

林口發電廠進出水口熱擴散對策之水工 模型試驗暨改善研究

計劃主持人：副 所 長 侯 和 雄

參與研究人員：組 長 歐陽餘慶

副 研 究 員 王 慶 福

助理研究員 曾 哲 茂

助理研究員 翁 國 和

研 究 助 理 廖 泰 璋

助 理 江 金 德

技 工 錢 爾 潔
曾 文 傑
柯 正 龍
劉 秀 滿

委託單位：台 灣 電 力 公 司

研究單位：港 灣 技 術 研 究 所

中 華 民 國 七 十 三 年 五 月 卅 一 日 編 印

目 錄

壹	前 言	4
貳	自然條件之調查	6
叁	溫排水擴散	22
肆	溫度擴散分佈實驗	25
伍	結論與建議	61

附 圖 目 錄

圖 1	林口發電廠位置圖.....	5
圖 2	林口地區全年風況玫瑰圖.....	7
圖 3	林口海岸模型試驗潮汐變化週期圖.....	9
圖 4	林口海域表層潮流橢圓分析圖 (-3^m , 等深線 -12^m 處)	10
圖 5	林口海域表層潮流橢圓分析圖 (-9^m , 等深線 -12^m 處)	11
圖 6	林口電廠進出水口漲退潮流流型圖.....	12
圖 7	林口電廠實測溫度分佈圖.....	14
圖 8	退潮流時之溫度分佈圖 (滿潮位時之退潮)	15
圖 9	退潮流時之溫度分佈圖 (退至低潮位時)	16
圖 10	滿潮時之溫度分佈圖.....	17
圖 11	退潮時之溫度分佈圖 (退至中等潮位時)	18
圖 12	高潮位時之溫度分佈圖.....	19
圖 13	低潮位時之溫度分佈圖.....	20
圖 14	漲潮時之溫度分佈圖.....	21
圖 15	UCAM-8BL 系統測量處理流程圖.....	28
圖 16	現狀試驗之溫度分佈圖 (最低潮時)	34
圖 17	現狀試驗之溫度分佈圖 (漲時且為平均潮位時)	35
圖 18	現狀試驗之溫度分佈圖 (最高潮時)	36
圖 19	現狀試驗之溫度分佈圖 (退潮時達平均潮位時)	37
圖 20	改善佈置甲案之溫度分佈圖 (最低潮時之型態)	40
圖 21	改善佈置甲案之溫度分佈圖 (漲平潮時之型態)	41
圖 22	改善佈置甲案之溫度分佈圖 (最高潮時之型態)	42
圖 23	改善佈置甲案之溫度分佈圖 (退平潮時之型態)	43

圖24	改善佈置乙案之溫度分佈圖(最高潮時).....	47
圖25	改善佈置乙案之溫度分佈圖(漲平潮時).....	48
圖26	改善佈置乙案之溫度分佈圖(退平潮時).....	49
圖27	改善佈置乙案之溫度分佈圖(最低潮時).....	50
圖28	改善佈置乙案之溫度分佈圖(漲潮流 flood 時).....	51
圖29	改善佈置乙案之溫度分佈圖(退潮流 flood 時).....	52
圖30	改善佈置丙案之溫度分佈圖(最高潮時).....	56
圖31	改善佈置丙案之溫度分佈圖(漲潮流時).....	57
圖32	改善佈置丙案之溫度分佈圖(漲平潮時).....	58
圖33	改善佈置丙案之溫度分佈圖(最低潮時).....	59
圖34	改善佈置丙案之溫度分佈圖(退平潮時).....	60
圖35	主試驗Ⅵ造波14小時後之地形.....	62

壹、前言

台灣電力公司為解決林口發電廠之進口水口水溫受出水口排出溫水之影響，以免損及發電功能，乃委託本所對現有之進出水口配置進行檢核，配合進出水口淤沙防治對策，提出改善方案，期能同時解決進出水口淤沙與排出溫水影響進口水口水溫之問題。

林口發電廠位於台灣西海岸之西北角，東有林口溪、淡水河，西有南崁溪（如附圖1）現有2部機，總發電量65MW，在夏季時，由於海水本身溫高，同時又受該地潮流迴流之影響，以致出水口之高溫水迴流至進水口，影響發電效益甚鉅。由於排出溫水之擴散，受發電廠之取排水量，海底變動之影響很大，因此，本所接獲委託後，隨即展開現場之各項調查工作，包括水深測量、氣象調查、水溫、流況、波浪、漂沙等，而後依據此調查結果，進行擴散試驗，由於本試驗以研究溫水在海中擴散及對策為主，因此將測定範圍擴大，而測點之數，將止於影響所須之各點，測點在出口附近，間隔取窄，隨距離之增加，而寬度加大，以下將本研究之經過及結果略述於后。

貳、自然條件之調查

林口地區之自然條件(氣象、海象)，除本所最近調查者外，另有台灣電力公司電源勘測隊於民國71年3月所作之「林口電廠海域漂沙調查報告」，同時，本所於距林口約30公里之永安漁港另有潮汐觀測站，以及波高計，因此，本報告乃綜合三項結果，與以整理而訂出本區之自然條件。

1. 風：依據林口氣象站(台北縣林口鄉下福村)自民國66年8月至68年7月止之風向、風速分析統計所畫之風玫瑰圖(wind rose)得知(附圖2)林口地區風向以NE及ENE為主，而在七、八月則以SW為主，風速則以 $5.1 \text{ m/s} \sim 10.0 \text{ m/s}$ 出現頻率最高。

2. 波浪：根據台電公司於民國68年5月至6月於水深 -7.5 m 處所作之觀測，以及淡水之68年8月4日 $\sim$ 25日，10月20日 $\sim$ 11月9日之實測資料顯示，林口地區之波浪夏季週期 $T^{1/3}$ 為4 $\sim$ 6秒，波高為0.5公尺，冬季季風波浪波高 $H^{1/3}$ 為1.5 $\sim$ 2.5公尺，週期為8 $\sim$ 10秒，波向N $\sim$ NNE。

另外，根據台南水工所於民國63年所作台灣北部海岸波浪分析，報告中顯示林口地區全年波浪發生以 $0.0 \text{ m} \sim 1.0 \text{ m}$ 頻率最多約佔50%，顯示本區在夏季時，除受颱風之影響，使波高增大外，其餘應屬風平浪靜。

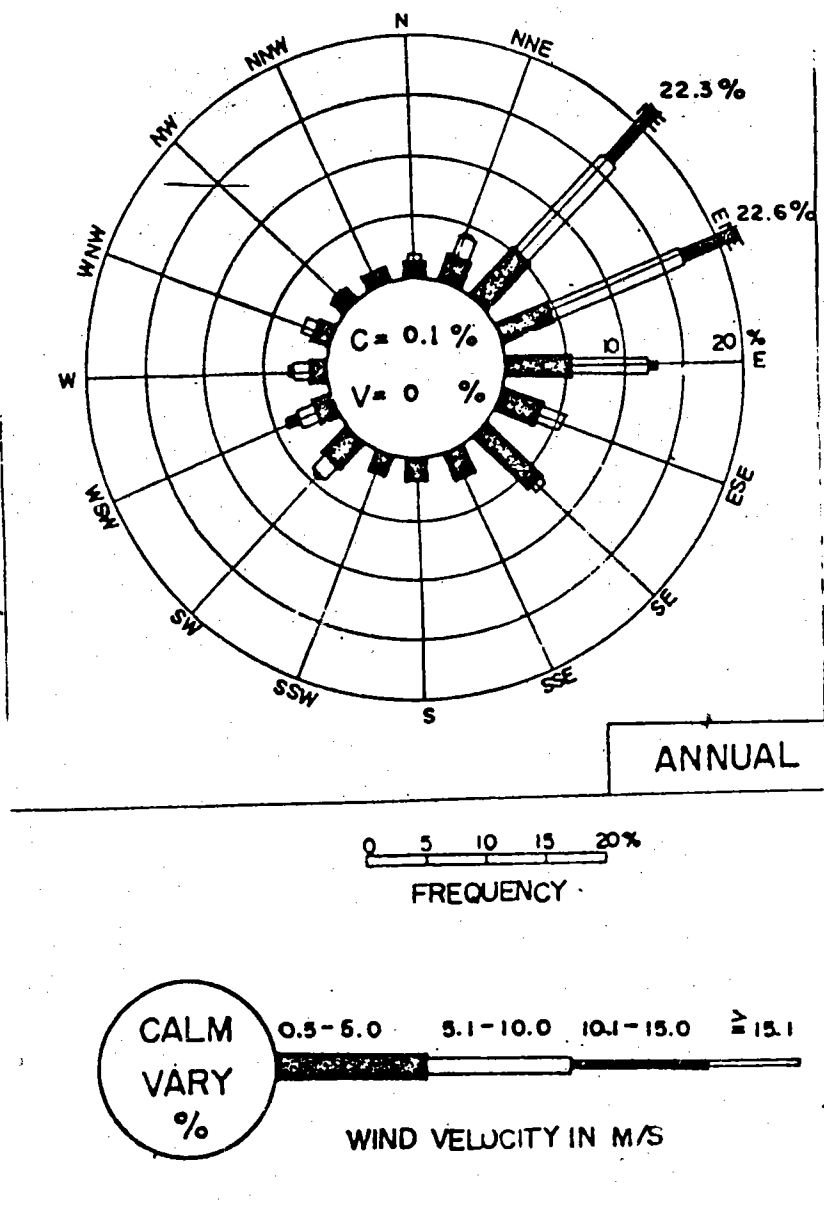


圖 2 林口地區全年風況玫瑰圖

3.潮汐：根據林口潮汐觀測所於民國66年8月12日至民國68年12月31日，所作之觀測顯示其潮位如下：

$$H.H.W.L + 2.09^m$$

$$M.H.W.L + 1.34^m$$

$$M.L.W.L - 1.07^m$$

$$L.L.W.L - 2.30^m$$

另本所設置於竹圍之潮汐觀測所之觀測結果經整理分析，顯示其潮位如下：

$$H.W.L + 3.10^m$$

$$M.W.L + 1.41^m$$

$$L.W.L - 0.3^m$$

由於對港灣構造物而言通常考慮之潮位，為對其使用目的具最多頻率而影響最大之潮位為準，因此本所採用之潮位為平均高低潮位之變化曲線，而本所之觀測與林口潮汐觀測之差異，乃為基準點之取法不同，為配合現場水深圖起見，潮位採用本所觀測值為準。

至於本地區潮汐變化根據分析得知，本區潮汐屬半日週潮（一日二回潮）、週期12小時25分，其周期變化如圖3，而潮流流向漲潮時為E→W（八里→竹圍）退潮則為W→E（竹圍→八里）之沿岸去向，如圖4、5、6所示。潮流流速可大到 $0.75^m/s$ 。

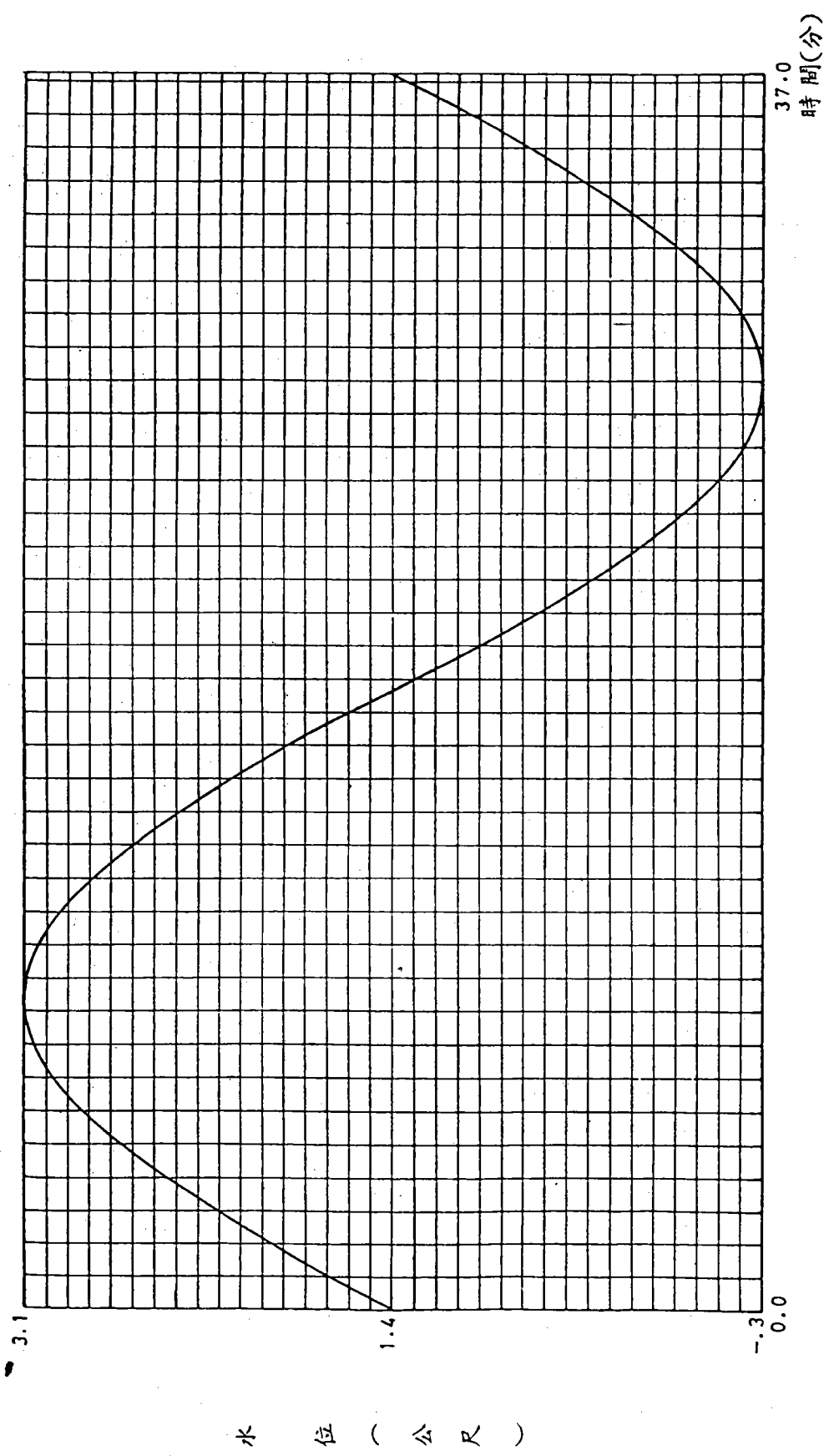


圖 3 林口海岸模型試驗潮汐變化週期圖

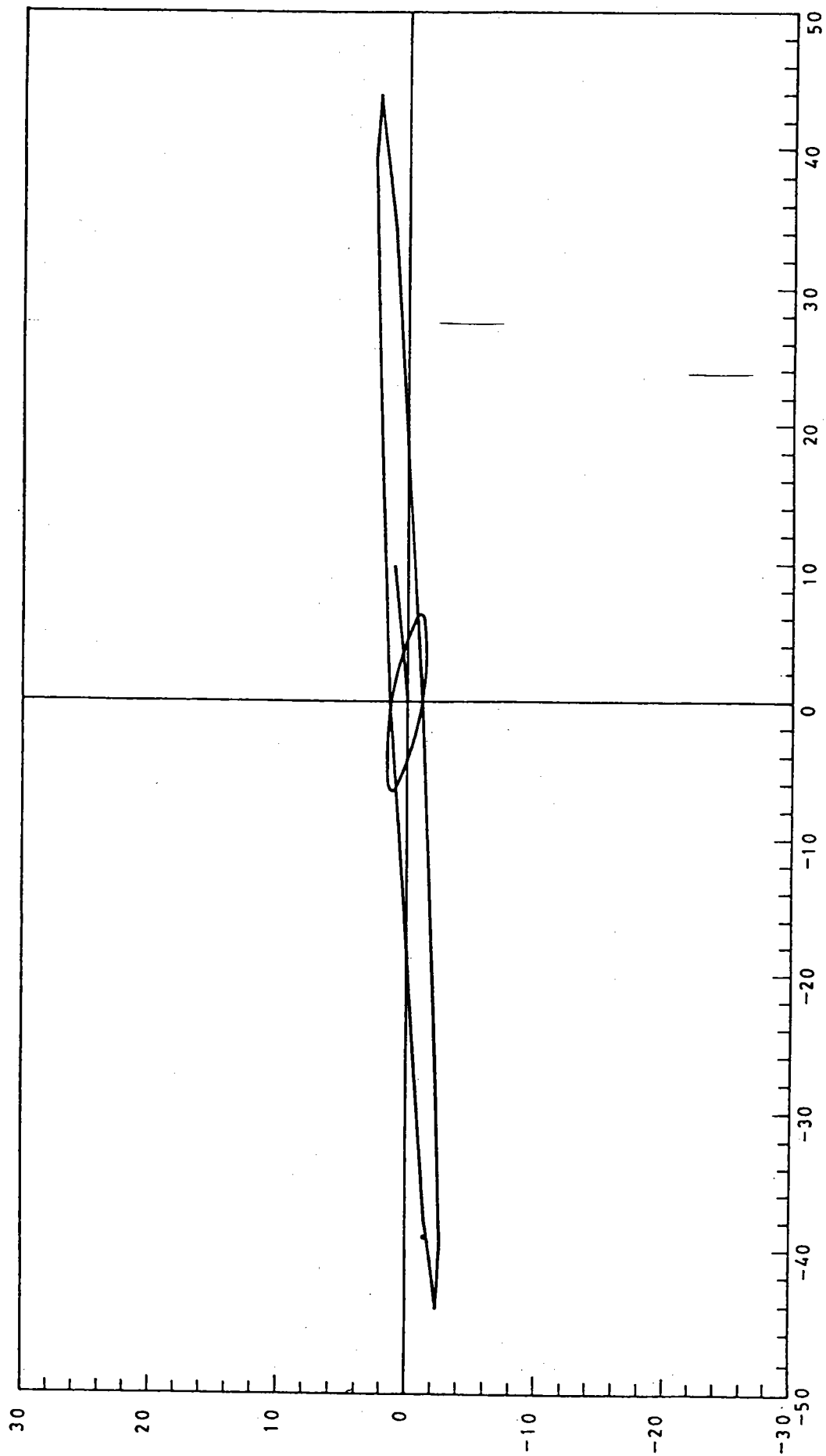


圖 4 林口海域表層潮流糙圓分析圖 (-3^m , 等深線 -12^m 處)

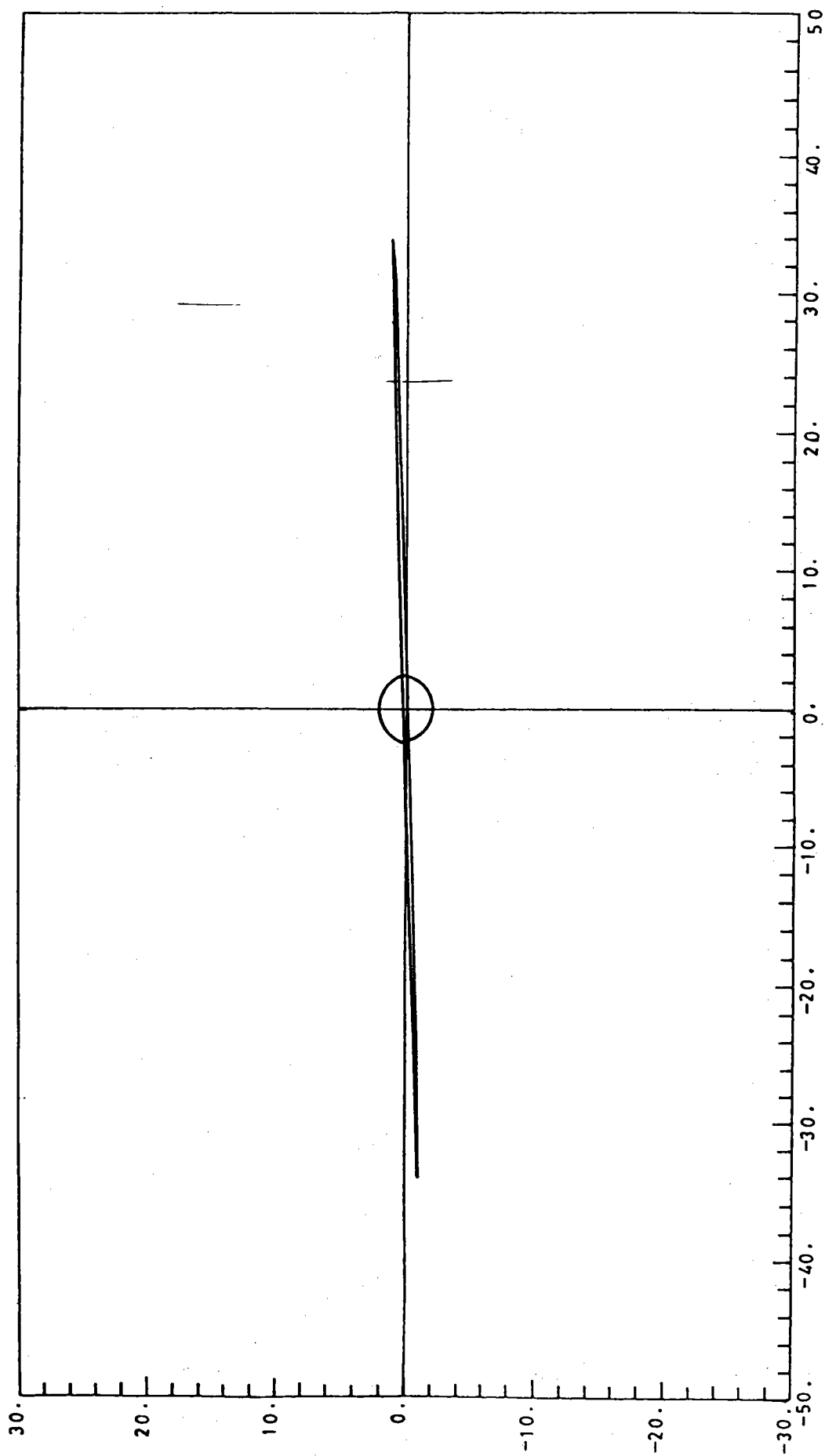


圖 5 林口海域底層潮流圖分析圖 (-9^m , 等深線 -12^m 處)

