

導報灣港



季刊第 48 期

要 目

- ❖ 介紹美國海岸颱風洪災地區災害之減輕措施
- ❖ 防波堤可靠度評估模式之研究
- ❖ 離岸堤設計之日本經驗
- ❖ 台灣地區國際港埠混凝土結構物鹼質與粒料反應之調查研究
- ❖ 港灣技術研究所潮汐資料之品管校核簡介
- ❖ 貨櫃輪的大型化趨勢與大型貨櫃輪的靠泊趨勢
- ❖ 港灣技術短期訓練班通告
- ❖ 八十八年度海岸工程研討會通告

中 華 民 國 八 十 八 年 四 月 出 版

台灣省政府交通處港灣技術研究所

目 錄

一、介紹美國海岸颱風洪災地區災害之減輕措施 -----	1
馬益財 行政院經建會簡任技正	
二、防波堤可靠度評估模式之研究 -----	5
何秉均 基隆港務局設計課幫工程司	
三、離岸堤設計之日本經驗 -----	17
邱永芳 港研所海工組研究員兼組長	
四、台灣地區國際港埠混凝土結構物鹼質與粒料反應 之調查研究 -----	28
李 釗 國立中央大學土木所副教授	
許書王 交通部科技顧問室技正	
陳桂清 港研所港工組副研究員	
柯正龍 港研所港工組助理研究員	
饒 正 港研所港工組副研究員兼組長	
五、港灣技術研究所潮汐資料之品管校核簡介 -----	36
楊怡芸 港研所海工組	
六、貨櫃輪的大型化趨勢與大型貨櫃輪的靠泊趨勢 -----	44
劉文雄 港研所規劃組助理研究員	
七、港灣技術短期訓練班通告 -----	52
八、八十八年度海岸工程研討會通告 -----	54

介紹美國海岸颱風洪災地區 災害之減輕措施

馬益財 行政院經建會簡任技正

一、前言

今(八十七)年十月十六日中度颱風瑞伯(Typhoon Zeb)從恆春與蘭嶼間海域進入台灣本島，經台灣東北部及北部通過，在恆春附近有十五級最大陣風，蘇澳有十二級強風，尤以台灣北部與東北部因颱風與東北季風有加乘作用，使當地累積雨量超過一千公厘，導致山坡地土石流災害與河域集水區中下游原為溢洪區之河谷低地如汐止與沿岸平原如宜蘭發生洪災，據估計二期水稻作物受害面積達二萬五千公頃。相同地，今(八十七)年十月二十六日芭比絲颱風(Typhoon Babs)之外圍環流為台灣本島帶來超過一千公厘之豪雨，使台北都會區附近之基隆市與汐止鎮之市區淹水達一公尺之深，集水區中下游之地區包括宜蘭、台北、嘉義等縣二期稻作浸水面積達七百二十公頃之多，今年這二個颱風使山坡地建築地區與集水區尾端平原地區發生洪災。另外更嚴重之颱風使海岸地區發生重大洪災之地區為中美洲，今(八十七)年十月三十日米奇颱風

(Hurricane Mitch)之豪雨沖刷尼加拉瓜西北部卡西達火山口(Casita Volcano)，大雨淹沒尼加拉瓜、薩爾瓦多、瓜地馬拉、宏都拉斯及南墨西哥地區，甚至使宏都拉斯70%農作物為雨泥淹沒，五國共有萬餘人死亡及失蹤，上述例子均為颱風豪雨沖蝕山坡地，使雨水與泥流匯集集水區尾端沿岸平原地區造成洪災。

台灣位於東亞地區熱帶風暴的北太平洋西部海上，每年五月至十一月為颱風侵襲期，七至九月為颱風風害危險期，其侵襲路徑頻繁地點以東南端之恆春、宜蘭、東部沿海等地區為多，颱風起於海洋，當颱風吹掃平坦海岸地區時，此時集水區中上游之豪雨又流淤在集水區尾端的海岸地區，台灣目前海岸地區又有地層下陷問題，因此，台灣海岸地區每為颱風來襲時災情最廣受災最深之地區。目前先進國家已能有效應用土地使用管理制度，有效地備妥災區事前預防及事後減輕災害之措施，因此本文擬介紹美國聯邦政府的全國洪災保險計畫(National Flood Insurance Pro-

gram ; NFIP) 有關海岸洪災地區土地使用之成長管理(Growth Management)制度，作為我國海岸地區颱風洪災地區土地使用之規劃與管理之參考。

二、美國海岸地區颱風災區之硬體與軟體管理措施

依據美國聯邦危機處理小組(Federal Emergency Management Agency, FEMA) 1990年擬訂公布之「全國洪災保險計畫」，美國聯邦政府可以協助地方、區域和州擬訂海岸地區颱風災害減輕措施，其內容陳述如下：

(一) 颱風災害減輕目標

1. 主要目標 (依重要性排序)

- (1) 減少對現況及未來發展之危害。
- (2) 減少對現有及未來公共設施與結構體之危害。
- (3) 減少生命之傷亡。
- (4) 保護自然環境。
- (5) 達致其他社區目標。

2. 附屬目標 (為保護自然環境與維持地方經濟須考慮者)

- (1) 保護和增進自然環境與生態系統。
- (2) 提高和改善地方經濟，並且適度提供當地居民就業機會和所得水準。
- (3) 有效提供足夠的住宅存量，以爲現在及未來災害發生時備用。
- (4) 保護海岸環境之美景與景觀特色。

色。

(5) 保存高水準之生活素質，並且維持小鎮和都市之社區氣氛。

(6) 有效率的供應公共服務項目和設施。

其他目標尚有保護野生動植物(Wildlife)棲息地、建築物管制、財務措施等。

(二) 評估地方性颱風、暴風雨(Hurricane and Storm)災害，繪製災害地圖。

依據全國洪災地圖，將海岸颱風洪災地區區分四區：

1. A區—指一百年洪水頻率區。
2. B區—指五百年洪水頻率區，爲較不嚴重災區。
3. C區—指洪災發生時不受影響地區。
4. V區—指洪水流速區，爲洪水波力可能到達之敏感區。

海岸颱風災害區每發生在人口集居地或開發地區，在美國可以從徵稅資料、風向調查、土地使用與建築開發資料找到人口與財產現況數量，利用這些資料加以評估分析(1)不同災區居民疏散撤離能力，(2)提供臨時災民收容所之能力；(3)建築物和公共設施(如道路、上下水道系統)之禦颶能力；(4)海堤和自然環境之保護能力。

(三) 減輕海岸颱風災害之措施

大致可分爲二大類型之災害減輕措施：

甲、構造物保護設施(硬體方面)

1. 建造結構體

- (1) 建造沙坑構造物以抵銷颶風海浪之衝擊和能量，俾穩定海灘與沙丘，主要設施有防砂堤、防波堤。
- (2) 填沙方案，主要係人工養灘。
- (3) 海岸線保護之公共工程，大致包括五種，計有海堤、牆壁、護岸工程、平台、防波堤，主要為保護海岸內之建築物及財產免受海浪和波力沖毀。
- (4) 控制洪災之公共工程，係為管理及減少洪災，設置滯留湖泊，建造水壩和防洪堤，建造洩洪通渠等。

2. 增強建築物和設施

- (1) 強化建築物之地區包括位於A區（即一百年洪水頻率地區）之新建築物、商業區與工業區建築物須增加防洪功能、以及位在A區和V區（洪災敏感區），過去曾因洪災致財產損失50%以上者，應加強房屋之防洪及補強措施。
- (2) 強化公共設施，主要指防洪地區一些公共設施須有防颶功能，這些設施如污水集合系統、上下水道分流系統、電力、電話線路、重要道路提高路面高度等。

乙、土地使用之成長管理措施（軟體方面）

採用一些在都市地區內土地使用法規之管理措施，以限制海岸社區之人民與財產暴露在颶風之侵襲下，以減少無可避免之生命傷亡及

財產損壞，並且積極地保護海岸自然景觀與生態資源，這些土地使用管理法規主要分為土地使用分區管制規則和土地細分二類型，分述如下：

1. 土地使用分區管制規則(Zoning)

- (1) 傳統的土地使用分區管制規則利用土地使用分區管制規則之使用管制，以限制土地使用類別（如住宅區、商業區、工業區、風景區、保護區等）之開發使用，同時也利用土地使用強度管制（如建築容積管制、建築高度限制等）以管制土地及人口使用密度。

(2) 海岸地區建築線退縮

這些措施可以使臨海地區之建築開發對於穩定海灘與沙丘地區之不良影響減至最小程度，而穩定海灘與沙丘可以減少建築物暴露在海岸災害潛力區之數量，而劃定建築退縮線，一般考量係從平均高潮線作為起點，或者海岸植生地帶向內陸第一條線，或者沙脊地區（Dune ridges）起算，依海岸侵蝕比率或海岸受侵襲切割程度以計算建築物退縮線之距離，此項管理規定及標準大致由美國州政府統一規定辦理。

- (3) 規定人口最大規模限制與平均每年發展限制
即規定在該海岸洪災危險地區之人口集居地，平均每年新增住宅單位不得超過一定居住單

位，或者規定最終人口不變，若達到最終人口時即不允許新增人口移入，以保障能夠及時疏散人口並且有足夠公共設施使用。

2. 土地細分規則 (Subdivision Regulations)

土地細分指新開發地區須先劃定一定坵塊，規劃必要公共設施及都市設計，按分期分區優先發展順序開發原則，可以避免在海岸颱風危險地區開發，或引導開發項目至颱風最小危險區，各建築物與沙丘宜有足夠間距或有植生帶加以隔離。亦可利用混合密度配置，或使用分區之混合，將人口與建築物轉移至颱風較少災害之地區予以發展，而將潛在災害危險區或敏感區保留作為公共開放空間，作為保護自然環境用地或災害疏散用地。

三、結論

台灣長期以來持續發生嚴重之颱風災害，尤其集水區尾端以及颱

風生成毗連地的海岸地區受害最為嚴重，本文介紹一些減輕其災害之措施，在硬體方面，可以利用科技推算河川及海浪之水位高程，並考量河川砂源供給量，俾便精準又經濟地設計建造海堤之禦洪保護設施之種類與規模，如消波設施、防砂堤、防波堤、填砂養灘方案、海岸線海堤保護工程、控制洪災的防洪堤與閘門以及增強建築物之結構安全等。在軟體之土地使用管理策略方面，可以辦理海岸洪災危險潛在地區之土地使用分區管制、人口密度管制、建築線退縮、人口疏散等措施。

參考資料：

1. U.S. Federal Emergency Management Agency, 1990, Wash., D.C, National Flood Insurance Program.
2. Godschalk David R. Duke Uni. Press, N. Carolina, Catastrophic Coastal Storms, 1989.
3. 中國時報, China Post, 1997。

防波堤可靠度評估模式之研究

The Model for Evaluating Reliability of Breakwaters

何秉均 基隆港務局工務組設計課幫工程司

ABSTRACT :

Breakwaters are the most important port structure. They protect the port from the wave force caused by the wind or storms. However, the uncertainties of the wave pressure, friction coefficient, wave height, influence the safety of the deep breakwaters. It also affects the safety of the entire port. Based upon the mean-value-first-order-second-moment technique, a model of wave pressure on breakwaters is developed which incorporates the random wave pressure or the friction coefficient properties as well as the uncertainty of the wave force. The results show that the reliability of the sliding analysis of the east outer breakwaters in Keelung harbor are between 99.60% to 99.7% from 1983 to 1990. And the reliability of the overturning analysis is also above 99.5% from 1983 to

1990. In a similar manner the reliability of the sliding and overturning in the storm were also analyzed and results are given.

一、簡介

波高的隨機分佈是構成海洋結構物可靠度分析及在其規劃設計各種近離岸工程使用上的最主要考量之一，其分佈特性隨著不同的地域環境，不同的潮汐海流，不同的季節氣候，不同的風場狀況……等會有各種不同的頻率分佈。海洋結構物所受的外在荷種力與結構體內抵抗力均視為隨機變數，由各地區觀測所得的資料，俾以用數學式描述以上二力的隨機分佈函數。結構體之可靠度可由荷種力及抵抗力所推導。常用之常態分佈僅僅概念性地分析波浪，無法利用正確波浪分佈推導防波堤之可靠度，其原因為上述二力之各種長時期之觀測數據不易正確求得，以至可靠度之分析受極大之限制。港灣工程中防波堤位置之規劃或工程設計，常需要有當地的基本海象資料，如潮汐、海流、波浪、降水、漂沙、風……等。

然而各種海象的不確定性會造成防波堤規劃或設計的不確定性，進而影響到未來興建完竣後之安全可靠度。因此，如能量化海象資料的不確定性，將可有效地評估防波堤在規劃、設計、施工及維護管理的參考，作為港灣工程師之參考。

目前一般分析可靠度的方法如：直接積分法(Direct integration)、均值一階二矩法(MFOSM)、加強一階二矩法(AFOSM)、蒙地卡羅法(Monte Carlo)、二階法(Second-order)及迴歸週期法(Return period)等，各法在使用上各有其優劣點。

可靠度在工程上的應用概念半世紀前已有初步之發展，大多應用於工業產品製造時的品管控制(Shewart, 1931)。到了Freudenthal (1966)，Ang and Cornell (1974)時，以機率理論描述可靠度之原理，並應用以分析結構物承受荷重力及提供抵抗力時，兩力皆視為隨機變數時，結構物變化情形。利用一級近似分析來探討水文及水資源工程已相當廣泛，其中以均值一階二階動差法(Mean Value First-order Second-Moment)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。Cornell (1970)以雨水排水系統為例，介紹風險及可靠度分析在水利工程之可行性。在此之後，可靠度分析水利工程各範疇紛紛提出各種研究成果。

與海洋工程相關的可靠度分析

如Nafday & Wang (1983)將Mellin轉換之技巧引用於波力作用於海中單柱樁之機率模式分析，湯有光(1990)介紹Mellin轉換求動差的便利性，可得到機率密度函數(PDF)之各階動差，進而可求得水文及水力參數的不確定性，Franco等(1986)應用風險的概念探討防波堤的最佳設計，曹等人(1994)用一階二矩法分析防波堤滑移破壞之可靠度，王及趙(1995)應用JC法及Monte Carlo模擬法計算建妥之十五座碼頭之可靠度指標。

本研究以均值一階二矩法分析防波堤的滑動及傾倒可靠度，考量海象中最重要的波浪波高之不確定性，探討Sainflou公式所計算的重覆波壓對防波堤系統的影響，藉量化的波浪資料推算得防波堤量化的可靠度值。

研究結果顯示：

1. 均值一階二矩法可用以研析探討防波堤可靠度。
2. 波浪波高作用於防波堤之平均值越小，防波堤的可靠度越大。反之波浪波高作用於防波堤之平均值越大，防波堤的可靠度則越小。
3. 以Sainflou公式分析得之基隆東防波堤延伸之可靠度自1983年至1990年之滑動可靠度達99.60%~99.70%。
4. 東防波堤延伸之傾倒可靠度各年均可達99.5%~100.00%以上，表現極為良好。
5. 作用於防波堤之波浪的標準偏差

越大，其滑動可靠度及傾倒可靠度均越小。而當波浪之平均值越大，其可靠度值越小。颱風時期浪高介於1m至6m之滑動可靠度及傾倒可靠度均在本模型中求出。

一般而言，各月份的傾倒可靠度均較滑動可靠度大，亦即防波堤之破壞已從原堤址滑移開之可能性較傾倒之可能性為大。

二、重複波壓分析

當防波堤為直立堤，堤前水深大於碎波水深甚多時，波浪由外海入射與從堤直立壁反射兩波相重疊而成重複波，其作用於堤體的總波壓力 P 與力矩 M ，可分為波峰來臨及波谷出現兩類，兩者相較，波峰來臨時，所造成的破壞，較波谷出現時為嚴重，故本文所探討的為波峰來臨時之防波堤滑動可靠度及傾倒可靠度。

重複波壓力可按Sainflou公式(1928)計算(如圖一)。

總波壓力 P 如下：

$$P = \frac{(h+H+\Delta h_0)(w_0 h + p_1)}{2} - \frac{w_0 h^2}{2} \quad (1)$$

力矩 M 如下：

$$M = \frac{(h+H+\Delta h_0)^2 (w_0 h + p_1)}{6} - \frac{w_0 h^3}{6} \quad (2a)$$

$$= \frac{w_0}{2} \left[Hh + \Delta h_0 h + \frac{Hh + H^2 + \Delta h_0 H}{\cosh \frac{2\pi h}{l}} \right] \quad (2b)$$

上兩式中符號代表，可參照圖一。其中 H 為波高(m)， w_0 為海水單位體積重(1.03 t/m^3)， l 為波長(m)， Δh_0 為重複波形成後水面之升高(m)。

$$\Delta h_0 = \frac{\pi H^2}{l} \coth \frac{2\pi h}{l} \quad (3)$$

P_1 為波峰出現時在堤底單位面積的動壓力：

$$P_1 = \frac{w_0 H}{\cosh \frac{2\pi h}{l}} \quad (4)$$

三、可靠度理論分析

防波堤之可靠度定義為作用於防波堤的荷重力 L ，或稱波壓力 P ，小於或等於防波堤所提供的抵抗力 R 之機率，該抵抗力源自堤體淨重乘上其坐底處之摩擦係數。防波堤之可靠度寫成數學式如下：

$$\alpha = \text{Prob}(L \leq R) \quad (5)$$

另一相對的觀念為風險(risk)，即防波堤的荷重力大於阻抗力的機率。數學式表示如下：

$$\alpha' = \text{Prob}(L > R) = 1 - \alpha \quad (6)$$

使用安全邊際法(safety margin)可描述可靠度，則式(5)可改寫如下：

$$\alpha = \text{Prob}(Z \geq 0) \quad (7)$$

$$\text{其中 } Z = R - L \quad (8)$$

使用安全邊際法，必須知道Z的累積機率密度函數(CDF)在某些狀況下該累積機率密度函數無須繁雜的推導即可獲得，如阻抗力及荷重力均為常態隨機變數時，Z的平均值 μ_z 及標準偏差 σ_z 可由下兩式求出。

$$\mu_z = \mu_R - \mu_L \quad (9)$$

$$\sigma_z^2 = \sigma_R^2 + \sigma_L^2 - 2\text{cov}(L, R) \quad (10)$$

在式(10)中， $\text{cov}(L, R)$ 為變數L及變數R的協變異數，若L及R為相互獨立則該協變異數為0，所以

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_L^2} \quad (11)$$

在式(7)中，將不等式兩側各減去 μ_z 並均除以 σ_z ，可得可靠度的另一表示法如下：

$$\alpha = \text{Prob}\left(\frac{Z - \mu_z}{\sigma_z} \geq \frac{-\mu_z}{\sigma_z}\right) \quad (12a)$$

$$= \text{Prob}\left(V \geq -\frac{\mu_z}{\sigma_z}\right) \quad (12b)$$

$$= \Phi\left(\frac{\mu_z}{\sigma_z}\right) \quad (12c)$$

$$= \Phi(\beta) \quad (12d)$$

其中式(12b)之 $V = \frac{Z - \mu_z}{\sigma_z}$ 為Z

之標準化的常態隨機變數(standard normal random variable)。式(12c)中之 $\Phi(\cdot)$ 為標準常態累積機率密度函數(standard normal CDF)，式

