

導報灣港



季刊 No.56

要 目

- ❖ 日本神戶港災後復建及地震防災對策
- ❖ 廢輪胎切屑料應用在海域混凝土結構物之研究
- ❖ 港灣工程估價相關觀念之探討與建言
- ❖ 可能導致防波堤災損之原因探討
- ❖ 加拿大海岸與海洋永續發展

中 華 民 國 九 十 年 四 月 出 版

港灣報導季刊

第 56 期

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

中華民國九十年四月

目 錄

一、日本神戶港災後復建及地震防災對策 -----	5
張金機 港灣技術研究中心主任	
賴聖耀 港灣技術研究中心組長	
二、廢輪胎切屑料應用在海域混凝土結構物之研究 -----	24
干裕民 朝陽科技大學營建系副教授	
李明君 朝陽科技大學營建系副教授	
三、港灣工程估價相關觀念之探討與建言 -----	30
蘇吉立 港灣技術研究中心助理研究員	
四、可能導致防波堤災損之原因探討 -----	36
張金機 港灣技術研究中心主任	
五、加拿大海岸與海洋永續發展 -----	51
馬益財 行政院經建會簡任技正	

日本神戶港災後復建及地震防災對策

張金機 港灣技術研究中心主任

賴聖耀 港灣技術研究中心組長

一、前言

台灣處於世界最大且最活躍之太平洋地震帶西環，每年大小地震相當頻繁；而西海岸各港區之地質多屬疏鬆軟弱之沖積土層及抽砂填土。強烈地震作用下，各港區極有可能發生液化、下陷現象，造成港灣設施破壞。1999年9月21日台灣中部發生台灣百年來之大地震，地震規模達芮氏規模7.3，台中港區亦遭受波及，致部份碼頭、倉棧及卸儲設施遭受損壞，其中以北碼頭區1-4A碼頭及後線儲轉區最為嚴重，影響穀物、水泥、油品、液散貨等正常儲運作業。

1995年1月同處太平洋地震帶西環之日本發生地震規模7.2之阪神大地震，港區新生地發生大規模之液化及地層下陷，造成神戶港之碼頭、岸壁等港灣設施嚴重毀損，港灣機能全面癱瘓。此外，神戶大橋等橋樑、港灣高速公路等港灣連絡公路及阪神高速公路等交通公路亦受震害。貨櫃裝卸量佔全日本約30%的神戶港暫時停止營運，不但帶給神戶經濟和市民生活極大衝擊

，也給全日本的物流和經濟帶來了極大的影響。神戶港在震災發生後，得到日本政府迅速的支援，全力投入了港灣設施的復建重建工作，於震災後兩個月，首先在摩耶碼頭重新使用起重機裝卸貨櫃貨物；4月30日神戶港碼頭國營公司的六個貨櫃船席重新運轉，並依次開始將設施投入使用，採取「輪流復建」的方式，正式展開復建工作。震災後三年即1997年底，完成了神戶港的全面復建。因此，神戶港受液化災損復建經驗及其地震防災對策，非常值得我們港灣地震防災及地震災害復建工作之參考。

二、神戶港概述

神戶港是面對太平洋的亞洲東部的中心，它也是日本幾何的中心位置，該港目前有北美航線、歐洲航線、中南美航線、非洲航線、大洋洲航線、東南亞航線、中國大陸航線等主要航線。神戶港自1868年開港以來，由於其位於日本列島中央的優越地理條件，再加上水深足夠的天然良港條件，造就成日本最具代表的國際港。

神戶港也是全日本首先建成貨櫃碼頭的港口，目前仍在積極推動貨櫃碼頭的建設。受限於港域面積有限，該港採用填海造陸方式，積極向外擴張，其中以港灣人工島及六甲人工島最具規模。神戶港分為數個碼頭區，分別為兵庫突堤、中突堤、新港突堤、摩耶碼頭、六甲人工島碼頭、港灣人工島碼頭等。神戶港平面配置圖如圖 1 所示。

三、神戶港災後復建

3.1 神戶港之地震災害狀況

1995年01月17日上午5時46分發生於日本兵庫縣淡路島北側之芮式規模 7.2 之地震，其震源深度 14.5 km，命名為「1995 年兵庫縣南部地震」，又因此地震對阪神地區造成重大之災損，故又另稱為「阪神・淡路大震災」。依設置於神戶港內之強震計及阪神地區周遭強震測站所測得之地震資料，顯示神戶港於本次地震中遭受到 200~686gal 之最大地表加速度作用，以南北向加速度較大、東西向略小。主震動持續時間約 5~10 秒。各碼頭之最大地表加速度分佈圖，亦如圖 1 所示。

阪神地震中，共造成神戶港、大阪港等 24 個港口發生災損，其中以神戶港災損最為嚴重，多數的港灣設施及碼頭遭到破壞。

3.2 神戶港地震災害重建制度

1. 地震災害重建組織圖

阪神大地震後，運輸省第三港灣局於 1995 年 4 月 1 日成立一個 2 年期之地震災害重建總處，總攬神戶港之地震災害復建，其組織架構圖，如圖 2 所示。

2. 地震災害後各種軟體設施之建設

神戶港在復原設施期間，為推動港口建設，採用各種措施方便船舶進出港口。自 1998 年 7 月起，將強制引水的船舶對象從 300 噸提高至 10000 噸級以上。對其餘的船舶亦採取以下的措施。

- (1)採取全面降低成本的措施
- (2)促進利用內河支流運輸的方法
- (3)簡化進出港手續
- (4)神戶港利用促進協議會研究 " 如何成為便於利用的港口 "
- (5)降低碼頭腹地（港灣機能用地）的租金

3.3 神戶港港灣設施之復建

神戶港在震災發生後，得到日本政府迅速的支援，全力投入了港灣設施的復建重建工作，約於震災後兩個月即 3 月 20 日，首先在摩耶碼頭重新使用起重機裝卸貨櫃；又在 4 月 30 日神戶港碼頭國營公司的六個貨櫃船席重新運轉，依次開始將設施投入使用，採取「輪流復建」的方式，正式展開復建工作，到 1997 年底，即約為震災後三年，完成了神戶港的全面復建。概茲分為復建計畫、復建工作、復建工法三方面概述之。

1. 復建計畫

日本運輸省港灣局、神戶市

(神戶港灣管理者)、及財團法人神戶港碼頭公社，於地震後即研議擬定神戶港復建之四大基本方針：儘速恢復港灣機能、強化港灣設施之耐震性、帶動神戶市之復興與繁榮及復建為國際據點之港灣。並以此基本方針，擬訂復建順序與目標。

(1)儘速恢復港灣機能：

- ①對仍可用之船席，儘可能快速的以暫時性較小修理方式使其恢復機能。
- ②對於部分可用的船席，計劃以永久性之修復。
- ③加速防波堤之修復，使其恢復防波浪、防潮汐之機能。

(2)強化港灣設施之耐震性

日本在發生神戶地震前之港灣建設即已有「耐震強化碼頭」，但若僅有碼頭之耐震強化，而岸肩、臨港道路等被破壞時，亦無法確保港灣功能，因此耐震強化設施係對整體之耐震性加以評估。為符合上述耐震之需要，有下列三種強化耐震功能計畫。

- ①對於重要之港灣設施，提高其震度係數。
- ②組合多樣式之結構設計，由於各種結構設計對地震震動之反應不同，因此避免使用單一種結構設計，而在某一地震震動反應中全毀。
- ③為確保未來震災後，神戶港營運機能正常，於貨櫃碼頭、渡船碼頭、傳統碼頭中增

設17席耐震強化碼頭。除原有摩耶碼頭既設之三席耐震強化碼頭外，另於兵庫突堤區(水深-9m)、新港突堤區(水深-12m)、摩耶碼頭區(水深-10~-12m、六甲人工島區(水深-8.5~-16m、及港灣人工島區(水深-15m)等區域，共設置17席耐震強化碼頭。

(3)帶動神戶市之復興與繁榮

震災後廢棄材料的再利用，使市區廢棄物減到最低。利用震災後市區產生大量的瓦礫重新填海造地，於摩耶碼頭區之第1與第3防波堤之間，重建為總面積約為83公頃之現代化碼頭，碼頭後方之食品、染貨等物資，即利用此碼頭流通至各地區。

(4)復建為國際據點之港灣

推動老舊的碼頭區再開發及貨櫃碼頭的大型化、深水化使神戶港成為國際之重要轉運港。

2.復建之工作

復建的工作依時間區分，主要依據為災害程度及優先性兩類，分為緊急調查、緊急復建、暫時性復建及永久復建四種。所謂優先性，在阪神地震發生後，由於陸上運輸系統已經完全損毀，因此海上運輸顯得特別重要，有些船席為送水、食物、醫療及旅客等，需要優先作暫時性之復建以恢復運輸功能。茲分別概述復

建之工作：

(1)緊急調查：

於地震災害後，須儘速的進行緊急的調查，以了解災害程度，一般在一週以內完成，神戶港災狀之緊急調查結果，如圖3所示。

(2)緊急復建：

緊急復建方式僅於部份碼頭後線沉陷部份予以簡單回填整平而已，工程約一週至一個月內完成，在神戶港之緊急復建工作約於震災後十天內完成。緊急復建69船席為暫時性使用，主要提供緊急物資與人員旅客必要運輸之用，及做為修護危險斷面之工作場地。

(3)暫時復建：

暫時性復建主要目的，是儘可能快速的恢復港灣機能，工程約於震災後二、三個月內完成，一般較輕微災害之港灣設施適用。暫時性碼頭則係利用原碼頭沉箱頂設置軌道基礎，陸側軌道以簡單型彈性板方式作為基礎，兩側軌道採高低腳方式，碼頭後線沉陷處則予以回填並補以瀝青鋪面，以供貨櫃船或Ro/Ro船緊急裝卸之用。在神戶港之暫時性復建工作共完成93座貨櫃船席，14座渡船碼頭及傳統碼頭之船席。

(4)永久復建：

永久性復建是使用於嚴重災害的港灣碼頭，其復建工作依各碼頭災損狀況，進行復建

斷面設計、工法研擬後據以施工，約在地震後十五個月至廿六個月內完成。

3.復建工法

阪神大地震後神戶港碼頭與防波堤復建工法大致可概分為九種，即(A)堤面提高工法(B)沉箱扶正工法(C)增設沉箱工法(D)沉箱方塊工法(E)棧橋工法(F)鋼管版樁工法(G)背填土壓(H)圓筒式碼頭工法(I)特殊工法，其施作地點，如圖4所示。其中堤面提高法主要使用於防波堤，由於防波堤的位移較輕微，但沉陷確仍嚴重，約為1~2.5m，因此使用堤面提高工法。防波堤為保護港與市之安全，因此須快速的復建，以便於颱風季節來臨前完工，工法示意圖，如圖5所示。

復建工程之規劃設計作業中，首先需針對各種設施適用的工法進行比較，再將最適合的工法用於修復斷面上，如圖6所示。照片1為神戶港災狀之代表性照片，照片2為各種災況碼頭之復建工法，照片3為復建後之神戶港跨港大橋照片，照片4為復建後之神戶港摩耶碼頭區照片。

四、神戶港之地震防災對策

4.1 提高港灣全體設施防震性

1. 神戶港港灣設施的防震設計

神戶港耐震設施開始於明治、大正時代，在制定技術基準以前就已經有許多設施具備防震功

能。在防震設計方面，當時的技術人員就已經根據具體情況進行判斷、採取對應措施。根據各種設施的設計震度顯示，時代與場所不同在某種程度上有所差別。近年，根據港灣設施技術基準等各種規範，耐震設計開始按以下的準則進行。

(1) 固定設施、護岸等

根據日本港灣設施技術基準，水平方向設計之設計震度為 0.15-0.18，而耐震強化岸壁則採 0.25。

(2) 裝卸機械

起重機構造部分，考慮風與地震的負載以及對垂吊物体的風負載與衝擊係數等因素，根據日本 JIS B 8821 起重機鋼構造部分的計算基準(1976 年 5 月)及安全方面的基準進行設計。地震負載不論是移動式起重機或是固定式起重機，水平負載一律按自重 20% 加以考慮。

(3) 港口建築等

根據日本建築基準法及有關法令，建築物等設計都必須具有防備地震及其他振動的安全措施。具体的地震力計算方式為固定負載與載重負載總和，再乘上地震層剪力係數。鋼骨架構平房，地震層剪力係數為 0.2。

(4) 橋樑、高架橋等

根據日本現行的道路橋示方書耐震設計篇(1990 年 2 月)

及以前的示方書(1980 年 5 月)設計的基礎。上部設計以水平震度 0.22 為基準，以固有週期進行修正。一般按 0.22~0.28 設計水平震度設計。

2. 耐震設計考量

吸取阪神震災的教訓，提高設施的防震性能，實現在大震災下維護港灣主要機能為目標。

(1) 設計震度重新評估。

(2) 結構模式多樣化(採用柔軟性和粘合性的結構)

(3) 地盤土壤液化對策

4.2 維持社會經濟活動之港口完善計劃

1. 耐震強化設施配置

(1) 增強耐震強化碼頭

震災時為緊急輸送物質和人員，耐震強化碼頭作為大規模地震時的對策設施，在港灣計劃中佔有重要地位。目前，在公共碼頭設有 3 個船席，港灣計劃將再增設 3 個船席。由於阪神震災物品流通發生中斷帶給日本經濟及世界經濟都造成了很大的影響。所以，不僅僅是緊急物質的輸送，為了平時物資流通的需要，完備耐震強化碼頭的必要性再次被認識。

(2) 耐震強化碼頭附近設施的耐震性強化

作為大震災時物質和人員輸送時的基地，耐震強化碼頭附近的設施(車場、起重機械

、建築物、港口附近的交通設施等)也有必要進行耐震性的強化。同時、必須要確保一定的廣場空地。此舉是為配合防災軸計劃、以建立城市近郊的防災據點。同時、也是對城市中心部防災體制建立的貢獻。港口公共建築物不僅僅是緊急物質的儲備地、同時也必須充分發揮其防災基地、情報據點的功能及防火功能。

2. 確保交通通路的替補

(1) 確保複式傳送通路Access

作為國際物品流通的據點、為確保其機能,必須要加強港口間及附近設施間通訊聯絡通道的耐震性。港口的交通設施,特別是要提高橋樑、高架道路等港灣主幹線的耐震性。同時,也要重新考慮與隧道等不同地震觀測點的替代傳送途徑。

(2) 確保多種交通措施

在阪神大震災中,陸地交通幾乎陷於癱瘓狀態,雖然,海上交通在緊急物品輸送方面起了很大的作用,但是,今後還是必須要考慮確保航空運輸措施。(如:臨時直昇飛機場、神戶機場等)。

3. 其他

(1) 確保維生線設施的耐震性

在阪神大地震中,人工島交通中斷、生活圈設施機能癱瘓,給企業及居民生活帶來了極大的障礙。具有人員、

物質、情報聚集據點功能的維生線等,必須要確保它的耐震性。吸取阪神大地震的教訓,確保生活圈網絡和後備系統的完備。在採用耐震性能高的共同管道方式的同時,研究震災後迅速回復的方法。另外,為使生活圈中斷,影響降到最低限度,必須要確保的設施,如儲備設施、緊急替代設施等。特別是維生系統的自來水、天然瓦斯的準備,尤為重要。

