

# 平緩沙灘碎波帶內波浪、流況以及漂沙特性研究(一)

計劃主持人：研究員 黃 清 和

共同主持人：所 長 張 金 機

協同主持人：副研究員 曾 相 茂  
助理研究員 林 柏 青

參與人員：助理研究員 蔡 立 宏  
助 理 張 富 東  
蔡 金 吉  
技 工 楊 怡 芸  
何 炳 紹  
蔡 瑞 成  
陳 進 冰

# 平緩沙灘碎波帶內波浪、流況以及漂沙特性研究(一)

## 目 錄

中文摘要 .....	I
圖 表 名 .....	II
第一章 前 言 .....	1
第二章 碎波帶現場觀測樁之設立 .....	3
第三章 碎波帶內懸浮質濃度場及局部底床質移動現場調查..	16
第四章 結論與建議 .....	35
參考資料 .....	37
附錄 一 電磁式流速儀規範 .....	40
附錄 二 超音波波高計規範 .....	43
附錄 三 MTB-16K 型濁度計規範 .....	47

## 摘 要

本研究係配合國科會「海岸空間利用工程問題之研究」重點計劃，屬為期三年研究方案之第一年報告。其工作重點乃在台中港北防沙堤以北打設五根預力樁，上置工作平台作為永久性觀測站外，並辦理現場海象觀測儀器如觀測外海波浪用之超音波波高計、流況分佈之電磁式流速計以及觀測懸浮質濃度場分佈之濁度計等等之規範擬定、外購及率定事宜。報告中分別說明 (1)現場預力樁永久觀測站之設計、施工及檢討群樁傾倒原因。(2) MTB-16K 型濁度計之率定與現場懸浮質濃度分佈觀測資料之整理、分析以及 (3)研製與現場底床質相同比重、粒徑之螢光砂源過程及方法等。

## 圖 名

- 圖 一 群樁平台施工示意圖
- 圖 二 單樁平台施工示意圖
- 圖 三 台中港北防沙堤附近海域觀測樁作業區域示意圖
- 圖 四 五根觀測樁打設位置圖
- 圖 五 觀測樁打設深度示意圖
- 圖 六 基樁所受波力及力矩計算示意圖
- 圖 七 MTB-16K 記憶式濁度計率定曲線
- 圖 八 懸浮質平均濃度值與水位變化歷時圖
- 圖 九 底部懸浮質濃度值歷時圖(1991/12/06 14:00)
- 圖 十 懸浮質濃度譜分析圖(水深 = 3.2<sup>m</sup>)
- 圖 十一 懸浮質濃度譜分析圖(水深 = 7.3<sup>m</sup>)
- 圖 十二 懸浮質平均濃度值與水深位置相關圖
- 圖 十三 不同水深位置海床底部懸浮質濃度歷時圖
- 圖 十四(a) 懸浮質平均濃度垂直剖面圖(碎波帶內  $D = 1^m$ )
- 圖 十四(b) 懸浮質平均濃度垂直剖面圖(碎波帶外  $D = 4.5^m$ )

## 表 名

- 表 一 懸浮質 MTB-16K 型濃度計率定結果  
表 二 螢光砂比重分析結果  
表 三 螢光砂粒徑分析結果

## 照 片 名

- 照片 1 觀測群樁打設情形  
照片 2 研究人員攝於工作船上  
照片 3 完成後之群樁工作平台  
照片 4 完成後之單樁工作平台  
照片 5(a) 綠色與紅色螢光砂  
照片 5(b) 黃色、白色與橙色螢光砂  
照片 5(c) 紅色螢光砂置於海水中變化觀測  
照片 5(d) 綠色螢光砂置於海水中變化觀測  
照片 5(e) 螢光砂比重分析  
照片 5(f) 螢光砂等篩分析過程  
照片 5(g) 螢光砂烘乾過程

# 第一章 前言

台灣四周環海，海岸線形成西部多屬平緩沙灘海岸，根據以往水利局與縣政府所收集之觀測記錄資料計算及研判，西部海岸均有明顯侵蝕現象，加以沿岸地區地下水之濫用導致地層下陷等因素，更加速其侵蝕現象，故為確保沿岸海域開發與利用以及人民生命財產安全，有賴數值模式之預測，俾事先作防範及保全工作，惟目前有關數值模式所依據波浪、流與漂沙等彼此間之力學關係，至今尚未突破，全依賴經驗以及假設參數，致使海岸地形之預測工作常失之千里，僅可供定性參考，究其原因乃以往賴以研判之波浪、流況以及漂沙資料等均屬片斷，缺乏連續一貫性，因此本研究計劃係配合國科會『海岸空間利用工程問題之研究』重點研究計劃針對該項缺失，旨在有系統地、長期性地在平緩沙灘海岸設置一永久性觀測站，藉長期、連續性地記錄波浪、流以及漂沙量測工作等，以建立三者間之力學相關性，俾提供數值模式有關三者力學機構參數，進而預測海岸地形變化。

此研究計劃為三年期之研究方案，在實施方法上整個架構係選擇在台中港北防沙堤以北平緩沙灘間碎波帶內，打五支預立樁，建立一永久性現場觀測站，並於觀測樁上提供參與國科會"海岸空間利用"重點計劃其它學術研究機構學者設置風速計、波浪儀、壓力計與流速計等以連續記錄風速、波浪及流況等相關參數。本計劃第一年之重點工作即現場預立樁永久觀測站之設計、施工以及辦理現場儀器之採購事宜，以及儀器之率定工作等，其次，今年度計劃之另一重點即於預力樁設置地點，利用MTB-16K連續記憶型濃度計於不同水深連續記錄其懸浮質濃度變化，然後配合其他學術研究機構在此觀測樁上所獲取之風速、波壓力、波浪、流速等相關資料比較分析同時段之風速、波浪、流況以及懸浮質濃度場分佈並探討其相關性，故整個研究計劃最終預期之效益分別為

- (1) 配合港務局每年在該區所作之地形測量，可推算該區海岸每年侵蝕之漂沙量。
- (2) 建立漂沙量以及懸浮質濃度場分佈與自然條件如風、波浪、流等函數相關性及數值模式。
- (3) 所有實測資料亦可提供當地有關單位及學術機構就施工規劃及學術探討用。

茲將第一年之研究執行情形敘述如后。

## 第二章 碎波帶現場觀測樁之設立

### 一. 前言

本研究計劃第一年主要工作乃配合國科會「海岸空間利用工程問題之研究」之重點計劃，在台中港北防沙堤附近碎波帶內設立五根預立樁，作為一永久性之觀測站，俾進行現場各種有關風、波浪、流交互作用之基本研究。蓋碎波帶附近地形變化最劇烈，工程活動最頻繁，但對該區海象特性，諸如波浪變形、流速、波壓以及漂沙特性等，卻最不了解，也可以說最難了解。故本計劃設置碎波帶觀測樁主要目的，乃結合國內海氣象調查有興趣研究人員共同參與碎波帶內海象調查研究，包括波浪變形、流況分佈、波壓特性及含沙量等，預期此項研究成果有助於了解海岸地形變遷可作為工程規劃之參考。

按日本港灣技術研究所1986年在鹿島海灘建立波崎海洋研究設施 (Hazaki Oceanographical Research Facility, HORF)。此研究設施長427<sup>m</sup>，由15<sup>m</sup>間隔，直徑0.8<sup>m</sup>，填充混凝土鋼樁作為支持，離低水位7<sup>m</sup>處設置2.5<sup>m</sup>觀測甲板，觀測車在暴風浪侵襲下可以在甲板上通行作各種觀測。在甲板上安裝各種儀器，以觀測碎波時各種現象，包括懸浮含量、水位抬升、海床變化、波浪變形及鋼板腐蝕及防蝕等，本報告第一年工作即蒐集日本此方面之研究報告，作為設計參考。僅將本年度有關現場觀測樁之設計、估價、打設位置以及第一年該重點工作之執行情形敘述如下。

### 二. 現場觀測樁

#### (一) 設計

有關現場五根觀測樁之打設工作，經參與國科會“海岸空間利用”重點計劃之諸位學者、專家討論後，建議將深海三根樁改為簇樁，上面架設三角形平台，其餘二根則採單樁，頂部設置一圓形平台，詳細設計如圖一及圖二所示；圖一為三樁(即群樁)平台示意圖

，樁與樁間之间距各為五公尺，每根樁之直徑為66公分，上置一個等邊三角形平台，同時作一高度為100公分之圍欄以確保工作者之安全，並在其中兩樁處各延伸一長為200<sup>cm</sup>之H型鐵材，俾放置觀測儀器用，圖二為單樁平台施工示意圖，每根基樁之直徑乃為66公分，上面則置一直徑為150公分之圓形施工平台，平台上同樣設置一高度為100公分之圍欄以保護工作者之安全，同時沿著基樁亦設置一鐵梯，寬度為50公分，俾讓工作者上、下觀測平台用。

## (二) 估價

現場觀測樁打設工程之估價，為本計劃第一年執行工作所遭遇到棘手問題之一，當初根據台中港某位負有工程經驗工程司所提供資料，五根基樁材料費與打設費分別估價為五十萬元，合計為一百萬元，惟正式請榮工處估價時，分別為移機費380萬元，打設費用300萬元，合計680萬元，尚不包括頂部觀測平台製作，經再協調榮工處，可以利用台中港中油專用碼頭基樁打設工程，以試樁方式，不計成本為研究效勞，但必要條件為中油碼頭可以在80年4、5月正式開工。惟事實上，台中港中油專用碼頭無法在六月前開工，必需另找其他海事公司協助。故根據設計草圖，請吉達興公司估價約250萬元，由於觀測樁打設之初，並未考慮樁頂設置觀測台，細部設計完成後重新估價，含平台施工費高達380萬元，最後與瑞華海事公司議價全部經費為365萬元，其中費用由國科會補助100萬元，剩餘265萬元則由該項計劃及本所年度結餘材料費支應，故整個打樁費用約佔本研究計劃經費之84%。

## (三) 觀測樁打設位置及執行情形

觀測樁原先預計打設位置如圖三所示，經函請台中港務局同意，但台中港務局為辦理飛沙整治填築新生地，建議將觀測區北移到防沙堤北側，即目前之位置如圖四所示，故本計劃之執行情形，在80年7月中旬完成直徑66<sup>cm</sup>，長24<sup>m</sup>觀測樁及平台工作，80年8月2日開始海上打樁及觀測平台安裝，在80年8月28日完成海上觀測樁驗收

工作。而五根觀測樁打設位置斷面示意圖則如圖五所示，靠岸第一根基樁打入底層 $13.2^m$ ，在最低潮位(L.L.W.L)時尚有有 $0.8^m$ 水深，在最高潮位(H.H.W.L)時有 $5.8^m$ 水深，自高水位到觀測平台尚有 $5^m$ 之高程；第二根基樁則打入底床下 $12.41^m$ ，在最低潮位時有 $2.59^m$ ，群樁部份則打入底床下 $8.76^m$ ，在最底潮位時尚有 $5.24^m$ ；而樁與樁間之間距則約為 $180^m$ ，整個觀測樁之打設過程分別如照片1~4所示。

當80年8月28日完成海上觀測樁驗收工作後，原擬進行儀器安裝準備及資料傳輸系統測試，開始進行研究工作之際，於80年10月26日至28日在台中港區因受露絲颱風外圍環流及強烈東北季風雙重影響，台中港平均風速高達 $27m/sec$ ，迄80年11月5日東北季風風速減弱，能見度較佳時，發現三樁(即群樁)觀測平台已經消失，故本所研究人員會同施工單位潛水人員於80年11月5日至7日出海觀察，証實三樁平台業已傾倒，且平台及固定架均已解體，致嚴重影響整個計劃進度之執行，加以由成功大學水利及海洋工程研究所高家俊教授所負責有關觀測樁平台上資料傳輸系統在五月底方完成測試系統，以及原先該計劃預計在二月底可以完成之"超音波波高計"安裝工作，因受海上天候條件以及所鋪設電纜遭當地漁民弄斷，致到81年6月底乃無法完成，致使整個研究工作無法推展。

## 二. 儀器採購

本計劃執行之另外一重點為配合國科會進行相關儀器之採購，本所負責部份為有關外海波浪之觀測以及碎波帶內流速分佈、以及懸浮質濃度場分佈之觀測，故計劃中編列有儀器採購項目，配合國科會所給預算，共採購辦理流速觀測用之電磁式流速儀九部、辦理懸浮質濃度場分佈觀測用之連續記憶MTB16K型濁度計三部以及外海波浪觀測用之超音波波高計乙台，有關該項儀器之規範分別如附錄一、二、三。

