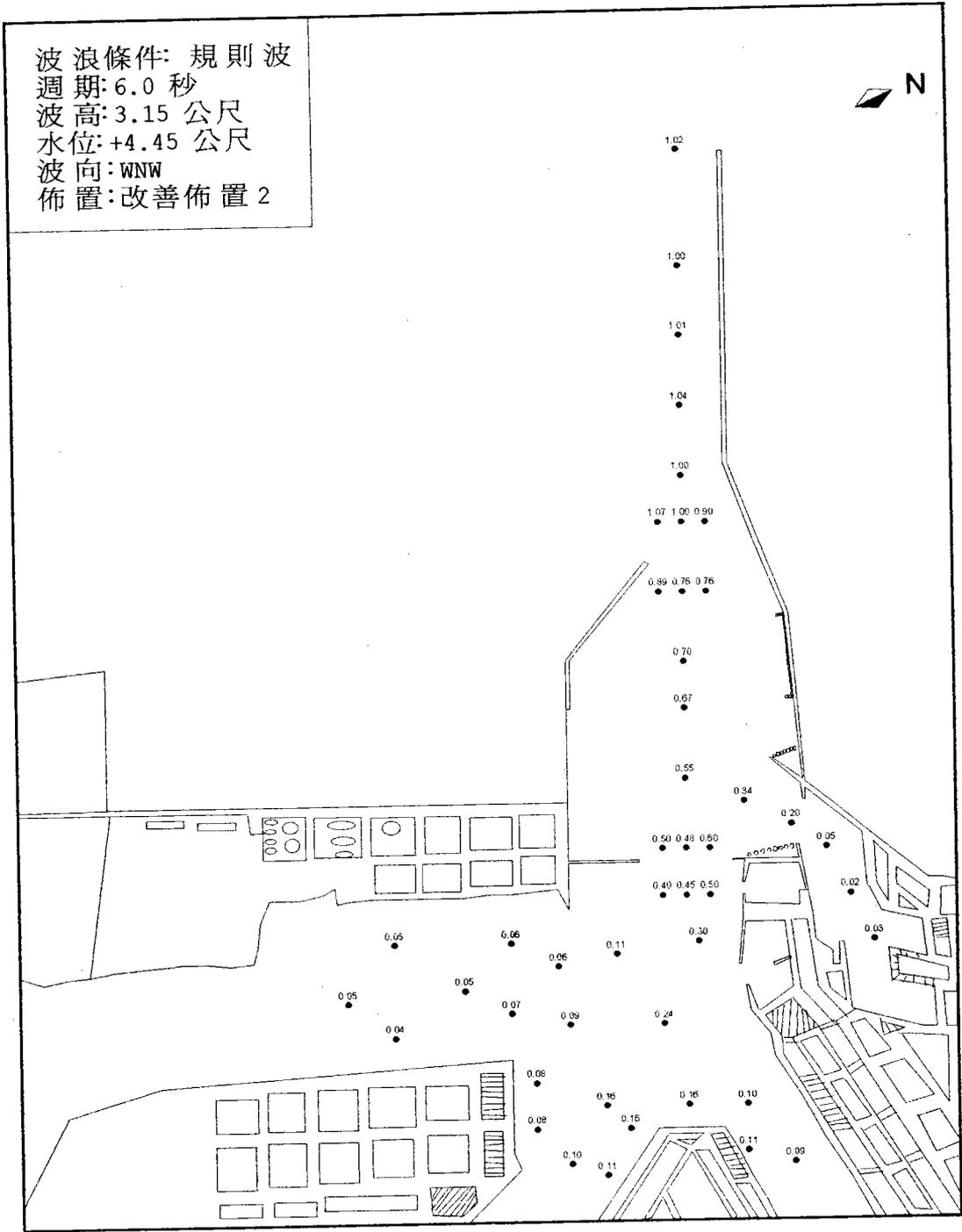


圖 2-24

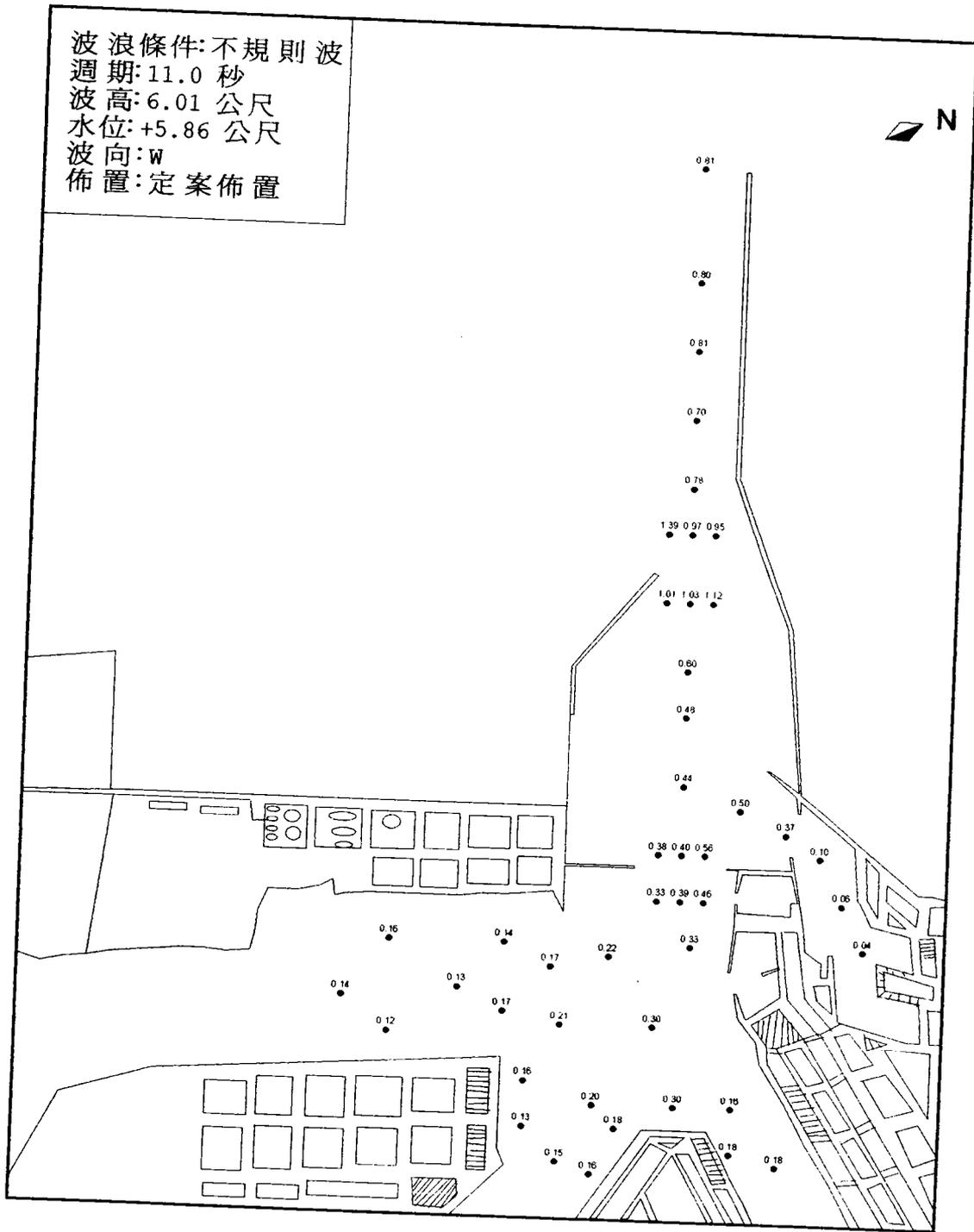


圖 2-25

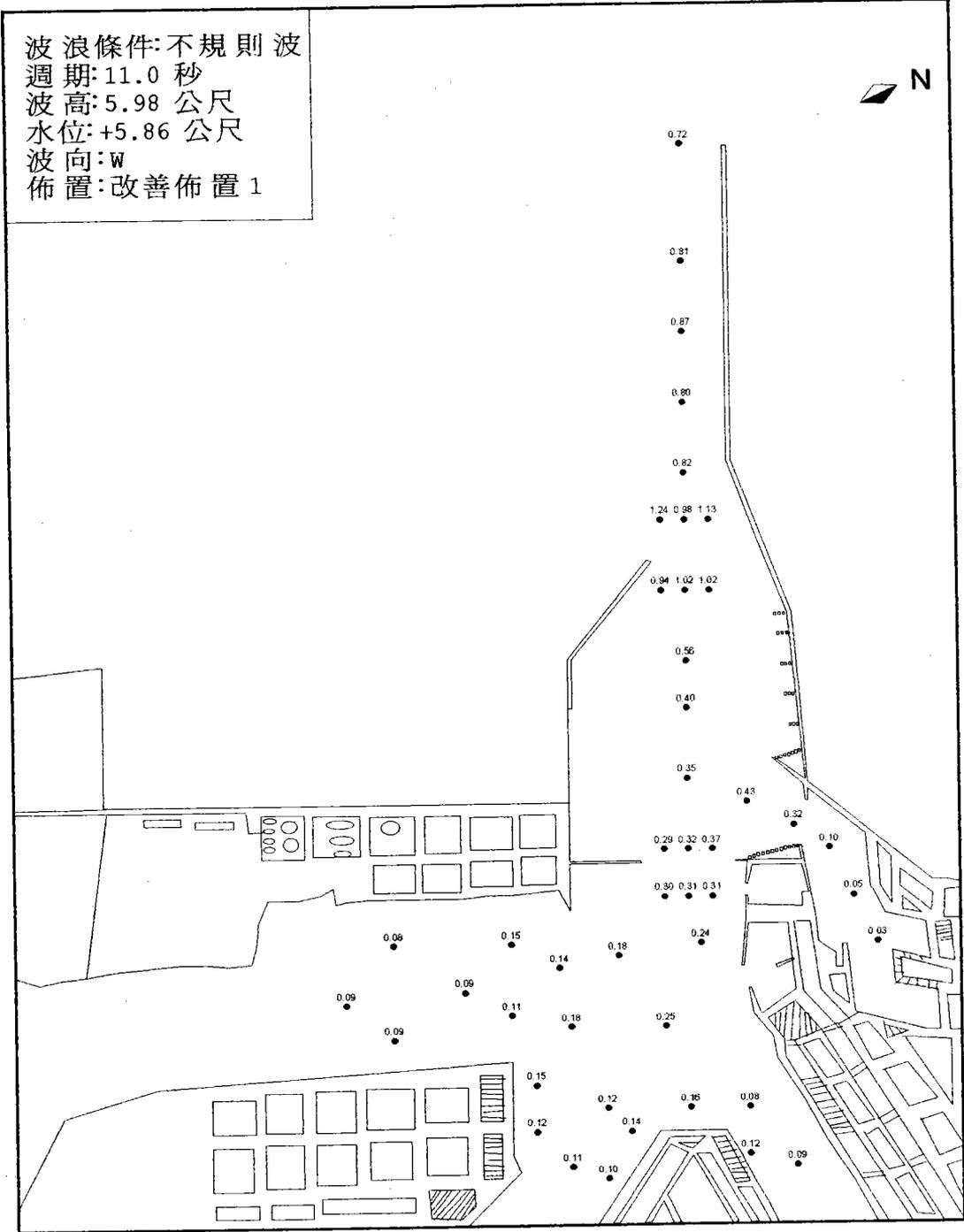


圖 2-26

波浪條件: 不規則波  
 週期: 11.0 秒  
 波高: 6.10 公尺  
 水位: +5.86 公尺  
 波向: W  
 佈置: 改善佈置 2

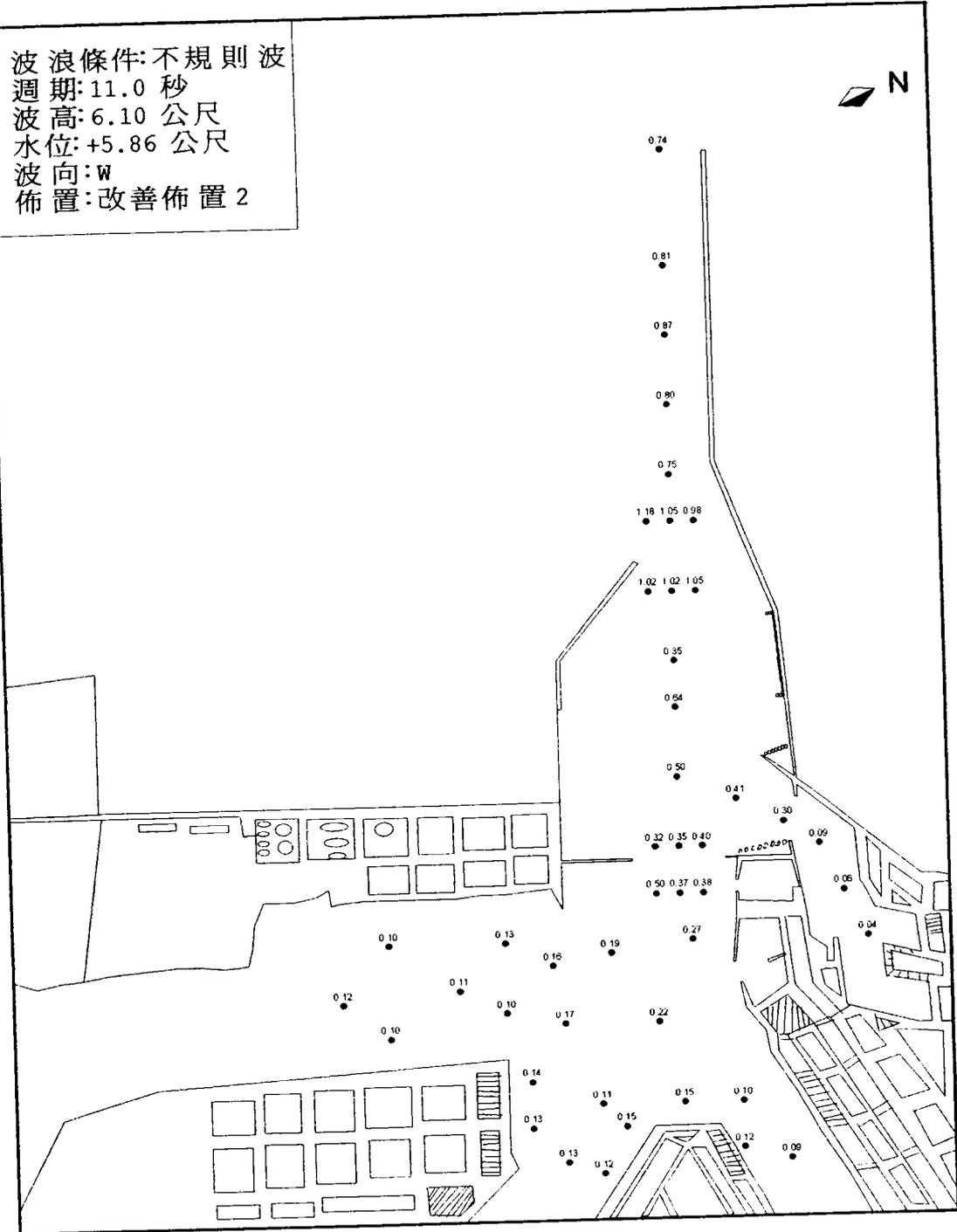


圖 2-27

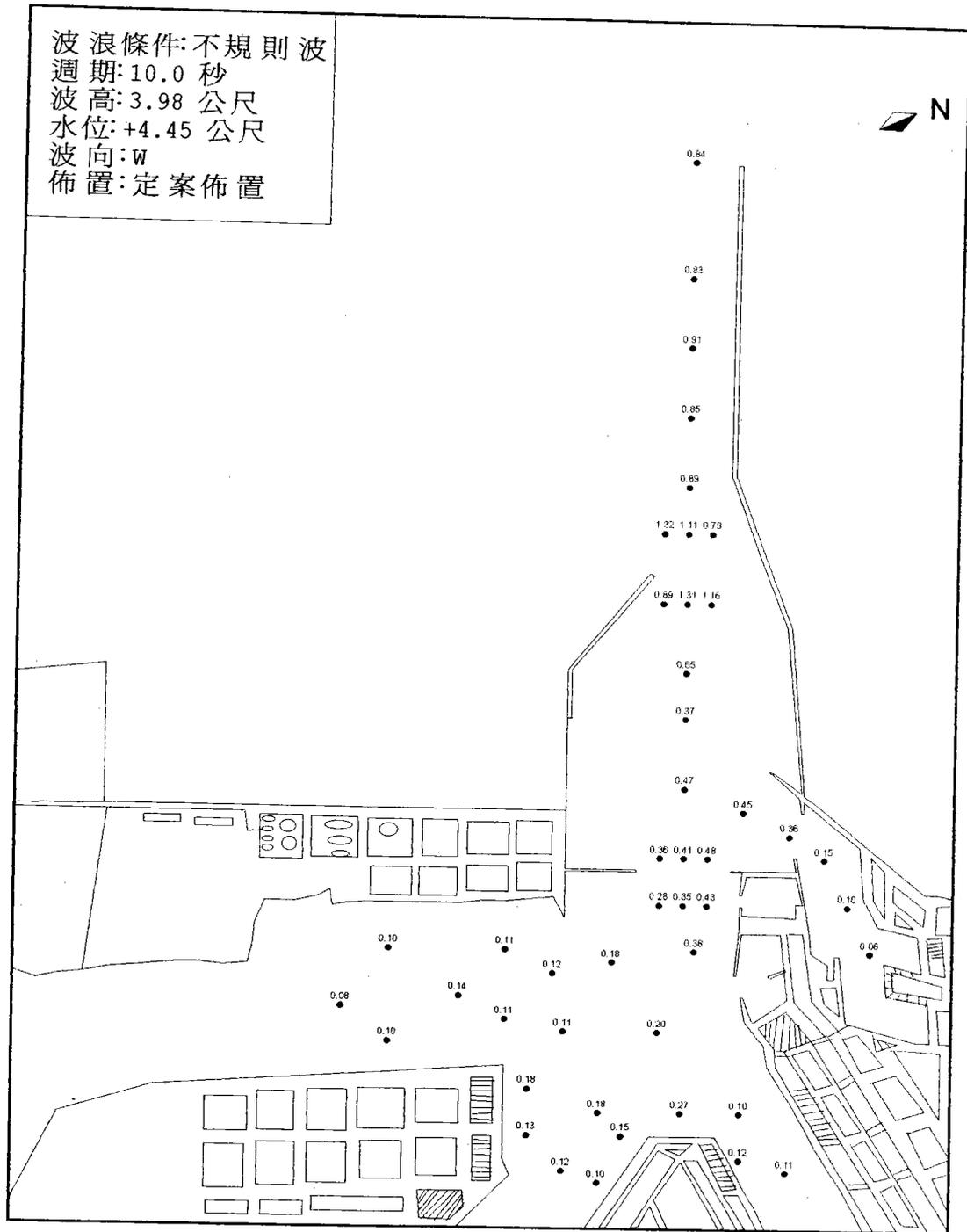


圖 2-28

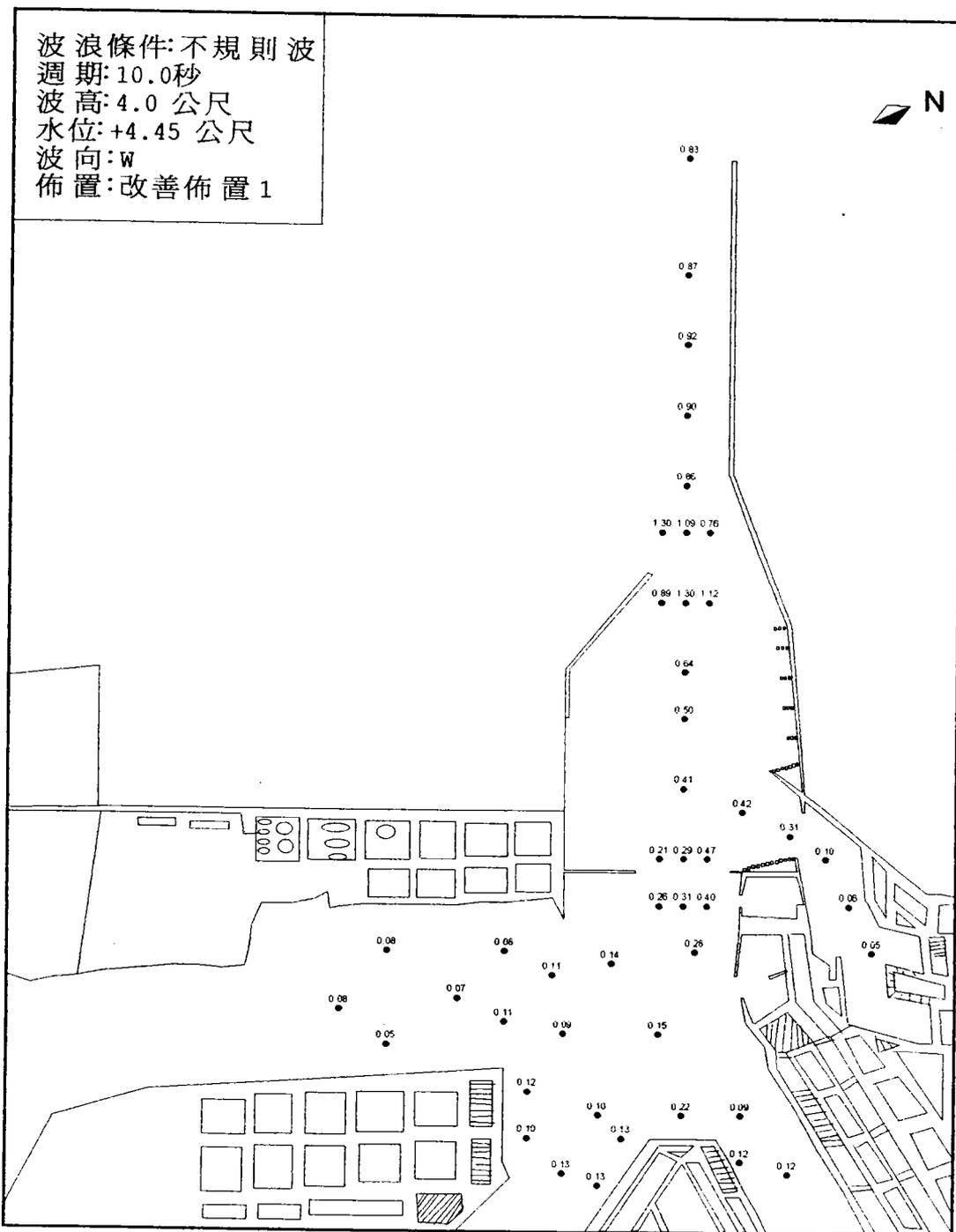


圖 2-29

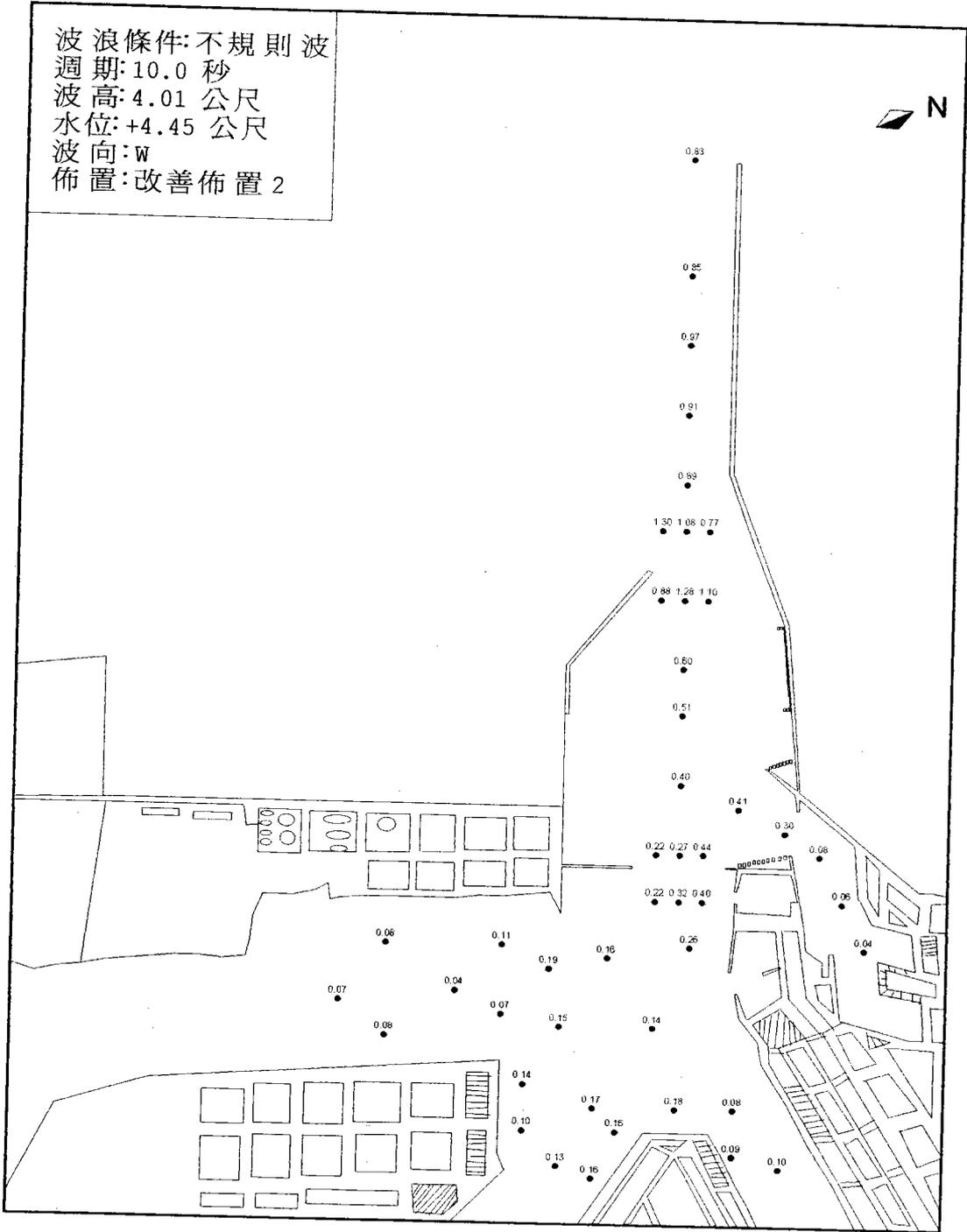


圖 2-30

