

導報灣港



季刊第49期

要目

- ❖淺談海嘯
- ❖海岸及海洋資源管理方向
- ❖淺談浮防波堤之發展
- ❖日本港灣計劃概述
- ❖淺談地工織物於港灣與海岸工程之應用
- ❖中國大陸港口的蓬勃發展

中華民國八十八年七月出版

交通科技研發及建設成果展



交通部陳政次世紀蒞臨指導



中央氣象局謝局長信良蒞臨參觀

台灣省交通處港灣技術研究所改隸

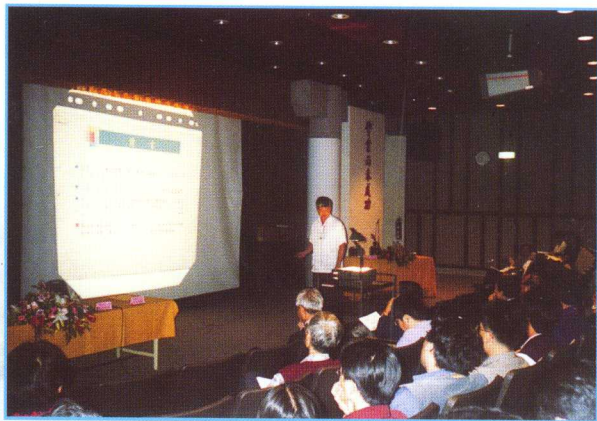


更名為交通部運輸研究所
港灣技術研究中心



運研所林所長大煜主持中心
兼主任佈達儀式

「創造台灣海岸新環境」研討會



成大高家俊教授引言報告情形

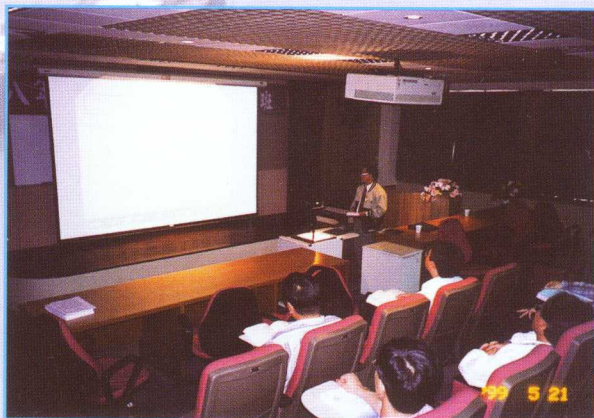


現場討論一景

八十八年度港灣技術短期訓練班



上課情形 (1)



上課情形 (2)

目 錄

一、淺談海嘯 -----	1
張國棟 高雄海洋技術學院海環工程系副教授	
二、海岸及海洋資源管理方向 -----	10
馬益財 行政院經建會簡任技正	
三、淺談浮防波堤之發展 -----	15
徐世達 台灣漁業技術顧問社前工程部經理	
陳昌生 台灣漁業技術顧問社規劃組組長	
林東廷 台灣漁業技術顧問社副工程師	
四、日本港灣計劃概述 -----	23
王慶福 港灣技術研究中心研究員	
五、淺談地工織物於港灣與海岸工程之應用 -----	29
蘇吉立 港灣技術研究中心助理研究員	
六、中國大陸港口的蓬勃發展 -----	38
單誠基 港灣技術研究中心副研究員	

淺 談 海 嘯

張國棟 高雄海洋技術學院海環工程系副教授

摘 要

海嘯(tsunami)是由於海水受到衝擊式的擾動(impulsive disturbance)並置換了此部份海水所產生一系列具有超長週期和波長的波浪，本文簡介了海嘯產生的機制，其在海洋中及近岸地區的傳播與變化特性，近年在太平洋及台灣附近曾發生海嘯之回顧，以及海嘯的預警系統(tsunami warning system)，旨在呼籲有關單位積極加強對海嘯有關的研究，加入國際性的海嘯預警組織，增進民眾對海嘯的認識，儘速建立海嘯預警制度及相關的應變計畫，促進政府及民眾對海嘯防災的準備，俾能減低未來台灣地區發生海嘯所產生之災害。

一、前 言

台灣位於亞太地震弧帶上，地震擾動頻繁，而海嘯常會伴隨地震產生，由於近數十年來本省未遭受明顯的海嘯(tsunami)災害，使得一般人對於此具有毀滅性能量的自

然現象缺乏較明確的認識，而自1992年9月尼加拉瓜(Nicaragua)海岸遭受海嘯衝擊，造成一百七十人喪生，一萬三千人無家可歸以來，類似造成大量人命傷亡及財物損失的海嘯事件不下十於餘件，使得海嘯成為國際間研究的重要題目之一。

最近一次的重大海嘯是1998年7月17日，發生在巴布雅新幾內亞(Papua New Guinea)北部海岸的海嘯，造成兩千多人喪生，五百餘人失蹤的慘劇。

台灣地區由於地質結構及地理位置的關係，極易遭受海嘯的襲擊，近數十年並無重大海嘯災情，一則為運氣好，再則本省最易受海嘯影響的地區是在東部海岸，而其人口密度較低，且靠海岸部份地形坡度相當陡峭，使得海嘯的災害未能受到適當的重視，事實上，最近半世紀內，臺灣附近發生的海嘯即達13次之多(許明光，李起彤，1996)。值得一提的是，本省現有各海象觀測站並無專門觀測海嘯的裝置

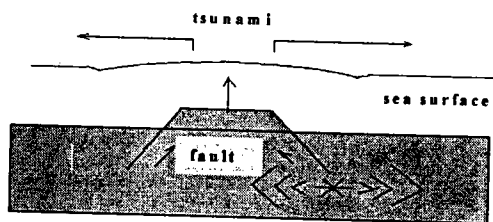
(中央氣象局海象中心正在花蓮港內設置一海嘯觀測站，期盼能蒐集侵襲到台灣東部海岸的海嘯資料)，顯示我們對此影響人們生命財產安全的重大天然災害—海嘯之認識太過貧乏，亟待政府有關單位及相關人士重視，積極加強對海嘯的預警及應變措施的建立，以避免海嘯事件造成人們生命及財產之不必要的損失。

二、海嘯成因

早期人們將海嘯及潮波 (tidal waves) 混為一談，而部份科學家們也曾將海嘯稱為地震海浪 (seismic sea waves)，直到1960年左右，人們才將海嘯 (tsunami) 的名詞確定為由於海水受到衝擊式的擾動 (impulsive disturbance)，並置換了此部份海水所產生一系列具有超長週期和波長的波浪。

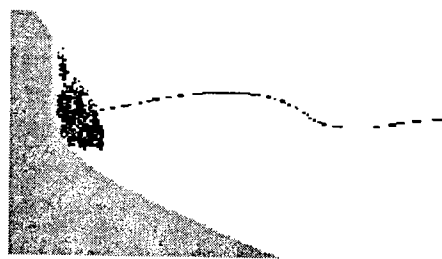
一般而言，海嘯主要由一些強烈的地質活動 (geologic activities) 造成，包括海底斷層 (submarine faulting)、海面或海下地滑或山崩 (landslide)、海面或海下火山活動 (volcanic activity) 等三種主要成因 (Dudly & Lee, 1988)，但大流星撞擊海洋或人為的高能量海中釋放 (例如核子試爆) 等也可能造成海嘯。強烈的地質活動常伴隨地震 (earthquake) 發生，故人們也嘗試建立地震規模和海嘯間的關係，但嚴格來說，地震並非造成海嘯的直接原因，而只是與海嘯共存的一個現象。

海底斷層的發生是造成海嘯最主要的原因之一，當一部份的海床突然向上推出或向下墜落，造成了海面上大量海水離開了原有的平衡位置，而重力作用傾向於維持平衡，此即產生海嘯的活動 (圖一)，此種活動常會引發強烈的地震，而將其稱為海嘯地震 (tsunamigenic earthquake)。通常此種海嘯具有的能量最大，海嘯初始形狀及其作用範圍與海底底床的變形量有關，二者間的明確關係仍為目前世界上許多科學家們探究的重點之一。



圖一 海底斷層產生海嘯示意

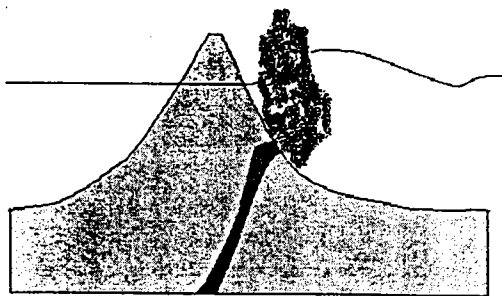
第二個最常造成海嘯的來源應為海面或海下地滑 (landslide) 活動，大量的土石移動會擾動海水的平衡，可能產生海嘯 (圖二)。最有



圖二 海面或海下地滑活動產生海嘯示意图

名的此類海嘯，是1958年在Alaska的Lituya海灣發生的海嘯，在陸上到達的最大高度是高於海岸線(shoreline) 520公尺，此也是目前海嘯在陸地達到高度的最高紀錄。值得一提的是，本省東部地形陵峻，在海岸附近也常有山崩等地滑現象，造成海嘯的可能性很大，但由於其規模及造成之災情不明顯，因此未受到重視，但此並不代表未來不會發生重大的山崩而引發中、大型海嘯，進而危及此地區民眾的生命及財產安全，有關單位應及早加以瞭解並規劃及施行因應措施。

海面或海下火山活動也會造成海嘯，此通常是因火山的大塊側腹突然被推出或壓下(圖三)，類似於海底斷層的原理而產生了海嘯，而海面或海下的火山爆發也會引發海嘯，例如1883年在印尼Krakatoa島的火山爆發，產生了近40公尺高的海嘯，衝擊到爪哇(Java)和蘇門答臘(Sumatra)，造成36,000人死亡的慘劇。



圖三 海面或海下火山活動產生海嘯示意圖

雖然陸滑和火山活動會造成極大的海嘯，且導致嚴重的人命及財

產損失，但相對於海底斷層來說，它們具有較少的能量，在傳遞至遠方時，其規模衰減較快。因此，能穿越大洋的海嘯幾乎都是由海底斷層所引起。此外，由於太平洋盆地(Pacific Ocean basin)周圍的地質活動非常強烈，經常有地震或火山爆發等現象，使得太平洋盆地的四周有最頻繁的海嘯發生。

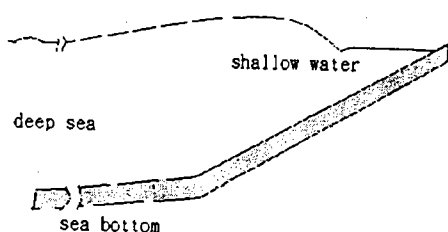
三、海嘯在海洋中及近岸地區之變化

海洋中的波浪大部份是由季節風(monsoon)或特殊氣象變化(如颱風等)之風力作用產生，波浪週期大致在數秒至二十秒之內，而波長大約在數公尺至數百公尺。海嘯的週期約為幾分鐘至百餘分鐘，波長可超過500公里，此使得大部份海嘯在海洋中行進時都具有淺水波(shallow water wave)的特性。淺水波意指水深和波長的比值很小，主要的特性是淺水波的波浪運動速度等於重力加速度常數(9.81 公尺/秒^2)乘以水深之後的開平方根值。

當海嘯在海洋中生成後即向四方傳遞，由於波長長達數百公里，在開闊海面上並不容易以肉眼觀察到海嘯。在太平洋中，平均水深約4,000公尺，依據淺水波理論，海嘯的前進速度大約可達200公尺/秒，換言之，其速度為每小時超過700公里，相當於噴射機的飛行速度。同時，由於具有較長的波長，海嘯在傳遞過程中，其能量的衰減並不明顯，因此，在海洋中，海嘯

以高速在海中進行，並且挾帶著巨大的能量向海岸前進，在一天之內，海嘯即可穿越整個太平洋，將大部份的能量從太平洋的一側帶往另一側。

在進入淺海地區後，因水深迅速變淺，使得海嘯的特性產生了極大的變化。由於近岸地區大致具有較緩的坡度（通常小於 $1/200 \sim 1/500$ ），而海嘯的波長在深海中可達數百公里，同時海嘯前進速度隨水深而比例增加，可想像當一海嘯接近海岸地區時，其前緣因水深減少，速度放緩；但其後方水深仍相當深，故仍以較高速前進，此使得在前部的波形迅速堆高（如圖四），在深海中波高未達1公尺的海嘯，在到達近岸地區受地形“淺化”影響，其波高可輕易的高達10公尺以上。另外，海嘯所具有的龐大能量在淺化過程雖有少部份消耗，但大部份的能量仍然以排山倒海之勢摧毀了海岸附近的許多結構物，造成在海岸地區的毀滅性破壞。



圖四 海嘯在到達近岸地區受地形淺化影響使得在前部的波形迅速堆高

一般人認為當海嘯來臨之前，

岸邊的海水會被先倒吸至外海，但事實上，第一個到達岸邊的海嘯波浪可能造成水位上升（若是波峰先到達）或下降（若是波谷先到達）。一般而言，由於波峰先到達的海嘯，因波峰所導致的水位上升並不明顯，而其後的波谷卻使海水迅速向外海移動，此異常現象較易引人注目。

與暴風波浪(storm wave)類似，海嘯波在海岬(head land)附近會產生較大的波高，然而在近岸的海灣(bay)地形處海嘯波浪仍然很大（此異於暴風波浪）。肇因於具有較長的波長，海嘯波和潮汐相似，在漏斗形狀的海岸地形處會大幅增高波浪的高度，由實際發生的海嘯紀錄來看，許多極大的波浪都發生在此類海灣處。

在海灣處容易由海嘯引發的另一特殊現象是，當海灣內的水（類似在一浴缸內）受到擾動時，水面的波動會在灣內以一大約固定的週期來回振盪，此振盪的週期是依海灣的實際形狀及大小而定，此現象在海洋工程被稱為振盪(seiching)。由海嘯引發的振盪現象，在海嘯消失後仍可能在海灣內持續達數天之久。若振盪產生的波峰和下一波海嘯波峰結合，很可能產生更巨大的波浪，而在海灣內海嘯造成巨大波浪的現象，可由此理論加以解釋。

