

導報灣港



季刊NO.18

❀❀❀❀❀ 要 目 ❀❀❀❀❀

◎專題報導

——談台灣西海岸之利用

- ◎台灣海上造地工程之研討
- ◎「基隆新港計畫」之探討
- ◎含煤灰之流動性填料的工程性質研究
- ◎台灣各港區地質調查分析與資料建檔研究
- ◎日本港灣技術研究所簡介
- ◎資料擷取系統在實驗室自動控制之應用
- ◎海洋能源開發
- ◎鋼筋混凝土結構物現場腐蝕調查
- ◎混凝土氯離子擴散試驗
- ◎高雄港穀物碼頭近況與未來

中華民國八十年十月出版

台灣省交通處港灣技術研究所

◎談台灣西海岸之利用

成功大學水利及海洋工程系及研究所教授 郭金棟 1

◎台灣海上造地工程之研討

榮工處海事工程隊副隊長 黃申伯 3

◎「基隆新港計畫」之探討

中華顧問工程司港灣部經理 許硯蓀 6

◎含煤灰之流動性填料的工程性質研究

台電土木工程師 賴正義 8

◎台灣各港區地質調查分析與資料建檔研究

港灣技術研究所研究員 李延恭 10

◎日本港灣技術研究所簡介

港灣技術研究所研究員 王慶福 11

◎資料擷取系統在實驗室自動控制之應用

港灣技術研究所助理 蘇吉立 14

◎海洋能源開發

海洋大學副教授 簡連貴 16

◎鋼筋混凝土結構物現場腐蝕調查

港灣技術研究所助理 吳信昇 19

◎混凝土氯離子擴散試驗

港灣技術研究所助理 柯正龍 21

◎高雄港穀物碼頭近況與未來

港灣技術研究所副研究員 單誠基 24

一、引言

台灣島及澎湖列島海岸線長共 1,600 餘公里，台灣本島海岸線 1,070 公里中，東岸及北岸屬於礁岸，北東海岸屬於斷層海岸，地形險峻，除可供發展漁業養殖及休閒用之外，能供其他用途使用之機會不多。唯西岸及中南部除擁有開闊之海岸平原之外亦有寬廣之海灘及海埔地，就土地狹窄人口稠密之台灣而言誠為一資源。台灣西海岸生產之魚貝類曾為本島主要食糧之一，目前沿海養殖事業生產值超過農業，而西海岸淺灘海岸及南部外灘砂洲成為防禦颱風波浪及暴潮災害之自然屏障，沿岸居民及經濟活動因之獲得保障。

海岸、水域亦屬於國土資源之一部分，故應加以充分開發利用。土地資源之開發固可興利但亦往往帶來極大之破壞，例如砍伐森林之結果，非但破壞生態平衡及水資源涵養，更帶來沙漠擴大與地球溫暖化。開發山坡地破壞水土保持，開發海岸亦可能破壞生態及海岸之自然平衡致增加天然災害。開發海岸土地供工業區之用，雖可減少內陸污染影響圈，紓解大面積土地取得之困難，但亦可能對海岸環境帶來不可逆性之破壞，故在開發之應謹慎規劃，防範於未然；同時使各不同利用目的之事業能相互調和而不相剋，方能使此一有限而寶貴之資源充分發揮其價值，並在開發過程中善盡保護之責，讓寶島美麗的海岸得以保存。

二、海岸空間之利用

海洋被認為生物之肇源，人類早已知道利用海洋與海岸做為交通與生產的空間，並進而填海造地化滄海為桑田從事農漁業生產。最近由於科技進步，對海洋的了解也較豐富，故海岸開發工程大規模化，海岸空間利用也從農漁業之初級產業發展為工商、服務業之生產空間，利用價值大大提高，用途多樣化。就其使用目的可歸納為下列用途：

- (一) 農漁生產用：如開闢為農牧墾殖區、漁塭、鹽田、淺海養殖或海洋牧場業。此種用途乃早期先人開發海邊土 0 公尺以上地帶將沿岸水邊加予築堤圍墾之做法，乃至利用近代科技創造適合於養殖水產環境增加漁獲生產高價位水產物之空間利用。此種空間利用如不圍堤對現況改變較少、亦少污染，但如圍堤範圍大則對生態及海岸自然環境均產生影響。
- (二) 工業用地：如一般工業、石化煉油、發電廠址，高污染工業用地等。由於污染性工廠設置於內陸，不論水、空氣、噪音等污染影響範圍較廣且直接影響至附近居民生活，乃至冷卻用水取得不易等，自以設置在海邊或海中較為有利。而在土地狹窄或人口稠密高度開發之地區，土地取得不易，大型工廠只有求助於海岸新生地開發，此種海岸利用之形態海岸環境之影響最大。
- (三) 交通運輸：如商港、漁港、軍港、工業港及能源港及海上機場、碼頭、航路、橋樑及跨海道路、海底隧道等。此種用途除港灣及海上機場對海岸自然地形將產生衝擊外，其餘對生態影響較小。
- (四) 都市用地：包括海洋都市、濱海都市新市區、沿岸都市更新，海濱外貿展示場、流通中心，以及公園綠地等，用以疏解過密人口改善都市環境。此種土地利用價值最高，如開發規模不大對環境之衝擊尚可容忍。
- (五) 海洋性休憩用：包括海水浴場、人工海灘、釣魚碼頭、海洋博物館或展望塔、海濱青年運動中心、遊樂場遊艇碼頭（港）等，提供海洋活動空間，使居民回歸至海洋、親近海洋，因係供大眾使用易受歡迎較無發展阻力。
- (六) 廢棄物處理用：包括一般垃圾及產業廢棄物掩埋場、垃圾處理廠、污水處理廠等。此種使用如處理不當會引起二次公害。廢棄物掩

埋場填滿之後可覆土興建高爾夫球場、公園或遊樂場等之用。

(七)儲存用：如做為海面海中儲油槽、儲糧庫等以供危機時之用。

三、開發方式及範圍之演變

早期之海岸開發都在沿岸水邊以上之區域，以簡單之土堤小規模開發，只需就地取材將粘土填高阻檔海水侵入保護開墾地即可。因在平均水位線以上僅於高潮或暴潮時方有海水侵入，平常亦無波浪作用，故雖簡陋亦可維持。因多屬私人開墾、規模較小都在數十公頃以下，如日據時代明治糖廠開發蔗田及製鹽廠開發鹽田乃至沿海居民自行開墾之土地。及至光復後推土機及小型抽沙機等土木機械出現後，人類已有建築大斷面海堤之能力，對海岸亦較了解，故建設之範圍推廣至漲落潮與潮間帶即所謂海埔地。開發之新生地與陸地相連，三面以海堤圍成堤址，水深大約不超過5公尺面積數百公頃，如新竹海埔地，王功海埔地等等，多做農、漁、鹽田之用。近十餘年海岸工程發達，各大型施工設備齊全，海岸開發由前灘區推展至淺海區，目前已由水深5公尺進展至20公尺，或與陸地相連或採離島方式（即人工島），開發面積亦以數百公頃為多。為興建工廠，建築物都採用圍堤填土方式，前者屬圍墾（Reclamation）後者則屬土地開發（Land Development）俾能避免潮水淹沒並使排水容易。海岸開發由淺而深，由近而遠，發展之原因固乃施工技術發達之結果，但污染性工業遭受沿岸居民反對而不得不將開發地點選擇在離岸數公里外之外海填海造地，俾能與陸地保持相當距離做為緩衝區，減低對沿岸之公害及建設之阻力亦有關連。將來一旦沿岸空間開發達某一程度，淺海空間取得不易時，更可能發展至水深20~50公尺，所可能遭遇之工程技術問題將更困難。

四、開發海岸之利弊

(一)開發海岸之利

由於沿岸水域經圍堤或填土之後，水域變為陸地，或海域空間利用為養殖、交通或儲藏之空間，空間使用密度提高。如變為陸地則土地面積增加，原來只能做水產用之海域即可變為都市、工廠、休閒、機場等用地，利用價值更可大幅提高，解決土地不足問題。再則由於沿岸開闢為新生地之後，海岸線外移，海面與原有陸地距離增加，波浪潮

水災害減少，對內陸有保護作用。更因陸地摩擦作用風速減低，飛砂及鹽水飛沫擴散範圍減小，對農作物之鹽害減輕，背後農業生產量提高土地價值會增值，故對沿岸陸地一般均有正面之影響。

(二)開發海岸之弊

1. 對物理環境之影響

(1)海象：由於圍堤造地需建設海堤，佔有原來水域使波浪發生反射或繞射，波浪、海嘯及暴潮可能因而發生平面之變化，更可能使潮流、近岸流發生變化。流速變緩之區域，可能使水質惡化，懸浮質沉澱，流速變快處使水質混濁，但水質改善。濁度、底質、水質之改變影響到水產環境，生態隨之改變。

(2)海岸水域空間消失，地形改變：由於水域填土空間變為陸地，海岸地形發生突變，使波流、水深發生變化，漂砂移動因而改變，使原來平衡之海岸發生侵蝕或堆積，此種影響於開發範圍愈大發生之衝擊愈嚴重。由於漂砂影響，底質粒徑分佈發生變化，對海床生物棲息產生影響。填土層厚必生壓密沉陷，亦可能於地震時發生土壤液化現象。

(3)施工中污染擴散：由於填土用土砂石之採砂、抽砂浚渫、搬運、傾倒過程中泥沙難免會溢出擴散到海域造成污染，影響生態水產環境。唯此種施工砂土之擴散可藉工程方法使之局限於某範圍。

(4)由於混濁度影響海水透光性，水域減少使水氣交換面積減少，開發面積太大則可能使大氣溫度局部上升、水溫改變。施工機械之振動及噪音等不無對生態有所影響。

2. 對化學環境之影響：此種影響大部分發生於工業區工廠排放之污水，使附近水域之鹽分濃度、DO、COD、HP、PCB、水銀等水中溶量發生變化。

3. 對生態環境之影響

由於上述物理及化學環境之改變，可能使得生物生產系及漁業生產系之分佈、密度、棲息、生產因而發生變化。海洋生態鏈甚為複雜，如其中一環失去平衡立即波及他環，因而發生減產、逃避乃至消失

4. 對自然之影響

填海勢必犧牲海岸，大部分海岸開發工程均與地相連，故自然海灘因而消失。海灘與潮間帶（海埔地）、濕地之生態最為複雜，若干貴重生、植物因填海而完全消失，鳥類失去餌食及棲息場所乃遺憾。此種損失當為生態保護者所不能忍受者。

另言之，如開發面積過大，因海陸吸散熱條件不同亦可能使溫度變化，再加大氣、海洋受污染，生活環境亦受威脅。

5. 對社會之影響

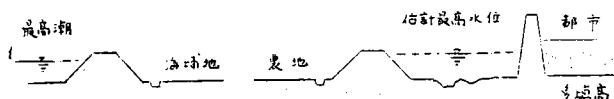
原來依賴漁業維生之漁民因海域被佔用失去漁場，開發區鄰近地區漁業環境改變漁業資源減少，勢必被迫轉業或失業。

如無相當之補償及輔導將引起社會問題。開發區內興建之工廠規模較大，常阻斷交通，土地由公有轉換為私有、切斷人民親海之通路，產生所謂通路權問題，此一問題於美國尤為嚴重。而海岸開發常需巨大資本，因此在若干國家成為大企業今獨佔利益，不能不預防。開發新生地會誘致工業及都市人口之密集，災害危險、交通問題因之衍生。海岸附近之歷史古跡、文化風土、生活習慣等亦有遭受破壞之可能。以上負面影響有的可藉工程技術在規劃設計時預為防範減低其影響，有的屬於不可逆性之破壞，不能不慎重考慮。一味追求開發利益，後果不堪設想。

