

第一篇 總論

第四章 運輸規劃研究

第七節 港灣技術研究

一、臺灣主要港口海域長期性海氣象觀測及資料特性應用之研究

本研究主要辦理臺灣地區 5 個國際港及臺北、安平、布袋、澎湖馬公等國內商港附近海域之海氣象特性調查分析工作，本年度為本研究之第 4 年工作期程，計畫研究目標為長期持續辦理各港海域之現場調查及拓展相關應用性工作。工作內容包含進行各港海域之風、波浪、海流與潮位之現場觀測及相關特性之統計分析與資料庫建檔，應用各港域之基本觀測資料，拓展辦理包含波浪極值統計、海嘯對防波堤結構物影響探討與防波堤構造物維護資訊管理系統，以及建立港口附近海域近岸漂沙監測系統等應用性研究工作，用以提供港務單位有效運用資源，提升港埠營運效率與品質。

本研究之年度工作成果除完成基隆、臺中、高雄、蘇澳、花蓮、臺北、安平、布袋與澎湖馬公等港域之風、波浪、海流、潮汐的海氣象資料收集及統計分析工作外，並完成臺北與安平兩港域之波浪極值統計特性分析結果，提供臺北與安平港域設計波浪之重新探討與比對之參考依據；以及探討海嘯對防波堤結構物影響與建立「防波堤構造物維護資訊管理系統」可提供高雄港務局作為港口防波堤之損壞維護補強的辦理依據，後續並提供港務機關瞭解港灣構造物之穩定性與安全性，以有效運用資源，延長港務設施使用年限及降低維護成本；另外，亦進行安平港南側黃金海岸之現場灘面測量、流速與底床懸浮質濃度等觀測工作並配合理論基礎，研究探討碎波帶附近波能變化與漂沙活動關係。

本研究另出版「2012 年港灣海氣地象觀測資料年報」，內容包含臺灣主要港口海域的風力、波浪、海流與潮汐等各項重要統計量之統計圖、表等；以及基隆、臺北、臺中、安平、布袋、高雄、蘇澳與花蓮等港域之歷年波浪資料統計專刊 8 冊，相關資訊提供國內公務機關、大學、顧問公司與民間企業等相關機構，於港灣、海岸工程規劃設計、環境評估與學術研究之參考應用。

二、臺灣近岸港域地形變遷與環境調查研究

本研究針對研究目標區－臺中港以及鄰近地區，進行飛沙機制分析、鄰港水域水質與底質環境調查分析、船舶壓艙水管理制度探討以及新式海岸保護工法研發設計。飛沙機制研究分別於臺中港北淤沙區進行現場風速、飛沙量、含水率以及空氣品質調查，探討該區飛沙特性並推估飛沙量（如圖 1）。水質環境調查則於臺中港港池以及鄰港水域進行 2 次水質以及 1 次底質（包括重金屬）採樣分析，以了解不同時間水質及底質（如圖 2）環境變化以及分布特性，並建立相關的數值模式，以探討不同污染源水質參數隨時間擴散之特性（如圖 3）。此外，調查船用及岸上壓艙水處理設施的國際應用現況與國內需求，並研擬適於我國之壓艙水管理制度。最後針對在臺中港海域設計布置新式的海岸保護工法-系列潛堤，以數值模式模擬方式分析（如圖 4），得到最適之布置條件。本研究成果可提供主管港灣設計營運、環境管理及水質生態單位在管理上以及後續防治方案研擬之參考。

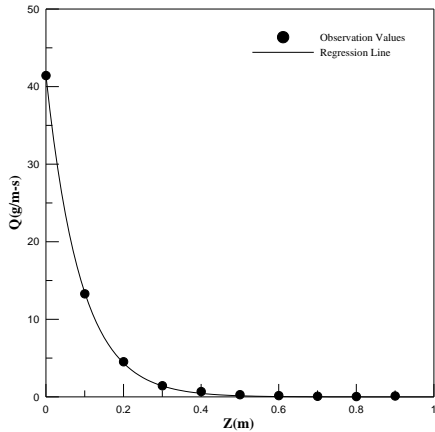


圖 1 飛沙量 Q 與垂直高程 Z 之關係

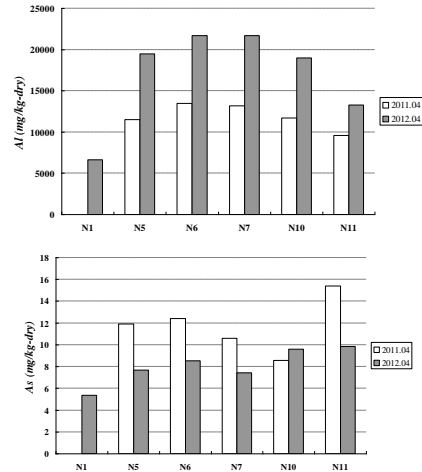


圖 2 重金屬鋁及砷調查結果(2011/ 4 及 2012/4)

