

港灣報導



季刊 No. 39

要 目

- ❖ 臺灣海岸工程發展史
- ❖ 臺灣地區整體國際港埠發展策略之研擬
- ❖ 淡水國內商港漂沙調查及海、氣象與地形變遷
監測計畫簡介
- ❖ 臺灣西部沿海之潮汐特性探討
- ❖ 高雄港區老舊碼頭調查研究系列報告(2)

中華民國八十六年元月出版

目 錄

- 一、臺灣海岸工程發展史..... 1
作者：郭金株 國立成功大學水利及海洋工程研究所教授
譯者：吳 基 港研所海工組助理研究員
- 二、臺灣地區整體國際港埠發展策略之研擬..... 12
港研所「四港整體規劃」小組
- 三、淡水國內商港漂沙調查及海、氣象與地形變遷監測計畫
簡介..... 18
黃清和 港研所海工組研究員兼組長
- 四、臺灣西部沿海之潮汐特性探討..... 22
莊文傑 港研所數模組副研究員
- 五、高雄港區老舊碼頭調查研究系列報告(2)..... 34
蘇吉立 港研所大地工程組助理
- 六、「海岸工程數值模式研討會」通告..... 41
蘇青和 港研所數模組研究員兼組長

台灣海岸工程發展史

作者：郭金棟 國立成功大學水利及海洋工程研究所教授

譯者：吳 基 港研所海工組助理研究員

譯者序言：

第一屆國際海岸工程研討會 (International Conference on Coastal Engineering) 於 1950 年在美國加州長堤 (Long Beach) 舉行，此後逐漸成為海岸工程學門重要的研討會之一。而本年度 (1996) 會議因適逢第廿五屆，是所謂的「銀色週年紀念」，故大會設計了一個主題：海岸工程在各國發展的歷史，邀請世界曾主辦過該海岸工程國際會議之國家的學者代表就其本國在海岸工程學門及應用上的發展作一有系統之回顧。並且經過大會統一編輯成六百餘頁的「海岸工程歷史與傳承」(History and Heritage of Coastal Engineering) 一書，由美國土木工程協會海岸工程研究學會贊助出版。

我國的部份是由國立成功大學水利及海洋工程研究所郭金棟教授以英文撰寫，內容介紹了台灣海岸的環境、海岸工程發展歷史、重要的海岸工程及研究計畫、學術研究的成果及未來發展之展望。內容相當豐富，並有許多寶貴的資料。因此特別將此篇文章譯為中文，提供國內所有參與海岸工程學門之工程及研究人員參考。

台灣的海岸環境

台灣是一海島，被太平洋及台灣海峽圍繞，澎湖列島則位於台灣本島及中國大陸之間，台灣本島的面積約三萬六千平方公里，海岸線

長一千六百公里。陸地主要為山地，在西海岸有一狹窄平原，二千一百萬人口主要亦集中於此。台灣島南端為珊瑚礁海岸，北部為岩石海岸，東部海岸面向太平洋，多礫石、坡度陡，約在 1/7-1/10 間，西部

海岸及台灣海峽，坡度緩，約為1/500-1/2000，高潮位與低潮位往往相距4公里，稱為潮間帶。

潮波 (tidal waves) 由太平洋傳來，經南北端傳播至中西部海岸，潮差在東海岸約0.95米，北海岸0.64米，南海岸0.52米，西海岸則達3.7米。

波浪在冬天時(10月至次年3月)主要由東北季風產生，平均有義波高 (Significant Wave Height) 在北部及東部海岸為1.8米，週期約7.5秒，如果強風持續兩天以上，有義波高會達到6米以上，週期則變至9秒。台灣海峽之浪高通常要小20%左右，原因是風域(fetch)受限之故，其平均有義波高約1.3米，週期5.7秒。台灣西南部海域因受陸地屏障，平均有義波高僅0.9米，週期5.3秒。

在夏天時，來自太平洋的湧浪會傳至東海岸，平均有義波高為1.2米，南部海岸之湧浪來自南中國海，波向SW，平均有義波高約0.75米，週期5.4秒，在西南季風強勁時，會產生2米以上的波浪，造成海岸的侵蝕，颱風所導致的巨浪常造成嚴重的災害，在1990年歐菲莉颱風(OFELIA)在東海岸產生13.9米的大浪，週期則為14.1秒。不同迴歸期的颱風波浪預報見表1。

歷史的回顧

二次世界大戰以後，台灣受創的經濟相當脆弱，在1960年國民平均所得仍僅150美元，農業是主要

的經濟活動，糖、香蕉、米為主要出口貨物，當時僅有三個商港，基隆位於北邊，高雄在南部而花蓮位居東部，全島的小型漁港連同澎湖在內不到十處。

梧棲漁港位在台中西部海岸，是上述小型漁港之一，當時僅能容納20~30艘小竹筏在高潮時利用水道進出，但在日據時代，日本已開始作野外調查和計畫作業，想將此地開發成一個向南方擴張的基地以及由東南亞輸入鋼鐵的商港。當時構築了一座沉箱式防波堤，浚渫出一條深7米的航道，然而個計畫因戰時財政困難而停頓下來。

在平坦的砂質海岸建築港口是一件相當困難的事，在1950年，梧棲港(後來改稱台中港)被提出加以評估是否能擴建為商港，其時基隆港務局所轄台中港工程處由湯麟武教授主持，他前往日本拜訪了井島武士教授，邀請他來台灣擔任漂沙、現場調查、水工模型等方面的顧問，自此海洋工程學的新知開始被引進台灣。在井島武士的指導下，一條80米×1米×1.2米的斷面水槽和一個40米×16米×0.8米的平面水槽在1959年首次建成，由戴英本教授負責展開台中港漂沙搬運模型實驗。

當時台灣的工業技術尚未發展完備，所採用的造波設備是一部10匹馬力的翼板式(hinge type)造波機，配備著變速齒輪箱，可用來改變造波之週期，波浪由電阻式測波器(resistance type wave sen-

sors) 加以量測。爲了模擬對台中港地形的衝擊，製作了一個坡度1/80的模型以瞭解在波浪作用下海灘剖面的變化，而潮位的變動也被列爲模型實驗的變數因子。

到1963年，造波系統更新爲美國製造的NYERPIC造波機，正好用作新竹海埔新生地圍堤之淤上及保護塊層(armor cove layer)穩定性實驗，此一斷面水槽日後並在許多其它的研究中派上用場，如波浪在淺海的變形，特別是激浪區碎波現象，接著，一套風洞設備加入淺水風浪形成的研究，另外電容式波高計也改進了非線性現象的困擾，這些研究的成果陸續發表於1963～1972年期間的ICCES研討會及日本海岸工程研討會中。

在另一方面，1959年設置的平面水槽加裝了溢流堰來控制潮位，製作了台中港初期佈置模型，以便決定能擋住沿岸漂沙的最佳防波堤配置，當時沉積物輸送率推估爲 4×10^6 立方米/年。

在1960年代，有關海岸工程的相關論文資料很難取得，只有少數幾篇美國出版的研究論文的影印本，以及第一屆、第二屆ICCE研討會的日譯本和日本海岸工程研討會論文可提供參考。不過在接下來的幾年中，ICCE研討會的論文集陸續購得，我們同時也獲得許多由美國陸軍工兵部門出版的珍貴出版品及參考文獻。

有關海岸工程方面的課程於1958年首次在成功大學土木工程系

開課，比美國稍晚，台灣由於四面環海，許多海岸方面的問題亟待解決，所幸海岸工程學的研究很快的就開始發展並且促成相當多的工程師及學生投入此一行列。

1968年東京大學榮譽退休的學者本間仁教授被邀請來台講授應用流力與海岸工程，1975年夏威夷大學的C.L. Bretschneider博士和李澤民博士也受邀來台教授波浪預報及海岸工程學，這些國際知名學者對台灣海岸工程初期的發展提供了巨大的助力與貢獻。

海埔新生地的開發對地狹人稠的台灣來說是極有價值的，早在15世紀台灣的先民即在沿海開墾作農業及鹽田之用，日據時代也在台灣中西部漢寶海岸海埔地試種甘蔗，不過面積均小且集中在某些極淺的區域。1958年在金城教授領導及黃彩芳先生的協助下，於+1米高程線的位置以1:6的坡度利用礫石堤將潮間帶圍築成1,112畝的海埔新生地。模型實驗則是在成功大學的水槽內完成的。

1964年爲了開闢高雄第二港口，邀請了日本港灣研究所的伊藤博士來台，展開圓柱型沉箱防波堤穩定性及沿岸漂沙問題的模型實驗與相關研究。

1970年另一水力實驗室爲構築台中港而建構完成。佐藤昭二博士及田中則男博士應邀來台協助規劃港灣配置及模型實驗。台中港建港工程開始於1973年10月，1976年10月開始營運，防波堤長度爲6,530

米。

台灣東部擁有本島最重要的漁業資源，然而建構海港必須能應付颱風造成的巨浪與漂沙問題，第一個漁港於1957年在大武附近建成，但在次年就被破壞。原因是颱風使防波堤損壞並造成淤積。為解決此問題，因此在1962年由成功大學作模型實驗，這些個困難的挑戰刺激了台灣海岸工程學進一步的發展。

颱風所引起的暴潮與巨浪常導致海岸侵蝕、洪水泛濫。在1967年至1969年間，颱風Gorilla、Elaine、Viola、Else、Flossy均引起洪水，而1971年也有四個颱風侵襲，包括Lucia颱風以35m/s的風速侵入台灣，造成嚴重損失，100公里長的海堤被毀，導致洪流淹沒海岸的鄉鎮、農田。這次的大災難主因是與長300公里的老舊土石海堤無法抵擋颱風有關。

1973年，水利局展開台灣四周海堤更新計畫，其後陸續興建了525公里的海堤，當時僅有少數工程專家負責，也缺乏實測的暴潮與波浪資料，工程師僅能憑以往的經驗大膽預測。

在1970年代，由於敗政困難，測波儀不易獲得，當時僅有的二台分別屬於高雄港及台中港。其中一部是壓力式，另一部為超音波式。1980年中央氣象局在鼻頭角、東吉島、小琉球及成功設置了超音波式測波站作長期波浪監測，花蓮港及蘇澳港也有浮球式波浪儀設立，然而因颱風造成損壞，以致只有少量

短期資料可用。藉著這些寶貴的資料許多改進計畫才得以進行。

台灣的海岸工程

台灣的海岸工程主要分成四大類，包括海埔地開發、海岸防護、港灣建設及海岸管理及利用。

一、海埔新生地開發

台灣現代的海岸工程肇始於1942年，日本工程師開發了蚵尾潮間帶，其作法是在後灘區築堤，在1960年至1970年間，許多河口地區海埔新生地陸續開發，如新竹、鰲鼓、曾文、王功、塢埔和台西等地，海岸水動力的新知被用在海岸結構物的計畫與設計上，並應用波浪折射、淺化和推算等學理於海沉的分析。最常見的結構型式是1:6~1:7的緩坡海堤，以砂土為中心，外覆以直徑30公分的碎石保護層。堤的位置通常設於平均高潮線。計有18,683畝潮間帶新生地被開發為農業及水產養殖用，這些工程的效益舒解了由於人口增加所帶來的糧食短缺壓力。為了進一步發展潮間帶的開發，設立了十個潮位站，但仍未有波浪之觀測，一些模型實驗和經驗預測導引著波浪溯上，越波、保護層穩定性、海堤沖刷方面之調查研究。

由1970年至1980年，新生地開發成功的持續進行，由於海岸工程經驗之累積和土地資源之受限，圍堤多座落在平均海平面線，大部份的新生地開發計畫並不涉及填海，

因爲新生地位在潮間帶，在此階段潮汐地段的封閉問題是最受關注的。

由1980至1990年，彰濱工業區和雲林離島工業區開發計畫開始進行，這兩個大計畫涉及供工業用海埔地之開發。填海計畫也被引進。彰濱計畫和雲林計畫的面積分別爲3,000及10,000畝。雲林計畫的海堤位在-10米水深的地方，是台灣最深的海埔地開發計畫。許多計畫設計供基本工業之用，如濱南工業區、觀音工業區、台南工業科學園區計畫等。

最近，海埔新生地計畫較注意到填海問題，高雄市南星計畫是一個很好的例子。該計畫擬藉將建築廢棄物及灰土填築成300畝的新生地，另一個類似的計畫是在台北近郊的八里計畫。

