

港灣報導



季刊 第58期

要 目

- ❖ 以吸入式基礎降低成本縮短工期之沉箱結構
— 直江津港工作基地防波堤試驗工程
- ❖ 混凝土方塊碼頭施工問題之探討
- ❖ 「船舶通航服務」系統的應用與發展
- ❖ 液化防制地質改良工法檢討
- ❖ 國際海運現況與發展趨勢分析

中華民國九十年十月出版

港灣報導季刊

第 58 期

交通部運輸研究所

中華民國九十年十月

目 錄

- 一、以吸入式基礎降低成本縮短工期之沉箱結構
—— 直江津港工作基地防波堤試驗工程 ----- 1
張文欽 宇泰工程顧問公司副理
- 二、混凝土方塊碼頭施工問題之探討 ----- 9
朱志光 高雄港務局副工程司
- 三、「船舶通航服務」系統的應用與發展 -----22
陳文樹 郵政研究所研究員
- 四、液化防制地質改良工法檢討 ----- 28
李延恭 土木工程技師
- 五、國際海運現況與發展趨勢分析 ----- 40
王克尹 交通部運輸研究所港研中心研究員

以吸入式基礎降低成本縮短工期之沉箱結構 —直江津港工作基地防波堤試驗工程—

張文欽 宇泰工程顧問公司副理

一、摘要

鑒於國內港灣工程有漸漸朝深海發展之趨勢，如何提昇防波堤結構穩定性、降低防波堤建設成本、及縮短工期已成為刻不容緩的議題。1999年6月日本運輸省第一港灣建設局於新瀉空港計畫中，在直江津港之作業基地防波堤工事中，試驗性的採用吸入式(suction)基礎之沉箱結構，來驗證此新式沉箱結構之穩定性，及降低建設成本與縮短施工期限之可行性。本文取材自2000年5月日本「土木施工」雜誌，原作者為小笠原昭，係日本運輸省第一港灣建設局新瀉港灣空港工事事務所專門建設官，在此特將其工法特性，工程概要，施工過程與結果摘譯，與國內港灣界先進分享。

二、前言

傳統重力沉箱式結構廣泛應用於防波堤與碼頭等港灣構造物，其工法特徵為需要在既有海底底床地盤上鋪設拋石基礎、並加以整平以利沉箱安放，此舉將造成以沉箱結構為主之港灣構造物其施工期限

增長、且建設花費成本增高。

為解決此一問題，日本於平成七年(1995年)即進行有關利用吸入式(suction)基礎沉箱結構之實用化研究，經過一連串數值模擬與模型驗證後，於平成十一年(1999年)六月進行實物驗證。本文係將吸入式基礎沉箱結構之特性、工法概要、實物驗證過程之相關成果作一概要介紹。

三、工法概要

吸入式基礎顧名思義乃沿用吸入、吸附之英文單字「suction」而來，其原理係乃利用基礎結構之頂版與側壁(skirt)自海底底床地盤向上形成一空洞空間(詳圖一)。其沉埋方法首先係將吸入式基礎以吊車(crane)或浮船台(float)將其緩緩吊起，再緩慢沉降並埋入海底底床地盤之預定位置上。

吸入式基礎除可利用本身自重將結構緩緩沉埋入海底地盤內，其側壁與底床形成之空洞空間之內部海水，亦可藉由幫浦泵送出側壁外，使側壁內部與外部產生水壓差，形成吸入作用力(suction)，藉

由吸入作用力推動吸入式基礎結構貫入海底地盤內。

此工法將部份側壁將埋入海底地盤中，對於整體沉箱結構之抗滑動力、抗傾倒力、抗轉動力與抗拉拔力均會有顯著之增加，足以形成安定性高之沉箱基礎。

四、工法特徵

吸入式基礎與傳統沉箱基礎之比較詳圖二，對於減少防波堤、碼頭等港灣構造物之建造成本與縮短工期均有顯著功效，主要原因說明如下：

(一)不需進行地盤改良及基礎拋石

傳統沉箱基礎為了將拋石基礎埋入海底地盤，通常需將原海底底床土壤置換，進行地盤改良後再以拋石作為沉箱基礎，造成基礎斷面巨大。如採用吸入式基礎，則不需進行地盤改良與拋石基礎與整平作業，如此可以減少構造物之斷面尺寸。

(二)基礎側壁埋入底床、安定性增大

傳統沉箱結構物對於滑動之抵抗係由沉箱底部與拋石基礎間之摩擦力來決定，而吸入式基礎之沉箱結構因其側壁埋入海底底床內，除底床之摩擦力外，側壁亦受有被動土壓力，致使其基礎抗滑動性增加，安定性相對增高。再者，由於吸入式基礎結構與海底地盤間形成一整體化構造，對於抵抗因外力作用而對結構形成之拉拔力亦有極大

助益。

(三)工期可縮短

由於吸入式基礎不需進行海底地盤改良(置換土)、及拋石基礎，故工期可縮短。此外，無需利用潛水仗或施工機具進行拋石基礎之整平作業，整體施工安全性可大幅提昇。

(四)不需特別之施工機械與方法

吸入式基礎結構施作時僅需幫浦協助排水作業即可施工，無需機械與人員進行海底底床開挖或拋石整平作業。

五、實物驗證之目的

吸入式基礎之實際施工實例、在外國(如挪威、丹麥等)之北海石油平台基礎上均有應用實績，1960年日本運輸省第三港灣建設局在神戶港第5防波堤採用PC管式圓筒結構之施工事例，其具體的設計、施工等相關課題上之資料可以作為本工法之參考。

基此，為求吸入式基礎之沉箱結構能更普及化，對於數值模擬或模型實驗等無法把握之相關項目，有進一步以實物進行驗證之必要，遂乃利用直江津港的作業基地防波堤，進行吸入式基礎沉箱結構之實物驗證作業。

實物驗證主要目的在於進行於波浪作用下，對相關設計外力、材料應力，設計方法與解析方法之適當性檢討，並對施工中之準確性(埋入深度、傾斜)、可行性與管理進

行檢討驗證。

六、構造斷面之設定

實物驗證用之防波堤係直江津港之第3東防波堤中之某小段，考慮日後該防波堤之使用，為免發生日後實物驗證之防波堤無法移轉使用，及造成整體防波堤構造無法一體化，故本次實物驗證乃將吸入式基礎與沉箱上部結構分離。

一般來說，吸入式基礎其形狀以圓筒狀較矩形適用，其原因在於當吸入作用時，圓筒狀基礎側壁斷面作用力較矩形狀基礎小，且圓筒狀基礎之斷面厚度可降低，加上圓筒狀基礎在沉設作業上有實績可參考，故乃採用圓筒狀基礎作為本次驗證之基礎形狀。

在材料選擇方面，本次驗證採用鋼筋混凝土(RC)製基礎及鋼製基礎兩種，進行製作、搬運、沉設等施工性與經濟性之檢討比較。實物驗證之沉箱尺寸與吸入式基礎尺寸如下表所示(詳圖三)。

RC製基礎	$\phi 21.9\text{m}$ 、 $H=8.0\text{m}$ 、 壁厚 55cm 、 $W=1372\text{t}$
鋼製基礎	$\phi 21.9\text{m}$ 、 $H=8.0\text{m}$ 、 壁厚 22cm 、 $W=762\text{t}$
上部沉箱	$B10.9\text{m} \times L=23.9\text{m}$ 、 $H=15.5\text{m}$ 、 $W=2066\text{t}$

七、吸入式基礎沉設

(一)事前調查

吸入式基礎進行沉設前，首先需以超音波確認海底底床表面是否

有障礙物，同時派遣潛水俠進行水下地表狀況之目視確認，及以鋼製之短棒(2m)進行埋設地點有無障礙物之確認作業。

即使潛水俠需依據目視及鋼製短棒確認RC吸入式基礎沉設地點所有障礙物(埋入深度 1.75m 、 45cm 見方石塊)均已除去，但仍無法排除由海流帶來障礙物之可能性，然考慮該障礙物尺寸遠小於吸入式基礎，同時沉設地點下方存有黏土層，由此判斷在此狀態下沉設應無問題。沉設作業將不受此障礙物之影響而順利完成。

(二)施工管理

沉設施工管理中心設於第2東防波堤以西 430m 、距離陸域 600m 的水域上，管理系統包括有：在第2東防波堤上設置自動追蹤式光波測量儀4部、吸入式基礎上設置3處測量用之稜鏡(prism)，並以鋼管焊接於結構上，起重船吊桿(boom)頂上亦安裝1個測量用稜鏡，管理中心與起重船上均裝設有無線電通訊設備及監視設備，得以進行吸入式基礎結構之沉設位置、姿態之施工管理作業。

此外，吸入式基礎沉埋入底床之行為與吸入作用力(suction)有關，為瞭解此一情況，在沉入式基礎結構上安裝了水壓計、傾斜計、超音波水位計、排水流量計、荷重計等進行監測，起重船上另設有監視裝置，處理各測量儀器傳回之資料，分別顯示於「沉設位置引導畫面

」及「沉埋情況管理畫面」中，進行施工管理。

(三)沉設施工

沉設程序為首先確認沉設位置後，將設置於吸入式基礎頂端之空氣控制閥門打開，使基礎自動緩慢沉下。自動沉設終止後，關閉空氣控制閥門，啟動輔助幫浦1台與主幫浦2台分階段進行排水作用，吸入式基礎將因吸入作用(suction)而沉埋入底床。

此外，由於施工地點海底底床為砂質、沉泥質黏土層之複合斷面，為確保因此地層可能造成港內與港外基礎間約1m之傾斜，防止吸入式基礎結構在自沉時與排水作用產生之吸力作用時可能發生之傾斜，乃利用起重船之吊桿以200t~500t之荷重加以懸吊，控制其沉入行為，防止傾斜或傾倒。

(四)沉設

進行沉設作業時，為期得到相關作業資料，在RC製吸入式基礎沉設時，採用「機械、器材之動作確認」、「計測機器之動作確認」、「施工方法之確認」等方法加以驗證，同時也取得起重船吊桿之拉拔力等資料，確認本計畫是否可行。以下就RC製吸入式基礎結構與鋼製吸入式基礎結構之沉設狀況，作一概要介紹。

(1)RC製吸入式基礎沉設

RC製吸入式基礎沉設作業情況詳圖四，沉設作業時各種作用力實測資料詳圖五所示，由圖

中顯示，基礎本身靠自重沉埋入底床，約在自沉量為0.49m後終止。

自沉結束後，週遭海水無法流入吸入式基礎結構之內部空間，亦無發生「水路」之可能，故改以幫浦抽水產生吸入作用，形成一推進力，開始沉設作業，另有輔助幫浦1台調節排水量來加速吸入式基礎結構之沉埋。

圖五顯示，在貫入量約1.2m附近產生約40cm之傾斜，此時以起重船上約300t吊力加以調整修正傾斜度，在貫入量2m附近因有黏土層存在致貫入速度大幅增加，以3台幫浦增加排水量，使沉設作業能較順暢(smooth)進行。

之後，在貫入量5.5m附近，貫入量逐漸減少且吸入作用力亦逐漸提高，此時需控制吸入作用力，使吸入式基礎結構頂版設置之鋼筋應力計，不得超過鋼筋最大應力，並在此情況下緩慢持續的沉設。

最終之貫入量約為5.88m，此時最大吸入作用力約3,006t，全部貫入沉設時間總共約需10小時。

另外在沉設精準度方面，沉設完成後法線偏差15cm(容許值： ± 20 cm)、傾斜12cm(容許值： ± 20 cm)，大致上均能符合原設定之目標。

施工管理方面，在起重船操作室內設有「沉埋情況管理畫面」之電腦螢幕，螢幕內除了有其

他相關領域之施工管理外，並預設有沉設地點經地質調查後分析得知所需之吸入作用力，及計算所得之吸入作用力上限、與施工時實際吸入作用力、並據以進行施工管理，邊確認後邊操作。

施工時實際吸入作用力之計算，係利用測量管內之超音波水位計之平均水位，與吸入式基礎結構內徑與面積、及海水單位重等參數計算得知。並根據施工貫入時之水位、吸入作用力大小、傾斜狀況...等，進行調整起重船上吊桿荷重、排水量及吸入作用力控制...等之施工管理。

(2)鋼製吸入式基礎沉設

鋼製吸入式基礎自沉貫入量較大，約1.03m，在貫入量1.3m時有較大之傾斜量約0.6m，其原因係為鋼製基礎壁厚較RC製基礎為薄、阻抗較少、故不若RC製基礎般貫入較平穩，加上鋼製基礎本身自重較輕、剛性較低、亦有可能因變位而產生傾斜。對於鋼製吸入式基礎傾斜之修正，與RC製吸入式基礎一樣係由起重船上之吊桿調整荷重來完成。

最終貫入量約5.8m、此刻最大吸入作用力約1820t，全部貫入時間約需6小時。在沉設精準度方面，法線偏差最大約6cm、傾斜量最大約13cm，大體上均能符合原設定之目標值。(詳圖六)

依據以上沉設結果分析，自沉貫入量減少雖然可能造成基礎週圍「水路」之發生，但藉由慢

慢增加吸入作用力，亦可達到防止此現象之發生，即使在堅硬之砂質土層沉設，亦應有相同效果。此外，沉設初期基礎發生之傾斜，由調整起重船上吊桿荷重來加以修正應是較容易進行的。

沉設完成後，為確認吸入式基礎結構週圍之地盤狀況是否有異常狀況，特以潛水俠進行水下檢視，至於吸入式基礎內部與海底底床地盤間之空隙，則以水泥砂漿(mortar)填塞，再行吊放安置上部沉箱結構。

為觀測波浪作用下堤體之安定性與動態行為，在堤體之上部沉箱結構與吸入式基礎結構均安裝相關計測儀器，進行長期觀測追蹤，以利取得資料分析並回饋於設計。

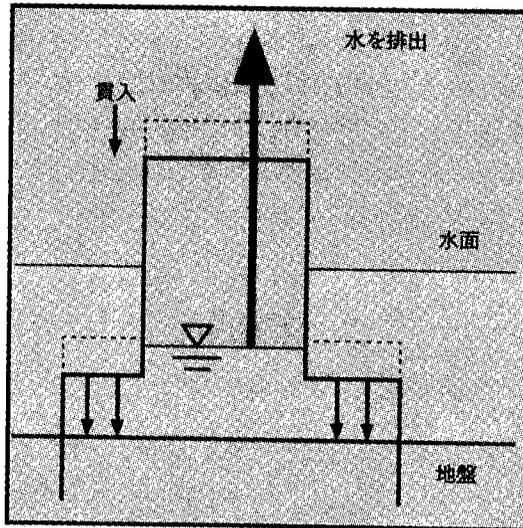
八、結論

單就以吸入式基礎採用幫浦排水之施工方式，與傳統沉箱拋石基礎工法相比，不需基礎拋石與整平作業其費用約可節省10%、另施工期約可減少一半，故以吸入式基礎結構來施築沉箱構造物，其建設成本預期將會縮減、且工期亦會縮短。

