國際港埠新樞紐—高雄港洲際貨櫃中心建設計畫

關鍵詞：物流基地、貨櫃中心、倉儲物流區、外廓堤、岸線、新生地填築、S4-S5碼頭護岸

臺灣港務股份有限公司高雄分公司／開發建設處／處長／羅勝方 ❶
台灣世曦工程顧問股份有限公司／港灣部／協理／張欽森 ❷
台灣世曦工程顧問股份有限公司／港灣部／計畫副理／簡德深 ❸

摘 要 ABSTRACT

「高雄港洲際貨櫃中心計畫」係屬將高雄港打造成為貨櫃轉運樞紐港，同時並啟動高雄港舊港區轉型再造之先期計畫。本計畫完成後可解決高雄港舊港區石化油品儲運業者及中油高雄廠搬遷安置之需求，並建設現代化貨櫃中心吸引航商進駐與大型貨櫃船彎靠，確立亞太地區貨櫃運輸樞紐港地位，促進港市合一，奠立高雄港未來營運根基。

因洲際貨櫃中心計畫為國內近年最大規模之港灣開發案，其基礎工程涵蓋外廓防波堤、岸線(碼頭及護岸)、填海造地、貨櫃碼頭…等超過百億元之大型工程標案，各工程推動除須配合政策以民國108年前完成為目標外，實質工程推動上尚需將大自然天候影響及綠色港口需求納入考量。本文除介紹洲際二期計畫整體工程與目標外，並將主要大型標案工程之創新作為與工程特色提出介紹與說明。

壹、洲際貨櫃中心開發歷程

「高雄港洲際貨櫃中心計畫」為國內近10年來最大型之港灣工程計畫，其目標係為將高雄港打造為貨櫃轉運樞紐港，並啟動高雄港舊港區轉型再造之先期計畫。本計畫屬「高雄海空經貿城整體發展綱要計畫」，並已列為政府「黃金十年」海空樞紐施政主軸之重要發展計畫。

依開發區位與執行期程之不同，本計畫區分為洲際第一期計畫、洲際第二期計畫等二大部分。其第一期工程已全數完工；目前第二期工程(以下簡稱洲際二期計畫)正積極展開中。洲際二期計畫完成後可提供倉儲物流區、貨櫃中心、散雜貨碼頭及物流中心等基礎設施需求。藉由本計畫之推動，可將散落於舊港區內具高危險性之石化儲槽，搬遷至外港區之倉儲物流區，同時協助中油高雄廠搬遷安置之需求，並建設現代化貨櫃中心吸引航商進駐及大型貨櫃船彎靠，確立亞太地區貨櫃運輸樞紐港地位，各期計畫之範圍如圖1所示。

圖1 高雄港洲際貨櫃中心整體發展計畫構想

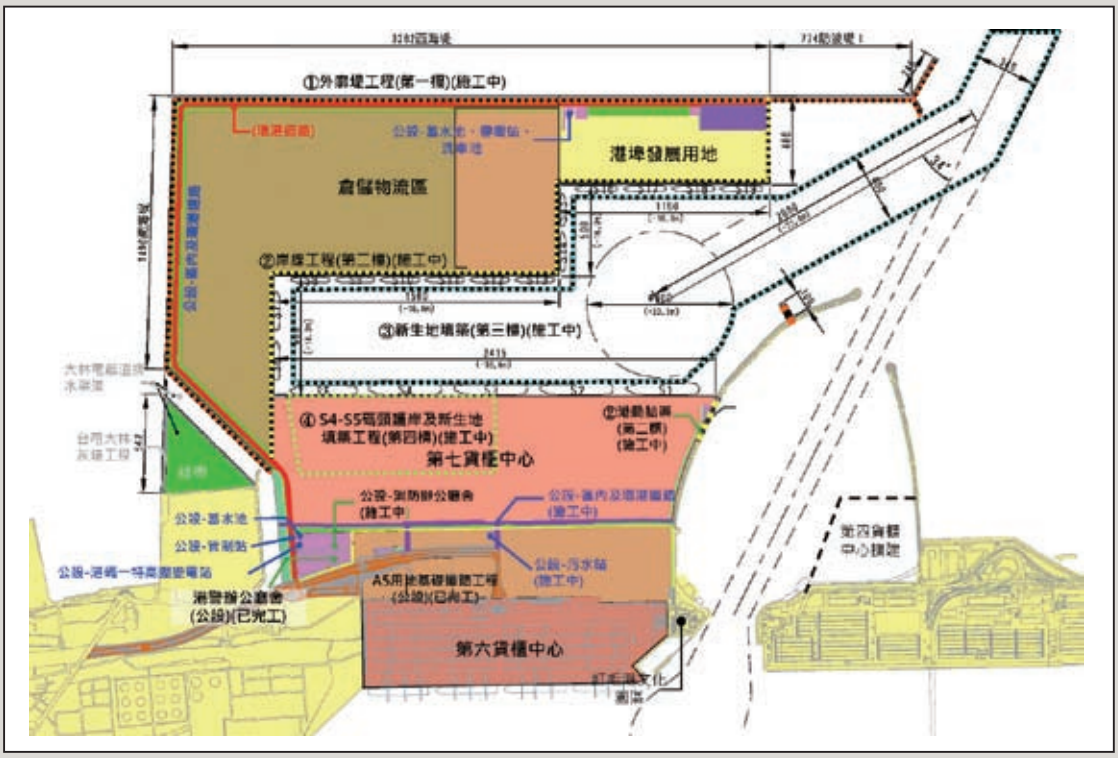

圖2 高雄港洲際貨櫃中心第二期計畫工程開發區位示意圖(政府投資項目)

洲際二期計畫位於高雄港二港口南側，南鄰南星計畫區、北至二港口北防波堤以南，東起洲際一期工程，西臨台灣海峽。洲際二期計畫包括政府與民間投資兩大部分，其中政府辦理事項包括外廓防波堤、岸線、浚挖回填、港勤船渠、區內及外環道路、附屬建築工程，總計政府投資金額約新台幣344.53億元；民間投資項目主要包括倉儲物流區之石化油品儲槽設備(含管線)、第七貨櫃中心櫃場興建、機具設備採購等相關項目，總計民間投資約1,161.47億元。本文僅就洲際二期計畫政府投資之各項工程概述說明如下，各工程區位範圍如圖2所示。