海岸附近若有廣大的珊瑚礁區存在，海嘯在通過此區域時，由於珊瑚礁會破壞並吸收部份海嘯的能

量，使得海嘯到達海岸時的能量較為減少。夏威夷歐胡島(Oahu)北側海岸有大量珊瑚礁群存在，1946年襲擊夏威夷的海嘯，在歐胡島北側的海嘯比其他地方要小得多。在中國大陸東南海岸，受到大陸棚(continental shelf)的淺水地形保護，來自太平洋的大海嘯在此大陸棚區內會消耗掉許多能量，使得海嘯的災情不致像日本或夏威夷等地區一樣嚴重。

一般人對海嘯的印象是近乎直立牆一樣的水體湧上岸邊，且海水湧上的速度極快，此對海岸地區造成毀滅性的破壞。實際上，具有垂直波形結構的海嘯並不經常發生，大部份海嘯的波形都相當平緩，但某些情況下，仍會有近乎垂直的波形出現，此類似於潮汐在河口附近產生的潮波(tidal bore)現象。中國自古名聞千里的錢塘江，即具有高達4.5公尺的潮波，當潮波發生時，洶湧的海水以近乎直立水牆般迅速的湧入，潮波的移動速度可達10節（一節約1.80公里／小時），潮波後方伴隨的水位略低，但仍保持相當高的水位。而1946年發生在阿拉斯加的海嘯以及1960年的智利大海嘯，在夏威夷的Hilo海灣，都受到近乎直立牆海嘯的攻擊，造成了極大的人命及財產損失。

四、臺灣附近曾發生之海嘯

由於臺灣位於太平洋島弧(island arc)邊緣，地震頻仍，海嘯也容易受地質運動而產生。依據許明

光及李起彤(1996)的研究，在1076年至1994年內臺灣附近可能曾發生過32次海嘯，換言之，平均約每30年在臺灣附近即受到海嘯的作用，尤其最近半個世紀，影響到臺灣的海嘯已達13次之多，且此等海嘯均有明確的紀錄可查，因此臺灣附近遭受海嘯作用的機會相當高。

受到地質結構及地表地形的影響，臺灣附近的海嘯大多發生在東部，而東部地區開發較晚，因而災情並未被顯著報導，另外，近數十年來在臺灣附近發生的海嘯規模並不大，例如1993年在關島附近發生的海嘯，花蓮和成功兩地所測得的海嘯波高分別僅29公分和27公分；而1994年在福建東山附近發生的海嘯，澎湖觀測到的海嘯高度為38公分；但1986年臺灣東部發生的海嘯，在花蓮的紀錄為2公尺，幸而並未造成大災害。

雖然近數十年來臺灣地區未遭受毀滅性的海嘯攻擊，但並不表示過去和未來此事不會發生。在1867年基隆曾受到極強大海嘯的襲擊，徐泓(1983)根據「淡水廳志」的記載，災情為「（同治六年）冬十一日，地大震。…二十三日雞籠頭、金包里沿海，山傾地裂，海水暴漲，屋宇傾壞，溺數百人。」此事實存在「日本地震史料」及Alvarez所著Eormosa一書中也都有類似記載。而1781年在高雄也曾發生海嘯，「臺灣采訪冊」的記述為「乾隆四十六年四、五月間，時甚晴霽，忽

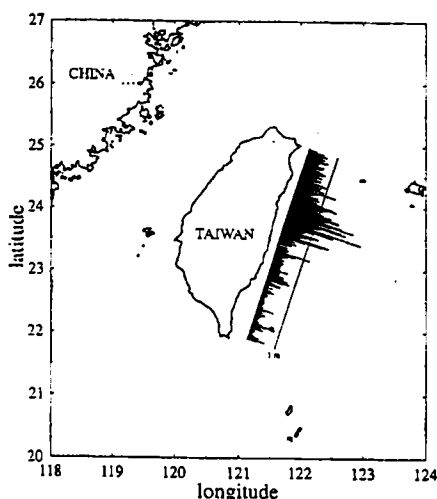
海水暴吼如雷，巨浪排空，水漲數十丈，近村人居被淹，……」。可見得臺灣地區曾遭受毀滅性海嘯作用的事實，尤其近數十年來臺灣附近的海嘯活動更加活躍，而發生海嘯的位置又不限於東部地區，源自臺灣海峽內的海嘯（最近一次為1994年在福建東山附近發生）亦時有所聞，臺灣西部地區人口極為稠密，而目前不論政府單位，工商業界及一般民眾，對海嘯的特性、破壞能力以及防災準備等均缺乏基本的認識，一旦有類似1867年在基隆或1781年在高雄的海嘯災害發生，所造成的可怕災情，將是慘不忍睹，其後果令人不敢想像。在此強烈的呼籲全體國人應重視並加強對海嘯的認識以及防災準備。

五、國內外有關海嘯之研究情況

國內早期有成功大學楊春生教授從事1867年基隆海嘯之推算（楊春生等1983），楊春生教授之推算雖包含溯上，但1867年之海嘯並無實測水位資料，因此無法進一步改進其模式。近年則有海洋大學許明光（許明光等，1994b）及中央大學馬國鳳（Ma and Lee, 1997）等，推算1986年花蓮之海嘯並與花蓮之驗潮站紀錄比較。他們也從事海嘯危害度之推算，不過都只使用線性淺水波理論來推算海嘯，沒有考慮海底摩擦的效應，且僅假設溯上高度為近海海嘯波高之某一倍數。高雄海洋技術學院張國棟（1995）曾建立近

岸源海嘯發生後，受地形效應造成trapped wave在沿海岸方向波浪的溯上理論模式，但此模式僅適用於海嘯源自於類似台灣東部的平直海岸上之情況。國外有許多專家學者從事這方面的研究（Aida, 1964, 1978; Iida, 1963; Wiegel, 1978; Stake, 1985; Liu, 1991, 1993等）。

為瞭解台灣地區受到潛在海嘯作用所產生的影響，國內與美國康乃爾大學（Cornell University）土木及環境工程學院的Professor Philip Liu（劉立方教授）共同進行「台灣地區海嘯溯上之研究」，研究目標是建立一個適用於台灣地區的海嘯預報電腦數值模式，理論基礎是依據非線性波理論推算海嘯（早期此方面的研究大多使用線性波浪理論），模式考慮到頻散效應（dispersion effects）及海底摩擦（bottom friction）的影響；到近岸則以移動邊界（moving boundary）方式推算海嘯之溯上（runup）。此模式曾經很成功的用於推算發生在日本海之海嘯，並用以評估南韓核能電廠受日本海海嘯侵襲之可能情況（Liu, etc., 1991）。另外，模式也曾用來推算1960年發生於智利海嘯在太平洋傳播之情形，以及此海嘯侵襲夏威夷Hilo灣時溯上之範圍（Liu, etc., 1993）。目前使用此模式模擬1986年7月發生在花蓮外海的海嘯，海嘯在東部沿岸地區造成的溯上分佈如圖五，由圖所顯示的結果可提供海嘯防災措施參考。



圖五 海嘯在東部沿岸地區造成的溯上分佈

六、海嘯預警系統(Tsunami Warning System)

由於太平洋地區內海嘯活動頻繁，並對此地區內人們的生命及財產曾造成相當大的災害，以美國為首的環太平洋國家在1965年成立了太平洋海嘯預警中心(Pacific Tsunami Warning Center, PTWC)，總部設在夏威夷的檀香山，目前共有26個會員國，共同參與太平洋地區海嘯資料的收集、情報交換，以及海嘯預警工作。值得注意的是，中華民國並非為此國際性民間組織的成員，但國內學術界有透過email（電子郵件）和WWW（網際網路）與PTWC保持聯繫，以掌握國際上海嘯有關之最新資訊。期盼政府單位能積極的參與此一組織，一方面可經由國際合作，提供我國海嘯預警、防災及研究等協助，另一方面也能加強我國在國際間合作之成果

。國際上海嘯相關的網站（至八十八年五月）已經是數以百計，表一列出較具代表性的網站供參考。

由於地震活動產生的地震波能在數分鐘內傳遞至世界各地，而海嘯波通過太平洋的時間約為一天，相對而言，海嘯波能前進的速度較慢，因此，可利用地震發生的資料來進行海嘯動態的預測以提供海嘯預警作業。太平洋海嘯預警中心(PTWC)運作的目標為偵測、定位，以及決定在太平洋盆地及其周圍可能造成海嘯的地震之規模。地震的資料是由太平洋海嘯預警中心(PTWC)，阿拉斯加海嘯預警中心(ATWC)，美國國家地震中心(NEIC)，以及參與PTWC的各會員國提供。

如果測得地震的位置和規模達到已知產生海嘯的標準，就發佈一個緊急海嘯災害警告(Tsunami Warning)的海嘯警報，警報內容為在數小時內海嘯可能到達地區的預估到達時間，以提供各會員國在鄰近海嘯地區的防災準備。另外，海嘯監看(Tsunami Watch)將發佈海嘯在更長時間後，到達不同地點的預估到達時間，以提供較遠離海嘯產生地區之防災準備。當地的政府機構收到PTWC發佈的海嘯警報後，即可依照預定的疏散計畫透過收音機及電視頻道等直播公共媒體的報導，進行適當的民眾疏散工作，一般民眾依照當地媒體報導的疏散計畫實施，即可使海嘯的災害降至最低。

如果在太平洋地區內的水位觀測儀偵測到有明顯的海嘯發生，海

嘯警報會被發佈至整個太平洋盆地。水位資料是由美國海洋及大氣署(NOAA), PTWC (包括環太平洋各會員國), ATWC, 以及一些大學及研究機構所設的監測網提供。海嘯預警系統(TWS)的作業效率及工作績效是由國際海嘯資料中心(International Tsunami Information Center, ITIC)來加以監督及評估, 以確定海嘯預警系統參與國能得到最有效的海嘯資料蒐集、分析, 海嘯的衝擊評估, 以及警報傳佈等服務。

七、結 論

海嘯為一具有超強毀滅能力的天然災害之一, 我國沿海省份及臺灣沿岸地區都曾遭受過海嘯無情的攻擊, 造成嚴重的人命及財產損失。但由於過去數十年來, 除東部海岸外, 在此區內未發生重大海嘯災害, 使政府及民眾對此一深具破壞威力的海嘯失去戒心, 目前國內對海嘯的基本認知、相關研究、預警及防災措施等, 均毫無準備, 一旦遭受大型海嘯襲擊, 生命財產之損失難以估計, 我們應積極加強對海嘯有關的研究, 加入國際性的海嘯預警組織, 增進民眾對海嘯的認識, 儘速建立海嘯預警制度及相關的應變計畫, 以使未來海嘯發生的災害能減至最輕。

八、參考文獻

1. Aida, I., 1969, Numerical Experiments for the Tsunami Propagation, the 1964 Niigata Tsunami and 1968 Tokachi-oki Tsunami, Bulletin of the Earthquake Research Institute, vol.47, p637-700.
2. Aida, I., 1978, Reliability of a Tsunami Source Model Derived from Fault Parameters, J. Phys. Earth, vol, 26, P57-73.
3. Dudley, W.C. and Lee, M., 1988, TSUNAMI, University of Hawaii Press, Honolulu.
4. Iida, K., 1963, Magnitude, Energy and Generation Mechanisms of Tsunamis and a Catalog of Earthquakes Associated with Tsunamis, Proceedings of the Tsunami meetings Associated with the Tenth Pacific Science Congress, Monograph No. 24, p7-18.
5. Liu, Philip L.-F. and Sung B. Yoon, 1991, "Estimation of Tsunami Wave Heights along South Eastern Korean Shoreline", School of Civil and Environmental Engineering, Cornell University.
6. Liu, P., Yoon, S. B., Seo, S. N. and Cho, Y., 1993, Numerical Simulation of tsunami Inundation at Hilom Hawaii, Tsunami '93, Proceedings of the IUGG/IOC International Tsunami Symposium, Wakayama, Japan.
7. Ma, K. F. and M. F. Lee, 1997,

Simulation of Historical Tsunamis in the Taiwan Region, TAO, vol. 8, no. 1, p13-30.

8. Stake, K., 1985, The Mechanism of the 1983 Japan Sea Earth quake as Inferred from Long-period Surface Waves and Tsunamis, Physics of the Earth

and Planetary Interiors vol. 37, p249-260.