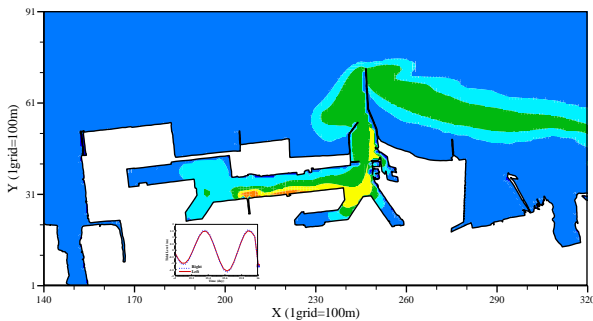


圖 3 臺中港水質 BOD 擴散 15 天模擬圖

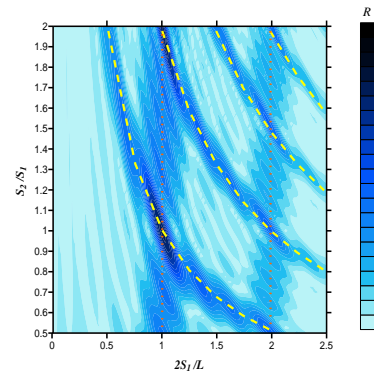


圖 4 系列潛堤之不同堤距與波浪條件防禦分析圖

三、消能式結構物應用於臺灣港灣設施保全之研究

本計畫之目標主要在於探討並發展符合臺灣地區地理環境需求之消能式港灣結構，依據臺灣地區環境特性與功能屬性分類，針對港灣結構物的功能型態分別進行探討消能式結構型式以替代傳統保護港灣、海岸之重力式海事結構物，以達符合海岸空間環境需求且具保全功能之目的，以及探討海岸公路邊坡破壞類型與機制，研提可行監測方案及改善策略。101 年度完成項目包括：

- (一) 綜合前 3 年的研究成果，針對水力阻尼型之消波式碼頭結構物，從設計規範的角度，在規劃設計實務中所需要的參數進行相關的測試、評估與相關圖表的建置；如有需要，再以水工模型試驗或數值模擬進行驗證。
- (二) 從實際應用的角度，檢討柔性浮式結構物在波浪作用下的運動行為與消能特性，同時進行評估與檢討符合實際應用之型式，與相關設計參數的討論。此外，亦針對壓氣型的浮式結構物進行水工模型試驗，以提供後續研發的參考。
- (三) 針對前 3 年之研究成果：連結式潛堤、分開式潛堤、寬而廣潛礁或系列透水潛堤作綜合評估，並檢討合於實際應用之方案與配置。
- (四) 依照國內特殊的海岸環境分區檢討各種海岸公路邊坡破壞類型的監測作業準則及保護工法，並以東部海岸公路為例進行專項研討與相關試驗，並提出適當工法建議。

四、智慧型航行與監測系統之研究

「智慧型海洋運輸系統 (Maritime ITS, M-ITS)」是指結合電子與資訊、系統及網路等技術，來支援海洋運輸系統，使得海洋運輸的使用者能獲得所需要的資訊，並且對於這些資訊的蒐集、儲存、檢索、分析與發布等提供必要的軟硬體設備，以提升運輸安全、效率與效益。整體的海洋運輸系統主要是由航道、港埠、複合運送之連結、船舶與車輛及海運用戶等所共同組成，各組成份子間皆需要透過整合與協調才能有效運作，因此未來成熟的智慧型運輸系統 (Intelligent Transportation System, ITS) 與營運管理系統將被視為智慧化海運持續發展的兩大支柱系統。本研究延續整合船舶自動辨識系統 (Automatic Identification System, AIS) 基地站的建置，並藉由 AIS 資料庫船舶航行資料的取得，進而分析臺灣海域的航行船舶動態資訊，期望將研究成果逐步落實「e 化航行」的策略目標。經由本研究獲得之研究成果，能夠提供一套快速、準確、有效的智慧化海運系統，作為政府施政與決策時的參考依據。本研究共計執行 4 年，自民國 98 年起至 101 年止。101 年度工作項目分成 4 大部分，說明如下：

- (一) 整合臺灣主要港口之船舶自動辨識系統 (AIS)，建置「臺灣海域船舶動態資訊系統」(如圖 5)，可供查詢、瀏覽及統計分析臺灣各港口進出港船舶動態資訊。
- (二) 發展「智慧化海運系統」之導航定位服務、寬頻通訊服務、地理空間資訊服務與智慧型船舶資通訊平台(如圖 6)。
- (三) 透過船舶自動辨識系統與寬頻網路結合，將各項船舶資訊納入電子海圖顯示系統，整合船舶資訊之電子海圖顯示系統開發(如圖 7)。
- (四) 開發海陸整合的網路地圖服務系統及船舶最佳航路規劃設計，並針對臺灣海域航行船舶進行交通流分析等(如圖 8)。