貳、開發重點目標

一、協助舊港區石化業者及中油石化儲槽遷建至倉儲物流區，延續石化產業發展

高雄港舊港區內有約300餘座石化油品儲槽及營運設施散落於中島區及其鄰近區位，緊臨高雄市之核心精華地帶，與高雄市市區發展不相容。因此，遷移與安置高雄港舊港區內石化油品儲槽及營運設施，屬高雄港立即面對之問題。

此外，因中油高雄煉油廠面臨遷廠的時程壓力，急需尋找合適的廠址。在中油公司多次與高雄港務分公司協商後，將由中油公司出資填海造地，並將現有大林煉油廠內油槽遷建至洲際二期計畫內倉儲物流區，可符合中油設置儲槽設施之需求。

在前述需求下，洲際二期計畫預定可提供256.8公頃之土地、10席42,000DWT～100,000DWT以上(S6～S15碼頭)石化油品碼頭供中油及石化業者利用，可解決高雄煉油廠迫切之遷廠問題、提供港區內既有石化業者搬遷所需用地，並有機會進一步整合各家業者，建立南部地區石化原料及油品儲運中心，延續我國石化產業競爭力；且因港埠區位遠離市區，

不會與都市機能相互干擾，有助於改善都市生活環境，並藉由廠區遷建時一併將設備汰舊更新，可達到降低污染、改善環保之效果。

二、建設現代化貨櫃及物流基地，確保樞紐港地位

由於亞太地區經濟持續發展，貨櫃運送需求不斷增加情境下，為提升高雄港之國際競爭力，以滿足未來高雄港貨櫃運輸需求，高雄港務分公司於民國93年間奉行政院核定同意推動洲際貨櫃中心第一期工程計畫，並自民國94年開始辦理紅毛港遷村及第六貨櫃中心興建事宜。惟依據上位計畫之運量預測及碼頭需求分析結果，未來高雄港運量將持續成長，後續仍有再增建碼頭的需求；且隨貨櫃船大型化之發展趨勢，高雄港為維持港埠競爭力，勢須具備因應該等發展趨勢之能力。故本計畫之執行，將提供高雄港建設足夠與新型式之貨櫃碼頭基地之空間，以充份滿足未來高雄港發展之需求。

國際現代化大型貨櫃基地之基本條件，碼頭水深至少須-16.0m，後線縱深應達600m 左右；然高雄港除第六貨櫃中心4座碼頭水深可達-16.0m外，其餘貨櫃碼頭皆小於-16.0m，且後線腹地面積較小。洲際二期計畫完成後將可提供5席水深18m、可供22,000TEU超大型貨櫃輪泊靠之現代化貨櫃碼頭，及162公頃之櫃場用地。同時，配合已完成之第六貨櫃中心，本計畫另規劃約51.5公頃之物流園區，可供發展貨櫃運輸、倉儲與物流加值產業，預期可發揮群聚效應，吸引兩岸三通直航後回流之台商投資進駐，提升高雄港競爭力，確保高雄港作為亞太地區貨櫃樞紐港地位。

三、新闢散雜貨碼頭岸線及港埠用地，容納未來運量成長

長期以來高雄港內除中鋼、台電等企業所使用之專用碼頭外，缺乏可供大宗散雜貨作業之深水碼頭。而現有散雜貨多在中島商港區靠泊裝卸，受限於該區之碼頭水深及腹地條件，無法提供較大型之散雜貨船靠泊；且目前大宗散貨裝卸仍採露天作業方式，亦不符合現行環保法令之規定。故為解決大宗散貨之上述發展困境，除短期繼續改善現有散雜貨碼頭作業環境外，長期而言則需規劃高雄港未來散雜貨碼頭及後線儲運設施所需用地。

因高雄港運量呈現持續成長狀態、加上舊港區石化碼頭遷建所需，後續必需再增建碼頭設施；在港內已無多餘岸線可供開發之條件下，需再新闢碼頭岸線及後線用地，來提供必要之散雜貨碼頭作業環境。

四、整體結構性調整舊港區使用機能，重塑港市共榮生活圈

高雄港歷經多年來的發展，早期配合經濟成長需求不斷的擴建，致使部份港埠分區功能無法整合，同質性業務分散港區各地、難以擴大營運規模，碼頭前後線土地無法連貫，實有必要進行整體結構性的調整；且因港、市之間多年來各自獨立發展，形成目前舊港區內石化油品儲運設施緊鄰市區中心之窘境，不僅業者營運規模受限，連帶影響市區環境品質。透過本計畫外港區之開發，將可提供港區內石化油品儲運業者搬遷所需用地，港埠區位與功能可再重新調整，改善整體港埠環境，並配合市政府都市計畫，進一步帶動舊港區再開發之契機，以營造優質的港都生活空間，重新塑造港市共榮生活圈。

參、港埠基礎設施配置

港埠設施係為船舶運行、交通運輸、土地開發之主要關鍵，本節將介紹洲際二期計畫主

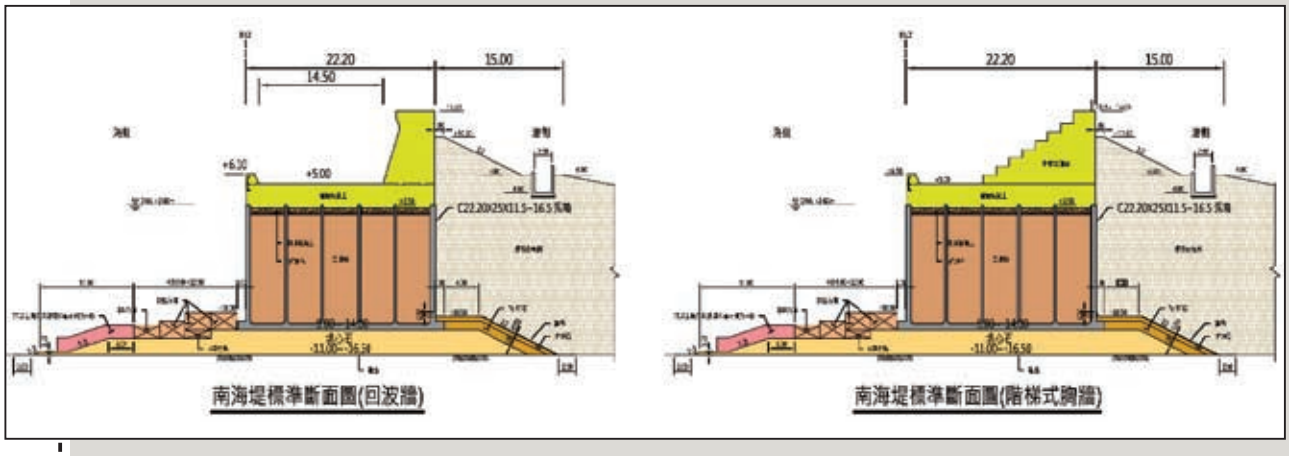

圖3 高雄港洲際貨櫃中心第二期計畫海堤斷面配置圖

要港埠設施供參，各項配置詳圖2所示，其內容分別說明如下：

一、港池配置：航道、迴船池佈設

洲際二期計畫先於海域構築外廓堤，並與二港口舊南防波堤間所圍成水域內，佈設5席水深-18.0m貨櫃碼頭，可供22,000TEU級巨型貨櫃輪靠泊；10席石化碼頭，可供42,000DWT～100,000DWT級以上石化油品輪靠泊；4席散雜貨碼頭，可供70,000DWT散雜貨輪靠泊。