(12d)中之 $\beta = \frac{\mu_z}{\sigma_z}$ 稱可靠度指標(reliability index)。

四、均值一階二矩法

防波堤可靠度分析中的阻抗力R為防波堤所提供避免損壞的阻抗力函數，為眾多不確定變數所組成的， $R = h(Y)$ ，Y為各種阻抗的變數。而荷重力L視為外界作用於防波堤，使防波堤產生損壞的荷重力函數，亦為眾多不確定性變數所構成， $L = g(X)$ ，X為各種荷重變數。

均值一階二矩法(mean value first order second moment)亦稱delta法，即考慮隨機變數L為n個變數X所組成的，即

$$L = g(X) \quad (13)$$

其中

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (14)$$

式(13)中L以泰勒展開式(Taylor's expansion)展開，並考慮一階，而忽略二階及二階以上各項，則式(13)可改寫如下：

$$L \approx g(\bar{x}) + \sum_{i=1}^n \left[\frac{\partial g(X)}{\partial X_i} \right]_{x=\bar{x}} (X_i - \bar{x}_i) \quad (15)$$

式中 $\left(\frac{\partial g}{\partial X_i}\right)_{\bar{x}}$ 稱為敏感係數

，以 a_i 表示之。故隨機變數 L 的平均值可寫成

$$\mu_L = E[L] \approx g(\bar{x}) \quad (16)$$

L 的變數可表成下式

$$Var[L] = Var[g(\bar{x})] + Var\left[\sum_{i=1}^n \left[\frac{\partial g}{\partial X_i}\right] (X_i - \bar{x}_i)\right] \quad (17)$$

由於 $g(\bar{x})$ 為常數，故

$$Var[g(\bar{x})] = 0 \quad (18)$$

故式(17)改寫如下：

$$Var[L] = Var\left[\sum_{i=1}^n a_i (X_i - \bar{x}_i)\right] \quad (19)$$

可得到下式：

$$\sigma_L^2 = Var[L] = \sum_{i=1}^n a_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i < j} a_i a_j \text{cov}[X_i, X_j] \quad (20)$$

其中 σ_i 為 $\bar{X}_i$ 的變異數，若 $\bar{X}_i$ 相互獨立，則

$$\text{cov}[X_i, X_j] = 0 \quad (21)$$

則式(20)改寫如下：

$$\sigma_L^2 = \sum_{i=1}^n a_i^2 \sigma_i^2 \quad (22)$$

同理可得抵抗力 R 的平均值及變異數。

五、滑動及傾倒可靠度分析

(一)滑動分析

由式(1)及式(4)可知， w_o, L, h 為常數， L 總波壓力 P 為波高 H 之函數，故其中總波壓力 P 在本可靠度分析中視為荷重力 L ，故總波壓力 P 之敏感係數如下：

$$\frac{\partial P}{\partial H} = \frac{w_o}{2} \left[h + h \frac{\partial \Delta h_o}{\partial H} + \frac{1}{\cosh \frac{2\pi h}{\ell}} \left(h + 2H + H \frac{\partial \Delta h_o}{\partial H} + \Delta h_o \right) \right] \quad (23a)$$

$$= a_H \quad (23b)$$

其中

$$\frac{\partial \Delta h_o}{\partial H} = \frac{2\pi H}{\ell} \coth \frac{2\pi h}{\ell} \quad (24)$$

故由式(16)及式(22)可得知作用於防波堤之總波壓力的平均值以及標準偏差值如下二式：

$$\mu_P = P = \frac{w_o}{2} \left[Hh + \Delta h_o h + \frac{Hh + H^2 + \Delta h_o H}{\cosh \frac{2\pi h}{\ell}} \right] \quad (25)$$

$$\sigma_P^2 = a_H^2 \sigma_H^2 \quad (26)$$

(二)傾倒分析

由式(1)可知總力矩 M 為波高 H 之函數故 M 對 H 取偏微分，得總力矩 M 之敏感係數如下：

$$\frac{\partial M}{\partial H} = \frac{1}{6} \left[\frac{2hH + 2\Delta h_0 h \frac{\partial \Delta h_0}{\partial H} + 2H^2 + 2Hh \frac{\partial \Delta h_0}{\partial H} + 2H^2 \frac{\partial \Delta h_0}{\partial H} + \frac{1}{\cosh \frac{2\pi h}{\ell}} \left(H^2 + 3H^2 + \Delta h_0^2 + 2H\Delta h_0 \frac{\partial \Delta h_0}{\partial H} + 4hH + 4H\Delta h_0 + 2H^2 \frac{\partial \Delta h_0}{\partial H} + 2h\Delta h_0 + 2Hh \frac{\partial \Delta h_0}{\partial H} \right) \right] \quad (27a)$$

$$= a'_n \quad (27b)$$

故可得

$$\mu_M = \frac{w_0}{2} \left[Hh + \Delta h_0 h + \frac{Hh + H^2 + \Delta h_0 H}{\cosh \frac{2\pi h}{\ell}} \right] \quad (28)$$

$$\sigma_M^2 = a_H'^2 \sigma_H^2 \quad (29)$$

滑動抵抗力之來源主要為堤體之自重，乘上與坐底處之擦係數 k ，而傾倒抵抗力來源則以堤體自重所生之力矩為主，故可得知，滑動阻 R 之平均值如下：

$$R = \mu_k \bar{W} \quad (30)$$

其中 μ_k 為 k 的平均值， $\bar{W}$ 為堤體之淨重。抵抗力之標準偏差 σ_R 如下：

$$\sigma_R = \bar{W} \sigma_k \quad (31)$$

其中 σ_k 為摩擦係數 k 的標準偏差。傾倒抵抗力 M_R 平均值如下

$$M_R = \frac{1}{2} [(Height - h)r + hr'] Width^2 \quad (32)$$

其中 r 為混凝土單位重 $2.45t/m^3$ ，

r' 為浸水混凝土單位重 $1.42t/m^3$
Height為堤體總高度(m)，Width為堤體總寬度(m)， h 為堤前水深(m)。

傾倒抵抗力 M_R 的標準偏差因式(31)中式(32)中無隨機變數故為0。

茲將式(30)，式(31)及式(25)，式(26)代入式(9)式(11)及式(12)，可求得防波堤滑動可靠度。將式(32)及(28)，式(29)代入式(11)，式(9)，式(12)，則可求得防波堤傾倒可靠度。

六、實際案例分析

基隆港位於台灣北部為台灣地區最繁忙的商港之一，興建時為撙節經費，仍就現有地形建造，因此內水域狹隘，碼頭船席配合裝卸之需要日益增加，因原有外廓防波堤遮蔽效果不彰，故為維持港池水域靜穩度，延伸東外廓防波堤，以阻擋東北季風引起之湧浪入港。

經水工模型試驗辦理各種改善實驗及專家學者的意見，確定辦理方式為垂直原有之東防波堤向外延伸290公尺，再折向西北西方向延伸60公尺，總長度為350公尺，堤端水深加深至40公尺，本研究茲選擇東防波堤延伸中15座沉箱之最具代表尺寸20公尺寬，21公尺高，19公尺長，分析其滑動及傾倒可靠度。波浪之波高所成之波壓力為防波堤之主要外力來源，為表示海上波浪之性質，常以波高、週期、波長及波向等四各要素表示，本研究所採用7年的波高數據，該數據係源自於東防波堤延伸之尖端外海一千公尺處之超音波波高計，送受波

器為水中傳送式，週波數介 150KH_2 ~ 200KH_2 之間。

為了解基隆港東防波堤延伸工程於完工後滑動可靠度及傾倒可靠度情況，以1983年至1990年之各年波高及標準偏差引入本推導模式，經過計算所得之滑動可靠度指標、傾倒可靠度指標、滑動可靠度值及傾倒可靠度值並將所得結果詳列如表一，亦可繪圖如圖二至圖五。其中圖二為滑動可靠度指標，圖三為圖二據以推算之滑動可靠度，如圖四為傾倒可靠度指標，圖五為傾倒可靠度。由圖三及圖五可知，滑動可靠度值一般均較傾倒可靠度值為小，亦即東防波堤滑動之破壞可能性較傾倒破壞可能性為大。而兩者之可靠度均可達95%以上，全年而言，東防波堤極為安全。

同時，為了解夏季時期颱風所引起之波浪對東防波堤之影響，應用本發展之模式可求得颱風引起不同之波高及不同之標準偏差，對滑動可靠度及傾倒可靠度影響情形，所得之結果如表二至表五，其中最大波高平均值由1m增加至6m，最大波高標準偏差由0.5m增加至2m，亦可繪圖如圖六至圖十。由圖六至圖十可得知當作用於防波堤之最大波高平均值越大時，所得之滑動可靠度及傾倒可靠度會越小。亦可得知，當作用於防波堤之最大波高標準偏差越大時，得之滑動可靠度及傾倒可靠度會越小，反之則越大。由圖七可得知，當最大波高平均值達6m及最大波高標準偏差為2m

時，滑動可靠度值為98.52%，亦即東防波堤極為安全。而由圖九可得知，當最大波高平均值為6m及最大波高標準偏差達2m時，傾倒可靠度值為93.16%，亦即東防波堤為安全，但其傾倒之可能性大於滑動之可能性。由圖九亦可得知，當最大波高標準偏差固定時，最大波高平均值由4m增加至6m時，傾倒可靠度會急劇下降。

七、結論

1. 利用基隆港東防波堤外側一千公尺之實際量測所得之波高，代入本發展推導得而之模式，以實際計算防波堤之各項可靠度值。
2. 本研究針對重複波壓公式分析研究，並提出有別於以往的傾倒可靠度結果，配合滑動可靠度分析，綜合討論並分析現有已竣工的防波堤工程之可靠度，並作一完整之剖析。
3. 滑動可靠度值一般均較傾倒可靠度值為小，亦即東防波堤滑動之破壞可能性較傾倒破壞可能性為大。而兩者之可靠度均可達95%以上，全年而言，東防波堤極為安全。
4. 當作用於防波堤之最大波高平均值越大時，所得之滑動可靠度及傾倒可靠度會越小，反之則越大。
5. 當作用於防波堤之最大波高標準偏差越大時，得之滑動可靠度及傾倒可靠度會越小，反之則越大。

6. 當最大波高標準偏差固定時，最大波高平均值增加時，滑動可靠度及傾倒可靠度會急劇下降，而傾倒可靠度之降福較滑動可靠度為大。
7. 由實際測得之波高用以分析測波點附近的防波堤，分析所得之結果可作為港務管理當局爾後興建、維修防波堤之參考。

誌謝

本研究蒙基隆港務局局長謝明輝先生，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，測量隊長劉凡正先生提供波高資料，擴建處長曾榮哲先生，副處長王建中先生提供東岸防波堤延伸工程資料，設計課盧瓊霞小姐繕打，特此敬致謝忱。

參考文獻

1. Yen, B.C., (1989) “風險及可靠度分析在水利工程上應用研究會講義集第一卷”，國立成功大學水利及海洋工程研究所暨經濟部水資源統一規劃委員會。
2. 王云球、趙建潮(1995) “板樁碼頭可靠度分析”，第十七屆海洋工程研討會暨 1995 兩岸港口及海岸開發研討會論文集。
3. 王國光等人(1978) “臺灣北部深海波浪之研究”，臺灣省政府交通處基隆港務局。
4. 曹登皓、張景鐘、郭世榮(1994) “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。
5. 曾榮哲(1983) “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。
6. 湯麟武、徐忠獻、黃正欣(1989) “港灣及海域工程”，中國土木水利工程學會。
7. Ang, A.H.-S., and C.A. Cornell, 1974, “Reliability Bases of Structural Safety and Design,” Journal of the structure Division, ASCE, Vol. 100, ST. 9, September, pp.1755-1769.
8. Avinash M. Nafday and Hsiang Wang, “Probabilistic Model of Wave Forces on Cylindrical Pile”, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, Vol. 109, No.2, May, 1983.
9. Cornell, C.A., 1970, “A First Order Reliability Theory of Structural Design,” Structural Reliability and Codify Design SM Study No. 3, University of Waterloo, Ontario.
10. Franco, L., A. Lamberti, A. Noli and U. Tomasicchio, 1986, “Evaluation of Risk Applied to Designed Breaker of Punta Riso at Brindisi, Italy,” Coastal Engineering, Vol. 10, No. 2, pp. 169-191.
11. Freudenthal, A.M., et al., 1996, “The Analysis of Structural

- Safety," Journal of the Structure Division, ASCE, Vol. 92, st. 1, February, pp.267-325.
12. Mays, L.W. and Y.K. Tung, 1992, "Hydrosystem Engineering and Management," Chapter 5, McGraw-Hill, New York.
 13. Sainflou, G., 1928, "Essai sur des digues maritimes verticales," Annales des Ponts et Chaussées Partie Technique, Vol. 98, No. IV, pp.48.
 14. Shewart, W.A., 1931, "Economic Control of Quality of Manufactured Products," D. Van Nostrand Co., New York.
 15. Yeou-Koung Tung, "Mellin Transform Applied to Uncertainty Analysis In Hydrology/Hydraulic", Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 116, No.5, May, 1990.

表一 從 1983 年至 1990 年間滑動可靠度指標、滑動可靠度值、傾倒可靠度指標及傾倒可靠度值四者與最大波高平均值及最大波高標準偏差值之關係表

Year	E[Hmax]	S.D.[Hmax]	Reliability Index (Sliding)	Reliability (Sliding)	Reliability Index (Overturning)	Reliability (Overturning)
1983	1.9774	1.4900	2.7609	0.9971	4.1452	1.0000
1984	2.7898	0.0100	2.7051	0.9966	5.3813	1.0000
1985	2.6786	1.1650	2.6931	0.9965	4.7080	1.0000
1986	2.5895	2.1600	2.6459	0.9959	2.5782	0.9950
1987	2.5406	0.3150	2.7325	0.9969	7.8269	1.0000
1988	2.4652	1.5700	2.6991	0.9965	3.6230	0.9999
1989	2.2751	1.5100	2.7250	0.9968	3.8902	0.9999
1990	2.4294	0.7850	2.7361	0.9969	7.2901	1.0000

表二 滑動可靠度指標在不同之最大波高平均值及不同之最大波高標準偏差值之關係表

	S.D.[Hmax] (m)=0.5	S.D.[Hmax] (m)=1	S.D.[Hmax] (m)=1.5	S.D.[Hmax] (m)=2
E[Hmax]=1	2.8986	2.8874	2.8690	2.8438
E[Hmax]=2	2.7915	2.7787	2.7578	2.7292
E[Hmax]=3	2.6751	2.6606	2.6371	2.6052
E[Hmax]=4	2.5490	2.5329	2.5068	2.4716
E[Hmax]=5	2.4128	2.3952	2.3666	2.3283
E[Hmax]=6	2.2663	2.2472	2.2165	2.1754

表三 滑動可靠度值在不同之最大波高平均值及不同之最大波高標準偏差值之關係表

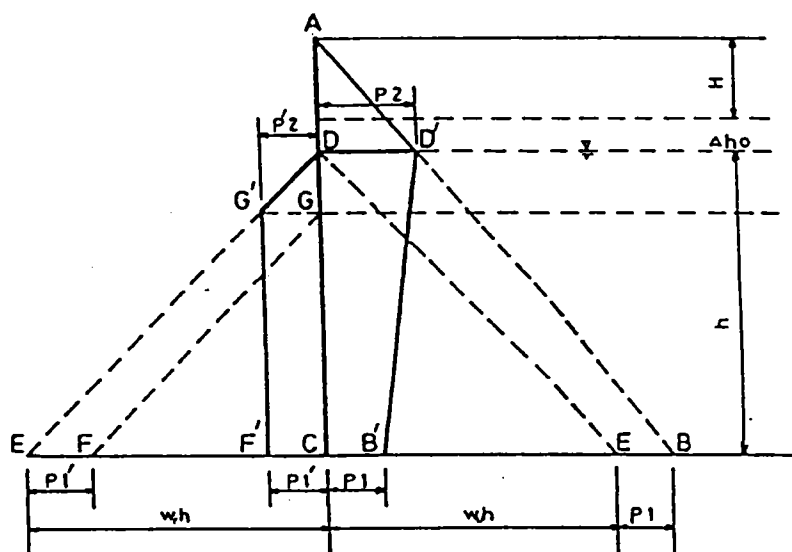
	S.D.[Hmax] (m)=0.5	S.D.[Hmax] (m)=1	S.D.[Hmax] (m)=1.5	S.D.[Hmax] (m)=2
E[Hmax]=1	0.9981	0.9981	0.9979	0.9978
E[Hmax]=2	0.9974	0.9973	0.9971	0.9968
E[Hmax]=3	0.9963	0.9961	0.9958	0.9954
E[Hmax]=4	0.9946	0.9943	0.9939	0.9933
E[Hmax]=5	0.9921	0.9917	0.9910	0.9901
E[Hmax]=6	0.9883	0.9877	0.9867	0.9852

