

導報灣港



季刊 NO.17

❀❀❀❀❀ 要 目 ❀❀❀❀❀

- ◎發展我國海洋產業之希望—「中華民國海下技術協會」
- ◎我國成立運輸工程研究中心之我見
- ◎“海洋人工島”簡介
- ◎革命性的防波堤
- ◎台灣省海堤整建概況簡介
- ◎參加『第二屆近代大地地震工程及土壤動力學國際會議』簡介
- ◎海洋能源之簡介
- ◎向深海之挑戰—日本深海潛水調查船簡介
- ◎EDI 簡介
- ◎親切的新一代作業環境—視窗系統介紹
- ◎「電腦進階班」受訓心得報告
- ◎港灣結構物之品質保證
- ◎高爐水泥對港灣混凝土結構物耐久性及抑制鋼筋腐蝕效應之研究
- ◎以爐石粉取代部份水泥之混凝土抗壓強度、彈性模數之性質研究
- ◎高雄港貨櫃出租碼頭營運績效調查分析
- ◎學術活動預告

中華民國八十年七月出版

台灣省交通處港灣技術研究所



◎發展我國海洋產業之希望—「中華民國海下技術協會」	
林文 行政院科技顧問組.....	1
◎我國成立運輸工程研究中心之我見	
林志棟 國立中央大學土木系副教授.....	2
◎“海洋人工島”簡介	
黃清和 港研所海工組組長.....	5
◎革命性的防波堤	
樓式康 台中港務局正工程司.....	7
◎台灣省海堤整建概況簡介	
蕭茂鎮 水利局企劃組副工程司.....	8
◎參加『第二屆近代大地地震工程及土壤動力學國際會議』簡介	
簡連貴 港研所副研究員.....	12
◎海洋能源之簡介	
楊文衡 海洋大學副教授.....	15
◎向深海之挑戰—日本深海潛水調查船簡介	
王慶福 港研所研究員.....	16
◎EDI簡介	
陳國鑛 中華港埠服務社總經理.....	18
◎親切的新一代作業環境—視窗系統介紹	
蘇青和 港研所研究員.....	19
◎「電腦進階班」受訓心得報告	
徐如娟 港研所助理.....	21
◎港灣結構物之品質保證	
趙文成 國立交通大學土木工程研究所教授.....	22
◎高爐水泥對港灣混凝土結構物耐久性及抑制鋼筋腐蝕效應之研究	
陳桂清 港研所副研究員.....	23
◎以爐石粉取代部份水泥之混凝土抗壓強度、彈性模數之性質研究	
柯正龍 港研所助理.....	25
◎高雄港貨櫃出租碼頭營運績效調查分析	
單誠基 港研所副研究員.....	29
◎學術活動預告.....	30

行政院科技顧問組 林 文

由行政院科技顧問組、中油公司、電信總局、榮工處、國科會、交通部、中山科學院、工研院、海洋大學、台大海研所、永興港灣、以及瑞榮海事等公、民機構共同努力，熱心支持與推動下，籌備近一年的海下技術發展組織終於今年三月廿三日，假台灣大學應用力學研究所國際會議廳，正式召開成立大會，命名為「中華民國海下技術協會 Chinese Undersea Technology Association，簡稱 CUTA」。協會下設有會員、財務、出版、法規研究、研究發展、訓練、技術服務及國際合作等八個委員會。

成立此會之目的是藉由整體合作力量，推動海洋科技與海洋產業之發展，促進海洋資源開發與海洋空間利用。初期工作重點是著重於職業潛水技術人員之培養，藉由國際合作，引進發展海下技術，推動

跨領域的整合研究，並研訂海下技術的相關法規。

海下技術協會成立大會是由中油公司黃副總經理錦澄主持，與會者多達三百七十餘位，總統府資政李國鼎先生頒致賀詞，行政院政務委員兼科技顧問組郭召集人南宏應邀致詞，揭示海下技術協會為一個整合產、官、學的一個組織，從事推動海洋科學研究、海洋資源開發與海洋空間利用等有關海洋工程技術之發展，希望整合政府、民間及學術界之力量，共同合作，同時多收集先進國家資料，濱海之應用與規劃，儘早制訂相關法規。並盼積極進行研究海洋科技與建設，以及舉辦教育訓練等。成立大會中同時選出黃錦澄先生為第一屆理事長。李資政國鼎對海下技術協會及我國海洋科技發展之期許特刊印如下，以供大家共勉。

（總統府資政 李國鼎先生賀辭）

主席、各位女士、各位先生：

今天欣逢「中華民國海下技術協會」舉行成立大會，知道國內海洋科技界各方專家學者菁英雲集，國鼎深感欣慰，亦為我國未來海洋科技發展也擴及產業技術發展之前景寄予厚望。

十餘年來，由科技發展帶動國內經濟快速起飛，厚植了國力，也奠定了我國邁

向以科技建國的良好基礎；但近年來由於國際競爭加劇，國內勞動成本上升等因素之變動，使產業界現有之技術及產品在國內、外市場之競爭力遭到相當大的挑戰，引發產業結構調整的迫切需求；因此，如何善加利用以往建立之基礎，促進產業研究發展，提昇科技能力，落實技術生根以厚植產業根基，實為當前極應致力的努力方向。

雖然我國相當貧瘠之陸地資源是一大缺陷，但四面環海之環境卻提供我們無限的海洋資源及航運交通之便利，是今後我國經建發展及擴展國際合作更上層樓之有利憑藉；且自學術觀點而言，台灣環海有黑潮、暖流極富科學研究價值。當今世界之強國，無一不在海洋科技上競相發展，除了交通、國防上之需要外，資源之獲取乃為最主要之目的。歐洲國家、蘇俄、美國等一向為海洋強權國家，即令日本在認識到國際發展之趨勢與積極參與國際事務之企圖心驅使下，亦整合了產、官、學、研各界力量，在短短的十年內即建立了自有的海下技術能力，不但提昇了日本國內需要的海洋探勘、工程建設之能力，亦得以參與國際性的海域各種礦產之探勘開發，並造就了相當的海洋產業，晉身為世界海洋強國。台灣山多地少，而四週海域遠

大於本土，有大量可供開發利用資源及空間，故如能掌握海洋技術當可開闢一片嶄新的天地。

國內海洋科技在以往學術研究方面已有良好之基礎，事業單位十數年來亦累積了不少有關海洋工程之經驗。眼前我國正朝向兼顧資源開發及維持良好環境之大方向，建設我國進階到嶄新的富國境界，因此，舉凡港灣建設、離島工業區闢建、國際電信網路、海域資源開發等，未來之工作皆賴先進的海下技術及訓練有素的专业技術人才來實現；也可以說正是將海洋科技衍生到應用層面發展之大好時刻已在眼前了。國鼎深切希望藉著本協會之成立與未來積極推動整合發展之功能，促使我國海洋科技之紮根並帶動海洋產業之發展，也時時提供政府有效的建議與協助，相信不久的將來，我國必能晉身海洋強國。

國立中央大學土木系副教授 林志棟

一、前言

欣聞我國即將成立運輸工程研究中心，此案自民國七十七年四月經由交通部科技顧問室負責規劃至今將進入實施階段。今六年國建有關交通建設部份如：第二條高速公路、北宜高速公路、高速鐵路、台北都會區捷運系統、台灣各都會區捷運系統、中正機場航站大廈二期工程、十二條東西向快速公路、西部濱海快速公路、淡水國際商港開發、安平港開發、小港國際機場拓建等新建工程皆和運輸工程息息相關。國內目前和運輸工程相關的政府研究

單位，依中華民國科技研究機構及組織體系表 1. 及中華民國科技研究機構目錄 2. 顯示祇有交通部之運輸研究所、台灣省政府交通處港灣技術研究所、台灣省政府交通處公路局材料試驗所三個機構。運輸研究所掌理運輸政策之研究、運輸系統之規劃、運輸工程之設計、運輸經營及管理。運輸安全等事項。港灣技術研究所掌理港埠營運發展與管理；海象氣象資料調查與分析、港灣及海洋水力工程，港區設施土壤基礎，港區設施築港材料、海洋資源開發等專題研究。台灣省公路局材料試驗所之

職掌爲配合該局年度計劃接受局內各單位委託，辦理公路工程材料試驗及有關之調查研究。綜合以上敘述我國交通主管單位成立運輸工程研究中心或公路工程研究所乃是時代潮流。

二、國內其他土木工程研究機構：

我國科技研究機構土木建築類有關的研究機構一般可分成下列幾類：

1. 教育部所屬的各公私立大專院校：如台大、中大、交大、興大、淡大、逢甲、海洋、工技院、成大、中原等土木、建築、運輸、測量、都市計劃、水利研究所。

2. 財團法人：慶齡工業發展基金會、中興顧問社大地力學研究中心、台灣營建研究中心、中央營建技術顧問研究社、工業技術研究院等。

3. 經濟部國營事業委員會：中華工程公司土木試驗所、中國石油公司嘉義煉製研究所、中國鋼鐵公司新材料研究發展處、台灣電力公司電力綜合研究所等。

4. 經濟部：水資源統一規劃委員會、中央地質調查所等。

5. 交通部：運輸研究所、電信研究所。

6. 內政部：營建署建築研究所籌備處。

7. 台灣省政府交通處：港灣技術研究所、公路局材料試驗所。

8. 國科會：地震工程研究中心。

已規劃完成的交通部運輸工程研究中心主要目的在於：(3)

1. 配合道路、鐵路及航空工程之興建，解決運輸工程技術問題。

2. 整合國內各有關機構之研究工作，提昇我國運輸工程研究水準。

3. 提高運輸工程品質。

該中心預定設下列九組：

1. 公路工程組；2. 鐵路工程組；3. 空運工程組；4. 交通工程組；5. 材料結構實驗組；6. 資訊中心；7. 規範標準組；8. 技術服務組；9. 行政組。

從該中心未來研究發展重點看來似乎以土木工程的結構、大地、路面、材料、交通安全、鐵路技術、資訊、各種運輸工程規範標準擬定爲主。正可以和國內其他的土木工程研究機構發展方向及職掌相互爲輔。

三、國外知名公路及運輸工程研究機構

他山之石可以攻錯，世界上先進國家的公路及運輸工程研究機構，其組織架構皆深具特色，值得參考：

1. 美國：運輸研究學會 (Transportation Research Board)，美國運輸部公路總署研究中心。

2. 日本：道路公園試驗所、運輸省港灣技術研究所。

3. 澳洲：公路研究所 (Australian Road Research Board)。

4. 南非：運輸及道路研究所 (National Institute for Transport and Road Research)。

5. 美國：運輸及公路研究所 (Transportation and Road Research Laboratory)。

6. 歐洲地區：法國、比利時、德國、義大利、挪威、西班牙、葡萄牙等皆有舉世聞名的公路及運輸研究單位。

本文限於篇幅未能詳加介紹，可參考文末之文獻(4)。

四、運輸工程研究中心成立之我見

運輸工程研究中心之醞釀成立由來已久，自民國五十年代即有公路工程人員提出成立公路工程研究所之建議(5)。二十多

年來，國內各公路單位曾數百人次派員赴國外參加國際性研討會或進修、考察公路工程科技業務，返國的出國報告皆建議政府成立公路工程研究所。二年一次的國建會亦不少海外學者、專家多次議論成立類似研究機構，可惜在無專責機構及專人的主導下，此事一直未能成功。今在一切規劃就緒，成功可期之際，本人有幾點淺見敬請主事者參考：

1. 配合六年國建分年分期成立作業分組，招攬國內外有志之士全力投入研究發展及技術移轉工作：運輸工程研究中心規模龐大，欲於短期內籌備完成恐有困難，如何參考國內外各知名研究機構設立經驗，初期以公路工程之結構、大地、路面、材料結構試驗、資訊、自動化為主，其次空運、鐵路、交通安全以及規範。

