

港灣報導



季刊NO.23

要 目

- /// 外傘頂洲侵蝕調查與雲嘉海岸開發研究
- /// 雲嘉海岸堤址基礎防蝕對策之淺見
- /// 海岸動力、地貌與海岸規劃
- /// 淺談港灣之景觀規劃
- /// 簡介港灣及海岸構造物設計基準之研究
- /// 新型不加劇毒鎘元素之鋅合金防蝕陽極
(R & D NOTE)
- /// 港灣防蝕 (II)
- /// 簡介不規則造波機之研製
- /// 高雄港貨櫃碼頭租賃制度之探討 (下)

中華民國八十二年元月出版

台灣省政府交通處港灣技術研究所

目 錄

1. 外傘頂洲侵蝕調查與雲嘉海岸開發研究-----	1
張金機 港研所所長	
2. 雲嘉海岸堤址基礎防蝕對策之淺見-----	8
黃清和 港研所研究員兼海工組組長	
3. 海岸動力、地貌與海岸規劃-----	10
薛曙生 泰興工程顧問公司主任工程師及專案計畫經理	
4. 淺談港灣之景觀規劃-----	19
黃文珊 宇泰工程顧問公司景觀規劃師	
5. 簡介港灣及海岸構造物設計基準之研究-----	23
王慶福 港研所研究員兼規劃組組長	
6. 新型不加劇毒鎘元素之鋅合金防蝕陽極 (R & D NOTE) -----	28
李定湘 匯茂實業股份有限公司經理及 美國哥倫比亞大學化工博士	
7. 港灣防蝕 (II) -----	30
李定湘、李定宇、王維寧 匯茂實業股份有限公司	
8. 簡介不規則造波機之研製-----	36
陳明宗 港研所副研究員	
9. 高雄港貨櫃碼頭租賃制度之探討 (下) -----	40
王克尹 港研所助理研究員	

外傘頂洲侵蝕調查與雲嘉海岸開發研究

張金機 港灣技術研究所所長

一、前言

臺灣四周環海,海岸線總長達1,140多公里,臺灣西部雲林、嘉義海岸北起濁水溪口南至八掌溪口,受濁水溪、虎尾溪、北港溪、朴子溪及八掌溪等河川挾帶大量泥沙排入河口,再由波浪與沿岸流作用造成沿岸洲林立。根據水利局海埔地開發及沿岸漁港所蒐集資料顯示,過去每年颱風季節河川攜帶大量泥沙補注西部海岸尚能維持平衡;近年來因河川上游集水區整治發揮功能,河川輸沙量顯著減少,雲、嘉海岸呈現侵蝕現象。雲林外海海豐島消失後,雲林與嘉義交界向西南延伸長達20公里沙洲,目前除外傘頂洲外,其餘統仙洲、箔子寮汕等在高潮時大都潛沉在水面下。外傘頂洲外緣灘線正逐年向內侵蝕。根據往昔研究顯示,外傘頂洲推估沖刷量差異極大。為了解外傘頂洲沖刷特性,港灣技術研究所自79年起編列預算每年辦理水深測量一次,利用實測地形資料計算每年沖刷量,作為雲嘉海岸規劃依據。

為配合經濟發展需求,政府積極推動海岸開發建設,在雲林海岸規劃

離島式基礎工業區,濁水溪口南側計畫設立台塑六經。大規模填海造陸,興建防波堤、港灣,勢必造成鄰近地區負面沖擊,加速外傘頂洲消失,增加海岸保護費用,是一個值得深入研究探討問題。針對雲嘉海岸特性,本研究提出開發理念與構想,提供有關單位參考。

二、雲嘉地區風浪特性

雲嘉海岸天候條件與台中港極為相似,冬季受大陸冷高壓影響,東北季風盛吹;夏季除颱風侵襲前後出現強風外,平時風力較弱。茲將實測風速、波浪與推算波浪能量介紹如下。

(一)風速

民國79年全年實測風速、風向統計結果,風向主要為NNE,N及NNW,約佔59%,風速小於5m/s,約佔35.5%,大於12.5m/s佔9.4%。冬季風速風向統計結果,風向集中於NNE,N及NNW,佔82.6%,風速小於5m/s佔29.6%,大於12.5m/s佔11.5%。夏季統計結果,偏北風向所佔比例減為35.4%,偏南風向約佔47%,出現較大風速概率明顯降低。

(二) 波浪

本所79年10月開始在雲林嘉義離岸約8公里，水深約13公尺處設立波浪觀測站，記錄外海波浪。冬季與夏季波高與週期聯合概率分佈。冬季時波高集中分佈於0.5 m至1.5 m間約佔74.6%，週期集中分佈於4sec至7sec間，佔88.5%，夏季波高偏小，0.5m以下佔70.2%，1.0m以下所佔概率高達94.7%，週期則分散於3sec至7sec間，佔76.5%。假設外海波高1公尺以下，且延續3小時以上，方能從事海上旅遊活動，則冬季大部分時間均不適合海上活動；夏季除颱風過境前後，均可從事海上活動。

(三) 風速與波浪相關特性

由於海上波浪觀測遠較陸上風速量測困難，經常耗費大量人力與經費，而得不到連續可靠之資料，尤其越珍貴的資料越難取得；因此，在應用上往往利用相對應時間風速與波浪觀測資料，建立風速與波浪相關特性。雲嘉外海示性波高 $H_{1/3}$ (m)，與外傘頂洲風速 V (m/s)之交相關係數達0.801，迴歸關係為

$$H_{1/3} = 0.12 + 0.124V + 0.001V^2$$

(四) 作用於外傘頂洲之波浪能量

波浪侵襲海岸，為帶動沿岸漂沙最主要外力；因此，分析波浪能量分佈特性，可以進一步了解海岸變遷過程。波浪能量計算方法係根據前述波高與風速關係式，利用實測風速資料求得波高、週期；假設深海波向與風向一致，以數值方法計算折射，及碎波點沿岸波浪能量。由70年至80年外傘頂洲實測風速資料計算作用於外傘

頂洲沿岸波浪能量分佈。西南向波浪能量遠較東北向為大。

三、外傘頂洲地形變遷與冲刷量推估

昔日濁水溪未治理前，挾帶大量泥沙由北港溪排入海中，形成一系列長達20公里離岸沙洲；由北而南分別為統仙洲、箔子寮汕及外傘頂洲。沙洲外緣灘線以北港溪為中點，呈弓狀凸狀，如圖1。民國元年日本人實施濁水溪整治計畫，林內一、二號堤防完成後，北港溪由濁水溪截斷自成水系，排沙量大減；沙洲在強風巨浪雙重作用下，逐年被侵蝕，其中以北港溪口變化幅度最大，自民國9年至68年共計侵蝕約4公里，沙洲向西南延伸達5公里，沙洲外緣灘線呈凹狀向內彎曲，如圖1。根據海圖資料顯示，民國36年以前灘線平均每年後退約30公尺，36年51年間平均每年後退達180公尺；51年至71年間平均每年後退約40公尺。外傘頂洲高程由原來約10公尺降低至目前約2公尺，沙洲上防風林已全部消失。工研院能資所吳啓南等(1990, 1991)利用衛星遙測資料及航空照片分析外傘頂洲灘線變遷獲得下列結果。民國62年至75年間沙洲南、北兩端年平均後退量分別為44及103公尺；75年至79年間南、北兩端分別位移240及420公尺，每年平均65及115公尺。

由以上雲嘉海岸地形變遷分析顯示，外傘頂洲屬於侵蝕海岸，每年侵蝕量究竟多少？因缺乏可靠之海岸測

量圖，利用各種方法推估數量相差極大；謹提供以下侵蝕量推估作為參考。

- (一)民國70年水利局「嘉義海埔地規劃報告」，根據民國9年與68年間地形變化，估計嘉義沿岸沙洲每年流失土方約1,000萬立方公尺。
- (二)民國74年水利局委託台大土木研究所林銘崇教授辦理「嘉義外傘頂洲地形變化研究」，考慮波浪及沿岸流輸沙理論，利用數值模擬外傘頂洲地形變化，求得沿岸輸沙量為每年190萬立方公尺。
- (三)民國74年嘉義縣政府委託台大造船研究所侯和雄教授辦理「布袋港址波浪分析與漂沙量研究」，利用63年及69年地形圖計算外傘頂洲上、下游土方變動量，求得虎尾溪至朴子溪間每年平均沖刷量約為3,200萬立方公尺。

綜合上述外傘頂洲沖刷量推估研究結果顯示，因採用不同資料，使用差別推算方法，且未清楚界定研究範圍，所求得沖刷量差異極大。

為了解外傘頂洲沖刷特性，本所自79年起編列預算辦理「外傘頂洲沖淤調查研究」，除利用現場實測水深圖，計算外傘頂洲外緣沖刷數量外，並蒐集風速觀測資料，配合波浪、海流調查分析風、浪相關特性，求得沿岸波浪能量分佈，建立海灘地形變遷數值模式。

地形與水深測量於每年八月至十月辦理，截至目前已完成79、80及81三年測量圖，外傘頂洲海岸水深變化如圖2。根據測量圖利用網格法計算

79年與80年土方量，求得外傘頂洲長10公里，水深4公尺以內，每年沖刷量約為80萬立方公尺；水深20公尺以內，每年土沙流失約600萬立方公尺；海岸灘線平均向內陸移約70公尺。

四、外傘頂洲重要性

雲嘉海岸因漁業養殖超抽地下水，造成地層下陷，使海堤高度不足。水利局第五工程處所蒐集海堤資料顯示，雲林縣四湖、口湖及嘉義縣東石等鄉鎮現有三萬公尺海堤高程介於2.7至3.4公尺間，低於設計水位，甚至部份堤防嚴重損壞，急待修補，如果外傘頂洲消失，海堤受外海波浪直接侵襲，勢必發生嚴重越波現象。

每年夏期颱風過境受低氣壓與強烈西南氣流雙重作用，海水暴漲，造成雲嘉沿海鄉鎮海水倒灌現象。外傘頂洲與統仙洲等組成一系列離岸沙洲，位於雲、嘉外海成為海岸天然屏障。每當颱風侵襲，沙洲使入侵風浪發生碎波消耗大部份能量，減少作用於海堤波力。因此雲嘉沿岸水患均僅止於海水倒灌，淹水而已，而未發生急流或洶湧波濤現象。如果有朝一日，外傘頂洲被侵蝕而消失，雲嘉海岸堤防將直接受外海波浪侵襲，其所造成水患嚴重性將非今日淹水所能想像。因此，規劃開發雲嘉海岸地區，必先設法保護外海沙洲。

五、雲嘉海岸開發

根據調查研究結果顯示，雲嘉海岸為一不穩定沙洲海岸，局部性海岸開發將會破壞海岸平衡，對鄰近區域造成嚴重沖擊。本文謹就海岸特性，開發基本理念，配合當地環境提出開發構想。

(一)海岸特性

根據波浪能量分析結果顯示，雲嘉海岸漂沙優勢方向係由北向南。波浪與沿岸流所產生之南向漂沙量主要依賴濁水溪排沙補注。近年來由於集水溪上游整治發揮功能，河川排沙量逐年減少，然而帶動雲嘉海岸漂沙主要外力—波浪能量仍大致維持不變，因此造成海岸沖刷現象。外傘頂洲南端為雲嘉海岸最下游，該處海底坡度變陡，水深急劇增加，形成深溝，容納大量南移漂沙亦無現形。換言之，對漂沙而言該區為無底洞。

(二)開發基本理念

雲嘉海岸既屬侵蝕海岸，在上游濁水溪口南側規劃興建台塑六輕及台西離島式基礎工業區兩項計畫，大量填築新生地建造海堤，防波堤，勢必阻斷沿岸輸沙，減少下游沙源補注，加速統仙洲與外傘頂洲沖刷，危及海岸堤防安全。相反的，若能先著手下游外傘頂洲開發，除可以防止大量沿岸輸沙陷入外傘頂洲南端深溝外，並可借新生地填築，防波堤與海堤興建發揮攔沙功能，除可以減低後續開發費用外，尚可避免造成海堤沖刷。