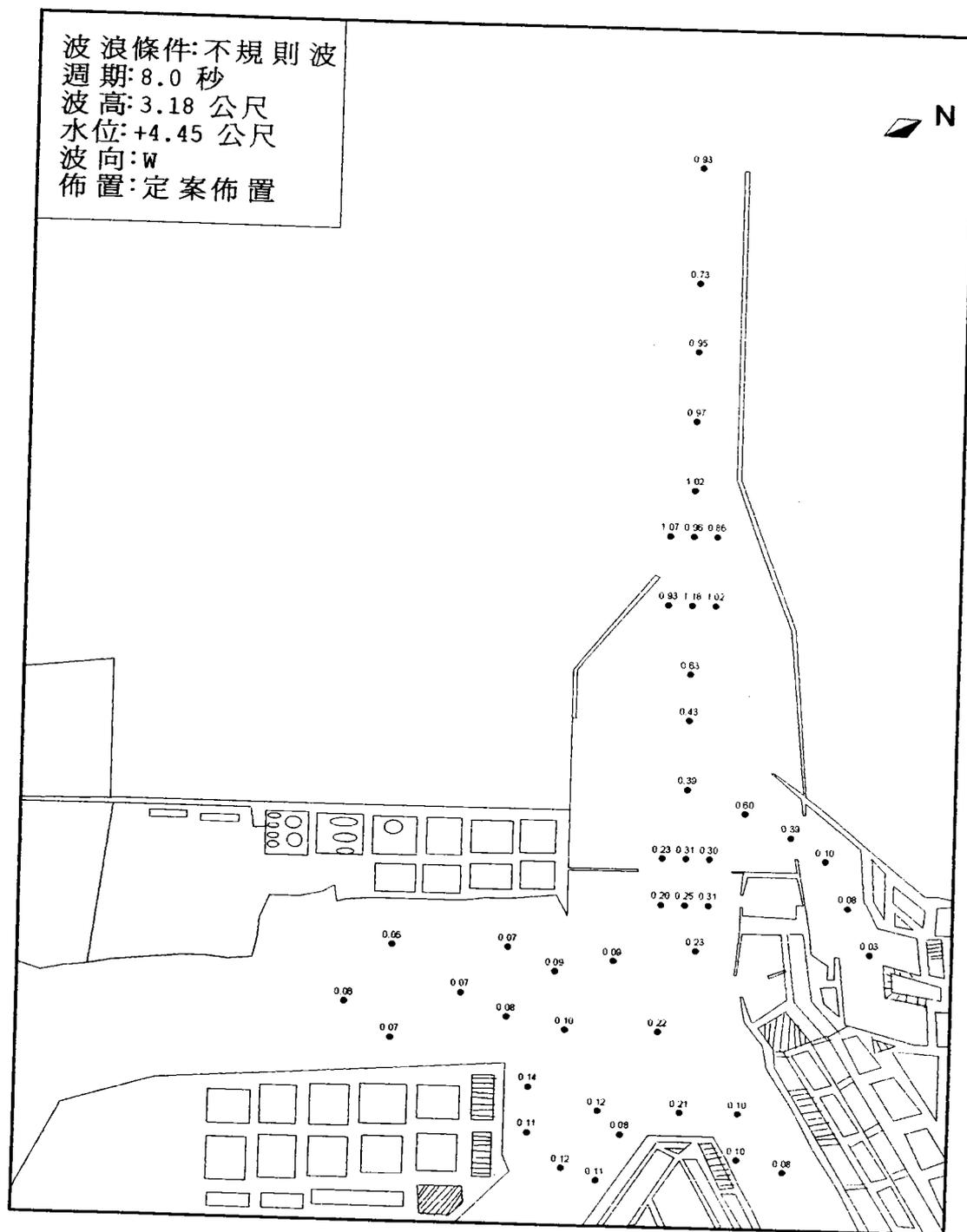


圖 2-31

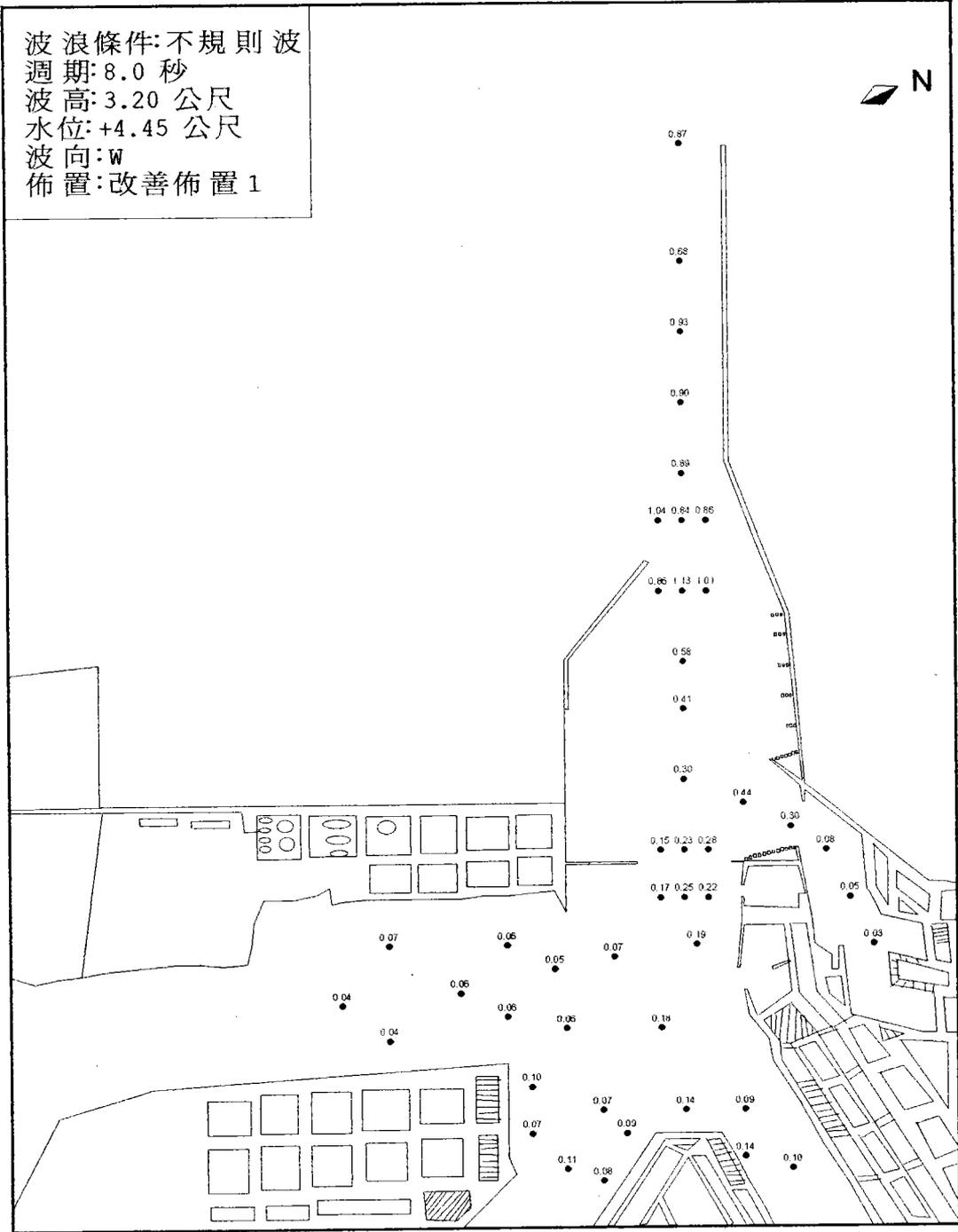


圖 2-32

波浪條件: 不規則波  
 週期: 8.0 秒  
 波高: 3.16 公尺  
 水位: +4.45 公尺  
 波向: W  
 佈置: 改善佈置 2

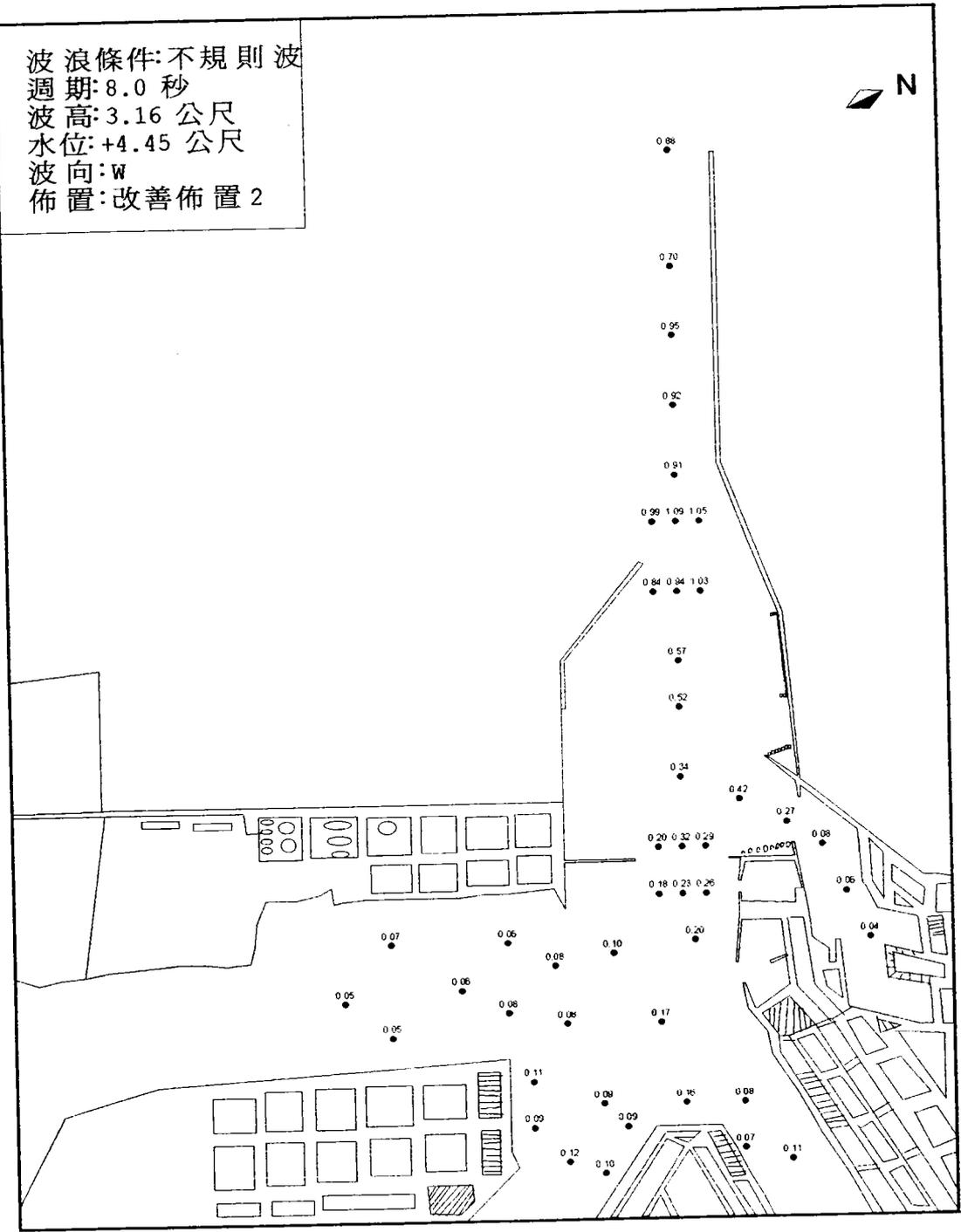


圖 2-33

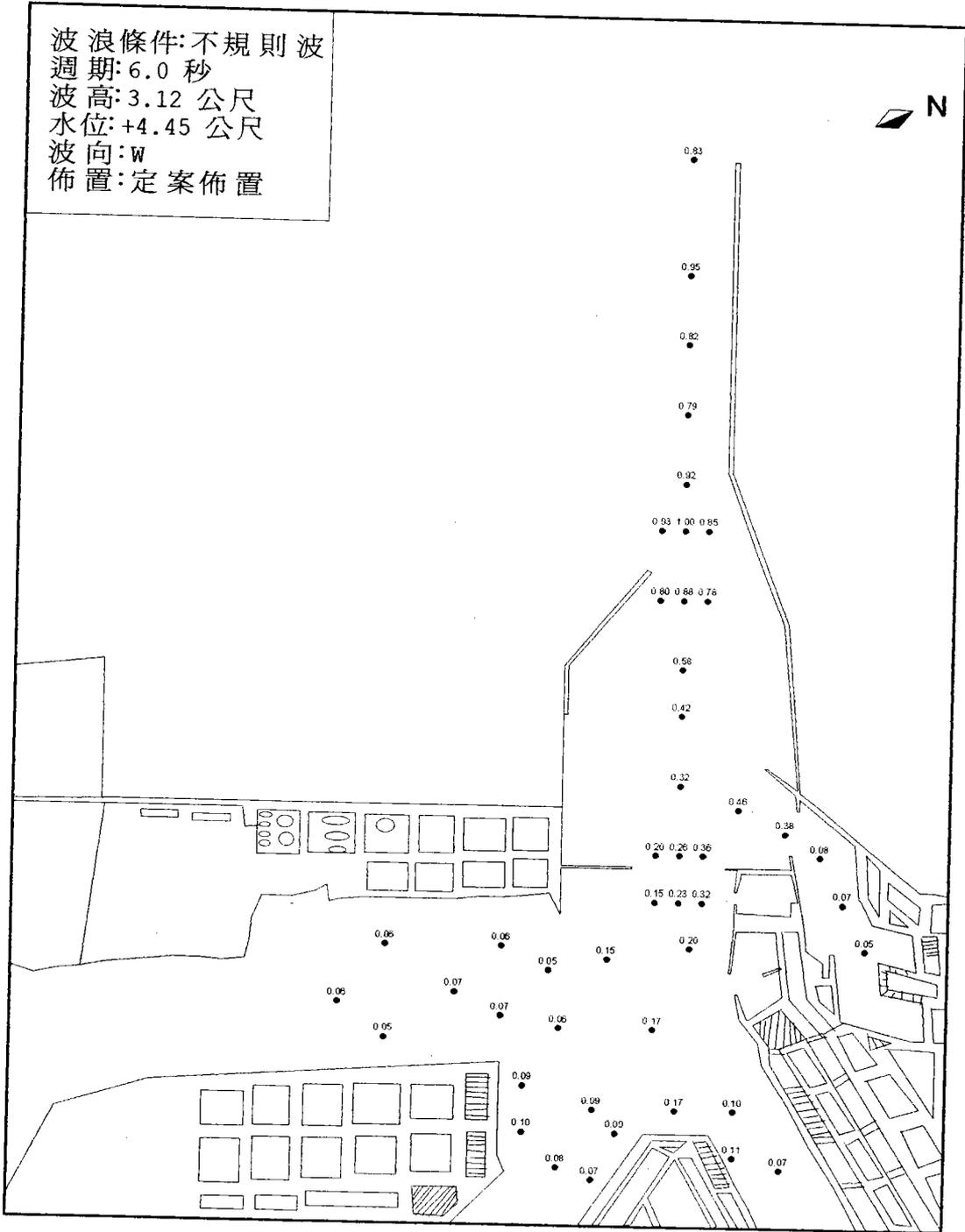


圖 2-34

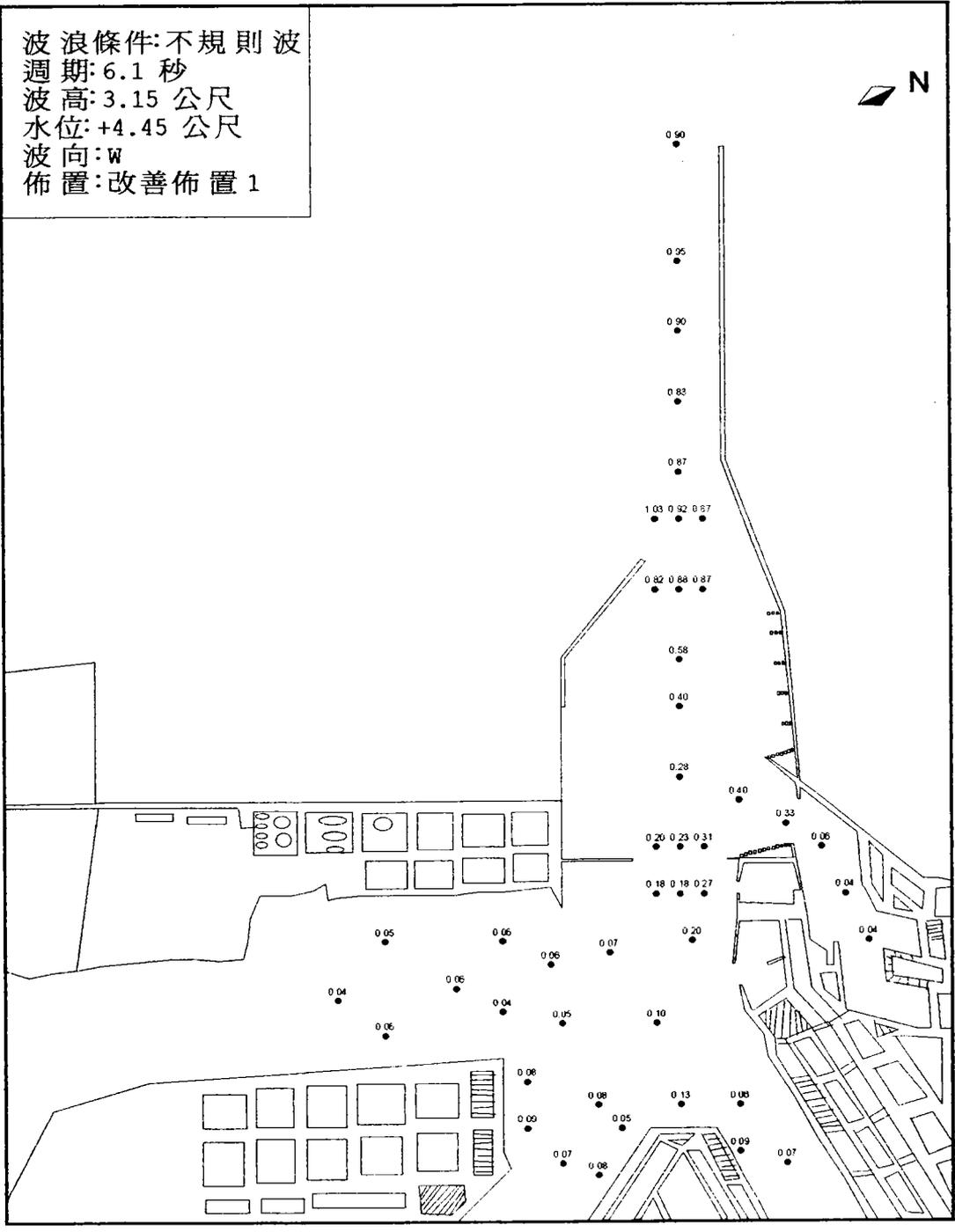


圖 2-35

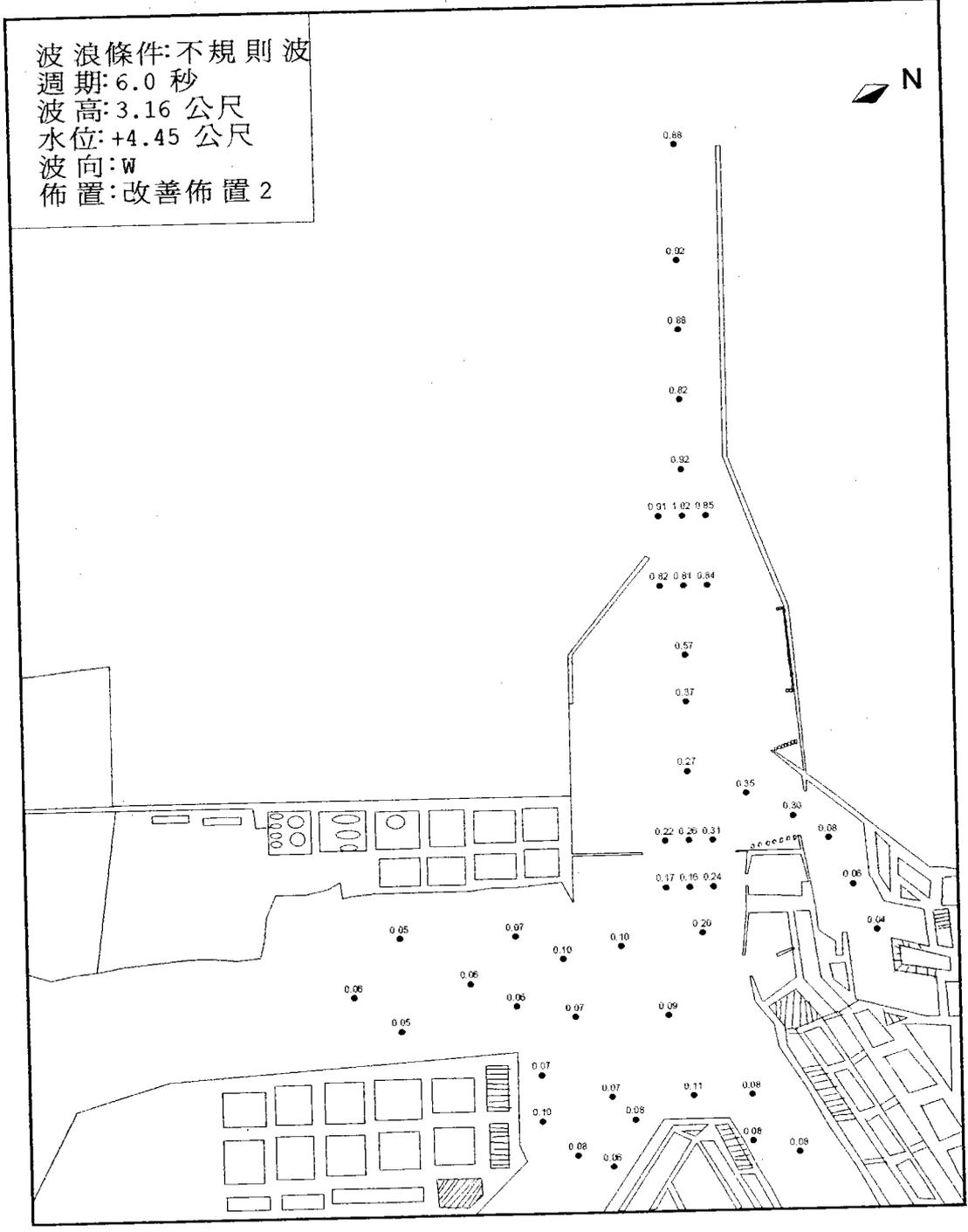


圖 2-36

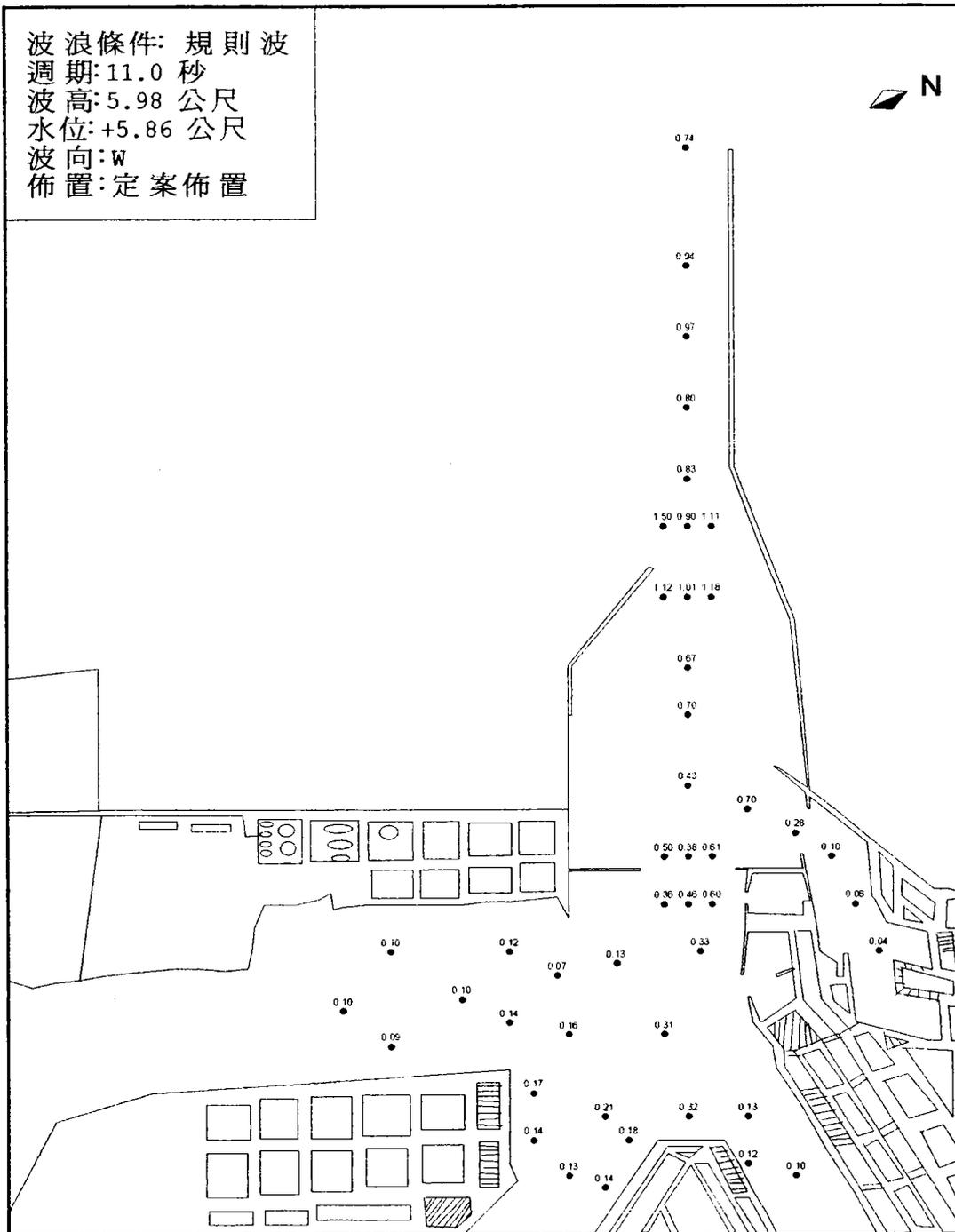


圖 2-37

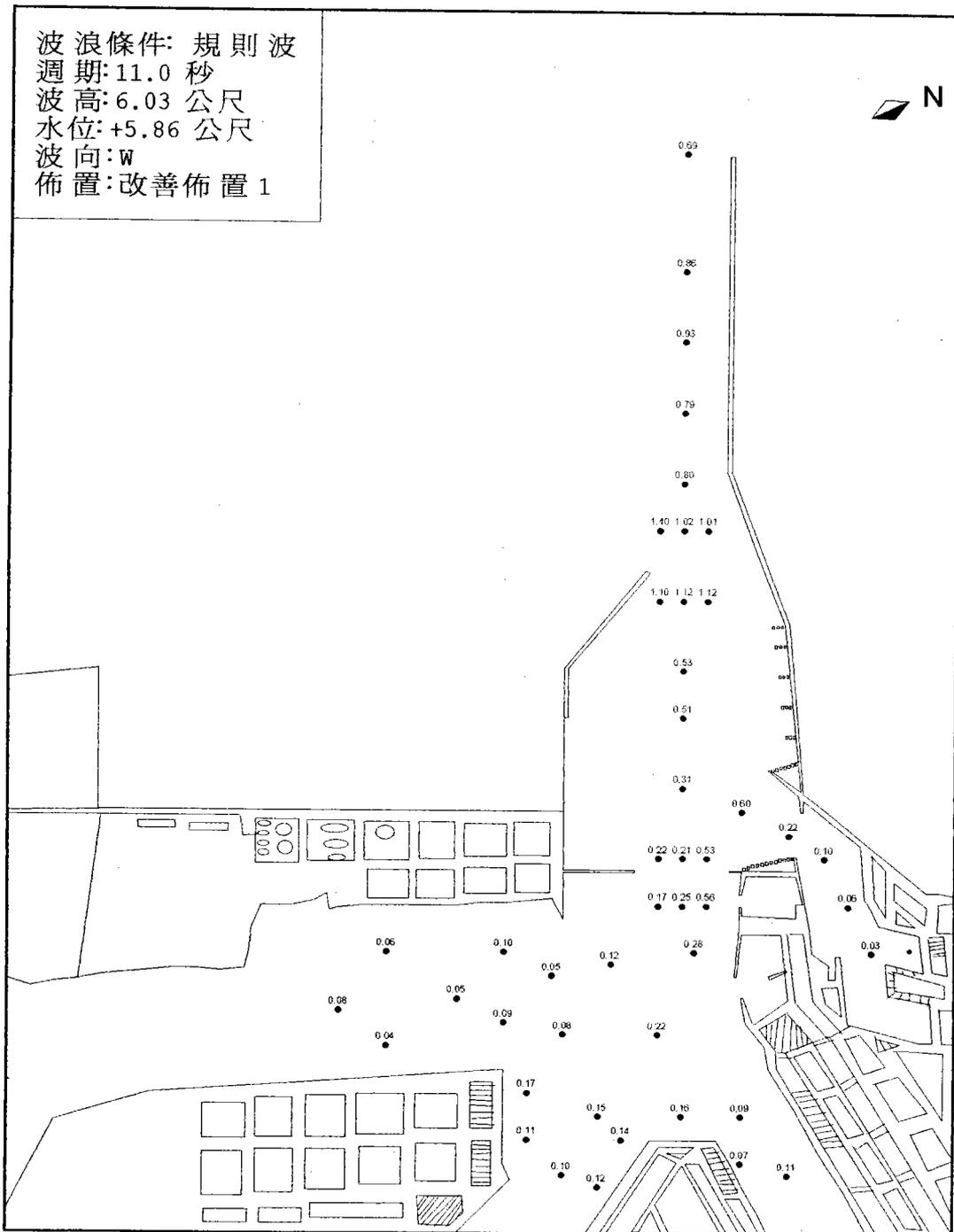