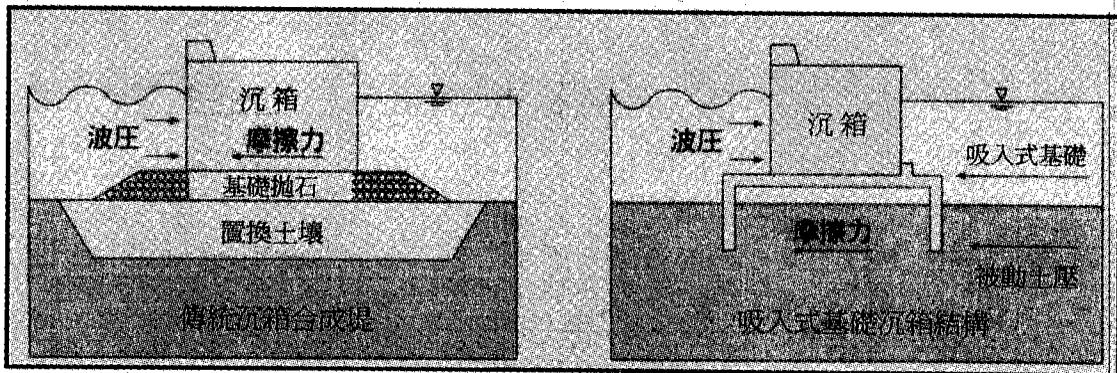
在直江津港之現地實物驗證結果確認後，其相關資料之分析結果，將可回饋於實用上基本設計與施工管理，有助於將此種吸入式基礎構造物廣大普及。

九、參考文獻：

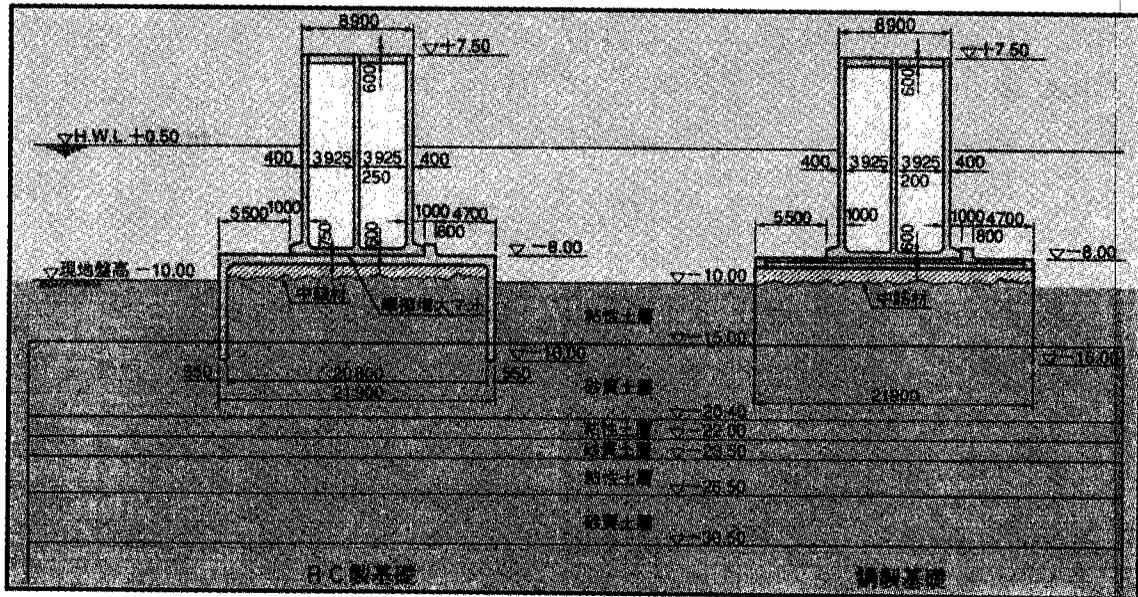
土木施工 特集—施工現場に見るユツノ縮減2000 Vol.41 No.6



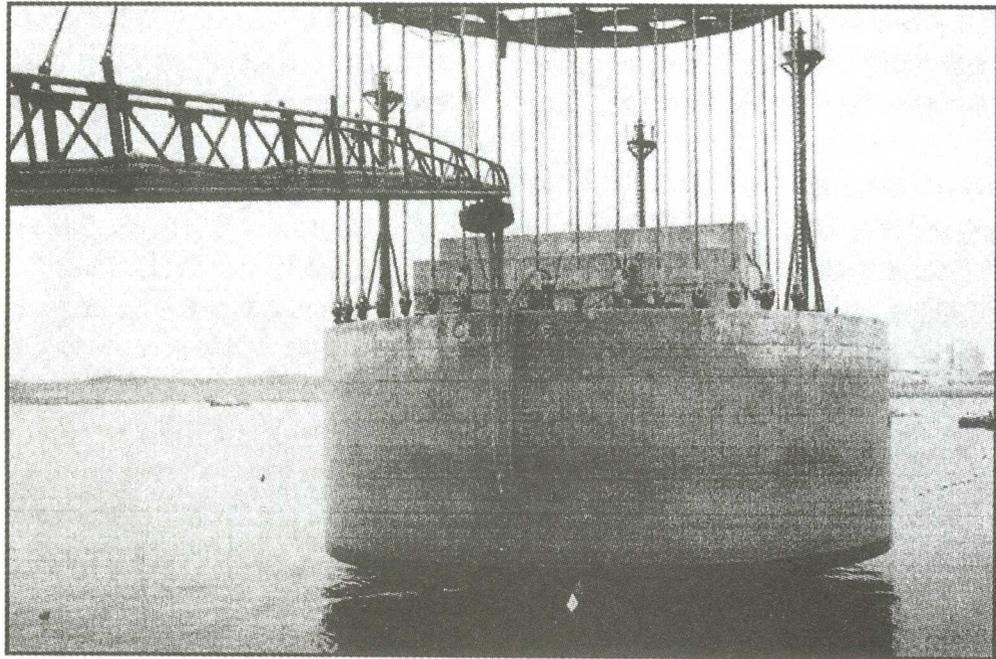
圖一 吸入式基礎結構之沉設原理



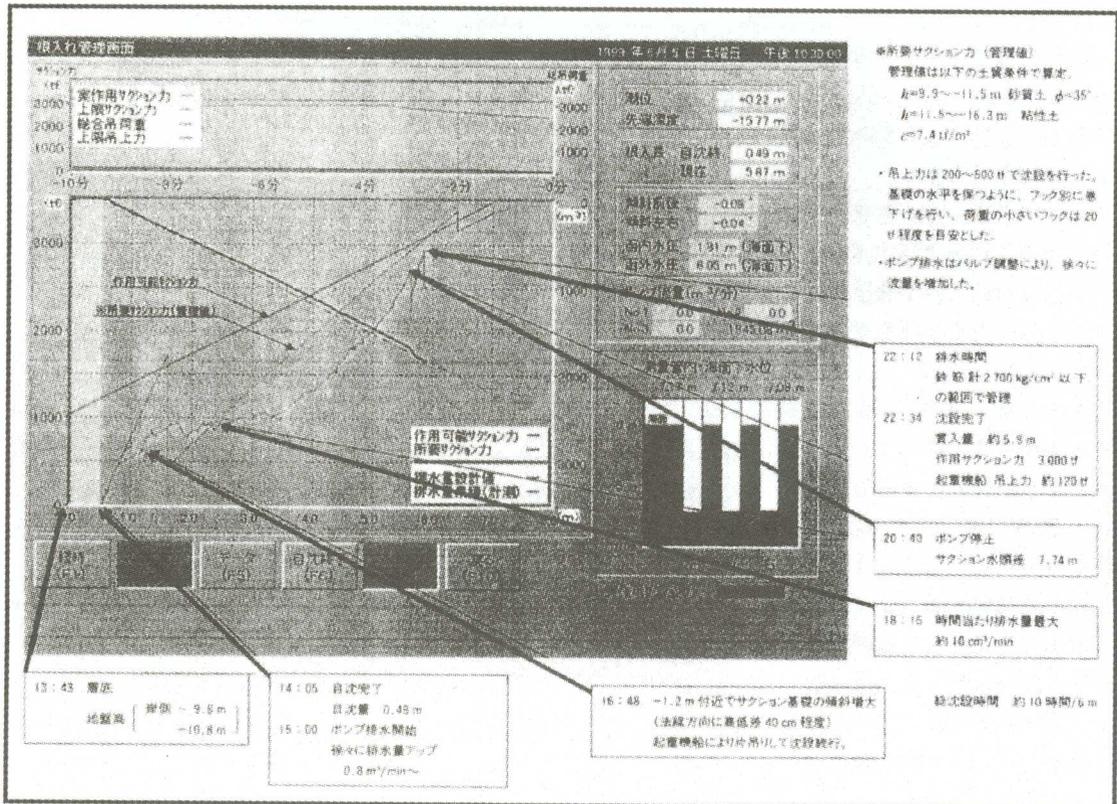
圖二 傳統沉箱結構與吸入式基礎沉箱結構比較圖



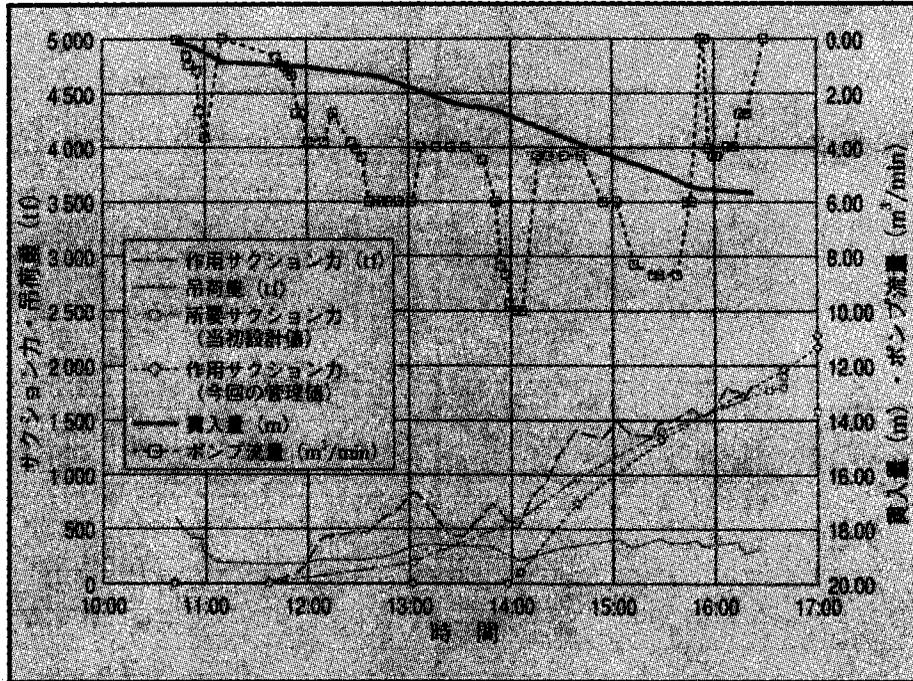
圖三 吸入式基礎沉箱結構尺寸圖



圖四 RC製吸入式基礎結構沉設作業狀況



圖五 RC製吸入式基礎結構施工管理畫面



圖六 鋼製吸入式基礎結構沉設時各外力實測資料

混凝土方塊碼頭施工問題之探討

朱志光 高雄港務局副工程司

一、前言

港灣工程中之混凝土方塊碼頭使用普遍，該型式之碼頭在本局淺水碼頭之採用是屬相當頻繁。過去在設計完成後於施工期間顯少有聞發生問題，唯在現今，民意、環保、法律、自主權益等意識抬頭，致使施工上遭遇之問題如未能妥予即時處理，即會產生許多影響，致施工品質、施工成本、營運、維護管理之效益相對產生折扣。

臺灣四周環海，而港口為我國對外進出口之重要設施，因之港灣建設工程亦多列為國家重大經建計畫內。由於港口之各項設施，除了建築、道路、等性質與一般土木工程相類似外其餘之基礎設施如碼頭、防波堤、海堤等其施工技術與機具均不同於一般之土木工程。究其最大不同之因乃在於必須面對海洋環境不定之條件。而海洋環境包含海氣象、環境、水文、地質等諸多之條件因子，其對於港灣工程中之結構安全、材料侵蝕、施工之暢順否影響非常大。如防波堤、海堤、

碼頭等結構設施大部份均須與海水接觸，其基礎大部份在海水中、或海床上施工，極易受海象、航行船隻等等之影響，其結果可能使施工中之結構物產生破壞、變形、流失，進而造成財務之損失、問題看法各方不同，其結果不但影響施工，進而造成了各方困擾，也造成日後查驗、驗收、使用管理及維護上問題。為日後工程人員可能面對相同性質之方塊碼頭工程時，能確保避免同樣之問題之發生，因此就現有混凝土方塊碼頭所發生之施工問題予以探討，期作為施工之參考。

二、方塊碼頭之簡介

混凝土方塊碼頭，一般均設置在港灣水深約-9m以內之碼頭，此類型式之構造也常用在各種不同需求碼頭之水深及護岸設施。方塊碼頭除型式與版樁式碼頭、棧橋式碼頭不同，在設計上亦有混合設計使用。但其功能均是要滿足碼頭營運之船舶停靠、岸肩荷載之功能需求，除此外，一般碼頭之建造費用不低，因此碼頭結構須滿足使用及經濟上耐久性，故一般採混凝土材

料，作為方塊碼頭之基本結構，混凝土結構在正常條件下其耐用年限一般可達40年。

1. 方塊碼頭的構造

方塊碼頭的構造型式是屬重力式碼頭一種，而在碼頭型式中，將重力式碼頭依其壁體型式，可概分為沉箱式碼頭(含沉箱)、L型塊式碼頭(含L型塊)、空心方塊式碼頭(含方塊)、方塊式碼頭、場鑄混凝土式碼頭等。由於方塊碼頭一般係以混凝土製成之方塊堆疊於海床底，在平行碼頭法線及垂直碼頭法線方向均不具連續性，只藉本身重量作為抵抗各種外力之作用。

2. 塊碼頭施工前應了解基本設計條件及項目

2-1 施工特性

每一種工程均有其工程特性，方塊碼頭工程亦有其施工特性分述如下：

- (1) 預鑄方塊所需之澆置、堆置所需之區域面積大。
- (2) 動員機具多且多為重型，如150t硬桿吊車、板車、吊卡車或工作船等。
- (3) 施工順序是先行開挖基礎底部。為水下作業。需要精確測設。
- (4) 地質條件不當時必須改先作換土或土質改良。
- (5) 方塊式碼頭屬重力碼頭，此種型式碼頭，其主體結構是最容易發生沈陷及傾斜。

(6) 方塊碼頭所使用之混凝土預鑄方塊由於剛性高，體積大，基礎底之拋石面稍有不平，即造成方塊各頂面傾角發生，故不易平整，施工重點為如何控制縫隙。因此精度要求高。

(7) 施工水域須具備能見度，水質不良，能見度差，易造成施工品質不良。

(8) 方塊與方塊間必定存在縫隙，防止漏砂為施工過程中必須確保無不產生問題。

2-2 工址地質資料及環境概況

工址之地質資料、環境概況，為工程人員施工前應調查清楚，工地工址之地質可查詢設計單位、或相關工程之施工紀錄以作為施工參考。另工址週遭環境、交通條件，施工基地大小等均應實地清查，尤其是施工區域是否為船筏之水道或經過，是否發生過抗爭，等等，均會影響工程施工及造成施工問題。

2-3 沈陷預測

施工過程中應時檢測方塊碼頭之沈陷量，並防止不均勻沈陷，在正式吊排方塊前應先試排一段，以評估沈陷量，並決定是否適當的提高基礎高程或增加冠牆厚度以因應方塊吊放完成後之沈陷量。此部份是影響施工及完成面，在施工各階段高程校核亦是工程檢核之重點，須能符合設計規範。

2-4 方塊碼頭工程項目所用材料

2-4-1 塊碼頭主體、基礎

壁體為構成重式碼頭之主要部份，故須有充分之強度，以抵抗外力作用，壁體除可採用場鑄混凝土外，一般設計均採用預鑄混凝土方塊、空心方塊再回填料等。

2-4-2 背填料

重力式方塊碼頭背填料若採用良質之石塊、碎石或礫石作為背填料時，可減小作用於碼頭壁體之土壓強度。使用良好透水性、良質回填料時可減少牆背之土壓力，其原因如下：

- (1)質地良好的背填料，其材料之摩擦角大，相對牆背摩擦角大，所造成之土壓力為小。
- (2)殘留水位、滲入水均可迅速排降。

因此施工時應注意背料之質地，尤其水力回填料之種類對於施工時造成之土壓力效應效果。重力式碼頭若採用良質之石塊，碎石或礫石作為背填石料時，可減小作用於碼頭壁體之土壓強度。