(三)開發構想

了解雲嘉海岸特性與開發基本理念；規劃時，應以保護外傘頂洲等離岸沙洲為首要策略，否則沙洲消失，

外海風浪將直接威脅海岸，而造成極嚴重之損失。謹就當地環境並配合國家經建需求提出下列開發構想。

1. 規劃開發為海上遊憩區

統仙洲、箔子寮汕與外傘頂洲連成一系列離岸沙洲，沙洲與海岸間因潮流形成寬闊且極為平靜之天然潮溝；潮溝中間水道為漁船航道，兩側則為蚵田。建議規劃開發為海上遊憩區，整理蚵田，建築海上高腳屋，選擇適當水域發展海上風帆、划船等。此外，並可與澎湖結合成為一海上旅遊環帶。

2. 興建海岸淡水湖

雲嘉沿海鄉鎮，因發展漁業養殖超抽地下水，造成地下水鹹化，地層下陷，每當颱風侵襲發生海水倒灌；究其根本原因，仍是缺乏養殖水源。建議配合新生地開發，圍築海岸湖泊，儲存淡水，供應臨近地區養殖、工業及民生用水。

3. 填築新生地

雲嘉海岸潮間帶灘地廣闊，配合海岸保護，淡水湖泊興建，可以浚挖低地填築新生地，提供作為工業、住宅及海邊遊憩所需用地。

六、結語

(一)受地球溫室效應影響，平均海水面逐年上升，根據聯合國調查團估計至西元2100年止合理估計海水面將上升66公分。雲嘉沿海地區由於超抽地下水，造成地層下陷，一正一負將使未來水患更趨嚴重。設法養護海岸沙洲以減輕水患是刻不容緩

- 。○
- (二)根據調查結果顯示，雲嘉海岸為一不穩定沙洲海岸，任何開發計畫前必需以整體區域作審慎研究評估，以避免對鄰近地區造成負面影響。
- (三)雲嘉海岸為侵蝕海岸；原則上侵蝕海岸應避免從上游雲林台西先開發，如此將使下游泥沙補注減少，加速外傘頂洲沖刷。
- (四)就雲嘉海岸特性，配合當地環境及經建發展需求，雲嘉海岸適合開發為海上休閒區，興建海岸湖泊，填築新生地。

七、參考文獻

1. 林銘崇，莊文傑 1985，外傘頂洲地形變遷之研究，土木水利季刊第十二卷第三期P.23~39。
2. 林銘崇，李文錫 1981，海岸水庫鹽度擴散之研究，台大土木工程研究所水利組研究報告，水利7003。
3. 林銘崇，何貽倚 1981，嘉義外傘頂洲地形變化研究，台大土木工程研究所水利組研究報告，水利7002。
4. 水利局 1984，濁水溪綜合治理及其相關問題，水利局規劃總隊。
5. 邱永芳等 1985，海埔新生地開發之研究，台灣省財政廳建設基金審查小組研究報告。
6. 港研所 1989，台灣四周海象氣象調查研究（四），交通處港研所基本研究報告。
7. 曾相茂 1989，外傘頂洲附近海域冬季波浪與風之特性，第十一屆海洋工程研討會論文。
8. C. K. Chang, 1990, The Preliminary Management Study of Wai-Sand-Ting Chou. Sino-Dutch Technical Workshop.
9. 僑龍顧問公司 1989，外傘頂洲東石附近海埔新生地開發可行性初步研究報告。
10. 港研所 1991，1992，台灣西海岸沖淤調查研究(一)(二)。
11. 中興、泰興顧問公司 1991，雲林縣離島式基礎工業區開發可行性評估先期規劃。

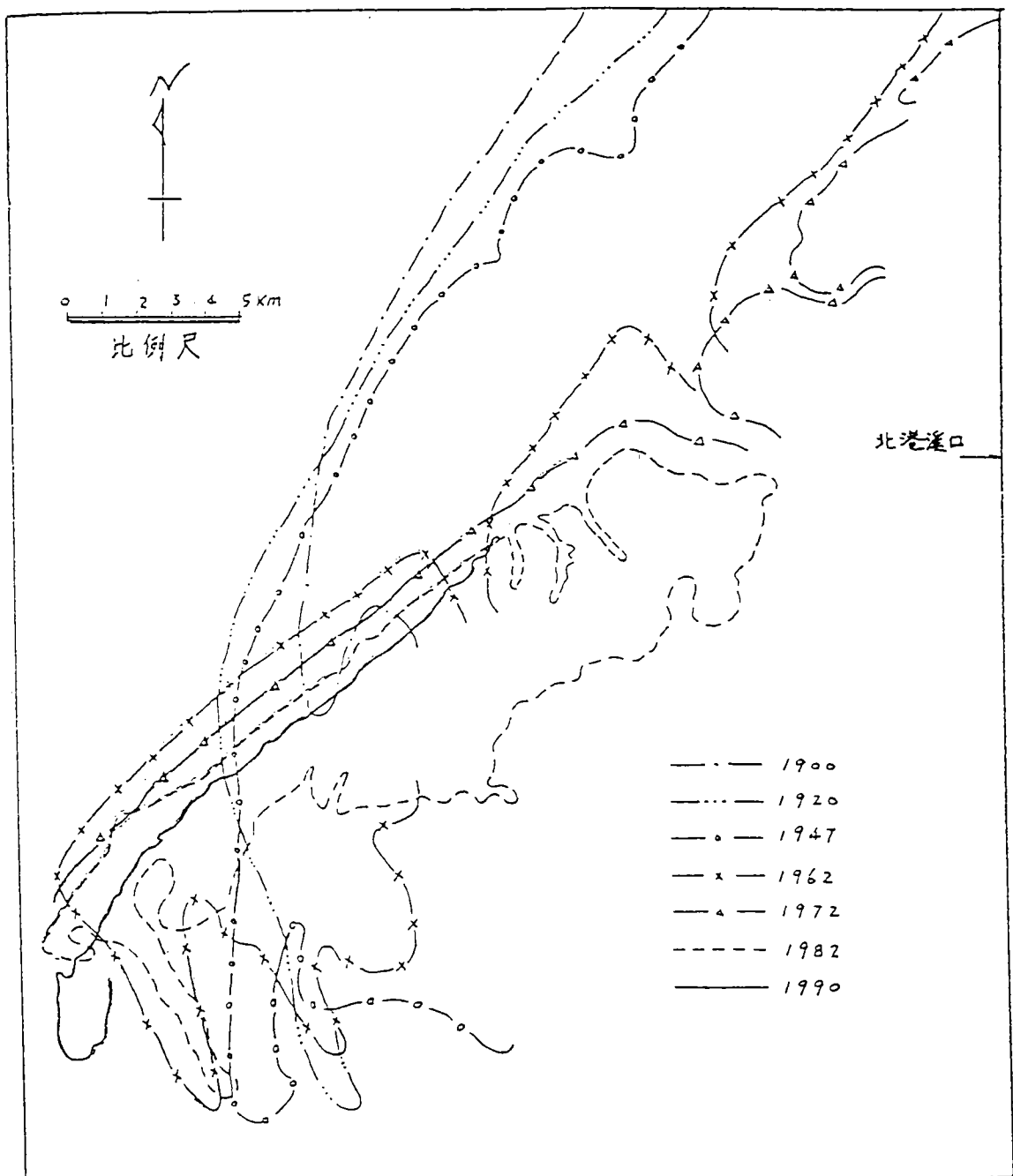


圖 1 外傘頂洲海域歷年海岸灘線變化比較

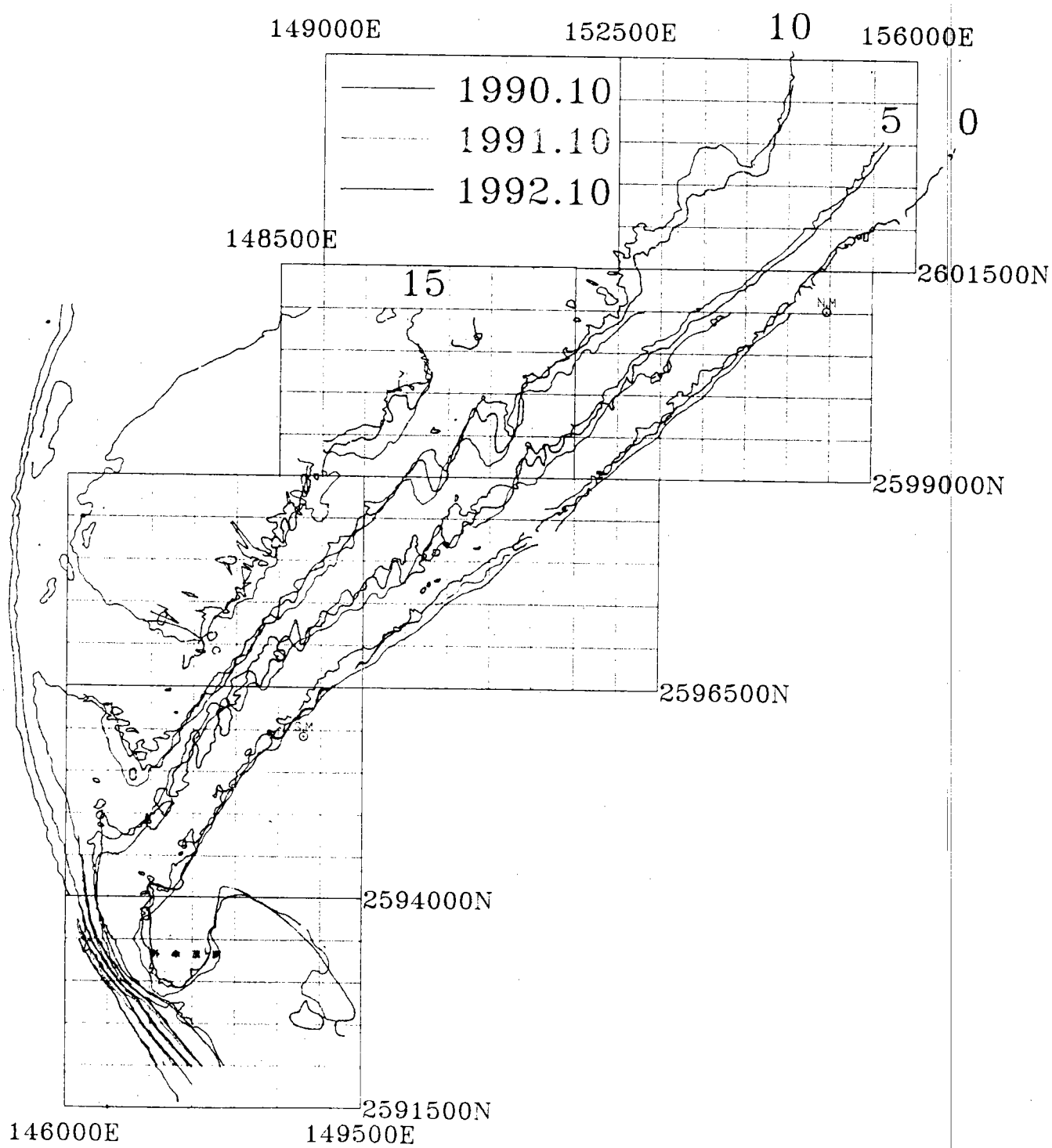


圖 2 外傘頂洲近三年水深測量圖

雲嘉海岸堤址基礎防蝕對策之淺見

黃清和 港研所海岸工程組研究員兼組長

漂沙移動致使得灘淺後退現象，謂之侵蝕，屬於此類海岸者，稱為侵蝕海岸。通常選擇防止海岸侵蝕之保護對策時，應徹底檢討侵蝕原因、海岸及鄰近地形狀況、對鄰接海岸之影響以及投資效果等諸項因素，然後決定之。按防止海岸侵蝕各種保護對策，不外乎在侵蝕海岸構策

