

港灣報導



季刊 第67期

要 目

- ❖ 國立台灣海洋大學操船模擬中心簡介
- ❖ 以生態系為基礎之海岸地區管理
- ❖ 淺談生態工法於國內與日本港灣工程之發展
- ❖ 海堤後方回填區粒料流失原因之探討與因應對策
- ❖ 香港港口的現行狀況與發展演進

ISSN 1019-2603



GPN 2007700020
定價 70 元

中華民國九十三年二月出版

目 錄

一、國立台灣海洋大學操船模擬中心簡介	1
曾慶耀 海洋大學導航與通訊系教授	
二、以生態系為基礎之海岸地區管理	6
馬益財 行政院經建會簡任技正	
三、淺談生態工法於國內與日本港灣工程之發展	17
林東廷 台灣漁業及海洋技術顧問社正工程師	
四、海堤後方回填區粒料流失原因之探討與因應對策	27
陳信宏 成功大學水工試驗所研究助理	
五、香港港口的現行狀況與發展演進	43
陳文樹 中華郵政公司技術處研究員	

國立台灣海洋大學操船模擬中心簡介

曾慶耀 國立台灣海洋大學 導航與通訊系教授

李信德 國立台灣海洋大學 運輸技術系研究助理

一、前言

國立台灣海洋大學之第一部由德國 Krupp Atlas 公司承製之操船模擬機自民國七十四年十月啟用，迄民國八十八年五月拆除，使用歷時約十四年。現有之第二部操船模擬機則由美國 Ship Analytics 公司所承製，已於民國八十八年八月正式啟用。海洋大學之首部模擬機乃交通部為因應航海人員訓練、發證及航行當值標準國際公約(STCW, Standards of the Training, Certification and Watching)而購置，並委託海洋大學負責，進行船員訓練工作。該模擬機除提供船員、學生教學訓練用途外，亦廣泛應用於國內港池新建及擴建之操船安全性評估。現有之第二部操船模擬機除了仍將持續上述任務外，亦可透過網路連結主駕駛臺及四個多功能訓練室(MFC, Multiple Function Cubicle)進行船艦間之互動操演等訓練。另外，本校於民國九十年底更購置一套由義大利 Sindel 公司設計之 PC 型操船模擬系統，內含有一組教師台對十四組

學員台，可提供更多學員操作模擬之機會。

因此海洋大學之整體操船模擬機系統將可望於航海教學、商船操作訓練、海軍操演、港灣規劃安全評估及教學研究上充分發揮其功能。

二、操船模擬機系統

操船模擬機整體系統乃結合了電腦、顯示投影機、真實航儀、通訊、音效、遠距離監視系統而組成。若以功能區分，模擬機主要由下列功能次系統組成，包含，主模擬機次系統、教學控制次系統、操船控制次系統、影像次系統、雷達次系統、航儀次系統、通訊次系統及主機噪音與汽笛等次系統。基本上，海洋大學操船模擬機系統，由位於本校商船大樓旁原操船模擬機位址之全任務操船模擬機(FMSS, Full Mission Shiphhandling Simulator) (即，主駕駛臺)，以及位於延平技術大樓六樓之多功能訓練室(MFC) 內含四個小型駕駛訓練室所組成，彼此並可藉由網路連結之，以滿足需

求之任務操演特性。以下茲就模擬機系統較重要部分做一介紹。

全任務操船模擬機(主駕駛臺)

全任務操船模擬機(FMSS)為一獨立之模擬駕駛臺，其佈置與實際船舶駕駛臺之佈置相近(見圖一)。現有平台係完全藉由視覺影像之改變，產生六個自由度之船舶運動感受，此乃不同於舊有之 Krupp Atlas 模擬機，藉由液壓平臺產生旋轉之運動感受。模擬機影像乃由九個視覺頻道產生，可提供 240 度之水平視角，此亦較舊有操船模擬機系統

之 135 度水平視角更能提供真實之操船感受，而且透過軟體功能更可将駕駛臺所觀測之影像做 360 度之旋轉，如此便與真實船舶駕駛臺感受相同。駕駛臺內設有現代船舶之標準航儀配備，如操舵臺、車鐘儀、磁羅經、電羅經、測深儀、無線電測向儀及衛星航儀等。此外，主駕駛臺亦可提供，如兩部真實自動測繪雷達(ARPA)、電子海圖顯示資訊(ECDIS)、全球海難安全系統(GMDSS)及船舶交通管理系統(VTS)之模擬。



圖一 主駕駛臺內部航儀配置

多功能訓練模擬室(MFC)

多功能訓練模擬室(MFC)係由四個獨立之訓練室所構成(見圖二)。各訓練室皆具備與全任務模擬機相似之功能，亦即具有一與實際

船舶相仿之駕駛臺，並由個人電腦螢幕提供 40~120 度水平視角影像。各個多功能模擬訓練室可當成一獨立之本船進行操演，彼此亦可透過網路與主駕駛臺連結，進行多船之互動操演訓練。各個多功能訓練室

亦可進行自動測繪雷達(ARPA)、全球海難安全系統(GMDSS)、電子海

圖顯示資訊(ECDIS)及船舶交通管理系統(VTS)之模擬。



圖二 多功能訓練模擬室(MFC)

教師指導站(Instructor Station)

海洋大學模擬機系統於主駕駛臺及多功能訓練室，分別配置有教師指導站(見圖三)。指導站上方配置七部終端機銀幕構成之影像牆系統，可同步顯示模擬機本船之視野。指導老師可掌握及監控本船之

操演情形，進而設定不同之演練狀況以進行操作訓練。教師指導站亦可扮演操控其他航行中之船舶或拖船，而與本船相交互運動，以及模擬岸臺之通訊角色或纜繩繫泊之動作，以協助模擬或訓練之進行。



圖三 教師指導站

電腦及網路

為降低模擬機之購置成本及便於系統之維修，現有之模擬機系統電腦幾乎都以 PC 為架構，原有中央處理器，及教師指導站之模擬操演控制電腦，使用 VAX 工作站，現在亦可由 PC 取代之。整體模擬機系統各電腦乃藉由 Ethernet TCP/IP 連結，系統本身自成一獨立之區域網路，可進一步與外界網路連結，但目前基於安全考慮，並未與外部網路連接。

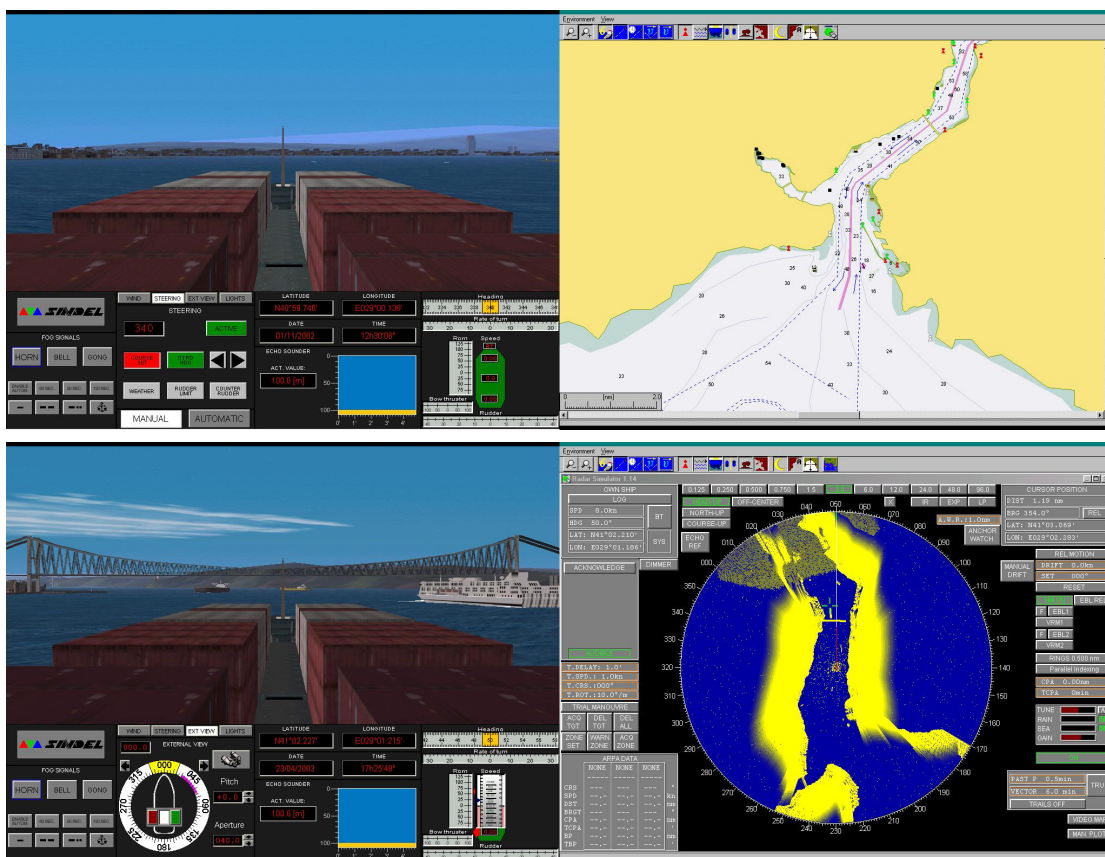
三、PC 型操船模擬系統

此系統共由十六部個人電腦所組成，一部網路伺服器負責所有資料間之傳遞與溝通，一部教師控制

台負責操演海域、本船、環境、其他船舶等之設定，其餘十四部則分別扮演學員台之操控及運算(見圖四)。此 PC 操船模擬系統可謂麻雀雖小但五臟俱全，其功能媲美大型之操船模擬系統。於教師台部分可同時分群控制，讓學員台可於同一海域或不同之海域作相互操演練習。而於學員台部分則是利用一雙螢幕顯示卡將功能大幅提昇。學員台功能包含 35 度之水平視角影像、本船操車操舵控制、燈號系統、測深航儀、自動測繪雷達(ARPA)及電子海圖資訊(ECDIS)等功能(見圖五)。整體 PC 系統自成一獨立之區域網路，未來更可進一步與外界網路連結提供遠距教學訓練功能。



圖四 PC 操船模擬系統



圖五 學員台功能

四、結語

海洋大學所設置之操船模擬機系統，乃整合了現代化自動船舶相關電子航儀於一體之操船模擬系統。該系統除了可用於獨立之本船操作，亦可藉由網路連結各個多功能訓練室，進行多船互動之操演。主駕駛臺及各個多功能訓練室亦可用於自動測繪雷達(ARPA)、電子海圖顯示資訊(ECDIS)、全球海難安全系統(GMDSS)及船舶交通管理系統(VTS)之模擬。此外，海洋大學四位

商船及運輸系船長級教師亦已赴美國受訓，取得合格之模擬機指導員證書，此對於航海科系學生實習及我國海事人員晉升訓練，以因應STCW95 國際公約，將能提供實質之助益。此一模擬機除可模擬一般商船動態外，亦可提供軍艦之多船艦互動操演，因此對於我國之民用及軍用船舶之訓練效益，及海事安全提升，將繼續扮演重要之角色。

以生態系為基礎之海岸地區管理

馬益財 行政院經建會簡任技正

台灣本島地處大陸棚與深洋交界邊緣，海岸線長達 1,070 公里，有珊瑚裙礁、海蝕崖、海岬、海灘、沙丘、濕地等變化地形，又蘊藏豐富的海洋生物與海岸景觀資源，這些海岸自然孕育的資源，彌足珍貴，惟生態系較為脆弱。

近三十餘年，由於人口增加、經濟發達和都市擴展等影響，日益增加海岸地區土地的需求壓力，從原先單純的農牧邊際用地，轉變為今日大規模的臨海工業區、能源設施、航空站、國家公園、風景特定區和沿海養殖用地等大約 12 種性質不同且有部分發生使用衝突和競爭之土地使用類別，亦產生一些環境污染問題。

政府和民間對海岸資源生態系的認知，尚在萌芽階段，因而使用方式難免不正確或疏忽，目前政府實須制訂一套切合時宜的綜合性海岸土地管理制度和法令(我國海岸法於 92 年 12 月在立法院已一讀通過)，以保護海岸地區甚具生物、經濟、社會和文化價值的資源，期望永續利用和保存。

台灣確為寶島，但高密度人口

集居在有限的陸地上，終究擁擠，但放眼島外汪洋大海，有 12 海浬領海，有 200 海浬經濟海域(尤其大陸棚)，可供我們及子孫永續開發、創造和研究，因此今後實宜積極利用四周臨海的優勢，以海洋為起點，制訂整體性的海洋發展政策，擴大我們及子孫的生存空間和機會，以促進國家繁榮及增進國民福祉，惟海岸管理宜有生態及永續發展之理念，在挑戰 2008：國家發展重點計畫及最近的新十大建設，均將維護生態永續作為發展策略，本文即著重在介紹這方面理念。

一、海岸資源分析

Ian L. Mc Harg 在 1969 年出版的「自然生態規劃方法」(Design With Nature, 1969)一書中，以生態學之觀點，從自然環境之資源特性及容受力以決定該地區適合開發之土地使用類別，利用土地使用之適宜性分析(Suitability Analysis)為方法，即從環境供給面作為土地規劃之手段，首先收集之資料依序為氣候、地質、地文、水文、土壤、植被、動物、土地使用等八類。所謂

適宜性指自然環境對土地使用之發展潛力(Opportunity)與發展限制(Constraint)之組合，其中發展潛力指：

- (一)對所分析土地使用類別具高生產力之資源分布。
- (二)有關興建、維護、水源供給等費用之節省。
- (三)滿足慾望及需求之要求。

所謂發展限制指：

- (一)具有洪泛等天然災害而足以危及人類者。
- (二)人為不當開發行為導致對人類生存環境發生危害者。如污染、地層下陷等。
- (三)資源具有稀有性、獨特性者。
- (四)脆弱性資源須加以管制，避免增加日後社會成本者，如水源涵養等。

以生態為基礎之海岸土地管理，即援引上述 Mc Harg 之自然環境適宜性分析方法，首先收集海岸地區之資料，依自然資料以至經濟活動用地等順序。其次，依照海岸地區發展潛力與發展限制條件，予以綜合分析，考慮海岸地區資源之稀有性、獨特性與敏感性，將海岸地區劃分為各種不同動植物及地形等生態分區。就生態分區劃定而言，首先劃定對人類社會有特殊利益之海岸資源保護區與保育區，再根據海岸保護區與保育區之特性，制訂海岸土地使用綱領(Coastal

