

港灣報導季刊

第 93 期

交通部運輸研究所

中華民國 101 年 10 月

港灣報導第 93 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：150 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

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

錨碇板樁碼頭結構與土壤動態互制監測系統建置…1

張文忠 國立成功大學土木工程學系 副教授

林炳森 國立中興大學土木工程學系 教授

我國貨櫃港埠樞紐地位的調適能力……………8

戴輝煌 國立高雄海洋科技大學航運管理系副教授

港灣地區防救災系統之研究……………16

林文釵 成大防災研究中心工程師

黃敏郎 聚禾工程顧問有限公司應用地質技師

臺北港 2011 年潮汐及流場之模擬……………21

李兆芳 國立成功大學水利及海洋工程學系 教授

劉正琪 國立成功大學臺南水工試驗所 研究員

涂力夫 國立成功大學水利及海洋工程學系博士後研究員

高政宏 國立成功大學水利及海洋工程學系博士班研究生

雙港聯運之我思……………26

何秉均 臺灣港務股份有限公司

基隆港務分公司臺北港營運處工務科經理

錨碇板樁碼頭結構與土壤動態互制監測系統建置

張文忠 國立成功大學土木工程學系 副教授

林炳森 國立中興大學土木工程學系 教授

一、前言

港口為臨海國家之重要物資進出通道且為地震發生後大宗救援物資進出之重要口岸，因此港口震災評估與耐震補強對國家抗災體系中不可或缺之一環。港口之設施中，碼頭為船舶繫靠設施中最主要之設備，一般將碼頭結構物概分為重力式碼頭、板樁式碼頭、棧橋式碼頭及其他型式碼頭四大類，其受震破壞型態因碼頭類別不同而不同，包括回填土之沉陷、碼頭之側潰、護岸之滑動及崩潰、整個或部份碼頭及倉棚破壞及管線破壞等。而台灣西部因多屬砂岸地形，各港區地質多屬疏鬆軟弱之沖積土層及海埔新生地，且興建時多以水利抽砂回填施工，由於疏鬆軟弱之沖積土層與水利抽砂回填之海埔新生地為最易發生土壤液化(liquefaction)之土層，建於此類地質之港灣及臨海結構物因液化引發之破壞型態包括承载力破壞、地表沈陷、側潰(lateral spreading)及基礎位移等災害。

碼頭受震反應與破壞型態隨土壤狀況、施工方式、基礎類型與結構配置不同而表現不一，而現有港區碼頭結構設計方法，多以靜力或擬靜態方法設計，難以反映結構物地震時的動態反應。常見碼頭多以沈箱、錨碇板樁或基樁等型式支撐，進行動力分析時需考慮土壤-支撐基礎-上部結構之互制行為，其行為複雜且相關研究國內外較為少見。為增進對現地不同形式碼頭受震反應之瞭解及提供更可靠之數值模擬驗證資

料，設立現地碼頭土壤與結構互制監測站與進行大尺寸現地動態試驗有其必要性，其所得結果除可驗證現有分析方法，並可作為修復與改善之依據，其重要性與價值將遠比現有縮小尺寸之模型試驗為高。但因地震之不可預測，其長期可靠度有賴於定期檢測與維護。

本研究以錨碇板樁碼頭為研究對象，典型錨碇板樁碼頭基本組成包括面海鋼板樁、錨定鋼板樁、回填材料及表面路面等，由於錨碇板樁式碼頭具有施工容易、設備簡單，水中工事較少、工期短之優點，為碼頭整建常用之碼頭形式。由耐震分析之觀點，錨碇板樁碼頭具有下列特點：(1)錨碇板樁式地震時需考慮土壤-板樁-錨定-結構之互制行為，且其行為複雜且相關研究國內較為少見，現有錨碇板樁碼頭抗液化強度分析均有待補正；(2)錨碇板樁式碼頭屬於柔性結構物，其具有幾何形狀、質量分佈與勁度變化不規則之特性，考慮土壤非線性動態性質，以靜力分析方法難以反映結構物地震時的動態反應，需以動力分析方法分析設計；(3)錨碇板樁式碼頭破壞常由碼頭位移控制，以極限平衡法無法計算位移量。

本研究之目標為建立營運中錨碇板樁碼頭之動態監測系統，以監測現有碼頭結構與土壤動態互制為反應，其功能包括：(1)作為動態數值分析驗證資料、(2)回饋現有設計與分析方法及(3)提供營運單位快速災損評估之用。本文將介紹錨碇板樁碼頭結構與土壤動態

互制監測系統建置流程與相關考量，並以監測案例成果說明其初期應用。

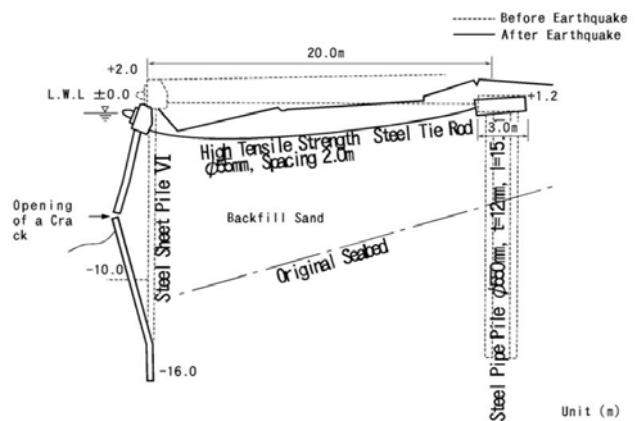
二、錨碇板樁碼頭動態行為相關研究

錨碇板樁碼頭破壞之形式主要可分成板樁降服破壞、錨碇破壞及後方回填土下陷，一般定義板樁破壞多以側向位移為指標，在日本一般以板樁頂端側向位移達 1.2m 為嚴重損害。Iai et al. (1993)分析 O'hama No. 2 Wharf 於 1983 Nihonkai-Chubu 地震破壞，其震前與震後碼頭斷面變化及以數值模擬分析所得該錨碇板樁之後方土壓力與彎距分佈如圖 1 所示，其中板樁之最大側向變位並非發生於板樁頂端，且其破壞機制主要為後方因土壤強度降低而使土壓力增加，最大變形發生於鄰近板樁兩側，且變形為累積增加而非突然破壞，亦即後側土壤以有限變形之 cyclic mobility 形式變化。

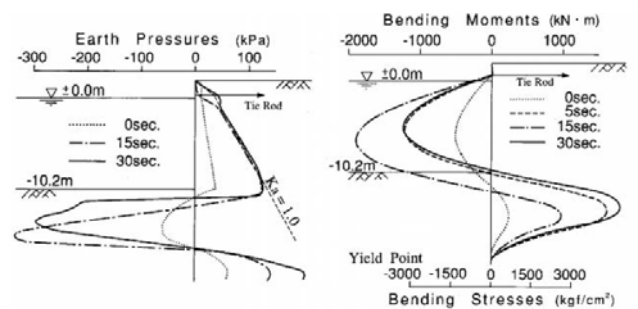
針對土壤液化後對港灣擋土結構所造成之影響分析，由於液化前後土壤性質、力學機制與作用時間等明顯不同，一般多將其分成二個階段：(1)自受地震力作用至土壤開始產生液化以及其後過程之歷時互制行為與(2)液化土壤產生側潰後考慮地盤側向位移對擋土結構所造成之影響(陳正興等，2004)。

現有考慮液化土壤-擋土結構互制 (Soil-retaining structure interaction) 數值分析方法包括擬靜態分析 (pseudo-static analysis) 及動力數值模擬 (dynamic numerical analysis) 二種。擬靜態分析為利用 Mononobe-Okabe (M-O) 法，將地震力轉換成等值側向土壓力，引用極限平衡法側向土壓力理論進行穩定性分析，Iai et al. (1998) 以數值分

析結果與 M-O 法進行比較，結論為土壤液化前所受之土壓力小於 M-O 之等值土壓力。而液化後壓力則將後方土壤以等重流體計算作用於擋土牆之側向壓力。牆體位移則可以降服加速度 (yielding acceleration) 及 Newmark 法加以評估。整體而言，擬靜態分析法其參數決定有賴工程師判斷，且僅能提供牆體極限平衡安全係數，對土壤與牆體之互制反應、液化前後動態反應、土壤勁度影響及孔隙水壓力激發對互制反應之影響等均無法提供相關資訊。



(a)碼頭斷面變化



(b)土壓力與彎距分佈

圖 1 Ohama No. 2 錨碇板樁碼頭受震反應(a)變形剖面(b)土壓力與彎距分佈 (Iai and Kameoka 1993)

液化土壤一擋土結構系統之動態行為實際上應為耦合反應 (coupled response)，即經由土壤傳播之地震波會造成擋土牆與上部結構震動，且上部結構之震動亦會影響下方土壤之動態行

為，分析液化土層之擋土結構系統時更需將因孔隙水壓激發造成之地震波傳遞影響及液化土層側向位移一併考量，但其物理模式複雜，為簡化分析，實務上多採將土壤動態反應與擋土結構個別分析之非耦合分析 (decoupled analysis)，並以動態 Winkler 系統模擬土壤—擋土結構之互制行為，Winkler spring 之功用為連結土壤與土中結構元素之介面，其物理意義為使其力學反應可彼此連結，於數值模擬中則為連結土壤固體元素與結構樑元素之介面元素 (interface element)，以形成完整勁度矩陣，將牆體視為埋置土中之樑，周圍土壤以 Winkler 彈簧模擬土壤勁度並以並聯或串聯之阻尼模型模擬土壤阻尼 (damping) 效應，將牆體視為埋置土中之樑，周圍土壤以 Winkler 彈簧模擬土壤勁度並以並聯或串聯之 dashpot 模型模擬土壤阻尼 (damping) 效應 (Boulanger et al. 1999)。

為配置監測系統及了解錨碇板樁動態反應，本研究嘗試進行監測場址之有效應力動態分析，所建之數值模型及液化後錨碇板樁系統反應如圖 2 所示，結果顯示背填砂層之垂直有效應力因孔隙水壓力激發之故大幅減少，面海板樁最大彎距發生於海床深度，錨碇基樁其彎距均遠小於面海板樁之彎距值，圖 2 為面海板樁在不同高程之彎距歷時，最大彎距產生於海床深度，最大彎距為 2.5×10^5 N-m，除顯示其相對關係外，圖中亦顯示板樁頂彎距較靜態時增加超過 70%，鋼索拉力亦增加超過 50 倍，初步分析顯示考慮孔隙水壓力激發與動力反應下，其結構荷重將大幅增加。而由變位分布顯示碼頭區整體往面海側變形，顯著位移發生於最大輸入加速度時，此現象顯示破壞主要為慣性力引

起。

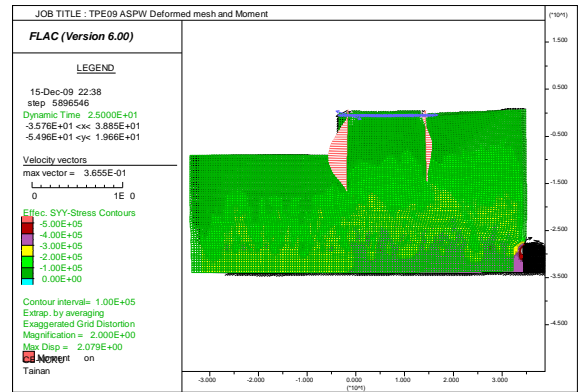


圖 2 數值分析所得垂直有效應力與結構彎距分佈 (運研所 2010)

三、監測系統介紹

3.1 監測系統配置

由文獻對碼頭擋土設施動態研究相關研究與數值分析結果得知，碼頭土壤結構互制動態監測需量測物理量包括：(1)鄰近擋土結構近域 (near field) 與距擋土結構一定距離之遠域 (far field) 土壤振動與孔隙水壓力變化，(2)牆體本身變形、剪力與彎距分佈，及(3)周圍自由場土壤震動與孔隙水壓反應。針對不同觀測物理量需採用不同感測器與量測技術，此外現地動態監測站需具備高速擷取、定值觸發 (level triggering)、定時啟動 (time triggering)、人工啟動、遠端遙控、網路通訊、警報警示、資料顯示等功能，本研究以自行發展整合之軟硬體為架構，發展一穩定、具擴充性且低廉之動態監測系統，同時開發可與觀測系統搭配之資料處理程序與軟體，使量測資料可快速分析。

理想之動態土層監測應包括後方背填土區距離牆面不同水平距離之地表與不同深度之土壤震動及孔隙水壓力變化，但由於現地為營運中碼頭，表面為厚層 PC 且下方有一定厚度之礫石