海岸工程現在在台灣已經擴大到相當的規模，最近的計畫包括21世紀高雄港發展計畫，佔地2,500畝的濱南海埔地開發計畫，高雄填海計畫和大鵬灣休閒開發計畫等。

二、海岸防護

沙灘海岸在台灣西部海岸主要是河川沉積所造成的，大部份的海岸都是平坦且被海堤保護的，而目前由於河川上游水庫的建構和下游採砂作業使得輸砂平衡發生問題，砂源的短缺造成砂岸逐漸被侵蝕。再加上每年颱風的侵襲，在大部份的地區，海岸防護已經成爲保護城鄉刻不容緩的問題。

海岸防護系統於這20年來陸續建築並持續發展，海堤是最普遍的系統，通常採用中心爲砂土，外覆礫石或混凝土保護層。混凝土消波塊則用來減弱波浪能量和作堤趾之保護。海堤通常採1:1.5~1:2，較緩坡的1:6可曾用於設計，海堤總長約500公里。

由於海岸侵蝕的關係，在彰化、高雄和淡水海岸均採用了突堤這種系統。最近在台灣中南部西海岸均發生地層下陷，海平面位置上昇，海岸侵蝕愈形嚴重，爲了保護海堤，在塭豐、茄苳和好美里等處均構築有離岸堤，經過兩年的時間，在離岸堤的後方已觀測到有沙洲形成。

堤防也同時用在河川防洪上，由於地層下陷，河川的形態已有改變，原有的堤防和暴潮防護設施高度已低於原來的估計，爲應付此種新的狀況，水門系統要重新調查與評估。

三、港灣建設

台灣每一個靠海的縣市幾乎都有港口，主要分爲四型：國際商港、國內港、漁港與船澳。五個國際是高雄、基隆、台中、蘇澳與花蓮。其中高雄港是台灣最大的國際港，有二個出口，第二港口的防波堤爲圓柱型沉箱設計。

台中港是在沙灘上以防波堤築成，目前防波堤已經延伸到-27米水深，防波堤採用25米長的沉箱，設計有義波高爲6.5米，蘇澳港建

於1978年，防波堤延伸至-20米，設計有義波高13米，防波堤以50噸的雙T塊保護。爲了應付未來可觀的成長需求，新的基隆港正作規劃中，防波堤可能會延伸到水深-40米的位置。

全島之漁港共有132個。通常分爲三種類型，小漁港作近岸漁業之用，第二級漁港用於外海漁業，第一級漁港則作遠洋漁業，通常小漁港多位在激浪區內，八斗子漁港和興達港則是第二級漁港的典型代表，安平與興達遠洋漁港有8米水深的航道，可停泊5000噸級遠洋漁船。沿岸漂沙往往造成漁港佈置的困擾，常用數值模擬與物理模型實驗來推估其功能，小型漁港常用階梯式碼頭岸壁來降低水位變化之困擾。

1990年後，船澳普遍設立，在澎湖有許多船澳是用作休閒之用，東北海岸的龍洞則是新近建成的船澳，船澳的設計與施工多半依賴以往之經驗，龍洞的防波堤在一次颱風之後被摧毀。估計波高超過14米，在那次事件中，強勁的海流也造成了淤砂。

四、海岸管理與經營

廣大而較平靜的海岸地帶在過去廿年裡已被開發成新生地，並且持續發展，而濕地的減少也導致了海岸生態系統的改變。沙濱與沙洲有了變動，當海岸侵蝕日趨嚴重時，許多自然景觀跟著消失。如紅樹林和水鳥之數量均隨之減少。有許

多團體，包括海岸科學家等成員，非常關心這些改變，開始攻擊政府開發濕地、潮間帶和沙洲的政策，對於能提供永續的利用海岸資源，海岸帶的管理十分重要。最近有關開發準則陸續出版公佈，對海岸開發許可制度亦由政府核准，環保署並要求提出環境影響評估，以便妥善管理海岸地帶，對於暴風雨及洪水災害已在海岸開發計畫內容中加以調查評估。

關渡自然公園計畫是一個典型的河口自然生態保存計畫，台北市已決定以4億美金取得這塊土地作爲自然生態保留區，七股濕地和鰲鼓將作爲野鳥保留區。另外台南科學園區附近，也計畫用作自然保留區。

海岸研究計畫

海岸工程知識自1957年引進台灣，參與此一領域的工程人員與學生對國家的經濟發展作出相當大的貢獻。1970年代，台灣經濟活動起飛，鼓勵了更多的學生負笈留學。前往日本、美國、荷蘭、德國等地，攻讀海岸工程方面的博士、碩士學位。現在台灣已有六十位以上此領域的博士，大部份都是著名學府的畢業生。在回到國內後投身於工程界與大學中，各主要大學中均開有海岸工程之課程，相關的實驗室陸續建立，畢業的學生快速增加。海岸工程已進入萌芽待發的階段。

在1970年代，海岸工程學課程先見於中興大學土木工程系及海洋

大學等，接著於80年代推展到交通大學，台灣大學等學府。大部份的學校都有斷面或平面水槽，表2詳列相關的資料。最大的斷面水槽大小為100米×3米×2米，最大的平面水槽為70米×40米×1.2米。

省府港灣技術研究所創立於1981年，屬省政府交通處下轄之單位。負責港灣的結構、管理及海岸工程研究，擁有最好的實驗設備。包括100米×1.5米×2.0米的風洞水槽，兩座平面水槽—大小為55米×40米及62米×60米。

國立成功大學台南水工所（譯者註：自民國84年8月改稱國立成功大學水工試驗所）是另一個有精良設備的研究單位，由經濟部工業局支助，承攬野外調查及海埔新生地模型實驗等，目前有一個大規模海岸水力實驗室正在成功大學建造。

大部份由國科會支助的海岸工程研究可歸於兩大重點，其中之一為海岸空間的利用，又再分為1.風、浪、流交互作用。2.海洋污染。3.海洋牧場工程。4.外海結構物。5.親水性海岸結構物和海岸地貌變遷。另一類是關注於海岸侵蝕防護，統合為防災計畫，所獲致的成果均發表於期刊或學術研討會上。

台灣第一屆海岸工程研討會於1976年召開，自此於每年的十月召開一次，所出版的論文自第一屆的十八篇增至去年的104篇（參見圖2），大部份論文以中文撰寫，也有部份論文在二年一次的水利工程研

討會上出版（參見圖3），其它尚見於土木及水利工程學會之演講紀錄等。

台灣出版的海岸工程方面教科書如下：

- 1.周宗仁：海岸工程（中文），1981，國立海洋大學河海工程系。
- 2.周宗仁、韓文育：漁港工程（中文），1992，國立海洋大學河海工程系。
- 3.交通部：港灣構造物設計基準（中文），1981。
- 4.侯和雄：海岸港灣規劃與設計，1983，港灣技術研究所。
- 5.郭金棟：海岸工程學二版（中文），1989。中國土木水利工程學會。
- 6.湯麟武：海岸工程設計與規劃（中文），1972，行政院農復會。
- 7.湯麟武：港灣及海域工程（中文），1989，中國土木水利工程學會。

結 語

台灣的海岸工程是應需要而由幾位具河川水利學背景的學者開創的，隨著社會的成長，這個領域的研究活動與參與者與日俱增，教育提昇了科技水平，也使大家開始警覺到環境保護的重要。由以往偏狹的海岸經濟開發政策轉而考慮到環保、生態系統而朝向更正確的方向修正。

在海岸工程的領域，我的同僚和我自己經由過去的經驗及其它國家學習到許多，現在所面對的將是

更嚴苛的考驗，許多非工程的考量如經濟分析和其它領域的科技如遙測與自動傳訊系統均賴統合應用。當然傳統的水動力學研究仍扮演著台灣海岸工程的原動力。個人認為未來應致力推動將各項工程與專題研究之結果以英文出版。