(2) 民間的耐震設施整備

促進並確保民間設施的耐震性和耐火性。提高防火功能、完備震災時的防火設備。

4.3 有助於建設安全城市之港口建設

1. 關於「神戶復興計劃」中的防災城市之基礎

現有的城市街道由河川、道路、綠地形成一個格子狀的網絡(水和綠地的網絡),可被利用於防火、儲備水源、避難道路及緊急物資的輸送。也就是說,配置一個由河川、道路、綠地構成的南北方向的防災軸和一個東西方向的綠地軸。將防災點和避難點連接起來,確保整個城市的防火功能,減輕地震時的災害。

(1) 防災軸的整備

以河川、道路為中心整備綠地軸,以達到沿路建築物的

耐震性及防火性。

(2) 防災據點的整備

以區政府、警察署、消防署、醫院及公共設施為中心，設立災害對策本部、消防救援活動據點、災害時生活支援中心。

(3) 避難場所的整備

以公園、綠地、學校為中心，按生活區設立避難場所，並確保避難道路及防災軸的相互連接。

2. 完備防災後備設施

(1) 災害時緊急對應的固定設施

為使城市防災系統完備，港灣需配合防災軸及防災據點，設置災害時緊急對應的設施，並將這些與附近的設施連為一體，如圖 7 所示，災害時的緊急應對設施由以下兩點構成：

① 耐震強化碼頭

將設計震度提高到 0.25，嚴格整備耐震碼頭，確定其緊急物質及人員輸送的作用。

② 避難用固定設施

港口作為城市整體防災措施的一環，需有完備的緊急時居民避難用的設施。具體內容是，利用在阪神震災中受損害比較小，而且一般耐震性比較高的固定設施，如棧橋、浮橋等作為避難設施。另外，有些設施也可能用於緊急物資的接收。

(2) 緊急應對固定設施的配置

計劃在各港口增設 17 個船席，其中 9 個船席將用於緊急物質人員輸送。關於避難用固定設施的配置，以「神戶市復興計劃」內的「防災軸及防災據點計劃與調整」為目標，繼續研究工作。

3. 建立港灣防災據點

(1) 「港灣防災據點」概念

作為緊急物質的儲運地、避難用空地、災害對策本部、災害時的生活支援、醫療等兼備的防災據點。港口在完善海陸空交通基礎上，建立包括人工島在內的港灣地區震災時的緊急對應體制，作為城市防災體制的一個環節。

(2) 「港灣防災據點」的配置

港灣防災據點，如圖 8 所示，以「神戶市復興計劃」內的「防災城市基礎規劃」為目標。大體上可分以下兩點來考慮。

① 建立一個與臨海部開發區構成一體的「防災據點」

規劃現有港口及臨海部再開發時，將綠地、廣場、儲運設施等防災功能據點一併考慮。具體的作法是，建立東部臨海地區新市區時，以 WHO 神戶中心為核心設立水廣場等固定設施一體的防災據點，確保與市區的聯絡。另外，在計劃京橋地區、兵庫突堤等再開發時，需研究建立具體的防災設施和

據點。

②建立人工島的「防災據點」

強化人工島聯絡措施多重化和耐震性的同時，還需設立島內的防災據點，以確保災害時人工島內的自立性。充分利用在阪神地震中幾乎沒有受害的高層建築物作為避難場所或災害對策本部，設立包含空曠的車場及耐震強化碼頭在內的防災據點。倉庫等作為緊急物質的儲備地，停車場作為臨時直升飛機場。同時確保與內陸部門聯絡的基礎上，保證災害時的生活物質供給。具體的作法是，建立港灣人工島與耐震強化碼頭一體化的防災據點。

五、結語

1. 台灣西海岸各港區之地質多屬疏鬆軟弱之沖積土層及抽砂填土。強烈地震作用下，各港區極有可能發生液化、下陷現象，造成港灣設施破壞。同處太平洋地震帶西環之日本神戶港，受液化災損復建經驗及其地震防災對策，非常值得我們港灣地震防災及地震災害復建工作之參考。
2. 阪神地震後，除了第三港灣局成立地震災害重建總處，積極進行神戶港硬體之災害重建外，在重建期間，為了使船舶便於進出港口，神戶港採用諸多權宜的措施，例如強制引水的船舶從 300 噸提

高至 10000 噸級以上、採取全面降低成本的措施、促進利用內河支流運輸的方法、簡化進出港手續、利用促進協議會研究“如何成為便於利用的港口”、降低碼頭腹地的租金等，這些措施可供日後國內港灣災害復建之參考。

3. 神戶港於阪神地震後，研擬出多種強化耐震功能的計畫，例如提高重要之港灣設施的震度係數、組合多樣式之結構設計、增設耐震強化碼頭及因應土壤液化對策等，非常值得國內港灣耐震設計之參考。
4. 基隆及高雄港緊鄰都市，神戶市政府建設安全城市的港口建設防災對策，亦值得我們參考。尤其建立都市及港灣防災據點，作為緊急物資的儲運中心、避難用空地、災害對策本部、災害時生活支援、醫療等為城市防災體制的一個環節。

參考文獻

1. 張金機、賴聖耀(2000)「日本神戶港災後重建制度考察」港灣技術研究中心出國報告書。
2. 神戶港復興計畫委員會(1995)「神戶港復興計畫委員會報告書」。
3. The Third Port Construction Bureau(2000)"REBIRTH"。
4. 陳吉紀、張文欽、藤田建二(2000)「阪神震災神戶港碼頭復舊斷面研究」港灣工程耐震安全評估與災害防治研討會。

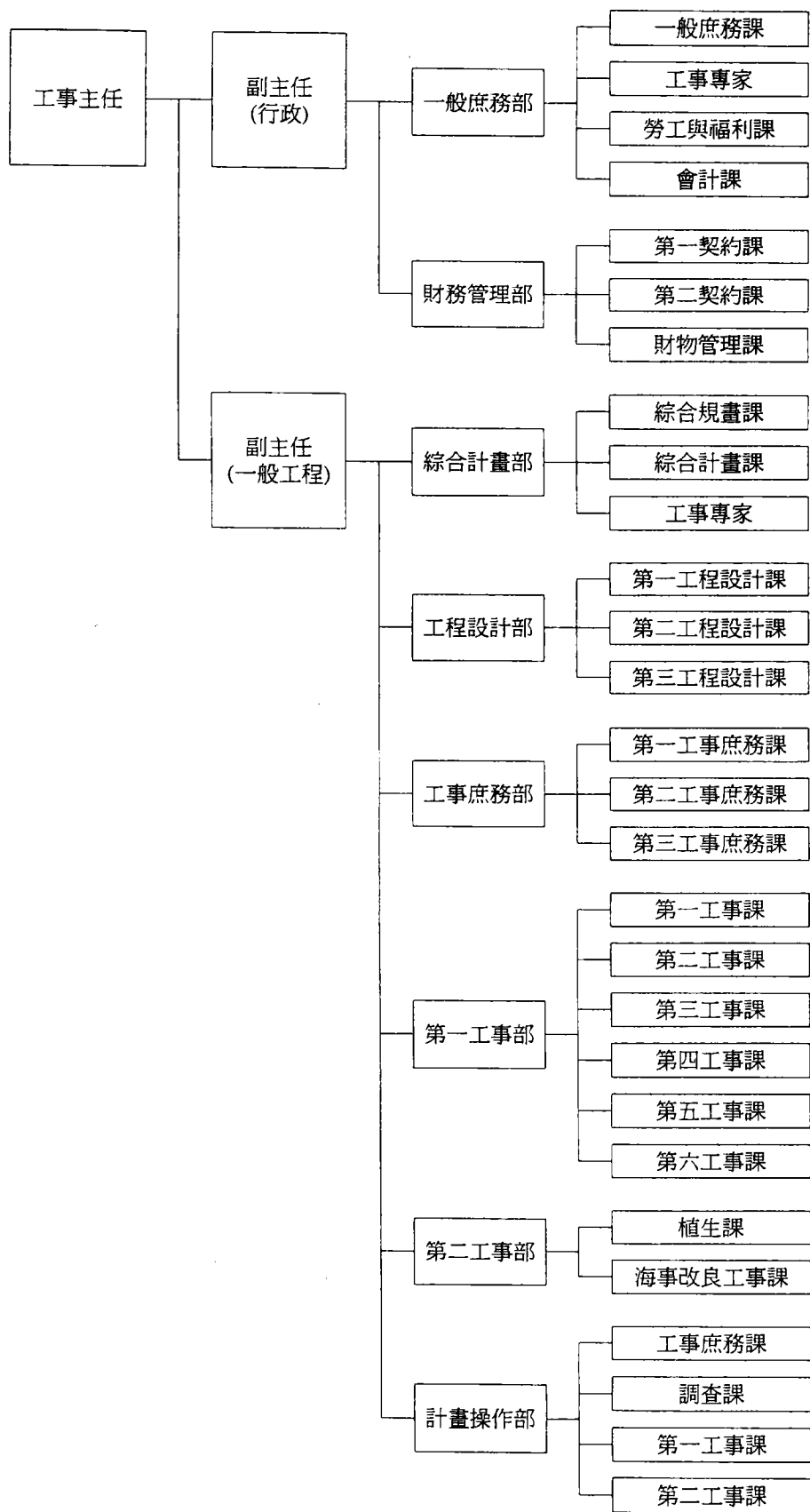


圖 2b 地震災害重建組織圖(第三港灣局)(續)

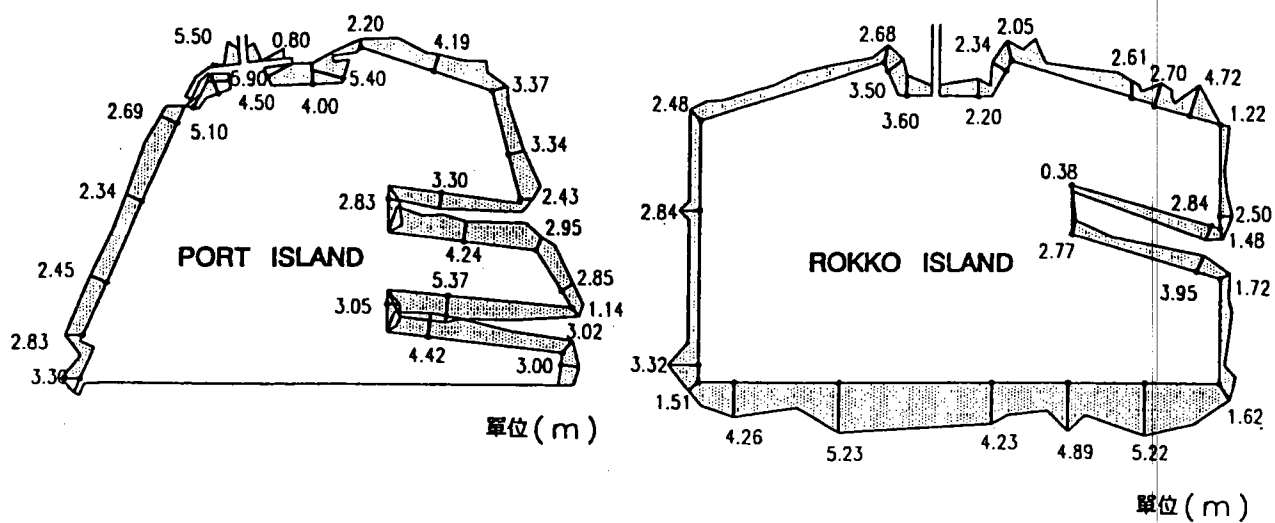


圖 3a 日本阪神震災神戸港碼頭法線變位圖

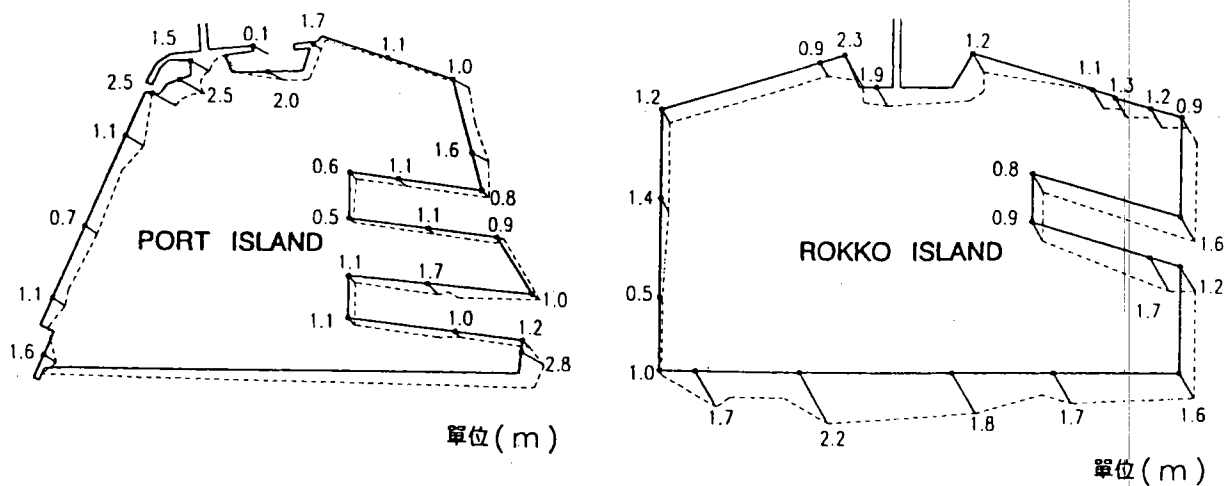
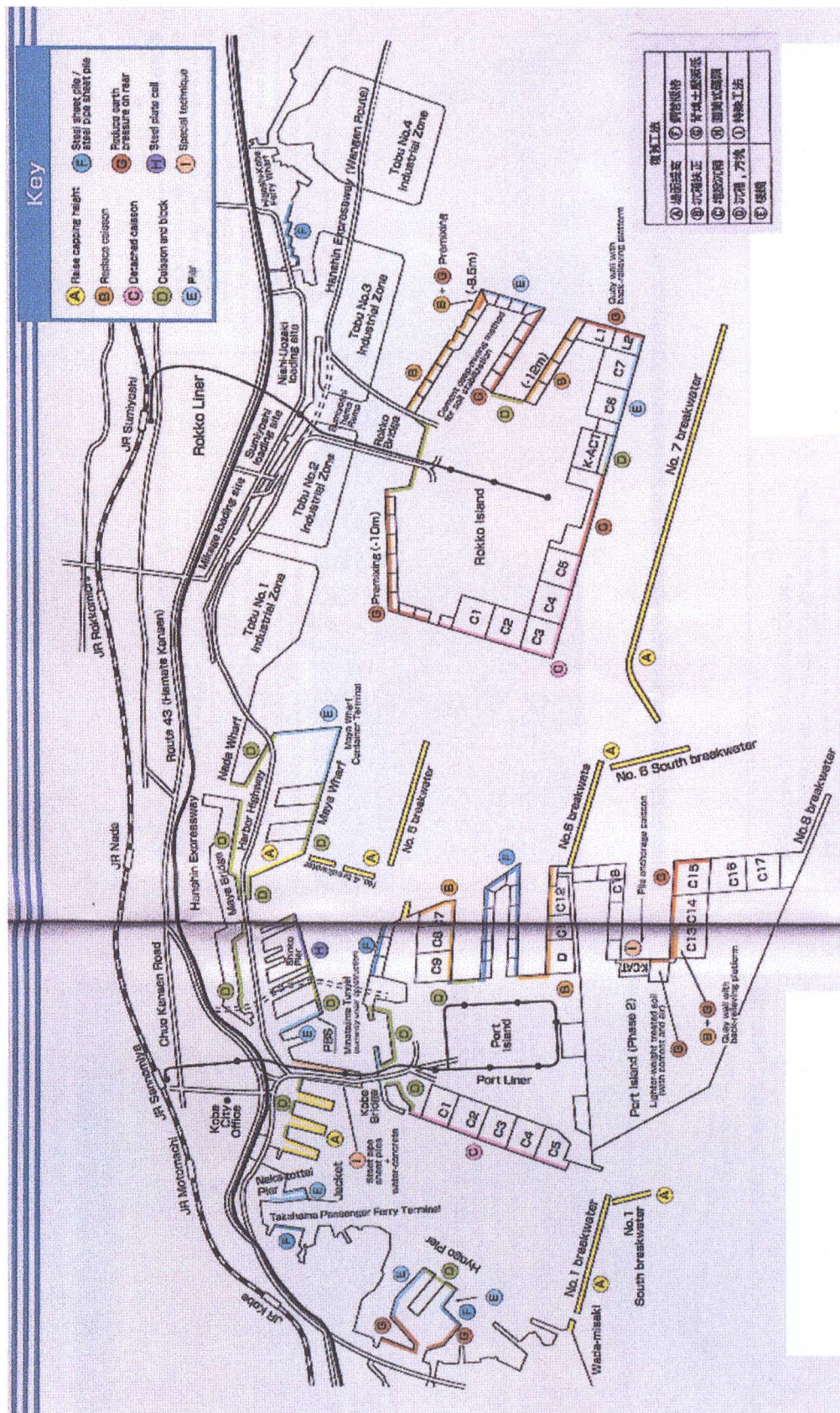