，無法進行儀器安裝，因此目前以結構物表層運動量監測為主，配合數值模擬為輔，於地表裝設三向地震儀，監測碼頭 PC 版之反應，此地震儀同時可作為系統啟動並用以比對板樁頂部變位。

為監測牆體動態反應，本計畫使用以微機電系統 (Micro Electronic Mechanical System, MEMS) 為加速度計架構 (accelerometer array) 之動態剖面儀，其原理為利用加速度計量測桿件傾角，經由傾角與桿件長度可計算個別桿件兩端接點位移量，並可由固定點計算各接點之累積位移量，進而求得剖面之側向相對位移變化。

本研究選擇於北部港口一典型錨碇板樁碼頭設置監測系統，其主要考量為該碼頭為典型錨碇板樁碼頭、現地地質狀況單純且有相關資料、鄰近具電力供應設施且有一完善遮蔽物，本測站規劃之配置如圖 3 所示，包括一陸上地震儀、水下動態板樁變位監測系統、動態監測主機、通訊系統及機箱，相關監測系統與管線以地下化、隱蔽與不妨礙碼頭動線為原則。動態板樁變位監測系統由二組間距為 0.3 m 總長度為 4.8 m 之垂直向動態剖面儀 (編號 SAA-1 與 SAA-2) 及位於二垂直剖面儀頂部之水平向動態剖面儀 (編號 SAA-3)，另於監測主機旁裝設陸上地震儀，相關元件諸元如表 1 所列。

儀器安裝分成水下與陸上兩部分，水下安裝包含動態板樁變位監測系統，施工前進行水下調查與板樁表面清理，先將固定套件以水下電銲貼附於板樁表面，因此不進行鑽孔與破壞板樁之作為，將固定好方位之動態剖面儀自下方開始以束帶固定，訊號線則以 PVC 管保護，固定於 RC 版下方板樁保護層，陸上訊號線則以明管方式攀附於現有

碼頭壁面，並以現有之 PVC 開孔導入監測小屋。

陸上施工包括陸上地震儀、監測主機與網路裝設，陸上地震儀裝置於監測小屋內，以鋼製之平台固定於地面，其方位為與碼頭平行，調整水平後固定。監測主機安裝於監測屋，並以機箱遮蔽保護，所需電源將使用現有監測屋內電源，通線網路則以戶外指向型天線及 Wi-Fi 中繼連結固定 IP 之 ADSL 固網，以進行遠端遙控。

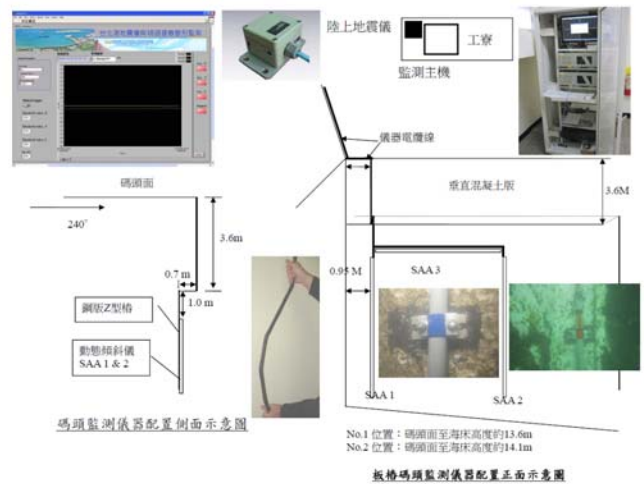


圖 3 錨碇板樁碼頭動態監測站配置

表 1 錨碇板樁動態監測站監測系統列表

| 設備 | 規格 | 用途 |
|-------------|---|---------------|
| 工業電腦 | 耐高溫至 45 °C | 監測主機 |
| 多頻道動態資料擷取系統 | NI PCI-6284 A/D cards | 多通道動態資料擷取硬體 |
| 陣列式位移計量測系統 | Measurand shap array with 16 sensors in 30 cm spacing | 不同深度板樁動態運動量監測 |
| 陸上地震感應器 | 三軸向、解析度 0.001 gal, DC~250 Hz | 碼頭地表振動監測 |
| 網路通信模組 | ADSL 寬頻+長距離戶外 Wi-Fi | 遠端監控通訊網路 |
| 機箱與不斷電系統 | 高度:1558mm, 深度:900mm, 3000KVA UPS | 主機保護與電源供應 |

3.2 自動監測程式

由於監測站需具有長期自動監測之功能，且所用系統中包含不同設備與訊號模式，因此本計畫使用以 Labview 所建構之動態自動資料擷取系統，加上以網路連結之遠端監測系統，做為系統現地，長期自動化監測。

為達到自動化監測、分析的功能，感測器所得資訊將透過 Labview 程式語言所撰寫並與網路技術做連結，使得分析運算後的結果可以即時的呈現達到預警的功效，更可以透過網路的傳輸將運算簡化後的資訊傳回使用者端儲存。系統所使用的是 Share Variable 的網路技術，它提供廣域變數的技術，藉由網路的技術分享資料在單一程式的迴圈之中或是介於不同的程式之間，甚至是在不同網路位置的儀器上。直接透過屬性的設定，建構出所需要的特定功能，達到分享資料的工作，而略過令人覺得煩雜的 TCP/IP 等低階的網路設定，與基本的程式碼撰寫工作，而透過網路權限分享設定，利用超文件傳輸協定 (Hyper Text Transmission Protocol; HTTP) 的網頁瀏覽格式，讓一般使用者使用網際網路瀏覽器 (Internet Explorer; IE) 就可以觀看系統的監測資訊，完全不需要任何特殊介面，或是安裝任何其他軟體，達到簡易分享資訊的功能。

監測系統除了可以在使用者介面即時觀察現地情況，並將資訊透過網路儲存外，當使用者無法長時間觀看監測畫面時，仍然有辦法可以獲得重大變化的訊息，因此預警功能就是在這樣的環境下所產生的需求，透過撰寫程式完成警戒功能，在現地的量測物理量超過安全範圍，即透過 E-Mail 通知寄送到指定的信箱，將系統所設定的訊息傳達給

使用者端，而使用者並不限定為一位，甚至可以一次傳送給多人。

本計畫撰寫之碼頭監測系統程式之主要架構為隨時擷取地震儀訊號，當水平向震動大於設定啟動值(約為 7 gal)時開始啟動資料擷取系統，同時啟動動態剖面儀記錄系統，程式中並設計當水平震動大於某一設定值時會傳送簡訊通知相關管理人員，此外相關參數均可遠端設定，並具每日定時啟動與人工啟動功能。所紀錄地震儀頻率為 200 Hz，動態剖面儀之擷取頻率約為 15 Hz，記錄延時為 5 分鐘，利用監測程式所得之陣列式位移量測系統與地表加速度背景訊號值，其變動很小，顯示整體系統相當穩定。

四、監測成果與應用

錨碇板樁碼頭監測站於完裝完成後，於 2009/12/19 21:02:15.2 記錄 1219 花蓮地震，其震央位置在北緯 23.78 度東經 121.75 度 (位於花蓮市東南外海)，震源深度為 45.9 公里，芮氏地震規模為 6.8，與監測站較接近之中央氣象局地震監測站其震度為 4 級，該地震監測站距離震源 138.3 km，其水平向最大加速於 EW 向為 44 gal，NS 向為 38.7 gal (中央氣象局)，其波形如圖 4(a)所示，碼頭陸上地震儀記錄如圖 4(b)所示，最大水平加速度發生於碼頭平行向，大小為 50.5 gal，而碼頭之法線向其最大水平加速度為 44.2 gal，垂直向最大加速度為 15 gal，與中央氣象局監測站比較其震幅增加約 15%，其原因包括土層分佈、土壤性質及地形差異等，但波形相近，顯示地震儀結果具一定可信度。

動態剖面儀之記錄如圖 5 所示，圖 5(a)為裝置垂直向動態剖面儀頂端加速度記錄，其深度約距地表 4 公尺，最

大加速度震幅發生於 Y 向，其值為 33.5 gal，圖 5(b)為動態剖面儀頂端相對與底部之位移量(高程差 4.8 m)，最大水平相對位移發生於 Y 向，最大位移為 145 mm (0.145 公尺)，雖然資料仍待進一步分析但初步結果顯示監測系統已達到原先設定目標。

利用此地震資料，進行此碼頭動態數值分析驗證，其數值模型與圖 2 相近，代入現地土層鑽探資料推估之土壤參數以及設計時板樁材料參數，利用相同地層剖面進行一維地盤反應分析，推估模型底部水平加速度歷時，以此加速度歷時作為模型底部輸入地震，進行考慮孔隙水壓力激發之動態土壤有效應力分析，其與實測值之比較如圖 6 所示，圖 6 (a)為與地表加速度值比較，圖 6 (b)為與動態剖面儀頂點位移歷時比較，因土壤參數為推估值，因此模擬震幅有些許差異，但其整體波形相近，因此表示所建立之數值模型具一定之可信度，利用此模型可進一步推估其在較大地震下之動態反應。

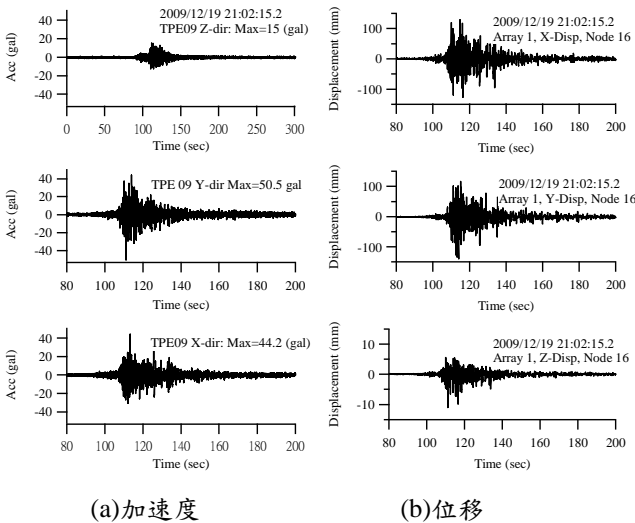
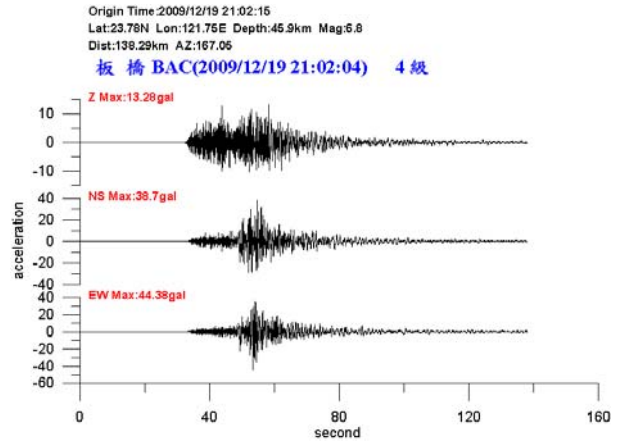
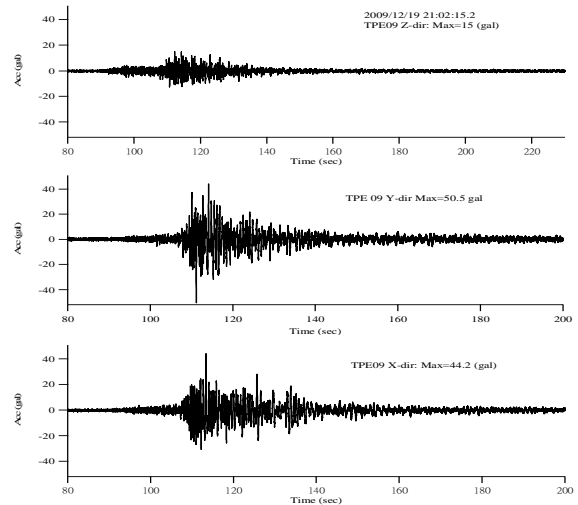


圖 5 動態剖面儀頂點紀錄資料



(a)中央氣象局地震監測站記錄



(b)錨碇板樁碼頭監測站陸上地震儀記錄

圖 4 碼頭動態監測站地震儀紀錄比較圖(2009 年 1219 花蓮地震)