在台灣有關海岸帶經營管理對快速增加的人口和經濟活動而言，是十分重要的。毫無疑問的大量的

研究人員與學生得應付海洋的挑戰。我們誠懇的感謝各國學者能提出合作的機會共同研究此一領域。

誌 謝

作者要在此表達對港灣技術研究所副所長莊甲子博士、中興工程顧問公司經理龔誠山博士及台灣大學蔡丁貴博士協助提供資料。

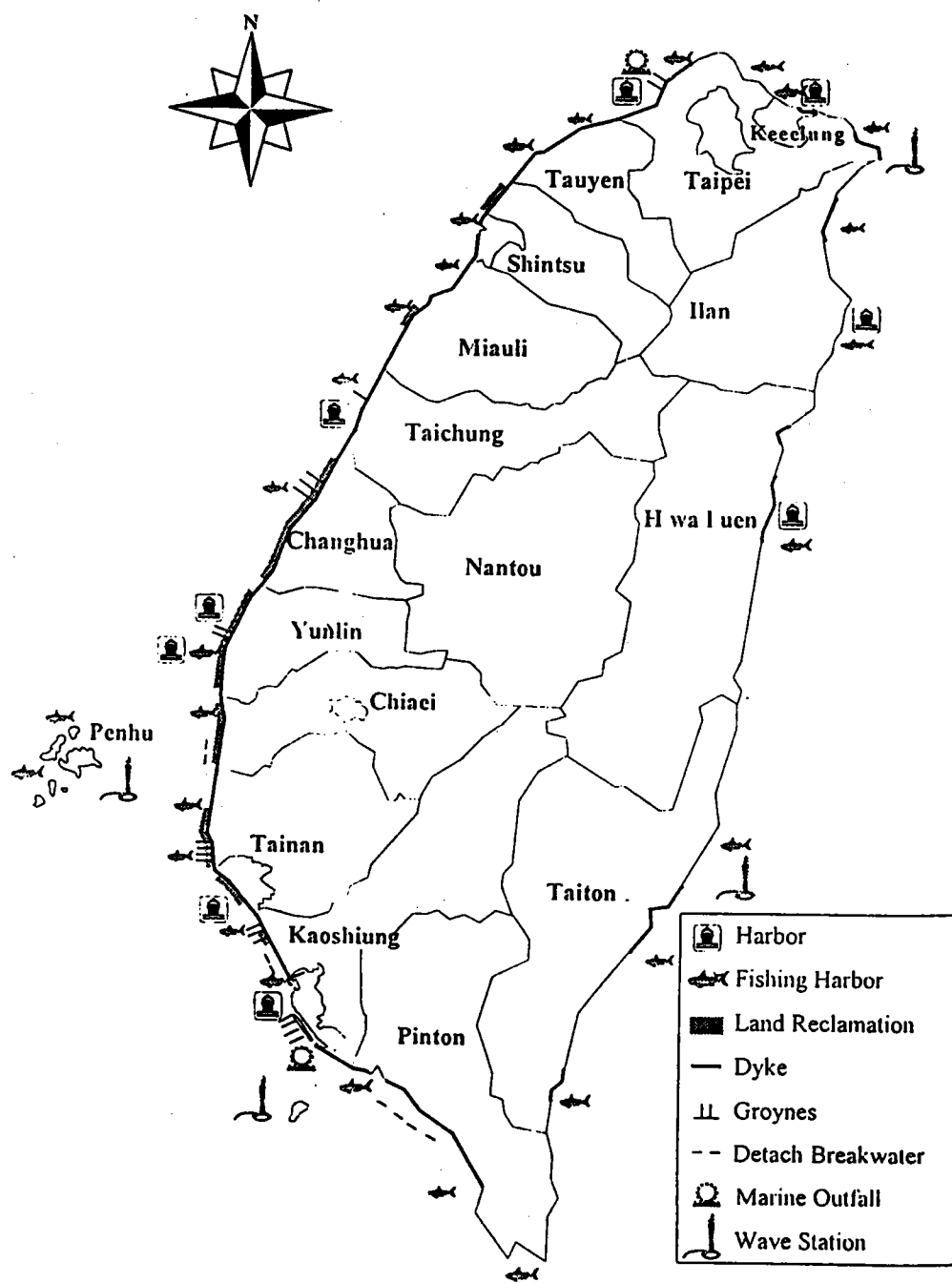


圖 1 台灣地圖

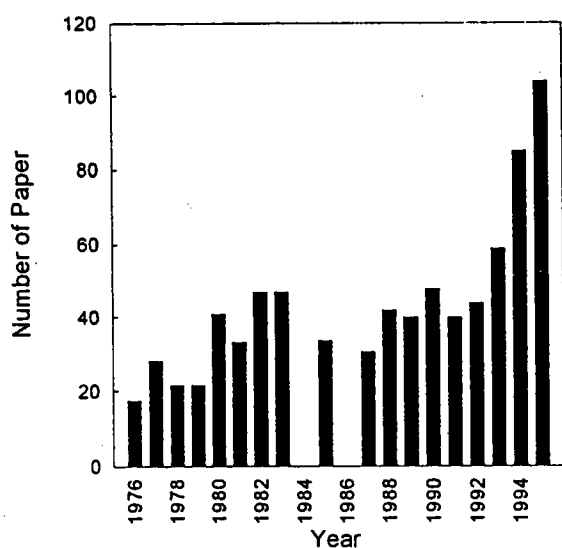


圖 2 台灣海岸工程研討會歷年論文篇數直方圖

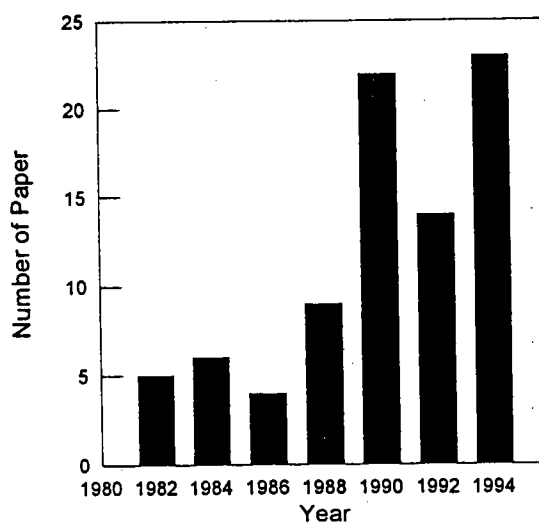


圖 3 台灣每二年舉辦之水利工程研討會中有關海岸工程之論文篇數直方圖

表 1 不同回歸週期之颱風波浪

回歸期(年)	10		25		50	
地點	波高(米)	週期(秒)	波高(米)	週期(秒)	波高(米)	週期(秒)
北部海岸	9.4	12.3	11.2	13.4	12.6	14.2
西北部海岸	6.3	10.0	7.5	11.0	11.8	9.7
中西部海岸	5.2	9.1	6.2	9.9	6.9	11.3
西南海岸	6.6	10.8	7.7	11.6	8.5	12.2
東部海岸	9.5	12.6	11.3	13.8	12.6	14.6

表 2 參與海岸工程研究之單位

單位	部門	研究人力	課程開始年份	畢業人員		主要設備
				碩士	博士	
國立成功大學	水利及海洋工程系	16	1957	305	15	a,b,c,d, e,f,g,k
國立中山大學	海洋環境系	10	1989	7	—	b,c
國立台灣大學	土木工程系	3	1988	7	—	c
	海洋研究所	1	1975	10	—	b,e,g,k
	造船及海洋工程系	3	1984	12	—	a,b,c,e, k
國立海洋大學	河海工程系	10	1978	100	2	a,b,c,e, g,k
國立中興大學	土木工程系	2	1973	20	—	a,c,d,g
國立交通大學	土木工程系	3	1977	29	4	a,b,c
逢甲大學	水利工程系	2	1980	6	—	a,e
港灣技術研究所	海岸工程組	13	1981	—	—	a,b,c,d, e,g,h,i, j,k
國立成功大學	台南水工所	15	1957	—	—	a,b,c,d, f,g,j,k
工業技術研究院	能資所	17	1988	—	—	

附註：a. 平面波浪水槽

e. 不規則造波機

i. 自動潮位站

b. 風、浪、流斷面水槽

f. 密度流試驗水槽

j. 外海觀測平台

c. 流力水槽

g. 電腦中心

k. 測波儀、流速儀

d. LVD 雷射都普勒測流

h. 自動天氣測站

台灣地區整體國際港埠發展策略之研擬

港研所「四港整體規劃」小組

一、整體港埠發展策略性規劃

程序

港埠策略性規劃旨在妥善地結合港埠內部環境之強勢與弱勢以及外部環境之機會與威脅(SWOT)，從而擬定出一套「知己知彼，百戰百勝」的贏的策略。策略之成功與否，端視其能否達成港埠經營之目標及使命來衡量。因此，贏的策略必然是一套能夠充分「掌握機會、規避威脅、善用已長、彌補己短」之策略，就全國性整體港埠發展規劃的角度而言，策略的擬訂要先進行內、外部環境之分析，以便根據整體港埠之機會、威脅以及強、弱勢，來研討策略性的問題與對策。在此僅就台灣地區整體港埠營運之內、外部環境分析後之機會、威脅、強勢、弱勢作一探討，從而歸納出台灣地區港埠未來發展之策略。

二、SWOT分析

(一)強勢分析(S)

1. 整體港埠地理區位優越。
2. 高雄港地理及港口環境優越，有形成轉運中心之條件。
3. 高雄港現有貨櫃碼頭設施充

足。

4. 高雄港及台中港之未來海域及陸域的擴展空間大。
5. 高雄港貨櫃碼頭之固定年租金出租策略可促進航商擴大經濟規模。
6. 台灣地區進出口貨櫃量足以吸引貨櫃航商在台建立貨櫃轉運基地。

(二)弱勢分析(W)

1. 部份港口之天然環境較差，包括台中、基隆及花蓮港。
2. 基隆港之海、陸域擴建受限制。
3. 港埠聯外運輸系統造成瓶頸，尤其以基隆港最嚴重，高雄港亦不例外。
4. 現行航港經營管理體制不利於港埠之經營與管理。
5. 港口檢查與管制過嚴，不利於與香港、新加坡等自由港之競爭。
6. 公營棧埠業務之效率偏低，民營棧埠營運受限。
7. 碼頭工人問題阻礙港埠作業之有利發展。
8. 整體港埠管理資訊系統與資訊網路連線環境不及香港與

新加坡。

9. 港埠物流中心相關之現代化專業倉儲設施缺乏，形成相關之加值型轉口貨櫃服務拓展瓶頸。

(三)機會分析 (O)

1. 亞太地區對外遠洋貿易高度成長，貨櫃轉口需求仍然頗為強勢，有利於轉運中心之發展。
2. 亞太區域內之貿易成長快速，此一短程貿易之成長，有利於小型船多港彎靠之傾向，將有助於台灣地區各港之均衡發展。
3. 對東南亞及大陸地區之投資，衍生整合型之貿易流量。
4. 現階段境外航運中心之建立與未來兩岸全面通航之發展，有利於將大陸納入轉口市場之腹地。
5. 大宗散貨之產業東移（如水泥、砂石）有利環島海運之發展。
6. 實施「獎勵民間參與交通建設投資條例」有利吸引民間資金從事港埠相關投資與經營。
7. 亞太營運中心相關之六大中心陸續開展，其所帶來之貨運量以及行政效率之革新，對於港埠之發展有絕對之正面效果。

(四)威脅分析 (T)

1. 台灣地區產業升級導致出口

貨值高量輕化及對外投資，造成部份夕陽產業空洞化，導致進出口貨櫃量成長趨勢減緩。

2. 空運之便捷吸引價高質輕之海運貨物。
3. 高雄港貨櫃轉運中心之地位，面臨香港及新加坡之高效率競爭威脅，並且預期在未來需要接受大陸低費率港埠之挑戰。
4. 台灣地區的貨櫃港（尤其是基隆港）面臨從幹線貶為支線之威脅。
5. 西部濱海工業區民營工業專用港之開發，將威脅現有國際商港之大宗散貨業務；東部和平水泥專業區若開發新港，也將威脅花蓮港之運量。
6. 砂石及水泥等大宗散貨若自國外（尤其是大陸）進口，而不從東部西運可能威脅花蓮港之運量。
7. 貨櫃南北轉運之問題，加重內陸運輸負擔。
8. 港埠勞工意識高漲威脅港埠正常之運作。
9. 環保意識的抬頭威脅港埠建設與營運之推動。
10. 政府財政困難、商港建設費收費辦法修改及因為社會福利支出增加之排擠等問題，對於港埠未來之建設經費均有不利影響。

三、未來發展策略問題

面臨前述機會與威脅，考量台灣地區整體港埠之強勢與弱勢，確定究竟未來有那些關鍵性的策略問題需要研擬對策予以解決，茲分述如下。

(一)充分掌握機會、規避威脅

1. 國際轉口貨櫃業務雖有成長之機會，但也面臨香港及新加坡等港之競爭威脅。未來要採取競爭性的策略，以保住現有承租碼頭之航商，並吸引新航商承租高雄港即將陸續完工的第五貨櫃中心。
2. 配合兩岸關係及直接通航之進展，解除轉口貨櫃腹地無法直接普及大陸地區之問題。
3. 掌握亞太區域內貨櫃貿易量的高度成長及小型多港彎靠的集貨船之成長，妥善規劃各港之貨櫃運輸系統之發展，藉以同時減輕「北櫃南運」之不平衡現象，及均衡各港貨櫃之分工發展，並減緩其被貶為支線港地位之趨勢。
4. 掌握「獎助民間參與交通建設投資條例」所提供之機會，吸引民間參與港埠投資，藉以減輕政府財政困難及商港建設財源受社會福利支出到排擠的負面威脅。
5. 針對高價輕質貨的需求特性妥善規劃海陸聯運系統，化

海空競爭為合作互助。

6. 妥善規劃分配新興工業港及現有國際商港之分工與合作。
 7. 掌握產業升級後出口高值輕量化及直接對外投資熱潮所形成之港埠運量遞減趨緩，妥善預測及規劃未來能量需求。
 8. 港埠規劃、興建及營運納入環保及都市融和之考量，以減輕港埠之負面環境衝擊。
 9. 妥善規劃處理港埠勞工問題，避免勞工問題阻礙港埠發展。
- #### (二)鞏固強勢地位，消除弱勢問題
1. 妥善規劃改善現行各港港口環境與條件，以提高船舶進出港作業之安全與效率。
 2. 適時規劃擴建港埠設施，提高港埠能量，以提高港埠競爭能力。
 3. 改善港埠聯外運輸系統，協助提高港埠作業效能。
 4. 繼續採取出租貨櫃碼頭之策略，但需解除營運管制，檢討彈性租金之辦法。
 5. 檢討航港經營管理體制、港口檢查及管制程序，並藉民營化及解除碼頭工人僱用管制以提高港埠作業效率及競爭能力。
 6. 規劃提升整體港埠電腦資訊化網路系統，提高港埠服務品質。
 7. 妥善掌握可能之需求，規劃

港區轉口加值型物流中心設施。

(二)明定目標，研擬策略

明確訂定整體港埠功能與分工，確立港埠發展使命與目標以便研擬策略解決前述問題。

四、整體港埠發展目標之訂定

(一)港埠發展之使命

台灣地區整體港埠之使命根據其功能界定如下：「台灣地區國際商港之使命，須配合國家整體經濟發展，為航商貨主提供港及棧埠設施與作業服務，以促進經貿發展，進而成為國際貨物儲轉及加工再出口之樞紐，提高國民福祉及國際經濟地位。」

(二)港埠發展之目標

交通部於民國八十四年四月的運輸政策白皮書中，已揭示現階段運輸政策的三大目標：

1. 提升一般民眾生活環境
2. 活絡產業經濟發展環境
3. 調和自然環境

此三大目標訂定，顯然創造一個健康、有活力、永續使用的運輸主體，提升國民福祉的生活環境。運輸政策白皮書更進一步具體地以民眾需要為導向，界定了下列七項子目標：

1. 提供便捷的交通
2. 確保安全的交通

3. 創造舒適的交通
4. 降低物流的成本
5. 增強國際競爭
6. 減少環境的污染
7. 配合都市的發展

以上七大子目標符合運輸便利、快速、安全、舒適與經濟的原則，從而在增強國際競爭能力的前提下，減少環境污染，並配合區域與都市發展，頗為明確。

綜合前節的內外部環境分析及上位的運輸政策所揭示之目標，建議整體港埠發展目標訂為下列三項：

1. 配合政策發展海運中心
2. 提升港埠國際競爭力
3. 提升港埠功能，促進港市和諧

五、整體港埠發展策略之研擬

(一)上位運輸政策

整體港埠發展策略之研擬，首須符合上位運輸政策。依據交通部之運輸政策白皮書，有關提昇國際海運競爭力之策略，已經訂立七大項，詳如表一所示。

(二)亞太海運中心發展政策

未來海運中心為「以區域海運中心來加速經濟之轉型」，並建立海運轉運中心地位。其發展策略為：

1. 以境外航運中心帶動海運中心發展
- 以境外航運中心為先導，利

用海運航線後勤網路，構建以台灣為核心之區域性產業垂直分工之新經濟體系，加速高附加價值產業之發展。

2. 以港際整合因應國際競爭
以環島航運、內陸複合運輸及電信埠，整合台灣地區各國際港，發揮多港一體之功能。

3. 以航港體制改革鞏固海運中心基礎
改革現行航港體制，建立現代化港埠。

(三) 整體港埠發展策略

綜合前述整體港埠發展使命、目標以及上位政策之探討，建議現階段整體港埠發展策

略如下：

1. 建立海運中心，配合轉運業務，建立物流中心
2. 推動港埠經營企業化，提昇服務效率
3. 減輕內陸運輸負荷，發展沿海貨樞運輸
4. 改善市區交通，興建港區聯外道路
5. 增加操船安全與管理方便，規劃商、漁、軍港分離
6. 增進港市和諧，檢討港市相鄰土地使用相容性
7. 促進港埠現代化、辦理港區再開發
8. 提昇港區環境品質，美化港區環境