另進港航道採340m寬單向航道規劃，轉折入洲際二期計畫外港區之航道寬度適度拓寬為400m。在由主航道轉入本計畫外港區進港航道後之航道長度為2,000m。而外港區之泊渠寬度採650m規劃、迴船池則採直徑800m規劃。其中外港區之航道、迴船池及港內泊渠之水深-18.0m以上，以滿足22,000TEU貨櫃輪進港泊靠所需。惟考量浚填平衡情況及預留遠期發展彈性，擬將本計畫區內之航道、迴船池及港內泊渠水域適度超挖至-22.0m，除可取得更多港內挖方，減少外海抽砂土方，降低本計畫工程建造成本外，更可降低未來營運期間航道、迴船池及泊渠水域之定期維護浚挖作業；同時，亦能確保未來營運期間之發展彈性。

二、外廓防波堤

外廓堤部分主要由台電溫排水導流渠延伸段末端往外海方向延伸，需構築南海堤2,038m(灰塘南側海堤542m，由台電公司出資及興建)、西海堤3,262m，防波堤1,019m、內堤200m，總計外廓堤長度為6,519m。

外廓堤採沉箱堤設計，依現地水深南、西海堤沉箱高度分別為11.5m～16.5m、-16.5m～17.5m，沉箱寬度則為22.2m。配合堤面維修道路之設置，將胸牆改設置於內側，且每約一段距離設置景觀階梯式胸牆，可收防止波浪越波、降低衝擊波壓、減少沉箱堤斷面尺寸等功效且提升港區景觀效果，其海堤回波牆與階梯式胸牆標準斷面詳圖3所示。

三、岸線配置(碼頭及護岸)

(一) 貨櫃碼頭(S1～S5)

洲際二期計畫港側計有2,415m長碼頭岸線可供開發為5席22,000TEU級巨型貨櫃輪泊靠之貨櫃碼頭，碼頭設計水深採-18.0m規劃，採鋼管樁棧橋式結構，碼頭下方則採拋石護坡，防止浪潮沖刷。為配合「洲際貨櫃中心第一期基礎設施興建

工程」之圍堤(計91座沉箱)原始設計理念，並撙節工程費用支出，本計畫將採用該圍堤工程之沉箱及堤心石料，作為貨櫃碼頭之護岸，長度不足部份則以新建護岸補上，貨櫃碼頭建議標準斷面詳圖4所示。

(二) 石化油品碼頭(S6～S15)

倉儲物流區佈設於洲際二期計畫區南側，並配置10席42,000DWT～100,000DWT級石化油品碼頭，碼頭總長度2,710m，以滿足中油公司及港內石化業者遷移的需求；其中6席由中油公司開發利用，另保留4席供其他舊港區石化業者使用。由於中油公司提出碼頭水深-18.0m之使用需求，故該公司投資碼頭計畫水深將設定為-18.0m，其餘4席石化碼頭水深設定為-16.0m～-18.0m。碼頭結構採沉箱堤設置，可兼作填地護岸使用，碼頭標準斷面詳圖5所示。

(三) 散雜貨碼頭(S16～S19)及護岸

洲際二期計畫另於港埠發展用地之岸線保留了4席散雜貨碼頭，碼頭岸線總長度1,150m，可滿足民國115年散雜貨碼頭不足之需求。碼頭水深設定為-16.0m，採沉箱堤設置，可兼作填地護岸使用，碼頭標準斷面詳圖6；另洲際二期計畫主要規劃護岸為位於港埠發展用地北端486m之西護岸，採沉箱堤護岸結構，如圖7所示。

四、新生地填築工程

洲際二期計畫係接續洲際一期計畫填地工程施作，主要填區包含倉儲物流區、港埠發展用地、第七貨櫃中心(洲際一期計畫海側區域)等區域組成；扣除洲際一期計畫之開發範圍，洲際二期計畫實際填築面積約422.5公頃(不含溫排

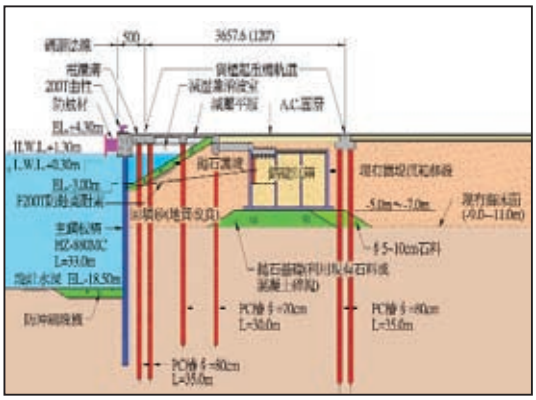

圖4 貨櫃碼頭標準斷面圖(S1～S5)

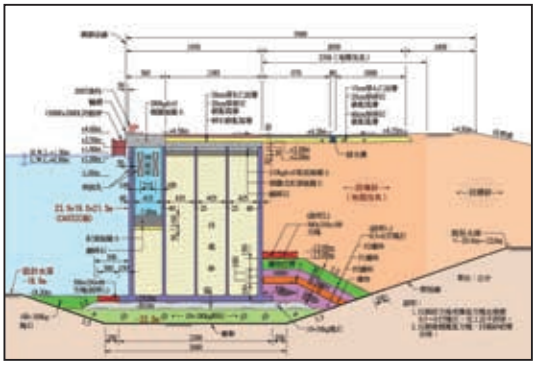

圖5 石化碼頭標準斷面圖(S6～S15)