圖 3b 日本阪神震災神戸港碼頭沉陷圖



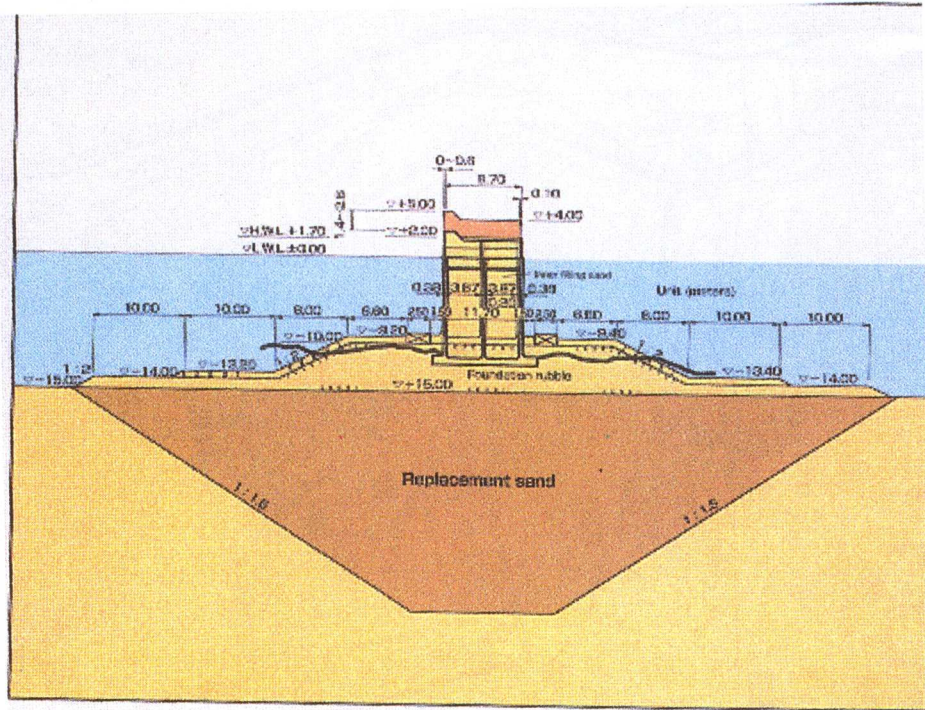
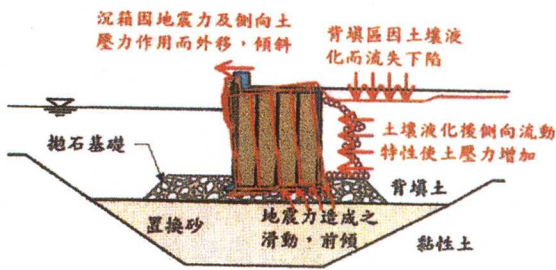


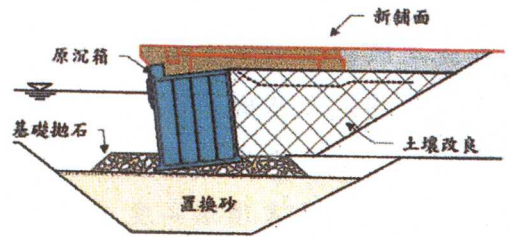
圖 5a 神戶港防波堤堤面提高工法示意圖



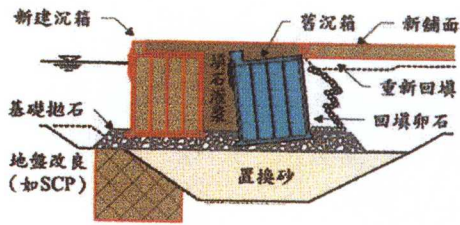
圖 5b 神戶港防波堤堤面提高工法施工作業



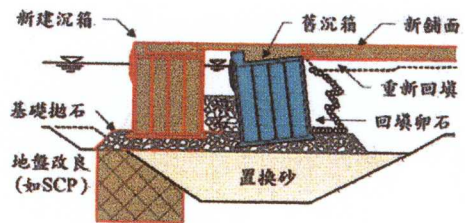
(a) 沉箱式碼頭受土壤液化災害機制示意圖



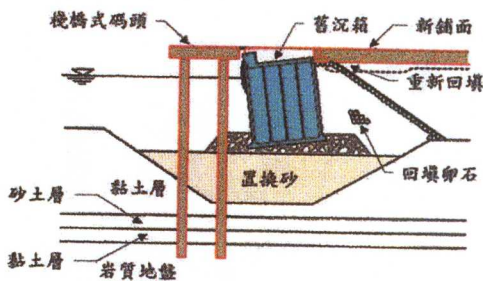
(b) 不扶正沉箱而直接進行降低土壓力之土壤改良



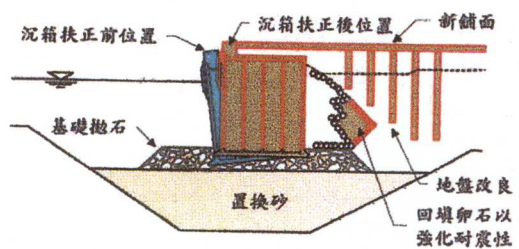
(c) 於傾斜之沉箱前直接加建新沉箱，並將兩沉箱間以填石填滿



(d) 於傾斜沉箱前直接加建新沉箱，並於其新舊沉箱間部分填石，容許水進入以降低背填區之土壓力



(e) 於傾斜沉箱前直接加建棧橋式碼頭



(f) 將沉箱扶正後再進行土壤改良

圖 6 神戶港沉箱式碼頭受土壤液化災害之機制及復建補強之各種工法示意圖

港灣防災據點以及防災支援設施的候補地

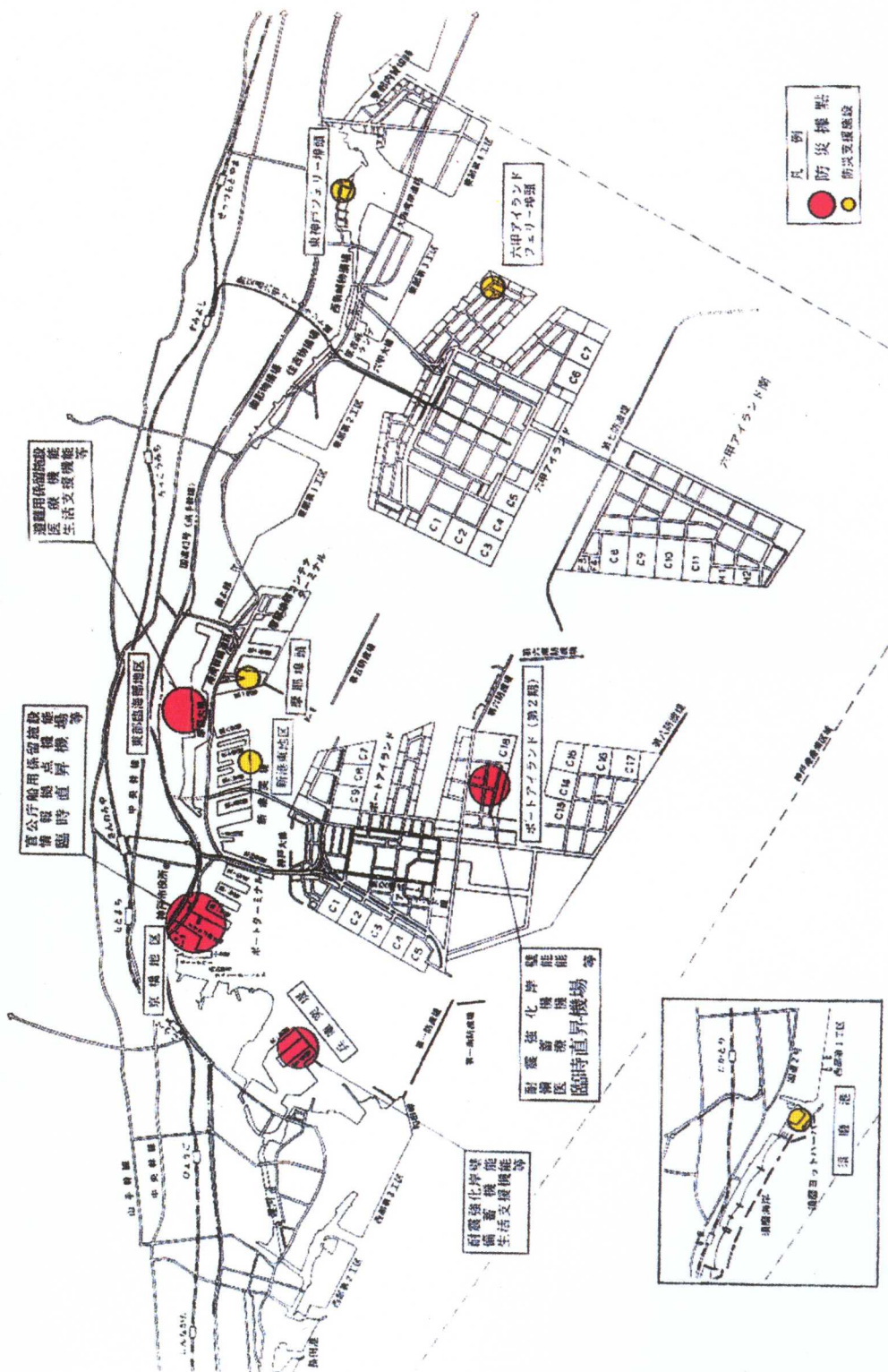
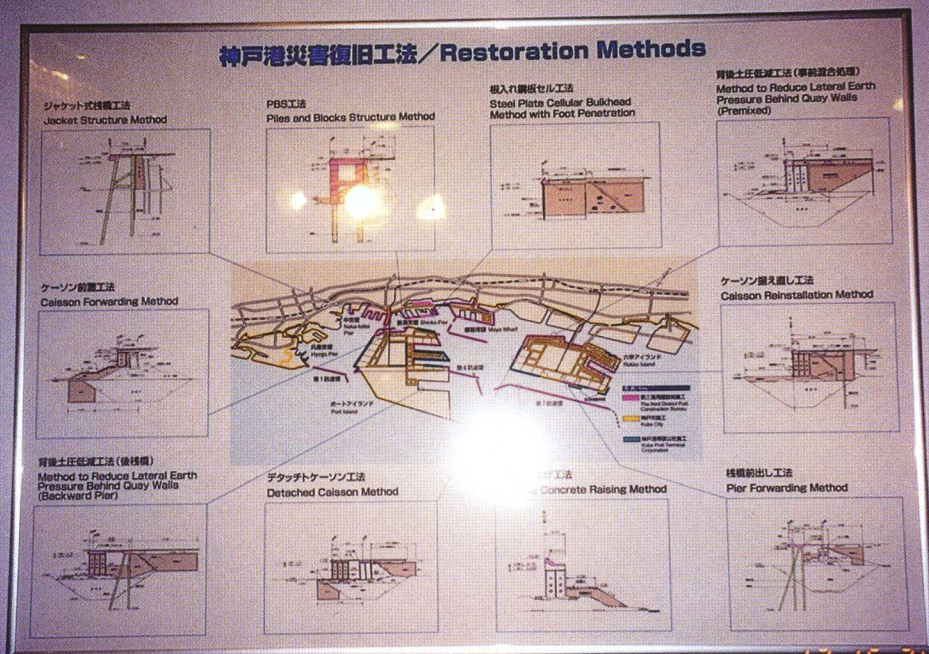


圖 8 港灣防災據點的配置圖



照片 1 神戸港地震災狀之代表性照片



照片 2 神戸港各種災況碼頭之復建工法



照片 3 復建後之神戶港對外交通動脈～跨港大橋



照片 4 復建後之神戶港摩耶碼頭區, 橘色的屋頂在日光下熠熠生輝

廢輪胎切屑料應用在海域混凝土結構物之研究

干裕成

朝陽科技大學營建系副教授

李明君

朝陽科技大學營建系副教授

摘要

台灣目前每年產生將近 10 萬噸的廢輪胎，已造成嚴重環境污染問題。因此，近來已有些專家學者嘗試將這些廢棄車胎做不同的處理或應用，但仍難免會造成有二次污染之虞。直接切削處理方式，是目前污染最小的一種方式。除可將碎屑料填為路堤，並可應用在混凝土中充當填充料，利用其內含之纖維料，改善混凝土易裂之力學弱點。對於以腐蝕考量為主之混凝土結構物，其提供了一極佳的選擇。不僅有環保上的意義，亦改良了混凝土的耐久性。本文將就廢輪胎混凝土的耐久性能，提供實驗結果。

一、前言

近年來，由於工商業發達，一般房屋建築或公共建設需求不斷增加，但地球的資源卻是日益枯竭。對混凝土而言，傳統的粒料如砂、石，也由早期河川採掘，逐漸發展到不得不向陸上砂石或海邊開採[1-2]；這趨勢正反應出混凝土工程

未來發展必須面臨的問題。因此，如何從廢棄物中開發出可用的混凝土填加料源，使既符合環保意識又能改進混凝土原有的性質及功能，實在是當前工程師必須嚴肅思索的問題。

另一方面，隨著經濟活動的頻繁及機動車輛之增加，廢輪胎產量亦隨之劇增。這些數量龐大的廢輪胎如不加以妥善處理，不但會造成環境之污染與危害，而且也浪費了大量可以回收利用之能源與物質資源。廢輪胎由於數量大，不易腐化且當掩埋後常會不預期的浮出地表，破壞掩埋場的覆蓋層，故不宜與一般廢棄物一起掩埋。另外大部份的焚化設備也無法承受大量未經處理的廢輪胎，因為廢輪胎的燃燒速度比一般的廢棄物要慢很多[3]。由於上述原因，廢輪胎的處理要比一般廢棄物困難，因此在世界各國，常造成廢輪胎的非法棄置，同時形成許多含大量廢輪胎的堆置場址。一旦廢輪胎堆積成堆，如未加妥善處置，又常會對環境造成新的危害，其中以火災與蚊蟲病害最為人

