

# 花蓮港港灣設施改善計畫之研究

研究工作人員

計畫總主持人: 所長 張金機

## 1. 現場海氣象調查

計畫主持人: 曾相茂  
協同主持人: 簡仲璟  
吳基  
助理: 林受勳

## 2. 模型試驗

計畫主持人: 簡仲璟  
協同主持人: 邱永芳  
江金德  
副研究員: 洪憲忠  
助理研究員: 廖慶堂

## 3. 數值模擬

計畫主持人: 蘇青和  
協同主持人: 莊文傑  
陳冠宇  
副研究員: 陳明宗  
助理研究員: 江中權  
助理: 曾文傑

## 4. 水深測量與漂沙堆積分析

計畫主持人: 蔡立宏  
協同主持人: 黃清和  
林柏青  
助理: 蔡金吉

## 5. 防波堤改善方案

計畫主持人: 王慶福  
協同主持人: 張金機  
研究員: 單誠基  
助理研究員: 劉文雄

## 6. 綜合改善方案

計畫主持人: 張金機  
研究員: 黃清和  
王慶福  
蘇青和  
簡仲璟  
曾相茂

## 本計畫支援人員

技工: 蔡瑞成 楊怡芸  
何炳紹 陳毓清  
陳進冰 馬維倫  
李江澤

# 花蓮港綜合改善佈置研究

張金機

一、前言

二、港池穩靜調查研究

三、威脅港池穩靜颱風路徑分析

四、改善港口淤積研究

五、改善佈置研究

# 綜合改善方案研究

張 金 機

## 一、前言

花蓮港為台灣東部唯一國際港口，最初建港目標，主要為砂糖輸日及環島貨運，進港船舶以三千噸為對象。民國十九年開工，歷經九年於民國二十八年完成三座碼頭，長 410 公尺，水深 7 公尺，東防波堤長 1330 公尺，西防波(砂)堤 200 公尺。民國五十二年開放為國際港口，經三期擴建，至六十六年底完成，共有 16 座碼頭。

民國六十年代為因應國內經濟快速成長，於六十五年開始規劃第四期外港擴建工程，並於民國六十九年四月十六日開工。四期擴建主體工程為東防波堤 1,837 公尺，西防波堤 1,050 公尺及碼頭 9 座。

花蓮港四期外港擴建前港口規模雖小，可勉強進泊一萬五仟噸級貨輪，在夏季期間雖曾因颱風波浪侵襲而造成港內船隻碇泊困難，但卻很少發生颱風侵襲時港內船隻需往外海避風浪特異現象。民國七十四年四期擴建東防波堤完成大部份，且#17, #18 及#19 碼頭亦已完成，外港池已具漏斗型雜形。從花蓮港船舶動態資料顯示，自民國七十四年每年夏季港內碇泊船隻，均曾遭受颱風波浪威脅不能作業，需出港避風浪，甚至發生斷纜現象。

民國七十九年外廓防波堤已全部完工，港埠設施除#25 碼頭正積極趕工外，其餘碼頭岸壁均已完成。七十九年六月二十二日發生當年第一個颱風歐菲莉，造成港內碇泊船隻斷纜，撞毀裝卸設施，錨泊南濱外海船隻(航經花蓮非進泊)擱淺斷裂。花蓮港務局為改善港池穩靜狀況，編列預算委託本所辦理現場調查、模型試驗與數值模擬計算，以研擬綜合改善方案。

本研究計畫於民國八十二年十二月三十一日簽約，執行期限為二年六個月，應於八十五年六月三十日完成，但因現場實測資料量龐大，無法在預定期程內完成，並請委託單位花蓮港務局同意延至12月底前提出期末報告。

本研究計畫分現場海氣象調查、水工模型試驗、數值模擬計算、水深測量與漂沙堆積分析及防波堤改善方案研擬等五個執行子計畫，本報告係根據上述五個執行子計畫成果，研提綜合改善方案。

現場海氣象調查自 83 年 1 月開始辦理外海波浪觀測，除儀器維修期間缺乏紀錄外，研究期間取得相當完整之外海波浪資料。颱風侵襲期間分別在港內#8、#10、#22(或#17)碼頭前及港口外海作短期波浪觀測，取得提姆、凱特琳、弗雷特、葛拉絲、肯特等颱風侵襲時港區波浪資料。流況資料在外海測站作連續觀測；港口測站則在 83 年 5 月至 11 月觀測。現場觀測所取得資料分析，研究報告為本研究第一子計畫「現場海氣象調查」。

水工模型試驗分為平面水工模型試驗與斷面水工模型試驗兩部份。平面水工模型試驗對港池穩靜共研提四種改善佈置。斷面水工模型試驗則針對潛堤及噴水浮式防波堤消波特性辦理試驗，研究報告為本研究第二子計畫「水工模型試驗」。

數值模擬分港池穩靜度分析與近岸海域流場分析兩部份。港池穩靜度分析，針對港池現況佈置計算#8、#10及#22碼頭可能發生共振週期，利用現場實測資料加以驗證，並根據試驗結果辦理四種佈置改善方案模擬計算。近岸海域流場分析，計算花蓮港港口至南濱海岸附近受潮流及東北東向與東南向波浪作用時之流速分佈。研究報告為本研究第三子計畫「數值模擬」。

水深測量與漂沙堆積分析，在計畫執行初期選擇季節風期間及颱風過境前後辦理港口附近水域水深測量；並利用本研究現場海氣象調查資料進行漂沙沖淤量分析。此外蒐集水利局第九工程處歷年所施測之水深圖分析港口以南海岸長期沖淤趨勢。研究報告為本研究第四子計畫「水深測量與漂沙堆積分析」。

防波堤改善方案研擬主要針對以往規劃案，舊東堤改善及新東防波堤延伸等方案加以探討，研擬改善方案。研究報告為本研究第五子計畫「防波堤改善方案研究」。

本報告為『綜合改善方案研究』係根據上述五個研究子計畫，由港池穩靜調查結果，分析威脅港池穩靜之颱風路徑。根據水深測量與漂沙堆積分析結果，探討港口淤積。利用水工模型試驗及數值模擬計算結果分析各種改善佈置，消除長週期波之功效；最後研擬改善佈置方案。茲分別摘要敘述如后。

## 二、颱風波浪與港池穩靜

花蓮港四期擴建前並未辦理波浪觀測，僅憑波浪推算資料作為規劃、設計之依據。花蓮港四期擴建後，港池長達四公里多，港口朝南南西，雖可避開東北向及東向太平洋波浪直接威脅，但在夏季受菲律賓東方海面颱風所形成湧浪由東南方向侵襲時，常造成港池不穩靜現象。為了解颱風波浪作用下，港池波浪機制，利用現場波浪調查資料分析探討外海及港內波浪能譜特性、波高關係、碇泊船隻動態，作為研判威脅花蓮港颱風路徑之依據。

### (一) 往昔調查

#### 1. 歐菲莉颱風

民國 79 年 6 月 22 日中度颱風歐菲莉由菲律賓東方海面向北北西方向直撲台灣；6 月 23 日 13:00 在花蓮港南方 17 公里附近登陸。本所在登陸前一小時測得最大波高達 20.5m，示性波高 13.9m，週期 14.1sec。颱風路徑及波浪延時變化繪如圖 1 及圖 2 所示。

歐菲莉颱風登陸前以北北西方向直衝花蓮港，颱風所形成湧浪對港池穩靜造成極大威脅。颱風中心在 6 月 22 日中午前距花蓮港約 500 公里，本所於 22 日 08:00 測得外海示性波高超過 4m。波高隨颱風中心快速接近而急劇增加，碇泊船隻紛紛出港避難。登陸前示性波高超過 14m，造成碇泊船隻斷纜，錨泊港口外南濱外海船隻(非進港船)擱淺斷裂現象。

#### 2. 歐馬颱風

八十一年氣象局發佈五個颱風警報，其中強烈颱風歐馬(OMR)緊接著寶莉颱風在福建登陸，颱風解除警報後在花蓮西南方一千多公

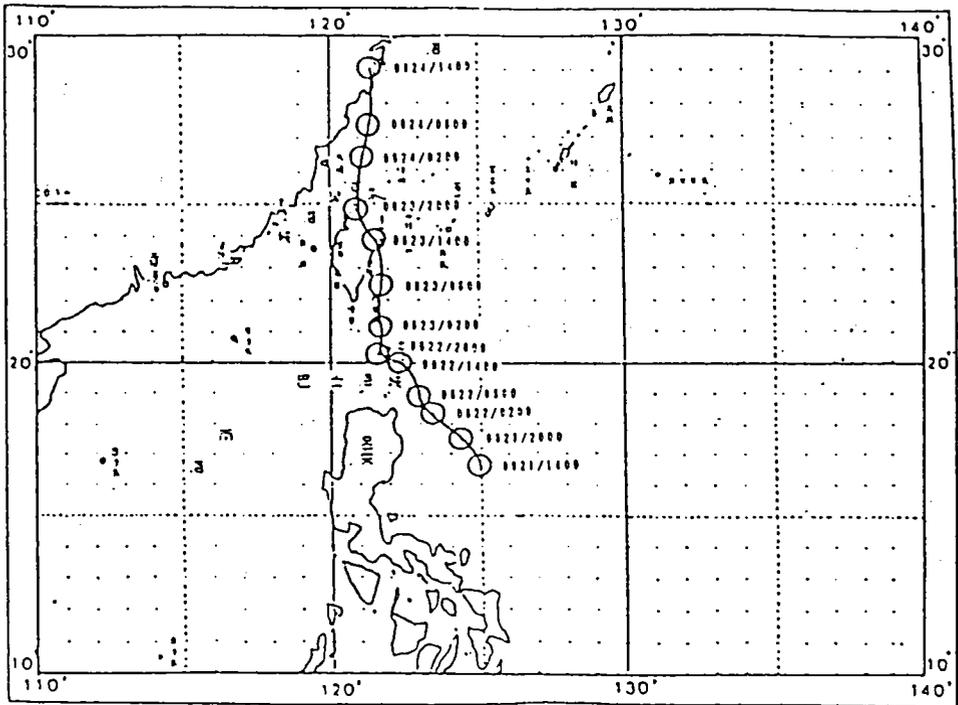


圖 1 歐菲莉颱風中心行進路徑

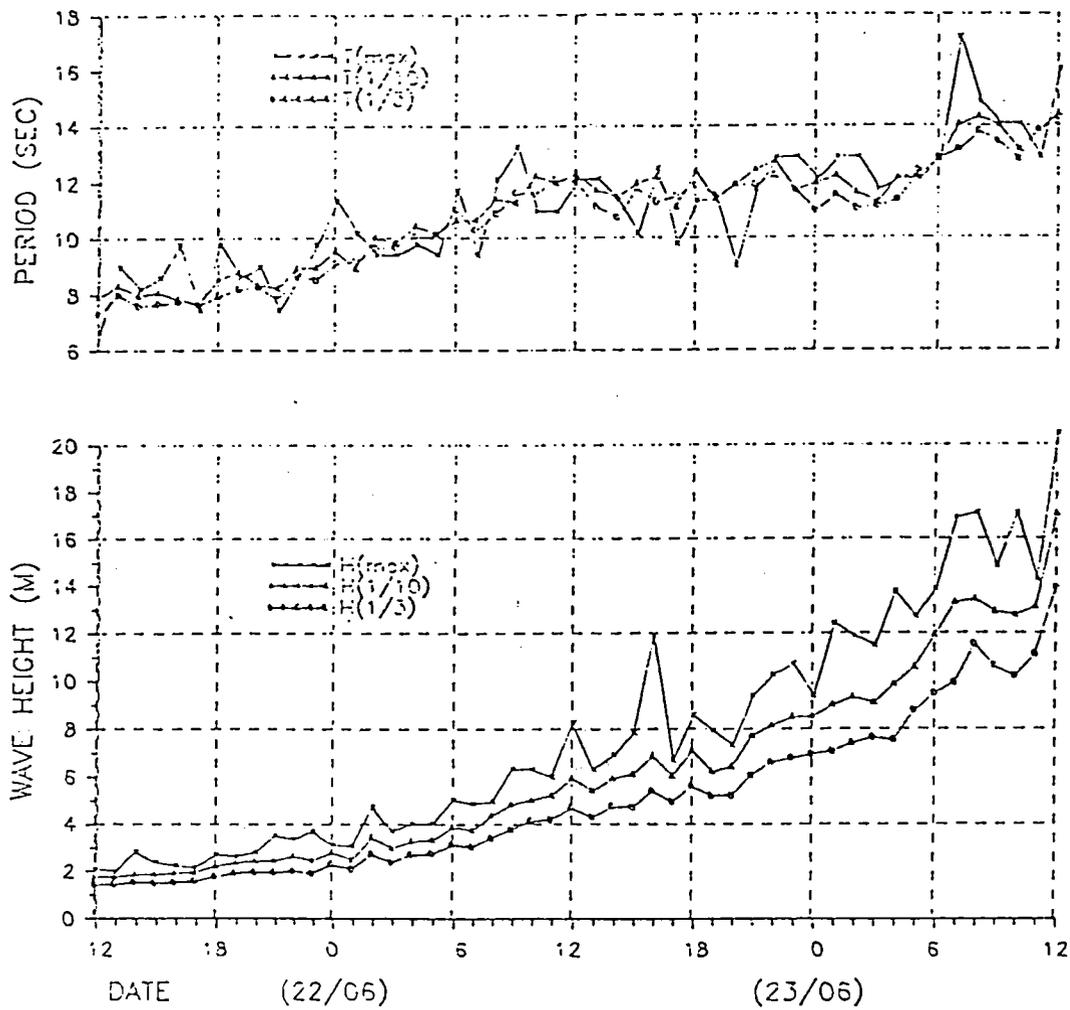


圖 2 歐菲莉颱風波浪延時變化

里海面上形成，以西北西方向直撲台灣。歐馬颱風在 9 月 4 日 20 時在花蓮秀姑巒溪登陸，直接威脅花蓮港，碇泊港內六艘船隻均在颱風登陸前疏散到港外避難。

歐馬颱風侵襲期間本所除測得外海海浪外，並在#20 碼頭前安置壓力式測高計測取港內波浪資料。颱風期間波浪統計顯示，9 月 4 日 10:00 在外海測得最大示性波高 6.1m，週期 12.4sec，此時港內#20 碼頭附近亦測得最大示性波高 1.6m，週期 22.7 sec，波譜分析結果顯示外海尖峰週期( $\approx$  10.2sec)，港內波浪能量密度受防波堤阻擋約降低為 1/14，但長週期(128sec 及 57sec)波浪能量約增加至 100 倍。

### 3. 珂茵颱風

珂茵(KORTN)颱風 82 年 6 月 17 日在關島附近形成，以西北西方向前進，在 26 日清晨登陸呂宋島進入南海。珂茵颱風登陸前距花蓮港將近一千公里，並未直接侵襲台灣，但花蓮港卻受颱風湧浪之威脅。