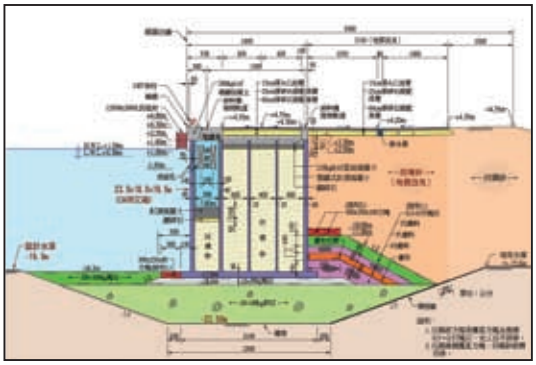

圖6 散雜貨碼頭標準斷面圖(S16～S19)

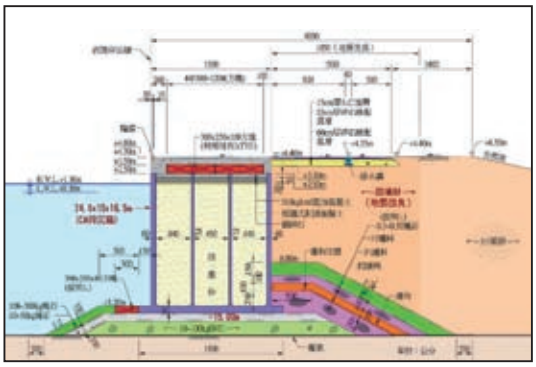

圖7 西護岸標準斷面圖

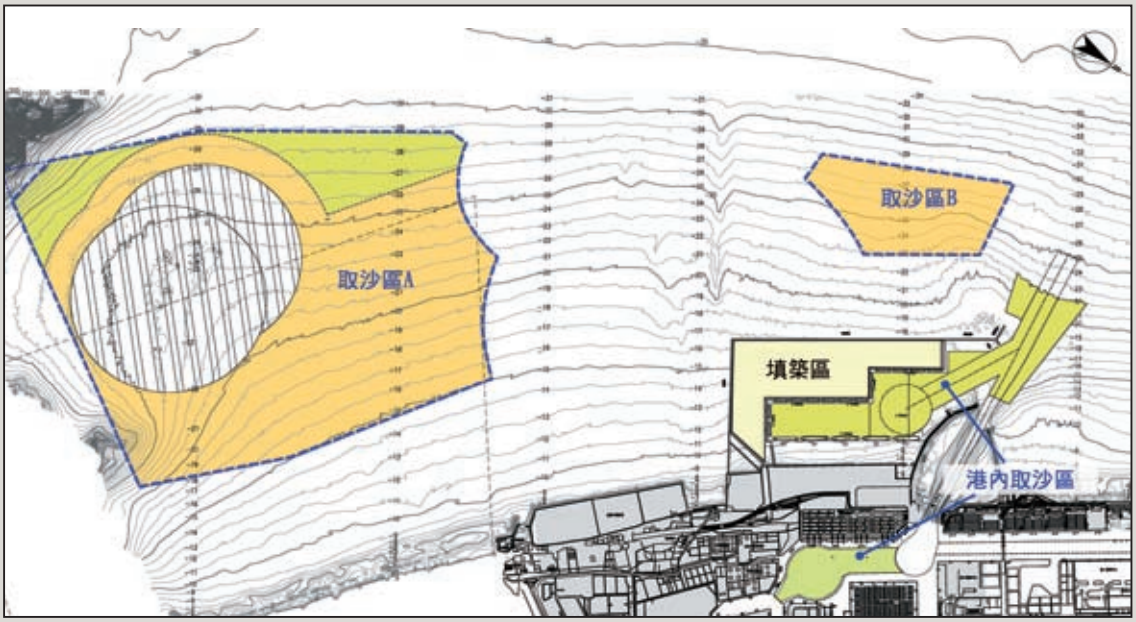

圖8 外海取沙區位置示意圖

水渠道水域面積)，填地高程採＋4.5m～＋4.7m規劃，可供填地之填築容積約為6,843萬立方公尺。

前述主要填築料源包含外海取砂、港池水域浚挖與其他外來土方等來源。依據環境影響評估報告之規定，外海取砂區係位於計畫區外海及高雄縣林園鄉外海取得(A、B兩區，可取沙面積約3,671.45公頃，可取沙深度為2.3m)，其取得土方主要以回填於倉儲物流區(中油用地)與貨櫃中心為主，其抽砂範圍如圖8所示。另倉儲物流區(業者用地)、港埠發展用地與外廓堤及岸線背填區，則由洲際二期計畫港池浚挖至水深-22.0m回填。

另為降低對外海區域之影響，減少之外海取沙量，本計畫開發期間，鄰近區域之相關開發計畫所產生之土方，如台鐵之高雄市區鐵路地下化工程開挖土方、布袋港或高雄港其他附屬港疏浚土方，以及河川疏浚土方等，如適合做 為填土料源，本計畫回填區亦得收容該土方，以達到資源有效利用。

五、區內交通系統

洲際二期計畫規劃30m以上寬環港道路系統，沿外廓防波堤佈設，可銜接倉儲物流區各業者之區內道路及港埠發展用地。所有進出倉儲物流區及港埠發展用地之車流，將與由南端80m南星路北上之車流在大林電廠北導流渠附近匯集。為紓緩龐大之匯集車流，本計畫新設30m以上外環道路在往東進入大林電廠導流渠北側後，即適度加寬至60m。另貨櫃中心及物流發展用地車輛則由南端南星路並經過大林電廠溫排水導流渠續往前行銜接洲際一期計畫查驗登記站，左轉銜接貨櫃中心專用道後進入貨櫃中心，詳圖9。

肆、設計創新構想

洲際二期計畫係屬近年來最大型港灣工程計畫，而整體工程涵蓋外廓、岸線、造地、碼頭等大型工程，如何整合工程標案，降低工程介面與縮短造地期程為規劃設計考量重點。此外，本計畫肩負解決高雄港舊港區石化油品碼