2-4-3 冠牆(上部結構)

於設計上部結構冠牆時，應考量各種附屬設施之安裝，必要時應預埋安裝附屬設施之基座。於進行上部結構設計時，須

考慮作用於繫船柱、防舷材等之作用。於進行結構安定檢討時，船舶之拉力及衝擊力可視為異常狀況處理。此部份須注意在拋石基礎施工時與預估沈陷時之差可能造成之冠牆淨高度減少。造成使用上之安定問題。

2-4-4 附屬設施

重力式碼頭附屬設施主要為下列各項：防舷材、繫船柱、輪檔、給排水設施、階梯、爬梯、夜間反光標誌、繫船柱編號。機電配合設施，如預留給水坑、人孔、電力箱、變電設備。以上諸多設備，均須預先埋設及預留未來之設置空間，在施工計劃時即須注意，是否能如期配合，避免遺漏，並避開衝突點，防止事後變更設計，產生破壞性施工。

三、造成施工問題原因探討

1. 自然環境影響之施工問題

在港灣工程中，受外在天然環境影響施工之因素均為施工中必須考量之重點，如使用海上施工，海氣象條件，是否適合航行，風力過大問題。

1-1 海氣象物理因素影響施工問題

1-1-1 潮汐

在天文上海水又受日月之引力影響而發生潮差及潮流以及受

其他因素之影響等等，因而造成現在洋之動態特性，港灣水域中水位的變化主要受到天文潮作用，其成因為受天體的引力作用生成。其對陸地及其他構造物產生了許多交互性的影響作用，有如侵蝕海岸，漂砂等等作用，對港灣工程在施工過程中產生之相當影響，如防波堤受海浪之拍打、海流之沖刷，漲退潮之淹沒等。

1-1-2 波浪、海流及潮流

港灣工程中，波浪為常見之外力因素之一，而除天文潮汐作用外，尚有因氣象因素而生成海水位變化之氣象潮，及因地震而引發之海嘯。在港內由於航行船隻所引起之波浪大小，端視航行船隻大小及航行速度，航行密集程度、距工址遠近、衰減程度而言，波浪對方塊吊放，水面組模、鋼筋組立施工均有影響。

1-2 海水化學成份影響所產生之問題

1-2-1 海水中之化學成分

港灣工程中混凝土材料使用普遍，不論場鑄式混凝土澆築，或預鑄完成準備日後吊放海水面下位置，其過程中及完成後均無法避免與海水接觸。海水中之硫酸鹽、氯離子等會影響鋼料、混凝土等材料之耐久性，這些化學侵蝕所影部份，

無法於短期幾年內顯現出，大部份均為需經長期二三十年之慢性影響，使混凝土劣化。最後造成碼頭混凝土之使用壽年之縮短問題。

1-3 地質及水文影響所產生之問題

港灣工程中，建造方塊碼頭時應注意的是當地位之地質及水文可能引發帶來之問題，探討於下：

1-3-1 地質形成之歷史對施工造成之問題

一般稍具歷史之港灣港口，均可能位在河流區域及河口位置，依其對外貿易所需而發展形成。這些港口在作開發或更新之工程，即須注意，因河流流程經過集水域時將泥砂等物搬運至各流域段，通常粗重之粒料、砂石即沈積在流速較緩段，一般為中下游，於接近海口時，因水流出口斷面加大，流速變得更緩慢，細粒料、沈泥、淤泥、漸漸沈澱，可能形成軟弱之粘土層、沈泥層等等，加上不定時之洪水作用等，形成複雜之地質史。

1-3-2 供設計用之一般地質調查資料與現況之出入問題

由於一般之地質之調查所得之資料在為點孔線條狀之資料，在某些情況下，地下探查即使在謹慎而盡責工作下，亦僅能

對自然地下狀況提供一大概輪廓，因此在地質複雜及沉積環境不規則之區域，地質鑽探鑽僅能顯示該孔附近之地質狀況，尤其是鑽探資料各點間土層之差異很大，時即應注意。

1-4 施工、監造組織(廠商)及人員

經由現觀察得知，許多的營造商均在得標後才聘請第一現場之監造及施工人員，其最主要的目的無非在於節省成本。由於市場競爭的關係，並不能保證每家營造商均能順利標得工程，因此其如何節省施工人員人事成本負擔，也成為各家之問題。許多的廠商，均無固定之組織，相對之下也無專業之水準，如採新進人員無經驗，則成本低。因此施工現場所面對的是一個臨時組織及施工人員，在無經驗背景下，面對一複雜之碼頭施工條件，其施工問題發生之機率及處理成本比一般有組織有經驗營造商來的高，其間接的造成業主、監造單位重大負荷及成本上之損失，不但未達發包節省經費，又得面對承商無力完成工程，須解約、罰款、訴訟、再發包、工程完成期限不可預期等等，但這樣的問題，也使得在施工中之業主、監造單位是必須大費周章去因應，但其所得之效果實在有限，這也是公共工程大環境下所必須思考、因應、

解決問題。

2. 人為及外在環境因素影響產生施工問題

2-1 社區環境影響所產生之問題

社區環境影響所產生之問題，不外乎對其食、依、住、行、育、樂所造成之衝擊，這些問題若不謹慎小心應對處理，由一般之事件，最後演變成民代判入之政治事件。其結果不止是影響工程進度也影響日後碼頭之使用營運。

2-2 政治環境影響所產生之問題

不同政黨執政，其施政理念也會對各種施工條件造成影響，目前，其中都市計劃、下水道工程、港區週邊聯絡道路、環保事項影響較為明顯，均會直接或間的對工程造成施工問題。

2-3 船舶廢水、油污有害物等影響施工之問題

此部份在施工中以影響組模、方塊吊放，拋石水下整平、施工、查驗、照相及錄影存証等所造成問題較大，其中以對潛水人員之傷害造成生理上的不良影響，模板及鋼筋組立後受水位波動、潮位波動等將油污附著在鋼筋、模板、埋設物之表面，造成清理上非常困擾之問題。而水下施工必須克服問題之一的是水中能見度的問題，如施工區域水質混著，能見

度不良，必會對施工品質有所影響。

3. 人為內在環境因素影響產生施工問題

3-1 組織及制度問題

施工問題之發生，在各種不同單位上依其制度、組織、權責之規定，會反應出不同的結果，有些會成為問題，有些不會構成施工問題。最常見的是組織及功能、會計制度、審計制度、工程驗收、施工請款、保固等。在現今社會上，民主意識高張，在實際施工時，承包商面對甲方概括式之權利主張，常衍生抗爭情事，動則委請民代、上級單位、調查單位，請其對承商本身主觀、或客觀意識所不認同之制度面各方之問題及規範，提出挑戰。

3-2 施工過程相關人員對各項制度認知問題

施工過程中在業主規定之作業流程上(詳圖三)，常會發生一些認知之問題(如送紅包可能加快辦理腳步，或即可跳過審查階段、避免不良問題曝光等)。這些因素及問題大部份成因均可能依施工者之經驗、知識、權益等主觀等認知之偏差所造成，因此在各方之立場迥異狀況下，常常造成溝通問題、及誤解問題。

圖三中實線是本局一般工

程施工中承商、監造、業主(三方面之關係)虛線部份是在最常見承商在遇及施工問題除了與現場監造單位之溝通協調外，通常均會先考慮採取最短之解決路徑，即可能取道業主，找關係如找有執行權者、設計單位等能代表業主承諾之人員。經由這樣之方式，常常造成各方之認知不同，也易形成了權與責之混淆不清之情事。

3-3 施工及管理問題

3-3-1 施工計劃

在施工計劃擬定中，首先面臨的是工期問題，在擬定之施工進度網圖應詳實推估，否則工程項目之執行，往往與施工網圖脫節，造成不一致，須常常修正，如此對日後雙方計算工期或展延會造成爭議。又如工程為跨多年工程，該網圖即成為主辦單位之編列預算之依據，如進度比預定快，則可能發生該年度超額進度部份面臨無錢支付。太慢了，即造成工程進度落後，當年度工程預算經費支用剩餘過多，須辦理保留預算，並使甲方面臨預算執行不力之問題。

3-3-2 方塊碼頭施工介面整合問題

方塊碼頭施工時常要考慮到銜接現有(舊有、新完成)碼頭，或者兩工程不同承造商之間介面整合問題，這些問題常導致

工期之問題，一方如無法如期配合完成，則另一承造商則須等待，或需變更設計等，如此除了雙方施工成本遞增外，完工工期也受到影響，相對的碼頭營運啟用時程也受到拖延。

3-3-3 方塊碼頭施工區域

方塊碼頭最不好之施工條件在於舊河口。由於環境變遷，河流已不再是清清水，取而代之的是都市工業廢水、家庭廢水、因此沈泥、污泥、充斥河底。又由於施工之工區臨接社區，相對之預鑄混凝土方塊製作、可供存放之空間顯得狹小，因此往往要向外借用臨時之施工用地，因而造成施工管理、施工安全管理相對的較具複雜。且面臨污水時在水下、水上施工人員均會受到水質的影響。時常發生能見度差，而且潛水人員也必定受到傷害。

3-3-4 方塊碼頭其他未能考量事項

設計未能考量之事項，一般均為不可預期及突發狀況，如颱風、洪水、地震、戰爭等等所造成之施工過程損失等，這些事項在於施工廠商應透過保險來因應解決。

3-3-5 方塊碼頭施工機具與工程項目工作性配合問題

施工時如何選擇適當施工機

具，是一個項重要的問題，在一個案例中，乙方在浚挖基礎時其施工計劃中採用抓斗挖泥船，但有經驗之工程司則強烈建議因設計水深不深，可採大型挖土機作業，唯承商未採納。但承商經使用抓斗挖泥船施工一段時間後，才發覺效率上不儘理想，遂即改採大型挖土機取代抓斗挖泥船作業，其結果效率即刻提升。事後乙方檢討結果得知，施工方式浪費船機之動員費又損了之部份工期，實得不償失。此一施工問題常常發生，不得不慎思之。參考圖五、六。

3-3-6 方塊碼頭施工規範之問題

規範之訂定一般均為通盤考量下所定出，如遇特殊情況時，除可預期狀況下另予考量訂定特別規範外，其餘均需視為無法預期之狀況發生，而須依實際狀況採取變更設計。但另一重層面是規範之解釋問題，一般當契約規範在各材料、施工階段中之整合界面均會產生相互影響，如何處理這樣之施工問題，除考慮合法外，尚須注意合乎設計功能。

在實例上具爭議的部份為方塊排列之規範標準，由圖六顯示方塊碼頭排列施工過程中之示意，基礎是不平整的，此時均會遇及方塊間距最大容許範圍

規定解釋及施工標準檢驗問題。如圖1，當容許方塊碼頭基礎拋石高程有正負容許誤差時，其大小也直接影響上層方塊之排列容許標準。因此工程人員對此種規範應小心研處。

3-3-7 漏砂問題

方塊碼頭除冠牆，其底下之方塊均以堆疊方式排列，而在之完成表面大部份已位於水位以上。其漏砂之情況為濾布破裂或疊接處被拉開，而濾布破裂的發生除材質本身之劣化外，在施工過程中可能遭到破壞，或遭塊石銳角穿破，也可能因回填砂及其上方鋪設級配、瀝清混凝土層時受到振動壓實之力量而引致穿破。再經水流由方塊間隙帶出。因此在施工排置背填石料鋪設濾布、回填過程均要小心檢查，濾布是否有破洞，碼頭法線海側予以水下檢查是否有漏砂、岸肩有無局部沈陷發生執行。

3-3-8 監造、檢查驗人員權責問題

監造單位其主要工作為負責解釋設計圖說及承包商疑義、審查承包商所提施工計劃書、進度、施工圖並協助辦理必要的變更設計。水下檢查，是本項施工品管之重點，其目的是經由此手段使施工品質完全達到設計要求，唯檢查申請及排定檢查時間、檢查結果之發佈、合格與否之判定。這些在執行

上，均會造成雙方認知差異，檢查之標準，均會影響檢查結果。因此水下查証之項目應依契約規定，先予確認，檢查方式應先提出，供受施工單位、監造單位研討以期達成共識。檢查作業流程及時間亦同，避免影響施工作業及後續作業項目，造成時間、成本增加。

3-3-9 檢查驗結果之解讀

檢查驗結果之判定亦須有授權者方能執行，除監造人員外，量測、檢查人員，試驗人員應只作量測結果之數據、量測值之品管負責，結果之判定應為監造人員予以認定。否則非執行契約之非監造人員，因其對規範不了解，易發生引用錯誤、擴大解釋、或解釋不當，引起爭議問題。

3-3-10 方塊碼頭施工品質

施工品質是決定工程品質好壞之一環，故在施工過程中須採品質管制之手段，其項目一般為材料品質管制、施工過程品質管制、驗收品質管制。各級品質系統之工作，工程人員應清楚了解，才不會將方向誤導，造成施工人員執行品質保證系統，監造人員執行工程品質管制，這樣的情況也常常發生，如承商完成組模，未先行自主檢查，即申請甲方分段查驗，或直接請監造人員檢查，以規避其職責。

3-3-11 設計條件與現況施工條件不符

會造成設計條件與現場施工條件不符之原因如下：

- (1)地質變化太大。
- (2)設計時間與施工時間之時間延遲因素，如設計考量可能在在冬季施工、因某些因素致延至在夏秋季施工，因此其可能經歷颱風季節，相對增加了海事工程施工風險、施工安全管理等成本。
- (3)市場價格變化。最明顯的是砂石風波，如政府命令及規定。設計時，並未發生政府嚴格管制禁採砂石命令，施工時時即苦無料源。石料之供應。最常碰及的施工問題是，設計時市場到處均可買到，發包後施工時卻缺料。
- (4)施工期間法令修訂造成問題，最明顯的例子是營建空污費之實施，環保監測之規定、海洋污染防治法。造成浚挖、棄土困難，且須另變更設計、編列預算。

3-3-12 施工工區邊界條件之影響。

此項之施工問題如下，主要為新舊之交接面之施工問題，這一類之施工問題，工程人員應能事先了解發生之原因，於設計、施工中妥予列入施工計劃重要項目中。

3-3-13 施工時之增減材料問題

(1)浚挖回淤之施工問題

而如浚挖土方及拋石厚度，均是依現場收方之現地高程與設計完成面間之差，在此所要注意的是海床高程會隨時間變化，其原因為淤積、或侵蝕、搬移等，因此在施工前一定要先進行收方，收方後不可隔太久再施工，如隔太久後再施工，或施工浚挖後隔太久雙方才會同收方，均會造成數量增減之爭議。

(2)沈陷造成之施工問題

沈陷預估是方塊碼頭施工過程所必碰及之施工問題(請詳表一)，在部份拋石層完成後，施工者應先採一段試排疊方塊，預壓一段期間，於該段期間觀測其沈陷量與時間之間關係，即可實地的估算出其他部份之可能之沈陷量，而預留其沈陷量之空間。

(3)石層增減作引伸冠牆增減作之施工問題

碼頭完成面之冠牆高度為一直線，並達設計高，在施工過程，方塊均為預鑄混凝土塊，在控制沈陷量項目中所預留之沈陷量空間，如實際上部份段落並未發生預期之沈陷量時，則會引致冠牆設計高度會依實際情沿減少，相反的冠牆淨高度會增加，或引致整個碼頭岸肩須提高

