台中港港口擴建後海氣象調查研究

（上 冊）

中華民國 八十六 年 五 月 卅一 日

「台中港港口擴建後海氣象調查研究」研究工作人員

港灣技術研究所參與人員

計畫主持人	：	副研究員	曾相茂
共同主持人	：	所　　長	張金機
		研究員	簡仲璟
協同主持人	：	助理研究員	吳　基
研究人員	：	蘇青和	
		廖慶堂	
		楊怡芸	
		何炳紹	
		蔡瑞成	
		陳進冰	
		李江澤	

台中港務局參與人員

研究人員	：	總工程司	賴淵光
		工務組長	曲綿洸
		規劃課課長	吳啓東
		工務員	尤仲卿

台中港港口擴建後海氣象調查研究

目　　錄

壹、前言

台灣省政府交通處台中港務局，為澈底瞭解現有北防波堤延伸八百五十公尺後外廓防波堤之遮蔽效果，除作為評估港口擴建工程成效之依據外，並為未來擴建之參據。特委託台灣省政府交通處港灣技術研究所(以下簡稱本所)辦理台中港附近海域冬季季風與夏季季風及颱風期間波浪、海流、風及潮汐調查研究分析。

根據本所之經驗，完整之海氣象調查，必須包含現場波浪之觀測(wave observation)、海流實測(current measurement)、潮汐水位實測及分析(tide record and analysis)及風向風速觀測(wind observation)。因此現場實測調查研究計畫乃依據上述各項調查，就調查的內容，測定的方法，施測的頻率以及資料之分析，於下章中依序說明之。

民國七十年起，本所即接受中國石油公司委託進行台中港港口流況調查研究，其中包括當時港口外現場流況調查以了解台中港港口附近流況受風浪、海流及潮汐等之影響，再利用現場所得資料決定數值模式的邊界條件及校核數值模型的正確性，使現場流況在模型上重現，綜合實測、數值模式及水工模型試驗的結果作出結論，提供中油公司參考。接著自民國七十年至七十二年，本所基本研究計畫辦理台中海岸流況調查研究計畫，並利用水工模型作沿岸流及碎波流況試驗。民國七十五年九月至七十七年六月，本所接受台中港務局委託進行台中港港口擴建流況調查研究及水工模型試驗，其中包括港口附近在冬季強風侵襲時流速分佈情形，作為規劃港口擴建、延伸防波堤之依據。並利用流體力學方程式建立近岸海流數值模式，以現有防波堤的型式設計一基本模式，配合實測資料，以驗証模式之正確性。並為瞭解未來北外廓防波堤擴建後，遮蔽效果及領港登輪區領港人員登輪之難易，辦理水工模型試驗。民國七十八年至七十九年，台中港

務局委託本所辦理台中港港口擴建北防波堤延伸堤頭動床試驗，以瞭解防波堤延伸後堤頭穩定情形，辦理堤頭穩定三維動床試驗，以期能良好掌握擴建延長後港池波浪及堤頭穩定狀況。民國八十年至八十一年，台中港務局再次委託本所進行沈箱式防波堤施工中海床沖刷防治研究之流況調查部份，主要是考慮在強勁東北季風盛吹時堤頭附近的流況及其受風、潮汐等之影響及關係特性。由上述之資料作為台中港北防波堤延伸850公尺前之背景資料外，並可將以往之實測結果納入本計畫中共同分析，作為延伸850公尺後之參考，相信在本所有系統性之整理後，對於台中港附近海域之海氣象變化能有更深入之瞭解。由本所建立統一系統資料，以期作為台中港在日後規劃、設計之重要參考。

貳、現場調查概況

一、波浪觀測

1.觀測儀器

(a) 浮球式波向波高波浪儀一組

(b) 浮球式波浪儀三組

2.作業內容

(a) 長期觀測

本所已於民國八十三年九月於北防沙堤西北西方約800公尺水深-13公尺ST.1處設置一浮球式波向波高波浪儀正式運轉做一長期波浪觀測站。

(b) 短期觀測

於台中港北防波堤距堤頭約200公尺之間(ST.2)及南防波堤以南附近(ST.4)位置如圖1，設置一浮球式波浪儀，依合約須在八十三、八十四年冬季季風期間各觀測二至三個鋒面過境時之波浪，但本所於八十三年十月在ST.2與ST.4兩站各安裝一組浮球式波浪儀，因安裝時費時費力，資料蒐集不易，因此本所決定在整個冬季期間都連續觀測，八十四年四月收回保養，七月及九月分別再安裝ST.2站與ST.4站，八十五年三月收回保養，九月、十月及八十六年二、三月在ST.2站改用潮波流儀SP2100觀測。本計畫進行觀測期間因人為的破壞陸續損失十二組閃光浮燈與浮筒，但一有損失台中港務局信號台來電通知後即迅速補充，所以波浪儀都沒有損失。

二、海流觀測

1.觀測儀器

使用RCM-4或RCM-7自記式海流儀或同品質之自記式海流儀共六具。

2.作業內容

(1) 長期觀測

本所在八十三年九月與波浪觀測站ST.1同測站，水面下2-4公尺處安裝一台自記式海流儀，記錄之取樣率定為每十分鐘記錄一次。定期收回儀器收取記錄帶及更換電池。

本省在冬至前後為烏魚捕捉時期，調查工作常常因影響漁民之雙拖網式之流棘網作業而受到漁民之肆意破壞，因此本所總共遺失了四部海流儀，故未能取得較完整之流速資料。

(2) 短期觀測

於觀測站ST.2及ST.4二個測站在八十三、八十四及八十五年冬季季風與波浪觀測期間短期同時觀測調查。

三、風速、風向觀測

風向、風速資料對於港口設計及航行之安全有重大之影響，風對港口之佈置必須有足夠之風向風速統計資料作為規劃之參考，以確保船舶出入之安全。

1.本計劃使用本所在台中港北堤觀測站(ST.7)之風速風向統計實測資料進行分析，並找出海流、波浪與風向、風速之相互關係。

2.本所希望能在八十三年四月左右北防波堤堤頭延伸工程完工後即安裝一部風速儀，開始量測至長期監測網系統開始正常運轉止，因該項延伸工程到八十四年七月燈塔部份尚未完工，但本所希望能收集到較多的資料才能與長期測站(ST.7)重疊一年資料，於八十四年七月三十一日第一次安裝完成該觀測網系，但於八月底發覺遭受破壞已停止運轉，即迅速與美國原廠緊急採購零件於八十五年一月六日再行安裝，但一月二十四日左右又遭破壞，該系統接收與傳送部份已完全損壞不能使用(如圖2-1至2-6)，經與財政部關稅總局共同討論與現場會勘後得到共識，同意本所在不影響其白燈塔運作下可將觀測監測網系統安裝於白燈塔內(如圖2-7～2-13)。此系統在八十五年九月十八日安裝好風速儀部份已正常運作而得到良好的資料，八十六年六月十日已由海底電纜將水中安製之潮波流儀之資料傳送到白燈塔內之接收器與風速儀共同使用一組無線電傳輸機，並將資料按時傳輸至本所控制中心。

四、潮汐水位觀測

任何海岸工程或港灣工程進行設計之前首重基準水位之訂定，此需有長期之潮汐水位資料進行分析，根據實測分析之結果，即可得到平均水位、平均高潮位、平均低潮位、最高潮位、最低潮位。藉此可作為海岸結構物設計高度之決定。本計畫使用本所在台中港四號碼頭之潮汐觀測站之實測資料進行分析。

五、建立台中港北防波堤堤頭附近海流、波浪、潮汐及風之監測網系統

1.主旨

隨著經濟的蓬勃發展，海運事業也日益繁忙，維持船隻航行安全遂成為極重要的課題。影響船隻航行安全之因素很多。一般而言，操船人員須考慮之海氣象條件包括波浪、潮汐、海流及風速、風向等，

台灣中部海域於冬季時東北季風強盛，台中港之航道正好與風向垂直，台中港務局為掌握船隻進出港時流況與波浪特性，擬於此北防波堤堤頭附近設置一套海流、波浪及風之監測網，定時、定點量測海流、波浪及風，並即時將海流、波浪及風之資料傳送至控制中心顯示，期能提供導航人員及進出港船隻操船之參考依據。

架設本套系統除能提供即時操船資料外，經由本系統長期的觀測，與本所可建立完整之海流、波浪及風之資料庫，此資料庫於日後港區之擴建或新建工程，將能提供極有價值之工程設計數據。

2.研究方法

本計畫擬於北防波堤堤頭外12公尺左右地點設置測點，架設潮波流儀，另在堤頭之燈塔上安裝風速風向儀，於固定取樣時間內量測連續海流流速、流向、水位變化及風速風向，轉換成數位訊號後，以數位式無線電傳輸機傳輸至本所控制中心再由數據傳訊機傳至台中港務局之控制中心。本所控制中心內之設備主要為一部無線電傳輸機，負責接收訊號，及一部個人電腦作為資料接收、儲存及資料分用途。另在台中港務局安裝一部個人電腦，負責以數據傳訊機由本所控制中心轉送海流、波浪及風之資料，作為即時資料查詢之用途。

為使本系統具實用之價值，應達到以下三項目標：

(1)即時傳送海流、波浪及風之資料顯示即時時間序列，以便操作人員隨時監控儀器正常工作。

(2)即時分析及顯示各項海流、風、波浪統計值，作為船隻作業之參考。

(3)計畫結束後本所繼續定期提供資料給台中港務局。

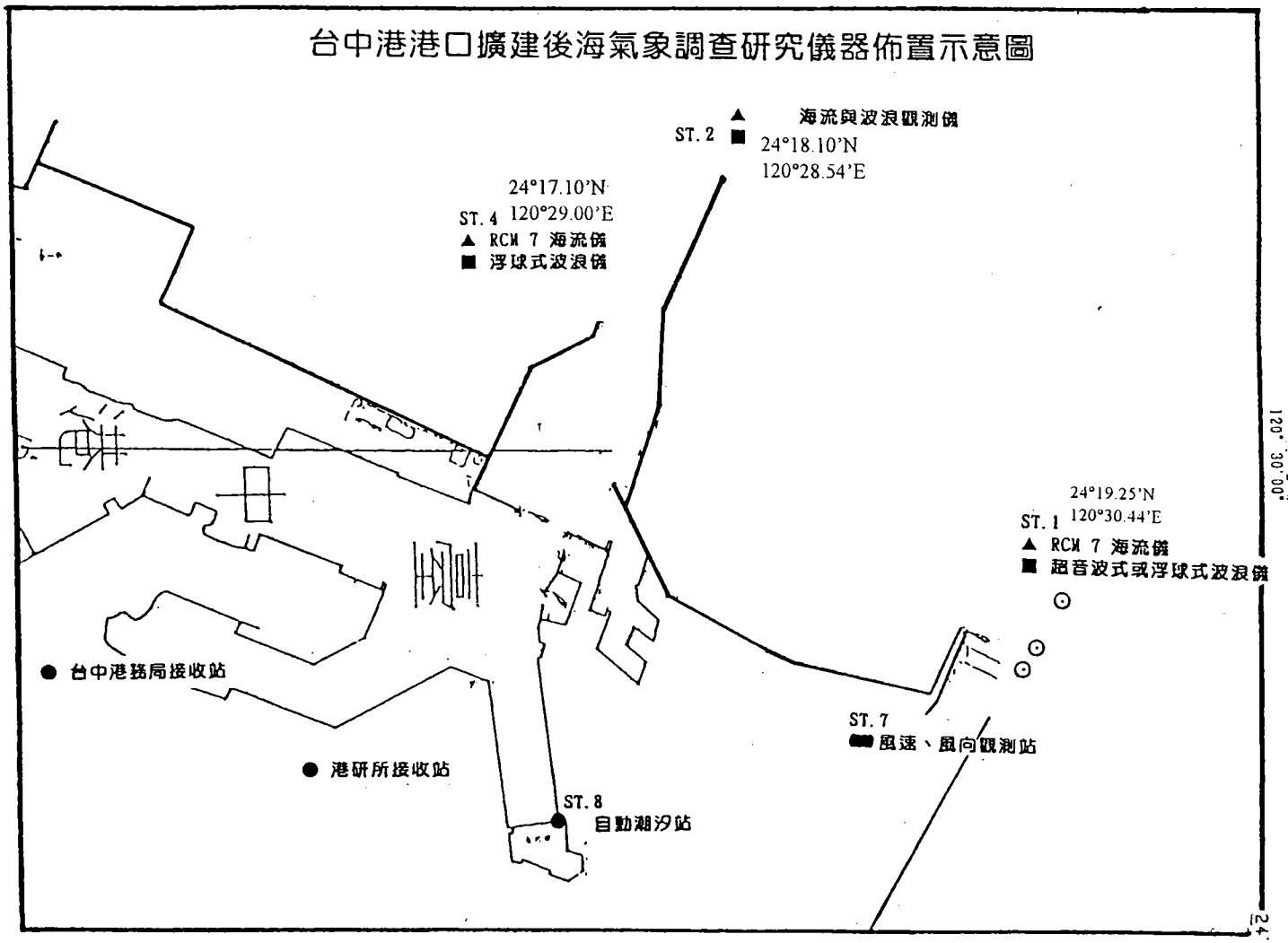


圖 2-1 台中港港口附近儀器佈置示圖

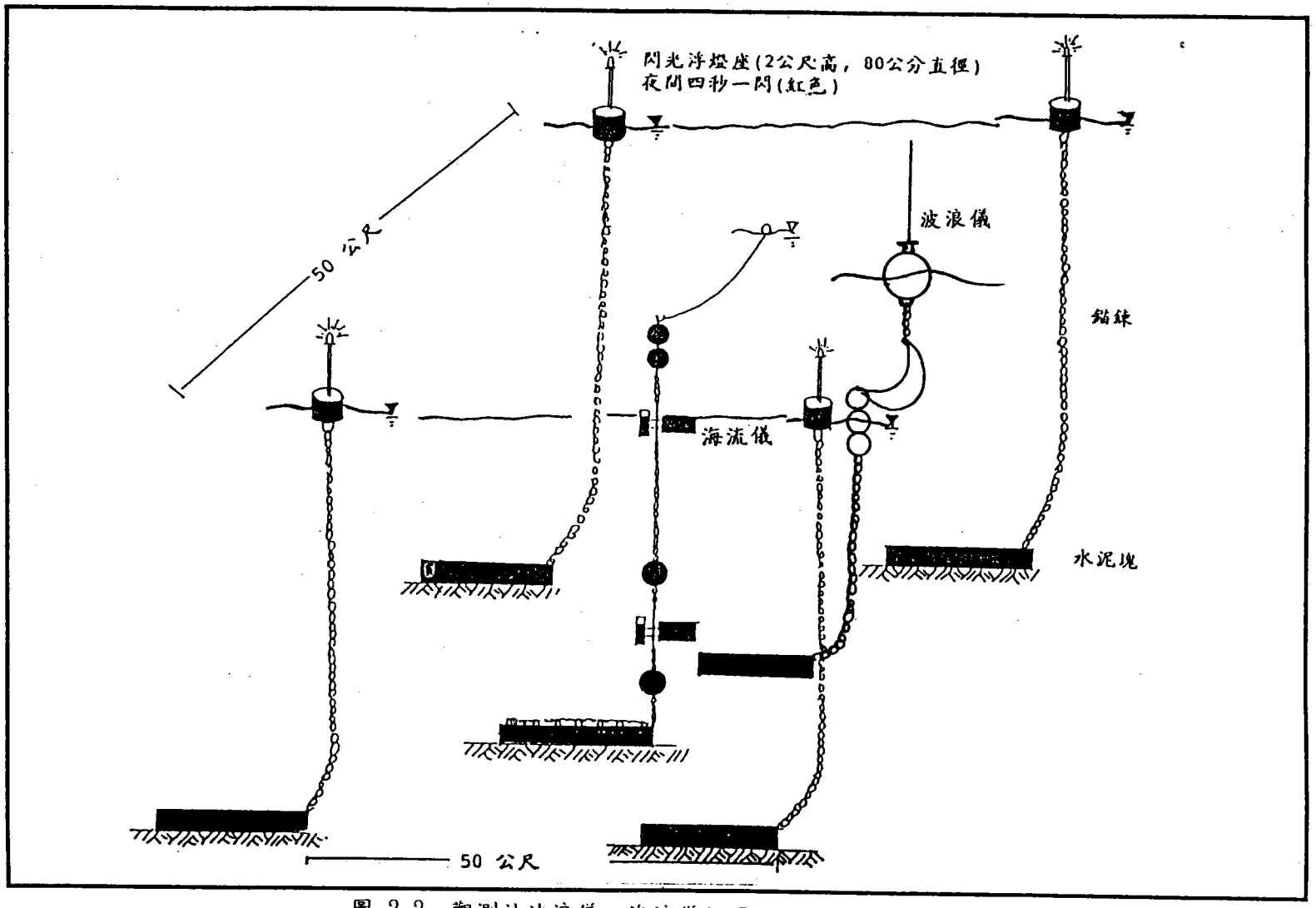


圖 2-2 觀測站波浪儀、海流儀設置之方式示意圖

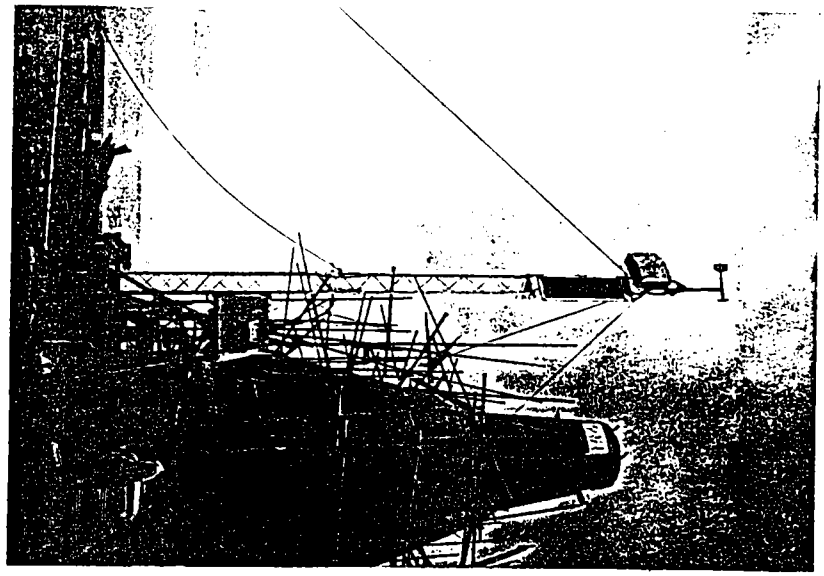


圖 2-3　84 年 8 月 4 日第一次安裝

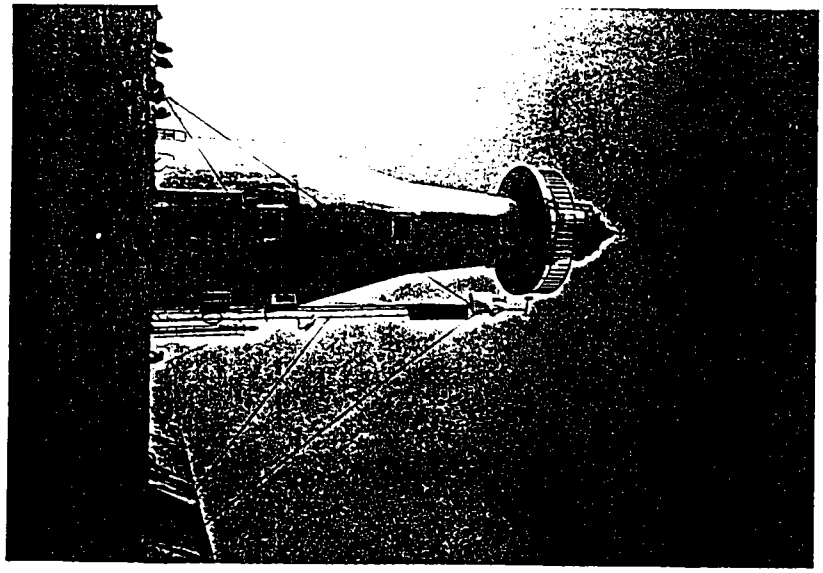


圖 2-4　85 年 1 月 6 日第二次安裝

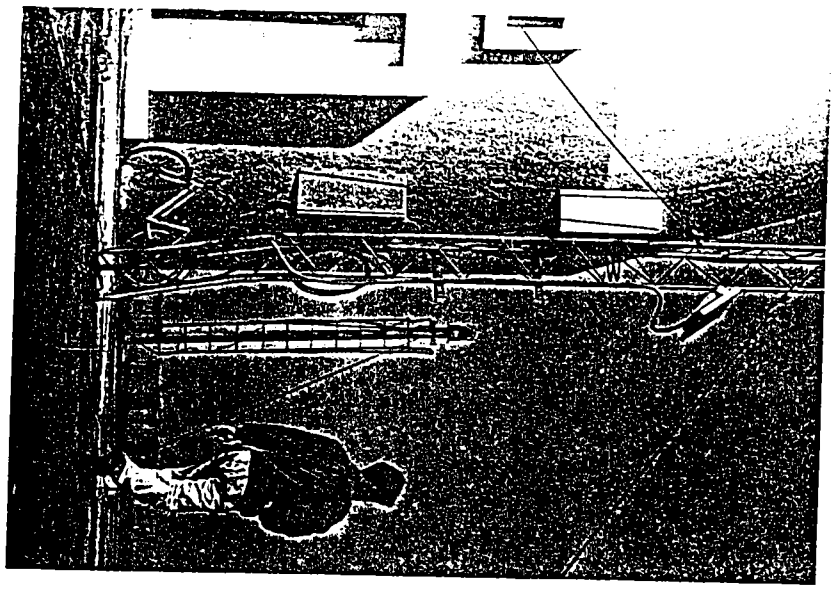


圖 2-5　85 年 1 月 24 日遭受破壞已停止運轉

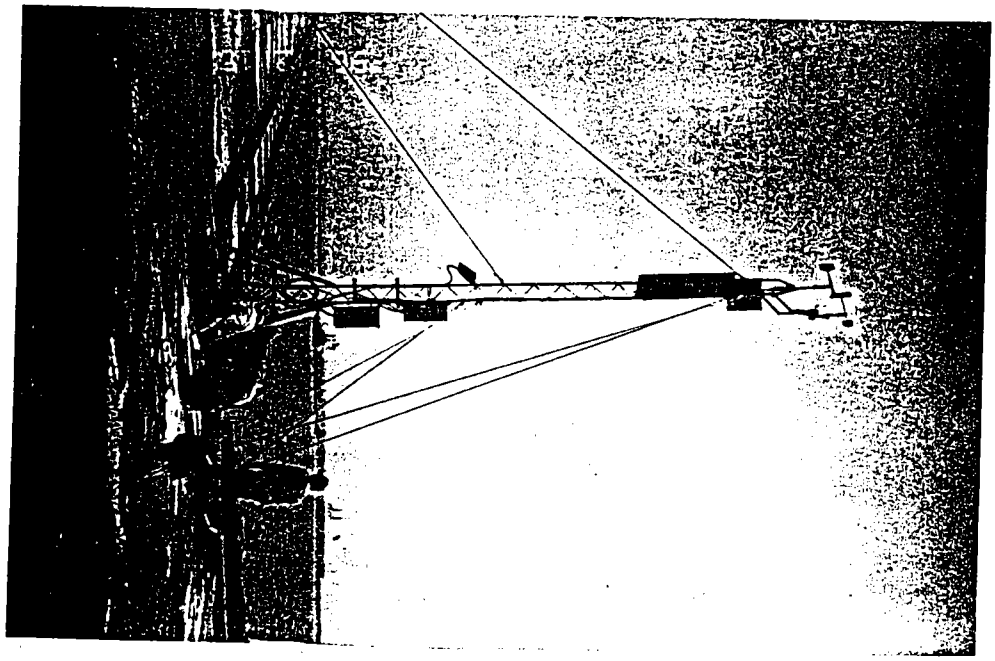


圖 2-6　85 年 2 月 15 日加強設備鐵架

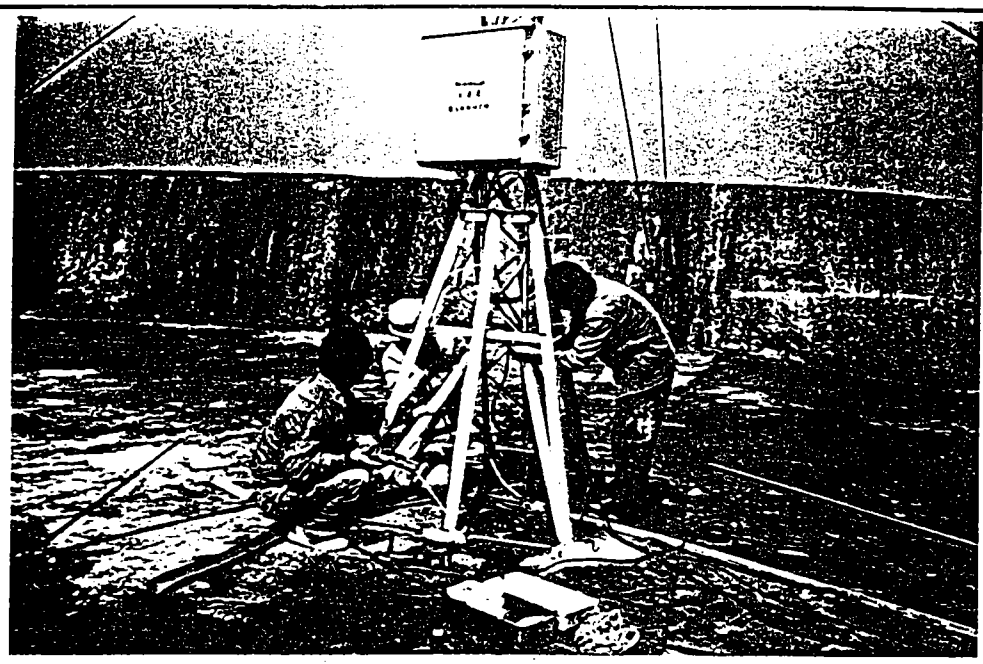


圖 2-7　85 年 2 月 15 日加強鐵架

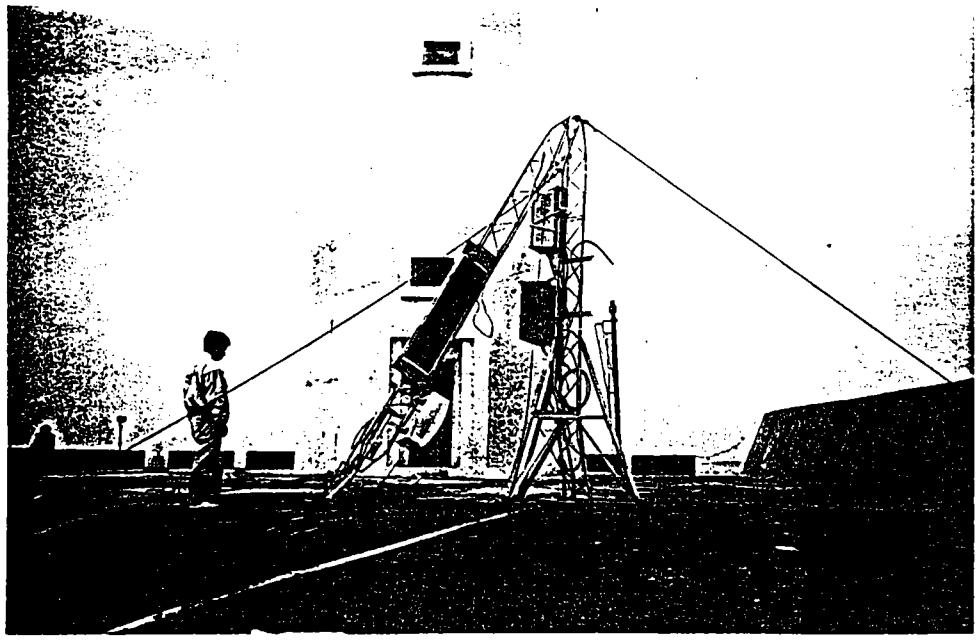


圖 2-8　85 年 2 月 28 日從中遭風浪摧毀

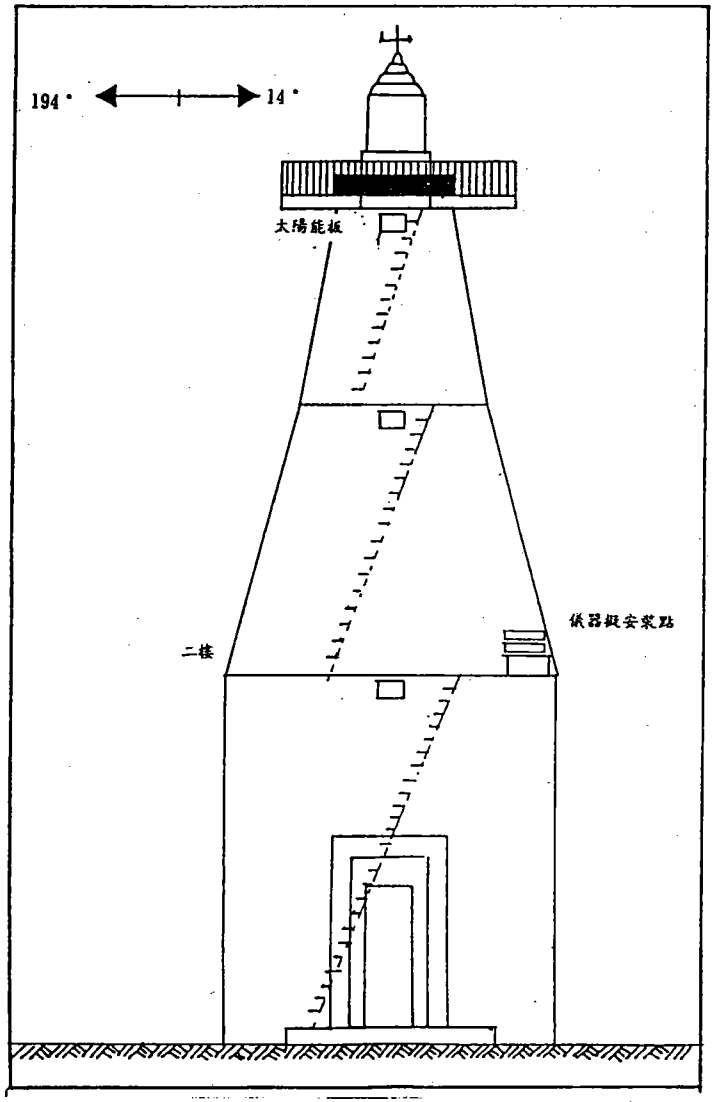


圖 2-9　台中港北防波堤堤頭白燈塔示意圖

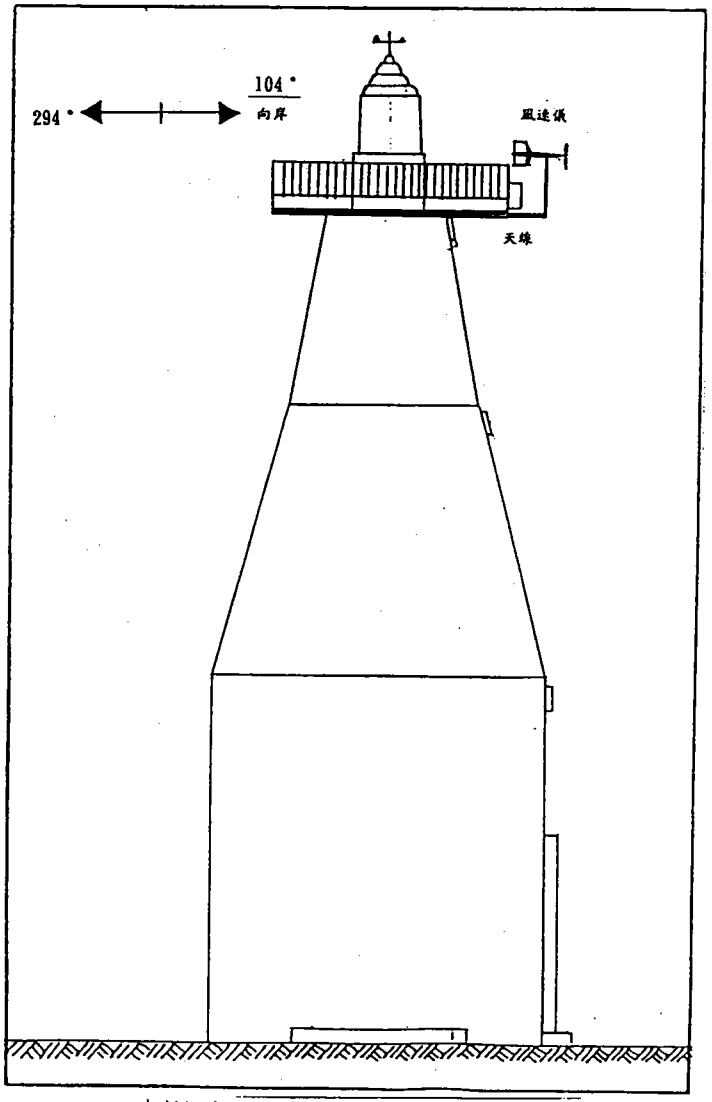


圖 2-10　本所擬安裝風速儀、太陽能板、無線電天線示意圖

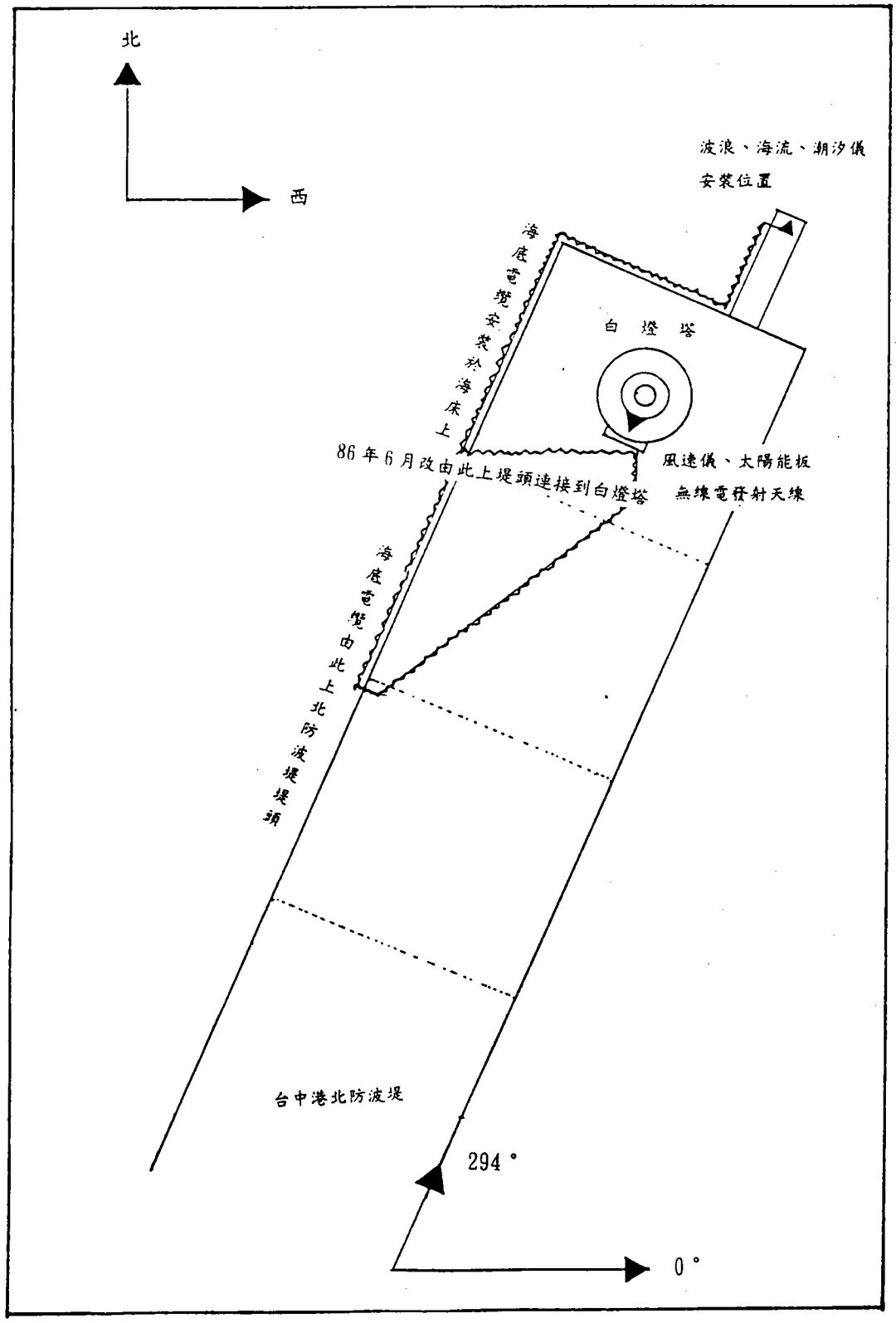
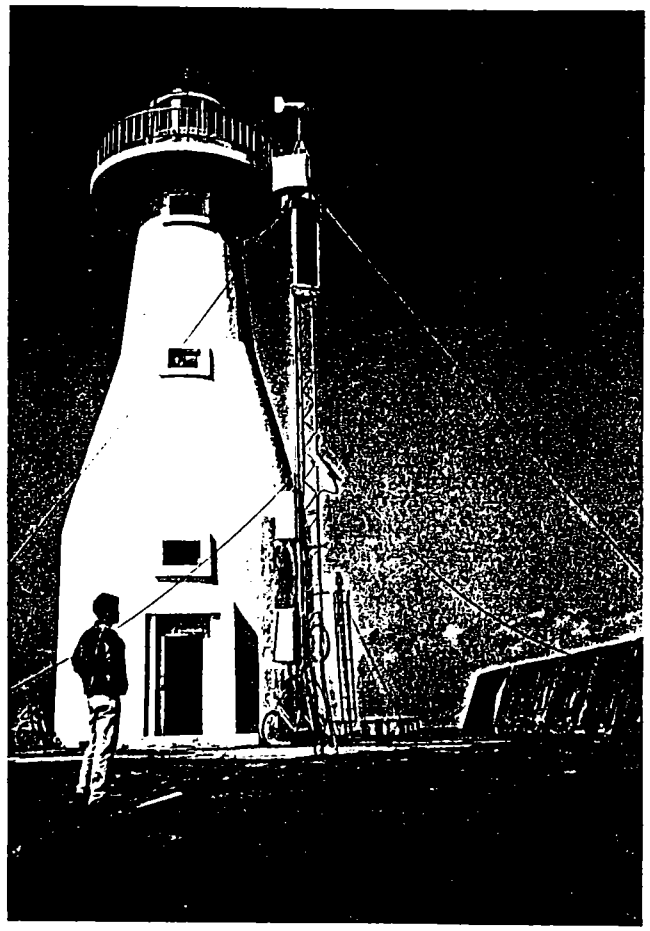


圖 2-11 台中港北防波堤堤頭附近本所觀測網佈置示意圖



風速儀

無線電天線

太能板

資料接收器之儀器箱

圖 2-12　觀測網儀器示意圖

← 風速儀

←波浪、海流、潮汐及風觀測網接收儀

圖 2-13 85 年 9 月經財政部關稅總局海務處同意將儀器安裝於白燈塔

參、波浪基本資料分析與特性

現場調查作業ST.1站使用荷蘭製DATAWELL WAVEWRIDER浮球式波向波高波浪儀；ST.2與ST.4兩站使用同廠牌但沒有波向之波浪儀，其由加速度變化之訊號轉換成水位變化，以無線電傳回本所接收機，再經由RS232直接輸入個人電腦硬碟中儲存，浮球式波浪儀使用與操作詳述於第拾陸章節中。

一、資料處理

波浪觀測期站共有三處，資料涵蓋期間自1994年9月底至1996年3月止，以下就各站的波浪特性作一分析說明:

(1) 初步資料分析

傳回之記錄資料，經電腦整理後，將統計分析結果送港務局參考。

(2) 每一波浪記錄須以零上切法(Zero up-cross method)定出波高及週期，並進行下列分析。

(3) 每一筆之波浪記錄須分析求出 H_{max}、T_{max}、$H_{1/10}$、$T_{1/10}$、$H_{1/3}$、$T_{1/3}$、H_{mean}、T_{mean} 並列出時間及波數，分別以微電腦磁片儲存及列印出報表紙中。

(4) 求出每日、每月第(3)條內各項之平均及最大值。

波浪觀測期間之潮汐、風速、風向記錄須與波浪記錄合成繪製時間逐時連續圖。

(5) 每季調查記錄中選擇最大波浪及最常出現波浪之記錄，進行波譜(wave spectrum)分析。

二、波浪基本資料分析

台中港港口附近的波浪觀測站共有三處，資料涵蓋期間自1994年9月底至1997年3月底至年月止共計三十一個月由各月料分析所繪之圖、表整理，以下就本調查海域各站的波浪特性作一分析說明：

1. 由表J-1～表J-59配合逐時變化圖(圖A-1～圖A-31)，可知在83年10月間分別有三個颱風通過台灣附近海域，其外圍環流及東北季風雙重影響所產生的湧浪與風浪，到達台中港海域ST.1站，所產生之有義波高($H_{1/3}$)、週期($T_{1/3}$)分別為(3.28公尺，7.70秒)；ST.2站所產生之有義波高($H_{1/3}$)、週期分別為(4.21公尺， 7.45秒)：ST.4站所產生之有義波高($H_{1/3}$)、週期分別為(3.45公尺，7.22秒)。

2. 本地區冬季波浪主要由東北季風造成，由於海峽吹風區域受到限制，所以波浪之成長與衰退迅速，因此風速與波浪有良好的相關。以ST.1站而言，風速在5m/s左右時$H_{1/3}$在1公尺以下，$T_{1/3}$在4～5秒，風速在10m/s左右時，$H_{1/3}$在1～2公尺，$T_{1/3}$在5～7秒，風速在15m/s左右時，$H_{1/3}$在3～4公尺，$T_{1/3}$在6～8秒，波向在北北西～北北東之間。

3. 表J-1～表J-59為有義波高發生機率分佈與有義週期發生機率分佈表圖，各表圖的上、下分別為波高與週期的發生次數百分比。在83年10月這段觀測期間的波浪，由於包含了季節風風浪與颱風湧浪合併列入計算，故造成波高、週期的提高。

4. 圖B-1～圖B-7為ST.1站現場波浪記錄，圖B-8～圖B-14為波向波高能譜圖，圖B-15～圖B-21為方向波浪能譜立體圖，分別為觀測夏季颱風期間席斯颱風(10月8日至10日)過境時段、泰瑞莎颱風(10月20日至22日)外圍環流影響及弗恩颱風(10月23日至26日)在琉球南方海面滯留，增強了台灣地區的東北季風，由各組波浪記錄分析得到之能譜圖中得知，其波向主要在335°～350°間。

5.單一能量尖峰的水位能譜型態代表該記錄時段的波浪主要集中於此頻率， 波況較單純；亦有雙(或多)能量尖鋒的波譜發生，此時表示波浪有來自不同風場，在觀測站匯聚而成。一般情況可分區域性的風浪(較高頻分量)及遠方颱風與風場產生的湧浪(較低頻分量)匯聚而成。

三、颱風特性分析

台灣地處太平洋西側，為太平洋地區颱風路徑之要衝，且根據歷年來(1897~1996年)侵襲台灣之颱風(登陸或影響台灣並產生災害之颱風)其路徑大致分為七種如圖3-1所示。其中以第二及第五之路徑共佔所有路徑之18%可能會影響台中港，第一、三路徑是掠過台灣南北兩端，亦可能在台中港引起不小之陣風，再根據過去20年侵襲台灣颱風次數之統計(如下表)，可見歷年來登陸台灣之颱風次數為一至三次，其中1983年、1993年、1995年等三年皆無颱風登陸，圖3-2是本計畫期中1994年至1996年在太平洋西邊各年的實際颱風行進路徑圖，圖3-4至圖3-14則是侵襲或影響台灣個別颱風之行進路徑圖。

年份	侵襲次數	影響次數	年份	侵襲次數	影響次數	年份	侵襲次數	影響次數
1976	1	1	1983	0	2	1990	4	1
1977	3	3	1984	3	2	1991	2	2
1978	3	1	1985	1	4	1992	3	1
1979	0	2	1986	3	6	1993	0	1
1980	2	0	1987	1	3	1994	4	2
1981	2	4	1988	1	0	1995	0	3
1982	2	1	1989	1	0	1996	2	3

3.1 1994年颱風的特性

1994年到10月為止，中央氣象局共發佈了六個颱風警報，第一號提姆颱風(TIM)與第二號凱特琳颱風(KAITLIN)都是從台灣東部花蓮縣秀姑巒溪口登陸後由台中附近出海；第三號道格颱風(DOUG)、第四號弗雷特颱風(FRED)等二個颱風都是由東部近海北上掠過台灣北部海面，第五號葛拉絲颱風(GLADYS)由蘇澳登陸；第六號席斯颱風(SWTH)則與台灣東部一直保持300公里左右距離北上而過。連續前五個颱風侵襲台灣時造成歷年來相當嚴重的災情。總共收集到六個颱風之路徑及中心位置、中心氣壓、中央最大風速、暴風半徑等資料均編列與及圖繪於附錄C中。茲分別敘述如下：

(1) 提姆颱風

1994年7月7日還只是一個熱帶性低氣壓，兩天內不僅增強為中度颱風，並且來勢洶洶的如旋風般快襲至南台灣，9日又增強為強烈颱風後，10日晚8時10分由花蓮縣秀姑巒溪口登陸，約在11日凌晨2時從台中出海。遭強烈颱風侵襲時，正逢農歷初二亦是大潮之滿潮(19時30分)時附近登陸，海水高漲。

(2) 凱特琳颱風

輕度颱風凱特琳來去匆匆，8月3日在台灣警戒區域內即台灣東南部近海正式發展為颱風後，當天晚上6時15分已於花蓮縣秀姑巒溪口登陸，4日凌晨從台中附近出海偏北進行通過台灣海峽後進入大陸。台灣地區於8月4日～5日受到凱特琳外圍環流所狹帶的西南氣流豐沛降雨，各地都有陣雨，但台中附近海面因受到陸地保護影響不很大。

(3) 道格颱風

8月4日輕度颱風凱特琳已遠離台灣地區，但尾隨而至並遙指台灣地區而來的道格颱風在4日早上8時已發展成中度颱風，7日增強為強烈颱風後，沿著台東海岸，由南向北通過台灣東北角的路徑前進。

(4) 弗雷特颱風

8月16日在關島北方發展成形的輕度颱風弗雷特，向台灣地區接近，18日已增強為強烈颱風後繼續向西北西行進，但是在19日受到地形及導引氣流的影響，前進路線蛇行不定，刁鑽的弗雷特不僅行徑飄忽，且速度比預期的慢，在21日清晨4～6時左右通過東北部外海。

(5) 葛拉絲颱風

快如閃電的葛拉絲颱風讓中央氣象局預測失準，8月31日發佈海上颱風警報，即快速的向台灣接近，原本預報會在花蓮一帶登陸，結果偏北於9月1日早上11時左右在蘇澳港南邊登陸，在下午2時左右由新竹出海， 造成宜蘭、台北災情慘重。

(6) 席斯颱風

秋天在氣象學上說秋颱的可怕，在於大氣有兩個不同的氣候系統互相角力的結果，雨會很大，腳步放慢而且拖得較久，席斯就是典型的秋颱。10月8日強烈颱風的外環流已在東部海域掀起陣陣大浪，9日雖然已減弱為中度颱風，但仍猛沖海堤及離岸堤的消波塊，花蓮南濱公園海堤又有部份被沖毀，颱風中心不登陸台灣，沿著東部海面北上通過基隆外海後，速度加快北上離去。

3.2 1995年颱風的特性

中央氣象局發佈的颱風警報計有荻安娜(DEANNA)、蓋瑞(GARY)、海倫(HELEN)、珍妮絲(JANIS)、肯特(KENT)及賴恩(RYAN)等六個颱風，但都沒有直接侵襲本省，只有肯特及賴恩兩個颱風在台灣南部掠過。

(1)肯特颱風

於8月27日在呂宋島東邊400公里左右形成，然後逐漸向巴士海峽逼近，30日靠近恒春160公里從巴士海峽通過，31日繼續往西北西移動而在香港附近登陸後，解除台灣南部地區颱風警報示，其外圍環流影響各地有陣雨，東南部豪雨發生，陸上並有強風出現，但台中港因受中央山脈阻隔風雨皆小不受影響，8月30日13時台中港ST.1現場實測波高H_{max}1.62公尺，T_{max} 6.2秒；$H_{1/3}$ 1.12公尺，$T_{1/3}$ 6.6秒。

(2)賴恩颱風

中度颱風賴恩9月20日在西沙島東北方海面向東北移動，逐漸接近東沙島，台灣附近各海面風浪逐漸增強中，9月21日8時起進入東沙島海面，且移動速度略為加快，9月21日17時繼續向東北移動，逐漸向台灣海峽南部接近中，對台灣地區漸漸構成威脅，9月22日20時在恒春西南方近海繼續向東北移動，9月22日8時已在恒春南南東方近海，9月22日4時通過巴士海峽在台東近海，9月22日23時逐漸遠離，中南部天氣轉好。9月22日20時台中港ST.1觀測站實測波高H_{max}4.72公尺，T_{max} 8.2秒；$H_{1/3}$ 3.03公尺，$T_{1/3}$ 7.6秒；同時段ST.4觀測站實測波高H_{max}3.90公尺，T_{max} 8.02秒；$H_{1/3}$ 2.52公尺，$T_{1/3}$ 7.34秒。

3.3 1996年颱風的特性

1996年中央氣象局共發佈了五個颱風警報，先後有凱姆(CAM)、葛樂禮(GLORIA)、賀伯(HERB)、莎莉(SALLY)、魏萊特(VIOLET)等其中只有連續二個颱風登陸台灣，7月24日7時先葛樂禮有從南部登陸，後7月31日至8月1日賀伯颱風由東北角登陸，帶來的強風和豪雨造成台灣地區近一、二十年來最嚴重的災情，分別敘述如下：

(1)葛樂禮

7月24日11時中央氣象局發佈海上颱風警報，輕度颱風葛樂禮在恒春東南方約680公里之海面上，向西北移動且繼續增強中。24日14時已增強為中度颱風並同時發佈海上、陸上颱風警報，並將直接對恒春半島及台東地區構成威脅。25日17時颱風中心已進入巴士海峽東南部，繼續向西北移動，恒春半島漸漸進入暴風圈內；中部地區受中央山脈阻擋，起風時間往後延遲。此颱風就地打轉9個鐘頭後，因受地形影響略為偏北移動，26日16時左右從恒春附近登陸，20時由濁水溪口出海，其強度已減弱為輕度颱風，暴風範圍亦已縮小，27日6時左右進入中國大陸。

(2)賀伯颱風

係於民國85年7月24日12時在關島東北方海面形成颱風在海洋上經過長達5天的發展，使得颱風聚集了充沛水汽，環流雲系範圍擴大、強度亦迅速增強，中央氣象局於29日11時30分對其發佈海上颱風警報，同日23時20分發佈海上、陸上颱風警報，30日12時中心距宜蘭外海520公里左右，颱風最外圍雲帶更明顯接觸到陸地，北部、東北部及西半部山區開始下雨，到了7月31日6時颱風中心距離台灣190公里範圍，颱風外圍對流雲系已開始造成竹苗及中部山區明顯降雨。其中心在31日20時44分於宜蘭附近登陸，由於風環流結構受到

北部地形的阻擋和破壞，其強度即明顯且持續的衰減，於8月1日凌晨2時變成中度颱風；凌晨4時由新竹附近出海，一直到1日6時止台灣地區持續受到颱風眼附近及外圍深厚雲帶之影響，各地區均先後出現豪雨及強風。稍後於1日11時由福建平潭附近登陸大陸。由於颱風環流雲系之範圍相當寬廣，中心通過台灣北部陸地的時間長達8小時以上，台灣全島受賀伯颱風侵襲，又適逢農曆6月16日天文大潮，颱風、大潮、豪雨及大浪交加造成全省均有嚴重災情傳出。7月31日23時台中港ST.1觀測站實測波高H_{max}6.99公尺，T_{max} 8.6秒；$H_{1/3}$ 5.24公尺，$T_{1/3}$ 8.8秒。

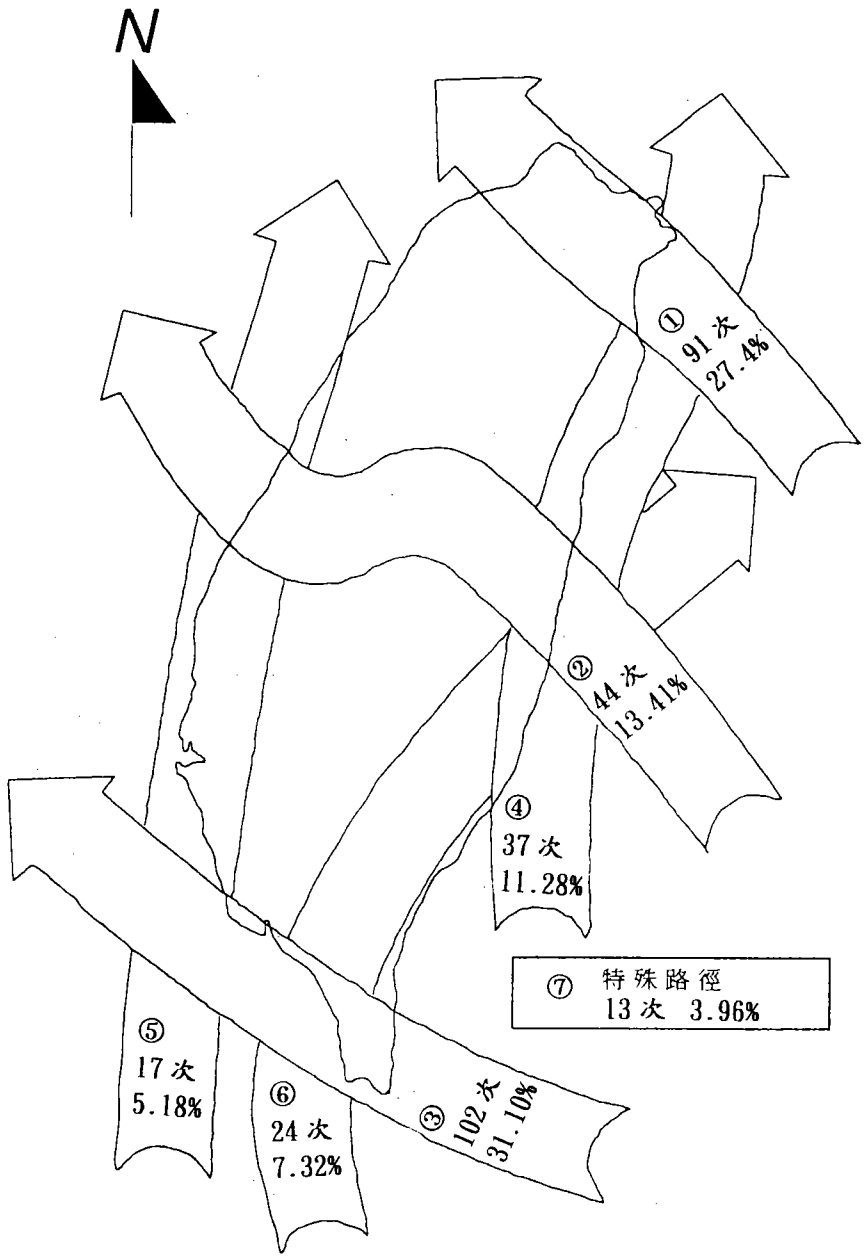
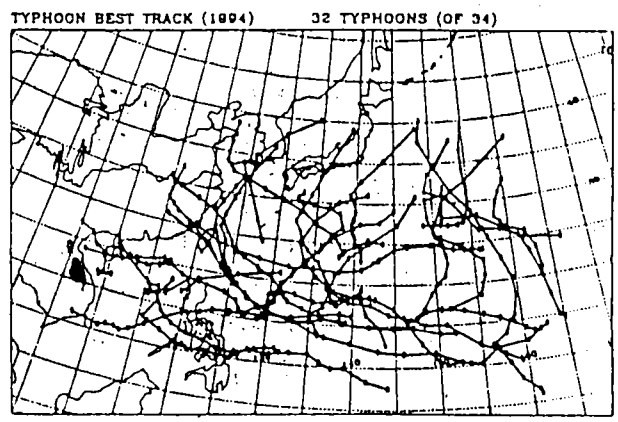
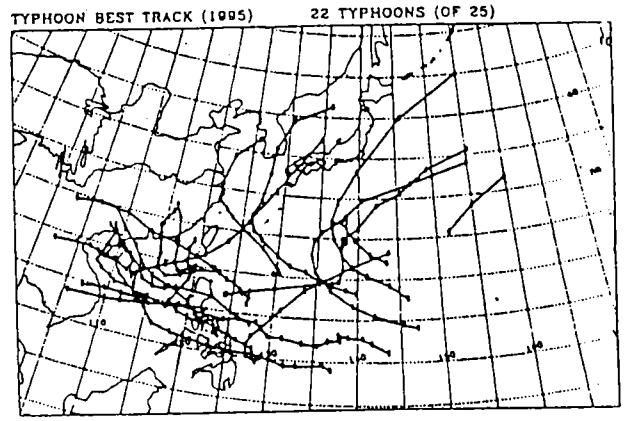


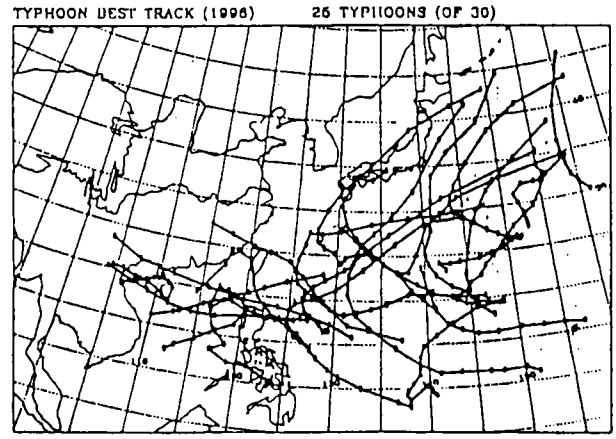
圖 3-1 侵台颱風路徑分類統計圖((1897~1996 年)



（a） 1994 年



（b） 1995 年



（c） 1996 年

圖 3-2　1994 年~1996 年各年實際颱風行進路徑圖
(a)1994 年(b)1995 年(c)1996 年

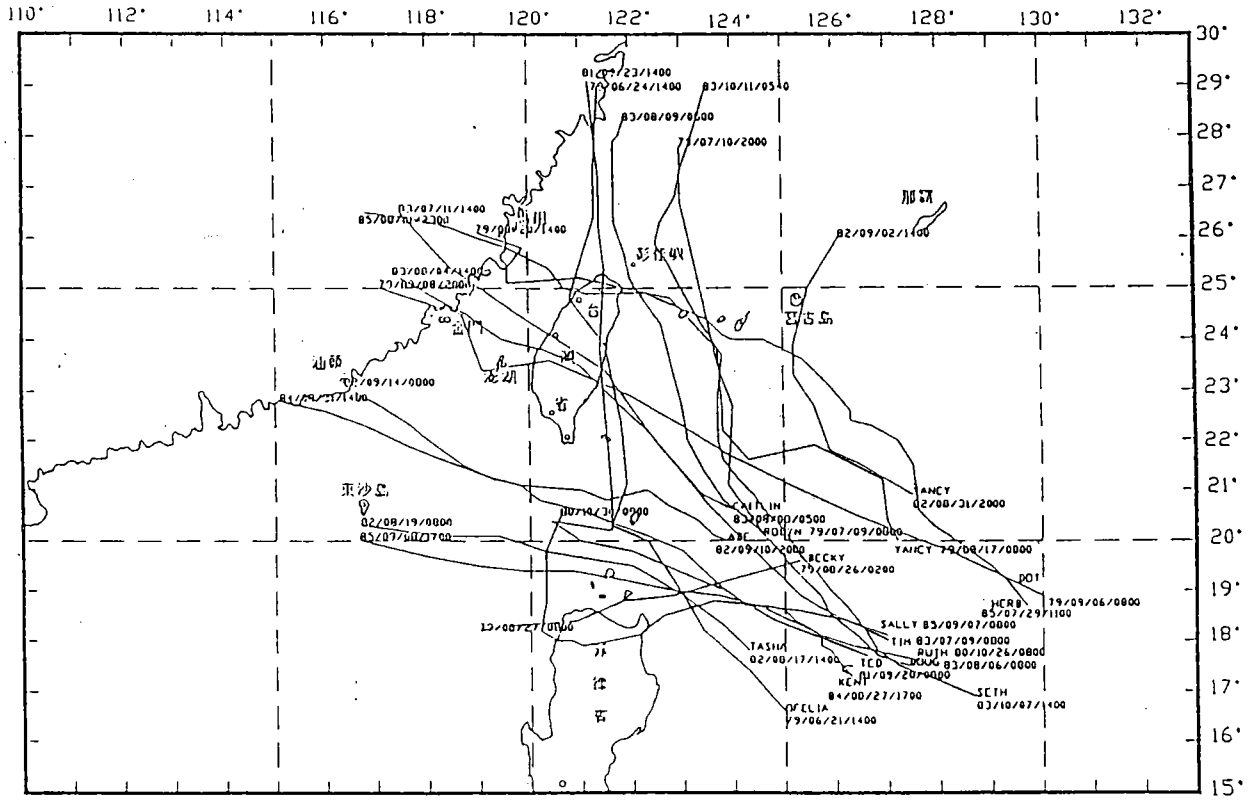


圖 3-3　1990 年~1996 年威脅台灣海域颱風中心路徑圖

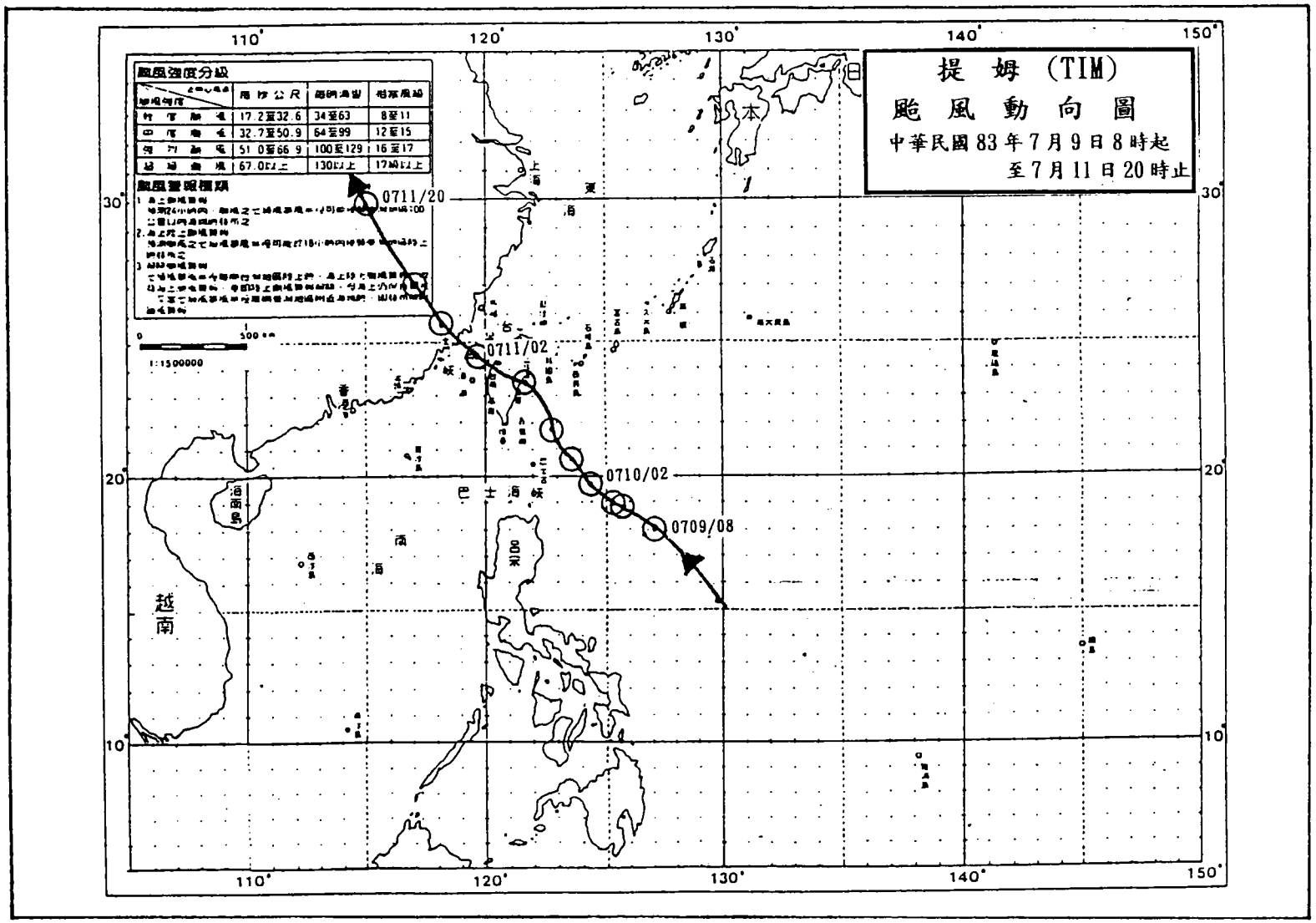


圖 3-4 1994 年提姆(TIM)颱風之路徑圖

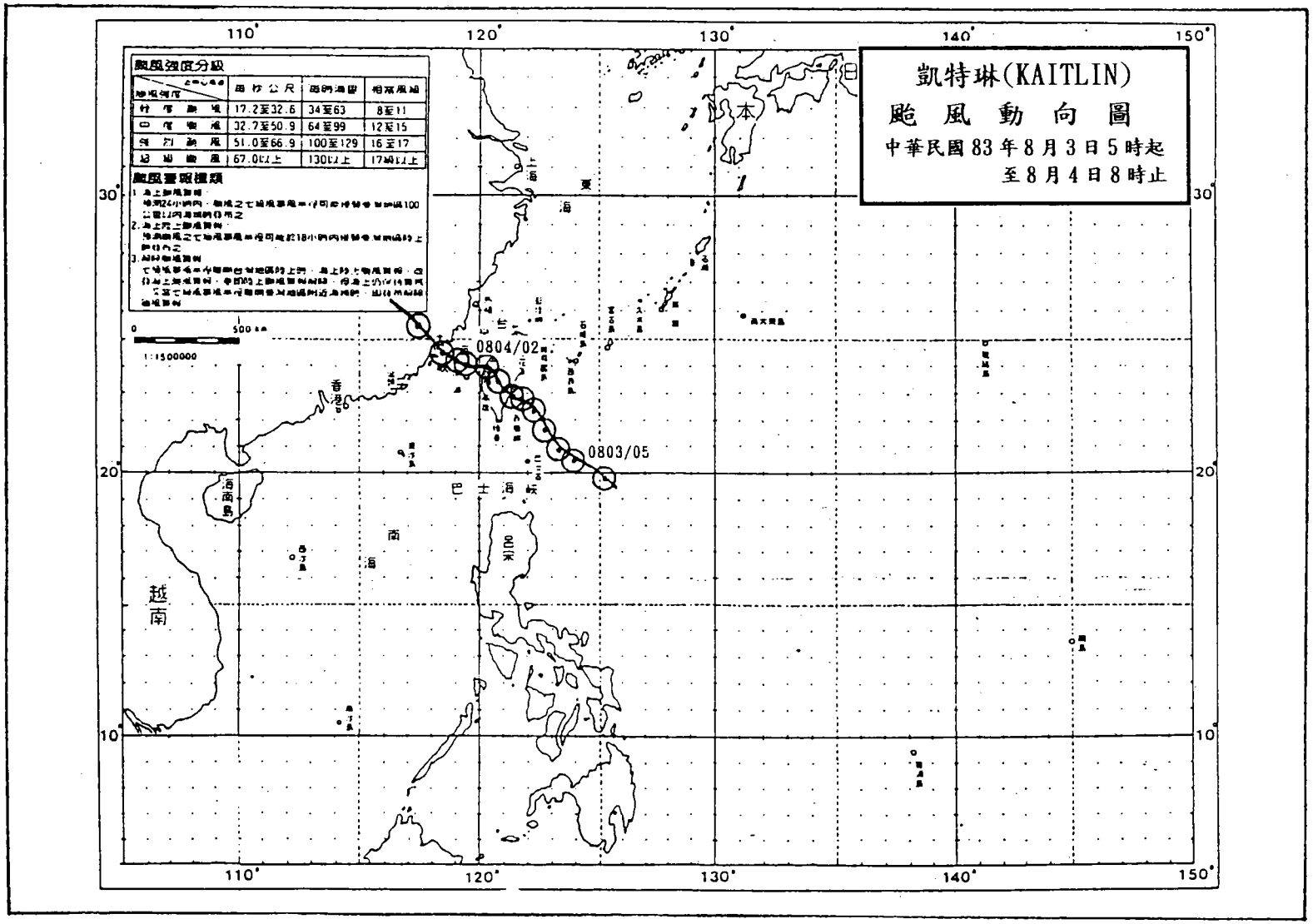


圖 3-5 1994 年凱特琳(KAITLIN)颱風之路徑圖

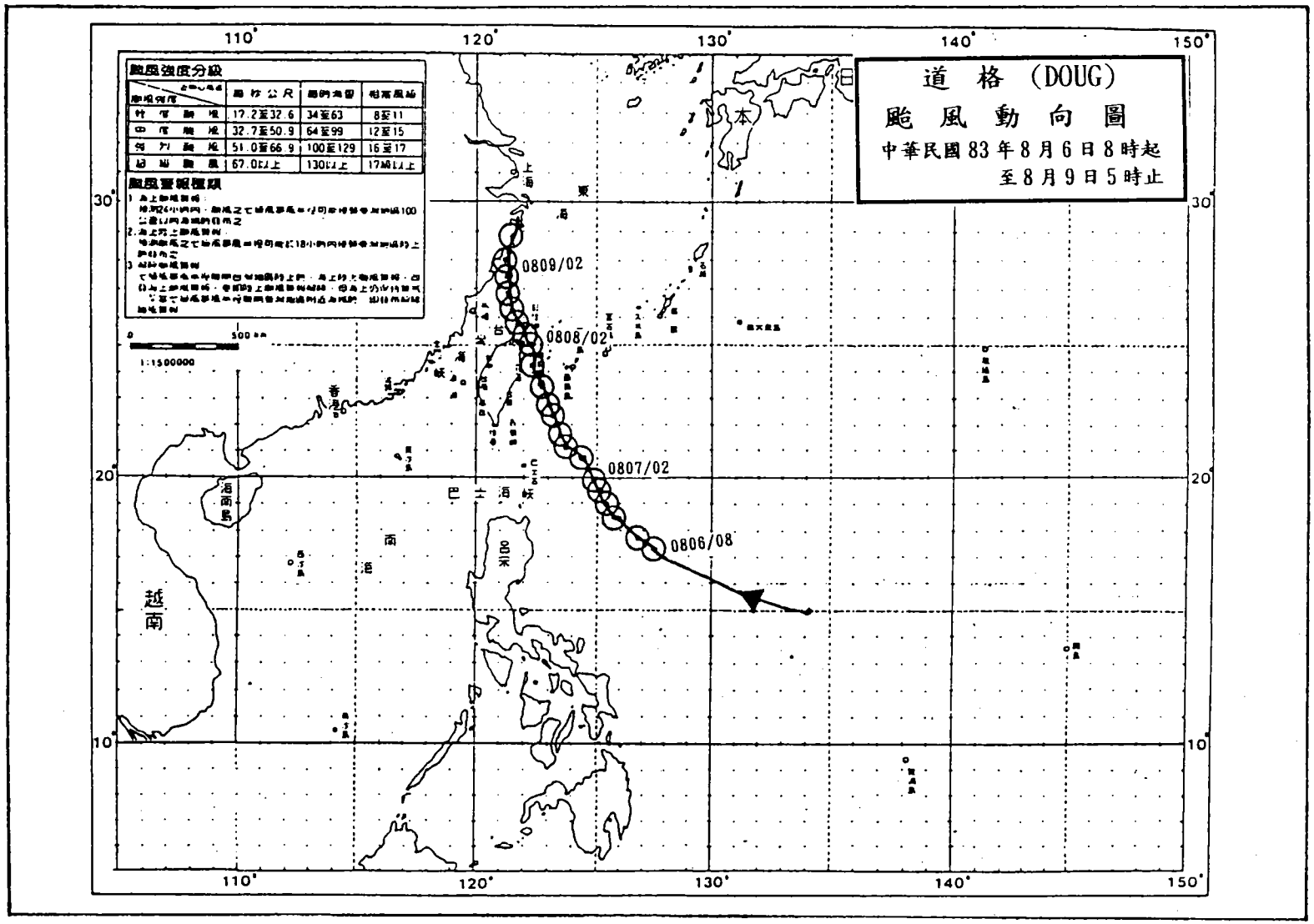


圖 3-6 1994 年道格(DOUG)颱風之路徑圖

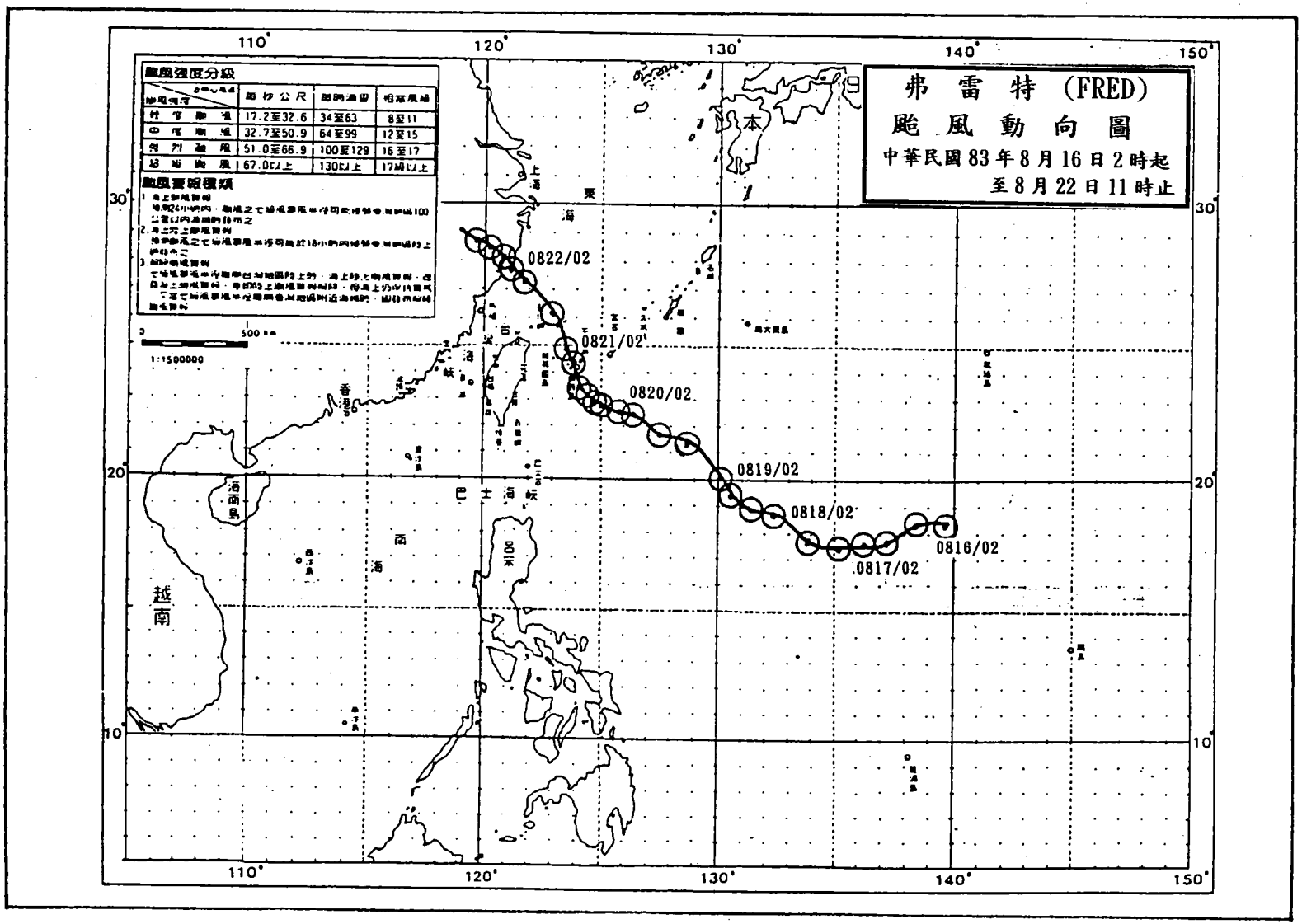


圖 3-7 1994 年弗雷特(FRED)颱風之路徑圖

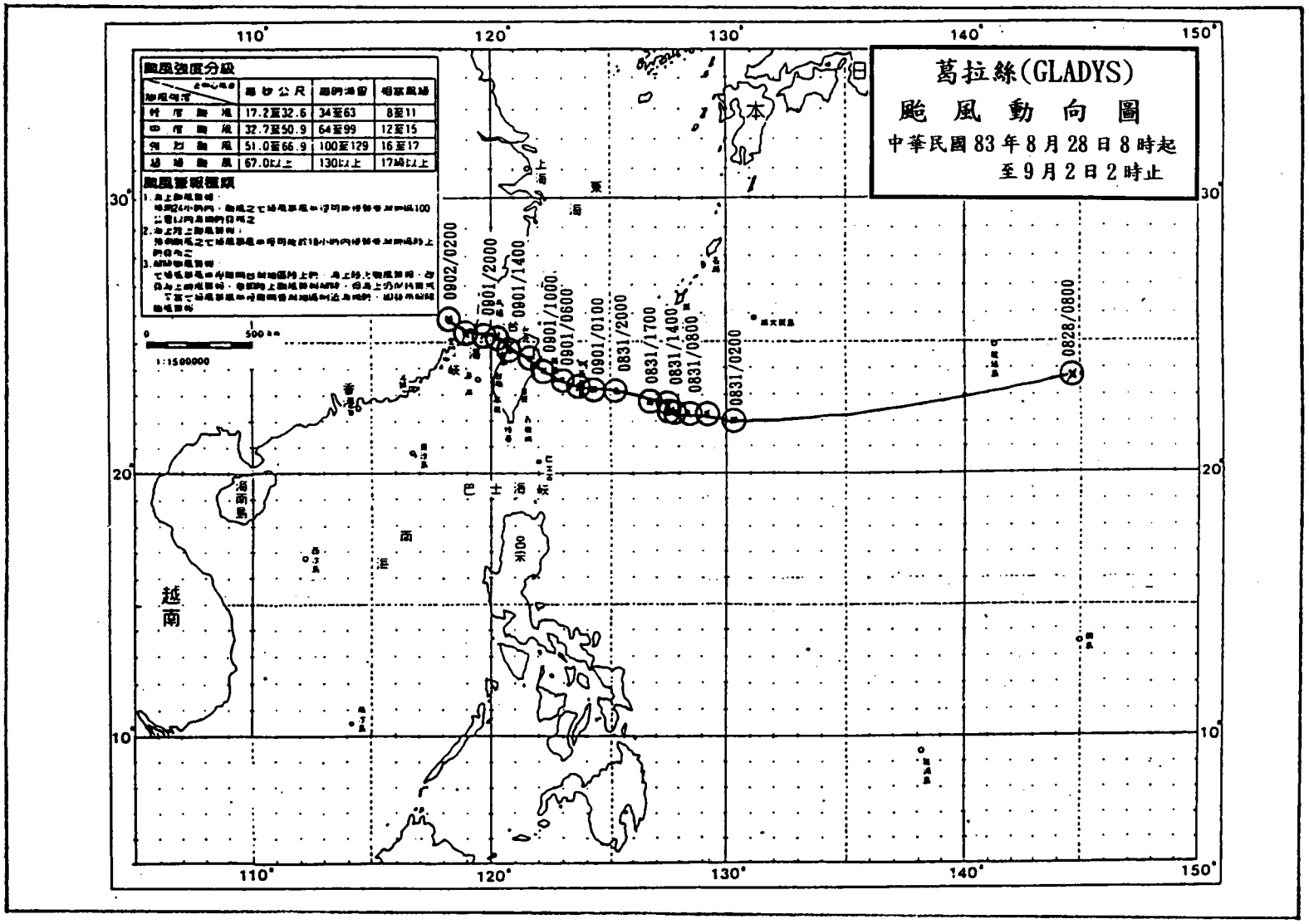


圖 3-8 1994 年葛拉絲(GLADYS)颱風之路徑圖

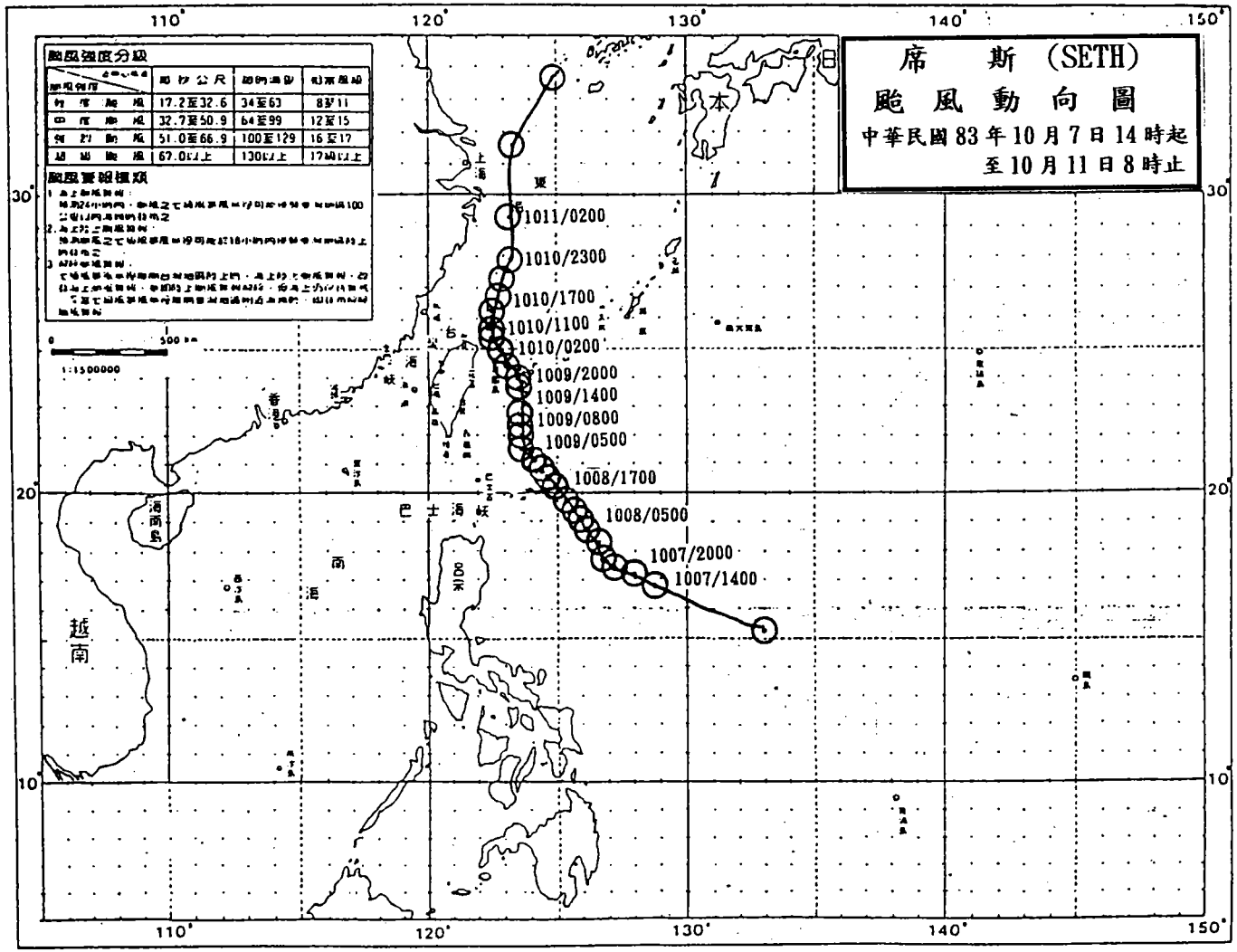


圖 3-9 1994 年席斯(SETH)颱風之路徑圖

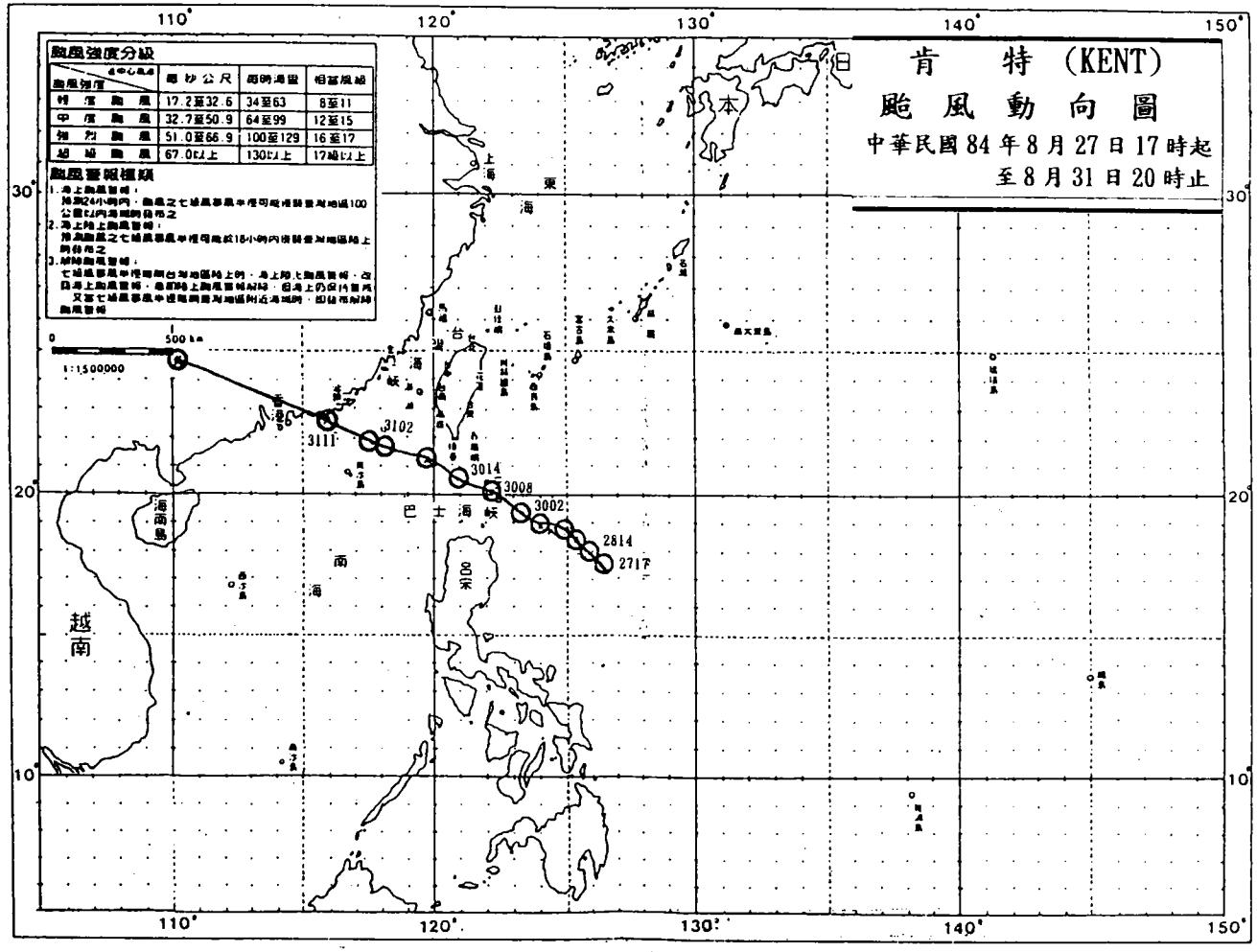


圖 3-10 1995 年肯特(KENT)颱風之路徑圖

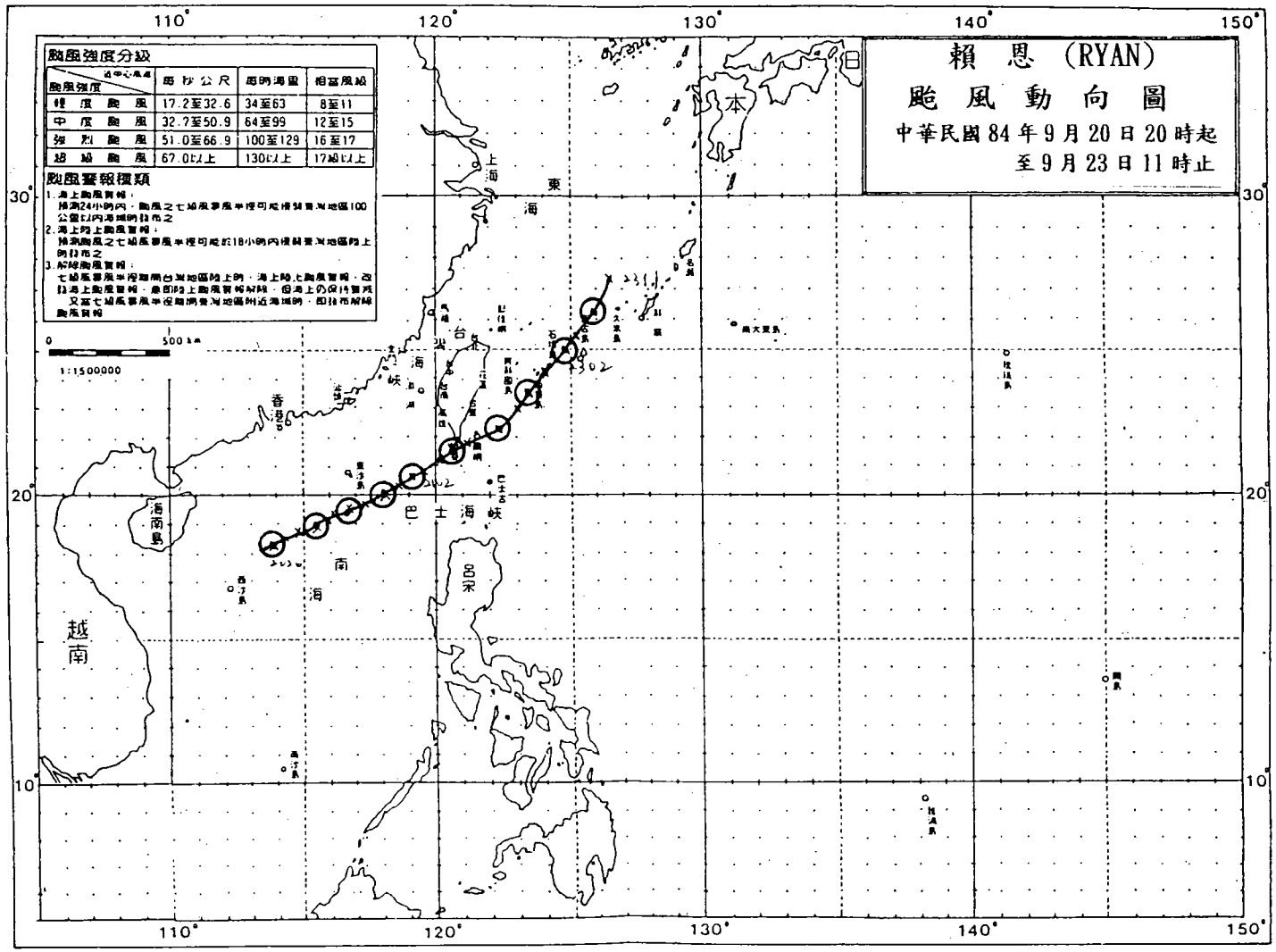


圖 3-11 1995 年賴恩(RYAN)颱風之路徑圖

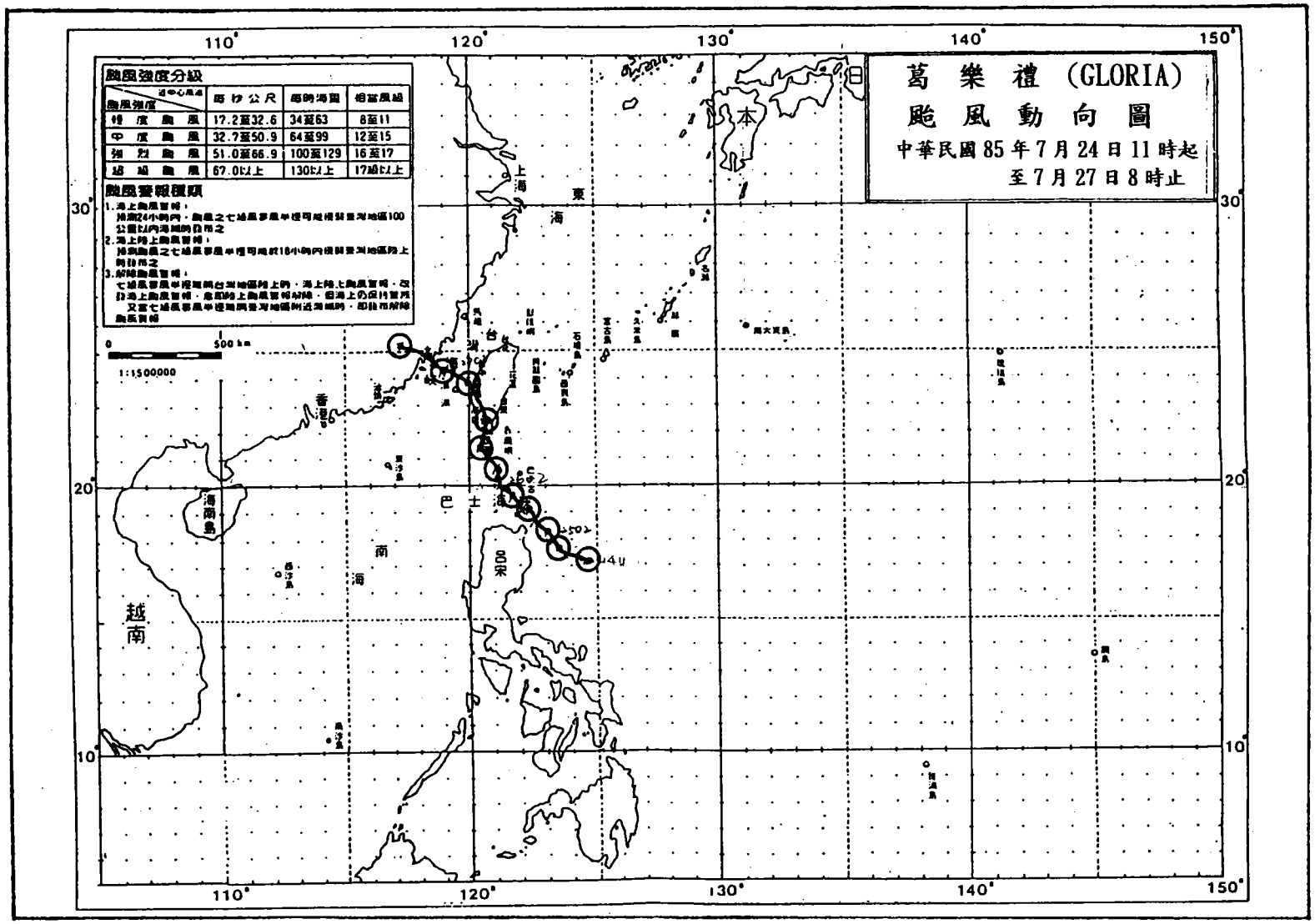


圖 3-12 1996 年葛樂禮(GLORIA)颱風之路徑圖

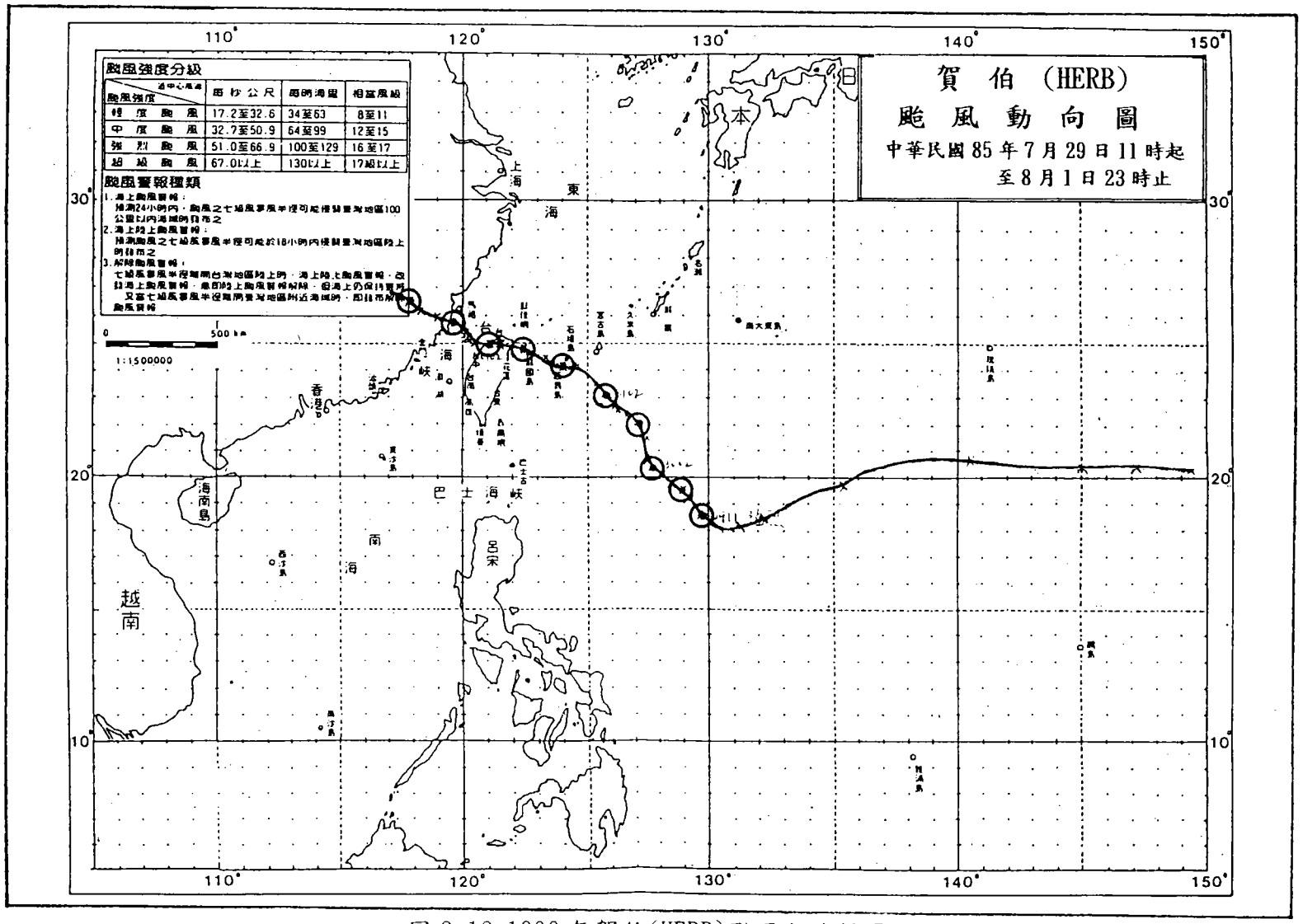


圖 3-13 1996 年賀伯(HERB)颱風之路徑圖

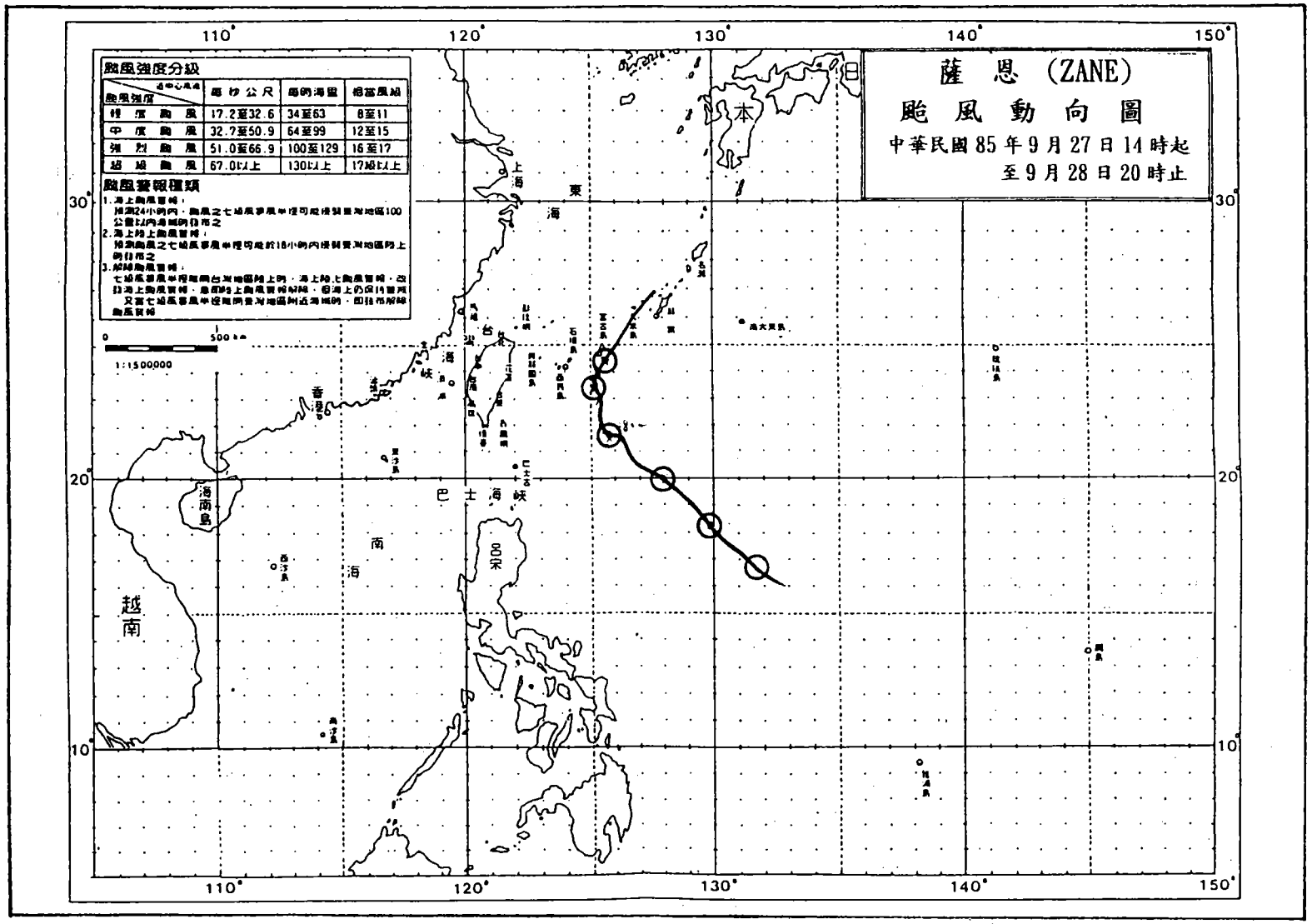


圖 3-14 1996 年薩思(ZANE)颱風之路徑圖

肆、海流基本資料分析與特性

一、資料處理

本計畫現場調查作業使用的海流儀為挪威AANDERAA公司出品的自記式RCM-7，將資料直接儲存在DSU記憶體內，取樣時隔為每10分鐘記錄一次。儀器收回後由DSU READER 2995經RS232傳入手提式電腦中，回本所後再進行過濾、初步檢查資料品質、修正謬誤數值、篩選不良記錄後經由整理分析再經由下列方式處理：

(1)初步資料分析

收回之磁帶記錄資料，經電腦讀取整理後，將統計分析結果送港務局參考。

(2)每次每測站之海流記錄需依日期、時間、流速、流向、溫度、E-N方向、沿岸方向、離岸方向分量等資料，每10分鐘記錄一次，以個人電腦(IBM PC)磁片儲存。

(3)流速流向、潮汐、風速、風向、波高、週期等資料以逐時之時間序列繪製成每月連續逐時時間序列圖，(如附錄A所示)。

(4)流速、流向以每小時平均值繪製時間序列柱狀圖及列表。

(5)流速、流向海流累進向量圖(PVD)(如附錄C所示)。

(6)每日流速資料之最大值、最小值及其相對應之流向、時間(如附錄L所示)。

(7)流速、流向玫瑰圖(如附錄E所示)。

(8)流速、流向極值圖(Scatter plot)(如附錄F所示)。

(9)比較分析不同測站之流況間關係。

(10)比較分析潮汐、風與每測站之流況與波浪間關係(如附錄I所示)。

二、海流基本資料分析

台中港港口附近的海流觀測站共有三處，分別是北防沙堤測站ST.1(北緯24° 19' 25"，東經120° 30' 44"，水深15公尺)；北防波堤堤頭站ST.2(北緯24° 18'，東經120° 28' 09"，水深25公尺)；南防波堤登輪區測站ST.4(北緯24° 17' 10"，東經120° 29'，水深11公尺)，資料涵蓋期間自1994年9月至1997年3月共31個月。以下就各站的流況特性作一分析說明。

1.北防沙堤測站(ST.1)

由本站的冬季流況玫瑰圖如圖4-1可發現流向大部分為西南向，此顯示在冬季東北季風吹襲下本站的海流向受風驅流或沿岸流影響，此外由流速分佈極值圖如圖4-2，同樣發現大部份的資料點落在負x與負y的第四象限(正x軸為E向，正y軸為N向)，此也表示流向大致為西南向。在觀測期間曾於83年10月9日測得本站最大流速可達87cm/sec。由累進向量圖圖4-3也可明顯看出主要流向為西南。

由本站的夏季流況玫瑰圖如圖4-4則發現流向分佈較冬季散亂，但主要是南南西與東北兩個方向。此顯示夏季由於風速較小，風驅流不強，使得本站夏季海流含潮流成份較明顯。另外由流速分佈極值圖如圖4-5也可發現相同情形，不過流速較冬季為小。

2.北防波堤堤頭測站(ST.2)

由冬季流玫瑰圖如圖4-6，可發現大部分的流向分別分佈在西南西及北北西方向，此與北防沙堤測站明顯不同，西南西向的流可能是受到北防波堤結構物的影響，而產生之強制裂流(沿岸流或風驅流受結構物影響而轉向外海之海流)，至於北北西向的流則可能是恒流與潮流所造成。由極值圖如圖4-7，也可發現資料點大部份落在正y軸與負x

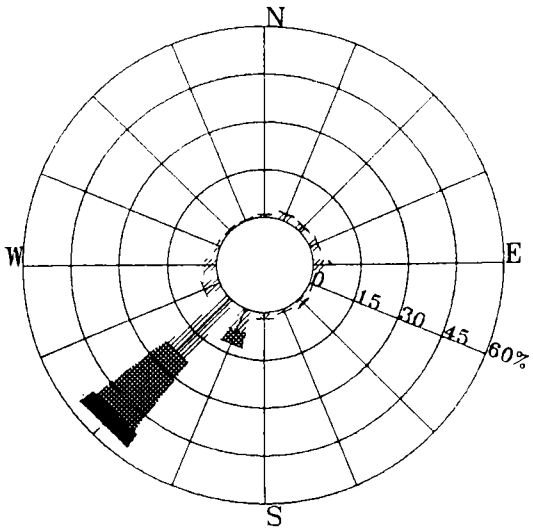
軸向上，此同樣表示流向大都分佈在西南西向及北北西向上，其中西南西向的流速較北北西向為大。觀測期間曾於85年2月2日測得本站最大流速可達100cm/sec。另外由累進向量圖如圖4-8也可發現流向大都不是西南西向就是北北西向，其中以西南西向的行進距離較北北西向為大，另外配合北堤測風站的風速資料發現當風速較大期間(鋒面來襲時)，流向為西南西，而當風速較小時則流向為北北西，此與前述西南西向的流為強制裂流，而北北西向的流為恒流與潮流的推論一致。

由本站的夏季流況玫瑰圖如圖4-9發現流向集中在北北西向，此與冬季的情況相較已無西南西的強制裂流，此仍因夏季風向較不穩定且風速較小，使得風驅流及沿岸流減弱之故。由極值圖如圖4-10也可發現資料點大部份落在正Y軸近，表示本站夏季海流為恒流與潮流所組成，其型態較冬季單純。

3.南防波堤登輪區測站(ST.4)

由冬季流況玫瑰圖如圖4-11，可發現大部分的流向分佈在北至東北向之間，其分佈的集中程度不似上述兩站，且主要流向與北防沙堤測站明顯相反，此顯示此站的海流受風的影響不大，也就是風驅流或沿岸流成份不高，主要還是恒流與潮流成份。另外由極值圖如圖4-12也可發現大部份資料點落在正x軸及正y軸向間，且分佈範圍為廣，不似北防沙堤測站的集中，且最大流速也較小僅70cm /sec左右。由累進向量圖如圖4-13也可看出本站海流大致流向東北，這與北防沙堤測站明顯不同。

而本站夏季的流況由玫瑰圖圖4-14及極值圖4-15可以發現大致與冬季相似，不過流向的分佈較冬季集中，而流速則較小。流場型態仍是以潮流及恒流為主。



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.08	.00	.00	.00
NNE	2.55	.00	.00	.00
NE	2.15	.00	.00	.00
ENE	2.96	.00	.00	.00
E	3.49	.00	.00	.00
ESE	1.34	.00	.00	.00
SE	2.15	.00	.00	.00
SSE	1.08	.00	.00	.00
S	2.28	.00	.00	.00
SSW	7.39	4.70	.13	.00
WS	23.66	27.69	5.24	.00
WSW	5.51	.00	.00	.00
W	4.03	.00	.00	.00
WNW	1.21	.00	.00	.00
NW	.81	.00	.00	.00
NNW	.54	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0　25.1 - 50.0

50.1 - 75.0　75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1994/12/01 - 1994/12/31

DATA NAME : 9412ST01.DIS

圖 4-1　北防沙堤測站(ST.1)冬季流況玫瑰圖

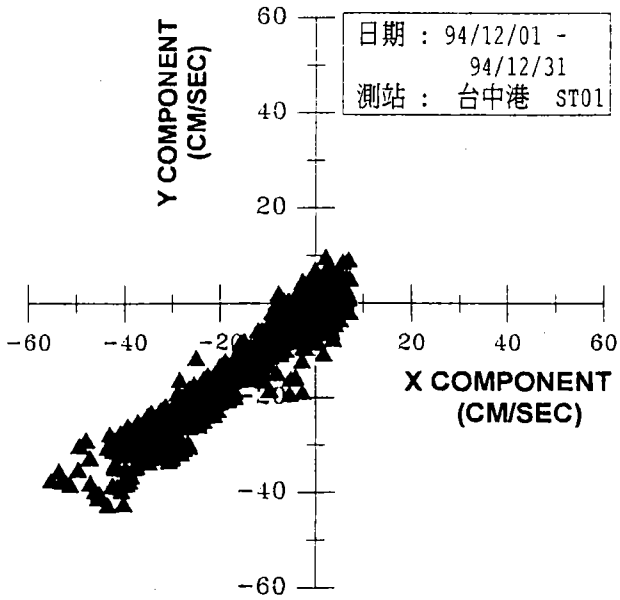


圖 4-2　北防沙堤測站(ST.1)冬季流速分佈極值圖

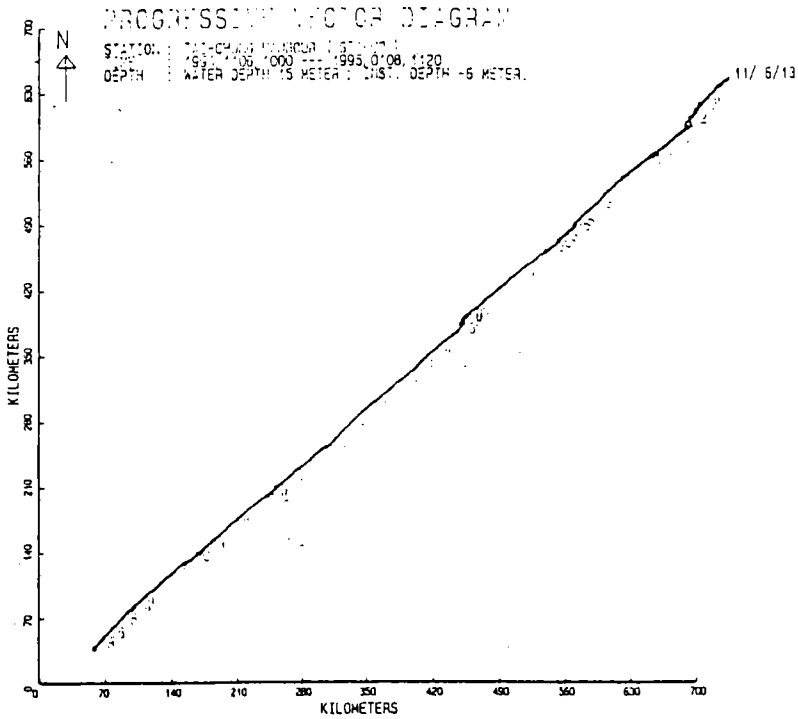
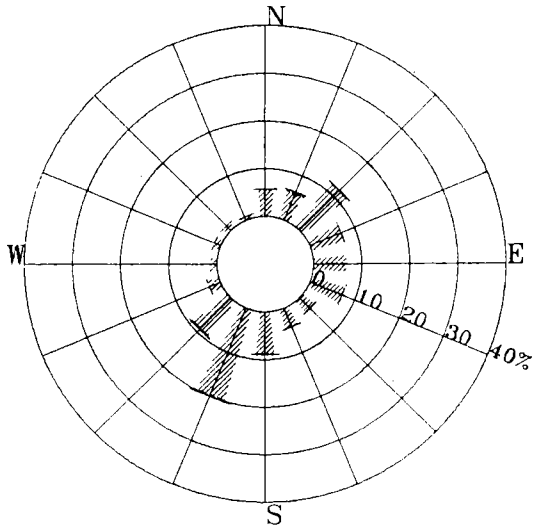


圖 4-3 北防沙堤測站(ST.1)冬季海流累進向量圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	5.83	.00	.00	.00
NNE	6.05	.43	.00	.00
NE	11.88	.00	.00	.00
ENE	7.13	.00	.00	.00
E	6.91	.00	.00	.00
ESE	7.34	.00	.00	.00
SE	3.24	.00	.00	.00
SSE	4.32	.00	.00	.00
S	8.86	.22	.00	.00
SSW	19.87	.43	.00	.00
WS	9.07	.43	.00	.00
WSW	2.59	.00	.00	.00
W	1.51	.00	.00	.00
WNW	1.51	.00	.00	.00
NW	1.51	.00	.00	.00
NNW	.86	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/08/12 - 1995/08/31

DATA NAME : 9508ST01.DIS

圖 4-4 北防沙堤測站(ST.1)夏季流況玫瑰圖

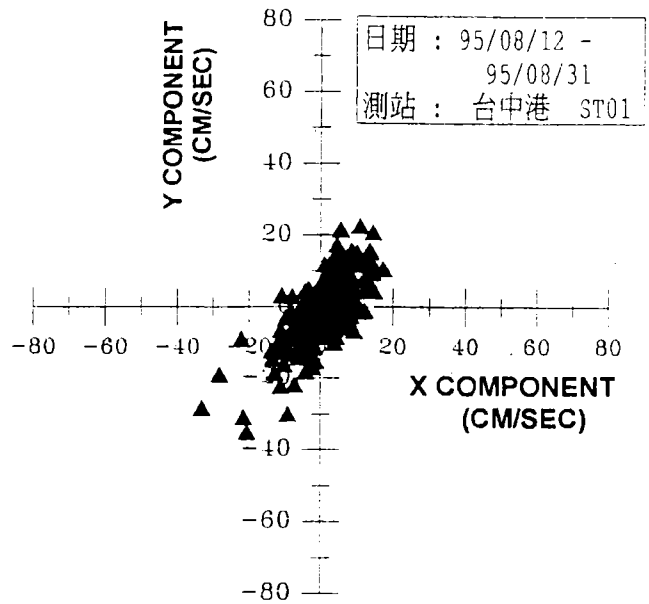
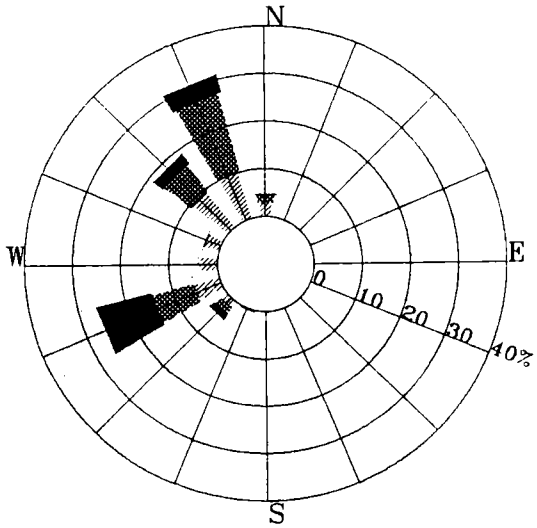


圖 4-5 北防沙堤測站(ST.1)夏季流速分佈極值圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.97	1.72	.16	.00
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.31
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.16	.16	.00	.00
WS	1.72	1.72	1.10	.16
WSW	5.63	8.76	11.89	3.13
W	4.23	.00	.00	2.66
WNW	3.29	.16	.00	.00
NW	9.39	6.89	2.66	.00
NNW	10.33	16.90	3.91	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/03/01 - 1995/03/18

DATA NAME : 9503ST02.DIS

圖 4-6 北防波堤堤頭測站(ST.2)冬季流況玫瑰圖

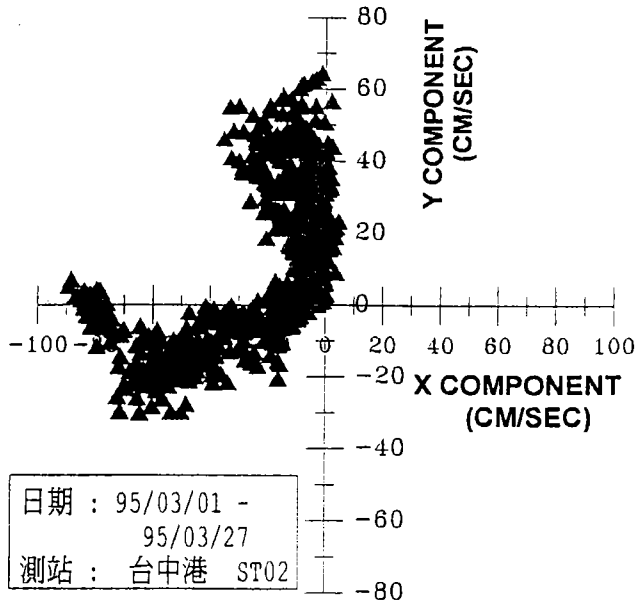


圖 4-7 北防波堤堤頭測站(ST.2)冬季流速分佈極值圖

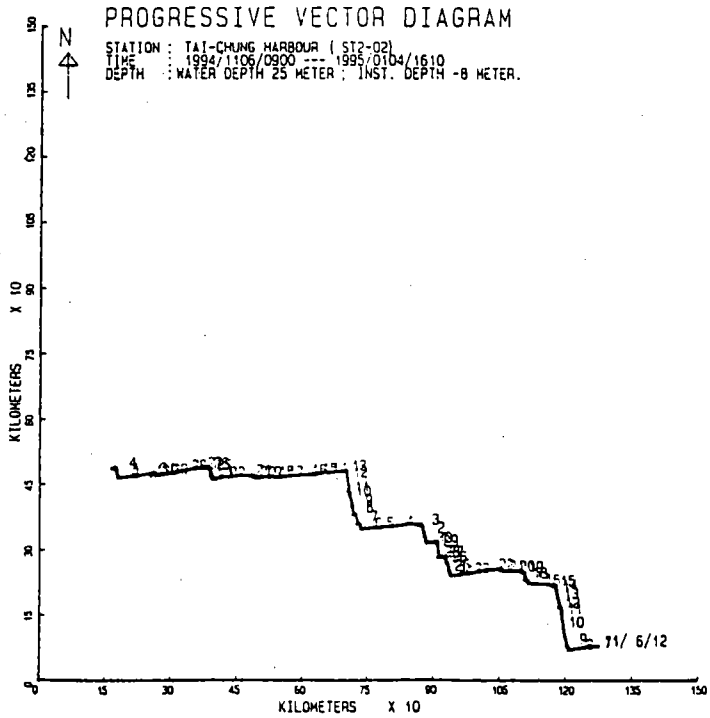
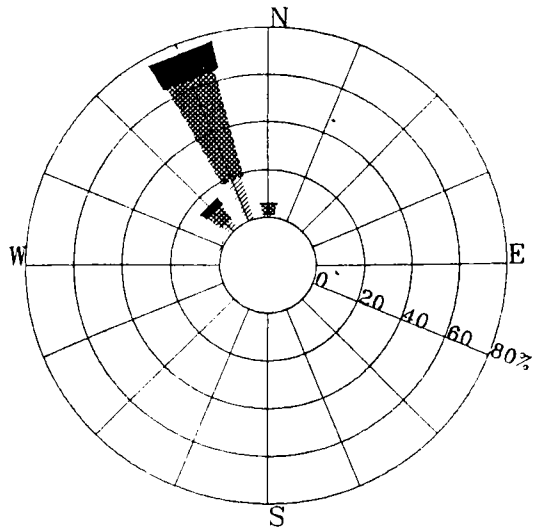


圖 4-8 北防波堤堤頭測站(ST.2)冬季海流累進向量圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.49	4.04	.85	.00
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.64	.00	.00	.00
WNW	1.06	.00	.00	.00
NW	4.47	7.23	3.40	.00
NNW	18.94	45.96	11.91	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/08/12 - 1995/08/31

DATA NAME : 9508ST02.DIS

圖 4-9 北防波堤堤頭測站(ST.2)夏季流況玫瑰圖

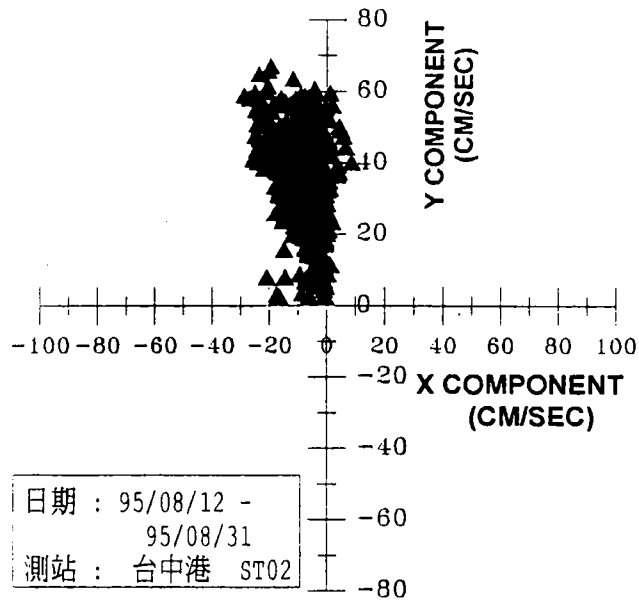
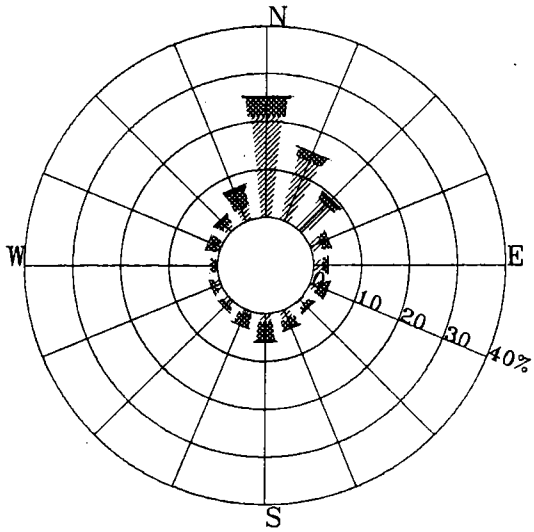


圖 4-10 北防波堤堤頭測站(ST.2)夏季流速分佈極值圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	21.24	3.90	.54	.00
NNE	13.71	1.88	.13	.00
NE	7.93.	1.21	.40	.00
ENE	2.55	1.61	.13	.00
E	2.15	.94	.13	.00
ESE	1.88	1.75	.40	.00
SE	1.48	.81	.54	.00
SSE	2.15	2.02	.13	.00
S	1.88	4.03	.27	.00
SSW	.94	2.69	.00	.00
WS	1.21	1.08	.00	.00
WSW	1.21	.94	.00	.00
W	.54	1.21	.00	.00
WNW	.81	2.15	.13	.00
NW	1.48	1.48	.67	.00
NNW	2.96	3.63	1.08	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1994/12/01 - 1994/12/31

DATA NAME : 9412ST04.DIS

圖 4-11 南防波堤登輪區(ST.4)冬季流況玫瑰圖

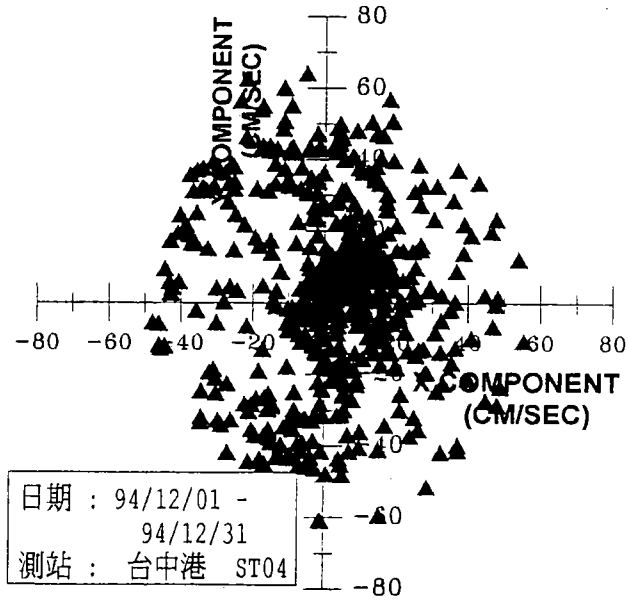


圖 4-12 南防波堤登輪區(ST.4)冬季流速分佈極值圖

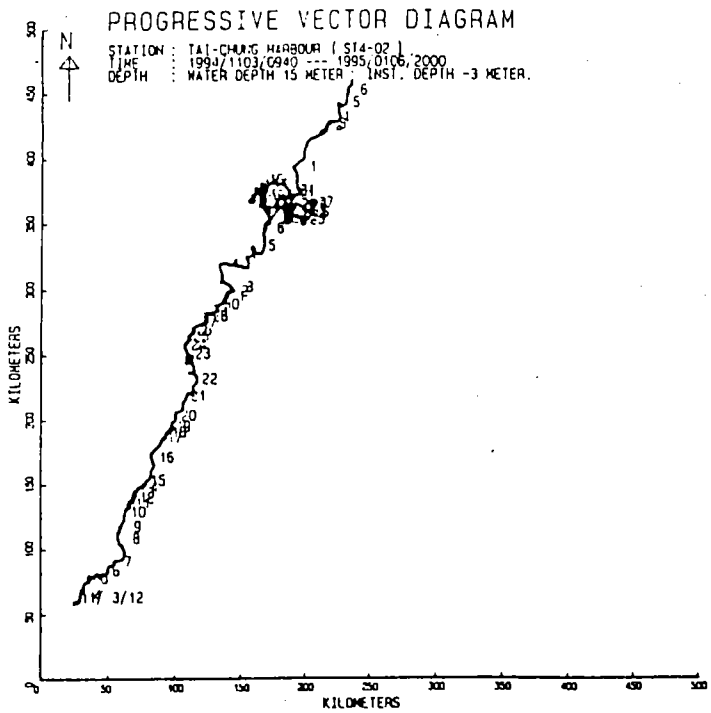
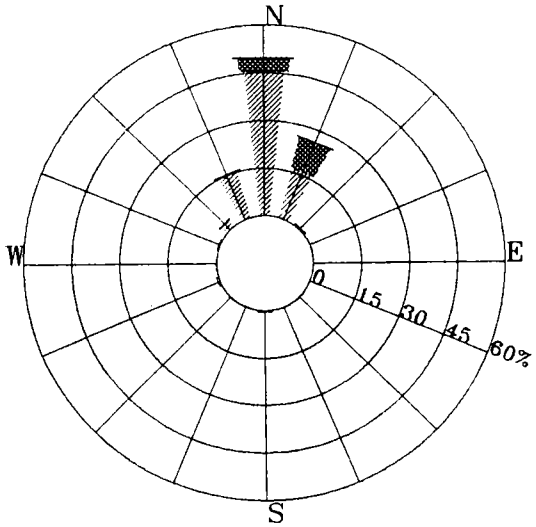


圖 4-13 南防波堤登輪區(ST.4)冬季海流累進向量圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	45.86	4.46	.00	.00
NNE	16.35	10.19	.00	.00
NE	.64	.00	.00	.00
ENE	.21	.00	.00	.00
E	.21	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.21	.00	.00	.00
SSE	.21	.00	.00	.00
S	.64	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.21	.00	.00	.00
WSW	.85	.00	.00	.00
W	.64	.00	.00	.00
WNW	.64	.00	.00	.00
NW	2.97	.00	.00	.00
NNW	15.71	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/08/12 - 1995/08/31

DATA NAME : 9508ST04.DIS

圖 4-14 南防波堤登輪區(ST.4)夏季流況玫瑰圖

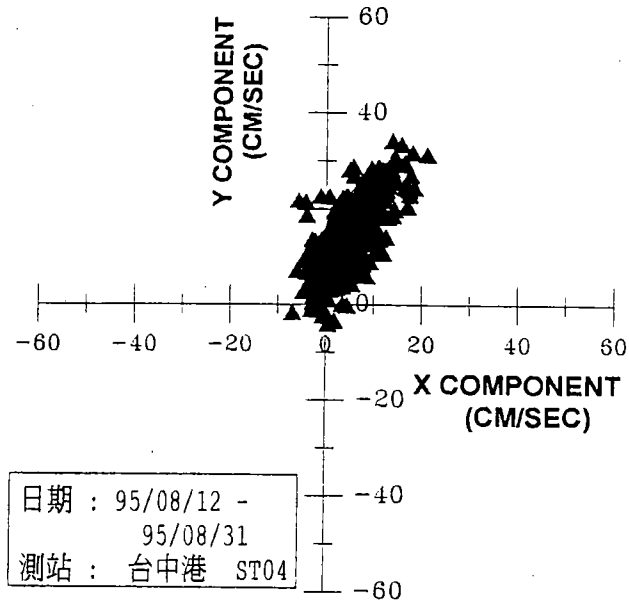


圖 4-15 南防波堤登輪區(ST.4)夏季流速分佈極值圖

伍、潮汐基本資料分析與特性

一、潮汐基本資料分析

潮位站(ST.8)安裝於台中港四號碼頭與蓄木池橋間如圖2-1所示，附錄A分別為1994年9月至1997年3月於潮位站測得之典型逐時潮位變化圖，Y軸代表水位，單位公尺；0公尺為平均最低低潮面。潮位變動範圍約在0至5公尺之間，民國83年1月至86年3月間平均潮差為343cm，最大潮差為535cm，平均潮位為277.3cm，台中港潮汐主要成份為半日潮與全日潮，而半日潮能量較全日潮能量為大。如表N-1至表N-38。圖G-1至圖G-23為潮位能譜分析結果，由資料中可看出能譜的相對尖鋒分別出現在頻率0.0391CPH(週期25.58小時)及0.0781CPH(週期12.80小時)，亦即台中港的潮汐主要由全日潮及半日潮組成的複合潮，但半日潮的成份大於全日潮。圖G-24為民國83年9月至86年3月之所有潮位之資料總和，可看出能譜的相對尖峰分別出現於14.3678日、24.096時及12.41小時。

根據以往台中港所測得之潮位資料，各項潮位基準統計分析結果如下：

最高高潮位	H.H.W.L	=	5.86m(60.9.23)
平均高潮位	M.H.W.L	=	4.42m
平均潮位	M.W.L	=	2.65m
平均低潮位	M.L.W.L	=	0.88 m
最低低潮位	L.L.W.L	=	0.55 M(76.1.2)
平均潮差	AVE.RANGE	=	3.54m

二、賀伯颱風暴潮初步分析

為分析因颱風引起的暴潮水位，本次收集了賀伯颱風期間氣象局、水利局及本所各地潮位站水文資料做相關的暴潮分析。

賀伯颱風侵台期間自7月30日至8月2日止，相當於農曆6月15日至17日，為天文大潮期，潮差較大。我們比較過去的觀測水位記錄，以調和分析法對賀伯颱風侵台期間做天文潮預測，再與當時的觀測水位記錄相減，而得到預估的暴潮偏差值。圖5-1中—— 代表當時的觀測水位記錄，……代表天文潮預測水， ---------線則代表估算的暴潮偏差。由圖中可明顯看出各測站暴潮偏差趨勢與天文潮預測誤差並不太大。

最大暴潮偏差發生在鹽寮，7月31日21時為188公分，其次為蘇澳的99公分。這二處都位於颱風登陸點附近，基隆地區最大暴潮偏差為85公分，此三個地方最大暴潮偏差發生時間都與颱風登陸時間相當一致。較大暴潮偏差持續至8月1日4時，此時颱風中心由新竹近出海。西部則由北到南分別為(1)淡水最大暴潮偏差發生於7月31日22時為95公分(2)竹圍最大暴潮偏差為90公分，較大的暴潮偏差持續至8月1日4時(3)新竹最大暴潮偏差發生時間則後至8月1日1時，為73公分(4)東石則因地形的關係暴潮偏差持續最久。基隆、新竹等各測站在8月2日均存有另一相對的水位高值時段，可能與集水區排水有關。

本所自民國70年2月1日成立之初，即接收台中港務局設置在台中港南內堤之史蒂芬式A-71型自記式浮筒水位計，此種儀器是機械記錄使用已久，經常發生時間及潮位的誤差加以台中火力發電廠峻工後將臨時便道取消,因此經台中港務局同意自1990年11月移至4號碼頭貯木池旁安裝另一部壓力式感應自動傳輸之潮汐儀，所有資料藉由無線電傳輸到本所，不必費人力到觀測站擷取資料，無論在時效上或功能上皆較快速且精確，同時資料之傳輸及換算、製表皆用個人電腦作業可節省人力，且有及時監測系統

功用。但此系統須由外面的氮氣壓力與水位造成的壓力平衡後才由儀器量測後換算為水位高度，台中港之潮差變化較大，使用之氮氣量相對的亦大，因此只好將氮氣量最大調整到水位在550公分~560公分之間，以致賀伯颱風形成之暴潮如果超過560公分以上就無法準確量測到。因此本文再次收集了賀伯颱風期間水利局觀測之測站--芳苑、王功、溫港、將軍四個測站及本所台中港四號碼頭之水文資料如表5-1所示(1)芳苑最大暴潮偏差約109公分，發生時間在8月1日0時10分(2)王功最大暴潮偏差約85公分，發生時間在8月1日0時(3)塭港最大暴潮偏差約57公分，發生時間在8月1日0時(4)將軍最大暴潮偏差約33公分發生時間在8月1日0時50分。台中港區從7月31日到8月1日清晨止雨量近乎200公厘，且風力由N向轉NNW向，8月1日10時後再轉W、SW向，推測其暴潮偏差大約在100公分~150公分間，發生時間在8月1日1時前後。