榮工處海事工程隊副隊長 黃申伯

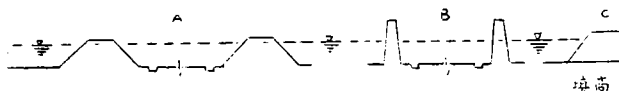
一序言：

以往國人對海邊土地之拓展使用，觀念多於沿海岸線潮水侵犯之區域（界於EL±0）築堤保護，與一般沿河築堤；保護堤後之低窪農漁地或都市用地之方式相同（如圖）



二造地工程：

舉世均同上述之觀念，將因經濟需要；欲使用之河、湖、海中之低地，考慮用途；安全與成本，而做不同之圍堤；填高與排水（如圖：A;B;C;三類）



設計原則與施工順序：

1. 周界圍堤：風浪小之地域多採 B 類之高；薄鋼筋混凝土堤或 A 類之土石堤（外側以 100~500KG 塊石保護），及是者；採土石堤；外側保護塊石為 $1^T \sim 5^T$ ，並視海象蓋 4~15^T 之各類混凝土型塊破浪保護。
2. 填高與排水：降雨量少且平均之地域，多不予填高，地面以縱橫排水溝連接；並以抽水設施持續或間歇排水。反是者應予填高；採自然排水，填高方法分水；陸二途，除特殊原因或設計外，均以船械清浚河川與取砂海

床最為經濟。

3. 覆蓋；植生；道路；排水溝；地質改良與其他：均配合土地使用而定，唯於風大地區填高後應即覆蓋與種樹植生，以免風損；更利環保。

三台灣之海上造地：

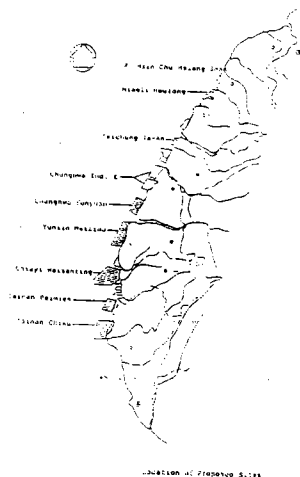
高度受限自然條件；僅能採上圖 C 類，以高於海水位之自然排水方式保障人；械安全（因地區最大日降雨量最大已達 1001 公厘；雲林；梅林；48 年 8 月 7 日，非歐洲所採 A; B 類造地之抽水設備所可適應）。

台灣之真正海上造地，除特殊用途之港灣碼頭後側小型填土外(民73~74年；台南L.N.G.工程已至EL-9^m)，確切完成者；僅70~71年之部份鹿港工業區(面積230公頃，填砂912萬M³)，由海岸線邁向EL-2^m，於海上造地而言，頃方初學。

因經濟之提升來自工業，工業之拓展產生污染，為考慮生存之環境，部份工業勢須遷移外海，依79年調查：

1. 台灣西海岸潮區土地約：54,000公頃。(附表一)
2. 勘估適於造地之面積約：29,000公頃。(附表二)
3. 急須外海造地之工業約：10,000公頃。(附表三)

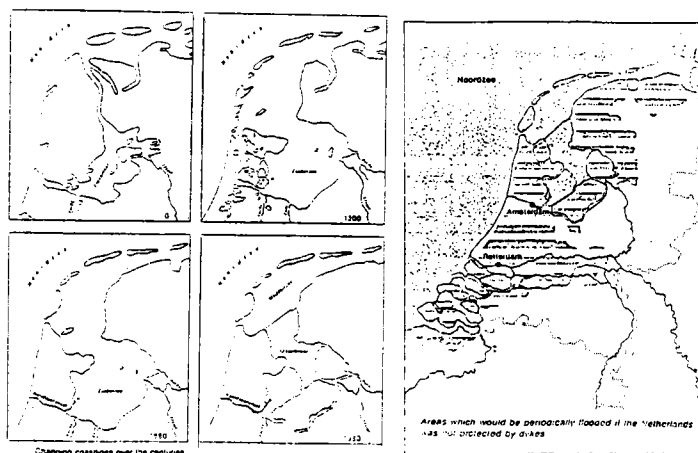
五、其他造地工程之國家：



位於無風無震之歐亞海上航運之通道，原本極努力於各項海港建設，於1965年獨立後，更以嶄新之轉口免稅自由港，確切從事各項服務，並全力於經濟發展，而成為歐亞海；空轉運之樞紐，因土地有限，乃不斷沿海造地以應所需，於1983年更有6,292萬M³之Jurong TUGA大規模地上造地計劃，該時沿海砂源除特殊保留區外，砂源已用至EL-32^m，致工程須自國際公海（估計水深EL-10^m~EL-20^m長途挖運）或由鄰近國家另購砂源。

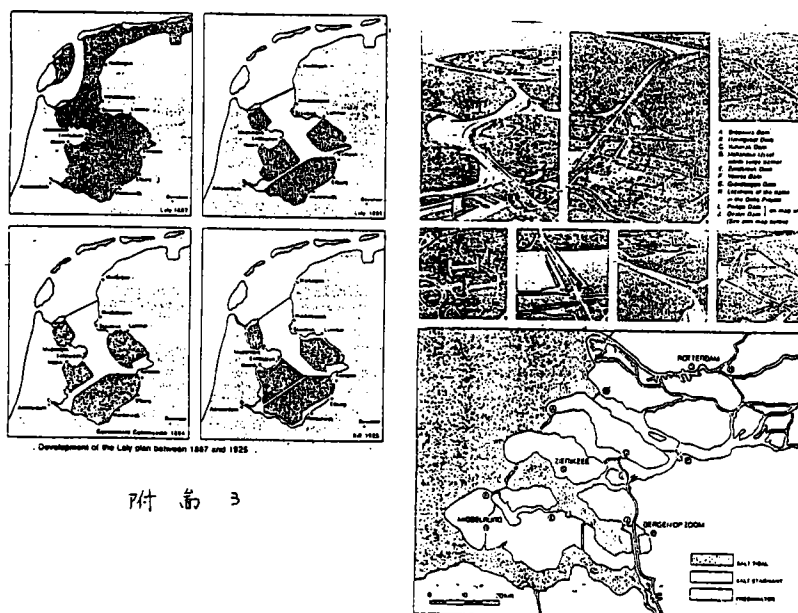
於二次大戰後擺脫軍國主義之重負荷，全力重建與生產，更以韓、越戰爭期貿易之獲利，而發展各項新型海事工程與技術，於60年代；估計沿海準動用砂源已使用至海下約20公尺，而為近年國際經濟之強權，亦受限海島土地，而持續向深海拓展，現更距大阪灣南東側3.75公里之深海構築“關西國際空港”（以跨海橋連絡陸上，定1992年完工），為先將EL-18°以下約20°之粘土層改良，再以塊石堤、鋼管沉箱等圍堤（造地面積約511公頃）；中填高30°（含壓實；沉陷之7~8m），需用海砂1,400萬M³，山料1.66億M³，實新界之深海造地工程。

荷蘭現約 3,400平方公里；略同台灣，但高程多近海水面，致12世紀起原土地大量流失，存留著泰半受海水浸淹如沼澤（圖 1：2），百年前雖圍堤救地（同台灣前7,500公頃海埔地），唯績效不彰，自19世紀中頁「浚填」技術問世後，乃深入圍堤；造地等之探討，更於1932年將Zuider Zee灣西側濱大西洋處以創世紀之跨海長堤隔斷（附圖 2），免除大量土地之海浸與充份利用，復於湖內不拓展填海造地工作（附圖 1：估計已超過 520,000公頃），湖內外亦有與海爭地之長期研討與計劃（ZuiderZee project；附圖 3）。唯南側眾多分離低窪區域則以長期複雜之計劃（Delta project，1958年～1986年，附圖 4）完成海堤之結合與各項相關設施。至此；荷蘭國土全被保護；而上述二計劃仍持續研發推進，該國確為與海爭地之舉世強國，（檢附歐洲各國湖；海造地位位置示意圖；5）。



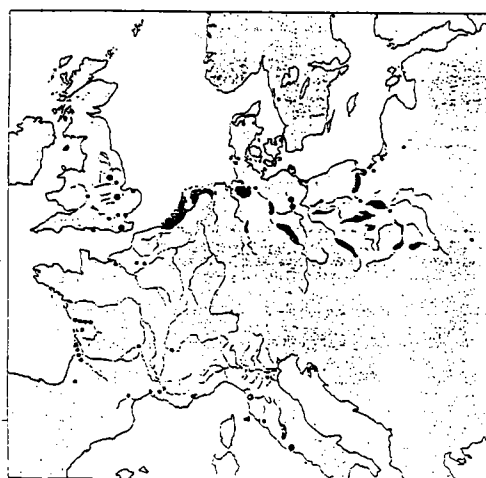
附圖 1

附圖 2



附圖 3

附圖 4



附圖 5

六、台灣海上造地工程宜走之方向與途徑

先進海島國家建設之紀錄即我方日後之途徑，西歐；日本浚挖造地之技術；亦我方之借鏡與方向，唯各國因地域；自然因素（如全年海象；降雨強度等），執行技術終有區分，然如何縮短技術時差，確切控制工程推進；提高工作績效，仍需深入檢討。整體而論；謹建議如下：

1. 寶貴砂源物盡其用：

海島型國家砂源為建設生命（日本已挖用至海面下20^m；新加坡則超越30^m），各工程初期圖局部之方便與節省，未考慮遠期建設之儲存，終將導致後繼工程之深海尋砂；他國購料；倍增成本長途挖運之窘境。

2. 東；西部貨暢其流：

台灣因地質年輕，中央山脈為主幹，西海岸平均坡降約1:27，東海岸更峭（多岩盤），水上保持欠佳，每遇颱風豪雨，西側大量砂石沖積海灘；東側則多集塊石，加以工業需求；建設乏長期計劃，致兩側料源不同而難完善利用；部份拋棄，現造地多於西海岸，潮汐；海浪均西海岸，潮汐；海浪均大於其他國家，造地外側堤防所需大量塊石；應如何自東海岸移運使用，宜有統盤長期之籌劃。

3. 河溪之系流清挖治理（料源並做整體之規劃利用）：

台灣河川平時無水，颱風豪雨時洪峰扶泥沙滾滾而下，部份2-3^m之下流河床一次可淤高2-3^m，常河流改道；橋樑被迫加高，除上游之水土保持須加強外，河川石料之挖除與運用亦應做整體之規則，除可握利經建工程所需料源外，更可整治河川；保持堤防；橋樑之壽命與安全。

4. 海上造地工程需長期推進：

因是項工程設計考慮之因素複雜，施工亦因海象；地質；浚深；排距等變數之限制，且工程之投資；成本與造地面積；數量成反比，故先進國家多以大型整體之設計控制工程持續之進行，應為我海上造地標準之典模。

5. 全力培育與運用海上浚挖造地專業人員：

海上浚挖造地，各國均乏培育機構，其專業人員又需精於氣象；海象；地質；機械；電子；油壓與工管各專長複雜之組合，故多由相關科系於工作經驗摸索中而來，於設計或執行時亦需多人相輔相成，考慮現實鉅額工程之需求，除對經驗之專業人員宜妥予運用外，更須長期計劃培育未來所需之人材。

6. 宜設專業單位統籌規劃未來之大量造地工程：

海上工業區之開發成功與否，除造地之工程外，更須環保；給水；供電；運輸之配合；協調與開發，亦須上中下游各工業密切之組合，限因素複雜且均為長期鉅額之投資，為工作之合理規劃與順利推進，於國家宜有專責之單位統合與理。

參考資料

1. "General Description of Development of Basic Industry Estate Project" sinot-eck Engineering Consultants, Inc. Oct. 89.
2. "經濟部公佈未來20年台灣工業用地發展之長期需求" 中國時報, 7. AUG. 91.
3. "Reclamation and Polders" Prof. ir. A. volder. Netherland.
4. "Jurong project" Singapore. "The Kansai International Airport Project" Japan. "Zuiderzee q Delta Project" Netherland.
5. "台灣集水區經營與水土保持之研究"。黃申伯. 78.

