

港灣季刊

(原港灣報導季刊)

第 98 期

交通部運輸研究所

中華民國 103 年 6 月

港 灣 季 刊 第 98 期

刊期頻率：季刊

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.ihmt.gov.tw

電 話：(04)26587176

總 編 輯：林志明

編輯委員：邱永芳、朱金元、林昭坤、謝明志、何良勝、簡仲璟
蘇青和、單誠基、馬維倫

出版年月：每年 2、6、10 月

創刊年月：中華民國 77 年 2 月 1 日

定 價：100 元

本次出刊：130 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所臺灣技術研究中心網站

印 刷 者：悅翔數位印刷有限公司

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：2007700020 ISSN：1019-2603

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

目 錄

一、臺灣環境資訊服務系統功能提升規劃與建置 1

林廷燦 台灣富士通(股)公司專案經理
劉清松 交通部運輸研究所臺灣技術研究中心副研究員

二、臺北港海岸地形變遷數值監測研究 12

蔡清標 國立中興大學土木工程學系特聘教授
陳盈圻 國立中興大學土木工程學系研究助理
柯鈞瀚 國立中興大學土木工程學系博士生
何良勝 交通部運輸研究所臺灣技術研究中心科長
黃茂信 交通部運輸研究所臺灣技術研究中心助理研究員

三、由公共政策觀點探討我國自由貿易港區之政策 ... 21

林玲煥 交通部運輸研究所臺灣技術研究中心助理研究員

四、新型棧橋式碼頭檢測安全評估方式 45

李賢華 國立中山大學海洋環境及工程學系教授
張嘉峰 台灣營建研究院 研究員兼組長
簡臣佑 台灣營建研究院 副研究員
柯正龍 交通部運輸研究所港研中心 研究員

五、臺灣港灣壓艙水污染管理法制化之研究 54

王毓正 國立成功大學法律學系副教授
劉大綱 國立成功大學海洋科技與事務研究所副教授教授
張富東 交通部運輸研究所港研中心研究員
黃茂信 交通部運輸研究所港研中心助理研究員

港灣環境資訊服務系統功能提升規劃與建置

交通部台灣省公路局專案經理

劉清松 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員

摘要

隨著經濟發展交通運輸需求日益繁忙，海上航行安全也日漸受到重視，因此，利用 ICT 技術將各港口之海氣象現場觀測與數值模式計算資料加以系統整合，並且透過網際網路即時提供港埠管理單位、國內外船舶業者及有關人員查詢、全國災害防救中心及中央主管機關防災整備應變。

102 年度計畫是以 98~101 年『港灣環境資訊服務系統整合及建置(1/4~4/4)』之計畫成果為基礎，進行「港灣環境資訊網」系統維護、功能提升規劃與建置等工作。102 年度工作中已陸續完成港灣環境資訊網頁、海氣象觀測資訊、海象模擬資訊、藍色公路、港區影像系統、港區地震系統、海嘯模擬資訊及大地腐蝕監測等系統維護，並且擴充英文版網頁開發、即時觀測資訊整合數值模擬資訊、動態自選點海象模擬資訊等新增功能，以及藍色公路、即時影像、地震訊息及海嘯訊息 Android App 開發，新增資料庫部分除應用 AIS 船舶資訊整合於藍色公路之外亦以完成與中央氣象局資料交換格式與機制之評估與試作。

一、前言

本研究主要是應用海氣象觀測資料庫、地震監控資料庫、AIS 資料庫、大地腐蝕監測資料庫及即時影像完成「港灣環境資訊網」之系統維護、功能提升規畫與建置等工作。「港灣環境資訊網」主要的應用功能系統計有海象觀測資訊、海象模擬資訊、港區影像系統、港區地震系統及海嘯模擬資訊等。應用系統透過網頁整合 Google Map 提供查詢、展示相關之海氣象資訊，包含現場觀測之港區附近海域海象觀測資訊、數值模擬資料、港區影像、地震資訊及海嘯模擬資料庫等；提供臺灣環島海域不同尺度之數值計算結果，包括影像資料、資料數據表、資料歷線圖、平面等值動畫圖、平面向量動畫圖及各類統計表、統計圖等功能。

二、港灣環境資訊系統架構與功能

「港灣環境資訊網」系統架構主要是以港灣技術研究中心各項系統資料庫、文字及影像等所回傳接收彙整儲存之資料庫，利用網頁資訊結合 Google Map 之技術，整合空間與屬性資訊提供分析、展示、儲存、管理及

之應用支援系統，以進行多元化的資料展示，亦可以充分提供管理單位多方面的資訊，以作為港區防救災政策研擬之參考依據，並提供管理者綜觀的港埠發展管理規劃參考；港灣環境資訊系統採用多階層式功能模組架構，以提昇系統效率及穩定性。

2.1 系統架構

「港灣環境資訊網」系統架構，可區分現場觀測儀器、海情中心應用系統主機群及使用者三大部分。現場觀測儀器主要負責觀測各種海氣象觀測資料，如風、潮汐、波浪、海流及溫度等即時觀測資料、地震監控、大地腐蝕、CCTV 港區即時影像及旁收各港務局 AIS 信號等，目前港灣環境資訊系統與海氣象觀測資料之即時觀測資料、地震監控、大地腐蝕及 AIS 資料庫是透過 Intranet 內部網路以 SQL DB replication 方式進行相關系統資料同步與接收；港灣環境資訊系統的資料接收模組於接收到資料後會進行資料品管加值處理後儲存於海氣象資料庫中，並且將即時觀測資訊提供近岸數值模擬系統模式演算應用，以獲得 72 小時海氣象數值模擬預報資訊。於即時影像部分則透過 GSN/VPN 進行各即時影像系統連接以提供港區域即時影像。以上之系統架構如下圖 1「港灣環境資訊網」系統架構所示：

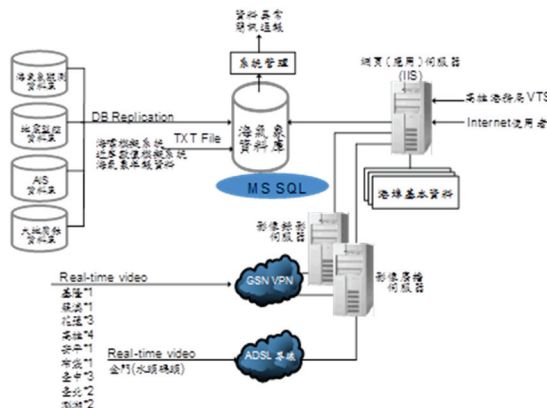


圖 1「港灣環境資訊網」系統架構

港灣環境資訊系統網頁功能採用三層式架構建置，分別由 IIS Server(使用者端的 Portal、網頁功能及管理模組)及資料收集端等功能模組共同建構『港灣環境資訊網』如下圖 2 港灣環境資訊網功能方塊圖所示：

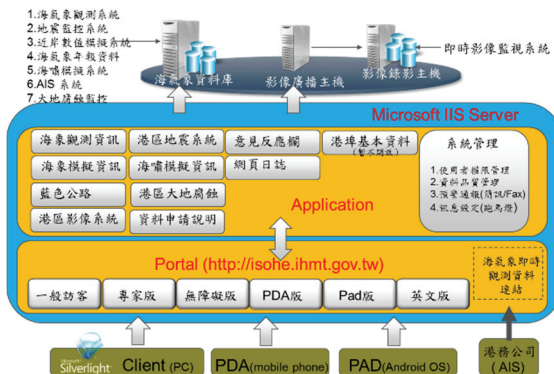


圖 2 港灣環境資訊網功能方塊圖

『港灣環境資訊網』依使用者區分為一般訪客版、專家版、PDA 版、無障礙空間網頁版及 Pad 版(Android OS)及英文版六大類，如下圖 3 港灣環境資訊網頁系統架構圖所示：



圖 3 港灣環境資訊網頁系統架構圖(依使用者區分)

2.2 海象觀測資訊

102 年度除持續海氣象觀測子系統之海情資料庫更新(含歷史資料匯入)維護及資料品管作業功能提升，海氣象觀測資料包括風力、潮汐、波浪、海流以及水溫等及各類觀測資料之統計表、統計圖(如方塊圖、玫瑰圖)等。

海氣象觀測系統之海情資料庫依維護計畫進行資料庫備份維護，備份維護共分為日、週和月備份維護計畫，目前備份狀況一切正常，詳細備份計畫狀態如下表 1 海氣象資料庫備份計畫表所示：

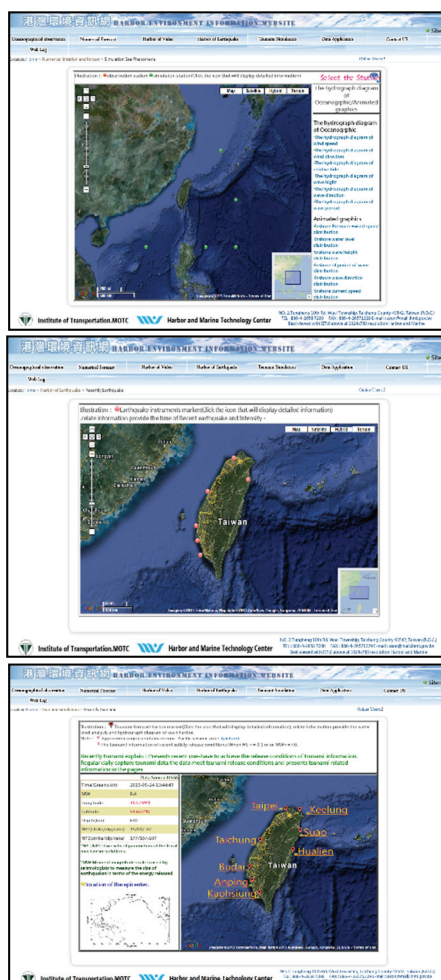
表 1 海氣象資料庫備份計畫表

備份	備份時間	保存份數	存放路徑	備註
日	每天 00:00	7	E:\DB_backup\day	7 日的資料
週	每週星期日 00:00	4	E:\DB_backup\week	4 週的資料
月	每月第 1 日 04:00	3	E:\DB_backup\month	3 個月的資料

持續彙入海氣象觀測年報資料，歷史年報資料提供統計圖表查詢所使用的數據，且於網頁中繪製成直方圖、玫瑰圖以及相對的統計數據表格，讓使用者查詢觀看。共區分為年度、港口以及海氣象項目，詳細海氣象觀測年報資料筆數統計如下表 3-6 海氣象觀測年報資料筆數統計表所示，目前港灣環境資訊網已匯入 2011 年 11 月的歷

史年報資料至海情正式資料庫，此部分的作業逐年持續配合港灣技術研究中心之資料提供進行匯入。

102 年除上述系統維護之外並且增加英文版功能網頁開發，英文版功能網頁工作項目共完成海象模擬資訊、港區影像系統、港區地震系統、海嘯模擬資訊、資料申請說明、意見反應欄及網頁日誌等項目子系統英文版開發，如下圖 4『港灣環境資訊網』英文版網頁所示。



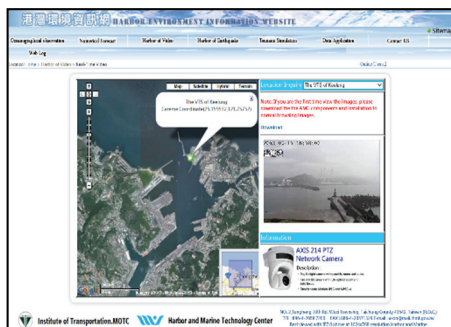


圖 4『港灣環境資訊網』英文版網頁

港灣技術研究中心已完成建置臺灣環島海象預報系統-TaiCOMS (Taiwan Coastal Operational Modeling System)之相關海象模擬作業，提供臺灣主要港區每日風場、波浪、水位及海流資訊，為了提昇資料多元化呈現，今年度整合海氣象即時觀測與數值模擬預報資料，於各港區之海氣象即時觀測無資料的情形下，主動提供海氣象模擬資訊適當網格點資料，以填補欠缺即時觀測資料之應變作業，提供各港務公司港口船舶交通航運安全及各相關單位參考查詢；即時觀測資訊整合海象模擬資訊之目的主要是當海氣象即時觀測無資料(儀器或線路傳輸等故障問題)，其回補作業說明如表 2 整合海氣象即時觀測與數值模擬預報資料回補作業說明，提供海氣象模擬資訊回補時間檢測點作業如圖 5 提供資訊回補時間檢測點作業 (以 09:00 資料為例)所示。

表 2 整合海氣象即時觀測與數值模擬預報資料回補作業說明

海氣象項目	數值模擬資訊回補項目	港口
風力	中尺度資訊提供回補	基隆、蘇澳、花蓮、高雄、臺中、臺北、金門、澎湖、安平及布袋
潮汐	中尺度資訊提供回補	基隆、蘇澳、花蓮、高雄、臺中、臺北、金門、澎湖、安平及布袋
波浪	港區(中尺度)資訊提供回補	基隆、蘇澳、花蓮、高雄、臺中、臺北、澎湖、安平
	港區(小尺度)資訊提供回補	金門、布袋
海流	港區(小尺度)資訊提供回補	基隆、臺北



圖 5 提供資訊回補時間檢測點作業 (以 09:00 資料為例)

為了讓使用者清楚得知資訊，網頁說明以「實測資料」和「模擬資料」配合顏色分別呈現說明。試做即時資料和模擬資料都沒有的情況下，則以「資料傳送處理」、「儀器維護保養」、「暫停觀測作業」之訊息顯示，如下圖 6 即時觀測資訊與海象模擬資訊整合所示。

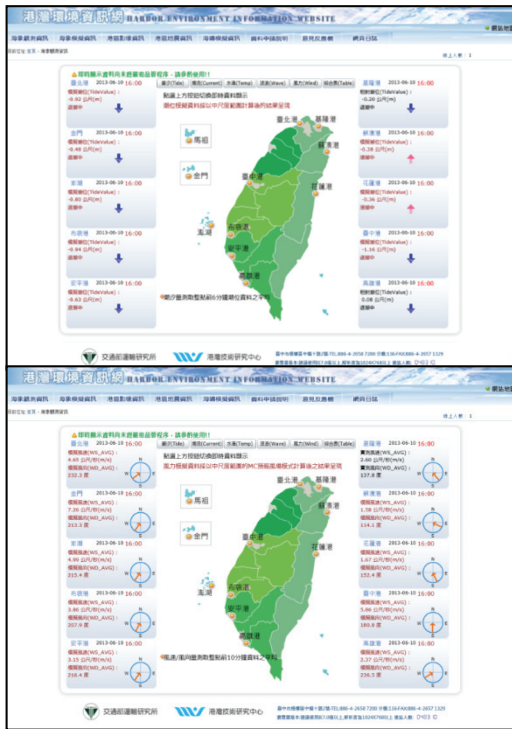


圖 6 即時觀測資訊與海象模擬資訊整合

2.3 海象模擬資訊

配合港研中心數值模擬模式精進與計算時間、資料更新頻率提昇擴充新增風場模式_WRF，資料發佈時間為每日 14 時開始，且於每 6 小時提供 48 小時的預報風場資訊，包含文字檔如下 WRF 模式數值模擬-文字檔、圖形資訊，每日提供四次的模擬數值資料更新，其數值模擬整體作業採自動化作業方式每 3 小時自動執行一次，擷取時間會往後推 30 分鐘，每隔 10 分鐘會定時將相關資料檔同步至海情資料庫，接著再透過模擬資料品管及匯入程式更新匯入至海情資料庫。風場模式_WRF 網頁展示的部分如下圖 7 WRF 模式-風場圖型動畫(西太平洋、臺灣近海)所示。

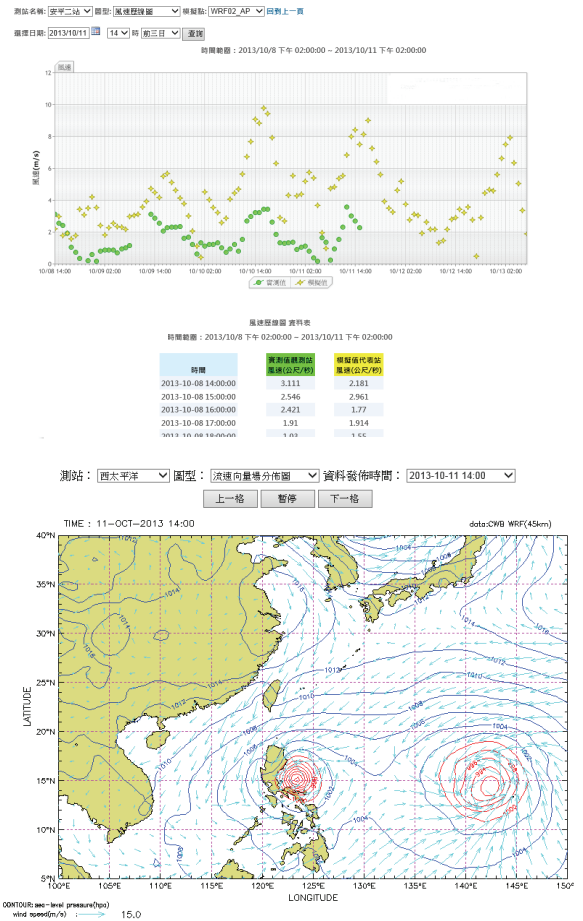


圖 7 WRF 模式-風場圖型動畫(西太平洋、臺灣近海)

即時掌握住海上航路及提前得知港口附近海域海象變化，對於海域遊憩以及船舶運輸航行等非常重要，為了能獲得完整之港灣全面多點式水理即時預報結果，彌補僅提供少數測點資訊的不足，並與各港之船舶交通管理系統進行連結，強化該系統功能，提升港埠營運效能及保障海上作業之安全。透過整個臺灣海域的中尺度模擬的範圍進行動態自選點選點(網格)模擬資訊功能，針對台灣本島外圍並涵蓋港區海域範圍以及離島金門、澎湖、馬祖等範圍，提供中尺度數值模擬資訊-風速、風向以及波高、波向資料，

讓使用者點選查詢。動態自選點選點(網格)模擬資訊功能，依劃分區域性採取點選載入資料作展現，網頁展示的部分如下圖 8 模擬海象區域動態資訊-連結開啟網頁(所有海氣象資訊)所示。

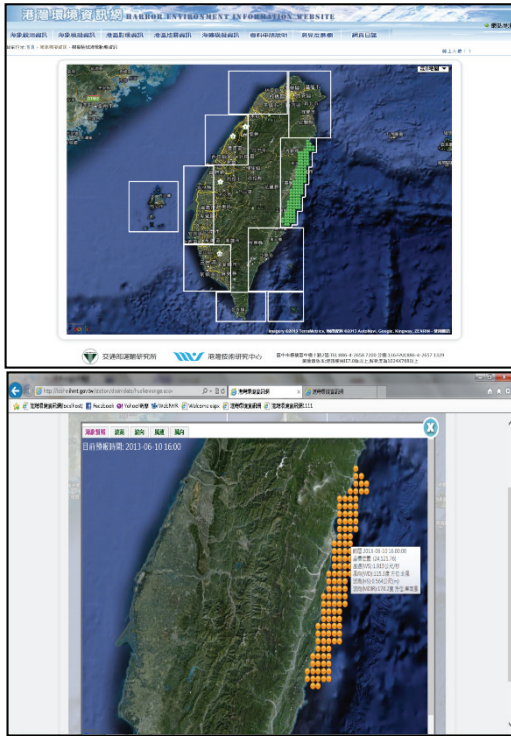


圖 8 模擬海象區域動態資訊-連結開啟網頁(所有海氣象資訊)

2.4 藍色公路

102 年藍色公路共計完成基隆-東引-北竿、基隆-平潭、台中-馬公、台中-平潭、布袋-馬公、高雄-馬公、東港-小琉球、墾丁-蘭嶼、台東-蘭嶼、台中-綠島-蘭嶼及蘇澳-花蓮等 11 條航線。配合 AIS 資料納入港灣環境資料庫中之可行性評估及資料傳輸控制相關作業介面系統規劃，整合船舶動態辨識系統資訊納入藍色公路中，提供

航路之數值模擬資訊以及船舶動態資訊展示資訊。並且提供航路之數值模擬資訊以及船舶動態資訊，並且以固定船班之船舶目前位置配合著 AIS 資料更新頻率，其經緯度座標正負 0.25 度的範圍內，呈現該區域內其他船舶標示，網頁展示的部分如下圖 9 藍色公路整合船舶動態資訊所示。

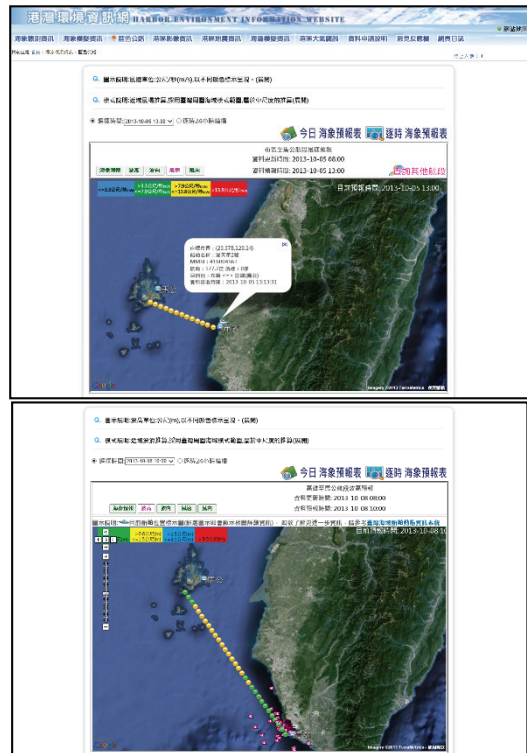


圖 9 藍色公路整合船舶動態資訊

2.5 港區影像資訊

現有港區即時影像如下表 3 攝影機相關傳輸狀況說明表所示，監視及傳輸架構說明如下圖 10 即時影像監視及傳輸架構所示，102 年持續進行系統維護與新增設攝影機之介接與展示。

表 3 攝影機相關傳輸狀況說明表

港區位置	型號	攝影機位置	傳輸張數	錄影儲存天數
台中港	AXIS214	遠東倉儲	4fbps	30 天
	AXIS214	高美燈塔	3fps	30 天
	AXISP5522	遠東倉儲	1fps	7 天
高雄港	AXIS214	第一信號臺	6fbps	30 天
	AXIS214	第二信號臺	6fbps	30 天
	AXISP5522	第二信號臺迴船池	4fbps	30 天
	BE3215P	第二信號臺迴船池	2fbps	14 天
花蓮港	AXIS214	西防波堤	4fbps	30 天
	AXIS214	西防波堤燈塔	4fbps	30 天
	AXIS214	亞洲水泥	4fbps	30 天
基隆港	AXIS214	信號臺	6fbps	30 天
蘇澳港	AXIS214	信號臺	1fbps	30 天
澎湖	AXIS233	馬公港港務大樓	2fbps	30 天
	AXIS233	龍門尖山	1fbps	7 天
安平港	AXIS233	信號臺	2fbps	30 天
布袋港	AXIS233	旅客中心	1fbps	7 天
臺北港	AV8185	港務大樓	1fbps	14 天
	AXISQ6034	港務大樓	1fbps	7 天
	AXIS233D	外海觀測樁	1fbps	14 天
金門	AXIS233D	水頭商港	1fbps	7 天
馬祖	AXISQ6032	福沃港	1fbps	7 天

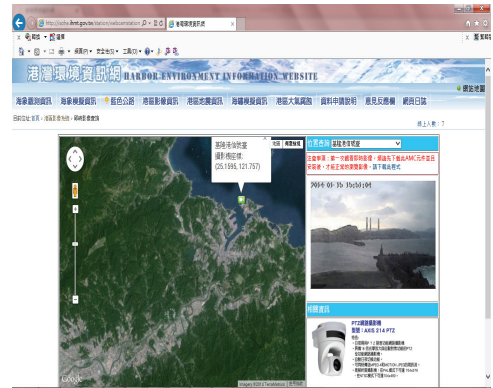
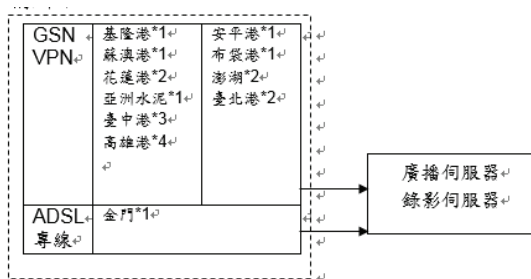


圖 10 即時影像監視及傳輸架構

2.6 港區地震資訊

港灣環境資訊系統與港區地震資料庫介接收即時或者歷史地震資料之相關資訊(圖片、詳細資料)，儲存於地震伺服器中的資料庫，透過地震資料同步匯入程式，將即時/歷史地震資料之相關資訊，以自動/手動的方式已匯入至海情中心的正式資料庫，並且於港灣環境資訊網中繪製展示地震 x,y,z 軸的地表資訊圖表。當地震發生時於港灣環資訊網首頁中以跑馬燈的即時性訊息告知使用者，以及首頁台灣地圖中發生地震的港區位置旁會標示警示燈，點選警示燈即可進入「近期地震查詢」瀏覽相關詳細資訊，其包含有地震時間、地震震度以及 x,y,z 地表地震軸圖片，網頁展示的部分如下圖 11 港灣地震資訊所示。