目前除外海波浪觀測用之超音波波高計以及預計鋪設一條電纜以供應觀測樁所需電力工作尚未完成安裝測試外，有關流速儀、濁度計均已

完成紀錄判讀、分析軟體程式以及率定工作等。

### 三．群樁傾倒原因檢討

本研究計劃按原定進度完成最艱巨之海上觀測樁打設工作，本想可以順利完成計劃所訂目標，不料，打設在水深5<sup>m</sup>之三樁平台在80年10月26日至28日間，受強風巨浪侵襲傾倒，茲將本次工程失敗之原因檢討如下，以供其他學術研究單位爾後類似該工程之設計參考，俾避免重蹈相同之錯誤。

### (3) 穩定分析

樁之水平剪力安全係數在20以上，謹就傾倒加以分析，以樁底為原點。

$$\begin{aligned}M_r &= 2.0 \times 24 + 1.473 \times 21.42 + 9.8 \times 14.9 \\ &= 296.28 \quad (T - M)\end{aligned}$$

$$M_r = 1/2 \times 3 \times 8 \times 8 \times 8/3 = 512 \quad (T - M)$$

$$SF = 512 / 296.28 = 1.728$$

### (4) 原因探討

$$\text{被動土壓係數 } K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

$$\text{內摩擦角 } \phi = 27 + 0.3 N$$

$$\text{設 Number of blow } N = 10$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$\text{求得 } K_p = 3$$

打樁地點經檢視台中港歷年水深圖發現，打樁深度未超過67年防波堤完工後淤積原度，換言之，樁只打在淤積泥沙層上。因此研判沙土被動土壓高估，可能是造成此次失敗的主要原因。其次為樁基被沖涮，上層鬆動未能產生被動土壓，然亦有可能係焊接不良所致。





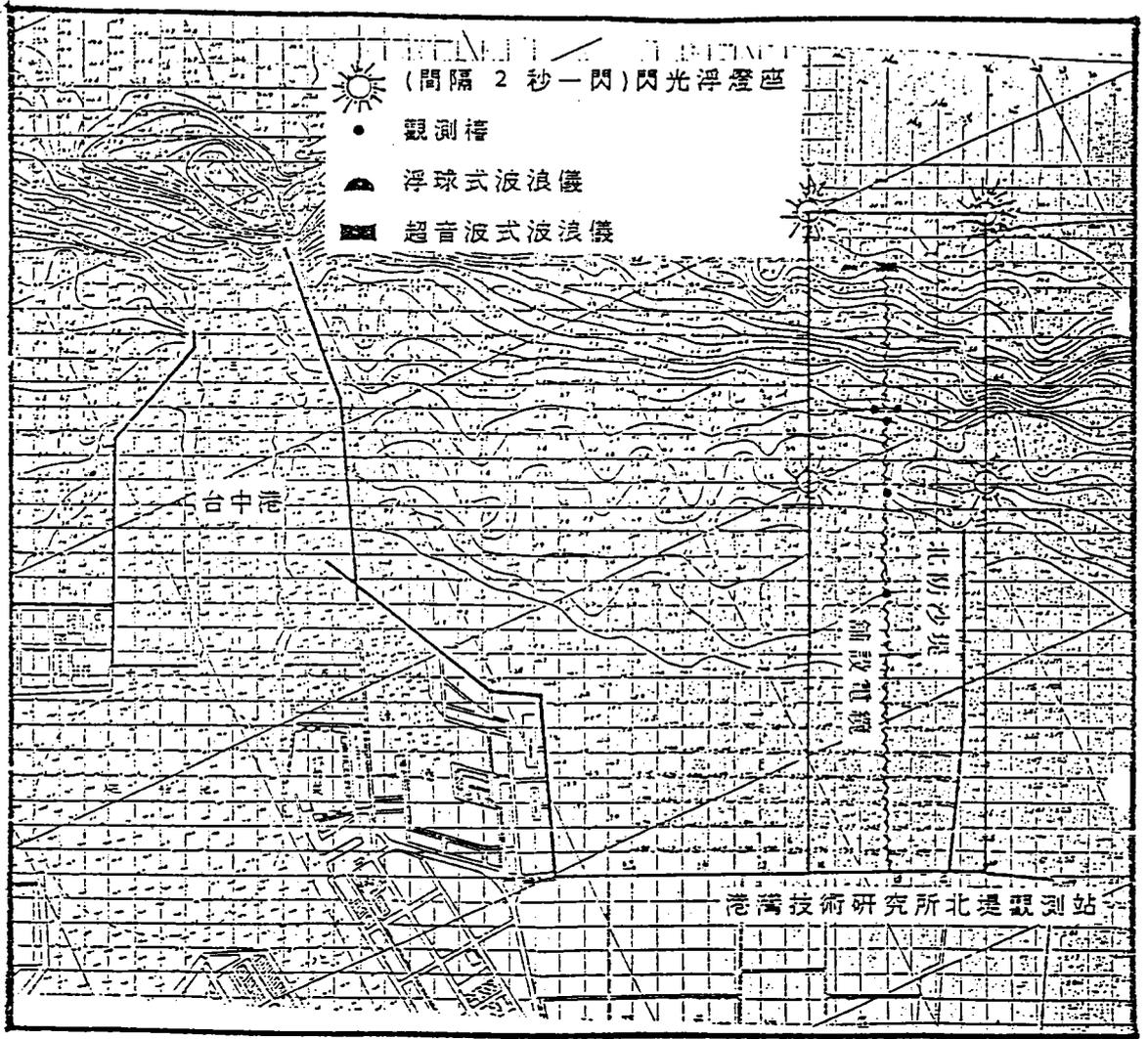


圖 三 台中港北防沙堤附近海域觀測樁作業區域示意圖

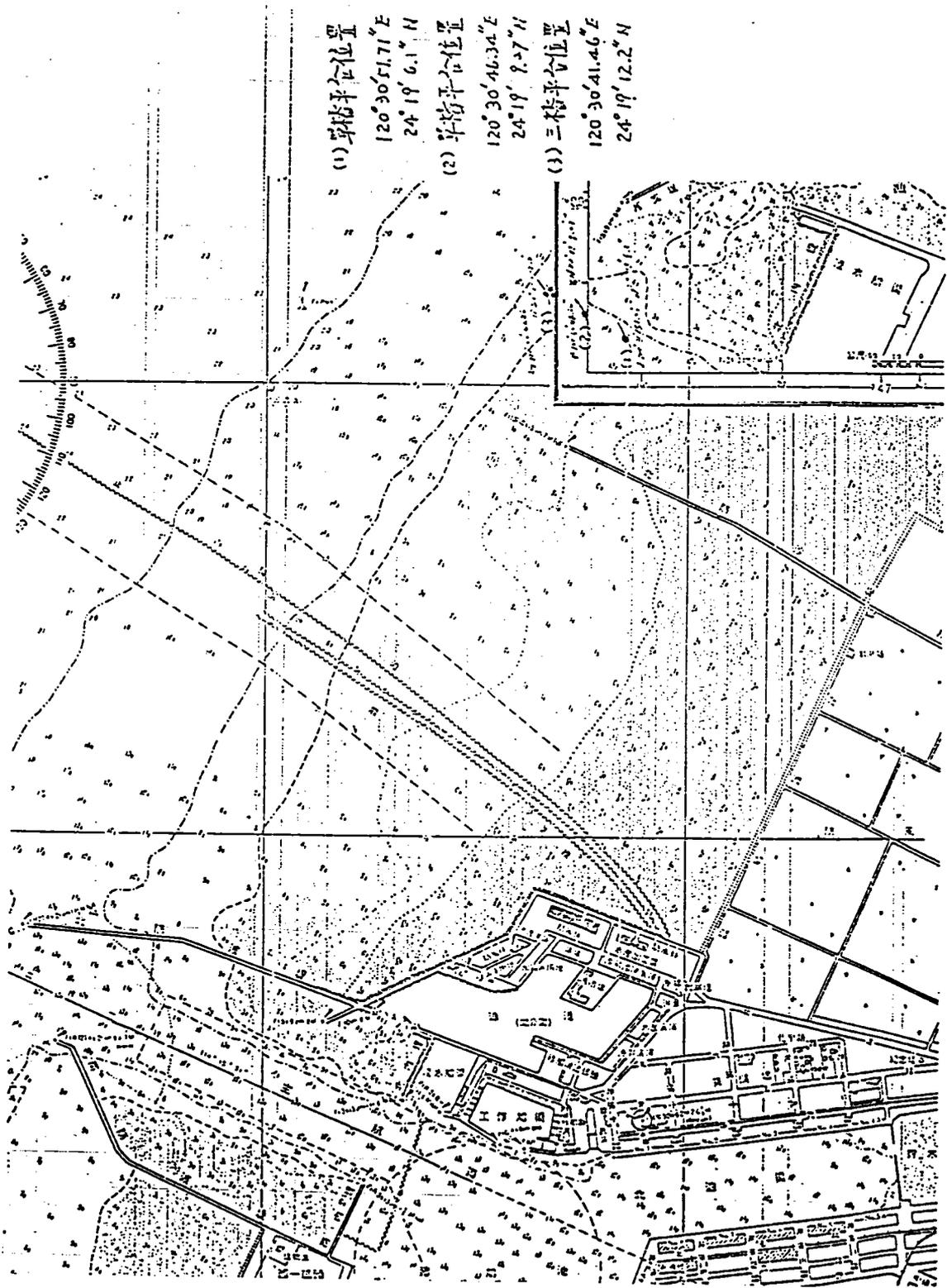
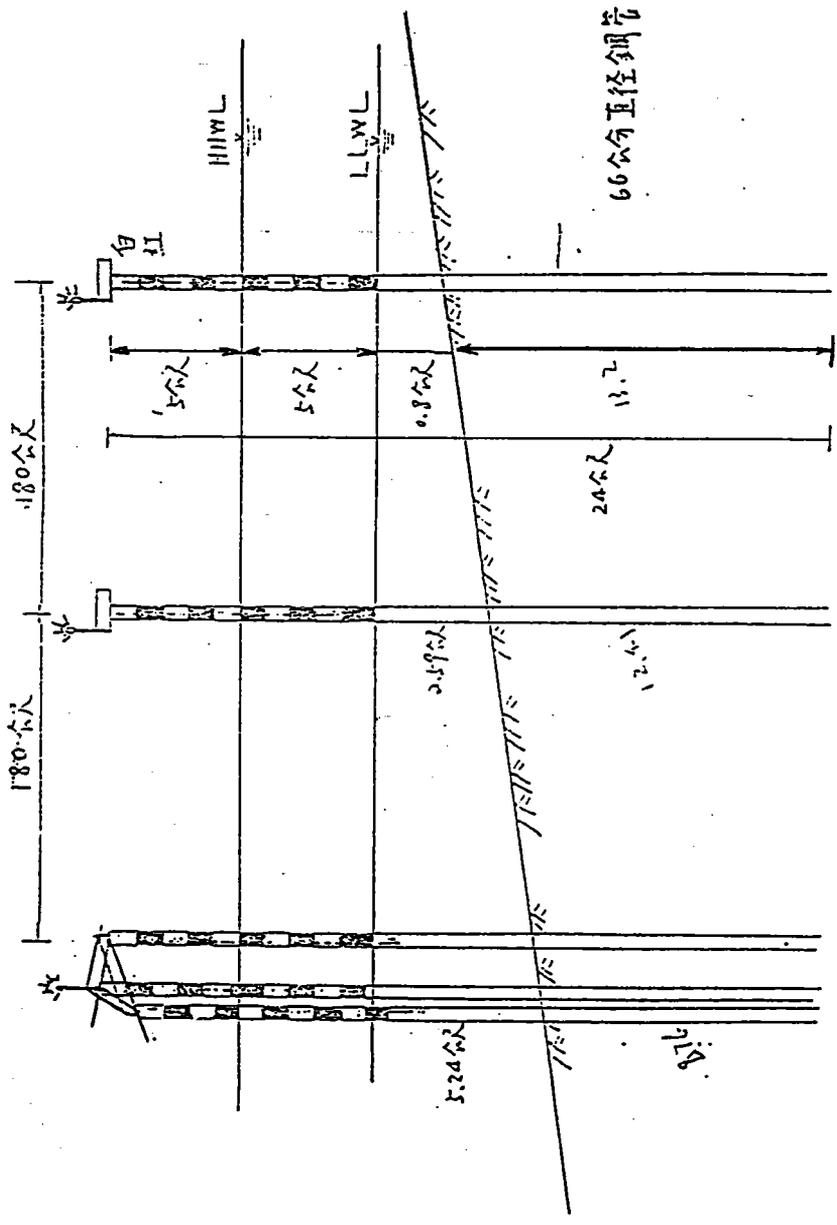
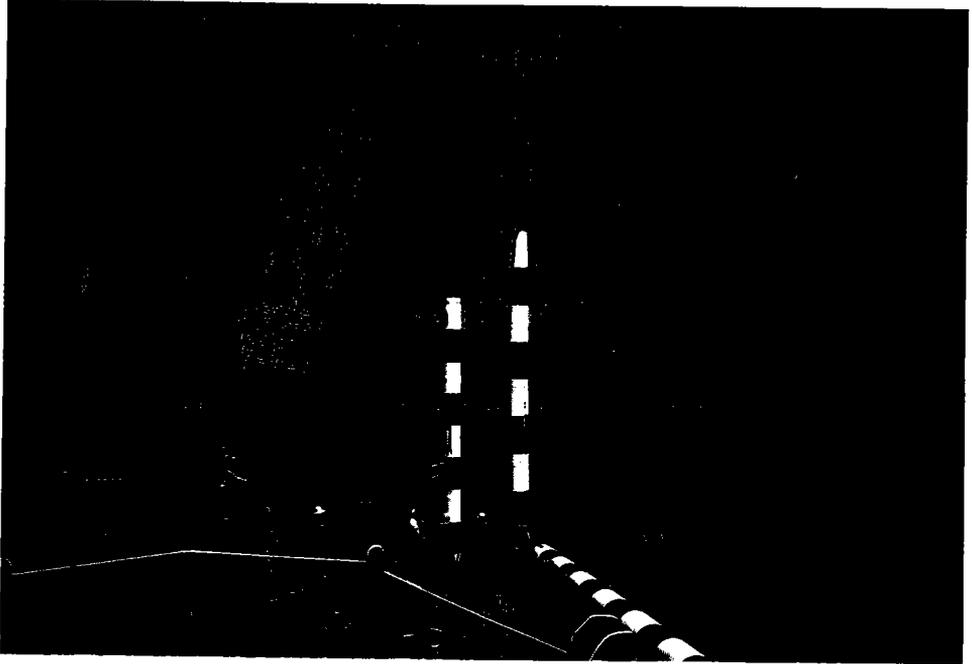