(附表三)

需外海造地工業

類 別	面 積 (公頃)
a. 煉油,石化	2,500
b. 鋼鐵	1,200
c. 電力	1,000
d. a,b下游工業	2,000
e. 大眾設施	300
f. 住宅	1,000
g. 休閒與其他	2,000
計	10,000

(附表一)

台灣湖區土地

位 置	面 積 (公頃)
北 部	5,995
中 部	3,973
彰 化	15,676
雲 林	8,137
嘉 義	12,234
台 南	7,005
南 部	1,093
計	54,113

(附表二)

適海上造地區域

位 置	面 積 (公頃)
新竹	2,300
苗栗	850
香山	540
台中	4,620
彰化	5,300
雲林	9,700
嘉義	800
外山頂	4,800
台南	7股
計	28,910

原有工業區概況日後發展估計 (附表四)

工業區	公 頃	概估需地	公 頃	現有工業區 (公頃)	已使用 (公頃)	增 工 業 編 區
現 有	42,500	基礎工業	20,000	獎勵投資者	16,700	雲林離島
將解編	- 14,550	綜合工業	27,000	都市計劃區	6,050	桃園觀音
須增編	+ 22,520	電廠,煉油廠	5,000	其 他	5,570	嘉義外傘頂
計	50,470	計	52,000	計	22,200	花蓮和不 (公頃)

中華顧問工程司港灣部經理 許硯蓀

壹、緣起

民國73年間，由於經濟成長快速，貨櫃運量劇增，基隆港雖不斷擴建船席，仍不敷需求，但為因應基隆港貨櫃裝卸量之急速增長（64年至73年，10年內成長達5倍之多）及解決港區水域狹小，大型船舶操航困難問題，基隆港務局有鑑於未來之運量發展及船舶大型化趨勢深感現有港域難以因應未來需求，為未雨綢繆計，遂有於北部海岸籌建新港之議。「基隆新港計畫」乃其中之

一。

貳、計畫沿革

本計畫於民國73年3月經基隆港務局廣徵遴選後委交中華顧問工程司負責辦理，主要工作項目為「基隆新港及淡水港調查規劃」，其中調查工作項目涵括波浪觀測、雷達波向觀測、海流觀測、陸上及海上地質調查；實驗工作則包括：不規則波水工模型遮蔽試驗、斷面試驗、沈箱浮游及拖航試驗、操船模擬試驗等。全部規劃作業迄

75年6月完成。此後，基隆港務局並於76、77年度繼續辦理新港環境影響評估作業，經遴選後仍委由中華顧問工程司負責辦理，全部評估工作計分二期，迄78年2月初始完成全部評估報告。

79年4月交通部邀集各相關單位及專家學者共同研商，經與會人士熱烈討論後，會議結論奉主席張部長裁示：

一、台灣北部地區確需增建貨櫃碼頭，以紓解基隆港能量之不足。

二、基隆新港之規劃與深水港籌建規劃案應分別研究。

三、原規劃研究報告係完成於75年間，距今已四年餘，引用數據多有不甚妥善之處，仍應再洽請中華顧問工程司參酌有關意見，補充最新資料，確實探究原規劃案之可行性，工程困難是否確實可予克服？鉅額投資之實質效益如何？

參、運量需求分析

根據歷年來台灣地區五大國際港貨物裝卸量統計資料顯示，貨櫃貨之裝卸量在近年來一直都為全國貨物總裝卸量之主要大宗，依此對於未來航運發展之趨勢主要仍應以貨櫃運輸為主。

由台灣地區貨源分佈狀況顯示，主要進、出口貨櫃來源均集中於北部地區（進口櫃佔62.97%，出口櫃佔60.54%），然由各港實際貨櫃運量統計結，卻反為高雄港佔進、出口貨櫃總量之54.49% 基隆僅佔42.73% 依此又可證明北櫃南運現象仍極為嚴重，基於降低陸運成本，減少高速公路之交通流量負荷之因素，未來不論以因應貨櫃運輸成長需求，亦或以降低整體運輸成本為目標，對於北部地區擴建貨櫃碼頭之需求，實為刻不容緩之事實。

肆、原計畫內容

依75年間所完成之「基隆新港規劃報告」，當時規劃之配置方案，詳如附圖所示，其中主要工程計畫內容包括：

一、外廓防波堤全長共計8,250公尺，水深大多在40公尺以上。

二、港口佈置採雙開口，東側開口淨寬350公尺，西側開口淨寬達450公尺。

三、港外泊地約180公頃，港內檢疫錨泊區約15公頃。

四、碼頭配置規劃包括有5座突堤碼頭，碼頭線全長7,200公尺，合計碼頭數29座，其中貨櫃

碼頭26座，水深14~25公尺，大宗散貨碼頭3座，水深20~28公尺。

五、水域面積達700公頃，陸域有效使用面積達625公頃。

六、港區內交通系統主要仰賴寬40公尺之臨港大道，全長約5.63公里。

七、聯外交通系統由港址起向南橫跨基金路，繞經新山水庫與尚志貨櫃之間通往瑪陵坑，繼而轉南跨越中山高速公路至百福社區，於此向南銜接台5線貨櫃連絡道，向東經五堵交流道進出高速公路，全長約8.6公里。

八、全案工程費用合計約新台幣1,022億元（依75年元月物價標準估算）

，預估工期約需33年。

伍、原計畫可行性探討

基隆新港案自75年規劃完成以來，由於新港區範圍涵蓋極廣，投資金額龐大，且因牽涉之相關問題繁多，除因水深問題，工程技術是否可予克服，一直頗受爭議外，另外在港區範圍內之協和電廠進、出水口改建問題及外木山漁港遷移問題亦不易解決，以下擬針對原計畫內容之可行性，進行逐項探討分析：

一、原計畫預定港址範圍水深極為特殊，水深大多介於30~60公尺之間，對防波堤及碼頭之佈置方式影響極大，除工程費用增加甚多外，施工技術亦將為一大挑戰，極需再作進一步之評估。

二、運量預測方面，由於分析資料係依據73年以前之營運資料進行模擬預測，且當時在72~73年間適逢基隆港貨櫃裝卸量快速成長，故依當時之資料所推算之預測值，恐將會有偏差之虞。

三、聯外交通系統中原規劃之聯外道路由於基隆港西岸港區聯外道路已完成定案規劃，且部份路段亦已開工，亦需考量新港完成後所產生之交通流量如加入現有交通系統中可能導致之影響。

四、基隆市政府配合新港開闢新市區所產生之廢棄土，供作為港區土地填築用，彼此間之配合協調將對整體計畫之推展有重要之影響。

五、本案計畫港區範圍涵蓋外木山、大武崙兩漁港，如依原計畫方式，勢須進行遷港、遷村之研討。

六、原計畫範圍內仍涵括有協和電廠，而其進、

出水口改善問題必須尋得徹底解決辦法，並亟需再審慎評估，否則對發電機組之運轉將有不良影響。

七、本案工程數量極大所需石料數量極為龐大，原計畫中雖已針對各項料源有所規劃，現今對既存料源之可供應量仍需重行評估，方能確保工程進度之順利推展。

八、依民國 75 年之物價水準，全案概估總工程費即已高達新台幣 1,022 億元左右，如再以近年，來物價及工資之上漲趨勢重新估算，勢將更為可觀，且依原計畫之經濟效益分析結果，若僅考慮直接效益部份，其各期工程益本比均小於 1，倘再加上間接效益部份後，其益本比方能大於 1，因此，面對龐大之建港計畫，其投資金額及效益皆已因時空變遷而有所變化時，實仍有必要依據目前物價水準，重行估算投資費用並審慎考量資金籌措來源之可行性。

陸、待進一步研究之方向

由於在北部地區極需興建貨櫃碼頭之議，既已獲得各界之共識，且又由統計資料證明北櫃南運現象仍極嚴重，為因應貨櫃成長需求，降低陸運成本，同時疏解高速公路擁塞現象，興建基隆新港計畫對於達成前述各項目標功能需而言，仍極具價值。

惟對原計畫方案之可行性，因仍有諸多問題極待重行深入探究，因此，對於本案未來進一步之研究方向如下：

一、由於近 5 年來貨櫃運量成長趨勢與 73 年以前之統計資料相較，略有緩和趨勢，對於未來運量成長之預測，確有必要重行檢核修正，適時調整原計畫之規模。

二、考量近年來相繼定案之相關工程計畫，包括公路網之改善（第二高速公路計畫、北宜快速道路...等）及各港之擴建計畫（高雄港第四、第五貨櫃中心擴建計畫），將對運量之

分配有所影響，因此，重新進行運量分配模擬亦為極重要之工作。

三、原規劃方案中不論防波堤長度及碼頭數量均極龐大，且由於所需港域範圍過大，勢須將防波堤佈設於 50~60m 水深處，對工程技術而言極為艱難，為降低工程困難度提高技術可行性，應考慮參照重新檢核之運量預測結果，調整新港區之佈置方案，並依運量成長需求，分期逐步擴建。

四、新佈置方案之研定，仍需進行流況及遮蔽效應數值模擬、不規則波水工模型試驗、操船模擬試驗等工作以作為驗證及檢核依據。

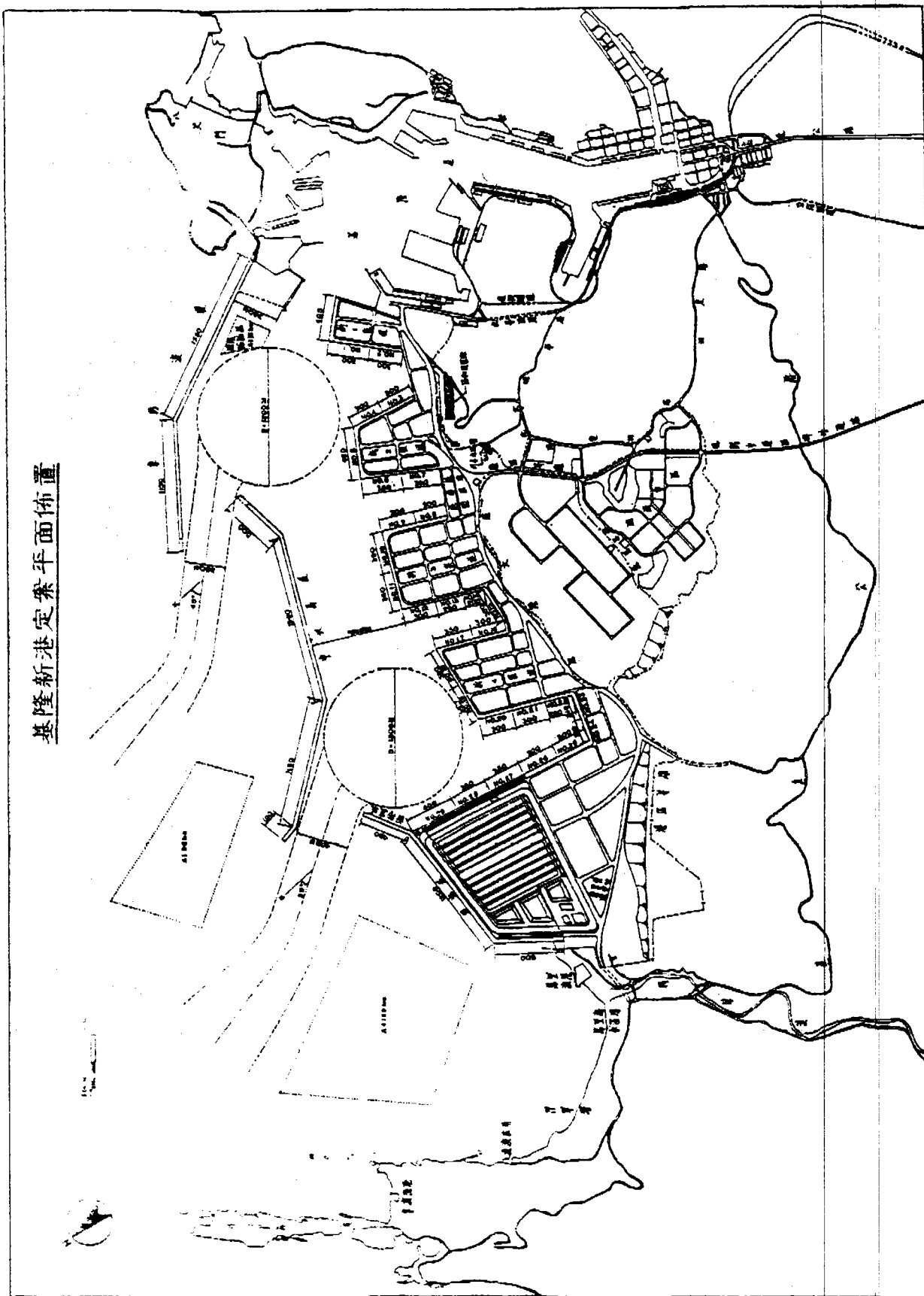
五、對於新方案之各項基本斷面之研擬，必需針對工程技術及施工方法詳加探究，材料數量及來源亦需確實估算，先行完成料源供應問題評估。

