

要目

- 基隆港現正進行之重要港灣建設概況
——西十九號貨櫃碼頭改善工程
- 龍洞南口遊艇港計畫概況簡介
- 實驗室不規則波模擬
- 漫談台灣海岸線變化
- 防止海岸侵蝕的軟體工法和七金律
- 海洋腐蝕與海洋材料特性
- 碼頭鋼板（管）樁腐蝕現況
- 淺談港埠作業指標
- 損益兩平分析法應用於棧埠倉儲經營分析
- 本所舉辦「海岸工程短期研習會」綜合報導
- 港埠發展現代化研討會通告
- 港埠發展現代化研討會通告
- 工程材料試驗服務簡訊

中華民國八十一年四月出版

基隆港現正進行之重要港灣建設概況—— 西十九號貨櫃碼頭改善工程

基隆港務局擴建處幫工程司 蘇鴻惠

一、計畫緣起

1. 依據國家長期經濟建設發展政策指導原則，行政院於75.5.29院會通過長期展望（1986～2000）案，其中對於實質建設之基本方向確立了運輸部門之基本政策及配合措施在港埠方面有(1)整建擴充重要港埠碼頭及其裝卸設備。(2)促進經營管理企業及裝卸設備現代化。(3)增設貨櫃碼頭及機具設備加強港口儲運業務。
2. 在本港各類貨物之裝卸中，一向以貨櫃為最主要營運項目，80年度貨櫃裝卸量達68,970,000噸，貨櫃裝卸量佔全港各類貨物總裝卸量之比率，已自64年度之46.63%增至80年度之83.80%，顯示本港進出口貨物貨櫃化比率逐年不斷增加。
3. 本港水深12公尺以上貨櫃碼頭僅有八座，而貨櫃船大型化之趨勢甚為明顯，港埠設施必須配合航運上船型變化之需要，提供適切之服務，故本港深水貨櫃碼頭，實有再增加之必要。
4. 本港現有水域中，內外港區已充分開發利用，無法新建貨櫃碼頭，僅餘西十九號碼頭最為適宜，西十九號碼頭改建為有橋式機貨

櫃碼頭，可以配合西二十號碼頭向外延伸80公尺工程之便利，亦向外拓建為300公尺之大型貨櫃碼頭。

二、計畫內容與期程

將西十九號碼頭向外拓建12,000平方公尺，完成後為全長300公尺之貨櫃碼頭（水深13.5公尺）工期三年自七十八年七月開工，預計至八十一年六月完工。其工程概要如下：

- (一)將原有碼頭向外拓建12,000平方公尺，成為全長300公尺之貨櫃碼頭。
- (二)裝設超大型貨櫃起重機二台。
- (三)設置貨櫃起重機軌道，防颱設施，護舷，繫船柱等必要設施。
- (四)設置貨櫃起重機供電管溝，海上浮燈桿一具，碼頭電氣照明、給水設施。
- (五)船席及航道浚挖至13.5公尺。

三、經費需求

本計畫由省府交通建設基金投資九億一千一百五十萬元，分列七十九、八十、八十一年度預算辦理（七十九年度二億七仟一百五十萬元，八十年三億元，

八十一年度三億四仟萬元)。

四、工程執行概況 (截至81年 2 月底)

(一)碼頭主體工程已完成：

1. 鋼管樁 953 支全部完成打設。
2. 碼頭面混凝土灌築 11, 252 平方公尺。
3. 貨櫃起重機軌道鋪設 430 公尺。
4. 繫船柱安裝 10 座。
5. 碼頭護舷安裝 12 套。
6. 船席浚挖 56, 530 公方。
7. 海上設置浮燈桿一具。
8. 貨櫃場鋪面工程開始施工。
9. 電氣照明設施施工中。

(二)超大型貨櫃起重機二台由唐榮公司承辦製造中。

本工程截至八十一年二月底止，實際進度 84.5 %，比預定進度 86.5 %，進度落後 2.0 %。

五、計畫效益

本工程完成後西十九號貨櫃碼頭全長 300 公尺 (水深 13.5 公尺)，可供超巴拿馬極限型貨櫃船靠泊作業，碼頭上裝設之超大型貨櫃起重機二台，估計每年可增加貨櫃裝卸量約 650 萬噸。

六、結論

為應付不斷成長的貨櫃運輸及因應本港貨櫃運輸設施能量不足，本局擬定「港埠設施改善整體計畫」，將適合改建的雜貨碼頭改建為貨櫃碼頭及增設其相關設施，以應航商需要。

西十九號貨櫃碼頭改建工程施工照片



(一)鋼管樁底岩層鑽除。



(二)鋼管基樁打設。



(三)碼頭大樑混凝土灌築。



(四)碼頭面混凝土灌築。

龍洞南口遊艇港計畫概況簡介

宇泰工程顧問公司經理 鍾兆君

一、計畫概述

近年國民對海洋遊憩之需求與日劇增，東北角海岸風景特定區管理處乃計畫於龍洞灣、龍洞南口及卯澳三處設置海洋公園詳如圖 1，以滿足與日俱增之遊憩需求。其中龍洞灣及卯澳灣之地理條件較佳，但土地取得困難。而龍洞南口港址面對太平洋，無任何地形遮蔽，原非一良好建港地點，但港址全屬公地，乃決定優先開發之。

本計畫為台灣第一座遊艇港，甚具示範意義，本文特將該港自規劃、設計以至目前施工作業概況介紹如后，供爾後相關計畫建設之參考。

二、基地現況

本港為國內第一座專屬遊艇靠泊之港口，港址距台北都會區約 60 餘公里，其間有高速公路及濱海公路相連，車程約 1 小時，交通極為便捷。

基地沿岸原為海蝕礁岩平台，早期受民眾濫挖九孔池而滿目蒼夷。目前管理處已收回整理作

為海水游泳池供遊客使用。港址陸域可利用土地長約 30 公尺、寬 80～100 公尺，離岸不遠水深已達十餘公尺，限制本港開發之規模。

港址緊鄰台二線濱海公路，公路與海岸間為高差達 20 公尺之陡坡，乘車經過可飽覽全港設施，故遊艇港建設需力求與背景環境之協調。

三、規劃目標擬定

本港屬都市近郊型重要遊憩據點，主要作為遊客週末假日短期型海上遊憩使用，未來之定位以大眾化之遊艇活動為目標，其機能主要提供大小遊艇、動力船及遊覽船之碇泊、停靠及整備。

台灣北部海岸適合建遊艇港之地點不多，遊艇港需求潛力遠大於供給能力。因此在研擬本港計畫船舶艘數時，乃考慮在可利用之建港範圍內，充份利用港內水域增加容納艇數，降低舟艇繫留所需分攤建港費用。

四、遊艇港平面配置

(一)原規劃所擬平面配置

本計畫規劃及可行性研究初

步研擬遊艇港之配置如圖 2。全佈置以 30 呎遊艇為規劃目標。陸側土地保留供船艇停放、維修、通路及綠帶使用。

(二) 初步設計所擬平面配置

初步設計階段，管理處認為原規劃港區佈置過於刻板，水域利用率偏低，乃要求重新研擬配置如圖 3 所示。

本佈置外廓堤主要為南、北二條圓弧狀簡單堤線構成，大部份位於陸上礁石區，堤頭水深近十公尺，需採沉箱結構。本堤如依波浪計算，胸牆需 EL+10.0m 以上，此將妨礙港內通視外海，為遊艇港規劃之大忌。為克服此困難，擬於南、北外堤堤頭處擬設混凝土鯨魚塑像各乙座，以魚體替代防波堤胸牆達擋浪之功效，另可作為本遊艇港之明顯地標，調和防波堤對景觀之衝擊。

本佈置以 60 呎遊艇規劃。港口航道寬 30m，水深 -3.5 ~ -4.0m（基隆中潮位）。港區水域約 1.5 公頃，擬以二條平行海岸之突堤（pier）分割為外、中、內三個泊渠，颱風來襲時將外泊渠船隻撤離，作為靜波池以吸收越波能量。另於港區北側面對港口處規設一人工沙灘，吸收入侵港內波能，同時增加海岸遊憩活動之多樣性。

依此規劃，水域約可收容近百艘各型遊艇停泊。另陸上保留的 2.4 公頃土地作為舟艇及遊客服務設施使用。港區維修廠、艇庫

等設施，擬配合地形規劃設於停車場及遊客服務中心下層，以免影響整體景觀。

(三) 水工模型試驗

港址地形複雜水深陡峭，為探討波浪對之影響港內靜穩度，再以水工模型遮蔽試驗驗證防波堤遮蔽效果。

初擬佈置原期望入侵波浪碰到港內所保留礁石群可先破碎，再利用人工沙灘吸收剩餘波能。但依試驗結果發現低水位時波浪無法越過礁石，以致導入中、內泊渠。為克服上述問題，乃經多次修正佈置進行試驗，圖 -4 及圖 -5 示經修正後主要入侵波向港內靜穩度圖例。

(四) 定案平面配置

經試驗結果，乃決定清除人工沙灘前之礁石，並修正部份突堤配置，修正後定案平面配置詳圖 -6。

五、計畫執行現況

本計畫於民國 79 年 7 月，由中華工程公司得標後隨即展開各項工程，合約預定於民國 81 年底可完工營運。

工程主體為港域浚挖及外廓防波堤工程，依計畫應先完成外廓設施使港內水域獲得保護後，再進行岸壁及各項服務設施工程。惟工址 10 月份以後逢東北季風期，海上作業需全面停止。承商為趕工乃採乾工法先行開挖港渠。施工中經常遭遇海上風浪或豪

兩，即需停止開挖進行抽水作業。同時港渠浚挖遭遇未風化之硬頁岩層，因工址緊臨主要交通幹道，無法全面以爆破方式處理，承商乃採直接開鑿方式，工程進行極為艱辛。

南、北防波堤堤頭之兩座長四十餘公尺，高十餘公尺之巨型鯨魚雕

塑為港灣工程之創舉，該項工作管理處另委請輔仁大學美術系羅 慈明教授設計，期望此雕塑可得畫龍點睛之效果。

六、結語

國內遊艇事業尚屬萌芽階段，初期工程技術之困難，皆可投入金錢予以克服。但如何成功之經營管理，進而使海上遊憩活動於台灣生根蓬勃發展，仍祈待各界多予關切及投入。

本計畫為國內第一座動工之遊艇港，國人莫不仰頸期盼本港之完成。於施工中雖遭遇諸多困難，但相信在東北角風景特定區管理處全力推動下，將可如期呈現國人眼前。

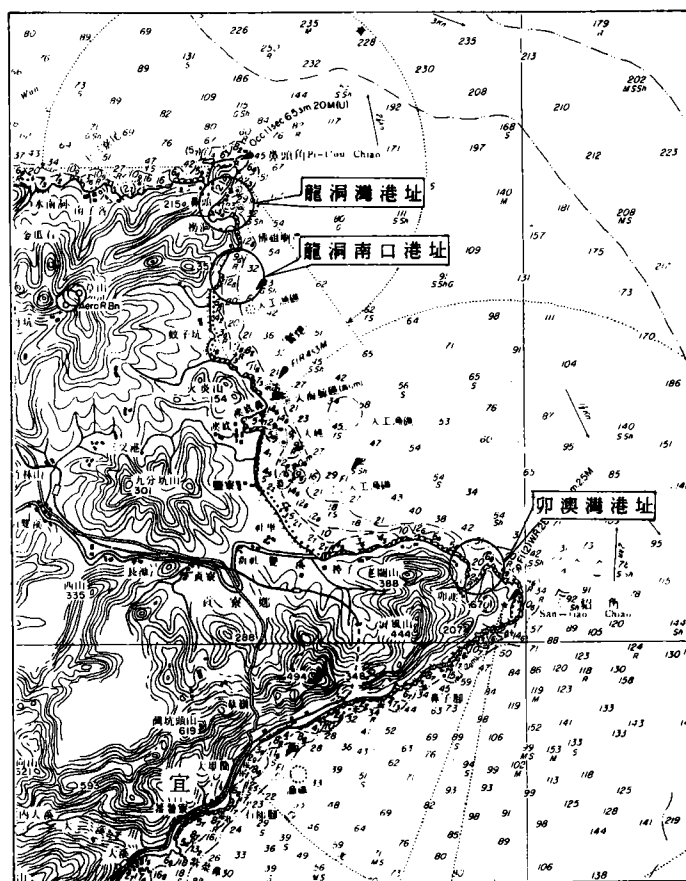
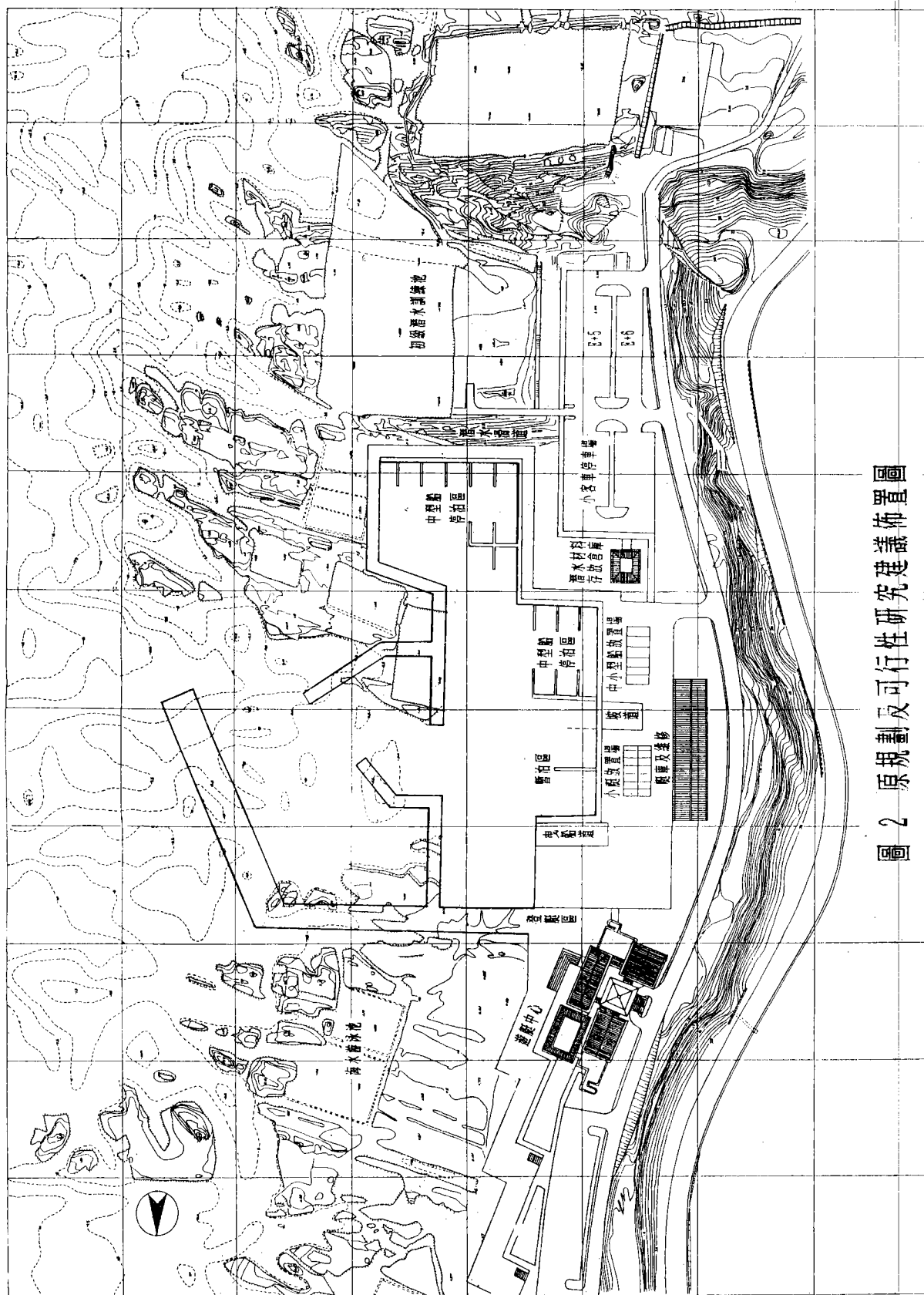