Land Use Guidelines)，以維護海岸保護區與保育區對人類社會之價值，未被劃定為海岸保護區或保育區之地區，即可依其資源特性，人類需要及土地使用分區管制規則等，劃定可供開發之各種土地使用分區最適區位及管理，以作為都市、產業、公共設施等使用活動之需要。

二、以生態保育為基礎之海岸及海洋棲息地分類

(一) G. C. Ray 之遺傳分類(Genetic Classification)

依照 1975 年 Ray 在 IUCN 特刊發表的「海岸及海洋環境初步分類」(A Preliminary Classification of Coastal and marine environments)，站在遺傳學觀點分類如下：

1.海岸環境(Coastal Environments)

海濱(沙、砂礫層、圓石)、岩岸、懸岩海岸、海灣、河口、鹽分海岸潟湖、砂洲島、潮間沙丘或泥灘地、河口三角洲、沙丘、海岸平原、石灰石洞穴。

2.離岸環境(Offshore Environments)

長嶼、石壁礁層、沖積沙洲或砂洲、大陸棚(軟底)、大陸棚(硬底)、大陸坡地、海岸深谷、海底高原或砂洲、深海平原、海底山脊、海底山丘、海溝。

3. 外洋環境(Pelagic Environments)

近岸漩渦、離岸漩渦洋流、湧泉。

4. 海岸棲息地(Coast-Associated Habitats)

海藻床、海草床、溫暖的鹽水潮地沼澤、鹽水沼澤、紅樹林(熱帶地區)、海中森林(沙丘、海濱森林)、海岸沼澤林、海岸矮灌木地、海岸草地、海岸棕櫚林(熱帶地區)。

5. 活礁層(Living Reefs)

珊瑚環礁、珊瑚礁保護區、珊瑚礁邊緣區、破碎礁層、苔蘚礁層、海藻礁層。

6. 易受破壞之棲息(Critical Habitats)(進食、生育、棲息期內)。

海鳥、岸鳥、候鳥、海洋哺乳動物、瀕臨滅種族群、商業性族群。

(二) 依庇護地分類(Classification by Type of Sanctuary)

Rodney V. Salm 1984 年在「海洋與海岸保護區」(Marine and Coastal Protected Areas)一書，依庇護地分類如下：

1. 依照珍貴自然價值分類

(1) 有豐富之生物地理區

(2) 生物地理區內有特性之生物副區

(3) 在生物地理區內具有重要的多樣性生態共同生活群落

(4) 重要生物生產地

(5) 重要生物特性或族群地區

A、瀕臨滅種之族群區，或限制族群地理活動範圍區

B、重要海洋族群地區有：

鯨類、海鰭足類(海豹、海狗)、極地熊、水獺、保護色魚類、遠洋魚類、深海族群、海底植物、海鳥等。

C、稀有族群或生物集結地區有：

珊瑚—海藻集結區、紅潮區、磷光灣。

(6) 重要族群維持區

生育地、進食地、築巢地、棲息區、避寒區、遷移路線。

(7) 具族群生態系循環特性之地區

A、海岸棲息地

河口、沈積三角洲、高鹽分潟湖、海灣、沼澤地、紅樹林、牡蠣礁層、岩岸潮間海藻共同生活區、海岸懸崖。

B、離岸棲息地

海洋類底棲息地、海草床、珊瑚與海藻礁層、下層礁層、潛水植物床、貝殼魚床、人工礁層、遷移區、大陸棚。

2.依照對人類使用具珍貴價值分類

(1)重要遊憩養魚地區。

(2)重要工業或軍事用地

魚類區、甲殼魚區、礦區、設施設置區、交通區。

(3)具遊憩價值地區

潛水區、划船區、自然研究區、海上遊憩活動區、美景區、眺望區。

(4)重要研究區

生態體系分析區、特別族群研究區、海洋地質、海洋物理地質區、海洋化學地質區、資源觀測區。

(5)重要自然環境解說區

(6)重要歷史、考古和古生物地區

歷史遇難區、人類史前古器物區、人類考古地點、人類維生類型區。

三、海岸地區之土地管理使用類別

依據聯合國經濟暨社會事務局在 1982 年編印之「各國海岸管理與發展」(Coastal Area Management and Development, 1982)一書中，大約分為三種海岸土地管理類別：William E. Odum 在 1976 年所著之「熱帶海岸地區管理之生態綱領」(Ecological Guideline for Tropical Coastal Development, 1976)一書中，亦將熱

帶海岸地區之生態管理為基礎之海岸土地使用類別亦作同樣之內容分類。

(一)海岸地區土地使用分區之目標

許多海島國家將海岸地區列為經濟區域，作為潛力發展地區，尤其作為遊憩及觀光活動，以吸收外匯。

1.基本目標

(1)開發。

(2)保育。

(3)二者兼備。

2.基本目標用特定措施來執行。

如英國鄉村地區委員會制訂「海岸地區高品質景觀之保育政策」，為了推展海岸遊憩功能，但對於人工遊樂區所設置遊憩設施則不包括在內。而於蘇格蘭海岸一為北海油田發展區，亦規定設置保育區，以保護特殊景觀，重要環境和重要生態區，認定保育區之地位優於油田之開發。

3.目標應包括特殊問題與實際問題，再據以研擬課題，其關係如下：

(1)各資源管理機構應如何合作協調。

(2)應包括何項資源，或應剔除何項資源。

4.特殊問題—環境保護

如環境敏感地區、鹽澤、沙丘、入海口等處，生態十分

脆弱而珍貴，應加以保護，以減少對都市地區之不良影響，其做法包括研擬有效土地使用管制規則、污染管制以及工業區管理。

5.海岸土地使用分類考慮因素

(1)海岸分類

依自然條件，所作之開發和使用，大略可分為三種：適宜集約開發區、不適開發以及介於 A、B 之間屬於管制性之開發。

(2)海岸使用分類考慮因素為

地質、重要生態地區及改變生態之容忍度、土壤、水質、洪患、重要考古及歷史遺跡、環境特性、使用現況、與鄰近地區之相容性。

(二)以生態為基礎之海岸土地使用之三種分類

1.集約開發區

(1)地區

指高地、土壤、地形或其他適於開發之地區，但不考慮環境脆弱性。

(2)改善設施

上下水道及自來水供應。

(3)管制發展依照—

- A、活動性質。
- B、範圍大小。
- C、地點。
- D、設計。

E、噪音。

F、廢棄物。

(4)配合措施包括：

- A、確定土地使用政策。
- B、整體計畫。
- C、確定允許開發區及不允許開發區。

(5)紐西蘭、委內瑞拉個案

面對許多海岸土地允許供都市發展使用，有些係確實需要，有些係心血來潮之舉，針對此問題之政策：

A、於沿海地區選擇適當面積之沿岸土地，應於未來數十年間指定作為都市居住使用。

B、使用之優先順序為：

公共需要→經濟需要→區域內海岸線之優良品質者→地方之要求。

C、這些海岸土地併入都市及鄉村土地使用模式內，並做成區(District)或地方計畫(Local Planning Schemes)責由政府規劃建設公共設施。

(6)海岸地區發展供都市使用者，每偏重於遊憩用地或優美資產用地。

而發展區內之道路系統又影響及海岸都市行政

區之「區內土地使用分區計畫」—

A、依照自然實際環境以修正「海岸土地細分」及發展強度。

B、海濱外之土地，其供都市發展使用者，應集約使用。

C、易受侵蝕之脆弱海岸土地，應由「鄉村土地使用分區」予以管制，使其免於作為土地細分及建築之用。

D、區內土地若依特別規定在海岸土地可供居住發展者，地方政府應訂定整體發展計畫，詳細說明政策之意義及確定地區之位置，並向人民詳細公告及解釋之。

2.保護區—係指因人為之土地使用會影響自然生態、水文、地文及歷史價值而應禁止使用之地區

譬如：供養漁業之水中植物，低潮地水草、鹽生植物、入海口若有公共通路則通於供遊憩使用，以及特殊歷史及考古之景觀。

以上地區可供做自然保育區、公園，但須嚴格管制、限制作建築、開路及公用事業使用，若供遊憩使用，必須將

對自然生態之不良影響減至最低程度。

3.保育區—為保留緩衝地區 (Buffer Zones)

(1)如水生植物保留區、水生養殖區、河水洪泛區、景緻通衢區、邊際土地、森林及遊戲管理區、野生動物避難區等。以上保留區，須設立預警設施，以避免該保留區影響到公共衛生、安全及福祉。

(2)本區不適合供建築住宅、電廠。

(3)為強化其遊憩作用，可以藉維修、造景、植木、修補等達到保育功用。

(4)加強將現況資源供遊憩作用，但不必要建造任何人為遊憩設施。

(5)用各種文字解說該遊憩資源，讓遊客了解其造形、考古及歷史意義。

(三)海岸地區土地供集約使用之管理

1.管理政策—

在海岸邊選取一處提供公共設施，該設施足夠使用，其範圍及活動必需為海岸環境所容許。

2.編定集約使用土地之條件應考慮—

(1)最大使用人口量

(2)活動項目

(3)道路模式

- (4)服務設施
- 3.保育計畫—
- 4.海岸及離岸地區設置工業區應考慮—
 - (1)發展活動
 - (2)土地、水
 - (3)現況資訊及工程設施
 - (4)發展潛力
 - (5)環境改善及更新
- 5.保護區和保育區所設置之人車通路應儘量避免過度集中而破壞景觀、道路容量及寬度應在環境資源容許範圍內尤其對車輛交通管制，為保育計畫之重要課題。
- 6.碼頭、防波堤、水上飛機降落場之通路須訂管理政策，而地方政府須詳細訂定管理法規予以有效之管理，尤其對於輪船種類須確定其航道，以及污染容許度。
- 7.使用活動與環境影響之相互關係

如防波堤必須保護一海濱、峭壁、沙丘、港區以供通航，但防洪堤之興建將妨礙沿岸流沙之流出及妨礙下游海濱，又如船塢和海堤，可保護高地，但對相鄰海濱則不能保護，反而船塢旁之流沙會侵蝕海濱，影響沙之自然搬運及水之循環。

(四)實施海岸地區土地使用分區管制

欲有效執行海岸地區之環境土地使用分區管制制度，必須具備二項基本要求：

- 1.需由強有力之立法及行政機關訂定可以完整執行之土地使用分區管制規則 (Zoning Regulations) — 因許多土地使用分區管制制度受政治力腐化或建商欺詐而致無法完整的實施該制度，如土地開發者利用熟練之政治手腕，鑽營於法律漏洞，技巧地將保育區轉變為住宅區供開發使用，坐收厚利，致土地使用分區管理制度無法完美發揮其功效，引為深憾。
- 2.必須經由完善之決策過程以決定最優良之土地使用分區管制項目 — 此種決定過程必須基於政治道德和良知，用公平、正確之方式，從經濟、生態及美學觀點上來考量海岸之土地使用項目，接受專家專業建議，綜合及平衡各種考量因素，以及將土地開發者與環境保育者不同意見妥善協調，努力做成最為優良之執行制度。

(五)海岸土地使用分區實例

同樣之一處廣闊海岸土地，由於決策團體之觀點，可能產生二種以上之不同使用分區類別，茲假設有一處廣闊海岸土地，分為二種使用類別述之

1.保育優於開發之個案一

將廣大地區保留作為保護區或保育區，如淺灘海灣和紅樹林地區，具有豐富營養鹽，是重要生物之棲息地及生育地，有十分豐富之生物資源，可保留作為研究海岸生態之重要地區絕對不能開發使用。但在淺海灣岸地區若不是重要生物生育地，不是生物族群大量繁殖及生產地者，可考慮開放供美景及觀光潛力區。若適應時代需要，這些非重要生物生育地之海岸地區，其區位條件若適合作港口、農業及住宅區使用者，可考慮作此方面之允許使用，其他經濟目的之開發項目仍應禁止。在深灣地區亦同樣具有珍貴生態資源，但比較穩定而恢復力強，適宜供集約開發使用。

2.開發優於保育之個案一

經過許多生態、保育、工程、地理、水文等方面之專家，收集豐富資源並作成周全協調，而決定作選擇性之開發，但對於具有豐富、珍貴之海岸生物生育地之紅樹林、淺灘海灣和砂洲島等仍應劃為保育區，該區仍禁止作遊憩性釣魚、商業性之釣魚，對於某些單獨之紅樹林區，其砍伐影

響其他生態系，應禁止其砍伐作木材使用，因為這些單獨之紅樹林區仍為珍奇鳥類生育地，其地下仍為植物繁殖區，故應嚴格保護，充其量僅可供遊憩性釣魚區及賞鳥區。在海濱地區及其後方之向陸地區，可以劃為游泳區、野餐區、釣魚運動區和划船區，但其他足以影響此類遊憩活動之商業性釣魚等行為，應慎予管制，若須開放此類活動，亦僅能允許該類活動之時間錯開，不在此區允許之正常遊憩活動時間內開放之。但其他內陸之海岸地區，經仔細審視可供開發使用者，依人文、自然特性及土地使用現況劃定高度開發區、低度開發區及工業區等使用，但作遊憩、住宅及保育之土地使用則不適於在這裡劃設。

對於海岸土地使用分區類別劃定，可遵循三點建議：

- (1)在保育區與開發區之間劃設遊憩區作為緩衝地帶。
- (2)在海濱地區，洪水平原劃為遊憩區、保育區或保護區，因該區易招致自然危害，不適合作集約開發使用。
- (3)將保護區劃設在保育區之間，以加強保護功能。

此外，在已計畫定案之

土地使用分區類別裡，不能允許因暫時性應急需要或原土地使用未發展而允許他種使用先行使用之現象發生，這將破壞該區長久累積下來而適合分區使用之資源特性，遂而招來可能日後持續性發生之污染問題、食物短缺、疾病、社會失序、過度擁擠以及其他關連性禍害等一系列無法預見之問題。

四、美國海岸土地管理內容

(一)背景

美國之海岸土地管理主要係依據 1972 年美國公布之「海岸地帶管理法」(Coastal Zone Management Act, 1972)，本文依照聯合國經濟暨社會事務局在 1982 年編印之「各國海岸管理與發展」(Coastal Area Management and Development, 1982)一書中，摘錄美國之管理方式。