2. 建立國內外人才庫資料檔：中興以人才為本，如何建立國內及國外與運輸工程相關人才檔案，以遴選、甄選運輸工程人才投入公路及運輸工程科技事務，以祈早日迎頭趕上歐、美、日、澳、南非等先進國家。人才庫的建立可參考國科會工程技術發展處之土木水利工程研究規劃報告(6)進行。

3. 參觀先進國家公路及運輸工程研究機構：組團參觀訪問各先進國家的公路及運輸工程機構，觀摩其組織架構、研究方向、運作功能並搜集其數十年來的出版品，以節省我國之研究人力、物力。對世界知名的國際性會議應主動參與以全盤瞭解先進各國發展趨勢。

4. 完成公路及運輸工程中心近中長程研究計劃：運輸工程建設是生生不息的。如何集思廣議綜合國內外先期經驗及有關文獻，針對台灣地區特有運輸及公路工程問題提出近程（五年）、中程（十年），

長程計劃以做為研究發展及技術移轉綱領

5. 台灣地區公路及運輸工程資料文獻之整理及編目：利用國內現有發行的公路工程月刊，台鐵資料、中國土木水利季刊、中國土木水利學刊、交通建設、中華技術、捷運技術、港灣報導、中興工程、現代營建、營建簡訊、工程等數十種雜誌以及各公營單位出版的“技術報告”，大學研究所的碩、博士論文等建立我國的文獻電腦資訊檔，以落實研究成果本位。

五、結語：

運輸工程研究中心之規劃及成立將帶給台灣地區運輸工程從業人員在研發及技術移轉一線生機，猶如大旱之甘霖，但如何去奠基踏出成功的一小步，值得有關人士深思，但願主事者在完成前瞻性之規劃後，進一步落實紮根的工作，則台灣運輸工程研究中心五年、十年後將可揚名於國際上。祝福您早日成功。

參考文獻：

1. 行政院國科會，「科技特展畫冊」，中華民國78年5月。
2. 行政院國科會，「中華民國科技研究機構目錄」，中華民國78年。
3. 周勝次，「交通部運輸工程研究中心創立經過」，公路工程研究發展及技術移轉研討會，中壢市中央大學土木工程研究所，中華民國79年12月，1~12頁。
4. 中央大學「公路工程研究發展及技術移轉研討會論文集」，中華民國79年12月，99-192頁。
5. 林志棟，「本局成立路面工程研究中心可行性之研究」，台灣省公路局一般專題研究，中華民國67年12月，162頁。
6. 國科會工程技術發展處，「土木水利工程研究規劃報告」，中華民國76年10月，215頁。

一、前言

隨我國經濟之快速發展，人民生活水準之提高，環保意識之日漸高漲以及陸上土地之日益狹促，使得人類不得不向海洋爭取更大之生活空間，海洋人工島之興建乃應運而生，故其用途乃以獲得更多之空間為主，部份原因則基於其他特殊目的而建造，惟其最終用途往往是多目標的，按海洋人工島之用途不外乎：

(一) 增加農業、養殖業用地。

(二) 作為臨海工業用地——適合之工業如煉鋼、水泥、金屬、造船、化工、石化等工廠。

(三) 作為內港之防波堤——提供內港波浪之遮蔽效果。

(四) 作為航道、港域浚渫或產業廢棄物埋置場所（如垃圾填埋場），並可設置垃圾焚化爐。

(五) 作為交通運輸用地——如海上飛機場、港灣碼頭、離岸式深水港、跨海隧道橋樑系統轉承站、長程海底隧道系統之換氣用人工島。

(六) 作為防衛要塞——海上堡壘、基地等。

(七) 作為礦產探測及開採基地——石油及煤炭之挖掘。

(八) 作為海上倉儲空間——儲存石油、煤炭、天然氣、礦砂等以便輸出或輸入。

(九) 作為海上電廠用地——核能電廠或火力電廠及海水淡化廠。

(十) 作為海洋遊樂、教育、休閒設施——海洋公園、海洋世界、海洋試驗場等。

(十一) 作為都市用地——都市複合用地如住宅、道路、公園綠地、貿易中心等。

二、人工島型式與興建方式

海洋人工島可分為著地式與上浮式兩大類，目前按其施工構造可分為(1)填埋式人工島；(2)群樁式人工島；(3)沈箱著底式人工島；(4)基腳平台式人工島；(5)浮體錨碇式人工島；(6)半潛式人工島等六種，前四種為接地式，後二種為浮體式如圖一所示。填埋式人工島興建

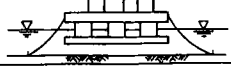
名稱	示意圖	備考
填埋式人工島		接地式
群樁式人工島		
沉箱著底式人工島		
基腳平臺式人工島		
浮體錨碇式人工島		浮體式
半潛式人工島		

圖 1 海洋人工島類型

方式，乃先拋放巨型石塊或拖放大型沈箱或打入巨型鋼管樁，將海域圍築出來，其內再以浚渫砂土、山土石或產業廢棄物加

以填埋到預定高程此種方式適合較大面積之淺水或水深不大海域，為最常使用之人工島興建方式；群樁式人工島興建方式，乃先於預定建島之海域打入巨型之水泥樁或鋼管樁，成排成列打入海中，再於其上以鋼筋混凝土澆灌樓板或以鋼板搭鋪而成，此種施工方式適合於中等水深之海域，施工面積大小皆可；沈箱著底式人工島興建方式，乃於工場中按所須人工島之型式、尺寸先行預鑄，再拖到現場下沉安放，此種型式只適合小面積人工島及中等水深之海域；基腳平台式人工島興建方式乃於工場先行製造人工島各部份之零件，運到現場後，再以打樁船及起重船予以打入海底，並將各部組合而成，此種施工方式適合大水深及小面積人工島之需求，尤其適合海域石油及天然氣之開採；浮體錨碇式及半潛式人工島皆先需於工場製作再施到現場予以錨泊固定，其優點為可移動，具較大自由度。

按目前世界上海洋人工島之興建記錄為(1)離岸最遠者150公里；(2)水深最大者150公尺；(3)面積最大者1500公頃。

三、國外人工島興建之概況

(一)日本人工島建造沿革

日本為世界上最早興建海上人工島的國家，早在明治25年(1893)8月即開始興建，係以拋石方式圍築，其內再填以海岸砂土，水深40公尺，面積2.7公頃，費時30年，惟完工後使用不到三載即發生關東大地震導致人工島下陷5公尺，全島有三分之一沈到海面下，此一失敗案例，乃因人工島海域底質為沈泥，支撐力不夠，且施工前海況調查不足，施工技術及知識尚未進步所致，但亦促成日本在爾後對類似工程之環境調查、規劃、設計及施工特別小心謹慎，終於變成世界上人工島數目、規模

最大之國家；現在全日本共有27座較大規模之人工島，其用途有軍事要塞、垃圾處理場、港埠用地、都市用地、海底煤礦通風坑、飛機場、石油貯存場、發電廠、海洋公園等，離岸距離自0.06~6公里；面積自0.5~938.6公頃；建造水深由0~40公尺；其形狀絕大部份為長方形，部份為不規則之港埠碼頭形，少部份為圓形或五邊形；與陸地連接方式大部份為跨海大橋，少部份為海底隧道或船舶；施工期限自1~30年；建造方式大部份為拋石堤或沈箱混合式堤，近年來以鋼板或鋼管樁打入海底圍築方式越來越多，且施工速度愈來愈快。

(二)歐美澳人工島建造沿革

歐、美、澳等洲之人工島興建較日本為遲，約自1960年代以後才開始逐漸以人工島方式進行海域石油及天然氣之開採或作為深水港之港灣設施。目前美國阿拉斯加北部北極海沿岸及加拿大北極海岸之Bofoto海共有22座石油探勘開採人工島；歐洲之北海油田更有數十座人工島；一般而言，生產石油之人工島其面積較小，大約自0.3~4公頃，離岸距離較遠，少則數公里多則數十公里甚至有離岸到150公里者，其水深亦較深，常可達數十公尺甚至百餘公尺，故大部份建造方式皆使用套管式基樁或重力式基樁為基礎，中層為桁架結構，其上再加設鑽油用平台。此外歐、美、澳洲諸國亦將人工島建為港埠、碼頭、浚渫土堆積地、機場、野生動植物繁殖場、橫跨海灣大橋——隧道系統之換氣口及入口等，其形狀亦以長方形為主，其面積最大者為澳洲布利斯班港(Brisbane)600公頃人工島，其次為美國巴爾鐵摩Hart-Miller人工島有460公頃，再其次為美國夏威夷州之火奴魯魯機場面積400公

頃，興建方式大部份為拋石堤或沈箱混合堤；施工期間則自1~11年不等。

而在未來日本擬在關西預計興建 1200 公頃之人工島，湖岸 450 公尺，水深在 17~21 公尺處；而美國則預計在夏威夷海岸以鋼筋混凝土浮體興建一座海上人工島城市，以作為海洋博物館、海洋研究及試驗城市。

四、我國人工島之前途與展望

由以上日、美、歐等諸先進國家發展人工島之經驗可看出幾個趨勢：(1)其規模越來越大，水深越來越深；(2)人工島為長距離海底隧道——橋之道路系統所必須者，尤其是當成中途之換氣設施時更是一種良好之選擇；(3)深水碼頭可以興建人工島方式獲得，因一方面往外海圍築人工島，一方面浚渫未來航道及航席、港池之土砂

可堆填於人工島上，自易獲得較大水深之碼頭，且可增添港埠或都市用地；(4)火力發電廠，核能廠、飛機場、工業區等皆有往外海人工島興建遷移之趨勢；(5)人工島亦成為新的貯存空間，如石油、煤炭、日曬鹽等，以待提煉、輸出或轉運。

因此國內目前許多不易解決之土地及環保問題如都市用地、工業用地、核能電廠、火力發電廠、深水港、垃圾填海、垃圾焚化爐、石化工業等等，若能考慮以興建人工島方式，必定較易獲得舒解，若能由興建較小規模之人工島開始，以累積我國在圍築人工島方面之經驗，相信人工島在我國的前途將不可限量，而前述之土地及環保問題，亦將可因而解決。（資料來源高雄市政府工務局提供）。

台中港務局正工程司 樓式康

一位德籍發明家 Albrecht Kloeckner 和一家荷蘭公司 Mylos 合作製造出一種「九曲橋」式的防波堤，據稱可至少消減波浪高度 80%。

此項發明，已經由歐洲科技轉移組織（英文簡稱 Eurotec）驗證。該組織成立的宗旨在幫助歐洲人的創新主意獲得專利許可。

此種新式防波堤係一種浮式防波堤，由一組長方形的低質量方塊所組成。其排列方式為鋸齒形，就像我國傳統的九曲橋（如圖所示）；每一段防波堤長度至少等於或大於當地水深。此種防波堤所產生的