。因而在這衍生之增冠牆淨增減問題，究應採何方向考量較為嚴謹，仍為施工人員應注意之施工問題。

3-3-14 數量計價、變更設計之施工問題

計價是施工廠商重要之權益，除依契約規定不得請領工程款之外，應依規定將完成數量計價予廠商。以避免因廠商因資金周轉不靈而波及工程之進度及衍生其他法律之問題，困擾施工及監造人員。工程數量應於平日時刻甲乙雙方應隨時核對計算式及施工數量。較常見之問題者為請款之時，雙方對數量之認可發生歧見，而致辦理請款耗費時日，或致怨言、刁難之說等情事發生。

3-3-15 法律問題

許多問題面臨雙方各持己見，無法解決。或面臨不公平契約、競爭之事項，須訴諸法律途徑，這經由法律徑之審判，可避免圖利他人之問題，但面對是，承包商動則訴諸以法，往往對業主造成成本增加及完成期限不確定結果。

四、結論

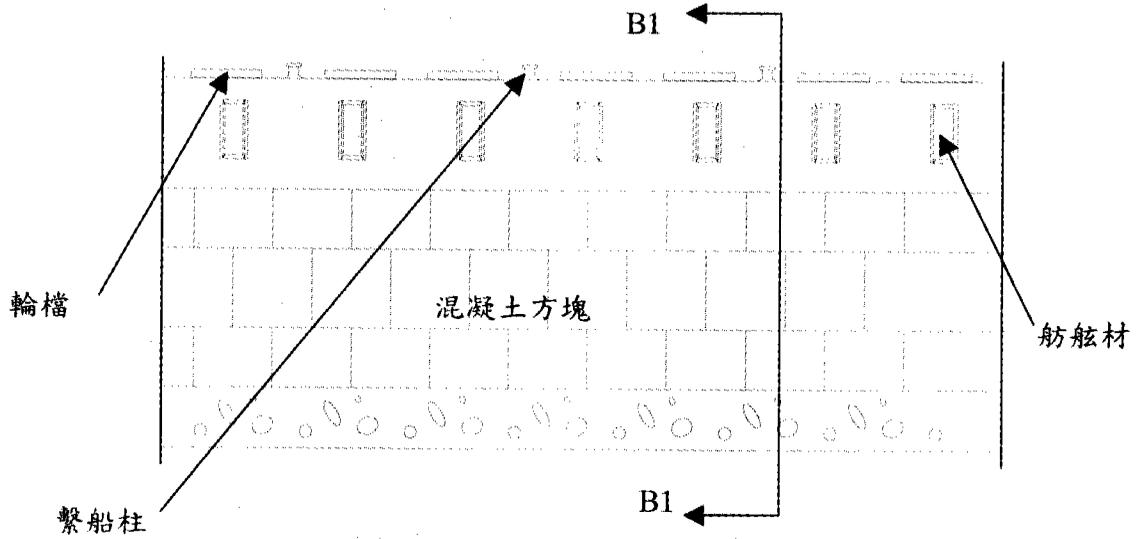
1. 港灣工程其面對的施工環境是多變的，不論在海氣象，在人文、社會、經濟的大環境下均會對工程施工造成影響，甚至造成施工

問題，這是現今工程施工所不能忽略的許多因素。

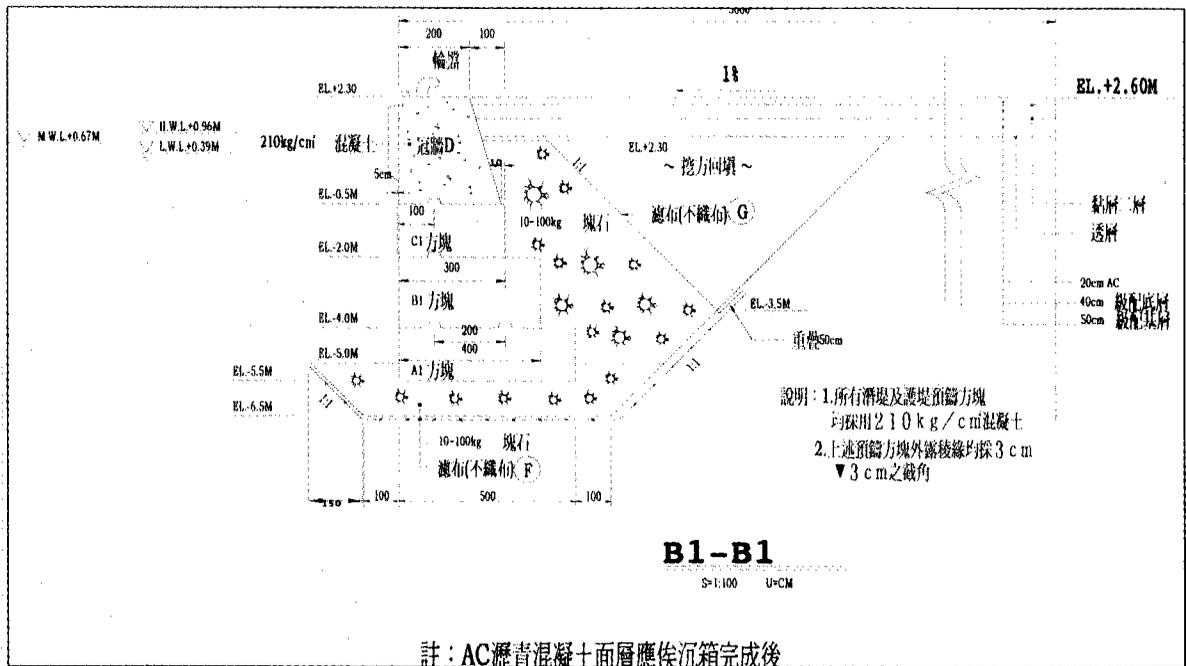
2. 施工問題之發生不外乎內在環境及外在環境因素之交互影響，由於環境變遷港灣之開發不再是單純工程技術問題，其與週邊之環境、社會均會產生交互影響，在施工過程中如無法發生良性互動時，即會衍生問題。
3. 方塊碼頭施工技術問題涉及對施工管理制度及施工者之心態。因此往往因各自本位主義，而衍生施工問題。因此施工標準之建立，除了考量品質要求外，更須考量現地環境條件配合，工程人員應隨時提出建言，供施工標準之修訂參考。
4. 許多施工問題均具隱性，因承商沈默而未突顯，但並不表示施工問題並不存在。
5. 工程施工過程中累積各種專業知識，將之有系統地建檔、讓沒有經驗的人來接手時，只要參考各種有關的工作檔，就可立即依表檢核執行工作。

五、附錄及參考文獻

- 1996.01 八十五年度港灣大地工程研討會
- 1995.04 海洋環境下工程品質與施工技術研討會論文集
- 1996.10 湯麟武 港灣及海域工程
- 1993.09 潘國樑 應用環境地質學
- 1999.10 交通部-港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明

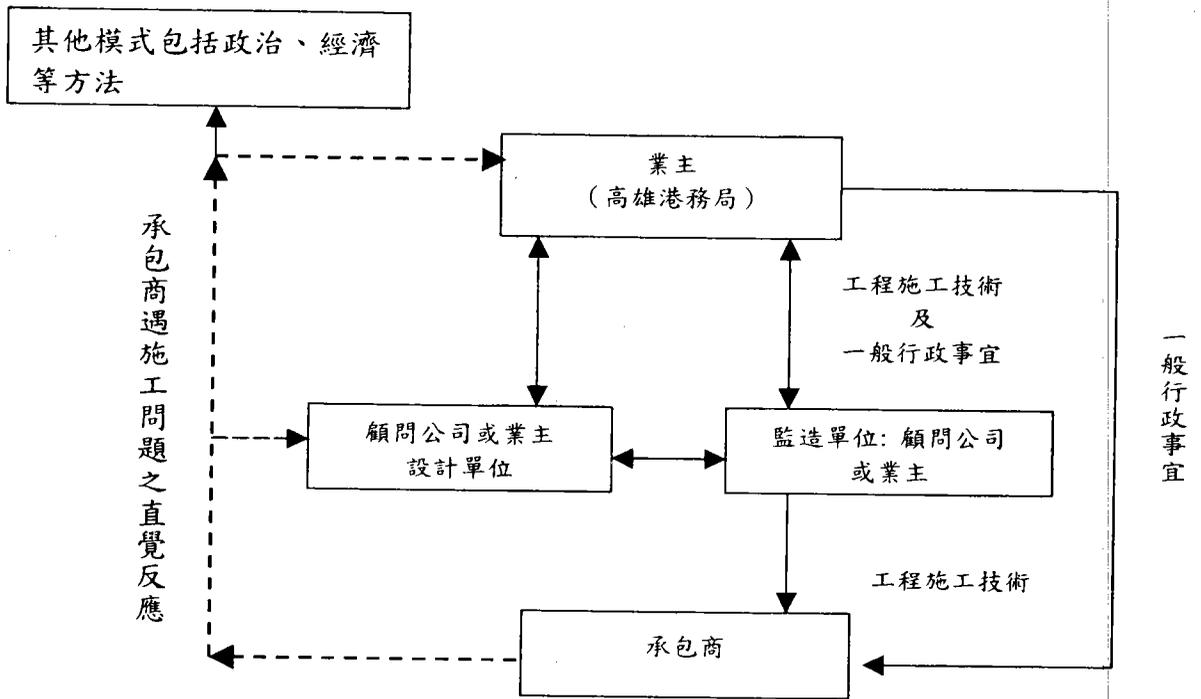


圖一 是一段方塊碼頭之立面

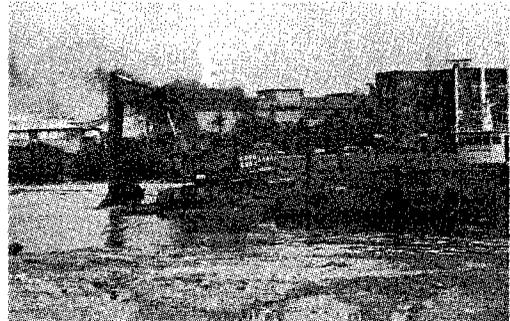
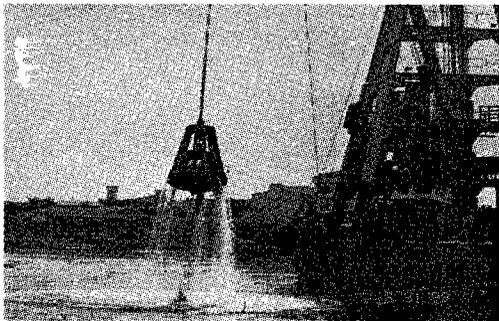


註：AC瀝青混凝土面層應俟沉箱完成後

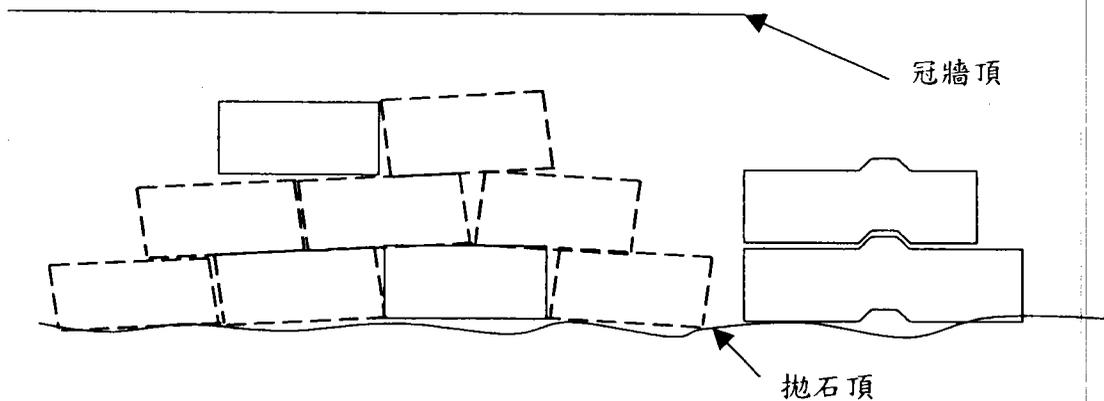
圖二 為一方塊碼頭之示意斷面圖



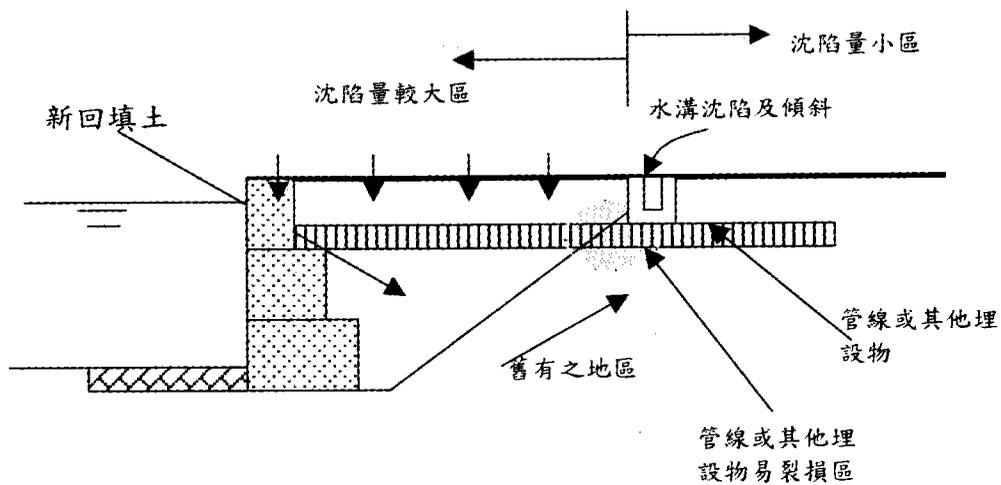
圖三



圖四、圖五 同一工程同一工址，前後不同之施工機具



圖六 拋石基礎平整度與方塊排列狀況示意圖



圖七 方塊碼頭施工沉陷示意圖

表一 沉陷造成之施工問題

項目 沉陷分類	彈性沈陷 或即時沈陷	壓密沈陷
一、原因、結果及說明	<ol style="list-style-type: none"> 1、塊吊放時於短時間內即發生。 2、不均勻沈陷：地質局部不均或拋石基礎未密實整平。 	<ol style="list-style-type: none"> 1、為土壤之性質之一。工程完成後，時間越長，沈速率越低。 2、不均勻沈陷：地質局部不均或拋石基礎未密實整平。
二、衍生問題	<ol style="list-style-type: none"> 1、方塊與方塊間隙變大。 2、高程檢核時與當初吊放時高程不一。已完工部份未符設計值、施工承商須重新吊放方塊。 3、如背填石料已完成將導致背石料填料間之濾層可能發生撕裂，發生漏砂。 	<ol style="list-style-type: none"> 1、完成面高程隨時間之增加而降低。 2、岸肩路面可能引致變形。 3、如背填石料已完成將導致背石料填料間之濾層可能發生撕裂，發生漏砂。

「船舶通航服務」系統的應用與發展

陳文樹 郵政研究所研究員

一、VTS的起源演進暨推展

船舶通航服務(VTS, Vessel Traffic Services, Services另有業務之意,指所有的配備設施和管理措施,範圍較System更加廣泛)係上(廿)世紀九〇年代以來推出問世的海事創新科技領域,對於在近海位置區航行、特別是進出港域船舶的指揮調度、安全航行有甚顯著的裨益,各港埠管理機構極為重視並大力裝設應用的系統。若論此一構想的肇始,則容可推進至八〇年代初期,而各使用機構或事業則視其需求層面,亦有將VTS作進一步的特定用途,各稱為VTMS(Vessel Traffic Management Services,船舶通航管理服務,亦有將Traffic譯稱為「交通」者)、VTAS(Vessel Traffic Advisory Services,船舶通航諮詢服務)或VTMIS(I為Information之意,船舶通航管理及資訊服務)者,唯仍可涵蓋於原先廣義的VTS之內;另國外則亦有專家係將VTS視為Vessel Traffic System的縮寫,相對的則將VTS譯稱為「船舶通航系統」,無論是否可較船舶通航服務更