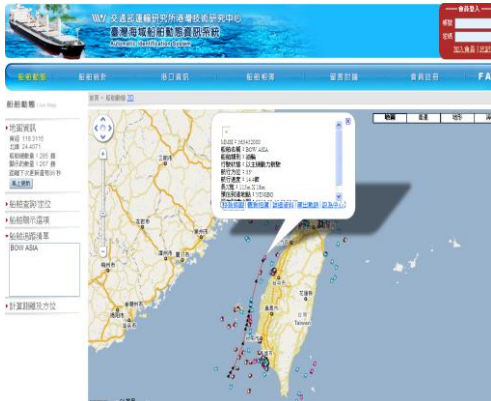


圖 5 臺灣海域船舶動態資訊系統之建置

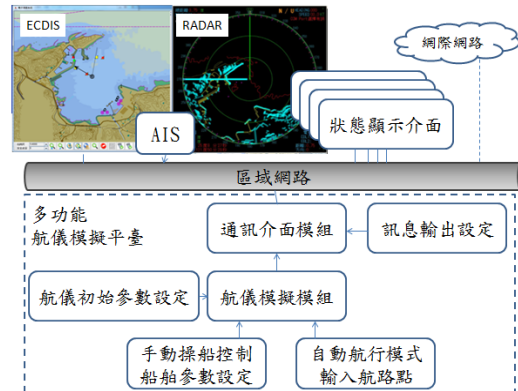


圖 6 智慧型船舶資通訊平台之研究

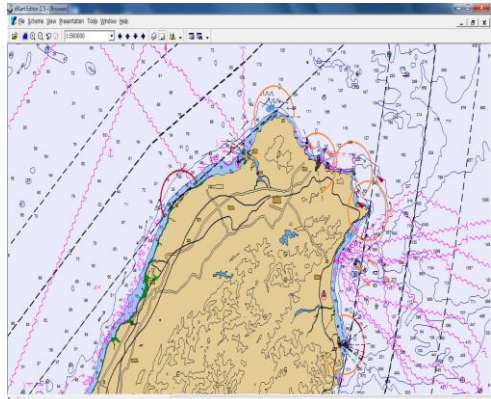


圖 7 智慧化電子海圖顯示系統開發

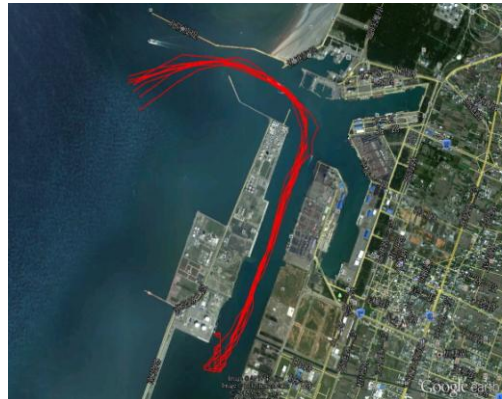


圖 8 航行船舶交通流分析程式開發

五、港灣環境資訊服務及防災預警系統應用研究

臺灣四面環海，地處歐美兩大航運幹線之上，隨著兩岸直航的開通，臺灣四週海域海氣象也日益重要。因此，港灣環境資料及相關資訊之獲得，對於環境短期劇烈變化或長期演變趨勢因應措施的擬定，將更形重要。港區之水理特性，常因港灣結構物的影響，而有局部性的效應產生，此對船舶進出港的操航安全有極大之影響。因此，整合即時觀測與數值模式計算結果建立具有全面性、即時性與預測性之港區環境資訊，同時與船舶自動辨識系統連結，以提供給港灣管理單位、船長、引水人等，使其對港區之自然環境狀況能有較確實完整的掌握，實至為重要。鑑此，交通部運輸研究所針對臺灣國際港口進行港灣環境資訊與數值模式整合應用研究，101 年度主要工作內容包括：新增近海藍色公路模擬資訊查詢功能（如圖 9），提供海上航路之海氣象模擬資訊（如圖 10），以提昇海上作業安全，進而達到預警功能之目的。並持續蒐集、整理臺灣主要港口之環境資料、建立二維水動力模式進行臺灣四周波浪、海流計算，且應用至各港口之局部波浪場及流場、規劃現場海氣象即時觀測系統與數值模式預報系統之整合作業流程，並維護港灣環境資訊系統與查詢網頁（<http://isohe.ihmt.gov.tw/>），以獲得完整之港灣全面多點式水理即時預報結果，彌補現場監測僅能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運輸安全。