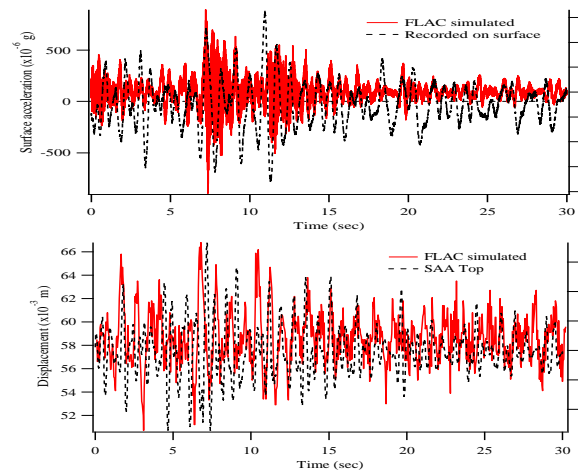


圖 6 監測站 2009 年 1219 花蓮地震數值模擬成果比較

五、結論

錨碇板樁碼頭監測資料可用於檢驗與修正數值分析之程序，且增進對液化土層板樁樁動態反應機制之認知，為後續修正與規劃相關設計參數與規範之擬定之樞紐，並可作為後續港區地震災害管理之基礎。本文介紹一錨碇板樁碼頭結構與土壤動態互制監測系統建置相關考量及元件組成，以實測地震資料說明其成效，並展示應用現地監測資料作為數值模型驗證比較之初步成果，初步結果顯示系統達到其建置目標，期望未來可將此系統應用進一步簡化推廣，作為港區碼頭震後速報系統之雛形。

六、參考文獻

1. 陳正興等 (2004) “土壤液化對交通結構物之影響及液化潛能評估方法與災害分析模式之研究 (1/2)”，交通部運輸研究所，中華民國九十三年十二月。
2. 張文忠等 (2010) “港灣現地碼頭結構與土壤動態互制監測之研究 (2/2)”，交通部運輸研究所，中華民國九十九年十二月。
3. 中央氣象局地球物理資料管理系統，<http://gdms.cwb.gov.tw/index.php>.
4. Boulanger, R.W., Curras, C. J., Kutter, B.L., Wilson, D.W., and Abghari, A. (1999), “Seismic soil-pile-structure interaction experiments and analyses,” *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, Vol. 125, No. 9. pp.750-759.
5. Iai, S. and Kameoka, T. (1993): “Finite element analysis of earthquake induced damage to anchored sheet pile quay walls.” *Soils and Foundations*, Vol.33, No.1, 71-91.

我國貨櫃港埠樞紐地位的調適能力

戴輝煌 國立高雄海洋科技大學航運管理系副教授

摘要

本文將臺灣樞紐港埠所面臨的市場競爭態勢，視為一個獨立的研究系統，並利用脆弱度與恢復力之概念；導入航運產業之調適力，以修正或改變系統的特質與行為，使得系統可以有更好的處理能力。若將此概念應用於臺灣貨櫃港埠樞紐地位之維持上，當可達致我國航港產業榮景之維繫。本文指出：維持部分北美越太平洋航線的洲際樞紐地位，並持續將北/高二港發展成為區域航線樞紐，即是對臺灣港埠產生恢復力的最佳情境。而未來我國若已難以維持在東亞之區域樞紐地位，並已持續轉向成為近洋與區域集貨航線的彙集點，則此態勢將是我們應更努力以極力避免的最差情境。

一、前言

傳統上在探討貨櫃港埠的競爭力問題時，國內外航港與運輸類學習領域內，常常難以跳脫究竟係由航商對航線配置與貿易運輸的需求角度、亦或由港埠營運與碼頭供給角度，以檢視鄰近各港間的競爭問題，也常例舉全球某些重要港埠與碼頭營運產業的榮枯，述明頗多具有不可回復性的案例。但是在目前，由於國際航運市場變化甚劇(交通部運研所，2012a)，全球航港產業為追求某區域內航港市場共榮共存的持續榮景，很多同時具有貨櫃航商/碼頭營運者/裝卸業者/控股公司/碼頭投資者/港務公司/大型國際承攬業結合多國籍貨主等不同身分的混沌年代，早已來臨。某

些區域內航運供/需立場在某些時點，亦早已混淆不清，全端視國家利益、港埠利益、航商利益之競逐目標的不同而定。

本文嘗試跳脫傳統分析的立場與模式，把臺灣樞紐港埠所面臨的市場競爭態勢，視為一個獨立的研究系統，並利用防災與環境生態系統中有關脆弱度(vulnerability)與恢復力(resilience)此一體兩面的概念，仿其以維護系統環境為最高原則的思維，改以國家利益為最大目標，做為航運產業的發展方針與最高競逐標的。亦即：把樞紐港埠的脆弱度，視為此系統被破壞的可能性，則其相反面即是系統抵禦之恢復能力；亦即當系統擁有高恢復力時，即時會有低脆弱度；而若系統是脆弱的，則亦可同時反映出低的恢復力。此外，並嘗試引述Adger (2000, 2004)對社會與生態恢復能力的概念，利用調適能力(adaptive capacity)來修正或改變系統的特質與行為，使得在面對既存或預期的外部壓力下，系統能有更好的處理能力。因之，調適力可以同時雙向作為調整脆弱度與恢復力的重要影響因素，若將此概念應用於臺灣貨櫃港埠樞紐地位之維持上，則當可達致我國航港產業榮景之維繫。

二、關於脆弱度與恢復力的探討與在航港產業發展的應用

近年來國內外關於脆弱度與恢復力的探討與應用上，主要都著重在周遭環境受到氣候、地震等各種天然災害衝

擊時，則針對特定區域之人員、財產、環境、社經活動等的災害揭露程度(hazard exposure)的衡量結果；或是其抵抗災害衝擊的承受能力；亦或能否從災害的衝擊中回復的能力等(Briguglio, 2004; Gallopin, 2006; GTZ, 2004; IPCC, 2007)。惟彙整各類與災害類、風險類、環境類等相關論述發現，各類文獻主要都是先針對研究主體在遭受衝擊後的脆弱度進行探討，再衍生出有關主體系統內，對於後續產生的適應力與恢復力的說明。然而，由於任一遭受衝擊後的主體系統，絕非僅有可見物之揭露程度的衡量而已，其所衍生之對國家社會、經濟活動、政治民意等深切相關但又無形的衝擊能量，影響更大(UN/ISDR, 2004; GTZ, 2004)。

惟若跳脫單純因自然災害所衍生之環境脆弱度與恢復力的討論範圍，本文由另一更貼近產業經濟面的角度，以探究某一產業主體，由於受到外在環境變遷影響後，針對某特定區域之整體產業活動的衝擊產生的揭露程度(或稱暴露程度；exposure)的衡量結果；或是其可以忍受產業活動衰退的承受能力；與可以回復昔日榮景的衡量能力時，則此種思維模式，可以讓相關產業在永續發展的脆弱度與恢復力的探討與應用上，產生更大的構思與研究空間。亦即：在傳統的研究上，依據 Gallopin (2006) 所述，恢復力應是屬於脆弱度的子集合，但其在文獻內又述明二者是相互呼應的特質，其間與應變能力又有密切的關聯性，但恢復力又並非是脆弱度的另一反面，因此恢復力和脆弱度的關係，必須還要再加上調適力(Adaptive Capacity)的觀念(如圖 1a)，但此種模式難以解釋在系統內的調適力，其對於脆弱度與恢復力而言，到底是影響者還是被影響者，甚難認定。

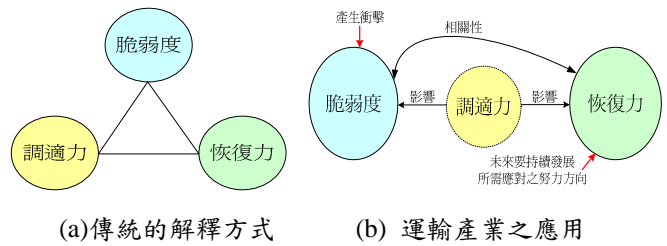


圖 1 不同情境下脆弱度、調適力與恢復力間的相互關係

因此，本文仍秉持 Gallopin (2006) 所認定之適應力與恢復力之間，有著某種程度的關聯性的思維，並參考前述諸項文獻所述：恢復力需考量一個系統在維持相同狀態與吸引力之下，可承受的干擾總量，以及該系統能夠自我修復、建立和增加學習與適應的能力，或如鄧敏政等 (2011) 與 Hsieh, Tai and Lee (2012) 所述對於運輸產業受到外在衝擊時，社經條件對於脆弱度的影響情況，皆可述明脆弱度與恢復力之間，的確具有相關性，且均會受到該系統內調適力的雙向影響(如圖 1b 所示)。

舉例而言，Hsieh, Tai and Lee (2012) 即由關鍵基礎條件之相互依存的觀點，以探討臺灣地區四大貨櫃港埠的脆弱度分析，據表 1 所示引用其應用的 14 項重要考量因素中，除了港埠基礎設施面的因素之外，大部分均為港埠營運條件與策略面向，並據以分析得出四大港埠的脆弱度，其分別在不同因素中的揭露程度值(exposure)。則其四大港埠的區域陸運可及性系統的脆弱度揭露值(vulnerable exposure)研究結果，分別為 3/2/2/1，基隆港在該項的脆弱度揭露程度最高，但以整體的港埠脆弱度(port vulnerability score)而言，臺北港最高(1.8063)。惟在該分析中，僅係以單向且微觀的角度，以檢視臺灣貨櫃港埠在面對營運條件與區位的衝擊下

，各項關鍵因素應用於診斷港埠脆弱度的能力，其並未對恢復力加以討論之。亦即若把表內各項要因當做調適力的重要因素，則該研究中只顯示出圖 1b 的左項部分，而未能對右項之恢復力進行闡釋與說明，惟此結果亦致使後續研究者，可以產生更多探討各種揭露因素的研究空間。

表 1 臺灣地區四大貨櫃港埠脆弱度分析結果

| 脆弱度因素評量結果 | 基隆港 | 臺北港 | 臺中港 | 高雄港 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| (1)區域陸運可及性 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| (2)旅運時間因素 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| (3)航線密度 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| (4)機具能量 | 3 | 3 | 1 | 0 |
| (5)設施支持能量 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| (6)碼頭生產力 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| (7)EDI 聯結程度 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| (8)碼頭週轉率 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| (9)勞工生產力 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| (10)船席使用率 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| (11)投資成長率 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| (12)自貿港區成長量 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| (13)電力供給系統 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| (14)能源供給系統 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 港埠脆弱度評分 | 1.6131 | 1.8063 | 0.8746 | 0.7724 |

資料來源：Hsieh, Tai and Lee (2012).

因之，本文如圖 2 所示之嘗試藉由諸多文獻回顧中，依序就傳統上脆弱度應用在探討環境與災害的課題上，例舉諸多課題後發現：大部分文獻都以系統產生衝擊後的調適能力、抵抗能力、復原能力、揭露程度與損害程度，依不同的衝擊主題(地震、颱風等)進行探討之。續之，除了環境、災害、風險等課題之外，亦廣泛應用於系統衝擊對於經濟、社會、政治、外交影響的應用上，亦有應用於防災之交通運輸的課題研究，惟僅較缺乏針對航運港埠產業的探討。故本文除參考林冠慧(2004)、邱淑宜(2010)、陳志嘉(2007)、郭彥廉(2008)等環境變遷衍生的脆弱度與恢復力的文獻外，另參考 Hsieh, Tai and

Lee(2012)的研究觀點，並嘗試另由宏觀角度，藉由交通部運研所(2012 a/b)相關研究中，與我國港埠目前在營運上產生的優劣勢相關內容，以臺灣港埠樞紐地位的變遷衝擊，做為未來研究系統的探討主軸，利用港埠與航商營運行為之立場，據以彙整蒐集各種可供進行評估的重要因素與內容。例如：未來我國樞紐港埠在營運上的脆弱度，即可以藉由港埠的基礎設施調整、強化區域合作的聯結、港務公司的營運策略、與國家航港政策執行等不同的觀點，以描繪未來港埠在脆弱度上的展現方式，以及各種重要因素的揭露程度。綜論之，亦可知圖 3 所示以藉由此種雙向影響的體制，來檢視不同觀點下的調適能力，要如何進行強化不同的因素與內容，才能夠對於港埠樞紐地位，產生充足的恢復力。