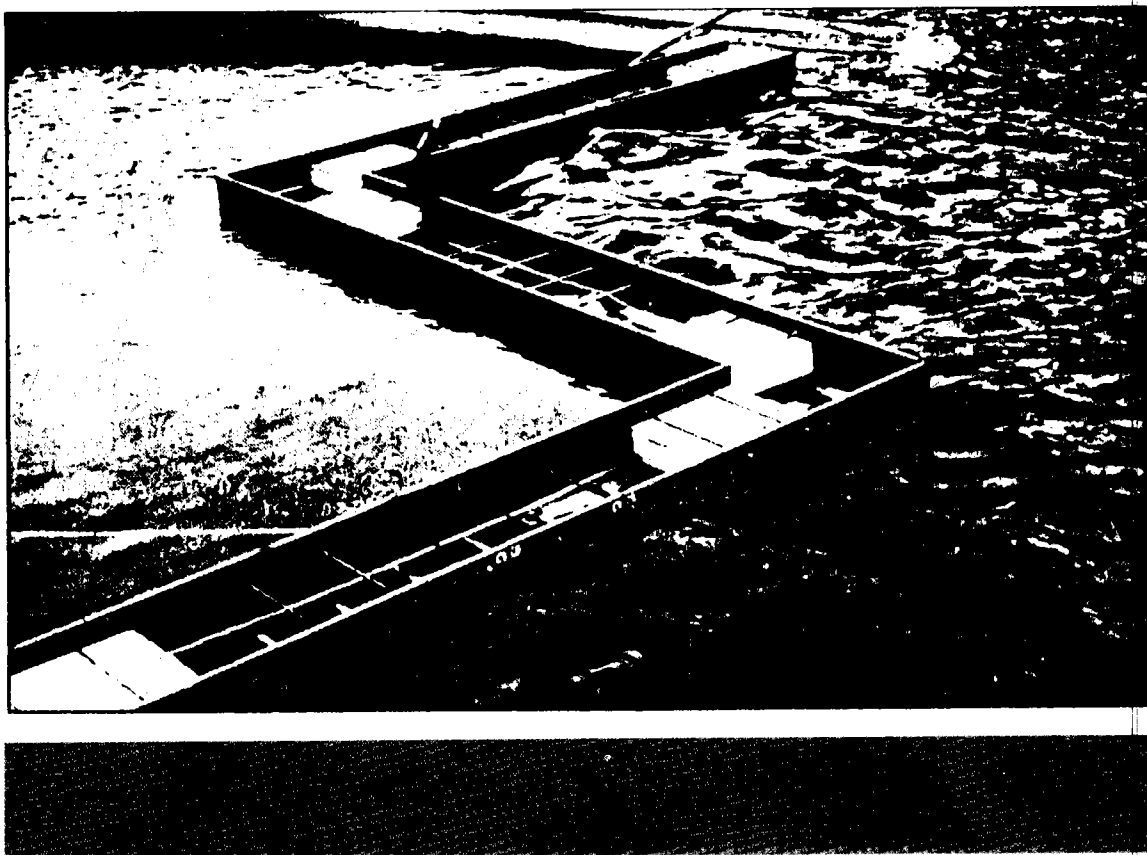
反射波能夠消除後繼而來的波浪（按：對反射波而言，係迎向而來的波浪）。由於具有此一效應，防波堤的結構就可採用低質量的輕材料（按：即可成為浮式防波堤）。此種防波堤可用繩索將各方塊錨碇住，以作為臨時性使用。

附圖說明：

此種防波堤係由德國人的鋸齒形防波堤科技和荷蘭人的阿基米德浮式方塊技藝所共同結合而成的，使海岸港灣工程有可能建造出一種具有多樣可變性，易製造及廉價的防波堤，圖示其防浪效果——外側波濤洶湧，而其內側則波平浪靜。

（取材自 1990 年 12 月號「Port Development International」雜誌）

Revolutionary breakwater



水利局企劃組副工程司 蕭茂鎮

一、概 述

台灣爲一海島，四面環海，且位處西太平洋颱風盛行區，每遇海潮高漲或颱風過境，沿海低窪地區常遭潮浪災害。自日據時代起，各事業機構及沿海農漁民即爲其本身需要，而自行建堤保護；惟此等海堤多未經整體規劃，且構造簡陋，僅能禦潮而無法防浪，因此時有災害重現之虞。

光復後，本省人口劇增，工商百業日進千里，海岸地帶也相繼開發利用，「海岸防護」之重要性遂與日俱增。本局乃於民國六十一年七月，奉令辦理全省海堤整建，即成立海堤規劃設計總隊，於六十二

及六十五兩度完成全省海堤整建工程規劃，並分別提出「台灣省海堤整建計劃書」，以爲整建海堤之依據；另一方面則寬籌經費，從事實質整建工作。

歷經近二十年之整建工作，雖尚未達完善之地步，但對防禦潮浪災害、國土保全、沿海居民生命財產安全之保障等，確已發揮莫大的功能。對於尚待整建之海堤，將列入往後年度計劃中繼續辦理；此外，亦將致力保護標準及工程品質之提升，務使全省沿海常遭潮浪災害之地區，皆能受到完妥之保護。

二、全省海堤分布概況

依據本局七十九年調查所得，全省沿海地區常受潮浪災害面積約63,000公頃，需建海堤約五八六公里以資保護，其分布情形概述如下（並請詳表一）：

蘭陽平原沿海建有約二十餘公里海堤，多半集中於頭城、壯圍、蘇澳等地區，目前情況尚稱良好，仍能維持防禦之功能，惟部分堤段須予整建。

北部基隆、台北、桃園一帶，海岸地勢高亢，不易為潮浪侵襲，已往災況不甚嚴重，現有海堤約十七公里，均為近年來修復及整建者，情況尚稱良好。前此，淡水河左岸八里段侵蝕情況嚴重，惟經本局近年來以突堤群方式予以保護，目前已漸趨穩定。

新苗沿海大部份為農民私建之簡陋土堤，斷面仍嫌不足且多已侵蝕，殘缺不全，亟待保護。上述兩縣之海堤，除少部分近年來整建者尚可使用外，其餘仍以拆除重建方為上策。

中西部之台中、彰化、雲林三縣，沿海地區地勢低窪，且受海峽地形影響，暴潮位特高，為已往受災最嚴重之地區。經過多年之整建，本區域內之海堤已呈連貫分布，大抵已具規模；惟仍有為數約七十公里之海堤，其高度、強度仍嫌不足，尚需予以加高加強，部分私建簡陋土堤亦需全面整建；防潮堤與閘門亦需配合整建，始能免除海水倒灌之害。

嘉義、台南兩縣沿海多屬鹽田、魚塢用地。除若干海埔地、鹽田圍堤及本局近年來整建之海堤目前情況良好外，其餘大抵為構造簡陋之土堤、鹽田與魚塢堤。歷經近年來之大力整建，其情況已略好轉；但部分事業堤段仍嫌保護標準過低，有待繼續改善。台南市境之四草、鯤鯓等海堤

，皆為重力式混凝土堤，目前情況良好，但長度不足，需要加以延長。

高、屏地區海岸由於海底坡降陡峻，巨浪衝擊，侵蝕嚴重，沿海大多擇要興建重力式、階梯式或壅壁式鋼筋混凝土堤。雖其斷面結構已較他處遠為強固，但仍無法完全抵擋巨浪之打擊，尤其屏東海岸，由於魚塢超抽地下水，造成嚴重之地層下陷，而使內陸較海平面為低，更是危在旦夕。因此，此一區域海堤加速整建及有效工法的研究，實為刻不容緩之事。本局近年來在已往侵蝕最嚴重之高雄赤崁、屏東塹豐段，改設淺灘堤及離岸堤，情況已大為好轉。

東部海岸，多屬山岩峭壁，雖面臨太平洋，受深海巨浪直接衝擊，但往常災情輕微。近年來，花蓮縣南、北濱及化仁段海岸，由於若干人工構造物設置不當，造成局部地區嚴重沖蝕。台東縣已往災情不大，但近年來，東河、成功一帶海岸時有崩坍現象，亟宜加以保護。由於沿海多為斷岩絕壁，施設海岸防護工程極為困難，但本局目前係採擺設異型塊以穩定海岸方式為之，情況尚稱良好。

澎湖縣於民國四十四至四十八年間興建海堤約一公里半，近年來由本局及縣府再增建若干，除小部分沖毀外，其餘情況良好。然各漁村部落緊鄰海岸，常遭潮浪之害，亟待建堤保護以改善居民之生活。

三、全省海堤辦理概況

（一）整建工程

海堤整建除仍如一般工程以經濟效益為評估依據外，尚需從國土保全、社會安定、改善民生等因素加以衡量，並據以訂定優先順序，並擬定分年計劃。至其經費之負擔，新建與整建部分提請中央全額補

助；省府負擔維修、養護工程費；工程用地及地上物補償費由縣市政府提供，但不負擔工程費用；至於各項配合工程經費，由管理單位自行負責。

歷年來，較重要之整建工作，可分期列舉如下：

1.光復初期至民國六十一年：

此段時期多為片段性的修建工作。

2.民國六十二至六十五年：

列入「加速農村建設專案計劃」中辦理。

3.民國六十五年至六十八年：

列入「六年（六十五年至七十年）經建計劃」中辦理。

4.民國六十八年至七十年：

列入「十二項重要建設計劃」中辦理。

5.民國七十一年至七十四年：

列入「十二項重要建設五年（七十一年至七十五年）計劃」中辦理。

6.七十五年迄今：

列入「十四項重要建設六年（七十五至八十年）計劃」中辦理，目前繼續辦理中。

(二)海堤現況

截至八十年度止，共已興建海堤525.4公里，保護面積約63,000公頃。尚待興建之海堤，亦已列入十四項建設後續六年計劃中辦理，預計至計劃結束時，全省沿海常遭潮浪災害地區，均可獲得保護（請詳表一、二）。

(三)配合工作

除開實質整建工作外，本局在提升保護標準及工程品質的研究工作上，也是不遺餘力。此等研究工作，大致可分為基本

資料觀測、防護工法及斷面設計改善兩大類。前者如海岸水文資料及海岸地形觀測；後者則與各學術機構合作，從事有關之研究工作。今後，仍將繼續致力於此等工作，以求海岸防護能達到完善之地步。

四、檢討與展望

本省海堤整建工作，自光復至今已歷四十餘年，即以本局接辦是項工作起算，迄今亦將近二十年。在這漫長的時間中，固然已有相當程度之成果，但不容諱言的是，尚有許多有待改進的地方。今舉其犖犖大端者條列如下：

1.我國迄未制訂海岸法，對海岸管理權責未能明確劃分，故對海岸防護工作及不法行為之防止，均未能達到理想之地步。

2.海岸基本資料之觀測、研究仍嫌不足，有待予以加強。此外，並應再加強與學術單位之合作，以提升海岸防護標準及工程品質。

3.海岸區域的土地利用方式，應及早做通盤性的整體規劃。

4.對於沿海地區違法魚塭的圍築及地下水的超抽等，仍未能施以有效的管制。

5.不同單位的海堤整建標準不一致，使海岸防護的功效大打折扣。

展望未來，在土地資源有限的台灣，海岸土地的高度開發利用，是一件可預期的事；而「海岸防護」工作的重要性，也將與日俱增。本局職司海堤整建工作，自應竭盡所能將此項工作做好，惟仍有待各有關單位之協助及配合，庶幾本省的海岸防護工作能達到更完善之地步。

表一 全省海堤工程整體計劃表

(單位：公尺)

縣市別	需要海堤 長度	截至八十年 度 止			八十一至八十六年度		截至八十六年度止		八十七年度 以後 待建海堤	備 註
		已完成海堤	百分率	待建海堤	新建及延長	整建及加強	已完成海堤	百分率		
宜蘭縣	22,066	20,676	93.70	1,390	1,390	3,550	22,066	100.00	0	
基隆市	800	800	100.00	0	0	0	800	100.00	0	
台北縣	13,438	7,217	53.70	6,221	3,950	0	11,167	100.00	(2,271)	括弧內海堤列入相關計劃辦理
桃園縣	14,684	9,681	65.92	5,003	4,003	500	13,684	100.00	(1,000)	全台北縣
新竹縣	2,272	272	11.97	2,000	2,000	0	2,272	100.00	0	
新竹市	33,505	31,070	92.73	2,435	2,435	0	33,505	100.00	0	
苗栗縣	35,520	28,820	81.14	6,700	6,700	3,310	35,520	100.00	0	
台中縣	46,095	44,730	97.03	1,365	1,365	5,399	46,095	100.00	0	
彰化縣	112,239	110,708	98.63	1,531	0	33,931	110,708	100.00	(1,531)	全台北縣
雲林縣	61,908	61,908	100.00	0	0	12,311	61,908	100.00	0	
嘉義縣	69,845	67,845	97.13	2,000	2,000	3,316	69,845	100.00	0	
台南縣	52,603	52,603	100.00	0	0	200	52,603	100.00	0	
台南市	18,890	9,814	51.95	9,076	9,076	0	18,890	100.00	0	
高雄縣	26,002	24,952	95.96	1,050	1,050	8,135	26,002	100.00	0	
屏東縣	29,824	29,064	97.45	760	760	7,395	29,824	100.00	0	
台東縣	15,483	10,173	67.89	5,310	5,310	0	15,483	100.00	0	
花蓮縣	8,205	5,105	62.21	3,100	3,100	0	8,205	100.00	0	
澎湖縣	22,809	9,939	43.57	12,870	12,870	1,050	22,089	100.00	0	
全省合計	586,188	525,377	89.70	60,811	56,009	79,097	581,386	100.00	(4,802)	