圖 9 港灣環境資訊網網頁（近海藍色公路模擬資訊查詢畫面）

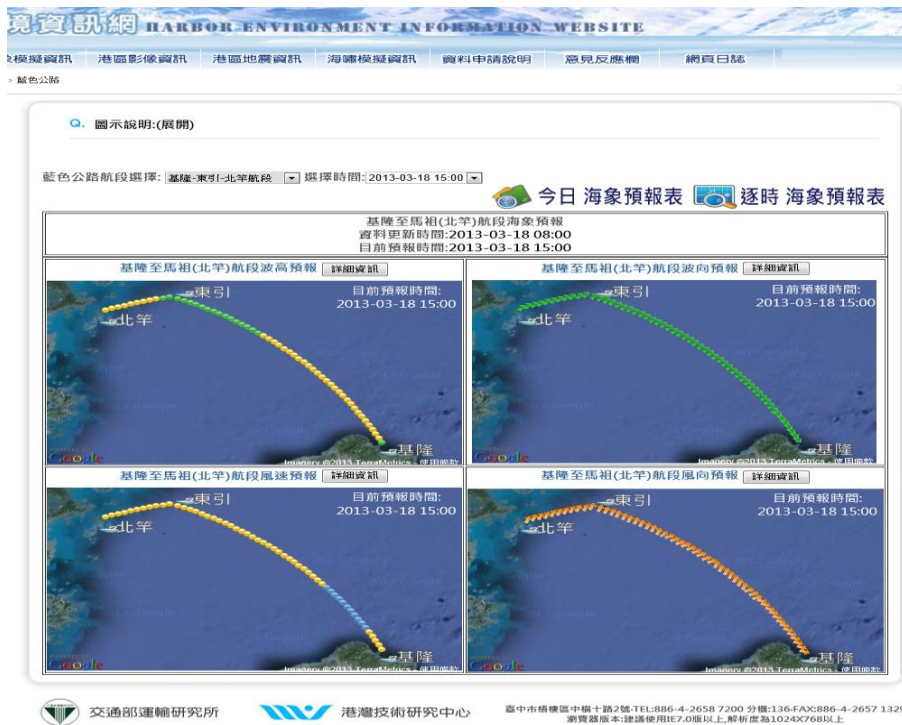


圖 10 近海藍色公路模擬資訊（基隆-馬祖之海氣象資訊查詢畫面）

六、兩岸直航後臺灣港埠之因應發展研究

在海峽兩岸簽署海運協議後，臺灣各港與中國大陸港口間的貨物往來更加密集，惟直航排除了外籍航商參與，使得外籍航商對我國港口的貨櫃航線配置之依賴程度漸減。在此同時，隨著中國大陸的經濟發展與港口崛起，東亞地區的貨櫃航線愈來愈以大陸東南沿海為重心，有減弱我國港口貨櫃轉運功能之隱憂。面對兩岸直航後營運環境的劇烈變化，努力鞏固我國港口之航運樞紐地位，提振我國海運的競爭能力，實為目前海運發展刻不容緩的工作。

本研究針對兩岸直航所衍生的議題做深入探討，101 年度關注以下 3 項研究課題，包括：進行我國貨櫃港口因應環境變遷之碼頭營運模式研究，分析臺北港營運後對臺灣其他國際商港之影響，以及研究因應亞太航運網路轉變之高雄港營運策略。在課題 1，本研究分析得到在遠洋日班服務出現後，遠歐航線的主要靠泊港集中在提供日班服務的上海/寧波、香港/深圳，以及東南亞的新加坡三大洲際樞紐港上，我高雄港未受航商青睞成為洲際樞紐港，未來可能轉為區域性樞紐港（如圖 11），影響到高雄港之發展前景。關於我國貨櫃碼頭之發展策略，未來在營運上應優先採「力爭下游」策略，亦即隨著碼頭供過於求時代來臨，港務公司應該更積極貼近客戶，並促使碼頭民營公用制度多元化，營造整合型物流港之環境。此外，港務公司應善用政企分離機會，力朝公民合營模式邁進。在課題 2，本研究針對臺北港貨櫃碼頭陸續加入營運後，對於基隆、臺中、高雄港未來進出口及轉口貨櫃運量可能產生之影響進行分析，並提出因應之策略。在課題 3，本研究提出高雄、廈門兩港合作方式，可與對岸協商開放兩地區航線採用香港模式；另關於高雄港的營運策略，研議能積極推動兩岸海運協商以放寬航運限制。