珂茵颱風本所除測取外海波浪外，並在港內#10 及#20 碼頭附近分別量測內港池及外港池波浪資料。波譜分析結果顯示，外海能峰週期( $\approx$  13.3sec)能量密度受防波堤遮蔽後外港池約減為 1/10，而內港池則大幅降低為 1/400；但港內長週期外港約 128sec，內港約 169sec，波浪能量密度則放大 100 至 200 倍。最大波浪發生在 26 日 14:44，外海測點示性波高 5.9m，週期 14.4sec；內港池波高 0.5m，週期增加為 117.2sec；外港池波高 1.3m，週期 39.2sec。雖然波浪振幅降低，但週期顯著增加，對港內碇泊船隻造成威脅。

#### 4. 艾爾西、漢特及蓋伊颱風

民國 81 年 11 月菲律賓東方海面連續發生三個遠洋颱風，艾爾西(ELSIE)、漢特(HUNT)及蓋伊(GAY)，行進路徑如圖 3。颱風中心距離花蓮港一千公里以上，甚至達二千公里。氣象局並未發佈颱風警報，但湧浪卻威脅花蓮港，港內無法碇泊甚至發生碇船隻斷纜現象。

艾爾西、漢特及蓋伊颱風本所測得花蓮外海相當完整的波浪資料，但缺乏港內波浪資料。艾爾西、漢特及蓋伊三颱風發生於十一月東北季風盛吹期，外海波浪能譜呈現季風產生之短週期風浪及颱風造成之較長週期湧浪雙峰頻譜。艾爾西颱風花蓮港外測得波浪延時變化如圖 4(a)。在 11 月 6 日 18:37 港外示性波高雖只有 2.84m，尖峰週期僅 8.7sec，陸續發生碇泊船隻無法作業甚至斷纜現象。漢特颱風與花蓮港最近距離約為二千公里左右，卻在花蓮港外海產生 5m 以上示性波高，週期約 10sec (受東北季風雙重影響)，波浪延時變化如圖 4(b)所示。11 月 20 日 17:00 波高小於 4m，造成碇泊船隻無法作業，甚至斷纜現象。蓋伊颱風在關島附近海面形成後以西北方向前進，距花蓮東南方海面約一千公里處，轉向北北東。颱風改變前進方向前，花蓮港外海波高近 3.5m，造成內港池碇泊在#11 碼頭斷纜。波浪延時變化如圖 4(c)所示。

#### (二) 本研究調查

為更進一步了解颱風波浪對港池穩靜影響，本計畫自 83 年起在颱風侵襲期間同步紀錄港內、外波浪資料。

八十三年中央氣象局發佈提姆(TIM)、凱特琳(KAITLIN)、道格(DOUG)、弗雷特(FRED)、葛拉絲(GLADYS)及席斯(SETH)六個颱風，颱風中心路徑繪如圖 5。本所測得提姆、弗雷特及葛拉絲三個颱風侵襲期港

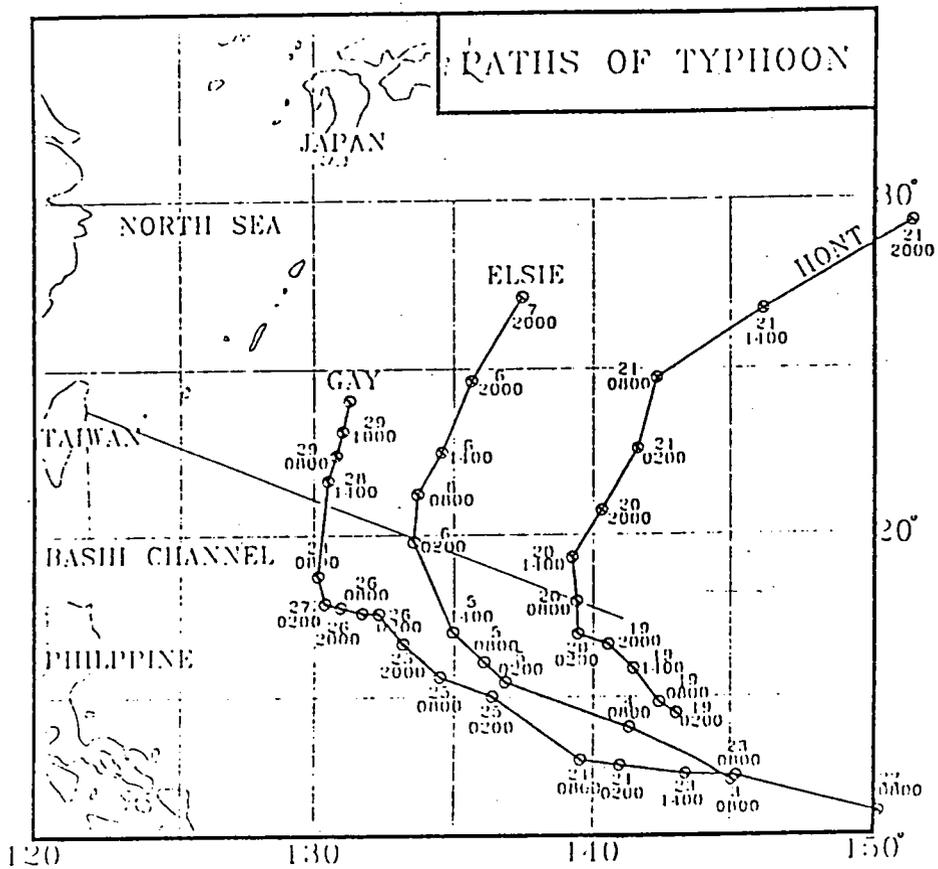


圖 3 艾爾西、漢特及蓋伊颱風中心行進路徑

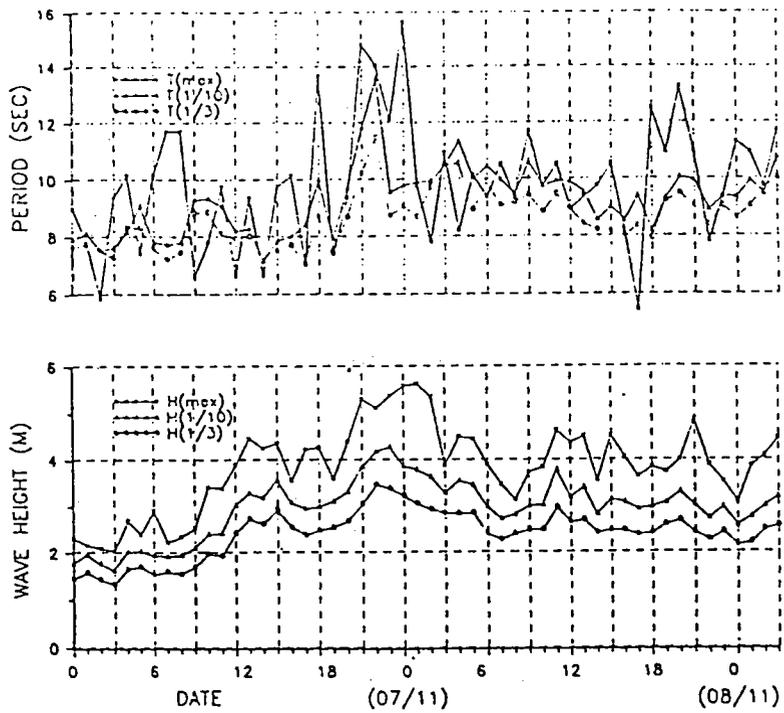


圖 4(a)艾爾西颱風波浪延時變化

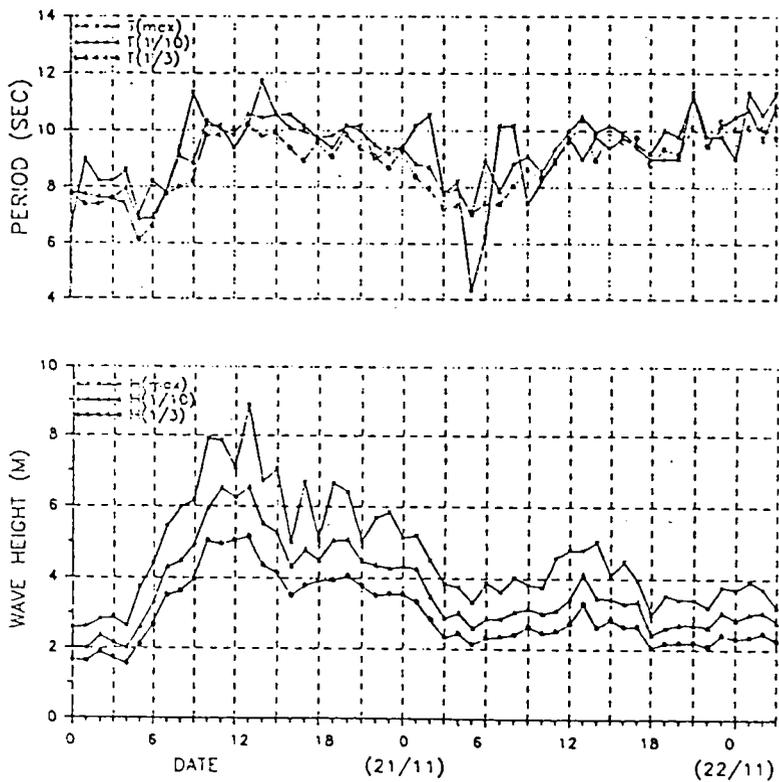


圖 4(b)漢特颱風波浪延時變化

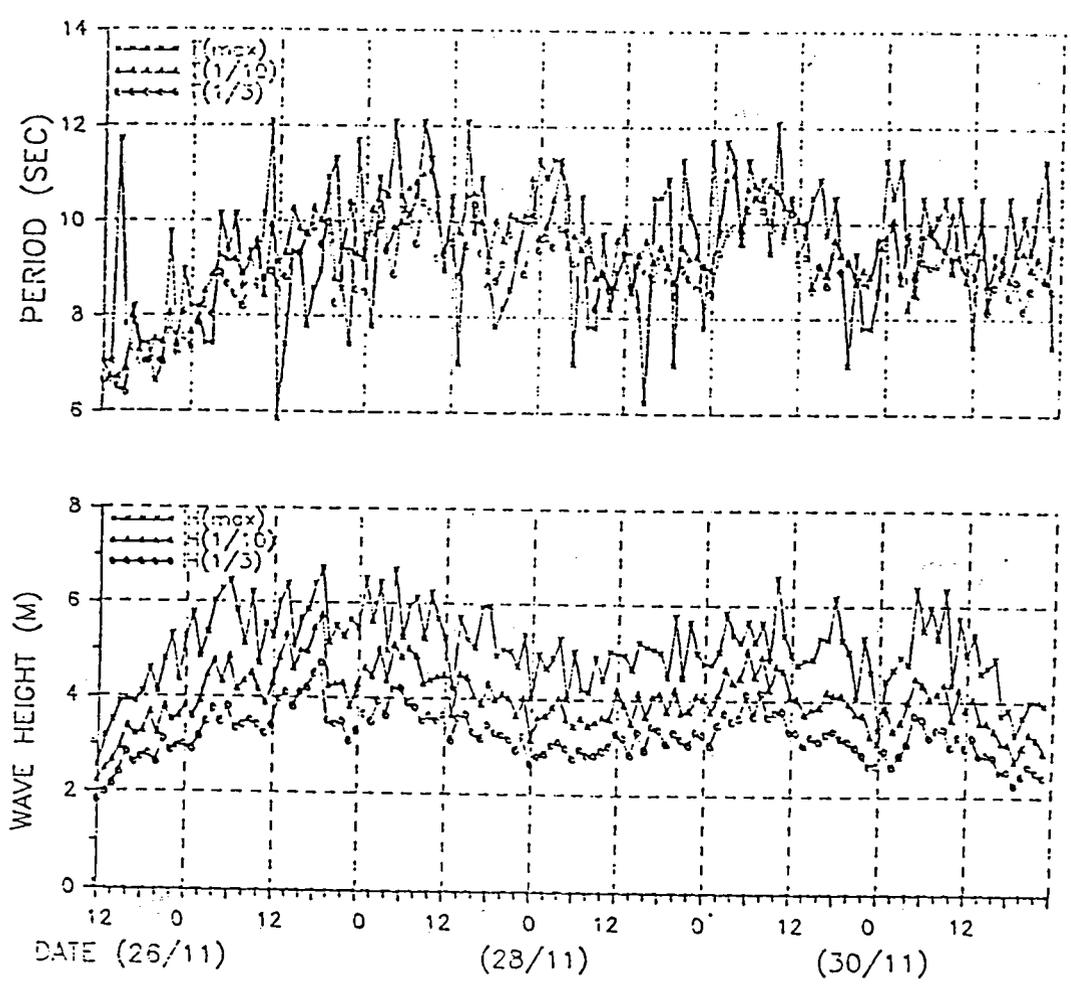


圖4(c)蓋伊颱風波浪延時變化



內、港外波浪資料。波譜分析結果顯示外海能峰週期均在 11sec 至 15sec 間，受防波堤遮蔽後，外港池#22 碼頭前短週期能量密度約減為 1/10，內港池#8 及#10 碼頭前則約降低為 1/100。但港池內長週期 128sec 或 159sec，能量密度則擴增百倍或數百倍。茲分別就港內、外波浪特性與防波堤遮蔽功能概述如后：

## 1. 港內、外波浪特性

### (1) 提姆颱風

民國八十三年第一個侵襲台灣之強烈颱風提姆，在菲律賓東方海面形成後，以西北方向前進，在七月十日 20 時 10 分左右在花蓮南方秀姑巒溪口登陸，前進路徑如圖 6。提姆颱風侵襲期間花蓮港外海實測波浪延時變化繪如圖 7，颱風登陸前約三小時波高計流失，在流失前測得最高波高 16m，示性波高 10m，此時港內#22 碼頭示性波高 3.6m，內港池#8 及#10 碼頭波高 1.6m。圖 8 為提姆颱風期間港內、外波浪能譜，港外高頻能量密度受防波堤遮蔽後已大幅降低，外港池#22 碼頭約減小為 1/10，內港池#8 及#10 則更大幅減低至 1/100 或數百分之一，但港內低頻能量密度則大幅成長百倍以上。港內、外同時段水位延時變化繪如圖 9。水位振幅由港外受防波堤遮蔽後雖大幅減小，但波動週期卻大幅加長，此種現象與波譜分析結果一致。

提姆颱風侵襲期間在花蓮外海波浪雖較七十九年歐菲莉颱風外海波浪為小，但卻造成花蓮港東防波堤胸牆損毀約 500 公尺，西防波堤 20Ton 消波塊流失約 600 個以及#25 碼頭片版掀起，13 支消波艙支柱斷裂傾倒。研判主要原因是巨浪發生在高潮，且波浪入射方向幾乎垂直防波堤，消波艙與碼頭面版缺乏通氣孔，因而產生嚴重破壞。