表二 全省海堤工程保護面積統計表

(單位：公頃)

縣市別	受潮害 面積	截至八十年 度 止		八十一至 八十六年度 擬保護面積	截至八十六年度止		八十七年度 以後 待保護面積	備 註
		已保護面積	保護百分率		已保護面積	保護百分率		
宜蘭縣	16,064	15,805	98.38	259	16,064	100.00	0	
基隆市	4	4	100.00	0	4	100.00	0	
台北縣	276	231	83.69	18	254	100.00	(27)	括弧內待保護面積屬現專渠區範圍
桃園縣	493	404	81.94	64	453	100.00	(25)	全台北縣
新竹縣	87	7	8.04	80	87	100.00	0	
新竹市	1,092	1,037	94.96	55	1,092	100.00	0	
苗栗縣	2,108	1,826	86.58	282	2,108	100.00	0	
台中縣	3,695	3,654	98.89	41	3,695	100.00	0	
彰化縣	8,026	7,961	99.19	—	7,961	100.00	(65)	全台北縣
雲林縣	11,247	11,247	100.00	—	11,247	100.00	0	
嘉義縣	6,293	6,093	96.82	200	6,293	100.00	0	
台南縣	6,627	6,627	100.00	—	6,627	100.00	0	
台南市	985	712	72.28	273	985	100.00	0	
高雄縣	3,806	3,753	98.60	53	3,806	100.00	0	
屏東縣	1,882	1,844	97.98	38	1,882	100.00	0	
台東縣	457	389	85.06	68	457	100.00	0	
花蓮縣	410	255	62.21	155	410	100.00	0	
澎湖縣	1,508	1,117	74.07	391	1,508	100.00	0	
全省合計	65,060	62,966	96.78	1,977	64,943	100.00	(117)	

一、參加會議經過

第二屆近代大地地震工程及土壤動力學國際會議 (Second International Conference on Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics)，係由美國Missouri-Rolla大學與國際土壤力學與基礎工程學會、美國土木工程師學會、國際地震協會、地滑地協會 (ISSMFE)、工程地質學會、國家地震工程研究中心……等許多國際著名學術團體聯合主辦。Missouri-Rolla 大學 Continuing Education 經常舉辦學術活動及大地工程各項專題教育訓練，在國際學術地位佔有相當重要地位。參加該項國際會議並發表論文，可以達到國際學術交流與觀摩目的，同時向國際間展示我國在大地工程力學研究水準與努力，提高我國大地力學國際學術地位。尤其是會議中所探討主題，都是國內目前推展公共工程建設所可能遭遇或關切的一些問題，是很值得參加的大型國際會議。

第一屆會議是在1981年於密蘇里州大學 Rolla 分校舉行，十年來國際天然災害已減少很多，這都是大地工程師努力的結果。此次會議係第二屆於1991年3月11日至3月17日於美國密蘇里州聖路易市 (St. Louis) 舉行，約三百餘篇大地工程相關論文，分別以 Special lecture sessions、discussion sessions 及 poster sessions 等

行態發表，並分成：

- (1)靜態與動力工程土壤參數與土壤聯體行為
- (2)反覆荷重模型試驗
- (3)砂土、沉泥、礫石與黏土之液化與變形
- (4)擋土結構動態土壓與耐震設計
- (5)動態荷重下土壤互制
- (6)外海結構物地震大地工程技術
- (7)地震時土壩與邊坡穩定分析
- (8)地震土層放大效應
- (9)強烈地動預測在設計之應用
- (10)土壤中波之行進傳遞
- (11)不同於地震震源之動態特性

等不同主題之學術研討；會中並邀請多位國際著名大地工程學者專家作專題研討。會後並安排赴 New Madrid Earthquake Zone 進行實地參觀研討及參觀密蘇里州立大學-Rolla分校、Ozarks Onondaga 洞穴。此次會議共約有來自31個國家或地區，約三百人參加盛會。

本次國內參加會議共有3位，分別來自中央大學、港灣技術研究所及中興顧問公司。本人3月10日由台北直飛美國西岸舊金山，然後轉往美國中部密蘇里州聖路易市 (St. Louis)，於當地時間3月10日晚9時半到達大會會場 Adam's Mark Hotel，並立即辦理報到及註冊手續。3月11日8點30分至9點30分舉行開幕儀式，由會議

主席 Prakash 博士主持，並邀請許多國際知名貴賓致詞。9 點 30 分至下午 5 點進行 SPL, 1, 3, 4, 5, 2 等 Special Lecture sessions，下午 5 點以後開始進行 Poster Session，6 點至 8 點大會安排一個接待晚會，讓與會學者專家彼此認識，交換研究心得。從 3 月 12 日開始至 3 月 15 日大會安排了二個平行 session 同時舉行以供論文發表，由大會安排與該項主題相關之著名大地工程學者二人擔任主持人，並請專家學者（1～3 人）事先將與會各主題之所有論文事先都詳細整理過，在會場統一介紹給大家，然後由作者提出補充說明並回答問題。由於論文集在事先已發給事先報名者，所以對所研討論文都有相當知悉，大家對研討主題參與興趣都很高，亦能充份深入討論；另在會場外亦安排有以壁報張貼方式發表，有興趣者可直接與作者進行討論。

本人在會中所發表之論文題目為「Electrical Conductivity for Evaluating Fabric and Mechanical Behavior of Granular Soils」安排在 3 月 12 日上午 Session IA 進行研討，會中與其它專家交換意見，並回答論文相關問題獲益良多。有關本人論文與會所題出之討論問題刊登在論文集 IIIA，對本人繼續該項相關研究有很大幫助。另外大會亦安排本人論文在 3 月 11 日下午至 3 月 13 日下午，以壁報張貼方式發表。初次到美國參加專為「大地工程」而舉辦之大型國際會議，能夠直接與平常仰慕之大師級專家請益，並聽他們精闢之演講解說都令人印象深刻。

3 月 13 日晚上 7:30 至 10:00 大會特別安排一個專題「Loma Prieta Earthquake Session」，共有 17 篇論文，分地震運動特

性（四篇）、液化與維生線（六篇）、結構物災害（三篇）、土壩（一篇）及地滑（三篇）等五主題進行討論。

3 月 14 日晚上 6 時舉行全體與會人員及眷屬之酒會、聚餐與舞會直至午夜方盡歡而散。

3 月 15 日早上仍安排有 SPL13, 14 與海洋結構相關之大地工程專題講演，由於與本人未來研究工作極具關聯性，其中由美國加州大學 Berkeley 分校 Bea 教授發表之論文「Earthquake Geotechnology in Offshore」及挪威大地工程研究所(Norwegian Geotechnical Institute)專家所發表之論文，都提供了許多國內值得研究之方向，尤其目前國內正要推動離島式重基礎工業區、海域大地工程技術。直至下午 1 時由會議主席 Dr. Prakash 主持大會閉幕式及總結討，本人在會中建議：考慮下次會議舉行時能由十年縮短為五年，另亦希望能易地舉行使其更具代表性。

除以上學術活動外，大會每天亦安排有半天行程之旅遊活動，供與會人員之眷屬參加。3 月 15 日下午大會結束後，分別安排有參觀 New Madrid Fault Zone 及 Rolla and Ozarks 之現地旅遊活動，本人則參加赴密蘇里州立大學 Rolla 土木系及 Ozarks 之 Onondaga Cave 對美國政府對保存地理景觀資源所作努力及當地風俗有較深入之體驗。3 月 16 日並參觀當地為慶祝工程師節日的一個「St. Patrik」活動，更使人強烈感受到美國人生命力與熱心參與社區活動之盛情。晚上接受大會主席 Dr. Prakash 之邀請到其府上作客，使人更進一步了解著名學者之居家生活情形，其中亦介紹目前美國在大地工程之發展現

況，交換研究心得相談甚歡，對其大師風範留下難忘之印象。3月18日在大會安排下由聖路易(St. Louis)搭機返國，圓滿完成這一次出席會議的任務。

二、與會心得

此次會議可以說是相當圓滿成功，由大會精心邀請許多近代著名大地工程界大師與會並安排專題講演，且分散在各個discussion sessions之中相當吸引人，本人亦得以利用此機會就教共振柱儀器發展者Dr. Drnevich交換使用此設備之若干問題及未來之發展，另對加拿大籍Dr. Finn所介紹有關液化研究由1981~1991之發展演進狀況，都使人流下完整且深刻之印象，其它如加州大學Seed教授、MIT Whitman教授…日本東京大學Ishihara教授…等著名學者對研究工作執著與風範，都是我們年輕學者應效法的；對論文之發表方式亦很成功，因事先已有專家對所研討之論文先行整理，然後在介紹給與會人員稱為General report，節省很多時間，使大家有更多時間交換意見及由作者回答問題，此項方式很值國內往後舉辦大型會議之參考。

此次會中很多篇論文，談到國內羅東大比例尺模型試驗結果之進一步分析結果如探討孔水壓上昇機制理論模式與試驗之比較及結構土壤互制行為，都很受到與會學者之重視，本人亦深感榮幸。但唯一感到遺憾的是，雖然，試驗是在國內完成但國內反而很少有學者能獲得相關之監測資料作進一步之分析，以致這次所發表論文並沒有國內學者參與其中，此現象是很值我們深思的。

位於St. Louis約2小時車程Missouri-Rolla大學(UMR)係美國中部著名之學府，此次蒙該系Prakash教授安排下參觀三個主要之大地工程實驗室：Geotechnical Research Lab., Geodynamics Lab. and Undergraduate Soils Lab.,並與該研究所研究人員進行研討，受益很多。該實驗室主要設備是反復動力三軸、共振柱試驗及震動台試驗設備。其中印象最為深刻者係大型模型振動台試驗，以探討液化行為及結構物或樁基礎與土壤之互制研究，令人激賞，這部份國內除中央大學有一些成果外並不普遍，值得國內學者在進一步深入研究，以供耐震設計之參考。另外用來模擬泥流(Mudflow)直徑3.05 meters之Rotating Flume設備，以攝影機來監測Mudflow之機制研究，亦令本人印象深刻。

總之，參加這次會議本人認為最大的收穫，莫過於能與來自世界各地之大地工程領域專家，共聚一堂彼此認識並交換、學習經驗，這都是很難得的經驗。

三、建議

希望國科會或政府相關機構，能主動鼓勵國內學者多參與類似大型國際會議並發表自己之研究成果，展現我們應有之研究成果與實力。讓世界各國學術研究機構，亦能了解國內在學術研究所作之努力與貢獻。

謝 誌

承蒙行政院國家科學委員會補助機票、生活費及註冊費，方能順利出席參加此次國際學術會議，獲益良多，特此申謝。

一、前言：

人類很早就蒙受海洋的恩惠，如漁業、航運、氣候等。海洋中亦蘊藏著相當豐富的海洋資源及能源，但多數未加以開發利用，其中包括生物資源，水資源、能量、石油礦物資源、空間利用等。自世界發生第二次能源危機以後，人們開始尋找替代傳統石化燃料的新能源，才漸漸對海洋能量（自然能源）—潮汐、海浪、海水溫差、洋流有多方面的研究。