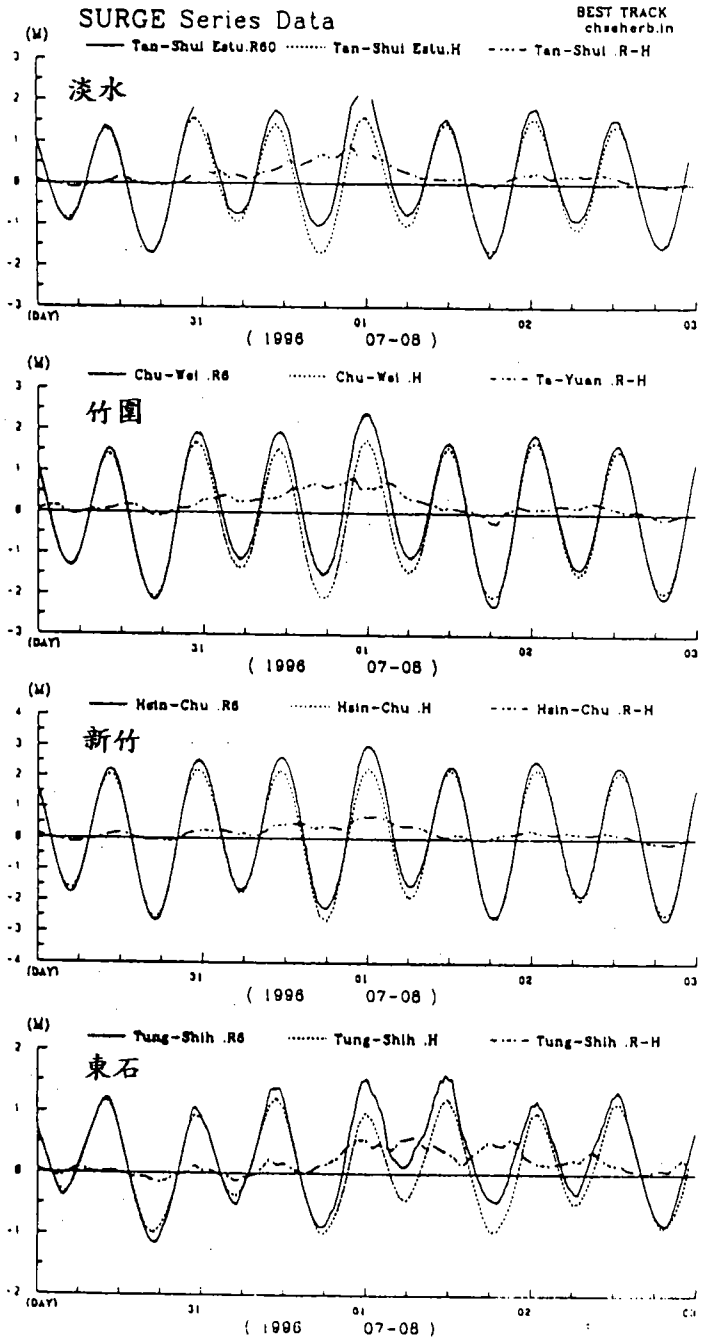


圖5-1 賀伯颱風期間台灣各測站暴潮偏差圖
（資料來源：中央氣象局）

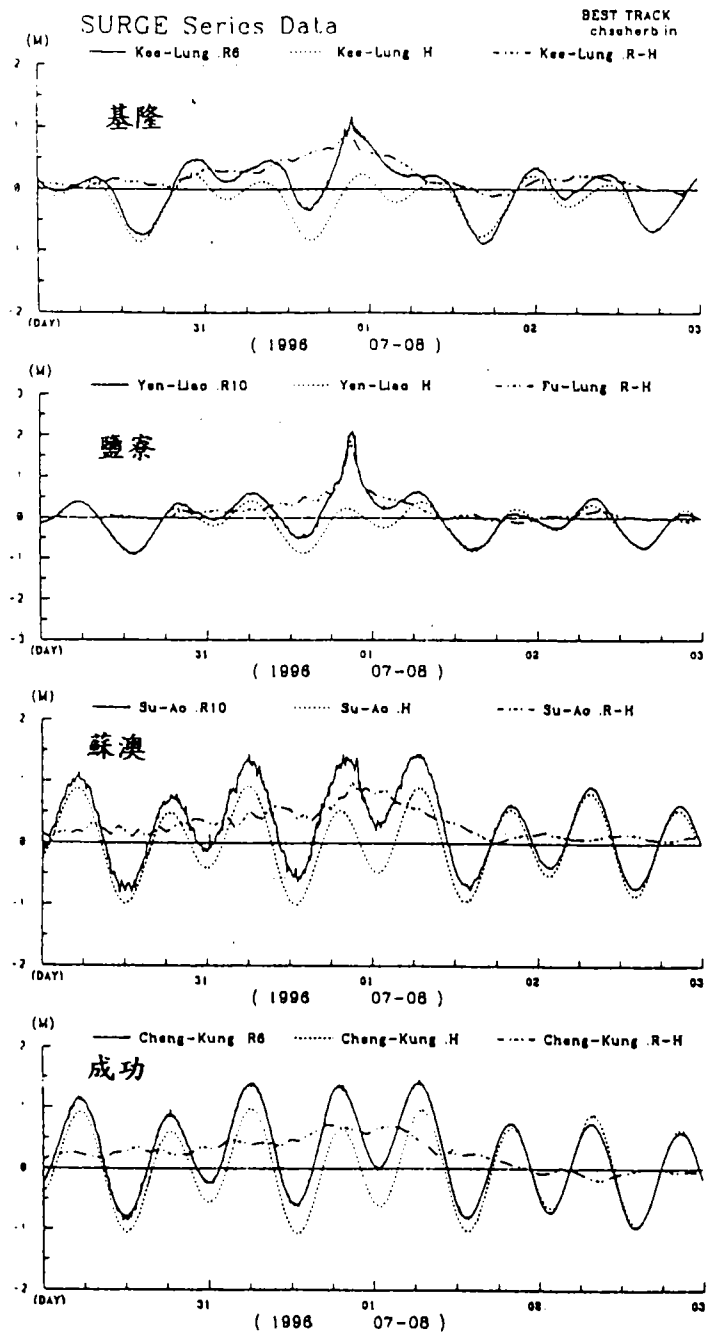


圖5-1(續) 賀伯颱風期間台灣各測站暴潮偏差圖
(資料來源：中央氣象局)

地點	項目	發生時間	潮高
台中	最高潮位	7月31日12時10分	5.43
	最低潮位	7月2日18時10分	-0.08
	暴潮位	7月31日6時30分	
	平均高潮位		4.83
	平均低潮位		1.00
	最大潮差		5.29
	平均潮差		3.83
地點	項目	發生時間	潮高
芳苑	最高潮位	7月31日11時10分	3.20
	最低潮位		
	暴潮位	7月31日11時10分	3.20
	平均高潮位		2.21
	平均低潮位		
	最大潮差		
	平均潮差		
地點	項目	發生時間	潮高
王功	最高潮位	7月31日11時20分	3.55
	最低潮位	7月14日16時45分	-1.60
	暴潮位	7月31日11時20分	3.55
	平均高潮位		2.50
	平均低潮位		-1.24
	最大潮差		5.15
	平均潮差		3.74
地點	項目	發生時間	潮高
塭港	最高潮位	7月31日11時15分	2.25
	最低潮位	7月30日16時30分	-0.56
	暴潮位	7月31日0時15分	2.25
	平均高潮位		1.70
	平均低潮位		0.10
	最大潮差		2.81
	平均潮差		1.60
地點	項目	發生時間	潮高
將軍	最高潮位	7月31日11時30分	1.60
	最低潮位	7月1日17時0分	-0.65
	暴潮位	7月31日11時30分	1.60
	平均高潮位		0.99
	平均低潮位		-0.10
	最大潮差		2.25
	平均潮差		1.09

地點	項目	發生時間	潮高
台中	最高潮位	8月2日13時20分	5.52
	最低潮位	8月1日18時40分	0.03
	暴潮位		
	平均高潮位		4.83
	平均低潮位		0.88
	最大潮差		5.44
	平均潮差		3.95
地點	項目	發生時間	潮高
芳苑	最高潮位	8月1日0時10分	3.68
	最低潮位		
	暴潮位	8月1日0時10分	3.68
	平均高潮位		2.12
	平均低潮位		
	最大潮差		
	平均潮差		
地點	項目	發生時間	潮高
王功	最高潮位	8月1日0時0分	3.70
	最低潮位	8月12日16時15分	-1.45
	暴潮位	8月1日0時0分	3.70
	平均高潮位		2.45
	平均低潮位		-1.05
	最大潮差		5.15
	平均潮差		3.50
地點	項目	發生時間	潮高
塭港	最高潮位	8月1日0時0分	2.45
	最低潮位	8月27日15時30分	-0.46
	暴潮位	8月1日0時0分	2.45
	平均高潮位		1.66
	平均低潮位		-0.01
	最大潮差		2.91
	平均潮差		1.67
地點	項目	發生時間	潮高
將軍	最高潮位	8月1日0時50分	1.55
	最低潮位	8月14日17時15分	-0.60
	暴潮位	8月1日0時50分	1.55
	平均高潮位		0.97
	平均低潮位		-0.12
	最大潮差		2.15
	平均潮差		1.09

陸、風速風向基本資料分析與特性

本計畫執行期間於台中港北堤觀測站，及北防波堤堤頭燈塔測站進行風速風向觀測，此外另蒐集台中港港務大樓中央氣象局的風資料，其調查與蒐集情形詳見第貳章說明，各測站之各月份風速風向統計報表參考附錄0。

觀測期間共有八十二次強弱不同的東北季風出現，其中有三十五次強勁東北季風在本計畫工作期間冷鋒過境，其日期如下表。

表 6-1　冷 鋒 過 境 日 期

編號	起迄時間	說　　明
1	83.10.06～83.10.06-07	東北季風，8日席斯颱風外圍雙重影響
2	83.10.18～83.10.19	東北季風
3	83.10.20～83.10.23	東北季風增強與泰瑞沙颱風外圍影響
4	83.10.23～83.10.26	弗恩颱風增強東北季風
5	83.11.15～83.11.20	微弱東北季風
6	83.12.02～83.12.03	東北季風
7	83.12.12～83.12.13	東北季風
8	83.12.16～83.12.19	東北季風
9	83.12.20～83.10.21	東北季風
1	83.12.26～83.12.27	東北季風
11	84.01.03～84.01.06	冷鋒，較強勁東北季風
12	84.01.10～84.01.14	冷鋒，較強勁東北季風

13	84.01.15～84.01.15	東北季風
14	84.01.23～84.01.25	冷鋒，東北季風
15	84.01.30～84.02.02	冷鋒，較強勁東北季風
16	84.01.30～84.02.02	冷鋒，較強勁東北季風
17	84.02.08～84.02.12	東北季風
18	84.02.14～84.02.17	冷鋒，較強勁東北季風
19	84.02.20～84.02.22	東北季風
20	84.02.25～84.02.27	東北季風
21	84.03.01～84.02.03	冷鋒，東北季風
22	84.03.04～84.03.05	冷鋒，較強勁東北季風
23	84.03.10～84.03.13	冷鋒，較強勁東北季風
24	84.03.16～84.03.18	冷鋒，東北季風
25	84.03.25～84.03.26	冷鋒，較強勁東北季風
26	84.04.01～84.04.07	東北季風
27	84.09.11～84.09.15	微弱東北季風
28	84.09.21～84.09.22	賴恩颱風，增強東北季風
29	84.10.05～84.10.11	東北季風
30	84.11.03～84.11.04	東北季風及安琪拉颱風外圍影響
31	84.11.07～84.11.08	東北季風
32	84.11.14～84.11.16	東北季風
33	84.11.19～84.11.22	東北季風

34	84.11.24～84.11.25	冷鋒，強勁東北季風
35	84.12.03～84.12.09	強勁東北季風
36	84.12.12～84.12.16	東北季風
37	84.12.17～84.12.19	東北季風
38	84.12.20～84.12.22	東北季風
39	84.12.24～84.12.27	強勁東北季風
40	84.12.29～85.01.01	冷鋒，強勁東北季風
41	85.01.08～85.01.11	冷鋒，強勁東北季風
42	85.01.12～85.01.14	微弱東北季風
43	85.01.18～85.01.22	強勁東北季風
44	85.01.26～85.01.30	強勁東北季風
45	85.02.01～85.02.03	冷鋒南下，強勁東北季風
46	85.02.05～85.02.065	冷鋒南下，強勁東北季風
47	85.02.09～85.02.10	冷鋒南下，強勁東北季風
48	85.02.17～85.02.20	冷鋒南下，強勁東北季風
49	85.02.18～85.02.18-22	冷鋒，強勁東北季風
50	85.03.01～85.03.02	冷鋒，強勁東北季風
51	85.03.08～85.03.11	冷鋒，強勁東北季風
52	85.03.17～85.03.20	微弱東北季風
53	85.04.02～85.04.04	微弱東北季風
54	85.04.06～85.04.12	冷鋒，較強勁東北季風

55	85.04.19～85.04.20	
56	85.07.27～85.07.28	西南氣流
57	85.08.14～85.08.16	西南氣流
58	85.09.01～85.09.05	微弱東北季風
59	85.09.27～85.09.29	東北季風及薩恩颱風外圍環流雙重影響
60	85.10.09～85.10.11	冷鋒，東北季風
61	85.10.12～85.10.13	東北季風及熱帶性低氣壓外圍雙重響
62	85.10.19～85.10.26	冷鋒，較強勁東北季風
63	85.11.02～85.11.08	冷鋒，較強勁東北季風
64	85.11.09～85.11.12	東北季風及爾尼颱風外圍環雙重影響
65	85.11.14～85.11.19	冷鋒，較強勁東北季風
66	85.11.21～85.11.27	冷鋒，較強勁東北季風
67	85.12.01～85.12.03	強烈冷鋒，強勁東北季風
68	85.12.05～85.12.07	強烈冷鋒，強勁東北季風
69	85.12.09～85.12.10	微弱東北季風
70	85.12.17～85.12.19	冷鋒，較強勁東北季風
71	85.12.22～85.12.27	東北季風
72	86.01.01～86.01.13	強烈冷鋒，及強勁東北季風
73	86.01.15～86.01.16	微弱東北季風
74	86.01.18～86.01.20	微弱東北季風
75	86.01.23～86.01.28	強烈冷鋒，強勁東北季風

76	86.02.01～86.02.06	強烈冷鋒，強勁東北季風
77	86.02.10～86.02.13	冷鋒，較強勁東北季風
78	86.02.16～86.02.18	冷鋒，較強勁東北季風
79	86.02.19～86.02.23	微弱東北季風
80	86.03.01～86.03.06	微弱東北季風
81	86.03.09～86.03.13	微弱東北季風
82	86.03.28～86.03.31	微弱東北季風

一、台中港北堤觀測站(ST.7)

冬季月份之風玫瑰圖以1996年2月份為例如圖6-1，顯示風向主要集中在東北方向，大約佔60%，風速超過15m/sec者約佔12%，呈現典型的冬季東北季風型態。夏季月份之風玫瑰圖以1995年7月份為如圖6-2，圖中顯示風向集中在南及南南西方向大約佔50%，風速超過10m/sec者約佔5%，是屬夏季西南季風型態。此外由於夏季季節、動量傳遞作用明顯常使台中港風速出現日變化。空氣受到太陽輻射作用而使動量傳遞增強，所以台中港的風速常於午後增大，傍晚開始減弱，而於午夜至翌日清晨風速最小如圖6-3所示。各月份之風玫瑰圖參考附錄H。

二、北防波堤堤頭燈塔測站

冬季月份之玫瑰圖以1996年12月份為例如圖6-4，顯示風向主要集中在北及北北東方向大約佔87%，風速超過15m/sec者約占25%，是屬典型的冬季東北季風型態，與北堤觀測站相較風向分佈相似，但風速有偏大趨勢各月份之風玫瑰圖參考錄H。夏季月份資料，由於

測站多次遭受破壞，因此未能順利取得，不過目前得到財政部關稅總局的同意已將風速儀安裝於較安全之堤頭白燈塔上，預計今年（1997年）的後續工作中應可成功獲得夏季資料。

三、港務大樓氣象局測站

冬季月份之風玫瑰以1996年12月份為例圖6-5，顯示風向主要分佈在北北東及北方向。其中又以北北東佔大部份約56%，風速超過15m/sec者約佔0.28%。同樣是冬季東北季風型態，不過風速與北堤堤頭或北堤防風林相較有偏小趨勢。

夏季月份之風玫瑰圖以1996年7月份為例如圖6-6，顯示風向分佈很散亂，其中以東南風向分佈較高約20%。風速與冬季相較小很多，風速小於5m/sec者佔76%，不過較大風速時的風向大致分佈在西至南方向上。另外要說明的是圖中在北、北北西及西北方向上風速超過15m/sec的百分比較其他夏季月份（1996年8月除外）有明顯增大，其原因是該年7月底至8月初賀伯颱風侵襲台灣所造成的。本測站各月份之風玫瑰圖參考附錄H。

四、各測站間之比較

本所除了北堤觀測站的風力長期觀測外，在本計畫中於北防波堤堤頭（延長850公尺後）也設立風力長期觀測站，因為北堤觀測站位於台中港北側淤沙區的東側(防風林的西側)，歷年來該淤沙區持續淤積，再加上港務局的整治，使得該站離海岸愈來愈遠，同時長期以來部份專家認為該站受防風林影響，其風速資料可能較實際海面上風速為小，因此台中港務局在本計畫中要求在較能代表實際海面風速的北防波堤堤頭設立風力觀測。此外中央氣象局在港務大樓頂樓也設立長期風力觀測站，然而此站由於離海岸較遠，且受地形、地物的影響，其風速可能較北堤觀測站為小，為了確實瞭解此

三站間的風速、風向變化相關情形，將蒐集到的三站風資料進行比較分析。

由北堤防風林測站與港務大樓1995年12月的風速、風向逐時變化如圖6-7，所示，北堤的風速較港務大樓稍大，但其風速的變化趨勢兩站相當一致，而風向的變化由於屬冬季月份，因此變化不大，不過北堤防風林測站風向分佈大部份為東北及北北東，但港務大樓則大部份為北及北北東兩者稍有不同。

北堤堤頭燈塔測站與港務大樓以1996年12月的風速、風向逐時變化如圖6-8所示，發現堤頭的風速較港務大樓大很多。而風速的變化趨勢兩站是相當一致，風向的變化趨勢也是一樣，不過北堤堤頭風向大部份分佈在東北及北北東之間，而港務大樓測站則分佈在北及北北東之間。由以上說明大略瞭解三站中風速以北堤堤頭測站最大，北堤防風林測站次之，而港務大樓測站最小，但風速變化趨勢則相當一致。風向分佈北堤堤頭測站與北堤防風林測站相似，而港務大樓測站則有偏北趨向。

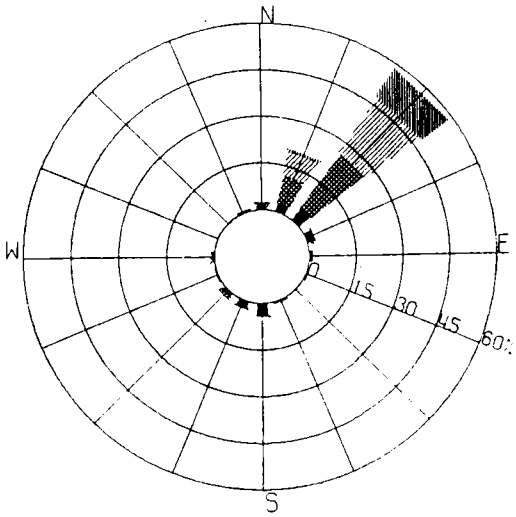
取同時段的各測站逐時風速作比較發現北堤堤頭風速大約是北堤防風林風速的1.2倍，港務大樓風速的1.97倍，由此可見北堤防風林及港務大樓風速受地形及地物的影響，較外海風速小很多。以1995年1月至1996年12月的港務大樓風速換算（乘1.97）至北堤堤頭風速，經分析後其風速分佈如表6-2。

表6-2北堤堤頭風速分佈百分比（依港務大樓風速推算）

風速區間 年/月	0.0～10.0 （m/sec）	10.0～20.0 （m/sec）	20.0～30.0 （m/sec）	>30.0 （m/sec）
1995/01	33.74	49.53	16.60	0.14
1995/02	27.96	57.29	14.74	0.00
1995/03	54.12	36.20	9.66	0.00
1995/04	65.74	28.72	5.49	0.00
1995/05	77.44	22.54	0.00	0.00
1995/06	58.39	39.63	2.00	0.00
1995/07	75.21	23.97	0.83	0.00
1995/08	91.58	8.43	0.00	0.00
1995/09	62.92	29.72	7.22	0.14
1995/10	30.40	52.66	16.97	0.00
1995/11	35.57	47.20	17.22	0.00
1995/12	18.83	53.16	27.32	0.67
1996/01	35.29	51.10	13.38	0.27
1996/02	26.60	45.50	27.61	0.29
1996/03	43.79	50.91	5.18	0.14
1996/04	49.42	39.22	11.20	0.14
1996/05	68.74	27.17	4.12	0.00
1996/06	71.32	27.84	0.84	0.00
1996/07	76.41	17.90	2.85	2.85
1996/08	80.36	18.00	1.10	0.56
1996/09	68.14	21.09	10.62	0.14
1996/10	49.49	41.96	8.37	0.13
1996/11	36.78	38.91	24.15	0.14
1996/12	39.71	43.89	16.17	0.28

由表中可知在冬季月份北堤堤頭風速超過20.0m/sec的百分比約30%，顯見台中港港口冬季風速強勁，對於進出港船隻易造成威脅。另外表中可發現1996年7月風速超過30m/sec的百分比達2.85%，經查對當時天氣狀況資料發現是賀伯颱風所造成的。有一點要強調說明的是北堤堤頭測站的風速資料，由於是剛開始觀測不久，其資料仍需再進行更長期的比對，以消除人為或儀器的誤差。

目前的資料雖然顯示其風速約為港務大樓的1.97倍，但其確切的比值須再作進一步查核，有關查驗的工作，本計畫雖已至結束階段，但本所在往後的研究中會將其納入，並將結果提供港務局參考。不過應該可以確定的是北堤堤頭風速比港務大樓或北堤防風林的風速為大。



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.29	1.15	.00	.00
NNE	3.02	8.76	8.33	.72
NE	4.89	21.12	21.70	10.92
ENE	2.73	.00	.00	.00
E	1.15	.00	.00	.00
ESE	.72	.00	.00	.00
SE	.14	.00	.00	.00
SSE	.57	.00	.00	.00
S	4.45	.00	.00	.00
SWS	2.16	.43	.00	.00
WS	.86	1.44	.00	.00
WSW	.43	.14	.00	.00
W	1.01	.57	.00	.00
WNW	.29	.00	.00	.00
WN	.29	.00	.00	.00
NNW	.72	.00	.00	.00

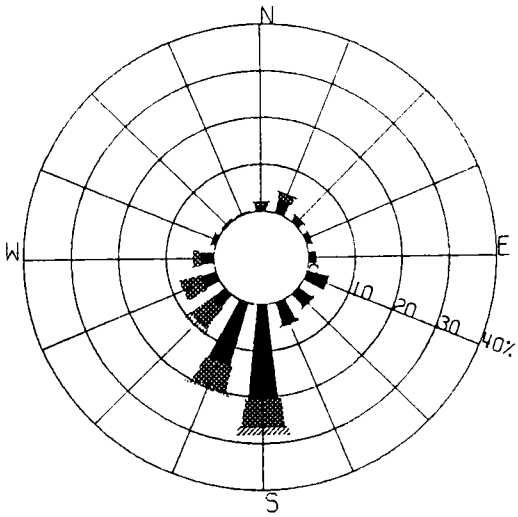
DATA NAME : WI9602TC.DIS
DATA LOST = .00%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 6-1 台中港北堤觀測站 1996 年 2 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.22	.87	.00	.00
NNE	3.13	1.56	.00	.00
NE	1.56	.00	.00	.00
ENE	1.22	.00	.00	.00
E	1.74	.00	.00	.00
ESE	4.86	.00	.00	.00
SE	3.82	.00	.00	.00
SSE	5.03	.35	.17	.00
S	20.66	5.90	1.91	.00
SWS	14.06	5.73	.87	.17
WS	3.30	5.73	1.56	.00
WSW	3.30	4.69	.00	.00
W	2.95	1.74	.00	.00
WNW	1.04	.00	.00	.00
WN	.35	.17	.00	.00
NNW	.35	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9507TC.DIS
DATA LOST = 22.58%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 6-2 台中港北堤觀測站 1995 年 7 月風玫瑰圖

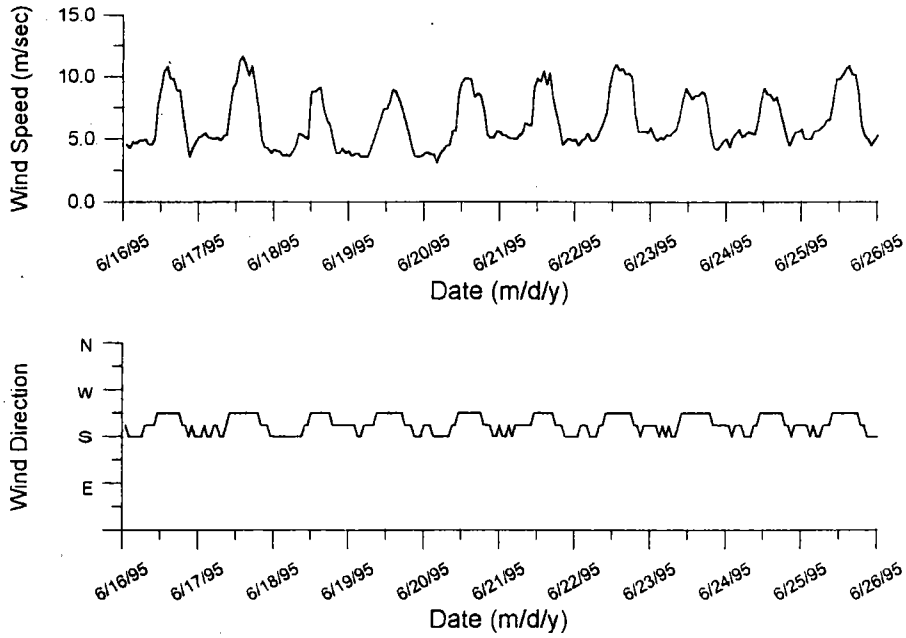
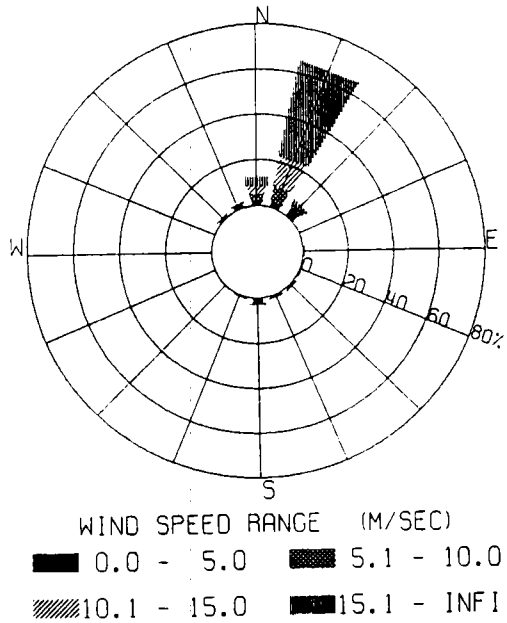


圖 6-3 風速、風向逐時變化圖(1995/06/16～1995/06/25)

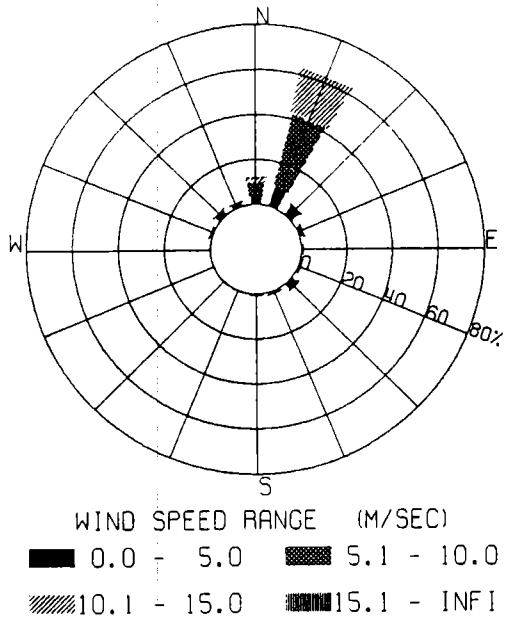


PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.05	2.83	3.94	4.09
NNE	2.68	6.77	13.39	43.31
NE	4.72	1.42	.63	1.42
ENE	.31	.00	.00	.00
E	.94	.00	.00	.00
ESE	.79	.00	.00	.00
SE	1.26	.00	.00	.00
SSE	1.26	.00	.00	.00
S	2.83	.16	.00	.00
SWS	.79	.00	.00	.00
WS	.31	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.16	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	1.42	.16	.00	.00
NNW	2.20	.16	.00	.00

DATA NAME : WI9611TC.ADI
DATA LOST = 11.81%

圖 6-4 台中港北防波堤堤頭燈塔測站 1996 年 12 月風玫瑰圖

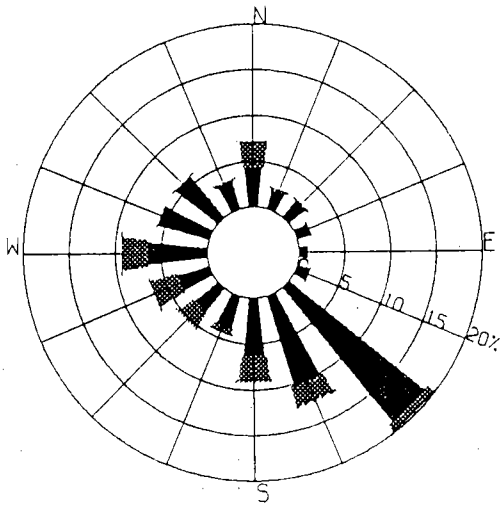


PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	3.98	5.68	2.84	.14
NNE	9.09	32.67	21.59	.00
NE	5.11	.28	.00	.00
ENE	2.27	.00	.00	.00
E	1.28	.00	.00	.00
ESE	1.28	.00	.00	.00
SE	3.69	.00	.00	.00
SSE	1.28	.00	.00	.00
S	.85	.00	.00	.00
SWS	.28	.00	.00	.00
WS	.28	.00	.00	.00
WSW	.14	.00	.00	.00
W	.43	.00	.00	.00
WNW	1.42	.00	.00	.00
WN	3.13	.00	.00	.00
NNW	2.27	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9611TC.CDI
DATA LOST = 2.22%

圖 6-5 台中港港務大樓測站 1996 年 12 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	4.37	2.86	.14	.00
NNE	2.05	.41	.00	.00
NE	2.32	.14	.00	.00
ENE	1.64	.00	.00	.00
E	.95	.00	.00	.00
ESE	1.50	.00	.00	.00
SE	18.96	.95	.00	.00
SSE	10.23	2.18	.27	.00
S	6.28	2.73	.27	.00
SWS	3.68	.68	.00	.00
WS	3.27	1.91	.14	.14
WSW	3.55	3.14	.00	.14
W	6.55	2.86	.00	.14
WNW	5.87	.00	.14	.00
WN	6.00	.00	.00	.00
NNW	3.14	.14	.14	.14

DATA NAME : WI9608TC.CDI
DATA LOST = 1.48%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 6-6 台中港港務大樓測站 1996 年 7 月風致瑰圖

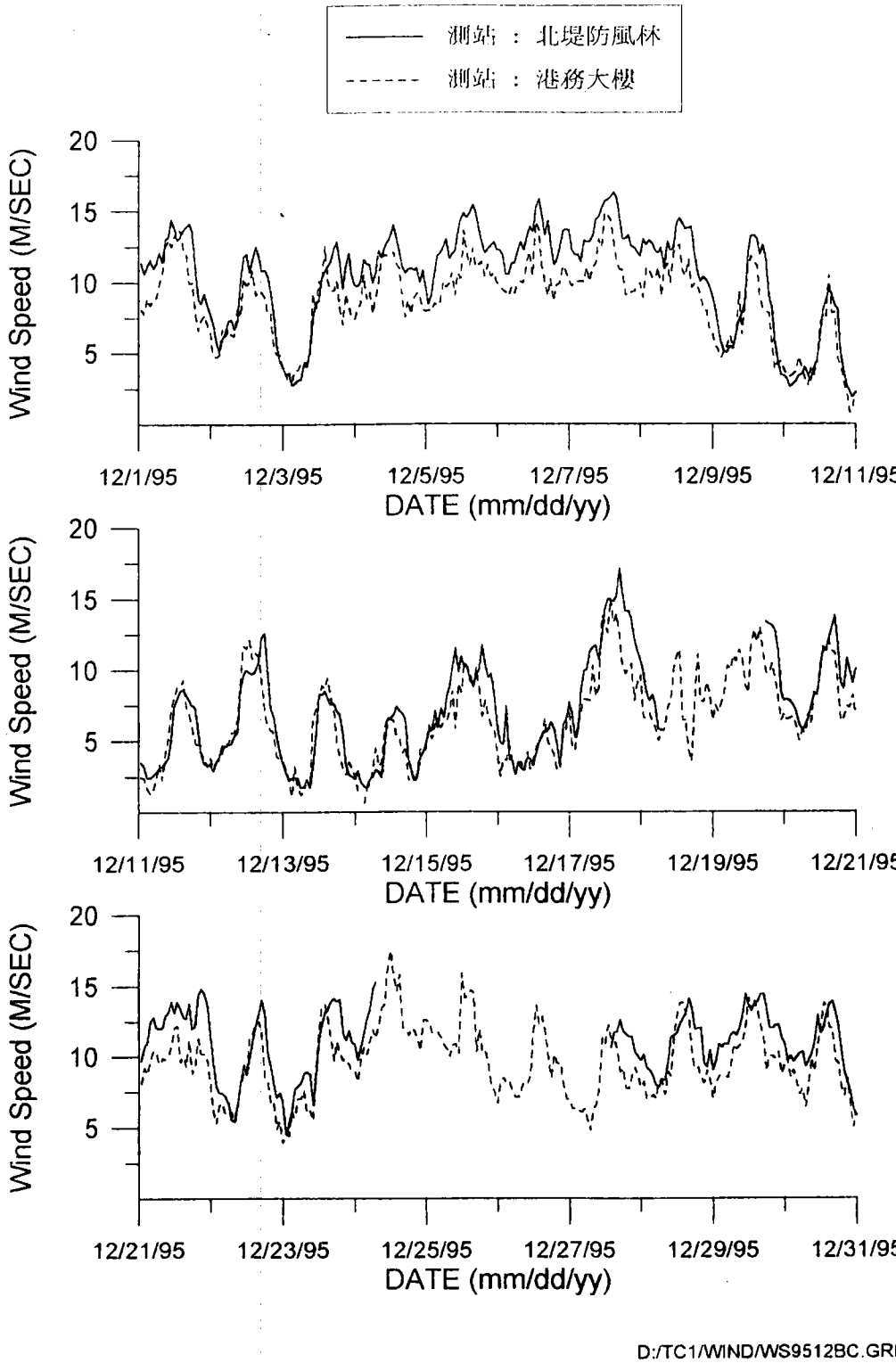


圖 6-7(a) 台中港北堤防風林與港務大樓風速逐時變化圖(1995/12)

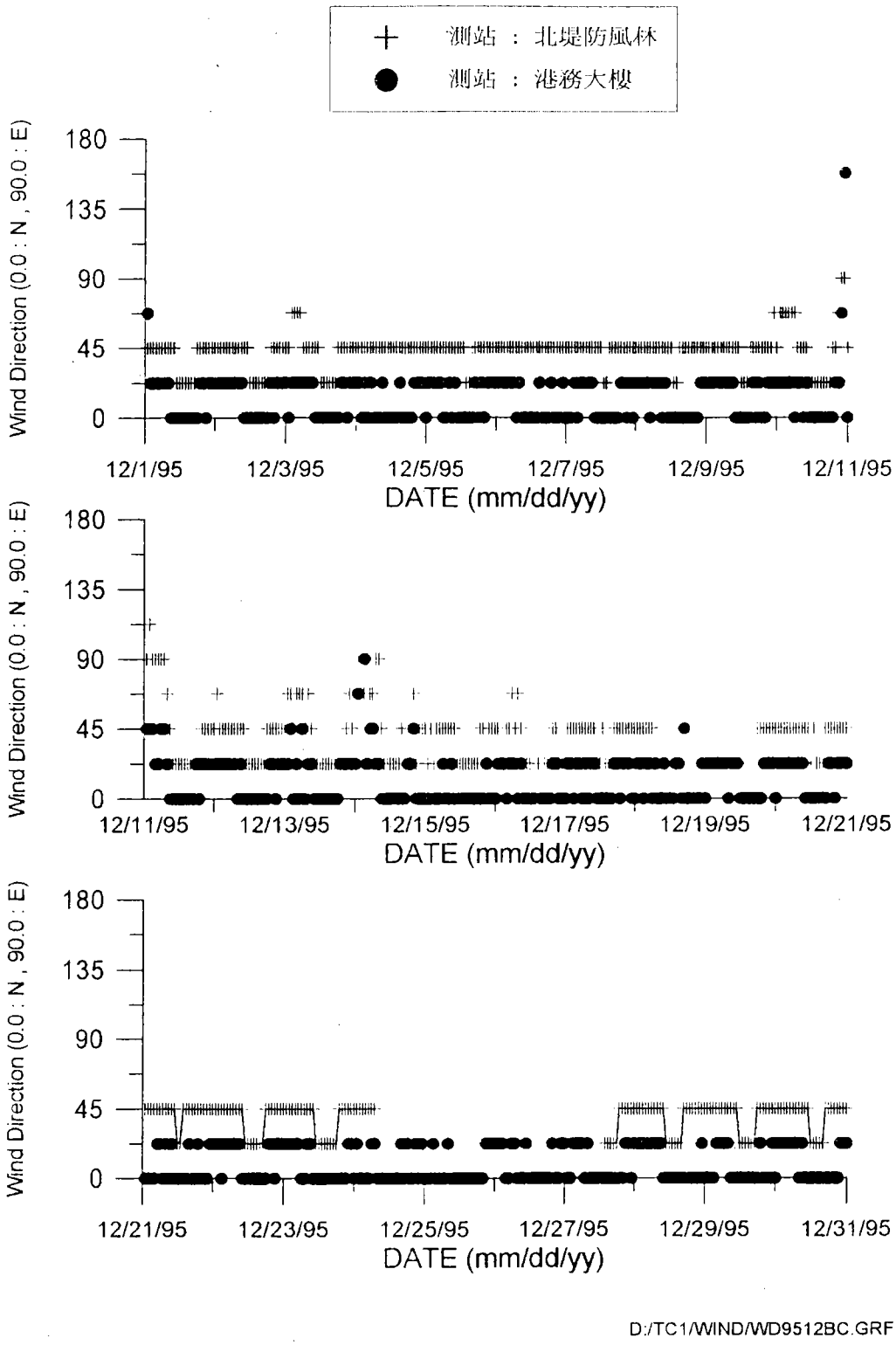


圖 6-7(b) 台中港北堤防風林與港務大樓風向逐時變化圖(1995/12)

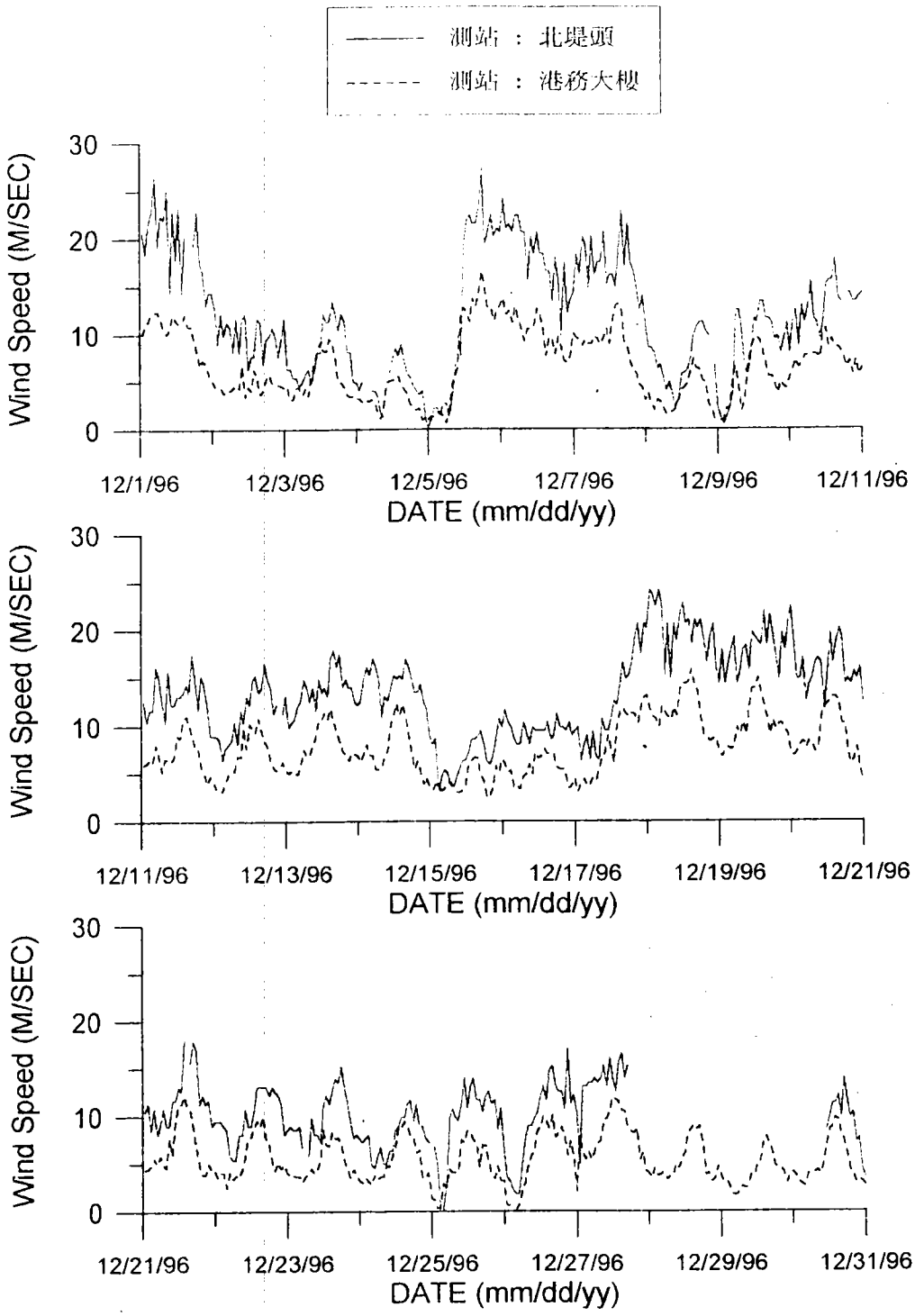


圖 6-8(a) 台中港北防波堤堤頭與港務大樓風速逐時變化圖(1996/12)

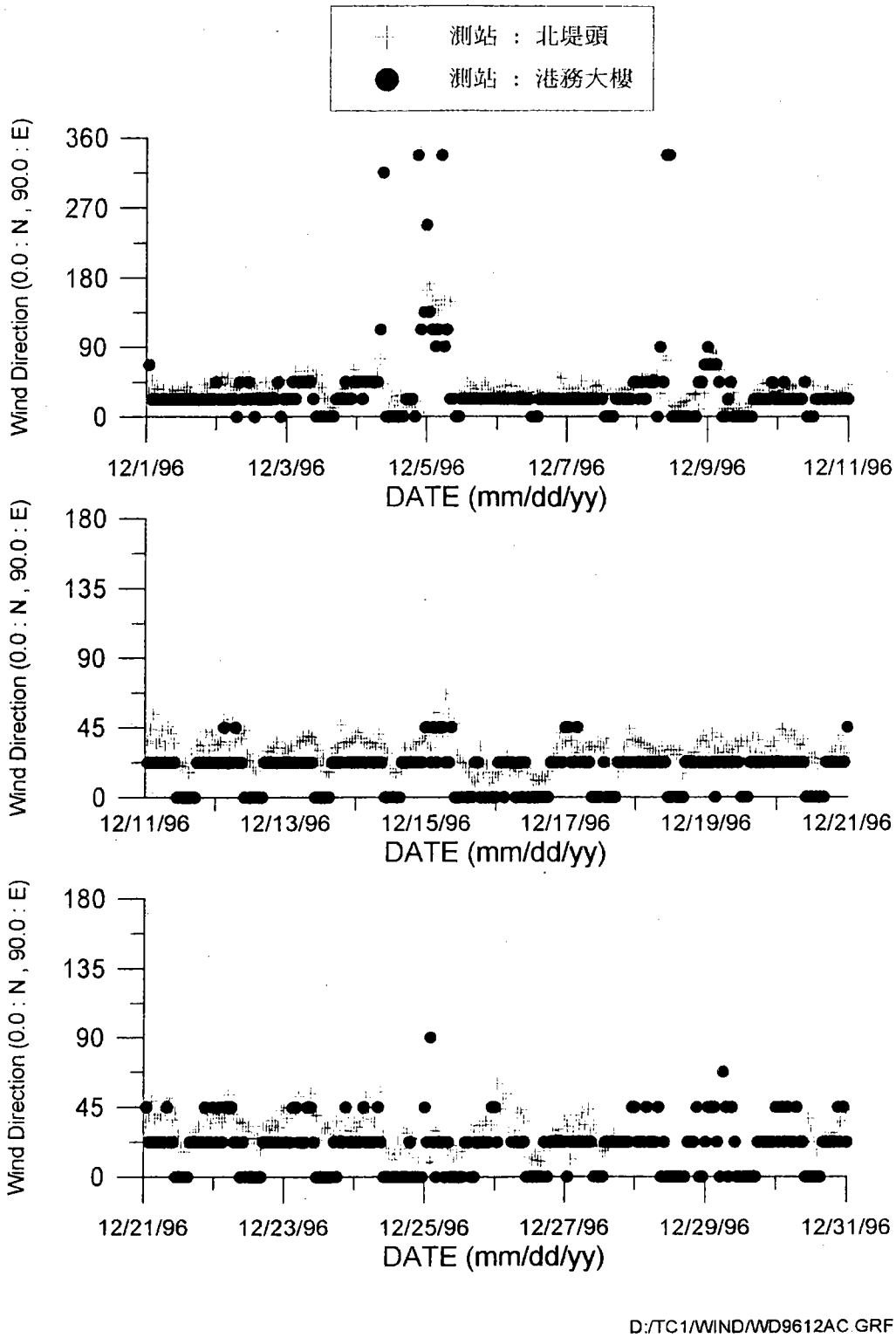


圖 6-8(b) 台中港北防波堤堤頭與港務大樓風向逐時變化圖(1996/12)

柒、波浪、海流、潮汐及風相關分析

在本計畫調查作業期間，雖曾同時進行多項海氣象觀測，然受限於觀測方式，儀器穩定度及自然天氣狀況等等因素，而無法同時得到長期連續的各項資料。但為了進行相關分析，因此由觀測資料中擷取分別分佈於不同月份的七個時段，各段皆有7天以上的長度且在此七個時段各項海氣象資料皆完整正常。這七個時段分別是94/11/06：10～94/11/21：08、94/12/01：00～94/12/14：23、95/02/12：12～95/02/28：23、95/03/01：00～95/03/12：23、95/07/04：15～95/07/24：23及95/08/12：17～95/08/31：23。今將上述各時段的各測站海流資料，進行測站間相關分析，並以同時段的風速及潮位資料與流速變化作相關分析，藉此明瞭本海域海受風及潮汐的影響情形及不同測站間的流況變化。此外進行不同測站間的波浪資料相關性分析，同時也對各測站的波高、週期與同時段的風速變化相關性分析，以瞭解本海域波浪場的特性。

一、不同測站間海流相關分析

由代表冬季時段的圖7-1中可發現ST.1站與ST.2站間流速的相關係數值在時間延時為-2時左右皆可達0.5以上，可見此兩站的流速變化趨勢稍具相關性而且無太大的時間差。至於流向由於相關係數值於各時間延時皆不大故相關性不高。同上述時段另外由圖7-2中可看出ST.2站與ST.4站間流速的相關係數值於時間延時為2小時附近皆達0.5以上，此顯示這兩站的流速變化趨勢也稍具相關性，(ST.4站落後ST.2站)，而流向間的相關性仍然不高。由以上說明可知冬季台中港附近的海流流速變化趨勢大致存在著某一程度的關連，但流向變化則受到結構物及近岸影響而關連性低。

由代表夏季時段的圖7-3中顯示ST.1站與ST.2站間流速的相關係數值於各時間延時皆不高(低於0.25)，此與上述冬季情況明顯不同。但是

物，故其受影響很大。由以上說明可知冬季台中港附近的海流流速變化趨勢大致存在著某一程度的關連，但流向變化則受到結構物及近岸影響而關連性低。

由代表夏季時段的圖7-5中顯示ST.1站與ST.2站間流速的相關係數值於各時間延時皆不高(低於0.25)，此與上述冬季情況明顯不同。但是ST.2站與ST.4站間流速的相關係數值於時間延時2小時附近可達0.5以上如圖7-6。此表示這兩站的流速變化趨勢仍稍具相關性。至於各測站間的流向變化相關性仍然不高。

二、流速與風速相關分析

由代表冬季時段的圖7-7及圖7-8中可發現ST.1站流速與ST.7站(即防風林測站)風速的相關係數值於11月的時段皆可達0.75以上(延時約2小時)，但在2月的時段則不到0.25。此原因是在11月的時段中有多次強烈鋒面發生，因此風速大且持續穩定的時間也較長，相反的2月的時段中風速較小且較不穩定(此可由風玫瑰圖中可發現)。因此ST.1站的流速與強勁東北季風有密切關係。換句話說ST.1站的海流於強勁季風吹襲時是屬風驅流型態。ST.2站流速與風速的相關性可參考圖7-9及圖7-10，圖中顯示相關係數最大值並不高，且時間延時也不太穩定，此表示此站的流速與風速的相關性並不高，此原因可能是ST.2站的位置是在北防波堤堤頭附近，海流因受結構物影響而有不少的成份是屬強制裂流所造成。此情況在堤頭測站也有相同情形如圖7-11所示，堤頭流速與堤頭風速的相關係數值也不高。

由代表夏季時段的圖7-12、圖7-13及圖7-14顯示三站的流速與同時段風速相關係數值不高，此表示夏季海流中風驅流的成份較冬季為小。

三、流速與潮位相關分析

ST.1站流速與潮位的相關性如圖7-7及圖7-8所示於冬季時段皆不高(相關係數值約0.25以下)，不過詳細比較後可看出於風速較小的時段2月份，其相關係數值較風速較大的11月時段來得稍大些，但不是很明顯。可見當風速變小時，潮流成份所佔的比例會增加。至於ST.2站及堤頭站流速與潮位的相關性分別如圖7-9、圖7-10及圖7-15所示，其結果與ST.1站相似。至於夏季時段參照圖7-12、圖7-13及圖7-14可發現ST.1站的流速變化與潮位相關性不高，但ST.2站與ST.4站的流速變化與潮位相關性較高，其相關係數值於時間延時約5小時左右有較大值達0.5以上。

四、波浪相關分析

本計畫波浪調查的四個測站相互之間有義波高的相關性可由冬季時段的圖7-16與圖7-17及夏季時段的圖7-18中得知，在冬季的時段各測站間的波高相關係數值於時間延時零時左右皆可達0.9以上；而夏季時段雖較小，但也可達0.7以上，此顯示這三個測站的波高變化趨勢具有相當的一致性。對於週期方面也有相似情形，其相關函數圖請參照附錄K。

ST.1、ST.2與ST.4三測站的有義波高與ST.7(防風林站)風速的相關性可由冬季時段的圖7-19及夏季時的圖7-20發現無論冬、夏季各測站有義波高與風速的相關係數值於時間延時-2小時左右可達0.7左右，而堤頭測站有義波高與堤頭風速的相關性可由圖7-21發現於時間延時-4小時左右可達0.5左右。這顯示台中港海域的波浪變化趨勢與風速變化有密切相關性，此與以往的研究結果相似。

五、風測站間相關分析

由於觀測資料的擷取時間與測站設立時間關係，目前並無港務大樓、防風林及北堤堤頭三測站同時段的資料，以進行相關分析。不過由於前章圖6-7與圖6-8風速、風向逐時圖比對，可以發現測站間風速、風向變化趨勢非常一致，故相關性應很高；唯有堤頭風速相對較大。根據本所以往處理觀音工業區污水處理廠與中正機場的風資料相關分析的經驗，發現風測站若相距不遠(10公里以內)，則測站間的風速、風向相關性很高。僅有風速值的大小受受地形、地貌影響稍有不同(參考文獻13)。所以台中港區各風測站之間其相關性應相當高，因此分析資料雖採用一個月，但應該足夠證實上述結果。

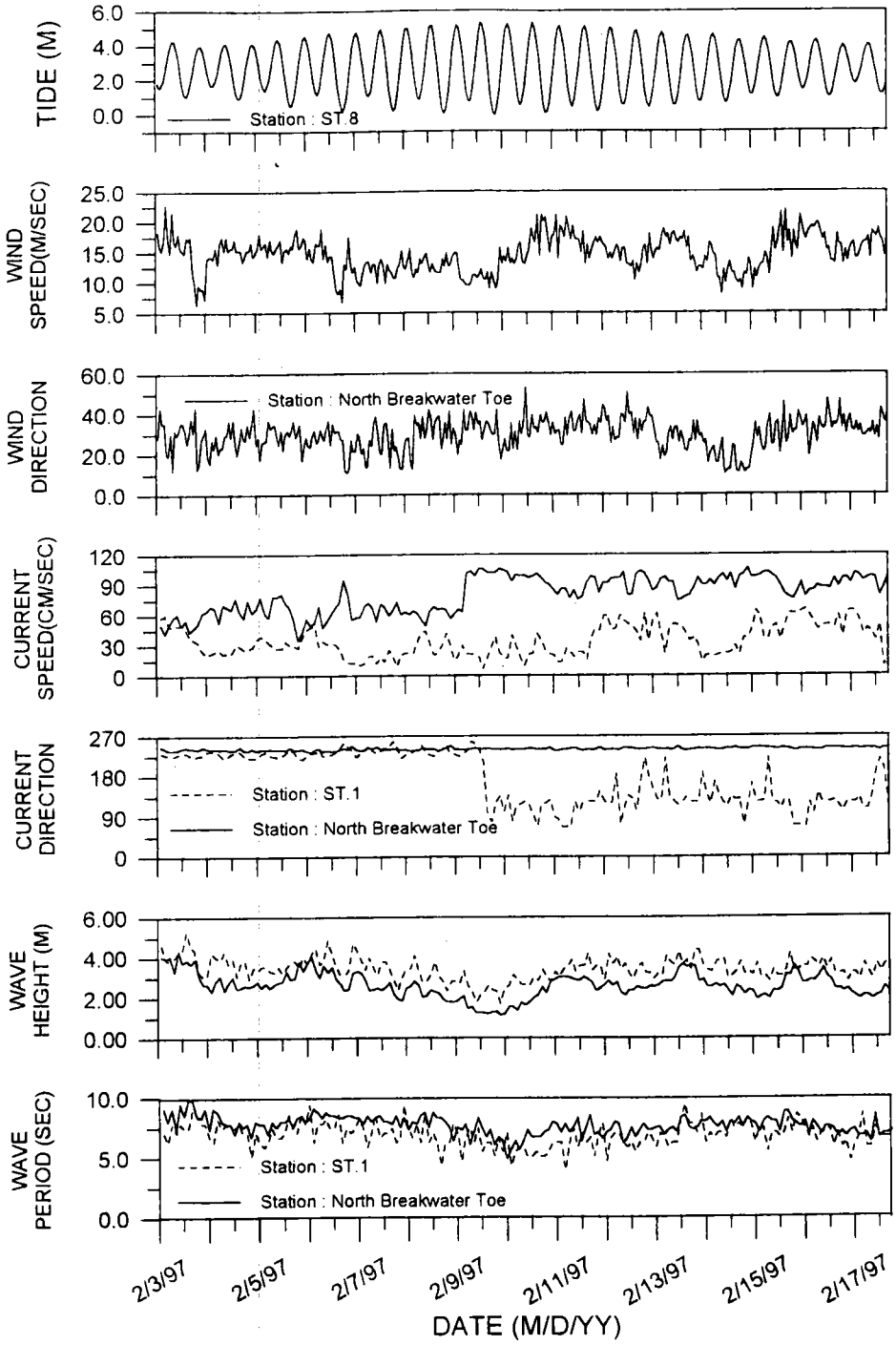


圖 7-1 台中港海氣象逐時變化圖(1997/02)

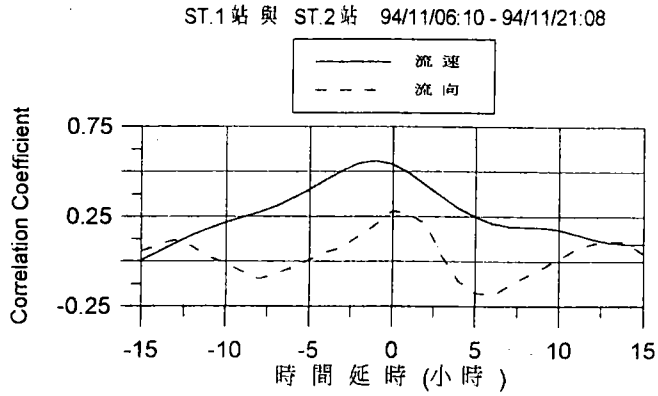


圖 7-2　冬季 ST.1 站與 ST.2 站流速、流向交互相關函數圖

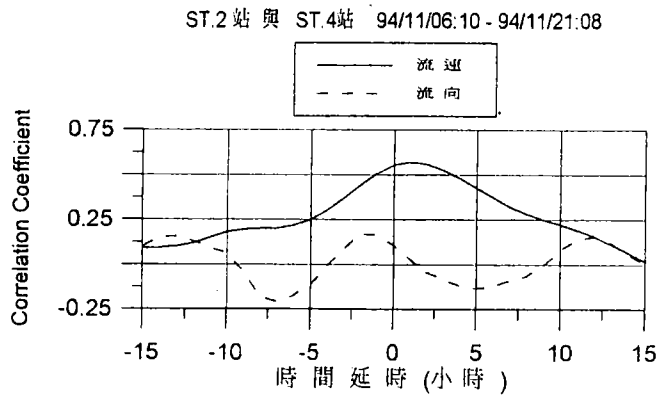


圖 7-3　冬季 ST.2 站與 ST.4 站流速、流向交互相關函數圖

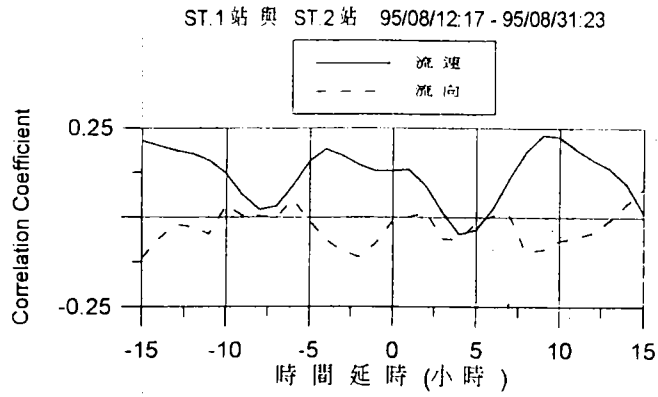


圖 7-4　夏季 ST.1 站與 ST.2 站流速、流向交互相關函數圖

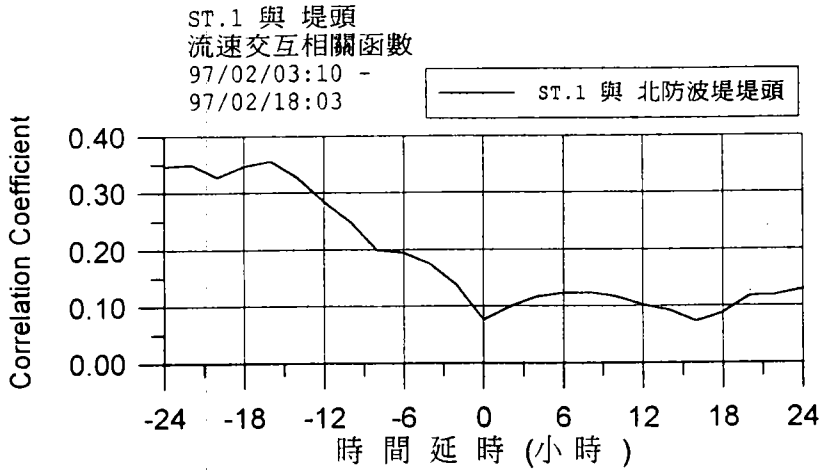


圖 7-5　冬季 ST.1 站與北堤堤頭站流速交互相關函數

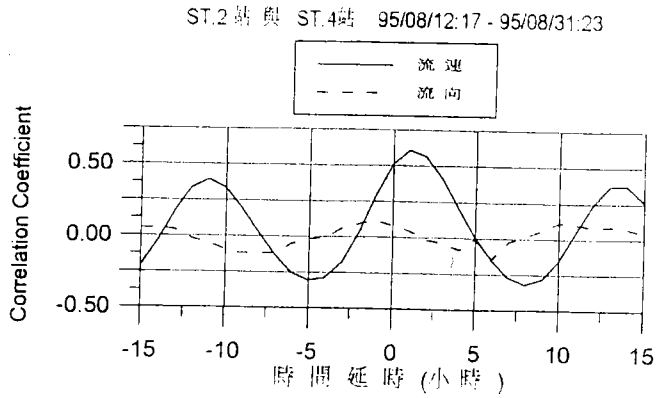


圖 7-6　冬季 ST.2 站與 ST.4 站流速、流向交互相關函數圖

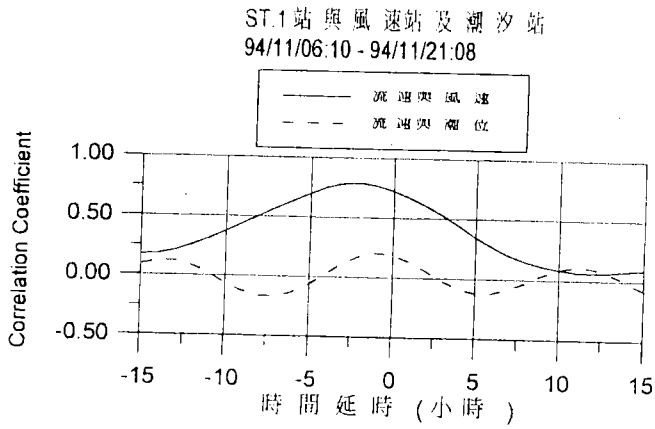


圖 7-7　冬季 ST.1 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1994/11)

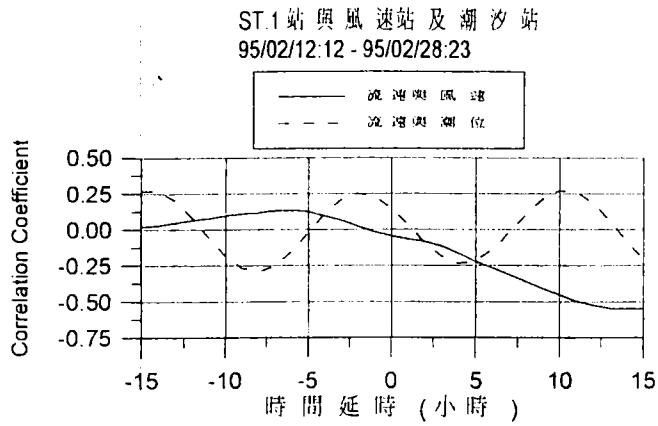


圖 7-8　冬季 ST.1 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/02)

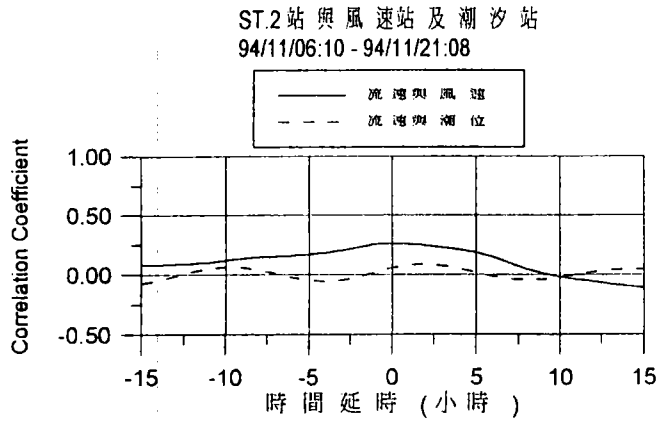


圖 7-9　冬季 ST.2 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1994/11)

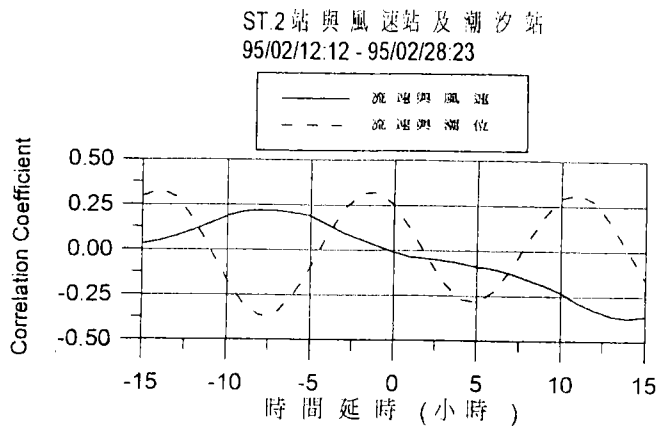


圖 7-10 冬季 ST.2 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/02)

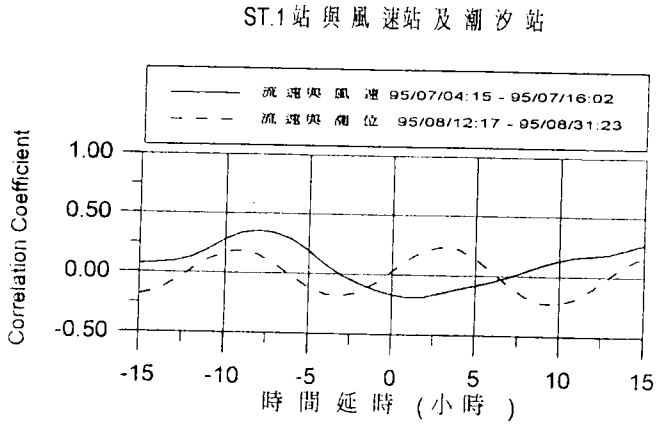


圖 7-11 夏季 ST.1 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/07)

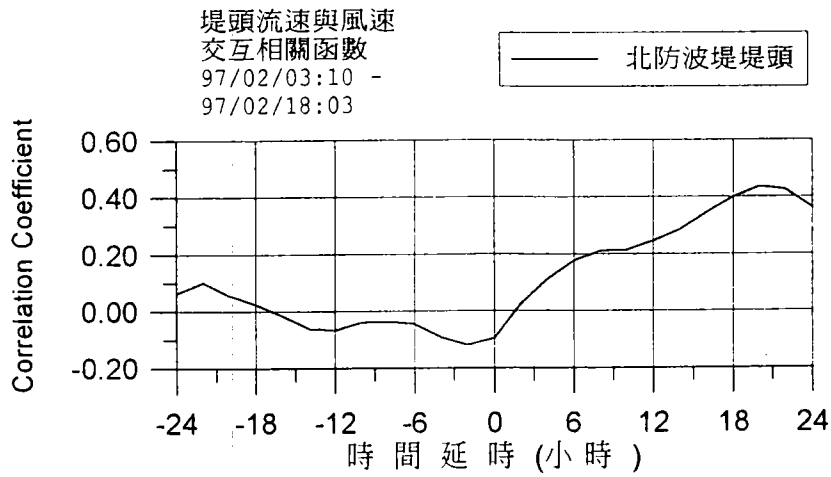


圖 7-12　冬季堤頭流速與風速交互相關函數圖

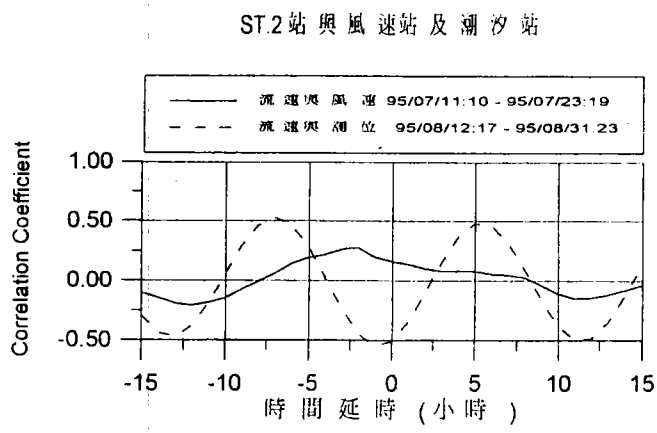


圖 7-13 冬季 ST.2 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/07)

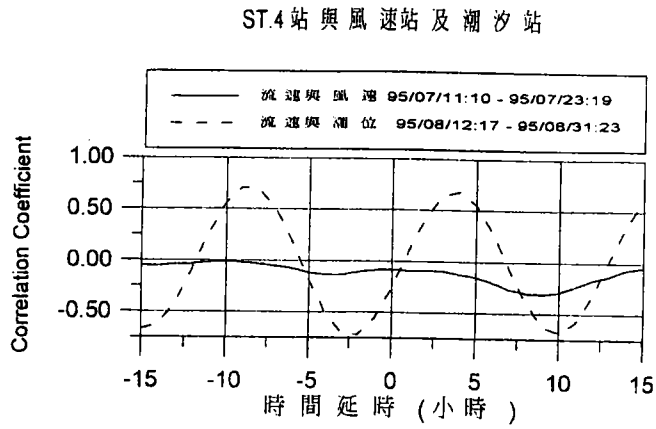


圖 7-14 冬季 ST.4 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/07)

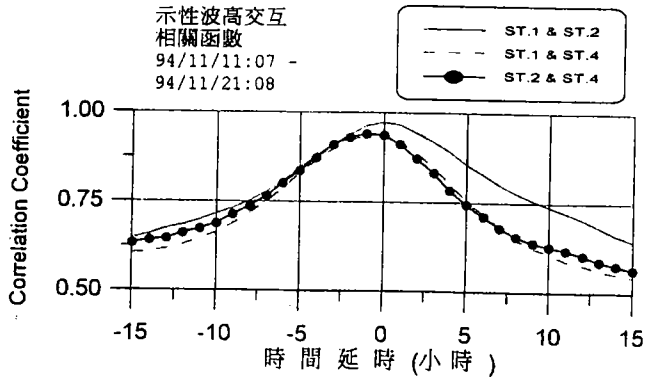


圖 7-15 冬季三測站間有義波高交互相關函數圖

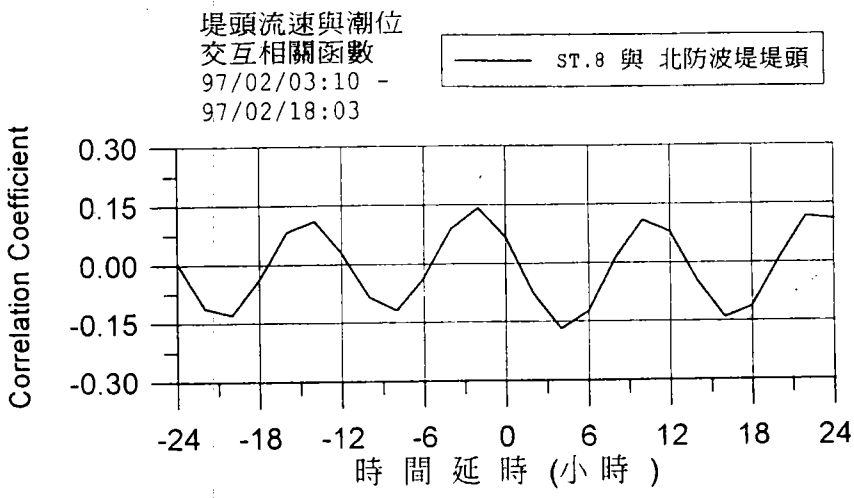


圖 7-16, 冬季堤頭流速與潮位交互相關函數圖

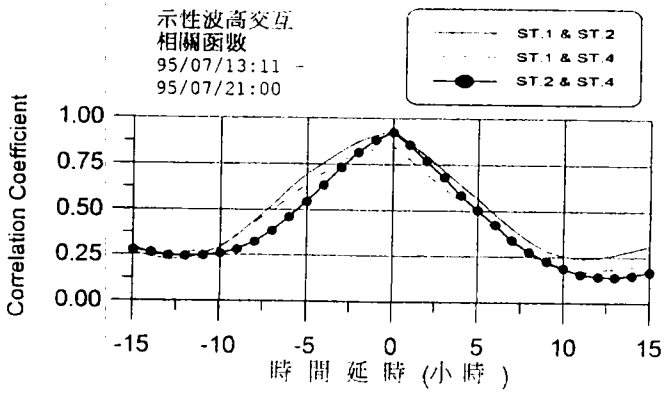


圖 7-17 夏季三測站間有義波高交互相關函數圖

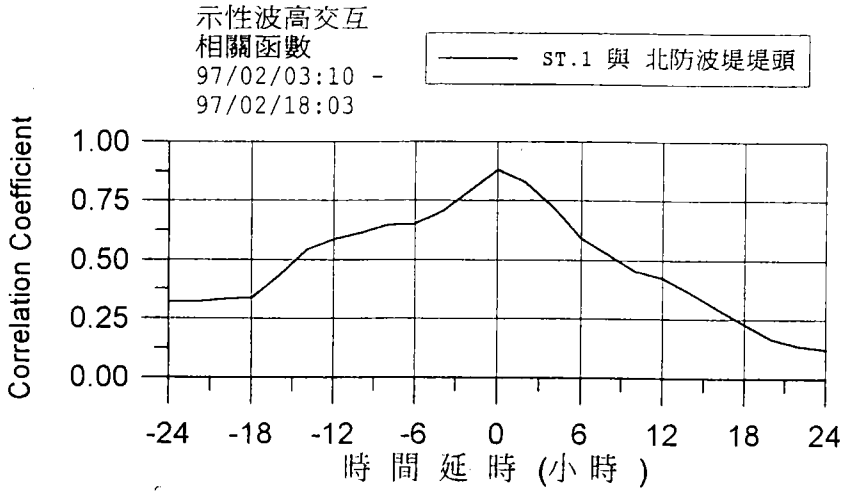


圖 7-18 冬季 ST.1 站與堤頭站示性波高交互相關函數圖

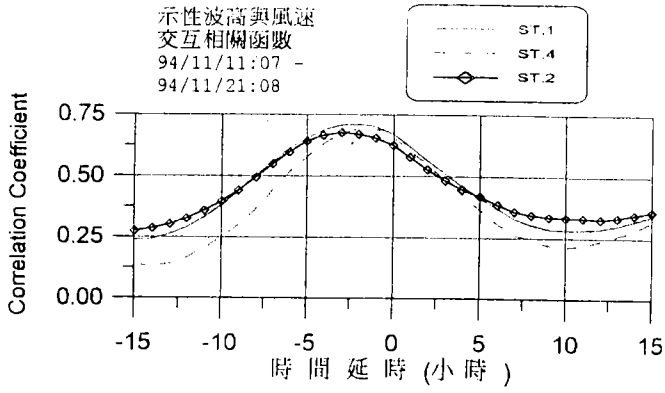


圖 7-19 冬季三測站有義波高與風速交互相關函數圖

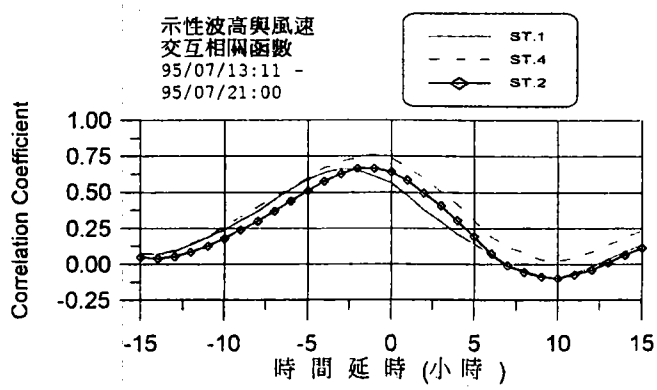


圖 7-20 夏季三測站有義波高與風速交互相關函數圖

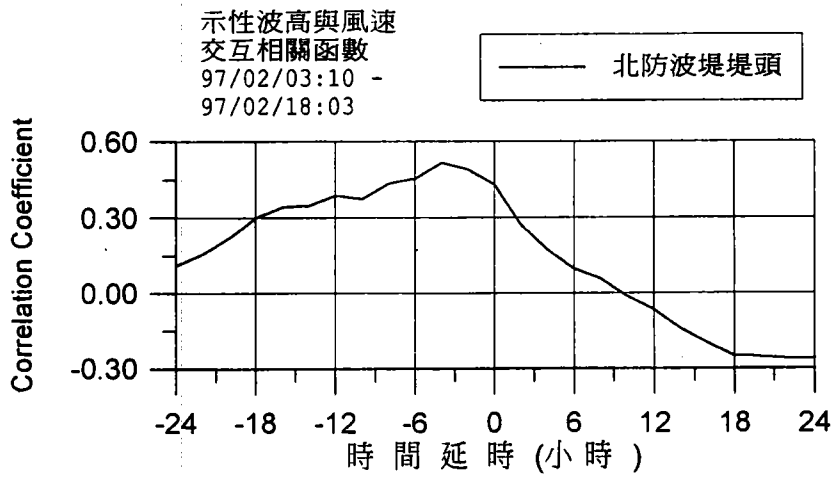


圖 7-21 冬季堤頭示性波高與風速交互相關函數圖

捌、台中港港口擴建北防波堤延長效益評估
——模型試驗數值計算與現場調查結果比較

台中港港口擴建延長防波堤前，曾辦理多次海象氣象調查、水工模型試驗及數值模擬計算，本章簡略介紹調查、試驗及計算結果。台中港擴建完成後為了解港口波浪及流況分佈特性再度委託本所辦理海氣象調查，作為評估防波堤延伸效益之依據。本章利用堤頭前及登輪區附近所測得波浪、流速、流向資料與港口擴建前遮蔽試驗及數值模擬計算結果作比較分析。比較結果顯示現場實測波浪資料與不規則波水工模型遮蔽試驗結果相當符合；流況模擬計算則因邊界受限及計算前驗證資料不足產生較大差異。本所利用 MIKE 21 計算結果與實測資料有一致之趨勢。

一、前　言

台中港原港口外廓防波堤佈置係根據日本調查團與中華顧問工程司所提佈置，再參考專家學者意見，經多次模型試驗修正後所獲得防沙防浪最佳佈置。民國 65 年外廓防波堤完成後，實測資料證實台中港外廓防波堤確實發揮防沙防浪效果。設計最大進港船型(巴拿馬極限級貨輪)於正常天候條件在領港人員領航下均能順利進港靠泊。但在強烈季節風侵襲期間，風速強勁，波浪洶湧，除領港人員登輪不易外，港口橫風、橫流影響進港船隻安全。民國 83 年台中港吞吐量近 34,000,000 公噸，進港船達 3,780 艘次，其中約 1 %超過 40,000GT。平均船噸由 74 年 7,400GT 增加至 83 年 11,700GT。營運

資料顯示，台中港近十年來進港船隻數量劇增，平均船舶噸位亦大幅增長。

台中港務局為改善港口操船條件，以因應冬季季節風盛吹時，大型船舶能安全進泊，除根據 70 年中油公司委託本所測取冬季強風侵襲時港口流況資料外，民國 74 年曾再委託本所辦理現場流況調查，以蒐集數值計算、水工模型試驗及操船模擬等驗證資料，作為評估港口擴建防波堤延伸計畫之依據。

根據台中港港口擴建計畫評估研究結果，台中港務局於民國 80 年進行港口擴建，延伸北防波堤 850m。北防波堤延長工程在 83 年底沉箱鋪設大致完成，台中港務局為瞭解北防波堤延長 850m 後，港口流況特性及登輪區遮蔽效果，委託本所辦理流況及波浪調查研究，作為評估港口擴建工程成效之依據。本章除對港口擴建後流況數值計算與現場實測結果作比較分析外，並就北防波堤延伸後登輪區波浪實測資料探討模型試驗可靠性，作為評估北防波堤延伸對改善港口操船效益之依據。

二、往昔調查試驗研究

(一)中油公司 LNG 計畫港口流況調查

中油公司為了解冬季港口流速作為規劃 LNG 進口站依據，在民國 70 年委託本所進行港口流況及相關海氣象調查研究，實測強風作用下港口流況，測站位置如圖 8-1 所示。本所配合年度研究計畫在台中海岸長期觀測風力與潮汐，海流與波浪則分冬季、夏季進行兩次觀測。

冬季冷鋒過境，風速急劇增加，引進強大風驅流。港口北防波堤堤端前約 800m 及 200m ，B 、C 兩測站在 70 年 11 月 26 日至 28 日及 12 月 1 日至 3 日間流速、流向及對應風速風向與潮汐延時變化繪如圖 8-2 及 8-3 。測站 B 在冷鋒過境東北季風增強時流速與風速關係密切，相關係數超過 0.8 以上，風速領先流速約 2 小時，流速以風驅流為主。風速減弱時，則以恒流及潮流為主，流速隨半日潮週期變化，高潮時最小，漲潮至平均水位時段流速最大。接近堤頭測站 C ，在東北季風盛吹時受波浪產生之強制裂流影響，低潮時碎波帶接近測點，且橫流通過堤頭斷面因水深減小而縮減，流速劇增；高潮時，碎波帶遠離 C 測站，水深增大流速減緩，而與 B 測站相近。民國 70 年 11 月 27 日 8 時測站 C 測得風速超過 20m/s 低潮時流速達 212cm/s ，流向沿北防波堤線向西南西流；同時間測得測站 B 流速為 108cm/s，流向約為 225° 高潮時測站 C 流速減慢與 B 站相近，流向亦往南偏接近 230°。

風速減低時，風驅流減小，碎波帶與測站 C 距離增加，測站流速除受恒流影響外，隨潮汐漲落而變化，如圖 8-4 。高潮時流速減至 20cm/s 左右，低潮時增至 40cm/s 上下，測站 B 與 C 趨勢相同，B 站流向穩定偏 NNE ，C 站流速、流向變化略大。

(二)台中港港口擴建流況調查

台中港務局為瞭解冬季強風侵襲時，港口附近流速分佈特性作為規劃港口擴建，延伸防波堤之依據。民國 74 年委託本所辦理流況調查，本次調查工作因遭受漁民肆意破壞未能測取得較大風速時港口流速資料。但分析各測站流速資料顯示港口流況特性與民國 70 年

極為一致。沿岸流速與風速分量相關係數高達 0.89，風速領先流速約二小時。北防波堤前約 800m 測站 B 流速與風速關係顯示風速在 20m/s 時 B 測站流速約為 140cm/s。研判此時北防波堤堤端 200m 附近流速推測可達 200cm/s 。東北季風轉弱，港口流速受恒流及潮流影響，東北向恒流強度約 30cm/s 。

(三)台中港港口擴建水工模型試驗

台中港務局為了解北防波堤延伸後領港登輪區波浪遮蔽效果及對港內水域穩靜度影響，在 76 年委託本所辦理遮蔽及船舶運動水工模型試驗。試驗結果選定北外防波堤沿航道平行方向延長 850m，南外防波堤拆除七個沉箱，南內堤拆除 50m 為定案佈置。定案佈置南外堤與內堤堤頭拆除後影響港內穩靜，建議在北外堤內側佈置消波設施。台中港務局進行港口擴建時為顧及北防波堤延長後受偏西向波浪作用，影響港池水域穩靜，暫不拆除南內、外防波堤。北防波堤沿航道平行方向延長 750m, 850m 及 1000m 受偏北向波浪作用時登輪區發揮不同之遮蔽效果， NNW 向入射波試驗結果各種不同週期各區波高係數分佈如圖 8-5。受北防波堤遮蔽，NNW 向波浪侵襲時，登輪區附近波高係數減為外海入射波高之 0.6 至 0.7 倍。

(四)台中港港口擴建海流數值模擬

台中港辦理多次流況調查，已能逐步掌握現有港口流況特性；但為了解各種擴建佈置可能造成流況改變，必需利用數值模擬加以計算，以作為操船模擬之依據。海流數值計算由荷蘭 PRC 工程顧問公司辦理。 PRC 工程顧問公司針對潮汐、風與波浪時間週期差異所

造成海流尺度不同，分別採用 CURMO 及 REFRAC 二種程式計算。

REFRAC 程式以折射理論同時考慮波浪淺化、碎波及底床摩擦能量消散等至各網格點波高，再計算各點之輻射應力輸入 CURMO 模式。CURMO 程式係以動量平衡及流體連續公式計算海水流動。平均潮位，風速在 15m/s，波高 2.5m 時定案佈置計算結果流況分佈如圖 8-6。流向由北防波堤堤頭前 200m 西南西向往外海逐漸向南偏，堤頭前 800M 附近流向轉為西南，流速約為 80cm/s。風速增強除流速逐漸增大外，堤頭附近流向往西偏，漸趨平行防波堤，但距堤頭較遠處受防波堤影響漸減，水流逐漸向西南流。

三、擴建後海氣象調查

台中港務局為瞭解港口擴建北防波堤延長 850m 後，港口流況及領港登輪區遮蔽效果，作為評估港口擴建效益之依據，在民國 83 年委託本所辦理港口附近海域海、氣象調查。此外，台中港務局為因應船舶大型化發展趨勢，針對台中港港口擴建後既有港灣設施提供大型船舶進港安全進行評估研究，並研擬改善方案提供未來擴建規劃參考，委託本所辦理港口段航道設置減風設施可行性研究並計算港口流況。港口海氣象現場調查包括波浪、海流、潮汐及風力四個主要項目，測站佈置如圖 8-1。謹就資料蒐集分析結果分別報告如下：

1.波浪觀測

本所於民國 82 年在北防沙堤堤頭西北西方約 800m，水深 13m

測站 1(ST.1) 處設置超音波波高計，長期紀錄台中港外海波浪資料，但因北淤沙區整治抽沙造地，電纜遭受損毀，82 年 10 月記錄中斷。83 年 9 月以浮球式波浪儀觀測 ST.1 波浪。此外為了解領港登輪區遮蔽效果，分別在堤頭前約 800m 測站 2(ST.2)及領港登輪區附近測站 4(ST.4)安裝浮球式波浪儀觀測短期波浪。

冬季期間民國 83 年 10 月至 85 年 3 月 ST.7 ，ST.2 及 ST.4 三波浪測站波高超過值統計分佈繪如圖 8-1 。堤頭 ST.2 測站波浪偏大，波高超過 2.5m 佔 29.6 %，登輪區受北防波堤有效遮蔽波高大於 2.5m 所佔機率減為 3.3 %。波高大於 2.0m 所佔機率亦由 ST.2 約 54 %，降低為 ST.4 的 9 %。相反的波高小於 1.5m 所佔機率由 ST.2 約 28 %提高為 ST.4 約 77 %。ST.1 波高分佈機率則介於 ST.2 與 ST.4 之間。週期分佈分析結果顯示，ST.1 及 ST.2 二測站週期相當一致，集中分佈於 5sec 至 7sec ，所佔概率超過 85 %；ST.4 測站受防波堤遮蔽影響，週期集中在 4sec 至 6sec ，所佔機率超過 90%。為比較冬季東北季風侵襲時防波堤延長對登輪區遮蔽效果，除分析波高超過值累積機率外，選擇同時間三測站，所測取波浪資料，同時間每日波高與週期比值繪如圖 8-8 。堤頭前測站(ST.2)波高最大，北沙堤堤頭外側測站(ST.1)波高較登輪區(ST.4)略大。由圖 8-2 可知東北向風浪侵襲時，受北防波堤遮蔽影響，登輪區波高減為外海(堤頭前)波高之 0.5 至 0.6 倍；登輪區波浪週期較外海略減，兩測站比值約為 0.8 。

夏季偏西南向波浪作用時，短期間三測站，波高週期延時變化如圖 8-9 ，測站 1 及 4 所測得波高反比測站 2 略大。

2.海流觀測

台中港港口擴建海流調查配合波浪測站設置三個測點(ST.1,St.2及ST.4)測站1水深15m，測站2水深25m，測站4水深11m，海流儀採用挪威AANDERAA公司自記式RCM-7海流儀，每隔10min測取平均流速直接儲存於內部記憶體，儀器收回後經由RS232介面卡輸入PC中，再進行過濾與資料品質檢驗，篩選良好資料作處理分析。

流速流向分析統計結果如圖8-10。測站1受防波堤防沙堤結構物影響甚小且較近岸邊，冬季東北季風盛吹時，受強烈風吹流及漲退潮影響較大，受洋流影響較小，流向偏西南，其中SW, WSW及SSW三方向佔70％以上。11月6日至1月8日二個月中測站水深15m，儀器安置在水下6m處有16.2％流速超過50cm/sec；2月12日至3月18日流速減小，僅5.4％超過50cm/sec。測站2受堤頭束流影響，流向由測站1偏西南轉為偏西向。風浪較大的流速流向受風吹流及碎波後產生之沿岸流影響較大，流向偏西；風速減小時流向隨潮汐漲落改變。流速流向分佈統計圖顯示，1月8日至2月2日約一個月資料中WSW, W及WNW三方向為主佔70.4％，其餘則以N, NNW及NW三方向為主約佔27％；流速約有50％超過50cm/sec。季風轉弱時，除流速減小外偏西向流速所佔比例亦減小，2月12日至3月26日一個半月資料中，偏WSW, W及WNW三個方向所佔比率約55％，N, NNW及NW三方向則提高為43.2％。測站4受北堤延長產生環流影響，流向偏北北東，強風盛吹時西南向風吹流增強偏SSW、SW及S所佔比率8.5％，當

風速減弱時偏 SSW, SW 及 S 三方向比率減為 4.9 %，但偏北主流向則由十一月至一月份強風時佔 54.3 %，風速減弱後增加為 67.8 %。流速大於 50cm/sec，由冬季佔 16.1 %減為春季僅為 1.3 %。

按月流速極值分佈繪如圖 8-11，83 年 11 月份流速極值資料顯示，測站 1 較大，流速極值流向均為西南向，極值較小時流向則平均分佈在各象限。測站 2 流速極值之流向明顯分佈於北偏東及西偏南兩個主方向。偏西之極值較偏北約大 30 %，顯示強風時受潮流、風吹流及沿岸流影響流速增大流向西偏南；風速減低，受海、潮流合併，流向偏北。測站 4 流速極值流向分佈較散亂，極值較大時，流向偏東北及西北。整體而言，登輪區測站 4 流速極值甚少超過 50cm/sec，流向隨潮汐漲落而轉變。

為更進一步了解潮汐漲落及風力強弱與三測點流況變化關係，選擇冬、夏季二時段繪製潮位、風矢及流矢延時變化圖，如圖 8-12 及圖 8-13。冬季風速較小時風向較不穩定，測站 1 流速約在 10cm/sec 以下，流向隨潮汐漲退作 360° 旋轉。風速增強時，主要風向為 NNE，但每日中午前後約 3 至 5 小時風向明顯轉為 NE。測站 1 主流向為 SW，流速隨潮汐漲落略有變化，12 月 3 日至 5 日測站水深 15m，儀器安置於水下 6m 處，風速約在 10m/sec 至 15m/sec 間，流速約為 40cm/sec。測站 2，儀器安裝於水下 8m 處，風速較小時，流向明顯偏北，流速隨潮汐漲退而增減；風速增大時，流向轉為西偏南，退潮時則略為偏北，流速介於 40cm/sec 至 50cm/sec 間。測站 4，儀器安裝在水下 3m 處，風速較小，海面風浪平靜時，測點流速均在 10cm/sec 以下，受北防波堤延長段

產生環流影響流向偏北，流速與流向隨潮汐漲落而變化。風速較大時，流速隨風速增大，流向則受漲退潮及波浪等因素改變，作360°迴旋，分佈相當散亂。

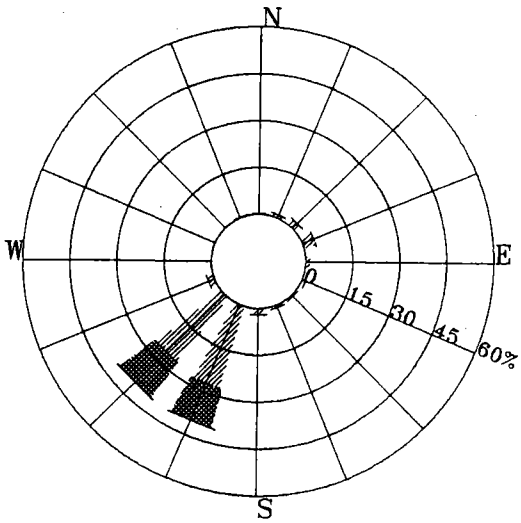
夏季時風速均在5m/sec以下，由7月14日至16日之風矢與流矢延時圖如圖8-13。測站1流速與流向很明顯隨潮汐漲落而改變，流向隨潮汐變化由西北順時針方向旋轉，流速亦由小轉大再減小，每日由最低潮升至最高潮時段約5小時流向偏西南向非常清楚，流速亦明顯偏大。堤頭前測站2，流向除在每日最低潮漲潮時段約5小時偏西南西至西北西外，其餘時段流向雖隨潮汐升降略為改變，但明顯朝北流，流速在低水位期間較大可達50cm/sec以上。登輪區附近測站4之流向隨潮汐漲退改變，退潮至低水位附近時段水向北流，潮升時段流向順時針方向旋轉流速漸大，到高水位時流向在SE至SW間流速最小；退潮時段流向由西順時針方向往北旋轉，流速逐漸增大。綜合上述冬夏季流況特性顯示，冬季港口流況除受潮汐及海洋恒流影響外，還受風驅流及碎波所產生之沿岸流影響，而且各項影響因素又交互作用，例如：漲退潮水位高低影響碎波帶位置；水位相同時碎波帶位置又決定於波高大小及週期長短；波高大小決定沿岸流強弱，堤頭束流強度又受碎波帶與堤頭距離影響。因此，冬季不論風力大小，海面波浪較夏季為大，流況分佈較複雜，流況特性較難掌握。夏季除颱風外，海面風平浪靜，潮汐漲落是影響流況主要因素，港口流況特性呈較規則性變化。

四、海象特性試驗、計算與調查結果比較

台中港港口擴建前曾對各種不同外廓防波堤佈置案，辦理波浪遮蔽模型試驗及流況數值模擬計算，如第二節(三)及(四)所述。港口擴建北防波堤延伸工程在民國 83 年完工後，為評估擴建效益，再度辦理現場海、氣象調查，部份調查資料分析結果如第三節所述。本節將就擴建前後研究調查結果比較驗證，除作為評估擴建效益之依據外，亦可供未來辦理類似擴建規劃之參考。

(一)登輪區波浪遮蔽特性比較

北防波堤沿航道方向延長 850m，受 NNW 向入射波浪作用下不規則波水工模型試驗結果遮蔽區分區波高係數隨防波堤延伸長度，與波浪週期變化情形，如圖 8-5 。定案佈置北防波堤延長 850m，領港登輪區波高係數為 0.6 至 0.7 間。同一試驗情況，試驗結果顯示愈接近港口南防波堤附近波高係數急劇減小。北防波堤延長 850m 完成後，83 年現場波浪調查除在北防沙堤外海永久測站繼續觀測外，為了解登輪區受偏北向波浪作用發揮遮蔽功效，分別在北防波堤前約 200m 水深 25m 處(ST.2)及登輪區附近水深 11m 處(ST.4)量測波浪。民國 83 年 12 月 1 日至 31 日實測風力資料顯示約有 80 %風向集中在 N, NNE 及 NE 三個方向，登輪區(ST.4)受防波堤遮蔽後波高與北防波堤堤頭前 200m(ST.2)實測入射波高比值繪如圖 8-8 ，登輪區附近遮蔽後波高係數約為 0.5 至 0.6 間。12 月 3 日零晨後風速維持在 10 至 15m/sec ，風向為 NNE ，此時堤頭前入射波在 00:32 實測波浪資料方向波譜分析結果如圖 8-14 ，主波向為 344° 。由此顯示外海波浪經過折射後，在堤頭附近接近 NNW 向。三測站在 12 月 1 日至 4



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.40	.00	.00	.00
NNE	1.21	.00	.00	.00
NE	2.42	.00	.00	.00
ENE	4.17	.00	.00	.00
E	1.48	.00	.00	.00
ESE	1.34	.00	.00	.00
SE	.81	.00	.00	.00
SSE	.94	.00	.00	.00
S	2.15	.00	.00	.00
SSW	27.55	13.04	.00	.00
WS	26.34	13.98	.54	.00
WSW	2.28	.00	.00	.00
W	.54	.00	.00	.00
WNW	.27	.00	.00	.00
NW	.13	.00	.00	.00
NNW	.40	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

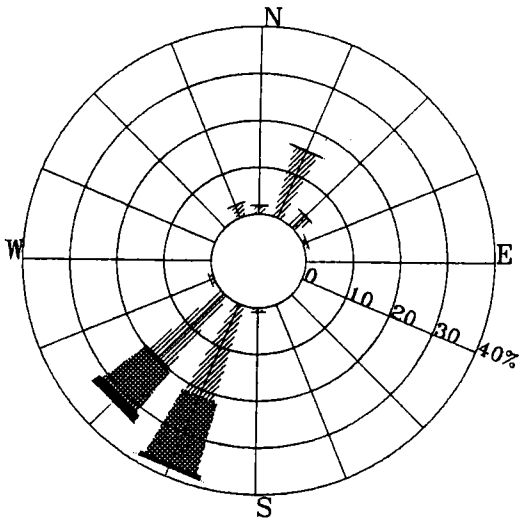
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/10/01 - 1995/10/31

DATA NAME : 9510ST01.DIS

圖 E-11 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.98	.00	.00	.00
NNE	15.84	.00	.00	.00
NE	3.96	.00	.00	.00
ENE	.99	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.99	.00	.00	.00
SSW	21.78	15.84	.99	.00
WS	19.80	11.88	1.98	.00
WSW	.99	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00
NNW	2.97	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/11/01 - 1995/11/05

DATA NAME : 9511ST01.DIS

圖 E-12 流況玫瑰圖

波所造成沿岸流因素，受潮汐漲落不同水位影響，模擬計算港口附近流況。堤頭前及登輪區附近流速流向均隨潮汐漲落而改變，登輪區附近在低潮位時流向偏南，如圖 8-17 所示。夏季風平浪靜時港口流況分佈在民國 77 年 PRC 並未模擬計算，因此本文引用本所執行中之港口流況計算結果，僅考慮受潮汐作用忽略風力及波浪因素所得流況分佈如圖 8-17 與實測資料作比較。計算結果顯示堤頭前在高、低潮位時出現較大流速，高水位前後約五小時流向為 WSW ，當水位降到平均潮位以下，流向由 NW 隨潮位變化逐漸轉為 N 。登輪區附近流向大都偏 N 向，隨潮汐漲落略偏 NNW 或 NNE 向，但在高潮轉潮前約三小時出現 S 向水流，流速甚小。實測夏季風浪甚小時港口附近流況特性如圖 8-12。堤前之流向隨漲退潮略有變化，但大都偏 N 向，每日高潮前後約五小時流向由 WSW 逐漸向北旋轉，低潮時偏北，此與計算結果極為一致。登輪區附近測站 4 所測得資料顯示，流向流速均隨潮汐變化，流向在 NNW 與 NNE 間變化，在高潮轉潮前後二、三小時流向亦呈現往南流趨勢，此與計算結果相吻合。

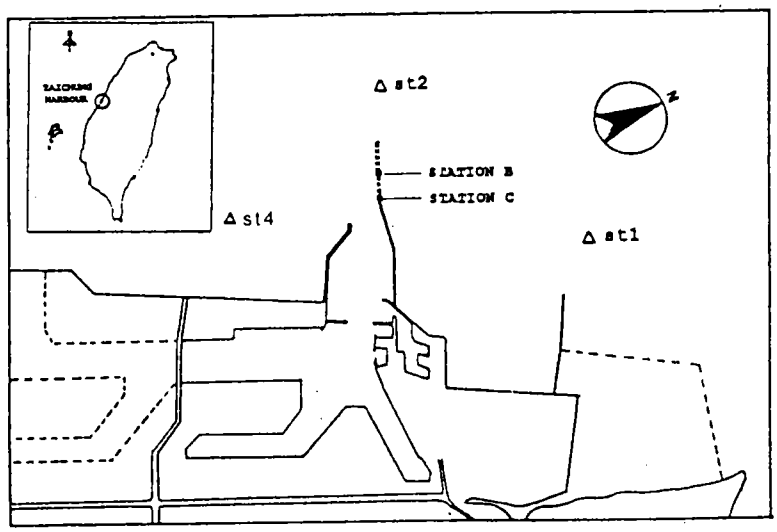


圖 8-1　台中港海氣調查測站位置

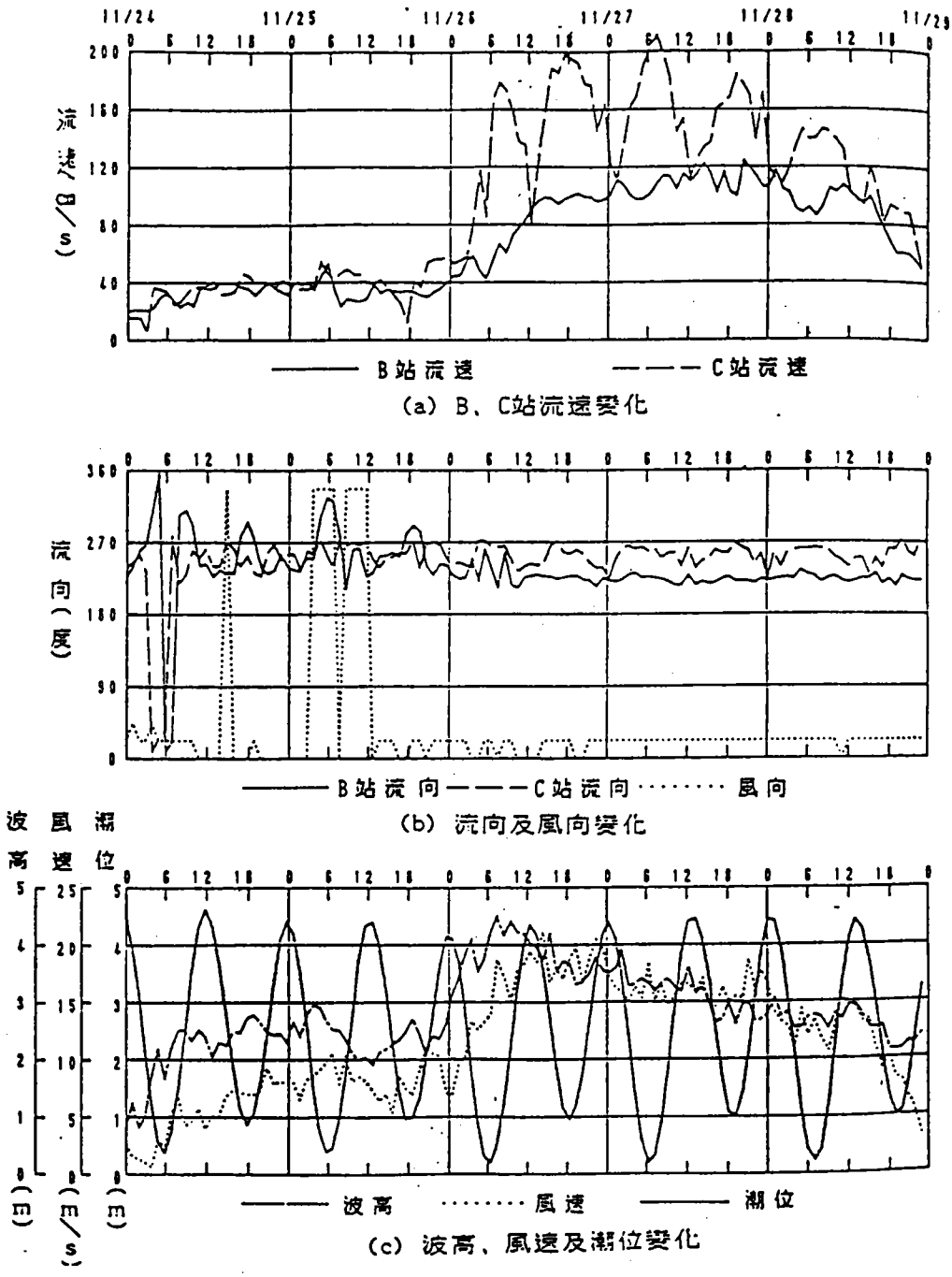


圖 8-2 強烈東北季風港口風、浪、潮與流延時變化
(70/11/26～11/28)

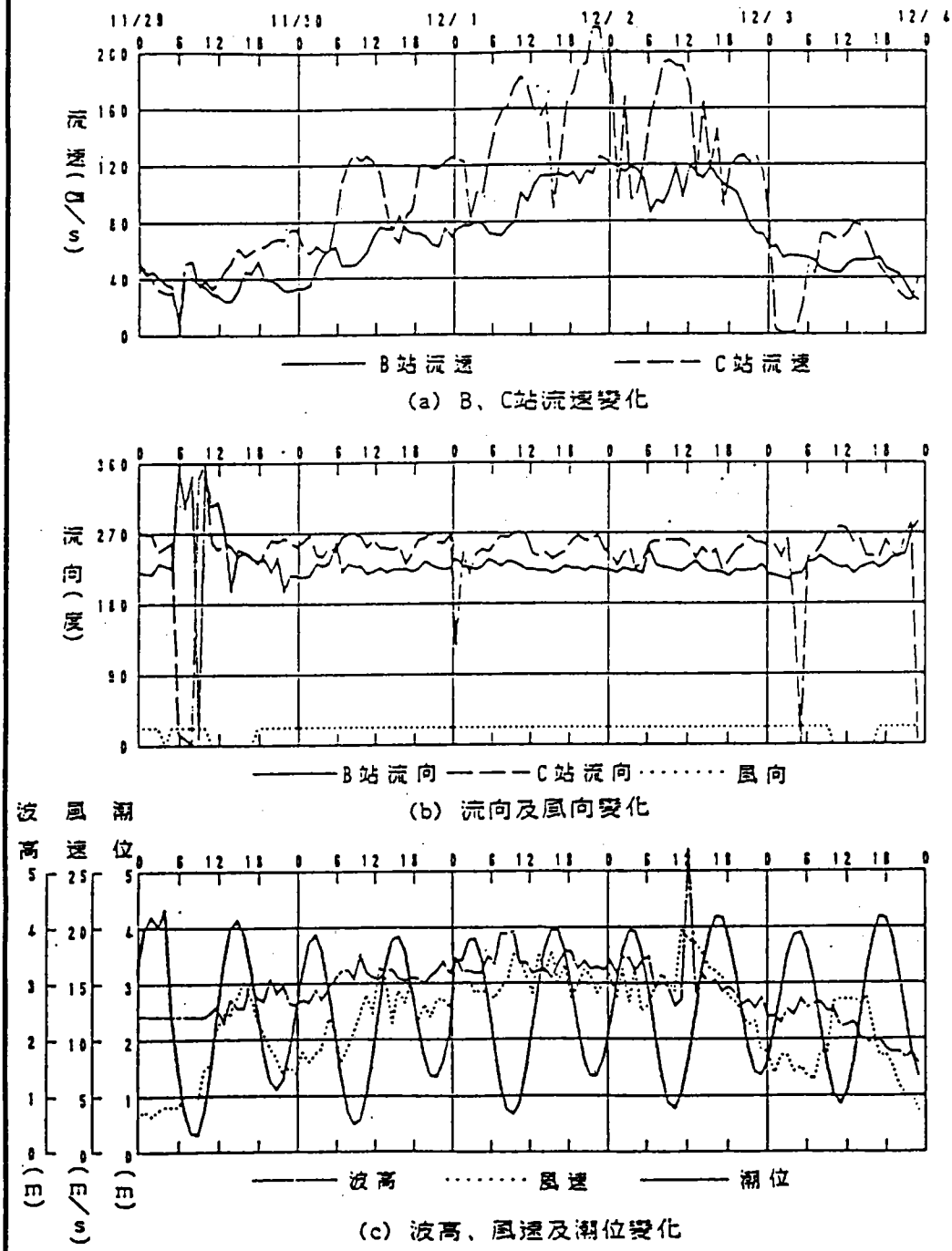


圖 8-3 強烈東北季風港口風、浪、潮與流延時變化
(70/12/01 ～ 12/03)

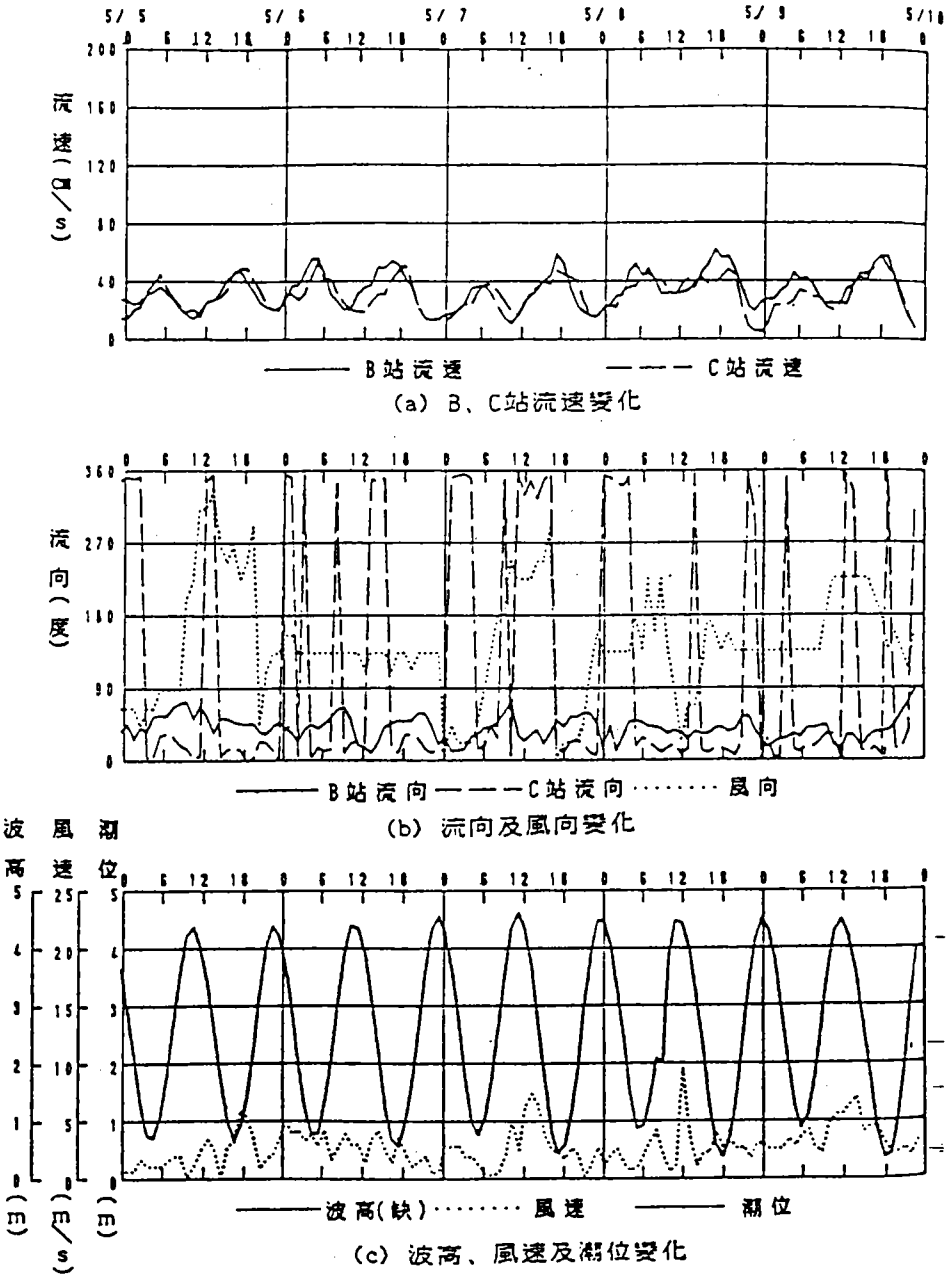


圖 8-4 低風速時港口風、浪、潮與流延時變化

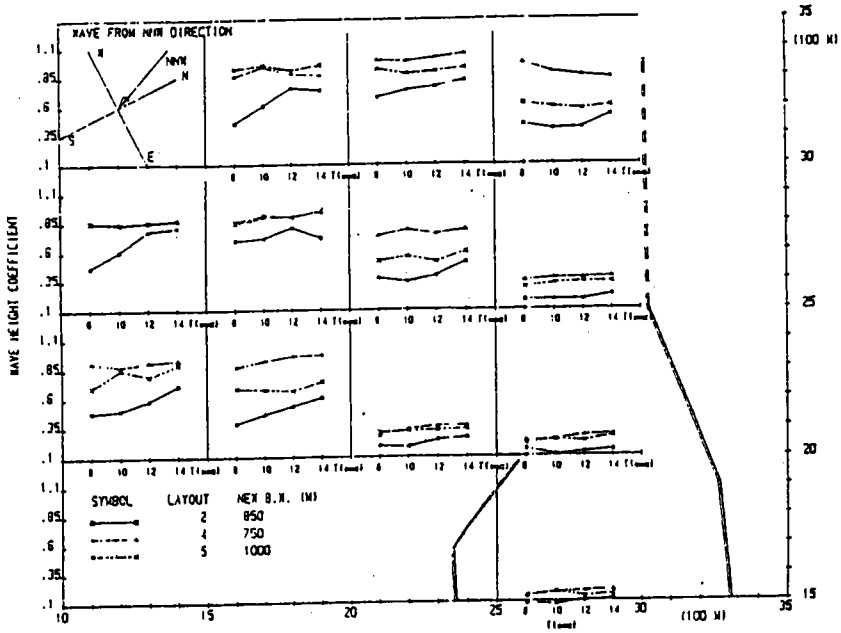
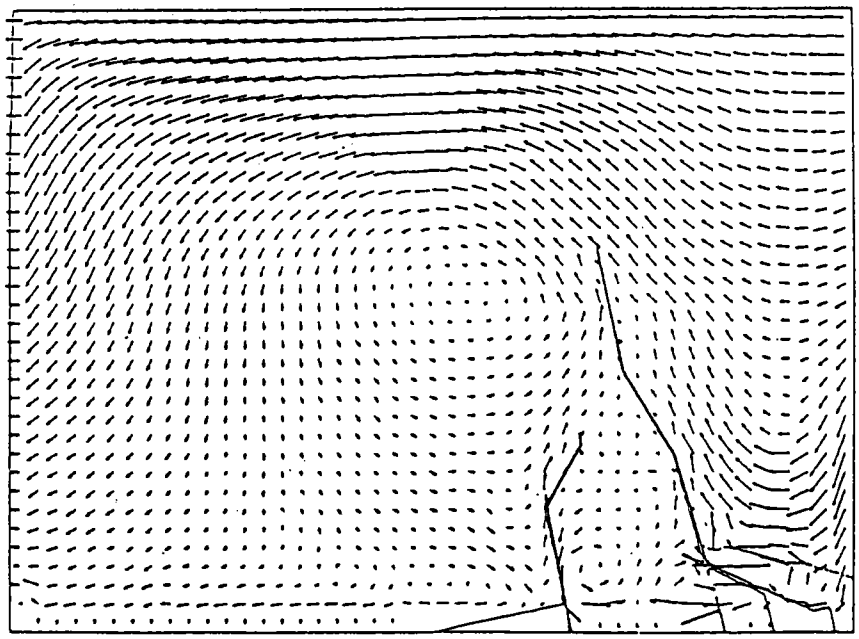


圖 8-5 防波堤延長後受 NNW 向波浪作用各區波高係數



TAI-CHUNG HARBOUR - SCHEME II	T = 1.00
ENVIRONMENTAL CONDITION -A-	SCALE 1 : 20000
PRC ENGINEERING INC.	