圖 2-38

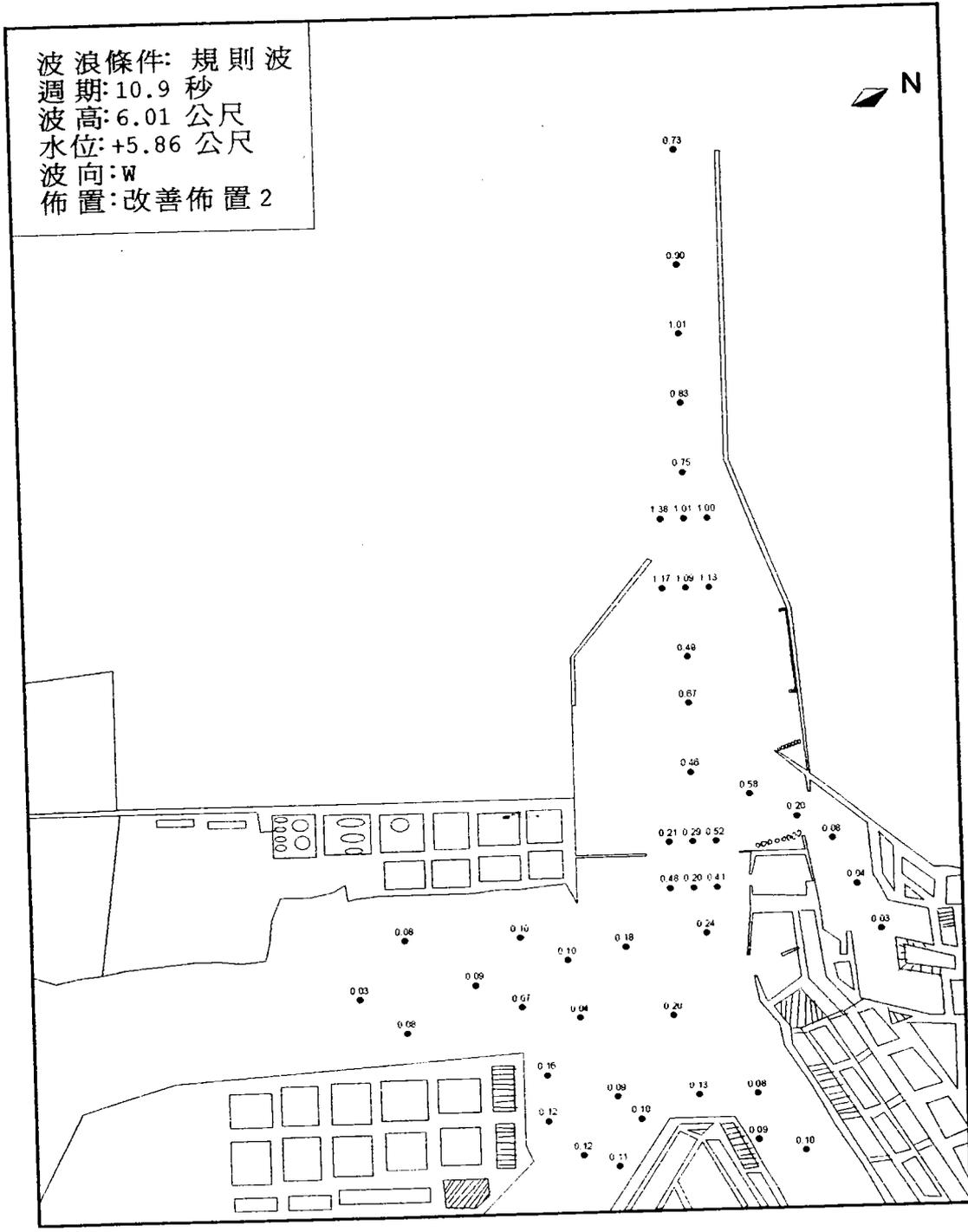


圖 2-39

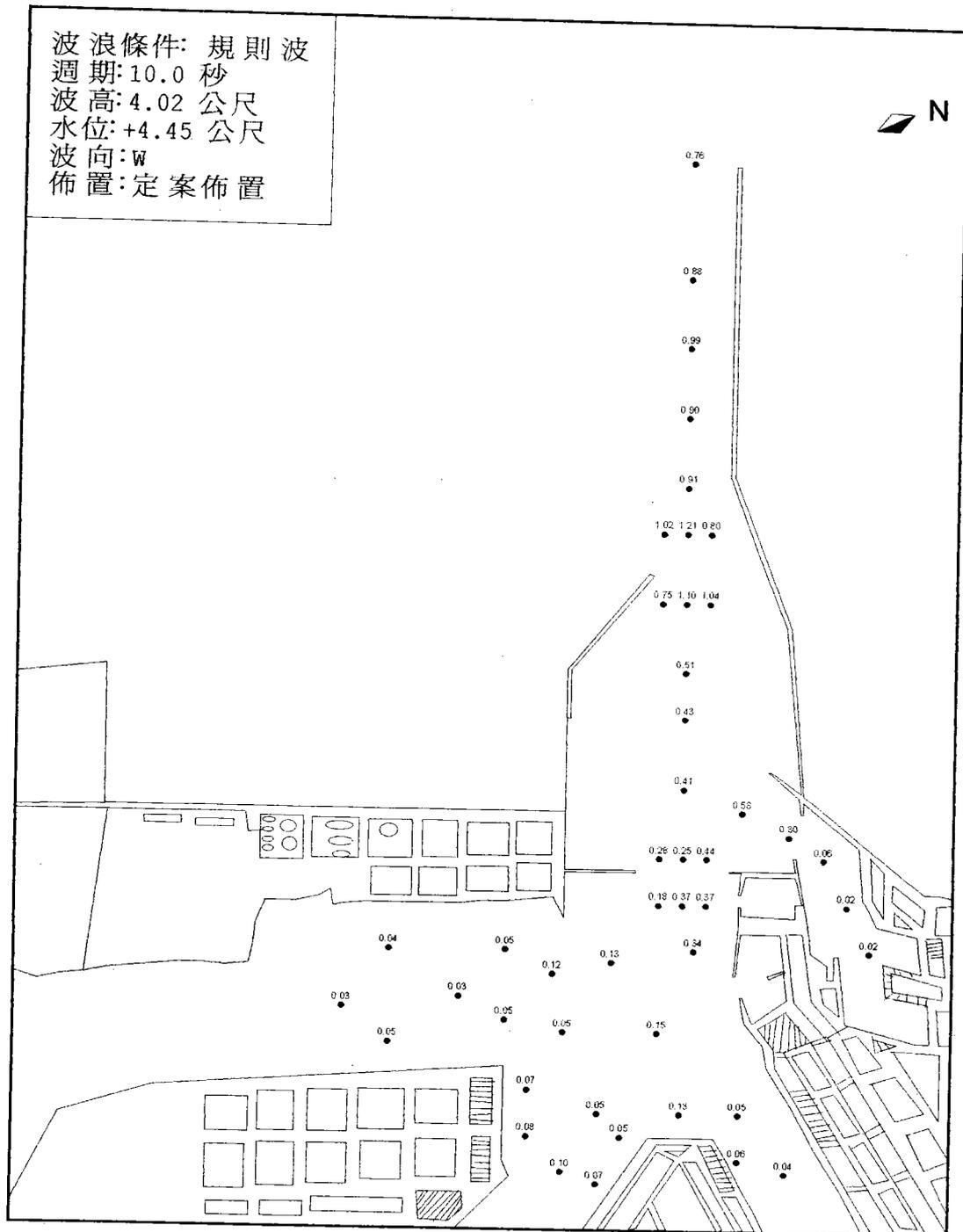


圖 2-40



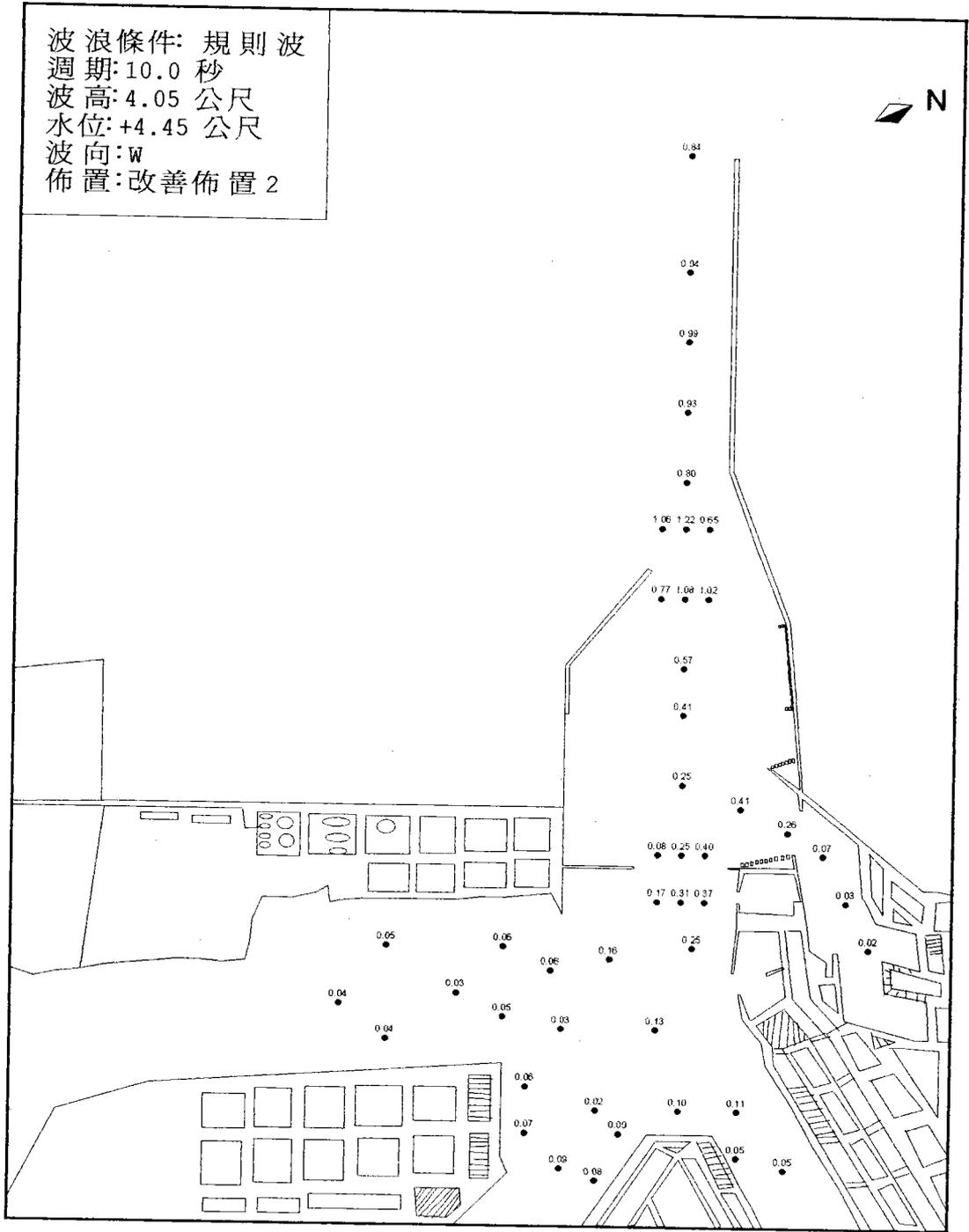


圖 2-42



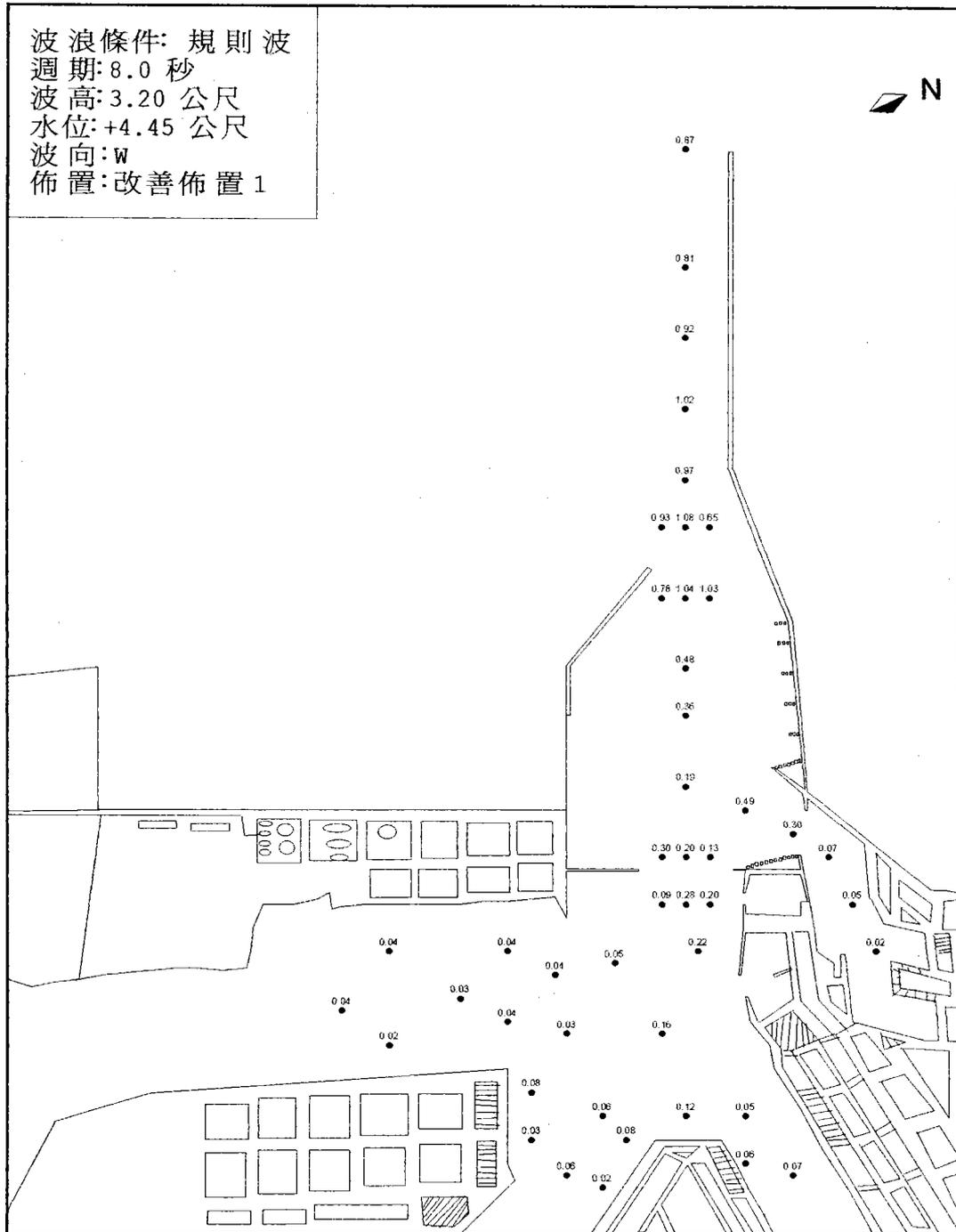


圖 2-44



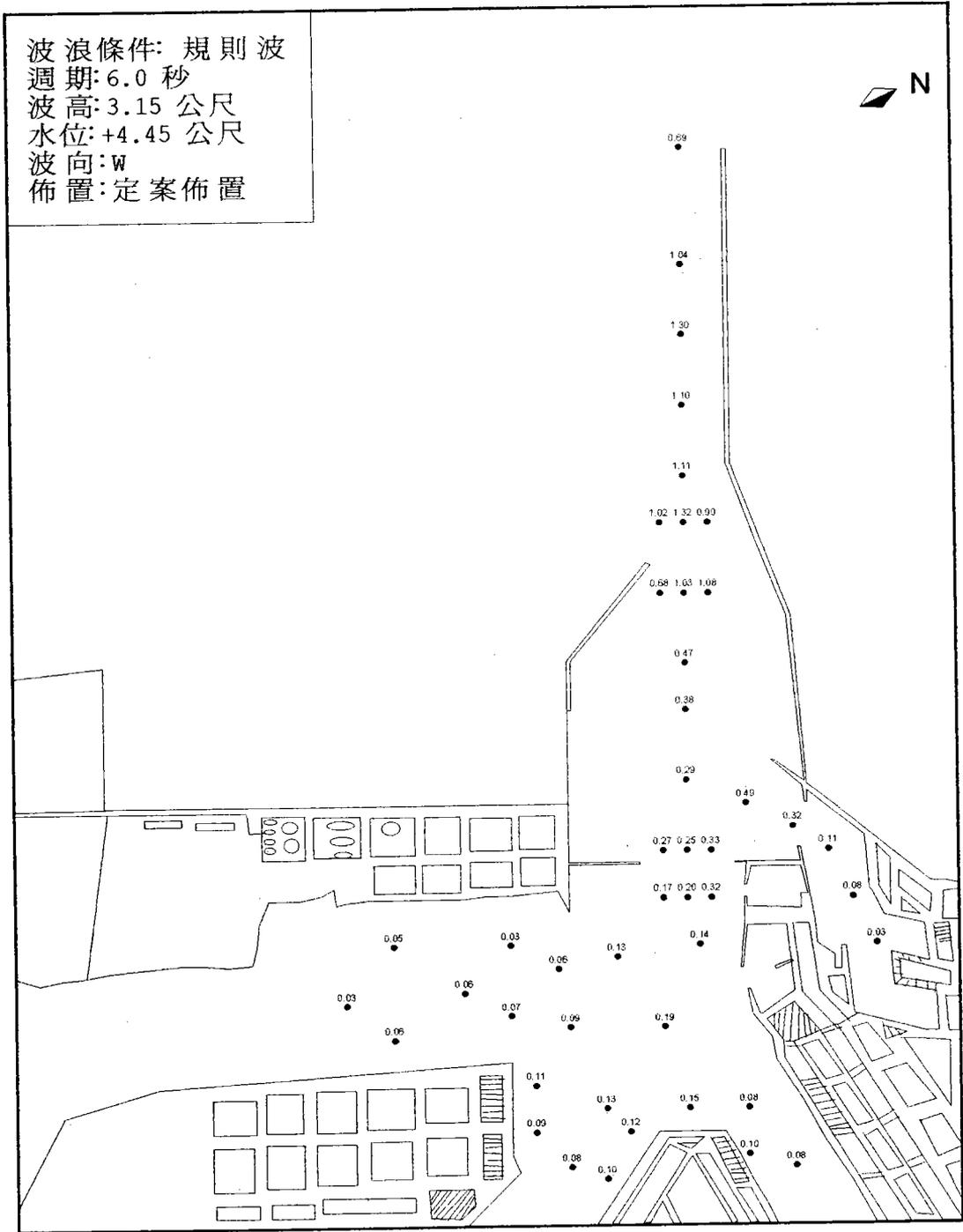


圖 2-46





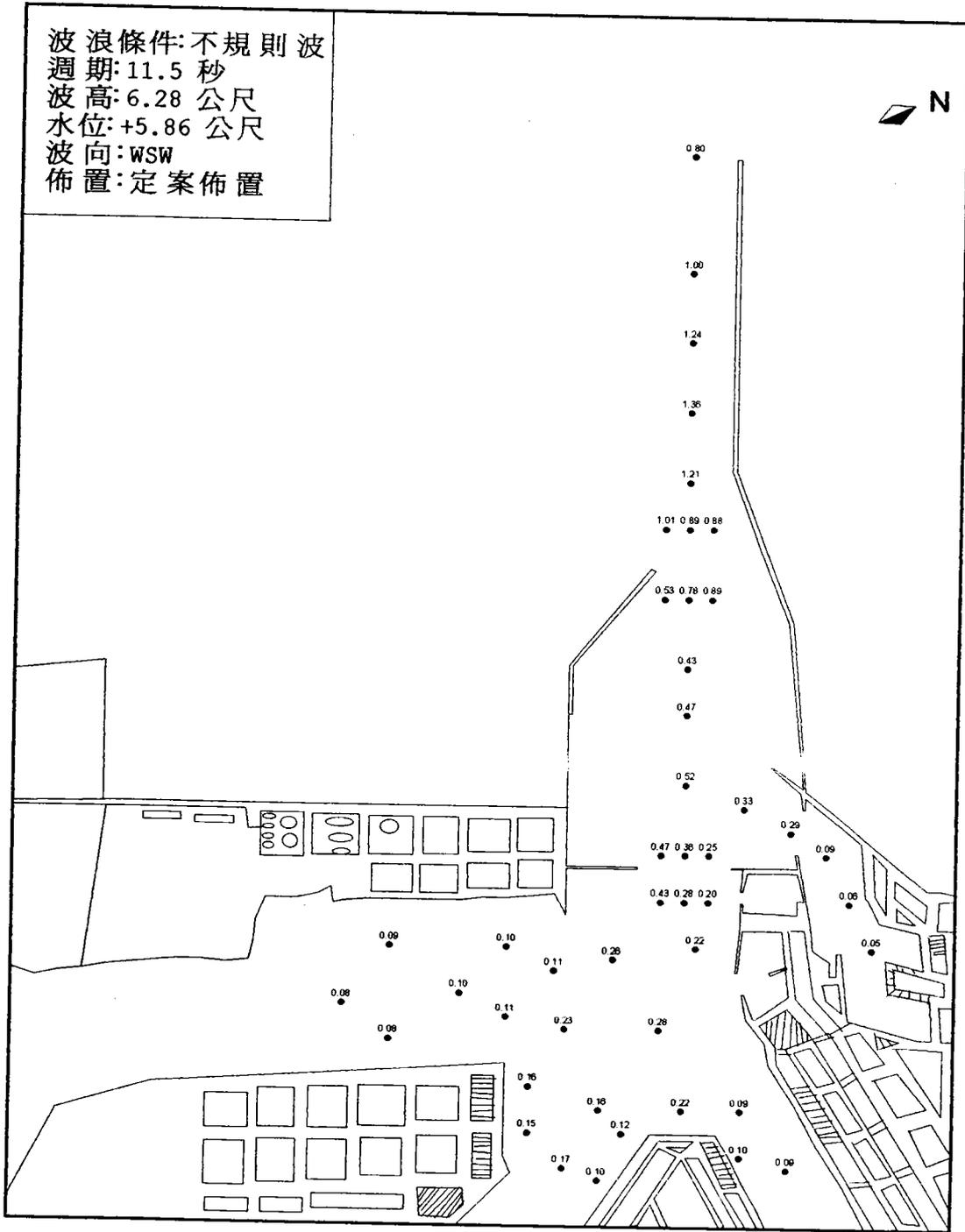


圖 2-49



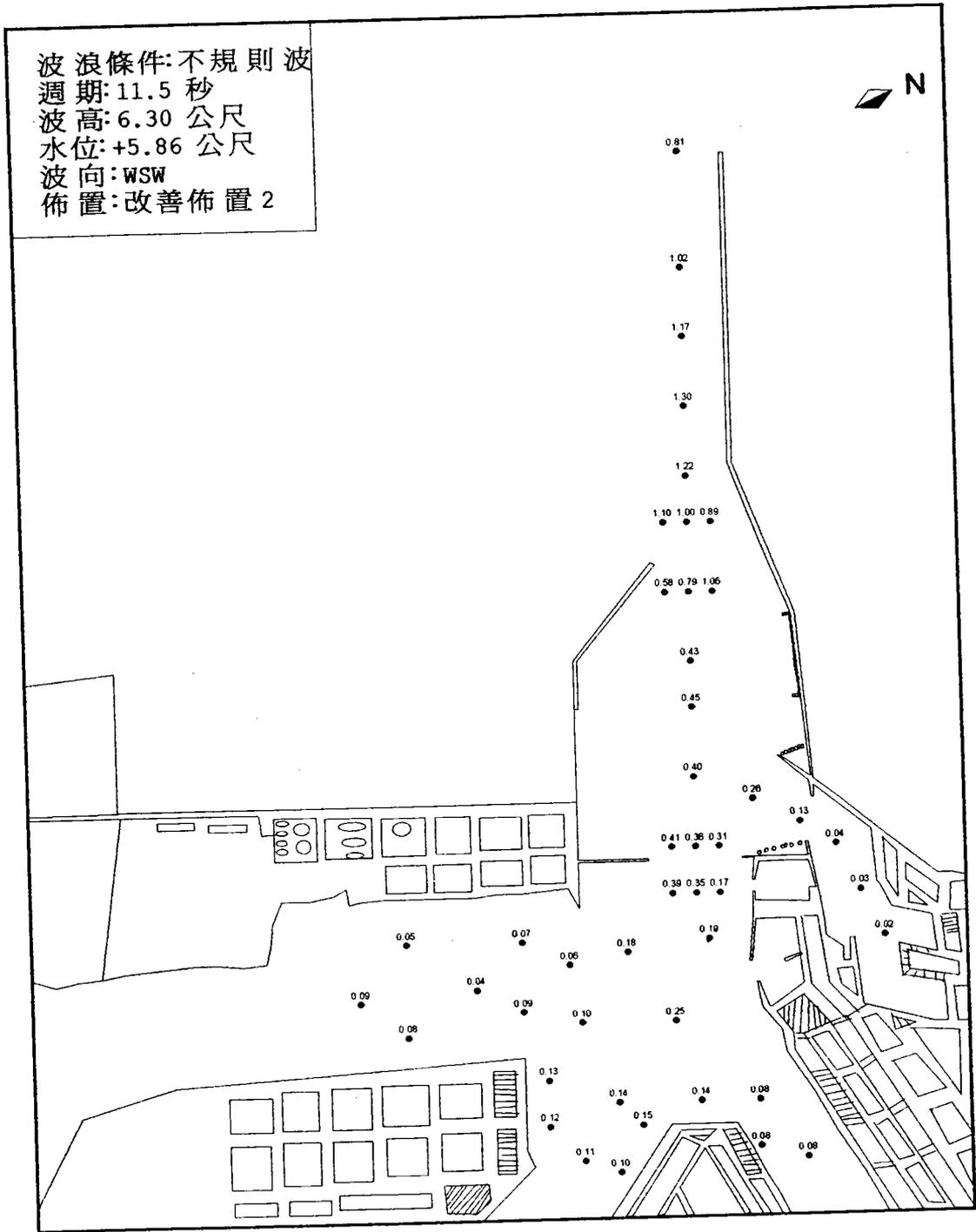


圖 2-51

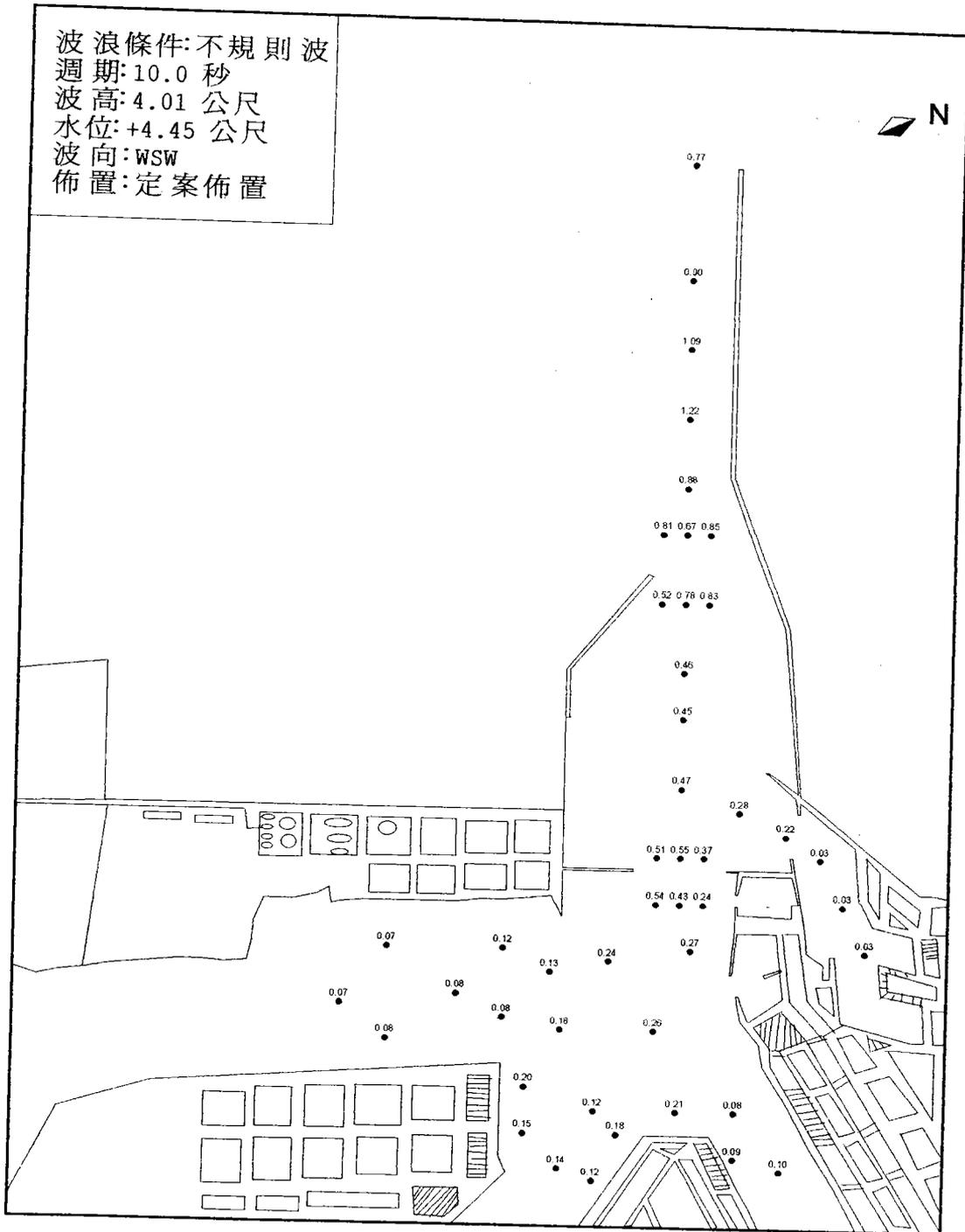


圖 2-52