- (1)海堤及護岸：除可避免海岸侵蝕加速，兼可防止背後土沙之流失
- (2)突堤：將使海岸線前移，以防止護基之沖刷
- (3)島堤（離岸堤）：利用背後產生之折射波所形成之沙丘，俾減少作用於背後海灘之波力，防止堤址沖刷。
- (4)養灘工程：對海岸補充土沙，用人工造成海灘，將海岸線前移，防止堤基沖刷。

事實上，防止海岸侵蝕所用之各種方法，各有優劣點，單獨採用上述之保護對策，對海岸侵蝕厲害者而言，不能期待獲致良好之效果，故宜併用幾種保護對策較易獲得成效。

雲嘉海岸位於本省西南海岸，北自濁水溪口南岸，南到八掌溪口北端，海岸線長約50多公里，大部份係因

河流排出之土沙堆積所構成，目前在該區海岸計分別有許厝新生地、麥寮海埔新生地、海豐海埔新生地、新興海埔新生地、台西海埔地、鰲鼓海埔地、東石海埔地、布袋海埔地以及好美海埔地等九處海埔新生地，其外圍並有佐佐島（海豐島）、統仙洲、箔子寮、外傘頂洲等一系列長達約30公里之大沙嘴，由雲林縣三條崙附近以西南偏西方向伸出海域，根據雲嘉海埔地之特性可看出，此一區域西海岸為一整體性之沙灘，其主要補給沙源，均由濁水溪每年大量泥沙來供應存在，然近年來因河流上游水土保持工作之改善以及多處水庫之興建，河流之沖積物已逐漸減少，加以該海岸地區因養殖業地下水之濫抽，導致地層下陷等種種因素，使原本逐漸發生侵蝕之海岸更加速其堤防、護岸、堤址基礎之破壞；根據水利局第五工程處在該轄區為保護海岸所設置海堤資料顯示，整個雲嘉海岸目前完好海堤全長21,724公尺，佔該區海域堤防總長之22.2%，堤防高度約在5.5公尺與6.5公尺間；因地層下陷待加高海堤全長為30,333公尺，佔該區海域堤防總長之31%，大部集中在雲林縣四湖、口湖以及嘉義縣之東石鄉鎮，檢測時之

堤防高程約在2.7公尺~3.4公尺，擬加高高程為5公尺；而目前破壞急待整建之海堤全長為8938公尺（包括網寮、白水湖及好美海堤等），佔該區海域堤防總長之9.1%，堤高設計高程為6.5公尺；此外尚有雲嘉縣政府管轄之事業堤全長為36,800公尺，佔該區海域堤防總長之37.7%。

由整個雲嘉海岸地形看來，其外圍雖有一連串長達約30公里之狹長沙洲保護，然隨工商業之發達，六輕離島工業區開發在即，該些具有保護海堤之自然沙洲，勢將逐漸因沙源之減少以及上游沙源之被阻斷而來不及補充，將逐漸消失而沈沒於海中，海堤未來所面對的將是更大的海象波浪條件之衝擊，故如何加強保護堤址基礎之工作實刻不容緩，有關該海域，海堤堤址基礎之防蝕對策，依個人現場踏勘以及收集資料所顯示海堤破壞現象，提出幾點堤址基礎之保護對策以供相關單位參考

(1)雲嘉海岸由於外海沙洲之逐漸消失，根據本所對外傘頂洲海岸變遷之

探討，由實測資料數據顯示，(1990年10月到1991年10月兩張地形圖比較)，外傘頂洲海岸的灘線，在這一年間共向東南方面即陸側最大內移後退約110公尺，平均為70公尺，波浪衝擊堤身產生反射波及沿堤面之水流將會更劇烈，為避免護基冲刷致堤後所填土沙被吸出，遭致堤身破壞現象發生，建議新建海堤應將海堤及護岸之法線定在波浪作用不到之海灘後端為宜。

(2)為考慮上述情況，建議將目前或未來海堤坡面整建或設計為階梯形狀或1:3~1:7之堤面坡度，以減少反射波為宜，最適斷面可藉由試驗決定之。

(3)在雲嘉海岸適當位置佈置突堤設施，以減弱坡面水流及安定堤前之海灘，以避免堤基冲刷。

(4)若不採用上述之對策設施時，可假定堤基會產生冲刷之情況而將未來擬興建以及目前擬整建之海堤基礎徹底埋深，其堤基埋入深度亦可藉由試驗決定之。

海岸動力、地貌與海岸規劃

薛曙生博士 泰興工程顧問公司主任工程師及專案計畫經理

海岸地區土地之開發與利用是目前本省的當務之急。人口成長的壓力、工業的快速發展，以至工程廢棄土與垃圾的投棄問題，都促使主導規劃的單位走向海岸線。欲做好海岸規劃的工作，規劃人員對於海岸動力系統的充份瞭解，海岸地貌的熟悉，以及兩者間相關性的認識都是必須的。

海岸工程師的使命

海岸工程師所承當的主要任務是設法維護海岸線、海口或河口的穩定，並保護後灘地（Backshore）及港灣用地的安全。目前防護的策略有硬體工法（Hard Structures）、軟體工法（Soft Structures）、政策行動（Political Actions），以及所謂的非結構性（Non-Structures）防洪措施等。其中除了有關法令性的策略外，其它都直接與海岸物理過程密切關連。硬體工法的主要策略是以硬體結構物擾亂或改變自然的原有海岸動力系統，以達局部海岸地區的防護目的。而軟體工法的精神却在乎順應自然趨勢以達規劃目標。（有關軟體工法之介紹與優點請參考「港灣報導」季刊No.20,81年4月出版之拙著「防止海岸侵蝕的軟體工法和七金律」）不論是使用那一種

工法，規劃工程師都必須在事前能清楚回答下面的問題，才能作有效設計：

- 規劃之海岸地區的動力系統如何？它的主制參數和趨勢是什麼？
- 採用工法的特殊功能有那些？其主要功能是什麼？
- 規劃的近程和遠程目標分別是什麼？
- 目標海岸地區的上、下游海岸線可能會受到什麼影響？
- 在遠程目標以後，海岸線將有什麼可能的變化？

要回答這些問題，工程師除了對軟、硬體結構物的特性要有認識外，還必須運用海岸過程以及海岸地貌的知識。

研究海岸動力系統的傳統方法和難題

海岸線是陸地、海洋和空氣交會的場所，沙土、水流與風在此相互作用，並相互影響。其動力系統的複雜物理過程，迄今尚無一套完整的理論模式，在定性與定量上均能準確地描述。海岸風砂的研究，也許是由於重要性在一般情況下多不及漂砂（台灣西北部及中部的風砂問題相當嚴重，應不在此例），定量性的研究成果並不豐碩。撇開風砂的問題不談，工程師對於碎波帶物理過程的研究，確實

有許多突破的成果。由於沿岸碎波有兩方面作用，一是擾動海床砂粒使之漂浮，二是引發輻射應力，形成沿岸流輸送漂浮砂粒。因此，海岸物理學者研究動力系統主要包括沿岸流（Alongshore Current）及輸砂（Sediment Transport）兩方面。為便於下面的討論，茲將沿岸流與輸砂的有關模式簡介如后。

1. 沿岸流場模式

一般沿岸流場，特別是碎波帶內，有六項主制力分量必須包含在模式中，它們是：

- (1) 波浪力引起之輻射應力（Radiation Stress）， S_{ij} （此乃硬體工法考慮之主要因素）。
- (2) 潮汐力（Tidal Forces）， τ_i^T
- (3) 底床摩擦力（Friction Forces）， τ_j^B
- (4) 側向紊流混合力（Lateral Turbulent Mixing Forces）， τ_{ij}^L
- (5) 風力（Wind Forces）， τ_i^S
- (6) 柯氏力（Coriolis Forces）， fu_j

這些力項可以用數學式形成一個動量守恒方程式。根據 Bijker(1972) 及 Basco(1982) 兩位學者的看法，這樣含有輻射應力的動量守恒研究方法是目前最可靠的方式。現今海平面方向的 2-D 模式，如式(1)及(2)所示，可以說是較佳的模式。

質量守恒

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (h \bar{u}_j) = 0 \quad j=1,2 \quad (1)$$

動量守恒

$$\begin{aligned} \frac{d \bar{u}_j}{dt} = & f(1 - \delta_{ij}) \bar{u}_j + \frac{1}{\rho h} (\bar{\tau}_i^S - \bar{\tau}_i^B + \bar{\tau}_i^T) \\ & - \frac{1}{\rho h} \left[\frac{\partial S_{ij}}{\partial x_j} + \frac{\partial (h \bar{\tau}_{ij}^L)}{\partial x_j} \right] \quad (2) \\ & i=1,2; j=1,2 \end{aligned}$$

雖然如此，根據此二式研發出來的數值模式解，其準確度仍然相當有限，甚至在定性上有時都有困難。除了數值解本身可能形成的誤差外，對於各力分項物理意義的不夠充份瞭解可能是主要原因，這給研究海岸過程的學者不小的挑戰，也留下了不少的研究空間。在這六個力分量中，底床摩擦力和側向紊流混合力兩項的問題較為嚴重。底床摩擦力有兩方面的困難：一是底床附近波浪流與平均沿岸流合成流的非線性問題；另一是波浪與水流合成的摩擦係數不易確定。這點在分析解上造成的困難最為顯著，常要假設為兩種極端的情況，即最弱流或最強流，才能解出，使該解在應用上受到的限制很大。紊流混合力的困難在於學者迄今對於碎波帶中的紊流物理機構瞭解不多，以致只能勉強用亂流黏滯係數（Eddy Viscosity Coefficient）來表達。照理，這些係數應該是有方向性的，然為簡化求解程序的緣故，大多學者都設定各係數有等向性，同時並設定其與最大波浪水質點流速及碎波帶水深之乘積成正比。至於其比例係數如何界定，則不十分清楚。筆者認為該係數若能以碎波參數（Surf Similarity Parameter）或稱（Iribarren Number）來表示，必能反應海灘地的其它物理特性，例如碎波特

微，碎波帶內之波浪數目，波場及波浪杉上，海灘之波能反射性與消滅性等。筆者曾花費一些時間將各學者有關碎波參數之研究成果歸納成一表圖，詳如表1，在此列出提請各位同道先進指教參考。筆者認為此一參數在研究海岸動力過程上，潛力甚高，也許是連接海岸動力學與海岸地貌學研究的重要橋樑參數。

2. 沿岸輸砂模式

在美國方面，學者們所研發的沿岸輸砂模式大多以波浪能量為主要考量因素，且僅適合應用於平直海岸灘地，其中以海岸工程研究中心(CERC)的公式應用較為普遍(SPM, 1984)。Komar and Inman(1970)曾提出一式，除波浪能量外，並包含局部地區風驅流的影響。在歐洲方面，海岸輸砂模式多導自河流輸砂模式，根據Graaff and Overeem(1979)二位學者的評估，Bijker(1971)公式較佳，且可應用於較複雜地形的海岸地區。就純學理而言，歐美諸家模式中，Bijker輸砂公式可靠度最高，考慮的物理因素較完全。就實際工程應用的觀點而言，Bijker公式所需輸入資料煩多，計算程序相當複雜昂貴，而計算結果並不比其它模式高明太多，均須經模式率定程序去校正係數。筆者曾作評估比較，認為Komar and Inman公式在工程應用上較佳(Siah and kana, 1985)。這些在學理和應用上持不同立場的事實，說明海岸漂砂理論需要研究和改善的地方仍有廣大空間。

海岸動力理論在感潮海口或河口

(Tidal Inlet) 方面的研究較平直海岸砂灘的研究，困難度要高許多，準確度也低些。複雜的地形，波浪與潮汐間的相互影響，水質點、漂砂與床底坡面間的相互影響等都促使海口動力系統極度複雜化。