圖 1 東北角風景特定區計畫遊艇港位置圖



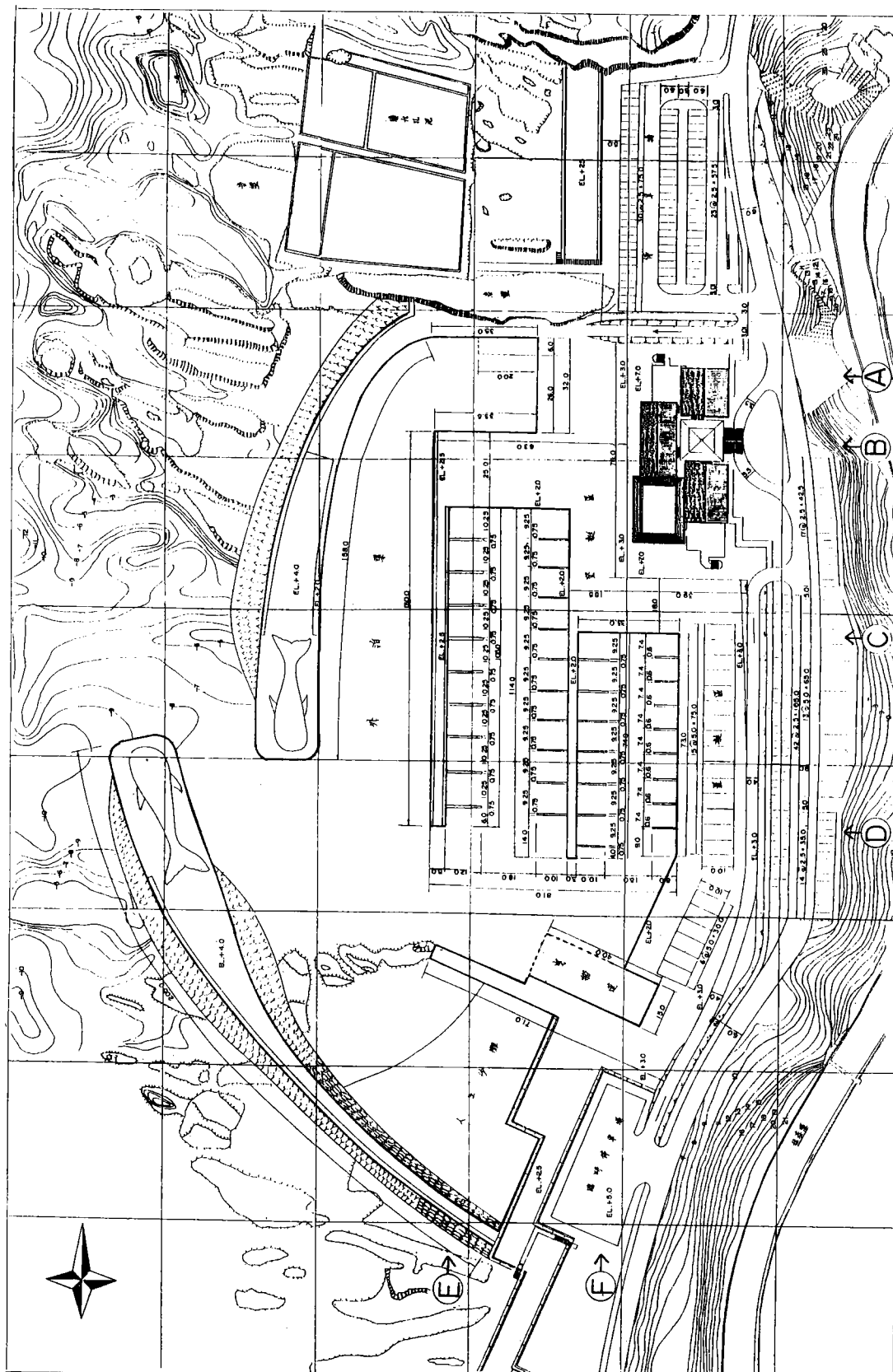


圖 3 初步設計建議平面佈置圖

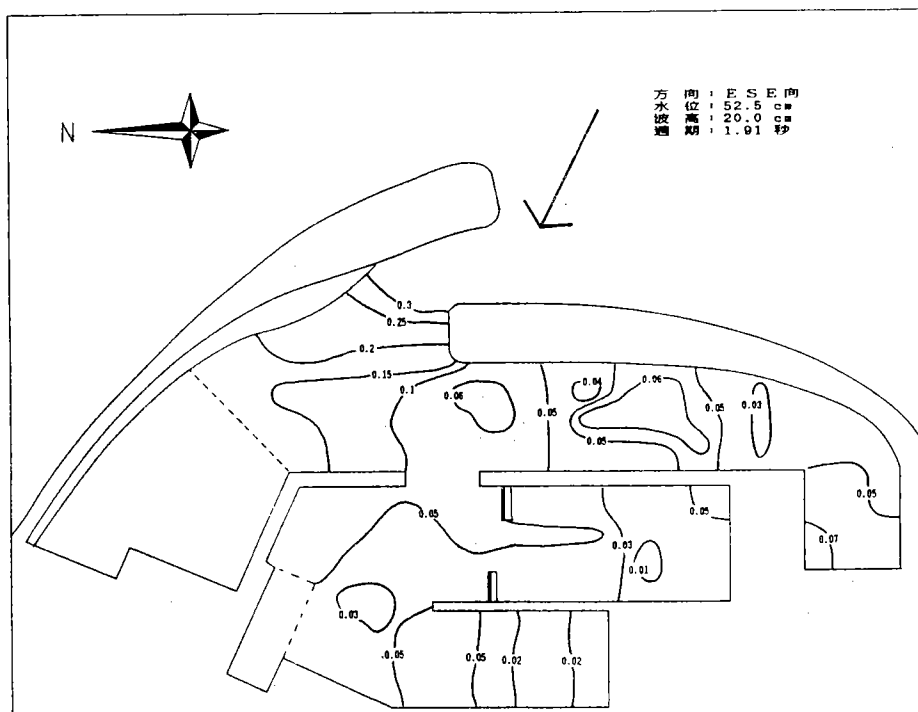


圖 4 修正佈置ESE向颱風波浪KD值分佈圖例

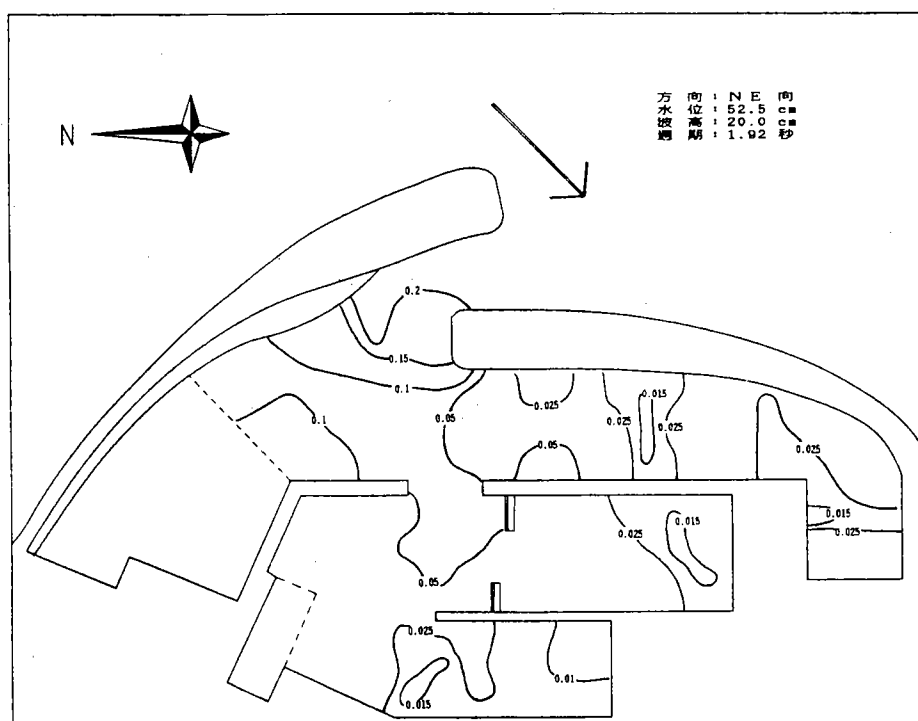
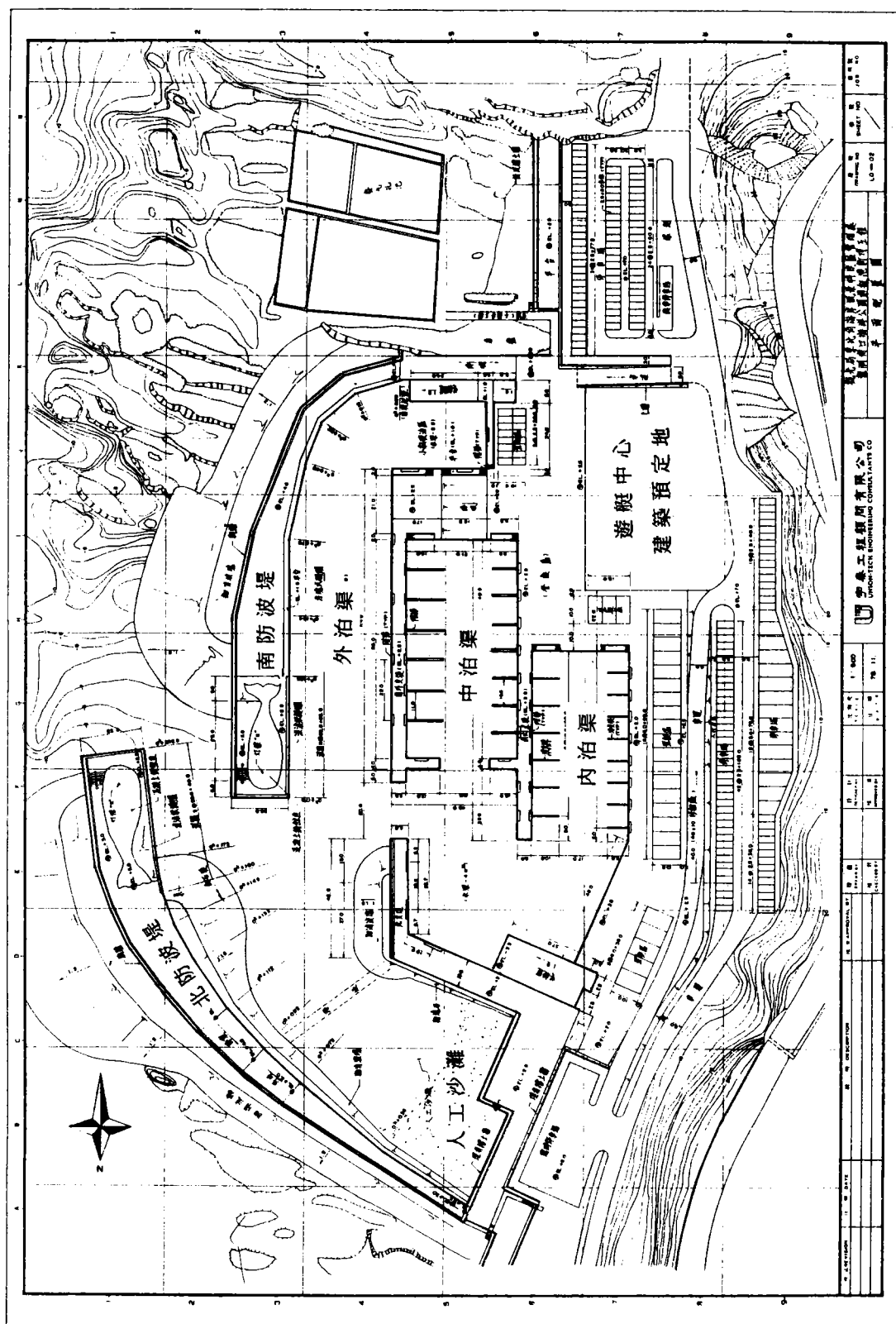


圖 5 修正佈置NE向颱風波浪KD值分佈圖例



實驗室不規則波模擬

國立成功大學 高家俊教授

模型試驗是研究海洋海岸工程問題重要的手段之一，其特點是可以在人爲可控制的環境下，產生各種海象狀況，用以探討自然海灘及人工結構物在各種海況作用下之力學行爲，作爲工程規劃設計及施工之參考。主要的貢獻一方面在於不必耗費鉅大的人力、物力、尤其是時間去等待變化無常、捉摸不定的異常海象，可填補現場觀測研究之不足，另一方面亦可藉模型比尺，縮短時間，可達預測自然變遷之效果。

早期模型試驗均以規則波爲之，假設不規則波浪可透過振幅或能量的觀點轉換成規則波，其優點是造波機構造簡單，操作控制容易，而其缺點則是不能忠實反應隨機海況，當物理現象呈非線性變化時，誤差會加大，因此近年來不規則造波機已普遍被採用。

不規則造波機一般可分爲油壓式和螺桿式兩種驅動方面，其中以前者較常被採用。不規則造波機涉及自動控制，其構造較規則造波機複雜，即便與一般工業用自動化機械比較，亦屬較複雜，蓋部份工業用自動化機械只需控制位置，而不需像造波機一般

，還需要同時控制其路徑。一般不規則造波機的控制分成兩個部份，一部份由水利工程師負責，提供訊號控制造波板之瞬間位置，此部份工作大多在 PC 上計算，再由數位／類比轉換器轉換成電壓或電流訊號，送給造波機控制器，另一部份由機械電子工程師負責，接受造波板控制訊號及造波機實際位置訊號，經過計算比較求出油壓伺服閥的控制訊號，用以驅動造波板。後者屬單純比較計算，與造波機動力系統呈固定關係，一般均在造波機建造安裝時完成一次設定即可，在水工試驗時不必再作調整。

造波板運動與所生成的波浪之間呈一個函數關係，這個函數關係可由造波機理論推導而得（Dean & Dalrymple, 1984），亦可由實驗求得（徐仕昇，1991）。計算控制訊號的流程如下：

1. 設定波譜公式。
2. 依設定波浪條件，計算波浪能譜。
3. 將波浪能譜乘以轉換函數求得訊號譜。
4. 以 inverse Fourier transform 計算訊號時系列。

實際的計算流程如圖一。在

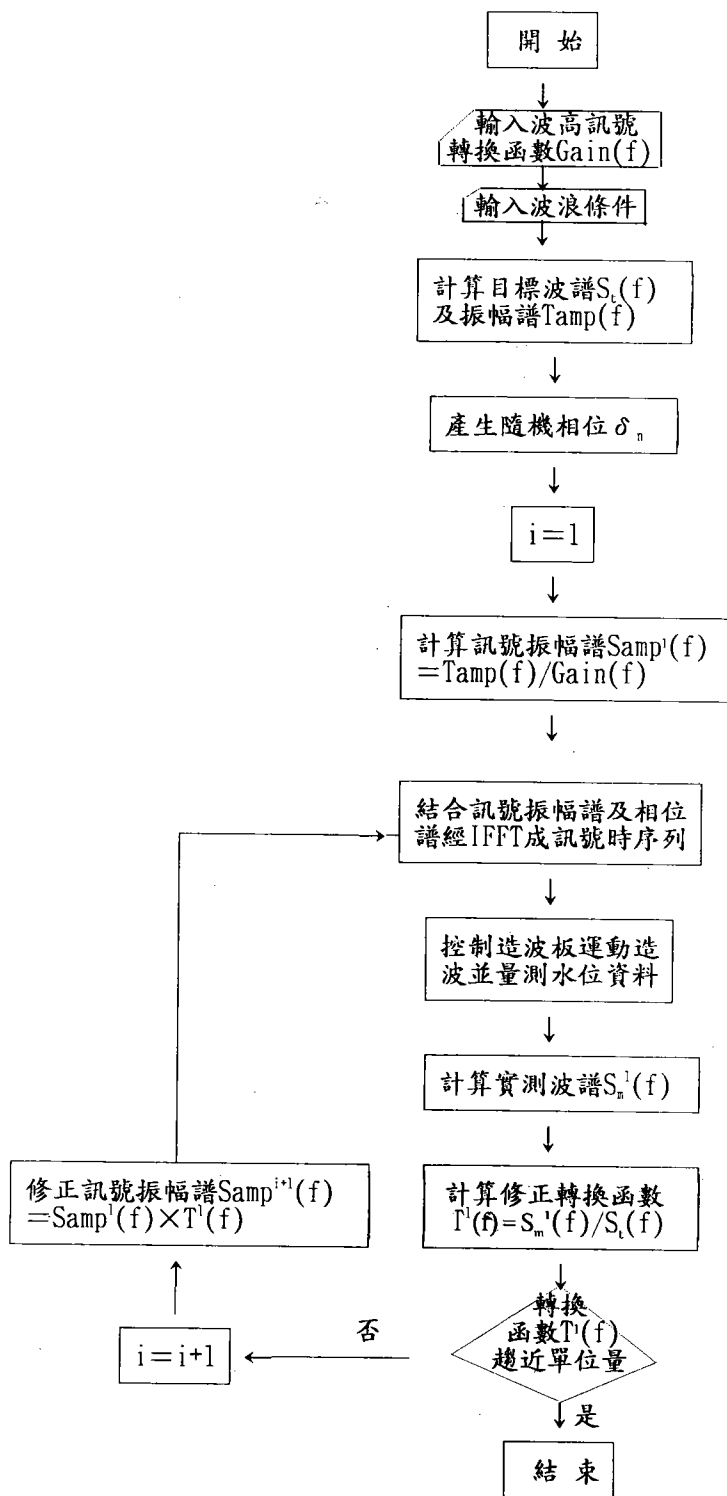
實際工作時常會發現，波浪自離開造波板向前運動中，波浪會產生變形，因此在設定測點上的波譜常不能完全與設定能譜一致，此時需要經過一個率定修正過程，如圖一後半部的流程。

成大水研所已完成 IBM PC 版的波譜率定軟體，目前具有全自動率定的能力，使用者只需在 PC 上設定波譜公式及波浪條件，PC 即可自動逐步執行圖一的步驟，直到實測波譜與設定波譜間之誤差達到設定的範圍之內。

為使實驗室造波達到更理想

的地步，水研所目前計劃撰寫一套軟體，希望能用 on line 計算的方式，即時控制造波板運動以吸收反射波，使水槽中不產生二次反射波，以利諸如直立壁所受不規則波壓等相關之研究。參考資料：

1. 徐任昇：“包含群波之不規則波模擬”成大水研所碩士論文，民國 80 年。
2. Dean & Dalrymple "Water Wave mechanics for Engineers & Scientists" Prentice-Hall, Inc. 1984。



圖(一) 不規則波模擬流程

漫談台灣海岸線變化

港研所海工組組長 黃清和

(資料來源：成大水利及海洋研究所郭金棟教授)

台灣海岸線長 1250 公里，海岸線雖單純少彎曲但海岸形態雜陳富變化。過去許多地理學者曾做定性上之考察、惟殊少定量上之分析，且都從較長的時間尺度探討其演變，少從小尺度之時間演變去觀察其變化。然從工程眼光基於海岸保護與利用吾人所應注意者乃數十年以下較短期間之海岸變化過程，目地在觀察過去二、三十年程度以內之海岸變化，以預測二、三十年內可能發生之變化，乃至數年、數季內之可能變化並分析引起變化之外力因素，俾做工程規劃之需。海岸性質並非僅由海岸線可代表，與其組成底質之成份、水深都有關。本文只以歷年台灣地形測量圖為基礎試圖就定量上剖析台灣海岸線變化以資參考。因台灣縣市大都以主要河川為界，從海岸漂砂言，此等河川間之區域勉強可形成一環 (cell)，故本文大致以縣為分析之單元必要時再予以細分為二。(按本文所稱海岸線係指高潮時之海岸線或海堤線。)