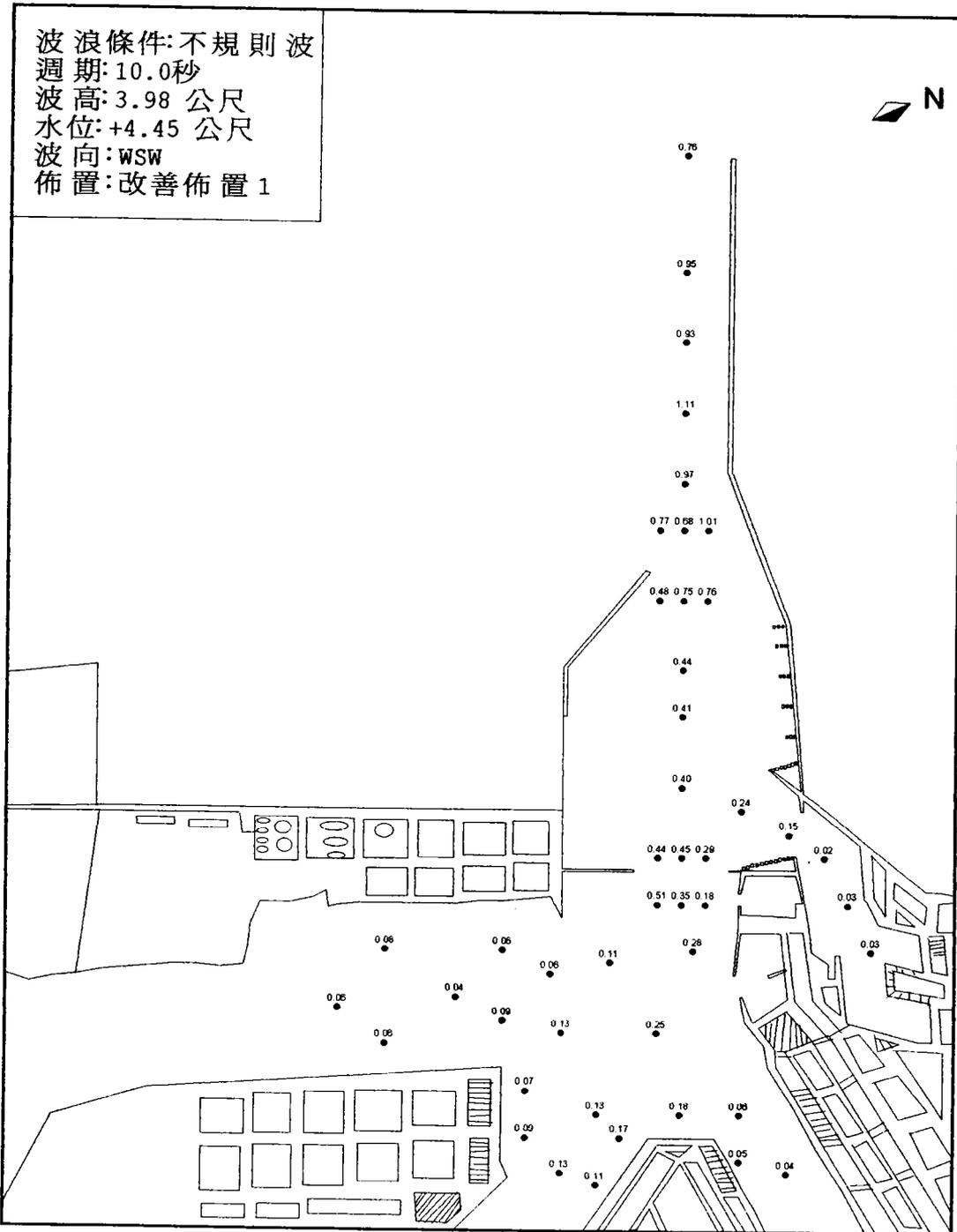


圖 2-53

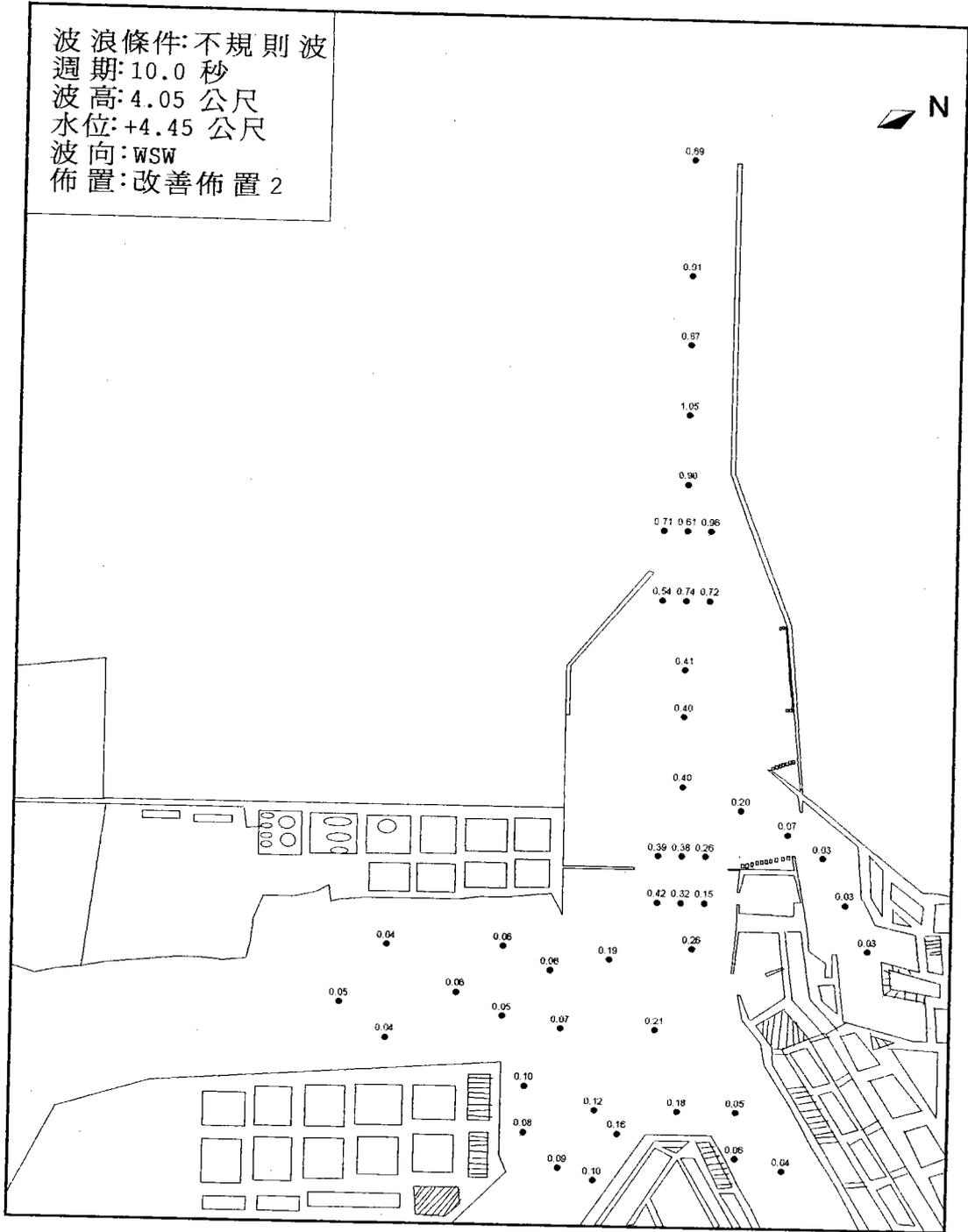


圖 2-54

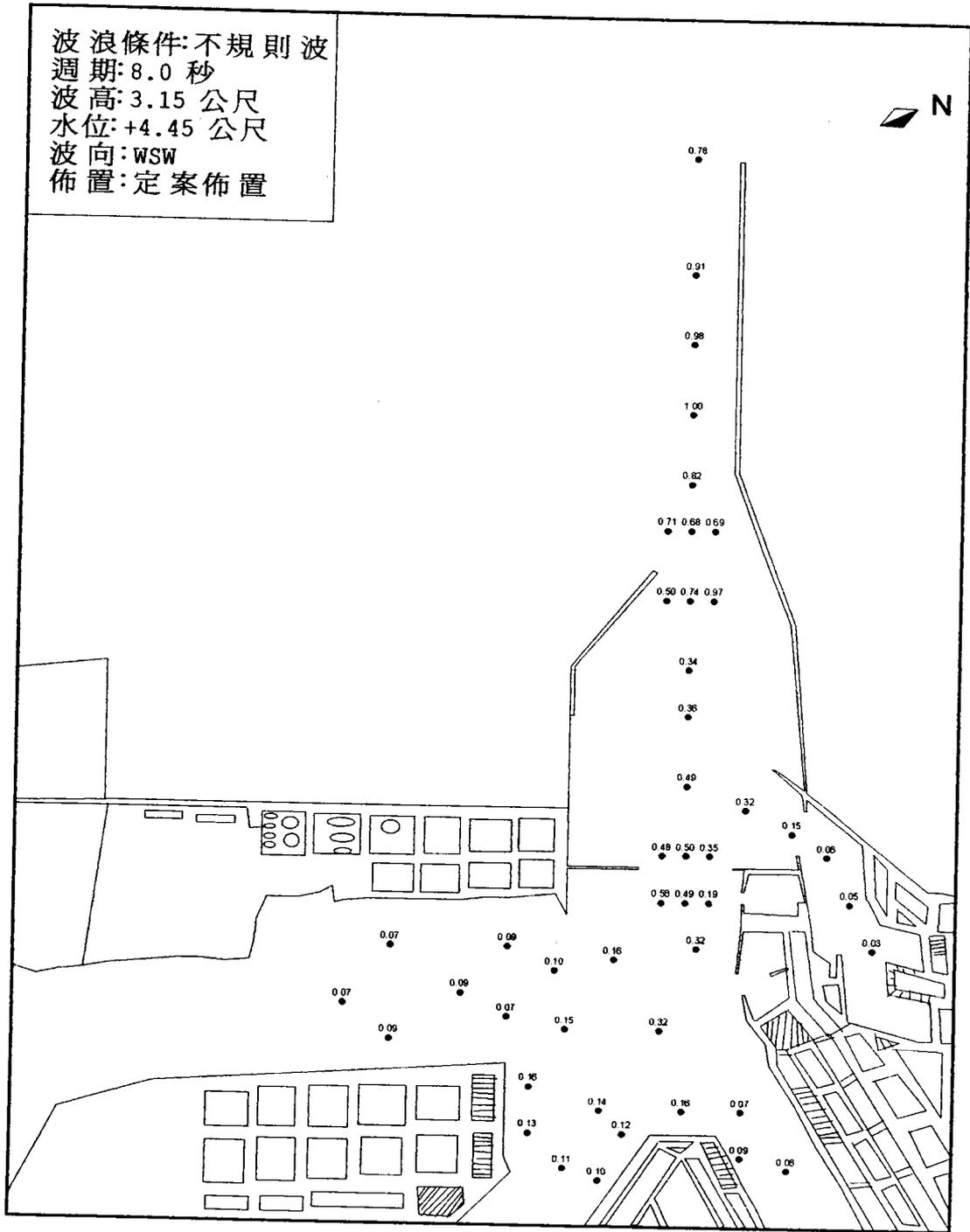


圖 2-55

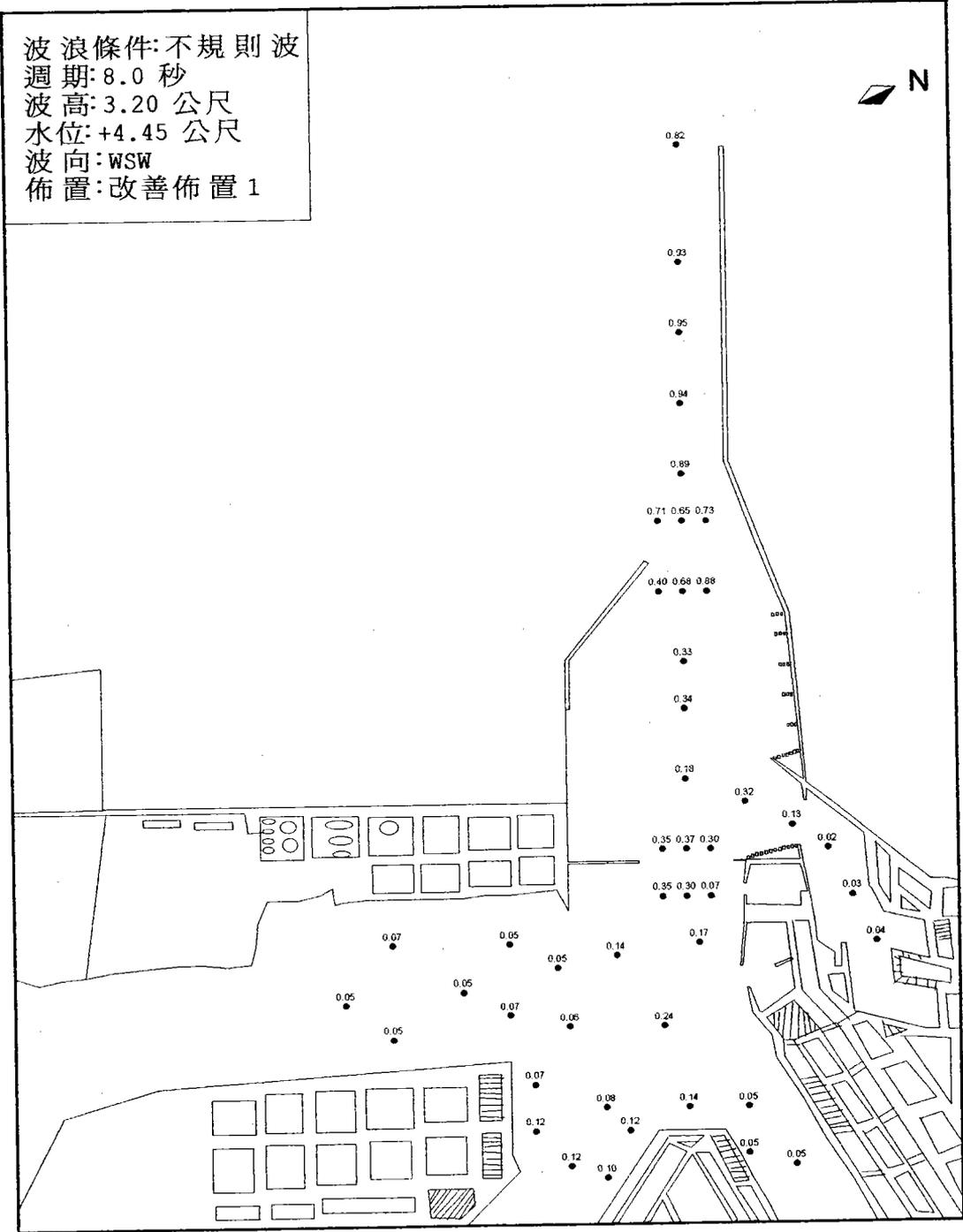


圖 2-56

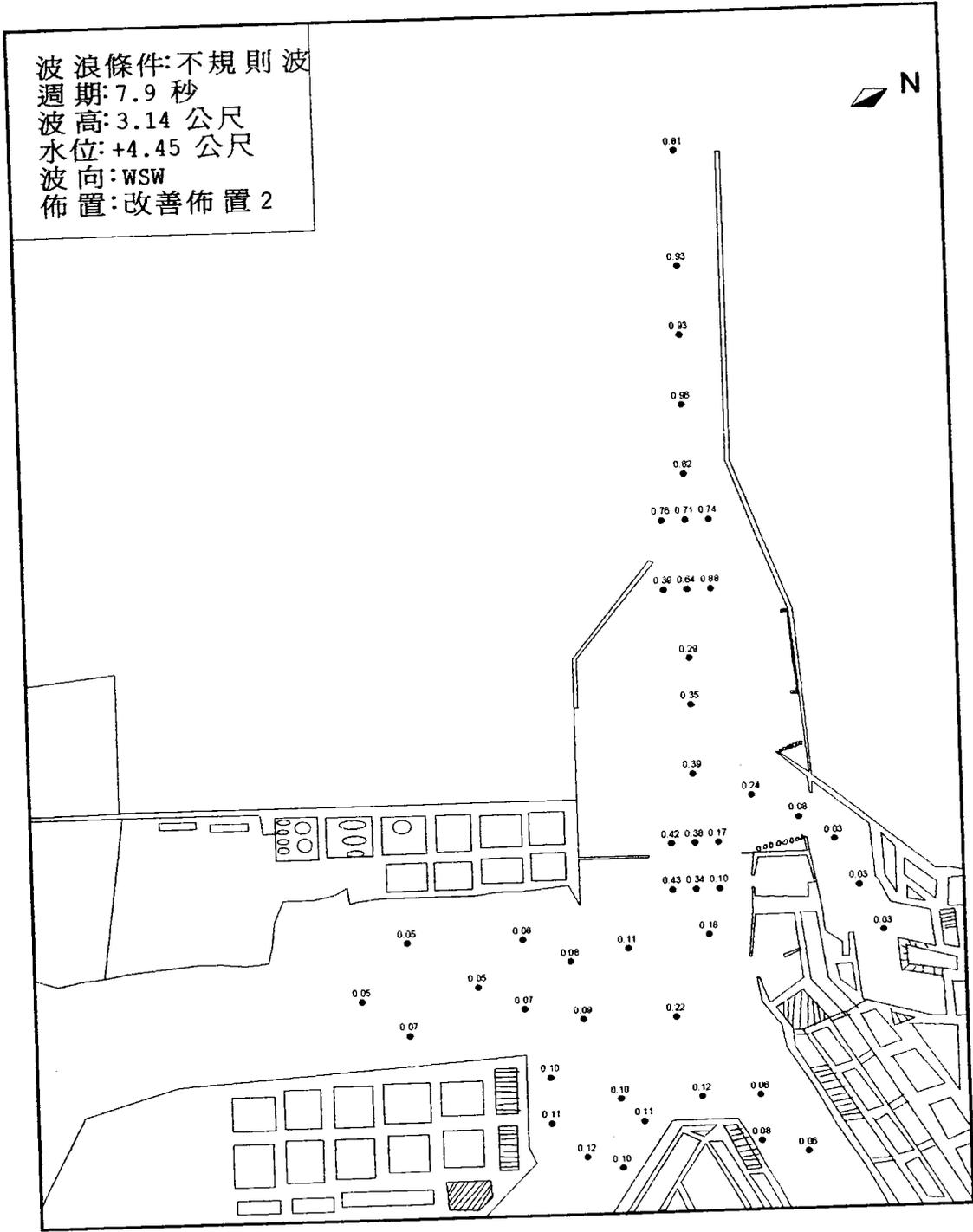


圖 2-57

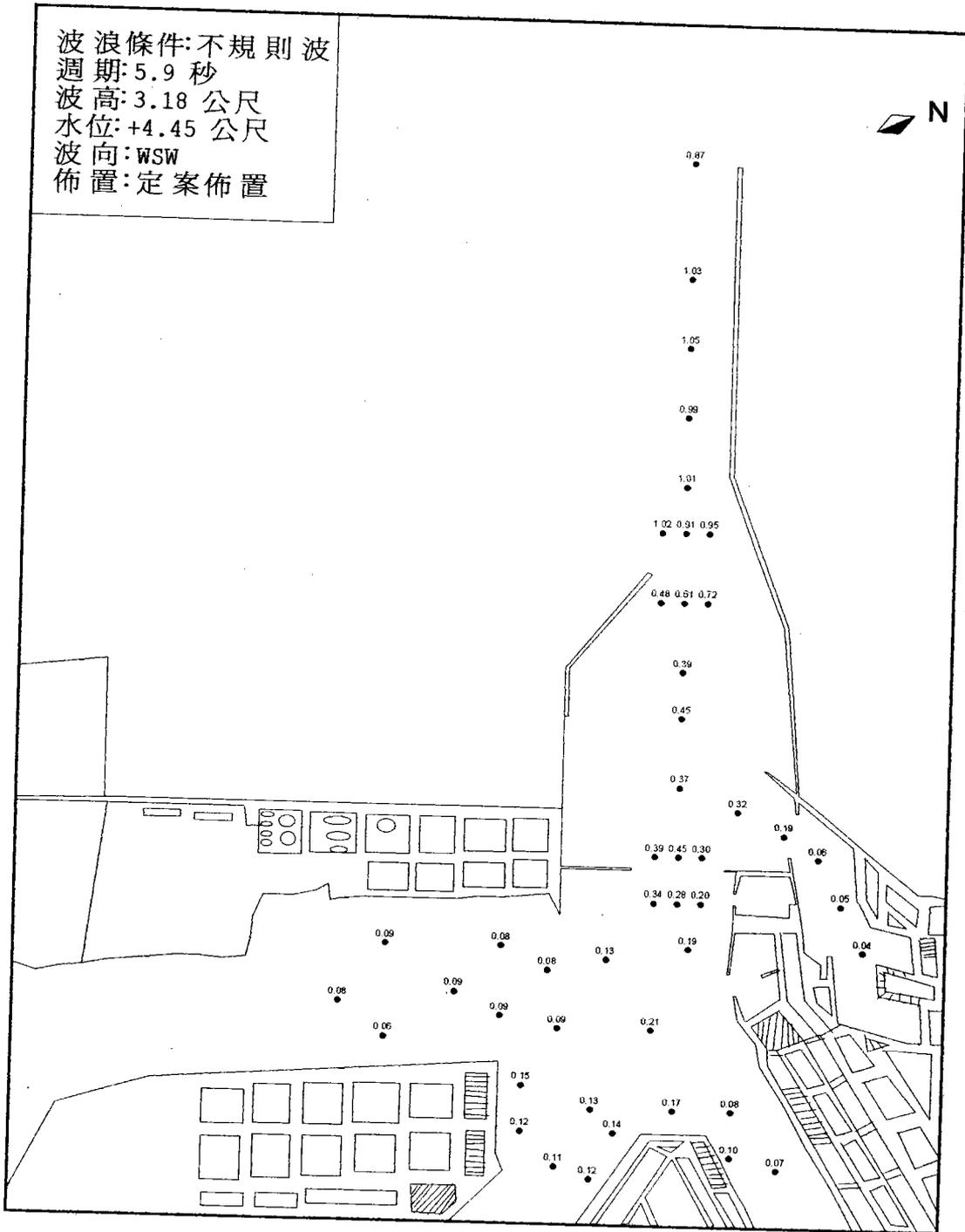


圖 2-58

波浪條件:不規則波  
週期:6.0 秒  
波高:3.19 公尺  
水位:+4.45 公尺  
波向:WSW  
佈置:改善佈置 1

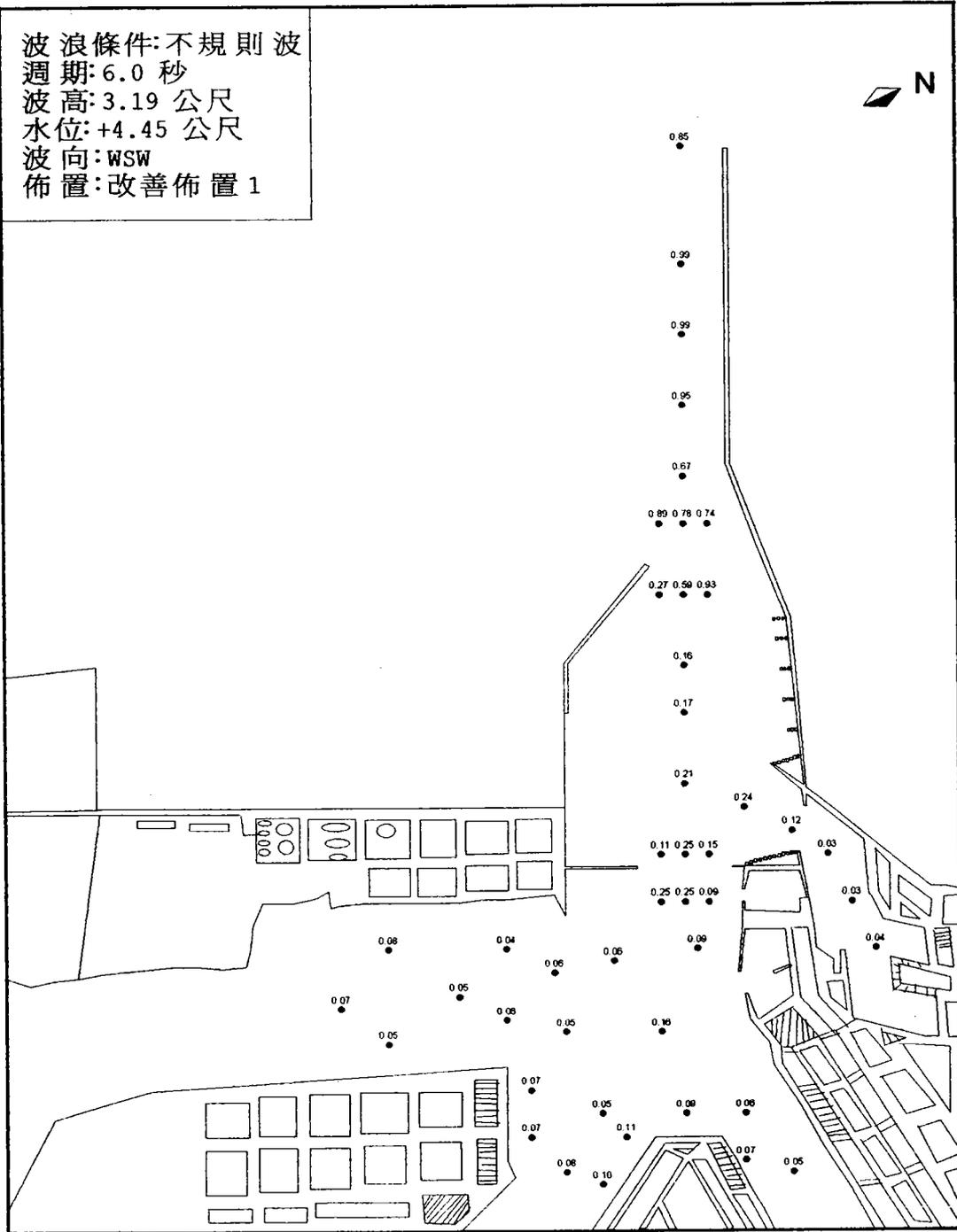


圖 2-59

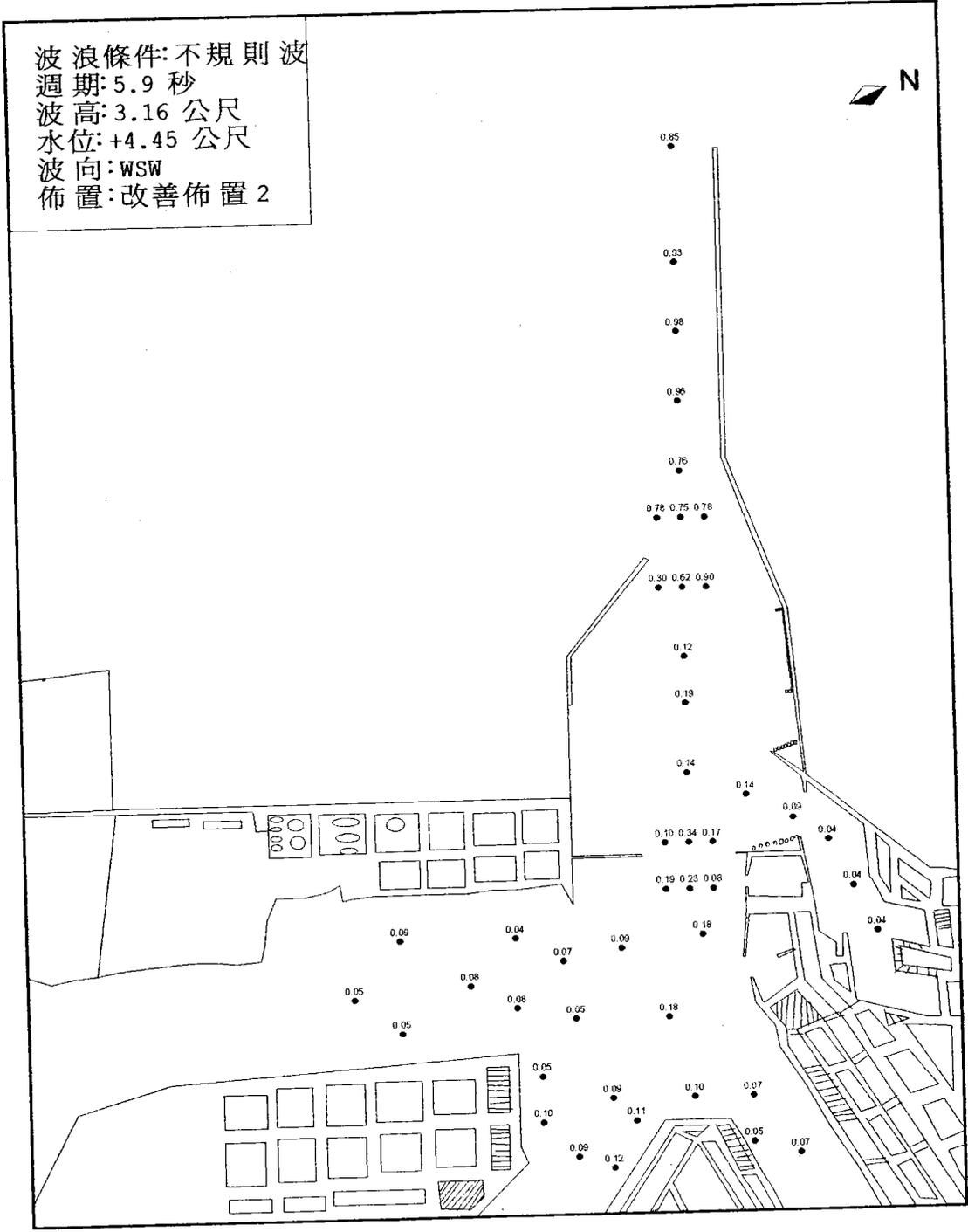


圖 2-60

