

# 港灣報導



季刊 No. 46

## 要 目

- ❖「國家海洋科學研究中心」之任務及概況
- ❖台灣近岸底質資料調查與資料庫系統之評估
- ❖海峽兩岸漁業資源之管理與利用
- ❖波高作用於防波堤之不確定性分析研究
- ❖港口能量之探討
- ❖重力式碼頭安全檢測與維修研究

中華民國八十七年十月出版

台灣省政府交通處港灣技術研究所

## 台灣地區各國際商港埠行銷教育訓練 (第五梯次)



交通處陳處長主持各國際商港行銷課題研討會



文建會吳中立副主任講授「行銷與媒體」



交通部航政司吳榮貴司長講授「如何藉由商港管理體制的改革提高港埠競爭力」



上課情形

87年9月10~12日

目 錄

一、「國家海洋科學研究中心」之任務及概況 -----	1
陳民本    台大教授兼國家海洋科學研究中心副主任	
二、台灣近岸底質資料調查與資料庫系統之評估 -----	14
簡連貴    國立台灣海洋大學副教授	
張志新    國立台灣海洋大學研究生	
三、海峽兩岸漁業資源之管理與利用 -----	25
吳俊岸    國大代表兼新竹區漁會總幹事	
四、波高作用於防波堤之不確定性分析研究 -----	27
郭建華    基隆港務局設計課副工程司兼課長	
劉凡正    基隆港務局港工處測量隊副工程司兼隊長	
何秉均    基隆港務局設計課幫工程司	
五、港口能量之探討 -----	39
賴瑞應    港灣技術研究所助理	
張國泉    港灣技術研究所助理研究員	
六、重力式碼頭安全檢測與維修研究 -----	43
蘇吉立    港灣技術研究所助理	

# 「國家海洋科學研究中心」之任務及概況

陳民本 合大教授兼國家海洋科學研究中心副主任

## 摘要

國家科學委員會於民國八十六年8月1日在台灣大學內成立「國科會海洋科學研究中心」。中心根據成立之宗旨與目標，由執行委員會等組成相關之任務小組積極推動並執行五項任務：

1. 推動海洋相關尖端研究；
2. 推動衛星遙測之海洋及大氣科學研究
3. 協調及整合海洋研究船隊；
4. 海洋資源調查及建立資料庫；
5. 推動國際海洋科學合作。

海洋相關尖端研究的工作重點為：

1. 台灣海峽全面觀測及現報模式建立；
2. 南海定點觀測站執行海況連續觀測。

## 壹、緣起

依據：第五次「全國科學技術會議」（「民國八十五年9月16~19日，台北）中有關「海洋科技一以科技調查、開發與保護海洋環境」的結論為：

1. 建立國家海洋科技研發中心與海洋環境調查的專門機構，成立調查船隊及基地。
2. 建立海域綜合開發的規劃與研發體系，建立海域開發保育之分區分工。
3. 擇定重點海域進行環境監測及污染預警工作，並補足氣象局海象測報中心人力。

源自上項結論，國科會遂積極推動先於民國八十六年8月1日在相關學術研究機構內成立「國科會海洋科學研究中心」，整合及規劃國內海洋研究資源，提昇海洋科學研究水準，推動跨部會海洋資源調查及資料庫建立之國家型計畫，並為未來成立國家海洋科技研發與環境調查的專門機構預為準備。台灣四面環海，專屬經濟海域、歷史海域（南海）範圍遼闊，科學研究課題甚多，且又蘊藏著豐富的海洋資源。另一方面，我國近年來積極參與國際科學合作活動，研究範圍更延伸至東海、西太平洋、甚且遠及赤道海域。「海洋科學研究中心」可以善用國內有限資源、促進海洋研究之整體發展、及保護海洋生態環境。

。未來全球環境變遷勢必影響海洋環境變遷，海洋環境之研究不但可提昇我國在國際之研究地位，亦有助於我國國計民生問題的解決。台灣沿海地區的海水倒灌，地層下陷等，都有待於「海洋科學研究中心」執行國家型計畫，來加以觀測、預報和剖析問題之所在。

## 貳、國科會海洋科學研究中心成立

國科會為落實第五次「全國科學技術會議」（民國八十五年9月19日，台北）中有關「海洋科技一以科技調查、開發與保護海洋環境」的結論，而期望學術界成立「海洋科學研究中心」。遂於八十六年上半年審查台灣大學、海洋大學和中山大學所提出之計畫後，決定於8月1日在台灣大學內成立「國科會海洋科學研究中心」。中心根據成立之宗旨與目標，由執行委員會等組成相關之任務小組積極推動並執行五項任務：

1. 推動海洋相關尖端研究；
2. 推動衛星遙測之海洋及大氣科學研究；
3. 協調及整合海洋研究船隊；
4. 海洋資源調查及建立資料庫；
5. 推動國際海洋科學合作。中心之運作在行政方面由國科會聘任之國內外學者專家組成「顧問委員會」與「執行委員會」，擔任中心之諮詢及決策任務，並遴選中心主任及科學家自主任運作。

台大行政體系依據中心之需求，充分配合並提供各項行政支援。在人員方面，台灣大學於第一期三年計畫中提供4名科學家員額由中心聘任，未來視中心發展，台大將優先考慮增加員額供中心聘任研究人員。此外，海洋研究所支援技正、技術師各1名外，貴重儀器中心8名專業技術人員和1名行政人員全部轉予中心。在空間方面，台灣大學提供全球變遷研究中心和海洋研究所專用研究室及實驗室空間逾200坪給「國科會海洋科學研究中心」使用，同時，與全球變遷研究中心共用會議室(17坪)與演講廳(48坪)。在設備方面，台灣大學各系所之圖書儀器設備均開放供中心人員使用。台灣大學海洋研究所圖書室歷年來於國科會及教育部之支持下，近三十年之期刊、參考書籍、各式報告極為完整，完全開放予中心人員使用；台灣大學「海研一號」研究船之65%船期，亦即每年提供約140出海日完全交由中心分配使用，該船每年運作經費逾5,000萬元，仍由台大自行編列預算支應；「海研一號貴重儀器中心」之現有設備，價值逾數億元，完全轉移由中心管理使用。

海洋科學研究中心為國科會下之一國家級研究中心，以委託計畫方式由台灣大學主辦。中心設顧問委員會，由國內外傑出海洋學者六人組成。委員由國科會主任委員聘任，聘期一任二年，並得續聘。顧問委員會為中心主任，副主任及執

行委員會顧問。執行委員會由中心主任，副主任，中心科學家代表一名，地球科學研究推動中心主任，及國內海洋及大氣學者五人，共九人組成。國內委員由國科會主任委員聘任，聘期一任一年，並得續聘。中心設主任一名，由執行委員會之國內委員遴選國外傑出海洋科學家，經顧問委員會同意後，報請國科會主任委員聘任，聘期一任二年，並得續聘。台灣大學得聘中心主任擔任講座教授。此外，中心設副主任一名，由台灣大學專任教授中借調擔任，八十六年度遴選陳民本教授擔任中心副主任，中心主任出缺期間，由副主任暫代主任。八十七年八月一日起，從美國夏威夷大學回國的李遠輝教授被國科會聘任為中心主任。中心設中心科學家五人，名額分別由國科會(1位)、台灣大學(4位)提供，由執行委員會遴選聘任之，聘期一任三年，並得續聘。任期內得由台大依其學術專長優先考慮於相關系所聘任為專任或兼任教授，擔任授課與指導學生研究工作。此外中心因業務需要，得置博士後研究員、研究助理及行政人員等各若干人，由中心自行遴選聘用。民國八十七年八月中心已聘用夏復國和詹森二位副研究員，博士後研究員鍾仕偉、李丙生、陳仲吉、王樹倫和王玉懷等五位。他們都已積極投入中心的尖端研究的各項工作。

## 參、海洋科學研究中心的任務

「海洋科學研究中心」在起初的三年內，國科會自然處以專題計畫方式支持該中心之運作。該中心的運作方式是以美國海洋及大氣總署的模式為主，以研究和服務並重。中心的主要任務有四：

### 一、推動尖端海洋科學研究

第一年的推動台灣海峽海象現報(Now-Cast)研究為主，其目的期能於三年內瞭解台灣海峽之海象狀況，進而提供作海象之預報模式，此研究不但在海洋物理學上有極高之價值，可以瞭解連接南海及東海之台灣海峽的海況數值預報，而且可以提供海氣耦合模式，有助於台灣本島之氣象及暴潮之預報，對國計民生的助益很大。在本計畫中，對台灣海峽的海況、潮汐作全面性觀測外，對海峽之水深、亦將作連續三年之測量，以出版海峽地形圖為目標。第二年將推動在南海北部定點長時期的海況觀測(Time-Series)以瞭解我國海域在全球氣候變遷下，所產生的淨變化。此觀測之項目以海洋化學的資料配合海洋物理的觀測，以瞭解台灣地區海域水文、營養鹽及生物群集在時間上的變遷。該項計畫已獲得世界上其他各國的重視。

#### 1.台灣海峽海況現報研究

##### (1)建立台灣海峽海象模式

「台灣海峽海況現報研究」的首要工作是模擬台灣海峽的潮汐及潮汐流到適當的時空解析度，這項工作需要一個海平面觀測網路，此

網路不僅提供模式所需的資料並且也可用來作數據校正之用。在台灣西海岸已有足夠的潮汐測量站但是在台灣海峽的另一邊潮汐測站的數目較少且站與站間的距離較大。國立成功大學水力實驗室目前正在金門建立一個潮汐測站。本計劃在東沙、烏坵和馬祖建立淺水潮汐測站及在台灣海陸中間建已兩個深水潮汐測站；一在海峽的北端另一在海峽的南端。這些測站中的大部分將持續運作數個月以取得潮汐之潮位差變化。中心將分析ERS-1及TOPEX衛星所測得的海平面資料用來建立開闊洋面的界面。分析過的海平面及海流的數據將用來啓動及查驗一個三維數值模式。現有的潮汐數值模式僅能提供二維的模擬，因此欠缺在垂直方向上的解析度並且它所提供的在水平方向的模擬也不夠精確。因此無法確認區域的潮汐特性。新模式最主要的推動力在大幅提高所建立之潮汐特性在水平方向的解析度大約一公里左右。高解析度潮汐模式的建立在英國及南韓近海區域都有成功的先例。在第二及第三年，將加入大氣及鹽溫力來啓動高解析度數值模式，從氣象分析中來取得風力的資料。中心希望至少能設置一個能測量風、輻射及海水面溫度的氣象浮球。但是這個計劃可能會受到漁撈業的強烈反對及不講理的船民的阻撓而無法完成。另一個替代的方法就是將氣象測站設在石油鑽井平台上。此外為了更準確的利用氣象分析資料，

我們必須確認海洋氣象預測特別是在颱風發生的時候，預期可能需要與中共氣象局聯繫以達成這些目的。當實際的氣象觀測資料無法取得的時候中心科學家們亦將使用氣候資訊，在物理海洋學上所使用的標準方法是將模式模擬的結果儘量的接近實際之氣候資訊。

鹽溫力將可由對台灣海峽水團的觀測來決定。這需要台灣海峽南北端的溫度、鹽度剖面以提供模式所需的邊界資料。重覆的水文調查及過去的水文資料將用來決定季節性的變化。這特別需要在高屏峽谷地區有一個較好的水文資料庫，因為高屏峽谷是南海海水的入口因此有很強的內波活動。為此，中心可能與海軍的水文測量合作。此外，鹽溫力的產生及影響的範圍較大，因此，將嘗試把高解析度的台灣海峽模式加入解析度較低的海鹽（東海及南海）模式來了解水文的變化。

這裡所提出的現報研究的最終目的在建立國家的海洋預測能力。因此，從一開始就需要將這個模式系統介紹給其他政府機構、大學、工業界及一般大眾，這是個非常重要的工作。

中心將利用電腦模擬及其他媒體（例如網際網路）來提高大眾對此研究的認識。未來，這個預測系統將有一個非常容易使用的界面。例如在颱風期間對各種重要資料提供不間斷的展示。

## (2) 主要的研究工作

台灣海峽的海水主要受3種不同的驅動：潮汐、台灣海峽與附近其他水團的密度差異（溫鹽力）以及大氣相關的營力。台灣海峽的潮汐為南海及東海潮汐的延伸。就溫鹽力而言，中國沿岸流，特別是在冬季由北方進入台灣海峽，而黑潮及南海水則由南方進入台灣海峽。台灣海峽的風以東亞季風為主，在冬季為東北風，在夏季則為西南風。但偶爾會受冷鋒及颱風的影響而改變，由台灣西岸入海的河流僅在沿岸地區有限的影響沿岸流。

本計劃的目的是建立台灣海峽海流、鹽度、溫度及海平面變化的現報系統，海流、海平面及鋒面的位置對災害的預防，海軍作業、海上救難環境有關政策的制定，漁撈業及海洋資源的永續管理等都是非常重要的資料。有兩個主要的因素使中心決定本計劃中所建立的模式將僅限於在台灣海峽使用：第一台灣的經濟活動有90%位於西岸，第二因能力有限，台灣的研究船隊以在類似台灣海峽的海岸地區使用所得到的效果最好。本計劃將為3年後開始進行的現報系統計畫建立內部的結構並提供所需的能力及技術。為了達到這個目標在第一個三年計劃期間重要的工作在建立準確的後報能力及成果展示。在第一個3年計畫期間所獲得的經驗應足夠用以決定未來應如何發展一個可用的現報系統。

### (3)研究人員

參與本計畫的人員包括計畫的

主導者：美國馬里蘭大學的趙慎餘教授；現場調查教授：台灣大學海洋研究所的王胄教授、陳慶生教授、宋國士教授；模式發展參與研究人員：中心副研究員詹森博士、博士後研究員王玉懷博士、博士研究生助理李宏仁。此外，中心執行委員台灣大學海洋研究所的莊文思教授和陳民本教授亦參與規劃及計畫之執行。

## 2.南海定點觀測站執行海況連續觀測

### (1)緣起

「南海時間序列研究計畫」欲於遠離陸地干擾，水體物理特性穩定之南海( $19^{\circ}$  N;  $118^{\circ} 30' E$ )設立時間序列研究長期工作測站，期以三年(民國八十七年8月至民國九十年7月)的時間，定期收集南海上層水體之水文及生物資料。第一年之預計經費為新台幣壹千肆百萬。本計畫之目的有：(一)透過“時序資料庫”之建立，能對海洋物質循環及其在全球氣候變遷上所扮演之角色有進一步之了解及貢獻；(二)引進mooring及sensors等先進技術，為國內海洋自動偵測奠定基礎。計畫的第一及第二年度，以執行本中心之工作項目(航次觀測，引進及設立自動偵測系統)為主，航次每二個月執行一次。自第三年度起，為擴展海洋研究範疇，考慮開放附屬子計畫之申請，航次每月執行一次。此外，每年召開至少一次學術研討會，邀請國內外著名學者列席指導，以收實效。透過本計畫之執行

，我們預期能有下列四項具體之成果：(1)建立國內海洋專屬研究團隊，(2)因應國際趨勢，主導國內研究模式及方向(3)以高水準之學術研究成果，提昇國際形象及(4)提供撰寫本土教材之資料，奠定永續推展海洋科學之基礎。

自全球暖化(global warming)之現象遭揭櫫以來，海洋調節大氣CO<sub>2</sub>濃度變化之機制即成為本世紀海洋科學重要議題。全球海洋通量聯合研究 (Joint Global Ocean Fluxes Study; JGOFS) 亦即應運而生。在 JGOFS 計劃下有四個主要成份群，分別由不同的角度探討並解析全球碳循環之間題，時間序列研究 (Time Series Studies；TSS)即為其中之一。

海洋TSS係於一遠離陸地干擾，物理性質穩定之水體做長期而固定的連續調查，以期了解各種海洋生物及化學現象在季節，年間乃至世紀時間尺度內的變異。1988年，美國國家科學基金會 (NSF-USA) 同時選定北大西洋之 Bermuda 及北太平洋之 Hawaii 推行 TSS。二者之計劃名稱分為 HOT (Hawaii Ocean Time Series; 1988-1993) 及 BATS (Bermuda Atlantic Time Series; 1988~1994)。在民國八十四年之前，尚有三個TSS測站加入運作行列，分別是法國位於南印度洋 Kergulen 島之測站；德國～西班牙合作位於北大西洋東部 Canary 島測站以及德國～智利合作位於南太平洋東部智利外海之測站。北太平

洋西部目前則尚未有TSS測站之成立。本中心計畫於民國八十七年8月起在南海進行時間序列研究，暫定其名為「南海時間序列研究」(South East Asia Time Series；SEATS)。

南海獨特(有別於HOT及BATS)之處在於其躍溫層 (thermocline) 極淺，僅有10~30m深，遇有低氣壓或颱風過境，水體層化現象極易消失。深層海水即時上昇造成所謂的營養鹽幫浦(nutrient pumping)效應。此一條件在研究營養鹽之消散(dissipation)及後繼引發各種化學及生物現象的消長(succession)上極為有利。此外，因應國際海洋學之發展趨勢，本中心除執行航次實測外，亦同步引進mooring及sensors技術，以取得氣象、物理、化學及生物連續性之即時(real-time)資料，供各界使用。