表一 提升國際海運競爭力之策略與措施

策 略	短 期 措 施	長 期 展 望
健全航政、港務、棧埠經營組織	• 籌設航政局 • 成立港務管理委員會 • 推動棧埠民營	• 達成航政管理一元化 • 港務中央、地方、企業體分工合作 • 港埠經營民營化
整體規劃港口特定區	• 規劃設立港口特定區 • 規劃增建大型附加價值作業設施	• 健全海運管理體系
健全港埠費率與管理制度	• 建立合宜之港埠費率制度 • 檢討修訂航運法規 • 健全船員僱傭與海員培訓制度	• 健全海運管理體系
增強港埠營運效率	• 檢討規劃碼頭工人之管理制度 • 簡化海關作業程序 • 改善港埠貨物流通處理作業 • 推行自動化通關系統 • 推動港埠管理作業資訊化、標準化 • 推行裝卸作業自動化、電腦化	• 建立碼頭裝卸工人管理制度 • 完成港埠高效率之作業系統
擴充國際港埠運能	• 進行全國港埠整體運輸規劃 • 加速完成國際港埠設施擴建計畫 • 辦理船舶交通管理系统 • 加速港勤船舶、機具與設備之汰換 • 規劃港埠與鐵路、公路間之聯運系統	• 健全全國港埠整體發展
提升國輪競爭力加強各國海運關係	• 擴充汰換國籍船隊 • 擴大國輪營運範圍 • 加強與各國海運關係	• 提升國輪在國際市場佔有率
因應國際環境變遷	• 開放海陸聯運管制 • 研擬兩岸通航之海運與港埠配合措施 • 規劃擴建外港深水碼頭設施	• 達成GATT之自由化要求 • 配合兩岸通航之大陸政策 • 便利大型船舶之航運

淡水國內商港漂沙調查及海、氣象與地形變遷監測計畫簡介

黃清和 港研所海岸工程組研究員兼組長

一、計畫緣起

淡水國內商港位於淡水河口南岸，該地區因河流輸砂及波浪侵蝕未能平衡，致海岸逐年侵蝕，為確實掌握建港對週遭環境之影響，省政府交通處基隆港務局曾委託顧問公司辦理淡水、八里海岸地形變遷海象調查研究，數值模擬及動床水工模型試驗等，以探討建港後海岸地形變化情形，進而研提防治對策。

惟根據顧問公司初步研究結果，漂砂力學機構極為複雜，至今仍無法完全了解，不管是以數值模擬或水工試驗，都只能粗略定性探討，故現場實際海岸地形監測，實為必要。由於淡水國內商港目前正施工中，因人力不足，故未設置專責單位，負責海氣象基本資料蒐集與調查，基隆港務局為提供顧問公司建立各種模式應用可信度相關資料，並因應該港長期發展之規劃需要，擬在該區建立長期觀測系統，特委託本所辦理該項漂沙調查及海氣象與海岸地形變遷監測計畫。

二、工作計劃內容

基隆港務局擬委託本所辦理之工作計劃內容包括：

(一)氣象監測

風力觀測（含風速、風向）

(二)海象監測

1. 波浪觀測（含波高、週期、波向）

2. 海流觀測

3. 海上測站打設觀測樁

(三)海岸線監測

1. 陸上控制點監測

2. 水深地形測量（春、秋各一次）

(四)漂砂調查

1. 淡水河口輸砂量調查

2. 海岸底質採樣

3. 海岸懸浮質取樣

三、工作計劃及研究方法：

本所根據基隆港務局建議工作內容，自八十五年元月中旬開始即陸續辦理下列調查研究工作項目。

(一)海上觀測站打設觀測樁工作

為建立該區海氣象長期觀測資料，本計劃已於八十五年七月中旬在淡水國內商港防波堤西側偏南水深-15m處，打設基樁建立一海象觀測平台，並

將儀器安裝於觀測平台及基樁附近，觀測樁示意圖如圖一所示。有關基樁及平台之設計本所將根據該地區已往潮位、海流並採用復現期10年之颱風波浪 H_{max} 為設計波高，規劃、設計及監造，以供該地區海象長期觀測之用。觀測所得之風、波浪及海潮流等所有資料全部以無線電數據機傳至岸上控制站，再以數據通訊方式傳至本所控制站監測、儲存及分析。

(二)風速、風向觀測及資料分析

基樁平台設置有風速儀一部，以自動傳輸與接收擷取系統，透過電信網路，經由數據機進行長時間之資料收集並進行下列資料分析：

1. 每月風速、風向聯合分佈
2. 每月最大風速及其對應之風向、時間分析
3. 每月、每季以及年風玫瑰圖

(三)波浪觀測及資料分析

分別於基樁距底床五公尺以及十公尺設置二部壓力式潮波儀，進行長期波浪觀測，除量測記錄波高、週期外並測讀波向記錄。時間均定為每小時記錄20分鐘，但颱風期間則調為連續記錄。

壓力式潮波儀觀測資料先行用電纜線傳至觀測平台，再以無線電傳送至岸上之控制站，透過數據通訊方式再傳至本所控制站監測、儲存並作下列資料分析：

1. 每月之 H_{max} 、 T_{max} 、 $H_{1/10}$ 、 $T_{1/10}$ 、 $H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$ 、 H_{mean} 及 T_{mean} 之統計分析。

2. 選取具代表性之氣象異常期間（颱風或東北季風期）之原始波浪記錄進行能譜分析。

3. 每月示性波高、週期聯合分佈圖。

4. 各項綜合波浪分析結果。

(四)海潮流觀測及資料分析

於海上觀測基樁設置之潮流儀除可觀測記錄波浪資料外，並可兼記錄海潮流，海潮流觀測資料亦同樣利用無線電傳送至岸上之控制站，再以數據通訊方式傳至本所控制站監測、儲存並作下列資料分析：

1. 統計全年各月16個流向之流速概率分佈並繪製玫瑰圖。
2. 每月最大流速及其對應之流向、時間分析。
3. 其他相關性分析。

(五)全面水深地形測量

1. 測量範圍

測量範圍為淡水河口北岸（關渡橋以北）至林口發電廠，長約15公里水深測量至-20m處，距岸約4公里。

2. 工作項目

(1)三角點檢測

5點

(2)水準點檢測

3點

(3)控制點檢測

(4)主控制測量

20點

(5)主水準測量

30公里

(6)斷面樁放樣及埋設(a=

200公尺) 100座

(7)水中斷面測量

320 公里

(8)岸線附近斷面測量

5000公尺

(100個斷面，每個斷面自

零水位向岸方向50公尺範圍

內)

(9)測量簿

3.作業方式

(1)平面控制：採用 UTM

二度分帶座標系統。

(2)高程控制：以聯勤水準系

統零點起算。

(3)潮差控制：採用淡水水域

平均低潮位。

(4)點位控制及測點密度：

水深測量點位控制之精度

以不大於5M為原則，各測

線測點之間距以不大於

30M 為原則。

4.作業頻率：

每年春、秋各一次。

已於民國85年4月~5月完

成第一次全面水深測量。

已於民國85年9月~10月完

成第二次全面水深測量。

(六)漂砂調查

依據水利局統計資料顯示

整個淡水河系每年約有 930 萬

方之懸浮砂源，惟其砂源大都

屬顆粒較小之沈泥，故在洪水

時期大部份懸浮質均被帶往外海，真正淤積在淡水河口者根據宇泰工程顧問公司推算每年僅大約有39萬方，故使得該區海岸在±0m~-4m間屬侵蝕；-4m~-15m間則屬淤積，本研究有關漂砂調查將進行下列工作及資料分析，俾研判分析港址附近漂砂狀況及海岸地形變遷情形。

1.斷面水深監測分析

(1)依水利局等以往監測成果

及本計畫全面水深地形測

量成果，進行各測線冬、

夏季水深斷面比較分析。

(2)計算各分區逐年之沖淤積

數量，研判沖蝕淤積變化

之趨勢及原因。

2.淡水河口輸砂量調查

本研究區漂砂之來源，

除淡水河外，尚受林口溪、

嘉寶溪、南灣溪、瑞樹坑溪

、後坑溪、紅水仙溪等溪流

之輸砂量影響，惟主要來源

仍為淡水河之輸砂。

本研究計劃將收集水資

會有關淡水河的懸浮質變化

資料，配合水利局同時段觀

測之淡水河流量，利用學理

公式以推算淡水河每年輸砂

量。其次，根據該區兩次全

面水深地形測量結果估算淡

水河口附近之淤積量。

3.海岸底質調查及取樣分析

每年春、秋兩季配合該

區全面地形水深測量，以潛

水伏沿淡水河口往南北每隔500m設一測線，共設20條測線，水深0m、-5m、-10m以及-15m處各採樣一次，再將此沈積物於試驗室作顆粒分析，了解各區沈積物之顆粒特性分佈情況，作為漂砂優勢方向判斷依據。

4. 海岸懸浮質取樣及資料分析

本計劃將於觀測樁上裝置濁度計，長期監測固定斷面上懸浮質變化，同時配合底床質採樣進行懸浮質採樣位，在水深-5m、-10m分別於距底床1m及3m二點採樣不同深度及斷面懸浮質採樣，並與觀測樁上濁度計資料作相關分析，俾進行相關漂砂分析之數值指標計算。

五、人力配置

1. 總計畫主持人

研究員兼組長 黃清和

2. 主辦人部分

(1) 風、波、流部份

共同主持人

副研究員 洪憲忠

協同主持人

助理研究員 吳基

(2) 海上觀測樁部份

共同主持人

副研究員 陳明宗

協同主持人

助理研究員 張富東

(3) 海岸線監測及漂砂調查部份

共同主持人

助理研究員 蔡立宏

協同主持人

助理 蔡金吉

六、服務費用

本計畫工作包括現場海上觀測基樁及平台、全面水深測量、現場風力、海流、波浪以及漂砂調查等工作費用，總計為新台幣貳仟伍佰伍拾萬元整。

台灣西部沿海之潮汐特性探討

莊文傑 港研所數學模式組副研究員

壹、前言

最近，其實也不過是本(1996)年10月份，中央氣象局海象中心簡任技正劉文俊先生出版了“台灣的潮汐”一書，書中對台灣沿海的潮汐觀測與特性分析有頗為詳實的介紹與整理。閱讀該書後，除對潮汐在台灣四周沿海之潮差變化頗感興趣外，對於西南部沿海之安平與高雄海域及東北角海域之鹽寮、蘇澳與基隆皆屬全日潮型區而其他沿海地區則屬混合潮型區甚至為半日潮型區尤其入迷。在潮差方面，有趣的是台灣西部沿海南北之高雄與基隆最大潮差皆不到1.4公尺，但新竹與台中之最大潮差則高達5.0公尺以上；在潮型變化方面，令人入迷的是高雄與基隆之潮型皆約為全日潮型，但台中與新竹則明顯地為半日潮型。潮汐在台灣西部沿海不僅潮汐振幅改變，潮型亦有變動，其中道理實值得探究。本文就從“台灣的潮汐”一書談起，引用書中提供之圖文資料，配合淺水長波概念試行探釋台灣西部沿海潮時，潮差與潮型之變化特性。

貳、潮汐概念與潮差

潮汐主要是由於地球自轉與月球和太陽等天體對地球各處引力不同所引起的海水水面水位週期性升降現象。海水面上升時稱為漲潮(flood)；海水面下降時稱為退潮或落潮(ebb)。從漲潮轉為退潮時海水水位達到相對最高時稱為高潮或滿潮(high water)；從退潮轉為漲潮時海水水位達到相對最低時稱為低潮或干潮(low water)。高低潮間，有一段時間海水面無升降現象稱為停潮或平潮(stand)。高潮至下一次高潮或低潮至下一次低潮相隔的時間稱為潮汐之週期(period of tide)，各地都不一樣，平均約為12小時又25分鐘。高潮和相鄰的低潮之水位差值稱為潮差(tidal range)。潮差也有週期性，即潮差會由小變大，再由大變小，週期約為14.77日。潮差相對最大時稱為大潮(spring tide)；相對最小時稱為小潮(neap tide)。每天有兩次高潮兩次低潮稱為日雙潮(double day tide)或半日潮(semidiurnal tide)，兩次高潮中較高者稱為較高高潮(higher high water)。