波浪條件: 規則波  
 週期: 11.5 秒  
 波高: 6.30 公尺  
 水位: +5.86 公尺  
 波向: WSW  
 佈置: 定案佈置

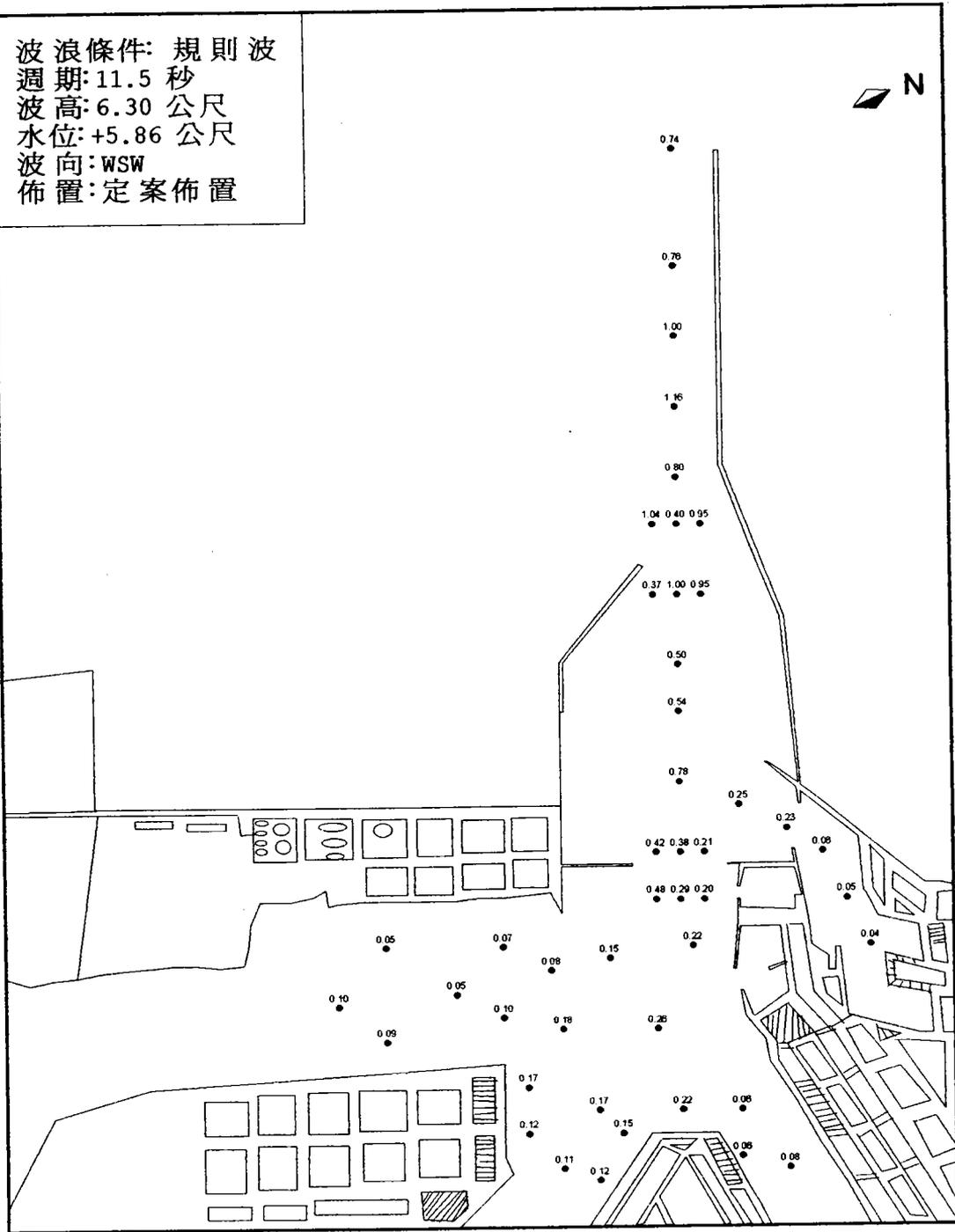


圖 2-61

波浪條件: 規則波  
 週期: 11.5 秒  
 波高: 6.37 公尺  
 水位: +5.86 公尺  
 波向: WSW  
 佈置: 改善佈置 1

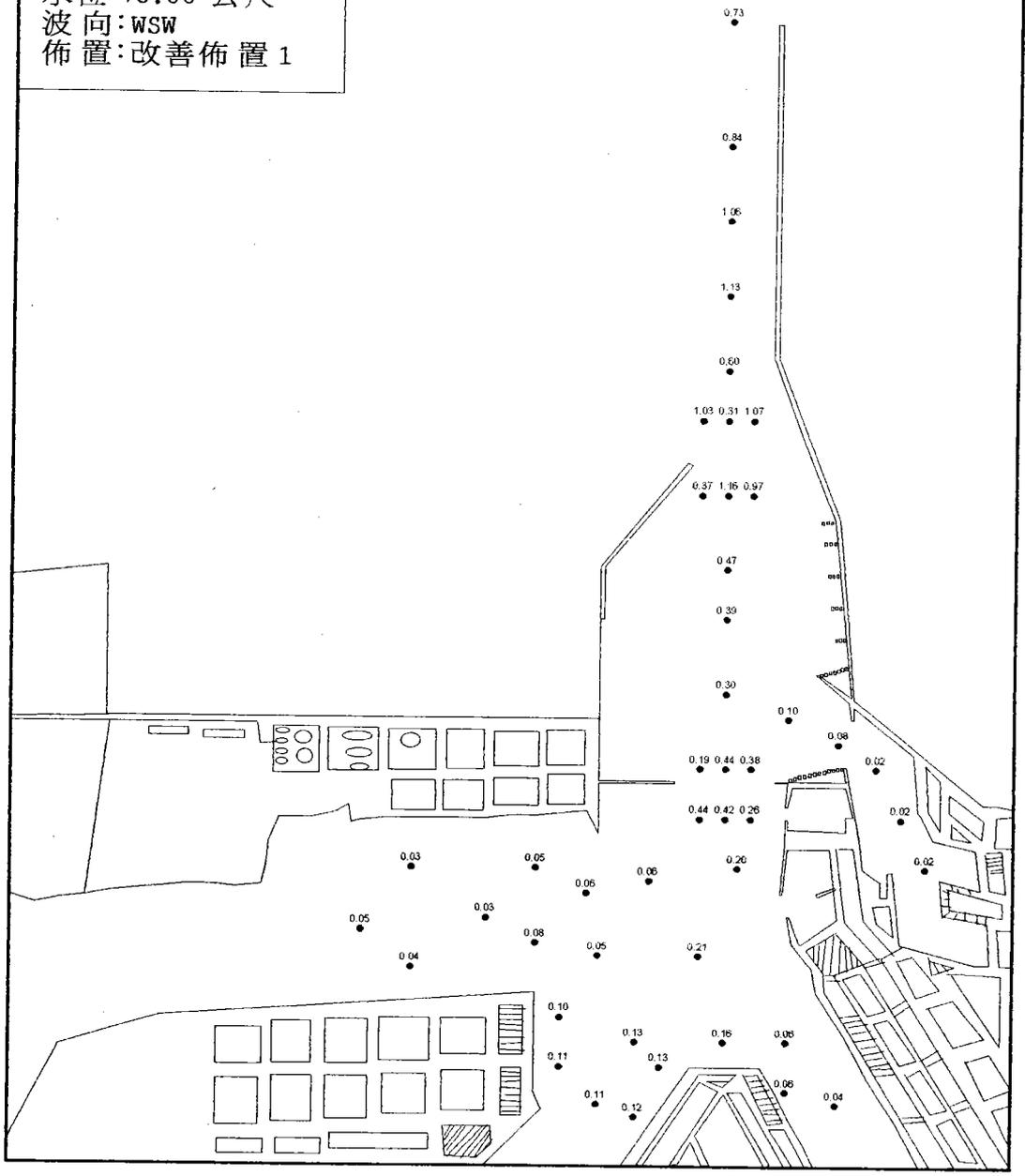


圖 2-62

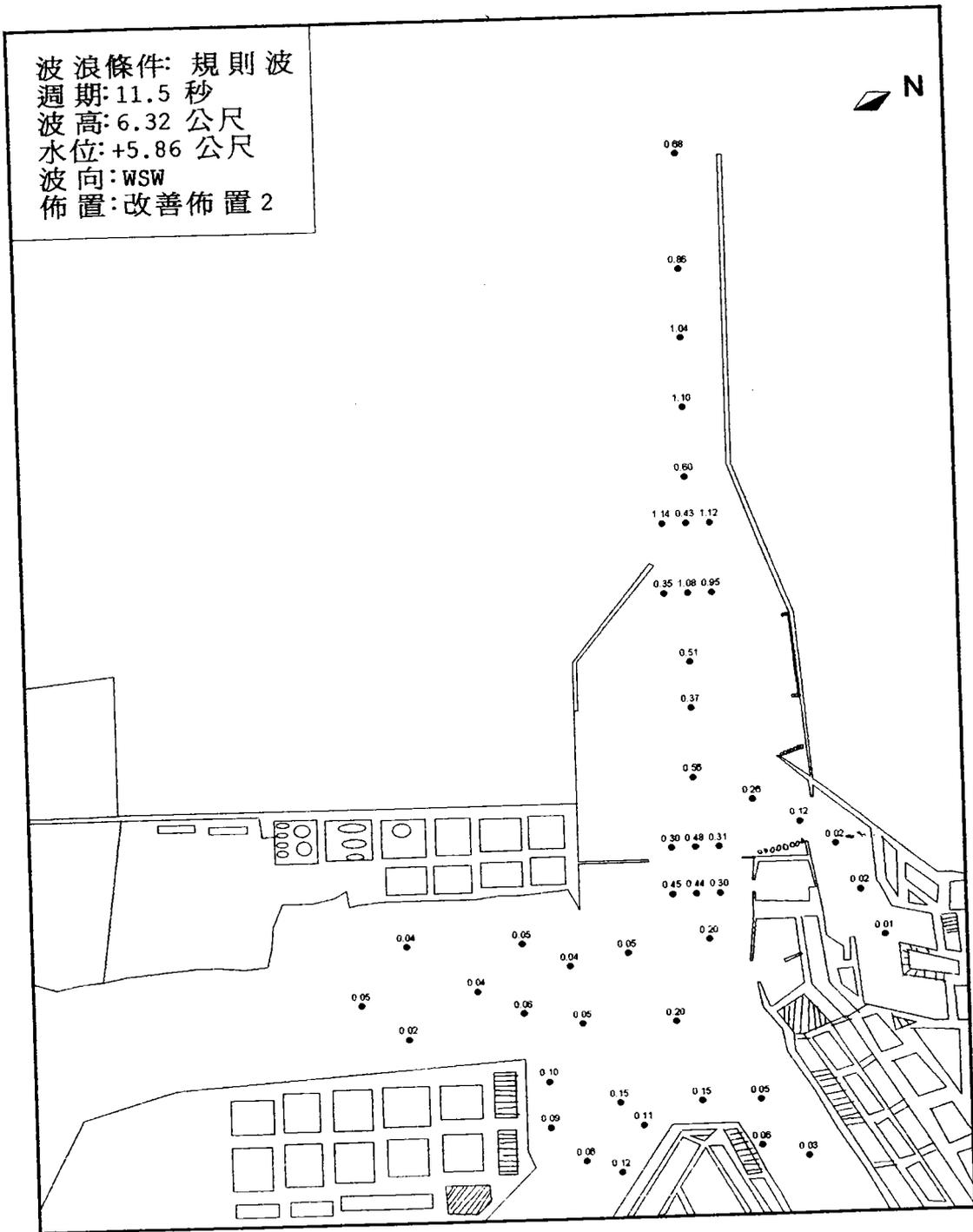


圖 2-63

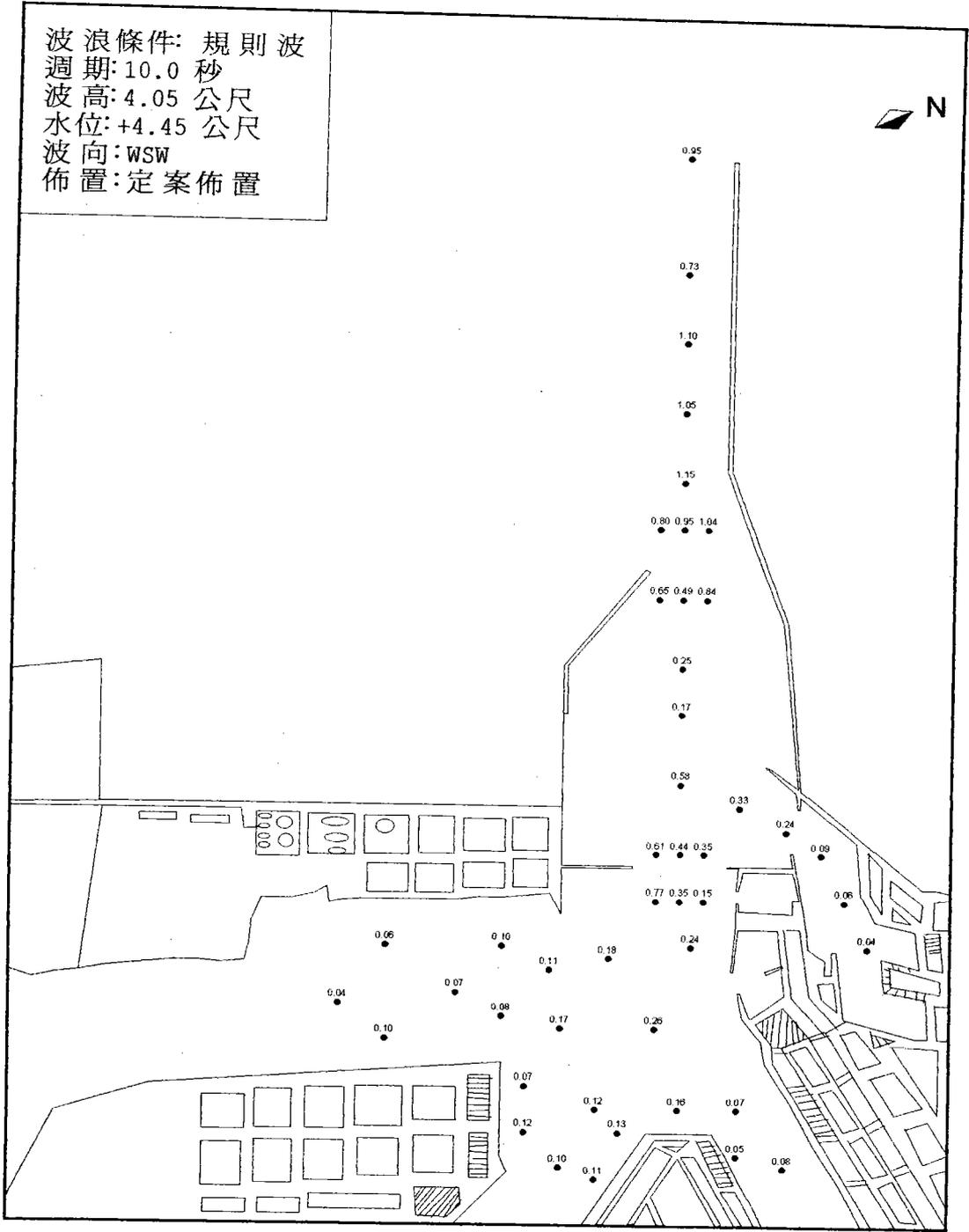


圖 2-64





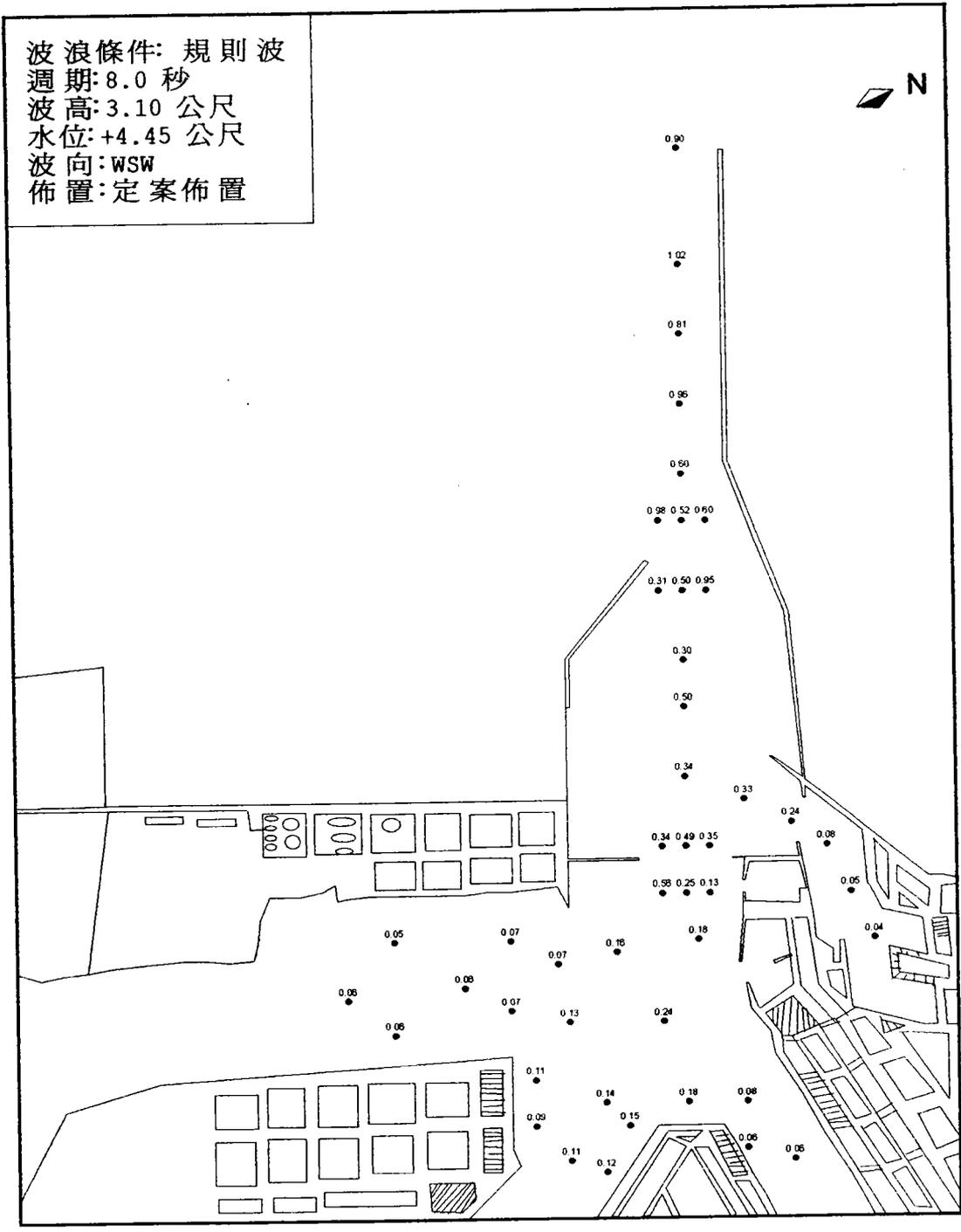
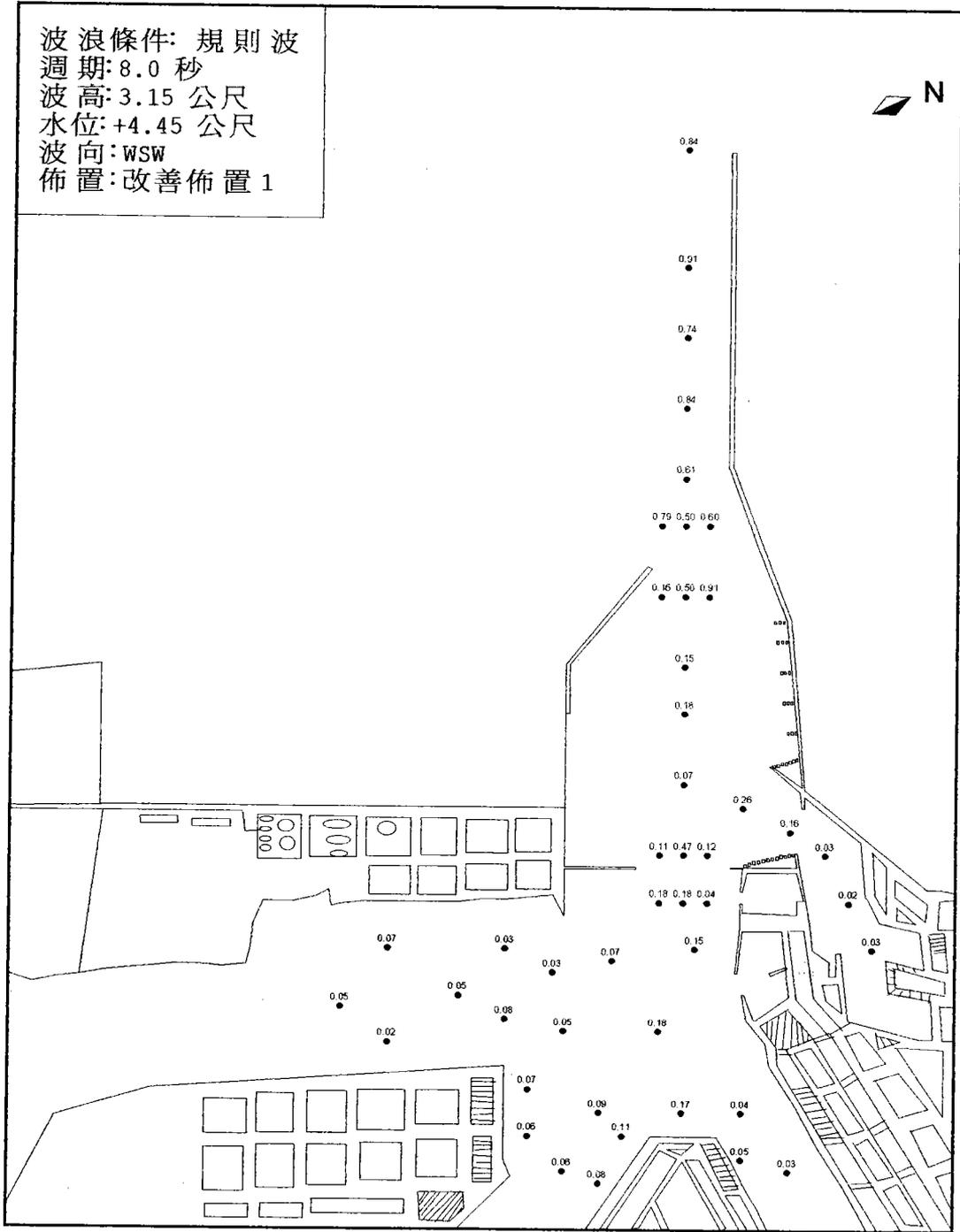