圖 8-6 防波堤延長 850M，在平均水位受風速 15m/s，波高 2.5m 作用時流況分佈計算值

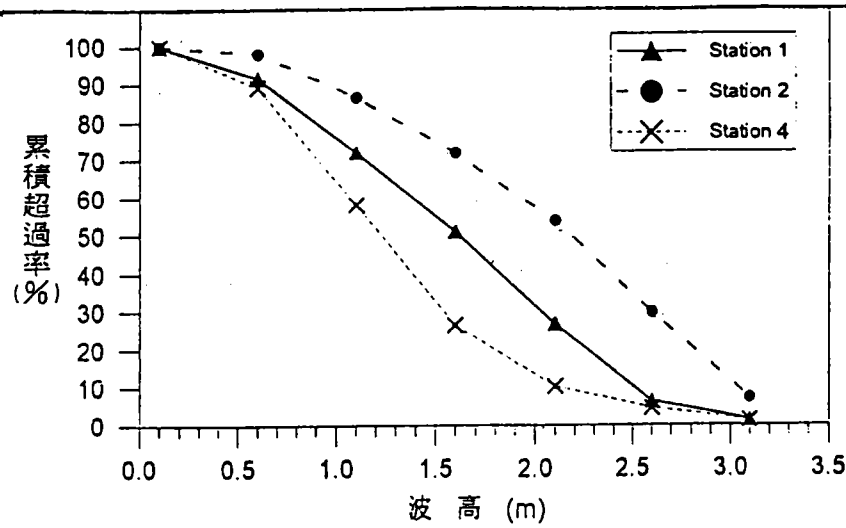


圖 8-7 冬季三測站波高超過值計圖(83/11 ~ 84/03)

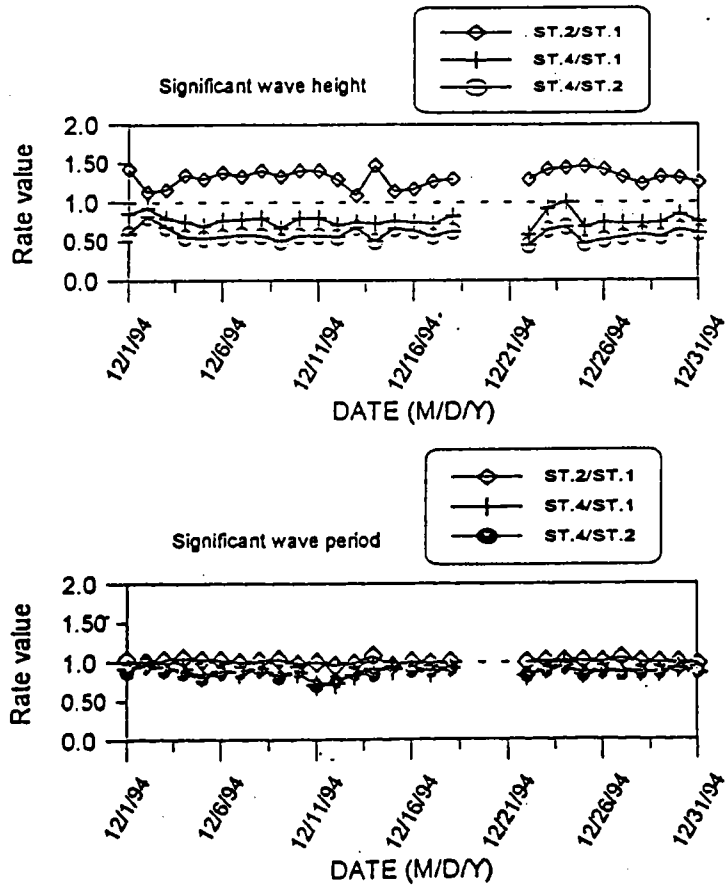


圖 8-8 冬季相對應時間三測站每日波高與週期比值

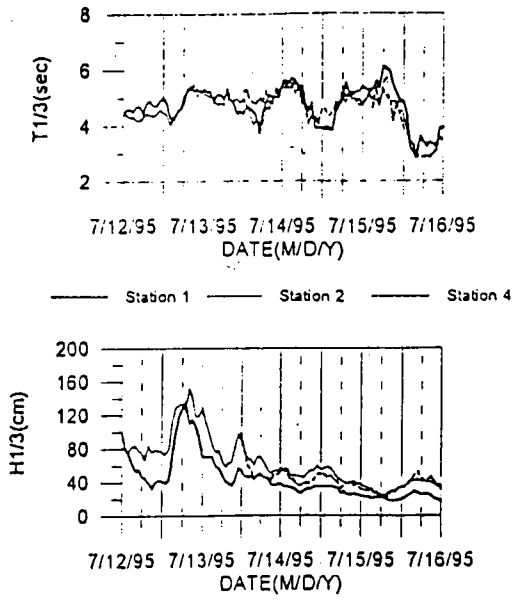


圖 8-9 夏季西南風三測站波高週期延時變化

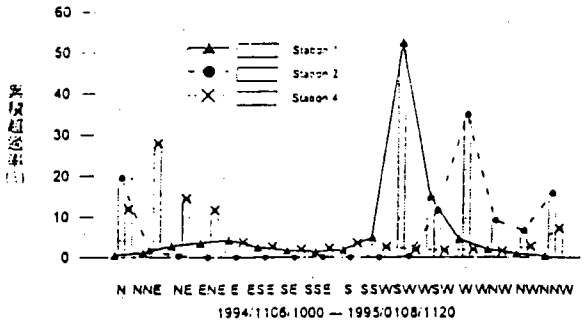


圖 8-10 冬季風速較大時三測站流向統計分析

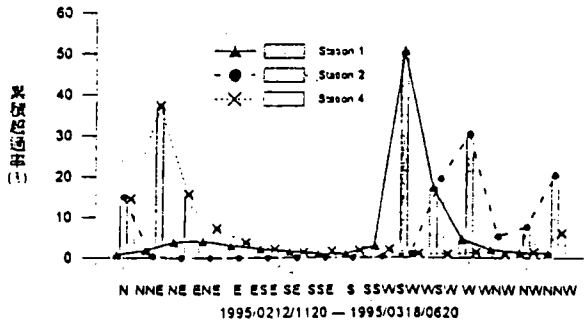
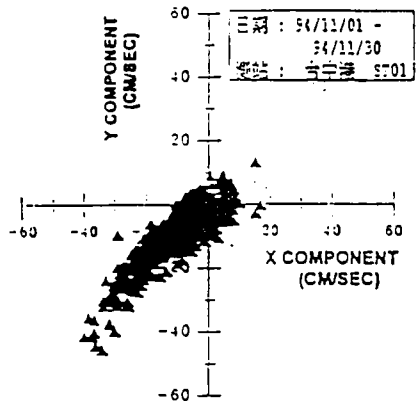
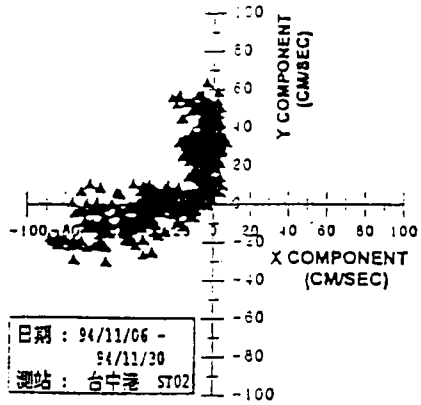


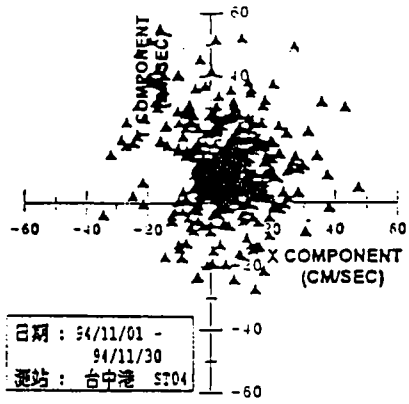
圖 8-10 春季風速減弱時三測站流向統計分析



流速分佈極值圖



流速分佈極值圖



流速分佈極值圖

圖 8-11 冬季時三測站流速極值分佈

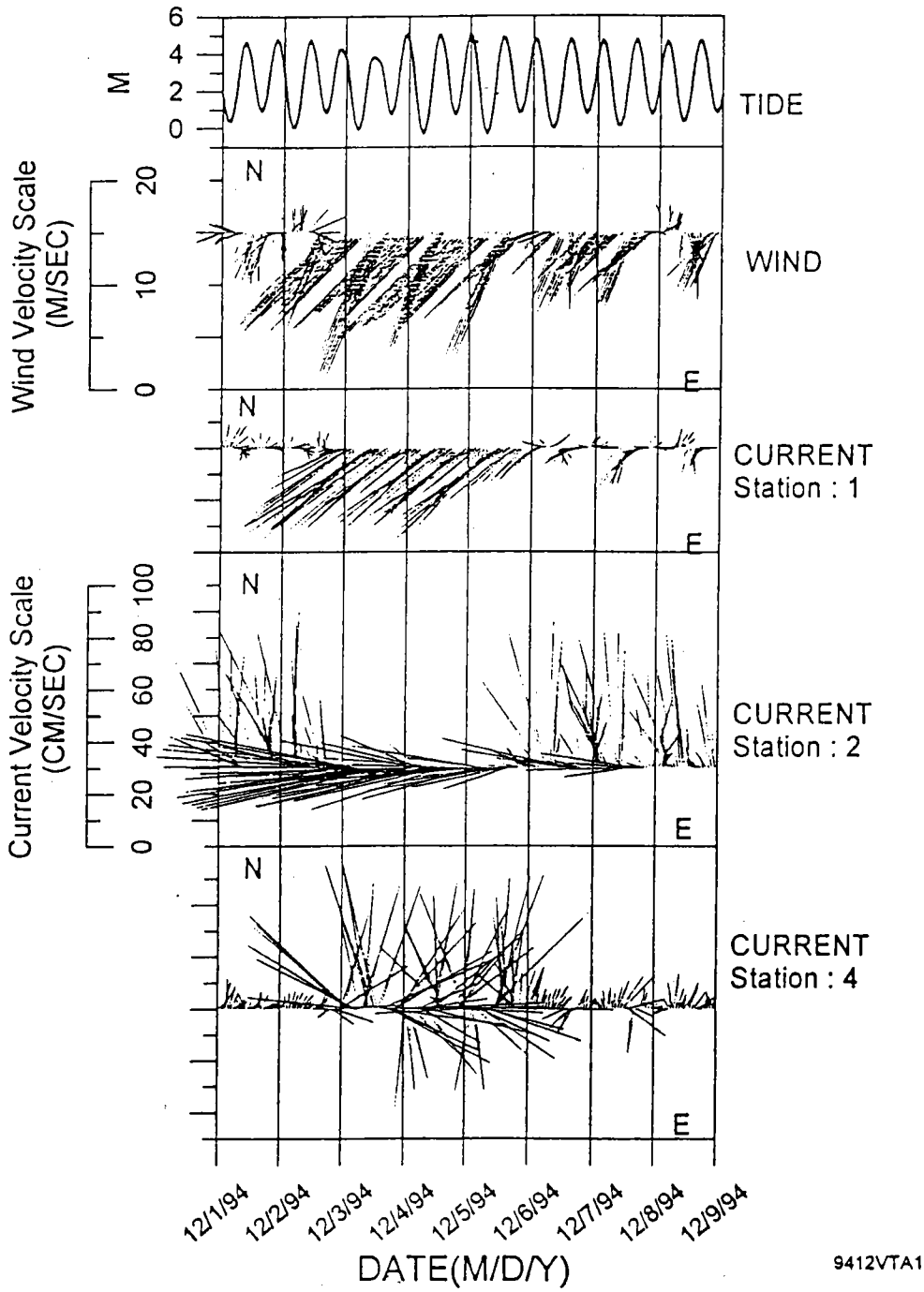


圖 8-12 冬季東北季風時潮位、風矢及流況延時變化

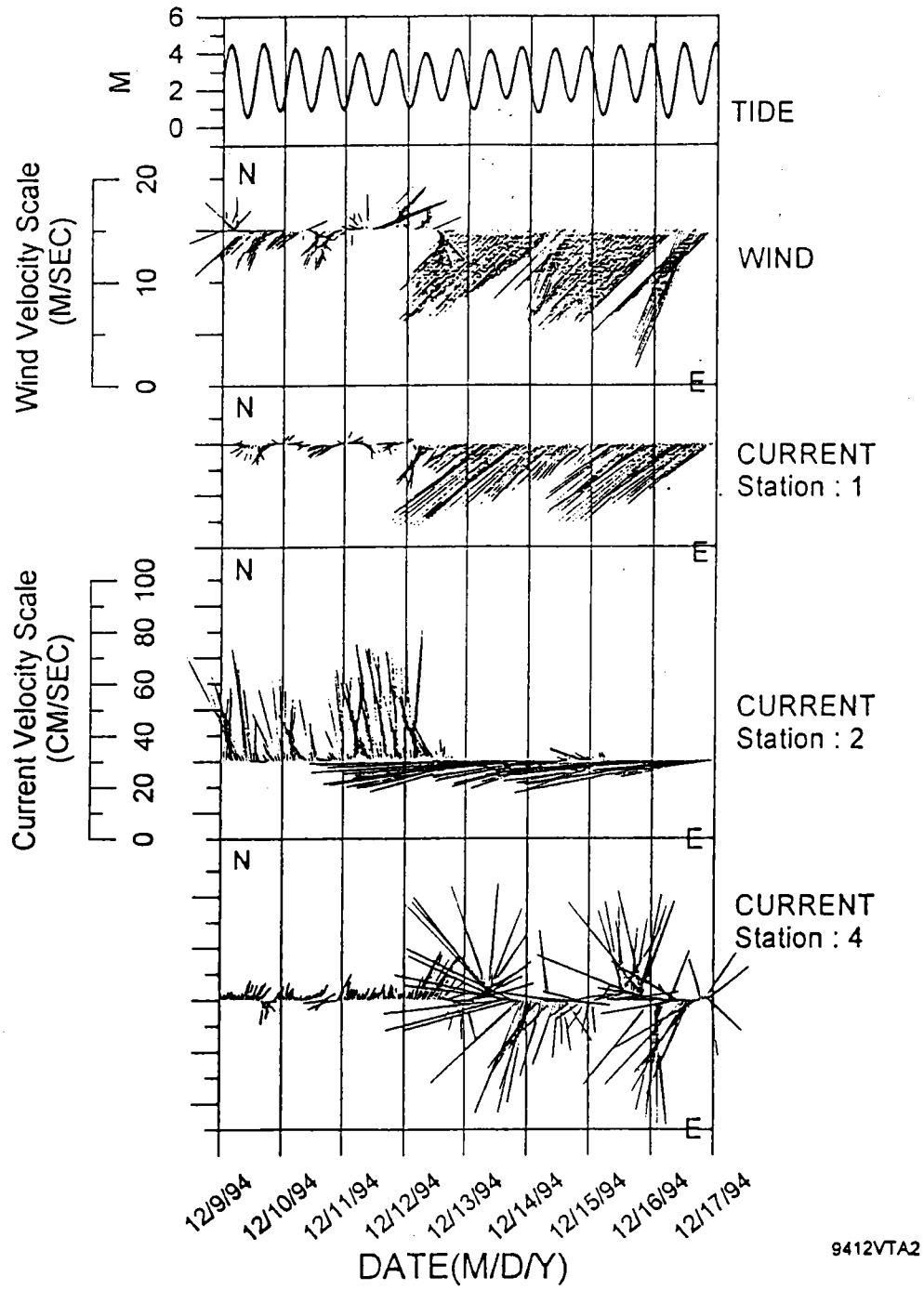


圖 8-12 冬季東北季風時潮位、風矢及流況延時變化(續)

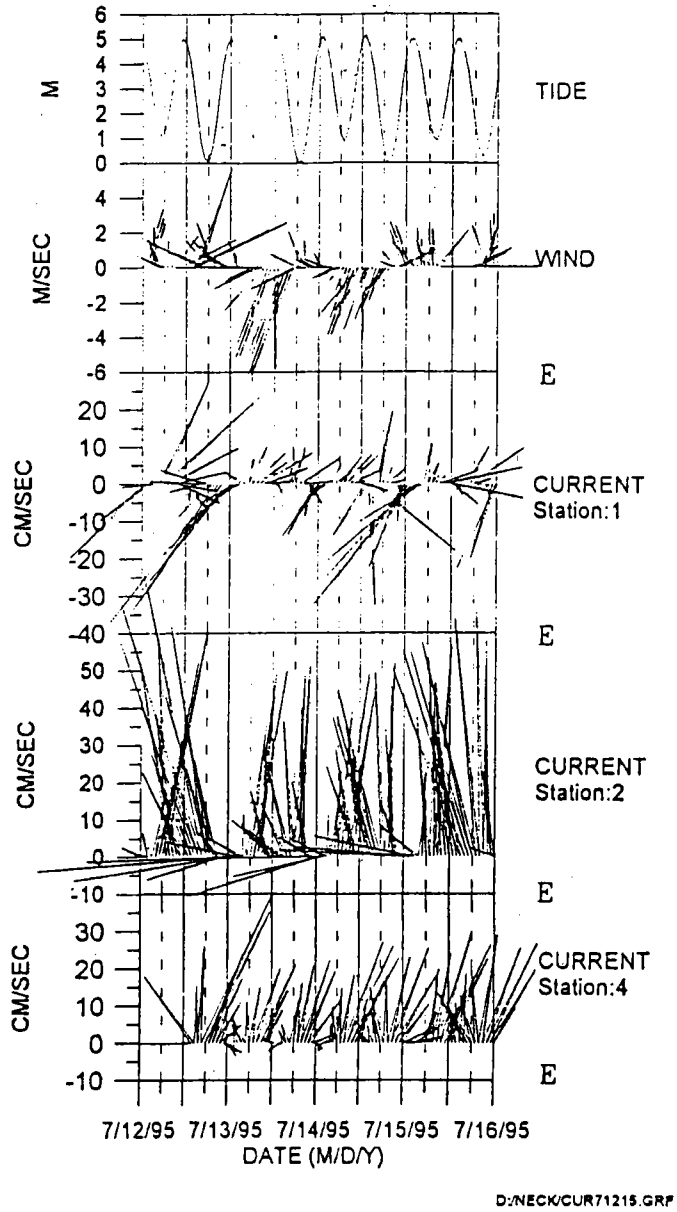


圖 8-13 夏季風速轉弱時潮位、風矢及流況延時變化

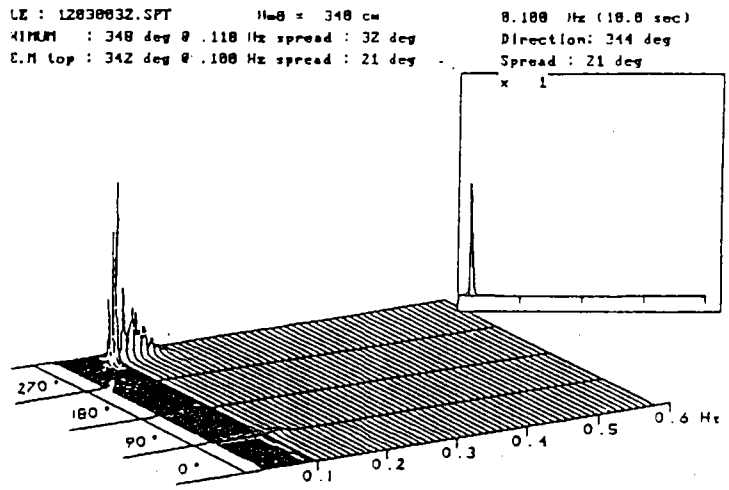


圖 8-14 堤頭前實測波浪方向頻譜

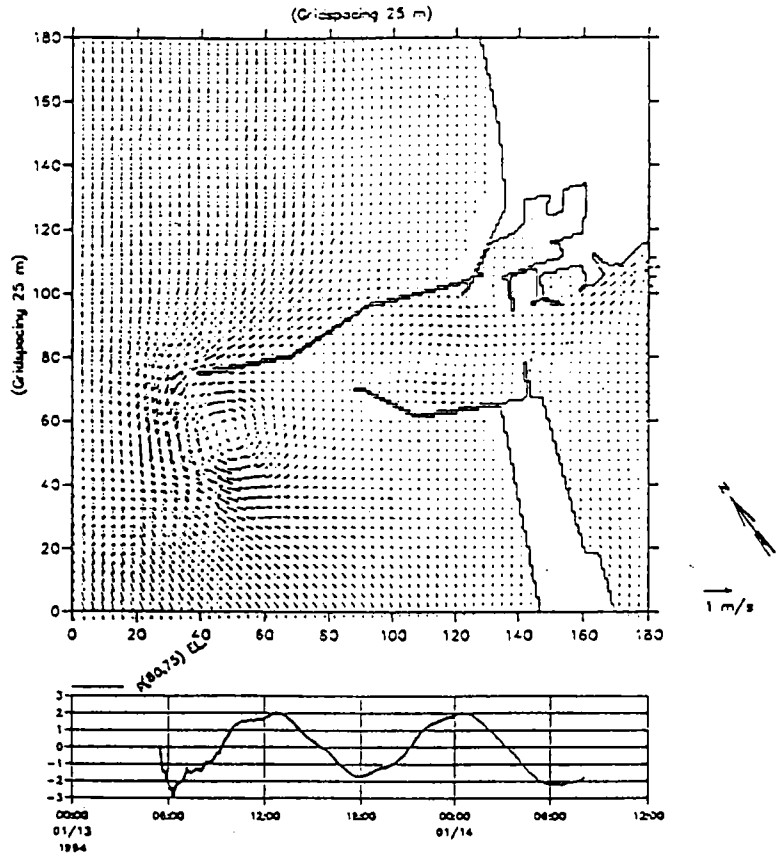


圖 8-15 潮汐作用(不考慮風與浪)港口流況計算結果

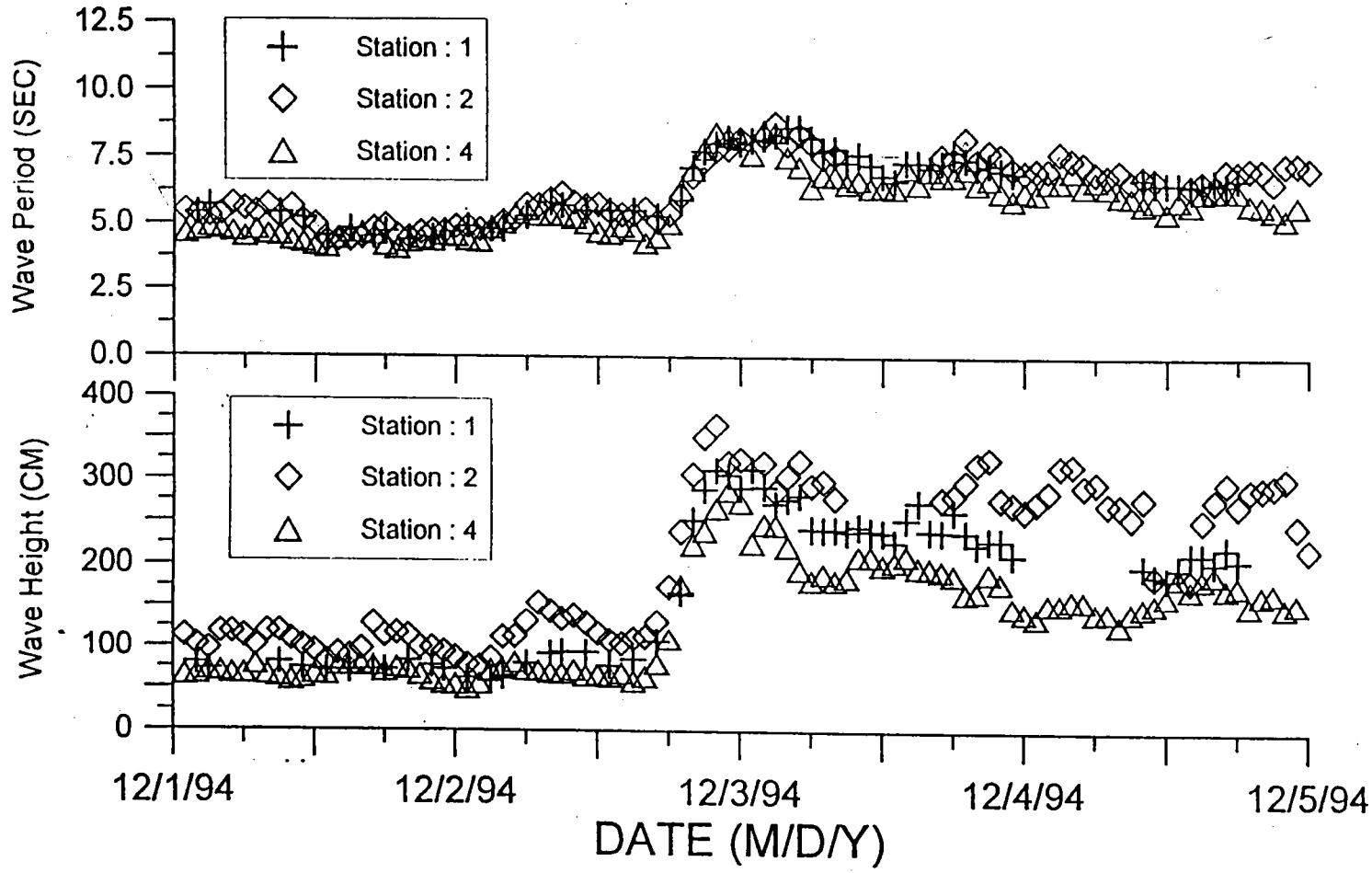


圖 8 -16 冬季三測逐時波浪延時化

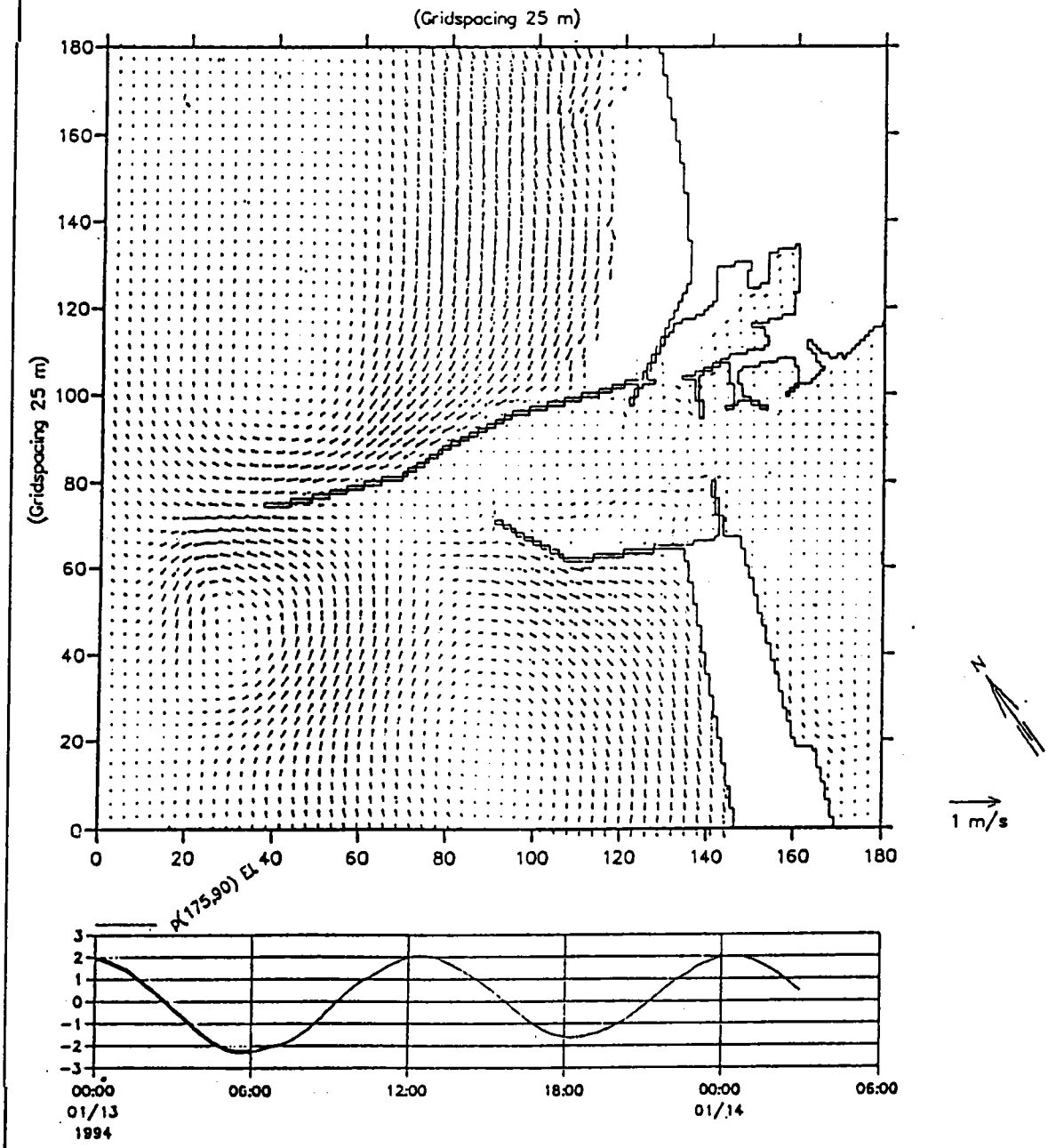


圖 8-17 東北向風速 15m/s，低潮時港口流況計算結果（未考慮波浪）。

玖、結果與討論

綜合本計畫各項調查結果，歸納各章結論如下：

1.由觀測地點皆為近岸區域，因此受地形或海岸結構物的影響，不同測站的海流特性有明顯的差異，因此對於近岸的流況判斷宜小心。

2.北防沙堤測站海流成份主要為風驅流及沿岸流，流向西南最大流速87cm/sec。北堤堤頭測站海流成份主要為恒流，及強制裂流，流向明顯分佈於西南西向及北北西向，鋒面來襲時風速增強，強制裂流成份明顯流向西南西，最大流速可達100cm/sec，當鋒面離境時風速減弱，恒流成份較明顯，流向向北北西。南防波堤測站海流成份主要為潮流及恒流，流向分佈較分散，大致在北向與東北向之間，最大流速70cm/sec。不同測站間的海流組成成份隨季節變化而有所不同。

3.與以往堤頭海流觀測資料比較發現，最大流速有偏小的趨勢，此可能是北防波堤延伸850公尺及堤頭水深變深，使得強制裂流的強度減弱所致。

4.ST.1站潮流振幅在50cm/sec左右，主要沿著平行海岸方向(北北東～南南西走向)往復運動。

5.83年10月份為秋、冬交接期間，受颱風與東北季風雙重影響，有明顯東北東強風出現，83年11月至85年3月期間風向集中在東北(NE)方向，呈現典型的冬季東北季風型態。

6.83年10月份台灣地區發佈之颱風警報有一次，但未直接通過調查海域，僅為湧浪傳播到達與外圍環流東北季風梯度增強所產生之有義波高、週期，分別為ST.1站(3.28公尺，7.70秒)，ST.2站(4.21公尺，7.45秒)， ST.4站(3.45公尺，7.22秒)；由於颱風路徑並未通過台中港附近海域，觀測結果較台中港過去相關記錄為低。

7.本地區冬季波浪主要由東北季風造成，由於海峽吹風區域受到限制，所以波浪之成長與衰退迅速，因此風速與波浪有良好的相關。以ST.1站來看，風速在5m/s左右時$H_{1/3}$在1公尺以下，$T_{1/3}$在4～5秒，風速在10m/s左右時，$H_{1/3}$在1～2公尺，$T_{1/3}$在5～7秒，風速在15m/s左右時，$H_{1/3}$在3～4公尺，$T_{1/3}$在6～8秒，波向在北北西～北北東之間。

8.表J-1～表J-59為有義波高發生機率分佈與有義週期發生機率分佈表圖，各表圖的上、下分別為波高與週期的發生次數百分比，唯有83年10月這段觀測期間的波浪包含了季節風風浪與颱風湧浪合併列入計算時，造成波高、週期的提高。

9.圖B-1～圖B-7為ST.1站現場波浪記錄，圖B-8～圖B-14為波向波高能譜圖，圖B-15～圖B-21為方向波浪能譜立體圖，分別為觀測夏季颱風期間席斯颱風(10月8日至10日)過境時段、泰瑞莎颱風(10月20日至22日)外圍環流影響及弗恩颱風(10月23日至26日)在琉球南方海面滯留，增強了台灣地區的東北季風梯度，出現波浪狀況分析結果、由各組記錄分析得到之能譜圖中得知，其波向主要在335°～350°間。

10.水位能譜的型態有單一能量尖峰的代表，該記錄時段的波浪主要集中於此頻率，波況較單純；亦有雙(或多)能量尖鋒的波譜發生，此時表示波浪有來自不同風場而來，在觀測站匯聚而成。一般情況可分區域性的風浪(較高頻分量)及遠方颱風與風場產生的湧浪(較低頻分量)匯聚而成。

11.由圖A-1及圖A-19為波浪觀測站ST.1、ST.2及ST.4三個站同時期之有義波高、週期之逐時變化圖，從圖中顯示出北防波堤延伸850公尺後東北季風時遮蔽已達到效果，使得ST.4站之波高已有明顯下降之現象。

12.擷取同時段的各測站逐時風速作比較，發現北防波堤堤頭風速大約是北堤防風林內本所觀測站風速的1.2倍，港務局大樓樓頂風速的1.97倍，由此可見北堤防風林及港務大樓風速受地形及地上建築物的影響，較外海風速小很多。為了確實瞭解台中港外海、北堤防風林及港務大樓間的風速、風向變化相關情形，往後將蒐集長期三測站風的資料進行比較分析，再作進一步查核，並將結果繼續提供港務局參考。

拾、結　語

水工模型試驗與數值模擬計算是研究解決港灣與海岸規劃佈置最常使用方法，既省經費又可以在短期間內獲得所需資料，是執行規劃不可或缺的工具。現場海象調查是既耗費人力又需要龐大經費的工作，也是蒐集港灣及海岸工程規劃設計資料最重要的一環。過去許多港灣及海岸工程規劃設計往往為節省經費而忽視現場觀測調查，而以推算（追算）取代，殊不知因資料短缺，錯誤所造成工程浪費甚至失敗遠超過事前觀測調查費用。因此，我們常說：「已開發國家把有限經費花在工程規劃設計前之調查、試驗研究；開發中國家則將大筆金錢浪費在工程失敗的經驗上」。

台中港建港工程在國內是開啓港灣工程規劃調查與水工模型試驗先端，也是島內率先採用超音波波高計建立永久性觀測站連續量測外海波浪的第一站。民國 65 年建港完成後證明經過審慎試驗評估所獲的台中港外廓防波堤佈置發揮預期防沙防浪功能。民國 77 年為配合台電進舶大型煤輪以及國際船舶大型化趨勢，並改善冬季強烈東北季風侵襲時港口操船條件，進行現場調查、水工試驗、流況數值計算及操船模擬作為規劃港口擴建之依據。港口擴建防波堤延長 850m 在 84 年順利完成；由進港船舶資料以及實際操船領港意見顯示，防波堤延長後，在強烈東北季風作用下六萬噸級船隻已可安全進港。台中港務局為了解防波堤延長後港口及領港登輪區附近波浪及流況特性，作為評估港口擴建之依據，再委託本所辦理本次擴建港海氣象調查。

現場海象觀測調查工作是一項極為艱巨任務，風浪愈大取得的資料愈可貴，因此本所研究人員經常冒著惡劣天候出海佈放儀器，期盼測取強風巨浪侵襲時海面波浪與流速作為規劃設計依據。這些年來，本所工作同仁用盡不少心血，暈船嘔吐、吹風雨淋，頂著大太陽辛勤工作，也花費不少國家公帑，在海上安裝儀器，佈置警示燈，並依規定發佈海上航行通告，但卻遭到釣客與漁民無意中損毀造成儀器流失，只能取得殘缺資料。因而本所在這方面應再加強與漁民的溝通，並在此呼籲海上船隻亦應重視海上作業規範。

感謝台中港務局多年來提供本所海象、氣象現場觀測調查所需研究經費，並感謝台中港務局參與人員的協助及號誌課顏台長與信號台全體人員幫忙才能使儀器減少到最低的遺失狀況。

拾壹、參考文獻

1. 梁乃匡、張金機等(1983)，台中海岸流況調查研究，港灣技術研究所72研(二)。

2. 張金機、蘇青和、簡仲璟(1988)，台中港港口流速調查研究，港灣技術研究所專刊50號。

3. 張金機、何良勝、黃清和(1988)，台中港港口擴建水工模型試驗研究，港灣技術研究所專刊47號。

4. 中華顧問工程司(1988)，台中港港口擴建計算評估研究，中華顧問工程司。

5. 曾相茂、張金機、簡仲璟(1995)，台中港港口擴建後海氣象調查研究，期中報告。

6. 莊文傑、蘇青和等(1996)，台中港港口段航道設置減風設施可行性研究，期中報告。

7. 劉昭民、蘇世孟、王太元等(1997)，1994年夏季侵台颱風之分析，交通部中央氣象局天分析與預測研討會氣象論文集編，P.346～P354。

8. 黃廣寧、陳德松、葉天障、彭順台、張偉正等(1997)，颱風路徑預報模式1996之表現檢討，交通部中央氣象局天分析與預報。

9. 徐月娟、曾淑芬，賀伯颱風暴潮模擬之初步研究，交通部中央氣象局天分析與預測研討會氣象論文集編，P.346～P354。

10. 張金機、曾相茂、簡仲璟(1996)，花蓮港港灣設施改善計畫之研究--現場海氣象調查，港灣技術研究所專刊126號。

11. 簡仲璟(1996)台中商、漁港分道行駛可行性研究，港灣技術研究所專刊121號。

12. 莊文傑(1996)台中港港口段航道設置減風設施可行性研究初步報告。

13. 吳基、簡仲璟(1996)觀音海域海氣象特性分析，港灣技術研究所專刊114號。

拾貳、期中報告審查會學者、專家意見辦理情形 (p.1)

	期中報告審查會議結論	港研所辦理情形
梁乃匡教授	(一)結果與討論中第2點，南防波堤測站之最大流速是否在特殊情況下發生？第6點之資料是否在同時間測得？	(一)是
	(二)若能分析堤頭風、浪、流三者間之關係更好，並與擴建前做一比較。	(二)如時間許可將在期末報告時做比較。
	(三)錨泊區建議作短期浮子追蹤。	(三)在經費許可下參酌合約納入考量。
	(四)流的分析應作旋轉能譜分析。	(四)遵照辦理
	(五)將數據資料整理成通式時可以風向、風速大小來分，而不必以月分。	(五)參考辦理
	(六)裂流減弱之原因應是水深變深之影響。	(六)是
	(七)要比較遮敝效果時，可略去如風小的情況，應注意較嚴重的情況。	(七)是
高家俊教授	(一)潮汐觀測之取樣頻率為何？建議與氣象局一致。	(一)參考辦理
	(二)第三八至四三頁是用何方法分析方向波譜？又圖中有出現數個尖峰之現象，是物理現象或與分析之原理有關。	(二)將進一步探討，於期末報告中說明。
	(三)潮與流建議作調和分析。	(三)如人力容許將配合盡量辦理
	(四)測站經緯度請列出供參考。	(四)在期末報告中加以說明
	(五)建議繼續進行後續研究計畫。	(五)遵照辦理
	(六)建議在期末報告內將分析之原理列出。	(六)遵照辦理
林銘崇教授	(一)各測站之主流應分離出再行分析。	(一)因儀器原因甚難分析
	(二)報告內容說明過於簡略，相關之分析理論背景應列出。	(二)在期末報告加以詳說明
	(三)第一測站之測波儀究為超音波式或浮球式。	(三)浮球式波向波浪儀
	(四)測站數應儘量增加。	(四)參酌合約在經費下已不能再增加

	期中報告審查會議結論	港研所辦理情形
郭一羽教授	(一)相關性分析很重要，應討論不同風向、不同季節下之相關性，並利用各站間之相關性尋求一標準測站，俾利後續觀測。 (二)應利用實測統計結果找出一標準方程式以為將來應用之需。 (三)波向是由方向頻譜所求得或直接測出？	(一)在期末報告加以分析 (二)盡量辦理 (三)係由儀器直接測出
蔡清標教授	(一)計畫很有意義。 (二)應著重標準化工作。 (三)第二測站受堤頭影響有多少？應與防波堤未延長時比較。環流狀況分析，是否與未延長前現象符合？ (四)風速小時流不穩定而風速大時流向趨於一致，此結果是否顯示風速會影響流向？ (五)波向會影響到流況，應加強觀測。	(三)期末報告再加以說明 (四)風速較大時風驅流及所帶動沿岸流大於潮流，期末報告將進一步探討。 (五)在經費許可時納入考量
林碩章先生	(一)本案在擴建後遮蔽效果之比較係利用第四台與第二測站，惟是否應比較同一測站之擴建、前後觀測結果較為恰當。 (二)觀測偏重冬季風時，夏季期間之觀測亦重要。擴建後西南向之流是否帶來負面效果。 (三)測站平面位置圖應繪出等深線。	(一)在人力時間容許下參採並辦理此項分析。 (二)盡量能蒐集到資料在期末報告加以分析。 (三)期末報告再加以說明。
王志成先生	(一)強制裂流減低，應再討論是否受防波堤延伸所致？並探討未延長且流速 4 節之流向，與延長後之比較。 (二)可利用雷達觀測結果討論波向。 (三)建議綜合整理歷年所完成之報告，以瞭解冬季波浪分佈。	(一)在人力時間容許下參採並辦理此項分析 (二)盡量能蒐集到資料在期末報告加以分析 (三)期末報告再加以說明

	期中報告審查會議結論	港研所辦理情形
交通部	(一)請港研究所進一步做相關性研究分析。 (二)堤頭裂流是否受擴建前後觀測位置差異及觀測時間過短之影響。 (三)擴建前後海岸地形改變甚大，僅以三點結果並不足以代表整個港區，建議如梁教授所提做短期浮點追蹤觀測。	(一)盡量辦理 (二)期末報告再加以說明 (三)參酌合約在經費許可下納入考量
交通處	(一)請說明測站位置選擇之原則，並標示其水深。 (二)第十七頁所提北防波堤延伸後已達到遮蔽效果，是否能做一統計並予以量化。 (三)蒐集擴建前之海氣象資料與擴建後之觀測結果做一分析比較。 (四)完成本項觀測後，希望對未來海岸地形變化及船隻航行安全的影響進行預測。	(一)在期末報告再加說明 (二遵照辦理 (三)作此比較較困難僅能用擴建前之試驗結果與擴建後之實測資料作比較 (四)參酌辦理
省府經建會	(一)為台中港未來擴建及營運發展，海氣象調查研究應持續進行即應做長期觀測。 (二)應將對台中港有利之資料廣為宣傳。	(一)本所目前即朝向此目標進行 (二)遵照辦理
賴總工程司	(一)本次會議紀錄請納報告書內。 (二)長期海氣象觀測應該做，建議由港研所直接向大處提出研究計畫申請經費或由大處指示港務局直接撥款予港研究辦理。	(一)遵照辦理 (二)本所目前即朝向此目標進行
港研所	(一)港研所未來目標擬在各港建一長期測站，收集外海基本資料。 (二)擴建前、後之比較有困難，僅能以擴建後實測資料比較。 (三)目前僅進行東北季風情況下之分析，西南季風之情況本所會繼續作分析。 (四)測站位置選定要考慮漁民反應，故若要在較深海處設站有困難。 (五)儘量照學者專家意見改進。	

	期中報告審查會議結論	港研所辦理情形
主席結論	(一)學者專家之意見請港研所納入考量，並將辦理情形做為期末報告之附件。 (二)資料要做技術轉移，並應善加建檔保存與利用。 (三)長期海氣象調查應繼續辦理，請港研所儘量協助。	

拾參、期末報告審查會學者、專家審查意見辦理情形與答覆說明

	期末報告審查意見	港研所辦理情形與答覆說明
林銘崇教授	(一)現場調查工作詳盡，基本分析結果良好合理。	
	(二)宜列出相關之分析理論背景或方法。	(二)在 85 年 10 月期末報告修訂版中辦理。
	(三)除了各項基本統計分析外，今後可增加進一步之各種機率統計分析以作為實際規劃設計之參考。	(三)此不在本計劃合約內，且二年的資料在機率統計分析上不足，所以應另案辦理。
	(四)流場數值模式宜配合應用現場資料進行驗証，以增進該數值模式之應用性。可否進一步探討潮流及波浪引致之近岸流間之數值差異？	(四)數值模式的驗証不在本計畫合規定工作項目，後續相關研究應另案辦理。
梁乃匡教授	(一)本研究報告內容充實，對台中港務局所關心的問題已有答案，惟在西南方來襲之颱風湧浪，對港內穩靜狀況的影響，因觀測期間無颱風在台灣海峽南部出現而未獲答案，建議台中港務局繼續研究。	
	(二)初稿結語中有關漁民用辭，建議稍作調整。	(二)遵照辦理調整用辭。

林 炤 圭 教 授	(一)建議對量測方法及分析方法作一敘述，以利將來的使用參考，例如量測的時間，分析時取樣時間等。 (二)建議繼續作長期觀測，以利建立長期統計資料庫。 (三)波高週期聯合統計分佈，建議加作 $H_{1/3}-T_{mean}$ 之聯合統計。 (四)建議加強相關性分析，並探討數式化的可能性，如波高、週期與風速之關係式。	(一)遵照辦理在正式期末報告中加入。 (三)本報告中有作 $H_{1/3}-T_{mean}$ 之聯合機率統計表可參考之。 (四)遵照辦理在正式期末報告中加入。
郭 一 羽 教 授	(一)數據品質控制(保証)方法能有文字說明。 (二)利用相關分析結果建議長期觀測之代表性位置和數據種類。 (三)建議做波高、波向、週期聯合機率。 (四)示性波與其他代表統計值之相關係數。	(一)遵照辦理在正式期末報告中加入。 長期觀測也需配合現場實際狀況以保儀器安全。 (三)已有聯合分佈表可供參考。 (四)遵照辦理。
高 家 俊 教 授	(一)第七頁第一項所測得之最大波浪請加註發生時間. (二)第十二頁第二行潮位變動範圍 0-5M，請進一步說明。 (三)第廿九頁第九項圖 B-6 ～ B-7 是否為 B-10 ？ (四)表 K-1 ～ K-47 建議加列波向。	(一)遵照辦理。 (二)遵照辦理。 (三)不是。 (四)ST.1 觀測站可加波向。

	(五)圖冊中各圖請加註座標. (六)請說明 B-6 圖中 T_z 之義。 (七)請說明圖 B-11 ～ B-15 中有數筆資料在 90 ° 附近能量之來源。 (八)圖 B-11 中 0-0.1Hz 區黑色代表何種意義？請說明。 (九)海氣象資料對港口營運及擴建非常重要，請港務局持續推動海氣象觀測。	(五)遵照辦理。 (六)在正式期末報告中遵照辦理。 (七)是 (八)是
蔡清標教授	(一)相關分析中著重風與流及風與浪之關係；建請亦加強分析浪與流之關係。 (二)因三測站分屬近岸區(ST.1)、深水堤頭區(ST.2)及遮蔽區(S.4)，各測站應有其特性，除報告中分析其間之相關性外，各測站之特性可稍有說明，並找出那一測站與其他兩站之相關性較強，以提供標準化迴歸分析之用。 (三)ST.1 屬較淺水區， ST.2 則為較深之水域，但為何 ST.1 流受風之影響較大？ (四)流速與潮位相關分析中，最好先分離出海流及潮流，較具意義。	(一)盡量辦理 (二)參考辦理 (三)ST2 靠近北防堤受到結構影響而成。 (四)在本計畫合約外應另案辦理。

許硯蓀副總經理	(一)本計畫之目的為：1.觀測求得長期連續之各項海氣象資料；2.求得堤頭及登輪區之極值。當然極值仍有其變異性，但對相對之關係應已可統計確實適合本港特性之各類數據，且足可作為船舶進出及未來擴建計畫規劃時之參考。 (二)固然外力為造成觀測中斷之主因，但仍可由管制出入或考量使不受破壞因素列入佈設評估，應有利測站之保存。 (三)現場資料調查工作確實重要，儘量維持連續觀測以竟全功。 (四)為配合長期發展計畫之推動，建請應針對需求補充觀測點及觀測項目。	(二)85 年 5 月開始已實行管制出入應可利於測站之保存。 (三)(四)本所希望現場調查延長至 85 年 12 月盡量補充資料。
林碩章先生	(一)報告內容敘述「時間」應一致。P.4 與 P.19 提及延長段完工時間略有出入，完工時間宜以沉箱拖放完成時具遮蔽效果後起算。 (二)報告所提「位置」應明確。例如「北防波堤堤頭」各段所指位置應有一致性，文章中宜以「擴建前堤頭」「擴建後堤頭」區分。	(一)是 (二)是

	(三)P.20 擴建前流況之數值，於當初報告中提及最大流速 2.53m/sec，應論及。另外堤端 200M 之流速達 200cm/sec，是否為研判而得或紀錄值，請查明。	(三)查明後修正。
	(四)建議：氣象之統計結果及效益敘述是否多利用「表格化」說明，較一目了然。	(四)儘量辦理。
	(五)消波沉箱之反射率研究，建議港所傳承過去諸多試驗結果，並於北堤延長段之內端南側增設測站，了解 SW、WSW、W 向之波浪的反射率及其消波效果。在國內消波沉箱之研究史上建立一完整之報告。	(五)參酌計畫經費，儘量辦理。
	(六)另文章內有筆誤處如左表。 1. P.22 之 11 行波高小於 1.5%。 2.P.25 之 1 行風吹流。 3.P.26 之 4 行波浪經析射後。 4.P.28 之 5 行明顯流向向西南西。	(六)1.波高小於 1.5M。 2.風驅流。 3.波浪經折射後。 4.明顯流向為西南西。
王志成先生	(一)由於海象觀測資料之取得甚為不易，因此本次觀測作業能獲得如此多資料甚為難得，故希望於期末報告能以統計分佈圖表之方式，簡單明確顯示各測	(一)海氣象資料的季或年統計圖表需有長期的資料進行分析才具意義。有關這方的圖表請參考本所「台灣四周海氣象調查研究」報告，八十三年六月。

	站波浪、海流、風力之四季(或冬夏兩季)及全年之統計值，以方便一般工程人員使用，不必再去翻閱兩本附錄中之各種圖表，讓本計畫之成果能發揮最大之效果。(註：如採四季建議分為 1 ～ 3 月、4 ～ 6 月、7 ～ 9 月、10 ～ 12 月；如採冬夏兩季則可分為 10 ～ 3 月、4 ～ 9 月)	
	(二)流況及風玫瑰圖(如圖 4-1 、4-4 、4-6 、4-9 、4-11 、4-14 、 6-1 、 6-2)右側之 Percentage of Distribution 表中，建議於最下及最右側加一小計欄，可更清楚顯示分佈特性。	(二)遵照辦理。
	(三)由於港研所擁有台中港最完整之資料，因此建議本報告第伍章潮汐基本資料分析與特性(第 12 頁)，能整合台中港以往各年之潮汐觀測資料，將有資料之每年之最高高潮位、平均潮位、最低低潮位列表，然後分析不同迴歸年之最高高潮位及最低低潮位，併入報告中，讓本計畫成果發揮最大之效果。	(三)盡量辦理

	(四)防波堤堤頭海流之強度及方向影響船隻操航安全甚大，在北外堤未延伸前之數次調查顯示，距北外堤堤頭200M處之測站，於鋒面過境、低潮時，流速甚大(註：中油LNG計畫調查獲得距堤頭200M處最大流速為212cm/sec、方向為西南西，當時距堤頭800M之B測站，獲得最大流速為108cm/sec。而港務局港口擴建計畫調查獲得距堤頭800M之B測站最大流速為140cm/se，推估距堤頭200M處之流速應該大於200cm/sec)。本次之調查顯示，距北外堤堤頭200M處測站(ST.2)之流速已大幅降低，多次之實測值顯示，最大流速僅達101.18cm/sec，與未延建前比較減弱幅度極大(最大流速由4節減為2節)，建議如有時間，應針對此現象作較深入之探討，研析可能產生變化之各種原因(第28頁之結論述及此現象係因堤頭水變深，致強制裂流強度減弱所致)。	(四)盡量辦理

	(五)ST.1 測站有相當長之波浪資料，但該站水深為-13M ，波浪已受折射及淺化之影響無法代表外海深水波浪之條件，是否能反推分析在不同(外海)波向、週期時，深海波高與 ST.1 之參考比值，以彌補無長期深海波浪觀測資料之憾。	(五)在經費許可時納入考量。
交通處	(一)北防波堤延長段內側佈置有消波設施，其效果如何宜進行觀測，並研究其對內港的影響。 (二)波浪、海流、潮汐及風相關分析(第七章)，請歸納成數值模式。 (三)結果與討論之 11，「明顯下降」等形容用語，改以數據表示。 (四)表 K-1 ～K-47，未觀測之數值請予以空白，勿用 99.99 填空，以免困擾，另 HMAX 、 TMAX 、 HMEN 、 TMEN 請改以下標表示。 (五)報告第 22 頁倒數第七行北沙堤外側測站(ST.2)應為 ST.1 。	(一)本計畫在經費下已不能再增加。 (二)在本計畫中之資料，時間太短無法歸納成數值模式，應另案辦理。 (三)遵照辦理 (四)在電腦上如是空白，電腦會把它當作 0，是有效的資料，所以在報告上會加註說明避免混淆。 (五)是
省府經建會	為配合院頒發展台灣成為亞太營運中心—海運轉運中心計畫，港務局已完成「台中港整體開發計畫」(草案)，省府並於五月廿八日陳報交通部，將來台中港的建設項目相當多，有關台中港之海氣象調查研究，希望能夠長期持續進行。	

賴總工程司	(一)台中港港口擴建包括北防波堤延長，南防波堤拆除前端部份及北堤內側消波設施，目前僅做北防波堤延長 850 公尺，故本案僅做北防波堤延長 850 公尺部份之海氣象調查研究。 (二)本研究應分兩部份，一為冬季東北季風期，另一為夏季西南風及颱風期，本報告冬季東北季風期較多，希能繼續研究多補充西南風及颱風期資料，延長後對港口及港內之影響。 (三)本局是事業單位，有需求時才能編列預算委託研究，港研所成立任務之一是提供各港海氣象資料，故本計畫希望港研所能繼續觀測調查,向大處爭取預算自行辦理研究。	(二)本所希望能在今年夏季補充西南風及颱風之資料盡量辦理。 (三)參考辦理
港務組	謝謝港研所建立許多實測資料，也做過許多比較整理，對於操船實務尚不具體，如何利用實測後彙整的經驗公式，輸入到操船模擬機，供航行員、引水人做操船技能演練參考，將更增實用上之效能。	此部份 貴局已委託本所專案計畫實行中。
工務組	(一)請求出堤頭測站風速與其他各站風速之相關性. (二)有關合約內未完成之工作，請港研所與承辦單位核對並依合	(一)堤頭風速測站今年 8 月上旬可正式運轉到明年(86)8 月再提供其與各站之相關性。 (二)遵照合約辦理將計畫延至明年

	約規定提出補救措施。 (三)期中、期末報告審查會議各與會專家學者意見,請港研所研究整理，如屬合約範圍應請照辦，如非合約範圍亦應提出說明及意見以供本局審核。 (四)請港研所就已完成資料整理完善，移交港務局俾供相關研究計畫參考用，另有關正式報告希望俟港研所完成所有合約工作內容後再行提出。	6月以補充資料。 (三)遵照辦理 (四)遵照辦理
主席結論	(一)期中及期末報告審查會議各審查委員意見請港研所敘明於報告內何章節內交待辦理情形。 (二)北防波堤延長後之效益應予以量化及表格化。 (三)合約內工作項目尚未完成部份，請港研所提報補救措施過局後再專案簽請局長核示。 (四)風速觀測應求出防風林站、堤頭站及氣象站等三站之相關性。	(一)遵照辦理 (二)遵照辦理 (三)遵照辦理補救措施如附件 (四)遵照辦理

台中港務局委託

台灣省政府交通處　　辦理

港灣技術研究所受託

「台中港港口擴建後海氣象調查研究」補測計畫

一、前言

本所執行本計畫時所安裝之儀器接二連三的遭受破壞，造成儀器損壞，致使觀測結果不甚理想，取得之資料不夠完整，本所依合約第三條第一項之條款「如所獲得之資料品質不佳，須補測部份資料」因而提出本補測計畫。內容如下：

二、工作期限及報告提送

(1)外　　業：另於85年7月至86年3月補測部份資料。

(2)期末報告：86年4月30日前向貴局(以下簡稱甲方)提出期末告修訂稿乙式五份。

(3)正式報告：86年6月30日前完成正式報告乙式六十份送交甲方。

三、現場調查項目及內容：

(一)波浪觀測

1.觀測儀器

(a)超音波式波浪儀一組

(b)浮球式波浪儀二組

(c)壓力式波浪儀三組

2.作業內容

(a)長期觀測

本所於北防堤西北西方約 800 公尺水深-13 公尺 ST.1 觀測站繼續觀測到 86 年 3 月底止。

(b)短期觀測

85 年 7 月至 86 年 3 月於台中港北防波堤正北方距堤頭約 500 公尺之間測站(ST.2)設置波浪儀，在本(85)年冬季季風期間觀測一至二次鋒面過境時之波浪。

3.資料處理

(1)初步資料分析

傳回之記錄資料，經電腦整理後，將統計分析結果送甲方參考。

(2)每一波浪記錄須以零上切法(Zero up-cross method)定出波高及週期。

(3)每一筆之波浪記錄須分析求出 H_{max}、T_{max}、$H_{1/10}$、$T_{1/10}$、$H_{1/3}$、$T_{1/3}$、H_{mean}、T_{mean}，並列出時間及波數，分別以微電腦磁片儲存及列印出報表紙中。

(4)求出每日、每月第(3)條內各項之平均及最大值。

波浪觀測期間之潮汐、風速、風向記錄須與波浪記錄合成繪製時間逐時連續圖。

(5)每季調查記錄中選擇最大波浪及最常出現波浪之記錄，進行波譜(wave spectrum)分析。

(二)海流觀測

1.觀測儀器

暫定使用 RCM4 或 RCM7 自記式海流儀或同品質之自記式海流儀。

2.作業內容

波浪觀測站 ST.1 與 ST.2 同測站，安裝一台自記式海流儀，二個測站在 85 年冬季與波浪觀測期間短期同時觀測調查。

(三)風速風向觀測

1.在北防波堤堤頭安裝一部風速儀，必須取得與長期測站(ST.7)重疊一年資料為止。

2.比較分析 ST.3 與 ST.7 兩測站風之相關性。

(四)潮汐水位觀測

1.本計畫繼續使用本所在台中港四號碼頭之潮汐觀測站之實測資料進行分析。

2.86 年度本所將在台中港區增加一處潮汐觀測站。

(五)86 年 5 月前建立台中港北防波堤堤頭附近海流波浪及風之監測網系統。

拾肆、波浪分析相關理論之探討

(一)統計波高值

波浪係由某一定點連續測定 20 分鐘之水位變化記錄分析而得。所得之水面變動記錄曲線極不規則，難得有週期振幅相等之理想波列出現，故應以適當之方法處理之後才能與正弦波理論銜接。在此，則採用**零上切法**(zero-up crossing method)**來決定波高及週期**，其方法如下：

波　高：二上切零點間水面變動之最高峰與最低谷點間之垂直高度。所謂上切零點，即水面上昇曲線與平均水位線之交點如圖 14-1 中小圓圈所示各點。如在二上切零點間雖有水面起伏，若非為最大或最小值，則不認為波峰或波谷。

週　期：二上切零點間之時距

由上法讀出之一列波高及週期，再求出平均波、有義波、1/10 波及最大波之波高、週期等波浪統計值，其定義如下：

平均波：一連續波形記錄中求所獲得波高(週期)之平均值，以 $H_{mean}(T_{mean})$ 表示之，即

$$H_{mean} = \frac{1}{N}\sum H_N$$

$$T_{mean} = \frac{1}{N}\sum T_N$$

N 為全部波浪個數

平方和平均開方波：所有波高(週期)之平方和之平均值之開方，以 $H_{rms}(T_{rms})$ 表示，即

$$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum H_N^2}$$

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum T_N^2}$$

有義波(significant wave)：一連續波形記錄中求出之波高，由大而小依序排列，取其中較大 1/3 個波高及其對應之週期之平均值，以 $H_{1/3}$、$T_{1/3}$ 表示之，即如

$$\begin{array}{ccccc} H_1 > & H_2 > & H_3 > & \cdots\cdots & H_N \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow \\ T_1 & T_2 & T_3 & & T_N \end{array}$$

則

$$H_{1/3} = \frac{3}{N}\sum_{i=1}^{N/3} H_i$$

$$T_{1/3} = \frac{3}{N}\sum_{i=1}^{N/3} T_i$$

1/10 最大波：一連續波形記錄中全波數之 1/10 個較大波之波高及其對應之週期之平均值，以 $H_{1/10}$、$T_{1/10}$ 表示，即

$$H_{1/10} = \frac{10}{N}\sum_{i=1}^{N/10} H_i$$

$$T_{1/10} = \frac{10}{N}\sum_{i=1}^{N/10} T_i$$

最大波：一連續波形記錄中波高最高之波浪及該波之週期，以 $H_{\max}$、$T_{\max}$ 表示之。

(二)波譜分析

假設波形由無限多具有隨機相位(random phase)之正弦函數波重疊累加而成，即

$$\eta(t)=\eta(0,t)=\sum_{i=1}^{\infty}a_i\cos(2\pi f_i-\varepsilon_i)$$

其中 a_i，f_i 及 ε_i 分別為成份波之振幅、頻率及相位，則可利用波譜的觀念分析一系列海面上連續之水位變動，每一觀測時刻內之波浪記錄藉由波譜曲線而瞭解一系列波浪中各種週期下波浪之能量分佈。推導過程如下：

$\eta(t)$ 之自相關函數 (Auto－correlation function)如下式所式：

$$R(\tau)=\overline{\eta(t)\,\eta(t+\tau)}$$
$$=\lim_{T\to\infty}\frac{1}{2T}\int_{-T}^{T}\eta(t)\,\eta(t+\tau)dt$$

其中 τ 為時距，$R(\tau)$ 即為在 τ 時距之間，二隨機變數之相關程度。

波譜則定義為 2 倍之相關函數的傅立葉轉換(Fourier transform)，如下所示

$$S(f)=2\int_{-\infty}^{\infty}R(\tau)\exp(-2\pi i f_\tau)d_\tau$$

其中 f 為頻率，即週期之倒數，S(f)為單邊能譜密度函數(one-side sepectral density function)。

能譜密度函數求出後，便可進一步求出下列幾個常用之波譜參數：

(1)能譜動差函數，m_i

$$m_i = \int_0^\infty f^i s(f) df \qquad i = 1,2,3,4$$

$$m_0 = R(0) = \sigma_\eta^2$$

(2)Rice(1945)定義一譜寬參數(Sepctral width)

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{m_2^2}{m_0 m_4}\right)^{1/2}$$

當 $\varepsilon \to 0$ 時，則此一波譜可視為一窄譜(narrow-banded sepectram)，如 $\varepsilon \to 1$ 則可視為一寬譜(broad-banded sepectram)，故 ε 為頻率範圍分佈之重要參數。

(3)Longuet-Higgins(1957)提出一頻譜之窄度參數(narrowness of sepectra)

$$\nu = \left(\frac{m_0 m_2}{m_1^2} - 1\right)^{1/2}$$

Goda (1985) 提出當波譜高頻部份之非線形成份愈顯著，則 ν 值隨之而增加，Longuet-Higgins (1975)指出當波譜為窄譜之條件下，則有以下之關係：

$$\nu \fallingdotseq \frac{1}{2}\varepsilon$$

(4)Goda(1970)提出波譜之尖峰參數(peakedness)

$$Q_p = \frac{2}{m_0^{\,2}} \int_0^\infty f S^2(f) df$$

Goda(1970)認為Q_p較能顯示波譜曲線之尖峰形狀，由Q_p可大致判斷波浪屬於風浪或湧浪性質， Pyr(1979)提出Q_p為最不受取樣間隔(Δt)影響之波譜參數。

(三)水位分佈

海面的水位變動極為複雜，一般按統計學上的中央極限定理(central limit theorem)，均假設波浪中的水位記錄為一 Gaussian 過程，其變化為一正常分佈(normal distribution)，即

$$\mathrm{P}(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi m_0}} \exp\left(-\frac{\eta^2}{2m_0}\right)$$

故如由 s(f)算得m_0則水位的統計分佈模式便可得知，即可求得紛紜數ηn 分佈的情形，又正常分佈具有零平均值，偏態係數為 0 ，峰度係數為 3 之特性，其定義如下：

$$\mu_i = \frac{1}{N}\sum n^i$$

平均值：$\overline{\eta} = \mu_1$

標準偏差：$\sigma_\eta = \sqrt{\mu^2} = \sqrt{m_0}$

偏態係數：$\lambda_3 = \mu_3/\mu_2{}^{3/2}$

峰度係數：$\lambda_4 = \mu_4/\mu_2{}^2$

在實際海洋中，受天候及地形影響，波場中水面變化常偏離高斯分佈，使波浪統計特性產生偏離，對工程設計影響甚大，故有深入探討之必要。

為了探討水位高斯正常分佈之適用性，首先由實測之水位變化中，找出最大水位值$|\eta_{max}|$，而後取此最大水位之十等分為間距，以η=0 為中心，正負均取至$|\eta_{max}|$之處，即正負向各十等分，計算各範圍水位發生之機率，即可得水位分佈之柱狀圖，然後再與高斯正常分佈比較，如圖 14-2 所示。

此外，並將實測之σ，λ_3及λ_4與高斯過程比較。

（四）波高分佈

波高為洋工程設計時主要考慮因素之一，大波浪對結構物造成之破壞尤其具有重要性。故本文在此將介紹有關波高機率分佈與波高累積機率分佈之理論，隨後並與實測值相比較。

Longuet-Higgins(1952)基於三個基本假設：

(1)水位變化呈高斯分佈之形式。

(2)波浪之能量集中於小範圍頻率帶之間，即波譜為窄譜形式。

(3)波形係由無限多個具有隨機相位之正弦波累加而成。

導出波高為 Rayleigh 分佈之型式，即

$$P(H) = \frac{H}{4m_0} EXP(-\frac{H^2}{8m_0})$$

波高累積機率分佈為

$$F(H > H_1) = EXP(-\frac{H_1^{\ 2}}{8m_0})$$

並進一步算得指示波高比值

$$\frac{H_{1/3}}{H_m} = 1.6$$

$$\frac{H_{1/10}}{H_{1/3}} = 1.27$$

$$\frac{H_{1/3}}{H_{rms}} = 1.416$$

藉由上式，可以進一步算得各統計波高值如下：

$$H_{mean} = \sqrt{2\pi m_0}$$

$$H_{rms} = \sqrt{8m_0}$$

$$H_{1/3} = 4.004\sqrt{m_0}$$

$$H_{1/10} = 5.090\sqrt{m_0}$$

故由波譜之零階動差(m_0)亦可算出統計波高值。然而此皆基於波高為 Rayleigh 分佈下所得之結果，因此 Rayleigh 分佈是否適用於實測之波高分佈，仍需加以測試。

實際波高分佈與 Rayleigh 分佈之比較過程如下：

首先由實測之波高中找出最大波高 H_{max}，而後將其 20 等分作為間距（△ H=1/20 H_{max} ），計算波高在各範圍內之機率，將其機率除以△H 即得波高之機率密度函數(probability density function)，最後將此機率密度函數作成柱狀圖並與 Rayleigh 分佈作一比較，如圖 14-3 所示。

然由現有之文獻中得知，Rayleigh 分佈並不能正確描述現場波高分佈，尤其在暴風浪中 Rayleigh 分佈與實測結果有明顯差異，如 Forristall(1978)。故 Longuet-Higgins(1980)為此提出“單參數”之修正型 Rayleigh 分佈，將一些可能影響因素，如非線性及譜寬等含括於修正數 α 中：

$$\alpha = \frac{H_{rms}}{(8m_0)^{1/2}} = \frac{a_{rms}}{(2m_0)^{1/2}}$$

則修正型 Rayleigh 分佈為

$$P(H) = \frac{H}{4m_0 \cdot \alpha^2} EXP(-\frac{H^2}{8m_0 \cdot \alpha^2})$$

修正係數 α 需由現場實測資料中統計而得。

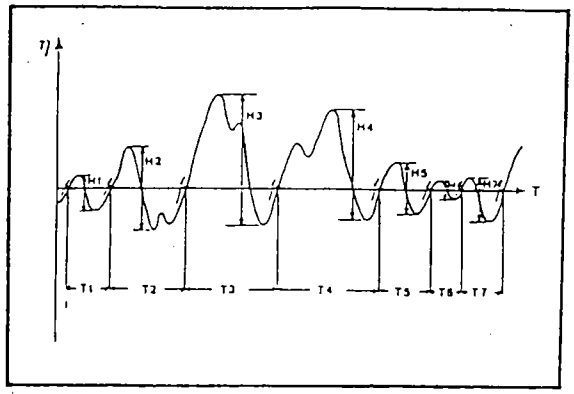


圖 14-1　波高、週期示圖

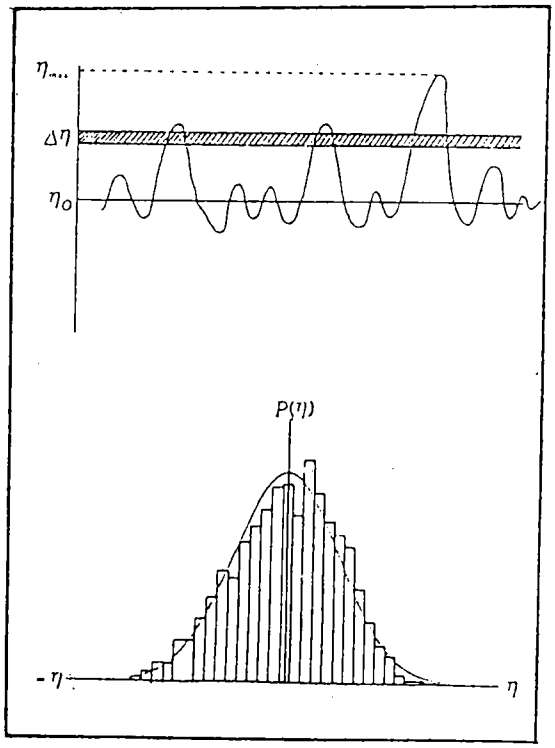


圖 14-2　水位機率分佈柱狀圖

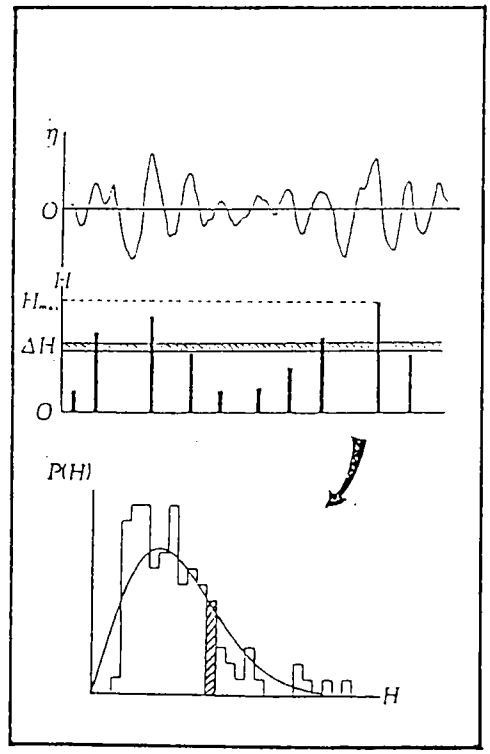


圖 14-3　波高機率分佈柱狀圖

拾伍、潮汐、波浪、海流三合一海象觀測儀器

SP-2100 簡介

一、簡介

海象之實際觀測是研究海洋科學的最基本數據。通常之觀測項目有波浪、海流、潮位、水溫、鹽度、濁度等。為了能取得這些資料完整的長期連續記錄，最佳方法是將這些不同項目整合成單一的觀測系。因此目前儀器的發展方向是將各種不同的觀測感應器組合在一起。(Woods Hole Instrument System, Ltd.公司的SP2100(Seapac 2100)潮波流儀即是具代表性的一種多功能的海象觀測儀器。

本所自 85 年 9 月開始即在台中港 ST.2 觀測站使用此種儀器，在此特將對此種型式儀器在此作一介紹。

二、儀器功能

潮波流儀 SP2100 的型式如圖 15-1 所示，其主體是長 70cm 直徑 10cm 之不銹鋼之圓桶，內含記錄器、電源及電子電路板等。上端連結電磁式流速儀，末端則可接各種不同感應器(Sensors)如波浪、水位、水溫、鹽度、溶氣、濁度等等。感應器也可因實驗之需求以不同方式安裝，本所以海底電纜線(Ca-ble)外接到北防波堤堤頭財政部關稅總局海務處保管之白燈塔內，再由無線電傳送回本所接收站，如 15-2 所示。

三、儀器之施放

潮波流儀 SP2100 之主要安裝方式是底架固定(Frame Bottom Mounted)如圖 15-3 。該儀器置於北防波堤堤頭正西外 12 公尺處，儀器位於水下約 20 公尺。

圖 15-3 ，此設計之主要目的是希望能將儀器固定在底床上以觀測離海底一定距離之海流及其他參數。底架固定式觀測之優點為儀器可完全固定在某一定點，但在安裝時則需謹慎選擇位置及潛水人員的協助施放。底架固定式觀測之另一優點是較不影響上層海面之活動，尤其是台灣沿岸漁網作業頻繁，定點觀測之儀器經常與漁網器具糾纏在一起，致常發生糾紛，損失儀器。若選擇適當地點將儀器沉入海床固定，則可免儀器遭到干擾而常保持記錄資料之完整性。

四、資料處理

SP2100 之另一特點是在資料處理上有一套完整的程式(Wavepro 2)。該程式目前是在 Matlab 4 環境下執行，可有效的處理儀器之記錄料並作成各種圖表。 Wavepro 2 具有操作簡便，易學易用之特性。在資料處理過程中採用交談式進行，使用者在固定格式內輸入所需參數，即可依照螢幕上之指示完成資料處理的整個流程。其結果所繪之圖表可直接提供研究人員使用。

SP2100 之資料記錄方式是儲存在靜態存取記憶體(SRAM)中，容量是擴充至 12MByte 。另一主要是經無線電傳回本所之個人電腦上以供 Wavepor 2 作進一步分。

潮波流儀 SP2100 的主要感應器之規格及功能如表 15-1 所示。波浪之觀測為壓力式，即將一靈敏之壓力感應器沉於水體中，藉由水柱高低換算以推導出海表的波浪高度。 SP2100 之壓力感應器是採 Digital Quartz 式準確度可達 1.0cm ，波浪週期則由取樣之時間間隔與波高之變化求出。週期之計算常用的零切法及譜波法，尤其波譜法使用較普遍。至於波向則需借助於儀器之另一感應器，即流速流向的觀測。波向之觀測常見的方法是在一定空間範圍內安置多組波高計構成陣列，由其相位差求出波向。 SP2100 波向觀測之基本原理是由波浪橢圓運動之速度(Wave Orbital Velocity)中求出。一般波浪之週期約在數秒至數十秒間，若將海流之觀測頻率設在一一次或一秒數次，經一段時間(例如數分鐘或數分鐘以上)之連續記錄，這些高頻部份之流向可視之為波浪的運動方向。

SP2100 之海流觀測是 Marsh-Mcbirney 公司之電磁式(Eleetro-Magnetic)感應器，其準確度可達 2.0cm/s ，對海流水平向之流速流向觀測已能提供可靠、準確之資料。儀器本身並內附有一電子羅經，可用來校正儀器安裝後之方向並作為流向計算之基準，其流向之準確度約在 0.5 度。潮位資料之觀測原理基本上與波浪觀測相同，事實上水柱壓力之觀測經一段時間之平均，即是潮位。 SP2100 有內建溫度記錄，另外其他感應器可視實際而要而增加。

SP2100 之電源一是由 35 個一號電磁經串聯及並聯組合而成。輸出之電壓為 10.5 伏特，另一則由白燈塔頂設置一組太陽能板，將太陽能量轉換後蓄集入蓄電池內再經由電纜傳至 SP2100 ， SP2100 先使用太陽板傳輸之能源，如不夠用時才用到本身之電池能源。 SP2100 之資料一是記錄在靜態記憶體(SRAM)中，待儀器回收後再將資料讀出，另一則是為取得即時資料，可由海底電纜傳至水面上之白燈塔內之無線電機及相關儀器，再以無線電傳回本所接收站，即能隨時取得時之資料。

五、結語

整合型海象觀測儀器是取得海洋現場觀測資料之新式儀器。本SP2100型潮波流儀是很具代表性的一種多功能海象觀測儀器，其觀測可包括波浪、潮位、海流、水溫等等，因屬整合型儀器，在現場安裝操作上可收事半功倍之效。更重要的是多種參數之同步長期連續記錄在研究上可將資料互相印證，而增加對現場觀測的了解。

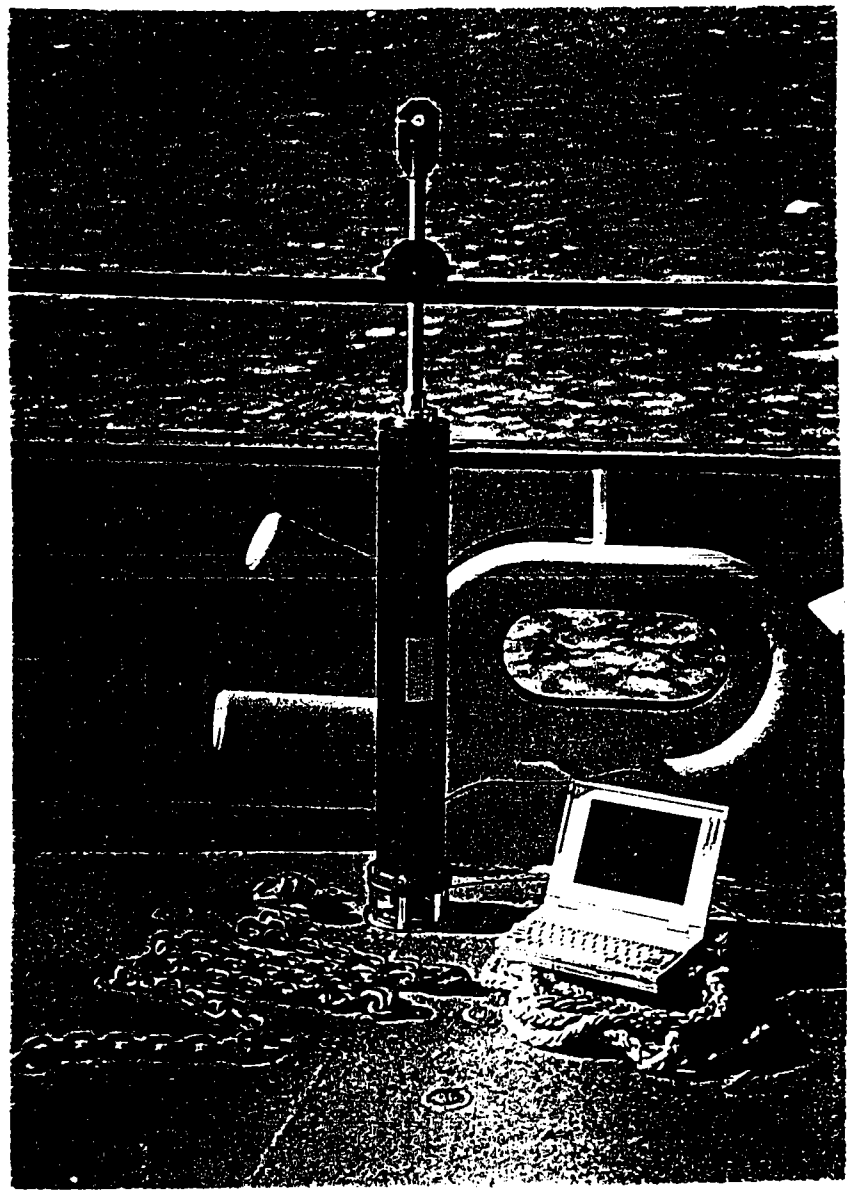


圖 15-1 SP2100 潮波流儀之外觀

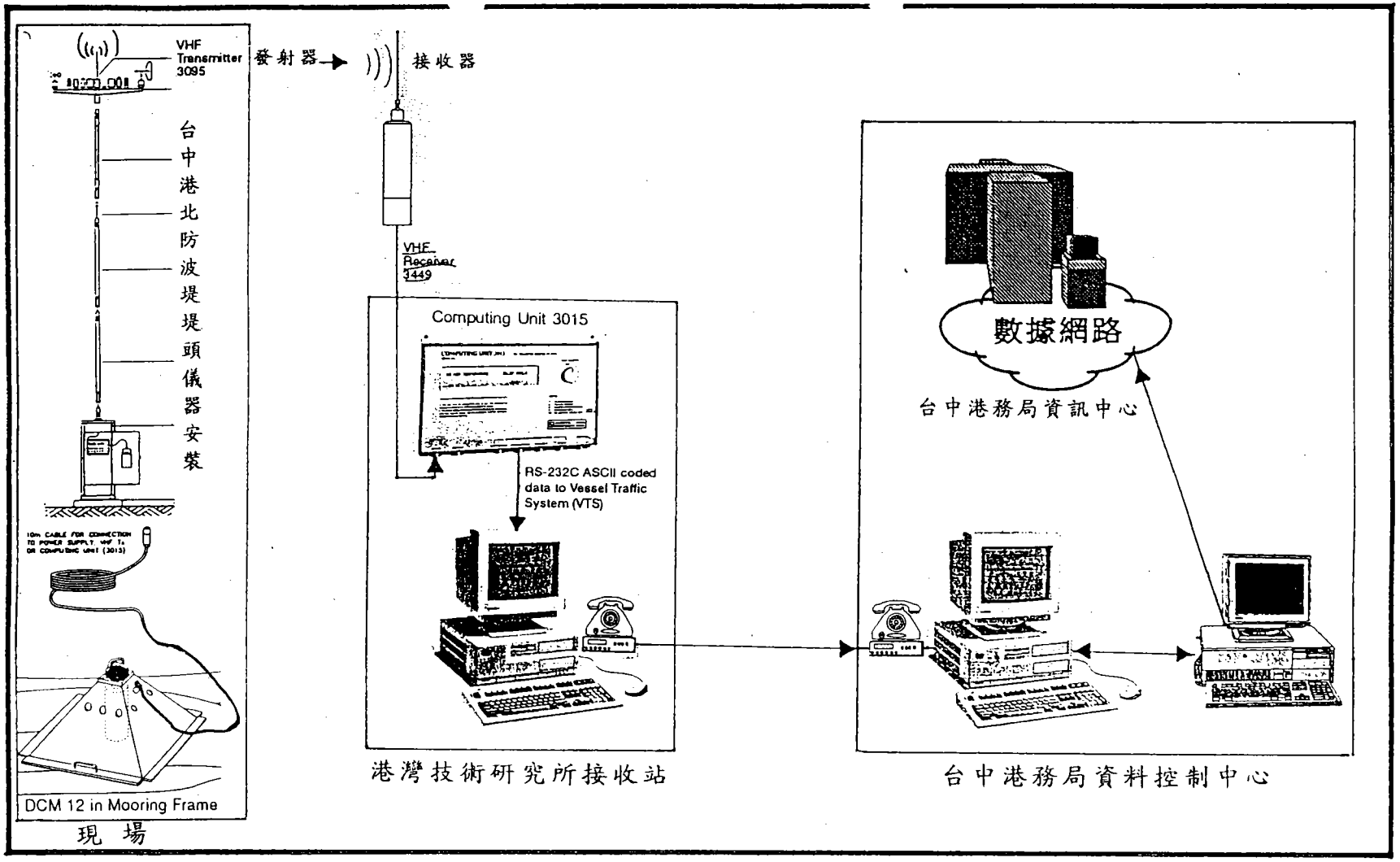


圖 15-2　台中港北防波堤堤頭附近海流、波浪及風之監測網系統

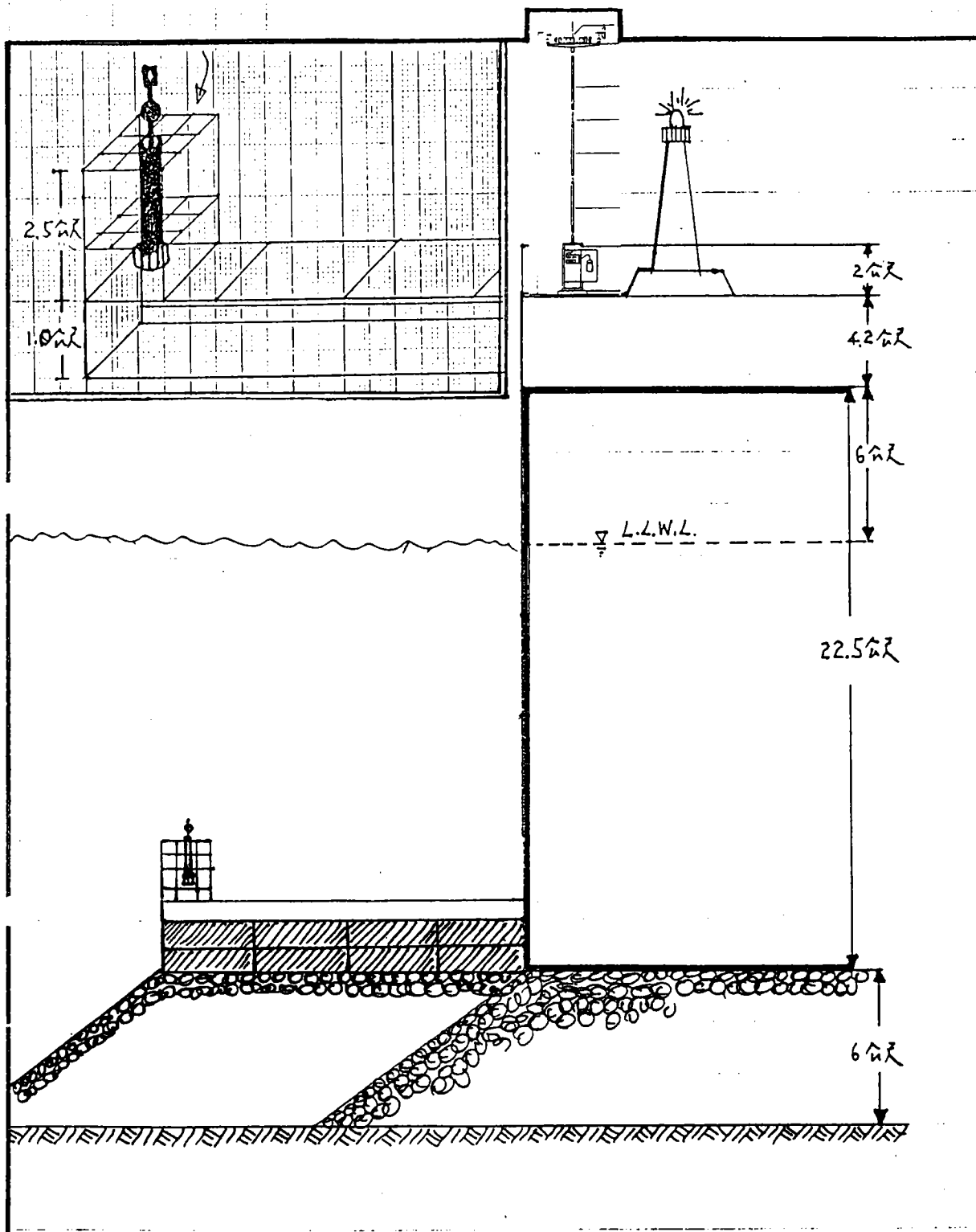


圖 15-3　台中港北防波堤延伸850公尺後最後一個沈箱外向海邊安裝一組海流、波浪監測網之鐵架安裝示意圖(側視圖)

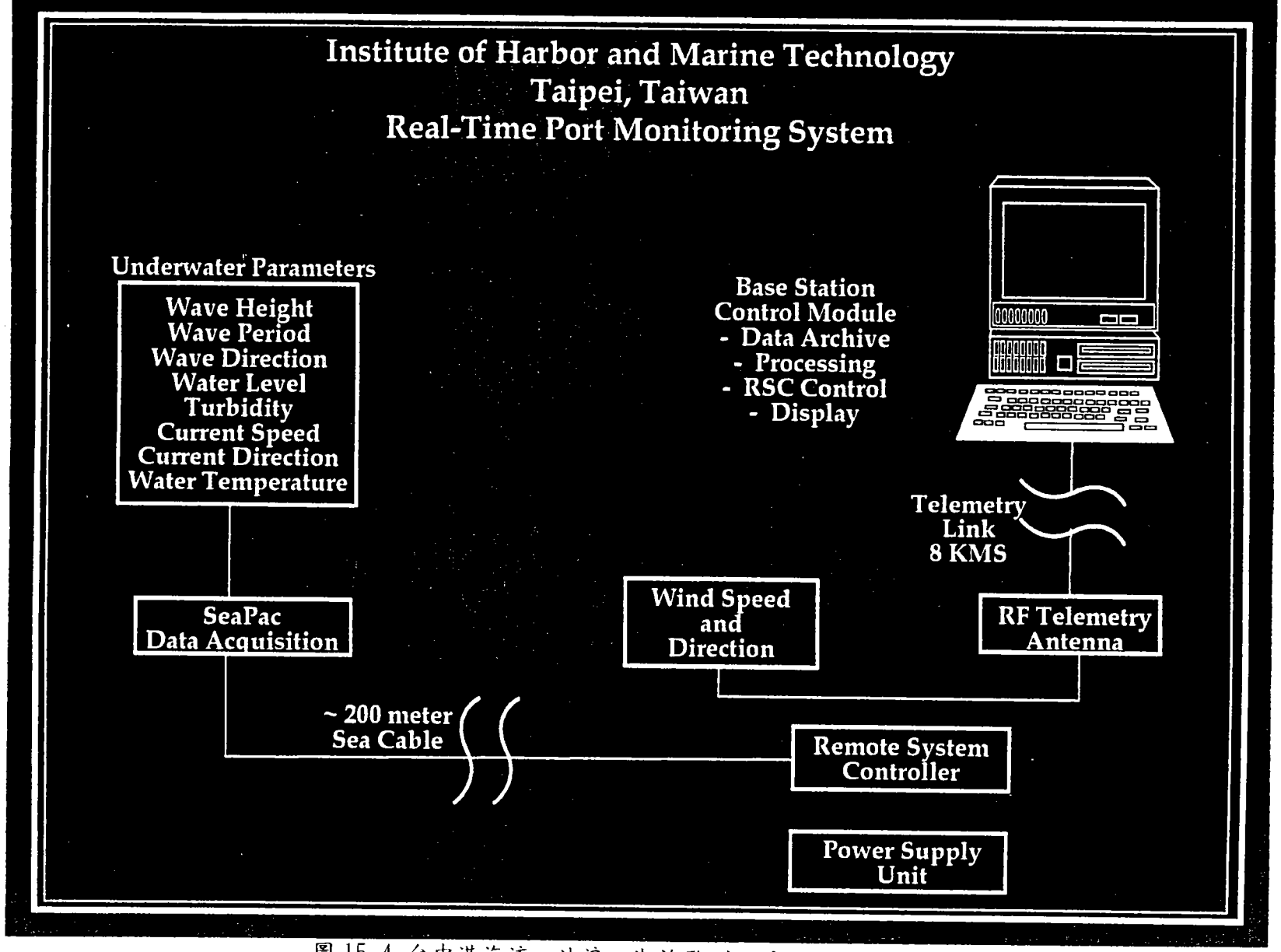


圖 15-4 台中港海流、波浪、潮汐監測網系統示意圖

表 15-1 SP2100之感應器的功能特性

Measurement	Water Velocity	Heading	Temperature	Pressure
Sensor	MMI	KVH	Paroscientific	Paroscientific
	EM sphere	Fluxgate	Quartz Oscillator	Quartz Oscillator
Range	+/- 300cm/sec	360°	-54 -107℃	0-100psi
Resolution	0.2cm/sec	0.1°	0.01℃	0.1cm
Accuracy	2.0cm/sec	0.5°	0.10℃	1.0cm

拾陸、浮球式波浪儀 Waverider 使用與簡介

一、組件之位置與功能

1. Waverider 藉由一個懸吊於塑膠球內且置於浮標底部的一個穩定之加速度計來測量垂直加速度。此球外部有海綿絕緣，不爲溫度梯度的影響。此電位計的電壓分割可利用一交流電壓來測量，而此交流電壓產生於調變器印刷電路板(位於球的頂端)上並施加在加速度計之上。如圖 16-1所示。

2. 電刷之電壓饋進調變器印刷電路板並與一固定電壓分壓器作比較，與加速度計電位計形成一個橋。此不平衡的電壓放大、相位靈敏整流並經二次整合，最後會造成一個波高訊號。此訊號被轉換成 FM 訊號，所有這些功能都在調變器印刷電路板之上。此 FM 訊號被饋進上部印刷電路板，然後訊號被放大，被整形並放大到晶體振盪器之集電器內。

3. 開--關式的調變振盪器電壓被放大並饋進天線內。

4. 包含閃光燈在內的所有電子設備的電源供應都是由 26(85)個 Leclanche 電池所提供，此電源經調節後能供應一低阻抗的穩定電壓源，超過電池電壓範圍 1.6 到 0.6 伏特。此調節器位於上部印刷電路板之上。

5. 閃光燈只有在照明強度低於 60 米燭光之下時才使用，並且每隔 20 閃光 5 次。此閃光燈的主要電路位於上部印刷電路板之上。

6. 點火變壓器、光電阻器以及一些濾波元件安裝在燈座內的閃光管之內，如圖 16-2 所示。

7. 加速度計的靈敏度直接正比於加速度計上的電位差。此君速度計的輸入電阻是由二個電極之間的流體之電阻所產生的，並且與溫度有強烈的相關性。此加速度計是經由細的鉑線來饋進一個實際的互定電阻(如圖16-4)。欲獲得加速度計兩端的一個恒定的電位差，使用了一個負電阻，其電阻與鉑線的電阻相等是卻相反。

8. 欲得出此負電阻，可測量流至加速度計的電流(R43、R44之間的壓降)。此壓降被放大、整流並加入參考電壓上(參考電壓設定了饋進T1的振盪器之電壓位階)。按照此種方式，若流至加速度計之電增加時，e_0便增加，這是相當於一個大約800Ω的負電阻，此負電阻與鉑線之正電阻小心地配合。如此產生了加速度計兩端的一個恒定壓差，因此可產生一與速度計電阻變無關的靈敏度(溫度與時間)。

二、開始之準備與檢查

2.1 運輸

切勿捲繞或旋轉，舉列來說，在吊舉浮標時，捲繞或旋轉浮標可能會造成無法修復之損壞。若Waverider旋轉超過10次以上(高速)或是在12秒內超過一轉(連續)時，懸架可能會發生纏住的現象。若運輸時，Waverider無法正立於包裝箱內，可以將箱子的一邊躺下。在此位置時，必須避免衝擊與快速的旋轉。由中小型的飛機來運輸時，可以用皮網條將箱子(以及Waverider)綁緊在標準的貨物棧板上。為避免與一些搬運公司的規定產生任何問題，閃光燈的玻璃可以用不透明的包裝膠帶來蓋住。

2.2 發射器執照

欲獲得發射器之執照，應提出下列的資料：

1. 此發射器為一雙階晶體控制之發射器，適用於27-30MHz之頻帶。

2.晶體之型式為 CR/77U ，頻率之準確度為 0.002%。

3.調變為 100%的方波振幅調變。

4.調變的前端與後端相當地慢，停留在 3kHz 的頻寬之內，殘餘之 FM 少於 100kHz 。

5.總輸出功率(載流上側頻帶)為 80 毫瓦特。

6.調波(主要為秒)內容至少為 30dB 以下。

2.3 鏈連結

1.若無負荷之 Waverider 繫留鬆掉時，過大的縱搖與橫搖幅度將使加速度計造成無法修復的損壞。為克服此點，可用一條鏈子(鏈連結)對 Waverider 施加負荷。索與鏈子的總重量應介於 5 到 10 公斤之間(外包尼龍之鍍鋅鋼索，每十公尺重 1.1 公斤((濕重)，鏈子的重量為 5 公斤(濕重))。

2.在鏈子的頂端上頭附有帶銷 U 型環之轉環，此帶銷 U 型環可直接連接到橡膠纜線之端頭。此複合之鏈連結與轉環(全由不銹鋼 AISI316 所製成)在交貨時都是與浮標組裝好，如圖 16-3 。

3.在任何狀況可會用到此鏈，若使用的是 Cunifer 機身時，此連藉由一 Celoron 板塊來絕緣，以避免電解所造成的腐蝕，如圖 16-4 。

2.4 自由漂操作

1.若浮標有鏈連結來施加負荷時，才有可能做自由漂流之操作。

2.就功能來說，留系統為 Waverider 整體之一，它也是使用者所唯一要作的主要部份，即合 Waverider 之使用狀況所採所的動作。

3.在設計繫留系統時，應特別注意其與標之間的互相作用、抵抗海水的作用以及過往船隻所造成的危險等。

2.5 物理形態、可接受的水流速度

1. 在說明實際的繫留之前，必須先討論一些物理形態。若無線電遙測浮標受到複合的水流與水波的作用時，主要的困難點在於防止浮標受到通過之水波淹沒。

2. 傳統式的繫留線由水流拉伸，沒有足夠的間隙容許浮標能跟得上波峰。

3. 為獲得足夠之自由度， Waverider 的繫留系統包含了一條橡膠纜線，雖然橡膠纜線被水流拉伸，但是它仍然有足夠的彈性能夠跟得上波峰，並且在下一個波谷通過期間再次縮回。

4. 假設橡膠線被水流拉伸了 9 公尺，而波高為 16 公尺，則由通過的水波調變後，最小之伸長量為 1 公尺而最大之伸長量為 17 公尺。

5. 由於纜線的剛性低，浮標將會跟隨水面粒子作圓形運動，深水中的水粒子運動軌道近於圓形，淺水水的水平運動會比垂直運動(波高)來得大。

6. Waverider 的水平阻力與水流速度的平方成正比，並且會使繫留線上產生一張力，此張力之大小視繫留線與水面面所成之角度而定。

7. 除了由水流所成的線拉力外，當浮標跟隨水波時，橡膠線的伸長也會再產生一個拉力。

8. 線張力的垂直分量可由一位於水平面上或水平面下之輔助浮球來分擔。在此種情形下，即有可能在極差的深水狀況下來操作 Waverider 。然而必須考慮輔助浮球與 Waverider 之間的動力作用，且繫留線的水平部份可能會碰觸到船體。當將 Waverider 繫在船上或平台上時，也會發生類似的複雜情況。

2.6 繫留材料

1.最有可能造成繫留提早損壞的第一個原因，是海水中不同金屬之間的電解腐蝕。

2.造成繫留提早損壞的第二個原因，是海水中具有鋅保護層或不具有鋅保護層的鋼索遭到腐蝕。

3.造成故障的第三原因是扭結。

4.第四個原因是在海底上移動時磨擦造成的。

5.第五個原因是繫留裝置的螺紋件螺絲自動鬆掉，因此螺紋件的數量應減至最少的程度。

6.受到漂流物的糾纏、具有突出件的錨或是錨墩與岩石海底之間所形成的楔狀凹凸之作用，而使底部附近的線斷裂時，是造成繫留裝置第六個故障的主因。

7.第七個原因是被通過浮標的逆流側過於靠近的船隻切斷了繫留線。這情形可以下列的方式來避免：

(a)使用有閃光燈的浮標(Waverider/FI)。

(b)在淺水中繫留

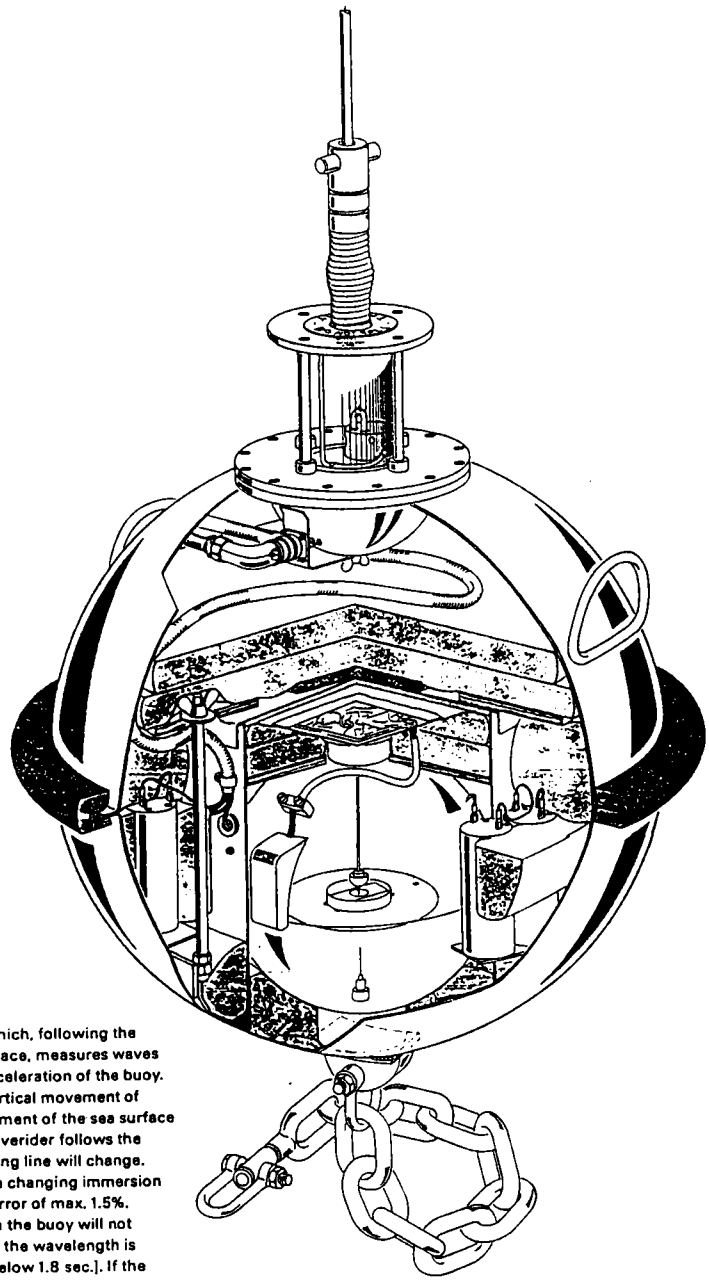
(c)將浮標繫留在靠近由人操縱的單元體上，諸如空船或是鑽孔平台上。

(d)在靠近救險浮標處繫留。

8.第八個原因是人們的好奇心與遭竊。欲降低此因素，可告知當地的民眾，波浪資訊的重要性以及 Waverider 角色的重要性。

9.第九個原因是使用 Waverider 作為小艇的繫留浮標。

waverider fl



The Waverider[1] is a buoy which, following the movements of the water surface, measures waves by measuring the vertical acceleration of the buoy. The discrepancy between vertical movement of the Waverider and the movement of the sea surface is small. When a moored Waverider follows the waves the force of the mooring line will change. This force is produced by the changing immersion of the buoy, resulting in an error of max. 1.5%. With decreasing wavelength the buoy will not follow the wave amplitude if the wavelength is less than 5 m [waveperiod below 1.8 sec.]. If the wavelength is less than 2.5 m [waveperiod 1.25 sec.] the response of the buoy decreases fast with increasing wave frequency, see figure 1, part 2. The vertical mooring force on the buoy lies between zero [free floating] and 300 Newton = 30 kgf ≈ 65 lbs [current 2 knots, rubber cord at buoy end of mooring].

[1] Registered trade mark

Datawell bv
laboratory for instrumentation
Zomerluststraat 4
2012 LM Haarlem - The Netherlands
tel. 023-31 60 53
telex: 41415 datel nl

圖 16-1 浮球式波浪儀內部構造示意圖

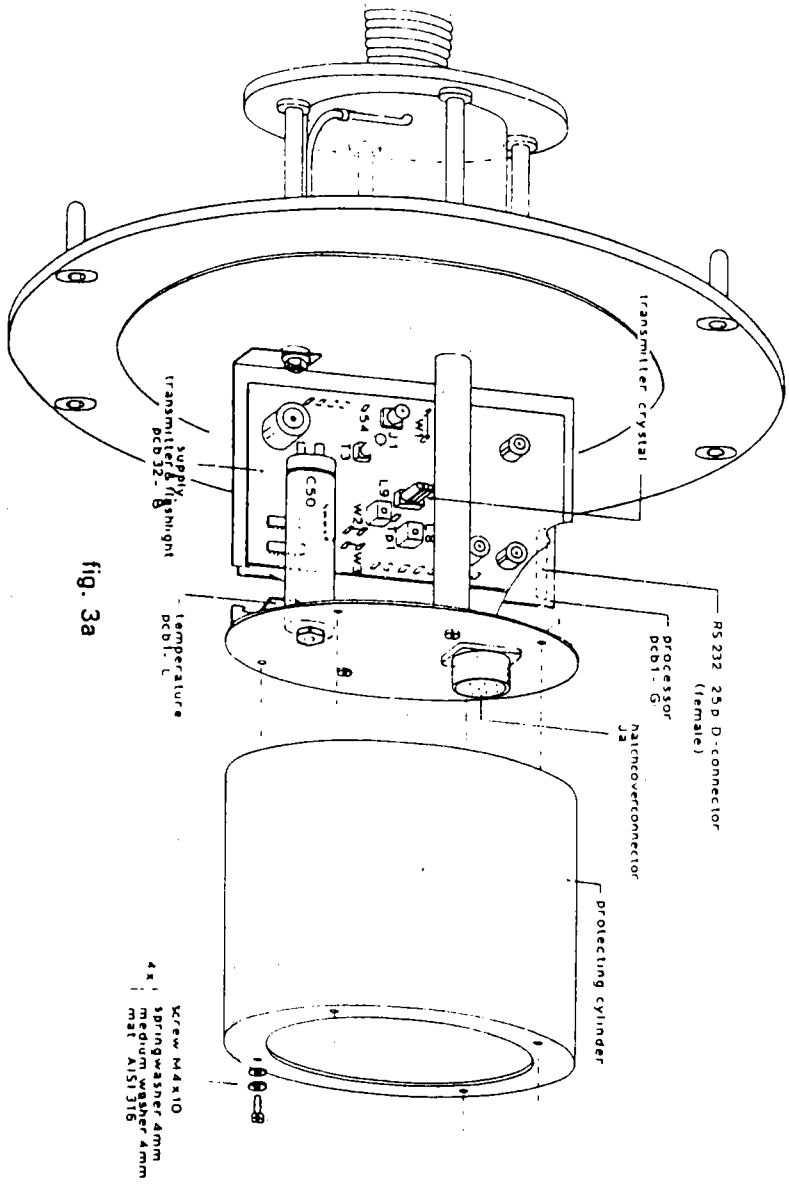


圖 16-2 浮球式波浪儀內部部份構造示意圖

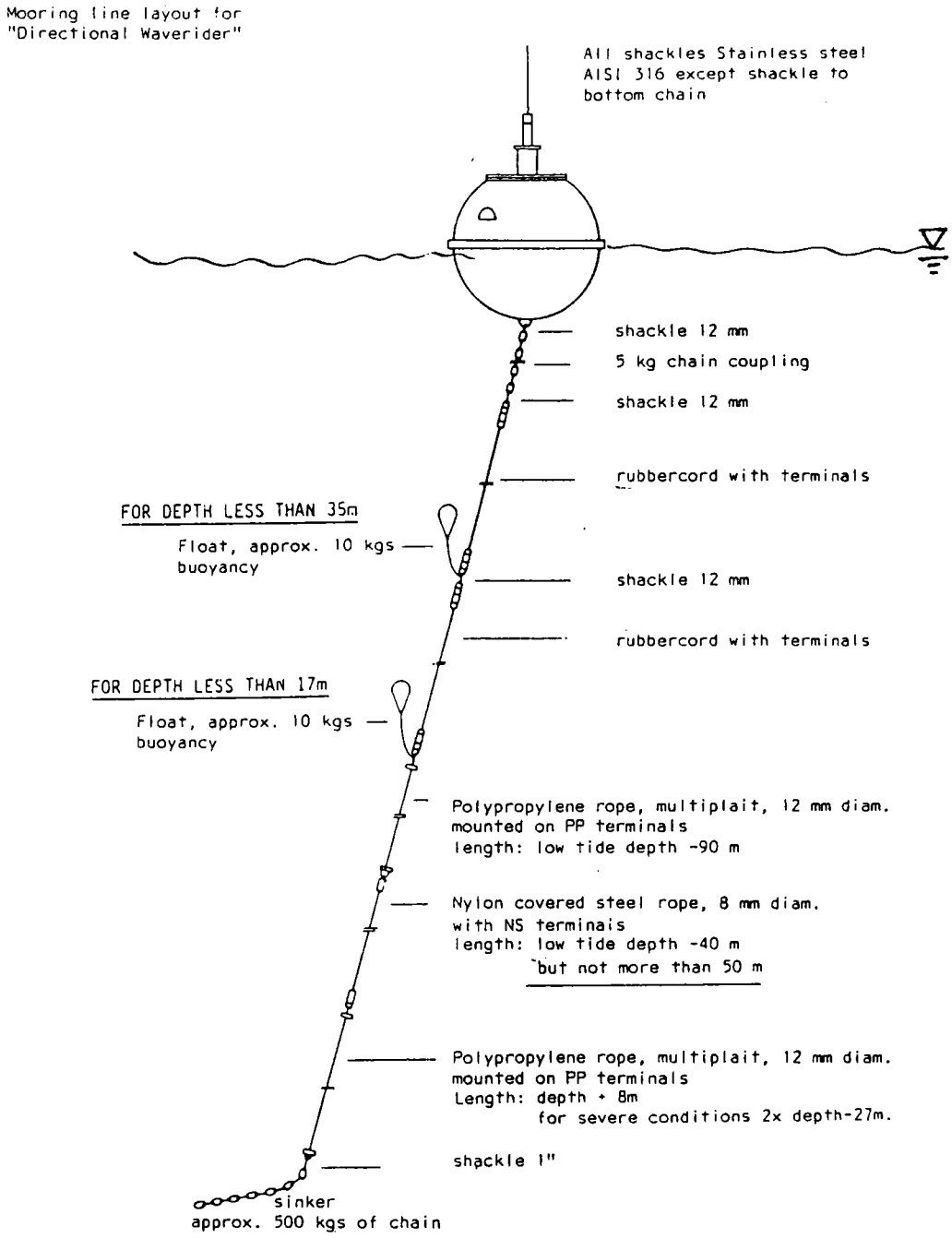


圖 16-3 浮球式波浪儀裝示意圖

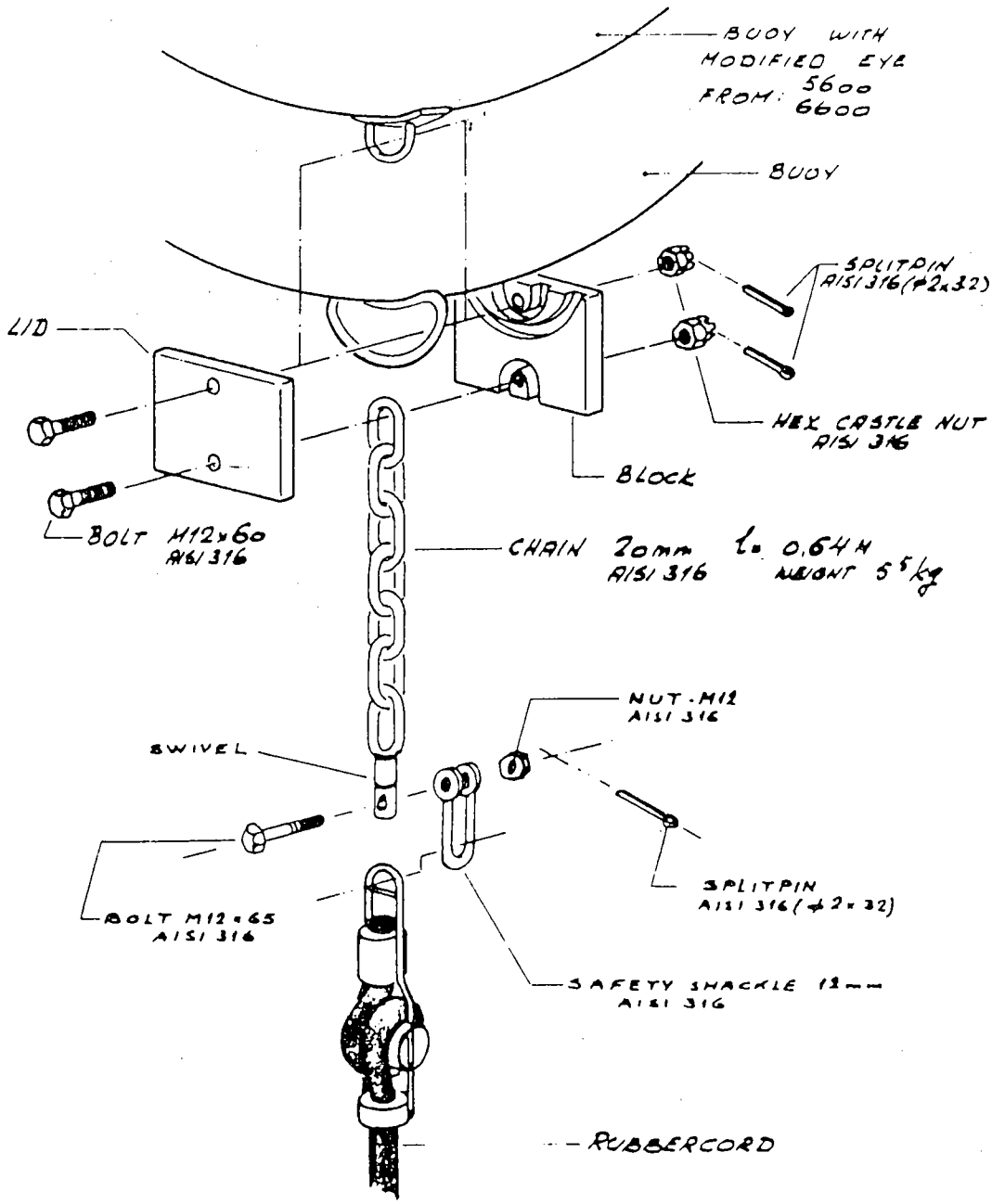


圖 16-4 浮球式波浪儀由 Celoron 板塊安裝示意圖

台中港港口擴建後海氣象調查研究

拾柒、附錄 — 相關圖

附錄 A　台中港各觀測站每月波浪、海流、潮汐、風向風速逐時變化圖

附錄 B　ST.1 觀測站現場波浪記錄、波向波高能譜及方向波浪波譜立體圖

附錄 C　海流累進向量圖

附錄 D　海流能譜圖

附錄 E　流況玫瑰圖

附錄 F　流速分佈極值圖

附錄 G　潮位能譜圖

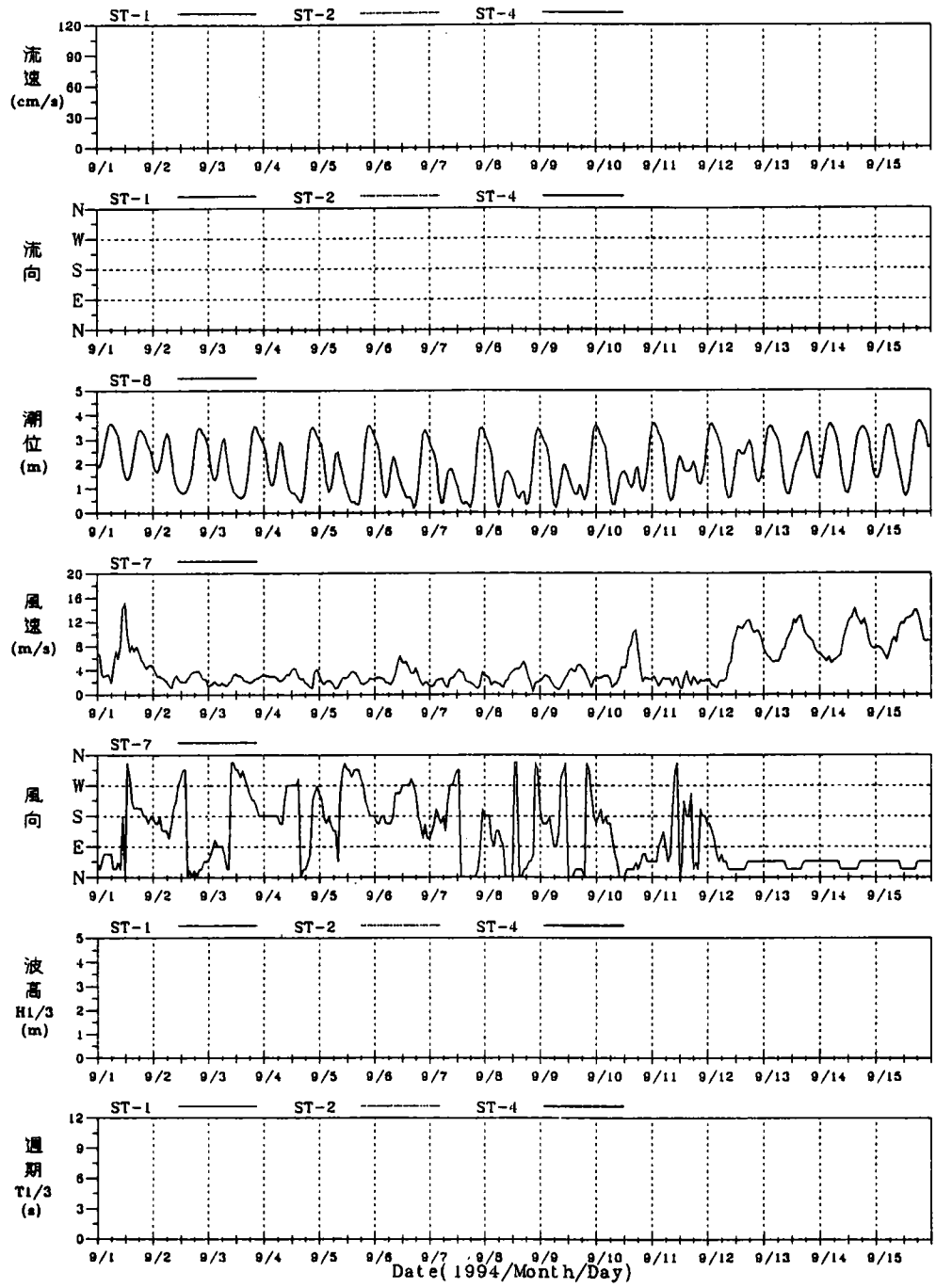
附錄 H　台中港北堤觀測站風玫瑰圖

附錄 I　波浪、海流、風、潮位間的交互相關函數圖

附　錄　A

台中港各觀測站每月波浪、海流、潮汐、風向風速逐時變化圖

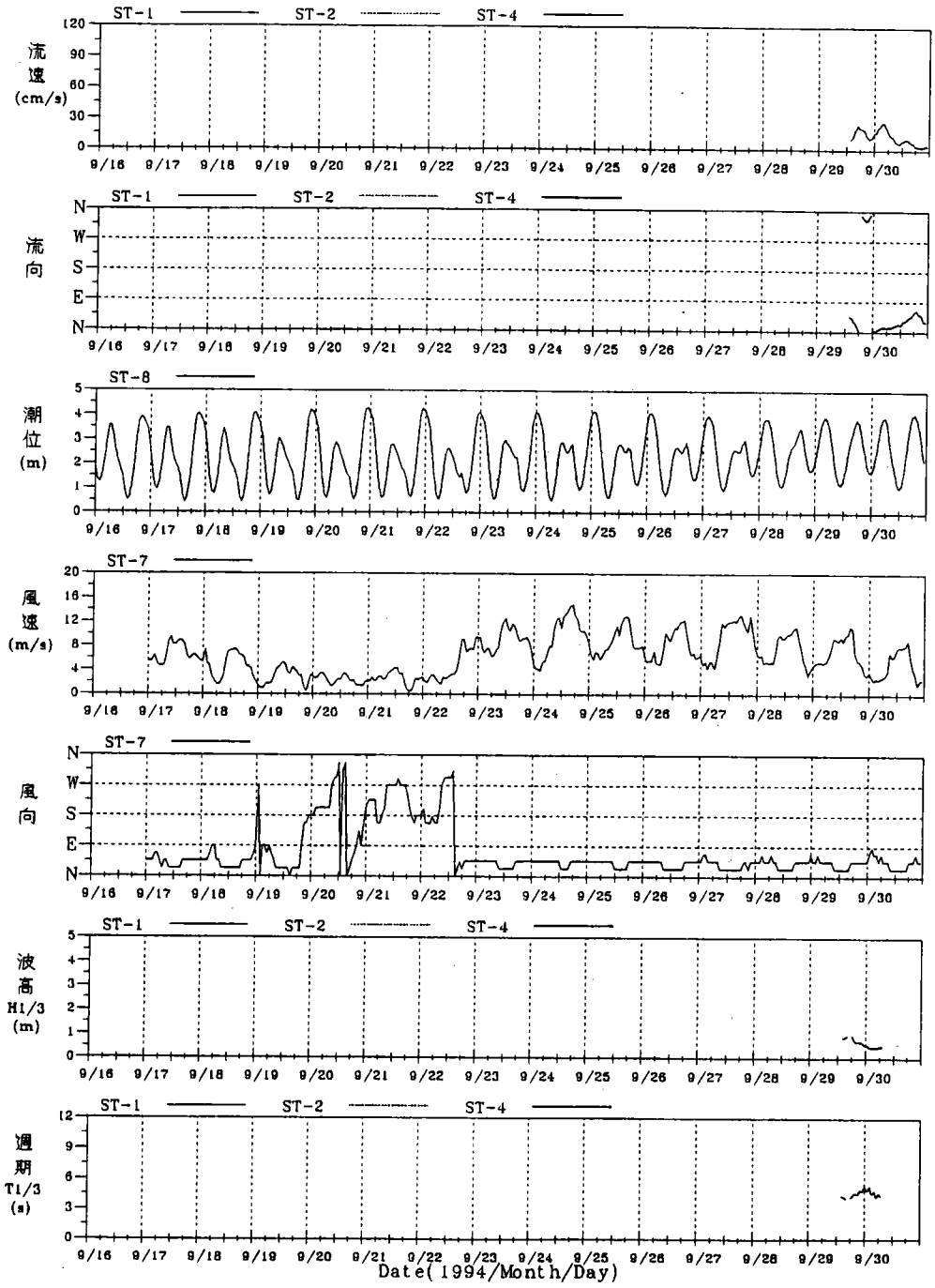
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-1 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1994/09 (上半月)

DA9409TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

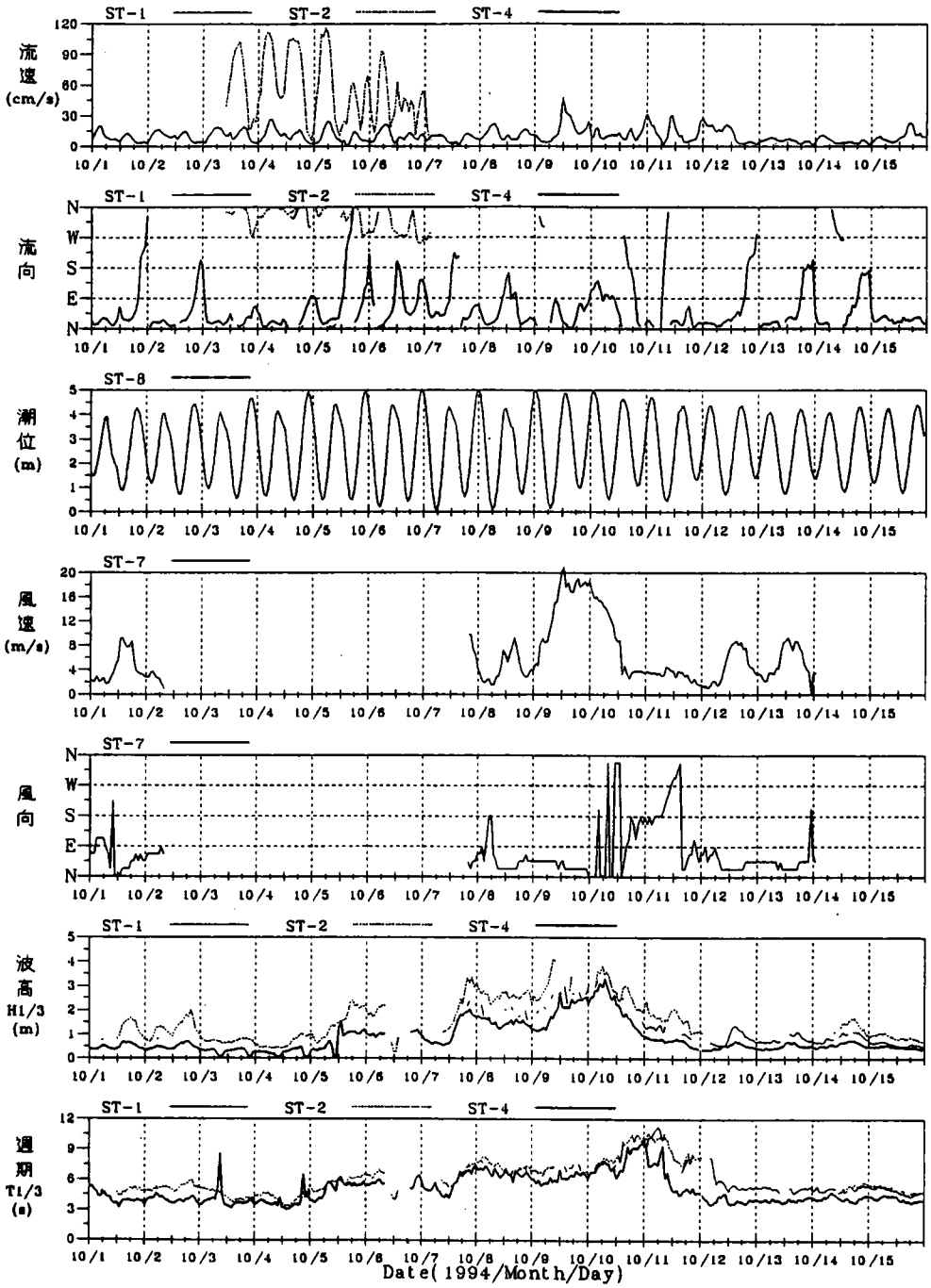
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-1(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1994/09 (下半月)

DA9409TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

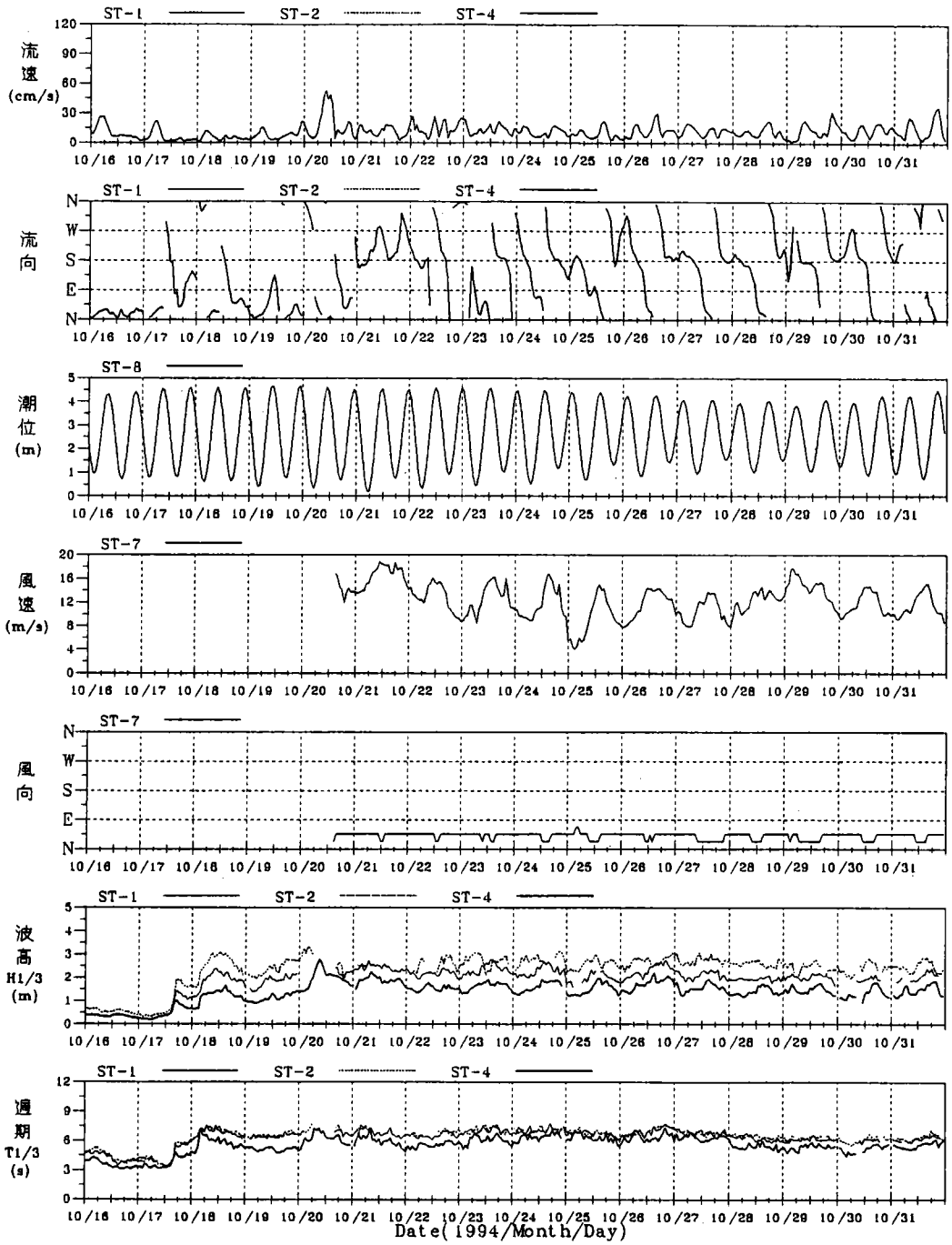
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-2 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1994/10 (上半月)

DA9410TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

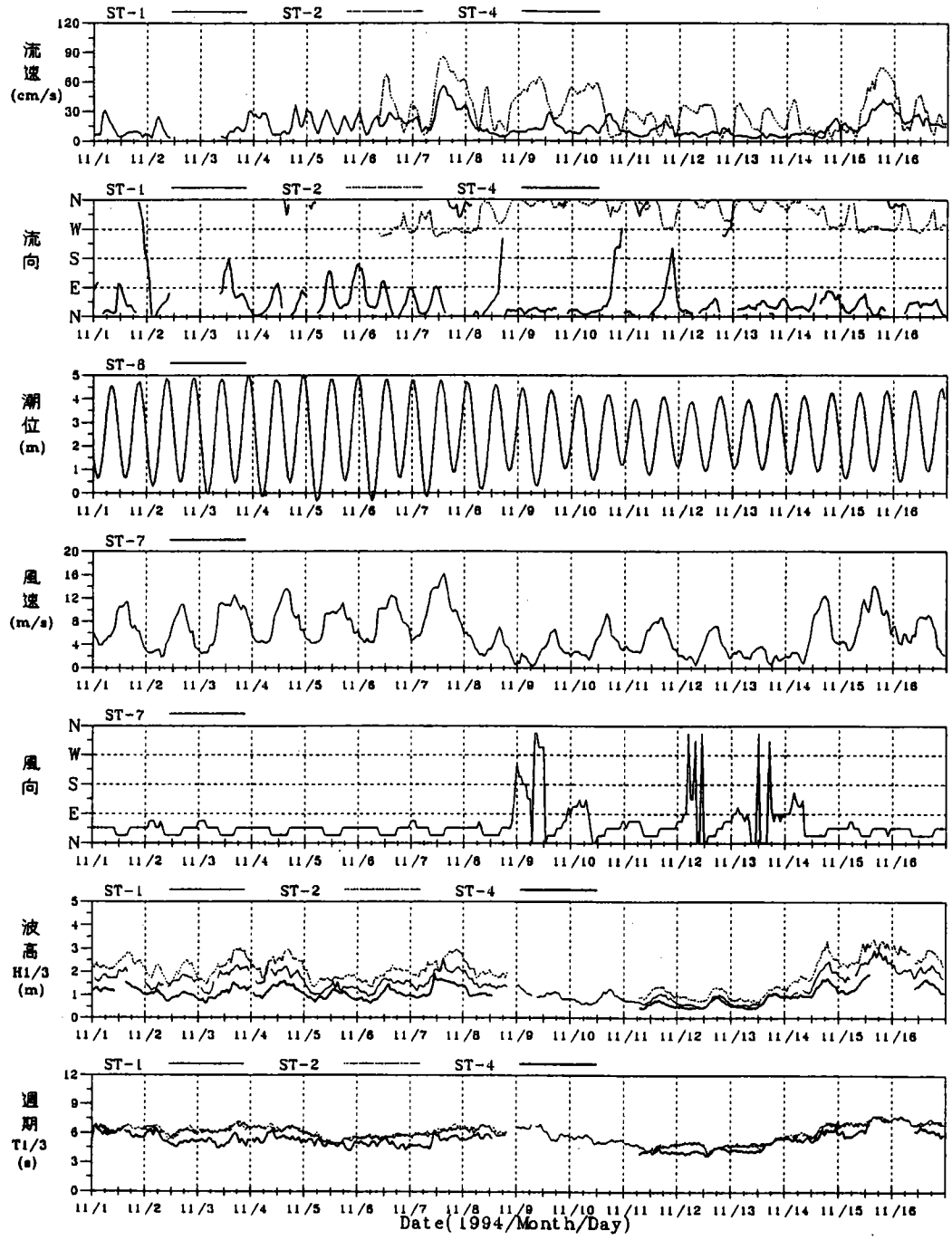
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-2(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1994/10 (下半月)

DA9410TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

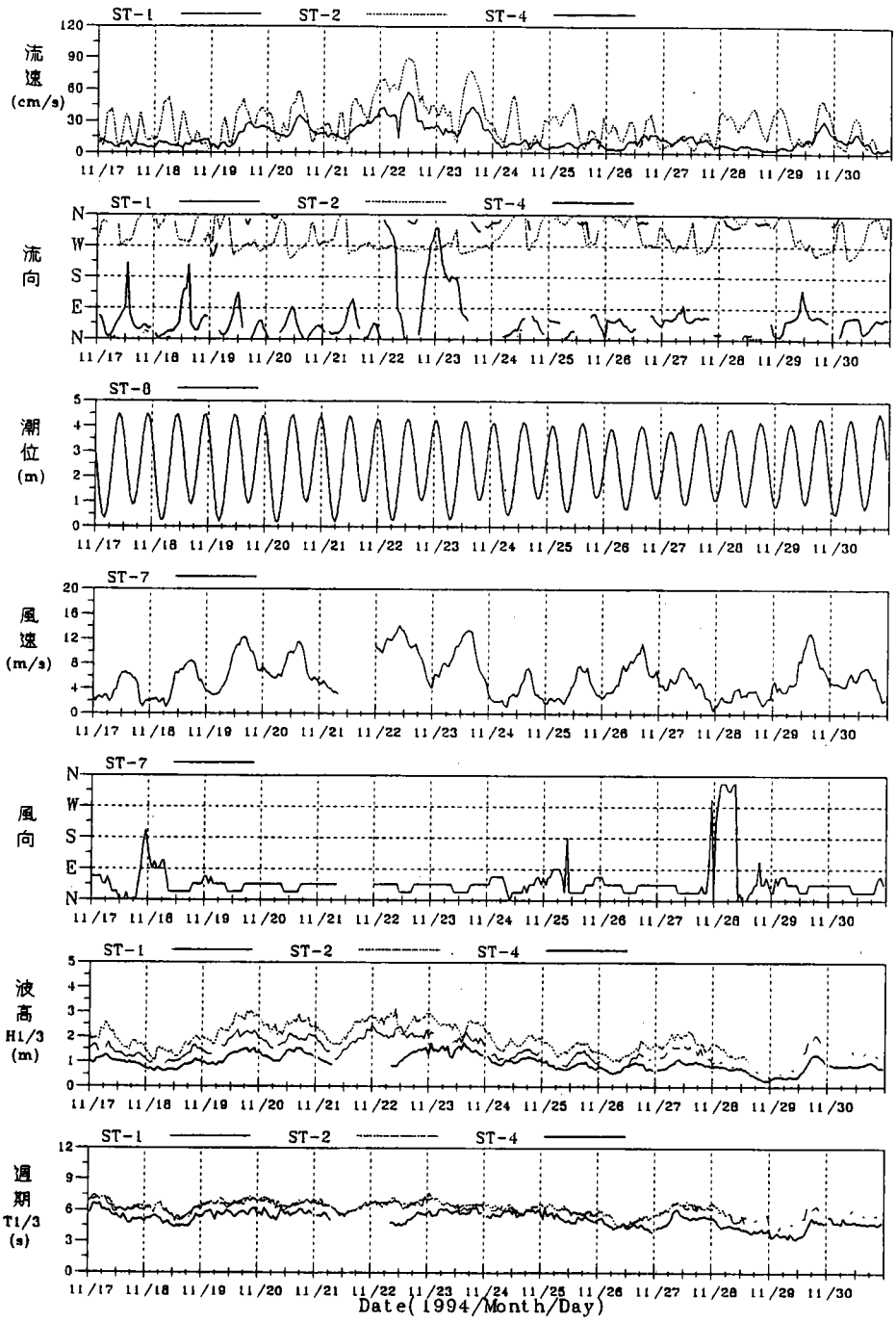
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-3　台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖　1994/11（上半月）

DA9411TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

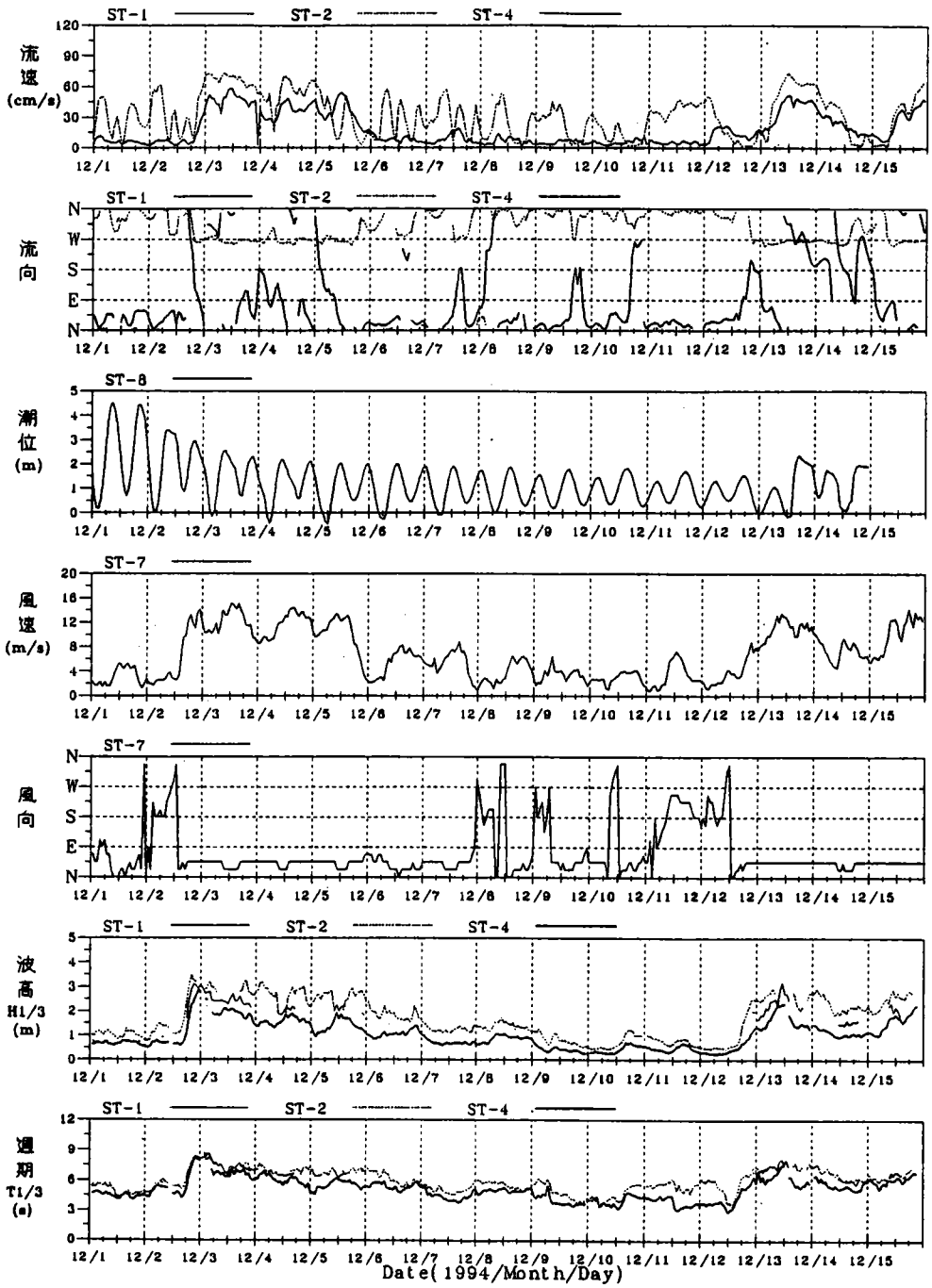
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-3(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1994/11(下半月)

DA9411TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

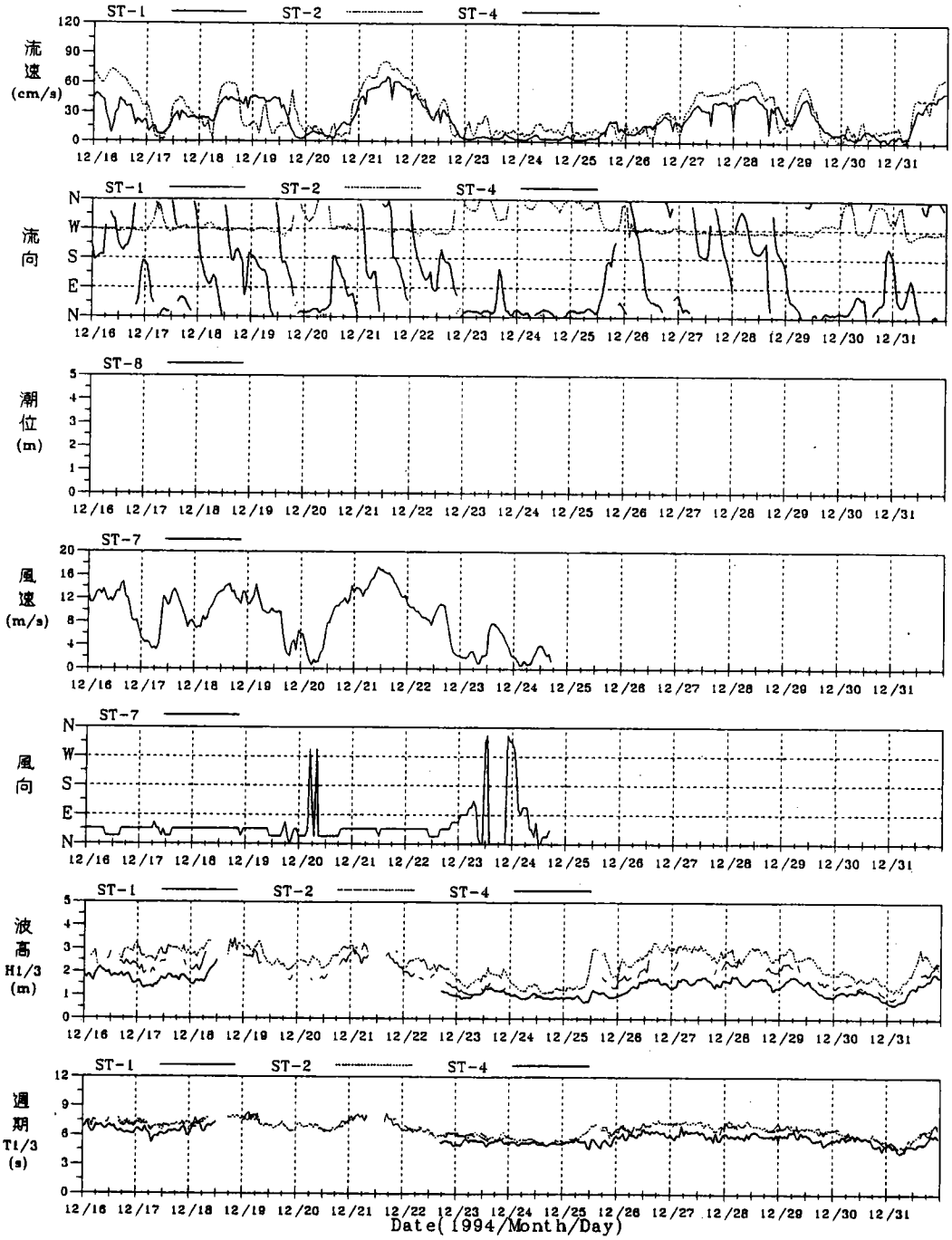
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-4　台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖　1994/12(上半月)

DA9412TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

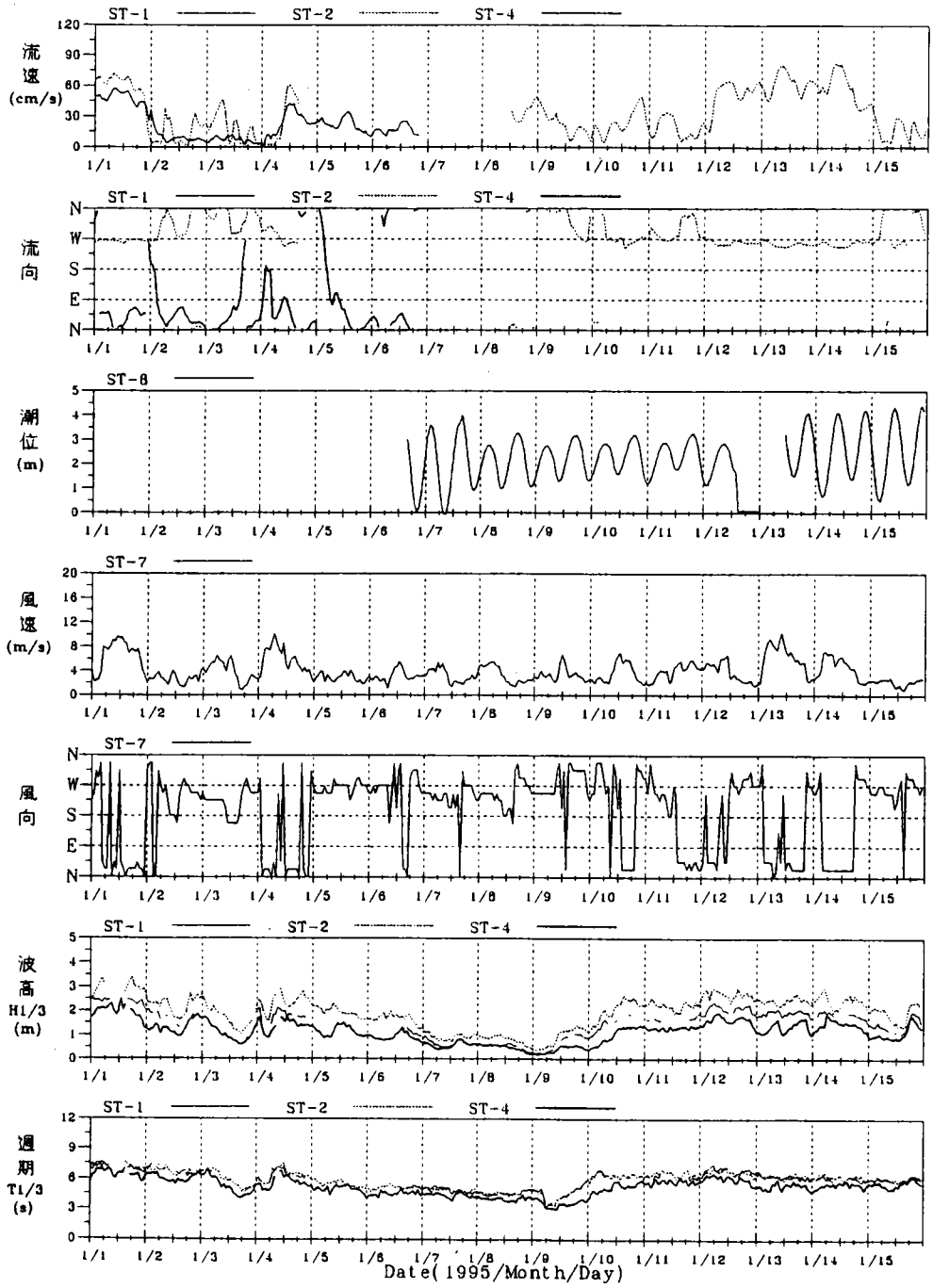
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-4(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1994/12(下半月)

DA9412TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

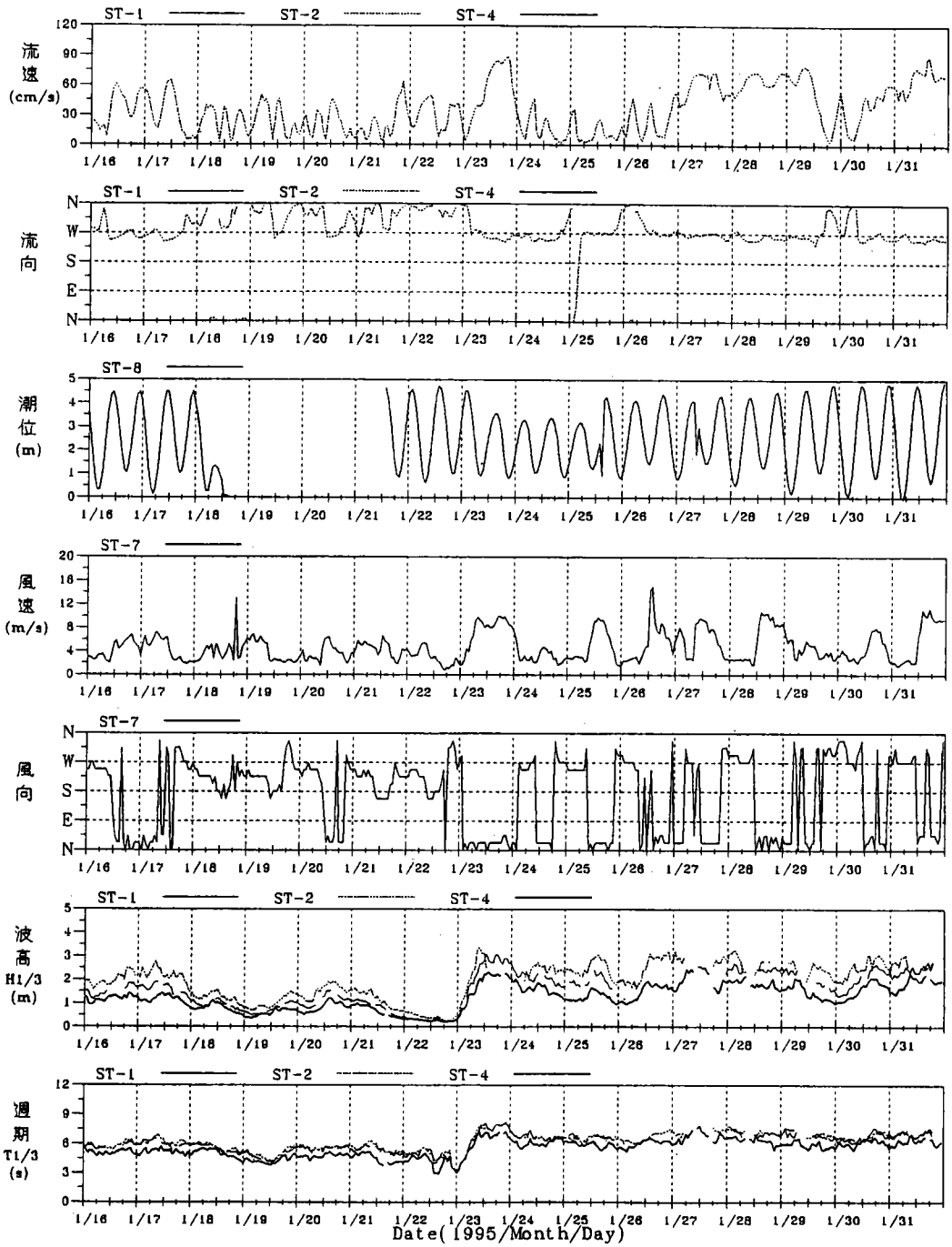
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-5　台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖　1995/01（上半月）

DA9501TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

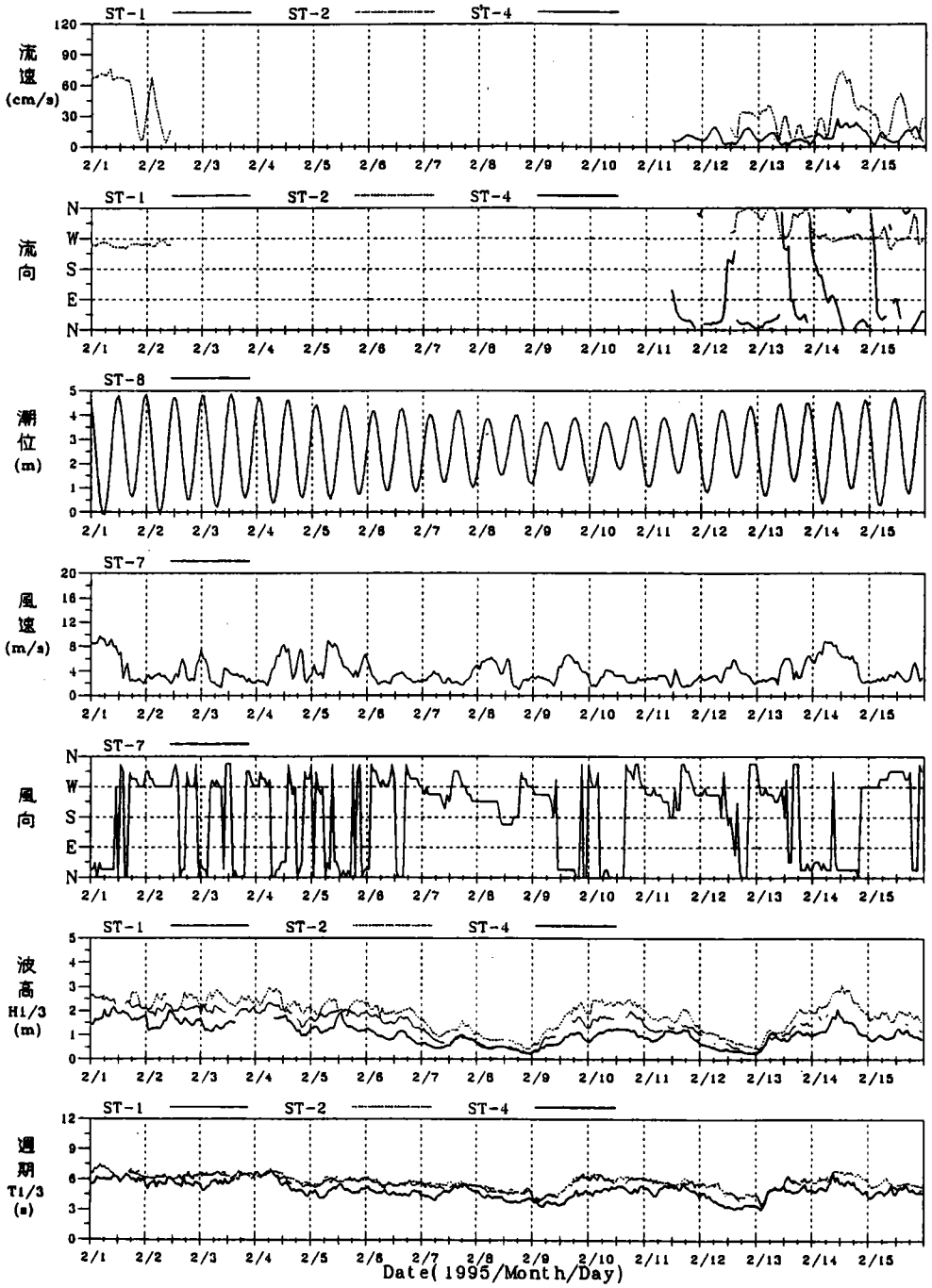
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-5(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/01 (下半月)