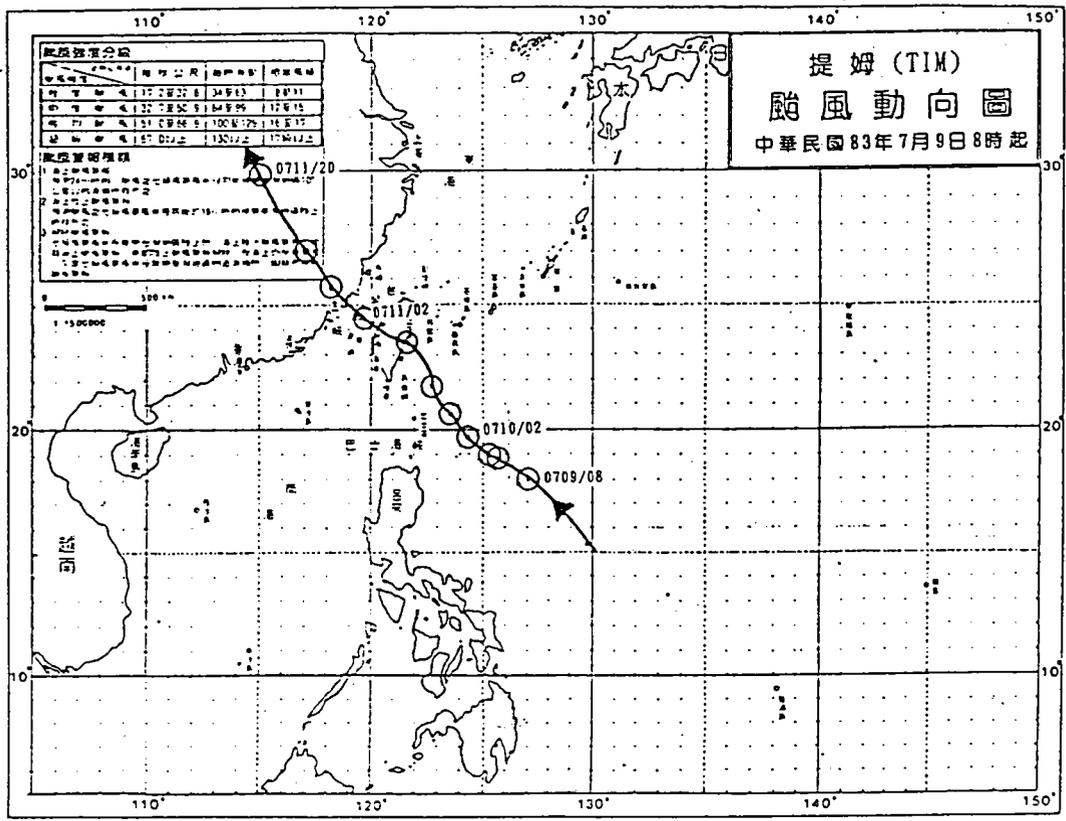


圖 6 提姆颱風中心行進路徑

# 1994 TIM TYPHON

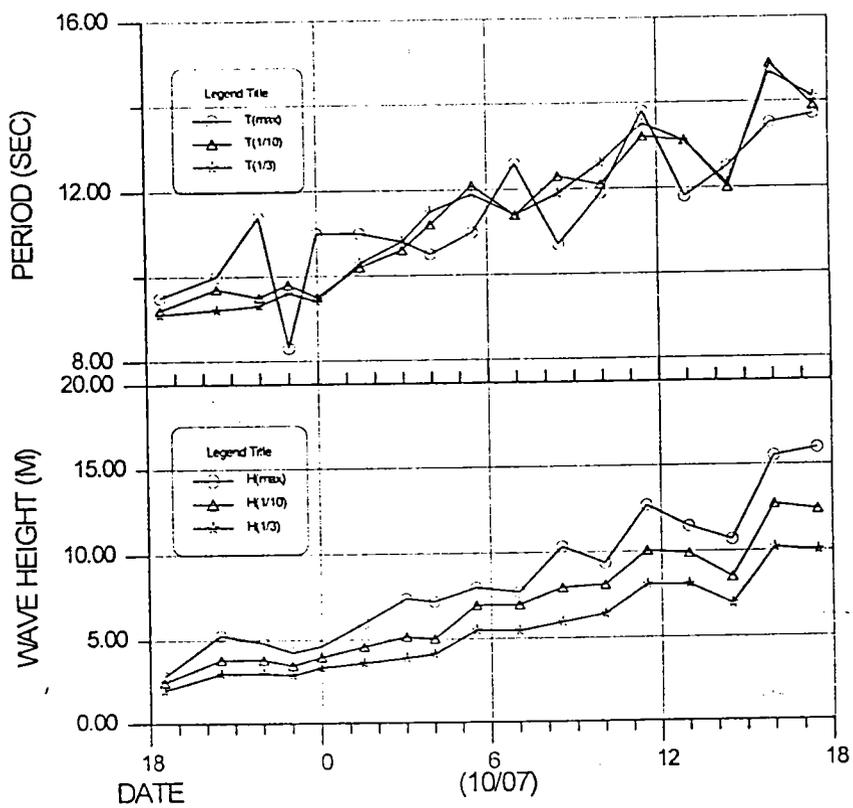


圖 7 提姆颱風花蓮港外海波浪延時變化

1994.07.10 12:00 TIM TYPHON

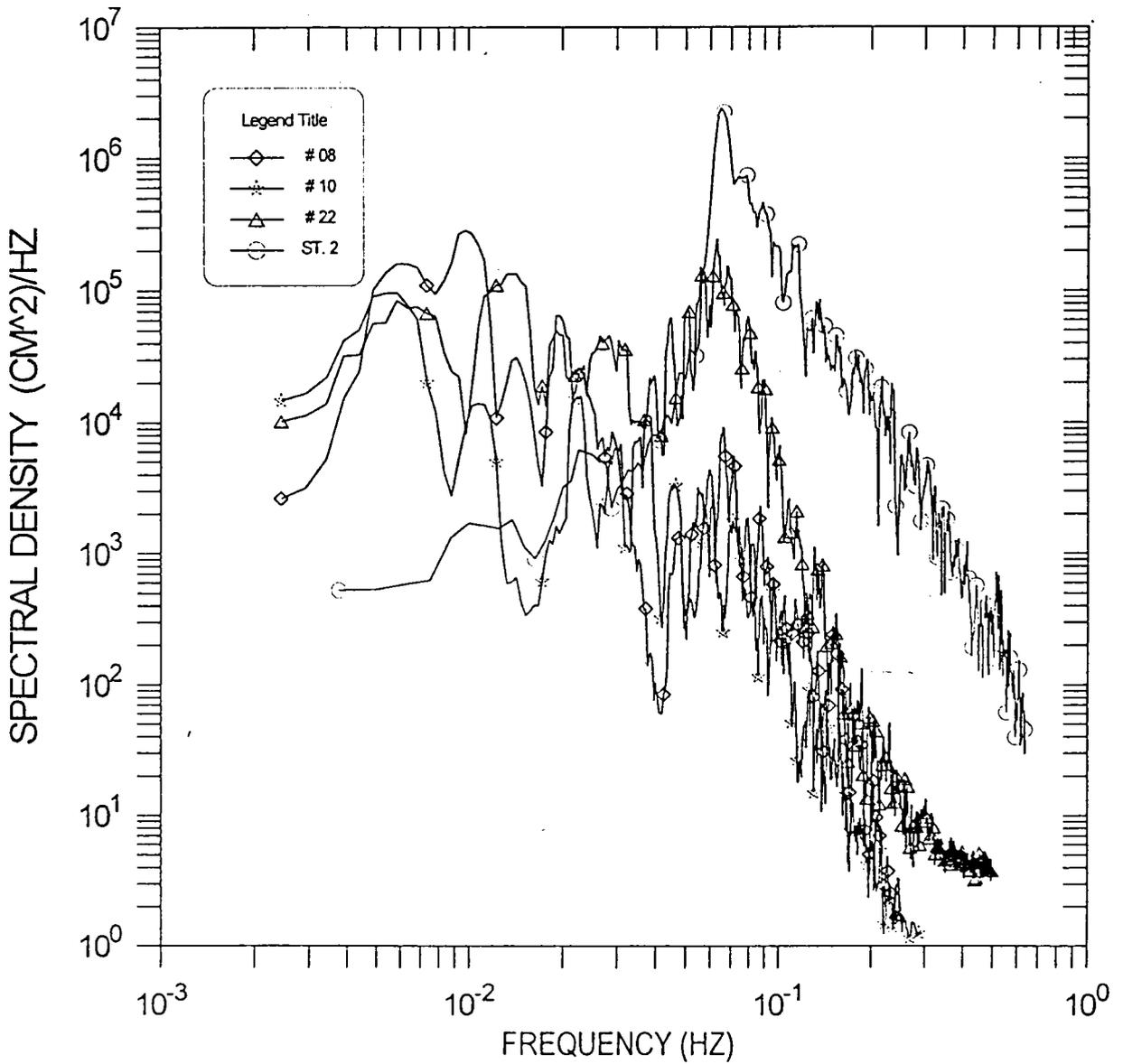


圖 8 提姆颱風港內、外波浪能譜比較

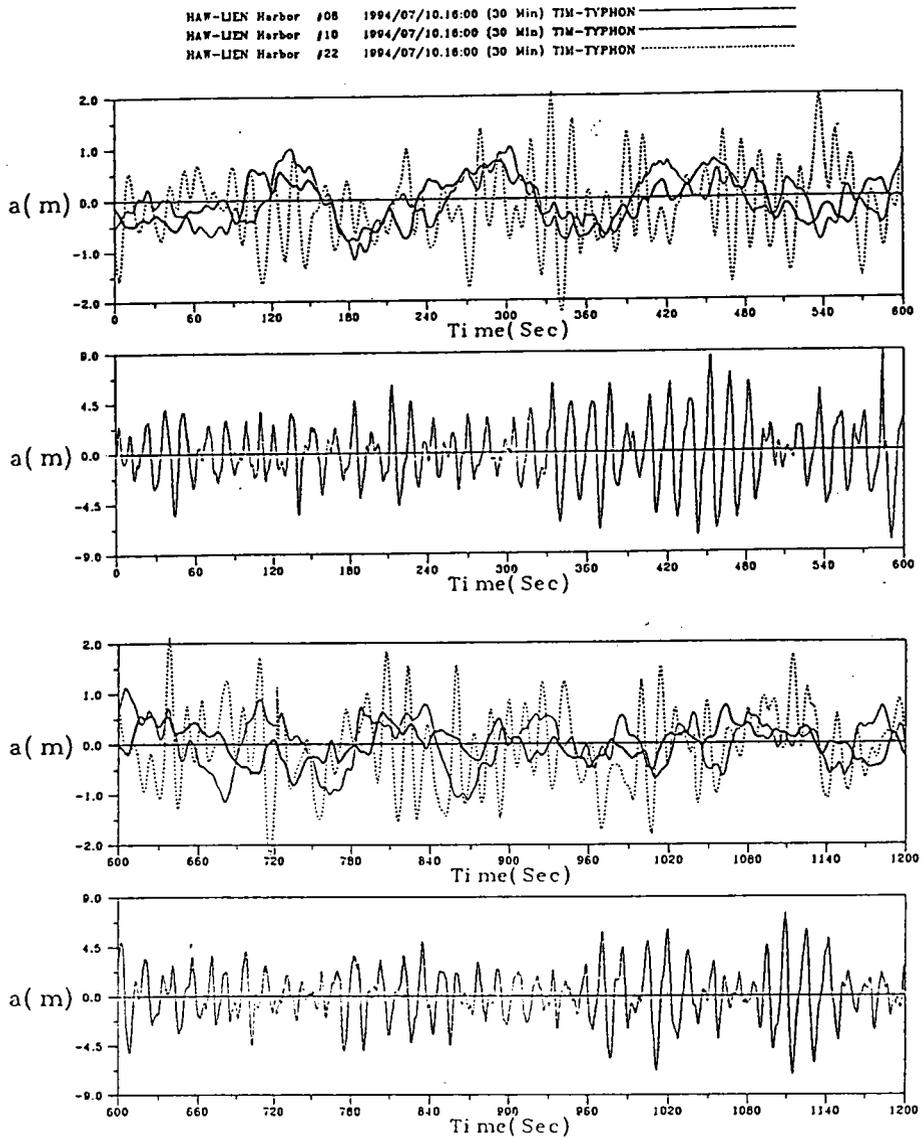


圖 9 提姆颱風港內、外水位延時變化

## (2) 弗雷特颱風

弗雷特颱風在菲律賓東方海面形成後，在八月十八日發展為強烈颱風，以極快速度朝西北西方向前進，二十日清晨轉向北北西緩慢前進，廿一日通過北部海面，颱風路徑如圖 10，花蓮外海實測波浪延時變化如圖 11。弗雷特颱風雖為強烈颱風，但因路徑偏北，因此在花蓮外海造成最大波高 12.5m，示性波高 7.3m，較提姆颱風波浪為小；入射波向約  $110^\circ$  也較提姆颱風最大波浪入射波向  $145^\circ$  偏北。外海最大波浪侵襲時，港內水域受東防波堤有效遮蔽在波高大幅降低為 #22 碼頭示性波高 2.5m，內港池 0.8m，波譜分析結果如圖 12，顯示港內高頻能量大幅降低，低頻能量則大幅成長，與提姆颱風波譜特性相似。

## (3) 葛拉絲颱風

在八月卅一日氣象局發佈葛拉絲颱風海上颱風警報後，以極快速度向西轉西北西前進，九月一日 11 時在蘇澳南方登陸，路徑如圖 13。颱風期間外海波浪延時變化如圖 14，最大波高發生於九月一日 06:47，外海波高 7.0m，週期 13.8sec，波向  $106^\circ$ ，此時內港池 #10 碼頭前波高 0.9m，外港池 #22 碼頭前 1.8m。葛拉絲颱風路徑偏北，東防波堤對港池發揮遮蔽效果，港內波高不大，但波譜分析結果如圖 15，長週期波浪能量仍大幅成長。