圖 2-67



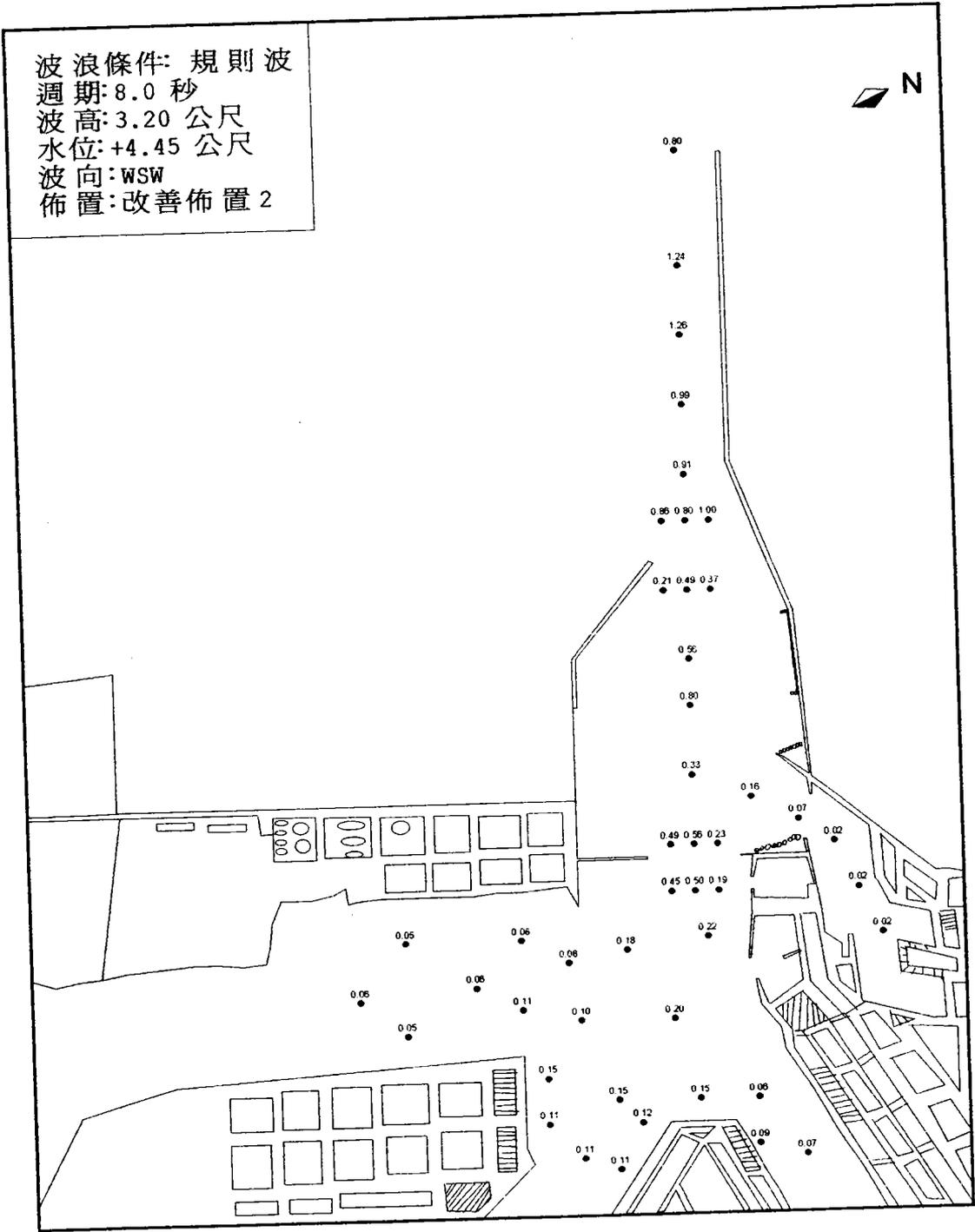


圖 2-69

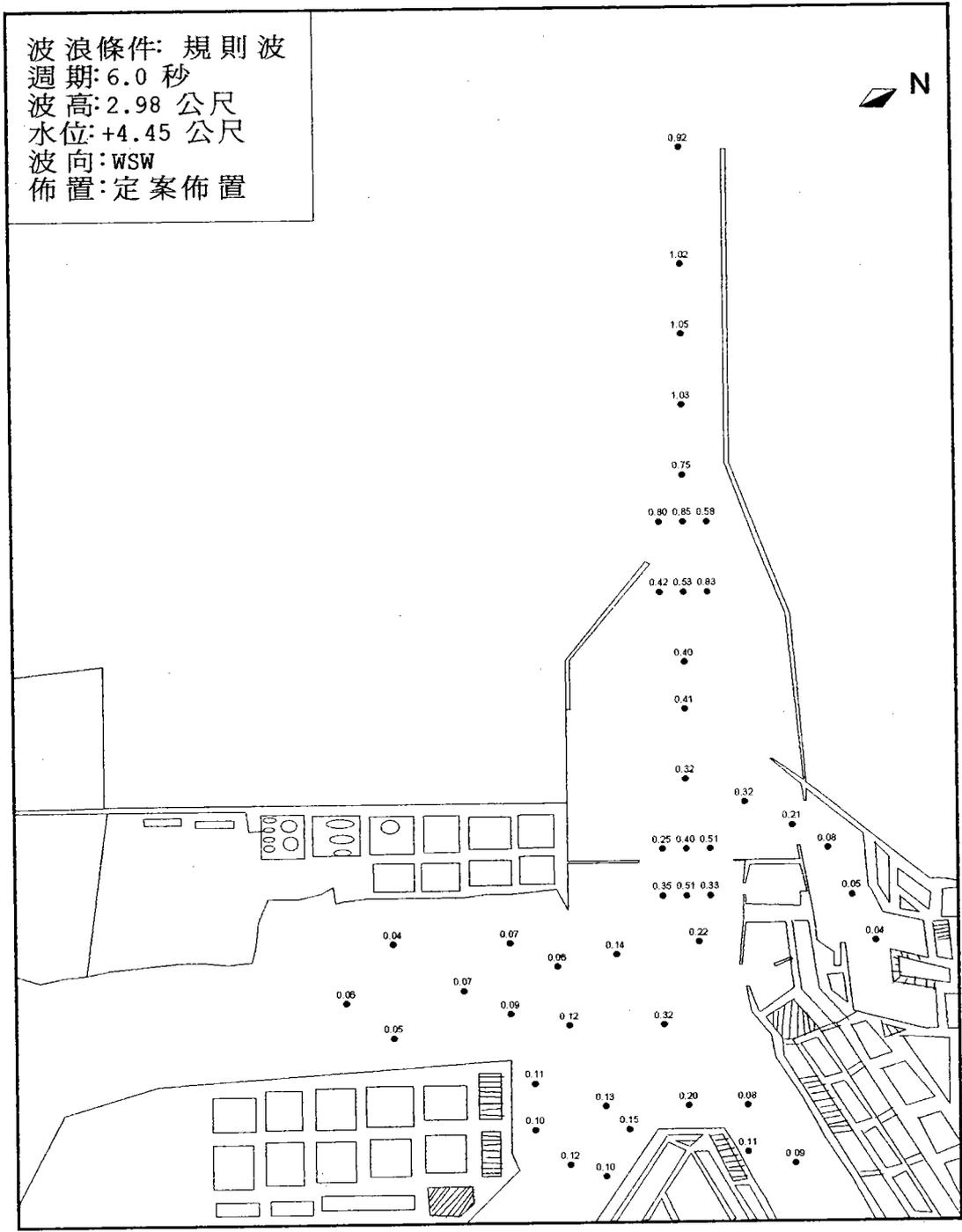


圖 2-70

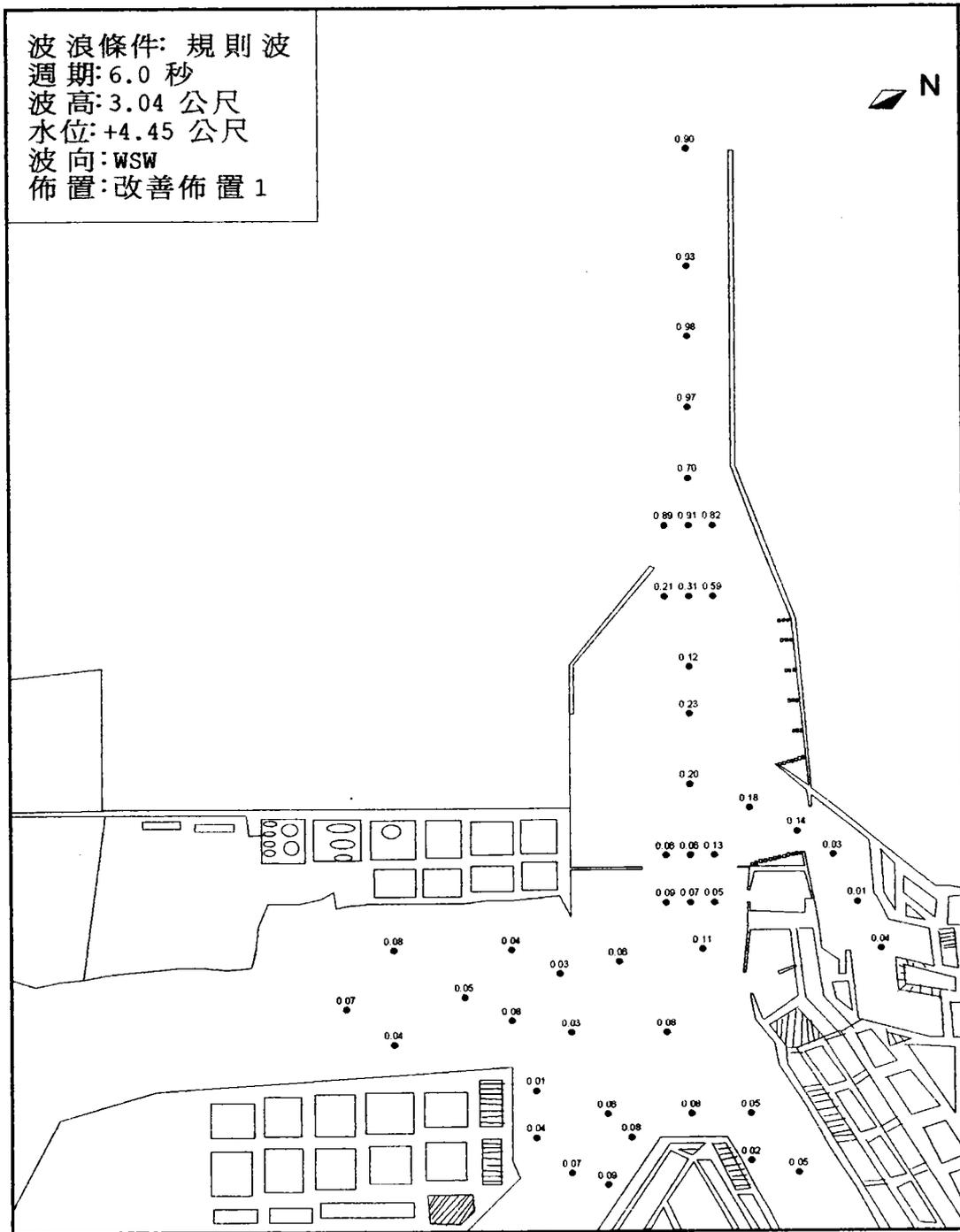


圖 2-71

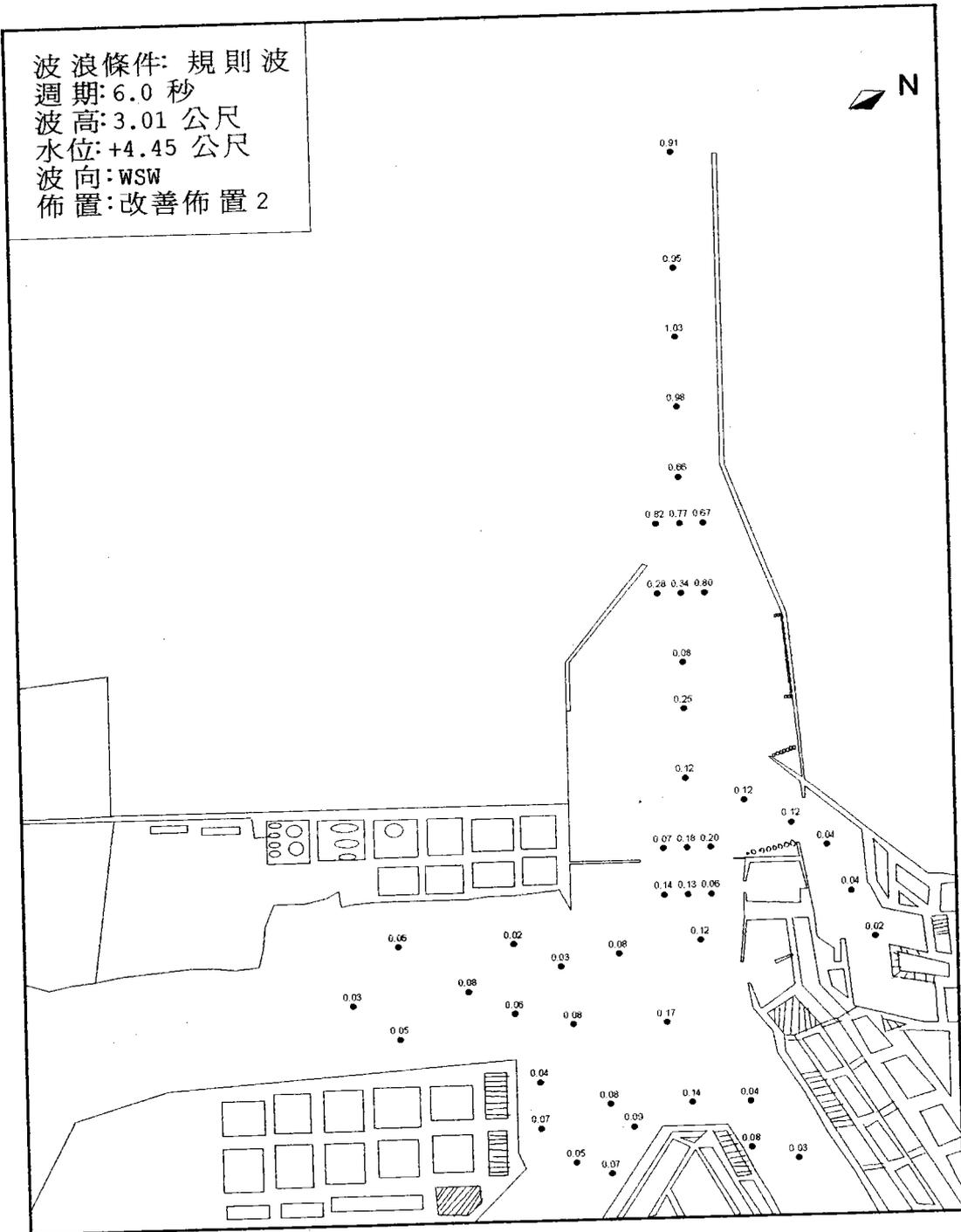


圖 2-72

波浪條件: 不規則波  
 週期: 11.8 秒  
 波高: 6.81 公尺  
 水位: +5.86 公尺  
 波向: SW  
 佈置: 定案佈置

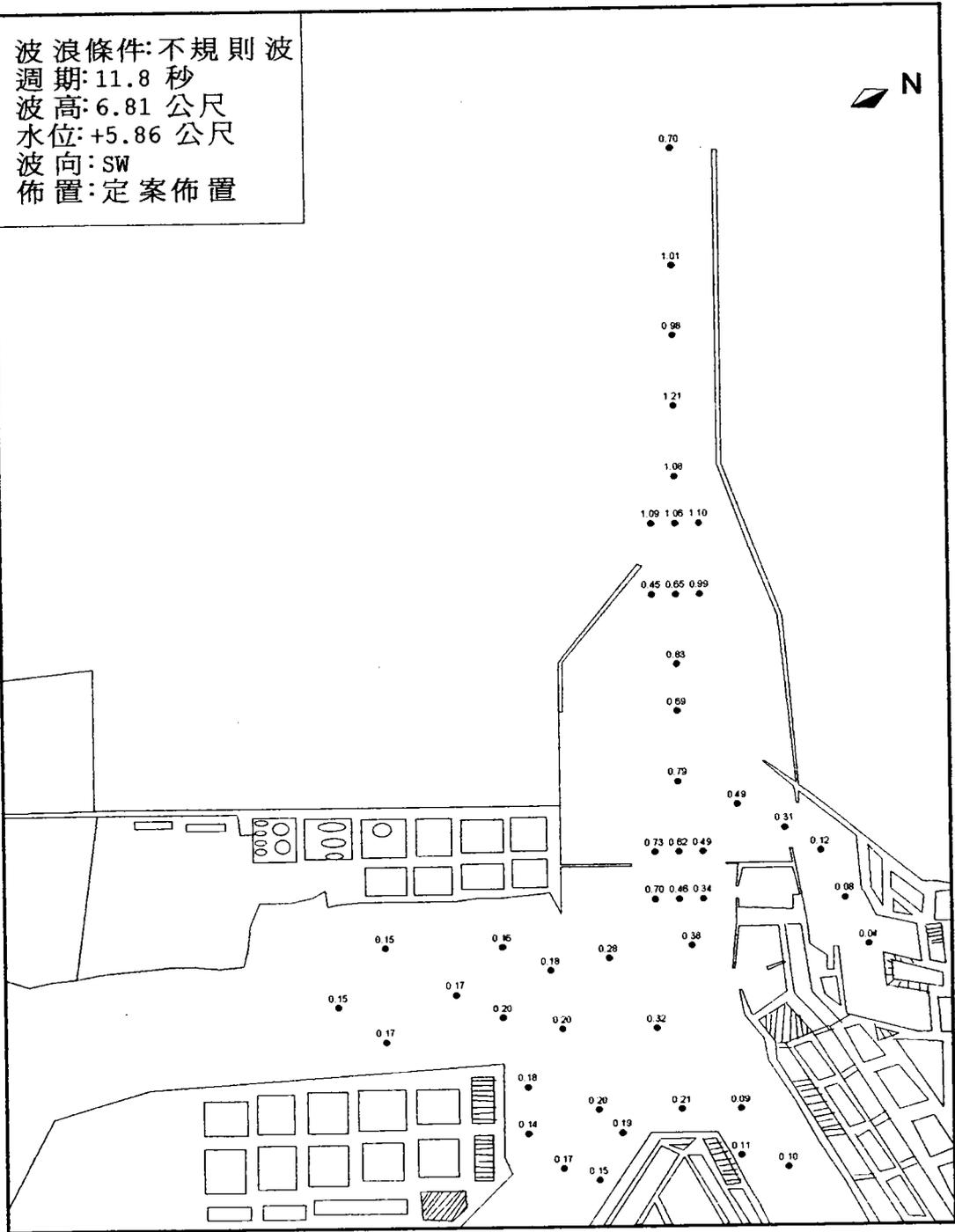


圖 2-73

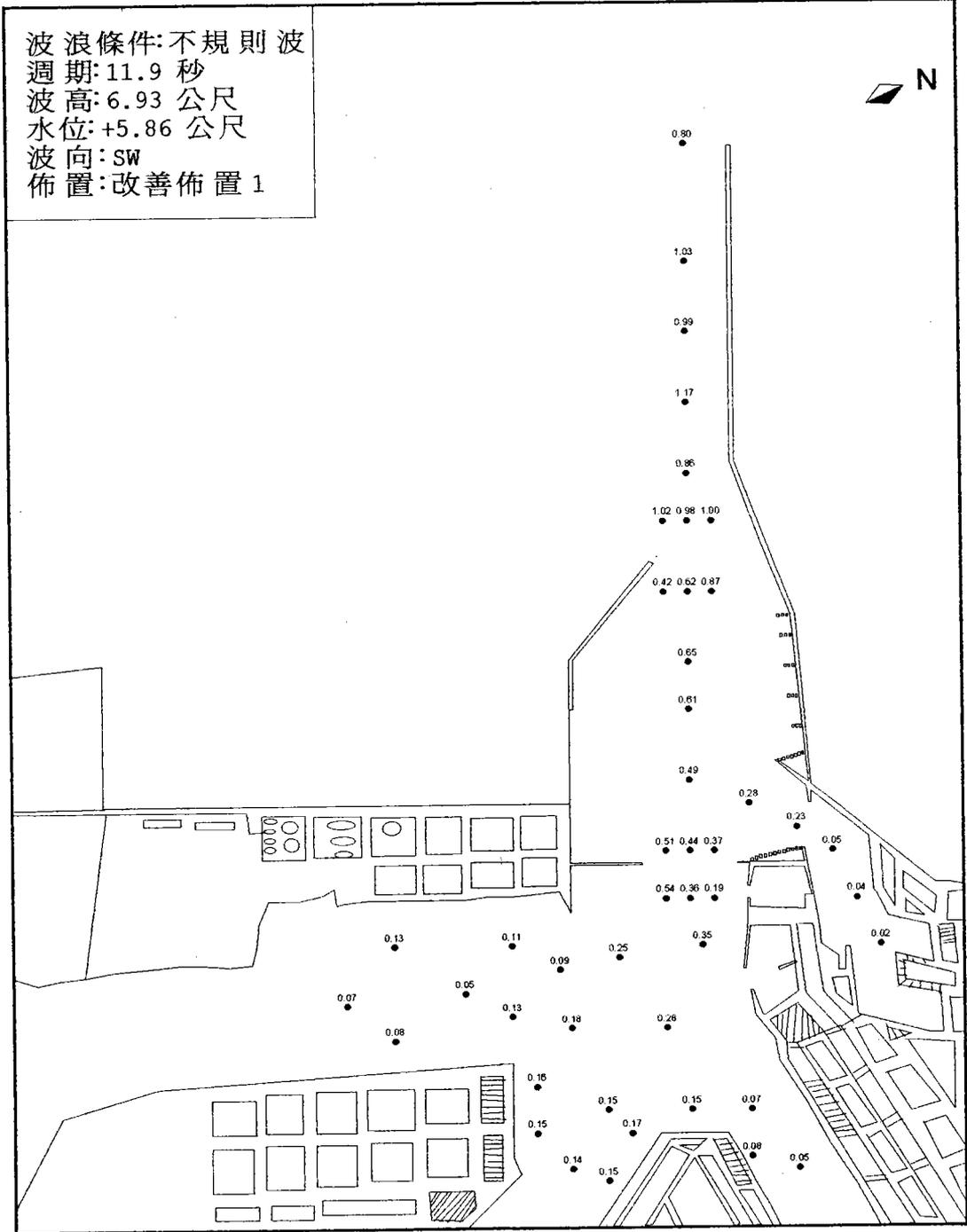


圖 2-74



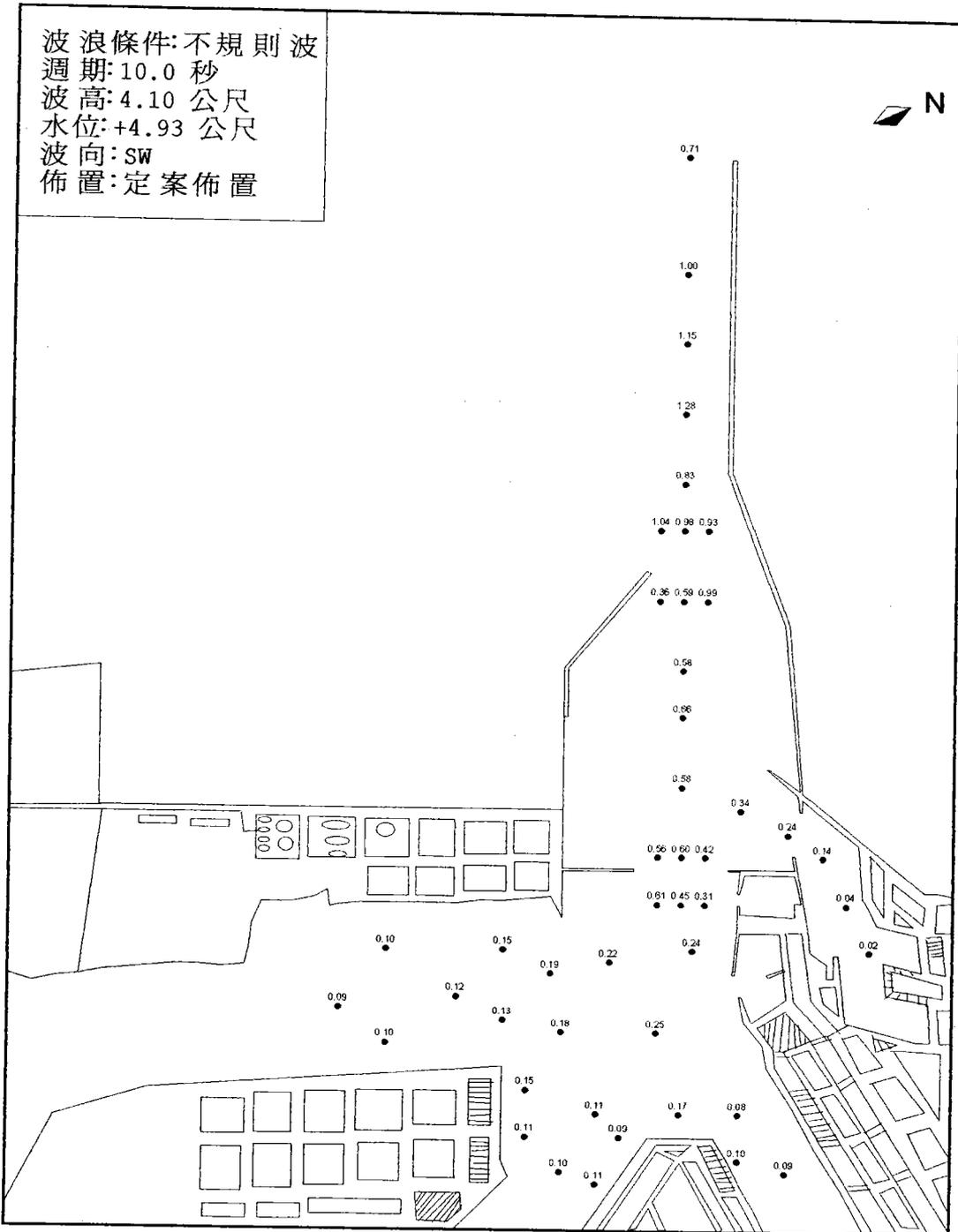


圖 2-76