## (2)研究計劃目標

### (A)總目標

- I 、整合研究人力及設備，組成研究團隊。
- II 、因應國際趨勢，設定研究模式及方向。
- III 、交流研究成果，提昇學術水準。
- IV 、撰寫本土教材，奠定永續推展之基礎。

### (B)分程目標

- I 、近程(0~3年)
  - (a)組織推展委員會
  - (b)整合研究人力及設備  
(國內研討會)

- (c) 訂定研究模式及方向  
(國內研討會)
- (d) 申請專案研究計劃
- (e) 建立資料庫
- (f) 撰寫實驗操作手冊
- (g) 開設課程(正課，實驗及海上實習)
- (h) 整合研究成果，舉辦研討會，延請國外學者列席指導。

## II、中程(4~6年)

- (a) 發展電腦模式。
- (b) 比對調查及電腦模式，修正(補強)研究模式及方向。
- (c) 出版研究成果專刊

### (3) 研究人員

參與本計畫的人員包括計畫的指導者：美國夏威夷大學教授也是目前中心主任的李遠輝教授；主要參與人員：台灣大學海洋研究所的劉康克教授、中山大學海洋地質及化學研究所的鍾玉嘉教授、洪佳章教授、中心副研究員夏復國博士、博士後研究員鍾仕偉博士、陳仲吉博士、李丙生博士、王樹倫博士。此外，中心執行委員台灣大學海洋研究所的陳民本教授亦參與規劃及計畫之執行。

## 二、西太平洋衛星遙測資料應用及研究推動

### 1. 推動學界廣泛應用遙測資料

#### (1) 計畫背景

海洋相關之遙測資料如AVHRR以及SeaWiFS資料，由於具有即時

以及涵蓋範圍廣泛之特性，因此已成為目前全球科學家在海洋相關現象以及全球氣候變遷的研究上經常被使用的一重要資料來源，國內雖然也有多個衛星接收站可以隨時接收各類的遙測資料，然而學界在應用遙測資料進行相關研究的人口仍就是相當的有限，其主要原因是國內缺乏一專以服務性質之單位，可以協助資料的終端使用者(end user)，進行龐大遙測資料影像處理的服務工作，以致於相關研究人員欲隨時取得一最終處理完成之遙測數據或是特定時間或區域的影像資料，變成一件非「輕而易舉」之事。相較於國外學者之所以能普遍地使用遙測資料進行科學或應用的研究，完全取因於他們都有一完善的資料處理單位與人力資源，來協助科學家進行原始衛星資料之前處理工作，隨時接受並回應來自各方終端使用者提出申請之需求。如目前對於接收到之 SeaWiFS 原始資料之處理工作，即完全在所謂的 SIMBIOS (Sensor Intercomparison and Merger for Biological and Interdisciplinary Oceanic Studies) 組織架構下進行，有經過註冊授權之研究學者，都可以無條件地在最簡短的時間內取得要求之即時水色影像資料。繼民國七十四年全球第一顆海洋水色衛星(Nimbus)服役結束之後，相似之海洋水色衛星(SeaStar)已於民國八十六年8月順利升空服勤，截至目前為止，已有甚多相當重要之水色資料被接收

與驗證。同樣地，我國也預定於民國八十七年年底發射第一顆科學衛星，亦即是中華衛星一號，其中也籌載了一顆海洋水色儀(OCI)，所以可預見的將來定會有大量可供海洋研究相關之遙測資料被接收，此時我們若不能突破現有之窘境，促使學界同仁得以廣泛應用遙測資料進行相關之海洋研究，誓必在我國投資在衛星發展的資源上形成相當嚴重的浪費。因此，國內科學界需要投入相當的人力與資源來進行水色資料模式的發展與研究。主導我國衛星發展的太空計劃室，對於衛星資料接收與分送等之服務性工作已有委託計畫在進行，亦即設立於國立台灣海洋大學海洋科學系的資料分送中心(SDDC)與水色儀科學小組，由於業務已相當繁重，目前僅能僅權責於中華衛星一號海洋水色儀之工作，將無多餘人力再進行其它衛星資料的接收與處理等之服務性工作。中心在現階段應有必要肩負起SeaWiFS資料的服務性的任務，讓遙測資料的終端使用者可以很容易且迅速地取得所需之遙測數據或影像資料，可以引領相關學者樂於使用遙測資料進行相關之應用研究。俟該衛星資料之日常性服務工作得以順利運作後，更可進一步地輔助或提供東南亞國家在這方面的發展。

## (2)計畫目標

(I)建立赤道以北至東海海域遙測資料之日常性即時接收站與資料處理站。

(II)提供相關研究終端使用者之經常性需求服務，促使學界及各方同仁廣泛應用遙測資料進行海洋相關之研究工作。

(III)培訓本土遙測資料處理人員。

(IV))建立東南亞此類服務站之訓練中心，並對外提供服務。

## 2. 設立衛星資料接收站

(1)利用衛星影像，監測東南亞（黃海至澳洲北部海域）海洋環境與資源的變遷；工作項目包括：接收及利用NOAA衛星資料於海面溫度的監測與海洋氣候之研究；接收及利用SeaWiFS的海洋水色資料與海洋生產力的研究；利用NOAA及SeaWiFS衛星資料於陸地植被的季節性與跨年度變化之研究。

(2)培植東南亞區域海洋遙感探測的人才。

(3)建立衛星海洋資料庫，以提供東南亞海域的海洋基本資料，並促進東南亞地區海洋資料的交換及合作研究。

本中心將比照美國的NASA，日本的NASDA，由海洋大學負責接收，中心本部負責資料之處理、詮釋及分送衛星影像。低價位的衛星地面接收站及網頁科技提供了一個新的環境監測方法，可以讓學者專家獲得足夠的衛星資料做相關研究。本計畫將接收美國的NOAA及SeaStar衛星的

AVHRR及SeaWiFS資料，建立衛星海洋資料庫，處理與分析衛星影像以及分發衛星資料。

### 3. 推動COSMIC衛星遙測資料之研究及應用

#### (1) COSMIC衛星

(I) COSMIC衛星數目以及軌道  
高度：8顆小衛星於700公里  
高度上

(II) COSMIC衛星TT&C站：中壢  
站

(III) COSMIC衛星發射時間：預定2001年7月

(IV) COSMIC衛星上預定裝載之  
科學酬載儀器：

雙頻GPS訊號接收機(Measure Bending Angle of GPS Signal) –  
Tri-Band Beacon TX(3 Coherent output Signals: 150, 400, 1066.7 MHZ) - Tiny Ionospheric Photometer (TIP) (Emission measurement: 91.9 nm Field-of-View: 30X150 kmat 600 km Objective: Measure Total Electron Density in the Field-of-View)

(2) COSMIC計畫所能量測之大氣以及電離層參數

(I) GPS訊號穿過大氣之偏折角

(II) 大氣折射指數隨高度之分布

(III) 大氣溫度以及溼度隨高度之分布

(IV) 電離層電子密度隨高度之分布

(V) 電離層全電子含量

#### (VI) 電離層閃爍現象

#### (3) COSMIC計畫電離層研究組工作重點項目

(I) 88年8月底以前，建立電離層研究組科學團隊，包括決定研究題目，任務分工，確立成果驗收標準；

(II) 蒐集，分析及處理與GPS/MET相關的資料，訊息與數據；

(III) 引進電離層全球模式；

(IV) 88年12月以前完成資料中心建置及對外聯繫網路。

#### (4) COSMIC計畫氣候研究組工作重點項目引入天氣預報模式以及四維資料同化技術。

##### 工作項目：

(I) 87年8月底以前，討論並決定未來擬使用的天氣預報模式以及四維資料同化技術，並建立天氣／氣候研究組科學團隊

(II) 88年7月以前決定天氣／氣候研究組之研究題目，任務分工，確立成果驗收標準

(III) 88年7月以前引進天氣預報模式以及四維資料同化技術

(IV) 88年12月以前完成天氣預報模式以及四維資料同化技術之建置

### 三、整合海洋研究船隊

我國海洋研究船隊可分為三組，國科會的海研一、二、三號，台灣省水產試驗所的水試一號、海富號及海軍的達觀艦。國科會的海研

一、二、三號分別由台灣大學、海洋大學及中山大學管理。探測儀器也分別由三個學校採購及維護。在探測及研究工作上不易整合，國科會設置「海洋科學研究中心」，希望能整合三艘研究船的探測儀器，在採購、操作及維護作業上都能整合。因此，在「海洋科學研究中心」內設置「海洋研究船貴重儀器中心」。將原設在台灣大學的「海研一號貴重儀器中心」的技術員，全部轉入「海洋研究船貴重儀器中心」並聘請數位儀器專家協助對三艘研究船作儀器之維修及購置。因此，八十七年度「海洋科學研究中心」的申請計畫書中亦包括「海洋研究船貴重儀器中心」之申請項目，該中心服務於國科會所購置的三艘研究船。

海研一號係民國七十四年由挪威採購回國，已有十三年的船齡。此外，海研一號也是一艘中型研究船，船長僅50公尺，在台灣四周海域的冬季不適宜航行。我國急需一艘大型研究船。因此「海科中心」從民國八十七年度(87年8月)起要規劃一艘二千至三千噸的大型研究船，希望在五年內能夠建立完成，使我國的海洋研究邁入先進國家之列。

#### 四、建立海洋資料庫

我國海洋資料分散於中央氣象局、台灣大學，海軍海測局，成大水工試驗所、台灣省水產試驗所及海下技術協會，資料不能整合，國

內海洋界使用不便，國科會為整合海洋資料，特別責成「海洋科學研究中心」成立「海洋資料庫」以原附著於「海洋一號貴重儀器中心」的「資料庫」為主，在第一年首先建立「水文、洋流、水深、底質」等四項資料的資料庫，於第二年起，再逐漸擴充，「地球物理、海洋環境、海洋生物」等的資料，以供全國使用資料的收集仍以海研一、二、三號的資料為主，配合水試一號及達觀艦所收集之資料，建立一個國家級的「海洋資料庫」。

#### 五、推動國際海洋科學合作

##### 1. 繼續參與國際「海洋鑽探計畫」

國科會從民國八十五年支持的「海洋鑽探計畫」，於民國八十六年一月二十九日以「中華台北海洋鑽探研究聯合會」的名義與澳洲地質調查所、加拿大地質調查所及韓國地質、礦業及材料研究所合組成PacKin Consortium (太平洋週邊聯合會) 加入國際「海洋鑽探計畫」(Ocean Drilling Program) 我國每年需負擔五十三萬美金之年費(1個會員年費的六分之一)。參與這項計畫後，我國可以出席國際性的學術小組及審查會議。也可派我國科學人員參與海洋鑽探船 JOIDES RESOLUTION 號(簡稱聯合號)作全船性的鑽探研究。中山大學海洋地質及化學研究所的林慧玲教授為我國第一位派往參加上船的研究學者。她參加175航次，在非洲西岸外海有極豐富的學術成果及研究。

接下來的一年，我國派出魏國彥、蘇志杰、陳民本、徐之平、李孟陽等五位學者參加181、183及184航次，特別是184航次在南海北部鑽探，我國學者積極參與該航次之探測計畫。

由於參加「海洋鑽探計畫」的年費高達一千七百餘萬元，不宜設在個人之研究計畫內，因此國科會將參與國際計畫之項目，亦交由「海洋科學研究中心」來執行，由「海科中心」推動國際的合作研究並參與國際性的合作研究計畫。目前，該中心在中美、中法、中德、中印尼等雙邊合作，尤其在衛星遙測上正積極推動合作研究。

此外，「海洋科學研究中心」為配合尖端及國際合作研究，在中山大學設立「碳化學」及「化學追蹤劑」兩個實驗室，在台大設立「營養鹽」及「衛星遙測在海洋上應用」實驗室，在海洋大學則設立「沈積物岩心庫」這些實驗室都是全國使用的實驗室。不但可提供海洋上研究所需要之設備，也可與國外之實驗室交換研究心得，並邀請相關國際知名學者來我國訪問，以提升我國海洋研究之水準。

## 2. 規劃參與國際氣候研究(IRI)

氣候變化雖然不如豪雨、颱風般劇烈，其造成的衝擊卻是漸進而且持久，對短期天氣預報、國計民生皆有顯著的影響。因此，若能掌握甚至預測氣候變化，對改進短期天氣預報與減災將有長足的貢獻。國外研究任何大氣現象必須從觀測

(資料分析)、模擬與理論三方面同時著手才可能有長遠的進展。這也是 CLIVAR 的主要研究策略。CLIVAR 是 1995 年才成立的國際性而且時程長達 15 年的氣候研究計畫，由 WMO、ICSU 及 UNESCO 支持。該計畫分為三大部份，其中之一為 CLIVAR-GOALS (Global Ocean Atmosphere Land System)，探討季節至年際的氣候變化及可預測度 (predictability)。GOALS 的重點之一為季風，其中又以亞洲季風為主要焦點。CLIVAR 的研究活動包括了外場實驗、資料分析、模擬及理論發展，將主宰 21 世紀初的氣候研究。許多與 CLIVAR 研究主題相關的實驗也在近幾年相繼舉行，如 GAME，TRMM (Tropical Rainfall Measurement Mission)，SC-SMEX (South China Sea Monsoon Experiment) 等。這些實驗將提供大量前所未有的資料，對進一步了解東亞氣候的運作將有長足的貢獻。

在數值模擬方面，全球大氣環流模式 (General Circulation Model, GCM) 是氣候模擬的主要工具之一。雖然國際上許多研究機構致力於發展 GCM，其模擬氣候能力仍有甚多不足之處。Atmospheric Model Intercomparison Project (AMIP; Gates, 1992) 是 WMO/WCRP 下的國際性研究計畫，主要目的是評估 GCM 模擬現今氣候的能力，以及提出改善之道。

氣候預測一直是高困難度的問

題。由於大氣本身的时间尺度太短，天氣預測的理論極限為二週，但是實際上，準確的數值天氣預測鮮少超過一周。利用同樣的工具來預報氣候變化，更是艱難。截至目前為止，大部份的氣候預測方法皆以統計預報為主。然而，近一、二十年來的海洋大氣交互作用的研究成果指出，受到海洋長時間尺度變化的影響，大氣的統計系集特性是具有可預報度的。美國國家海洋大氣總署 (National Oceanographic and Atmospheric Administration；NOAA) 推動成立之「國際氣候研究院」(IRICP)，我國計畫加入成為創始成員，負責推動東南亞地區之區域氣候變化研究，並充分利用氣候預報結果，以減少短期氣候變化對區域整體經濟之衝擊。短期氣候變化的成因，以海洋一大氣交互作用為主。國科會擬在中心加入氣候研究。此項措施不但可配合國際氣候研究院成立之需求，又可使得與短期氣候變化、區域氣候預報密切關連之海洋與大氣研究緊密結合，相輔相成，進一步提昇我國氣候預報的能力。此措施，雖然仍無法完全解決前述的瓶頸，若能落實，應能改善目前的研發困境。為了配合 IRI 的發展與國內的實際需求，中心的氣候研究將以提昇短期氣候預測能力為目標，主要任務為：

- (1)推動短期氣候預報系統之建立
- (2)推動國際合作研究
- (3)推廣氣候資訊的應用

## 肆、結語

為了國家的長期發展以及專屬海域的「永續經營」，我國應將海洋環境調查、海域綜合開發與規劃、海洋保育、重點海域之環境監測以及污染預警等事務訂定國家任務並統籌管理。為此「第五次全國科技會議」在第三議題：「以科技引領國家現代化」項下主題(三)：「環境保護與永續發展」中第三子題「海洋科技 - 以科技調查、開發與保護海洋」提出了三項具體決議：「(一)建立國家海洋科技研發中心與海洋環境調查的專門機構，成立調查船隊及基地。(二)建立海域綜合開發的規劃與研發體系，建立海域開發保育之分區分工。(三)擇定重點海域進行環境監測及污染預警工作，並補足氣象局海象測報中心人力。」

本世紀全球因快速工業化以及過度開發造成了環境的全面惡化，這種情形已成了近代人的夢魘，因此如何達到「永續發展」將是人類努力追求的方向。在下一世紀初，我們首先要解決本地海域環境污染、過度利用、不當開發、生物資源枯竭等問題，但隨著經濟發展，海上運輸、海上工程等活動密度仍將增加，人們在工作之餘也將要求更多、更高品質的海上遊憩活動，因此如何在保育與開發之間取得平衡將是決策管理上所需面對的問題，而充份的海洋資訊以及對海洋環境的了解正是能否作出正確決策的第一要件。換言之，在我國逐漸進入