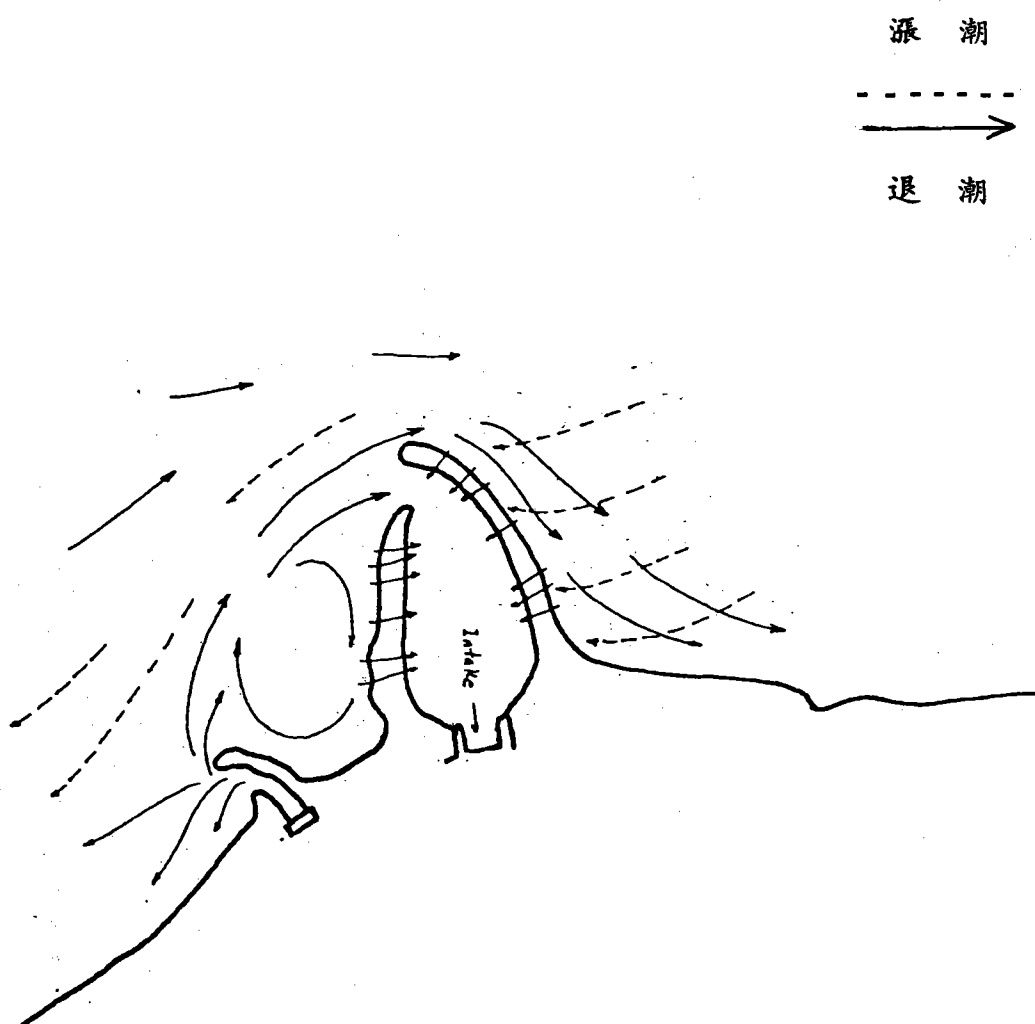


圖 6 林口電廠進出水口漲退潮流流型圖

4. 水溫

由於在海域中溫排水擴散之型態，隨沿岸流等之海象、氣象條件，地點等隨時在變化著，因此在實地測量時，為求能配合現場實際擴散範圍內之分佈形態，應該實施多次之量測才是，本次研究限於時間、經費及林口地區冬季風浪之影響，僅作一次平面水溫分佈量測，其結果如圖 7 所示，由該圖亦可瞭解出水口排放之溫水擴散型態。

另外根據台電所提供之林口電廠熱擴散實測值（圖 8 ～圖 14），得知在退潮時，由於潮水迴流之影響，取水口之溫度較平時水溫升高 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，尤其當夏季水溫高時，沿岸流向北流，造成水溫較高，對取水溫度將有很不利之影響，另外，根據台電所提供林口電廠最不利之溫度影響情況為民國 69 年 8 月 25 日時，出水溫度為 46°C ，而取水溫度則高達 33°C ，遠高於設計之溫度，為解決此溫度之影響，本所以模型試驗方法研擬對策提供各種改善方案以供參考。

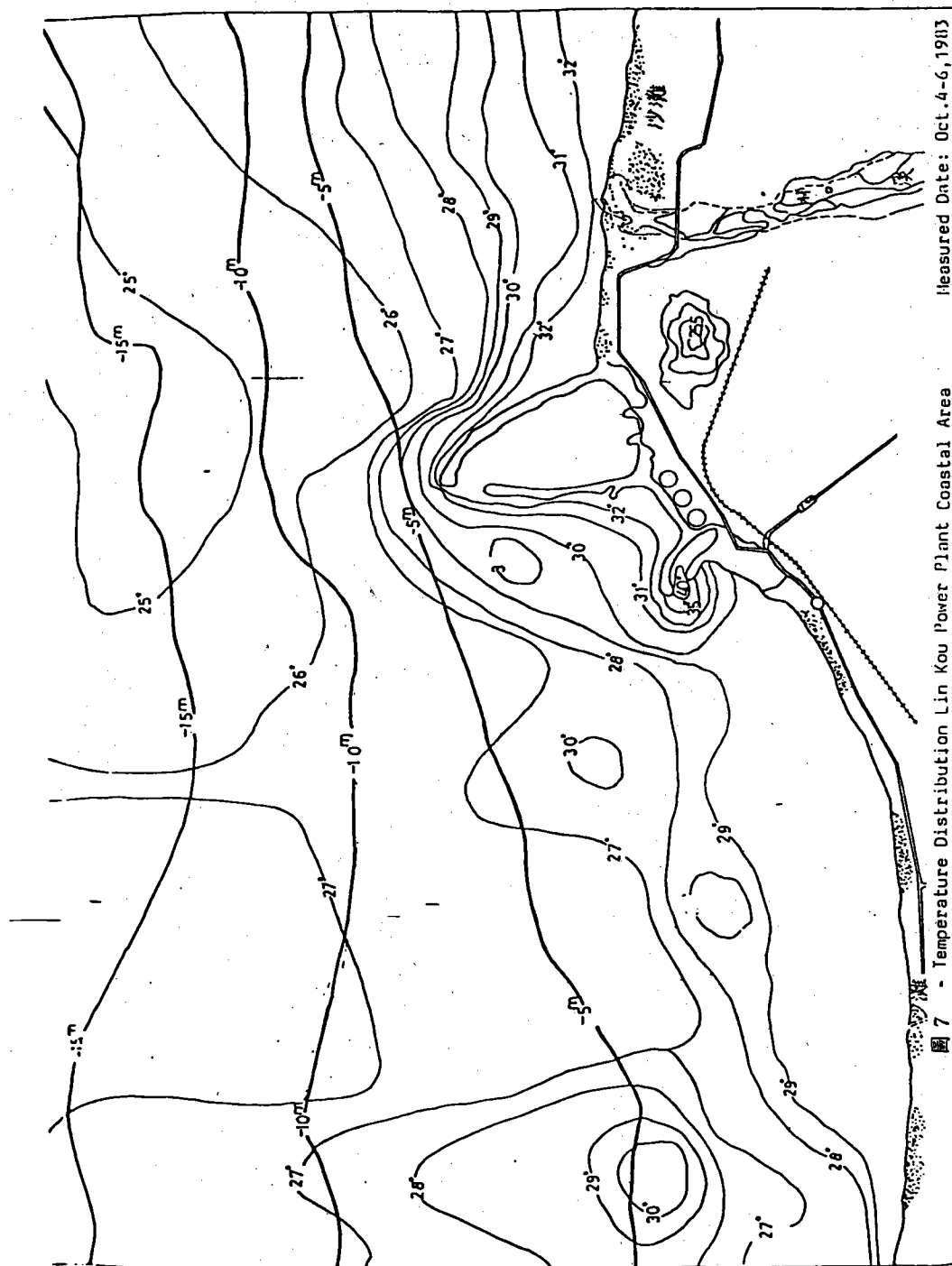


圖 7 - Temperature Distribution Lin Kou Power Plant Coastal Area Measured Date: Oct. 4-6, 1983

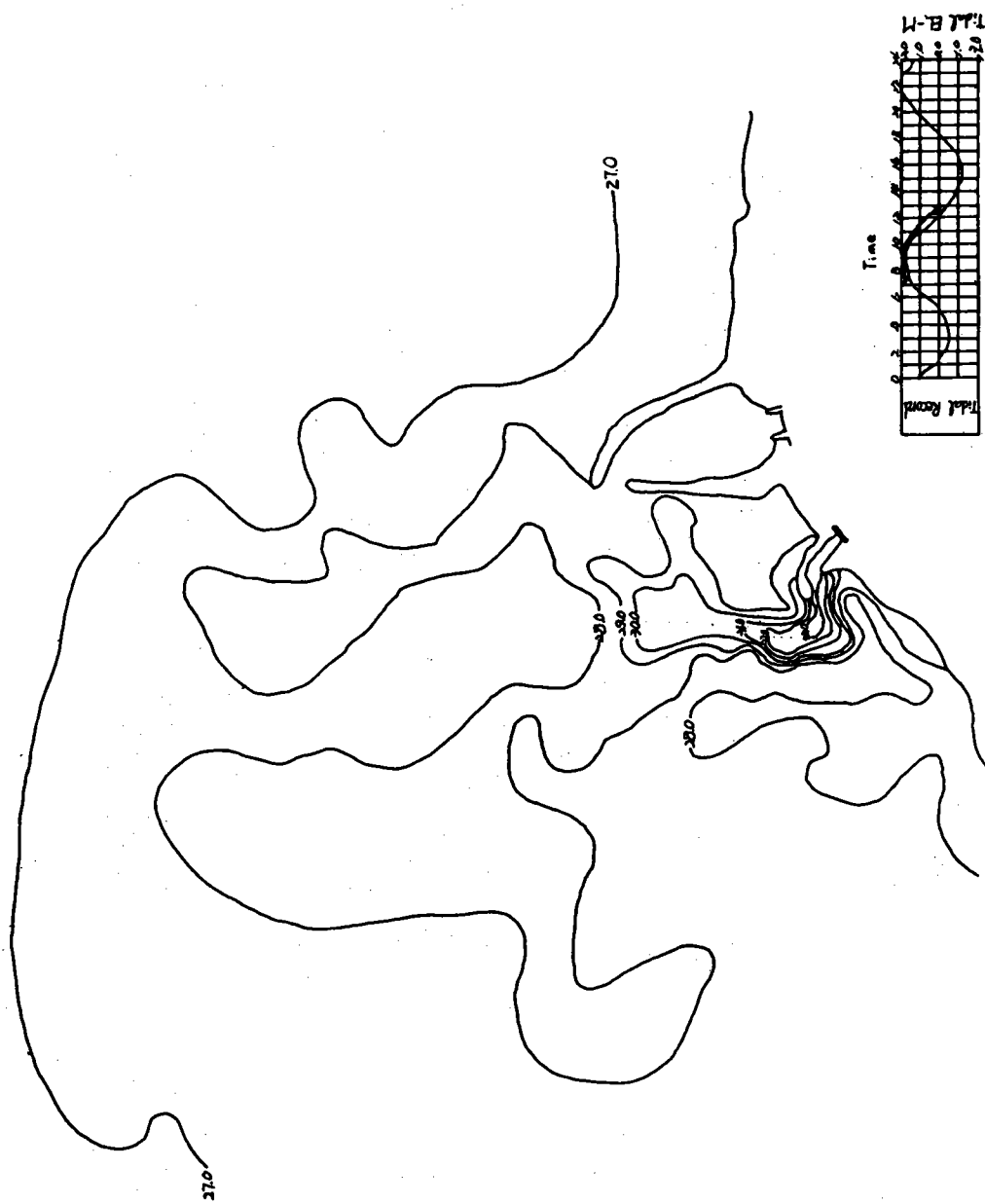


圖 8 退潮流時之溫度分佈圖 (滿潮位時之退潮)

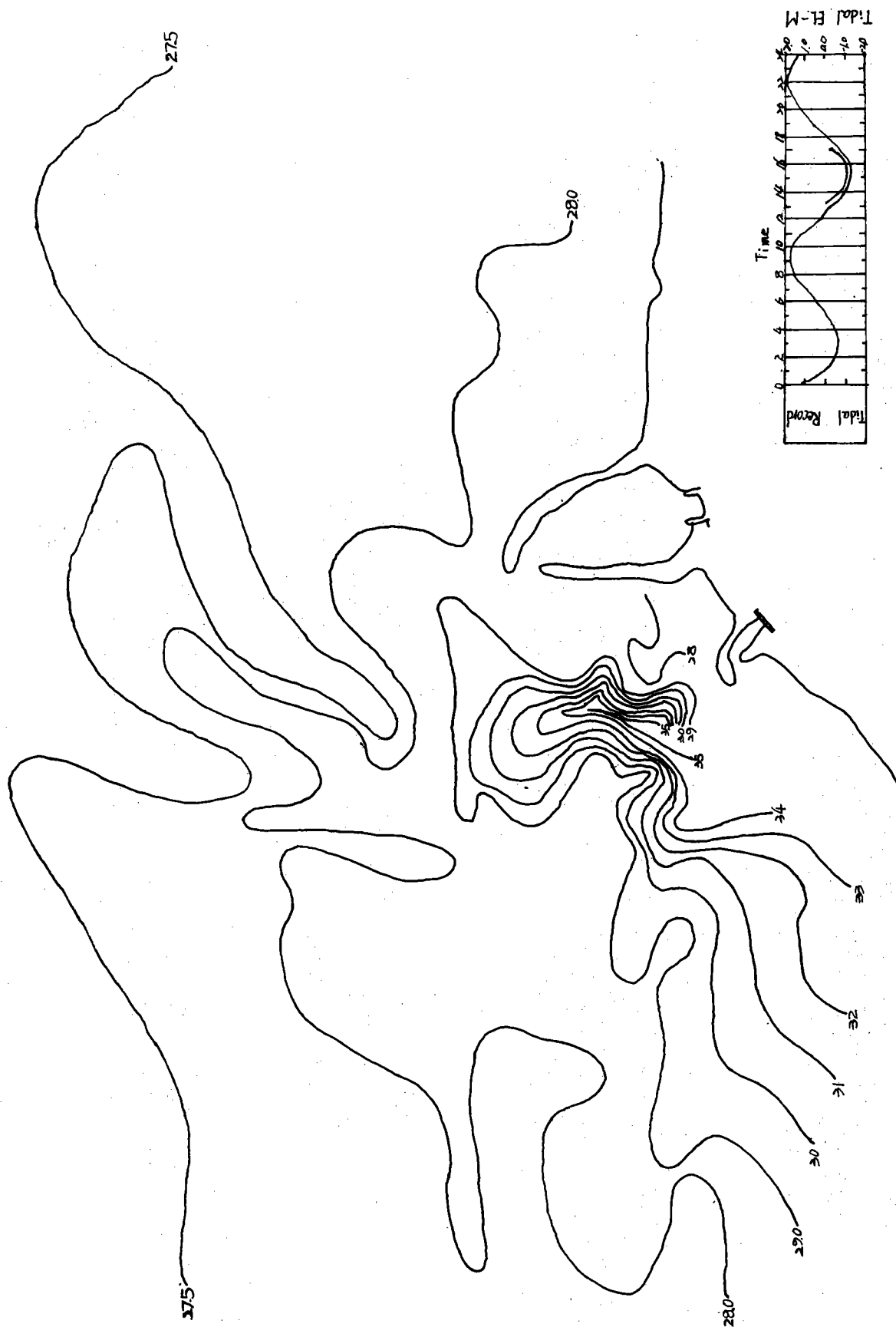


圖 9 退潮流之溫度分佈圖 (退至低潮位時)

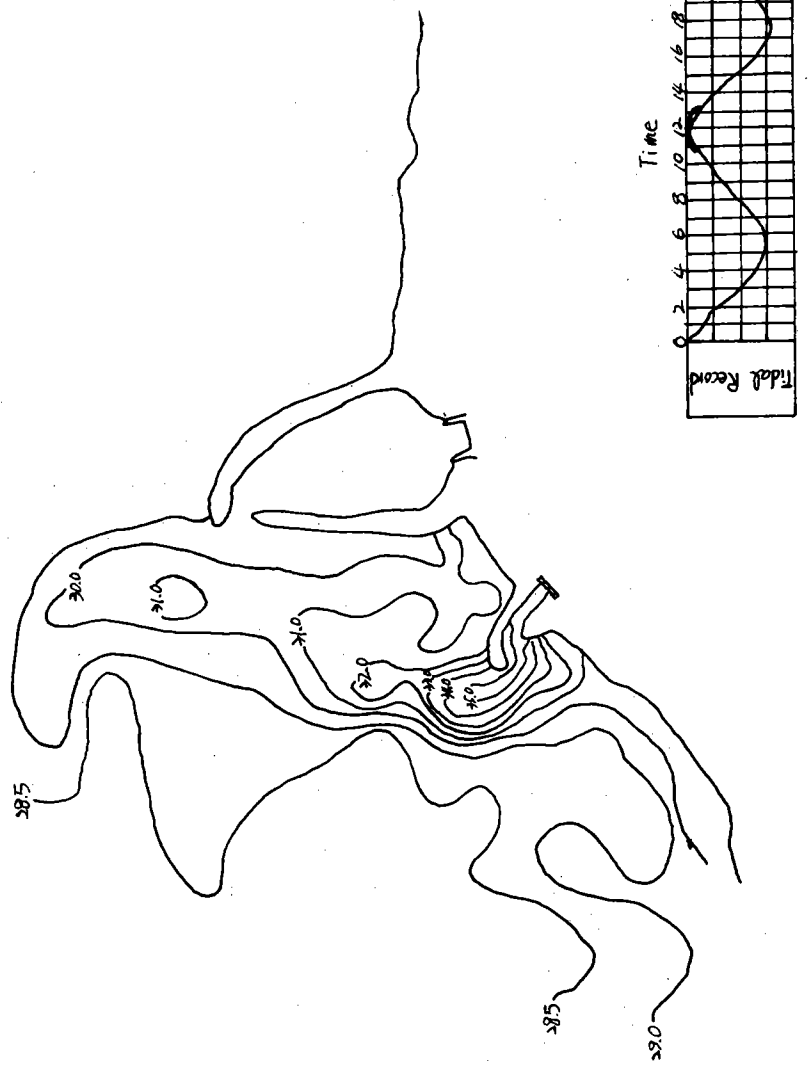


圖 10 滿潮時之溫度分佈圖

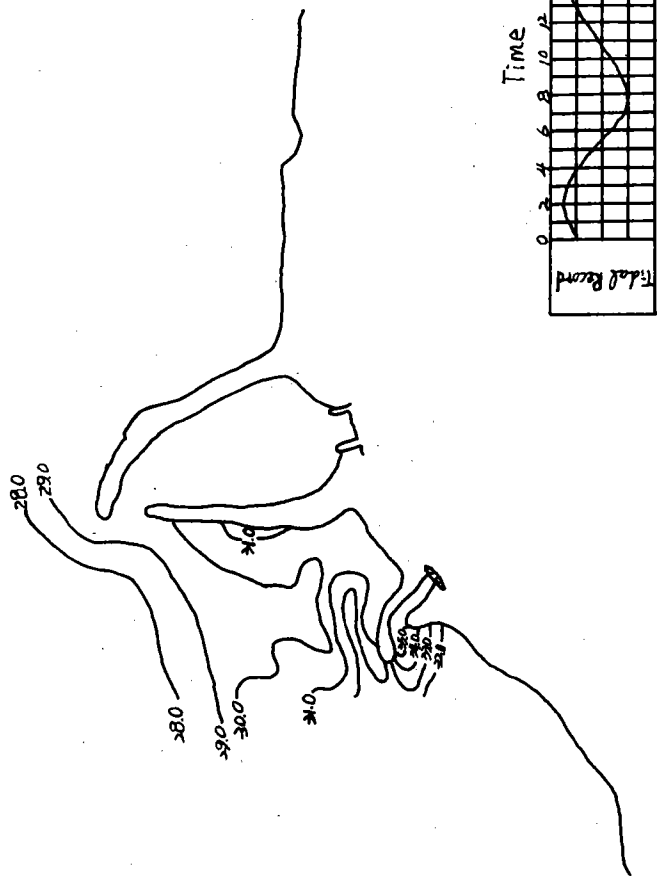


圖 11 退潮時之溫度分佈圖 (退至中等潮位時)