(二)各級政府之權責

1.聯邦政府

- (1)審視州政府提陳之海岸地區開發計畫
- (2)政策指導及監督
- (3)透過財務補助方式—通常由聯邦政府補助 80%經費，並藉以管制及指導州及地方政府。
- (4)對海岸敏感地區指定由州政

府直接管轄，並指定州政府訂定其管理規則及開發許可制度。

2.州政府

- (1)訂定海岸管理法規—有 30 個州面臨海岸，其中四分之三的州，其管理法規十分完備。
- (2)與地方政府共同釐訂海岸管理計畫，並與聯邦政府協商。
- (3)協調各級政府管理海岸土地之職權。
- (4)為海岸土地實際執行管理機關，直接監督轄下地方政府，進行規劃及管理。
- (5)決定海岸土地許可使用及優先使用順序。
- (6)訂定人力計畫。
- (7)劃定特別保護區及制訂其管理規則。
- (8)州海岸管理計畫之預備工作。
 - A、收集基本資料。
 - B、確定法規所規定之執行機構。
 - C、發掘課題—如州海岸地區之範圍。
 - D、財務計畫—通常由聯邦政府負擔 80%經費。
 - E、確定目標(goals)和執行方式(means)。
 - F、執行偶發性事項，但須經立法機關通過。

(9)州政府釐訂之海岸管理計畫屬未來綜合性策略方案(Comprehensive Strategy to guide future decisions)而各州之方案每每不盡相同。

大致目的在使開發與保育間保持平衡，聯邦政府每要求州政府對海岸環境敏感地區指定為海岸特別關注地區(Areas of Particular concern)，並對該地區訂定特別管理規則，規定開發許可制度，並指定由州政府負責管理，而不交由地方政府執行。

州政府之執行計畫明確指定海岸地區適宜供工業開發及大型商業發展之位置、面積，並進一步公布海岸地區工業及商業使用之特別規定，其規定內容須兼顧保育與開發利益，避免無秩序開發。

3. 地方政府(市、郡)

(1)負責海岸地區管理權責之實際執行。

(2)適應各地方發展特性，制訂各種因應管理措施。

(三)美國海岸地區各州政府對海岸地區管理重點

茲依不同區域之不同管理重點分述如下：

1. 大西洋岸的州政府注重在一保護濕地(Wetland)

因為：(1)濕地有很多海岸

魚群及海岸河口生物群；(2)有些海岸地區之挖掘及填土計畫會危害及海岸河口地區之資源生存。

2. 南部海灣區(Gulf Coast State)的州政府—

開發權之分配，而僅僅對於因過度開發海岸土地而顯已開始危害及海岸資源時，方開始做一些保護措施。

3. 在五大湖區(Great Lakes Areas)—

海邊(Shoreland)管理方案注重在狹長海岸地帶之使用對內陸湖泊(inland lakes)可能之影響。

4. 太平洋岸海岸(Pacific Coast)之州政府—

大力強調海濱地區(Beach areas)使用之管理。

(四)現有五種海岸地區土地管理制度

1. 綜合計畫(Comprehensive planning)

已有 15 個以上的州政府已完成海岸地區綜合計畫或對海岸資源及有效利用方法已完成研究。其計畫或研究結果係供今後綜合管理計畫之開發許可，及作為行政機構之執行方案之準則。

2. 功能管理(Functional approach)

華盛頓州和羅得島建立一套功能性之管理制度

(Functional management mechanism)，係針對經由統計及調查獲知某段海岸地區面臨開發問題時，立即提陳解決及適應方案，而該方案之指導原則係來自整體管理概念及彈性的長期管理目標，本方案重點在促使執行機構及時，及直接採取管理行動，避免曠時日久而失去時效。

3.臨時暫緩開發措施(Temporary moratorium)

加州、德拉瓦州、奧瑞岡州、及德州，上述各州面對海岸地區過度開發之壓力，乃於法規明訂整個或某段海岸地區或離岸地帶(offshore strip)在計畫期間內暫緩開發，其目的係試圖藉限制短期開發，以便在以後長期計畫期間能提供作更佳之開發。

4.土地使用分區制(Land Zoning)

五大湖區的州，如威斯康辛州、密西根州在州政府鬆散之監督下，其下之郡政府(County governments)可以將傳統單純土地使用分區使用依法規規定來開發海岸土地，事實上，現在各州已在這段狹長海岸地帶，設定土地使用分區及其允許使用規定。

5.州總體計畫包括海岸計畫(Inclusion of Coastal planning)

紐約州、馬里蘭州、夏威夷州將現有行政機構之職權擴大，將海岸土地計畫包括在現有體制下，而不另設新機構，以避免新設機構造成機構間職權之衝突，而海岸土地經由調查後，置於全州土地使用管制計畫下，大致而言，海岸土地使用分區計畫包括海岸線退縮、海濱通路、海岸管理以及保護自然地區。

五、台灣海岸土地之生態管理

台灣海岸地區以生態為基礎之土地管理方式，應考慮資源之稀有性及脆弱性，學術及考古研究價值，觀賞與遊憩價值以及具有高度經濟價值等因素，作為土地使用分區劃定為保護區、保育區、低、中、高度開發區等使用別之依據，其土地管理，可依土地法及區域計畫法非都市使用管制規則辦理，以土地徵收之方式取得土地，依土地使用編定其使用分區，及依各種使用地之分類使用之，其執行準則應以公平、效率及外部環境影響為考慮因素，尤其注重土地使用分區之公平性，使海岸各類土地分區之土地所有權人權益趨於公平，政府亦可仿倣歐美國家前述措施以及利用租稅獎勵手段以及發展權轉移制度(Transferred Development Right)以達臻完善性及公平性。

淺談生態工法於國內與日本港灣工程之發展

焦正清 行政院農業委員會漁業署漁港工程科科长
張瑞欣 台灣漁業及海洋技術顧問社總經理
陳炳祺 台灣漁業及海洋技術顧問社工程部經理
林東廷 台灣漁業及海洋技術顧問社正工程師

摘 要

因應 21 世紀潮流趨勢，永續發展已成為世界發展潮流，近年來國內亦顯現永續發展之研究與履行，行政院永續發展委員會將推動綠色營建納為永續發展行動計畫，公共工程委員會則積極推動生態工法，以謀求各項開發建設與自然環境和諧共生，確保資源之永續利用。早期國內生態工法多應用於溪流整治、野溪復育、水利工程及水土保持等，近年來已有更多元化之發展，以生態工法在港灣工程之應用可謂尚處起步階段，未來需廣泛吸收國內外經驗，投入更多本土化研究，俾利推廣與應用。故本文主要概述生態工法在國內與日本港灣工程之發展情形，介紹國內烏石漁港、安平港等少數實施案例及日本推動自然調和型漁港推進事業之概況，俾供國內港灣工程界參考。

一、前言

隨著環保意識之提高及地球環境問題之愈益受重視，人類已自覺保護生存環境及合理利用自然資源之重要性。過去各項開發行為固然改善生活環境、促進經濟發展及擴大活動空間，然而在長期累積擴展下，不免發生環境污染、衝擊及災害回噬等環境失序狀況，而漸喚醒重新思考調整利用自然資源之心態與方式，並領悟單以人類需求為主之開發行為已不合時宜，須考慮開發建設與自然環境之和諧共生，促使強調師法自然之生態工法近年來在國內受到廣泛注意與重視。

二、生態工法

生態工法之概念起源於 1930 年代德國之野溪治理工程中，1938 年德國 Seifert 首先提出近自然河溪整治之概念，啟發各種利用或遵循生態特質之技術研究與探討，於歐洲之應用歷史已近 70 餘年。日本自 1984 年起，花費 15 年以上之時間，塑造適合其國情、天然地勢環境之

「近自然工法」。

國內於民國 87 年引進生態工法，並於 89 年大規模運用在 921 重建區之土石流及崩塌地整治(郭，2002)，惟相關生態工法之全面性研究尚不足五年。第一個系統化針對生態工法進行長期研究與推廣之研究計畫，於 88 年 7 月由前經濟部水資源局委託國立台北科技大學，展開為期四年之「集水區親水及生態工法之建立」研究 (2000~2003)。自 90 年起，包括農委會、水利署、營建署及公共工程委員會等單位，亦分別在各自權責範疇中，委託執行相關之生態工法應用研究計畫。顯示生態工法已受到政府之重視，並引起社會廣泛之注意，及學術界積極之研討，同時促進國內公共工程開始朝向生態、環境、景觀、人類需求等各方面之平衡，謀求永續發展之實踐。已實施案例主要包括土石流崩塌地整治工程、野溪整治工程、河川整治工程、道路工程、建築工程等。

三、生態工法於國內海岸工程

早期國內生態工法之觀念與技術多應用於溪流整治、野溪復育、水利工程及水土保持等，近年來已有更多元化之應用與發展。由過去水利單位與學界在海岸工程領域所提出之相關倡議，包括軟性工法、柔性工法、近自然工法、海岸生態

工法等名稱雖異，實均具生態工法之精神與意涵。但不容諱言，國內生態工法於海岸工程之研究尚處起步階段，近年來除前經濟部水資源局委託國立成功大學所執行為期四年(2000~2003)之「海岸工法之新技術研發」計畫涵括生態工法之探討，郭等(2001)所著「水域生態工程」，及經濟部水利署委託中華大學水域生態環境研究中心所進行「海岸生態復育之結構物的研發及應用研究－以新竹港南海岸為例」(2002)等少數研究外，未來尚需投入更多之本土化研究，俾利國內生態工法於海岸工程之推廣與應用。

因此欣見國科會在 92 年徵求「生態工程專案研究計畫」所規劃六大研究項目之一為「海岸生態工法及復育」，其子題包括海岸生態調查研究、生態型海岸結構物的研發、人工海灘之生態復育技術的研發、海岸生物棲地模擬數值模式的研發等四項，農委會漁業署亦在 92 年委託辦理生態工法應用於漁港港灣工程之研究。

故以國內生態工法在海岸工程之應用而言，其實際發展進度似乎較河川整治、水土保持、營建、建築等工程領域稍嫌落後。就海岸保護所實施之工法而言，由過去海岸地區普遍施行之植栽定沙(防止飛沙)、編籬定沙(防止飛沙)、自然消波海灘等工法，至近年來人工養灘新工

法漸受到重視與採用，已實施案例如烏石漁港南側海岸穩定工程(養灘量約 38 萬方)、新竹漁港航道疏浚及迂迴供砂工程(養灘量約 33 萬方)、安平港海岸整治工程(養灘量約 200 萬方)等，為較熟知生態工法於海岸工程之實際應用(如圖 1)。展望未來海岸防護工作，除防止侵蝕、保全國土、維護沿海居民生命財產安全外，亦需兼顧環保、生態、景觀維護之需求，創造更多親水空間，達到永續發展目標。

四、生態工法於國內港灣工程

港灣工程為海岸工程之一環，傳統設計多以發揮防砂、防潮、禦浪等設施機能及結構安全為主要考量，近年來隨著政府推動公共工程採用生態工法之發展趨勢，加速產官學界之投入研發，並漸有實際工程案例實施如下，值得可喜。不過相較於其他工程領域而言仍屬起步階段，在政府推動生態工法之期程上，亦將港灣工程列為第二期(94 至 96 年)項目，冀望未來在吸收國內外經驗下，逐步建立本土化港灣生態工法之工程技術。

(一)烏石漁港南端防波堤增建工程

宜蘭縣政府為增闢烏石漁港南側新生地，於現有海堤之海側以離岸堤圍築靜穩水域及保護堤後區域，並於計畫灘線附近新建海堤，俾利海堤後側進行造地工

程，以填築新生地利用。

離岸堤為離岸設置與海岸線約略平行之海中結構物，一般位於碎波帶附近，使颱風來襲時波浪能量於堤前有效減衰，並使漂砂於堤後堆積，發揮安定海灘之功能。通常離岸堤之斷面型式視堤址水深、波浪條件及設置目的而定，一般以海岸保護為目的之離岸堤多採消波塊被覆方式為主，近年來為改善視覺景觀，促進與海岸環境之調和，已有採用大塊石被覆或仿石表面型塊(以造型模板澆置)等。由於本區面臨太平洋，夏秋之際易受颱風侵襲，為兼顧堤體安全及促進景觀調和，離岸堤採混成堤型式，海側以消波塊被覆，岸側則以沒水方塊保護，而堤體之岸側壁面採造型模板澆置以降低景觀突兀現象，並改良傳統方塊表面為凹凸狀(生態型方塊)，增加與海水接觸之表面積，提供魚介貝類產卵、棲息場所及海藻群落生成，屬生態型海岸結構物之設計，如圖 2 所示。本工程於 92 年 10 月 2 日開工，計畫於 93 年 9 月 15 日前完工。