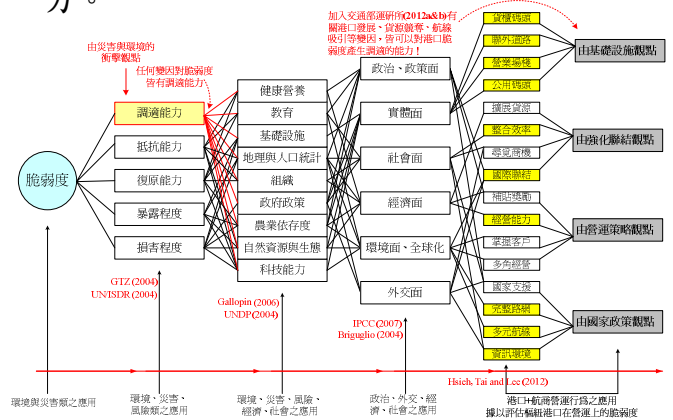


圖 2 不同情境下脆弱度、調適力與恢復力間的相互關係

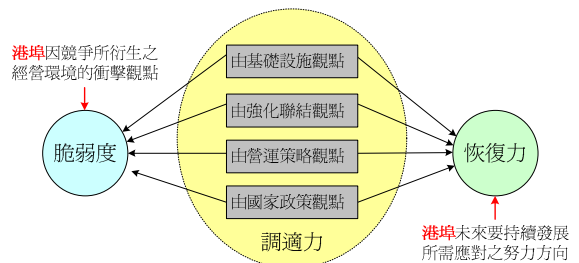


圖 3 港埠營運的脆弱度、調適力與恢復力間的相互關係

三、我國貨櫃港埠樞紐地位的調適能力

樞紐港埠代表著各種航線網路的聚集與貨源區域的連繫，其功能性遠比集貨港或區域港更為重要。臺灣地區在東亞貨櫃主航線網內，僅有的洲際性樞紐港埠為高雄港，未來臺北港亦將在我國籍航商營運集團的航線佈局下，也會漸漸成為臺灣的區域性樞紐港埠。惟由於間接受到國際日班服務(daily frequency)行為的影響(交通部運研所，2012 a)，目前此二港埠皆面臨極大的外部環境變遷的衝擊。據戴輝煌、陳春益、朱金元(2012)文獻顯示：由於貨櫃航商的船舶運能與主要港埠貨櫃碼頭能量供給過剩等因素，加上遠洋航線日班服務興起與全球聯盟重組後，已造成國際航商在市場顧客面、經營成本面與航線配置面的各類變化，順勢亦影響全球航港產業。不論是日班服務的泊靠港埠，或是區域集貨港埠，航商皆需要在不同港埠群間，調整不同貨源市場的航線網。

再據交通部運研所(2012a)研究顯示：貨櫃航商在東亞主要航線與港埠選擇變化上，僅有三個洲際樞紐港群或稱大型樞紐港(Mega-hub)群區位，是在大型貨櫃船的日班主航線上，其分別是上海/寧波、香港/深圳、與東南亞的新加坡。整體東亞貨櫃港埠群已在航線分類上，亦呈現出如圖 4 所示之三種功能層次，我國高雄港與臺北港均未能列示在此一洲際樞紐港群之內，故僅能列示為區域性主要轉運樞紐港(Main Hub)；亦可稱作次樞紐港(Sub-hub)，以與Mega-hub 進行區隔之。此一層級的港埠，除了擔任港埠經濟腹地本身之進出口功能之外，另一主要功能，即是要肩負第三階層之與鄰近區域港埠

(Regional Ports)間的近洋航線之間；以及非日班服務之主航線與鄰近集貨港埠(Feeder Ports)之往來航線間的轉運功能。此舉對我國樞紐港埠衝擊頗大，因為在東/西向二大主要航線上，先不論新興起的臺北港，就高雄港而言，近一年來，並未特別受到大型集團航商在洲際樞紐航線泊靠選擇上的青睞。

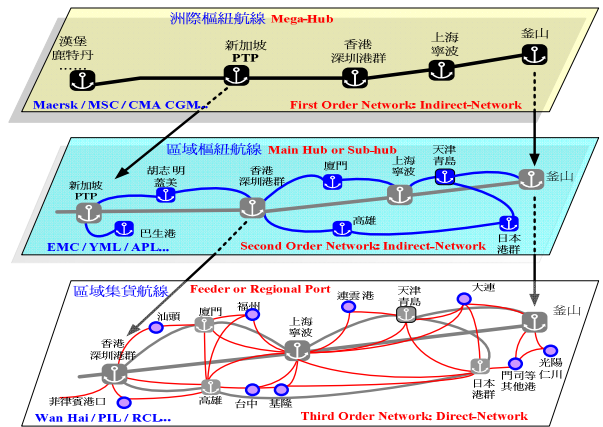


圖 4 目前我國貨櫃港埠與鄰近港埠在東亞地區的營運情勢

今若由上述港埠營運的脆弱度、調適力與恢復力間的相互聯結關係進行探究，則我國未來在進行航港產業之調適能力的努力上，應以揭露我國樞紐地位之恢復力的最佳情境、並規避我國樞紐地位之脆弱度的最差情境；此二方向才是重點。易言之，前者應以維持部分北美越太平洋航線的洲際樞紐地位，並持續發展區域樞紐航線為努力目標。後者則應極力避免產生難以維持區域樞紐港的地位，或降轉成為近洋區域集貨航線港埠，才是規避的重心目標。

本文以下將分別就圖 3 所示未來我國樞紐港埠應朝向的調適能力，並參考交通部運輸研究所港研中心在 2012 年 9 月 12 日舉辦「臺灣港口面對營運環境變遷之機會與挑戰研討會」內，諸多專家學者所述之相關論文集內容(蕭

丁訓，2012；吳榮貴等，2012；陳春益等，2012；孫義順，2012；楊鈺池等，2012；戴輝煌等，2012)，進行分項說明：

3-1 由我國樞紐港埠基礎設施的調適面向觀之

從航運供給面的觀點，貨櫃母船欲泊靠港埠，最需要的是深水碼頭。目前我國僅臺北港與高雄港第六貨櫃中心擁有萬 TEU 級以上的貨櫃船深水碼頭，後續南星計劃外圍洲際深水碼頭持續興建的議題，囿於航運需求問題，目前在國內仍有討論空間，此點亦與我國樞紐地位的持續性有極大的關係。此外，由於昔日碼頭求過於供時代，我國主要深水貨櫃碼頭習於租賃給專用航商使用，但在今日國內進出口航運市場趨向供過於求的情勢上，若欲發展國際轉運樞紐，則必需有吸引集貨航線的公共碼頭。臺北港在均為民營公用碼頭的立場下，本身就是一個公共平臺，但反觀高雄港在實質上，的確仍欠缺專營的公共轉運碼頭與集貨平臺。

另外，參考鄰近香港、新加坡港與釜山港的經驗，任一樞紐港埠內貨櫃深水碼頭區位的串聯性與可及性是極為重要的，但反觀高雄港迄今仍欠缺港區內跨港的專用大橋，僅能利用海關封條與海底隧道進行聯結，此舉對於欲發展洲際轉運樞紐及多國籍併櫃作業場棧的業務，亦會產生難以跨區運作的機制。

3-2 由強化區域經貿環境聯結的觀點

臺灣地區由於產業轉型導致經貿發展條件產生質變與量變，進出口貨物的成長停滯現象已開始產生，縱然政府力推自由貿易港區政策與 ECFA 政策

，但貨源仍難以有效擴展，且無法與轉口櫃源進行聯結，也無法整合現有各類型的保稅與自貿區，來擴展更多貨源，導致港埠相關產業例如碼頭投資業者與目前在我國的中外航商，經營日漸困難，主航線的流失趨勢難以阻擋，更不易吸引更多集團航商泊靠之青睞。則除了自由貿易港區政策與 ECFA 之外，政府要如何利用因勢利導與扭轉局勢的因應策略(陳春益、楊清喬、朱金元，2012)，以聯結東協(ASEAN)與加入國之間的經貿，或是未來利用跨太平洋夥伴協議(Trans-Pacific Partnership, TPP)的模式，以強化我國區域經貿環境的聯結，先活絡與鄰近國家及區域的經貿環境，才有可能更進一步產生活絡我國整體航港產業的希望。

3-3 貨櫃樞紐港埠應有的營運策略與調適能力

2012 年 3 月我國港埠改組成立臺灣港埠公司之後，已可以在營運策略上，擺脫昔日國營港埠的部分行政約制，但與鄰近樞紐港埠如釜山與中國大陸新興起的大型貨櫃港埠相比，在吸引轉口櫃源、新靠航線的補貼政策上，仍嫌不足；或是起步太晚，此部分因素仍可歸咎於轉型後的港埠公司在心態調適速度上，較無法與民營企業相比擬，亦欠缺對於航運產業之第一線國際行銷能力。舉例而言，對於目前閒置碼頭裕餘能量的使用思維上，很多想法仍局限於過去的碼頭經營模式；欠缺航港產業之多角化經營方式，或過度依賴外包業務，惟有利用斷腕決心，即刻朝向擴展櫃源、拉攏航商與航線；並朝向與現有裝卸業者合資/合營等各種思維模式前進，才是港務公司應有的營運策略與最佳的調適方向。

3-4 由國家對航港政策的支持與輔助觀點

目前我國在航港政策上，對於輔助臺灣航運產業興盛的相關輔助機制中，應以保有各港目前碼頭營運業者與泊靠航商為營運重心，並應用航商在各港間利用空船便載方式；所產生的環島海運網的建制，做為重點主軸，才能保有及維持目前臺灣的航運產業能量。此外，在過去各港自主與各行其政的時期，北/高二港樞紐能力的定位不清，加上我國航港主政機關欠缺對於航商的強制與完整之航港即時資訊系統的登錄，全島各港亦無統一有效的航商進出港埠信息即時聯結系統，這些都是難以與其他樞紐港埠比擬的重要信息輔助機制。

在國家對外聯結的航運產業輔助上，則可參考韓國/華北間與日/韓兩國間的貿易樞源往來，其雙方航商之間私下可以透過以聯盟方式協議，進行大範圍的市場掌控，早已是行之有年且為航運市場的公開秘密，國家要如何對航商進行直接的輔助，端視航運政策的實施決心與交通部的心態調整。目前，臺灣與中國大陸間的通航協議，亦屬我國在航港政策上對國輪航商的支持，但與前述華北與日/韓間例子不同的是：我們應以臺灣航運市場掌控及對外航線聯結為第一優先，如此才能不影響到港埠營運與航網擴展。但是，亦絕非對兩岸的使用船舶與運力，進行設限；或受制於對方，如此才不至於產生出封閉市場的奇怪現象。

以 1997 年後的香港為例，臺/港間的航線網，迄今仍是臺灣航運聯結東亞航線網的命脈主軸，兩岸之間亦無對臺/港航線的航商國籍、船籍與運力，進行任何的設限。但在 2008 年之後的兩

岸直航航線中，除了原有境外航運中心的運能之外，仍舊停留在兩岸所屬航商與所屬國輪相互往來的制約中。原所期待兩岸航線希冀能夠產生更多類似香港航線的模式，以祈嘉惠及活絡我國航港產業，最後竟然都轉化成為地方航線模式，難以擴展。目前，臺灣若欲回轉此一制約的劣勢，似乎只有持續透過協商方式，以仿臺/港特殊航線的模式，讓兩岸間往來其他第三地的樞源，可以全面在臺灣港埠轉口，以維持臺灣在東亞航線樞紐的地位。

事實上，除了中國大陸市場，東北亞與東南亞均為我國重要的轉口樞源與航線佈署重點區域(交通部運研所，2012 a；戴輝煌，2012)，則我國是否可以透過港務公司及國輪航商的運作機制，仿照韓國/華北與日/韓間的協議聯盟方式，與菲律賓、越南、馬來西亞、緬甸、柬埔寨等鄰近國家，透過航商與港務公司，進行航運協議、碼頭合作與新市場的開發，則將是調整我國貨櫃港埠樞紐地位的最佳良策。

四、結論

本文由目前我國貨櫃港埠的基礎設施面、強化聯結面、營運策略面與國家政策面的四方觀點，進行臺灣樞紐地位調適能力的說明與芻議，其確實執行與否，關係到未來我國港埠脆弱度的減緩；亦或航運產業恢復力的提升。

未來，我國亦可藉由圖 3 此一雙向機制的延伸，以檢視在不同觀點下的調適能力，究竟要如何進行強化不同的因素與內容，才能夠對於臺灣港埠的樞紐地位，產生出恢復力的最佳情境。此情境就是：維持部分北美越太平洋航線的洲際樞紐地位，並持續北/高二港發展成為區域航線樞紐。當然，我們應更努力以極力避免揭露出臺灣樞紐地位脆

弱度的最差情境，此即：我國港埠已經難以維持在東亞的區域樞紐地位，並已持續轉向成為近洋與區域集貨航線的彙集點，如圖 4 的第三層圖示，這是我們最不願看到的情境與趨勢。