DA9501TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

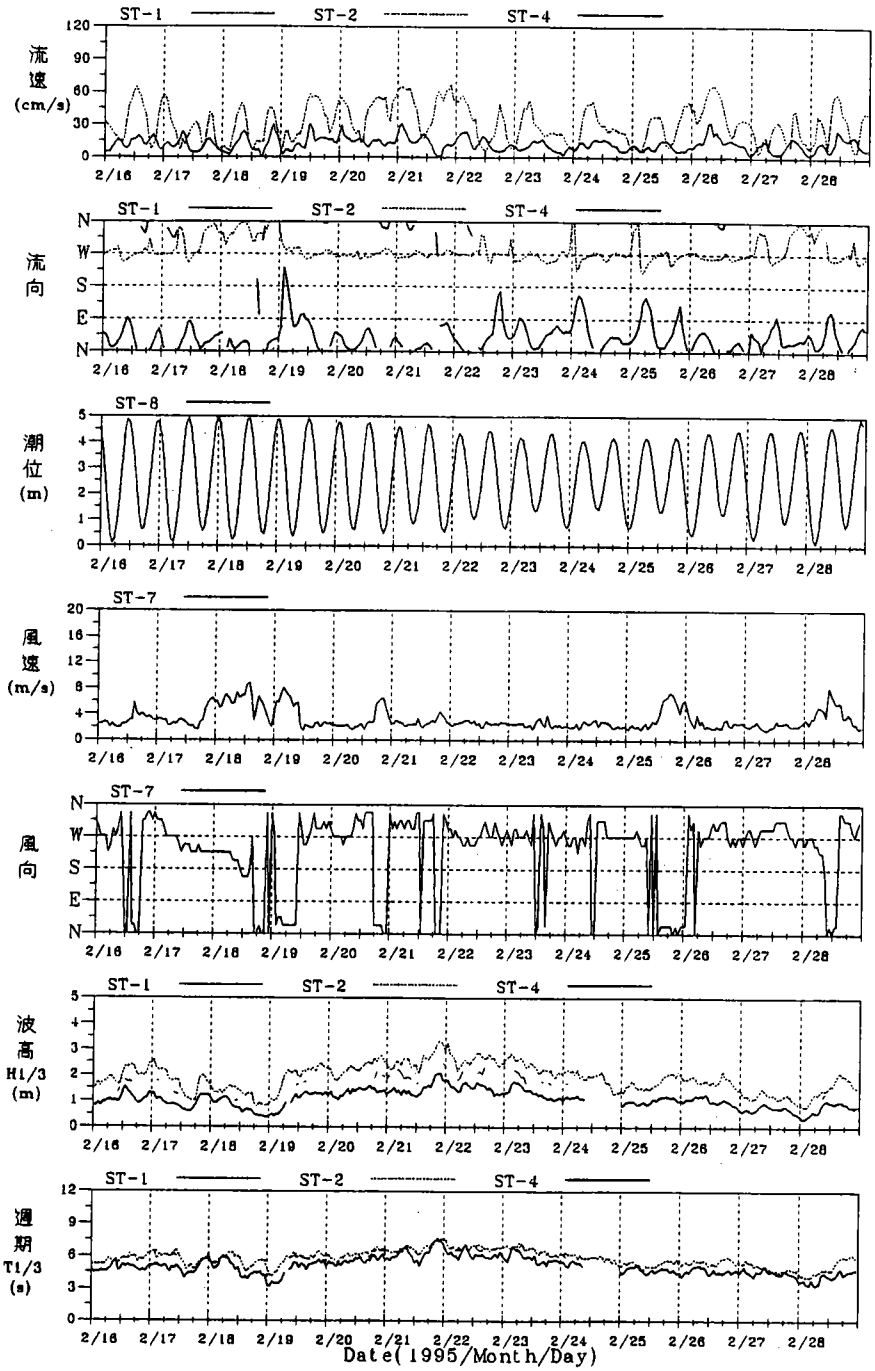
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-6　台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖　1995/02（上半月）

DA9502TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

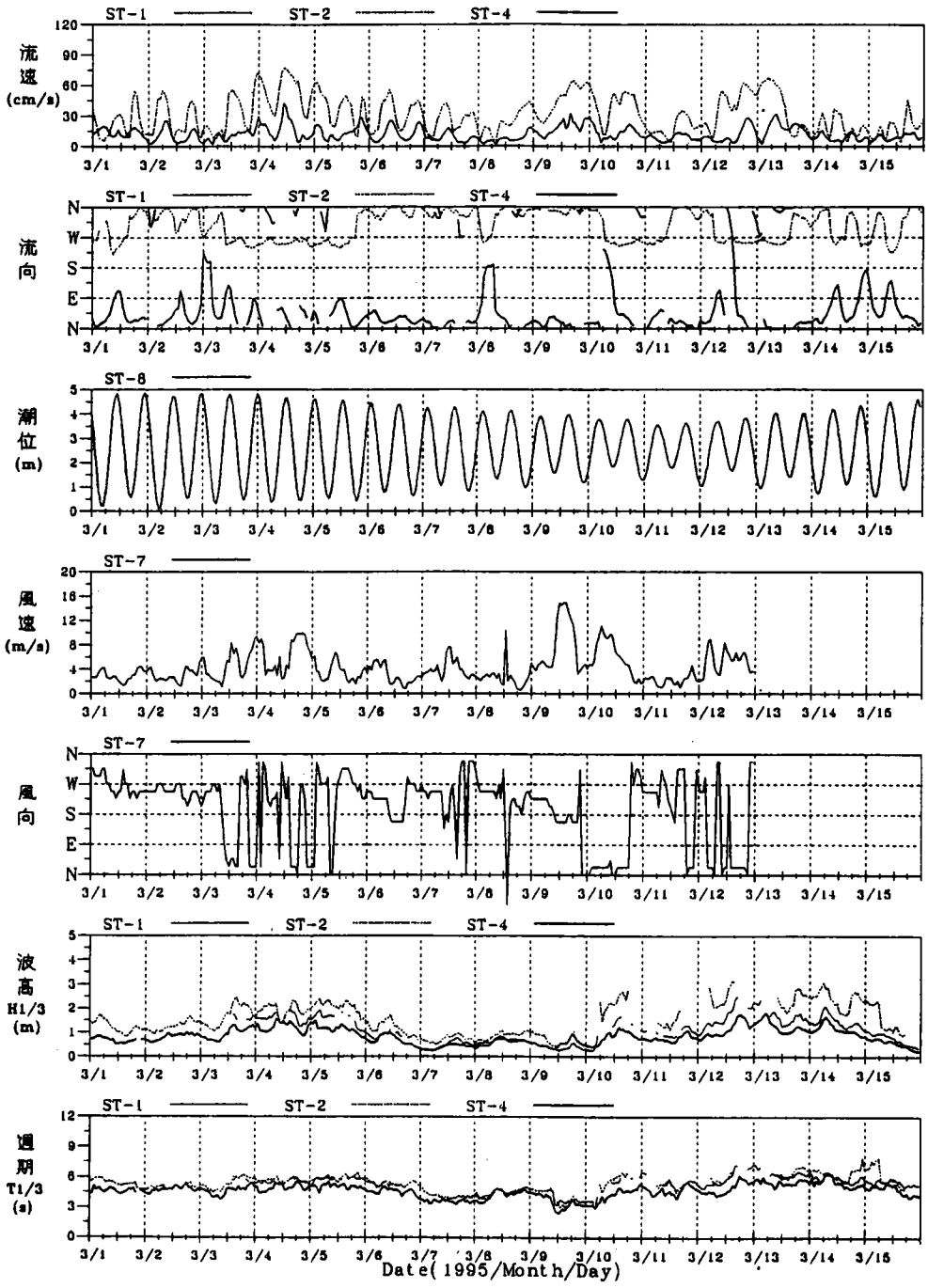
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-6(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/02(下半月)

DA9502TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

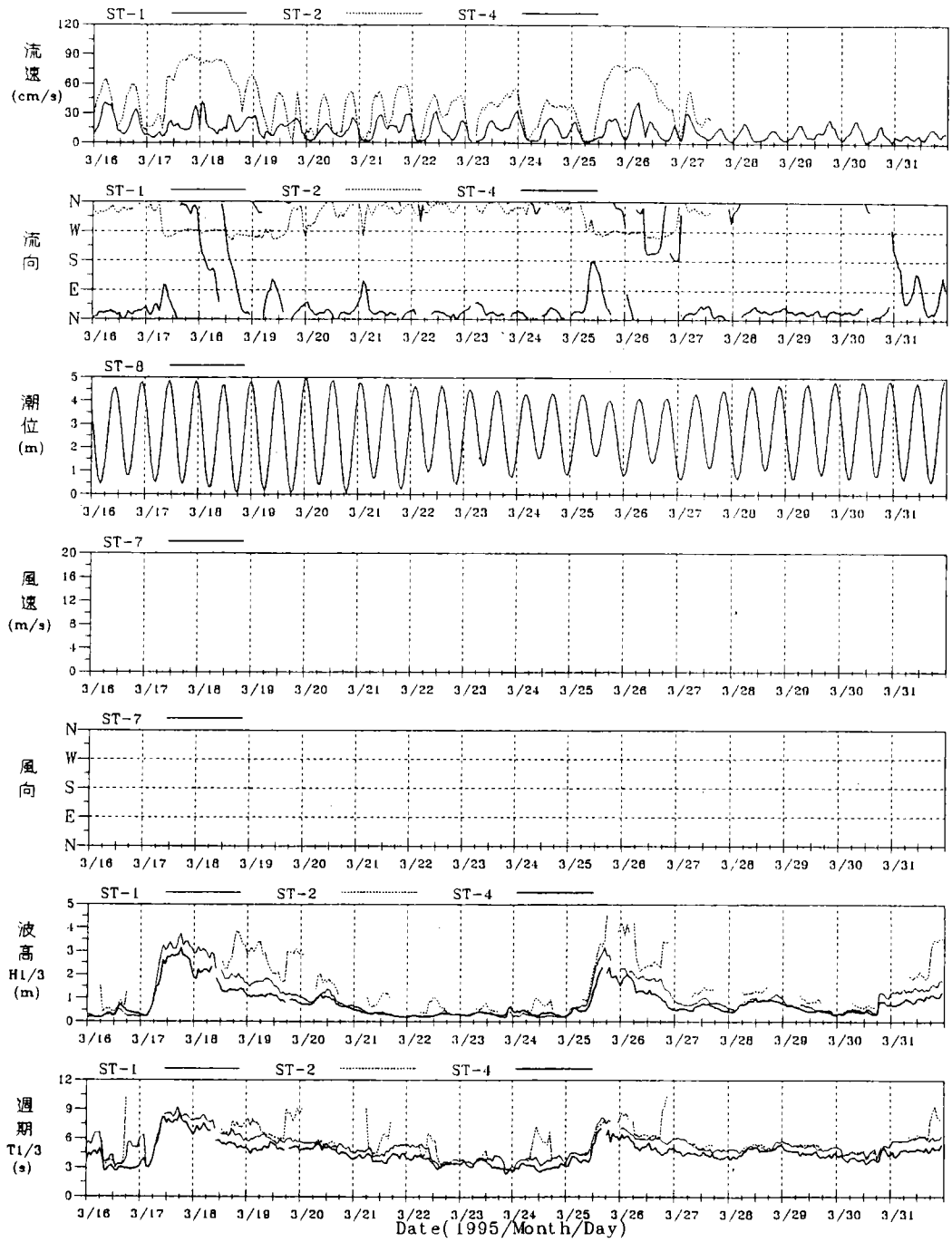
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-7　台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖　1995/03 (上半月)

DA9503TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

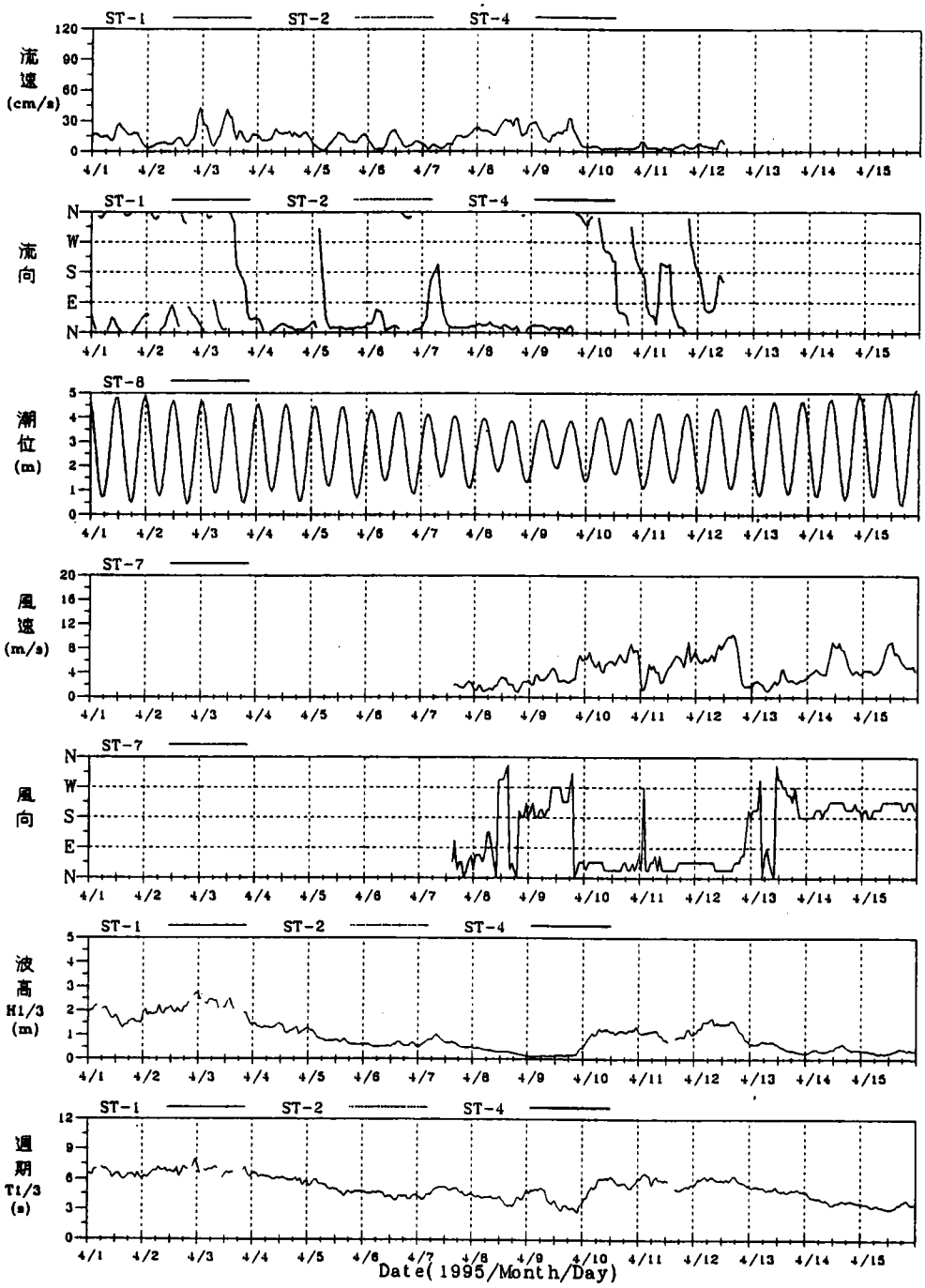
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-7(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/03(下半月)

DA9503TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

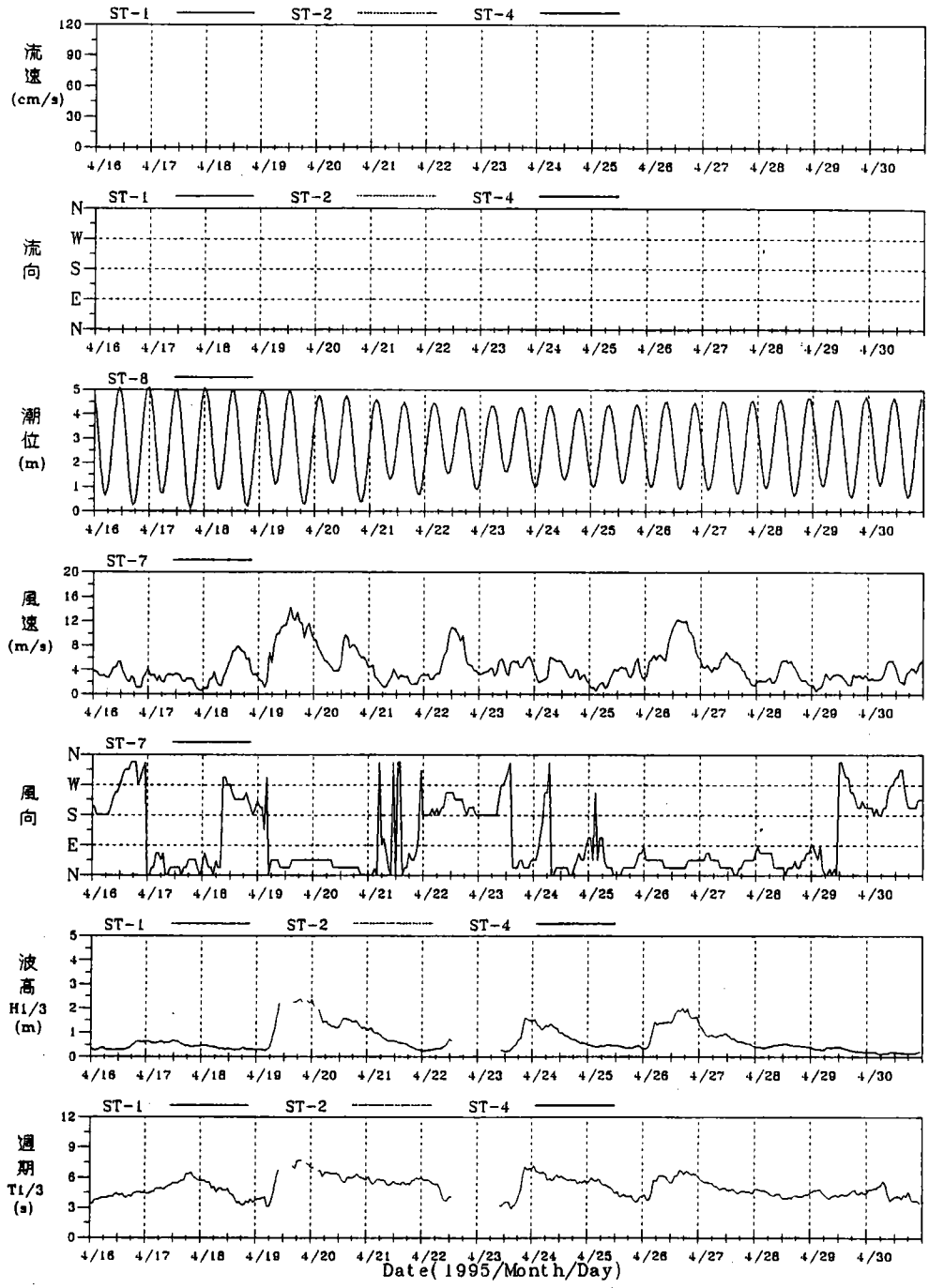
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-8　台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖　1995/04（上半月）

DA9504TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

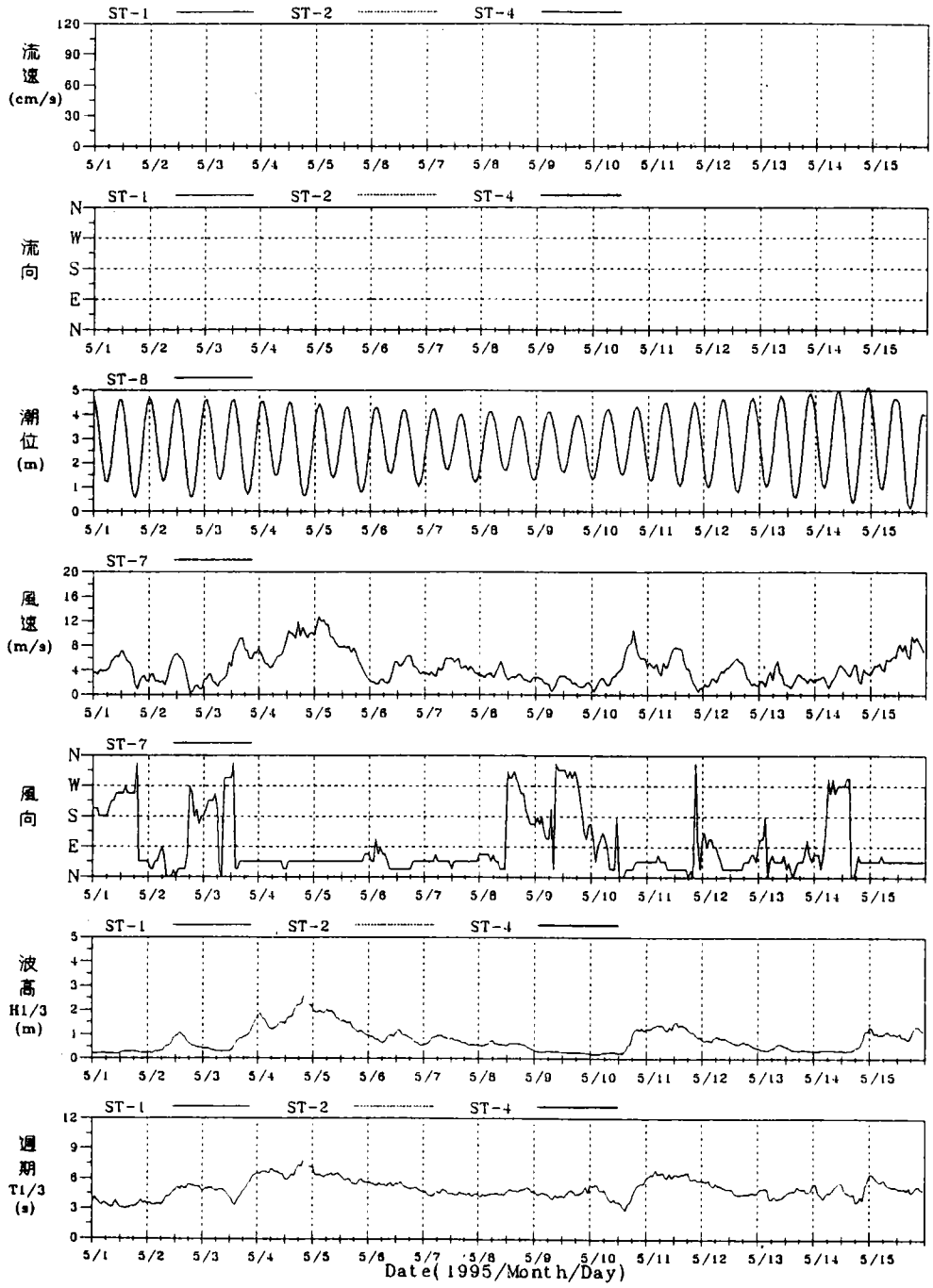
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-8(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/04(下半月)

DA9504TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

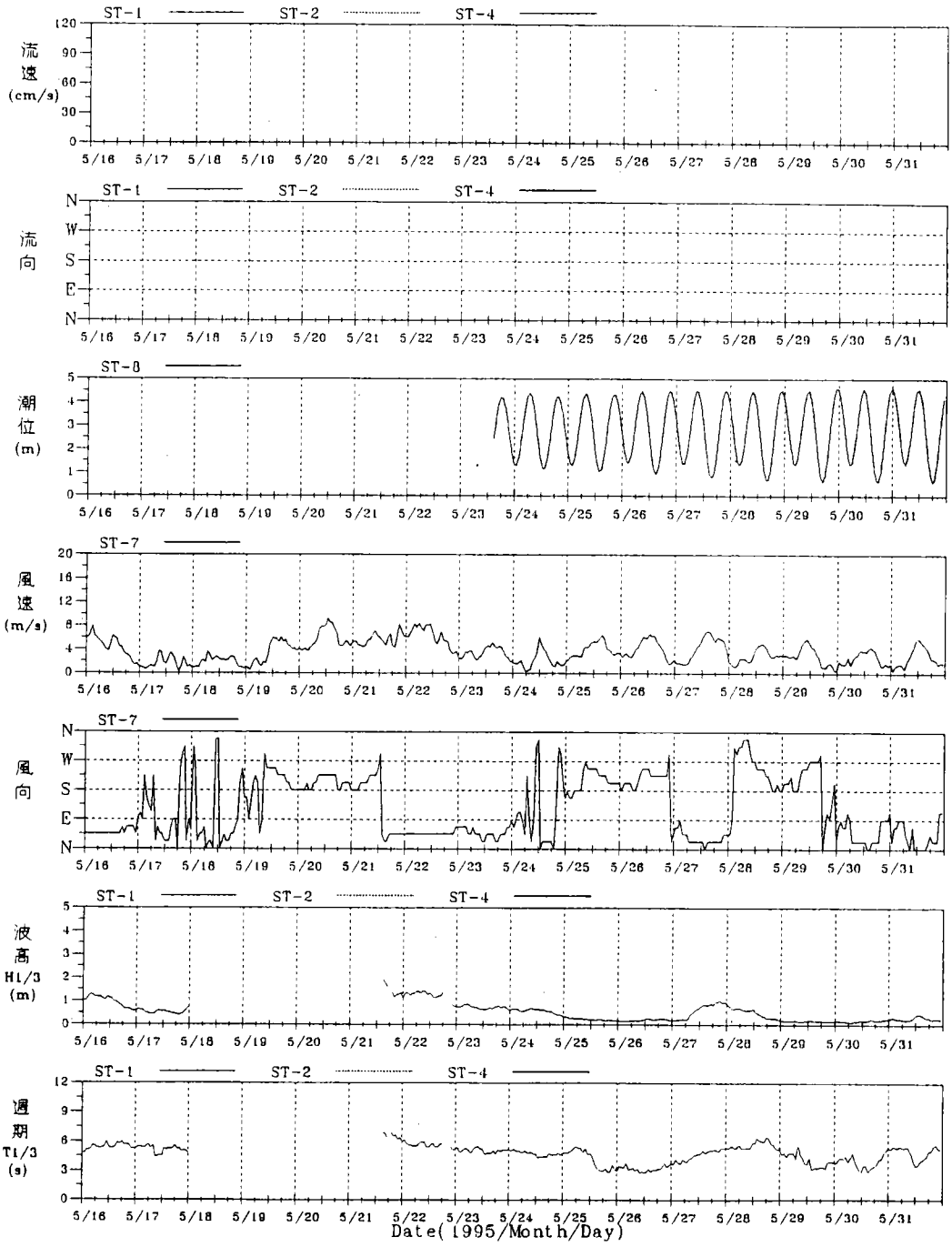
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-9 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/05 (上半月)

DA9505TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

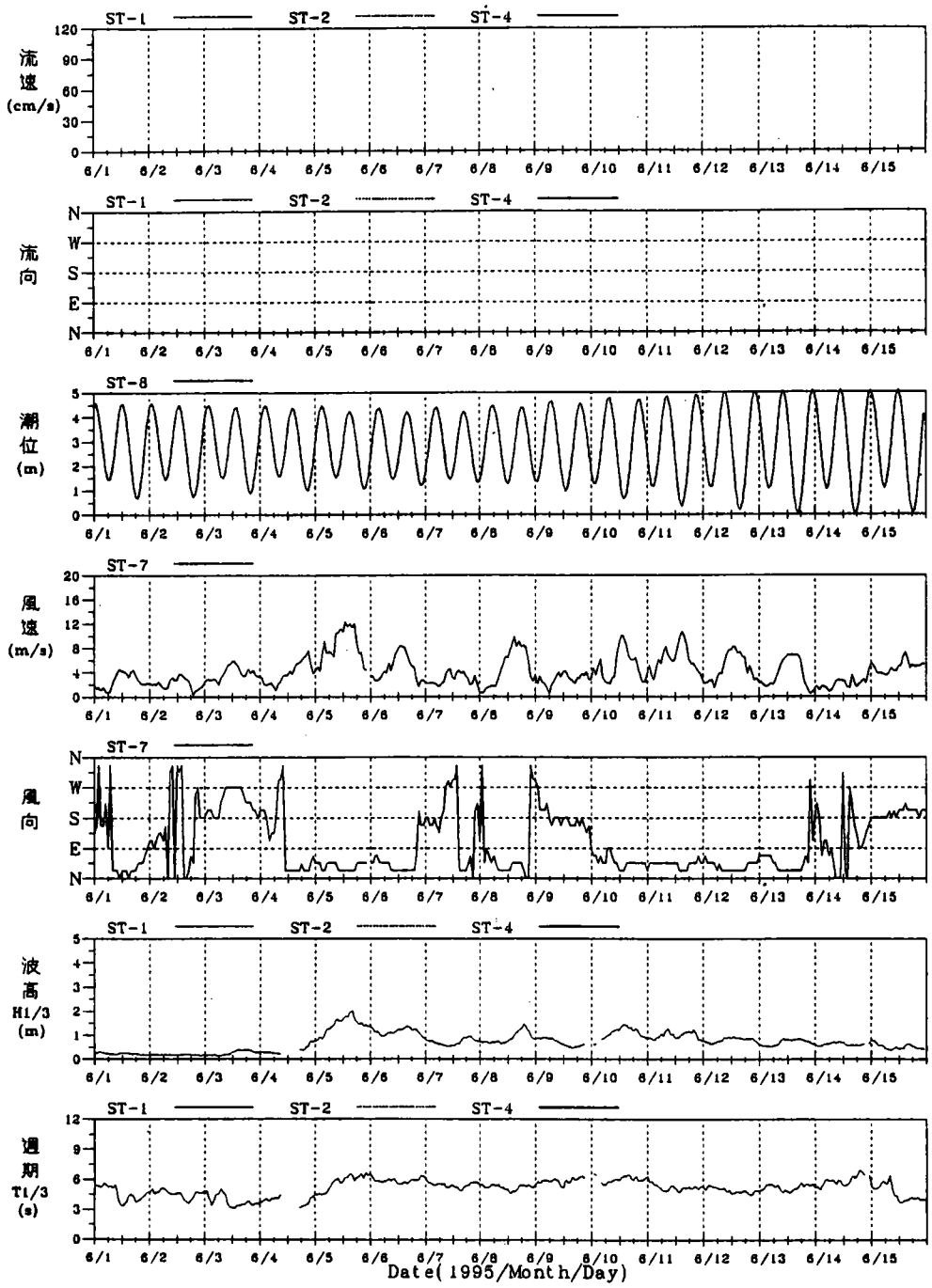
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-9(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/05 (下半月)

DA9505TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

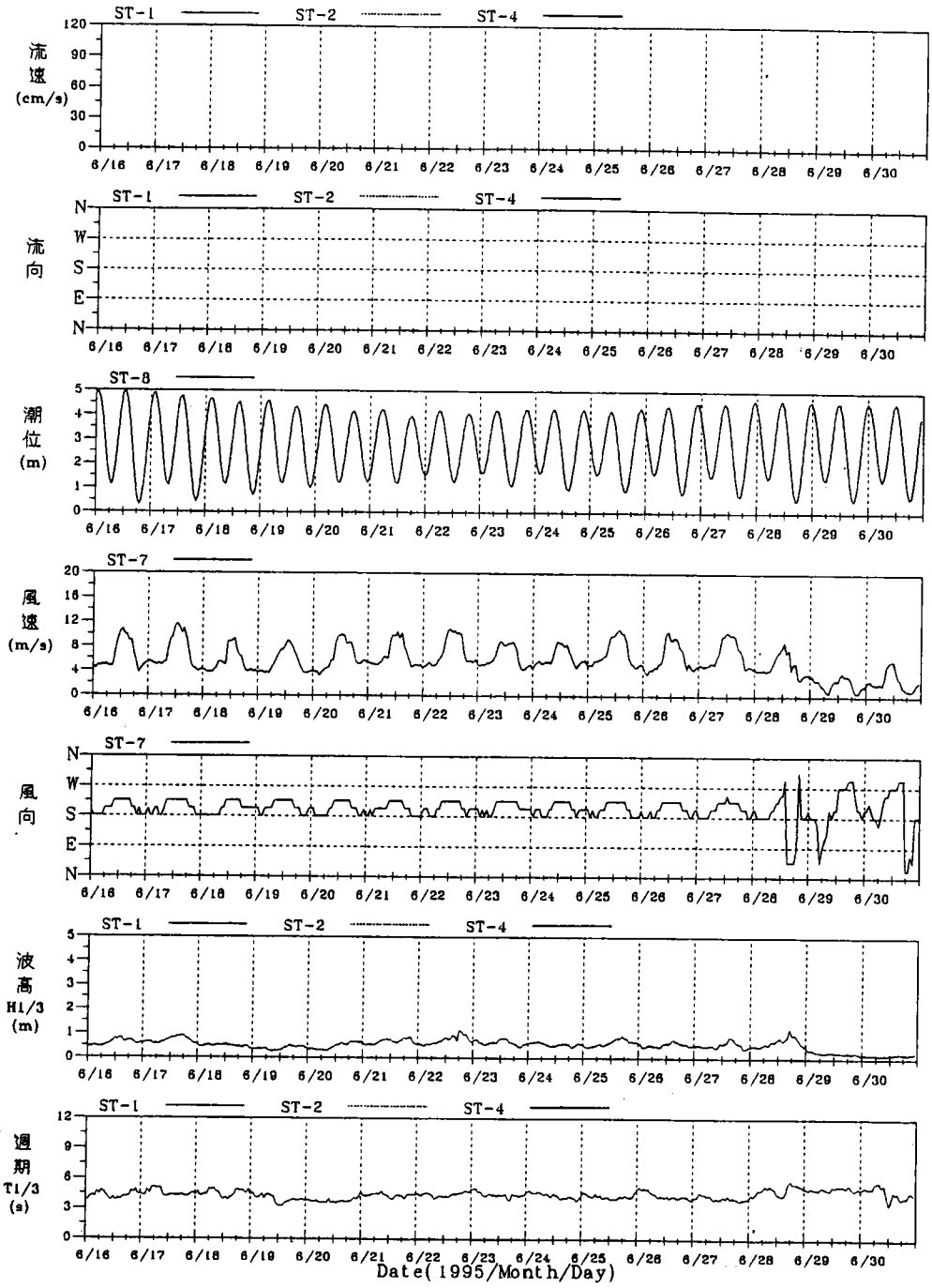
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-10 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/06 (上半月)

DA9506TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

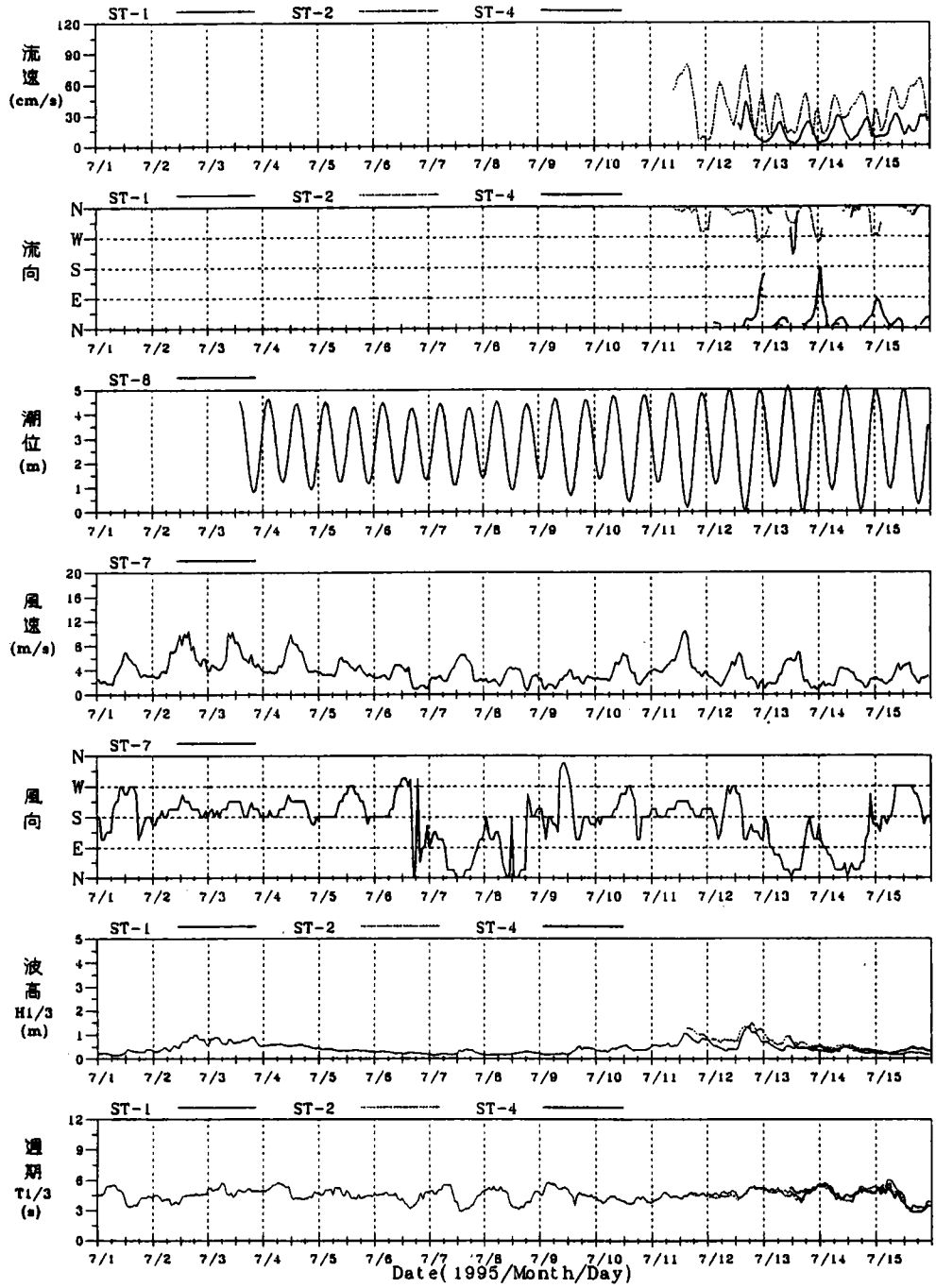
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-10(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/06 (下半月)

DA9506TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

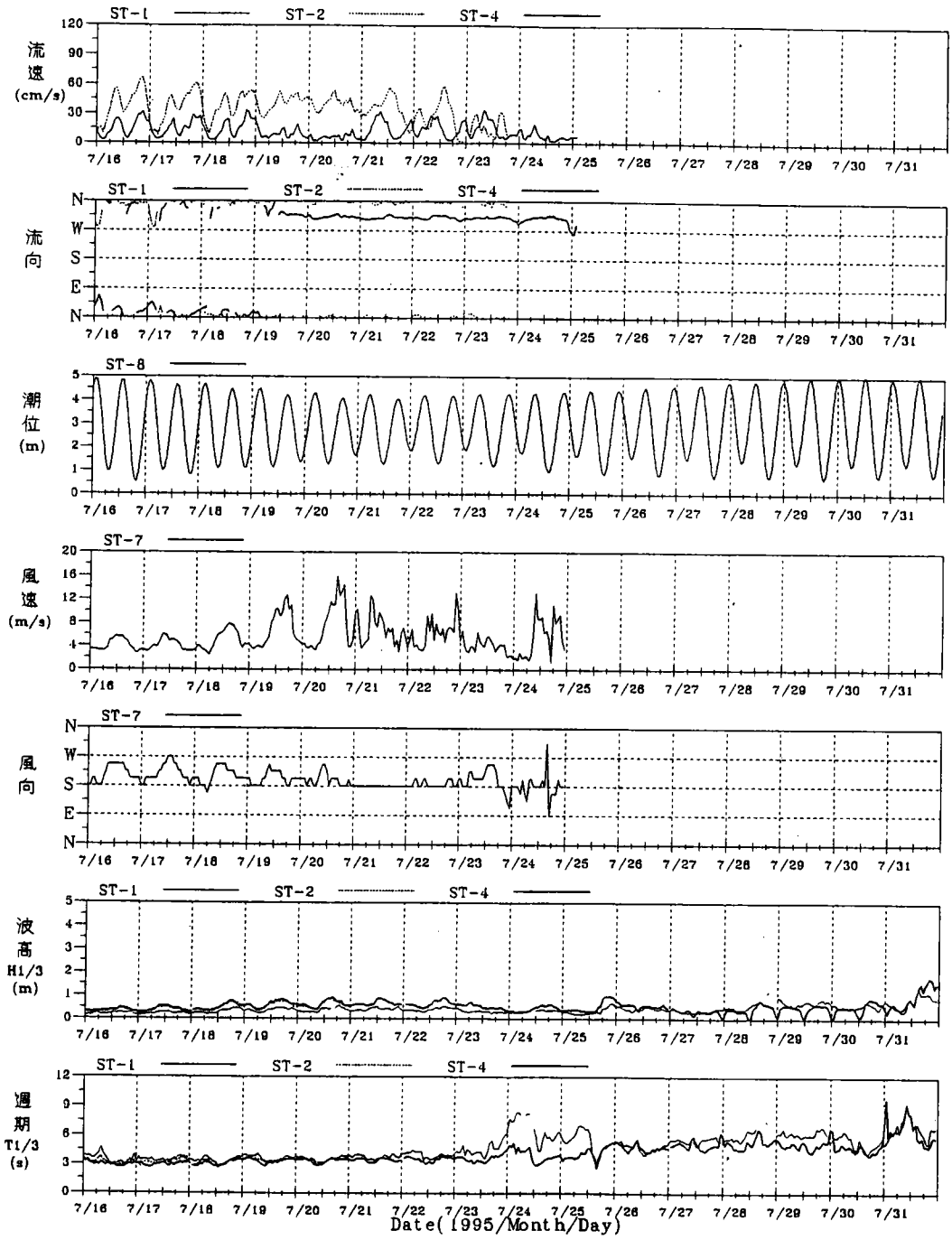
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-11 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/07(上半月)

DA9507TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

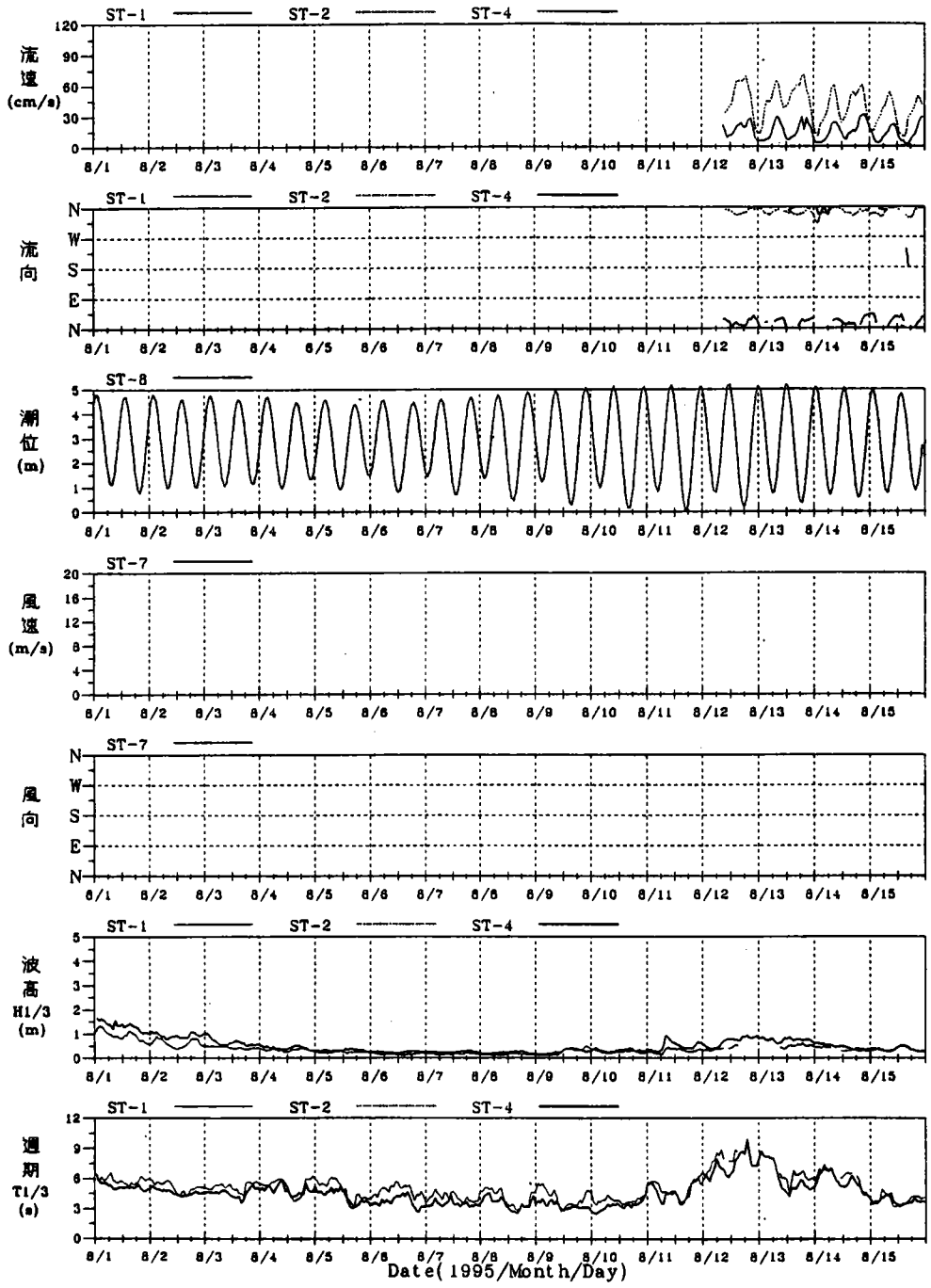
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-11(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/07 (下半月)

DA9507TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

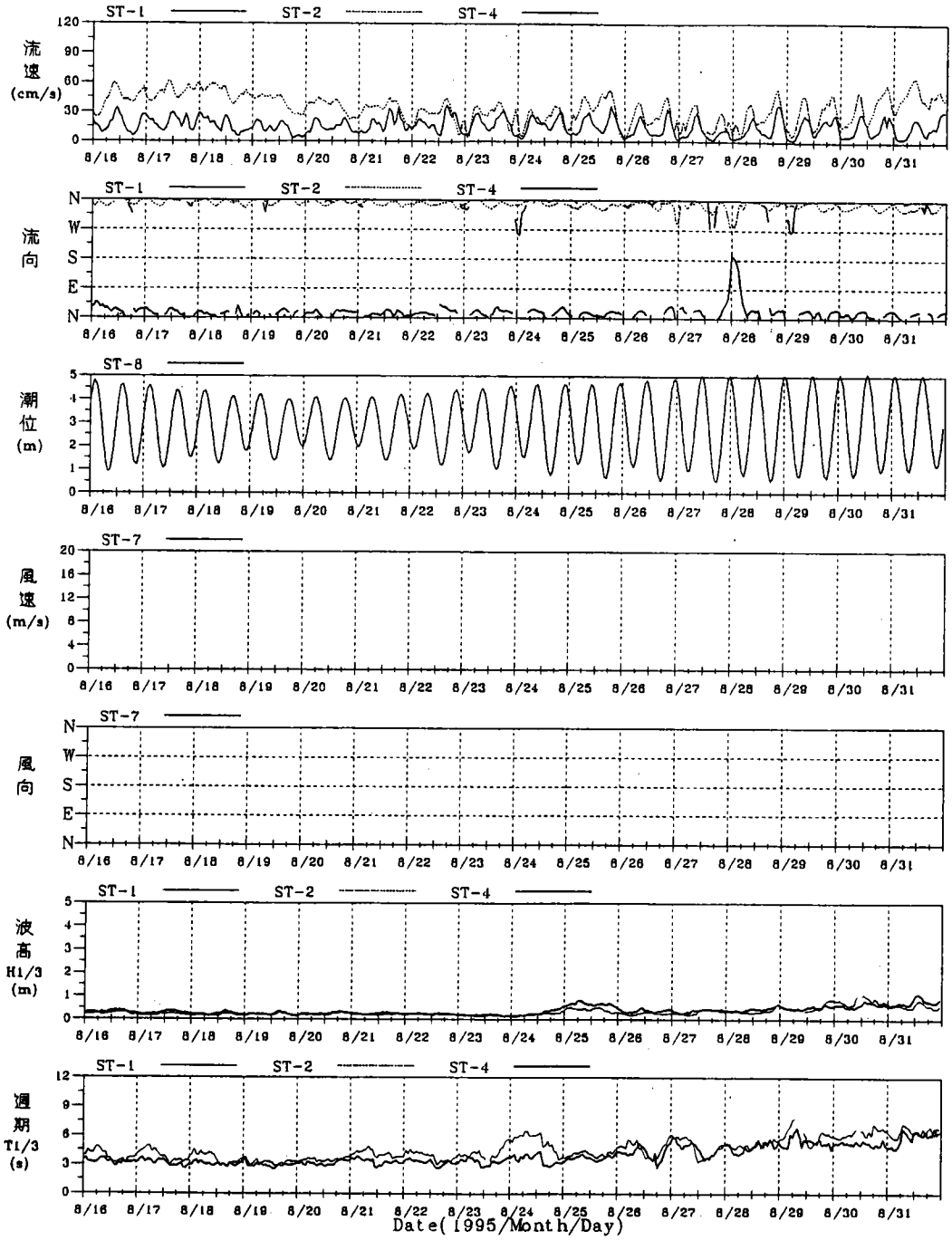
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-12 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/08 (上半月)

DA9508TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

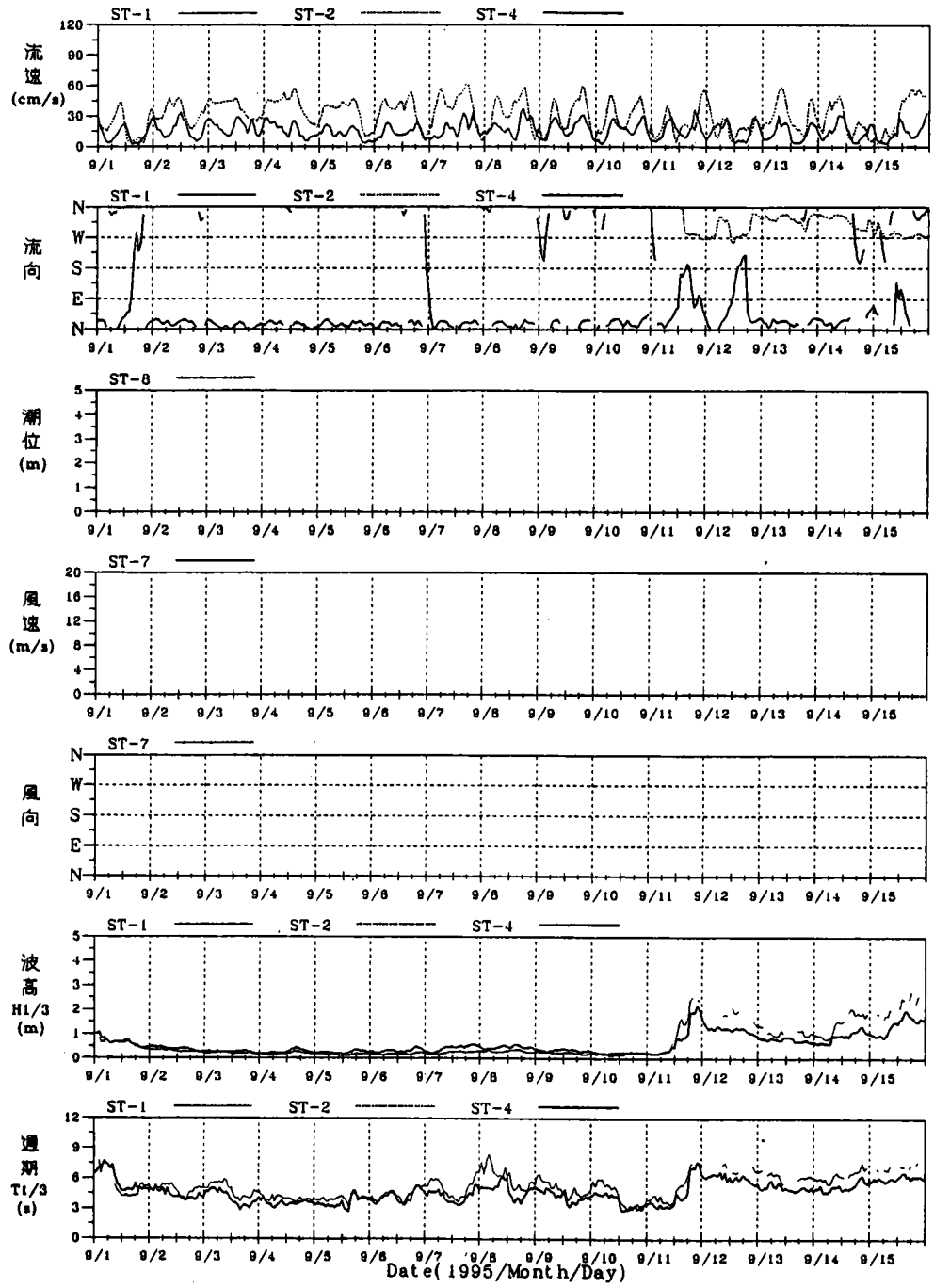
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-12(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/08 (下半月)

DA9508TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

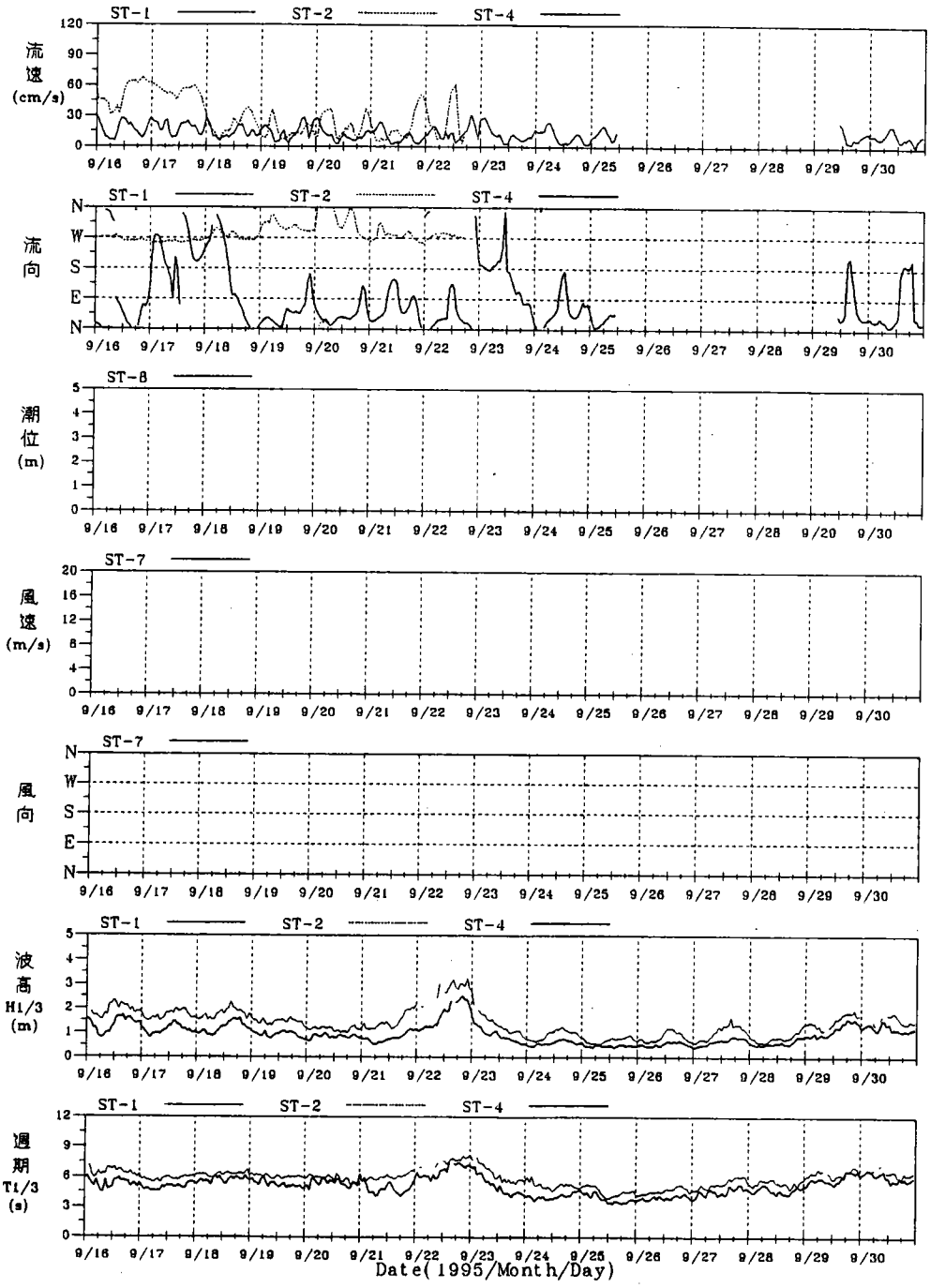
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-13 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/09(上半月)

DA9509TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

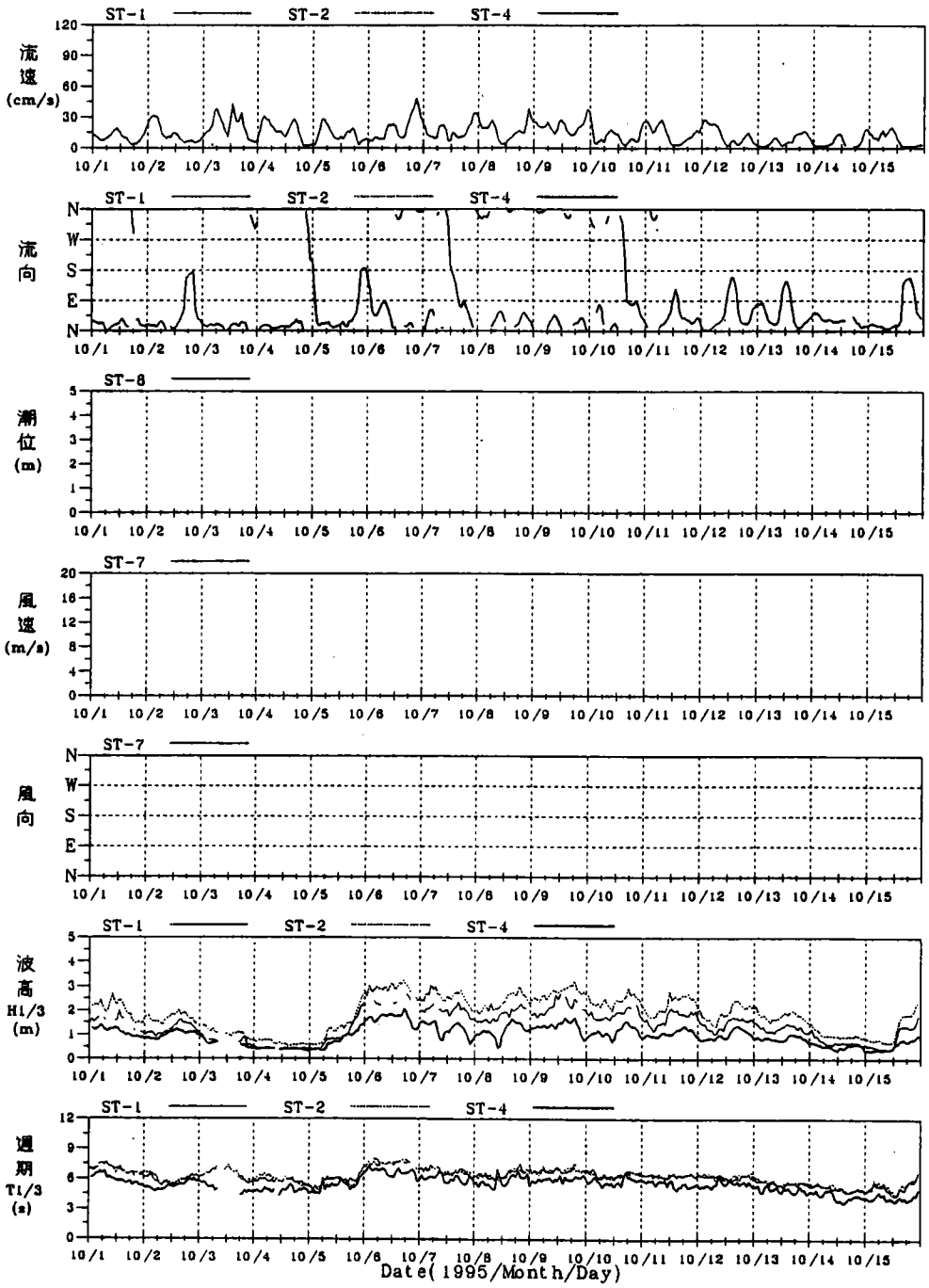
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-1b(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/09 (下半月)

DA9509TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

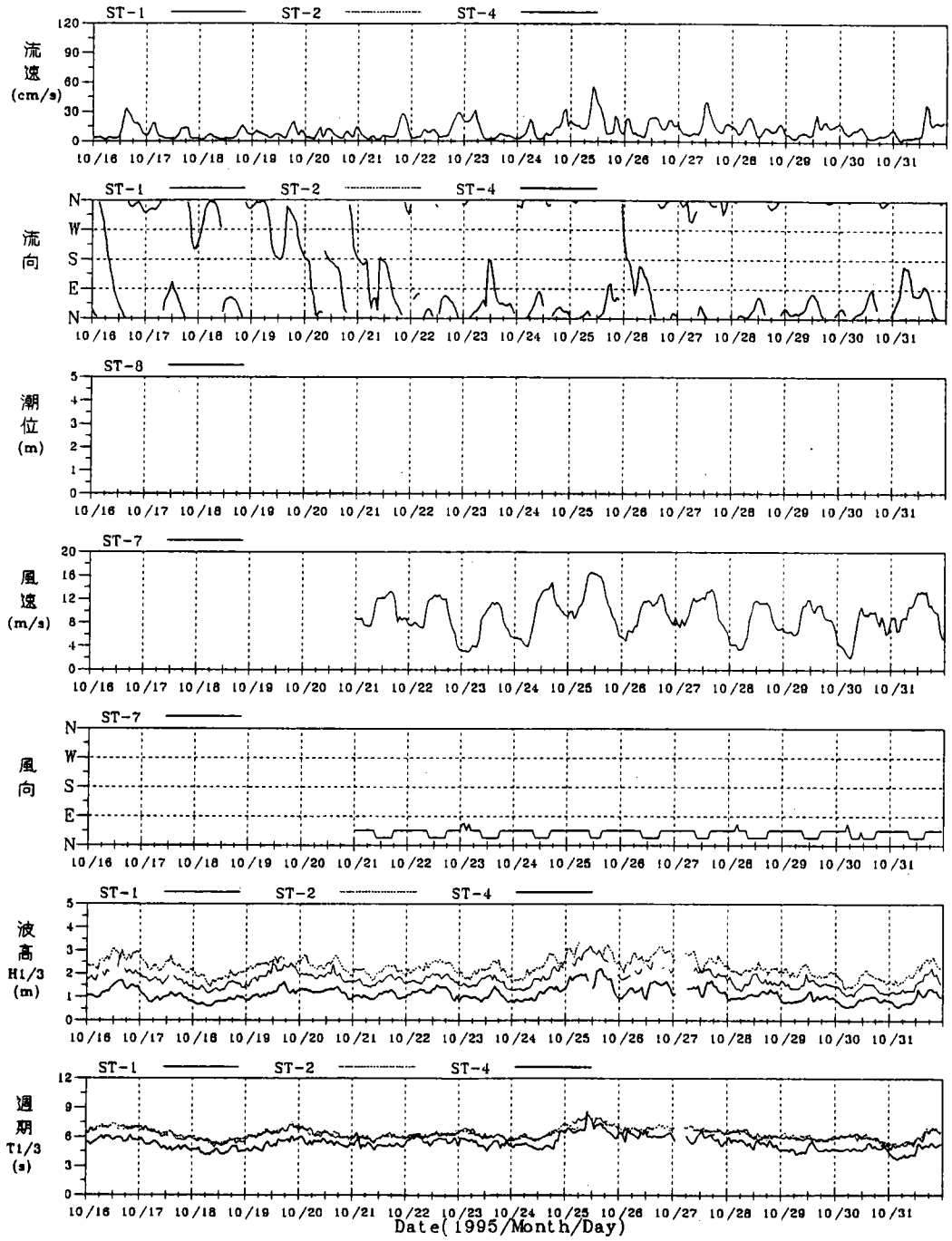
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-14 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/10(上半月)

DA9510TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

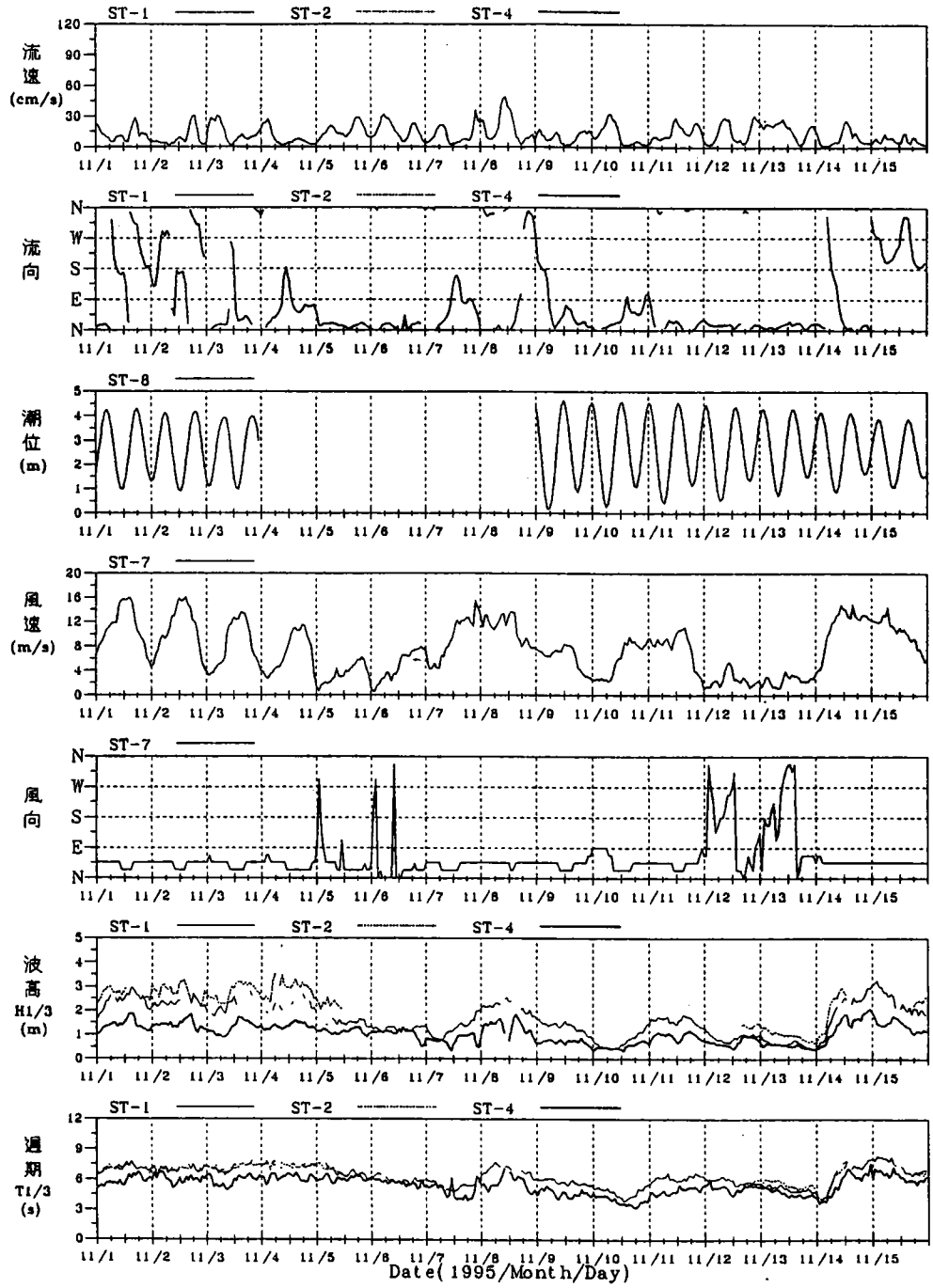
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-14(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/10 (下半月)

DA9510TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

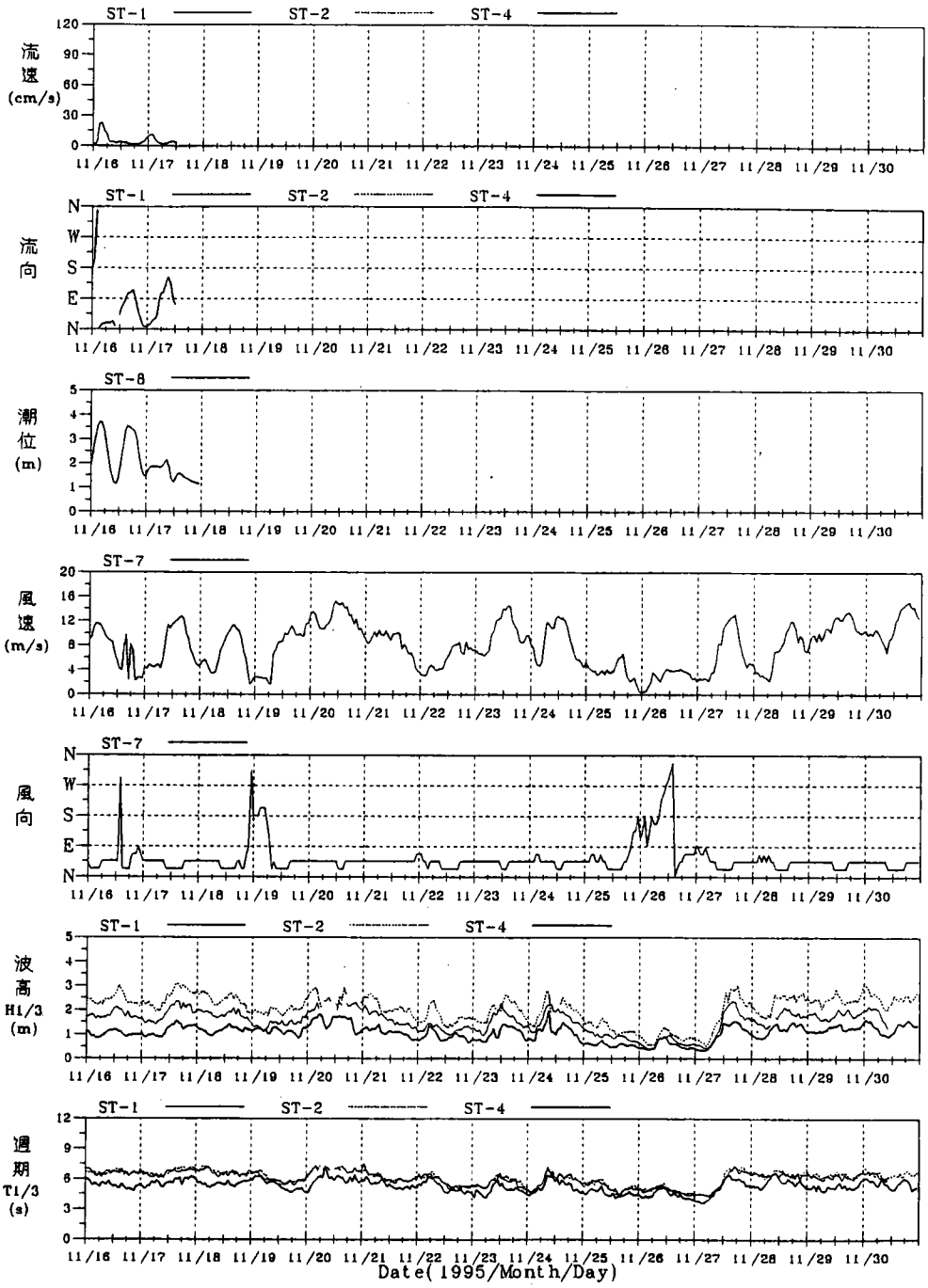
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-15 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/11(上半月)

DA9511TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

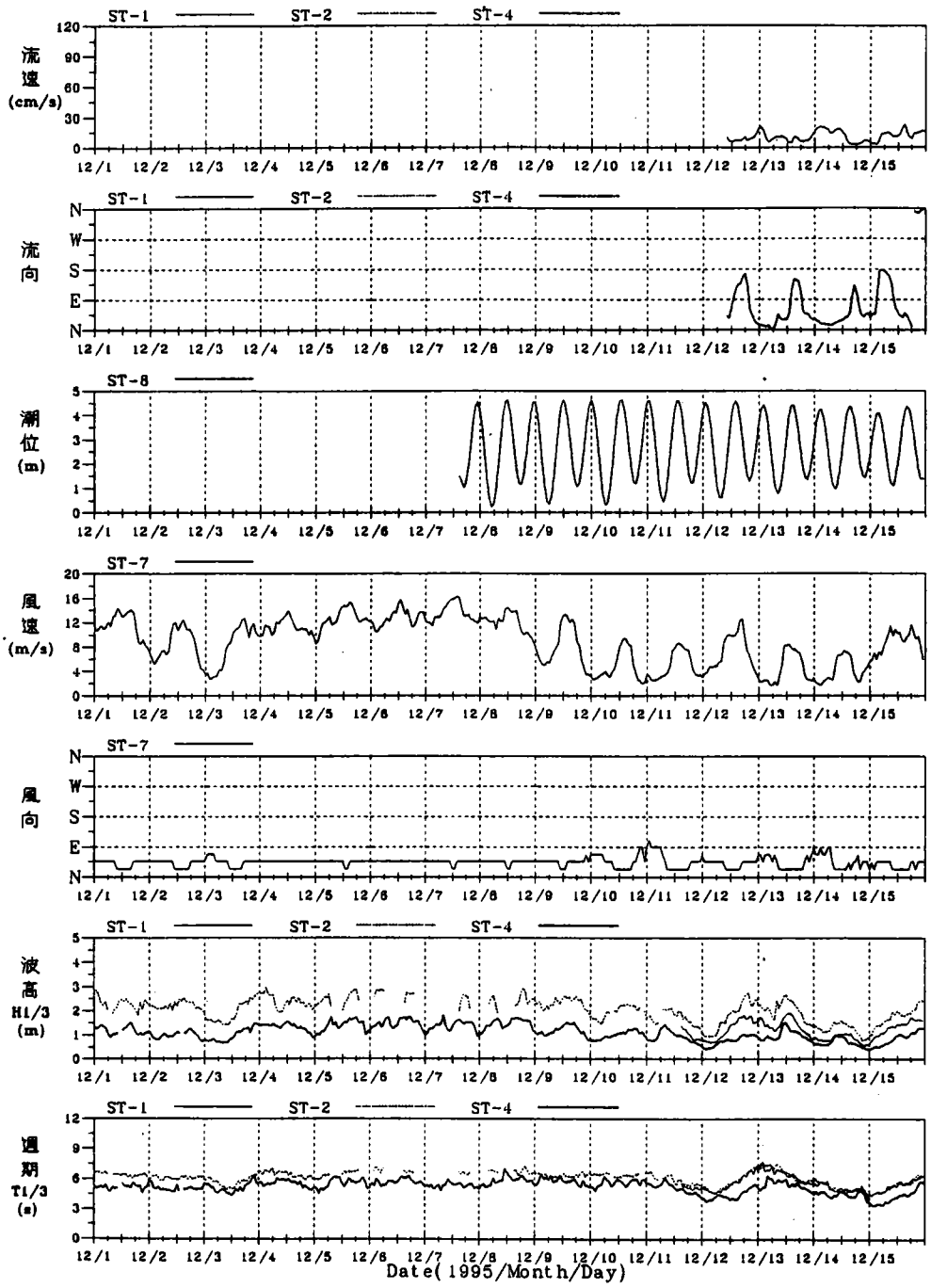
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-15(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/11 (下半月)

DA9511TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

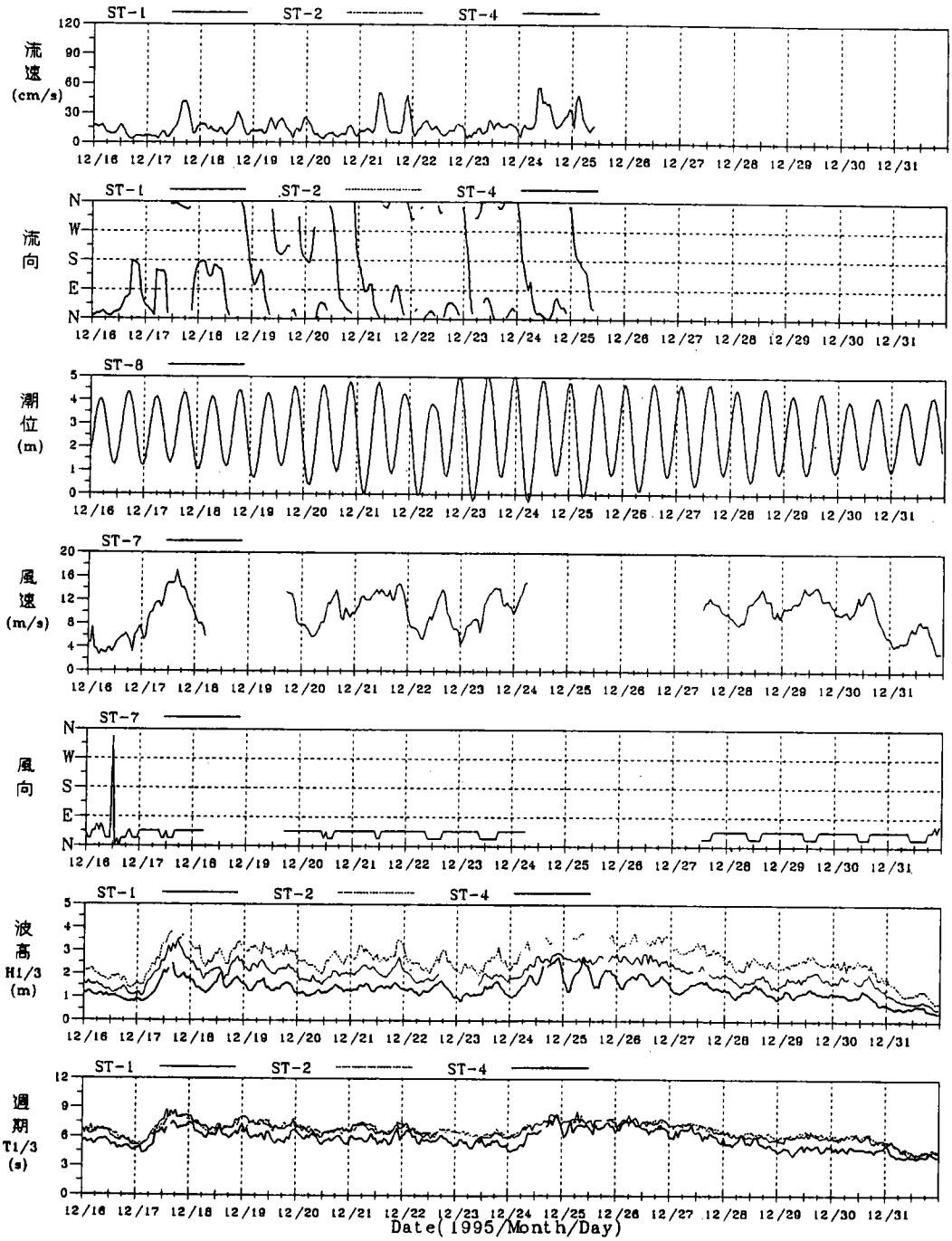
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-16 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/12(上半月)

DA9512TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

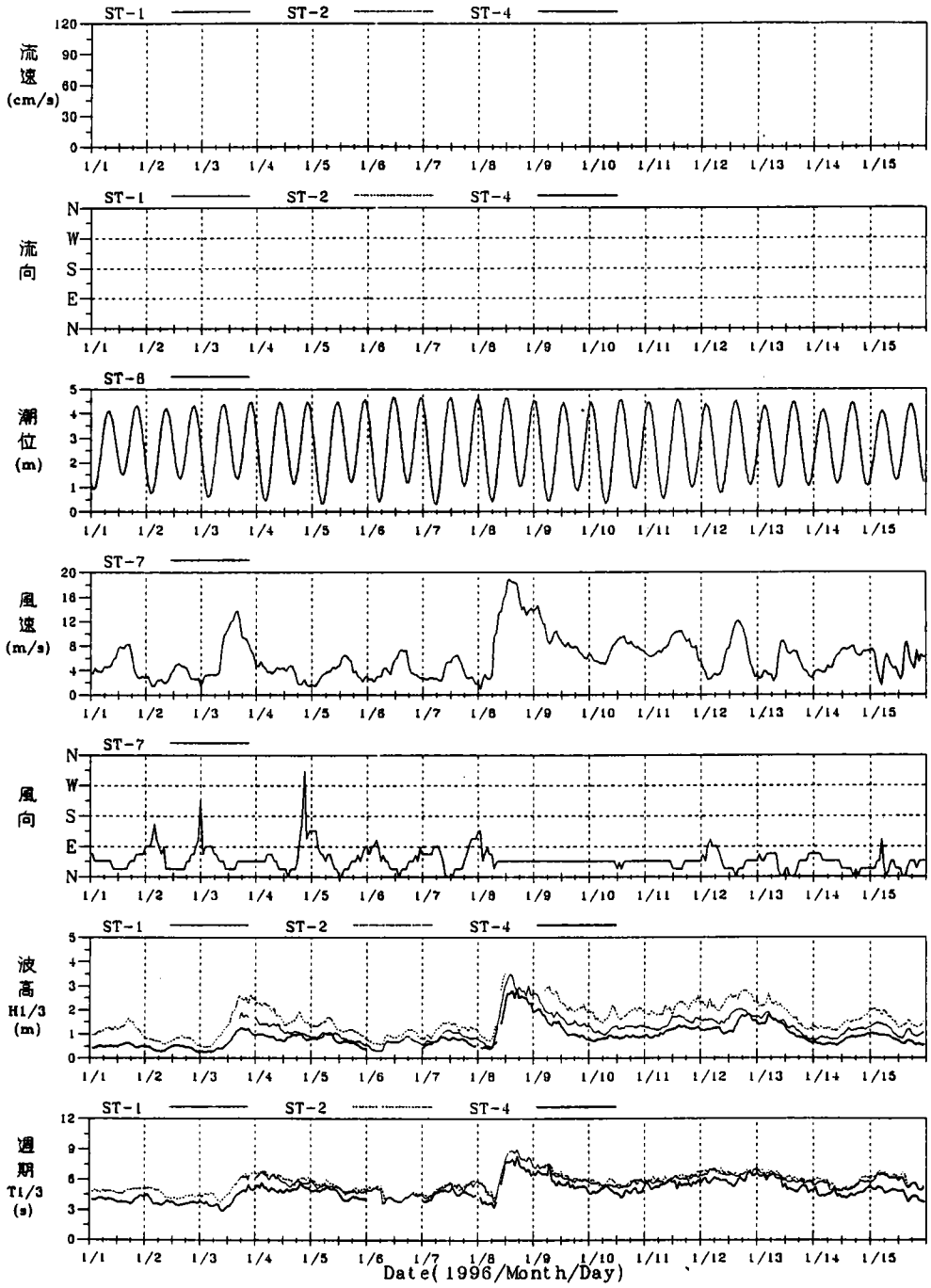
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-16(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1995/12(下半月)

DA9512TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

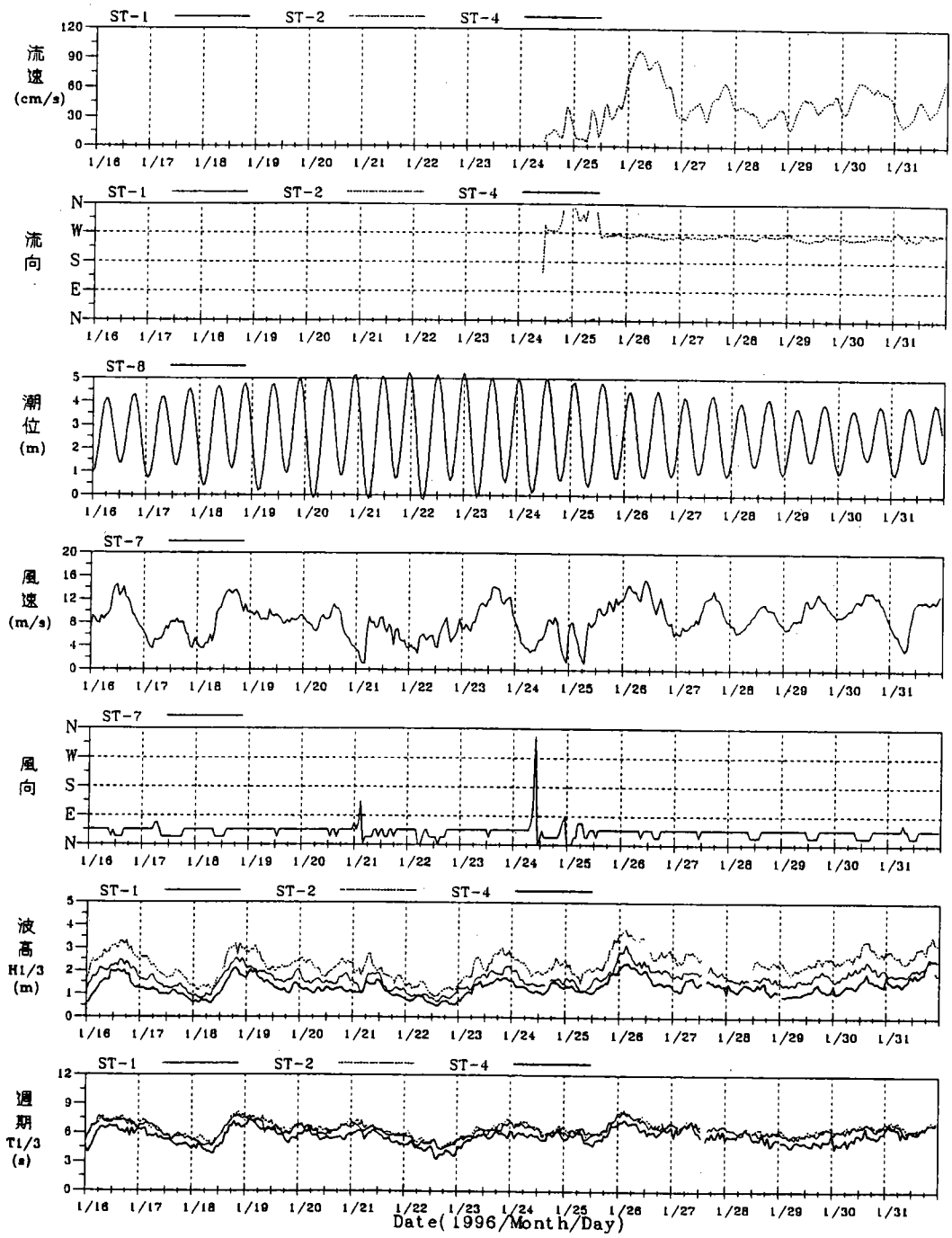
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-17 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/01 (上半月)

DA9601TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

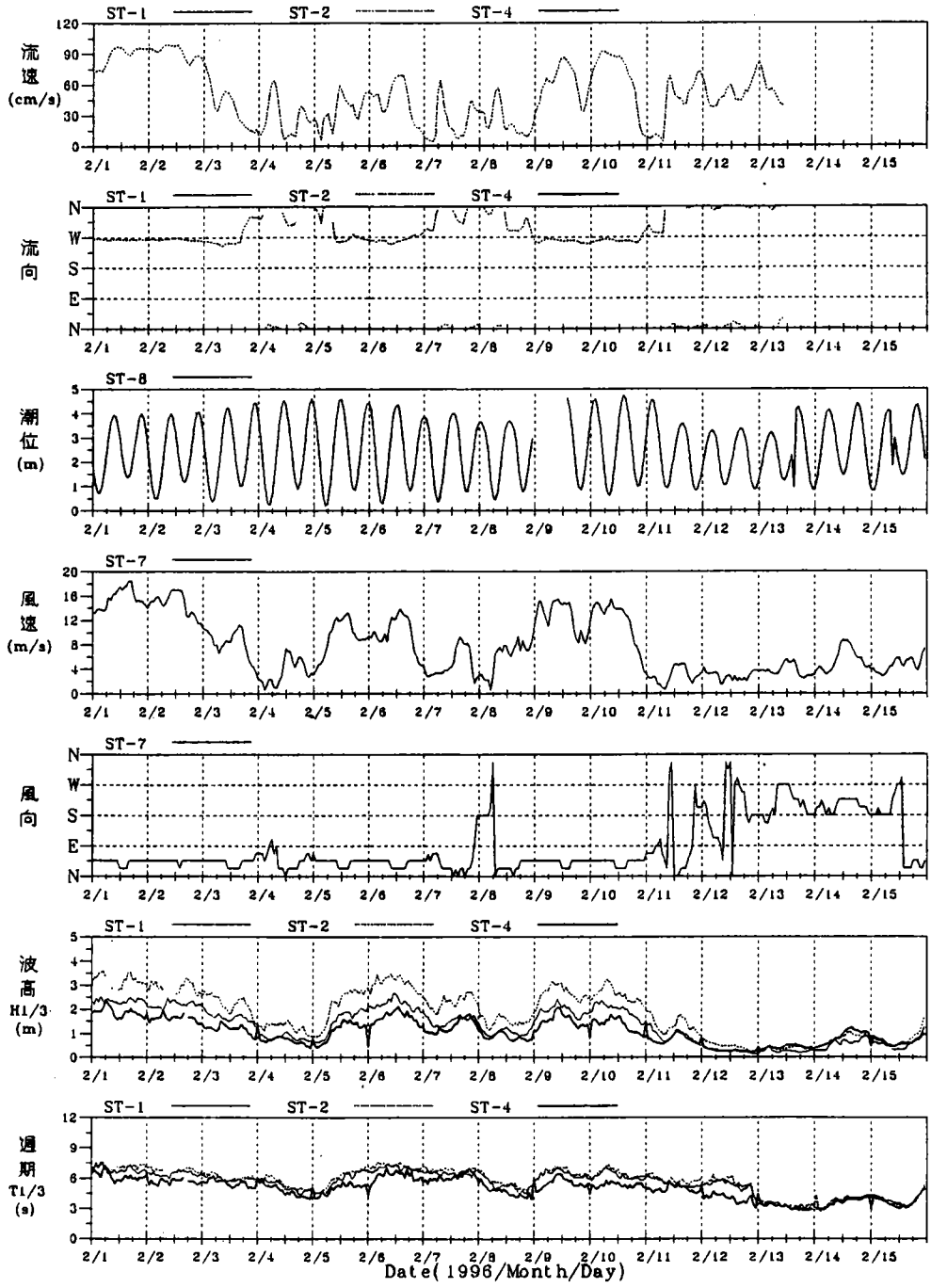
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-17(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/01 (下半月)

DA9601TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

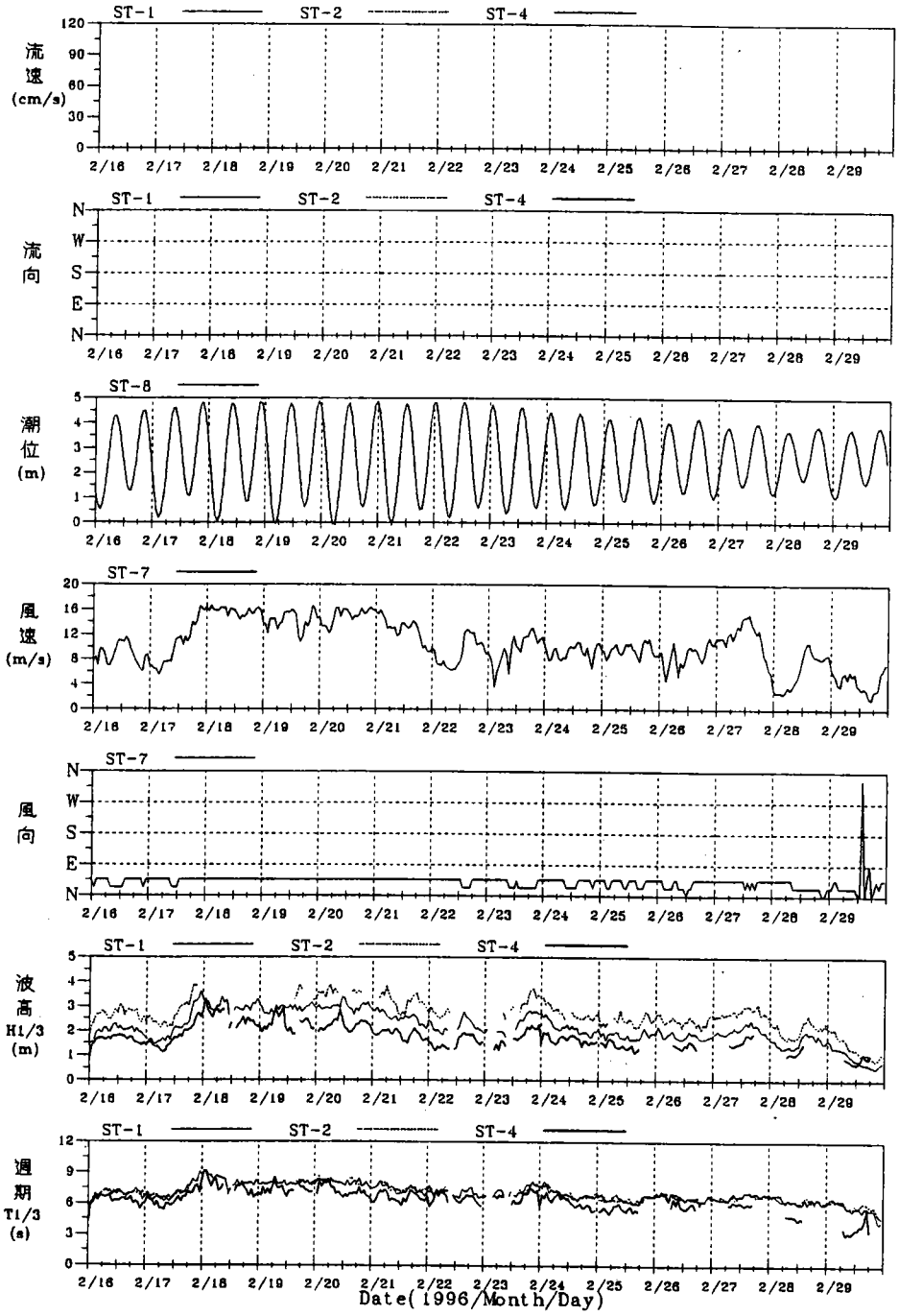
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-18 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/02(上半月)

DA9602TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

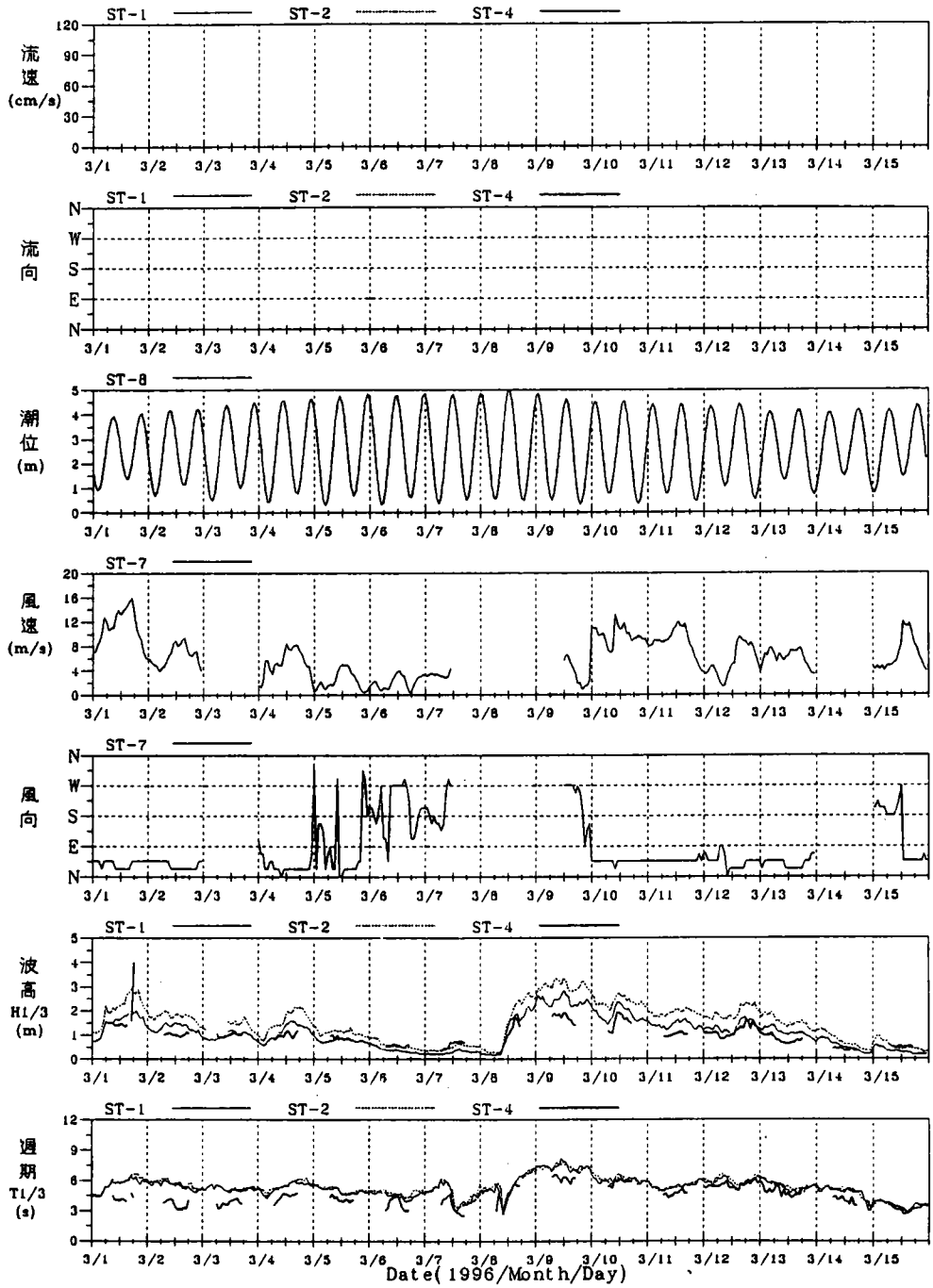
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-18(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/02 (下半月)

DA9602TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

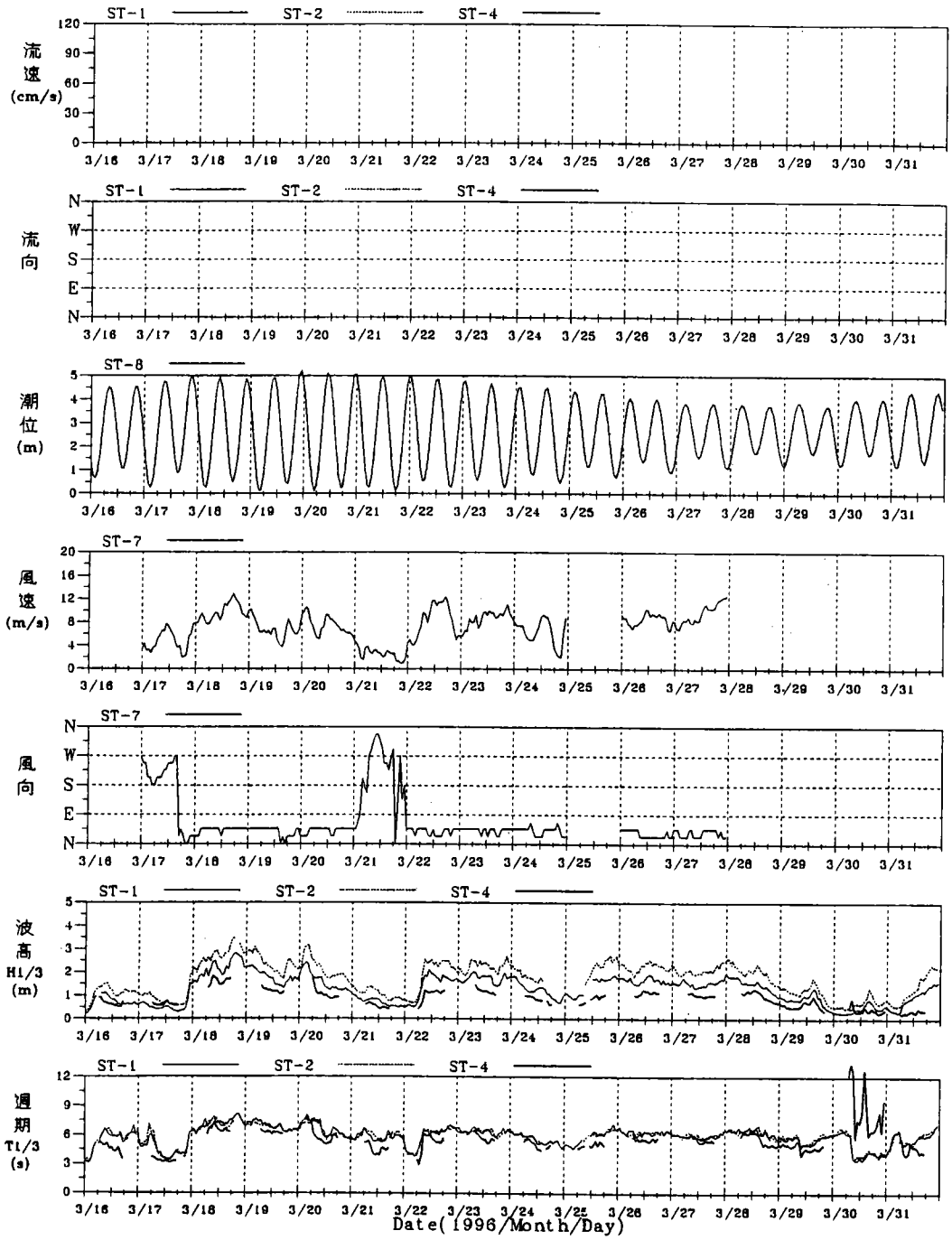
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-19 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/03 (上半月)

DA9603TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

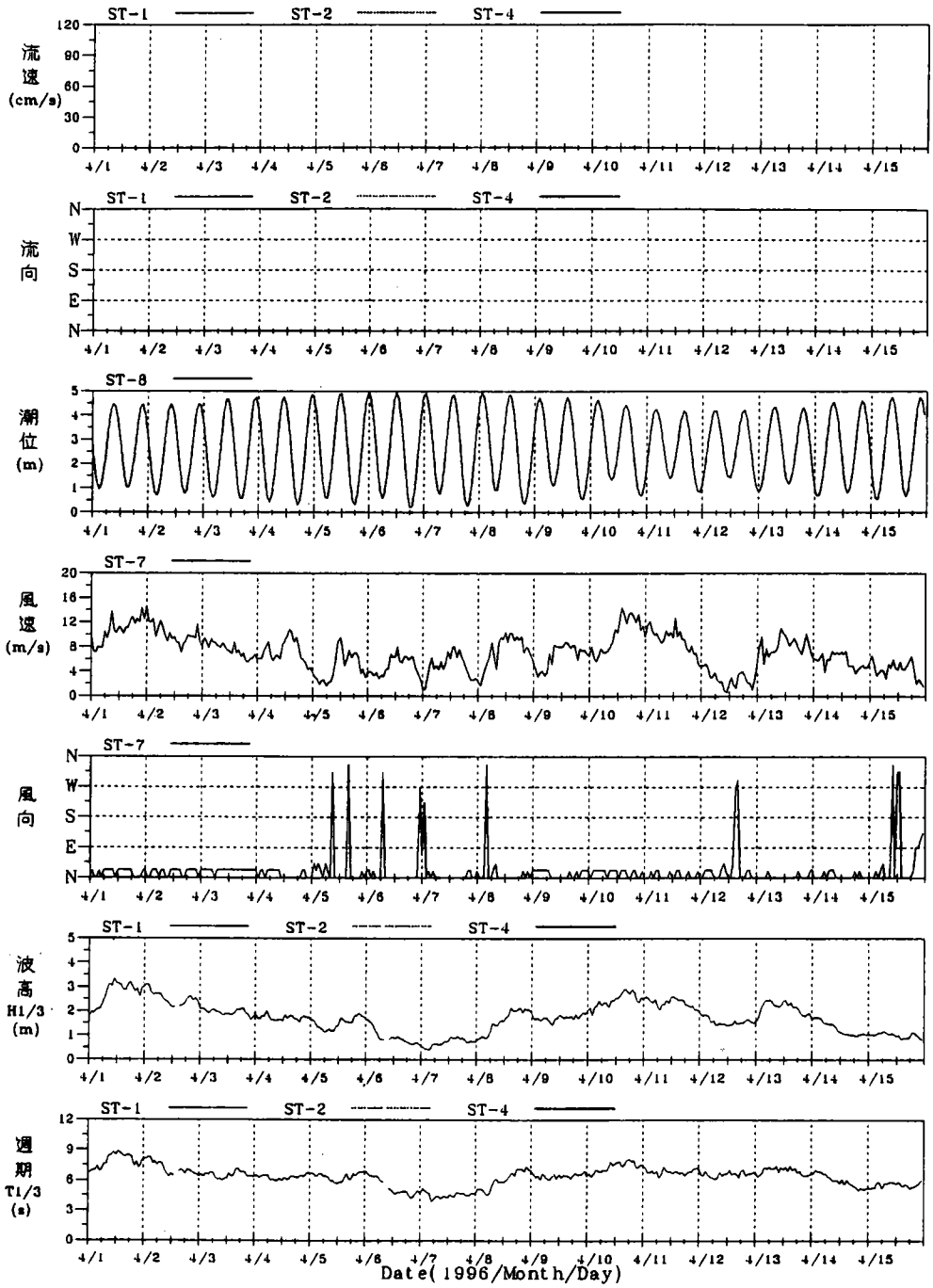
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-19(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/03 (下半月)

DA9603TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

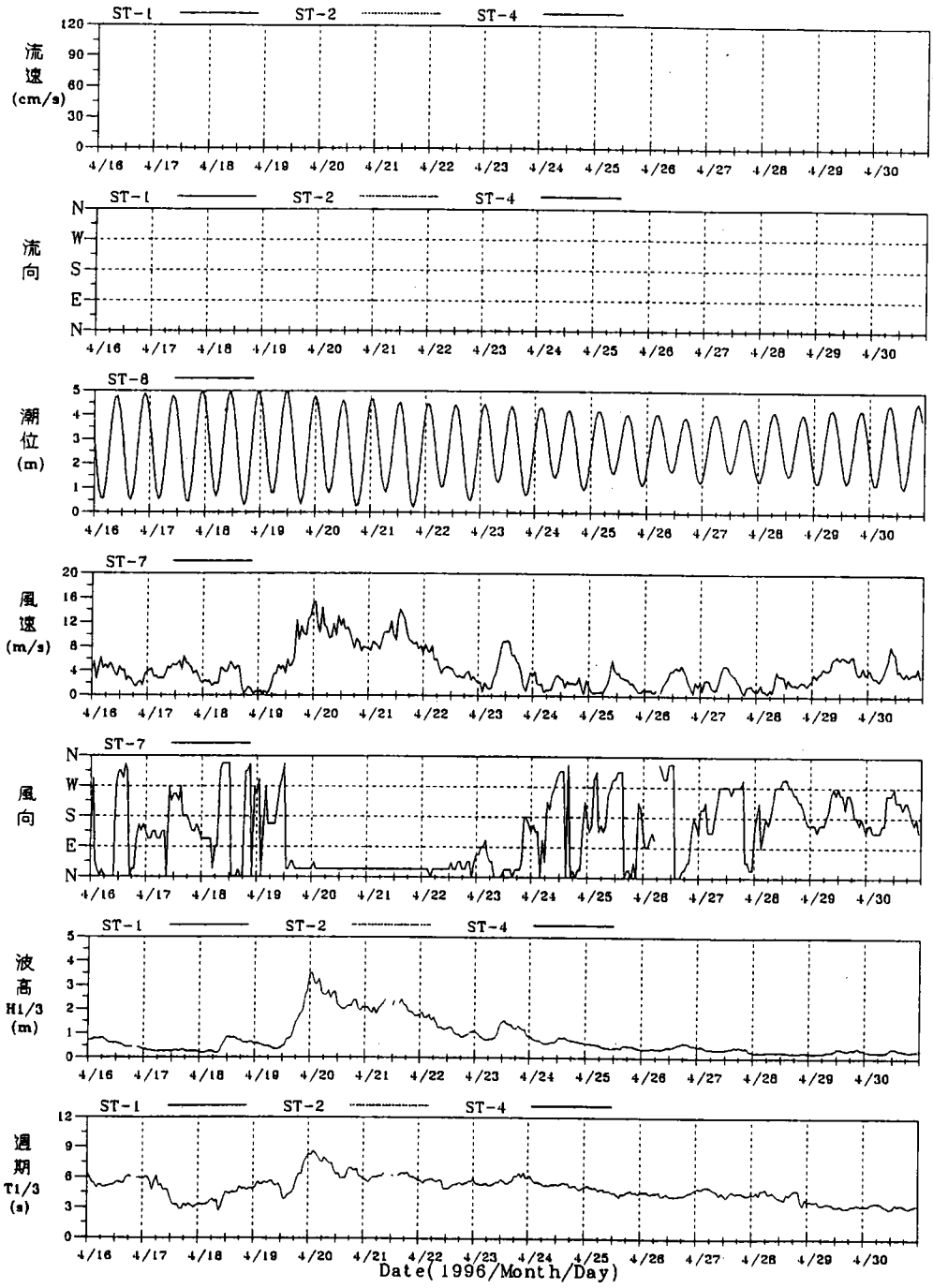
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-20 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/04(上半月)

DA9604TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

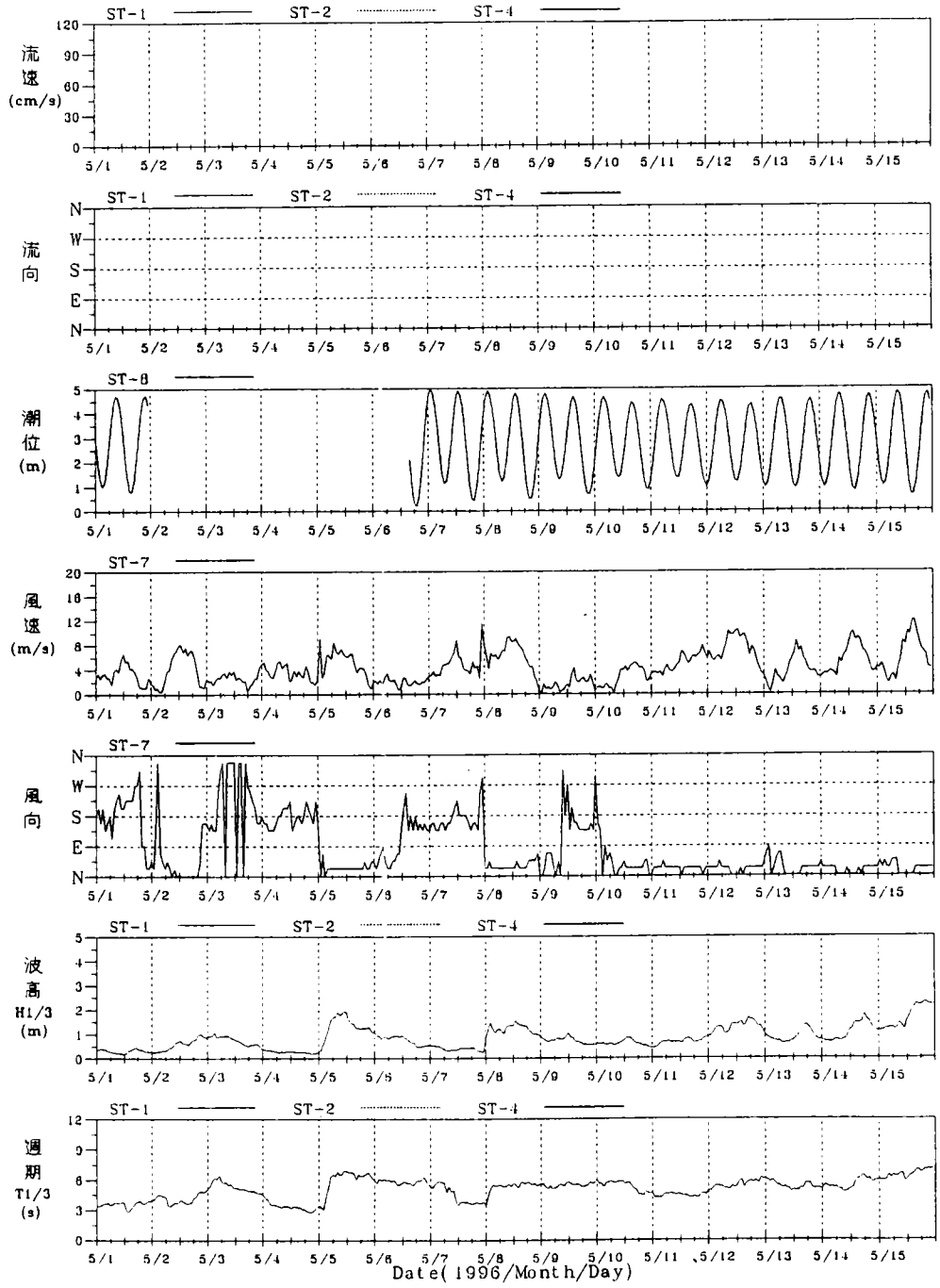
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-20(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/04 (下半月)

DA9604TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

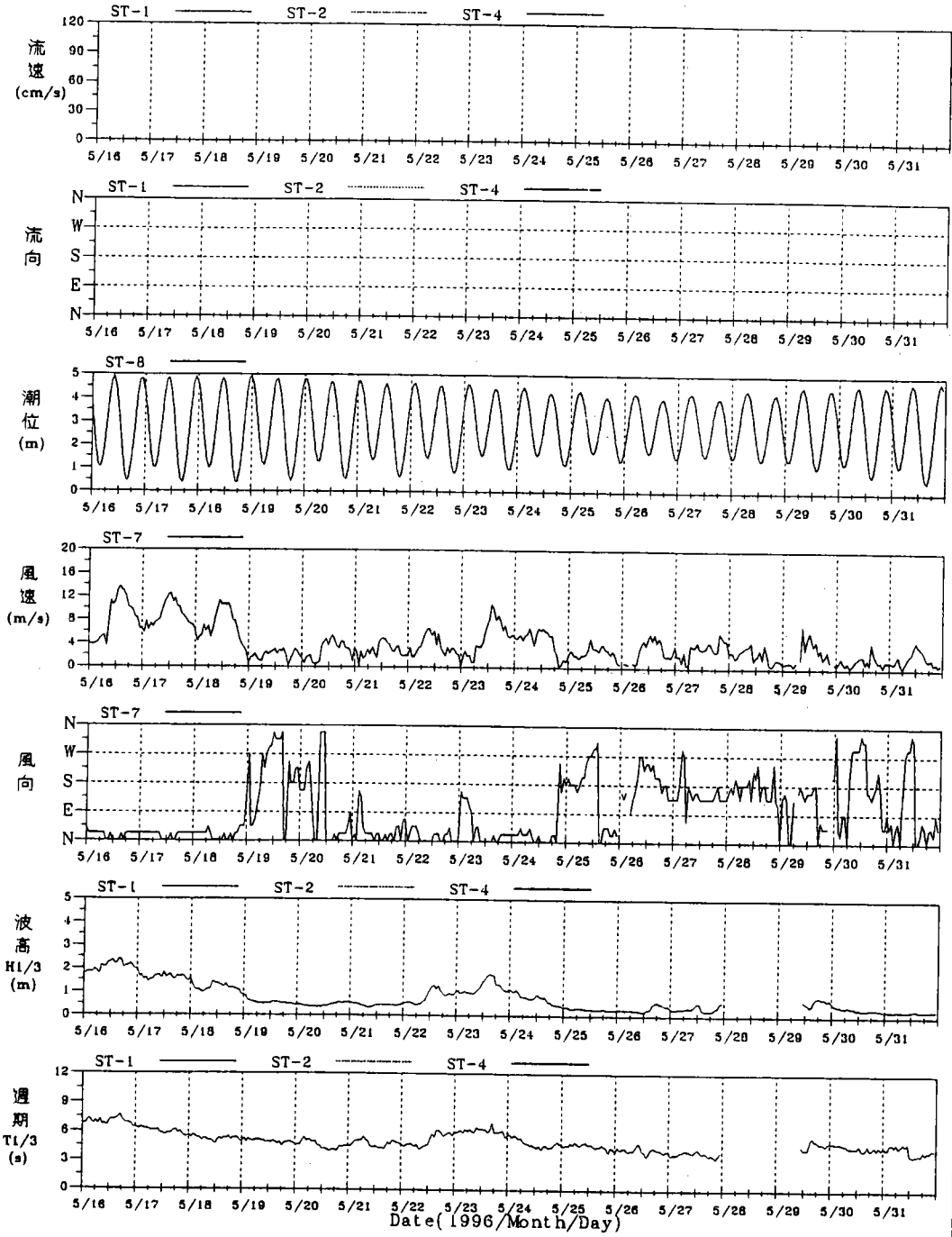
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-21 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/05 (上半月)

DA9605TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

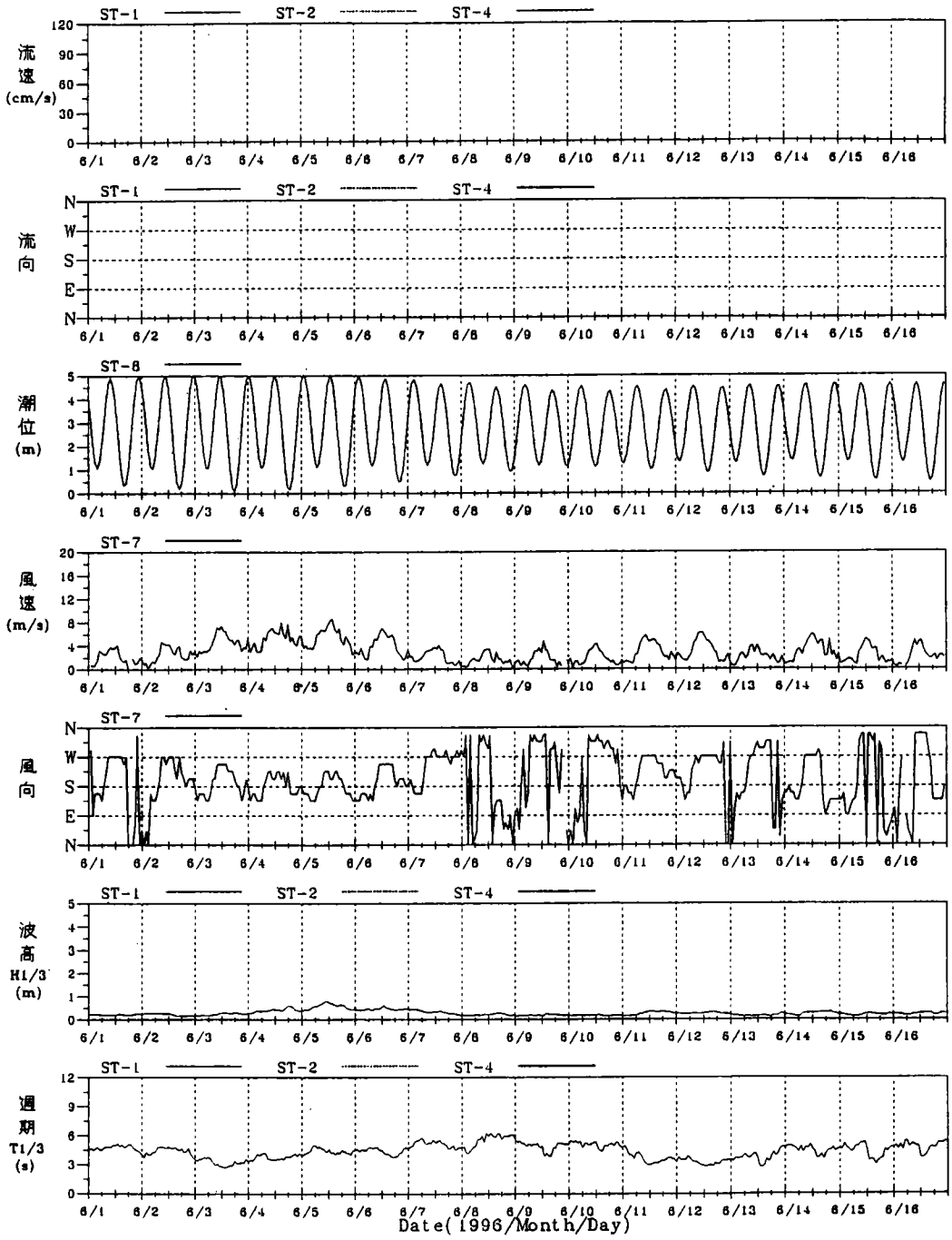
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-21(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/05 (下半月)

DA9605TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

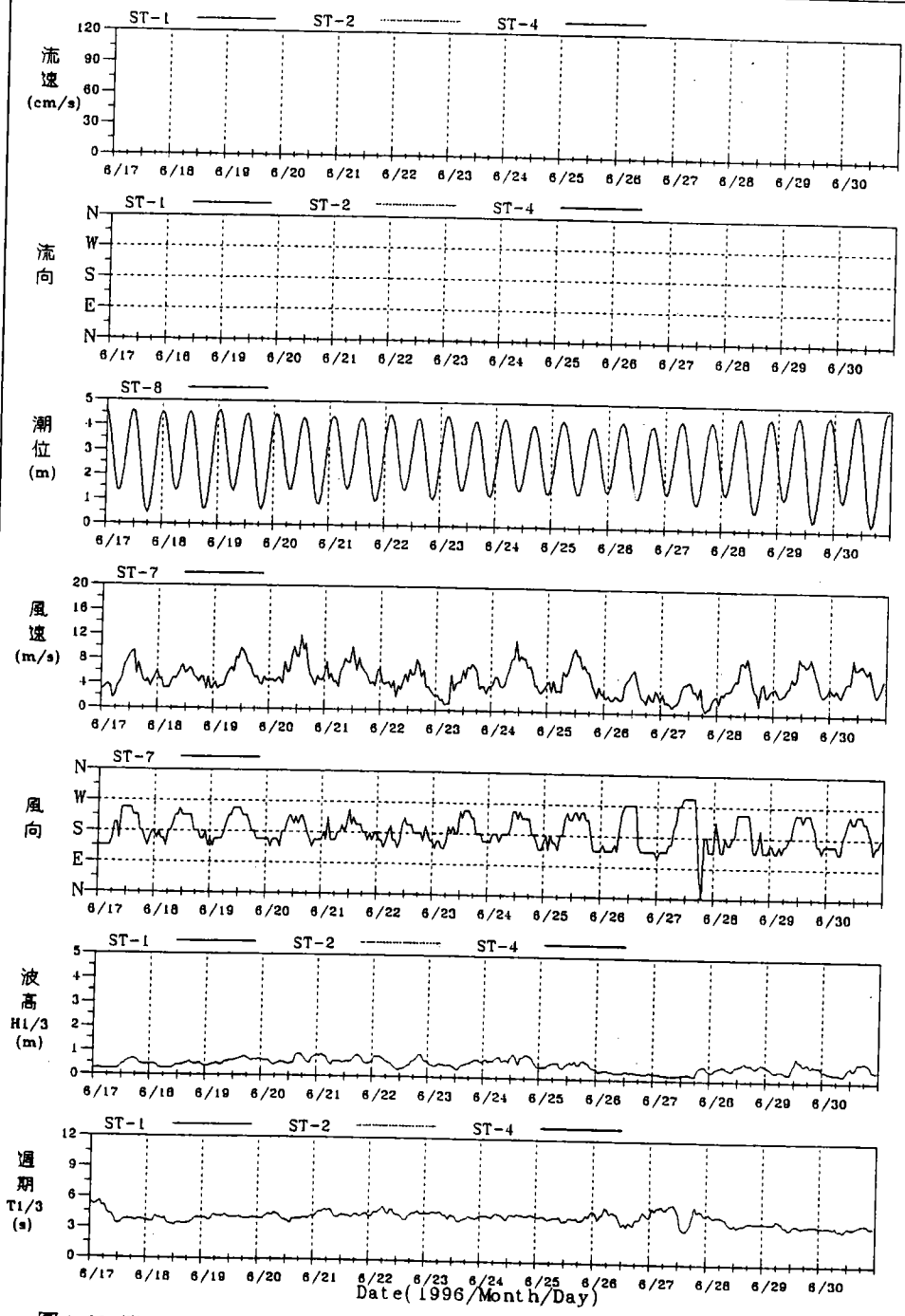
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-22 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/06 (上半月)

DA9606TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

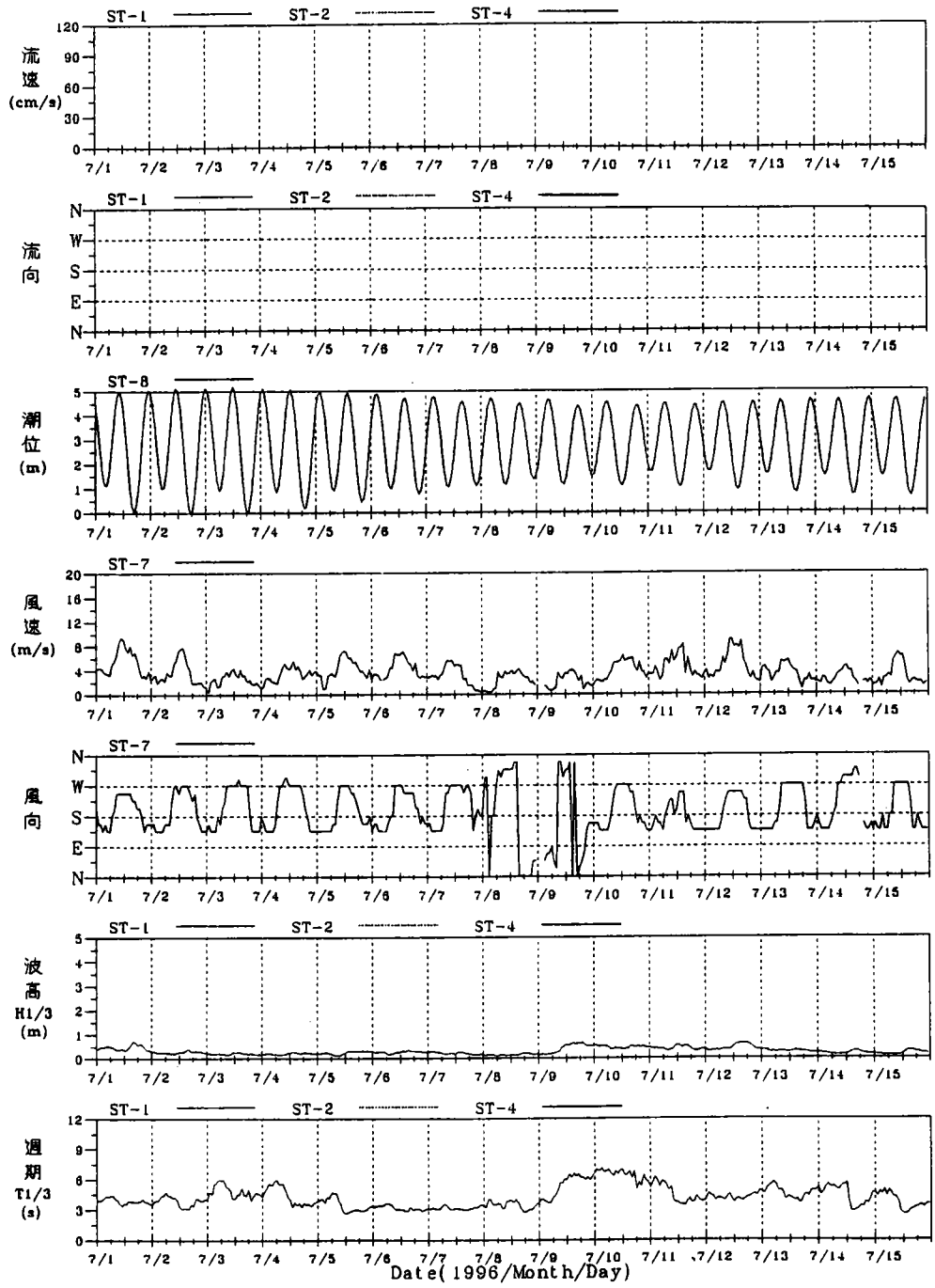
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-22(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/06 (下半月)

DA9606TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

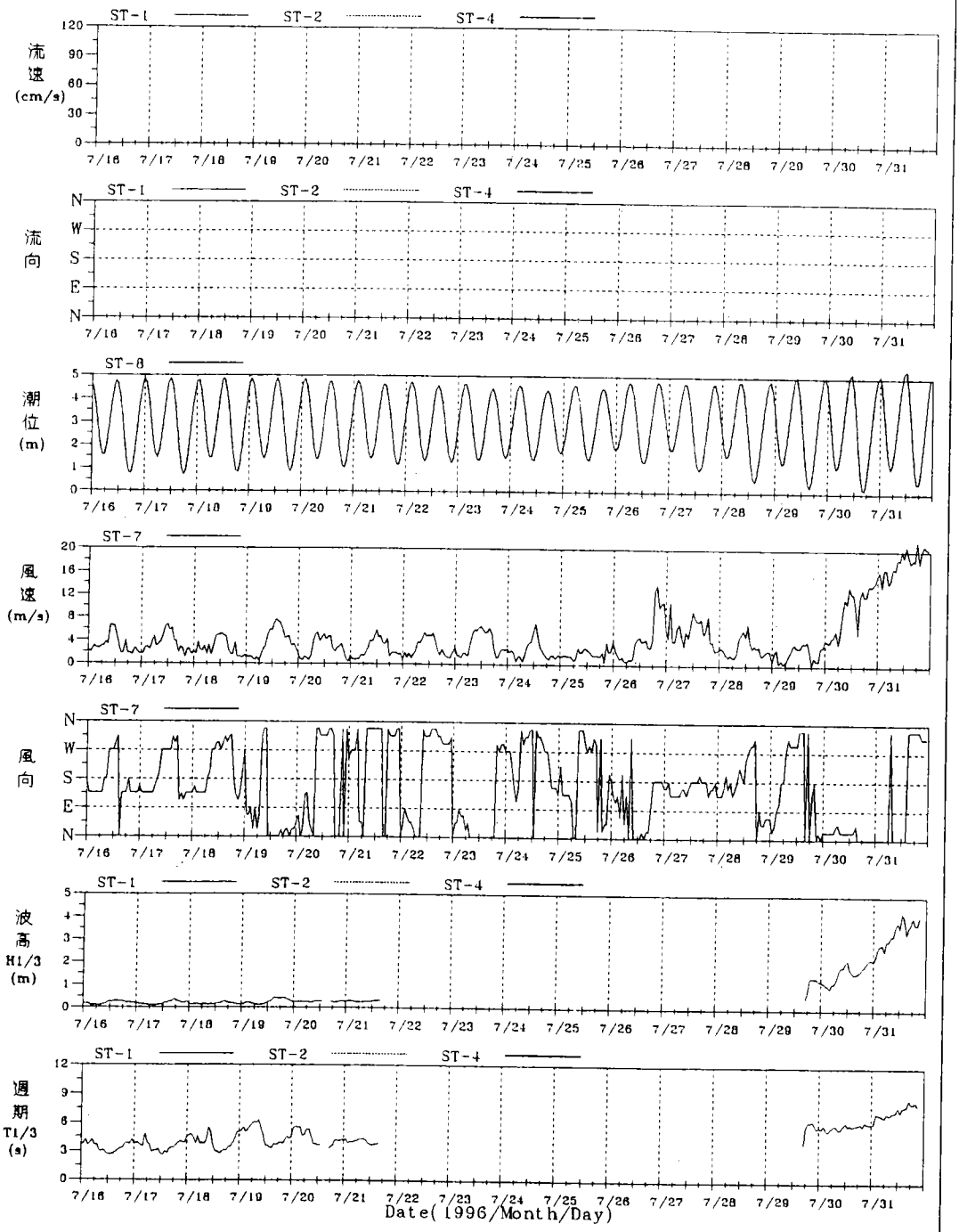
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-23 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/07(上半月)

DA9607TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

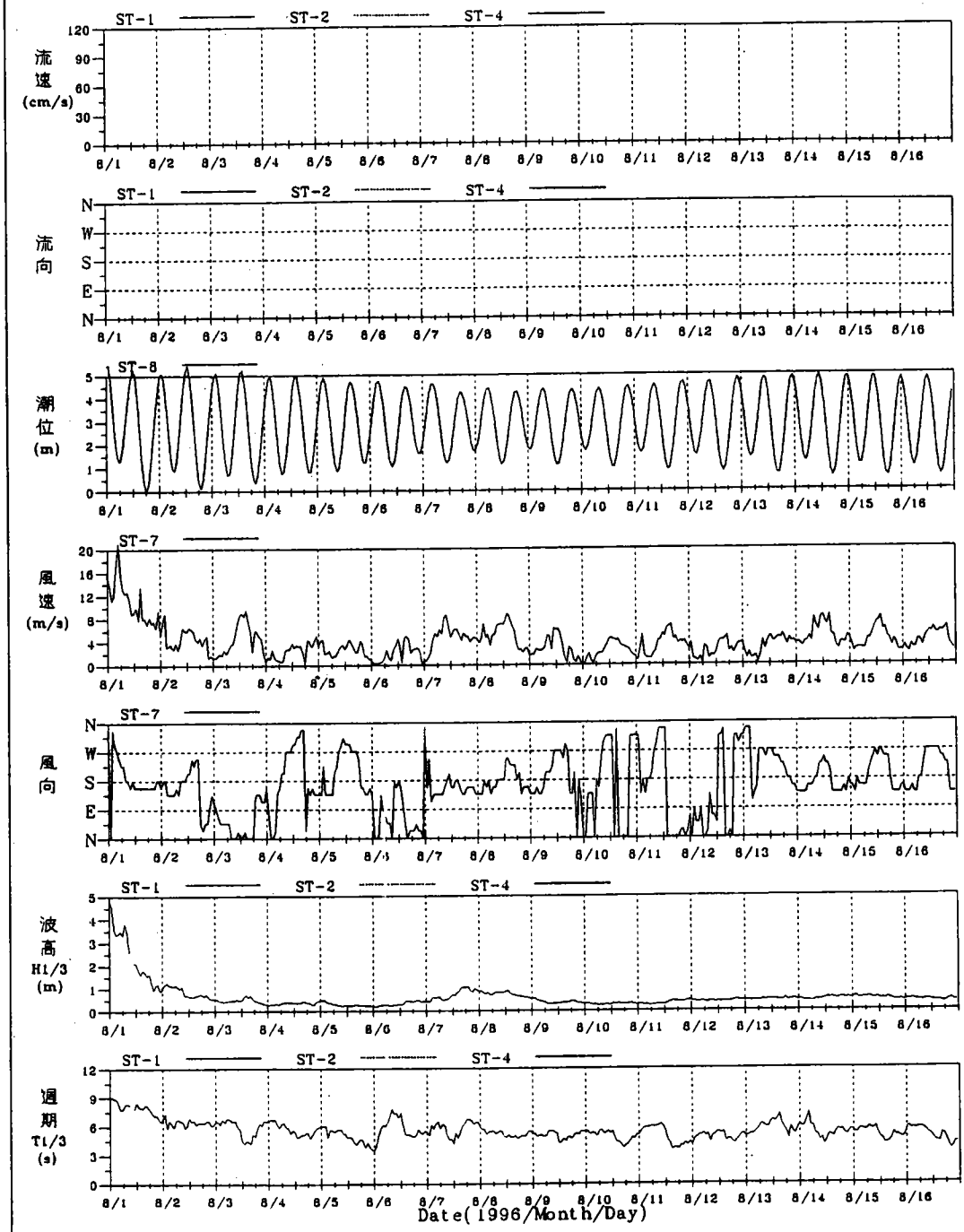
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-23(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/07 (下半月)