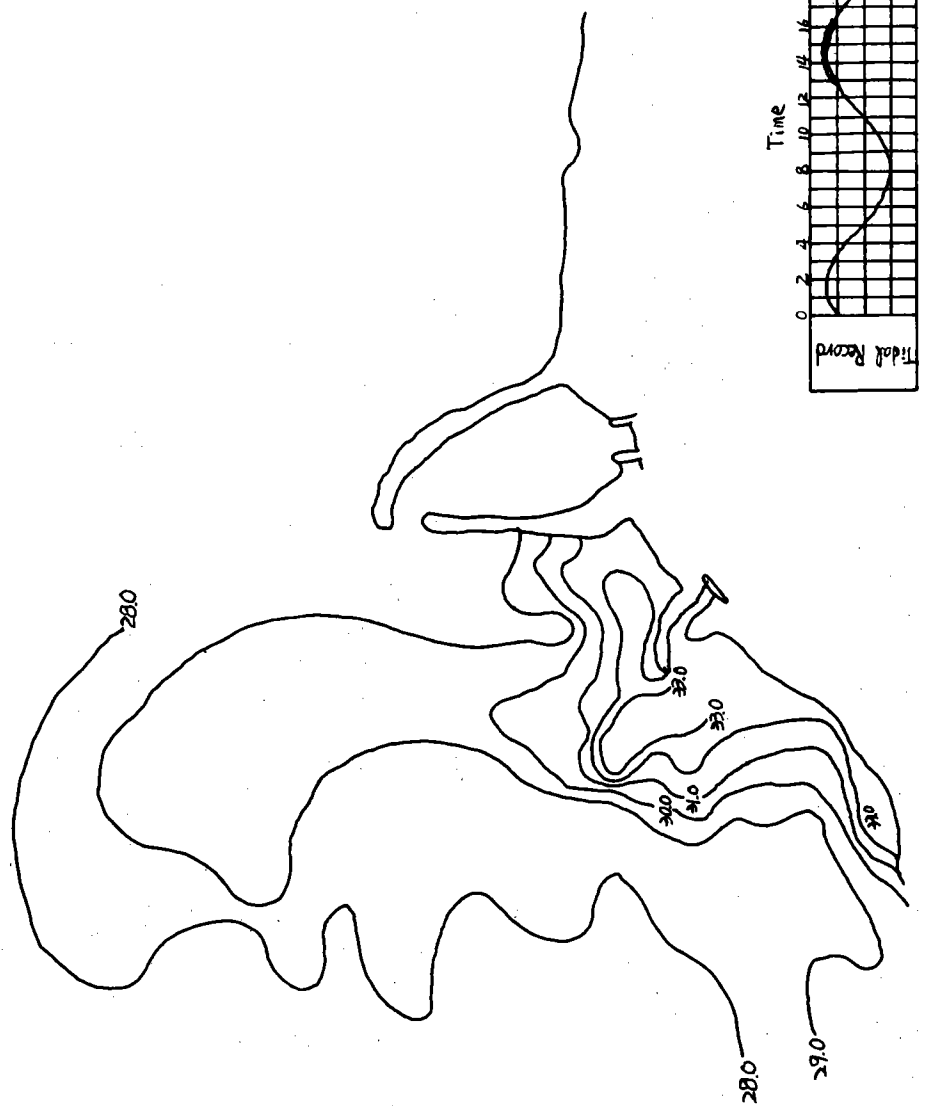


圖 12 高潮位時之溫度分佈圖

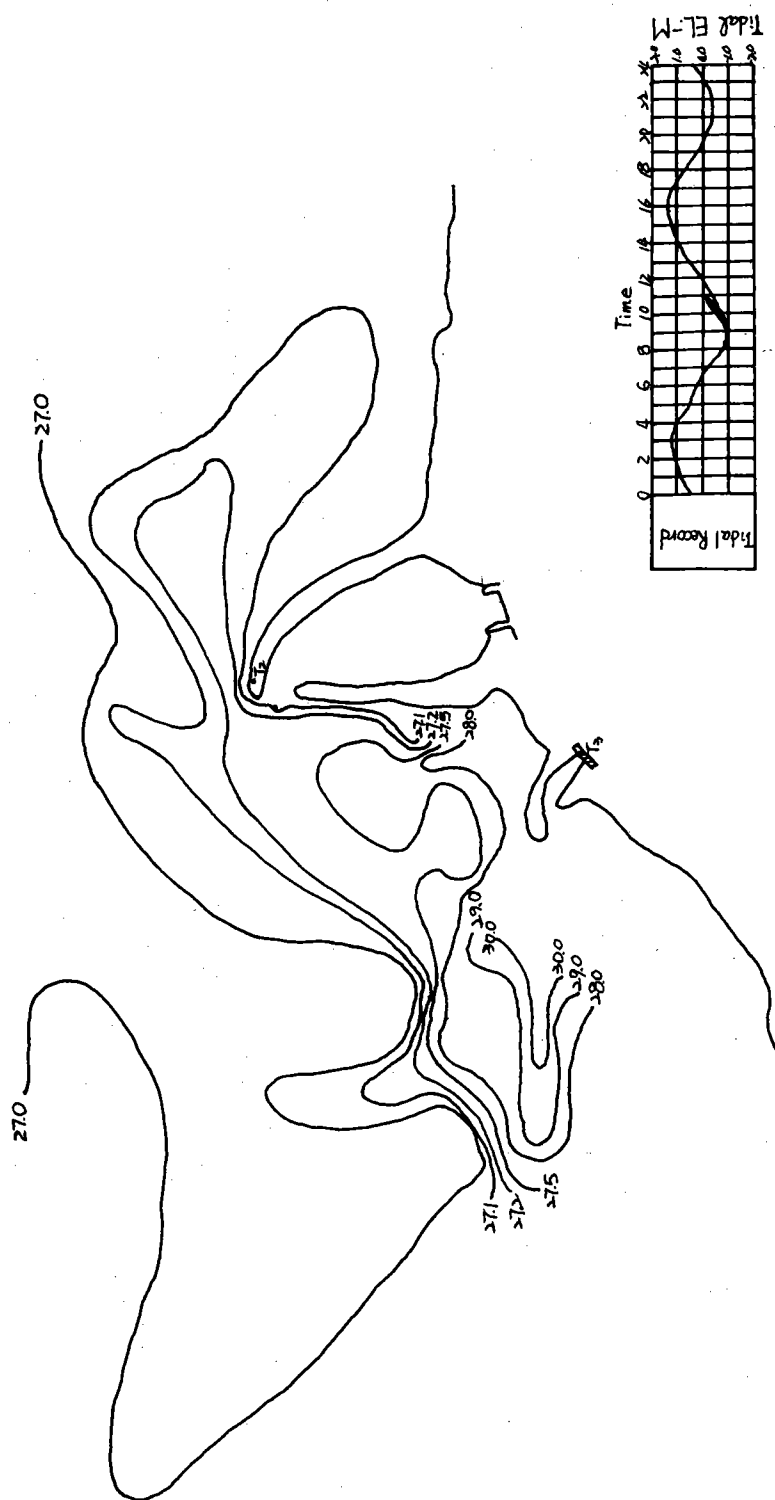


圖 13 低潮位時之溫度分佈圖

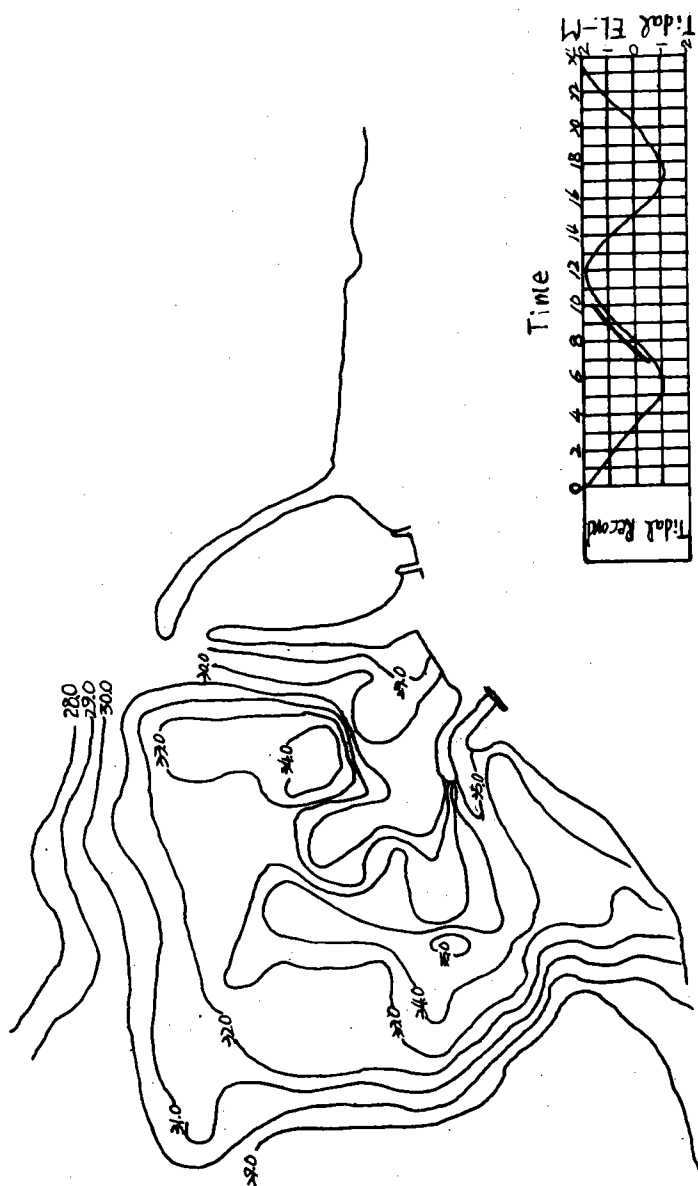


圖 14 漲潮流時之溫度分佈圖

叁、溫排水擴散

由火力、核能電廠之取水口引入之冷却水通過冷凝器時，由於從蒸氣中吸取熱量，水溫上昇形成有中等熱量之溫水，再經由出水口流出，此即所謂的溫排水。

通常海水面經由太陽光之加熱，蒸發而冷却，以及與大氣間熱之傳導及海水，潮流等的自然現象達成熱平衡，形成海水自然基準溫度，對於此狀況的海域排出溫排水，則由於熱量之加入，形成以出水口為中心，某一範圍之水溫上昇，致使該範圍形成新的熱平衡狀態。此範圍通稱近域地帶 (near field)，過此範圍溫度逐漸向外海擴散，而逐次減低溫度，最後返至自然的海水溫度，此範圍通稱為外域地帶 (for field)，上述之熱傳動過程為下列三種現象複雜的組合進行。

- ①因出水口之流量使熱量隨着外移。
- ②由於溫排水與周圍之冷海水相混合稀釋其熱量。
- ③海表面蒸發與大氣的熱交換。

由此，海表面之熱得失，可以下列之方程式表示

$$Q = Q_s - Q_b + Q_h + Q_e = Q_1 - Q_2$$

Q_s : 太陽輻射熱

Q_b : 水面之反輻射

Q_h : 海面與大氣之熱交換

Q_e : 蒸發熱

求其解包含海表面之冷却與加熱的3次元熱擴散問題，須由二個現象過程加以分析，即1.為表面加熱以及冷却過程與擴散過程，2.則為根據水域水溫分佈之不均勻性，所導致的內部擴散過程。

影響溫排水之流動的運動及連續方程式可以下式表示：

運動方程式

$$\frac{\partial}{\partial X_j} \left(A_j \frac{\partial U_j}{\partial X_j} \right) = U_j \frac{\partial U_i}{\partial X_j} + \frac{\partial P}{\partial X_i} - P g \lambda_h$$

連續方程式

$$\frac{\partial (P U_i)}{\partial X_i} = 0$$

熱擴散方程式

$$U_j \frac{\partial T}{\partial X_j} = \frac{\partial}{\partial X_j} \left(\frac{K_j}{P} \cdot \frac{\partial T}{\partial X_j} \right) + \frac{Q_0}{\rho_w C_w H_w}$$

密度與水溫之關係式

$$\rho = \rho_0 (1 - \alpha T)$$

$j = 1, 2, 3$ 各與 X, Y, Z 方向對應

此處

U_i : 速度分量

A_j : 渦動粘性分量

K_j : 渦動擴散率

λ_h : Z 軸方向之單位向量

g : 重力加速度

T : 水溫

Q : 海表面之冷却或加熱量 $(= Q_1 - Q_2 T)$

C_w : 海水之比熱

H_w : 水溫度層厚度

ρ : 海水密度

本研究由於時間所限，乃僅針對目前有關溫排水所產生之各種現象所作的基礎研究並配合現場調查結果加以檢討整理得：

1. 在灣內，夏季水層之表層與下層間有 $4^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$ 溫度差的存在，此溫度層境界面大約在海面下 $3 - 4 \text{ m}$ 左右。
2. 溫度厚度與潮汐漲落無關，幾乎均呈安定狀態。
3. 溫水之水平擴散率約為其垂直方向的50倍左右。
4. 根據熱擴散方程式之數值解析以及現場觀測資料的分析結果得知，由出水口之溫排水所發生之熱擴散分布幾乎侷限於溫度層內。

通常研究溫排水擴散現象大概有三種方法即：

1. 現場實測分析
2. 模型試驗
3. 數值模擬解析

本研究係以現場實測配合模型試驗而進行各種改善方案之佈置。

肆、熱擴散實驗

由於沿岸海域之溫排水的擴散過程極為複雜，為使出水口周圍之混合現象（排出水流速，排出水與周圍水之密度差，水深等）能在模型上重現，因此在採用模型試驗來預測溫排水之擴散時，必須將影響擴散之各種因素加以併入，同使為使現象重視，必須要確立相似律，即模型與實物之形狀運動，作用力三點相似才可，有關波浪問題通常由於水的摩擦抵抗或表面張力之影響很小，所以依福祿得模型律（Froude similarity）即可。

本實驗使用本所 $60\text{ m} \times 43\text{ m} \times 1\text{ m}$ 之大平面造浪水槽，為期能製造等比（Undistorted）模型，而不失準確之原則下，取溯電廠上、下游各約 2,000 公尺之海岸，水深至 -20.0 m 等深線處，為本熱擴散試驗之研究範圍，以下將詳述本試驗所採用之儀器及試驗方法。

(一) 試驗設備

1. 大型試驗水池：長60公尺，寬45公尺，深1公尺，其內設有：

(1) 錘擊式造波機

由三十匹馬力馬達帶動變速機與偏心輪，使三角形槽式造波板上、下錘擊水面以製造波浪，試驗所需之波浪其週期及波高可調整變速機之變速比及偏心輪距獲得，造波機安裝在弧形鐵軌上藉齒輪可以變換位置製造各種方向之波浪。

(2) 環流系統

試驗池兩端各設進水及排水槽各一道，寬1公尺，深2公尺與室外蓄水池間，設有管路及控制水閥，室外蓄水池裝有40匹馬力抽水機一座，以30公分輸水管分別通至兩水槽，作為環流之給水系統，兩水槽與試驗池之隔牆上裝置木閘41處，控制模型內海流方向，並藉給水量之多寡控制流速。

(3) 潮汐自動控制儀

由電子計時器及控制器自動調節空壓機分配至各控制閥之壓力，使控水閥作週期性啟動，關閉控制進出試驗池水量，使試驗水池水位能作連續正弦曲線變化以模擬潮汐現象。

(4) 導波板

在造波板兩端沿波浪方向平行排置，引導波浪至一定方向，以避免能量擴散。

2. 蓄水池

長60公尺，寬14公尺，深2.65公尺，為鋼筋混凝土建造，蓄水量約2,200公噸，四週裝置鐵絲網，池之南端鑿深水井兩口，深120公尺，並設置抽水機抽取地下水並過濾供試驗用。

3. 測定儀器

(1) 容量型波高儀 (capacitance type wave meter)

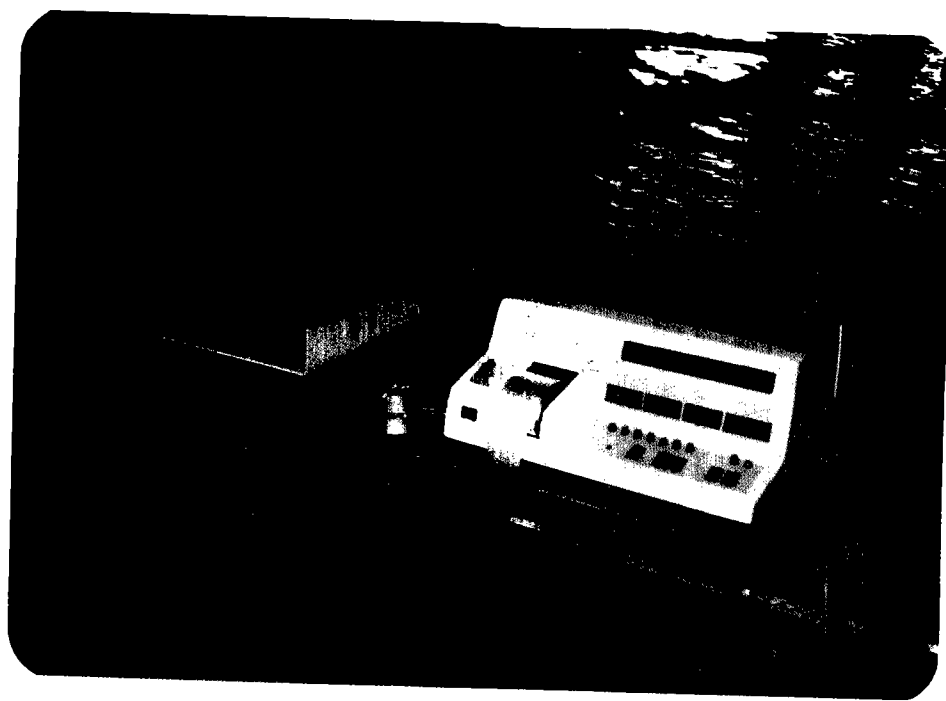
為試驗用的波高測定儀器，係將水面起伏變化，先經一對白金線感受器轉變為電阻變化，藉惠氏登電橋換成電流，復經增幅器 (Amplifier) 予以放大後變成電壓，由記錄儀記錄波浪變化或經電腦類比數據轉換器，獲得波浪資料。

(2) 熱電偶 (thermocouple)

利用兩種不同類的金屬連成一個閉環路，當其結合點分別暴露於不同溫度下時，就會產生淨電動勢而感應一連續的電流，於單位時間內單位電流通過接合點所釋放或吸收的可逆熱量，其因次即為電壓，利用此原理而量測溫度。本實驗採用銅及銅與鎳之合金所組合之熱電偶作為量測水溫變化用。

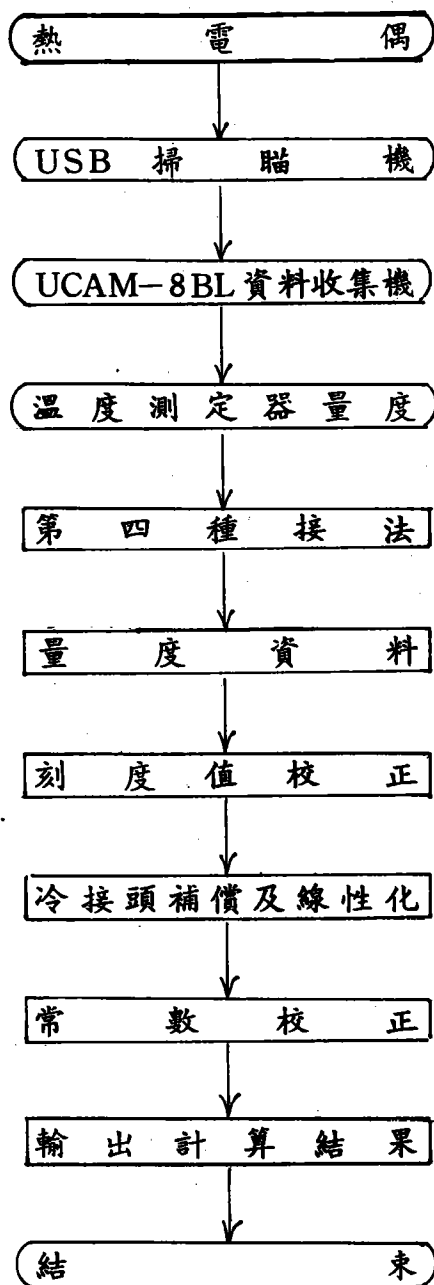
(3) 萬能量測系統

此系統由兩部份組成，即掃描儀 (USB) (Scanning) 與萬能測定器 (UCAM-8A)，將熱電偶與USB 連接，利用其測定熱電偶之微小電壓變化，再經由萬能測定器將其收集之資料經由校正再輸出，即得所要之量測溫度 (如照片 1)