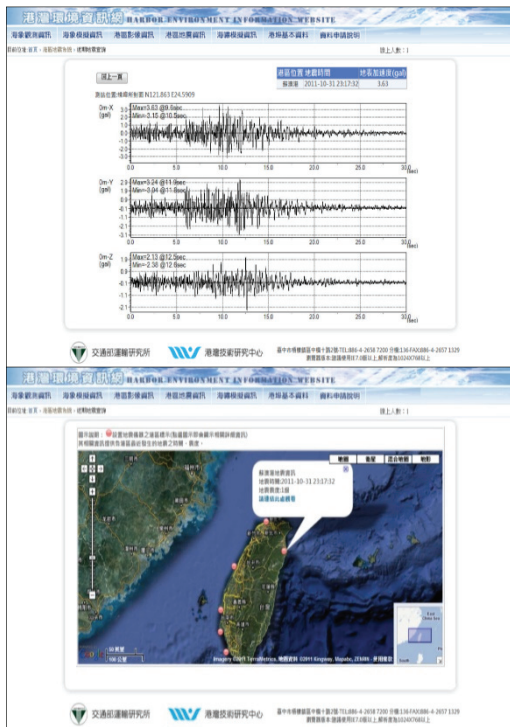


圖 11 港灣地震資訊

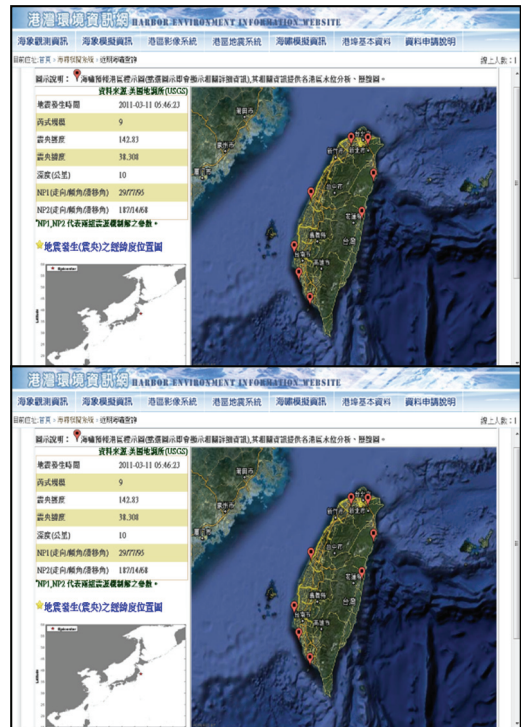


圖 12 海嘯模擬查詢

2.7 海嘯模擬資訊

海嘯模擬提供近期海嘯、歷史海嘯和海嘯模擬簡介與預警通報訊息給使用者瀏覽查詢。於 GoogleMap 標示台灣港區位置(基隆、臺北、臺中、安平、布袋、高雄、蘇澳以及花蓮)。其包含了地震的相關詳給資訊、震央位置圖以及到達臺灣各港區的相關預警訊息資料。目海嘯訊息發佈條件當波高 ≥ 0.1 公尺或地震矩規模 ≥ 7.0 。網頁展示的部分如下圖 105 海嘯模擬查詢所示。

2.8 港區大地腐蝕

港灣技術研究中心之『大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究』主要工作項目建置『大氣腐蝕因子環境分類資訊系統』及為『大氣環境腐蝕因子調查與腐蝕環境分類資料庫』的建立，在此資料庫系統中將計畫之成果及以往相關文獻資料，包括環境影響因子與現地暴露金屬腐蝕試驗分析等數據，港灣環境資訊網納入其專家數據庫資料，並選定離港區 0m、100m、300m 試驗點之腐蝕監測項目包括氣象資料相對溼度、氯鹽(Cl-)與二氧化硫(SO₂)沉積量之調查，以及現地暴露試驗，針對碳鋼、鋅、鋁、銅四種金屬試驗資料。以 GoogleMap 展示各港區的試驗測點，並提供試驗測點之基本資料(座標位置、

高程以及離海岸線距離)和包含歷年來所蒐集到的相對溼度、氯、鋁、銅、鐵以及鋅之實驗數據如下圖 13 港區大地腐蝕所示。

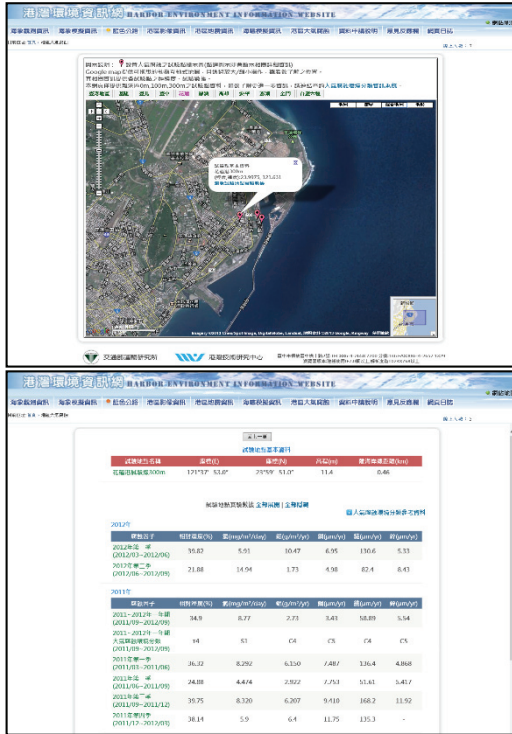


圖 13 港區大地腐蝕

三、App 版本開發

隨著智慧型行動裝置的日益普及，行動平台上的軟體(APP 電腦應用程式 Application 的簡稱)，也漸漸成為軟體開發應用平台不可忽視的一個新興領域。在眾多行動裝置中以 iOS 及 Android 為兩大主流平台，102 年度開發建置以 iPad 介面為主的 App 應用程式資訊功能如下圖 14 港灣環境資訊網 iOS App 版所示、圖 15 港灣環境資訊網 Android App 版系統功能架構所示，並試著採用人性化使用者介面(UI)之設計，提供簡潔易用的查詢畫面，給使

用者輕鬆瀏覽海氣象相關資訊，並且陸續擴展港灣環境資訊網 App 模組，提供給使用者一個方便的 App 應用程式。



圖 14 港灣環境資訊網 iOS App 版系統功能架構

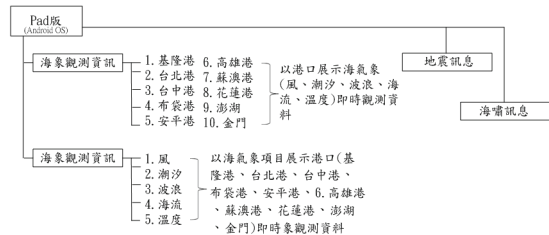


圖 15 港灣環境資訊網 Android App 版系統功能架構

四、與中央氣象局資料交換機制評估與試作

為發揮「資源共享、互惠合作」原則，港研中心已於 2012 年 8 月 28 日與交通部中央氣象局簽訂港灣環境資訊服務系統合作備忘錄，簽署合作單位可透過港灣環境資訊網所提供之網際網路要求海氣象即時觀測資料服務。目前中央氣象局所提供相關的海氣象觀測資料，評估過後資料內容有浮標(風力、波浪)觀測資料、浮標(海流)觀測資料及潮位站觀測資料所示，其資料符合目前匯入資料檔格式。現階段資料介接經由 FTP 方式，定時擷取中央氣象局提供的海氣象觀測資料，並且透過海情中心伺服器採以自動化作

業資料介接同步、資料匯入程式將資料儲放於海情資料庫中，並且完成試做綜合表如下圖 16 中央氣象局觀測資料綜合表所示，提供包含測站、觀測時間、風速、風向、水溫、波高、週期、波向、流速、流向、水位等資訊，同樣的也提供測站座標點位置以及歷線圖給使用者瀏覽查詢。

The screenshot displays the 'Marine Environment Information System' (海情環境資訊系統) website. It features a header with navigation links and a main content area containing a large table of marine observation data. The table includes columns for station names, coordinates, and various meteorological and oceanographic parameters. Below the table, there are links for data download and other related services.

圖 16 中央氣象局觀測資料綜合表

為發揮「資源共享、互惠合作」原則，港研中心已於 2012 年 8 月 28 日與交通部中央氣象局簽訂港灣環境資訊服務系統合作備忘錄，簽署合作單位可透過港灣環境資訊網所提供之網際網路要求海氣象即時觀測資料服務。目前中央氣象局所提供相關的海氣象觀測資料，評估過後資料內容有浮標(風力、波浪)觀測資料、浮標(海流)觀測資料及潮位站觀測資料所示，其資

料符合目前匯入資料檔格式。現階段資料介接經由 FTP 方式，定時擷取中央氣象局提供的海氣象觀測資料，並且透過海情中心伺服器採以自動化作業資料介接同步、資料匯入程式將資料儲放於海情資料庫中，並且完成試做綜合表如下圖 16 中央氣象局觀測資料綜合表所示，提供包含測站、觀測時間、風速、風向、水溫、波高、週期、波向、流速、流向、水位等資訊，同樣的也提供測站座標點位置以及歷線圖給使用者瀏覽查詢。

五、海氣象觀測資料之應用

港灣技術研究中心的海氣象資料觀測與收集，經品管與數值模擬計算等，已可進一步提供港灣水理實際案例應用，配合高雄港務局之 VTS 海氣象即時資訊廣播之需求進行資料提供之介面應用設計與開發；已完成可由高雄港務分公司自動透過網頁系統讀取港灣技術研究中心所提供之海氣象資料觀測；以 GUI 畫面標示流速、流向資料，提供進港船舶判別擺放船梯左、右錨參考之依據如下圖 26 所示)，提高港區引水人上下船之安全。

102 年藍色公路之資訊提供以海氣象模擬資訊為主，配合 AIS 資料納入港灣環境資料庫中之可行性評估及資料傳輸控制相關作業介面系統規劃，整合船舶動態辨識系統資訊納入藍色公路中，提供航路之數值模擬資訊以及船舶動態資訊展示資訊，以達到資訊應用與創新、分享之目的。

六、結論

港灣環境資訊網歷經多年的功能新增與擴充，目前可利用電腦自動化的系統運作方式進行大量且有系統的資料擷取、傳遞、品管、儲存及展示等功能工作，以達到海氣象相關不同系統、資料之間的整合、分享與應用。102 年度研究工作主要為延續擴展並提升『港灣環境資訊網』系統功能與應用，主要工作成效具體說明如下：

(1) 港灣環境資訊網應用系統、資料庫維護

以定時同步方式持續彙整現場觀測之港區附近海域海象觀測資訊及近岸數值模擬資料等至海氣象資料庫，包括風、潮、波浪、潮流及溫度等資料，經過品管系統判別後存入資料庫，以提供海氣象資料展示與應用與分享。

102 年度新增納入船舶自動辨識系統(AIS)、大氣腐蝕監測資料庫，以提供即時船舶整合海氣象資訊應用於藍色公路及相關港埠腐蝕監測資訊之提供。

(2) 港灣環境資訊網頁更新、功能展示與維護

港灣環境資訊網頁利用 Google Map 圖形化的查詢與資料應用模組，

架構成一 GUI 圖形化查詢系統介面，以多樣化圖表方式呈現資料應用功能，充分發揮海氣象資料收集、品管、應用及分享之效益。目前港灣環境資訊網主要功能計有海象觀測資訊、海象模擬資訊、港區影像系統、港區地震系統、海嘯模擬資訊等，

102 年度新增納入藍色公路(船舶資訊整合海氣象模擬資訊)、港區大地腐蝕等功能之新增及調整。以提供網際網路不同平台使用者選擇一般訪客版、專家版、PDA 版、Pad 版、無障礙及英文版進行網頁瀏覽。

(3) 海氣象資訊的分享與應用

港灣環境資訊網已建構完成海象觀測資訊、海象模擬資訊、港區影像系統、港區地震系統、海嘯模擬資訊、船舶自動辨識系統(AIS)及大氣腐蝕監測資料庫等，提供即時資訊(資料)、統計圖表及預警告知等功能。於使用應用上已完成與各港務公司海氣象資料提供之合作備忘錄簽訂；102 年度亦已完成與中央氣象局海氣象資料交換分享之格式等評估。於資訊應用上更進一步已完成 Android App 開發。透過使用者會議互動等推廣活動，以使用者角度出發於港灣環境資訊網應用推廣上仍有很大的推展空間。

臺北港海岸地形變遷數值監測研究

蔡清標 國立中興大學土木工程學系特聘教授

陳盈圻 國立中興大學土木工程學系研究助理

柯鈞瀚 國立中興大學土木工程學系博士生

何良勝 交通部運輸研究所港灣技術研究中心科長

黃茂信 交通部運輸研究所港灣技術研究中心助理研究員

摘要

根據長期監測之分析結果得知，臺北港海岸地形因防波堤之漂砂阻擋效應，於淡水河口以南至外廓防波堤區之地形明顯呈現淤積現象，而南防波堤南側區之灘線則呈侵蝕狀態。本研究主要分析臺北港近年海岸地形變遷特性，建立淡水河口以南至北防波堤間北淤砂區之海岸地形短期變遷數值監測模式，及南堤南側區之海岸灘線長期變遷數值模式。依現地資料與數值模擬結果顯示，北防淤砂區受到颱風波浪作用下，於 2011 年以水深-4 米內之地形變遷較為劇烈，其中以靠近河口、水深-1 米至-4 米呈淤積趨勢，而近防波堤及 0 米線處，則局部呈現侵蝕現象。而於南防波堤南側區預測至 2015 年之海岸灘線變遷結果顯示，靠近南防波堤約 250 米範圍之灘線將有明顯前進現象，但其餘海岸至林口電廠之灘線大致則呈現後退之趨勢。

一、前言

臺北港位於淡水河口南岸之砂質

海岸地區，其外廓防波堤之興建，改變原來的波流場特性，影響海岸漂砂而造成近岸地形變遷；加上淡水河河川輸砂之作用及長短期的季節性海象變化，更添增此海岸地形變遷之複雜性。

臺灣港務公司基隆分公司為配合臺北港工程，持續辦理海岸漂砂調查及海氣象與地形變遷監測作業，俾提供建港持續工程及環境影響評估之運用。本研究主要利用臺北港現地觀測水深地形及海氣象資料，並應用數值模擬方法，建立臺北港海岸地形變遷數值監測模式，模擬臺北港港附近之地形變化，評估臺北港鄰近海岸地形的短期及長期變遷趨勢，以提供建港單位即時性的建議及相關防治對策研擬的參考。

二、研究方法

本研究主要重點為(1)淡水河口以南至北防波堤之北淤砂區受颱風波浪短期作用下之地形侵淤特性探討，及(2)南防波堤下游側之長期海岸灘線變遷之預測。

2.1 海岸地形短期變遷模式

本研究以 Copeland (1985) 及 Watanabe and Maruyama (1986) 所提出的時間相關緩坡方程式(time-dependent mild-slope equation)為基礎，以反應防波堤結構物可能產生之波浪反射及繞射等變形問題，控制方程式為：

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + c^2 \frac{\partial \zeta}{\partial x} + FQ_x = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + c^2 \frac{\partial \zeta}{\partial y} + FQ_y = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{1}{n} \left(\frac{\partial nQ_x}{\partial x} + \frac{\partial nQ_y}{\partial y} \right) = 0 \quad (3)$$

式中 Q_x 、 Q_y 分別為 x 及 y 方向的流率， ζ 為水面高程， c 為波速， $n=c_g/c$ ， c_g 為群波速度，而 F 為波浪能量修正因子，模式中引入 Tsai et al.(2001)提出之非線性淺化修正因子，並採用 Goda (1975)之碎波指標，以改善碎波點附近的波高預測，提高波場計算模式之精度。本研究波場計算係利用蛙跳法(leap frog method)，配合適當之邊界條件以有限差分法解析之。

近岸流場之計算則以 Longuet-Higgins and Steward (1964)所提之波浪輻射應力(radiation stress)為基礎之動量守恆方程式，並考慮海底摩擦力及側向混合力加以解析。控制方程式如下：

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + F_x - M_x + R_x + g \frac{\partial \bar{\zeta}}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + F_y - M_y + R_y + g \frac{\partial \bar{\zeta}}{\partial y} = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial \bar{\zeta}}{\partial t} + \frac{\partial(h+\bar{\zeta})U}{\partial x} + \frac{\partial(h+\bar{\zeta})V}{\partial y} = 0 \quad (6)$$

其中 U 、 V 分別為 x 、 y 方向之平均流速， $\bar{\zeta}$ 為水位變動量， h 為靜水深， g 為重力加速度。 F_x 與 F_y 為海底摩擦項， M_x 與 M_y 為側向混合項， R_x 與 R_y 為輻射應力項。

海岸地形的變遷主要係由於波浪變形及碎波衍生近岸流系統等聯合效應所造成，漂砂模式係將近岸波流場所導致之向離岸及沿岸輸砂量，配合輸砂連續方程式計算地形變遷。本研究之輸砂模式依據 Bailard (1981)理論計算。控制方程式如下：

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{1-\lambda} \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + q_o \right) \quad (7)$$

等號左邊為水深之時間變化， q_x 及 q_y 分別為 x 及 y 方向單位寬度的輸砂量(即向離岸輸砂及沿岸輸砂)， q_o 為 source 或 sink， λ 為砂質孔隙率。

2.2 海岸灘線長期變遷數值監測模式

海岸灘線變遷主要係由於波浪的折射、淺化、繞射、反射及碎波衍生之近岸流系統等聯合效應所造成，本研究灘線長期變遷之計算模式，係以單線模式及輸砂連續方程式建立之。

沿岸輸砂量之計算係採用 Ozasa and Brampton (1980)所提出之結構物存在時沿岸輸砂量的修正公式，引入碎波波高之沿岸梯度變化用以修正無結構物存在時之沿岸輸砂量，為：

$$Q = H_b^2 C_{gb} \left[a_1 \sin 2\theta_{bs} - a_2 \cos \theta_{bs} \left(\frac{\partial H}{\partial y} \right) \right]_b \quad (8)$$

式中 H_b 為碎波波高， C_{gb} 為碎波狀態下以線性波浪理論求得的群波速度， θ_{bs} 為碎波時之波峰線與當地海岸線之間的夾角， a_1 及 a_2 為無因次的參數，分別表示為：

$$a_1 = \frac{K_1}{16 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) (1 - \lambda) (1.416)^{5/2}} \quad (9)$$

$$a_2 = \frac{K_2}{8 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) (1 - \lambda) \tan \beta (1.416)^{5/2}} \quad (10)$$

其中 ρ_s 為砂粒的密度， ρ 為海水密度， λ 為底床砂質孔隙率， $\tan \beta$ 為沿岸輸砂作用下之海灘平均底床坡度。 K_1 及 K_2 是與當地波浪及輸砂相關之校正或經驗係數，常被稱為傳輸係數 (transport parameters)； K_1 所代表模擬灘線變遷之時間縮尺及沿岸漂砂率的多寡， K_2 則是計算結構物鄰近海域灘線之變遷。傳輸係數 K 值的大小是由實測灘線率定而得。

對於長時期、大範圍海岸地形變遷之預測，一般可採用單線模式 (one-line model) 藉由離岸等深線之進退來探討海岸的侵淤情形；本研究採用 Pelnard-Considere (1956) 所提出之單線模式為基礎，探討臺北港南側海岸灘線之長期變遷趨勢。

灘線長期變遷之控制方程式是以質量守恆定律為基礎，且因大部份之沿岸漂砂運動，大多發生於碎波帶內，沿岸漂砂臨界水深一般可由深海波浪

條件配合 Hellermeier (1983) 之經驗公式來推估求得：

$$D_s = \left[2.3 - 10.9 \left(\frac{H_0}{L_0} \right) \right] H_0 \quad (11)$$

式中 D_s 為無明顯漂砂運動之臨界水深，上式中 H_0 為深海波高， L_0 為深海波長。

而在 Δt 的時間間隔內，於控制區間的漂砂體積變化為 $\Delta V = D_s \Delta x \Delta y$ ，亦

即漂砂在此區間進出的變量， Δx 表示灘線位置水平移動的距離， Δy 代表兩相鄰海岸剖面的間隔。若沿岸漂砂量的變化為 ΔQ ，則在此區間兩側邊之沿岸方向體積淨變化量為 $\Delta Q \Delta t = (\partial Q / \partial y) \Delta y \Delta t$ 。假設在離岸方向 q_s 與向岸方向 q_o 的漂砂量之和為 $q (= q_s + q_o)$ ，則由向離岸砂源所產生之體積淨變化量為 $q \Delta y \Delta t$ 。而河川對海岸的供砂量，可以考慮於 q_o 中。

由漂砂量之守恆可得控制體之體積變化量 $\Delta V = D_s \Delta x \Delta y = \left(\left(\frac{\partial Q}{\partial y} \right) + q \right) \Delta y \Delta t$ 。若 $\Delta t \rightarrow 0$ ，則灘線長期變遷的控制方程式為：

$$\left(\frac{\partial x}{\partial t} \right) + \left(\frac{1}{D_s} \right) \left(\frac{\partial Q}{\partial y} - q \right) = 0 \quad (12)$$

本研究並進行有限差分疊代，而差分過程中須滿足 Courant number，以達到數值計算穩定條件。

三、模擬結果與分析

3.1 短期地形變遷之模擬

本研究首要針對臺北港北防淤砂區於2011年06月至2011年10月之現地水深地形資料進行分析，而後以數值模式配合該期間之海氣地象條件模擬之並比較其差異特性，而本研究展現之波流場圖與地形侵淤圖，其座標均以全球座標系統表示，橫坐標為N，縱坐標為E。圖1所示為此段期間內實測地形之侵淤變化，期間臺北港海域受到米雷颱風、梅花颱風及南瑪都颱風三個颱風之影響，其波向分別為NNW、NNE、NNE。由侵淤變化顯示，淡水河口至臺北港北側間之海域受三個颱風作用後，於水深-4米以內，其地形變化較為劇烈。以淡水河口南側而言，於水深-1米至-4米間呈現淤積現象，而近防波堤及0米線處，則為侵蝕現象；而於淡水河口北側，淡水漁人碼頭附近海岸則發生較大範圍侵蝕與淤積互現現象。

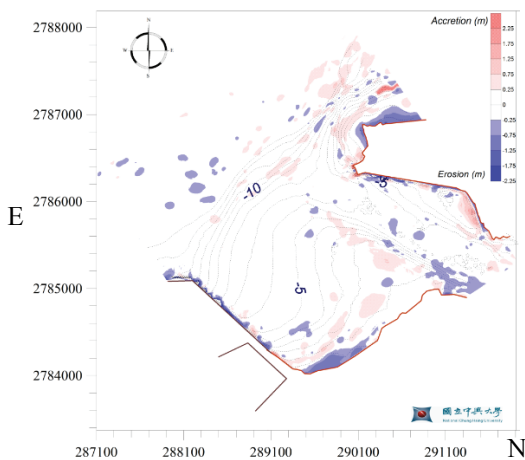


圖1 臺北港北淤砂區現地地形侵淤變化圖
【2011年6月~2011年10月】

數值模擬方面，模擬條件彙整於

表1，每一颱風波浪作用之模擬時間為12小時，波流場與侵淤之模擬成果則表如圖2~圖4，其中波流場圖中之箭頭分別代表該點位置波場與流場方向示意圖。圖2為以2011年6月臺北港水深地形資料為基礎，模擬米雷颱風作用之波、流場結果以及侵淤變化圖。由波場計算結果顯示波浪由波向NNW入射作用，受到地形影響於水深-3米~-4米處發生碎波，由於波高梯度造成輻射應力之影響，於淡水河口南側水深-2米~-3米處及出海口北側因波浪輻射應力之影響造成多處環流流場，致使這兩處附近侵淤現象較為明顯。

接續再以米雷颱風作用後之地形計算梅花颱風波浪作用之波流場與地形變化，結果如圖3所示，由於波向為NNE，波浪直接作用於淡水河北側之岬頭，造成此處流場變化較為劇烈，其侵淤特性亦較明顯，而波浪受到岬頭影響，淡水河道北岸為遮蔽區，淤積現象較侵蝕顯著。於淡水河口南側水深-1米~-4米處，因受到輻射應力產生之環流影響，呈現較大範圍之淤積現象，而越接近北防波堤處，則發生侵蝕現象。

再以梅花颱風波浪作用後之地形模擬南瑪都颱風波浪之作用，模擬結果如圖4所示。圖4(c)即為北淤砂區受3個颱風作用後之地形變遷模擬結果，與圖1現地地形變遷之侵淤變化有相似的趨勢，即水深-4米以內之地形變化均較為顯著；於淡水河口南側，靠近河道區域水深-1米~-4米間呈現淤積，