9. 許明光、李起彤，1996，臺灣及其鄰近地區之海嘯，臺灣海洋學刊，第35期第1號，1-16頁。
10. 張國棟，1995，津波沿均勻海岸演變—理論解析，第十七屆海洋工程研討會，53-67頁。

表一 國際上海嘯相關的網站（至八十八年五月）

Tsunami web page	Tsunami web site address
Welcome to Tsunami!	http://www.geophys.washington.edu/tsunami/welcome.html
Tsunamis and Earthquakes in the Pacific Northwest	http://walrus.wr.usgs.gov/nwtsunami/index.html
Pacific Tsunami Museum, Hilo Hawaii	http://planet-hawaii.com/tsunami/
West Coast & Alaska Tsunami Warning Center (WC/ATWC)	http://wcatwc.gov/
Science of Tsunami Hazards, The Tsunami Society	http://www.ccalmr.ogi.edu/STH/
Tsunami Field Survey Photographs	http://cwis.usc.edu/dept/tsunamis/
Tsunami Laboratory	http://omzg.sssc.ru/tsulab/
NOAA/PMEL Tsunami Project	http://www.pmel.noaa.gov/tsunami/
National Geophysical Data Center on Tsunamis	http://www.ngdc.noaa.gov/seg/hazard/tsu.html
Hawaii County Tsunami Evacuation Maps	http://www.pdc.org/pdc/WEB_PAGE/HawaiiE vacMaps.html
Washington State Local Emergency Management Jurisdictions	http://www.wa.gov/mil/wsem/ops/emlist.htm
Tsunami! (Universtiy of Washington)	http://www.geophys.washington.edu/tsunami/welcome.html
International Tsunami Information Center	http://www.shoa.cl/oceano/itic/frontpage.html
Tsunami Laboratory Computing Center of the Russian Academy of Sciences, Siberian Branch	http://omzg.sssc.ru/tsulab/

海岸及海洋資源管理方向

馬益財 經建會簡任技正

一、前言

港灣技術研究所於八十七年五月舉辦「台灣海岸何去何從研討會」，召開之緣由係基於台灣海象觀測資料與海岸地形資料有待建立整體基本資料檔，西部海岸新生地開發計畫密密麻麻分布整個海岸，影響海岸親水權，因此有建請擬訂海岸經營管理策略之議，研討會之會議結論大致為：海岸地區涵有重要生態、生物與文化資源，宜多保留國民在海岸地區親水空間，海埔地開發數量宜合理依循海岸生態容受力而定，海岸開發供漁港、商港或工業區等經濟使用時，應從海岸資源面來分析與評量，最後提陳政府之管理機制與國民參與之重要性。該研討會係關注台灣海岸資源管理之重要性。

行政院研考會於八十七年二月奉行政院長指示辦理編纂我國「海洋政策白皮書」，動員中央相關部會及專家學者共同撰述，期於八十八年底提陳該白皮書，主要編纂目標為關心我國海域管理與海防建設，重視海洋資源運用與管理以及注重海洋環境保護，俾建立海洋發展

意識，邁向海洋永續發展。上述白皮書係配合我國於八十七年一月公布「中華民國領海及鄰接區法」以及「中華民國專屬經濟海域及大陸礁層法」，對我國海洋國土資源主張之官方文件。

行政院針對八十七年十二月委託經建會召開之「全國國土及水資源會議」，於八十八年二月核定「全國國土及水資源會議」結論與建議及擬採行措施，內容有關海岸及海洋有：(1)未來國土空間之規劃可分為西部成長管理軸、東部策略發展軸、中央山脈保育軸、離島振興及海岸（含海域）發展保育區。(2)海岸土地及資源具高度敏感性與脆弱性，國土主管機關應針對台灣海岸地區之資源特性，儘速訂定整體海岸管理計畫，作為開發利用、經營及保育之指導性綱領，並納入國土計畫體系。上述行政院亦明確指示辦理海岸及海洋地區資源管理之重要性。

二、世界各國海岸及海洋資源管理之演進過程

依據「國際自然保育聯盟」（IUCN）1991年公布之「設立海洋

保護區的準則」(Guidelines for Establishing Marine Protected Areas)指出，1950至1960年代初期，一些有心人士即發現海岸及海洋時受破壞，於是提出一些建議，以保護海洋環境，並在1962年的「第一次全球國家公園會議」(First World Conference on National Parks)上，倡議必需保護海岸及海洋。但此時，國際間對海岸及海洋開發利用正是蓬勃發展之時，各國對領海主權及管轄權之實際使用範圍，已膨脹且超過習慣法上之三海浬，1958年前後召開此類之國際會議達四次之多，均承認各國從事上述領海擴張行為並無不當，如海洋法海牙會議、大陸棚會議、公海會議、漁業及公海活體資源保育會議。上述公海會議於1959年改名為國際海洋組織(International Maritime Organization, IMO)，並致力於防止及管制船舶對海洋之污染。

由於海洋科技進步呈日新月異之發展，促使海洋礦產開採更加深及海床，頻率與數量均大量增加，甚至深海漁業也因漁撈技術採用衛星探測方法及漁具改善甚多而發生遠洋漁業有過份濫捕漁業資源(Over fishing)之憂慮。聯合國鑑於這些過度開發行為將對海洋資源造成某些持久性的危機，乃於1973年至1977年間召開第三次聯合國海洋法會議，俾研擬海洋資源保育與保護區劃定之法律基礎與管理措施，並對海洋二〇〇海浬管轄權範圍及界線提出一些管制辦法。

1970年代國際上更加關注區域

性大面積海域內活體海洋資源保護問題，如1971年召開之濕地重要水禽棲息地國際會議，1972年召開之世界文化與自然資產保護會議，1972年召開之聯合國環境計畫管理委員會(UNEP)，UNEP復擬訂區域性海洋計畫(Regional Sea Program)及其後續之執行方案(Action Plans)，特別強調大區域性海洋生物資源保護之重要性，並關注海洋受工業與船舶等污染問題以及海洋過度開採礦產與漁業等問題，其第一個執行方案是地中海區域性執行方案，至1991年止已有14個區域性執行方案，大致涵蓋世界各大海洋區域。

1970年時世界上已有27個國家劃設118個海洋保護區，1985年已有69個國家劃設430個海洋保護區，並提陳298個建議案，總共有85個國家已正式宣布或考慮宣布劃設海洋保護區。1982年IUCN在印尼巴里島(Bali)召開會議並公布「海洋與海岸保護區—計畫師與管理者指南」，作為各個從事保護海洋與海岸之通用準則。1986年澳洲公布澳洲海洋與河口灣區之保護政策，同年加拿大公布國家海洋政策，1987年世界環境與發展委員會(WCED)出版「世界只有一個地球—我們共同的未來」，1987年11月聯合國大會擬定西元二千年及其後之環境展望。上述公報或文件均表示關注海岸及海洋資源保護之重要性，並將海洋污染、資源耗竭、資源使用衝突以及生物棲息地破壞等，視為人類今後將面臨之重大課題

。之後一些國家之民間組織乃殫精竭智的構思一些解決對策，如1987年第四次世界野生動物大會及1988年IUCN第十七次世界年會，均提出一些對策，可見海岸及海洋破壞問題，以及海岸及海洋為地球上重要生物圈，深受關切並且全球人類已有共識，今後保護海岸及海洋資源，合理利用與保護海岸及海洋資源，以及劃定海洋保護區，為刻不容緩之全球策略。

三、海岸及海洋地區資源管理方向

依據美國海洋科學、技術與資源委員會 (U.S. Commission on Marine Science, Engineering and Resources, 1968)，與B. Ketchum (The water's Edge—Critical Problems of the Coastal Zone, 1972) 合作論文指出，海岸地區指海域與陸域相互之間互為影響的帶狀地帶，這地帶包括乾的陸域及與陸域相互鄰接之水域地區，並均具有生態功能，有生產、消費和傳輸的高密集作用。因此，海岸管理指擬訂計畫俾能利用或保育海岸資源或環境，這些管理計畫可能針對某一項海岸資源利用（如漁業）而訂，亦可能針對另一項海岸環境之保育（如潮間帶濕地）而訂，亦可能是各項資源與環境共同整合之計畫。

海洋管理(Ocean Management)包括海岸地區，因為海岸地區本來即為海陸交互輻輳影響之地帶，海洋與海岸具唇齒相依、共存共榮的關係，一般而言，海洋管理大致指

在國家行政管轄權宣示所及的海洋地區，所進行的有計畫性利用或保育的行動方案，這些管轄權地區包括表面水域、海床及地下海床，其管理項目包括航行、漁業、採礦、海域開發、污染管制與海洋研究。依據上述定義，可歸納海岸及海洋管理之目的，包括制訂法律，並參酌習慣法依循機構組織，擬訂管理策略，針對海岸地區有限之資源進行合理分配，俾能符合全體國民之需要，而管理範圍包括國家領域內之海岸及海洋資源與環境。

可具體分析海岸及海洋地區資源管理有三項目標：

- (一)擬訂合宜的海岸及海洋管理策略與設立管理機構，俾達到有效設計與執行海岸資源管理。
- (二)從國家整體利益與全民需要之方向，考慮及評估配置海岸地區各級經濟活動區位之優先順序及其輕重緩急之次序。
- (三)整合海岸及海洋資源體系，便利管理機構與人民參考使用。

四、台灣海岸及海洋地區資源管理方向

台灣海洋資源比較起來是十分豐富，在生物資源方面，沿近海漁業經由發展種苗繁殖技術，經營魚苗放流及栽培漁業，發展外海（如澎湖海域）箱網養殖等海洋牧場方式，配合上述沿近海漁業之資源復育與經營，於淺海及內水面地區發展休閒漁業，在遠洋漁業則透過國際漁業組織而得到區域性漁業資源之共享。在非生物資源方面，油氣

資源而言，在 1973 年已在基隆、新竹、鹿港、澎湖外海發現有油氣蘊藏構造，近年發現高雄外海台南盆地鑽獲油氣蘊藏可達 77 億立方公尺。目前海洋能源資源具有發展潛力地區有五處，為(1)台灣東部海岸區域可發展海洋溫差發電；(2)蘭嶼及(3)台灣東部海岸區域可發展波浪發電；(4)台灣東部海域可發展黑潮發電；(5)澎湖跨海大橋可發展海流發電，惟上述海洋能源發展仍需以國際互惠方式，結合先進國家研發技術，才能達到技術可行性階段。在開發海水淡化資源領域方面，可利用汽電共生廠，生產電力與蒸汽供海水淡化廠及製鹽使用，目前與建完工而成果良好之海淡廠有澎湖、馬祖南竿，施工中有金門地區，未來台灣南部仍有發展需要與潛力。海域砂石資源方面，目前經調查具有發展潛力地區有六處：(1)蘭陽溪河口至蘇澳間沿海；(2)新竹客雅溪至苗栗後龍溪河口間之沿海；(3)濁水溪河口至嘉義外傘頂洲間沿海；(4)布袋泊地至台南安平間沿海；(5)二仁溪河口至高雄左營間沿海；(6)屏東林邊溪河口至士文溪河口間，幾乎涵蓋台灣西部沿海大陸棚周圍，估計如開採厚度一公尺則推估可採量為十億噸，惟砂石開採仍宜考量洗砂水源及開採對海岸底質及底棲生物之影響。

台灣海岸資源方面亦十分多樣性，(1)生產資源有沿海農業、港灣、工業區、紅樹林、水中養殖區、砂石蘊藏區等；(2)土地資源有集水區、開放空間、陡峭海崖、沙丘、

野生動物、自然棲息地等；(3)水域資源有海岸水域、海藻床、鹽分沼澤地、小島與岩礁、魚類等；(4)人為資源有具歷史與建築特色之地區或市鎮古跡；(5)歷史與史前史資源有原住民紀念物、歷史紀念物；(6)遊憩與美景資源有沙丘、碼頭遊艇區、地形景觀區等；(7)教育與科學資源區有海洋生物庇護區、稀有瀕臨絕種物種之棲息地、海岸濕地等。台灣沿海具有上述七類型資源，其區位分布而言，有彰雲嘉海岸農業平原，鹿港、台南安平、布袋、淡水、金門等歷史性與紀念性市鎮，東部、東北角、澎湖、綠島等遊憩資源，大肚溪口、烏石鼻、墾丁高位珊瑚礁、澎湖玄武岩等具教育科學資源，高雄港、基隆港、花蓮港、台中港以及 236 處漁港具港灣資源以及彰濱、雲林離島、高雄臨海工業區等具工業發展基地之資源等。上述海岸資源顯示其豐富性與多功能性，但海岸之開發行為也引起東西海岸侵蝕加劇，集水區河川廢污水引起海域水質嚴重污染與生物資源受破壞，海岸地層下陷引起國土流失；河口及海岸濕地因填築行為而破壞生物棲息環境與生態系發展，上述過度或不當之經濟利用導致許多資源與環境損害問題，因此，簡約建議台灣海岸及海洋資源管理重點如下：

(一)進行海岸及海洋資源調查

有詳盡之資源調查始能知曉資源之區位分布、數量、種類、特性及時間變化，方能在政策上適時適

地的選定開發種類、方式、程度與順序，也才能決定保護措施，尤其台灣海岸的物理性與化學性資料太少，又缺少時間之連續性資料，未能提供足夠信服力作為政策上決定開發保育之參考，今後宜請海岸及海洋管理各主管機關及目的事業主管機關依其需要互相配合，進行整體性資源調查，至少要有四季十年以上之調查資料始稱完備。

(二)擬訂長期性海岸及海洋資源管理綜合計畫

宜依循海岸資源調查資料而研擬十年期之長期性綜合計畫，綜合性考量保護、保育與有計畫發展海岸資源，依時間順序與部門別排序，以決定各次產業發展順序與保護措施之重點，並可將台灣東西二岸不同之海岸自然環境分為東、西二個海岸整體計畫，依據二個海岸不同之自然環境、地方經濟與傳統生活環境特性而施行不同之管理重點與方式，並依據資源之稀有性而劃定海洋保護區與海岸保護區，今後為保護海岸資源以及賦給國民足夠之海岸公共通行權（即海岸親水權），應只允許非設置海岸不可之產業才准許設置於海岸地區。

(三)設立諮詢與協調功能之海岸與海洋委員會

建請於行政院下設具有專家性質之海岸及海洋委員會，以臨時性質，依特殊目的之任務編組方式。禮聘專家學者充任諮詢顧問性質，作為行政院決定政策之智庫機構，

提供諮詢項目包括海洋化學物理與地質、資源調查分析、土地使用與產業發展區位配置、污染與公共衛生、水資源管理、公共水域及航行問題、法規問題等。

(四)建立海岸及海洋圖集與海岸及海洋資料庫

建立海岸資料庫之底圖通常採用五千分之一或一千分之一比例尺，首先建立生物、地形、土地使用特徵之一般屬性資料，次而建立地質、坡度、歷史勝景資料，最後建立潛在災害之資料，作為限制開發之指標。

在建立圖集方面，可將一些相關資料整合在一張圖上，如將海底貝類分布、紅樹林、瀕臨絕種生物棲息地，整合成一張敏感生物資源圖，該圖可供計畫師或決策者決定發展程度、選定優先發展順序、決定保護措施以及決定土地取得之參考，其他之資料庫如洪患災害圖、海岸侵蝕災害圖、海洋污染圖、海岸景觀與生物棲息地評估圖、海岸必需公共設施圖、海岸土地使用配置圖等。

參考資料：

IUCN, 1991, Guidelines for Establishing Marine Protected Areas, p.p. 3-5.