(1) 台北縣海岸線變化

台北縣海岸自淡水至三貂角

85 公里間屬於第三紀粘板岩層、砂岩、頁岩互層與火山岩層之沉降海岸因而海岸凹凸齟齬突角與海灣交互發達，間有口袋海灘 (pocket beach) 點綴於海灣間。基隆以東海蝕平台發達，間有海洞、波蝕拱、波蝕四壁、顯礁等侵蝕痕跡可見。淡水河北岸至富貴角間除富貴角附近突出部份 5 ~ 6km 間有侵蝕外，以西至淡水間則有淤積現象其生長速度約 3m/yr，1904 ~ 1987 年間增長 100m 左右可能係海岸隆升之故。富貴角附近之侵蝕量則 1904 ~ 1987 間海岸共後退量最大 160m，年平均後退量約 2m，富貴角以東部份亦在 83 年間約有平均 10m 之前進而由此至東澳漁港間則屬海岸侵蝕，年侵蝕量約 1m/yr。以東基隆一帶則呈前進，80 年間共進約 100m 左右。貓鼻頭至馬崗山間則又見侵蝕，在馬崗港處侵蝕量達 200m(1904 ~ 1987)。此段若干地方出現海岸前進顯與事實有出入，可能係測量上之誤差或海岸線因有海蝕台取界不一致之故。

淡水河南岸起以西部份至林口間則屬砂質海岸漸變為礫石海岸。此間海岸在 1904 至 1958 年間

有相當豐富之河砂供給形成淤積海岸，近十餘年來則由於石門水庫、翡翠水庫相繼完成，集水面積減少以及大量抽砂之故呈現侵蝕，尤以接近淡水河口附近較為嚴重，以至須興建防砂突堤保護。河口南岸年退約 2m，唯海岸線雖在退縮但 -2m 以下部份則淤積；碎波帶變寬外灘坡度變緩，而內灘則刷深內移。依地形圖分析此段 83 年間平均淤出 75m。

(2) 桃園縣海岸線

此段海岸亦係砂灘但有局部珊瑚礁斷續出現於海底，砂灘寬約 50m ~ 200m。此段海岸觀音以北部份侵淤互現大致平衡，除下埔附近侵蝕外，以南部份大致淤積，淤積多者 83 年間達 600m，以觀音海水浴場及永安漁港北測較為顯著，永安以南則受防波堤阻擋侵蝕。平均本段海岸 83 年間淤積 4.33km²，117m 寬，坎頭溪形成砂嘴南伸 900m，即生長率平均約 1.4m/yr。海岸前進之原因概係由於海岸隆昇及來自中壢台地之沖刷土礫。海岸生長在 1904 ~ 1919 年較快，1919 ~ 1958 年間殊少生長，1958 年後反見微縮。

(3) 新竹縣海岸線

新竹海岸漂砂源應為頭前溪輸砂。由於此地最大潮差達 4.8m，故擁有寬闊之潮間帶，潮流之輸砂能力大於沿岸流。漲潮潮流加上冬天季風風驅流及沿岸流成為支配力量，且此地風強更有利於飛砂分佈，使之南移輸砂卓越

，故海埔地寬度往南漸縮，南寮一帶海埔地寬 1.5km 在 1904 ~ 1987 年間生長 0.7km，其中尤以 1958 年後香山客雅溪間生長最快，每年伸長 20m，蚵殼港至溪間則淤積甚少大致保持平衡狀態，唯 1958 年淤積量有增加之趨勢，尤以溪口附近為然。

(4) 苗栗縣海岸線

本縣後龍溪以南通宵間丘陵迫近海岸，中港溪輸砂及山丘之沖刷為海岸漂砂主要來源。竹、苗縣界以南竹南一帶海岸大致保持安定變化少，崎頂附近則有侵蝕。冷水坑溪口處淤積，向南淤積漸增至中港溪口尤為明顯。此段海岸在 1904 ~ 1919 年間侵蝕，1919 ~ 1958 年間大致平衡不變，而此後二十年間則見淤積，愈近中港溪淤積量增多約淤出 600m，平均每年約淤積 5m 最大者 10m。中港溪口南移 200m，以南至龍港漁港間大致平衡無變化，僅在漁港附近淤出約 400m。龍港以南通宵間在 1904 ~ 1919 年間雖每年約以 8m 之速度淤積但以後反見侵蝕，後退速度約 1.5m/yr。通宵附近則有較明顯之淤積，1904 ~ 1987 年間海岸生長近 900m，為本縣淤積最明顯之處，可能因本地海岸較凹進海岸線變平整之故。通宵以南苑裡間則有若干侵蝕可見。

(5) 台中縣海岸線

台中港最大潮差已增至 5.2m，又有大安溪、大甲溪、大肚溪

三大河流充沛之輸砂來源，使本縣海埔地發達甚為迅速。自渡船頭至大甲溪北岸間海岸除大安溪口生長較快，大致成長率為 2m/yr，大甲溪口大甲以北岸平均成長率為 3.8m/yr，即 83 年間生長 1.5km。梧棲海岸在 1940~1957 年間以每年 8m 速度成長，5m 水深線向外移動 11.4m/yr，10m 水深線 13.9m/yr，15m 水深線 8.3m/yr。台中港部份不計本區約有 3.8m/yr 之成長率。但自 1958 年間以後除大甲溪口以北無變化海岸平整，高美地區反有輕微侵蝕。

(6) 彰化縣海岸線

彰化海岸北有大肚溪南有濁水溪，此等河川輸入豐富之泥砂形成今日之海岸。彰化縣雖海埔地續有成長，但海岸線則無變化。1958 年以後和美、鹿港、漢寶間海岸線殊少變化而大城附近淤出約 50m 寬。本區海埔地寬有 4.5 km，低潮線外有潛沒離岸砂洲，低潮時潮流及沿岸流沿此向南流，海埔地成長以鹿港附近最大最寬，二端較少。由砂洲及潮溝之方向看漂砂自北向南。

(7) 雲林縣海岸線

雲林縣有西螺溪（現濁水溪）新虎尾溪、舊虎尾溪、北港溪由東向西注入海。波浪能量及潮流自潮口進入，其繞射波向及潮流可能為支配海岸附近漂砂之主因。雖在 1904 年以後低潮線向外成長甚多，但海岸線變化不大，三條崙以北 1904~1919 年有侵蝕

，侵蝕量愈近三條崙愈多，達每年 4m/yr，而 1919~1958 年間有無變化，1958~1977 年間反而有 1m/yr 左右侵蝕，至 1983 年以後又見生長 1m/yr，故前後無明顯變化。而三條崙以南至下崙間則略生長，但 1977~1983 年間侵蝕，但總體而言則海岸線日漸後退，後退量往南增加，全縣海岸線 1904~1987 年間共後退 100m，現有海岸線均需有海堤保護。海岸線之後退探其原因可能與外海砂洲之消長有關；當海豐島（佐佐木島）及統汕洲砂洲發達浮出水面時海岸線成長，反之二島退縮成潛沒砂洲，向東移時海岸線附近波浪增加潮溝寬度變窄、內移、侵蝕力增加，壓迫海岸線後退。侵蝕結果使曲折之海岸線度變平整，河口向南偏，僅有舊虎尾溪口仍然曲折向北偏。

(8) 嘉義縣海岸線

本縣雖只有朴子溪，但雲林縣北港溪及縣界之八掌溪對本省海岸消長亦有密切關係。本縣海岸曲折變化多在西海岸中誠為罕見，北側東石一帶受北港溪及外傘頂洲外海波浪折繞射影響，南側則受八掌溪排砂影響形成繫島沙洲，形成布袋泊地似若潟湖狀，海岸線亦由北北東轉向東向，豐富之河川輸砂亦使凹進之溪口變較平整。外傘頂洲在 1875 年及 1899 年之地圖均未出現，也許當時尚屬潛沒砂洲，以後隨統汕洲之消失而漸生長南移至嘉義縣界

內。

本區大部份海岸均須建海堤保護，海堤外砂洲羅列，在 1958 年尚存在但 1987 年已消失或縮小，東石北面網寮、松子港至布袋間海岸線在 1904～1919 年間曲折極為複雜，但 1958 年以後變為較整齊，1977 年後已呈後退。

(9) 台南縣海岸線

台南縣海岸外海砂洲 (off-shore bar) 相當發達計有海汕洲、王爺港汕、青山港汕、網子寮汕、頂頭額汕及浮崙等，成線狀羅列於離海岸線外約 2km 外。此群砂洲之砂源來自曾文溪及急水溪而以曾文溪為主。潮口受漂砂影響除北門潮口較多變化外其餘相當安定，有南移淤淺現象但速度不快，潮口自然成為漁船進出口。內海已有部份開發成新生地；如北門養殖專業區、七股鹽場、曾文新生地等有相當高度之開發。海岸線受外海砂洲之保護相當安定，雖在 1904～1919 年因海岸線之調整而有較大之侵淤年達 200m 外，以後均無明顯之變動，僅於將軍溪口以北部份淤積。

(10) 台南市海岸線

台南市區域內之外海砂洲可視為台南縣外海砂洲群之延續。由歷年地形測量圖之分析可知 1904～1919 年間曾文溪口附近之淤積相當迅速大概為 8m/yr，向南遞減至安平新港口附近已呈平衡，再往南至二仁溪口間則侵蝕。1919～1958 年間則相當安定無

變化，1958～1977 年間曾文溪口至安平間呈現侵蝕但速度緩慢年 0.5m 不到，而安平港至安平新港之砂洲則略有淤積年 0.5m，安平新港以南鯤鯨一帶則又見侵蝕，二仁溪口北側明顯堆積。以後數十年雖其變化率不同但侵、淤之趨勢大致相同，但整體而言相當安定。

(11) 高雄縣海岸線

高雄縣海岸 (包括高雄市) 大致可分為①二仁溪口至壽山②壽山至高屏溪口二部份處理。在此部份海岸線變化由興達港向西南至壽山侵蝕愈嚴重，原中港一帶在 1919～1987 年 68 年間 (1904 地圖缺) 後退達 700m，其中以 1958～1977 年最嚴重，年最大侵蝕量 100m 相當可觀，今已大為緩和。顯然二仁溪及阿公店溪二河之輸砂量遠不及波浪輸砂量，而南向漂砂仍然略優於北向漂砂量。原中港至壽山間侵蝕量漸減至壽山回復平衡。壽山以南部份則往南逐漸淤積，二港口以北約以 1m/yr 之速度淤積，但小港至鳳鼻頭間侵蝕，後因高雄港浚渫及中鋼廢棄土拋棄海岸成為補給砂源而變為淤積。由此至中芸漁港間 1919～1987 年間侵蝕亦頗為嚴重，中芸一帶後退達 400m，其中尤以 1958～1977 年間較嚴重，1977 年後有海堤保護已稍見緩和。由此區內海岸變化現象看，高屏溪並未提供砂源做為沿岸輸砂，而波浪將砂帶往外海形成侵蝕

。

(12) 屏東縣海岸線

屏東縣主要河川輸砂來源為高屏溪，次要者為東港溪、林邊溪、率芒溪、枋山溪、楓港溪、四重溪等。但高屏溪口與東港溪口間有溺谷（Drowned Valley）深達400m，使得高、東二溪排出之泥砂落入此谷中而無法支援兩岸輸砂。本縣海岸由高屏溪口至水利村為砂灘，以南至四重溪為礫石海岸（唯其中海口附近為砂岸），南端海口起之恒春半島則珊瑚礁海岸東港，西南崙子頂至水利村間有長 9.5km 之砂嘴抱有大鵬瀉湖（即大鵬灣）依歷次之測量圖分析東港至林邊溪口間在 1919～1977 年間侵蝕，每年海岸約後退 0.2～0.5m/yr，1983 年後反有淤積。枋山溪間即枋寮一帶則略有侵蝕，後退速度於 1958～1977 年較快約 1.5m/yr，1977～1983 年間保持平衡，斯後有淤積。楓港四重溪口一帶因有若干地方開闢公路挖方填海而使海岸前進，以外大部保持平衡。

貓鼻頭至南灣、鵝鑾鼻部份海岸則受南中國海及巴斯海峽波浪沖擊侵蝕而珊瑚礁成長極慢故均呈現侵蝕，僅有 1919～1958 年間保持不變以外歷次均呈現後退且後退速度有加速之傾向，最大約 0.4m/yr。

屏東縣東海岸部份則較半島西側不安定，往北向牡丹灣侵蝕量增加，1904～1919 年間侵蝕量

達 1.2m/yr，1919～1977 年無變化，1977～1983 年間 0.4m/yr，1983～1987 年則有淤積年 0.5m 左右，可見侵蝕逐漸緩和。

(13) 台東縣海岸線

台東縣自觀音鼻至大峰延長 170km，其中有大武溪、大竹溪、太麻里溪、知本溪、卑南溪、馬武溪等溪流注入。因河川湍急颱風期流量大且速，攜帶大量砂石自中央山脈瀉下大量供應東海岸輸砂來源。冬季季節風浪長達半年為沿岸輸砂卓越方向。

依據歷年測量圖視之 1904～1919 年間大武至知本溪口間之海岸均有明顯之後退，最大在大武附近達 2m/yr。而卑南溪口則快速成長年達 2m/yr。加路蘭以北至長濱則互有侵淤，起伏在 0.7～1.0m/yr 之間，而 1919～1958 年則較為平穩，但都蘭以北部份都發生侵蝕，向北侵蝕量愈大約為 0.4m/yr，而 1958～1987 年間侵蝕又見減緩。但從 1904～1987 年之差異視之，以大武附近、金樽附近、新港附近之侵蝕較為嚴重，分別於此 83 年間侵蝕 230m，220m，320m 左右，可見台東縣海岸損失之嚴重，而淤積部份則局限於台東平原及太麻里三角洲，分別生長 350m 及 200m 之譜。全縣海岸平均後退 39m 失地 5.8k m²。

(14) 花蓮縣海岸線

本縣海岸線涵蓋大港口至和平長約 120km，計有和平溪、卡那剛溪、立霧溪、花蓮溪、木瓜

溪、秀姑巒溪等溪注入海。其河川特性同台東縣河川，坡度坡急，含砂量亦以颱風期流量大時為主，因此其輸砂量極為可觀。波浪亦同台東縣颱風波浪為支配沿岸輸砂主因，而冬季之季風浪為期長達半年成為漂砂之卓越方向。

本縣海岸在石梯附近有較嚴重之侵蝕，石梯漁港南側石梯坪附近 1904～1987 年間海岸共後退達 400m，貓公溪口至花蓮港間在此期間亦後退約 200m，花蓮以北之棧溪附近約侵蝕 100m，立霧溪以北則無變化，全縣海岸平均後退 45.5m 損失地 6km²。

(15) 宜蘭縣海岸線

宜蘭縣海岸北起三貂頭南至和平溪全長約 108km 主要河川有蘭陽溪（舊稱大濁水溪），次要者有頭城溪、南澳溪、東澳溪、新城溪、得子口溪、宜蘭河等。蘇澳以南山脈斷崖逼進海岸，故除南方澳溪口、東澳溪口有小形三角洲附近有砂灘外無海灘，蘇澳以北則為南陽溪排砂所形成之沖積扇之三角洲平原成弧形分佈於洋寮鼻與北方澳鼻二岬角間，三角洲外緣則由高約 9～19m 高

之砂丘所包圍成為抵禦颱風之自然屏障。此砂洲當係強勁之颱風及冬季季節風，將砂灘上之砂吹成飛砂向東北方向吹送所形成者，砂丘外則有寬約 100～300m 坡度約為 1/30 之粗砂砂灘。

蘇澳以南除南方澳三角洲及東澳三角洲有堆積現象之外變化較少但微侵，蘇澳以北則蘭陽溪口附近海岸仍有相當快的速度約以 10m/yr 在堆積，金面附近則侵蝕速度約 2.5m/yr，蜜月灣以北則少變化，但因此段在 1904～1919 年間有相當之侵蝕量故平均尚有年 0.2m/yr 之侵蝕，因海岸線已經長時間波浪作用調整成與波向垂直方向，故沿岸漂砂應不多，而損失砂可能輸向外海方向。

上述各縣在不同年代之侵蝕及淤積面積以及每年平均侵蝕速度，1904～1987 年海岸線變化量詳如表 1。『+』號表示淤積，『-』號表示侵蝕。由該表可知東部各縣均發生侵蝕海岸後退速度自 0.2～0.55m/yr 不等，西海岸各縣市則有雲林縣、高雄縣海岸侵蝕，且雲林海岸後退相當迅速年約 1.2m，而高雄縣則全縣普遍發生侵蝕平均速度約 5cm/yr。

表1 各縣市海岸線變化量一覽表

縣 名	海岸線每年平均侵淤距離 單位：公尺／年			總侵淤距離 單位：公尺		
	1904～1919	1919～1958	1958～1987			1904～1987
台東縣	0.510	-1.250	0.063			-39.29
花蓮縣	1.643	-2.103	0.408			-45.51
宜蘭縣	-1.032	-0.043	-0.008			-17.40
台北縣	0.071	1.502	0.538			75.25
桃園縣	3.733	-0.175	2.345			117.20
新竹縣	-0.029	1.565	4.387			187.84
苗栗縣	2.367	-0.416	3.814			129.89
台中縣	3.714	-0.867	8.935			281.03
	1904～1919	1919～1958	1958～1977	1977～1983	1983～1987	1904～1987
彰化縣	11.196	4.623	-0.132	4.717	-0.636	371.48
雲林縣	-8.770	1.933	-6.510	8.200	7.500	-100.67
嘉義縣	35.692	-4.115	13.667	-27.267	-17.927	399.24
台南縣	13.114	8.203	17.255	-2.227	3.216	843.46
高雄縣	0.108	-1.004	-0.325	1.964	7.089	-3.55
屏東縣	1.401	0.599	-0.366	0.008	3.112	49.92

註：1. 「+」表示淤積；「-」表示侵蝕。

2. 表列計算值乃扣除已開發海埔地及港區部份。

防止海岸侵蝕的軟體工法和七金律

薛曙生

泰興工程顧問公司 主任工程師及專案經理

為何使用軟體工法？

海岸侵蝕的問題，在傳統上都是由工程師解決的。過去的策略大多是使用所謂的「硬體工法」，建造硬體結構物阻擋高潮的入侵，並反射和削減入射波能，以期能收一勞永逸之功。這些結構物包括我們所熟悉的防波堤、海堤、護岸、突堤、石籠，以及近代的離岸堤等等。不過它們並沒有帶來人們所期待的持久功效，不但失敗的例子不勝枚舉，而且造成的負面影響和問題，不易解決。固然，許多的失敗是由於當時對於海岸動力學缺乏認識以致於不能對症下藥，或者由於設計及施工上的錯誤所引起的，但無論如何，它們有下面兩點致命的缺陷：