而靠近防波堤處則有侵蝕現象。於淡水河口北側，計算結果與現地沿岸地形均有侵淤互現之特性。

表 1 臺北港颱風期間波浪與潮位計算條件
(2011.06 ~ 2011.10)

颱風名稱	波高 H (m)	週期 T (s)	波向	暴潮水位(m)
米雷 (06/23~06/25)	2.27	6.89	NNW	+0.85
梅花 (08/04~08/06)	1.62	8.61	NNE	+1.34
南瑪都 (08/27~08/31)	1.12	7.06	NNE	+1.41

資料來源：「2011 年港灣海氣地象觀測資料年報(臺北港)」

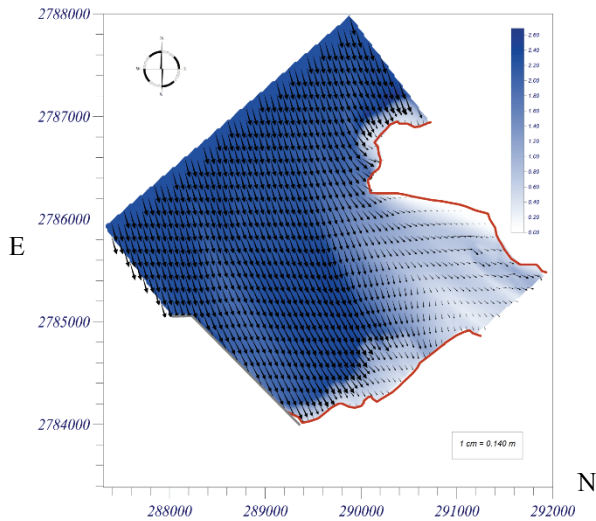


圖 2(a) 臺北港受米雷颱風波浪之波場計算結果

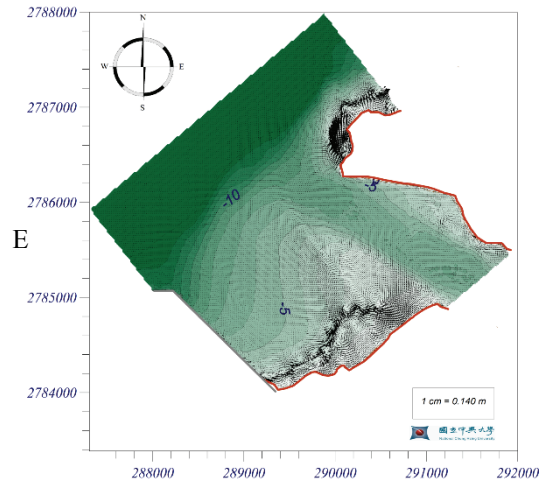


圖 2(b) 臺北港受米雷颱風波浪之流場計算結果

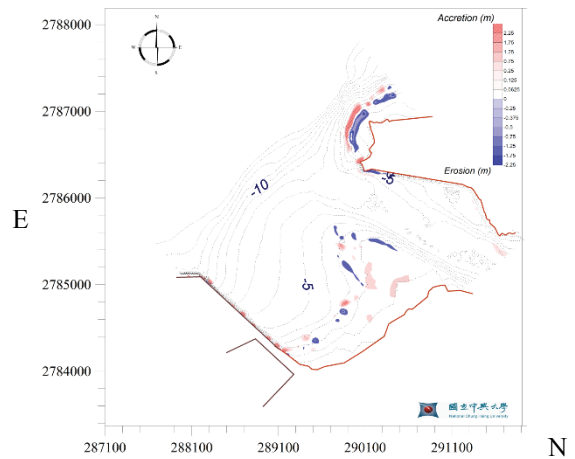


圖 2(c) 臺北港受米雷颱風波浪後之侵淤模擬結果

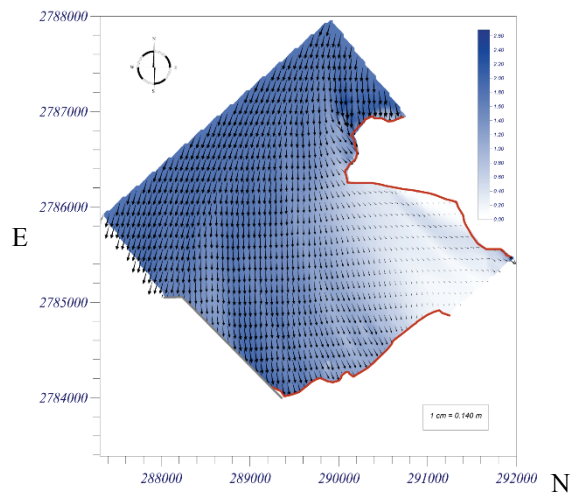


圖 3(a) 臺北港受梅花颱風波浪之波場計算結果

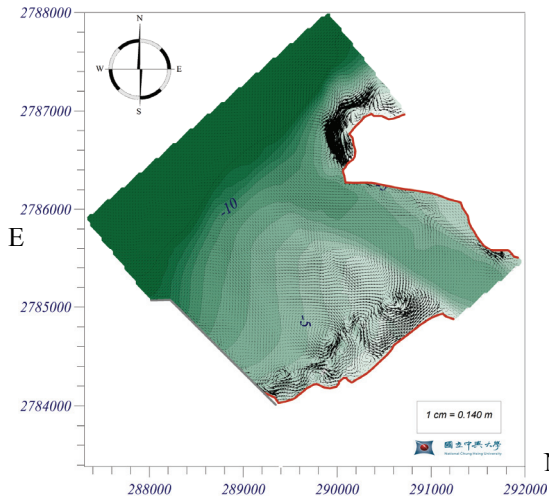


圖 3(b) 臺北港受梅花颱風波浪之流場計算結果

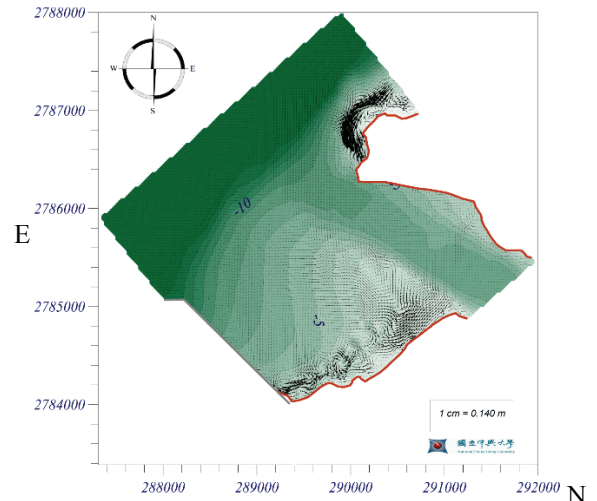


圖 4(b) 臺北港受梅花颱風波浪之流場計算結果

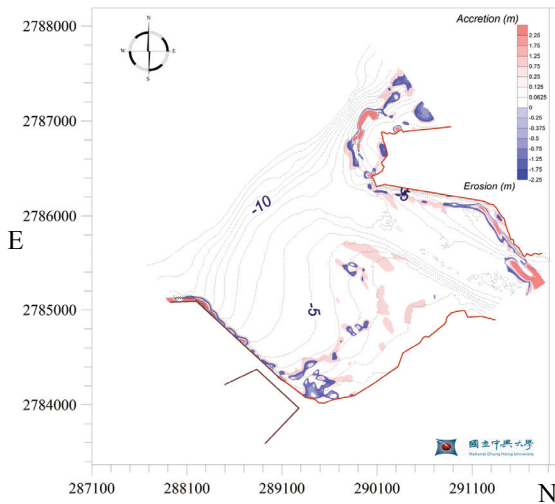


圖 3(c) 臺北港受梅花颱風波浪後之侵淤模擬結果

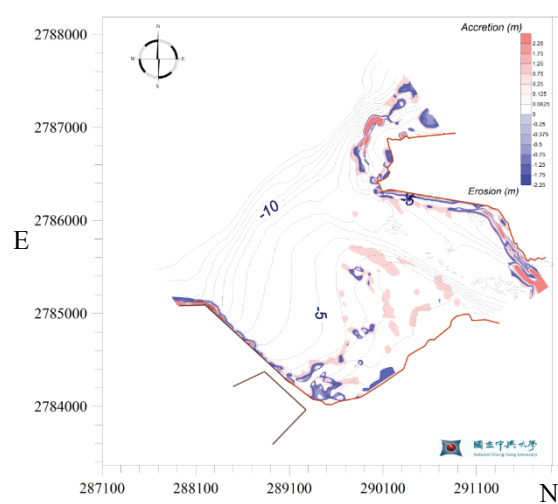


圖 4(c) 臺北港受梅花颱風波浪後之侵淤特性模擬結果

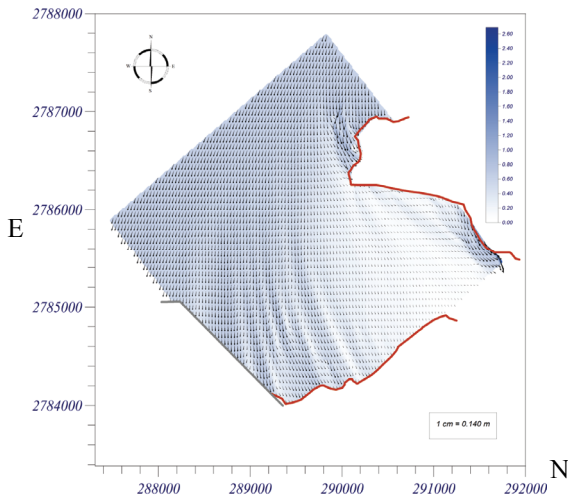


圖 4(a) 臺北港受南瑪都颱風波浪之波場計算結果

3.2 長期海岸灘線變遷之模擬

本研究係以季風波浪條件作用下，預測南防波堤南側海岸灘線之長期變遷，波高(H)為 2.88 m、週期(T)為 9.6 s、波向為 N 向。為了尋求在本研究方案中合適的 K_1 與 K_2 值，則利用 2010 年 10 月與 2012 年 11 月海岸線變化進行率定，本研究參考 Komar and Inman (1970) 由追蹤實驗之結果，定義出 K_1 之經驗值為 0.77，而 K_2 值於考慮有防

波堤結構物之情況下，分別以 $K_2=0$ 、 $K_2=5K_1$ 、 $K_2=10K_1$ 、 $K_2=20K_1$ 四者情況，進行率定，結果如圖 5 所示，而均方根誤差值列於表 2，均方根誤差定義為：

$$RMS = \frac{1}{\bar{X}_{obs}} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_{mod} - X_{obs})^2} \quad (13)$$

其中 $\bar{X}_{obs}$ 為實驗值平均， X_{mod} 為模式結果值， X_{obs} 為實驗值。由表 2 顯示均方根誤差值以 $K_2=5K_1$ 為最小，故本文以 $K_2=5K_1$ 模擬之。

表 2 K_1 與 K_2 率定之均方根誤差比較

	RMS
$K_2=0$	1.70%
$K_2=5K_1$	0.99%
$K_2=10K_1$	1.66%
$K_2=20K_1$	3.51%

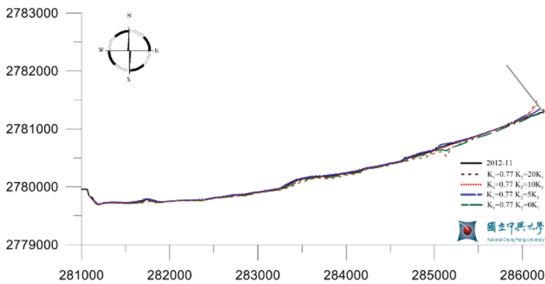


圖 5 臺北港長期灘線模式校正參數(K_1 與 K_2)率定結果

圖 6 所示為季風波浪條件之波場計算結果，波浪受到地形影響及遮蔽效應，使南防坡堤近岸海域波高較小，大約於水深-3 米處發生碎波，於水深-3 米以內產生多處環流，圖 7 為流場計算結果。

預測至 2015 年之灘線變遷結果如圖 8 所示。為方便探討長期變遷趨勢，將臺北港南側區域分成三區(I 區、II 區、

III 區)，其與臺北港全區之相對位置標示如圖 9。預測灘線如圖 10 所示，於 I 區南防波堤附近，由於波浪入射受到遮蔽影響及輻射應力之變化，南防波堤附近 250 米有明顯灘線前進現象產生，前進最大程度約為 125 米。但於第 I 區南側、第 II、III 區全區之海岸灘線則有後退之趨勢，灘線後退最大程度於第 III 區(靠近林口電廠之灘線)，約為 25 米。預測至 2015 年之結果，經與 2012 年灘線比較，整體而言除靠近南防波堤之灘線外，其餘海岸灘線大致呈現後退之趨勢。

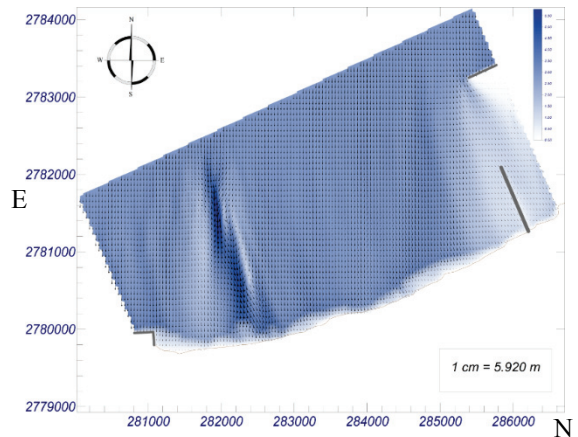


圖 6 臺北港南防波堤南側區之波高計算結果

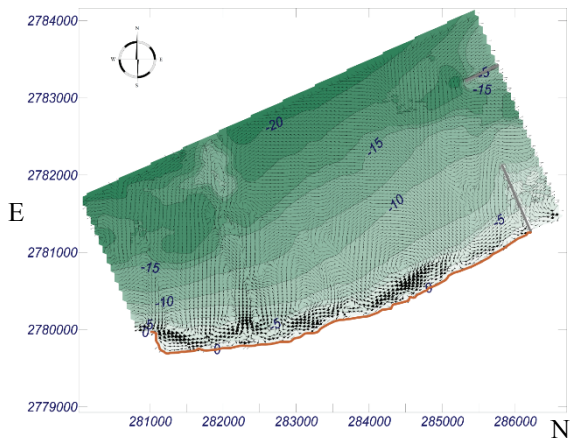


圖 7 臺北港南防波堤南側區之流場計算結果

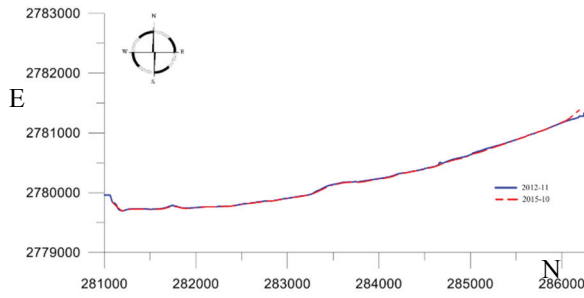


圖 8 臺北港南防波堤南側區之灘線預測結果

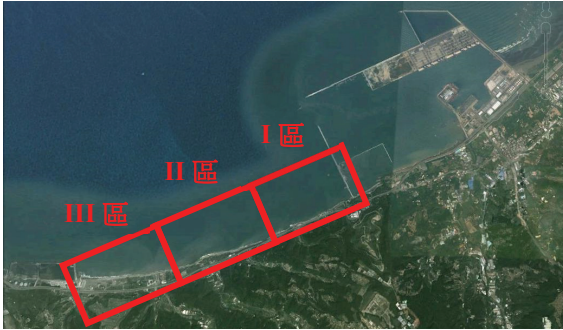
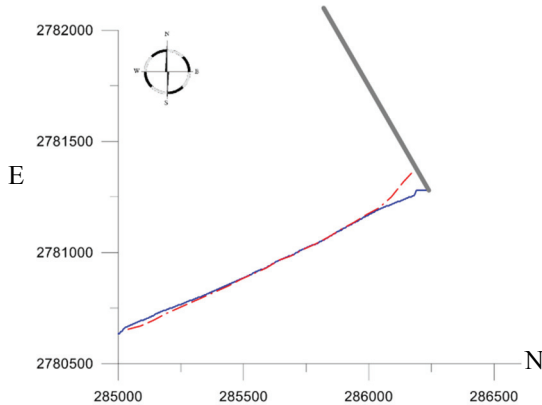
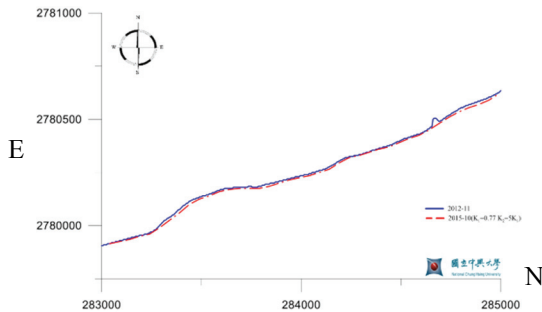


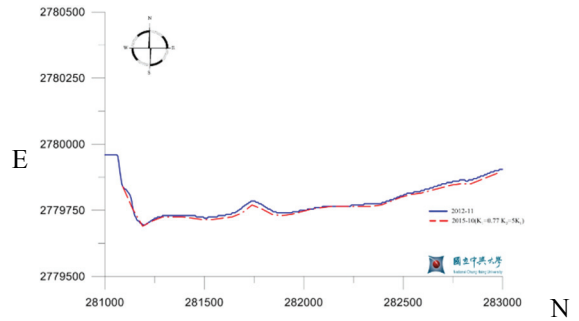
圖 9 南防波堤南側區分區示意圖



(a) I 區



(b) II 區



(c) III 區

圖 10 臺北港南防波堤南側區之灘線預測結果

【(a)：I 區，(b)：II 區，(c)：III 區】

四、結論

本研究配合臺北港水深地形調查及海氣象資料，建立臺北港海岸地形變遷數值監測模式，以探討臺北港對鄰近海岸之地形變遷影響，研究重點為北防波堤淤砂區受颱風短期作用之地形侵淤趨勢，及南防波堤南側海岸灘線之長期變遷。依研究結果可獲致結論如下，北防波堤淤砂區受到颱風短期作用影響之下，淡水河口南側以水深-4 米以內之地形變遷較為劇烈，其中以靠近河道處，水深-1 米至-4 米呈淤積趨勢，而近防波堤及 0 米線處，則為局部侵蝕現象；於淡水河北側(淡水漁人碼頭附近)則發生較大範圍侵蝕與淤積互現現象。南防波堤下游側之海岸灘線變遷預測至 2015 年結果，於南防波堤下游約 250 米之灘線將有明顯前進現象產生，其餘海岸灘線大致呈現後退之趨勢。

參考文獻

1. Bailard, J.A. (1981). "An energetic total load sediment transport model for

- a plane sloping beach,” *Journal of Geophysical Research*, Vol. 86, pp. 10938-10954.
2. Goda, Y. (1975). “Irregular wave deformation in the surf zone,” *Coastal Engineering in Japan*, 18, pp. 13-26.
 3. Hallermeier, R. J. (1983). “Sand transport limits in coastal structure design,” *Proceedings, Coastal Structures '83*, American Society of Civil Engineers, pp. 703-716.
 4. Komar, P. H. and D. L. Inman. (1970). “Longshore sand transport on beaches,” *Journal of Geophysical Research*, 75, pp. 5914-5927.
 5. Longuet-Higgins, M. S. and R. W. Stewart (1964). “Radiation stress in water wave – a physical discussion with applications,” *Deep-Sea Research*, Vol. 11, pp. 13-26.
 6. Ozasa, H. and Brampton, A. H. (1980). “Mathematical modeling of beaches backed by seawalls,” *Coastal Engineering*, Vol. 14, pp. 47-64.
 7. Pelnard-Considere, R. (1956). “*Essai de theorie de l'evolution des forms de vivage en plages de sable et de dalets*,” IVeme Journees de l'Hydraulique, Les Energies de la Mer, Question III, Report, No. 1, pp. 289-298.
 8. Tsai, C. P., Chen, H. B. and Hsu, J. R. C. (2001). “Calculations of wave transformation across the surf zone,” *Ocean Engineering*, Vol. 28(8), pp. 941-955.
 9. Watanabe, A. and Maruyama, K. (1986). “Numerical modeling of nearshore wave field under combined refraction, diffraction and breaking,” *Coastal Engineering in Japan*, Vol. 29, pp. 19-39.
 10. 蘇青和等人 (2012) 「2011 年臺灣海氣地象觀測資料年報(臺北港)(上、下冊)」，交通部運輸研究所，研究報告 MOTC-IOT-101-H2DA001e-11。

摘要

近十年來，由於亞太地區港埠競爭激烈，2000 年政府推動「全球運籌發展計畫」提出「港群政策」與「全島自由貿易化」的概念，試圖創造高效益、高價值的營運策略來挽回經濟頹勢。我國「自由貿易港區設置管理條例」則在寬鬆的申設條件之下，使得各縣市紛紛爭相申設自由貿易港區，可能造成內部惡性競爭與資源瓜分之虞，而導致自由貿易港區規模不足，設置效果不如預期的規劃。本文試以 Benson, J. K 政策網路和 Ellison, B.A 政策變遷之論證分析來探討政府推動自由貿易港區的政策，期望藉公共政策的理論提供新的觀點，供交通部及政府相關單位施政參考。

一、緒論

1.1 緣起

由於全球生產模式的改變，原料、人工、組件、生產、資金、技術研發、儲運和最終產品的及時配送銷售，均可依其每階段的特性在不同的國家中追求其最佳而有效的生產方式，使得全球運籌管理之經營模式成為跨國企業的核心競爭力之一，而亞洲各國也

相繼競爭成為區域或全球運籌中心。政府為保持我國之國際競爭力，避免在鄰近地區國家中被邊陲化，同時發揮台灣製造業及地理區位上的優勢條件，經過縝密評估，於 91 年間決定推動設置自由貿易港區政策。其精神為在自由貿易港區內營造一個低度行政管制及高度自主管理的營運環境，以排除區內進行商務活動的障礙，藉由便捷人員、貨物、金融及技術之流通，配合推動貿易自由化及國際化，來提昇國家競爭力並促進經濟發展。目的是使我國成為主導國際間貿易之樞紐及集散、交易中心。

「自由貿易港區設置管理條例」草案由行政院經建會研提送經行政院於第二八〇五次院會通過後，經立法院 92 年 7 月 10 日完成三讀立法並於 92 年 7 月 23 日經總統公佈實施。這個法案在當時少數執政的民進黨與多數的反對黨—國民黨與親民黨聯線—極端對立中，卻意外獲得前所未有的共識。該法案從籌畫開始就被各界高度期待視為帶動經濟的利器。在管理條例送審階段，從各地選出關心地方繁榮的立委們即不分黨派地組成一個「自由貿易港論壇」為名的次團體，各自以不同的動機與利害關係積極地介入該項法案之討論修改，也因此行政院版原草

案受到相當大幅度的修正及增列。例如，對於自由貿易港區的劃設草案規定只有二類可劃設：在港口與機場等管制區內面積需達三十公頃以上，以及港區外自由貿易港區或機場間必需設有一公里內專用道路。上述嚴苛條件被立法委員疑為特定對象量身打造(魯炳炎，2003)，最後在立法院經濟及能源會審查時予以放鬆，增列能運用科技設施進行周延之貨況追蹤系統，經行政院核定設置管制區域進行國內外商務活動之工業區、加工出口區、科學工業園區或其它區域也被允許劃設自由貿易港區。

歷經民進黨執政時期的推動，先前共有高雄港、臺中港、台北港、基隆港及桃園航空自由貿易港區「四海一空」之自由貿易港區，在 96 年底有 93 家業者進駐營運，投資總額達新台幣 99 億 95 萬元，就業人數約 634 人，進出口貨物量 73 萬餘噸，進出口貿易值為新台幣 150 餘億元。到了 102 年有 106 家廠商，進出口貨物量 1,142 萬噸，進出口貿易值為新台幣 6689 億元，相對經建會委託中華經濟研究院原先的研究估計，本項計畫的推動於 92 到 96 年間平均每年帶動出口及總產值各增加新台幣 1200 多億元，進口增加 800 多億元，累計創造近 17 萬人次的就業機會而言，這個原被寄予厚望的法案與政策雖未能如先前造成台灣經濟奇蹟的功臣--如加工出口區及新竹科學園區一般，把台灣帶向另一個經濟成長高峰，就法案而言雖達成政策目標但

推動成果不如預期。

本法案歷經 97 年 5 月國民黨重新執政，98 年 7 月 8 日修正其中窒礙難行之部份修文。而也將原先被認為是實施「自由貿易港區」阻礙的兩岸航運政策順利解禁開放通航，並歷經全球經濟不景氣及金融海嘯的衝擊。101 年 12 月 28 日又配合航港體制改革及推動高雄港加入倫敦金屬交易中心遞交港而進行部份修文增修。惟近年來國內外經濟情勢匹變，區域經濟整合加劇，行政院考慮到「自由貿易港區設置管理條例」之自由度不足且法規鬆綁不易，乃推出「自由經濟示範區」來改善相關缺失，提昇廠商進駐誘因，其特別條例草案已於 102 年 2 月 26 日行政院院會通過，正由立法院審議中。第一階段之實體示範區主要是將設置自由貿易港區的港口，由原來的 5 處即所謂的「四海一空」，增加到 7 處「六海一空」。從政府推動「自由貿易港區」之政策變遷到「自由經濟示範區」之政策，其理論基礎實有必要以公共政策之角度來檢視，並就「自由貿易港區」之政策及實施成效予以檢討評估，以做為推動「自由經濟示範區」之論證及立法的參考，本研究乃嘗試由公共政策觀點探討政府推動自由貿易港之政策為議題進行研究，提供交通部及政府相關單位參考。

1.2 研究動機。

對於「自由貿易港區」的運作，就法規面及執行面所遭遇到的問題，政

府或學界已發表多篇論文進行相關研究、檢討及改善。「自由貿易港區設置管理條例」及政策當然是一項公共政策，但先前的檢討分析欠缺從公共政策的角度切入，本研究為補文獻之不足乃從公共政策理論的角度切入希冀提供新的觀點，以供政府施政決策的參考。

1.3 研究目的

本研究以公共政策的角度來考量，利用公共政策的分析及相關理論，對「自由貿易港區設置管理條例」及其政策的形成及推動等相關問題進行研究，期以提出創新管理的改善策略。研究的目的如下：

1. 回顧公共政策的理論文獻並試圖建立一個整合的研究架構。
2. 釐清自由貿易港區政策過程中行政、立法及執行機關的關係。
3. 瞭解利益團體及知識社群在自由貿易港區政策過程中的角色。
4. 探討現階段我國自由貿易港區發展之問題(包括法規因素及其政策網路)。

1.4 研究方法

為了達成前述研究目的，本研究方法分為二個部份；一是理論建構部份，另一是針對自由貿易港區研究部份。理論建構部份以政策網路及政策變遷理論的分析、相關概念的澄清與研究架構的整合。自由貿易港區研究部份則就政府相關部門的報告、網站等進行內容分析彙整研究。因此，本研究採用的研究方法包括理論文獻的

回顧與整合、內容分析(content analysis)等方法。

二、公共政策相關的理論

由於公共政策的理論繁多，包括理性選擇說（官僚自身利益）、政策成功實証條件說、政策制定方式說、倡導聯盟說、政策學習說、制度理論、政策網路、演化理論、政策變遷等眾家學說，本文僅擇其要項概述於後。

2.1 什麼是公共政策

公共政策的定義各家說法不一，它是決策、行動，也是一種過程，更是權力的行使。它是為公共利益所做的理性作為，它也涉及利益團體，需要論辯說服協商妥協交換。政策目標及政策工具的選定要求因果性與有效性，並經由立法機關確立其合法性，而由執行機構實施，所以要兼顧技術上的可行性。而政策從製定到實施是一個相當長的過程，其中各個層面更需要學習、反省並回饋。本研究採用英國政府在其“政府現代化”(1999)的報告中之定義，即“政策決定是政府將其政策願景轉化為計畫及行動使其能帶來在實際世界中符合期望的結果的一種過程。”(Policy making is the process by which governments translate their political vision into programmes and actions to deliver 'outcomes'- desired changes in the real world.)