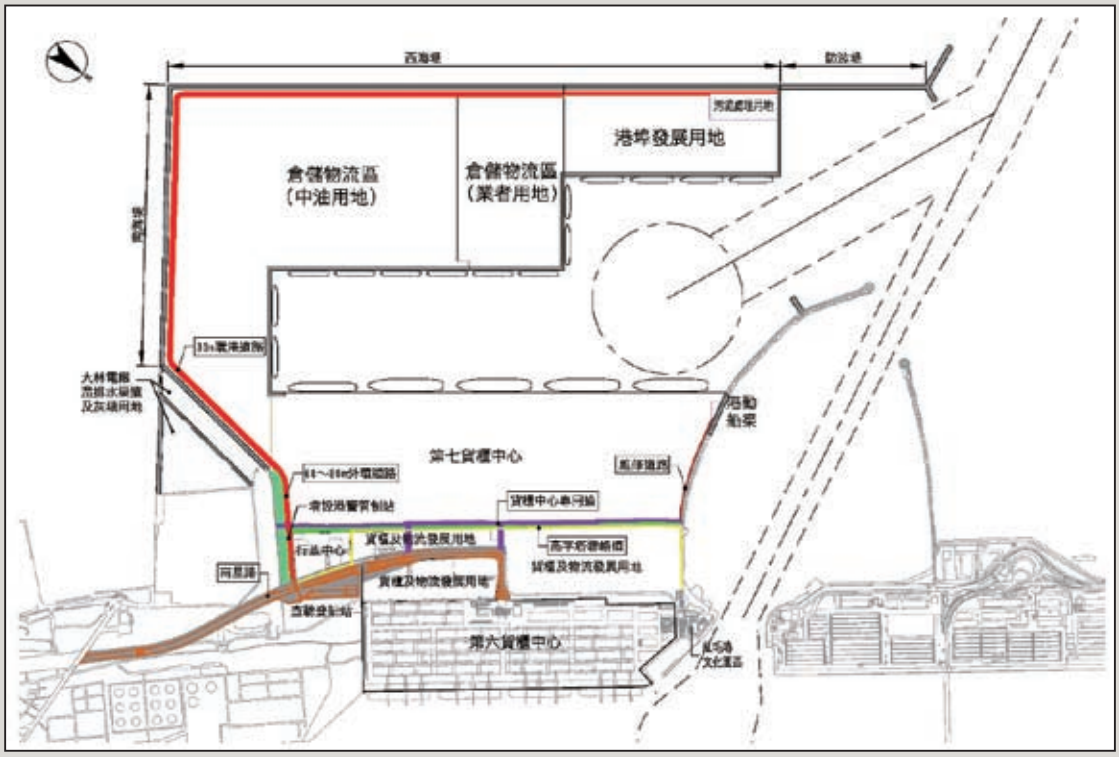

圖9 洲際二期計畫區內交通系統圖

頭儲運業者搬遷安置之任務，如何提供造地區足夠之遮蔽空間與減少惡劣天候造成造地區土方流失之影響，亦需加」以考量。加上近年來因環保意識抬頭，人類已意識到對環境不斷破壞之結果，最終將受到大自然之反擊，因此，為使港埠發展與自然環境取得平衡點，在港口建設上需將生態、景觀與節能減碳之需求納入思考；本計畫於設計階段即研擬相關創新作為，分別說明如後：

一、大型標案合併發包－降低工程界面與縮短造地期程

洲際二期計畫之圍堤、岸線與填地工程係由不同投資者出資辦理，故設計時除需考量工程問題外，亦需將各投資者(中油公司、石化業者)之需求納入考量；惟為如期(108年底)完成政府所賦予興建14座碼頭與倉儲物流區、港埠發展用地與第七貨櫃中心(S4～S5後線)之填海造地任務，本計畫於設計階段即研擬工程分標策略，最終採用界面少易整合縮短施工期程、施工資源可彈性調整調度、吸引優良廠商參與提升施工品質、篩選財務健全廠商以降低施工風險之方式分標。將性質相近、介面影響最少之工程整併發包，整併後之各標工程規模(第一標外廓堤、第二標岸線、第三標填地)均超過百億元以上，在當時港灣工程招標金額均以數十億為主流之環境下，屬創新性之思維。

二、外廓榫間濾層設計－兼顧防漏與維護機能柔性工法

國內早期採沉箱堤進行圍堤造地之案例，沉箱間隙係採石籠進行直立式拋石(如臺中港南填方區)、或以橡皮封板搭配鋼管混凝土進行封閉固定(如臺北港)(詳圖10)，但二者皆發生背填料流失現象。經檢討失敗原因，即未考量沉箱縫隙長時間乃處於變動性受力狀態(波浪、海流)，直立式防漏設施在施工中無法穩定，在背填沙回填時沉箱縫隙仍無法密合，故無法發揮防漏功能。

圖10 沉箱堤失效之防漏設計

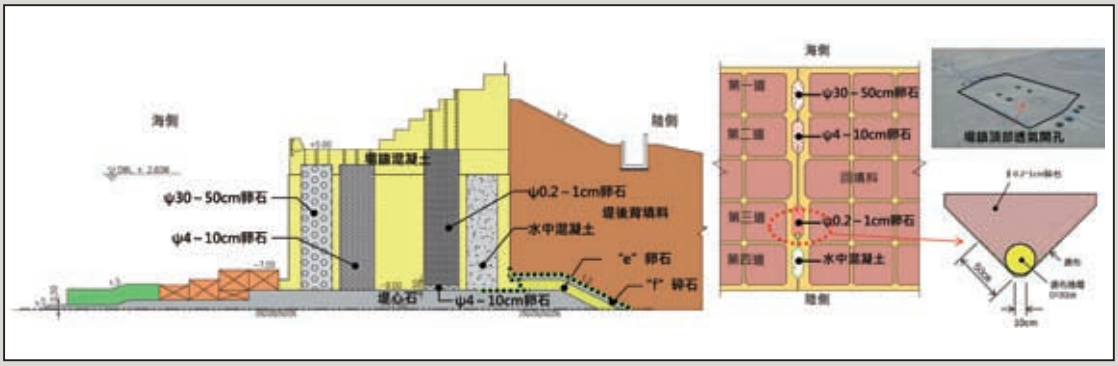

圖11 圍堤防漏創新作為

承上，圍堤工程能否有效防止漏沙現象發生，實賴於濾層施作成功與否，在參考以往防漏失敗案例後，本工程乃將沉箱堤防漏設施改採柔性方式設計，即於施工中及完工後防漏設施可隨外力變動，且仍維持防漏功能。設計理念乃於沉箱之交界處以濾石層方式保護堤後回填土，並保留足夠透氣空間，確保波壓可宣洩，避免對濾石層影響。

此外，設計階段即考量就算防漏濾層設計良善，仍可能因施工之細緻度不如預期，造成異常天候條件下，發生濾層石料流失之情況；基此，設計上係於沉箱堤面上設置可吊移之方塊，可於颱風季過後進行例行性之檢查，確保防漏設施可維持其成效；以此柔性設計方式，除有利於施工外，亦保留後續維護濾層之機能，以有效達到改善填海造地之防漏效果，其施工概況如圖11所示。