海岸物理研究除了物理機構瞭解方面的困難外，在衡量的空間尺度與時間尺度方面都限制了其應用範圍。這方面的困難或可借助於海岸地貌的研究，得到部份解除。

海岸地貌與海岸動力系統的相關性

海岸工程師或海洋物理學者研究海岸是從微觀(Microscopical Point of View)著手的。就微觀而言，海岸的地貌是不斷地受到動力的影響而處在被修飾的光景中。然從巨觀(Macroscopical Point of View)而論，海岸的物理過程，常在接近動態平衡的狀況下進行，得以維持穩定狀態之海岸地貌。除非此種動態平衡受到干擾，否則海岸地形、地貌的變化是相當的緩慢。因此僅以微觀方式進行分析無法反應整體變化，其結果常常因小失大，雖能定量，而在定性上反而失去重心。海岸地貌學家(Coastal Geomorphologist)在巨觀研究方面已有相當豐富的成果。他們從海岸歷史演變的痕跡中，揣摩出海岸線變遷的可能走向。這些定性成果，或能給工程師一些啓示去整合兩方面的研究成果。「海岸地貌動力學(Coastal Morphodynamics)」，似乎啓動了整合海岸地貌與海岸動力系統的研究工作，正朝向結合微觀與巨觀研究的大道上奔

走。前面提過的碎波參數加上潮汐、波浪和風等影響動力系統和修飾地貌的主要動力因素，正是構成海岸地貌動力學的幾個重要單元。

1. 潮汐與海岸地貌

海岸地貌學家根據潮差的大小將海岸線分為微潮海岸 (Microtidal Coasts) (潮差 $< 2\text{m}$) 中潮海岸 (Mesotidal Coasts) (潮差 $= 2 \sim 4\text{m}$) 及巨潮海岸 (Macrotidal Coasts) (潮差 $> 4\text{m}$) 三種等級。圖 1. 是他們研究分析世界各地砂質海岸之地貌資料，將潮汐與海岸地貌特性之相關性歸納分類的成果。各級海岸在不同潮汐條件下，出現下列各種獨特地貌 (其波浪條件為中度，即波高 $= 60 \sim 150\text{cm}$)。

微潮海岸：出現長沙島 ($30 \sim 100\text{km}$) 及瀉湖系統。沙島多成熟狗形，海口較少，瀉湖內之漲潮三角洲明顯大於外海口之退潮三角洲。長沙島上並經常有暴潮沖刷越過 (Washover) 痕跡。

中潮海岸：出現短沙島 ($3 \sim 20\text{km}$) 及瀉湖系統。沙島狀如雞腿，海口數量頻繁，瀉湖內之漲潮三角洲大小中等，外海口之退潮三角洲則較大，深受波浪折射影響。少有 Washover 情況出現。沼澤地 (Marsh) 及潮汐坦灘 (Tidal Flats) 却經常出現。

巨潮海岸：沒有沙島瀉湖系統出現，

却伴有廣大沼澤地及坦灘，並在離岸水域經常出現線型沙灘。

2. 潮能與波能對海岸地貌的影響

除了潮汐條件外，波浪對地貌的影響力自不在話下。海岸地貌學者為利於其研究工作，將海岸分為五種地貌型態，即

- (1) 波能主導型 (Wave-Dominated)
- (2) 混合型偏波能 (Mixed-Energy Wave-Dominated)
- (3) 混合型偏潮能 (Mixed-Energy, Tide-Dominated)
- (4) 低潮能主導型 (Tide-Dominated, Low)
- (5) 高潮能主導型 (Tide-Dominated, High)

若將之與地貌特性對照比較，可以看出波浪對地貌的相對影響。圖 2₁ 及 2₂ 係說明在某種波能與潮能的結合條件下 (圖 2₁)，所對應的沙質海岸地貌特性 (圖 2₂)。因此，我們沒有理由相信，在不同的潮汐和波浪條件下，會有持久性的相同海岸地貌出現。這點在海岸規劃設計的理念上是必須注意的。否則失敗的命運是在所難免。

3. 海口地貌的特殊模式

按地貌學者的研究，海口地貌是受制於四個主要因素：(1) 波能與潮能的比值；(2) 潮槳量 (Tidal Prism，即潮差與海口內感潮水域面積的乘積)；(3) 沙洲或潛灘後緣部份的特性與大小；以及(4) 潮汐殘流特性 (潮流相位

之非對稱性)。一般情況下，潮差大而波浪小的海口多出現發展完全的退潮三角洲，少見漲潮三角洲。而潮差小具高波能的海口，則正好相反，多出現大型漲潮三角洲，退潮三角洲並不發達。海口地貌通常有下面三種模式：

退潮三角洲模式

退潮三角洲的主要地貌單元包含主要退潮水道 (Main Ebb Channel)、水道邊緣長灘 (Channel Margin Linear Bar)、終端圍灘 (Terminal Lobe)、高灘 (Swash Bars) 及雙側漲潮水道 (Marginal Flood Channel) 五個部份。該模式之佈局詳如圖 3 所示。在主要退潮水道內，退潮流速較漲潮流速為強。該水道水深較大，兩側伴有兩長灘，海側終端止於一寬廣的圍灘，圍灘上複有數個小型的高灘分佈其間。海堤形的長灘形成主因是由於漲退潮流與波浪流相互作用，致使砂粒沈積的結果。圍灘與主水道及海側間的坡度都相當的陡，是海口上下游沿岸漂砂的橋樑。雙側之漲潮水道主要功能在流通漲潮海水，位處高灘與上下游海灘之間。潮流和波浪對此三角洲的形成和型式都有重要影響，在考慮其物理過程中，缺一不可。

漲潮三角洲模式

漲潮三角洲位於海口內側，形狀如扇。其主要地貌單元包含漲潮坡 (Flood Ramp)、漲潮水道 (Flood Channel)、退潮盾 (Ebb Shield)、退潮沙洲 (Ebb Spit) 及溢流區 (

Spillover Lobe) 五個部份，分佈模式詳如圖 4 所示。一般形成此三角洲的材料，大都源於沼澤區或坦灘的微小粒徑漂砂。漲潮坡面向海側，常有沙連 (Sand Waves) 覆蓋其上，受制於漲潮水流的左右，而漲潮水道將之分為三叉。退潮盾則圍在三角洲外緣，使之免受退潮水流之影響。在其下緣形成沙洲，係受退潮水流帶動造成。退潮三角洲的地貌主要是受制於潮流之不對稱情況。

海口位移與後曲型沙洲模式

按地貌學者從世界各地沙質海岸海口的調查研究結果顯示，海口均有由上游側向下游側移動的情況，稱為海口位移 (Inlet Migration)。位移的速率視波浪條件、漂砂供應、主水道水深、潮差等因素而有所不同。其位移的型式是由海口上游側的沿岸漂砂因潮汐及波浪作用，形成向陸側彎曲弧形的沙洲，稱為後曲型沙洲 (Re-curved Spit) 向下游方向推進。當此沙洲推進後，主水道即向下游位移以致下游海口沙灘受到侵蝕。因此，下游海口海灘面坡度較陡。而上游側形成之後曲型沙洲，在風砂的作用下，慢慢形成砂丘。

結合海岸動力與海岸地貌的研究

如前所述，單從微觀或巨觀著手於海岸問題研究，總有缺失，如能結合雙方面的研究方式，整合動力與地貌的研究成果於一爐，始能達到定性與定量雙方面的要求。按筆者過去在美國與多位地貌學者共同研究的經驗

，認為這個結合研究的執行，由海岸工程學者來主導較為合適。由於基礎訓練的不同，海岸工程人員去吸收海岸地貌的知識，一般說來似乎要比地貌學者瞭解海岸物理過程快速得多。結合動力與地貌的研究，不但具有高度挑戰性去設法突破目前的固有障礙，也是海岸工程研究的新趨勢，負有時代使命。由於海埔地開發和環保的要求，「如何作好海岸規劃以及如何預測海岸線變遷」是當今海岸工程的熱門話題。從事海岸規劃的工程人員，若能充份瞭解軟、硬體工法的功能，按照海岸動力系統以及整體海岸地貌的特性，運用合適的工法作規劃，將可大幅度減少可能的負面作用，研發海岸線變遷數值模式的專家學者，筆者建議將上述海岸地貌的幾個模式

和特性列入考慮，以發展一套符合實際情況的模擬程式，應用於工程界，相信是一大供獻，並走在全世界海岸工程研發的先端。否則，所發展出來的模式可能並無突出之處，同許多其他國家的模式一樣，常被人譏諷為「數學遊戲（Mathematical Game）」，至為可惜。當然欲研發這樣的實用模式，無論是在數值技巧上和物理意義上，所預期的困難可能都不少。不過這也正是台灣的海岸工程界，彰顯潛能的良機。

以上是筆者最近在成大、港研所及交大各研究單位幾次演講的部份內容摘要。由於寫作時間的倉促，未能從容組合內容，加之筆者學識粗淺，必有失誤與含糊之處，敬請各位同道先進不吝指教。

表 1

Iribarren Number (I_r)	0.1										1										10									
	4	6	8				2				4	6	8				2				4	6	8							
Domain	Infragravity										Instability										Edge Wave									
Microtopography	Longshore Bar										Crescentic Bar										Beach Cusp									
Beach Slope	$< \frac{1}{50}$										$\frac{1}{20} \sim \frac{1}{40}$										$> \frac{1}{10}$									
Wave Steepness	Large																				Small									
Surf Zone	Always Exists										Exist or Not Exist										Not Always Exist									
Beach Type	Dissipative System																				Reflective System									
Wave Type	Progressive Waves																				Standing Waves									
Runup/Setup	Setup Predominant																				Runup Predominant									
Incident Wave Characteristics	Wind Wave					Swell Predominant															Incident Wave Predominant									
Breaker Type	Spilling															Plunging										Collapsing/ Surging				
Rip-Current Spacing	$157 I_r^2 \cdot X_b$										$4 \cdot X_b$										$(\frac{2}{n+1})\pi \cdot X_b, n = 1.2$									
Breaker Index	≈ 0.8										1.0										1.1					1.2				
Number of Waves in Surf Zone	6~7					2~3					1~2					0~1					0~1									
Reflection Coefficient	0.001										0.01										0.1					0.4 0.8				
$I_r = \frac{m}{(H/L_o)^{1/2}}$	4	6	8				2				4	6	8				2				4	6	8							
	0.1										1										10									

From Siah et al., 1985

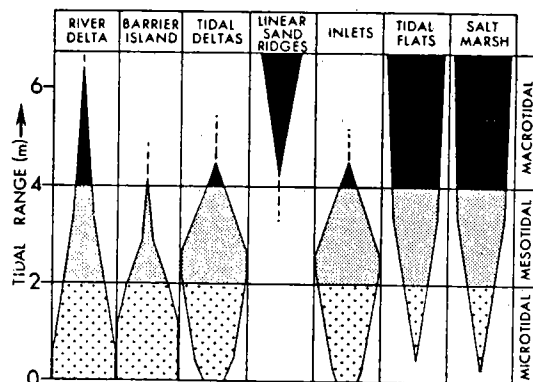
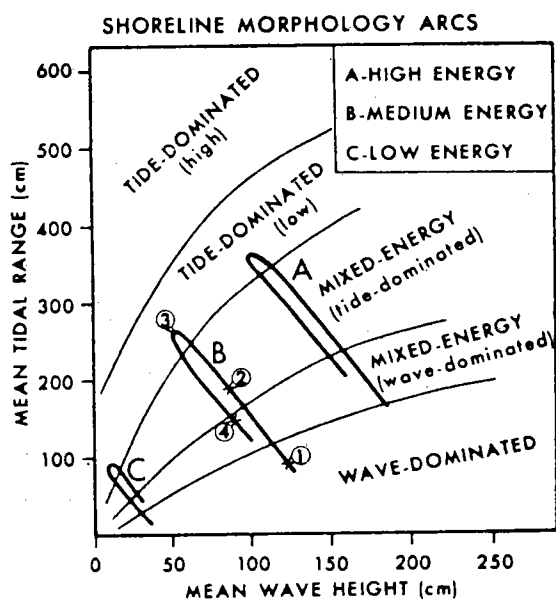
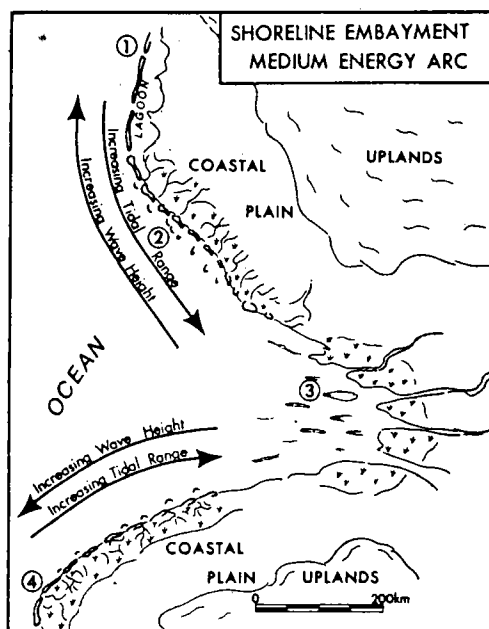