淺談浮防波堤之發展

涂世達 台灣漁業技術顧問社前工程部经理

陳昌生 台灣漁業技術顧問社規劃組組長

林東廷 台灣漁業技術顧問社副工程師

一、前言

利用浮式構造物消減波浪能量之構想，早被應用於海域工程施工上，為提高施工海域之穩靜，常見使用浮木、浮筒、浮管、輪胎等浮體組合成簡易之消波設施，屏障於施工海域之週邊，以改善施工環境。隨著時代之進步，浮防波堤於焉產生，並廣泛應用於海洋、港灣、漁業工程及海域施工上。浮防波堤屬特殊防波堤之一種，因不受設置海域之地質、水深、潮差等限制及具有良好海水交換效果，主要用於淺海養殖漁場之保護，或臨時性搶灘登陸，或短期性船隻繫泊等用途。國內在浮式構造物之發展上，已有部份浮式碼頭之設計與施工經驗，然而有關浮防波堤之工程應用仍屬萌芽階段。我國為一海島國家，沿岸港灣林立，近年來亦積極推展海上箱網養殖，鑑於浮防波堤具有經濟性、施工期短、不妨礙海水流通等優點，亦啟發國內工程界將其應用至海域消波之構想，其中不乏

自行創見之型式，實值得鼓勵。

二、浮防波堤之特性

(一)構造型式

一般浮防波堤係由浮體、錨鍊、錨碇基礎、緩衝裝置及標示燈等所組成（如圖1），其中浮體為浮防波堤之主體，亦為消波之設施，錨鍊及錨碇基礎則是繫留固定浮體之用。

(二)消波方式與性能

傳統固定式防波堤係藉堤體阻擋波浪，以屏障堤後海域之穩靜；浮防波堤之消波原理係利用波浪通過浮體時，藉由反射、摩擦、碎波及浮體運動產生之位相差等方式，以消減入射波浪之能量，剩餘之波能或反射或透過浮堤，如圖2所示。

防波堤之主要功能在於屏障海域，通常以透過波大小作為評估浮防波堤之消波性能。影響浮防波堤消波性能之因素相當多且

複雜，如浮體之構造型式、寬度、吃水深度及波浪特性、地形水深等，一般須藉由水工模型或現場海域試驗，以瞭解實際之消波性能。

(三)優缺點

茲將一般浮防波堤之優缺點歸納如下：

1.優點

- (1)不受設置海域之地形水深、潮差及地質等限制。
- (2)允許透過波，海水交換效果佳，對附近海面之擾亂及海岸地形變化影響小。
- (3)利用計畫變更，可移除浮堤且作為它用。
- (4)浮體於工廠製造，施工管理及品質控制較容易。
- (5)施工時不需整理地基，不會污染海域水質，施工期短。
- (6)初期設置經費較固定式防波堤低，且設置水深愈深愈經濟。

2.缺點

- (1)透過波大小影響屏障海域之穩靜。
- (2)無法阻擋漂砂。
- (3)錨碇系統影響航路及有效水域。
- (4)一旦破壞，錨鍊切斷及浮體漂流易引起二次災害。
- (5)繫留設備需定期檢測，維護管理費較高，耐久年限較短。

三、國內研發概況

國內在浮式構造物之基礎研究

上亦不遺餘力，相關研究成果頗為豐碩，多以理論分析及水工模型試驗等方法，探討浮堤之消波效果及繫纜力大小。

近年來有關浮防波堤之研究發展上，多結合輪胎廢棄物之利用，以達到工程經濟與環保效益之目的，相關研究報告時有所見。工研院能資所為進一步瞭解浮堤之實際消波效果及提高實用價值，設計輪胎式浮消波堤（如圖3），於彰濱工業區海域進行現場試驗，經民國83年9月11至16日之試驗結果顯示，期間波高值約介於0.3~2.5公尺，浮消波堤之透波率約0.55~1.0，於小波浪（波高約0.3公尺）之最佳透波率約0.55，較大波浪（波高約1.3公尺）之最佳透波率約0.75，而當波高大於2公尺時並無消波成效。同時為使輪胎式浮消波堤具備為多功能之消波設施，該所設計搭配浮筒組成之海上消波平台（如圖4），兼具人工魚礁及碼頭等功用。另僑龍工程顧問公司曾提出浮動式浮台消波防波堤之構想（如圖5），建議應用至本省漁港工程中。

四、日本開發概況

鄰國日本自1960年代起即對浮防波堤進行研究，並成立浮消波堤協會推動其建設，目前在浮防波堤之發展，已開發為商業上產品，並實際應用至工程上多年。茲概述如下：

(一)開發型式

據悉日本已開發 IHI 等浮防波堤如下，除 FRP 浮防波堤外，其餘均屬鋼製品。

1. IHI 浮防波堤

分為 L 型及 LH 型兩類，如圖 6(A) 所示。

2. NAGISA 型浮防波堤

如圖 6(B) 所示。

3. FRP 浮防波堤

分為 BS107 及 BS127 兩類，如圖 6(C) 所示。

4. 動搖制御式浮防波堤

分為長、短波長型兩類，如圖 6(D) 所示。

5. 空氣制御式浮防波堤

亦分為長、短波長型兩類，如圖 6(E) 所示。

(二) 消波性能

依據日本所開發浮防波堤之試驗結果顯示（參考圖 6），其消波性能主要視波長與堤寬之比值而定，浮防波堤之堤寬愈大，對降低波浪透過率愈有效，一般於堤寬約等於 1/4 倍波長時，透過率約為 0.5，堤寬約為 1/2 倍波長時，透過率約降至 0.2，惟各式浮防波堤間仍有其差異性。

(三) 施工案例

日本自 1977 年起即應用浮防波堤於海域工程，主要用於沿岸漁場之保護，並推廣至部份漁港工程。據所瞭解之施工例（如表 1），其設置水深達 70 餘公尺，消波對象波之波高值約達 3.2 公尺

，週期約 8.0 秒，波浪透過率為 0.3~0.5，耐用年限為 5~30 年。

(四) 相關規範

根據日本水產廳有關浮防波堤設計之要求條件，在浮堤安全性方面，對於耐波浪性須有義波高小於 5 公尺，耐流性須平均流速小於 1.5m/s，耐風性須平均風速小於 25m/s，而耐久性須達 15 年以上；在浮堤機能性方面，對於波浪週期大於 5 秒之透過率須小於 0.9，波浪週期小於 5 秒之透過率須小於 0.4。

五、待改善問題

一般浮防波堤較適用於波浪不大之海域，且使用上仍有下列問題需待改善克服：

1. 對長週期波浪之消波率較低。
2. 繫留上之弱點。
3. 耐久性。

因此未來在浮防波堤之開發上，如何提高浮堤之消波率與壽命，及錨碇系統之耐浪性，仍有待相關技術研究與工程材料之研發，俾使浮防波堤之應用更為廣泛。

六、結語

浮防波堤之發展已有相當歷史與成就，國內在此亦有良好研究基礎，未來對於新型浮防波堤之開發仍需加強基礎研究、試驗驗證、材料研發及實用化考量等，並制訂相關設計基準，以提昇國內工程技術。樂見未來國內浮防波堤之開發蓬

勃發展。

筆者所知有限，僅就所蒐集之相關資料與國內工程界交換心得，疏漏之處尚祈諸先進不吝指正。

誌 謝

本文承蒙日本浮消波堤協會提供寶貴資料，蘇育正先生協助繪圖，特致謝忱。

參考文獻

1. 工業技術研究院能源與資源研究所：「輪胎式浮消波堤製作與佈放技術報告」，83年6月。
2. 僑龍工程顧問股份有限公司：「八十七年度烏石漁港興建漁港第八期工程設計工作服務建議書」，86年5月。
3. 日本浮消波堤協會：「浮消波堤技術資料」。
4. 日本浮消波堤協會：「浮消波堤、浮防波堤施工實績」，1990年2月。
5. 石川島播磨重工業株式會社：「IHI浮消波堤」。
6. 東京製綱株式會社：「なぎさ型浮消波堤」。
7. ブリヂストンタイヤ株式會社：「FRP浮消波堤」。
8. 三菱重工業株式會社：「三菱動搖制御式浮消波堤」。
9. 日立造船株式會社：「日立造船式浮消波堤」。
10. 日本水產廳漁港部建設課：「漁港構造物等の設計・施工關係」，1978年。

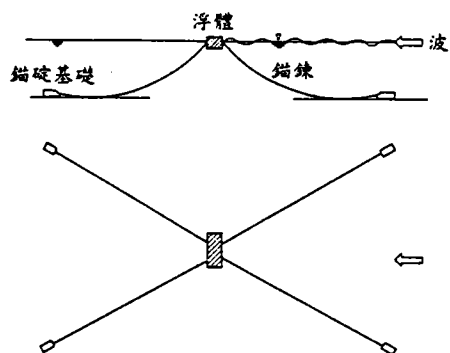


圖 1 一般浮防波堤之組成示意圖

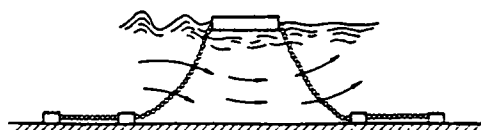
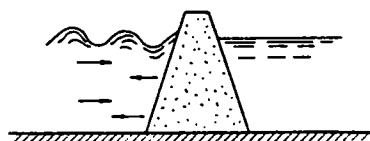


圖 2 固定式與浮式防波堤之消波示意圖

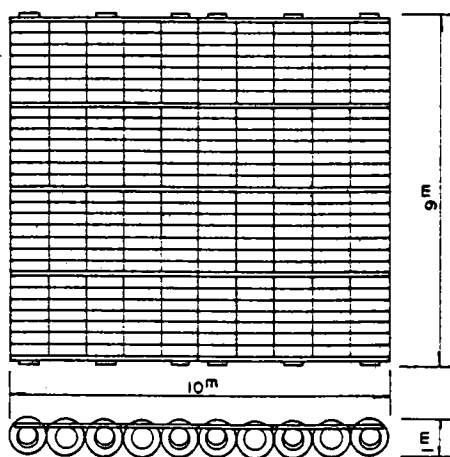


圖 3 輪胎式浮消波堤

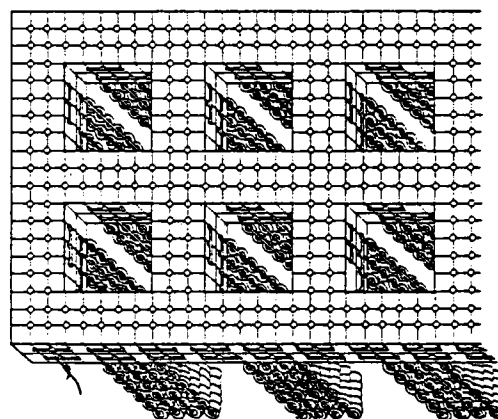


圖 4 輪胎式消波浮台

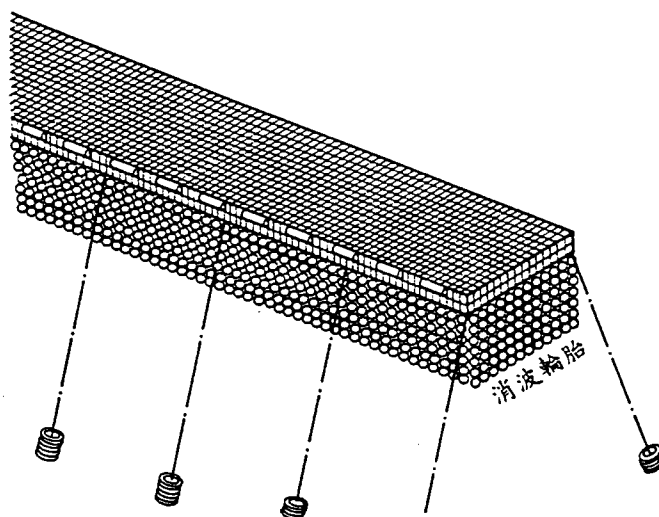
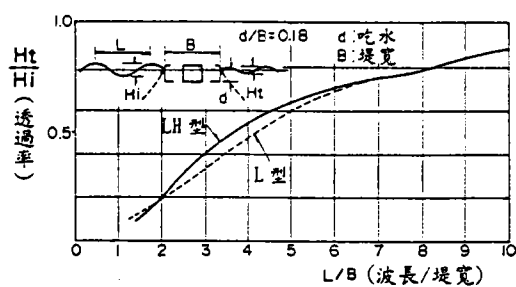
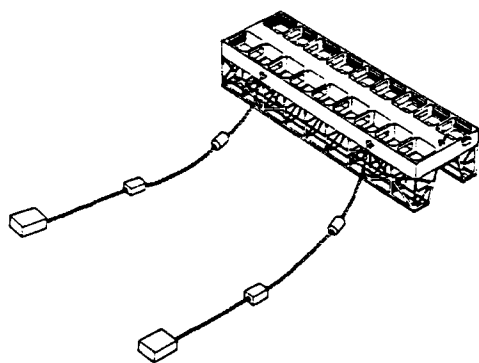
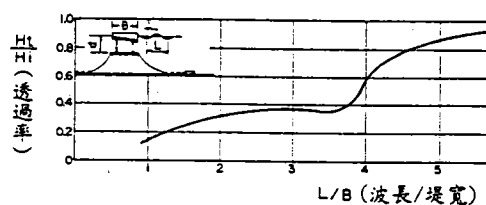
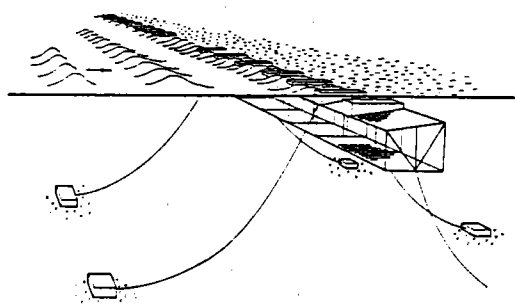