貼切,均無礙其本意和溝通,拙文則仍譯為船舶通航服務,以下則大都逕以VTS簡稱之。

雖然VTS之詞彙以及結合電腦共作自動控制的設施係在廿世紀後葉方告出現,但早在1948年英國利物浦港裝設雷達站以協助引水人引導船舶進出港灣的情形,已可謂是具備現代化型式的VTS了;1951年美國加州的長堤港裝設與極高頻(VHF)通訊器具結合之雷達,俾可明確掌握船舶位置並與之直接通訊的作法則更往前邁進,嗣後十餘年來此等設施不斷的創新、進步良多;1981年,國際燈塔機構聯合組織(IALA)在身為IALA創始國之一的加拿大之呼籲下籌設一VTS組暨培訓部,而加拿大也在其國內的海岸巡防學院(coastguard college)開立相關課程;約莫同一時期,英國的倫敦港著手應用電腦科技展開在泰晤士河航道的通航管理,通航管制站得隨時和船舶暨海關聯繫,此際以電腦設施控制的雷達系統已可在顯示幕上清晰的顯現出船舶的方位,並逐步擴展到全不列顛的諸港口。翌(1982)年,歐洲經濟共同體(EEC,

European Economic Community,現已擴大為歐盟)即致力於歐洲水域的海事合作,俾減低船舶的碰撞及擱淺事件,進而提升船舶的海上通航(marine traffic)效率,該合作方案被訂名為COST 301(Committee On Science and Technology, Project 301)。COST 301開啟了頗具潛在優勢的海事模擬測試研究領域,旨在以模擬實測方式探究如何促進船舶在海域上和港域內安全迅速的航行。

1993年由英國等四個西歐國籍海事專家合組的小組在法國集會,制定一關乎VTS基本運行方針的最終草案(final draft),復歷經兩年的研議,國際海事組織(IMO, International Maritime Organization)在1995年通過了上述草案,並促請麾下的會員國政府依據其國內法、和經其認可已告可行的國際法,在領域內裝設是項系統,同時轉知所屬國籍船舶加裝通聯設施、並配置有能嫻熟操作相關設備的通訊人員,以便裝有VTS的港埠管理機構確能和航行於海上的船舶密切聯繫。同年(1995年)十月,歐洲共同體十二個會員國暨北歐國家的代表齊聚於布魯塞爾,討論包含資訊傳輸範疇在內的VTMIS會議,挪威、瑞典、芬蘭及冰島四個北歐國並分別就其被授權,從事統籌規劃VTMIS之聯通方式、同時時間內多點傳呼、領航暨港埠管理以及訊息收受回報...等項目、包括在北海和波羅底海諸海域從事模擬測試之研究成果,提

出詳實的報告,歐洲共同體諸國並陸續採納推行。

稍後援採此一構想的美國則由其國家研究協會(National Research Council)成立一研究群,曾特別就斥資裝設此一先進系統,在提升通航安全和入出港效率方面的利益進行評析,確認效益良多,宜於全國各港域普遍裝設。現全美則已有逾廿處的港域裝設有可完全自動操作的VTS,部分港域係逕屬聯邦政府管轄且不向使用者(即船舶)收費,部分港域則由公/民營的機構管理且在收取入港費用時併向使用者加收此項通航服務費。1996年4月,在鹿特丹港主辦的第八屆國際VTS研討會上,曾就以下四大項目訂立有極高的標準--

- ※VTS的國際共用標準應更擴大發展應用,並將各國限制航行水域和境內航道如何應用VTS列入考量,針對各種特定需求設置操作規則;
- ※VTS的操作程序、特別是將愈趨普及的自動化程序,尤訂立出嚴明的規範;
- ※應發展出國際性的資訊聯通標準,使得陸上系統和船舶得在資料連結互動設施(Interactive data-link)的連通下妥善運作;
- ※應使用模擬化的科技設施,審慎明確的訓練VTS操作人員。

然而,並非所有的VTS俱是裝設於港埠機構內或全由港埠機構管理,就其監管的範圍來區分,則有海岸帶(coastal land)、河口區

(estuarial land)和港埠區(harbor)三類，例如位於英國和歐洲大陸之間的多佛海峽(Dover Strait)即是由英、法兩國共設的海峽航行管制署(Traffic Surveillance Authority)監管，而採行市港合一制已有多年的瑞典哥特堡(Goteborg)港內所設的VTS，則是由屬中央單位的國家海洋委員會(National Maritime Board)監管；當然，在台灣則是由各港埠單位自行籌建管理，像數年前高雄港務局便建置一完備的VTS系統並全權自管，用以裝設VTS設施的白色塔樓還儼若港邊地區著名的新地標哩！

另須強調者乃是，在各港埠斥資裝設此一先進的通航管理系統之後，往常船舶出入港埠之際須亟仰賴「引水人」以人為技巧操控的作法，則可大幅調變而進步至猶如飛機起降機場、悉聽航空站塔台之調度指揮般的，改以VTS管制員的指示和駕駛艙內之艙表顯示為主要依憑，引水人或船長個人視聽感官上之判斷將不再是最重要的倚恃，且若港區適有濃霧瀰漫或適逢噪音擾耳，亦得仰藉此一科技系統的應用而照常駕駛船舶，無庸停船等候。過去，英國的倫敦港在秋冬時節屢因「霧害」而須下令港區內船舶停止行進，或船舶在緩行時亦須不斷鳴笛示警的情況，現俱已因裝設VTS系統而大有改善。

二、相關方案與操作演練

VTS係建立於一確已印證可

行的技術基礎，足以達到首段所曾述及的各種目標，雖然它係按照各國管轄領海和港域的法規以運行，但在海運通航方面仍有共構共通的成效，畢竟它是昔時歐洲共同體所具體促成的理念。多年來，歐洲共同體暨日後的歐盟亦曾授命任務小組(task force)從事和VTS有密切關連的專題性研究--諸如TAIE(Tools for Assessment of VTS and to Increment their Efficiency，VTS的評核要點暨效率增生)、VTMIS、FARGIS (Fairway Geographical Information System，即全球航道資訊系統)和MOVIT(Mobile VTMIS using Innovative Technology，即VTMIS的可移動改良科技)...等。尤其是在最近甫研究發明問世的模擬機組(Simulator)，旨在運用最新式(state of the art)動態模擬軟體科技，使亟欲裝置此等設施的部門得以如同沙盤推演般的預先進行螢幕上的逼真實測，且亦得用於日後的教學演練，而模擬機組功能之良窳，則亦和TAIE方案息息相關，蓋客戶經由與真實狀況吻合--如航行問題、實際船運負荷及操作流程...等的動態測試，認為可行而願意引用是項系統，方可使VTS更有效的推展實施。

VTS或VTMIS系統既可為建構於高聳的管制台內，也可如MOVIT之結構者然、組裝於一屏隔行動車(shelter)上而自成一工作站(station)，或被視之為一「自控機組單元」(autonomous unit)。後者具機

動性，其本體煞似一「貨櫃屋」，內部設置有數部電腦設施、感應傳訊配備，外部則架裝雷達探測設施 (radar antenna)，...工作站得以吊車或直升機載運至適當工作地，像是河海岸邊、堤防水壩頂緣或高拔建築物的屋頂，還可視狀況固定於連結車的車板上方，而可由其車頭拖運至適當場址停放，針對停放地周圍海域的船隻往來而從事船舶通航管理，如附圖一。上述的工作站可搭配發電機或蓄存有足夠容量的電瓶組以獲得所須之電力，而可拆卸或摺疊並易於組裝的雷達設施得以桅桿架高，並依最合適的方位架裝於工作站屋體的頂端或側方，同時以高傳輸性能的電纜線連接至站內的電腦配備上去，對外則發射出VHF、HF...等的電波，以探測到船舶所在位置且逕以通訊設備聯繫調度。若欲更週全的考量，工作站體尚可裝設各類的氣象感測器具 (Meteorological sensors)，諸如濕度計 (Hygrometer)、風力計 (Anemometer)...等，並按規章在合宜的環境下裝配使用，使該MOVIT組體發揮最佳暨安全無虞的工作效能。

三、國外之應用實例

領海幅員廣汎的美國，VTS的裝設數量自然是居全球各國之首，不但是其濱大西洋、太平洋和墨西哥灣的重要港埠幾已皆裝設完成，連在五大湖區、俄亥俄河（密西西比河上游支流）和阿拉斯加州的格

拉安港...等水域岸邊也都裝置有VTS系統，茲以舊金山沿海劃設的航行管制區 (RNA, Regulated Navigation Area) 為例說明如下。本設施係在1986年時因有油輪和漁船在舊金山灣相撞、肇致三名漁船船員喪生後不久而迅速裝妥的，整個系統的控管範圍係以Tilapias山丘（在金門大橋北邊約十英哩）為中心點，向外劃出38.7海哩、幾可涵蓋整個舊金山灣的中部海域，若朝向東端的海域內部則可劃進Napa河流域和溯河直上加州首府--Sacramento的航道，以及與Mare島連接之高士威大橋下的水道，此係美國西部領海區足可與長堤港埠通行區比美的船舶密集通航區。倘值每小時的十五分和四十五分，即會將管制區內大型船舶的位置、航向及船速標定出來，並傳示相關資訊予可和VTS中心連通訊息的船舶，嗣後十餘年則未再發生具危害性的船舶碰撞事故。

北歐的芬蘭現有兩處的VTS中心，一處位於首都--赫爾新基的濱海區、另一處則位於濱Archipelago海（南歐的希臘係濱於與其同名的另一Archipelago海，中語譯稱愛琴海，然則以南歐者較有名）的諾佛市海岸邊。前者是在1996年10月啟用，係由赫爾新基港務局負責操作管理，管轄範圍為芬蘭灣水域和波羅底海連通的Kustaamiekka海峽航道；後者--即Archipelago VTS則於1998年啟用，管轄範圍為芬蘭西南境域的海灣水域。近年內芬蘭並將

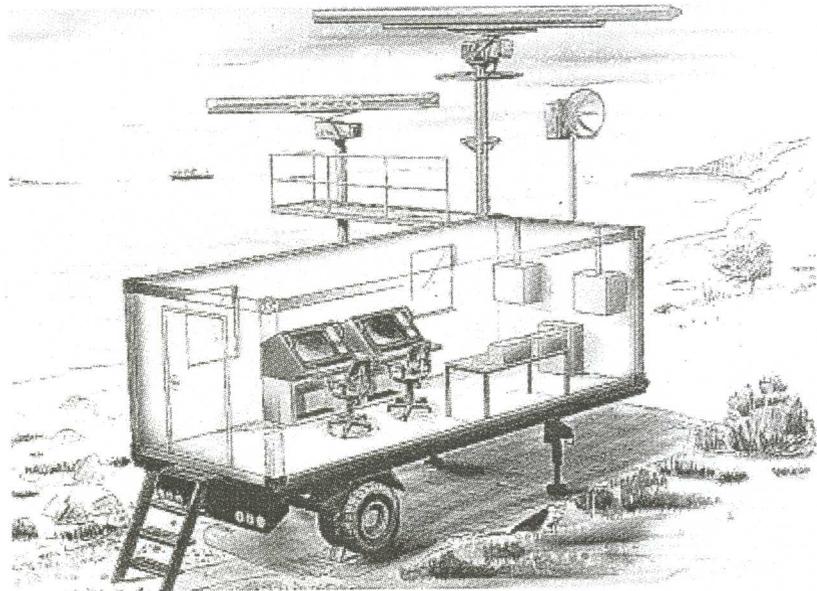
陸續建置兩座VTS系統，俾在芬蘭灣和其領海所涵括的波羅底海水域（海岸線係自Kaskinen至Tornio之間）從事船舶通航服務。船舶進出VTS的管轄區係以極高頻(VHF，註)和VTS中心聯繫，而其所在位置和方向則是由與電腦設施相連的雷達監控，得在已標定有航道、通行點深度的顯示幕上顯示出來。VTS中心可隨時將與通行有關的各種訊息諸如通道深度、鄰近區的船舶通航情形...乃至於天候概況傳知予船上，並可指引船長或引水人以最適切的速度行進或在最適切的位置下錨。

日本係依據其「海洋通航安全法」和「港灣法」而建置VTS系統，如以現所存在且營運已逾六年的「船舶通航諮詢服務中心」(VTAS)為例，所管理的範圍計有東京灣、大阪灣、名古屋港、...關門海峽（位處於本州下關和九州門司之間的海峽，是連通日本海和瀨戶內海的水道）等六個區，係以在岸邊上的二至三座高性能雷達蒐集得到資料、並經電腦分析演算成為有用資訊後，即將訊息傳予該VTS範圍區的

相關使用者，乃藉由極高頻或中頻電話或傳真等媒介，立即將訊號傳(MF)通訊器具、電腦連線設施、送予航行中的船舶、海事部門和漁事產業組織；而傳遞的訊息內容則計有當地船舶行進動態、大型船舶航行計畫、漁汛、天候概況、氣象警訊、海上災厄、疏濬構建工事、海難救護...和其它對確保船舶便捷航行有效的資訊。

吾國高雄港基隆港已於民國八十九年先後完成該VTMS系統的建構，包含興建管理塔台及購置自動控制系統，高雄港暨吾國官方航政單位係稱之為「船舶交通管理系統」，至於台中港等其它的國際、國內港埠亦將於近幾年內先後安裝完成。

註：VHF極高頻電波之頻率係
• 30~300 mega赫茲，波長則相對的較短、係1~10公尺，蓋電磁波的速度等同於光速，而波速則為頻率和波長的乘積；至於MF中頻波，頻率係300~3000 kilo赫茲，波長則為1km ~ 100m。



附圖一 在一屏蔽室(SHELTER)內的 MOVIT 工作站
(本圖載自 movit.e-motive.com/project/... 電腦網路)



附圖二 日本「船舶通航諮詢服務中心」的 VTAS 管制台
(本圖載自 www.kaiho.mlit.go.jp/e/shigoto/... 電腦網路)

液化防制地質改良工法檢討

李延恭

土木工程技師

一、概說

九二一地震發生迄今已將近兩年，地震造成毀滅性的災害仍活生生的留在我們的記憶中，部分因地震破壞造成的斷垣殘壁、山崩地裂等災害景象仍留在原地，似乎在提醒大眾不要忽視大自然的威力。

集集地震導致中部廣大地區發生地面噴砂、大規模地盤下陷、建築物沉陷側傾，尤其台中港區更因地震造成沉箱碼頭外移、碼頭後線地區坍塌噴砂等災害，更使液化現象及液化導致之嚴重後果廣受國人重視。

由於台灣西部沿海地區大都屬現代沖積層或抽砂回填層，土質疏鬆，土壤壓密固結尚未全部完成，其地質特性本來就屬液化潛能較高地區，再加以基礎土層若未做適當處理，一遇強震即有可能發生液化造成重大損壞，故西部沿海地區液化分析及液化問題防制對策極為重要。