(二)安平港海岸整治工程

高雄港務局為減緩歷年來因波浪、流、人為因素所造成之安平海岸侵蝕，並善加利用安平港擴建發展所產生之工程剩餘土，以補充遭



(A)植栽定沙



(B)編籬定沙



(C)烏石漁港南側海岸配合離岸堤人工養灘



砂腸突堤



離岸砂袋潛堤



輸砂養灘



養灘情況

(D) 新竹漁港南側海岸配合砂腸、砂袋人工養灘

圖 1 國內海岸工程應用生態工法例

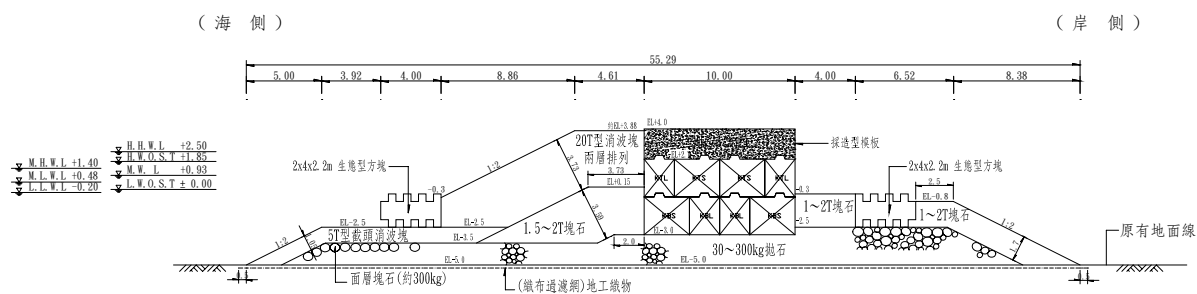
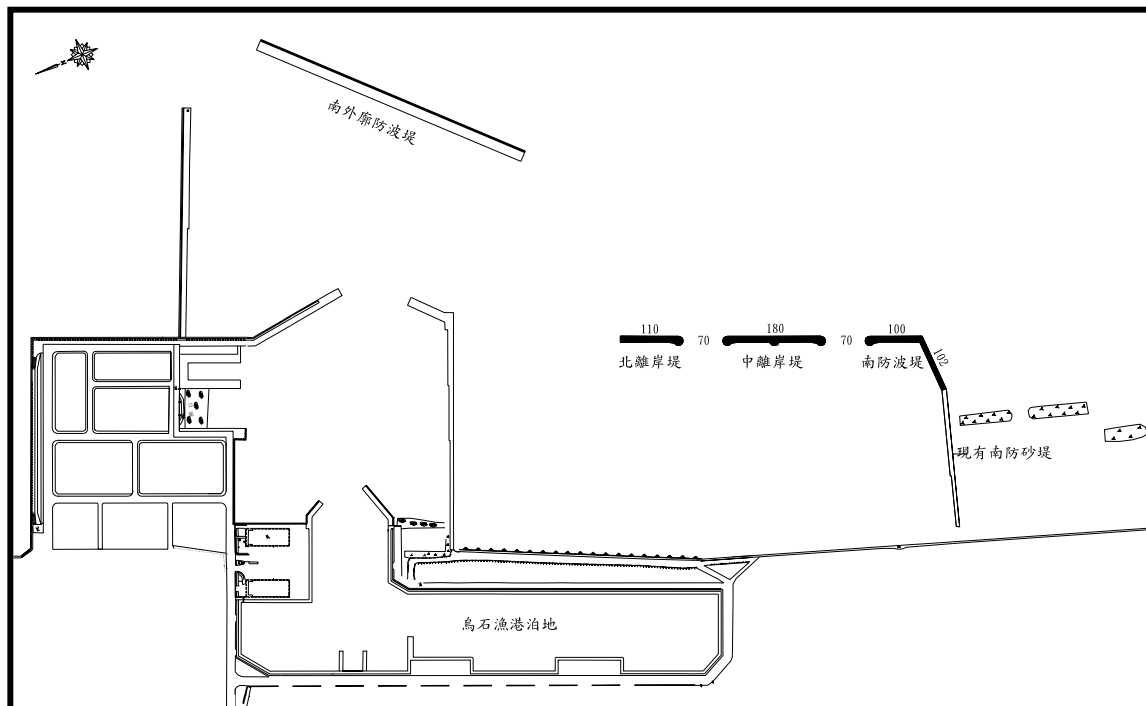


圖 2 烏石漁港南端防波堤增建工程

波浪侵蝕所流失之沙土，爰辦理安平港海岸整治工程。

本工程基於土砂資源利用及海岸保護需求，採生態工法設計，以達到海岸防護、生態及親水等機能，為目前國內最大人工養灘區，並可發展成為戶外教學自然生態區。主要工程項目(如圖 3)包括銜接商漁港防波堤外側各興建南、北馬刺型突堤，水深-2~-4 公尺，於突堤堤頭利用現有消波塊設置生態潛礁，供水棲生物群聚；於南馬刺型突堤之岸側以拋石堤構造設置南堤生態潛礁、分隔堤等，形成人工潮池區、人工潮間帶，俾利水生動植物生長；並利用安平港航道疏浚土砂，於安平商漁港間海岸進行人工養灘，估計養灘量達 200 萬方。

本工程於 92 年 9 月 10 日開工，計畫於 93 年 8 月 31 日前完成，將收保護鄰近沙灘資源，減少養灘區沙量流失，兼具遊憩休閒價值，拓展民眾親水空間，群聚水棲生物，營造多樣化海岸生態等工程效益。

五、生態工法於日本港灣工程

日本水產業近年來亦面臨漁業資源變遷之情勢，為保全沿岸海域良好之藻場、干潟、水質等自然環境，於 1994 年起實施「自然調和型漁港推進事業」，確立今後漁港建設與自

然環境和諧共生之整備方向，並積極開發各種環境共生之工法，至 2002 年全國實施之漁港已超過 40 個。同時配合修法，將原「漁港法」與「沿岸漁場整備開發法」合併制定「漁港漁場整備法」，於 2002 年 4 月 1 日公布實施，原水產廳漁港部亦擴大為漁港漁場整備部，彰顯未來漁港建設與漁場環境共生之重要性，邁入漁港漁場整備之新里程碑。

由日本所實施之自然調和型漁港推進事業，其應用相當我國所謂之生態工法於港灣工程已將近十年經驗，主要工程技術手法係對於漁港建設時，在確保原有設施功能之情況下，附加藻場、海水交換、干潟等機能，以保全、復育及創造周邊之自然環境，如表 1、圖 4 所示。

(一)實施漁港

日本自 1994 年推動自然調和型漁港建設，根據水產廳統計，迄 2002 年已有 42 個漁港實施，地點遍及北海道、本州、九州、四國及琉球等地。

(二)實施目的

已實施漁港案例中，以附加藻場機能為目的者有 37 個(佔 68%)，以海水交換機能為目的者有 16 個(佔 30%)，防止流冰機能者有 1 個(佔 2%)，如圖 5 所示，其中同時推動藻場、海水交換機能者有 12 個。

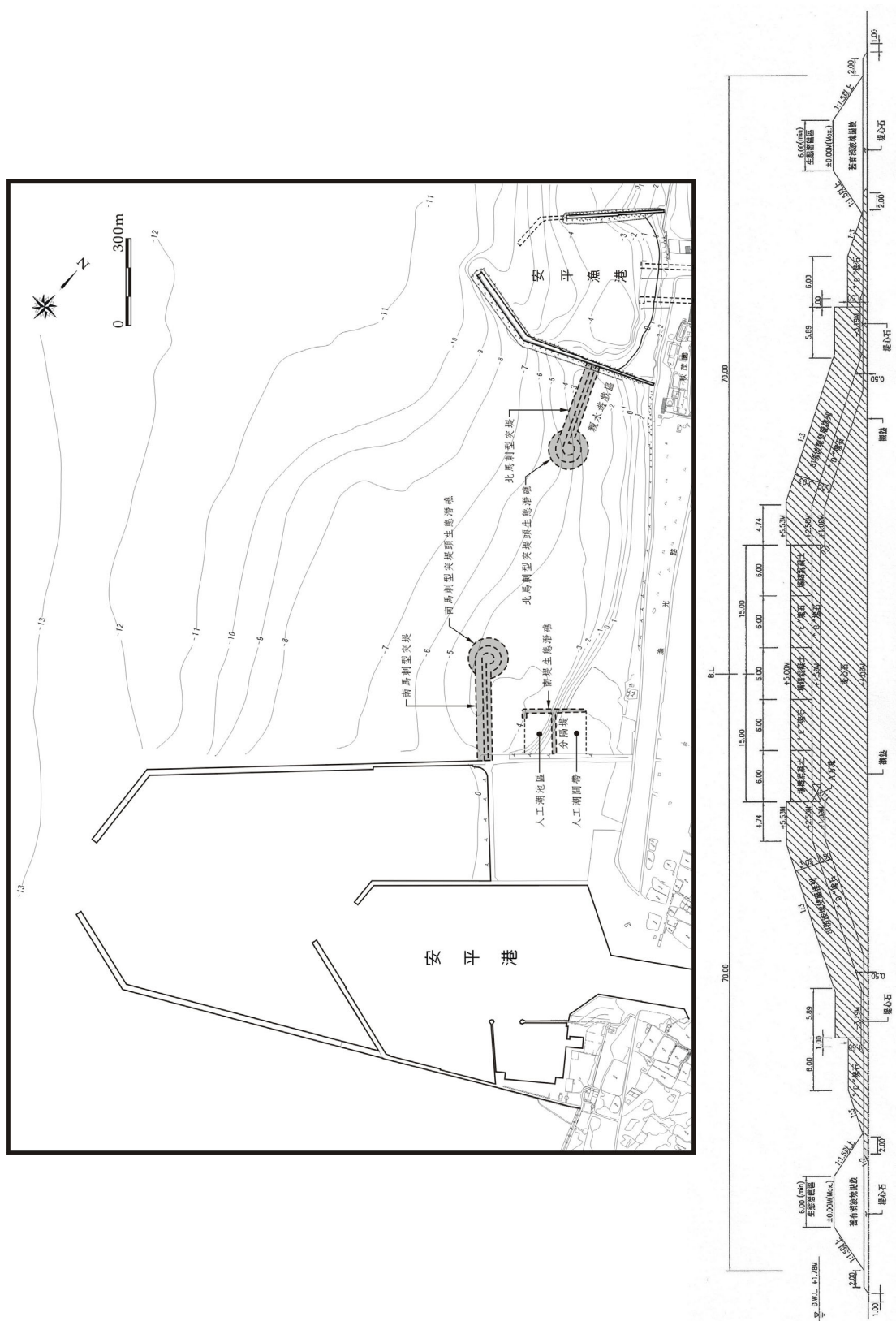


圖 3 安平港整治工程平面配置及南、北馬刺型突堤頭生態潛礁斷面圖 (資料來源：高雄港務局安平港海岸整治工程細部設計圖)

表 1 本自然調和型漁港推進事業迄 2002 年實施概況

都道府縣	漁港名稱	指定年度	目 的	實施對象設施
開發局	元地	1996	海水交換、藻場	防波堤
開發局	福島	1996	藻場、海水交換	防波堤
開發局	壽都	1994	藻場	防波堤
開發局	江良	1994	藻場	防波堤
開發局	樣似	1994	藻場、海水交換	護岸
開發局	SAMARO 湖	1997	與 SAMARO 湖調和	防止流冰設施
北海道	鳧舞	1996	海水交換	防波堤
北海道	ITANKI	1996	藻場	防波堤
北海道	禮文	1994	藻場	防波堤
北海道	別刈	1996	藻場	防波堤
岩手	堀内	1994	藻場、海水交換	防波堤
秋田	金浦	1994	藻場、海水交換	防波堤、護岸
秋田	八森	1996	藻場	防波堤
千葉	乙濱	1996	藻場	防波堤
新潟	高千	1994	藻場	防波堤
富山	四方	1994	海水交換	防波堤
富山	藪田	1994	藻場	防波堤、護岸
石川	富來	1996	藻場、海水交換	防波堤、護岸
石川	庵	2002	藻場、海水交換	防波堤
石川	元目	1994	海水交換	防波堤
三重	和具	1996	藻場	防波堤
三重	神島	1994	藻場	防波堤、護岸
京都	浦島	1996	藻場	防波堤
京都	間人	1996	藻場	防波堤
大阪	深日	1997	藻場	護岸
兵庫	石見	2002	藻場	防波堤
兵庫	坊勢	2001	藻場、海水交換	防波堤
兵庫	丸山	1998	藻場	防波堤
和歌山	田邊	1996	藻場	人工潛礁
島根	濱田	1994	藻場、海水交換	防波堤、護岸
廣島	大地藏	2001	藻場	防波堤
廣島	沖浦	1997	海水交換	防波堤
山口	奈古	1997	藻場	防波堤
香川	馬篠	1996	藻場、海水交換	防波堤
高知	小才角	1994	藻場	防波堤
佐賀	向島	1996	藻場、海水交換	防波堤
長崎	鰐浦	1996	藻場	防波堤
長崎	有喜	1994	藻場、海水交換	防波堤
熊本	大江	1996	藻場	人工潛礁
大分	泊内	1996	藻場	防波堤
沖繩	川満	1994	藻場	防波堤、護岸
沖繩	宜野座	1998	藻場	護岸

資料來源：社團法人全國漁港漁場協會(2003)



圖 4 自然調和型漁港示意圖

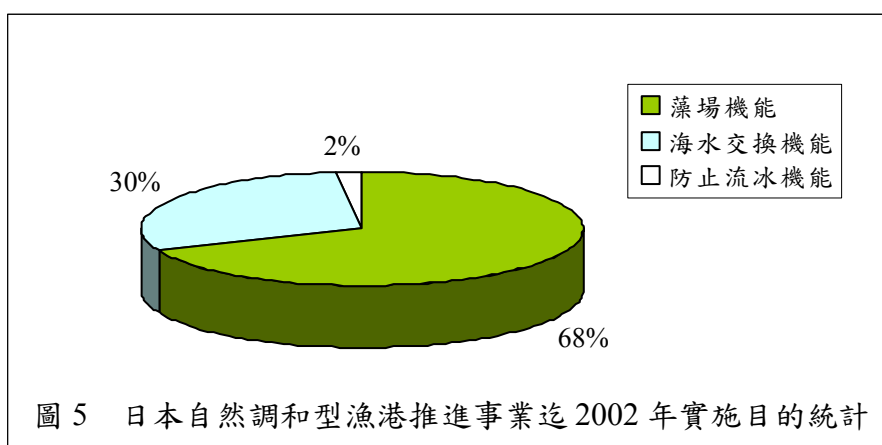


圖 5 日本自然調和型漁港推進事業迄 2002 年實施目的統計

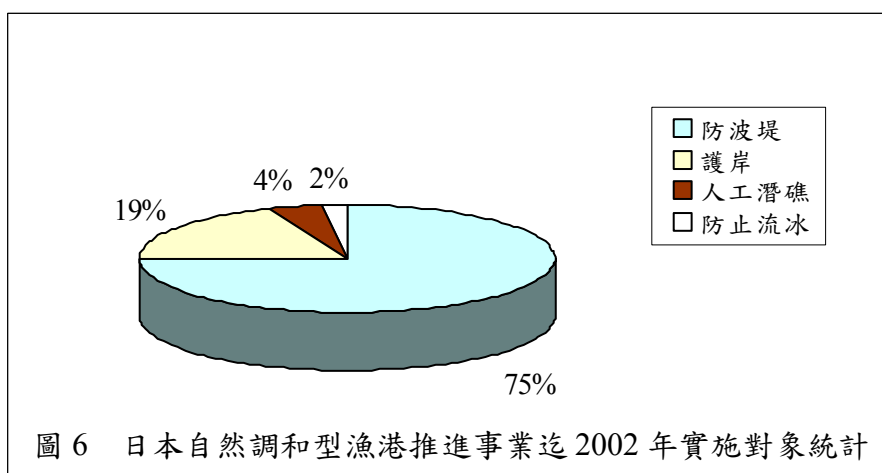


圖 6 日本自然調和型漁港推進事業迄 2002 年實施對象統計

(三)實施對象設施

所實施漁港案例中，主要以防波堤、護岸等設施為主，其中以防波堤為實施對象設施者有 36 個(佔 75%)，以護岸為對象者有 9 個(佔 19%)，以人工潛礁為對象者有 2 個(佔 4%)，防止流冰設施者有 1 個(佔 2%)，如圖 6 所示，而同時實施防波堤、護岸為對象者有 6 個。