圖 1 海岸地貌隨應潮差變化圖
(設定波浪條件相同)



a. 海岸地貌按潮能與波能分類圖



b. 對應潮能與波能之海岸地貌說明圖

圖 2 灣形海岸地貌隨應各種潮能與波能變化圖

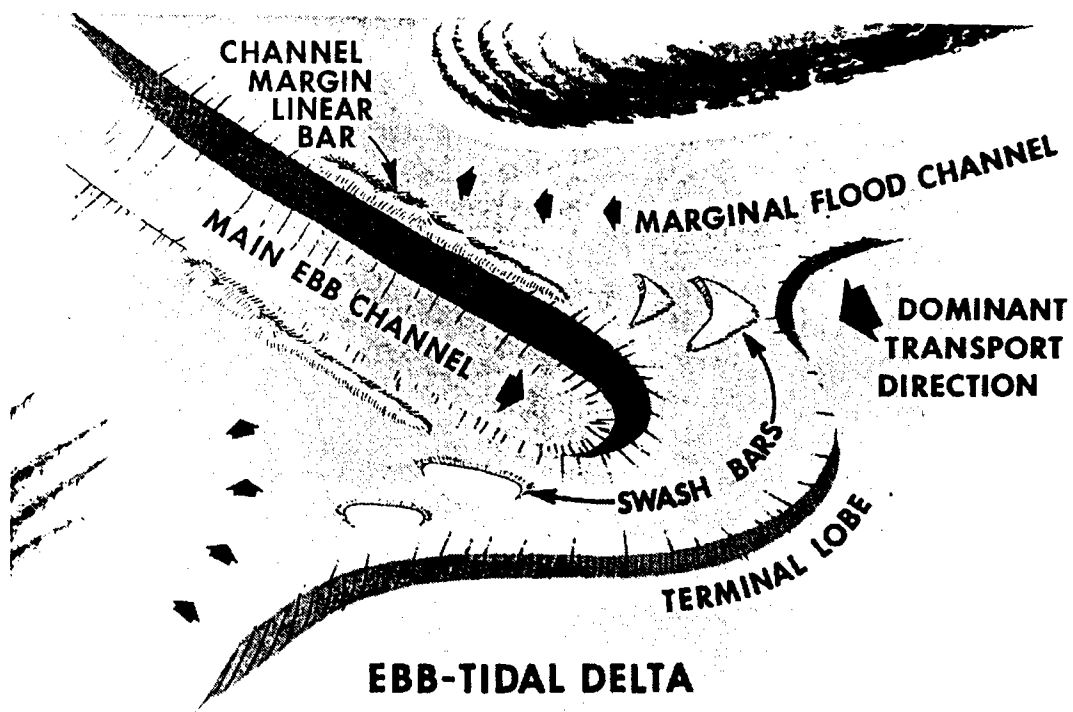


圖 3 退潮三角洲模式 (在海口外側)

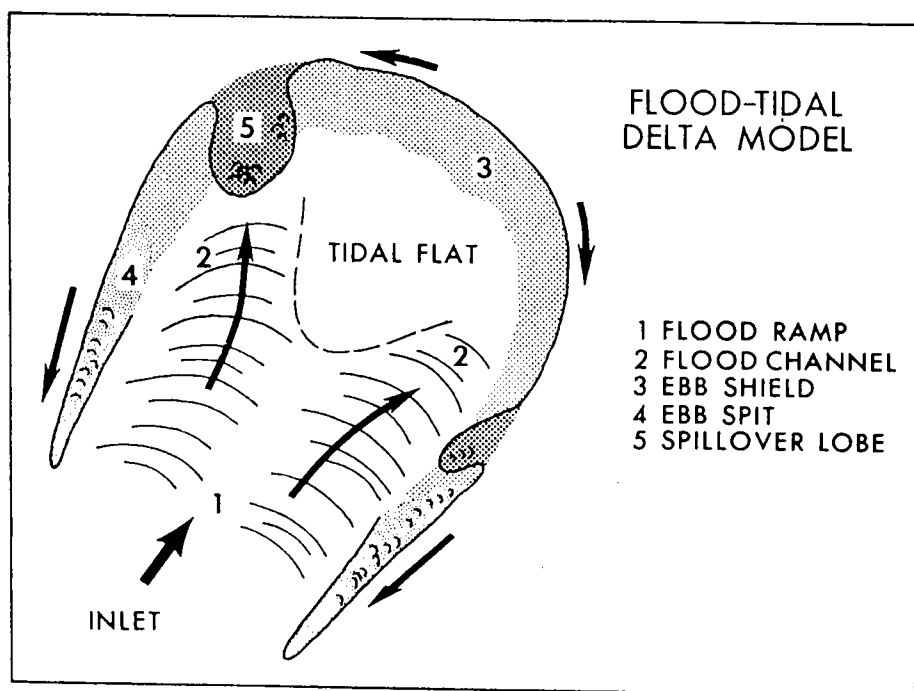


圖 4 漲潮三角洲模式 (在海口內側)

淺談港灣之景觀規劃

黃文珊 宇泰工程顧問公司景觀規劃師

一、前言

「景觀」這個名詞，是近來才開始被廣泛討論，逐漸為大眾所意識到的一個課題。近幾年來，隨著人們對於物質需求之滿足，更進一步追求精神生活之充實時，創造並保護良好的景觀，可以說已成為社會政策之重要課題之一。但港灣之景觀規劃，對一般工程人員而言，仍是一頗為陌生之名詞，如何順應時代潮流適時將港灣之景觀設計導入今後之規劃中，將是每位規劃人員所應努力之目標。亦即今後之港灣建設，除了在量的充實外，更應具備質的提昇。本文即在此種理念下，首先對港灣景觀之美化作一簡淺之介紹，爾後再逐步對港灣之景觀規劃方法作更進一步之報導。

二、什麼是「景觀」

「景觀」是由地形與地表覆蓋物（包括植被、水體、動物及人造物）所構成的一個視覺形態；它是一種環境整體的印象，由自然的演化和人類的活動所構成，而為人類所知覺者。景觀像是一個舞台，人類在上面發展其特質和創造文明。

景觀既是我們對於環境之整體印象，因此它包含了三大向度：一、實體（具體組成物）或非實體（如社會、心理、政治等）資源。二、自然（地形、植被等）或人文（人為活動）屬性。三、固有（區域內之實質特徵）或象徵（如期望、信仰等）意義。

簡而言之，景觀乃是地球上自然或人為的，有形的景物及無形的意象所組合而成的。保護並創造美好的景觀即是景觀規劃。

三、港灣景觀之美化

以往港灣之規劃首重功能性及安全性，與其他土木構造物相比，由於面對的條件及使用對象較為特殊，因此並不常談到景觀之規劃，但構成港灣基本架構之防波堤、碼頭、護岸及臨海空間卻也是表現港灣固有景觀特性之資源，因此在這些設施能滿足港灣之功能的同時，於工程嚴肅的考量之外，如何使港區的景觀軟化及美化，使生硬的混凝土面和冰冷的鋼鐵結構物產生活氣，整體之港灣空間能使視覺得以舒暢愉悅，此即港灣景觀規劃之重點。

港灣景觀美化，除了可使工作於港區及進港人員視覺舒適以外，更重要的，乃是吸引與提供一般大眾來親近它、利用它。

對民眾而言，美化後的港灣正是一處饒富生趣的海濱公園；除了開闊明朗的海洋氣息之外，更多添了一份船隻進出的熱絡氣氛。港區內的景觀計劃，大致有以下之功能：

(1) 視覺焦點的達成

主景的構成，可以強化其地域特色，亦提供休憩的一個視覺享受的焦點；例如於港區外置一個巨型雕塑，不但有形成地標的作用，更可突顯出其獨特的環境意象。

(2) 開放空間的保留

① 海岸線的開放感得以延續，不致被港區內部之建築物、船隻等阻擋。故考慮海岸線之部份仍保留開放空間；或以人工地盤方式提高視野，或在外海放置潛堤，阻擋波浪，將原本位於第一線之海堤高度降低等，可使視界不發生妨礙。

② 設施物或建築物之間，應儘量保留寬廣之綠地，提供民眾較大面積的軟性空間，休憩與活動。

(3) 硬體設施之美化

① 建築物之造型，儘可能以活潑生動的造型展現，與停靠進出的船舶共同構成豐富熱鬧的畫面。並考慮與港區環境結合，不致過份生硬或過份突兀。

② 防波堤、碼頭護岸等，其壁面之材料、色彩，要與周圍之自然環境調和。同時構造物之形狀可採

用較不具壓迫感之曲線狀結構。

③ 大面積之硬鋪面，可採用較富變化之色彩與造型，作為提供民眾使用之水岸廣場。儘量避免大量而生硬的混凝土面。

④ 停車場可採用植草磚的鋪設，和種植樹木提供遮陰，亦達到軟化，美化的效果。

(4) 不良景觀之改善

對於港區內部雜亂而無可避免的景觀，如船艇維修區、裝卸區、擺設機具的空間，堆積儲存的空間等等，可考慮利用地形局部變化和土丘、植栽的處理以阻隔視野，或利用地形高差，採內挖內置式予以遮避。

(5) 設置引導民眾進入的設施

① 動線明確；車行動線、人行動線、基能動線與緊急動線要區分，不致發生混亂。人行動線可計劃成為提供民眾散步，慢跑的林蔭散步道。沿途保留開放的景緻，並引導民眾進入港區。

② 良好眺望點之保留，於視野開闊，景緻優美處，設置開放民眾使用的眺望點或觀景台。

③ 在水濱邊之部位，可提供民眾休息享受之飲食設施，如簡單之販賣亭、飲水機等。

④ 休憩設施之設置，如坐椅、涼亭、垃圾桶、路燈等。

四、港灣綠化

環境綠化可以創造綠境，提升人們生活品質，與大自然接觸。綠化有淨化空氣、調節微氣候、減減噪音等維護環境的功能，更有休閒遊憩、豐

富情趣、使環境舒適的積極功效。

港灣的綠化可改善並美化港區內的環境，減低硬體設施，結構物對環境的衝擊。港灣之綠地依其功能不同，可概分為下列幾型：

- (1)功能綠地—提供區內基本需求的功能性綠地；如作為防風、淨化空氣、阻隔噪音等作用的綠地。
- (2)休憩綠地—提供港灣內的人休憩活動的綠地。
- (3)緩衝綠地—作為各種自然或人為衝擊的緩和空間。
- (4)避難綠地—災害發生時的避難場所或作為急救活動之綠地。
- (5)道路綠地—港灣內部沿道路兩側形成線形綠地。
- (6)修景綠地—使港灣內景緻美化的草花綠地。