## 2. 防波堤遮蔽功能

為了解颱風波浪侵襲時，外海入射波浪受防波堤阻擋後港口與港內測站波浪遮蔽情況，將提姆、弗雷特及葛拉絲三個颱風所測得港內、外波浪加以分析如表 1。茲分別敘述如下：

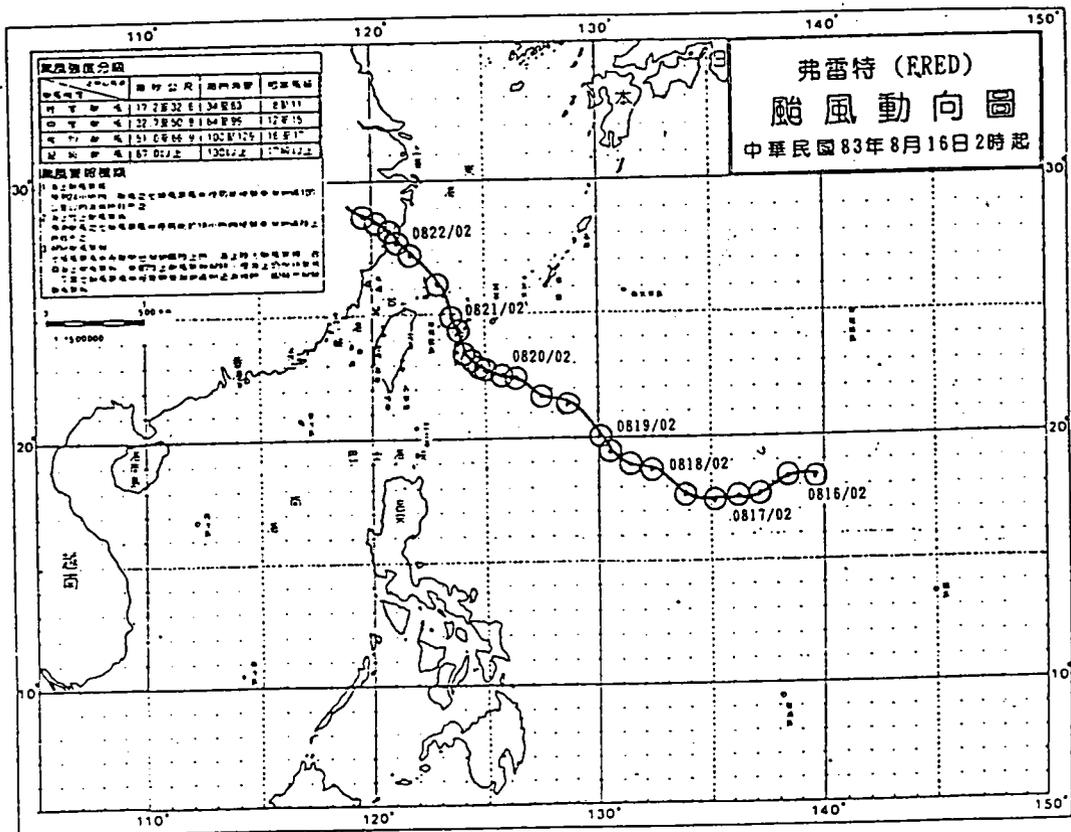


圖 10 弗雷特颱風中心行進路徑

# 1994 FRED TYPHON

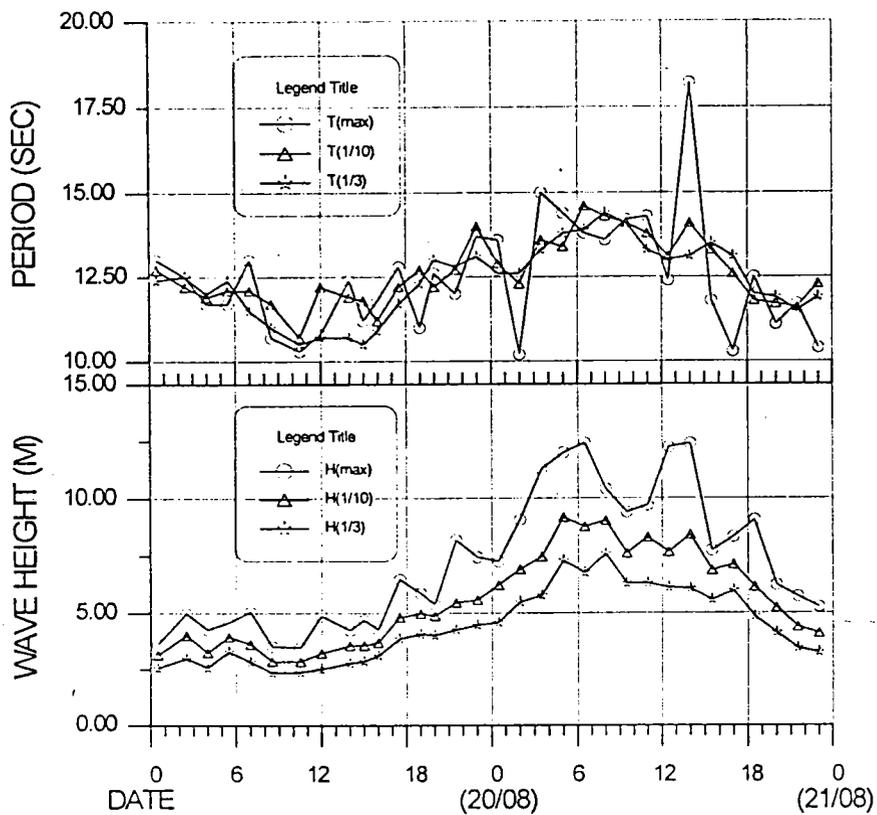


圖 11 弗雷特颱風花蓮港外海波浪延時變化

1994.08.19 23:00 FRED TYPHON

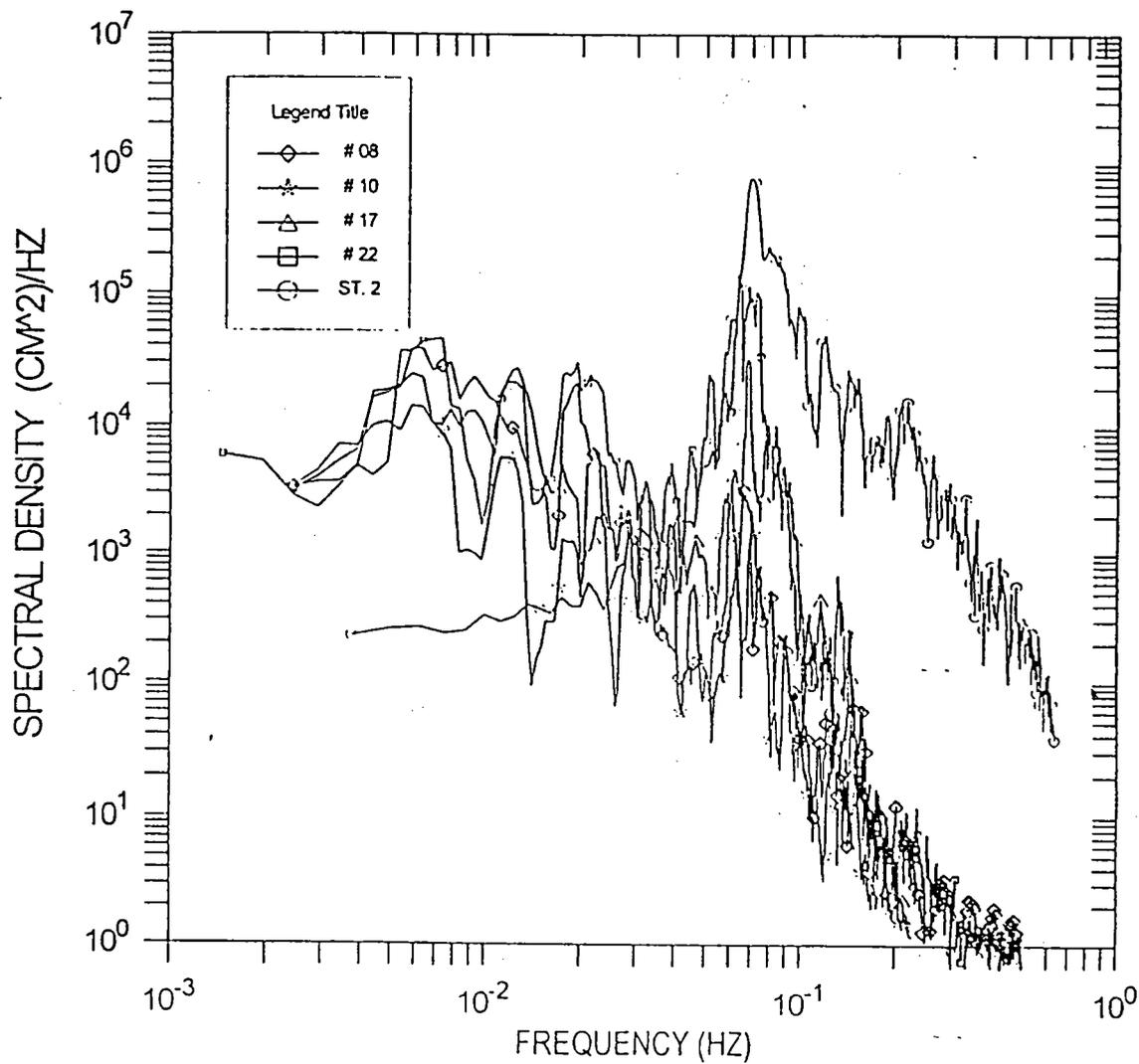


圖 12 弗雷特颱風港內、外海波浪能譜比較

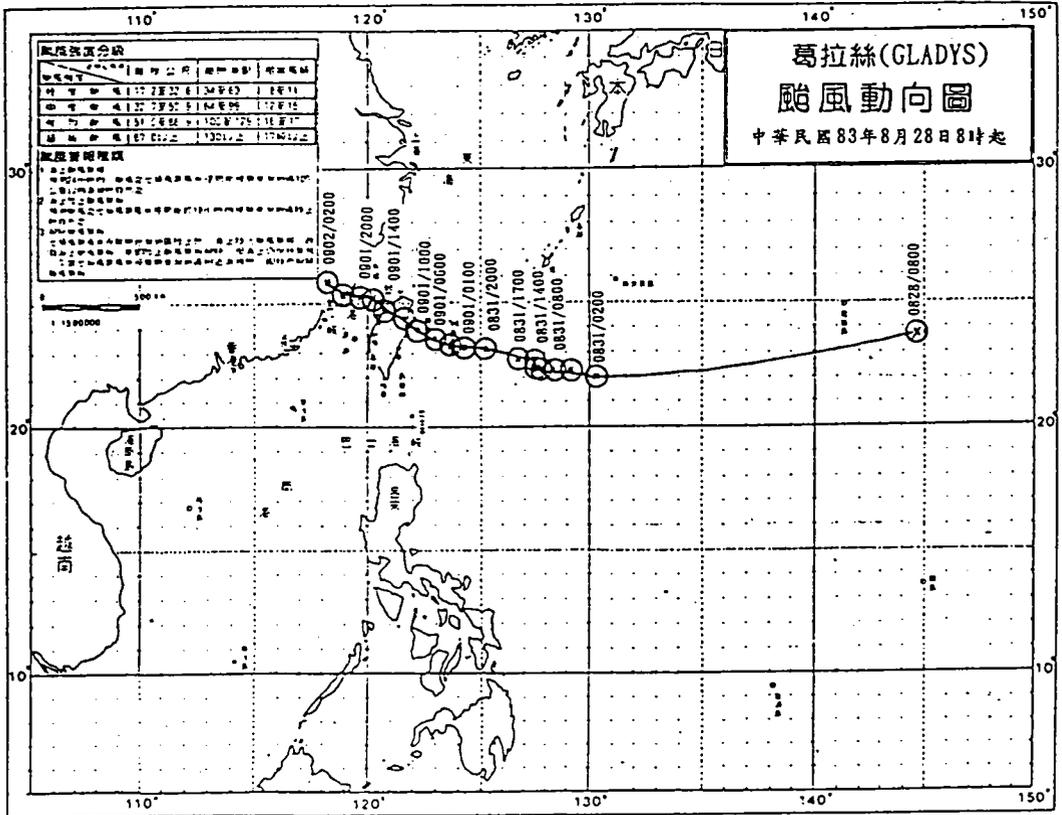


圖 13 葛拉絲颱風中心行進路徑

# 1994 GLADYS TYPHON

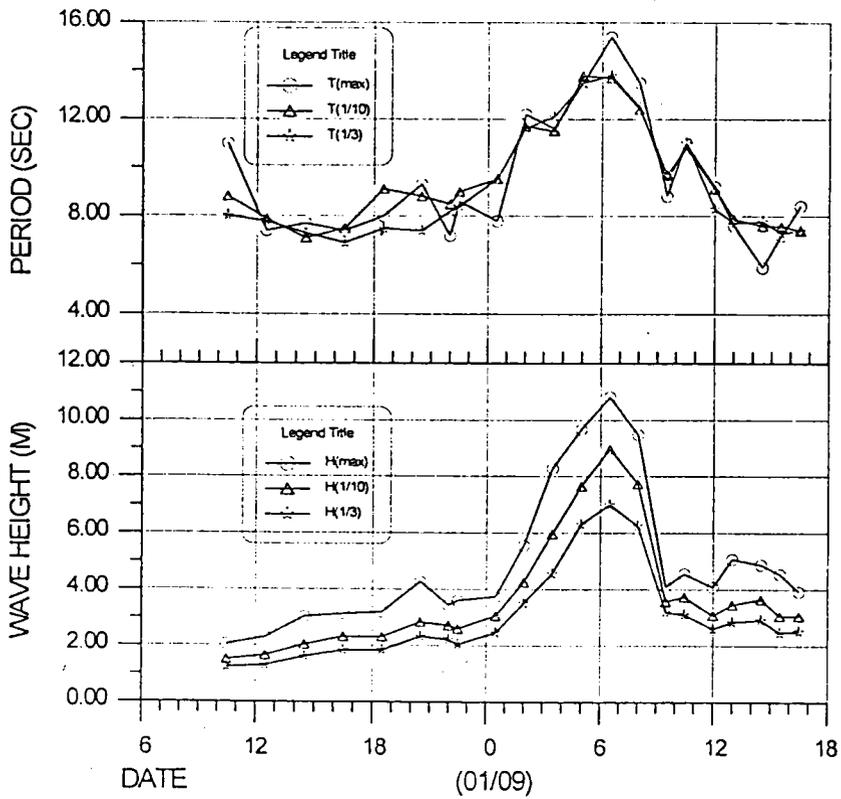


圖 14 葛拉絲颱風花蓮港外海波浪延時變化

1994.09.01 05:00 GLADYS TYPHON

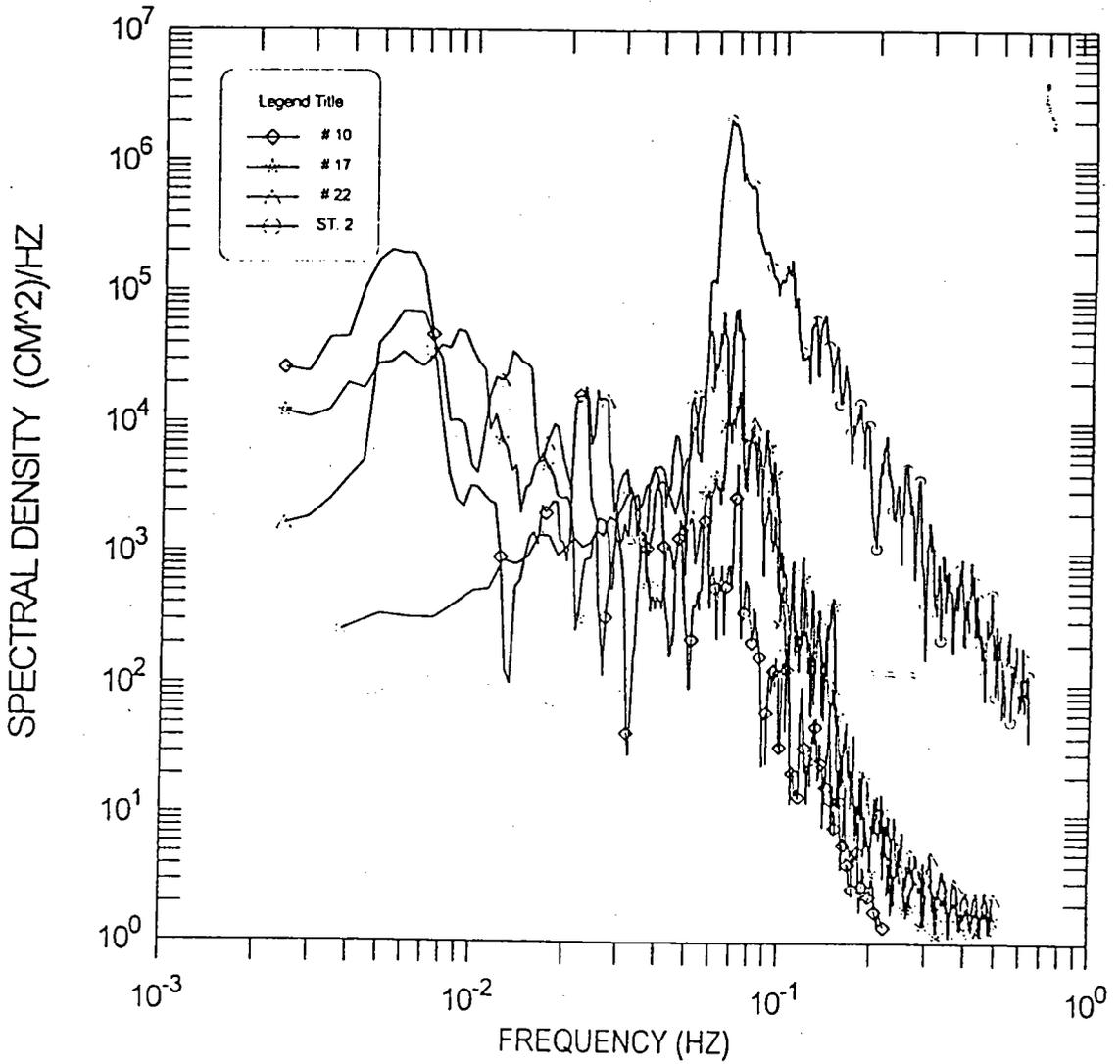


圖 15 葛拉絲颱風花蓮港內、外波浪能譜比較

表 1 颱風期間港外波浪與港內波高係數

颱風名稱	時間	中心位置 (0) (距離 km)	港外波向 (0°)	波高 (m)	港口測站	#22	#8	#10	備註
提姆	07.09 18:00	SE (600)	120°-130°	2.0	0.6-0.7	0.30-0.37	0.15-0.20	0.1	西北前進
	07.10 14:00	SE (200)	125°-130°	7.0	0.5-0.6	0.28-0.33	0.15	0.1	登陸
弗雷特	08.19 00:00	ESE (1000)	110°-120°	2.6	0.46-0.60	0.25-0.46	-	0.08-0.1	西北西前進
	08.20 18:40	E (200)	90°-100°	4.9	-	0.18-0.20	-	0.08-0.1	才略過 花蓮港 東方海面 NNE 前進
	08.21 02:00	ENE (250)	70°-80°	2.9	0.4-0.5	0.32-0.44	-	0.1-0.12	中心偏 NNE 前進
葛拉絲	08.31 08:00	ESE (700)	110°-120°	1.2	0.4-0.5	0.1	-	-	西北西 向前進
	09.01 00:00	ESE (300)	100°	2.4	0.65-0.7	0.18-0.23	-	0.08-0.09	颱風接近 花蓮港
	09.01 10:00	E (60)	75°-85°	4.4	0.22-0.5	0.26 減至 0.11	-	0.12-0.14	登陸前
	09.01 14:00	WNW (100)	140°-150°	2.9	0.3-0.4	0.1	-	-	登陸後

## (1) 提姆颱風

提姆颱風侵襲期間，花蓮港港外測站(st. 2)，港口測站(st. 5)及港內測站#22, #8 及#10 碼頭前所測得波浪資料示性波高延時變化，港外測站波向及港口、港內測站波高係數繪如圖 16。由表 1 及圖 15 顯示 7 月 9 日 18:00 颱風中心在花蓮港東南方海面，距離約 600m 向西北方向前進，10 日 4:00 颱風中心移至東南方約 200m，不論距離遠近，中心在花蓮港東南方海面時港外波向維持在  $120^{\circ}$  至  $130^{\circ}$  間；港口與港內測站波高隨港外波浪成長而比例增大，港口前與外港池#22 碼頭前波高係數分別約為 0.6 及 0.3，颱風接近時略為減低。內港池#8 及#10 碼頭前波高係數分別為 0.15 及 0.1。

## (2) 弗雷特颱風

弗雷特颱風侵襲期間，花蓮港港內、外波浪觀測所得資料分析結果如圖 17 所示，港口與港內波高大小隨港外波高增減。

表 1 颱風中心位置，港外波向與波高係數顯示，8 月 19 日 00:40 颱風中心在花蓮港東南東方約 1000km 時，港外波向介於  $110^{\circ}$  至  $120^{\circ}$  間；颱風中心逐漸偏北，波向角漸減，當颱風中心在 20 日 8:40 移至花蓮港東方約 200km 時，外海波向在  $90^{\circ}$  與  $100^{\circ}$  間；21 日 02:00 颱風中心向北北東前進至花蓮港東北東方約 250km 時，外海波浪來自東北東方，方向角約  $70^{\circ}$  至  $80^{\circ}$ 。由上述颱風中心位置與波浪方向關係顯示，颱風期間花蓮外海波浪主方向幾乎與颱風中心方位相同。港口測站波高係數隨外海入射波向偏北而略為減小。外港池#22 及港池#10 碼頭前波高係數亦隨入射波角度變小而稍微降低。但當颱風中心偏北時外海波浪降至 2m 以下，因此港內測點波高係數不減反增。