五、參考文獻

- 1.交通部運研所(2012 a)，我國貨櫃港口因應環境變遷之碼頭營運模式研究，交通部運輸研究所 101 年度合作研究計畫 (MOTC-IOT-101-H1DB001a)，民國 101 年 7 月，期中報告內容。
- 2.交通部運研所(2012 b)，兩岸直航後主要貨櫃航商之船舶與航線佈署對我國港口營運之影響，交通部運輸研究所 100 年度合作研究計畫 (MOTC-IOT-100-H1DB001a)，民國 101 年 4 月出版。
- 3.李堅明、陳建智(2010)，「臺灣脆弱性指標建構與評估之研究」，都市與計畫，第三十七卷，第一期，頁 71-96。
- 4.吳榮貴、吳朝升、楊世豪、朱金元、謝幼屏、王克尹(2012)，「臺北港與臺灣其他國際商港貨櫃碼頭競合關係與策略初探」，2012 年臺灣港口面對營運環境變遷之機會與挑戰研討會論文集，頁 2-1~2-23，民國 101 年 9 月 12 日，臺灣，臺中。
- 5.林冠慧(2004)，「全球變遷下脆弱性與適應性研究方法與方法論的探討」，全球變遷通訊雜誌，第四十三期，頁 33-38。
- 6.邱淑宜(2010)，臺灣海岸脆弱度指標建立與應用之研究，碩士論文，國立臺灣海洋大學河海工程研究所。
- 7.陳春益、楊清喬、謝幼屏(2012)，「我國貨櫃港碼頭營運模式之探討」，2012 年臺灣港口面對營運環境變遷之機會與挑戰研討會論文集，頁 4-1~4-17，民國 101 年 9 月 12 日，臺灣，臺中。
- 8.陳春益、楊清喬、朱金元(2012)，「直航後我國國際貨櫃港埠面臨問題與因應策略之探討」，運輸計劃季刊，第四十一卷，第一期，頁 55-80，民國 101 年 3 月。
- 9.陳志嘉(2007)，「臺灣在全球環境變遷下的脆弱性研究與發展」，環境與世界，第十六期，頁 47-71。
- 10.孫義順(2012)，「臺北港面對目前國際貨櫃運輸發展局勢所採之因應課題」，2012 年臺灣港口面對營運環境變遷之機會與挑戰研討會論文集，頁 3-1~3-3，民國 101 年 9 月 12 日，臺灣，臺中。
- 11.郭彥廉(2008)，「聯合國發展規劃署氣候變遷調適策略綱領與其應用」，法制叢論，第 42 期，第 41-65 頁。
- 12.楊鈺池、謝明志、王克尹(2012)，「臺、日、韓三國貨櫃碼頭營運政策之比較分析」，2012 年臺灣港口面對營運環境變遷之機會與挑戰研討會論文集，頁 5-1~5-40，民國 101 年 9 月 12 日，臺灣，臺中。
- 13.鄧敏政、蘇昭郎、謝承憲、陳進發(2011)，「公路橋梁之脆弱度衝擊分析-以 100 年重點監控橋梁為例」，臺灣公路工程，第 37 卷，第 11 期，第 29-47 頁。
- 14.戴輝煌(2012)，「東亞主航線佈署與兩岸直航對高雄港轉運功能之影響」，運輸計劃季刊，民國 101 年 7 月 30 日(已接受刊登)。
- 15.戴輝煌、陳春益、朱金元(2012)，「遠洋日班服務對我國航運樞紐地位的衝擊」，2012 年臺灣港口面對營運環境變遷之機會與挑戰研討會論文集，頁 6-1~6-22，民國 101 年 9 月 12 日，臺灣，臺中。

- 16.蕭丁訓(2012),「臺灣港埠發展新局」,2012年臺灣港口面對營運環境變遷之機會與挑戰研討會論文集,頁1-1~1-12,民國101年9月12日,臺灣,臺中。
- 17.Adger, N. W. (2000), Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography*, 24 (3): 347-364.
- 18.Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M., and Eriksen, S.(2004), New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity. No.7, Tyndall Centre Technical Report.
- 19.Briguglio, L. (2004), Economic vulnerability and resilience concepts and measurements, In *Economics Vulnerability and Resilience of Small States*, Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N.,and Vella, S. (ed.), Malts: Islands and Small States Institute and London, 229-232.
- 20.GTZ (2004),Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit Guidelines: Risk Analysis – a Basis for Disaster Risk Management, Eschborn: GTZ.
- 21.Gallopin, G. C. (2006), Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity, *Journal of Global Environmental Change*, 16 (3): 293-303.
- 22.Hsieh, C. C., Tai, H. H. and Lee, Y. N. (2012), Port Vulnerability Assessment from the Perspective of Critical Infrastructure Interdependency, the Proceedings of International Association of Maritime Economists (IAME) Conference, Paper Code: MPS-501.Sept. 5~8, 2012.
- 23.IPCC (2007), *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* (M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, & C. E. Hanson, Eds.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 24.UNDP (2004), United Nations Development Programme, *Reducing Disaster Risk: a Challenge for Development*, New York: UNDP Publication.
- 25.UN/ISDR (2004), United Nations, *International Strategy for Disaster Reduction, Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*, Geneva: United Nations Publication.

港灣地區防救災系統之研究

林文釵 成大防災研究中心工程師

黃敏郎 聚禾工程顧問有限公司應用地質技師

摘要

港埠(Port)為水陸運輸的門戶基地及國際貿易樞紐,並為商船暫居處所與客貨集散之地,實足以影響一國政治與經濟之興衰。一優良的商港規模,不僅需滿足港埠內之船隻噸位逐漸擴大外,對於港埠內外之災害防救設施是否足以滿足,當災害發生時搶救之相關機制可以即時啟動,達到災害抑制、災損降低之目的,此乃更為重要之課題。就災害管理的角度分析港埠使用者所面臨的災害潛勢而言,可分為災害空間(地)、災害類型(型)與災害時間(時)等三個方向,其災害空間既是港埠中所有災害發生之有形環境(包括水域設施、隔浪設施、繫船設施、港勤船舶及船舶修復設備與裝卸設備...等),災害類型既包括港埠使用者所可能面臨的災害(海嘯襲堤、爆炸起火、護岸崩塌結構物倒塌毀損等),其中災害時間既為針對地與型就災前、災時以及災後三個階段重點防制之分界點。

本研究完成整合基隆港、臺北港、蘇澳港、臺中港、高雄港、安平港等港埠系統與檢討防救災體系。透過防救災資源資料庫更新、各港 CCTV(監視閉路系統)的整合、各類災害防救災標準作業程序檢討、資料庫系統整合等工作,建置並更新各港區之防救災體系,系統採多方位災情通報可結合多媒體簡訊、文字轉語音通報、3G 手機上網通報與網路傳真等方式,縮短通報時間同時增加各單位災情處置時效。

一、前言

民國 99 年莫拉克颱風,最大累積降雨量超過 3000 公厘,造成臺灣南部災情慘重。當時災區對外聯繫與通訊中斷,災民無法利用市內電話與手機通話方式對外聯繫,但部分災民仍可透過手機的微弱訊號將災情對外傳遞,使後續對於救災對象與物資需求得以精確掌握,快速進行災害搶救作業。

災害發生後,災情通報之精度與頻率為掌握災情現況與救災成效之關鍵因素。但災害發生時,利用現有市內電話與手機通報方式,無法精準的描述災害位置、狀況、影響範圍等救災重要資訊,因此造成救災資源調度失常與無法精準救災的缺憾,尤其在劇烈天候環境下,對於災情傳遞更為一嚴峻挑戰。

就目前國內各港區之災害防救作業,皆依據交通部相關規定進行,在災情通報部分大多採用室內電話、手機通話與簡訊、無線電等方式進行災情之口述與文字描述,如此對於災害發生之位置、規模、與現況無法精準的描述與傳遞,如此可能會降低救災效率,因此本研究以國內基隆港、臺北港、蘇澳港、臺中港、高雄港與安平港等港灣地區之災情通報流程為研究對象,建構多元化災情通報系統,提供港務分公司防災業務單位即時掌握災害之時、空特性,做為救災決策參考,進而提升救災之精度,以達降低災害之目的。

二、架構與功能

2-1 系統架構

系統架構(如圖 1)採用常見的三層式架構(3-Tier Architecture)。第一層為使用者端，負責接收使用者的資料輸入，將結果顯示出來，可透過手持式裝置或電腦的瀏覽器進入本系統。第二層為系統端，負責資料處理、網站伺服器(Web Service)等工作，整合 MapGuide Open Source 地理資訊系統及 Google Static Maps，提供使用者查詢資料庫之空間資訊。第三層為資料庫端，負責資料庫或訊息的處理，資料庫內容包括防救災資源、標準作業流程、災害潛勢、基本圖等。

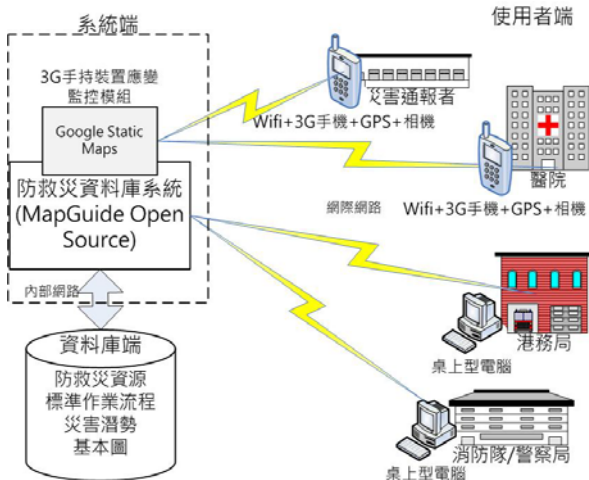


圖 1 港區防救災資訊系統架構圖

系統端是輔助決策支援系統的核心，提供使用者查詢資料庫之空間資訊，整合多方位災情傳遞模組及防救災資源模組，共同完成功能後建構港區防救災資訊系統如圖 2。

本系統功能規劃共有二個部份(如圖 3)，分別為「災中應變流程」和「輔助功能」。災中應變流程為執行災害應變之功能流程，依據功能之重要性進行配置，包括「新增災害」、「災情通報」與「災情更新」。輔助功能為應變作業中可供資料查詢參考之功能，包括

「防救災資源查詢」、「紀錄查詢」與「地圖顯示」。



圖 2 臺中港防救災資訊系統首頁畫面 (<http://ihmt.dprc.ncku.edu.tw/tchb/>)

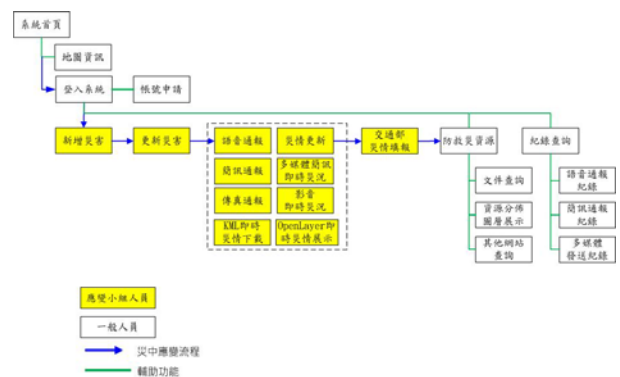


圖 3 港區防救災資訊系統功能架構圖

2-2 多方位災情通報

災害發生時，透果本系統所開發的多方位災情通報模組，使用語音、簡訊或網路傳真的通訊方式進行通報作業，收訊端可為行動電話或一般電話。災中可使用具照相功能之手機，以多媒體簡訊的方式傳送即時災害現場影像資料，防救災人員瀏覽網頁以取得最新災害狀況，降低後勤人員、決策人員對現場災害處理情況瞭解的誤差，提供多方位的災情通報流程(如圖 4)。

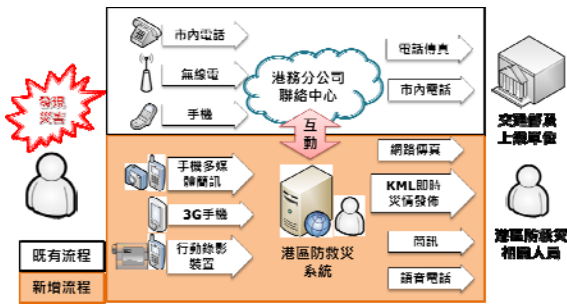


圖 4 多方位災情通報流程圖

設定防救災人員的聯絡方式及群組後，最近災情狀況將會自動帶入訊息內容，可透過簡訊或電話語音的方式發送資訊。簡訊通報有 70 字的內容限制，以文字的方式傳送資訊制使用者的手機；語音通報則無文字數量之限制，將災害資訊文字轉成語音電話(如圖 5)，可傳送至室內電話或手機。

多媒體簡訊通報功能可接收由手機傳送的多媒體簡訊，提供圖文描述之災情通報資訊(圖 6)。考量災害發生第一時間，現場人員傳遞災情的管道有限，除傳統電話、無線電等通報方式，個人手機為每人隨身常有之裝置，大部分市售手機均有提供攝像與多媒體簡訊發送功能。因此，本系統設計透過手機發送多媒體簡訊，傳送災害現場即時影像至系統，於災害發生時透過影像初步了解災情狀況，並將記錄災情之多媒體災情簡訊轉發送至指定的聯絡人群組。