已開發國家行列時，我們對海域環境必須及時建立起監測、預報系統，如此才可望依據「永續發展」的理念、運用科學的方法與技術規劃、管理我國的專屬海域。這些任務對國家發展而言確實重要，故應以中心主要任務方式投入資源，成立研究團隊以執行相關工作。

國科會自然處海洋學門對我國海洋科學發展所撰寫之中長程計畫書中曾很明確的定出應成立全國性海洋觀測網之任務事項。由前述知目前正是將此構想落實的適當時機。由於本項任務之執行必需由中心協調、整合全國各研究船之使用，因此甚宜由中心出面，邀請海測局、台大、中山、海大、成大、水試所、中央氣象局以及台灣省港灣技術研究所等單位之代表共同討論建立全國性之海洋觀測網任務。中心內之貴儀中心技術員應支援各研究船共同完成調查任務，所有資料經中心處理後立即提供各界使用，所採樣本則交由自然處相關學門指定之研究計畫分析使用並發佈。如此

可初步達成整合研究船隊以及進行系統性定期調查之目標，同時對我國之區域性海洋研究工作亦有相當大的助益。

台灣四面環海，海岸線長達1600公里，海域面積相當遼闊，而且擁有多樣化的棲地；西部海岸是沙泥底質為主的淺海域，有沙洲、淺灘、沼澤、紅樹林、海草床等生態系，東部為陡峭的岩石海岸，南部、北部及離島都是以珊瑚礁為主的生態系。此外，沿岸海域並有黑潮暖流、中國大陸沿岸流、南中國海及東海等水團交會，因此台灣的周圍也擁有多樣的海洋生態環境。這些環境特徵使得台灣沿岸海域擁有豐富的生物資源，不但生物多樣性高，而且許多物種具有食用、藥用或基因工程上的應用價值；此外，海域豐沛的生產力和廣闊的海洋環境也和大眾的經濟活動及各項親水性的遊憩活動息息相關。因此，對台灣地區的永續發展而言，海洋生物資源的開發利用和海洋環境保護，都是非常重要的工作。

# 台灣近岸底質資料調查與 資料庫系統之評估

簡連貴 國立台灣海洋大學副教授  
張志新 國立台灣海洋大學研究生

## 一、前 言

國內海底底質資料早期係以資源與能源探勘調查為主，例如中油海探處在台灣四周海域，為開發新能源所做的探勘調查；中央地調所自民國七十九年起，調查台灣沿海的海砂資源；工研院能資所對台灣海域海砂分佈與成分特性之調查。近年來，由於經濟迅速的發展，海域空間相關開發也正積極推動，主要為填海造陸、海底管線、休閒遊憩、漁業等。為此，應積極建立海下環境資料庫以因應未來需求，海底底質調查即為海下環境資料庫重要一環。

國內在陸地上工程之地質調查技術已相當完備，且有相關規範可供參考（如工址調查準則），因此建立之地質資料也較為完備；由於海底底質調查缺乏相關作業準則供遵循，且作業機具與設備並不普遍，造成海底底質資料較欠缺，與資料分散在各研究單位、工程單位，查詢上需耗費許多時間。

目前收集之資料大都以資源調查、工程調查為主，其中分類也以

敘述性或工程描述為主。為配合交通部專案計畫「近岸海域水深調查與海下環境資料庫之建立」與海軍海洋測量局海圖製作，其中底質相關調查部分，依據海圖底質分類原則做適當轉換成海圖標示符號。並建立底質資料儲存方式與格式，配合資料庫與查詢系統之底質資料查詢，最後以交通部『海域管理資訊化』為依歸。

## 二、海底底質相關資料收集 整理與分析

### (一) 海底底質資料收集方式

首先對各相關單位進行訪查詢問，以了解各單位底質資料之規模、用途及儲存格式，進一步根據本調查對於近岸海域底質以及表層資料之需求，實際查訪收集海底底質資料，並深入了解各單位資料範圍與可釋出之方式與途徑，進行收集工作。不同單位資料收集，依下列方式處理：

1. 若資料屬政府相關機關所有，則以交通部專案研究計劃研究所需，由海下技術協會(CUTA)

- ) 行文給相關單位配合處理收集。
2. 若資料主屬於私人企業或個人所有，則以交換或購買方式取得。(將視實際狀況處理)
3. 學研單位之資料，以互惠交換為資料收集原則。

## (二) 海底底質資料處理及分析

由於各單位因目的不同，所以資料形式上互有差異，例如中油海探處之資料為因應海底管線、鑽油平台而進行之調查，因此資料形式大部分為垂直柱狀圖，對於底質僅用描述形式；中央地調所現有之資料格式係根據 American Geologists 的顆粒分佈進行底質資料分類；工研院能資所之資料係根據海砂分佈調查需要而分類，分類以一般材料分類方法為主，例如泥含量、砂含量、礦物含量等；另外一般工程顧問單位則以工程常用之ASTM規定為分類依據，因此各單位之底質資料格式互異且各座標系統也不一樣，為求統一格式，先將各單位收集之資料透過 Trgps4.0(Plask International Co., LTD) 程式進行座標轉換，轉換為目前適合區域性之座標格式 TM2° 座標系統，各單位座標系統與轉換過程如圖 1 所示。

為建立底質資料儲存統一格式與配合資料庫之查詢功能且為配合海軍海洋測量局於海圖上之標示，因此依據「國際海道量測組織海圖圖例規格暨國際版海圖製作條例」之規定，依據規定中之海圖分類與

海圖標示，將收集所得資料轉換成海圖標示方法，其中海圖分類如表 1 所示，海圖標示如表 2 所示。

目前本調查已收集的資料共 960 餘筆資料，涵蓋範圍遍及台灣四周海域，資料形式因每項計畫目的之不同而互異，同時各單位之底質資料格式互異且各座標系統也不一樣。其他底質資料格式尚有力學資料、直接剪力試驗、三軸試驗資料、片剪資料等種類繁多。茲將目前已從經濟部中央地質調查所、中國石油公司海探處、工研院能資所、經濟部工業局、宇泰工程公司、中興工程、成大、亞新工程公司等處，將收集到之底質資料整理於表 3。

同時為便於比較分析，及瞭解各資料點於地圖上之分佈情形，本調查將收集所得資料經座標轉換後，將不同單位之底質資料分佈標示於台灣地圖上如圖 2 所示。

## 三、海底底質取樣設備之介紹

一般海底底質採樣可分為表層採樣與深層採樣兩種。

### 1. 表層沈積物採樣方法

一般而言表層沈積物採樣方法簡單且較為經濟，但其缺點為採集到之樣品擾動嚴重，僅適合一般物理性質之描述，如粒徑分佈、比重、液限、塑限等，無法表現其完整力學性質。表層沈積物採樣器可包括「簡易式取樣器」(沈健全)、「拖曳式採樣法」、「抓泥式採樣

法」、「箱型岩心採樣法」等。

## 2. 深層沈積物採樣方法

為瞭解地質垂直剖面構造，即必須使用深層沈積物取樣器。深層沈積物取樣器作業方法複雜，且價格昂貴。採樣器形式有「重力岩心採樣器」、「活塞岩心採樣器」、「振動採樣器」、「水力活塞岩心採樣器」、「旋轉式岩心採樣器」等。

### (1) 簡易式取樣器

簡易式取樣器是由國立高雄海洋技術學院沈健全教授發展而成，其構造如圖3所示。採樣器之優點為採樣成功率高、造價便宜、攜帶收藏方便、操作簡便等，缺點為僅能採得表層擾動土樣、且取樣器重量不夠，易受流的影響而位置無法確定。可加掛鉛塊增加取樣器重量，使受到流的影響減少。

### (2) 拖曳式採樣法

為瞭解大範圍海床表層沈積物分佈情形，使用「拖曳式採樣器」在海床上拖曳，刮取海床表層沈積物。缺點是不適用堅固之岩石或極為鬆軟之泥質沈積物，且採得樣品皆為擾動土樣。

拖曳式採樣器如圖4所示，利用船行駛過程中於海底拖曳採樣，其構造有一半封閉之容器或是沈積物收集袋，在開口處有堅硬之支架並具堅硬之銅齒，可用來挖掘沈積物使其進入收集袋中，在採樣器上還可增加鉛塊使其更接近海床。

### (3) 箱型岩心採樣器

「箱型岩心採樣」是在底部漏空的箱型器頂部支點架設一鐵錘如圖5所示，當箱型岩心採樣器碰觸海床同時，鐵錘沿支點滑落截切地層，使沈積物進入箱型岩心採樣器中；在採樣離開海床時，封閉所有排水道，使沈積物流失最少，可用於研究淺層沈積物構造，採得樣品比「拖曳式採樣器」完整。

### (4) 抓泥式採樣器

為了要採集定點的表層沈積物可利用抓泥器，如圖6所示，其特性為在未壓密砂土、粉土、黏土、貝殼沈積物中可發揮良好之採集效果。

一般抓泥器構造包括一領狀裝置，在碰觸到海床時，可利用彈簧的收縮及臂槓桿原理作用來關閉領狀開口，但是在海浪大的情形下不適用。

註：目前有日本離合社製造，型號為RIGOSHA Cat NO.5144-BH

## 四、規畫建立適合海圖底質資料標示之格式

目前所收集之資料相當豐富，且遍及台灣四周海域，雖其資料形式各有不同，但是大都以工程用途之分類為之，常見之資料包括有一般物理性質資料(ASTM分類、比重、液塑限指數、含水量、孔隙比、乾溼密度等)，柱狀圖(如圖7所示)，粒徑分析圖等。

本調查為配合海圖之標示，在建立海下環境資料庫海底底質將依循下列兩項原則：

1. 配合海圖中海底底質標示建立查詢統一格式，
2. 同時保持原來底質資料之格式提供查詢。

因此配合海圖之標示作業，將目前收集到之工程分類，依據海圖標示作業要求做一適當轉換。因此目前為求資料庫格式之完整，將海下環境資料庫海底底質報告格式統一如表4所示，包括編號、TM2° E座標、TM2° N座標、工程分類、海圖分類、底質說明、更多資訊等。

此一格式僅為平面之結果，然收集到之資料許多為垂直剖面資料，因此在更多資訊欄中保留原有收集到之格式，如柱狀剖面圖、粒徑分析圖、一般物理性試驗結果等。

## 五、海底底質分項資料庫查詢系統

將上述格式配合資料庫查詢系統，其查詢流程如圖8所示。首先進入查詢系統，選取相關位置點，接著選取海底底質報告，畫面出現基本的底質報告，包括編號、座標、工程分類、海圖分類、底質說明、其他更多資訊。將來再擴充資料庫查詢功能後可選取其他更多資訊查詢資料收集之原始格式，即柱狀圖、粒徑分析圖、土壤一般物理性試驗等。

## 六、底質現場調查方法及規範

海底底質調查目的主要是針對船隻錨泊區位之選擇，船行經淺水

區時有助評估淺灘之穩定性並區別岩礁與鬆散物質，於潮汐區顯示低潮時可供船隻安全坐底之位置，另外在國防需要上也因潛艇作戰之需求必須瞭解底質狀況掌握各種聲波的反射情形，除此之外還可以提供漁業需要，避開礁石或岩石區，例如拖網漁業等。

### (一)底質調查取樣方式

海底底質取樣調查由於易受到擾動，一般僅是用於土壤分類及一般物理性分析，對於工程性質分析之助益不大。故表面沈積底質調查可應用於沿岸漂砂來源分佈之監測、海洋放流或海底管線鋪設、回填料源調查、井位調查及海圖之應用，以瞭解該地區一般土壤狀況。如顆粒大小分佈、礦物組成等特性。通常依據不同目的在適當的距離取樣一次即可。其設備主要可分為表層沈積物採樣器，其形式有簡易式取樣器、抓泥器(Grab)、拖曳取樣器(Dredge Sampler)、箱型岩心採樣器；深層沈積物採樣器，其形式有表層重力式取樣器(Gravity Drop Corer)、活塞岩心採樣器、震動取樣器(Vibrating Corer)、水力活塞岩心採樣器及旋轉式岩心採樣器等，可依海床底質土壤性質及取樣密度來選擇。

### (二)取樣深度與密度

一般地球物理探查之項目、數量及配置，與各工程之鑽孔密度與深度，可依工址地盤調查準則之規

定。

根據美國水道圖手冊 (Hydrographic manual) 對於海底底質標示之規定，在錨泊區底質標示間距不可超過 2.5 公里，在近岸地區測量時底質標示間距不可超過 3 公里，在水深小於 100 噥 (fathom) (183 公尺) 時底質標示間距不可超過 6 公里，在進行海洋測量) 水深 100 噥 ~ 1000 噥 ) 時海底底質標示間距以 8 公里 ~ 16 公里為原則。

### (三) 海底底質採樣程序注意事項

本研究參考日本水路測量業務準則施行細則，將海底底質採樣作業程序或注意事項略述如下：

1. 海底底質採樣以採泥器進行。
2. 採樣得到之樣品應乾燥後妥善保存，並明確記錄編號、地點、深度等相關資料一同保存。
3. 海底底質採樣及海底底質判別之位置請記載於測深圖上，並附註地點編號。
4. 進行海底底質採樣時，應依以下原則製作海底底質採樣記錄及海底底質採樣地點圖。
  - (1) 海底底質採樣記錄
    - A. 將緯度、經度、水深、海底底質記錄記載於規定用紙上。
    - B. 可由圖上算出經緯度
    - C. 可使用水深原稿圖之水深
  - (2) 海底底質採樣地點圖
    - A. 比例尺之大小測量原圖一樣
    - B. 概略填入海岸線

C. 依下列範例(如圖9)記載

採樣地點編號、海底底質記錄及水深。

D. 在封面填上地方名稱、圖名、比例尺及測量日期，圖名訂為「○○海底底質採樣地點圖」。

### (四) 海底底質試驗分析項目

主要資料分析包括：

- (1) 一般海底底質土壤物理性分析 (比重、液限、塑限)
- (2) 粒徑分析
- (3) 土壤分類
- (4) 礦物分析(如有必要時為之)

### (五) 海底底質試驗設備

海底底質試驗主要是建立在工作船上之底質取樣系統及陸上試驗室之試驗分析，及資料評估所需設備。其主要試驗設備如下：

- (1) 海底底質取樣系統設備
- (2) 樣品乾燥室
- (3) 樣品冷藏室 / 儲存設備
- (4) 底質一般物理性質試驗設備
- (5) 海底底質顆粒分析儀 (如沈降分析、篩分析設備)
- (6) 雷射顆粒分析儀

### 七、結語

本調查目前已收集之海底底質資料遍及台灣四周，由目前所收集之資料顯示，海底底質資料分佈以細砂與沈泥為主，少部分區域雜有黏土，中粒度砂只在台灣海峽南部等少部分出現。藉由本調查收集之

資料，提供海下環境資料庫之建立，並上網供全民使用與搜尋，此一資料庫藉由未來幾年內之持續進行將趨於完整，提供未來工程開發或資源調查之基本環境資料庫。

然而，對於實際工程之進行或漁業使用，底質資料除了沈積物性質外，人工結構物之標示也極為重要。目前海底之人工結構物計有：海洋放流管線、輸油管線、輸氣管線、海底電纜、人工魚礁，其中海洋放流管目前有台北縣八里海洋放流管、高雄市中洲污水放流管；中油輸油管線有高雄永安到苗栗通宵等。以上資料在進行底質調查與收集工作時不易取得，且牽涉極廣，

需施工單位逕行向相關主管機關報備。

海洋環境之基本資料隨時間的變化性大於陸地上之資料，尤其以颱風過境等重大影響因子，即會在短期之內造成海洋環境之重大變化，尤其以近岸海域之海岸線、水深、沈積物、流場等。因此無論要對海洋保護或是開發，最基本的就是建立海洋環境之基本資料庫，尤其在重要區域範圍必須做長期觀測來更新資料庫，與瞭解其變化模式。處於四周環海的台灣，建立海洋環境資料庫是一項任重道遠的艱辛工作，需要大家一起共同努力。