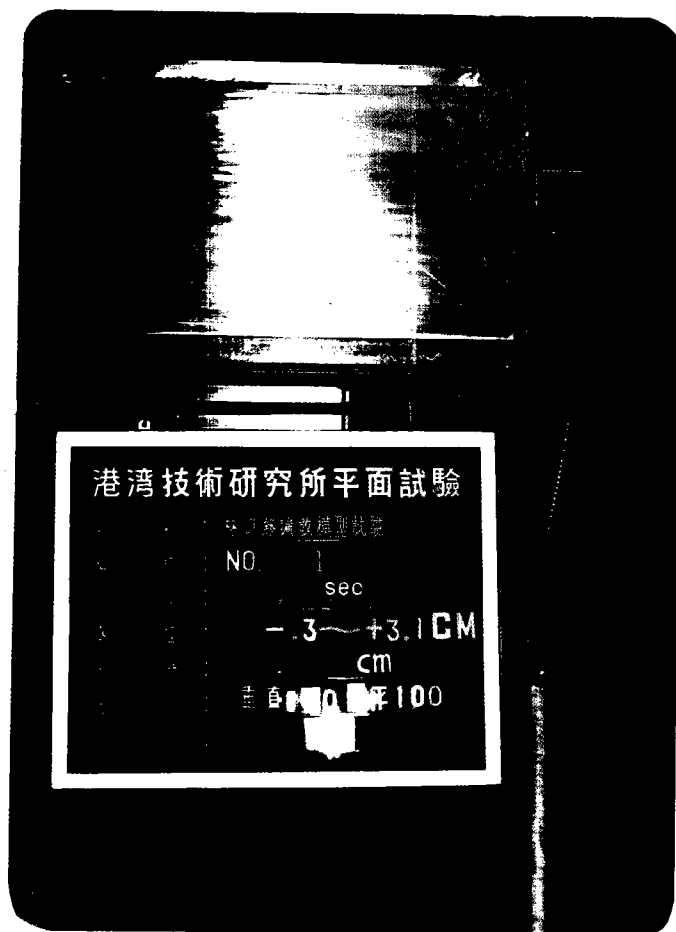
照片 1 UCAM-8A 萬能測定器與溫度掃描儀

圖 15 UCAM-8BL 系統測溫處理流程圖

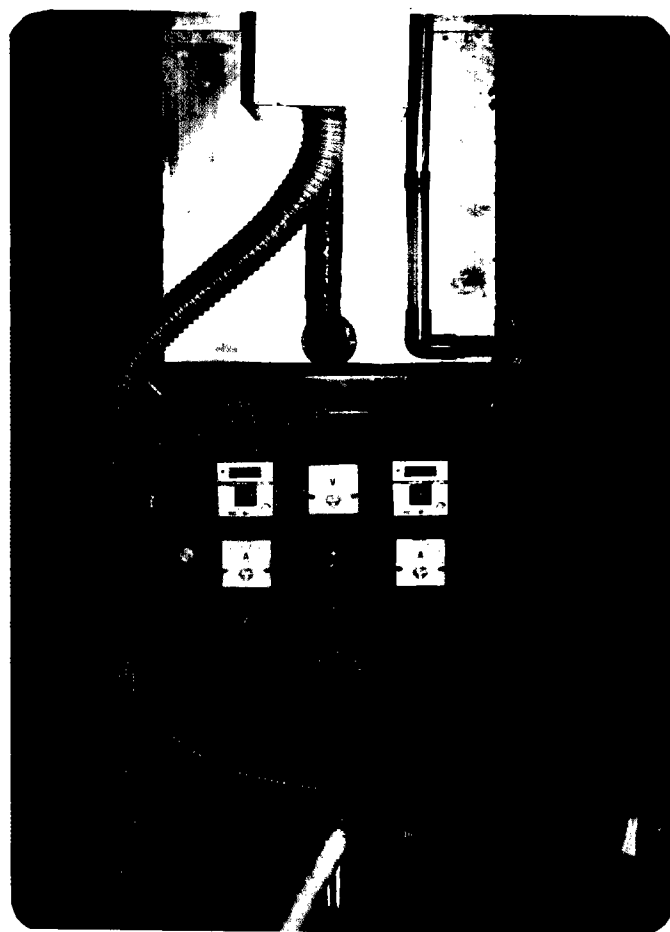


(4)溫度加熱器 (heater)

採用二段式加熱法，內有攪拌器，利用馬達將熱拌至穩定狀態，另有一定水頭箱以利溫水流量之控制（如照片2與照片3）。



照片2 溫度加熱器側視圖



照片3 溫度加熱器立視圖

(二) 模型縮尺及模型製作

(1) 模型縮尺

依據福祿得 (Froude) 相似律，為使原型 (prototype) 與模型 (model) 相似，流體之運動方程式上所對應之各因次量之比應相等，亦即如以 ℓ 表長度， V 表速度，則：

$$\text{流速由 } (Fr)_m = (Fr)_p \Rightarrow \frac{V_m^2}{g_m \ell_m} = \frac{V_p^2}{g_p \ell_p} \Rightarrow$$

$$\frac{V_m}{V_p} = \left(\frac{g_m}{g_p} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\ell_m}{\ell_p} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{\ell_m}{\ell_p} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{流量 } \frac{Q_m}{Q_p} = \frac{V_m A_m}{V_p A_p} = \frac{V_m}{V_p} \cdot \frac{\ell_m^2}{\ell_p^2} = \left(\frac{\ell_m}{\ell_p} \right)^{\frac{5}{2}}$$

$$\text{時間 } \frac{T_m}{T_p} = \frac{\ell_m / V_m}{\ell_p / V_p} = \frac{\ell_m}{\ell_p} \cdot \frac{\ell_p}{V_m} = \left(\frac{\ell_m}{\ell_p} \right)^{\frac{1}{2}}$$

本試驗為期能製造等比 (Undistorted) 模型，採用之縮尺如下：

1. 水平縮尺：根據試驗池之大小及模型所涵蓋之範圍決定為 $1/100$
2. 垂直縮尺：為考慮擴散係數 K_x , K_y , K_z 等比例，乃定為 $1/100$
3. 潮汐時間縮尺 = 為水平縮尺 / $\sqrt{\text{垂直縮尺}}$ ，故

$$(\text{Tide period})_m = 12 \text{ 小時 } 25 \text{ 分} \times \frac{\frac{1}{100}}{\sqrt{\frac{1}{100}}}$$

$$= 74.5 \text{ 分}$$

$$4. \text{流量縮尺：} (Q)_m = 28.56 \text{ m}^3/\dots \times \left(\frac{1}{100} \right)^{\frac{5}{2}} = 285.6 \text{ cm}^3/\dots$$

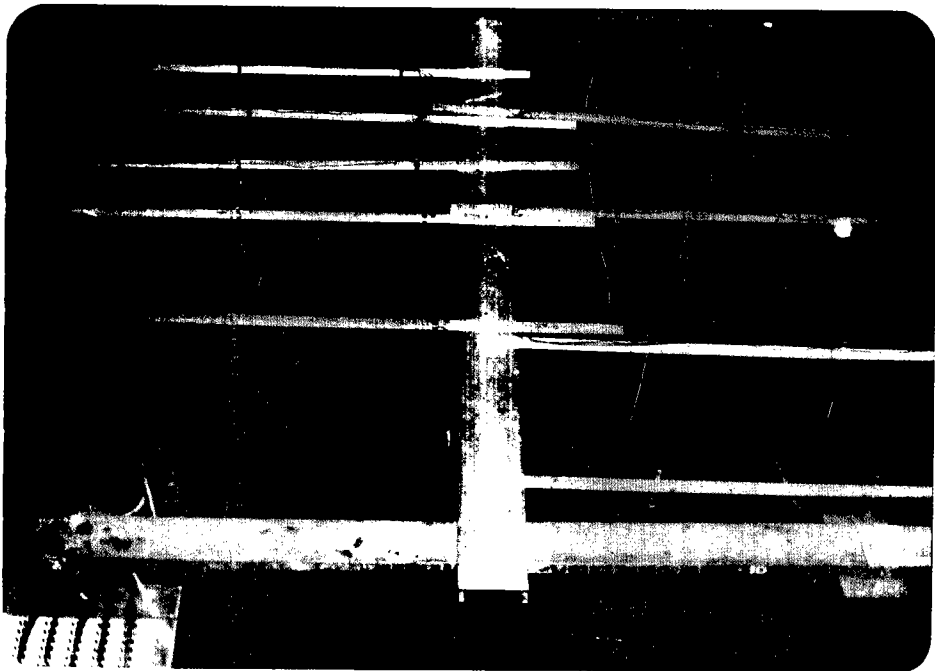
(2)模型製作

1.範圍

由於本模型採用大比例尺(水平、垂直均 $1/100$)製作,同時為了兼顧緊急發電時,柴油發電機自林口溪排出熱水之影響,因此自發電廠之取水口起,上、下游各取約 2.0 km (全長約 4 km),海側模型考慮到造波機之影響,因此製作至約 -20 M 等深線處。

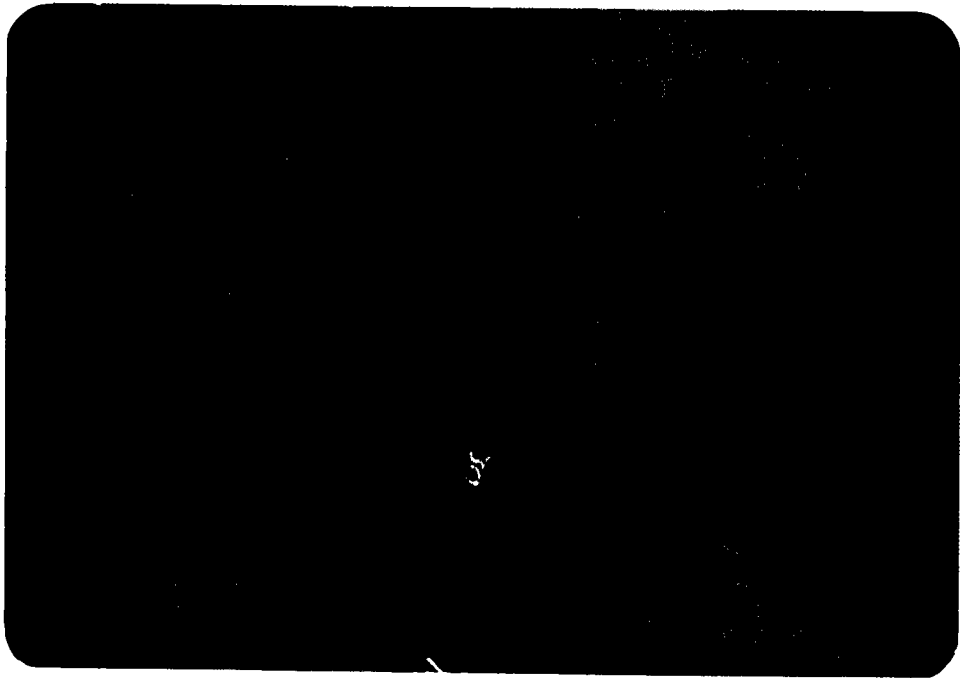
2.製作方法

- ①方格座標控制點:首先在平面水池上繪出一公尺見方網格,並於其中固定標定高程用之鋁條。
- ②底質鋪設:在模型底床上,根據民國72年6月之水深測量圖,先利用水準儀在固定鋁條上標註高程,鋪沙壓實,頂部預留三公分進水使土沙密實,再核校整鋪高程,再整以水泥沙漿至所要高程。
- ③溫度感應器之放置:為求能適時掌握溫度擴散範圍,使實驗室之作業得以順利進行,因此,首先以過錳酸鉀放入出水口中,視其隨出水口水流之流出,找出其概略分佈範圍,而後根據此分佈範圍,放置溫度感應器。(如照片4所示)



照片4 溫度感應器放置分佈情形

- ④溫度之率定：林口電廠設計之進水溫度為 29.4°C ，設計出水溫度 33.5°C ，溫差 4.1°C ，在一般情形下，其影響並不大，然根據69年8月25日電廠所量測之進水溫度 33°C ，出水溫度為 46°C ，溫差達 13°C ，故以此進行實驗方能得對電廠之影響，根據此溫差，將實驗室之電阻加熱器調整使其與試驗水池之水溫差達 13°C 時，進行各項試驗。
- ⑤進出水口海堤之佈置：根據林口發電廠進出水口之平面佈置圖，取水口處堤身以碎石包以尼龍紗網以符合現場海堤之可透水性，出水口處則以水泥沙漿製成不透水之堤身，另再於堤身外圍堆置鼎形消波塊。如照片5所示

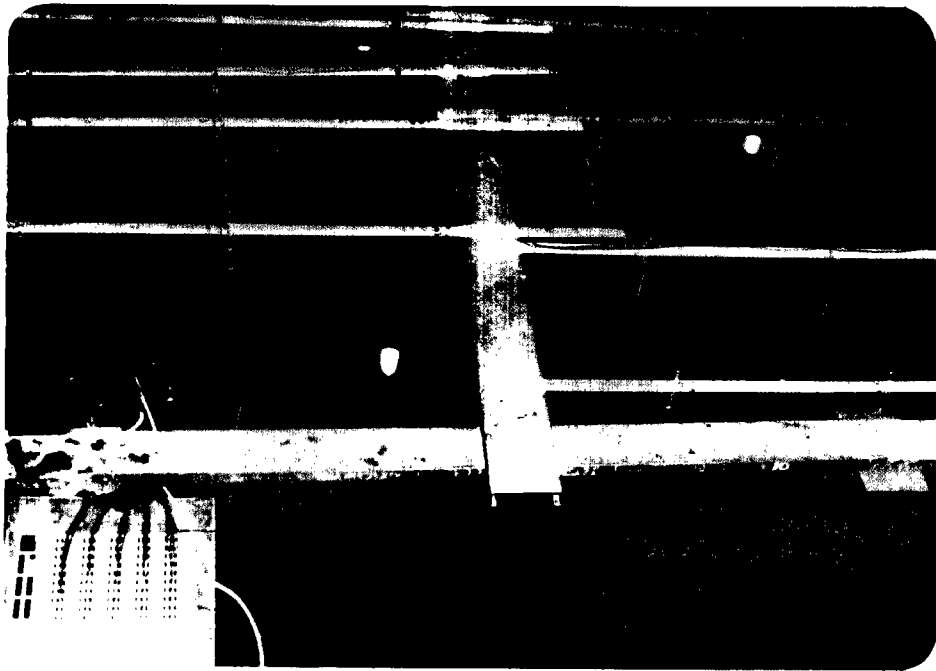


照片5 進出水口堤防結構佈置情形

- ⑥模型改正：模型經方格點高程控制鋪設完成後，抽水至試驗之高水位，然後依次放水至各等深線高程，在模型中循水深線，將出現誤差之處逐一修正，使二者一致，依此法逐條修正等深線至現場水位－20M處，使模型地形能與現場實際地形一致。

(3) 預備試驗

為驗證模型試驗之各項條件，確能符合現場情況，首先以現有佈置，進行檢核試驗，條件如前所述，觀測其溫度分佈，並測定其最低潮、漲平潮、最高潮、退平潮等四種情況之溫度分佈，如圖 16,17,18,19 如以過錳酸鉀顯示其水流運動狀況更可明白顯示，由出水口排出之熱水受取水口泵取水及水流之影響，甚易被帶入進水口內，因此在平時水溫不高，即使出水口之水迴流至進水口內，尚不致影響發電效益，但當出水水溫溫高時，即很易受出水口溫度之影響（由現場及實驗顯示其出水溫差與取水溫差常在 $5 \sim 8^{\circ}\text{C}$ 之間）。



照片 6 高錳酸鉀染料由出水口迴迂流入進水口情況

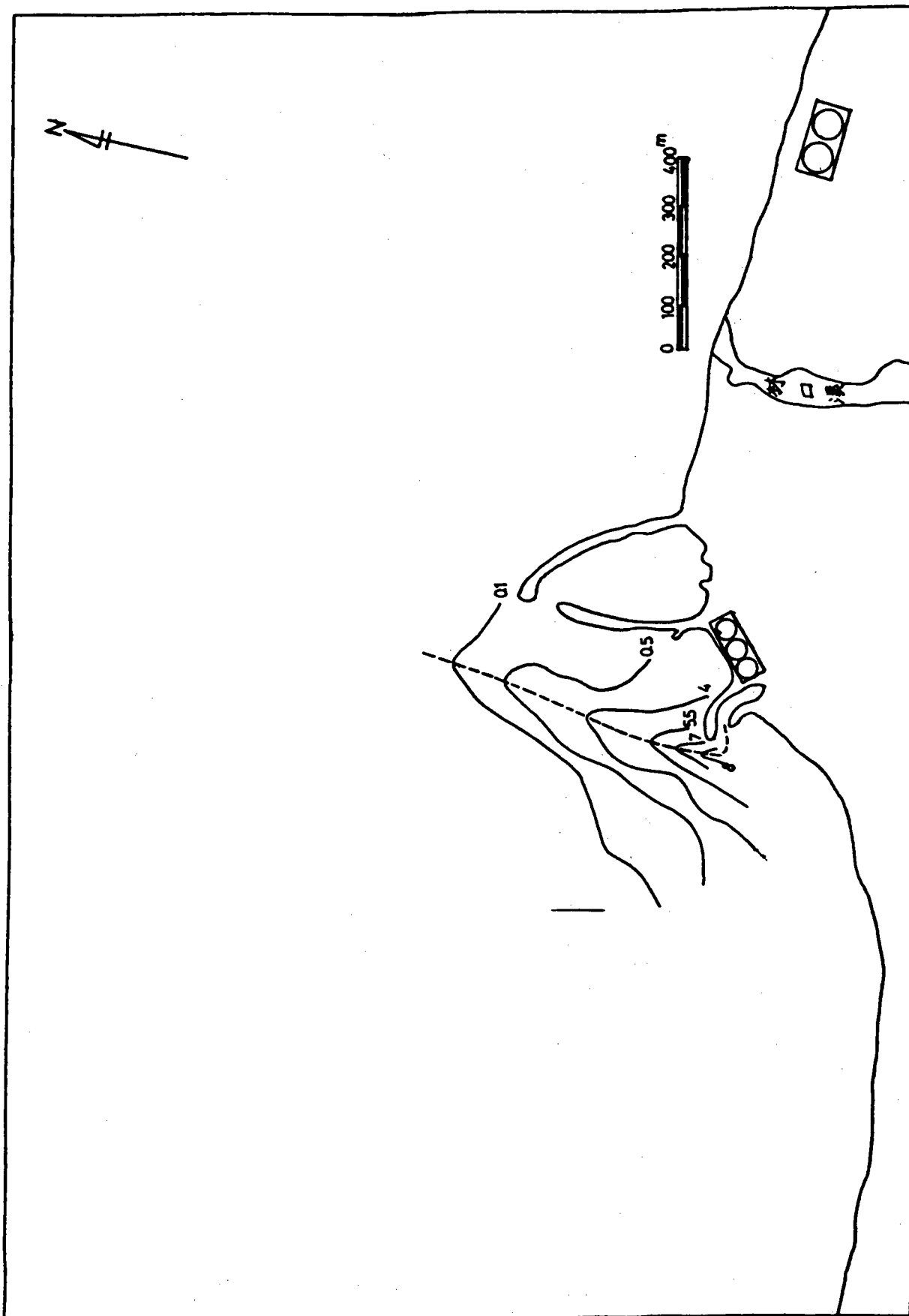


圖 16 現狀試驗之溫度分佈 (最低潮時)

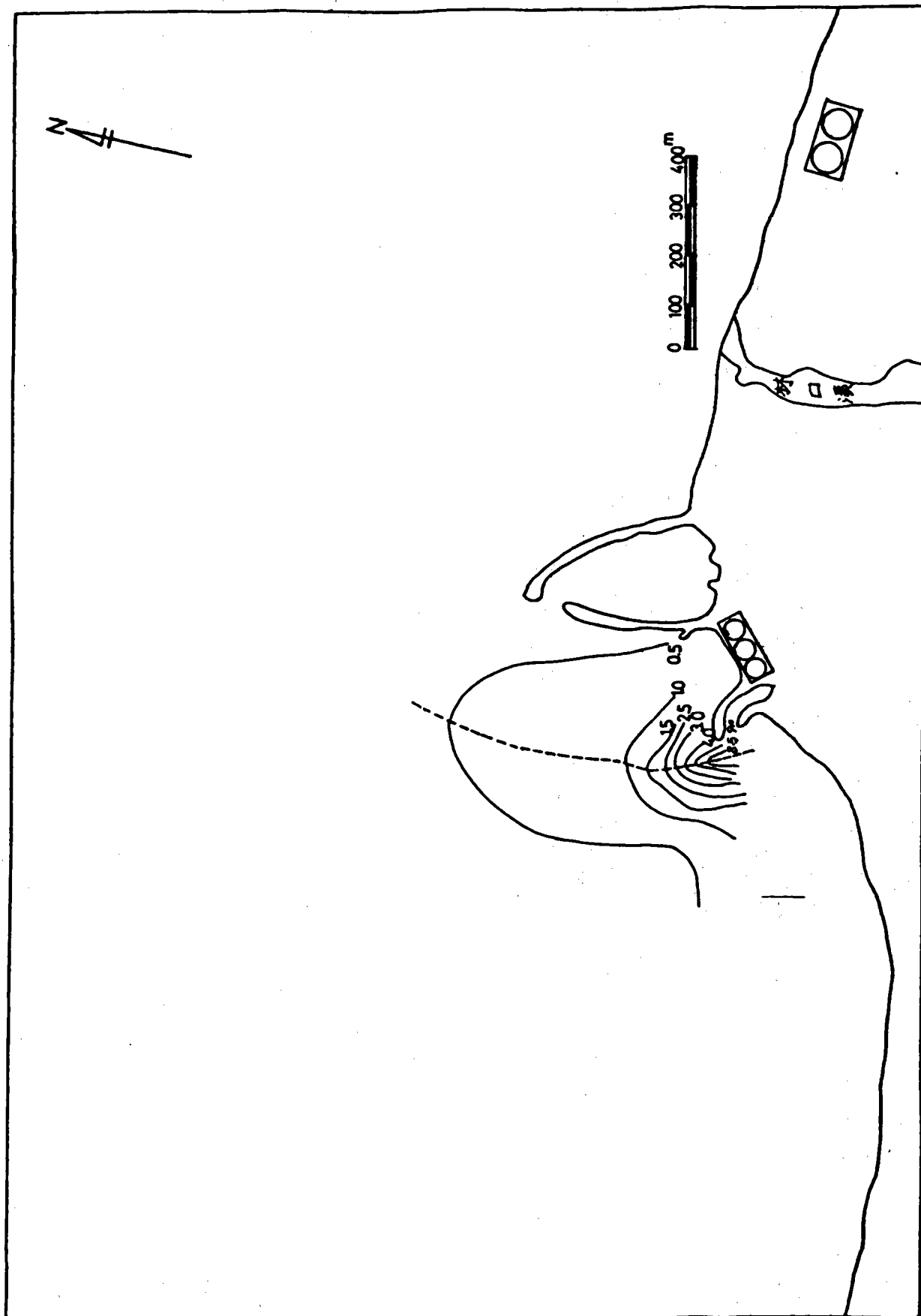


圖 17 現狀試驗之溫度分佈 (漲時且為平均潮位時)