六、結語

因應地球環境變遷與世界發展潮流，永續發展已成各國善盡之責任與環境保護之目標。為謀求開發行為與自然環境之調和共存，師法自然之生態工法漸受各國所重視，我國亦於 87 年引進，並於 89 年大規模運用於 921 重建區。近年來在公共工程委員會積極推動下，國內實施生態工法之工程案例持續增加中，主要以土石流崩塌地整治、野溪或河川整治、道路、建築等工程為主，相較之下在海岸、港灣工程領域應用生態工法之發展進度似稍嫌落後，未來除加強吸收國內外經驗外，建立本土化研究與實施技術有其必要。欣見政府近年來漸投入海岸生態工法之研發，且已有烏石漁港南端防波堤增建工程、安平港海岸整治工程等應用生態工法於港灣工程之案例實施，其後續工程成效之追蹤調查將可提供國內參考價

值，並樂見未來生態工法於港灣工程之應用蓬勃發展，留給後代子孫一個永續發展之海岸環境。

參考文獻

- 1.郭清江，「生態工法之發展趨勢與推動機制」，2002 生態工法研討會論文集，91 年 11 月。
- 2.國立台北科技大學，「集水區親水及生態工法之建立(1/4~4/4)」，89~92 年。
- 3.國立成功大學，「海岸工法之新技術研發(1/4~4/4)」，89~92 年。
- 4.郭一羽等，水域生態工程，中華大學水域生態環境研究中心，90 年 2 月。
- 5.中華大學水域生態環境研究中心，「海岸生態復育之結構物的研發及應用研究－以新竹港南海岸為例」，91 年 12 月。
- 6.中華大學水域生態環境研究中心，「委託辦理生態工法應用於漁港港灣工程類別、分析與建議工作」，92 年 12 月。
- 7.社團法人全國漁港漁場協會，藻場造成型漁港構造物調查・設計ガイドライン，2003 年 8 月。

海堤後方回填區粒料流失原因之探討 與因應對策

陳信宏 國立成功大學水工試驗所研究助理
周裕文 京元科技公司副處長
黃國書 國立成功大學水工試驗所副研究員
高瑞棋 國立成功大學水工試驗所副所長

一、前言

在彰濱工業區開發過程中，崙尾海堤後方回填區之水防道路(海堤陸側之道路)持續出現路面凹陷的問題，導致修補工作不斷，而施工單位為尋找防止水防道路凹陷之對策，曾選擇部份區域於海堤胸牆下方埋設鋼板樁，希望能藉此防止凹陷發生。中華港埠技術顧問社於 83 年 6 月檢討其凹陷原因，認為水防道路凹陷主要來自於合成纖維網之破壞導致回填區粒料之流失，而合成纖維網之破壞則肇因於波力穿透合成纖維網所致，在此一推論之下並進一步質疑於海堤胸牆下方埋設鋼板樁之功效，然而此等看法仍屬主觀判斷而缺乏事實佐證，水防道路凹陷問題依然為濱海工業區其他區域海堤興建埋下一未知之隱憂。為此，經濟部工業局委託本所就此一問題進行更深入且徹底的調查研究，期能找出回填區粒料流失之確

實原因，並希望根據此一研究之結果與設計施工單位共同研擬具體可行之因應對策。

回顧相關之研究，的黎波里港(Tripoli Harbor, 利比亞)亦曾發生此類海堤後方回填區上道路出現凹陷之破壞，經 Günbak (1983)及 Barony et. al.(1983)等人之判斷，在暴風時堤前巨浪因受防波堤斷面特性之影響，堤面碎波波壓及碎波所捲增之大量空氣在堤內引致“透氣效應”(Venting Effect)，而作為堤後濾層之過濾布在受到“透氣效應”所形成高強度、短延時之衝擊壓力破壞後，堤後回填區粒料經由過濾布破裂處流失而於路面形成凹陷及凹洞。另者在日本靠近太平洋岸濱之其中一個港口，其海堤後方也發生凹陷的問題，而形成一個大洞，經高橋等人(1996)探討直立堤背後回填土流失之試驗後，其認為合成纖維網遭受破壞後，再經由波浪作用、越波量、降雨、潮汐漲落等因

素作用下，造成堤後回填土的流失，而關於造成合成纖維網損壞的原因可概略以圖 1 表示之。

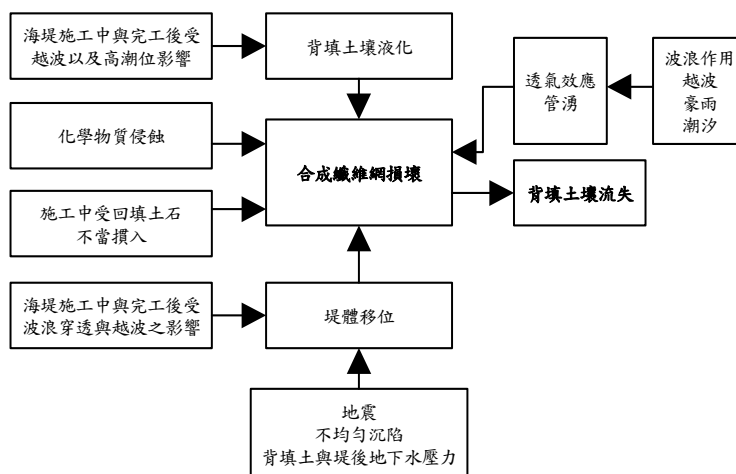


圖 1 堤後回填土流失之機制

本文中將回顧歷年來之研究成果並結合觀測資料以剖析水防道路凹陷之成因與機制，文中包括現場踏勘及資料收集，現場開挖及持續之現場調查與監測以及初步對策之研擬，最後並進行現地整修之驗證。此外，鹿港、線西、崙尾段海堤也都陸續發生海堤後方凹陷或整段海堤的沈陷問題，顯見此一問題在填海造路工程中並非局部偶發之事件，希望可藉由此研究的成果和相關經驗找出水防道路凹陷之成因與機制，而提供相關因應之對策與解決的方法。

二、現勘與原因初判

2.1 現場踏勘

本所曾於民國 83 年 11 月至現場進行初次踏勘，發現崙尾海堤沿

線由 0K+000 至 2K+330 有二十餘處大小及形式不一之路面凹陷，之後陸續進行復勘，其路面發生凹陷之位置如圖 2 所示，初步依據其凹陷特性分為兩類：第一類凹陷發生於水防道路較靠海之一側的邊溝內或邊溝旁(如照片 1)，其中破壞範圍較大者約在 2K+070 及 2K+280 兩處，水防道路旁之邊溝已見底部下坍之現象，由邊溝旁亦可清楚見到破裂之合成纖維網，孔內應有之回填料已流失。此類凹陷僅出現在 2K+070 至 2K+330 路段之間。第二類凹陷則分佈於 0K+000 至 2K+070 間，其中以 1K+600 至 1K+680 間最為密集，凹陷情形如照片 2 所示。此類凹陷皆發生於路面近中心線處，未曾發生如第一類凹陷溝底下坍之現象。

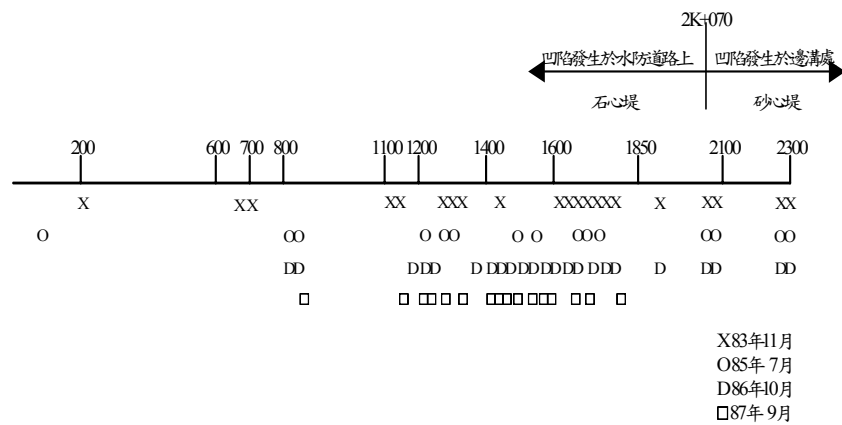


圖 2 水防道路沿線凹陷位置示意圖



照片 1 水防道路之破壞情形(崙尾海堤 1K+600 至 1K+680)



照片 2 水防道路破壞情形(崙尾海堤 2K+280)

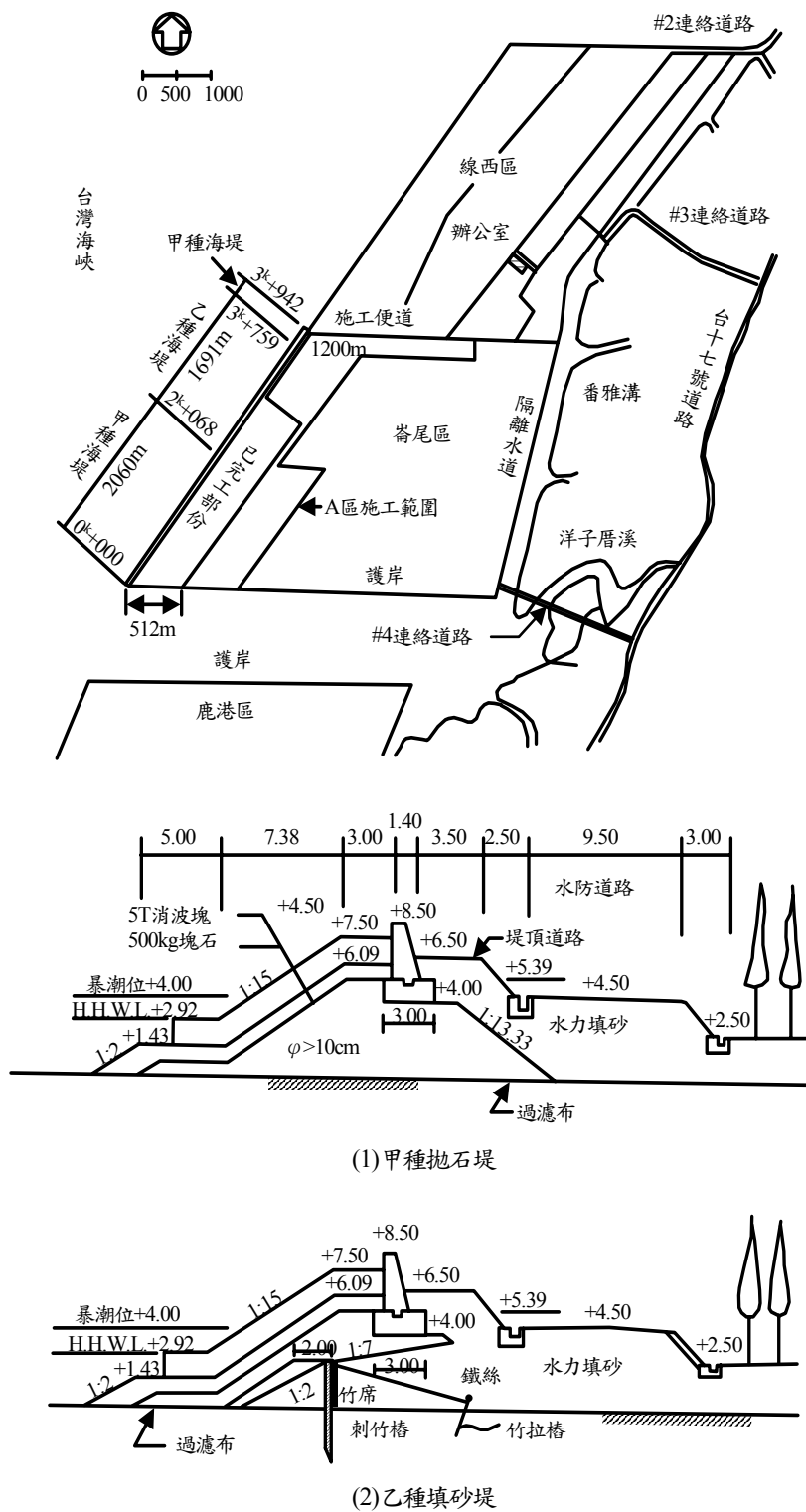


圖 3 崙尾區海堤位置圖及海堤斷面原設計簡圖

由凹陷現場踏勘結果發現第一類凹陷僅發生於 2K+070 至 2K+330 間，其間並無第二類凹陷之現象出現，而 0K+000 至 2K+070 間則亦僅有第二類凹陷出現，既有此一規律的現象，初步研判兩類凹陷應與海堤結構特性相關。

圖 3 為崙尾區海堤之位置圖與各區段海堤設計之類別及原甲種拋石堤、原乙種填砂堤之斷面設計簡圖(陳炳燦、劉進義，1983)，彰濱工業區開發過程曾中斷開發直至民國七十九年方才復工，而當初之海堤因此並未能全段依原始設計完成混凝土胸牆及堤頂道路等設施，僅 2K+940 至 3K+684 一段築有高程至

+8.50 公尺之混凝土胸牆。圖 4 為 2K+068 至 2K+330 段凹陷發生前之胸牆基礎加固標準剖面圖，此段海堤即屬乙種填砂堤(砂心堤)一類，第一類凹陷皆發生於此路段。當初施工單位為尋找防止水防道路凹陷之對策，即選擇此一路段作嘗試，於海堤胸牆下方埋設鋼板樁，以期能全面防止凹陷產生，然而凹陷仍然在 2K+070 及 2K+280 兩處發生。圖 5 為 0K+700 至 2K+068 段凹陷發生前之水防道路修護標準剖面圖，此段海堤則屬甲種拋石堤(石心堤)一類，第二類凹陷皆發生於此一路段。至此判斷兩種凹陷的現象確實與海堤斷面特性相關。