表四 傾倒可靠度指標在不同之最大波高平均值及不同之最大波高標準偏差值之關係表

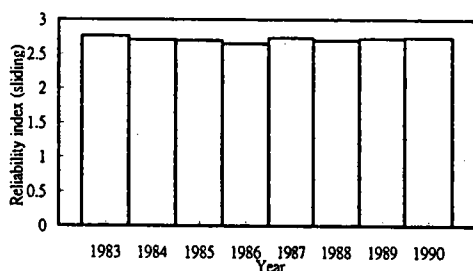
	S.D.[Hmax] (m)=0.5	S.D.[Hmax] (m)=1	S.D.[Hmax] (m)=1.5	S.D.[Hmax] (m)=2
E[Hmax]=1	14.5393	7.2696	4.8464	3.6348
E[Hmax]=2	12.3058	6.1529	4.1019	3.0765
E[Hmax]=3	10.3795	5.1898	3.4598	2.5949
E[Hmax]=4	8.6997	4.3499	2.8999	2.1749
E[Hmax]=5	7.2317	3.6158	2.4106	1.8079
E[Hmax]=6	5.9522	2.9761	1.9841	1.4880

表五 傾倒可靠度值在不同之最大波高平均值及不同之最大波高標準偏差值之關係表

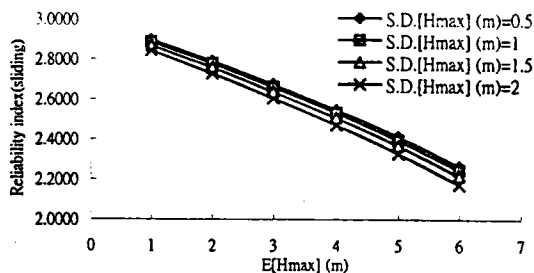
	S.D.[Hmax] (m)=0.5	S.D.[Hmax] (m)=1	S.D.[Hmax] (m)=1.5	S.D.[Hmax] (m)=2
E[Hmax]=1	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
E[Hmax]=2	1.0000	1.0000	1.0000	0.9990
E[Hmax]=3	1.0000	1.0000	0.9997	0.9953
E[Hmax]=4	1.0000	1.0000	0.9981	0.9852
E[Hmax]=5	1.0000	0.9999	0.9920	0.9647
E[Hmax]=6	1.0000	0.9985	0.9764	0.9316



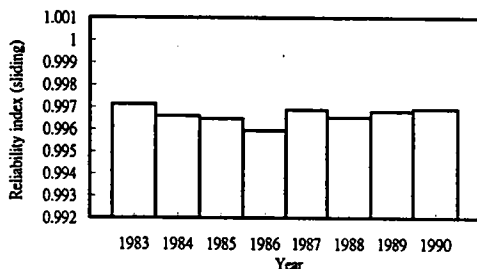
圖一 Sainflou(1928)重複波壓圖



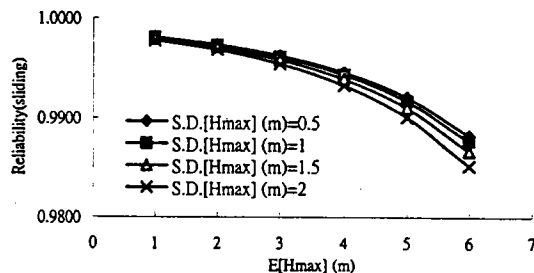
圖二 從1983年至1990年基隆港東防波堤之滑動可靠度指標



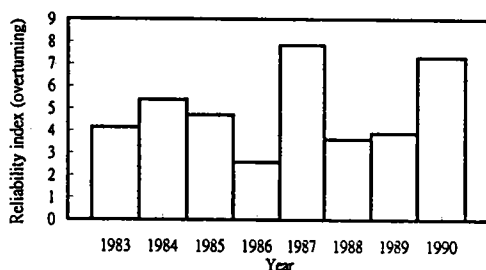
圖六 在不同的最大波高平均值及不同的標準偏差於基隆港東防波堤之滑動可靠度指標



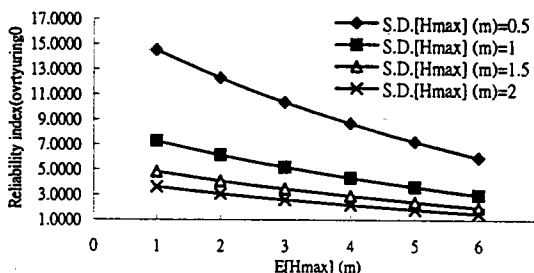
圖三 從1983年至1990年基隆港東防波堤之滑動可靠度值



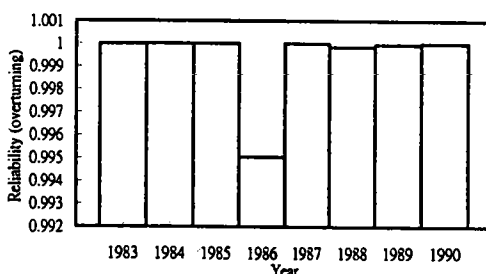
圖七 在不同的最大波高平均值及不同的標準偏差於基隆港東防波堤之滑動可靠度值



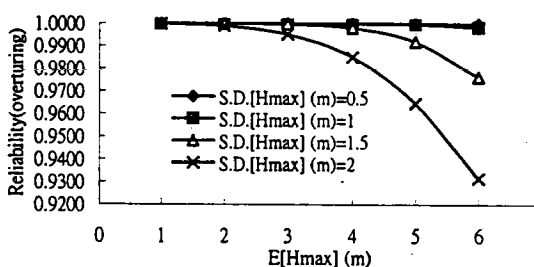
圖四 從1983年至1990年基隆港東防波堤之傾倒可靠度指標



圖八 在不同的最大波高平均值及不同的標準偏差於基隆港東防波堤之傾倒可靠度指標



圖五 從1983年至1990年基隆港東防波堤之傾倒可靠度值



圖九 在不同的最大波高平均值及不同的標準偏差於基隆港東防波堤之傾倒可靠度值

離岸堤設計之日本經驗

邱永芳 港研所海工組研究員兼組長

一、概述

離岸堤 (detached breakwater, offshore breakwater) 為一離開陸地，平行海岸線之堤防，能使波浪在堤前減衰，漂沙在堤後堆積，間接發揮安定海灘之功能。一般而言，離岸堤工程費高，施工不易，維護費可觀，以往海岸保護甚少採用離岸堤。

近年來各先進國家佈設離岸堤之案例已日漸增多，究其原因如下：

- (1) 以往施設離岸堤地區，大部份能發揮防護功能。
- (2) 過去對侵蝕海岸的防護措施以海堤為主，最多再補以突堤，但效果未臻理想，故思代以新工法。
- (3) 海岸地帶因經濟繁榮，大幅開發利用，不宜在該地帶施設防護措施，故設置離岸堤達到安定海灘目的。
- (4) 沿海地區繼加速開發，人口集中，足以負擔較高工程費，且近年施工技術進步，海中施工已非難事。

離岸堤經由於背後波浪繞射形

成遮蔽區，區內波高變小，堤後水位梯度的變化產生堤後環流，使沿岸漂沙淤積堤後，形成突出於原海岸地形的沙舌 (salient)，如設計得當則可形成繫岸沙洲 (tombolo)。如圖一、二所示。因此離岸堤設計時，基於海岸保全及規劃使用之觀點，離岸堤必須要能明確的達到消波作用亦堤後形成靜穩區域及淤沙效果防止海岸侵蝕，更積極的達到海岸線前進形成淺灘。同時離岸堤在規劃設計上，須以整個沿岸海域未來發展為考量，應從經濟面與安全面來分擔其他海岸保全設施所需負擔保護海岸之功能。

二、離岸堤基本型式

各種型式離岸堤之特徵如下：

(a) 不透水性連續堤

此型式之離岸堤可由離岸堤完全分離成陸側及海側，故若有充分高度堤高時，其消波效果會很好，唯在海側移動的漂砂不能透過離岸堤的堤身向內移動淤積。同時可能會妨礙堤內外水質的交換而產生水質清潔的問題。若無充分高度的頂

高時，則會產生越波的情形，而消波效果會很差。

(b) 透水性連續離岸堤

此類型式的離岸堤可獲很好的消波效果，不論單堤或群堤之開口端的周圍很難看到海流產生，而背後的淤沙效果很好之例則很少。相反的，會因離岸堤的反射波助長侵蝕作用，故不適用於沿岸漂砂量很多且碎波帶內易於移動底質的海岸。

(c) 不透水性不連續離岸堤 (群堤，單堤)

此類型式的離岸堤在消波方面若有足夠堤高時，離岸堤的後面則會有很好的效果。另一方面，在群堤的開口端上，若在開口端附近不設置其他的離岸堤時，亦會出現較波高更大的波浪，故開口寬度及離岸間距若適當的加以選定時，則從開口端進入的波浪會成半圓形予以分散，而海岸線附近的消波效果則會很好。

(d) 透水性不連續離岸堤 (群堤，單堤)

此類型式的離岸堤若興建在碎波帶上時，會因從海側通過離岸堤流向陸側之海流將沿岸漂砂或離岸堤前面浮游之底床砂向離岸堤的背後輸送，而在離岸堤背後的靜態區域產生沈積而形成淤砂現象，故最近廣被採用。而離岸堤背後獲得底床因繞射波的關係，會使海岸線與

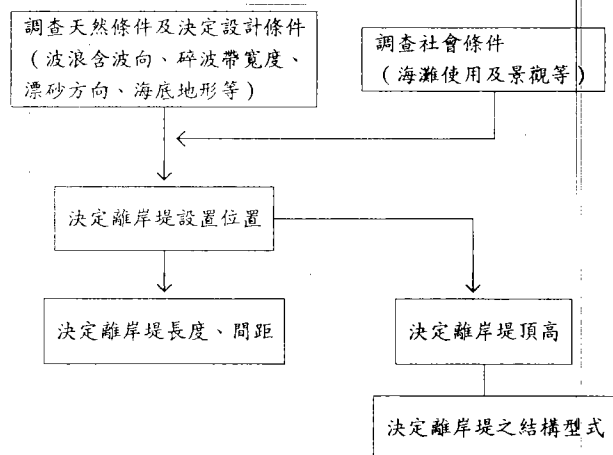
繞射波的波峰線形成平行的移動。

同時在上述的海流要加以補充的是在開口端產生向海側流動時，會使開口端之水深加深，故離岸堤若興建在碎波帶內時，通常離岸堤陸側浮游砂的濃度會較海側為高，因此流入的浮游砂會較流出的浮游砂少，這就是說不會產生侵蝕，而沒有漂砂流出。

離岸堤因堤體之消波作用，從開口端之繞射波及因此而形成繫岸砂洲 (Tombolo)，這些都是形成一整體的，不但可阻止侵蝕且對消波產生極佳的效果。因此目前開口寬度為堤長 $1/2$ 左右較容易施工的透水性不連續離岸堤廣被採用。尤其離岸堤背後地區欲獲得很好的消波效果時則採用不透水性之離岸堤。而防止從開口端進入波浪時則採用連續離岸堤而在開口端之海中興建副離岸堤。

三、離岸堤設計流程

離岸堤之設計流程如下：



四、設計條件

(a)潮位及波浪

離岸堤以消波為主時，應採用該海岸之高潮位作為設計潮位，而波浪則採用該海岸之設計波來設計。

離岸堤以淤砂為主時，因淤砂現象非短期性的，宜以長期性的漂砂淤積作為考量，故潮位應採用該海岸的平均潮位，波能則以平均波高來計算。但頂高則須以 H.W.L. 的潮位做為設計潮位。

(b)土質

在型式之選定與堤體之穩定檢討時，對施工位置之土質必需要能充分的掌握。

(c)海底地形的海灘地形

在海底坡降很陡之處，若以拋石或異形混凝土方塊作為離岸堤的堤身時，很容易產生散亂等現象。同時在地形變化很顯著之處易產生局部沖刷，堤體的不均勻沈陷及散亂等情形，故在此種情況時，對堤體的安全性上必須加以充分考量。

(d)海流及漂砂

在一系列的海岸上，因導流堤、或突堤，抑或防砂堤等結構物的興建而使沿岸漂砂被阻截，因此破壞了原本從河川等流下來的土砂所保持的平衡狀態，且因從河川土砂供給量的減少而造成海岸的侵蝕。

(e)施工條件

在離岸堤設計時，除必需充分的考量，到底是陸上施工抑或海上施工外，同時對施工的季節、工期、施工方法等均須充分加以考量。

五、日本經驗

各名詞定義如下(參閱圖3)：

堤長(ℓ)：離岸堤頂端在沿岸方向之長度(m)。

開口長度(ℓ')：相鄰離岸堤頂端在沿岸線方向之間距(m)。

離岸距離(Y)：離岸堤中線至離岸堤後面海岸線之距離(m)。

設置水深(h)：離岸堤前趾至H.W.L.之水深(m)。

水面上高度(h_c)：自H.W.L.至離岸堤頂高之高度(m)。

離岸堤頂高(R)：為以T.P.來表示離岸堤頂點之高度，亦即從水位±0至離岸堤頂點之高度(m)。

頂寬(B)：離岸堤堤頂海陸兩側之垂直距離(m)，但若為異形混凝土塊之結構時，應以規定斷面表示之。

繫岸砂洲長度(T_y)：從原有海岸線至前進之海岸線間之垂直距離(m)。

繫岸砂洲寬度(T_x)：海岸線由最初位置向前推進部份之沿岸最大長度稱之(m)。

開口部份之後退量(E)：在開口部份由最初海岸線後退後之海岸線間垂直距離(m)。

(A)離岸堤以消波為主之平面佈置

在設有堤防或護岸的海域上，興建離岸堤來達成減少越波量或飛沫量，而降低災害之目的時，可以參考下列所示計算結果或簡易計算結果設定其平面佈置。

此計算結果是以海底坡度相同之海灘為主，海底坡度採用1/10，1/20，1/40加以計算。離岸堤之設置水深則固定為3m及6m，波高傳遞率為0.4。以下是敘述消波效果對堤長與開口寬度之影響。此處之L則為離岸堤設置位置上之波長。

- (a) 堤長 ℓ 較半波長短時，消波效果會很差。
- (b) 離岸堤背後之波高大致可由堤長決定。設置水深在3m時，堤長為 $\ell/L=1.2\sim 1.6$ 及3.2以上時波高會顯著的降低，此值是海底坡度大部份趨於平緩的情況。設置水深為6m，堤長較 2ℓ 為長時，波高亦會顯著的降低。此時若開口寬度長為 $\ell'/L=0.4\sim 1.0$ 左右，開口寬度處之波浪亦會獲得某些程度降低效果。
- (c) 開口處背後之波高，因開口寬度 ℓ' 大致上均一定，故 $\ell=0.6L$ 時即可看得見開口處背後波高之降低。但堤高為 $3L$ 時，則開口處之影響則會變小。同時設置水深很深時，開口處之影響亦會變小。
- (d) $\ell\geq 2L$ 時，開口處之影響很小

，因波高傳遞率均一定。故 $\ell\geq 2L$ 時，可用連續式離岸堤求取傳遞波高，以消波效果為目的時，因為離岸堤背後與開口處背後不會發生很大的波高差，故在決定離岸堤平面佈置時，可由下列簡易計算求取開口處背後之波高。

1. 以離岸堤背後相同的水深求取透過波高與繞射波高再由其平均波能求取開口處背後之波高。透過波高可用以往的研究成果求之，使用繞射圖，將透過波之繞射與從開口處入射波浪之繞射波高予以重合（參閱圖4）。

2. 離岸堤群的消波效果，可由下式求得波高傳遞率。

$$\frac{H_{in}}{H_{out}} = \sqrt{\frac{\ell}{\ell + \ell'} K_1^2 + \frac{\ell'}{\ell + \ell'} K_0^2}$$

上式中 H_{in} ：離岸背後之平均波高

H_{out} ：入射波高

K_1 ：離岸堤之波高傳遞率

K_0 ：開口處之通過率

(=0.7~0.9)

(B)離岸堤以淤砂效果為主的平面佈置

離岸堤在淤砂效果上的平面佈置並無明確的法則可循。故在做水工模型試驗及數值計算時，必需對相似原則及公式的妥當性加以充分的檢討。

因沿岸漂砂的土砂有無供給及其供給量的大小對淤砂效果會有很大的影響，故對離岸堤需好好的控

制其漂砂效果。

(a) 繫岸砂洲平均長度

(1) 離岸距離：繫岸砂洲平均長度
= $(1/2 \times \text{繫岸砂洲長度} \times \text{繫岸砂洲寬度}) / \text{堤長與離岸距離關係}$ 如圖5所示。其中繫岸砂洲之長與寬均為從離岸堤設置時海岸線的移動量。

參閱圖5知悉，離岸距離在40~150m時繫岸砂洲的平均長度會很大，同時在波浪條件很差的海洋面上亦可產生繫岸砂洲。

(2) 堤長：由圖6知悉，堤長在50m以下時，不會產生繫岸砂洲。同時繫岸砂洲平均長度很大的堤長分佈為50~300m左右，而堤長在200m以下時繫岸島砂洲平均長度則有增大的傾向。

(3) H.W.L.水深時：由圖7知悉，H.W.L.水深在3~7m時，繫岸砂洲量的高峰是在H.W.L.水深4m左右。

(b) 開口處海岸變化量

(1) 與無因次參數（開口寬/堤長，開口寬/離岸距離）之關係：由圖8及圖9開口處海岸線變化量很大的情形是在開口寬/堤長在0.5以下，開口寬/離岸距離在0.7以下處，可知與地域別為甚差異。