Yehezkel Dror (1968)表示有兩種政策相關的知識，其一是製定政策的知

識(policy-making knowledge)---它屬於傳統公共政策、政治的範疇；另一是政策議題的知識(policy-issue knowledge)，即各專業領域的知識，如經濟、外交、交通等。很可惜這兩種政策相關的知識在學術界是分開的，兩者應該整合為一。而在現實世界中除了在政壇相當時日，才有可能對這兩種政策相關的知識有相當的瞭解。

2.2 公共政策的制定模式

如何制定形成公共政策，有三種模式。即(1)理性普照模式(The rational comprehensive Model)，(2)不連結漸近改良模式(Disjointed incrementalism Model)，(3)混合掃瞄模式(Mixed-scanning Model)，茲說明如下：

1. 理性普照模式

R. Hambleton (1979)提出的理性普照模式：它需要有一組詳盡的標的、準則，相對的權重，並擁有完全、精確且及時的資訊、資源及優先順序。需要對各種替代方案有完整、可靠的成本利益預測。基本上這是一種理想型，現實中這是超乎人類智性上的能力，而且資訊取得需要成本。但這個模型最大的問題在於其對價值、標的及權重，採取所謂科學中立的態度，殊不知它們正是衝突的根源，各方角力的所在。

2. 不連結漸近改良模式

林布倫(linblom)的不連結漸近改良模式，它強調逐漸小步改善，以手段而

不是以目的為導向。問題並不是一舉而決，而是持續不斷地攻擊；補救，避開災害為主而不是奔向目標，其決策過程傾向不連結，也就是允許不同的個人或團體在不同的位置上有進入決策的管道。有人批評它是所謂頭痛醫頭、腳痛醫腳。它也可以是保守主義，保護既得利益：因為這種過程有利於最有權勢的人因為他們站在最有利的權勢位置上。最重要的，這種模式由於只注重短期也會忽略及阻礙創新，並且無形中助長自滿。

3. 混合掃瞄模式

混合掃瞄模式，係由 Etzioni 綜合了前二種模式而成。它認為社會的決策過程需要兩組機制：(a) 高次元，根本的決策過程來設定基本方針，(b) 當前項基本方針確立後，逐步將其改善落實。而混合掃瞄式能同時提供這兩項，首先，它廣泛掃瞄整個問題區域但卻又不過於仔細，然後，將那些顯示有必要進一步深入檢視的帶回。它因為可以探索其它較長期的替代方案且又較不易錯過熟悉的問題點，所以比漸近改良模式更好。

這三種方式各有其優缺點，在實際世界中應視政策議題(policy issue)及政治情勢(political situation)而定。例如當時間充裕、政治環境有高度共識，政策議題知識充分掌握時，政策應力求廣泛且綜合。但這種情形並不多見，這時不連結漸近改良模式是常態，然而應該是有系統的改良，這時所謂政策學習及政策議題知識的深化累積就

是決定政策在執行階段能否成功的制度性因素。

2.3 成功政策的規範性要件

美國的政治學者 Mazmanian and Sabatier 發現，有很多政策也許一開始出於善後，但是執行後常常達不到原來的政策目標，甚者會造成反效果。雖然它關注在政策的執行過程(因為在美國的制度脈絡下，法案大都由國會發動，行政部門負責執行)，但研究焦點在於瞭解如何使一個法案在變動的社經環境中維持一個持續不斷的政治支持所需的法制架構。在它的研究架構中，有三組影響執行的變數，分別為：

1. 所要處理的問題對象與生俱來的可追蹤性，包括技術上的難度—政策的成與否依賴一些技術上的先決條件。
2. 所欲鼓勵或禁止行為及活動的多樣性程度和目標對象的多寡。
3. 建構執行的政治決策能力(Ability of policy decision to structure implementation): 這包括清楚的政策目標順序，因果關係的有效性(即政策干預及政策目標間的因果關係)，預算資源的配置，執行單位垂直及水平的整合聯繫，高層對法案目標的支持承諾，外界的人士可否正式接觸到。另外還有一些非法定上的變數也會影響政策的成功與否，這包括:社經條件及技術，民眾支持，選區選民的態度與資源及執行官員

的承諾投入與領導能力。

Mazmanian and Sabatier 根據上面的架構來建構政策執行的管理一分為五個可區別、管理的階段，並經由上面那些變數濃縮成政策執行成功所需的六個檢核要件，即：

1. 政策目標清楚且明確。
2. 存在著一個據實的理論並給予足夠的裁判權及資源。
3. 有架構良好的執行政序。
4. 好的領導，細膩的政治技巧及真正的承諾。
5. 良好的大眾支持。
6. 維持一致高政策優先。

他們用這個架構去檢驗美國五項政策的執行，包括從相對較不成功的到相當成功的。他們發現不適當充分的因果關係是多數執行失敗的原因，而唯一執行成功的是因為有好的理論。雖然 Mazmanian and Sabatier 是針對美國的政策，但成功政策的規範性要件的觀念就我國的政策設計者而言，是很重要的。

2.4 政策學習理論

以政策學習的觀點而言，區分政策制定與政策執行是沒有義意的。尚恩 (Schon) 認為政策執行是一個在地公共的學習，轉化及在地社會發現的過程。所以他主張政策構建者應該不用把規範定死，保留彈性及開放，充當發起者，促成者。這個學派是從能適應環境及演化的觀點導入的。它關注的重點是：學習過程是怎麼進行的？

誰在學習？學什麼？等問題。

Peter Hall 則提出一個三次元政策改變的學習模型(three-order policy change model)，這個模型以三組主要變數為特徵：第一次元改變指的是政策工具準確的設置；達成相同政策目標之間的政策工具或技術的改變是為第二次元的政策改變；政策的目標導引到另一個不同的方向是為第三次元改變。依據他對英國從1970到1989的經濟決策研究，他發現這三種改變都存在，雖然，第一、第二次元的改變存在於相同的政策網路中，但是第三次元的改變，不僅涉及從根本上重新建構問題，而且也從學術領域發展出另一整套全然不同政策工具，當然也促成政權的替換。

另外 May 提出二種型式學習模型(two - form policy learning model)，他將政策學習與政治學習(political learning)分別開來。所謂政治學習：是政策提唱鼓吹者學習增進其喚醒問題，想法及議題等方面的技巧以增加其政策提案的接受度。

政策學習：其中一種是有關如增進政策工具的正确性與有效性及執行設計等的學習。另一種政策學習是明瞭政策問題的社會建構本質，政策範疇及政策目標。一樣地，他也提問：學習的基礎是什麼？要有多自覺才能算是真正的學習？誰學習？

2.5 新制度論-政策網路

新制度論是近年來社會科學界最

熱門流行的學派，尤其是在經濟發展的理論建構上，其中諾斯是其中的主要大將，他認為能夠根本上說明不同國家相對成長差異的是制度。依他的定義：“制度是社會的一個遊戲規則，或，較正式一點，是人為設計的束縛來形塑人們的互動”。他進一步強調制度的重要意含，即制度系統地建構人們在政治上、社會上及經濟上交換的誘因。這個理論對歷年來我國不斷變動的憲政改革更加適切，包括先前立法委員選舉方式的改變，都將劇烈改變政治權力的運作方式及決策模式。制度理論的核心元素(Jordon and O’ Riordan)就是政策網路，政策網路是一種探討政策議題相關團體與政府部門互動關係的方法，它可以說明政策議程與決策制定過程中參與者的正式、非正式接觸的關係型態，政策網路就是將國家與社會行動者予以連結的機制。對於政策網路，Benson (1982) 是從府際關係的角度出發，認為群體或複雜的組織因為資源的相互依賴而連結在一起，這和資源結構分裂的群體或組織不同，而且資源相互依賴的組織，其行政結構與利益結構形成深層的結構，在政策領域內可以確保某些政策需求或偏好，並排除另外一些需求偏好在政策議程之外。

2.6 政策變遷理論

在公共政策理論的領域裡，探討團體在政策決策過程當中所扮演角色的分析模型包括：多元論模型、統合主

義模型與次級系統模型等等，當政策次級系統十分龐大且複雜時就會影響到公共政策的決策制定。(Sabatier,1999)認為，政策次級系統是公共政策制定過程中交換理念與利益的聯盟，直接影響到政策的規劃和執行，總統或國會大選、重大社會危機或戰爭等外在環境的改變，會影響到次級系統成員的資源，包括：金錢、支持者人數、以及合法權威等等，由此改變了次級系統成員的認知信仰與行為模式，再進而間接影響到政策的最後結果。而這種政策次級系統成員的改變影響到政策結果的改變，進而造成政策變遷(Ellison, 1998)。

2.7 小結

從前節可看出理論的多樣，各有其關注點，也確實點出政策的各個重要面向：首先，Yehezkel Dror (1968)點出有兩種政策相關的知識，即製定政策的知識與政策議題的知識，應予整合；因為往往愈具爭議性的政策，其爭議的焦點往往是政治性的和程序性的。

目前國際、國內的環境瞬息萬變，而所面臨的公共政策問題具動態性且高度複雜，並且往往跨許多部會及組織，因此僅引用單一的觀點實無法窺見其全貌，但是目前亦無一統合各家觀點的理論。更何況同時兼具政策制定理論與政策議題理論的研究更少。所以本研究在理論運用上，主要以政策網路及政策變遷理論結合制度論，

並依據政策形成的進程配合企業界及學界多重觀點提出客觀的論述。

三、政策網路與政策變遷之理論架構

本節將針對政策網路與政策變遷兩方面的公共政策理論架構進行探討，相關文獻資料主要參考(魯炳炎，2003)之研究，以做為我國實施自由貿易港區政策的論證基礎。我國所推動的自由貿易港區政策，過去在公共政策學界的相關文獻不但付之闕如，即便在海運學界也並未受到應有的重視，因此，本文擬採用政策網路與政策變遷的公共政策理論做為推動自由貿易港政策之論證基礎，以有別於過去產官學界在運輸與航港領域所進行的實務研究，為這項政策議題提供新的分析面向與思考。

一般而言，公共政策理論的階段論者，視政策制定過程為一系列活動的總和，從議程設定開始，政策規劃、政策形成、政策合法化、政策執行、政策評估、乃至於政策變遷與政策終結，其中政策變遷居於政策制定循環過程的重要地位，然而卻因為賡續施行的政策眾多，從而使得國內學界對於政策變遷的相關研究極為少見。此外，公共政策學界的非階段論者，則認為政策制定的過程是政治的過程，其中的政策網路分析是應用較為廣泛的研究途徑之一，這也是本文所欲採用的分析架構。

3.1 政策網路分析

從 1980 年代以來，公共政策學界有愈來愈多的文獻顯示公共政策的發展、執行、以及評估是在政策網路內完成，這種政策網路是由專業成員所代表的組織所組成，其目的乃為爭取該組織的自身利益，且多數成員對政策施行結果具有利害關係。在公共政策學者當中，Heclo(1974)強調議題網路的重要性在公共行政學界是廣為人知，而 O'Toole(1988)、John(2000)等學者過去廿年多來對於有如雨後春筍般成長的利害關係團體之議題網路研究，則有助於吾人對於政策網路的了解。然而不同學者對於網路內不同成員的角色認知之不同，也造成某種程度的混淆。例如，對於政策流程的主要行動者，有提出所謂政策企業家(Policy Entrepreneur)、社會企業家(Social Entrepreneur)、或是議題發動者(Issue Initiator)之說者，也有提出政策掮客(Policy Broker)、戰略者(Strategist)之說者，諸家學說誠可謂眾說紛紜。

對於這些網路成員角色扮演的特質很難有共識產生，因為各家的定義不同，例如：Palumbo (1988) 就將政策企業家視為在議程設定階段將問題轉化為議題的人，而 Mandell (1988)就功能的角度出發，視掮客或關懷者為建構網路或滋養網路的行動者。但總而言之，政策網路畢竟仍是目前人們熟悉的一種治理型態，網路是由參與的多元行動者所組合而成，政策網路將公私部門間的利益及資源整合更為容

易，進而強化公共政策執行的效率。在「新制度」概念下的網路，係根據參與之多元行動者的偏好去管制和調節政策部門(Policy Sector)，而非遵循政府政策，如此型態的治理觀念會出現三種後果(Pierre & Peters, 2000):

1. 政府的決策係以網路成員的利益為考量重點，而不是基於公共利益。
2. 網路的多元行動者對於公共政策的變遷會進行干預，以維護網路成員的自我利益。
3. 參與網路的行動者實質有效的控制政策決策，但政府機關仍必須要為政策的結果負起政治責任。

政策網路分析是一種探討政策議題相關團體與政府部門互動關係的方法，它可以說明政策議程與決策制定過程中參與者的正式、非正式接觸的關係型態。Katzenstein (1977) 認為，資本主義國家在經濟政策的制定過程中，國家並不會以強制的力量加諸於非國家的個人、團體或組織的行動者身上，反而會尋求協助以建立一個相互依賴的關係，因此依其觀點，政策網路就是將國家與社會行動者予以連結的機制。對於政策網路，Benson (1982) 是從府際關係的角度出發，認為群體或複雜的組織因為資源的相互依賴而連結在一起，這和資源結構分裂的群體或組織不同，而且資源相互依賴的組織，其行政結構與利益結構形成深層的結構，在政策領域內可以確保某些政策需求或偏好，並排除另外一些需求偏好在政策議程之外。

英國學者Rhodes(1988)以應用資源的相互依賴以及政策網路的觀念去論述英國的中央政府與地方政府的關係，並依據複雜組織資源相互依賴的結構，界定中央與地方政府的政策網路，及其如何與中央政府互動，Rhodes發現地方政府與中央政府之間的互動並非多元的競爭，地方政府事實上被整合成為少數團體的代言人，而和中央政府進行談判與互動。他認為，政策網路已經成為英國政策制定的面貌，如不了解政策執行系統的複雜性、分割性及不確定性，勢必會導致政策執行的失敗。此外，Marsh 和 Rhodes (1992) 則又是將政策網路區分為政策社群與議題網路，他們認為這種分類有助於了解參與者在政策形成過程中不同的動機與利害關係，而其所界定政策社群的參與者是因為權威或專業知識而結合，而議題網路的參與者則是因為追求某些物質利益。

Rhodes (1992) 並依據五項命題提出「權力依賴理論」做為政策網路的研究架構。

1. 任何一個組織都有賴於其他組織提供所需要的資源。
2. 為了達成各自的目標，組織之間必須交換分享資源。
3. 組織內部的決策會受限於其他組織，但支配性的聯盟仍然保有裁量權。
4. 在競賽規則的規範之下，支配性的聯盟會運用各種策略影響資源的交換過程。
5. 裁量權的大小是互動的組織資源與

相對權力潛能的產物，而相對權力潛能的產物則是組織資源、競賽規則以及組織間交換過程的產物。

這樣的研究架構可以推論出，擁有較多政策資源的策略行動者，處於相對優勢的地位，甚至可以主導政策議程的設定、政策的規劃以及掌握政策執行成功的關鍵因素。此外，Rhodes 並進而指出，政策網路隨著整合程度的不同而有不同的類型，其分類的標準在於成員的穩定性、限制性、大眾與其他網路相隔離的程度，乃至於其所擁有資源的特性。整合程度最高的是政策社群網路，整合程度最低的是議題網路(Rhodes, 1984)，其間整合程度由高而低還包括：專業網路、府際網路、地域網路、以及生產者網路。

1. **政策社群網路**：指中央與地方政府執行的政策領域，垂直的互賴關係，具有高度穩定性與限制性成員的網路，此種網路具有高度的整合性。
2. **議題網路**：乃一種水平的網路，垂直的互賴關係有限，水平的意見並未整合，網路的整合很低、相當不穩定，成員雖多，但呈現流動性的參與，所以未能成為緊密的網路。
3. **專業網路**：這是專業團體所支配的網路，擁有高度的穩定性與限制性的成員，形成垂直互賴關係，但網路整合程度仍不如具有高度凝聚力的政策社群。
4. **府際網路**：指代表地方政府利益的網路，成員有限，垂直的互賴與水平的意見溝通亦有限，且希望擴張水

平的影響力。

5. **地域網路**: 係指代表蘇格蘭、威爾斯及北愛爾蘭利益的政策社群。
6. **生產者網路**: 由經濟性團體扮演主要角色的網路，網路成員流動性高，垂直互賴關係有限。

3.2 政策變遷

公共政策階段論者 Hogwood (1984) 認為，會發生政策變遷的理由有三點：

1. 政府逐漸擴大特定政策領域的活動。
2. 現存政策可能因為不適當或產生負面效果而必須要改變。
3. 國家經濟成長之高低與現有政策承諾的財務狀況之好壞，尤其是在制訂新的政策之後卻未終結舊的政策。

在公共政策理論的領域裡，探討團體在政策決策過程當中所扮演角色的分析模型包括：多元論模型、統合主義模型與次級系統模型等等，然而當政策次級系統十分龐大且複雜時，Sabatier (1987, 1988, 1993) 提出政策倡導聯盟的詮釋，著重於國家與政策行動者所形成的制度性關係，以及此制度性關係對於政策過程的影響，通常一個政策次級系統之內會有兩個或更多的倡導聯盟，而每個聯盟的政策行動者之間所組成的正式與非正式的聯盟關係，影響到公共政策的決策制定。Sabatier 認為，政策次級系統是公共政策制定過程中交換理念與利益的聯盟，直接影響到政策的規劃和執行，總統或國會大選、重大社會危機或戰爭等外在環境的改變，會影響到次級系統

成員的資源，包括：金錢、支持者人數、以及合法權威等等，由此改變了次級系統成員的認知信仰與行為模式，再進而間接影響到政策的最後結果。而這種政策次級系統成員的改變影響到政策結果的改變，可再進而造成政策變遷(Ellison, 1998)。

其實，過去許多個案研究的結果都顯示，政策執行的困難在於進行複雜且影響深廣的政策變遷時，伴隨而來的總是延遲、績效不彰，或至少是策略性的延誤。因此，早期公共行政的相關文獻也顯示改變幅度愈大的政策就愈必須循序漸進(step-by-step increments)，然而有些政策學者則認為有時候一些政策方案的執行可以既迅速又順利(prompt and smooth)。在Heclo(1974)之後，許多政策研究學者開始理解到公共政策決策過程並不完全只是政治爭鬥與衝突解決的過程(Lindblom, 1968)，而更是一個政策學習的過程。探討政策變遷本質的許多文獻都發展並且驗證諸多的見解，過去廿年來這些學者無論是針對政策學習、其標的物、乃至於其效果，有些只侷限於高層的政治人物與官員，有些則將政策學習擴及到社會學習。有些政策學者視政策學習為對政策知識的成長，但究竟是政策工具方面、政策方案方面、政策目標方面、抑或是以上三方面的混合，則未有定論(Howlett, 1994)，而且，政策學習是針對組織變革、方案或政策工具的改變、還是一種因為政策問題觀點不同從而

造成特定政策偏好之政策研究典範的移轉，則亦未有定論。

此其中，對於政策變遷的政府學習論(Governmental Learning)與組織學習論(Organizational Learning)的相關文獻，對於課程學習論(Lesson-Drawing)則有精湛的討論，而社會學習論(Social Learning)認為，政策變遷的一個根本因素在於對社會問題或政策行動者的信仰、價值以及態度之改變。雖然政策變遷的研究在本質上均屬於概念性的論述，但也有些文獻研究則是透過不同部門或國家的政策變遷之實際經驗以評估典範式的政策轉移。

Hall(1990; 1993)是以 1970 年代到 1980 年代的英國經濟政策為案例，研析從凱恩斯經濟政策(Keynesian economic policy)轉變到貨幣主義式經濟政策(Monetarist Economic Policy)之政策變遷過程可以分為三大部份，共計六個階段。首先是舊典範的兩個階段，主流的典範在第一個階段裡機制化且十分穩定(Stage of Stability)，政策的調整主要是由封閉團體內的官員與專家所決定，在隨後的所謂真實世界發展的第二個階段裡，不規則事例的累積(accumulation of anomaly)促使主流的典範進入轉化的階段。其次則是典範轉化的三個階段，在實驗的階段，現存的典範極力解決不規則事例的發生，當需求無法被滿足時，權威分殊

化的階段(Stage of the Fragmentation of Authority)隨之而來，原先負責決策的官員與專家不再被信任，政策辯論過程新的參與者開始挑戰既存的典範，而在競爭的階段裡，政策辯論逐漸擴及到公共的領域，包括選舉與政黨考量的政治過程。最後，當新典範出現之後，就開始進入新典範機制化的階段(Stage of Institutionalization)，新典範的擁護者嘗試鞏固權威地位，並改變現存的組織與政策，以利於政策社群內新觀念之付諸實行。

此外，Sabatier (1993)則認為，政策社群是指對於某特定政策議題具有相似知識，並分享類似政策論述之較大的行動者和潛在行動者之集合，Torgerson (1986)則是進一步歸結出，政策社群與政策網路具備不同的政策規劃之動機和目標，前者立基於專業知識，而後者則立基於物質利益。孫煒(2002:93-126)根據政策社群與政策網路的三種關係：政策網路完全排除政策社群於政策制定之外、政策社群包含政策網路、以及政策社群與政策網路兩者部份重疊，建構出政策變遷的模型。以政策典範是否移轉，以及政策網路與政策社群一致程度之高低與否，形成有如表 1 所示的四種情況，包括：「開放性政策終結」、「開放性政策接繼」、「封閉性政策終結」以及「封閉性政策接繼」。