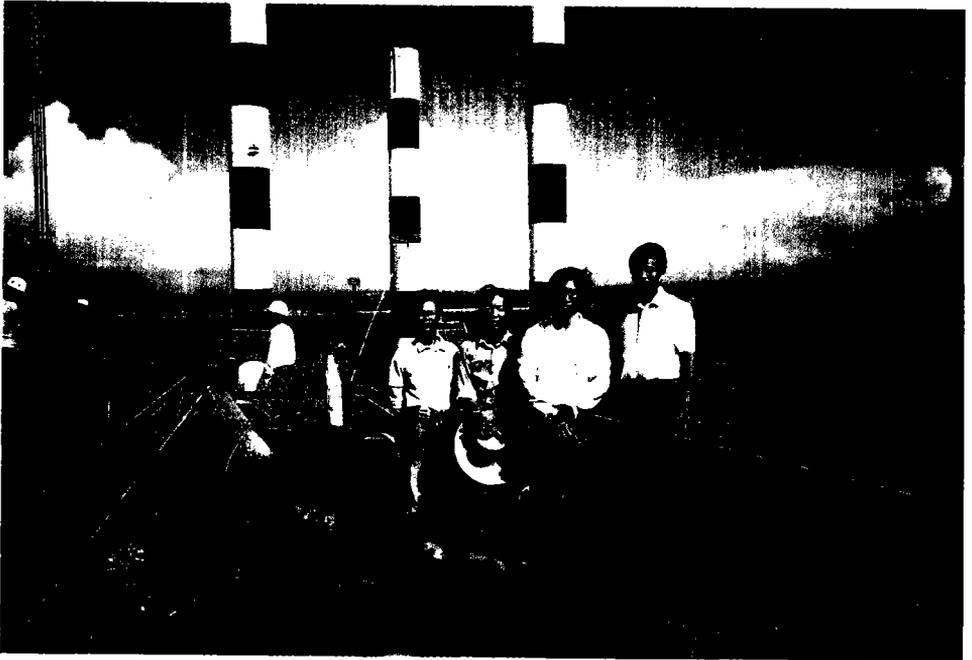
圖 四 五根觀測樁打設置圖



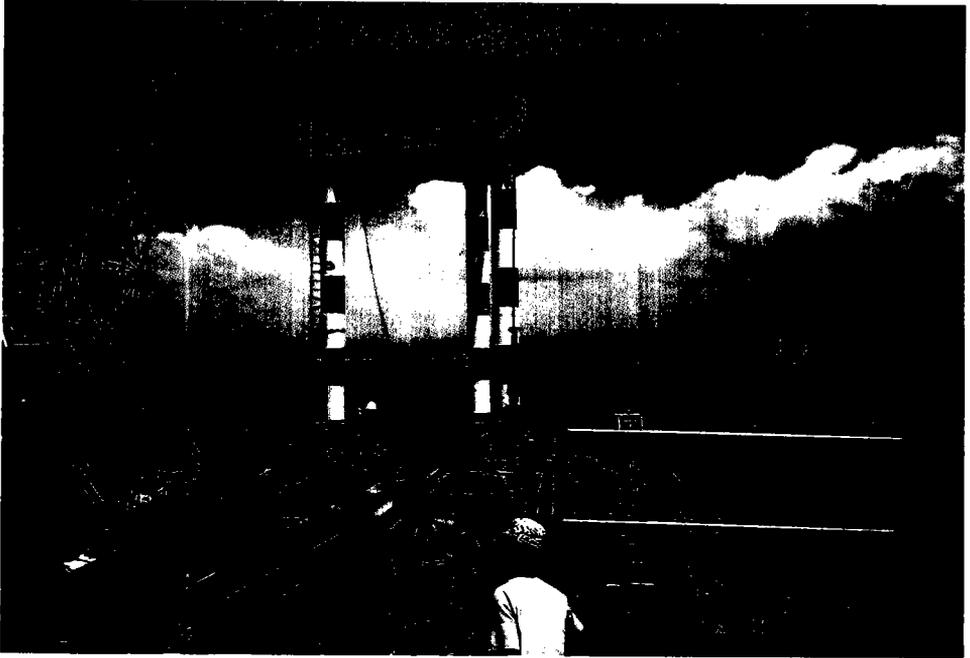
圖五 觀測樁打設深度示意圖



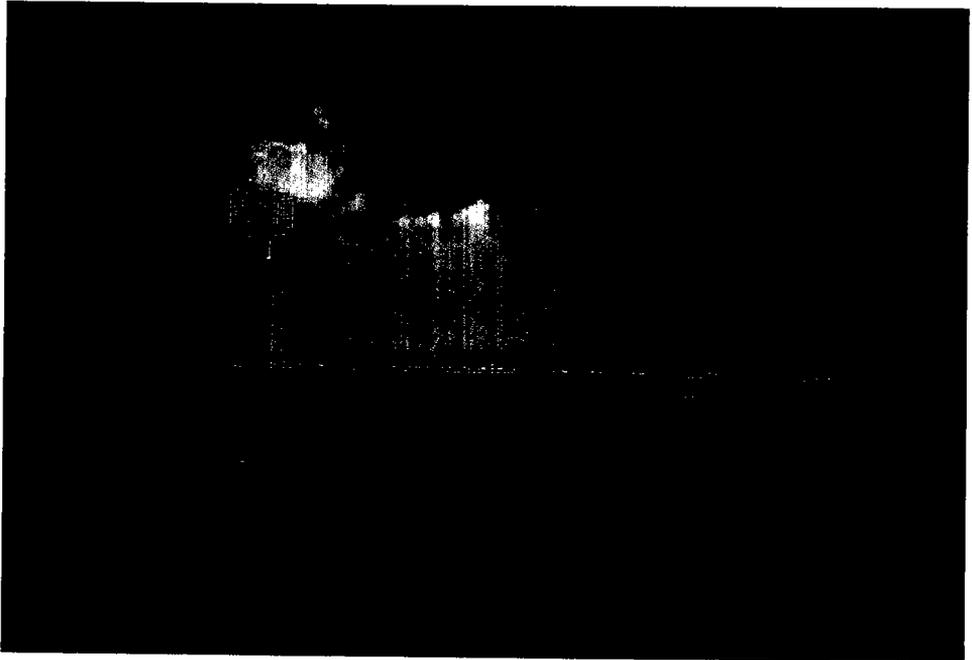
照片 1 觀測群樁打設情形



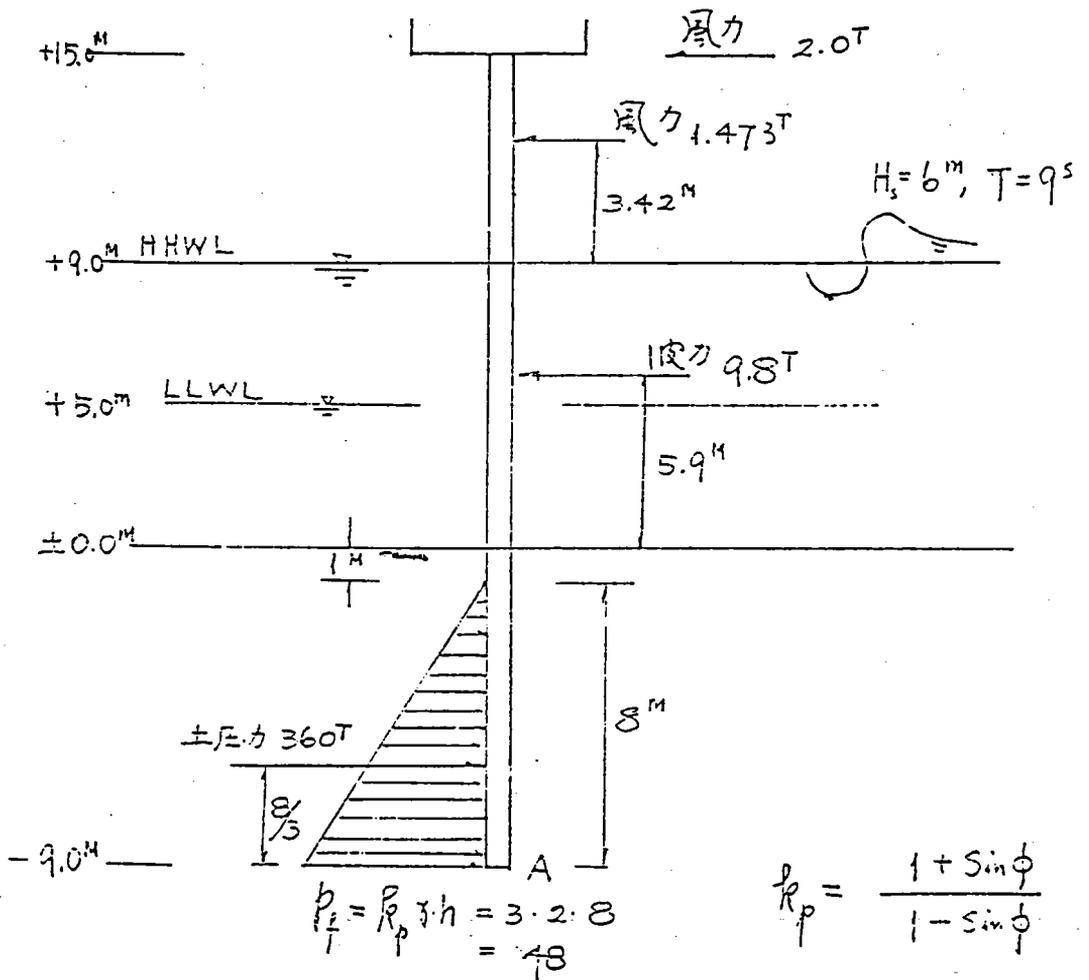
照片 2 研究人員攝於工作船上



照片 3 完成後之群樁工作平台



照片 4 完成後之單樁工作平台



$$S.F. = \frac{\frac{1}{2} \times 3 \times 48 \times 8 \times \frac{8}{3}}{2.0 \times 24 + 1.473 \times 21.42 + 9.8 \times 14.9} \doteq 3.2$$

圖六 基樁所受波力及力矩計算示意圖

## 第三章 碎波帶內懸浮質濃度場及局部底床質移動現場調查

### 一. 前言

往昔學者偏重理論研究，然因理論上有關水體運動與漂沙運動兩者間摩擦係數( $f$ )以及懸浮質擴散理論方程式中之擴散係數( $\epsilon_z$ )值等，均有待試驗及現場資料決定，卻因物理模型試驗縮尺效應以及現場實測工作之耗時及受限於經費，一直未能有所突破。

本研究有鑑於此，故配合國科會「海岸空間利用工程問題之研究」重點計劃中有關現場波浪、沿岸流等數據，探討碎波帶內實測局部底床質移動量以及垂直方向懸浮質濃度等漂沙運動與水體運動間之相互關係，當有助於爾後數值模式計算以迅速預估海岸變遷過程。