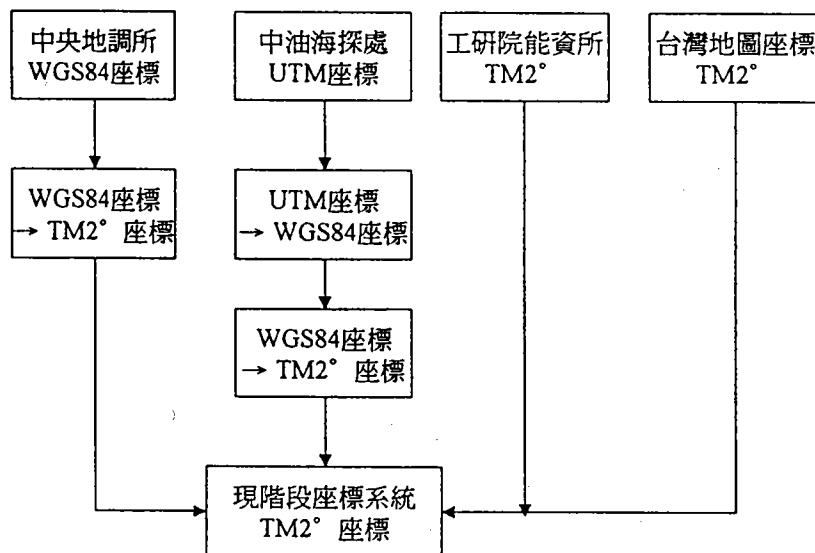


圖 1 座標系統轉換過程

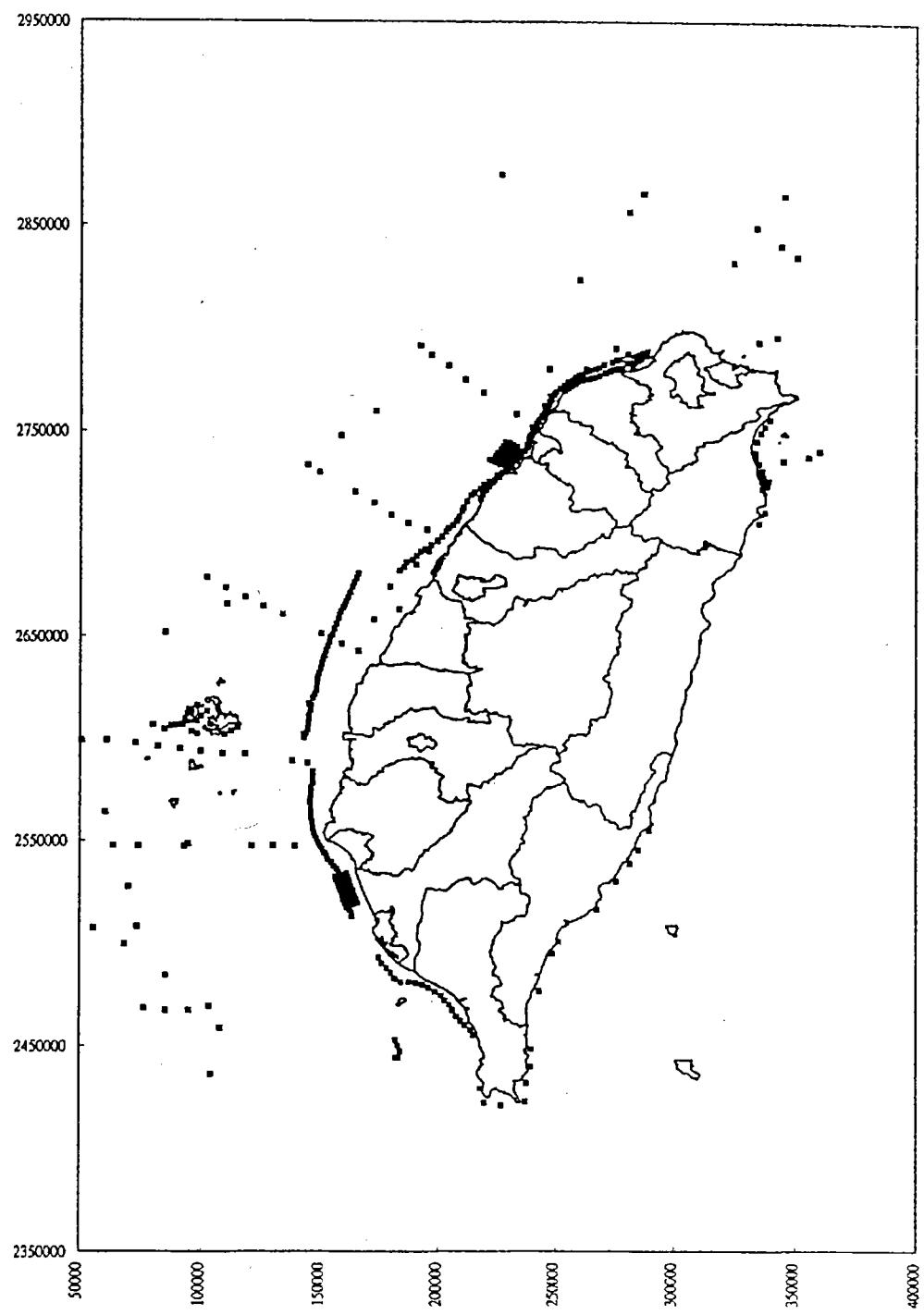


圖 2 台灣四周近岸海域海底底質資料分佈位置示意圖(中央地調所)

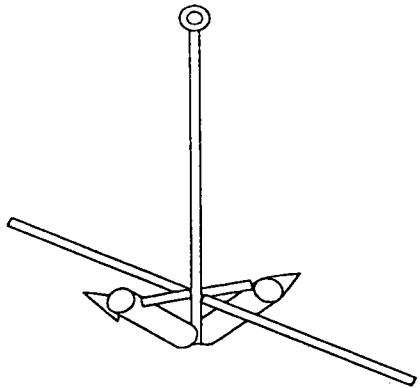


圖 3 簡易式取樣器(沈健全)

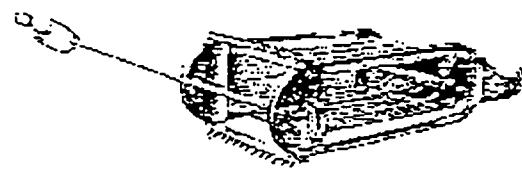


圖 4 拖曳式採樣器

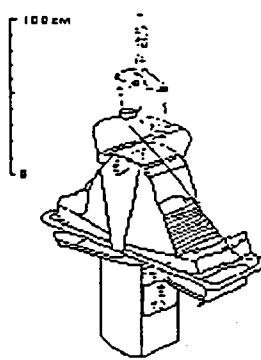


圖 5 箱型岩心採樣器

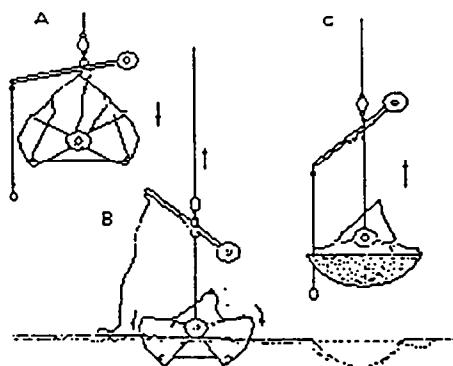


圖 6 抓泥式採樣器

鑽探記錄 Boring Data				
深度 Depth (M)	土樣編號 Sample No.	鍛擊數 No. of Blows	柱狀圖 Log	土壤狀況說明 Soil Description
1	S-1-2	6	● ●	灰色沉泥質細砂含貝屑 0-1.65m
2	S-2-2	7	△ △	灰色沉泥質細砂含小砾石 貝屑
3			● △	1.65-2.10m
4	S-3-2	9	● ●	
5			● ●	
6	S-4-2	16	● ●	灰色沉泥質細砂含貝屑

圖 7 柱狀剖面圖

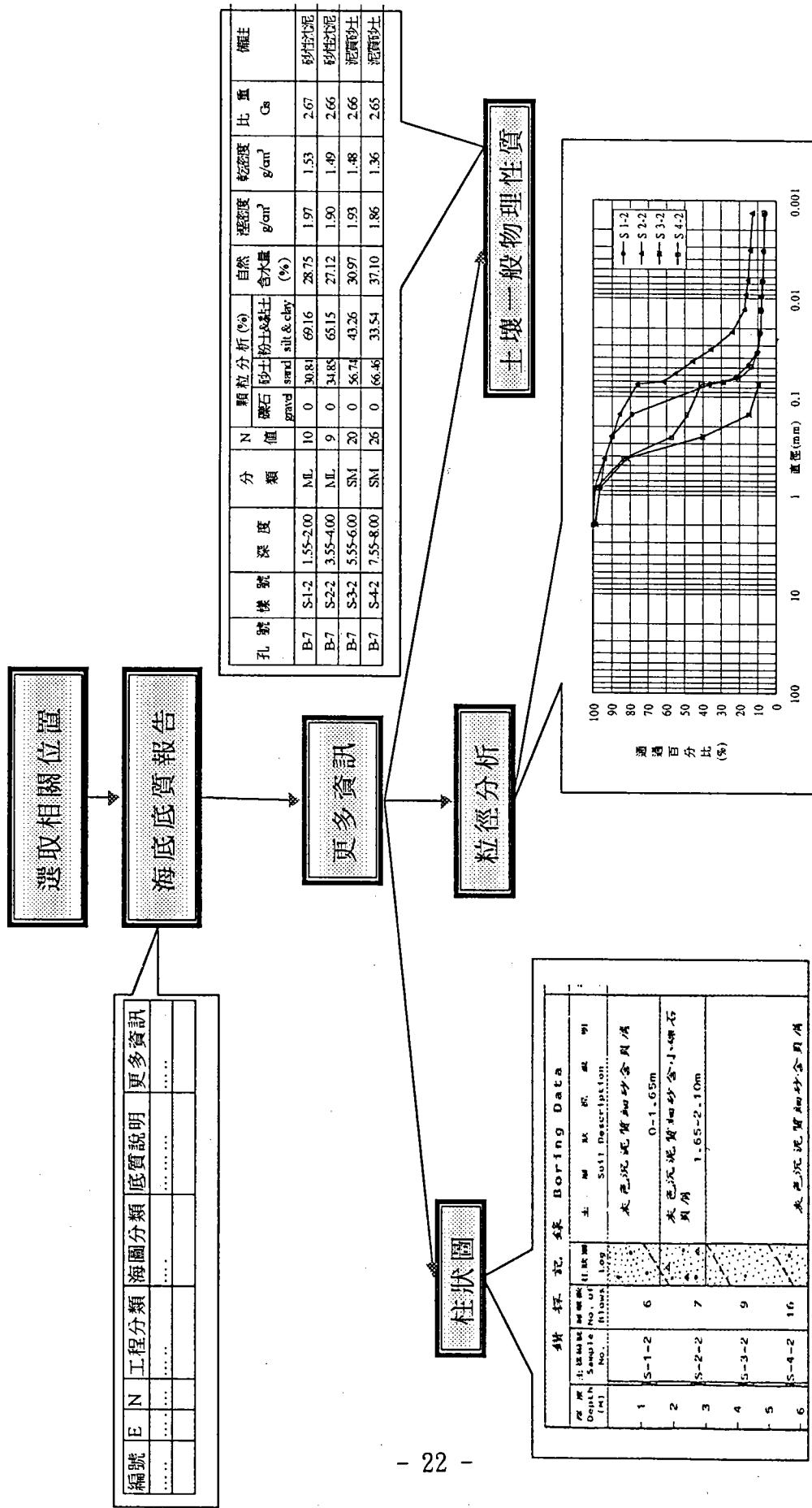


圖 8-1 程流查詢圖

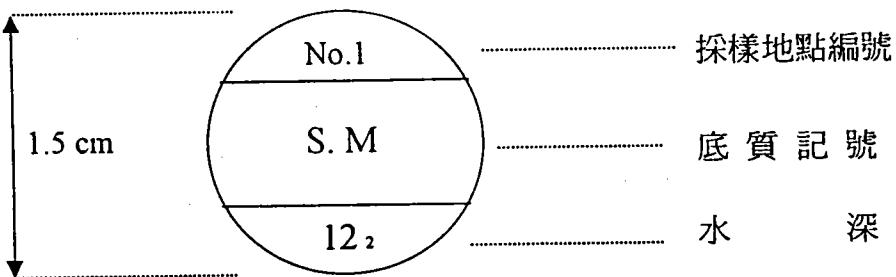


圖 9 海底底質採樣地點範例

表 1 國際海道量測組織泥、沙、礫、岩石之大小分級

通稱	圖上縮寫		名稱	分級(mm)
		Cy	黏土	<0.002
泥	M	Si	粉砂	0.002~0.0625
		Fs	極細沙	0.0625~0.125
			細沙	0.125~0.25
沙	S	MS	中沙	0.25~0.5
		CS	粗沙	0.5~1.0
			極粗沙	1.0~2.0
		G	礫	2.0~4.0
石	St	P	石子	4.0~64.0
		Cb	卵石	64.0~256.0
岩石	R		岩石	>256.0

表 2 國際海道量測組織海圖標示規定

縮寫	全名	中文	縮寫	全名	中文
S	Sand	沙	Wd	Weed	海草
M	Mud	泥	f	Find	細(與沙連用)
Cy	Clay	黏土	m	Medium	中(與沙連用)
Si	Silt	粉砂	c	Coarse	粗(與沙連用)
St	Stones	石	bk	Broken	破碎
G	Gravel	礫	sy	Sticky	黏
P	Pebbles	石子	so	Soft	軟
Cb	Cobbles	卵石	sf	Stiff	堅
R	Rock	岩石	v	Volcanic	火山灰
Co	Coral	珊瑚	ca	Calcareous	灰石
Sh	Shell	介殼	h	Hard	硬

表3 海底底質調查分項收集之海底底質資料統計表

資料範圍	資料型態	資料數	資料提供	備註
台灣四周	海底表層資料 含砂量.....	420	經濟部中央地 調所	79年
高雄永安←→苗栗	Vibrocoe	39	中油海探處	86年
	Gravity Core	21	中油海探處	86年
	CPT	30	中油海探處	86年
CBK平台及其管線	鑽孔資料	32	中油海探處	74年
CBN-1、CBL-4		2	中油海探處	75年
CBL區域		4	中油海探處	74年
新竹外海	海底海砂資料 水深20~50m	80	工研院能資所	81年
苗栗外海	海底海砂資料	52	工研院能資所	
雲林—嘉義外海	海底海砂資料	46	工研院能資所	82~83年
台南外海	海底海砂資料	83	工研院能資所	84~85年
	震動取樣資料	27	工研院能資所	
淡水商港	鑽孔	6	宇泰工程顧問	86年
淡水港外廓	鑽孔	9	宇泰工程顧問	86年
八里	鑽孔	8	亞新工程	75~76年
八里	鑽孔	4	成大	75年
旗津	表層	6		76年
基隆新港	表層沈積物	12		73年
雲林離島	振動樣取樣	68	經濟部工業局	80年
興達電廠外海	鑽孔	11	台電	70年

表4 海底底質資料庫格式示意圖

編號	TM2° E座標	TM2° N座標	工程分類	海圖分類	底質說明	更多資訊
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

## 海峽兩岸漁業資源之管理與利用

吳俊岸 國大代表兼新竹區漁會總幹事

台灣與大陸地區的沿近海漁業資源，和世界各地一樣，出現了枯竭化的現象。時勢所趨，應從制度面著手來改善我們的漁場環境，進而培育出永續利用的漁業資源。大陸地區的沿近海漁場範圍相當的遼闊，有所謂的南海、東海、黃海以及渤海等海區，漁業資源相當豐富，然而在環境污染及過度利用等負面的影響下，資源也逐漸減少，尤其是許多大陸地區的漁船喜好進入台灣三海浬內的漁場違法拖網作業，為台灣漁政單位帶來許多困擾，也傷害到台灣地區漁民的感情。

目前，大陸地區挾港灣多及海岸線長等優勢，發展海上箱網養殖成果非凡，以養殖的紅甘、嘉臘等高經濟魚來滿足市場的需求，台灣地區漁民也有私下與大陸地區漁民交易的情形。所以，在兩岸的漁業交流方面，尤其是閩浙地區，因為所面對的漁業資源及漁場的範圍有著重複性及共同利用性，在對於漁業資源的維護及永續性的經營利用上，似乎有著更需要相互瞭解及協助的空間。

舉例來說，每年冬至(國曆12月22日)前後的兩個星期內，台灣

西部的漁民頂著九級以上的風浪捕捉烏魚。成群數以萬計的烏魚來到台灣西南沿海避冬及產卵，漁民將所捉到母烏魚的魚卵加工製成高貴的烏魚子，替漁民帶來不小的財富，就是所謂的「烏金」。台灣早期的先民來自大陸的福建沿海，據說也是靠著烏魚的帶路而來。然而，烏魚在大陸的沿近海地區有著雄厚的資源量，漁民撈捕烏魚也有相當久遠的歷史，但近年來由於海域的污染及過度的捕撈，所以資源量有逐年下降的趨勢，隨大陸閩浙沿岸冷水流而來台海周遭的烏魚也逐年的減少，這個例子正可以說明兩岸似乎可以針對同一種漁業資源進行研究調查及合理開發利用，以維護漁業資源的永續性。

又例如台灣的人工繁養殖技術聞名全世界，草蝦、虱目魚、鱸魚、鯛魚等高經濟魚種早已完成人工繁養殖，台灣土地及養殖從業人力目前也發生一些問題，將來與大陸方面在養殖漁業的技術上、土地利用上、人力資源上或許也有許多合作的空間。