表 1. 以政策典範為導向的政策變遷模型

網路與社群 的一致程度	政策典範是否移轉	
	是	否
高	開放性政策 終結	開放性政策 接繼
低	封閉性政策 終結	封閉性政策 接繼

資料來源：孫煒(2002:116)。

林水波(2001:317-340)將政策變遷視為解構、建構、以及強化原本結構等三股力量，在政策場域中相互運作的結果，而這三股力量往往具體的表現在政策過程中的行為者所提出的各種政策論述。如表 2 所示，依據政策解構之有無，以及政策重構之有無等兩個面向，而將政策變遷分為政策接續、政策成長、政策終結、以及政策演化四種型式，而政策變遷的動力在於政策論述的建構、解構、以及再建構，如果政策論述紋風不動，情境猶如往昔，則政策會持續一段時間，否則如兩者產生鉅變，原本政策失去立基，則政策變遷就成為必然之舉。

表 2. 政策變遷之型式

解構情形 重構情形	有	無
有	政策接續	政策成長
無	政策終結	政策演化

一般而言，政策變遷是指一個或更多的政策取代現存的政策，包括新政策的採用或是現存政策的修正及廢止，其方式可以分為三種：(1)現存政策的漸進改變；(2)特定政策領域中新法規的制訂；(3)重新選舉後所造成主要的政策改變。根據 Lester 和 Stewart (2000:147-153)的觀點，政策變遷的模

型有三種，這三個模型彼此之間與前面所陳述 Hall(1990 & 1993)的政策變遷六階段論相比，雖然較為欠缺前後的連結性，但在相當程度上仍能夠詮釋不同型式政策變遷的演進過程。

1. Schlesinger (1986) 的循環論 (The Cyclical Thesis)--國家的政策干預是在公共福祉與個人利益之間不斷改變，而美國的經驗是卅年一個世代的循環，足以使得民眾受到政治理念的支配而形成政治共識。

2. Sabatier (1993)的政策演進或政策學習論--在其所提出政策過程的概念架構下，政策變遷的原因有三：(1)政策次級系統/社群中各種倡導聯盟的互動；(2)次級系統外的改變；以及(3)穩定系統變數的影響。政策變遷是兩種改變的產物，一種是次級系統外在事件的改變，例如政經情況的動盪不安，另一種則是其他次級系統的不同倡導聯盟為了實踐其核心信念而形成彼此的競爭，其方式是透過爭取更多資源，並對外在事件做出回應，從而對於政策議題有更多學習和理解的機會，這種政策取向學習 (Policy-Oriented Learning) 所指涉的是由經驗所引起相對持久行為意圖之改變，而且和公共政策議題的解決或修正有關 (Busenberg, 2001:173-189)。政策議題的改變是外界動盪不安的結果，但政府政策方案的改變則是各種聯盟或政策代理人政策學習的結果。

3. Amenta 和 Skocpol 的反彈或鋸齒型

態論 (The Backlash or Zigzag Thesis)——當一項政策從有利某特定團體轉變成為對另一個團體有利時，所呈現的是不穩定的反彈狀況，階級鬥爭或是相互競爭的社會聯盟可以解釋這種轉變，而 1890 年至 1990 年之間的政策演進則可以解釋鋸齒型態論。

另外，Benson(1982:148)從府際關係的角度出發，認為複雜的組織因為資源相互依賴而連結在一起，其行政結構與利益結構形成深層的結構，可以在政策領域內確保某些政策需求或偏好，並可排除另外一些需求偏好在政策議程之外。

四、自由貿易港區的政策網路與發展問題分析

大多數的公共政策研究或者根本沒用任何理論或僅從一個理論角度切入，常失之偏頗。現代公共政策所涉及組織機關、利益團體眾多，環境變化複雜，所要解決的問題又艱鉅困難，僅用一個理論要瞭解政策的制定與實施實有不足。但是因為理論各有其哲學觀、假設基礎及關注的焦點，各種理論間常常並不相容。目前並無學者做過整合的嘗試，本研究乃試圖結合制度論的政策網路及政策變遷理論，除了做為本研究的理論架構外，也希望能夠引發後續研究廣續探討，修正精進，以提供其它公共政策研究之用，改進我國公共政策的形成與實施。

4.1 自由貿易港區的政策網路分析

目前台灣地區港埠所在地遍及全台灣各地，主管機關也包括交通部、航港局、內政部，乃至於各地方政府等等。而以自由貿易港區而論，除了涉及各港埠所在的縣市政府，其主管機關則包括交通部與航港局，而其彼此之間的部際與府際關係，以及所涉及的單位與政府則如表 3 所示。

表 3. 我國自由貿易港政策之部際與府際關係表

	部際 (Inter-agency)	府際 (Inter-government)
垂直 關係	上級與下級單位 交通部及其所轄 之港務公司； 航港局及其所轄 之航務中心	上級與下級政府 中央政府與自由貿易 港區所在之縣市政府
水平 關係	平行單位 航務中心以及主 管營運之國營港 務公司	平行地位政府 自由貿易港區所在 之各縣市政府

資料來源：本表架構參考自陳敦源(2002:142)，內容係本文自行整理。

說明：這項部際與府際分析架構係於探討跨域管理問題根源時所提出，本研究將其應用於我國自由貿易港政策網路之分析，在論述過程中儘可能兼顧我國自由貿易港政策政治經濟結構中的特殊意涵。

在我國的自由貿易港決策過程中，參與的多元行動者如果以「部際/府際」及「垂直/水平關係」做為一個 2 x 2 的矩陣，則會形成「上級與下級單位」、「平行單位」、「上級與下級政府」、「平行地位政府」等四種關係類型。這樣的歸類型態當中，「上級與下級單位」和「上級與下級政府」與 Rhodes(1984)所提出中央與地方垂直互賴、高度整合的政策社群，以及「平行地位政府」

與Rhodes(1984)代表地方政府利益、希望擴張水平影響力的府際網路都能夠呈現出政府機關中心途徑的互動網路。Carlsson(2000)的網路概念是「在組織間活動範圍裡制訂規則的機制」，本文在前述分類的基礎上將政策網路的分析分為三個面向：第一，行政部門與立法部門；第二，中央政府與地方政府；第三，公營部門與民營部門。

首先，在行政部門與立法部門方面，就行政部門來說，從主管自由貿易港區設置管理條例的交通部，到港埠所在地的各港務分公司與縣市政府，均屬於行政部門的參與者。就立法部門來說，自由貿易港區設置管理條例的修法，則就要立法院的中央民意代表匯集民意進行必要的修正，立委諸公所考量的，有可能是從港埠經濟的專業角度出發，有可能以選區經濟發展利益為依歸，亦有可能因為民營投資企業是重要的政治獻金提供者，當然也有可能是以政黨的意見為意見(黃秀端，1994)。

參與自由貿易港區設置管理條例決策的多元行動者之不同偏好，有可能節制和調節政策部門(Pierre & Peters, 2000)。例如：政府可能考慮到台灣地區的貨源有限，最近幾年來爭取大陸轉口貨櫃的成效亦有限，為使台灣成為國際供應鏈之重要環節，運用台灣製造優勢，發展高附加價值之轉運服務乃規劃推動自由貿易港區，以「境內關外」的特區理念，推行「貿易行政鬆綁、物流帶動製造」，便利國際商務人

士進出與資金流通，創造物流轉運及高附加價值加工製造利基，但是在港口尚未設置自由貿易港區之縣市立法委員，基於各自選區區域性利益的考量，可能無法顧及全國性的公共利益，而對於自由貿易港區設置積極爭取，甚至在選民或選區縣市政府與議會的壓力下，會對政府的決策機構進行干預，以維護網路成員的自我利益，而立法委員彼此之間選票互助的策略，可以透過修法達到自由貿易港區設置的目的，但如果未來真如政策部門所預估，設置過多的自由貿易港會由於投資廠商不足形成功能不彰之閒置現象或彼此競爭之後果，則政府機關仍必須要為政策施行的成果負責，而這也是Pierre & Peters (2000) 所指出新制度概念下政策網路型態產生的後果。

然而，畢竟擁有較多政策資源的策略行動者會處於相對的優勢地位，甚至可以主導政策議程的設定、政策的規劃以及掌握政策執行成功的關鍵因素(Rhodes, 1984; Rhodes & Marsh, 1992)。就自由貿易港區的政策議題而言，與立法部門相比的話，儘管行政部門各部會(Inter-agency)之間對於自由貿易港區設置數量與規模界定仍存有歧見，但畢竟無論自由貿易港區設置在何處，行政部門都是港埠的主管機關，對於自由貿易港區設置議題仍有主導議程設定之權力，以及港埠政策整體規劃之能力，立法部門縱有法定權力可以制定修訂法律，但對於政策的制定與執行則仍是力有未逮。而就

本文所探討的政策議題來說，即便是行政部門部際之間的組織網路，「分工但不合作」的現象，也就已經足以使得自由貿易港區設置的議題不易完成協調、溝通、以及衝突疏導之跨域意見的整合。

其次，在中央政府與地方政府方面，對於中央政府而言，「立法從寬，審查從嚴」的自由貿易港區設置管理條例施行初期，得以如願劃設編定為自由貿易港區的地方政府或民間機構之開發主體，除了桃園中正機場及高雄港之外，可能並不多見，因此並未考慮到自由貿易港區內發展空間不足、自由度不高以及營運成本過高，所可能引發自由貿易港區投資廠商不願進駐之問題。但在當前台灣總體經濟形勢欠佳的情況下，對地方政府來說，爭取到在縣市轄境內劃設編定自由貿易港區就可以帶動地方經濟發展。正如前所述，Benson (1982) 從府際關係的角度論述政策網路，因為資源相互依賴而連結在一起的複雜組織，其利益結構會與行政結構結合而形成深層的結構，在特定政策的領域內確保其政策需求或偏好。為了獲取有利的形勢，地方政府還可以結合當地縣市選出的中央民意代表，排除某些需求偏好在政策議程之外，或納入某些需求偏好在政策議程之內。

4.2 自由貿易港區的政策變遷探討

如果就政策變遷的型式來說，自由貿易港區的議題是屬於「非線性」的

政策變遷(Peters, 1986; Lester & Stewart, 2000:145)，其性質複雜，且包含其他種類的政策變遷。就此而言，自由貿易港區設置的政策議題，是介於「分裂型」與「統合型」之間的政策變遷，因該政策雖然型式上類似分裂成為兩個政策，但其實際功能則無甚差異，該政策也不過是將過去的政策併入新的政策當中，更換一個新的自由經濟示範區名稱而已。

根據林水波(2001:324-326)從批判論的角度解析政策變遷的型式，如表 2 所示，本文所探討自由貿易港區的政策議題應可歸類為「政策接續」。由於國際港埠經營民營化的潮流及鄰近港埠之激烈的競爭，國營港務公司之運作仍在磨合期，加上民間企業提出的政策建言備受政府正視，種種的政策變遷動力都有可能迫使決策者在這些動力的催促下，解構原來的思維體系，重新建構時勢所趨的思維，從而促使政策的變遷。

在「提昇港埠競爭力，建設台灣成為全球運籌中心」的政策典範之下，過去和現在的執政黨政府雖然面對來自不同利益團體的反對意見，但是這項政策典範卻都符合前後任政府的政策理念與利益，因而目前政府仍然會在相同的政策典範與政策網路下，繼續從事自由貿易港區的政策規劃與執行。

4.3 自由貿易港區的發展問題分析

我國「自由貿易港區設置管理條例」對自由貿易港區之定義：指經行政院

核定於國際航空站、國際港口管制區域內；或毗鄰地區劃設管制範圍；或與國際航空站、國際港口管制區域間，能運用科技設施進行周延之貨況追蹤系統，並經行政院核定設置管制區域進行國內外商務活動之工業區、加工出口區、科學工業園區或其他區域。經政府核定後賦予貨物可以在該區域內陳列、儲存、拆裝、改裝、加標籤、分類或與其他貨物混合加工、製造，以便再轉運出口，貨物未離開此區域前不予課徵關稅。僅貨物離開自由貿易區運至其他課稅區域正式進口時，才徵收關稅及採取進口管制。因包含「自由港」貨品豁免關稅，自由進出的規劃，同時又涵蓋「自由貿易區」中加值作業區概念，因此以涵蓋其意義以「自由貿易港區」稱之。自 2003 年 7 月 23 日「自由貿易港區設置管理條例」公布及 9 月 19 日「自由貿易港區申請設置辦法」發布後，目前已經在六個海港及一個空港(俗稱「六海一空」)設置了自由貿易港區。除了桃園機場的自由貿易港區之外，海港的部分計有高雄港、基隆港、臺中港、台北港蘇澳港、安平港等六個自由貿易港區。除安平港外另五個海港一空的自由貿易港區近三(民國 100 年至 102 年)之營運實績如表 4 所示。

表 4 自由貿易港區民國 100 年至 102 年之營運實績

		單位：家，萬噸，新台幣億元								
年 度	績效指標	100年			101年			102年(1-12月)		
		累計進駐廠商	貨物量	進出口貿易值	累計進駐廠商	貨物量	進出口貿易值	累計進駐廠商	貨物量	進出口貿易值
基隆港	13	2.99	48.25	13	4.89	128.95	12	6.36	140.67	
台北港	3	69.66	592.92	2	37.30	564.99	3	86.84	749.03	
蘇澳港	1	0.0011	0.05638	1	0.0006	0.04478	2	0.00376	0.1472	
台中港	29	290.31	909.63	31	915.14	2905.36	29	1263.75	3841.84	
高雄港	27	42.48	209.07	28	58.40	300.15	26	52.32	285.8	
桃園航空	35	2.14	1266.52	36	2.26	1119.8	34	2.8	1671.87	
總 計	108	407.58	3026.45	111	1017.99	5019.3	106	1412.07	6689.36	

* 桃園航空自由貿易港區自S.L1開始營運，營運進駐廠商未含關聯企業5家。
 * 註記：99.2.23明確界定貨量範圍為F1-F5後新增修正數值

民國 102 年「五海一空」自由貿易港區進駐廠商共 106 家，處理貨物量 1412.07 萬噸，進出口貿易額 6689.36 億元與前二年相較雖有成長但整體營運規模不大成效有限，關鍵在於自由貿易港區有待克服改善之法規與經營問題仍多半未決，政府雖努力提出改善措施，但仍無法大舉突破呈現出一竿見影之效果。茲將近年來政府在自由貿易港區法規面所進行之改善措施說明如下：

1. 已鬆綁之法規

我國政府推動自由貿易港區近 10 年，雖已有績效產生，但業界仍對現行政策提出諸多問題。近年來經建會為持續落實行政院「鬆綁、開放」之施政主軸，積極與相關部會就運籌物流相關法規進行檢討，促進台灣運籌物流之環境。至今已有多項法規達成共識並進行鬆綁。在近年來政府已完成鬆綁之運籌物流相關法規方面，依據 2008 年 10 月之報導(中央社、中華日報航運版等)，行政院經濟建設委員會為促進臺灣運籌物流環境，落實「鬆綁、

開放」施政主軸，與相關部會就相關法規進行檢討，完成「自由貿易港區按月彙報傳輸之流程簡化」、「桃園航空自由港區事業製造業申請外勞法制化」、「物流中心外銷勞務適用營業稅零稅率」等三項法規鬆綁。此外，經跨部會及與業者密集討論結果，其他物流法規也獲得原則鬆綁的共識，部分法規已在短期內完成鬆綁，以利業者申請營運，而物流法規鬆綁後，可使運籌物流發展更寬廣。經建會表示各部會至 2009 年 8 月止，業已完成鬆綁之運籌物流相關法規共 13 條

2. 有待鬆綁之法規

自由貿易港區之實務運作由於部分議題涉及面向廣泛，相關規定目前仍無法鬆綁，須再做整體評估。這些包括：「轉口貨櫃通關作業簡化方案」、「轉口櫃加裝業務改為備查」、「自由港區委外加工之原物料得退稅」、「物流中心設置分支之保證金調降」、「保稅倉庫設置之放寬」、「物流中心貨物進出課稅區採按月彙報」、「保稅倉庫採按月彙報」、「國際物流控股公司之設立」等議題。另，交通部所提之調整「都市計畫法」於「港埠用地」使用限制亦仍未鬆綁，這些都是未來產、官雙方協商研討的方向。

3. 法規修正之亮點

針對自由貿易港區自立法以後所發現的問題，經各方的共識後，「自由貿易港區設置管理條例」業於 2009 年 7 月 8 日修正公布。該次修正是有鑒於自

2003 年 7 月 23 日公布施行後，考量自由港區長期發展，宜將政策推動、業務協調及實際管理之機關合一，爰明定交通部為本條例之主管機關。另為提供自由港區事業進駐之利基與租稅誘因，活絡自由港區之貨物流通，現行營運相關規範未臻明確，或有窒礙難行或應予放寬之處，加予修正。本研究以為比較大的修正亮點有下列兩項值得一提：

- a. 明定本條例之主管機關為交通部；另為提升行政效能，爭取自由港區發展商機，刪除自由港區協調委員會之設置及其運作規範。
- b. 現行規定自由港區事業應僱用百分之五具有原住民身分之勞工，實際執行上有其困難，不利自由港區發展，爰修正降低原住民僱用比率為百分之三，並增訂相關獎勵僱用原住民措施等機制。

4. 有待突破之關鍵課題

從上面的分析可知：雖然在政府全力推動下，我國各主要貨櫃港都已發展自由貿易港區為產品增值化的創新策略，但在成果上似仍不如預期。這除了因為環境上受到諸如港區土地的限制因素之外，與法規上之鬆綁尚無法迎合業界需求，從而有影響進駐意願有關。譬如由於在國境內設置一個關外的管制區，其在區內的自由流通的關務作業機制當然要精密地設計，這也難免使得部分學者與業界認為進駐自由港區反而不自由。又如原住民僱用比率雖經修法降低，但也維持在

3%的水準，與原先行政部門期望降到1%的比率仍有差距。其他又如區內港埠用地改為「倉儲用地」，需要捐贈大量公共設施比例的問題，也都困擾著自由貿易港區的經營者。或許因為這些因素，目前的加工出口區及工業區尚多無意願申請納入自由貿易港區。基於這些問題的考量，本研究以為未來如何提高廠商進駐自由貿易港區之意願，從而有利港區之發展？這是個重要的課題。

5.自由貿易港區的創新規劃構想

儘管如上所述，政府已經努力地期望自由貿易港區的政策能夠達成其預期目標，然而較具突破性的創新作法，是將自由貿易港區的法律地位，徹底從「境內關外」進一步修正為「境外關外」，從而創建「自由經貿特區」的發展方向。這個「境外關外」的「自由經貿特區」之構想，前有陳明璋等人(2007)提出，不過其構想有大部分是在解決兩岸不能直航的問題。因應兩岸直航以後的發展，吳榮貴(2008)進一步提出對於臺灣發展自由經貿特區的展望。

吳榮貴(2008)認為兩岸自 2008 年 12 月開放直航之後，由於運輸成本(含時間)的節省活化了兩岸產業分工，有利於開拓以臺灣為基地的供應鏈之物流運籌，包括自由貿易港區。不過現行自由貿易港區受國內法律多所限制的「境內關外」的制度及小規模分散設置於港區的情境，仍較不具國際吸引力。因此，未來需要有具「境外關外」

特性，提供「五流」充分自由流通環境的「自由經貿特區」，才比較有可能開創臺灣的全球供應鏈運籌利基。茲將其推動「自由經貿特區」的構想與建議引述如下：

1.構想：

- (1) 以自由貿易港區「境內關外」的法律為基礎。
- (2) 選定適當地點，擴大規劃為一個具「境外關外」地位的「自由經貿特區」。
- (3) 解除原住民及外勞(包括大陸勞工)的僱用限制。
- (4) 解除最低工資之限制。
- (5) 讓「五流」(商、人、物、錢、情)於該境外特區自由流通。

2.建議：

- (1) 未來值得檢討修正現行「自由貿易港區設置管理條例」，增列設置「自由經貿特區」相關規定，排除多數國內法律之限制，創設「境外關外」的法律環境。
- (2) 有關自由經貿特區之開發宜集中一處為原則，其選址得考慮臺灣西部最能善用亞太地區交通優勢的海空港或其鄰近地區，並由政府主導規劃，民間投資開發經營。

不過上述具「境外關外」特性的「自由經貿特區」的構想雖具有「創意」，但其要真正達到「創新」的實用境界，則仍待進一步研究。此一方案的規劃最大的障礙，不但會是在立法的層面比較無法接受境內的法律境外，除非

這樣一個特區真能為我國創造「如果沒有這個特區，就沒有效益」的假定條件下，創造「自由經貿特區」法律新環境，才比較有可能在未來的自由貿易港區發展上，為臺灣開創另一個全球供應鏈的運籌利基。另一方面，「自由經貿特區」對於境內既有「自由貿易港區」之負面衝擊，也有必要妥為加以研析。

五、結論與建議

5.1 結論

1. 自由貿易港區的政策是我國政府為使台灣成為國際供應鏈之重要環節，運用台灣製造優勢，發展高附加價值之轉運服務，以「境內關外」的特區理念，推行「貿易行政鬆綁、物流帶動製造」，簡化關務行政流程，提供多項稅賦優惠，便利國際商務人士進出與資金流通，創造物流轉運及高附加價值加工製造利基。
2. 全球貿易自由化的趨勢中，國際間貿易活動因市場開放，企業面臨全球化伴隨而來之產銷及配送體制的變革，為能即時掌握市場機會，並即時供應消費者所需，致力發展全球運籌管理經營模式，在海外設立全球性或是地區性之運籌中心已呈必然趨勢。臺灣具有優良的港埠設施及地理優勢，與鄰近國家及地區航運交通聯繫順暢密集，對於發展國際物流服務網路具有他國所欠缺的優勢，惟國際物流經營環境內部受港區土地的限制、相關法規尚未

鬆綁、海關檢驗程序之繁瑣和作業成本太高等因素，外部受大陸鄰近港口之競爭，由於彼此的地理區位條件相同替代性高，加上我國自由貿易港區之營運規模不大，缺乏競爭力，導致自由貿易港區發展至今，營運成果仍不如預期。

3. 民國 102 年我國「六海一空」自由貿易港區進駐廠商共 106 家，處理貨物量 1412.07 萬噸，進出口貿易額 6689.36 億元與前二年相較雖有成長但整體營運規模不大成效有限，關鍵在於自由貿易港區有待克服改善之法規與經營問題仍多半未決，導致跨國企業與國內廠商進駐意願不高，政府雖努力提出改善措施，但仍無法大舉突破呈現出一竿見影之效果。
4. 本研究發現我國推動自由貿易港區之政策，其理論基礎與推動過程符合政策網路與政策變遷等相關文獻之理論基礎及論證觀點，政策網路已經成為我國政策制定的面貌，如不了解政策執行系統的複雜性、分割性及不確定性，勢必會導致政策執行的失敗。研究過程中本研究提出下列兩點研究限制：
 - (1) 政策變遷的過程是否能夠如同 Hall(1990; 1993)所提出的六階段論，就不同的政策領域或是不同的國家決策機制而言，都可能並不是直接清楚而明確的發生，而且從過去的理論文獻回顧中，吾人亦無從得知究竟是何種因素影

響到政策變遷的時機，或是政策變遷不同階段間所耗費的歲月，而在什麼情況之下，政策變遷的進程會及於全部的六個階段，抑或會在某特定階段就因故停滯等等問題，都是本文難以回答的問題。

- (2) 傳統的政策過程研究將國家視為一個均質的整體，官僚機構也僅僅是單純的執行工具，但政策網路的研究途徑則是強調國家機構的異質性，每一個國家機構都有其不同的業務性質與權力基礎，而且和不同的社會團體建立不同類型的競爭或合作關係。因此，在不同的國家機構與社會團體的互動中，國家權威在不同的政策部門內或部門之間，其分佈與運作的情形亦有異，「分工但不合作」的狀況時有所見。此外，不同的政策領域，甚或不同的國家都有，其網路參與者的多寡、網路的結構設計與功能發揮、乃至於權力互動關係與策略運用技巧等等，也都各自演變出不同的類型，這對於一般理論的建構有其基本困難。

5. 本文所探討的政策議題是自由貿易港區之政策，所採用的研究途徑是運用政策網路的概念，對於該政策所涉及中央部會之間、行政部門與立法部門之間、中央與地方之間，乃至於國家機關與利益團體彼此之間的互動關係，在在都呈現出多元

政策行動者權力角力場域對於政策變遷的影響錯綜複雜。政策網路的研究途徑使吾人得以認知在參與者的互動之下，政策變遷的過程未必然能夠可以被切割為截然劃分的不同階段，理性的政策制定階段性的過程固然是政治運作的面向之一，但透過政策網路對於政治運作的詮釋，亦得以顯現出政策變遷的過程其實是兼具理性與權謀兩個面向。然而，本研究並未發展出原創性的分析架構，以整合政策網路與政策變遷的理論意涵，雖然在論述過程中力求兼顧自由貿易港區政策背景在政治經濟結構中的特殊意涵，但卻仍見力有未逮之處。