土層液化防制主要目的在減少液化對結構物、運輸系統和維生管線等的影響，為達到上述目的，其

主要步驟包括：

1. 評估液化潛能
2. 評估液化影響
3. 決定有效的抗液化防制對策
4. 評估防制對策之效果

上述1、2兩項國內已有許多專家學者進行研究，並有多篇論文發表，在此不再贅述，本文擬就液化防制對策有關地質改良工法進行探討。

二、液化防制對策概說

2.1 液化防制對策原理及分類

學理上液化防制可簡化分成防止液化和減少地震時液化對公共設施的損壞等兩個層面來探討。

液化防止可藉著增加土壤循環不排水剪力強度、改良對變形之抵抗強度或讓孔隙水壓消散等方法來達成，可以改良下列因素來達到土層抗液化的目的：

- (1) 提高土壤密度
- (2) 不產生液化的最適顆粒粒徑分佈
- (3) 土壤顆粒結構的穩定性
- (4) 低飽和
- (5) 超額孔隙水壓急速消散

(6) 截斷從液化區傳遞過來的超孔隙水壓。

(7) 增加有效覆土壓力以降低剪應力對有效覆土壓力的比值。

(8) 地震時盡量減少地層的剪應變。

液化防治原理和方法整理如圖一所示，茲說明如下：

密實工法(Densification)係藉由增加土壤的密度以改良地層對液化之抵抗，本工法係前述第七項因素之利用，即土壤在密實後可增加水平土壓力。

土壤置換工法(Soil replacement)是將可能液化範圍內的沉積砂，以性能較佳的土壤加以置換，此與土壤顆粒分佈有關，礫石即經常被用來作為置換之材料，礫石材料高透水性，可急速降低孔隙水壓，為上述第五項因素的作用。

固化工法(Solidification method)可視為前述第三、六、八等三項因素的應用。

降低地下水位可達到第四項及第七項，減少土壤飽和度及增加有效覆土壓力的目的。

第五、第六項為地下水壓消散工法與排水系統之安排方式有關。

剪應變束制工法在降低地震時的剪力變形，以防止液化發生，某些方法容許液化發生，但以增加基礎結構和地層土壤強度，以避免液化發生時降低基礎地層的承載力和增加上舉力。採用撓性結構容許與土層變形一致，亦是防止沉陷使結構受損的方法。

三、日本液化防治地質改良工法執行情形

根據日本土壤力學與基礎工程學會(JSSMFE)在1985至1990年間，對日本全國液化防制對策進行問券調查結果說明如下：

1. 各種改良工法之應用及數量統計

圖二和圖三為日本國內各種抗液化地質改良工法之應用及數量歷年變化情形，資料顯示地質改良工法之應用有逐年增加的趨勢，而改良工法中以壓實工法和地下水消散工法佔最大比例。

2. 處理的結構和環境情況

圖四為各種地質改良工法應用於不同環境的情形，資料顯示在靠近現有結構物範圍內進行地質改良的個案最多，其次為空曠不受限地區，都會區則壓實工法應用較少。

3. 欲改良土層之性質

圖五為不同分類土層應用地質改良工法之統計結果，壓實工法應用於海浦新生地土質改良的時機最廣，幾佔2/3，圖六為地質改良前原地層標準貫入試驗N值分佈頻率範圍，地質改良對象以標準貫入試驗N值在2至10的土層(特別是4至6之間)最多，圖七顯示細料含量在30%以下進行地質改良的比例最多，尤其細料含量在5%以下者改良佔最大宗，主要係利用孔隙水壓容易消散的原理。

圖八平均顆粒尺寸在0.1至

0.2mm的土層進行改良最多，圖九顯示原有土層的液化抵抗因數 F_L (liquefaction resistance factor) 壓實工法在0.6至0.7之間、孔隙水壓消散工法在0.7至0.8，其他工法則在0.5至0.6之間。

4. 地表加速度和改良標的

圖十顯示設計採用的地表加速度頻率分佈情形，設計地表加速度範圍集中在180至200 gal間，根據本中心推測921地震時台中港區地表加速度值約為160gal。

N值較常被用在評估地質改良效果之參考指數，一般將改良效果目標N值定於14至16間。

孔隙水壓消散工法最大孔水壓比以0.5為改良目標。

固化工法將改良後之無圍壓縮強度提高至0.9至6.0 kg/cm²間。

5. 改良範圍

一般改良程度視液化抵抗因數 F_L 而定，如果改良範圍涵蓋整個砂土層，常用壓實工法。如果僅改良部分深度，則可視實際情況選用壓實工法或水壓消散工法。

圖十一顯示一般壓實工法和水壓消散工法改良深度在8至10m間，最大地質改良深度有至40m者。

砂樁壓實工法有26至28m之實例，振動導桿工法(Vibro-rod method)最大深度18至20m，震動揚實工法一般改良深度在12至14m間，而動壓密工法最大深度在8至10m間。

圖十二、圖十三顯示改良範圍

擴散角 θ 分佈範圍一般在20至40度間及50至70度間，視設計標準及改良技術而定。

6. 各種地質改良工法特性

根據問券調查，採用壓實工法的主要理由為其改良效果較為可靠，此在實際地震發生地區，已得到印證，故應用最廣。採用孔隙水壓消散工法之優點為其低噪音，低振動，和對鄰近結構影響較小等，而震動揚實工法除了上述理由之外，對鄰近結構物之影響較小及經濟等因素亦為原因之一，總結各種液化防制工法特色說明如下：

(1) 密實工法

- a. 廣用於大面積的海埔新生地
- b. 壓實砂樁改良工法，用於數量較大的改良範圍
- c. 仍有很多情況使用於鄰近現有結構物。
- d. 擴散角 θ 值在20⁰至40⁰間，及50⁰至70⁰間。
- e. 地質改良前原地層平均N值在2至10間
- f. 改良前原地層細料含量在0%至30%間
- g. 壓實砂樁改良深度最深，其次為震動桿工法，震動揚實法，動壓密工法，震動搗實工法等。

(2) 孔隙水壓力消散工法

- a. 廣用於都會區
- b. 地層震動設計方法同上
- c. 改良前原地層平均N值範圍同上
- d. 細料含量較上一工法少，平均

顆粒尺寸較上述工法大，亦即本工法較適用在高透水料地區，一般較少用在細料含量在30%以上及透水係數值小於 10^{-3} cm/s

- e. 孔水壓力比值要求視實際情況而定
 - f. 擴散角 θ 值視實際情況而定
 - g. 體積壓縮係數在0.001至0.0175 cm^3/kgf 間
 - h. 地震振動週期 t_d 在6至40秒間
 - i. 改良範圍同上一工法
- (3) 其他工法之特性
- a. 有許多情況可應用在都會區或鄰近現有結構物
 - b. 固化工法經常用於地下結構
 - c. N值、平均粒徑、改良前原土層細料含量等與密實工法同。
 - d. 無圍壓縮強度 q_u 值在 0.9至6.0 kgf/cm^2 為固化工法改良之標的
 - e. 固化工法 θ 值與營建工法有關
 - f. 目前連續壁改良工法最深為40m

四、選擇液化防制地質改良工法應注意事項檢討

密實工法是最可靠的工法，因為其改良效果最為有效，Yoshimi(1990)指出本工法可改良土層之韌性(ductility)，故此工法防制液化效果最佳，但其缺點是噪音和震動，如何在執行本工法時能保有低噪音和低振動，為將來之研究重點。

砂樁壓實工法、振動桿工法和振動揚實工法係在鬆軟土層中形成砂和礫石柱，可改良較深的土層，

而動力壓實和振動搗實工法費用較低但土層改良深度有限，且與細料含量成反比，地下水位高時效果亦差。

孔隙水壓消散工法用在低噪音和低振動情況，因為不能增加土層之密度故此工法不能改良土層之ductility，且有可能產生殘餘沉陷，故改良周圍土層密度可彌補其不足，孔隙水壓消散工法和壓實工法之主要差別是前者有很多參數會影響設計，藉著排水安排以防制液化，如果土層透水性低或體積壓縮係數太大，要特別注意排水功能降低或阻塞。

固化工法因其低密度和低噪音之施工環境為抗液化最有效的工法，但要注意其工程費用及使用的穩定材料對週遭環境的影響。深層攪拌工法在現地深層攪拌，有可能經處理的土壤不液化，但周圍土壤會液化或部分液化而致剪應變抵抗降低，而有格柵效應目前仍在研究中。預拌工法穩定材料預先和土壤攪拌，要了解穩定材料化學性質對四周環境的影響。

置換工法是最容易施工的工法，但只適用在欲改良的土層是極狹窄或局部性區域，因為所須改良的材料體積龐大，且置換之良好材料仍須加以壓實，如果地下水位太高時亦需要同時進行排水工法。

降低地下水抗液化工法主要原理為降低欲改良土層的飽和度，以增加有效覆土壓力，此工法可改良較大區域，但要注意因地下水位降

低導致之地層下陷問題，地下水位降低工法係排水和截水同時進行，利用點井或深井抽水，再視當地情況，利用集水溝或導管使其自然排水，且須長期保持抽水狀態。

連續壁改良工法係改變土壤的抗剪應變狀態，其目的係在營建施工時利用連續壁體截水，例如鋼板樁可利用在結構周圍或其下面以防止土層液化。

一般抗剪應變工法很少單獨使用，常須配合其他工法如降低地下水位工法一起使用，由於本工法尚有許多問題待探討，故仍在研究階段，尚無具體實例。

結構體液化防治工法係加強結構體本身的稜度或改良其穩定性，例如採用撓性結點等，本工法缺點為設計載重不清楚，量化評估不易等。

液化防治工法的選擇，最主要的目的在增加結構或其承載層的強度，例如樁基、當在平常情況為減少容許沉陷同時須防止液化時，最容易設計，因其可不考慮地層之影響，但不經濟。

當結構防治工法不適當時，應調查適當液化防治的土質改良工法，若僅考慮液化防治，因其可靠度應首先考慮密實工法，根據地層狀

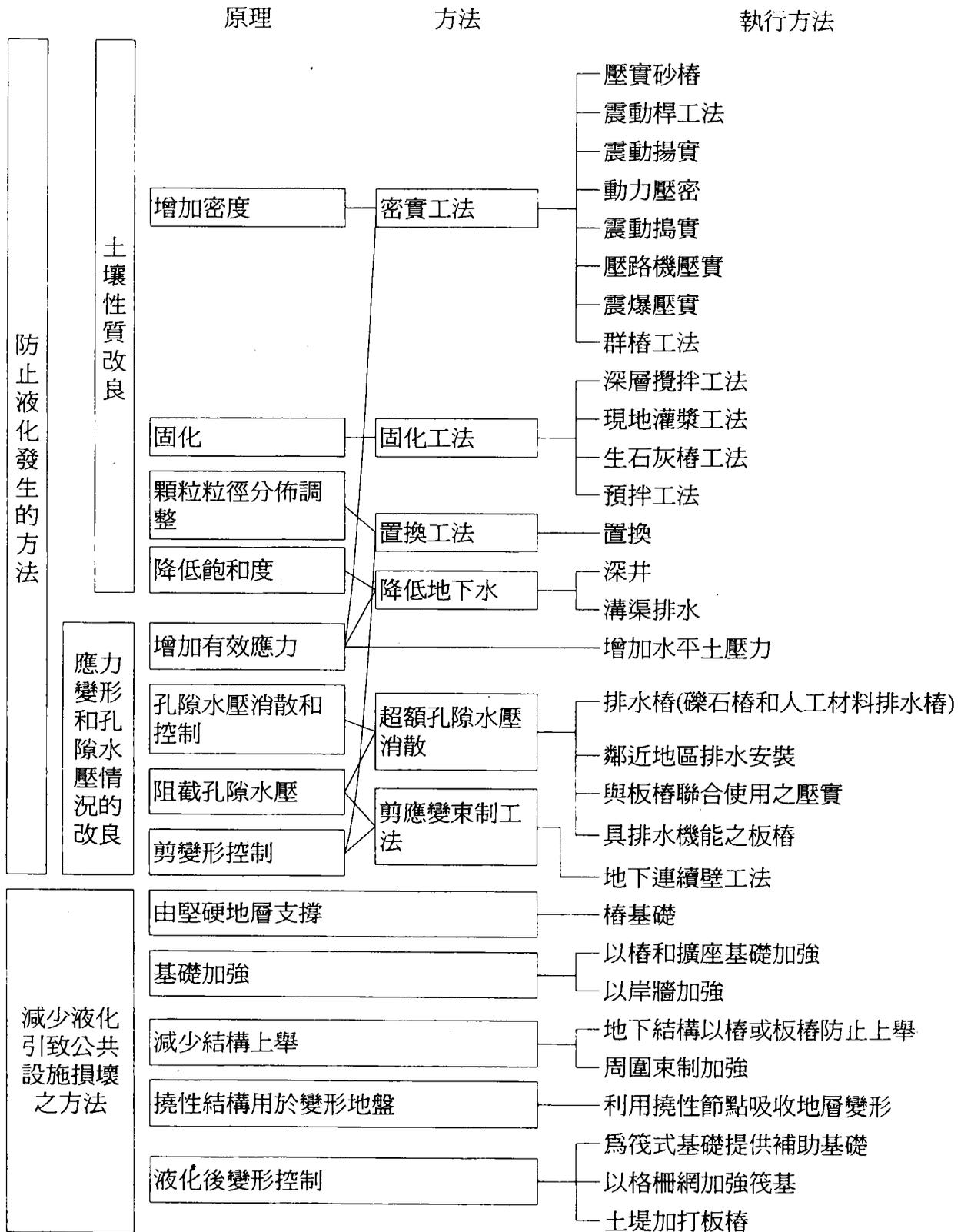
況、改良深度、及對鄰近環境之容許噪音和振動要求應考慮壓實工法。

若經濟及環境考慮許可，固結工法是土質改良極佳的工法，此工法在正常情況下不僅可有效提高承載力、降低沉陷量且可防止液化，其他如置換工法、孔隙水壓消散工法、降低地下水工法、增加側向壓力工法、控制剪應變工法等，均應由其優缺點、問題點及經費等加以比較考慮。

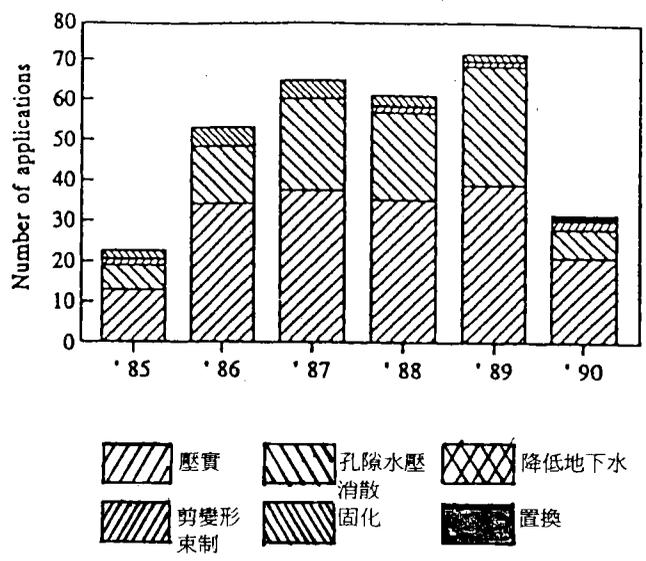
五、結論及建議

921地震過後，液化造成的工程災害，已經是工程界必須面對的問題，液化防制對策過去在國內並未受到太大的重視，目前常被使用的液化防制工法各有其優缺點，國內仍有極大的研發空間。

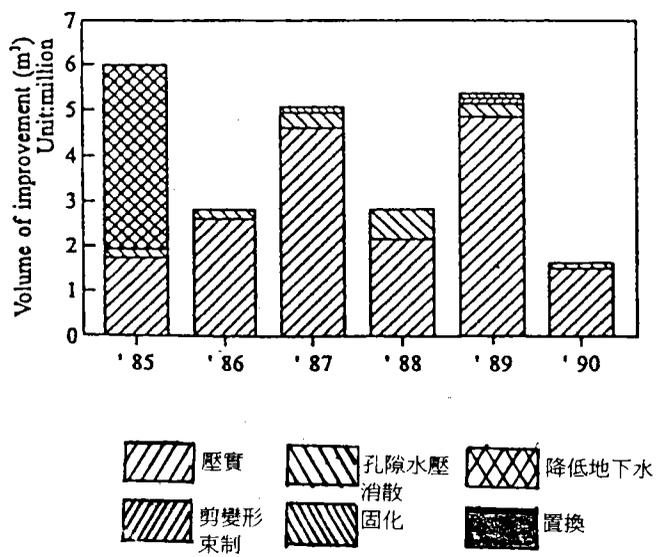
本文針對日本國內液化防制地質改良工法實際應用情形，做一概括的描述，由於液化防制地質改良工法的選擇必須考慮費用、功能、結構型式、地層情況、環境影響、執行可靠度及是否容易施工等條件，每一工程個案均有其個別條件的考量，如特殊地層、局部性差異、工期及施工經費的限制等，必須就其優缺點詳加比較才能決定採用最適當的工法。