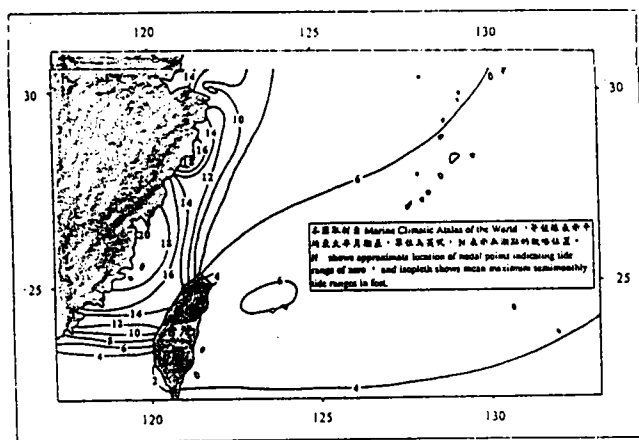
), 較低者稱為較低高潮 (lower high water); 兩次低潮也可分為較高低潮(high low water)和較低低潮(lower low water)。每天僅有一次高潮一次低潮稱為日單潮 (single day tide) 或全日潮 (diurnal tide)。一般地區實際的潮汐現象並不單純為半日潮或全日潮, 此種潮汐稱為混合潮 (mixed tide)。在半日潮地區, 大潮約發生在朔或望(農曆初一或十五)以後一至三日; 小潮則約發生於上弦(農曆初七左右)或下弦(農曆二十二日左右)以後一至三日。

在工程應用中, 最高高潮位(HHWL)係指在潮位觀測期間內所發生之最高潮位; 最低低潮位(LLWL)則為觀測期間內所量得之最低潮位。每月所發生兩次大潮中最高潮位的平均值稱為大潮平均高潮位(HWOST), 而同期之最低潮位之平均值稱為大潮平均低潮位(LWOST); 每月所發生兩次小潮中最高潮位的平均值稱為小潮平均高潮位(HWONT), 而同期之最低潮位的平均值稱為小潮平均低潮位(LWONT)。潮位觀測期間內潮位量測之平均值稱為平均水位(MWL); 各低潮位的平均值稱為平均低潮位(MLWL), 各高潮位的平均值稱為平均高潮位(MHWL)。最高高潮位與最低低潮位之差值稱為最大潮差, 大潮平均高潮位與大潮平均低潮位之差稱為大潮差,

小潮平均高低潮位之差稱為小潮差, 平均高低潮位之差稱為平均潮差。最低低潮位至大潮平均高潮位之潮位差值稱為大潮升, 最低低潮位至小潮平均高潮位之差值稱為小潮升。以台中港為例, 其各項潮位統計值如下:

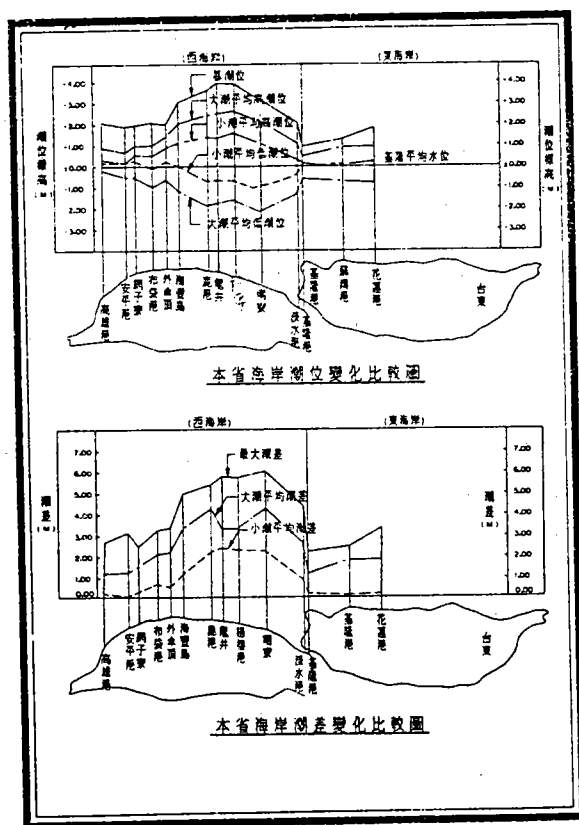
最高高潮位(HHWL)=5.86m(60.09.23)
平均高潮位(MHWL)=4.42m
平均潮位(MWL)=2.65m
平均低潮位(MLWL)=0.88m
最低低潮位(LLWL)=-0.55m(76.1.2)

若以1993年台灣四周海岸實測潮位為比較基準, 則在平均潮差方面可得基隆為79.5公分、淡水247.1公分、桃園竹圍278.2公分、新竹南寮371.4公分、台中港400.8公分、澎湖馬公223.2公分、嘉義東石169.8公分、高雄港68.5公分、台東成功125.3公分; 而在最大潮差方面可得基隆為132公分、淡水352公分、桃園竹圍378公分、新竹南寮503公分、台中港532公分、澎湖馬公301公分、嘉義東石220公分、高雄港126公分、台東成功207公分。比較以上潮位資料可得基隆與高雄其潮差實際上頗為近似, 而東石與成功亦甚相當。總體而言, 台灣四周海岸其平均最大半月潮差(以英尺表示)如圖一所示。



圖一 台灣四周海岸平均最大半月潮差分布圖

由圖可知，台灣四周沿海的潮差以台灣西南部最小，東部次之，西北
部再次之，中西部最大。潮位與潮差變化圖亦可整理如圖二。



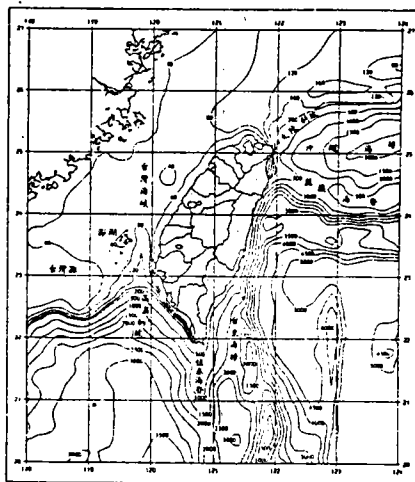
圖二 台灣海岸潮位及潮差變化圖

參、潮時

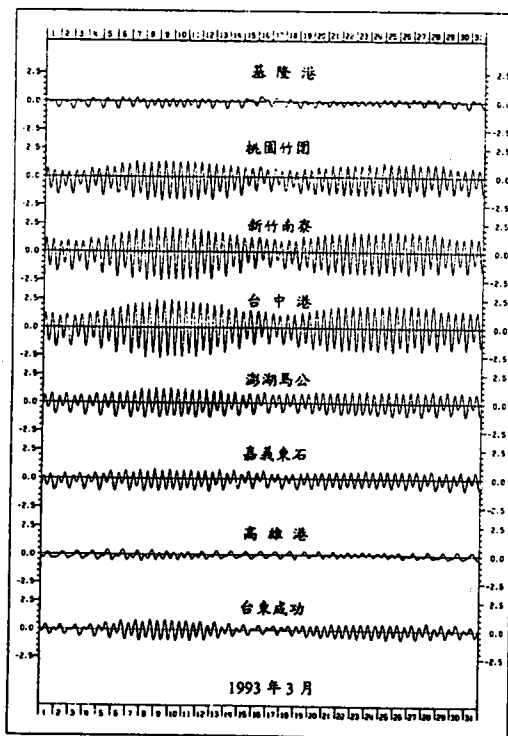
潮時係指空間上固定之潮汐測站，其潮位之時間變化。台灣四周沿海主要之潮汐測站如圖三所示。圖四為台灣附近海域之水深地形圖。圖五為1993



圖三 台灣地區潮汐觀測站分布圖



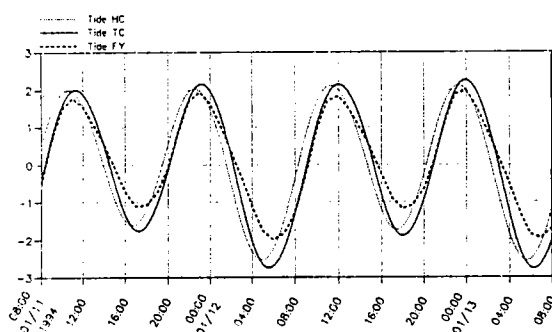
圖四 台灣附近海域海底地形圖



圖五 1993年3月台灣地區潮位曲線

年3月台灣地區實測之潮位歷時圖。眾所周知，影響潮汐變化之主要因素有：地球自轉與公轉、月球繞地球之運動引力、大氣壓力變化及海洋地形與海域水深等。以台灣沿岸之地理位置而言，其南北僅占3-4個緯度、東西也僅佔占2-5個經度，天體運動引力對台灣沿海區域之影響應大略相似，潮時之變化仍應以海岸地形與海域水深之影響為主。以1995年農曆8月1日第一次高潮發生之時刻為例：高雄港為7:00、基隆為8:12、台東成功5:48、雲林箔子寮11:06、新竹南寮10:54、台中港11:20，由此顯示，漲潮時，潮波係從南太平洋向台灣東岸行進，繞過台灣南部和北部後在台中港海域附近會合；退潮時，由台灣東岸先退，其次為台灣之南北海域，

最後才輪到台灣海峽之中部。故潮時以台灣東部及南部最早，基隆次之，台中最晚。台中港區局部海域之潮時變化及潮波之運動方向亦可由圖六台中港、新竹漁港與芳苑潮測站之實測潮位記錄清楚地予以比較求証。於圖六中，實線表示台中港之實測潮位，虛線與點線分別為新竹漁港與芳苑潮位站之實測結果，比較三測站滿潮之潮時可知，新竹漁港滿潮潮時最先到達，其次為芳苑，台中港最後；乾潮潮時則以新竹漁港最早，台中港居次，芳苑最晚。此一局部之潮時特性恰足以說明：在漲潮期間，潮波係由台灣海峽南北兩側向台中港海域匯集；退潮期間，潮波則由芳苑往新竹方向行進，推測退潮之分離點應存在於芳苑以南之沿岸海域。

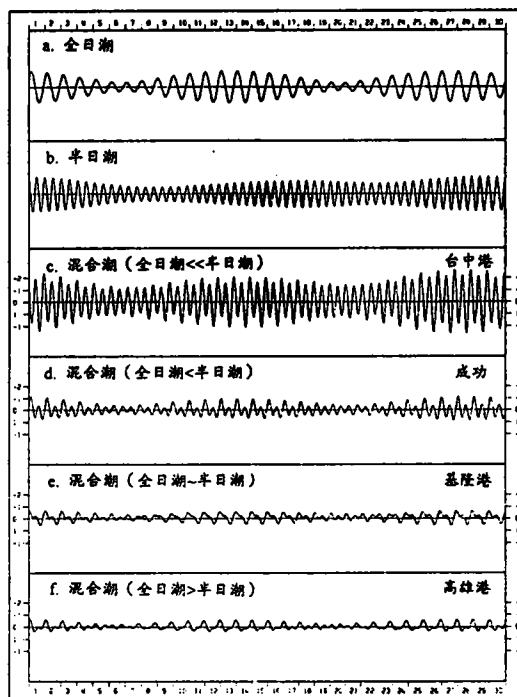


圖六 台中港、新竹漁港與芳苑驗潮站潮汐比較圖

肆、潮型

潮型係指沿海特定區域潮位之日變化型態。由於天體運動引力及水深與地形之差異，潮型在台灣沿海亦有所不同。潮型一般分為全日

潮型、半日潮型及混合潮型等三類，其具體之示意圖如圖七所示。判別潮型首先必須依據潮汐實測記錄進行潮汐調和分析，調和分析法主要係依據牛頓平衡潮理論將潮汐視為由多種不同頻率分潮組合而成之



圖七 全日潮、半日潮及混合潮示意圖

週期性規則海水面變化。常用之分潮頻率半日分潮以 M_2 (主太陰半日週期 principal lunar)、 N_2 (主太陰橢率潮 large lunar elliptic) 和 S_2 (主太陽半日週潮 principal solar) 為主；而全日分潮則以 K_1 (日月合成日週潮 luni-solar diurnal)、 O_1 (主太陰日週潮 principal lunar diurnal) 和 P_1 (主太陽日週潮 principal solar diurnal) 為主。經過潮汐分析求得以上 N_2 、 M_2 、 S_2 及 O_1 、 K_1 、 P_1 等主要之分潮振幅後，將其代入下列潮型指標判別式：