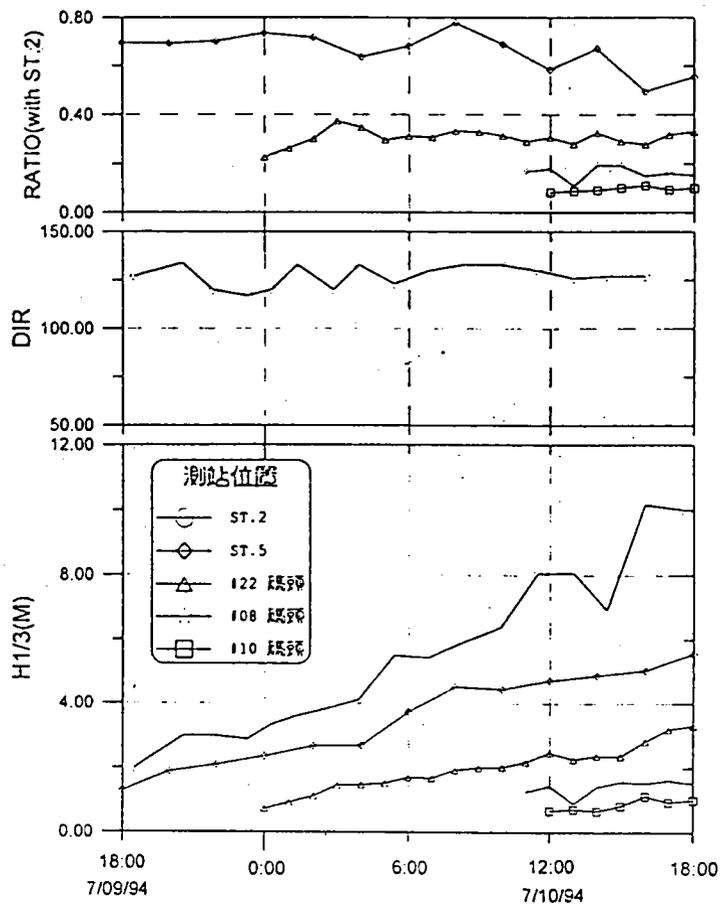


圖 16 提姆颱風港外港口與港內測站波浪延時變化

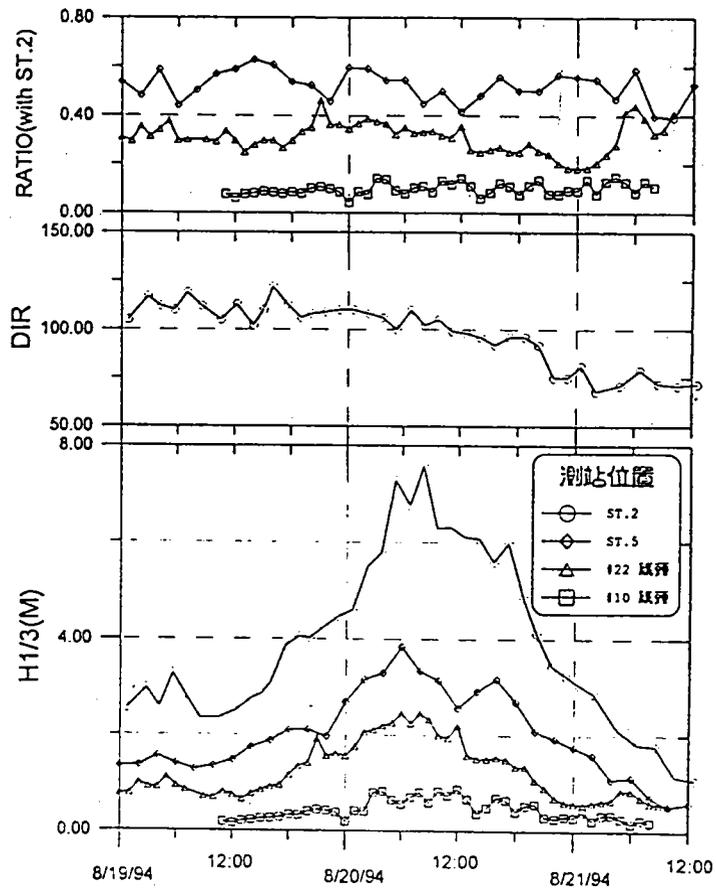


圖 17 弗雷特颱風港外港口與港內測站波浪延時變化

### (3) 葛拉絲颱風

葛拉絲颱風侵襲花蓮港期間花蓮港港內、外波浪資料分析結果繪如圖 18 所示。港口及港內波高隨港外波高增大而比例增大。但港口測站在颱風中心接近時，波高成長速率較為明顯。由表 1 可知港外測站波向角隨颱風中心花蓮港東南東方約 700km，西北西方向前進至 300km，波浪主方向亦來自東南東方約(110°)。9 月 1 日 10:00 中心移至花蓮東方約 60km 時，波浪來自東方偏北。當 14:00 颱風登陸後，中心在花蓮西北西方約 100km 時，花蓮地區吹西南風，外海波向角介於 140°至 150°。港口與港內測站波高係數除在 9 月 1 日 00:00 颱風中心接近時常增大外，其餘時段均隨入射波向偏北而減小。颱風登陸後波高顯著降低，波向雖為 140°至 150°，但港口與港內較不受西南風作用，波高係數不增反減。

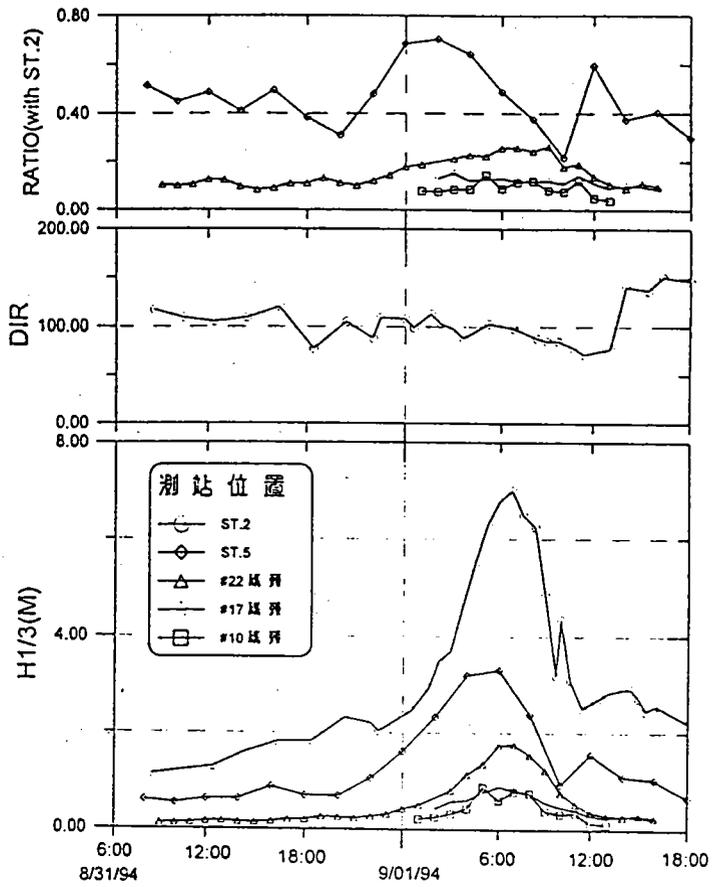


圖 18 葛拉絲颱風港外港口與港內測站波浪延時變化

### 三、颱風期間港內船隻動態

花蓮港自民國七十四年夏季起，每年夏季至少一次颱風波浪造成港內船隻需出港避風浪，甚至一年發生五、六次颱風侵襲船隻需疏散現象。茲將七十九年後發生的幾個侵台颱風及八十一年三個遠洋颱風影響港內船隻碇泊資料整理如表 2。

民國七十九年六月廿二日歐菲莉颱風直接侵襲花蓮港，波浪偏東南向，造成停泊港內貨輪斷纜，撞毀設施，並均陸續往外海疏散。南濱外海臨時錨泊避風浪之路過商船擱淺被巨浪打成兩截。

民國八十一年夏季雖無重大颱風使花蓮港船舶必需疏散，但在十一月間發生三次遠洋颱風，距台灣一千至二千公里以外，花蓮港卻發生碇泊船隻斷纜，而需往外海疏散避風難。

民國八十三年夏季七、八兩個月陸續發生六次颱風侵襲台灣，造成碇泊港內船隻不能停泊，斷纜或往外海避風浪。提姆颱風侵襲前港內停泊三艘貨輪，當颱風中心距花蓮約 500 公里時波浪由東南向入射，港內船隻接續在六小時內出港避風浪。弗雷特颱風在八月十八日增強為強烈颱風後以西北西方向快速前進，當中心距離花蓮約 550 公里時，入射波向為東南東，港內四艘貨輪陸續在一個半小時內出港避風浪。八月卅一日葛拉絲颱風接近台灣時以西北西方向極快速前進，當中心在花蓮東方約 550 公里時，波浪偏東向入射，港內三艘貨輪在二個多小時內，出港避風浪。葛拉絲颱風路徑偏北北，外海波浪對港池穩靜威脅減輕，但港內碇泊船隻在颱風直撲而來的心裏壓力下，失去信心，紛紛出港避風浪。

表 2 颱風影響港內船隻動態資料

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心位置(O) (距離, km)	備註
79.06	歐菲莉	22/13:32 23/11:20 15:25 22/18:05 23/13:00	#10 #19 #15 #20 港外	3800DWT 貨船出港避風浪 30,800DWT 7,000DWT 斷纜無法碇靠流錨撞#20輸送架 路過船隻港外錨地下錨 流錨漂至南濱海岸擱淺,斷裂	Hs=4.5m, Ts=11sec 湧浪 波高急速增加 Hs=13.9m Hmax = 20.5m 斷電未取得波浪資料	19.5N, 122.6E (500) 登陸	港內已無商船
81.11	艾爾西	06/13:51 18:37 18:49 20:18 20:50	#17 #8 #20 #4 #19	無法卸貨移泊#4, 斷纜,拖船頂靠無效出港避風浪. 斷纜,出港避風浪. 斷纜,出港避風浪. 斷纜,出港避風浪.	Hs=2.7m, Ts=8sec 受冬季強烈東北季風影響,波譜呈雙峰狀態 Hs=3.0m, Ts=10sec	24.0N, 134.0E (1300)	遠洋颱風  港內已無商船
81.11	漢特	20/13:00 17:00 19:20 15:00 15:00	#25 #19 #20	無法作業,斷纜 出港避風浪 無法作業,移泊#4 完成裝卸,拖船頂靠	13:00Hs=4.2m , Ts=9.9sec Hs=4.2m, Ts=9.9sec	20.5N, 139.5E (2000)	遠洋颱風
81.11	蓋伊	26/04:00 10:00 14:30	#11 #20	斷纜,碰撞停泊#10船隻 無法卸煤 無法靠泊,出港錨泊	強烈東北季風波譜呈雙峰. 03:00 Hs=3.5m Ts=8sec 12:00 Hs=3.4m Ts=8.7sec	18.5N, 131.5E (1200)	遠洋颱風