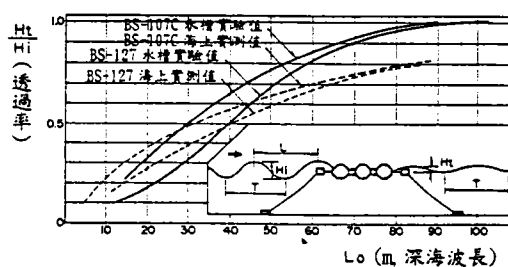
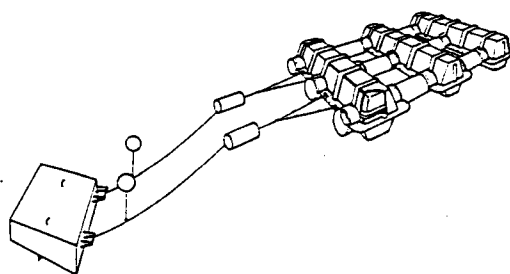
圖 5 浮動式浮台消波防波堤



(A) IHI 浮防波堤

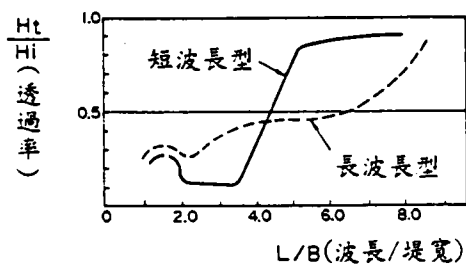
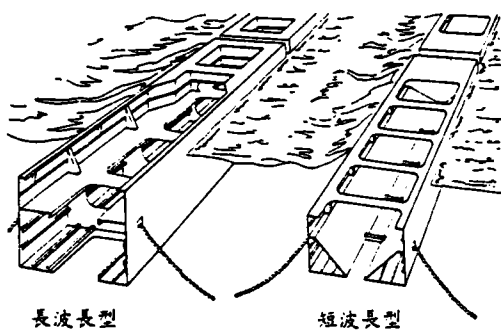


(B) NAGISA 型浮防波堤

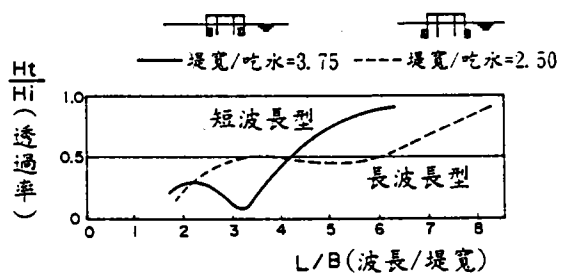
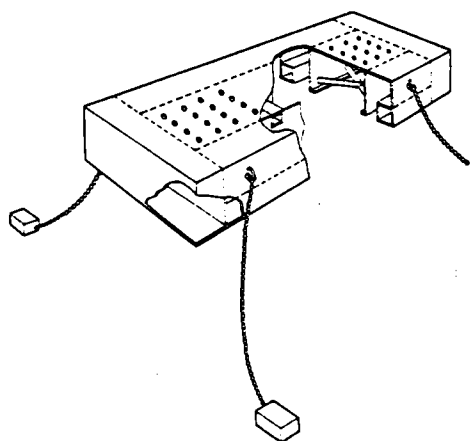


(C) FRP 浮防波堤

圖 6 日本所開發浮防波堤及其消波性能



(D) 動搖制御式浮防波堤



(E) 空氣制御式浮防波堤

圖 6 日本所開發浮防波堤及其消波性能(續)

表 1 日本浮防波堤施工案例

型式	III 型			NAGISA 型			FRP 型			動搖制御式			空氣制御式		
設置地點	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場	佐賀縣八田浦漁場
設置時間	1977	1978	1982	1979	1983	1986	1979	1981	1981	1978	1983	1986	1986	1988	1988
長度(m)	35	455	265	232	180	108	494	160	200	185	360	141	21	400	400
消波對象波	波向	W	SE,SSE	-	-	WSW	NW	SE	SE	ENE	SSE	S	E	WSW	WSW
	波高(m)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	-	2.1	1.7	1.8	3.2	1.4	1.4	1.4	1.4
	波週期(s)	5.2	5.0	8.0	4.8	4.6	5.0	4.3	4.0	4.2	6.0	3.3	3.8	4.1	4.1
構造設計波	波長(m)	40.0	39.0	88.7	36.0	33.0	-	-	-	28.0	56.2	17.0	22.5	26.2	26.2
	波向	W	S	SE,SSE	-	-	SSW	SE	SE	ENE	SSE,SE	S	E	WSW	WSW
	波高(m)	6.0	8.0	12.5	3.2	3.6	8.0	3.6	3.6	3.2	3.2	1.4	2.0	2.8	2.8
水深(m)	波週期(s)	9.0	10.0	13.0	5.7	4.6	15.0	5.7	10.0	6.0	6.0	3.3	4.3	14.0	14.0
	波長(m)	95.5	156.0	167.5	50.0	33.0	-	-	-	50.0	56.2	17.0	28.8	284.2	284.2
	水深(m)	12~18	67	17~20	15~30	30~40	20~67	30	35	20~25	21~32	20~40	20~28	73~77	73~77
潮差(m)	-	-	3.0	-	-	-	2.2	4.6	3.0	-	-	-	-	-	-
潮流速度(m/s)	1.6	0.85	0.6	0.2	0.62	0.5	0.4	0.3	0.65	0.3	0.51	0.26	0.82	0.9	0.9
風速(m/s)	30.0	33.0	40.0	20.0	23.6	21.0	33.0	20.0	30.0	19.3	29.7	38.0	33.0	23.0	23.0
地質	砂及砂礫	砂	砂	粘土	砂	粘土及細砂	砂及岩	粘土及泥	砂及岩	粘土及砂	砂	砂質粘土	砂	粘土	粘土
	L 型	LII 型	LI 型	-	-	-	BS127 型	BS107 型	BS107 型	短波長型	短波長型	短波長型	短波長型	短波長型	短波長型
	35.0	45.0	40.25	40.0	40.0	50.0	12.0	10.0	10.0	30.0	54.0	45.0	21.0	52.0	52.0
浮體	寬(m)	12.0	12.0	15.15	9.5	10.0	7.0	7.0	7.0	7.0	13.5	4.2	6.1	7.5	7.5
	高(m)	2.2	7.2	9.6,9.0	6.5	7.0	3.0	2.0	2.0	2.7	5.25	2.0	2.35	2.8	2.8
	重量(T)	158	227	469,320	110	121	8	4	4	67	265	93	69	160	160
耐用年限	5	15	15	15	15	30	-	-	-	15	15	30	30	20	20
	消波對象波透過率	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3

資料來源：「浮消波堤、浮防波堤施工實績」，日本浮消波堤協會，1990 年 2 月。

日本港灣計劃概述

王慶福 港灣技術研究中心研究員

一、港灣計劃之意義

(一)港灣法及相關規定

日本之港灣法制訂於1950年，在港灣法制定前，日本之港灣為國營或委任經營，但在戰後，基於民主之立場，將港灣之開發、管理、營運全交由與其最具直接利害關係之地方所有，但又考量日本為一島國，在對外貿易及國內海上運輸上港灣之重要地位，港灣為地方經濟發展之基礎，因此有關港灣設施之整備，國家應給予協助、費用負擔或補助，而其條件則需確保完成之設施必須具公共性，以及重要港灣以上之港灣計劃由國家來審查及檢討。

港灣法有一很大之特徵，即明訂港灣計劃所應遵守之事項。

港灣法制定後至今大約已進行約30次左右之修正，不過大原則均未變，主要均為配合時代發展需要，例如為提昇貨櫃碼頭之經營績效，導入特殊法人經營之法源，以及港灣之環保對策、航道整建以及港灣計劃之制度化等，港灣法在1973

年曾作相當大之修正。

依『港灣法』規定，港灣之經營管理由港灣管理者辦理，所謂港灣管理者為該港灣所在之地方自治團體（地方政府），地方自治團體可(1)獨自管理(2)獨自亦或依據某些條款成立港務局(3)共同設立某些事務團體。由於財政上及稅法上之原因，目前日本全國僅有一港務局（新居濱港），另有五個事務團體，其餘均由地方政府管理。

地方政府依其管理港灣之情況，通常在特定重要港灣（如東京、大阪、橫濱等），會設置港灣局，負責研擬該港之港灣計劃。

地方政府之港灣局與中央（運輸省港灣局）任務不同，運輸省港灣局負責規劃全國港灣發展相關上位計劃，而為協助地方港灣工程之建設，另成立地方分局（第一第五港灣建設局），此主要係考量港灣工程需有高度之技術與很多的施工機具，各地方政府要經常保有此種裝備及人力將頗困難，因此對於大規模之港灣工程，由國家所保有的人力、設備來進行將會較經濟。至於『直轄工程』則由港灣建設局及

其所屬之工事事務所來辦理，『直轄工程』係指重要港灣之港灣工程，雖然原則上亦應由各地方政府自行辦理，但在某一條件下，運輸省可自行辦理，此稱為『直轄工程』。至於『某一條件下』係指日本的港灣建設方式，其基礎建設如水域設施、外廓設施、港區聯外道路等，係提供公共所使用，因此國家會依港的屬性（特定重要、重要、地方等），提供不同的負擔或補助比例，凡由國家負擔者即由國家辦理，此即為其條件；而由『直轄工程』所建造之港灣工程其所有權為國家，但管理權為地方政府。

（二）港灣計劃之定義

依港灣法，所謂港灣計劃為對港灣之開發、利用、維護以及相鄰地區之保全依相關政令所決定事項之計劃。所謂之政令有以下之五種

1. 港灣之開發、利用、維護以及港灣相鄰地區之保全原則
2. 港灣之裝卸貨物量、旅客數以及其他設施之能量相關事項
3. 水域設施、繫留設施及其他港灣設施之規模以及配置相關事項
4. 港灣環境之整備以及保全相關事項
5. 其他港灣之開發、利用、維護以及港灣相鄰地區之保全相關事項

（三）港灣計劃適用對象

1. 以重要港灣以上為對象

所謂重要港灣係指港灣之發展與國家有重要之利害關係者，這以

外之港灣稱為地方港灣。重要港灣中與外國貿易有特別重要者，以政令指定為特定重要港灣，以1998年為例，日本全國有特定重要港灣21個，重要港灣112個，地方港灣有925個，避難港有35個。

2. 地方港灣不一定全部都有制度化之港灣計畫，亦無須經由運輸大臣之審查。
3. 各項港灣基礎設施之補助依港灣等級有一制度化之補助標準

（四）港灣整備五年計劃

由於港灣計劃為一長程計劃，係描繪出一港之未來發展藍圖，因此還需經由執行計劃才能具體化。但由於港灣建設需要很多時間及費用才能完成，為避免將來在執行上遭遇經費籌措之問題，因此依據各港之港灣計劃，檢討中程五年所要進行之計劃，一次編列最近五年之工作計劃與經費，而此需與國家之長期國土計劃、經濟計劃等作一整體考量後再決定。

港灣整備五年計劃係依據港灣發展政策而擬訂，1985年以『21世紀之港灣』、1990年為『以豐裕的waterfront為目標』、1996年以『支撐大交流時代之港灣』為主軸，擬訂發展目標。

港灣整備五年計劃係依『港灣整備緊急措置法』執行，並在1961年制定第1次港灣整備五年計劃。為使港灣整備五年計劃能順利實施，另訂定『港灣整備特別會計法』

。港灣設施之整備方式，在基本設施方面，包括水域設施(航道泊地)、外廓設施(防波堤)、繫靠設施(碼頭)、臨港道路等，原則上由國家興建再交由地方管理，或由地方自行興建均可，所需工程費則依港之等級、設施種類、地區別等而有不同之分擔比例。

二、港灣計劃之理念

1. 由於地區居民為港灣之主人，因此港灣擔負地區開發及發展之重責，並由地區開發及振興地區之觀點進行港灣之開發利用，港灣與地區發展關係緊密。
2. 日本的港灣不僅為海陸交通之轉

運站，更具備物流、生產、生活之功能，更將其視為國土空間，特別是在海岸地區利用之高度化上的據點加以發展而成。

3. 歐美型港灣開發，基本上是由企業之觀點視港灣營運為重點，特別重視投資效益，並以利益為主進行經營管理；而日本式的開發理念係將港灣視為地區發展之重要基礎，港灣不僅考量交通面更由產業及生活面，以促進地區經濟社會發展來考量，港灣為綜合地區開發之一環，同時亦為實現理想的國土利用而以公共投資為中心，所進行之開發活動。

	日 本	歐 美
開發目的	將港灣視為地區開發、國土開發之戰略手段	交通部門之一部份為發展港灣產業而開發
港灣功能	不僅作為交通基地，亦為產業之基礎、都市發展之據點	作為海陸交通之轉接站
港灣整備之財政面	不僅直接受益者負擔，間接受益地區亦需負擔	由直接利用者回收
港灣開發與國家之關係	直接權限為地方，但由國家決定開發之基本原則	追求財務獨立自由競爭

三、港灣計劃之內容

(一)港灣計劃之內容

依港灣法，港灣計畫必須符合

『基本原則』與『計畫基準』之規定，基本原則規範港灣之開發、利用、維護，相關基本原則如下：

1. 港灣之開發、利用、維護以及港灣相鄰地區之保全原則

2. 港灣之配置、功能以及能量相關事項

3. 港灣之維護、航道之配置以及其他相關事項

為了避免各港灣管理者以不同格式呈報港灣計畫，因此在昭和49年（民國63年）以運輸省令頒佈了「港灣計畫基本事項相關準則」，其主要內容如下：

1. 港灣計劃原則

- (1) 港灣之定位及功能
- (2) 港灣設施之整備及利用
- (3) 港灣之土地利用
- (4) 港灣環境之整備及維護
- (5) 港灣安全之確保
- (6) 港灣相鄰地區之維護