(2) 無因次參數（堤長/離岸距離）：如圖10，開口處海岸線變化量很大時之堤長/離岸距離之值為0.3~2.0且分佈甚廣。

(c) 繫岸砂洲面積比

繫岸砂洲面積比= $(1/2 \times \text{繫岸砂洲長度} \times \text{繫岸砂洲寬度}) / (\text{離岸距離} \times \text{堤長})$ ，其與無因次參數（堤長/離岸距離）之關係如圖11所示。由圖知堤長/離岸距離之值在0.5~3.0時，繫岸砂洲面積比很大，甚最大處為1.5~2.5處。

(c) 淤砂效果良好之離岸堤佈置
—日本經驗

表一是由設置效果良好之離岸堤尺寸及地區所彙整所成的表，依項目來看，離岸距離的寬度在太平洋沿岸以50~250m左右較佳，而全日本則以40~150m左右較佳。堤長的長度在太平洋沿岸則以50~300m為優，而在內灣澳則為50~100m左右為佳，通常則是50~200m左右。H.W.L.時之水深則在太平洋沿岸與富山灣沿岸會有稍深的趨勢。堤長/離岸距離則在太平洋沿岸會稍小些，一般則在0.5-3.0左右。開口寬度/堤長除在地區IV稍大外，大致在0.5以下。開口寬度/離岸距離則在內灣澳稍有大些外，其他大致上在0.7以下。

圖12~圖14是以目前的「結構基準」與建造實例加以比較者，以確立目前離岸堤設計時之指南。

由豐島一連串的研究，在離岸堤施工法的普及與設計法之確立上貢獻良多，而目前離岸堤建造基準亦以豐島之建議案（豐島，1971）為準。在建造基準中群堤在中水深時，海岸線上之深海波浪波長為L，

堤長為 l 時，堤長 l 為 $(2\sim 6)L$ 或 $60\sim 200\text{m}$ ，開口寬度為 $1L$ 或 $20\sim 50\text{m}$ ，離岸距離為 $(0.3\sim 1)l$ ，這些範圍如圖中所示。「建造基準」之範圍甚廣，建造實例大致上均包括在內，依地區來說明相當的散亂。

(D)其餘各項要點

(1)堤頂高度

堤頂高度應依量設置目的並考量設置水深、潮位、波浪、地層及堤體之沉陷、離岸堤之型式等加以決定。

以消波效果為目的時，必需依須獲得的衝擊高度及越波量降低的效果加以決定。此時可使用以往的實驗結果，可簡易的由離岸堤的傳遞波高換算成深海波的越波量，由所求得的頂高及衝擊波高或越波量的關係，並以主要目的堤防或護岸的頂高來決定離岸堤之頂高。而以淤砂為目的時，只須對每次來襲的波浪不發生越波為頂高即可充分的得到效果。因此通常必須以

$$\text{H.W.L.} + 1/2 \times (\text{在設置水深處之示性波高}) + \text{沉陷量}$$

$$\text{或 } \text{H.W.L.} + 1.0 \sim 1.5\text{m} + \text{沉陷量}$$

兩種中選定其設置水深、潮差、使用材料、施工法等條件來加以決定。

(2)堤頂寬度

堤頂寬度須考量堤體之穩定予以決定之。

離岸堤容易受到越波之損害，

因此若使用異型混凝土塊興建離岸堤時，必須考量混凝土塊被波浪衝擊翻覆掉落之危險，因此其堤頂寬度最少必須要有三個混凝土塊並排以上的寬度才可以。

(3)堤體之穩定

堤體須對波力及基礎之沖刷、吸出，沉陷等均具有穩定性之結構。

不論是以消波或淤砂為目的，必須要能確保堤體斷面之穩定，始能發揮堤體的功能，故必須考量對外力、海底變化的穩定性要有充分把握。尤其對異型混凝土方塊的重量、疊積方法、邊坡坡度、堤頂寬度、基礎結構等各方面均須加以充分的考量。

使用於離岸堤之異型混凝土塊重量，原則上可用Handson公式計算。唯建議異型混凝土塊重量之決定以參考過去多數受災海岸之實例，以採用其重量之1.5倍左右為宜。同時堤頂寬度最好能寬些，這樣對堤體的穩定性及消波的效果上均會更佳。

離岸堤的堤址前面因大部份均發生局部沖刷，故從堤體的穩定性方面而言，海側面之邊坡坡度以較平緩為佳。同時須考量因堤體之反射波會使離岸海側產生許多漂砂量，故堤體應考量採用複斷面或緩坡邊坡結構，以利降低反射率。

六、結論

離岸堤的構築受當地波浪條件與近岸流況的分佈有其決定性的影

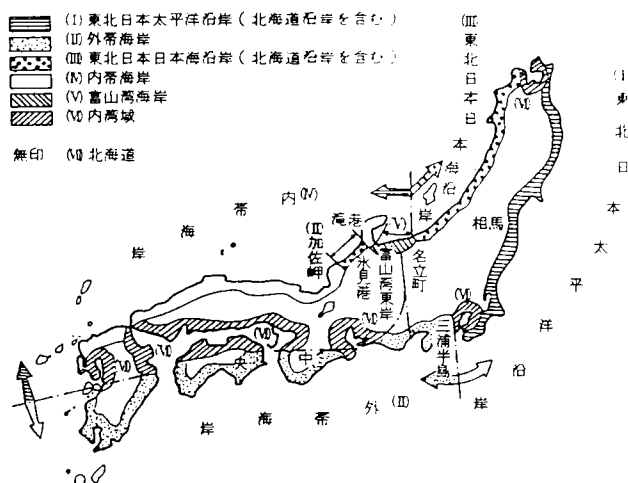
響，因此離岸堤如何佈置方能得到良好的發揮安定海灘的功能，沒有一定的規劃可循，應將就各地條件詳細評估後構築，本文將日本由以往設置離岸堤的經驗尋找出佈置離

岸堤的一些遵循法則，由於日本海況條件和我國相近，日本的經驗可做為未來構築離岸堤的借鏡與參考。

表一 效果較佳之離岸堤各部尺寸比較表

項目 \ 地域區分	太平洋沿岸		日本海沿岸			內灣域	全國
	I	II	III	IV	V	VI	
離岸距離	100~150m	50~260m	50~130m	30~150m	30~100m	30~80m	40~150m
堤長	100~150m	50~300m	50~150m	50~200m	70~150m	50~100m	50~200m
H.W.L.時水深	4~5m	4~7m	3~6m	3~5m	4~8m	3~5m	3~7m
堤長/離岸距離	1.0 程度	0.5~1.5	0.5~3.0	0.5~2.0	1.5~3.0	1.5~2.0	0.5~3.0
開口寬/堤長	0.3~0.5	0.1~0.5	0.1~0.5	0.1~0.8	0.3~0.5	0.1~0.6	0.1~0.5
開口寬/離岸距離	0.3~0.4	0.1~0.6	0.2~0.6	0.2~0.5	0.5~0.7	0.3~1.2	0.2~0.7

附註：地區是依地形條件及海象條件區分，離岸堤尺寸則是依地區之不同參考田中海灘區分法（田中，1983）將日本全國分成6地區。



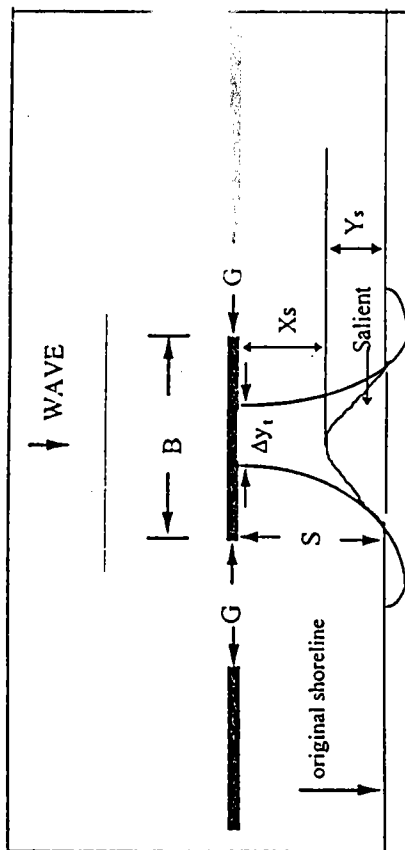


圖 1 離岸堤示意圖



照片 1 日本海岸離岸堤背後繫岸沙洲

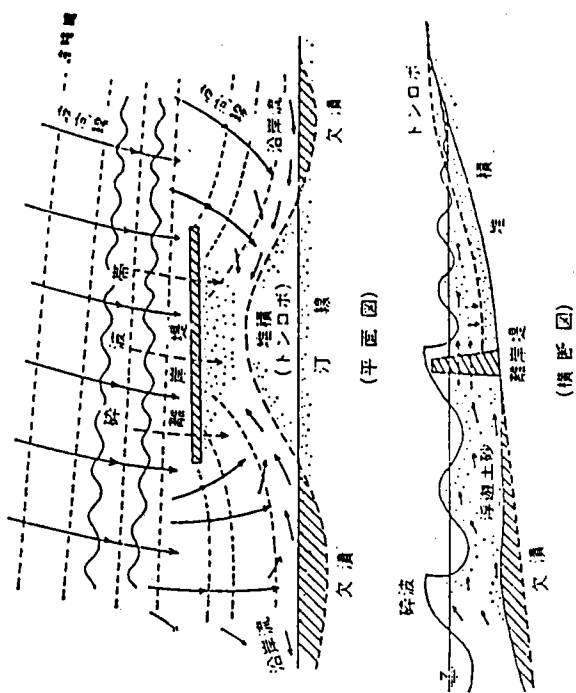
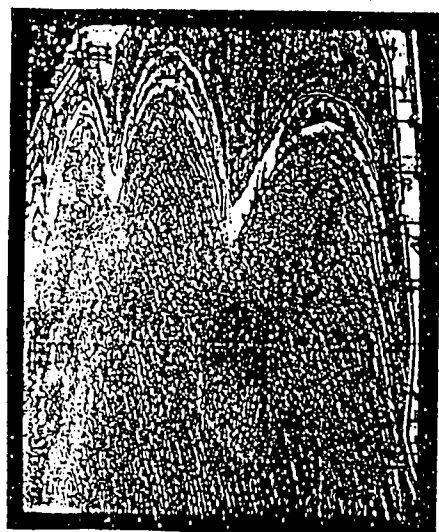