而從景觀構成觀點，綠化植栽之型式有三種，即「自然型綠化」、「半自然型綠化」及「人工景觀型綠化」。可以視港區內部或外圍環境搭配、創造不同意境的視覺景觀。

以港區內部環境而言，到處是堅硬，冰冷的混凝土建物及硬體設施，對海岸景觀產生嚴重的衝擊；故巧妙的運用「人工景觀型綠化」將是一重點工作，試將其要點概述如下（如圖）：

- (1)建物周遭基本的修景植栽，可柔和景觀。
- (2)硬體與硬體間之植栽，可以很自然的調適和諧化。
- (3)橫長設施的分段植栽，可以軟化工物的格格不入。
- (4)地形高差之處，可運用植栽來柔化

或強調分段感。

- (5)土方工程造成的邊坡面，提高環境親和力。

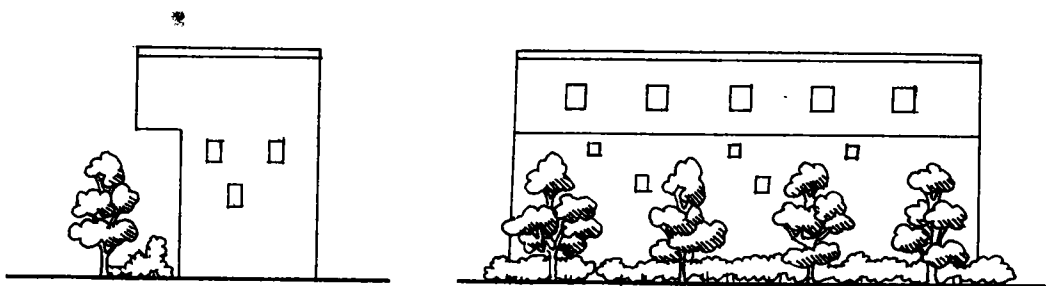
另外，人工型景觀綠化提供人們享用多種景觀風貌與豐富情境，亦有誘導視線，遮避視野，邊坡基部保護等多種功能。

五、結語

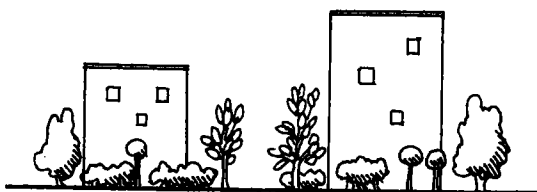
港灣景觀之美化，有改善並美化港區內之環境，對於周邊地區自然環境的保全，港區與周遭空間經驗的連續性，導入活動的可能性提高，強化與地域社會的結合等作用。故港灣景觀美化除了使視覺達到美的欣賞與綠境之享受外，更有使其與社會結合，滿足一個成熟化之社會所需要的積極意義。

引用文獻

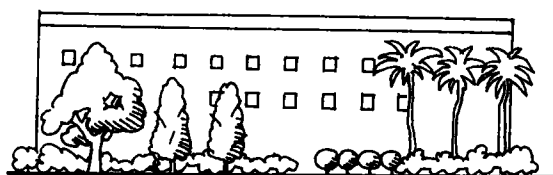
1. 染谷昭夫，1988，マリナーの計畫，鹿島出版社。
2. 港灣綠地整備マニュアル，P7～P15，1989，日本港灣協會。
3. 林文鎮，1990，創景植栽之理念及方法，台灣農林雙月刊 26(2): 35-45。



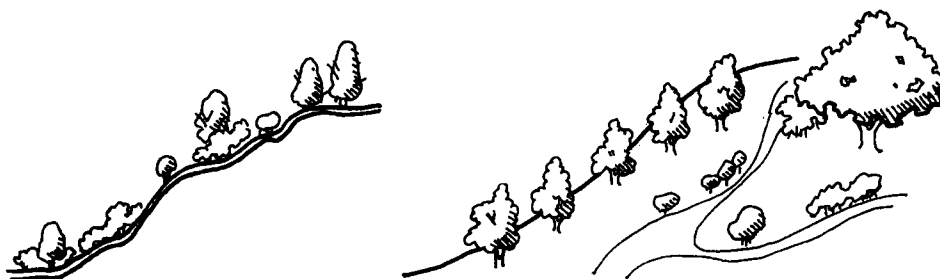
(1) 建築物基部景觀的柔和化



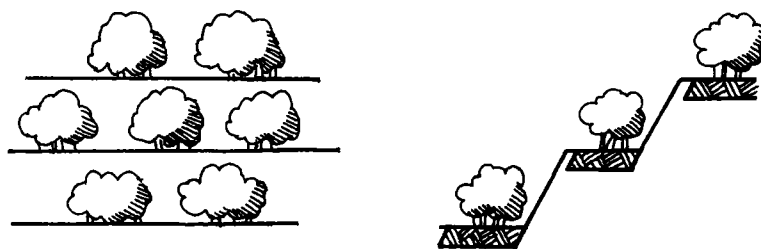
(2) 設施間空間的調適植栽



(3) 橫長設施的分段植栽



(4) 植栽對地形高差的親和效果



(5) 邊坡面貌修景模式

資料來源：台灣農業第26卷第2期

簡介港灣及海岸構造物設計基準之研究

王慶福 港研所研究員兼規劃設計組組長

一、前言

『港灣構造物設計標準』自民國六十九年，由台灣省政府交通處廣搜國內外已有之資料，並配合本省之地理環境及港灣特性，加以整理修正發行以來，不僅使得國內之港灣構造物在設計及規劃上有所依循，同時對促進設計水準及技術能力提昇有很大的幫助。

但標準發行至今已逾十年，由於當時主要之參考規範為民國五十六年日本港灣協會發行之『港灣構造物設計基準』，而標準發行之時，適逢日本之基準正進行全面修改，因此，改正後之新理念，無法適時予以加入，加以近幾年來，隨著各項技術能力之發展以及新型構造物之開發，現有設計標準已無法滿足現時之需要，因此適時的加以補充修正即有其必要。

設計基準之修正並非簡單之事，不僅須有充分的理論基礎，更應有實務上之驗證。由於涵蓋的範圍相當廣泛，因此更須結合各界人士共同參與才可完成，如此艱鉅之工作，實非短期內可完成，然考量現階段港灣界在規劃設計時所面臨之困擾，以及為促進設計品質之提昇，因此本所雖在人

力經驗並不很充足之情況下，毅然挑起此一重擔，主要係盼能藉由本研究，由本所整合港灣界人士智慧及經驗，為今後之港灣發展，貢獻一份力量。基準之研究除本所現有各組人員參與外，同時亦擬邀各港務局總工程司以及相關學者及顧問公司人員參與，希望能藉由不斷之研討及意見溝通，為今後規範之制定墊下一良好之基礎。

基準之研究原預定為三年，但因交通處要求縮短研究期限，以及原本欲邀集學者專家參與研究之預算無法執行，因此只能將原先預定之全面性基準建立，改為以1989年最新改正之日本港灣協會發行之港灣設施技術上之基準與解說為藍本，由本所自行進行部份之增修，以作為基準之初步草案。今後除應配合國內之實際狀況及特性，再予以充實及改訂外，更應邀集各界人士加以研討，以使基準之訂立，能更嚴謹。

二、研究概況

如同法律為自由世界社會所共通依循的規則，規劃、設計、施工如能有一規則可依循的話，則能避免混亂

，並使執行較易。假若工程規劃設計無規則可循，一切依主任工程師之想法，或一切委任技師，當有意見不同，而且又有破壞發生，責任由誰來負擔即為一問題。當任意採用公式亦或原理來設計，但發包者或施工者有不同看法時，要加以判斷何者較正確，亦很困難，因此，至少在目前大多數人認為可容許之範圍內，對規劃、設計、施工之原則、規定在事前加以明示的話，將使工程之進行能較順暢。

規範(Specifications)、基準(Criteria)、標準(Standard)、準則(Manual)、手冊(Handbook)、規則(Code)等，雖在意義上稍有不同，但均係為此而準備的，如係由權責機構所核定的，雙方較易取得協調及共識，因此，規範、基準類等，通常由各學會或相關部門之專家所組成之協會來制定的較多，而由權責單位監修，亦有成法律的。

如同法規一般，若制訂得過細，則將喪失自由與創意，但若語焉不詳、曖昧、規定鬆散，則又將產生混亂，因此雖說依據規範或基準，但不意味對下決定之主任工程師可免於負責之意。

因此，基準絕非為了要限制自由思想所進行的規劃或設計，若不如此加以解釋的話，那麼技術將無法進步。此外基準並非最前端之技術，而是稍顯保守並已達共識之技術，其主要規定以下事項：

1. 安全上所應遵守之最低限事項以及所應考慮之事。
2. 經由長期經驗之累積，已被視為

一般的及合理的安全上所須之事項。

3. 設施之標準化能提昇安全性，同時使工作能合理化之事項。

2-1 基準修正之背景

如前所述，現有基準主要係根據民國五十六年日本港灣協會發行之『港灣構造物設計基準』為藍本所編製的，經歷了二十多年，隨著對港灣品質要求日益提高，以及各種新技術知識之累積等，使得港灣所處之環境亦產生了很多變化，例如：

1. 隨著海域休憩活動之增加，為確保遊艇等之安全及利用順暢，使得遊艇 相關設施之基準有充實之必要。
2. 隨著水域開發之進展，為充分利用水域，因此浮體構造物之重要性逐漸增加，有關浮體設施之技術基準亦有充實之必要。
3. 隨著對鋼結構物等維修方法的進步，使得設施維修管理方法有再檢討之必要。
4. 有關港灣設施之耐震性以及地盤液化等調查研究進展，相關技術基準亦須重新檢討。
5. 隨著港灣設施往外海發展，深水化等構造物之出現以及適用之設計法亦須加以再檢討。
6. 隨著船型變化及船種多樣化與各種相關基準之修正，更應適時導入本基準中。

為因應此種變化，現行構造物設計標準，自應適時加以修正，至於目前所使用之設計標準其主要特徵為：

1. 依據民國五十六年版之港灣構造物設計基準，將全文分為十篇，先對共同之設計、材料、基礎等加以敘述，而後依水域設施、外廓設施、繫靠設施等分別敘述。
2. 敘明基準之適用範圍，同時基準亦分為本文及說明，本文很簡明的將敘述之事加以明示，說明則針對其背景加以敘述，此外並依場合補充其內容。
3. 隨著技術之成熟，對於絕對應遵守之事，建議應遵守之事，及雖有問題但尚無適當之處理法，提供一判斷之方法。
4. 航道、泊地等之水域設施，所須之水深、寬度等之標準值以船長為單位加以表示。

所以本基準所具有之特色，實為提供規劃設計時之依據，但隨著調查研究成果之累積以及施工技術之進步，加上港灣所處環境之變遷，因此1989年日本新增修之港灣設施技術上之基準同解說，在內容上亦作了很多修正，其主要特徵為：

1. 將波浪以不規則波來處理，同時將波譜之概念導入設計方法中。
2. 將作用於直立壁之重複波及碎波之波力計算，統一以合用公式為準。
3. 訂定了貨櫃碼頭、渡輪碼頭及遊艇港之設計基準。
4. 提供港灣設施之維修管理方針。
5. 新型防波堤之導入。
6. 新耐震設計法之開發。

2-2國內外現有設計基準

國內外設計基準有關港灣者，在此選出一些代表例加以介紹

1. 中共：

港口工程技術規範（1987）由中共交通部頒佈並於1988年10月1日起實施，主要是將自1975年至1987年所陸續出版的港口工程技術規範及有關規定共20個單冊，由交通部水運規劃設計院組織有關單位匯編修訂而成，計有規範及規定2524條分為上、下二卷。

2. 日本：

由於現行構造物設計標準係以日本基準為藍本，因此較為國人所熟悉，而其演變過程大致如下：

- | | |
|-------|-----------------------|
| 1950年 | 港灣工事設計示方要覽 |
| 1958年 | 海岸保全設施築造基準 |
| 1959年 | 港灣工事設計要覽 |
| 1967年 | 港灣構造物設計基準 |
| 1978年 | 港灣設施技術上之基準，同解說 |
| 1980年 | 同上（超大型油輪用設施，海上貯油基地設施） |
| 1987年 | 海岸保全設施築造基準解說（改定版） |
| 1989年 | 港灣設施技術上之基準，同解說（改定版） |

3. 聯合國：

United Nations Conference on Trade and Development, "Port Development a Handbook for planners in developing countries", Second edition revised and expanded, United Nations, 1985

此手冊主要係聯合國為開發中國

家進行港灣開發所整理之手冊，港灣之整體規劃，特別是以計劃之實行可行性為重點，內容包含港灣關連之各種事項，以及港灣營運管理、裝卸機具等，經由此手冊可對港灣之整體作一概略了解，但並無法作為設計上使用。

4. 美國：

U.S Army Coastal engineering research Center, "Shore protection manual volume I~III", U.S Government printing office, 1975

海岸變遷、波浪、海岸有詳細論述，可作為海岸護岸、防波堤之參者。同時由於以實驗驗證，所以圖表豐富。

Naval facilities engineering command, "Design manual — Soil mechanics, foundations, and earth structures".