DA9607TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

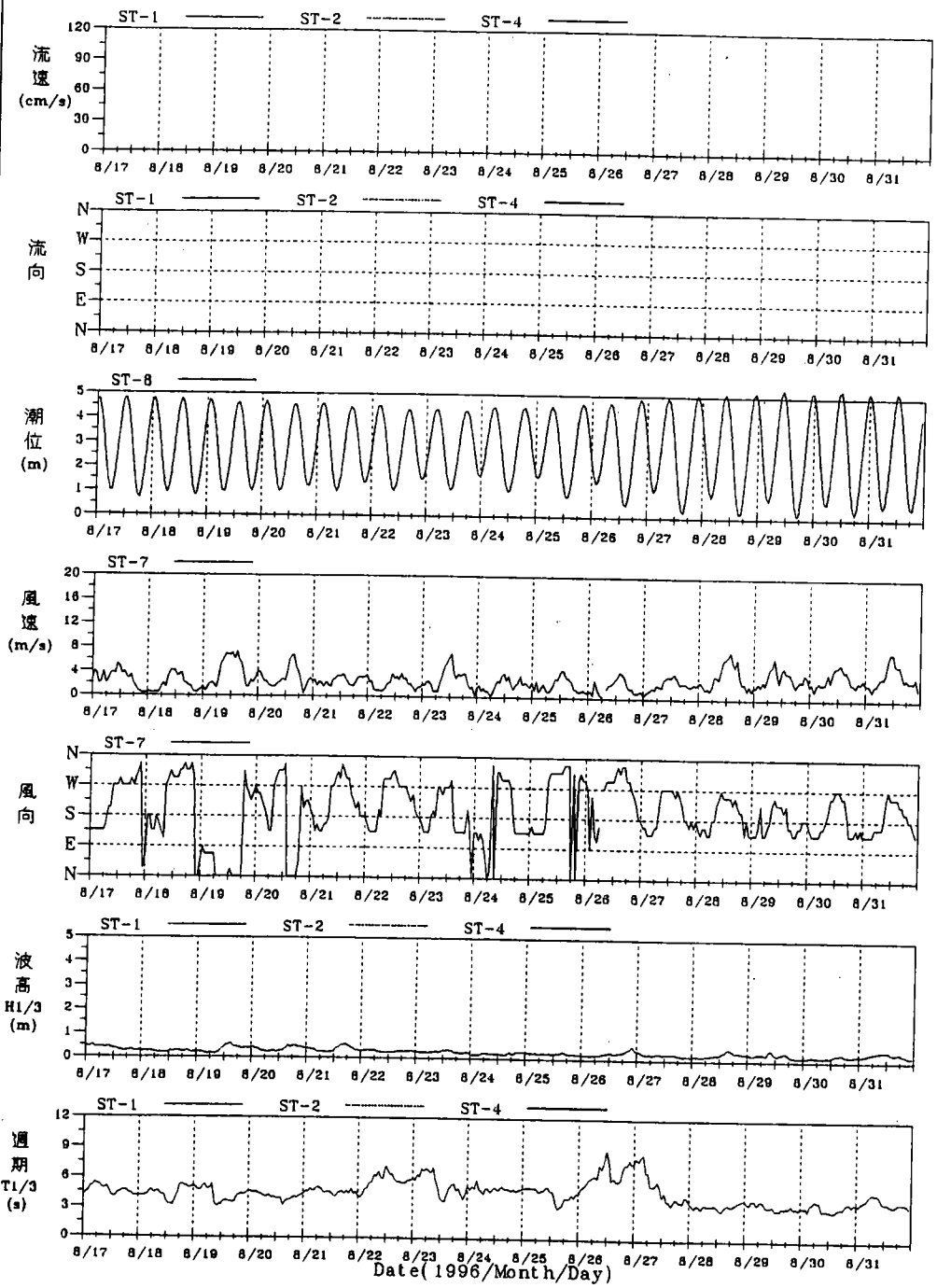
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-24 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/08 (上半月)

DA9608TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

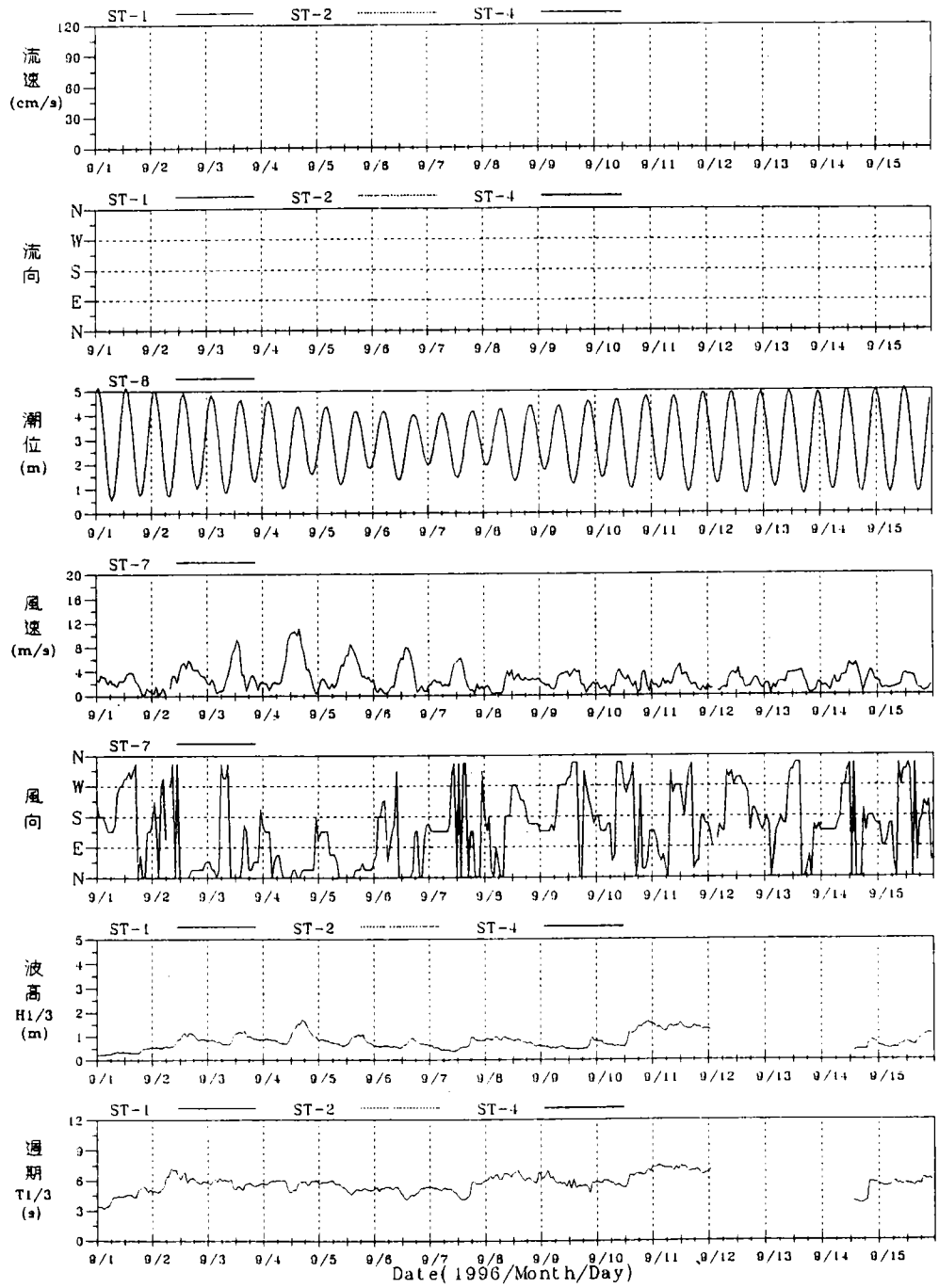
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-24(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/08 (下半月)

DA9608TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

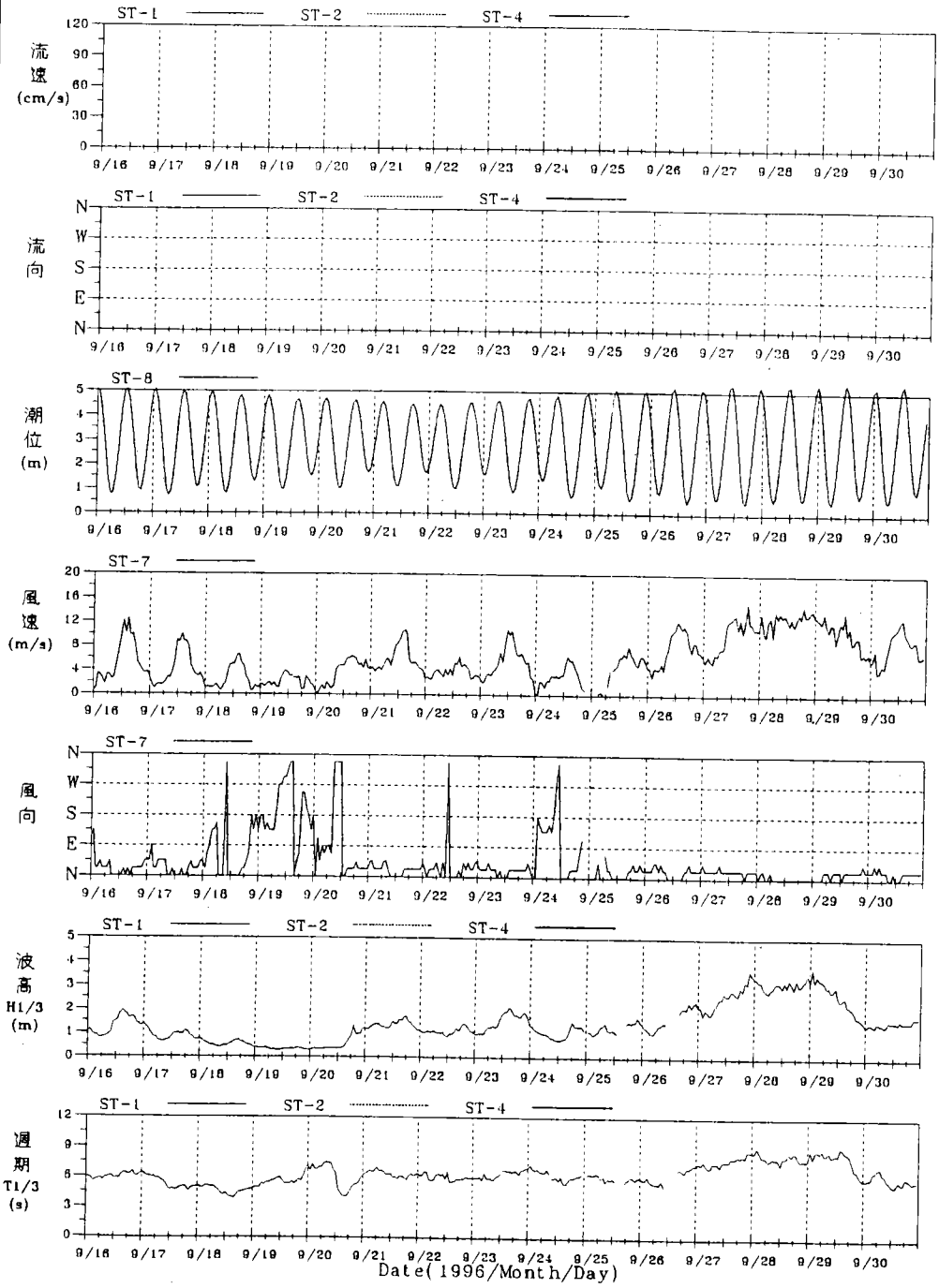
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-25 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/09 (上半月)

DA9609TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

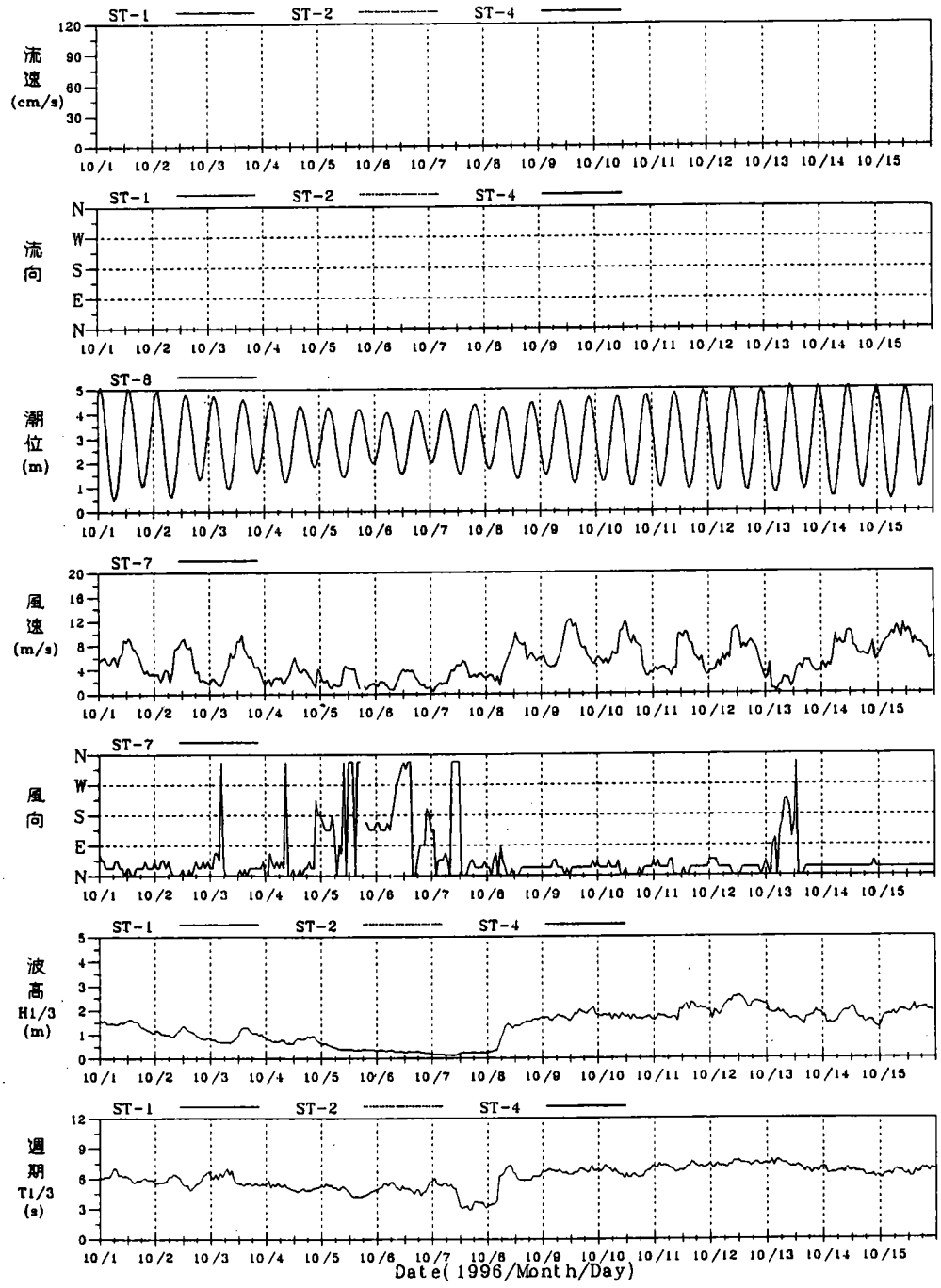
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-25(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/09 (下半月)

DA9609TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

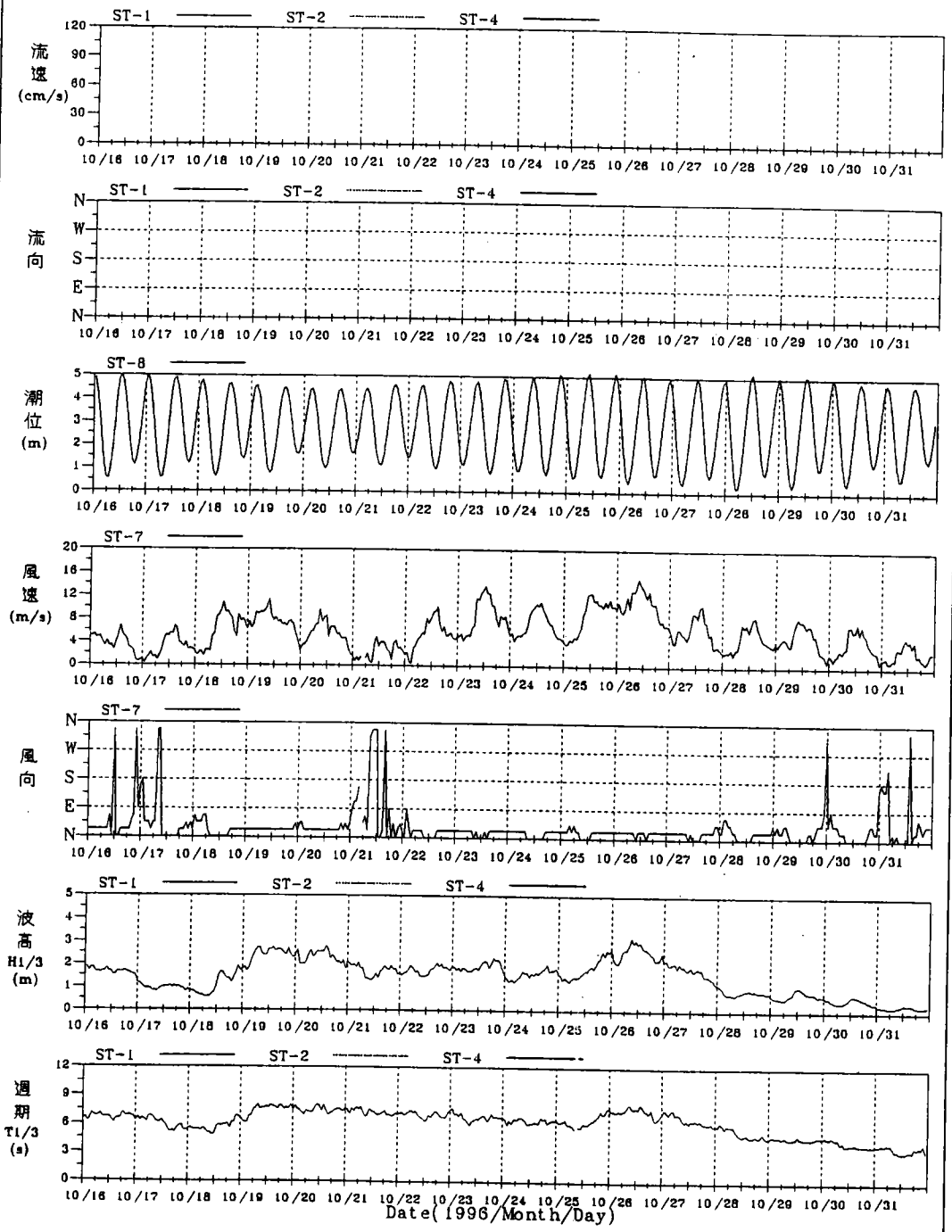
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-26 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/10 (上半月)

DA9610TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

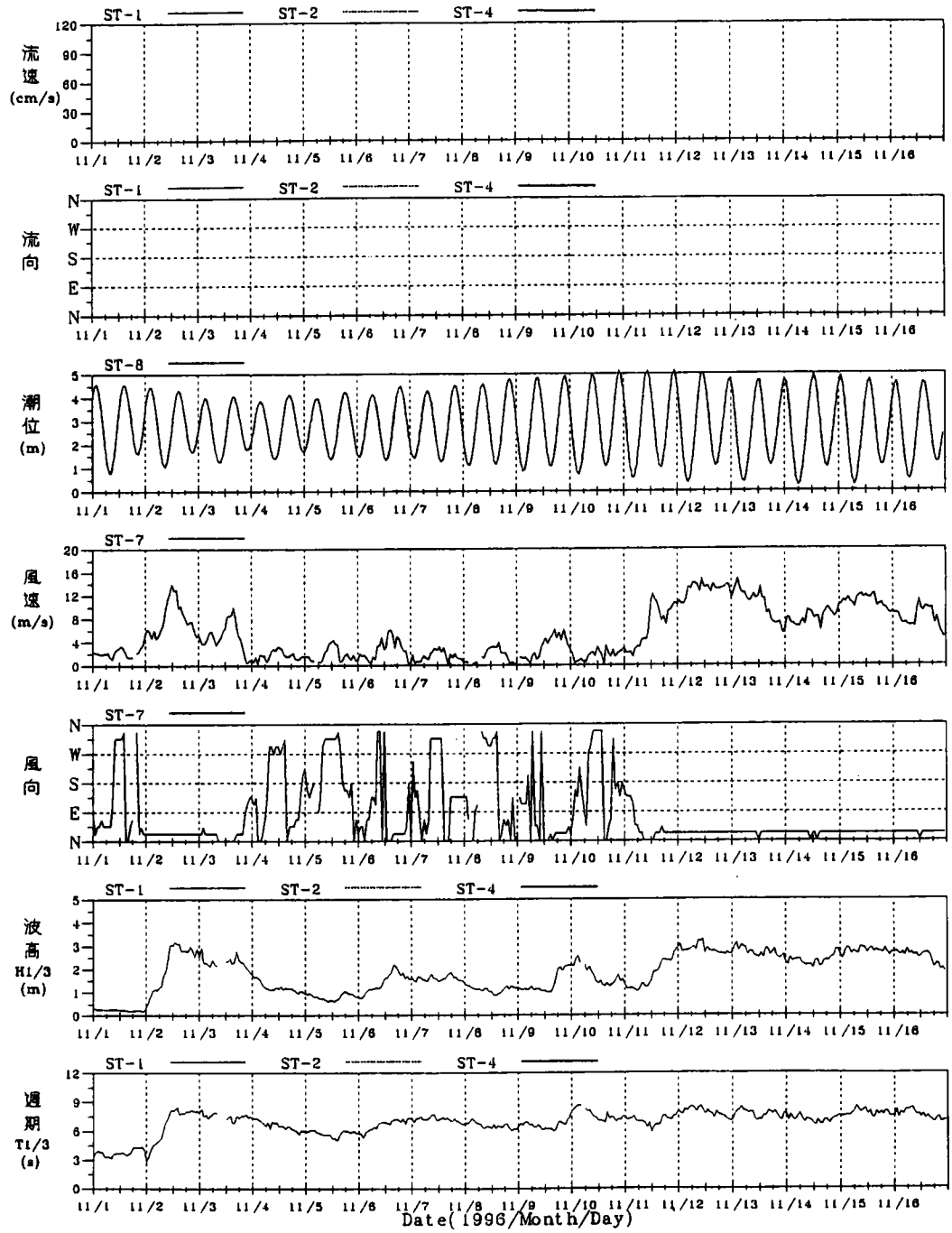
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-26(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/10 (下半月)

DA9610TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

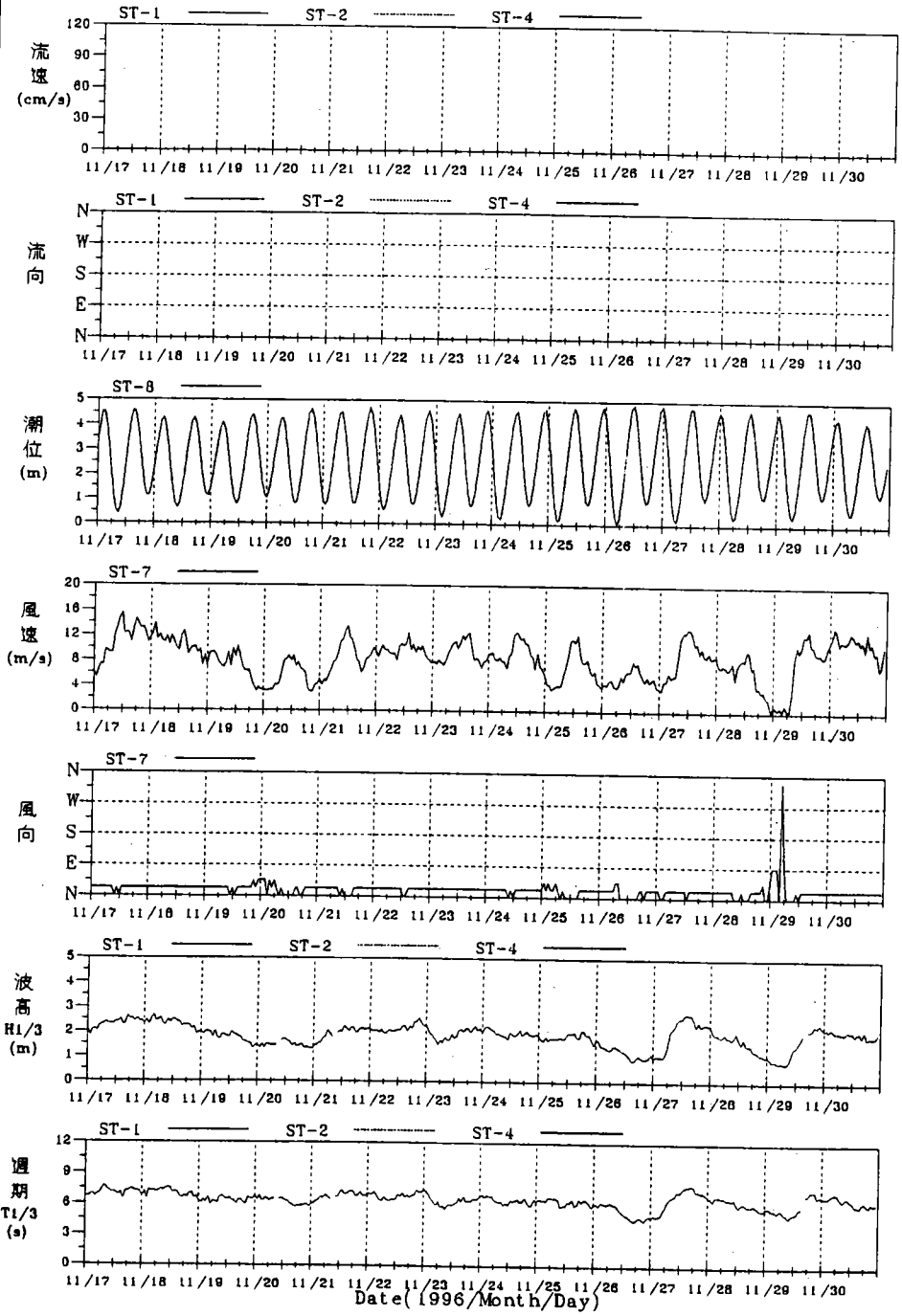
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-27 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/11(上半月)

DA9611TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

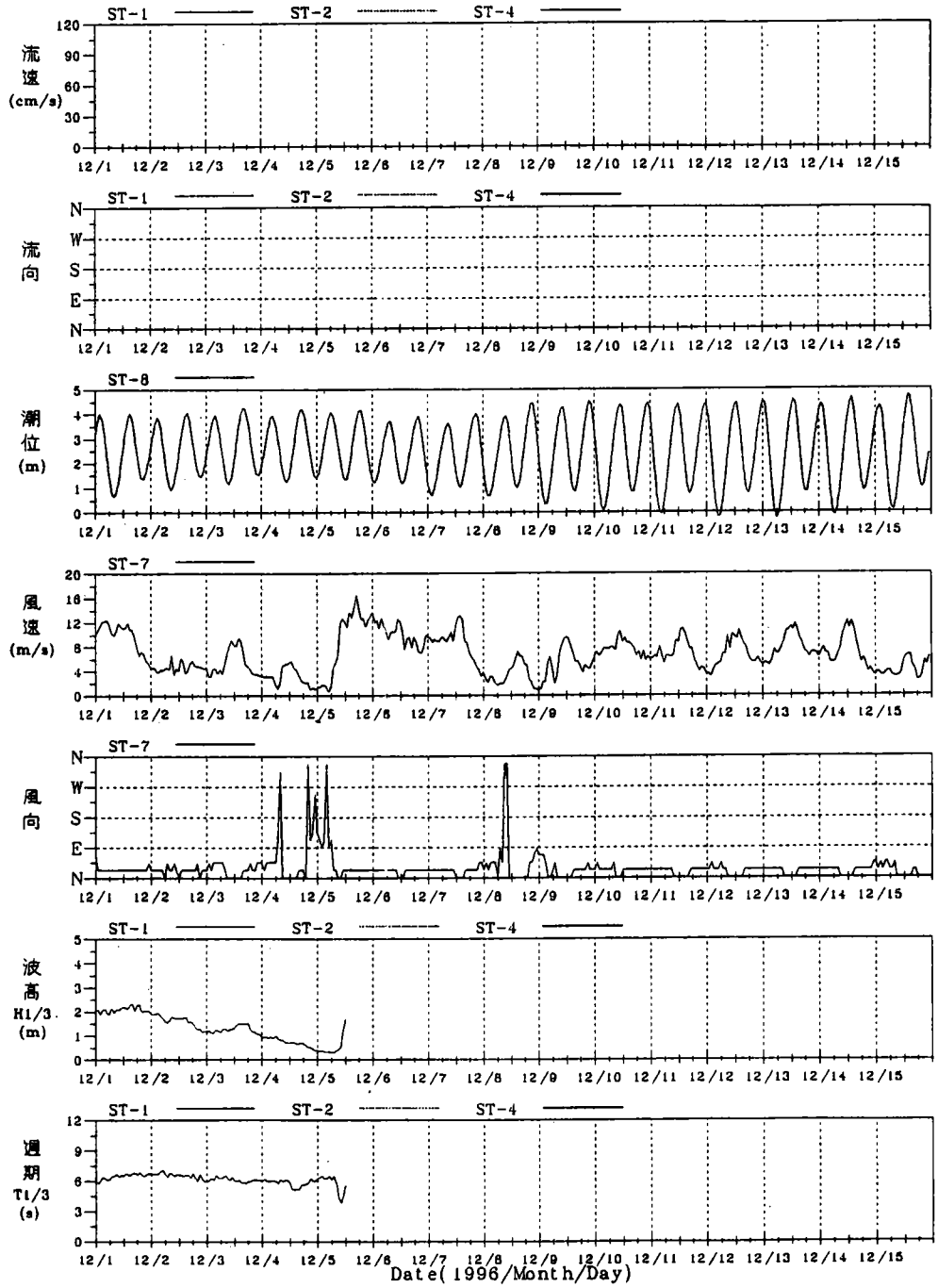
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-27(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/11 (下半月)

DA9611TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

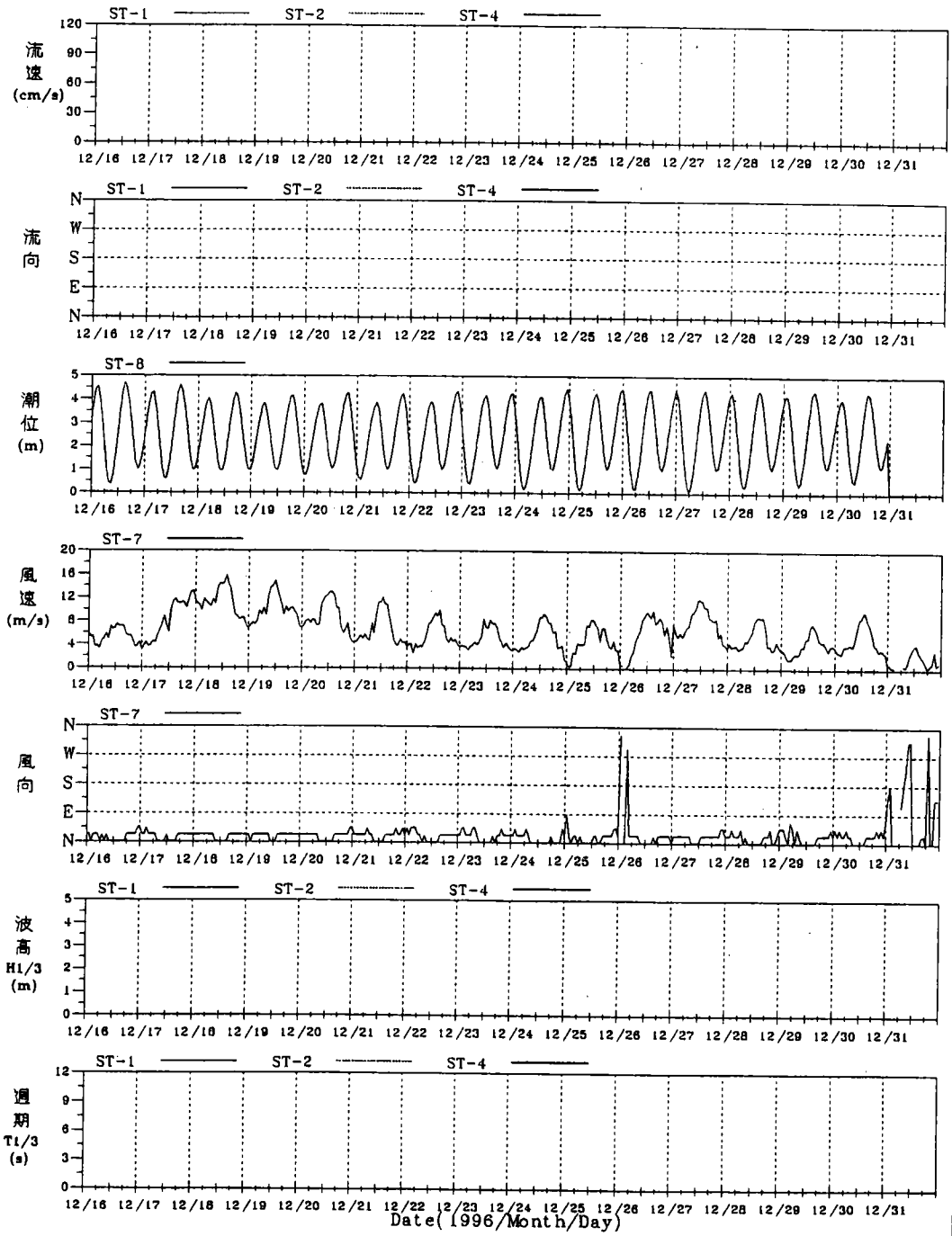
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-28 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/12(上半月)

DA9612TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

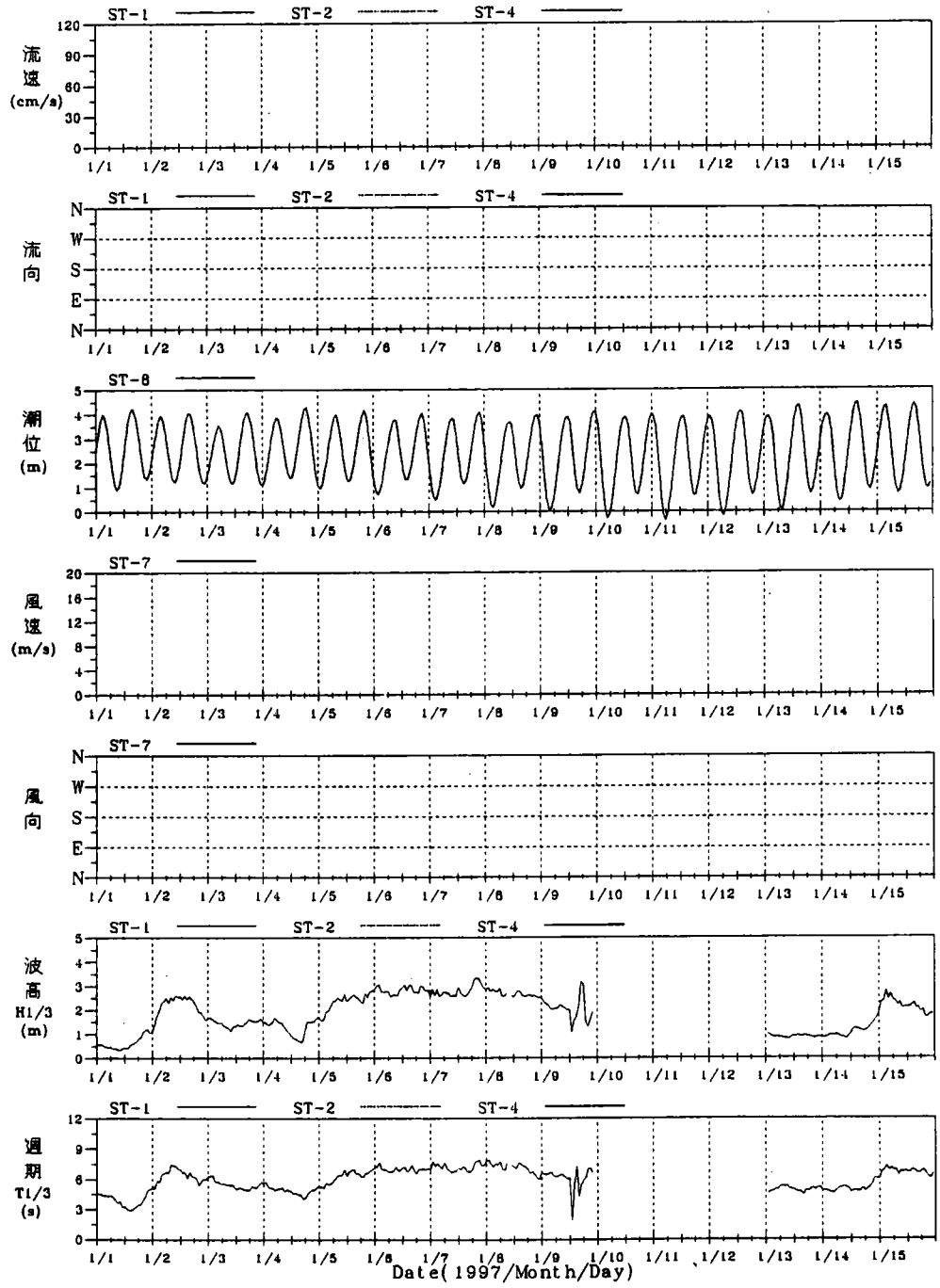
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-28(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1996/12(下半月)

DA9612TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

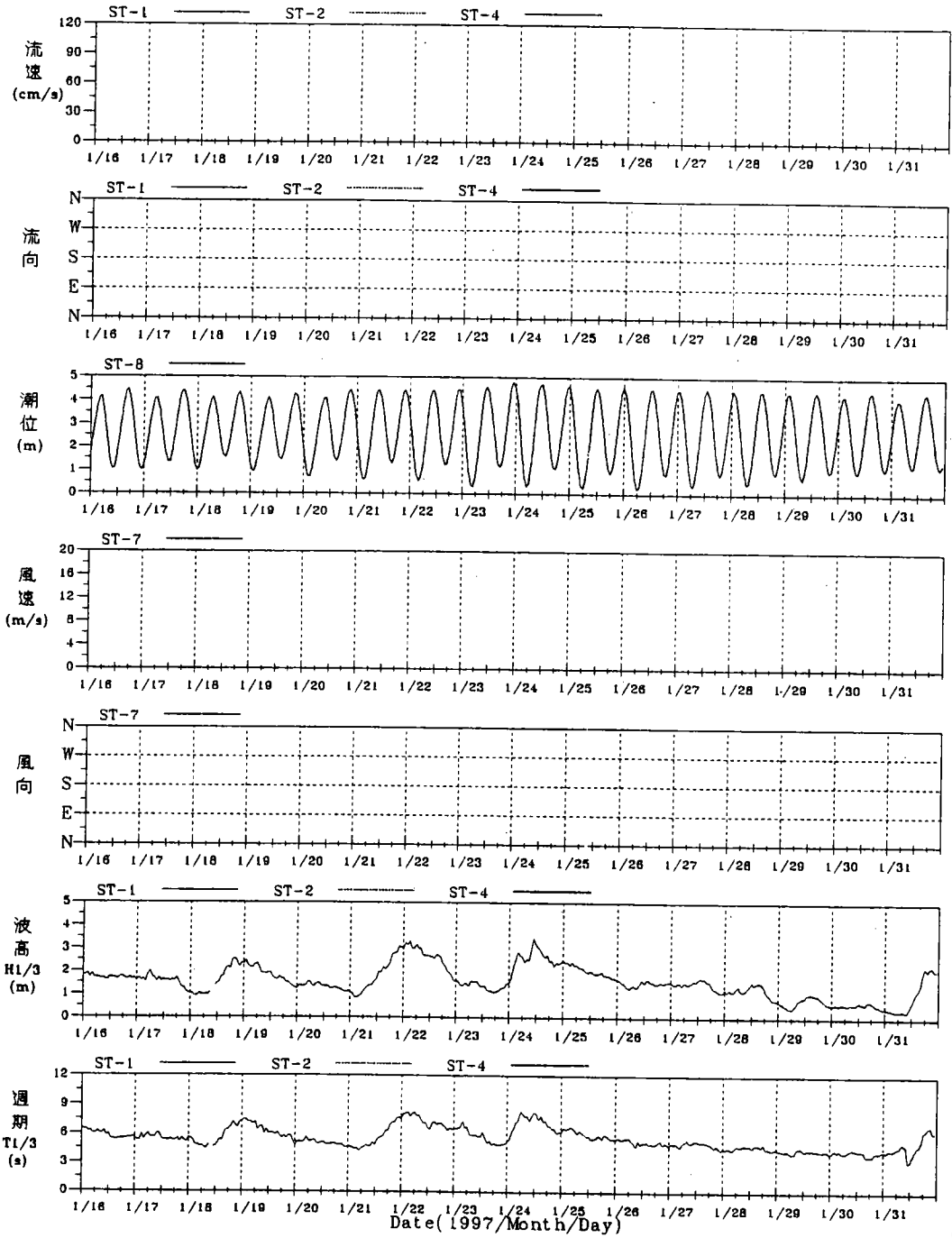
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-29 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1997/01(上半月)

DA9701TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

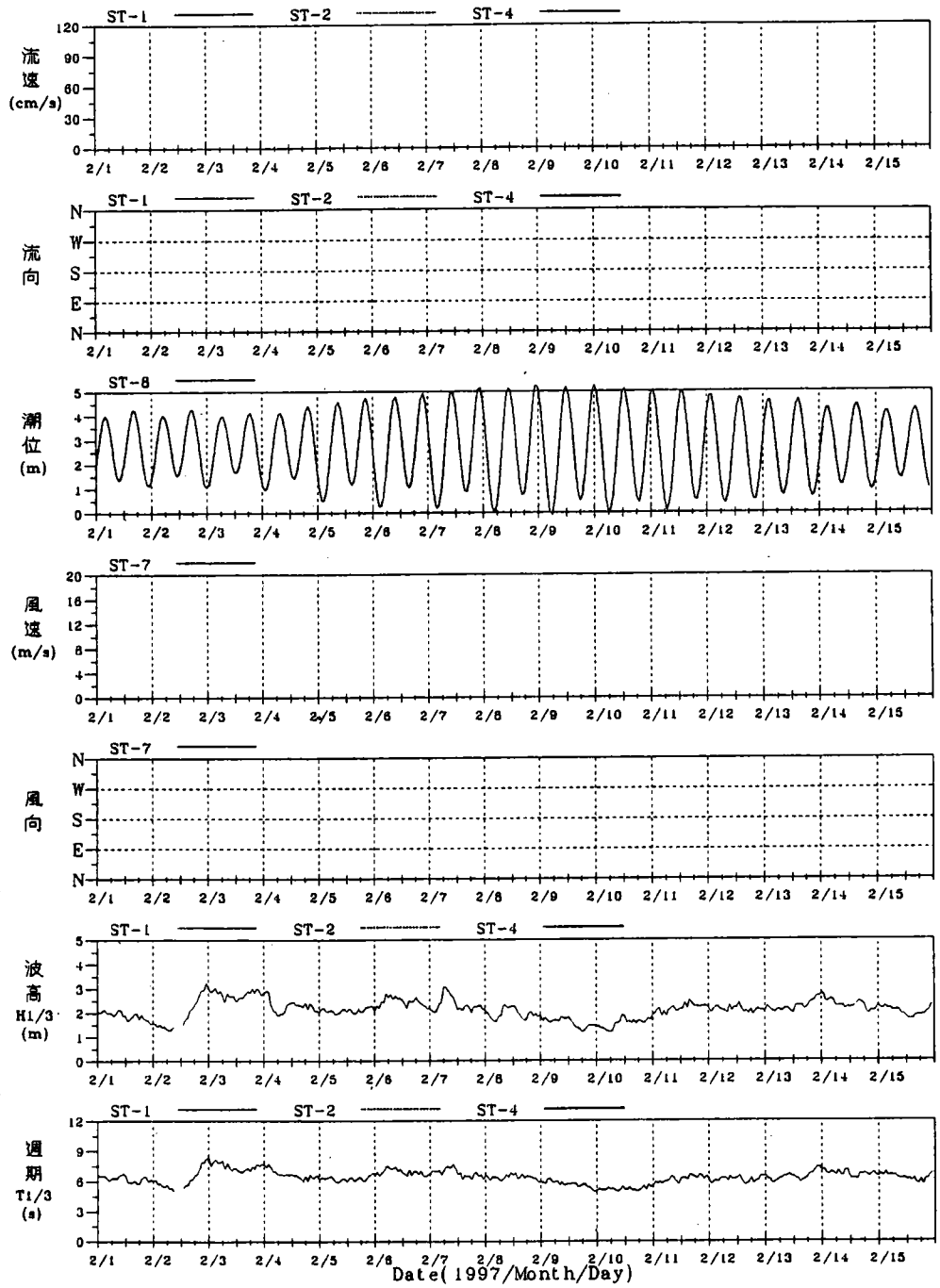
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-29(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1997/01 (下半月)

DA9701TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

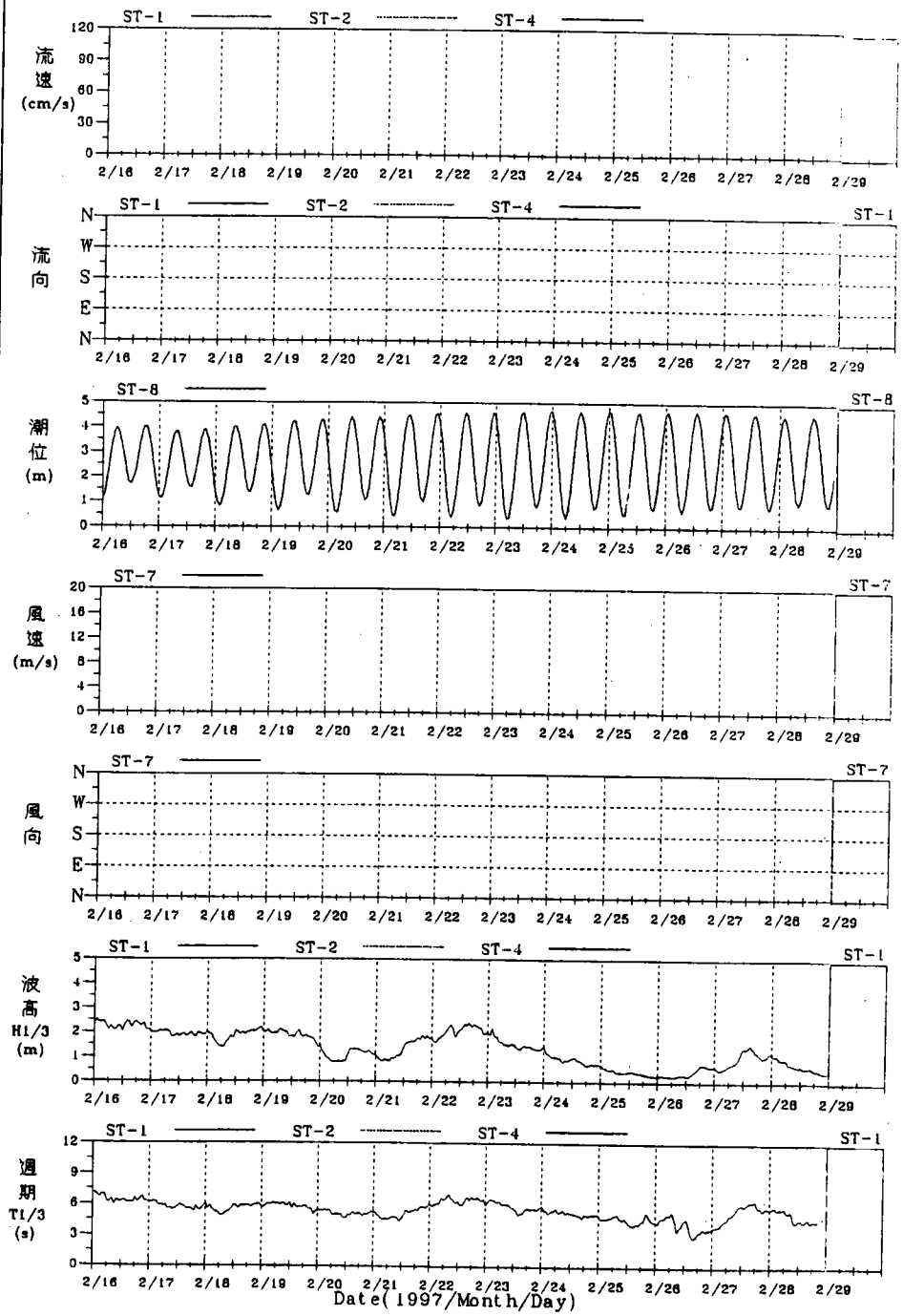
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-30 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1997/02 (上半月)

DA9702TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

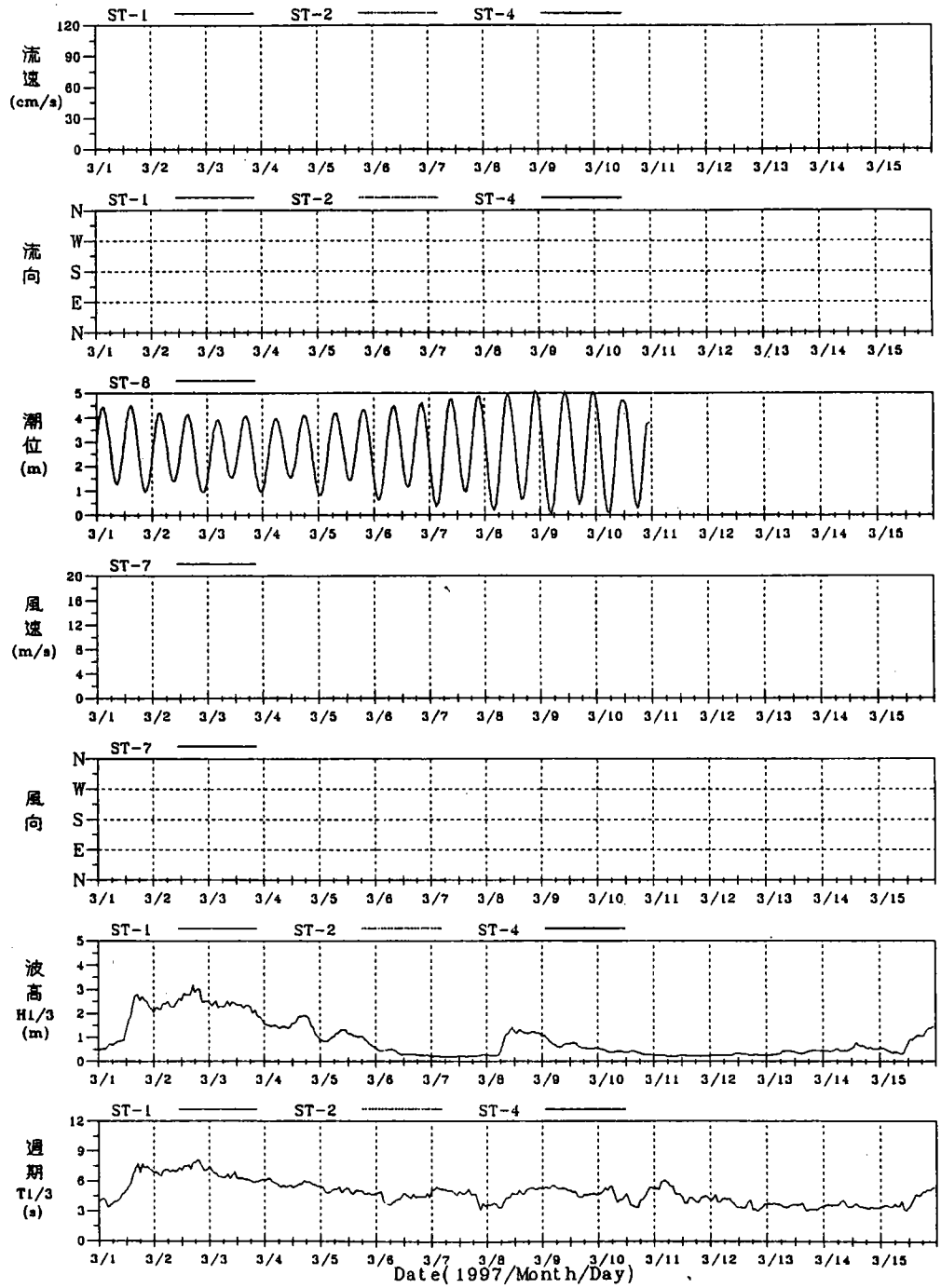
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-30(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1997/02 (下半月)

DA9702TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

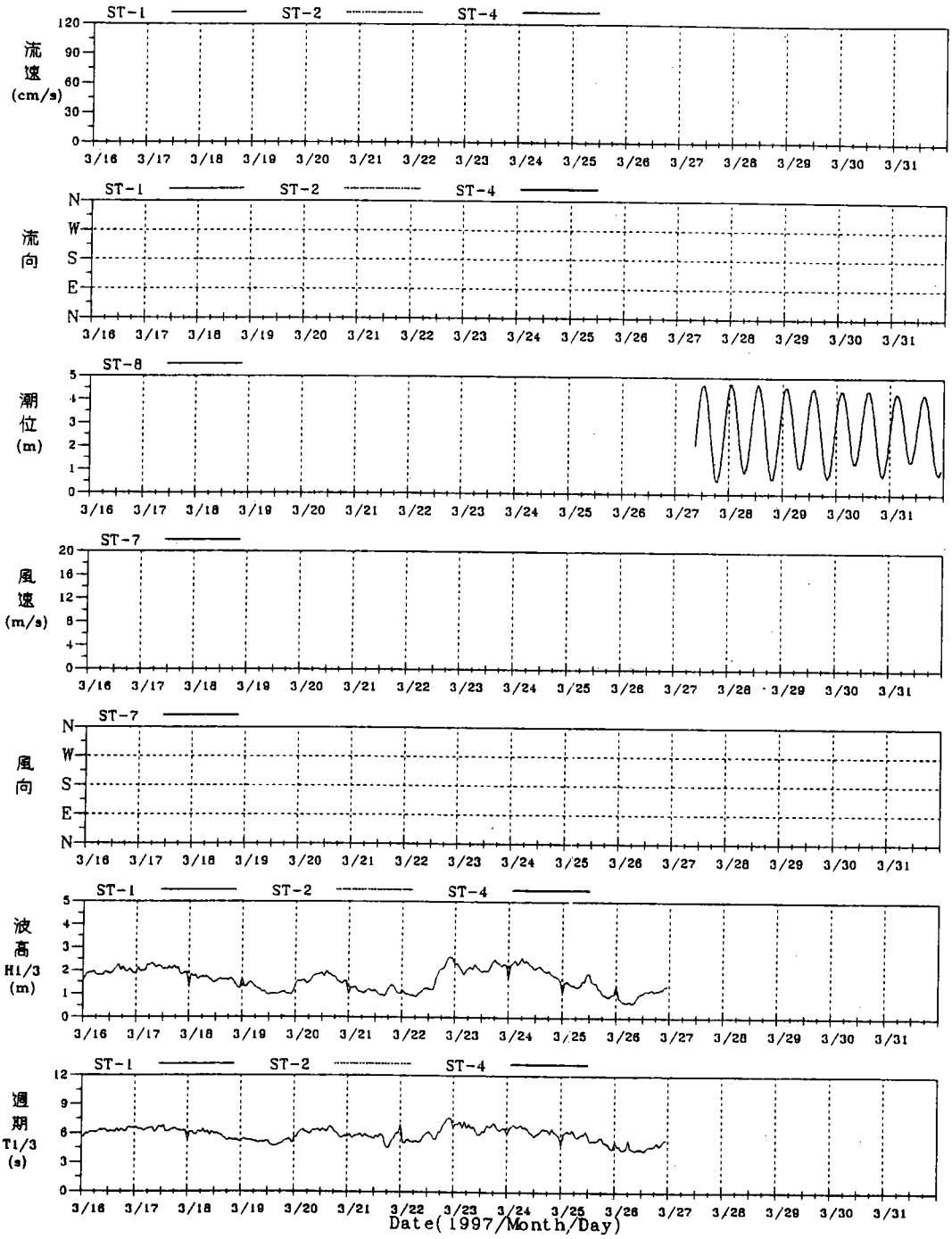
海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-31 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1997/03(上半月)

DA9703TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

海流、潮汐、風及波浪資料圖



圖A-31(續) 台中港現場觀測之海流、潮汐、風及波浪資料圖 1997/03 (下半月)

DA9703TC.1HE	Institute of Harbor & Marine Technology

附　錄　B

ST.1 觀測站現場波浪記錄、波向波高能譜

及

方向波浪波譜立體圖

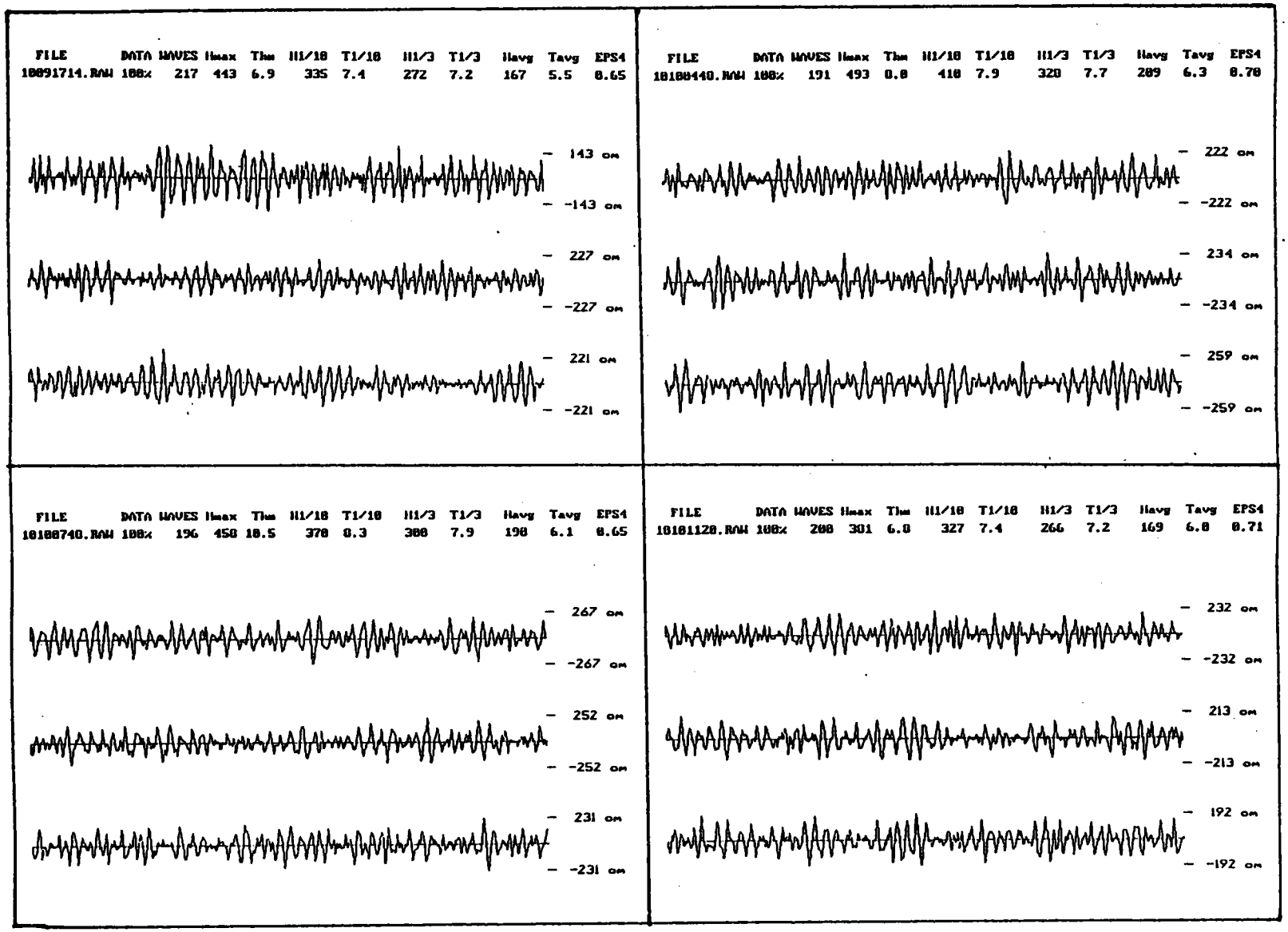


圖 B-1　1994年10月9日～10日席斯颱風與東北季風雙重影響ST.1站現場波浪記錄

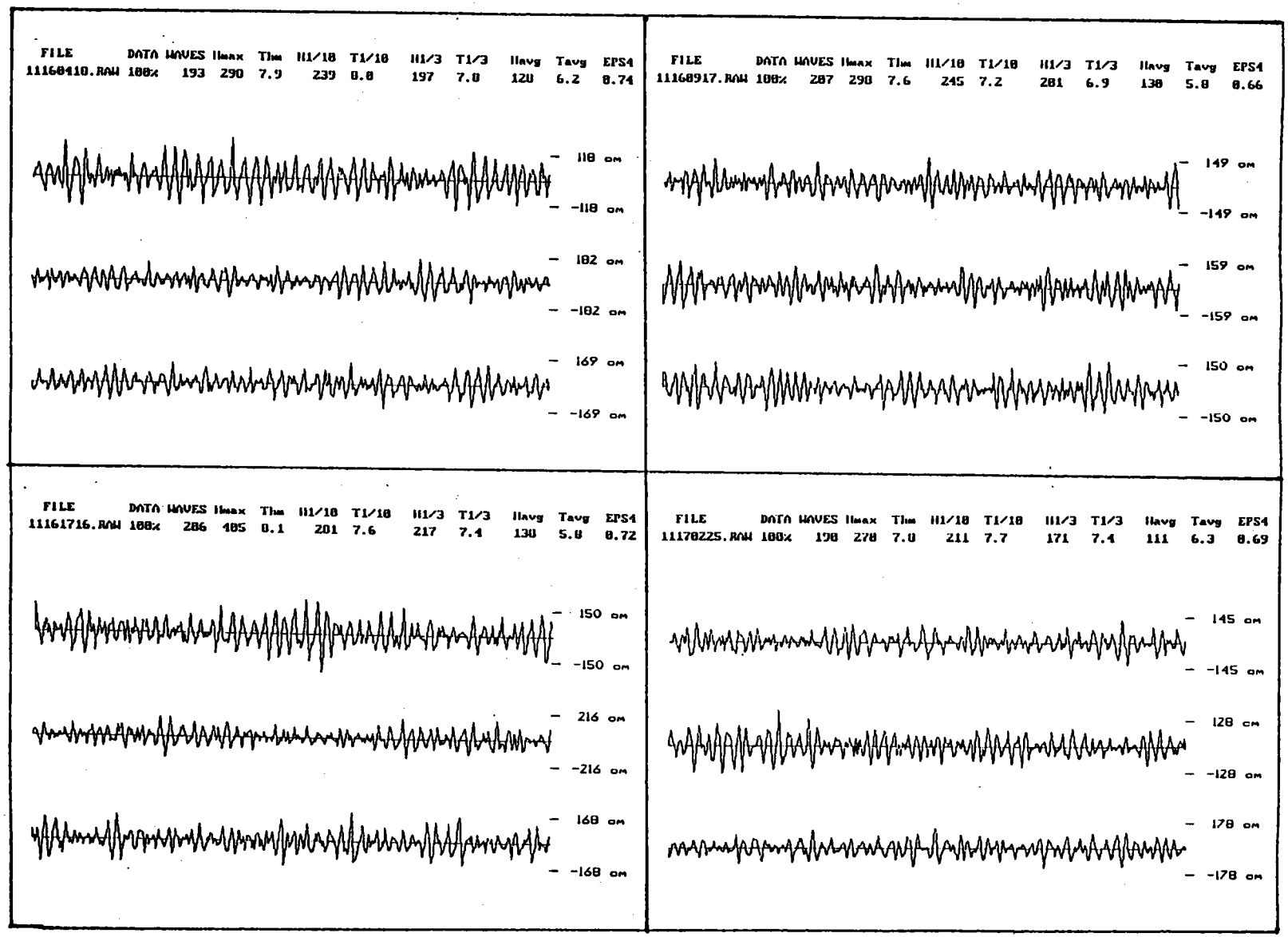


圖 B-2　　1994年11月16日～17日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

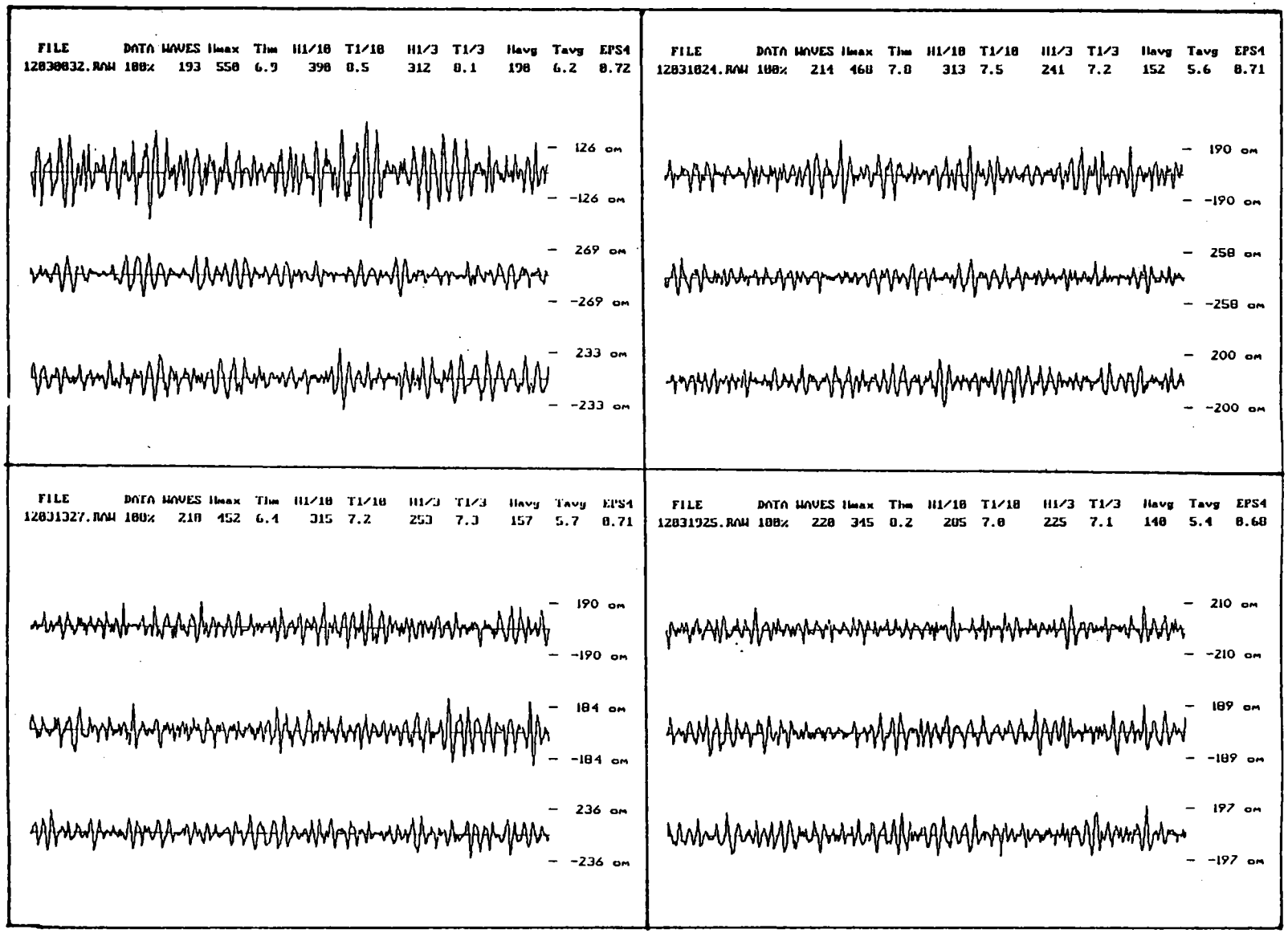


圖 B-3　　1994年12月3日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

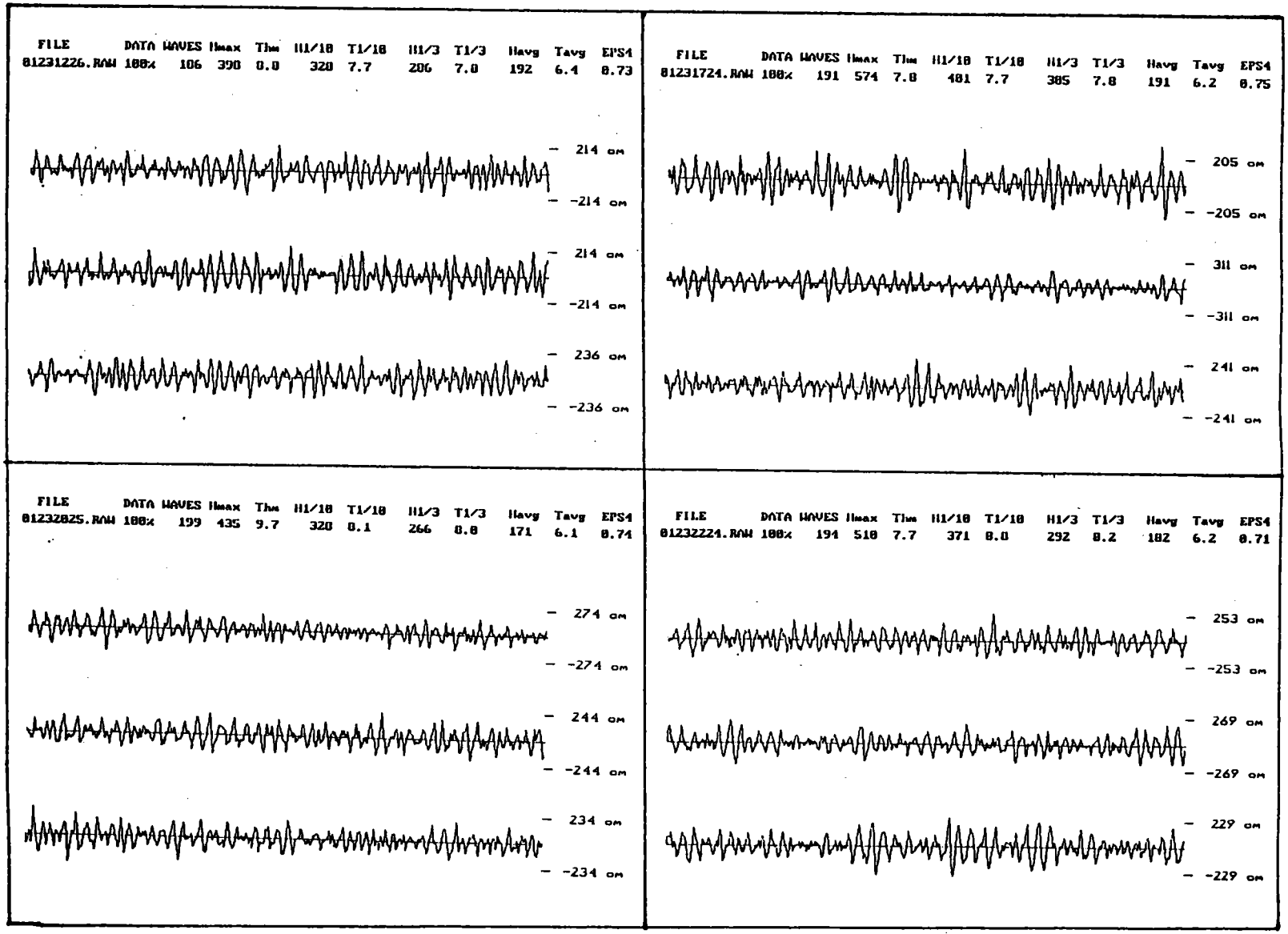


圖 B-4　1995年1月23日～24日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

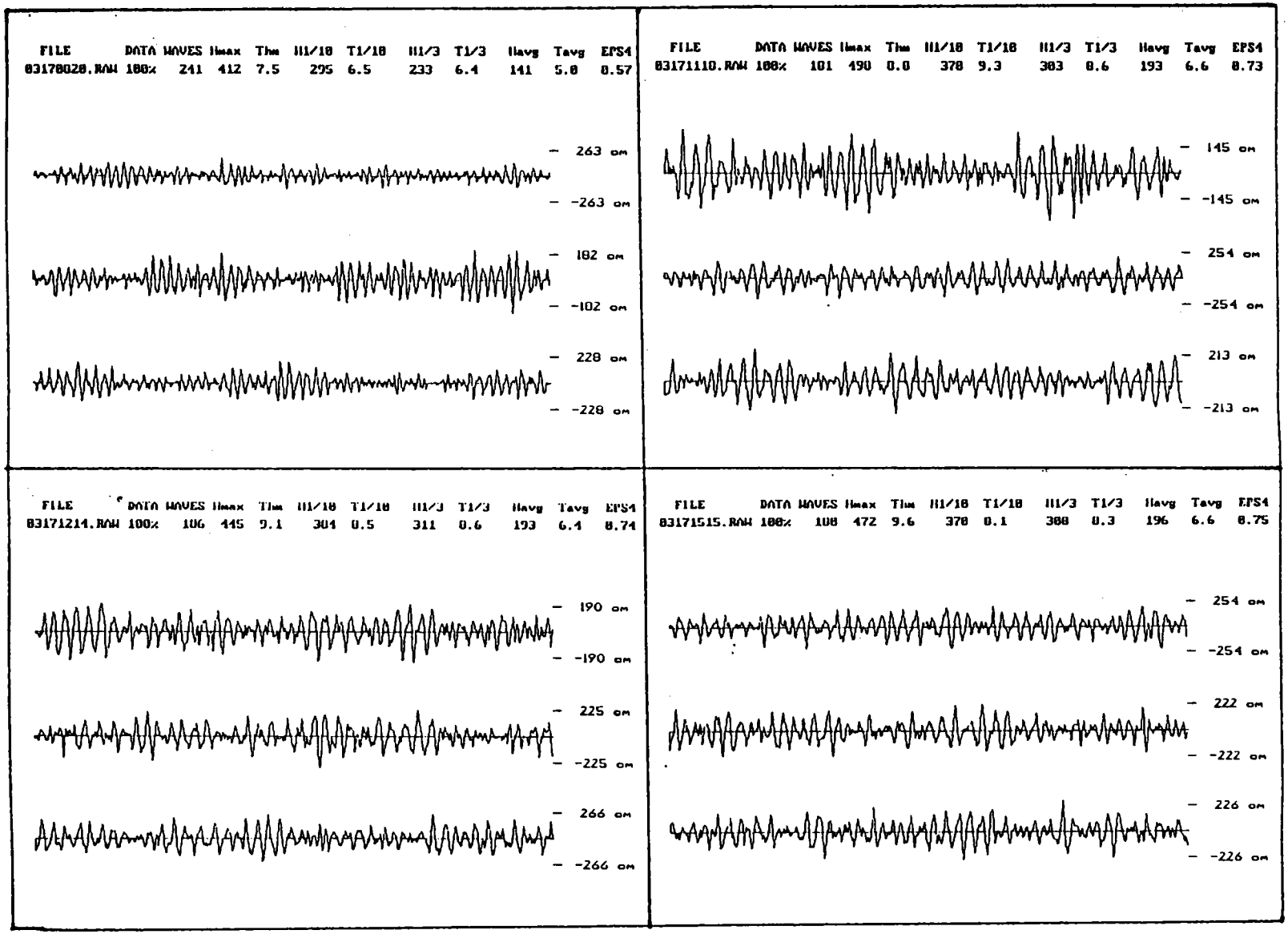


圖 B-5　1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

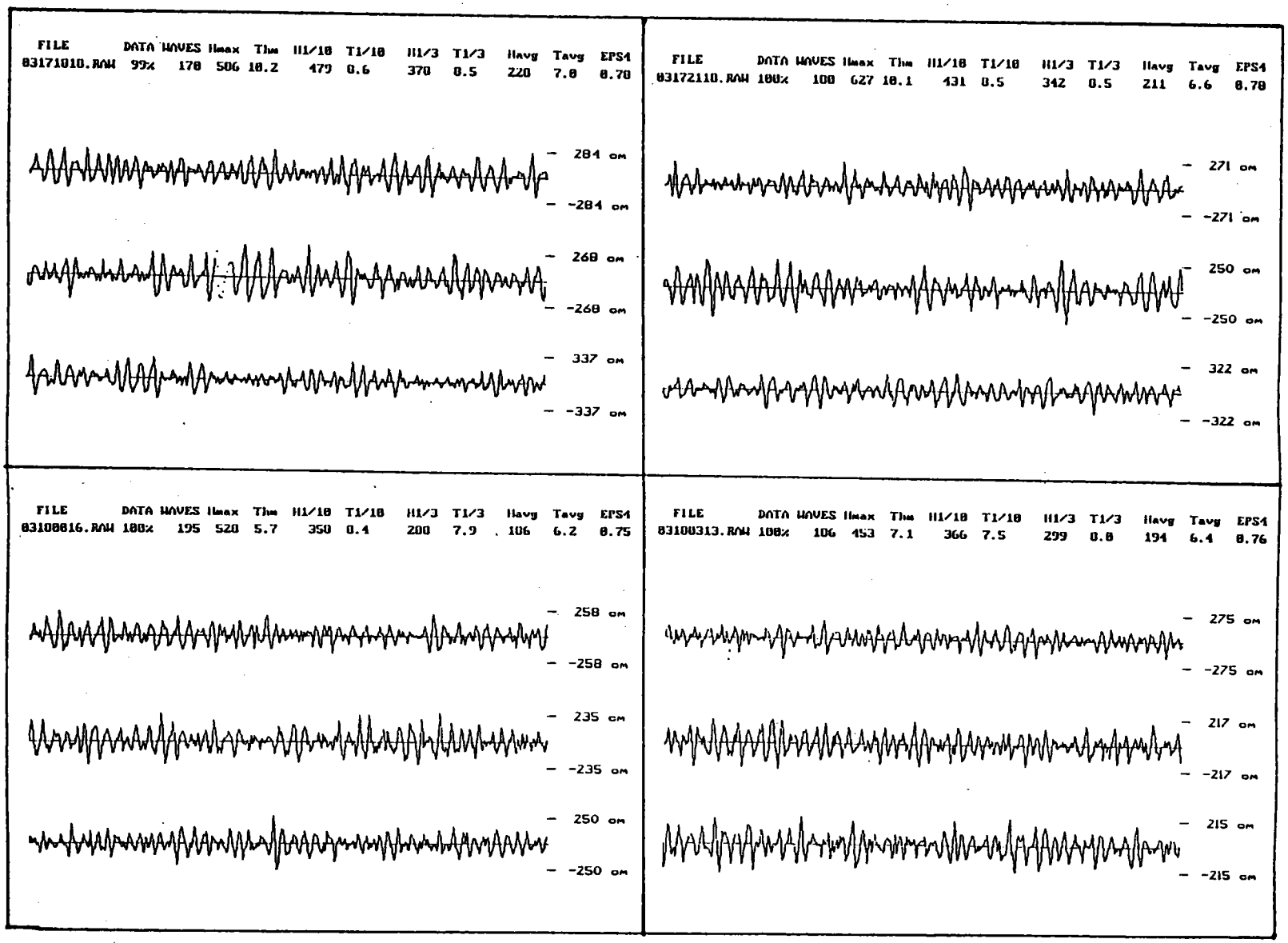


圖 B-5(續)　1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

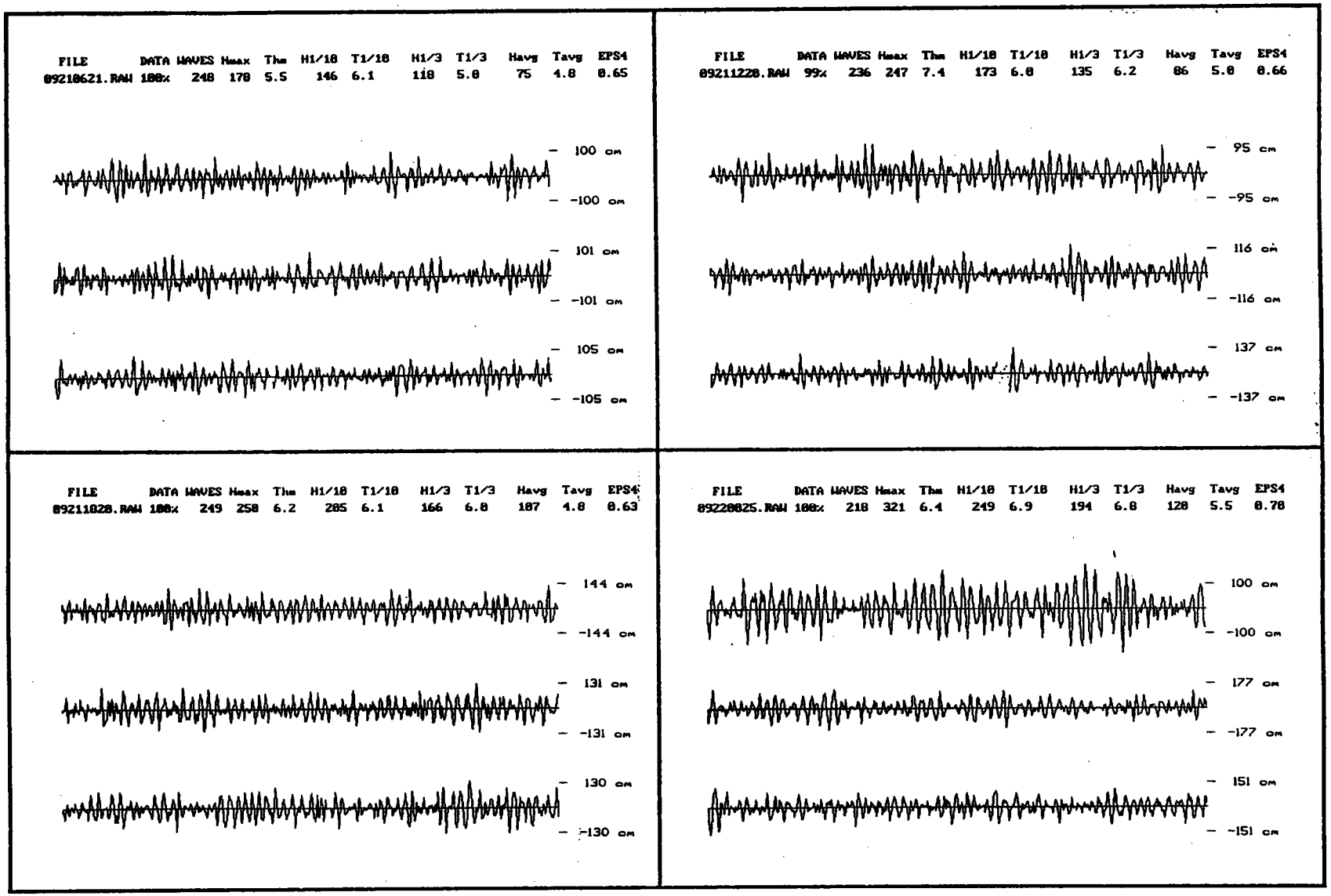


圖 B-6　1995 年 9 月 21 日~23 日賴恩颱風 ST.1 站現場波浪記錄

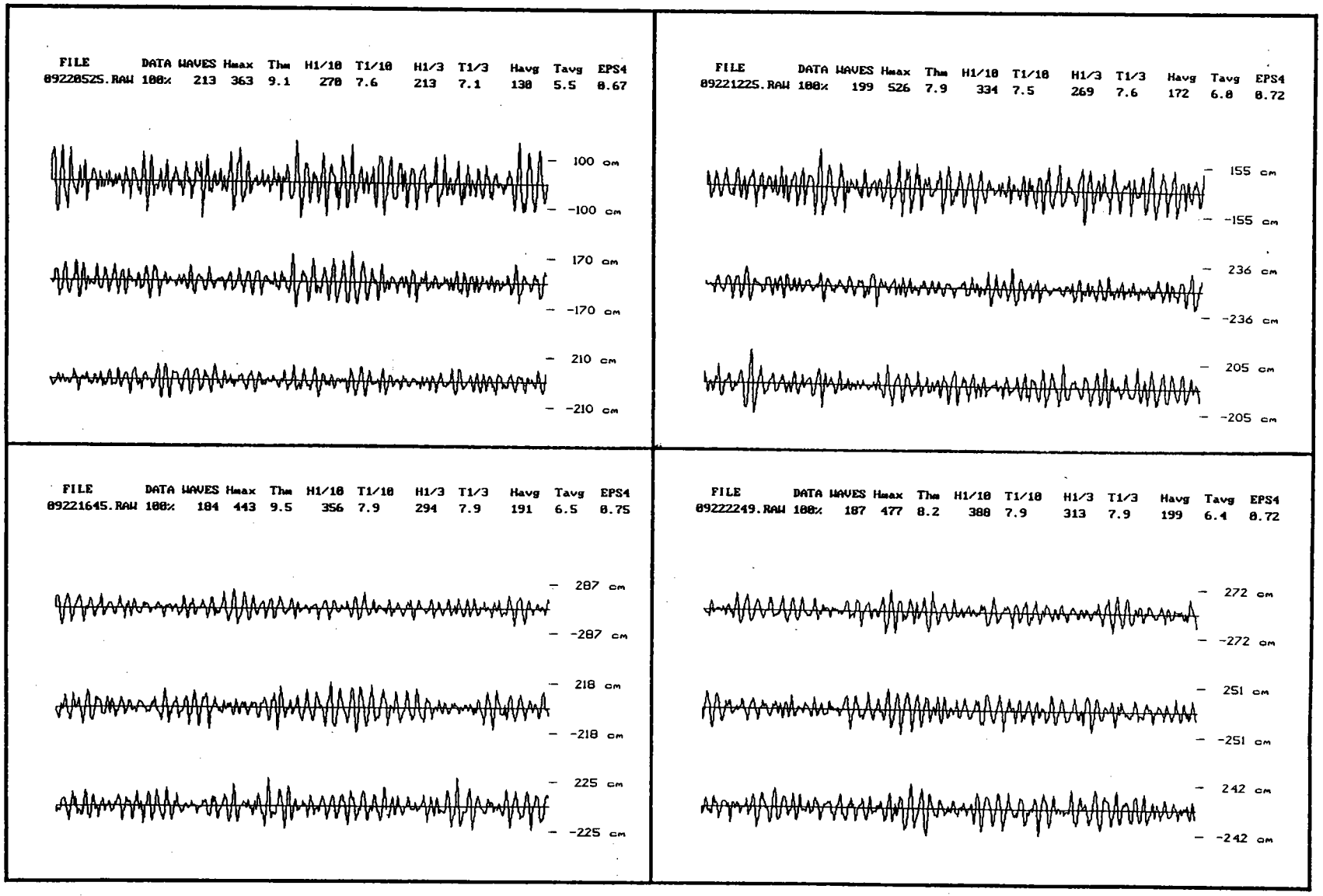


圖 B-6(續)　1995 年 9 月 21 日~23 日賴恩颱風 ST.1 站現場波浪記錄

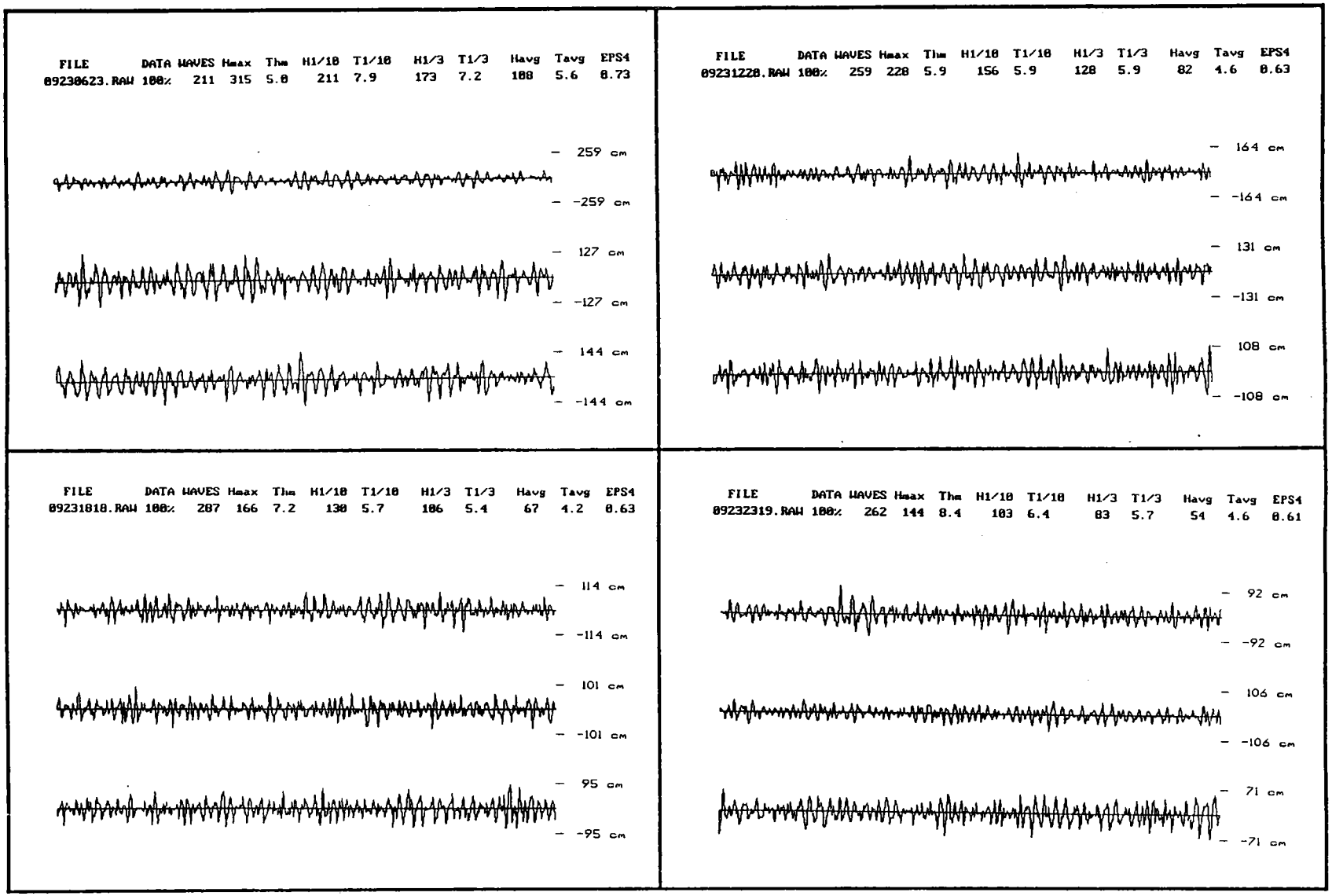


圖 B-6(續)　1995 年 9 月 21 日~23 日賴恩颱風 ST.1 站現場波浪記錄

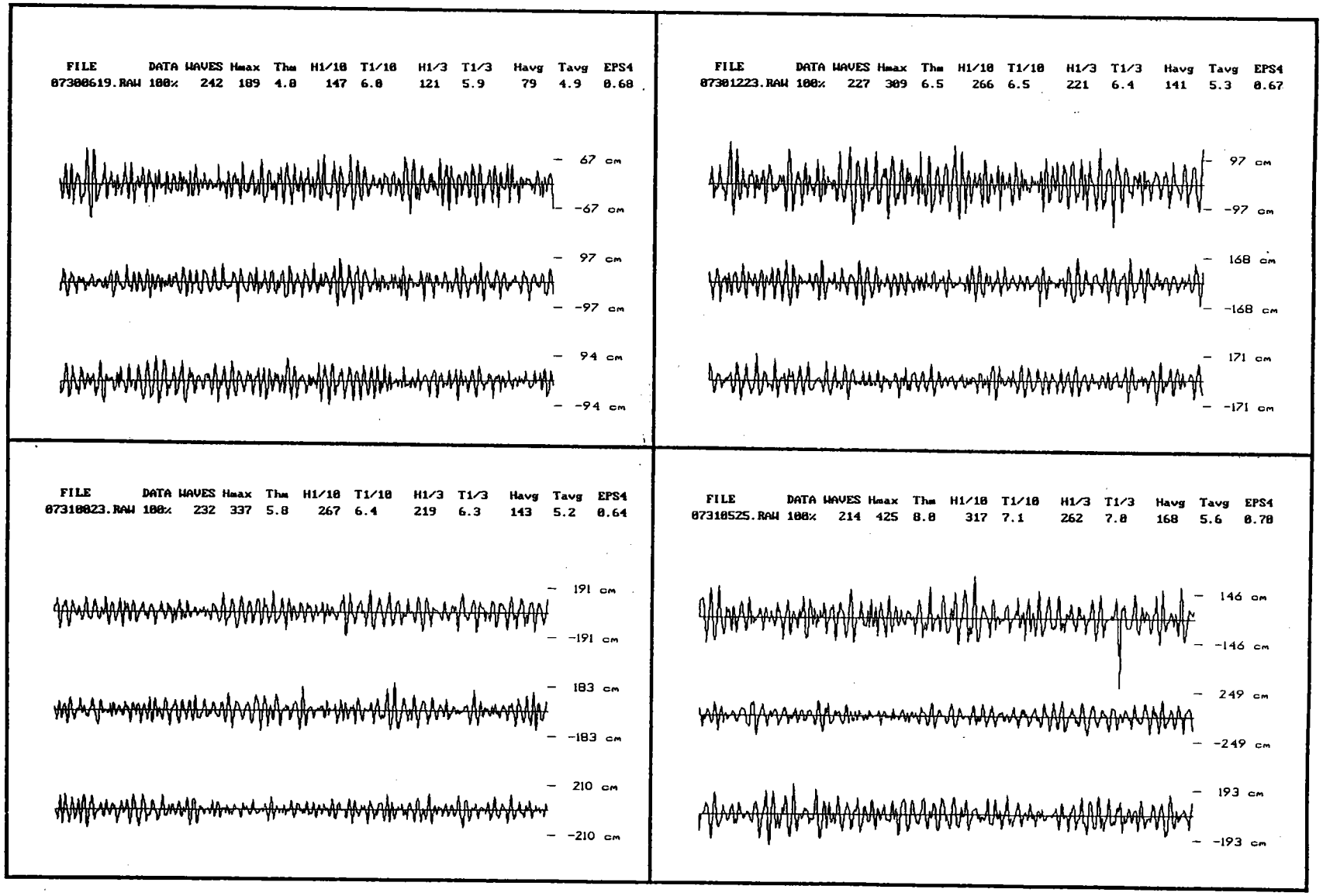


圖 B-7　1996 年 7 月 30 日~8 月 1 日賀伯颱風 ST.1 站現場波浪記錄

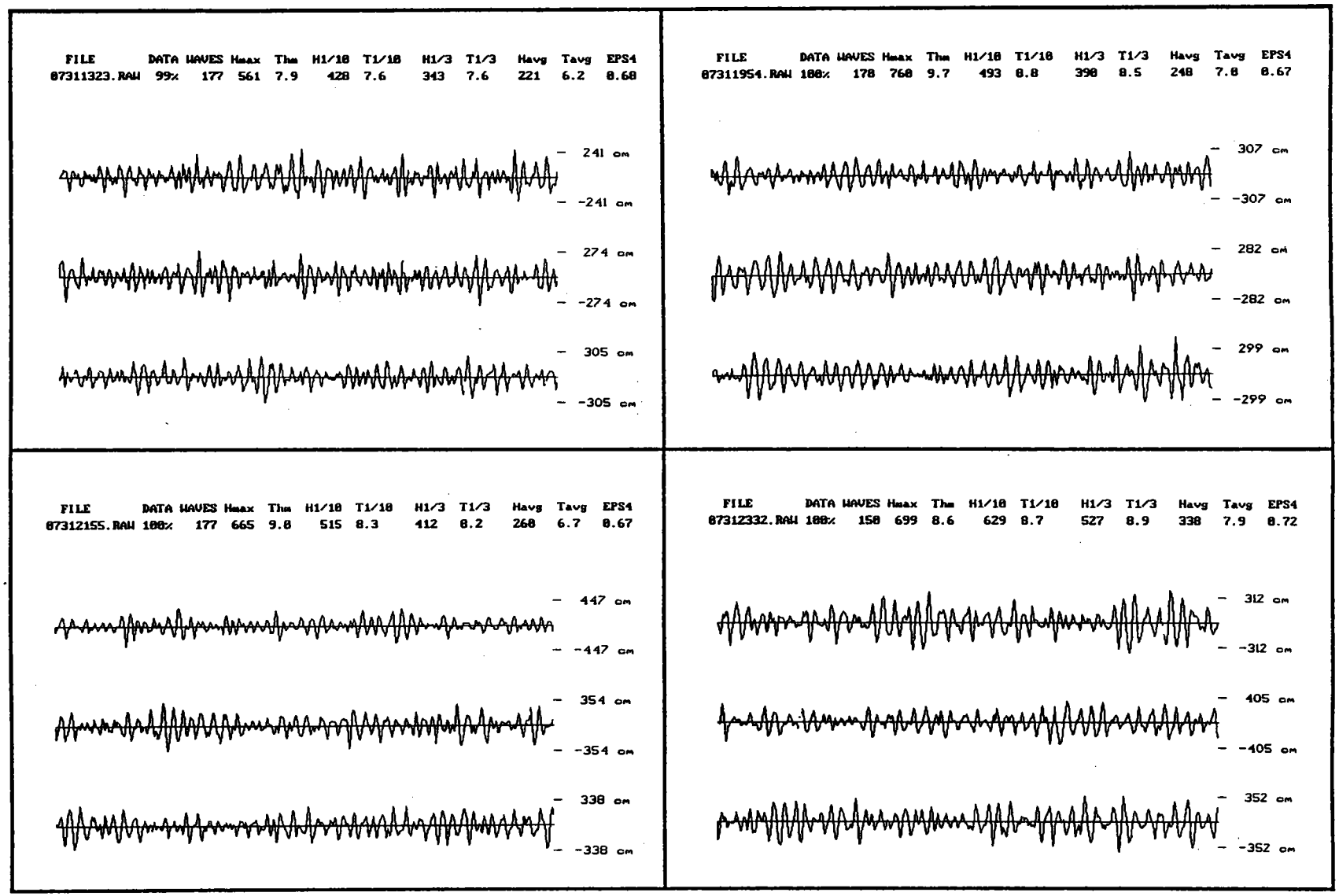


圖 B-7(續) 1996 年 7 月 30 日~8 月 1 日賀伯颱風 ST.1 站現場波浪記錄

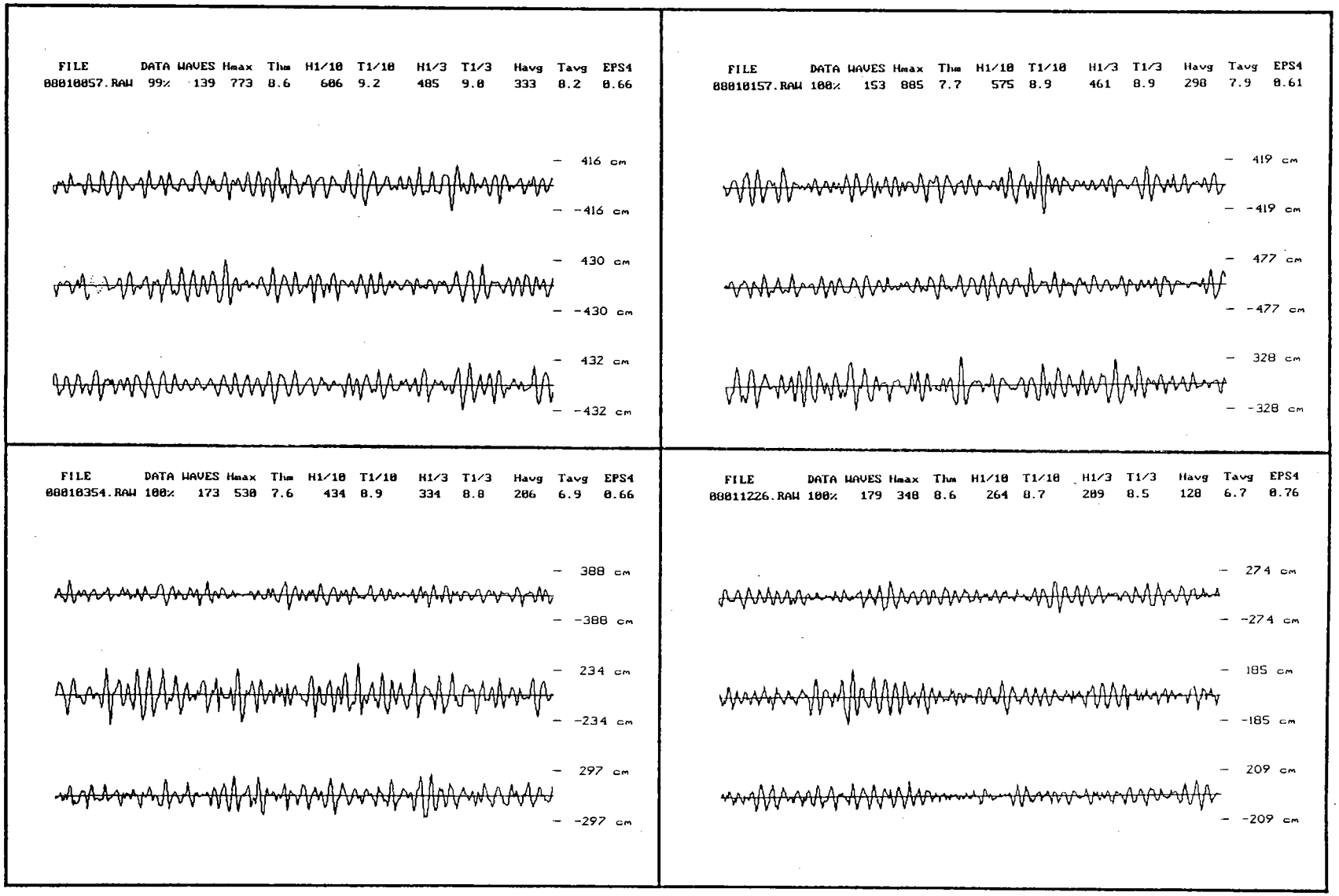


圖 B-7(續) 1996 年 7 月 30 日~8 月 1 日賀伯颱風 ST.1 站現場波浪記錄

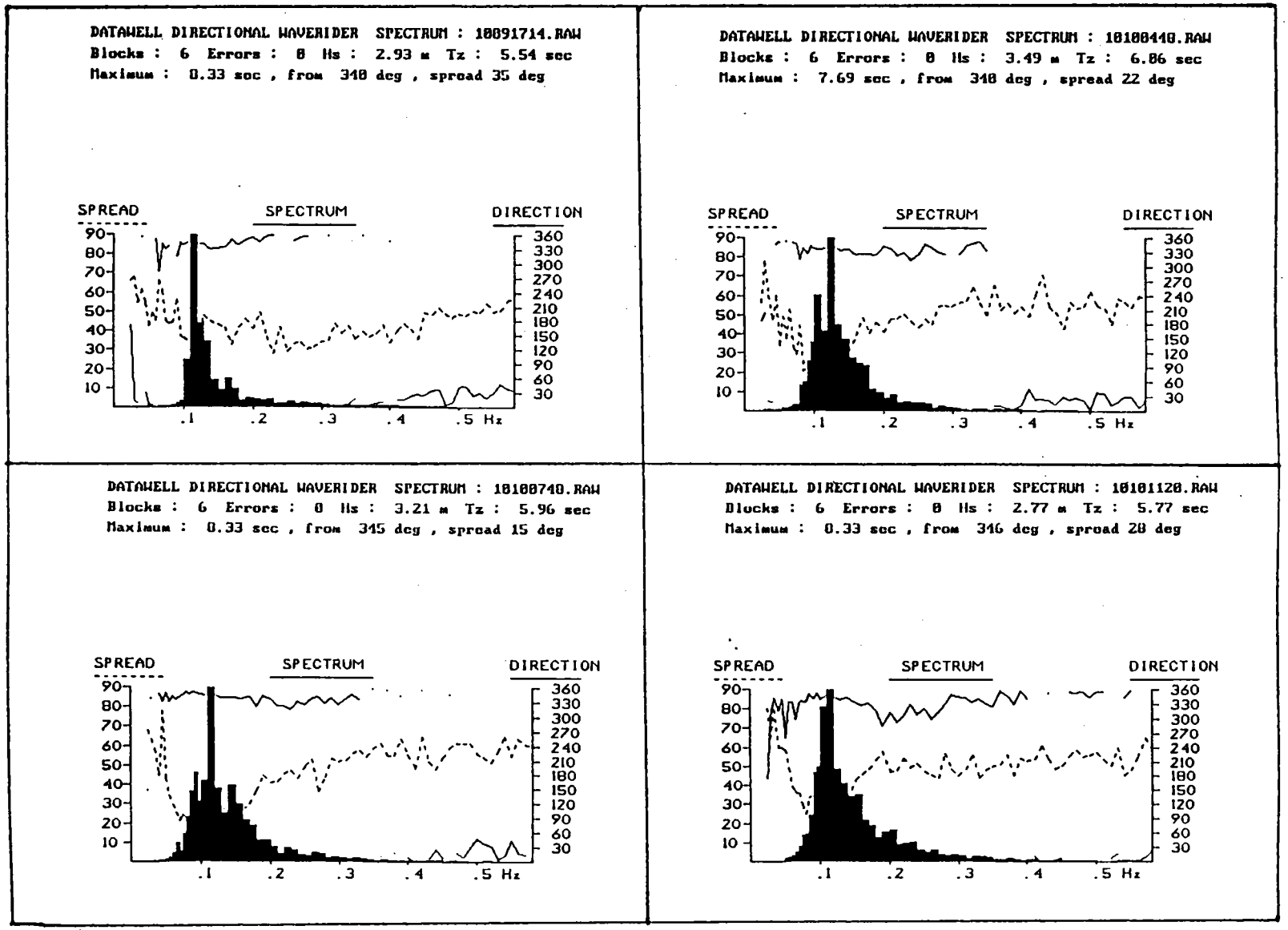


圖 B-8　1994年10月9日～10日席斯颱風與東北季風雙重影響ST.1站波向波高能譜圖

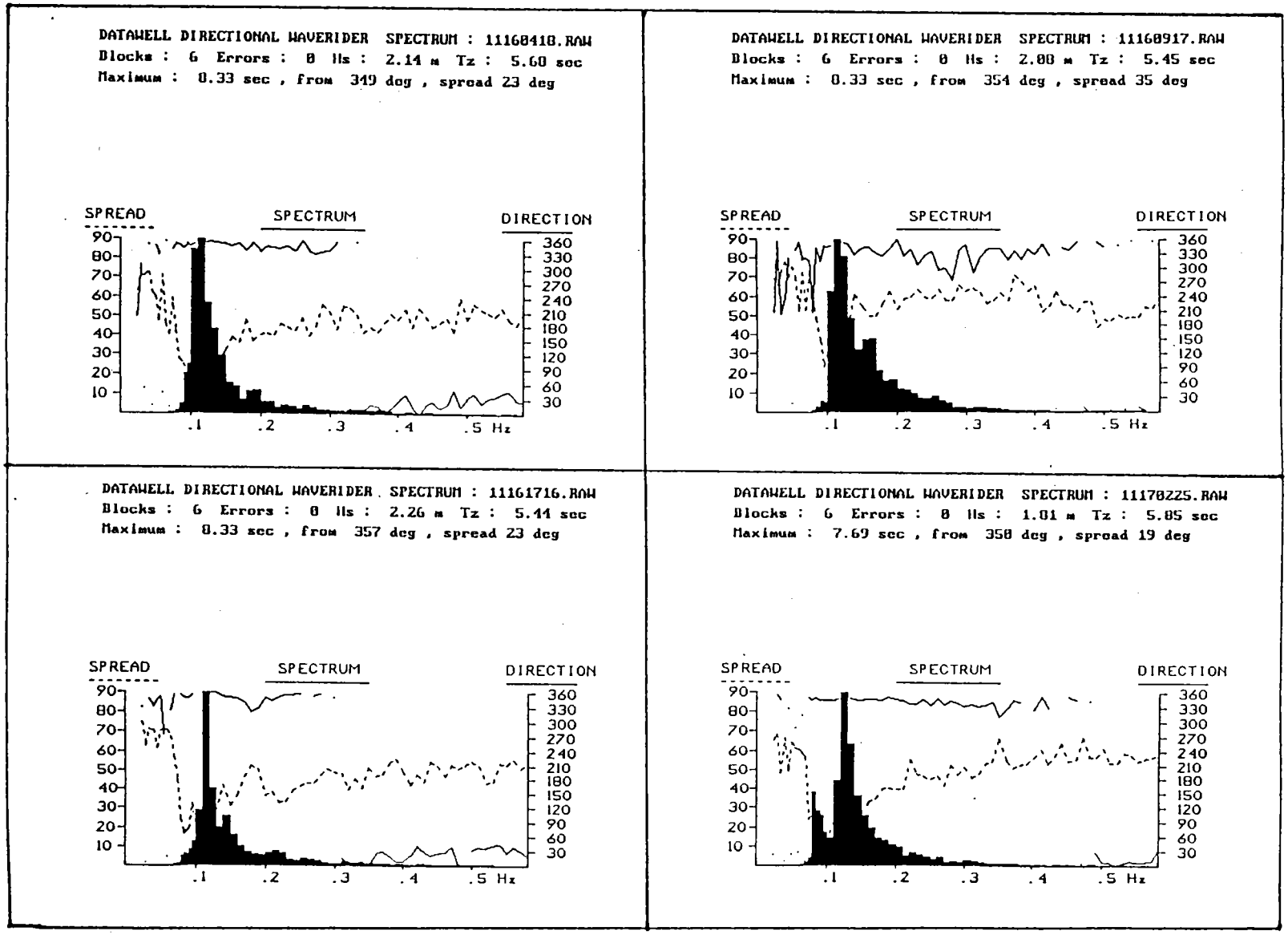


圖 B-9　1994年11月16日～17日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

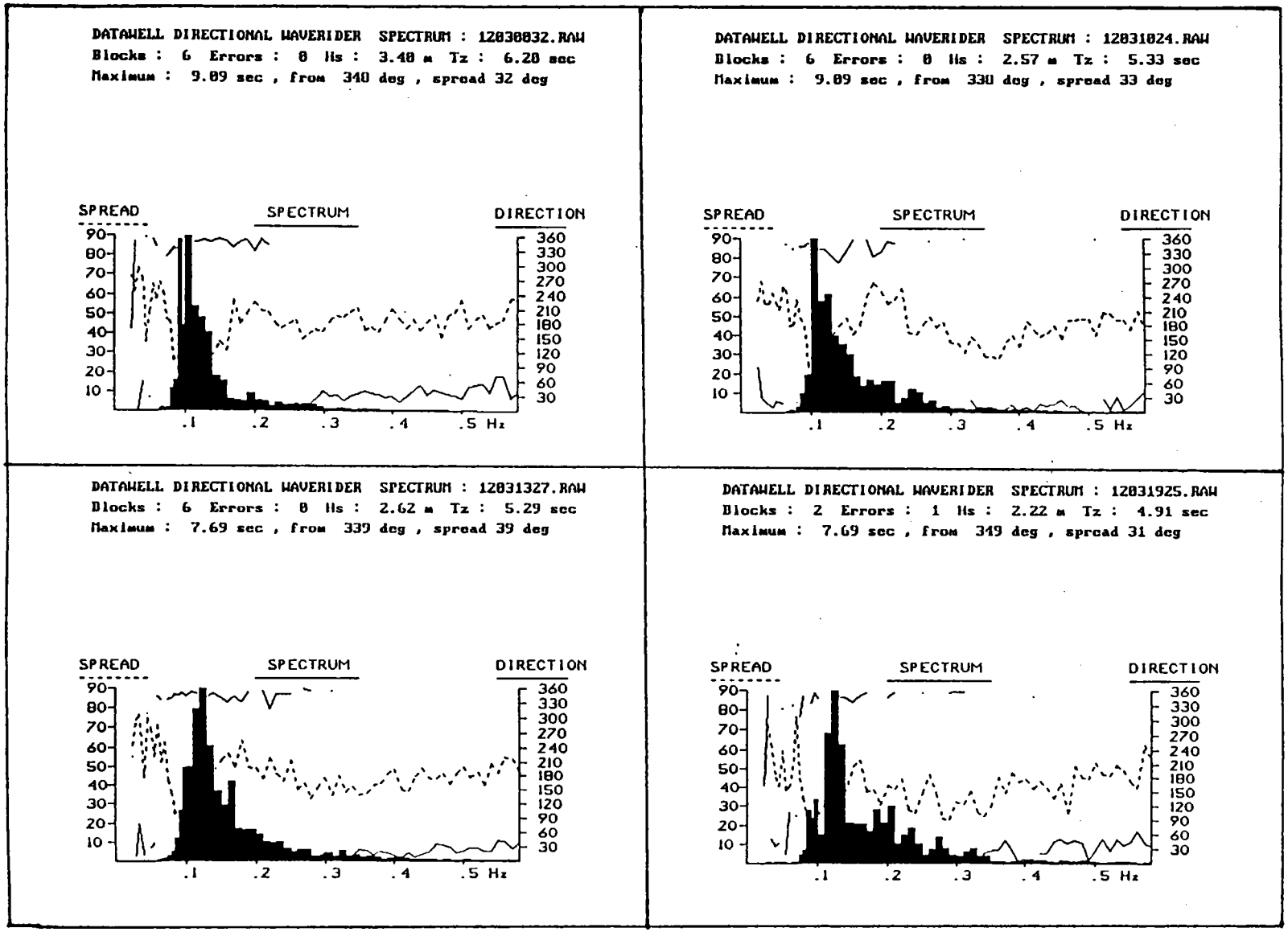


圖 B-10　1994年12月3日～4日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

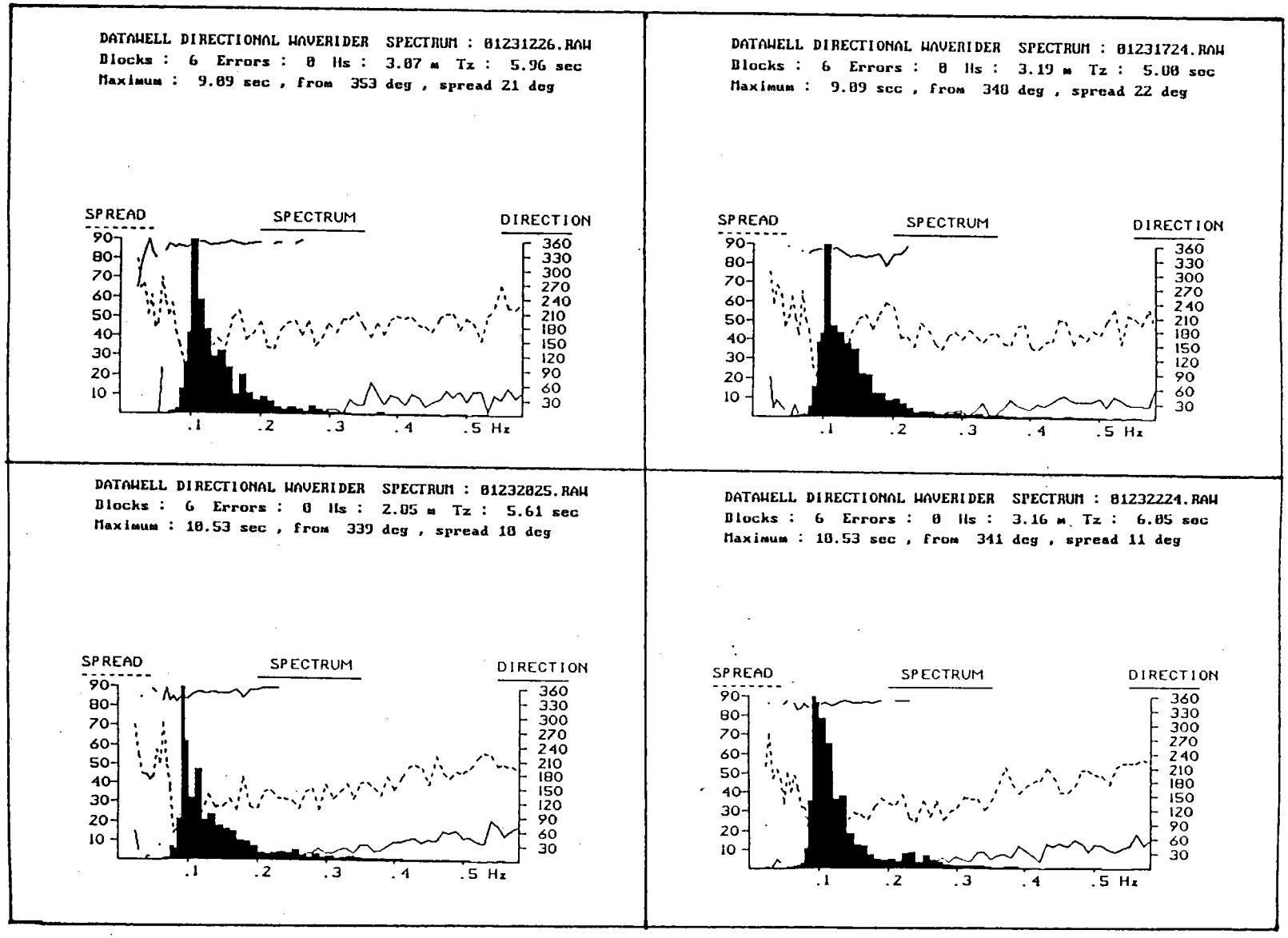


圖 B-11 1995年1月23日～24日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

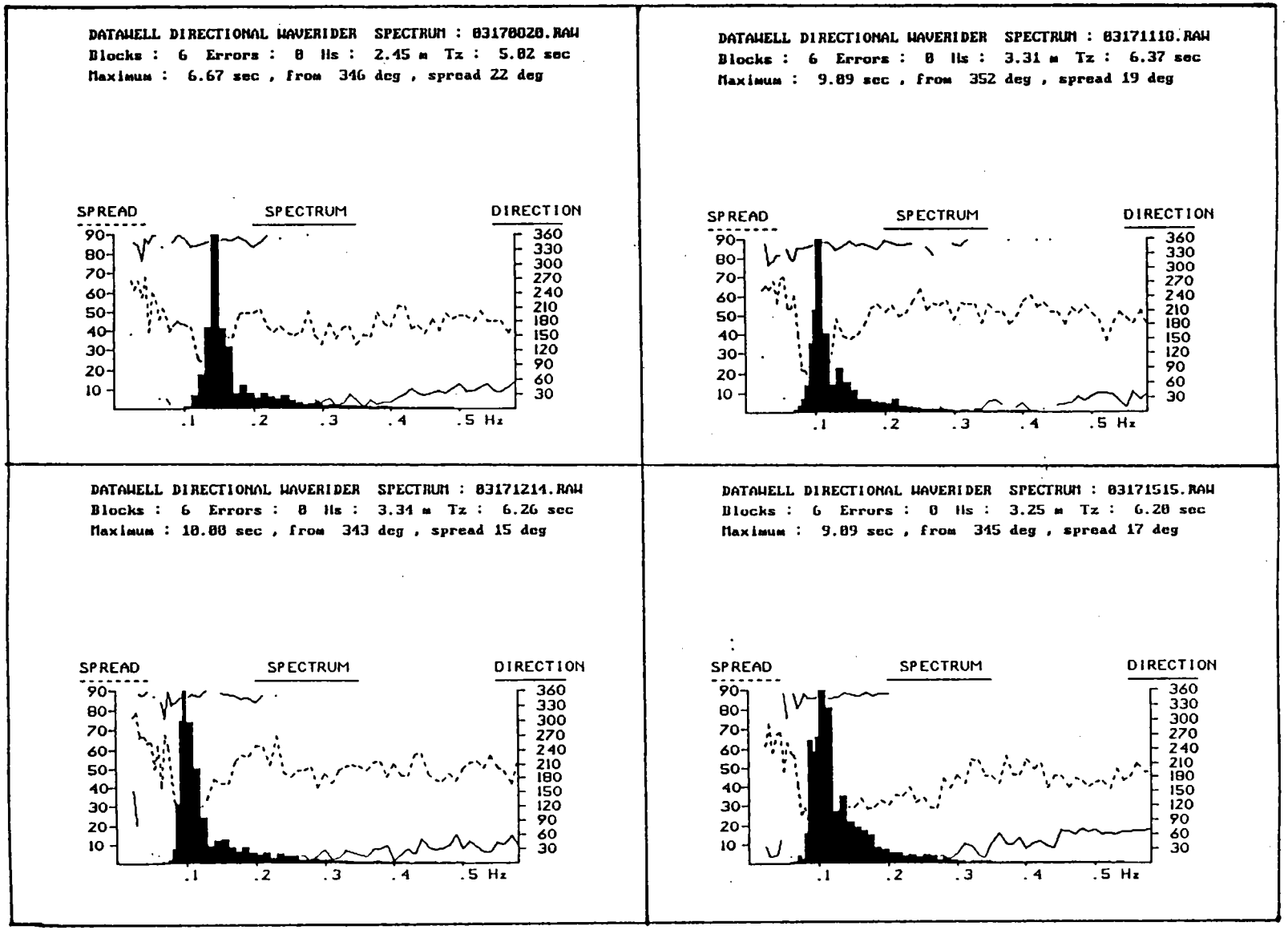


圖 B-12 1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

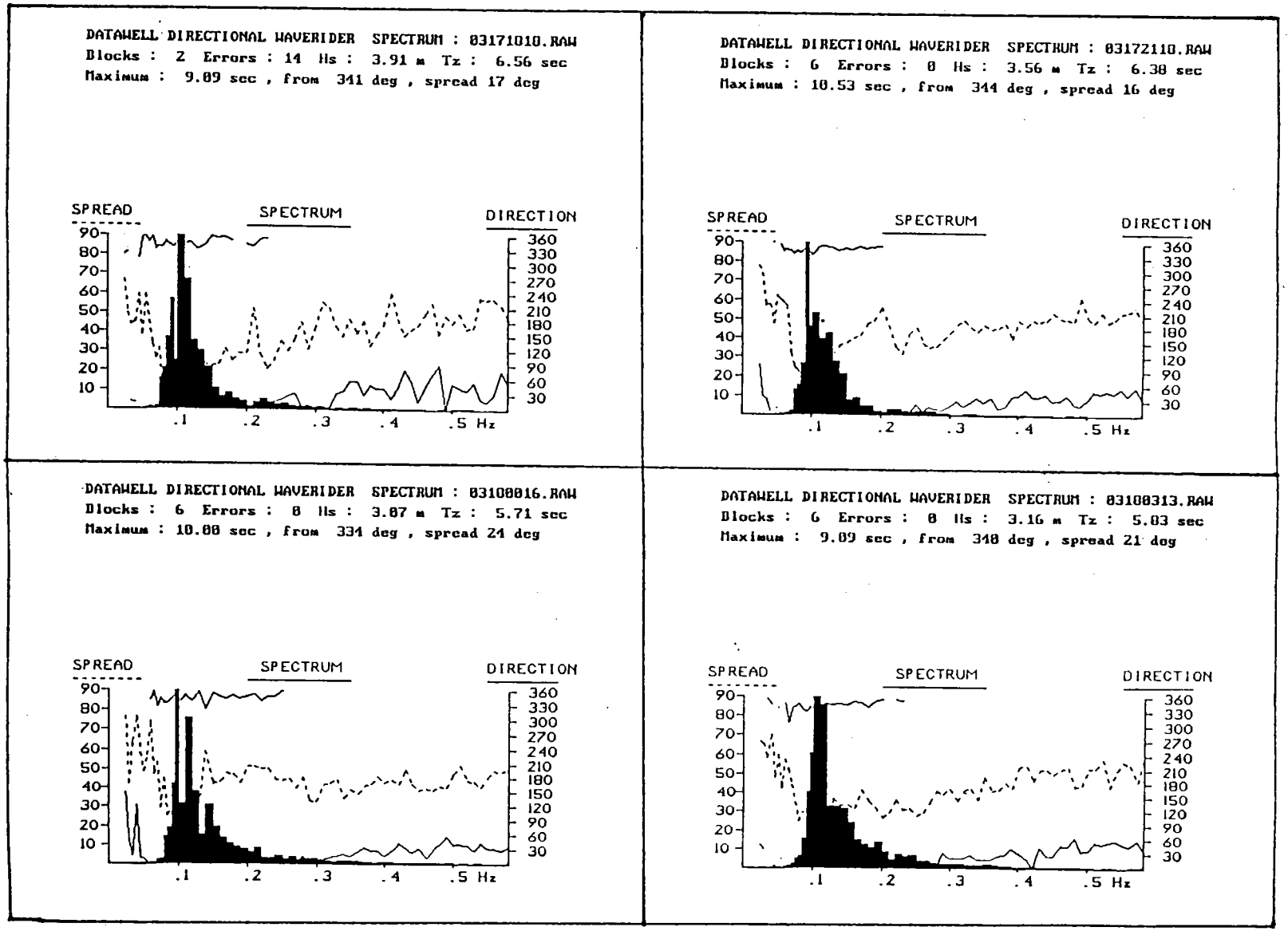
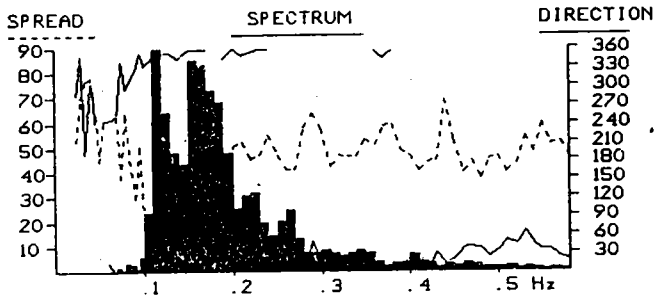
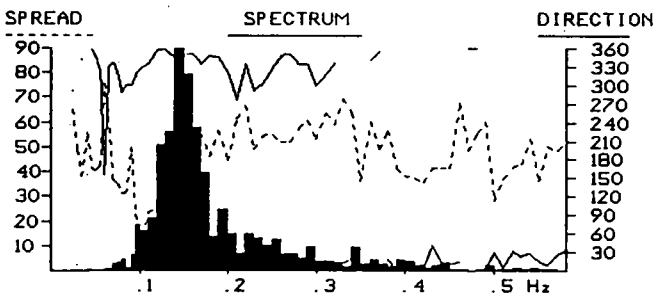


圖 B-12(續) 1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

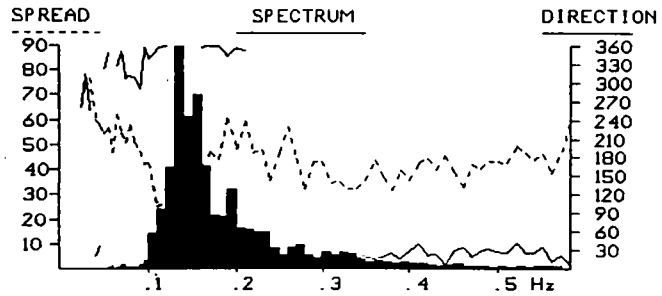
DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 09210621.RAW
Blocks : 4 Errors : 3 Hs : 1.26 m Tz : 4.53 sec
Maximum : 8.33 sec , from 350 deg , spread 13 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 09211220.RAW
Blocks : 2 Errors : 15 Hs : 1.43 m Tz : 4.73 sec
Maximum : 6.67 sec , from 349 deg , spread 39 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 09211820.RAW
Blocks : 6 Errors : 0 Hs : 1.84 m Tz : 4.63 sec
Maximum : 7.14 sec , from 2 deg , spread 26 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 09220025.RAW
Blocks : 6 Errors : 0 Hs : 2.00 m Tz : 5.24 sec
Maximum : 7.69 sec , from 351 deg , spread 29 deg

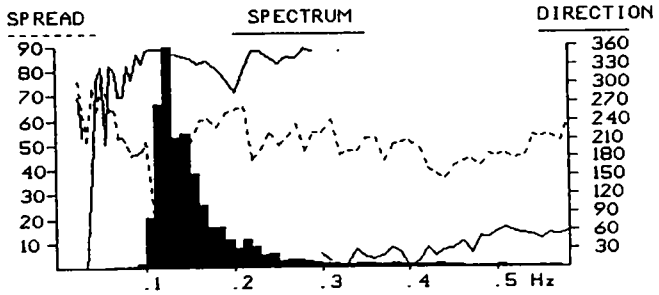
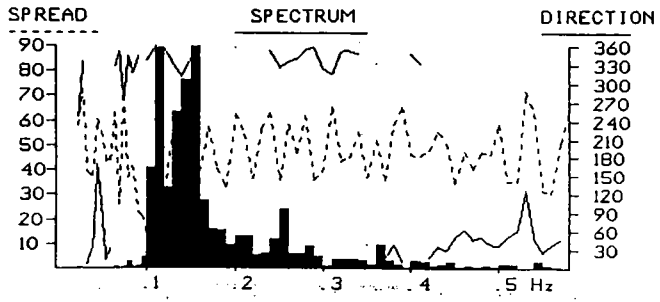
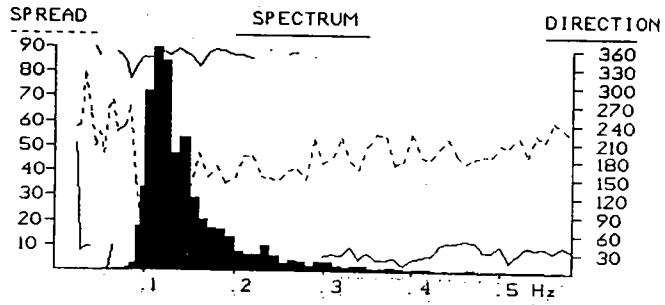


圖 B-13 1995 年 9 月 21 日~23 日賴恩颱風 ST.1 站波向波高能譜圖

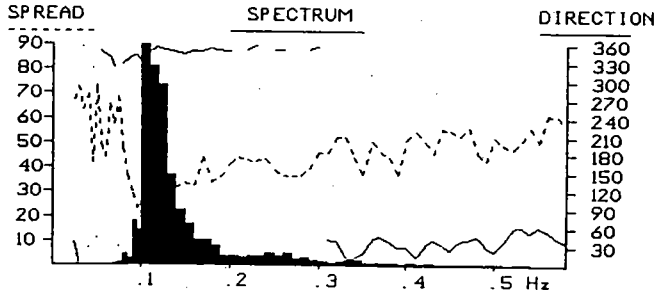
DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 09220525.RAW
Blocks : 1 Errors : 3 Hs : 1.85 m Tz : 4.82 sec
Maximum : 6.25 sec , from 347 deg , spread 39 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 09221225.RAW
Blocks : 6 Errors : 0 Hs : 2.84 m Tz : 5.60 sec
Maximum : 8.33 sec , from 354 deg , spread 30 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 09221645.RAW
Blocks : 5 Errors : 1 Hs : 3.01 m Tz : 5.84 sec
Maximum : 9.09 sec , from 345 deg , spread 24 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 09222249.RAW
Blocks : 6 Errors : 0 Hs : 3.34 m Tz : 6.15 sec
Maximum : 8.33 sec , from 342 deg , spread 25 deg