表 2(續) 颱風影響港內船隻動態資料

日期	颱風名稱	時間	碼頭	船隻動態	波浪特性	中心位置(O) (距離, km)	備註
83.07	提姆	10/02:30	#15	6,000DWT 貨輪 出港避風浪	Hs=3.8m, Ts=10.8sec 波向 140°	20.0N, 124.0E (500)	
		07:00	#23	25,000DWT 往外 海疏散	Hs=5.4m, Ts=11.4sec 波向 145°		
		08:30	#17	15,000DWT 往外 海疏散	Hs=5.9m, Ts=11.9sec 波向 145°		
		17:34		港內已無商船	最大 Hs=10m Ts=14.1sec 波向 142° 港內 #22 Hs=3.55m #10 Hs=1.60m #8 Hs=1.62m		20:00 波高流 失, 未取得資 料.
		13:00:00		貨船開始進港			
83.08	弗雷特	19/17:00	#6	2,500DWT 往外 海避風	Hs=3.8m, Ts=11.7sec 波向 115°	22.1N, 127.0E (640)	
		17:20	#19	13,000DWT 出港 避風浪			
		17:40	#20	9,600DWT 出港 避風浪			
		18:20	#24	35,000DWT 出港 避風浪	Hs=4.0m, Ts=12.3sec 波向 105° 最大 Hs=6.8m Ts=13.9sec 港內 #22 Hs=2.5m #17 Hs=1.3m #8 Hs=0.8m		
		20/07:00		貨船開始進港			
83.08	葛拉絲	31/18:00	#10	14,000DWT 出港 避風浪	Hs=1.8m, Ts=7.5sec 波向 102°	22.6N, 126.5E (550)	颱風直撲而 來, 心裏因素 出港避難.
		19:40	#25	6,000DWT 出港 避風浪	Hs=2.3m, Ts=7.4sec		
		20:20	#3	2,500DWT 出港 避風浪	波向 102°		
		01/06:47			最大 Hs=7.0m Ts=13.8sec 波向 106° 港內 #22 Hs=1.76m #17 Hs=0.88m #10 Hs=0.87m		
		02/00:00		貨船進港			

#### 四、威脅港池穩靜颱風路徑分析

港灣(Harbor)係指具有天然或人工屏障之寬闊水域與足夠水深，提供船隻碇泊，貨物裝卸旅客上下空間。台灣東部海岸平直，地形陡峭，缺乏理想之建港港址。花蓮港為一人工港，經四期擴建延長東防波堤1837m，增建西防波堤1050m，已具備港埠功能，但每年夏季受菲律賓東方海面颱風波浪威脅，港內長週期波浪能量大幅增加，造成碇泊船隻無法裝卸，碼頭不能靠泊需往外海疏散，甚至發生斷纜現象。

花蓮港為避免冬季東北風浪及夏季颱風波浪直接威脅，外廓防波堤佈置港口朝南南東，但仍無法有效遮蔽偏東南向颱風波浪侵襲。每年夏季颱風在菲律賓東方海面形成後，不論是否直接登陸台灣，都可能對花蓮港港池穩靜構成威脅。蒐集79年花蓮港四期擴建外廓堤防完成以後氣象局發佈及部份未發佈之颱風，造成花蓮港碇泊船隻需往外海疏散之颱風中心路徑繪如圖19。根據颱風期間所測得波浪資料與港務局提供之船舶動態狀況，船隻不能停泊而需出港避風浪時，估計產生湧浪威脅花蓮港港池穩靜，颱風中心初始位置及船隻出港時颱風中心位置如表3。

將颱風所產生之湧浪，開始威脅花蓮港港池穩靜之中心位置標示如圖20。由圖20研判颱風中心發生菲律賓東方海面，而緯度在花蓮港東南東方以南，其所產生之湧浪可能對花蓮港造成直接威脅；至於威脅程度則視颱風規模與滯留時間而定。初步研判輕度以上颱風在此區滯留兩天以上，即可能造成港內碇泊船隻無法裝卸作業，中度以上颱風如果在此區滯留一天半以上，即可能使港內船隻必需疏散。



表 3 估計產生湧浪威脅船隻碇泊起始颱風中心位置及船隻出港時颱風中心位置

日期 年/月	颱風 名稱	起始 時間 (日/時)	起始 位置 (O)	概估 距離 (Km)	傳播 速度 (km/hr)	傳播 時間 (hr)	估計 抵達時間 (日/時)	船隻動態 (時間#碼頭、噸位) 出港避風浪	船隻出港時 颱風位置(O) 距離(km):
79.06	歐菲莉 OFELIA	21/20:00	17.4N 124.3E	780	50	15.6	22/11:40	12:30, #19, 30, 700 13:30, #10, 3, 800	19.5N 122.6E (500)
79.08	蓓琪 BECKY	26/00:00	19.5 125.5	650	50	13.0	26/13:00	11:30, #19, 12, 800 14:00, # 6, 8, 000	18.8 122.3 (570)
79.08	楊希 YANCY	17/00:00	19.8 128.0	820	50	16.4	17/16:20	16:20, #14, 4, 000 17:30, #17, 8, 400	20.8 127.0 (570)
79.09	黛特 DOT	06/08:00	18.9 130.0	1050	50	21.0	07/05:00	06/20:00, # 4 2, 000	20.5 126.4 (600)
80.10	露絲 RUTH	26/08:00	17.6 127.6	950	50	19.0	27/03:00	26/**, #18 19, 300 #15 36, 000 #14 4, 000	18.5 125.0 (700)推估
81.09	泰德 TED	20/12:00	18.0 126.0	850	50	17.0	21/05:00	21/**, #18 19, 300 #19 36, 000 22/**, #11 6, 700	19.8 122.0 (450)推估
81.11	艾爾西 ELSIE	05/02:00	16.0 137.0	1800	56	32	06/10:00	13:50, #17, - 18:30, # 8, - 18:50, #20, 35, 000 20:50, #19, 27, 000	24.0 134.0 (1300)
81.11	漢特 HUNT	19/02:00	15.5 143.0	2400	54	44	20/22:00	15:00, #19, - 19:00, #25, -	20.5 139.5 (2000)
81.11	蓋伊	24/08:00	13.8 139.5	2200	49	45	26/05:00	04:00, #11, - 04:00, #10, 7, 600 10:00, #20, -	18.5 131.5 (1200)

表 3(續) 估計產生湧浪威脅船隻碇泊起始颱風中心位置及船隻出港時颱風中心位置

日期 年/月	颱風 名稱	起始 時間 (日/時)	起始 位置 ( $^{\circ}$ )	概估距 離 (Km)	傳播 速度 (km/hr)	傳播 時間 (hr)	估計 抵達時間 (日/時)	船隻動態 (時間 #碼頭、噸位) 出港避風浪	船隻出港時 颱風位置( $^{\circ}$ ) 距離(km)
82.06	珂茵 KORYN	25/08:00	15.1 126.1	1050	50	21	26/05:00	27/**, # 8, 2,800 # 4, 11,900 #14, 6,000 #10, 8,100 #18, 7,600 #21, 5,600	在 $120^{\circ}$ 以東
82.08	塔莎 TASHA	17/14:00	17.8 124.3	820	50	16.4	18/06:20	18/**, #19, 31,200	19.0 123.0 (550)
82.09	亞伯 ABE	11/14:00	20.7 122.7	380	50	7.6	11/21:40	11/23:00, #19, 18,600	21.0 122.3 (300)
82.08	楊希 YANCY	31/12:00	20.7 128.5	840	50	17.0	01/05:00	01/**, #19, 20,000 #15, 11,400 #20, 36,000 # 5, 4,800 #10, 10,600 #11, 9,300	21.8 126.0 (500)推估
83.07	提姆 TIM	09/08:00	18.0 127.0	850	50	17.0	10/01:00	02:30, #15, 5,700 07:00, #23, 25,000 08:20, #17, 14,900	19.9 124.3 (500)
83.08	凱特琳	03/05:00	20.6 124.0	450	50	9.0	03/14:00	16:20, #24, 35,800 17:20, #10, 7,600	22.5 122.0 (150)
83.08	道格	06/02:00	17.2 128.1	950	50	19	06/21:00	15:30, #23, 12,400 16:00, #22, 13,700 17:00, #24, 35,800	18.5 126.0 (750)
83.08	弗雷特	19/02:00	20.8 129.0	840	50	16.8	19/18:50	17:00, # 6, 2,500 17:30, #19, 12,900 17:40, #20, 9,700 18:20, #24, 35,800	22.2 126.6 (550)
83.10	席斯	07/08:00	16.5 129.5	1150	50	23	08/07:00	07:20, # 6, 2,800 08:10, #22, 9,300	19.0 125.9 (700)
83.08	葛拉絲	31/02:00	22.0 130.5	1000	50	20	31/22:00	18:10, #10, 13,500 19:40, #25, 36,100 20:20, # 3, 2,500	22.8 125.5 (450)

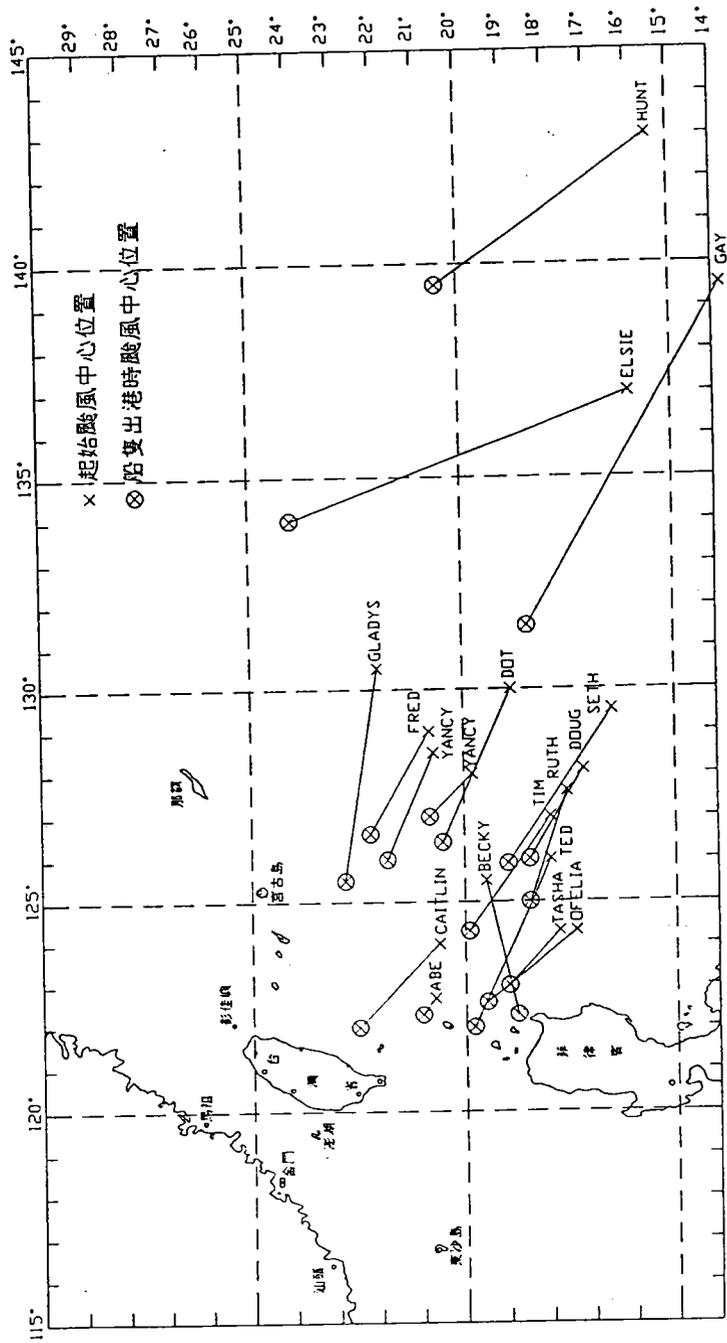


圖 20 威脅花蓮港湧浪起始時間

## 五、改善佈置研究

花蓮港夏季受菲律賓東方海面颱風波浪侵襲時，使碇泊船隻作業困難，需往外海疏散，甚至造成斷纜現象。

根據現場波浪調查資料顯示，外海短週期入射波浪受防波堤遮蔽後能量密度已大幅減小，但長週期波浪能量則大幅增加。研判此種週期長達 128 秒、147 秒或 159 秒之小振幅波浪為造成船隻碇泊困難之主要外力。為尋求最佳佈置方案作為改善港池穩靜依據，分別利用水工模型試驗與數值模擬計算，針對可能之改善佈置方案加以試驗、計算。此外並對潛堤抑制長週期波浪功能與噴水浮式防波堤消波功能辦理斷面模型試驗。茲分別敘述如后。

### (一)水工模型試驗

為了解颱風波浪作用期間港池水理機制，作為研擬改善佈置之依據，辦理水工模型試驗。水工模型試驗分平面試驗與斷面試驗兩部份，茲將試驗結果摘要如后。

#### 1. 平面水工模型試驗

平面模型試驗主要係針對現有防波堤佈置作局部調整，改變港池形狀，增加消波空間以抑制長波能量擴增，減低港池不穩靜現象。平面試驗除原佈置方案外，另提四種改善佈置方案。謹將試驗結果摘要敘述如下。

現況佈置 A，試驗結果內、外港池頻譜形狀重現現場調查波浪特性，長波成份進入港池後能量放大現象內港池較外港池明顯。佈置 B，在港口與吉安溪口間設置一道長約 600m 垂直海岸之潛堤，雖對偏東南向入射波有些許遮蔽效果，但對消減港內長波能量功效不大。佈置 C，除興建潛堤外，拆除東堤 500m，再沿東堤深水段延長 750m，並在新、舊堤間拋放消波潛堤兩道。試驗結果能改善現有港池遮蔽效果，且對內港池長波發揮抑

制功能，但卻無法消滅外港池長波能量。佈置 D 除與佈置 C 相同外，再將東防波堤延伸 800m，試驗結果並未較佈置 C 獲得更多的改善效果。佈置 E 如圖 21，則將舊東堤與部份新東堤拆除另建新堤，維持港口南側潛堤。本佈置可使內港航道加寬，試驗結果對於港池遮蔽，長週期波浪能量抑制等均有較佳效果。

## 2. 斷面模型試驗

斷面模型試驗辦理潛堤及噴水浮式防波堤消波特性試驗。潛堤斷面試驗結果顯示，當波浪通過透水潛堤時，由於堤體內孔隙摩擦，消耗部份波能，反射係數較不透水潛堤為小，透過率也因受堤體紊流擾動而較不透水堤減小。潛堤堤頂寬度對反射率影響極為有限，但對通過潛堤後之波堤則造成不同程度的擾動。