2. 港灣之能量

- (1) 目標年之貨運量
- (2) 旅客量
- (3) 其他能量

3. 港灣設施之規模及配置

- (1) 水域設施
- (2) 外廓設施
- (3) 碼頭設施
- (4) 臨港交通設施
- (5) 旅客設施、裝卸設施及倉儲設施

4. 港灣之環境整備及維護

- (1) 廢棄物處理
- (2) 港灣公害防止設施
- (3) 港灣環境整備設施

5. 土地造成及土地使用計劃

6. 其他重要事項

7. 大規模地震對策設施計劃

(二) 港灣計畫之制訂程序

1. 港灣計畫必須符合運輸大臣所公佈的「港灣之開發利用、維護相關之基本原則」而且滿足運輸省令「港灣計畫之基本事項相關基準」。

2. 港灣計畫之決定或變更時要聽取地方港灣審議會之意見。

3. 港灣計畫決定後或已變更時（除了依運輸省令為輕易變更時）應速向運輸大臣提出。

4. 運輸大臣應對提出之港灣計畫聽取港灣審議會之意見。

5. 運輸大臣如認為所提出之港灣計畫不符合基本原則或基準可對該港灣管理者（地方政府）提出變更要求。

6. 運輸大臣如認為港灣計畫符合需要，應通知港灣管理者（地方政府）。

7. 若該港灣計畫為運輸省令所規定為輕易變更時，應將計畫送核備。

8. 公告港灣計畫

四、港灣計劃之未來發展

(一) 量的擴充轉為質的提昇

日本之港灣經歷戰後復興期、高度成長期、調整期、而後邁進安定成長期，面對成熟化之社會，港灣計劃之目標就如同近幾年之港灣政策所揭示的，要以創造綜合性之港灣空間為主，形成綜合性之物流中心，高品質的產業空間，豐富之生活空間為主。

(二)由設施計劃轉為空間計劃

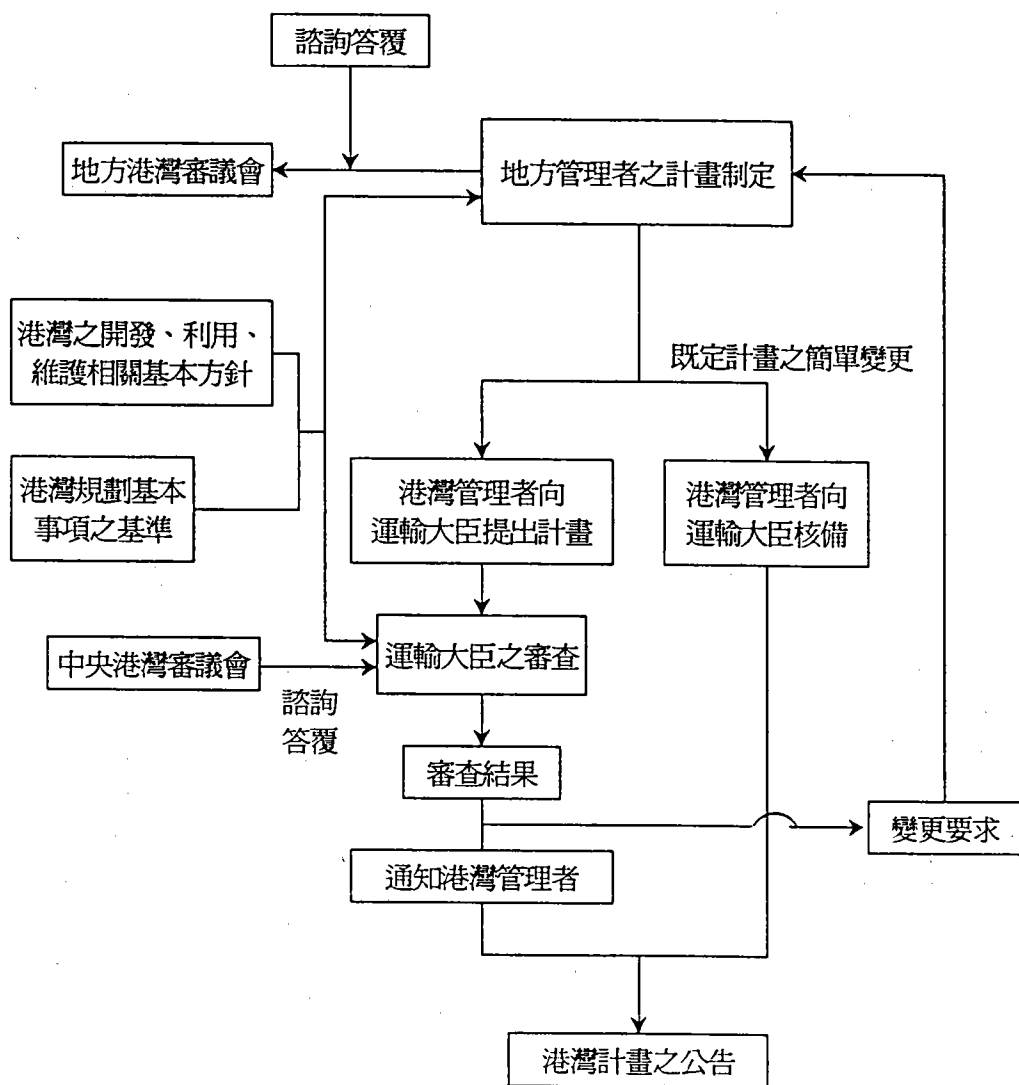
港灣空間計畫與目前之港灣計畫相比，不僅作業項目及檢討範圍不同，同時亦與一般之計畫作業特性不同，不同之點：

1. 計畫對象之機能及活動非常多範圍廣，因此使得計畫面之自由度增多。表面上看來具有很大的自由發揮空間，但在決定長期方向上卻須作很嚴肅的判斷，以使所有的港灣遠景能明確化。
2. 計畫之對象不是設施而是空間，與以往以設施為中心之計畫作業，其概念與方法根本上即不同，同時港灣空間計畫事業者包含很廣，因此必須能達到取得相關單位之共識才可。
3. 以往平面計畫之各種基準，大多數均設定有所應達成之目標，亦或標準值，結果使得計畫之選擇上無法給予太多的彈性，此即為標準值設定型之計畫論；而在空間計畫時，雖亦設有基準，但要求之水準亦高，因此各類場合意味著計畫所應滿足之最低水準。此乃因空間計畫開發之事較複雜

且具綜合特性的緣故，因此亦稱最低基準設定型之計畫論。

(三)港灣再開發

1. 隨著時代之進步，港埠為適應內、外在環境之改變，功能亦呈多樣化、複合化，此種種之改變即為港埠再開發。
2. 再開發對港埠來說可說是常態，亦是港埠為求功能之『量的擴充』與『質的改變』所不可缺少的行為。
3. 早期，再開發係以老舊設施之更新為主；因此，再開發之理念為『港埠原本所具有之碼頭功能之改善』，以設施之改建維修為主。
4. 目前港埠之發展已由重『量』之增加，轉換為『質』的提昇之時代，因此港埠再開發之理念已轉化為『將港埠空間所具備之潛能加以有效利用，以促進地區社會之活力』為主要考量，所以港灣再開發除重視現有設施之整建外，更加上空間之再重組，而以提昇整體港灣空間功能為目的。



港灣規劃審議流程圖

淺談地工織物於港灣與海岸工程之應用

蘇吉立 港灣技術研究中心助理研究員

摘要

地工織物(Geotextiles)因其產品製成之特性，應用於港灣及海岸工程上，主要可提供過濾(Filtration)、排水(Drainage)、加勁補強(Reinforcement)、分離(Separation)、阻隔(Barriers)與抗沖蝕(Erosion control)等功能。

充份瞭解並善用地工織物之產品特性，必可適當抑制港灣及海岸工程結構物及其基礎土壤常現之漏砂、沖蝕、沉陷、失衡、滑動等異變現象，進而改善且增強港灣及海岸工程結構物及其基礎土壤之穩定性。

故地工織物有加強推廣應用於海岸及港灣工程之必要。且應加緊訂定，具共通性與實用可行之設計、檢驗、施工與採購規範。

一、前言

地工織物發展至今，為期近三十年左右，最早發展於歐洲，美國最早之地工應用研究為1958 Robert J. Borret，至1980年美國於此項技術即直追歐洲。而美國於此項技術

相關之完整設計施工規範，則在1977年荷蘭工程師Nicolen所提設計施工規範基礎下，由Haliburton教授在聯邦高速公路局(FHWA)委託下，根據學理分析與實際經驗訂定第一套較完整的設計施工規範，廣為美國各大工程採用，FHWA並於1984年完成修訂。然世界至今並無一套共通之規範。港灣及海岸工程結構物與基礎，其主要構築材料，一般由混凝土(Concrete)、鋼材(Steels)、石塊(Rock)、土壤(Soil)、砂石級配(Sand and rock graded)等材料所組成，其中土壤、石塊與砂石級配更佔其組成極大的成份與重要性，且其在長期承受海流、潮汐、風浪、暴雨與震動等因素干涉下，將使整體或部份結構可能引起漏砂、沖蝕、沉陷、失衡、滑動等異變，或導致結構潛伏突發性崩毀之危險性，不可不慎！

地工織物因其產品製成之特性，應用於港灣及海岸工程上，主要可提供過濾、排水、加勁補強、分離、阻隔與抗沖蝕等功能。若充份瞭解並善用這些產品特性，必可適當抑制前述漏砂、沖蝕、沉陷、失

衡、滑動等可能之異變，進而改善且增強港灣及海岸工程結構物及其基礎土壤之穩定性。

故本文深深以為地工織物有加強推廣應用於海岸及港灣工程之必要。並應加緊訂定具共通性與實用可行之設計、檢驗、施工與採購規範。

然個人於基本研究訪調期間，有感國內之工程師與廠商，對於地工織物之正確認知均嫌不足，彼此對地工織物之認知亦多有差距，如是或為地工織物一直無法於港灣與海岸工程快速廣泛推展之一大主因。故特撰此文，盼能引起各位港灣先進之重視，進而凝聚共識。

二、地工織物之性質

2.1 地工織物之定義

地工織物原文為Geotextile，因其使用均與大地工程(Geo)有關故稱為地工織物。易可簡稱GT，為地工合成材料(Geosynthetics)之一種。

地工合成材料種類繁多，如Geogrid地工格網、Geonet地工排水網、Geomembrane地工止水膜、Geosynthetic Clay Liner地工粘土毯、Geopipe地工排水管、Geotainer地工砂袋---等。地工織物之定義依CNS用語釋義為(同ASTM)；任何具透水性之織物材料，用於基礎、土壤、岩石、地表或任何其他與地工技術有關之材料；且為人造產品、結構或系統不可或缺之一

部份。謂之地工織物。

而Textile(織物)最初僅指纖維結構由互相垂直織造而成之織布材料，近年來纖維結構由各個方向射出織造而成之不織布材料使用漸廣，因此今皆泛稱之。

2.2 地工織物產品之性質

全世界地工織物發展至今，不同性質產品之種類極為繁雜，然其各種產品性質之變化，主要取決於下列七大因素：

1. 廠商製造技術(Manufacturing technique)
2. 聚合物(Polymer)
3. 細絲型式(Filament type)
4. 編織花樣(Weaving pattern)
5. 織結法(Bonding methods)
6. 厚度(Thickness)
7. 單位面積重(Mass per unit area)

基本上探討地工織物產品之性質一般可分成三部份：

1. 一般性質：

產品製造廠商、產品型號、花樣、主要原料、織結法與特性。以上資料一般由廠商直接提供，可供設計選用比較之參考，但不得作為設計之依據。

2. 指數性質：

厚度、單位重、比重、開孔率、孔隙率、有效開孔徑、抗拉強度、抗撕裂強度、抗磨損力、延展性、透水性、耐久性。由實際試驗檢測求得，可為設計之依據。

3. 土壤與地工織物間相互影響之錯綜性(complexity)：

如應力應變特性、潛變評估、磨擦或黏著性、動態和返復荷重阻抗、土壤保留性、過濾性等。唯此類相關性質之檢測法，均為目前有待繼續加強發展與解決之難題。

2.3 製成地工織物之材料性質

工程師於設計比較選用地工織物產品、施工或驗收初時，首要掌握地工織物產品之性質。而用以製成地工織物產品所使用之材料，既為取決其產品性質變化之主要因素之一，卻常為許多工程師所忽略。事實上，對製成地工織物產品所使用之材料及其基本特性預做瞭解，亦有助於產品之檢驗與驗收前預做研判。

製成地工織物產品常用材料之一般性質；包括其材料成份、物理性質與化學性質，工程師於設計比較選用地工織物產品、施工或驗收初時，即應有適當之認知，如此方能有效掌控其工程性質與品質，以達工程效益。

現行地工織物主要製成材料為高分子化合物（聚合物），常用之主要聚合材料有：

聚乙烯(Polyethylene)PE、聚丙烯(Polypropylene)PP、聚酯樹脂(Polyester resin)PET、聚氨基(聚合醯氨)(Polyamide)等高分子化合物。各種基本材料特性分述如下：