二、有關海洋能源研究之現況和展望

以下針對目前世界上研究開發海洋能源—潮汐發電、波浪發電、海洋溫差發電、洋流發電等之現況和展望作一介紹。

(一)潮差發電

由於太陽和月球天體引力的作用，加上海底及海岸地形，以及地球自轉影響，海面水位一天週期性升降二次的現象稱為潮汐。海面升降的潮差有時達數公尺，利用此落差（最好在六公尺以上）可行潮差發電。其發展條件必須有足夠的潮差及包圍廣大海水面的灣岸地形。河口地形，且必須克服工程上的困難，由於潮位差取決於天體運行，只能斷續發電，若能加上海水揚水，使潮差加大，必能使潮差發電更具效益。目前以法國蘭斯(Rance)潮差發電廠較具規模。

(二)波浪發電

波浪為海面受風力作用所產生之上下週期性的運動，其產生能量的大小取決於風速的快慢和強度，也取決於風吹送的距離。波浪由深海慢慢向淺海（近岸）傳遞，經過淺化，波高變大，最後造成碎波。由波高 $H(m)$ ，週期 $T(sec)$ 寬度 $1m$ 的海浪，其所能產生的馬力 $P = H^2 \cdot T(kw/m)$ 。知道，當一波高 $2m$ 週期 $6 sec$ 的海浪推向長 $1km$ 的海岸時，可產生 $24,000 kw$ 的能量，所以如何利用海上裝置，捕捉這麼大的能量，即為波浪發電的課題。

通常波浪的運動可分成上下和水平方向的運動，而水平運動所產生的能量往往為上下運動的數十倍。波浪的上下運動可利用浮筒的上下運動或船的橫搖、縱搖運動等進行能量轉換。水平運動的能量轉換方法有以往復運動的浮游障壁接受能量或將進行波變成直進潮流。

(三)海洋溫差發電(OTEC)

以貯藏太陽能的海洋表層之海水為溫熱源，極地回流而深 $500 \sim 1000$ 公尺的深層海水為冷熱源，將此溫差（約 $20^\circ C$ 左右）作為發電的動力來源。目前發展的發電系統，可分為開放式循環系統、封閉式循環系統及混合式三種。第一種係以海水本身為工作流體，由表底層溫差所產生的壓力來推動渦輪機運轉發電；而封閉式系統是選用氨(Ammonia)、丙烷(Propane)，及氟氯烷(Freon-12)作為推動汽輪機之

工作流體。當液態工作流體進入蒸發器後，因受熱（由表層溫海水提供熱源）蒸發膨脹成低壓飽和氣體，進而推動汽輪機，再帶動發電機發電；冷卻水主要在於冷卻工作流體以提高作功能力。混合式主要目的在促使封閉式循環系統也能產生淡水或提高發電出力，而將前面兩種混合使用，惟目前僅停留在概念塑造階段。

海洋溫差發電，其熱源來自太陽，沒有燃料供應的問題，熱源穩定，可持續24小時運轉，且無污染情況，除了發電功能外，更可有如海水養殖、海水淡化等綜合性開發效益；惟發電設備過於龐大，製造、運輸、安裝和維修均不易。但就現今鑽油平台的興建技術，建造一座海洋溫差發電廠應不是件難事。

(四)洋流發電

洋流是指海水向某一特定方向流動的現象，在大洋中洋流路徑大致固定，僅有速度的變化，有人稱之為大洋中的流河。洋流的能量甚大，惟目前洋流發電技術仍在初步研究階段。

三、台灣有關海洋能源方面未來發展

台灣是個海島型國家，海洋資源及能源豐富，實應儘早予以開發利用，能源開發以波浪發電、海洋溫差發電較適宜。因為潮汐發電需要足夠的潮差，以台灣西部雖潮差較大，但仍不具發電效益，且海岸平直又沒有天然港灣。至於東部潮差更小，因此勢難有所突破。洋流發電方面，在靠近東岸有一黑潮主流，似可發展，但技術尚在發展階段。波浪發電方面，由於地處颱風帶，雖在離東岸五公里處水深即達1000公尺的有利條件，但若想建造溫差發電廠，以陸基式（廠房固定在陸地）為宜，連接海水管至深海取水發電。

四、結語：

台灣地區自產能源貧乏，惟四面環海，海洋能源豐富，具有取之不盡用之不竭的乾淨能源特性，以人們愈來愈注重環保問題的壓力下，是未來可能開發的再生能源之一。雖然目前利用海洋能源來發電，其經濟效益尚無法與傳統電廠相競爭，但仍必須積極投入研究，若能在技術上有所突破，則在未來對能源及環保等問題之解決上有其經濟價值。

港研所研究員 王慶福

日本海洋科學技術中心 (JAMSTEC) 在1989年8月11日進行深海6500之現場試驗中，成功的潛航至水深6527公尺的海底，創下了有人潛水船的世界紀錄，同時在1990年4月，其支援母船橫須賀號完成後

，終於實現了自1969年以來，日本政府之諮詢機構—海洋科學技術審議會對海洋開發之宿願，本文主要係報導此深海潛水調查船開發之概要。

在1969年，當時世界上載人潛水船，

只有法國的1000公尺級與美國的2000公尺級潛水船在進行活動，同時法國又有將建造3000公尺級，美國將改建成4000公尺級之計劃，而在日本卻只有3艘600公尺級之潛水船，此對具高度經濟能力之日本來說，若不即早開發高性能之深海潛水船，則不能與先進海洋國家平起平坐，再加上海洋之95%均小於6000公尺，且海底有用之金屬含量很高之錳核亦都在4000~6000公尺之海底，因此為進行礦物資源以及地震預測等之調查，開發之目標就以6000公尺為主。開發之切期係由運輸省以及財團法人日本船舶用機器開發協會為中心在進行，直到1971年由產業界、學術界及政府共同組成的海洋科學技術中心成立後，即由其擔任研究之主體。

1973年當科學技術廳將深海潛水調查船之開發研究委託海洋科學技術中心以後，由於衡量當時日本之技術水準以及潛水調查船之操縱經驗，認為應先開發2000m級，因此1977年首先開始2000m系統之開發，並在1981年先後完成支援母船及潛水調查船，而在1984年4月開始從事調查活動，到1990年9月止共完成500次之潛航。

有關6000m級之潛水調查船系統之研究係自1980年開始，並在1986年正式著手建造，潛航深度設在6500公尺，主要係考量調查日本海溝的太平洋板塊的移沈現象。

一、系統概要

本系統主要是由深海6500，支援母船——橫須賀號，以及一艘10,000m級無人探勘船所構成，其任務的分擔如下：

1. 支援母船——橫須賀號：

主要功能為：

(1) 廣域海底地形圖作成等之事前調查。

(2) 運搬6.5k，10k到調查海域。

(3) 6.5k的潛航支援及10k之操縱。

(4) 6.5k，10k之下水，收回及整理補給。

2. 6500m潛水調查船：調查項目(1)詳細調查。(2)機器設備回收。(3)採樣。(4)海底實驗。

3. 1000m級無人調查船：(1)6.5k所將潛航海域之事前詳細調查。(2)水深1萬公尺之海底近距離調查。(3)6.5k之救難。

此系統之考量為日本獨創的，首先以母船進行廣域海底地形調查，其次再以無人機進行更進一步之中區域調查之後，深海6500再進行近距離之詳細調查，當然母船及無人機係使用音波及照相機進行間接調查，而深海6500則以人眼進行近距離之觀測，所以差別很大。

二、深海6500之概要

深海6500可潛航深度為6500公尺，搭載人員3名，船身尺寸長9.5m寬2.7m高3.2m，上昇及下降速度每分鐘約43公尺，潛航時間為9小時（內含下水，收回作業1小時，上昇及下降時間5小時，海底調查時間3小時），保有氧氣量為9小時+5日（3人份），船速在水中最高為25 knots，動力來源為蓄電池（銀亞鉛電池 864 kwh），推進裝備為螺旋槳式（主推進器1台，垂直移動用2台，水平移動用1台），主要觀測儀器有自動操縱雷達2台，CTDV，水中照相機、採樣器、觀測聲納、水中電視2台。耐壓殼內徑為2公尺，以鈦合金製造，全部之空中重量為25.8公噸。

在此特別要強調的是由於輕量化對策，高强度低比重浮力材之開發，使得其下沈，上昇速度大幅提高。

三、航行體制

深海6500，自完成後到1990年10月為止，計進行了在1000公尺，3000公尺，6500公尺等海域36次之潛航訓練，此訓練主要是由海洋科學技術中心的航運人員所進行，該中心為執行深海6500之潛航使命，設有一運航部，並組成一15人的運航隊，其成員主要係參與該系統艤裝工程以及

有深海2000系統航行經驗者及參與試驗潛航者等人所組成，本年度之潛航訓練主要著重在安全航行及各隊員對操作技術之熟悉。1991年起將搭載研究人員進行正式調查。

由於深海6500之完成，使日本邁入海洋開發先進國的行列，今後亦可以對等之立場與各先進國家進行對等之國際合作，此對日本而言，未嘗不是開發目的之一。

世界主要潛水調查船

國 名	潛 航 深 度	重 量	完 成 年 間
美 國	4,000公尺	約18T	1973年改造
	6,000公尺	約25T	1984年改造
法 國	3,000公尺	約 9T	1970年改造
	6,000公尺	約19T	1985年改造
蘇 俄	6,000公尺	約19T	1987年改造
	6,000公尺	約19T	1987年改造
日 本	2,000公尺	約23T	1981年改造
	6,500公尺	約26T	1989年改造

中華港埠服務社總經理 陳國鏞

EDI (Electronic Data Interchange) 在日新月異之科技環境，被認為獲得競爭優勢的利器。EDI被定義為利用電腦與電腦間之轉換，以互換各單位間文件及資訊，包括例行性及必要性之資訊處理，如貨櫃記錄、海關文件等，均可經由EDI加以處理。

新加坡港 (PSA) 在1989年8月建立EDI系統，與NAPL連線，使雙方重要作業及貨櫃作業訊息得以迅速交換，促使加速港埠業務及更新NAPL之貨櫃

航線活動系統，提供及時 (Just in time) 及最新的資訊。貨櫃船在PSA轉運作業效率發揮至最大，船隻在港時間亦因此減少，降底在港內船舶成本，港埠管理上亦收簡化手續之效。除PSA外之相關業者均蒙受其利，即提高利潤及邊際報酬率。

實施EDI系統在開始階段將有一段較長之學習曲線，系統使用之軟體必需先予系統化及規格化，並提供充分之EDI網路。所謂專家系統 (Expert system)，即利用此項系統與EDI結合，促使港

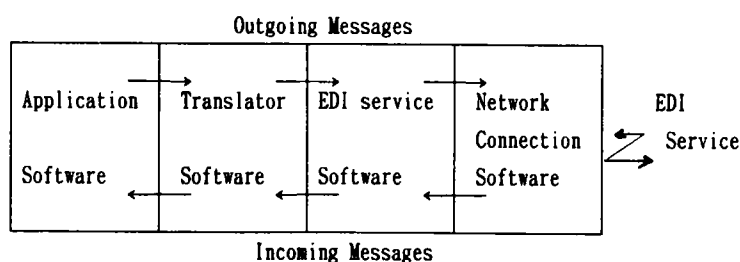
埠作業及資源分配達到最高效率。利用專家系統可使港埠營運規劃之際，作業中發生之問題，其所帶來之衝擊性降至最低。專家系統在實施EDI之港埠已收到相當之成效，亦即處理資訊之處理達到最佳之境界，尤其在船舶航線規劃、貨物裝卸、轉運站之運作、貨櫃場規劃、處理危險品等顯現其效率。顯示EDI在港埠營運管理上不僅有其適用性，更有其必要性。