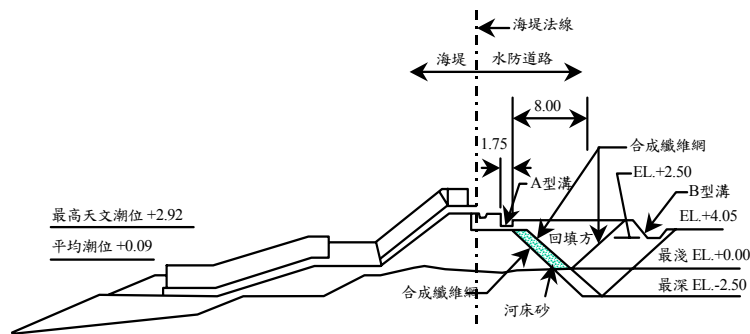


圖4 胸牆基礎加固標準剖面圖(崙尾海堤2K+068至2K+330)

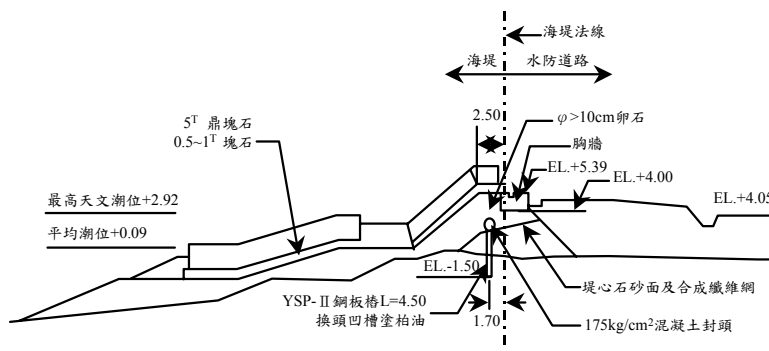


圖5 水防道路修護標準剖面圖(崙尾海堤0K+700至2K+068)

2.2 凹陷原因初步研判

由海堤斷面來看，水防道路路面凹陷應是由於路基下方回填區之粒料流失所致，在海堤堤後側有合成纖維網做為濾層之情形下，最有可能之情況是合成纖維網破裂導致回填區粒料經過此破裂處因管湧現象而向海中流失，但究竟是何種原因使得合成纖維網破裂。比較崙尾海堤之設計斷面與的黎波里港之設計斷面後發現，石心堤段之斷面設計與的黎波里港原防波堤斷面有相似之處，而砂心堤斷面在邊溝下緣因斷面特性有可能形成一壓力集中處，因此懷疑崙尾海堤後方回填區合成纖維網破裂之問題亦有可能如的黎波里港之防波堤一樣，均是肇因於“透氣效應”所形成高強度短延時之衝擊壓力。再參考高橋等人(1996)提出造成合成纖維網破裂之原因中(圖 1)，在堤後回填土流失之表徵之下，其中除了化學侵蝕及施工過程土石之攪壓以及受地震或不均勻沉陷使得堤體移位等造成合成纖維網破損之因素外，亦包括波浪作用所造成之透氣效應與潮汐漲落所形成之管湧現象等因素。

三、現場開挖與監測

由於第一類凹陷處(2K+068 至 2K+330)已觀察到合成纖維網破

損，而 Barony 等人(1983)所提之透氣效應有可能在此類型結構上發生，因此在第一階段計畫中並未在此類凹陷路段進行開挖，而只針對由表面無法觀察到合成纖維網狀況，水防道路中央有凹洞之石心堤段(第二類凹陷)選擇四個凹陷進行開挖(如圖 6 所示)，以探究其凹陷情形與機制；並埋設壓力計以監測在波浪作用下之堤後波壓變化，以瞭解在此段海堤發生透氣現象的可能性。

3.1 現場開挖

吾人於第一階段計畫中(85 年 5 月)進行開挖工作，選擇第二類凹陷發生最為密集之 1K+600 至 1K+680 路段，就 A、B、C 及 D 四個凹陷處進行開挖。由挖掘後之觀察可知：

- (1)下層合成纖維網下方出現許多細粒料，並非如設計圖直接鋪設於坡度 1:1.33 之卵石層上。
- (2)下層合成纖維網均有下陷現象，凹陷剖面示意如圖 7，並在合成纖維網的水漬線附近發現撕裂破損。
- (3)上下層合成纖維網間的回填料由下層合成纖維網的破裂處流失，使得上層合成纖維網隨之塌陷，是導致路面的凹陷的主因。

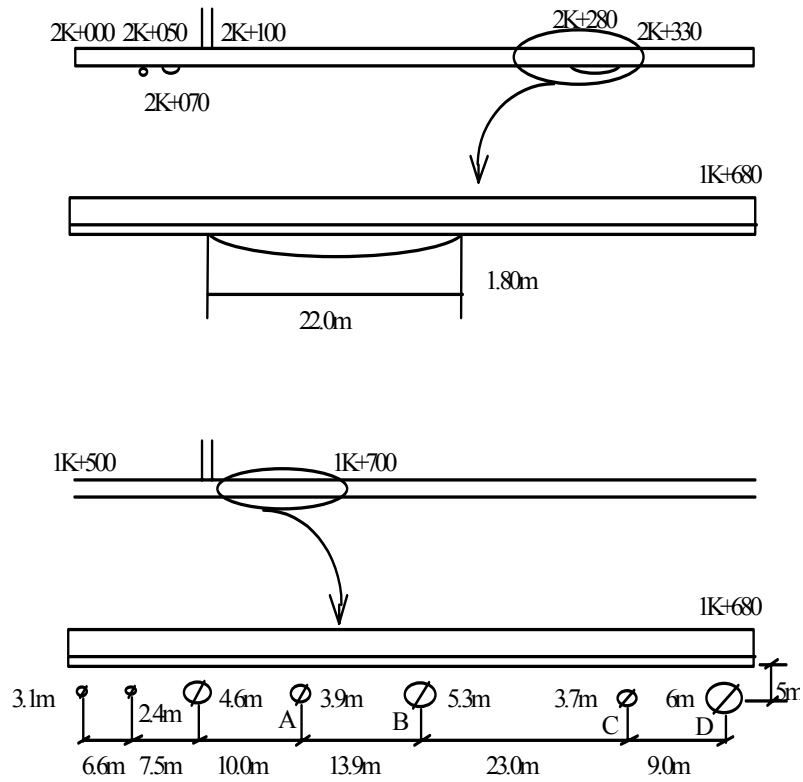


圖 6 兩類凹陷較嚴重路段凹陷位置及凹陷大小示意圖

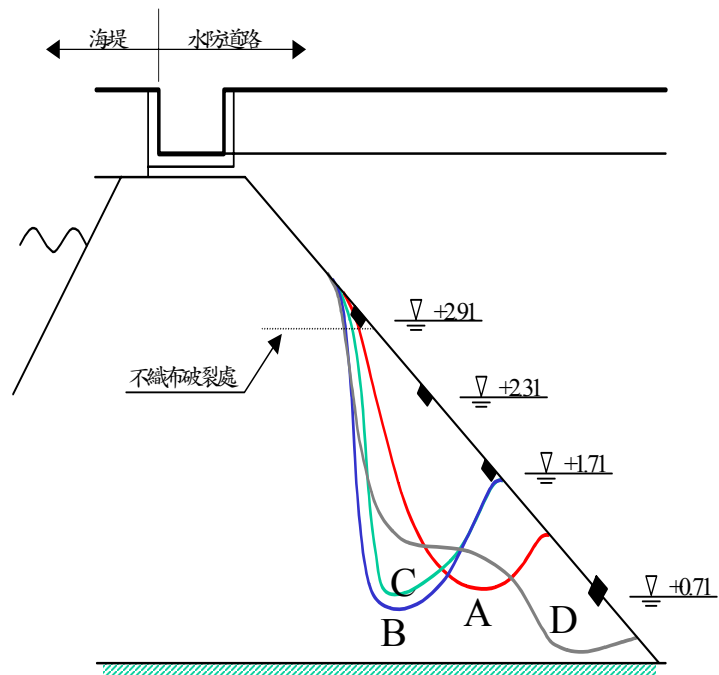


圖 7 第一階段現場開挖之凹陷剖面示意圖

3.2 現場監測

現場開挖結果發現合成纖維網因下方細粒料的流失，進而造成其下塌拉扯而破裂，並使得上下合成纖維網夾層間之粒料由此破洞流失而造成路面凹陷。此外，下層合成纖維網為大粒徑之卵石戳破也時有所見。

本研究選定開挖的 D 孔作為監測對象，回填時，先清除合成纖維網下方之細粒料，然後再回填以礫石，並安裝壓力計，擬藉由現場壓力之監測，觀察海堤受波浪的作用下是否有超額壓力穿透堤心石而破壞合成纖維網之可能性。量測結果顯示：

- (1) 隔著合成纖維網所量測到的壓力幾無差別，顯示合成纖維網透水性良好。
- (2) 量測期間適逢賀伯颱風侵襲，量測記錄顯示海堤後方水位距路面已僅約 80 公分，受到海堤外波濤洶湧之影響，堤後壓力出現大幅震盪；然而儘管如此，堤心仍未出現如衝擊波壓等高強度短延時之異常記錄，因此初步排除石心堤之凹陷與透氣效應之直接關聯。

民國 85 年 7 月賀伯颱風提供此路段凹陷機制觀察之寶貴機會，由現場之觀察可歸納以下幾點：

- (1) 在砂心堤部分，颱風來襲時造成了相當顯著之立即性破壞，之後

即不再擴大，同時長達 1.7 公里之砂心堤(2K+068~3K+759)，其破壞仍局限於以往已破壞之兩處位址上(2K+070 及 2K+280)。

- (2) 在砂心堤部分，颱風並未造成立即性之明顯路面凹陷，但是在颱風過後，即使路面一再滾壓整平，甚至鋪設柏油，回填區之路面仍陸續出現凹陷，在隔年 6~8 月間尤其嚴重，此一期間颱風尚未發生，此區也未有惡劣的風浪或明顯的降雨發生，惟適逢夏至前後，潮差明顯較大。

以上說明砂心堤與石心堤後水防道路路面凹陷機制確有不同。

如前所述，在第一階段之開挖中即已發現，水防道路凹陷區合成纖維網下方之粒料大多夾雜細粒料而非為大於 10 公分之卵石，因此在其中一開挖處回填時，稍作濾層的處理作為對照之用，而處理之方式乃是先清除細粒料再回填以礫石。在賀伯颱風肆虐 8 個月後(86 年 4 月)，石心堤水防道路又滿佈凹洞的同時，為瞭解濾層對抗凹陷之成效，乃在當初開挖、埋設壓力計之處再開挖，由開挖結果顯示當年開挖回填時經過處理之坡面平整無任何塌陷現象，再進一步挖除下層合成纖維網後，顯示下層合成纖維網下方的坡面依然平整；雖然在高程 +1.5 公尺以下之沙土為潮汐所帶

走，然大部分礫石仍能扮好抗管湧之角色。

在稍後一年多之現場調查發現，本路段之凹陷現象一如往常，即石心堤段水防道路仍持續緩慢的凹陷，而砂心堤段之凹陷則未見再擴大(其間有溫妮及安珀兩個颱風侵襲本島)，而經過處理之路段則仍能免於凹陷。

經過兩年多之研究調查(84 年至 86 年)，已對崙尾區水防道路之凹陷機制有所瞭解，因此乃著手初步對策之研擬，並在第三階段計畫執行時，於現場選擇部份路段施作以驗證其成效。民國 87 年海堤整修時，曾於 1K+690 附近埋設壓力計以期探討石心堤發生管湧現象之可能性；由於在第二階段計畫中的潮汐試驗時，雖未能於試驗中模擬管湧的現象，但仍獲致當水頭壓差達 10 公分時即可能發生管湧現象的經驗，因此由現場之量測資料顯示，堤內、外壓力變化存在相位差，此相位差於漲潮時約為 15 分鐘，而退潮時則稍大，約為 20 分鐘。此外，於退潮時當潮位退至高程約+0.7 公尺時海堤內側開始出現較明顯之壓差，此壓差可達 30 公分，亦即其存在著管湧的可能性。同時亦可說明開挖時所觀察到合成纖維網之塌陷大都發生於+0.7 公尺附近的原因。同時，在 87 年 6 月初因幾場大雨使得崙尾海堤回填區積水不退，數日

後即造成部分路段及回填粒料流失而凹陷的現象，顯見此路段之凹陷與滲流作用關係密切。

四、初步對策研擬

由於崙尾海堤後方回填區粒料流失導致水防道路凹陷之問題在 2K+068 至 2K+330 砂心堤段及 0K+000 至 2K+068 石心堤段發生，雖然其凹陷特徵不同，但已知皆與堤後做為濾層之合成纖維網破裂有關。因此以下將就此兩類海堤分別提出相應之初步對策。

4.1 砂心堤段

2K+068 至 2K+330 一段之海堤屬於砂心堤一類，在民國 83 年 11 月本所赴崙尾現場踏勘時，由表面即可觀察到鋪設於邊溝側緣之合成纖維網破裂，導致支撐邊溝之下層回填粒料向海側流失而最終造成邊溝坍塌。

經審視此段砂心堤之斷面設計圖(圖 4)，並由定性試驗之觀察發現，衝擊堤面之波浪易於順著填砂之坡面迅速湧升至邊溝下方，在受到邊溝之阻擋後可能在堤後形成超額壓力，故砂心堤斷面極有可能引致“透氣效應”，因此對於如何防止此段海堤後方回填區粒料流失，應以避免出現透氣效應或水流迅速湧升之現象為主要考慮，如高橋等人(1996)探討直立堤背後回填土流失之試驗中，曾針對堤後有無設計

透氣通路進行壓力的量測，其結果得知有透氣的堤後布置使量得之壓力值顯著降低，其顯示堤後壓力明顯得已釋放。因此建議此段凹陷之暫時性修復應採疏導為宜，仍使原凹陷處作為透氣效應得以釋放之通路。