圖 2 離岸堤後沙舌形成機制圖



照片 2 西班牙海岸離岸堤背後沙舌

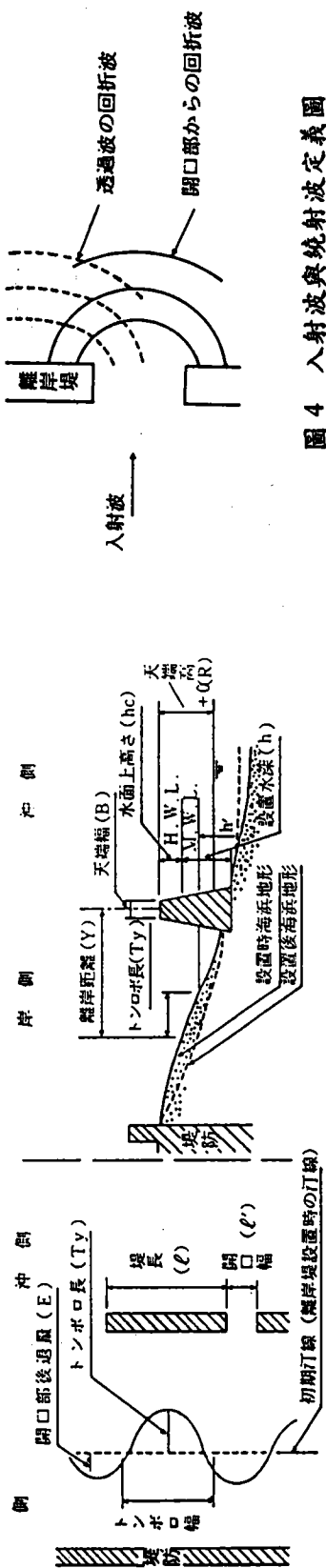


圖 3 名詞定義圖

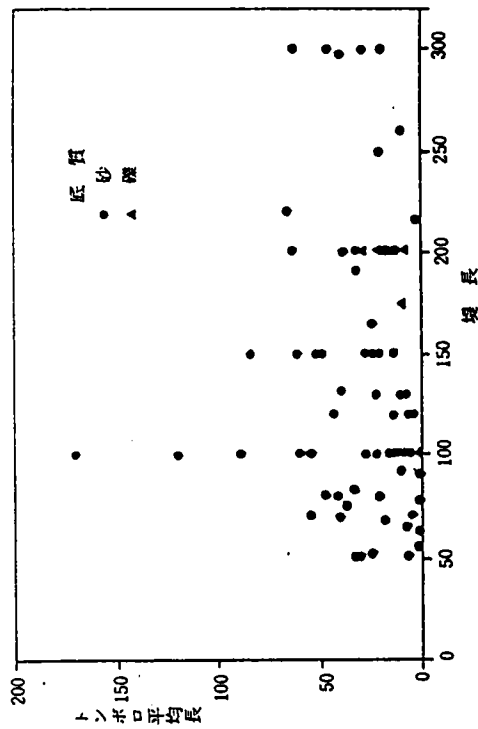


圖 6 繁岸砂洲平均長と堤長関係圖

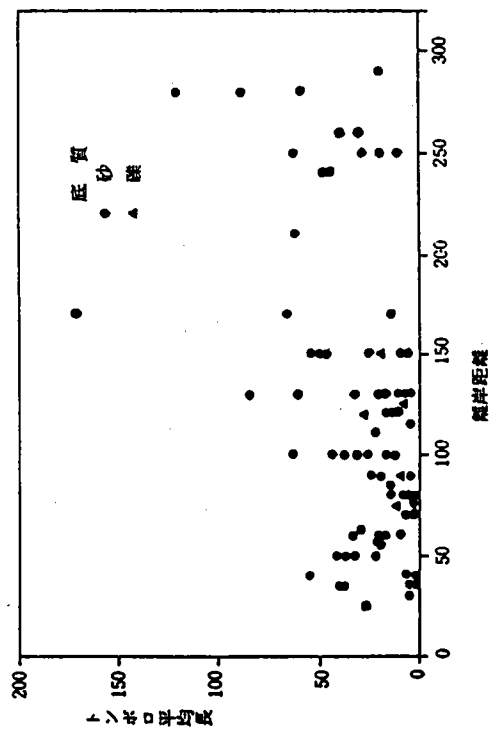


圖 5 繁岸砂洲平均長と離岸距離関係圖

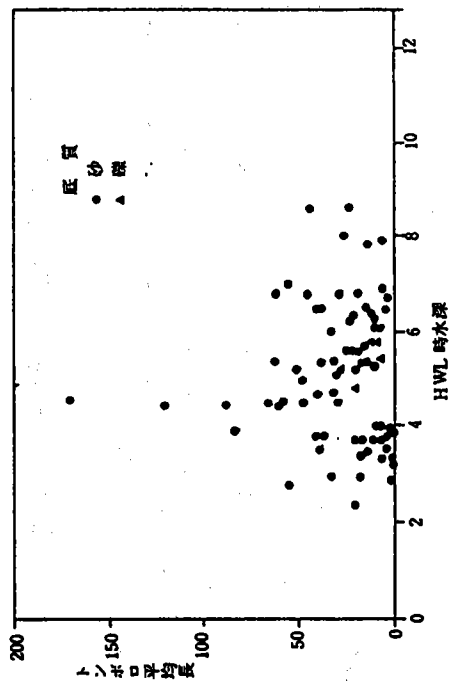


圖 7 繁岸沙洲平均長度與 H.W.L. 時水深之關係圖

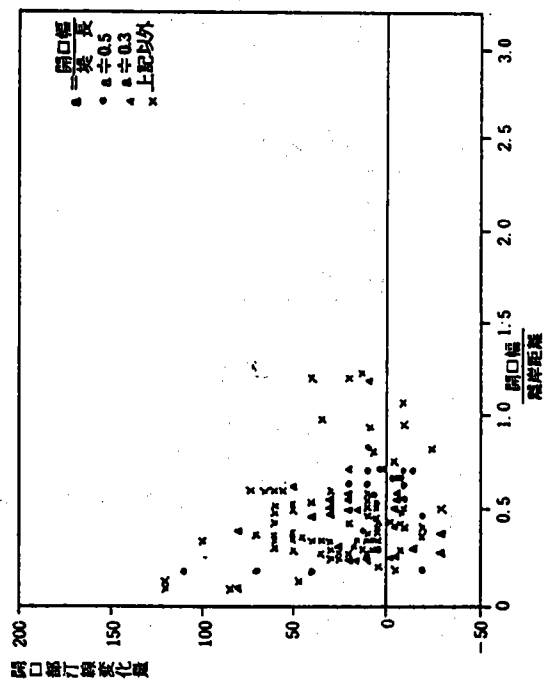


圖 9 開口處灘線變化量與無因次參數(開口寬/離岸距離)之關係圖

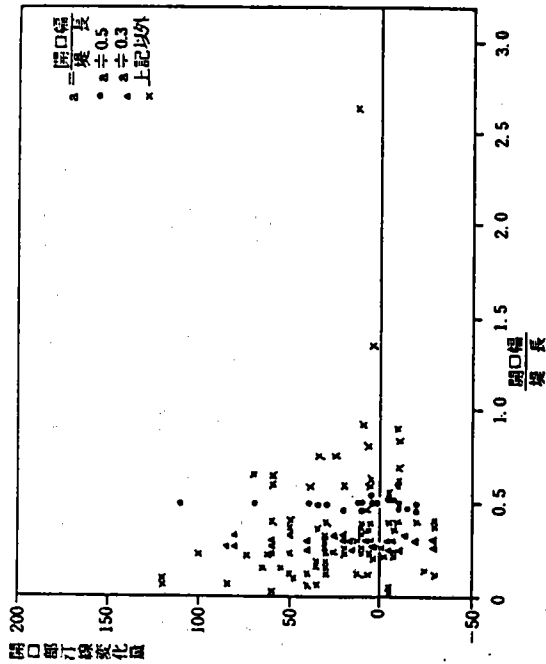


圖 8 開口處灘線變化量與開口處實際堤長間之關係圖

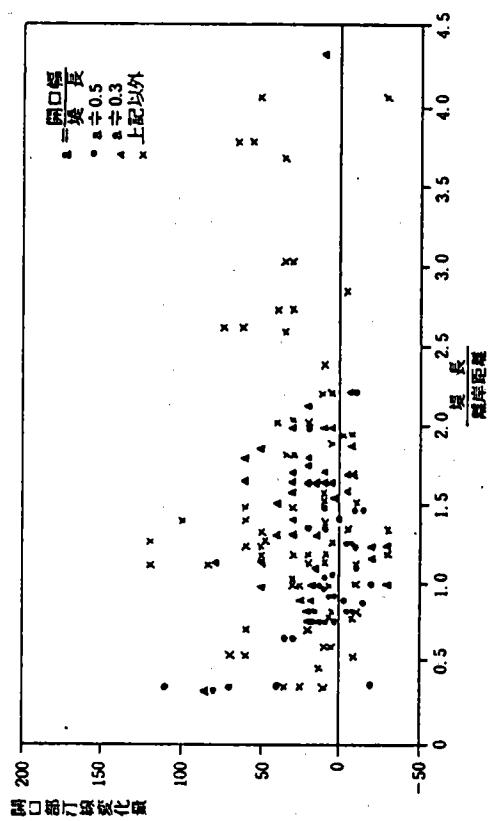


圖 10 開口處灘線變化量與無因次參數(堤長/離岸距離)間之關係圖

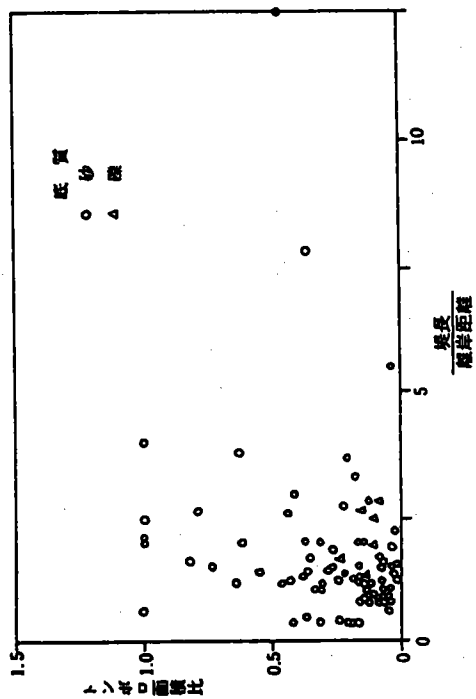


圖 11 繁岸砂洲面積比與無因次參數(堤長/離岸距離)間之關係圖

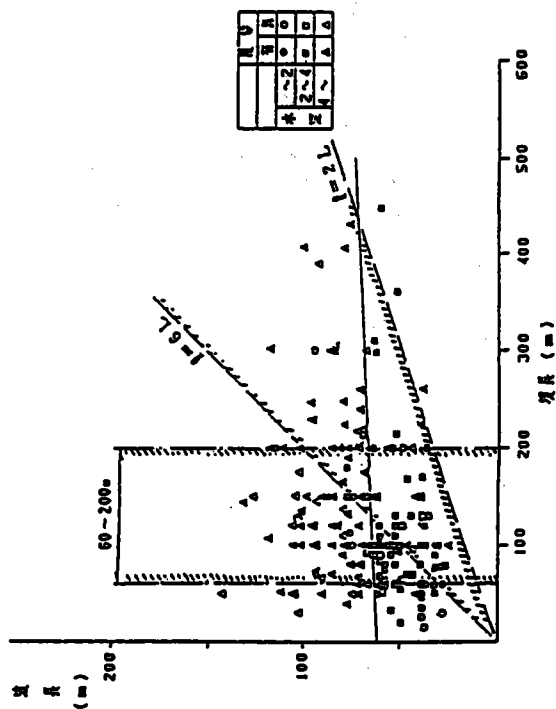


圖 12 波長與堤長之關係圖

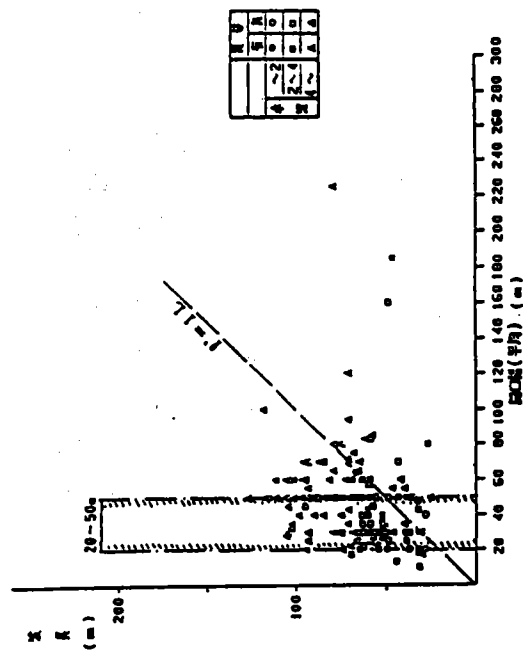


圖 13 波長與開口寬之關係



圖 14 波長與離岸距離之關係

台灣地區國際港埠混凝土結構物 鹼質與粒料反應之調查研究

李 釗¹、許書王²、陳桂濟³、柯正龍⁴、饒 正⁵

1. 國立中央大學土木工程研究所副教授
2. 交通部科技顧問室技正，國立中央大學土木工程研究所博士候選人
3. 港灣技術研究所港工材料組副研究員、國立中央大學土木工程研究所博士候選人
4. 港灣技術研究所港工材料組助理研究員
5. 港灣技術研究所港工材料組副研究員兼組長

摘 要

混凝土中的鹼質成份與粒料中的活性成份相互作用，形成具膨脹性的鹼質與粒料反應，會使混凝土產生地圖狀龜裂、起泡爆裂等現象，嚴重時甚至會造成構造物的崩毀，對於混凝土耐久性有相當不利的影響。判測鹼質與粒料反應不能僅由目測作為唯一之依據，必須經由一系列的相關試驗和依據規範進行深入判測後始能確定。本研究應用目視檢測構造物的外部徵候、粒料岩相分析、化學法和砂漿棒法測試粒料活性、鑽心試體加速膨脹試驗、微觀分析等方法，對台灣地區四個國際港埠之混凝土構造物，進行鹼質與粒料反應現況調查分析。結果顯示部份港區混凝土構造物有鹼

質與粒料反應之現象，其嚴重性依次為消波塊、防波堤等構造物。

一、前 言

臺灣四週環海，氣候溫濕多雨，港灣混凝土構造物因海水侵襲，具有較高的濕度及鹽分，構造物發生腐蝕劣化的機率很高，其中鹼質與粒料反應為混凝土劣化現象中的一項，因其發生期長達5~12年甚至更久，以往因相關規範和調查研究尚未完備所以常被忽略，但在高濕度和鹽分的環境條件下，港灣混凝土構造物產生鹼質與粒料反應造成劣化的機率非常高，因此可能降低港埠實際功能，降低混凝土構造物的使用壽命，甚至加速構造物的崩毀速度。近年來國內公共工程建設如火如荼的進行，粒料需求量大

增，因此品質優良之粒料被大量使用，造成優良粒料日漸減少，再加上主要砂石產地相繼遭到禁採，未來使用次級或劣質粒料的機率相對增加。國內有關鹼質與粒料反應的研究報告中顯示，台灣部份地區的粒料具有活性，並發現有疑似鹼質與粒料反應的混凝土構造物，其中以花東地區最為顯著。由於鹼質與粒料反應會造成混凝土劣化，影響混凝土構造物耐久性與安全性。國內幾個重要國際港埠設施，由於使用混凝土數量非常龐大，且其所處環境較諸其它構造物更具發生鹼質與粒料反應的危害及威脅，在政府大力推動東砂西運的政策，及業者進口大陸不明來源粒料等影響下，將來各港區混凝土構造物使用到活性粒料的機會大增，使混凝土構造物極具發生鹼質與粒料反應的潛勢，故若能在混凝土構造物尚未劣化之前及早發現，並速謀對策，建立預防措施，將對確保港灣混凝土構造物的安全性，避免遭受重大的生命、財產損失有很大助益。

由於國內目前對於鹼質與粒料反應的檢測與評估方法，尚未有一套完整的架構，本研究嘗試以多種方法包括目視檢測、非破壞性檢測、鑽心、裂縫監測、實驗室加速試驗、岩相分析和微觀分析等多種方法，對台灣地區各大國際商港（除高雄港區尚未調查外）之混凝土構造物，進行鹼質與粒料反應的深入調查與研究，期望建立爾後鹼質與粒料反應檢測與研判的架構及研究

方法，供相關單位參考應用。

自民國84年起港灣技術研究所即與中央大學，開始對台灣各大港區進行有關鹼質與粒料反應之調查與研究工作，幾年來已投入大量的人力、物力與心血，並獲致初步成果，限於篇幅及研究時程僅將部份結果簡述如後，詳細的調查研究結果請參閱已完成之相關報告。

二、試驗規劃與實施方法

判測鹼質與粒料反應不能僅由目測檢測作為唯一的依據，必須經由相關規範進行實驗後始能確定。本研究除對構造物進行外部微候目視調查外，並同時實施現場非破壞性檢測、鑽心取樣試驗、粒料產區之砂石取樣試驗、國內水泥含鹼量之調查等方法，對鹼質與粒料反應進行分析研究以求嚴謹。

1. 調查之港埠與範圍

花蓮港區：港區內碼頭與建物，新、舊東防波堤，西防波堤，消波塊

基隆港區：港區內東、西碼頭及建物，東、西防波堤，八尺門堤防，消波塊

蘇澳港區：港區內碼頭與建物，南外廓防波堤，漁港北外防波堤，消波塊

台中港區：港區內碼頭與建物，南、北海堤，南、北防波堤

2. 研究方法

(1) 現場目視調查

以現場實地踏勘的方式利用目視方法，從構造物表面的裂縫型態初步判測驗質與粒料反應，其徵候在無筋混凝土表面，主要包括地圖狀的裂縫、起泡爆裂、以及可能有白色或無色濕點狀的滲出物；在鋼筋混凝土部份則會產生平行於主鋼筋的裂縫，並有白色或無色濕點狀的滲出物。檢測時機以雨後混凝土面初乾，裂縫較易顯現時為較佳。

(2)現場非破壞性檢測

經目視檢測後，篩選有驗質與粒料反應徵候之位置，進行非破壞性檢測。檢測項目包括：強度測試錘、電阻試驗、埋設裂縫監視測點、混凝土中性化試驗……等。以建立構造物目前相關性質比對基本數據。

(3)港區附近粒料供應可能來源取樣與試驗

就經濟、成本、地緣與交通等各層面之考量，港區工程建設所需相關建材，可能就近取材使用，因此在徵詢各港務局相關人員意見後，至可能之粒料來源採取粒料樣品，至實驗室進行岩相分析、ASTM C289化學法粒料活性試驗、和ASTM C227水泥砂漿棒膨脹法粒料活性試驗，檢測研判粒料的活性。

(4)鑽心試體試驗室分析

為與非破壞性檢測所得之結果相互比對，在各港區現場進行

鑽心取樣，將混凝土試體攜回實驗室進行相關之試驗分析。實驗室內試驗包括：X光繞射分析和掃描式電子顯微鏡等之微觀分析、岩相分析、骨材粒料活性檢測、試體加速浸泡膨脹量量測等試驗。

(5)國內水泥含鹼量調查

調查國內目前各廠水泥產品的含鹼量，確實瞭解國內產製水泥的含鹼量情形，再依規範建議低鹼水泥的標準，評估將來混凝土構造物若使用到活性粒料後，發生驗質與粒料反應的可能性。

三、初步調查結果與討論

1.外觀徵候判測

外觀徵候為判測驗質與粒料反應之第一步驟，在調查之四大港區中以東部花蓮和北部基隆港區內，部份混凝土表面出現地圖狀、不規則且稍寬的裂縫，裂縫間隙偶有白色滲出物等現象，基本上與發生驗質與粒料反應之表面徵候極為相符。

花蓮港新東防波堤堤身部份，初步判測在 $0^{\text{K}}+360$ 處呈地圖狀裂縫的區域，如圖1所示，極可能係因驗質與粒料反應所造成。又西防波堤位置在 $0^{\text{K}}+847$ 至 $0^{\text{K}}+945$ 間之20噸雙T型護堤消波塊(如圖2)，新東堤航道內側之10噸鼎型塊(如圖3)，外觀有明顯地圖狀的裂縫且裂損相當嚴重，裂縫寬度大小不一，顯

示裂縫有成長的趨勢，部份裂縫間隙偶有滲出物流出的情形，與鹼質與粒料反應的微候頗為相符。

基隆港區僅在東防波堤位置，發現數量眾多之護堤消波塊，外觀出現地圖形狀裂縫，如圖4所示，裂縫寬度不一並有白色膠質滲出物，此情形與花蓮港西堤外側雙T型護堤消波塊的裂縫型態極為相似，有待進一步分析確認。西防波堤消波塊具地圖形狀裂縫者，不十分明顯且數量很少，從混凝土外表觀察應屬新近拋放，亦可能為收縮裂縫等，可能不屬於鹼質與粒料反應。

台中港與蘇澳港區經實地調查後，可能因粒料料源、水泥特性、使用時間的關係，目前港區構物尚未發現有類似鹼質與粒料反應的外部微候。

2. 粒料分析

各港區附近地域可能供應粒料之來源，取樣經ASTM C289分析及相關檢測後，部份地區粒料來源含有活性成份，屬具潛勢狀況，有待進一步分析比對。

3. 試驗室分析結果

外觀微候明顯的混凝土構造物，鑽心取樣經試驗室相關精密儀器鑑定後，部份試體之粒料組成含有tridymite（鱗英石）、cristobalite（方英石）、opal（蛋白石）、dolomite（白雲石）等活性成分。混凝土中使用的粒料含有可能具有活性的成份，所以呈地圖狀裂縫的混凝土，發生鹼質與粒料反應的可能性相對增

高。其裂縫間之白色膠體滲出物鑑定為含鹼、矽、鈣和鈉之組成，與試體內部微觀結構呈海綿狀或細狀體之膠結物相似，上述分析結果與外觀微候之調查相互印證，可知應有鹼質與粒料反應之生成物存在。

4. 鑽心試體加速膨脹試驗

現場鑽心取樣之試體分別置於38℃、100%相對溼度環境，及38℃、1N NaOH溶液中，進行加速膨脹量變化試驗。花蓮港區之鑽心試體在兩種加速環境下均有明顯膨脹的情形，其中部份試體浸泡在氫氧化鈉溶液中的膨脹量，遠大於養治在100%相對溼度環境下的膨脹量，顯示鑽心試體中的粒料有相當的膨脹潛能，其它港區之試體尚陸續在試驗中。

5. 國內水泥含鹼量調查

為預防混凝土構造物發生鹼質與粒料反應，ASTM C-150規定水泥中的鹼金屬當量應低於0.6%，經蒐集國內各廠牌I型水泥含鹼量比較，發現國內大部份的I型水泥其含鹼量均超過規定。顯然台灣四周環海在潮濕的環境情況下，混凝土構造物若不慎或無意使用到活性粒料，且環境條件又可配合鹼矽膠體吸水膨脹，則發生鹼質與粒料反應破裂的機會相當大，而其中部份水泥的鹼金屬當量高達0.8~1%，未來基於環保問題的考量，水泥的含鹼量可能將有增無減，就預防鹼質與粒料反應的方向而言，在部份

水泥含鹼量較高的情況下，應及早謀求有效抑制鹼質與粒料反應的方法。

四、結論與建議

本研究針對港區混凝土構造物進行一系列的調查與實驗，包括電阻、中性化、反彈錘、裂縫深度、鑽心試體、微觀分析（電子顯微鏡、X光繞射分析）、岩相分析等，經研究分析後，對日後判測檢定鹼質與粒料反應時，建議可參考下述方式和步驟進行檢測：

(1)混凝土構造物外部微候調查，觀察混凝土是否有地圖狀裂縫，或平行主應力的裂縫，表面是否有濕點狀或流出膠體狀的反應產物。

(2)利用掃描式電子顯微鏡和X光繞射分析儀進行微觀分析，觀察混凝土孔隙和粒料周圍是否有鹼砂膠體等反應產物。

(3)取混凝土鑽心試體，至實驗室藉38℃、100%相對溼度，和1N NaOH溶液作為加速環境進行加速膨脹試驗，以預判混凝土日後的膨脹潛勢，但是若混凝土已呈現明顯的地圖狀裂縫，則其膨脹量可能會相對較低，宜避免誤判。

(4)岩相分析，觀察混凝土中之粒料是否含有活性成分。

(5)在檢測港區混凝土構造物中，發現近水但不浸水的混凝土構造物，就鹼質與粒料反應的自然環境而言，屬最具潛勢地區值得注意。

誌 謝

本研究承蒙台灣省交通處港灣技術研究所提供經費並共同參與研究，以及各港務局長官全力支援，研究期間多位學者專家不吝指正，俾得結果特文誌謝。

參考文獻

1. 櫻茂，「制訂混凝土耐久性試驗方法及規範研究」，內政部建築研究所籌備處，專題研究計畫成果報告MOIS840018。
2. 儲炳麟、顏聰、盧俊寬，「台灣西部地區砂石料源鹼質反應調查研究」，交通部國道新建工程局研究報告，1994年3月。
3. 李釗，許書王，陳桂清，「由破裂之消波塊探討鹼骨材反應」，港灣報導No.35，pp.30-40，台灣省政府交通處港灣技術研究所，1996年10月。
4. 李釗等，「花蓮港港區混凝土結構物鹼質與粒料反應之分析研究」，台灣省政府交通處港灣技術研究所，委託研究計劃期末報告，1998年6月。
5. 李釗等，「港區混凝土結構物鹼質與粒料反應調查與潛勢分析研究」，台灣省政府交通處港灣技術研究所，委託研究計劃期中報告，1999年1月。
6. 李釗等，「花蓮港港區混凝土結構物鹼質與粒料反應之分析研究」，港灣技術，1999年4月(出刊中)。
7. Hobbs, D. W., Alkali-Silica Reaction in Concrete, Thomas

- Telford, London (1988).
8. SHRP-C-342, "Alkali Silica Reactivity: An Overview of Research", Strategic Highway Research Program (1993).
 9. Mindess, S. and J. F. Young, Concrete, Prentice-Hall Inc., New Jersey (1981).
 10. SHRP-C-343, "Eliminating or Minimizing Alkali-Silica Reactivity", Strategic Highway Research Program (1993).
 11. SHRP-C/FR-91-101, "Handbook for the Identification of Alkali-Silica Reactivity in Highway Structures", Strategic Highway Research Program (1991).