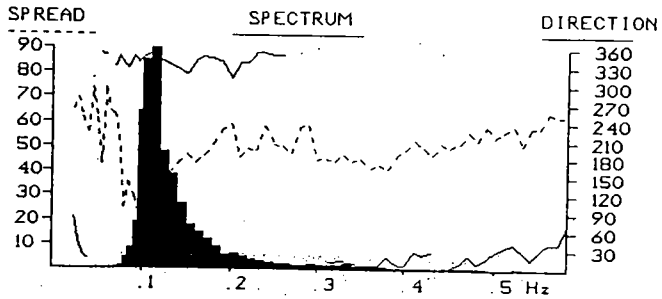


圖 B-13(續) 1995 年 9 月 21 日~23 日賴恩颱風 ST.1 站波向波高能譜圖

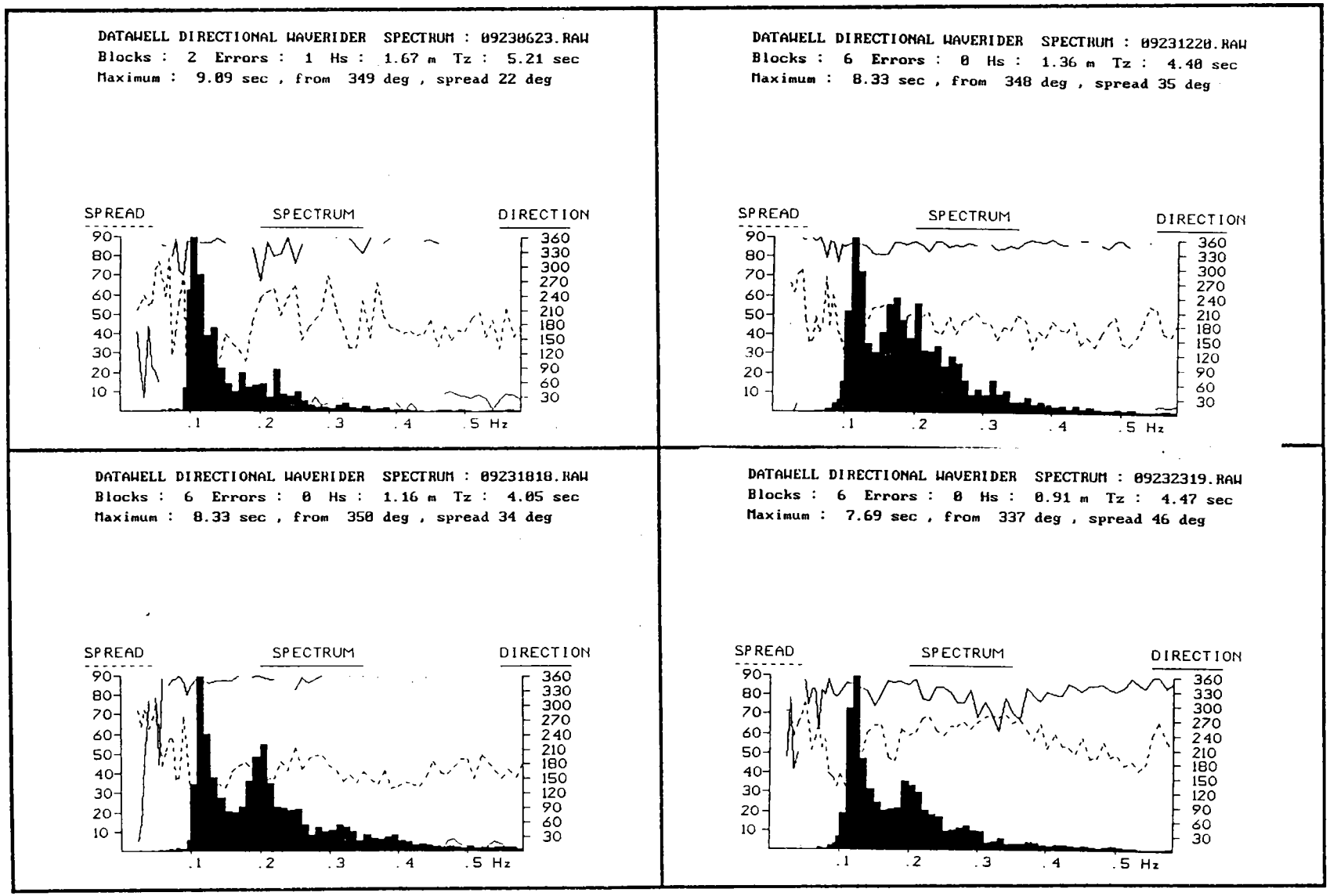
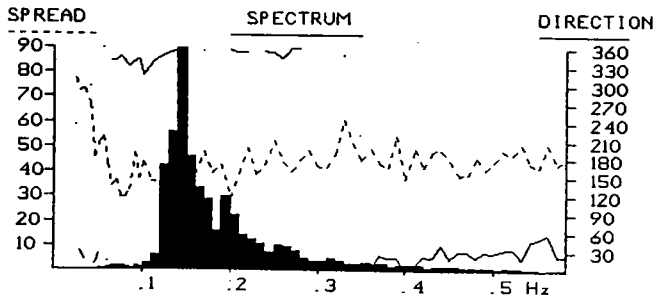
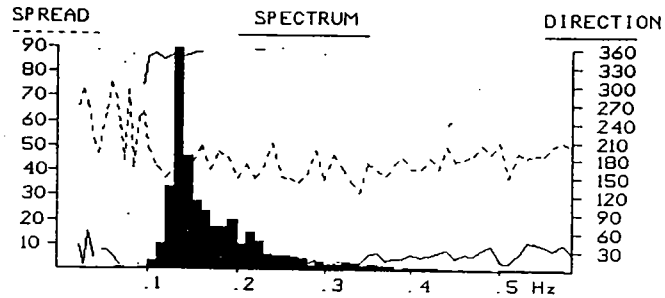


圖 B-13(續) 1995 年 9 月 21 日~23 日賴恩颱風 ST.1 站波向波高能譜圖

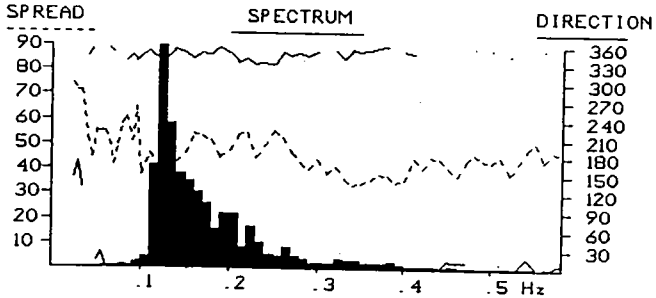
DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 07300619.RAW
Blocks : 6 Errors : 0 Hs : 1.29 m Tz : 4.59 sec
Maximum : 6.67 sec , from 5 deg , spread 27 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 07301223.RAW
Blocks : 6 Errors : 0 Hs : 2.31 m Tz : 4.88 sec
Maximum : 7.14 sec , from 344 deg , spread 45 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 07310023.RAW
Blocks : 6 Errors : 0 Hs : 2.34 m Tz : 4.96 sec
Maximum : 7.69 sec , from 340 deg , spread 45 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 07310525.RAW
Blocks : 1 Errors : 1 Hs : 2.46 m Tz : 4.87 sec
Maximum : 7.69 sec , from 334 deg , spread 25 deg

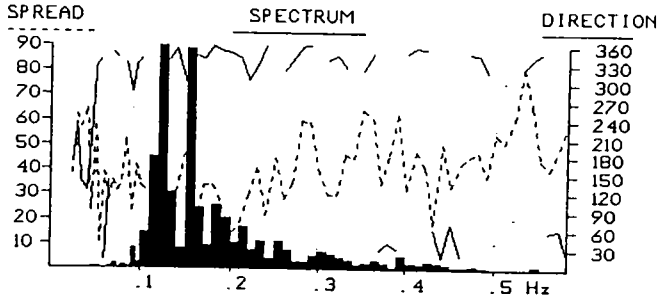
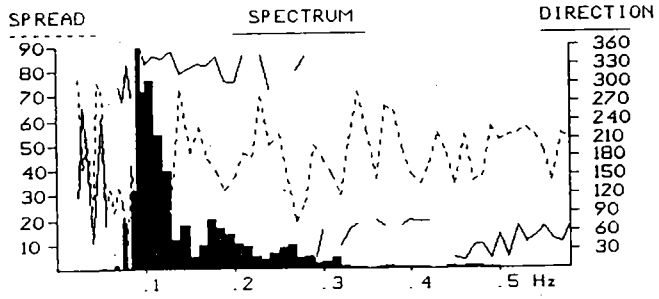
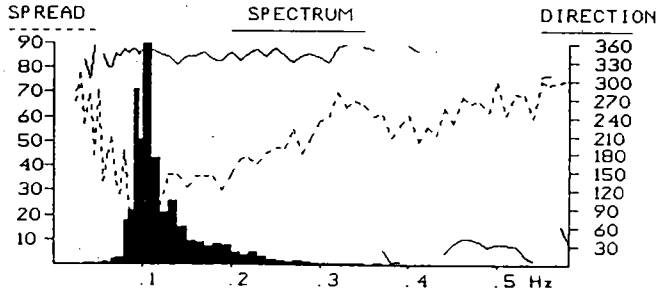


圖 B-14 1996 年 7 月 30 日~8 月 1 日賀伯颱風 ST.1 站波向波高能譜圖

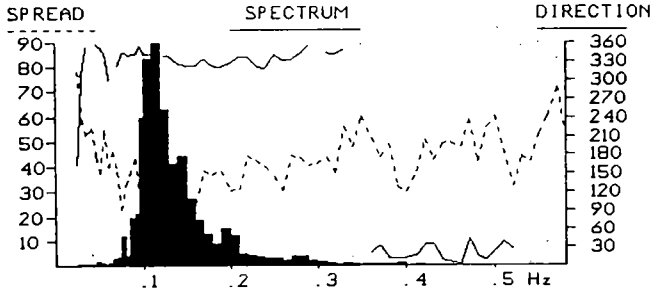
DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 07311323.RAW
Blocks : 1 Errors : 13 Hs : 3.20 m Tz : 5.84 sec
Maximum : 10.53 sec , from 360 deg , spread 17 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 07311954.RAW
Blocks : 6 Errors : 0 Hs : 4.15 m Tz : 6.93 sec
Maximum : 9.09 sec , from 351 deg , spread 21 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 07312155.RAW
Blocks : 3 Errors : 1 Hs : 4.29 m Tz : 6.43 sec
Maximum : 8.33 sec , from 341 deg , spread 31 deg



DATAWELL DIRECTIONAL WAVERIDER SPECTRUM : 07312332.RAW
Blocks : 1 Errors : 5 Hs : 5.24 m Tz : 7.56 sec
Maximum : 9.09 sec , from 332 deg , spread 22 deg

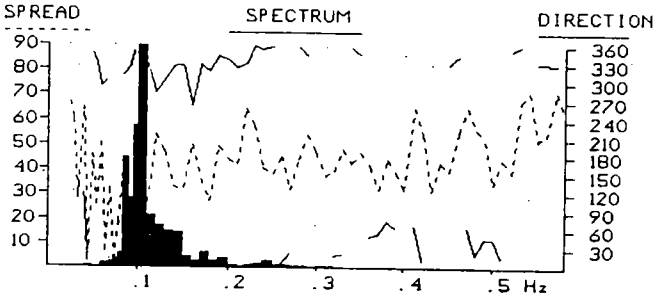


圖 B-14(續) 1996 年 7 月 30 日~8 月 1 日賀伯颱風 ST.1 站波向波高能譜圖

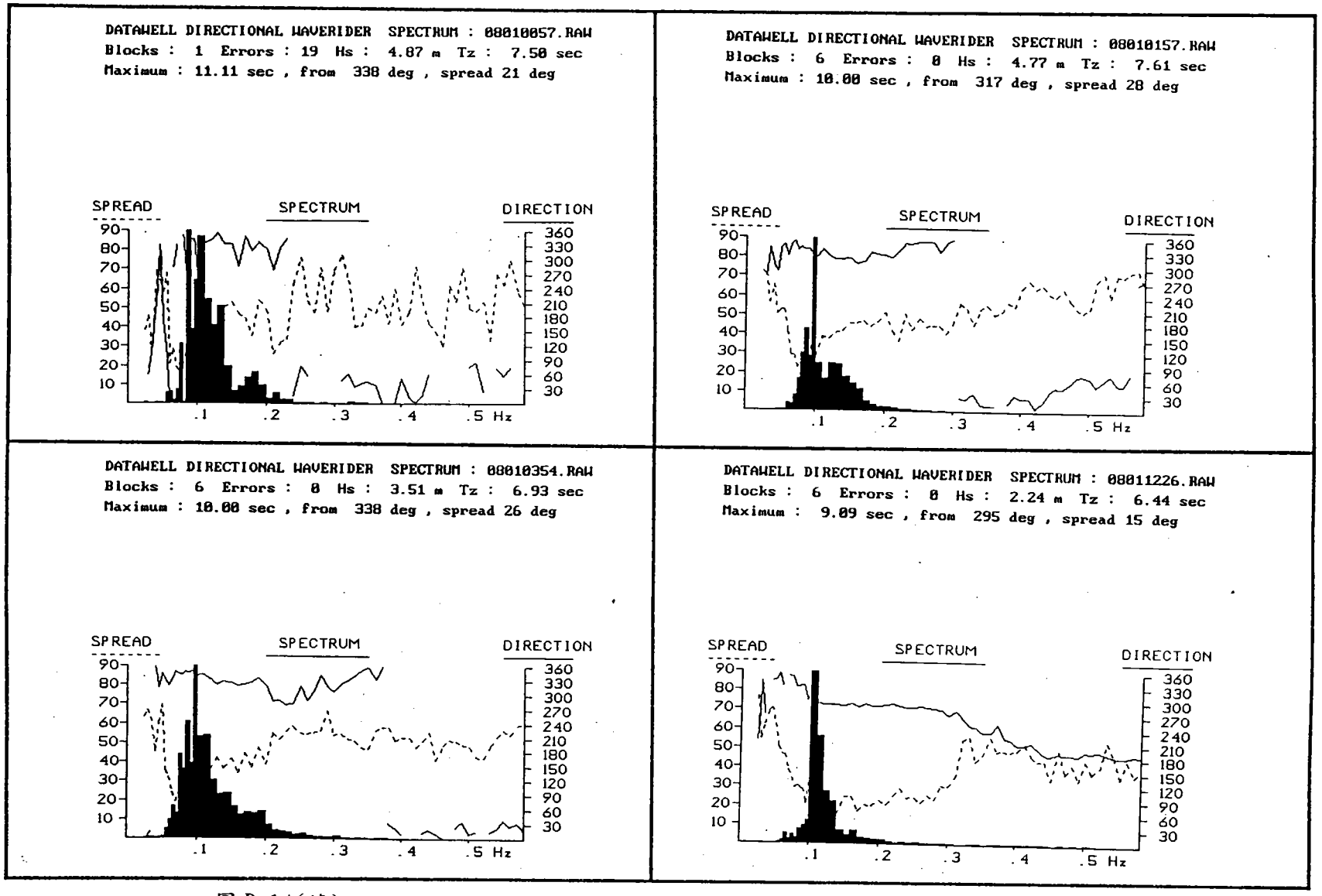


圖 B-14(續) 1996 年 7 月 30 日~8 月 1 日賀伯颱風 ST.1 站波向波高能譜圖

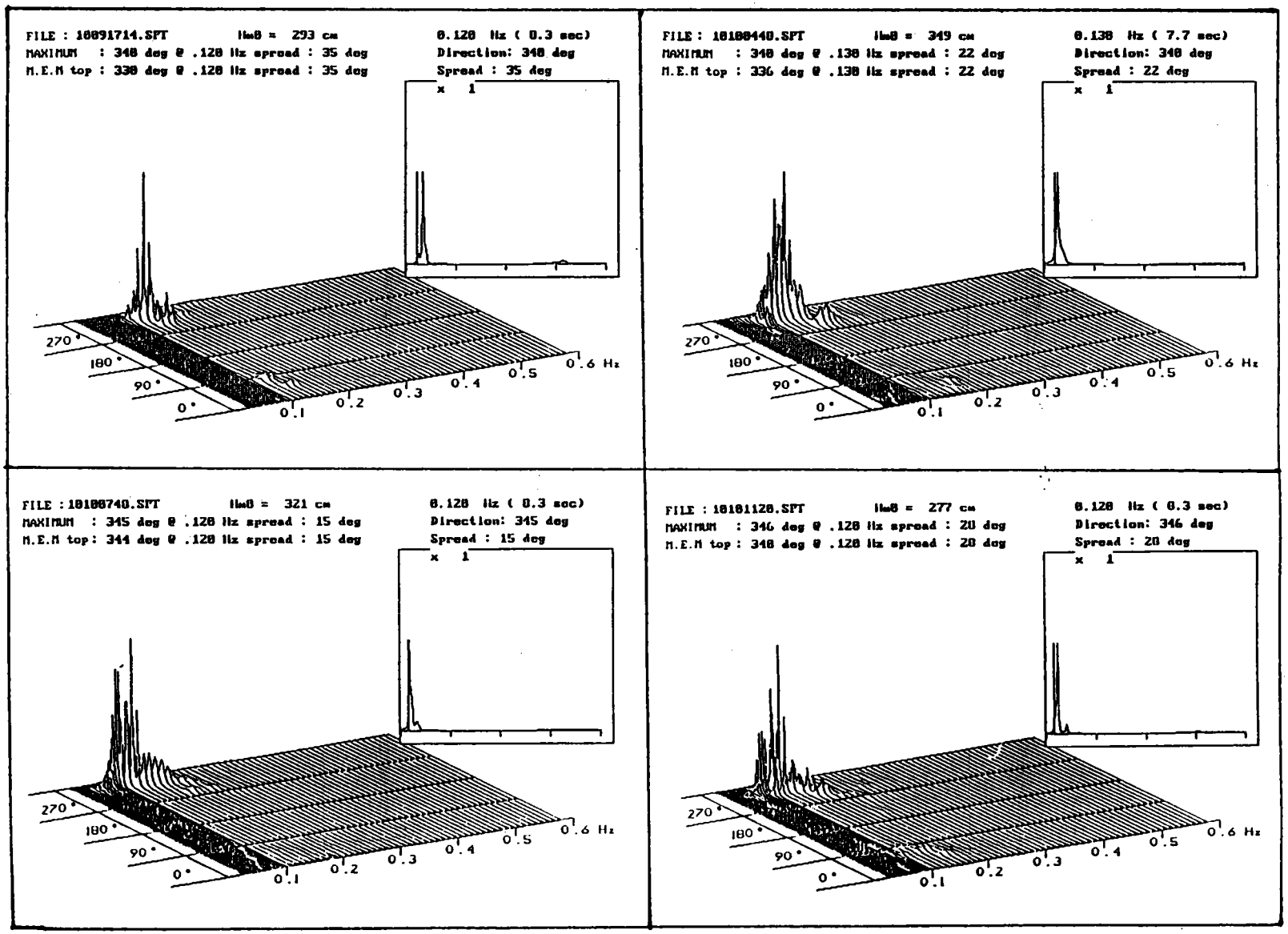


圖 B-15 1994年10月9日～10日席斯颱風與東北季風雙重影響ST.1站方向波浪波譜立體圖

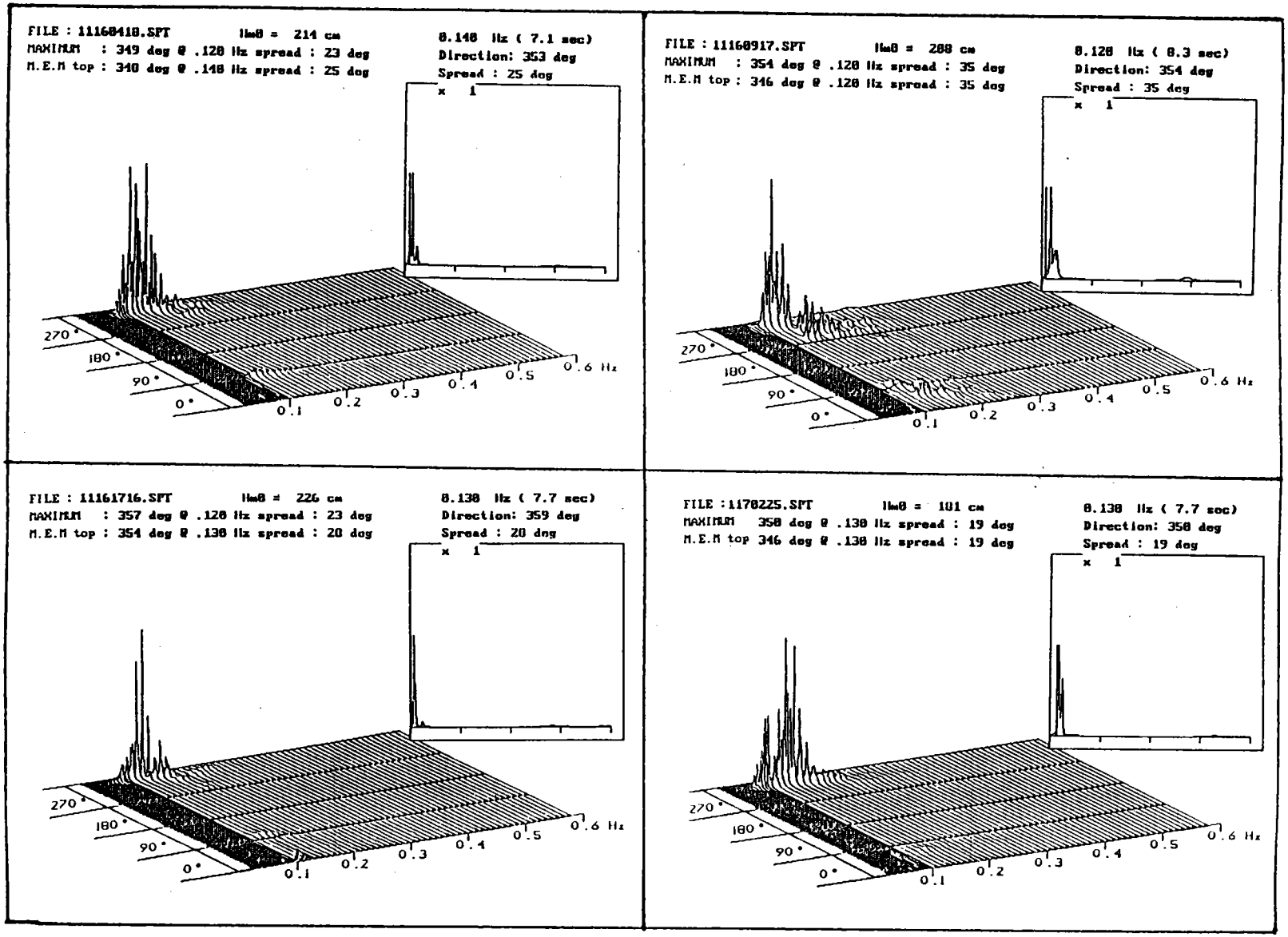


圖 B-16 1994年11月16日～17日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

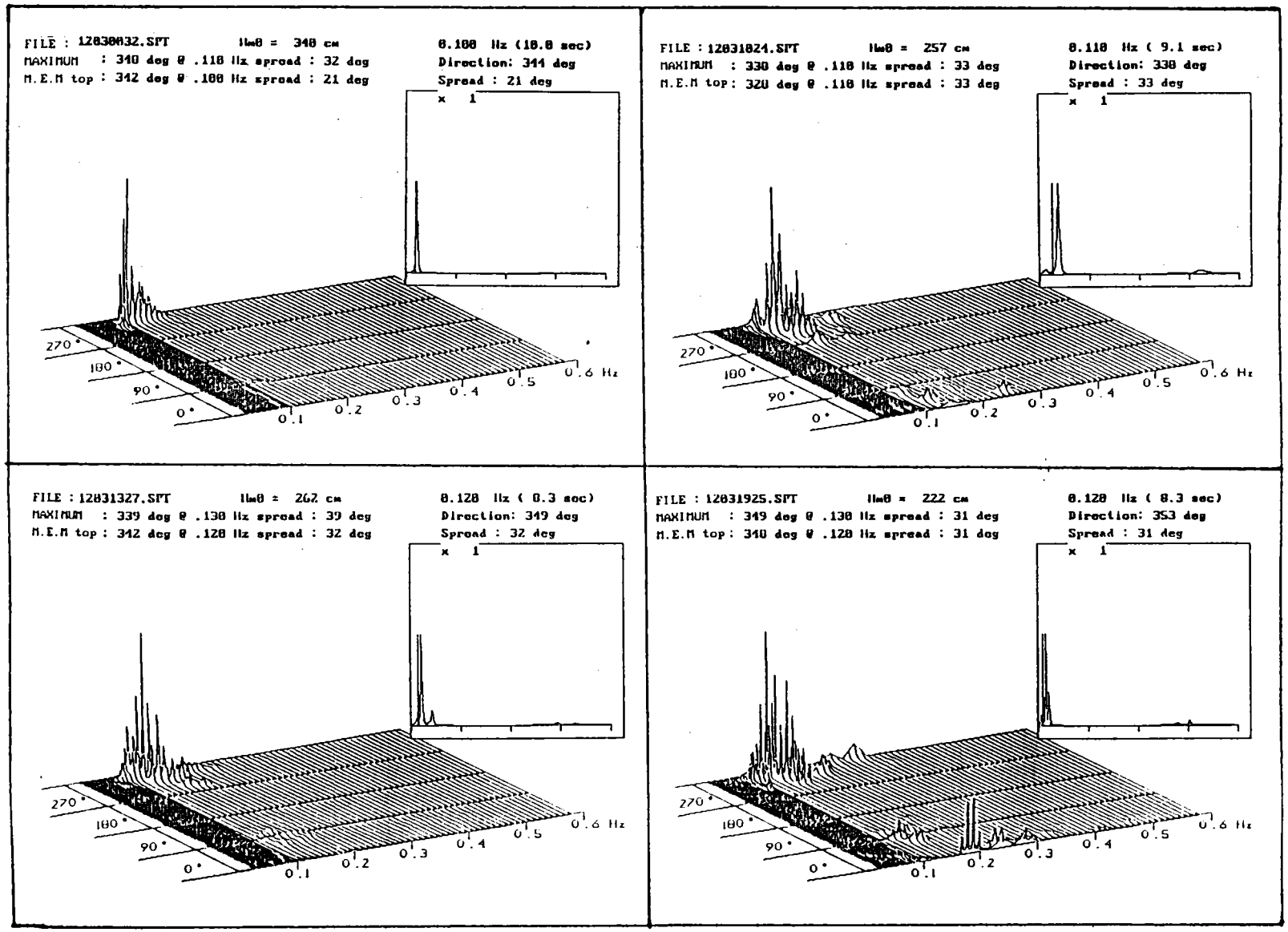


圖 B-17　1994年12月3日～4日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

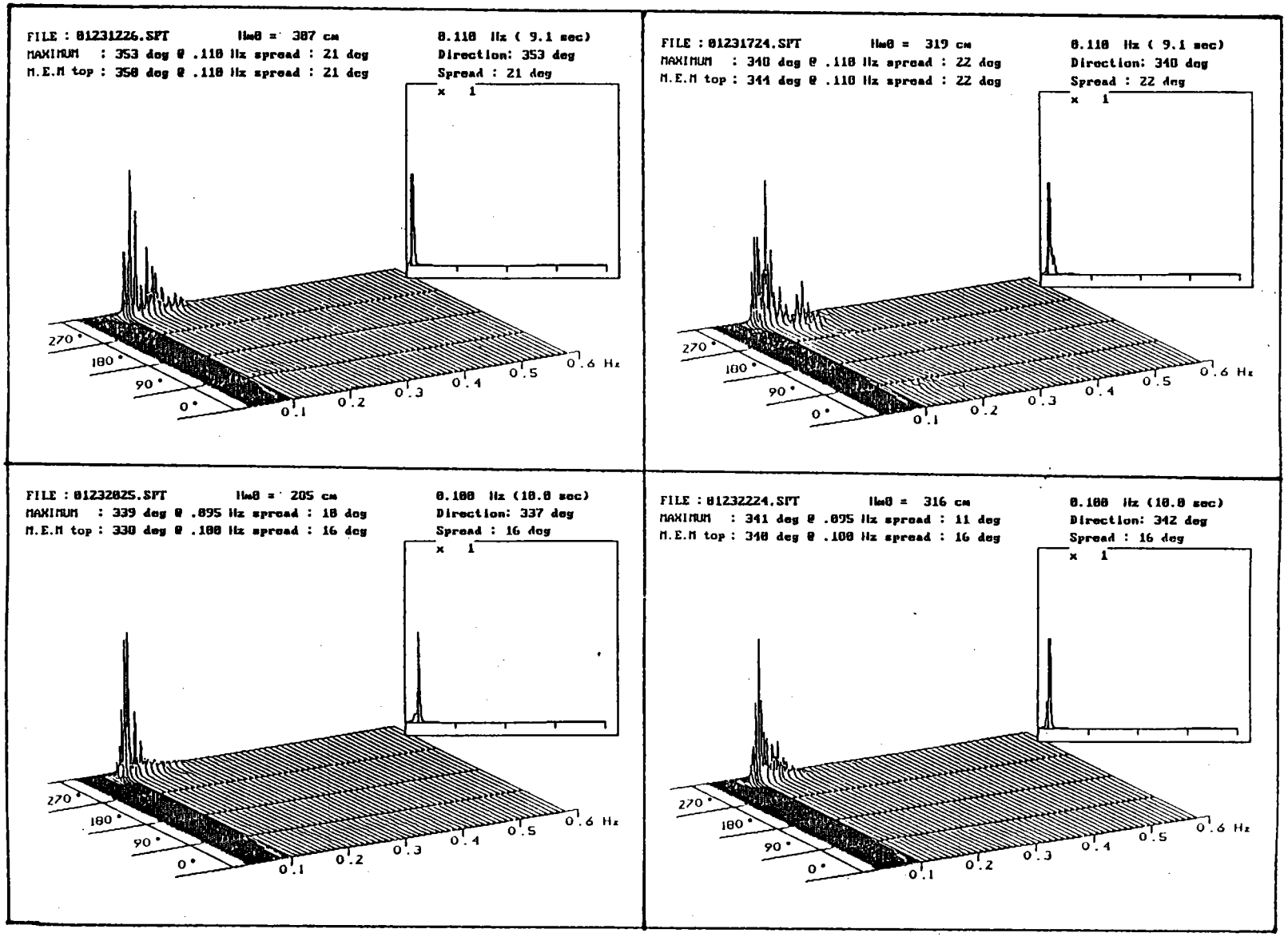


圖 B-18 1995年1月23日～24日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

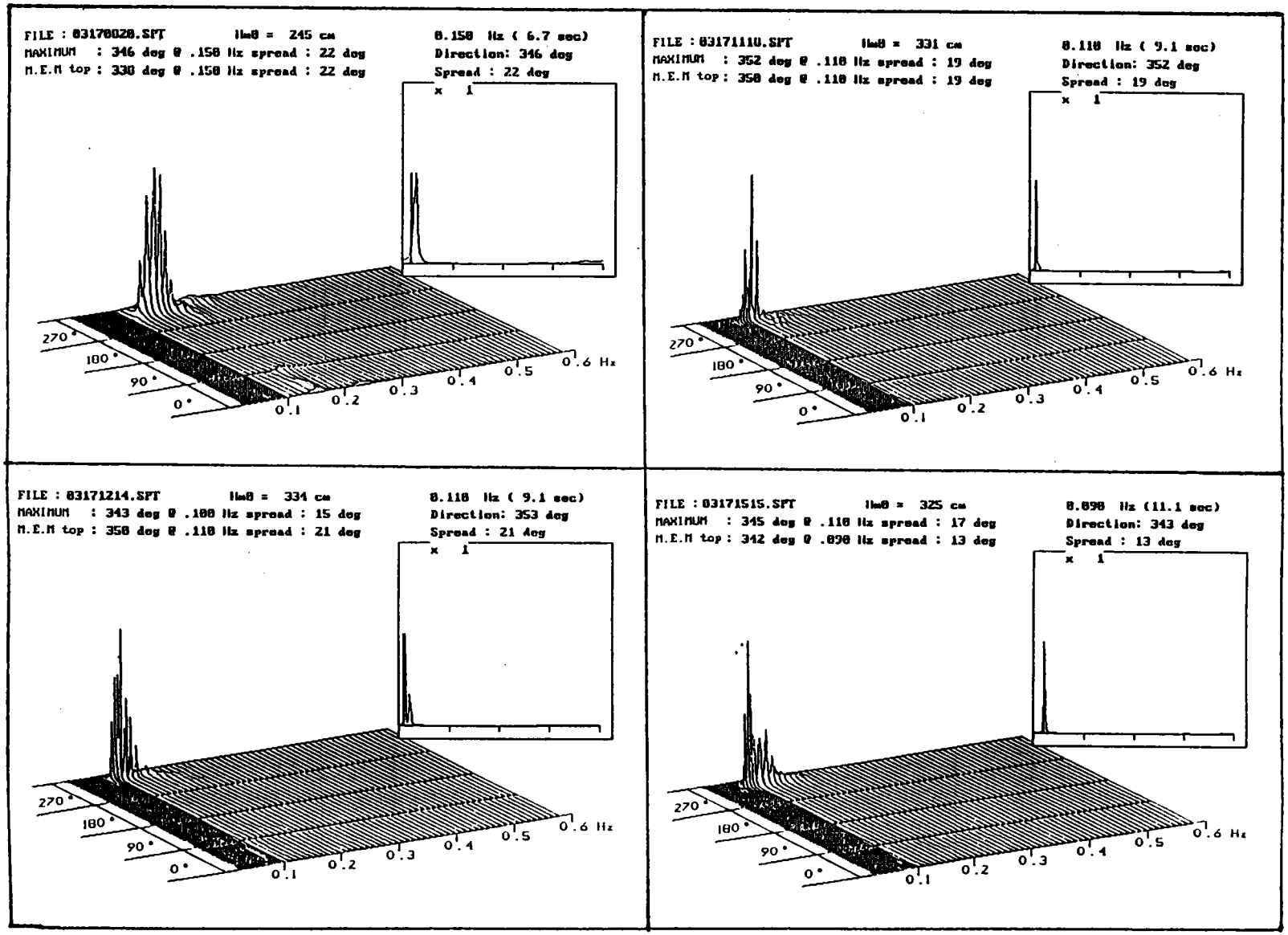


圖 B-19　1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

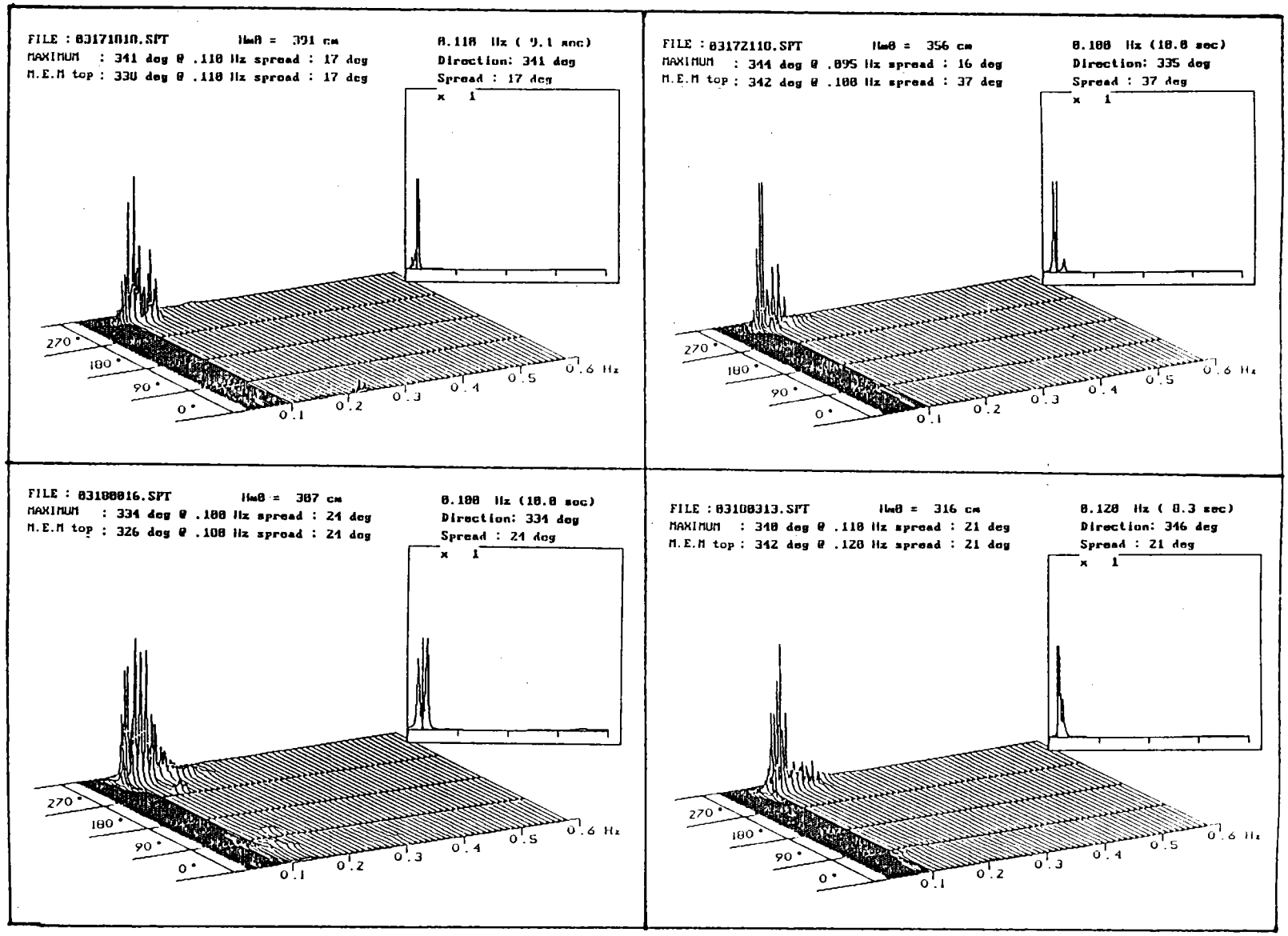


圖 B-19(續) 1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

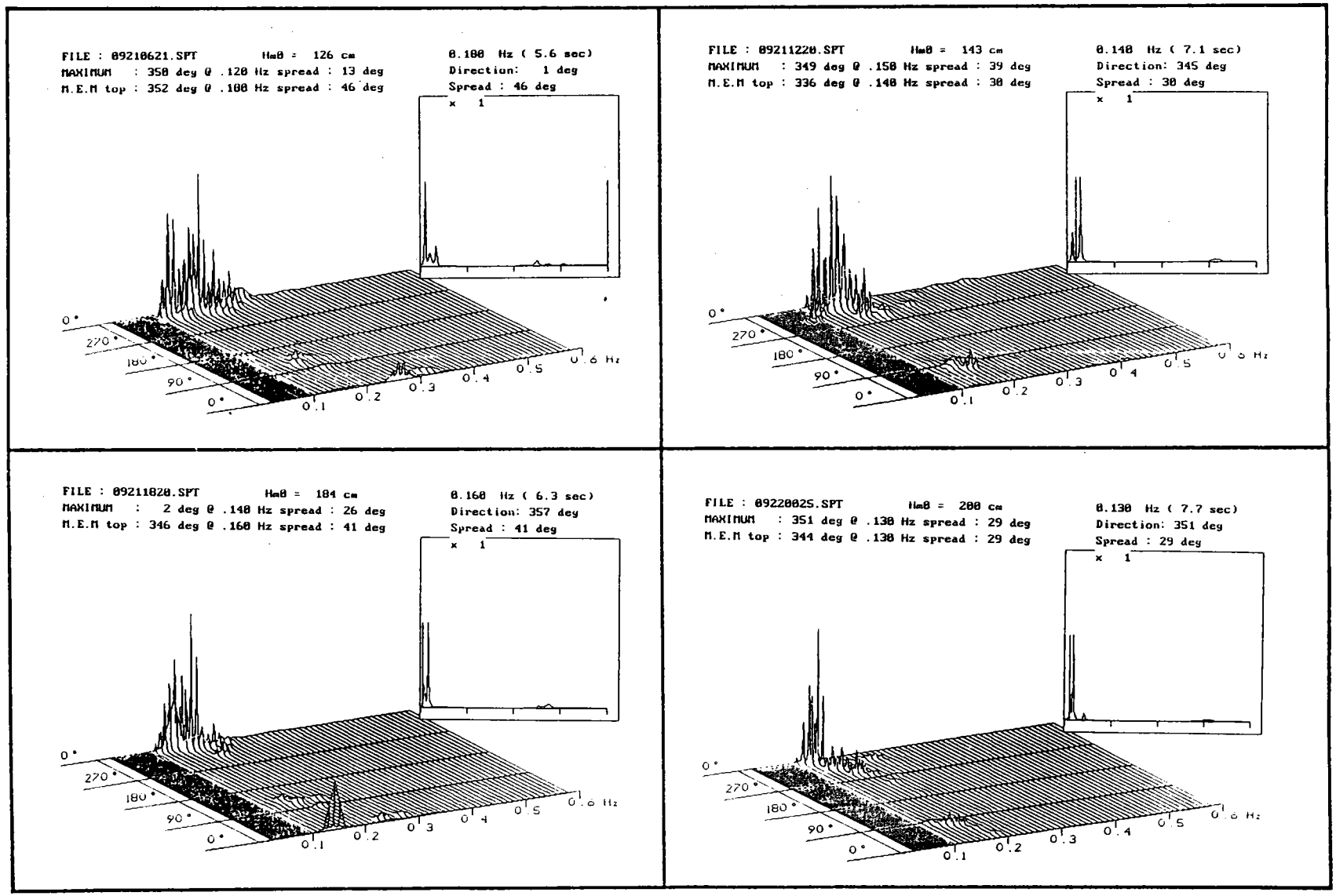


圖 B-20 1995 年 9 月 21 日~23 日賴恩颱風 ST.1 站方向波浪波譜立體圖

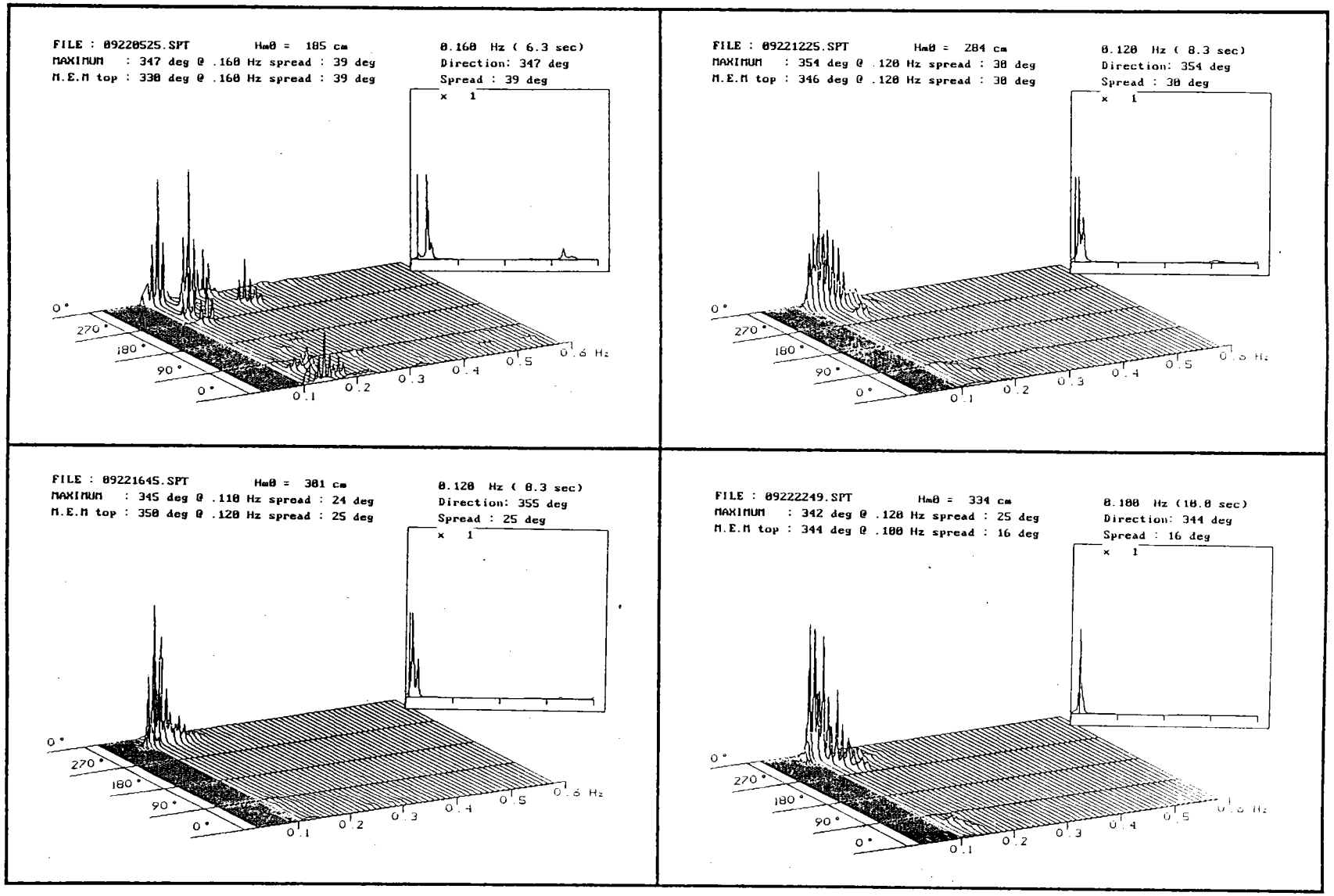


圖 B-20(續) 1995 年 9 月 21 日~23 日賴恩颱風 ST.1 站方向波浪波譜立體圖

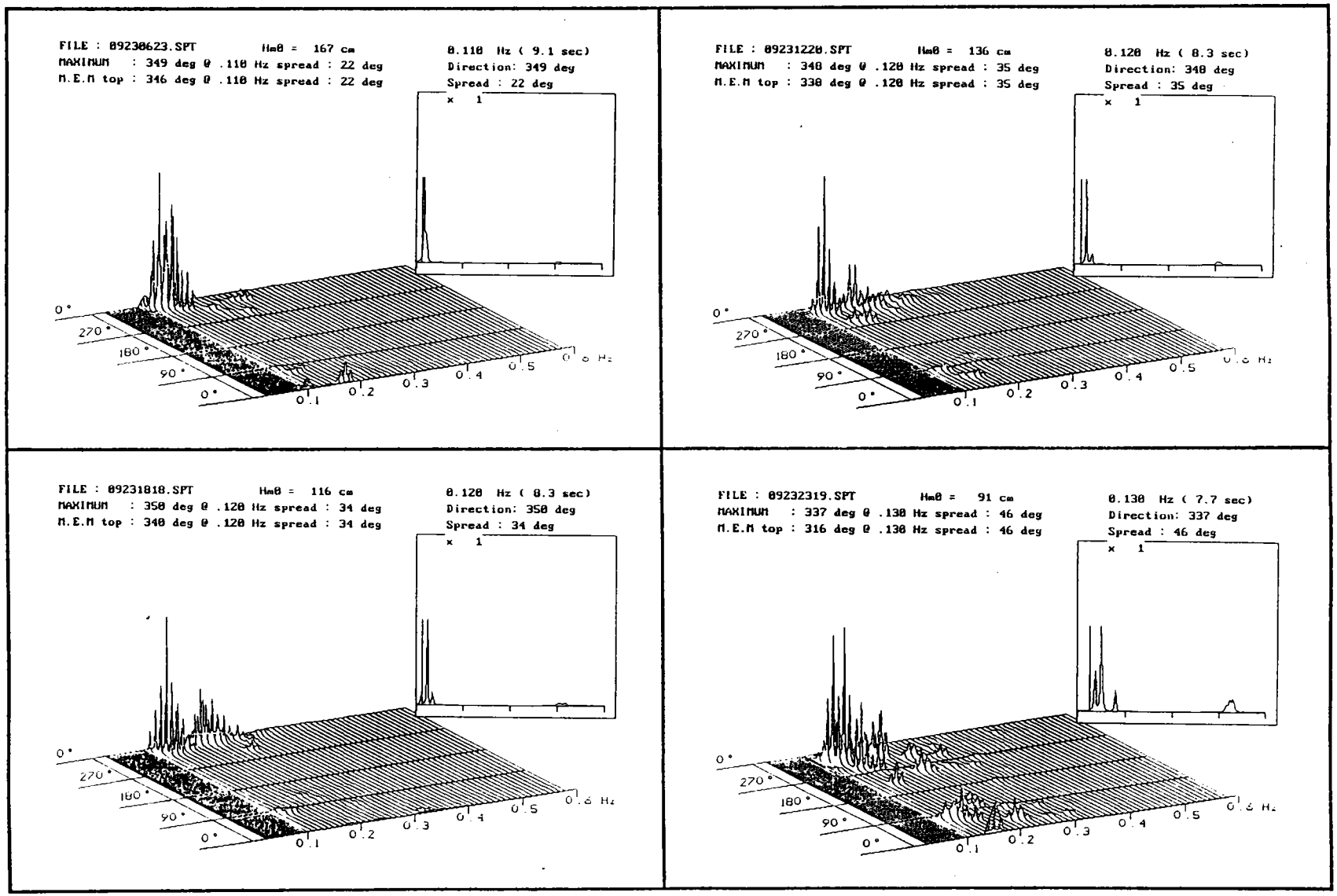


圖 B-20(續) 1995 年 9 月 21 日~23 日賴恩颱風 ST.1 站方向波浪波譜立體圖

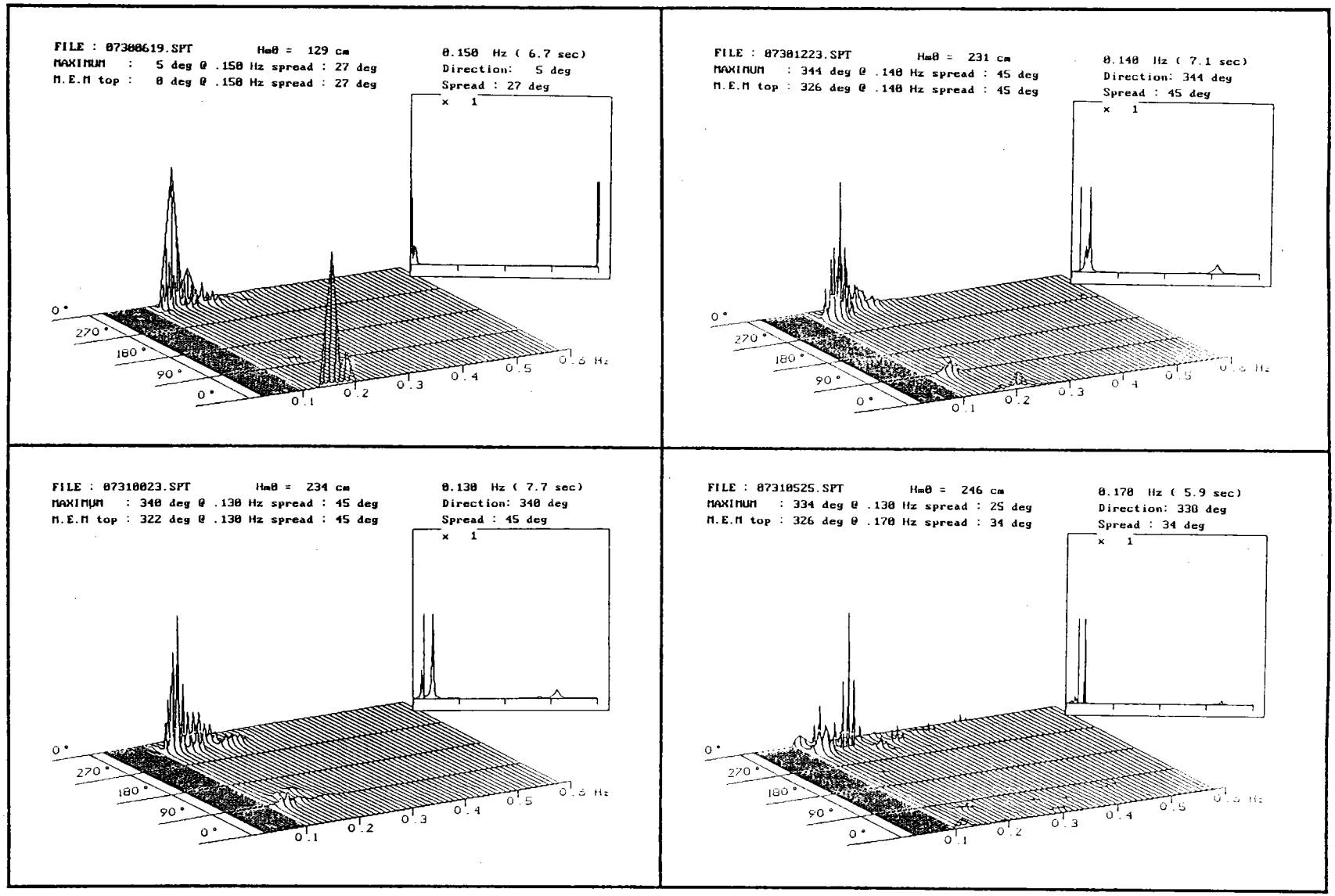


圖 B-21 1996 年 7 月 30 日~8 月 1 日賀伯颱風 ST.1 站方向波浪波譜立體圖

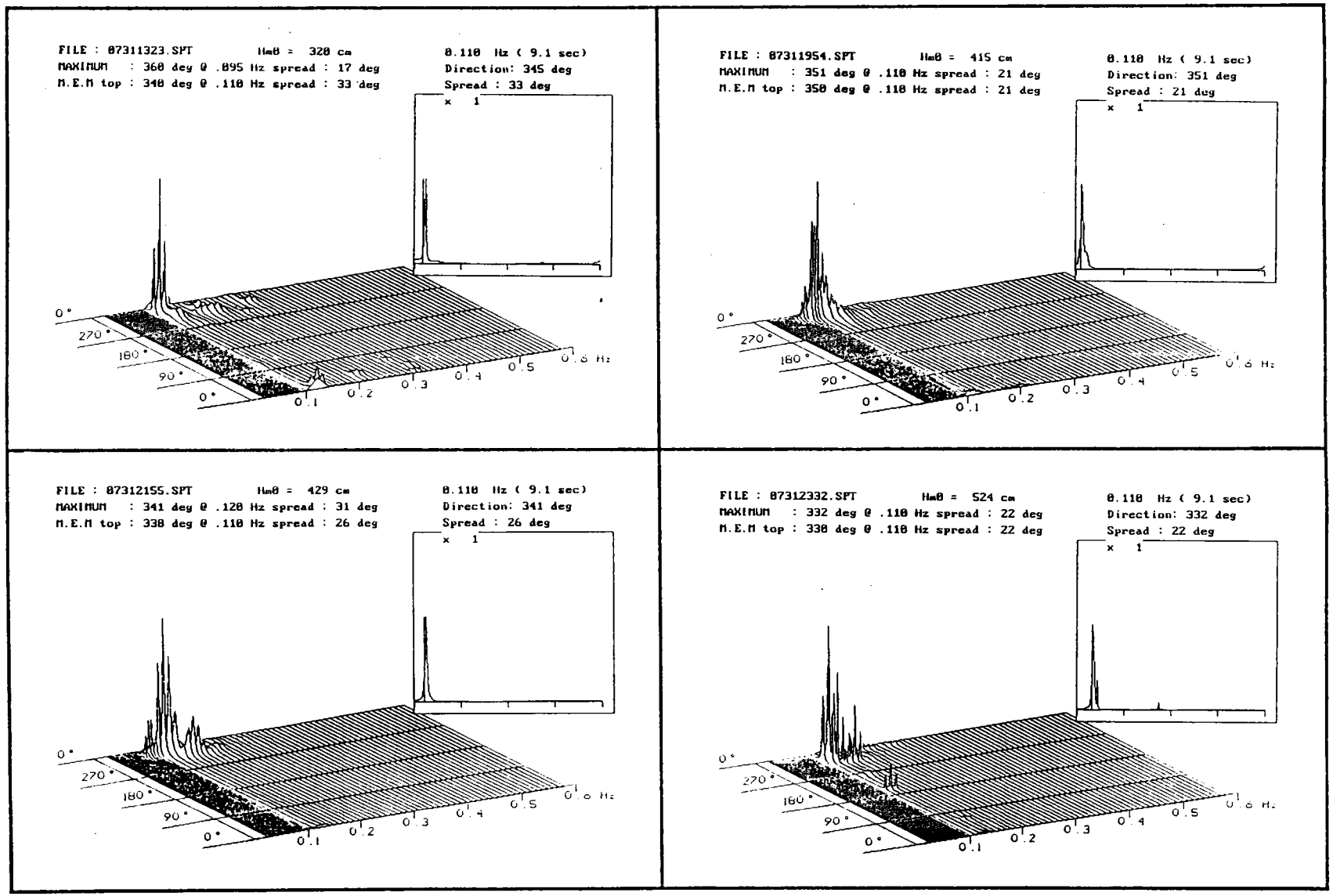


圖 B-21(續) 1996 年 7 月 30 日~8 月 1 日賀伯颱風 ST.1 站方向波浪波譜立體圖

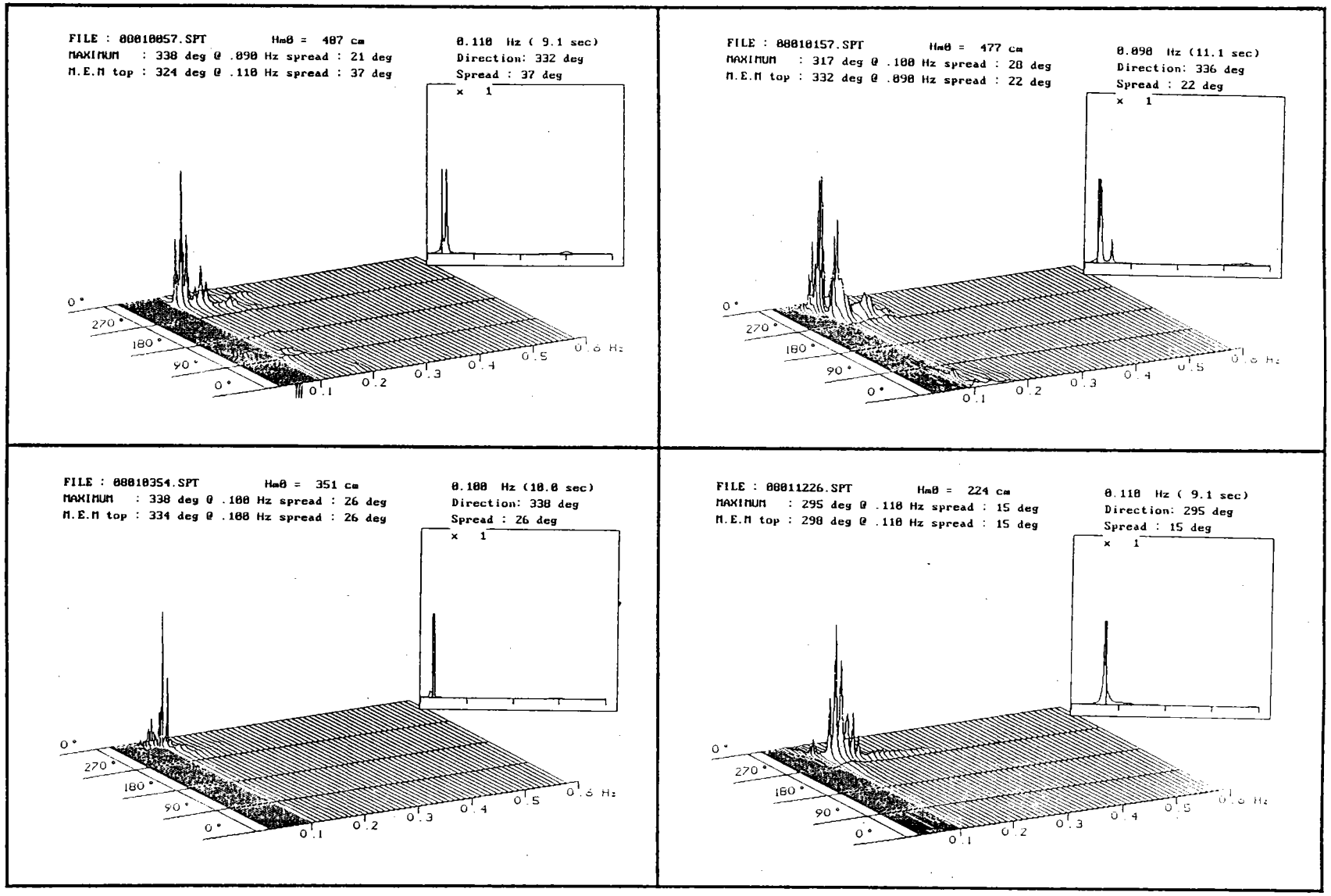


圖 B-21(續) 1996 年 7 月 30 日~8 月 1 日賀伯颱風 ST.1 站方向波浪波譜立體圖

附錄 C

海流累進向量圖

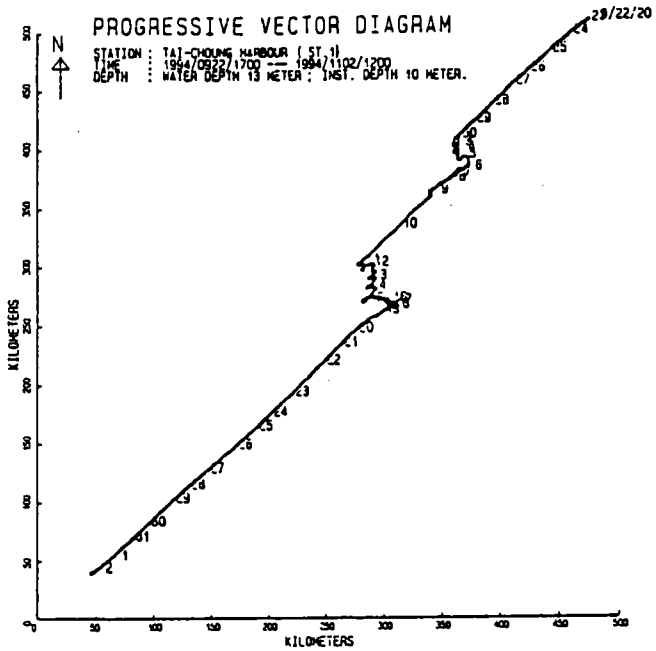


圖 C-1 ST.1 觀測站海流累進向量圖

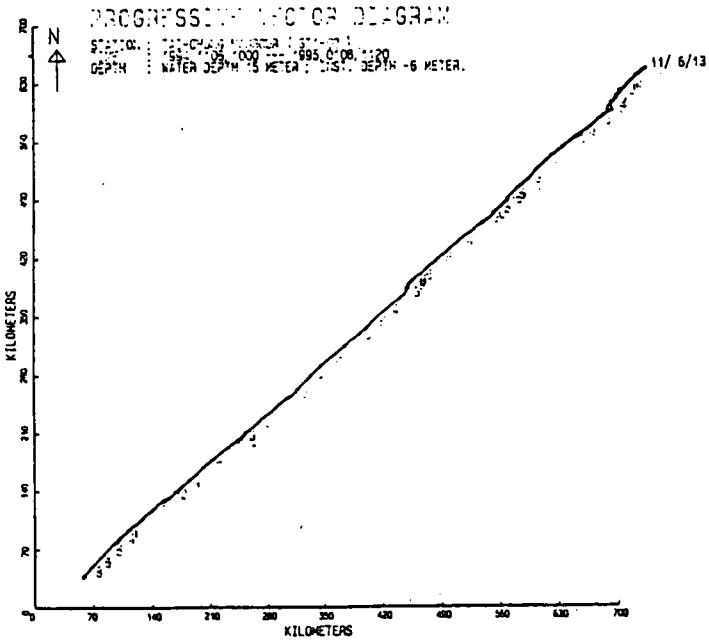


圖 C-2 ST.1 觀測站海流累進向量圖

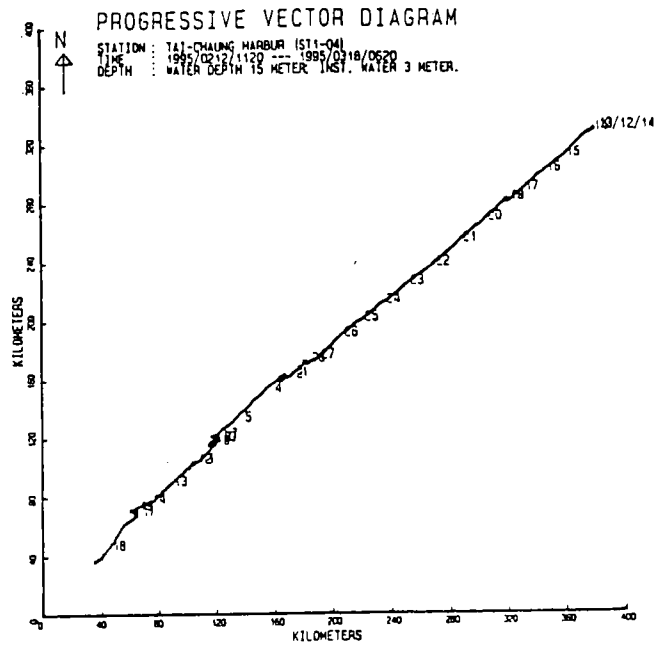


圖 C-3 ST.1 觀測站海流累進向量圖

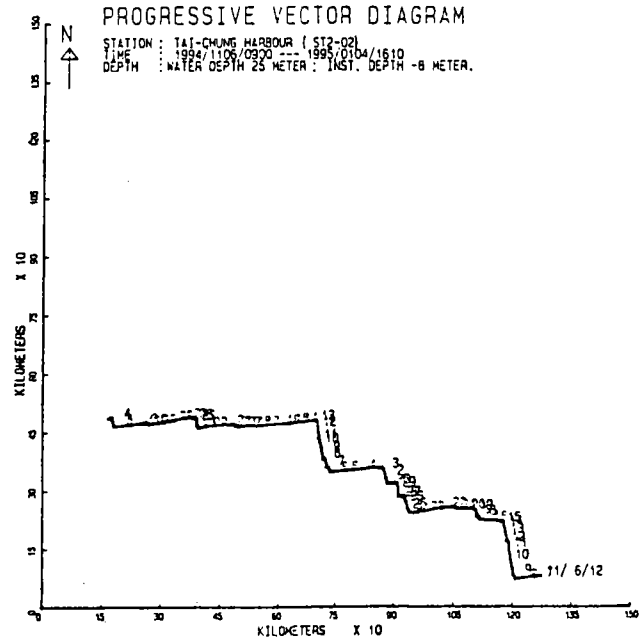


圖 C-4 ST.2 觀測站海流累進向量圖

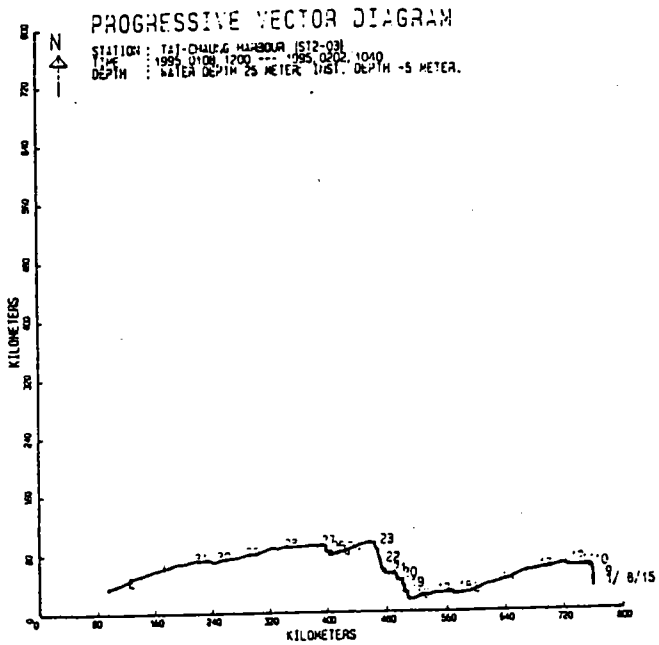


圖 C-5 ST.2 觀測站海流累進向量圖

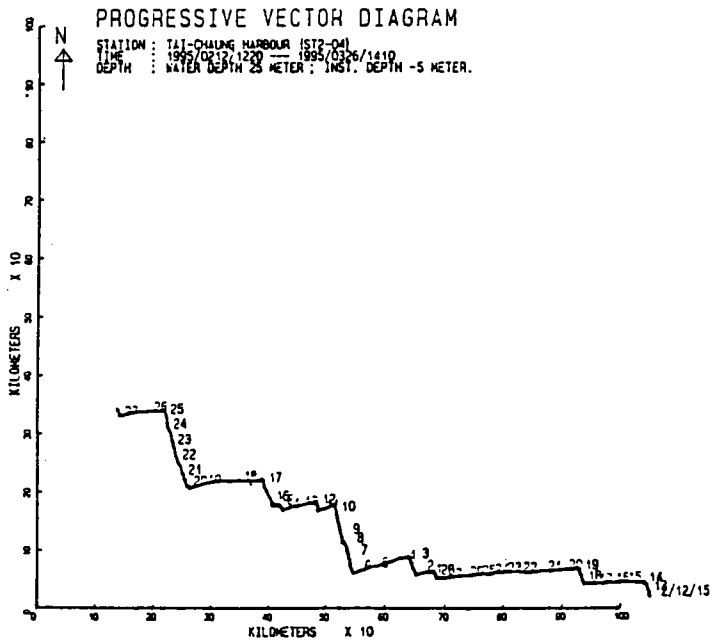


圖 C-6 ST.2 觀測站海流累進向量圖

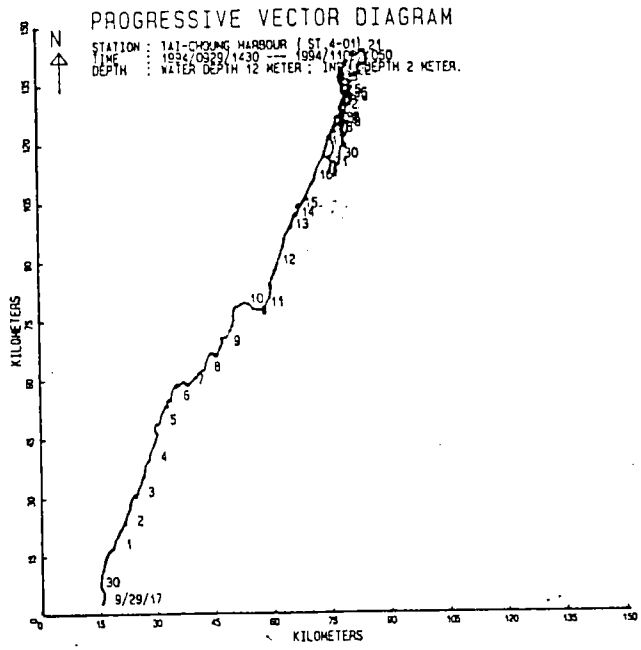


圖 C-7 ST.4 觀測站海流累進向量圖

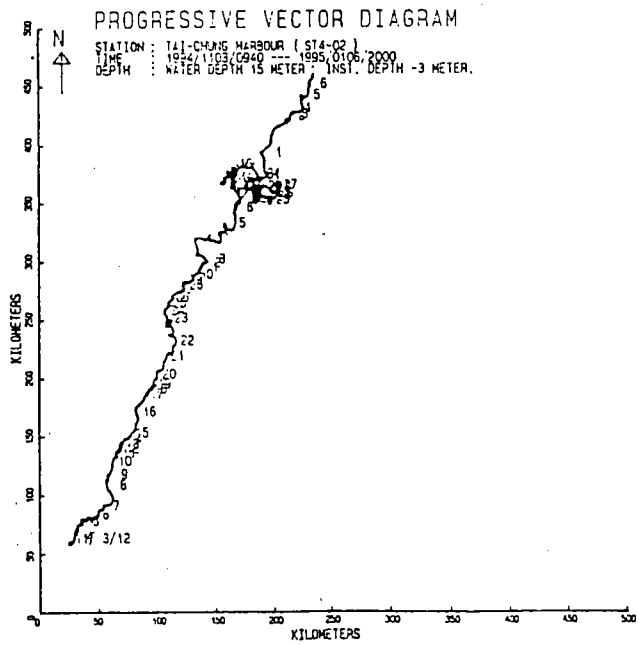


圖 C-8 ST.4 觀測站海流累進向量圖

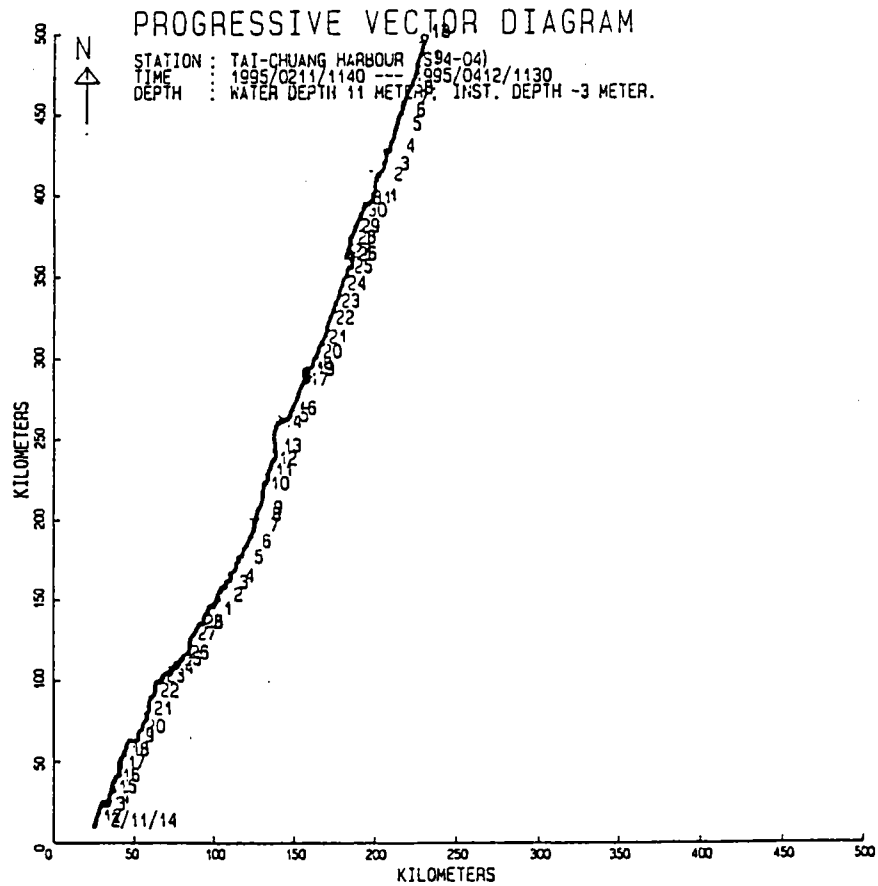


圖 C-9 ST.4 觀測站海流累進向量圖

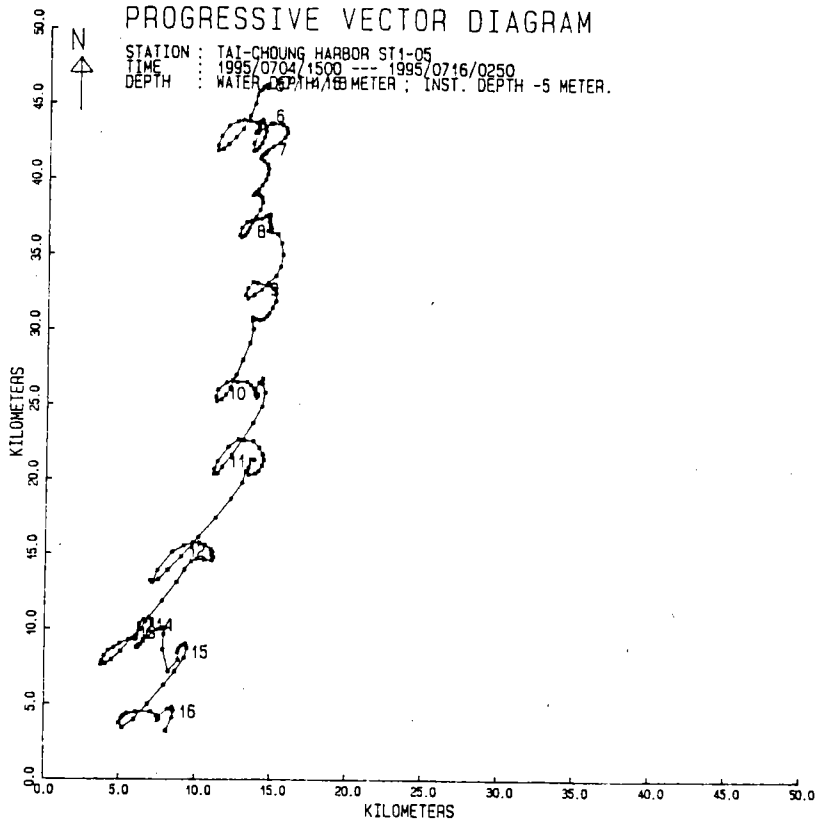


圖 C-10 ST.1 觀測站海流累進向量圖

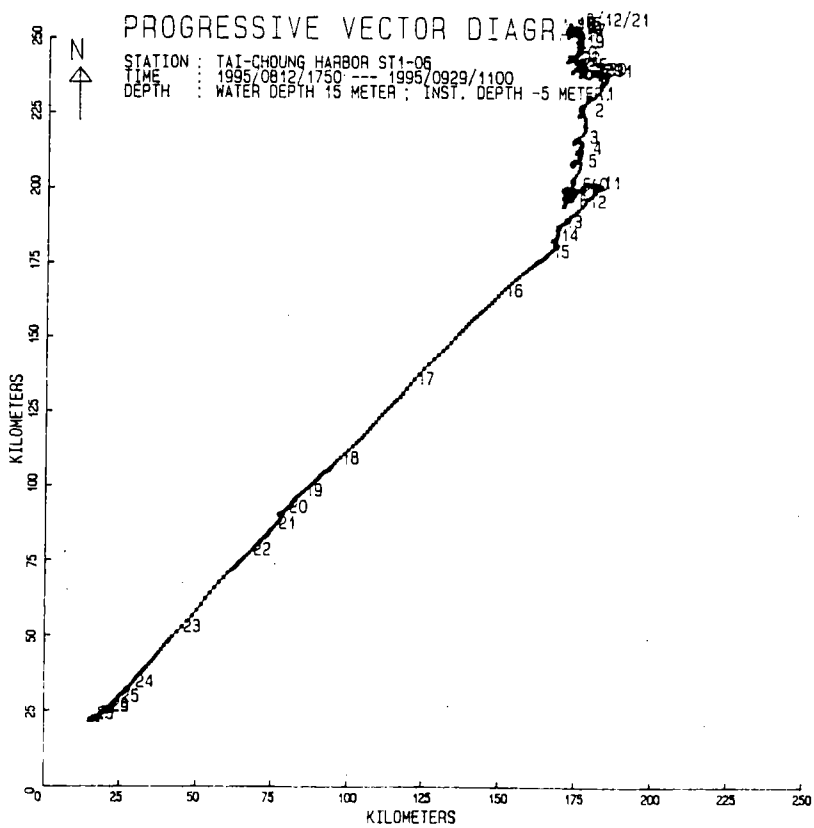


圖 C-11 ST.1 觀測站海流累進向量圖

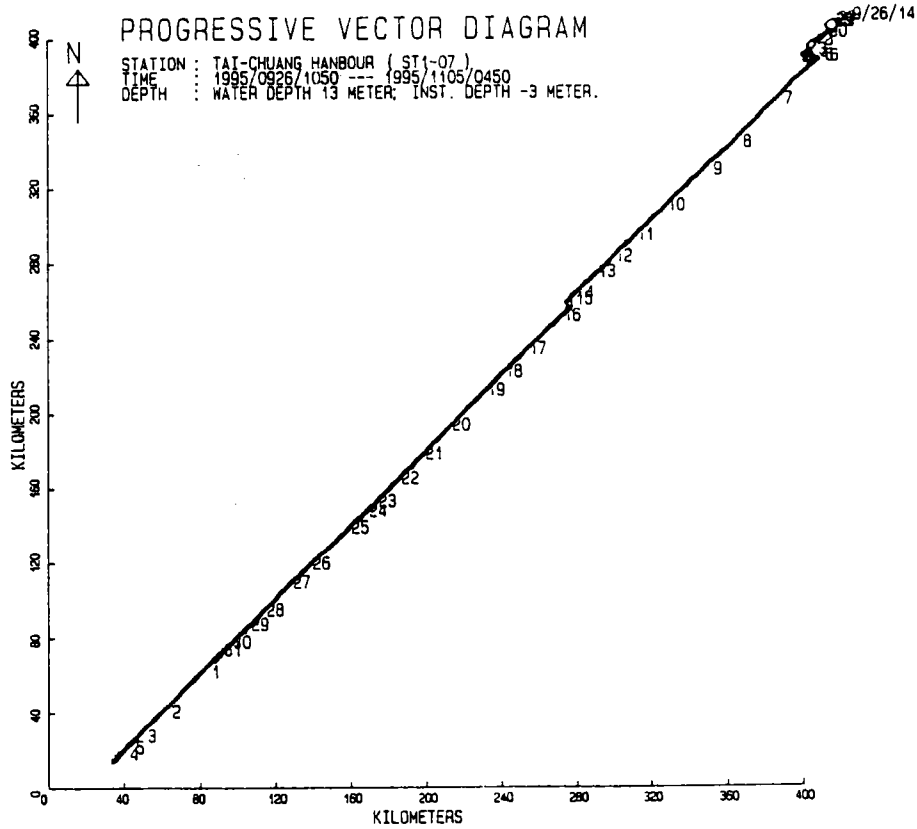


圖 C-12 ST.1 觀測站海流累進向量圖

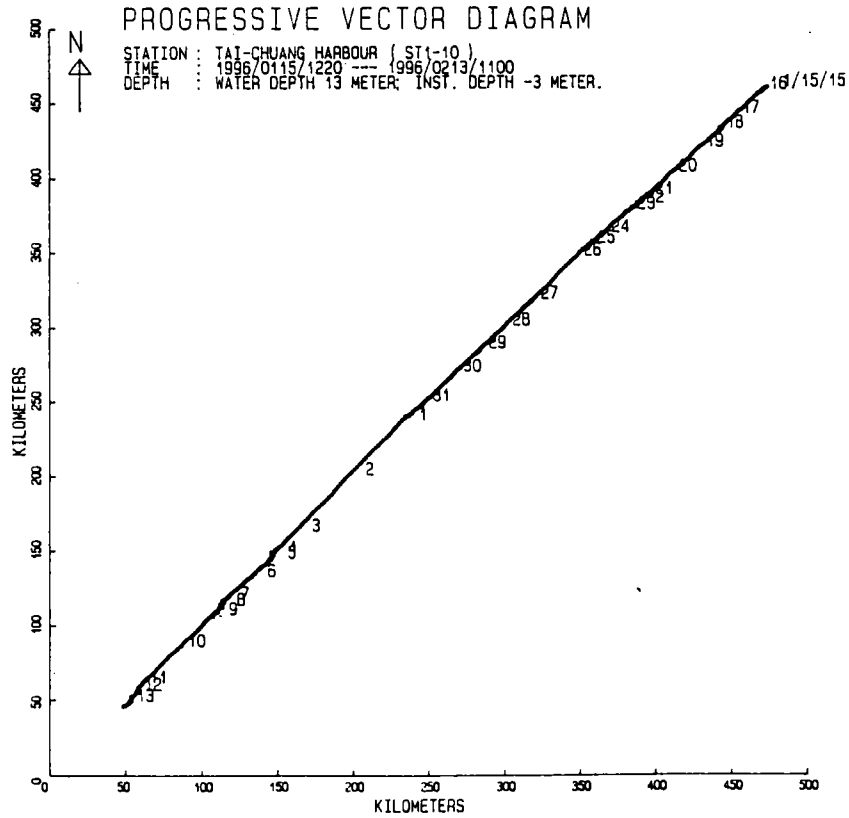


圖 C-13 ST.1 觀測站海流累進向量圖

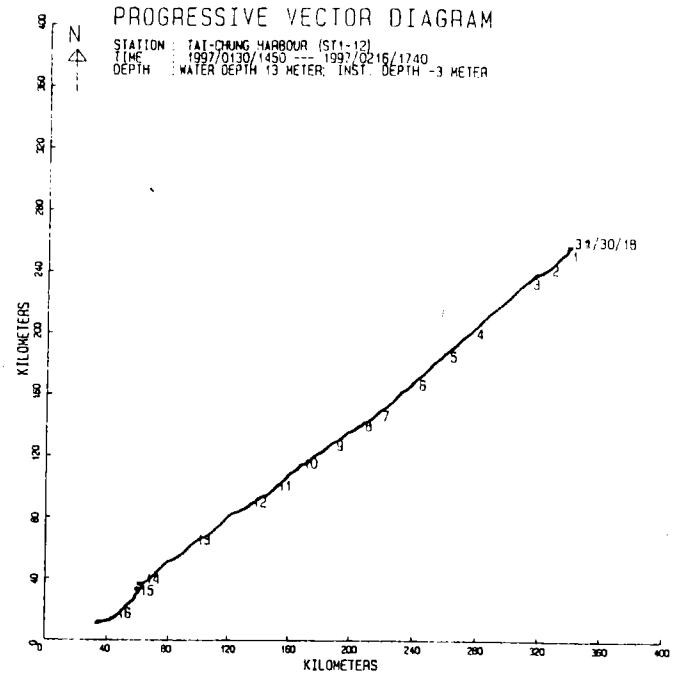


圖 C-14 ST.1 觀測站海流累進向量圖

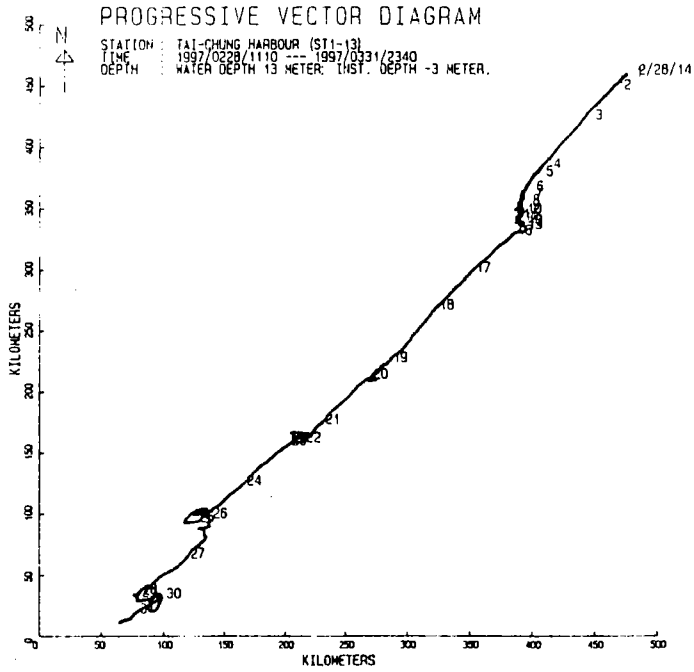


圖 C-15 ST.1 觀測站海流累進向量圖

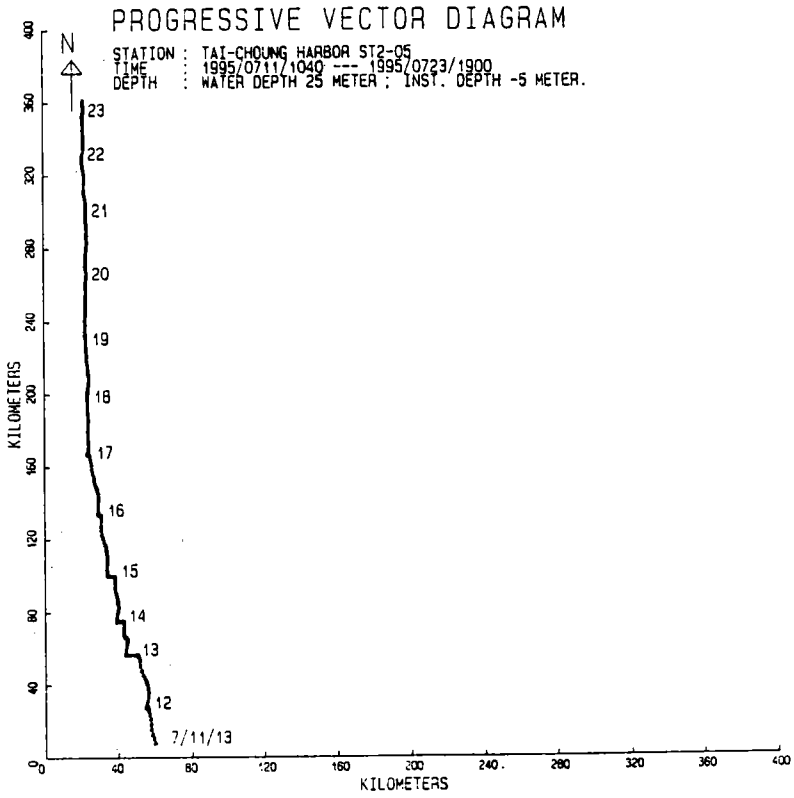


圖 C-16 ST.2 觀測站海流累進向量圖

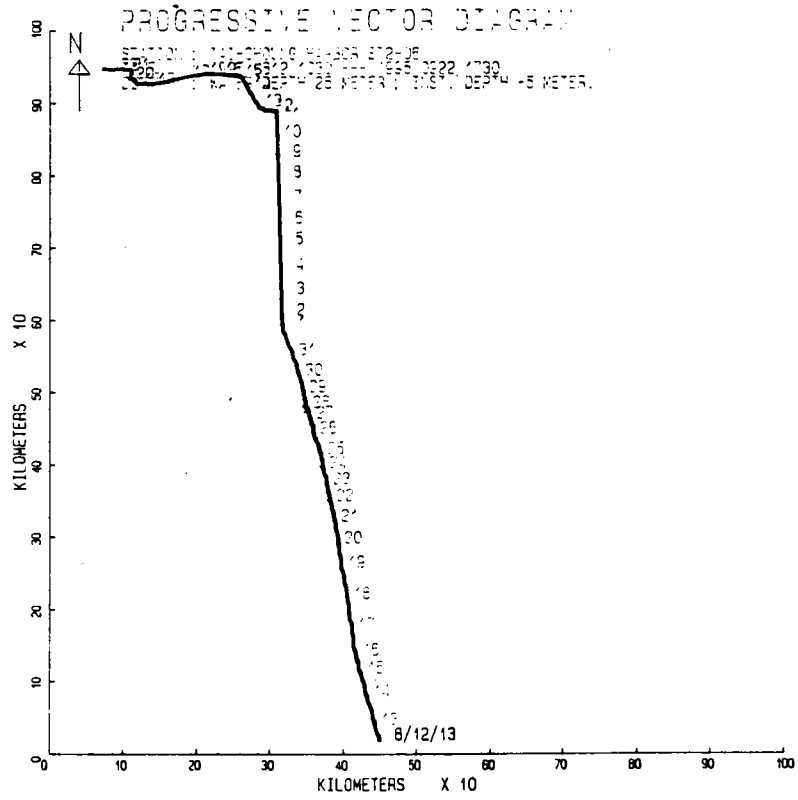


圖 C-17 ST.2 觀測站海流累進向量圖

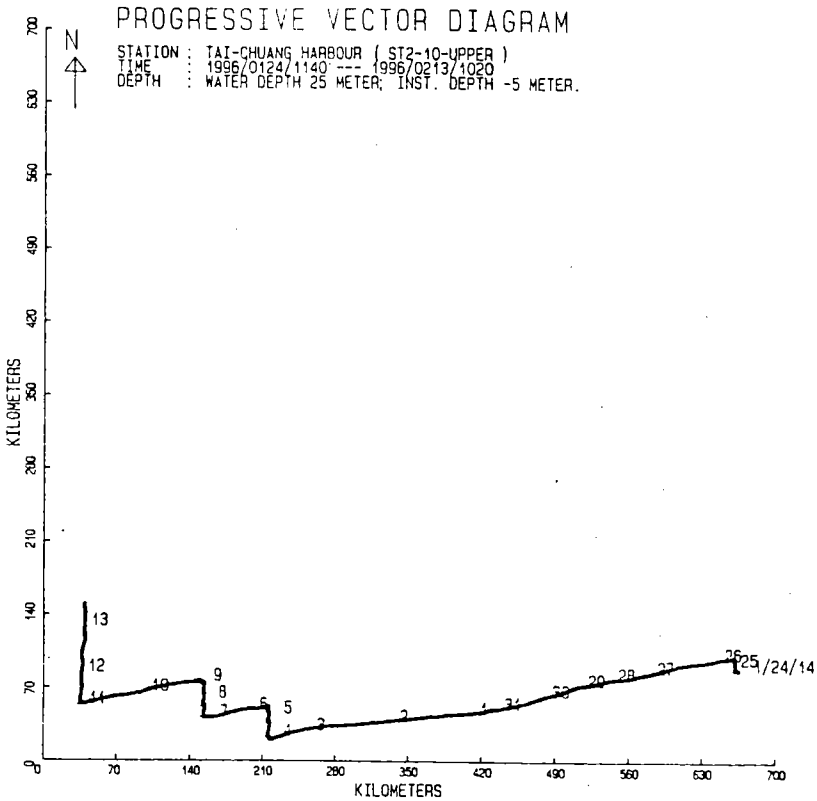


圖 C-18 ST.2 觀測站海流累進向量圖

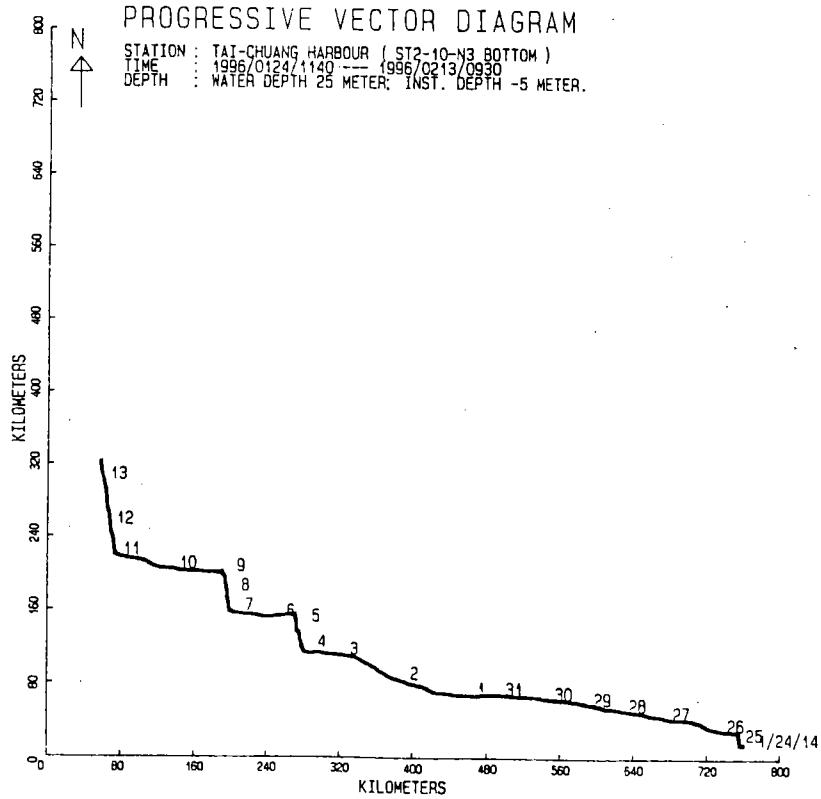


圖 C-19 ST.2 觀測站海流累進向量圖

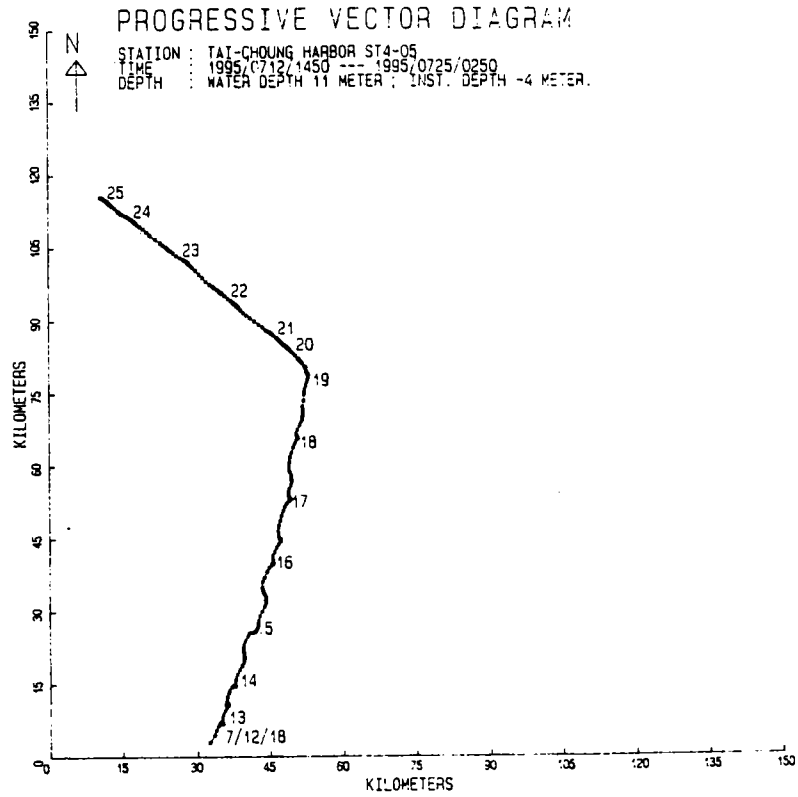


圖 C-20 ST.4 觀測站海流累進向量圖

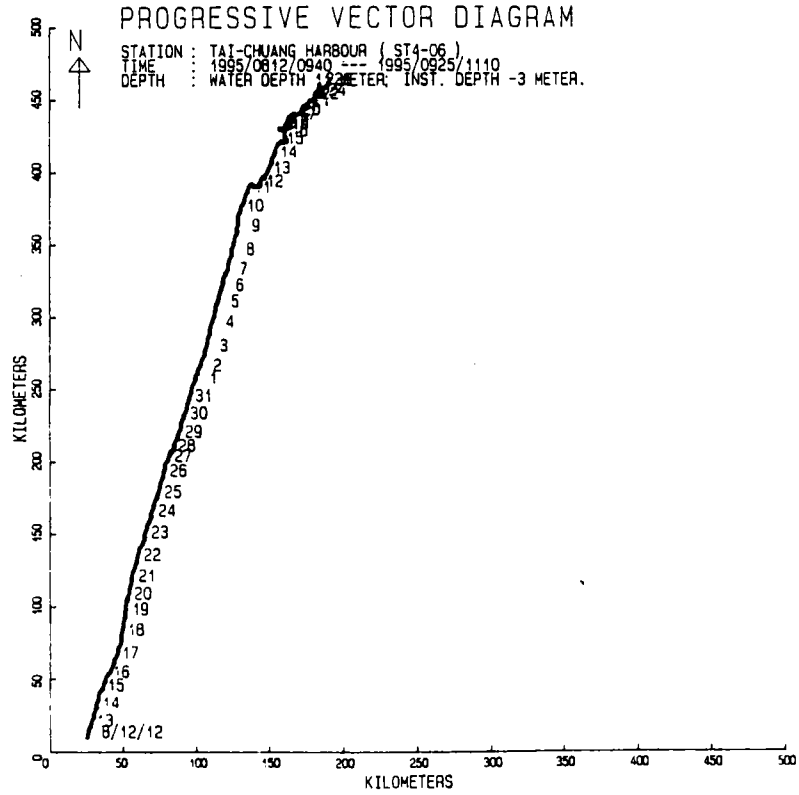


圖 C-21 ST.4 觀測站海流累進向量圖

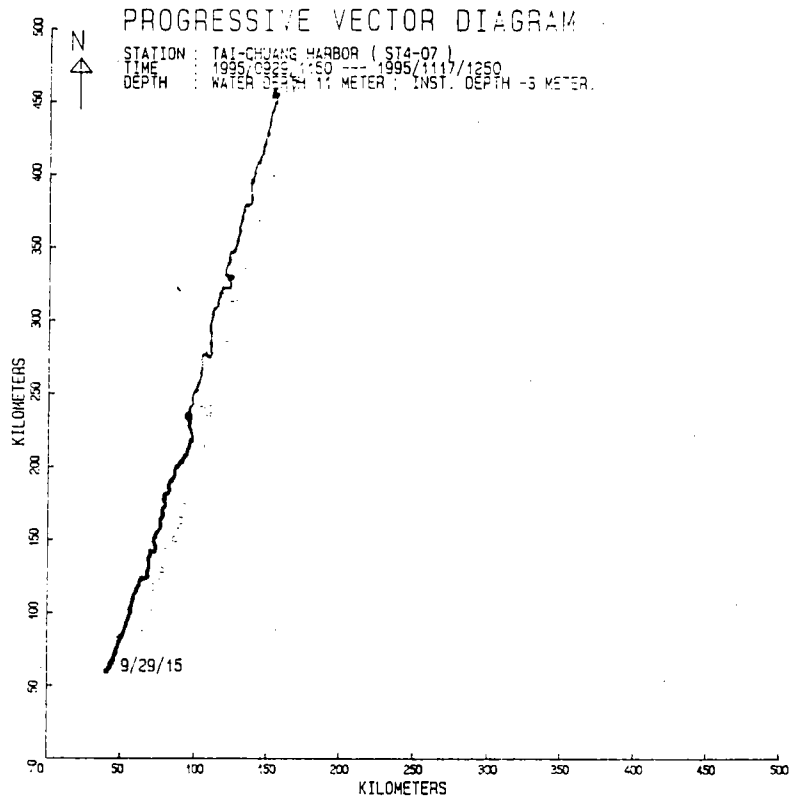


圖 C-22　ST.4 觀測站海流累進向量圖

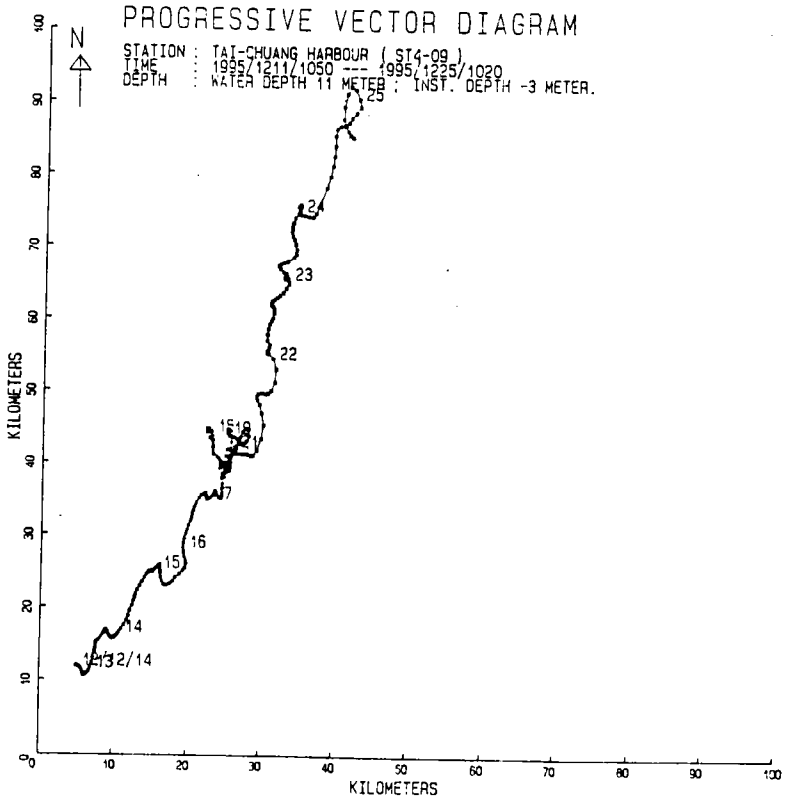


圖 C-23　ST.4 觀測站海流累進向量圖

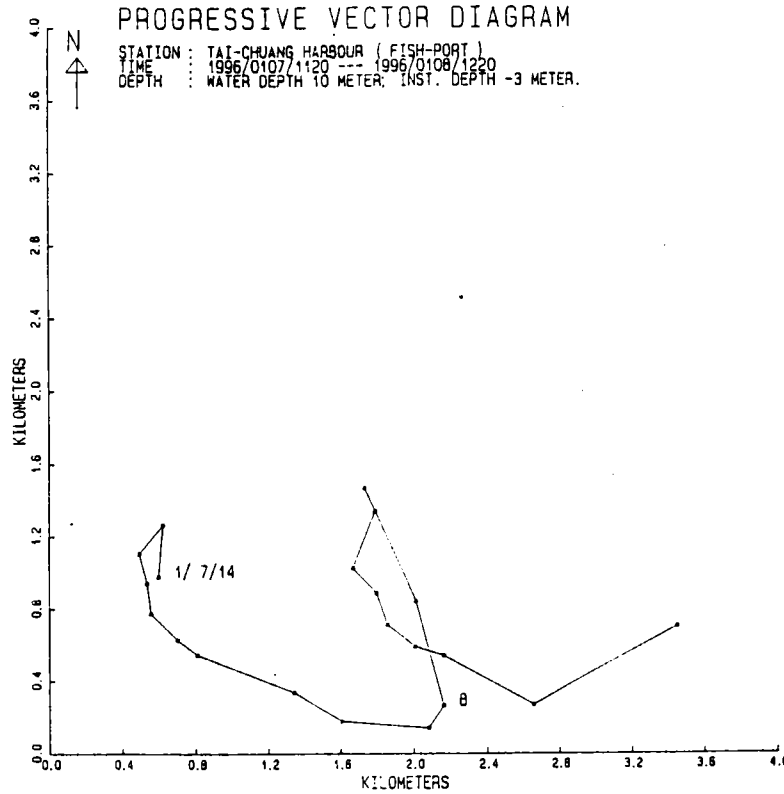


圖 C-24　漁港口附近海流累進向量圖

附　錄　D

海流能譜圖

current of Tai-Chiang st1. 1994/09

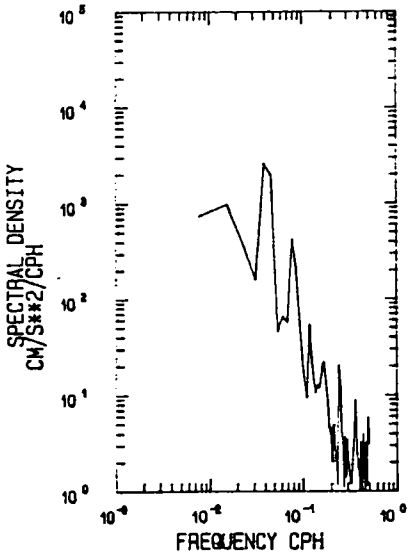


圖 D-1 台中港 ST.1 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st1. 1994/10

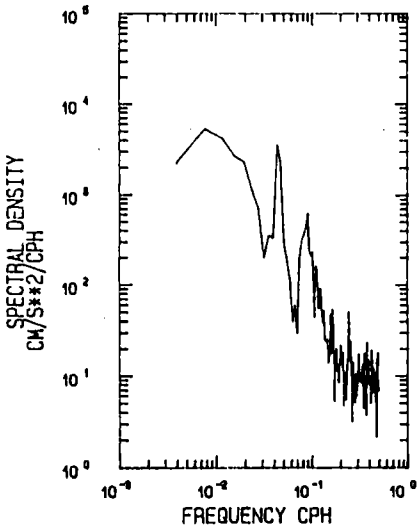


圖 D-2 台中港 ST.1 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st1 1994/11

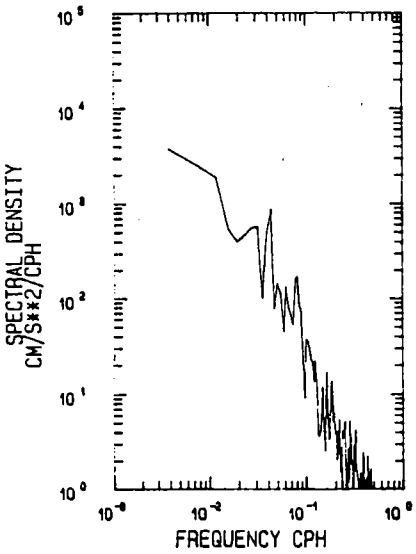


圖 D-3 台中港 ST.1 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st1 1994/12

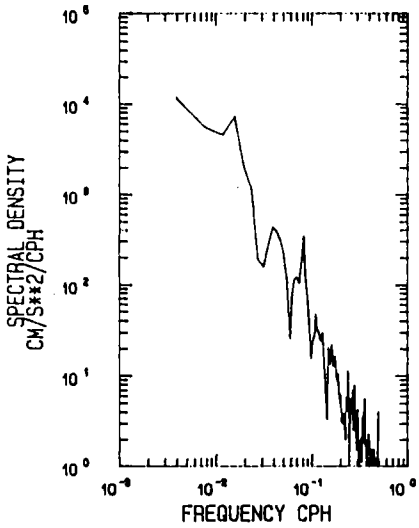


圖 D-4 台中港 ST.1 站海流能譜圖

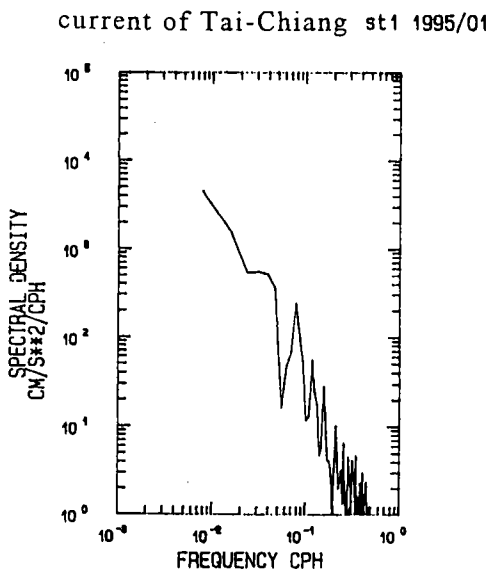


圖 D-5 台中港 ST.1 站海流能譜圖

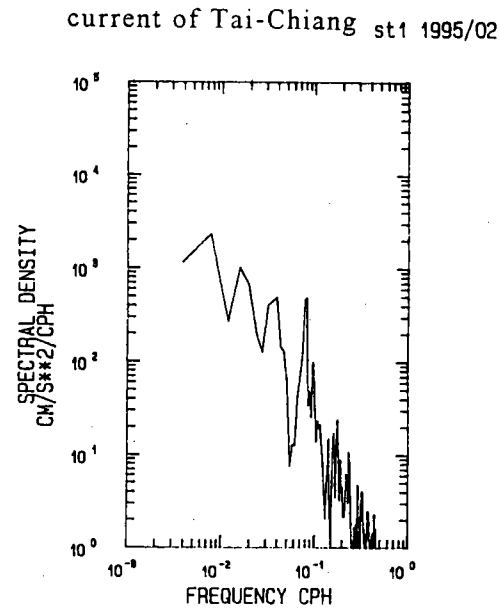


圖 D-6 台中港 ST.1 站海流能譜圖

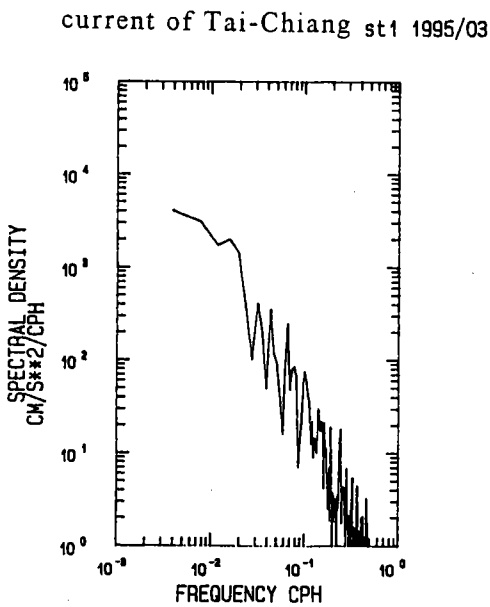


圖 D-7 台中港 ST.1 站海流能譜圖

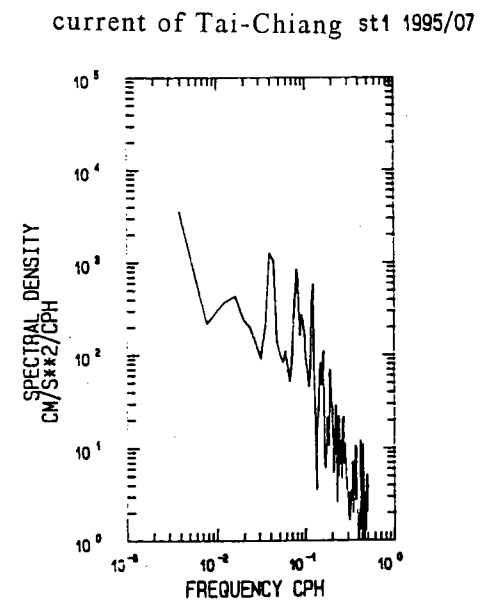


圖 D-8 台中港 ST.1 站海流能譜圖

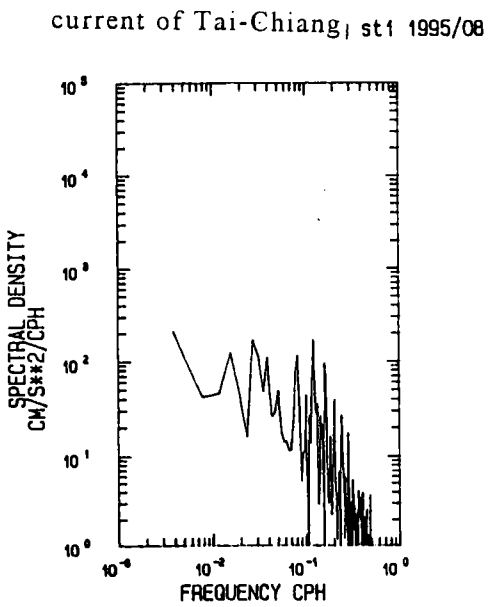


圖 D-9 台中港 ST.1 站海流能譜圖

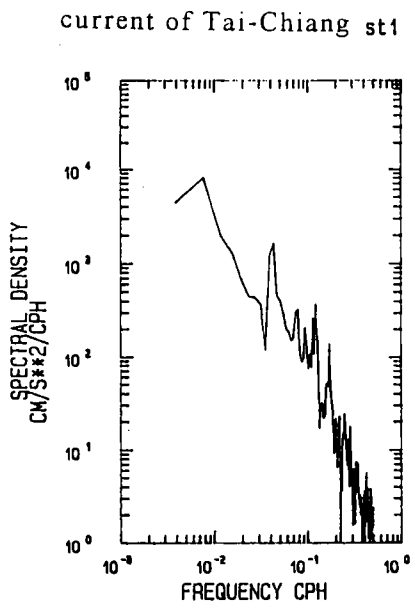


圖 D-10 台中港 ST.1 站海流能譜圖

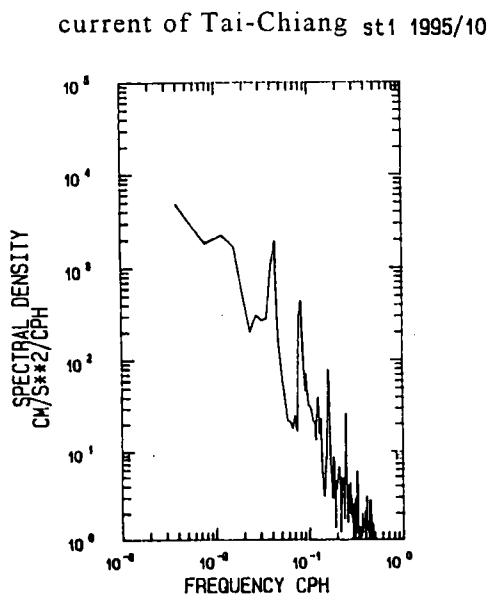


圖 D-11 台中港 ST.1 站海流能譜圖

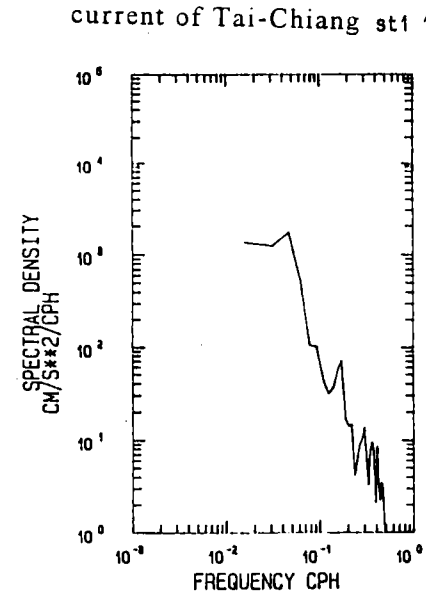


圖 D-12 台中港 ST.1 站海流能譜圖

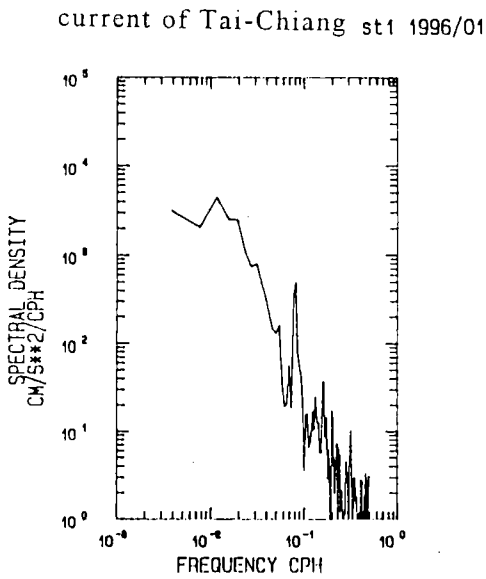


圖 D-13 台中港 ST.1 站海流能譜圖

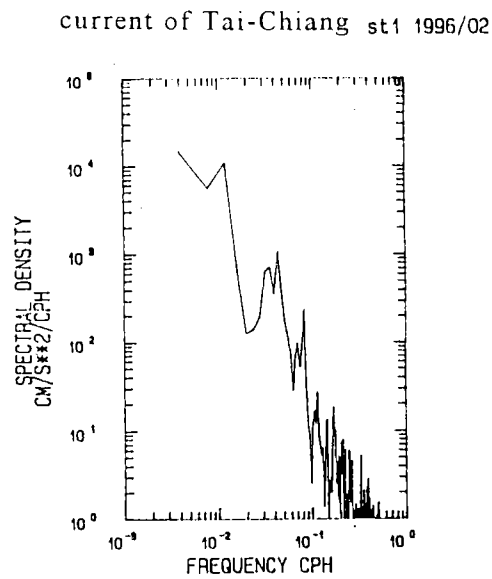


圖 D-14 台中港 ST.1 站海流能譜圖

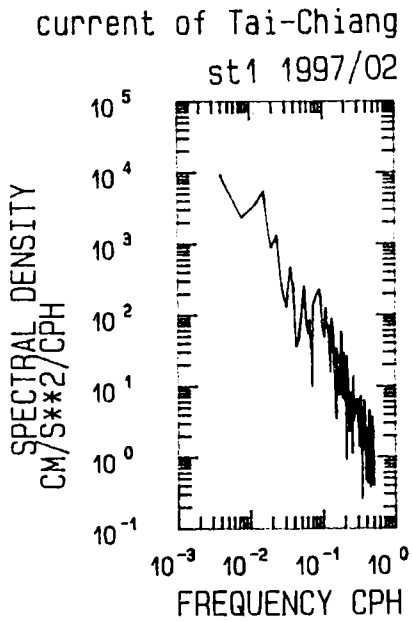


圖 D-15 台中港 ST.1 站海流能譜圖

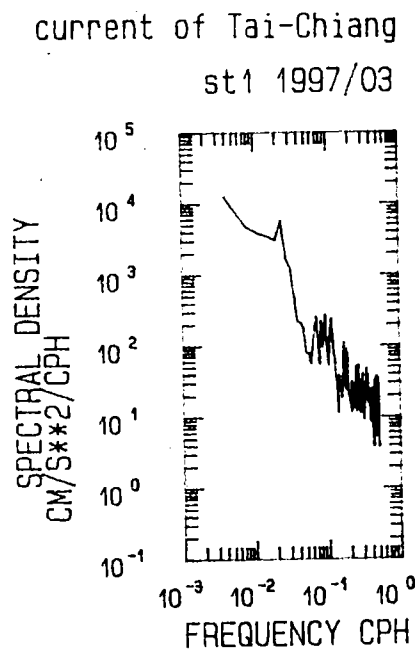


圖 D-16 台中港 ST.1 站海流能譜圖

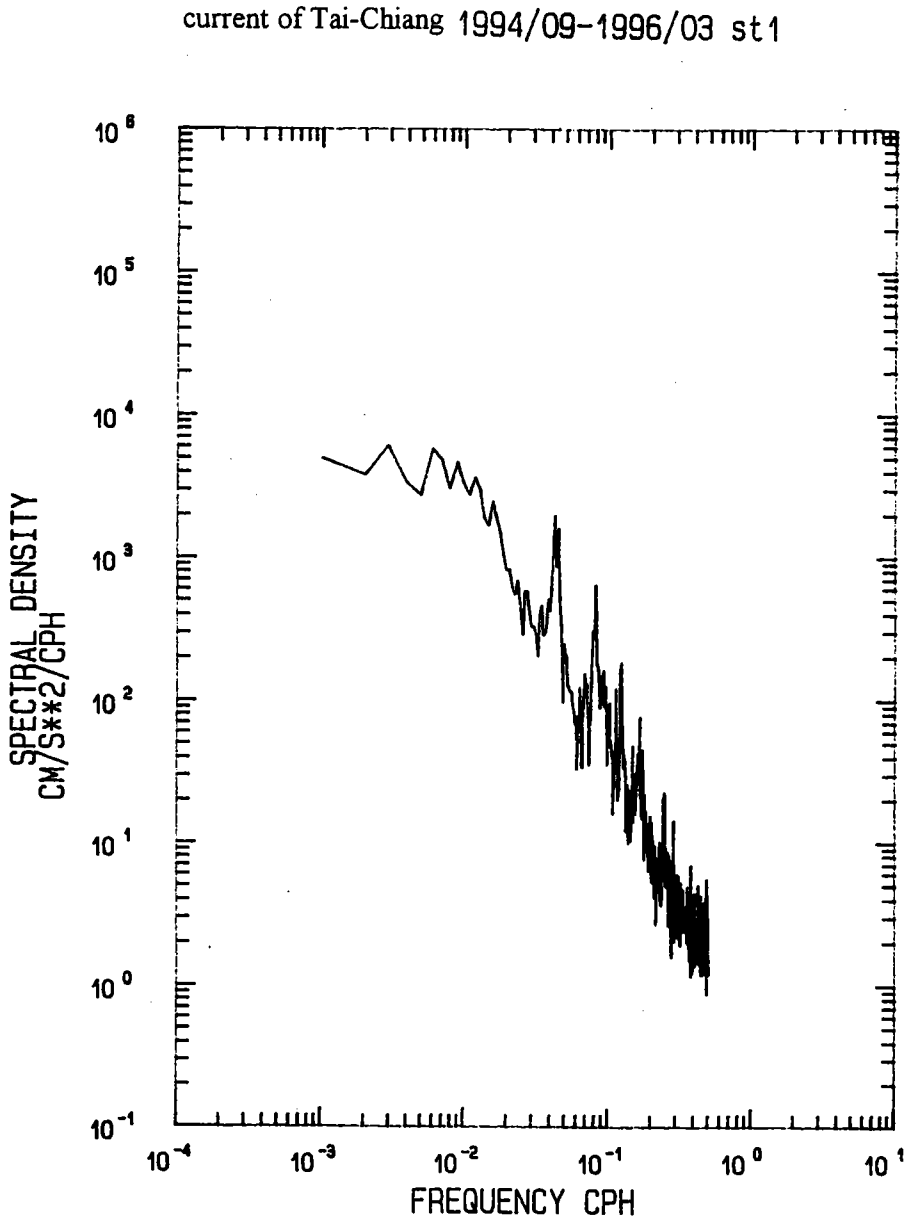


圖 D-17　台中港海流 ST.1 觀測站
83 年 9 月至 85 年 3 月之能譜圖

current of Tai-Chiang st2 1994/10

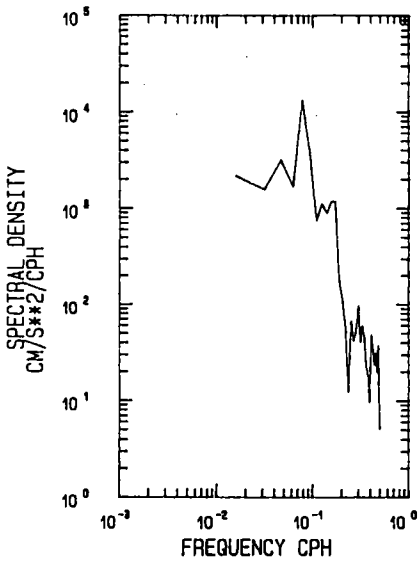


圖 D-18 台中港 ST.2 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st2 1994/11

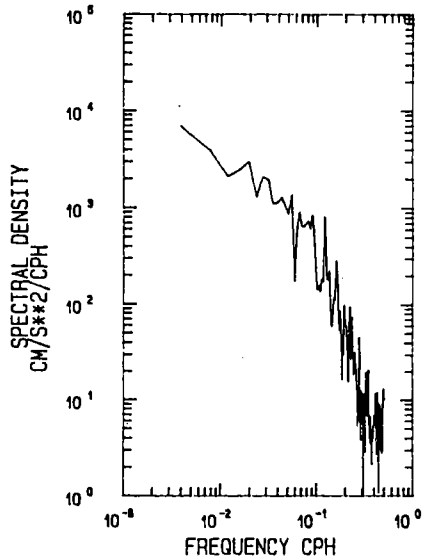


圖 D-19 台中港 ST.2 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st2 1994/12

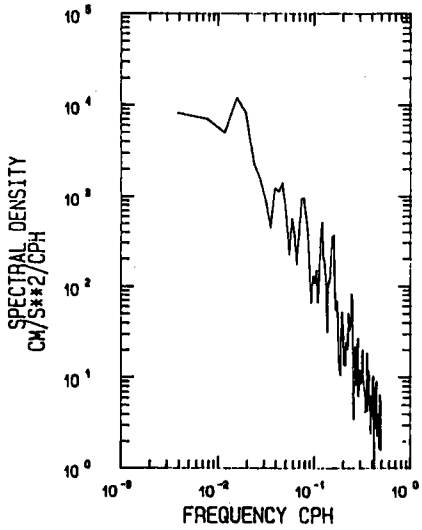


圖 D-20 台中港 ST.2 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st2 1995/01

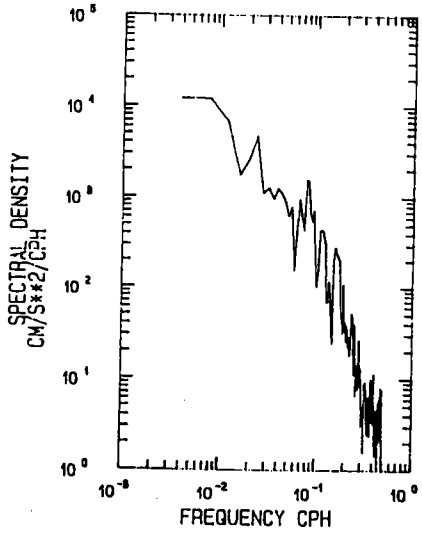


圖 D-21 台中港 ST.2 站海流能譜圖

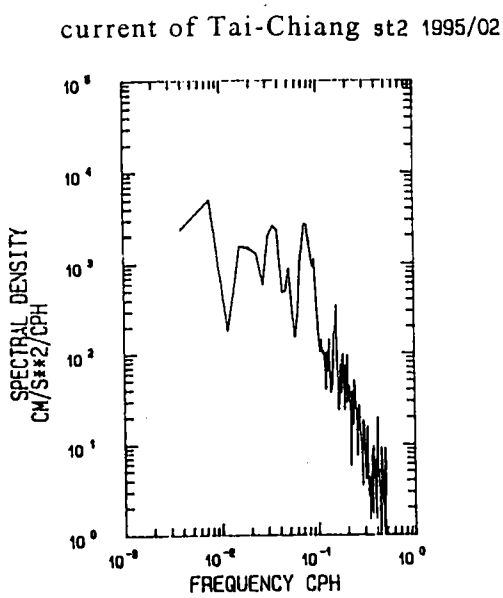


圖 D-22 台中港 ST.2 站海流能譜圖

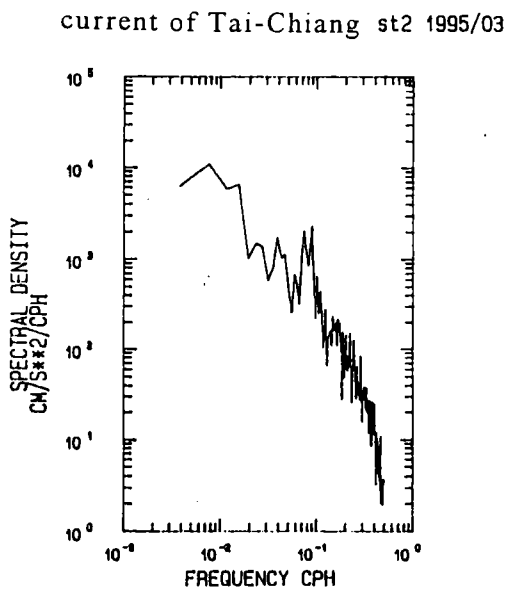


圖 D-23 台中港 ST.2 站海流能譜圖

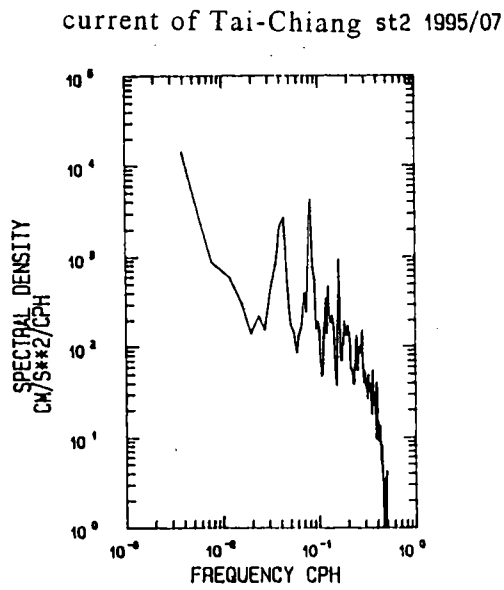


圖 D-24 台中港 ST.2 站海流能譜圖

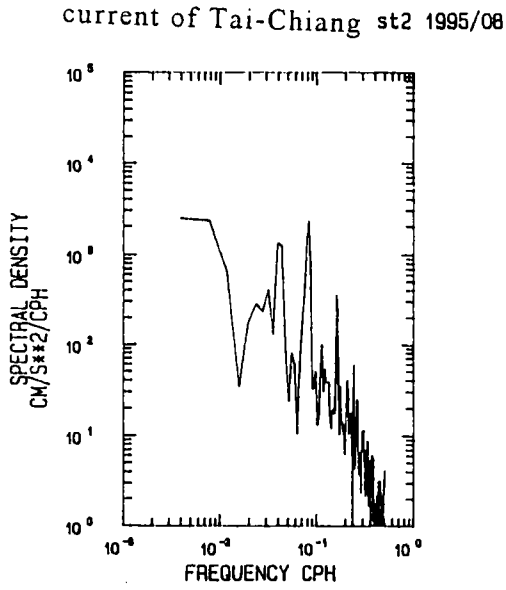


圖 D-25 台中港 ST.2 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st2 1995/09

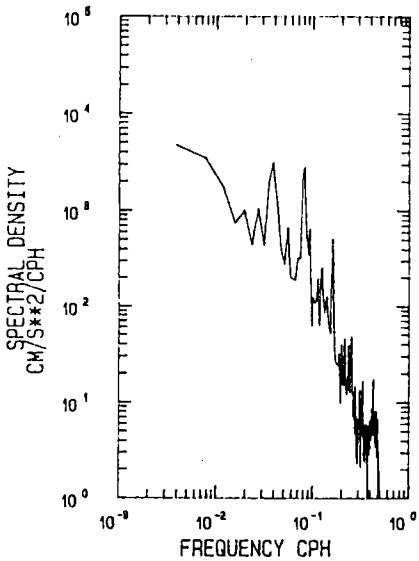


圖 D-26 台中港 ST.2 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st2 1996/01

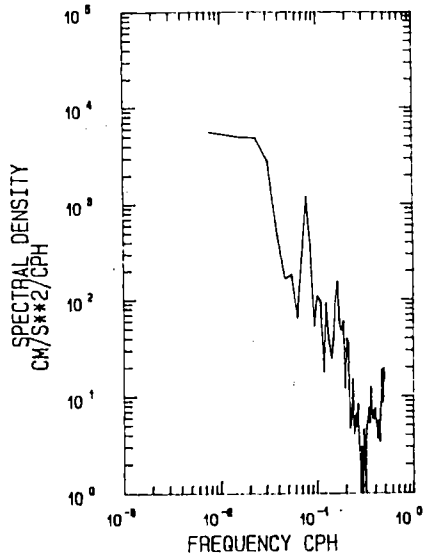


圖 D-27 台中港 ST.2 站海流能譜圖

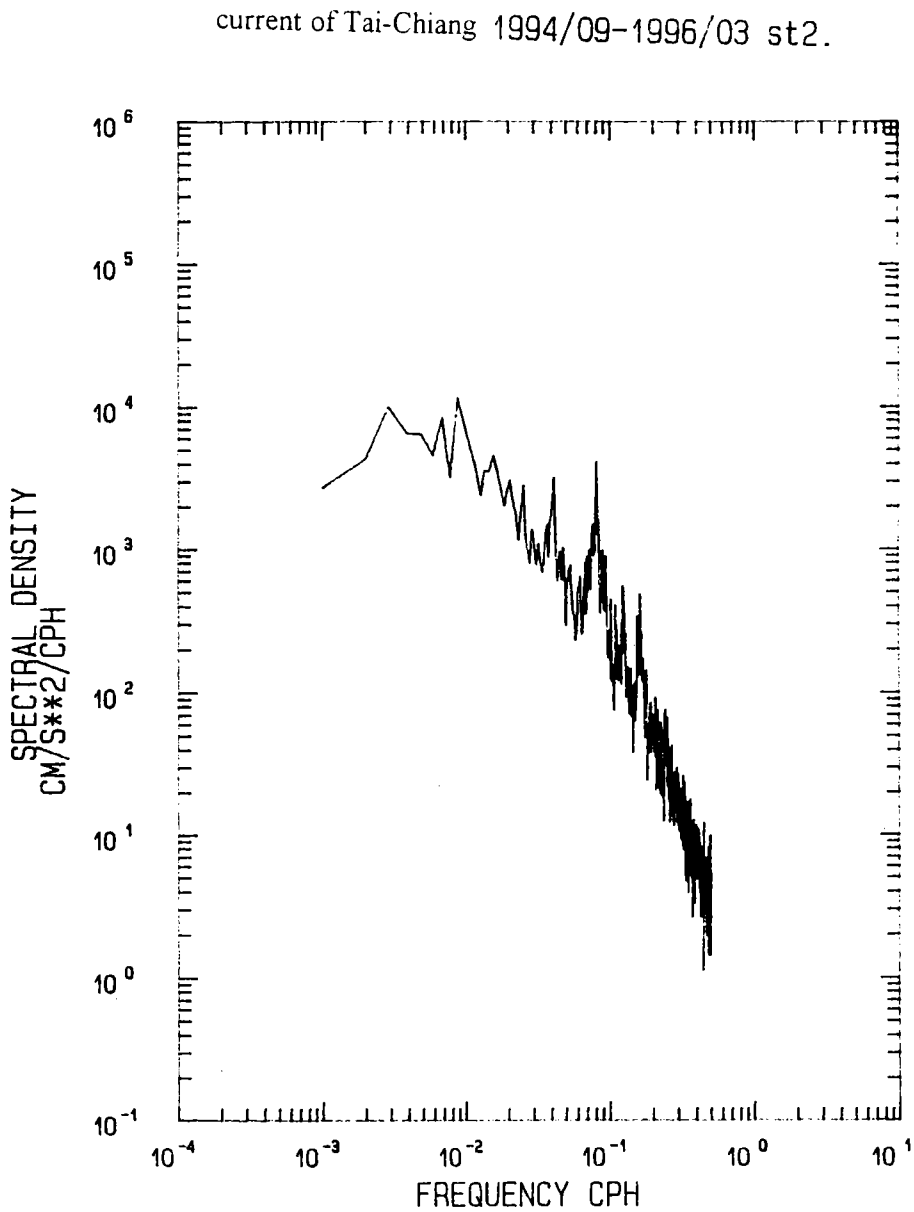


圖 D-28　台中港海流 ST.2 觀測站
83 年 9 月至 85 年 3 月之能譜圖

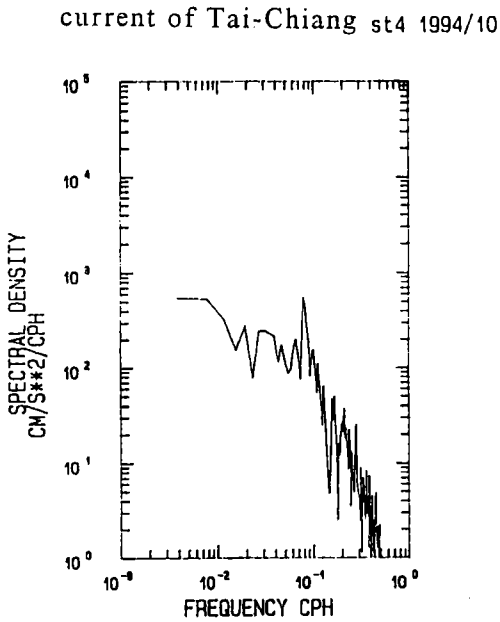


圖 D-29 台中港 ST.4 站海流能譜圖

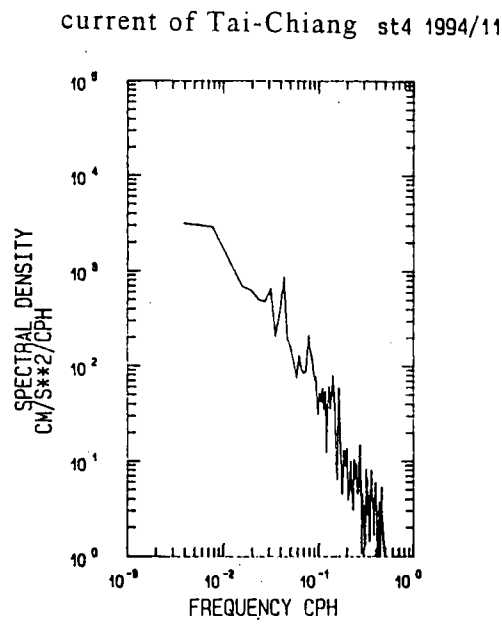


圖 D-30 台中港 ST.4 站海流能譜圖

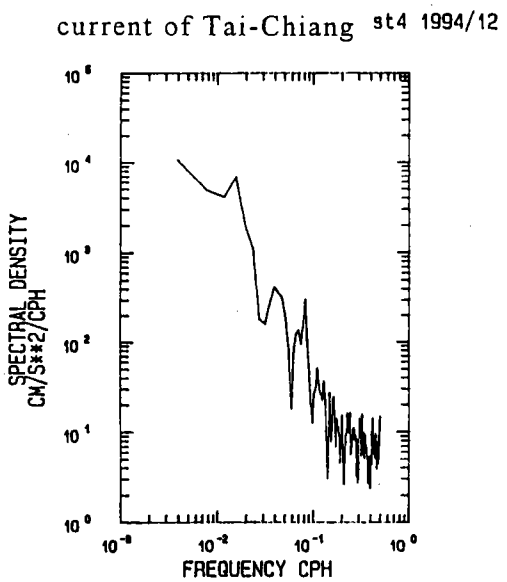


圖 D-31 台中港 ST.4 站海流能譜圖

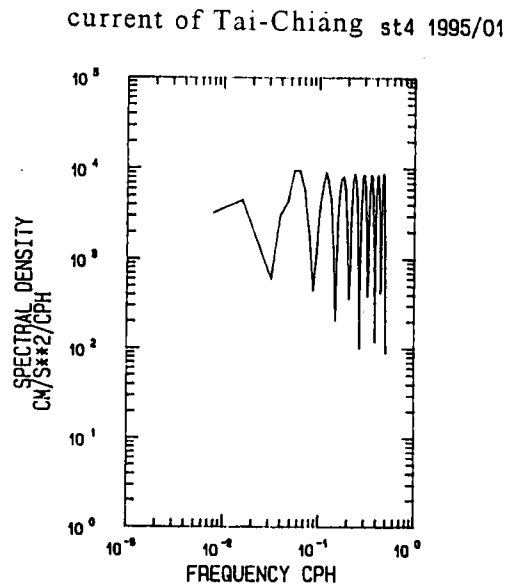


圖 D-32 台中港 ST.4 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st4 1995/02

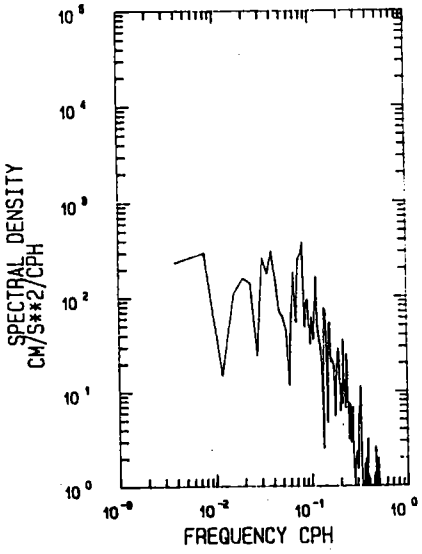


圖 D-33 台中港 ST.4 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st4 1995/03

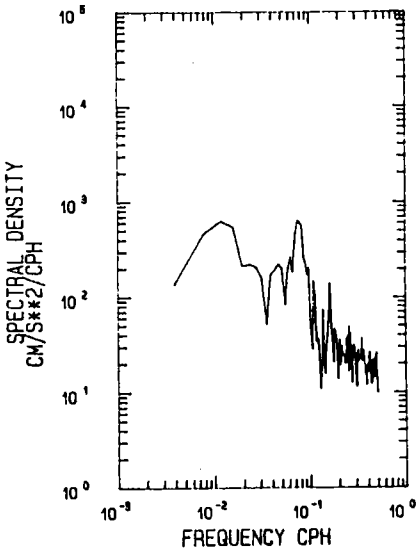


圖 D-34 台中港 ST.4 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st4 1995/04

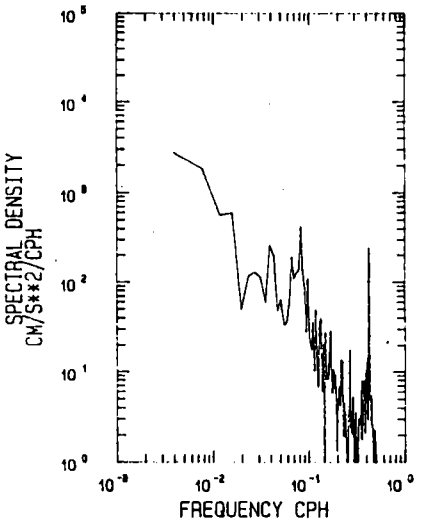


圖 D-35 台中港 ST.4 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st4 1995/07

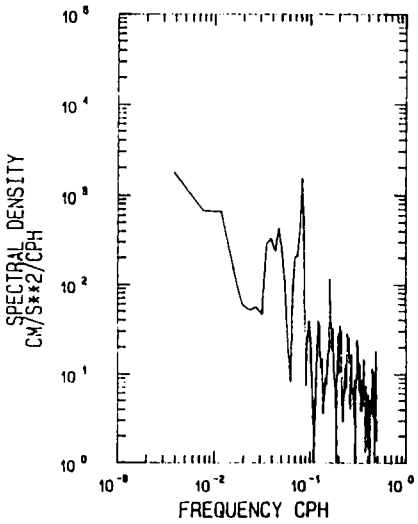


圖 D-36 台中港 ST.4 站海流能譜圖

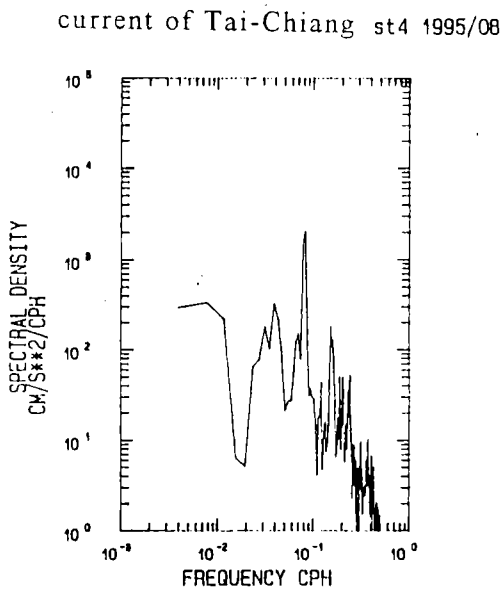


圖 D-37 台中港 ST.4 站海流能譜圖

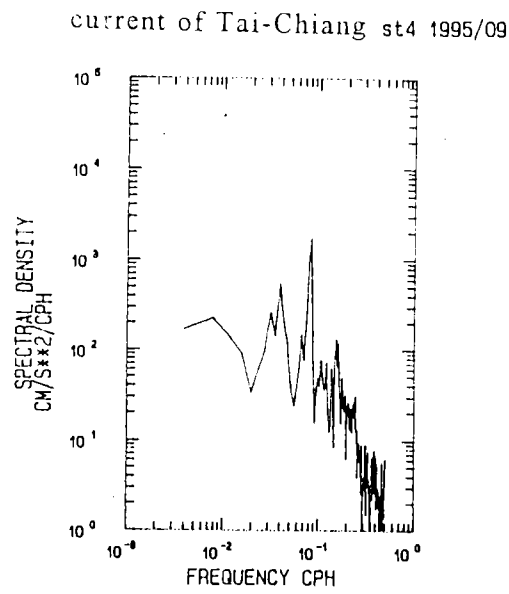


圖 D-38 台中港 ST.4 站海流能譜圖

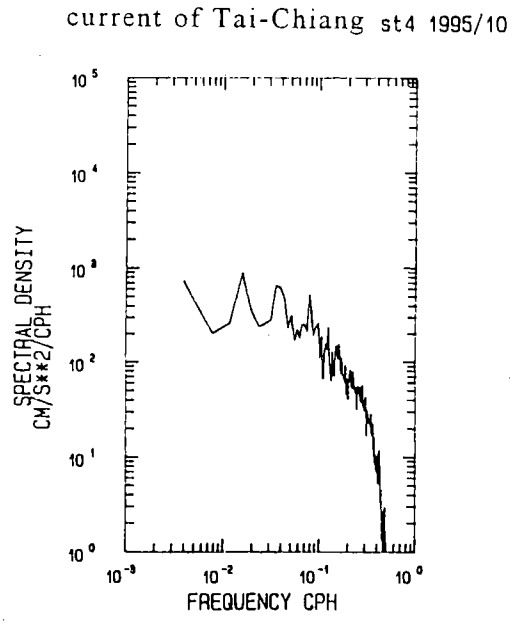


圖 D-39 台中港 ST.4 站海流能譜圖

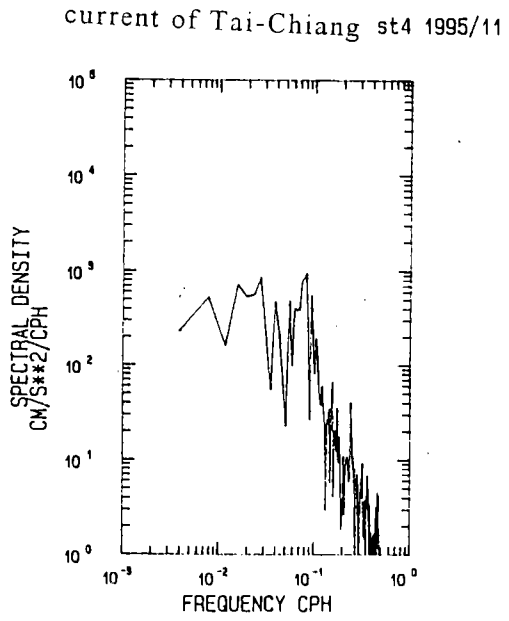


圖 D-40 台中港 ST.4 站海流能譜圖

current of Tai-Chiang st4 1995/12

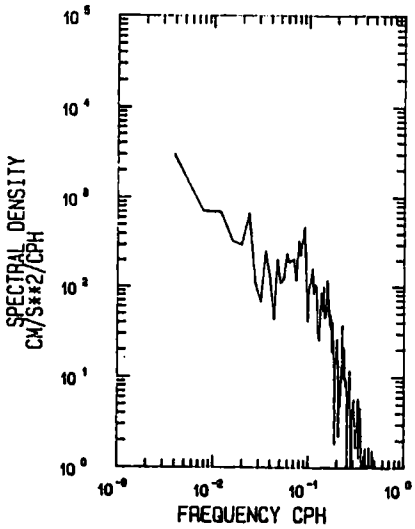


圖 D-41 台中港 ST.4 站海流能譜圖

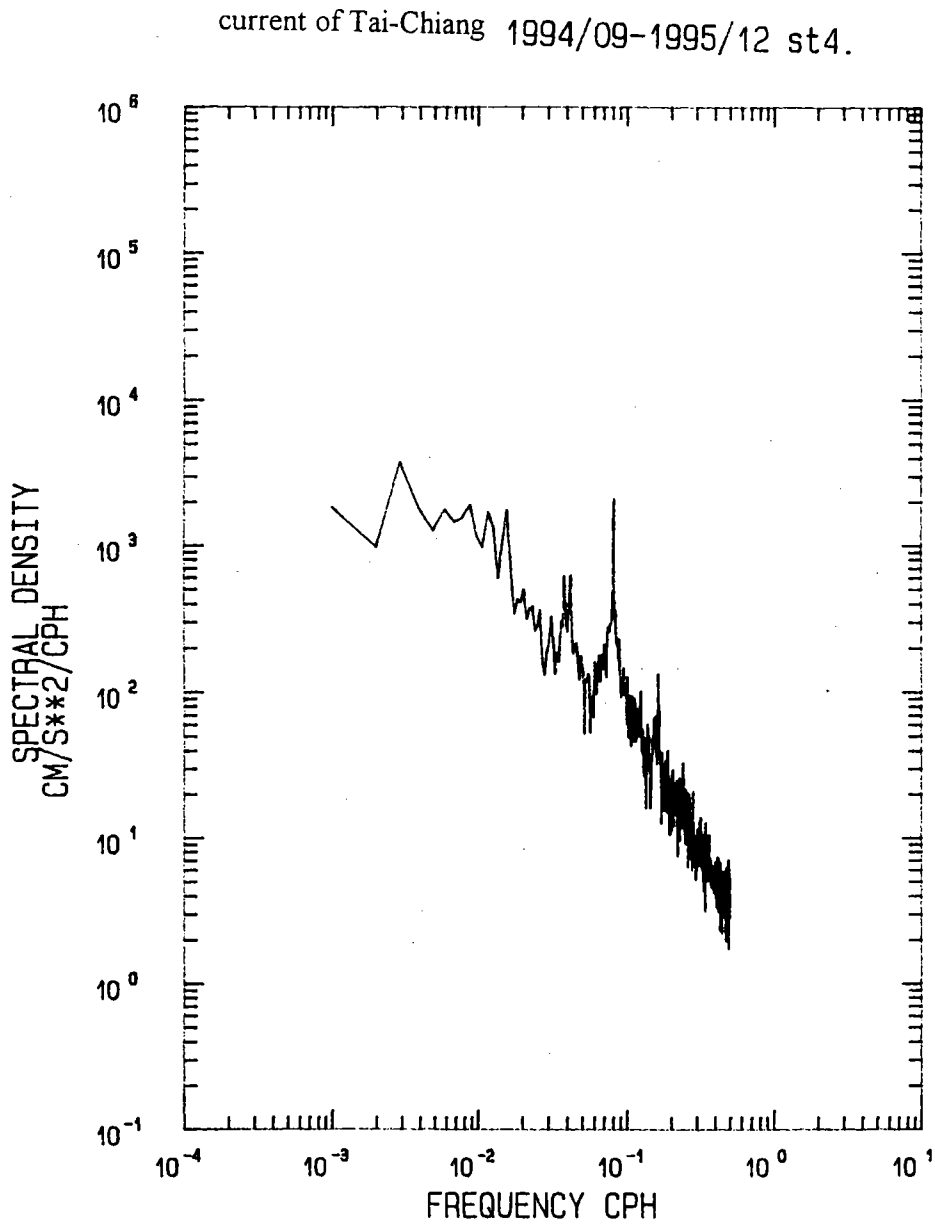


圖 D-42　台中港海流 ST.4 觀測站
83 年 9 月至 84 年 12 月之能譜圖

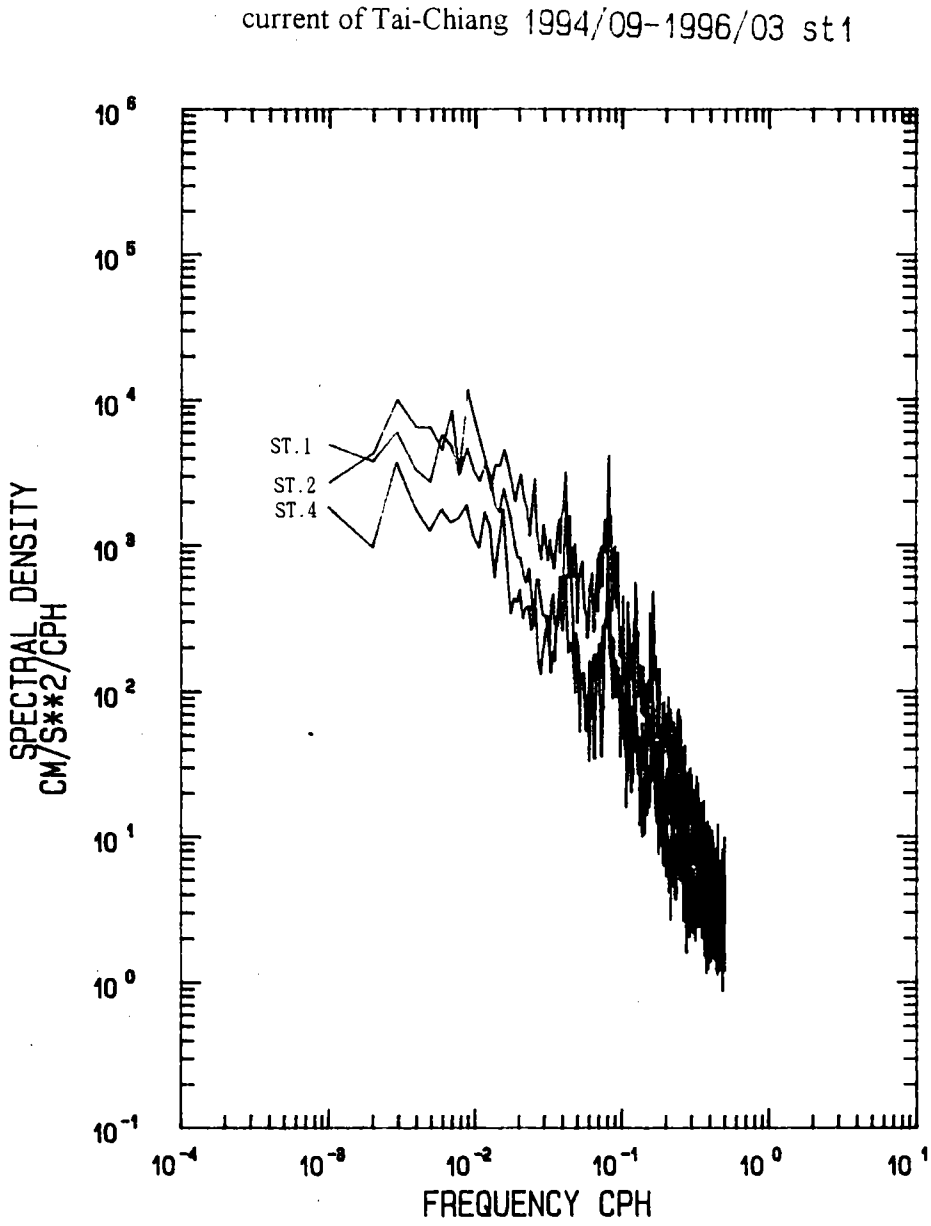
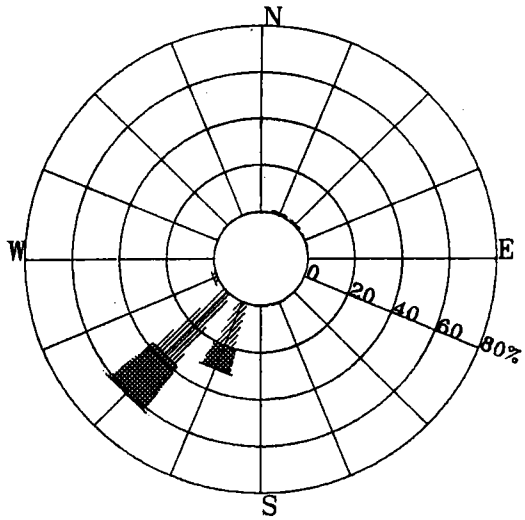