5.2 建議

1. 務實面對兩岸產業垂直分工之需要及可行性，放寬自由貿易港區有關外勞及原住民僱用、關務運作、營所稅減免、都市計畫法相關法令之規定，並透過兩岸直航之商機降低產業鏈的整體成本，提高產業回流或根留臺灣之機會，並透過外資投資障礙的排除，積極吸引外資來台投資。
2. 現階段在臺灣地區的國際商港發展政策上，自由貿易港區及籌設中的「自由經濟示範區」可以說是相輔相成的重大政策，為補現行自由貿易港區「前店」中生產功能的不足，開發自由經濟示範區為「後廠」確為未來相當重要的政策方向。建議港務

公司配合「自由經濟示範區」之政策，推動「前店後廠」模式，提升港埠物流設施、配合示範區規劃延伸港口腹地等項目，加強整合「前店」及「後廠」間連結溝通管道，並蒐集各項待解決及突破事項，提報相關主管機關共同解決。而配合政府推動自由經濟示範區政策，將規劃擴大自由貿易港區面積，並規劃農特產品加值配銷專區，以期打造新世代自貿港區。

3. 本研究發現政府雖然強力推動自由貿易港區的政策，但卻仍未能達成預期目標，而仍有頗多改善的空間。未來到底是修正現行「自由貿易港區設置管理條例」，增列相關規定，或另行立法創設具「境外關外」特性的「自由經濟示範區」法律新環境值得進一步檢討。此一法律新環境將歸零思考，排除大多數國內法律之限制，讓「五流」(商、人、物、錢、情)在區內及國外自由流通，包括解除所有人力僱用限制與外勞適用最低工資之法律規範等。
4. 建議交通部重視物流人才之培訓，有鑑於人才之素質為國家發展之根本，過去幾年，政府與民間單位對於物流人才之培育分別投入資源及心力；而值此全球競爭趨劇，產業亟需轉型發展之際，企業對具有物流經營、規劃及跨國物流整合能力之高階全球運籌管理人才，需求日益殷切，惟目前國內尚無相關訓練課程如何以既有成果為基礎，更進

一步規劃我國未來全球運籌人才培育之作法，實為重要課題。

參考文獻

1. Argyris, C., & Schon, D. , 1978, *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*, Reading, MA: Addison-Wesley.
2. Bardach, Eugene, 1977, *The Implementation Game*, Cambridge, MA: MIT Press.
3. Benson, J. K., 1982, *A Framework for Policy Analysis*, in D. Rogers, D. Whitten and Associates, *Inter-organizational Coordination*, Ames, Iowa: Iowa State Press.
4. Ellison, B.A., 1998, "The Advocacy Coalition Framework and Implementation of the Endangered Species Act: A Case Study in Western Politics," *Policy Studies Journal*, 26, 1:11-29.
5. Hall, P. A., 1990, *Policy Paradigm, Experts, and the State: The Case of Macroeconomic Policy-making in Britain*, in S. Brooks & A. G. Gagnon (eds.), *Social Scientists, Policy, and the State*, pp. 53-78, New York: Praeger.
6. Hall, P. A., 1993, *Policy Paradigms, Social Learning and the State: The Case of Economic Policy-making in Britain*, *Comparative Politics*, 25, 3: 275-296.
7. Helco, Hugh, 1974, *Modern Social Politics in Britain and Sweden: From Relief to Income Maintenance*, New Haven: Yale University Press.
8. Heclo, Hugh (ed.), 1978, *Issue Networks and the Executive Establishment*, in Anthony King (ed.),

- The New American Political System, pp. 87-124, Washington, D.C.: American Enterprise Institute for Public Policy Research.
9. Hogwood, Brian W. & Lewis A. Gunn, 1984, *Policy Analysis for the Real World*, Oxford: Oxford University Press.
 10. Hogwood, B.W. & B.G. Peters, 1983. *Policy Dynamics*, N.Y.: St. Martin's.
 11. John, Peter, 2000, *Analyzing Public Policy*, London: Continuum.
 12. Katzenstein, Peter J., 1977, Conclusion: Domestic Structures and Strategies of Foreign Economic Policy, *International Organization*, 31, 4: 879-920.
 13. Lester, James P. and Joseph Stewart, Jr., 2000, *Public Policy: An Evolutionary Approach*, 2nd edition, Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning.
 14. Lindblom, C. E., 1959, "The Science of Muddling Through," *Public Administration Review*, 19, 2: 79-88.
 15. Lindblom, C. E., 1979, Still Muddling, Not Yet Through, *Public Administration Review*, 39, 2: 517-526.
 16. Mazmanian, Daniel A. and Paul A. Sabatier, 1983, *Implementation and Public Policy*, Scott, Foresman.
 17. David & Rhodes, R. A. W. (eds.), *Policy Networks in British Government*, 1-26, Oxford: Clarendon Press.
 18. Ostrom, E., 1995, *The Institutional Analysis and Development Framework: An Application to the Study of Common-Pool Resources in Sub-Saharan Africa*. Workshop in Political Theory and Policy Analysis, Indiana University, Bloomington, IN.
 19. O'Toole, Laurence, J., Jr., 1988, Strategies for Intergovernmental Management: Implementing Programs in Interorganizational Networks, *International Journal of Public Administration*, 11, 4: 417-441.
 20. Palumbo, Dennis J., 1988, *Public Policy in America*, New York: Harcourt Brace Jovanovich Publishers.
 21. Peters, Guy B., 1986, *American Public Policy*, Chatham, NJ: Chatham House.
 22. Pierre, Jon & B.G. Peters, 2000. *Governance, Politics and the State*, New York: MacMillan Press Ltd.
 23. Pressman, J. I., & Wildavsky, A., 1973, *Implementation*, Berkeley, CA: University of California Press.
 24. Rhodes, Rad A. W., 1988, *Beyond Westminster and Whitehall: The Sub-Central Governments of Britain*, London: Unwin Hyman.
 25. Sabatier, P.A., (ed.), 1999, *Theories of the Policy Process*, Boulder, CO: Westview Press.
 26. Sabatier, P.A., 1993, Policy Change over a Decade or More, in Sabatier, P.A. and H. C. Jenkins-Smith (eds.), *Policy Change and Learning: An Advocacy Coalition Approach*, Boulder, CO: Westview.
 27. Sabatier, P.A., 1991a, Political Science and Public Policy: An Assessment, in W. N. Dunn & R. M. Kelly (eds.), *Advances in Policy Studies Since 1950*, pp. 27-57, New Brunswick: Transaction.
 28. Sabatier, P.A., 1991b, Toward Better Theories of the Policy Process, *Political Science and Politics*, 24, 2: 144-156.

- 29.Sabatier, P.A.,1988, An Advocacy Coalition Framework of Policy Change and the Role of Policy-Oriented Learning, Policy Sciences, 5, 21:129-168.
- 30.Torgerson, D., 1986, Between Knowledge and Politics: Three Faces of Policy Analysis, Policy Sciences, 19, 1:33-59.
- 31.UK, Cabinet Office, March 1999, Modernizing Government.
- 32.Yehezkel Dror, 1968,Public Policymaking Reexamined, Chandler Publishing Company, San Francisco.
- 33.王克尹(2005a),「上海港發展國際航運中心之挑戰」,21世紀港埠及物流發展之挑戰研討會論文集,交通部運輸研究所港灣技術研究中心, pp. 9-1至 9-14。
- 34.王克尹(2005b),「建立我國港埠物流中心之研究」,航運季刊,14(1),43-62。
- 35.王克尹、曾文瑞(2009),自由貿易港區內物流業競爭策略之研究,交通部港灣技術研究所。
- 36.王鐘雄(2005),「二十一世紀港埠的發展」,21世紀港埠及物流發展之挑戰研討會論文集,交通部運輸研究所港灣技術研究中心, pp. 7-1至 7-12。
- 37.行政院經濟建設委員會(2003),我國自由貿易港區之規劃及相關國家作法研析。
- 38.行政院經濟建設委員會(2007),強化全球運籌與自由貿易港區發展。
- 39.行政院經濟建設委員會(2008),各部會提報涉及其他部會之財經法規鬆綁建議,經建會彙整,2008年9月1日,取自:行政院公共工程委員會網站 <http://www.pcc.gov.tw/pccap2/>。
- 40.行政院經濟建設委員會(2009),法規鬆綁推動現況,附件一:各部會已完
成鬆綁之財經法規議題 (97.05.20~98.08.10), 取自:
<http://www.cepd.gov.tw/>
- 41.李龍文(2005),「從自由貿易港區之設立談臺中港未來發展」,21世紀港埠及物流發展之挑戰研討會論文集,交通部運輸研究所港灣技術研究中心, pp.6-1至 6-24。
- 42.林水波(2001),《公共政策新論》,臺北:智勝文化事業。
- 43.吳榮貴(1995),「臺灣地區港埠自由化政策之探討」,八十四年度港埠經營管理研討會論文集,5月4-5日,臺北, pp.2-1~2.13。
- 44.吳榮貴(1995),臺灣地區碼頭工人僱用制度之研究,行政院國家科學委員會補助專題研究,計劃編號: NSC-84-2416-H019-002。
- 45.吳榮貴(1995),「亞太海運中心的港埠經營策略」,發展臺灣為亞太交通中心研討會第一階段—「強化海運競爭能力」引言集, pp.40-44。
- 46.吳榮貴(1995),「發展臺灣為海運中心之瓶頸與對策」,中國土木水利工程學會八十四年年會論文集,11月24日,高雄, pp.127-136。
- 47.吳榮貴(2008),臺灣發展自由經貿特區的展望,「服務科學」學術暨國際專題講座系列,中國科技大學企業管理系演講稿,2008年11月14日。
- 49.吳榮貴(2009),「臺灣貨櫃港埠創新管理的策略規劃」,2009臺灣貨櫃港埠之創新管理研討會論文集,交通部運輸研究所,10月6日,臺灣、臺中,頁1-1 - 1-45。
- 50.黃秀端(1994),《選區服務:立法委員心目中連任之基礎》,臺北:唐山。
- 51.魯炳炎(2003),〈政策網路與政策合法化:以我國自由貿易港區政策為例〉,《經社法制論叢》,32卷,161期:頁209。

- 52.魯炳炎(2003)，〈我國工業專用港轉型改制為工商綜合港之公共政策觀點〉，《政治科學論叢》，19期：頁255~296。

新型棧橋式碼頭檢測安全評估方式

李賢哲 國立中山大學海洋環境與工程學系教授

張嘉峰 台灣營建研究院 研究員兼組長

簡正仁 台灣營建研究院 副研究員

柯正龍 交通部運輸研究所海洋研究中心 研究員

摘要

棧橋式碼頭主要結構為以鋼筋混凝土材料作為建材之結構，而台灣各大港口之棧橋碼頭，其使用時間迄今已超過 30 年，結構老舊，部份鋼筋混凝土結構疑有老化腐蝕現象，對未來支持續使用或配合週邊設施興建以及岸肩靠泊作業等都可能造成風險。碼頭破壞檢測之數據資料為碼頭安全評估之基礎，根據各種破壞檢測取得之數據後再進行安全評估，管理單位決策的依據則是結構安全評估之結果，因此結構安全評估之重要性不言可喻。因此、在進行碼頭之結構檢測後，如何評估結構物之安全性變得異常重要。本研究在檢討現行之各種碼頭結構檢測安全評估方式後，研擬出新的棧橋式碼頭結構破壞檢測安全評估方法。該方法與傳統 D.E.R. 評估方式比較時，具有一定的力學理論基礎。各種檢測數據的代入為量化資料，較能避免人為檢測經驗不足的疏失。在考量個別構件與整體結構之相關性時，訂定以設計時個別構件之受力作用而有不同之承載型式或強度修正考慮，在整體

安全評估時對於設計安全因子之考慮較為充分。

一、研究目的

棧橋式碼頭主要結構為以鋼筋混凝土材料作為建材之結構，而台灣各大港口之棧橋碼頭，其使用時間迄今已超過 30 年，結構老舊，部份鋼筋混凝土結構疑有老化腐蝕現象，對未來支持續使用或配合週邊設施興建以及岸肩靠泊作業等都可能造成風險。其中橋墩式棧橋碼頭之樑、面(底)版及冠牆等均為鋼筋混凝土構造，可能因長年遭受海水波浪之衝擊浸漬，海水中之氯離子甚易侵入底版(李 1996, 李及陳 1997, Lee and Chang 2004)，造成內部鋼筋之銹蝕、混凝土保護層剝落、鋼筋裸露斷裂，終致底版破裂、塌陷，此外，地震與船隻撞擊等天然災害禍或人為疏失，均可能嚴重危害碼頭結構物之安全及碼頭營運效能。因此、在進行碼頭之結構檢測後，如何評估結構物之安全性變得異常重要。破壞檢測及安全評估為碼頭維護管理之核心，必須納入碼頭維護管理系統中。

碼頭維護管理系統中，最重要為

在使用階段中能夠正確瞭解碼頭之各種狀況，其中最重要的則為結構的安全性及碼頭功能的健全性。因此每一座碼頭都應該有個別的檔案，各座碼頭之檔案復能相互連結並建立關聯性，以方便管理。因此在日常的維護工作中，即應針對碼頭結構的安全性及碼頭功能的健全性進行適當的檢測工作，包括建立數據、紀錄異常狀況、拍照紀錄，並定期做檢測數據之分析。碼頭檔案之建立，首先必須在碼頭一開始規劃及設計的階段時即取得碼頭之各種設計資料，包括各種設計條件、碼頭需求及完成設計時之各項碼頭參數，加以建檔。然後在施工階段是否有重大工程違失之建檔，如材料數量或強度不實，施工流程不當或意外等。而在日常使用的管理中，檢測數據之紀錄宜以表格化執行，避免檢測者的個別差異。為了管理的一致性及兼顧各種不同碼頭的異質性，不同型式的碼頭宜有不同之檢測重點，但在日常例行檢測中，特別針對碼頭使用功能性之檢測，則宜有一致之檢測標準(Lee and Chang 2004)。

碼頭破壞檢測之數據資料為碼頭安全評估之基礎，根據各種破壞檢測取得之數據後再進行安全評估，管理單位決策的依據則是結構安全評估之結果，因此結構安全評估之重要性不言而喻。但目前碼頭結構使用之安全評估方法並不完善(Lee et al. 2002)，其為參照橋梁結構檢測之安全評估法所訂定，以簡便之方法歸類及分級，然

後以構件為單位加以統計，在應用上較為簡單。

而本研究為延續系列計畫之研究成果，針對目前港灣構造物之檢測成果之安全評估方式進行檢討，並針對儀器檢測之量化成果提供一較為可靠之安全評估法。相較於複雜之結構力學分析及計算方法，本安全評估方法則簡化許多；雖較以權重及範圍統計之傳統安全評估方法稍為複雜，但卻具有力學理論及材料構件之理論基礎，同時兼具檢測數據誤差較大時之考量。本研究的目標除了將需處理龐大檢測數據之結構安全評估工作化繁為簡之外，評估人員無須具備複雜之結構分析訓練背景，只要取得適當、足夠之檢測數據資料，即可進行安全評估及分析之工作。

二、研究方法

大部分的港灣構造物所使用之材料為混凝土及鋼鐵材料，結構型式則可大致分成兩大類：一為重力式構造、另一為非重力式構造。重力式構造在設計分析時較為簡便，以靜力分析為主，非重力式構造因考慮結構構件之變形，其分析方法則較為複雜。在結構破壞之檢測上也更加困難，而大部分儀器檢測施行之重點亦以非重力式碼頭結構為主。本研究之安全評估方式，以非重力式結構棧橋式碼頭之評估為主要對象。非重力式碼頭結構之評估適用對象、現階段則以混凝土及鋼管樁剛架式構造 (concrete frame

structure) 如棧橋式碼頭為研究目標。研究方法則包括資料蒐集、分析整理、理論分析、公式推導及理論成果之整理。

三、研究成果

3.1 現有碼頭結構破壞安全評估方式

目前台灣所使用之碼頭結構破壞評估方式主要以現場觀測數據為主之評估方法(damage assessment based on field investigation data)，或俗稱之 DER 或 DERU 方法為主。

此一方法所使用之數據，為現場檢測之破壞現象，以簡便之方法歸類及分級，然後以構件為單位加以統計，在應用上較為簡單。其中如目前在台灣廣被應用於橋梁破壞檢測之方法即為其之一，參考交通部國道高速公路局「高速公路橋梁管理系統」，該方法將目視檢測之要項分為：破壞程度(degree D)、破壞延伸範圍(extension E)及破壞處與主結構體之相關性(relevance R)，或進一步包含維修之急迫性時(urgency U)，則加入急迫性參數，然後再統計成為數據化之破壞指標，故亦簡稱為 D.E.R. 或 D.E.R.U. 檢測法。

但是該方法的使用上則有一些問題存在，其中包括：(1)各類單獨指標之判定方式不一；(2)各類單獨指標之判定標準訂定困難；(3)某些指標之訂定爭議性甚高；(4)計算出來之最終破壞性指標可靠性不足；(5)最重要的問題為與力學理論無法結合。以下分別

詳細說明：

(1) 各類單獨指標之判定方式不一

例如以 D 值(破壞程度)為例，以構造物損壞的程度為判定標準，目前的建議標準為敘述性(定性)，如「嚴重」、「稍嚴重」、「良好」等，不同的檢測人員判定時可能有不同的解讀。

(2) 各類單獨指標之判定標準訂定困難

同樣如前述之 D 值為例，目前所見的相關研究中有多種訂定方式，部分有一致性、部分則差距較大，顯見在該值訂定時確有困難，同樣在訂定 E 值(破壞延伸範圍)時亦有類似困難。

(3) 某些指標之訂定爭議性甚高

其中較為困難且爭議較大的為 R 值(相關性指標)以及 U 值(急迫性指標)的訂定標準。構件與構件間的相關性，或材料劣化與構件的相關性等常不易釐清。另外 U 值的判定標準與相關性的爭議相似，如非經現場有長足經驗的工程師則無法適切的判定，若述諸於文字或手冊中，在某些複雜的破壞狀況下也有困難。

(4) 計算出來之最終破壞性指標可靠性不足

最終計算出來的破壞性指標，其可靠性或實際代表性如何，始終免不了受到質疑。原因為計算過程為簡單的統計運算，無法在力學基礎上做有效驗證，而在實例上由於結構物太龐大，作用的因素也過於複雜，似乎除

此之外、難以找到比較可靠且可行的評估方法。

(5) 最重要的問題為與力學理論無法結合

一如前述、目前所使用的評估方法為簡單的統計運算，與力學理論並無相關性。事實上在計算總破壞指標前之所得之各項破壞參數，與力學理論之關聯亦不密切，也因此造成此一評估方式具有檢討改進之處。

3.2 港灣碼頭結構破壞新型安全評估方式

前節介紹之碼頭破壞評估方式，主要根據交通部於 2000 年所委託之相關計畫中所建議(李等 2000, 2001)，以及後續研究中局部修正之結果(李及許 2001, 李等 2002)。其中將港灣構造物之破壞評估分成初步檢測及細部(或詳細)檢測兩個階段，如果將目前討論之 D.E.R. 檢測評估方式，應用於初步檢測所得結果之初步評估可能較為適宜，當然針對前節之檢討項目必須做相關的釐清，並且能統整使具有一致性。

至於新型港灣碼頭破壞評估方法，目前在發展中的方法則考慮了力學理論與現場觀測數據之整合性評估法(Damage assessment based on both mechanical theorem and field investigation data, 李等 2010)，並以此為基礎，輔以檢測之實測資料及實驗室模擬縮尺試驗之結果加以改進。其目標為讓港灣結構破壞之評估方法具有簡便性，同時又具有較充足之材料

力學基礎，使得評估之結果具有更高之準確度。該方法又分成個別構件之評估方式，及整體結構體之評估方式。而整體結構體之評估方式為個別構件之破壞指標已知之情況下綜合得出之結果，整體評估時並分別考慮各種不同構件設計時之減強因子及載重因子之影響。

3.3 棧橋式碼頭個別構件破壞指標

個別構件之評估方式以破壞指標來敘述，表示如下：

$$D_e = \frac{\delta_{Me}}{\delta_{ue}} + \frac{\beta_e}{pQ_{ye}\delta_{ue}} \sum_i^p E_i^e \quad (1)$$

式中， δ_{me} = 外力作用下， e 構件之最大變形量 (maximum deformation of e member)

δ_{ue} = 靜力設計時， e 構件之極限變形量 (ultimate deformation of member e)

β_e = 非負值試驗常數，依構件型式而稍有不同 (empirical number, if not available = 1)

Q_{ye} = 構件之降伏強度 (yielding strength of e member)

$\sum E_i^e$ = 構件 e 破壞前累計吸收之應變能量 (accumulated strain energy)

該評估式主要由 Park and Ang (Park and Ang 1985, Stephens and Yao 1987) 所發展之鋼筋混凝土梁破壞指標之發展而來。為了適合現地檢測資料

之應用（該式子之發展較適合即時監測之數據應用），在參數的使用上則做了若干修正。其中構件 e 破壞前累計吸收之能量，則依據不同型式碼頭及材料構造而加以區分，首先以鋼筋混凝土構造之棧橋式碼頭為研究對象。

混凝土構造之棧橋式碼頭，在進行破壞檢測時，一般以構件區分為單元，而各構件又再細分成許多較小之檢測單元。假設其中某一(梁)構件 e 進行了 p 個斷面(小單元)之檢測，則該構件 e 破壞前累計吸收之能量，將由數個(p 個)斷面之破壞情形累積得出，而其中某單一斷面之破壞能量表示如下為

$$E_i^e = \sigma_{ri} \delta_{est,i} \quad (2)$$

式中， σ_{ri} = 實測所得斷面 i 之剩餘強度(remaining strength)

$\delta_{est,i}$ = 估算之該斷面最大可能變形能力(experienced deforming capability)

其中、最大可能變形能力之估算，結構構件如果為抗彎矩構件(如以梁構件為例)，若考慮主要變形為旋轉角時，可以利用明顯之撓度變形資料，以撓度及梁之長度換算為旋轉角；或在 i 與 $i+1$ 段中若有其他(n 個)裂縫之檢測資料時，亦可參照 Park 及 Paulay (1975) 之方法將兩檢測斷面間(i 與 $i+1$ 段)裂縫形成之撓角加以累計，其旋轉角表示如下：

$$\theta = \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{d - k_j d} \quad (3)$$

其中 S_j 為某量測段(j 段)鋼筋之伸長量。由於無法實際測出，可以梁斷面上裂縫寬來替代；其餘參數如 d 為梁之原始深度， $k_j d$ 則為裂縫深度。而該斷面最大可能變形 $\delta_{est,i}$ 可進一步表示為 $\delta_{est,i} = d \cdot \theta$ 。

但破壞檢測對象並不完全為抗彎矩構件，若以建築物為例子，通常包括有梁、柱、樓版、牆及其他相關之基礎構造。若以港灣構造之棧橋式碼頭為例，則包括有大梁、小梁、基樁、面版及其他相關之基礎構造。當然以上所述基本構件均可能有彎矩力之作用，特別如大梁、小梁、基樁及面版等。但除了彎矩力造成之破壞之外，剪力造成之破壞亦為相當普遍可見之破壞現象。

3.4 棧橋式碼頭之整體指標

整體結構安全指標代表的意義為，該整體結構在持續性使用下之狀態指標。構件現況破壞指標代表構件使用至今之破壞現況，主要以其材料強度損失、劣化及變形能力之變化主要為考量依據。整體結構安全之評估方式中，舉凡材料腐蝕、劣化之檢測數據、構件斷面損失、強度損失、構件間結合損失等檢測數據均列入考慮。該方法與傳統 D.E.R. 評估方式比較時，具有許多優點包括如：(1)具有一定的力學理論基礎，尤其某些參數計算時必須使用到材料力學之相關公式；(2)各種檢測數據的代入為量化資料，較能避免人為檢測經驗不足的疏失；(3)充

分考量個別構件與整體結構之相關性，其相關性之訂定以設計時個別構件之受力作用而有不同之承載型式或強度修正考慮，在整體評估時均予考慮；
 (4) 整體破壞指標之計算看似複雜，但只要 WINDOWS 之 EXCEL 所提供之方程式即能以表格輸入的方式得出，對於使用者而言仍具簡便性（計算式亦能輕易併入管理系統中）。

現階段研究中整體結構指標，經過重新整合並簡化，以便應用於其他型式之碼頭結構後，修正如下：

$$\Phi = \frac{2}{M} \sum_e^M \left[\frac{\phi_r}{\phi_l} \cdot \delta_e^{\alpha_e} \right] \quad (4)$$