1. 聚乙烯($(C_2H_4)_n$)PE—是生產最早產量最多的一種聚烯烴樹脂（台灣生產始於民國57年）。

因其製法可分高壓法生產之低密度PE與低壓法生產之高密度PE：

高壓製成之PE其密度界於 0.910^3 ，抗拉強度界於150~220 kg/cm²，軟點界於攝氏60~105度。適於軟質品之塑形。

低壓製成之PE其密度界於 0.930^3 ，抗拉強度界於220~300 kg/cm²，軟點界於攝氏105~122度。適於硬質品之塑形。

PE產品是由原料乙烯(C_2H_4)單體加成聚合而成之聚合物，主要特性如下：

具蠟質觸感、極軟、熱塑性、黏性大、電絕緣、可防水、乳白色透明或半透明、耐油、耐酸、耐鹼、抗藥物性強、蠟臭無毒性、價格較廉，故用途廣泛，為三大塑膠之一。

唯直接暴曬於日光下時，材料將迅速老化產生龜裂，使其機械性能及抗電性質消失，必須加入安定劑，如碳黑等能吸收紫外線的顏料，才能使它具耐候性而防止老化。

2. 聚丙烯($(C_3H_6)_n$)PP—PP產品係由原料丙烯(C_3H_6)單體，於低溫及低壓下，利用 Ziegler 型觸媒，使其加成聚合而成之聚合物（台灣生產始於民國65年）。主要特性如下：

透明性比聚乙烯佳，比重 $0.9 \sim 0.92$ 是所有塑膠中最小，抗拉強度界於300~400 kg/cm²，軟點界於攝氏130~135度。

易於著色、抗張、耐磨、耐壓、熱塑性、抗蝕性尚佳、軟化點比PE高(華氏250度以下仍可用)。與PE同樣須加入安定劑防止老化。

3. 聚酯樹脂($(CH_2)_n$)PET—聚酯可分飽和與不飽和兩大類。飽和類者橫向連接即為熱固性塑膠。不飽和者則多半是樹酯，此類塑膠可拉長纖維，是人造纖維的主要成分。

主要特性如下：

聚酯樹脂不能單獨作為化工原料，必須加以其它纖維補強才能使用，而以碳纖維及玻璃纖維補強的聚酯樹脂強度最好。

聚酯樹脂可耐有機酸及一般稀無機酸，易被濃酸、酯類、酮類、氯化烷類侵蝕，鹼類更是聚酯的剋星。

聚酯硬化時有收縮現象，但成品後吸水性很低，一般溫度下有良好的尺寸安定性。製品適用溫度在攝氏100度以下。

聚酯樹脂最大優點就是加工容易，用簡單的工具於常溫常壓下便可製成各種大型的製品。加工時愈大型愈比其它塑膠有利。

聚酯樹脂比重1.3(補強後1.6~2.0)、透明(補強後半透明)、抗拉強度 400kg/cm^2 (補強後界於 $1000\sim 3000\text{kg/cm}^2$)、適用溫度攝氏90度(補強後界於 $100\sim 180$ 度)、緩燃、離燄後續燃、燃時煙多色黃具苯二烯味。

4. 聚氨基(聚合醯氨) $((CONH_2)_n)$ —

俗稱Nylon，指所有聚醯氨類的合成纖維，為一種商品俗名，工程塑膠之一種。可由多種不同的原料製成。可為單一單體聚合而成或兩種不同單體共聚合而。

主要特性如下：

離燄後不燃、火燄藍色、燄端黃色、植物燃燒味、燃時突然溶成透明流動液體，且可抽成纖維狀。質輕、比重1.1、具熱塑性、耐衝擊、快乾、耐撕、不生黴、耐藥物、耐海水侵蝕、可吸收震動。但剛性不佳、不耐天候、不耐溫(熱變形溫度攝氏50度)、吸濕性大(吸濕後降低機械性質且尺寸易變)。工業上為強化其機械性質常加入玻璃纖維補強，稱為玻璃纖維強化塑膠(FRP)。

2.4 聚合材料之發展

最近進一步或為開發超韌性及超剛性以取代金屬之材，或以用途為導向開發具平衡物性的材料，其材料之發展趨勢可分三種方式進行：

- (1)以現有聚合物為基礎進行混滲及合金化的檢討。
- (2)擴大補強材料及填充料的應用。
- (3)研究新規格高分子的設計。

三、地工織物品質檢測

品質檢測之義意與目的在確認性質、確保品質，以為工程設計施工應用之依據。

完整的地工織物品質檢測報告

，其應詳細敘述之性質包括：地工織物一般性質、指數性質及土壤與地工織物間相互影響之錯綜性。目前我國CNS有關地工織物品質檢測之相關應用規範尚不完全，目前仍陸續訂定中，且皆引用ASTM規範。

故有關地工織物品質檢測，依ASTM目前現有可資應用檢測之各項規範，依序提列於下，以為參考。

1.D1978-95

Test Method for Biological Clogging of Geotextile or Soil/Geotextile Fillers

2.D4355-92

Test Method for Deterioration of Geotextile from exposure to Ultraviolet Light and Water (Xenon-Arc Type Apparatus)

3.D4491-96

Test Method for Water Permeability of Geotextiles by permittivity

4.D4533-91(1996)

Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles

5.D4594-96

Test Method for Effects of Temperature on Stability of Geotextiles

6.D4595-86(1994)

Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide Width Strip Method

7.D4632-91(1996)

Test Method for Breaking Load and Elongation of Geotextiles (Grab Method)

8.D4716-95

Test Method for Constant Head Hydraulic Transmissivity (In-Plane Flow) of Geotextiles and Geotextile Relate Products

9.D4751-95

Test Method for Determining Apparent Opening Size of a Geotextile

10.D4833-88(1996) 1

Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembrans, and Related Products

11.D4873-95

Guide for Identification, Storage, and Handling of Geotextiles

12.D4884-96

Test Method for Seam Strength of Sewn Geotextiles

13.D4886-88(1995) 1

Test Method for Abrasion Resistance of Geotextiles (Sand Paper/Sliding Block Method)

14.D5101-96

Test Method for Measuring The Soil-Geotextile System Clogging Potential (By the Gradient Ratio)

15.D5141-96

Test Method to Determine Filtering Efficiency and Flow

Rate of a Geotextile for Silt
Fence Application Using Site
Specification

16.D5199-95

Test Method for Measuring
Nominal Thickness of Geotex-
tile and Geomembranes

17.D5261-92(1996)

Test Method for Measuring Mass
Per Unit Area of Geotextile

18.D5493-93

Test Method for Permittivity
of Geotextiles Under Load

19.D5567-94

Test Method for Hydrostatic
Conductivity Ratio (HCR)
Testing of Soil/Geotextile Systems

20.D5970-96

Test Method for the Deterioration
of Geotextiles From Outdoor
Exposure

針對上述常用之現有標準檢驗項目，本文建議製造廠商應盡可能全數施行，以做為本身產品品質保證與產品推銷說明之明細，必可提高使用者對本身產品之接受度，且使用者得以市場現有產品為導向，快速而明確的大膽選材，如是不但使用者與製造廠商均得以降低成本，製造廠商亦得以因此提升市場之競爭性。

對於使用者，可針對本身工程需求特性與經濟效益，擇要施以相關之檢驗，以為品質驗證、驗收與工程效益評估檢討之依據。製造廠商亦應於品質驗證、驗收與工程效

益評估檢討過程上悉心配合，以為本身日後產品檢討改良或開發之依據。

四、土工織物之工程應用

土工織物因其產品製成之特性，發展至今，於工程應用之特性日趨靈活而廣泛，若針對海岸及港灣工程，一般可提供之主要應用特性，歸納概述如下：

1. 過濾—可過濾海水降低鹽化、過濾污水降低污染、過濾某些設計允許粒徑確保填充料或基礎土壤之穩定。
2. 排水—可排除地面水、控制填充料或基礎土壤之排水、降低地下水位、排除超額孔隙水壓。
3. 加勁補強—可加勁補強軟弱之基床土壤、邊坡或水力回填地。
4. 分離—可分離固結不同作用性質結構材或填充料之組構，避免構材混合重新排列破壞原有組構，造成結構變形與不穩定。
5. 阻隔—阻隔某些設計允許粒徑，避免設計有效構材流失而破壞原有組構，確保填充料或基礎土壤之穩定。
6. 抗沖蝕—主要在避免波浪直接沖刷基礎土壤或構材，抵抗波浪沖蝕或避免管湧。

上述各種特性應用可為主要的，但往往不是單一的應用，其彼此間相互組合之應用性非常靈活。然組合應用時，何者為主要的應用，則需審慎考量，以免造成不當之選材與設計。

由於其透過組合後之應用性極其靈活，限於篇幅，無法詳細敘述，故各種參考應用及組合參考，僅能概略舉例說明如圖 1 至 8。

五、結論與建議

1. 充份瞭解並運用地工織物之產品特性，必能藉以適當抑制港灣及海岸工程結構物及其基礎土壤常現之漏砂、沖蝕、沉陷、失衡、滑動等異變現象，進而改善且增強港灣及海岸工程結構物及其基礎土壤之穩定性。
2. 臺灣地區海岸及港灣工程結構物基礎或基礎土壤，早期多未使用地工織物，至今使用亦不廣泛，且國內目前亦無一套完整而共通可行之設計施工規範，實有加緊推行之必要。
3. 應盡速建立地工織物於港灣工程之應用規範，包括；設計、施工、檢驗及採購規範。為達規範之可行性、共通性與統一性，其規範之製訂可由固定之全責單位，循序漸進定期檢討編修。
4. 建立現有地工織物之一般資訊，包括；產品種類與特性、應用概況與施工案例檢討。
5. 目前國內工程師與廠商彼此對地工織物之認知普遍不足，且彼此觀念亦有所落差，可由廠商現有商品介紹說明與設計圖說比較得知。故應定期舉行相關研討會，加強並凝聚工程師與廠商彼此對地工織物之認知，使地工織物於港灣與海岸工程之應用得以快速而廣泛的推展。
6. 本文為個人針對基本研究之先期報導，主在個人理念之宣導，不完全代表日後報告之定論，若有不成熟、不週詳與疏漏之處，敬盼各位先進不吝來函指正與建議，本人必予誌謝！

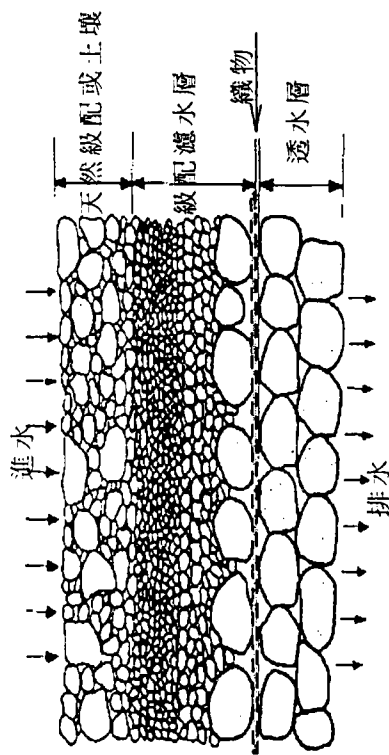


圖1 過濾、分離與阻隔
分離透水層與濾水層，阻隔濾料流失，穩定過濾結構確保過濾之效果

圖1 過濾、分離與阻隔

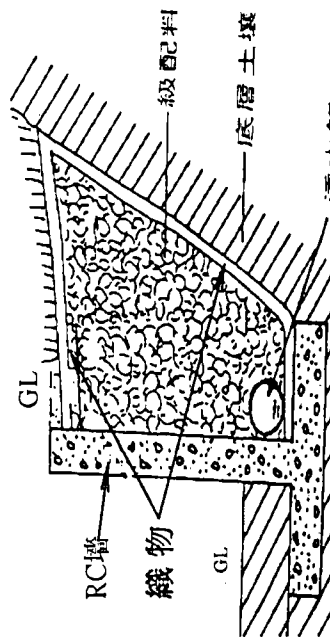


圖3 排水、分離與阻隔
分離級配料、底層與表面土壤，阻隔底層與表面土壤流失，穩定整體結構，確保排水管之排水效果並控制地下水位

圖3 排水、分離與阻隔

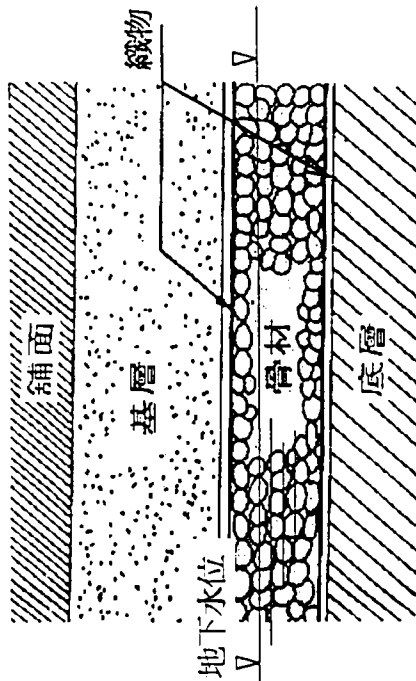


圖2 排水、分離與阻隔
分離基層、骨材與底層，阻隔基層與底層粒料流失，穩定整體結構，確保底層與鋪面排水效果並控制地下水位

圖2 排水、分離與阻隔

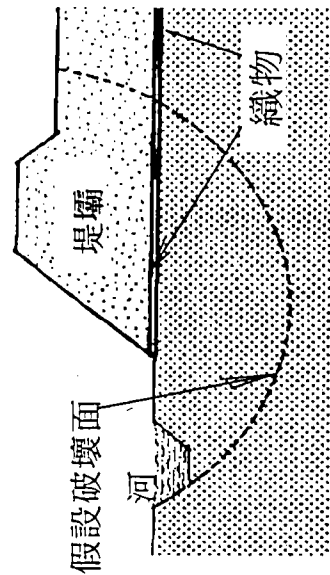
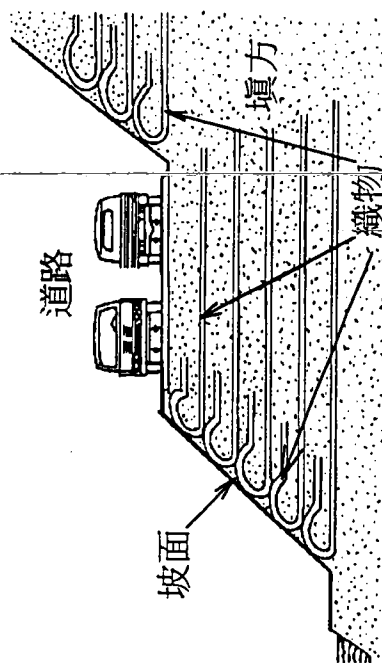