### 二. 研究方法及進行步驟

此為第一年研究工作，旨在探討螢光砂研製方法、過程以及辦理MTB-16K 長期記憶式濃度計之採購與儀器率定事宜，並收集相關文獻以擬定第二年、第三年研究方向與數據分析參數之選定，俾與往昔學者研究結果相比較，本年度共收集並研讀有關這方面文獻共計20餘篇(詳如參考資料)，包括理論分析方面七篇，現場實測研究方面13篇。茲將第一年之研究方法及執行步驟敘述如下：

#### 1. 懸浮質濃度場現場觀測

- (1) 第一年計劃，配合國科會補助經費購置三部 MTB-16K 連續記憶型濃度計以及一部 PT-1 型攜帶式濃度計，即可配合安置流速計、波高儀以及打樁工作，測取在碎波帶內不同斷面懸浮質濃度場分佈。

- (2) 選定流速計以及波高儀記錄時段，數次收回上述儀器，即可探討其相關性。

## 2. 局部底床質移動現場觀測

- (1) 瞭解製作螢光砂源之步驟及方法，並購置所需分析儀器及附屬設備。
- (2) 於設定放置螢光砂源處，僱請潛水人員在現場表面取樣，俾製作相類比於底床質顆粒粒徑以及比重之螢光砂源。
- (3) 選定基樁附近放置所研製相同比重及粒徑之螢光砂源，觀測其局部移動量。
- (4) 配合波浪以及沿岸流資料，探討其相關性。

## 三. 資料分析及討論

### 1. MTB-16K 型濃度計

本年度重點工作除現場觀測樁之打設工作外，另外一重點工作即擬定儀器規範並辦理外購事宜，其中 MTB-16K 連續性記憶型濃度計，即用來觀測現場懸浮質濃度儀器，可作長期記錄達一個月以上，有了該項儀器以後，除可改善傳統浮式竹筒捕砂器量測濃度分佈之缺點外，並可測得得惡劣氣候下某定點水深處其濃度場之連續變化。有關 MTB-16K 濁度計之型式、規格、性能分別如附錄(三)，該型式濃度計係利用紅外線反射原理，濃度量測範圍可達 200ppm，精確度為  $\pm 2\%$ ，解析度為 0.1ppm，記憶空間可達 16,000 個數據，量測間距可自由調整自 1 分鐘到 999 分鐘，記錄時間若採每 30 分鐘記錄一次，則可連續記錄 33 天，儀器率定性能良好成線性，其率定過程及率定結果分別如下以及表一所示。

## A. 率定過程

(a) 將高嶺土(Kaolin)按照下列配比，製成八種不同濁度液

0 ppm	.....	0 公克	高嶺土/1公升之蒸餾水
20 ppm	.....	20 公克	高嶺土/1公升之蒸餾水
40 ppm	.....	40 公克	高嶺土/1公升之蒸餾水
60 ppm	.....	60 公克	高嶺土/1公升之蒸餾水
80 ppm	.....	80 公克	高嶺土/1公升之蒸餾水
100 ppm	.....	100 公克	高嶺土/1公升之蒸餾水
140 ppm	.....	140 公克	高嶺土/1公升之蒸餾水
200 ppm	.....	200 公克	高嶺土/1公升之蒸餾水

(2) 將濁度計之感應器(sensor)分別浸入上述八種溶液並記錄其 N 值。

## B. 率定結果

表一 MTB-16K 濃度計率定結果

檢定濃度 (ppm)	輸出 N 值	計算值 (ppm)	誤差 (ppm)
0	97	1.6	-1.6
20	418	20.3	-0.3
40	753	39.9	0.1
60	1073	58.6	1.4
80	1433	79.6	0.4
100	1753	98.3	-1.8
140	2483	140.9	-0.9
200	3483	199.2	0.8

$$\text{濁度 (ppm)} = A + B \times N \text{ 值}$$

$$A \text{ 值} = -4.08$$

$$B \text{ 值} = 0.058377$$

有關濃度計率定結果，本研究發現其率定曲線與懸浮質粒徑有關，如圖七所示，率定結果顯示，儀器所輸出相同N2值，粒徑大者則其所測得之懸浮質濃度值較大，故若貿然引用儀器商所提供高嶺土所作率定曲線為依據，則數據明顯偏小。

## 2. 懸浮質濃度場分佈觀測

(1) 五根樁打設完成後，由於受到颱風損害，目前僅有近岸兩根基樁。由於台中港區每年自九月份開始到翌年三、四月份東北季風盛行，外海作業困難加以外海超音波波高計、流速儀之採購以及成功大學水利及海洋研究所高家俊自行開發電訊傳輸技術直到81年5月底才有所突破，方有波浪資料傳回，故第一年現場研究工作有關懸浮質之量測僅在80年12月06日施放一組MTB-16K 記憶型濃度計於水深負5<sup>m</sup>基樁處，儀器設定及取樣過程如下：

Burst Interval	: 2 Hour
Measure Interval	: 1 sec
Sampling Number	: 180
Total Record	: 15120
Measure Period	: 7 days
First Record Time	: 1991/12/06 10:00:01
Last Record Time	: 1991/12/13 08:03:00

(2) 由於缺乏波浪入射條件，目前僅能就收集之數據先行作以下分析探討。

a. 圖八分別為此次取得資料之懸浮質平均濃度與水位變化歷時圖，圖中每一方塊表每隔兩小時在基樁底部所測得懸浮質平

均濃度值，圖形顯示兩者有成反比趨勢，即水位高時所引起底部懸浮質平均濃度值較小，且圖形同時顯示，12月12日冷鋒面來臨時，底部懸浮質平均濃度值亦有增加趨勢，此意謂波高增大將影響底部懸浮質平均濃度值之加大。

- b. 圖九為1991/12/06 14:00所測底部懸浮質濃度值歷時圖，每秒取樣一個數據，共記錄3分鐘。圖形顯示，底部懸浮質濃度值與時間有關。
- c. 圖十、圖十一分別為在水位3.2<sup>m</sup>以及7.3<sup>m</sup>時記錄數據所作濃度譜分析圖，在水深為3.2<sup>m</sup>處濃度譜之能量集中在週期6.4秒處，而在水深7.3<sup>m</sup>處則其能量集中在週期7.88秒處，且兩張圖形顯示，水深淺者，其尖峰值個數較多，由於缺乏波浪資料無法比較其發生peak之時間週期與入射波浪 $T_p$ 值之相關性。
- d. 圖十二為此次所測底部懸浮質平均濃度與水深位置相關圖，吾人係利用台中港潮差高達4.6<sup>m</sup>特性將記錄得之數據分割成在不同水位時所得濃度之平均值，圖中△形符號者表示在冷鋒來時所記錄之觀測值，圖中 \* 號者為冷鋒尚未來襲時所記錄者加以分析，圖形顯示，當冷鋒鋒面來臨即波高增大時，其底部懸浮質平均濃度值分佈較大，且隨深度之增加而減小。由於缺乏波浪入射條件無法作進一步分析。惟吾人可根據本所在高雄海域利用 MTB-16K 型濁度計於水深18<sup>m</sup>以及水深10<sup>m</sup> 處所測得之懸浮質濃度分佈歷時圖，如圖十三所示，在相同時段(1992年元月16日到元月28日)，相同波浪條件作用下，水深較淺者，其底層懸浮質濃度分佈值較大。

e. 圖十四則分別表在相同水深即碎波帶內水深 1<sup>m</sup> 與碎波帶外水深 4.5<sup>m</sup> 處整個垂直斷面所測懸浮質平均濃度垂直分佈圖，圖形顯示在碎波帶內其平均濃度垂直分佈較大。同時對相同水深，不論是在碎波帶外或碎波帶內，均以底部懸浮質濃度分佈值較大，且兩者大約都在無因次相對水深值 (z/h) 為 0.3 以上時，其懸浮質濃度分佈趨於定值，根據此次現場觀測結果顯示，其垂直斷面懸浮質濃度場分佈

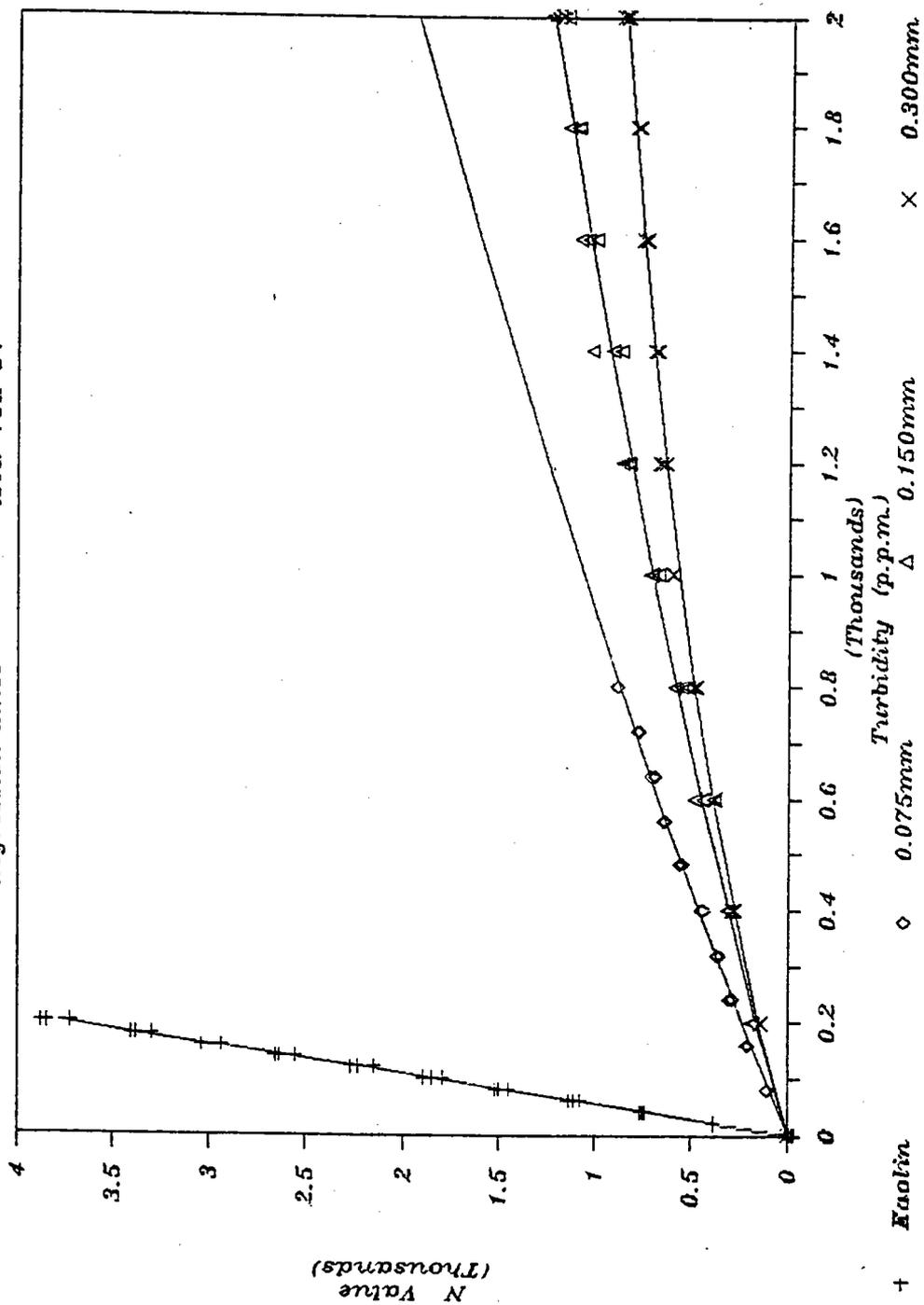
$$\text{在碎波帶外 } p = 650 + 20 (z/h)^{-1}$$