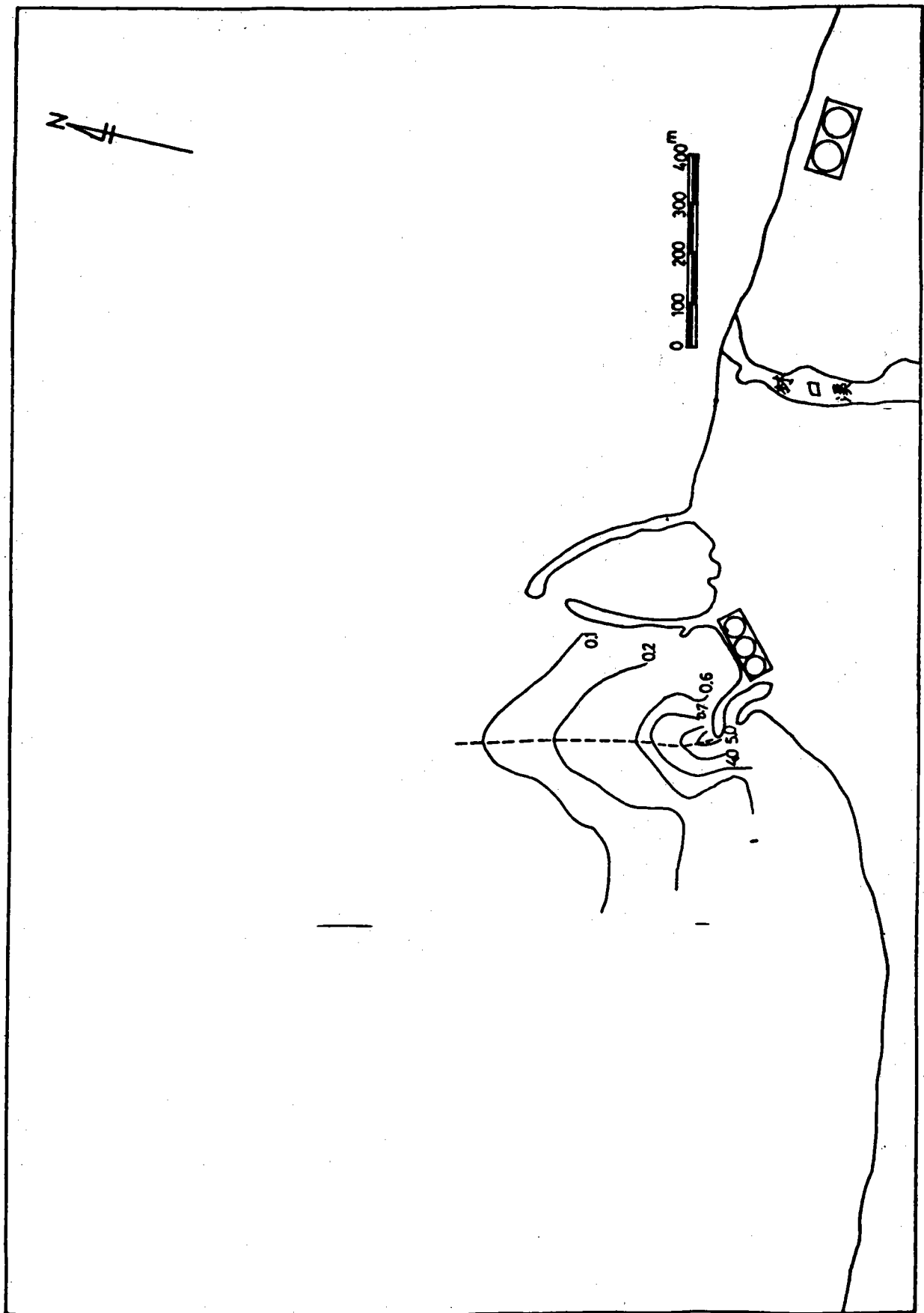


圖 18 現狀試驗之溫度分佈 (最高潮時)

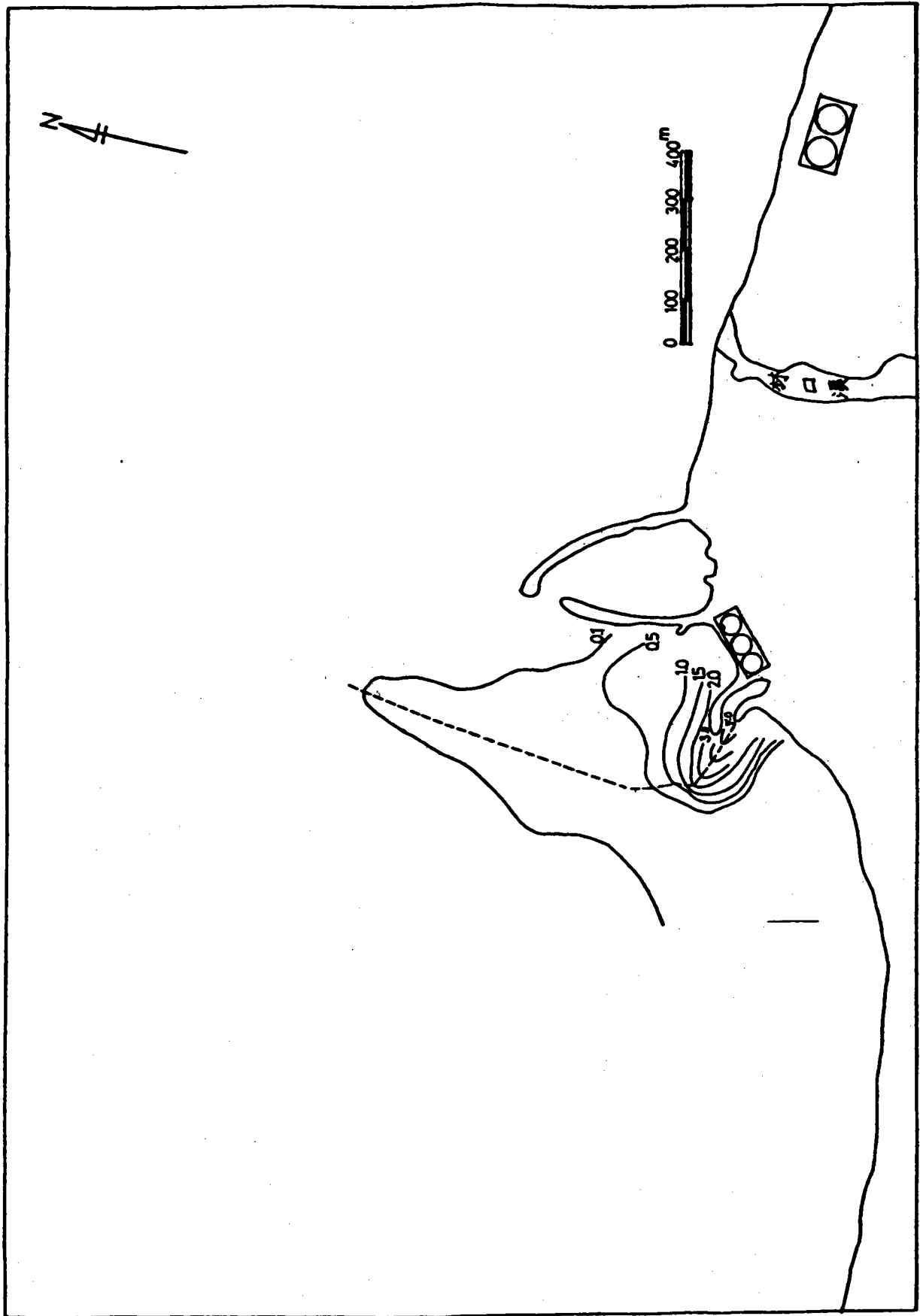


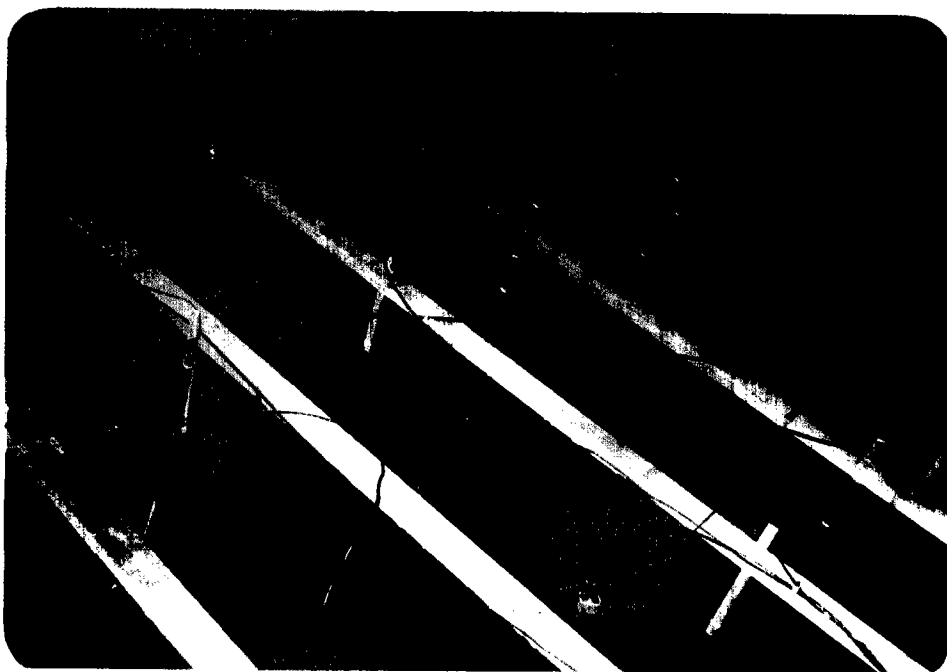
圖 19 現狀試驗之溫度分佈 (退潮時達平均潮位時)

經由預備試驗及現場調查資料得知，現有佈置由於進出水口間距離近，加以林口地區水流特性及取水之影響，因此由出水口排水之溫水很易迴流進取水口，為改善此現象，本所提出以下之方案，配合水工模型試驗以期能改善溫排水之影響範圍，降低進水口泵取水之水溫，以增進主機運轉之功能。

(4)改善方案

針對現狀溫排水迂迴流入進水口之缺點，擬定甲、乙、丙三案比較試驗作為改善對策。

甲案：將出水口之外側堤防延長 200 公尺，並使其堤頭部向內轉 15° ，並使內側堤防向前延伸 50 公尺，如照片 7 所示。



照片 7 甲案之出水口佈置（外側堤防延長 200 公尺）

增建此導流堤之目的，乃在於導引出水口排出之溫水使其沿導流堤往外擴散，而不致直接影響到進水口之取水溫度，但因堤頭之向內彎曲，加以地形之影響造成在堤內側海岸線形成溫度集中之現象，其結果，按最低潮、漲平潮、最高潮、退平潮，如圖 20 至圖 23 所示，至於以高錳酸鉀所顯示之水流狀況如照片 8 及照片 9 所示。水流經由改善之出水口流出，首先流向海岸邊界，部份為邊界吸收熱量，然後流向外海，逐漸流向進水口方向，但流至進水口時之溫排水已大部份散熱，對泵取冷却水影響已不大。

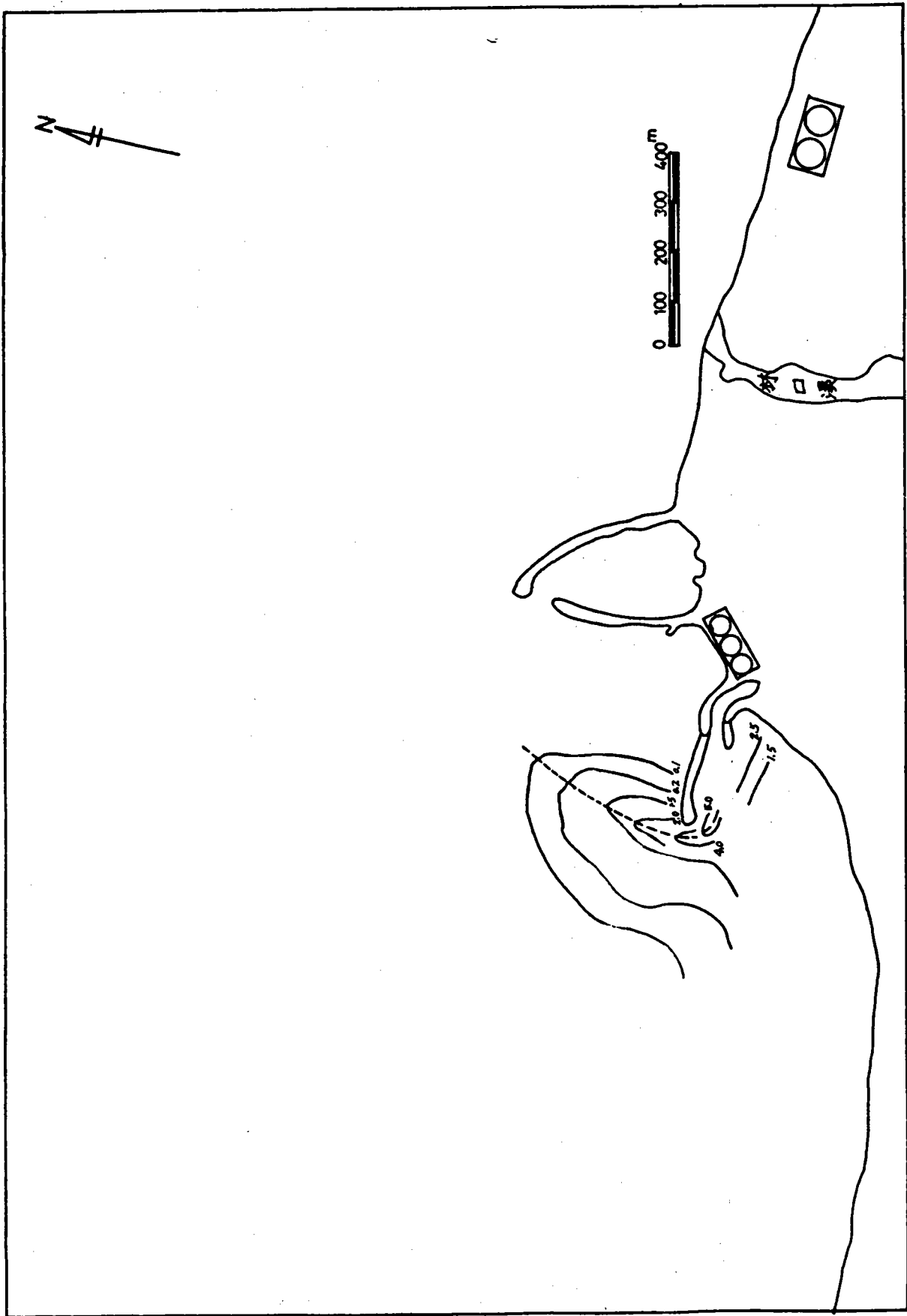


圖 20 改善佈置甲紫之溫度分佈 (最低潮時之型態)

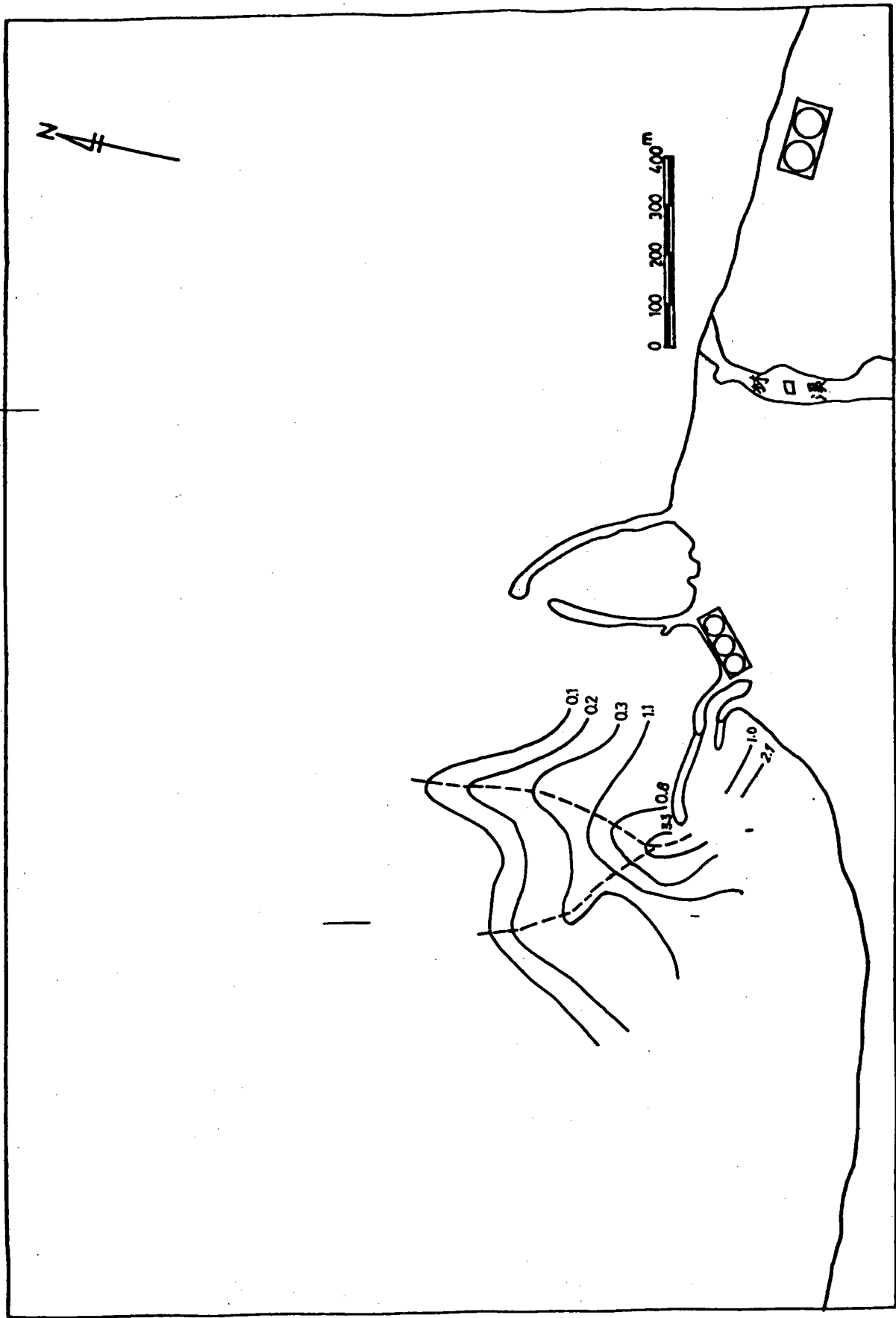


圖 21 改善佈置甲案之溫度分佈 (漲平潮時之型態，溫度分向下游及外海擴散)