EDI是營運管理的新工具，當實施EDI系統，需要從事策略研究，一個共同之策略研究牽涉組織或機構之每一功能

。如何使某一組織與其周邊業者進入EDI服務系統之領域，當以漸近之方式有效率的使用此項新科技。

為期使用EDI系統能普遍化，規格化如前述為重要之一環，尤以國際間從事EDI系統，國際間標準規格乃屬必要。目前已經有EDIFACT廣被採用的資訊傳送之標準規格。

當完成一切策略性研究及確保相關業者朝向共同目標邁進之際，實施EDI，包括軟體、網路、訓練及測試。下列例舉軟體組成以供參考。



EDI系統之發展與應用，已廣為各界採用並獲正面認定。在初期不僅牽一髮動全身，開始之際遠比一個公司引進一套

新的會計系統來得困難。但實施EDI不是該不該作，而是如何去做的問題。

港研所研究員 蘇青和

視窗（WINDOWS）是什麼？相信使用過個人電腦的人，應有許多人聽說過MS WINDOWS 3.0這個名稱；而熟悉OS/2作業系統的人，也應聽過P.M.(Presentation manager)這個名詞；其次對UNIX作業系統稍有了解的人，也應聽過X-WINDOWS。這裡我們所介紹的WINDOWS 3.0，P.M.及X-WINDOWS分別為配合DOS，OS/2及UNIX三種作業系統而設計的視

窗系統。

視窗有何功用呢？簡而言之，它就是一種作業環境，就像是DOS，OS/2，UNIX等等也都是一種作業環境，只是視窗與DOS等作業系統最大的區別在於DOS等系統之下要執行任何程式或指令，都要一一鍵入相對的命令與參數，而視窗系統是一個圖形介面的環境，各個圖形都代表相對的程式、指令或功能，只要用滑鼠選

擇即可執行所有的工作。

麥金塔 (Macintosh) 是視窗環境的創造及發揚者，玩過 Macintosh 的人相信都會被它容易學、方便使用、親和力強、性能強大的作業環境所吸引。想想看，所有的操作只要滑鼠移動選擇就好，您面對的是親切易懂的圖形及文字說明（立體又是彩色）和DOS等作業系統繁雜不易記的輸入指令比較，簡直就是天壤之別了。假如您沒見過視窗系統，但使用過一些如慧星、AUTOCAD、LOTUS等套裝軟體，你大概就可感覺到類似視窗系統之親和性了。

DOS 是最通俗普遍的作業系統了；Windows 3.0是DOS系統下最有名的視窗環境，1990年5月Micro-Soft公司推出石破天驚的 Windows 3.0，並且成為當年最風雲的軟體，與DOS相比，它有許多突破性的發展及改進，我們將它的重要特點歸納幾點介紹如下：

1. Windows 3.0摒棄了DOS傳統文字介面，改用親切易使用的圖形介面。

2.突破DOS 640KB記憶體限制，可完全控制640KB之後的延伸記憶體 (extended memory) 及擴充記憶體 (expand memory)。Windows 3.0之下發展的應用軟體可直接存取所有的記憶體，至多可至16MB。

3.具有多工 (multitasking) 的能力，亦即在Windows之下可同時切換執行多個程式或應用軟體。多工原本就像 OS/2 或 UNIX 較大系統才能辦到，如今在 Windows 3.0下亦可達成。

4.提供動態資料交換 (DDE) 的功能，Windows 3.0下各應用軟體可以互相交換文字、數字及圖形，使軟體發展、溝通成本無形中降低許多。

Windows 3.0 由於諸多超越時代的特性，因此它的成功將是指日可待。程式設計師或應用軟體開發者，應該要認真考慮在Windows環境下寫程式了！否則幾年內就有可能被淘汰的危機，事實上依附在Windows下執行的應用軟體，目前正快速的增加。

P.M. 展示經理程式 (presentation manager) 是配合 OS/2 作業系統而設計的視窗環境，基本上非常類似DOS作業系統下之Windows 3.0。OS/2是一個真正多工作業系統，它並且含蓋著DOS作業系統的功能。在真實模式 (real mode) 下它完全與DOS之作業環境相同；而在保護模式 (protected mode)，即相當於OS/2作業系統下之一條工作線，而模擬DOS作業環境。簡而言之，在P.M.視窗環境下，可切換或同時執行DOS應用程式及數條OS/2之工作線。

X-Window 是目前 UNIX 作業系統下之標準視窗環境，UNIX是個多工、多使用者的作業系統，因此X-Window所需要之處理能力較Windows 3.0或P.M.又更複雜。在工作站上因原始X-Window提供的功能不足使用，目前發展擴大新的視窗環境，例如OSF/Motif, OPEN LOOK等，其使用更容易，功能更強。

從電腦不斷的演進發展看來，容易使用和功能變的更強是先決的二個要求。想想看，人性化的彩色立體圖形介面，使用者不必再死記複雜的指令及參數，即可輕鬆地運用電腦來工作；而且應用軟體彼此間資料可以互通、共用，對使用者而言，不必再傷腦筋去學習不同軟體各自不同的操作方式，而且資源可以共用、共享，這不是太理想了嗎？讓我們一起進入視窗環境的彩色世界吧！

奉派至中央大學與資策會合辦的「電腦進階班」受訓兩個月，對於我這個非電腦專業的人來說，實在是受益良多，雖然這次所學在電腦這門學問裡算是非常基本粗淺的課程，但是仍然將所學心得記誌於下。

我們這班的課程，最主要的是訓練學員如何開發一個新的應用系統，所以老師除了教導我們一些電腦基本概論、中文文書處理、DOS及 dBASE 外，又開了一門課程是「應用系統發展程序」，讓我們對一個資訊系統的開發，有更進一步的了解。

「系統開發步驟」又稱之「系統生命週期」(System Life Cycle)，這些步驟主要包括有系統分析(System Analysis)、系統設計(System Design)、系統發展(System Development)、系統實施(System Implementation)及系統評鑑(System Evaluation)等五項，以上的步驟與程序必須週而復始的不斷運行，故稱之「系統生命週期」。

當使用者(Users)需要建立資訊系統時，應即提出資訊系統需求，然後送請高階層主管或系統規劃小組加以評估核定，當系統被核定同意開發時，即應著手系統分析工作，「系統分析」首先是調查現行系統的目的、需求、處理程序與作業方法，從而探討系統產生問題的原因與癥結所在，然後研訂解決問題的各種可行方案，將結果與建議呈報主管，經上級主管同

意後(因為並非所有之作業都適用電腦化)，就進行資料蒐集與資料分析的工作，如輸入資料憑證、輸出報表、內部組織圖、限制條件等資料，加以分析完成後做一簡報，使有關主管與系統使用者有機會了解系統分析結果，並聽取他們對系統分析結果的批評與指正。

分析工作完成後，接著應即進行「系統設計」，系統設計工作主要包括下列各項：

1. 輸出設計—設計應輸出之各種報表與資訊內容。
2. 輸入設計—包括原始憑證格式、輸入資料記錄格式與鍵入方法等之設計。
3. 檔案設計—包括資料檔的組織方法與格式設計。
4. 處理程序設計—指電腦化的作業程序。

當系統設計工作全部定讞後，整個系統可進入「系統發展」階段，此一階段的工作項目如下：

1. 撰寫程式規範書(Program Specification)

系統分析師將每一程式的目的、功能、系統流程圖等填寫於印妥的程式規範表單，作為程式設計員撰寫程式的依據。

2. 程式設計(Programming)

當程式規範書撰妥後，程式設計員即可進行程式設計工作。

3. 測試(Testing)

程式設計員在設計好程式後，應進行測試工作，以確定程式的處理邏輯是否正

確。

4. 撰寫程式說明書 (Documentation)

任何一個電子資料處理系統在開發完成以後，系統分析師與程式設計員應分別將系統與程式的設計內容，寫成文件說明書，作為將來修改系統或程式的依據，此外為使操作人員能了解操作與應用方法，應將操作與使用方法分別寫成文件說明書。

系統經發展完成並撰妥各種說明書後，整個系統即告完成，可付之實施。任何系統在實施一段時間後，往往因外在環境變遷或使用者需求改變，導致系統功能衰退，因此系統工程師應定期作系統評鑑，「系統評鑑」係由系統分析師就系統的硬體、軟體、輸出入方式與作業程序等，逐一加以檢討，倘發現有不經濟、低效率或無法充分滿足使用者需求時，即應申請修改系統，使更有效率。

一般而言，任何一個資訊系統的建立，均需經過規劃、設計、程式撰寫、測試、維護等階段。因此系統人員若非具備專業化的訓練，以及豐富的工作經驗，往往

設計完成的資訊系統，不僅軟體品質欠佳且系統維護工作亦相當困難。因此為確保軟體的品質以及建立實用的資訊系統，建議資訊系統的開發宜採取團隊 (Team Work) 的方式。由系統分析師、程式設計師或作業部門有關人員組成「專案小組」 (Project Team)，定期召開研討會 (Meeting)，並邀請高階層主管參加，針對現行缺失進行改善的工作。資訊中心對於資訊系統的發展應有長程規劃，建立資訊系統發展的整體目標與計劃，可以減少各系統彼此之間相互衝突的情形發生。

總之，妥善規劃，徹底執行以及不斷實施品質改進工作是建立一個優良品質資訊系統不可欠缺的基本條件。唯有抱著實事求是的科學精神，細心研究發生問題原因，充份發揮作業人員的智慧與潛能，提出最有效的解決方案，方能使資訊系統的功能臻於完善的境界。

參考書籍：松崗·最新系統分析與設計，

張豐雄編著

松崗·軟體工程·黃明祥編著

國立交通大學土木工程研究所教授 趙文成

國內近年來經濟建設一日千里，外匯存底躍居世界第一，各項公共建設，不斷開發，港口亦逐年擴建，港灣結構物也不斷興建。由於目前國內施工水準並非完美無缺，而港灣結構之安全性更與施工水準息息相關，如何確保其品質，以使建造者放心，使用者安心便成為主要課題。更由於港灣公共結構物，如防波堤若發生危險

，其所造成之影響，遠大於一般之結構物，而可能造成生命財產的損失，亦十分巨大，豈可不慎乎。

港灣結構物之品質保證即在於確保其結構安全性，不論是在1.施工中2.使用中3.地震前後4.颱風前後。而為確保各階段之品質，都必要藉著量測儀器，得到結構物及基樁的承載狀況，經過分析，方可判斷施工

品質或使用品質的好壞。

一般而言，一套完整的量測系統在平時可作為使用性之監測，如沈陷之大小，淘沙之嚴重性，堤防之透水性，因超額載重引起應力增高，（如結構物改變原有設計用途時）因耐久性問題而引發之結構特性改變，（如地層下陷、潛變、腐蝕等），並可建議維修位置及時間表。在颱風、地震中可判定各點加速值、位移量、土壓力、孔隙水壓力、應力、應變、載重等，在其後則可用為判斷結構物是否受損或受損之嚴重性，以決定是否可加以補修後使用或需拆除重建。且利用量測設備所得到的資料與結果，遠較目測為精確，且速度甚快，可以即刻知道，不需現場檢測人員檢測完後再交結構分析人員分析、評估、耗費時日。

監測系統之組成包括電腦，資料擷取系統，量測元件，最好能搭配一套專家系統之軟體，如此則可隨時瞭解結構物的健康狀況，顯示較弱區域，建議維修方針，判斷使用性能，評估因地震、腐蝕而導致受損狀況，確保結構物能有適當的維修，及安全的保障，更可因裝設了量測儀器，可確保施工的品質，及設計者的水準，因若設計有錯或施工品質不良，儀器上可立即顯示，無法做假。

利用監測系統，配合原有之結構分析設計，可得到之成果為

結構監測 ——— 結構分析

1. 檢核設計之正確
2. 確保施工之品質
3. 維持適當之使用性(serviceability)
4. 維修補強之依據
5. 分析方法與實際結構物行為之比較
6. 結構長期使用下特性之改變