三、岸線消波沉箱佈設－減緩波壓與塑造生物活動空間

洲際二期計畫預計於海岸地區以圍堤造地方式產生新生地，此舉必然對海岸生態造成衝擊，基於大自然共生之理念，應就構造物設計上增加生態補償概念，營造生態空間；基此，在本計畫岸線工程中一改傳統式之沉箱設計方式，以於沉箱本體海側設置消波艙之「消波艙沉箱」，除可有效降低船擊波影響外，其消波艙亦可提供魚群遮蔽空間，可達到營造生態之效果，其消波沉箱碼頭詳圖12所示。

四、填地有效利用土方－減少外海取沙衝擊與節能減碳

洲際二期計畫除需辦理外廓堤與岸線工程外，其最重要工程為填海造地；經環評審查同意下，本計畫之填海造地料源以外海、港內

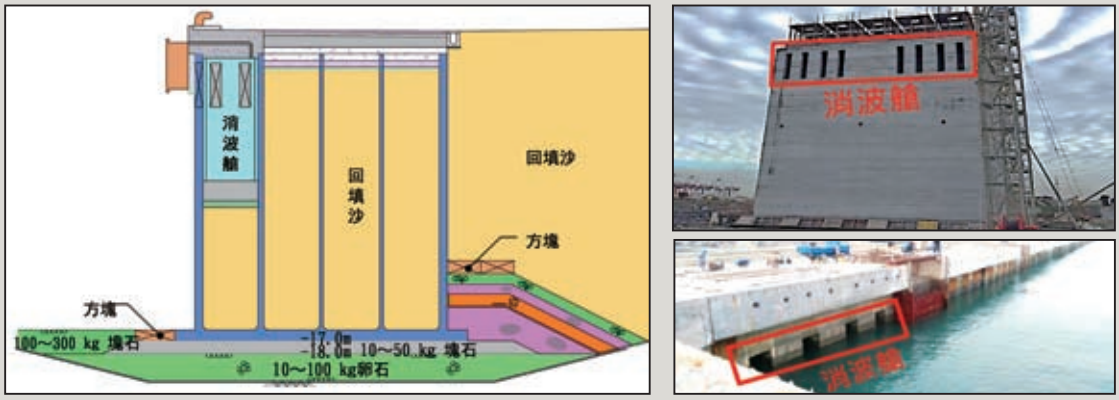

圖12 岸線消波沉箱碼頭

取沙為主；然為減少外海取沙量降低對海域影響，本計畫於設計與施工階段，均盡可能有效利用區內外之土方進行填地，如第一標外廓防波堤工程收納外來土方(台鐵之高雄市區鐵路地下化工程開挖土方、高雄港旅運專區工程土方、高港高架道路工程剩餘土方…)；第二標岸線工程以港內浚挖土方、海床基礎開挖土方全數回填於碼頭後線之造地區域；第三標新生地填築工程則以洲際二期計畫、二港口港內疏浚土方做為造地土方(約計1,350萬填築土方)；第四標S4～S5碼頭與新生地填築工程則將高雄港內土方一併浚深，並回填於S4～S5碼頭護岸後線造地區(約計666萬填築土方)。上述各工程執行方式，除可有效降低外海取沙影響外，同時亦減少高雄港歷年維護浚挖之成本，且可避免浚泥土方海洋棄置作業衝擊海洋生態。

五、外廓特色胸牆設計－越浪防護與親水景觀取得平衡

海堤胸牆設置之主要目的係為保護堤後土地，不致因颱風所形成之大量越浪而造成設施損害之情況；而一般傳統港灣海堤，因屬管制區域，一般民眾不得進入，故胸牆均以直立式設置，採此方式僅能達到越浪防護之單一效果；然港口開發除需將安全納入考量外，景觀概念亦為未來潮流趨勢，基此，本計畫海堤工程乃參考國外案例(如日本雅內港)，其部分區段之海堤胸牆係採階梯式胸牆設置，並於堤後設置防風林，增加景觀特色。此外，階梯式胸牆於洲際二期計畫完成後，將形成另一個置高點，可綜觀洲際二期計畫港區，欣賞港區特色，未來亦可供相關學術機關或政府單位至港區內參考時之特色景點，其現況斷面詳圖13所示。

伍、工程關鍵特色

一、海上浮沉台船製作工法－國內經驗豐富、縮短動復員期

洲際二期計畫第一標外廓堤工程係屬本計畫成功關鍵之前導工程，本工程若可順利施工，則可提供港域穩靜環境，讓後續之岸線與造地工程順利推動。因外廓堤結構係採沉箱施作，而其沉箱施作成功與否關鍵在於製作工法之選擇，一般國內沉箱製作可在浮沉台船或陸上等方式製作，洲際一期計畫外海圍堤工程經歷兩次發包施工，兩次得標之承包商分別採浮沉台船與陸上之方式製作沉箱，故於國內上述工法均有施工案例。