$$\text{在碎波帶內 } p = 800 + 60 (z/h)^{-1}$$

由於缺乏波浪入射條件且數據有限，其關係式尚待進一步之探討。

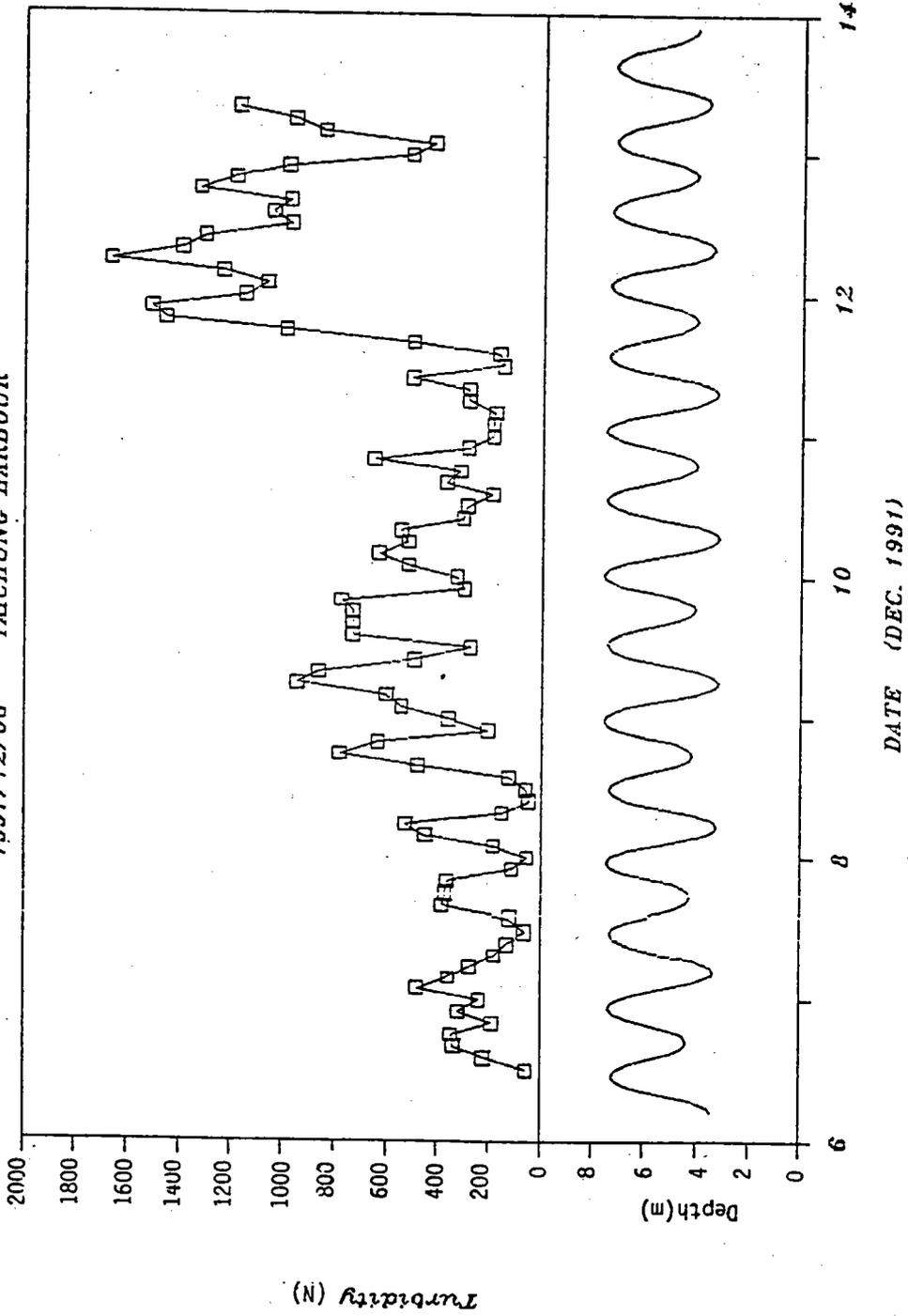
### 3. 局部底床質移動觀測

配合局部底床質移動之研究，本年度自行研製五種不同顏色之螢光砂，分別為黃色、白色、綠色以及紅色等，分別如照片 5(a)、(b) 等所示，並購置螢光砂等所需分析儀器及附屬設備，除探討該五種螢光砂在海水中變化情況外，如照片 (c)、(d) 所示，並完成篩分析及比重分析如照片 (e)、(f)、(g) 等，以瞭解其與現場採樣砂之物理差異特性以研擬改善措施作為第二年、第三年計劃執行之參考，表二、表三分別為螢光砂比重分析結果與螢光砂粒徑分析結果，結果顯示，本所目前已可自行研製比重、粒徑均類比於現場採樣砂之螢光砂製作技巧。



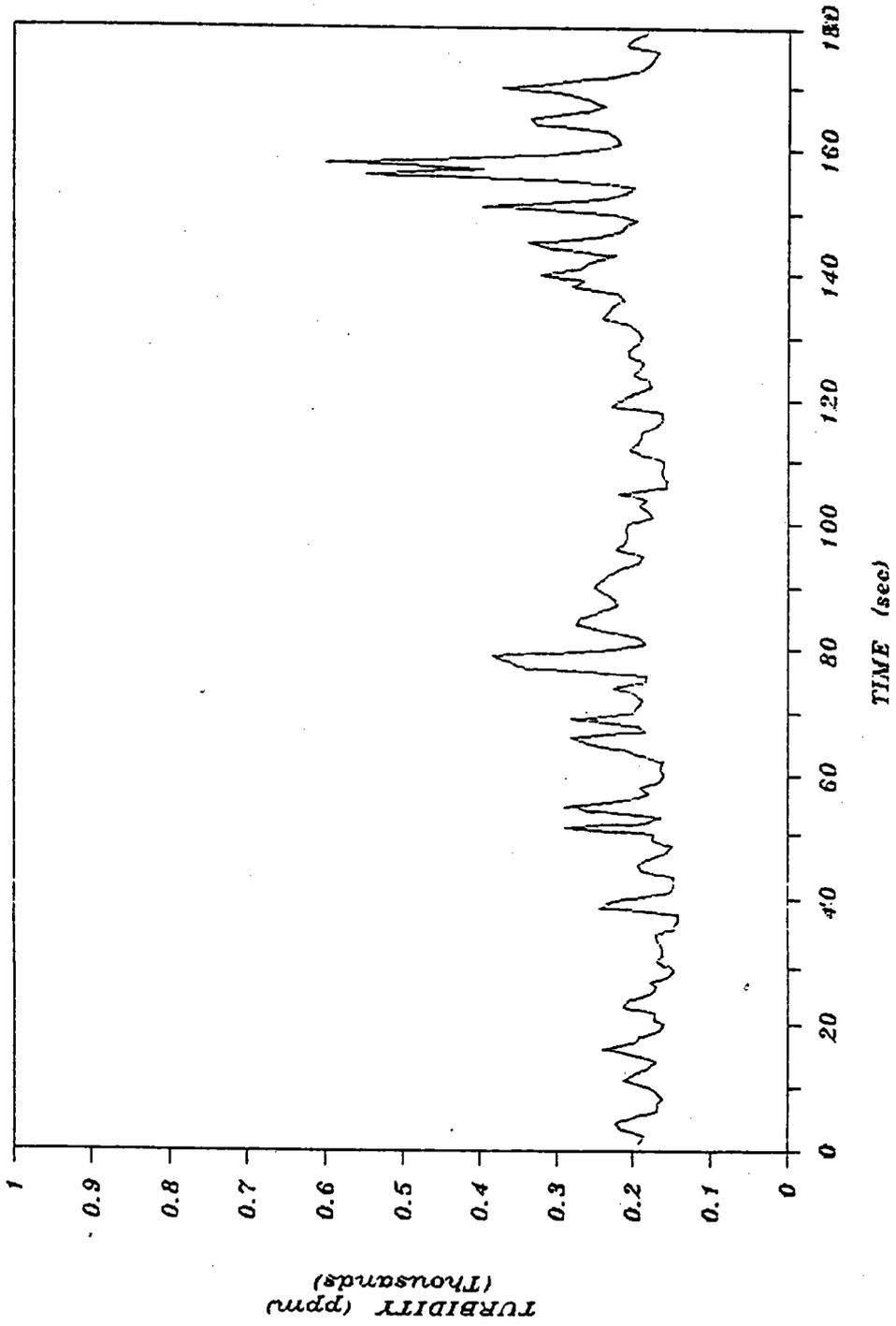
圖七 MTB-16K 記憶式濁度計率定曲線

1991/12/06 TAICHUNG HARBOUR



圖八 懸浮質平均濃度值與水位變化歷時圖

1991/12/6 14:00 4th Block L.T.

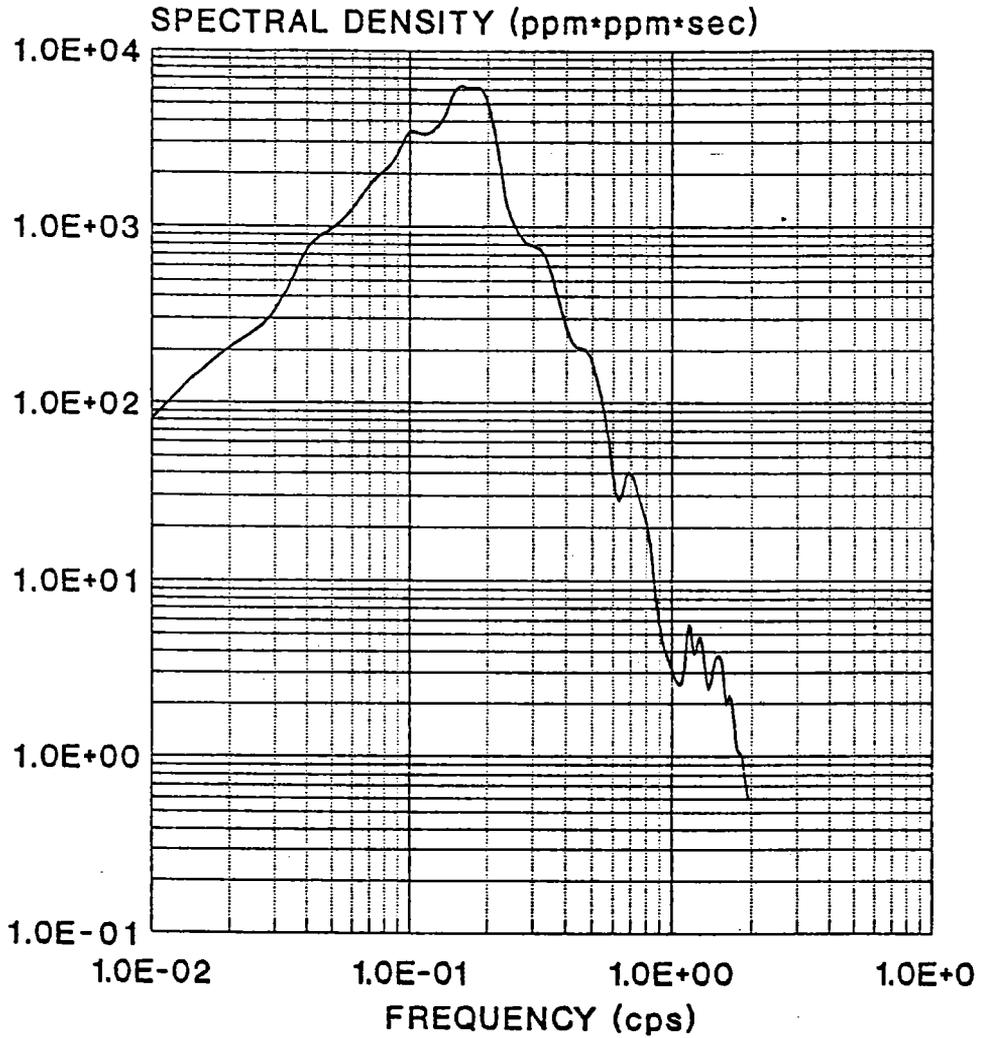


圖九 底部懸浮質濃度值歷時圖(1991/12/06 14:00)

# TURBIDITY SPECTRUM

1991/12/8 6:00

TAICHUNG HARBOUR



Peak : 6.40 sec

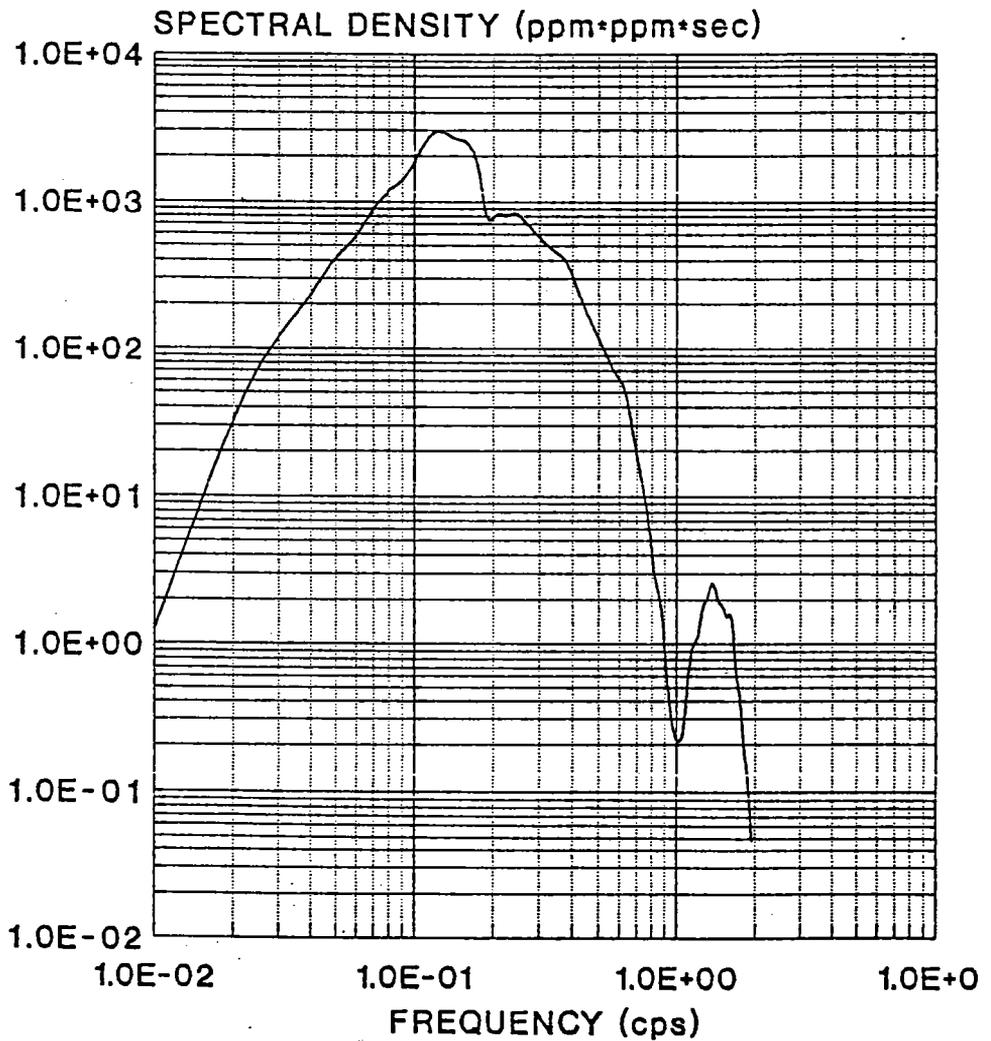
Water depth : 3.2 m

圖十 懸浮質濃度譜分析圖(水深 = 3.2<sup>m</sup>)