以下就「海峽兩岸的水產資源保育、管理」及「台灣漁業的展望

」等兩個部份，提出說明：

## 一、海峽兩岸的水產資源保育、管理

大陸地區為加強水產資源保育及管理工作，曾頒布「水產資源繁殖保護條例」，其海洋漁類之重點保育對象共計二十六種，並禁止水產資源濫捕，針對經濟魚種設立保護區、禁魚期及禁魚區之設定、漁撈許可證之核發、資源繁殖和培育計畫及海洋環境保護等，積極維護海洋生態之平衡發展，以確保水產資源之永續利用。大陸目前規定北緯 $24^{\circ}$ 以北至 $35^{\circ} 11'$ 期間660浬6月15日至9月15日停止拖網捕魚，涵蓋東南沿岸，目前是台灣海峽黑、白鯧魚產卵期。

台灣之水產資源保育及管理工作，依據漁業法第四十四條及「台灣省漁業管理辦法」之規定，限制台灣地區水產資源捕撈，並設置禁魚期、禁魚區，為避免水產資源遭受濫捕，限定魚體大小及漁法之限制或禁止捕撈；其資源復育方面，投放人工魚礁、魚苗放流及設置保育區等漁業資源保育計畫，積極維護海洋生態之平衡發展，以確保台灣沿近海之水產資源永續利用。

## 二、台灣漁業的展望

(一) 調邊水域漁業資源之復育與永續利用，推動栽培漁業、重視沿岸水域環境，推動資源管理型漁業，建立配合資源水準之生產結構調整。

(二) 確立重視海洋環保之公海漁業管理體制，以漁業實體接受地區及國際漁業管理機構之規定，提供力學之保護與管理根據，繼續從事調查研究，開發漁獲技術，爭取公平、合理利用公海漁業資源。

(三) 穩定供應消費者需求之水產品，力圖恢復生產之供應力，促進未來資源之利用，開發附加價值高之食品。

(四) 穩定漁業經營、漁村文化保存及地區活動之促進；改善就業環境，確保活動力，並與省力、省人化結合，擴大經營層面，提高漁民所得，改善漁業環境，促進漁業間之合作。

## 結論：

要保護兩岸漁業資源目前重要問題探討：

### 一、台灣海峽兩岸嚴格取締非法捕魚，如：

1. 炸魚（烏魚—母400萬卵）
2. 毒魚
3. 電魚

### 二、禁止快速拖網以底層滾輪式捕魚

大陸港灣多，且風平浪靜適合箱網養殖，推廣定置網漁業，我們為子孫有魚吃，就應栽培漁業、保育漁業，就像我們砍樹，就要種樹，讓大家共同努力，漁業永續經營、永續發展。

# 波高作用於防波堤之不確定性分析研究

郭建華 基隆港務局工務組設計課副工程司兼課長

劉凡正 基隆港務局港工處測量隊副工程司兼隊長

何秉均 基隆港務局工務組設計課幫工程司

## 一、前言

海洋中波浪波高的大小會因不同的地域、不同的風場、不同的季節、氣候 .... 等，會有不同的機率分佈，因而構成防波堤不確定性分析的主要影響荷重力的因子之一。另一重要因子為堤體與海底間的摩擦力，此力在本不確定性分析中視為阻抗力。上述二力運用本分析所介紹之Mellin轉換法予以演算，最後再以數值積分可求得防波堤不確定性之變化情形。由本分析結果可知，波高作用於防波堤及堤體與海底間的摩擦係數之不確定性越大，防波堤之可靠度越小。

工程上可靠度分析之概念約半世紀前已有初步之發展，多被應用於工業產品生產製造時的品管控制 (Shewart, 1931)，二次大戰時，接著發展用於航空工程 (Tye, 1944)、通信及結構工程中(Freudenthal, 1947, 1956)；在 1960 年代晚期，探討可靠度工程之教科書正式出版(Bazovsky, 1961; Calaro, 1962)。近年來利用一級近似分析來探討水文及水資源工程已相當廣泛，其中以均值一級二階動差法較普遍，因其分析系統簡單，快速可應用於工程實際問題之研究，所以有許多應用研究成果。在水利工程上的應用之實例已有許多，例如 1970 年代早以雨水排水系統為例首先介紹風險及可靠度分析在水利工程上之可行性。Wood(1977)以水力、地質、土壤及洪水為隨機變數探討及分析防洪堤防結構體損壞之可靠度。Tung 及 Mays(1981)應用於堤防及涵洞設計。在港灣及海岸工程界之中可靠度研究則僅有較少之成果。Baker(1985)將可靠度觀念引入海洋工程結構物之決策中。Franco 等人(1986)在義大利 Brindisi 地區應用風險概念於防波堤最佳設計中。本研究引用 Mellin 轉換法應用其求高階動差之便利性計算求防波堤之不確定性，所得之成果，應用於各港之實際設計中，以提供防波堤規劃，設計及施工時之參考。

## 二、Mellin轉換簡介

由Batman(1954)定義可知 $f(x)$ 之Mellin轉換如下：

$$M[f(x)] = \int_0^\infty x^{s-1} f(x) dx = M_x(s) \quad (1)$$

Mellin轉換有許多方便的運算特性(Bateman, 1954; Park, 1987)可摘錄如表一中，在諸多運算特性中，本研究使用的運算特性如下：

$$M[af(x)] = aM_x(s) \quad (2)$$

$$M[f(x^a)] = M_x(as - a + 1) \quad (3)$$

表一 Mellin轉換之一般函數運算特性表(Bateman, 1954; Oberhettinger, 1974; Park, 1987)

一 般 函 數	Mellin轉換
$f(x)$	$M_x(s)$
$f(ax)$	$a^s M_x(s)$
$af(x)$	$aM_x(s)$
$x^s f(x)$	$M_x(a+s)$
$f(x^a)$	$a^{-1} M_x(s/a)$
$f(x^{-a})$	$a^{-1} M_x(-s/a)$
$f(x)(\log x)^n$	$M_x^n(s)$
$\left[x \frac{d}{dx}\right]^n f(x)$	$(-s)^n M_x(s)$
$\left[\frac{d}{dx} x^n f(x)\right]$	$(1-s)^n M_x(s)$
$\int_0^x f(t) dt$	$-s^{-1} M_x(s+1)$
$\int_0^\infty f(t) dt$	$s^{-1} M_x(s+1)$

### 三、防波堤之不確定分析

在規劃設計一防波堤工程系統時，均面臨到各種測算資料的不完整或不確定性，因此系統的風險或系統的可靠度需予以考量。防波堤系統可靠度之概念可假設該系統的荷重力  $L$  為隨機變數，阻抗力  $R$  亦為隨機變數，則系統的可靠度為荷重力大於等於阻抗力的機率，或稱該系統達成某種目標的機率，該機率以數學式可寫成：

$$Pr = Prob[L \geq R] \quad (4)$$

相對於可靠度為風險，為系統之荷重小於阻抗的機率，或稱該系統未達成某種目標的機率，該系統的風險 (risk) 則為：

$$P_f = Prob[L > R] = 1 - Pr \quad (5)$$

使用安全邊際(safety margin)法，可定義表現變數(performance variable)  $Z$  如下(Yen, 1989; Mays and Tung, 1992)：

$$Z = R - L \quad (6)$$

則系統的可靠度可改寫為：

$$Pr = Prob[Z \geq 0] \quad (7)$$

此外，定義可靠度指標 (reliability index)  $\beta$  及變異係數C.O.V.[Z]分別如下：

$$\beta = \frac{\mu_z}{\sigma_z} \quad (8)$$

$$C.O.V.[Z] = \frac{\sigma_z}{\mu_z} \quad (9)$$

其中  $\mu_z$  及  $\sigma_z$  分別為表現變數  $Z$  的平均值及標準偏差，C.O.V.[Z]之值即為系統量測不確定性之指標值，則可靠度計算可表示如下：

$$Pr = Prob[Z \geq 0] = 1 - Prob[Z < 0] = 1 - F_z(0) = 1 - F_v(-\beta) \quad (10)$$

其中  $F_z$  及  $F_v$  分別為隨機變數  $z$  及  $v$  的累積機率密度函數。又隨機變數  $Z$  予以標準化後之表現變數，即：

$$V = \frac{(Z - \mu_z)}{\sigma_z} \quad (11)$$

由(9)式、(11)式及(12)式得可靠度另一表示式如下：

$$Pr = 1 - \Phi(-\beta) = \Phi(\beta) \quad (12)$$

其中  $\Phi(\cdot)$  為標準常態隨機變數的累積機率分佈函數 (Ang, 1970; Yen and Ang, 1971; Ang and Tang, 1975)。

#### 四、防波堤之荷重力

合田良實(1985)參考日本各港實測波壓資料，並經過多次實驗建議一套計算堤前波壓之公式，其波壓分佈如圖一所示，依此公式，不須區別重覆波或碎波，可直接求得作用於直立壁之波壓力。故依據設計基準之規定，作用於直立壁之波壓力以下列方法予以計算：

$$\eta^* = 0.75(1 + \cos \theta)H_d \quad (13)$$

$$P_1 = \frac{1}{2}(1 + \cos \theta)(\alpha_1 + \alpha_2 \cos^2 \theta)w_0 H_d \quad (14)$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\cosh(2\pi h/L)} \quad (15)$$

$$P_3 = \alpha_3 P_2 \quad (16)$$

其中

$$\alpha_1 = 0.6 + \frac{1}{2} \left[ \frac{4\pi h/L}{\sinh(4\pi h/L)} \right]^2 \quad (17)$$

$$\alpha_2 = \min \left[ \frac{h_b - d}{3h_b}, \left( \frac{H_d}{d} \right)^2, \frac{2d}{H_d} \right] \quad (18)$$

$$\alpha_3 = 1 - \frac{h'}{h} \left[ 1 - \frac{1}{\cosh(2\pi h/L)} \right] \quad (19)$$

式中

$P_1$ ：靜水位之波壓強度

$P_2$ ：海底之波壓強度

$P_3$ ：沈箱底之波壓強度

$h$ ：堤趾水深

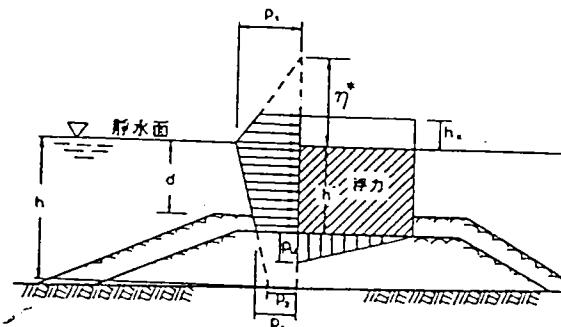
$h_b$ ：碎波水深

$h'$ ：直立部水深

$w_0$ ：海水單位重

$L$ ：水深  $h$  處之波長

$d$ ：拋石頂水深



圖一 合田波壓圖

$\theta$ ：入射波向與堤身垂直線之夾角

(13)式至(19)式合稱為合田波壓公式。在合田波壓公式中 $H_d$ 為設計波高，故由(17)式、(18)式及(19)式，可知 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 及 $\alpha_3$ 為常數，因此可推導 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 如下：

$$P_1 = \frac{1}{2}(1 + \cos \theta)\alpha_1 + \frac{h_b - d}{3h_b} \left[ \frac{H_b}{d} \right]^2 w_o H_d \cos^2 \theta \quad (20)$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\cosh \frac{2\pi d_1}{L}} \quad (21)$$

$$P_3 = \alpha_3 P_1 \quad (22)$$

進而定義 $P_4$ 如下：

$$P_4 = [1 - \frac{h_c}{\eta^*}] P_1 = \alpha_4 P_1 \quad (23)$$

其中

$$\alpha_4 = [1 - \frac{h_c}{\eta^*}] \quad (24)$$

故合田波壓公式之總波壓力可推演得如下：

$$P = \frac{1}{2}(P_1 + P_3)h' + \frac{1}{2}(P_4 + P_1)h_c^* \quad (25)$$

其中

$$h_c^* = \min(\eta^*, h_c) \quad (26)$$

總波壓力(25)式可重新整理如下式：

$$\begin{aligned} P &= \frac{w_o}{4} [(1 + \alpha_3)h' + (1 + \alpha_4)h_c^*] (1 + \cos) [\alpha + \frac{h - d}{3h_b d^2} (\cos^2 \theta) H_d^2] \\ &= \alpha H_d + \alpha' H_d^3 \end{aligned} \quad (27)$$

其中

$$\alpha = \alpha_1 \frac{W_o}{4} [(1 + \alpha_3)h' + (1 + \alpha_4)h_c] (1 + \cos \theta) \quad (28)$$

$$\alpha' = -\frac{W_o}{4} [(1 + \alpha_3)h' + (1 + \alpha_4)h_c] (1 + \cos \theta) \left[ \frac{h_b - d}{3h_b d^2} \cos^2 \theta \right] \quad (29)$$

## 五、防波堤之阻抗力

一般而言，外廓防波堤之安定分析主要之項目如：滑動安定分析、傾覆安定分析、基礎地盤承載力分析及沉箱浮游安定計算等。因防波堤受潮水、海流、漂沙、海水浮力及波浪長期作用之下，堤體極易從原坐底之位址滑移開或搖擺不定(曾榮哲，1983)，故其中最主要的分析為滑動安定分析。防波堤主要之受力為波浪力，其常用之檢定公式(臺灣省政府交通處基隆港務局，1997)表示如下：

$$F.S. = \frac{k(W_s - U - W_B)}{P} \quad (30)$$

故(1)式中F.S.為安全係數，k為摩擦係數， $W_s$ 為直立部重量，U為上揚力， $W_B$ 為直立部承受之浮力，而此處之  $k(W_s - U - W_B)$  及總波壓合力P分別為本防波堤可靠度分析研究中的阻抗力R及荷重力L。

## 六、荷重力及阻抗力之Mellin轉換

本文在可靠度分析中視總波壓力P為系統分析時之荷重力L，可得總波壓力P之Mellin轉換式表示如下：

$$M_L(s) = \alpha M_{Hd}(s) + \alpha' M_{Hd}(3s - 2) \quad (31)$$

其中

$$M_{Hd}(s) = \int_0^\infty H_d^{s-1} f(H_d) dH_d \quad (32)$$

(31)式應用(2)及(3)式可推導得荷重力L之n階動差可推導得如下：

$$E[L^n] = M_L(s=n+1) = \alpha M_{Hd}(n+1) + \alpha' M_{Hd}(3n+1) \quad (33)$$

在外廓防波堤可靠度分析中，堤體重 $W_s$ 減去上揚力U和堤體在水中所受浮力 $W_B$ 後為堤體之淨重 $\bar{W}$ ，淨重 $\bar{W}$ 再乘上外廓防波堤底與其坐底之海底拋石塊間的摩擦係數k所得之值，視為本可靠度分析系統之阻抗力R，研究

中可假設摩擦係數為常態分佈(曹，1994)，故系統之阻抗力R，亦即：

$$R = k(W_s - U - W_B) = k\bar{W} \quad (34)$$

經利用(2)式之運算特性，阻抗力R之Mellin轉換可表示如下：

$$M_R(s) = \bar{W} M_k(s) \quad (35)$$

其中

$$M_k(s) = \int_0^\infty x^{s-1} f_k(x) dx \quad (36)$$

阻抗力R之n階動差亦可推導如下：

$$E[R^n] = M_R(s=n+1) = \bar{W} M_k(n+1) \quad (37)$$

## 七、波高觀測

波浪之波高為防波堤之主要外力來源，為表示海上波浪之性質，通常用波高、週期、波長及波向等四要素表示之。興建防波堤處需先測定上述四數據，國際上共同之規定(王等人，1978)某時刻之波高及週期係指該時間前後十分鐘，即連續二十分鐘所測波形記錄中取其中數據最大之 $\frac{1}{3}$ 平均值稱之為示性波高或有義波高 $H^1_{\frac{1}{3}}$ ，亦或有效波高。該時刻之波高及週期以此為代表其性質，表示成 $H^1_{\frac{1}{3}}$ 及 $T^1_{\frac{1}{3}}$ 。同理，亦可使用平均波高( $H_{mean}$ )、平均週期( $T_{mean}$ )、最大波高( $H_{max}$ )、最大波週期( $T_{max}$ )、 $\frac{1}{10}$ 最大波高( $H^1_{\frac{1}{10}}$ )及 $\frac{1}{10}$ 最大週期( $T^1_{\frac{1}{10}}$ )等表示之。

波浪波高之觀測法常可分成直接觀測法與間接觀測法兩類，謹分述如下：

一、直接觀測法：本法觀測位置可分為水面法，水中法及岸上法三種。其餘類甚多，各有優缺點，囿於施設困難，或在暴風時期無法使用，有甚多之限制。

二、間接觀測法：測波儀設於海底或海中，藉由測定水底或水中之壓力變動，再予以換算為水面波高者。本法在暴風時期亦能測量波高，為世界各國所願意採用。因其量測者水中壓力，故又名水壓式波浪觀測法。