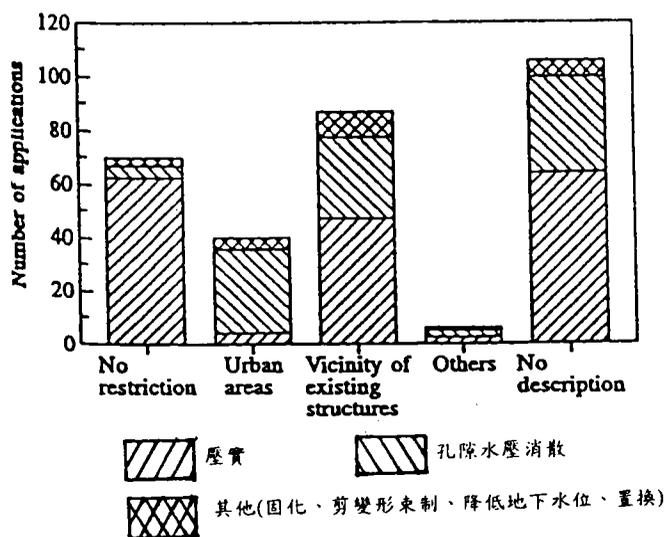
圖一 液化防制之原理和技術



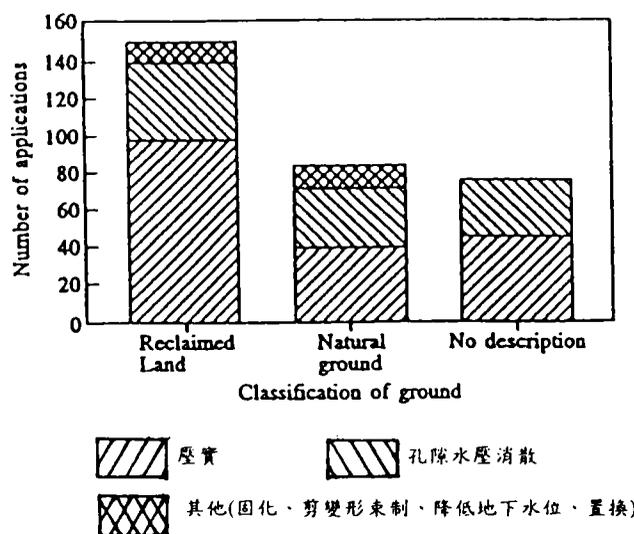
圖二 地質改良工法使用情況數量統計



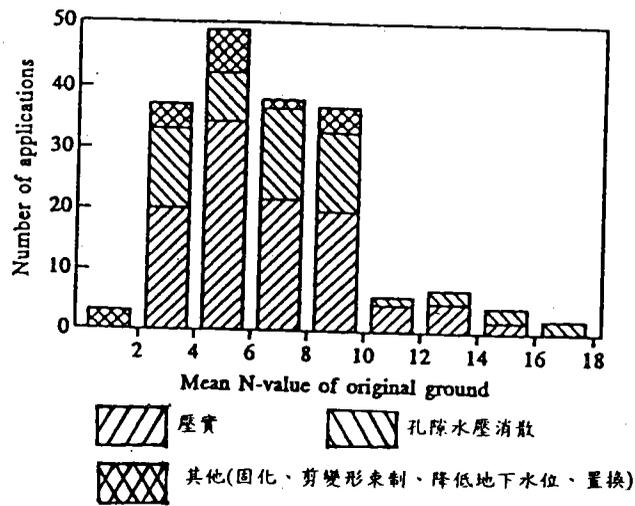
圖三 地質改良工法使用情況體積統計



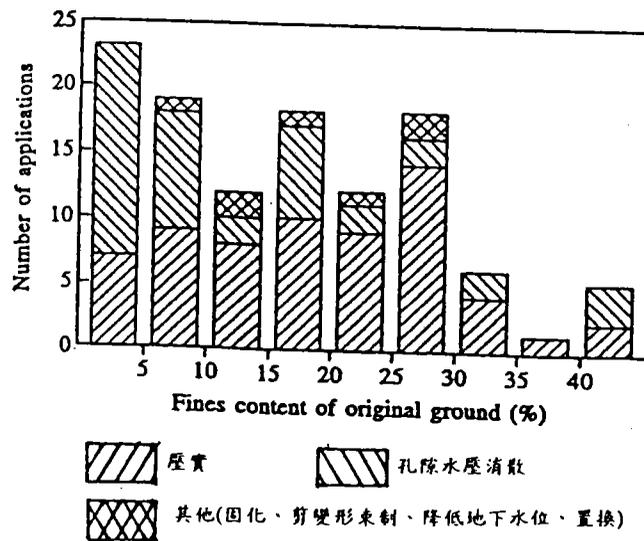
圖四 地質改良工法用於不同環境情況統計



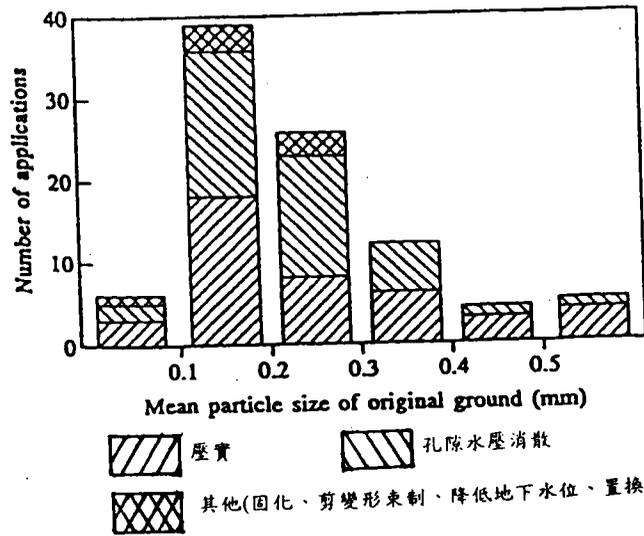
圖五 不同地質改良土層分類統計



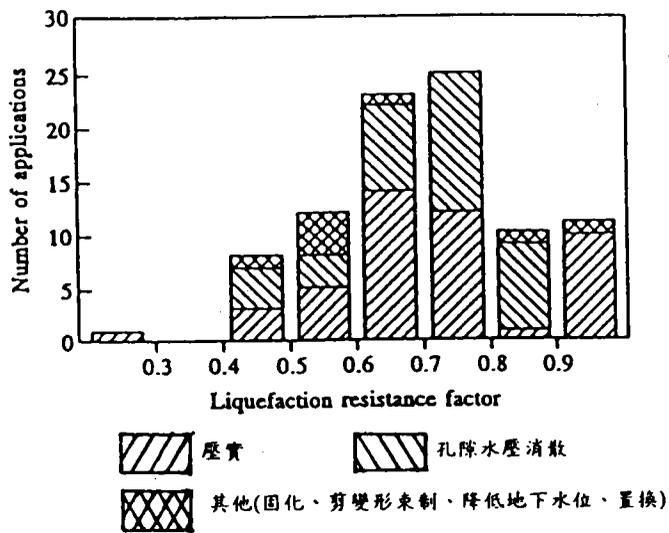
圖六 地質改良原土層 N 值分佈情況



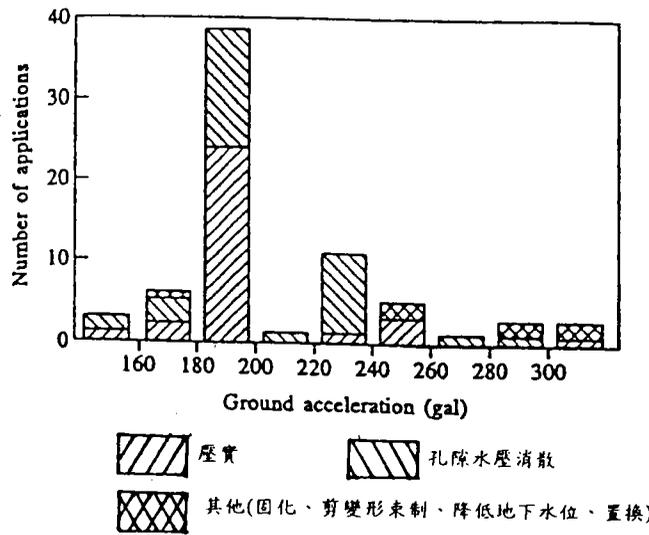
圖七 地質改良前原土層細料含量分佈情況



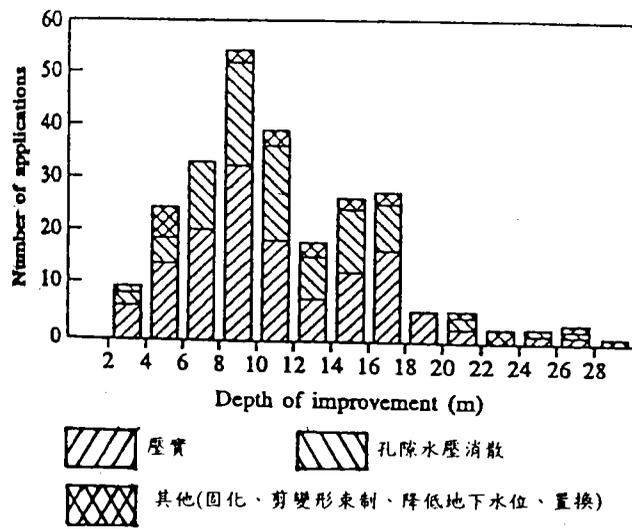
圖八 地質改良前原土層顆粒平均粒徑分佈情況



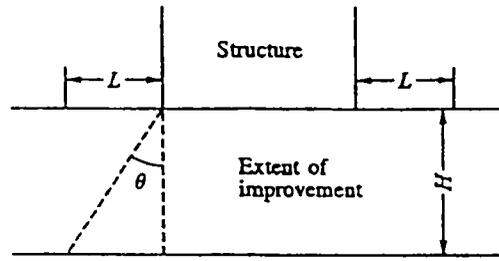
圖九 地質改良前原土層液化抵抗因數分佈情況



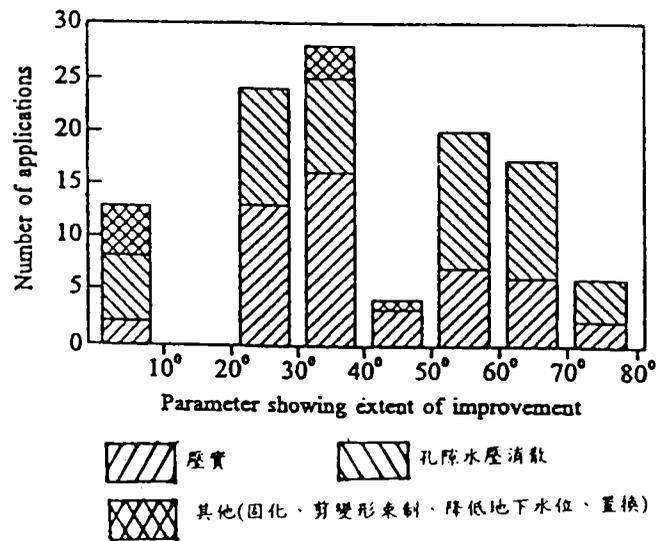
圖十 地質改良前原土層設計地表加速度分佈情況



圖十一 地質改良深度分佈頻率



圖十二 地質改良範圍相關參數示意圖



圖十三 擴散角分佈頻率統計

國際海運現況與發展趨勢分析

王克尹 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員

一、全球貨櫃運量之發展

海運貨櫃化運輸不僅造成全世界之運輸革命，同時配合複合運送作業，使得服務範圍從以前港到港(port to port)服務擴張至戶到戶(door to door)的服務，因此海運貨櫃運輸對於國際物流運送合理化之進展，具有舉足輕重之角色。

根據國際貨櫃化雜誌年報(Containerisation International Yearbook)歷年統計數據得悉，1990年全世界海運貨櫃運量由8,559萬TEU，上升到1999年之2億130萬TEU，由於突破2億紀錄所以得謂正式邁入『2億TEU時代』，2000年比前年增加6.6%為2億1,460萬TEU，2001年則較前年增加8.1%為2億3,190萬TEU，所以未來全世界貨櫃運量仍呈現穩定上漲之趨勢。

然而，Clarkson與KMI所公布全世界港口貨櫃運量之發展現況與展望數據顯得較為保守，依其統計預測1990年貨櫃運量為8,559萬TEU，上升到2000年之1億8,200萬TEU，若與國際貨櫃化雜誌年報所發佈之2000年之2億1,460萬TEU相

較，足足相差3,260萬TEU，但是無論是前者或後者研究報告表示對於未來全世界貨櫃運量發展仍持樂觀看法穩定中成長之。(如表1所示)

二、國際主要貨櫃船公司運能

根據NYK海運研究室發表2001年全球前20名船公司之船舶艘數與載運TEU數統計表顯示，2001年全球前20名船公司的船舶總艘數為1,690艘，總載運TEU數為3,833,375TEU，與2000年的3,408,498TEU相比較成長了12%，足見船舶載運TEU數仍呈穩定成長趨勢。

綜觀前20名船公司之排名，有了些少許之變動，倘從載運TEU數成長率在20%以上來看時，發現數家船公司名次向前挺進。譬如OOCL的成長率達45%頗為驚人，從2000年的95,796TEU提高到2001年的138,949TEU，名次亦由原先的15名上升到12名；其次是Hapag-Lloyd的成長率達30%，2000年的載運TEU數是91,295TEU，提高到2001年的119,028TEU，名次由16名上升到15名；P&O

Nedlloyd成長率為24%，從2000年的278,533TEU增加到2001年的345,055TEU，名次取代長久以來位居第二位之長榮海運；陽明海運的成長率為23%，從原先的88,525TEU增加到109,058TEU，名次為18名仍維持不變；CSAV成長率為20%，從2000年的91,245TEU提高到2001年109,580TEU，名次亦維持為17名。(如表2)

2001年全球前20名定期貨櫃船公司中仍以丹麥MAERSK/Sealand居首位，總共有238艘貨櫃船，總運能為596,422TEU比2000年的539,256TEU成長11%。第二名為P&O Nedlloyd的156艘345,055TEU。第三名為長榮海運公司的128艘324,874TEU與2000年相比成長率僅有4%，全球前20名船公司中亞太地區佔11家，顯示出亞太地區海運事業的發達與航運市場之重要性。

三、國際主要航線運量

依據英國海洋運輸顧問公司(Ocean Shipping Consultants)在近期公布有關全世界貨櫃港口的最新調查報告顯示，全世界貨櫃量將從1998年的188百萬TEU分別預期成長到2000年的218百萬TEU及2012年的417~491百萬TEU，特別是在2000年~2012年間貨運量將增加2倍，足見各區域別貨櫃運量將成穩定成長。