所詬病。由於廢輪胎本身幾何形狀為圓形中空，遇雨後會形成無數個小蓄水池，以致成為蚊蟲滋生的溫床，由蚊子所傳染的登革熱疾病即為一例。另外廢輪胎本身含有高熱質 [3]，且廢輪胎堆大都位於曠野，易遭閃電擊中，起火燃燒，由於廢輪胎中空的幾何形狀，使得廢輪胎具有良好通風特性，一旦起火，則不僅外表的廢輪胎會燃燒，連位於廢輪胎堆內部的輪胎亦開始燃燒，使得廢輪胎堆大火無法有效的撲滅。廢輪胎堆起火，不但會造成大量濃煙污染空氣，其所產生的溶油、溶渣，亦會滲入地下，造成土壤及地下水的污染，其對環境生態的破壞，實不可等閒視之。

二、廢輪胎之處理方式

目前世界各國較常採用的處理方式，大致上可分為掩埋、直接原型利用、舊胎再製、燃燒、熱解與粉碎後再利用等幾種方式，如表 1 所列。另外，亦有直接將未經處理的廢輪胎橡膠粉填加於瀝青中，以製成作為鋪設道路之用的橡膠瀝青。使用橡膠瀝青的路面可減低噪音，防止路面老化、破裂，其壽命也較傳統瀝青路面長，且鋪設橡膠瀝青路面可消耗大量的廢輪胎 [4]。雖然橡膠瀝青有上述好處，但目前尚未被廣泛的採用，主要是因為初期投資成本與效益相關資訊並不十分充足，且橡膠瀝青的規格亦未經政府單位所認可，因此大多數的公路主管單位都不願冒險採用這項新產品

來鋪路。

本研究目的旨在初步檢視橡屑混凝土之基本工程特性，利用國內廢輪胎經切削處理後之碎屑，摻入混凝土充當填充料，評估此種混凝土在工程上應用的可行性；並測試其抗海水侵蝕能力，進而提供其在海域結構物應用及推廣上的參考。

三、海水對混凝土的侵蝕機理

海水組成複雜，其中以氯鹽和硫酸鹽最為重要，對鋼筋混凝土的影響亦最大 [5-6]。海水中所含的鹽類，對混凝土侵蝕過程非常複雜，並牽涉到各種物理和化學的因素，所以海鹽對混凝土耐久性影響的程度和侵蝕機理，目前仍尚未完全明瞭。當結構物完全浸泡海水中時，海鹽對混凝土的侵蝕主要是化學反應，使混凝土中的氫氧化鈣溶解，及形成膨脹性的鈣鈣石，導致結構物脹大、開裂和剝落等劣化現象；當混凝土半浸泡於海水中時，其侵蝕行為係綜合物理和化學兩種侵蝕因素，其中包括波浪作用或漂浮物的沖擊，造成混凝土受沖蝕的現象；鹽類滲透進混凝土內部後，受乾溼循環的作用，造成結晶壓力，使混凝土破裂；混凝土內鋼筋受氯離子影響而遭到腐蝕。

四、混凝土耐久性能檢驗

本研究將試體置於人工海水溶液中乾濕循環作用，來觀察混凝土腐蝕；並以重量損失、及利用超音波通過試體快慢來預測混凝土耐久

性。人工海水侵蝕試驗係將混凝土試體利用人工海水侵蝕經 90 次乾濕反覆循環（齡期 6 個月）模擬實際海水對混凝土試體侵蝕情形，進行長期之耐久性試驗。其中，以重量之衰減率及超音波波速之變異，評估 II 型波特蘭水泥不同橡屑量混凝土相對於控制組侵蝕的程度；並檢驗其與不含廢輪胎碎屑之強度衰減情形。其中，控制組係以不含廢輪胎碎屑之混凝土試體，置於水中養護 28 天為主。

圖 1 為混凝土含不同橡屑量混凝土經長期侵蝕重量百分率變化情形。試體之重量變化百分率約在 94~98% 之間，初期會有增加，隨後則逐漸減少；且隨著橡屑填充料的增加而降低。由圖中可看出試體經過 10 次循環後，重量百分率改變極小，再經過 20 次循環試體重量會呈微量增加。接著隨循環次數的增加重量損失會愈來愈大，且隨著橡屑填充料的增加重量損失幾乎皆較控制組高。在含屑量 1.5% 可約略看出高於 0% 組；含屑量 3% 及 4.5% 橡屑混凝土其重量百分率低於 0% 組，但差異性不大。

由圖 2 中可看出，各試體波速均隨著乾濕循環次數的增加而有下降的趨勢，且隨著橡屑填充料的增加波速百分比下降率亦較大。原因可能由於一般混凝土經過乾濕循環 60 次以後，試體表面裂紋會變得更長且更為明顯，形成混凝土內部瑕疵擴大，使得超音波需要較長的傳遞時間，造成波速百分比下降率加

大。雖然橡屑混凝土在乾濕循環 60 次以後，試體表面裂紋會較一般混凝土多，但裂紋較為細小也較不明顯且延伸長度較短。所以，橡屑混凝土波速下降百分率在 60 次乾濕循環後並不會有明顯加大的趨勢。

另外，由圖 3 所示，不同橡屑量混凝土經 90 次海水反覆循環作用後，抗壓強度與相對於純水中養護其 28 天抗強度之比值 fc'_{II} 變化情形，含橡屑之混凝土其 fc'_{II} 幾乎皆高於不含碎屑之混凝土試體，又以 1.5% 重量含量為甚。

五、結語

橡屑混凝土試體破壞時，相對於普通混凝土所產生的裂縫會較分散而不明顯，且隨著橡屑填充料增加，裂縫會有愈來愈少的趨勢。但在長期侵蝕試驗時，含屑量 1.5% 及 3.0% II 型水泥混凝土抗壓強度則較 0% 組高。橡屑混凝土的破壞模式類似纖維混凝土，即在破壞時具有分散裂縫的作用，且所含的橡屑顆粒在混凝土受到撞擊時可吸收部份能量。所以在未來應用方向可考慮使用以填充料方式應用在道路鋪面、防撞路擋及海邊消波塊等。

六、文獻回顧

1. 黃兆龍，「混凝土性質與行為」，詹氏書局，pp.139-141. (1997)
2. Gutt, W., "Aggregate from Waste Materials", Chemistry and Industry, pp.439-447. (1972)

3. 李誠, "廢輪胎的處理及利用", 環境特刊, pp.223-233. (1994)
4. 李泰明、褚炳麟, "輪胎膠材料在柔性路面之應用", 現代營建, 第15卷, 第9期, pp.53-73. (1995)
5. ASTM D1141-75, "Standard Specification for Substitute Ocean Water".(1984)
6. Conjeaud, M. L., "Mechanism of Sea Water Attack on Cement Mortar " ACI SP-65, pp. 39-62. (1980)
7. 李清華、郭葉輝, "廢輪胎可行處理技術評析", 技術與工程, pp. 47-58 (1992)

表 1 廢輪胎處理方法比較 [7]

處理方法	優點	須注意問題
掩埋	解決蚊蟲及火災危害性	1. 為防止輪胎浮出地面，須切碎掩埋， 2. 減少掩埋場之使用壽命 3. 輪胎本身資源無法再利用
舊胎再製	輪胎再製後可重覆再使用，減少廢輪胎的產生。	1. 輪胎再製市場逐漸萎縮 2. 對已經被非法棄置廢輪胎問題無法解決
直接原型利用	直接用於人工魚礁、碼頭防撞、海岸防波、邊坡防崩等處。不須高深回收再利用的技術。	使用量有限，對解決廢輪胎問題沒有太大幫助
燃燒	回收輪胎本身所含之能量以供發電或作為補助燃料，可消耗大量的廢輪胎	1. 空氣污染及副產品出路等環保問題 2. 輪胎燃燒後無法循環再生利用
熱解	將輪胎轉變成液態燃料，可回收油、氣、碳黑、鋼絲等物質。	1. 由於石油價格低廉，此方法目前較不具經濟性。
粉碎後再利用	粉碎後之廢輪胎可應用於橡膠製品、瀝青鋪路、填築路堤。	1. 須經粉碎步驟及鋼絲、纖維分離後才能獲得橡膠粉 2. 橡膠粉再利用技術有待評估 3. 橡膠粉市場的開發仍待努力

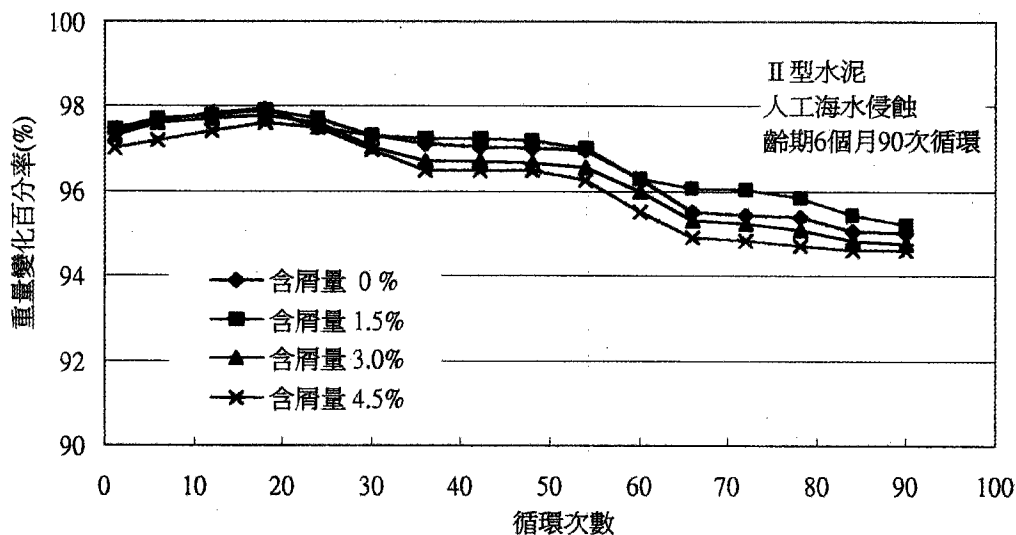


圖 1 W/C=0.4 混凝土長期侵蝕試驗之重量變化情形

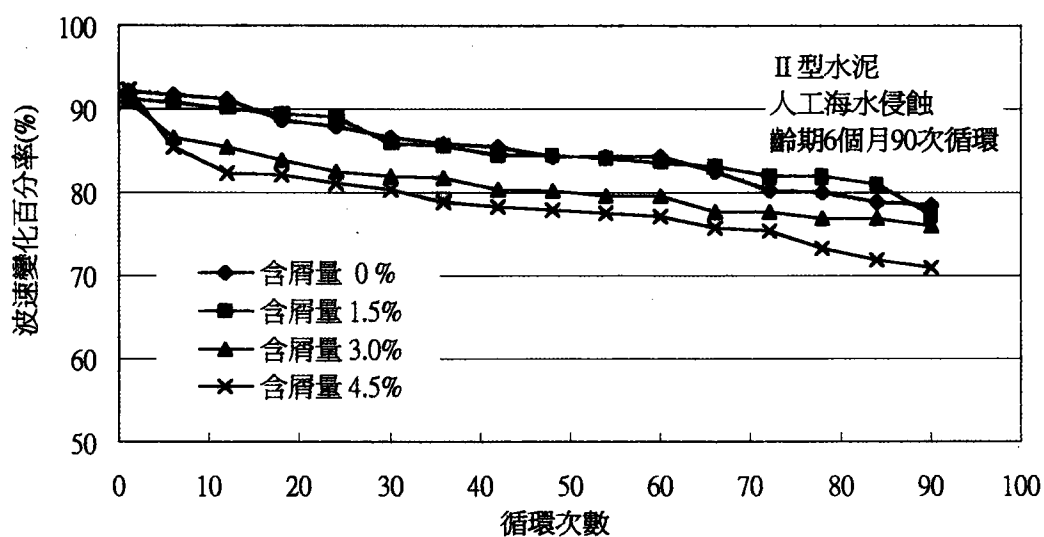


圖 2 W/C=0.4 混凝土侵蝕試驗之波速變化情形

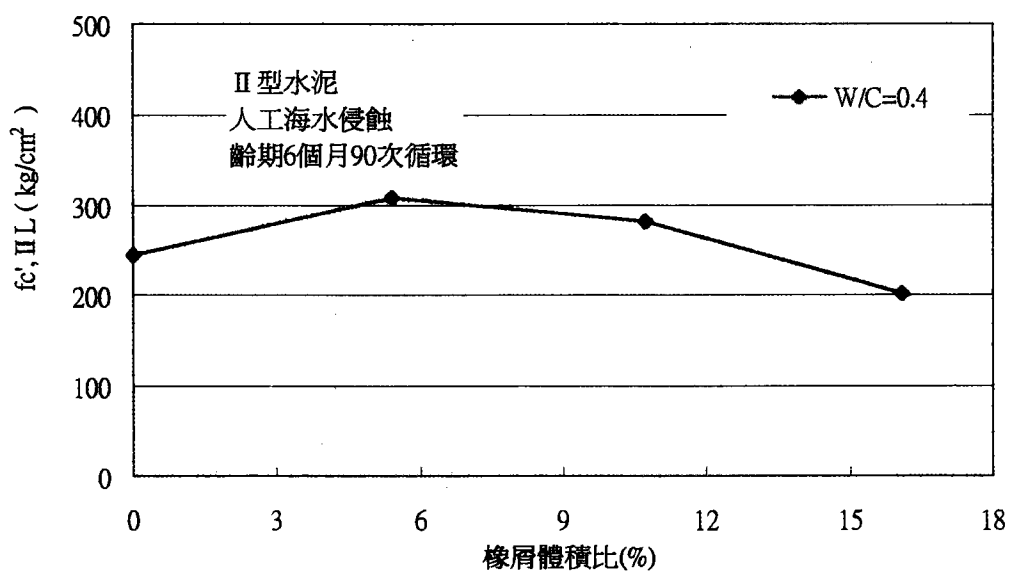


圖 3 II型水泥不同橡屑量混凝土經長期侵蝕後之抗壓強度

港灣工程估價相關觀念之探討與建言

蘇吉立 港灣技術研究中心助理研究員

一、前言

營建工程是結合運用人力、物力、機具動力、財力與施工管理方法，創造安全、經濟、舒適生活環境的一門學問。其涉及範圍甚廣；港灣工程即為營建工程之一環。

完美的港灣工程，除了要有完美的規畫設計外，尚須仰賴優良的施工人材，運用專業施工法、材料、人力、機具、資金與施工管理的能力。並因應人、時、地、事與物之差異，做最合理、妥善的研判與應變，使港灣工程施工得以安全順利，設計得以達到完美的要求。

無論是完美的港灣工程規畫設計案，或安全順利呈現其完美要求的施工成果，其過程均須透過一定的實現方式，即施工制度與發包制度。現行港灣工程常用的施工制度與發包制度多為：總價發包之議價制與比價制。

任何港灣工程規畫設計案或施工成果，無論以何種方式實現，整體工程預算編製或單一估價，為一相當重要、必要與繁雜之作業。然對於工程預算編製或單一估價成果

之審核，又常給審核者帶來疑惑、為難、難以認同甚或誤判等情景。其主要原因不外以下幾點：

1. 缺少一足夠可用之歷史工程預算及單價資料庫。
2. 缺少一共通可行之作業與審核準則。
3. 影響港灣工程預算估價作業成果之因素極為複雜。

故無論從事其任何港灣工程相關作業與審核，均應對其相關觀念有相當之認知，除得以增強相關專業之溝通能力外，並從彼此之認知與實務中謀求改進。

二、港灣工程估價的目的和種類

港灣工程估價的目的，簡單的說即在預估工程各項工、料與價之數額，以達到工程控制與管理之目標。若要詳述其目的，應不外下列所述：

1. 為預算編列、預算審核及經費籌募之依據。
2. 擬定工程底價，做為發包或施工之標準。
3. 預估工料數量，做為發包、僱工或採購之依據。

4. 造價成本之控管。
5. 控制合理利潤，確保工程品質。
6. 可為進度與工期控制之參考。
7. 可為擬訂施工規劃與管理之依據。
工程估價所得本為一近似值，故若依精確度來分，可分為概略估價及精細估價兩種。