# TURBIDITY SPECTRUM

1991/12/8 12:00

TAICHUNG HARBOUR



Peak : 7.88 sec

Water depth : 7.3 m

圖 十一 懸浮質濃度譜分析圖(水深 = 7.3<sup>m</sup>)

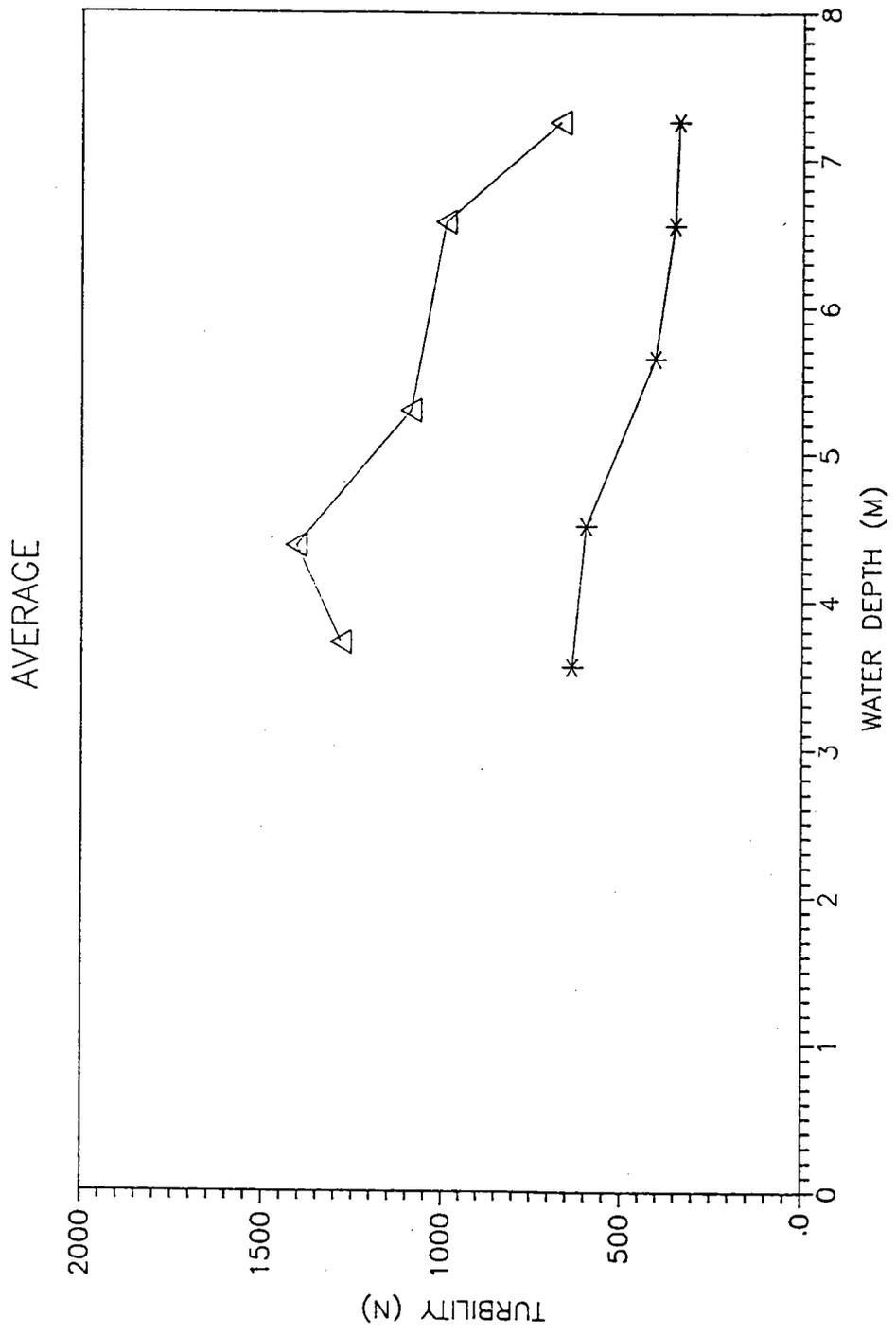


圖 十二 懸浮質平均濃度值與水深位置相關圖

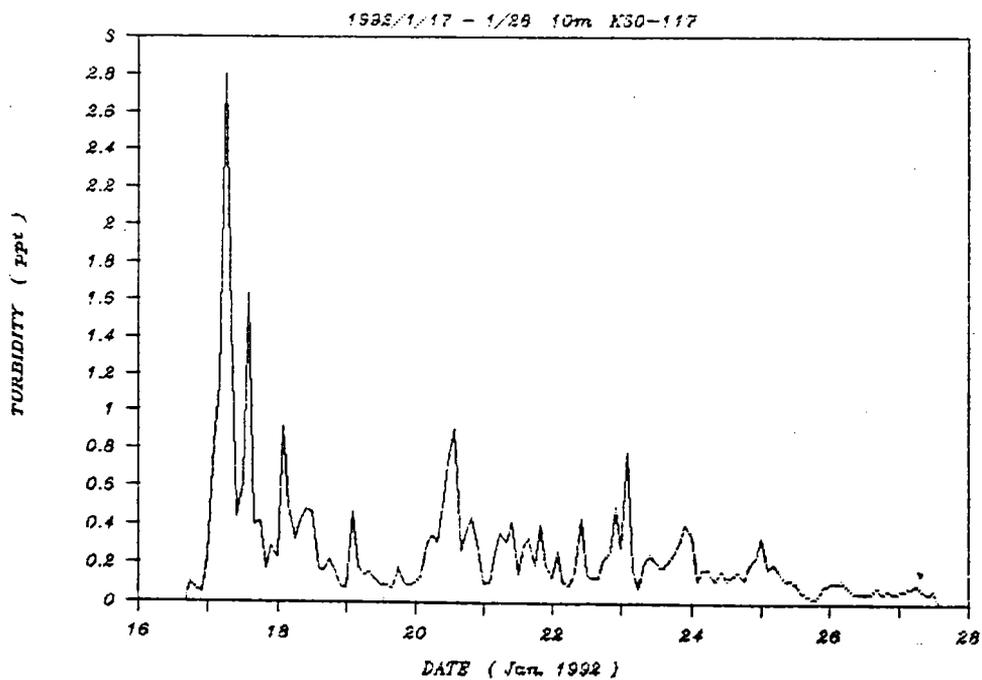
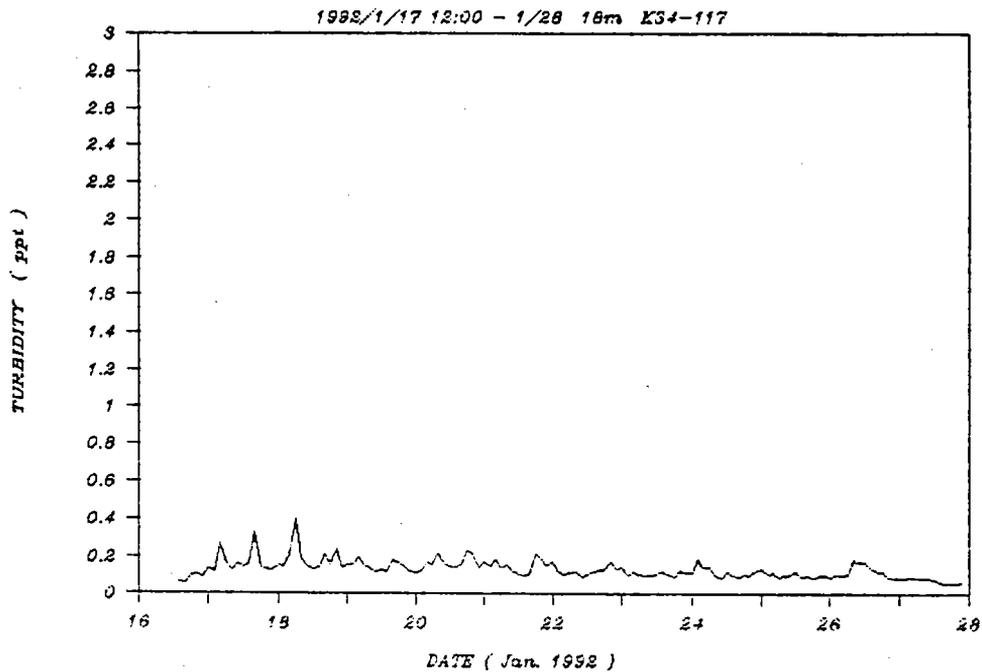
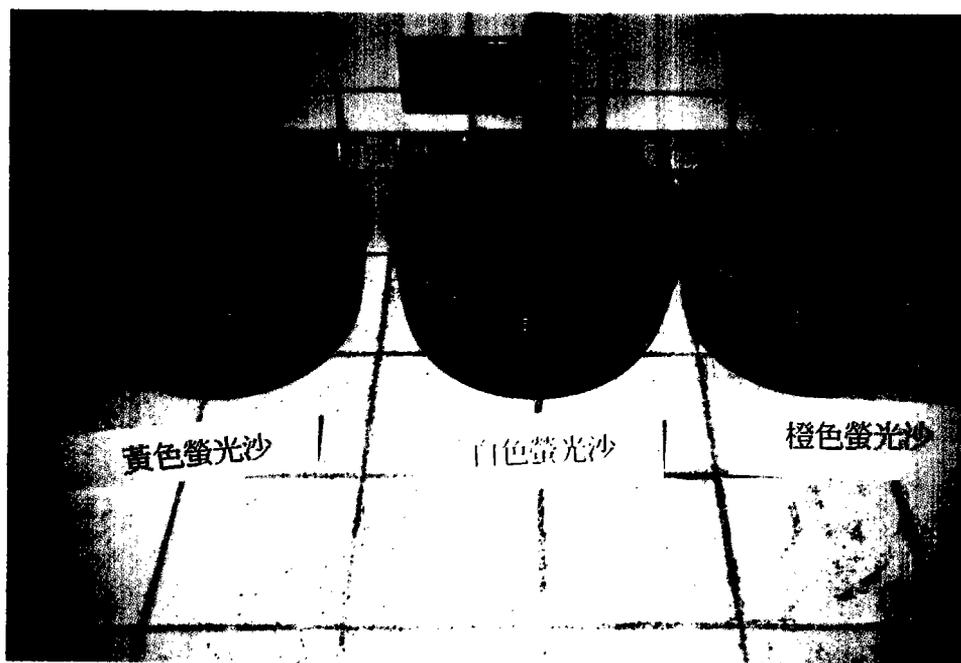