六、工程費用及工期之概估，乃至資金籌措方式，均應於完成定案規劃後，參照目前之物價基準確實估算，以進行經濟效益分析，提供決策主管機關參考。

柒、結語

基隆新港計畫之可行性，經歷數年之延擱，迄未獲定論之主要原因，並非在於基隆港是否需要擴建，而應在於過去規劃時之基本假設條件，因時間延擱多已有所改變，原先預估之運量、工程費及工期等，都與現況之差異性日趨變大，然基於提昇基隆港服務水準，因應營運成長需要及船舶大型化趨勢以及減輕北櫃南運現象...等問題，基隆新港之興建亦有其絕對之必要性，因此，對於基隆新港計畫之可行再研究，主要目的亦將是參照修正後之運量需求研擬適切、可行之新規劃方案，在工程技術、施工方式、料源及相關問題皆能妥善解決之情形下，促使基隆新港計畫早日執行，徹底解決基隆港擁塞問題，突破營運瓶頸。

基隆新港定案平面佈置



一、前言

煤灰是燃煤發電的主要副產品之一，可分為飛灰和底灰兩部份，全世界煤灰的年產量相當龐大，其中百分之九十係由燃煤電廠所產生的。1984年全世界燃煤電廠的用煤量約為2,400百萬噸，產生約300百萬噸的煤灰，到2000年煤灰的預估產量將增加為700百萬噸。以美國而言，在1972年至1974年間，煤灰產量位居全美固體礦物產量的第七位，1988年煤灰的年產量則增加至七千萬噸，成為僅次於砂、石和煤礦之第四大資源。

根據文獻資料顯示，煤灰是一種用途廣泛的材料，不僅化學性質穩定，物理上也具有許多優越的性質，而且幾乎不具有害性質。然而當它應用於某些方面時，可能需先投資為數可觀的經費或添置特殊設備，因此影響財力不足者的使用意願；另一方面，煤灰應用於某些用途時，其消耗量可能有限，無法有效地解決龐大煤灰的處理問題。因此，在維護生態環境，避免二次公害，降低處理費用，應用範圍廣泛及因應各國特殊需求的前題下，如何尋求一經濟、有效且具體可行的方案，以解決此一日趋嚴重的煤灰處理問題，已成為當今許多地狹人稠國家開發煤灰利用途徑的首要課題。

台電曾委託台灣大學及海洋大學進行「煤灰為築堤材料之試驗研究」及「煤灰如何經濟大量固化處理為河海工程築堤及拋石材料之研究」，由實驗室及現場試驗結果，顯示煤灰可依不同的替代比例應用於港灣工程中主、次要的結構物上。此外，台電電力綜合研究所亦進行可應用於回填或基底工程之含煤灰可流動材料的工程性質研究。其目的之一乃在於探討以煤灰作為港灣工程中築堤、填地之材料的可行性，作為經濟、大量使用煤灰的有效良策。

二、試驗結果與討論

本研究所使用之試驗材料包括第一型卜特蘭水泥，F級飛灰、底灰、自來水和海水。首先

利用流度錐(flow cone)量測不同配比之流動性填料(flowable fill)的流動性，針對流動性介於13秒到5分鐘之間的配比，再進一步進行強度、泌水、凝結時間及密度等試驗，並觀察此材料浸泡於海水中之微量金屬元素溶出情形。依本試驗所採用之材料及方法，可得以下結論：

1. 流動性

含煤灰之流動性填料的流動性，取決於拌合水量、水泥量以及飛灰量的多寡。增加拌合水量雖可改善流動性，却會影響其他工程性質。以適量的底灰取代飛灰時，可降低拌合水量的需求，而達到相同的流動性，且不降低其他工程性質，因此，比增加拌合水量更能有效地達到改善流動性的目的。當水泥量介於0%到10%之間時，流動性對水泥量的改變，極為敏感，因此，應慎選適當的水泥量，以獲致最佳的流動性。

2. 抗壓強度

影響強度的主要因素為拌合水量水泥量、飛灰量，拌合水種類以及養護條件。增加拌合水量雖可改善流動性，却會降低強度品質，以適量的底灰取代飛灰，則可同時改善流動性及強度發展。在缺乏自來水的施工地區，可以海水作為拌合水或善護濕氣，對改善強度的效益，比降低拌合水量或添加底灰等方式還高。此外，較高的養護溫度不但可大幅地提高早期強度，對於齡期為120天的試體強度仍有正面的效益。對於使用高水泥量和高飛灰量的配比，可能與使用低水泥量和低飛灰量之配比者，有相同的28天抗壓強度。因此，以強度需求觀點來看，含煤灰之流動性填料的配比，應包含適量的底灰，以海水作為拌合水和善護濕氣，並且在高溫炎熱的季節或地區施工。

3. 泌水量

當飛灰量和水泥量固定時，泌水量隨著拌合水量的增加而增加，泌水終止時間也會延長。當流動性保持一定時，適量的使用底灰可減少泌水量及泌水終止時間。因此，若考慮降低

泌水量且不影響流動性及強度之要求時，應在拌合物中添

加適量底灰。當流動性介於 13 秒到 5 分鐘之間時，泌水量則介於 16% 到 5% 間。

4. 凝結時間

配比一定時，拌合水量對凝結行為的影響很大，拌合水量愈高，凝結現象愈遲發生；另一方面，若水泥量和流動性保持一定時，飛灰量的變化對凝結時間的影響則極微。如同拌合水量，水泥量的多寡影響凝結行為甚鉅，水泥量愈高，凝結時間也就愈短。若以海水作為拌合水，則可更有效地縮短凝結時間。因此，對低強度之含大量煤灰之流動性填料，以海水作為拌合水來改善材料的工程性質，是相當可行的。

5. 密度

除了飛灰量以外，拌合水量、拌合水種類以及水泥量的變化，對密度的影響不大，差異皆在 10% 以內。含煤灰之流動性填料的密度比一般砂漿低，乾密度值介 0.95 和 1.3 之間，濕密度則在 1.4 和 1.6 之間。

6. 微量金屬元素的溶出

本研究中的試體是浸泡於海水中，所以本研究中的微量金屬分析，選用海水直測法

。利用原子吸收光譜儀中 Zemann 背景校正功能，以及延長灰化溫度與時間、加入修飾劑、標準品基質控制等方法，來去除海水中存在大量鈉、鉀所造成的干擾，並選用適合此法的鉻、銅、鐵、鎳和銅五種金屬元素作為測試對象。結果顯示，將含大量煤灰之流動性填料，浸泡於少量海水中三個月後，對海水 pH 值的影響極微，所得的上述五種金屬之溶出值，皆在環保法規容許範圍內。因此，此材料作為回填材料時，對場址周遭環境的衝擊可能很小。

三、建議

1. 本研究係以流度錐測試流動性，其所能測出之流動性小於 5 分鐘，此流動性可能不太適合於實際應用，故建議應以大盤面之流動儀 (flow table) 來測試流動性。
2. 由於含煤灰之流動性填料的強度不高，以現有之 ASTM 方法皆無法判定其真實之初、終凝時間，因此，亟需建立一種新的測定方法，來量測低強度材料的凝結時間。
3. 以海水作為拌合水或養護濕氣，對含大量煤灰之流動性填料的工程性質，具有正面的影響，此結果與非飛灰混凝土相異，其機理值得作進一步的探討。

港灣技術研究所研究員

李延恭

一、前言

地質問題對港灣結構物之影響極大，而基礎工程又佔港灣工程之主要部份，過去因地質不良或地質調查資料不確實而導致港灣工程結構不敷使用或損毀的例子時有所聞。是故，良好的工程設計在規劃初期對地質調查計劃便應有完善的考慮，尤其國內工程規劃人員往往忽略地質資料之重要性。常於工程規劃完成，甚或設計階段進行細部地質調查後，才發現地質條件不佳，原先之規劃構想或設計理念，有重新考慮的必要。此不僅曠日廢時，亦且增加工程預算。推究造成此種現象之主因，大都緣於可供規劃工程師參考之地

質料不足所致。其實國內各港區至目前為止，已有許多地質資料可供參考利用，可惜這些資料散見於各有關單位，非但缺乏專人管理，且有逐漸遺失之虞，是故本所將之列為八十年代基本研究計劃，擬廣泛搜集各港區及其鄰近地區現有地質資料，進行有系統的整理分析與儲存，有效的提供工程界規劃及設計之參考。

二、計劃內容

本研究計劃主要工作內容如下：

1. 資料搜集與整理

可提供各港區主要地質料來源的單位包括港務局、工程顧問公司、學術研究單位，各鑽探公司及軍方工程單位等，所有分析報告、

地震資料、地球物理探測資料等均需廣泛搜集。

資料搜集的種類包括

- (1)地形圖—包括全區地形圖及港區配置圖等以便瞭解各港區的鑽孔配置及地層分佈情況。
- (2)鑽探資料—如鑽孔位置、深度、高程及鑽孔柱狀圖等。本項資料可做為研判土層分佈及層次變化之根據。
- (3)土壤試驗資料—包括室內及現地土壤試驗，其主要目的在測定土壤的工程性能如一般物理性質、土壤強度性質、體積壓縮性、透水性，土壤動態性質及地下水調查資料等。
- (4)地震資料—包括地震強度、規模等。

2. 地質資料補充調查

所搜集的資料經整理分析後，若發現地質資料不正確，現有地質資料不足或地層變化情況較大時，即進行地質資料補充調查。補充調查方式包括補充鑽探，補充現地土壤試驗等。

3. 資料分析

根據所搜集的資料，本研究計劃將進行下列分析

(1)地質情況分析包括：

- < i> 港區附近地質概況如地質組成、年代及地質特性等。
- < ii> 斷層、不穩定地層之位置及分佈，以及對港區工程規劃之影響。
- < iii> 港灣工程就本區的地質特性應考慮之因素。

(2)地層情況分析包括：

- < i> 地層分佈情況—例如土層層次變化及分佈情況，各層次土壤物理性質及工程特性，土層局部性的變化對基礎工程的影響等。
- < ii> 土壤工程性質分析—各層次土壤工程特性分析。
- < iii> 地下水位、水壓分佈—包括地下水位及水壓分佈情況分析、季節性的水位變化對基礎工程的影響分析等。

(3)土壤動力分析—土層的動態性質如剪應力，剪力模數，阻尼比及卓越週期等。

4. 大地工程問題研討

有關各港區的大地工程問題研討將包括下列

各項：

- < i> 地震資料研討：就每個地區所搜集的地震資料進行地震活動紀錄分析，地震加速度估計，設計加速度反應譜及設計加速度波形建議等。
- < ii> 基礎土壤承载力問題研討：包括基礎型式選擇，土層情況對淺基、深基支承力之影響。深開挖上舉力、側壓力之考慮等。
- < iii> 沉陷問題研討：包括壓密沉陷、地盤下陷研討等。
- < iv> 土壤液化問題研討：包括液化潛能分析、液化區處理方法建議等。

5. 地質資料建檔研究

為達到資料的系統化，經初步評估，本研究計劃擬配合內政部正進行中的計劃“大地工程地質資料庫系統之建立”所採用的大地工程資料庫系統 (Geotechnical Engineering Data Base System, 簡稱 GEDBS)，本系統係由內政部營建署建築研究所籌備小組委託台灣營建中心由工技學院李咸亨教授及中央大學謝浩明教授共同開發完成。

GEDBS系統主要區分為三大子系統，即地圖資料庫系統，數據資料庫系統及地層剖面圖系統。地圖資料庫系統及地層剖面圖系統是利用 Auto CAD中的Auto LISP程式語言設計而成；藉著Auto-CAD強勁之電腦繪圖功能，達到系統의各種功能需求。數據資料庫系統是利用Clipper程式語言設計而成的軟體系統，其中尚連結了組合語言所寫的副程式群，力求執行時的速率。

三、結論

台灣各港區地質調查分析與資料建檔研究成果，預期可提供各港區港灣工程規劃設計、工址選定及整體開發可行性評估之依據，可提高大地工程調查工作之品質，對現有港灣結構因天災或人為因素而致損毀時有助於客觀的評估，同時亦可提供學術研究的基本資料，是一個頗為值得研究的主題。本所希望在有限的人力下能盡量搜集現有地質資料，做有系統的整理分析並加以建檔儲存使其發揮最大的效用。供工程界參考。