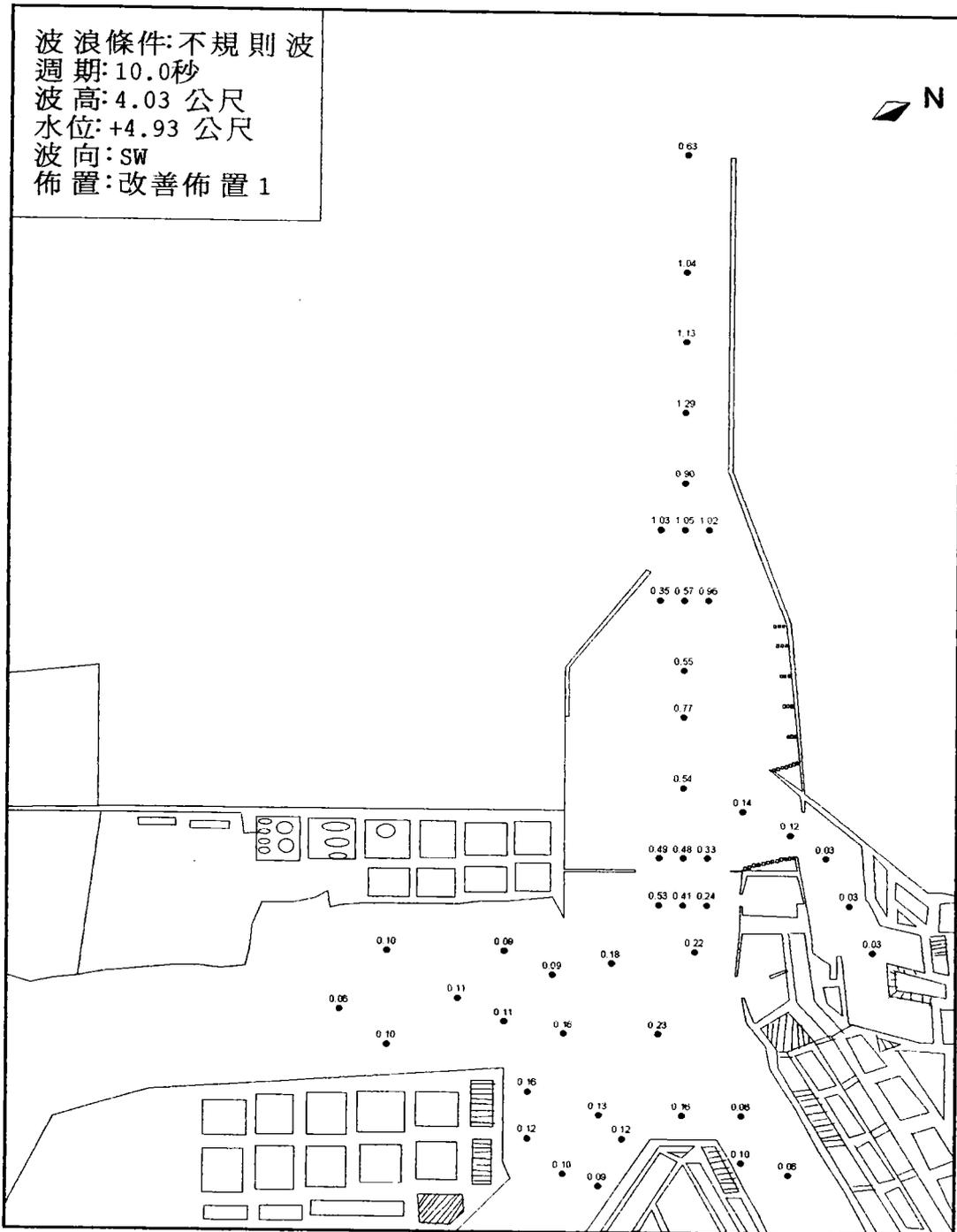


圖 2-77



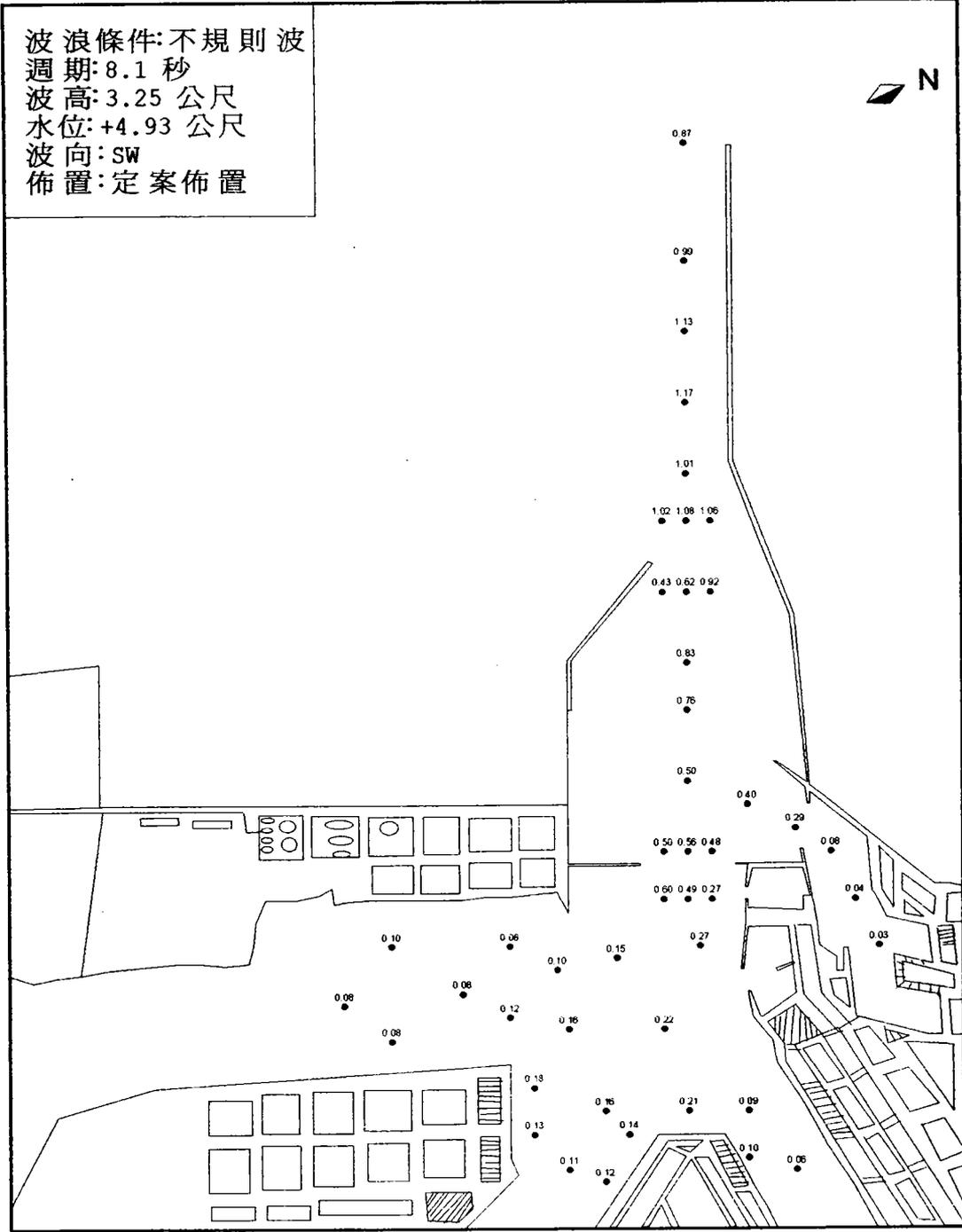


圖 2-79

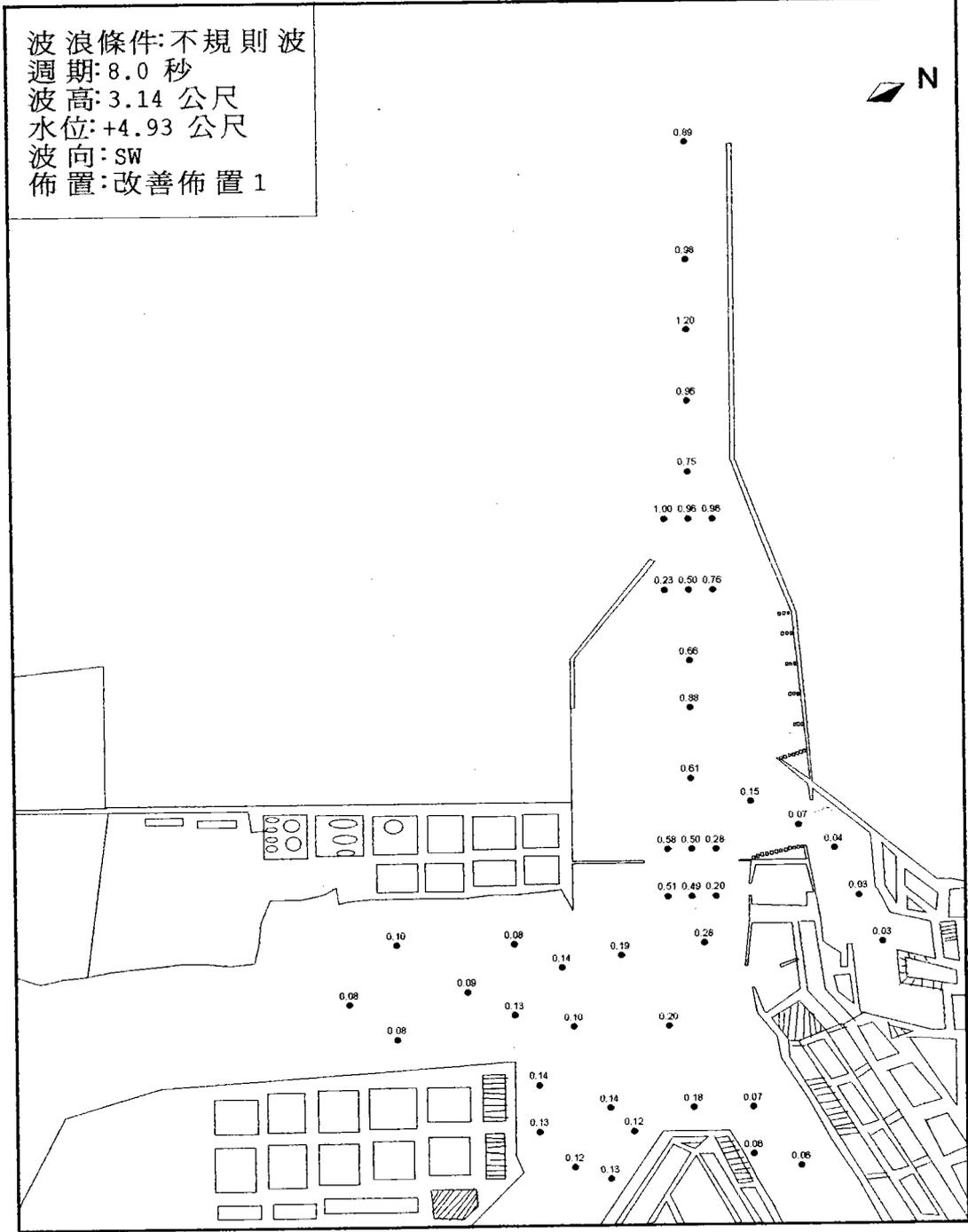


圖 2-80

波浪條件: 不規則波  
 週期: 8.2 秒  
 波高: 3.26 公尺  
 水位: +4.93 公尺  
 波向: SW  
 佈置: 改善佈置 2

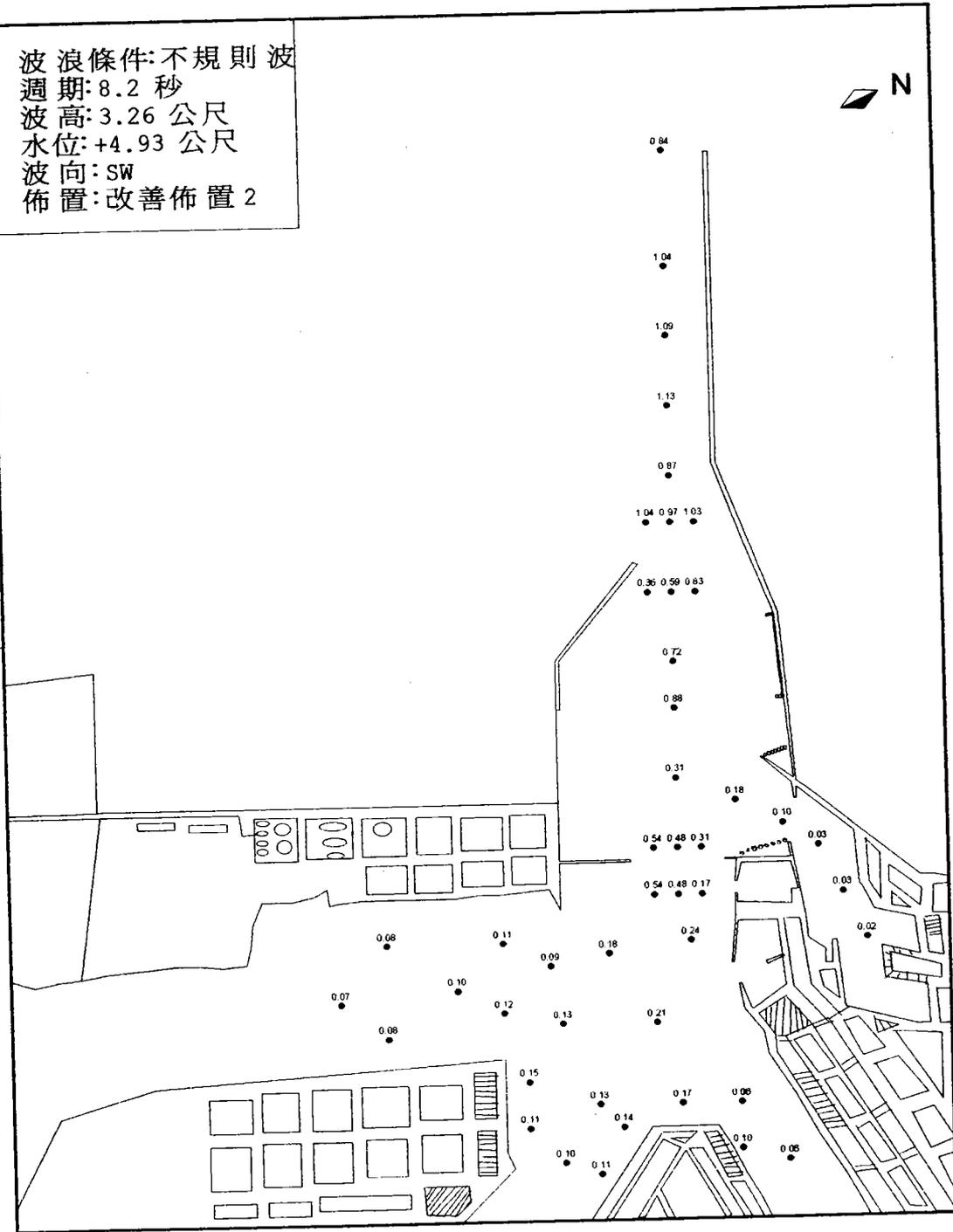


圖 2-81

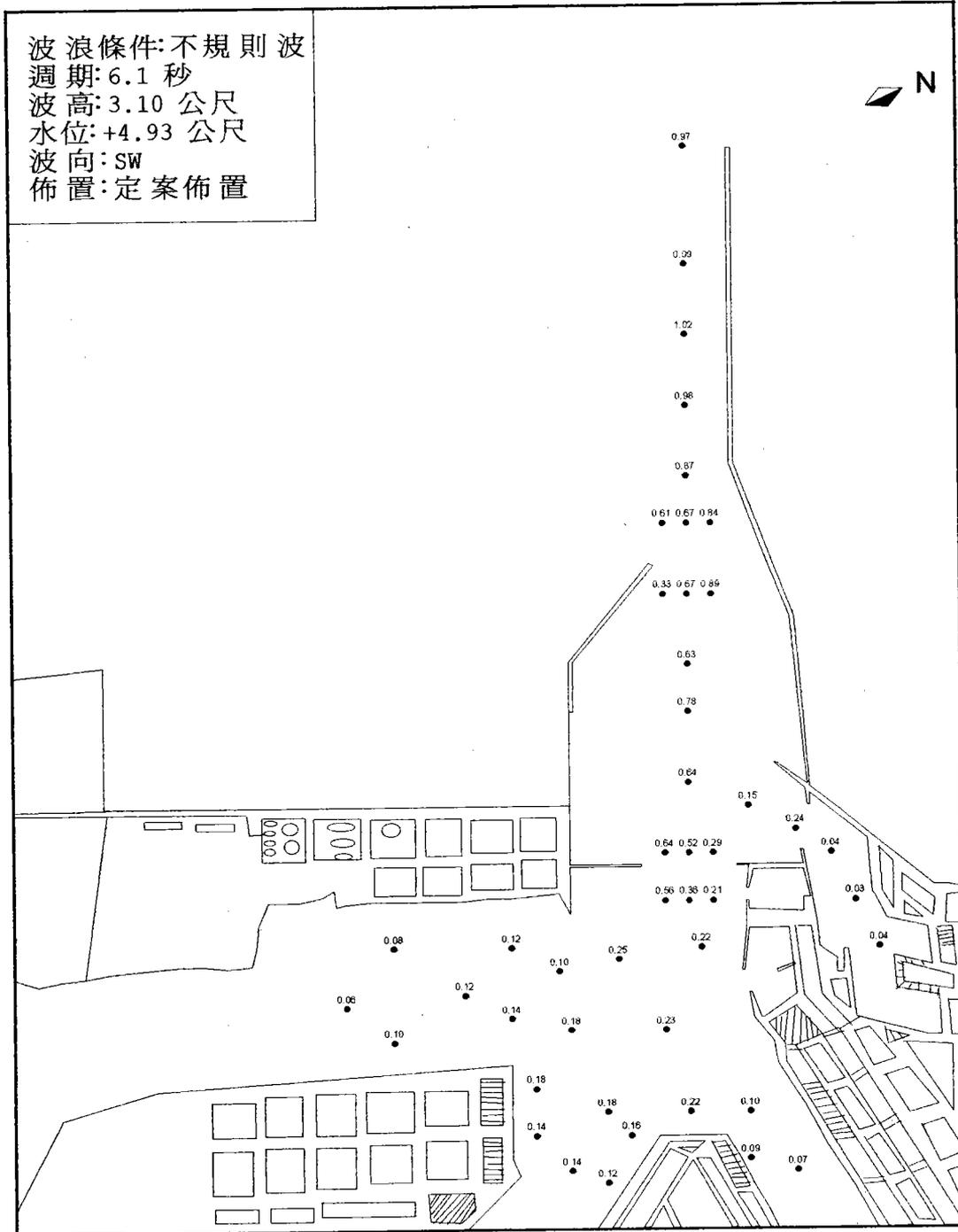


圖 2-82

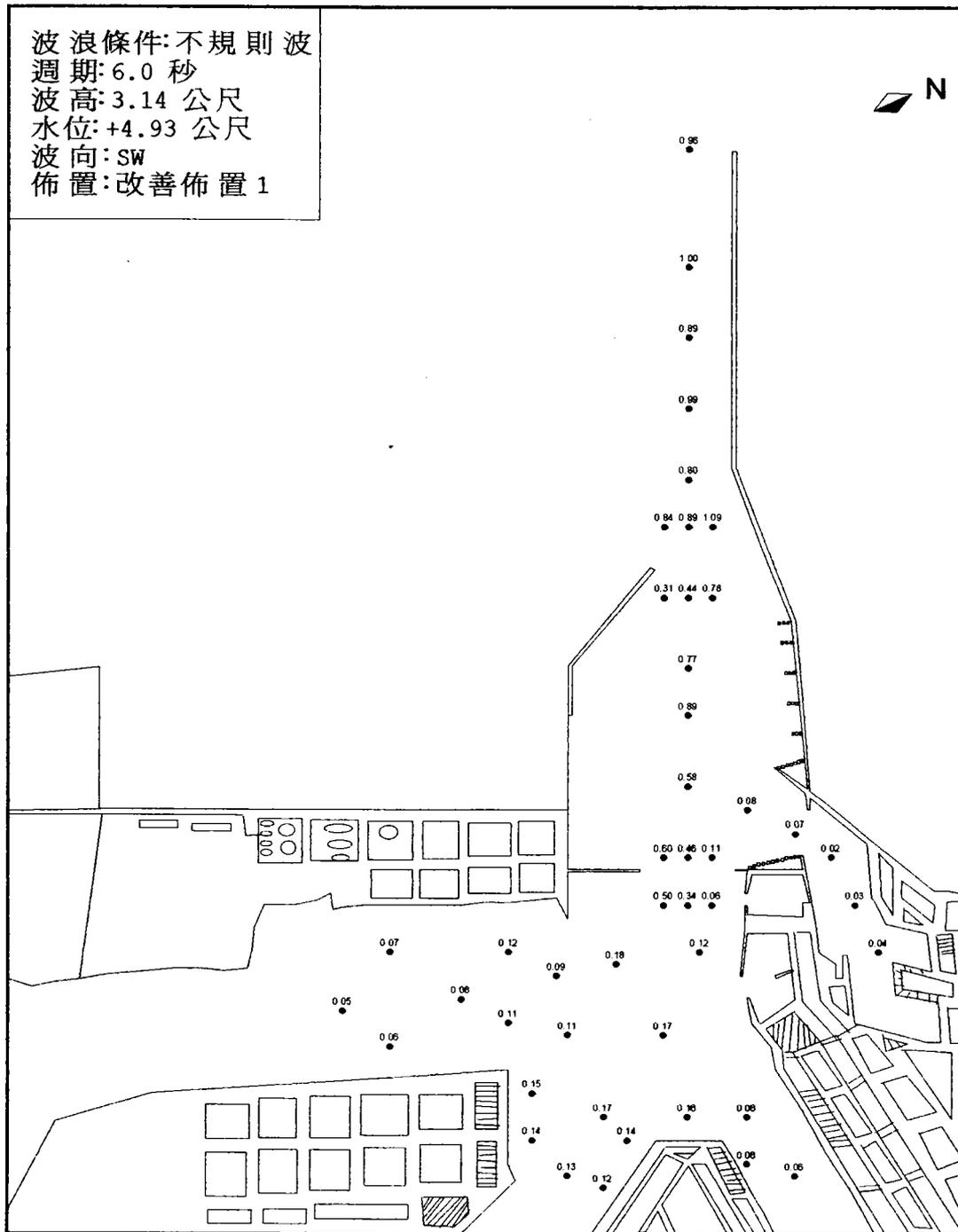


圖 2-83

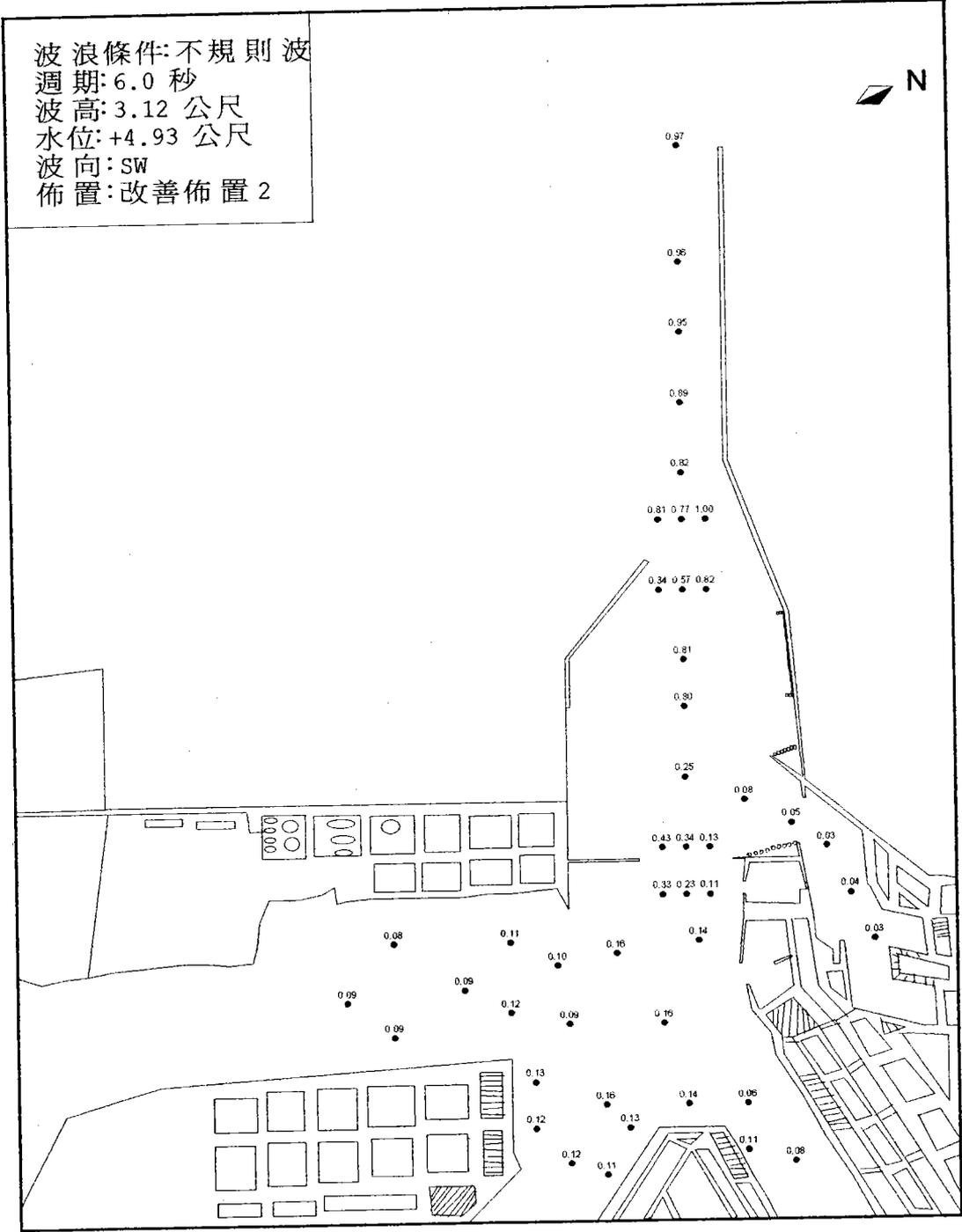


圖 2-84

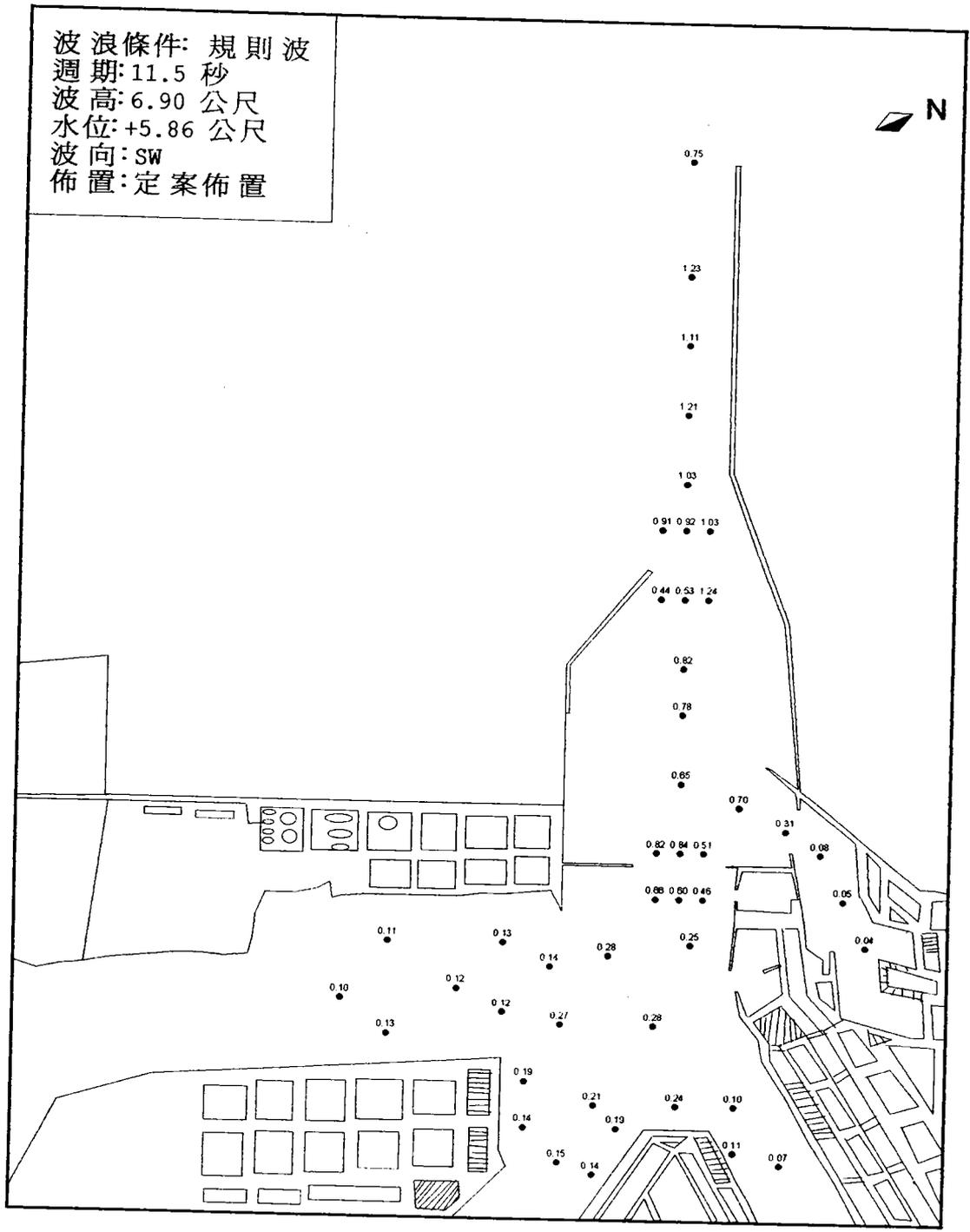