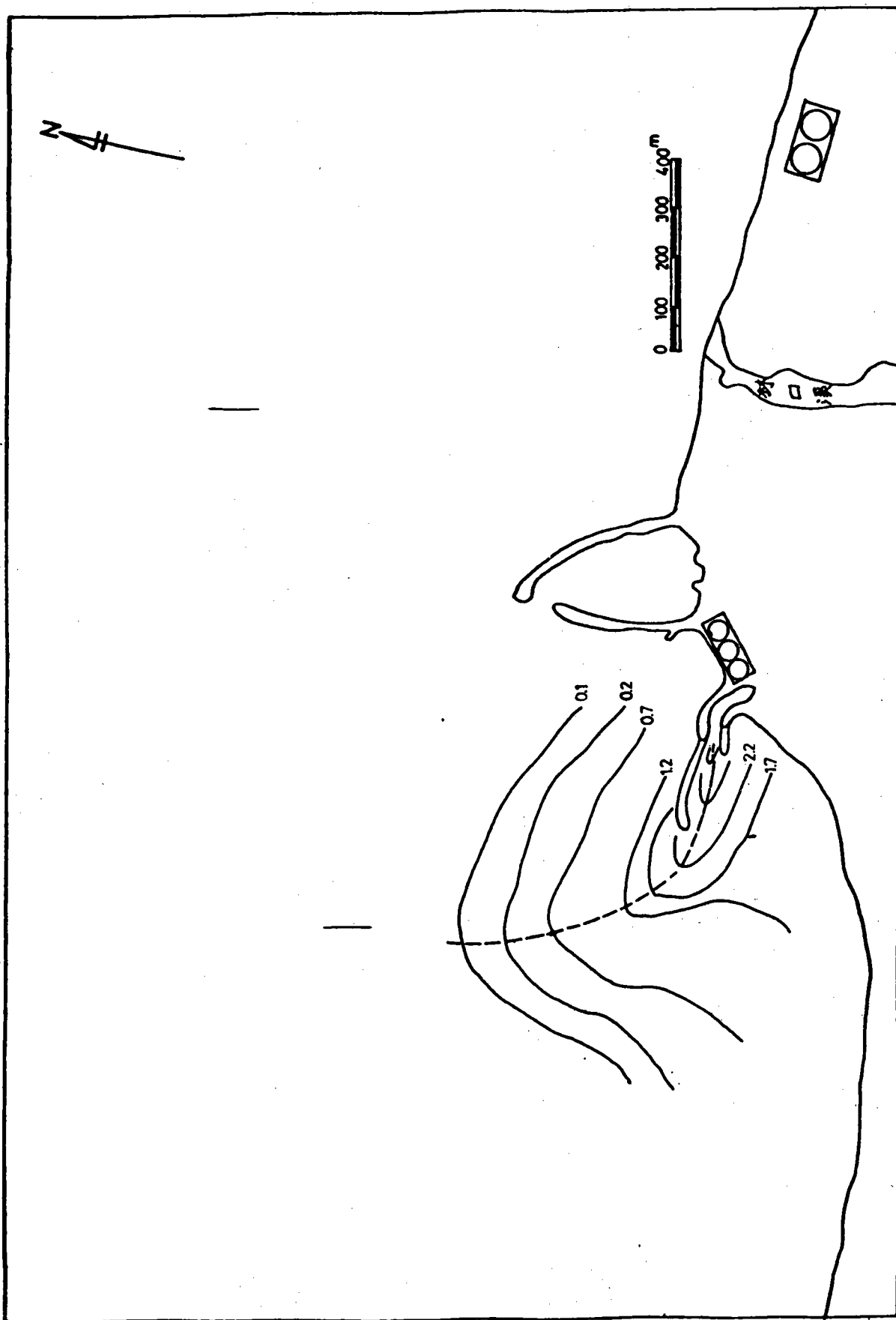


圖 22 改善佈置甲案之溫度分佈 (最高潮時之型態)

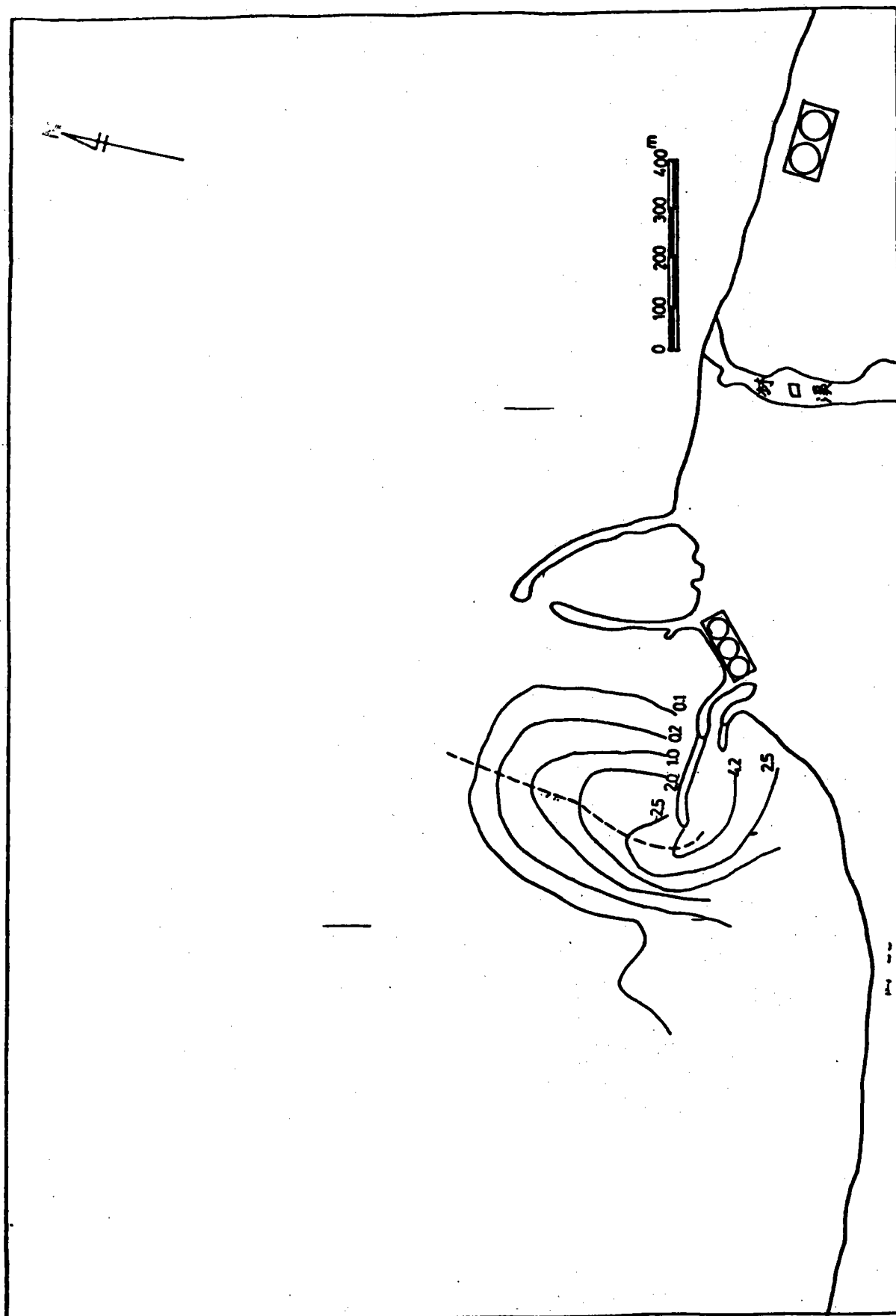
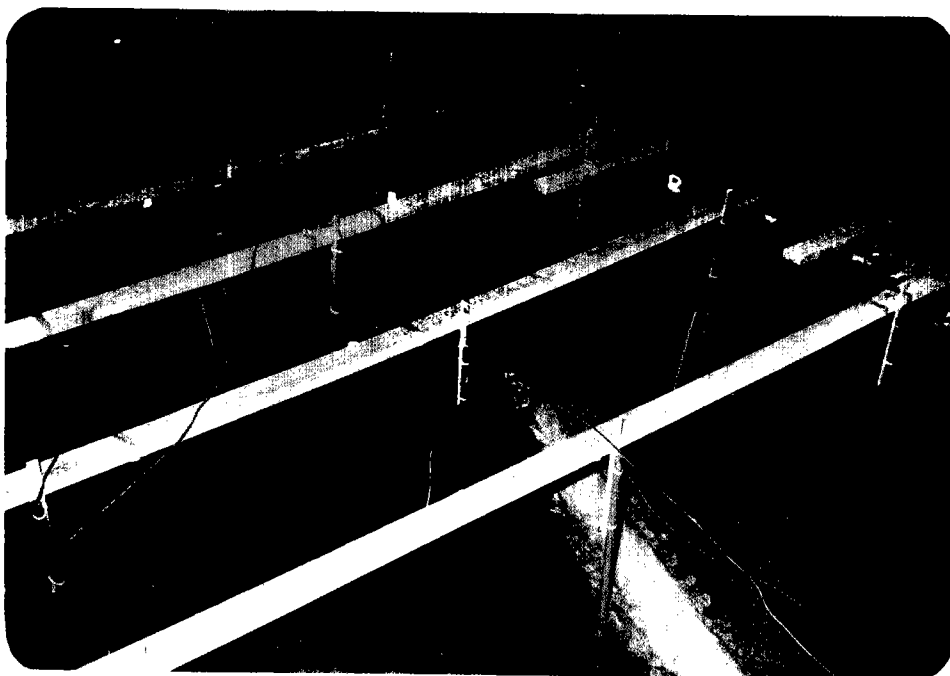


圖 23 改善佈置甲案之溫度分佈 (退平潮時之型態)

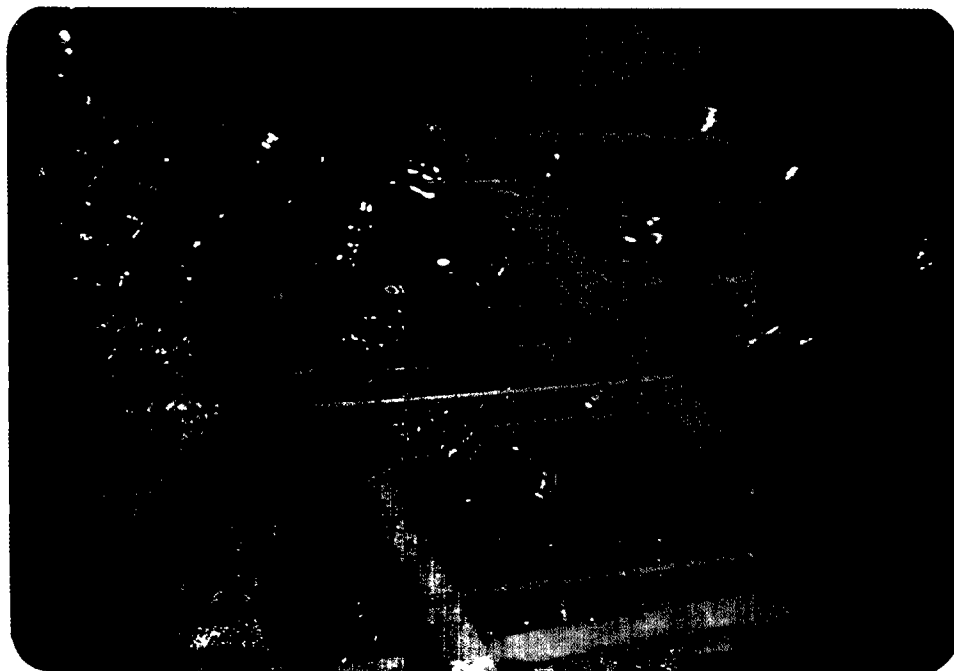


照片 8 改善甲案之出水口配置圖，及高錳酸鉀
追蹤水流之型態

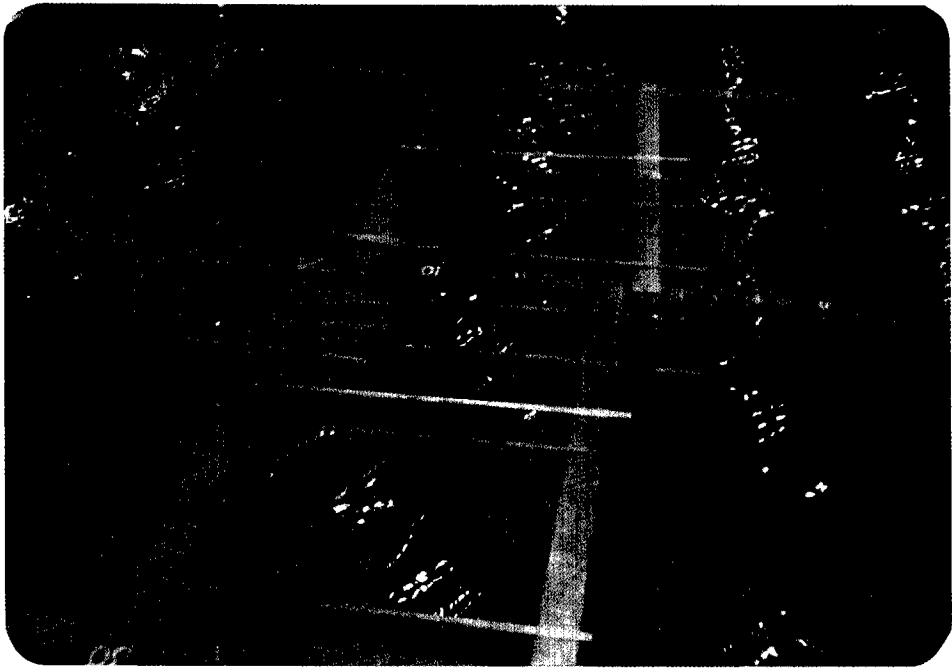


照片 9 改善甲案出水口高錳酸鉀水流之擴散型態

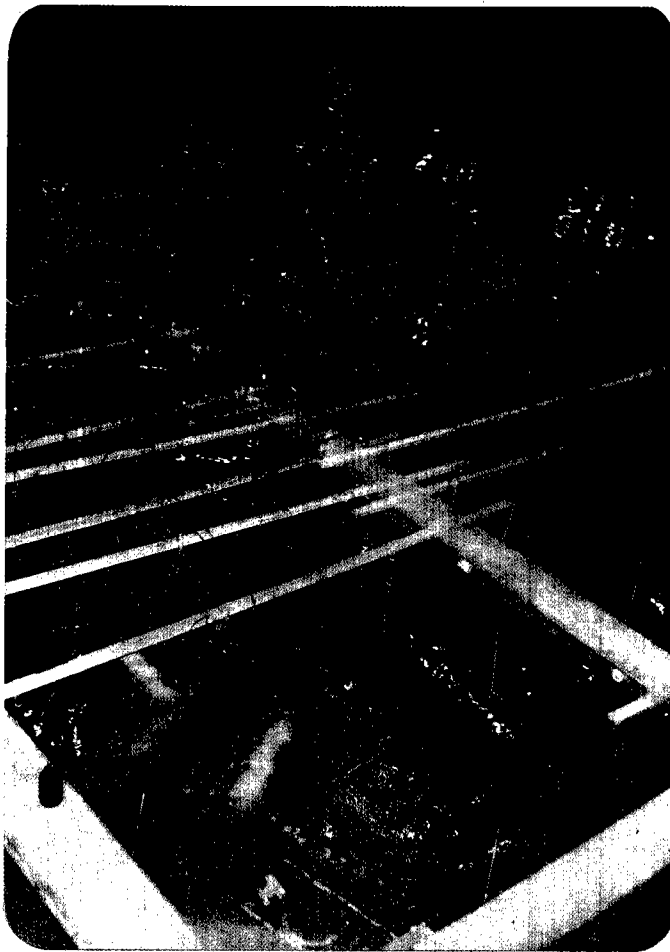
乙案：由於甲案溫度集中於海岸地帶，為改善此現象，所以將內側堤防再延長 130 m，同時將外側堤防縮短為 150 m，形成一兩堤平行之導流堤導引溫水往外排出，其佈置如照片10所示。另以高錳酸鉀表示其水流流動狀態如照片11及照片12。而結果如圖 20 至圖 29 所示，乙案顯示，溫水經由導流堤排出對取水口之影響較小，其改善效果較甲案為佳，但是由於導流堤出水口之方向，却使得排出溫水仍受水流及地形之影響，迴流至沿岸，無法立即擴散至深海處，為其尚未盡善之處。



照片10 改善乙案之出水口佈置形式

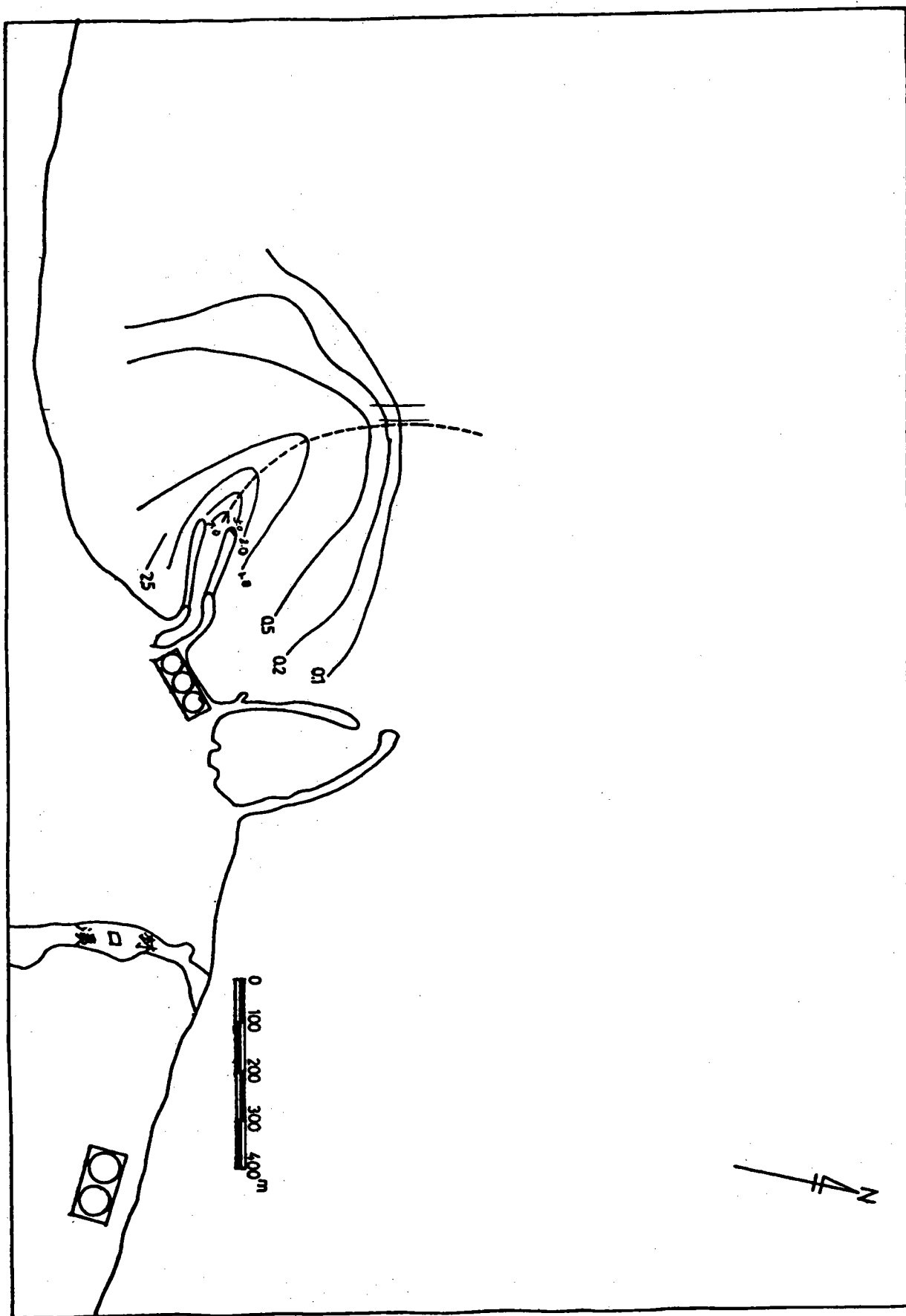


照片11 高錳酸鉀顯示乙案改善佈置之擴散情況



照片12 乙案改善佈置，出水口近場之擴散情況

圖 26 改善佈置乙案之溫度擴散分佈圖（退平潮時）



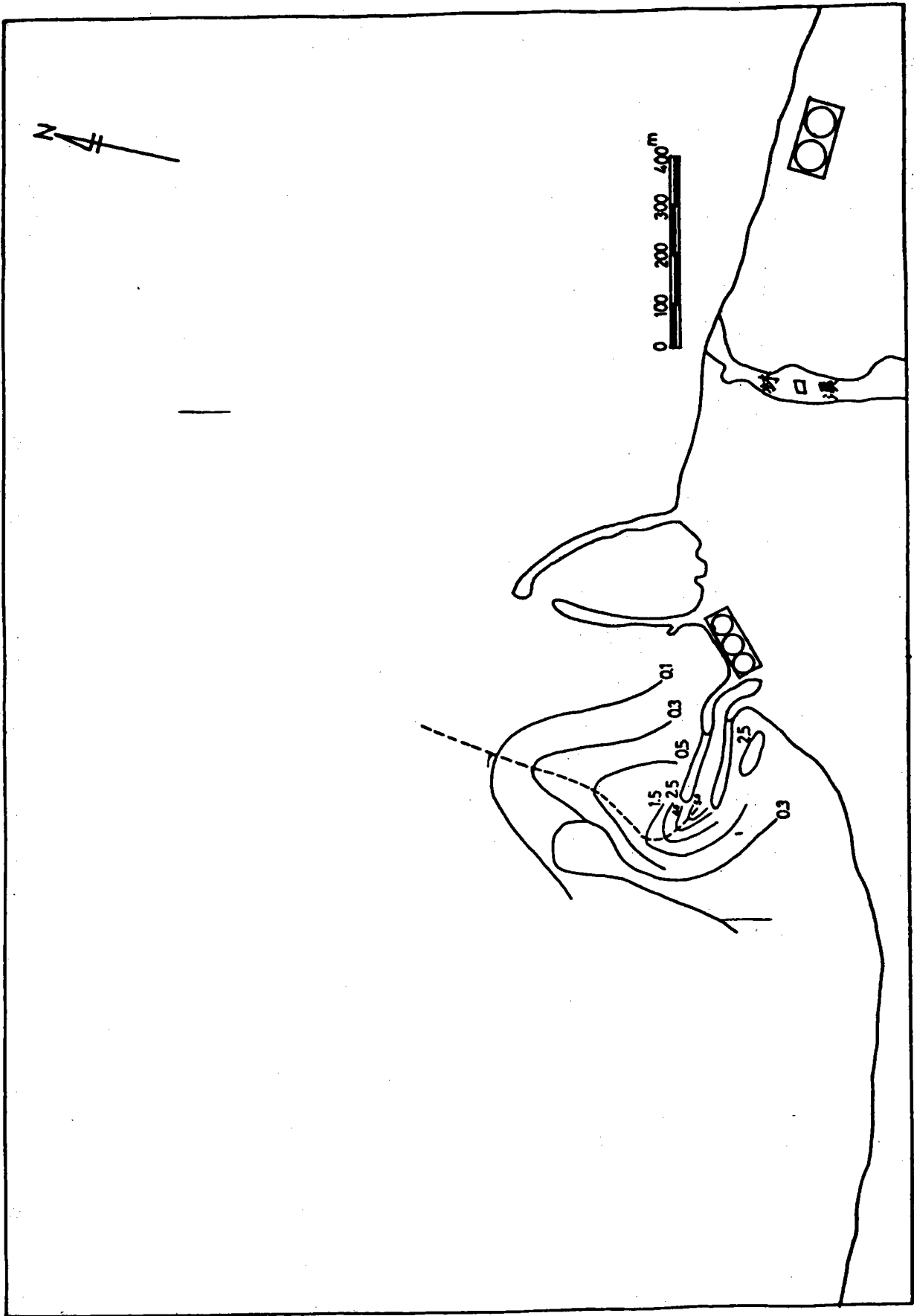


圖 27 改善佈置乙案之溫度擴散分佈圖 (最低潮時)