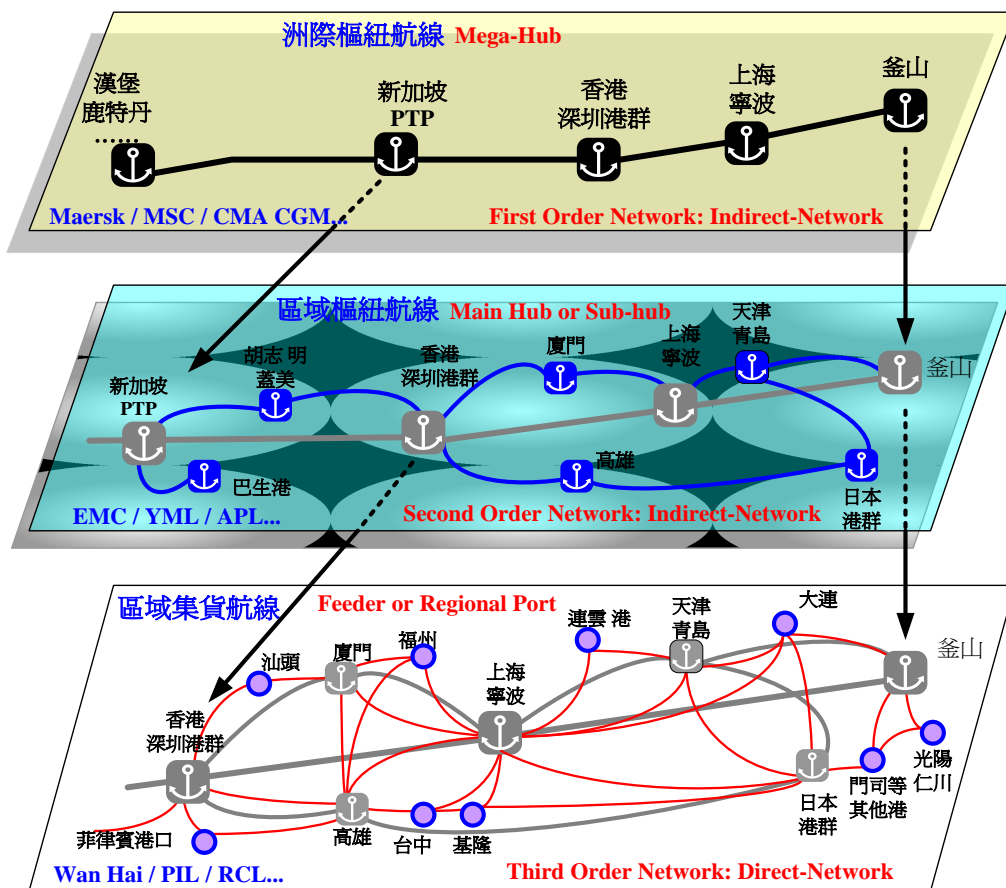


圖 11 我國港口在東亞主航線網之部署層級

七、臺灣綠色港埠建置之研究

為保護海洋，同時增加港埠城市之競爭力，以因應全球港埠環境之發展與趨向，臺灣之國際港埠需同時考量營運、環境、經濟社會等不同面向之議題，在規劃國家經濟發展的當下，亦需一併考量環境永續性和社會公義性。長久以來，港埠與鄰近城市以相互依存之關係帶動彼此的繁榮與發展，而港埠之車流與汙染也造成港市的衝突。有鑑於此，交通部運輸研究所著手推動臺灣綠色港埠之規劃，冀望以改善港埠發展模式及港區環境為總體目的，強調臺灣港埠的經營，除了重視港埠的經濟效益外，仍能塑造低度環境污染、高度生物多樣性、達到環境復育及結合周邊社區利益的優質港市環境，藉由港市界面的有效整合，以活絡的港埠活動和環境友善的港埠空間來帶動都市繁榮。冀望臺灣港埠未來的發展不僅是發揮水陸貨物運輸的節點功能，同時能兼顧對環境治理的承諾及社區居民的責任，期使臺灣港群邁入「綠色港埠」的嶄新紀元。

本計畫以高雄港為示範，進行為期 4 年之研究來推動友善環境、符合節能減碳之綠色港埠，各年期之計畫執行以階段式之規劃逐步落實，原則上每一年為一具體之階段；101 年度階段性工作主要係規劃我國綠色港埠的發展，包括港區環境之改善及節能規劃、港埠空間之整體規劃、港區聯外之綠色運輸規劃、港埠周邊社區之參與機制等面向，以提升港埠管理品質、增加國際競爭力、促進永續都市及地方發展，推動臺灣港埠邁向港口現代化，朝「綠色港埠」的目標全面提升；計畫期間為推動港埠永續社會功能，於 101 年 9 月 22 日舉辦臺灣第 1 屆綠色港埠節，藉由活動與環港居民互動，並宣

導綠港發展願景，當日參訪人數約 600 人，照片資料如圖 12 所示。整體計畫完成後，研究成果可做為港務公司及港埠使用者自我審核之指標依據，提供港埠維護、規劃及建設開發之操作準則，有利港埠永續發展，提升臺灣港埠之國際形象。



圖 12 臺灣第 1 屆綠色港埠節活動照片

八、港灣地震模擬監測及工程基本資料庫更新之研究

臺灣位於地震發生最頻繁的環太平洋地震帶西側，每年大小地震不斷，而且臺灣重要的商港大都座落於疏鬆軟弱之沖積土層與回填之新生地上，在強烈地震作用下，極可能發生結構物震盪損傷，或因土壤液化引發港灣碼頭向海側位移、傾斜與沉陷等災害；另西南沿海部分地區，因地下水抽取補注失衡，仍有持續下陷現象，此亦影響港區的現有設施及未來發展。爰此，對於港灣地區的地震下陷等地質災害，亟需加以審慎防備。