圖 2-85



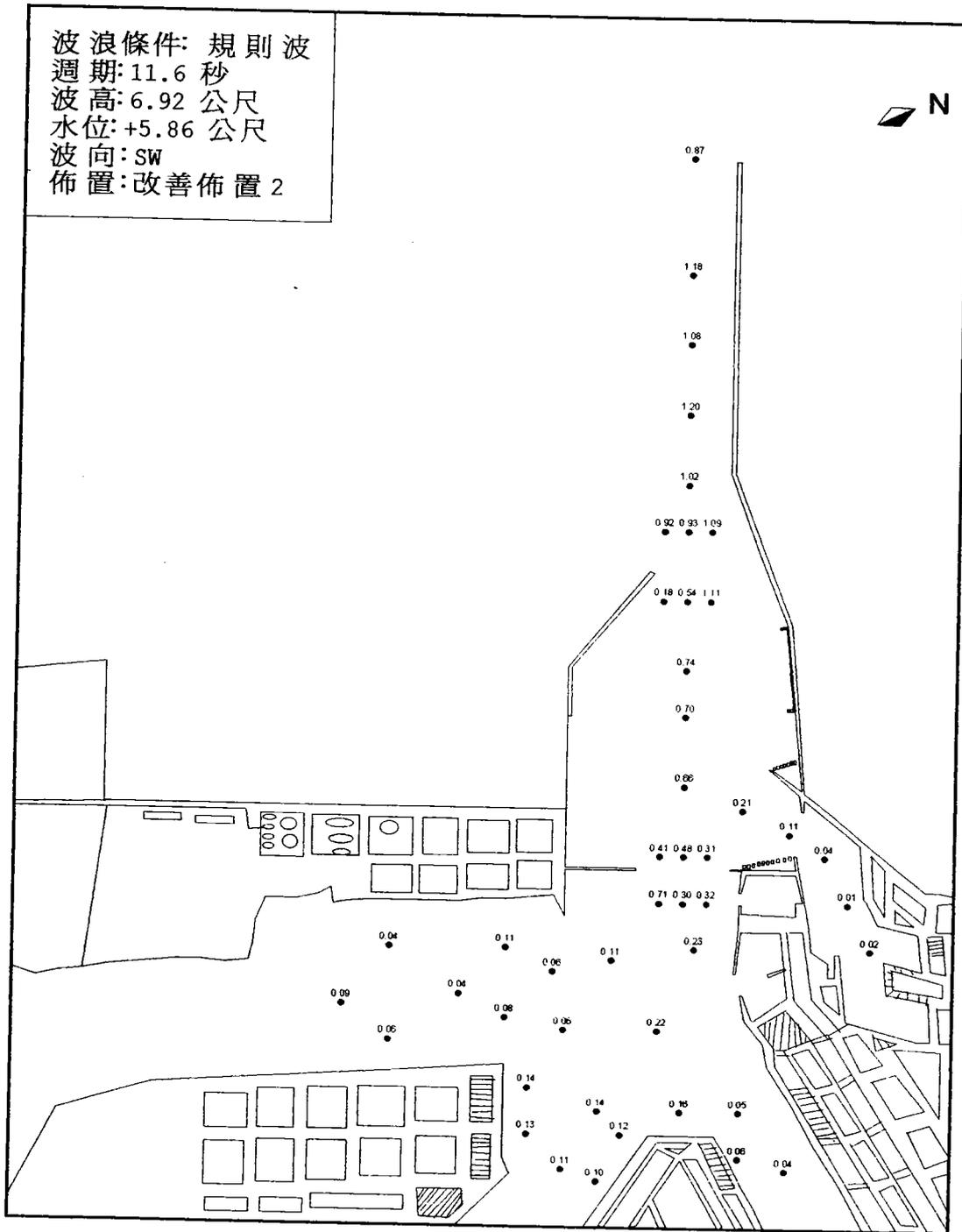


圖 2-87

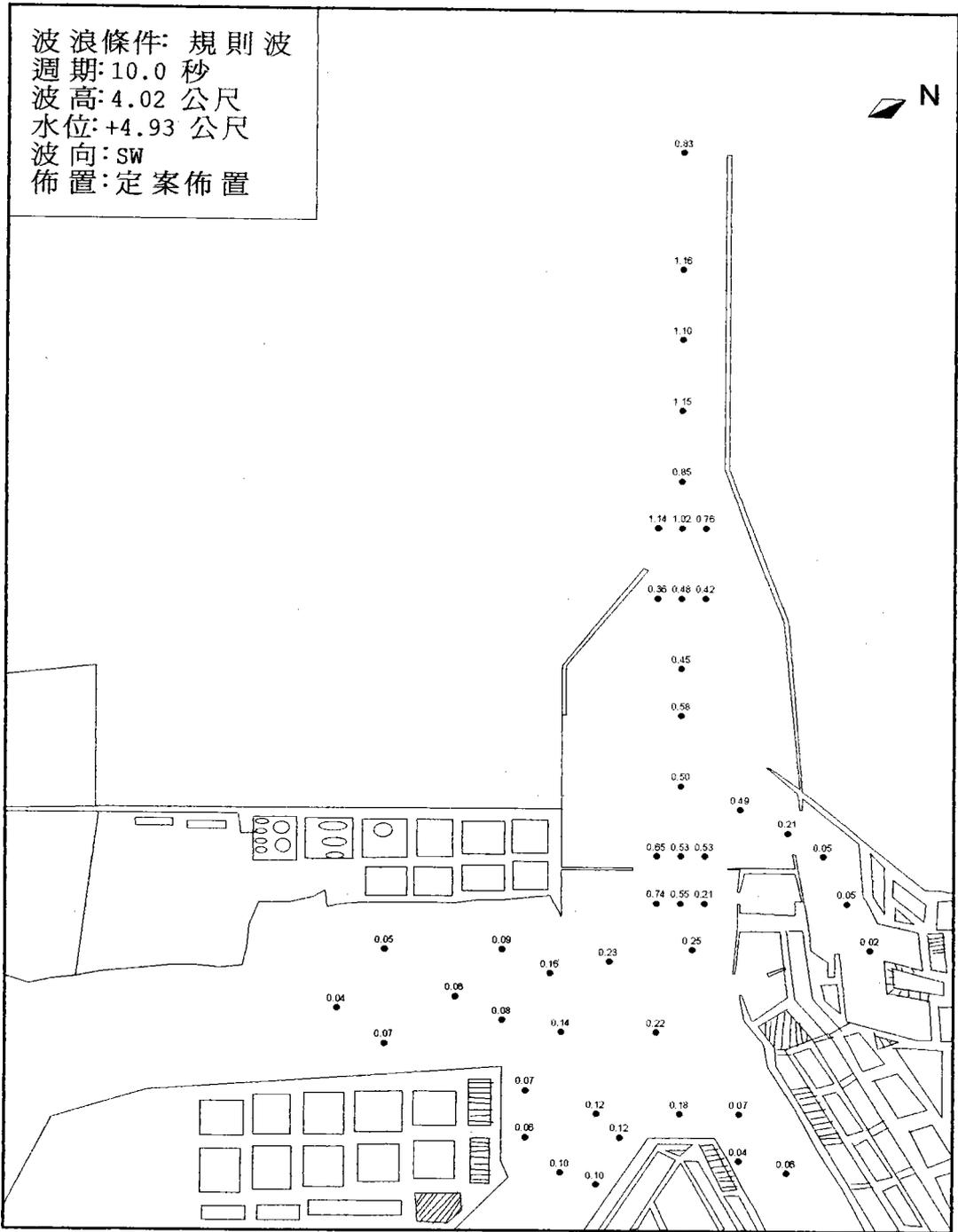


圖 2-88

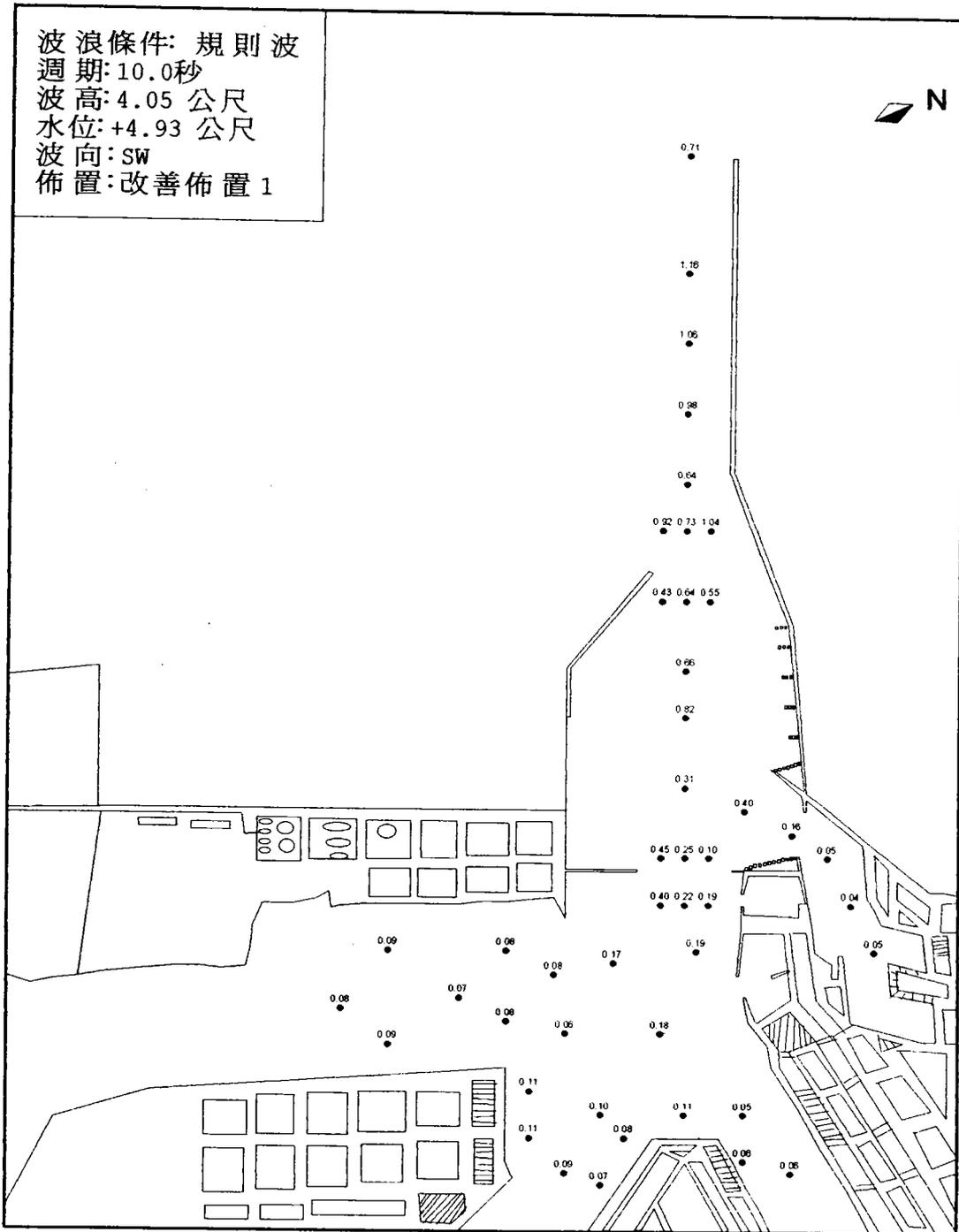


圖 2-89

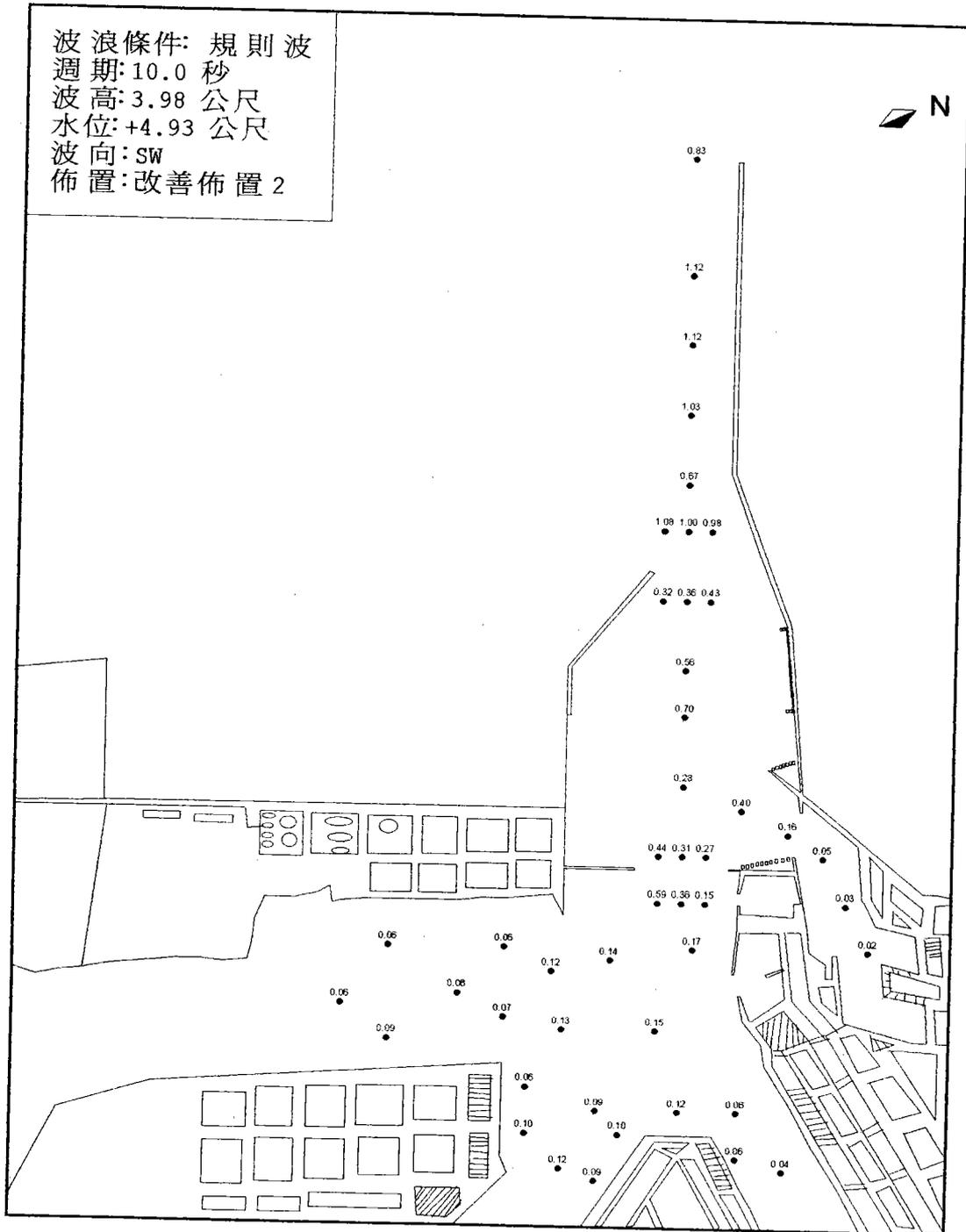


圖 2-90

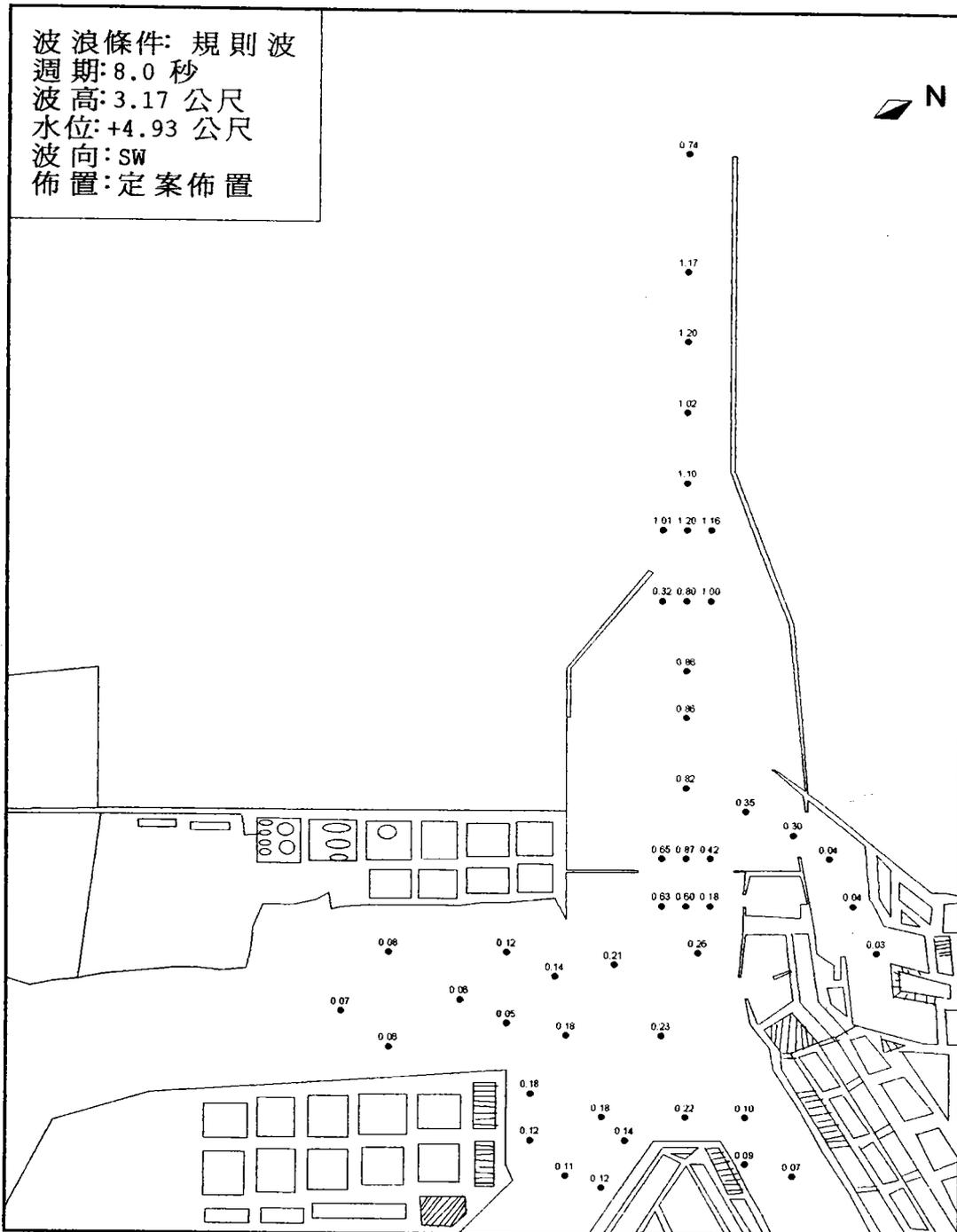


圖 2-91

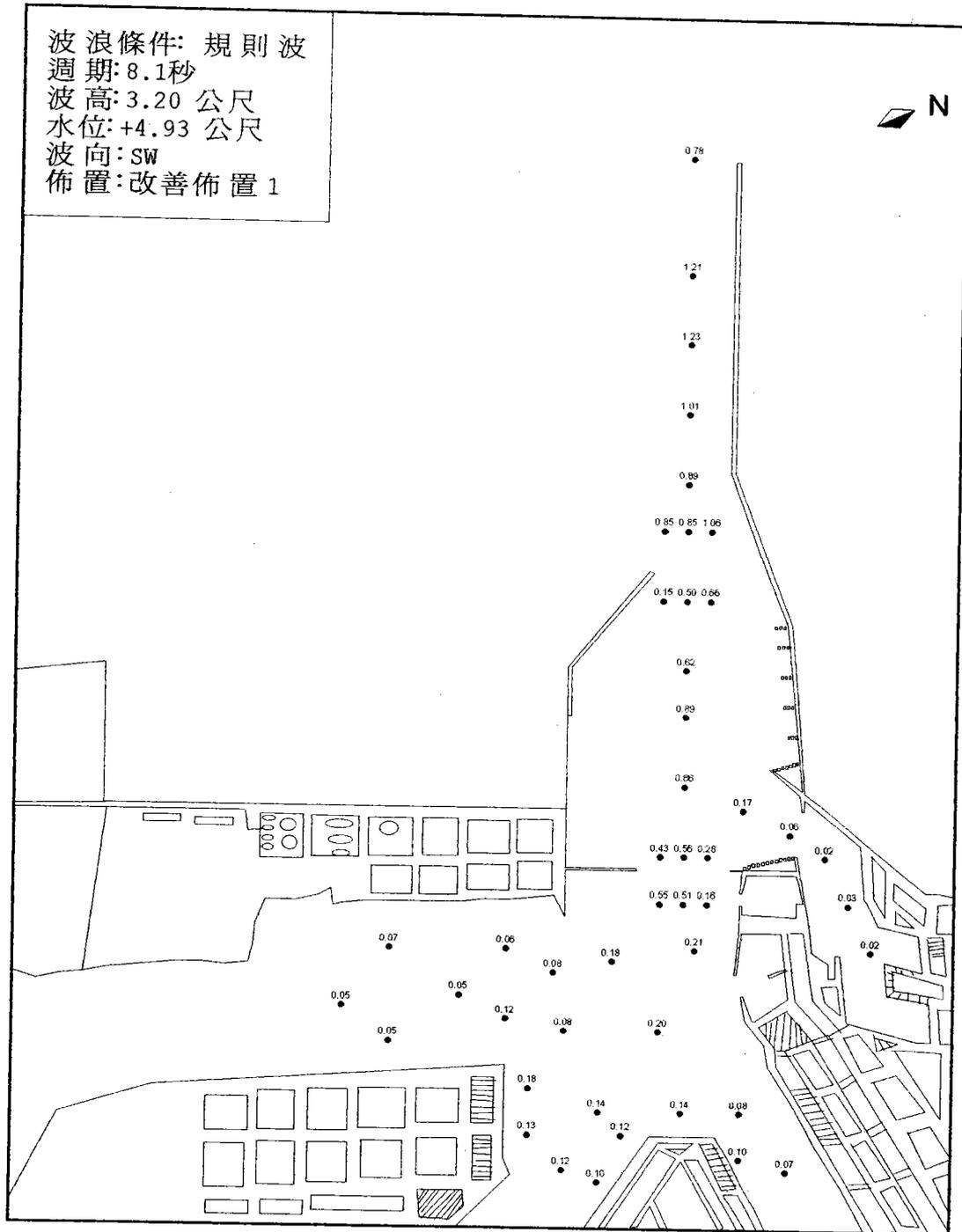


圖 2-92

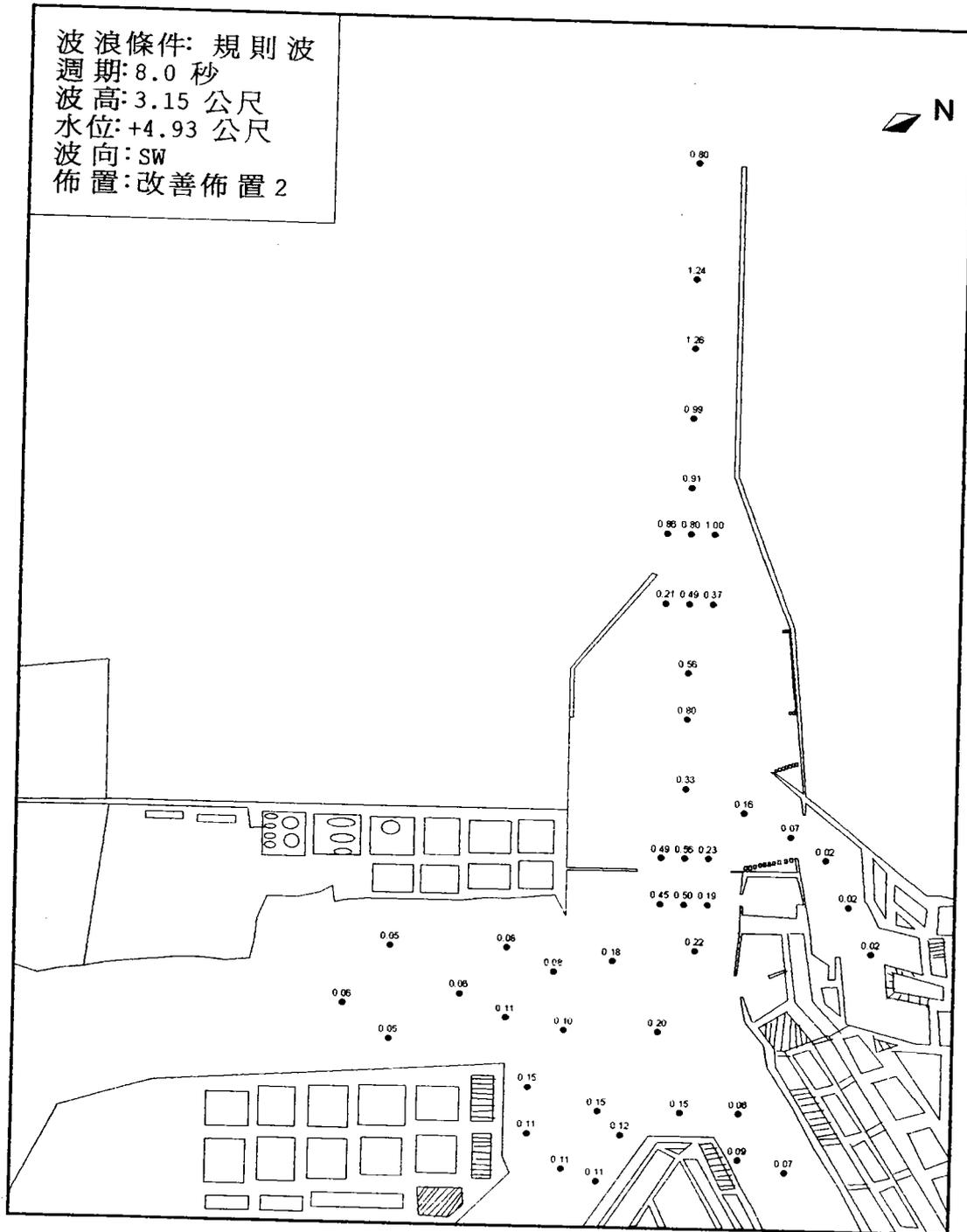


圖 2-93

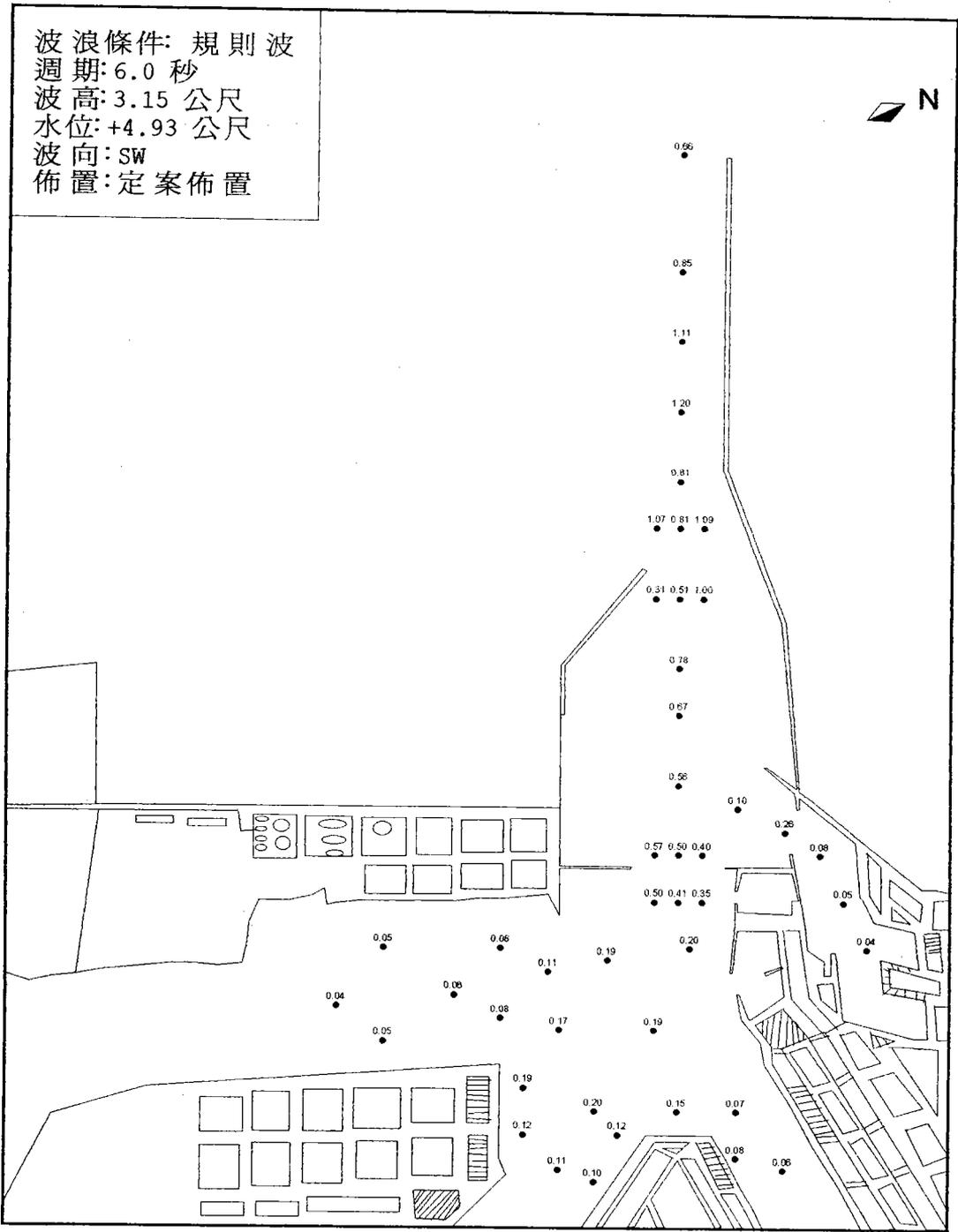


圖 2-94

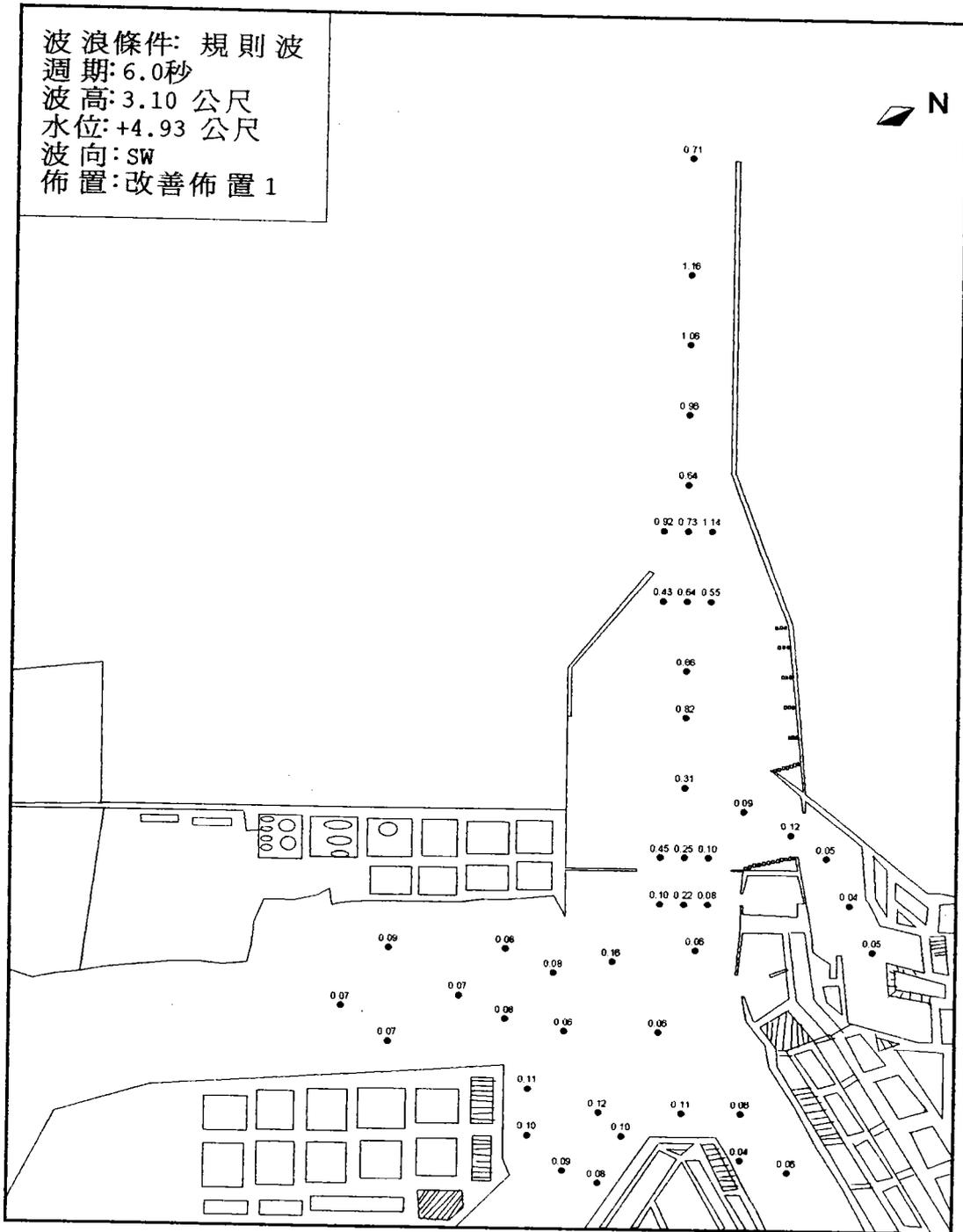


圖 2-95