一、法國制

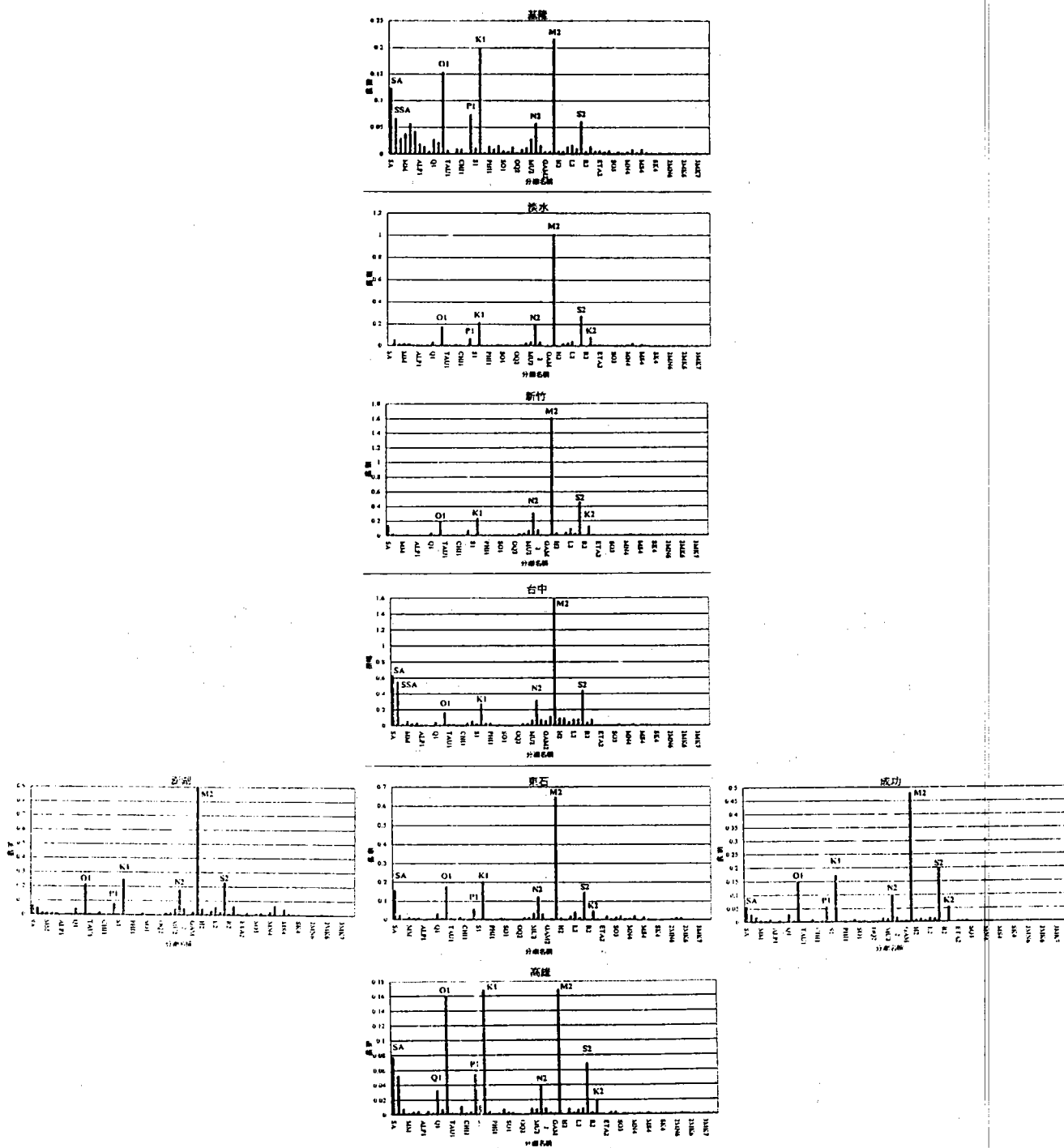
$$F = \frac{(O_1 + K_1)}{(M_2 + S_2)}$$

$F < 0.5$ ，半日潮型
 $0.5 \leq F < 1.25$ ，混合潮型
 $F \geq 1.25$ ，全日潮型

二、美國制

$$f = \frac{(O_1 + K_1)}{M_2}$$

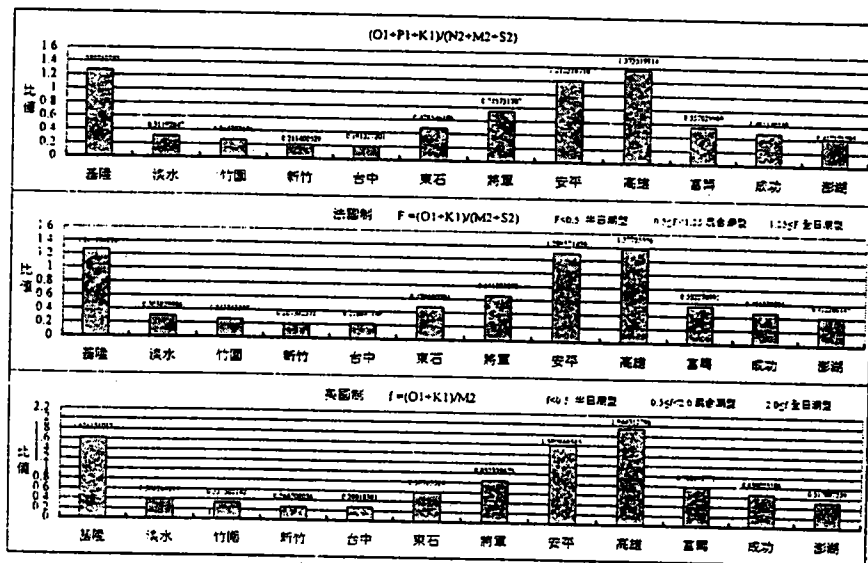
$F < 0.5$ ，半日潮型
 $0.5 \leq f < 2.0$ ，混合潮型
 $F \geq 2.0$ ，全日潮型



圖八 台灣四周沿海主要潮汐測站之分潮振幅分析比較圖

則特定區域之潮型即可求知。台灣四周沿海主要之潮位測站實測潮汐資料經調和分析後，可得其主要頻率之分潮振幅如圖八所示，圖九為相對應之潮型判別圖。由圖觀察可知，若以法國制為潮型判別依據，則西部從淡水、桃園、新竹、台中

到嘉義以及澎湖和台東成功皆為半日潮型；台南將軍與台東富岡為混合潮型；蘇澳、基隆、台南安平及高雄則為全日潮型。若以美國制為判別依據，則西部除淡水、桃園、新竹和台中為半日潮型外，其他沿海地區大多皆屬混合潮型。



圖九 台灣沿海各地之潮型

伍、潮汐特性之思想起

台灣四周海岸沿海的潮汐特性，根據以上實測潮汐資料之分析可明顯知道：在基隆與高雄其平均潮差皆小，分別為79.5公分及68.5公分，潮時接近，基隆比高雄落後約1小時，潮型相當，皆屬全日潮型，且分潮振幅 O_1 、 K_1 及 M_2 皆顯著，值域約介在0.15至0.2間；但新竹

與台中其平均潮差皆大，分別為371.4公分及400.8公分，潮時接近，新竹比台中提前約1小時，潮型亦相當，但卻皆屬半日潮型，且分潮振幅 M_2 明顯比基隆及高雄為大，其值可高達1.6，約為基隆的7倍，且達高雄之9.4倍， O_1 及 K_1 相較於 M_2 雖不顯著，但其值域仍在0.2左右，與基隆、高雄比較並無太大之差異。以上對於分潮振幅及潮型之分

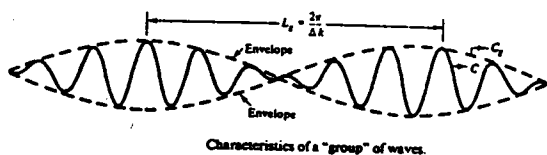
析比較可參考圖八及圖九，在圖八中，由於其顯示之橫軸座標係以各分潮加以定義，而在潮汐調和分析中，因考量每一特定分潮皆有其特定對應之角頻率 (angular frequency)，因此，圖八雖為台灣沿海潮汐資料分析後之分潮振幅比較圖，但實際其亦可視為分潮振幅頻譜圖 (spectrum diagram)。由頻譜觀點出發，高雄與基隆之頻譜明顯皆具有三個主頻，分別位於 O_1 、 K_1 及 M_2 上，而在台中與新竹， O_1 及 K_1 主頻及振幅皆近似保留不變，但主頻 M_2 之振幅則明顯地有增大之現象，若將分潮振幅頻譜以能量頻譜方式表示，則台中與新竹之 M_2 主頻能量將約為基隆之50倍，且為高雄之88.6倍。 M_2 分潮振幅及能量之大幅度增大實非地形、水深變化或潮波南北匯聚，或潮波擁擠、淺化等過去常有之解釋原因所能含括。此外，台灣之西部海岸係在台灣海峽水域之東邊界上依據潮時分析結果已可確認潮汐在漲潮及退潮期間皆約以基隆及高雄為潮位漲退之出入口，潮汐在高雄及基隆以含約等能量的三個分潮主頻分別由台灣西海岸南北匯入，其中僅 M_2 分潮之主頻有振幅或能量明顯增大之結果，而 O_1 及 K_1 之分潮主頻與振幅皆未有所變動。此現象在研究台灣中北部海岸大潮差特性或原因之同時似應一併納入考量說明。

陸、潮時特性試釋

潮汐因其係地球及其他鄰近天

體運動所造成，故而對潮汐觀測所得之潮位歷時記錄，如圖五所示，實際上其即包含有不同天體運動週期所支配之不同頻率潮汐分量。在波動學裡，相近似頻率之兩同方向行進之波動相組成可得如圖十所示之群波波形，整個群波波形有其一定的相位變化速度 (C) 和能量傳遞速度 (C_g)，此二種波動速度當水深與波長比值小於 $1/20$ ，即滿足淺水波之定義時，相位變形速度和能量傳遞速度將為等值且可用 $\sqrt{gd}$ 表示， g 表重力加速度， d 表示水深。由於群波之組成與潮汐相近似，故而潮汐可近似類比為淺水長波，換言之，即可用“潮波”來描述潮位之變化與潮汐之運動，且其運動速度仍為 $\sqrt{gd}$ 。依據此速度並參考圖四台灣附近海域之水深圖，假設台灣東岸及高雄以南之近岸水深可平均以200米估算，則潮波將有44m/s之行進傳播速度。由於台灣沿海漲退潮之潮時皆以台東成功最早，若估計高雄至台東成功為250公里，成功至基隆為400公里，則潮波自太平洋深海傳抵台東成功後將約需2.5小時始可抵達基隆，到達高雄則約需1.6小時，自此而後，潮波一由高雄北上，一由基隆南下，仍參考圖四，假設高雄至基隆之近岸水深平均為40米，則潮波在台灣西海岸沿岸之速度將僅約20m/s，估計基隆至台中之距離為200公里，則潮波自基隆傳抵台中之時間約需2.8小時，自高雄北上之潮波，因須繞行嘉義及雲林近岸之淺灘沙洲，

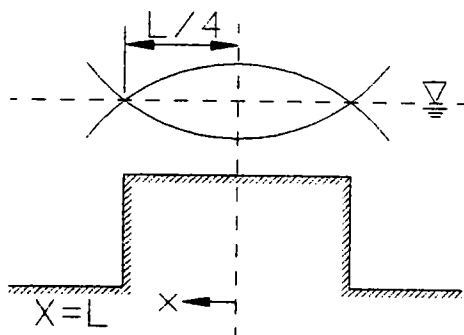
因此若估計高雄至台中之沿岸距離為 300 公里，則潮波自高雄北上抵達台中約須 4.2 小時。將以上由台東成功起算之潮時延遲對照台灣沿海潮位測站實測結果可知，台灣四周沿岸之潮時實際是可由淺水長波波速及測站與台東成功之距離加以估算求得，只是估算時，基隆經台灣東海岸至高雄之近岸水深概略應以平均水深 200 米計算；而高雄沿台灣西海岸至基隆其平均水深概略須以 40 米計算。