基此，本計畫在 101 年度內針對港灣地區，進行 5 大主要工作：(1) 港區碼頭動態模型試驗及數值模擬研究；(2) 港區各類碼頭結構物耐震能力分析；(3) 港區地震及地層下陷分層監測研究；(4) 港區工程基本資料庫更新建置；(5) 港區防救災網路地理資訊系統擴建及整合等研究工作，以提升現有港區受震評估技術，減少地震或下陷災害可能帶來的衝擊，圖 13 為年度內所完成的花蓮港防救災圖資建置成果圖，相關成果可提供港務單位做為規劃設計及防救災決策支援使用。

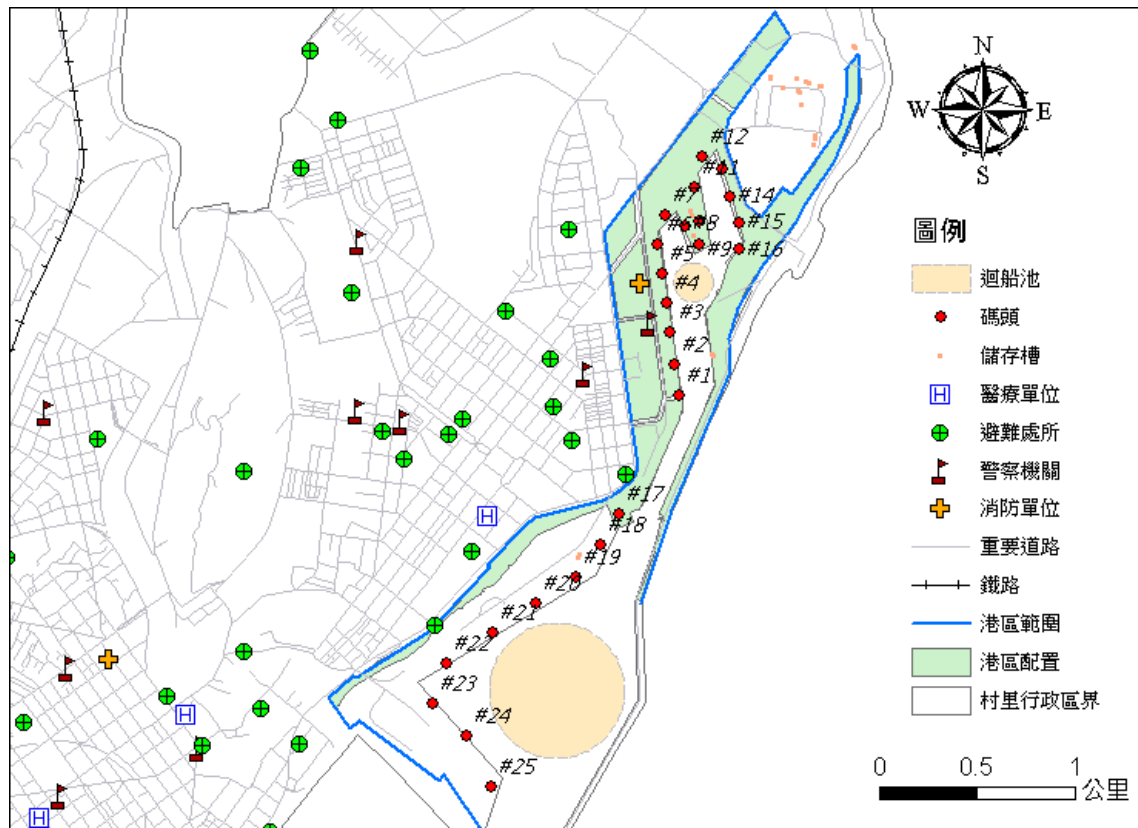


圖 13 花蓮港防救災圖資建置成果圖

九、港灣與濱海地區構造物現況調查與維護之研究

港灣與濱海地區構造物，長年處於海洋環境與風浪作用下，隨時間增加逐漸造成材料劣化、結構變形、節點扭曲等損壞現象，一旦較大風浪作用時，則嚴重損害，常無法修護乃至須花數倍的經費來重建。因此，若能有完善的檢測與維護機制，則不僅能提早發現有問題的設施，在造成大規模損壞前予以補強，防範於未然，在平常的管理、經營中，更能進一步避免港灣設施災難的發生。

本計畫以國內 5 大國際商港之營運碼頭與港區周邊濱海地區構造物，進行安全檢查與評估。主要工作包括花蓮港 10 號至 25 號碼頭與西防波堤；花蓮及臺東縣共 6 處漁港碼頭及防波堤設施；基隆港西 19 至西 23 號、東 4 至東 5 號碼頭等構造物現地檢測、安全分析與效能評估、研擬維修工法、建置維護管理機制及大氣腐蝕環境分類資訊系統（如圖 14、15），以利管理自動化及制定防蝕策略，提供未來設計與維護之參考依據。研究成果除可提供港務單位做維護策略參考外，研究過程中採用或建置完成之相關檢測方法與實施流程，均可提供國內各港務單位應用於相關碼頭設施維護管理作業需要，以及交通部運輸研究所進行港灣構造物後續相關研究之重要參考。此外，金屬材料大氣腐蝕成果並可提供交通部公路總局、港務單位及相關單位作為金屬材料選用依據，以符合各地區腐蝕環境，確保各公共工程如橋梁、碼頭等重大建設構造物，達到或超出設計使用年限，並避免或減少工安事件發生，降低社會成本及提高經濟效益。