——Structural engineering

——Harbor and Coastal facilities

VFAC DM-7, -2, -26, US government printing office, 1971, 1970

具有很多之手冊，同時每個手冊均獨自販賣，為一很實用之書，圖表計算式很多，亦有例題。

5. 德國：

Committee for waterfront structures of the society for harbor engineering and the german society for soil mechanics and foundation engineering, "Recommendations of the committee for waterfront structures" EAU 1985, Ernst & Sohn.

每年由委員會加以檢討

6. 英國：

BSI(British Standards Institution), "Code of practice on maritime structures", Draft, 1979

7. 法國：

J. Chapon, "Travaux maritimes tome 1~2", Eyrolles, 1984

此書並非基準，係法國港灣工程之教科書。

2-3 基準修正

本次設計基準之修正，主要針對以下幾項重點進行：

1. 創造安全舒適之港灣空間技術之導入

由於以往之基準，對於港灣設施之維修管理，並未規定具體的實施方法，但隨著防波堤、碼頭設施之增加，所須之維修管理費亦日漸增多，加以設施之老朽化，今後設施之維修管理更顯重要，因此新基準對於水域設施、防波堤、碼頭等設施之維修管理、檢查之方法、檢查之項目、異狀之評估等提供一方法，以使港灣設施在經過長期使用後亦能維持良好狀態。

遊艇港方面，由於交通部觀光局另有參考規範，因此在本基準不予討論。

另外，隨著水域開發之進展，浮體構造物之重要性亦日增，如浮式飯店、浮式停車場等，以往浮體構造物之設計基準，均以波浪較小者為對象，僅規定如浮棧橋之設計法等，而新的基準中則針對各種形態之浮體構造物規定了浮體構造物之設計法。

2. 設計之合理化

將防波堤之波壓公式，統一以合田公式為準，同時對於深水區域，當波谷來臨時之波力為重要因素時，其計算法亦予明示。

另外，隨著樁載重試驗成果之累積，推算樁之軸向極限支持力所採用之靜力學計算式亦重新檢討。砂質土之場合，樁之先端支持力係數原為 $40 N_{Ap}$ ，改成 $30 N_{Ap}$ ，同時求取 N 值之範圍亦改變，另外，樁有接續時，以往每一接續處，其軸向容許支持力約減少 20%，但隨著接續信賴性之增加，其低減率亦緩和了。

關於防舷材之計算，以往靠岸能量之計算有偏小之傾向，因此新的計算法中假想質量係數之值，較以往大 20%，同時計算不須依防舷材間隔不同而採用不同計算式。

3. 新技術之導入

隨著新型防波堤技術日益成熟以及累積之實績，新基準規定了直立消波沉箱堤，上部斜面堤、浮式防波堤等之設計法。

砂質土之液化，在以往之基準中，對液化之判定雖規定了一些方法，但隨著最新調查研究成果，液化之範圍以及液化之判定法與液化對策內容均予充實。

4. 其他

隨著近年船型之變化，相對應之標準船型加以重新檢討，因此相關的泊地水深、碼頭長度與水深之標準值亦予改正，同時在以往，礦石專用船與一般貨船加以分開，但由於其船型差異不大，因此在新基準中其包含在貨船中。

新型不加劇毒鎘元素之鋅合金防蝕陽極 (R & D NOTE)

李定湘 匯茂實業股份有限公司經理
美國哥倫比亞大學化工博士

A. 簡介：

鋅合金防蝕陽極近世紀來一直極為廣泛的使用於船隻船身之保護、海水壓艙槽之保護、以海水冷卻之熱交換器的保護，及海水、土壤中鋼鐵結構物之保護等等。

然而傳統之鋅合金陽極為防止其惰化以致失去其保護海水中、泥中鋼鐵結構物之作用，多半在其中添加有劇毒之鎘元素。

本R&D NOTE所述為一新型鋅合金防蝕陽極，以 LME 核可之 SHG ZINC(99.995%min. Purity)添加0.01 WT.%之錒元素而製成，『不加鎘元素（通常之含量約為0.05WT.%）』，經測試後得知其效率在95%以上，閉路電位在1020 MV以上（SCE），而開路電位在1050 MV以上（SCE），性能十分優異，初步之結果顯示此新型鋅合金防蝕陽極可取代含劇毒鎘元素之鋅合金防蝕陽極，同時減低因使用傳統防蝕鋅合金陽極所造成之鎘污染；上述測試均在海水中進行。土壤中初步之實驗（以高雄縣大發工業區內之土壤所做之測試）顯示出此新型鋅陽

極在土壤中(Moisturized)之閉路電位約為865 MV（SCE），相對於純鋅在土壤中（此純鋅即為上述之 SHG ZINC）之開路電位，~771 MV（SCE），及日本Nakagawa ZAP鋅-鋁-鎘防蝕鋅陽極在土壤中之開路電位，~885MV（SCE），持續之表現甚佳。

B. 海水中之實驗方法：

請參閱本文作者於「港灣報導」所發表之「港灣防蝕II，防蝕陽極合金材料之選擇及測試」中所述之實驗方法，海水取自高雄港，比電阻（23℃）為22Ω-cm，pH值為7.8。

C. 土壤中之實驗方法

將土壤置於容器中，而陽極，被保護之鋼鐵結構物放置之方法如圖一所示。

上述所有之鋅陽極均未使用任何的Backfill Material。

D. 結論

(1)鋅-錒系鋅合金防蝕陽極之 Perfor-

陽極相較，表現相當或較佳，可取代傳統之鋅—鋁—鎘防蝕鋅陽極，以減低因使用傳統鋅—鋁—鎘防蝕鋅陽極所造成之鎘污染。

(2)純鋅之表現較差可能係因局部惰化之原因。

(3)在成本上之考慮，鋅—鋁系防蝕鋅陽極每公斤之成本較鋅—鋁—鎘系防蝕鋅陽極之成本約增加新台幣一元左右，是微不足道的。

(4)鋁之含量對新型鋅合金防蝕陽極之Performance及機械性能有相當大的影響，尤其是在澆鑄成型時。

(5)本研究所使用之材料如下所述：

鋅—99.995%min (LME核可, Korea Zinc Co. Ltd., Young Poong Corporation之SHG ZINC)

鋁—99.99%min (加拿大Cominco公司之鋁)

ZAP—日本Nakagawa公司鋅—鋁—鎘系防蝕鋅陽極

本新型鋅—鋁系鋅陽極已開始量產，每一批約0.8公噸。

更進一步的研究發展仍在持續進行之中。

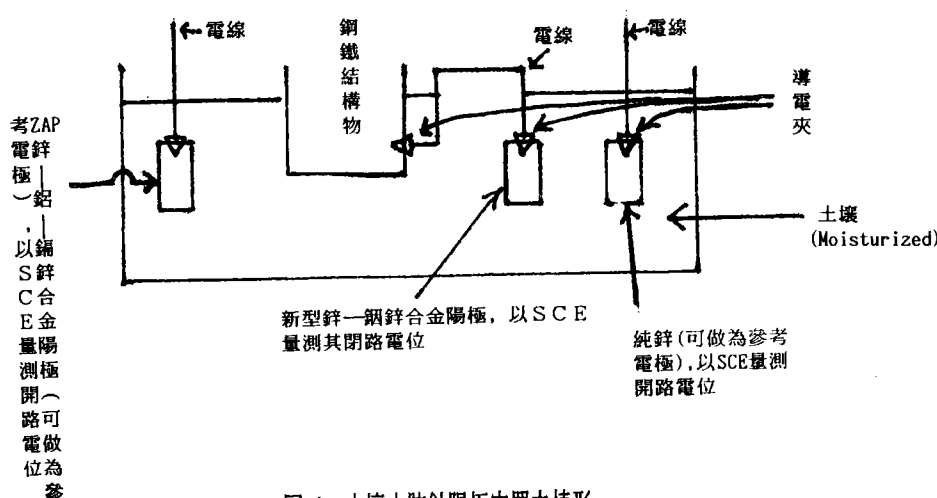


圖 1. 土壤中防蝕陽極安置之情形

港灣防蝕 (II)

李定湘、李定宇、王維寧

匯茂實業股份有限公司

II . 防蝕陽極合金材料之選擇及測試

A. 防蝕陽極合金材料之選擇：

(1) 防蝕陽極合金材料之選擇，基本上之考慮在於：

① 材料之選擇是否有效，亦即是否能夠有效地保護浸沈於海水中之鋼鐵結構物（海泥，土壤中亦然）。

② 材料之成本。

③ 材料之供給是否無虞匱乏。（Availability）

④ 材質是否適當，生產及使用時是否能夠順暢，材質如過於脆弱，則生產時可能遭遇困難，同時使用時亦易於遭受撞擊時而剝落。

⑤ 材質之效率；效率高則成本可以降低（以整體性之眼光衡量）；材質之毒性（Toxicity）。

(2) 防蝕陽極之種類：

基於以上五點之考慮，目前世界各國所使用之陽極通常可分為三種：鋁合金陽極，鎂合金陽極及鋅合金陽極。其中鎂合金陽極效率最低，約在50%左右，鋅合金陽極效率最高，約大於95%，鋁合金陽極之效

率居中，約在90%左右。

港灣防蝕多使用鋁合金陽極，雖然鋅合金陽極之效率較高，其主要原因為：

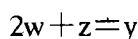
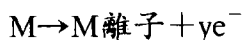
① 鋅合金陽極中為了避免惰化現象之發生，多半加有微量之鎘元素（約0.05%；重量百分比），而鎘元素為有毒物質（Toxic）。

惰化現象之產生（Passivation）可使得陽極失去效用。如今在倫敦金屬交易市場中所能購得其所核可之最高純度鋅為99.995%（Minimum；重量百分比），即使以此種純鋅（不加入其它元素），來製作純鋅陽極，亦無法保證惰化現象之不發生。

而一般所謂之惰化現象，即是在陽極表面生成一層氧化膜，使得陽極在海水中離子化之傾向減低或完全停止，因而使得陽極失去其應有之功能。圖一所示即為防蝕陽極之效用及惰化作用產生時所發生之現象。

由於 $M \rightarrow M^{n+} + ne^{-}$ 之（氧化）電位高於 $Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e^{-}$ 之電位， $M \rightarrow M^{n+} + ne^{-}$ 之反應會發生，而腐蝕反應（ $Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e^{-}$ ）則不會發生（在設計完全保護之狀態下；將於“港灣防蝕(III)”中加以討論）。防蝕陽極

導電迴路之形成，與港灣防蝕(I)中敘述之鋼鐵材料之腐蝕電流迴路類似，諸如下列反應等所構成：



(w, z 為平衡常數)