圖十 群波示意圖

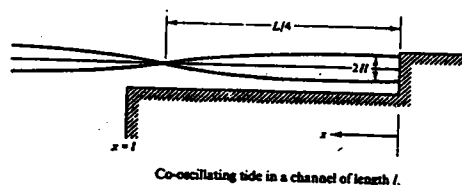
柒、潮差與潮型特性試釋

根據台灣西海岸潮時之特性分析可知，在漲潮時，潮波係由台灣海峽南北兩端分別向西海岸中段匯



圖十一 高雄與基隆間沿岸潮波群振幅示意圖

入，參考圖五可明顯看出，潮波在台灣海峽南北匯入口上，其潮波群之振幅大小實際甚為有限，當潮波群稍向西海岸中段行進時，由嘉義東石或澎湖馬公及桃園竹圍之潮波群振幅可看出，此時潮波振幅已明顯增大，及至新竹南寮與台中港，潮波振幅增至最大，在這振幅增大之過程中，實際之潮波，其潮型在高雄與基隆皆以全日潮為顯著，但在新竹與台中，潮型則反而轉為半日潮明顯，此結果依據圖四台灣附近海域之水深圖及圖二潮位變化圖，可整理潮波群在高雄與基隆間之潮波振幅示意圖如圖十一所示。圖十一因其對稱性質，實際上又可以圖十二表示。而圖十二係為一維潮波在理想化渠道內行進及反射交會之情形。依據圖十二，考慮一長波自深海進入至等深渠道，並會於渠道端反射且於渠道內形成駐波(standing wave)，波腹(antinode)位於渠道端上，若 η 表示此駐波之水位變位，則其可用入射及反射長波相疊加表示如下：



圖十二 潮汐協振盪示意圖

$$\begin{aligned}\eta &= \eta_i + \eta_r \\ &= \frac{H}{2} \cos(kx - \sigma t) + \frac{H}{2} \cos(kx + \sigma t) \\ &= H \cos \sigma t \cos kx\end{aligned}$$

式中：H/2表入射及反射長波之波動振幅， $k = \frac{2\pi}{L}$ 表波數，L表波長， $\sigma = \frac{2\pi}{T}$ 表波頻率，T為波週期，x及t分別表示位置及時間。依據上述駐波之水位變化 η 可得，當 $kx = \pi/2$ 或 $x = L/4$ 時可得駐波之水位值最小，亦即為波節(node)之位置，而在渠道入口處之駐波水位，當 $x = l$ 時，其 $|\eta(l)| = H |\cos kl|$ ，同時在渠道底端，即當 $x = 0$ 時，其 $|\eta(0)| = H$ ，以渠道入口處之水位為分母，渠端之水位為分子，可得渠道底端與入口處之水位比值為

$$\frac{|\eta(0)|}{|\eta(l)|} = \frac{1}{|\cos kl|}$$

觀察上式可得，當 l 趨近於 $(2n-1)L/4$ ， $n=1, 2, 3 \dots$ 時，其比值將趨近於無限大或稱為共振(resonant)。以上係為潮汐協振盪波(Co-oscillating Wave)之理論架構與分析。比對圖四台灣西海岸沿海之水深可得其地形由北至南之縱剖面其型式與圖十一(或圖十二)甚為相似，又依據基隆與高雄潮汐調和分析結果(如圖八)知道，由台灣海峽

南北兩側匯入之分潮主頻以 O_1 、 K_1 及 M_2 為主，且分潮振幅相當。應用上述協振盪波之理論結果，首先對 O_1 及 K_1 分潮主頻加以檢視，因西海岸之水深可以40米估算，所得之淺水長波波速約為20m/s，因波速可用波長對週期比值表示，假設 O_1 及 K_1 之週期均為24小時，則可得其對應之波長應為1728公里，取用協振盪波之共振條件，令 $n=1$ ，則其 $l = 432$ 公里，回歸至圖十一之基、高距離應為864公里，明顯比實際西海岸沿海長度為大，故不滿足協振盪波之共振條件，故而對 O_1 及 K_1 之分潮而言，其由台灣西海岸南北向中部沿海匯入時，除振幅將因相位變化及淺化而比原值稍有增減外，其主頻仍將保留傳遞至中部沿海。再檢視 M_2 之分潮特性，因其週期約為12.4小時，對波速仍為20m/s之淺水長波而言，其波長約為893公里，依協振盪波之共振條件檢視，仍令 $n=1$ ，可得 $l = 224$ 公里，此由圖十二可確認其係等深淺渠道入口至波腹或反射牆或對稱面之距離。將其與基隆至台中或台中至高雄之沿岸長度相對照可知，實際台灣西海岸之水深恰足以令其 M_2 週期之主頻分潮產生協振盪波共振現象。故而有台中或新竹之 M_2 分潮主頻能量高達基隆之50倍且為高雄之88.6倍之結果。也因此可順利解釋台中與新竹為何潮差特大而 M_2 主頻或半日潮明顯之原因。

捌、結語

經由潮時、潮差及潮型等潮汐之特性分析探討後，本文於此以下列數點結果作為結語：

1. 台灣四周沿海之潮時可用距離對淺水長波波速 ($\sqrt{gd}$) 之比值估算，波速計算時，自基隆經台灣東海岸至高雄，海域之平均水深可取用 200 米或直接使用波速為 44m/s；自高雄經台灣西海岸回到基隆，海域之平均水深可取用

40 米或直接使用波速為 20m/s。

2. 台灣西海岸潮差與潮型之變化主因應為潮波由台灣海峽南北向中部匯入所產生之潮汐協振盪波之共振現象。

玖、誌謝

感謝“台灣的潮汐”一書之作者劉文俊先生惠允本文引用其書內之部份圖文，並對劉先生費心分析整理台灣的潮汐特性致以最誠摯之敬意。

高雄港區老舊碼頭調查研究系列報告(2)

蘇吉立 港研所大地工程組助理

一、前言

本報告係本人依分配研究工作，並配合進度做個人研究心得與成果之系列性簡報。全意並不一定納入它日全體研究小組之總結報告。所提內容，歡迎各方先進不吝指教，並提出高見。

本報告先前報導係針對研究工作的先前作業、規劃及學理上的簡要介紹與探討。並無針對研究主題作出任何結論式之定論。特此強調，以免誤導。

前次所提調查記錄表，因應現地之實際狀況，已作更合適之更修，如記錄表(A)及(B)。

本次係第二次之工作報告：主要内容為現地初勘。

二、高雄港區碼頭現地調查研究工作概述

雖然高雄港目前已有一系列很好的管理制度及維修作業系統，全體成員亦具高度的敬業精神與鬥志，但為進一步提昇競爭力，迎向亞太營運中心，如何更進一步提昇碼頭之運作順暢與安全度，使事故發生率降至最低，積極對全港區碼頭

作全盤性之安全調查與評估，以為日後管理、維修施工及先後緩急之依據，並借以參考研擬出一套更附合法令時宜之管理系統及防患對策，實已刻不容緩。

為期工作順利，使得調查工作更具明確性、統一性與迅速性，且有一準則可行，本研究特規畫設計一調查記錄格式(已作修正如 A&B 表)。

廣義碼頭之安全調查，不應單就結構有關方面，實際含蓋範圍甚廣；如：碼頭作業流程、作業安全、作業環境等等，但本研究基於時效與經費之許可，亦祇能著重於碼頭結構安全方面之調查。是故主要勘查範圍：自碼頭法線至碼頭後線第一線相關附屬建物、設施之平面與縱向之異變現象。

三、高雄港區實地調查碼頭結構型式

高雄港區現有碼頭岸壁所採用結構型式，經搜集統計並加以歸類，主要可區分重力式、錨錠式、棧橋式與混合式四種。

本研究依序已階段性完成基本資料搜集，及現地初勘，實際調查

碼頭計有重力式碼頭16座(佔16%)，錨錠式碼頭62座(佔50%)，棧橋式碼頭26座(佔20%)，混合式碼頭14座(佔14%)，合計共調查碼頭118座。(船渠或魚港若無特別編號，均以一座碼頭計)。

四、現地調查方法

本研究調查工作將分初勘及詳勘兩階段。初勘為全港區性，第二階段詳勘將考慮經費及時間的許可，再從初勘結果中選定幾座適當碼頭，並進一步利用儀器量測、監測及理論分析等方法，進行更深入之研究調查。

第一階段初勘，主要使用一些簡單工具，如：角尺、垂球、鐵鏈、防水捲尺、水平尺、照相機、基本資料表及調查紀錄表。針對現場之外視各種異變現象，依土壤與結構力學之基本原理，配和調查研究人員之專業經驗，綜合各種異象，預先作成合理之研判與建議。

調查中針對現場外視之各種異變現象，除筆錄記述外，均拍照存檔，以便作為日後更深入探討之依據。

五、第一階段現地研究調查初勘結果

初勘結果，發覺除部份碼頭因適逢維修不久，勘定不易外，碼頭由於經年累月遭受物理、化學與力學性等干涉所產生的影響，均可由外視現象獲得一些初步的警訊。於

此我們將這些外視警訊，稱為外視異變現象。

截至本階段，現地研究調查118座碼頭，經初堪整理顯示，碼頭之異變現象，依其危險度之排列次序(輕至重)主要可區分為：腐蝕、龜裂、破裂、沉陷、拱起、傾斜、崩塌等七大異象。而此等異象決非單獨發生，此觀念必須特別留意。

為評估初勘結果我們擬訂一綜合評估分類標準，如表1。

完成之實地初勘綜合評估表，已先送港務局相關人員參考，其目的為取得共識、使資料更完善、作為選定第二階段詳勘碼頭之依據及維修作業之參考。

碼頭實地初勘綜合評估表範例及說明如表2。

於此特別強調一觀念；即初勘外視異象度並不一定等於危險度，因為有些尚須實驗數據及理論分析方得以判定，此亦為詳勘首要之工作。

六、結論

本研究初勘工作歷時21天，已圓滿完成。此期間特別感謝高雄港務局熱心的協助與多方的配合，吾謹代表本研究小組致上萬分的謝意，更祈望能隨時繼續提供寶貴之意見，謝謝！

本次報告暫結於此，最後本人就此次調查結果，另歸納出碼頭導致主要異變現象之可能受力與行為，並繪一以鋼板樁碼頭為例之示意

圖，如下圖。

圖中(1)、(3)、(4)、(12)、(13)等項

所導致之異變行為，頗值得傳統設計上進一步的仔細探討。

錨錠式鋼板樁碼頭主要受力及異變現象與部位
(斷面示意圖)