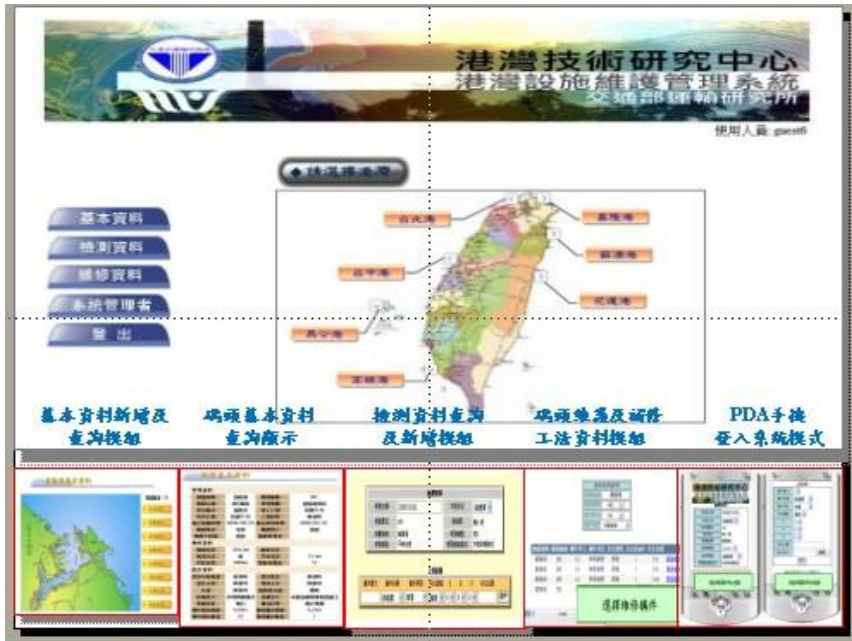


圖 14 碼頭設施維護管理系統



圖 15 大氣腐蝕環境分類資訊系統

十、臺灣港埠節能減碳效益提升之研究

2007 年聯合國政府間氣候變遷委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 評估報告顯示，地球的年平均溫度逐漸上升已是不爭的科學事實，熱浪來襲，冰原溶解，海平面逐漸上升，沿海城市面臨被海水淹沒的危機，氣候暖化在世界各地所導致的異常現象，衝擊著人類的生存環境和自然生態的永續。引起全球溫度上升的主因，是各種人為活動排放溫室氣體所造成，因此「節能減碳」是解決全球暖化最直接的做法。國際貿易發達港埠扮演貨物進出口的重要角色，但是港口內的各式輪船與機具，是二氧化碳的大量排放來源。為因應全球節能減碳的潮流，政府現階段必須規劃相關政策與投入研發經費，擬定中長程計畫，逐步執行方能達成目標。

本計畫為 4 年期的研究，101 年度工作重點為港區空氣污染物與溫室氣

體排放量推估方法的驗證與修訂，以及利用經濟手段提升港區節能減碳效益之作法評估。完成工作項目包含：(1) 建立臺灣港區遠洋船用油之油品含硫量背景數據；(2) 完成國內首份航運界導入碳交易、碳稅等機制之研究報告；(3) 以遙控直昇機（如圖 16）偵測商船二氧化碳與氣狀污染物排放濃度；(4) 以 OBS 測試柴油貨車行駛中之排氣濃度；(5) 擬定未來港區推動節能減碳措施之項目及資金規劃；(6) 建置各港 100 年溫室氣體及空氣污染排放清冊（圖 17 所示為高雄港 100 年碳排放清冊）；(7) 進行調查港區遠洋船舶燃料硫含量；(8) 規劃港區未來推動節能減碳措施，包括研究型計畫之建議及預估資金規劃。研究成果可提供相關單位未來推動港埠節能減碳之依據。