2-3 時空間資訊展示

系統整合港務分公司既有 CCTV(如圖 7)、船舶動態等即時資訊，同時以地理資訊平台展現空間資訊、即時災情資訊、防救災資訊、災害潛勢資訊，在災情輸入方面可用空間點選進行輸入，亦可納入災害防救相關鏈結。

其中，防救災資訊分為文件、圖層與網路資源，文件以 PDF 格式提供港區內防救災資源查詢，包括各類災害標

準作業程序、救災機具、緊急應變人員通聯表等；資源分佈圖層則依據系統規範之基本圖、防救災地圖與各類災害潛勢區作，結合地理資訊系統及 Google Maps 作展示(如圖 8)。



圖 5 語音通報系統畫面



圖 6 多媒體簡訊通報系統畫面



圖 7 CCTV 系統畫面(以臺北港為例)



圖 8 港區防救災資訊系統畫面(以臺中港為例)

2-4 即時災情整合資訊

系統在建置與開發的過程中，加入愈來愈多災情資訊，也依各港區的屬性不同進行調整，身為輔助港區的防救災資料庫系統，必須有效的增加災情通報與災情資訊之連結，今年度將災害與歷程以表列的方式，依事件、災害、時間做排序(如圖 9)，提供使用者進行管理，並結合語音通報和簡訊通報，更直覺且便利的進行災情資訊的傳遞。

| 事件名稱：放射性毒物複合型災害 | | | | | | | 事件結束時間 | |
|---|------|------------|-----------------------|------|----|----|--------|----|
| 災情描述 | 災害類別 | 最新狀況 | 發生時間 | 災情影音 | 備註 | 狀況 | 修改 | 刪除 |
| 佛分子安頓於寶山三號定時炸彈引爆，該輪船火燃拖連水鑽割，船體內有1,000噸「丁二烯」，輻射物及燃油開始外洩，引發大規模爆炸災害，造成10餘名船員及船隻船員死亡，並據官指示現場所有人員緊急避難，並進行輻射安全檢測，除河清洗 | 臺北災害 | 警戒處理作業 | 2011/6/21 14:38:4 | 災情影音 | 備註 | 狀況 | 修改 | 刪除 |
| 寶山三號船長指示船員關閉船艙注港區儲槽控制閥後繼續，船員官指示船長將船隻停泊於北港區的分棧，寶山三號，上風處，並請個人操作其各式車組供水系統，作大變水 | 臺北災害 | 可燃液體災害搶修作業 | 2011/6/21 14:16:41 | 災情影音 | 備註 | 狀況 | 修改 | 刪除 |

圖 9 整合式災情通報系統畫面

本系統為因應交通部之災情 KML (Keyhole Markup Language)彙整需求設計「即時災情資訊下載」功能。KML 為鎖孔標記語言，是一種 XML 語法與檔案格式，由 Google 公司設計公佈之標記語言檔案格式，可用於塑模與儲存諸如點、線、圖像、多角形與模型等地理特定以顯示在「Google 地球」、「Google 地圖」與其他應用程式上。因此透過本系統功能可將本系統即時災情資訊轉換成 KML 格式可供港務分公司人員進行下載，呈現災害位置、災況描述、災情影音等資訊，透過 Google Earth 以 4D(災害三度空間+時間)的方式展示災害歷程隨時間之變化(如圖 10)。

災害以樹狀結構分類，包括災害歷程分為災害發生、災害階段與災害結束等，點選各項災害會開啟說明視窗(如圖 11)，提供災害類別、災害描述、發生時間與影像等資訊。KML 主動與系

統進行災情同步與更新，使用者於第一次使用時下載檔案，後續僅需在具有網際網路的環境下，即可得知目前港區災情狀況。

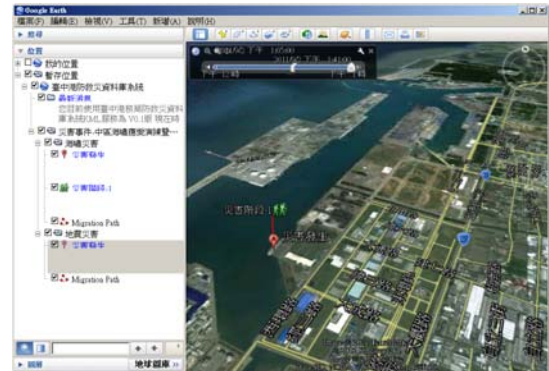


圖 10 KML 結構化目錄範例

災害階段-1

| | |
|------|---|
| 災害類別 | 海嘯災害 |
| 災情描述 | 「海洋號」在進港途中，再次遭大浪襲擊，前尖艙油漆庫房大量進水，船艙油漆庫房大火引發爆炸，情況危急。 |
| 發生時間 | 2011/9/2 下午 01:41:14 |
| 災情影音 | |

圖 11 KML 災情資訊視窗畫面

三、金華演習成果

本次演習包含實兵演練與裝備展示兩部份，實兵演練由系統畫面呈現毒化災害擴散模擬空間資訊展示與災情通報傳遞，裝備展示則陳列可供系統操作之電腦設備與系統畫面，並結合港灣技術研究中心今年度於臺北港港區架設之兩組 CCTV。實兵演練共有兩個狀況，分別為關鍵基礎設施(商港)遭恐怖攻擊應變作為及情資通報與放射性及毒化物附合型災變應變作為，原本系統在設計上就有考慮港區內的各類危險

品、化學品和儲槽可能造成的火災或爆炸災害(如圖 12)。

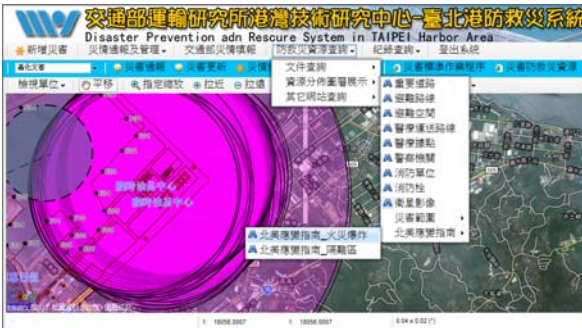


圖 12 火災爆炸模擬空間資訊圖層展示系統畫面

此類災況模擬皆以固定地點做基準，無法針對海上活動的船隻，相關參數、化學品資料庫也有所不足。因此，針對演習項目使用由美國環保署(EPA)與海洋大氣署(NOAA)共同開發之ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 軟體，進行外洩擴散分析(如圖 13)。

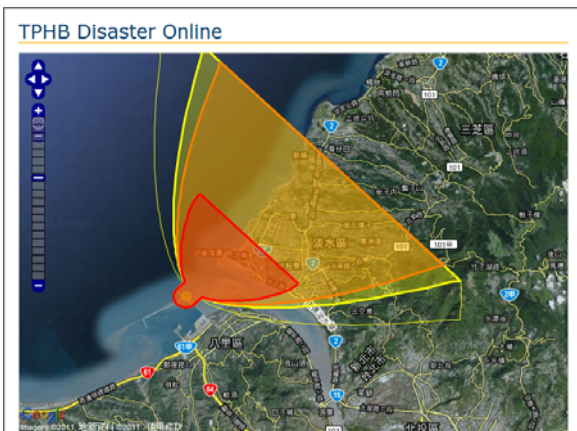


圖 13 ALOHA 模擬毒化物外擴散分析系統畫面

共計參與三次實兵預演與二次裝備展示預演，其演習場地位於臺北港北五、北六碼頭區。6月8日為第一次實兵預演，進行人員編組、演練動線與項目等初步確認，6月14日為第一次裝備展示預演，確認現場各裝備位置與展

示內容(如圖 14)，6月15日為第二次實兵預演，6月22日為第二次裝備展示和第三次實兵預演，確認硬體設備、電力與展示看板。

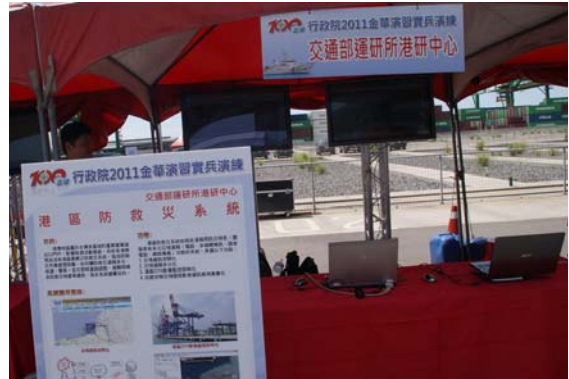


圖 14 裝備展示現場

四、結論

本研究，主要係在防救災理論基礎下，參酌相關國內外文獻與法令規定等，研擬各類災害防救策略與流程，並透過資料收集、現況調查及相關研究方法等，分析港區災害潛勢與進行災害境況模擬；相關結果均運用地理資訊系統(GIS)技術，建立港區災害防救資料庫及災害防救資訊管理系統，已獲致相當豐厚之成果。

近年來開放式標準已漸漸成為地理資訊系統所遵循的規範，而國外地理資訊系統標準制定之重要組織 OGC 正致力於這些標準之制定。目前系統除設計除考量使用者需求與災害防救作業流程之數位化外，另針對網頁地圖服務(Web Map Service)或其他相關服務等標準作業進行分析研究。預計於未來系統建置將納入 OGC 所制定之各類標準，以延續本計畫系統效益，並與國際標準接軌。

臺北港 2011 年潮汐及流場之模擬

李兆芳 國立成功大學水利及海洋工程學系 教授

劉正琪 國立成功大學臺南水工試驗所 研究員

涂力夫 國立成功大學水利及海洋工程學系博士後研究員

高政宏 國立成功大學水利及海洋工程學系博士班研究生

摘要

本研究為模擬 2011 年臺北港附近海域潮汐流場之變化。數值模式使用水深積分配合有限元素法進行流場的模擬，有限元素格網依臺北港區 2010 年的配置進行建置，水動力模式模式所需的邊界條件則利用 NAO.99b 模式計算各開放邊界節點每小時水位變化資料做為模式之邊界條件。模擬結果與觀測資料比較可得合理結果。由臺北港港域之二維平面流場，顯示退潮時段潮流由西南向東北流動，漲潮時段潮流由東北向西南流動，北防波堤腹地擴大並沒有對港域流場造成明顯變化。另外，風場效應計算結果顯示風場對水位影響相當有限，對流速之影響則較為明顯，受到東北季風影響，西向及南向流速有顯著增加。

一、前言

港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)於「臺灣近岸防救災預警系統技術與作業化研究」(2007 年 ~ 2010 年)計畫中，建立了七個主要商港—基隆港、臺北港、臺中港、安平港、高雄港、花蓮港、蘇澳港，及其附近海域水位及流場模式，計畫工作項目包含：(1)七大商港各港口及其鄰近潮位站潮位資料蒐集與分析，並建置各港港域數值模擬所需之水位條件，(2)完成七大商港口有限元素數值計算格網建置，(3)完

成七大商港水位及流場之模擬結果證，同時率定相關參數及邊界條件，(4)完成七大商港港域水位變化和流速場。於 2010 年計畫將上年度七大商港口水位及流場模擬成果提供港研中心進行模擬作業。2011 年則延續前期計畫持續對七大商港港域水位和流場模擬、預測和評估進行改善，在作法上則針對個別商港港域進行即時觀測的潮流資料分析，並與模式預測結果比較，藉以檢討和修正所建立模式的計算範圍、邊界條件以及模式所使用各種參數值。由 2010 年臺北港海域水深地形量測結果，顯示臺北港外廓形狀已有顯著改變外，臺北港南外堤防興建進度亦未達到 2009 年度模式建置之長度。因此本研究針對上述差異提出數值計算格網之修正。

本文之水動力模式採用有限元素法水深積分模式，利用線性三角形元素，計算領域中元素節點上之函數值。外海開放邊界則利用 NAO.99b 模式(Matsumoto et al., 2000)計算節點上每小時水位變化做為模式計算。

模式計算上將先比較模擬結果與觀測分析結果以驗證模式的正確性，再利用臺北港 2010 年配置的模擬結果，探討臺北港港口附近潮汐流場的變化，以及風場對臺北港流場之影響。

二、臺北港模擬範圍與網格之建立

2.1 臺北港模擬範圍

本研究在數值模擬範圍上沿用臺北港 2009 年水動力模式建置之範圍，北起新北市三芝區麟山鼻海岸，南至桃園縣蘆竹鄉竹圍海岸，南北距離約為 25.5 公里，離岸方向則由近岸往外海延伸約 9 公里，如圖 1 所示。模擬範圍內海域水深地形則採用 2010 年量測結果及港區配置，如圖 2 所示。相較於 2009 年臺北港外廓形狀已有顯著改變，北堤防埤地擴大，南外堤防興建長度亦未達到 2009 年模式建置之長度。