日本港灣技術研究所簡介

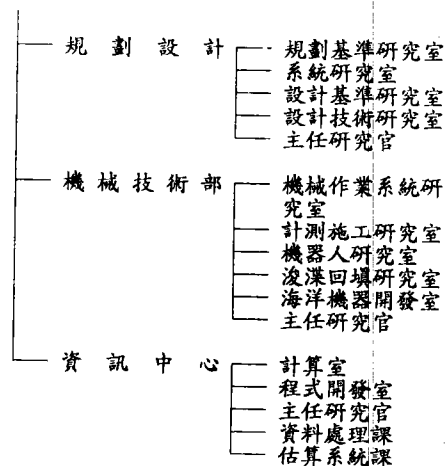
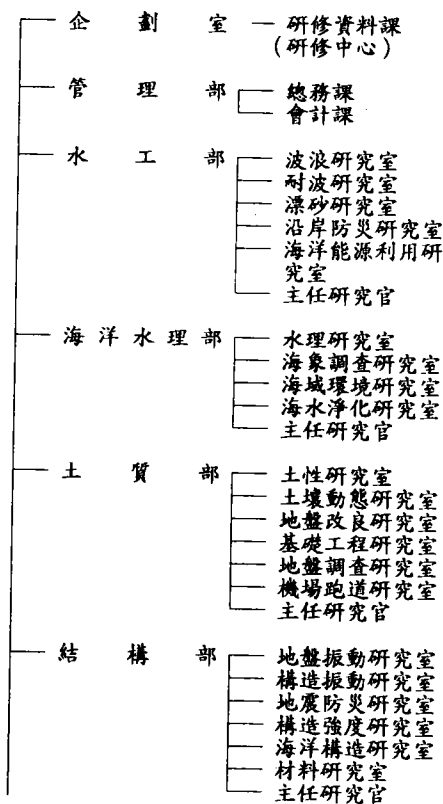
港灣技術研究所研究員 王慶福

一、概要：

日本運輸省港灣技術研究所，是世界上少有的港灣綜合研究所，由港灣的規劃，設計至施工技術以及機場土木技術（日文中機場為空港，因此包含在港灣中）與海洋開發技術有關之研究，均在其範圍內。

該所於1946年，係以鐵道技術研究所港灣研究室開始從事港灣相關之研究，其後經過幾次變遷，於1962年正式在橫濱附近的久里濱成立，至今已有29年之歷史，現有研究人員140人，行政人員59人，（資訊中心屬行政職），1990年度預算為16億2千4百萬日幣（約合台幣3億3千萬元），現有六個研究部門，一資訊中心及管理部，企劃室，其組織概要如表1：

表 1 日本港灣技術研究所組織表



二、研究活動現況：

該所之研究大致可分成以下四種類，即特定研究，一般研究，委託試驗研究及共同研究。

所謂特定研究係指運輸省科學技術連絡會議（相當於交通部科技室），所審議及決定並在年度的研究費外另外投入大量之研究費所進行之研究。其選定標準為：

- (1)在運輸行政上特別是重點亦或須緊急進行之事。
- (2)雖為基礎之研究，但其規模很大亦或有從速進行之必要者。
- (3)屬綜合性實施之共同研究的一部份者。

一般研究為由年度的研究經費所進行之研究以及運輸省所屬各港灣建設局所委託進行的調查試驗等，後者主要係為緊急解決工程或事業調查有關之技術問題而進行。

委託試驗研究，依據運輸省研究機關受託試驗研究規則，接受港灣管理者（各地方港灣局），公益法人以及民間企業之委託進行試驗、研究。

共同研究為根據研究內容，認定其他機構共同參與合作為適當，同時可得到更有效，經濟之研究成果時進行。

目前各研究部門所進行之研究課題及子題如

下：

1. 水工部

- (1) 作用於結構物之波浪特性研究
 - (i) 多方向不規則波之變形研究
 - (ii) 波浪作用時係留於浮標之浮體動態研究
 - (iii) 護岸越波之研究
- (2) 防波堤以及耐波構造物之水工研究
 - (i) 防波堤之設計法
 - (ii) 新型防波堤構造物之開發與實用化
- (3) 漂砂之研究
 - (i) 波崎海洋研究設施之現場觀測
 - (ii) 海岸變遷之數值預測
- (4) 暴潮與津波以及波浪災害之研究
- (5) 波能之利用
 - (i) 波力發電沈箱之開發
 - (ii) 轉換能源之利用

2. 海洋水理部

- (1) 港灣水理之研究
 - (i) 波流交互作用下之不規則波變形研究
 - (ii) 淤泥之研究
- (2) 沿岸海象特性與觀測調查法之研究
 - (i) 海象、氣象之觀測
 - (ii) 沿岸波浪資料之整理、利用
 - (iii) 觀測技術之開發
- (3) 海域環境之研究
 - (i) 水工模型試驗分析流與水質污染原因
 - (ii) 潮流模擬解析海水流動與污染物質分佈
 - (iii) 遙測技術進行環境現象之解析
- (4) 海水淨化方法之研究
 - (i) 自然濾過層淨化效果之實證研究
 - (ii) 底質淨化所致生物相回復效果之預測模式開發
 - (iii) 海洋生物與海域環境之水中觀測方法之開發

3. 土質部

- (1) 港灣區域之土壤工程特性的研究
 - (i) 土壤之基本力學試驗
 - (ii) 地盤之安定，沈陷分析之有限元素法之應用
- (2) 港灣以及機場之土壤動態特性及其應用之研究因波浪所致海底地盤之液化研究
- (3) 回填及地盤改良之研究

- (i) S.C.P改良地盤之支持力
 - (ii) 樁之載重實驗
 - (iii) 離心模型試驗
- (4) 港灣設施基礎之相關研究
 - (i) 樁之橫向抵抗試驗
 - (ii) 軟弱地盤上著底式梳子型構造物之模型試驗
 - (5) 港灣區域之地盤調查觀測法研究
 - (i) 軟弱地盤上土木工程之動態觀測法
 - (ii) 大地資料庫系統之建立
 - (6) 跑道等機場土木設施研究
 - (i) 下沉P.C鋪裝版之舉起工法開發
 - (ii) F.W.D進行非破壞試驗

4. 結構部

- (1) 港灣區域之強震觀測及其研究
- (2) 港灣基礎地盤地震時之安定性
 - (i) 砂質地盤液化之分析
 - (ii) 深層混合處理工法所改良地盤之地震時安定解析
- (3) 港灣設施之耐震性研究
- (4) 港灣區域之地震防災研究
 - 港灣構造物地震時損害程度之推算
- (5) 港灣設施構造強度研究
 - (i) 圓筒型消波構物之結構解析法研究
 - (ii) 混凝土部材之溫度裂縫控制方法之開發
 - (iii) 過港隧道以及潛盾隧道之結構解析
- (6) 深水海洋結構物之結構設計研究
 - 浮體式結構物以及船舶繫留之研究
- (7) 港灣工程材料以及施工法之研究
 - 劣化對策之研究
- (8) 港灣設施之維護補修研究
 - 防食對策之調查研究

5. 規劃設計基準部

- (1) 港灣構造物設計法之研究
 - (i) 設計方法之開發
 - (ii) 基準指針等之開發
 - (iii) 構造物集覽集之整理
- (2) 港灣構造物設計自動化及施工管理之研究
 - (i) 自動設計
 - (ii) 最適設計
 - (iii) 施工管理
- (3) 港灣及機場之系統設計

- (i) 水域計劃之海上交通流量及船舶操船特性
- (ii) 碼頭之系統設計
- (iii) 規劃技術之開發以及規劃基本資料之整理
- (4) 港灣規劃方法之標準化研究
 - (i) 港灣貨物流通之研究
 - (ii) 港灣景觀規劃方法體系化研究
 - (iii) 臨港道路規劃方法之研究
- 6. 機械技術部
 - (1) 施工技術之機器人化研究
 - 水中調查機器人之研究
 - (2) 浚渫回填以及流體輸送之研究
 - (3) 量測施工之研究
 - (i) 音波調查技術之研究
 - (ii) 施工管理用量測技術之研究
 - (4) 海洋機械以及海洋污染處理技術之開發研究
 - (5) 裝卸設施之效率提高以及設計法之研究

7. 資訊中心

為配合港灣技術之研究開發，以及港灣建設相關之各種科學運算，資訊中心設置有大型電子計算機(ACOS-1000/10)以及超大型電腦(SX-1E)，同時資訊中心與港灣建設局間有通信網路連接，共同使用此設施，港研所開發完成之各種應用程式，亦直接由此提供各港灣建設局使用。

三、今後之研究方向

為因應21世紀港灣之國際化、資訊化、都市化之進展，港灣技術研究所未來之研究方向為：

- (1) 綜合性港灣空間之開發研究
- (2) 港灣防災技術以及環境創造技術之研究
- (3) 海洋空間之開發利用研究
- (4) 國際間技術合作之加強
- (5) 新型技術之開發

資料來源：

港研所要覽'90-91

資料擷取系統在實驗室自動控制之應用

港研所助理 蘇吉立

一、前言

本文主要係利用一試驗例概略介紹資料擷取系統NB(NoteBook)，及如何結合本所發展出之氣壓式反復三軸控制系統，以探討土壤受剪過程中力學反應機制、組構之變化、孔隙水壓、動態性質及液化特性等與其電阻特性之關係。並提出個人對本系統使用及試驗之心得報告，以使大家對其功用有所認識，期能促使意見交流及試驗自動化量測技術之提升。

二、試驗控制系統

本試驗所採用之試驗設備系統(如圖1)主要分為：

1. 資料擷取及監單元

資料擷取系統為Metra Byte公司出品，

編號為 DASHR_A之類比／數值及數值／類比訊號轉換器，安置於IBM PC/AT 相容個人電腦，內以Laboratory Technologies Corporation發展的NB資料擷取軟體，配和LOTUS 1-2-3 軟體來擷取及監控試驗資料。

2. 本所自行設計之氣動式反復三軸儀

主要是結合E/P 電空調壓閥、無摩擦氣壓缸、資料擷取控制系統與導電度三軸室，可進行不同應力路徑之反復三軸試驗。

3. 電性自動補償量測系統

主要為容器常數之修正與溫度自動補償系統。

4. 壓力控制系統

採用空壓系統，最大可提供10kg/cm²之壓力。主要配備包含：調壓閥、管路、水庫

、體積變化儀等。為提高壓力供給之穩定度另加一儲壓槽。

5. 資料處理及輸入輸出單元

採用宏基PC、HP-PLOTTER、EPSON-PRINTER 等做為主要輸入輸出單元。並用LOTUS 套裝軟體做為主要資料處理工具。透過NB亦可選用其它適合之軟體。

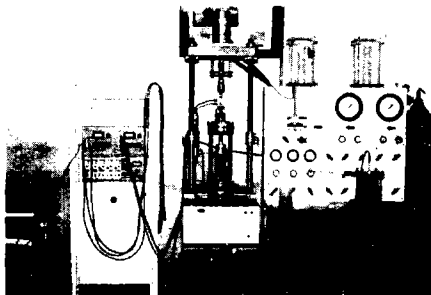


圖 1 試驗自動控制系統組合圖

三、試驗步驟

1. 試體準備方式

以多重篩雲降法 (Multiple Sieving Pluviation, 簡稱 MSP法)。將固定量之烘乾砂樣放入一漏斗中, 預估所須之試體密度, 選定漏斗孔徑及落距, 經六層篩網, 砂粒如下雨般均勻注入分裂模, (內橡皮膜須以真空抽氣機確保其服貼於分裂模壁) 然後利用真空抽氣機, 吸取過多之砂顆粒並將表面吸平。上頂蓋固定後真空抽氣機改吸試體內, 使試體保持固定之形狀而不變形。量取試體之大小及重量並記錄之。

2. 通氣、通水及飽和

套上三軸室外罩, 將水注入三軸室直至淹過頂蓋為止, 接上室壓線並施予 0.1kg/cm^2 的接觸壓力後再慢慢完全解除真空吸力。由試體底部通入二氧化碳探頭 CO_2 二小時後, 改通除氣溶液, 每隔30分鐘左右, 測排出溶液之導電度, 直至溶液導電度趨於穩定為止, 關閉排水線, 於20分鐘內將反水壓及室壓同時提升至 2.0kg/cm^2 , 藉以飽和試體。飽和度可用孔隙水壓參數B來檢核, B值應在95%以上, 然後提高室壓至所須壓密壓力。(本研究採用有效圍壓 1.0kg/cm^2)