概略估價常為行政單位與工程師用於初期之估算方式，主要係依據構造物之單位價格，推算總工程費用，以為預算之參考。為一概略數，其準確度主要受制於工程經驗。此法約可歸納如下：

1. 統計實績之單位基準法—可分單位面積法、單位體積法、單位區間法（單位長度）、單位設備法等。
2. 統計實績之比例基準法—可分價格比例、數量比例、百分比立法等。
3. 主要材料之主項基準法。
4. 主要工程之主項基準法。
5. 推證應用法—依經驗或理論，由類似歷史經驗工程所須之費用或材料用量，推算預估工程之費用或材料用量。

精細估價則為規劃設計師與營造商所用之方法，主要係依據構造物之設計圖說，計算工料數量與單價以求工程總價，並為招標、投標之基準。常因用途或施工制度（方式）不同，通常又可分為：

1. 預算（設計估價）—即設計者依圖說及施工說明，計算所須之工料數量，乘以適當之工料單價，合計所得再加合法利潤及稅捐即

為所求之工程建造總價，即為預算，亦為工程發包之依據。

2. 標價—又稱競爭估價或比價估價。
3. 成本估算—又稱實施估價，為營造商開工前之確實核計估價，以為成本控制之依據，與實際所需成本較相近。
4. 代辦估價—費用通常較標價高。
5. 自辦估價—又稱僱工估算，常為業主用於小工程或營造商之轉包作業。現行政府及私人企業團體多採行精細估價，並透過總價發包或議價制，以達工程目的。

三、影響港灣工程估價因素之探討

為便利港灣工程預算編製、估價與審核，積極建立港灣工程歷史單價與單價分析資料庫，有其重要性。

然無論港灣工程預算編製、估價、分析、審核或資料庫建立時，均應就影響港灣工程估價的因素先行探討與瞭解。

一般影響港灣工程估價的因素不外下列各項：

1. 施工制度—如點工制、發包制、實費加酬制、特殊施工制等。
2. 發包制度—如單價或總價之總包制、分包制、分割制、議事價制、比價制等。
3. 施工性—如構造型質、構築難易度、施工流暢性、施工循環性等。
4. 施工規範—如施工圖說、施工技術規定、施工機具規定、材料規定、品質與檢測規定、付款規定等。

5. 施工量—應有基本量，小於基本量難定單價。
6. 施工環境—如時間、地點、天候、交通、資源等。
7. 材料價—如施工量、景氣、時間、地點、交通、資源、技術水準。
8. 工價—如施工性、施工量、材料、施工環境、技術水準、景氣。
9. 技術水準—包括經營理念、經營團隊水準、工人水準、工人配合度等。
10. 管理能力—技術經歷、工程規畫、工程調度、財務及人力調度等。

綜上所述，可見影響工程單價之因素相當繁雜。即使完全相同之工作，於不同的發包制與施工制下，必然產生不同的工程單價。即使再於相同的發包制與施工制下，不同的施工量、不同的施工環境、不同的技術水準、不同的管理能力、不同的工料、不同的施工機具、不同的施工法及不同的規範，亦將產生不同的工程單價。

故理論上如此種種不同狀況，均應建立不同之單價分析。並以分制、分區、分類與分項的原則建立，使預算編製、分析、估價與審核，方便於時間、物價、工資與工率等因素下簡化探討。

即使如此，然影響物價、工資與工率等因素亦相當複雜，工率應針對不同之狀況加以設計分析與驗證，工價與物價除需隨時間不斷搜集資訊與更新外，其與重要之社經指標亦或可找出關聯性。

四、港灣工程預算估價與審核作業軟體之選用建議

考量目前已有部份可供利用之港灣工程單價相關資料內容與對象，為避免人力資源之浪費，建議往後各單位，於從事港灣工程預算估價、資料庫之建立或工程預算之審核，應利用或建構於行政院公共工程委員會既有之作業系統(PCCES與QTS)架構下，港灣界不應再另行發展其它系統。其相關理由與建議如下：

1. 工程會之PCCES與QTS系統發展至今，已投入相當之人力與物力，至今已具相當之架構，且極力推行中，爾後必為政府及民間共通之系統。
2. PCCES與QTS系統為延續性之推展，且於過程中不斷的充實與更新改正中。
3. 各港及港灣界應熟用PCCES與QTS系統，發掘缺失，提予工程會，以便充實、更新與改進。

PCCES與QTS系統主要功能，本文將其歸納概述如下：

1. 整體功能主畫面如圖-1。
2. 屬主要之功能有：系統維護與資料庫之建立。
3. 屬延伸應用之功能有：
 - (1) 計畫、預算、標單與契約之編製。
 - (2) 工程變更、工程估驗與結算。
 - (3) 計畫經費與歷史工程單位造價之審查比對。

4. 資料庫之建立可分：建立基本圖檔、建立基本工項資料與計畫基本資料編製。
5. 可透過資料庫之維護功能引用營建物價資料。
6. QTS 系統係掛於 PCCES 系統下，主要在建立基本圖檔資料庫，進而提供工程構造物之標準斷面設計與其工程數量之計算。

由於 PCCES 與 QTS 系統既有之統計分析功能有限，尚無法滿足分析作業需求，故本文建議另以 Microsoft Excel 作業軟體為資料整理與分析之輔助工具。

五、港灣工程預算估價與審核作業準則之建議

為使港灣工程規畫、設計、預算編製、估價、審核等作業制式化、規格化、統一化與合理化，依港灣之特性研擬經費編製的標準模式，及各階段作業執行步驟及要點，提供各主辦機關作業之參考準則，是必要的，各主辦機關於相同的準則下作業，自可免除審查作業之困擾。本文對港灣工程預算估價與審核作業準則初步建議如下：

1. 作業階段順序與原則應依工程會之建議原則：重大港灣工程計畫之實施階段，依序大致分為先期規劃〔可行性研究〕→綜合規劃→初步設計〔基本設計〕→詳細設計→施工。先期規劃需因應國家目前及可預期未來交通之需要及社會環境變遷之趨勢，研擬若干可能之工程替代方案，分別予以評估，尋求兼備技術、經濟、財務之可行性與環境之接受性之最佳方案，據以提出先期規劃報告〔可行性研究〕，為政府核定興建原則之依據。經核定後，續進行綜合規劃（此時需含工程經費編列概算）。
2. 先期規劃作業內容範圍與順序，暫依工程會之建議：
 - (1) 確定建設之目標與需求範圍。
 - (2) 基本資料調查及分析。
 - (3) 研究港址之測量。
 - (4) 方案規劃、替選條件與技術層次之優劣比較。
 - (5) 環境說明。
 - (6) 執执行程序、設計基準。
 - (7) 概估工程經費及工期。
 - (8) 經濟效益及財務規劃。
 - (9) 實施計畫。
 - (10) 結論與建議。
3. 綜合規劃作業內容範圍與順序，暫依工程會之建議：
 - (1) 確定規劃之目標與需求範圍。
 - (2) 核定港址現況之說明。
 - (3) 基本資料調查、蒐集、預測及分析。
 - (4) 工程規劃。
 - (5) 用地及拆遷補償研究。
 - (6) 工程數量與經費估算。
 - (7) 方案評估。
 - (8) 建設計劃。
 - (9) 相關建議計畫之配合。
4. 各階段作業之基本資料需求項目與精度：依工程會之建議。
5. 計畫成本組成建議：依工程會目前之建議，如圖-2。

6. 工程經費估算標準內容、格式與估算程序：依工程會目前之建議規定。
7. 基本上各主辦機關單位，應應用工程會既有之規定與建議為初期作業原則，並以PCCES & QTS系統為主作業工具。
8. 建議工程會應積極制定一套完整之相關作業範本。亦可為審核單位之審核工具。
9. 相同性質之工程或工項名稱，及其標註說明應予統一。建議由工程會定期檢討統一之。

六、結語與綜合建言

本文有感於工程人員於執行工程預算相關任務時，常為工程估價之合法性、合理性與適當性，須週旋應付於預算審核單位、底價核定單位、審計單位甚或檢調單位，倍感困擾，有幸得以參加相關業務之研究工作，特撰此文，除宣導觀念，祈使加強各單位於往後工程預算與估價上之溝通性，免除或減少無味之困擾，並做成個人如下之初步建言：

1. 建議各單位相關業務人員應熟悉影響預算估價之相關因素，認知其基本變異性。
2. 建議各單位應採用工程會之建議，統一作業準則、作業系統，使港灣工程預算估價程序化與格式化，並使相同性質之工程或工項名稱及標註說明得以統一。
3. 建議各港應採用工程會之作業準則與作業系統，自行建立預算、

歷史工程與估價之基本資料庫。

4. 建議工程會應結合各港或工程顧問公司，分類、分項予以分工合作，於各港往後實做工程中加以不斷印證、統計分析與修正。並逐步建立適合本土之港灣工程單價分析資料庫。
5. 配合3、4項之工作，建議可搜集歷史工程造價，加以整理分類、分項統計，建立各類工程之綜合或大項單價分析，使規畫者於計劃初期便得以快速估算經費、決策者可有依據快速合理的審核、工程師可快速研判工程概略成本。
6. 建議各單位研習工程會之作業系統，得於聚集相當人數時，洽請工程會安排之，或配合工程會系統研習課程。
7. 相關之詳細資訊查詢，可上工程會網站，或洽工程會。
8. 工程會目前之現有範本尚欠完整，建議工程會應積極制定一套完整之相關作業範本。亦可為審核單位之審核依據與工具。
9. 建議工程會除積極推展其既有之理念、作業原則與作業系統外，更應積極與實務單位定期檢討與改進，使作業原則與作業系統更合理、更務實、更簡便且更完整。
10. 本文僅代表個人實務上之論述與探討，暫不代表其它相關報告之結論與立場。限於篇幅若有不當或不週詳之處，望港灣先進不吝指正及共同研討。



圖-1 PCCES 與 QTS 系統之主畫面與功能項目



圖-2 工程會目前針對計畫成本組成之建議

可能導致防波堤災損之原因探討

張金機

港灣技術研究中心主任

一、前言

台灣四周環海，東部平直陡峻岩岸，直接暴露於太平洋，夏季受強烈颱風波浪威脅；西部為平緩沙灘海岸，漂沙活動激烈，除夏季可能受颱風波浪威脅外，西北部每年冬季還受東北季風侵襲。台灣的港口需興建大量防波堤抵擋外海惡劣海及浪沿岸漂沙，以維護港池穩靜，防止港口航道淤塞。因此，防波堤（含海堤）在港灣工程建設中扮演極重要的角色。如何設計、興建安全又經濟的防波堤為港灣工程重要的課題。

台灣早期進出港口船舶噸位較小，所需港池水深較淺，防波堤大都建築在水深10m以內，以拋石堤或基礎拋石上部混凝土方塊為主要型式。民國六十年代以後，經濟快速發展，進出口貿易量急遽增加，進出港船隻噸位大幅成長。為滿足港埠能量需求，政府積極投資擴建港口設施。估計近二十餘年來港口擴建（含新建）之防波堤（含海堤）超過三十公里以上，堤址水深更達三十幾公尺。這些防波堤防除部份淺水段採用傳統拋石堤外；為解

決較大水深所需大量石料，並縮短工期，廣泛採用基礎拋石，上部沉箱所構築的合成式防波堤。

根據經驗與試驗，防波堤已經研發一套相當成熟的傳統定性設計方法。過去數十年利用傳統設計方法所建造數目可觀的防波堤卻很少發生重大災損，而能維持安定狀態。檢討其主要原因，為過去大多數防波堤都建在水深較淺水域，不管外海深水波浪多大，作用於防波堤之最大波高決定於碎波水深。隨著船舶大型化，港口航道水深增加，防波堤必需配合建置在外海缺乏天然屏障的深水中，設計波浪條件更加惡劣且波高不受限於水深。此情況下，工程師必需體認過去利用傳統設計方法設計建造的水深較淺防波堤，都能承受設計波浪侵襲不發生災損，並不保證利用同樣方法設計的深水防波堤，未來遭受外海波浪侵襲時不會破壞。

本篇報告針對深海設計波高不確定性，碎波波高與衝擊波壓，拋石基礎碎波造成衝擊波壓，越波造成開孔消波艙衝擊波壓及堤頭效應造成蜿蜒災損（Meandering damage）等，蒐集國內、外研究及災損資料整

理分析，提供從事港灣及海岸工程從業工程師參考。

二、不受限深海設計波高

一般防波堤與海岸構造物均直接受到外海波浪作用。因為海上波浪具有極為不規則特性，利用概率觀念統計結果差異也相當大。海岸工程經常採用的再現年期極端值觀念，其實就隱含著許多不確定性。例如一個100年甚至200年再現的巨浪可能連續兩年發生在同一工程上，但也可能在某一項工程完工後一百年未曾發生。

傳統設計程序均採用定性方法，工程師先評估工程特性再決定設計再現年期。再現年期波高極端值計算方法可由長期觀測資料迴歸，過去侵襲颱風波浪追算，假設（模型）颱風推算，或採用鄰近工程實例。如果工址設在淺水區內則可利用碎波界限等條件決定設計波高。一旦設計波決定後，構造物設計只需考慮承受波浪力，再加安全係數。整個設計過程中只有在選擇設計波浪時考慮概率觀念。這種傳統定性方法多年來已廣為海岸工程師所採用，而且利用這種方法設計興建的海岸構造物數目可相當可觀，且安全無疑。推究傳統設計建造之海岸構物之所以能承受極度散亂海洋波浪作用，主要之原因為現有防波堤及海堤大都建在水深十幾公尺以下，即使外海發生最大的波浪，受限於工址水深，碎波波高為最大臨界點。

隨著時代遷移，深水港的規劃，防波堤等海岸構造物興建逐漸往外海推進。外海不受限水深波浪將直接威脅構造物安全。因此，利用概率分析設計波浪極端值時，除需注意資料品質與樣品數外，應辦理可靠度分析。利用颱風天氣圖推算波浪，因為風場計算極為複雜，計算結果可信度不高，波浪推算值與實測值差異往往高達30%以上，設計工程師應特別注意，並加以安全考量。

深水防波堤災損最嚴重，且經常在各項研討會論文中被提出來討論的是葡萄牙的 Sines 港。早在1970年至1972年規劃設計，在1974年至1979年興建完成的Sines港外廓防波堤最大水超過45m，外海設計示性波高11m至12m。堤身主要部份為拋石堤，堤面消波塊為42 Ton DoLos。但為減少工料，上部採用高7.5m直立混凝土塊；同時為減低越波量頂部增加高5m之胸牆，斷面如圖1。經過1979至1990年外海波浪作用後，1990年實測防波堤斷面如圖2，堤體坍塌變形，護坡塊散佈四處，堤頂混凝土塊傾斜滑落。災後調查發現，原設計外海示性波高12m顯然偏小，復建時設計示性波高採用17m，最大波高可能達到30m。如果防波堤設置在水深20m以內，大於17m之波高受限水深都可能在外海碎波最大波高30m根本不會直接作用在防波堤。經由試驗發現入射波浪在拋石斜坡上碎波，造成堤面42Ton護