1. 硬體結構物會加速砂粒的流失，以致造成沙灘的流失和結構物本身的不穩定。
2. 這些結構物一旦施工完成，要再想變更或挪移是極其困難的事，根本無法更正工程上的錯誤。

其實對於海岸侵蝕的研究，地質學家和地理學家研究的歷史和經驗要比工程師久遠且豐富。

他們著手處理的方式在於歷史圖片及觀測資料的統計分析，找出海岸線地形、地貌變化的趨式與原由，以及地質與海岸地貌的相關性。當這些趨式、原由及相關性有了較高的可信度時，他們往往能作出相當可靠的預測，在大方向上可以掌握得相當準確。可惜的是這些學者的研究，在「定量」方面往往遠不如「定性」的探討，以致沒有受到工程師應有的重視。

二次世界大戰以來，海洋學家和海岸工程師興起後，對於海岸動力理論有了快速而深入的瞭解。海岸工程知識的增加和過去失敗經驗的檢討，導致工程師在設計理念上有了極大的轉變。今天許多海岸專家不再相信「人定勝天」的道理，新趨勢是「人需順天」去順應自然作規劃和設計。他們既不作「一勞永逸」的打算，也不期望「放諸四海皆準」的解決方案。

美國在過去卅年中，海岸地帶居民激增，目前約佔全國總人口的50%，預測在公元2010年將達60%，隨著人口的快速成長，海岸相關的問題就漸受重視。在

海域環保意識劇昇和海岸規劃的審美觀轉變的雙重衝激下，傳統的硬體結構物受到極大的排斥，而所謂的「軟體工法」在海岸學者的推薦下，特別是那些海岸地質學家的推波助瀾下，大受一般美國人的歡迎。

美國現有的軟體工法

軟體工法的主要精神在於順應自然界的趨勢作設計，以防止海岸砂土的流失，決不作頂撞的挑釁考慮。由於自然界的物理過程常是週期性的，因而許多軟體工程也需作週期性的設計考慮。茲將目前美國一些軟體工法略介紹於下，供各位從事海岸工程的朋友參考：

1. 設置後退線法 (Setback Line)

後退線是一條設立的界線，在此線的海側，劃為緩衝侵蝕區，嚴禁任何建築物的建造。設置後退線法是軟體工程中最軟的方案，極適用於未開發的海岸線地區。此法需要藉助於法令的制訂和執行。美國佛羅里達州於1971年所制訂的後退線法案可以說是最聞名之海岸後退線立法方案。1990年，南卡羅萊州的海岸評議委員會也設立了後退線法，以助於管理該州的海岸線發展。就純技術觀點而言，後退線的擬訂基準應包括侵蝕速率，砂丘保護情況，氾洪危害性，波浪上溯，地形等高線，以及植物形態等。在

定線之前，這些基準項目應有可靠的歷史性變遷資料和調查、分析結果作為依據。

2. 砂丘建造 (Dune Building)

砂丘一般都設在前灘區，其主要功能在於防止或緩和潮水與波浪的侵害，並在必要時為海灘提供養護用之砂源。天然形成的砂丘系統大多在後退線的海側，作為暴風浪時之緩衝區，也是海灘地的良好養灘砂源。在某次風暴後，若有足夠的平靜時期，遭受沖刷的部份砂丘多能因風力的作用而恢復舊貌。為了加速其恢復速度或減少風暴時之沖刷程度，工程師與海岸管理人員可以設置欄砂柵，種植特定的植物，或設定法令以防止人為的破壞。在南卡羅萊州的海岸管理法中，在海灘活動的人若破壞或拔除海燕麥草 (Sea Oat) 將遭受罰款處分。

在一些已開發的海岸區，常由於開發前未作細心規劃，以致許多建築用地面臨侵蝕的命運。此時，人為的砂丘建造往往是必要的。規劃設計人工砂丘之前，工程師對於當地之海岸動力過程、風向、風速、海灘特性，以及植物型態與砂源等，應作充份調查瞭解，作最佳設計。人工砂丘建造常與硬體結構物配合辦理，兼顧安全與美觀雙方面的要求。

3. 潮間帶沼澤地闢建 (Marsh Building)

潮間帶沼澤地多介於海洋與

內陸之間，常能緩和波浪對海岸的直接侵襲，也帶給附近居民一個優美的自然景觀，是美國海岸居民最喜愛的環境之一。沼澤地也是海域生物豐富，活動力較強的所在。美國許多州都以法令規定來保護這些潮間帶沼澤地。但不容許破壞現有的沼澤地，並規定在某些開發區於規劃中，必須考慮興建符合規定尺寸的沼澤地。在馬里蘭州的所謂「非結構物（NON-STRUCTURE）」計畫中，就以半結構物與種植沼澤草的方式，作沼澤地的建造和水土保持。在北卡羅萊州以南至喬治亞州的廣大海岸沼澤區，沼澤地之建造與維護更是極受重視的計畫。

海岸沼澤地之各類植物與海水之鹽度、潮差、上潮頻率、溫度、土質及地形高程都有極密切的關連，在興建沼澤地之前，宜作研究分析，細心挑選合成的沼澤草，並於種植之後，繼作追蹤，調查其存活率。

4. 出海口之人工位移法（Relocation of Migrating Tidal Inlets）

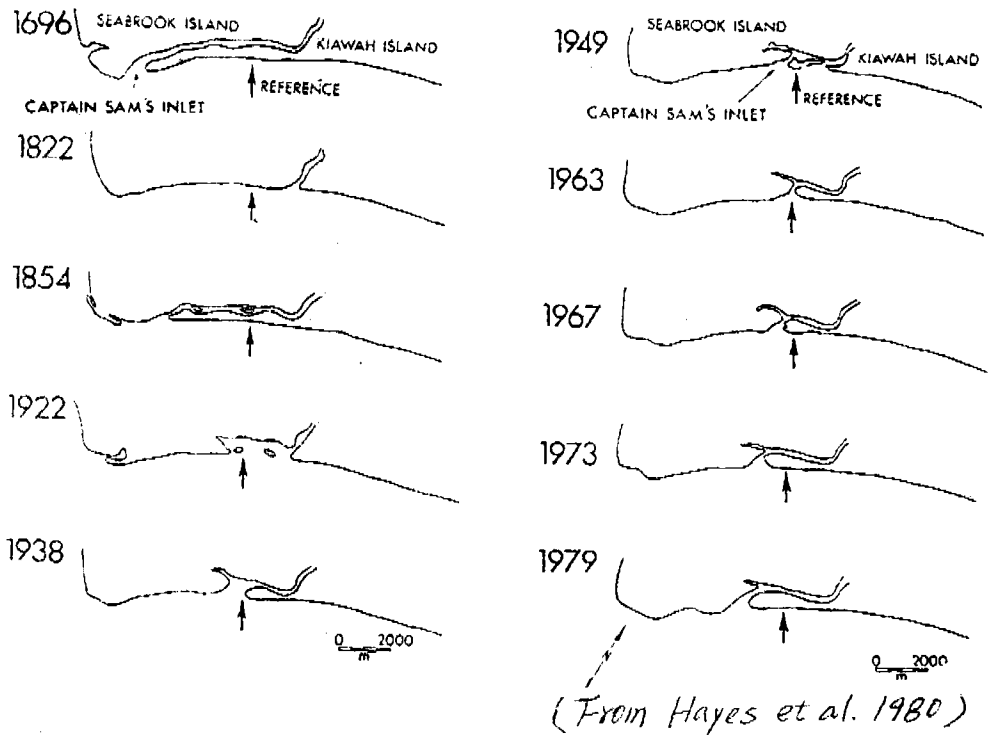
河流或鹹水湖的出海口，有因沿岸流或其他海象因素迫使其向下游方向位移的情況。地貌學者的研究發現，這種位移現象常是週期性的。其中一個最突出的實例就是南卡羅萊州的山姆船長出海口（Captain Sam's Inlet）。根據1696年至1980年的歷史空照圖和記載，這個出海口在284年間

曾經週期性地變動數次，其典型的週期約在40—80年間。如附圖所示，KIAWAH河及其出海口是SEABROOK島及KIAWAH島的水界。每當此出海口位移至南端時，SEABROOK島居民即受到侵蝕威脅。再當KIAWAH河改道於（參考箭頭右側）脆弱地帶出海時，SEABROOK島則受到大量砂源的自然養護而形成廣大砂灘區。當筆者於1983年參與其規劃設計案時，山姆船長出海口已嚴重威脅SEABROOK島，經研究分析後，遂決定以人工位移法在經常決口之處開挖出海河道，以圖借自然之波浪與沿岸流之力將下游切開之海灘地推向岸邊，解決侵蝕之患。當筆者於1986年夏離開該地時，該案進行效果相當良好。與此工法類似的尚有潛洲位移法，借水流及波浪能量將近海潛洲推移至海岸線，以達養灘之目的。筆者曾規劃棕櫚島（Isle of Palm）之海灘用地，即應用此法，收效甚高。

5. 人工養灘法（Beach Nourishment）

除了借助自然力量推移砂源達養灘目的外，人工養灘是目前美國最常用的軟體工法。東岸的Rockaway（紐約州），Wrightsville（北卡州），Myrtle Beach（南卡州）及Miami（佛州）等海灘都曾使用大量外界砂源作人工養灘。其它小型工程更是多得不勝枚舉。在作養灘工程設計時，工程師須

HISTORICAL CHANGES OF CAPTAIN SAM'S INLET



先作其邊界條件之調查研究，再進行工程本身的設計工作。

養灘工程設計的邊界條件包括：歷史性的海岸線資料（如臨界水深測量誤差、季節性變化等），長期與颶風時海象條件（如氣象觀測歸納、波浪資料等），暴潮與水位變化、地貌及砂質條件、水文測量、漂砂情況、砂源、海生物與水質、海岸結構物等等。設計本身的原則應考慮：海陸向之變動因素（如砂灘所增加的寬度與砂質的關係、海水位上昇的影響等），養灘計畫的規劃形式之可能演變（如養灘之長度、寬度決定，其工程壽命，兩端變化，與下游海岸的影響等），以及養灘工程所帶給的損失減少評估。

養灘工法中有兩項常遇的困

難，一為砂源問題，另則為潮流出海口的處理。養灘砂源一般可分為外界砂源及內部砂源。外界砂源有來自海洋大陸棚、河口或海口三角洲，內陸借土區，以及運河水道之浚渫沙土等。內部砂源包括河海口附近之淺灘以及鄰近增長中之沙灘地等。這些近水棲地的砂源之所以稱為「內部」砂源，原因是其漂砂大多源自本地局部漂砂系統，並非由他處漂流而來，一般其工程成本遠較外界砂源來的經濟。處理潮流出海口的方式一般採用旁砂道法，此工法將於下節說明。

過去養灘工法常遭反對，主要的理由是它們無法一勞永逸地解決問題。巨額養灘工程費用投水海岸流中，隨著砂土流失，遠不如硬體結構物，立時奏效。近

年來，由於設計經驗和知識的增加和一般美國人民對此工法之瞭解，養灘工程正大行其道中，至於其成效究竟如何，只有等待來日評估定論。

筆者曾負責規劃設計養護工程數案，其中較具規模者為 Myrtle Beach 海灘養灘計畫，小具心得。人工養灘工法需要小心分析其成本及效益，從長遠與整體海岸的觀點著手規劃，不能只注意目前和局部的效益。在效益評估中，也必須包括海灘恢復後所帶來的美感和娛樂價值。這些價值往往無法以金錢的數目來表達。

6. 旁砂道法 (Sand Bypassing)

港灣的建設中，常用突堤或防波堤穩定航道，以致攔截了海岸線沿岸流與漂砂，造成下游側海岸極嚴重之侵蝕。這是世界各地侵蝕的共同原因之一。人工旁砂道法是解決這種侵蝕問題的主要方案。對於有硬體結構物的港口而言，人工旁砂道法主要借力於裝設機械輸砂道系統。工法有岸裝挖送法、浮動挖送法、陸上車具法，以及噴射泵浦系統等四種。惟這些工法較適用於小型航道出口，對於大型海港而言，筆者認為極難達到輸砂養灘目的，其所需費用也必巨大驚人。就無結構物之出海口航道而言，可借力於水力浚深，疏挖航道。運用旁砂道法，對於海口潮汐動力系統，自然旁砂道進行過程，以及

附近地貌變遷需要有充份之瞭解，方能有效掌握。

7. 人工岬灣法 (Headland Control)

試圖模仿自然系統作規劃設計 (Design With Nature) 是控制海灘侵蝕的新趨勢。前面所討論之出海口之人工位移法及人工岬灣法是這個新趨勢最突出的例子，也是軟硬工法雙管其下的方案。R. Silvester 基於 W. E. Yasso 在 1965 年對岬灣螺旋形海灘的平面幾何概念，進一步觀察分析其物理因素，發現天然岬灣的形狀主要是因為斜向波浪經岩岬繞射的結果，於 1974 年提出人工新月形岬灣工法。同時並建議以建造離岸堤模擬自然岩岬，期能形成人工岬灣的平衡海灘。R. Silvester 高徒許榮中博士，也是筆者多年老友，於今年一月底乘返國各種會議及講學之餘，在中興大學主講「海岸保全的最佳工法」，筆者有幸也能在場受教，感覺許兄有「青出於藍而勝於藍」的煞頭。就人工岬灣工法而言，許博士在岬灣形狀上，根據各地的數據，經數年努力，在定量上有極傑出的貢獻，使工程人員在應用該工法上方便良多。不過筆者對此工法是否如所宣稱的「是一切海岸侵蝕問題的最佳策略方案」有所質疑。人工岬灣真能不論時、地的差別永遠解決海岸侵蝕問題？筆者曾私下將部份疑問就教於許兄，並承蒙允將深入研究。為與同道朋友分享筆者的問題，並

期就教於諸君，藉此園地一角，茲將所有的問題綜合如下：

- (1)此工法理論對於彎形地貌的形成物理條件，不甚清楚。一般海岸地貌的主要控制參數是波浪和潮汐（包括潮流和潮差），但根據此模式的形成似乎只是觀察波向的結果，且僅限於湧浪之波向，連波高（即波浪能量的代表）都不考慮，似乎缺乏說服力。根據筆者對海岸地貌動力學（Coastal Morphodynamics）之淺知，不同的潮差與波高組合，將有不同的海岸地貌出現，並非僅僅湧浪波向就能決定海岸地貌的。因此，人工岬灣法必有限制其應用的範疇。
- (2)人工岬灣的模式是建立在所謂的「靜態平衡」的假設基礎上。在大自然的海岸環境中，大多是動態的。沙灘之所以能維持其地貌，主要是因為漂砂活動的動態平衡。由於太多的不定變數，真正能達到動態平衡的情況應屬稀少。一個地區的主波向往往因季節之更動而轉變，其漂砂流向與濃度亦隨之變遷，故有海岸線侵淤現象。動態平衡的情況尚且難求，堆砌在靜態平衡基礎上的理論和工法，其應用於實地工程之廣度，值得小心推敲。
- (3)人工岬是此種工法中的必須人為硬體結構物。既為硬體結構物，就免不了其致命的缺陷。

入射波經其反射必將造成堤趾沖刷和鄰近海床的侵蝕，影響其自身安全。

- (4)其建議之灣形定線之定量公式及圖表，僅能就某一水位量定。對於潮差大，沙灘坡度平緩之岬灣，不易清楚確定。
- (5)根據 C.J.Galvin, Jr 的研究，一般岬灣內之海灘，由於入射波繞射的影響，不但作用於其上之碎波型態常不一樣，其砂粒徑度和灘面坡度均不相同。岬灣理論如何說明此種物理現象。
- (6)基於波向觀察而歸納出的岬灣理論，似乎只能應用於小型海灣，致於如何確定其兩岬間距之上限，則無法得知。美國東部海岸，有三個大型岬灣，經地貌學家研究，發現其形成原因係由洋流之循環結果，並非由於波浪之繞射作用。現代海岸學者大多相信：「現存的任何工法都有其局部性和時效性」，問題是如何在順應自然的前題下設法利用大自然的力量，達成防護海岸環境的目的，並確定其方案之工程壽命以及限制條件。

對抗海岸侵蝕的七金律

海斯教授（Dr.M.O.Hayes）是位深有名望的海岸地貌學家，在他研究了廿多年的海岸地質及地貌後，提出七金律，以供尚在開發中的國家，做為處理海岸侵蝕問題的指南。他認為處理此類

問題的最佳時機，應該是在規劃階段，而不是在發展後面臨侵蝕威脅的時刻。筆者曾與海斯教授切磋兩年餘，深知其用心之良苦，茲將其七金律分享於讀者，期盼國內有關單位，在擬訂海埔地開發方案或海岸地區發展規劃時，能參考其理念，免蹈早期歐美失敗的覆轍。

金律一：

充份瞭解海岸砂灘系統及其變遷狀況。地區局部情況的研究常是必要的，以確保在規劃中，有智慧的決策。

金律二：

在施工建造之前，設定一條海岸後退線。

金律三：

只要有大型阻礙沿岸漂砂的結構物，必考慮作旁砂道輸砂系

統的設置。

金律四：

儘可能使用軟體工法，避免硬體結構物。

金律五：

保有一個顯著的前灘砂丘區。

金律六：

若海灘可作觀光、遊樂，或野生動物棲息處所，則切忌從該海灘地、沙丘或鄰近海域淺灘取砂，作為其他計畫之砂源。

金律七：

不必因暴風所造成的海灘激烈變化而驚慌，此變化通常都能在暴風後短時期內迅速恢復。因此不論何時，儘可能讓一般正常的海灘循環流動送回海砂。

海洋腐蝕與海洋材料特性

工業材料研究所研究員 楊淵洲博士

1. 腐蝕形態

水溶液引起之腐蝕，一般可分為如下之8種形態：均勻腐蝕（Uniform corrosion），孔蝕（Pitting），間隙腐蝕（Crevice-corrosion），伽凡尼腐蝕（Galvanic corrosion），沖蝕腐蝕（Erosion-corrosion），環境助長破裂（Environmentally assisted cracking），去合金或選擇性腐蝕（Dealloying or selective leaching），和沿晶腐蝕（Intergranular Corrosion）。