3. 壓密試驗

鬆開加壓桿內桿之固定鈕, 使試體受等向壓密室體積不再變化。一般砂土之壓密非常迅速, 為求試驗條件一致, 壓密時間均定

為一小時, 始進行下一步驟。

4. 試驗資料擷取系統之設定

(1) 利用安置於IBM PC/AT 相容型個人電腦內之NB軟體, 首先進入Install hardware中選擇所採用AD/DA之規格硬體型號, (AD: Analog Input, DA: Analog Output), 本系統採用 Metra Byte 公司出品, 編號為DASHR_A。 (AD: $\pm 10\text{V}$; GAIN: 1, 2, 4, 8; DA: $\pm 10\text{V}$; 有8個Channel可輸入訊號有2個Channel可輸出訊號。)

(2) 利用 lotus-123 之DATA FILL建立一所須之正弦波輸出資料檔, 調節 E/P控制閥產生一試驗所須之反復作用力。

(3) 進入NB系統中之SETUP-CHANNELS, 依據試驗所須送出及擷取之資料筆數選定使用之CHANNELS數及各筆資料之相對 CHANNEL之編號與名稱。接著設定各個CHANNEL之RANGE, SCALE FACTOR, OFFSET CONSTANT, BUFFERSIZE, NUMBER OF STAGES, SAMPLING RATE: Hz, STAGE DURATION: Sec等。

(4) 進入SETUP-FILES 給定欲擷取之資料設定一檔名。所設檔名須為 .PRN 檔。以便利使用不同軟體之繪圖與分析。

(5) 進入SETUP-DISPLAY透過WINDOWS及TRACES之適當設定, 可隨心規劃一理想之監視動劃面。

(6) 進入SETUP-SAVE/RECALL 可將整體之規劃設定給定一檔名儲存之, 亦可將已存入之不同規劃檔叫出。

5. 透過GO之指令即可開始進行各項試驗。

6. 本試驗於試驗過程中, 同時量測荷重、變形、體積變化、孔隙水壓、溫度及導電度。(本設備可同時量測8筆資料)

四、心得與建議

基本上本文所探討之資料擷取系統應用在實驗室自動控制, 初步已經得到一良好的結果。不過仍有些方面值得進一步努力研究改善:

1. 本系統於擷取與輸送時間隔越短時易產生延時誤差, 且電壓常有干擾之現象, 易生異變之突發電壓, 故於所得動態試驗資料易於零亂, 造成資料整理之困擾。此現象於輸出輸入之電壓越小速率越快時越為突顯, 除此之外尚能配合一般試驗之理想。

2. 本系統AD卡穩定度似嫌不足, 電壓值越小時

則誤差越大。LOAD卡與電空調壓閥及LOAD CELL之間似乎無法完全搭配，尤其在微小電壓時更為明顯。建議應改進AD卡、電空調壓

閥與 LOAD CELL之穩定度與精確度，並提高壓力供給系統之穩定度。

海洋大學副教授 簡連貴

一、蘭嶼波浪發電示範計劃

波浪發電即是將水波運動能量以波浪發電裝置（如圖一所示）轉換成電能。波浪發電裝置爲了有效地吸收波能，其運轉結構完全依據波浪之上下振動特性而設計，利用往復運動來壓縮如空氣、水、油等工作介質，以提高工作介質之壓力，然後再利用來發電。

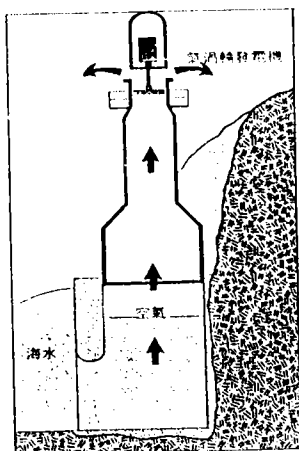
本省四面環海，沿海地區經年波濤不斷，實爲一可觀之天然資源。爲評估及加強能源開發之研究，台電公司於七十六年開始進行本省地區波浪發電先驅計劃，目前正進行蘭嶼廠址環境資料之調查蒐集與發電系統之規劃研究，倘研究結果顯示波浪確屬可行，台電公司將考慮於蘭嶼廠址興建波浪發電示範電廠，進一步評估本省地區開發波浪發電之可行性。

利用表層溫排水蒸發低溫度之工作流體如氣、丙烷，使其推動渦輪發電機發電，然後利用深層冷海水冷卻工作流體再反覆使用。

台灣東部海域地形陡峭，離岸平均約 5 公里處，水深即達 1,000 公尺，再加上有黑潮暖流經過，表層海水與深層海水間的溫差，經年都維持在 20°C 左右，具開發海洋溫差發電之潛力。

台電公司自民國 70 年即開始進行「台灣東部海洋溫差發電潛能研究」計劃，已先後完成候選廠址環境資料調查以及初步可行性評估與電廠概念設計。目前正積極配合經濟部能源委員會，推動一項包括發電及海水養殖系統之多目標利用先導型計劃之規劃工作。

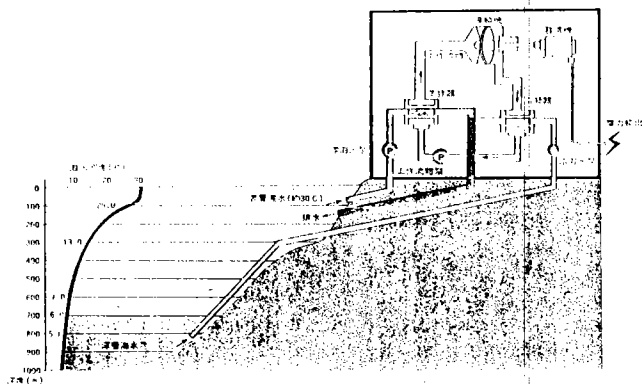
（資料來源台灣電力公司提供）



圖一 波浪發電原理

二、海洋溫差發電發展計劃

海洋溫差發電之工作原理（如圖二所示）與目前使用之火力、核能發電原理類似，首先



圖二 海洋溫差發電原理



港研所助理 吳信昇

一、前言

台灣四面環海面積狹小，是一個典型海島型氣候，終年高溫多濕，結構物容易受到鹽害而發生腐蝕。過去由於物資缺乏，加上科技不發達，在公共設施之工程施工與設計上均缺乏考慮可能造成腐蝕的因素，加上荷重超載及沒有效率管理這種在荷重和環境交互作用之下，因而使結構物加速破壞。基於上述理由，國內老舊結構物目前可能已達到惡化，損壞階段，因此對現存工程構造物、橋樑等作一全面性調查是已刻不容緩。而使用非破壞性試驗 (Non-Destructive-Testing 以下簡稱 NDT)，以目前檢驗設備精確，快速而言是非常有效的方法，可對結構物強度及耐久性作評估是絕對可行。

二、現場腐蝕調查方法

以下介紹這些方法乃依本所現有儀器設備來執行，而以 NDT 發展技術而言還有很多方法可供使用如 X 光射線，伽瑪放射線照像術，中子濕度計，磁性保護層量測計、電子流、微波吸附及聲波發射器等，這些儀器一則其造價高昂，另一則有些操作上有危險性（如 X 光照射）在此不一一贅述。

a. 繪方格網

在計劃調查之混凝土面上，依所需要距離繪等間隔方格，一般較常用為 20cm 間隔，則所有試驗均在此方格上作相關試驗，可作為日後對整個結構物腐蝕狀況之判別。

b. 反彈法 (Rebound Method)

採用 Schmidt 廠，是一種攜帶方便，價廉、易操作之試驗錘，其原理乃利用撞針去撞擊混凝土表面，便帶有彈簧之栓桿，產生反彈作用，其反彈距離由指針讀出其反彈數，經查表可得知混凝土表面強度，此法能提供快速查核混凝土表面的均勻性。雖然可以快速檢驗出混凝土均勻性及強度，但仍有一些限制我們須要認知其影響：須在平滑面上試驗，試體的大小、

形狀、剛性材齡，混凝土含水狀況，粗骨材大小，表面是否中性化 (Carbonation) 等。

c. 貫入法 (Pentration Method)

本法採用 JAMES 廠 PPR-Meter，此設備包括彈簧推動槍能趨動一堅硬合金針撞擊混凝土面使得面上留有一凹洞，使用測微計 (Micrometer) 量測其深度，後由混凝土抗壓強度表中尋找出其間的關係。基本上此法與 b 法相似，均是一種快速測定混凝土相對強度的方法。此法在現場上操作為每 20cm 見方之方格內擊 7 點，將最大值與最小值剔除，餘 5 個數據平均之，則為該方格面積內混凝土貫入深度。

d. 超音波波速試驗 (Ultrasonic Pulse Velocity Test)

本法採用英國 CNS 儀器公司之 PUNDIT 超音波測定儀，主要包括時間顯示器，及二個探頭，利用音波通過試體的時間速度，再依混凝土體密度及彈性模數，可用來研判混凝土間接強度 and 大概之耐久性。

波速計算

$$V=L/T \quad (1)$$

$$\text{or} \quad V = K \frac{\sqrt{E}}{D} \quad (2)$$

V=超音波波速 m/s
L=受測距離，m
T=傳導時間，s
K=常數
E=彈性模數
D=密度

另如 ACI 318 所建議，混凝土彈性模數與其抗壓強度平方根成正比，參照 (2) 式則波速將與抗壓強度的四次根成正比，強度與波速的關係為

$$f_{cy} = AV^4 \quad (3)$$

f_{cy} = 混凝土強度

A = 常數

e. 氯離子含量測定 (Determining the Chloride Content)

本法採用 JAMES 廠 CL-1000 型是一種快速，精確測定混凝土內氯離子含量。其操作主要利用一鑽孔機鑽取 3g 混凝土粉末浸泡在 20ml 蒸餾水

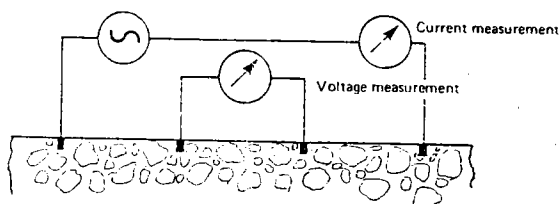
中，將電極棒插入由電錶中顯示其氯離子含量

根據下表數據來判別混凝土腐蝕機率：

氯離子佔有水泥重量百分率	混凝土附近鋼筋目前狀況	腐蝕危險率
小於0.4%	1. 已經中性化	高
	2. 沒有中性化，但是製作混凝土時， C_3A 含量少於8%	中等
	3. 沒有中性，但是製作混凝土時， C_3A 含量大於或等於8%	低
0.4-1%	1. 同上1.	高
	2. 同上2.	高
	3. 同上3.	中等
大於1%	上述1. 2. 3. 點	高

f. 混凝土電阻量測(Measuring Electrical Resistivity of Concrete)

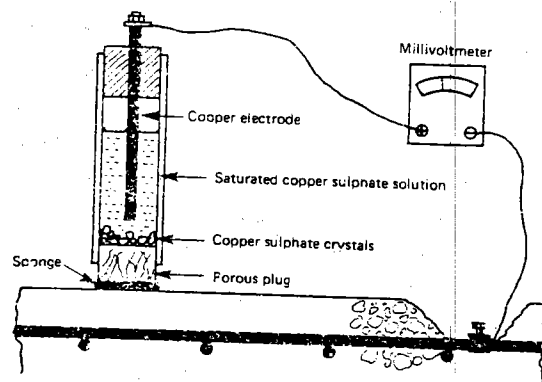
本法採用英國CMH廠DRAM型符合BS1881 Methods of Testing Concrete. 其操作在混凝土面上用鑽機鑽二孔，孔距5cm，孔內注入傳導用油脂，插入探針按下開關即可求出電阻值。其原理是電離子在混凝土孔隙中移動，造成混凝土具有導電性，而量測電阻可顯示腐蝕電流流動的難易，這些現象均是鋼筋表面電位差所造成的。另一法也可量測混凝土電阻，即四針法(Four-probe method)如下圖所示，量測混凝土電流(I)和電壓(V)，由 $R=V/I$ 即可求出電阻。



Resistivity measurements with four equally-spaced electrodes set in holes drilled in the concrete (Wenner method).

g. 鋼筋腐蝕電位量測(Measurement of Corrosion Potential of Rebar)

本法採用pathfinder儀，符合ASTMC876的銅-硫酸銅參考電位評估法。其操作如下圖所示，必須在結構體中找鋼筋位置，連接一導線成為一通路移動半電池電極即可量測出整個結構體內腐蝕電位。



The essentials of a practical copper-copper sulphate half cell.