然考量陸上製作沉箱，其施工穩定性與國內廠商施工經驗相對不足，再加上外廓堤工程若施工進度不如預期時，將導致後續工程無法推動之窘境，則無法如期於民國108年完成洲際

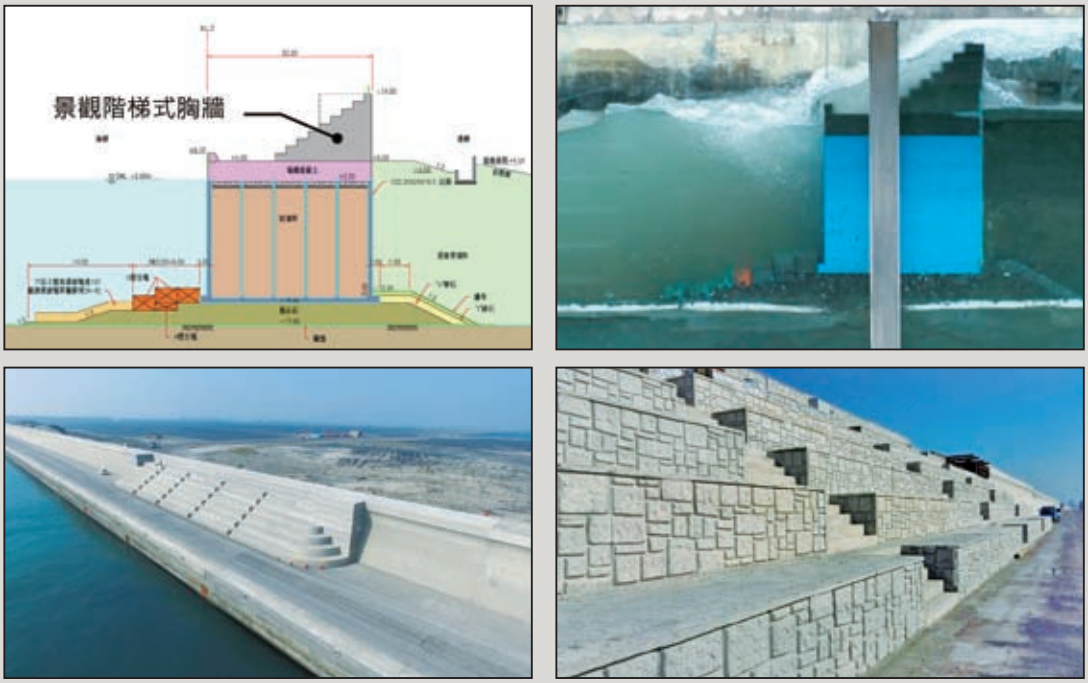

圖13 景觀階梯式胸牆水工試驗與現場實景照片

圖14 外廓堤工程浮沉台船工法實景

二期計畫整體工程。基此，在施工階段承商係採用國內廠商經驗豐富、施工穩定及成功率幾乎100%之浮沉台船工法進行沉箱製作。除可縮短動復原期外，加速沉箱製作，並可儘速提供外廓遮蔽空間，提供後續工程一個穩靜之工作環境。

為因應267座沉箱製作數量，承包商乃引進當時國內最大之浮沉台船隊(中工1號：105m×36m×6.4m，承載力15,000t、中工3號：88m×36m×4.8m，承載力8,800t)，以每循環約16～18天進度，同時製作3～4座沉箱，並於102年1月～105年10月短短46個月時間完成全部沉箱製作，平均達5.8座/月之製作功率，並可有效確保沉箱存量符合沉箱拖放進度需求，其浮沉台船照片詳圖14所示；此外本工程亦榮獲第10屆公共工程金安獎佳作之肯定，其勞工安全衛生管理之推動方式，值得做為未來國內各港海事工程推動時之參考。

二、陸上軌道台車運移工法－取經國外經驗、克服場地問題

洲際二期計畫第二標岸線工程係接續第一標外廓堤工程之後進行施工，因計畫區範圍尚

圖15 岸線工程陸上軌道台車運移工法實景

有多項標案推動，故施工場地均需保留他標工程使用空間，致使本標案作業場地有限。且本標推動階段高雄港空閒碼頭有限，無法採用浮船台工法，加上本工程最大沉箱高度達21.5m，若沉箱採二次加高，又受限於水域需降挖至水深-15.0m以下。在前述諸多限制條件下，施工團隊汲取各國沉箱軌道台車陸工法成功經驗，並特地遠赴中國及越南實地觀摩交流，最後提出國內首次採用於陸上製作沉箱，並以陸上軌道台車運移下水之工法進行沉箱施工作業。

此外，陸上製作沉箱之場地因鄰側將有道路興建工程，導致腹地縱深受限，故施工團隊乃以縱、橫向二組台車移運沉箱，並於場地後側加設托盤暫置區之運移路線設置方式，確保沉箱移運出塢動線可維持順暢。

另因沉箱重量高達5,000餘噸，台車能否穩定運移，不影響沉箱結構是為施工之關鍵點；基此，本工程於沉箱底板下方設置一鋼構托盤，於頂升作業時將台車油壓缸之點狀上頂力，經由台車上方之分配梁轉換成線狀支撐力，再透過分配梁上方之鋼構托盤終成一面狀均勻支撐力，確保沉箱結構完整性。

此外，在陸上移動之沉箱最終需移運至浮沉台船下水儲放，而沉箱在由陸上軌道移至船體甲板過程中，其移轉場地銜接處(碼頭與船體甲板)容易造成船體頃斜、碼頭混凝土結構破壞等風險，故在碼頭與船體甲板續銜處採外放內縮型(公母接榫)設計一搭岸結構，俾利導引船體對準箝合穩定無虞；搭岸結構下方並打設鋼管樁加強基礎承載力，搭岸縱斷面與船體延伸甲板契合，使沉箱重量轉移過程獲得一穩定支撐，大大提升移運作業安全性。

綜上，洲際二期計畫第二標工程在吸取國外相關經驗後，提出國內首次陸上軌道台車運移沉箱工法，該工法具有於有限施工場地進行大量沉箱製作、克服海上施工天候之限制條件、沉箱製作移運動線交錯施工提升作業效率等優點，此外該工程亦榮獲第16屆公共工程金質獎特優之肯定，未來可做為國內他標工程之參考案例，其陸上沉箱製作工法相關照片詳圖15所示。

三、自動滑模系統製作沉箱－加速沉箱製作、減少碳排放污染

洲際二期計畫之外廓堤與岸線工程，其結構均屬沉箱型式，而如何有效率且模組化之完成沉箱製作，其模版則屬施工中之重點。一般沉箱製作所用模版可採用普通模版組裝，然方式無法因應大量沉箱製作，故本計畫係以自動化滑模工法施作。滑模工法具有水密性及氣密性好、工期短、混凝土表面修飾工作性佳、節省人力、安全性高、提高精度、效率與國內廠商施工經驗豐富等優點，因洲際二期計畫總沉箱製作數高達450餘座沉箱，目前亦已順利完成9成以上之沉箱數量。