波浪通過潛堤後，堤頂相對水深較大時，非線性量產生受堤寬影響，非線性量隨堤寬增大而增加。堤頂相對水深較小時，堤頂成為淺水區，堤後即有高階非線性量產生，高頻處出現第二及第三主頻。一般而言堤愈寬，非線性量愈大；離堤愈遠，非線量逐漸消失。本研究試驗條件，規則波週期 0.8sec 至 5.0sec，相對水深 0.04 至 0.6 間；不規則波主頻在 0.18 至 1.3( $\text{sec}^{-1}$ ) 間，相對水深在 0.06 至 0.7 間，未能達 158sec 外海波浪。研判此類波浪利用潛堤無法達成消波功能。

噴水浮式防波堤試驗結果顯示，入射波浪在各種不同表面流速作用下，不論堤前或堤後頻譜均有減低趨勢。入射主頻較高時，受較小流速作用，其堤前頻譜能量與形狀均與入射波相似。堤後頻譜能量無論表面流速大小皆較入射波頻譜能量為小，而能量減小部份則發生在頻率較高之成份波上，低頻部份能量減低極為有限，且表面流速愈大時，此種現象愈明顯。因此，噴水式防波堤只能作為短週期波消波無法應用於消滅花蓮港長週波浪能量。

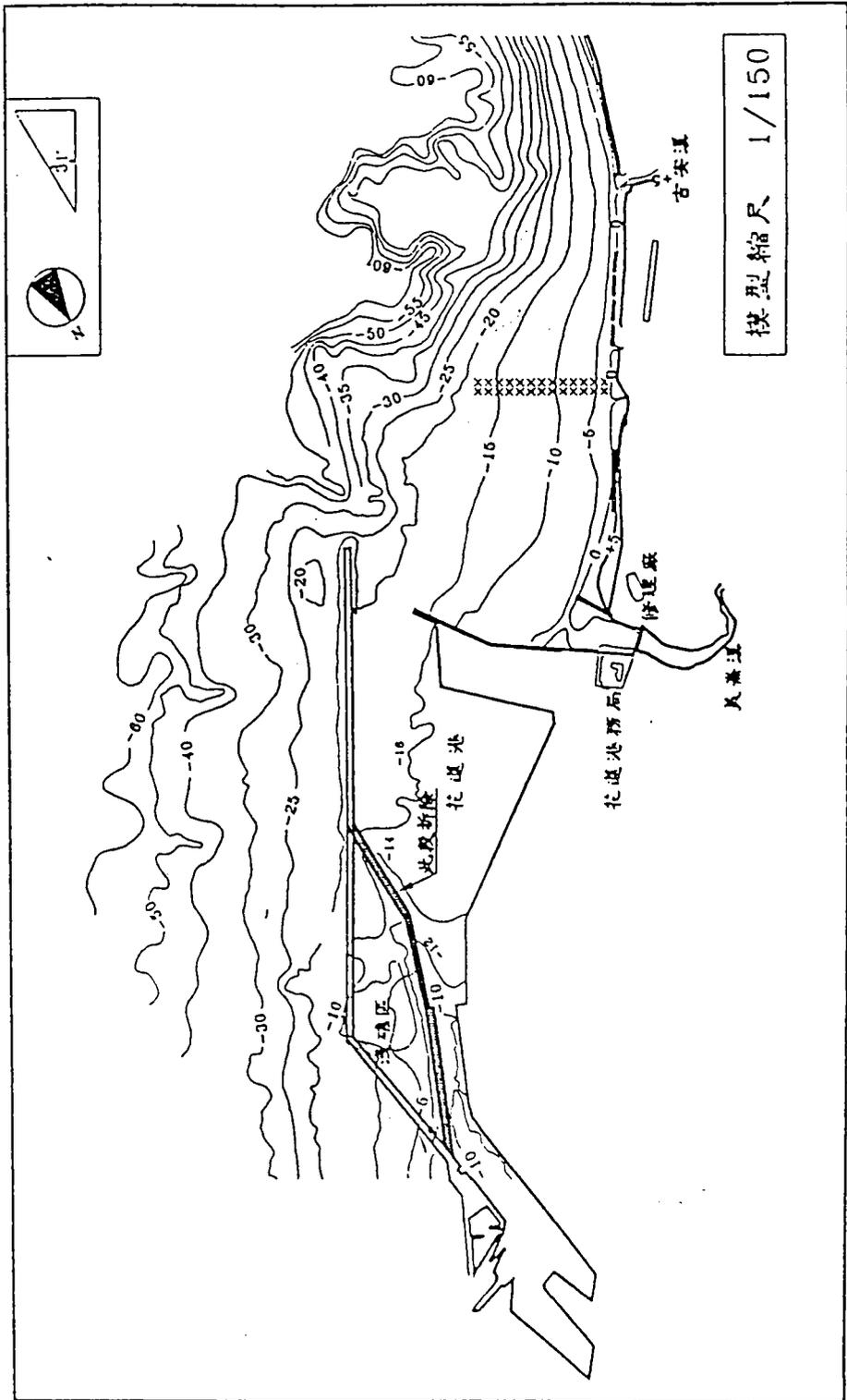


圖 21 模型試驗佈置 E

經過兩種斷面消波試驗，並蒐集相關文獻資料得知，要消除花蓮港週期長達數十秒波浪並非易事，至今尚無較具體可行方案。

## (二)數值模擬計算

配合現場觀測及水工模型試驗，利用數值模擬計算結果加以驗證，以尋求最佳佈置改善方案。數值模擬係採用本所建立之 Model WE21。主要控制方程式為橢圓緩坡方程式，考慮波浪由外海等水深進入港區後受地形折射防波堤繞射及構造物反射等影響，利用二維有限元素法計算港池波場。

現況佈置港池長達四千公尺，先以 Merian's 方程式檢核可能發生之共振週期，以等水深 10 公尺結果發現其中 160sec 與內港池#8 及#10 碼頭前實測值 158.9sec 極為接近；其餘可能發生共振週期計算值分別為 114sec, 89sec 等均與實測 120sec, 93sec 極為接近。

港池穩靜度，因岸壁反射係數不同，計算結果放大係數差異極大，但共振週期維持不變。#8、#10 及 #22 三個碼頭觀測波浪資料頻譜分析顯示能峰最長週期分別為 158sec, 158sec 及 146sec；而計算結果#8, #10 及 #22 碼頭分別在 155sec，155sec 及 144sec 存在波能尖峰值。由此可知數值計算能重現原型波浪特性。

佈置改善港池穩靜度數值模擬共辦理四種改善佈置計算。佈置 B 與水工模型試驗佈置 C 如圖 22 相同，但未設置南濱潛堤南北走向新東堤拆除改為消波潛堤。計算結果部份現有港池共振點已消失，而 155sec 共振週期仍存在，#8, #10 及 #22 三個碼頭前水域，但放大係數已顯著降低，顯示開口能量消散設施發揮能量幅射效果。改善佈置 C 與水工模型試驗佈置 E 相同，但未設置南濱海岸潛堤。此佈置將佈置 B 拆除之新東堤外側再築新防波堤。計算結果雖然消失部份共振週期，振幅放大係數亦稍降低，但可能因內港航道加寬，港池特徵長度增長，在 188sec 附近出現新的共振點。#22 碼頭在 144sec 共振週期消

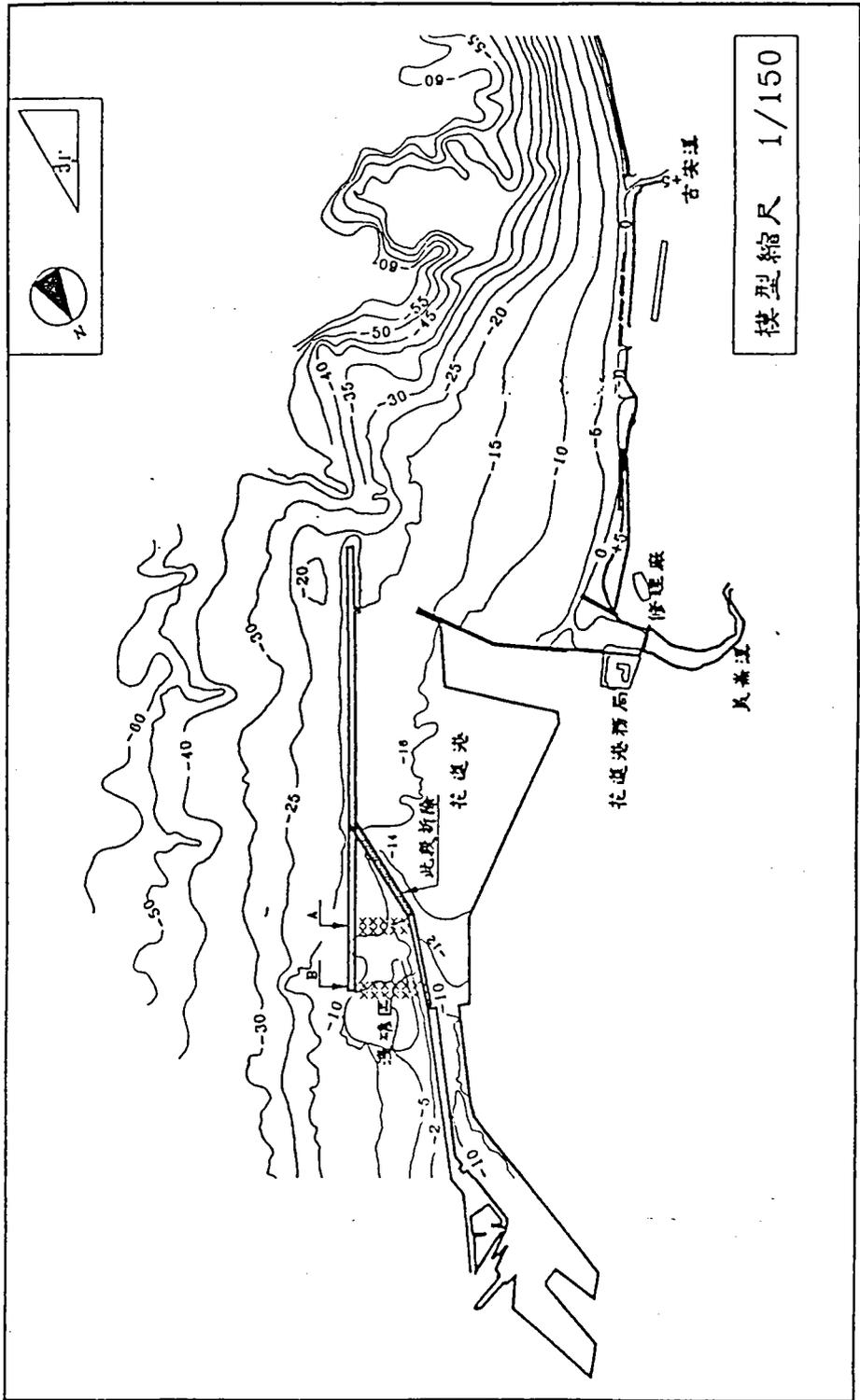


圖 22 數值模式計算佈置 B

失後，在 153sec 及 155sec 則出現更大增幅之共振點。佈置 D 與水工模型試驗佈置 D 相似，但東防波堤僅延長 600m，計算結果港內共振週期與現有佈置大致相同，共振點放大係數稍降低，但減小幅度有限。佈置 E 係在內航道進口處設立閘門，颱風波浪侵襲時關閉閘門，維持內港池穩靜，計算結果雖然因港池長度減小 155sec 共振週期振幅放大係數已不存在，但在 #22 碼頭在 72sec 及 141sec 出現共振週期，放大係數較現況佈置增加一倍以上。

流況數值模擬計算結果顯示，花蓮港港口附近及南濱外海，夏季受東南向颱風波浪作用時，波浪碎波形成之沿岸流，流向由南往北，受西防波堤與東防波堤阻擋，形成小環流，流速減小。因此，將南濱海岸受巨大颱風波浪作用造成沖刷之砂石往北輸送，在美崙溪口與港口附近，因流速減慢而淤積。冬季季風或夏季偏北路徑颱風所形成東北向風浪入侵時，受東防波堤繞射作用影響，數值計算結果顯示，經由東防波堤堤端波浪入射線為中心軸，在堤後遮蔽區及非遮蔽區形成順時針及逆時針兩個環流。堤後順時針方向環流將淤積在美崙溪口與港口間之土砂，再往港內輸送而造成航道淤積現象。

### (三)、改善港口淤積研究

為了解花蓮港港口以南至南濱海岸地形變化，本計畫除辦理五次水深測量外，蒐集水利局第九工程處自民國 73 年 6 月至 84 年 5 月在該區長水深測量資料分析海岸沖淤狀況。

根據 11 年長期海域水深測量資料分析結果顯示美崙溪口以南三個斷面，每斷面間距 250m，由第一斷面至第三斷面海岸灘線每年平均向外海推進距離分別為 11m, 6m 及 1m。自第四斷面，美崙溪口以南約 800m 處，長期資料顯示灘線呈現侵蝕現象，侵蝕最嚴重之南濱海岸灘線平均每年侵蝕約 6m 至 7m，仁化海岸每年退縮約 6m。

本計畫為了解颱風侵襲前後，短期地形變遷，曾於 83 年 5 月, 7 月 10 月

及 12 月颱風侵襲前後辦理水深測量，並在 85 年 5 月再測量一次。測量資料可能是導線控制誤差，分析結果呈現不合理之深海沖刷現象，但就 83 年 5 月至 84 年 5 月水深測量資料分析沖淤結果顯示，港口西防波堤堤站外側每年淤積厚度超過一公尺，港口內側亦有近 20cm 淤積厚度。港務局應重視此趨勢，注意航道水深，維護航行安全。南濱外海海底坡極陡，夏季颱風侵襲時，若無足夠之沙源供給，南濱海岸將呈嚴重侵蝕現象。

為維護南濱海岸穩定，並防止美崙溪口及港口航道繼續淤積影響美崙溪排水及船舶進港安全，根據海流模擬計算結果及長期海岸沖淤資料分析結果顯示，在美崙溪口與吉安溪口間設置潛突堤或離岸堤，將有助於南濱海岸穩定，並可阻擋南濱海岸漂沙往北輸送淤積於港口。潛突堤或離岸堤佈置本所將再作更進一步試驗研究。

#### (四)改善佈置研擬

花蓮港內港池碼頭水深 6.5 公尺至 10.5 公尺，可停泊 3,000DWT 至 15,000DWT 船隻。內航道長約 650 公尺，寬 100 公尺，根據『港灣構造物設計標準』規定，單向航道寬度在穩靜且潮流平行航道時，寬度為船長 0.5 倍或船寬 0.45 倍加 90 公尺。目前花蓮港內航道水深 10.5 公尺，寬度僅 30 公尺；水深 9 公尺，寬度亦僅 50 公尺，對 15,000DWT 進港船隻而言寬度顯然不足，須在適當時機加以拓寬、浚深以符合現實需求。