1-1 均勻腐蝕

金屬以均勻的方式，損失其重量之腐蝕現象。金屬氧化為陽極反應（Anodic reaction）；陰極反應（cathodic reaction）可能是氧還原（Oxygen reduction）、氫原子還原（Protector reduction），水份子還原（Water reduction）、金屬離子還原（Metal ion reduction），或者是氧化物還原（Reduction of oxidant）。於海洋環境中，氧還原為最主要的還原反應。

1-2 孔蝕

孔蝕最常出現於鈍化金屬（Passive metal），起因於鈍化膜（Passive film）破裂引起之局部腐蝕；但是不形成鈍化膜金屬，也

會因為局部缺陷：例如介在物（Inclusion）而形成孔蝕。而孔蝕的對內延伸包含了孔蝕內金屬的氧化、陰離子（Anion）為了維持系統電中性之向孔蝕內部牽移，由於金屬離子水解（Hydrolysis）引起之孔蝕內酸化（Acidification）和因氧化劑缺乏而引起之封閉池（Occluded cell）。值得注意的是孔蝕為一種自助催化（Autocatalytic）之自然行為，因此需特別防患。海洋環境中，容易引起孔蝕之情況：斷水狀態，環境中之氯離子和重金屬離子和高氧化狀態的環境。

1-3 間隙腐蝕

容易促進材料發生間隙腐蝕之狀況為當結構件有間隙存在，表面上有沈積物（Deposit）和使表面污穢之微生物組織（Fouling organisms）。因此視圖（Gasket），墊圈（Washer）和鉚釘固定處（Rivet）都是容易發生間隙腐蝕的區域。飛沫和潮汐區（Splash and tide zones）由於氧分供給充裕，因此比較容易發生間隙腐蝕。

1-4 伽凡尼腐蝕

當異種金屬（Dissimilar metal）互相接觸，同時浸置於電解液中，金屬會因電位差（Potential dif-

ferencs) 而加速腐蝕的現象。兩種不同的金屬互相接觸後，形成伽凡尼腐蝕時，則電位較貴重(Noble)之金屬的腐蝕速率會減緩；而電位較活潑(Active)之金屬的腐蝕速率會遞增。圖(1)為不同金屬在流動室溫海水中之伽凡尼系列；表(1)則為不同金屬互相接觸，在海水中會發生伽凡尼腐蝕之各種情況。

1-5 沖蝕腐蝕

沖蝕腐蝕是一種加速腐蝕的現象，當金屬表面和腐蝕介質之間有相對移動之情況，最容易發生此種腐蝕。沖蝕腐蝕常可由金屬表面上出現具有方向性之孔洞，刮痕來判定。渦蝕(Cavitation)是沖蝕腐蝕的一種形態，主要是因為氣泡在很接近金屬表面爆破(Collapse)，而造成之材料破壞。渦蝕最容易出現在旋轉機器，例如 pump impeller 和船的推進器(Propellers)。渦蝕和孔蝕很類似，不同的渦蝕地方很聚集，而形成粗糙之表面。

1-6 環境助長破裂

金屬於特定腐蝕環境中，受到張應力(Tensile stress)而引起的破裂方式。環境助長破裂又可細分為陽極應力腐蝕破裂(Hydrogen stress cracking)和疲勞腐蝕(Comosin fatigue)。大部份工程材料於特定環境和應力下，皆很可能發生環境助長破裂；而環境的影響非常重要。例如：銅合金於鹼性環境(Ammoniacal envi-

ronment) 很容易發生應力腐蝕；但是在海水環境中，則不易發生應力腐蝕；然而許多不銹鋼於海水環境中，對於應力腐蝕則很敏感。

1-7 去合金或選擇性腐蝕

將固溶合金中，較活潑之元素，以電化學方式(Electrochemical processes)選擇性腐蝕之方式。最常見的例子為銅鋅合金中之鋅的優先溶解，稱之為 Dezincification；另一種為鑄鐵中之鐵的優先溶解，稱之為 Graphitic corrosion。使用於海水環境中之材料，銅合金最容易發生選擇性腐蝕，而不銹鋼和鈦則不易發生。

1-8 沿晶腐蝕

沿晶腐蝕為材料於水溶液環境中，晶粒邊界(Grain boundary)受到腐蝕的現象。最常見的例子為沃斯田鐵(Austenitic stainless steel)系的沿晶腐蝕；主要是沃斯田鐵於 500 °C 到 800 °C 之間的溫度，進行熱處理，造成晶粒邊界因缺鉻元素，而引起之敏化現象(sensitization)。

2. 影響海水腐蝕性之因素

2-1 氧

海水中之氧含量介於 0.2PPM ~ 12PPM。氧含量會因綠色植物之光合作用，海浪的推波而增加；也會因微生物之需要而減少。降低溫度有助於海水中氧含量之增加。氧於腐蝕反應中，主要是提供陰極反應($O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$)

。對於可允許腐蝕材料 (Corrosion allowance materials)，例如鋼類 (Steels)，氧含量增加，會加速鋼種材料的腐蝕速率；但是對於抗蝕材料 (Corrosion resistant materials)，例如不銹鋼和鈦，氧含量增加，有助於抗蝕材料的表面鈍化，而降低其腐蝕速率。

2-2 微生物的活性

微生物的聚集，或稱之為 Biofouling，於材料表面，會影響其使用於海水環境中之特性。對可允許腐蝕材料而言，Fouling 會限制金屬表面氧的供給量，因此可以降低腐蝕速率。然而海洋生物之副產物，可能加速可允許腐蝕材料和抗蝕材料的局部腐蝕。而微生物之堆積，會增加局部區域的海水流速，使材料發生沖蝕腐蝕，熱交換器 (Heat exchanger) 的使用即是一例。

2-3 溫度

溫度的增減，對海洋微生物、氧溶解度等都有影響，因此溫度對海洋材料之腐蝕，必須由其特定之狀況來加以綜合研判。

2-4 流速

流速增加，可允許腐蝕材料，如鋼材和銅合金的腐蝕速率會增加。而抗蝕材料，如不銹鋼和鈦的抗蝕能力反而增加。實際上，不銹鋼在靜止海水環境中，較容易出現孔蝕，在流動海水中，則不容易有孔蝕發生。

2-5 鹽度

海水表面之鹽度約為3.2%到

3.75 %之間。氯離子濃度在稀釋海水和低鹽度海水中較低，但是，鹽度降低會增加氧溶解度。

2-6 酸鹼度 (pH 值)

綠色植物之光合作用由於會消耗二氧化碳，因此會影響海水中之pH值；而壓力增加，pH值會減少，因此深海中之pH值較海水表面為低。圖(2)為太平洋海水之pH值、溫度、氧含量和鹽份和深度之關係圖。

3. 海洋材料特性

使用於海洋中的材料，可以分類為碳鋼，不銹鋼，鎳基合金，鈦合金和銅合金材料；本文只針對碳鋼和不銹鋼這兩種使用廣泛之材料，做重點式的介紹。

3-1 碳鋼和低合金鋼

碳素鋼 (Plain carbon steels) 為海洋環境中使用最廣泛的金屬；近年來低合金鋼 (Low alloy steel) 和高強度鋼 (High strength steel) 逐漸的被加以應用。海洋腐蝕區，大致可分為大氣 (Atmosphere)、飛沫 (Splash)、潮汐 (Tidal)、浸漬 (Immersion) 和泥濘 (Mud) 等各區。同樣材料，因各區環境之特異，其抗蝕能力也不盡相同；是以不能把材料於大氣區之腐蝕結果，應用於飛沫區或潮汐區。

在海洋大氣區，碳素和低合金鋼會發生均勻腐蝕，孔蝕和間隙腐蝕。其平均腐蝕速率大約每年 1 到 30mils。添加合金元素，

可以降低碳素和低合金鋼的腐蝕速率，根據 15.5 年的海洋大氣曝露試驗，如圖(3)，總合金成份為 2 % 時，可以得到最佳的防蝕效果。

在飛沫區，由於氧氣的充份供應，使得鋼材的腐蝕速率大增；在潮汐區，由於空氣濃度差異引起之伽凡尼效應，也會使腐蝕速率增加。根據實驗結果，在飛沫區含 Ni-Cu-P 鋼材的抗蝕性較碳鋼為佳。

在浸漬區，低合金鋼的平均腐蝕速率約為 2.5 到 5mpy。碳鋼的蝕速率在第 1 和第 2 年較高，偶後會隨著浸置時間的增加而減緩。同時在浸漬區中，低合金鋼和碳鋼的抗蝕力相差不多，值得注意的是，低合金鋼由於合金元素的添加，比碳鋼容易產生孔蝕。

一般而言，碳鋼和低合金鋼在泥濘區的腐蝕速率，會因地理環境而異，同時較飛沫、潮汐和浸漬區的腐蝕速率為低；不過若泥濘中，含有還原菌（Sulfate-reducing bacteria），會加速金屬的腐蝕速率。

3-2 不銹鋼

不銹鋼於海洋環境中，具有優越的抗蝕能力。主要的腐蝕反應是孔蝕和間隙腐蝕，偶而會發生應力腐蝕破裂（SCC）和沿晶破裂（IGA）。孔蝕會發生在肥粒鐵，例如 410, 431, 446, 沃斯田鐵，例如 302, 304, 310, 316，和析出硬化鋼材，例如 17-4pH, 17-7pH, pH13-

8Mo 等；SCC 和 IGA 則發生在敏化沃斯田鐵。

在大氣區，肥粒鐵和沃斯田鐵系不銹鋼被廣泛的使用，其平均腐蝕速率每年小於 $0.3 \mu\text{m}$ ，孔蝕深度每年小於 $6 \mu\text{m}$ ，若採用含鉬不銹鋼，可大幅提高抗孔蝕能力。

在飛沫區，不銹鋼具優良的抗蝕能力。就如同大氣區，沃斯田鐵系不銹鋼較肥粒鐵系和麻田散田鐵系不銹鋼來得優越。但是當間隙處有鹽份沉積，則該處容易發生局部腐蝕，因此為了避免間隙腐蝕，須注意間隙處的清洗工作。

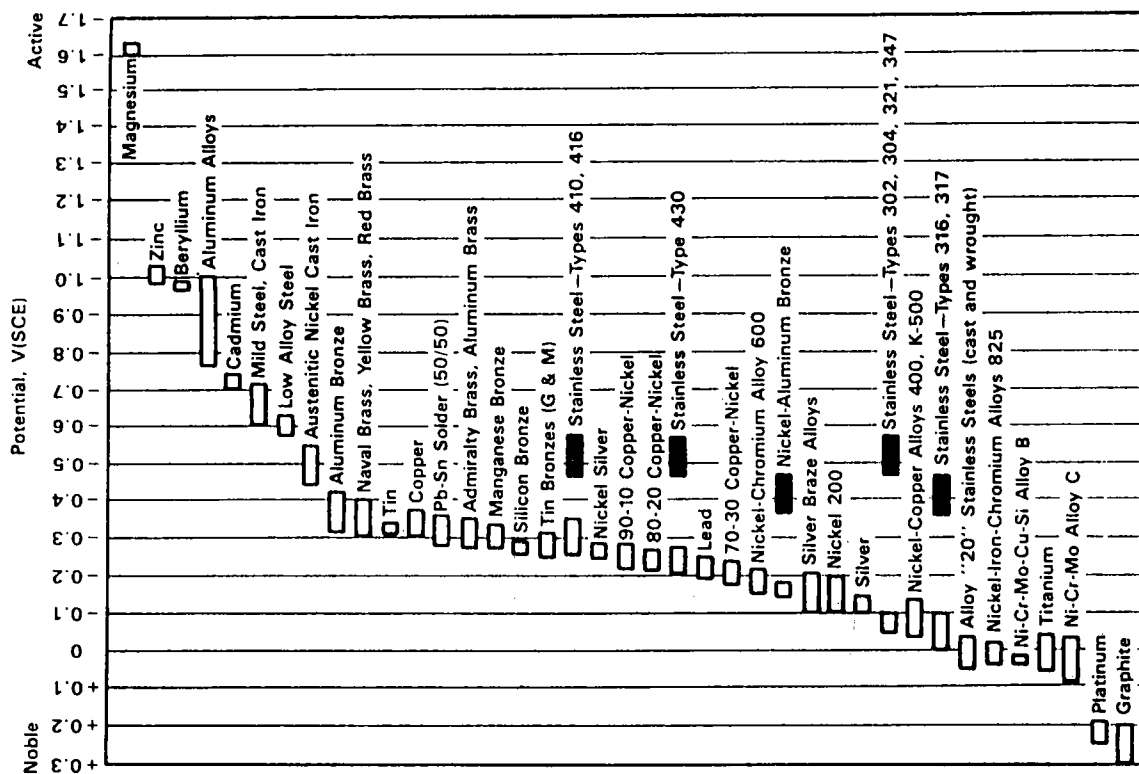
一般不銹鋼，由於海洋生物之堆積，使得金屬表面缺氧，影響鈍化能力（Passivity），因此在潮汐區，不銹鋼會有孔蝕出現；若使用高 Cr-Mo 或 Cr-Ni-Mo 合金，可以提高抗孔蝕能力。

在浸漬區，不銹鋼的腐蝕速率極低，孔蝕或間隙腐蝕為主要的腐蝕形態。根據實驗顯示，沃斯田鐵系不銹鋼若含 8 % Mo 以上，肥粒田鐵系不銹鋼若含 25 % Cr 和 35 % Mo，可以達到抗孔蝕之目的。若流速大於 $1.5 \sim 2\text{m/s}$ ，則不銹鋼表面不容易出現孔蝕。

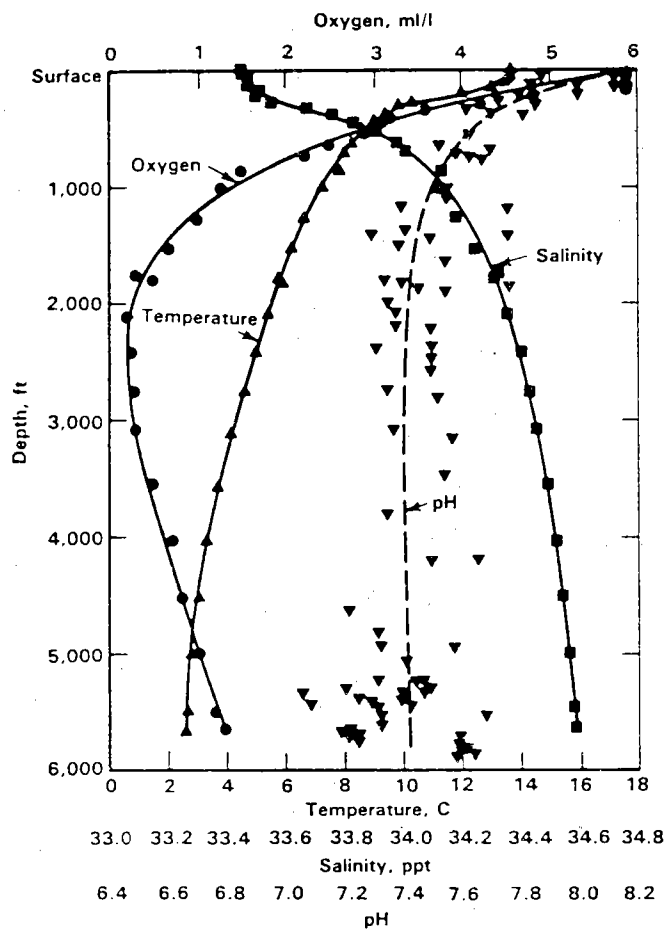
在泥濘區，不銹鋼的均勻腐蝕速率很低；孔蝕為主要的破壞形態。

表(1)不同材料於海水中之伽尼腐蝕

EXAMPLES OF GALVANIC COUPLES IN SEAWATER		
Metal A	Metal B	Comments
<i>Couples that usually give rise to undesirable results on one or both metals</i>		
Magnesium	Low-alloy steel	Accelerated attack on A, danger of hydrogen damage on B.
Zinc	Low-alloy steel	Accelerated corrosion of metal A, protection of metal B.
Bronze	Low-alloy steel	Protection of metal A, possible fouling of metal A, accelerated corrosion of metal B.
Aluminum	Low-alloy steel	Accelerated corrosion of metal A, protection of metal B.
Stainless steel	Low-alloy steel	Reduction in pitting of metal A, accelerated corrosion of metal B.
Aluminum	Copper	Accelerated pitting on A; ions from B attack A. Reduced corrosion on B may result in biofouling on B.
Bronze	Stainless steel	Increased pitting on A.
Copper	Solder	Borderline, may work, but uncertain
Graphite	Titanium or Hastelloy C	Soldered joint may be attacked but may have useful life.
Monel-400	Type 316 SS	Both metals may pit. Generally compatible
Titanium Lead	Inconel 625 Cupronickel	

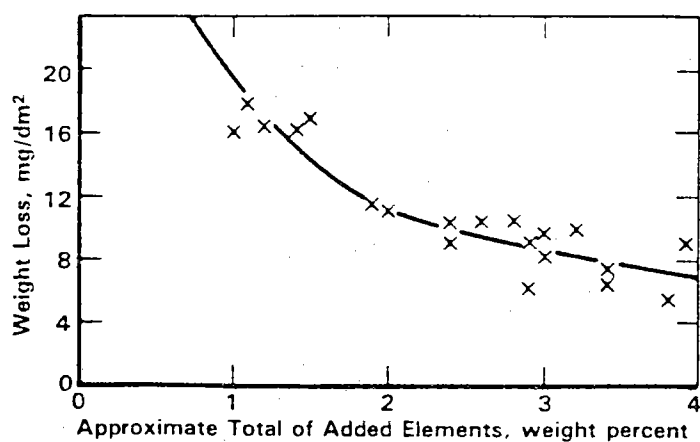


圖(1)材料於海水中之伽凡天系列



Oceanographic data taken in the Pacific Ocean at a site west of Port Hueneme, California