依全球各區域來分析其貨櫃運量時，則呈現若干差異性，茲分述如下：

1. 東南亞：貨櫃流通量預期到2000年增加為33百萬TEU；2012年是85~105百萬TEU。
2. 中國：貨櫃流通量將持續從2000年的38百萬TEU上升到2012年的84百萬TEU。
3. 地中海沿岸區：從2000年22百萬TEU增加到2012年的37~44百萬TEU。
4. 北歐：從2000年的33百萬TEU成長到2012年的53~57百萬TEU。
5. 北美：從2000年的30百萬TEU增為2012年的50百萬TEU。

伴隨著貨櫃船舶大型化與航商間彼此策略聯盟或併購形成，造成全世界之貨櫃船舶供給過剩，特別是在1999年中期以後這種現象更為明顯。特別是因亞洲金融危機造成亞洲國內經濟成長減緩與內需市場不振，更加深供需失衡問題產生。根據KMI(1999)分析世界定期船舶市場之供需推移與展望發現，1996年過剩運輸能力為7.3百萬TEU，2000年則擴大到68.8百萬TEU；1996年之供給過剩比率從4.7%，提高到2000年之27.4%。(如表3)

另依據2001年日本川崎汽船會社之統計研究資料指出全球遠洋全貨櫃船所經營的三大主要航線2000年之貨櫃運量統計如下：

(一)遠東~北美航線：

以越太平洋東向航線之貨櫃運量最大，2000年太平洋東向航線運量為655萬TEU，西向航線之運量為

308萬TEU，合計為963萬TEU，佔全球運量的27%，2000年遠東至北美航線仍為全球運量最大之航線。

(二)遠東~歐洲/地中海航線：

2000年遠東往歐洲航線之貨櫃運量為374萬TEU，歐洲到遠東之運量為200萬TEU，合計534萬TEU，佔全球運量的15%，為全球第二大之貨櫃航線。

(三)北美~歐洲/地中海航線：

2000年歐洲至北美之越大西洋航線貨櫃量為196萬TEU，北美至歐洲之貨櫃量為113萬TEU，合計309萬TEU，佔全球運量的8.7%，其餘澳洲航線、中東航線、中南美航線、非洲航線、印度航線之貨櫃運量變化不大。

由於近十年來，亞洲太平洋地區經濟逐年穩定成長，進出口貿易量亦呈現成長趨勢，向來為世界各主要定期班船公司爭取貨源之主要市場所在，因此以此經濟圈為中心向外輻射之遠洋定期航線，所佔船隊運能比率已達56%。

途經亞太地區之主要航線包括越太平洋航線的遠東~北美航線，和越大西洋航線的遠東~歐洲/地中海航線及遠東~澳洲航線。

四、國際海運發展趨勢分析

(一)定期船航商積極建構全球物流網路

儘管近年來世界定期船市場景

氣低迷，航商為搶奪市場以圖生存更形激烈。由於業者在海上所提供服務同質性高並無很大差別，因此積極建構全球物流網絡以為顧客提供高附加價值服務已經成為新型競爭策略。

根據Drewry航運顧問公司統計，全世界定期船市場貨櫃運量仍呈8.1%成長，反觀貨櫃船運能則增加12.5%，由於供給大於需求之故，不僅造成運價停滯不前，並且航商收益性亦受到打擊。

鑑於全球定期船市場上航商的海運服務同質性高並無多大差別，所以必須在港口與內陸複合運送方面，提供所謂「整合物流服務」來突顯彼此差異性。由於近來貨主對於供應鏈管理意識抬頭與國際經濟情勢之詭異多變，航商如何在世界主要港口設立物流據點，建構完整的「全球物流網絡」成為熱門課題。

Maersk-Sealand 透過 Maersk logistics 公司收購 O'Neil & Whitaker公司，完成國際運送、通關、貿易、倉儲、內陸運輸、資訊系統等活動，建構所謂「全球物流管理系統」。此外，Maersk-Sealand 投入所謂地區別的责任經營體制，負責處理世界主要軸心港之貨櫃場與物流基礎建設之擴充業務。

特別是NYK業已把物流事業視為核心事業，為因應綜合物流服務之需求，將海運、併櫃、航空、卡車、鐵路、倉庫等專門知識與經驗活用而成為所謂「複合解決系統

」來擴充全球物流基礎設施與物流業務。

COSCO則建立與中國大陸為聯繫的國際物流系統與強化物流服務能力，以追求成為綜合物流業者之成長策略。

(二) 貨櫃航商聯營化

海運業方面，近來因為航運市場供過於求運價低迷及顧客要求高品質服務日益高漲，迫使航商為降低經營成本及提高市場競爭力。過去航商間的運費同盟及共同聯營的方式已初具策略聯盟的雛型，現在航商為滿足顧客對於高附加價值的運送品質及服務範疇多樣化的要求，採行多元化的策略聯盟已是勢在必行。

對於航運市場而言，透過策略聯盟可獲得更多的利益。例如，日本NYK透過全球策略聯盟在棧埠、貨櫃集散站以及內陸運輸方面達成了高效率的運送服務、較短的運送時間、更廣泛的航線深度及廣度、較低裝卸成本和較強競爭優勢。同時，透過聯盟也可以提升運送人在分攤船舶及設備的資本投資、對於港口的分派有較佳的協商、成本控制、規模經濟及綜效方面的利益。然而託運人以因策略聯盟得到更佳的一次購足服務（one-stop services）及較低運價。事實上，貨櫃航商的聯營通常是基於環境與經營策略的需要，因此，當經營環境與航商之經營策略改變時，合作的夥伴亦將隨之改變，經過多次與不

斷的改變，目前全球貨櫃航商策略聯盟共有六大組織，分別為：

1. 大聯盟（Grand Alliance），包括 Nyk/Tsk、Hapag-Lloyd、P&O Nedlloyd、OOCL及MISC等五家貨櫃航商。
2. 新世界聯盟（The New World Alliance - TNWA），包括 Mitsui-osk、NOL/APL及Hyundai等三家貨櫃航商。
3. 由 Hanjin/DSR - Senator 與 Cho Yang Line所組成的聯合聯盟。
4. 由 Maersk與 Sea - Land組成的聯盟。
5. 由 K-Line、陽明海運與 Cosco組成的聯盟。
6. 長榮/立榮海運成為全球六大貨櫃海運聯盟組織。

上述聯盟的態勢能維持多久也很難預測。但可以確定的是，無論無何變化，定期貨櫃航商進行策略性聯盟的需求會隨著貨櫃船裝載率的下降而更迫切。

(三) 船舶大型化

航商為求能增加載貨容量及降低單位運輸成本，船舶大型化因應而生，據專家指出由2,500TEU的貨櫃船轉換為6,000 TEU的貨櫃船，每一航次可節省450萬美元；截至2000年底，已約有85艘配置6,000 TEU以上的貨櫃船加入營運；此外截至2000年第二季建造船舶中，又以上的貨櫃船居多，約佔總建造船舶的53.4%，一旦這些船加入市場營運，5,000 TEU級以上的超巴拿馬

極限型貨櫃船佔貨櫃船比例將提昇為16.86%，成為未來海上貨櫃運輸市場的主流。

目前營運中最大容量的貨櫃船為鐵行渣華所屬7,000 TEU級、全長300公尺的現代化貨櫃船，而未來船舶大型化可能發展如何呢？根據國外專家針對定其航線航商所做的調查結果顯示，有54%航商認為未來貨櫃船將不超過10000 TEU(為8000-10000 TEU)，但15%認為2020年可望突破14000 TEU。

依據Drewry航運顧問公司之統計資料至2001年五月止新造船定單數量約173萬2仟TEU，以新造船型來看，4,000-4999TEU之船型約佔現有船隊之比率上升到47.9%。5000-5999TEU之船型約佔現有船隊之比率為64.6%，而6000TEU以上之船型約佔現有船隊之比率高達184.9%，如表4所示。世界貨櫃船隊之成長率在1999年僅有7.5%為過去十年來最低之成長率，而2000年底之全貨櫃船艘數為2650艘，船舶運能為4.9百萬TEU，與1999年同期相比成長13%回復到1990年代中期貨櫃船隊因受德國賦稅誘因之影響而大幅成長之狀況。如果將佔有20%船噸之非全貨櫃船(半貨櫃船)之運能加以計入，則2000年貨櫃船之運能為6.08百萬TEU比1999年的5.44百萬TEU成長11.8%。貨運量方面，由於美國景氣興旺、亞洲購買力恢復、歐洲經濟成長之緣故，所以世界三大航線之貨運量依然堅挺。此外，船舶大型化亦是一種趨勢

，2001新造船竣工量有54%為超過4,000TEU，現在以5,000-7,000TEU船型為主流時代。

就現有貨櫃船隊之組成結構分析，未來超巴拿馬極限型貨櫃船將更為盛行，預期超巴拿馬極限型貨櫃船佔全球貨櫃船隊總艘數之比例將從2000年的15%成長到2002年的25%(1,514,000TEU)，目前2001年超巴拿馬極限型貨櫃船之訂單總共有132艘運能為801,236 TEU。

(四)航線軸心(Hubbing)化

由於貨櫃化運輸發展結果，全球貨櫃海運航線已產生主航線(Trunk Routes)及支航線(Branch Routes)之不同配置，在主航線上因航程較長，乃配置較大型母船(Mother Vessel)，而其連接的港口稱為軸心港(Hub Port or Pivot Port)，即通稱為轉運中心(Load Center)；而支航線因航程較短且港口分散，多配置小型集貨船或飼給船(Feeder Ships)，用以集貨至轉運中心，轉接母船。由於主航線上配置的母船愈來愈大，而使航商有減少彎靠航線上港口的趨勢，一般而言，集貨船可裝載800TEU至2,000 TEU不等，而母船則逐漸朝向5000TEU以上大型化發展的趨勢。

(五)港口深水化

由於貨櫃船長300公尺與滿載-14公尺規模的船舶，已然成為貨櫃船營運的主力，世界各大國際港為了滿足這類超大型貨櫃船的需要，紛紛提出深水計畫，以香港為例，

香港九號碼頭水深設計即以-15.5公尺的水深為標準；此外，紐約港亦斥資12億美元濬深航道水深達到-15.2公尺，以符合超大型船的水深要求，確保美國東岸樞紐港的地位。

(六)港口樞紐化及效率化

在船舶大型化之情況下，航商為考量營運成本及經營效率，航線軸心化隨之產生，即主航線(洲際航線，航程較長)及支航線(區域航線，航程較短)之配置營運，於主航線上配置母船，以突破過去固定航線多港彎靠之經營模式，而由子船從事區域性之運輸服務，將貨櫃集結在樞紐港(或稱轉運中心)，再由主航線之母船穿梭航行於各區域樞紐港之間；由於主航線彎靠港口減少，因此每一彎靠港將形成樞紐港，未來亦可能出現四~五個超大型樞紐港。

(七)港埠服務資訊化

隨著資訊之發展，為提供客戶

更安全、便捷之服務，航商必需隨時掌握貨物及運送狀況，舉凡裝船時間、預計及時際到達時間，及貨物追蹤和動態等，適時提供予託運人或受貨人，而此皆有賴海運資訊之整合，如今已有相當多的大航商透過資訊系統，提供客戶追蹤貨物的服務。

有關資訊科技在港口之應用已日趨普遍與重要，各大港口主要資訊發展情形，包括：新加坡的整合性貨櫃場站作業系統(CITOS)，倫敦港的船舶交通管理資訊服務系統(VTMIS)，南漢普頓的群體網路服務(CNS)，Felixstowe貨物處理系統(FCPS)作業環境等，廈門港RBN-DGP通訊導航無線電指向標—差分全球定位系統，而未來國際海事組織(IMO)可能在2002年要求船舶配備自動辨識系統(AIS)，屆時港口之VTMS將與之整合。

此外，電子商務概念亦已引進港埠物流之領域，如新加坡Market Place新系統即為一例。

表1 全世界港口貨櫃運量之發展現況與展望

單位：千TEU,%

年 度	貨櫃運量	成長率(%)
1990	85,597	0
1991	93,646	9.4
1992	102,906	9.9
1993	113,212	10
1994	128,320	13.3
1995	137,239	7.0
1996	147,348	7.4
1997	153,979	4.5
1998	159,676	3.7
1999	170,050	6.5
2000	182,000	7.0

資料來源：Clarkson與KMI(1999.12)，2000年世界海運展望。

表2 2001年全球前20名船公司之船舶艘數與TEU數統計表

名次	船公司	2001年艘數	2001年TEU	2000年TEU	TEU成長率
1(1)	Maersk-Sealand	238	596,422	539,256	11%
2(3)	P&O Nedlloyd	156	345,055	278,533	24%
3(2)	Evergreen/Uniglor/LT	128	324,874	313,398	4%
4(4)	韓進海運/Senator	81	281,781	250,041	13%
5(5)	MSC	125	229,245	207,301	11%
6(7)	APL(NOL)	73	209,245	187,696	11%
7(6)	COSCO	119	200,656	189,933	6%
8(8)	CP Shipping Group	89	171,035	169,394	1%
9(9)	NYK/東京船舶	76	158,230	154,703	2%
10(12)	CMA-CGM/ANL	79	141,770	118,481	20%
11(10)	MOL	65	141,731	137,519	3%
12(15)	COCL	50	138,949	95,796	45%
13(12)	K-Line	62	135,120	109,886	23%
14(11)	ZIM	69	127,101	127,311	0%
15(16)	Hapag-Lloyd	33	119,028	91,295	30%
16(14)	現代商船	36	116,472	105,676	10%
17(17)	CSAV	60	109,580	91,245	20%
18(18)	陽明	45	109,058	88,525	23%
19(19)	中海	62	100,888	86,049	17%
20(20)	Hambg-SUB	44	77,135	66,460	16%

表3 世界定期船市場之供需推移與展望

單位：百萬TEU,%

	1996	1997	1998	1999	2000
年間總運輸能力：A	154.6	177.7	206.0	231.6	250.8
年間貨櫃物動量：B	147.3	154.0	159.7	170.1	182.0
過剩運輸能力：A-B	7.3	23.7	46.3	61.5	68.8
過剩供給率：(A-B)/B	4.7	14.3	22.5	26.6	27.4

表4 2001年五月全球新造貨櫃船訂單 單位：櫃量（'000TEU）

Containership Orderbook (at May 2001)

Teu Range	Total Orderbook ('000 teu)	Current Fleet ('000teu)	% of Current Fleet
<1000	60	465	12.9%
1000-1999	131	1242	10.5%
2000-2999	303	1100	27.5%
3000-3999	127	722	17.6%
4000-4999	349	729	47.9%
5000-5999	272	421	64.6%
6000+	490	265	184.9%

Source: Drewry Shipping Consultants Ltd.

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. 稿件請繕寫清晰並註明標點；如有插圖，請用白紙黑繪。
3. 稿件每篇以八頁(含圖)以內為原則，稿酬從優；可附磁片或 E-mail，並請加註身分證字號及住址(含鄰、里)。
4. 本刊每年刊行四期，分別於一月、四月、七月、十月出版。如蒙惠稿請於每期出版前三十日寄交本刊。
5. 連絡電話：(04)26564216 轉 209 錢爾潔
傳真號碼：(04)26571329
E-mail：annachien@mail.ihmt.gov.tw
6. 歡迎賜稿，來稿請寄：
台中縣 435 梧棲鎮中橫十路 2 號
交通部運輸研究所港灣技術研究中心「港灣報導編輯委員會」 收

刊名：港灣報導
刊期頻率：季刊
出版機關：交通部運輸研究所
地址：台北市 105 敦化北路 240 號
網址：www. iot. gov. tw
電話：(02)23496882
總編輯：張金機
編輯委員：王慶福、邱永芳、賴聖耀、陳桂清、黃清和、簡仲璟、錢爾潔
出版年月：每年一、四、七、十月
創刊年月：民國七十七年二月一日
工本費：40 元
展售處：交通部運輸研究所 電話：(02)23496882

GPN：2009000376

ISSN：1019-2603