或如下式，若相互銜接之構件為同一型式之構件，如均屬版構件，或均為梁構件時

$$\Phi = \frac{1}{M} \sum_e^M [\delta_e^{\alpha_e}] \quad (5)$$

式中，M 為結構體中屬於主結構構件之總數， ϕ_l 為結構設計之荷載因子， ϕ_r 為結構設計時與構件型式相關之減強因子，其他相關參數則表示如下：

$$\delta_e = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{\sum E_i}{\Delta} + \frac{\delta_{Me}}{\delta_{ue}} \right] \quad (6)$$

$$\alpha_e = \frac{1}{\alpha_{le} \alpha_{ve}} \quad (7)$$

α_{ve} 及 α_{le} 則分別為現場檢測數據相關之參數。其中 Δ 為相關材料之延展性，目前依據鋼筋混凝土最大應變

與彈性應變之比設 $\Delta=5$ ，

α_{ve} 為檢測數據變異數參數，其表示式為：

$\alpha_{ve} = (1 - \text{檢測數據誤差百分比}) / 0.95$ ，若檢測數據誤差 $\leq 5\%$ 時、則不以計入。

α_{le} 則為包含斷面損失、裂縫分佈及延展性損失等檢測結果之參數，依檢測對象不同，如棧橋式碼頭及板樁式碼頭分別說明如後。

混凝土構造棧橋式碼頭之整體破壞評估以式(4)為主。式(4)中 ϕ_l 為結構設計之荷載因子，由鋼筋混凝土之原設計資料得出； ϕ_r 為結構設計時與構件型式相關之減強因子，同樣可由鋼筋混凝土之原設計資料得出。

至於 α_{le} 則為包含斷面損失、裂縫分佈及延展性損失等檢測結果之係數，其可表示如下：

$$\alpha_{le} = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \quad (8)$$

其中影響 α_{le} 係數之參數 β_1 為鋼筋斷面損失係數，表示如下

$$\beta_1 = (1 - \text{線材斷面損失率}) = (1 - R_{sl}) \quad (9)$$

但一般來說鋼筋斷面損失不容易測出，而鋼筋之斷面損失通常經過銹蝕發生，本研究中以腐蝕電位之數據及其與腐蝕機率之關係，推估其與斷面損失之關係式來計算。當腐蝕機率為中時、假設其斷面損失為 5%；當腐蝕機率為高（電位達 -350mV 更負時）、則假設其斷面損失為 10%；若腐蝕機率為高且腐蝕電位達 -450mV 以上時、假設每增加 -10mV 之腐蝕電位則其斷面損失增加 1%。

β_2 為混凝土材料劣化係數，為類似斷面損失之深度損失係數，但以混凝土部分之破壞為主，表示為：

$$\beta_2 = (d - \text{混凝土斷面劣化深度}) / d = (1 - R_{dl}) \quad (10)$$

當材料無劣化現象時 $\beta_2 = 1$ 。

β_3 為延展性及脆性材料間之接合情形，或材料脆性行為之影響範圍。當不同材料間之接合良好且無任何脆性破壞現象如龜裂現象被檢測出來時，則 $\beta_3 = 1$ 。但一般而言、在檢測工作執行時，脆性與延展性材料間是否接合良好並不容易被檢測出來；最具體之例證為鋼筋與混凝土間之接合(握裹力)即為典型之脆性與延展性接合，目前並無有效之非破壞性檢測方式。例如鋼筋混凝土梁於抗彎面所產生之裂縫，即顯示鋼筋與混凝土間已非完全接合之狀態。因此、本研究中考慮可觀察甚至具體測出大小之裂縫作為脆性行為之參考指標，以測得之裂縫面積與原面積比做為指標(參考 Lee and Chang, 2002)。一則因為裂縫數據為檢測工作中相對容易取得，其次為該檢測數據雖具有明顯之辨識性，但卻未能在安全評估過程中被有效應用。因此脆性材料及脆性行為之影響係數 β_3 定義如下為

$$\beta_3 = (1 - \text{裂縫面積占原面積比}) \quad (11)$$

裂縫面積 A_c 之計算方式為裂縫發展前(X1,Y1)後(X2,Y2)兩點之局部坐標為計算依據如下式所示：

$$A_c = |(X2 - X1) \cdot (Y2 - Y1)| \quad (12)$$

若有多條裂縫時，如 A_1 、 A_2 、 A_3 等其計算出來之面積有相互重疊現象

時，重疊部分不重複計算，計算其總裂縫面積 A_{tc} 為

$$A_{tc} = \sum A_i - (A_1 \cap A_2 \cap A_3) \quad (13)$$

最後所得之脆性材料及脆性行為之影響係數則重寫為

$$\beta_3 = (1 - \text{裂縫面積占原面積比}) = (1 - A_{tc} / A_0) = (1 - R_{al}) \quad (14)$$

式中 A_0 為該檢測範圍之總面積。混凝土構造棧橋式碼頭整體結構安全指標相關之各種係數，經本階段研究修正後均條列於表格 1 中。

表 1 棧橋式碼頭整體結構安全指標相關之係數

參數	範圍	定義	判斷依據
De	≥ 1.0	構件現況破壞係數	依檢測數據計算
α_{ve}	≤ 1	實測數據變異係數	(1 - 檢測數據誤差%) / 0.95，若 $\leq 5\%$ 則不以計入
α_{le}	≤ 1	延展性損失係數	$\alpha_{le} = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3$
β_1	≤ 1	延展性線材(鋼筋)斷面損失係數	(1 - Rsl)
β_2	≤ 1	構件材料(混凝土)劣化係數	(1 - Rdl)
β_3	≤ 1	脆性影響係數	(1 - Ral)

3.5 棧橋式碼頭結構安全評估

一旦碼頭之整體破壞指標計算出來後，即可進行碼頭結構之安全評估。其評估方式如下是所示

$$S_d \leq S_n \cdot \Phi \quad (15)$$

上式中 S_n 為設計時之標稱強度(nominal strength)，例如所使用之材料強度； S_d 則為設計時實際所用之強度(design strength)，如混凝土材料使用強度設計法時以標稱強度之 0.85 倍設計之。若檢測之數據經過以上之過程運

算後，能滿足整體結構安全評估指標，則結構在使用上為安全，僅需做日常一般性檢測維修即可，若否、則必須做進一步較大規模之維修或更複雜之改建或重建等。

若單獨以 Φ 值作安全判定時，其與結構安全之相關性建議如下：

Level 1： Φ 值 ≥ 0.85 時，結構基本為安全僅需日常檢測維修即可。

Level 2： $0.85 > \Phi$ 值 ≥ 0.68 時，結構安全有局部威脅，需進一步進行檢修，但仍可使用。

Level 3： $0.68 > \Phi$ 值 ≥ 0.50 時，結構安全有重大問題，應停止使用或做即時監測並進行大型檢修。

Level 4： Φ 值 < 0.50 時，結構已重大毀損為不堪用狀態，應立即停止使用並考慮重建計畫。

四、結論與建議

以上所研議之棧橋式碼頭檢測安全評估模式，面臨的問題則如 D.E.R. 評估法一樣，缺乏與結構體實際破壞情況之相互驗證。當然驗證之工作在實務上有非常大的困難，尤其牽涉之結構體為尺度較大之港灣構造時。而縮小尺度之模型試驗或縮小尺度之構件破壞試驗雖不失為可行之方法；但在材料劣化之模擬、鋼筋斷面縮小後之力學性質改變、以及結構破壞後產生之不均勻性及非線性行為，在執行上則有相當之困難度。因此、縮尺試驗之驗證上比較偏向於、材料雖劣化

仍具均勻性，及斷面雖減少仍能維持一致性之結構。如此，則縮尺試驗驗證之方法將較具可行性，經驗證後之安全評估法，在應用上亦具較佳之可靠性。

本研究中研議之棧橋式碼頭檢測安全評估模式，經過結構構件縮尺模型試驗結果分析(李等 2010)發現，在不同數量鋼筋之構件設計時，觀察構件受力後破壞面變化情形，發現混凝土強度之影響在鋼筋量較大之構件設計上似乎較不明顯；但於構件鋼筋量較低時之影響較為明顯，其影響度隨著混凝土強度之降低而增加。而鋼筋含量對於傳統上設計為抗拉破壞之鋼筋混凝土構件，則具有較明顯之影響。因此在安全評估之影響上，必須在相關權重上作調整。但整體而言、本安全評估方法，在使用上仍具一定程度可靠性及方便性，尤其該方法與傳統 D.E.R. 評估方式比較時，具有一定的力學理論基礎，參數計算時必須使用到材料力學之相關公式。各種檢測數據的代入為量化資料，較能避免人為檢測經驗不足的疏失。在考量個別構件與整體結構之相關性時，訂定以設計時個別構件之受力作用而有不同之承載型式或強度修正考慮，在整體安全評估時對於設計安全因子之考慮較為充分。

參考文獻

1. 李賢華 1996，“棧橋式碼頭鋼管樁腐蝕後之動力行為”，第 18 屆海洋工程研討會論文集，頁 781-789。

2. 李釗、陳桂清，1997“混凝土材料劣化損壞評估與改善研究”，港灣技術研究中心專刊第 137 號，交通部運研所港灣技術研究中心。
3. 李賢華、陳陽益、薛憲文、陳桂清 2000, “港灣構造物安全檢測與評估之研究(1/2)”，交通部科技顧問室委託計畫研究成果報告
4. 李賢華、薛憲文、陳桂清 2001, “港灣構造物安全檢測與評估之研究(2/2)”，交通部科技顧問室委託計畫研究成果報告
5. 李賢華、許書王 2001, “港灣碼頭之破壞檢測及初步安全評估”，第 23 屆海洋工程研討會 pp.676-683
6. 李賢華、張博彥、余宗鴻、鍾英鳳 2002, “棧橋式碼頭之抗彎構件之破壞指數評估分析”，第 24 屆海洋工程研討會 pp.693-700
7. 李賢華 2010, “棧橋式碼頭面版腐蝕劣損調查與維護”，交通部運輸研究所合作研究計畫報告。
8. Lee, H.H., Chang, P.Y., and Yu, T.-H. 2002, “A Simplified Index for Flexural Damage Reinforced Concrete Members”, Proceedings, The 2nd Int. Conference on Structural Stability and Dynamics, pp.669-674, Singapore, Dec. 16-18, 2002
9. Lee, H.H. and Chang, P.-Y. 2004, “The Damage Inspection and Evaluation for Wharf Structures”, Proceedings, International Symposium on Safety Science and Technology, Oct., 2004, Shanghai
10. Park, Y.J. and Ang, A. H.S. 1985 “A Mechanistic Seismic Damage Model for Reinforced Concrete”, J. of Structural Engineering, ASCE, Vol.111, No.4, pp.722-739.
11. Stephens, J.E. and Yao, J.T.P., 1987 “Damage Assessment Using Response Measurements”, J. of Structural Engineering, ASCE, Vol.113, No.4, pp.787-801.

臺灣港灣壓艙水污染管理法制化之研究

王毓正 國立成功大學法律學系副教授

劉大綱 國立成功大學海洋科技與事務研究所副教授教授

張富東 交通部運輸研究所港研中心研究員

黃茂信 交通部運輸研究所港研中心助理研究員

摘要

國際間為了處理船舶不當排放壓艙水而導入外來生物種侵害海域生態環境等問題，已於 2004 年通過《國際船舶壓艙水及沈積物控管公約》(BWM Convention)，其進一步生效亦屬指日可待之事。船舶航運乃屬我國貿易運輸之重要事項，因此未來如何與國際同步，透過法制之建構對於船舶壓艙水排放進行管理，係屬必須面對處理之課題。

本研究主要透過分析比較壓艙水國際公約發展現狀與國際相關法規，以及專家訪談諮詢及舉辦座談之方式來瞭解港務機關及船舶相關之權益關係人對壓艙水管理之需求與意見，並進一步從我國法制現狀與學理角度進行研析，提出未來壓艙水管理法制之架構方向，以供相關政府部門在法制研擬上之參考。

一、前言

船舶不當排放壓艙水而導入之外來生物種，對於目的地海域之生態環

境及人類健康可能造成重大的威脅，並進而導致經濟上之嚴重損失，此一問題已引起國際社會高度重視，因此國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)已於 2004 年通過了《國際船舶壓艙水及沈積物控管公約》(International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, BWM Convention)，以作為國際間維護海域資源免於受到外來生物種侵害的共同法源依據。本公約自 2004 年 6 月 1 日起至 2005 年 5 月 31 日在國際海事組織總部開放供各國簽署，之後繼續開放供各國加入，且將在世界商船總噸位 35%以上，且至少 30 個國家簽署、批准、接受、核准後，即可於 12 個月後正式生效，截至目前為止(2013 年 6 月 3 日)已有 36 個國家簽署，總噸位占 29.07%，因此本公約之生效應是指日可待之事。

事實上，在《BWM 公約》尚未生效的階段，若干國家如美國、澳洲及日本等國，在其國內即已針對壓艙水管理制定有相關法規。由此可見，船

舶壓艙水管理法制化已屬國際間之趨勢，即使台灣未必能成為《BWM 公約》的締約國之一，但一方面由於台灣經濟貿易高度仰賴船舶運輸，另一方面台灣港口與近岸水域確實亦存在著外來生物種入侵之風險（劉大綱，2012），因此在我國如何將壓艙水管理予以法制化乃屬刻不容緩之課題。

二、研究目的

有關壓艙水管理法制化之問題，我國現行法規是否即已足夠因應法源之需求，或是仍有制定或修正法規之必要，從目前相關之研究及相關權責機關之立場來看，似乎各有不同之見解。例如，有認為儘管外來生物種入侵將會造成海洋品質惡化，但與《海洋污染防治法》所欲規範之傳統海洋污染在性質上並不相同，因此既不能以《海洋污染防治法》直接作為進行管理之法源依據，也不能依據該法訂定相關法規命令進行規範。亦有認為可以直接爰引《商港法》第 75 條「商港安全及管理事項涉及國際事務者，主管機關得參照國際公約或協定及其附約所定規則、辦法、標準、建議或程式，採用施行」，直接作為壓艙水管理之法源依據，無須另外制定法規命令據以實施管理。

以上各種的論點，至今多僅止於相關權責機關的立場表述或是政策層面的討論，然而法制化方面之研究，最終仍須從法律專業層面進行探究，始能兼顧行政效率及法治國原則與精

神之要求。因此本研究主要擬從我國法制現狀與學理角度切入，主要針對以下問題進行研析：《海洋污染防治法》是否可直接或修正後作為進行壓艙水管理之法源依據？再者，《商港法》第 75 條是否可直接作為壓艙水管理之法源依據？以及縱使《商港法》第 75 條可作為壓艙水管理之法源依據，但是否須另外制定法規命令據以實施管理？最後，將進一步提出未來壓艙水管理法制之架構方向，以供相關政府部門在法制研擬上之參考。

三、研究方法

為期達成前述之研究目的，本研究首先透過文獻分析法的研究方式，針對壓艙水國際公約發展現狀，以及美國相關法制及其實踐情形為參考之立法例，掌握壓艙水管理法制發展趨勢。此外，為了瞭解港務機關及船舶相關之權益關係人在壓艙水管理與規範需求上之意見，亦透過專家訪談諮詢及舉辦座談之方式，彙整並分析相關觀點，以瞭解權益關係人對未來相關規範之建議。最後，再進一步就歸納得出之相關法律問題，以文獻分析法的方式，得出本研究之結論。

四、壓艙水管理機制於 BWM 公約及各國間之情形

4.1 BWM 公約中壓艙水管理機制之簡介

2004 年已通過之《BWM 公約》，除了公約本文之外，尚包括 2006 年海

洋環境保護委員會(Marine Environment Protection Committee, MEPC)第55次會議通過了五個決議案作為公約附錄規則，合稱為《船舶壓艙水和底泥控管規則》(Regulations for The Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments)，此外，為使公約能切實可行，MEPC陸續制訂了14套壓艙水管理技術規範(Technical Guidelines)。本研究囿於篇幅，將僅就壓艙水管理方式與相關要求進行簡介。

公約第1條為專有名詞的定義，包括「壓艙水」為「控制船舶橫傾、縱傾、吃水、穩性或應力而加裝到船上的水及懸浮物質」；「壓艙水管理」係指「用機械、物理、化學和生物方法，單獨或聯合使用以清除、使無害、或避免加裝和排放壓艙水和沉積物中的有害水生物和病原體」；「有害水生物或病原體」係指「該水生物和病原體一旦進入海水，包括河口或進入淡水水體中，會危害環境、人類健康、財產及資源，影響生物多樣性及該種水域的其他合理利用」。若將以上的定義透過法律體系解釋的方式予以理解，所謂壓艙水管理即是透過各種積極管理的技術來排除或避免因船舶所伴隨的外來生物種入侵進而造成之海洋污染。換言之，壓艙水即是《聯合國海洋法公約》(United Nations Convention of the Law Of the Sea, UNCLOS)第1條第1項所定義之「海洋環境污染」的一種，同時亦應屬於UNCLOS第211條「來自船舶的污染」的特別規定。類此一般法與

特別法之關係，對於我國《海洋污染防治法》抑或《商港法》究竟哪一個與壓艙水管理較有適用上之關連性，有其重要意義，此部分容後進一步論述。

在壓艙水管理方法方面，公約要求締約國需在進行壓艙清洗或維修的港口和碼頭提供船舶沉積物收受設施(Art.5)。並可對於進港船舶進行三項內容之船舶檢查：檢驗船上是否有有效的證書、是否有壓艙水記錄簿、以及對於船舶攜帶的壓艙水進行採樣(一般檢查)。若船舶未持有有效證書或有明確證據支持違反規定，則可以根據船舶狀況個別檢驗不符合證書資料的項目；當船長或船員不熟悉壓艙水的管理計畫時，或是也未執行管理計畫，則沿岸國可以進行詳細且具體的檢查(詳細檢查)。

此外，在《船舶壓艙水和底泥控管規則》方面，另訂有「A 總則」、「B 船舶管理和控制要求」、「C 某些區域的特殊要求」、「D 壓艙水管理的標準」和「E 壓艙水管理的檢驗與發證要求」等共五部分。當中作為壓艙水管理之核心規定的乃是「B 船舶管理和控制要求」及「D 壓艙水管理的標準」，其對於船舶如何進行壓艙水管理與控制提供詳細的說明。首先，是有關前述文書檢驗的進一步詳細規定，亦即：

1. 每艘船舶需備有經主管機關批准的「壓艙水管理計畫」(Regulation B-1)，內容應包含：

- 根據公約要求所擬定的壓艙水管理程序。

- 實施壓艙水管理所採取的行動。
- 沉積物在海上及在岸上的處理程序。
- 負責壓艙水管理計畫實施的船員。
- 公約所規定的船舶報告要求。

2. 每艘船舶需備有「壓艙水記錄簿」(Regulation B-2)，型式上可以是電子記錄系統或是船上其他記錄簿或系統的一部分，內容須包含：

- 船舶基本資料及壓艙容量。
- 汲取壓艙水的時間。距離港口的位置與深度、水量。
- 為壓艙水管理之目的而處置壓艙水的時間與水量。
- 排放壓艙水入海的時間與水量。
- 排放壓艙水到收受設施的時間與水量。
- 意外或例常性以外的汲取或排放壓艙水的時間、位置與水量等等項目。

除了以上所述之各種文書查驗工作（參照圖 1）之外，涉及港口國管制（PSC）的權限行使者，尚有船用壓艙水處理設備之查驗及岸上收受設施之設置與管理。

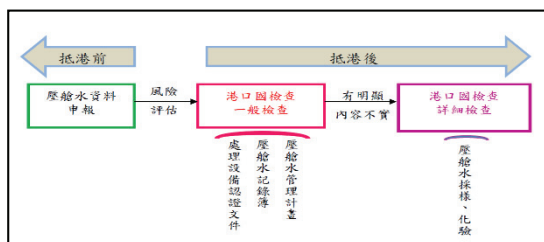


圖 1 港口國對於壓艙水管理流程示意圖

然而，壓艙水管理並非只涉及港口管理機關之工作事項。例如有關「壓艙水交換位置的規定」(Regulation B-4)

即規定船舶原則上應在距離最近陸地至少 200 海哩和水深至少 200 公尺以上的位置依公約規定進行壓艙水交換。此外亦規範了船舶壓艙水管理逐步實施的期程，例如要求 2009 年以前建造，其壓載艙容量在 1500 m³~5000 m³ 的船舶，在 2014 年之前，其壓艙水管理至少要滿足壓艙水大洋更換標準(D-1)，或壓艙水達標標準(D-2)；2014 年開始，應滿足壓艙水達標標準(D-2)。壓載艙容量小於 1500 m³ 或大於 5000 m³ 的船舶，在 2016 年以前，其壓艙水管理至少要滿足壓艙水大洋更換標準(D-1)，或壓艙水達標標準(D-2)，2017 年開始，應滿足壓艙水達標標準(D-2)。

表 1 壓艙水管理逐步實施期程

建造日期 (C.D.)	壓艙水容積(Cap.)	2009~2010	2011~2014	2015~2016	≥ 2017
< 2009	1500m ³ ~5000m ³	D1 或 D2		D2	
	< 1500m ³ or > 5000m ³	D1 或 D2			D2
≥ 2009	< 5000m ³	D2			
2009~2012	≥ 5000m ³	D1 或 D2			D2
≥ 2012	≥ 5000m ³	---	D2		

就壓艙水大洋更換之管理方式而言，則涉及之業務事項包括有「指定壓艙水交換區域」、「規範壓艙水交換方式」、「訂定壓艙水交換標準(Regulation D-1)」以及「壓艙水性能標準(Regulation D-2)」等，而此部分的工作事項往往已超出各國港口管理機關的權責範圍，換言之，實已涉及港口以外海域之管理機關之權責範圍（參照圖 2）。

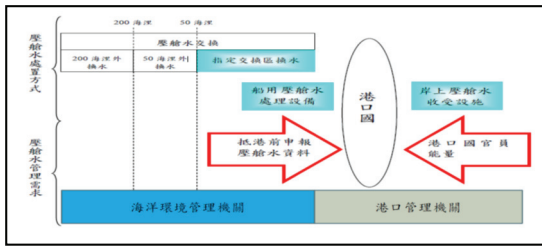


圖 2 壓艙水管理流程與相關權責機關示意圖

儘管就台灣目前的國際處境來看，未來成為《BWM 公約》的締約國之可能性仍舊不高；但如前所述，一方面由於台灣經濟貿易高度仰賴船舶運輸，另一方面積極預防海洋環境受到外來生物種入侵亦屬必須，再加上透過積極自願性遵守國際公約以爭取國際對於台灣之認同，本即台灣向來之立場，因此在研擬壓艙水管理之法制時，即應該盡可能與《BWM 公約》之管理方法與要求保持一致。透過以上對於《BWM 公約》之簡介，不難發現若將公約中之壓艙水管理機制放到內國法層次來看，其不僅將涉及港口管理機關之權責，同時亦必須將港口以外之海域管理機關一併納入，換言之，可能包含的有海洋環境保護管理機關以及海洋秩序與安全管理機關。而相對應地，就相關內國法而言，則主要可能涉及港口管理以及海洋環境保護等法律之修訂。

4.2 美國船舶壓艙水管理制度之簡介

美國壓艙水管理法制之是源自於 1990 年的《外來有害水生生物防止和控制法》（US Nonindigenous Aquatic Nuisance Prevention and Control Act, NANPCA）以及之後針對 1990 年法案

在 1996 年訂出的修正案《國家入侵物種法》（National Invasive Species Act of 1996, NISA），另外在基於 NISA 的授權下，另制定有《壓艙水處理辦法》以作為具體實施壓艙水管理的法源依據。

在壓艙水管理方面最重要的權責機關有二：美國海岸警衛隊（United States Coast Guard, USCG）以及「專責小組」（Task Force）。後者係由野生動物局（United States Fish and Wildlife Service, USFWS）之局長、陸軍部工兵署土木工程部副部長（Assistant Secretary of the Army (Civil Works), ASA(CW)）、大氣海洋局局長（Under Secretary of Commerce for Oceans and

Atmosphere, USC(OA)）、農業部部長（Secretary of Agriculture）、美國環境保護署（Environmental Protection Agency, EPA）行政官員及 USCG 的指揮官共同構成。其負責的工作事項主要為壓艙水的前端研究與評估，並負責研究出遏止外來種在美國國境散佈之方法，同時在壓艙水管制的相關事務上作為 USCG 部長的諮詢或共同執行單位，而 USCG 部長除了和專責小組共同進行前端研究調查外，還需要再諮詢過專責小組的前提下制定出管理壓艙水之辦法與標準（參照圖 3）。

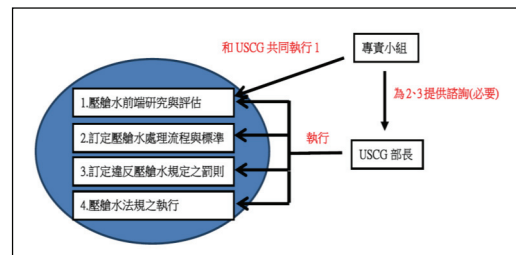


圖 3 美國船舶壓艙水管理

特別值得注意的是，NISA 要求專責小組必須為美國水域制定及實施預防水中有害生物入侵和擴散之方案，以監視、控制及研究這些物種，並傳播相關的訊息，而這個方案的內容要能夠確定水中有害生物預防、監測、控制、教育及研究之目標、優先順序及方法。另外，專責小組亦須建立及落實相關措施以盡可能降低水中有害生物入侵美國水域之風險，同時控制已入侵之水中有害生物並把其對於環境、公眾福利與健康的傷害風險減到最低，而此控制的行動包含根除入侵種、減少其數量、適應人類活動方法的處理、配合處理入侵種的公共設施、預防入侵種從現有地區散佈到其他地區。由此可見，在美國乃是透過法律明文規定的方式，確認壓艙水管理乃涉及眾多權責機關之規範事項，並進一步將所有權責機關之所應負責之工作事項予以確定與整合。