由腐蝕電位值去研判內部鋼筋腐蝕機率如下表：

電位數值 CmV v.s CSE	腐蝕機率	
	ASTM C876	Van Daeveer
>-200	<10%	<50%
-200~-350	>50%	>50%
<-350	>90%	>95%

三. 結論與建議

1. 現場結構物腐蝕調查上，建議使用多種 NDT 法，以供研判及評估之用。
2. 當調查發現強度上或鋼筋銹蝕嚴重時，可鑽取少許混凝土試體，回到實驗室作更精確分析，項目包括鑽心試體的強度、透水係數、比重、吸水率、孔隙率、水泥含量、中性化深度、 Cl^- 、 SO_3 、 MgO 、 CaO 等含量變化。若設備經費允許下配合做 SEM及EDX 等微觀結構分析，將使這個調查研究更完美。



一、前言

鋼筋混凝土構造物中的鋼筋由於混凝土提供鹼性環境保護，所以在正常品質狀況下，如未受其它物之影響，鋼筋不易產生腐蝕。

鋼筋混凝土中之鋼筋發生腐蝕主要是由於侵蝕性的鹽類破壞混凝土提供之鹼性保護所致，這些鹽類有鹵素族(Cl^- 、 Br^- 、 I^-)，硫酸根(SO_4^{2-})或硫化物(S^{2-})，其中又以氯離子作用最強烈，且氯離子侵入混凝土中留存之可能性最高，故對鋼筋腐蝕威脅最大，港灣構造物係以鋼筋混凝土為主要構築材料，且海水中含有大量比例之氯離子，處此海洋環境下，其混凝土中鋼筋受氯離子影響而發生腐蝕之機率較其他環境尤高，故本研究擬以就不同之水泥種類添加不同比例之飛灰試驗其擴散係數，作為選擇施工材料之參考。一般規定混凝土之pH值在 12.3~13.2 的鹼性環境下，氯離子含量不得超過 $0.2 \sim 2.8 \text{ kg/m}^3$ 。

二、試驗理論

(a) 氯離子侵入混凝土之程度，依結構物位置不同，一般結構物曝露於飛沫帶地區、氯離子之侵入最為嚴重，主要原因為飛沫帶有乾濕反覆之作用存在，而在潮濕狀況下，因毛細管作用，大量的氯離子和水會侵入混凝土中，而在乾燥時水份被蒸發掉只剩餘氯離子留在混凝土中，造成混凝土表面或內部存留大的氯離子。

根據最近研究混凝土中氯離子滲透情形，應可適用Fick第二擴散定律。為模擬實際氯離子含量入侵混凝土中之分佈狀況，根據Fick第二擴散定律，氯離子濃度(C)與滲透深度(X)之控制方程式如下⁽¹⁾：

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial X^2} \dots \dots \dots (1)$$

上述公式，代入下列邊界條件：

$$\text{B.C.1 } X=0, C=C_0$$

$$\text{B.C.2 } X \rightarrow \infty, C \rightarrow 0$$

解此偏微分方程式可得到特別解為：

$$C_{(x,t)} = C_0 \left[1 - 2 \text{Erf} \left(\frac{X}{2\sqrt{Dt}} \right) \right] \dots (2)$$

式中：Erf為誤差函數(Error function)，其定義為

$$\text{Erf}(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^X \exp(-y^2/2) dy$$

C_0 ：混凝土表面起始之氯離子濃度(ppm)

C：任何時間，任何深度下之氯離子濃度(ppm)

X：深度(cm)

t：時間(sec)

D：氯離子擴散係數(cm^2/sec)

(b) 當混凝土位於飛沫區(splash zone)或大氣區(atmospheric zone)，氯離子滲入混凝土中是由於跳浪所留下之鹽份等細顆粒累積在混凝土表面所造成。

因此，方程式(1)中，須計算混凝土表面氯之累積量，假設混凝土表面之累積量是連續性的，且可全部滲入混凝土中，則(1)可解為⁽²⁾

$$C_{(x,t)} = \int_0^T \frac{W(t_i)}{\sqrt{\pi D(t-t_i)}} \cdot \exp\left(-\frac{X^2}{4D(t-t_i)}\right) dt_i \quad (3)$$

式中W(t_i)為在時間 t_i，混凝土表面氯離子之每單位時間累積數量。

假設W(t_i)為一常數W，則方程式(3)可寫為：

$$C_{(x,t)} = 2W \left[\frac{\sqrt{t}}{\pi D} \cdot \exp\left(-\frac{X^2}{4Dt}\right) - \frac{X}{2D} \left(1 - \text{Erf}\left(\frac{X}{2\sqrt{Dt}}\right)\right) \right] \dots (4)$$

三、試驗方法

1. 試驗重點：

本研究對不同水泥（卜特蘭 I 型、II 型水泥）在不同之水灰比時，添加不同比例之飛灰以取代部份水泥之水泥砂漿硬化體進行擴散試驗，以評估受到外界氯離子侵蝕時，抑制擴散速率的效果，作為防止混凝土中鋼筋腐蝕，增加鋼筋混凝土構造物耐久年限之參考。

2. 試驗材料

- (a) 水泥：選用台灣水泥公司生產之卜特蘭 I 型水泥及 II 型水泥。
- (b) 摻加料：採用之飛灰為台電公司火力發電廠所生產的，係燃煤炭粉所形成煤中之雜質，由於高溫溶化，被攜帶上昇，經空氣對流之摩擦冷卻，而形成玻璃球狀之空心圓球，經由靜電吸塵器收集之。
- (c) 水灰比採用 0.4、0.5、0.7 三種。
- (d) 水泥及摻加料之比例。

單位：%

成分材料種類 水灰比	水泥(卜特蘭第 I, II 型)	摻加材料(飛灰)
水灰比 100	100	0
0.4	80	20
0.5	60	40
0.7	40	60

- (e) 細砂採用大甲溪之河砂，直徑不大於 2.5mm，細度模數為 2.71。
- (f) 拌合水：使用適合飲用之自來水。
- ## 3. 試體製作：
- (a) 依照不同之水灰比，水泥種類及不同比例之摻料取代部份水泥分別製作水泥漿體。
- (b) 水泥漿體充分搗實，使內部氣泡儘量驅出，以免試體產生孔隙，而影響擴散試驗。
- (c) 經攪拌後之水泥漿體分三層灌入高為 15cm，直徑為 7.5cm 之標準圓柱型鋼模內，每層須搗實 25 次。並移至振動桌上振動約一分鐘。
- (d) 經 24 小時養護後拆模，並將試體置於相對濕度為 100%，溫度 $23 \pm 0.7^\circ\text{C}$ 之養生室內，養護 28 天。

4. 試驗準備

- (a) 試片準備：將養護齡期達 28 天之試體取出後，以切割機截取直徑 7.5cm，

厚約 0.5~1.0cm 之薄片，並用研磨機研磨平整。

- (b) 將試片置於如圖 1 所示之擴散試驗裝置位置上。
- (c) 容器室內左邊添加 1,000ml 之蒸餾水，右邊則加入 1,000ml 之 NaCl 溶液進行擴散試驗。
- (d) 擴散時間達 14 天、40 天、50 天、80 天時，自蒸餾水槽取出 10ml 溶液，再填加純蒸餾水 10ml 入蒸餾水槽中。
- (e) 將取出之溶液以硝酸銀法滴定氯離子濃度，試驗原理及方法如下：

① 原理：於中性或微鹼性溶液中，以硝酸銀滴定氯鹽，用鉻酸鉀當指示劑，在紅色硝酸銀形成之前，氯化銀已沈澱。

② 試劑：

- (i) 鉻酸鉀指示劑：取 5 公克之 K_2CrO_4 溶於少許蒸餾水中，加入 AgNO_3 溶液直至產生紅色沈澱，靜置 12 小時，過濾後，再用蒸餾水稀釋至 0.1 公升。

- (ii) 標準硝酸銀滴定液，為 0.0141N，以 2.395g AgNO_3 溶於蒸餾水中，稀釋至 1,000ml，貯存於棕色瓶中。

- (iii) 去干擾之特殊試劑。

- 酚酞指示劑
- 過氧化氫，(H_2O_2) 30%。

③ 步驟：

- (i) 準備水樣

取 10ml 溶液，加入 30ml 蒸餾水稀釋，若水樣含有硫化物，亞硫酸鹽或硫代硫酸鹽，加入 1ml H_2O_2 攪拌 1 分鐘。

- (ii) 滴定以 H_2SO_4 或 NaOH 調水樣，pH 值介於 7~10 之間，加入 1ml K_2CrO_4 指示劑。用 AgNO_3 滴至出現紅棕色。取 100ml 蒸餾水做空白試驗，一般消耗量在 0.2~0.3ml。

④ 計算：

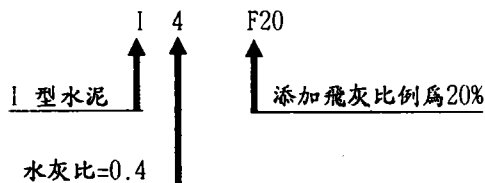
$$\text{mg Cl}^-/\text{l} = \frac{(A-B) \times N \times 35450}{\text{水樣體積}(40\text{ml})}$$

式中 A=水樣之滴定用量，ml

B=空白試驗之滴定用量，ml

$N=AgNO_3$ 之當量濃度(0.0141N)

⑤試體代號說明：



5.擴散係數計算

在時間為 t ，第 n 次取量，共累積氯離子擴散量 $Q_t(\text{mg})$ 和 $Q_{mt}(\text{mole})$ 計算如下式：

$$Q_t = \frac{V_1}{1000} C_n + \frac{V_2}{1000} C_i$$

$$Q_{mt} = \frac{Q_t}{1000} \div (\text{原子量})$$

其中： V_1 ：容器內溶液之數量(ml)。

V_2 ：每次取出測量濃度之數量(ml)。

C_i ：各階段取出溶液之 Cl^- 濃度，單位為ppm。

C_n ：第 n 次取出溶液之 Cl^- 濃度，單位為ppm。

以 Q_{mt} 為縱座標， t （小時）為橫座標繪圖，由各點一次迴歸可得 $Q_{mt}-t$ 關係曲線之斜率，擴散係數 $D(\text{cm}^2/\text{sec})$ 即可由下式決定：

$$D = \frac{\frac{\Delta Q_{mt}(\text{mole})}{\Delta t(\text{sec})} \div A(\text{cm}^2) \times \frac{d(\text{cm})}{\Delta C(\text{mole}/\text{cm}^3)}}$$

其中 d ：試片厚度。

A ：擴散之斷面積。

ΔC ：兩側溶液濃度差。

四結果與分析

試驗結果如圖2至圖7及表1至表7所示。分析檢討如下：

1.不同水泥種類對氯離子擴散係數之影響。由表7所示II型水泥與I型水泥比較，同樣配比材料之水泥漿體具有較大之擴散係數，當水灰比為0.4時，其比值為1.11~2.04，水灰比為0.5時為1.03~1.19，水灰比為0.7時，則為0.97~1.07。故II型水泥之抑制氯離子擴散效果較I型水泥差。

2.不同水灰比對氯離子擴散係數之影響

如表7所示使用同一種水泥種類及摻料製作之材料水泥漿體之擴散係數將隨水灰比增加而遞增，在I型水泥中，未添加飛灰者，水灰比0.7之擴散係數約為水灰比0.4情況之1.9倍，添加量為20%者，約為4.35倍，添加

量為40%約為4.23倍，而添加60%，則約為2.45倍。在II型水泥中，則分別為1.7、2.2、2.0、1.5倍。

3.添加飛灰對氯離子擴散係數之影響由圖2至圖7，氯離子擴散量與時間之關係所示，添加飛灰在40%以下時，能有效抑制氯離子的擴散，尤其添加量為20%者較佳，而添加40%時與添加20%時之數值相當接近，可見飛灰添加量在20%~40%時，能有效抑制氯離子的擴散。但飛灰添加量為60%時，其抑制能力則明顯降低且較未添加者為低之現象，這可能是波索蘭材料(Pozzlanic Material)的添加使水泥漿體之孔隙增加⁽³⁾，在添加比例過大時，使得孔隙之連續空間增大，而促使更多之氯離子通過孔隙之故。

4.由於離子擴散行為不僅因滲透性及離子結合能力而異，亦受整個系統的離子交換能力的影響。滲透溶液種類和漿體孔隙交換扮演一個重要角色。影響擴散係數之因素還有水灰比，養護齡期，養護溫度，擴散環境及含混合材料數量之多寡等。