4.2 石心堤段

0K+000 至 2K+068 一段之海堤屬於石心堤一類結構，經現場於第二類凹陷出現較密集之 1K+600 至 1K+680 一段海堤後方開挖四孔並於其中一孔埋設壓力計量測後，推測此類海堤後方路面出現凹陷應與管湧有關，而管湧之出現又可能是因退潮時堤後回填區水位高於堤前潮位產生之水頭差導致。由於現場開挖時發現堤心並非如原設計由直徑大於 10 公分之卵石組成，而是夾雜了沙、土等細粒料。因此，針對石心堤段海堤之問題，採取對策之原則應在避免管湧現象之產生或是防止管湧現象直接影響至回填區。

在第一階段現場開挖時，於壓力計埋設的 D 孔回填時曾清除合成纖維網下方之細粒料，並回填以礫石，之後再以合成纖維網依設計工法完成復原回填，在歷經葛樂禮、賀伯兩個颱風及 10 個月潮汐作用後，於隔年 3 月(86 年)再度開挖時發現，堤心部分之坡面完好，無任何凹陷現象，雖然合成纖維網下方仍有少部分的沙土被帶走，但絕大

部分的礫石均能發揮抗管湧的功能。有鑑於此，針對現場調查記錄的幾處持續凹陷斷面作局部的類似修復，亦不失為一經濟可行的修復對策。

五、現場整修與現況

5.1 現場整修

為評估所提之整修方案之可行性，獲得設計及施工單位之協助，在現場選擇 0K+820~0K+825、1K+300~1K+310、1K+680~1K+690 及 2K+280~2K+300 四處，依所提之方案進行整修(前三者屬石心堤，後者屬砂心堤)。

在石心堤整修開挖的過程中可以發現，海堤後方共有三層合成纖維網(圖 8)，前二層為民國 81 年整修時所鋪設之合成纖維網，而第三層則為民國 69 年興建時所鋪之合成纖維網，第三層合成纖維網的堤外緊接著就是粒徑大 10 公分之卵石，這層合成纖維網已殘破不堪，到處可見其後之卵石穿透而出。而第二層與第三層合成纖維網之間距約為 30~50 公分不等，其間大多為細粒料，這層細粒料即為本計畫於第一階段開挖時認為合成纖維網下方應有之粒徑大 10 公分的卵石層。因此，此次的整修工作在挖除細粒料後回填以濾層佈置。惟此次整修中開挖與未開挖之交界區存在一不連續濾層，恐怕此區域路面仍無法避

免凹陷，不過只要證實此整修方案可行，則將來全面整修即無此交界

區之虞。

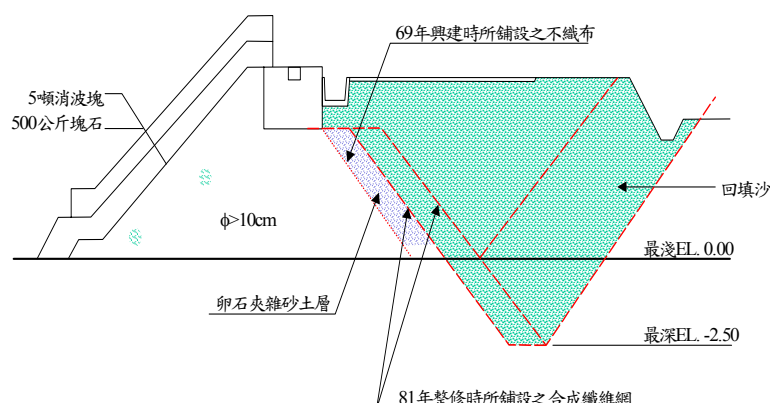


圖 8 崙尾海堤 0K+700~2K+068 斷面示意圖

在砂心堤之整修方面，由開挖現場發現鋼板樁封頭水泥並不十分完整，尤其在 2K+300 結尾處之包頭留下一寬約 80 公分之間隙，而且隔離著砂心與其上之卵石的合成纖維網亦支離破碎，同時也未見有明顯的砂心存在，判斷此處的砂在歷年的颱風侵襲下已流失殆盡，留下的乃為其上不斷填補之粒料。

自民國 87 年 5 月選擇四處崙尾海堤進行整修，經整修後經過二年來的觀察，石心堤整修之處即未有明顯的凹陷發生，然而整修與整修之交界處卻有凹陷現象，乃因整修中開挖與未開挖之交界區存在一不連續濾層，因此此交界處無法避免有凹陷之發生，這與預期的現象吻合。而砂心堤方面，在此期間內雖遭受多個颱風侵襲，然而颱風侵襲時並未同時發生高潮位，因此未見

有任何凹陷破壞的現象發生。

5.2 彰濱工業區海堤之情況

因鹿港、線西、崙尾段海堤均陸續發生海堤後方凹陷之問題，本所人員乃於 89 年 8 月 18 日、10 月 13 日及 11 月 6 日分別再次前往現地踏勘。由現場踏勘觀測結果，發現鹿港區及線西區海堤沿線水防道路有二十餘處凹陷，大小及形式不一，但皆發生於水防道路中心到 RC 護欄之間，大致上凹陷特性可分為三類。第一類凹陷皆發生於水防道路靠陸側之 RC 護欄附近，整個呈現都下陷之現象，此種情形可能因雨水或越波水量之沖刷，使得護坡覆土流失，造成 RC 護欄下方砂土也隨之淘刷，靠近 RC 護欄之水防道路因此沉陷，現場也可清楚的看出一條條沖刷出來的蝕溝，如照片 3 所示。第二類凹陷發生於水防道路中心線

到 RC 護欄之間，有的凹陷是整個柏油路面切斷而下陷，形成一圓形的凹洞，如照片 4 所示；第三類凹陷發生於 AC 尚未被覆段，其凹陷之情形類似第二類凹陷，大致上也是因回填區的粒料流失所形成之凹洞，如照片 5 所示。

根據前文的研究成果與經驗顯示，若堤心濾料處理不當，在潮汐作用下由於管湧現象，將導致合成纖維網塌陷破裂，而使得回填區粒料流失，進而造成水防道路路面凹陷，另外，堤心細粒料流失部位大都發生於在平均水位附近，因為此區域於退潮時，堤內、外的壓差會產生較大的滲流力，使得夾雜於堤心的細粒料流失。惟彼時對於凹陷發生之機制較難判斷，原因是在水防道路靠內陸側之邊坡上發生明顯蝕溝，而根據現場施工單位之觀察，這些蝕溝溝是因 89 年 6 月間之連續豪大雨所引起，因此亦直接聯想到凹陷是否亦源自相同因素，不過在經過四個月之後，本所於 90 年 3 月 20 日再次赴現場踏勘，卻發現凹陷問題更加嚴重，然而在這段期間並未有顯著降雨，因此初步判斷此等凹陷之形成應與崙尾海堤所觀測之“管湧”效應有關，亦即堤後回

填粒料即可能在不織布有破損或搭接縫合處不良之情況下受到潮汐漲、落作用而被吸出。

在以上考量之下，本所乃建議於鹿港及線西區各選擇兩處進行開挖以確定推斷是否正確，於是配合中興顧問由中華工程及榮工施工處於 90 年 4 月 7 日～11 日進行開挖，開挖結果顯示：

- (1)鹿港西一區海堤 0K+560 處，其濾石層沒有平整而呈現波浪狀，且大小塊石參雜其中，因此於 EL.+0.7m 處造成合成纖維網破裂，如照片 6 所示。
- (2)鹿港西三區海堤 1K+797 處，其濾石層平整，但是兩張合成纖維網搭接介面 EL.+0.5m 處，發現一固定合成纖維網之大塊石未移除，而另一張則直接覆蓋於塊石上，而塊石下方坡面之合成纖維網搭接不確實有錯開之情形，如照片 7 所示。
- (3)線西西三區海堤 2K+312 及 2K+480 處，開挖結果其開挖面之合成纖維網並未有破裂發生，但於靠近堤趾處 (EL.+0.0m~EL.-2.0m) 之合成纖維網與濾石層間有積沙之現象。



照片 3 第一類凹陷(彰濱工業區鹿港海堤,89.11.06)



照片 4 第二類凹陷(彰濱工業區鹿港海堤,89.11.06)



照片 5 第三類凹陷(彰濱工業區鹿港海堤,89.11.06)



照片 6 鹿港西一區海堤 0K+560 處開挖後合成纖維網破裂情形



照片 7 鹿港西三區海堤 1K+797 處開挖後合成纖維網之情形

六、結論與建議

1.經由現場調查顯示出，水防道路路面的凹陷依其凹陷的特性約可分為兩類，並與海堤斷面特性有密切關係。第一類凹陷出現於 2K+068 至 2K+330 至一段，凹陷部位為邊溝側緣與邊溝底部，此段海堤屬砂心堤一類。第二類凹陷出現於 0K+000 至 2K+068 一段，凹陷部位在海堤後方水防道路近中央處，此段海堤屬石心堤

一類。

2.兩類凹陷其回填區粒料的流失均與作為濾層的合成纖維網的破裂有關，然而造成上述兩類凹陷處合成纖維網破裂的機制確有所不同。第一類凹陷是在暴風侵襲，而且潮位達到一定高度以上時所造成的立即性破壞。而管湧則是造成第二類凹陷的主因，即在潮汐作用下合成纖維網下方細粒料的被攜出造成合成纖維網坍塌而破裂，而使管湧現象得以直接造

成回填粒料的流失。

- 3.在砂心堤部份，於 87 年 5 月海堤整修之開挖除了對石心堤粒料之流失有更進一步的確認外，對砂心堤粒料之流失也得以初次現場的剖析；由開挖的現場發現，砂心堤 2K+300 鋼板樁收尾封頭處與胸牆之間隙應與此區粒料的流失有關，而此段海堤是否有“透氣效應”或所做之整修工作是否有效，仍待颱風伴隨著高潮位的考驗，至少 87 年 6 月至 10 月間共 4 個颱風的侵襲下(但未同時發生高潮位)皆未再造成此處水防道路之凹陷。
- 4.石心堤部分，最近一年多來於 1K+100~1K+700 間水防道路仍持續有凹陷現象(參見圖 2-1)。分析此區域之凹陷部位，除了 87 年未整修之部分往年凹陷處如今仍舊凹陷外，當年整修部分之邊緣也發生了凹陷，此一現象乃因整修開挖之交界區存在一不連續濾層所致，唯可以確定的是，整修之主體部分未見再凹陷了。從現場的監測或試驗結果都顯示：石心堤水防道路的凹陷機制應與管湧現象有關，其改善對策應在於避免管湧現象的產生或管湧現象直接影響至回填區。因此，只要做好濾層處理，並盡可能使合成纖維網能鋪設於較平坦之坡面上避免其受到傷害而破裂，則應可

根除石心堤回填區粒料流失之現象。

- 5.綜觀這幾年來的研究調查，崙尾區水防道路凹陷之區域除 0K+800 外大多集中於 1K+100~1K+690 以及 2K+070 與 2K+280 兩處，若 87 年度所做之整修方案確定可行，則砂心堤部分 2K+070 可比照 2K+280 之方式整修，而石心堤 1K+100~1K+690 路段則應全段比照石心堤整修段面之方式一併處理，並注意整修與未整修之交界區濾層連續的問題，而 0K+800 處亦可視情況開挖修補並以交界區的方式處理之。如此一來崙尾海堤後方回填區粒料流失的問題將可獲得解決。
- 6.經由崙尾、鹿港、線西海堤現場調查與開挖結果判斷，若堤心濾料處理不當，在潮汐作用下由於管湧現象，將導致合成纖維網塌陷破裂，而使得回填區粒料流失，進而造成水防道路路面凹陷，此外，堤心細粒料流失部位大都發生於在平均水位附近，因此區域於退潮時，堤內、外的壓差會產生較大的滲流力，使得夾雜於堤心的細粒料流失。

參考文獻

- 1.彰化濱海工業區整體開發規劃調查研究第二部份海堤後方回填區粒料流失原因分析與對策研究，

- 國立成功大學台南水工試驗所研究試驗報告第二二七號，民國八十八年六月。
2. 陳炳燦、劉進義(1983)，彰化濱海工業區海堤之設計與施工。第七屆海洋工程研討會論文集 pp.29-1~29-18。
 3. 高橋重雄、鈴木高二朗、德淵克正、下迫健一郎、善功企(1996) “防波護岸の吸い出し災害のメカニズムに する水理模型實驗”，海岸工學論文集，第四十三卷，pp. 666-670。
 4. Barony, S.Y., Malick, D.V., Gusbi, M. and Sehery, F. (1983) Tripoli Harbour NW Breakwater and Its Problems, Proceedings of the First International Coastal and Port Engineering in Developing Countries Conference, Colombo, Sri Lanka.
 5. Barony, S. Y., Mallick, D. V. and Sehery, F. (1987) Tripoli Harbour NW Breakwater New Design Criteria and Long Term Solution, Proceedings of the Second International Coastal and Port Engineering in Developing Countries Conference, Beijing, China.
 6. Günbak, A. R. (1983) Some Design and Modelling Problems of Rubble Mound Breakwaters, Proceedings of the First International Coastal and Port Engineering in Developing Countries Conference, Colombo, Sri Lanka.
 7. Hughes, S. A. (1993) Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. pp. 568.
 8. Manual on the use of rock in coastal and shoreline engineering. (1991) CIRIA/CUR, Rotterdam, Brookfield, A.A. Balkema Publishers. pp. 607.