此外，基於 NISA 的授權下，另制定有《壓艙水處理辦法》以作為具體實施壓艙水管理的法源依據，其對於船舶壓艙水的處理要求主要有二：1. 船舶得在 EEZ（專屬經濟海域）外之水體進行壓艙水交換，且是在距離岸邊至少 200 海浬，水深至少 2,00m 之處進行，並須符合法定之排放標準。2. 亦得透過安裝及操作經過海岸巡防局認可之 BWMS（Ballast water management system），以符合法定排放標準（46 CFR part 162）。

至於有關法定排放標準，儘管美

國目前所公告之排放標準係與 BWM 公約所訂之標準一致，但美國早期亦曾訂定比 BWM 公約較為嚴格之排放標準，其主要凸顯的意義是，非締約國家在透過自願實踐國際公約的過程當中，除對於公約內容之部分遵守享有一定的選擇空間之外，亦得基於更高的環境保護要求之下，訂定更為嚴格的排放標準。

最後，在罰則的部分，原則上若違反壓艙水管理相關規定時，將會受到 27,500 美元以下之罰鍰，但主管機關仍得隨著違反法規之日數而採取連續處罰之手段。此外，在具體個案當中若可進一步證實係屬明知而故意違反規定時，則更可進一步透過刑罰處罰（C 級重罪）的手段予以制裁。

五、壓艙水管理法制化相關問題之提出

本研究為了對於壓艙水管理法制化將面臨之相關問題予以完整掌握，已透過專家訪談諮詢及舉辦座談之方式進行彙整。

5.1 管理事項

依據目前《BWM 公約》的規定，有關壓艙水管理可以採取的管制手段包括有三方面：指定壓艙水交換區、船用壓艙水處理設備以及岸上收受設施。各權益關係人群組對於使用對這三種處置方式管理進入我國港口船舶的可行性看法大致相同。

5.1.1 岸上收受設施

多數認為岸上收受設施被認為最不可行。主要原因是多數認為船舶壓艙水每次要處理的水量遠大於目前的污水處理設備可容納的水量，因此在技術上有困難。此外岸上收受設施對於港口經營者是一項鉅額投資，當中包括成本與投資報酬率，以及後續的維修保養、操作人員訓練等。另外，岸上收設施還有難解的場地規劃問題，例如廣設於各碼頭恐窒礙難行，但若設施設置不普及，如只有在某些特定碼頭設置，可能影響船舶進出港流程與作業時間。因此，未來壓艙水管理上可能將集中在壓艙水交換區與船用壓艙水處理設備的討論上。

5.1.2 壓艙水指定交換區

多數認為在我國近岸海域劃設指定壓艙水交換區的可行性提出疑慮，原因包括會影響船舶航線，還有對於短航程的船舶，如往來於兩岸的船舶，要在其航程時間內完成換水要求不易達到。再者是受訪者認為指定壓艙水交換區會有監測管理不易的問題。在《壓艙水公約》中 D-1 換水標準要求僅是過渡措施，等到進入 D-2 後，船舶都需安裝壓艙水處理設備，以我國的立法速度而言，屆時可能已進入到公約 D-2 時程，因此有受訪者認為並不需要針對 D-1 換水標準制定規則。

5.1.3 船用壓艙水處理設備

所有受訪者均認同最為可行的壓

艙水處置方式是要求船舶裝置船用壓艙水處理系統，因此要求船舶設置壓艙水處理設備並進行管理，被視為最適於我國的壓艙水管理之方式。基本上航運公司均視此為國際社會的趨勢，因此新造船都已安裝設備或已預留空間，現有船待公約生效就會安裝設備，因此未來主管機關僅須對於壓艙水處理設備的效能與認證進行查核驗證以及在必要的情形下，針對特殊個案進行壓艙水採樣與化驗，予以管理即可。

5.1.4 壓艙水排放標準

如上所述，要求船舶設置壓艙水處理設備並進行管理是獲得最大共識的管理方式，或甚至未來或許也不排除設置壓艙水指定交換區，二者皆必須以訂定壓艙水排放標準為必要配套措施。然而就此點而言，目前相關權責單位即有不同的認知，例如航政主管機關認為壓艙水排放標準仍涉及環境保護事項，在標準訂定方面仍需要相關環境背景資料作為基礎，因此期待未來能由環保主管機關訂定壓艙水管理之相關標準，以作為航政主管機關執行後端查驗工作之依據。相對於此，環保主管機關則是認為未來僅須依照 IMO 之管理標準進行管理即可。至於業者則建議或許可考慮國際航線與國內航線船隻的差異，採用不同的管制標準來加以規範。

5.2 權責機關

航政機關對於本身作為壓艙水管

理之相關權責機關並無不同意見，但仍認為不當的壓艙水排放對於海洋環境可能產生的威脅也是海洋環境保護應該處理之問題，因此環保主管機關亦應承擔部分管理權責，此外，如前所述，壓艙水排放標準仍涉及環境保護事項，在標準訂定方面仍需要相關環境背景資料作為基礎，因此期待未來能由環保主管機關訂定壓艙水管理之相關標準，港口管理機關則可以配合執行。再者，認為依照目前商港法的規定，航政機關對於不當排放壓艙水之行為並沒有裁罰的法律依據。

相對於此，環保署則表示壓艙水目前在《海洋污染防治法》中尚未能定義為「污染物質」，因此並非該法納入管制之項目，且壓艙水的管理並非屬於向來之環保業務，除非其中含有廢油、污水等已公告的污染物質。而且環保主管機關對於商港以外之海域範圍進行壓艙水排放之管制，在實際上的執行能力有困難。至於海洋巡防署則表示，其向來皆是依照法律規定配合相關權責機關進行執法。

相關業者則是認為船舶排放的污染物，若還留在船上應由航政主管機關管理，因為船舶設備、證書等均為航政機關的管理職責，但當壓艙水排放入海，造成污染時，則應屬環保署管理的事項。

5.3 壓艙水管理法制化之建構方式

對於未來船舶壓艙水管理法制化之建構方式，目前主要的討論有三種：

1. 制定專法；2. 修正現行法令；3. 直接依據商港法第 75 條公告管理。

5.3.1 設立專法

亦即透過立法院三讀通過所制定之一部完整獨立之法律，藉以管理壓艙水排放之事宜。對此法制化模式表示贊同者，係認為壓艙水管理涉及眾多事項，包括抵港前壓艙水資料的申報、壓艙水排放標準的制定與檢驗、壓艙水處理設備的認證與查核等。此外，就目前各相關單位的業務而言，亦有重疊或權責劃分不明確的地方，因此需要透過一部擬定專法較能完善管理。或有認為不當壓艙水的排放將造成海洋環境的威脅，壓艙水所造成的生態問題與其他形式的海洋環境污染不同，因此有必要以專法形式制定規範。

5.3.2 修改現行法律

我國《海洋污染防治法》第 29 條第 1 項規定，「船舶之廢（污）水、油、廢棄物或其他污染物質，除依規定得排洩於海洋者外，應留存船上或排洩於岸上收受設施。」與《商港法》第 38 條第 1 項「商港區域內，船舶之廢油水、廢棄物或其他污染物質，應留存船上或排洩於岸上收受設施。」，因此可以透過「其他污染物質」此一「不確定法律概念」的解釋，將壓艙水納入此處之「其他污染物質」，即可透過現行法規加以管制。

亦有部分認為壓艙水管理可比照

其他船舶污染的管理方式，只要在現有相關法規中增修訂條文即可，例如對於壓艙水處理設備，可在《船舶法》中與船舶設備相關的章節增修條文；對於抵港前壓艙水資料申報，可在《商港法》中與船舶進出港申報規範中增修條文；對於壓艙水排放標準，可參考《海洋污染防治法》體系的放流水標準相關規範增修訂條文。

5.3.3 直接依據商港法第 75 條公告管理

最後，有認為可根據現行《商港法》第 75 條之規定，「商港安全及管理事項涉及國際事務者，主管機關得參照國際公約或協定及其附約所定規則、辦法、標準、建議或程式，採用施行」，直接公告管制事項，作為直接參照 BWM 公約來制定壓艙水規範的權力與空間。

不過採取此一立場者，主要係認為船舶應設置之壓艙水處理設施規定，可參照有關國際公約或協定及其附約所訂標準、建議、辦法或程序，予以採用、並發布施行，國內並不需要另外擬定專法，可直接依公約規範採行。然而，不明確的是，船舶應設置之壓艙水處理設施以外之規定，是否可依據《商港法》第 75 條予以公告管制，則不見清楚說明。此外，縱使採取此立場者，某程度似乎亦承認必須「立法」，因為所謂「立法」在行政法規當中，應包含《憲法》第 170 條所規定之「立法院三讀通過」之法律，以及法律

授權行政機關發布之「法規命令」。而論者所謂參照《BWM 公約》所訂之標準、建議、辦法或程序，予以採用、並發布施行，倘若商港法第 75 條被視為是「法律授權之依據」，則其所發布施行者，其實就是法規命令。再者，國際公約為尊重各國家之主權，不可能鉅細靡遺地進行規範，因此各國仍須視各自國家之狀況與情形，訂定個別之管制程序以及細節事項之規範內容，因此第三種類型之法制化方式其實即是「依據法律授權訂定法規命令」，在此必須先予以釐清。

六、各種壓艙水管理法制化模式之分析

6.1 依據商港法 75 條規定管理可行性

首先必須先釐清的問題是，國際公約是否可以作為我國行政管制之法源，此已涉及「國際公約國內法化」的討論，根據「國際公約國內法化的實踐」研究計畫之報告書（法務部，2009）中的結論「對於一元論國家而言，條約已有國內法效力」，「對於二元論國家而言，國際條約即使經過批准或加入，亦無國內法效力，因此需要制定國內法以實踐國際條約，而且其所採的方式是逐一制定國內法以實踐個別條約」。多數學說皆認為儘管憲法並未明文規定，但基本上「一元論」未能符合憲法第 23 條及第 170 條之規範精神。此外大法官釋字第 329 號解釋亦表示國際條約或國際公約「除經法律授權或事先經

立法院同意簽訂，或其內容與國內法律相同者外，條約、公約或協定附有批准條款者，應送立法院審議」，由此可見亦採取「二元論」之立場，換言之，直接以《BWM 公約》作為我國壓艙水管理之行政管制的法源依據，顯然不可行。因此，進一步要探討的問題是，《商港法》第 75 條是否即為大法官釋字第 329 號解釋中所謂「經法律授權或事先經立法院同意簽訂」之情形？實則不然，因為該號解釋所針對的是我國「簽訂國際公約或國際條約」的情形，其在經法律授權或事先經立法院同意時，就可以直接生效產生法源之效力。但事實上，就台灣目前的國際處境來看，未來成為BWM公約的締約國之可能性仍舊不高，因此縱使將《商港法》第 75 條解釋為釋字第 329 號中所謂「經法律授權」之情形，亦無法直接以BWM公約作為我國壓艙水管理之行政管制的法源依據。

其次，縱使以《商港法》第 75 條為訂定法規命令之授權依據，是否即可直接以《BWM 公約》的規範內容作為商港內壓艙水管理之依據？似乎亦存有疑問。類似《商港法》之規定者，例如《航業法》第 60 條「本法未規定事項，涉及國際事務者，主管機關得參照有關國際公約或協定及其附約所訂規則、辦法、標準、建議或程式，採用發布施行」，在學說上一般認為係屬國際公約「須經制定或修正法規始能適用」之類型，換言之，並無所謂直接依據國際公約為行政管制之情形（吳庚，

2011；莊國榮，2013）。首先，法律係授權主管機關「參照」，而非「遵照」，換言之，相關國際公約的條文究竟全部或部分為主管機關採納，受管制人民或事業並無法事先知悉，此與憲法上之「法律明確原則」的要求並不符合，因此仍須透過法規命令制定的方式與流程，於發布生效後方能施行，作為管制之法源依據。

再者，非締約國家在透過自願實踐國際公約的過程當中，除可以採取最有利自己國家的立場，選擇就公約內容中對自己之部分遵守之外，亦得基於更高的環境保護要求之下，訂定更為嚴格的排放標準。另外，國際公約為尊重各國家之主權，不可能鉅細靡遺地進行規範，因此各國仍須視各自國家之狀況與情形，訂定個別之管制程序以及細節事項之規範內容，因此第三種類型之法制化方式其實即是「依據法律授權訂定法規命令」，

縱使以《商港法》第 75 條作為訂定壓艙水管理之法規命令的授權依據，但仍無法解決兩個問題。首先是管制範圍不足的問題，從《商港法》第 1 條至第 5 條之規定觀之，其管制範圍亦僅限於商港內，但若要使壓艙水的管制措施能夠完全發揮阻絕外來種威脅台灣海域環境的話，則須在船隻進入港口前即採取積極預防管制的措施，以免外來生物種入侵之預防僅侷限在商港之內，而造成更大的管制漏洞，因此即便依《商港法》第 75 條規定作為制定法規命令之授權依據，自然即不

能超出母法本身之規範範圍，因此仍無法完全解決壓艙水所可能造成的環境問題。

《商港法》第 75 條必須面臨的第二個問題是欠缺罰則規定。《BWM 公約》第 8 條對於任何違反公約要求的行為，不論其發生在何處，都予以禁止並授權給各締約國之主管機關之法律給予制裁。國家內部違法行為之制裁權係屬國家主權中之核心權力，國際公約基本上必須給予最高度的尊重而留任由各國自行透過法規予以規範。為了確保壓艙水管理法規仍被遵守，目前已開始實施壓艙水管理的國家為防止船隻規避管制，均在壓艙水管理法規中制定了罰則，例如美國針對違反相關文件檢驗之法定義務船隻將處以罰款，美國對於知情而故意違反規定者，並處以刑法制裁。在本研究訪談過程中，作為港口管制第一線的執法者也表示懲處手段對於有效管理的必要性，若無完整的管理辦法、配套措施，作為港口國官員只能對於違規船隻關切、警告、舉證，如果無法可罰、也不扣船，這樣港口國官員後續就很難再去檢核。然而，依照目前法界通說，法律僅得就管制事項之構成要件、申請程序或資格等事項授權予行政機關以法規命令補充，但不得將違法之制裁效果亦一併授權與行政機關。另外，無論從國內行政實務或是國際間之實踐經驗來看，對於重大違反行政法令之行為處以刑罰制裁，實有其必要，而此類之刑罰制裁又同時

涉及人民權利之重大侵害，因此依據目前法界通說以及大法官釋字第 443 號解釋之意旨，係屬必須嚴格保留由法律明訂之事項。就現行《商港法》觀之，並無就違反商港法第 75 條規定訂有罰則之規定。此將造成依據《商港法》第 75 條所訂定之法規命令欠缺違法效果之結果，導致有效管制上之不利。

6.2 壓艙水管理應包含之權責機關

參考目前已開始實施船舶壓艙水管理的國家，其權責機關依其國情與法制架構而有所不同，例如美國以國土安全部下的海岸警衛隊（USCG，United States Coast Guard）為第一線的管制單位，同時在各個重要港口設置 USCG 之管制窗口，並指派人員進駐，但於制定相關規定時會整合各部會成立專案小組，以研議相關法制問題。另有少數受訪者認為壓艙水造成的外來種入侵問題是屬於生態問題，應由農業部門或檢疫部門來主管。航運公司群組與外部機構群組的各受訪者對於本題並無一致性的看法，與各受訪者對於政府機關間的運作認知程度有關。但無論其看法如何，都對我國公部門各單位間能建立合作機制、完善管理壓艙水問題寄予期許。

透過本研究的研究可以發現，若將公約中之壓艙水管理機制放到內國法層次來看，其不僅將涉及港口管理機關之權責，同時亦必須將港口以外之海域管理機關一併納入，換言之，可能包含的有海洋環境保護管理機關

以及海洋秩序與安全管理機關。而相對應地，就相關內國法而言，則主要可能涉及港口管理以及海洋環境保護等法律之修訂。就後者機關而言，《BWM 公約》所規定之 D1 管理模式，亦即壓艙水交換區域之設定以及相關之排放標準的訂定等規範事項，就我國目前相關行政機關之分工而言，行政院環境保護署確實屬業務較為直接相關之權責機關。再者，縱使目前 BWM 公約對於 D1 之管理模式訂於 2017 年退場，但事實上目前已有延後退場的高度可能性。再加上臺灣未來若採取自願性遵守 BWM 公約的方式，則在有必要的情形下，仍可繼續沿用壓艙水交換區域管理模式而不受 BWM 公約之影響。再從本研究之前已提及之壓艙水排放標準之訂定以及港口外違反壓艙水違法排放之採樣與取締等事項觀之，皆在在顯示環保署在壓艙水管理事項上的關係密切。

固然隨著行政事項之多元化與繁雜化，偶會出現某一行政事項單靠一特定行政機關之職能無法完全因應獲充分解決問題，壓艙水管理事項即屬此一典型，因為其在我國可能涉及航政主管機關、環保主管機關，以及海岸巡防機關間之協助與配合。對於此一現象，《行政程序法》第 19 條第 1 項即要求，「行政機關為發揮共同一體之行政機能，應於其權限範圍內互相協助」。亦即行政機關執行職務時，遇有因人員、設備不足等事實上之原因，不能獨自執行職務者；或執行職務所

必要認定之事實，不能獨自調查者，皆得向無隸屬關係之其他機關請求協助（《行政程序法》第 19 條第 2 項第 2、3 款）。然而，另一方面被請求機關亦得依據《行政程序法》第 19 條第 5、6 項規定拒絕之。因此，為斧底抽薪解決此一問題，本研究建議應透過在法律層次的修法，例如仿效美國法的規範模式，所有權責機關之所應負責之工作事項予以確定與整合。

6.3 壓艙水管理法制化模式之建議

透過以上之分析，本研究首先認為單以《商港法》第 75 條作為壓艙水管理之依據，在本質上存在有規範不足之現象。反之，是否必須透過制定一部專屬的法律以作為壓艙水管理之依據，本研究亦採取保留之立場。事實上，要回答是否應制定一部專屬的法律，應先釐清是否透過修訂現行法規之方式仍不足以因應，倘若是的話，再進一步思考制定一部專屬的法律。

然而，本研究若透過同時以下方式對於現行《海洋污染防治法》及《商港法》進行修正，未必不能找到理想的規範模式，亦即在兩部法律當中，1. 明確將壓艙水納入「其他污染物」之項目；2. 確立商港內航政機關為壓艙水管理之主管機關，商港以外環保署為壓艙水管理之主管機關；3. 分別授權航政機關與環保署會同共同訂定具法規命令性質之壓艙水管理辦法；4. 對於在商港內或商港外之違反壓艙水管理規範之行為，明確訂定罰則規定，

由各自主管機關據以執法。至於航政機關與環保署會同共同訂定之壓艙水管理辦法當中應包含，壓艙水管理方式、管理流程、應檢具接受檢查之文書種類與應記載事項，以及其他相關細節事項。

七、結論與建議

檢視並比較過台灣與國外之法規與權責機關後，目前得到的結論是，即便擁有《商港法》第 75 條提供授權依據，得以直接參照《BWM 公約》之規定，但仍無法就《BWM 公約》得出適合台灣壓艙水管制的程序規定以及違反法規之罰則；此外，以我國處理海洋污染的歷史經驗觀之，就權責機關的分工而言，並非如美國一般均由 USCG 負責執行，而是由環保署負責進行前端計畫與主導，再加上海巡署或航港局等機關負責後端執行與輔助的工作，故在壓艙水管制上，不論是檢驗程序或罰則的訂定以及權責機關的訂定，都是需要相關部會彼此交流後才能做出適當的決定。

因此，不論最終政府單位決定採取何種方式使台灣壓艙水管理邁向法制化，修法勢必成為其中不可免的途徑，依《商港法》75 條授權而參照國際法規，或是直接修訂現有《海污法》和《商港法》規定把壓艙水列入管制，最終都必須面對訂出壓艙水檢驗流程、壓艙水檢驗標準與違反罰則等之問題。而考慮到我國處理海洋汙染之經驗，不僅是為了對上述問題提出解決之方

式，同時也為了釐清不同機關間的權責範圍並訂出之後在壓艙水管理上的合作模式，相關機關的會同機制是必要的一環。

有關《海洋污染防治法》及《商港法》未來的修正方面，本研究認為應包含，1.明確將壓艙水納入「其他污染物」之項目；2.確立商港內航政機關為壓艙水管理之主管機關，商港以外環保署為壓艙水管理之主管機關，海洋巡防署則為協助業務之執行機關；3.分別在兩部法律當中增訂授權條款，授權航政機關與環保署會同共同訂定具法規命令性質之壓艙水管理辦法。此外，分別修正的部分則為，1.在《海染法》中增訂由環保署會同航政機關訂定壓艙水排放標準，但其他法律亦得訂定較嚴格之排放標準；2.在《商港法》中增訂航政主管機關得視商港內之水質情況，在必要時訂定較嚴格之排放標準；3.分別在兩部法律當中，對於在商港內或商港外之違反壓艙水管理規範之行為，明確訂定罰則規定，由各自主管機關據以執法。至於航政機關與環保署會同共同訂定之壓艙水管理辦法當中應包含，壓艙水管理方式、管理流程、應檢具接受檢查之文書種類與應記載事項，及其他相關細節事項。

最後，依據本文的研究可以發現，未來應透過制度化的方式，責成前述相關權責機關彼此之間以積極合作的方式，方能有效解決由壓艙水所帶來之外來種威脅，以使台灣海域的生態資源能充分得到保護。

參考文獻

1. 王毓正，論環境法於科技關連下之立法困境與管制手段變遷。成大法學，2006 年 12 月。
2. 劉大綱、周明麗、蔡立宏、徐如娟，「船舶壓艙水管理之研究」，臺灣港埠新紀元-綠色港發展研討會，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，2012 年 12 月。
3. 黃余得(2013)；船舶壓艙水管理近況。中國驗船中心 102 年第 1 次對外技術研討會會議資料。
4. 林金定、嚴嘉楓、陳美花(2005)；質性研究方法：訪談模式與實施步驟分析，身心障礙研究第三期第二卷，頁 122-136。
5. 中國驗船中心(2009)，船舶壓艙水和沉積物控管國際公約中文譯本。
6. 陳敏，行政法總論。2011 年 9 月。
7. 莊國榮，行政法，2013 年 9 月。
8. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry(DAFF)(2011); National Seaports Program: Australian Ballast Water Management Requirements. version5.
9. EPA(2010);Generic Protocol For The Verification of Ballast Water Treatment Technology. NSF International Ann MI, EPA/600/R-10/146.
10. Freeman, R.E.(1984); Strategic Management: Stakeholder Approach. London: itman.
11. International Maritime Organization (2004), “International Convention for the Control and Management of Ships’ Ballast Water and Sediments”, London, UK
12. International Maritime Organization (IMO)(2000); Ballast Water News, Global Ballast Water Management Programme, Issue3.
13. Rui, S., A. Paula, B. Gualter, M. Pedro and M. Luísa.(2006), Stakeholder participation in the design of environmental policy mixes. Ecological Economics. 60:1 pp100-110.
14. The National Academies Press research council(2011); Assessing the Relationship Between Propagule Pressure and Invasion Risk in Ballast Water. Water Science and Technology Board Division on Earth and Life Studies, p23.
15. USCG(2011); Zebra Mussels Cause Economic and Ecological Problems in the Great Lakes. Great Lakes Science Center(GLSC) Factsheet2000-6,.
16. USCG(2012); Standards for Living Organisms in Ships’ Ballast Water Discharged in U.S. Waters; Final Rule. Federal Register, Vol.77 No.57 Part V.

港灣季刊徵稿簡章

- 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勢負損害賠償責任，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.來稿經本刊接受刊登後，作者應附具著作授權同意書，同意非專屬授權予本刊做下述利用：
 - (1)以紙本或是數位方式出版。
 - (2)進行數位化典藏、重製、透過網路公開傳輸、授權用戶下載、列印、瀏覽等資料庫銷售或提供服務之行為。
 - (3)再授權國家圖書館或其他資料庫業者將本論文納入資料庫中提供服務。
 - (4)為符合各資料庫之系統需求，並得進行格式之變更。
- 4.作者應保證稿件為其所自行創作，有權為前項授權，且授權著作未侵害任何第三人之智慧財產權。
- 5.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）。
- 6.本刊每年刊行 3 期，分別於 2 月、6 月、10 月出版。如蒙惠稿請於每期出版前 30 日寄交本刊。
- 7.聯絡電話：(04)2658-7139 馬維倫
傳真電話：(04)2656-4415
E-mail：elisa@mail.ihmt.gov.tw
- 8.歡迎賜稿，來稿請寄：
43542 臺中市梧棲區中橫十路 2 號
交通部運輸研究所港灣技術研究中心「港灣季刊編輯委員會」收