混凝土中水泥漿體或水泥漿與粗細骨材間之界面必須有效地控制空隙及混凝土本身之微裂縫均為離子擴散滲透之途徑。

從本試驗中，混凝土添加飛灰比例在20%~40%應有較佳之抑制氯離子效果。

表1 I型水泥，水灰比=0.4 Cl^- 擴散數量(ppm)

時間 代號	334 小時	929 小時	1175 小時	1870 小時
I4	33.4	103.2	165.7	326.7
I4F20	22.3	44.7	63.3	111.7
I4F40	20.1	46.8	54.5	118.4
I4F60	48.2	176.8	205.7	379.6

表2 I型水泥，水灰比=0.5 Cl^- 擴散數量(ppm)

時間 代號	334 小時	929 小時	1175 小時	1870 小時
I5	53.7	182.4	208.1	364.2
I5F20	29.4	104.4	164.4	262.2
I5F40	31.5	115.5	157.5	258.9
I5F60	100.4	274.4	400.0	645.3

表3 I型水泥，水灰比=0.7Cl⁻擴散數量(ppm)

代號	時間 小時	332 小時	929 小時	1170 小時	1870 小時
I7		110.4	331.9	393.2	621.8
I7F20		76.9	259.1	323.9	485.7
I7F40		65.6	200.8	315.6	520.2
I7F60		196.4	440.7	583.5	930.9

表6 II型水泥，水灰比=0.7Cl⁻擴散數量(ppm)

代號	時間 小時	311 小時	912 小時	1157 小時	1852 小時
II7		91.1	273.3	313.8	611.6
II7F20		100.7	190.1	222.3	479.4
II7F40		100.1	239.5	293.1	483.8
II7F60		266.6	523.8	705.9	986.0

表4 II型水泥，水灰比=0.4Cl⁻擴散數量(ppm)

代號	時間 小時	313 小時	912 小時	1152 小時	1852 小時
II4		52.8	163.6	205.0	358.9
II4F20		28.7	115.0	158.1	218.4
II4F40		39.9	119.7	142.9	239.3
II4F60		92.1	346.3	412.6	641.0

表7 Cl⁻擴散係數

試體代號	擴散係數 ² (10 ⁻⁸ cm ² /sec)	試體代號	擴散係數 ² (10 ⁻⁸ cm ² /sec)	擴散係數 ² 擴散係數
I4	31.0 (1.0)	II4	34.4 (1.0)	1.11
I4F20	10.6 (1.0)	II4F20	20.9 (1.0)	1.97
I4F40	11.2 (1.0)	II4F40	22.9 (1.0)	2.04
I4F60	36.0 (1.0)	II4F60	61.4 (1.0)	1.70
I5	34.5 (1.11)	II5	38.6 (1.12)	1.12
I5F20	24.9 (2.34)	II5F20	29.0 (1.39)	1.16
I5F40	24.6 (2.20)	II5F40	29.2 (1.27)	1.19
I5F60	61.2 (1.70)	II5F60	62.8 (1.02)	1.03
I7	59.0 (1.90)	II7	58.6 (1.70)	0.99
I7F20	46.1 (4.35)	II7F20	45.9 (2.20)	0.99
I7F40	47.7 (4.20)	II7F40	45.3 (2.00)	0.97
I7F60	88.3 (2.45)	II7F60	94.4 (1.50)	1.07

表5 II型水泥，水灰比=0.5Cl⁻擴散數量(ppm)

代號	時間 小時	312 小時	912 小時	1157 小時	1852 小時
II5		92.5	204.8	245.0	403.1
II5F20		47.8	156.3	188.2	303.0
II5F40		56.1	175.2	210.2	304.8
II5F60		200.0	388.9	429.6	655.6

說明：()內為相同水泥或材料不同水灰比之擴散係數比

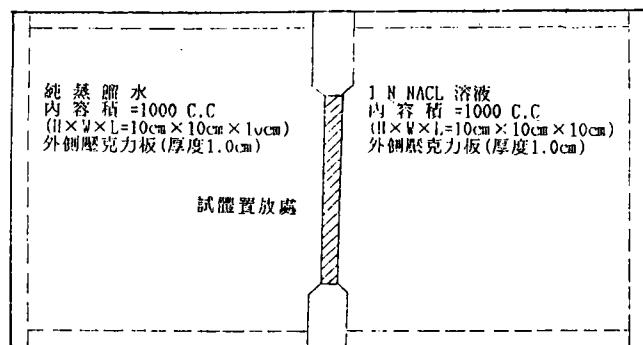


圖 1 氯離子擴散試驗裝置示意圖

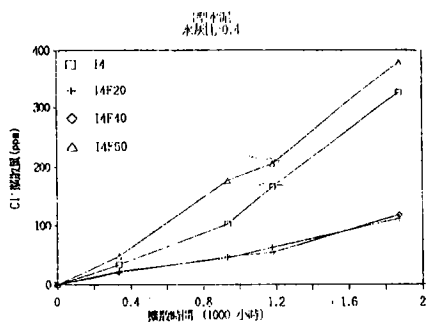


圖2 I型水泥, 水灰比=0.4 C1-擴散量(1000小時)關係圖

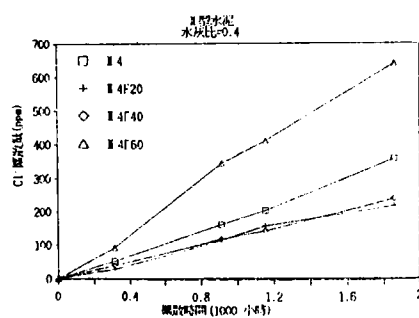


圖5 II型水泥, 水灰比=0.4 C1-擴散量(1000小時)關係圖

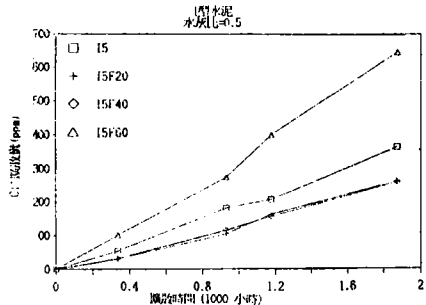


圖3 I型水泥, 水灰比=0.5 C1-擴散量(1000小時)關係圖

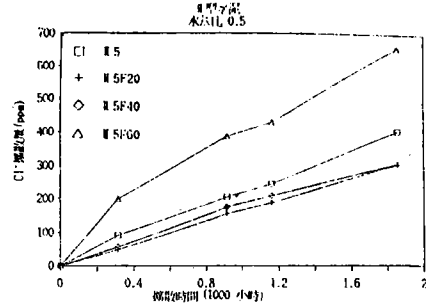


圖6 II型水泥, 水灰比=0.5 C1-擴散量(1000小時)關係圖

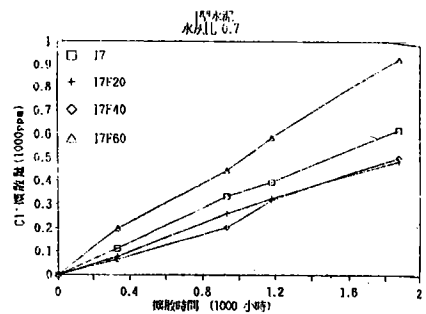


圖4 I型水泥, 水灰比=0.7 C1-擴散量(1000小時)關係圖

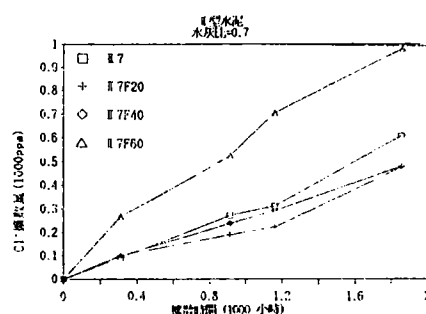


圖7 II型水泥, 水灰比=0.7 C1-擴散量(1000小時)關係圖

高雄港穀物碼頭現況與未來

港研所副研究員

單誠基

近況

高雄港務局棧埠處經營的33號44號穀物碼頭由於長期虧損，港務局決定近期停止營運老舊的33號碼頭，而保留經營44號碼頭。但民營的遠東倉儲公司經營的71號碼頭每年卻有許多盈餘，形成一鮮明的對比，在此試著找出公、民營事業營運同類貨物、以同樣費率（貨櫃碼頭由於出租，公用費率不同）卻造成不同結果之原因。由表一可知33號與44號碼頭水深不足，只能靠油三萬噸級以下穀物船。由於大宗穀物可自由進口，所以廠商為減少運費成本，都用大船。造船靠泊該兩碼頭的穀物船少，裝卸噸量小。由表二得知，33號與44號碼頭作業效率不如遠東倉儲。33號碼頭主要為裝卸高粱、小麥，較不具競爭可是貨源少；44號碼頭主要為卸在台中港已卸過貨的玉米船，或小型玉米船。由表三得知，遠東倉儲的碼頭工人只負責卸貨進倉，出倉完全電腦化不需工人。33號與44號碼頭由於穀倉硬體設施不足，卸貨進倉需工人，出倉也要人工操縱，造成用人成本增加。還有遠東磅秤誤差小精密度夠，以前貨主可以在保險中理賠，現在保險公司不受理，但總給人踏實的感覺。

未來

72號穀倉已完工多時，高雄港務局已獲省府同意將其出租民營。該穀倉已有八萬噸容量，同樣可泊靠6萬噸以下穀物船。卸船進倉能更強。高雄港穀物大多以黃豆、玉米為主。黃豆主要用途為榨成食用油，現在由於大量進口，價格疲軟，商家處於賠本狀態；玉米主要用途為加工成飼料。養豬戶為最大客戶。郝院長指示減少養豬頭數，減少污染，加上台中港第二座六萬噸穀倉完工出租，高雄港穀物進口應該不會再大量增加。71號與72號平分天下可預期。

結論

1. 高雄港務局停止營運33號碼頭是正確的做法。在講求效率時代，沒有效率的事業就要割捨。

拾。

2. 保留的44號碼頭如果不改變對內分配（70%給碼頭工會，30%給港務局），以目前績效計算，每月柒拾餘萬元收入要支付職員薪資、電費、維修費等，毫無利潤。72號碼頭營運後，44號碼頭只會停靠大麥、小麥、高粱船、玉米船會減少，前景不樂觀。
3. 碼頭工人管理已不合時宜。遠東倉儲的碼頭工人每年可得該公司年終獎金90天，又可得工會年終獎金2個月。（貨櫃出租碼頭亦同）。遠東倉儲碼頭工人不參加對內分配，對工會除會費外沒有貢獻，工會還要同一般工人照顧不肯割捨。造成不公平現象，值得檢討。

表一、

高雄港穀物碼頭現有設施能量

經營者	高雄港務局棧埠處		遠東倉儲
位置	33號碼頭	44號碼頭	71號碼頭
水深	-10.5M	-10.5M	-14M
長度	220M	200M	330M
靠泊穀輪噸位	3萬噸級以下	3萬噸級以下	6萬噸級以下
容量	40,000公噸	40,000公噸	80,000公噸
卸船進倉	200公噸/小時真空吸穀機2部	300公噸/小時真空吸穀機2部	400公噸/小時真空吸穀機3部
出倉	三套出倉系統合計能量為400時/小時	二套出倉系統合計能量為600公噸/小時	四套出倉系統能量為480公噸/小時
啟用時間	59年6月	65年9月	69年4月

表二、

79年9月至80年6月績效比較

經營者	高雄港務局棧埠處		遠東倉儲
位置	33號碼頭	44號碼頭	71號碼頭
裝卸量 (公噸)	230,936	229,920	2,999,743
艘次	29	9	73
作業時間 (小時)	2880.5	1743.1	6255.2
裝卸量/ 作業時間	80.17	131.9	479.5
穀物	高粱、小 麥	玉米	黃豆、玉米

表三、

碼頭工人及管理策略

經營者	高雄港務局棧埠處		遠東倉儲
位置	33號碼頭	44號碼頭	71號碼頭
人數	61	56	24
薪資	每日832 元	每日32元	每月2萬 5仟
年終獎 金	2個月	2個月	90天+2個 月
薪資/ 裝卸費	60%	56%	2%
工作輪 班	二班	二班	三班 (8-16, 16 -24, 0-7)
磅秤精 確度	0.5公噸	0.5公噸	0.001公 噸