圖(2)氧溫度PH及鹽度和海水深度變化圖



Corrosion of selected low-alloy steel panels exposed in marine atmosphere for 15.5 years at Kure Beach, NC (800-foot lot)

圖(3)總合金成分和重量損失關係圖

碼頭鋼板（管）樁腐蝕現況

港研所助理研究員 饒正

碼頭鋼板（管）樁、經年累月浸泡在海水中，受沖蝕、水溫、溶氧、pH 值、鹽度、海流速度、海生物……等因素影響而腐蝕，使鋼板（管）樁厚質減少，甚至穿孔，若腐蝕速率超過設計規範，則使用年限會減少，甚至影響碼頭之安全性。

台灣地區之鋼板樁碼頭已使用近30年，當時之設計準則並未對鋼材之腐蝕速率作一規範，那麼使用至今之鋼板樁碼頭其安全性如何？近年來鋼材之腐蝕速率規範被訂為0.20mm/yr，此值是沿襲日本之規範，應用於台灣海域是否恰當？台灣地區鋼板樁之腐蝕趨勢如何？港灣技術研究所針對上述之疑點，進行台灣五大港口之鋼板樁碼頭腐蝕調查，以瞭解目前碼頭之安全性，並就其腐蝕速率及趨勢，作一通盤檢討，以作為日後設計，維修之參考。

本調查係先由水下工作人員作全面之目視檢測鋼板樁之現況，如果有破損或穿孔處，則量測並拍照記錄。接著由各碼頭起點始，每隔3公尺，取一支鋼板（管）樁作量測，自該樁從低水位上、下各取一點、及低水位下每隔1公尺水深取一點直至海床，

作為測點，水下工作人員在測點處，用工具將鋼材上之海生物附著物及鐵銹敲除後，以英國製之Cygnus 1型超音波厚度計，量測鋼材之厚度，取二個數據之平

$$\text{均値套入公式} = \frac{\text{原有厚度(mm)} - \text{現有厚度(mm)}}{(\text{腐蝕速率(mm/yr)}) \times \text{使用年期(yr)}}$$

算出腐蝕速率，以作為研究分析之參數。其計算例如表1。

目前五大港口之鋼板（管）樁之使用情形及背景資料如表2。現就本所目前之調查結果概述如下：

1. 基隆港，其鋼板樁碼頭共20座，除東2、東3、東4號三座碼頭完成防蝕處理外，其餘17座碼頭，均未作防蝕保護，以致腐蝕嚴重；使用20年之鋼板腐蝕速率已超過設計規範（0.20mm/yr）尤其東7、西22、西27號……等碼頭鋼板樁，均已發現嚴重破損、穿孔之腐蝕現象，使得部份碼頭壁後砂石掏空、岸肩沈陷，影響碼頭之結構安全。其已作防蝕處理之東2～東4號碼頭，經過僅15年，大部份之陽極塊已失去作用，（尤其是上排之陽極塊）腐蝕也漸趨嚴重。基隆港碼頭鋼板樁之腐蝕情形，與其它各港

表1 基隆港西23號碼頭鋼板樁厚度測定結果

測定位置	水深 (m)	原有厚度 (mm)	現有厚度(mm)			厚度減少量(mm)			腐蝕速率(mm/yr)		
			凸面 平均值	側面 平均值	凹面 平均值	凸面	側面	凹面	凸面	側面	凹面
11	0.25	凸凹面: 21.90 側面: 13.20	18.35	10.05	17.95	3.55	3.15	3.95	0.21	0.19	0.23
	-0.05		18.80	9.85	18.20	3.10	3.35	3.70	0.18	0.20	0.22
	-0.25		19.50	9.25	18.45	2.40	3.95	3.45	0.14	0.23	0.20
	-1.25		19.45	9.25	19.25	2.45	3.95	2.65	0.14	0.23	0.16
	-2.25		21.35	9.55	19.60	0.55	3.65	2.30	0.03	0.21	0.14
	-3.25		21.15	10.35	19.40	0.75	2.85	2.50	0.04	0.17	0.15
	-4.25		19.65	10.05	20.20	2.25	3.15	1.70	0.13	0.19	0.10
	-5.25		20.85	9.40	20.15	1.05	3.80	1.75	0.06	0.22	0.10
	-6.25		20.25	9.50	20.65	1.65	3.70	1.25	0.10	0.22	0.07
	-7.25		20.20	9.60	20.45	1.70	3.60	1.45	0.10	0.21	0.09
12	0.25		18.80	9.80	19.45	3.10	3.40	2.45	0.18	0.20	0.14
	-0.05		19.20	10.35	20.20	2.70	2.85	1.70	0.16	0.17	0.10
	-0.25		19.80	9.25	19.20	2.10	3.95	2.70	0.12	0.23	0.16
	-1.25		20.15	9.50	19.25	1.75	3.70	2.65	0.10	0.22	0.16
	-2.25		20.30	10.45	19.45	1.60	2.75	1.45	0.09	0.16	0.14
	-3.25		19.25	10.80	19.80	2.65	2.40	2.10	0.16	0.14	0.12
	-4.25		19.65	9.70	20.80	2.25	3.50	1.10	0.13	0.21	0.06
	-5.25		20.15	10.15	21.05	1.75	3.05	0.85	0.10	0.18	0.05
	-6.25		20.85	10.45	20.95	1.05	2.75	0.95	0.06	0.16	0.06
	-7.25		20.85	10.60	21.00	1.05	2.60	0.90	0.06	0.15	0.05
13	0.25		18.00	10.15	18.60	3.90	3.05	3.30	0.23	0.18	0.19
	-0.05		17.95	10.05	18.35	3.95	3.15	3.55	0.23	0.19	0.21
	-0.25		18.10	9.65	19.80	3.80	3.55	2.10	0.22	0.21	0.12
	-1.25		19.30	9.70	19.05	2.60	3.50	2.85	0.15	0.21	0.17
	-2.25		18.65	9.95	19.30	3.25	3.25	2.60	0.19	0.19	0.15
	-3.25		19.25	9.70	19.15	2.65	3.50	2.75	0.16	0.21	0.16
	-4.25		20.15	10.15	20.35	1.75	3.05	1.55	0.10	0.18	0.09
	-5.25		20.60	9.25	21.00	1.30	3.95	0.90	0.08	0.23	0.05
	-6.25		20.70	9.65	21.05	1.20	3.55	0.85	0.07	0.21	0.05
	-7.25		21.00	9.55	20.85	0.90	3.65	1.05	0.05	0.21	0.06
14	0.25		17.85	8.85	18.30	4.05	4.35	3.60	0.21	0.26	0.21
	-0.05		18.35	9.15	19.15	3.55	4.05	2.75	0.21	0.24	0.16
	-0.25		18.55	9.55	18.80	3.35	2.65	3.10	0.20	0.21	0.18
	-1.25		19.60	10.25	19.35	2.30	2.95	2.55	0.14	0.17	0.15
	-2.25		18.95	11.00	19.65	2.95	2.20	2.25	0.17	0.13	0.13
	-3.25		19.10	10.80	18.65	2.80	2.40	3.25	0.16	0.14	0.19
	-4.25		20.85	10.75	19.35	1.05	2.45	2.55	0.05	0.14	0.15
	-5.25		20.30	10.95	20.60	1.60	2.25	1.30	0.09	0.13	0.08
	-6.25		20.25	11.05	20.35	1.65	2.15	1.55	0.10	0.13	0.09
	-7.25		20.30	10.65	20.15	1.60	2.55	1.75	0.09	0.15	0.10
15	0.25		19.05	8.00	19.55	2.85	5.20	2.35	0.17	0.31	0.14
	-0.05		19.00	8.80	19.30	2.90	4.40	2.60	0.17	0.26	0.15
	-0.25		19.15	9.35	19.05	2.75	3.85	2.85	0.16	0.23	0.17
	-1.25		20.10	9.05	20.20	1.80	4.15	1.70	0.11	0.24	0.10
	-2.25		19.60	9.35	20.45	2.30	3.85	1.45	0.14	0.23	0.09
	-3.25		19.85	10.30	20.80	2.05	2.90	1.10	0.12	0.17	0.06
	-4.25		20.20	11.05	21.05	1.70	2.15	0.85	0.10	0.13	0.05
	-5.25		20.45	11.25	20.75	1.45	1.95	1.15	0.09	0.11	0.07
	-6.25		21.00	10.85	20.45	0.90	2.35	1.45	0.05	0.14	0.09
	-7.25		21.00	10.45	20.80	0.90	2.75	1.10	0.05	0.16	0.06

* 反白字部份表示腐蝕速率超過0.20mm/yr

表2.碼頭鋼板(管)樁背景資料

構造物名稱	長度 (m)	水深 (m)	鋼材種類	原厚度 (mm)	完工日期 (年,月)	防蝕處理	完工日期 (年,月)	備註
基隆港東 2號碼頭	200	- 9.0	Z-38	凸凹: 17.2 側: 11.4	57.3	犧牲陽極法	66.7	△
" 3	170	- 9.0	"	"	57.3	"	68.5	△
" 4	180	- 9.0	"	"	57.3	"	69.7	△
" 5	170	- 9.0	"	"	58.4	"	—	△
" 6	180	- 9.0	"	"	59.4	無	—	△
" 7	178	- 9.0	"	"	59.12	"	—	△
" 8	180	- 9.0	"	"	59.12	"	—	△
" 9	180	- 9.0	"	"	59.12	"	—	△
" 10	204	- 9.0	"	"	72.10	"	—	△
" 11	120	- 5.0	Z-14	凸凹: 9.4 側: 8.2	75.5	"	—	—
" 12	101	- 5.0	"	"	75.5	"	—	—
" 14	58	- 5.0	"	"	75.5	"	—	—
基隆港西 20號碼頭	221	-12.5	鋼管樁	"	67.7	"	—	—
" 21	236	-10.0	Z-38	凸凹: 17.2 側: 11.4	59.4	"	—	△
" 22	190	-11.0	"	"	63.8	"	—	△
" 23	210	-11.0	Z-45	凸凹: 21.9 側: 13.2	63.8	"	—	△
" 24	240	-13.0	鋼板井筒式 SSP-F	12.5	63.8	"	—	△
" 25	300	-13.0	"	"	63.8	"	—	△
" 26	210	-11.0	"	"	63.8	"	—	△
" 27	150	- 7.0	Z-25	凸凹: 13.0 側: 9.6	59.11	"	—	△
台中港14號碼頭	180	-10.0	FSP 6L	27.6	69.6	塗裝	69.6	—
" 15	180	-10.0	"	27.6	69.6	"	69.6	—
" 29	250	-14.0	鋼管樁	"	"	"	"	—
高雄港 1號碼頭	180	- 9.0	Z-38	凸凹: 17.2 側: 11.4	59.12	犧牲陽極法	75.5	—
" 11 "	160	- 8.0	FSP IIA	9.2	57.12	"	75.5	—
" 12 "	160	- 9.0	FSP IIA	9.2	57.12	"	75.5	—
" 34~47 "	200	-10.5	Z-38	凸凹: 17.2	56~60	"	73.9	#39 #40
" 55~58 "	×4 200	-10.5	FSP IVA	側: 11.4 16.1	65.6	"	78.8	—
" 60~62 "	×4 200	-10.5	Z-38	凸凹: 17.2	60~61	"	72.10	—
" 63~67 "	×3 250	-12.0	FSP VL	側: 11.4 24.3	61.12	"	72.10	#63△
" 68 "	×4 320	-14.0	FSP 6L	27.6	66.6	"	66.6	—
" 69~70 "	320	-14.0	FSP 6L	27.6	68.6	"	72.10	#70△
" 116 "	×2 320	-14.0	鋼管樁	12.0	74.2	"	75.8	—
" 117 "	320	-14.0	"	9.5	75.12	犧牲陽極法 樁頭-1.5m 以上用防蝕 帶包裝	76.12	—
" 118 "	320	-14.0	"	12.0	78.6	"	76.12	—
花蓮港 4號碼頭	160	-9.5	Belvol-Z	凸凹: 15.2 側: 10.2	50	無	—	△
" 5 "	160	-9.5	"	"	50	"	—	—
" 6 "	150	-8.5	Z-25	凸凹: 13.0 側: 9.6	60.8	"	—	△
" 8 "	220	-9.5	Hoesch 175	"	61.8	"	—	—
" 9 "	103	-9.5	FSP VL	24.3	66.4	"	—	—
航運	500	"	FSP VL	24.3	67.7	"	—	—
蘇澳港 6號碼頭	290	-15.0	鋼管樁	16.0	72.3	樁頂部份塗 裝	—	△
" 7 "	240	-13.0	"	16.0	72.3	"	72.3	△ 目前已完成犧牲陽極法。
駁船碼頭	338	-4.5	Z-14	凸凹: 9.4 側: 8.2	67.5	無	72.3	△ 正進行犧牲陽極法施工。

△: 表示本所已完成腐蝕調查

○: 表示本所正進行腐蝕調查

比較真是天壤之別，故基隆港碼頭鋼板樁之腐蝕機理，是需要研究之課題。

2. 高雄港，其鋼板樁碼頭約35座，已全部完成防蝕工程，碼頭雖已使用近20年，但其鋼板樁現況良好，其腐蝕速率均在0.10mm/yr以下。
3. 花蓮港，其鋼板樁碼頭約5座，均未作防蝕保護，雖已使用30年，但鋼板樁現況良好，其平均腐蝕速率均在0.10mm/yr以下，較基隆港、高雄港內已作防蝕處理之鋼板樁腐蝕速率還小，其原因有待進一步研究。
4. 蘇澳港，其鋼板（管）樁碼頭共3座，其中駁船碼頭，使用近13年，均未作防蝕處理，部份鋼板樁之腐蝕速率已超過0.20mm/yr，但是6號及7號之鋼管樁碼頭，初期僅作部份防蝕處理（樁頂部份塗以環氧樹脂柏油漆），但其腐蝕速率甚低，使用10年後之腐蝕速率約0.01mm/yr，最近正進行犧牲陽極法之施工。本調查研究需時五年，目前已進行三年，初步結論如下：
1. 基隆港碼頭鋼板樁，其所使用之材料及設計規範與其它各港相同

，但其腐蝕情形與其它各港均不相同，且相當嚴重，可能係海水之化性、海生物附著種類不同所產生之現象，需作進一步之探討。日後該港維修或重建時需特別小心以免重蹈覆轍。

2. 高雄港內之碼頭鋼板樁均已作防蝕處理，故其腐蝕速率較小，基隆港內已作防蝕防護之鋼板腐蝕速率，雖較未作防蝕處理之鋼板腐蝕速率小，可是也好不到那裏。花蓮港碼頭鋼板樁根本未作防蝕處理，其鋼板腐蝕速率却較高，高雄港及基隆港已作防蝕處理者小，此微妙之現象，如何解釋，值得研究。
3. 蘇澳港之駁船碼頭，部份鋼板樁腐蝕速率已超過0.20mm/yr，可是6號及7號碼頭之鋼管腐蝕速率僅0.01mm/yr。相差20倍以上，而基隆港內亦有如此現象（部份均勻腐蝕、部份局部腐蝕），可見在相同之海域內卻發生不同之腐蝕現象，可是目前國內之設計者，均沿用日本或歐美之設計基準，其可用性真是值得商榷，建立一套國內適用之設計規範，已是刻不容緩之工作。



(一)



(二)



(三)



(四)

基隆港西22號碼頭鋼板樁之破損情形



基隆港西21號碼頭



現場標示測量之鋼板樁位置



量測破損狀況



去除海生物附著物後之厚度量測點

淺談港埠作業指標

港研所助理研究員 王克尹

一、引言

港埠規劃和管理之問題大部份源自一個事實，即個別港埠不但是整個運輸鏈中許多環節之一，而且港埠本身是一個複雜的作業系統。

因為處在一個多變性和複雜性之固定連鎖系統中，港埠營運在陸地方面受交通網路，工業開發，都市發展，地區政策和政府程序之影響，在海運方面受船舶設計，貨物載運，裝卸技術，和航商選擇港口過程之影響。在結合這些系統之間，我們發覺港埠系統，即實際在港區內發生之作業，如果不能展現出有效率的運作功能，或沒有足夠的能量，則整個運輸鏈必將受其影響。為了避免這些瓶頸產生，必須從港埠管理建立一套控制工具(control instrument) 即港埠作業指標 (PORT PERFORMANCE INDICATOR)，以便輕易了解未來將會引起能量問題的地方。而作業指標不但是評估日常作業之良好工具，同時也是達成資源最適安排和運作更高作業效率之有用工具。

在港埠事業裡由於不同作業之複雜性和多變性，今天對港埠

管理而言，這個管理工具或更好之管理資訊系統是絕對必要的。這個資訊系統的一部份應該擁有精確之裝卸作業資料，能夠提供管理者將預測需求（何種商品，噸量，到達率，包裝，船型）解釋成船舶彎靠，因而形成船席需求在規劃一個新港的案子裡，毫無選擇的必須採用裝卸作業統計資料，不管是基於理論上或在港口有類似環境情形（社會、政治、經濟、技術和地理）之實際作業經驗。而類似情形是最重要的，因為經驗顯示，經常非關鍵性之技術，方法，過程，和標準從一個環境轉換至另一環境會影響港埠規劃，因而無法達到相同作業效率之結果，對執行港埠規劃之擴建而言，可能需採用依過去經驗所獲得裝卸量之比例或日常裝卸作業指標，採用前者可能表示低估需求能量，採用後者可能暗示沒有改善裝卸量之空間，而目前影響裝卸作業之負面因素，未來將會持續發生，這可能是最不希望得到之現有非效率之延伸，每個港口都可以假設有可能改善各種裝卸作業表現，尤其是貨物裝卸量，而這個基於現有成就水準之規劃可能會導至相當昂貴