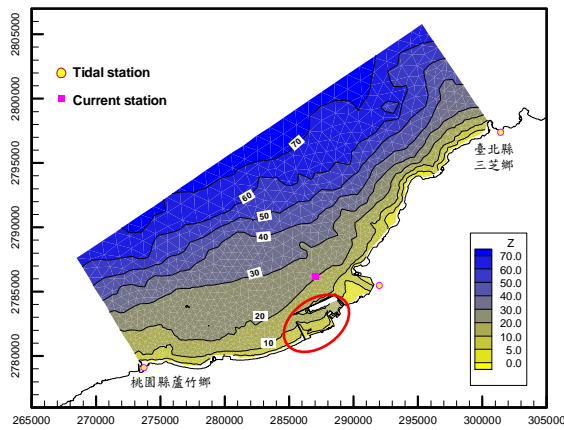


圖 1 臺北港 2009 年模擬範圍及地形水深圖

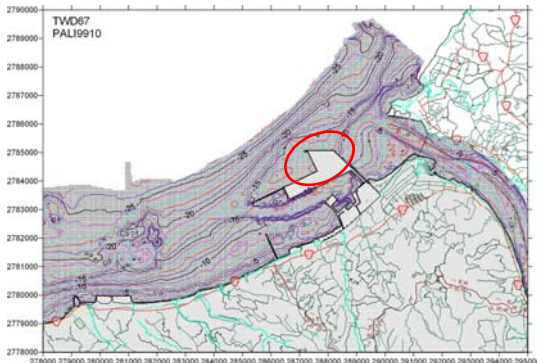


圖 2 臺北港 2010 年水深地形分佈圖

2.2 數值網格及邊界條件之建立

針對臺北港 2010 年配置所使用數值計算格網，如圖 3 所示，圖中模式數值計算格網係由 1867 個節點及 3388 個三角形元素構成，其中臺北港港區及港口附近之數值計算格網分布情形，如圖 4 所示。模式之地形水深資料係由海

軍測量局刊行之海軍水道圖圖號為 04512 與 04513 之水深資料及臺北港 2010 年 10 月水深量測資料內插得到。

臺北港水動力模式開放邊界節點上水位條件則利用 NAO.99b 模式計算給定，本研究計算 2011 年 1 月 1 日零時至 2012 年 1 月 1 日零時每小時水位變化資料提供為臺北港水動力模式邊界條件使用。圖 5 所示為臺北港水動力模式左、右開放邊界之水位 2011 年 3 月 1 日至 3 月 15 日之時序圖，顯示左、右兩側水位邊界潮汐型態相近似，而水位振幅則有差異引致水流變化；圖 6 所示則為 2011 年 3 月 1 日 0 時至 11 時離岸開放邊界節點水位之空間變化情形，顯示開放邊界水位呈現近似線性的變化。

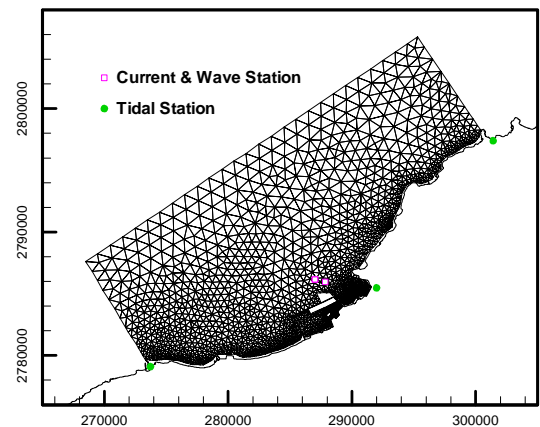


圖 3 臺北港水動力模式之有限元素細格網分佈圖

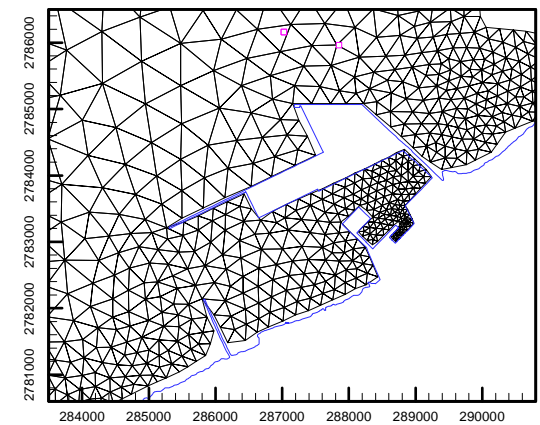


圖 4 臺北港港域及港口附近三角形元素分佈圖

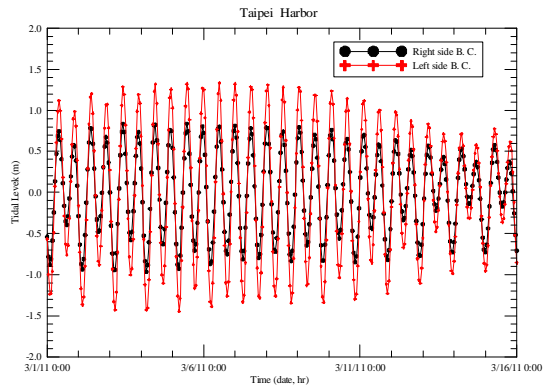


圖 5 臺北港水動力模式左、右開放邊界之水位邊界條件時序圖

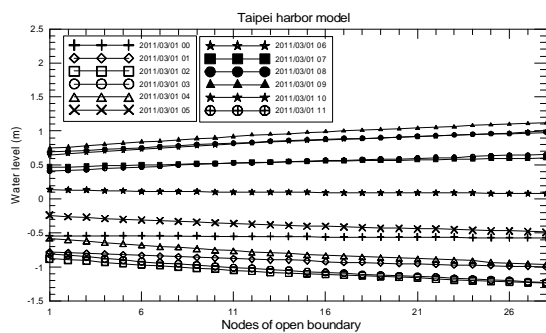


圖 6 臺北港水動力模式離岸開放邊界節點之水位

三、結果與討論

為驗證模式模擬結果與率定模式相關參數，本研究選取臺北港外海觀測樁水位及海流觀測資料與模式模擬結果進行比較，其中臺北港外海觀測樁位置如圖 3 所示。由於本研究水動力模式模擬之流場主要為天文潮流，海流觀測資料除了天文潮流成份外，尚有其他成份流及觀測誤差存在。本研究先針對臺北港海流觀測資料分析選取 O_1 、 K_1 、 M_2 及 S_2 等四個主要分潮，另以調和分析方法得到觀測資料之天文潮流，再與水動力模式流場模擬結果比較。圖 7 與圖 8 分別為模式計算臺北港 2011 年 3 月水位與潮流結果與觀測樁天文潮流分析結果之比較，顯示水位及潮流變化趨勢相當一致。

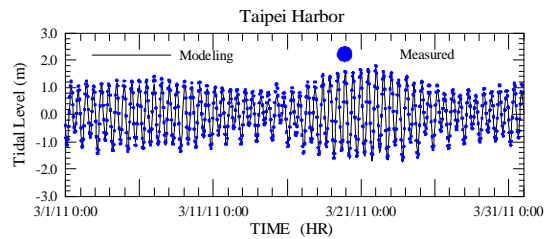


圖 7 臺北港水位模擬結果與觀測資料之比較

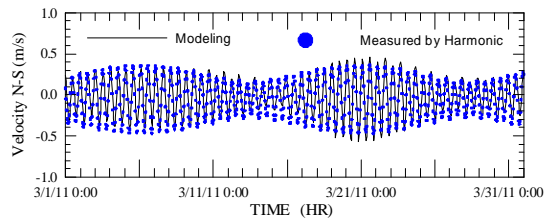
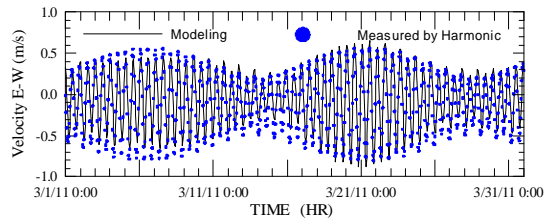


圖 8 臺北港潮流模擬結果與潮流觀測資料調和分析(O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2)結果之比較

臺北港海域流場模擬結果如圖 9 與圖 10 所示，分別為大潮時期漲退潮臺北港港口附近之流況向量分佈圖。圖 9 顯示漲潮時之平潮時段潮流由東北向西南流動，此時段臺北港港口附近外海流速可達 1 m/s 左右。圖 10 顯示退潮時段潮流由西南向東北流動。

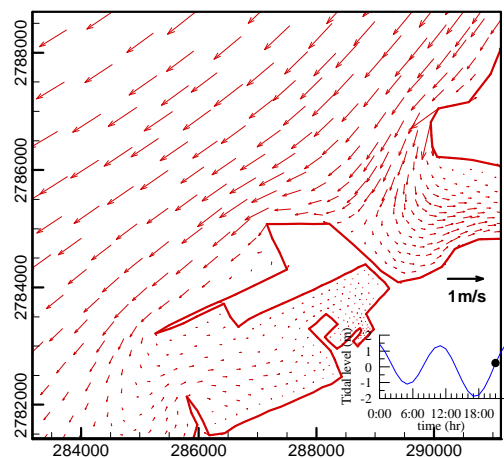


圖 9 漲潮時段臺北港港口附近流況向量分佈圖

針對風場對臺北港流場之影響，本研究以臺北港 2011 年 3 月海上觀測樁風速風向每小時之觀測資料，如圖 11 所示，為模式風場資料進行水位及流場模擬。由圖顯示 3 月份海面仍受到東北季風影響，且最大風速可達 17.5m/s。

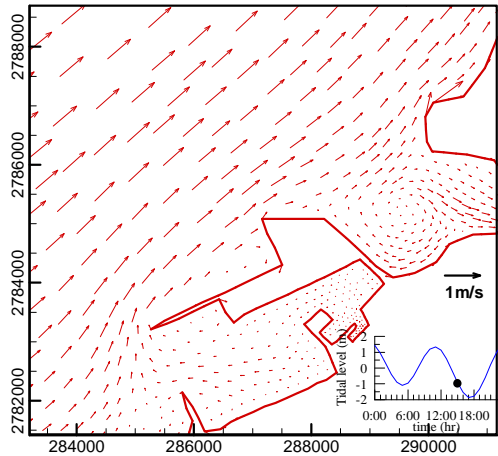


圖 10 退潮時段臺北港港口附近流況向量分佈圖

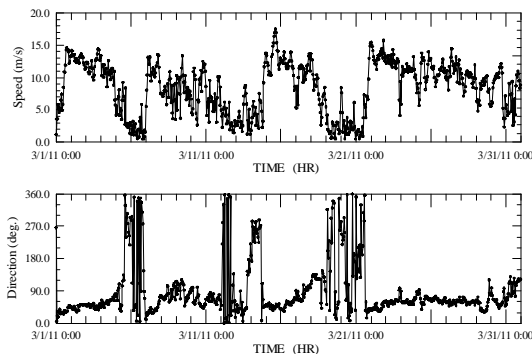


圖 11 臺北港 2011 年 3 月份風速風向觀測資料

依據上述每小時風速風向資料模擬臺北港水位及流場變化，並與無風場作用下水位及流場之模擬結果比較，如圖 12 所示，顯示風場對水位影響相當有限，對流速之影響則較為明顯，受到東北季風影響西向及南向流速有一顯著之增量。

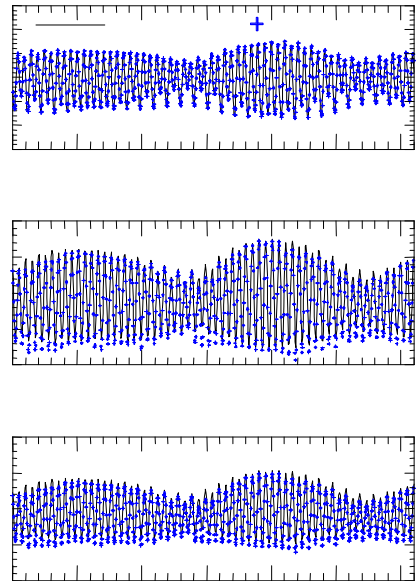


圖 12 有、無風作用下臺北港觀測樁附近節點水位及流速模擬結果比較

四、結論

本研究主要為針對臺北港 2010 年配置情形建立水動力模式，以模擬臺北港海域潮汐流場之變化。數值模式為使用水深積分配合有限元素法建立，模式利用 NAO.99b 計算各開放邊界上節點水位邊界條件。模式計算結果與 2011 年潮位觀測資料與海流觀測資料調和分析結果做驗證，模擬結果與觀測資料可得合理之比較。由臺北港港域之二維平面流場，顯示退潮時段潮流由西南向東北流動，漲潮時段潮流由東北向西南流動，北堤防腹地擴大並沒有對港域流場造成明顯變化。另外，風場效應計算結果顯示風場對水位影響相當有限，對流速之影響則較為明顯，受到東北季風影響，西向及南向流速有顯著增加。

五、參考文獻

1. 李忠潘、陳陽益、薛憲文、林炤圭、劉正琪、張憲國、于嘉順、王兆璋 (2006) *近岸數值模擬系統之建立(III)*，交通部運輸研究所合作研究計畫報告。
2. 李忠潘、陳陽益、薛憲文、林炤圭、劉正琪、于嘉順、王兆璋 (2008) *近岸海象數值模擬及預警系統之建立(2/4)*，交通部運輸研究所合作研究計畫報告。
3. 李兆芳、劉正琪、高政宏、謝依潔、曾俊傑、丁嘉鴻、陳宜芝、王顥豪、王聖瀚、鄭宇君 (2009) *近岸海象數值模擬及預警系統之建立(3/4)－水動力部份*，交通部運輸研究所研究報告。
4. 李兆芳、劉正琪、高政宏、陳宜芝、鄭宇君、謝佳穎 (2010) *近岸海象數值模擬及預警系統之建立(4/4)－水動力部份*，交通部運輸研究所研究報告。
5. Connor, J.J., and Wang, J.D. (1975) *Mathematical Modelling of Near Coastal Circulation*, Pentech Press.
6. Matsumoto, K., Takanezawa, T. and Ooe, M., (2000) "Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A global model and a regional model around Japan," *J. Oceanogr.*, Vol. 56, pp. 567-581.