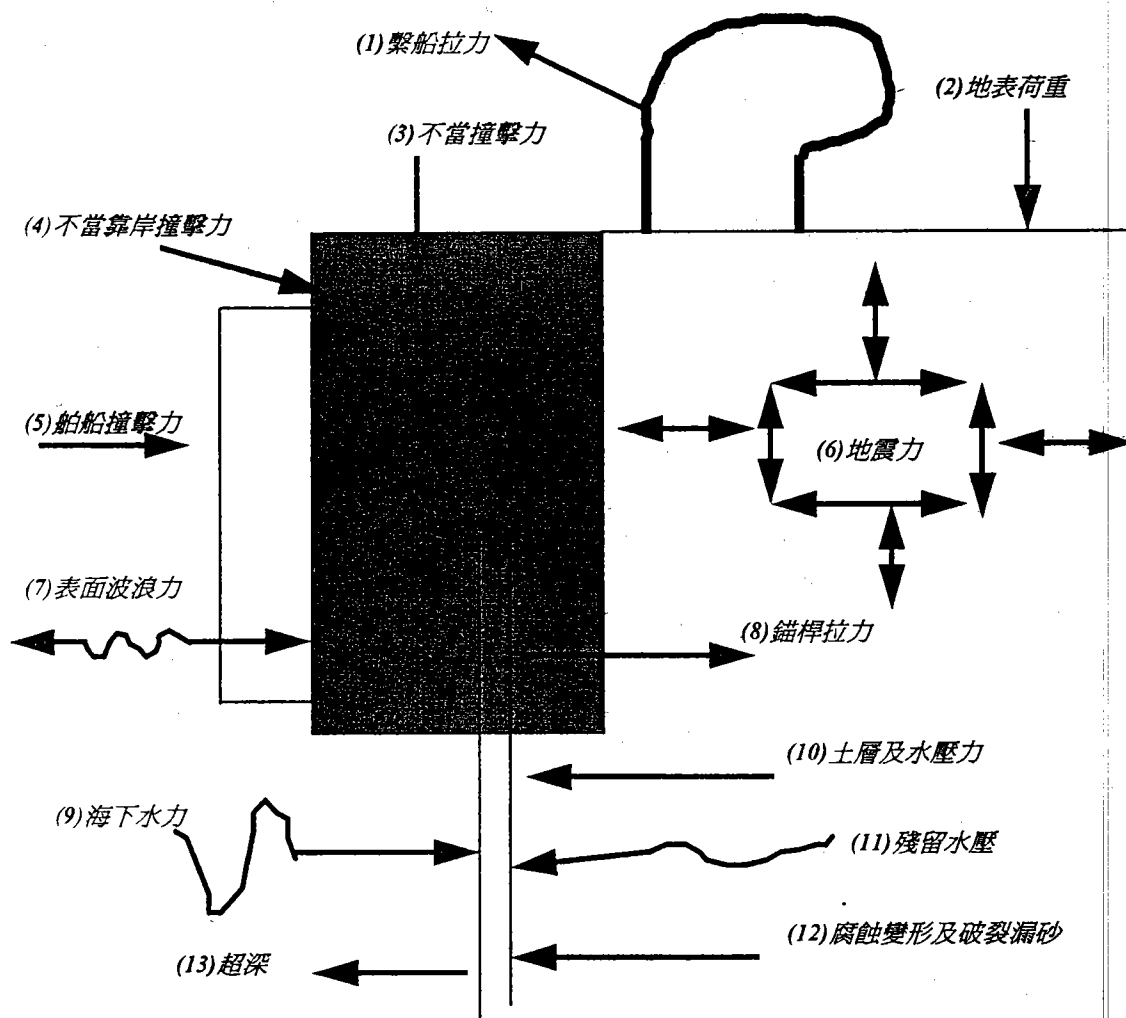


表 1 碼頭外視異變現象度綜合評估分類標準表

外 視 異 象	異 象 度 分 類			
	1.高度警示	2.中度警示	3.警示	4.正常
1.腐蝕	全面性 嚴重危及結構	全面性或局部性 有危及結構之虞	局部性 有危及結構之虞	局部性
2.龜裂	全面性	全面性	全面性或局部性	全面性或局部性
3.破裂	全面性	局部性	輕微或無	無
4.沉陷	全面性 沉陷量大於20cm	全面性 沉陷量小於20cm	全面性或局部性 沉陷量小於10cm	無
5.拱起	全面性或局部性 拱起量大於5cm	局部性或無 拱起量小於5cm	輕微或無	無
6.傾斜	肉眼明顯可見	有傾斜之虞或無	無	無
7.崩塌	局部性 含多處塌陷洩空	局部塌陷	無	無

表 2 高雄港碼頭初勘基本資料及外視異象度綜合評估總表

碼頭 編號	用 途	碼頭 構造	建造 日期	啓用 日期	設計 水深	現地 水深	碼頭 面標高	腐 蝕	龜 裂	破 裂	沉 陷	拱 起	傾 斜	崩 塌	超 深	綜合評估
								*					*		*	3B
								*					*			3BE
								*			*		*		*	3BE
								*					*		*	3BE
								*	*	*	*	*	*	*	*	未調查
								*					*		*	3BD
								*					*		*	3BD
													*		*	2-3B
															*	1A
																已廢棄
																已廢棄
								*								3-4B
											*		*		*	2-3C
																3-4C
								*	*	*	*	*	*	*	*	未調查
															*	2A
								*	*	*	*	*	*	*	*	未調查

分類定義及代號說明

異象度等級

- 1-高度警示 (異變現象全面性且情況嚴重)
- 2-中度警示 (異變現象局部性且情況嚴重)
- 3-警示 (已見輕微異變現象)
- 4-正常 (未見異變現象)
- 0-翻修遭掩視, 無法判斷

材齡等級

- A-極老舊 (30 年以上或材料全面嚴重老化)
- B-老舊 (10-30年或材料已局部老化)
- C-新 (10 年內)
- D-現場可見近期新翻修
- E-現場可見曾翻修過

註：

- (1)空白者, 表示無資料或無此外視異象。
- (2)• 者表示不明「可疑」尚待調查或更進一步檢測。

高雄港區碼頭現地初勘調查記錄表(A)

碼頭編號：

碼頭法線板面標高：EL+

m

用途屬性：		水深：		原設計		目前		
長度：		縱深：		EL-		FL-		
原設計泊靠船級：		實際泊靠船級：						
1.建造日期：		啓用日期：						
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾) v		重力式	自立式或 錨錠式板樁		棧橋式	不明	附圖另詳	
3.碼頭附屬設備：								
項 目		損壞程度 (附相片圖說) (屬項請打勾) v						
		極老舊	老舊	翻修	新	腐蝕	局部損壞 全面損壞	
a.作業機械設備								
b.繫船柱								
c.防舷材								
d.照明設施								
e.給水設施								
f.排水設施								
g.供油設施								
h.擋車牆								
i.倉庫								
j.辦公室及房舍								
k.堆置場								
l.通棧								
m.其它								
4.碼頭主體結構之損壞狀況：(附相片圖說)		(既有項目請打勾) v						
損壞種類		結 構 部 位						
		基礎	柱	板樁	壁體	法線橫樑	碼頭面	繫船柱基 後線地面
a.腐蝕								
b.龜裂								
c.破裂								
d.沉降								
e.拱起								
f.傾斜								
g.崩塌								
h.滲水								
i.出水								
j.其它								
5.維修過程說明：								
6.綜合評估：		(屬項請打勾) v						
新	正常	曾維修	極老舊	老舊	高度警示	中度警示	警示 無法判定	
7.建議深入調查事項：								

調查員：蘇吉立

時間： 年 月 日

說明：

製表：蘇吉立 85年09月更修

File Name:86K WP002.XLS

A-極老舊(30年以上或材料全面嚴重老化)

1-高度警示(異變現象全面性且情況嚴重)

B-老舊(10-30年或材料已局部老化)

2-中度警示(異變現象局部性且情況嚴重)

C-新(10年內)

3-警示(已見輕微異變現象)

D-現場可見近期新翻修

4-正常(未見異變現象)

E-現場可見曾翻修過

0-翻修遭掩飾，無法判斷

高雄港區碼頭現地細部調查記錄表(B)

碼頭編號：

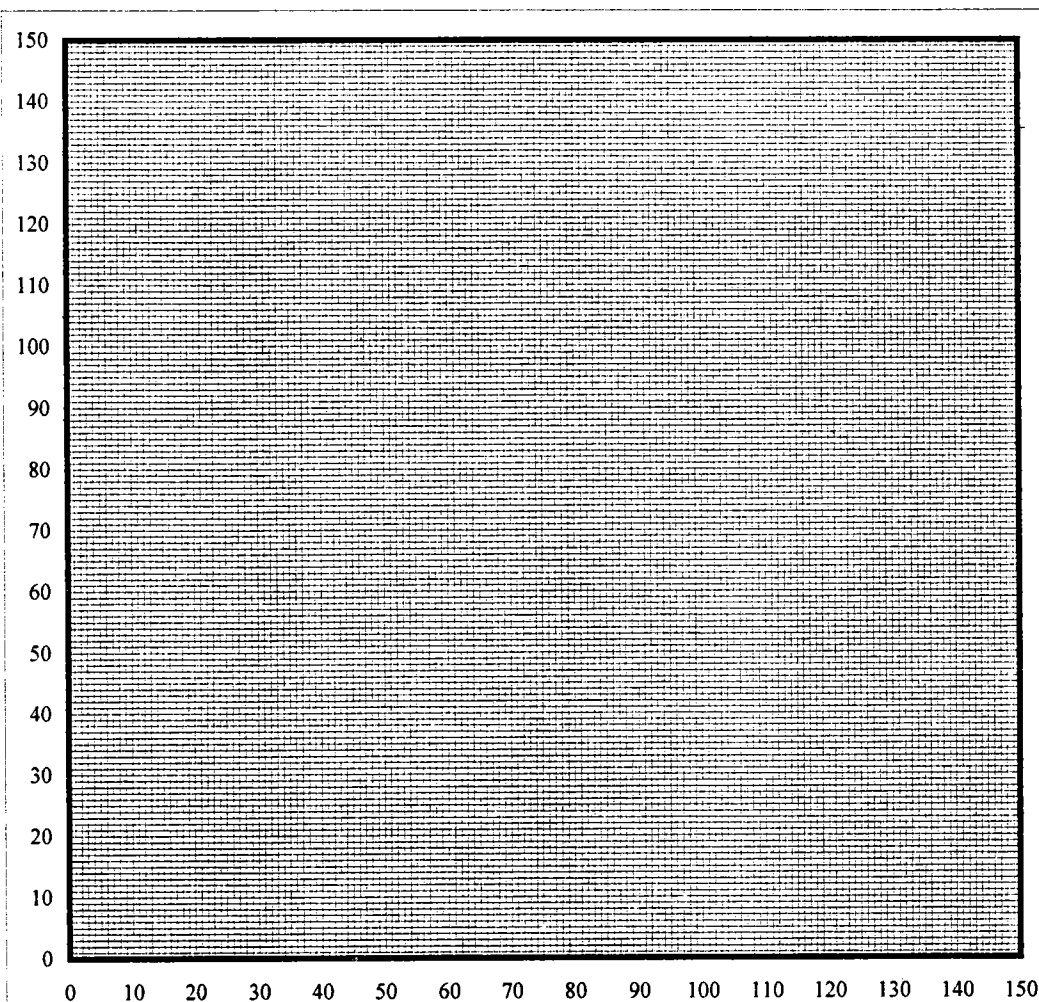
碼頭法線板面標高：EL+ m

用途屬性：		水深：	原設計	目前
長度：	縱深：		EL- m	FL- m
原設計泊靠船級：		實際泊靠船級：		
1.建造日期：		啓用日期：		
2.碼頭構造形式 (屬項請打勾)	重力式	自立式或 錨錠式板樁	棧橋式	不明
☒				附圖另詳

碼頭平面實測圖

單位：

Scal=1:/



評估結果：

調查員：

時間： 年 月 日

通 告

海岸工程數值模式研討會

宗旨：介紹海岸工程方面如深水波浪推算、近岸波浪推算、港池共振、潮流、沿岸流、地形變遷、污染擴散等數值模式之研究及應用。
主辦單位：港灣技術研究所
協辦單位：成功大學水利及海洋工程學系、水工試驗所
日期：1997年1月16日(星期四)、17日(星期五)
地點：成功大學國際會議廳
報名費：新台幣1000元(含論文、午餐、點心)
聯絡人：數學模式組 蘇青和 電話：(04)656-4415 傳真：(04)657-1329

議程表

第一天：1997年1月16日(星期四)

報到：8:20~8:50
開幕式：8:50~9:10(張金機所長)

(一)波浪數值模式—主持人：張金機、陳陽益

09:10~09:50	1. 颱風波浪推算的探討	台大海研所	梁乃匡
09:50~10:30	2. 中央氣象局海象預報作業之現況	中央氣象局	李汴軍
10:30~10:50	休息		
10:50~11:30	3. 以有限元素法模擬近岸碎波波場	台大土木系	蔡丁貴等
11:30~12:10	4. 港池共振數值模式介紹	港研所	蘇青和
12:10~13:20	午休		

(二)海流數值模式—主持人：黃良雄、李兆芳

13:10~13:50	5. 沿岸流之數值模擬	成大水利系	許泰文
13:50~14:30	6. Princeton 三維海岸數值模式之應用與評估	成大水工	管秩豐
14:30~14:50	休息		
14:50~15:30	7. 台中港潮汐與海流特性	港研所	莊文傑
15:30~16:10	8. 應用SOFDAM模式在桃園觀音近海之潮流計算	能資所	顏志偉等

第二天:1997年1月17日(星期五)

(三)地形變遷數值模式—主持人:歐善惠、蔡清標

09:10~09:50	9.波流互制作用下近岸海域地形變化之數值模式	台大造船系	林銘崇
09:50~10:30	10.海岸地形變遷數值模擬及應用探討	中興顧問	龔誠山等
10:30~10:50	休息		
10:50~11:30	11. Comor 海岸變遷數值模式及其應用實例之探討	能資所	張恒文等
11:30~12:10	12.濁水溪河口地形變化數值模擬	成大水工	許榮庭
12:10~13:10	午休		

(四)污染擴散數值模式—主持人:黃煌輝、莊甲子

13:10~13:50	13.污染物海洋拋置之數值模式及應用	中大土木系	周憲德
13:50~14:30	14.溫排水遠域擴散之研究	海大河工所	楊文衡
14:30~14:50	休息		
15:50~15:30	15.海域污染擴散數值模擬之介紹與應用	成大水工	劉景毅
15:30~16:10	16.嘉南海域污染擴散計算與污染物去除分析	能資所	陳筱華