圖 十三 不同水深位置海床底部懸浮質濃度歷時圖





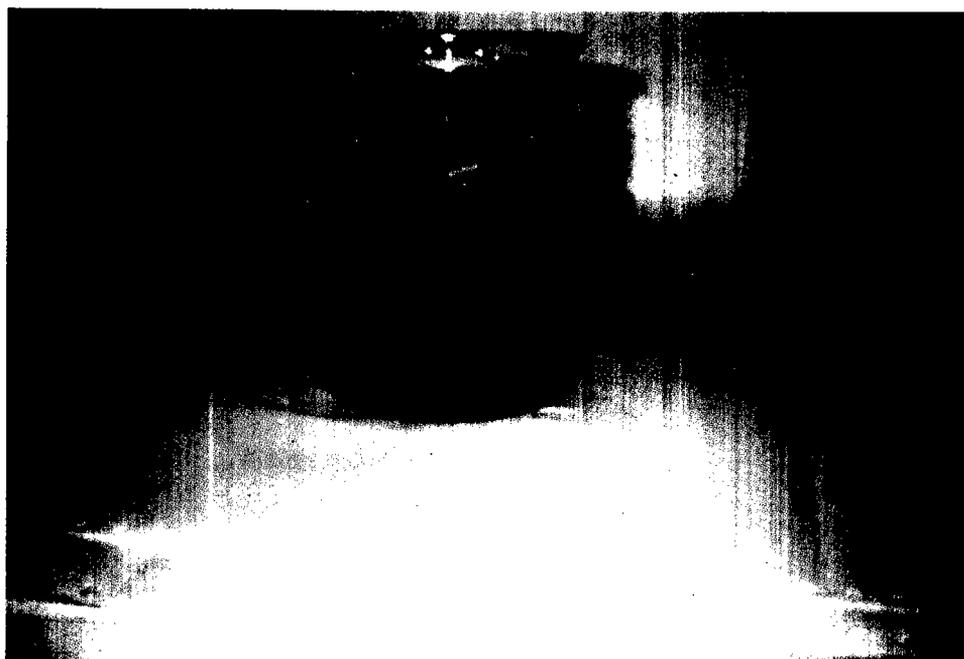
照片 5(a) 綠色與紅色螢光砂



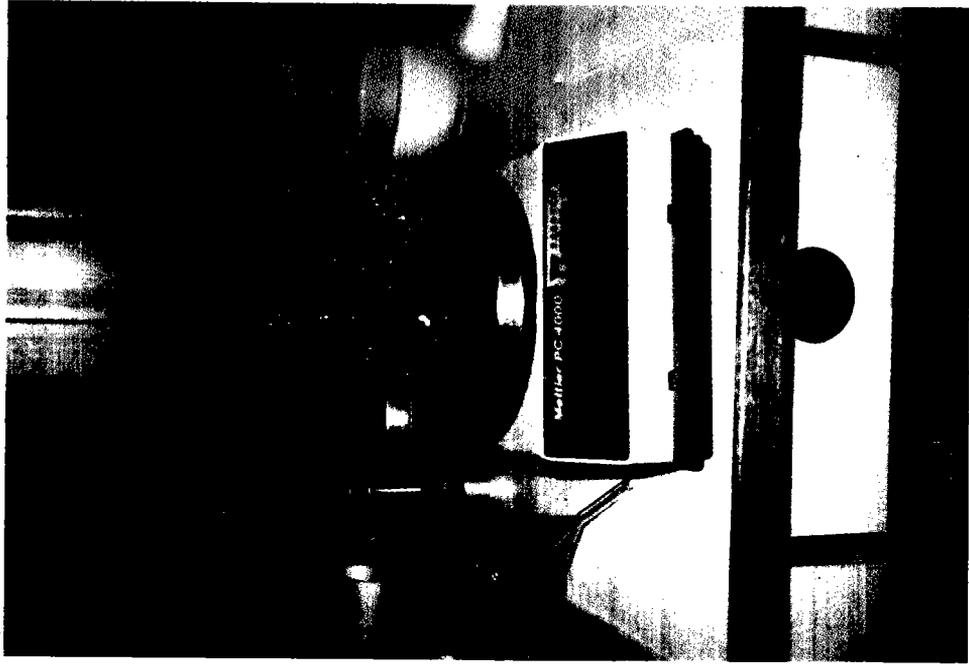
照片 5(b) 黃色、白色與橙色螢光砂



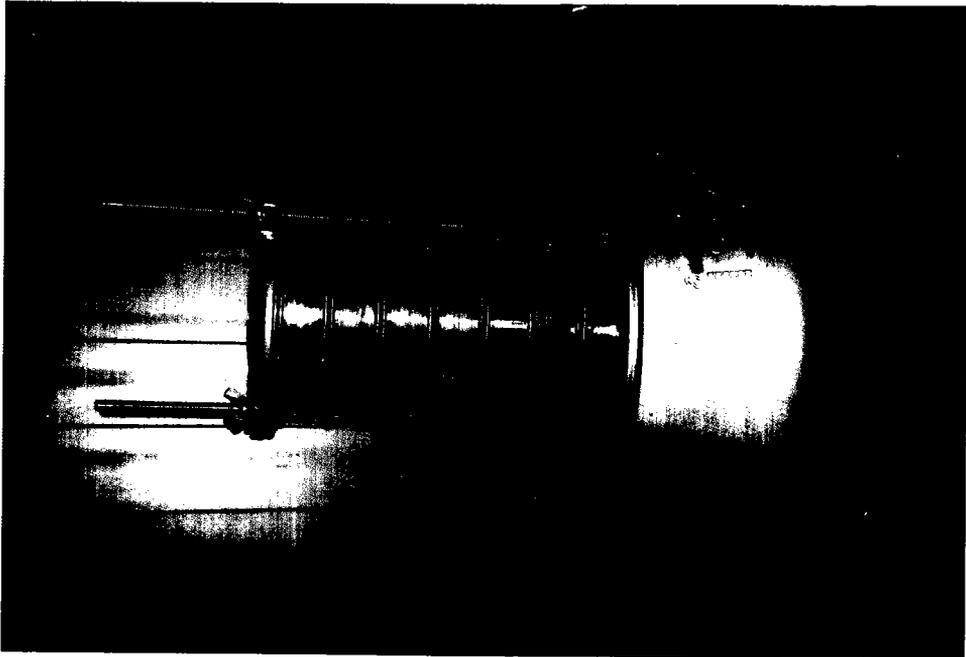
照片 5(c) 紅色螢光砂置於海水中變化觀測



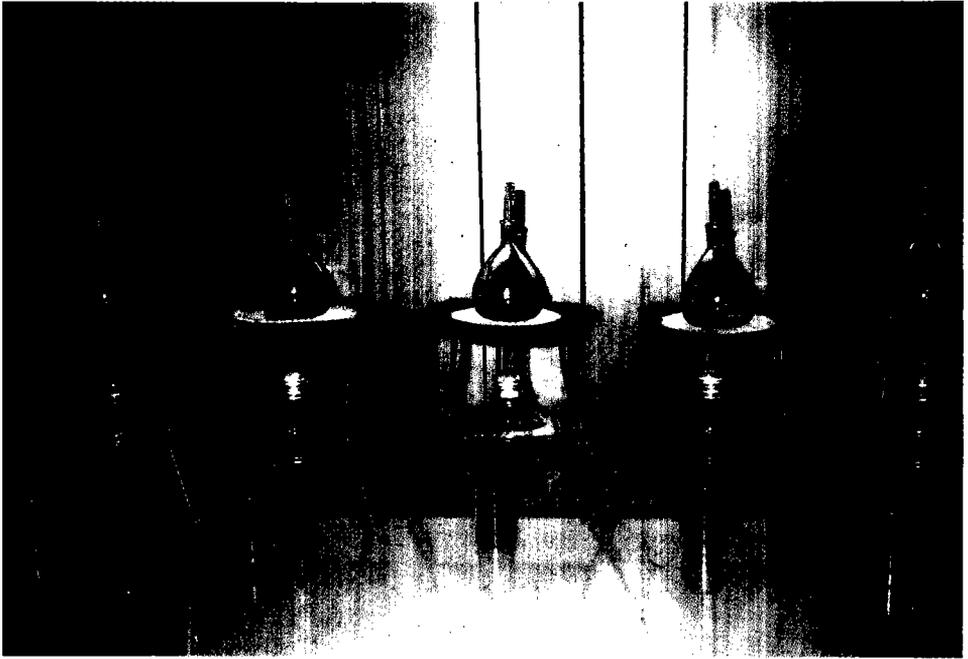
照片 5(d) 綠色螢光砂置於海水中變化觀測



照片 5(e) 螢光砂比重分析



照片 5(f) 螢光砂等篩分析過程



照片 5(g) 螢光砂烘乾過程

表二 比重試驗結果

現場沙	綠色螢光沙	紅色螢光沙
2.69	2.51	2.50

表三 粒徑分析結果

	現場沙	綠色螢光沙	紅色螢光沙	螢光沙烘乾後研磨
D50	0.20mm	0.50 mm	0.50 mm	0.25 mm

## 第四章 結論與建議

本計劃主要目的乃配合國科會『海岸空間利用工程問題之研究』之重點研究計劃在台中港北防沙堤以北碎波帶內建立一永久性觀測站，以提供並結合國內海象調查有志趣研究人員共同參與碎波帶內海象調查研究，謹將第一年執行成果作一結論及建議。

- 一．海上設立觀測樁工作，在國內尚屬首次辦理，因經驗不足、經費編列太緊，以及國內某些海事公司漫天要價，致使工程無法如期完成，惟經由此次打樁之工程經驗，當可提供爾後其他學術機關學者專家作為前車之鑑。
- 二．本研究計劃按原訂進度完成最艱巨之海上觀測樁打設工程後，本想可以順利完成計劃所訂目標。不料，打設在水深5<sup>m</sup>之三樁平台在80年10月26日至28日間，受強風巨浪侵襲傾倒，經檢討發現乃該些基樁只打在淤積泥沙層上，致高估被動土壓力之原因所肇成，加以儀器因外購影響交貨期限以及和本計劃相關之國科會其他學者未能適時配合電訊資料傳輸之技術發展，使得第一年之研究成果著重在儀器之使用，率定等技巧方面。
- 三．有關懸浮質濃度量測儀器MTB-16K型濁度計，研究成果顯示，其率定輸出 N 值和懸浮質之粒徑有關，相同輸出 N 值粒徑大者其濃度值較大，故若貿然引用儀器廠商提供之率定值所觀測之懸浮質濃度值有明顯偏小趨勢。
- 四．根據所觀測歷時圖資料顯示，在海床底部懸浮質平均濃度與水位變化圖兩者有成反比趨勢，意謂當波浪由深海進入淺海，水位高時所引起底部懸浮質平均濃度值較小，且資料結果同時顯示，當冷鋒面來臨時，底部懸浮質平均濃度值亦有增加趨勢。意謂波高增大將影響底部懸浮質平均濃度值之加大。

- 五. 根據底部懸浮質濃度值歷時圖顯示，其濃度分佈與時間有關，若利用 FFT 頻譜法加以分析，水深淺者，其底部懸浮質濃度場能量集中頻率值較水位高者其值為大，意謂其尖峰週期  $T_p$ 。在水深較小者其值較小，由於缺乏實測波浪資料無法比較其與入射波浪間相關性。
- 六. 碎波帶內(水深1<sup>m</sup>)與碎波帶外(水深4.5<sup>m</sup>)整個垂直斷面所測無因次懸浮質平均濃度垂直分佈圖顯示，碎波帶內其垂直平均濃度分佈較大，且同一水深底部懸浮質平均濃度值最大。
- 七. 有關局部底床質之量測，目前本所已可自行研制類比於現場底床質相同比重及粒徑之螢光砂技術，目前正等待波浪儀、流速儀設置完成，待天候許可，即可進行現場施放觀測研究。

## 參 考 文 獻

1. R.E. Meyer (1972): " Waves on Breaches", AP. P203-248.
2. Longuet-Higgins (1970a, b) : " Longshore Currents Generated by Obliquely Incident Sea Waves 1 & 2", J. Geophys. Res 75
3. Liu & Mei(1974) : " Effects of a Breakwater on Near - shore Currents due to breaking waves ", Parsons Lab., MIT, Report 192.
4. Liu & Dalrymple (1977), Bottom Friction Stresses and Longshore Currents due to Waves with Large Scale of Incidence", J. Marine Res. 36
5. Kraus & Sasaka(1979): "Influence of Wave Angle on the Longshore Current ", Marine Science Comm., Vol 5, No.2, p.91-126.
6. Visser (1984) : "Uniform Longshore Current Measurement and Calculations, Proc. 19th Coastal Engg. Conf. P. 2192-2207.
7. Brian A. & SAMIR ZEIN(1974): " Numerical Modelling of Suspended Sediment ", Coastal Eng. Chapter 65, PP. 1109-1128.
8. RUBEN D. KOS'YAN (1985):"Vertical Distribution of Suspended Sediment Concentrations of the Breaking Zone" Coastal Eng., 9, PP. 171-187.
9. JAN J. Bosman & Henk J.Steetzel(1986):" Time and Averaged Concentrations under waves ", Coastal Eng. Chapter 74, PP. 986-999.
10. Hans H. Dette & Klemens Uliczka(1986):" Velocity and Sediment Concentration Fields Across Surf Zone ", Coastal Eng. Chap.79, PP.1062-1076.