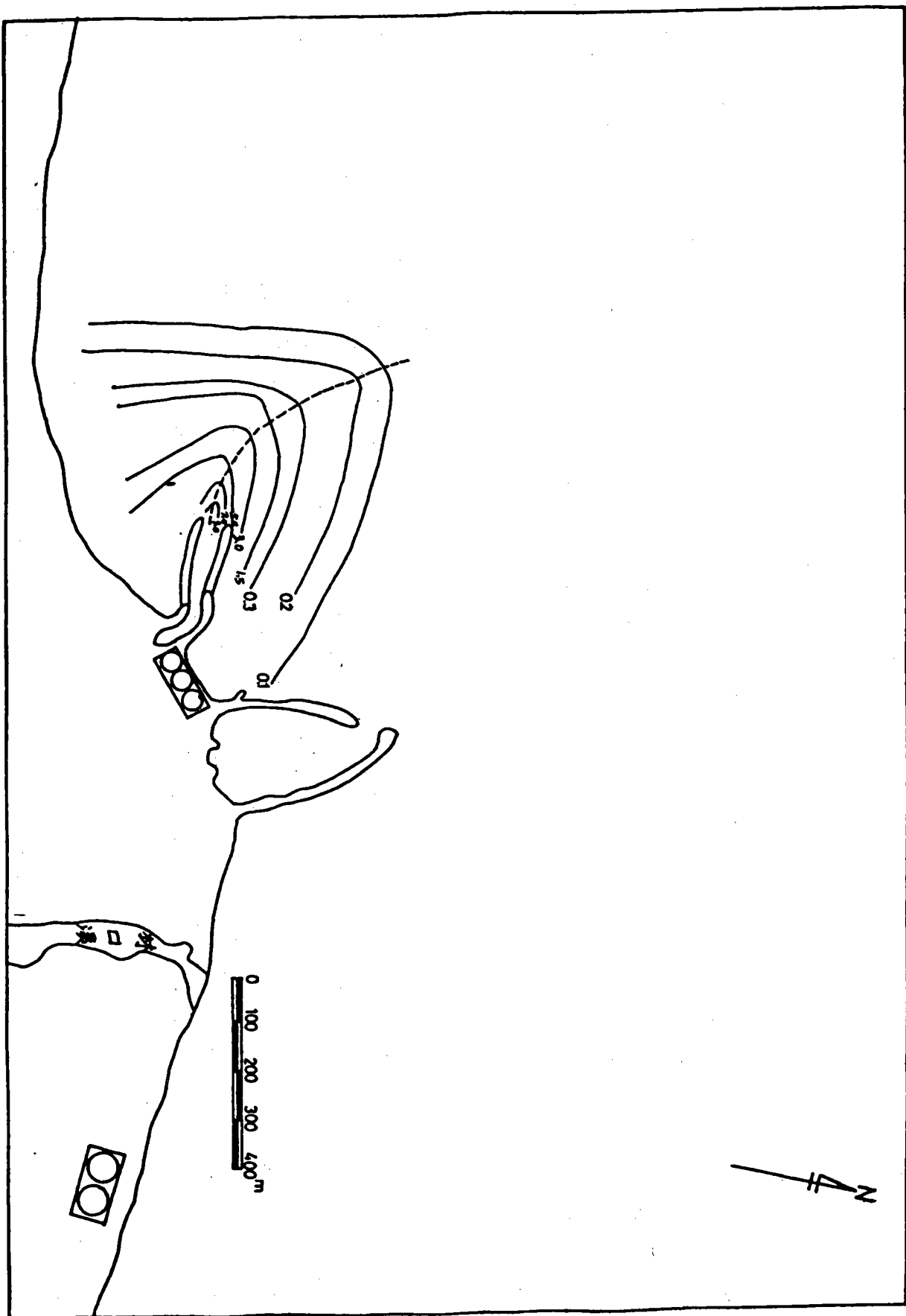


圖 28 改善佈置乙案之溫度擴散分佈圖 (漲潮流 Flood 時)

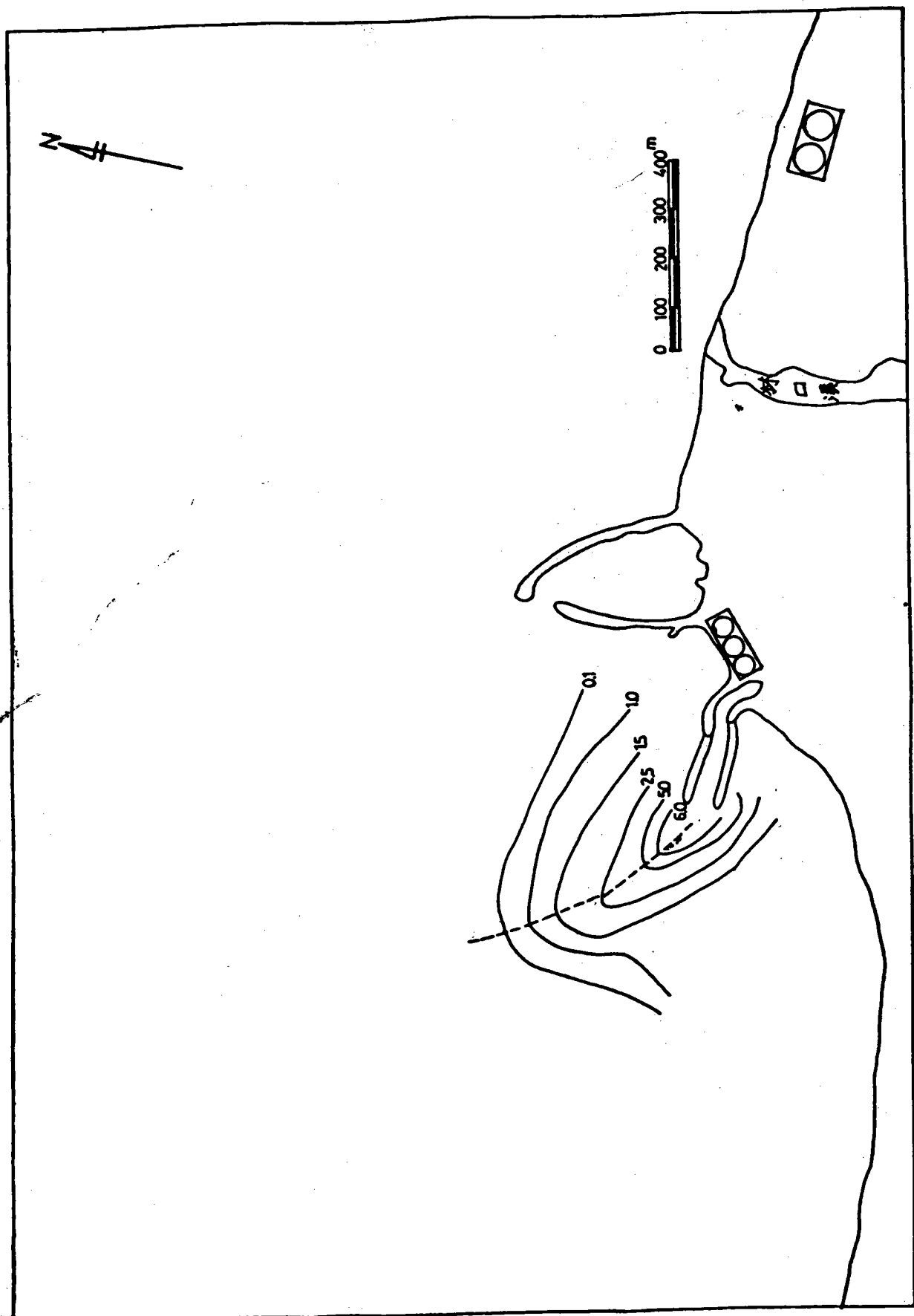
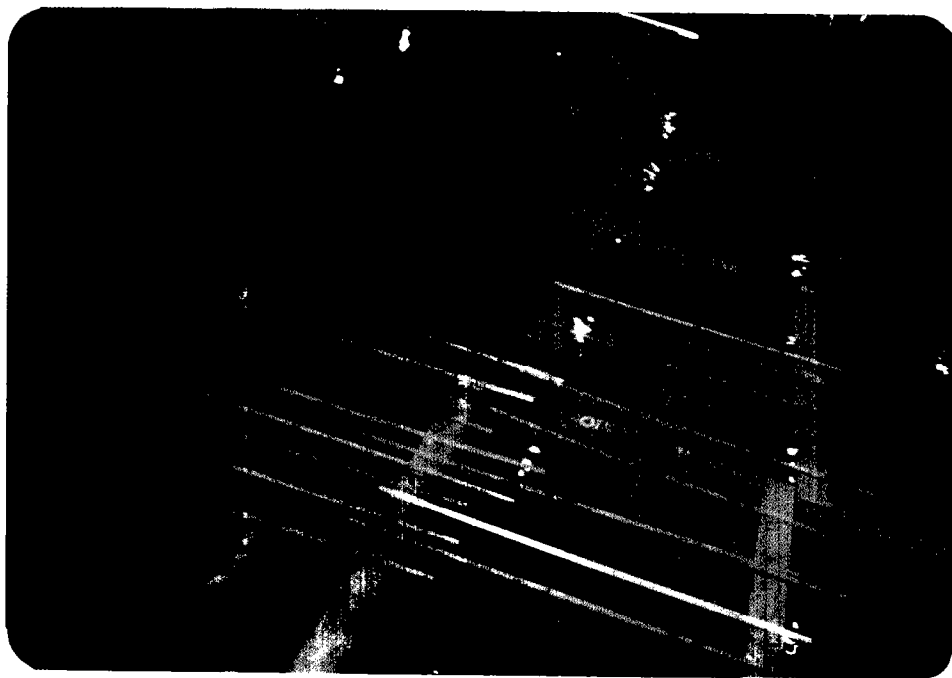


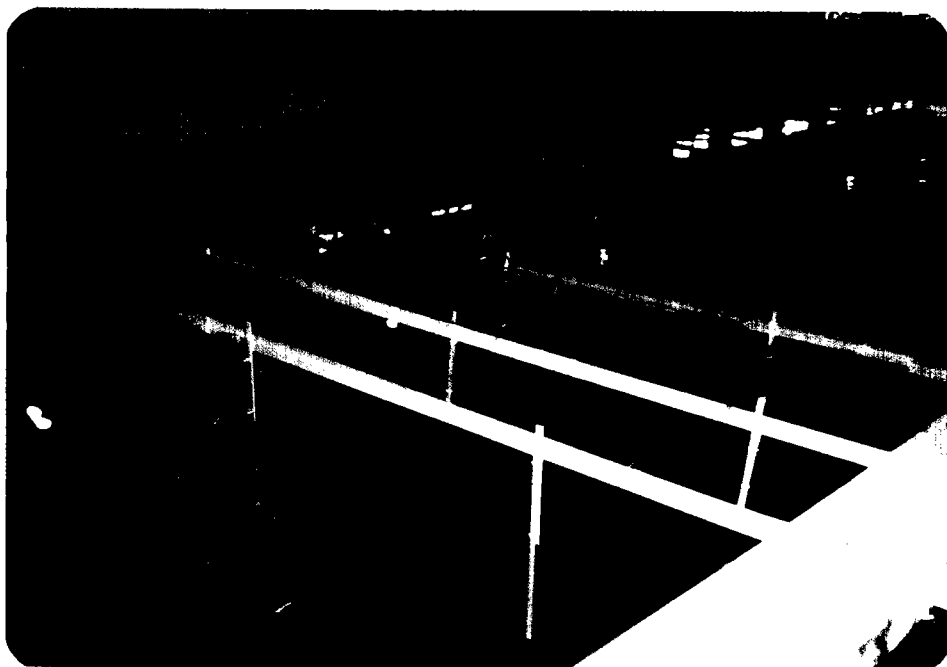
圖 29 改善佈置乙案之溫度擴散分佈圖 (漲潮流 Flood 時)

丙案：為改善乙案之缺點，將導流堤向外轉 15° C 使其出口向外，亦即將外堤往外再延長60m，內堤再延長120m，使其逐漸擴散至外海深水處，以徹底改善溫排水問題，其出水口之佈置則如照片13所示。

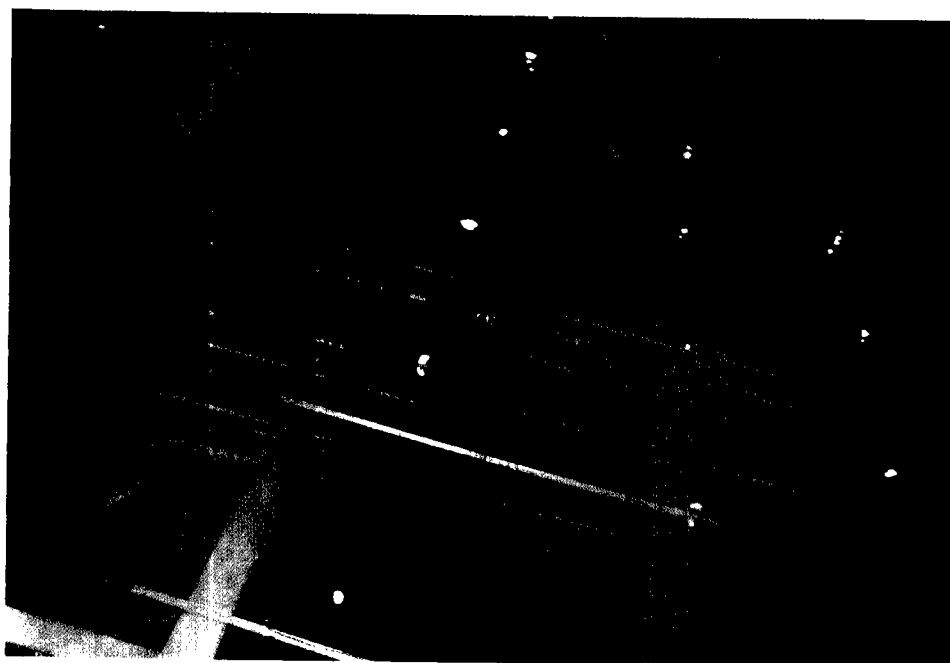


照片13 改善丙案之出水口詳細佈置情況

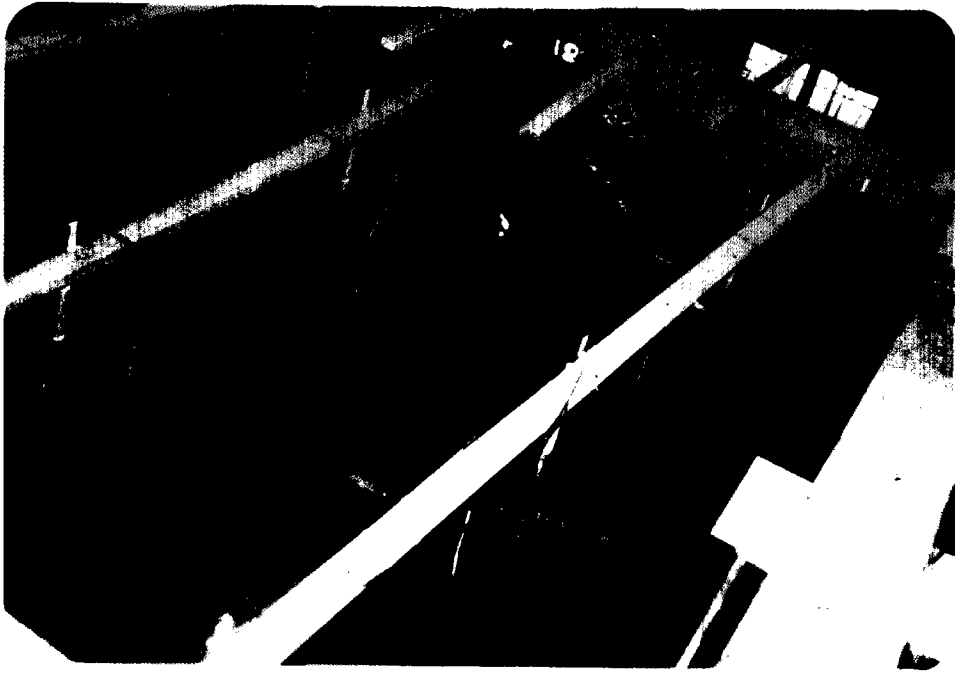
高錳酸鉀所顯示之水流動情況，如照片14至照片16所示。其試驗結果則如圖30至圖34所示，溫排水大都流向外海深處。