圖 D-43 台中港海流 ST.1 、ST.2 、ST.4 觀測站
1994 年 9 月～1996 年 3 月之能譜圖

附錄 E

流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.00	.00	.00	.00
NNE	1.01	.00	.00	.00
NE	1.01	.00	.00	.00
ENE	.50	.00	.00	.00
E	.50	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.50	.00	.00	.00
S	.50	.00	.00	.00
SSW	20.10	11.06	.00	.00
WS	37.69	24.12	.00	.00
WSW	2.01	.00	.00	.00
W	.50	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
NW	.50	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

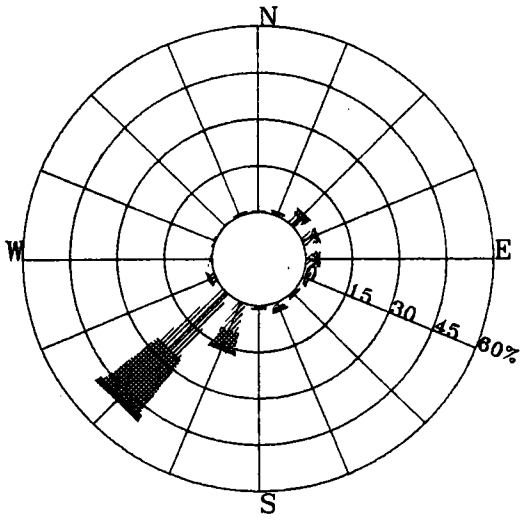
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1994/09/22 - 1994/09/30

DATA NAME : 9409ST01.DIS

圖 E-1 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.54	.00	.00	.00
NNE	.81	.54	.00	.00
NE	3.76	1.88	.00	.00
ENE	4.03	1.48	.00	.00
E	2.28	2.42	.00	.00
ESE	1.21	1.08	.00	.00
SE	.81	.54	.00	.00
SSE	1.75	1.21	.00	.00
S	.67	.54	.00	.00
SSW	9.95	5.91	1.21	.54
WS	26.34	21.77	2.15	.81
WSW	1.75	.81	.00	.00
W	1.21	.13	.00	.00
WNW	.27	.40	.00	.00
NW	.27	.13	.00	.00
NNW	.67	.13	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

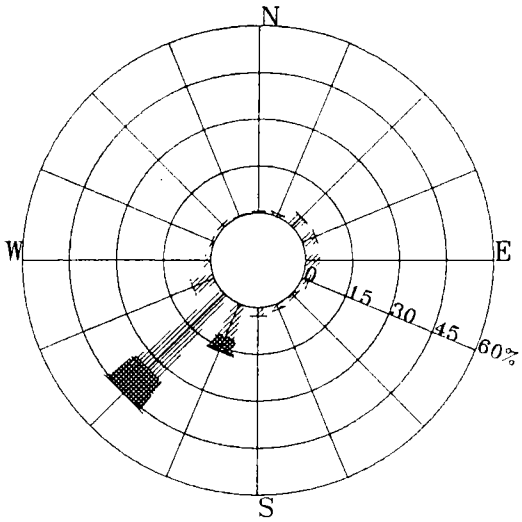
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1994/10/01 - 1994/10/31

DATA NAME : 9410ST01.DIS

圖 E-2 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.64	.00	.00	.00
NNE	1.12	.00	.00	.00
NE	4.47	.00	.00	.00
ENE	4.78	.00	.00	.00
E	4.78	.00	.00	.00
ESE	2.39	.00	.00	.00
SE	1.28	.00	.00	.00
SSE	1.91	.00	.00	.00
S	3.03	.00	.00	.00
SSW	11.64	4.47	.96	.00
WS	34.45	11.48	.16	.00
WSW	7.50	.16	.00	.00
W	2.23	.00	.00	.00
WNW	.96	.00	.00	.00
NW	1.12	.00	.00	.00
NNW	.48	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

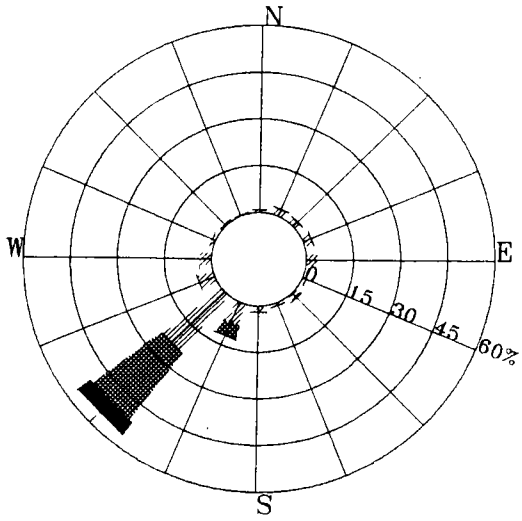
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1994/11/02 - 1994/11/30

DATA NAME : 9411ST01.DIS

圖 E-3 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.08	.00	.00	.00
NNE	2.55	.00	.00	.00
NE	2.15	.00	.00	.00
ENE	2.96	.00	.00	.00
E	3.49	.00	.00	.00
ESE	1.34	.00	.00	.00
SE	2.15	.00	.00	.00
SSE	1.08	.00	.00	.00
S	2.28	.00	.00	.00
SSW	7.39	4.70	.13	.00
WS	23.66	27.69	5.24	.00
WSW	5.51	.00	.00	.00
W	4.03	.00	.00	.00
WNW	1.21	.00	.00	.00
NW	.81	.00	.00	.00
NNW	.54	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

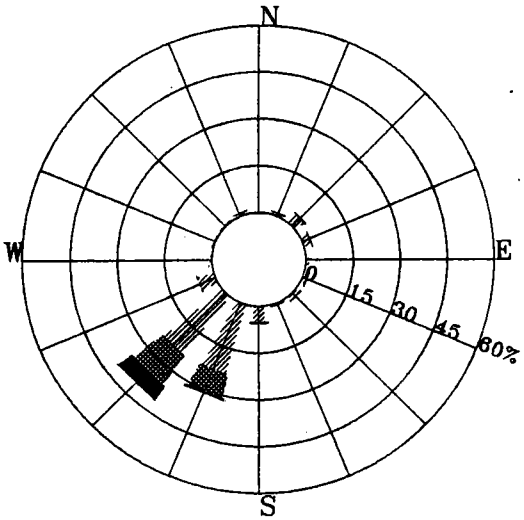
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1994/12/01 - 1994/12/31

DATA NAME : 9412ST01.DIS

圖 E-4 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.00	.00	.00	.00
NNE	1.11	.00	.00	.00
NE	3.89	.00	.00	.00
ENE	2.78	.00	.00	.00
E	1.11	.00	.00	.00
ESE	1.67	.00	.00	.00
SE	1.67	.00	.00	.00
SSE	.56	.00	.00	.00
S	5.56	.00	.00	.00
SSW	23.33	7.78	.56	.00
WS	23.89	11.67	5.56	.00
WSW	5.56	.00	.00	.00
W	1.11	.00	.00	.00
WNW	.56	.00	.00	.00
NW	.56	.00	.00	.00
NNW	1.11	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

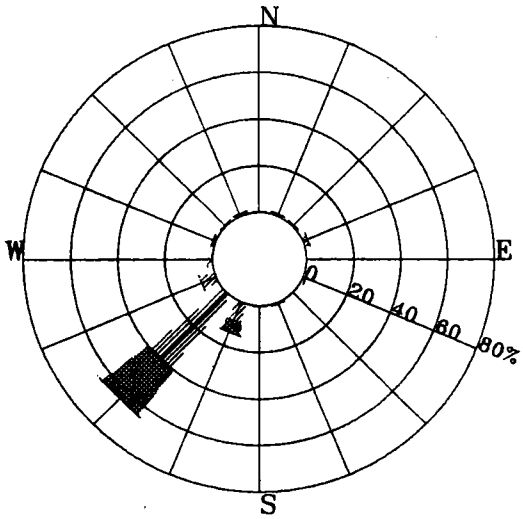
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/01/08 - 1995/01/31

DATA NAME : 9501ST01.DIS

圖 E-5 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.50	.00	.00	.00
NNE	1.01	.00	.00	.00
NE	.76	.00	.00	.00
ENE	2.27	.00	.00	.00
E	.25	.00	.00	.00
ESE	1.51	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.76	.00	.00	.00
S	.50	.00	.00	.00
SSW	8.82	5.29	.25	.00
WS	39.80	25.19	.00	.00
WSW	6.80	.25	.00	.00
W	2.27	.00	.00	.00
WNW	1.51	.00	.00	.00
NW	1.01	.00	.00	.00
NNW	1.26	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

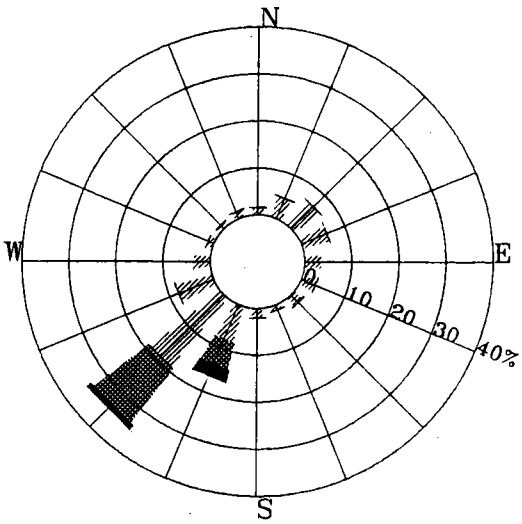
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/02/12 - 1995/02/28

DATA NAME : 9502ST01.DIS

圖 E-6 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.69	.00	.00	.00
NNE	4.82	.00	.00	.00
NE	6.75	.00	.00	.00
ENE	6.02	.00	.00	.00
E	3.61	.00	.00	.00
ESE	3.37	.00	.00	.00
SE	2.41	.00	.00	.00
SSE	1.20	.00	.00	.00
S	2.17	.00	.00	.00
SSW	8.19	5.78	2.89	.00
WS	19.04	14.70	1.20	.00
WSW	8.19	.00	.00	.00
W	3.61	.00	.00	.00
WNW	1.45	.00	.00	.00
NW	1.20	.00	.00	.00
NNW	1.69	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

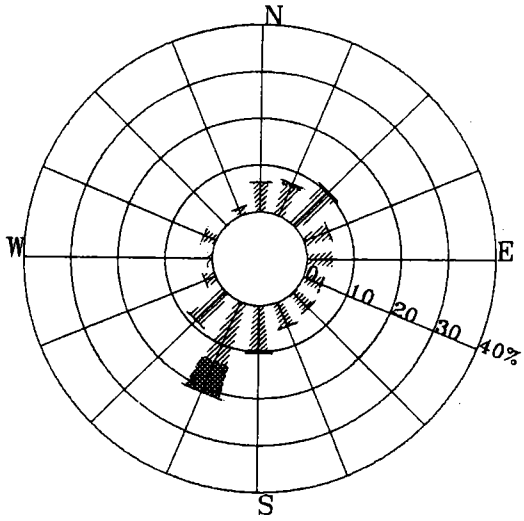
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/03/01 - 1995/03/18

DATA NAME : 9503ST01.DIS

圖 E-7 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	6.52	.00	.00	.00
NNE	6.88	.72	.00	.00
NE	10.14	.36	.00	.00
ENE	5.80	.00	.00	.00
E	5.43	.00	.00	.00
ESE	3.99	.36	.00	.00
SE	4.71	.00	.00	.00
SSE	5.43	.36	.00	.00
S	9.78	.72	.00	.00
SSW	14.13	7.25	.00	.00
WS	8.70	.36	.00	.00
WSW	2.54	.00	.00	.00
W	1.09	.00	.00	.00
WNW	2.90	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00
NNW	1.81	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

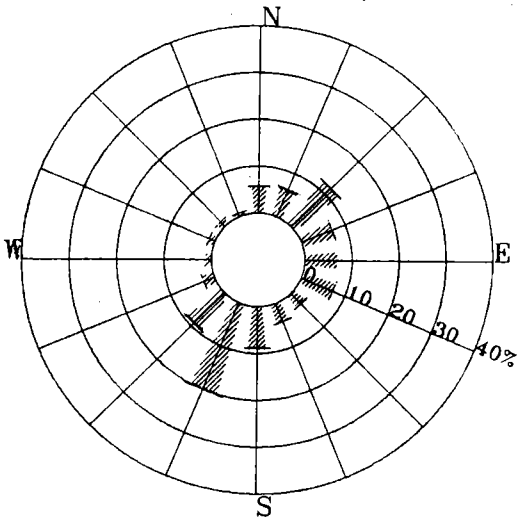
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/07/04 - 1995/07/16

DATA NAME : 9507ST01.DIS

圖 E-8 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	5.83	.00	.00	.00
NNE	6.05	.43	.00	.00
NE	11.88	.00	.00	.00
ENE	7.13	.00	.00	.00
E	6.91	.00	.00	.00
ESE	7.34	.00	.00	.00
SE	3.24	.00	.00	.00
SSE	4.32	.00	.00	.00
S	8.86	.22	.00	.00
SSW	19.87	.43	.00	.00
WS	9.07	.43	.00	.00
WSW	2.59	.00	.00	.00
W	1.51	.00	.00	.00
WNW	1.51	.00	.00	.00
NW	1.51	.00	.00	.00
NNW	.86	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

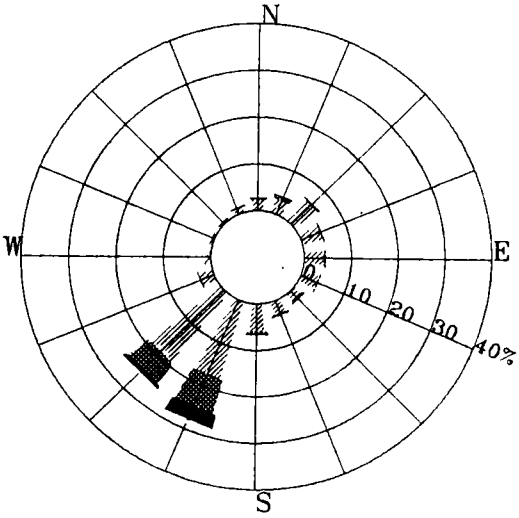
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/08/12 - 1995/08/31

DATA NAME : 9508ST01.DIS

圖 E-9 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.49	.29	.00	.00
NNE	3.36	.73	.00	.00
NE	6.14	.29	.00	.00
ENE	4.68	.00	.00	.00
E	4.39	.29	.00	.00
ESE	3.95	.00	.00	.00
SE	2.19	.29	.00	.00
SSE	3.07	.29	.00	.00
S	6.14	.58	.00	.00
SSW	17.54	7.60	3.07	.00
WS	19.30	5.56	.58	.00
WSW	3.22	.00	.00	.00
W	1.32	.00	.00	.00
WNW	.58	.00	.00	.00
NW	.58	.00	.00	.00
NNW	1.46	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

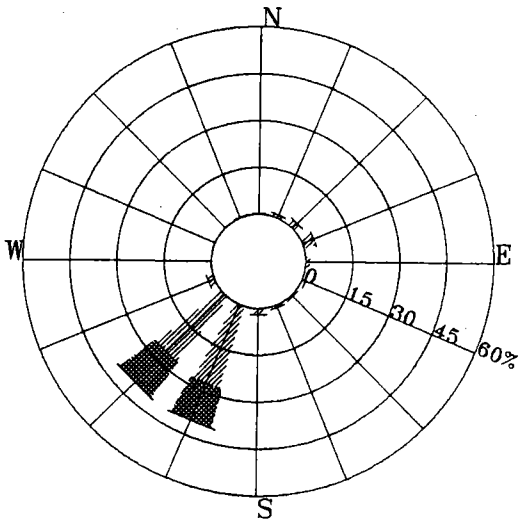
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/09/01- 1995/09/29

DATA NAME : 9509ST01.DIS

圖 E-10 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.40	.00	.00	.00
NNE	1.21	.00	.00	.00
NE	2.42	.00	.00	.00
ENE	4.17	.00	.00	.00
E	1.48	.00	.00	.00
ESE	1.34	.00	.00	.00
SE	.81	.00	.00	.00
SSE	.94	.00	.00	.00
S	2.15	.00	.00	.00
SSW	27.55	13.04	.00	.00
WS	26.34	13.98	.54	.00
WSW	2.28	.00	.00	.00
W	.54	.00	.00	.00
WNW	.27	.00	.00	.00
NW	.13	.00	.00	.00
NNW	.40	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

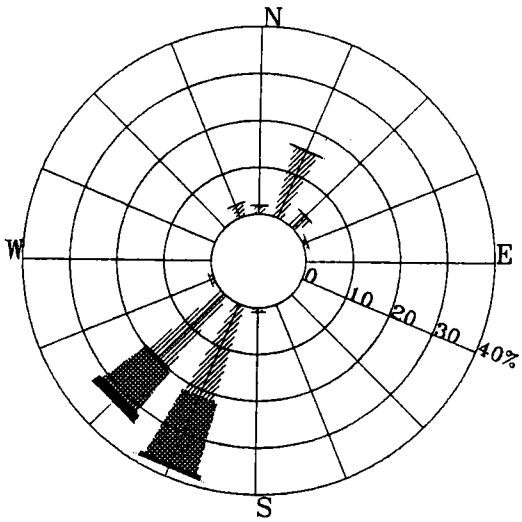
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/10/01 - 1995/10/31

DATA NAME : 9510ST01.DIS

圖 E-11 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.98	.00	.00	.00
NNE	15.84	.00	.00	.00
NE	3.96	.00	.00	.00
ENE	.99	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.99	.00	.00	.00
SSW	21.78	15.84	.99	.00
WS	19.80	11.88	1.98	.00
WSW	.99	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00
NNW	2.97	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

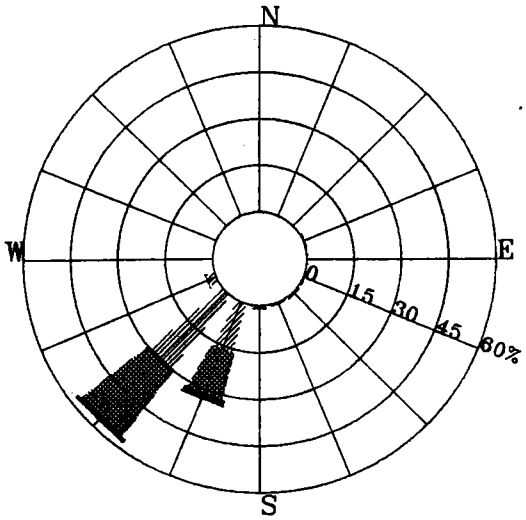
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/11/01 - 1995/11/05

DATA NAME : 9511ST01.DIS

圖 E-12 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.25	.00	.00	.00
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.51	.00	.00	.00
E	.51	.00	.00	.00
ESE	.51	.00	.00	.00
SE	.76	.00	.00	.00
SSE	.51	.00	.00	.00
S	1.01	.00	.00	.00
SSW	16.41	15.40	2.02	.00
WS	29.80	27.02	1.26	.00
WSW	3.28	.00	.00	.00
W	.25	.00	.00	.00
WNW	.25	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00
NNW	.25	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

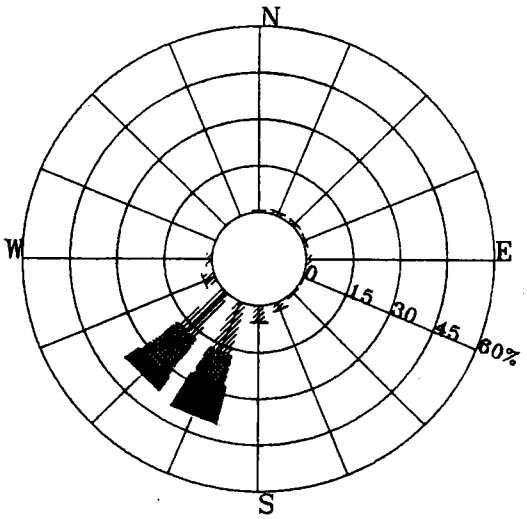
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1996/01/15 - 1996/01/31

DATA NAME : 9601ST01.DIS

圖 E-13 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.67	.00	.00	.00
NNE	1.33	.00	.00	.00
NE	1.33	.00	.00	.00
ENE	1.00	.00	.00	.00
E	2.00	.00	.00	.00
ESE	.67	.00	.00	.00
SE	.67	.00	.00	.00
SSE	2.67	.00	.00	.00
S	5.33	.33	.00	.00
SSW	17.33	10.00	12.67	.00
WS	17.67	15.00	5.33	.00
WSW	4.00	.00	.00	.00
W	2.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

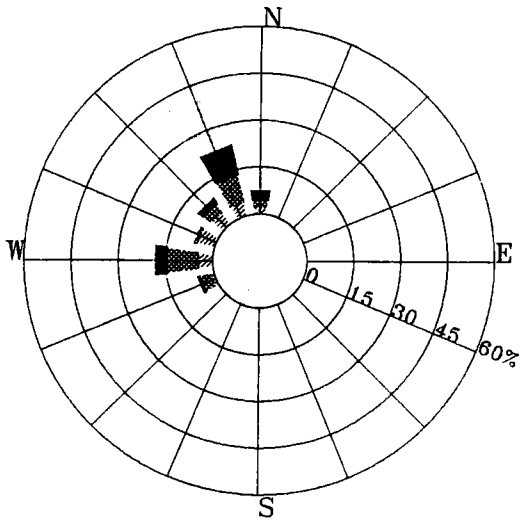
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1996/02/01 - 1996/02/13

DATA NAME : 9602ST01.DIS

圖 E-14 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.22	2.22	3.33	7.78
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	1.11	3.33	1.11	.00
W	4.44	10.00	4.44	.00
WNW	5.56	1.11	.00	.00
NW	4.44	3.33	2.22	2.22
NNW	4.44	8.89	10.00	17.78

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

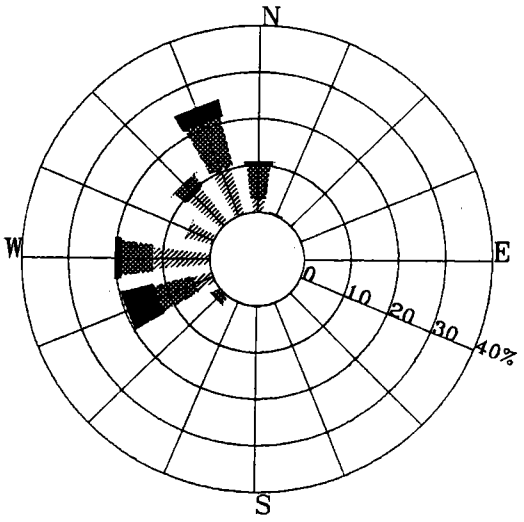
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1994/10/03 - 1994/10/07

DATA NAME : 9410ST02.DIS

圖 E-15 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	3.21	6.94	.85	.00
NNE	.34	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.68	1.35	.17	.00
WSW	4.23	8.46	7.11	2.20
W	12.18	6.94	1.52	.17
WNW	5.92	.00	.00	.00
NW	9.64	2.88	.00	.00
NNW	10.83	10.66	3.72	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

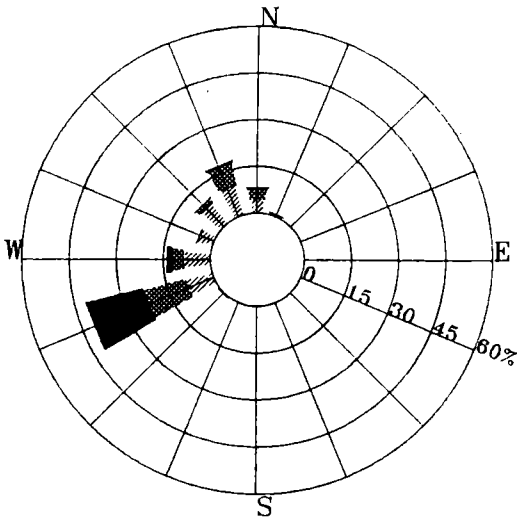
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1994/11/06 - 1994/11/30

DATA NAME : 9411ST02.DIS

圖 E-16 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	4.44	3.09	.81	.00
NNE	.67	.13	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.40	.27	.00	.00
WSW	8.87	13.71	19.09	.67
W	8.60	3.76	2.02	.00
WNW	4.97	.27	.00	.00
NW	8.60	1.34	.27	.00
NNW	9.95	7.26	.81	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

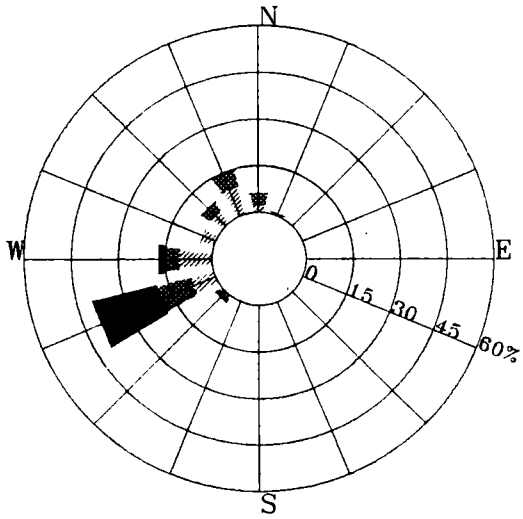
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1994/12/01 - 1994/12/31

DATA NAME : 9412ST02.DIS

圖 E-17 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.45	3.83	.00	.00
NNE	.77	.00	.00	.00
NE	.15	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.15	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.46	1.07	1.07	1.84
WSW	7.81	11.18	21.29	2.45
W	10.57	5.05	2.14	.00
WNW	4.44	.00	.00	.00
NW	5.21	2.76	.31	.00
NNW	9.34	5.36	.31	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

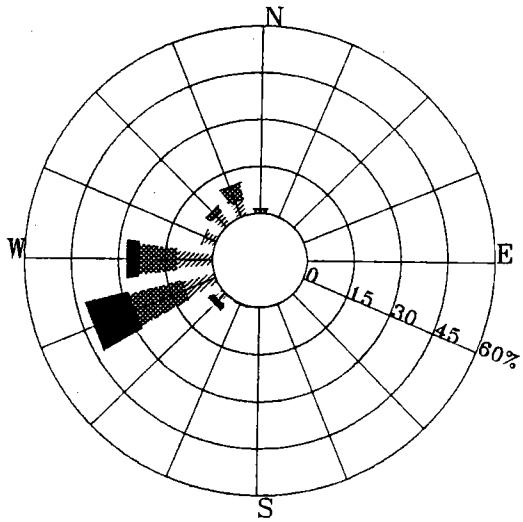
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/01/04 - 1995/01/31

DATA NAME : 9501ST02.DIS

圖 E-18 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.46	1.16	.00	.00
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.46	.00	.00	.00
WS	3.02	.46	1.86	.00
WSW	10.67	17.40	14.39	.23
W	11.60	12.06	4.41	.00
WNW	4.18	.00	.00	.00
NW	5.10	1.86	.00	.00
NNW	5.34	5.34	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

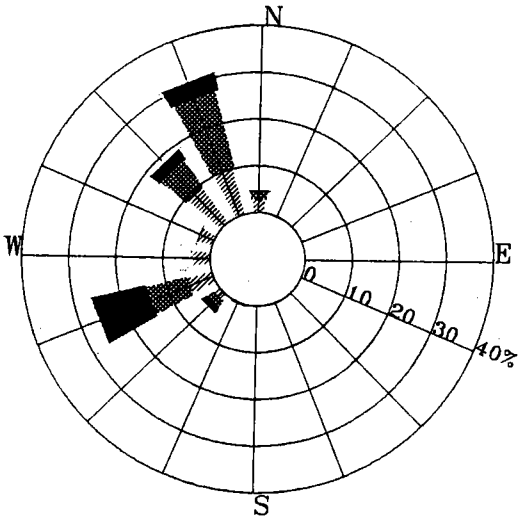
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/02/12 - 1995/02/28

DATA NAME : 9502ST02.DIS

圖 E-19 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.97	1.72	.16	.00
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.31
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.16	.16	.00	.00
WS	1.72	1.72	1.10	.16
WSW	5.63	8.76	11.89	3.13
W	4.23	.00	.00	2.66
WNW	3.29	.16	.00	.00
NW	9.39	6.89	2.66	.00
NNW	10.33	16.90	3.91	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

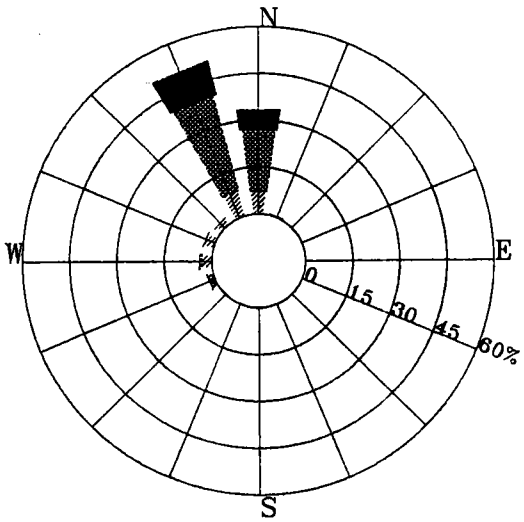
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/03/01 - 1995/03/18

DATA NAME : 9503ST02.DIS

圖 E-20 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	7.38	19.80	6.71	.00
NNE	.34	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.67
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	.67	1.34	.34	.00
W	3.36	1.01	.00	.00
WNW	3.36	.00	.00	.00
NW	2.35	.00	.00	.00
NNW	8.39	31.54	11.41	1.34

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

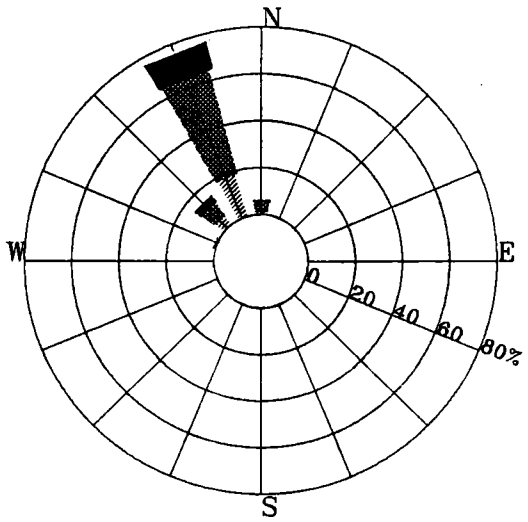
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/07/11 - 1995/07/23

DATA NAME : 9507ST02.DIS

圖 E-21 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.49	4.04	.85	.00
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.64	.00	.00	.00
WNW	1.06	.00	.00	.00
NW	4.47	7.23	3.40	.00
NNW	18.94	45.96	11.91	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

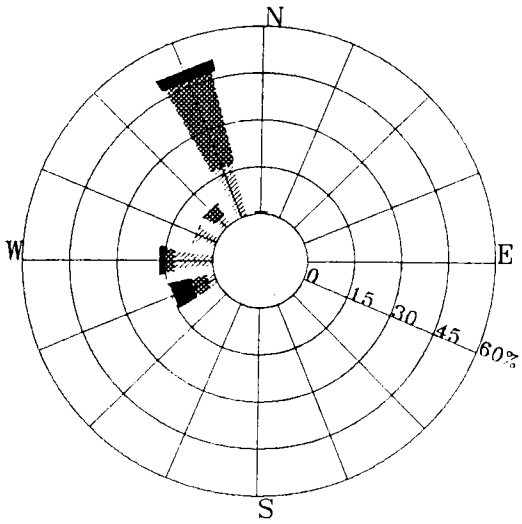
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/08/12 - 1995/08/31

DATA NAME : 9508ST02.DIS

圖 E-22 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.00	.96	.00	.00
NNE	.00	.19	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	2.68	5.17	6.90	.00
W	12.07	3.07	2.30	.00
WNW	6.90	.19	.00	.00
NW	3.64	3.83	.77	.00
NNW	17.62	29.89	3.83	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

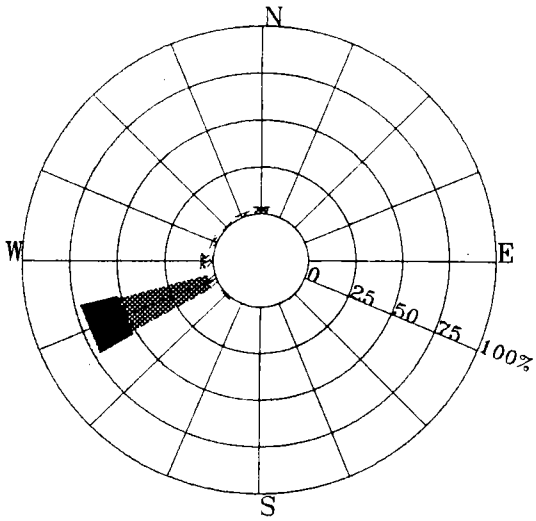
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/09/01 - 1995/09/22

DATA NAME : 9509ST02.DIS

圖 E-23 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.55	3.31	.00	.00
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.55	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.55	1.10	.00	.00
WSW	4.42	47.51	20.44	8.29
W	4.42	2.76	.00	.00
WNW	2.76	.00	.00	.00
NW	1.10	.00	.00	.00
NNW	2.21	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

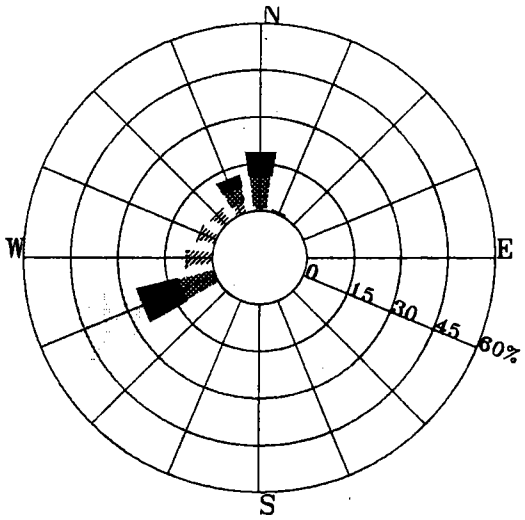
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1996/01/24 - 1996/01/31

DATA NAME : 9601ST02.DIS

圖 E-24 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.34	10.03	7.69	1.00
NNE	.00	.67	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.33	.00	.00
WSW	.67	11.04	13.71	22.07
W	8.03	.67	.00	.00
WNW	5.69	.00	.00	.00
NW	4.68	.00	.00	.00
NNW	3.68	4.68	4.01	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

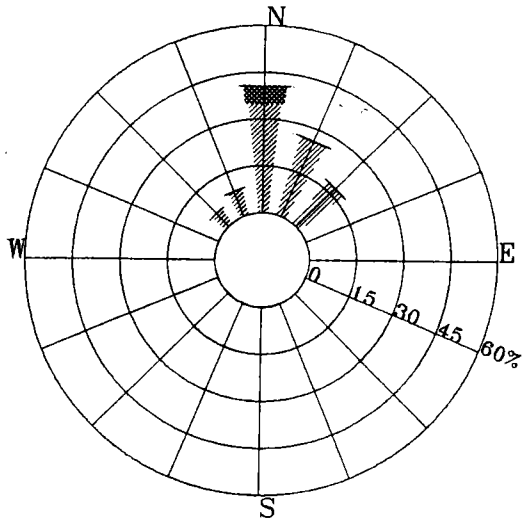
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1996/02/01 - 1996/02/13

DATA NAME : 9602ST02.DIS

圖 E-25 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	35.29	5.88	.00	.00
NNE	26.47	.00	.00	.00
NE	17.65	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
NW	5.88	.00	.00	.00
NNW	8.82	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 – 25.0 25.1 – 50.0

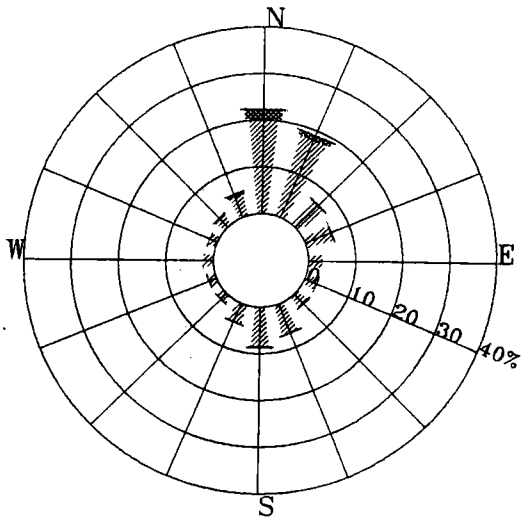
50.1 – 75.0 75.1 – INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1994/09/29 – 1994/09/30

DATA NAME : 9409ST04.DIS

圖 E-26 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	20.56	2.02	.00	.00
NNE	18.15	1.08	.00	.00
NE	6.99	.00	.00	.00
ENE	6.05	.00	.00	.00
E	2.96	.00	.00	.00
ESE	2.82	.00	.00	.00
SE	2.96	.00	.00	.00
SSE	6.85	.00	.00	.00
S	8.60	.27	.00	.00
SSW	4.30	.13	.00	.00
WS	1.88	.00	.00	.00
WSW	1.88	.00	.00	.00
W	2.28	.00	.00	.00
WNW	1.88	.00	.00	.00
NW	2.55	.27	.00	.00
NNW	4.84	.54	.13	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 – 25.0 25.1 – 50.0

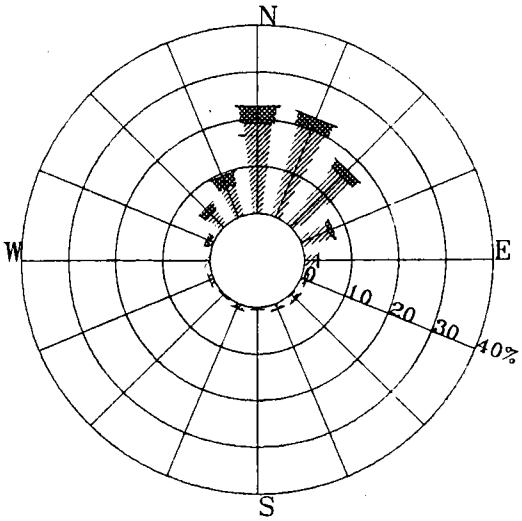
50.1 – 75.0 75.1 – INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1994/10/01 – 1994/10/31

DATA NAME : 9410ST04.DIS

圖 E-27 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	19.48	3.44	.29	.00
NNE	20.34	2.58	.14	.00
NE	15.33	1.86	.14	.00
ENE	6.45	1.00	.00	.00
E	2.87	.29	.00	.00
ESE	1.29	.00	.00	.00
SE	1.43	.29	.00	.00
SSE	1.15	.14	.00	.00
S	.57	.00	.00	.00
SSW	1.15	.00	.00	.00
WS	.43	.00	.00	.00
WSW	.86	.14	.00	.00
W	1.15	.00	.00	.00
WNW	.86	.86	.00	.00
NW	3.87	1.72	.14	.00
NNW	6.88	2.58	.29	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

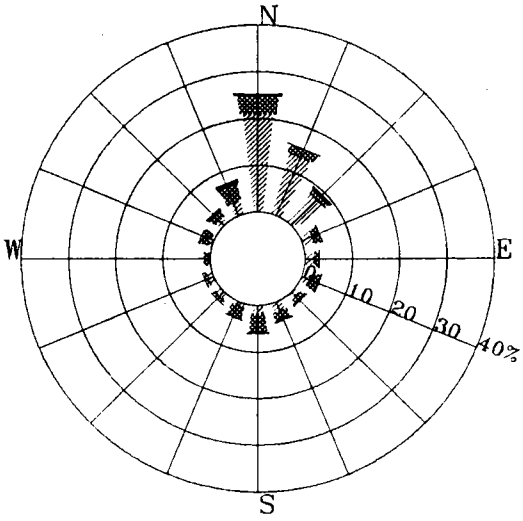
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1994/11/03 - 1994/11/30

DATA NAME : 9411ST04.DIS

圖 E-28 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	21.24	3.90	.54	.00
NNE	13.71	1.88	.13	.00
NE	7.93	1.21	.40	.00
ENE	2.55	1.61	.13	.00
E	2.15	.94	.13	.00
ESE	1.88	1.75	.40	.00
SE	1.48	.81	.54	.00
SSE	2.15	2.02	.13	.00
S	1.88	4.03	.27	.00
SSW	.94	2.69	.00	.00
WS	1.21	1.08	.00	.00
WSW	1.21	.94	.00	.00
W	.54	1.21	.00	.00
WNW	.81	2.15	.13	.00
NW	1.48	1.48	.67	.00
NNW	2.96	3.63	1.08	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

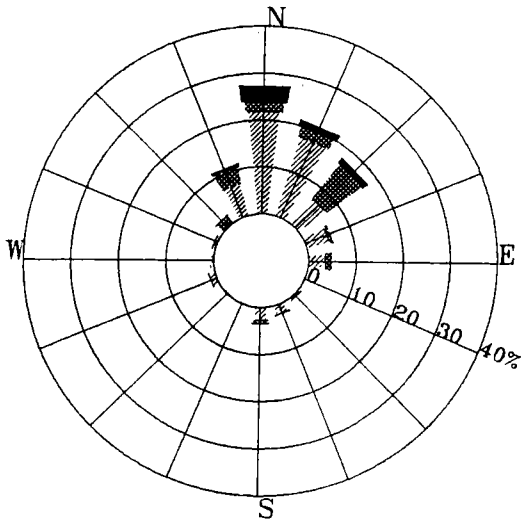
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1994/12/01 - 1994/12/31

DATA NAME : 9412ST04.DIS

圖 E-29 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	21.99	2.13	3.55	.00
NNE	17.73	2.13	1.42	.00
NE	7.09	9.22	1.42	.00
ENE	4.96	.71	.00	.00
E	3.55	1.42	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.71	.00	.00	.00
SSE	2.13	.00	.00	.00
S	2.84	.71	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	1.42	.00	.00	.00
W	.71	.00	.00	.00
WNW	.71	.00	.00	.00
NW	.00	2.13	.00	.00
NNW	7.09	3.55	.71	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

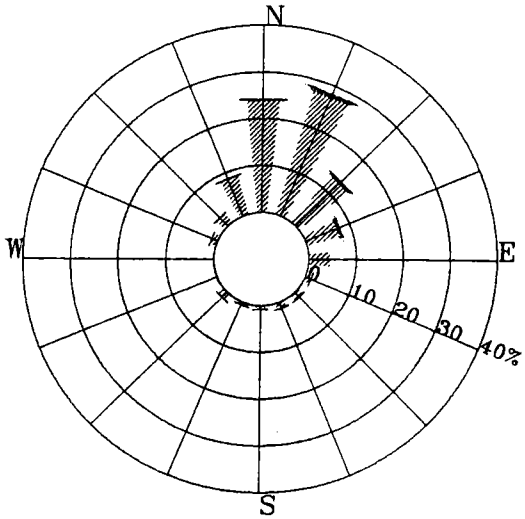
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/01/06 - 1995/01/31

DATA NAME : 9501ST04.DIS

圖 E-30 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	24.23	.24	.00	.00
NNE	27.79	.71	.00	.00
NE	13.06	.71	.00	.00
ENE	7.13	.71	.00	.00
E	4.51	.00	.00	.00
ESE	1.43	.00	.00	.00
SE	1.43	.00	.00	.00
SSE	1.43	.00	.00	.00
S	.95	.00	.00	.00
SSW	.71	.00	.00	.00
WS	1.66	.00	.00	.00
WSW	.24	.00	.00	.00
W	.24	.00	.00	.00
WNW	1.43	.00	.00	.00
NW	2.61	.00	.00	.00
NNW	8.79	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

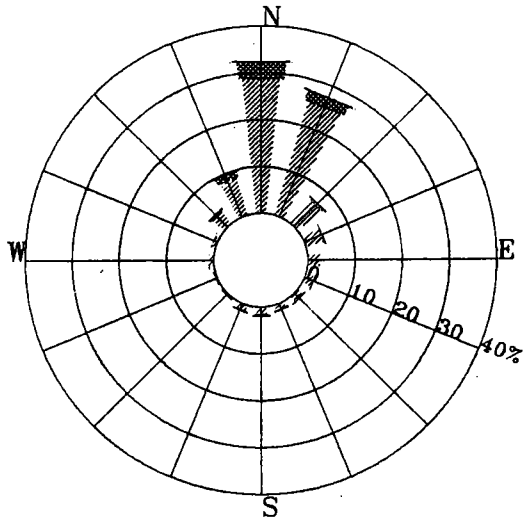
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/02/11 - 1995/02/28

DATA NAME : 9502ST04.DIS

圖 E-31 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	29.03	3.76	.00	.00
NNE	25.54	2.28	.00	.00
NE	6.72	.40	.00	.00
ENE	4.17	.00	.00	.00
E	2.55	.00	.00	.13
ESE	2.15	.00	.00	.00
SE	1.61	.00	.00	.00
SSE	1.34	.13	.00	.00
S	1.75	.27	.00	.00
SSW	1.48	.13	.00	.00
WS	.40	.00	.00	.00
WSW	.40	.00	.00	.00
W	1.08	.00	.00	.00
WNW	.94	.00	.00	.00
NW	3.49	.40	.00	.00
NNW	8.47	1.34	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

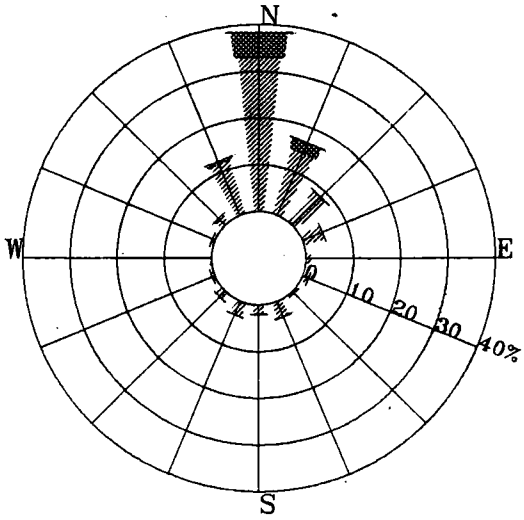
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/03/01 - 1995/03/31

DATA NAME : 9503ST04.DIS

圖 E-32 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	33.33	5.43	.00	.00
NNE	14.49	2.54	.00	.00
NE	8.70	.00	.00	.00
ENE	4.71	.00	.00	.00
E	1.09	.00	.00	.00
ESE	1.45	.00	.00	.00
SE	.72	.00	.00	.00
SSE	3.62	.00	.00	.00
S	2.17	.00	.00	.00
SSW	3.26	.00	.00	.00
WS	1.81	.00	.00	.00
WSW	.72	.00	.00	.00
W	.36	.00	.00	.00
WNW	.72	.00	.00	.00
NW	2.17	.00	.00	.00
NNW	11.96	.72	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

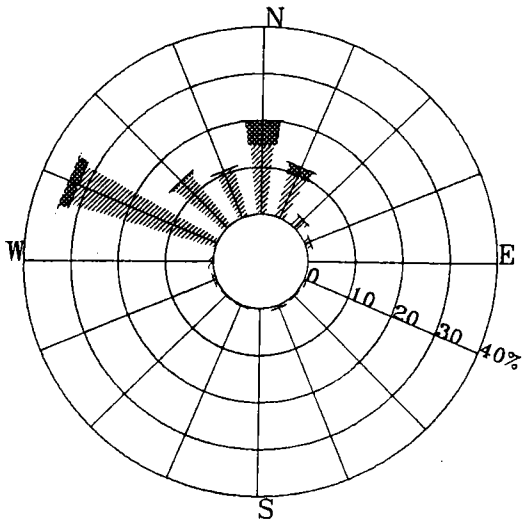
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/04/01 - 1995/04/12

DATA NAME : 9504ST04.DIS

圖 E-33 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	14.95	5.32	.00	.00
NNE	9.63	2.33	.00	.00
NE	2.66	.00	.00	.00
ENE	1.33	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.66	.00	.00	.00
SE	.33	.00	.00	.00
SSE	.66	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.33	.00	.00	.00
WS	.33	.00	.00	.00
WSW	.66	.00	.00	.00
W	1.00	.00	.00	.00
WNW	32.23	2.33	.00	.00
NW	13.62	.66	.00	.00
NNW	10.96	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

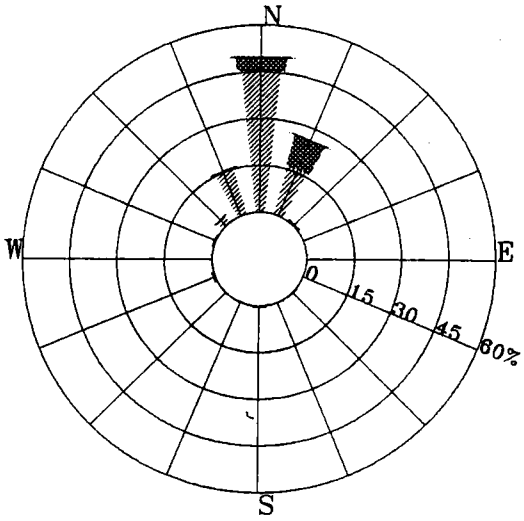
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/07/12 - 1995/07/25

DATA NAME : 9507ST04.DIS

圖 E-34 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	45.86	4.46	.00	.00
NNE	16.35	10.19	.00	.00
NE	.64	.00	.00	.00
ENE	.21	.00	.00	.00
E	.21	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.21	.00	.00	.00
SSE	.21	.00	.00	.00
S	.64	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.21	.00	.00	.00
WSW	.85	.00	.00	.00
W	.64	.00	.00	.00
WNW	.64	.00	.00	.00
NW	2.97	.00	.00	.00
NNW	15.71	.00	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

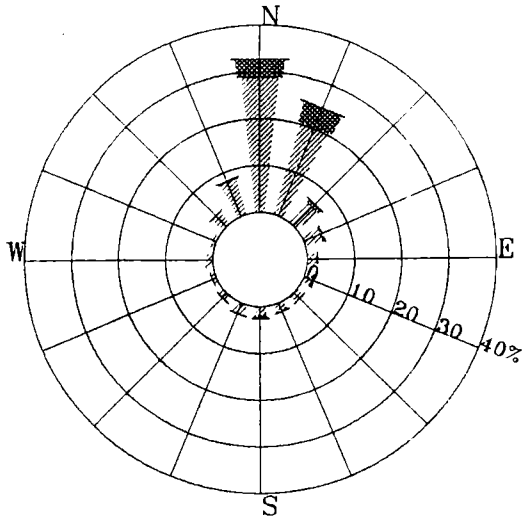
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/08/12 - 1995/08/31

DATA NAME : 9508ST04.DIS

圖 E-35 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	29.08	4.08	.00	.00
NNE	20.58	4.59	.00	.00
NE	5.78	.85	.00	.00
ENE	3.91	.51	.00	.00
E	2.21	.17	.00	.00
ESE	1.87	.51	.00	.00
SE	1.87	.00	.00	.00
SSE	2.04	.00	.00	.00
S	2.04	.68	.00	.00
SSW	2.55	.00	.00	.00
WS	1.36	.17	.00	.00
WSW	1.02	.00	.00	.00
W	1.53	.00	.00	.00
WNW	.85	.00	.00	.00
NW	3.40	.00	.00	.00
NNW	7.99	.34	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

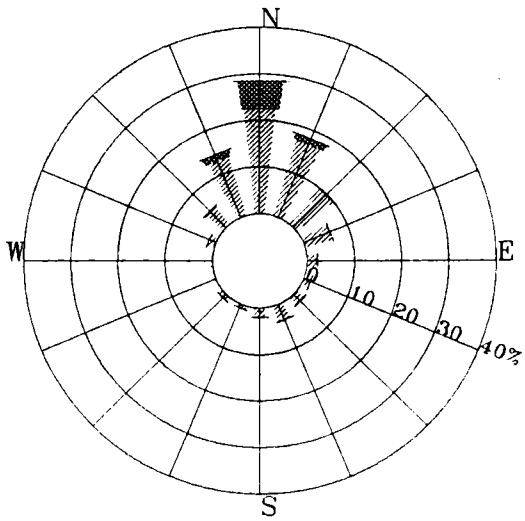
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/09/01 - 1995/09/25

DATA NAME : 9509ST04.DIS

圖 E-36 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	22.72	6.05	.00	.00
NNE	17.07	1.34	.00	.00
NE	9.81	.27	.00	.00
ENE	6.05	.13	.00	.00
E	2.28	.13	.00	.27
ESE	1.61	.00	.00	.00
SE	2.15	.00	.00	.00
SSE	3.63	.00	.00	.00
S	2.15	.00	.00	.00
SSW	.94	.00	.00	.00
WS	1.08	.00	.00	.00
WSW	.13	.00	.00	.00
W	.40	.00	.00	.00
WNW	1.75	.00	.00	.00
NW	4.97	.13	.00	.00
NNW	13.31	1.34	.27	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

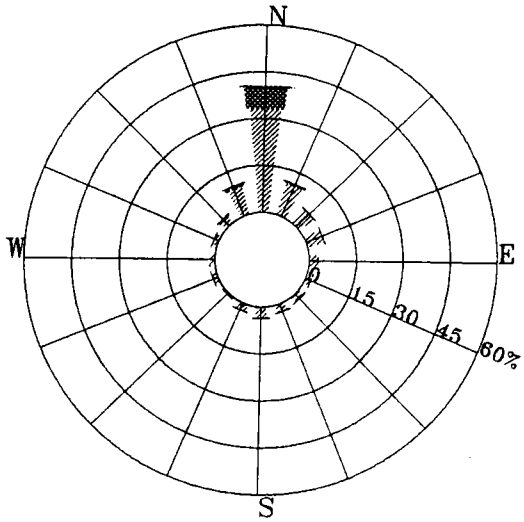
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/10/01 - 1995/10/31

DATA NAME : 9510ST04.DIS

圖 E-37 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	33.50	7.30	.00	.00
NNE	10.83	.50	.00	.00
NE	5.79	.25	.00	.00
ENE	5.79	.00	.00	.00
E	3.02	.00	.00	.00
ESE	2.02	.00	.00	.00
SE	2.27	.00	.00	.00
SSE	2.77	.00	.00	.00
S	3.78	.00	.00	.00
SSW	2.52	.00	.00	.00
WS	.76	.00	.00	.00
WSW	1.76	.00	.00	.00
W	1.76	.00	.00	.00
WNW	1.51	.25	.00	.00
NW	2.77	.50	.00	.00
NNW	9.32	1.01	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

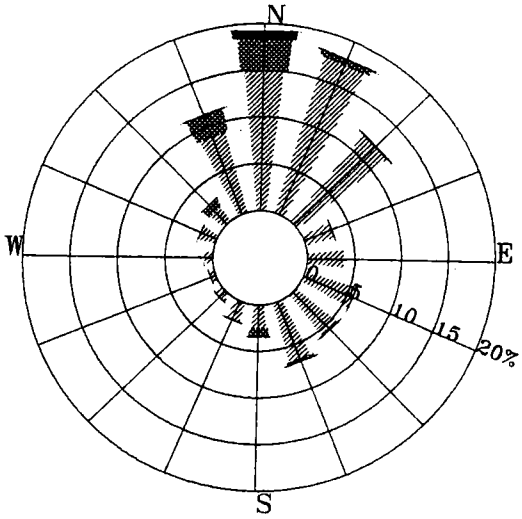
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/11/01 - 1995/11/17

DATA NAME : 9511ST04.DIS

圖 E-38 流況玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	15.02	3.51	.96	.00
NNE	17.57	.64	.00	.00
NE	12.14	.00	.00	.00
ENE	3.19	.00	.00	.00
E	3.83	.00	.00	.00
ESE	5.75	.00	.00	.00
SE	5.75	.00	.00	.00
SSE	6.71	.32	.00	.00
S	2.56	.96	.00	.00
SSW	2.24	.00	.00	.00
WS	.96	.00	.00	.00
WSW	.64	.00	.00	.00
W	.96	.00	.00	.00
WNW	1.92	.00	.00	.00
NW	1.92	.96	.00	.00
NNW	8.95	2.56	.00	.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/12/12 - 1995/12/25

DATA NAME : 9512ST04.DIS

圖 E-39 流況玫瑰圖

附錄 F

流速分佈極值圖

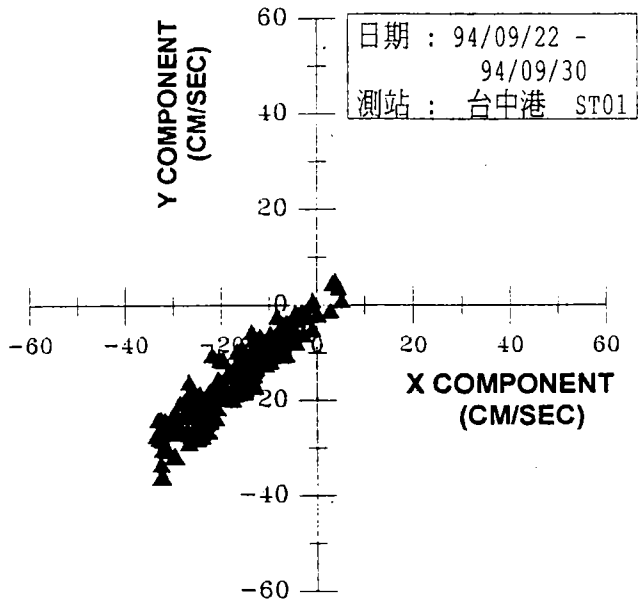


圖 F-1 流速分佈極值圖

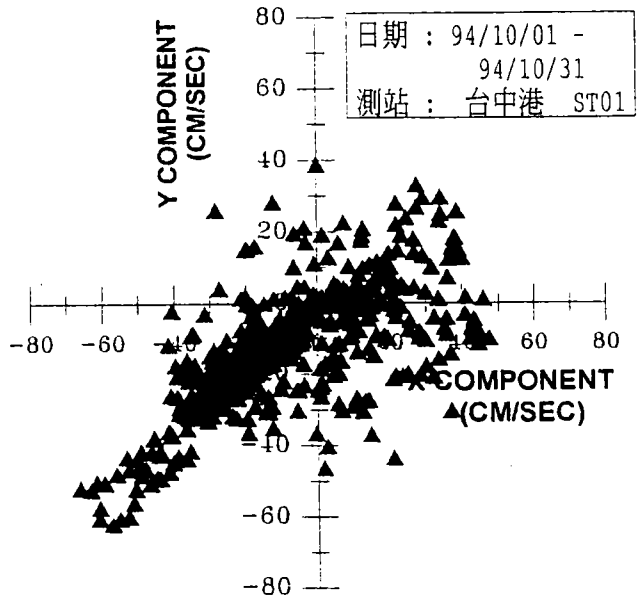


圖 F-2 流速分佈極值圖

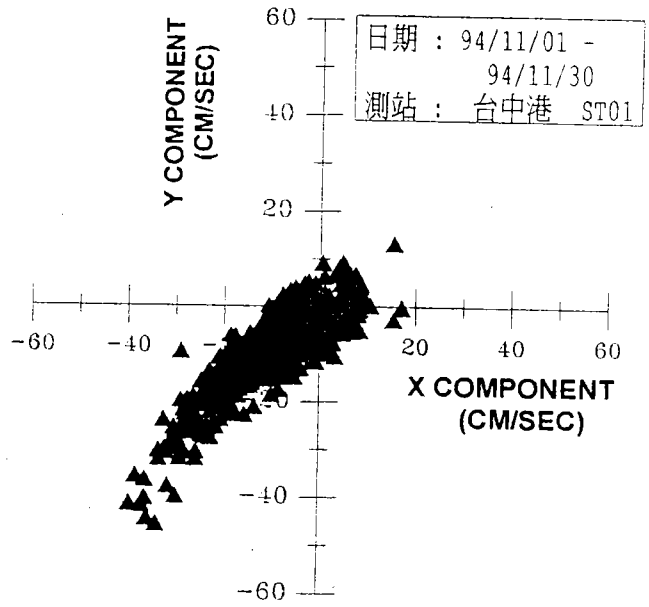


圖 F-3 流速分佈極值圖

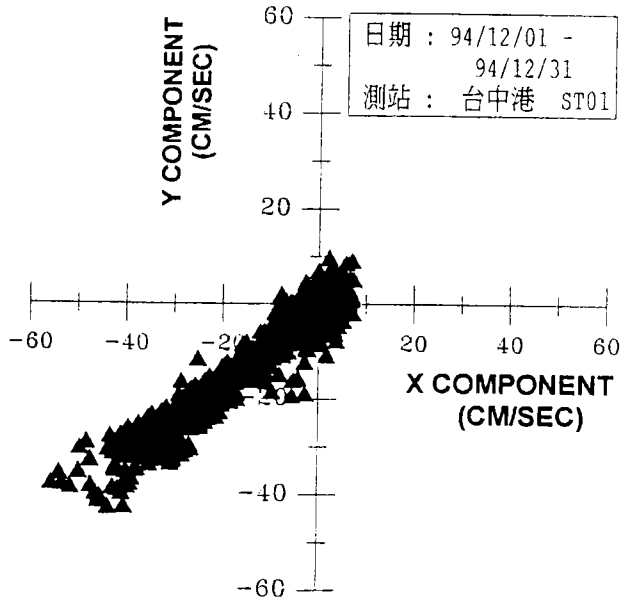


圖 F-4 流速分佈極值圖

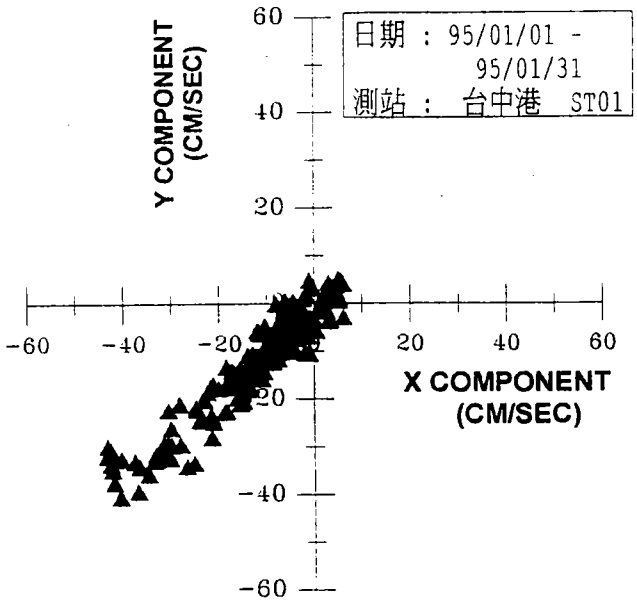


圖 F-5 流速分佈極值圖

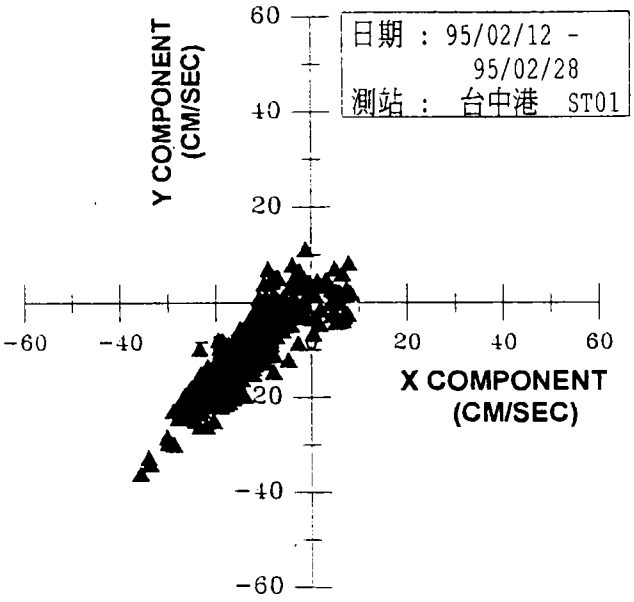


圖 F-6 流速分佈極值圖

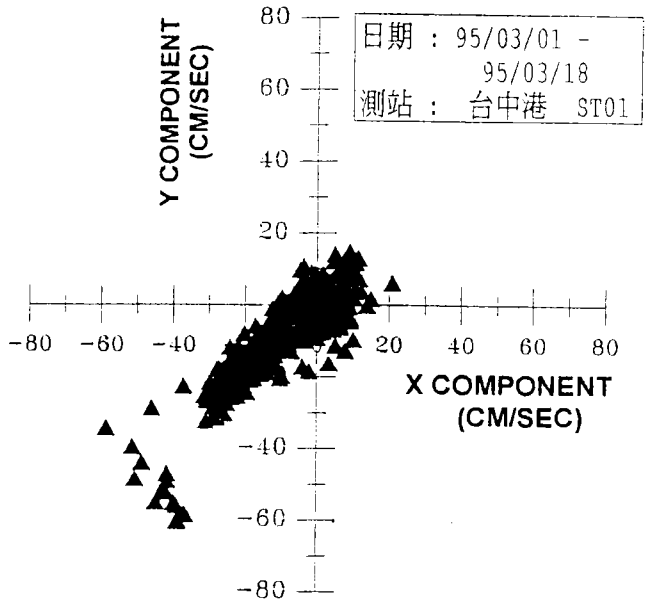


圖 F-7 流速分佈極值圖

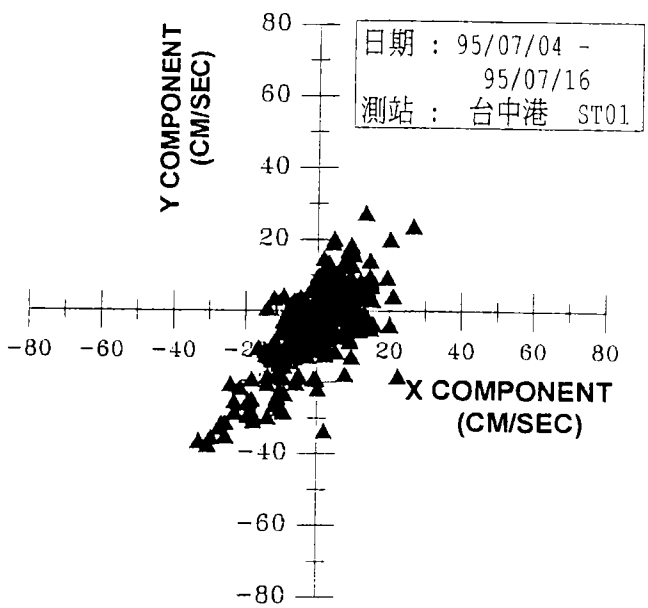


圖 F-8 流速分佈極值圖

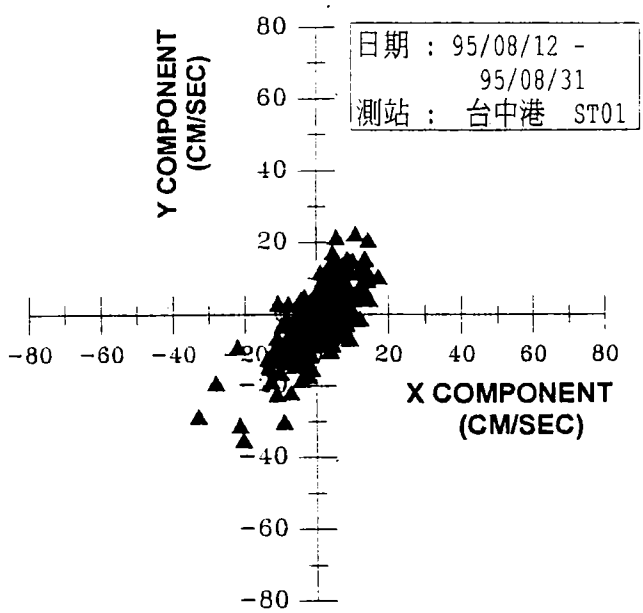


圖 F-9 流速分佈極值圖

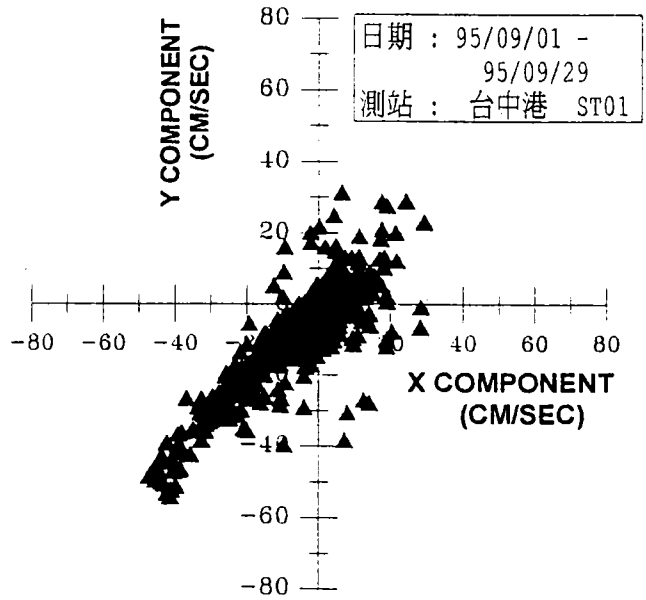


圖 F-10 流速分佈極值圖

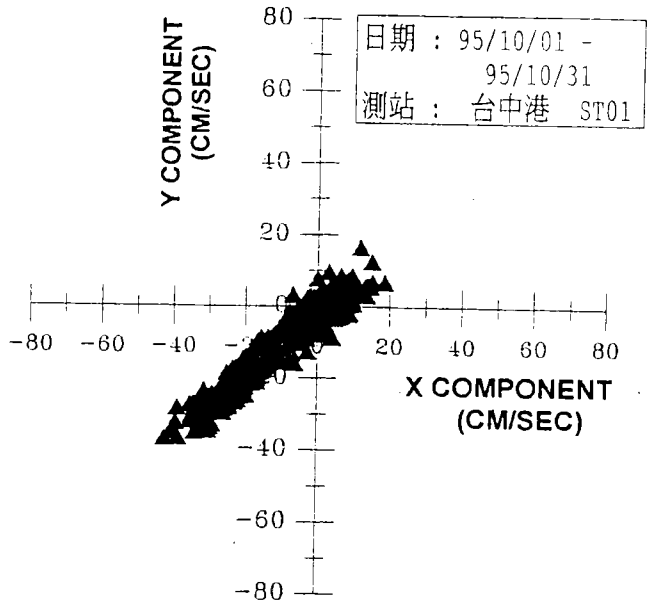


圖 F-11 流速分佈極值圖

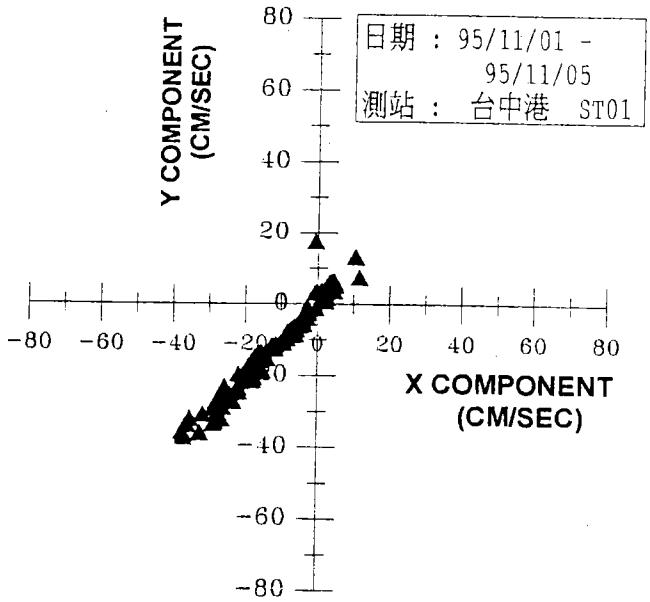


圖 F-12 流速分佈極值圖

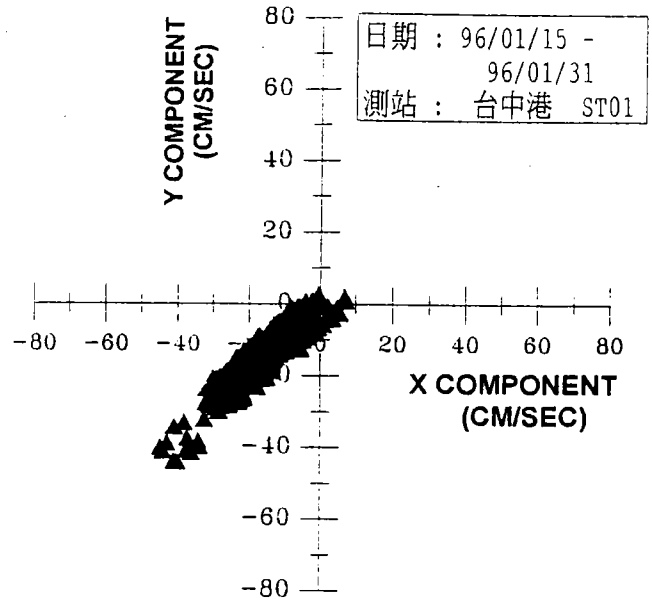


圖 F-13 流速分佈極值圖

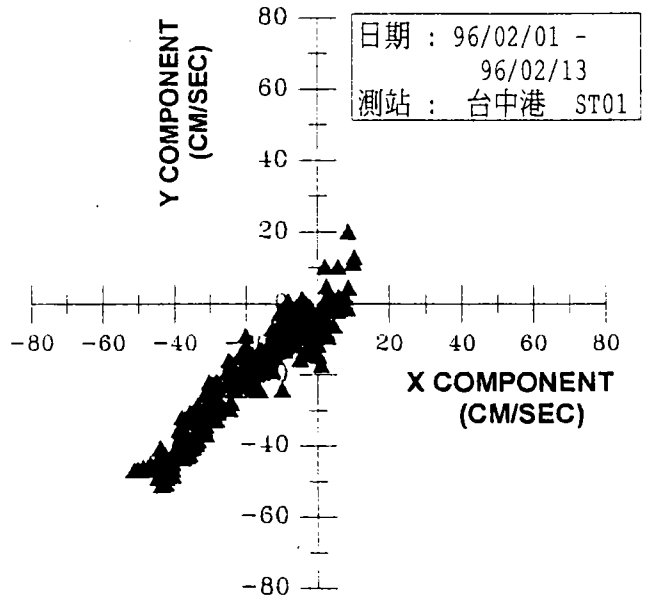


圖 F-14 流速分佈極值圖

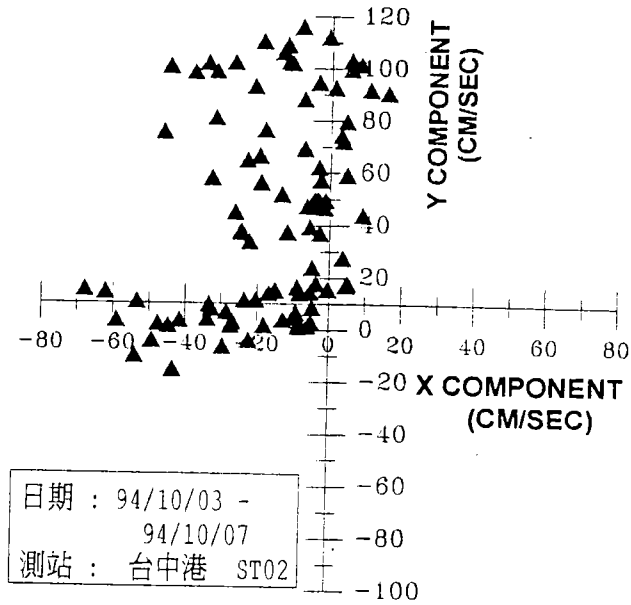


圖 F-15 流速分佈極值圖

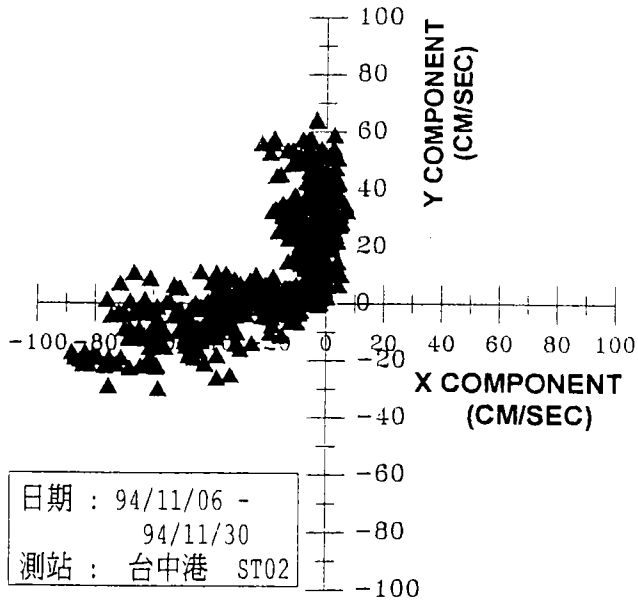


圖 F-16 流速分佈極值圖

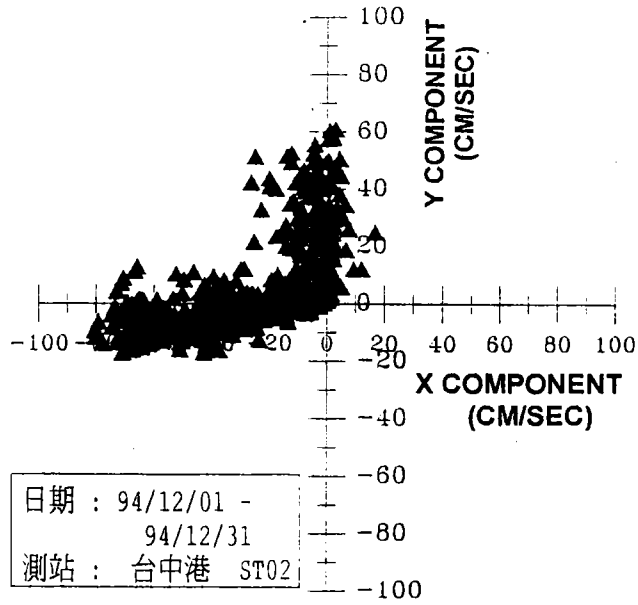


圖 F-17 流速分佈極值圖

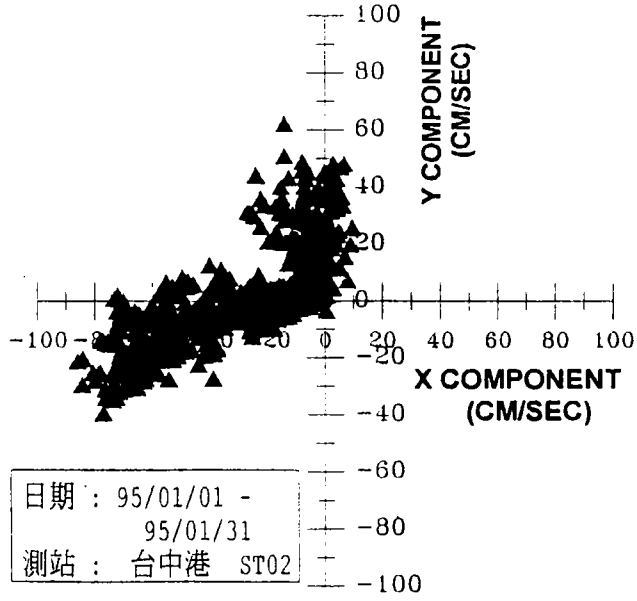


圖 F-18 流速分佈極值圖

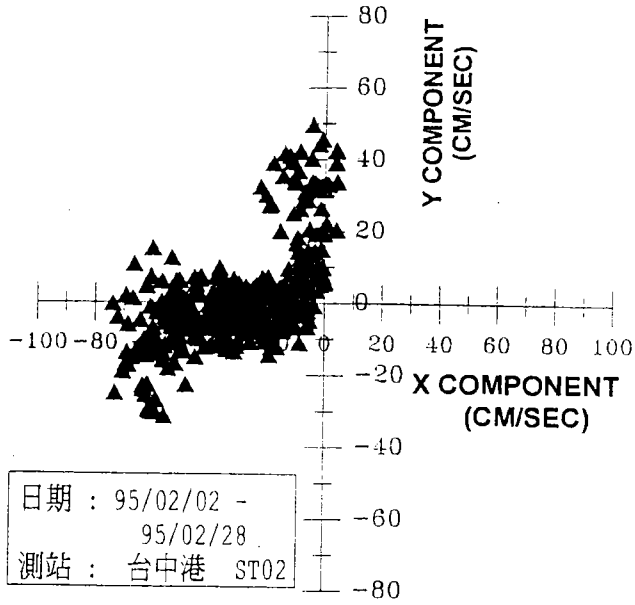


圖 F-19 流速分佈極值圖

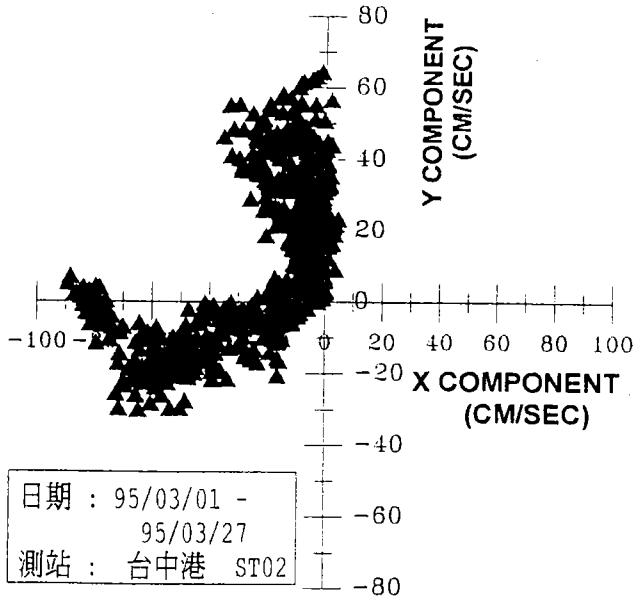


圖 F-20 流速分佈極值圖

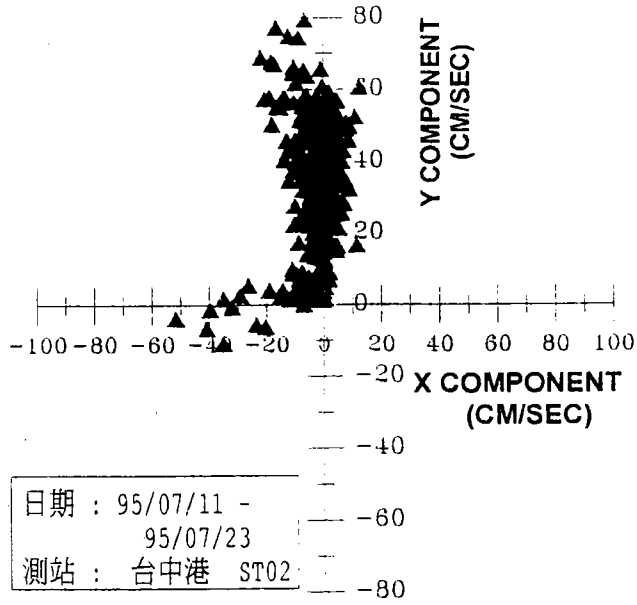


圖 F-21 流速分佈極值圖

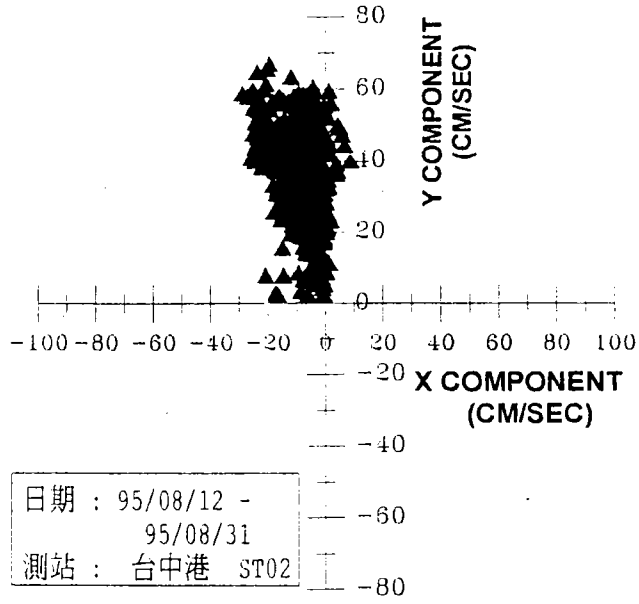


圖 F-22 流速分佈極值圖

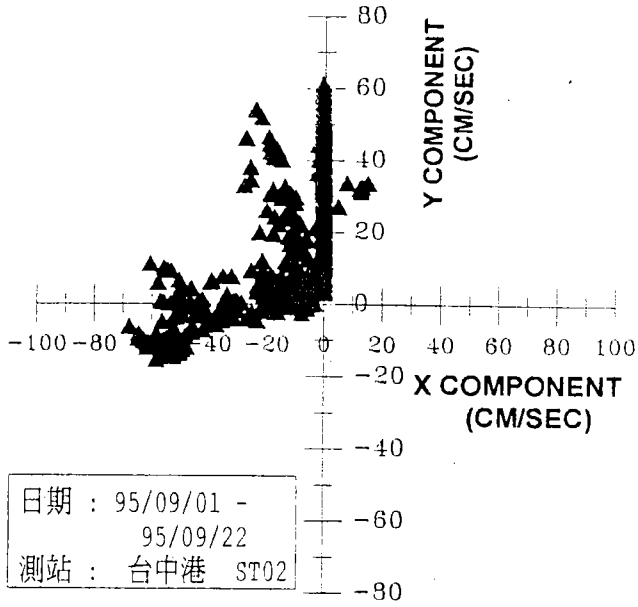


圖 F-23 流速分佈極值圖

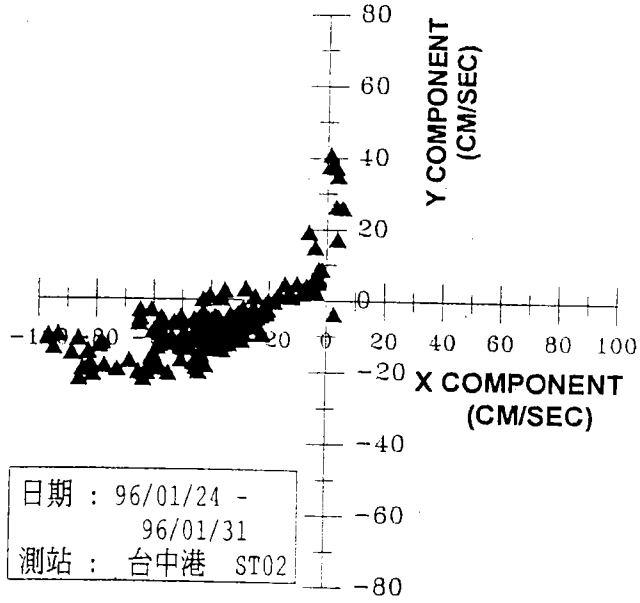


圖 F-24 流速分佈極值圖

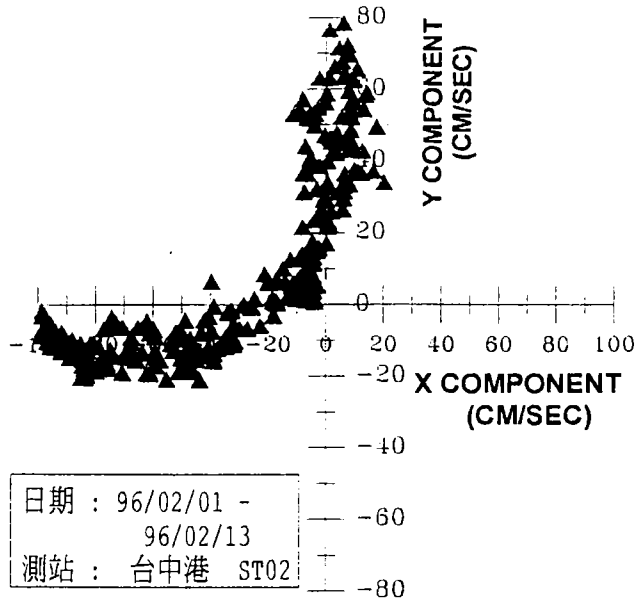


圖 F-25 流速分佈極值圖

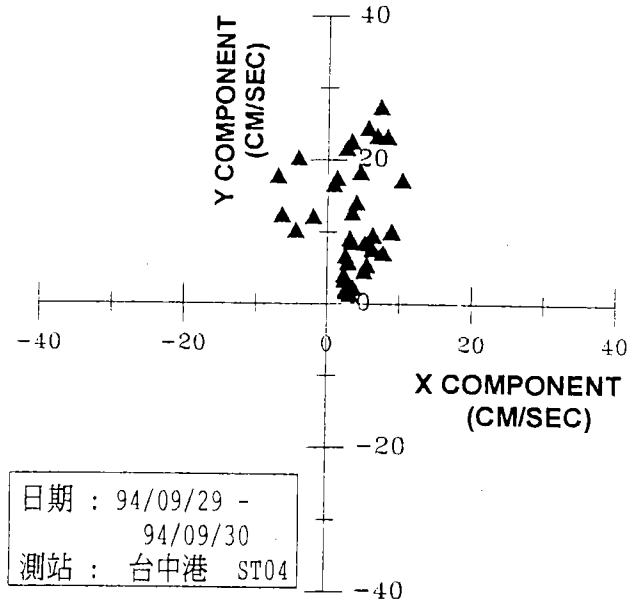


圖 F-26 流速分佈極值圖

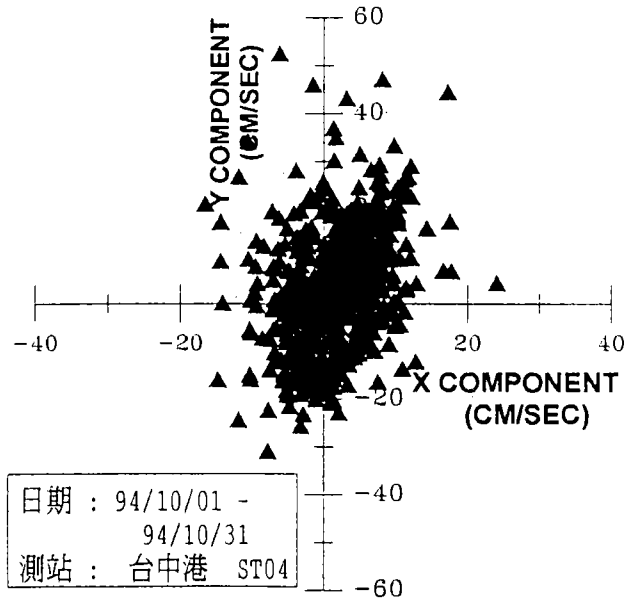


圖 F-27 流速分佈極值圖

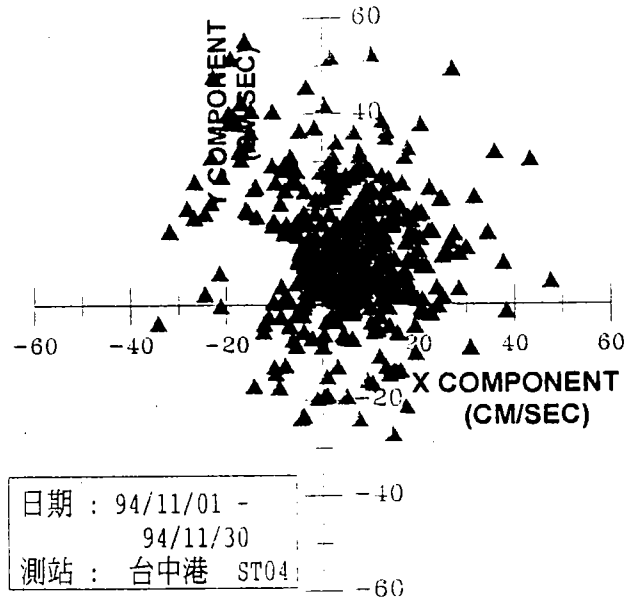


圖 F-28 流速分佈極值圖

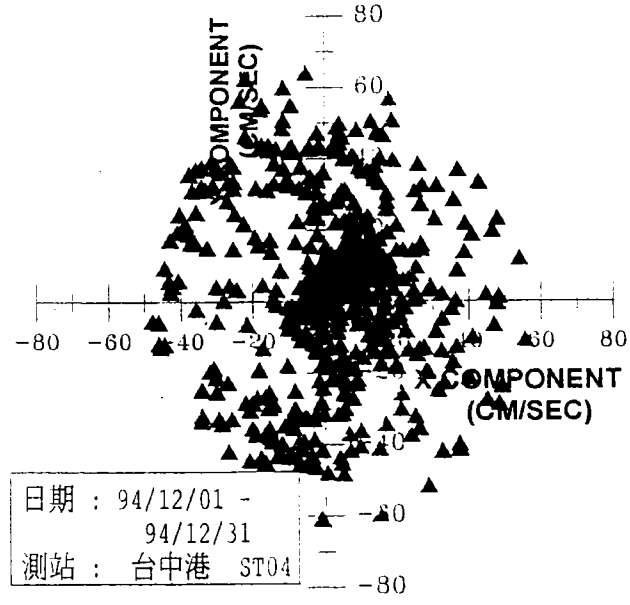


圖 F-29 流速分佈極值圖

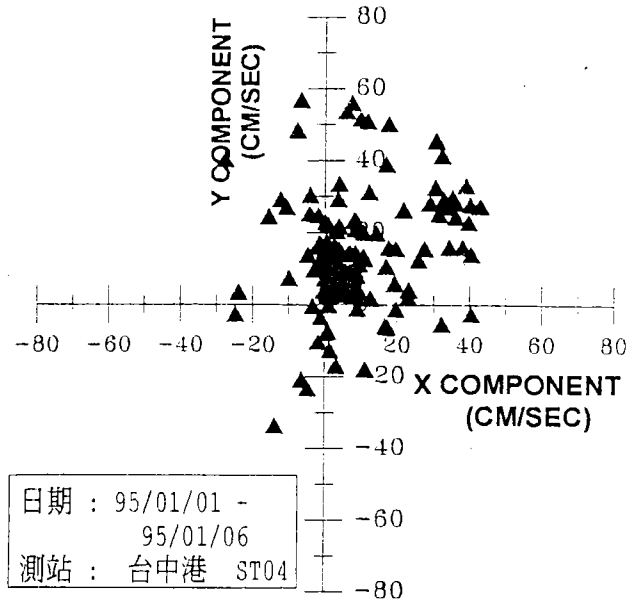


圖 F-30 流速分佈極值圖

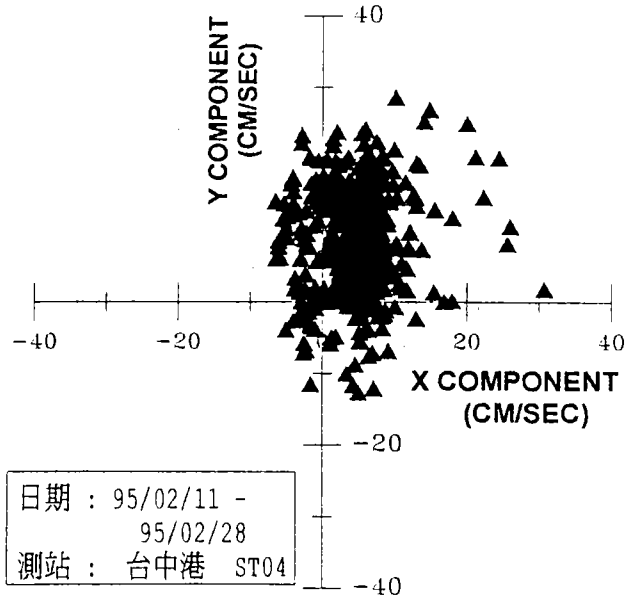


圖 F-31 流速分佈極值圖

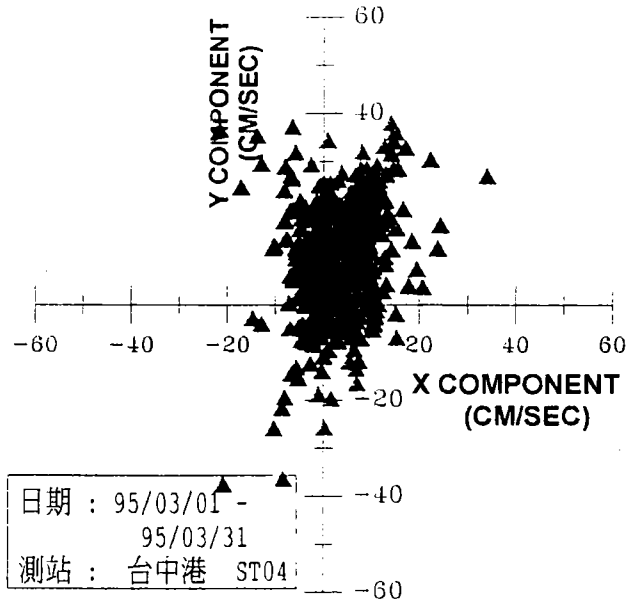


圖 F-32 流速分佈極值圖

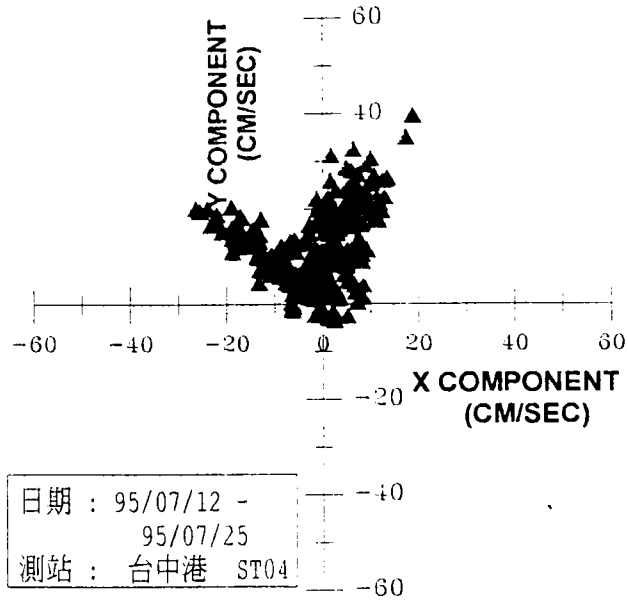


圖 F-33 流速分佈極值圖

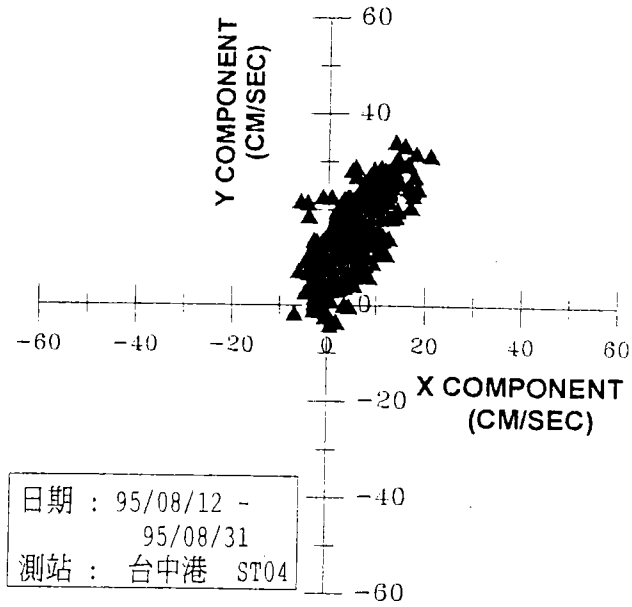


圖 F-34 流速分佈極值圖

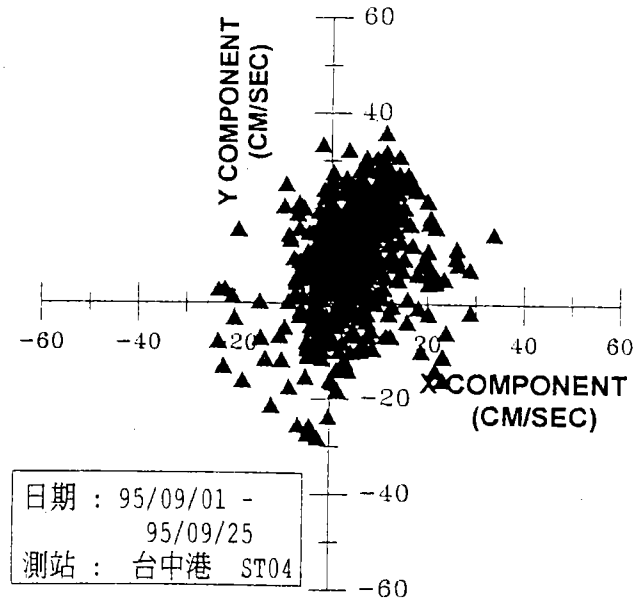


圖 F-35 流速分佈極值圖

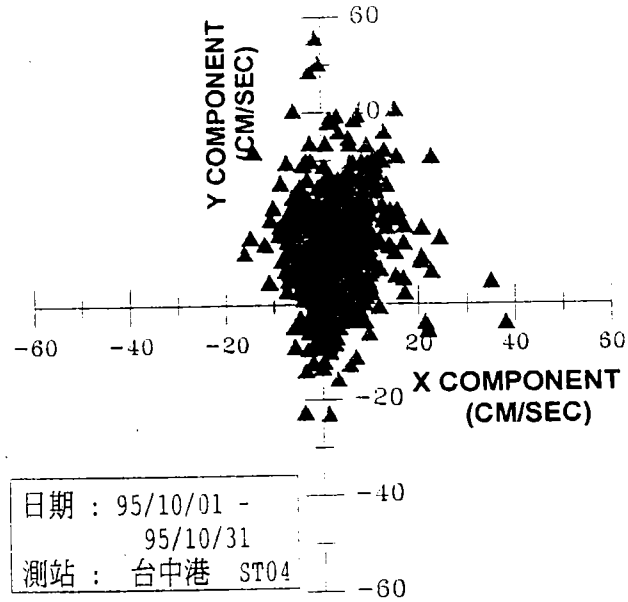


圖 F-36 流速分佈極值圖

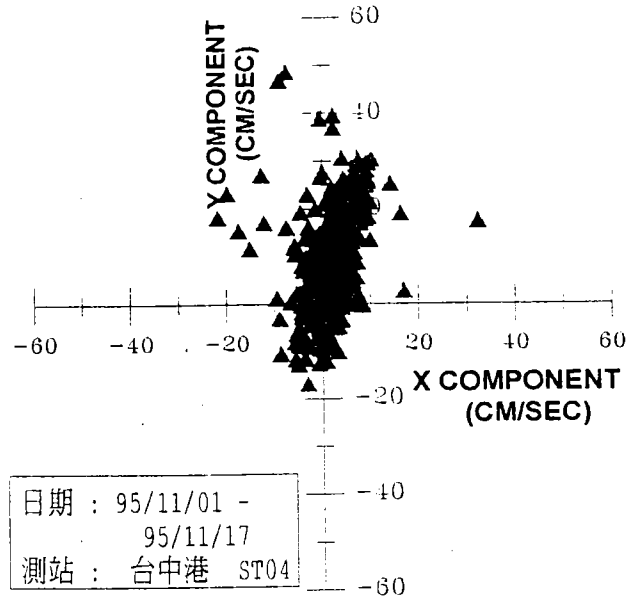


圖 F-37 流速分佈極值圖

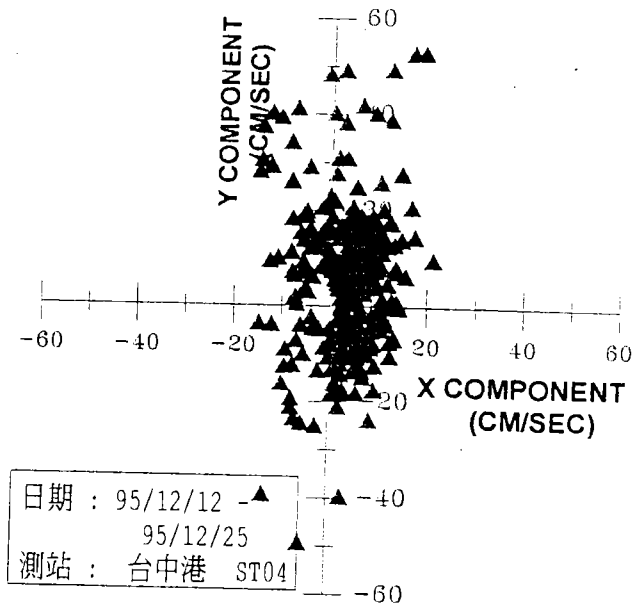


圖 F-38 流速分佈極值圖

附錄 G

潮位能譜圖

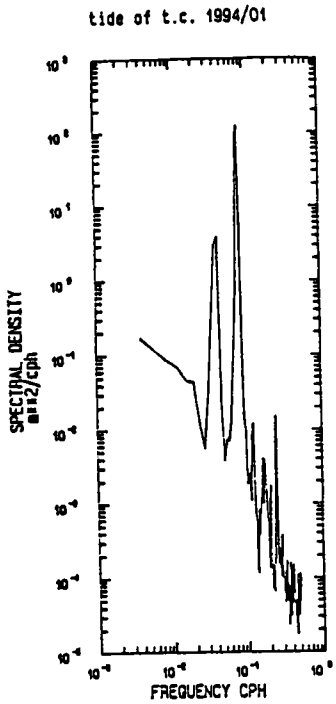


圖 G-1 台中港83年1月潮位能譜圖

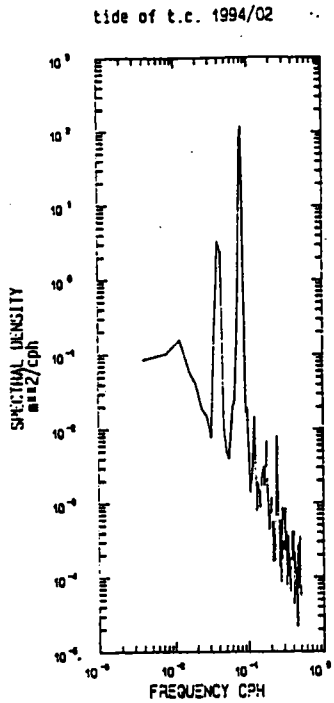


圖 G-2 台中港83年2月潮位能譜圖

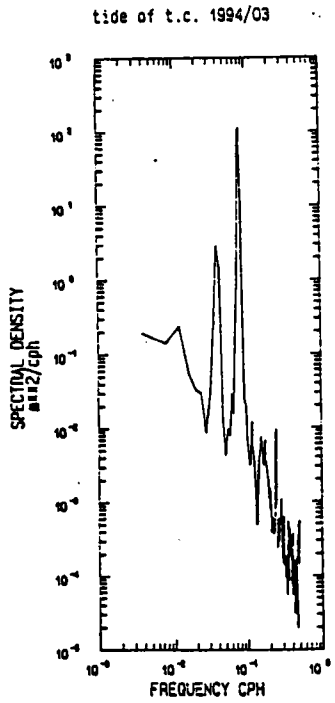


圖 G-3 台中港83年3月潮位能譜圖

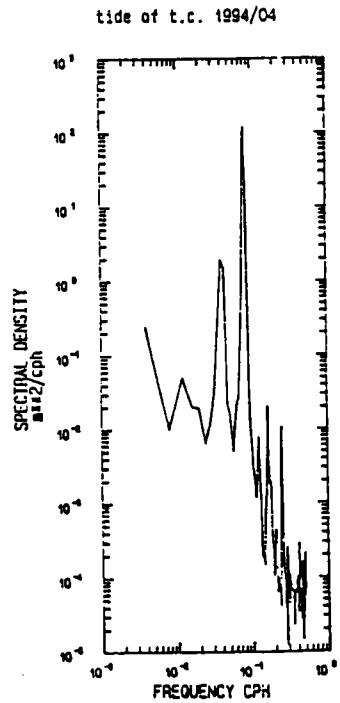


圖 G-4 台中港83年4月潮位能譜圖

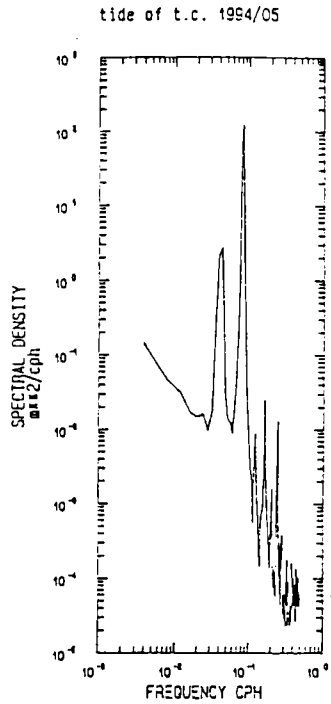


圖 G-5 台中港83年5月潮位能譜圖

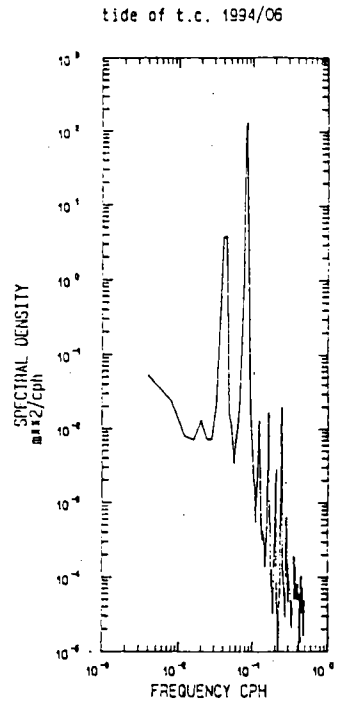


圖 G-6 台中港83年6月潮位能譜圖

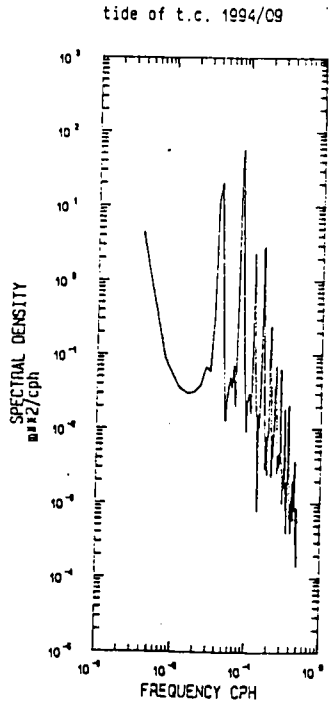


圖 G-7 台中港83年9月潮位能譜圖

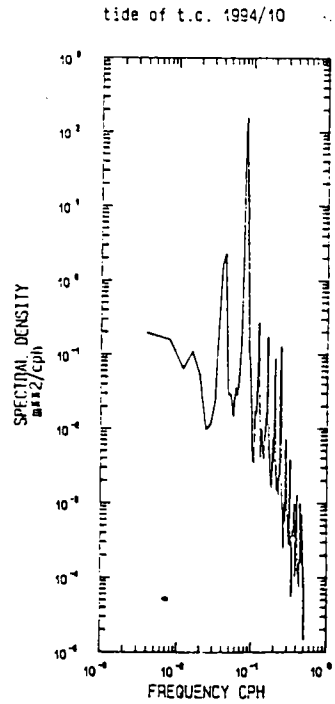


圖 G-8 台中港83年10月潮位能譜圖

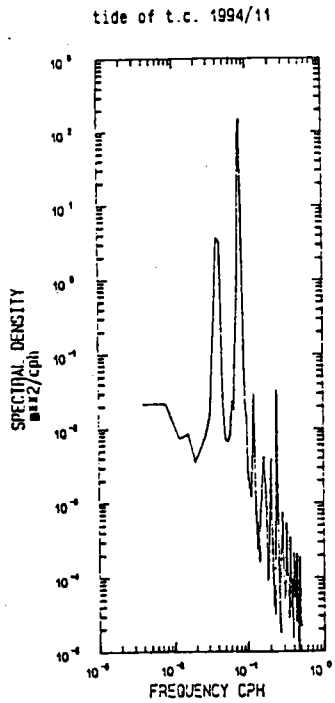


圖 G-9 台中港83年11月潮位能譜圖

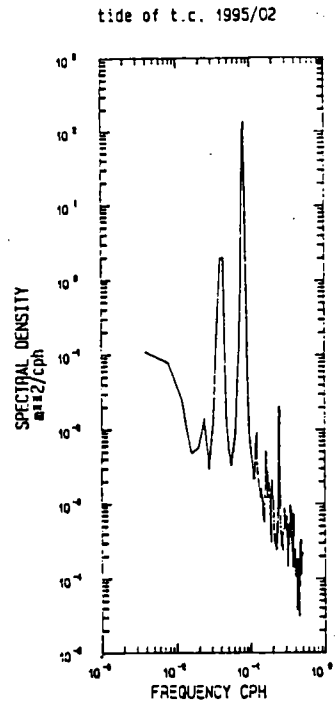


圖 G-10 台中港84年2月潮位能譜圖

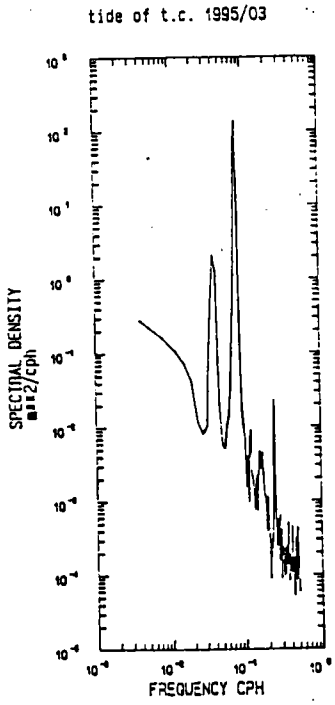


圖 G-11 台中港84年3月潮位能譜圖

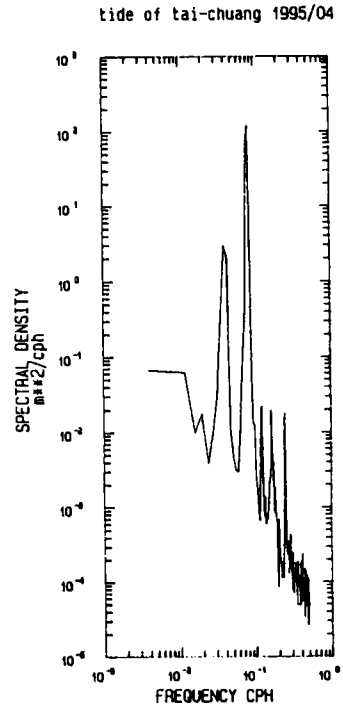


圖 G-12 台中港 84 年 4 月潮位能譜圖

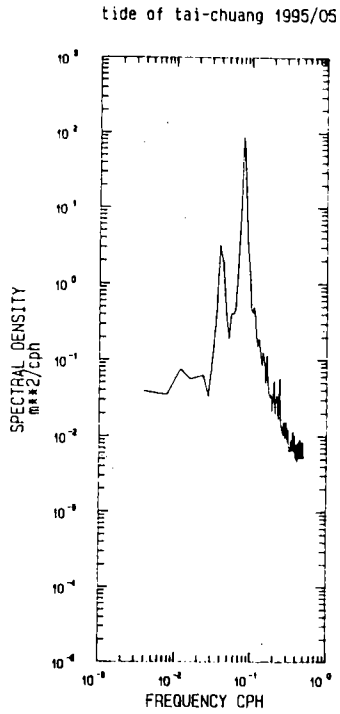


圖 G-13　台中港 84 年 5 月潮位能譜圖

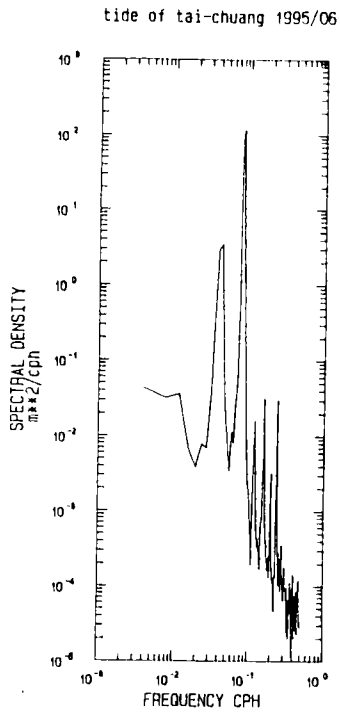


圖 G-14　台中港 84 年 6 月潮位能譜圖

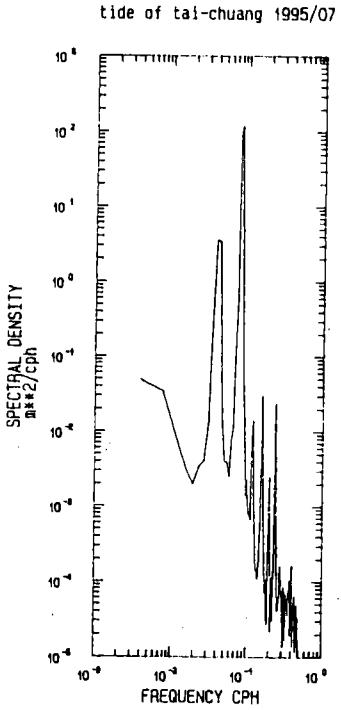


圖 G-15　台中港 84 年 7 月潮位能譜圖

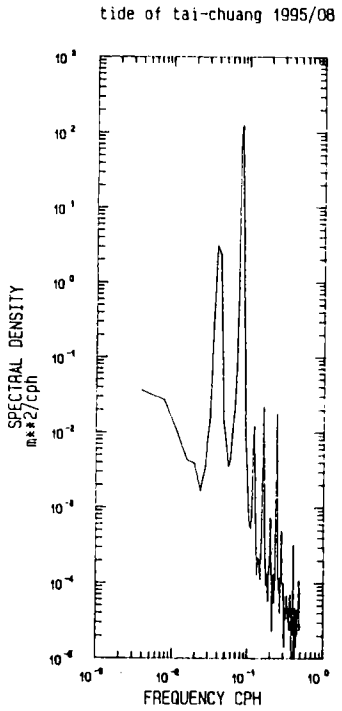


圖 G-16　台中港 84 年 8 月潮位能譜圖

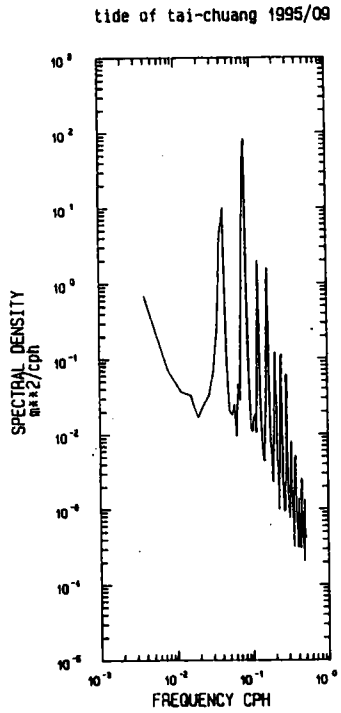


圖 G-17 台中港 84 年 9 月潮位能譜圖

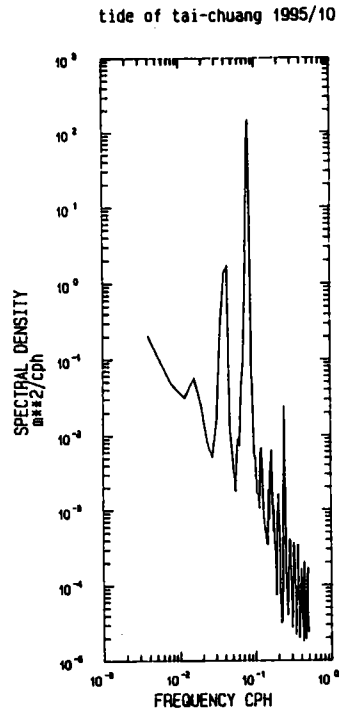


圖 G-18 台中港 84 年 10 月潮位能譜圖

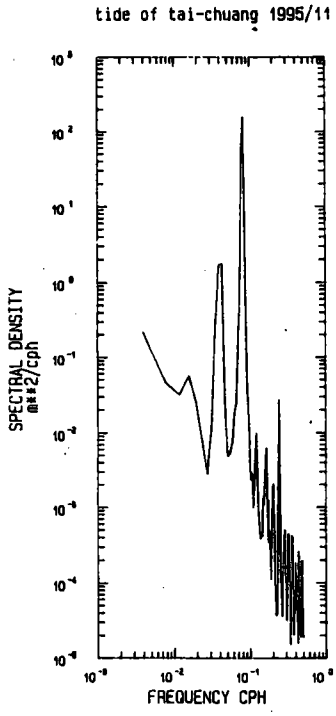


圖 G-19 台中港 84 年 11 潮位能譜圖

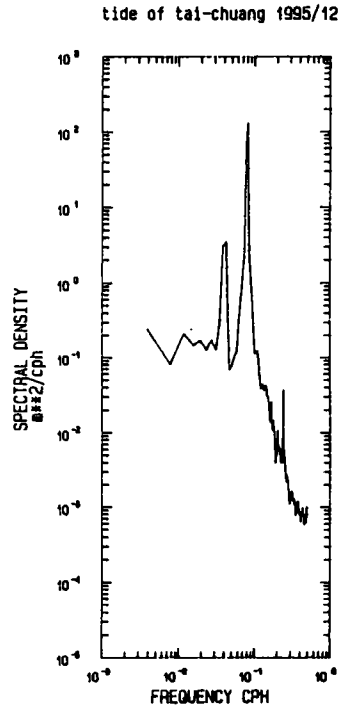


圖 G-20 台中港 84 年 12 月潮位能譜圖

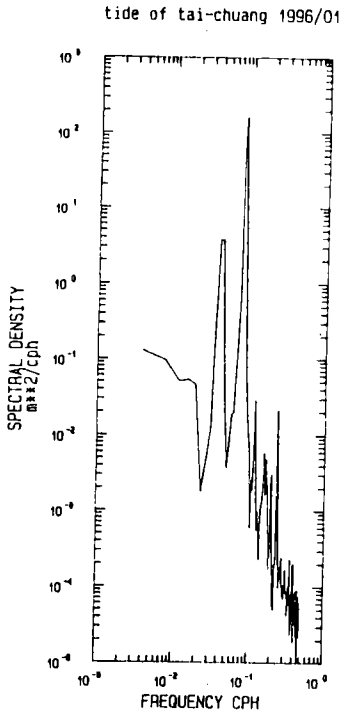


圖 G-21 台中港 85 年 1 月潮位能譜圖

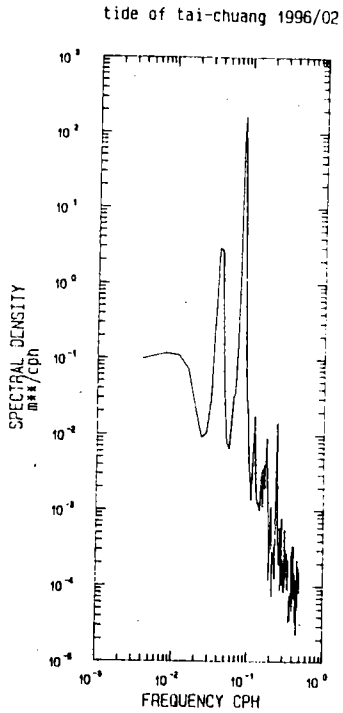


圖 G-22 台中港 84 年 2 月潮位能譜圖

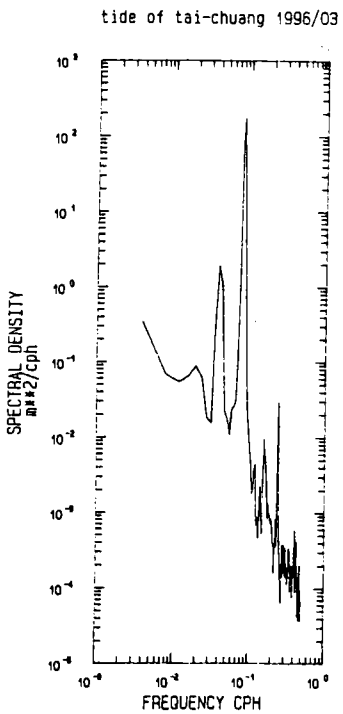


圖 G-23 台中港 85 年 3 月潮位能譜圖

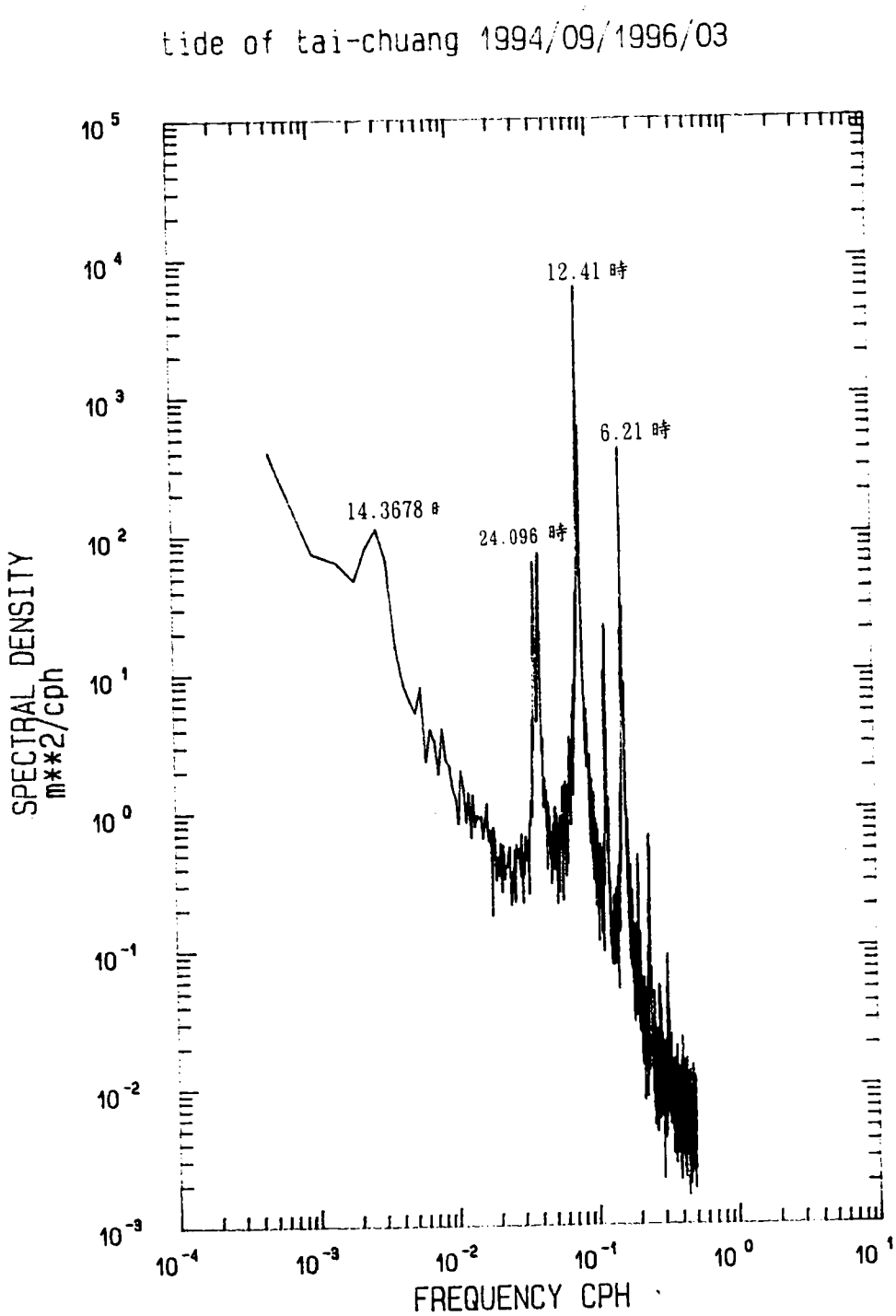
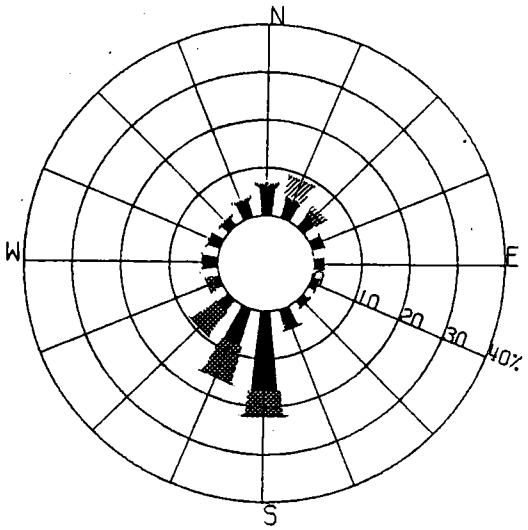