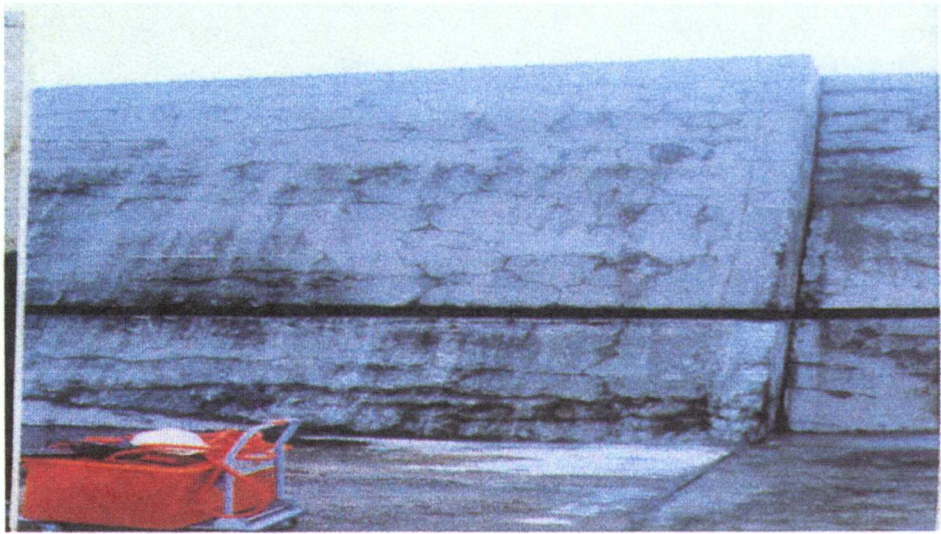


圖 1 花蓮港新東防波堤 0^k+360 處堤身部份呈地圖狀裂縫的區域



圖 2 花蓮港西防波堤 $0^k+847\sim 0^k+945$ 間 20 噸護堤消波塊外觀呈地圖狀裂縫



圖 3 花蓮港新東防波堤航道內側之 10 噸鼎型塊外觀呈地圖狀裂縫



圖 4 基隆港東防波堤護堤消波塊外觀呈地圖狀裂縫

港灣技術研究所潮汐資料 之品管校核簡介

楊怡芸 港研所海工組

一、前言

潮汐爲人類在從事各項海上活動時，所需的基本資訊，不論是在航運工程、港灣建設或是休閒活動上，都會受每日潮水漲落的影響而息息相關。政府遷台後，中央氣象局、台灣省水利處、台灣省土地資源開發委員會水文氣象觀測隊、台灣省港灣技術研究所（以下簡稱本所）、國內各港務局、成功大學水工試驗所、經濟部工業技術研究院能源與資源研究所、台灣電力公司電源勘測隊、中國石油公司等單位都先後參與潮汐觀測的工作。早期所有觀測記錄均列入機密檔案，當時所觀測、記錄方式係採用自記紙記錄，再經人工讀取每小時的資料，逐筆填錄於記錄簿內，再以密件封存。1983年本所規劃從台中港潮汐開始以電腦檔鍵檔工作。1990年3月國防部宣佈潮汐資料解密後，開始著手五港的潮汐整理、鍵檔，接著蒐集、鍵檔水利處觀測之資料，納入本所潮汐資料中。但因有些記錄已慘遭蟲蛀，或因墨水褪色導致字跡模糊無法辨認、或因儀器故

障無法即刻修復、紙張無法即時替換……等因素，導致資料漏失無法彌補。凡此總總都造成日後鍵檔的困難。現存設有長期觀測的機關主要有本所、中央氣象局、水利處等單位。

本所於民國75年迄本年度的基本研究計畫「台灣四周海氣象調查研究」中陸續蒐集大量的海氣象資料。雖然在歷年的計畫中，曾就這些資料加以整理、分析。但主要是以本所的觀測資料爲主，且常侷限於某一特定區域，而缺乏台灣四周整體的特性結果。近年來由於大量的海岸設施工程、填海造地工程、海域遊憩活動管理及海岸區域之環保問題等，各界對於海洋資料之需求益形迫切，然而前述的海氣象資料（屬海洋資料的部份項目），及其分析結果因數量龐大，項目繁雜，實在須有一妥善的資料庫加以儲存與管理，同時也須有一套方便操作的查詢系統，提供給資料需求者，使其能快速、正確的獲得所需的資料與資訊。因此，本所近年投入相當的人力著手潮汐（歷年）資料品質校核以期能提供正確、良質的

資訊。

二、海象資料需求分析

海象資料與海運、漁業、海洋工程、海洋環保、旅遊、地殼變動研究及其他與海洋有關的各行各業息息相關。根據潮汐資料解密後由本所所提供的潮汐資料申請案件統計（非列管之海象資料與一般氣象資料併列提供，因區分耗時不另作統計）分析，初步獲得以下結論：

1. 資料需求量之增加與人口增加、經濟成長與沿海開發有關，並且表示資料需求量與國家經建發展成正比。
2. 因執行業務與規劃業務需要資料者所佔比例合計高達90%，顯示與沿海區域開發與海岸工程施工，加速開發海洋資源有關。
3. 學術研究單位需求量比率逐年增加，表示國家整體建設中，重視基礎科技研究與重大建設委託學術研究單位分析基本資料的案件越來越多。
4. 規劃業務需求比率逐年增加，顯示先期規劃工作因配合實際需要之增加而逐年增加。
5. 台灣沿海旅遊事業、釣魚活動等，基於沿海活動安全因素的考量，預期海象服務之需求必然增加。

表1為港研所歷年來索取資料單位統計表。

三、資料品管之嚴控

海氣象觀測資料心須「量」與

「質」並重，在規劃台灣四周海象資料庫網站以增加觀測「量」的同時，對於「質」的要求當然亦須提升。

資料品管的消極意義在找出並除去可疑的資料，而在積極面上則是進一步對資料作驗證以及發現儀器的故障等問題。一般來說，資料品管分為兩種，一為自動品管，另一種則為人工品管。由於工作內容主要是針對以往舊有之資料整理與校核，故採用人工校核的方式來處理。目前潮位資料已檢查完畢者有以下之測站：

1. 台中港潮位站
60年~87年6月止
2. 高雄港十號碼頭測站
60年~86年止
3. 高雄港第二港口測站
81年~86年止
4. 基隆港測站
55年~86年

四、品管流程

品管流程如圖1所示，先由量方面的資料收集、鍵檔，進入Fix-Data程式集輸入港口代號（如圖2所示），經由第一步驟處理成副檔名.DA1（如圖3所示），輸出問題清單（如圖4所示），再經由第二步驟處理成副檔名.ORG（如圖5）；再以Viewdia程式執行檔，用於檢視ORG格式資料，檔案以圖形顯示分成整月資料圖形與節點資料點顯示於螢幕上。在節點資料顯示方面可以查詢整個月、每日、每小

時之潮高，以及每日高潮點與低潮點等參考資料，並可由線上執行各種形式的資料修改作業，以便於校

核資料之正確性（如圖6），最後繪成曲線圖、再製作成統計表（如圖7所示）。

表1 各單位索取資料統計表

		波 浪	海 流	風	潮 汐	颱 風
學術單位	件數	42.0	35.0	29.0	57.0	11.0
	比率	45.16%	49.30%	33.72%	49.14%	47.83%
顧問公司	件數	25.0	18.0	38.0	36.0	4.0
	比率	26.88%	25.35%	44.19%	31.03%	17.39%
法 院	件數	1.0				
	比率	1.08%	.00%	.00%	.00%	.00%
公證公司	件數	3.0	1.0	3.0	2.0	2.0
	比率	3.23%	1.41%	3.49%	1.72%	8.70%
船務公司	件數	2.0		2.0	2.0	
	比率	2.15%	.00%	2.33%	1.72%	.00%
機 關	件數	5.0	10.0	2.0	9.0	1.0
	比率	5.38%	14.08%	2.33%	7.76%	4.35%
其 他	件數	15.0	7.0	12.0	10.0	5.0
	比率	16.13%	9.86%	13.95%	8.62%	21.74%
總 和	件數	93.0	71.0	86.0	116.0	23.0

全部總和：389（件）

潮汐資料校核流程

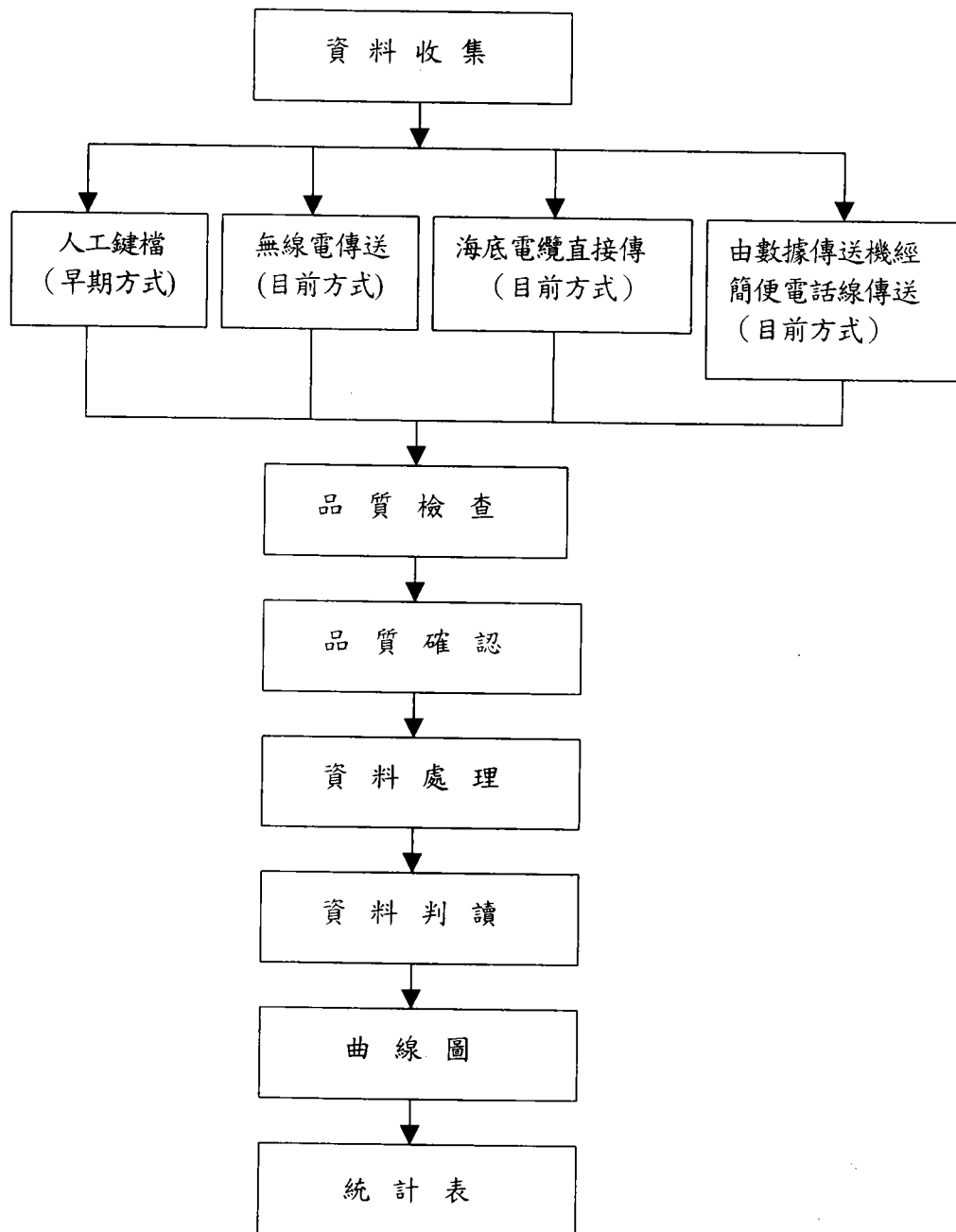


圖 1 潮汐資料校核流程圖

代號: HL

(數字碼, 其餘無效)

港口: HUA-LIEN

(數字碼, 其餘無效)