坡塊掉落，拋石堤體坍塌，堤頂混凝土塊傾斜或滑落。一旦堤頂混凝土塊滑落，形成典型拋石堤，受大浪作用，堤頂很快被沖刷至水下8m至10m。

三、碎波波高與衝擊波壓

波浪由外海向岸邊傳播因地形變化而形成碎波。碎波波高與碎波型式為設計防波堤等海岸工程構造物最重要參數。

深海前進波浪，當波峰水分子速度大於波速時即產生碎波，Michell (1893) 等研究學者發現深海波浪尖銳度(H/L)最大值為0.142。深海碎波在工程設計上並無重大意義。波浪進入淺海後受水深變化影響而形成碎波，研究學者利用孤立波求得碎波波高與水深關係 $(H/h)_{\max}$ 介於 0.827 與 0.833 之間，而一般工程師常用Munk (1949)推導的 $H_b/L_b=0.78$ 。淺海進行波碎波條件由Miche (1944)導出近岸碎波條件為 $H_b/L_b=0.142\tan(2\pi h_b/L_b)$ 。近岸碎波條件除受波浪尖銳度與水深影響外，還受底床坡度 $(\tan\theta)$ 影響。合田 (1970) 利用 Iverson, Bowen, Mitsuyasu 等及其本人對不同坡度試驗結果，如圖3，迴歸求得碎波波高與深海波長、底床坡度及水深之關係式為

$$\frac{H_b}{L_0} = 0.17 \left\{ 1 - \exp \left[-1.5 \frac{\pi h}{L_0} \left(1 + 15 \tan^{1/3} \theta \right) \right] \right\}$$

上式廣泛被應用在合田波壓公

式中。但近岸碎波現象極為複雜，且呈不安定現象，碎波位置隨時在變，甚至試驗室都無法有效控制。因此，在設計上除緩坡海岸可以合田公式估計碎波波高外，陡坡海岸應檢討海岸坡度與波浪尖銳度可能發生之碎波波高上限。

陡坡海岸除受幅射應力影響，在相同水深可能發生較大碎波波高外。根據試驗及現場調查發現，海岸坡度增加，波浪尖銳度較小時，容易產生捲波型碎波 (Plunging breaking)。當捲入空氣的碎波波面與剛性防波堤堤面接觸時，發生氣爆而造成衝擊波壓，尖峰波壓瞬間同步作用在堤面上，稱為 Bagnold 型波壓剖面。在此種情況下，堤體瞬間受到最大總波力。海底坡度較小的海岸除碎波波高可依水深的0.78倍概略估計外，碎波產生之堤面波壓尖峰值隨波浪水面由下而上，產生些微延時，稱為 Wagner 型波壓剖面。因此，堤體不致在瞬間發生最大總壓力。

(一) 拋石堤基碎波引致衝擊波壓

防波堤除建置在陡坡海岸，因入射波浪在堤前產生捲波型碎波而造成衝擊波壓外；建置在較大水深之合成式防波堤，常因基礎拋石設計不當，使入射波在基礎拋石斜坡上，因水深急速淺化而碎波，直接作用於直立堤面，造成衝擊波壓。

Takahashi (1983) 辦理直立岸壁模型試驗研究，在海底坡度1/10設置拋石基礎，使入射波在堤前發

生碎波直接作用於沉箱直立壁體。拋石基礎頂部堤前平台 (Berm) 寬度是形成衝擊波壓最重要因素。平台寬度與衝擊波壓之關係如圖 4。波壓平均值無因次參數 $(\bar{p}/\omega_0 H)$ ，受拋石基礎形狀影響如圖 5，橫坐標為沉箱前平台無因次寬度 (B_m/L) ，縱坐標為拋石基礎相對高度 $(h-d)/h$ ， B_m, h ，及 d 定義如圖示 5， L 為波長，當 $(h-d)/h=0.6$ ($d/h=0.4$)， $B_m/L=0.1$ 時， $\bar{p}/\omega_0 H$ 增至 2.5 以上。根據相似試驗獲得以下特性

1. 當 d/h 大於 0.7 時很少發生衝擊波壓
2. 波壓隨 d/h 變化，當 d/h 約為 0.4 時波壓最大
3. 平台寬度 B_m 較短時，產生 Wagner 型碎波波壓，而在 B_m 較長時則可能發生 Bagnold 型衝擊波壓，最大波壓發生在 $B_m/L=0.12$ ， $d/h=0.4$ 。

Tanimoto, Takahashi 及 Kitatani(1981)，針對無法避免衝擊波壓之拋石基礎合成堤直立壁體，進行消減衝擊波壓試驗研究，試驗結果如圖 6。當拋石基礎較高，平台相對水深 d/h 較小時($d/h=0.405$)，在相對波高(H/h)約為 0.68 時沉箱直立壁發生最大波壓，平均波壓無因次參數 $(\bar{p}/\omega_0 H)$ 達 2.3；當 d/h 增為 0.643 時， $\bar{p}/\omega_0 H$ 最大值降為 0.8 左右。直立堤前拋放消波塊或採用開孔消波沉箱均可大幅降低沉箱直立面平均波壓。沉箱合成堤災損案例很多，日本 Sakata 港及 Mutsu-Ogawara 港在災後作有系統調查

試驗研究。茲介紹如后：Sakata 港防波堤為防止堤基沖刷，沉箱堤基水深 9.5m 設置拋石基礎平台，高度 5.57m，直立壁前寬度 14.5m，斷面如圖 7。拋石基礎使堤前水深驟減為 3.93m。Sakata 港防波堤平台無因次參數 $B_m/h=1.526$ ， $(h-d)/h=0.586$ 。根據圖 5， $\bar{p}/\omega_0 H$ 大於 2.5，顯示入侵波浪在拋石斜坡上碎波直接作用在直立壁產生衝擊波壓。此外根據圖 6，Sakata 港防波堤斷面 $d/h=0.41$ ， $H/h=0.76$ 也是造成最大波壓條件。因此，連續受幾次暴風浪作用後，沉箱產生最大累積位移達三公尺以上。

Mutsu-Ogawara 港位在本州東北部，面臨太平洋強烈風浪威脅。1983 年開始興建東防波堤為拋石基礎，上部沉箱合成堤，在折角凹處拋放 50Ton 消波塊，以減小巨大波浪作用力。1991 年 2 月強烈東北季風，最大波高達 14.8m，示性波高 9.94m，因消波塊拋放不連續，在轉折點附近產生衝擊波壓，使防波堤造成嚴重災損，防波堤凹處 9 座沉箱共 162m，如圖 8。其中 No.6 號沉箱滑移 6m，No.7 號沉箱滑移 9.4m，且六分之五破碎掉入海中，消波塊散落各處。破壞後防波堤斷面如圖 9。檢討災損原因除異常波高 9.94m 大於原設計 50 年迴歸期波高 6.9m 外；因堤防轉折處漸變段消波塊拋放不連續，使入射波浪在保護不全的 No.8 號沉箱堤前斜坡發生碎波，衝擊波壓，直接作用在 No.7 及 No.6 沉箱上。Taka-

hashi 等 (1993) 針對此種現象利用模型試驗加以驗證。試驗佈置及各測點試驗波壓延時變化如圖 10，A 點處表示沉箱堤前不拋放消波塊，B 點處拋放消波塊，C 點則為不完全拋放消波塊。波壓延時變化顯示，受 11m 入射波高作用，在消波塊保護不完全處 (C 點)，產生極大衝擊波壓， $\bar{p}/\omega_0 H$ 值超過 2.5，完全不拋放消波塊處 (A 點) 雖產生碎波波壓，但未形成衝擊波壓。

(二) 消波胸牆越波引致衝擊波壓

深水防波堤建置在海象惡劣環境下，為降低波力減少越波常採用開孔胸牆以消殺波能。但在高水位，遭受外海巨浪侵襲時，越波可能在消波艙造成衝擊波壓，導致後側胸牆損毀。

國內防波堤災損案例中，花蓮港東防波堤開孔胸牆，在 1994 年、1998 年及 2000 年分別遭受波浪越波在消波艙內形成衝擊波壓，直立作用於後側擋水胸牆，使胸牆倒塌 550m、150m 及 300m。本中心模型試驗結果，顯示高水位時，受較大之波高作用，波浪越過胸牆後由上而下，直接衝擊消波艙，造成衝擊波壓。圖 11 為各測點波壓量測值，在高水位大波浪作用時，擋水胸牆波壓值不但未因開孔胸牆消波而降低，反而較海側堤面相同高程測點還大。水位下降時，開孔胸牆發揮消波功能，後側擋水胸牆波壓較相同高程海側堤面測點為低。

四、合成堤拋石基礎護坡塊

拋石堤護坡塊重量早在 1958 年 Hudson 即利用 Buckingham Pai 理論分析影響因子無因次參數。提議合成堤拋石基礎護坡塊重量，W 根據下式求得

$$W = \frac{r_a H_s^3}{N_s^3 (S_r - 1)^3}$$

上式中 r_a 為塊石比重， H_s 為設計示性波高， S_r 為塊石在海水中比重， N_s 為安定數。安定數決定於波浪條件、拋石基礎形式、塊石形狀及排法。上部直立堤之拋石基礎護坡塊重計算方法，則係 Brebner 及 Donnelly (1962) 修正 Hudson 公式決定 N_s^3 值而被廣泛採用。

拋石堤 N_s 為堤面坡度角 α 之函數，Hudson 將安定數 N_s 值以塊石安定係數 K_D 值及堤面坡度 $\cot \alpha$ 表示，即一般常用之 Hudson 公式

$$W = \frac{r_a H_s^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \alpha}$$

Yamamoto 及 Asakawa (1982) 利用快速錄影設備紀錄不規則波試驗合成堤基礎護坡塊不穩定情形。發現 Hudson 公式計算護坡塊重量受群波中波高大於 $H_{1/10}$ 作用時，產生不穩定現象。Tanimoto 及 Goda (1982) 考慮拋石基礎平台 (Berm) 水深 h' ，寬度 B_m ，計算平台轉折處臨界點塊石受波浪作用之曳力 (Drag

force)及上舉力 (Lift force)。認為安定數為 N_s 波浪特性、塊石形狀、拋置方法及與 h'/H_s 與 κ 之函數。

$$\kappa = \frac{4\pi h'/L'}{\sinh\left(\frac{4\pi h'}{L'}\right)} \sin^2(2\pi B_m/L')$$

κ 為無因次流速，是拋石基礎平台相對水深 h'/L' ，(L' 為堤前波長) 與平台相對距離 (B_m/L') 對最大水分子流速之影響程度。根據試驗結果 Tanimoto 等 (1982) 提出正向入射波浪塊石安定數之估算公式為

$$N_s = \max \left\{ 1.8, 1.3 \frac{1-\kappa}{\kappa^{1/3}} \frac{h'}{H_s} + 1.8 \exp \left[-1.5 \frac{(1-\kappa)^2}{\kappa^{1/3}} \frac{h'}{H_s} \right] \right\}$$

Kimura 等 (1994) 假設曳力為波浪作用於塊石大於慣性力，辦理三維試驗。提出斜向入射波浪侵襲時防波堤主線段 κ 可依下式求得

$$\kappa = \kappa_1 (\kappa_2)_B$$

$$\kappa_1 = \frac{4\pi h'/L'}{\sinh\left(\frac{4\pi h'}{L'}\right)}$$

$$(\kappa_2)_B = \max \left\{ \alpha_s \sin^2 \beta \cos^2 \left(\frac{2\pi l}{L'} \cos \beta \right), \cos^2 \beta \sin^2 \left(\frac{2\pi l}{L'} \cos \beta \right) \right\}$$

上式中 β 為波浪入射方向與防波堤垂線夾角， l 為塊石與防波堤垂面之距離。防波堤堤頭或堤尾段則 κ 值與底床流速關係密切。

Kimura 等 (1998) 辦理二維及三維合成堤護坡塊穩定模型試驗研究及原型破壞分析。確定作用於護坡塊之波力隨相對拋石基礎平台水深及寬度變化。建議依據各種不同護坡塊形狀及合成堤拋石基礎型式修正 Hudson 公式中之安定數 N_s 如下式。

$$N_s = N_{s0} \cdot \max \left\{ 1.0, A \frac{(1-\kappa)}{\kappa^{1/2}} \frac{h'}{H_s} + \exp \left[-0.9 \frac{(1-\kappa)^2}{\kappa^{1/2}} \frac{h'}{H_s} \right] \right\}$$

上式中 h' 為拋石基礎頂部水深； N_{s0} 為護坡塊標準安定係數由高拋石基礎 (High mound) 試驗獲得，試驗研究以 $h'/h = 0.2$ 所得 N_{s0} ； A 為係數由安定試驗決定；無因次流速參數 κ 則依下式計算

$$\kappa = \begin{cases} \frac{4\pi h'/L'}{\sinh 4\pi h'/L'} \sin^2(2\pi B_m/L') & B_m/L' < 0.15 \\ \frac{4\pi h'/L'}{\sinh 4\pi h'/L'} \left\{ 2\sin^2(0.15 \cdot 2\pi) - \sin^2\left(\frac{2\pi B_m}{L'}\right) \right\} & 0.15 < B_m/L' < 0.25 \end{cases}$$

上式中 L' 為水深 h' 處之波長

國內海岸工程師在設計合成堤拋石基礎護坡塊，通常直接採用

Brebner 及 Donnelly 塊石安定數 N_s^3 圖表，忽略拋石基礎高度與護坡塊種類。尤其在潮位變化較大堤址，退潮時拋石基礎頂部水深 (h') 減小，基礎護坡塊所受波力與拋石塊相近，安定 N_s 數接近 N_{s0} 。合成堤基礎護坡塊採用較大安定係數之混凝土型塊時，其重量也應利用上述公式加以修正。

五、堤頭局部波高增大現象

外海入射波浪作用於防波堤堤頭，受波浪反射及繞射影響，造成堤頭局部位置波高增大現象。波高增大與入射波向及堤身位置之關係如圖12。橫軸為堤頭起無因次距離 X/L , L 為波長；縱軸為該點波高 H_s 與入射波高之比值 H_s/H_i 。圖中顯示，隨入射波向 ($-30^\circ, 0^\circ, +30^\circ$) 改變，距堤頭及處產生 $X/L = 0.25, 0.35$ 及 0.7 第一個波高尖峰值，在 $X/L = 0.75, 1.3$ 及 2.6 產生第二個波高尖峰值大於全反射可能造成駐波波高（入射波高二倍）。此種堤頭局部波高放大，造成防波堤災損現象稱為蜿蜒災損 (Meandering damage)。

日本 Ogawara 港造成災損，垂直入射波浪 $H_s = 9.94\text{m}$, $T = 13.4\text{sec}$ ，堤前波長約為 165m ，堤頭效應產生第一及第二波高尖峰值分別距離堤頭 60m 及 230m 。因此，第三座及第十四座沉箱造成較大滑移。

國內花蓮港東防波堤及蘇澳港南外防波堤災損也有類似現象。花蓮港東防波堤曾多次遭受颱風波浪侵襲而造成胸牆損毀。最近一次畢

莉斯颱風波浪侵襲時，東防波堤胸牆損毀約 300m 。災損位置分別距離堤頭 40m 至 135m 及 215m 至 330m 。

畢莉斯颱風登陸前本中心測得示性波高 8.5m ，週期 13.5s ，波向介於 125° 至 135° 間。研判隨颱風中心接近花蓮波高持續成長，週期則大致維持不變。根據圖 11，波浪入射方向與堤線夾角接近垂直，第一及第二波高尖峰值距堤頭約為 70m 及 260m (波長約 200m) 與畢莉斯颱風破壞位置吻合。值得一提的是距堤頭 80m 至 200m 處曾在 83 年提姆颱風侵襲時遭受破壞，修復時特別以鋼筋混凝土加強，畢莉斯颱風波浪將修復胸牆連同沉箱封頂混凝土基礎破壞。由此可見堤頭波浪能量集中效應。