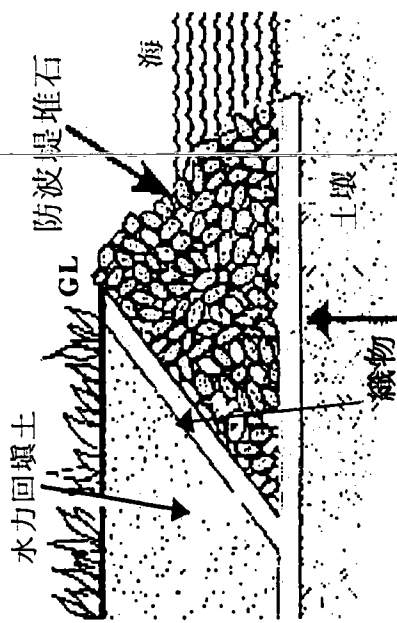
圖4 加勁、排水、分離與阻隔
分離堤壩填料與基礎土壤，避免兩者粒料重新排列而尚失原結構之平衡。加速排水與排除超額孔隙水壓避免液化。阻隔堤壩填料與基礎土壤之細粒料流失而引起管湧破壞。增加土壤之安定性與抗剪力。

圖4 加勁、排水、分離與阻隔



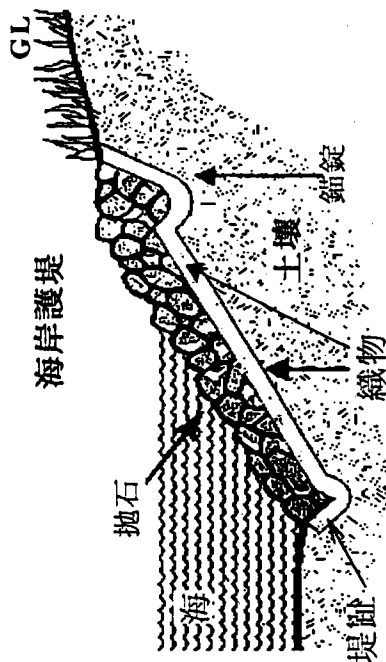
分層阻隔路堤填方料並作為排水層
固結安定路堤填方料而達加勁作用

圖 5 加勁、排水與阻隔



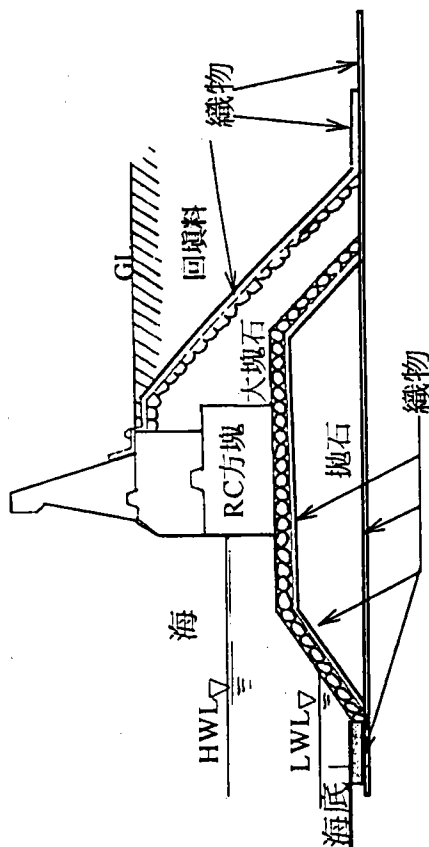
分離水力回填土、防波堤堆石與土壤，阻隔粒料
流失，避免管湧及結構重新排列，使堤體固結安
定。快速排水避免超額孔隙水壓。具加勁作用。

圖 7 抗沖蝕、分離、阻隔、加勁與排水



分離土壤與拋石，阻隔粒料流失，避免結構重新
排列使堤體固結安定。快速排水避免超額孔隙水
壓。避免波浪直接衝刷而達抵抗沖蝕之作用。

圖 6 抗沖蝕、分離、阻隔與排水



海底基床：加勁、抗沖蝕、分離、阻隔與排水
拋石基座：分離、阻隔、排水與抗沖蝕
背填料：排水、阻隔、分離與抗沖蝕

圖 8 排水、加勁、分離、阻隔與抗沖蝕

中國大陸港口的蓬勃發展

單誠基 港灣技術研究中心副研究員

過去十年，中國大陸在港口現代化和擴建港口基本建設方面投下大量金錢，一些主要港口貨櫃吞吐總量現在已超過一年八百萬標準櫃。過去許多年，中國大陸貨櫃港口落後鄰近國家，貨櫃裝卸設施老舊，生產力低落，貨櫃化交通量和整個國家面積相比的確薄弱些。但是九十年代有了戲劇性的改變，有些港口已名列世界成長最快的名單中。地方性和區域性機構結合外國私人公司投資者，花掉大筆金錢在裝卸設施現代化和擴大貨櫃裝卸能量上面。

本文謹將這些主要貨櫃港口之發展現況分地區、投資者介紹如下：

一、上海港

在1997年，港口裝卸2.52百萬個標準櫃，上海港貨櫃吞吐量在2000年將超過3.0百萬個標準櫃。在港區上海貨櫃碼頭公司處理1.76百萬個標準櫃，與1996年的1.44百萬個標準櫃相較，成長22.2%。該貨櫃碼頭是上海港務局與和黃港口集團合資成立之公司，正繼續擴大

能量來配合持續增加的貨櫃活動。將安裝二座船--岸起重機，以及另外一十五個拖車頭。其他地方如外高橋(Wei Gaoqiao)港區，現由港務局經營，正增建三座新船席總長900米，預計1999年9月完工，到時一年有60萬個標準櫃能量，另外計畫於2000/2001年增加另一座300米船席。一項美金350萬港深計畫正在長江口展開，航道水深由7米挖到8.5米，2010年時希望港深到12.5米，上海港將因此蒙受到巨大的益處。

二、寧波港

寧波港(Ningbo)和上海港所服務的腹地相同，但1997年只裝卸0.25百萬個標準櫃，主要原因是缺少內陸基礎建設。由於最近已完成公路網之建設，因此已顯出其位置重要性。該港也極力在擴充北龍(Beilung)綜合碼頭設施。

三、大深圳地區港口(蛇口、赤灣、鹽田、開豐)

南中國大深圳(Shenzhen)地區在1997年共裝卸1.1百萬個標準

櫃，比1996年上升95%。在珠江三角洲西部地區，蛇口港(Shekou)裝卸0.29百萬個標準櫃，成長111%；赤灣(Chiwan)裝卸0.21百萬個標準櫃，成長115%；鹽田(Yantian)位於香港東方，裝卸0.638百萬個標準櫃，也跳升95%。蛇口貨櫃碼頭(SCT)是該地區表現最優異者之一，裝卸0.21百萬個標準櫃，比1996年的0.091百萬標準櫃，成長133%，1998年也成長達0.4百萬個標準櫃。1997年蛇口貨櫃碼頭投資美金14百萬於新的裝卸設備和系統，包括新的電腦硬體和碼頭管理，船期和相關功能的Navis軟體。另外配置四十二噸能量的門式機，拖車頭和車架。在1998年底，再加入二部超巴拿馬級岸上起重機，總共有六部船-岸起重機。最重要的是EDI連接上蛇口貨櫃碼頭和廣東海關後，自動化通關即將實施。鹽田國際貨櫃碼頭（和黃港口集團有控股權），也像蛇口一樣在過去二年獲得明顯的成長。1997年吞吐量是0.638百萬個標準櫃，比1996年之0.354百萬個標準櫃，成長80.5%，幾乎是1995年的600%。1997年鹽田裝卸大深圳地區全部貨櫃吞吐量之56%，該年並有七部船-岸起重機及一十四部門式機交貨。鹽田第二期計畫正進行中，包括可靠泊八萬載重噸的三座貨櫃船席，以及改建一座多用途船席為貨櫃專船席。1998年9月已完成第一座，全部在1999年8月完工。一旦第二期完成，鹽田港將有六座貨櫃船席，

一年裝卸量可超過200萬個標準櫃。鹽田港已建立良好的顧客基礎，未來幾年都可維持高成長率。大聯盟，新世界聯盟，快桅／海陸等航商每星期共有十一航次到港接受服務，其航線以亞洲／歐洲、亞洲／北美為主。

大深圳地區開豐(Kaifeng)碼頭公司，由中國大陸和外國公司共同投資，位於南投(Nantou)半島東南尾端鄰近蛇口。這個碼頭之貨櫃運輸量也快速增加，1997年裝卸0.15百萬個標準櫃，比1996年成長200%。開豐碼頭有二座船席總長650米，另一座在興建中。

這些中國南部碼頭竄起，對香港的碼頭裝卸業有絕對的威脅。香港現代碼頭公司(MTL)認清這點利害關係，決定涉入蛇口港經營。現代貨櫃公司積極開發其在香港之碼頭與蛇口間營運之聯繫。現代貨櫃公司深信，大深圳地區西部應該只有一個貨櫃經營者，他就是這經營者。

四、廈門港

和黃三角洲港口集團是和黃港口集團之全資附屬公司，管理珠江三角洲一連串的港口，也是參加南海(Nanhai)、九洲(Jiuzhou)、江門(Jiangmen)和三個沿海設施(分別為高欄(Gaolan)、汕頭(Shantou)、廈門(Xiamen))的共同投資者。1997年，當南海第一期第二階段開始時，廈門和汕頭就開始運作，廈門國際貨櫃碼頭是廈門經濟特

區唯一深水港，可以裝卸超巴拿馬級的貨櫃船，目前有500米船席配置四部船一岸起重機，五座門式機在服務。汕頭國際貨櫃碼是該港第一座全貨櫃碼頭，有三座船一岸起重機和六座門式機。

五、福州、大連港

新加坡港務局公司(PSA)為了確保立足中國貨櫃港網絡，除了現有的青州(Qingzhou)和台江(Taijiang)碼頭外，也陸續參加了大連(Dalian)、南通(Nantong)、太倉(Taicang)，和福州(Fuzhou)等港共同之投資案，以福州港來說，計畫開始於1998年5月。此外，新加坡港務局公司和他的夥伴也取得閩江口外一個新的碼頭開發權和經營權，福州和廈門是兩個中國大陸中央特許與台灣直航的港口。由於經濟改革和自由化，造成福州港在貨櫃之吞吐量獲得了不起成長，1997年達到0.225百萬個標準櫃，預計200年到達0.5萬個標準櫃。新加坡港務局公司之大連計畫包括經營四座船席，第五座預計1999年底運作。四座船一岸起重機已交貨，1997年裝卸0.45百萬個標準櫃，快桅(Maersk)也是大連貨櫃碼頭股東之一。

六、天津、青島港

在中國北方，還有天津(Tianjin)，青島(Qingdao)，兩者共裝卸一百萬個標準櫃。青島最近幾年在貨櫃運輸方面表現耀眼，近兩年每

年都有30%成長，因應成長需要，三座新的貨櫃碼頭正在興建。在天津，雖然海陸(Sea-land)和新世界公司於1997年初就宣佈共同投資三座船席的貨櫃碼頭和裝卸設施，但遇到中遠(Cosco)在美國西岸長堤港興建碼頭案一直懸在美國國會相衝突，擔誤許久才動工。

七、結 論

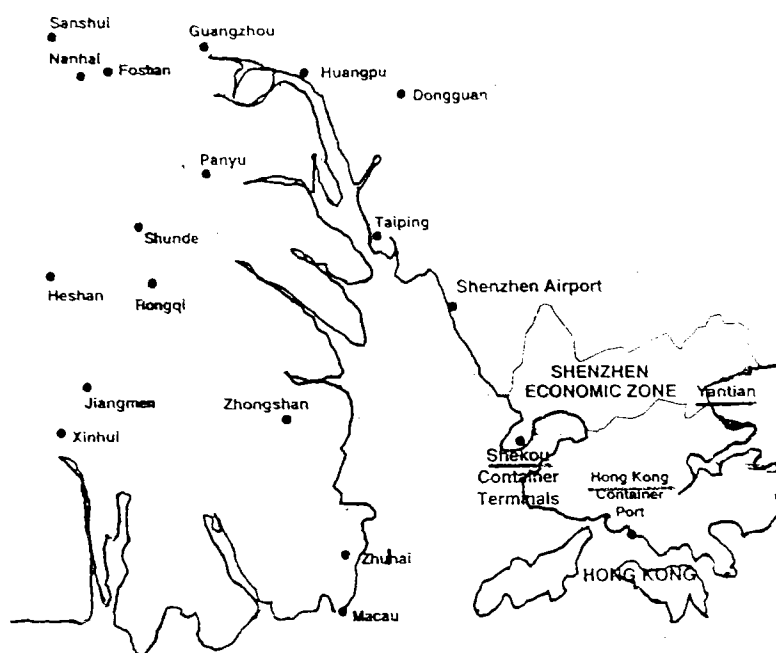
總之，上述提到計畫都有了成果，許多其他計畫也在執行中，可以肯定中國港口興盛將會繼續下去。這會影響開放兩岸直航後，除廣東可能由蛇口、鹽田轉口外，其他地區透過台灣轉口的比例將逐漸下降。

附 註：

註一：和黃三角洲港口集團和和黃港口集團都成立於1994年，是以香港為基地的和記黃埔有限公司旗下子公司。

註二：太倉港位於長江口靠近上海。

註三：香港1998年貨櫃吞吐量為14.65百萬個標準櫃，比1997年成長0.56%，名列世界第二，落後新加坡。原因就是大深圳地區四個貨櫃碼頭之加入，1998年該地區吞吐量為1.95百萬個標準櫃，比1997年成長70%。



蛇口、鹽田、香港三者地理位置