11. Suphat V. (1986): " Profile of Suspended Sediment Due to wave Action ", Vol. 112, No. 1, J. of Waterway, Port and Ocean Eng. PP. 35-53.
12. Rolf D., Jorgen F & Ida B. H. (1986): "Suspended sediment in the Surf Zone ", Vol.112, No.3, J. of Waterway, Port and Ocean Eng. PP. 115-121.
13. Aronne Armanini & Piero Ruol (1988): " Non-Uniform suspended Sediment under waves", ICCE, Chap. 84, PP. 1129-1139.
14. Tadeusz B. & Andrzej L. (1974) : " Field Investigations of Suspended Sediment ", Coastal Eng. PP.1096-1107, Chap. 64.
15. Timothy W. K. (1978): " Surf Zone Measurements of Suspended Sediment" Coastal Eng. PP. 1725-1743. Chap.104.
16. Timothy W.K and Larry G.W. (1980): "Nearshore Suspended Sediment Load during storm and Post-Storm Conditions", Coastal Eng., PP. 1158-1174., Chap. 71.
17. Douglas L. Inman etl. (1980) : " Field Measurements of Sand Motion in the Surf Zone", Coastal Eng., Chap. 74., PP.1215-1234.
18. Nicholas C. K. etl. (1982) : "Field Experiments on Longshore Sand transport in the Surf Zone", Coastal Eng., PP. 969-988.
19. Sergiei M. A etl. (1983): "Measurements of Coastal Suspended Sediment Concentrations ", Coastal Eng, 7, PP. 145 - 166, Amsterdam.
20. R. W. Sternberg etl. (1984), " Field Investigations of Suspended Sediment Transport in the Nearshore Zone ", Coastal Eng., Chap 120, PP. 1782-1798.

21. Kazumasa K. & Norio TANAKA (1986) : "Local Movements of Sand in the Surf Zone", Coastal Eng., Chap.91, PP.1240-1254.
22. Kazuo Nadaoka, Seizo Ueno & Tatsuyuki I. (1988) : " Field Observation of Three Dimensional large-Scale Eddies and Sediment Suspension in the Surf Zone", Coastal Eng.in Japan , Vol.31, No. 2, JSCE.
23. Makoto I. & Tadao K. (1988) : "Suspended Sediment Concentration in the Surf Zone ", Coastal Eng. Chap. 123, PP. 1661-1675, ICCE.
24. Sergey M. A. & Ruben D. K (1990) : " Study of Suspended Sediment Distribution in the Coastal Zone ", Coastal Eng., 14, PP. 147-172, Amsterdam.
25. Yoshiaki K. Hiroshi Y. & Yoshito T. (1990) : " The in situ measurements of Sediment transport and bottom topography changes ", Coastal Eng., Paper No. 77, ICCE.
26. 郭金棟 (1991) : "大武漁港現場調查及水工模型試驗研究報告" 成功大學水利及海洋研究所。
27. 張金機 (1991) : "碎波帶設立觀測樁及流況調查研究 ( I )" 國科會專題研究計劃, NSC 80-0410-E124-01 以及 NSC 80-0240-E124-01。
28. 黃清和 (1991) : "碎波帶中懸浮質濃度場及局部底床質移動研究 ( I )" , 國科會專題研究, NSE 80-0410-E124-02。

# 附 錄 一

## 電 磁 式 流 速 儀 規 範

# 海流儀規範

## 1. SENSOR

Current Speed	Sensor Type	: 2 - Axis Electromagnetic Current Sensor
	Measuring Range	: 0~250cm/sec
	Accuracy	: $\pm 2^\circ$
	Resolution	: 0.1 cm/sec
Compass	Sensor Type	: Hall Element Type
	Measuring Range	: 0~360°
	Accuracy	: $\pm 2^\circ$
	Resolution	: 0.1°

## 2. HARDWARE

Material : Stainless Steel (SUS304)

Depth Capacity : 200 meters

## 3. CABLE

Type : Kevlar covered 8-core Captire

Diameter : 10mm

Breaking Strength : 500kgs

Length : 100m

#### 4. POWER SOURCE

Power Voltage : 12v  
Power Consumption : 120mA

#### 5. OUTPUT SIGNAL

Interval : 0.2secs

3 words physical value continue mode(X,Y,Compass)

EIA RS232C and CCITT Ver.28 Specification.  
Asynchronous data-communication protocol :

Full-duplex  
Baud rate : 1200 bit per second.

Word structure

Code : ASCII  
Data bits : 8  
Stop bits : 1

#### 6. CABLE CONNECTION

Red : Power + 12V  
Black : Power Ground  
Green : Signal  
White : Signal Ground

## 附 錄 二

### 超 音 波 波 高 計 規 範

# 超音波式波浪儀購置與安裝規範

## ULTRASONIC WAVE METER

### 一.構成

1. 波浪儀主機 1件
2. 發收信器 1件
3. 控制器 1件
4. 記錄器(含記錄紙24卷) 1件
5. 儀器箱(烤漆) 1件
6. 單鎧電纜3500公尺(4芯線每芯隔離式)
7. 儀器安裝及海底電纜施工
8. 接收站冷氣機二部(2.0噸)含安裝與接收站整修
9. 發收信器架台 1件
10. 電纜保安器
11. 電錶(使用回路測海底電纜每一條線的電氣阻抗值)

### 二.波浪儀主機

1. 測定方式：利用超音波傳送時間測定水面變化
2. 測定範圍：0~30公尺
3. 精 度：±1% F.S, 水溫變化誤差, ±3% F.S
4. 測定週期：每秒5~10次
5. 適用溫度：- 10℃~40℃
6. 使用水深：10公尺~50公尺

### 三.發收送器

- 1.超音波週波數 200kHz
- 2.容許傾斜角精度  $<15^\circ$
- 3.指向角  $\pm 3^\circ$  以內

### 四.控制器

- 1.控制測定時間為一小時或二小時記錄10分鐘或20分鐘，  
或自動控制及手動為連續記錄。
- 2.時鐘：石英數字式月曆時鐘。
- 3.時鐘精確度：日差 $\pm 1$ 秒
- 4.時間顯示：年、月、日、時、分等10位數值顯示

### 五.記錄器

- 1.記錄方式：電子平衡型記錄型
- 2.送紙速度：120、60、30mm/分為手動切換

### 六.觀測儀器架一台

### 七.電纜一組

單體裝防水電纜3500公尺長

## 八. 儀器及電纜施工

1. 得標廠商僱用從事海上工作之海事公司必須為海事工程公會或中華民國海下技術學會會員。

2. 得標廠商必須完成儀器調整、儀器與電纜接頭之防水、儀器安裝施放、電纜安裝工程同時現場派技術人員安裝波高計。

3. 儀器(發收信器)架

4. 海底電纜施工方式

九. 儀器裝船期限：收到信用狀後三個月內。

十. 安裝完成及驗收完工期限：貨到接獲本所通知兩週內安裝完成。

十一. 驗收完工後得標廠商必須負責保固一年，往後維護另行訂約。保固天數由完成正式驗收後翌日起算，在保固期間正當使用狀況下如有損壞，賣方應免費修復，維修期間不計入保固天數。

十二. 驗收方式：現場部份廠商須派潛水人員水底照相，本所再派潛水人員複檢照相。資料及儀器正常運轉後驗收完成。

十三. 投標廠商資格：凡經授權之代理商或經銷海象儀器並具有安裝與售後維修能力公司行號。

十四. 付款條件：貨到付合約價款60%，其餘40%俟安裝完成驗收合格後一次付款。

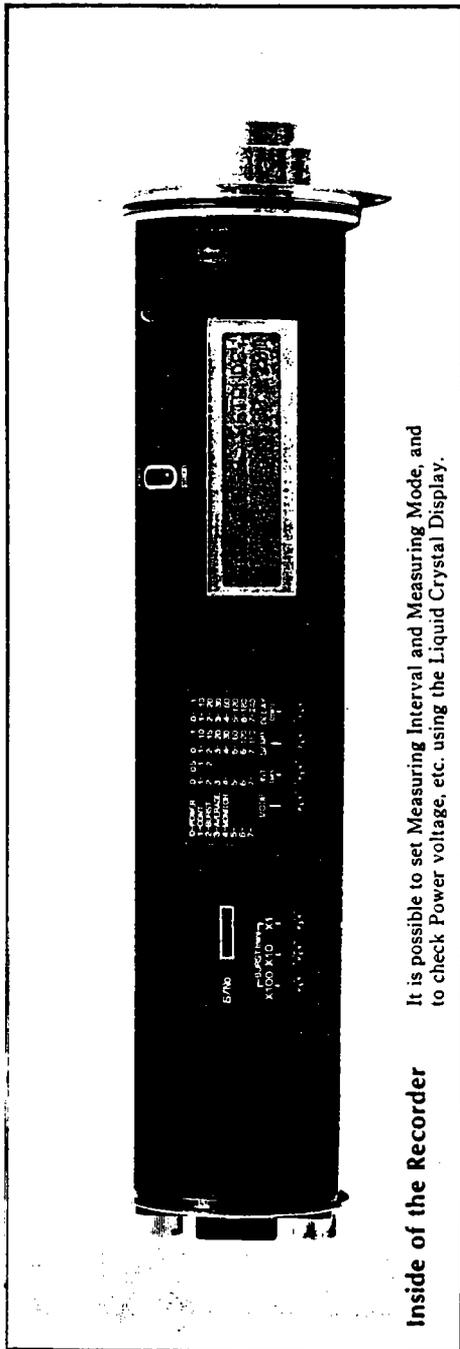
# 附 錄 三

## MTB - 16K 型濁度計規範

# Memory Pack Type Turbidity Recorder

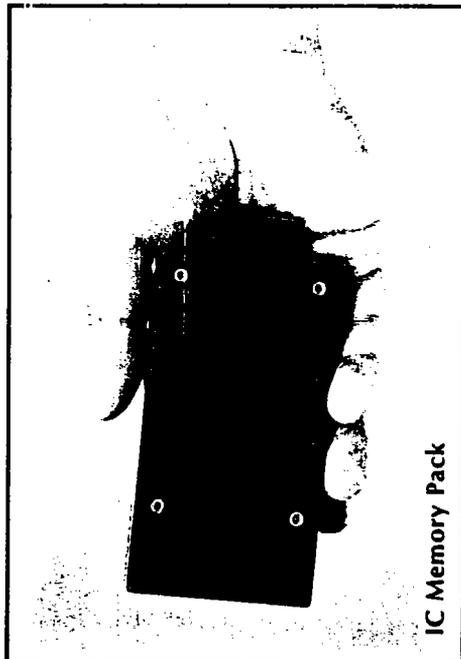
Model : MTB-16K

MTB-16K 濁度計

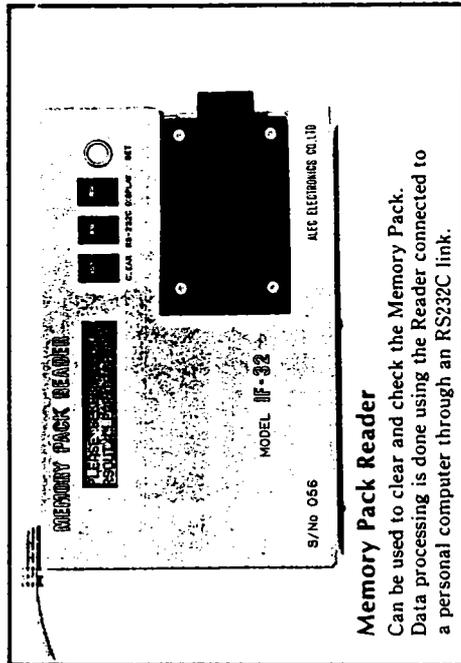


Inside of the Recorder

It is possible to set Measuring Interval and Measuring Mode, and to check Power voltage, etc. using the Liquid Crystal Display.



IC Memory Pack



Memory Pack Reader

Can be used to clear and check the Memory Pack. Data processing is done using the Reader connected to a personal computer through an RS232C link.

# Specifications

<b>Sensor Performance</b>	Sensor Type	: Infrared Back-Scattering Method
	Measuring Range	: 0~200 ppm
	Accuracy	: $\pm 2\%$
	Resolution	: 0.1 ppm
<b>IC Memory Unit</b>	Type	: Removable Pack Memory
	Memory Capacity	: 16000 data
	Measuring Interval	: 1~999 minutes
	Measuring Range	: 33 days at 30 min. interval
	Measuring Mode	: Burst-Average
<b>Power Source</b>	Type	: Rechargeable Battery Pack
	Battery Capacity	: 1.7 Ah.
<b>Hardware</b>	Material	: Stainless Steel
	Pressure Capacity	: 200 meters
	Weight	: 7 Kgs in air, 5 Kgs in water
	Size	: Diameter 90 mm, Length 685 mm