蘇澳南外防波堤第31及19號沉箱分別距堤頭 80m 及 375m ，是否因堤頭效應造成災損尚待蒐集波浪（尤其波向）資料再作進一步分析。

六、結語

自從解嚴後台灣海上活動日漸頻繁，海岸建設如雨後春筍。地方政府、民間代表爭取擴建港埠設施，公、民營企業也積極投入填海造地，闢建港口工程。一時台灣海岸生機蓬勃，但也因規劃設計素質參差不齊，給原本脆弱的海岸帶來無窮的後患。

防波堤（海堤）為海岸開發最基本設施，規劃設計除優先考量建設經費與堤體安全外，更需兼顧海

上施工難易、維護費用及整體景觀等。本人過去期間除本身從事海岸工程調查、試驗研究外，也常受邀參與國內海岸工程規劃設計審議工作，發現規劃設計工程師常忽略可能導致災損的原因。本文特別蒐集整理國內、外（尤其日本）防波堤災損調查、試驗研究，提供海岸工程師參考，冀望有助於提升未來海岸構造物規劃設計之水準。

參考文獻

1. Masato Yamamoto & Tsutomu Asakawa (1982), Stability Analysis for a Rubble-Mound Foundation Through Irregular Wave Test, Proc. of 18th ICCE, pp 2129-2143.
2. Katsutoshi Tanimoto et al (1982), Irregular Wave Test for Composite Breakwater Foundation, Proc. of 18th ICCE, pp 2144-2163.
3. Katsutoshi Kimura et al (1994), Stability of Rubble Mound Foundations of Composite Breakwaters under Oblique Wave Attack, Proc. of 24th ICCE, pp1227-1240.
4. Katsutoshi Kimura et al (1998), Wave Force and Stability of Armor Units for Composite Breakwater, Proc. of 26th ICCE, pp2193-2206.
5. Katsutoshi Tanimoto et al (1994), Japanese Experiences on Composite Breakwaters, Proc. of International Workshop on Wave Barriers in Deepwaters, pp1-26.
6. H. Ligteringen (1994), Other European Experience on Deep Water Breakwaters, Proc. of International Workshop on Wave Barriers in Deepwaters, pp199-126.
7. Sousuke Hitachi (1994), Case Study of Breakwater Damages – Mutsu-Ogawara Proc. of International Workshop on Wave Barriers in Deepwater, pp308-331.
8. Shigeo Takahashi Dynamic Response and Sliding of Breakwater Caissons Against Impulsive Breaking Wave Forces, Proc. of International Workshop on Wave Barriers in Deepwater, pp362-401.
9. Yoshimi Goda (1994), On the Uncertainties of Wave Heights as the Design Load for Marine Structures, Proc. of International Workshop on Wave Barriers in Deepwater, pp419-437.
10. Chien-Kee Chang et al (1999), Harbour Damage Caused by Typhoon Waves in Recent Years, Proc. of 5th COPEDEC, pp638-648.
11. 曾相茂、簡仲環等(89), 台灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(I), MOTC-IOT-IHMT-CA 8903.

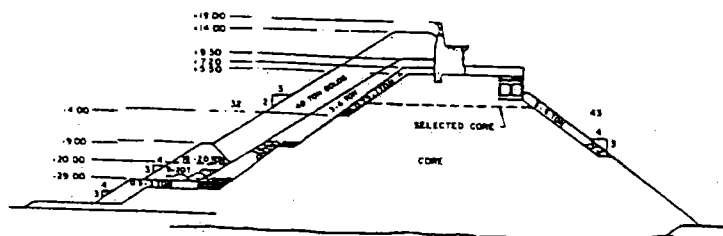


圖 1 Sines 港防波堤設計斷面

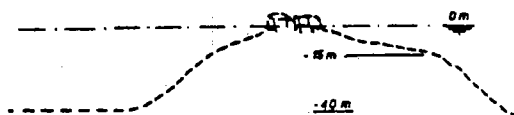


圖 2 Sines 港防波堤災損後斷面

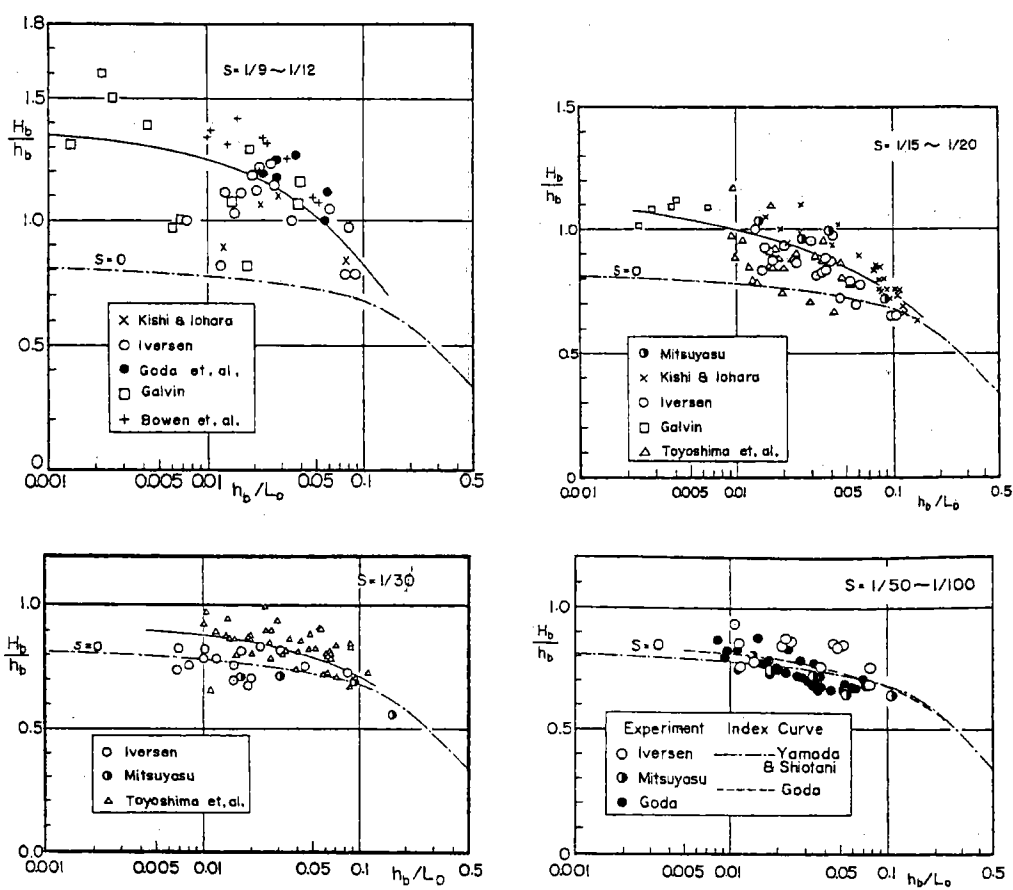


圖 3 碎波參數與底床坡度關係(Goda 1970)

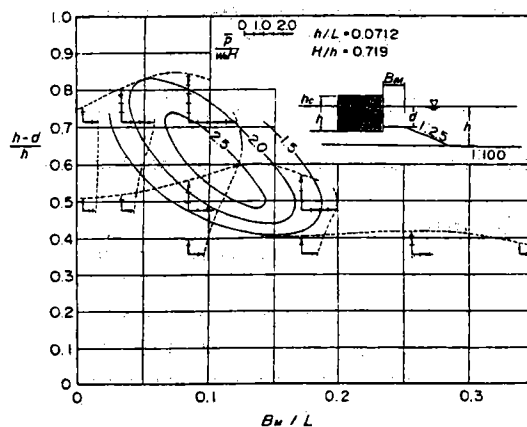
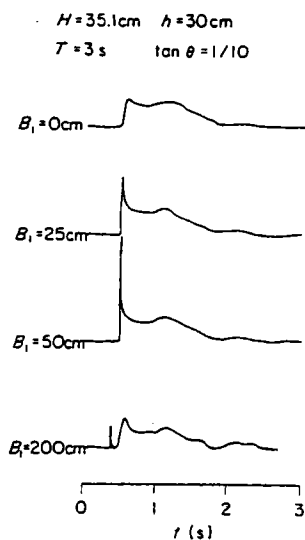


圖 5 波壓平均值無因次參數與拋石基礎形狀關係(Takahashi 等 1983)

圖 4 平台寬度與衝擊波壓關係(Takahashi 1983)

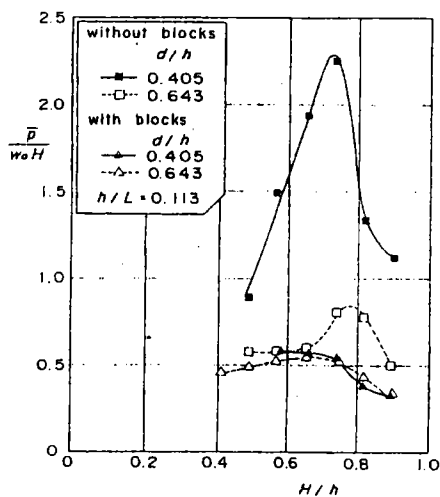


圖 6 拋石基礎合成堤平均波壓無因次參數試驗結果(Takahashi 等 1981)

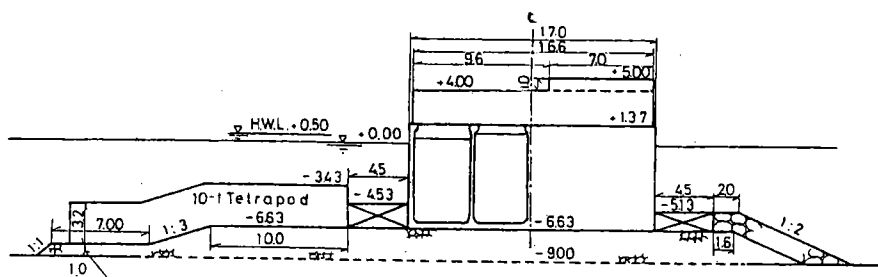


圖 7 Sakata 港防波堤斷面

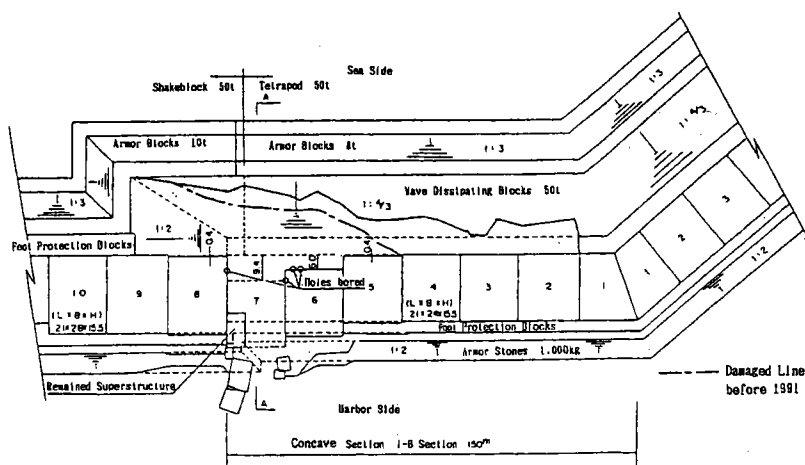


圖 8 Matsuo-Ogawara 港防波堤災損沉箱位移

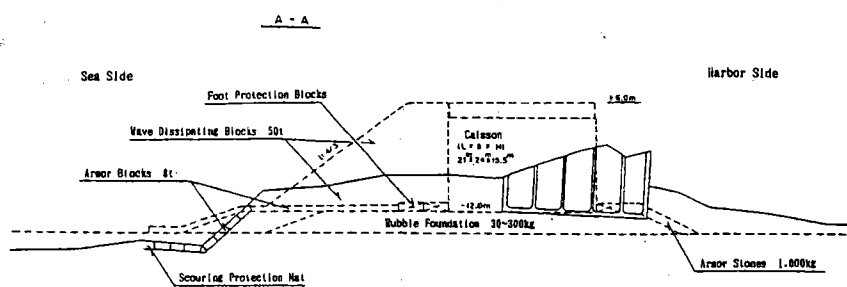


圖 9 Matsuo-Ogawara 港防波堤災損後斷面

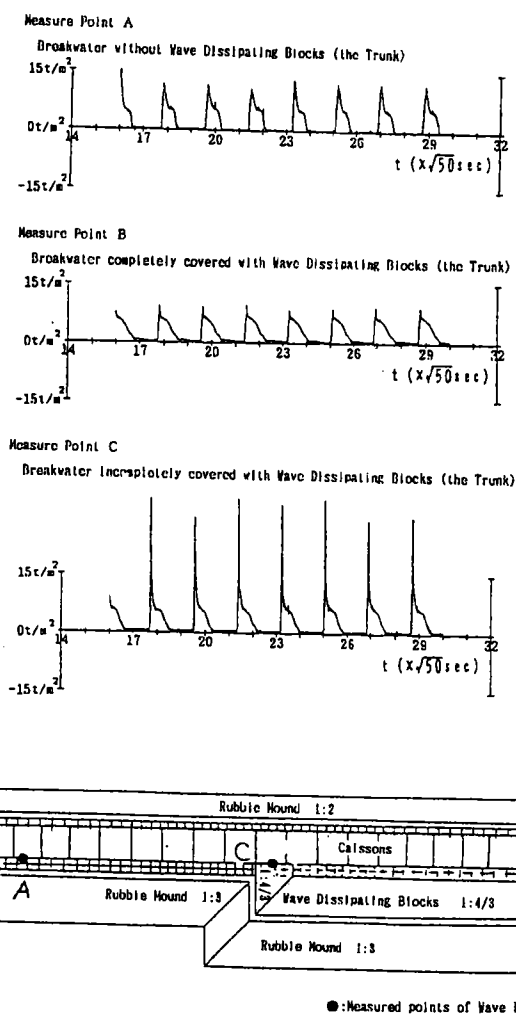


圖 10 消波塊拋放不當造成衝擊波壓模型試驗結果
(Takahashi 等 1993)