新增

刪除

存檔

離開

圖 2 編輯港口代號螢幕圖

第一步驟 第二步驟 結束

第一步驟

讀出副檔名

DAT

起始年度

66

終止年度

97

讀入副檔名

DA1

確定

檔案名稱

檔案副檔名

檔案類型

檔案大小

檔案日期

檔案時間

檔案屬性

檔案內容

檔案路徑

Path: c:\tide-all.dat

c:\

tide-all.dat

tide.kl

ti9703kl.dat

ti9704kl.dat

ti9705kl.dat

ti9706kl.dat

ti9707kl.dat

ti9708kl.dat

ti9709kl.dat

圖 3 資料處理第一步驟螢幕圖

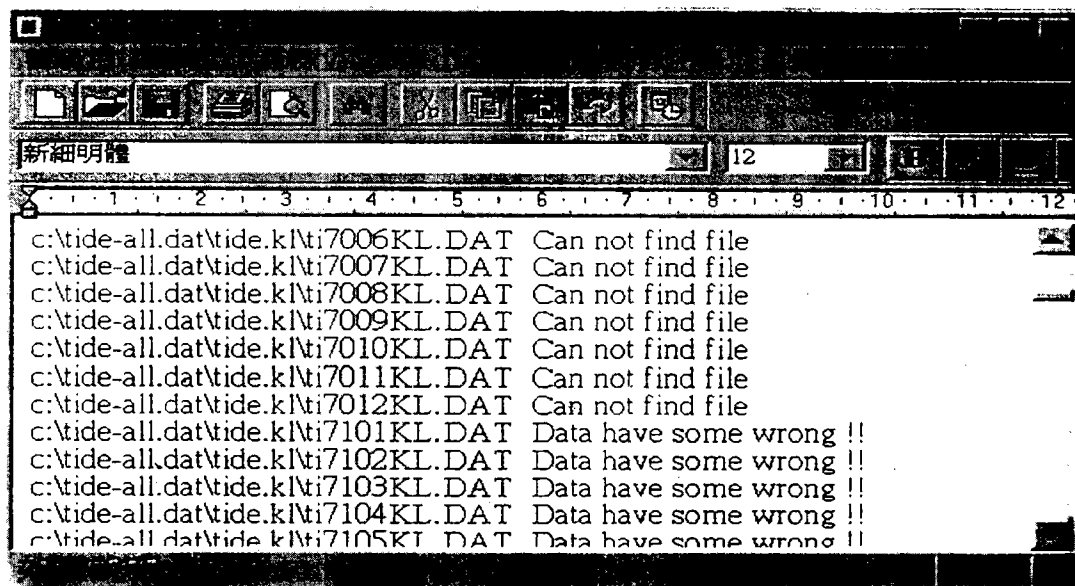


圖 4 輸出問題清單螢幕圖

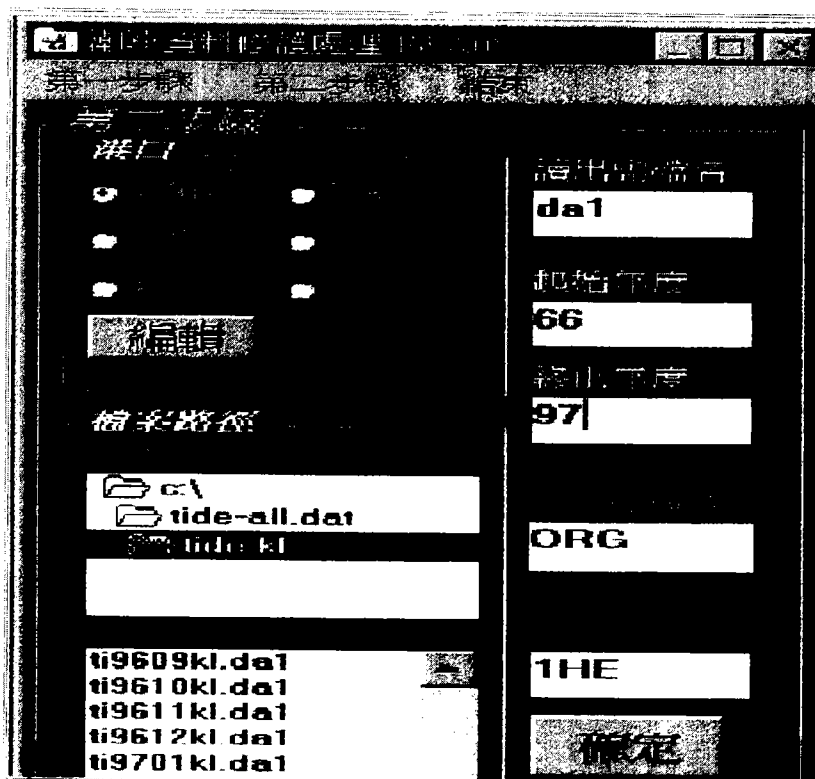


圖 5 資料處理第二步驟螢幕圖

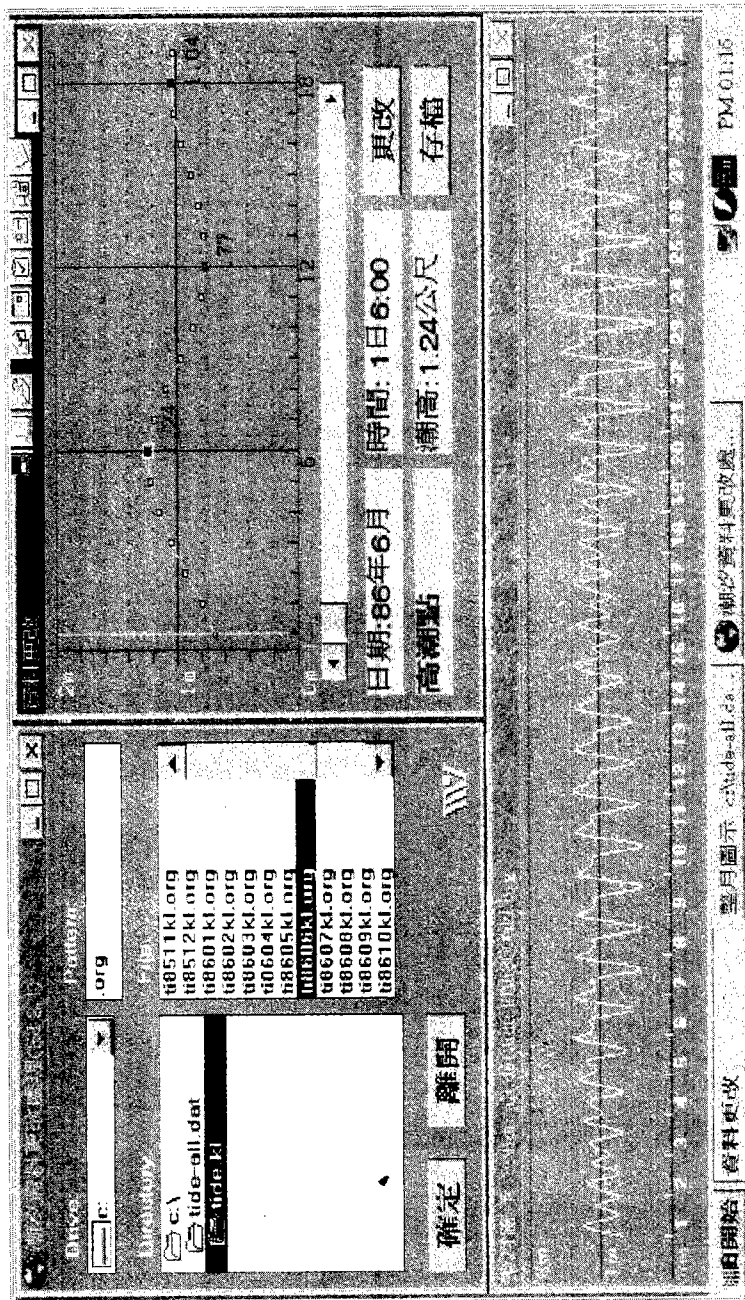
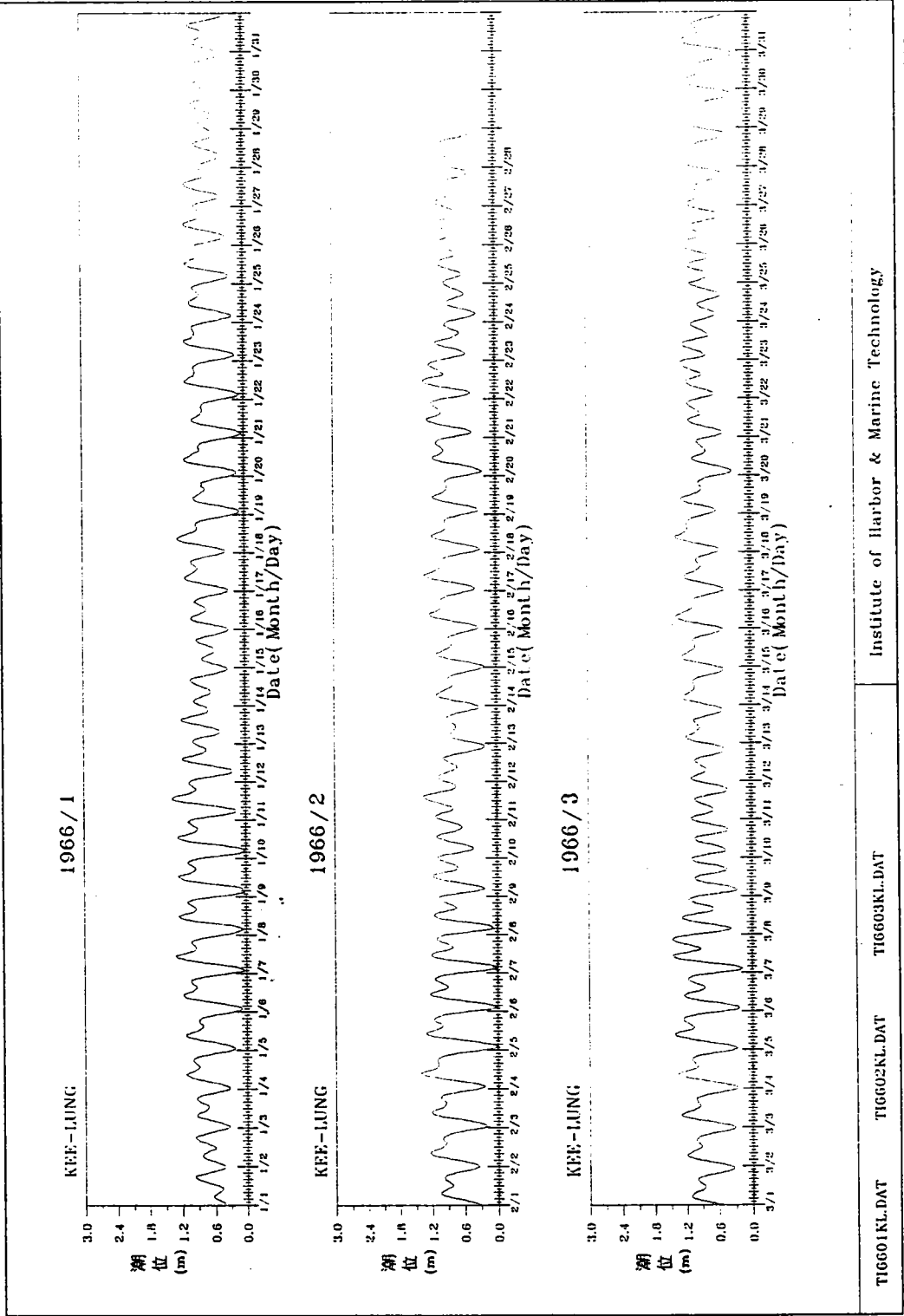


圖 6 資料更改處理後螢幕圖



貨櫃輪的大型化趨勢與 大型貨櫃輪的靠泊趨勢

劉文雄 港研所規劃設計組助理研究員

有關貨櫃運輸之發展，前曾分別在「有關國際海上貨櫃競爭的動向與發展」及「貨櫃輪發展之點滴」介紹了兩篇，本篇乃是以貨櫃輪的船型及船舶貨櫃顯著的流動變化來探求貨櫃輪的大型化趨勢與大型貨櫃輪靠泊港口趨勢，包括遠東區大型貨櫃輪靠泊港口的深水貨櫃碼頭船席的改善趨勢等，分別概述如下：

一、貨櫃輪的大型化趨勢

(一)從貨櫃輪的類型上來看貨櫃輪的大型化趨勢

貨櫃輪的分類方法，若從航行於巴拿馬運河的觀點來分類時可分成下列四種類型：

(1)巴拿馬極限級以下 (Under-Panamax) 之貨櫃輪

此類貨櫃輪的船型規模係不受巴拿馬運河限制之中小型貨櫃輪，其船長約由110M至210M，船寬約17M至31M，可裝載之貨櫃量約在1,700TEU以下的貨櫃輪。

(2)巴拿馬極限級(Panamax)貨櫃輪

此類貨櫃輪的船型只是船寬達到

可航行於巴拿馬運河最大值之大型貨櫃輪，其船長約由210M至270M，船寬為32.2M，可裝載之貨櫃量約由1,900TEU至3,400TEU者。

(3)巴拿馬極限級最大型 (Panamax-Max) 貨櫃輪

此類貨櫃輪的船型，其船長及船寬均為可航行於巴拿馬運河最大值之大型貨櫃輪，即船長為290M，船寬為32.2M，可裝載之貨櫃量約為3,000TEU至4,300TEU者。

(4)超巴拿馬極限級(over-Panamax or post-Panamax)貨櫃輪

此類貨櫃輪的船型則是完全不航行於巴拿馬運河，其船寬比可航行於巴拿馬運河最大船寬更寬的大型貨櫃輪，故船長均在260M以上，船寬則均在32.2M以上，可裝載之貨櫃量達4,100TEU以上者。

以上四種類型的貨櫃輪截至1994年止，建造完成參與營運的艘數彙整如表1所示。

由表1可看出貨櫃輪大型化的趨勢如下：

在所謂足可代表大型貨櫃輪的巴拿馬極限級(Panamax)貨櫃輪及巴拿馬極限級最大型(Panamax-Max)貨櫃輪，兩者雖然都是同時在1970年代初期建造完成參與營運，唯巴拿馬極限級貨櫃輪建造完成的尖峰期卻是出現在1980年代的後半期；而比巴拿馬極限級更大的巴拿馬極限級最大型貨櫃輪建造完成的尖峰期則在邁入1990年代以後；而且在1990年代前半期巴拿馬極限級貨櫃輪建造完成參與營運的艘數雖然明顯的較巴拿馬極限級最大型貨櫃輪多了一些，但在表1中卻可看出巴拿馬極限級貨櫃輪的建造率卻是在逐漸下滑，而巴拿馬極限級最大型貨櫃輪的建造率則逐漸往上爬升。因此近年來，航商若欲建造可航行於巴拿馬運河的貨櫃輪時，在可能的範圍內不但會盡量考量朝更大的船型，且朝可裝載更多貨櫃來建造的趨勢。

而且在表1中更可看出船寬比巴拿馬極限級最大型更寬的超巴拿馬極限級貨櫃輪亦在1980年代後半期建造出爐參與營運，而在表1中更可查悉此類超大型貨櫃輪並非只是瞬間突然興盛起來，在表1中明顯的顯示1990年代前半期的五年間比1980年代後半期的五年間建造完成參與營運的艘數還更多。

就在此大型貨櫃輪建造越來越多之際，當然為了配合海運營運上的實際需求，巴拿馬極限級以下貨櫃輪的建造數量也免不了會隨著增加。從表1也證實了大型貨櫃輪的

船型也同樣從巴拿馬極限級貨櫃輪朝向巴拿馬極限級最大型貨櫃輪及超巴拿馬極限級貨櫃輪，甚至朝更大的船型逐漸移轉的趨勢。

(二)從裝載貨櫃數量來看貨櫃輪大型化的趨勢

貨櫃輪最奇特之處乃在於船舶內可裝載之貨櫃數量與船長及船寬等船舶各種尺寸間的相互關係甚微。茲舉一具體的例子說明如下：以船長與船寬為一定的巴拿馬極限級最大型貨櫃輪來說，在前節資料所顯示的約略容量為3,000TEU至4,300TEU左右，然而在實際記載的資料中，其最小的貨櫃裝載數量為2,200TEU，最大的貨櫃裝載數量則為4,800TEU，可知其間差異頗大。雖然在外觀上看來船舶的大小似乎相同，但為什麼會有那麼大的差異？有關這些問題，若從時間序列加以整理時，即可很明確的得到答案。由於古今造船技術優劣的不同，因此在愈古老年代建造的貨櫃輪，可裝載的貨櫃數量愈少，換句話說也就是在1970年代所建造的巴拿馬極限級最大型貨櫃輪可裝載的貨櫃數量均僅約在2,500TEU以下。其後由於貨櫃輪造船技術的革新與船舶建造技術的顯著進步，因此近年來建造此類同樣尺寸的貨櫃輪，其可裝載的貨櫃數量即達到4,500TEU以上。這個結果也就是告訴我們，船型的各種尺寸與其可裝載的貨櫃數量是很單純而沒有什麼互相關係存在，但卻與船舶建造

的年代息息相關。

今以不受限於船型的各種尺寸，而用表1相同的資料，由貨櫃輪可裝載之貨櫃數量與建造完成年代的艘數重新加以彙整後，即可得如表2所示，由表2可以很清楚的看出，年代數愈高所建造完成的貨櫃輪可裝載的貨櫃數量亦愈多。尤其就可裝載4,000TEU以上的貨櫃輪來說，在1980年代以前建造完成者均在此標準以下。其次在此同一資料不同艘數，而改採以艙位量（即艘數×船舶裝載貨櫃數量）來表示時，即得如圖1所示。在圖1中若將1980年代前半期與1990年代前半期加以比較時，更可清楚的明白近年來貨櫃輪已朝向可裝載更多貨櫃數量來建造的趨勢。

(三)貨櫃輪大型化的時代背景

貨櫃輪大型化的原動力到底是什麼呢？那就是考量「當海運貨櫃流動量在大量增加時，若使用可裝載更多貨櫃數量的大型貨櫃輪來運輸時，較能獲取更佳的規模經濟效益」。

那麼說，大型貨櫃輪的規模經濟到底又有多少呢？本文在此就引用倫敦Drewry Shipping Consultants之報告(Containerisation International, 1996 Novembe)中的一小段，那就是：「若能充分有效的運用6,000TEU型的超大型貨櫃輪時即可較4,000TEU型的巴拿馬極限級貨櫃輪節省20%的成本。也就是說船舶營運所需的成本若相當於

全程運輸成本的30%時，就整體而言，即可節省6%的成本」。而且該

6,000TEU大型貨櫃輪的規模經濟來說，其每單位TEU的貨櫃在成本上可節省各種項目及其所節省的百分比，概示如下：

- (1)在船員人數相同時之船員成本方面：每TEU貨櫃可節省30%。
- (2)在航海速度相同時之燃料成本方面：每ETU貨櫃可節省20%。
- (3)在保險費成本方面：每TEU貨櫃可節省10%。
- (4)在修繕保養成本方面：每TEU貨櫃可節省25%。

因此若不投資於6,000TEU大型貨櫃輪的船公司，在成本競爭上恐會處於較不利的地位，這些評估雖是假設在「將來的貨物量若持續增加時，在適當的運費下仍能夠維持航運的有利條件」，但也呼應了貨櫃輪將來可能會更朝大型化發展的趨勢。

尤其最令人感到興趣的「將來的貨物量若持續增加時，在適當的運費下仍能夠維持航運的有利條件」這句話，雖然所顯現的是「以將來作為賭注」，但是該報告中所顯現的這種「賭注」，在許多的船公司中已有兩家船公司投資於此類5,500TEU級以上超級大型貨櫃輪的建造。而且持有此5,500TEU級以上的超級大型貨櫃輪建造設計書的船公司，除了上述兩家船公司外，可說大有人在。回顧以上所述，在世界的主要船公司來說，不管對

於此類超級大型貨櫃輪的投資是否仍繼續存在，只要本身掌握著此超級大型貨櫃輪各種齊全的資料，若判斷情況急需時，即可隨時投資建造。

二、大型貨櫃輪的靠泊趨勢 (含遠東區深水貨櫃碼頭船席的改善趨勢)

(一)大型貨櫃輪的靠泊

在前節中，大型貨櫃輪是考量以貨櫃輪的類型及可裝載貨櫃的數量等各種方法來定義，而本節則從貨櫃碼頭船席設施的觀點以滿載吃水13M以上之貨櫃輪來加以定義。主要乃是船舶吃水係使用貨櫃碼頭船席時必須考量的限制條件。例如以船長來說，雖欲靠泊的碼頭船席長度不足，若仍有連續直線之船席可供使用時，當然可應付自如。但是若碼頭船席前的水深不足，而無法滿足貨櫃輪的吃水深度時，並非很容易可以應付解決的。因此足夠的水深是非常重要的。

而此類滿載吃水13M以上的貨櫃輪迄至1995年止，從資料中知悉已有110艘建造完成參與營運，如圖2所示。

上列110艘大型貨櫃輪到底是在那些港口靠泊呢？茲以1996年底依其航線及靠泊地點加以分析，知悉此110艘大型貨櫃輪中除了較早年代建造的約10艘左右，航行於南非洲航線的貨櫃輪，不甚清楚其靠泊地點外；其餘有99艘及在1996年

初建造的1艘，合計100艘的大型貨櫃輪幾乎全部都靠泊於斯里蘭卡可倫坡以東至日本的遠東區，其中靠泊於高雄港的大型貨櫃輪則有56艘之多。

茲以實際靠泊於遠東區各港口的大型貨櫃輪加以歸納分類，則可分成下列三大群隊：

第一群隊：以百分比估計約有75艘靠泊於香港及新加坡。

第二群隊：以百分比估計約有50艘至75艘靠泊於高雄港、大阪灣及東京灣。

第三群隊：以百分比估計約有25艘至50艘靠泊於基隆港、釜山、神戶、名古屋、東京、橫濱（伊勢灣）。

若再以大型貨櫃輪停靠於世界主要貨櫃港之艘數來統計，則得如圖3所示之結果，唯圖3所顯示靠泊於大阪灣的57艘中係包括靠泊於神戶港及大阪港兩港的6艘在內；而靠泊於東京灣的56艘中係包括靠泊於東京港與橫濱港兩港的5艘在內。由圖3更可明確的知悉這些大型貨櫃輪實際靠泊的趨勢。

(二)遠東區靠泊大型貨櫃輪深水貨櫃碼頭船席的改善趨勢

前述大型貨櫃輪是以滿載吃水13M以上來加以定義，唯欲應付此類滿載吃水13M以上的貨櫃輪靠泊時，其碼頭船席水深必須要估計有15M之水深才可以應付。因為滿載吃水13M的貨櫃輪進港時，其所需