雙港聯運之我思

何秉均 臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司臺北港營運處工務科經理

一、雙港聯運所指：

- 1.名辭定義：桃園空港-中正機場；臺北商港。
- 2.聯運所指：聯合運輸。
- 3.利用中正機場與臺北商港特有的優勢，聯合運輸人員或貨物。

二、桃園空港：

- 1.民航局定位：國際機場並兼營國內航線，並以客貨運並重的發展。
- 2.桃園縣政府：(1)將桃園國際機場由終點型機場擴(改)建為軸心型機場，前強化其客、貨轉運及國內陸、空複合接駁之功能、國際化資訊及通訊功能。(2)引進國際性整合型航空快遞業，帶動貨運轉運中心之發展，創造後勤優勢並帶動高附加價值之區域性物流、加工再出口等新興服務生產業全面發展。(3)以機場為核心，以航空城之形式為鄰近區域發展的依據，同時結合機場周邊土地進行整體規劃與開發，擴大發展空運中心，使鄰近城鎮一同參與各機場關連產業之發展，建立共存共榮之現代航空城市。
- 3.桃園航空城：航空城是一種新的都市形式，由一群與航空密集產業及關聯產業所組成，範圍內包含各種活動及基礎設施，例如：零售及銷售中、輕工業園區、辦公室及研究園區、特定區、外貿區、休閒及會議設施、以及提升園區廠商競爭力的住宅建設等。

在形式與機能上，航空城與20世紀的「都會區」非常類似，二者都包括了一個城市核心及通勤者相連結的郊區，只不過航空城的核心是機場，四周則包含了與航空有關的產業。

桃園縣位居北台八縣市之地理中心（宜蘭縣、基隆市、台北市、台北縣、桃園縣、新竹縣、新竹市、苗栗縣），且因具有桃園國際機場及高鐵桃園站二大交通核心，再加上與鄰近台北港之功能整合並共享資源，未來可發揮雙港海空轉運功能，扮演北台區域發展之重要功能。

4.空港運輸策略內容

策略一：進行航空城產業引進分析時，同時由需求面及供給面來規劃航空城產業引進，使產業發展規劃完整。

策略二：決定航空城產業區位條件時，考量區位因素、產業與機場之距離、產業之服務性質以及產業間之互補與競爭區位因素。

策略三：營造適合高研發能量產業進駐之環境，結合或引進鄰近機構研究資源與能量，部分傳統產業可與自由貿易區港廠商配合，成為生產鏈的上下游關係。

策略四：依據桃園縣地理優勢及豐富特色農產品，未來發展桃園航空城產業規劃，可朝向農產品加工加值、物流及展銷等方向進行規劃，使其成為國際特色農產品交流窗口。

三、臺北港(未來發展計畫如圖 1)

1. 行政院定位：(一)基隆港之輔助港。(二)北部地區遠洋貨櫃主航線之作業基地。(三)北部地區大宗散貨之主要進口港與儲運中心。(四)環島航運之主要港口。(五)國際物流中心。
2. 新北市政府定位：位於淡水河左岸的臺北港特定區既有觀光資源豐富，與淡水河右岸的淡水地區已成為國內旅遊的重要到訪據點。其地理區位位處桃園國際機場與大台北都會區之間，交通便利適合朝國際觀光旅遊發展。未來發展可配合遊輪客運碼頭的設立，增加旅客到訪人數，再佐以發展國際會展旅遊、主題娛樂園區、休閒渡假中心、遊艇休閒住宅、與濱海親水等施憩活動，並透過淡江大橋及八里渡輪與淡水老街、漁人碼頭及文化創意產業園區等結合，將淡水河口發展成為國際級觀光遊憩重鎮。
3. 臺北港運輸內容：貨櫃、乾散貨、液散貨、散雜貨

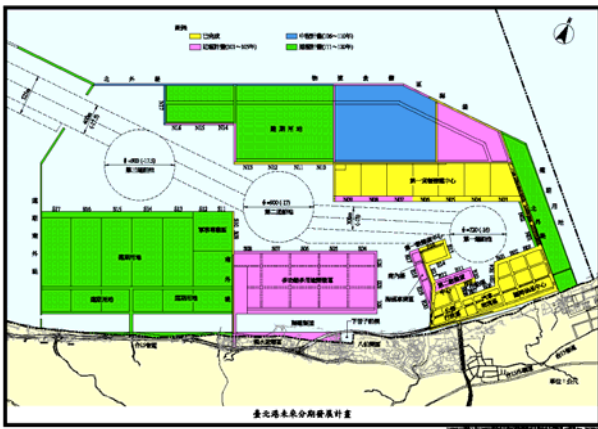


圖 1 臺北港整體發展圖

四、雙港聯運配套

1. 交通幹道：

臺北商港現況主要以省道臺15線、縣道105線、103線、西濱快速道路與八里新店線。

桃園空港透過西濱快速道路連絡台北商港，成為貿易物流主要運輸動線。捷運及高速公路系統，可快速連絡台北都會區。藉高鐵及台鐵，便捷通往台北、新竹。

2. 運輸內容

利用航空運輸：生鮮漁獲、鮮花、蔬果及電子產品

利用船舶運輸：大宗散貨、雜貨、貨櫃

3. 關務作業整合

雙港關務對貨之查驗方式與條件應相同，且須認可對方關務人員進行之查驗。貨物管制方式配合智慧型運輸系統中商用車輛營運系統之設置，直接利用GPS及RFID等設施設備辨別運送車輛及貨物。

建立空港與海港間之資訊平台，整合海空運業者、物流業者及進出口管制有關單位，達成協同作業、即時掌握之目標。

4. 加強雙港運輸系統

因臺北港仍以港區單獨營運為主，並未將桃園航空城及周邊區域納入考量，故易忽視海空聯運之效益。改善兩港之運輸及資訊流系統，利用海空聯運可讓業者縮短五天以上運送時間。使得雙港及自由貿易區之間形成「雙港運籌加值物流軸帶」。利用自由貿易港區境內關外特性，實現複合運輸效益。

五、地方政府協調

1. 桃園縣政府支持

桃園航空城計劃為愛台十二項計劃之旗艦計劃，桃園縣政府為積極推動桃園航空城發展，現正擬定桃園

航空城區域計畫，以整合桃園國際機場相關產業及周邊土地，將桃園機場打造成6150公頃的亞太國際航空城。

桃園縣政府亦積極於國際機場園區周邊、因機場活動所衍生發展之各類商業、加工製造、會議展覽、休閒娛樂及住宅等相關使用之區域(包含機場相容產業區、經貿展覽園區、農產加值展銷地區、濱海遊憩地區、生活機能地區及航空服務生活地區)，推動航空城計畫，以提升航空城內企業廠商競爭力與航空城本身商業、生活、觀光等機能發展，桃園航空城區域計畫自99年4月30日公告實施。

桃園縣政府並積極籌組「桃園航空城股份有限公司」辦理相關業務，該公司業於99年3月29日完成公司設立登記及營業登記。

2. 新北市政府協調

臺北港特定區計畫案自民國96年3月27日起公開展覽，經新北市政府都市計畫委員會第378次大會審查通過後，並送內政部都市計畫委員會第712次大會審查通過，另於98年8月28日起補辦公開展覽後，於98年11月30日經內政部核定。

新北市政府在98年12月31日發布「新訂臺北港特定區計畫主要計畫(第一階段)」及「擬定臺北港特定區計畫細部計畫(第一階段)」，並廢止八里都市計畫，讓原本是漁船舢舨為主的臺北淡水河的出口港灣，蛻變成國際港灣的新契機。

3. 新訂臺北港特定區計畫：重點如圖2，範圍圖如圖3。

國際港灣城市發展趨勢從單一運輸機能，調整為結合遊憩、運輸、娛樂等複合性機能，亦呼應所謂生態

都市多元、有機的都市規劃思潮。因此，未來本計畫應以複合機能之港灣城市為發展目標，預計引入產業、遊憩及文化機能分別說明如下：

產業機能：本計畫未來產業發展利基包括運輸物流、企業總部、會展產業等；以目前臺北港營運規模而言，可直接帶動周邊相關產業成長，亦為提供就業機會之基礎。

遊憩機能：未來藉由臺北港三期遊艇碼頭規劃，將可發展具特色之海洋觀光，強化計畫區內遊憩設施之不可取代性，於臺北都會區將極具競爭力。

文化機能：文化機能的重視為城市規劃之重要趨勢，亦為融合產業機能與遊憩機能的媒介，計畫區內具文化遺產及現有特色產業文化等，為發展文化機能之基礎。

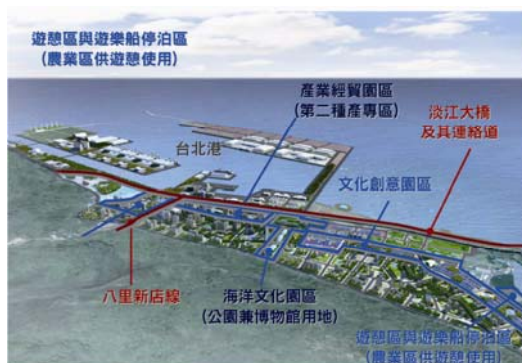


圖 2 發展願景示意模擬



圖 3 臺北港特定區計畫

六、海空雙港整合與產業連結發展構想：無接縫之自由貿易區。

1.減少關稅負擔

(一)應整合規劃出口加工產業效能提升

(二)積極輔導轉口貨運產業營運效能

2.產業發展在地特色

在地產業行銷重點，宜考量在地文化與創意資本，使製造、行銷、物流、遊憩與服務相關產業得以重新呈現不同風貌與營運機會。

3.五流彙集產業

人流、物流、金流、資訊流與車流彙集雙港，應考量人口引入、產業展示、觀光遊憩與物流運送之整合，使產業亮點得以閃爍東亞舞台。

4.自由貿易港區跨區物流構想

台北港特定區與桃園航空城距離約20公里，利用「自由貿易港區專用車隊」之運送控管機制，完成跨自由港區間、自由港區與海空港管制區間之貨櫃(物)運送，仍屬境內關外(無需繳交進口稅)。

貨物得順暢。港附近土地使用亦應提高眼界，縱觀全球發展趨勢，配合港發展需求，而全力支持包括前各項港口設施及相關配套設施。

七、結語

考量國內產業的國際運籌方式，海運為大宗，海空聯運更是考量時間成本及因應全球分工貨物製造、配造的重要複合性運輸方式，桃園航空城與台北港的計劃應一併思考討論，針對雙港相關的土地、交通、產業及建設計劃，提出雙港合作的空間發展策略，並藉由跨域合作達到健全雙港海空門戶的國際接軌功能，整合發展運輸廊帶，並提高雙港國際運輸格局。

政府每年斥資預算修建大型空港及海港，周圍配合修建各級聯絡道路或軌道運輸系統，使國家對外運輸人員或

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 臺中縣梧棲鎮中橫十路 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