香港港口的現行狀況與發展演進

陳文樹 中華郵政公司技術處研究員

一、得天獨厚的地理形勢

就地理位置觀之，香港處於亞太地區西部海岸線的中心點，為東亞和東南亞地區往來的跳板，扼珠江三角洲出入口，是一已「充分開發」的現代化港都，素有「東方明珠」的稱譽。從其嵌有「港」字的地名觀之，香港自然是和港埠、海運有極其密切的關聯，甚至得謂是因港埠、海運等業務的發達而繁榮的都會，經由港口吞吐的貨運量，約佔香港貿易總額的九成；其灣澳天成且有諸多山勢、突岬得為依憑，並隔阻狂風濤浪、宛似天然屏障，在十九世紀中葉之前，香港仍僅是一處孤塞荒僻的小漁港，其且屢有盜匪潛沒劫掠的傳聞，詎料僅在百餘年之間，即已躍為全球首屈一指的大商港，得為來自世界各地的船舶提供安全的碇船席位和便捷的裝卸服務。

香港一直是以自由貿易聞名於世，船舶不分國別和隸屬之陣營，均可在香港碇泊、裝卸貨物，這一措施使得香港在往昔的國際間冷戰時期，尤能吸引航商前往靠泊，以

之作為轉口港。港務當局並將船舶登記和船舶管理視為是其主要航運業務之一，在香港登記註冊的船舶總噸數，迄今則已累計將近 1,500 萬噸，在全世界各國或地區中得屬名列前茅。另就進出港口、應用港埠設施的船舶噸位總數，貨櫃和散裝貨物的裝卸處理量，乃至於客運之人次數量而言，香港在此等項目之營運亦皆有傲人的業績。其港口尚具有一饒富趣味之事乃是，在其港域之內既可看到從各國航抵靠岸的超級貨櫃輪，也不乏從珠江和大陸的內河或沿海駛來的小型舢舨帆船，可集現代和古老風情於一處，這在其它國家的著名大港是幾所未見的。

近年來，由於大陸沿海地區經濟發展迅速，海運繁興，而香港之港埠因係位於新加坡與上海兩大商區港都之間，已充分開闢且設施完善的現代化深水港，因此更得穩居為華人世界區中的海運商貿集中地。正因有此一優越的地理形勢，以致在廿世紀行將終了而遭逢亞洲金融風暴的數年間，香港的海運事業卻仍穩健的成長，港埠建設也仍

持續的進行；當然，在金融風暴戢止後，相關諸項業務的增幅或進展則愈見其速，得令其它地區的港埠聞望稱羨。以西元 2000 年之千禧年為例，經由香港港口裝卸的貨物高達 1.75 億公噸，貨櫃裝卸則達 1,810 萬 TEU，連續八年高踞世界最繁忙貨櫃港之首，在此之前，每年貨櫃裝卸數量最多的港埠乃是荷蘭的鹿特丹，唯自 1992 年起已被亞洲華人世界區的香港、新加坡和高雄等國際商港所超越，韓國的釜山和中國大陸的上海現則急起直追。香港若再加上自 2001~2003 之三年，則是項紀錄已蟬聯十一年之久了；而自一九九七年、即香港重回大陸政權之年起至九九年的三個年頭，香港港口的貨櫃的裝卸量係每年為 1,450~1,600 萬 TEU 左右。

在數年前新建完成、位於大嶼山島赤臘角和鄰近欖州島，面積為三〇二公頃的香港「赤臘角機場」，係東南亞名列前茅之大機場。為聯通機場和市區，香港政府還特地興建一條可快速行進的道路，其中有一段係 鐵/公路 雙層共構，長二·二公里，穿越青衣島和馬灣的「青馬大橋」，乃是整條公路沿線最著名的景點。當您搭乘巴士或火車行經青馬大橋之上時，即可望得介於香港本島、九龍半島和大嶼山島之間的廣闊水域，此片水域正是香港港埠範圍的核心區，四周海灣眾多、

港域遼闊，確實為一罕見的天然良港。而且時可見到多如繁星的船舶航行於港域之內，也無愧乎香港會長居於全球諸大商港排行榜的首位。

二、已多年居於世界最大貨櫃港之地位

國人或皆知悉，以前的香港啟德機場曾是最忙最碌、飛機起降頻率最高的機場，現在則因機場的遷址而不再存有此一現象，唯香港的港域今則仍是全世界最繁忙的商港。單是貨輪航線就已夠繁重了，但卻還有極多在港澳和香港、大陸間往返梭行的客輪、漁船，每日約為一千九百航次，其中自上環地區碼頭來回澳門的各種客輪每日即有兩百航次。其它的引水人用船、繫泊工作船、卸煤駁船、釣船和遊船…等每年近達一百廿萬航次，舉世罕見其匹，因而對航道行船的控管乃是相當繁忙吃緊之事。所有航道中主要有 East Lamma Channel、Sulphur Channel、Central Fairway、North Green Island Fairway、Northern Fairway、Southern Fairway 以及 Western Fairway 等七條，任一時刻俱有船舶航行其上，經年不絕。所有航道浮標均設燈，並裝有雷達反射器，其中的兩條並實施分道航行制。因為航道擁擠兼以碼頭數亦將不數中、遠期業務擴

展之需，致香港政府擬訂有在九龍馬灣和大嶼山島東南沿岸闢建碼頭並擘劃航道之計畫，屆時將可大幅提高其靠泊船舶、裝卸貨物和貨櫃的容量。

香港港埠內的散裝貨物碼頭的長度計達 7,750 公尺，另設於葵涌、昂船洲的貨櫃碼頭則有 6,060 公尺；貨櫃港是在散裝貨物碼頭區、即維多利亞港的西北部，包括八處貨櫃站和貨櫃堆放貯存場在內碼頭區共佔地 200 多公頃，計有 18 個泊位，可同時容納 18 艘第三代貨櫃船在泊位裝卸貨櫃，並有 58 個遠洋船隻繫泊浮標。在九龍尖沙咀和本島上環等地另有兩處客運碼頭，每年經由這兩個碼頭往返大陸、澳門的旅客超過 1,770 萬人次。近數年內，單以自境外進入香港、泊靠於海邊碼頭的遠洋船舶論計即有三萬八千航次（每天進出於港口內的大型遠洋船舶則約有一百二十艘），而泊靠於河邊碼頭的小型船舶則近有十二萬四千餘航次，艨艟影隨處可見；若以平均停泊的時間計，貨櫃船係在十個小時之內即可完成作業，即使是繫泊於浮標以進行裝卸的散裝船舶，平均滯港時間亦僅一·八天，停留時間愈短對航商自然愈為方便有利，此一高效能的周轉效率及低廉的收費也是促成香港躍為國際大港的主要原因之一。

據估計在 2015 年時，香港全年

吞吐的貨櫃數量將可達 3,300 萬 TEU，而香港國際貨櫃公司(HIT)則是舉世規模最大的貨櫃裝卸業者，在葵涌地區即設立有四處的貨櫃裝卸站。在 1999 年，HIT 即與現代貨櫃公司、亞洲貨櫃公司簽訂共同開發香港「第九貨櫃站」之協定，並將自港口通往葵涌的航道濬深至十五·五公尺，俾裝載量為 8,000TEU 的第五代貨櫃輪亦可通行暨泊靠。第九貨櫃站的建設資金高達百億美元，計有六座船席、每年裝卸能量為兩百六十萬 TEU，首座船席業已於 2002 年完工啟用。是項擴建計畫將在青馬大橋一端的「青衣島」東方填造出一百四十公頃的新生陸地，除三個聯合投資之業者得保留半數土地外，其餘土地則捐交予香港政府，以便建設周邊的聯運道路。

三、「海事處」(Marine Department)

香港並無港務局之機構，日常港務管理工作是由香港特別行政區政府轄下的「海事處」負責。大部分的香港港口設施均由民營海商公司投資購備並營運，港府僅負責港埠之基本設施，如航道、碼頭和倉棧場地…，其它方面政府甚少參與介入。官方的海事處旨在「促進卓越的海事服務」，主要職能是確保港口運作和全港水域安全，並且管理船舶於香港之註冊。茲依據其對外

發布之資料將海事處的主要職能概述如下：

- ◆ 促進香港水域內船隻航行、客貨運輸之安全快捷。
- ◆ 確保在香港註冊、領牌的船隻，以及使用香港水域的船隻，均符合安全、環保標準。
- ◆ 管理香港船舶註冊，配合國際公約而訂立相關政策、標準和法例。
- ◆ 確保在香港註冊、領牌的船隻，以及使用香港水域的船隻，所聘用的海員均符合資格，並管理海員註冊和僱用海員等事務。
- ◆ 協調海上搜救行動。
- ◆ 負責在香港水域內控制油污，收集船隻所產生的垃圾和清理漂浮垃圾。
- ◆ 提供並保養政府船隻。

海事處的日常業務大致分為五個範疇，分別是：

- ◆ 策劃及海事服務——港口拓展策略性規劃、客運碼頭、污染控制、公眾貨物裝卸設施、浮標和輔航設備、海道測量服務。
- ◆ 港口管理——港口運作、航行安全、海上緊急事故、協調搜救行動、本地船舶的發牌和管制。
- ◆ 航運政策——管理香港船舶註冊、制訂政策、標準和法例。
- ◆ 船舶事務——執行船隻安全標準、調查船隻意外事故、海事工業安全、檢驗遠洋船和本地船、海員考試、發證和紀律事務。

- ◆ 政府船隊——政府船隻的設計、採購、運作、員額配發和維修。

相對於上述五項範疇，海事處本部設有航運政策科、策劃及海事服務科、政府船隊科以及港口管理科等科別，俾能專責執行；海事處並設有數個諮詢委員會，時常和港務暨海事理事會以及民間的海商組織、個別航商洽議海運事宜。例如在港口管理方面，除了有相關的「領港事務諮詢委員會」和「臨時本地船隻諮詢委員會」之外，尚有「港口行動事務委員會」，得就任何可能影響香港港口高效率運作的事務，向海事處處長提供意見。

海事處不僅在於確保船舶能迅速而安全的進港、裝卸貨物和離港，並管理客運碼頭、貨物裝卸區和各式各樣、計有 460 餘個的輔助航行設備，這些現代化的海上輔航設備，係遍布於香港水域範圍內，以引導航海人員順利行駛泊靠。香港的政府船隊共有 600 餘艘不同類型之大小船隻，其中約 152 艘為大型機動船，乃分發於水警、香港海關、消防處等十六個政府部門，其中有些船舶係基於特定用途而建造，且由使用部門自行配置操作人員。海事處在昂船洲擁有一座公有船塢，佔地 98 公頃，船塢內設有船舶升降系統和三部吊船機，能把重達 750 噸的船吊上乾塢，又採用電腦化資訊系統來統籌維修作業和支

援服務，以提高維修效率和確保政府船隊所屬船隻的可用率。

四、港埠管理與海運業務特色

海事處裝設有一套具雷達追蹤功能的「船舶航行綜合檢測系統」，可 24 小時全天無休的從事檢測，涵蓋香港水域 95%範圍內的各種遠洋船舶和渡輪，並得與世界各地其它的海事當局或船主...等使用者直接聯繫，共同掌握船舶動態。該航測系統自 2002 年初啟用以來，即係透過極高頻的無線電網路為媒介，可同時追蹤 4,000 艘正在移動的船隻和 1,000 個靜止目標，並配備有自動識別系統、電子海圖顯示及資訊系統、閉路電視系統和現代化通信系統...等最新式的航監技術，以求提高航行安全和操作效率。

海事處還經常派遣巡邏船，巡視域內船隻航行、分隔航道、主要航道、通航水道、避風塘和貨物裝卸區，凡在香港水域運載危險貨物，皆必須嚴格遵守「國際海運危險貨物規則」，而且必須登錄於海事處危險貨物資訊系統內。此外，青山踏石角和南丫島波羅咀則設立有裝卸油料和處理散裝煤料的專區。海事處另設立有一「海道測量部」，係依照國際海道測量組織所定的標準以運作，每兩星期會定期發出航海通告，更新中英雙文並用的海圖，復以 289 千赫頻道傳輸予

全球定位系統，以協助航海人員利用全球定位系統輔航設備，俾可更準確地測定本身船隻所在位置。

五、港務暨海事理事會(PMB)

香港港埠內的碼頭，不乏是由香港政府長期租予海商公司者，港埠設施則大都是由海商公司自行購備。一九七八年，中國大陸開始漸採開放政策和世界各國加強通商，香港則成為大陸對外通商的重要門戶，西元八〇年代起鑒於海運業務蓬勃擴張，必須擬定相關的港埠遠程發展計畫方可應對來茲，爰在一九九〇年四月成立一個「港埠發展理事會」(Port Development Board)，作為香港政府的諮詢機構；未久，另有感於其受理諮詢範圍宜擴展至港埠以外的海域，同時加速促成香港成為一愈加重要的國際海運中心，爰於一九九八年六月一日改組為「港務暨海事理事會」(Port and Maritime Board)。

「港務暨海事理事會」係一「非官方」的諮詢機構，位階相當於我國的工業總會或工商協進會，猶如是一「智庫」之單位，在程序上則需透過港府的經貿處向香港特首表示意見。其具體的職掌如下：

- 1.評析香港港口發展和海運產業之需求，權衡港務設施和海運事業之發展策略、生產力、經營型態宜否從事汰換變革，俾香港之港

- 埠和全球主要大港暨國際海運中心相較，得保有優勢的競爭力；
- 2.調和政府及相關之民營海運業界，俾進一步規劃港埠之發展、提昇其擔綱國際海運中心之港埠效能；
 - 3.扮演各港埠或海運業界的諮商論壇，以期推動任何工程建設或改變費率、管理措施時得普獲支持；
 - 4.在港埠暨海運事業從事變革或推展新計畫前，糾合業界和民間之共識；
 - 5.在政府構建各種港埠設施和制定管理措施時，以專業之立場擬訂最適切之方案，供香港政府參酌採行；
 - 6.倘對於各種特定的方案確有需要時，得籌組委員會深入討論、處理；
 - 7.在香港政府的許可同意下，進行其它相關之特定任務。

港務暨海事理事會中除了主席之外，計有廿名理事，其中有四名是由港府官方的海事處、經貿處、環境暨陸地處以及研考規劃處等四個單位遴派主管或代表人員參加。

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. 投稿者應保證所投稿件無侵害他人著作權情事，如有違反，願就侵害他人著作權情事負損害賠償責任，並對中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）因此肇致之損害負賠償責任。
3. 稿件每篇以八頁（含圖）（4000～5000 字）以內為原則，稿酬從優；請附磁片或 E-mail，並請加註身分證字號及戶籍地址（含鄰、里）。
4. 本刊每年刊行三期，分別於二月、六月、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)2658-7133 錢爾潔
傳真號碼：(04)2656-4415
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
交通部運輸研究所港灣技術研究中心「港灣報導編輯委員會」收

港灣報導第六十七期

刊期頻率：季刊

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市 105 敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw

電 話：(02)23496789

總 編 輯：林大煜

編輯委員：邱永芳、李豐博、張金機、林昭坤、朱金元、何良勝、簡仲璟、
單誠基、錢爾潔

出版年月：每年二、六、十月

創刊年月：中華民國七十七年二月一日

定 價：70 元

展 售 處：交通部運輸研究所

GPN：2007700020

ISSN：1019-2603