本研究所測得之波高係使用超音波波高計，該波高計設置於基隆港東延伸防波堤尖端外海約一千公尺處，送受波器為水中傳送式，超音波週波數介於150KHz~200KHz間。其波高、週期及演算儀可檢出及演算出平均波高 $H_{mean}$ 及週期 $T_{mean}$ ，示性波高 $H^1_{\frac{1}{3}}$ 及週期 $T^1_{\frac{1}{3}}$ ， $\frac{1}{10}$ 最大波高 $H^1_{\frac{1}{10}}$ 及週期 $T^1_{\frac{1}{10}}$ ，最大波高 $H_{max}$ 及週期 $T_{max}$ 。茲將基隆港外海1984年波高，週期及潮汐之推算平均值及標準偏差值製表如表二及表三。

表二 基隆港外海1984年波高，週期及潮汐之平均值

Month	$H_{\max}$ (m)	$T_{\max}$ (sec)	$H^1/_{10}$ (m)	$T^1/_{10}$ (sec)	$H^1/_{3}$ (m)	$T^1/_{3}$ (sec)	$H_{mean}$ (m)	$T_{mean}$ (sec)	Tide (m)
1	4.35	7.24	3.40	7.60	2.74	7.62	1.78	6.69	0.94
2	4.23	7.36	3.31	7.74	2.62	7.76	1.66	6.61	0.60
3	3.03	7.10	2.36	7.26	1.88	7.29	1.22	6.34	0.85
4	2.62	7.10	2.05	7.40	1.65	7.30	1.08	6.34	0.91
5	1.77	6.09	1.63	6.32	1.13	6.53	0.72	5.79	0.99
6	1.00	6.19	0.80	6.46	0.65	6.62	0.43	6.03	1.10
7	0.71	6.12	0.49	6.45	0.39	6.55	0.28	6.29	1.01
8	2.34	7.99	1.77	7.43	1.41	7.11	0.91	6.44	1.16
9	1.87	6.53	1.25	6.15	1.01	6.20	0.67	5.84	1.06
10	3.59	7.66	2.46	7.65	1.97	7.93	1.30	6.79	0.93
11	4.32	7.76	3.11	7.88	2.49	7.82	1.61	6.77	0.93
12	4.94	8.58	3.65	7.73	2.90	7.92	1.90	6.84	0.73

表三 基隆港外海1984年波高，週期及潮汐之標準偏差值

Month	$H_{\max}$ (m)	$T_{\max}$ (sec)	$H^1/_{10}$ (m)	$T^1/_{10}$ (sec)	$H^1/_{3}$ (m)	$T^1/_{3}$ (sec)	$H_{mean}$ (m)	$T_{mean}$ (sec)	Tide (m)
1	1.71	1.50	1.37	1.18	1.10	1.15	0.69	0.93	1.34
2	1.52	1.34	1.23	1.01	0.98	1.06	0.63	0.82	0.29
3	1.46	1.25	1.04	0.88	0.85	0.84	0.55	0.79	0.24
4	1.00	1.16	0.83	0.91	0.66	0.74	0.42	0.68	0.28
5	0.99	1.07	1.30	1.00	0.65	0.82	0.36	0.62	0.20
6	0.48	1.19	0.41	1.00	0.34	0.89	0.21	0.72	0.19
7	0.31	3.36	0.23	1.90	0.19	2.04	0.12	1.39	0.28
8	1.82	2.66	1.41	1.75	1.12	1.93	0.70	1.31	0.20
9	1.35	1.53	0.74	1.33	0.59	1.28	0.38	0.62	0.15
10	1.84	1.84	1.18	0.74	0.93	0.72	0.60	0.64	0.26
11	2.37	1.74	1.74	1.08	1.40	1.01	0.90	0.86	0.28
12	1.88	2.50	1.38	1.77	1.11	1.01	0.72	0.80	0.29

## 八、應用例

茲將本發展之模式應用於基隆港東防波堤(曾，1983)之可靠度分析中，所使用之參數參照如表四。本研究所取之E[Hd]、C.O.V.[Hd]及其變化範圍為蒐集分析基隆港外海之實測波高所計算得之參數。為瞭解基隆港東防波堤可靠度指標與設計波高平均值E[Hd]之關係，經本模式分析結果如圖二可知，當E[k]=0.6，C.O.V.[k]=0.117，C.O.V.[Hd]=0.049時，可靠度隨著E[Hd]增大而減小。同理，為瞭解基隆港東防波堤可靠度指標與摩擦係數平均值E[k]之關係，經本模式分析結果如圖三可知，當C.O.V.[Hd]=0.049，E[Hd]=3.45m，C.O.V.[k]=0.117時，分析結果如圖三所示，當E[k]增大時，可靠度增大。同時，觀察圖四、圖五，可知防波堤的可靠度可隨著設計波高的變異係數及堤體與其坐底拋石塊之間摩擦係數的變異係數增大而減小，亦即波高的不確定性及堤體與其坐底拋石塊之間摩擦係數的不確定性越增大，東防波堤的可靠度越減小。

表四 防波堤可靠度之基本設計資料

靜水面上波壓強度為0之高度 $\eta'$ (m)	5.63	鋼筋混凝土單位體積重(t/m <sup>3</sup> )	2.45
直立壁前之設計波高 $H_d$ (m)	7.5	滑動安全係數F.S.	1.2
直立壁前之水深 $h$ (m)	34	設計水位至堤頂面高 $h_c$ (m)	3
直立壁前性波高五倍距離處水深 $h_b$ (m)	35	防波堤長(m)	20
直立壁底面之水深 $h'$ (m)	16	防波堤寬(m)	21
護基方塊頂水深 $d$ (m)	15	防波堤高(m)	19
海水單位體積重 $\omega_0$ (t/m <sup>3</sup> )	1.03	波浪入射角度	0
水深 $h$ 處波長 $L$ (m)	175		

## 九、結論

在本篇研究中，建立防波堤不確定性分析之模式，應用Mellin轉換之技巧，以求得波高及摩擦係數對防波堤之影響的不確定性。假設摩擦係數為常態分佈，為阻抗力之不確定性因子，以基隆港外海實測所得到之波高數據求得之設計波高平均值及設計波高標準偏差，實際應用於本分析模式，其所得

之結果可發現，設計波高的平均值愈大，其防波堤所計算而得之可靠度值愈小，防波堤體與其坐底拋石塊之間的摩擦係數的平均值愈大，其防波堤所計算而得之可靠度愈大。以及防波堤系統之可靠度隨上述二因子，設計波高及防波堤體與其坐底拋石塊之間的摩擦係數兩者的標準偏差增大而減小。

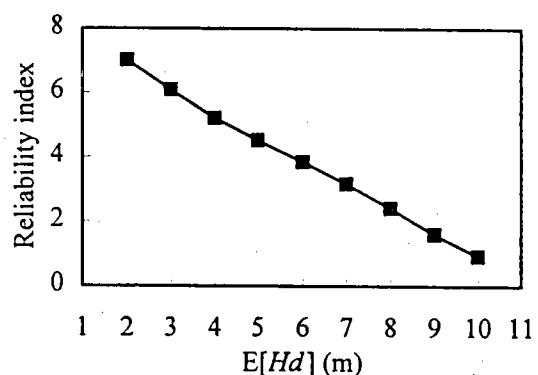
## 誌 謝

本研究蒙基隆港務局局長韓德安先生，副局長王鐘雄先生，主任秘書陳清擇先生，總工程司王榮祥先生，工務組長林坤田先生，規劃課長魏震先生提供協助，港工處長賴貴祥先生，擴建處長曾榮哲先生，副處長王建中先生提供東防波堤延伸工程資料，特此敬致謝忱。

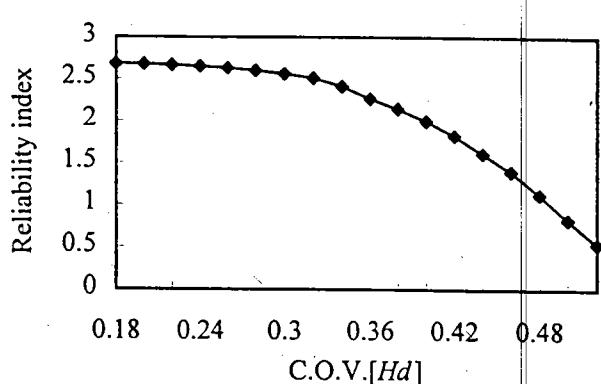
## 參考文獻

- 王國光，王建中，劉凡正，鄭燦鋒，陳明宗，李大中，林啓正，"臺灣北部深海波浪之研究"，臺灣省政府交通處基隆港務局(1978)。
- 曹登皓，張景鐘，郭世榮，"堤體安全性可靠度分析之研究"，國科會研究成果報告NSC83-0209-E019- 003 (1994)。
- 曾榮哲，"東防波堤延伸工程竣工報告"，臺灣省政府交通處基隆港務局擴建處(1983)。
- 臺灣省政府交通處基隆港務局，"基隆外海新港區擴建規劃暨具體執行計畫報告書"(1996)。
- Ang A. H.-S., and W.H. Tang, "Probability concepts in engineering planning and design," Vol. 1: Basic principles, John Wiley & Sons, Inc., New York, N.Y. (1975).
- Ang, A. H.-S., "Extended reliability basis of structural design under uncertainties," Proceedings of the SAE/AIAA/ASME 9th Reliability and Maintainability Conference, Vo1. 9, pp. 642-649 (1970).
- Batman, H., "Tables of integral transforms," Vo1. 1, McGraw - Hill, New York, N.Y. (1954).
- Baker, J., "The Reliability Concept As An Aid to Decision Making in Offshore Engineering," Proceeding of the 4th International Conference on Behavior of Offshore Structure (BOSS'85) Delft, The Netherland July 1-5 (1985).
- Bazovsky, I., "Reliability Theory and Practice," Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ (1961).
- Calaro, S.R., "Reliability Principles and Practices," McGraw-Hill Book Co., New York (1962).

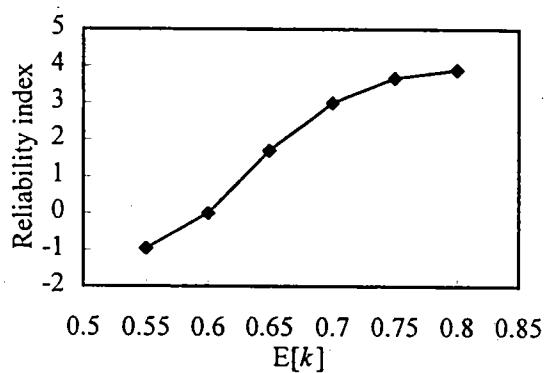
- Erdogan, F., and O. Aksogan, "Bonded half planes containing an arbitrarily oriented crack," Int. J. Solids Structures, 10, pp. 569-585 (1974).
- Franco, L., A. Lamberti, A. Noli and U. Tomasicchio, "Evaluation of Risk Applied to Designed Breaker of Punta Riso at Brindisi, Italy," Coastal Engineering, Vol. 10, No. 2, pp. 169-191 (1986).
- Freudenthal, A.M., "The Safety of Structures," Transactions, ASCE, Vol. 112, pp. 125-159 (1947).
- Freudenthal, A.M., "Safety and Probability of Structural Failure," Transactions, ASCE, Vol. 121, pp. 1337-1375 (1956)
- Goda, Y., "Random Seas and Design of Maritime Structures," Tokyo University Press (1985).
- Mays, L.W. and Y.K. Tung, "Hydrosystem Engineering and Management," Chapter 5, McGraw-Hill, New York (1992).
- Park, C., "The Mellin transform in probabilistic cash flow modeling," The Engrg. Economist, Vol. 32(2), pp. 115- 134 (1987).
- Tung, Y.K., "Mellin transform applied to uncertainty analysis in hydrology/ Hydraulics," Journal of the hydraulic engineering, ASCE, Vol. 116, No. 5, pp. 659-674 (1990).
- Tung, Y.K., and L.W. Mays, "Risk models for model design," Water Resources Research, Vol. 17, No. 4, pp. 833-842 (1981).
- Tye, W., "Factor of Safety-or of Habit?" Journal of the Royal Aeronautical Society, Vol. 58, No. 407, pp. 487, Nov. (1944).
- Yen, B.-C. and A. H.-S. Ang, "Risks analysis in design of hydraulic projects," Proceedings of the first International Symposium on Stochastic Hydraulics, Pittsburgh, PA, USA, pp. 694-709 (1971).
- Yen, B.-C. , "風險及可靠度分析在水利工程上應用研習會講義集" ( 1989 )  
◦ Shewart, W.A., "Economic Control of Quality of Manufactured Products," D. Van Nostrand Co., New York (1931).



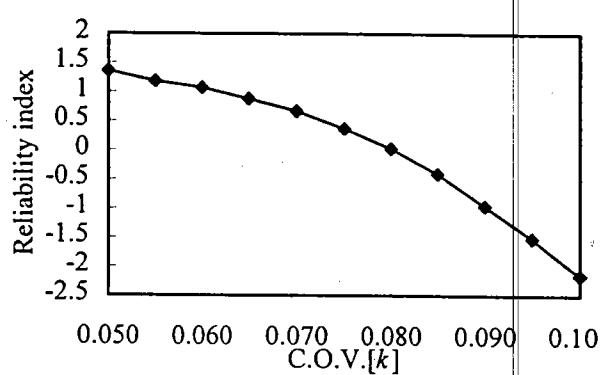
圖二 基隆東防波堤可靠度指標與  $E[Hd]$  之關係圖  
( $E[k]=0.6$ , C.O.V. $[k]=0.117$ , C.O.V. $[Hd]=0.049$ )



圖四 基隆港東防波堤可靠度指標與  $C.O.V.[Hd]$  之關係圖 ( $E[k]=0.6$ , C.O.V. $[k]=0.117$ ,  $E[Hd]=3.45m$ )



圖三 基隆港東防波堤可靠度指標與  $E[k]$  之關係圖  
(C.O.V. $[Hd]=0.049$ ,  $E[Hd]=3.45m$ , C.O.V. $[k]=0.117$ )



圖五 基隆港東防波堤可靠度指標與  $C.O.V.[k]$  之關係圖 ( $E[k]=0.6$ ,  $E[Hd]=3.45m$ , C.O.V. $[Hd]=0.049$ )

# 港口能量之探討

賴瑞應 港灣技術研究所助理

張國泉 港灣技術研究所助理研究員

## 壹、前 言

國內現有各大國際商港，在商港區域內均有漁港存在，如基隆港內之正濱漁港、高雄港內之前鎮漁港及其他各大小漁港、台中港內之梧棲漁港、花蓮港內之花蓮漁港、蘇澳港內之南方澳漁港等，在各港做整體規劃時，均面臨商、漁船共用航道的問題，而各港處理商、漁船共用航道之看法不一，有的主張要劃設漁船有形的航道，有的主張漁船另闢航道，有的則主張將現有漁港遷移至新漁港。為此，本研究擬提出簡易的港口能量計算公式，以便提供港務局在處理商、漁船共用航道的問題上有所依據。

## 貳、港口能量

由於港口能量牽涉港口管制、海氣象條件、港勤調度、船舶到港及進港意願及漁船、軍用船艦（一般均忽略）等之干擾，相當複雜而不確定，因此，本研究乃提出一簡單易用的計算公式，來估算不同狀況下之港口能量，茲說明如下：

## 一、不受干擾下之港口能量

在不考慮漁船干擾的情況下，假設港口能量受船舶在港口段操航時間、海氣象條件及夜航限制影響，則公式如下：

$$c = [(60 \times 24 \times 365) \div t] \times (1-a) \times (1 \times b)$$

分 時 日

其中

c：不受干擾下之港口能量（艘次／年）

t：平均船舶進出港在港口段操航時間（分）

a：受海氣象影響不能進出港時間比例（%）

b：受夜航限制之船舶佔全部進出港艘次之比例（%）

## 二、受漁船干擾之港口能量

考量漁船對商船進出港的干擾，則港口能量需做修正，公式如下

$$C_f = C \times (1-f)$$

其中

C<sub>f</sub>：受漁船干擾之港口能量（艘次／年）

$f$ ：漁船進出港在港口段之操航時間比例

### 三、設置電子信號板及漁船等待區之港口能量

設置電子信號板管制漁船進出，可有效提高港口能量，假設在漁船等待區平均有  $n$  艘漁船等待入港或出港，則港口能量公式為

$$C_{fe} = C \times \left[ 1 - \frac{f}{n} \right]$$

其中

$C_{fe}$ ：設置電子信號板及漁船等待區之港口能量（艘次／年）

$n$ ：在漁船等待區等待入港或出港之平均漁船艘數

### 四、營運面所需之港口能量

在考量港口全面發展後，營運所需之港口能量，公式如下：

$$D = \frac{b_n \times 365 \times 24 \times \mu}{S} \times 2$$

其中

$D$ ：進出港船舶艘次（艘次／年）

$b_n$ ：船席數

$\mu$ ：船席使用率（%）

$S$ ：平均每船泊靠船席時間（小時）

### 參、商漁分離

有了港口能量計算公式後，我們可藉由下列判斷式，判斷未來是否商、漁船航道要分離，茲說明如下：

(1)  $D \geq C_{fe}$

商港整體開發完成，全面營運所需之港口能量大於設置電子信號板及漁船等待區之港口能量，則商、漁船航道勢必分離才能解決互相干擾的問題。

(2)  $C_{fe} > D > C_f$

商港整體開發完成，全面營運所需之港口能量小於設置電子信號板及漁船等待區之港口能量，但大於未設置電子信號板及漁船等待區之港口能量，則商、漁船共用航道問題可藉由漁船的管制進出，達到解決互相干擾的問題。