之滿足。

毫無疑問的在許多港口，個別船席和全部能量可能藉著提高更大之效率來增加，同時也有這種情形，當大量之新擴建設施興建完成後，而現有設施卻操作在低水準之作業量，因此容易引起爭論，“一個港口在現有設施尚未達到充分利用至最大吞吐量時，不應考慮新設施之擴建”，因此在規劃新設施前，應經常執行港口之最適能量調查。

完整的港埠管理規劃可概分為三段主要作業，首先是船舶抵港前之作業規劃(pre-Arrival planning)包括船席分配，碼頭工人，機具調派，以及裝卸時間預估。其次為“船舶停靠船席時之作業時間表規劃(Work-schedule planning)包括所有船舶停靠碼頭裝卸時所要處理之一切作業，甚至包括值勤，換班之準備工作，最後一項則是船舶完成裝卸作業離開船席之作業檢討工作(Performance Review)這項檢討工作最重要之價值在於透過由實際作業中所統計分析出來之作業指標來監測整個碼頭之作業表現，並找出整個作業規劃和實際裝卸作業之弱點或瓶頸，以便採取必要措施加以改善，從而增進整個港埠運轉效率。港埠作業指標除了提供港埠管理者在規劃整個裝卸作業方式，港埠設施及相關機具之參考外，更可監測參與港埠活動各相關經營者之表現，在比較前後期或過去年度

同一期間作業指標之變化，可以了解這些公司經營發展之傾向，並據以分析導至這種傾向之原因，以期速謀改善，更進一步而言，這些作業指標能夠讓港埠管理者比較不同公司之相關指標以作為和港埠使用者談判之良好籌碼。

二、作業指標之需求

港埠管理者需要了解他們對港埠使用者所提供之服務及對港埠設施所提供之方法是否有改善的必要，藉以調整營運策略之依據。港埠規劃者需要了解港埠設施之運用情形，數量上是否足夠？何時需調整額外設施？港埠評估專家需要完整之營運作業資訊藉以和其他港口相比較，以評估港埠作業效率和服務水準，所以這些不同之需求都能藉作業指標來滿足，據此他們能確定改善營運需求之策略及方針。

港埠在搜集相關之營運資料有許多理由，其中主要與港務局有關的有兩個，第一，這些資料能運用在改善港口作業效率，第二，它們能提供規劃未來港埠發展之適當基礎。聯合國貿易開發委員會 UNCTAD，在港口統計手冊裡討論大量資訊運用在港埠資料搜集，基本上統計系統必須提供港口設施，機具，和作業資料，同時會計系統必須提供港口之成本和收益資料。因此如果要分析港口作業資料，分析方式之一

就是製作一組作業指標。

港埠作業指標是評估港口各方面作業之簡單方法，爲了達到這個目的，這些指標必須容易計算和簡單明瞭，同時它們也能提供港埠管理檢視重點地區（key area）之作業情形，首先它們能運用在比較目標作業情形，其次是觀察作業水準之發展趨勢，例如第一個月貨柜裝卸量爲 60TEU／桿／小時如果下個月數據顯示出遠低於此數值，則必需採取明確的行動去了解下降之原因，並速謀對策，立即改善。港埠作業指標亦能當作談判港埠擁擠附加費（congestion surcharge），港埠發展，考慮港埠費率和投資決定之參考條件。

三、作業指標之種類

作業指標可分爲兩個主要部份，即爲實質作業指標 physical performance Indicator 和財務作業指標 Financial Indicators）。

3-1 實質作業指標：港埠對各類船席不同貨物之服務能計算出下列各項每月之平均值

- (1) 船舶到達率，arrival rate：每月到達之船舶數除以每月之日數
- (2) 等待時間 waiting Time：介於到達港口和靠好船席之全部時間除以靠好船席之船舶數。
- (3) 服務時間：Serving Time：對所有船舶介於靠好船席和離開船席之全部時間除以船舶數。

(4) 運轉時間 Turn — round Time：

對所有船舶介於船舶到港至離港之全部時間除以船舶數。

(5) 每船噸數 Tons per ship：所有船舶之總作業量除以總噸數。

(6) 船舶在碼頭作業時間比，Fraction of Time berthed ships worked：所有船舶在碼頭之實際作業總時間除以船舶靠好碼頭至離碼頭之總時間。

(7) 每班每船使用吊桿數 Number of gangs employed per ship per shift 使用吊桿之總時數除以船舶實際作業之總時數

(8) 每船小時在港噸數 Tons per ship hour in port 全部裝卸作業量除以船舶到港和離港之全部時間

(9) 每船小時在船席噸數 Tons per ship hour at berth 全部作業量除以船舶靠好船席和離船席之全部時間

(10) 每桿小時噸數 Tons per gang/hour 全部作業量除以全部總吊桿時間

(12) 吊桿閒置時間化：Fraction of Time gangs idle 吊桿全部閒置時間除以總吊桿時間

上述關於船舶到達率和每船載運噸數可顯示出港口對貨物裝卸服務之需求，而船舶在港內運轉時間和每船小時之裝卸量指標是提供船東和營運者有關服務水準之主要方法，船舶在碼頭作業時間比和每班每船所使用之吊桿數能顯示出工作強度 intensity of working，最後每船小時在船席噸

數，每桿小時噸數和吊桿閒置百分比就是測量碼頭作業效率之主要方法。

3-2 財務指標

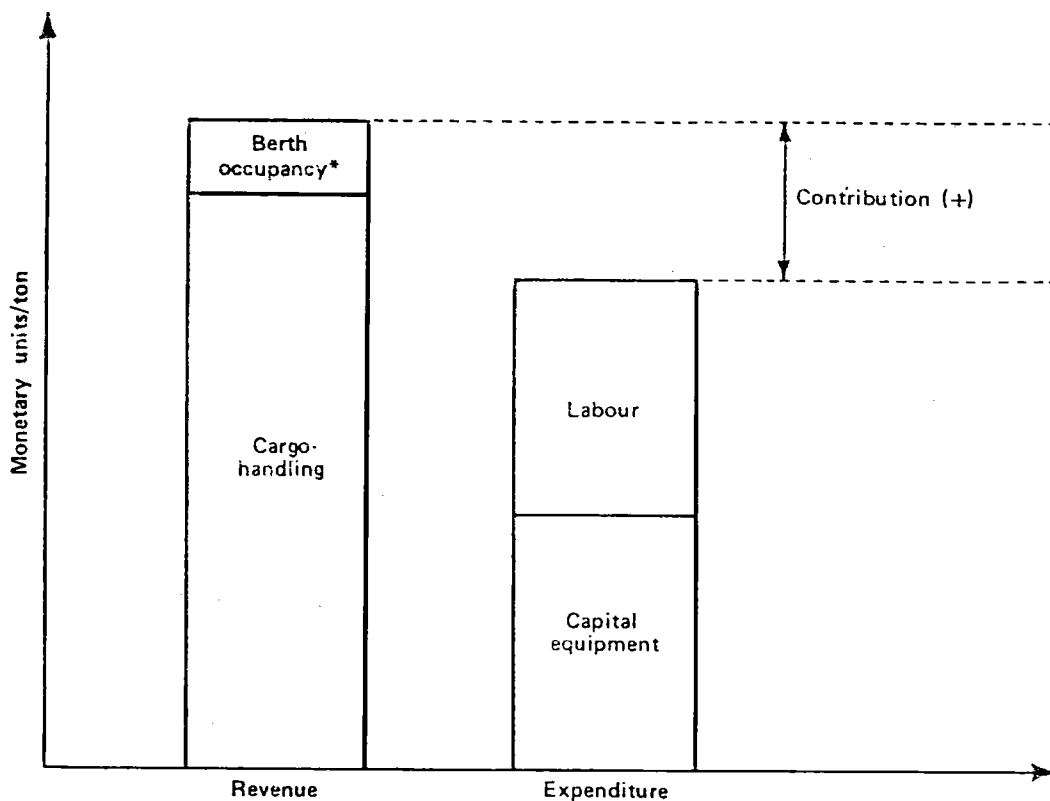
港區內應依不同之船席區，裝卸不同類之貨物，對各類船席而言最重要之財務指標就是在指定之時間內裝卸每噸貨物之淨盈餘（contribution）爲了達到這個指標首先計算各類船席之生產成

本和收入，以了解各要素佔淨盈餘之比例，對各類船席考慮之要素如下：

- (a)關於各類船席之船舶收入
- (b)關於貨物裝卸之貨物收入（即船席之服務）
- (c)勞工費用
- (d)機具成本費用

表一 說日財務指標以月爲基礎之表示方式

Suggested presentation of monthly financial indicators for a berth group



* Revenue produced from tariff charged for the use of the quay alongside which the vessel is moored.

財務指標有時為負的情形並非不好，假如政策決定的結果已經出現全國性或其他地區之經濟能從港埠補助中獲利，如果港埠的政策是經營一個獲利中心，則費率的回收可能由使用在港埠之全部資本來決定，這種方法可能是成功的使用資本中最好之單一指標，不過這種規模僅達微量經濟水準 (micro economic level) 因而不被大多數港口所認同。

爲了計算港埠之淨盈餘，在船舶駛離各類船席時下列指標應該每月計算

1. 裝卸總噸數
2. 每噸貨物停靠船席之收入
3. 每噸貨物之裝卸收入
4. 每噸貨物之勞工費用
5. 每噸貨物之機具成本費用
6. 總盈餘
7. 每噸貨物盈餘

財務指標指出二項問題的答案

1. 服務中產生何種收入？
2. 什麼是服務費用？

配合著財務指標之發展，港埠管理人員必須藉著這些指標供給必要資訊，採取步驟去完成財務自主能力，如果提供作業指標之財務標準被除去，則提昇效率之重要誘因也將消失，此外當港埠需要協商貸款時，財務自主能力之標準也很重要。

四、作業指標之應用：

港埠營運和能量規劃之最後

工作就是檢閱港埠作業表現、這項檢閱僅能在合適的管理資訊系統能用時，才能執行這意味著現行之會計系統必須擴大到對作內部決策和作業評估提供專業資訊援助之管理範圍，因此會計系統必須從僅能單純地提供財務報告資料，擴展到結合統計資料，亦即除了平常使用資料外，應該普遍處理勞工時數，作業件數，比率，裝卸作業指標變化百分比和其他型態之統計資料。

對於營運資料，時間應該是最重要之資源，這些時間表應該在中央管理會計部門搜集後再行評估，這個部門負責準備不同營運報告，船舶統計資料和分析，同時公佈實際作業指標和去年同期之資料相比較。分析此項變化之原因，應該配合營運單位經常舉行以避免錯誤之陳述，因爲在特殊之作業條件下，可能造成這些差異。

由於港口的複雜性和服務的多變性，經常需要快速的管理決定，因此需要提供管理者各方面持續性的營運作業指標之分析和報告。所有的報告和分析資料必須定期建立（按月或按季）以便和前期資料相比較，（前一年度同月份或前一年度平均每月，同時半年的累積統計資料或是全年之累積統計資料也是必須的。這些資訊系統將使管理者能更仔細的檢閱能量之使用率。貨物裝卸

作業情形和規劃組織同時監督營運作業詳細意義即：

- (1)分析各種設施在不同時間之使用程度，各種情形諸如季節性變動，尖峰情形，和其他因素影響到使用率，在相當時候都能被考慮到，同時準備好應變措施，以避免機具，設施之擁擠情形。除了預期機具短期使用情形之先期規劃外亦能規劃在最近之未來需要新設施之需求以配合運量之發展，裝卸技術之改善，商品結構之變化，運輸模式之更新和其他因素等，同時在機具設施上可能發生之瓶頸能被確認，並在考慮到新設施需求之同時作成投資成本之決定，因此屆時時機一到，需要之新設施能派上用場。
- (2)分析各個營運單位之作業表現：在貨物裝卸量和每件商品成本或每類貨物成本受不同貨物之裝卸技術，不同結構之碼頭工人和機具，船舶型式，船席建造等之影響下都能被比較，這將使管理者能為特殊單位建立目標並監督費率，此外它更能比較標準情形和實際作業情形之差異，並確認在既有設施下，貨物裝卸過程中最適之安排，同時也能確認在和其他設施相比較時貨物裝卸機具不足的地方，除了這些分析外，管理者亦能評估在合乎效率化之貨物裝卸過程中產生瓶頸的地方，同時能決定對策去改善執

行，諸如訓練碼頭工人，修護設施，重新改組營運單位，文書管理和修護管理等分析這些貨物之裝卸情形是最重要的，因為裝卸作業直影響貨物裝卸成本，因而導至費用盈餘，而大部份之費率是基於貨物每噸之費率。此外裝卸作業亦影響船舶作業指標，因為沒有效率之貨物裝卸作業將會導至延滯船舶在港之運轉時間和增加船席佔有率。為了決定是否投資船席設施之擴建，首先必須評估貨物裝卸作業表現，判斷是否有可能去增加作業效率，以避免可能無需浪費之昂貴投資。

- (3)在和港埠使用者討論增加全港之裝卸量和吞吐量時，裝卸作業指標也將會提供關於能量和作業效率瓶頸之必要資訊，此外必需提到的是資訊系統亦應為其他單位提供其它之統計和分析資料，以利各單位運用管理。例如技術部門除了需要知道每月機具使用率數據之外亦需知道機具之故障資料和不同型式之機具油料消耗。同時對營運和行銷部門而言將貨物之流通分成不同之貿易區、商品和貨物單位，都是有用的指標。人事管理部門需要全年度之例假日和病假分佈情形，以作為人力資源規劃之資訊。這些資訊都必需藉著關於貨物在港口之平均儲存時間，來往腹地

之運輸模式（鐵路公路內河航運）和船舶艘數和型式等資料來協助補足，才能達到有效管理之目標。

五、結語

由上述討論，可知港埠作業指標普遍地被港埠專家和規劃者認為是一套能有效地監控港埠作業的良好工具，同時也是港埠建立 E.D.I. 系統和作業資料電腦化之基礎工作，台灣地區各國際港埠四十年來的努力經營與投資，已使港埠作業效率達到相當水準，唯一美中不足的是作業效率無法突破瓶頸，究其原因，該是港埠作業自動化的腳步太慢。鄰近的新加坡，其港埠作業自動化的工程比我國晚二年起步，但新加坡港的港埠作業營運資料系統 (Computer Integrated Terminal Operations System CITOS) 已和歐洲各大港完成電腦連線，為航商貨主，提供

相當便捷之資訊服務，因而大幅提升港埠作業效率，於去年躍升為全球第一大貨柜港，反觀我國港埠作業自動化工程和 E.D.I. 作業系統仍在起步階段毫無進展，究其原因，港埠作業指標系統未全面有效的建立該是主要因素之一，沒有健全的作業指標系統，就無完整的裝卸作業數據，成本數據和營運資料，而這些營運數據均是港埠作業系統自動化的基礎工作，因此有效地建立各港作業指標系統才是突破港埠作業瓶頸，提昇作業效率和港埠作業資料自動化的第一步，也是將來建立 E.D.I. 作業系統之必要工作。國內各港每年盈餘大量的商港建設費，如能提撥固定比率投入港埠自動化工程和港埠管理之研發工作及培育港埠管理人才，如此取之於港埠，用之於港專款專用，才能遂漸提昇我國港埠經營管理水準，充分發揮港埠經營效益。

損益兩平分析法應用於棧埠倉儲經營分析

港研所副研究員

朱金元

一、損益兩平分析法之意義：

所謂損益兩平點意指當總收入等於總費用時之銷貨量，也就是在此銷貨水準下，企業既無利益亦不會有損失。企業經營之目的在於獲取最大利潤，而利潤之產生乃是銷售價格、銷貨成本及銷貨數量三者交互作用所產生之結果，因此在分析經營成果時，我們經常透過成本—數量—利潤三者之關係來研討，也就是損益兩平分析法來探討各種不同之銷貨收入或者銷貨成本對於營運利益及當期淨利所產生之影響程度。在進行損益兩平分析前必須對有關之成本加以說明，固定成本指在攸關範圍內，其成本總額不受產品數量之變動而變動者，因為其成本總額不變，故以平均之觀點而言，數量愈多其每單位之固定成本會隨之下降。變動成本係指在攸關範圍內其成本總額隨著產品之數量呈正比例之變動。故其單位變動成本及變動成本率（變動成本佔銷貨收入之百分比）並無改變。邊際貢獻又稱邊際收益為銷貨收入減去變動成本後之餘額，也就是銷貨收入當中可資收回固定成本與產生利潤的

部份，若邊際貢獻不足以收回固定成本則將發生虧損。一般而言，邊際貢獻愈高則藉促銷活動所獲得之淨利愈大；而邊際貢獻愈低則為回收因促銷而增加之成本所須之銷貨數量愈多。邊際貢獻佔銷貨收入之百分比稱為邊際貢獻率，表示每元售價中可用來收回固定成本及產生利潤之比率。邊際貢獻率與變動成本率兩者之和等於 1。

二、計算方法：（以某倉庫八十會計年度收入統計表為例，如附表 1）

1. 方程式法暨邊際貢獻法

平均單價 $P = 55.85 \text{ 元} / \text{噸}$ （總服務收入 / 進倉噸量）

進倉數量 $Q = 135,857 \text{ 噸}$

平均單位變動成本 $V = 4.46 \text{ 元} / \text{噸}$ （總變動成本 / 進倉噸量）

固定成本 $FC = 5,347,716 \text{ 元}$

單位邊際貢獻 $P - V = 51.39 \text{ 元} / \text{噸}$

∵ 損益兩平時其利潤為零 ∴ 服務收入 - 總成本 = 0

→ 服務收入 - (變動成本 + 固定成本) = 0

→ 服務收入 - 變動成本 = 固定成本

$$\rightarrow P \times Q' - V \times Q' = FC$$

$$\rightarrow (P-V) Q' = FC$$

$$\therefore Q' = FC / (P-V)$$

$$\text{即損益兩平進倉量 } Q' = \frac{\text{固定成本 } 5,347,716 \text{ 元}}{\text{單位平均貢獻 } 51,39} = 104,061 \text{ 噸}$$