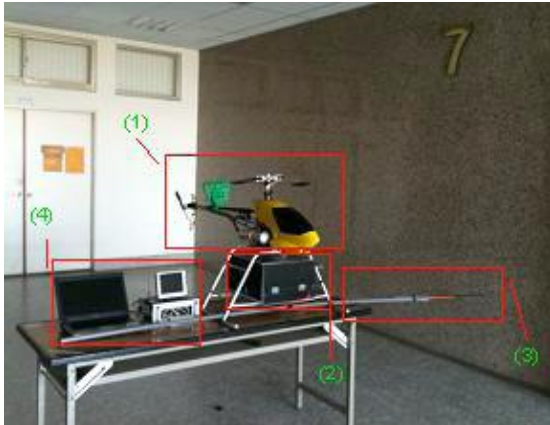


圖 16 直昇機遙控載具系統

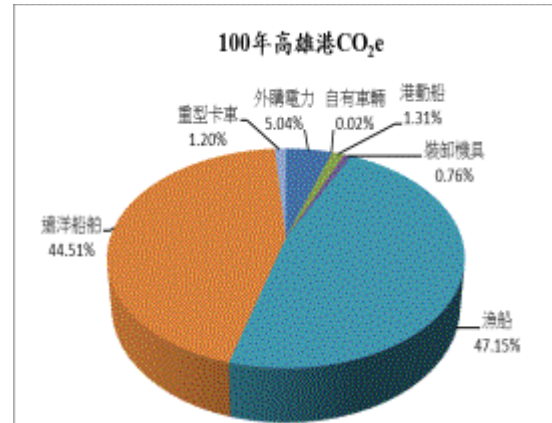


圖 17 高雄港 100 年碳排放清冊

十一、港灣生態景觀規劃設計應用研究

生態保護的發展與景觀建設的發展，以往與一般土木或港灣工程建設有所區隔，但同時兼顧整體環境的發展是目前須加重視的問題。港灣建設以往對海岸環境造成不少的傷害，港灣又是擁有生態與景觀最豐富的地區，故在能夠維持港灣航運的正常運作下，如何兼顧甚至復育自然環境，是本計畫所欲研究的課題。

本年度為第 4 年計畫，研究內容共分成四大部分，一是「港灣生態景觀規劃操作手冊」的編撰，內容乃是集結「港灣生態景觀營造規劃設計」歷年研究計畫彙編而成。為符合港灣水陸域生態及景觀環境營造操作的需求，手冊主要內容即涵蓋水陸域的生態景觀，生態部分偏重於水域，景觀則偏重於陸域範圍。手冊共有 8 個章節，第 1 章為總則，在闡明港灣定義、手冊適用範圍、適用對象及各章節的關聯性等。與水域相關有 3 個章節，分別為第 2 章水域水質、第 3 章水域生態、第 5 章生態性港灣水中結構物。陸域有 4 個章節，分別為第 4 章植栽生態環境、第 6 章景觀植栽、第 7 章環境色彩及第 8 章環境視覺景觀。各章節內容的編排都大致涵蓋 (1) 作業流程、(2) 調查方法、(3) 評估方法、(4) 規劃準則及 (5) 案例等。藉由案例內容的操作，期使相關人員在閱讀本手冊時更容易掌握各章節的內容與應用方法。第 2 部分是以基隆港為操作案例，運用手冊相關內容進行基隆港區整體環境景觀營造規劃，主要成果包括研提整體規劃構想、分區營造計畫、環境色彩計畫及分期工作計畫等內容（如圖 18）。第 3 部分是舉辦港灣生態景觀環境教育訓練。第 4 部分是前年度花蓮港工作成果進行編修製作模型及其推廣展示。

本研究成果除可作為國內主要港口進行港灣生態景觀營造規劃設計時的重要依據外，亦可做為漁港及海岸未來執行生態景觀環境改善的參考。

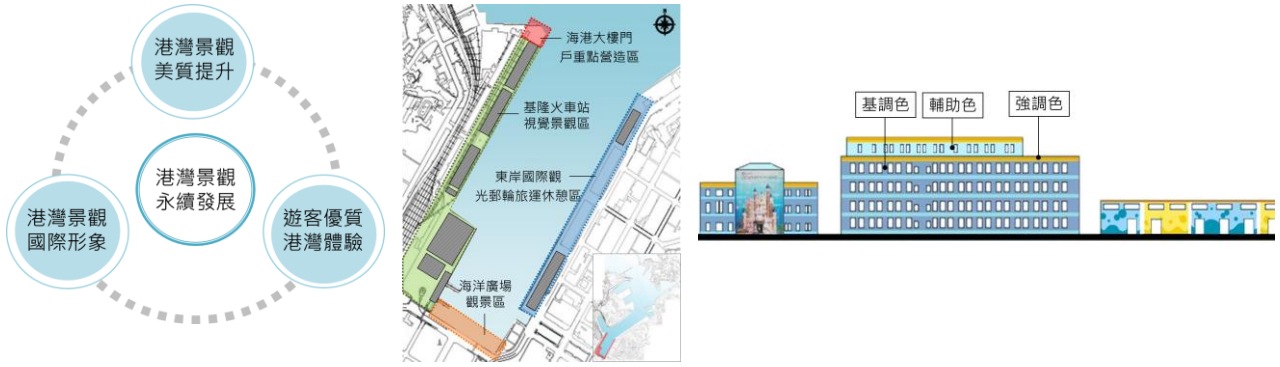


圖 18 整體發展理念、基隆港整體規劃及景觀色彩應用構想圖