(3)  $C_f > D$

商港整體開發完成，全面營運所需之港口能量小於未設置電子信號板及漁船等待區之港口能量，則商、漁船共用航道即可。

經由上面的判斷式，我們可以很容易的判斷未來商、漁船航道是否需要分離或只要以管制漁船進出的方式來減少商、漁船互相干擾或甚至商、漁船共用航道即可。

### 肆、實例

筆者有幸參與蘇澳港整體規劃，手邊有蘇澳港一些相關基本資料，趁此機會驗證公式的實用性。

#### (1) 不受干擾時之港口能量

依蘇澳港85年商船進出港在港口段的操航時間約為12分鐘，而全

年受海氣象影響不能進出港的時間比例約為 2.9%，受夜航限制之船舶約為 48%，則不受漁船干擾下之港口能量為

$$\begin{aligned} C &= [(24 \times 60 \times 365) \div 12] \times \\ &\quad (1 - 2.9\%) \times (1 - 48\%) \\ &= 22,115 \quad \text{艘次／年} \\ &\doteq 60 \quad \text{艘次／日} \end{aligned}$$

#### (2) 漁船進出港干擾下之港口能量

由「蘇澳港整體規劃及未來發展計畫」報告中得知，八十五年漁船進出港艘次為 181,783 艘次，假設未來漁船進出港艘次不變的情況下，而漁船在港口段操航時間約為 2 分鐘，則港口能量為

$$\begin{aligned} C_f &= 22115 \times [1 - \frac{181783 \times 2}{365 \times 24 \times 60}] \\ &= 6,817 \quad \text{艘次／年} \\ &\doteq 18 \quad \text{艘次／日} \end{aligned}$$

#### (3) 採用電子信號板管制漁船之港口能量

假設在漁船等待區之漁船數平均為 5 艘，則港口能量為

$$\begin{aligned} C_{fe} &= 22115 \times [1 - \frac{181783 \times 2}{365 \times 24 \times 60 \times 5}] \\ &= 19,055 \quad \text{艘次／年} \\ &\doteq 52 \quad \text{艘次／日} \end{aligned}$$

#### (4) 營運面之需求

由「蘇澳港整體規劃及未來發展計畫」得知，蘇澳港全面發展後應可闢建 24 個船席，如果船席使用

率以 75% 計算，而平均每船泊靠船席時間以 63.9 小時計算，則預估蘇澳港現有港區全面發展後進出港船舶艘數為

$$\begin{aligned} D &= \frac{24 \times 24 \times 365 \times 75\%}{63.9} \times 2 \\ &= 4,935 \quad \text{艘次／年} \\ &\doteq 14 \quad \text{艘次／日} \end{aligned}$$

若上述假設條件不變的情況下，因  $C_{fe} > C_f > D$ ，所以蘇澳港在現階段商、漁共用航道即可。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

1. 本研究所提之港口能量估算公式，可提供各港務局及漁政單位在面對商、漁分離問題上，提供更有系統及更有邏輯的方法來探討商、漁分離的時機及方法。
2. 經由本研究之分析結果，蘇澳港現階段商、漁船共用航道即可。

### 二、建議

由於港口能量牽涉港口管制、海氣象條件、港口管理設施(VTMS)、港勤調度、漁船干擾程度、船舶到港及進港意願等，相當複雜而不確定，因此，上述的估算值僅為一參考值，未來應可考慮使用電腦模擬的方式來計算港口能量，可得到較準確之結果。

## 參考文獻

1. 台灣省政府交通處港灣技術研究

- 所，台灣地區整體國際港埠發展規劃，85年4月。
- 2.台灣省政府交通處港灣技術研究所，基隆港務局委託，基隆港整體規劃及未來發展計劃，85年11月。
- 3.台灣省政府交通處港灣技術研究所，台中港務局委託，台中港整體規劃及未來發展計劃，85年5月。
- 4.台灣省政府交通處港灣技術研究
- 所，高雄港務局委託，高雄港整體規劃及未來發展計劃，85年9月。
- 5.台灣省政府交通處港灣技術研究所，花蓮港務局委託，花蓮港整體規劃及未來發展計劃，85年10月。
- 6.台灣省政府交通處港灣技術研究所，基隆港務局委託，蘇澳港整體規劃及未來發展計劃，87年5月。

# 重力式碼頭安全檢測與維修研究

蘇吉立 港灣技術研究所助理

## 摘要

重力式碼頭結構一般由混凝土、鋼材、砂石級配、土壤等材料所組成，在長期承受物理性、化學性與力學性等失控因素干涉下，將使碼頭整體或部份結構內外部起變化，此等變化將導致碼頭整體或部份結構顯現相關之外視異變現象，且此等變化與異象常為多樣性、循環性與連續性。若不時時加以適當的安全檢測與維修，輕者將使碼頭運作之潛在危險性漸昇，重者將使碼頭結構之潛在危險性漸昇，甚至導致突發性之崩毀，不可不慎。

本研究擬以高雄港為例，選擇數個代表性碼頭，依現地異象變化調查評估結果，及實地施設之相關檢測作業，加以歸納分析探討，期能提供建立碼頭安全調查、評估作業程序與檢測方法之參考。進而研擬維護整修之初步對策。

## 一、前言

據研究調查臺灣地區如高雄港現有重力式碼頭多建造於日據時期，而至目前為止仍繼續使用中，推

測其使用時間最長者已近五十年或更長，此等碼頭均為極老舊碼頭，在早期管理理念較不受重視，加諸長期承受物理性、化學性與力學性等失控因素干涉下，所導致碼頭整體或部份結構內外部之變化與相對顯露之外視異變現象必然更加顯著，而其建造當時之船舶海運規模、碼頭土木營造技術與法規、使用設計年限或土層狀況等亦極可能與目前大不相同。且近年來國際貿易密切，來往貨運頻繁，船隻噸位須求日高，此等碼頭在可能被迫適應趨勢下，對於泊船時之衝擊力、牽引力、碼頭水深等亦極有可能與老舊碼頭建造當時之設計條件日漸不同。老舊碼頭若仍被迫繼續使用，除須特別加強維護管理外，對其安全性應時時重新檢討評估，否則一旦損毀其影響甚大，損失亦無法估計。例如油品及化學碼頭，除碼頭結構、輸送設備損毀等硬體損失外，因化學、油品等物料資源流失而造成的海域環境污染更是無法彌補，是故老舊碼頭之安全性問題不容忽視。

因重力式碼頭具高度循環性與

連續性之異變現象與行為，其因而導致之崩毀行為，常為突發性，且崩毀行為一經發生即無法補救，故一般重力式碼頭無論新舊均應做好維修、安全檢測與使用管理。如現有碼頭使用需求超過碼頭原設計使用功能甚大時，對其安全性應進行重新評估。此外對現有碼頭之外視異象變化，亦應進行追蹤調查與維修，並評估其安全性。

工程經驗上足以印證，做好碼頭安檢與維修，可確保使用年限，亦可補設計及施工上之部份缺陷，更有助使用壽命之延長。

## 二、重力式碼頭外視異象行為

### 2.1 常見之外視異變現象行為與特性

從事碼頭之安全檢測與維修人員，應對碼頭常見異變現象行為事先充分了解，方能確實充分掌握安全檢測與維修重點。

一般碼頭除適逢維修不久，勘定不易外，重力式碼頭由於經年累月遭受物理、化學與力學性等失控因素干涉下所產生的影響，均可由外視現象獲得一些初步的警訊，本研究稱之為—外視異變現象。而此等警訊將直接或間接成為重力式碼頭之破壞行為模式。

綜合先前研究〔1998港灣技術研究—研七〕有關重力式碼頭調查檢測之結果，若以結構顯現於外視之常見異變現象行為，經統計結果大致可歸納如下：

依其潛在危險度之排列次序（輕至重）主要可區分為：腐蝕、龜裂、破裂、沉陷、拱起、傾斜、崩塌等七大外視異象。而此等異象彼此之間的行為常俱下列3大特性：

1. 互相伴隨發生—多樣性。
2. 互為因果—循環性。
3. 不斷的互為因果而擴大表徵—連續性。

上列關係可以圖1說明之。正因此特性，常可因忽視一小異象而延誤拯救碼頭之時效，不可不慎。

### 2.2 外視異象之成因與常現行為分佈狀況

根據研究調查結果；導致各種外視異象行為之可能主要因素及常現各種外視異象行為分佈狀況分項歸納分析如下（以其對碼頭結構可能之潛在危險度由輕至重依序敘述）：

1. 腐蝕—可能主要因素包括；海洋環境自然因素、外力撞擊或磨損、結構體之保護層厚度不均等。常現各種腐蝕之外視異象行為分佈狀況有：
  - A. 防舷材固定配件
  - B. 法線橫樑之鋼筋
  - C. 繫船柱及基座
  - D. 主體結構鋼材等。
2. 龜裂—可能主要因素包括；材料因素（含腐蝕、疲勞及老化）、結構體保護層厚度不均、不當施工、不當外力、壓密沉陷、超載沉陷、基床滲水軟化、長期反復載重、漏砂、傾斜或基礎結構失衡滑動等。

常現各種龜裂之外視異象行爲分佈狀況有：A.壁體胸牆B.法線橫樑C.繫船柱基座(多造成45及90度拉裂)D.碼頭面E.樑板。

3.破裂—可能主要因素包括；同龜裂。常現各種破裂之外視異象行爲分佈狀況有：同龜裂。

4.沉陷—可能主要因素包括；不當外力、基床滲水軟化、超載、長期反復載重、漏砂、傾斜或基礎滑動。

常現各種沉陷之外視異象行爲分佈狀況有：A.壁體胸牆B.法線橫樑C.碼頭面。

5.拱起—可能主要因素包括；沉陷及導致沉陷之原因。常現拱起之外視異象行爲狀況為碼頭面拱起。

6.傾斜—可能主要因素包括；沉陷及導致沉陷之原因。

常現各種傾斜之外視異象行爲分佈狀況有：A.碼頭附屬建物B.壁體胸牆。

7.崩塌—可能主要因素包括；沉陷及導致沉陷之原因，而大量滲水則為加速崩塌之主因。

常現各種傾斜之外視異象行爲分佈狀況有：A.碼頭面B.壁體胸牆C.樑板D.整體。

上列各外視異象行爲、成因及常現分佈狀況，亦可以圖2補充說明之。常現各種外視異象行爲分佈詳細狀況可詳閱港灣技術研究所—1987-研(九)及1988-研(七)等研究報告之記錄相片。

### 三、重力式碼頭安全檢測

#### 3.1 安全檢測工作

本研究擬定安全檢測主要工作及程序內容如下：(如圖1、圖2)

- 1.搜集建立碼頭基本資料檔案。
- 2.安全初勘—外視異象現況調查。
- 3.安全初勘調查結果之整理分析、研判與處置。
- 4.細部檢測與監測。
- 5.綜合檢討分析。

#### 3.2 搜集建立碼頭基本資料

應搜集建立之完整資料包括：海象、氣象、地象、碼頭設計、碼頭維修變更等。分述如下

- 1.海象：包括潮位、波浪、海流、漂砂等。
- 2.氣象：包括雨量、風向、風力、颱風等。
- 3.地象：包括地形、海岸線變動、地質特性等。
- 4.碼頭設計。
- 5.碼頭維修變更。

海象、氣象及地象資料均直接影響整體港灣規劃，是港灣結構物設計上極重要之參素。尤以地質特性，更直接影響碼頭之規劃、基礎設計、施工及整體結構工程之成敗，故地象之地質特性是碼頭結構設計、維修、安檢評估上極重要之參素。

碼頭原始設計資料及碼頭維修變更之詳細歷史均應收集整理並妥善保存。資料之建立應配合管理制度。

度，設計一套完整之圖表文件，使其標準化、程序化與規格化，以利日後執行、參閱或更新檔5案。於此建議，所有文件之製作應配合ISO 9000之基本要求。

### 3.3 安全初勘—外視異象現況調查

#### 3.3.1 碼頭安全的定義

廣義之碼頭安全定義應包括；碼頭結構性之安全與碼頭工作性之安全。

碼頭結構性之安全，顧名思義與結構有關，考慮因素為碼頭主體與附屬設施之諸異變現象，可能導致碼頭結構性之安全行為。碼頭工作性之安全，應指碼頭運作動線規劃不順暢、運作動線規劃不合理或運作動線受到干擾，使碼頭可能潛伏工作上之危險。而影響動線之可能因素本研究將其歸納為：1. 碼頭機能規劃配置不當。2. 行政流程不當。3. 管理措施不當。4. 碼頭主體與附屬設施之異變現象。本研究對向為碼頭結構，故以下只就第4項加以探討。

#### 3.3.2 現況調查之方法

主要調查範圍分海上及海下兩部份。海上部份：自碼頭法線起至碼頭後線第一線建物止，包括附屬構造物等之所有外視異變現象。

海下部份：除碼頭壁體外應包括自壁體與海床臨界起至少與拋石基礎同寬或法線碼頭面至海床之高度同寬之海床狀況。

##### 海上部份調查方法：

事先備妥既有之基本資料表及

調查紀錄表，配合可採用之工具如：放大鏡、角尺、墨斗、垂球、鐵鎚、防水捲尺、水平尺、步距尺、照相機、平板儀、水準儀、經緯儀、電子測距儀等。並透過必要之現場資訊，針對現場各種外視異變現象之狀況、程度、相互關係與位置，除以標準圖表詳細記述外，並一一拍照存檔。且事先對各種外視異變現象之可能原因，綜合各種異象之可能相關性、碼頭設計基本原理、土壤力學基本原理、材料力學基本原理、結構力學之基本原理與專業工程經驗等，預先作成合理之研判，以便作為更深入分析探討，及預擬必要之進一步檢測與監測網之依據。

##### 海下部份調查方法：

配合並延續海上部份調查整理之結果及先前之研判，備妥基本調查資料表及調查結果紀錄表，事先規畫海下調查方法、步驟與重點，配合可採用之工具如：防水捲尺、水平尺、照相機、潛水相關器材等。透過必要之現場資訊，針對現場各種外視異變現象之狀況、程度、相互關係與位置，除以標準圖表詳細記述外，並拍照存檔。綜合海上調查及其研判與海下之調查結果，再重新研判海上及海下勘得之各種異象之可能原因與其間之相關性，作為進一步分析探討、預擬必要之進一步檢測與監測網及預擬必要維修措施之依據。為求日後碼頭管理、維護、調查等工作得以順利延續，不因人而異，且具明確性、統一

性與迅速性，必須確立一套格式與作業模式〔可參考1998港灣技術研究—研七—P18~152〕，使得後繼者有一準則可行，並可由前人累積研判之經驗。

### 3.4 安全初勘結果之整理分析、研判與處置

#### 3.4.1 安全初勘調查結果之整理分析

要確實做好碼頭管理及維修，碼頭安全初勘調查結果要有系統的加以整理，並以其調查結果之外視異象度預作綜合分析評估加以分類。

為便於評估碼頭安全初勘查結果，本研究擬訂一綜合評估分類標準表[如表 1 所示]，如此可使管理及維修工作俱統一性與比較性。

#### 3.4.2 安全初勘調查結果之研判與處置

安全初勘應列為碼頭例行安檢工作，其結果之研判主要在瞭解碼頭異象之可能成因、可能構成碼頭之威脅狀況。應做處置則包括如何維修與是否進行細部檢測與監測。

外視異象調查結果之研判，可先依2.2節所述及圖2-1說明，尋求列出導致各種外視異象之可能主要及相關因素，一面依第四章內所述及工程慣例進行基本維修，一面將外視異象調查之整理研判結果，依表 3-1 之分類標準加以分析評估分類。

依各分析評估分類結果建議應做之基本處置分述如下：

1. 高度警示碼頭：立即修護填補

崩塌及空洞，檢討及維修碼頭面及四週之排水設施，絕對防止雨水滲入碼頭，以 AC 全面補修碼頭面，進行相關之維修。同時規畫細部檢測與變位監測；含地質調查、海下檢測、垂直及水平變位監測、透地雷達。進行必要之碼頭安全分析。

2. 中度警示碼頭：同上。

3. 警示碼頭：檢討及維修碼頭面及四週之排水設施，絕對防止雨水滲入碼頭，以 AC 全面補修碼頭面，進行相關之維修。沉陷及裂縫變位監測。進行相關之維修與例行性安檢。