而損益兩平時之收入金額為：

$$Q' \times P = 104,061 \times 55.85 = 5,811,806 \text{ 元}$$

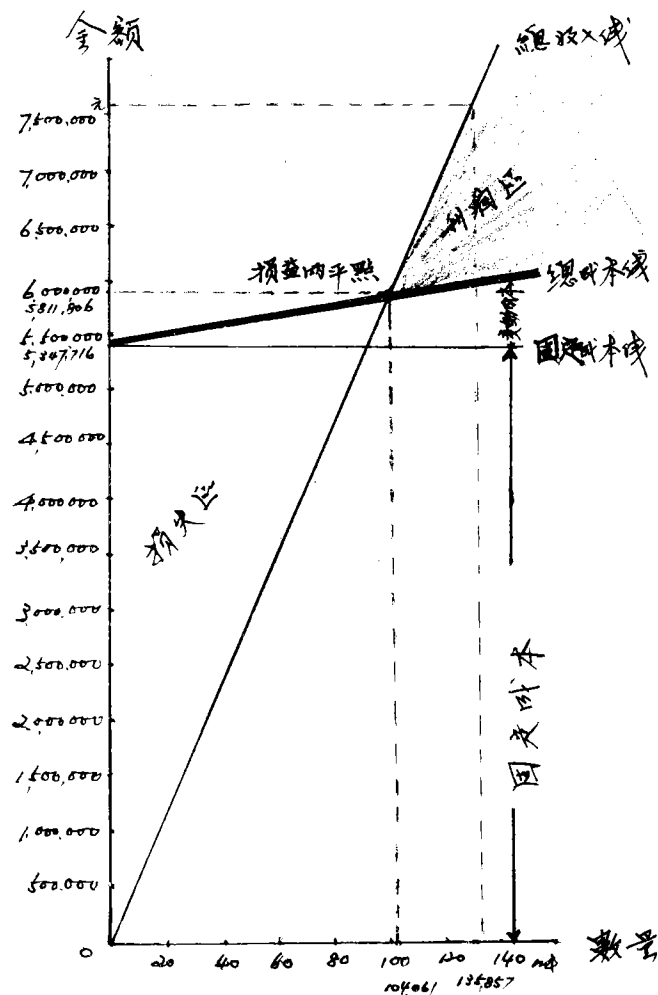
2. 圖解法

(a) 在 Y 軸上找出與固定成本金額相同之點，劃一條與 X 軸平行直線，即為固定成本線。

(b) 計算出不同噸量之變動成本，與固定成本相加，劃出總成本線。

(c) 計算不同進倉噸量之總收入金額點繪於圖上，劃出總收入線。

(d) 由圖可見，總收入線與總成本線在進倉噸量 104,061 噸或在金額 5,811,806 之點相交，此點即為損益兩平點。進倉噸量低於此點將發生虧損；總收入高於損益兩平點才有利潤可言。



三、不確定情況下之損益兩平分析

前兩項分析方法乃是基於損益兩平分析模型中的四種變數：收入、變動成本、固定成本以及進倉噸量均為確定之情況下所作之分析。但事實上損益兩平模型中之四項變數可能都不是既定的而必須加以推測，在這種情況下，應先進行敏感性分析，茲將其步驟分析如下：

(a) 假設損益兩平進倉噸量為 X ，其餘變數為已知。

$$\rightarrow X(55.58 - 4.46) = 5,347,716 \rightarrow X = 104,061 \text{ 噸}$$

(b) 假設損益兩平所需的收入單價為 X ，其他變動為已知，

$$\rightarrow 135,857(X - 4.46) = 5,347,716 \rightarrow X = 43.82 \text{ 元/噸}$$

(c) 假設損益兩平的變動成本為 X ，其他變數為已知，

$$\rightarrow 135,857(55.85 - X) = 5,347,716 \rightarrow X = 16.49 \text{ 元/噸}$$

(d) 假設損益兩平的固定成本為 X ，其他變動為已知，

$$\rightarrow 135,857(55.85 - 4.46) = X \rightarrow X = 6,981,691 \text{ 元}$$

$$(e) (104,061 - 135,857) / 135,857 = -23.40\%$$

表示在其他變數不變的情況下，即使進倉噸量減少 23.40%，仍可達到損益兩平。

$$(f) (43.82 - 55.85) / 55.85 = -21.54\%$$

表示在其他變數不變之情況下，即使收入單價下降 21.54% 仍可達沒有利潤之損益兩平。若下降幅度大於 21.54% 則發生虧損；下降幅度小於 21.54% 則仍有利潤。

$$(g) (16.49 - 4.46) / 4.46 = 269\%$$

表示在其他變數不變之情況下，變動成本即使上升 269% 仍可達損益兩平，利潤為零；若上升幅度超過 269% 則會損失。

$$(h) (6,981,691 - 5,347,716) / 5,347,716 = 30.55\%$$

表示在其他變動不變之情況下，固定成本即使上漲 30.55% 仍可達損益兩平。

	現在數值	損益兩平極值	變動百分比
進倉噸量	135,857	(a) 104,061	(e) -23.40%
單價	55.85 元	(b) 43.82	(f) -21.54%
變動成本	4.46 元	(c) 16.49	(g) + 2.69%
固定成本	5,347,716 元	(d) 6,981,691	(h) +30.55%

四、經營分析

1. 以方程式計算方法計算出之損益兩平進倉噸量及收入金額分別為104,061噸及5,811,806元，而該倉庫八十會計年度進倉噸量為135,857噸，收入總金額為7,587,662元，均超過損益兩平點而無虧損。但如果以實際倉租收入一項來衡量而不加入裝卸費提撥分配之五天倉租，每一進倉噸以第三類19.60元分配，則恐怕事實不如此樂觀。因為倉租實際收入才4,924,269元，平均每一收入單價為36.25元（ $4,924,269 / 135,857$ ），以此標準，則損益兩平之進倉噸量應為168,220噸〔 $5,347,716 / (36.25 - 4.46)$ 〕，而該倉庫八十會計年度進倉噸量才135,857噸。損益兩平之總收入應為 $36.25 \times 168,220 = 6,097,975$ 元，而實際倉租收入才4,924,269元。也就是說進倉噸量與總收入均未達損益兩平點，而呈虧損狀狀態。

2. 進倉噸量與實際倉租收入未具備相關性，因為進出倉愈頻

繁，貨物滯留倉庫之時間愈短，相對的也就得不到累進倉租之利益。加上五天免租，貨主為免繳納倉租，盡量五天內提完貨，因此實際倉租收入可能愈少。由附表1所列可以看出進倉噸量與實際倉租收入兩者根本不相關。

3. 所列之變動成本絕大部份均為固定加班費。而不隨著進倉

量之增減而變化，故嚴格來說似不應列為變動成本而應歸類於固定成本，則在此情況下該倉庫實際之營運的虧損將更嚴重。

4. 表中八月份之實際倉租收入特別高，這乃因為該月份有乙批貨逾期數月，累積倉租達壹佰餘萬元所致。這也是該倉庫八十會計年度呈現利潤之主要原因。（資料來源：高雄港務局莊朝枝先生）

八十會計年度收付統計表（附表1）

月 份	服 務 收 入			合 計	服 務 支 出			盈 虧	平 均 單 價
	倉租收入	裝卸費分配五天倉租			變動成本	合 計			
		進倉噸量	分配金額						
79 7	223,254	14,696	288,041	511,295	405,130	40,513	49,667	495,310	+15,628
8	2,534,573	9,850	193,060	2,727,633	405,130	40,513	50,517	496,160	+2,231,473
9	281,380	5,803	113,738	395,118	405,130	40,513	52,545	498,188	-103,670
10	275,859	10,747	210,641	486,500	405,130	40,513	46,717	492,360	-5,660
11	112,391	12,250	240,100	352,491	405,130	40,513	54,168	499,811	-147,520
12	387,506	9,471	185,631	573,137	405,130	40,513	61,550	507,193	+65,544
80 1	145,220	12,646	247,861	393,081	405,130	40,513	47,600	493,243	-100,162
2	154,114	10,111	198,175	352,289	405,130	40,513	33,501	479,144	-126,655
3	341,229	10,054	197,058	538,357	405,130	40,513	58,563	504,206	+34,151
4	223,349	15,810	309,876	533,225	405,130	40,513	53,216	498,859	+34,566
5	240,501	14,107	276,497	516,598	405,130	40,513	47,699	493,342	+23,256
6	221,274	10,312	202,115	423,589	405,130	40,513	49,740	495,383	-71,794
合 計	4,924,269	135,857	2,662,793	7,587,662	4,861,560	486,156	605,483	5,953,199	+1,634,463
									55.85

- 一、包括倉庫暨露置場二單位
 二、五天倉租以第三類1960元計標
 三、服務費用以員工薪俸10%計付

本所舉辦“海岸工程短期研習會”綜合報導

編輯委員 錢爾潔

一、前言

本所係依據行政院民國六十八年頒發之「科學技術發展方案」於民國七十年二月正式成立，至今已滿十一週年。本所成立宗旨除研究發展港灣技術外尚負有培育及訓練有關港灣及海洋方面人才責任，故每年均編列有預算辦理海岸工程短期研習班，繼去

年（民國八十年）在本所辦理有關第一次海岸工程短期研習普獲好評後，今年自3月3日起到3月6日止共計四天，再次舉辦海岸工程規劃設計短期研習會，人數除由去年32人增加到今年之73人外，參訓之人員共來自25個不同機關單位，其人員統計如下表所示：

機關名稱	報名參加人數	機關名稱	報名參加人數
1. 澎湖縣政府	4	14. 蘇澳港分局	2
2. 基隆市政府	1	15. 花蓮港務局	1
3. 花蓮縣政府	2	16. 台中港務局	5
4. 雲林縣政府	2	17. 高雄港務局	3
5. 宜蘭縣政府	3	18. 台南縣政府	1
6. 台北縣政府	5	19. 旅遊局	2
7. 台東縣政府	1	20. 澎湖風景區籌備處	3
8. 台電台中電廠	1	21. 中華工程公司	2
9. 台電環保處	1	22. 中油天然氣工程處	1
10. 交通部觀光局	4	23. 台電電源開發處	2
11. 榮工處中區處	2	24. 台北市政府	2
12. 省農林廳漁業局	3	25. 港研所	10
13. 台灣省水利局	10		

二、研習會內容

本次研習會，共有八項探討主題，分別邀請國內學有專長之專家擔任課程講座，茲摘要有關內容敘述如后：

- (1) 規劃設計概論（由港研所張金機所長擔任講座）

此一單元，介紹海岸工程規劃設計所需資料與所應考慮因素，分別就氣象調查（包括風力、颱風、降雨、其他如霧、日照、溫度、氣壓、濕度）、海象調查（包括波浪、潮汐、海流等）、地象調查（包括地形及海岸變化、地質承载力、海底底質等）以及模型試驗（包括平面佈置試驗

、漂沙試驗、斷面試驗等)就有關其資料收集方法與目的,舉實例講解資料分析過程及應考慮之項目,內容頗為詳細實用。

(2)海岸規劃

(由港研所海岸工程組黃清和組長擔任講座)此一單元除分別詳細介紹目前台灣四周各縣市海岸沖淤現況外,亦檢討海岸變化之原因同時講解海岸空間之規劃分別就海岸空間之利用,海岸空間開發方式及範圍之演變,開發海岸之利弊,海岸保護與管理以及海岸開發範圍之限制等,列舉歐、美、日等國之規範以供參考。文中分別亦就防止海岸侵蝕設施及施工之選擇,防止海岸淤積之設施及防止淤積之對策等詳細舉例敘述,最後說明有關海岸環境影響評估工作應考慮項目以及遙測技術目前應用在海岸變遷研究之趨勢,內容豐富具參考價值。

(3)商港規劃(由港研所莊甲子副所長擔任講座)

此一單元,首先講述有關港灣之定義、設備以及港灣工程之特性,進而說明商港規劃中有關經濟調查與自然現象調查之目的及項目、船舶之規劃條件等。文中並研討商港規劃中有關外廓堤防、水域、埠頭規劃以及環境影響評估規劃之工作項目等,詳細介紹防波堤佈置、港口設定原則、防波堤型式、消波塊、航道水深、航道法線及寬度、泊地、港

池、港內水域之利用、航道標識以及一般埠頭規劃原則等均有概括性之說明、最後並提示有關商港規劃中環境評估的順序與內容以及環境評估方法與項目。

(4)堤岸設計

(本單元原邀請中興工程顧問社彰濱計劃經理劉進義先生主講,因劉經理出國,改由蕭嘉榮工程師講授)

本單元堤岸設計包括海堤、護岸、突堤以及離岸堤等四種斷面設計,分別說明各種斷面設計佈置原則,包括堤身、前邊坡保護工、堤頂保護層及後邊坡保護層、基楚工、堤趾保護工以及消波工等就目前從事彰濱計劃海堤規劃設計工作之經驗提出報告。

(5)漁港規劃概論

(由台灣漁業技術顧問社張瑞欣協理擔任講座)本單元敘述台灣目前漁業發展近況及漁港建設,並討論漁港設施規劃包括漁港定義、漁港設施、漁港規劃工作流程、現況調查應考慮項目以及主要設施規劃(含外廓堤防、港口及航道、碼頭、泊地水域、曳船斜道以及陸上設施)等工作,文中並列舉宜蘭縣頭城鎮北方“烏石漁港”實例,讓與會者均有實際參與工作之感,獲益良多。

(6)防波堤設計

(由港研所規劃設計組王慶福組長擔任講座)本單元除詳細介紹有關防波堤構造物之演進、

構造物型式之分類外主要探討有關防波堤設計之設計程序以及設計條件，並對斜坡堤、合成堤之設計舉實例說明之，最後強調防波堤之維修管理理念在規劃設計過程中之重要性。

(7) 遊艇港規劃概要

(由宇泰工程顧問公司王志成副總經理擔任講座) 近年來由於經濟成長，國民有較充裕之經濟能力及時間追求旅遊及休閒遊憩活動，特別是在解嚴後，觀光遊憩之焦點，已由狹隘之陸域逐漸延伸至廣闊之海域，故遊艇港之規劃建設日趨重要。本所基於事實需要特邀請國內具有該項實務經驗之王副總針對其顧問公司所從事這方面之經驗就遊艇規劃作業內容、步驟和流程等交換心得報告，分別就規劃目標之選定、資料收集調查整理、統計分析作業內容以及針對港址評選、基地規劃、初步設計及建設經費估計、環境影響評估、經營管理計劃、執行計劃等作業內容以及詳細作業流程，作一完整報告，文中並對遊艇港設施規模之推估以及各項設施規劃標準之檢討等亦均有詳細報告，讓與會者獲益匪淺。

(8) 碼頭設計

(由中華顧問工程司港灣部結構組杜振宗組長擔任講座) 碼

頭為船舶繫靠設施中最主要之設備，其種類繁多，建造時須按①海象、氣象、地震、土壤等自然條件②船舶的種類和大小，貨物之種類和後線場地之使用條件③施工條件以及④工期和⑤工程費等條件，作最適當之選擇。本所特邀請杜組長就其從事相關碼頭設計之實務經驗，講授該項主題，故文中除說明大型碼頭之用途分類，碼頭之設計順序、碼頭形狀、碼頭長度、碼頭水深、碼頭面之高度、碼頭面之高度，碼頭面之寬度外，主要講授有關碼頭結構型式之種類及特性分別說明重力式、板樁式、平台樁基式、棧橋式、橋台墩式、離岸式以及浮式等不同碼頭結構物之特性、設計順序、種類等，文中並詳細介紹有關碼頭附屬設備如防舷材 (Fender)、繫船柱、車檔、給水設備、排水設備、照明設備及標誌燈等設計準則，均頗具參考價值。

三、結論

爾後每年本所均將定期 (每年 3 月) 舉辦相關海岸工程研習會，屆時竭誠歡迎各相關業務單位派員前來參加，有關本次研習會詳細內容，本所亦編輯成港研所專刊 (NO.74) 亦歡迎各單位圖書室具函前來索取參閱。

港埠發展現代化研討會通告

港研所規劃組組長 王慶福

港埠整體規劃研討會自民國75年首次舉辦以來，迄今已舉辦過三次，先後對港埠之整體發展，設施規劃，經營管理等提出相當多精闢之報告，並獲得熱烈之迴響。本年度為配合邁入21世紀，對港埠所應有的使命及變革作一前瞻性之分析，特擴大由交通部運輸研究所，中華民國港埠協會及本所共同舉辦，並邀交通部簡部長蒞臨主持，為使各界人士能對籌備中之本研討會有所認識，茲將研討會時間及內容說明如后，並歡迎各界人士參加。

一、時間：中華民國八十一年四月十三、十四日

二、地點：台北市信義路五段 1 號，台北國際會議中心（世貿中心旁）

三、報名時間：中華民國八十一年三月二十日至四月十日止

四、報名地點：台中縣梧棲鎮臨海路83號港灣技術研究所。

五、費用：每名新台幣伍百元整

六、研討內容

- (1) 談台灣地區未來港埠發展政策
簡部長又新
- (2) 港灣規劃技術之展望
陳國鏞、王慶福
- (3) 貨櫃運輸之未來展望
吳榮貴
- (4) 港灣規劃模型試驗之展望
張金機
- (5) 人工島之開發與整體規劃
侯和雄
- (6) 港灣施工技術之回顧與前瞻
沈景鵬
- (7) 港埠資訊過去與未來發展
蕭丁訓
- (8) 港埠營運管理未來之展望
黃清藤
- (9) 港埠經營企業化與民營化法律問題之探討
尹章華
- (10) LNG能源與LNG專用港建設
方義杉

工程材料試驗服務簡訊

港研所助理 吳信昇

為服務土木工程界混凝土材料試驗，本所港工材料組擬對外開放接受各界委託試驗並酌收試驗費用，其試驗結果以報告單或報告書等格式出具之。本組有許多精密材料試驗儀器，包括：100 噸萬能試驗機、200 噸抗壓試驗機、透水試驗儀、25噸動態材料試驗儀、應變計、搖篩機、

洛杉磯試驗機、Pathfinder 腐蝕測定、非破壞性檢測儀器、水質離子測定儀．．．等。舉凡是有關骨材混凝土，水質之相關試驗均可辦理，並可接受大型試驗計劃之委託辦理，詳情可至本所或來電洽詢。聯絡電話 (04) 6564216 轉 112 或 113，或至本所洽談。