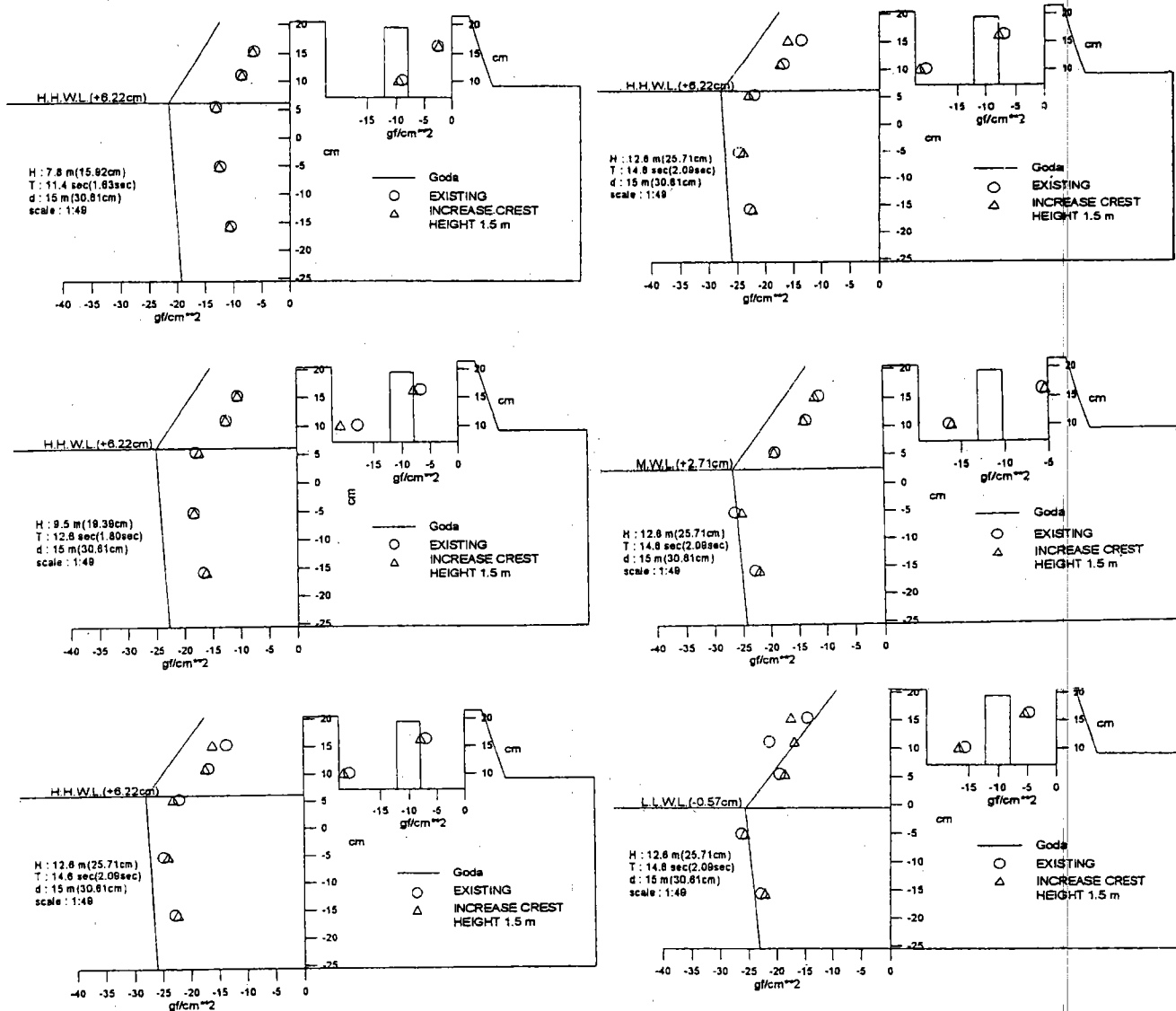
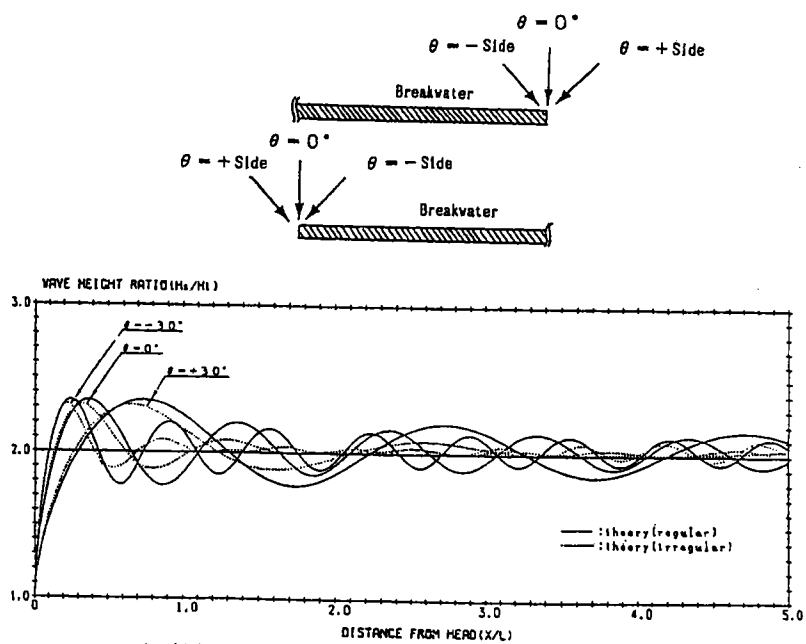


圖 11 花蓮港開孔胸牆波壓試驗結果



In which

1) X : Distance from Breakwater Head

L : Wave Length

H_s : Local Wave Height

H_1 : Incident Wave Height (11.0m, Period 13s)

2) $d/h = 0.57$

d : Water Depth Above the Armor Layer of the Rubble Foundation

h : Water Depth in Front of the Breakwater

圖 12 堤頭波高分佈

加拿大海岸與海洋永續發展

馬益財 行政院經建會簡任技正

加拿大於1867年獨立，面積997萬平方公里（為台灣的277倍），1998年人口3,030萬人（為台灣1.39倍），是目前全球196個國家或地區中海岸線最長的國家，海岸線長度有243,789公里之長（為台灣島214倍），面臨三大洋，是全球第二廣闊的大陸棚國家，依據1994年11月16日聯合國海洋法會議（UNCLOS）之決議規定，加拿大之經濟海域（EEN）有500萬平方公里，但實際上加拿大海洋的經濟及環境管轄區超過此範圍，在加拿大12個省（Province）和地方（Territory）中，有8個省及2個地方之地理位置臨近海洋（台灣島有19個縣市88個鄉鎮市臨近海洋），而廣域之海洋地形與多樣化之環境特性蘊育及涵容豐富的經濟、生物與生態資源，進而提供許多永續性的社會及經濟財富，海岸地區是海域與陸域集水區交互影響之敏感地區，這些環境敏感地區提供許多生物多樣性、生態多樣性以及農業高生產力，諸如提供魚類重要棲息地區及養育廣大野生動物族群，

所以在加拿大之海岸地區成為港口都市、海岸社經及文化聚落、原住民民族社區之重要基地。

由於地球只有一個，海域是各海岸國家之共同海域，加拿大東部海域位處歐、美二洲海運交通頻繁的大西洋地區，以及西部海域位處油源運輸地帶，致海洋地區發生海洋環境問題惡化、生物棲息地銳減以及使用衝突等問題，這些問題追根究底係加拿大聯邦政府長久以來注重內陸之經濟發展而漠視海洋發展與輕忽保護海洋環境之責任所致，近年來加拿大聯邦政府已注意及海權重要及豐富的廣域海洋資源，因此已加強關注海洋及海岸之經濟潛力與環境影響問題。

加拿大海域環境不甚穩定，可能係緣於大地氣候變遷導致海水溫度上升，以及集水區中上游排放污染物匯流於海域之故，如加拿大近年來鱈魚捕獲量顯著遞減，可能上述二個自然與人為原因引致之結果，但仍待科學翔實研究始能確定。地球海水面是相關連的，加拿大之海洋及海岸問題與世界海洋生態

是息息相關地，所以加拿大亦應肩任保護海洋資源之國際責任以及負擔義務方能永享海洋資源。

加拿大海岸及海洋自 1980 年來所遭遇之環境、生態與資源管理問題，大致可簡括五點：

1. 海洋生物族群深受空氣污染與水質污染之影響而遞減，廣為食用海洋生物之加拿大人已遭受健康威脅，另外一些不可再生資源也任意遭受掘取和破壞。
2. 加拿大重要海港都市如哈利法克斯市（Halifax）和溫哥華市（Vancouver），所遭受之海洋環境污染已威脅市民健康及生物棲息地之生存，並且不公平的減少經濟成長機會。
3. 塑膠製品以及細網漁具使魚類、烏龜、海鳥以及其他生物資源面臨生存危機。
4. 原有豐富的貝類養殖海域地區，因人類排廢以及工業廢污而減產。
5. 全球性氣候變遷所引起之可能海面上升及海水溫暖化，將使加拿大之沿海濕地減少、魚貝及生物棲息地受破壞、洪水氾濫、海岸侵蝕、海港經濟功能減低、海岸水質污染擴大、以及破壞漁業基地。

加拿大之海岸管理主要達成海岸地區資源之保育與永續而多樣性使用，其海岸地區之定義至今仍未定案，理想的海岸地區範圍宜指海岸地區經濟社會活動影響到海岸資源及水域之地區均包括之，因此海岸地區在陸域方面可涵蓋水域集水區，海域方面可到達聯邦所轄海域

行政管轄區。加拿大海岸管理階層分由聯邦、省、地方與市政府共 3 級，以共同協調辦理或合作管理之方式進行，其目的在達成環境保育（尤其重視生物多樣化之保護）、公共使用、經濟發展三者之平衡。

加拿大在 1990 年代以前，由於海岸地區定義不確定，海岸行政管轄範圍與生態資源範圍不一致、行政權不彰、政府只重視短期海岸管理而不注重長期海岸規劃、並缺乏海岸管理之目標，因此不甚注重海岸問題及資源利用與保存，僅在 1972 年開始在東部的新斯科細亞省（Nova Scotia）的 Dartmouth 召開第一次全國海岸會議，強調海洋科技引用之重要性；1973 年在東部的紐伯倫瑞克省（New Brunswick）的 Sackville 召開第二次全國海岸會議，重點在宣示「海岸地區是國家重要資源，海岸省是國家最重要的資產所在地」；1974 年加拿大聯邦環境部（Environment Canada）著手研擬海岸法令與組織；1978 年加拿大資源與環境委員會（Canadian Council of Resource and Environment）的部長同意將海岸地區規劃與管理合併進行。而加拿大從 1990 年代開始，因為海岸地區面臨實際上的困境與問題，方才積極進行海岸管理之實際業務，這些問題主要誠如 1991 年出版的「我們海洋的健康」（Health of Our Ocean）這本書所言的河口灣（Estuaries）及近岸地區的環境品質降低和化學廢污之污染、生物

族群減少、資源使用衝突等問題，因此在1991年加拿大全國環境報告（Canada's State of the Environment Report）中開始指陳海洋及海岸所受之威脅及海岸環境品質問題；1993年在大西洋岸的新伯倫瑞克省的Fredericton召開第三次全國海岸會議、強調聯邦、省、地方及市這三級政府必須與民間非官方組織、社區團體共同合作，優先進行海岸地區之規劃與管理工作，並且就政治利益之考量，率先完成大西洋岸之新斯科細亞省及新伯倫瑞克省的海岸管理計畫（Coastal Zone Management Programs），同時通過設置加拿大聯邦之海洋研究所（Oceans Institute of Canada）。從此以後，加拿大政府體認海岸與海洋問題必須從全球性宏觀之資源永續發展方向作為著眼點，聯合全球各海岸國家共同進行整合與合作，因此加拿大政府有關海岸管理方面開始遵循1992年「聯合國21世紀環境與發展議程」（Agenda 21 of the United Nations conference on Environment and Development, UNCED）所揭示之內容與方向，1994年起歐洲的經濟合作發展組織（OECD）亦開始整合全球性長期的海岸規劃與管理策略，並關注共同海岸環境問題，加拿大自1990年代起已著手起步參加國際性海岸及海洋管理業務，雖然成果仍微不足道，但已邁出一大步。

加拿大自1992年6月參加並簽署聯合國21世紀環境與經濟發展議

題，體認海岸管理係全球性共同環境課題並且須永續發展，之後在聯邦政府方面，於1993年9月在加拿大聯邦環境部長委員會（Canadian Council of Ministers of the Environment; CCME）下設策略計畫與環境保護小組（The Strategic Planning and Environmental Protection Committee of CCME），俾提陳宏觀性的積極建議供聯邦執行聯合國之21世紀議題的工作項目。聯邦政府亦及時在1992年由加拿大聯邦環境部（Environment Canada）和漁業與海洋部（Department of Fisheries and Oceans）的副部長共同邀集其他13個聯邦部會，成立跨部會的「聯邦海洋環境品質管理執行小組」（Federal Framework for the Management of Marine Environment Quality; MEQ），執行各相關部會間有關海岸事務共同管理之目標、目的、策略，以及聯邦海洋環境品質之改善與維護事宜，並制訂該執行小組之行動計畫（Federal MEQ Action Plan）以指導及規範各部會執行海岸管理並作為管理綱領。並且先前亦成立「聯邦部會間海洋小組」（Interdepartmental Committee on Oceans; ICO），聯合部會間次級機關15個單位組成，職司海岸管理之部分合作、海洋管理綱領、制訂政策。聯邦之海岸管理主管機關為漁業與海洋部，該部並制訂加拿大海洋法（Canada Zone ACT, 1998年公布）及海洋管理策略（

Coastal Zone Management Policy in Canada) 以規範海岸管理之職責。至於加拿大地方政府以宏觀立場執行聯合國21世紀環境與經濟發展議題之情形，各地方政府亦有其地方性的管理特色及措施，在1994年大西洋岸的新斯科細亞省制訂「西元2000年海岸管理」(Coastal 2000)，內容著重從資源永續發展以維護養殖漁業、觀光旅遊和生態保存之三者平衡。愛德華王子島(Prince Edward Island)則制訂一些海岸發展政策。新伯倫瑞克省則成立「土地使用與鄉村環境委員會」(New Brunswick's Commission on Land Use and Rural Environment)，並提出海岸地區管理計畫。在臨近安大略湖等五大湖邊之安大略省(Ontario Province)所制定之海岸管理措施則著重在從廣域的生態體系保護的觀點以管理五大湖沿湖之海岸線，以防止湖岸地區土地侵蝕與崩塌，並從集水區整體治理系統之理念以執行五大湖之管理。至於太平洋岸的英屬哥倫比亞省(British Columbia，又稱卑詩省)則成立資源與環境委員會(Commission on Resources

and Environment)，將海岸地區資源管理與土地使用加以整合，並制訂管理綱領。

台灣西海岸有廣域大陸棚，東海岸黑潮帶來豐富海洋生態資源，我國宜適當地學習加拿大，從過去偏重內陸發展政策轉為海岸資源發展國家，今後在政策上宜及早研修海洋相關法令與計畫，如公布海岸地區管理法(Coastal Zone Management Act)，範圍涵蓋海岸與海洋相互影響之行政管轄權區域，包括陸域與水域，並據以擬訂海岸地區整體計畫，以宣示海岸地區為我國重要資源所在地及今後國家發展方向，可將海岸發展目標訂為開發、保育與公共使用三者並重。在執行層面政府可以聯合非政府組織包括社區組織、學術單位、環保人士、權益關係人等組成合作的夥伴關係。我國並且要體認海岸與海洋管理必須從全球性觀點考量，利用我國參加非官方組織(如我國參加國際濕地聯盟)與正式官方組織(如我國參加APEC海洋資源保育工作小組)之機會，尋求與其他海洋國家共同合作事宜，俾達到海岸與海洋永續發展。

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、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之計畫等的報告、論著或譯述。
2. 來稿請繕寫清晰並註明標點；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)26564216 轉 209 錢爾潔
傳真號碼：(04)26571329
E-mail：annachien@mail.ihmt.gov.tw
6. 歡迎賜稿，來稿請寄：
台中縣 435 梧棲鎮中橫十路 2 號
港灣技術研究中心「港灣報導編輯委員會」 收

刊 名：港灣報導

刊期頻率：季刊

出版機關：交通部運輸研究所港灣技術研究中心

台中縣 435 梧棲鎮中橫十路 2 號

網址：<http://www.ihmt.gov.tw>

電話：(04)26564216

總 編 輯：張金機

編輯委員：王慶福、邱永芳、賴聖耀、陳桂清、黃清和、簡仲璟、錢爾潔

出版年月：每年一、四、七、十月

創刊年月：民國七十七年二月一日

工 本 費：65 元

展 售 處：交通部運輸研究所港灣技術研究中心

GPN：2009000376

ISSN：1019-2603