的碼頭船席水深通常需加一成即以14.3M來計算，因此14M水深的碼頭船席還不夠深而必須要15M水深的碼頭船席才可以容納。

而此15M級以上的深水貨櫃碼頭船席僅就遠東區以大型貨櫃輪停泊艘次較多的各港在1996年的現況及在2000年的改善趨勢彙整如表3，在表3中可看出15M級以上的深水貨櫃碼頭船席除了香港、新加坡、高雄港（高雄港首座15M級深水貨櫃碼頭船席於民國85年即1996年建造完成，另兩座則於民國87年即1998年完成）。大阪灣外，雖然東京灣、釜山港都為零，但仍有大型貨櫃輪停泊，其原因乃是該等大型貨櫃輪已事先估計並調整好其進港時的吃水之故。

從表3中雖然可概略知悉各港深水貨櫃碼頭船席的現況及2000年時改善後的優劣情形，但為了使此分析較為客觀計，乃以1996年各港之貨櫃總吞吐量、大型貨櫃輪進港數及2000年時各港深水碼頭船席改善數重新彙整如表4。依表4為基準再採用下列指標加以比較。即首先以1996年每100萬TEU貨櫃總吞吐量與2000年時各港深水貨櫃碼頭船席改善數加以比較，結果得如圖4所示。由圖4可看出除了大阪灣因受1995年阪神淡路大地震災害之影響，其深水貨櫃碼頭船席改善數之比例顯得特別高外，香港、新加坡、東京灣則大致相同，唯較釜山港為低，卻卻比高雄港高。其次再以1996年每10艘大型貨櫃輪進港數與

2000年時各港之深水貨櫃碼頭船席改善數加以比較，結果得如圖5所示。然此結果因受限於以大型貨櫃輪實際的進港數來作比較，故在遠東區來說，各港對深水貨櫃碼頭船席改善的水準，除了高雄港顯得特別低外，大阪灣與東京灣亦偏低。

回顧上述，高雄港在15M級以上的深水貨櫃碼頭船席之改善均顯示較遠東區其他各港為低。為因應目前貨櫃船舶日趨大型化及將來可能發展的航線軸心化等全球海運發展的趨勢，並迎接21世紀的來臨與推動台灣發展成為亞太海運轉運中心，台灣地區各國際港在深水貨櫃碼頭船席的改善應加以強化，以利提升台灣區各國際港的港埠競爭力，並使台灣區各國際港得以永續經營與發展。

參考資料：

1. Lloyd's Maritime Information 1995.7.
2. 日本郵船：世界之貨櫃船隊及就航狀況1996。
3. 國際運輸手冊1997。
4. CONTAINERISATION INTERNATIONAL NOVEMBER 1996.
5. 1997「港灣」8月號。

表1 歷年建造完成參與營運之貨櫃輪類型艘數表

(艘數)

貨櫃輪之類型	建造完成年代						
	1959	1965	1970	1975	1980	1985	1990
	1964	1969	1974	1979	1984	1989	1994
巴拿馬極限級以下(Under-Panamax)	10	44	174	205	176	86	196
巴拿馬極限級(Panamax)	0	0	13	29	79	82	58
巴拿馬極限級最大型(Panamax-Max)	0	0	20	2	4	17	46
超巴拿馬極限級(over-Panamax)	0	0	0	0	0	5	8

(資料來源:Lloyd's Maritime Information 1995.7)

表2 貨櫃輪可裝載貨櫃數量與建造完成年代之艘數關係表

(艘數)

可裝載貨櫃數 (TEU)	建造完成年代					
	1969以前	1970~74	1975~79	1980~84	1985~89	1990~94
999以下	28	112	142	97	45	68
1000~1999	26	62	65	104	41	131
2000~2999	0	27	28	45	48	31
3000~3999	0	6	1	10	43	40
4000以上	0	0	0	3	13	38

(資料來源:Lloyd's Maritime Information 1995.7)

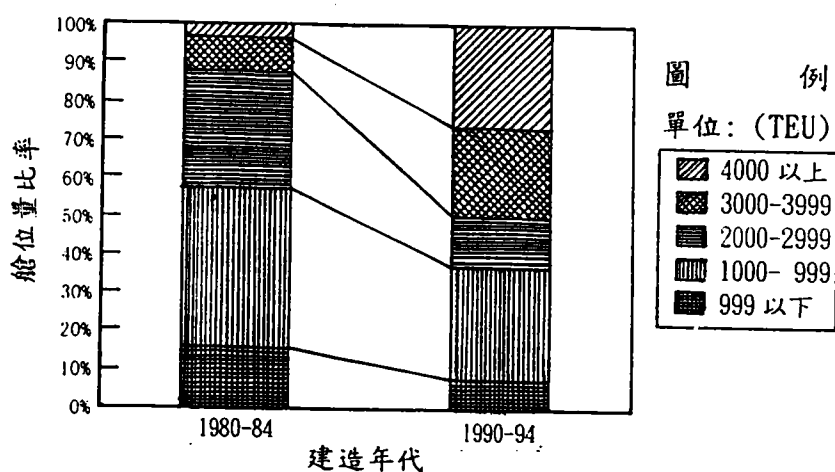


圖1 從艙位量可裝載貨櫃數量來看貨櫃輪大型化的趨勢

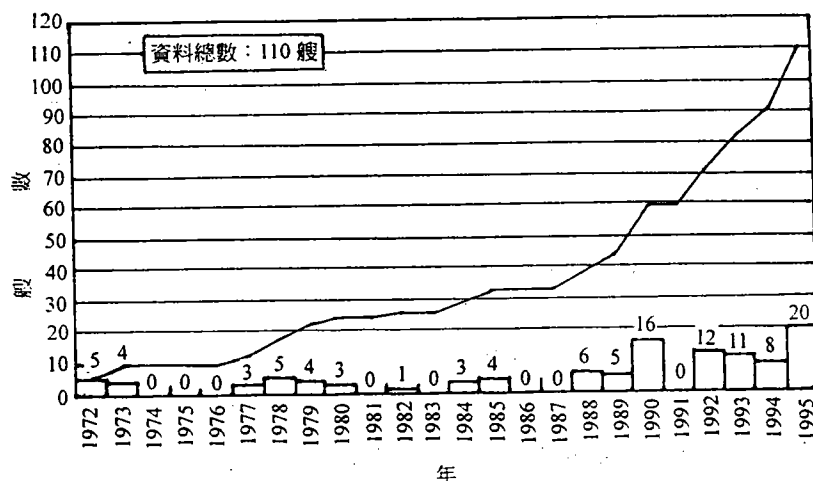


圖 2 吃水 13m 以上大型貨櫃輪建造年次及艘數

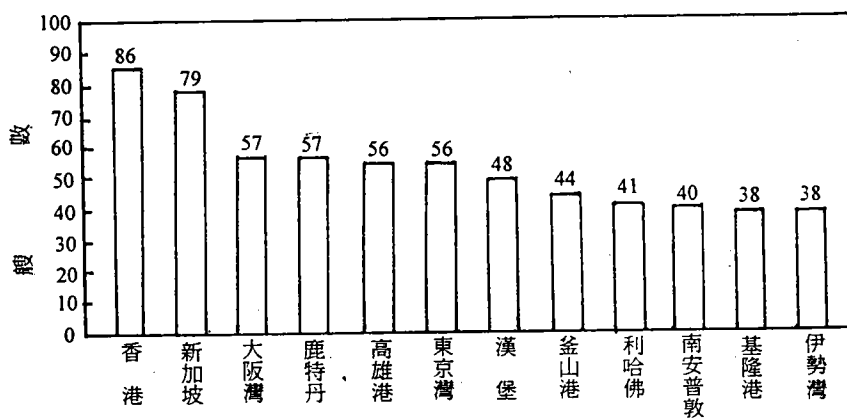


圖 3 在 1996 年大型貨櫃輪靠泊世界各港之統計

表 3 15m 級深水貨櫃碼頭船席之現況及將來的改善趨勢

港口	深水貨櫃碼頭船席數	
	1996年	2000年
香港	4	16
新加坡	6	13
高雄	1	3
大阪灣	2	8
東京灣	0	6
釜山	0	8*

附註：* 釜山港係含光陽港

表4 深水貨櫃碼頭船席等相關資料

港 口	2000年之深水貨櫃碼頭船席數(座)	1996年貨櫃總吞吐量(TEU)	1996年大型貨櫃輪進港數(艘數)
香 港	16	13,280,000	86
新 加 坡	13	12,950,000	79
高 雄	3	5,063,048	56
大 阪 灣	8	3,313,860	57
東 京 灣	6	4,690,000	56
釜 山	8	4,684,000	44

附註：釜山港係含光陽港。

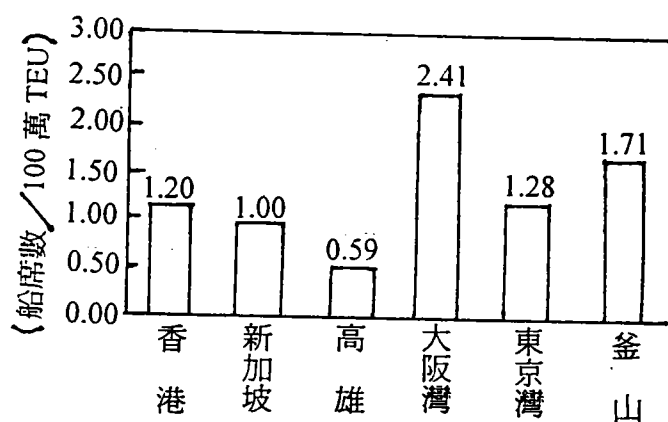


圖4 1996年每100萬TEU貨櫃總吞吐量與2000年深水貨櫃碼頭船席數之比

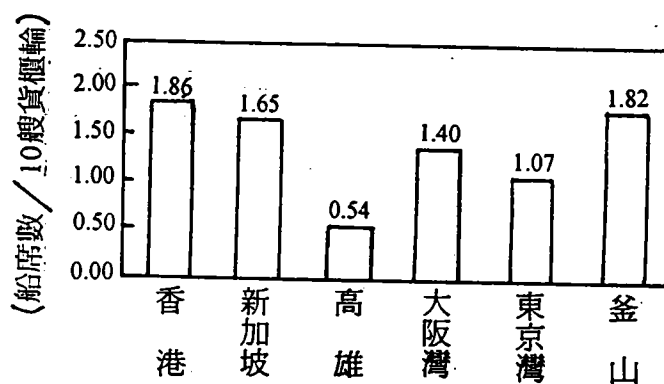


圖5 1996年每10艘大型貨櫃輪進港數與2000年深水貨櫃碼頭船席數之比

港灣技術短期訓練班通告

— 港灣海岸問題與對策 —

一、主辦單位：台灣省政府交通處港灣技術研究所

二、時間：八十八年五月十八日至廿一日

三、地點：中興大學昆蟲系視聽教室

四、課程內容：

(1) 台灣港灣問題之探討

張金機 港灣技術研究所所長

(2) 國內港灣規劃問題

王慶福 港灣技術研究所研究員

(3) 港市相容性之整體規劃

黃來旺 宇泰工程顧問公司經理

(4) 港灣地層沉陷與 GIS 應用

賴聖耀、謝明志 港灣技術研究所副研究員

(5) 海岸基礎冲刷與保護

邱永芳 港灣技術研究所研究員兼海工組組長

(6) 台灣四周海岸侵淤現況

黃清和 港灣技術研究所研究員

(7) 海岸保護對策與工法

蔡清標 國立中興大學教授

(8) 颱風波浪與暴潮作用於防波堤之合力評估

歐善惠 國立成功大學工學院院長

(9) 波浪模式之比較與實例計算

許泰文 國立成功大學教授

(10) 港灣開發環境影響評估

莊甲子 港灣技術研究所副所長

(11) 港灣水理規劃問題

簡仲璟 港灣技術研究所研究員兼數模組組長

(12) 港灣海岸問題之衛星監測應用

陳繼藩、陳錕山 國立中央大學教授

五、課程時程

日 期	五月十八日	五月十九日	五月廿日	五月廿一日
星 期	二	三	四	五
8:20~9:00	報 到			
9:00~9:50	(1)	(4)	(7)	(10)
10:10~11:00	(1)	(4)	(7)	(10)
11:10~12:00	(2)	(5)	(8)	(11)
12:00~13:00	休 息			
13:00~13:50	(2)	(5)	(8)	(11)
14:00~14:50	(3)	(6)	(9)	(12)
15:10~16:00	(3)	(6)	(9)	(12)

六、名 額：約 50 名

七、報名費用：每位新台幣 2,000 元

八、報名方法：請於 88 年 5 月 10 日前填妥報名表連同費用以掛號寄至
台中縣梧棲鎮臨海路 83 號「港灣技術研究所」收，支票
或匯票抬頭：「台灣省政府交通處港灣技術研究所」。

九、連 絡 人：陳毓清 小姐 Tel：(04)6564216 轉 331 or 6564415

Fax：(04)6571329

E-mail：jamesma@mail.ihmt.gov.tw

八十八年度海岸工程研討會通告

~~ 創造台灣海岸新環境 ~~

- 一、研討主題：創造台灣海岸新環境研討會
- 二、主辦單位：港灣技術研究所海岸工程組
- 三、研討會時間：88年5月31日至6月1日
- 四、研討會地點：台灣大學應用力學研究所國際會議廳(應研所)
- 五、報名費：每位新台幣貳佰元整(含午餐、點心、論文集)
- 六、報名時間：5月1日起至5月20日止
- 七、報名方法：請於5月20日前填妥報名表利用傳真機傳真報名，費用請於5月25日前郵寄至台中縣梧棲鎮臨港路83號「台灣省政府交通處港灣技術研究」。
- 八、連絡人：海岸工程組
邱永芳組長 04-6579319
楊怡芸小姐 04-6564216 轉 321
- 九、傳真號碼：04-6571329

創造台灣海岸新環境研討會

主題(一)	近岸海氣地象基本資料庫之建立	主持人	歐善惠	成功大學工學院院長
議題	(a)基本資料對海岸開發保育之重要性	引言人	張金機	交通處港研所所長
	(b)資料庫建立的現況與問題所在	引言人	高家俊	成功大學近岸水文中心主任
	(c)資料搜集與資料庫建立之構想	引言人	李汴軍	中央氣象局海象中心主任
主題(二)	未來台灣港灣開發之探討	主持人	林大煜	交通部運研所所長
議題	(b)未來遊憩港開發與漁港重建	引言人	張瑞欣	漁業技術顧問社總經理
	(c)未來台灣專用港開發之探討	引言人	王志成	宇泰顧問公司副總經理
	(d)未來台灣港灣再開發之探討	引言人	王慶福	港研所研究員
主題(三)	台灣近岸開發利用對海岸環境之影響	主持人	郭金棟	成功大學名譽教授
議題	(a)開發現況問題探討	引言人	簡仲和	成大水利及海洋研究所副教授
	(b)雲嘉南海岸開發對海岸環境影響性	引言人	黃清和	港研所研究員
	(c)東部海岸保護與利用衝擊性	引言人	邱永芳	港研所海工組組長
主題(四)	創造海岸景觀與遊憩環境	主持人	莊甲子	港研所副所長
議題	(a)海岸景觀與海岸保全之衝突性	引言人	張憲國	交通大學土木工程系副教授
	(b)國外海岸景觀規劃實例與本土特性	引言人	郭中端	中野環境造型顧問公司總經理
	(c)近岸海上觀賞環境之創造(賞鯨或浮潛)	引言人	周蓮香	台灣大學動物系教授
	(d)近岸遊憩區位選擇與環境創造	引言人	張馨文	中華大學環境景觀系講師
主題(五)	海洋牧場開發與近岸污染對海岸環境影響	主持人	陳陽益	中山大學海環系教授兼主任
議題	(a)海洋牧場對近岸生態之影響性	引言人	陳章波	中央研究院動物所研究員
	(b)海洋牧場開發現況與問題及經濟性	引言人	李忠潘	中山大學海環系教授
	(c)近岸漂沙污染對近岸生態之影響	引言人	黃將修	海洋大學海洋生物所所長
	(d)廢水排放對近岸環境之影響	引言人	蕭葆義	海洋大學河海系副教授
主題(六)	廢棄廢土的有效利用及對海岸環境影響性	主持人	黃清和	港研所研究員
議題	(a)廢棄廢土在海岸堆置利用之問題	引言人	許泰文	成大水利及海洋研究所教授
	(b)人工島吸收廢棄廢土之利用問題	引言人	莊甲子	港研所副所長
	(c)廢棄廢土對近岸環境之影響	引言人	李世雄	能資所土地資源室研究員
主題(七)	綜合討論	主持人	張金機	
議題	(a)各主題主持人發表5分鐘各主題結論與建議		各子題主持人	
	(b)討論		立法院永續會	

「港灣報導」徵稿簡訊

1. 本刊為提供國內港灣工程界同仁交換工作經驗與心得之園地，歡迎工程、學術界之同仁提供港灣工程相關之工程動態或實務、工程新聞、技術新知、地工技術、工程材料、營運規劃及其他有關之工程簡介或推動中計畫等之報導，論著或譯述。
2. 來稿請用稿紙繕寫清晰，註明標點，以利計算稿酬。如有插圖，請用白紙黑繪。
3. 來稿每篇以八頁（含圖）以內為原則，稿酬從優。
4. 本刊每年刊行四期，分別於一月、四月、七月、十月出版。如蒙惠稿請於每期出版前三十日寄交本刊。
5. 連絡電話：(04) 6564216 轉 209
傳真號碼：(04) 6571329 錢爾潔小姐
6. 歡迎賜稿，來稿請寄『台中縣梧棲鎮 43501 港灣技術研究所
港灣報導編輯委員會 收』

行政院新聞局出版事業登記證局版台誌字
第陸貳伍貳號

中華郵政中台字第○五六二號登記雜誌
中華民國七十七年二月一日創刊（季刊）

發行所：港灣技術研究所

發行人：張金機

總編輯：莊甲子

編輯委員：邱永芳、朱金元、李豐博
饒正、簡仲璟、錢爾潔

所址：台中縣梧棲鎮臨海路83號

電話：(○四) 六五五四二一六～九

F A X：(○四) 六五七一三二九

印刷者：總領電腦打字印刷行

印刷廠址：台中市尚德街 136 號 8 F 之 3

電話：(04) 2016822