圖 G-24　台中港潮汐 1994 年 9 月至 1996 年 3 月之能譜圖

附錄 II

台中港風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

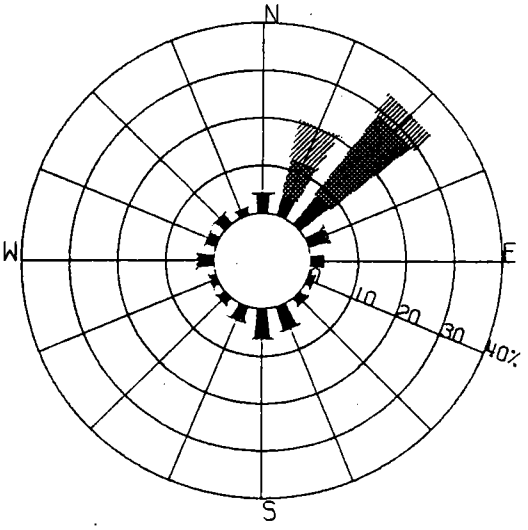
10.1 - 15.0 15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	5.92	.42	.42	.42
NNE	3.80	.70	4.37	.28
NE	2.96	1.41	1.27	.00
ENE	2.68	.00	.00	.00
E	2.25	.00	.00	.00
ESE	1.69	.00	.00	.00
SE	1.69	.00	.00	.00
SSE	4.65	.00	.00	.00
S	16.90	5.35	.00	.00
SWS	8.03	8.17	.14	.00
WS	3.10	6.20	.14	.00
WSW	1.41	1.55	.14	.00
W	3.10	.28	.42	.00
WNW	2.82	.00	.14	.14
WN	2.11	.00	.00	.42
NNW	3.66	.14	.28	.42

DATA NAME : WI9408TC.DIS
DATA LOST = 4.57%

圖 H-1 台中港北堤觀測站 1994 年 8 月風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

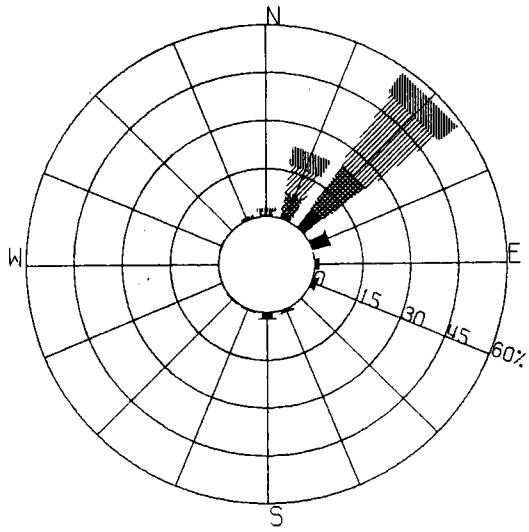
10.1 - 15.0 15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	4.31	.00	.00	.14
NNE	4.45	7.61	8.62	.00
NE	7.61	21.26	5.03	.00
ENE	4.02	.72	.00	.00
E	2.87	.00	.00	.00
ESE	1.44	.00	.00	.00
SE	2.01	.00	.00	.00
SSE	5.32	.00	.00	.00
S	6.32	.14	.14	.00
SWS	3.02	.57	.00	.00
WS	1.87	.14	.00	.00
WSW	1.29	.29	.00	.00
W	3.45	.43	.00	.00
WNW	2.30	.14	.00	.00
WN	2.73	.00	.00	.00
NNW	1.58	.00	.14	.00

DATA NAME : WI9409TC.DIS
DATA LOST = 3.33%

圖 H-2 台中港北堤觀測站 1994 年 9 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.44	.44	.88	1.10
NNE	1.75	6.36	9.21	5.70
NE	7.68	16.23	26.97	7.46
ENE	5.70	.22	.00	.00
E	1.54	.00	.00	.00
ESE	1.75	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	1.10	.00	.00	.00
S	2.19	.00	.00	.00
SWS	.44	.00	.00	.22
WS	.44	.00	.00	.00
WSW	.22	.00	.00	.00
W	.22	.00	.00	.00
WNW	.44	.00	.00	.00
WN	.22	.00	.00	.00
NNW	.22	.66	.22	.00

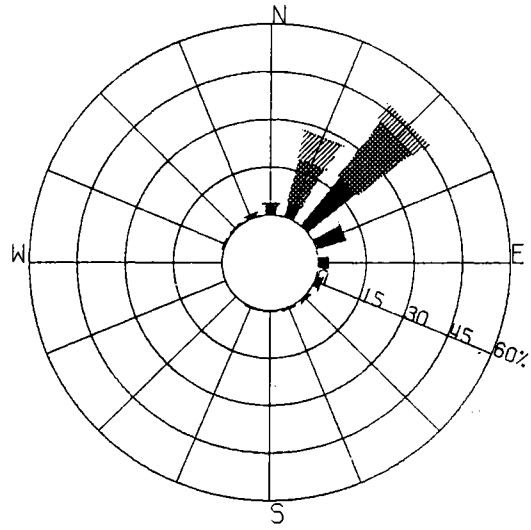
DATA NAME : WI9410TC.DIS
DATA LOST = 38.71%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-3 台中港北堤觀測站 1994 年 10 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.84	.99	.00	.00
NNE	4.96	13.76	9.22	.28
NE	19.29	21.56	6.10	.00
ENE	9.65	.14	.00	.00
E	3.40	.00	.00	.00
ESE	2.27	.00	.00	.00
SE	1.13	.00	.00	.00
SSE	.57	.00	.00	.00
S	.43	.00	.00	.00
SWS	.43	.00	.00	.00
WS	.14	.00	.00	.00
WSW	.14	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.71	.00	.00	.00
WN	.57	.00	.00	.00
NNW	1.42	.00	.00	.00

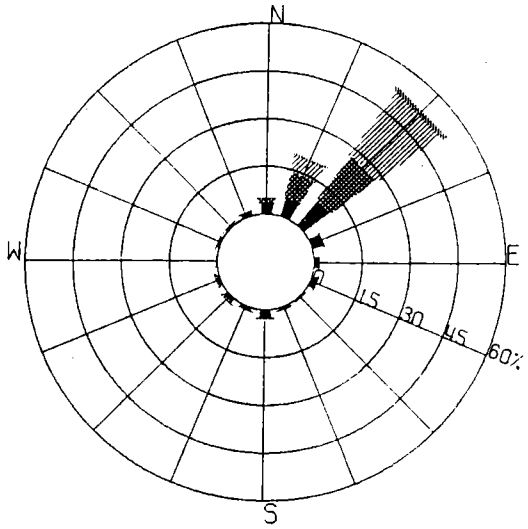
DATA NAME : WI9411TC.DIS
DATA LOSS = 2.08%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-4 台中港北堤觀測站 1994 年 11 月風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

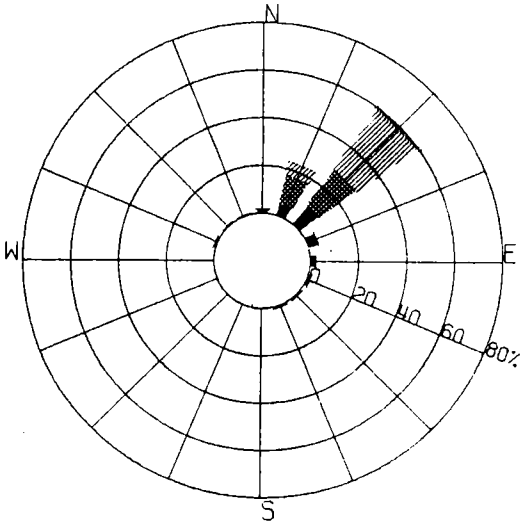
10.1 - 15.0 15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	3.16	1.93	.00	.00
NNE	5.79	8.25	5.79	.53
NE	10.00	17.37	24.74	1.58
ENE	3.86	.00	.00	.00
E	1.75	.00	.00	.00
ESE	2.11	.00	.00	.00
SE	.53	.00	.00	.00
SSE	.88	.00	.00	.00
S	2.81	.00	.00	.00
SWS	1.23	.00	.00	.00
WS	1.58	.53	.00	.00
WSW	.88	.70	.00	.00
W	.53	.00	.00	.00
WNW	1.05	.00	.00	.00
WN	.88	.00	.00	.00
NNW	1.40	.18	.00	.00

DATA NAME : WI9412TC.DIS
DATA LOSS = 23.39%

圖 H-5 台中港北堤觀測站 1994 年 12 月風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

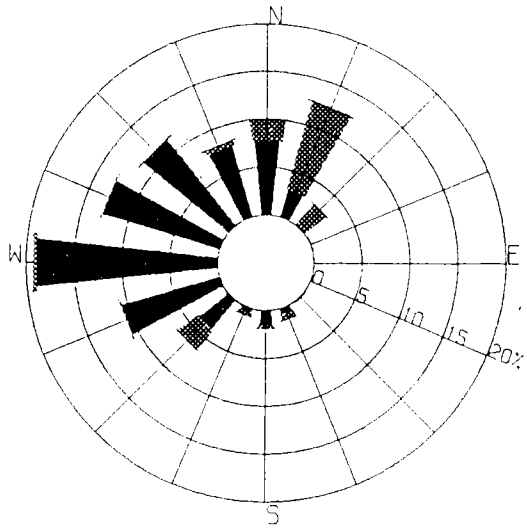
10.1 - 15.0 15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.40	.70	.00	.00
NNE	4.89	12.57	6.11	.00
NE	10.12	18.32	30.89	1.57
ENE	4.54	.00	.00	.00
E	2.44	.00	.00	.00
ESE	1.57	.00	.00	.00
SE	.87	.00	.00	.00
SSE	.87	.00	.00	.00
S	.35	.00	.00	.00
SWS	.17	.00	.00	.00
WS	.17	.00	.00	.00
WSW	.17	.00	.00	.00
W	.17	.00	.00	.00
WNW	1.05	.00	.00	.00
WN	.52	.00	.00	.00
NNW	.52	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9501TC.DIS
DATA LOSS = 22.98%

圖 H-6 台中港北堤觀測站 1995 年 1 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	7.74	2.38	.00	.00
NNE	2.98	9.67	.00	.00
NE	.00	2.98	.00	.00
ENE	.00	.15	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.15	.00	.00
SSE	.60	.74	.00	.00
S	1.49	.45	.00	.00
SWS	.45	.45	.00	.00
WS	3.87	2.68	.00	.00
WSW	10.71	.15	.00	.00
W	19.05	.45	.00	.00
WNW	12.80	.15	.00	.00
WN	11.46	.15	.00	.00
NNW	7.74	.60	.00	.00

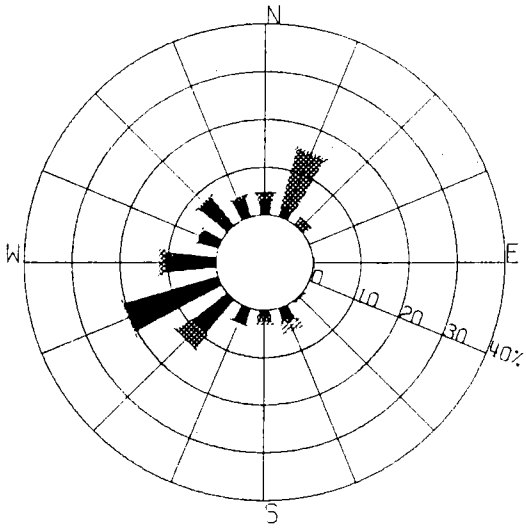
DATA NAME : WI9502TC.DIS
DATA LOSS = .00%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-7 台中港北堤觀測站 1995 年 2 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	3.13	1.74	.00	.00
NNE	2.08	12.50	.69	.00
NE	.00	2.08	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.35	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.35	.00	.35	.00
SSE	2.78	.69	2.08	.00
S	1.04	1.39	.69	.00
SWS	3.47	.35	.00	.00
WS	9.38	3.82	.00	.00
WSW	20.49	.35	.00	.00
W	10.76	1.39	.00	.00
WNW	4.51	.35	.00	.00
WN	7.64	.35	.00	.00
NNW	4.17	.69	.00	.00

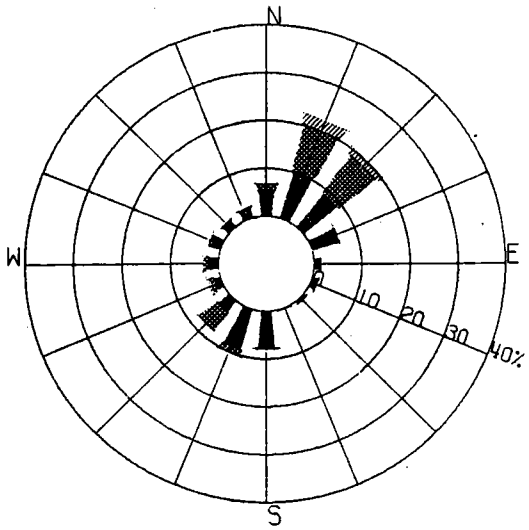
DATA NAME : WI9503TC.DIS
DATA LOST = 61.29%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-8 台中港北堤觀測站 1995 年 3 月風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

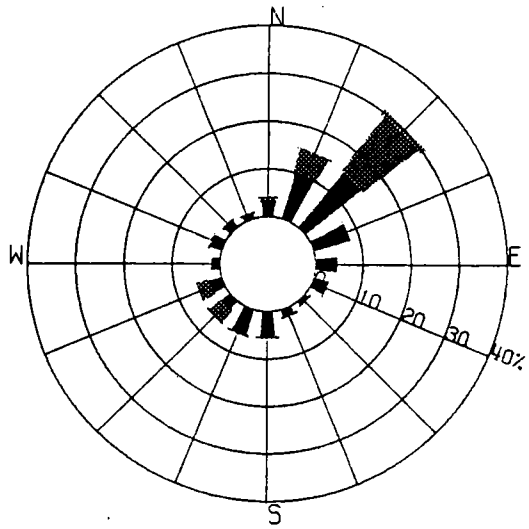
10.1 - 15.0 15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	5.35	1.60	.00	.00
NNE	10.34	9.98	2.32	.00
NE	9.09	9.80	1.60	.00
ENE	6.06	.00	.00	.00
E	1.60	.00	.00	.00
ESE	1.43	.00	.00	.00
SE	.71	.00	.00	.00
SSE	.18	.00	.00	.00
S	8.02	.00	.00	.00
SWS	8.91	1.43	.00	.00
WS	2.85	4.99	.18	.00
WSW	1.43	1.07	.36	.00
W	2.32	1.07	.00	.00
WNW	2.85	.00	.00	.00
WN	1.96	.00	.00	.00
NNW	2.14	.36	.00	.00

DATA NAME : WI9504TC.DIS
DATA LOST = 22.08%

圖 H-9 台中港北堤觀測站 1995 年 4 月風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

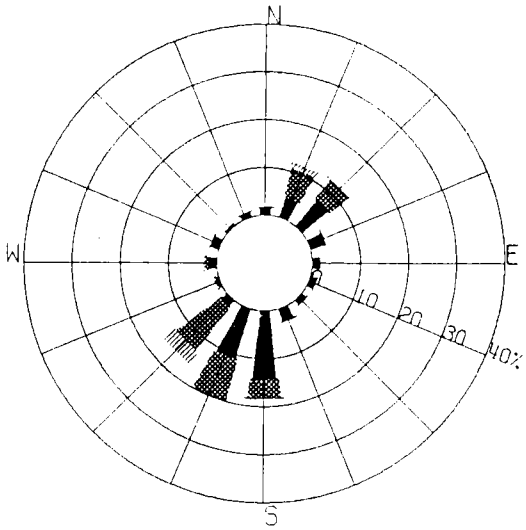
10.1 - 15.0 15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	3.09	1.08	.00	.00
NNE	9.81	5.51	.13	.00
NE	15.05	14.25	1.48	.00
ENE	7.93	.00	.00	.00
E	4.44	.00	.00	.00
ESE	3.23	.00	.00	.00
SE	1.08	.00	.00	.00
SSE	1.75	.00	.00	.00
S	5.24	.40	.00	.00
SWS	5.38	.54	.00	.00
WS	2.28	3.49	.00	.00
WSW	2.55	2.96	.00	.00
W	1.88	.13	.00	.00
WNW	2.69	.27	.00	.00
WN	2.02	.00	.00	.00
NNW	1.08	.27	.00	.00

DATA NAME : WI9505TC.DIS
DATA LOST = .00%

圖 H-10 台中港北堤觀測站 1995 年 5 月風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

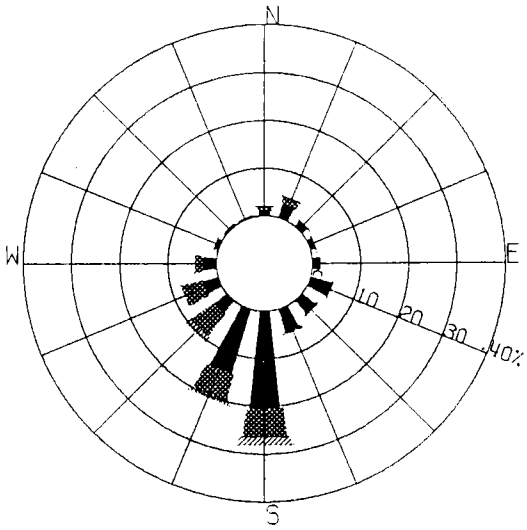
10.1 - 15.0 15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.53	.28	.00	.00
NNE	4.45	6.12	1.39	.00
NE	6.95	5.29	.14	.00
ENE	3.34	.14	.00	.00
E	1.67	.00	.00	.00
ESE	1.53	.00	.00	.00
SE	1.39	.00	.00	.00
SSE	2.92	.00	.00	.00
S	14.33	4.17	.00	.00
SWS	10.85	9.18	.00	.00
WS	1.53	11.40	3.34	.00
WSW	.70	.42	.14	.00
W	1.95	.37	.00	.00
WNW	1.95	.14	.00	.00
WN	.56	.00	.00	.00
NNW	1.25	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9506TC.DIS
DATA LOST = .14%

圖 H-11 台中港北堤觀測站 1995 年 6 月風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

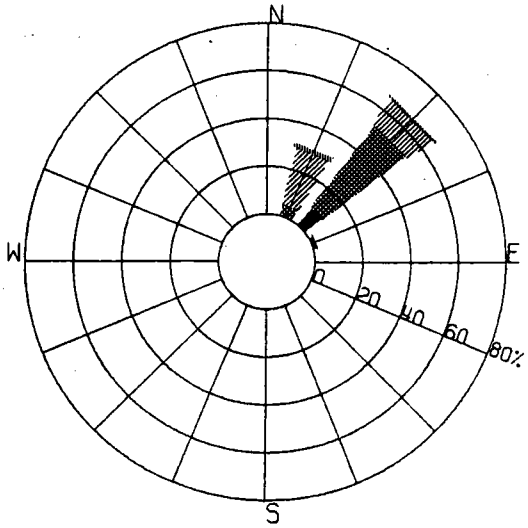
10.1 - 15.0 15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.22	.87	.00	.00
NNE	3.13	1.56	.00	.00
NE	1.56	.00	.00	.00
ENE	1.22	.00	.00	.00
E	1.74	.00	.00	.00
ESE	4.86	.00	.00	.00
SE	3.82	.00	.00	.00
SSE	5.03	.35	.17	.00
S	20.66	5.90	1.91	.00
SWS	14.06	5.73	.87	.17
WS	3.30	5.73	1.56	.00
WSW	3.30	4.69	.00	.00
W	2.95	1.74	.00	.00
WNW	1.04	.00	.00	.00
WN	.35	.17	.00	.00
NNW	.35	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9507TC.DIS
DATA LOST = 22.58%

圖 H-12 台中港北堤觀測站 1995 年 7 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.00	.00	.00	.00
NNE	.38	4.55	24.62	1.89
NE	9.09	43.18	13.64	.76
ENE	1.89	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SWS	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00

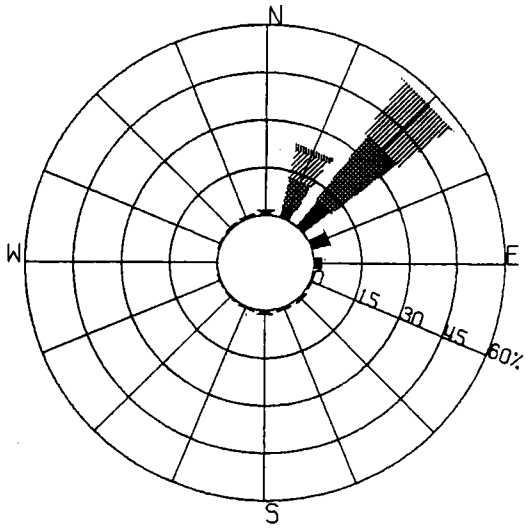
DATA NAME : WI9510TC.DIS
DATA LOST = 64.52%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-13 台中港北堤觀測站 1995 年 10 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.53	.14	.00	.14
NNE	3.61	9.17	9.44	1.67
NE	10.83	25.28	20.69	.42
ENE	5.97	.00	.00	.00
E	2.50	.00	.00	.00
ESE	.69	.00	.00	.00
SE	1.11	.00	.00	.00
SSE	.83	.00	.00	.00
S	1.39	.00	.00	.00
SWS	.69	.00	.00	.14
WS	.56	.00	.00	.00
WSW	.28	.28	.00	.00
W	.42	.00	.00	.00
WNW	.56	.00	.14	.00
WN	.69	.00	.00	.00
NNW	.83	.00	.00	.00

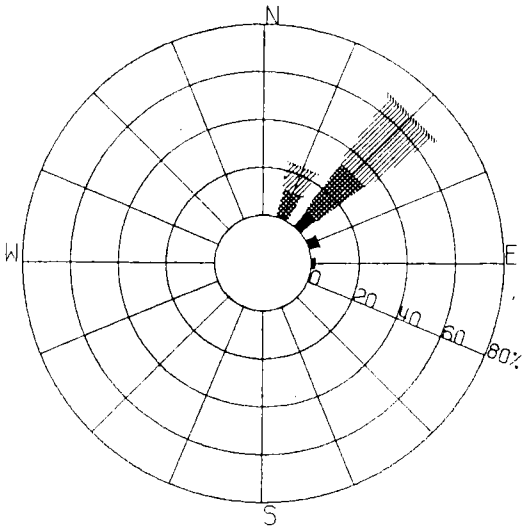
DATA NAME : WI9511TC.DIS
DATA LOST = .00%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-14 台中港北堤觀測站 1995 年 11 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.16	.16	.00	.00
NNE	1.58	10.46	11.57	.48
NE	8.72	23.93	34.23	1.58
ENE	4.91	.00	.00	.00
E	1.90	.00	.00	.00
ESE	.16	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SWS	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	.00	.00	.00	.00
NNW	.16	.00	.00	.00

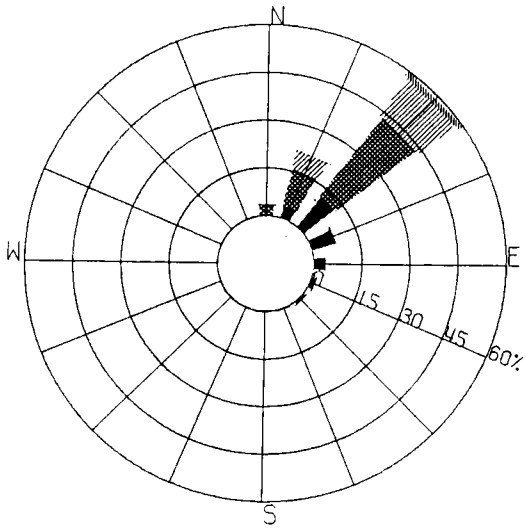
DATA NAME : WI9512TC.DIS
DATA LOST = 15.19%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-15 台中港北堤觀測站 1995 年 12 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.54	2.96	.13	.00
NNE	3.49	12.10	6.32	.00
NE	12.23	31.18	15.05	1.34
ENE	7.66	.13	.00	.00
E	3.63	.00	.00	.00
ESE	1.61	.00	.00	.00
SE	.94	.00	.00	.00
SSE	.27	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SWS	.00	.00	.00	.00
WS	.13	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	.13	.00	.00	.00
NNW	.13	.00	.00	.00

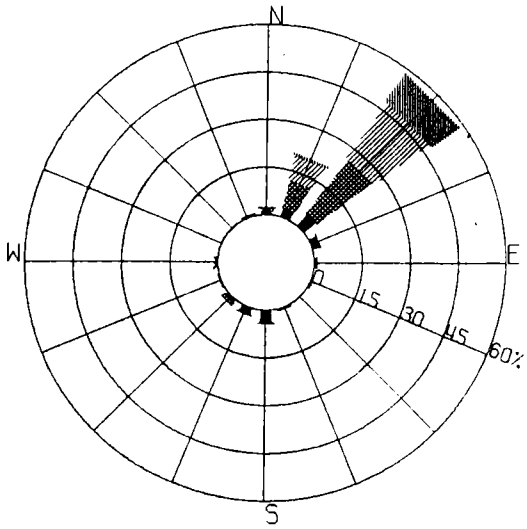
DATA NAME : WI9601TC.DIS
DATA LOST = .00%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-16 台中港北堤觀測站 1996 年 1 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.29	1.15	.00	.00
NNE	3.02	8.76	8.33	.72
NE	4.89	21.12	21.70	10.92
ENE	2.73	.00	.00	.00
E	1.15	.00	.00	.00
ESE	.72	.00	.00	.00
SE	.14	.00	.00	.00
SSE	.57	.00	.00	.00
S	4.45	.00	.00	.00
SWS	2.16	.43	.00	.00
WS	.86	1.44	.00	.00
WSW	.43	.14	.00	.00
W	1.01	.57	.00	.00
WNW	.29	.00	.00	.00
WN	.29	.00	.00	.00
NNW	.72	.00	.00	.00

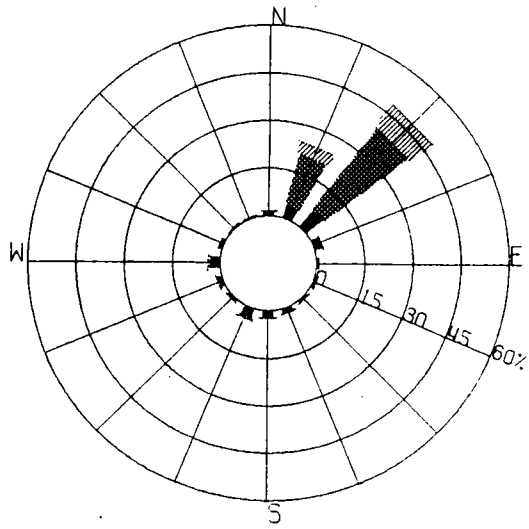
DATA NAME : WI9602TC.DIS
DATA LOST = .00%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-17 台中港北堤觀測站 1996 年 2 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.39	.40	.00	.00
NNE	4.17	16.50	4.17	.20
NE	6.76	32.41	9.34	.20
ENE	2.78	.00	.00	.00
E	.99	.00	.00	.00
ESE	1.19	.00	.00	.00
SE	.99	.00	.00	.00
SSE	1.79	.00	.00	.00
S	2.39	.20	.00	.00
SWS	3.18	.80	.00	.00
WS	.60	.60	.00	.00
WSW	1.39	.60	.00	.00
W	3.38	.99	.00	.00
WNW	1.39	.00	.00	.00
WN	.60	.00	.00	.00
NNW	.60	.00	.00	.00

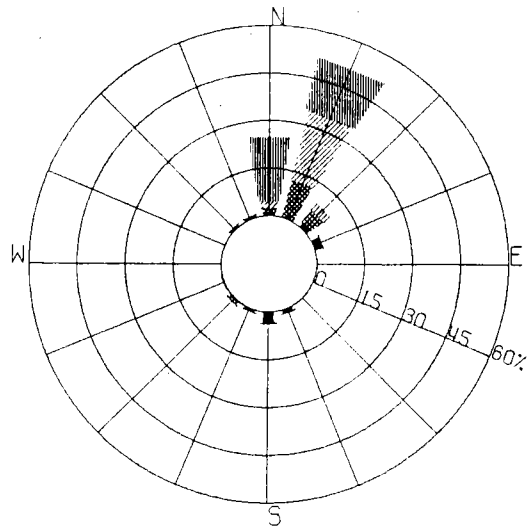
DATA NAME : WI9603TC.DIS
DATA LOST = 32.39%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-18 台中港北堤觀測站 1996 年 3 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.97	1.46	2.43	20.39
NNE	.49	11.65	22.82	16.99
NE	1.46	4.85	2.91	.00
ENE	2.91	.00	.00	.00
E	.49	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	1.46	.00	.00	.00
S	3.88	.00	.00	.00
SWS	.97	.00	.00	.00
WS	.49	.97	.00	.00
WSW	.49	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	.97	.00	.00	.00
NNW	.49	.49	.00	.00

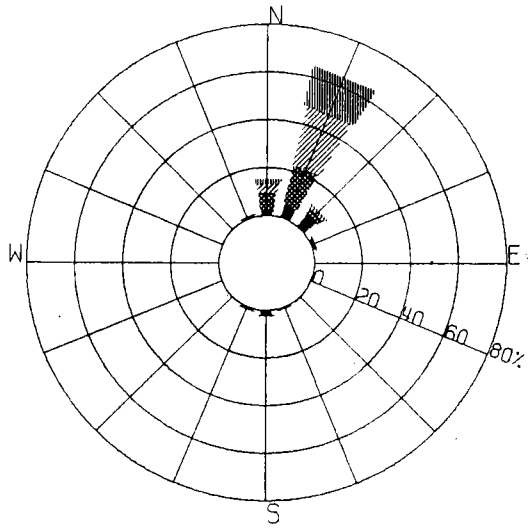
DATA NAME : WI9609TC.ADI
DATA LOST = 71.39%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-19 台中港北防波堤堤頭測站 1996 年 9 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.07	7.45	4.14	1.93
NNE	5.52	16.69	25.79	17.10
NE	6.76	2.21	1.38	.69
ENE	1.66	.00	.00	.00
E	.41	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.28	.00	.00	.00
SSE	.69	.00	.00	.00
S	2.34	.00	.00	.00
SWS	1.10	.00	.00	.00
WS	.14	.00	.00	.00
WSW	.28	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	.28	.00	.00	.00
NNW	.55	.55	.00	.00

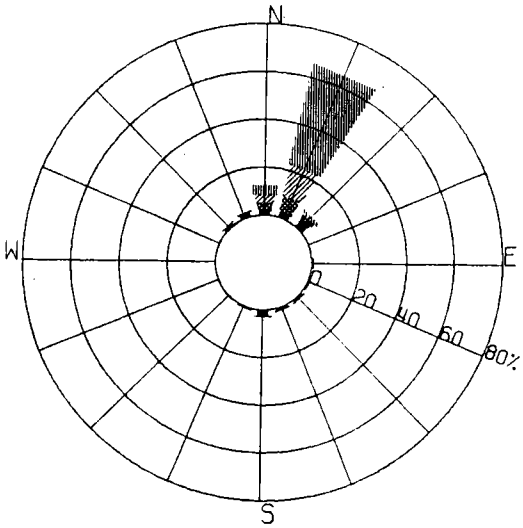
DATA NAME : WI9610TC.ADI
DATA LOST = 2.55%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-20 台中港北防波堤堤頭測站 1996 年 10 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.05	2.83	3.94	4.09
NNE	2.68	6.77	13.39	43.31
NE	4.72	1.42	.63	1.42
ENE	.31	.00	.00	.00
E	.94	.00	.00	.00
ESE	.79	.00	.00	.00
SE	1.26	.00	.00	.00
SSE	1.26	.00	.00	.00
S	2.83	.16	.00	.00
SWS	.79	.00	.00	.00
WS	.31	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.16	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	1.42	.16	.00	.00
NNW	2.20	.16	.00	.00

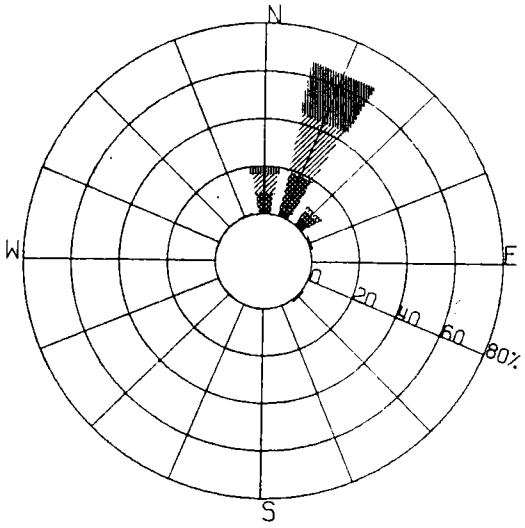
DATA NAME : WI9611TC.ADI
DATA LOST = 11.81%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-21 台中港北防波堤堤頭測站 1996 年 11 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.37	7.47	8.38	3.05
NNE	2.74	16.01	25.76	22.10
NE	3.51	4.27	1.83	.30
ENE	1.07	.00	.00	.00
E	.15	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.91	.00	.00	.00
SSE	.15	.00	.00	.00
S	.15	.00	.00	.00
SWS	.15	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	.15	.00	.00	.00
NNW	.30	.15	.00	.00

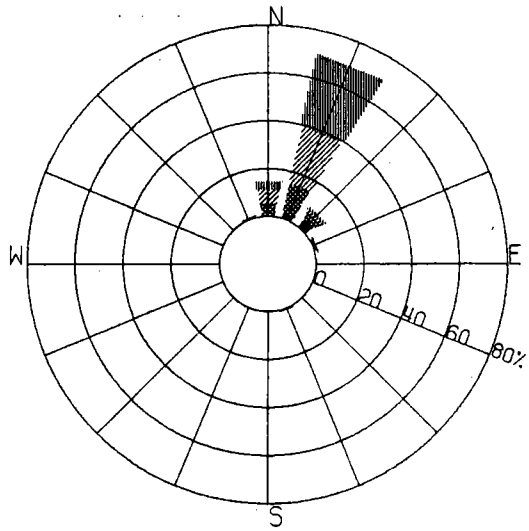
DATA NAME : WI9612TC.ADI
DATA LOST = 11.83%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-22 台中港北防波堤堤頭測站 1996 年 12 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	.42	4.92	6.47	3.38
NNE	2.53	12.38	24.89	30.80
NE	4.64	2.25	1.41	1.41
ENE	1.41	.14	.00	.00
E	.42	.00	.00	.00
ESE	.14	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.56	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SWS	.28	.00	.00	.00
WS	.28	.00	.00	.00
WSW	.14	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.14	.00	.00	.00
WN	.00	.14	.00	.00
NNW	.42	.42	.00	.00

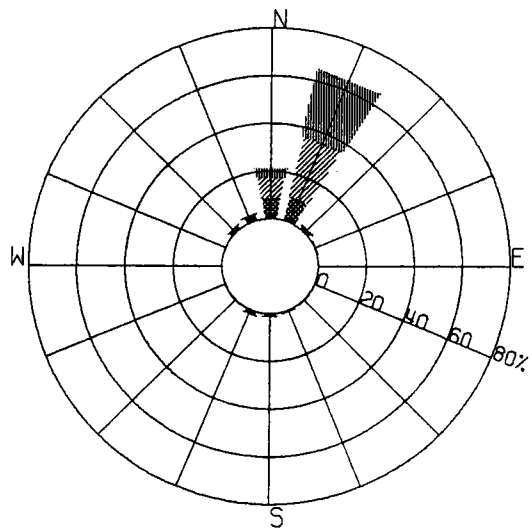
DATA NAME : WI9701TC.ADI
DATA LOST = 4.44%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-23 台中港北防波堤堤頭測站 1997 年 1 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.12	6.51	9.12	3.91
NNE	.98	9.28	26.22	28.83
NE	1.14	.16	.49	.49
ENE	.49	.00	.00	.00
E	.33	.00	.00	.00
ESE	.33	.00	.00	.00
SE	.49	.00	.00	.00
SSE	.65	.00	.00	.00
S	1.30	.00	.00	.00
SWS	1.79	.16	.00	.00
WS	.33	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	1.95	.00	.00	.00
NNW	2.61	.33	.00	.00

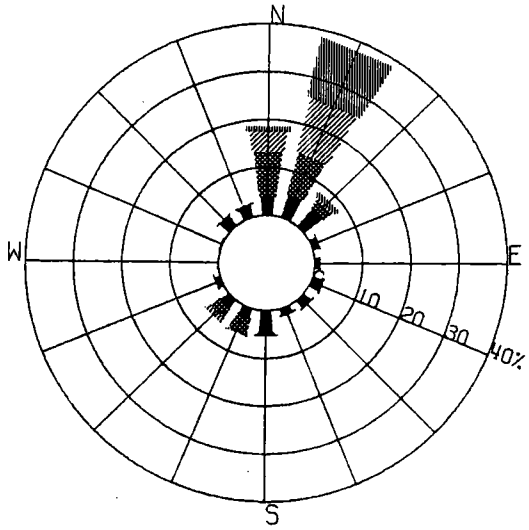
DATA NAME : WI9702TC.ADI
DATA LOST = 8.63%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-24 台中港北防波堤堤頭測站 1997 年 2 月風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

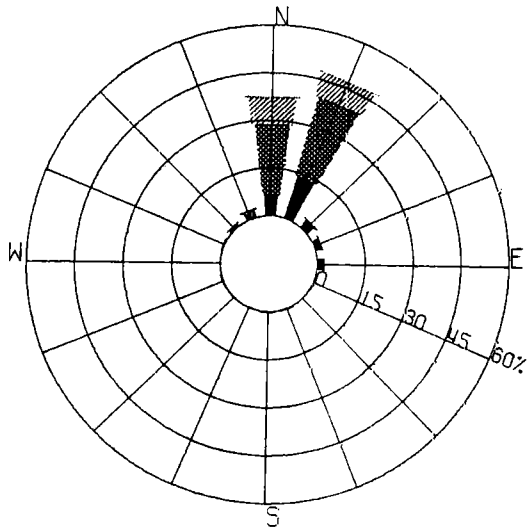
10.1 - 15.0 15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	3.80	9.49	4.75	.95
NNE	5.06	8.86	12.03	12.66
NE	5.06	1.58	.95	.95
ENE	1.58	.00	.00	.00
E	1.27	.00	.00	.00
ESE	2.53	.00	.00	.00
SE	2.22	.00	.00	.00
SSE	1.58	.00	.00	.00
S	4.75	.63	.00	.00
SWS	2.22	3.48	.32	.00
WS	2.22	2.22	1.27	.00
WSW	1.27	.00	.00	.00
W	.32	.00	.00	.00
WNW	.32	.00	.00	.00
WN	2.85	.00	.00	.00
NNW	2.22	.63	.00	.00

DATA NAME : WI9703TC.ADI
DATA LOST = 57.53%

圖 H-25 台中港北防波堤堤頭測站 1997 年 3 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	6.80	22.04	9.12	.14
NNE	13.88	25.71	8.16	.00
NE	3.27	.00	.00	.00
ENE	2.13	.14	.00	.00
E	2.31	.00	.00	.00
ESE	.27	.00	.00	.00
SE	.14	.00	.00	.00
SSE	.27	.00	.00	.00
S	.27	.00	.00	.00
SWS	.00	.00	.00	.00
WS	.14	.00	.00	.00
WSW	.41	.00	.00	.00
W	.27	.00	.00	.00
WNW	.41	.00	.00	.00
WN	1.22	.00	.00	.00
NNW	1.90	.95	.00	.00

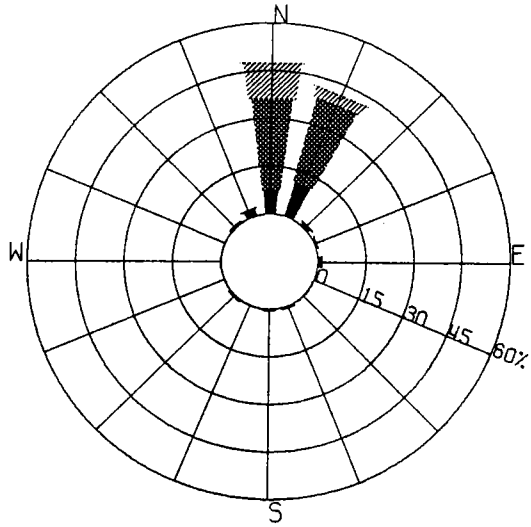
DATA NAME : WI9501TC.CDI
DATA LOST = 1.21%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-26 台中港港務大樓 1995 年 1 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	7.67	28.87	11.43	.00
NNE	10.98	27.52	3.76	.00
NE	1.35	.00	.00	.00
ENE	.75	.00	.15	.00
E	1.50	.00	.00	.00
ESE	.15	.00	.00	.00
SE	.30	.00	.00	.00
SSE	.60	.00	.00	.00
S	.45	.00	.00	.00
SWS	.15	.00	.00	.00
WS	.60	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.45	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	.75	.00	.00	.00
NNW	2.26	.30	.00	.00

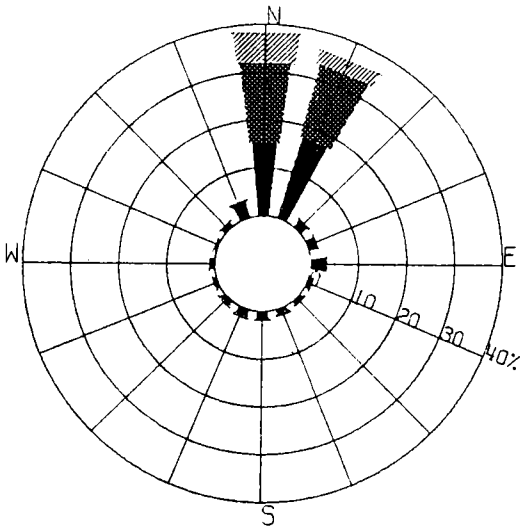
DATA NAME : WI9502TC.CDI
DATA LOST = 1.04%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-27 台中港港務大樓 1995 年 2 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	15.33	16.71	6.77	.00
NNE	17.54	15.61	3.31	.00
NE	1.93	.14	.00	.00
ENE	1.93	.14	.00	.00
E	3.31	.14	.00	.00
ESE	1.10	.00	.00	.00
SE	.83	.28	.00	.00
SSE	.83	.69	.00	.00
S	1.66	.28	.00	.00
SWS	1.52	.55	.00	.00
WS	.83	.55	.00	.00
WSW	.69	.28	.00	.00
W	1.24	.00	.00	.00
WNW	.69	.00	.00	.00
WN	1.24	.00	.00	.00
NNW	3.45	.41	.00	.00

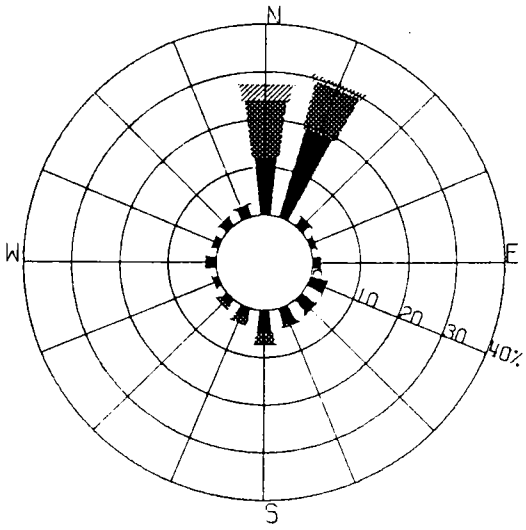
DATA NAME : WI9503TC.CDI
DATA LOST = 2.69%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-28 台中港港務大樓 1995 年 3 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	12.14	11.99	3.61	.00
NNE	19.22	10.12	1.59	.00
NE	2.31	.00	.00	.00
ENE	1.16	.14	.00	.00
E	1.73	.14	.00	.00
ESE	3.76	.00	.00	.00
SE	3.61	.14	.00	.00
SSE	3.61	.72	.00	.00
S	4.91	2.46	.14	.00
SWS	2.02	1.59	.29	.00
WS	1.73	.72	.00	.00
WSW	1.16	.14	.00	.00
W	2.31	.14	.00	.00
WNW	1.45	.00	.00	.00
WN	2.02	.14	.00	.00
NNW	2.60	.14	.00	.00

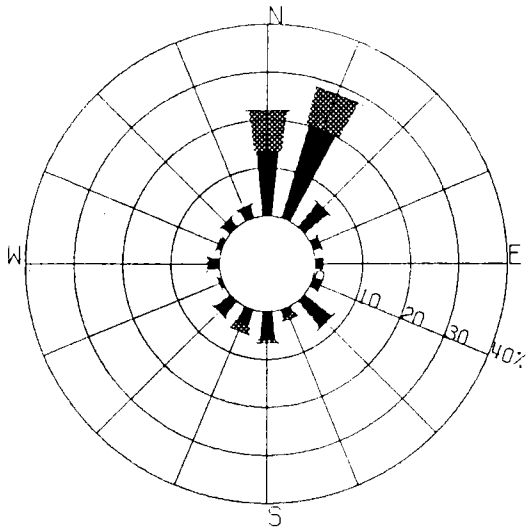
DATA NAME : WI9504TC.CDI
DATA LOST = 3.89%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-29 台中港港務大樓 1995 年 4 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	13.73	8.54	.00	.00
NNE	20.31	8.12	.14	.00
NE	6.58	.00	.00	.00
ENE	1.96	.00	.00	.00
E	1.82	.00	.00	.00
ESE	2.10	.00	.00	.00
SE	7.42	.14	.00	.00
SSE	1.54	.98	.00	.00
S	5.88	.84	.00	.00
SWS	3.36	1.96	.00	.00
WS	3.78	.56	.00	.00
WSW	.84	.00	.00	.00
W	2.52	.28	.00	.00
WNW	1.12	.14	.00	.00
WN	2.10	.28	.00	.00
NNW	2.38	.56	.00	.00

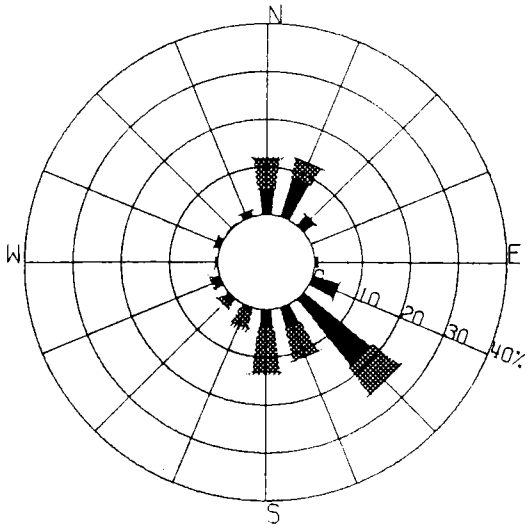
DATA NAME : WI9505TC.CDI
DATA LOST = 4.03%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-30 台中港港務大樓 1995 年 5 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	5.44	6.44	.43	.00
NNE	8.58	4.15	.00	.00
NE	2.86	.14	.00	.00
ENE	.14	.00	.00	.00
E	.86	.00	.00	.00
ESE	5.87	.14	.00	.00
SE	18.03	7.30	.00	.00
SSE	4.58	7.01	.00	.00
S	3.86	9.44	.57	.00
SWS	1.00	3.43	1.00	.00
WS	1.72	.86	.14	.00
WSW	1.72	.43	.14	.00
W	.72	.00	.00	.00
WNW	1.29	.00	.00	.00
WN	.29	.00	.00	.00
NNW	1.43	.00	.00	.00

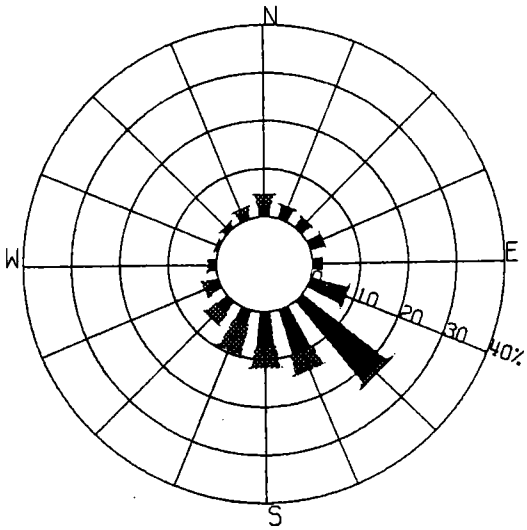
DATA NAME : WI9506TC.CDI
DATA LOST = 2.92%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-31 台中港港務大樓 1995 年 6 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.48	2.34	.00	.00
NNE	2.89	.14	.00	.00
NE	2.62	.00	.00	.00
ENE	3.31	.00	.00	.00
E	2.20	.00	.00	.00
ESE	7.99	.41	.00	.00
SE	22.31	.83	.00	.00
SSE	9.92	4.27	.14	.00
S	7.58	3.99	.55	.00
SWS	3.31	6.20	.14	.00
WS	3.03	2.89	.00	.00
WSW	2.20	1.38	.00	.00
W	1.79	.28	.00	.00
WNW	.83	.00	.00	.00
WN	1.10	.28	.00	.00
NNW	1.65	.96	.00	.00

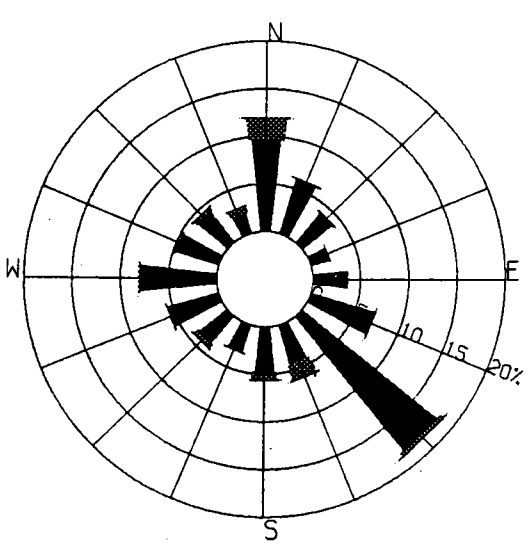
DATA NAME : WI9507TC.CDI
DATA LOST = 2.42%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-32 台中港港務大樓 1995 年 7 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	9.70	2.43	.00	.00
NNE	6.13	.00	.00	.00
NE	3.99	.14	.00	.00
ENE	2.14	.00	.00	.00
E	3.71	.00	.00	.00
ESE	7.13	.00	.00	.00
SE	18.26	.43	.00	.00
SSE	4.28	1.85	.00	.00
S	4.85	.86	.00	.00
SWS	3.14	.00	.00	.00
WS	3.71	.71	.00	.00
WSW	5.56	.14	.00	.00
W	7.99	.29	.00	.00
WNW	4.71	.29	.00	.00
WN	4.14	.43	.00	.00
NNW	2.14	.86	.00	.00

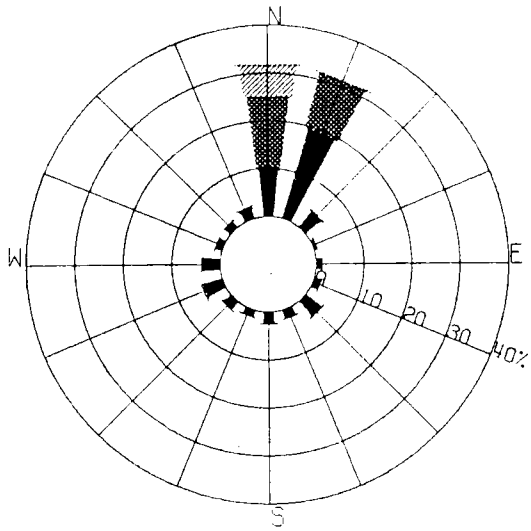
DATA NAME : WI9508TC.CDI
DATA LOST = 5.78%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-33 台中港港務大樓 1995 年 8 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	9.52	15.73	6.78	.29
NNE	19.48	11.98	.43	.00
NE	4.33	.14	.00	.00
ENE	.72	.00	.00	.00
E	1.30	.00	.00	.00
ESE	1.59	.00	.00	.00
SE	4.33	.00	.00	.00
SSE	2.02	.00	.00	.00
S	2.60	.00	.00	.00
SWS	1.59	.00	.00	.00
WS	1.88	.43	.00	.00
WSW	4.18	.43	.00	.00
W	4.04	.00	.00	.00
WNW	1.59	.00	.00	.00
WN	1.59	.29	.00	.00
NNW	2.16	.58	.00	.00

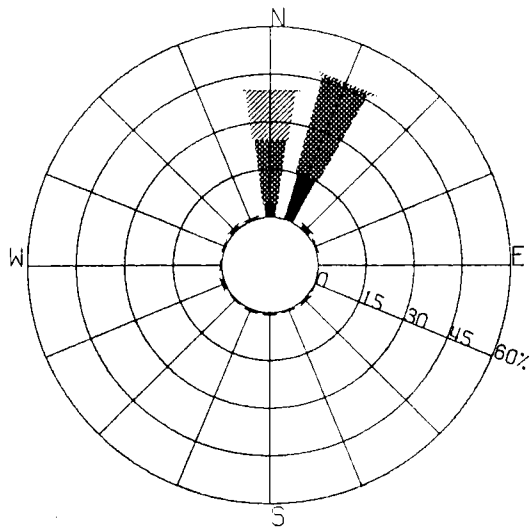
DATA NAME : WI9509TC.CDI
DATA LOST = 3.75%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-34 台中港港務大樓 1995 年 9 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	4.21	20.22	16.15	.00
NNE	14.79	31.75	1.22	.00
NE	1.63	.00	.00	.00
ENE	.68	.00	.00	.00
E	.14	.00	.00	.00
ESE	.54	.00	.00	.00
SE	.95	.00	.00	.00
SSE	.54	.00	.00	.00
S	.68	.00	.00	.00
SWS	.81	.00	.00	.00
WS	.54	.00	.00	.00
WSW	1.22	.00	.00	.00
W	.95	.00	.00	.00
WNW	.68	.14	.00	.00
WN	1.36	.00	.00	.00
NNW	.68	.14	.00	.00

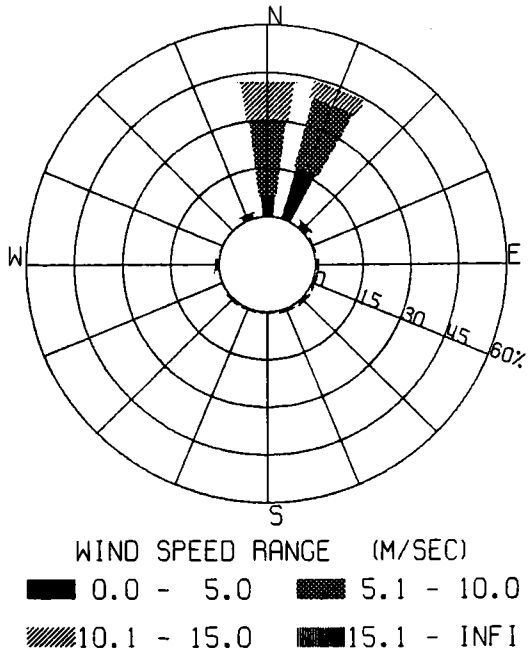
DATA NAME : WI9510TC.CDI
DATA LOST = .94%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-35 台中港港務大樓 1995 年 10 月風玫瑰圖

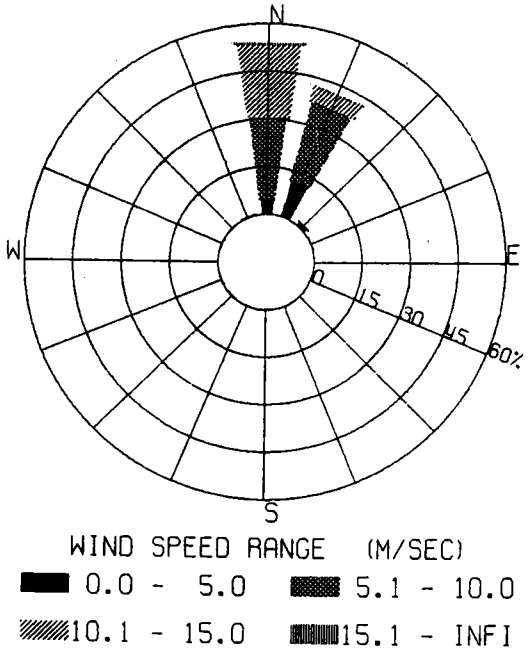


PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	6.72	22.97	12.89	.00
NNE	16.67	22.13	5.60	.00
NE	2.24	.00	.00	.00
ENE	.56	.14	.00	.00
E	1.26	.00	.00	.00
ESE	1.12	.00	.00	.00
SE	1.26	.00	.00	.00
SSE	.70	.14	.00	.00
S	.28	.00	.00	.00
SWS	.56	.00	.00	.00
WS	.28	.42	.00	.00
WSW	.28	.00	.00	.00
W	1.54	.00	.00	.00
WNW	.28	.00	.00	.00
WN	.14	.00	.00	.00
NNW	1.68	.14	.00	.00

DATA NAME : WI9511TC.CDI
DATA LOST = .83%

圖 H-36 台中港港務大樓 1995 年 11 月風玫瑰圖

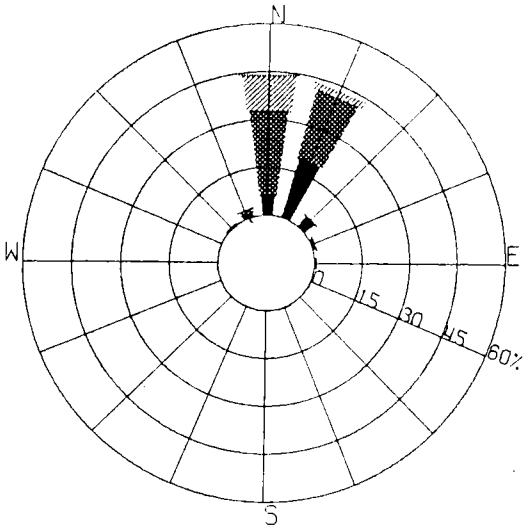


PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	4.71	25.84	23.55	.67
NNE	11.84	25.44	5.38	.00
NE	1.48	.00	.00	.00
ENE	.27	.13	.00	.00
E	.13	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.13	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SWS	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	.00	.00	.00	.00
NNW	.27	.13	.00	.00

DATA NAME : WI9512TC.CDI
DATA LOST = .13%

圖 H-37 台中港港務大樓 1995 年 12 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	6.35	26.62	11.49	.41
NNE	19.32	22.16	2.30	.00
NE	4.19	.14	.00	.00
ENE	1.22	.00	.00	.00
E	.95	.00	.00	.00
ESE	.27	.00	.00	.00
SE	.14	.00	.00	.00
SSE	.27	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SWS	.00	.00	.00	.00
WS	.14	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.27	.00	.00	.00
WNW	.14	.14	.00	.00
WN	.54	.14	.00	.00
NNW	1.49	1.35	.00	.00

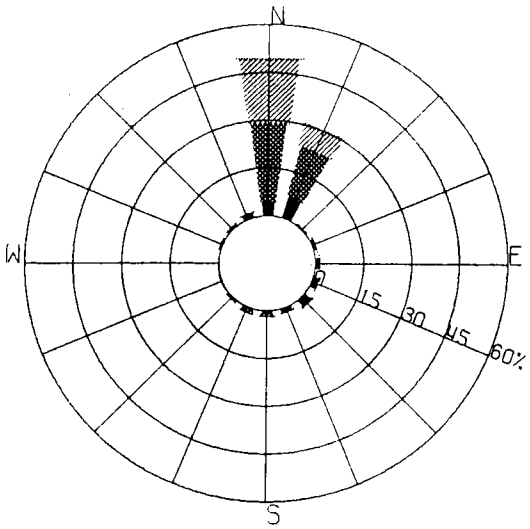
DATA NAME : WI9601TC.CDI
DATA LOST = .54%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-38 台中港港務大樓 1996 年 1 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	4.48	24.86	20.66	.29
NNE	6.79	16.33	7.66	.00
NE	.43	.14	.00	.00
ENE	1.01	.00	.00	.00
E	1.45	.00	.00	.00
ESE	1.88	.29	.00	.00
SE	2.89	.14	.00	.00
SSE	1.45	.14	.00	.00
S	1.16	.87	.00	.00
SWS	.72	1.16	.00	.00
WS	.58	.29	.00	.00
WSW	.43	.00	.00	.00
W	.29	.00	.00	.00
WNW	.72	.00	.00	.00
WN	.87	.14	.00	.00
NNW	1.45	.43	.00	.00

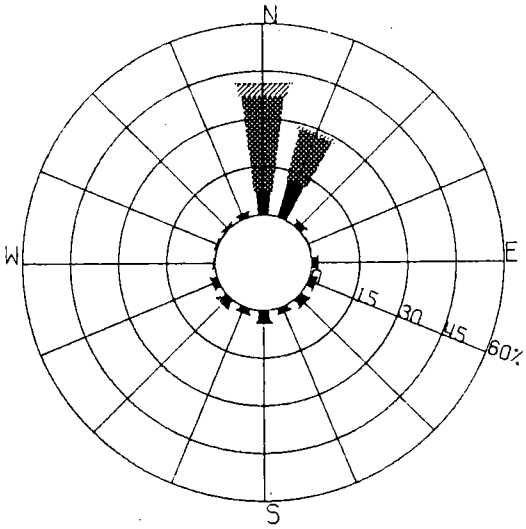
DATA NAME : WI9602TC.CDI
DATA LOST = .57%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-39 台中港港務大樓 1996 年 2 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	7.64	29.74	4.37	.27
NNE	12.14	15.96	1.23	.00
NE	1.91	.14	.00	.00
ENE	.41	.00	.00	.00
E	2.18	.14	.00	.00
ESE	2.18	.27	.00	.00
SE	2.73	.41	.00	.00
SSE	1.64	.27	.00	.00
S	3.68	.55	.00	.00
SWS	1.50	.55	.00	.00
WS	2.05	1.23	.00	.00
WSW	1.77	.41	.00	.00
W	.82	.14	.00	.00
WNW	.82	.00	.00	.00
WN	1.09	.00	.00	.00
NNW	1.23	.55	.00	.00

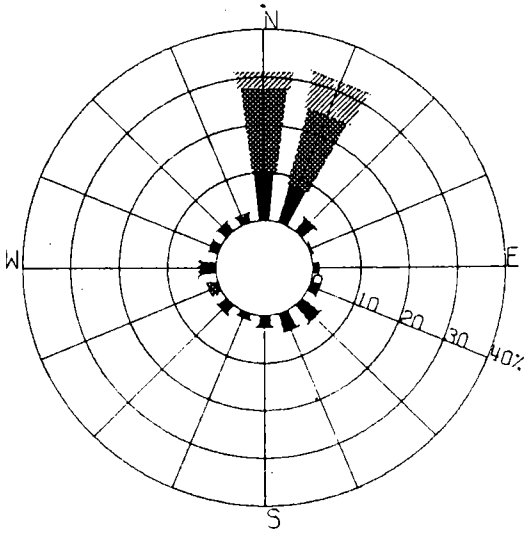
DATA NAME : WI9603TC.CDI
DATA LOST = 1.48%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-40 台中港港務大樓 1996 年 3 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	9.80	17.93	3.78	.00
NNE	8.26	16.39	7.84	.14
NE	3.22	.28	.00	.14
ENE	.56	.00	.00	.00
E	1.40	.00	.00	.00
ESE	2.10	.00	.00	.00
SE	4.76	.00	.00	.00
SSE	4.06	.00	.00	.00
S	2.10	.42	.00	.00
SWS	1.12	.28	.00	.00
WS	2.10	.42	.00	.00
WSW	.98	1.40	.00	.00
W	3.08	.70	.00	.00
WNW	1.96	.14	.00	.00
WN	2.38	.14	.00	.00
NNW	1.54	.56	.00	.00

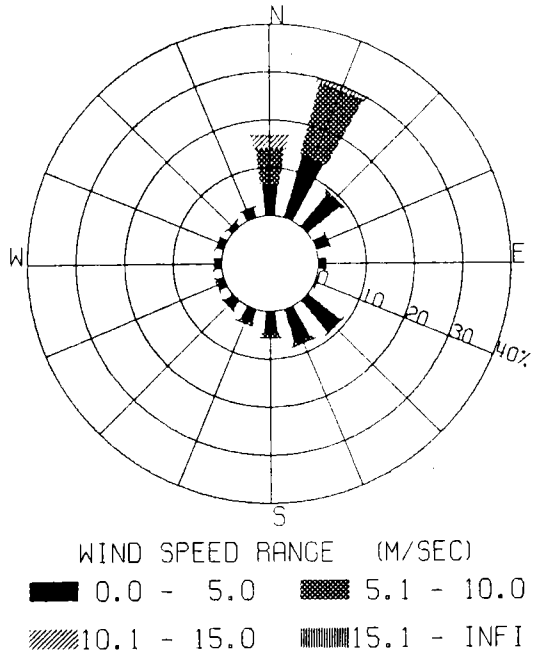
DATA NAME : WI9604TC.CDI
DATA LOST = .83%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-41 台中港港務大樓 1996 年 4 月風玫瑰圖

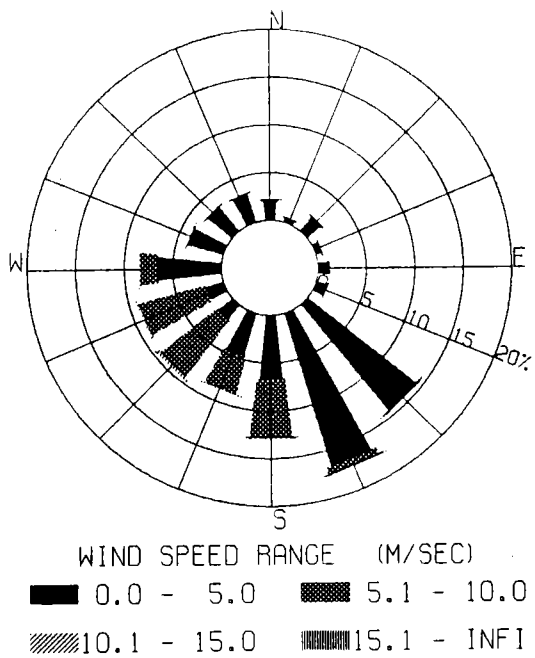


PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	6.72	7.41	3.02	.00
NNE	13.58	15.50	1.23	.00
NE	8.78	.55	.00	.00
ENE	3.02	.00	.00	.00
E	1.65	.00	.00	.00
ESE	.55	.00	.00	.00
SE	8.78	.14	.00	.00
SSE	7.41	.69	.00	.00
S	4.66	.96	.00	.00
SWS	3.02	.69	.00	.00
WS	2.06	.41	.00	.00
WSW	1.51	.41	.00	.00
W	1.65	.14	.00	.00
WNW	1.65	.00	.14	.00
WN	1.37	.00	.00	.00
NNW	2.33	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9605TC.CDI
DATA LOST = 2.02%

圖 H-42 台中港港務大樓 1996 年 5 月風玫瑰圖

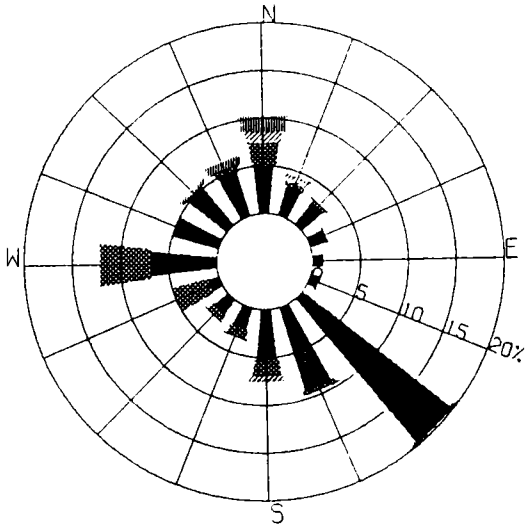


PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.11	.14	.00	.00
NNE	.56	.00	.00	.00
NE	1.97	.00	.00	.00
ENE	.70	.00	.00	.00
E	1.27	.00	.00	.00
ESE	1.27	.00	.00	.00
SE	14.35	.14	.00	.00
SSE	16.74	.84	.00	.00
S	6.75	6.19	.00	.00
SWS	4.64	4.08	.14	.00
WS	1.97	7.31	.42	.00
WSW	1.97	7.03	.28	.00
W	6.61	1.97	.00	.00
WNW	3.80	.14	.00	.00
WN	3.38	.00	.00	.00
NNW	3.23	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9606TC.CDI
DATA LOST = 1.25%

圖 H-43 台中港港務大樓 1996 年 6 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	5.01	2.44	1.36	1.63
NNE	3.12	.54	.81	.00
NE	2.98	.27	.00	.00
ENE	1.90	.00	.00	.00
E	1.08	.00	.00	.00
ESE	.95	.00	.00	.00
SE	19.51	.41	.00	.00
SSE	9.21	.41	.00	.00
S	5.28	1.63	.68	.00
SWS	2.30	1.08	.00	.00
WS	1.90	.81	.00	.00
WSW	1.22	3.79	.00	.00
W	6.91	5.42	.00	.00
WNW	4.88	.14	.00	.00
WN	5.28	.14	.00	.41
NNW	4.88	.68	.00	.95

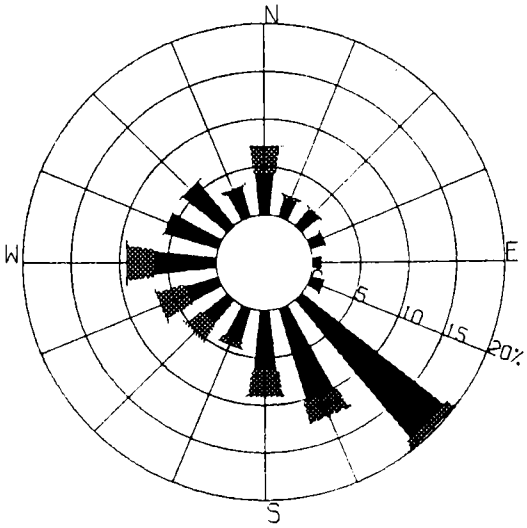
DATA NAME : WI9607TC.CDI
DATA LOST = .81%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-44 台中港港務大樓 1996 年 7 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	4.37	2.86	.14	.00
NNE	2.05	.41	.00	.00
NE	2.32	.14	.00	.00
ENE	1.64	.00	.00	.00
E	.95	.00	.00	.00
ESE	1.50	.00	.00	.00
SE	18.96	.95	.00	.00
SSE	10.23	2.18	.27	.00
S	6.28	2.73	.27	.00
SWS	3.68	.68	.00	.00
WS	3.27	1.91	.14	.14
WSW	3.55	3.14	.00	.14
W	6.55	2.86	.00	.14
WNW	5.87	.00	.14	.00
WN	6.00	.00	.00	.00
NNW	3.14	.14	.14	.14

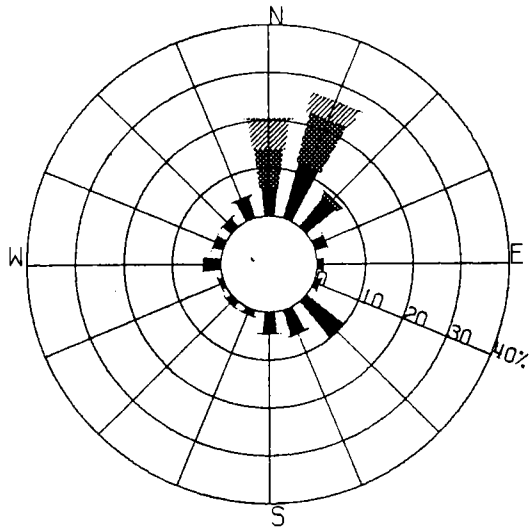
DATA NAME : WI9608TC.CDI
DATA LOST = 1.48%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-45 台中港港務大樓 1996 年 8 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	5.88	8.18	6.60	.14
NNE	11.91	10.62	4.45	.00
NE	7.75	1.29	.00	.00
ENE	2.73	.00	.00	.00
E	1.43	.00	.00	.00
ESE	1.29	.00	.00	.00
SE	9.90	.00	.00	.00
SSE	5.74	.00	.00	.00
S	4.59	.00	.00	.00
SWS	1.43	.00	.00	.00
WS	1.43	.00	.00	.00
WSW	1.00	.00	.00	.00
W	3.87	.14	.00	.00
WNW	2.30	.00	.00	.00
WN	2.44	.00	.00	.00
NNW	4.45	.43	.00	.00

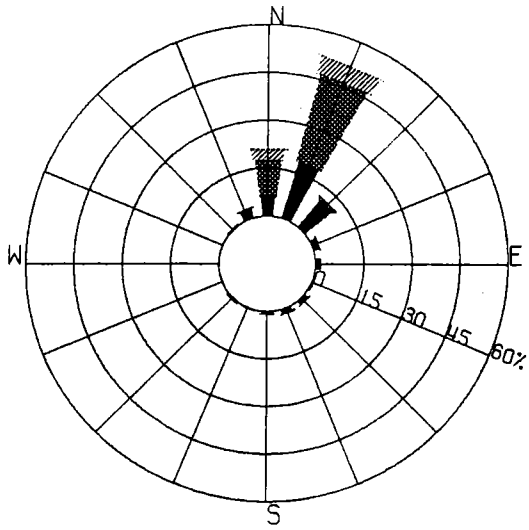
DATA NAME : WI9609TC.CDI
DATA LOST = 3.19%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-46 台中港港務大樓 1996 年 9 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	6.21	11.47	3.64	.13
NNE	18.49	28.21	5.94	.00
NE	10.93	.94	.00	.00
ENE	2.02	.13	.00	.00
E	1.62	.00	.00	.00
ESE	.67	.00	.00	.00
SE	1.75	.00	.00	.00
SSE	1.75	.00	.00	.00
S	.94	.00	.00	.00
SWS	.27	.00	.00	.00
WS	.67	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.13	.00	.00	.00
WNW	.13	.00	.00	.00
WN	.54	.00	.00	.00
NNW	3.37	.00	.00	.00

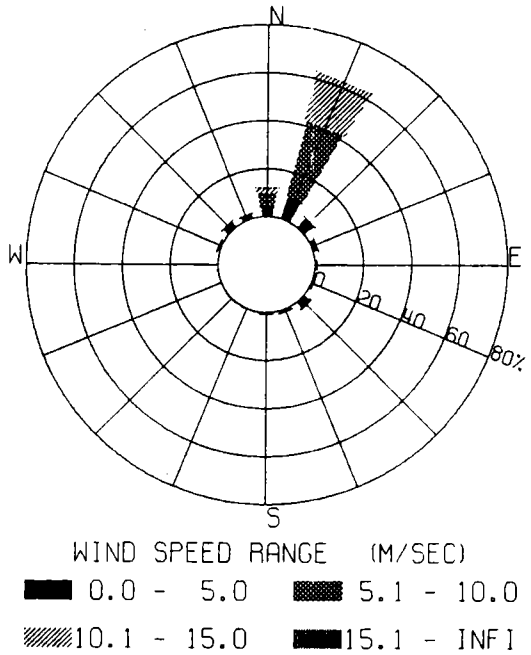
DATA NAME : WI9610TC.CDI
DATA LOST = .40%

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0 5.1 - 10.0

10.1 - 15.0 15.1 - INFI

圖 H-47 台中港港務大樓 1996 年 10 月風玫瑰圖

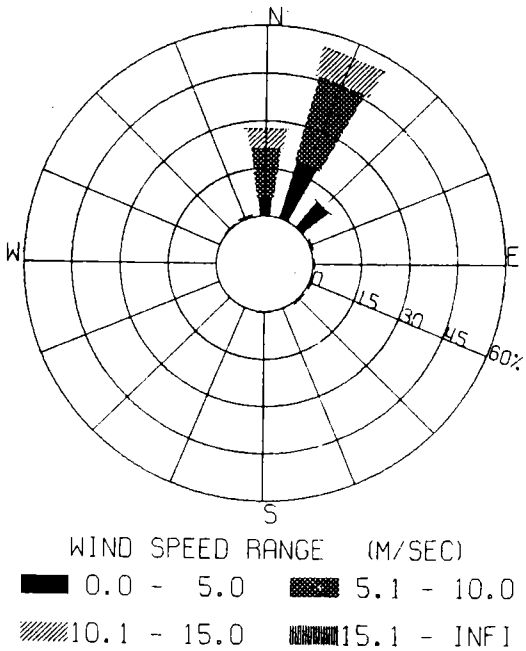


PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	3.98	5.68	2.84	.14
NNE	9.09	32.67	21.59	.00
NE	5.11	.28	.00	.00
ENE	2.27	.00	.00	.00
E	1.28	.00	.00	.00
ESE	1.28	.00	.00	.00
SE	3.69	.00	.00	.00
SSE	1.28	.00	.00	.00
S	.85	.00	.00	.00
SWS	.28	.00	.00	.00
WS	.28	.00	.00	.00
WSW	.14	.00	.00	.00
W	.43	.00	.00	.00
WNW	1.42	.00	.00	.00
WN	3.13	.00	.00	.00
NNW	2.27	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9611TC.CDI
DATA LOST = 2.22%

圖 H-48 台中港港務大樓 1996 年 11 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	5.71	15.76	6.52	.14
NNE	18.89	27.31	9.78	.14
NE	10.19	.54	.00	.00
ENE	.82	.14	.00	.00
E	.68	.00	.00	.00
ESE	.82	.00	.00	.00
SE	.68	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.27	.00	.00	.00
SWS	.00	.00	.00	.00
WS	.14	.00	.00	.00
WSW	.14	.00	.00	.00
W	.00	.00	.00	.00
WNW	.14	.00	.00	.00
WN	.41	.00	.00	.00
NNW	.82	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9612TC.CDI
DATA LOST = 1.08%

圖 H-49 台中港港務大樓 1996 年 12 月風玫瑰圖

附　錄　I

波浪、海流、風、潮位間的交互相關函數圖

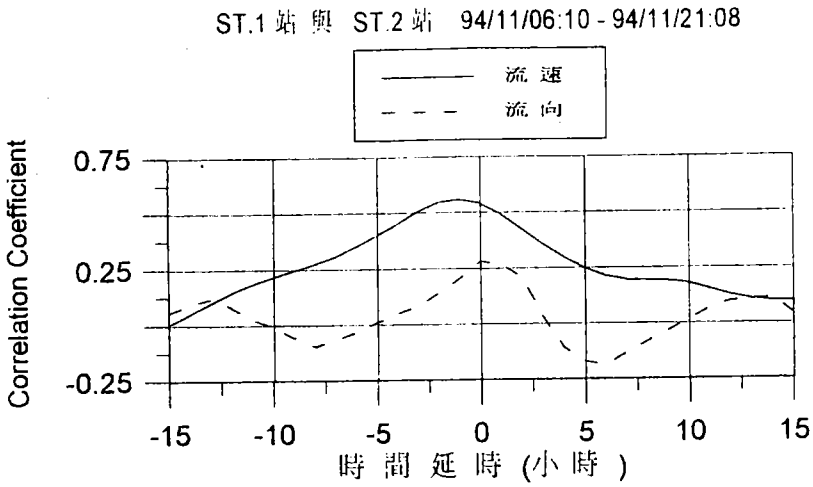


圖 I-1 S1.1 站與 ST.2 站流速流向交互相關函數圖

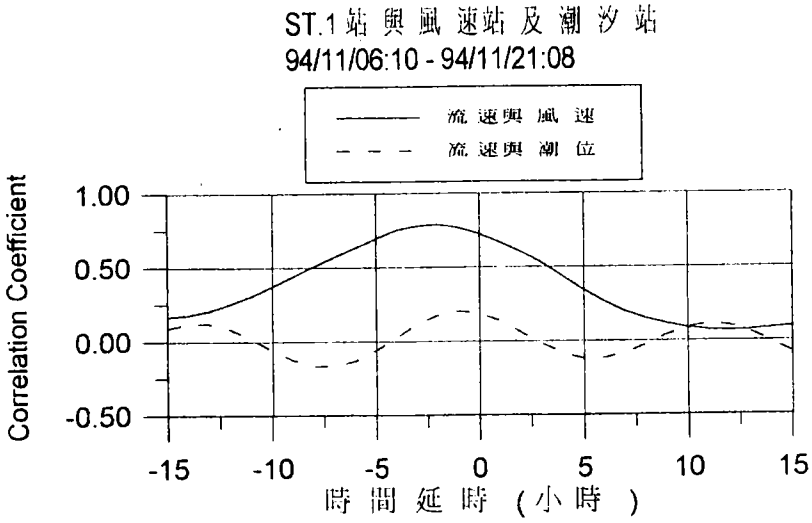


圖 I-2 ST.1 站流速與風及潮位交互相關函數圖

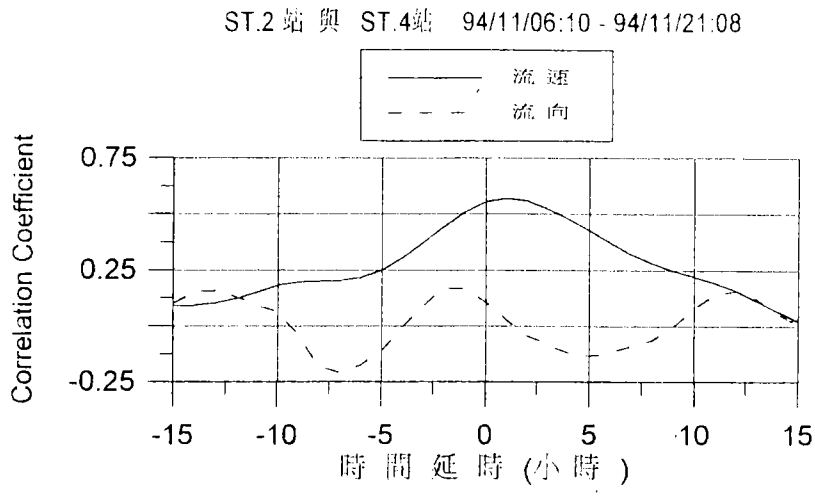


圖 I-3 S1.2 站與 ST.4 站流速流向交互相關函數圖

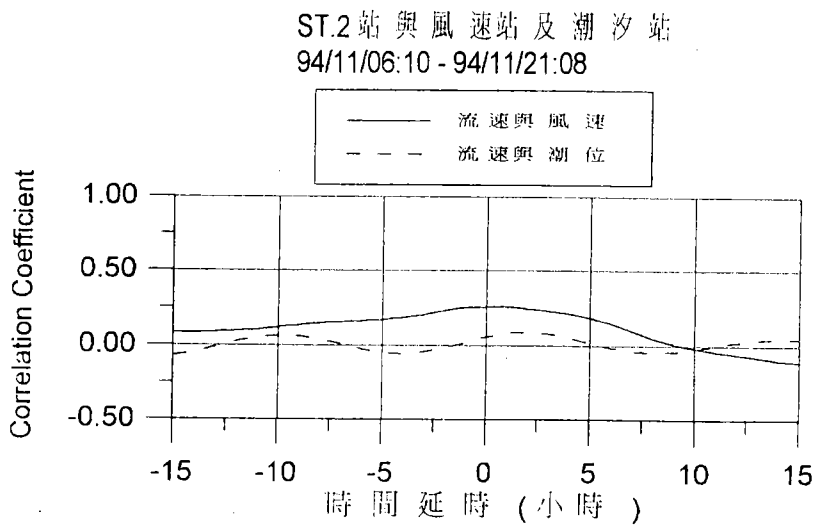


圖 I-4 ST.2 站流速與風及潮位交互相關函數圖

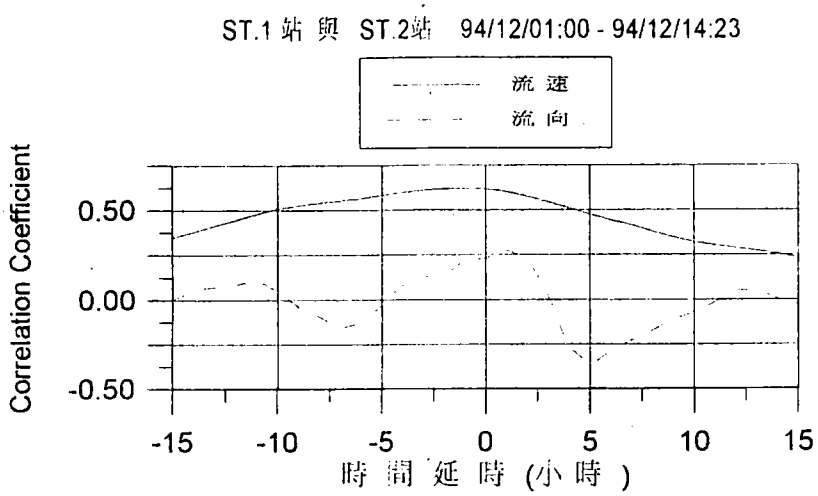


圖 I-5 S1.1 站與 ST.2 站流速流向交互相關函數圖

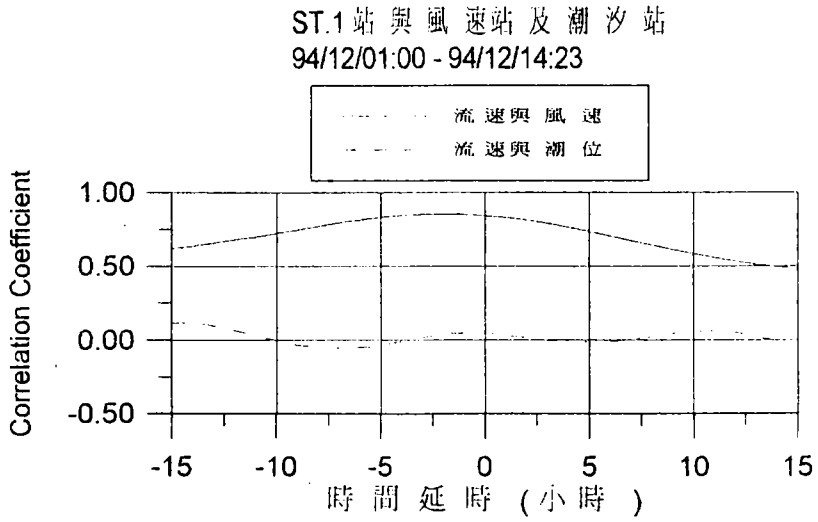


圖 I-6 ST.1 站流速與風及潮位交互相關函數圖

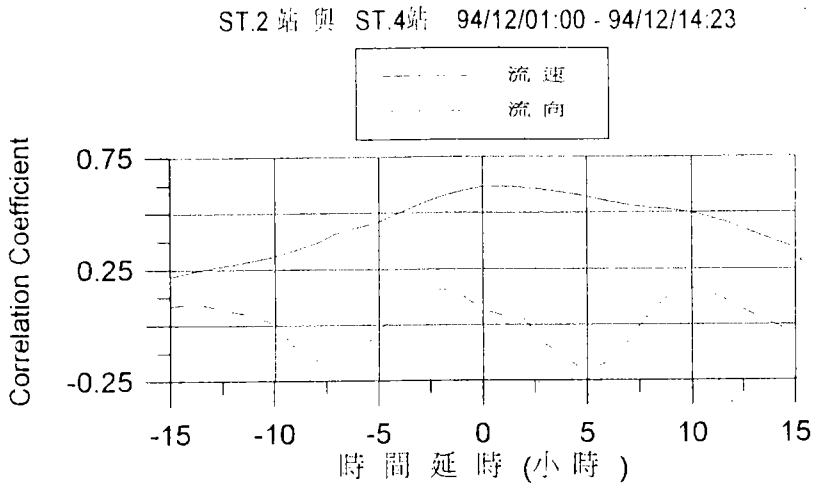


圖 I-7 S1.2 站與 ST.4 站流速流向交互相關函數圖

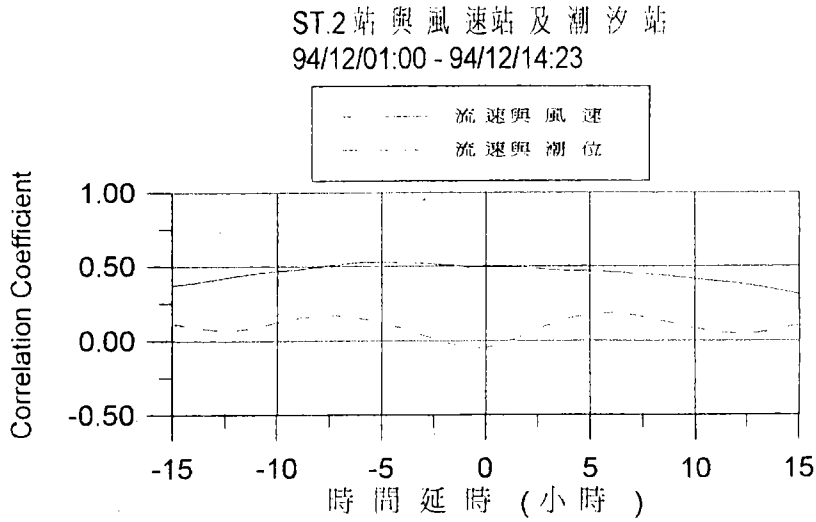


圖 I-8 ST.2 站流速與風及潮位交互相關函數圖

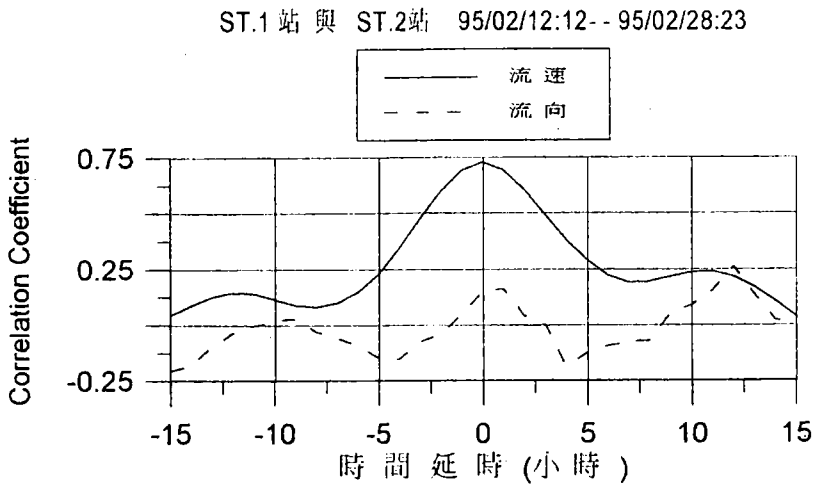


圖 I-9 S1.1 站與 ST.2 站流速流向交互相關函數圖

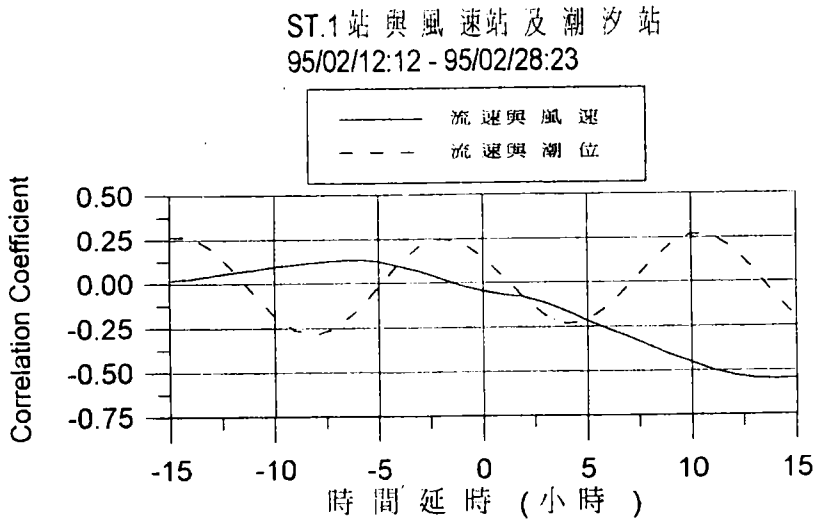


圖 I-10 ST.1 站流速與風及潮位交互相關函數圖

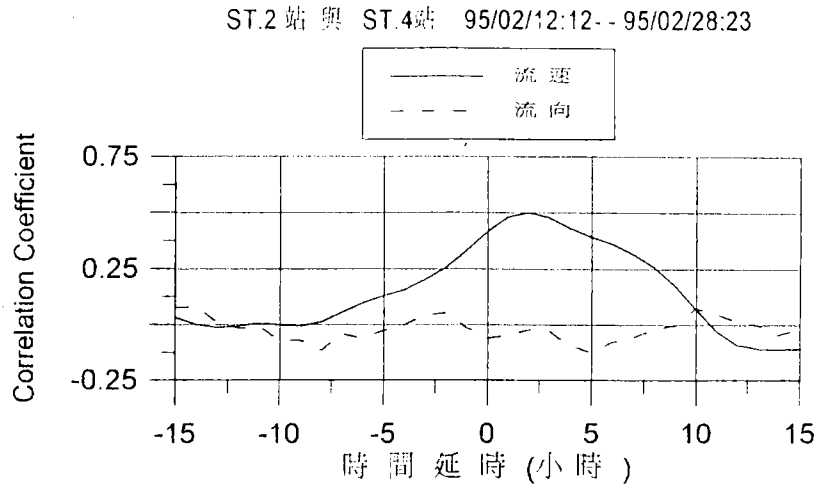


圖 I-11 S1.2 站與 ST.4 站流速流向交互相關函數圖

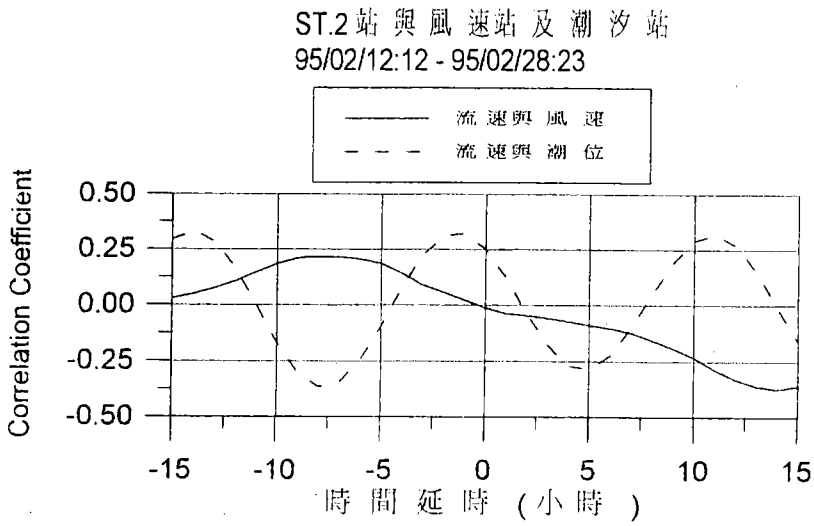


圖 I-12 ST.2 站流速與風及潮位交互相關函數圖

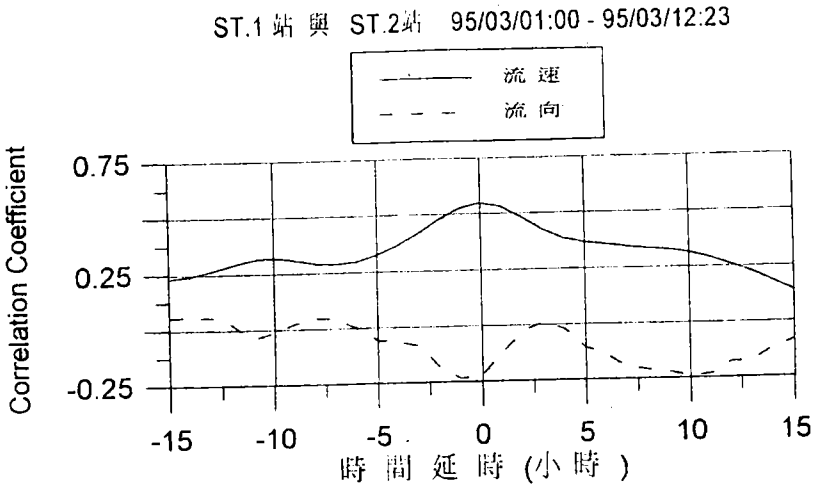


圖 I-13 S1.1 站與 ST.2 站流速流向交互相關函數圖

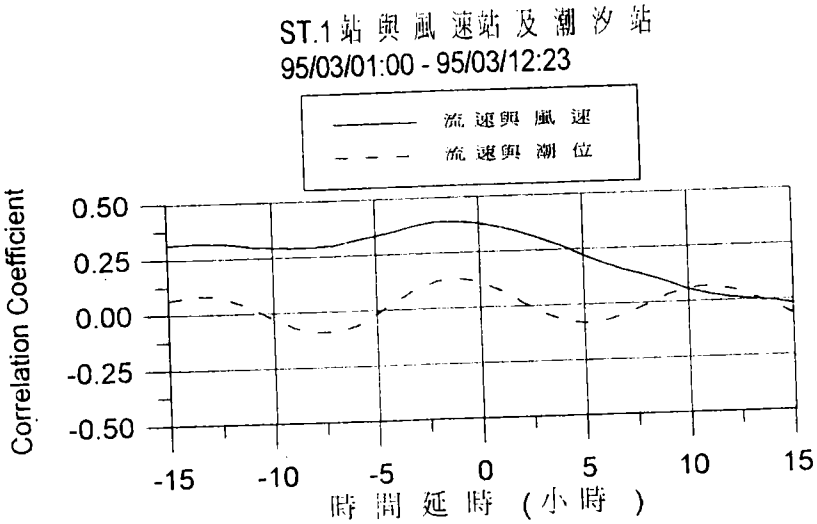


圖 I-14 ST.1 站流速與風及潮位交互相關函數圖

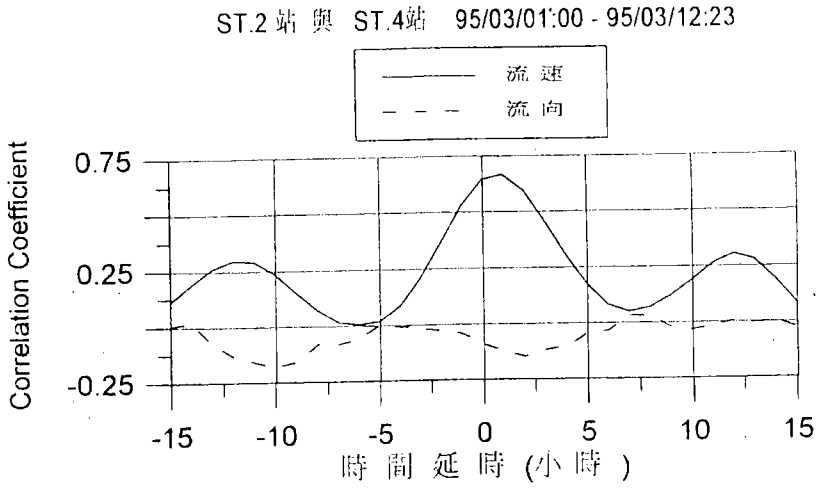


圖 I-15 S1.2 站與 ST.4 站流速流向交互相關函數圖

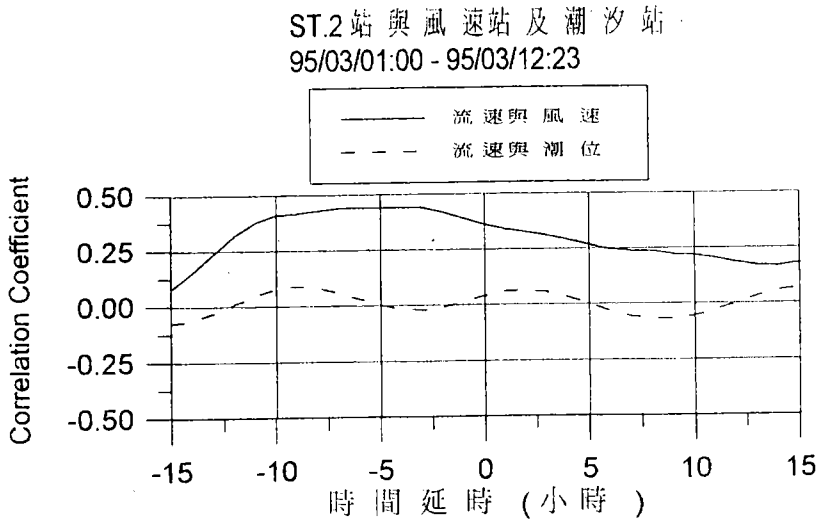


圖 I-16 ST.2 站流速與風及潮位交互相關函數圖

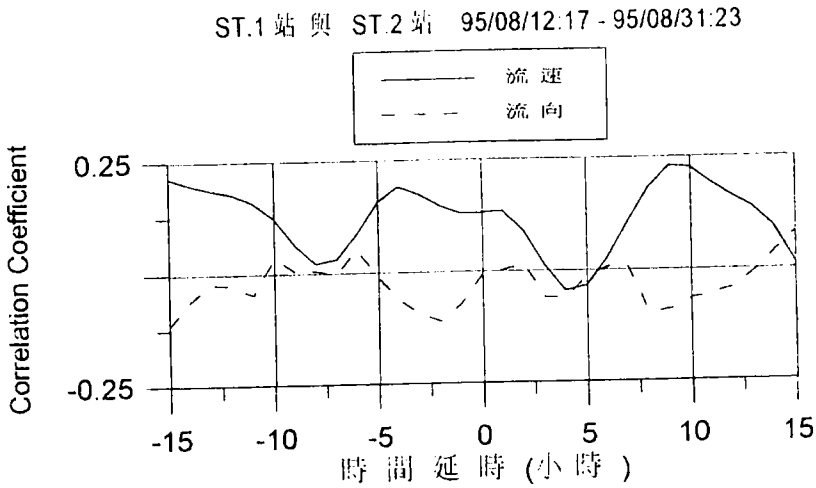


圖 I-17 S1.1 站與 ST.2 站流速流向交互相關函數圖

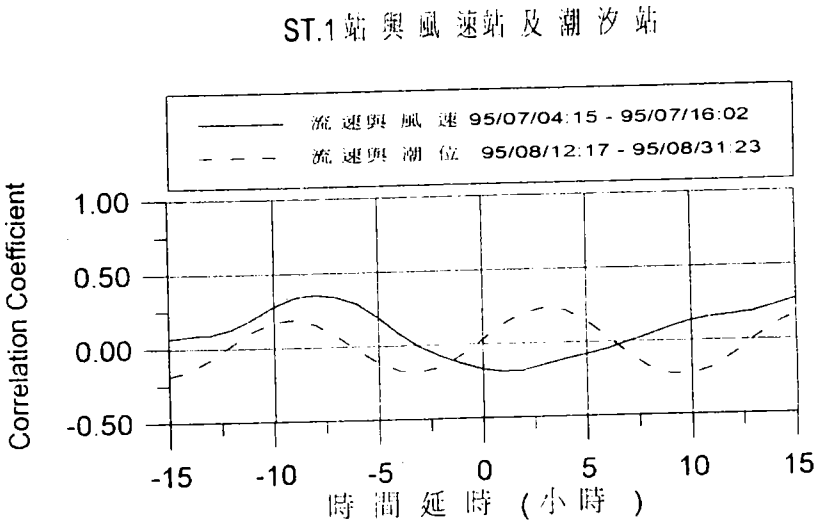


圖 I-18 ST.1 站流速與風及潮位交互相關函數圖

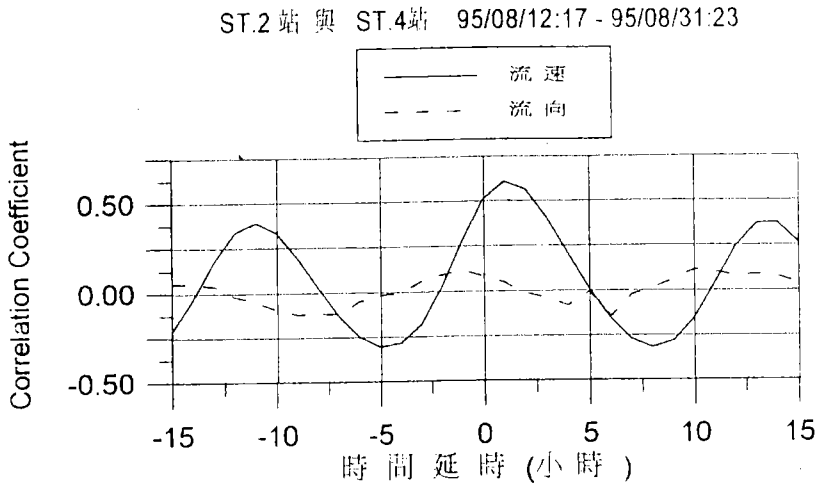


圖 I-19 S1.2 站與 ST.4 站流速流向交互相關函數圖

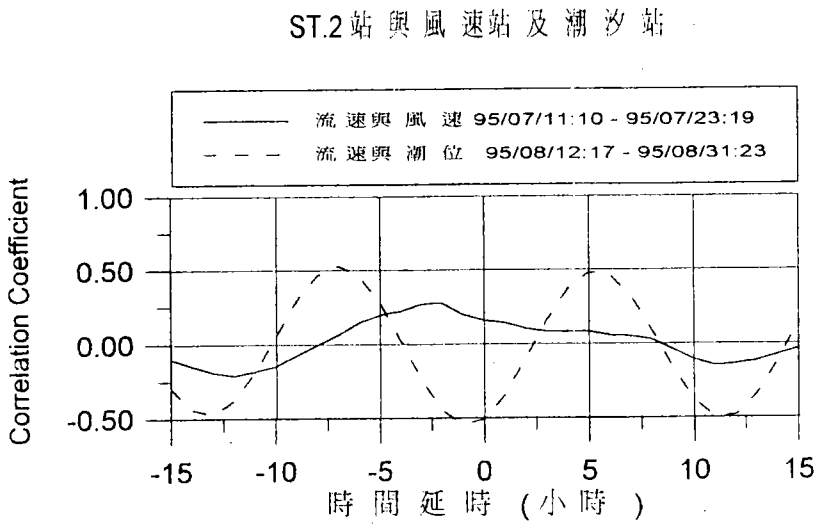


圖 I-20 ST.2 站流速與風及潮位交互相關函數圖

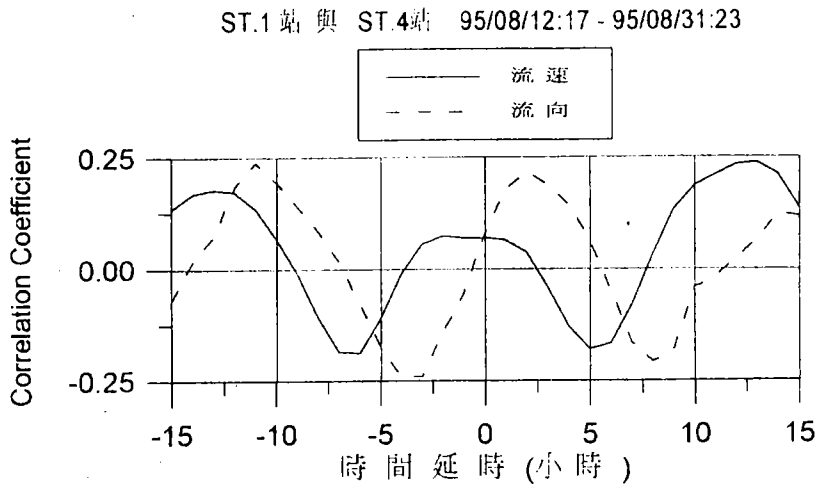


圖 I-21 S1.1 站與 ST.4 站流速流向交互相關函數圖

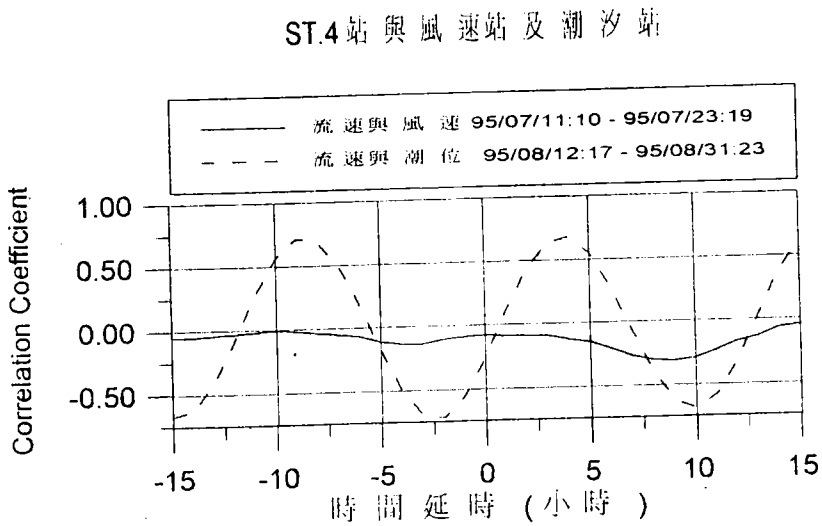


圖 I-22 ST.4 站流速與風及潮位交互相關函數圖

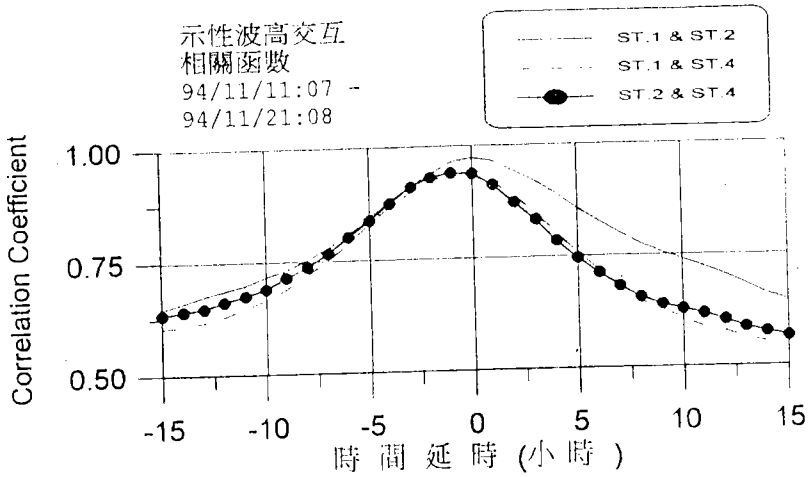


圖 I-23 示性波高交互相關函數圖

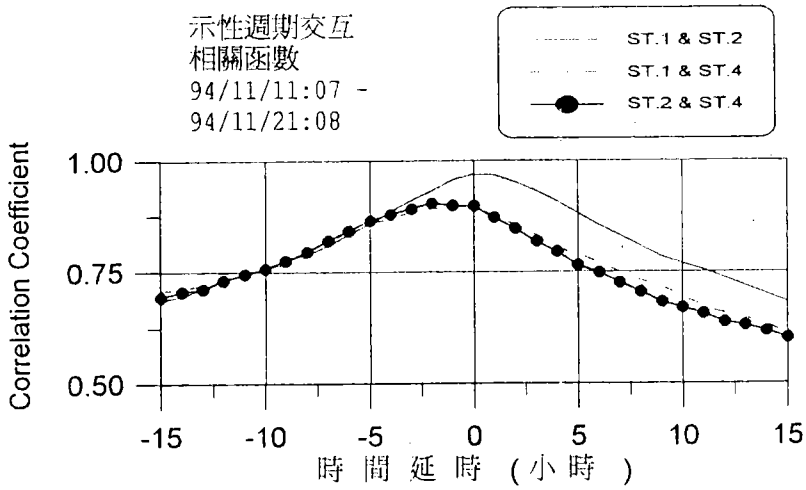


圖 I-24 示性週期交互相關函數圖

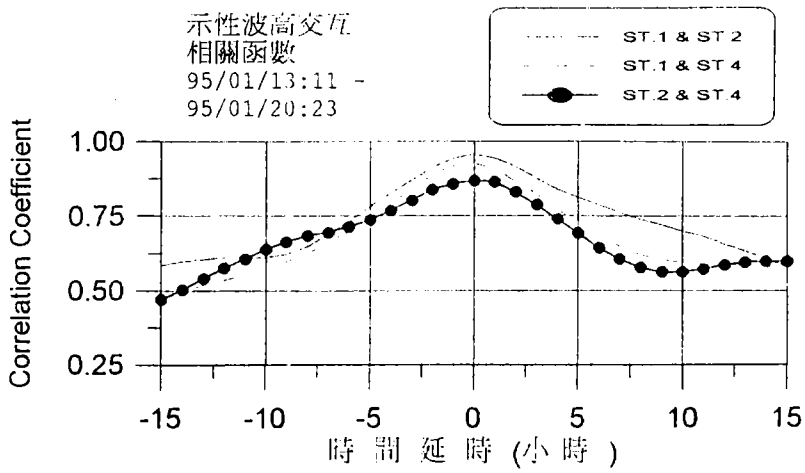


圖 I-25 示性波高交互相關函數圖

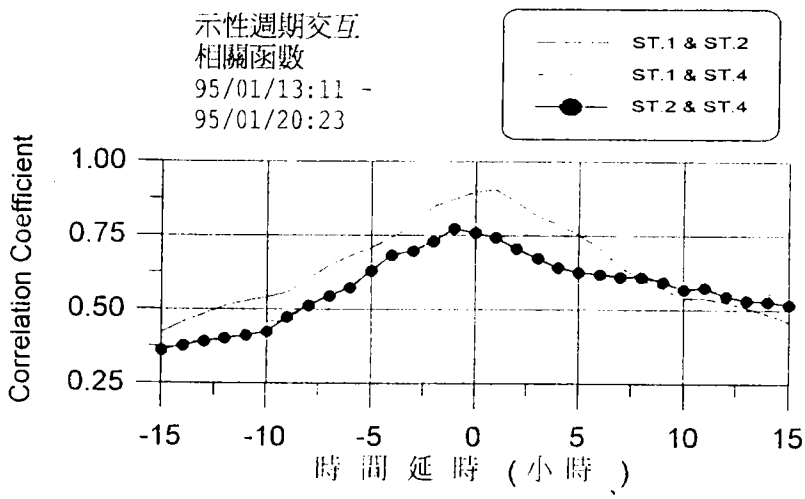


圖 I-26 示性週期交互相關函數圖

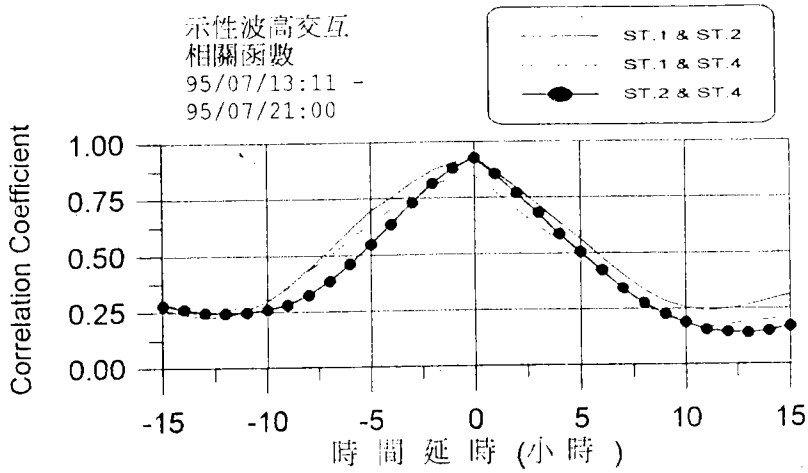


圖 I-27　示性波高交互相關函數圖

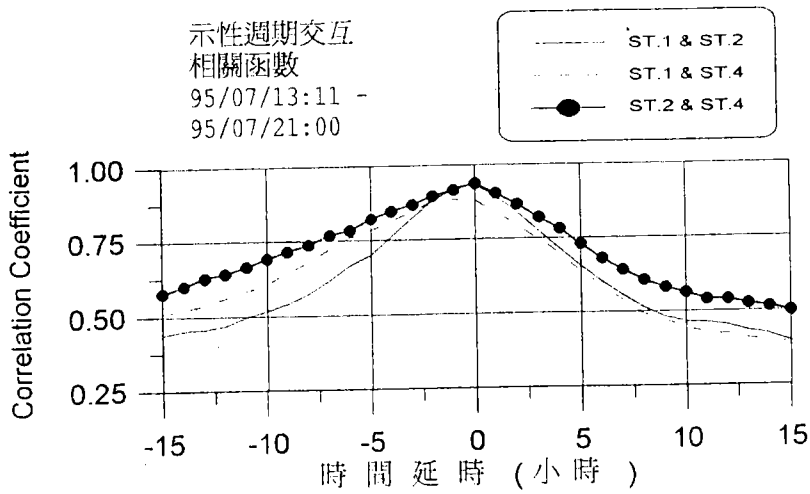


圖 I-28　示性週期交互相關函數圖

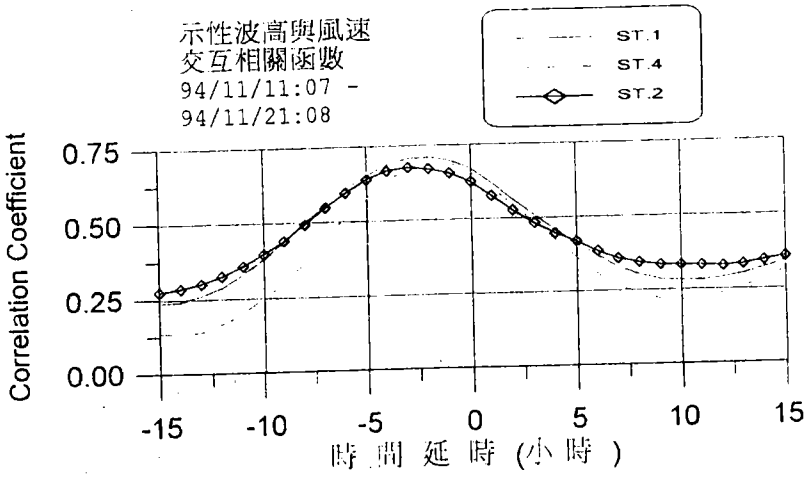


圖 I-29 示性波高與風速交互相關函數圖

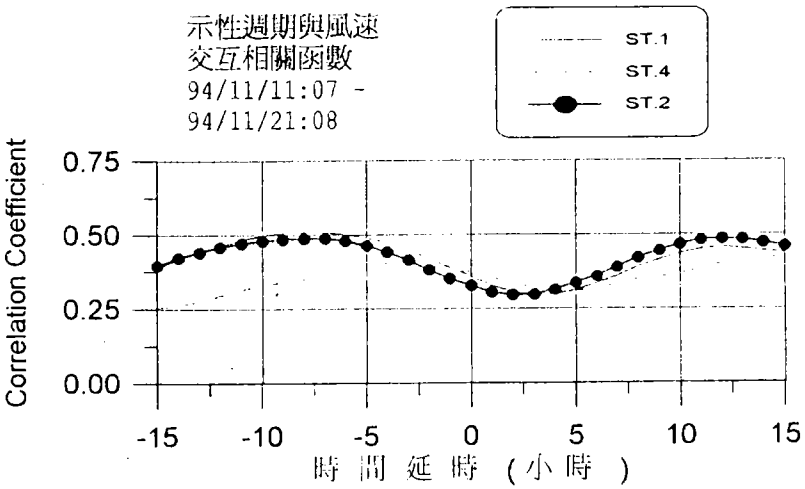


圖 I-30 示性週期與風速交互相關函數圖

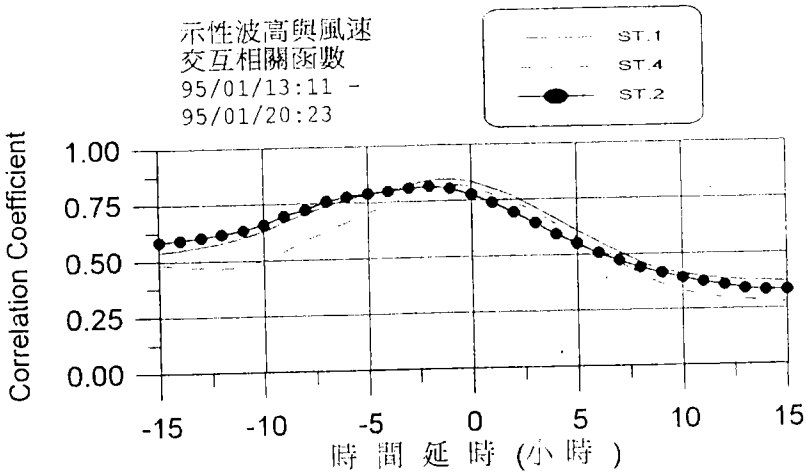


圖 I-31 示性波高與風速交互相關函數圖

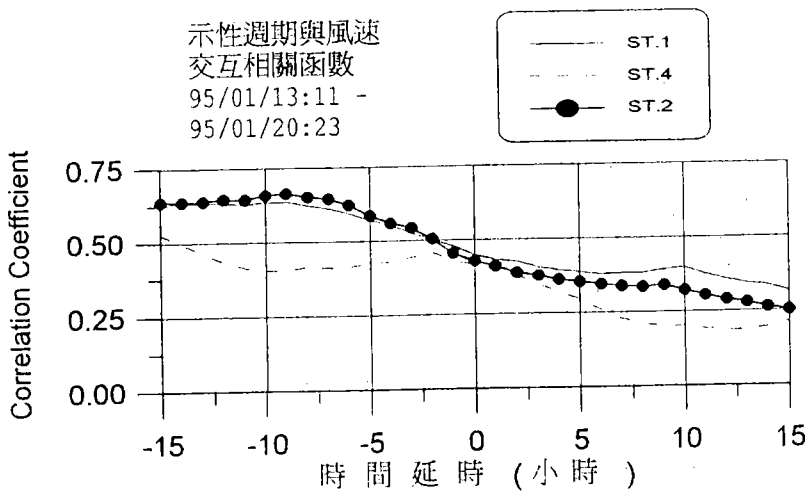


圖 I-32 示性週期與風速交互相關函數圖

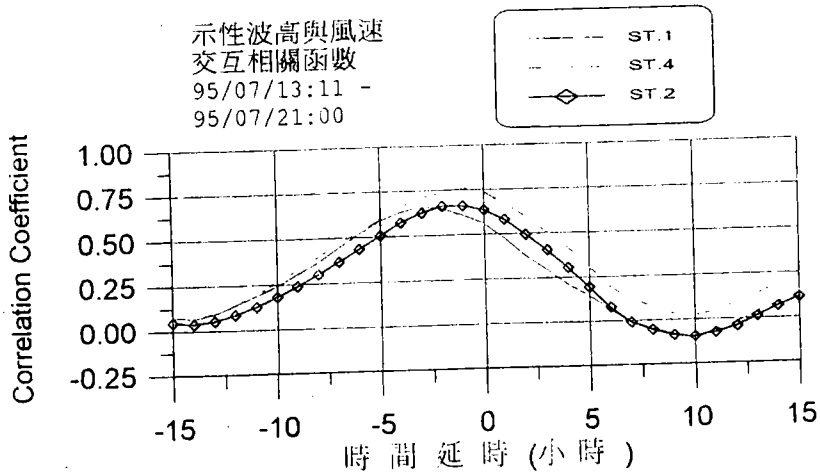


圖 I-33 示性波高與風速交互相關函數圖

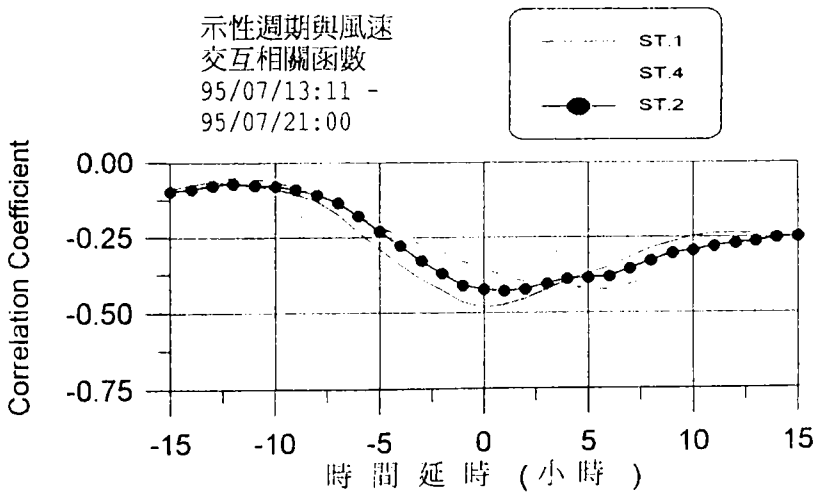


圖 I-34 示性週期與風速交互相關函數圖