照片14 改善丙案以高錳酸鉀追蹤熱擴散情況



照片15 改善佈置丙案高錳酸鉀追蹤熱擴散水流
由出水口為源點之分佈情況



照片 16 改善佈置丙案高錳酸鉀水流
由出水口擴散流向外海之情況

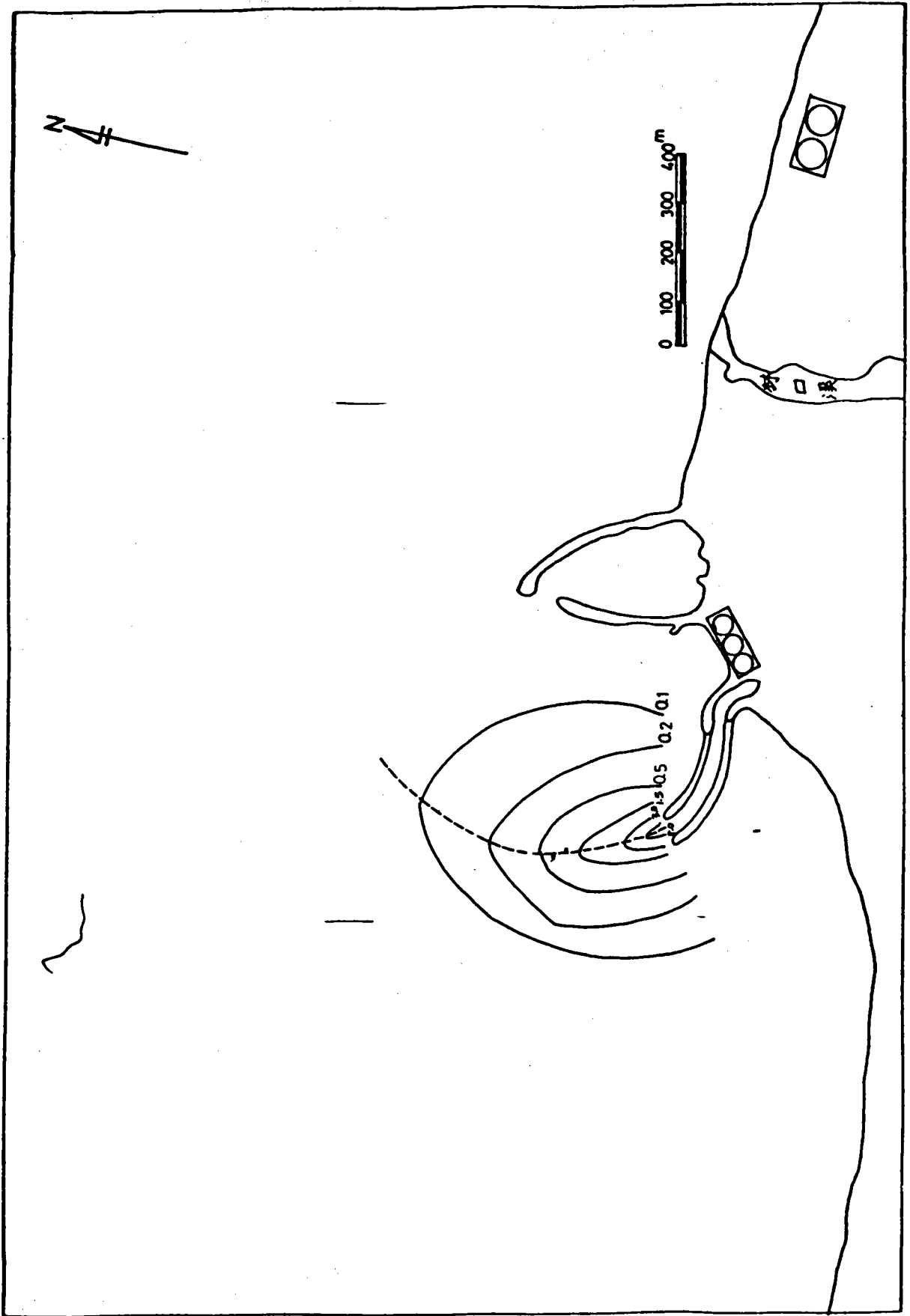


圖 30 改善佈置丙案之溫度擴散分佈圖（最高潮時）

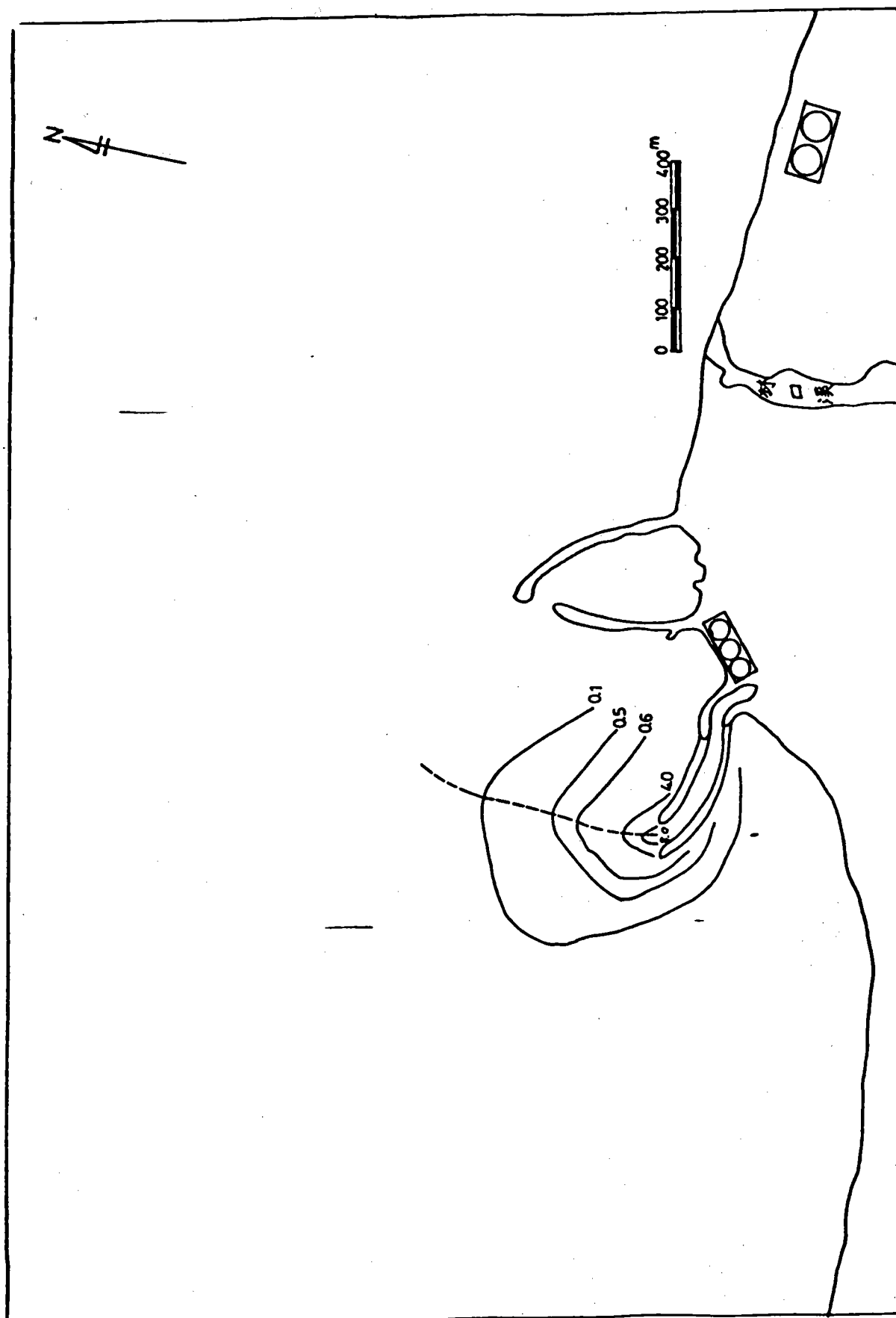


圖 31 改善佈置丙案之溫度擴散分佈圖（漲潮流時）

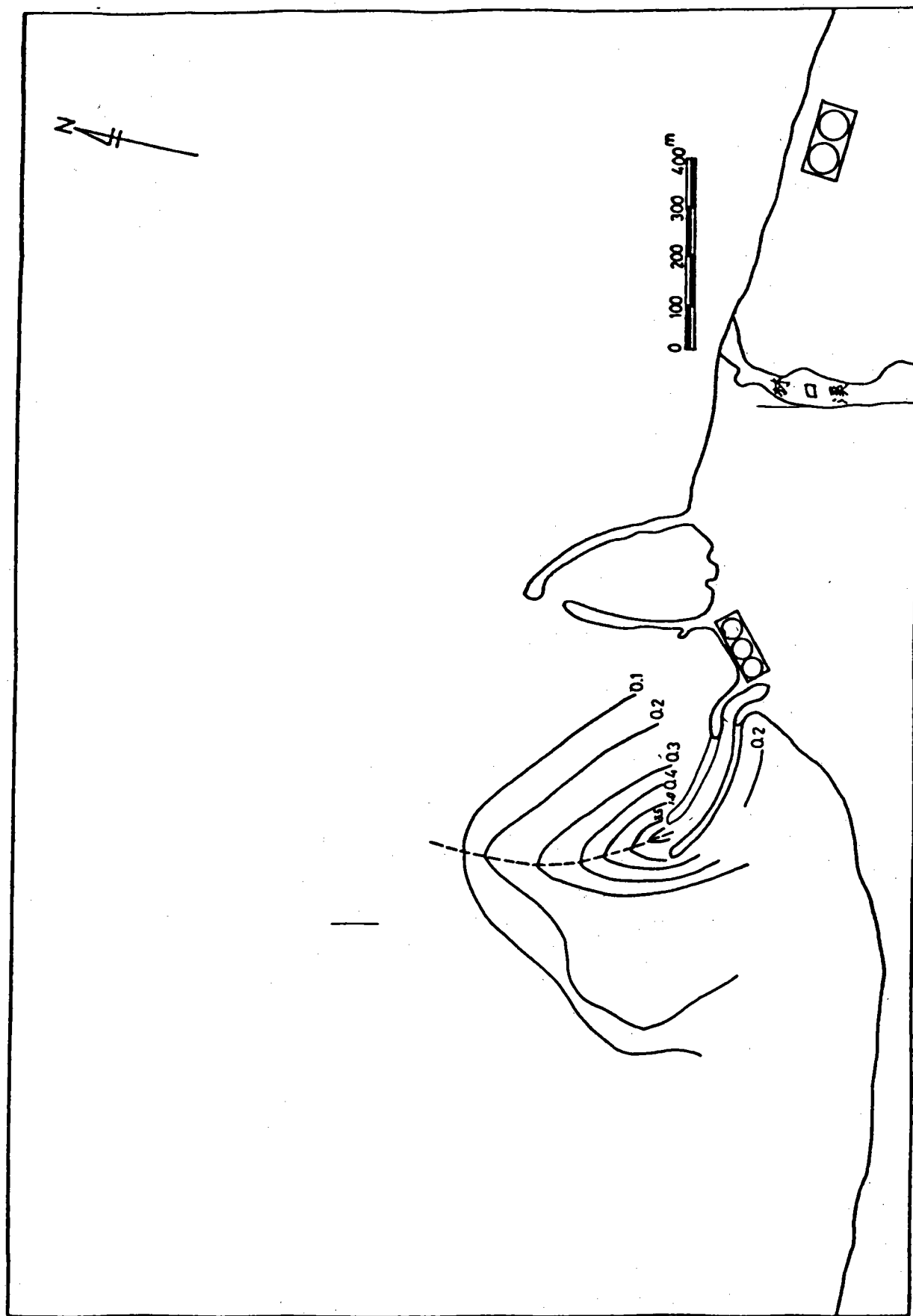


圖 32 改善佈置丙案之溫度擴散分佈圖 (漲平潮時)

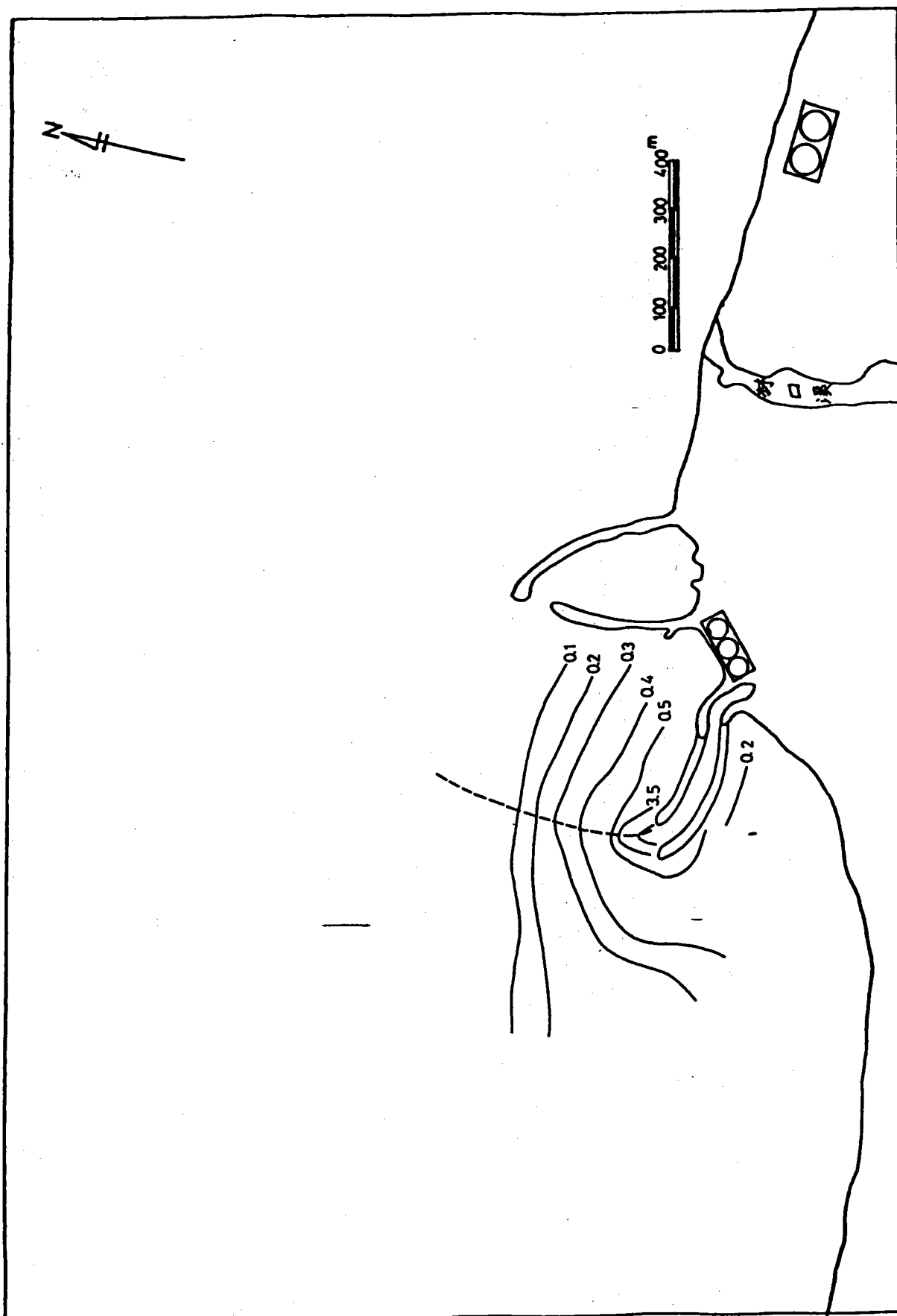


圖 33 改善佈置丙案之溫度擴散分佈圖 (最低潮時)

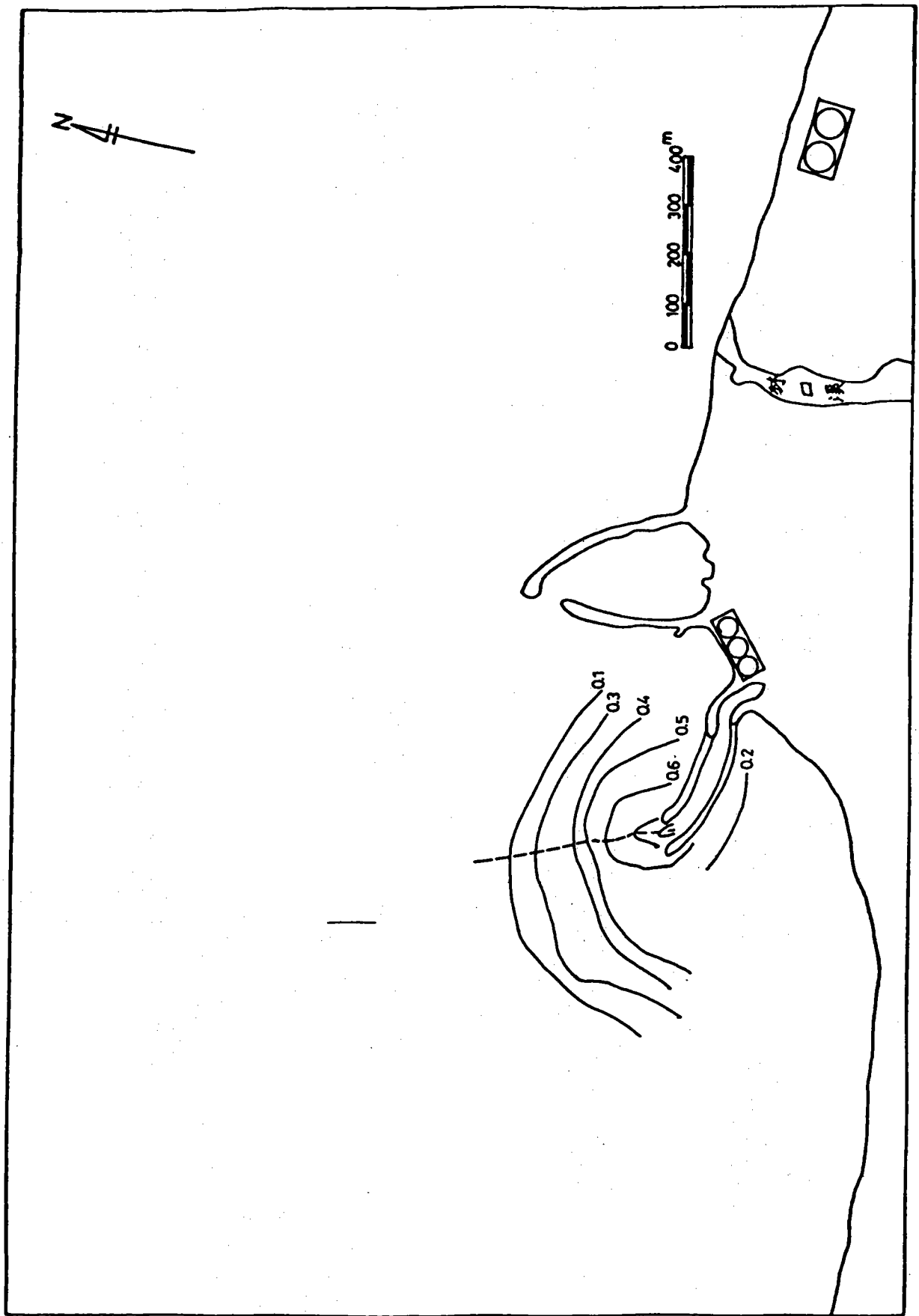


圖34 改善佈置丙案之溫度擴散分佈圖(退平潮時)

伍、結論與建議

由於進出水口位置距離較近，水流沿堤邊迂迴之作用與進水口取水之影響，表面溫度有漸向進水口移動之現象，因此興建導流堤以使溫度之等溫線分佈偏離取水口乃為其對策。然在甲案中，由於導流堤向內偏轉，加以內堤未作適當地延長，致使出水口左側海岸溫度升高，在乙案中，雖作適當地修正，然亦無法使溫排水迅速排放至外海，而丙案則針對甲、乙案之缺點加以改善，同時亦有利溫排水漸向深海處擴散之原則。另外本所亦考慮改變目前之取水方式，或可改用深層取水之方式來改善溫水迴流之影響，但因現有取水處漂沙淤積之問題仍未解決，因此無法更進一步之研究，目前乃建議以丙案之情況來加以改善現有之溫排水影響。但若欲完全掌握林口地區溫排水擴散情形，實有進一步加強該地區海域之實地調查，俾能提供完整之資料以利分析，使研究成果更臻完善。

改善丙案，出水口堤防延長之佈置，亦曾以漂沙試驗檢核其淤沙情形（詳如專利第十五號，侯、廖、曾、翁著之主試驗Ⅵ）。試驗結果顯示，當造波14小時後，灰塘右側已淤滿，上游來沙被帶往下游，一部份淤於灰塘左側與實堤之間，出水口延伸堤之外側略已淤沙，但離出水口尚遠，且已呈穩定狀態故不影響出水口，如圖35所示。

林口發電廠進出水口漂沙主試驗

編號：主試驗 VI
 造波時間：14 hr
 初期地形：72.6.10
 波高：4 m
 週期：12 sec
 波向：NNE
 潮位：高低潮位變化
 加沙率：20/min
 測量基準：基準點
 比例尺：1/20,000

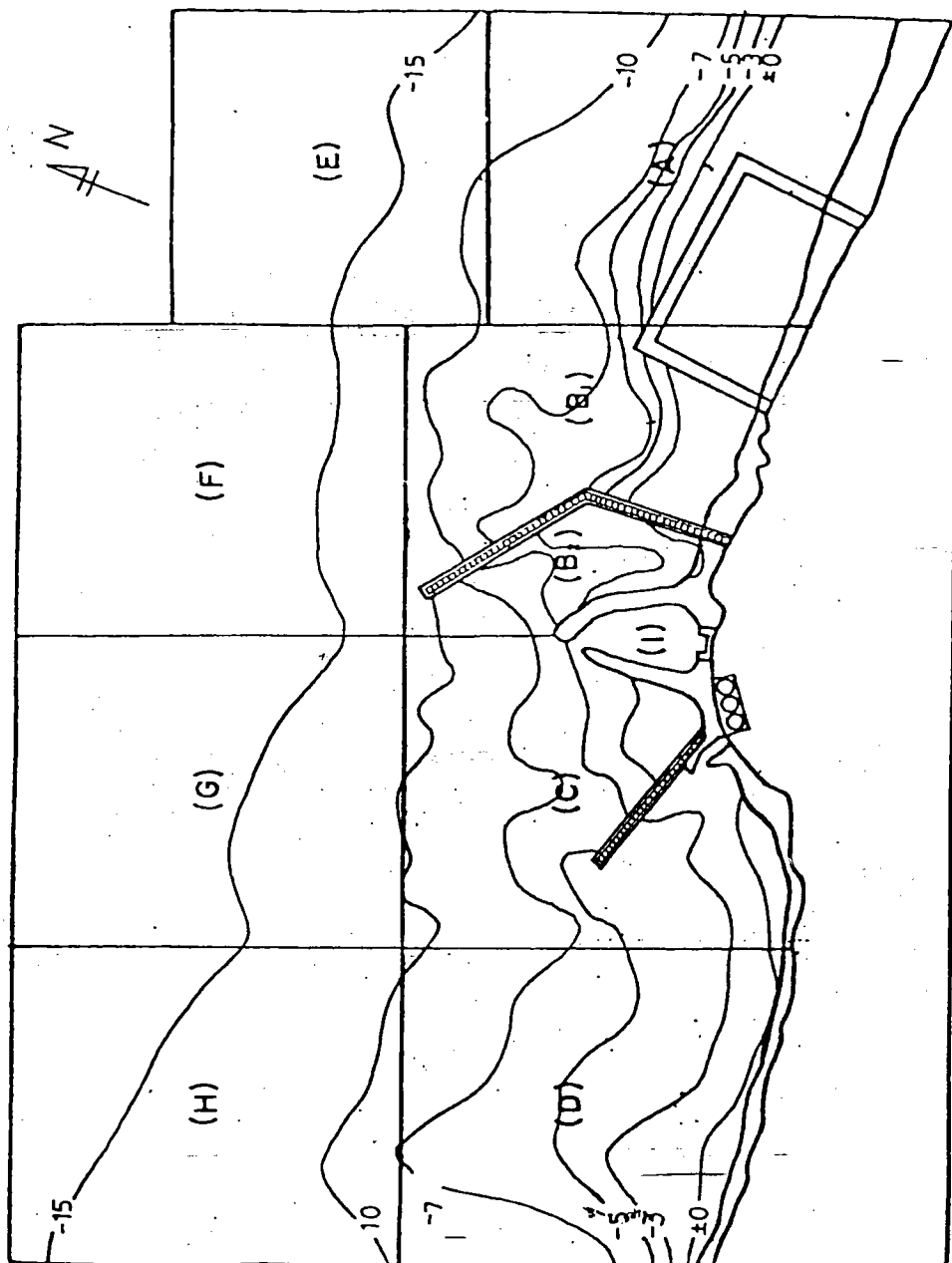


圖 35 主試驗 VI，造波 14 小時後之地形