綜上所述，監測系統乃為確保結構物品質之最佳方法之一，可避免人為因素之干擾，更為日後爭議之解決依據，且其成本甚低，對重要結構物，應大力推動，使其施工品質，使用品質，安全品質，均可受到監督，使設計者需認真正確的分析設計，施工者需嚴謹小心的施工，使用者也需依原有設計之功能使用，以免妨礙結構之安全性，政府單位更可在各種災害及經過波浪沖擊、淘刷後迅速判定結構物的受損情形，以決定是否繼續使用或重建，亦可依此而決定是否須修補，及如何修補，使結構物從設計到使用，都有嚴密的監督與管理，方可提高國內的工程品質與水準。

港研所副研究員 陳桂清

中國鋼鐵公司煉鋼過程中所產生之爐渣（俗稱爐石），係煉鋼過程中之副產品，經水淬處理後為水淬高爐石，其化性穩

定，對海水或硫酸鹽類等侵蝕，具有較強之抵抗力以及有抑制鋼筋混凝土中鋼筋腐蝕之效應。高爐石經研磨成粉末後與波特

蘭水泥混合，俗稱高爐石水泥，因具有上述效應且可取代普通水泥做一般海洋工程之施工材料。在國外如歐、美、日等許多先進國家，早已使用爐石有數十年之久了，而在國內至今仍然沒有被大量廣泛地使用，部份爐石僅被利用來做道路或整地用之材料，其餘大多數之爐石均被視為固態廢料，用船運至外海拋棄。近年來，中鋼生產之爐石與日俱增（近兩年來年產量已達約有125萬噸左右），造成處理之困難與成本之增加，更會引起海洋生態、環保之污染與糾紛。鑑於經濟效益、生態環保、以及落實爐石資源化之策略下，中鋼公司特委託本所代為進行「高爐水泥對港灣混凝土結構物耐久性及抑制鋼筋腐蝕效應之研究」，藉由試驗的結果來印證爐石確實具有前述之效應，以期能在國內廣泛推廣於土木營建工程方面，尤其是海洋工程方面之應用。如此一來，不但有利於中鋼處理廢棄物再利用並兼具節省能源、防止生態環境污染，並改善波特蘭混凝土之特性。

本研究自民國79年1月1日起至民國84年12月31日止，期間長達五年。本研究之主要目的乃為瞭解波特蘭鋼筋混凝土添加高爐石後對耐久性以及抑制鋼筋腐蝕之效應為何？本研究預定以三方面同時進行試驗，在此簡述本試驗計劃內容如下：

1. 試驗室內進行短期加速試驗（預計一年內完成）：

此試驗及藉由通有新鮮海水之乾濕循環加速設備（Weathering Test Equipment），利用改變環境因素來加速混凝土材料之破壞反應。其試驗的條件（環境因素）如下：

a. 採用天然海水（抽取台中港區內之

海水供應）。

b. 溫度 50°C ，相對濕度（RH）0%，乾燥4天。

c. 溫度 20°C ，RH100%，潤濕3天。

d. 7天為一循環週期。

e. 預計進行15~20循環週期。

f. 鋼筋腐蝕電位變化每一週期量測一次，直至量測之電位值小於 -350mV 時即停止試驗。

2. 長期現地曝露試驗（預計需時五年才有結果）：

此試驗方法乃藉傳統方式將鋼筋混凝土試體擺放於真實的海域下，在大自然的環境條件下，進行試驗。因此此一試驗相當費時，通常都得進行五、十年方能收集較完整的試驗數據。海域現地試驗場地選擇在本所內之天然海水循環水槽（此試驗水槽乃藉由台中港區內之涵管引道，直接抽取台中港區內14、15號碼頭間之海水，注入水槽內，隨著每天海水潮汐的漲落，水槽也相對配合做抽取與排放海水）。

3. 基本物理性質及化學成份變化之試驗：

探討添加爐石之混凝土材料其物性變化（諸如抗壓強度、透水係數、凝結時間、彈性模數）、及化學成分變化（諸如硫酸鹽類含量、氯離子含量……等等）。

上述試驗試體製作均依ACI 211.1~815規範，進行混凝土之配比設計，爾後按ASTM規範製作標準試體。其混凝土材質設計如下：

1. 配比設計：

a. 水灰比（W/C）：0.5，0.7。

b. 爐石摻料比例：0%，40%，60%，80%（以取代水泥量）。

c. 坍度：8~10公分。

2. 材料選擇：

- a. 水泥：波特蘭第一型水泥。
- b. 摻料：水淬高爐石粉（中鋼公司提供）。
- c. 鋼筋：省產一般竹節鋼筋。
- d. 骨材：河川砂石。
- e. 水：自來水

本研究於 80 年 3 月剛完成短期加速試驗及基本物理性質及化學變化之試驗分析。從試驗數據顯示，鋼筋混凝土添加了高爐石粉後，具有改善混凝土品質之效應同時亦有抑制鋼筋腐蝕之效果。本研究初步結果可歸納如下：

1. 在正常環境下，以爐石取代部份水泥，其晚期抗壓強度及彈性模數均較高，而以取代量為 60% 為最佳情況。

2. 在低水灰比情況下，透水係數較低，以填加 40% 及 80% 之爐石量為最佳，而

在高水灰比情況下，則以 60% 較具水密性。

3. 爐石取代量在 40% 以下對凝結時間影響性不大，爐石含量愈多則初凝與終凝時間就愈拉長。以含 80% 爐石而言，初凝約延長 2 小時，而終凝則延長約 7~12 小時，高水灰比之凝結時間將較低水灰比情況之凝結時間拉長。

4. 經過乾濕循環加速惡化之試驗結果發現就鋼筋腐蝕電位而言，以 60% 以下之爐石取代量防蝕效果為最佳，即使在高水灰比情況下，80% 爐石含量之鋼筋腐蝕電位亦較不含爐石者為低。在低水灰比情況下，60% 以下之爐石取代量之氯離子含量較不含爐石者為低。而且發現填加爐石水泥之試體，其硫酸鹽含量有顯著地降低，足見爐石水泥具有抑制鋼筋腐蝕及抗硫酸鹽侵蝕之能力。

港研所助理 柯正龍

一、前言：

混凝土為一種複雜之組合材料（由水、粗骨材、細骨材、摻加劑、水泥材料等組成），其中以水泥材料影響混凝土最鉅，且單價成本最高，為改善水泥對混凝土材料部份性質之不良影響，增加耐久性等基本性質，並且降低生產成本，使符合經濟效益，故研究添加爐石粉以取代部份水泥，以求達到廢物利用及節約經費的目的。

爐石粉為生產鋼鐵過程中之副產品高爐石（blast furnace slag）經急速冷卻

，其內部構造無法形成穩定晶體而呈活性較大之水淬爐石，再將此非結晶形且玻璃質含量高之顆粒研磨至 $400 \sim 600 \text{ m}^2/\text{kg}$ 之細度，使成具有膠結力之粉末稱之。由於中鋼公司近年來鋼鐵大量生產與運用，大量之高爐石處理及如何經濟應用即成為其之研究重點。在國外主要生產鋼鐵國家如美國、加拿大、英國、法國、德國、蘇聯、日本等更將含爐石水泥大量應用在營建工程上。使用含爐石粉之水泥以取代傳統卜特蘭水泥不僅可解決煉鋼後爐石材料堆置污染環境問題，並可將此資源充分再

利用，尤其是其具有優於卜特蘭水泥之特性。

本研究以添加不同比例之爐石粉取代水泥對混凝土抗壓強度 (compressive strength) 及彈性模數 (modulus of elasticity) 之影響程度作一比較分析並作柏松比 (poisson ratio) 試驗。

以爐石粉取代部份水泥之混凝土以下簡稱爐石混凝土。

二、混凝土之抗壓強度、彈性模數、柏松比：

1. 抗壓強度

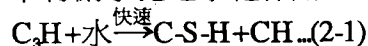
抗壓強度為混凝土最重要之基本工程性質，在設計結構物之構件前，須靠選擇合理之混凝土配比來滿足其強度要求，混凝土組成材料強度間接決定了混凝土之力學行為，組成材料之強度則維繫於其孔隙比之大小，因此混凝土之強度，依其組成材料可經由骨材孔隙、漿體孔隙與骨材砂漿介面層孔隙來決定。水灰比、礦物摻料、水化程度、含氣量等都分別影響了漿體與介面層之孔隙比大小，也就影響了混凝土之強度。

爐石與水泥相似，係經高溫處理過後之產物，且其所組成之化學成份亦與水泥相似，故具有膠結與隨時間硬固之作用，故被稱為波索蘭材料。爐石粉具有較水泥高之二氧化矽 (SiO_2) 與氧化鈣 (CaO) 與中量之氧化鋁 (Al_2O_3) 及氧化鎂 (MgO) ，其成份與水泥成份相近。混凝土強度形成，主要因其成份產生水化作用而形成鈣矽水化物 (C-S-H 膠體) 之故。C-S-H 膠體在水泥漿體中約占 50~60% 左右之體積、膠體間之黏結力由分子鍵所產生。

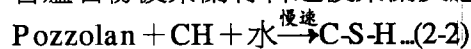
普通卜特蘭水泥之水化作用與爐石粉

波索蘭材料反應 (Pozzolanic reaction) 如下：

卜特蘭水泥之水化作用



含爐石粉波索蘭材料之波索蘭反應



(2-1) 式中之 C_3S 為矽酸三鈣，占水泥成分之 45~50%，其產生之 C-S-H 膠體最多，且控制卜特蘭水泥混凝土之強度。波索蘭反應則較緩慢，其可與卜特蘭水泥之水化作用產生較多之氧化鈣及水化作用而慢慢形成 C-S-H 膠體以填塞孔隙，造成強度慢慢增加，此乃添加爐石粉類之波索蘭材料可增加晚期強度之原因。

2. 彈性模數

彈性模數是材料主要性質之一，為材料勁度之指標，為應力與瞬間應變之比值。混凝土為一黏彈性 (Viscoelastic) 材料，在應力作用下之變形並非為真正的彈性變形，而實際上為瞬間變形。

一般彈性模數可以應力一應變圖量出或採用動彈性量測之。ACI 建築法規 318~83 定為

$$E_c = 33 \rho^{3/2} (\sigma'_c)^{1/2} \text{ psi 式推算} \dots \dots (2-3)$$

式中 E_c 為靜彈性模數 (static modulus of elasticity) 。

ρ 為混凝土單位重 (lb/ft³)

σ'_c 為 6" ϕ $\times$ 12" 試體之抗壓強度 psi。

日本建築學會「鋼筋混凝土構造計算規準」則定為

$$E = 2.1 \times 10^5 \times (r/23)^{1.5} \times \sqrt{f_i/200} \dots \dots (2-4)$$

式中 E 為彈性模數 (kgf/cm²)

r 為混凝土單位重 (t/m³)

f_i 為混凝土抗壓強度 (kgf/cm²)

由 2-3 及 2-4 公式可見彈性模數與混凝土抗壓強度有密切關係，影響強度之因素亦會對彈性模數造成影響，彈性模數常隨混凝土抗壓強度之增加而增加。

3. 柏松比

混凝土材料如同其他材料一樣，在一方向施加以壓力時，則在該方向縮短而另一方向膨脹，此橫向應變與縱向應變之比值謂之柏松比。當混凝土壓應力小於 $0.7f'_c$ (f'_c 為齡期 28 天之混凝土抗壓強度) 時，柏松比介於 0.15 至 0.20 之間，大於 f'_c 時，其柏松比則可能達到 0.25。

三、試驗方法

1 試驗材料

- (1) 水泥使用台泥公司卜特蘭 I 型水泥。
 - (2) 爐石粉使用中鋼公司提供之水淬高爐石粉。
 - (3) 粗骨材取自大甲溪築工處碎石場之標準級配，最大粒徑 25mm (1") 之粒料。
 - (4) 細骨材為大甲溪之河砂，其細度模數 $FM = 2.71$
 - (5) 拌合水使用適合飲用之自來水。
2. 配比設計依 ACI 211.1~815 規範。
- (1) 水灰比採用 0.5, 0.7。
 - (2) 爐石粉取代水泥之比例：0%、40%、60%、80%。
 - (3) 坍度 8~10cm。