4. 正常碼頭：檢討及維修碼頭面及四週之排水設施，絕對防止雨水滲入碼頭。進行相關之維修與例行性安檢。

### 3.5 細部安全檢測與監測

碼頭相關之細部檢測及監測，應依據碼頭例行安檢初勘之評估結果。由先前高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究中，曾實地選定新濱至58號碼頭，分五個區域進行現場實際檢測及監測之印證結果，建議主要檢測及監測內容、方法、使用器材與程序如下：

1. 根據安檢初勘結果之碼頭勘查記錄表再次於現場加以比對校核修正。
2. 就該碼頭海平面以上之外視異象加以重點描述繪製成碼頭平面細部檢測記錄表。

3. 參考比對碼頭平面之細部檢測記錄表，進行海下部份之外視檢測，並加以重點描述繪製成碼頭立面細部調查記錄表。

4. 實施變位監測，包括：

(a) 碼頭表面垂直沉陷變位監測：表面垂直沉陷變位監測，可利用水準儀針對選定之相關水準點，定期施以水準測量，藉以比較分析碼頭各部位之相對沉陷狀況，建立監測結果表，並將所設水準點相關位置標示於細部調查記錄表。

(b) 碼頭水平變位監測：

(1) 埋設傾斜管：瞭解碼頭結構水平變位隨深度之變化情況

(2) 設置傾斜盤：輔助監測碼頭壁體結構之傾斜狀況。

(3) 設立電子測距基線：誤差土 $1\text{mm}$ ，故不適於變位小於 $3\text{mm}$ 之監測範圍，但用於輔助監測碼頭垂直法線方向之水平大變位(大於 $3\text{mm}$ )則迅速、經濟而方便。

(4) 設立裂縫監測點(LVDT)：監測碼頭裂縫之變化，適於小變位之精密監測，監測範圍( $\pm 12\text{mm}$ )。

(5) 建立監測結果表，各相關設置位置亦標示於細部調查記錄表。建議重力式碼頭變位監測網基本佈置如圖 3 所示。

5. 進行地質補充調查，包括：

(a) 地質鑽探取樣：瞭解地質狀

況，繪製鑽探報告，鑽探結果製成碼頭地質調查試驗報告總表，鑽孔位置標示於細部調查記錄表。

(b) 透地雷達分析：檢視碼頭結構及隱藏碼頭版面下，因沉陷或漏砂所產生之空洞狀況。

(c) 設置水壓觀測點：建立監測結果表。

(d) 進行相關室內試驗：瞭解地質相關之物理性質、壓縮性與力學性質。

相關作業詳細實例請參閱港灣技術研究所 1998-研(七)-高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究。

### 3.6 綜合檢討分析

綜合檢討分析主在解決碼頭維修及安全上之評定兩方面。解決碼頭維修：須綜合瞭解碼頭基本資料、碼頭維修歷史、碼頭主體與附屬設施之異變現象調查結果加以檢討研判，進而擬訂適當之維修方法。

碼頭異變現象安全之評定：除了須綜合瞭解碼頭基本資料、碼頭維修歷史、碼頭主體與附屬設施之異變現象調查結果加以檢討研判外，尚須觀查研判相關之細部檢測及分析監測調查結果。觀查研判相關之細部檢測，旨在瞭解各異象間之互動關係及所可能牽動之整體影響性(可由圖 1 判得。分析監測調查結果，則欲瞭解變形之特性與行為，進一步分析佐證碼頭安全上之顧慮，或為較大規模整建之依據。

## 四、重力式碼頭維修

維修工作應包含管理維護與整修。據先前研究調查綜合結果，水是重力式碼頭結構最大的致命傷，故做好碼頭排水，截斷進入重力式碼頭結構之水，是維修工作第一要務，應隨時注意，每逢下雨天應特別檢視碼頭之滲水狀況。相關維修工作依不同外觀異象行為狀況建議如下：

### 1. 腐蝕

- A. 防舷材固定配件：建議修補時可同時考慮改善使用材料、固定模式及加強表面防蝕措施。
- B. 法線橫樑之鋼筋：建議修補時可同時考慮全面加以耐磨耐撞之防蝕材護角並改進固定模式。
- C. 繫船柱及基座：建議視須要定期進行非破壞性檢驗，防蝕修補。新工程可考慮朝施工前之防蝕措施發展。
- D. 主體結構鋼材：建議視須要定期進行非破壞性檢驗，防蝕修補。同時進行腐蝕調查，再研擬對策。新工程設計時明確規定保護層厚度，考慮實際施工控制狀況；並可改進設計模式儘量一體成型及考慮採用耐磨性高之防蝕被覆料。材料選用除強度考慮外，並應考慮施工狀況之穩定性與可行度。

### 2. 龜裂

A. 壁體胸牆：建議加強使用管理，檢查並做好碼頭面之排水設施，並以水泥漿或環氧樹脂等適當材料添補碼頭面之裂縫，一面重新檢討分析整體結構，包括導致異象之原因：材料因素(含腐蝕、疲勞及老化)、不當外力、沉陷、傾斜或基礎結構失衡、滑動。檢核原設計假設條件，加強地質調查，進而研擬補救之道。

B. 法線橫樑：以水泥漿或環氧樹脂等類似材料添補裂縫，其它如A項。

C. 繫船柱基座：以水泥漿或環氧樹脂等類似材料添補裂縫。加強船舶靠案管制。新工程可改進設計模式儘量一體成型，亦考慮檢討並改變傳統設計方式。

D. 碼頭面：同A項。

E. 樑板：同A項。

### 3. 破裂一同龜裂。

### 4. 沉陷

A. 壁體胸牆：同(3)破裂-A項。

B. 法線橫樑：同上。

C. 碼頭面：同上。

### 5. 拱起

A. 碼頭面：同上。

### 6. 傾斜

A. 壁體胸牆：同上。並立即對碼頭使用採取必要之管制。

B.碼頭附屬建物：同上。

## 7.崩塌

A.碼頭面：同上。

B.壁體胸牆：同上。

C.樑板：同上。

D.整體：同上。

以上未詳述之維修處理則以一般施工慣例為之。

## 五、結論與建議

1.有關重力式碼頭安全檢測與維修重要觀念、作業程序及相關文件圖表之設計製做，除依本文所述外，可同時模擬參考港灣技術研究所1998-研(七)-高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究-P2~152頁。又近年ISO國際認證制度已為趨勢，故應同時配合ISO之要求。

2.由於碼頭安全檢測與維修，端賴儀器、材料的不斷發展及經驗的累積，故建議聯合各港務局、學術界、工程界、材料界，或可成立一港灣技術協會之組織，集思廣議，並搜集國外資訊，使碼頭安全檢測與維修技術得以獲得交換、整合、創新及經驗累積。設計上得以時時改進與突破。於此謹借本人從事於港灣技術研究所1998-研(七)-高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究中，以實際研究及二十多年之工程經歷，供獻一己棉薄之力，謹以拋磚引玉之心，期能引起共鳴，獲得更多人對相關研究之重視，而行更深入

之研究。

3.有關重力式碼頭安全檢測與維修方法，港灣技術研究所港工材料組之近年相關研究報告亦極多參考之內容。

4.由於臺灣地區現有之重力式碼頭多面臨改建之可能，於此以高雄港之當地情況為例，特提供甲、乙、丙三種建議方案，以為日後維修改建之參考：

甲、建議案：

a.方法—於原結構體鑽掘適當之孔徑與深度灌製RC樁，RC樁須佈設2至3排，且須前後左右交錯分佈。詳細須經分析設計後施工。

b.適用—碼頭用途及原設計水深不變，基礎有滑動之虞，結構體未嚴重損壞，旨在阻止基礎繼續滑動。

乙、建議案：

a.方法—以錨錐式鋼板樁就地重新改建，若原設計水深不變，則原結構體之敲除深度，只須夠埋置拉桿及地下管路設施之深度即可。若須加深設計水深，則建議原結構體至少敲除1/3，若不則亦可運用甲案加強之。鋼板樁之打設之適當位置，若考慮日後再次以鋼板樁重建及施工度，建議離原結構體至少約2m。以上均須詳加分析設計後施工。

b.適用—碼頭用途及原設計水深可或不變，基處有滑動之

虞，結構體嚴重損壞。

#### 丙、建議案：

- a.方法—以棧橋式就地重新改建，原結構體之敲除深度，只須夠設置樑之深度即可。預力樁之打設之適當位置，建議可直接緊依原結構體。以上亦須詳加分析設計後施工。
- b.適用—與乙案同。

### 六、參考文獻

- 1.臺灣省交通處港灣技術研究所  
1997研九及1998研七-高雄港區  
老舊碼頭安全調查及評估研究。
- 2.1996 李延恭、謝明志、蘇吉立

—老舊碼頭基礎安全性調查及評估十八界海洋工程研討會論文集  
。

- 3.港灣及海域工程 湯鱗武主編  
中國土木水利工程學會。
- 4.建築技術規則 中華民國內政部  
。
- 5.臺灣省交通處港灣技術研究所  
1997專刊第123號港灣及海岸結構物設計準則。
- 6.基礎工程學 李文勳 編著 慈恩書局。
- 7.基礎工程原理 BRAJA M.DAS  
鐘瑞敏 譯述 文笙書局。
- 8.結構耐震設計 李景亮 梁英文  
編著 文笙書局。

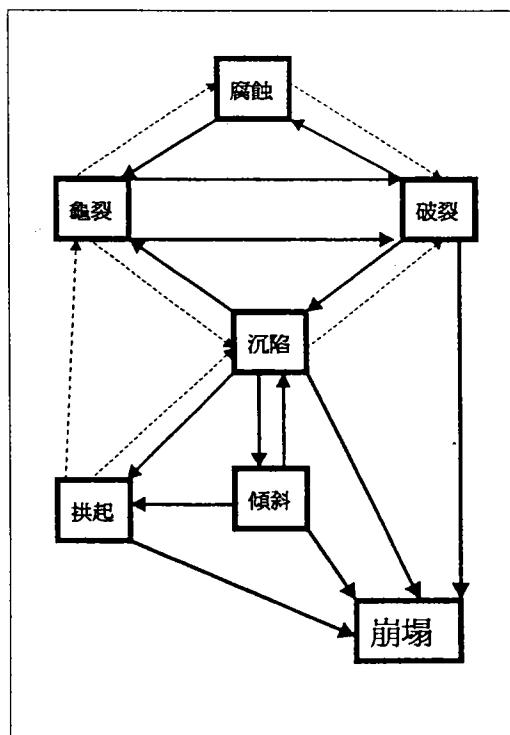


圖 1 重力式碼頭常見外觀異象行為特性及關連示意圖

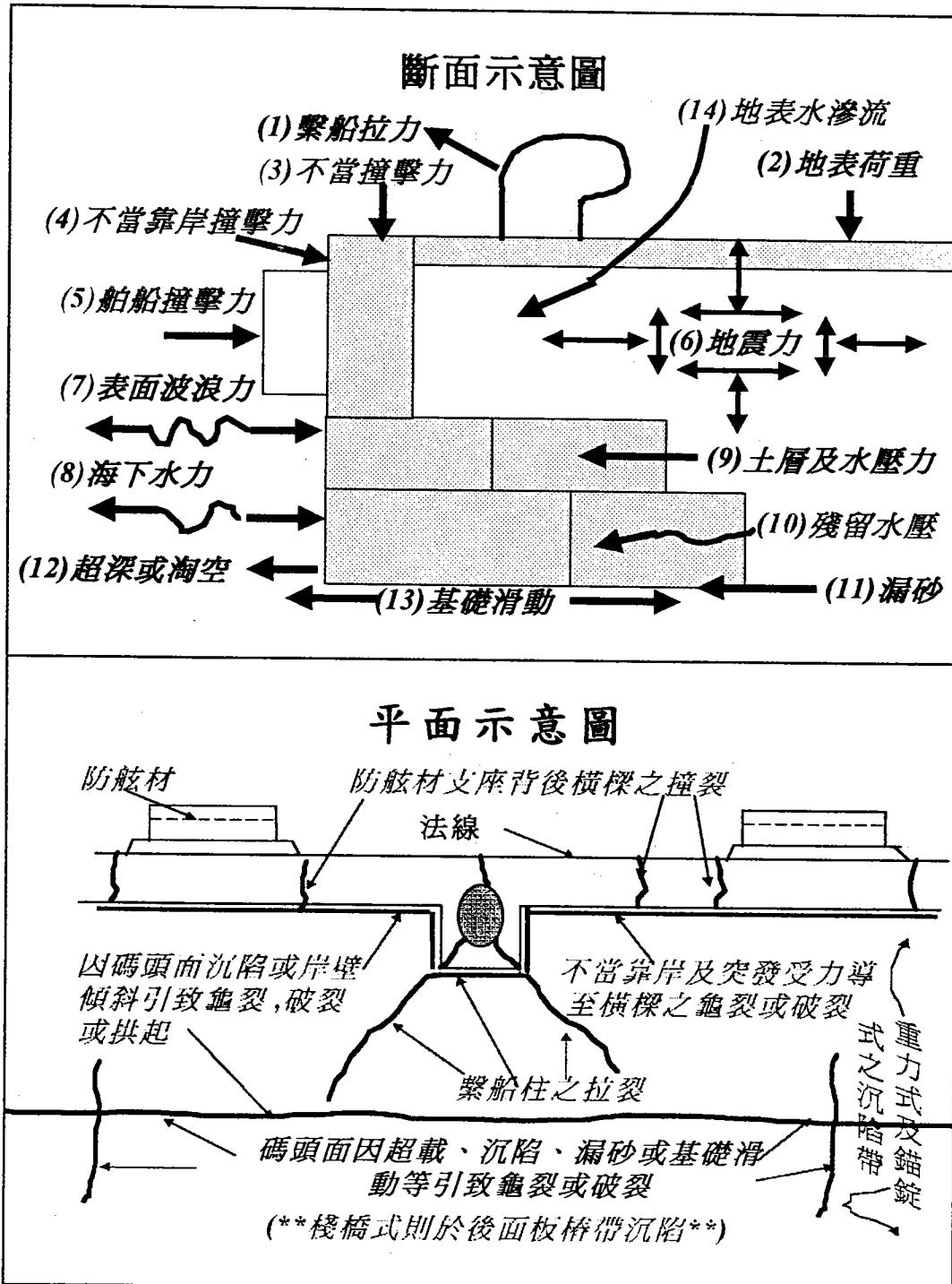


圖 2 常見碼頭主體結構可能受外力狀況與行為  
所導致之外觀異變現象與部位示意圖

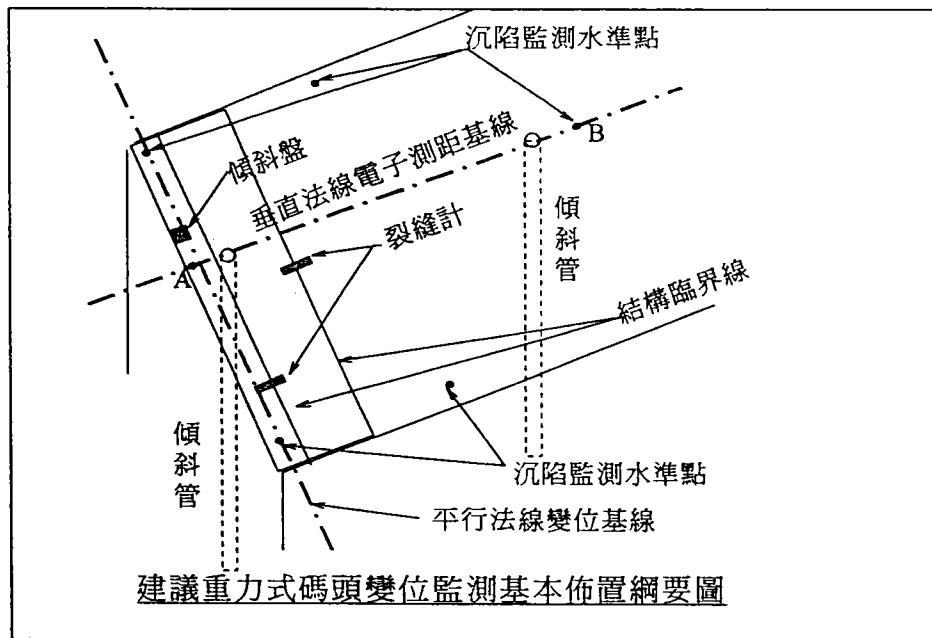


圖 3 重力式碼頭變位監測網基本佈置圖

表 1 碼頭外觀異變現象度綜合評估分類標準表

外觀 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(>50%) 嚴重危及結構	全面性或局部性 有危及結構之虞	局部性(<50%) 有危及結構之虞	局部性
2. 龜裂	全面性(>50%)	全面性(>50%)	全面性或局部性	局部性(<50%)
3. 破裂	全面性(>50%)	局部性(<50%)	輕微或無	無
4. 沉陷	全面性且最大沉 陷量大於 20cm	全面性且最大沉 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	有傾斜之虞須靠 儀器量測	無	無
7. 崩塌	局部性 含多處塌陷掏空	局部塌陷	無	無