花蓮漁港原為小型船渠，位於內港池，與商、漁船共同使用窄長內航道。目前花蓮港營運量未達千萬裝卸噸，不及合理運量三分之一，進出港商船數量不多，只要漁船遵守航道通行規則尚不致發生船隻碰撞事故。未來漁港擴充，漁船增加，而商港運量逐年成長，船隻進出頻繁，則內航道勢必發生擁擠現象，目前航道寬度明顯不足。

花蓮港舊東堤長 1,330 公尺，建於民國 21 年，由於當時經費不足，又缺

乏施工機具，因此堤身採用拋石堤心水泥級配砂混凝土被覆，海側以方塊堆疊。拋石堤興建時間已達五十年，長年暴露於惡劣海洋環境下，混凝土呈現老化現象，受外海巨浪侵襲拋石堤心堤被淘空，堤面混凝土塊斷裂下陷。雖然港務局每年編列經費辦理維修，在堤外側拋放 20 噸及 40 噸雙丁塊與 70 噸巨大方塊，以維持堤防穩定，但長期而言，必需辦理重建，方能確保防波堤不致被巨浪衝毀，以維護港內船舶及裝卸機具之安全。

根據現場波浪調查資料分析顯示，花蓮港港池內有明顯的長週期波浪能量放大現象。水工模型試驗雖不能完全模擬可能發生之共振週期波浪，但試驗結果發現港池內亦有長週期波浪能量放大現象。數值模擬計算 #8, #10, #22 碼頭可能發生共振波浪週期，印證現場調查結果。

港口南側至南濱海岸水深測量結果顯示，夏季東南向入射颱風波浪將南濱海岸沖刷往北輸送淤積於美崙溪口附近。冬季東北季風及夏季偏北颱風產生之東北向波浪受花蓮港東防波堤繞射在港口，形成順時針環流，不但無法將美崙溪口淤積沙石往南輸送反而更進一步帶進港口，淤積航道。

為改善港池穩靜，減小港口航道淤積，降低船隻不能作業時間，增進船舶進港安全，並維護南濱海岸穩定，經由水工模型試驗及數值模擬計算結果顯示，局部改變港池佈置雖不能徹底消除港池內長週期波浪能量放大現象，但已對港內長週期波浪能量發揮抑制功效。港口南側與吉安溪口間興建潛突堤除能破壞東防波堤繞射產生之港口環流機制減少港口淤積，增加南濱海岸穩定外，對東南向入侵波浪產生遮蔽效果，降低進入港池波浪能量，提高港池穩靜度。本研究計畫根據水工模型試驗與數值計算結果研提改善佈置方案為：

1. 港口南側與吉安溪口間佈置潛突堤群或離岸潛堤，除可防止南濱海岸沖刷，減少港口淤積外，並可遮蔽部份入侵港口之波浪，增加港池穩靜度。潛突堤或離岸潛堤佈置本所將再作進一步試驗研究。

2. 拆除內港航道東側部份新建東防波堤與舊東防波堤，沿 10m 等深線淺礁興建新堤長約 1800m 與漁港潛堤銜接，並在銜接處設置透孔式防波堤，佈置如圖 23。東防波堤拆除重建後，港池特徵長度維持不變，基本上仍無法消除現有共振週期波浪能量在港內放大現象。但內港池可以現有內航道東側二百多公尺之淺礁灘設置消波設施，將能量往外海消散。

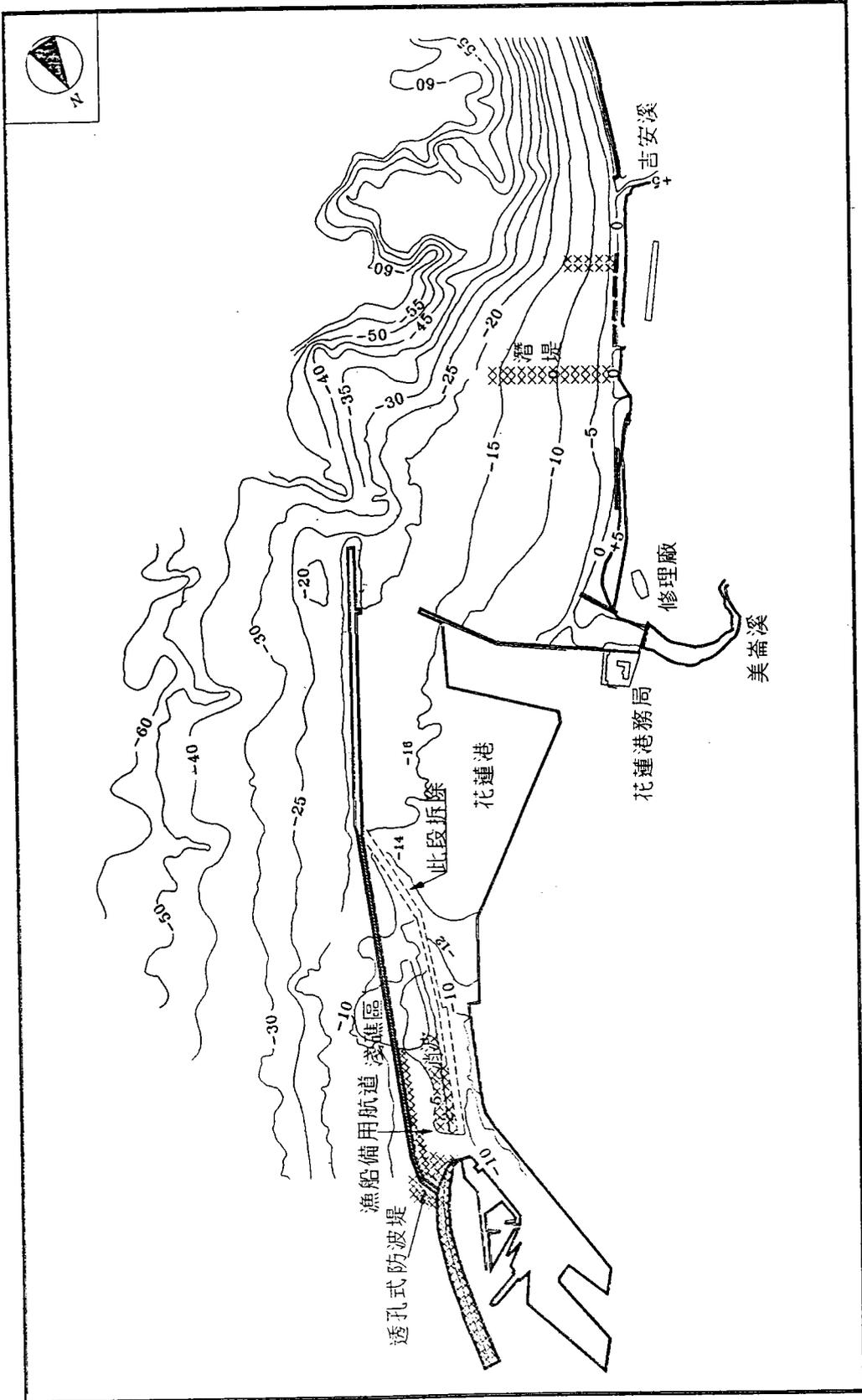


圖 23 建議改善佈置

## 六、結 語

花蓮港自七十四年夏季起，每年至少一次颱風來襲，其所產生之波浪造成港池不穩靜，碇泊船隻需往外海疏散情形。但因資料不全，本報告係根據七十九年六月以後花蓮港船隻出港避風浪資料及氣象局發佈之颱風資料，分析威脅花蓮港之颱風路徑。由於部份資料乏缺使本報告無法涵蓋下列情況。

- (一)遠洋颱風氣象局未發佈颱風資料，但港內碇泊船隻斷纜需往外海避浪。
- (二)近海颱風或遠洋颱風，其波浪足以對港內碇泊船隻造成威脅，但因花蓮港此時並無貨輪碇泊。

影響颱風波浪成長因素包括中心氣壓、暴風範圍、中心前進路徑與速度等。本報告推估威脅船隻碇泊之湧浪、起始颱風中心位置，係假設湧浪傳播速度為 50Km/hr 相當於能峰週期  $T_p=18\text{sec}$ 。因此颱風中心位置與實際情形將略有差異，但不致偏離太遠。

本報告為花蓮港佈置改善研究計畫之一部份，感謝曾副研究員相茂提供現場波浪資料、陳副研究員明宗協助資料處理及魏瓊蓉小姐協助打字。

## 七、參考資料

1. 張金機, 曾相茂(82), 花蓮港港池不穩靜初步調查研究, 第十五屆海洋工程研討會論文集, PP489~502.
2. 張金機, 曾相茂(84), 花蓮港港池不穩靜調查研究, 第十七屆海洋工程研討會暨兩岸港口及海岸開發研討會論文集, PP131~143.
3. 中央氣局, 79年至85年颱風警報資料.
4. 花蓮港務局, 74年至83年颱風期間船舶動態資料。

## 期末報告審查會學者、專家意見辦理情形

	期末報告審查會議結論	港研所辦理情形
水利局	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 南濱海岸侵蝕嚴重，當地人民相當重視，而且未來東堤改善方案似乎未對南濱一併考慮，本局亦委託成大進行試驗分析，所以歷年來本局已有許多有關之報告書送至貴局希望港研所能參考。</li> <li>2. 本局在南濱附近沿岸正在進行潛堤施工中。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 南濱海岸附近之海岸侵蝕改善方案本所正在執行水工型試驗中，會將貴局研究成果及正在施工方案納入考量。</li> <li>2. 未來舊東堤改善與南濱海岸之侵蝕應該沒有關係。</li> </ol>
土木課賴課長	<p>本局今年已執行在舊東堤做不透水方式之改善至明年即可完成，舊東堤外海淺灘處礁石多，民國七十八年港研所建議在此地花六仟萬元施工做了三道潛堤但現在都已消失。我建議將內港6~13號碼頭改成棧橋式碼頭來消除長浪。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 潛堤之消波塊不是永久的，須要經常補充。</li> <li>2. 棧橋式碼頭無法消滅長浪能量。</li> </ol>
方總工程司	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水利局之報告書及提出正進行中之方案希望港研所能與水利局共同討論。</li> <li>2. 今年賀伯颱風侵襲前後，本局都有量測花蓮港附近海域之水深，希望港研所能多加利用再分析。</li> <li>3. 舊東堤改建防波堤佈設位置儘量避開碎波帶上，希望以專案計畫提出，維護費也必須考慮。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 改善方案中之東防波堤要完全避開碎波帶之影響很難，未來試驗加以考量。</li> <li>2. 參考辦理。</li> <li>3. 遵照辦理。</li> </ol>
港務組	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 花蓮港在第三期與第四期間，即七十一年颱風侵襲時#4、#14碼頭靠泊船隻亦發生斷纜。所以當時靠泊之船隻，當颱風侵襲時都盡量加強纜</li> </ol>	

	期末報告審查會議結論	港研所辦理情形
	<p>繩,後來發覺往港外拋錨較安全所以才有現在往港外避風狀況。</p> <p>2. 八十一年之艾爾西、漢特、蓋依等三個颱風,應該是東北季風與颱風雙重作用所造成船隻避風。</p> <p>3. 不是每個颱風都會對本港船隻造成靠泊不穩現象,因此,希望港研所能提供颱風預警系統,作為本局疏散船隻之依據,本局才依此提早通知船隻離港。</p>	<p>2. 外海波浪是由東北季風風浪與遠洋颱風湧浪雙重作用形成雙峰波譜,但影響港內船隻碇靠則是颱風湧浪所造成。</p> <p>3. 依目前分析結果颱風發生在菲律賓東方海面一至二天,湧浪即可威脅港內船隻碇泊。報告已作分析。</p>
浚渫課鄭課長	<p>美崙溪口會淤泥,本局已編預算三、四千萬在明年進行疏浚,港研所能否在本局執行前研究,將本挖浚之砂運到南濱海岸養灘是否可行。</p>	<p>1. 盡本所人力研究後提供貴局參考。</p> <p>2. 目前抽沙依規定不能在近岸海邊。</p>
台大林銘崇教授	<p>1. 本計畫是綜合性大型計畫,港研所在處理與考慮方向是正確,計畫應很成功,且已把問題量化了。</p> <p>2. 漂沙的原因部份比較容易找出,但港灣振盪部份其原因尚不很明確,可能是現場調查,模型試驗與數值模式之研究,缺少聯絡討論所造成。</p> <p>3. 因振盪現象已找出,但原因不明,所以改善方式是很難確定,如港研所改善方案,將舊東防波堤部份開口後能解決漂沙與東北季風的問題,但這樣變成東防波堤是很長的離</p>	<p>2. 本所將進一步討論</p> <p>3. 改善佈置本所將再辦理試驗研究。未來佈置會避免東防波堤成為離岸堤。</p>

	期末報告審查會議結論	港研所辦理情形
	岸堤,如改善方案之二將東防波堤拉直是很好的方法,因為目前東防波堤碎波帶集中之處消失。	
成大李兆芳教授	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 希望現場調查得到的寶貴資料,能提供給學校研究。</li> <li>2. 模型試驗要做到不等比尺很難。</li> <li>3. 地形變化方面,因颱風與季節方面之模式是不同,所以不能用同一種公式,學理上應再加以說明,並且南濱與北濱之平衡點應找出。</li> <li>4. 綜合改善方案:沒有根據之方案只能當為參考,必須先以學理方式計算後才提出。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本所預定在下年度向國科會提群計畫,邀請教授參與,將資料提供給學術機構研究。</li> <li>3. 海岸要找平衡斷面很難,本所將參考辦理。</li> <li>4. 遵照辦理。</li> </ol>
海大楊文衡教授	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 颱風侵襲時,找一個地方用攝影機記錄下來當做證據。</li> <li>2. 花蓮港港內之超重力波 160 秒週期,應不是第一個主頻,應該是 40 ~ 60 秒才對。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本所在基本研究計畫中,明年颱風期間外海觀測站,盡可能再增加一部壓力式波浪儀量測波浪,希望能測到長週期的波浪,更能證實港池振盪的原因。 以往本所亦曾在颱風期間觀測船隻運動,但未紀錄,運動週期約 170sec。未來本所將使用攝影方式記錄繫纜船隻的靠泊動態增加佐證。</li> <li>2. 160sec 週期為第三個共振波。(請參考第三子計畫數值模擬 p.24)</li> </ol>

	期末報告審查會議結論	港研所辦理情形
	3. 在改善方面，如將東防波堤拉直會使花蓮港更像矩型，可能會造成長波的形成。	3. 參辦考理。
交通處周技正	1. 本處應以尊重各位專家學者做出來的結果。 2. 發生問題應提出來解決，改善方案方式，可提近、中、遠程等方式辦理。	1. 遵照辦理。
方總工程司	兩天來各位學者專家對花蓮港池振盪問題，經過熱烈的討論大概找出一個共識了，接著希望港研所在長浪漂砂研究計畫中，能採納學者的意見與共同參予，才能使其計畫能得到週延的結果。	遵照辦理。
成大李兆芳教授	南濱海岸水利局已佈置之三道潛堤，在退潮時已可看出其淤沙，表示其養灘效果已有成果。	本所未來試驗將納入考量。
主席結論	1. 本局連續性的相關計畫，能由港研所做應該是正確的方針。 2. 本局每次有關花蓮港問題的會議，很遺憾的是花蓮縣政府都沒有派人參加，希望再加強溝通聯絡。	