3. 試體澆鑄及養生

試體澆鑄依 15cm ϕ $\times$ 30cm 之尺寸製作標準試體，每種配比製作三個，共製作 144 個試體，試體澆鑄完成後 24 小時拆模，並移至濕度 100%、溫度 $23^\circ \pm 0.7^\circ\text{C}$ 之養生室，養護至試驗所需齡期時，每種配比每次取出 3 個進行試驗。

4. 試驗設備：

抗壓強度試驗主要設備為 100T 荷重之萬能試驗機，彈性模數試驗及柏松比試驗則配合抗壓強度同時進行，為精確讀取試體縱橫應變數據，另加 7V13 DATA LOGGER 應變測定儀讀取應變數據，量測時可讀至 1×10^{-6} 。

5. 試驗準備：

適齡之試體自養生室取出後，利用石膏蓋平，並在試體一半高度位置，平行於加壓方向之二相對側面上，貼上測定縱橫二向應變計共二片，並用排線連接應變計與 7V13 DATA LOGGER 應變測定儀。

6. 試驗步驟

(1) 將試體置於萬能試驗機之壓具內，並將 DATA LOGGER 所需設定數據輸入，並使讀數歸零平衡後，開始對試體加壓，每隔一段加壓力量讀取應變數據，至試體破壞時止。

(2) 試體破壞時之荷重即為抗壓荷重，讀取並記錄之。

7. 計算

$$(a) \text{ 抗壓強度 } (\sigma) = \frac{\text{破壞時之抗壓荷重}(P)}{\text{試體受壓面積}(A)} \dots (2-5)$$

$$(b) \text{ 彈性模數 } E = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0.000500} \dots (2-6)$$

$$(c) \text{ 柏松比 } \mu = \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_2 - 0.000500} \dots (2-7)$$

(2-6) 式中： S_2 = 相對於 1/3 極限（破壞時）強度之應力 (kgf/cm^2)

S_1 = 相對於縱向應變量 ϵ_1 ，達 0.000500 之應力 (kgf/cm^2)

ϵ_2 = 由應力 S_2 造成之應變量

$\epsilon_1 = 0.000500$

(2-7) 式中 ϵ_2 = 由壓力 S_2 造成之橫向應變量

ϵ_1 = 由壓力 S_1 造成之橫向應變量

四、結果與討論

依據本研究結果（如表一、二所示），討論如下：

1. 爐石混凝土早期抗壓強度均較同齡期之普通混凝土（爐石添加量為0%）之強度為低。
2. 齡期28天時，爐石添加量為40%或60%之爐石混凝土抗壓強度已非常接近或高於同齡期之普通混凝土強度，但爐石添加量為80%時，則較普通混凝土低。
3. 齡期達56天以上時，爐石添加量為40%或60%時之抗壓強度均已高出同齡期之普通混凝土之強度，顯見爐石混凝土之內部水化作用已較完全，承受抗壓之能力優於同樣配比之普通混凝土，但爐石添加量為80%，則抗壓強度仍低於同齡期之普通混凝土，根據凝結試驗結果顯示爐石添加量為80%時，其初凝、終凝時間均需相當長

之時間，可能為其抗壓強度較低之原因。

4. 彈性模數與抗壓強度略成正比關係，即抗壓強度愈高則彈性模數相對較高。

5. 相同配比及齡期之試體，其三個為一組之松柏比平均數據在0.19~0.22間，單一試體之值則在0.17~0.25間，與抗壓強度並未發現成絕對的正比關係。

6. 在相同配比及齡期之情況下，低水灰比之抗壓強度，彈性模數均較高水灰比為優。

7. 若使用混凝土，其早期抗壓強度能符合結構物設計標準或有適當支撐，可保證結構物之安全，則使用爐石混凝土可較普通混凝土得到更佳的終期抗壓強度和彈性模數，且可節省大量經費（爐石粉單價僅為水泥之一半）本研究發現以爐石粉取代水泥之最佳比例應在水泥總重量之40%~60%。

表一 爐石混凝土抗壓強度試驗結果

（單位：kg/cm²）

齡期	水灰比	爐石含量 (%)	7天	14天	28天	56天	90天	180天
0.5		0	203	259	338	342	364	369
		40	161	231	346	391	405	418
		60	158	225	319	386	416	443
		80	150	214	269	288	317	355
0.7		0	159	203	247	259	280	289
		40	128	161	233	295	335	347
		60	105	147	218	287	347	372
		80	93	122	196	210	232	259

註：每一數據係三個試體之平均數

表二 爐石混凝土彈性模數與柏松比

齡期	28 天	56 天	90 天	180 天
水灰比	彈模 kg/cm ²	彈模 kg/cm ²	彈模 kg/cm ²	彈模 kg/cm ²
0.5	296377	304260	296790	297832
40	307224	272972	326907	327401
60	279946	285565	328212	337474
80	265184	252624	319106	277219
0.7	265184	289044	265238	285641
40	259668	274183	294731	304126
60	258354	284372	303535	306255
80	233684	259320	259224	286915

註：每一數據係三個試體之平均數

港研所副研究員 單誠基

高雄港有十一座貨櫃碼頭出租給八個使用單位。比較79年9月到80年3月這段時間，各單位營運績效，也就是每公尺租用碼頭裝卸貨櫃櫃數或TEU，進而比較每公尺每吊桿裝卸貨櫃櫃數或TEU，表中可發現下列幾個現象：

1.APL 裝卸貨櫃數(TEU)最多 342,728 個(570,656TEU)，其次是中航的192,757個(299,156TEU)，第三是長榮的 184,050 個(274,602TEU)或是SEALAND的151,904個(277,869TEU)。

2.每公尺裝卸貨櫃櫃數(TEU):以長榮的575個(858TEU)最多，其次APL的536個(892TEU)，第三是中航的350個(543TEU)。

3.每公尺每吊桿裝卸貨櫃櫃數(TEU)

：以長榮的 192 個(286TEU)最多，其次是萬海的 173 個(250TEU)，第三是MOL 的 126個(210TEU)。

4. 高雄港務局發佈吊桿司機手待遇最好的是APL，其次是SEALAND，第三是長榮。

以上現象可綜合研判長榮公司應該是營運績效最好的公司。探討APL之績效未能與裝卸量成正比，應該是國內內陸運輸沒有開放給外國公司，APL不能一貫作業，績效大打折扣。還有萬海的貨櫃船大都自備吊桿，所以每公尺每吊桿這項真實性不足。另外SEALAND是從79年9月25日開始租用#118碼頭，整個公司營運尚未穩定。

79.9~80.3 高雄港貨櫃出租碼頭裝卸量統計分析表

櫃(TEU)

公司	萬海	三聯	中航	APL	陽明	長榮	M.O.L	SEALAND
船席	42	64	65,66	68,69	70	116	117	118,119
碼頭長度 (公尺)	243	245	551	640	321	320	320	640
裝卸量	83809 (121363)	60933 (86814)	192757 (299156)	342728 (570656)	75798 (101599)	184050 (274602)	80758 (134393)	151904 (277869)
/公尺	345 (499)	249 (354)	350 (543)	536 (892)	236 (317)	575 (858)	252 (420)	237 (434)
船岸吊 桿 數	2	2	4	5	3	3	2	4
/吊桿/ 公尺	173 (250)	125 (177)	87 (136)	107 (178)	79 (106)	192 (286)	126 (210)	59 (109)

資料來源：高雄港務局，本文分析。

學術活動預告

中國土木水利工程學會為達到迅速將該學會暨其他相關學術活動訊息傳送給國內工程界人士（包括基層單位工程人員），學術活動委員會乃積極規劃，並徵得相關領域廿個包括報紙、期刊、雜誌媒體之協助，將定期蒐集研討會、座談會、研習會與專題演講預告發佈，以促進訊息通暢，達到建立學術通訊網之目的。本通訊網

是否成功，將仰賴各界人士共同支持，敬請各有關單位能指派專人負責，能將各學術活動預告送交學術活動委員會。若有活動預告，請以傳真（3622975）或郵寄台灣大學土木系陳振川教授，若有其他相關媒體願義務加入此通訊網，亦請與陳教授聯絡。

國內土木水利工程界預定舉辦活動

名 稱	時 間	地 點	主 協 辦 單 位	聯 絡 方 式
鋼結構接設計、施工及 檢測研習班	80年 7月12日 至 80年 7月27日	國立台灣大學視聽教育館	財團法人台灣營建研究中心	邵守麗小姐 7338219, 7333649, 7357388 財團法人台灣營建研究中心
顆粒材料力學研習會	80年 7月15日 至 80年 7月19日	台北基隆路四段43號 國立台灣工業技術學院	主：中華民國結構工程學會 國立台灣工業技術學院營建系 協：國科會工程科技推展中心等五 個單位	張大鵬教授 7376577 國立台灣工業技術學院營建系
鐵路選線調查技術應用 研討會	80年 7月25日	台灣大學思亮館 國際會議廳	工業技術研究院能源與資源研究所 交通部國道新建工程局 中國土木水利工程學會	林明煌，曾大仁，陳振川 (035)916313 工業技術研究院能源與資源研究所
中華民國第五屆路面工程 學術研討會	80年 7月26日 至 80年 7月27日	國立台灣工業技術學院	主：國立台灣工業技術學院 協：國家科學委員會工程科技推展 中心 內政部營建署 中國土木水利工程學會	李得璋教授 7376571 Fax: 7376606 台北市基隆路四段43號
台灣地區發展智慧型運輸 系統研討會	80年 8月 5日 至 80年 8月 7日	台灣大學工綜大樓 國際會議廳	國立台灣大學土木工程研究所	張學孔教授 3630231 Fax: 3631558 國立台灣大學土木工程研究所
國建六年計畫建設科技研 討會系列之三： 海岸地區水資源開發利用 研討會	80年 8月29日 至 80年 8月30日	台灣大學思亮館 國際會議廳	主：中國工程師學會 中國土木水利工程學會 協：經濟部水資會 台灣省水利局 台大大工試驗所	許銘熙教授 3639202 台北市台灣大學農業工程學系
第四屆大地工程學術研究 討論會	80年 9月 6日 至 80年 9月 8日	花蓮天祥教國團青年活動 中心	中國土木水利工程學會 國立台灣大學土木工程研究所	吳偉特教授 3630231-2406 國立台灣大學土木工程研究所
在台灣工程人員聯誼工 程觀摩	80年10月 5日	國道新建工程局 台北市政府捷運局 北區工程處	主：中國土木水利工程學會 協：台北市政府捷運局 國道新建工程局	劉孝貞小姐 7762088 台北市南京東路四段16號13樓
電子計算機與土木水利工 程應用論文研討會	未定 10~11月	國立中央大學	主：中國土木水利工程學會 國立中央大學 協：國科會 台北市政府捷運局	莊德興教授 國立中央大學土木系
第十三屆海洋工程研討會	80年11月15日 至 80年11月16日	淡江大學	主：中國土木水利工程學會 淡江大學 協：台灣省水利局	郭金棟教授 (06)2382310-3530 國立成功大學水利海洋工程系
第八屆自來水論文發表會	80年11月16日	台北市長興街131號 台北市自來水事業處 簡報室	主：中華民國自來水協會 協：中國土木水利工程學會 台北市自來水事業處	台北市自來水事業處總工程司室 7326434 台北市長興街131號
邁向廿一世紀土木工程科 技研討會 (八十年年會活動之一)	80年11月24日	台北國際會議中心	中國土木水利工程學會	陳振川教授 3637408 台北市台灣大學土木系

中國土木水利工程學會學術活動委員會提供，聯絡人：陳怡誠先生，電話：3630231-3204，傳真：3622975