圖16 自動化滑模系統工法施工實景

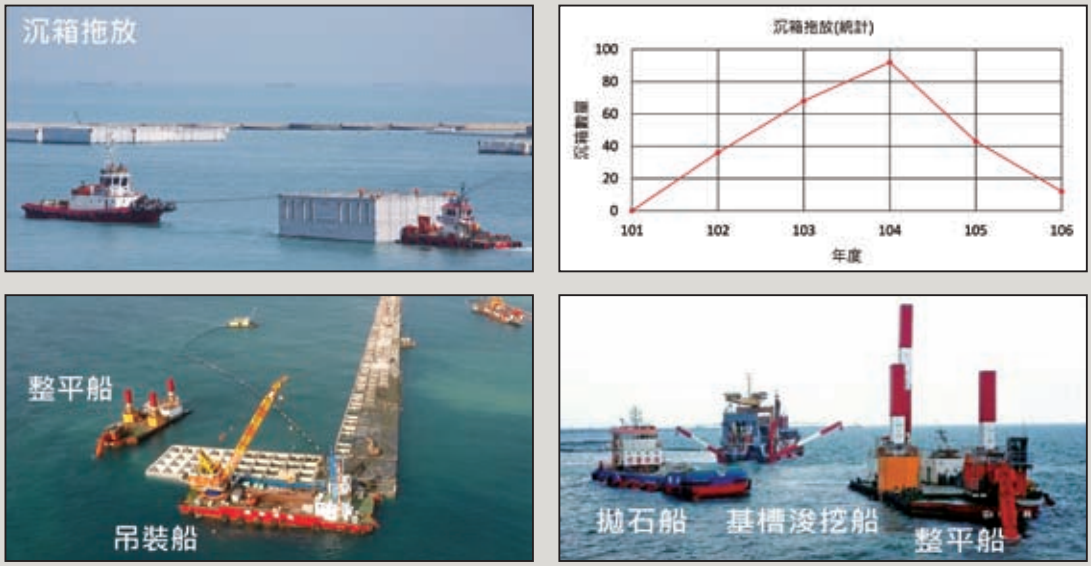

圖17 沉箱拖放機具、拖放數量及施工機具施工實景

因沉箱隔艙尺寸均一，滑模系統內外、模可靈活應用，施工初期須依施工需求妥善規劃滑動模板數量，後續如需變化隔艙數量(15艙→25艙、25艙→30艙)約僅需2天時間，可有效加速沉箱製作進度，同時減少施工過程中所排放之二氧化碳及工程廢棄物之污染，對施工品質及節能減碳具有相當之助益，其沉箱滑模施工過程詳圖16所示。

四、無遮蔽區海域拖放沉箱－克服惡劣天候、提供遮蔽保護

洲際二期計畫外廓堤工程係於開放水域進行沉箱拖放作業，施工期長達六年，且每年需歷經數次颱風侵襲之風險，加上拖放沉箱時需預測有連續2～3天波高在0.5 m以下才可施作，故實際每年可工作時間僅約一半可拖放沉箱，就以往洲際一期計畫外海圍堤經驗而言，計畫區每年最多僅能拖放35座沉箱(含基礎整平)。

惟洲際二期計畫外廓堤工程為滿足於民國108年底完成洲際二期計畫之目標，採多組船機進行拋石基礎整平與沉箱拖放作業，將每年沉箱拖放數量最高可達92座，平均每年可達60座，有效提升外廓堤施工進度，並提供足夠遮蔽空間，使後續標案可順利推展，其沉箱拖放之現況照片詳圖17所示。

圖18 沉箱拖放施工實景

五、超大型浚挖船取沙填地－加速填地速率、縮短交地期程

洲際二期計畫之填地工程填築量超過5,000萬方，總造地面積超過300公頃，屬近10年來最大之填海造地案。因取沙高程最深需達-30.0m，故需動員國外大型自航自載耙吸式挖泥船方可完成此艱鉅造地任務。基此，洲際二期計畫新生地填築工程中乃分階段動員Vox Maxima(容方32,000m^3)、Rotterdam(容方21,000m^3)兩艘國際浚挖船機進行造地作業，並利用艏吹、接管交互方式填築，克服圍堤、岸線工程沉箱施工界面，並以每日量產約12萬方填築量進行造地。本計畫一改傳統利用國內船機浚挖施工之方式，改以國際超大型浚挖船機進行施工，可精確浚挖方式、高產量填築方式加速造地期程，預估整體造地期程至少可提前3個月(約超前10%施工進度)完成，其浚填施工現況照片詳圖18所示。

六、結語

自民國94年起，高雄港洲際貨櫃中心之整體開發案開始執行規劃、設計、施工作業，至今政府投資部分已陸續完成洲際一期計畫圍堤、道路、附屬建築，民間投資部分亦已完成4席貨櫃碼頭與後線場地；目前洲際二期計畫亦如火如荼之推動中，後續將完成外廓堤、碼頭、造地、道路、建築、公共設施，並協助中油公司與其他石化業者辦理石化中心遷廠作業，以解決高雄港舊港區石化油品碼頭儲運業者搬遷安置需求；同時辦理貨櫃中心招商櫃場建置作業，以建設最新現代化貨櫃中心，吸引航商進駐及大型貨櫃輪彎靠。

洲際貨櫃中心計畫肩負提升港埠競爭力及經濟發展之重要地位，將對高雄地區產業及都市發展產生重大影響。藉此建設計畫之推動，將活化整合緊鄰高雄市區之港灣資源，創造就業機會，同時帶動高雄市整體產業與經濟的繁榮與成長，俾適時迎接經貿未來發展之進出口

需求；期許本計畫之推動，可促成港市再造，塑造具璀璨風貌且多元價值的都會港灣，奠定高雄港未來20年營運發展之根基。

參考文獻

1. 交通部高雄港務局，高雄港洲際貨櫃中心計畫綜合規劃，民國93年7月。
2. 台灣世曦工程顧問股份有限公司(原中華顧問工程司)，高雄港洲際貨櫃中心第一期基礎設施興建工程-細部規劃報告書，交通部高雄港務局，民國95年2月。
3. 高明貨櫃碼頭股份有限公司，參與「交通部高雄港務局徵求民間參與興建及營運高雄港洲際貨櫃中心第一期計畫」投資執行計畫書，民國97年。
4. 台灣世曦工程顧問股份有限公司，高雄港洲際貨櫃中心計畫第一期工程櫃場規劃與設計，高明貨櫃碼頭股份有限公司，民國97年。
5. 交通部高雄港務局，高雄港洲際貨櫃中心第二期工程計畫-工程計畫書，民國100年3月。

6. 台灣世曦工程顧問股份有限公司(原中華顧問工程司)，高雄港洲際貨櫃中心第二期工程計畫-細部規劃報告書，臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司(原交通部高雄港務局)，民國101年5月。

7. 臺灣世曦工程顧問股份有限公司，中華技術104-監造永續工程的守護者，『港灣工程沉箱陸上軌道工法之施工實務』，民國104年10月。

8. 臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司(原交通部高雄港務局)／宇泰工程顧問有限公司，高雄港洲際貨櫃中心第二期工程計畫-貨櫃碼頭及後線場地新建工程細部規劃報告書，民國105年6月。