防蝕陽極離子化取代鋼鐵離子化(亦即鋼鐵之腐蝕)而達到防止鋼鐵腐蝕之效果

②鋅離子化合物在海水中之濃度如過高，對海水中之生物恐有不良之影響，而影響至整個的生態。

鋁合金陽極中之添加物通常包含有鋅(～3.4%，重量百分比；除另有註記外，%均代表重量百分比)，銦(～0.02%)，錫(～0.01%)，鎂(～1.5%)，鈣(～0.01%)，矽(～1.2%)；並規定鎘及汞之含量均需 $\leq 0.000\%$ (有毒元素)。在倫敦金屬交易市場(LME)註冊之鋁(99.7% Minimum或99.85% Minimum)的矽含量一般約在0.03-0.08%左右，鋁陽極一般規格鐵含量在0.13%以下，以防惰化。為提高效率，降低成本、減少毒性至最低等因素，找尋適當添加物及其重量比最佳化(Optimization)之研究發展持續在進行中。

目前已商業化普遍使用之鋁陽極，一般而言有以下幾種系列：

(a)鋁—鋅—銦 系

(b)鋁—鋅—銦—鎂—鈣 系

(c)鋁—鋅—銦—鎂 系

(d)鋁—鋅—銦—錫—鎂—鈣 系

(e)鋁—鋅—銦—錫—鎂—鈣—矽 系

上述各系列中，最普通者為鋁—鋅—銦 系，實驗室效率約在85—90%，其它系列之實驗室效率約在90—95%左右(此處之效率，%，之定義將於本文“陽極之測試”中敘述)。

WILSON AND WALTON 國際公司在上述系列之發展上有卓越之貢獻，該公司之產品如：

(a)鋁—鋅—銦—鎂—Titanium—Bismuth—矽 系

(b)銦—鋅—銦—Titanium—Bismuth—矽 系

帶動了上述含鎂、鈣而不加Titanium及Bismuth系列之發展。在溫度較低之處，如北海區，宜使用含鎂系列之鋁陽極—基於溫度及元素活性之考慮。

B. 陽極之測試：

陽極測試可分為實驗室之測試及在海洋中實地測試兩種，(近海實驗室中之測試，直接抽取海水，連續式以新鮮(天然)海水實驗與海洋中實地測試甚為接近)，本處僅敘述實驗室之測試；港灣防蝕工程於陽極安裝後，鋼鐵結構物電位之測試將於本文“港灣防蝕(III)工程設計”中予以討論。

(1)陽極之電位測試：如圖二所示，以足夠之陽極(本文港灣防蝕(III)工程設計中將討論計算之方法)，連接於鋼板上(導電連通)，此鋼板相對於飽和甘汞電極之電位即可視為陽極相對於飽和甘汞電極之電位，(每隔5分鐘，自電位計記下一

個電位數值，直至數值不再變動為止）。

一般實驗室所謂之開路電位，開路電位，極化值等，在實際工程上，並無意義可言，所以在本文中不予討論。

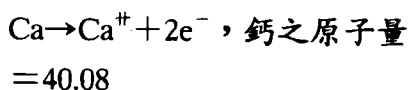
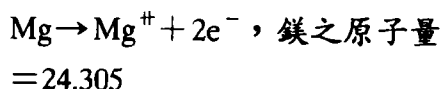
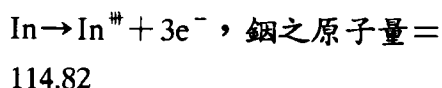
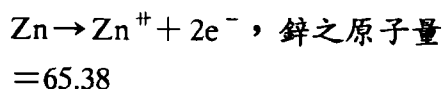
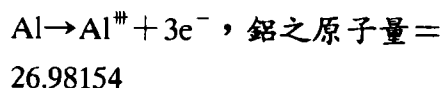
(2)陽極之效率測試：

①先將陽極以車床車至兩公分之直徑，陽極之上下部位以防水絕緣膠帶包覆（在此之前先將陽極以清水、酒精、丙酮等清洗乾淨，然後烘乾、冷卻並稱重），使陽極之裸露面積為20平方公分，然後依圖三進行實驗。此實驗亦可串連多個樣品同時實驗，如圖四所示。進行效率測試時，可以20mA之直流電，連續通電240小時，或以30mA之直流電連續通電160小時後，停止通電。

停止通電後，將樣品取出，除去防水絕緣膠帶，將樣品以清水、酒精、丙酮刷（軟性塑膠刷）洗乾淨，烘乾、冷卻，然後稱重。

②陽極效率之計算：（以實例來討論較易了解，以鋁—鋅—銦—鎂—鈣 系為例）

(a)理論消耗率之計算：



（原子量請參照Perry's Chemical Engineers' Handbook）

以1000公克之鋁陽極計，（其中含3.5%鋅，0.02%銦，1.5%鎂，0.01%鈣），則各個元素之重量為：

鋁—949.7公克

鋅—35公克

銦—0.2公克

鎂—15公克

鈣—0.1公克

如此，則此鋁陽極總共可放出之電子數目為：(1公斤)

$$\left(\frac{949.7 \times 3}{26.98154} + \frac{35 \times 2}{65.38} + \frac{0.2 \times 3}{114.82} + \frac{15 \times 2}{24.305} + \frac{0.1 \times 2}{40.08} \right) \text{mole } e^{-}$$

$$\approx 107.91 \text{ mole } e^{-}, (\text{mole-庫倫})$$

$$1 \text{ Amp} \cdot \text{Yr} = 1 \frac{\text{Coul}}{\text{sec}} \cdot 31536000 \text{ sec} = 31,536,000 \text{ coul}$$

(1 mole e^{-} $\approx$ 96,500 coul, coul—庫倫, Amp—安培, Yr—年)

$$= 326.8 \text{ mole } e^{-}$$

1公斤之此種鋁陽極可放出107.91 mole e^{-} ，此種鋁陽極之理論消耗率

$$\frac{326.8 \text{ mole } e^{-} / \text{Amp} \cdot \text{Yr}}{107.91 \text{ mole } e^{-} / \text{kg}}$$

$$= 3.028 \frac{\text{Kg}}{\text{Amp} \cdot \text{Yr}} \quad (\text{Kg—公斤})$$

$$(b) \text{實際消耗率} = \frac{W_0 - W_1}{\text{(由Power Supply, 銅電量計所得之電量)}}$$

$$= \frac{W_0 - W_1}{C}$$

W_0 = 實驗前之鋁陽極重 (公斤)

W_1 = 實驗後之鋁陽極重 (公斤)

C = 由Power Supply, 銅電量計所得之電量 (Amp · Yr)

(c) 鋁陽極之效率 (%)

$$= \frac{3.028}{\left(\frac{W_0 - W_1}{C} \right)} \times 100$$

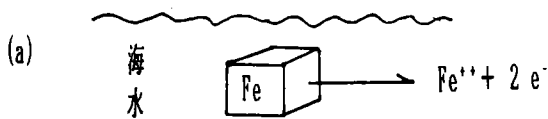
$$= \frac{3.028C}{W_0 - W_1} \times 100$$

$$= \frac{302.8C}{W_0 - W_1}$$

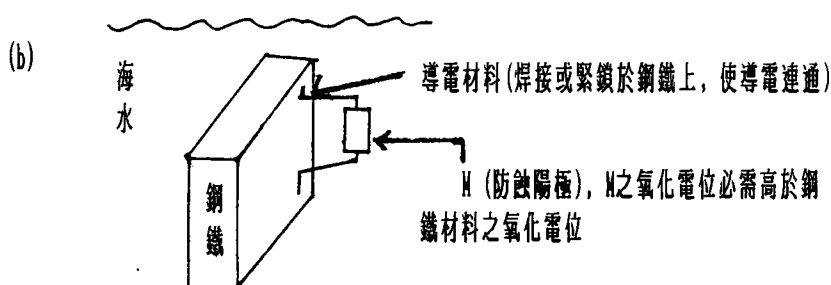
(此處之 Assumption 為均勻消耗，一年為 365 天) 此鋁陽極之實際電含量則為，

$$\frac{1}{\left(\frac{W_0 - W_1}{C} \right)} \cdot 365 \cdot 24 \frac{\text{Amp} \cdot \text{hr}}{\text{kg}}$$

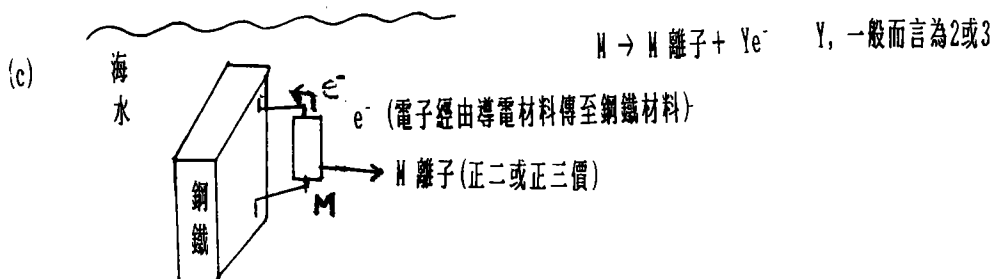
$$= \frac{8760C}{W_0 - W_1} \quad (\text{hr} - \text{小時})$$



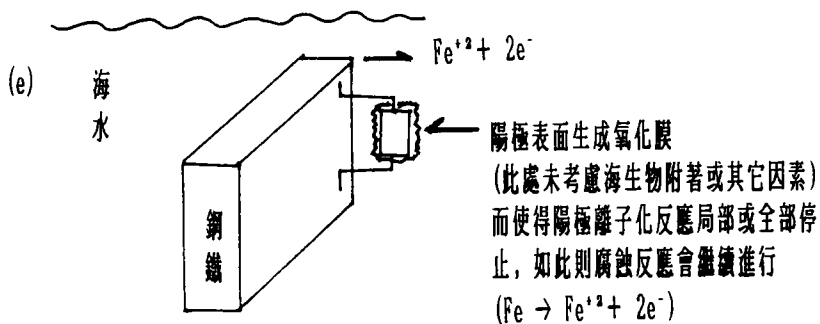
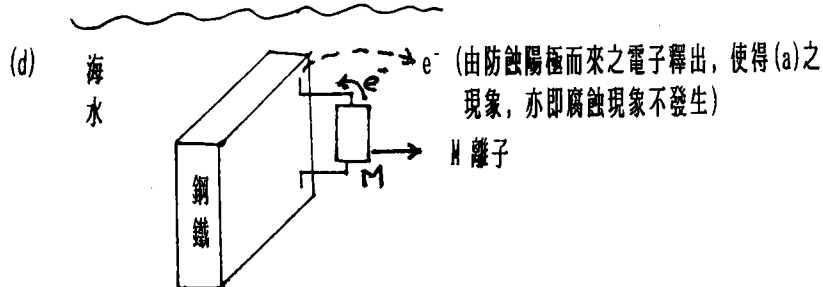
腐蝕現象



一般防蝕陽極之安裝



防蝕陽極離子化將電子傳至鋼鐵材料



惰化作用

圖 1. 防蝕陽極之效用及惰化作用過程之現象

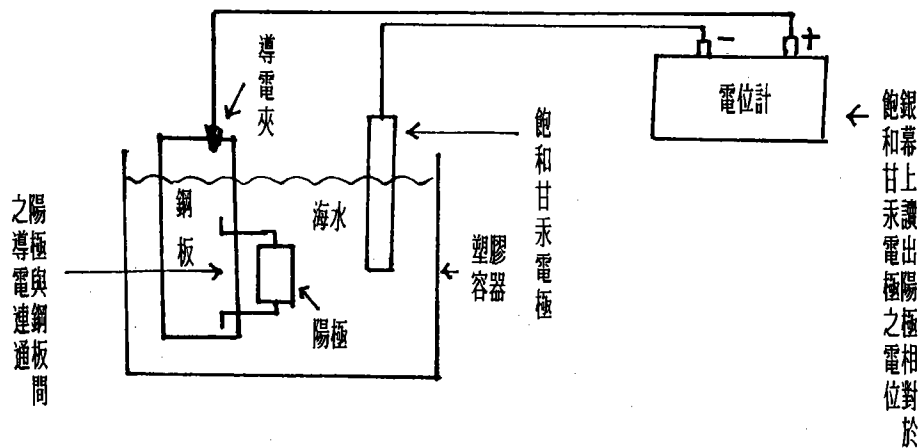


圖 2. 陽極之電位測試

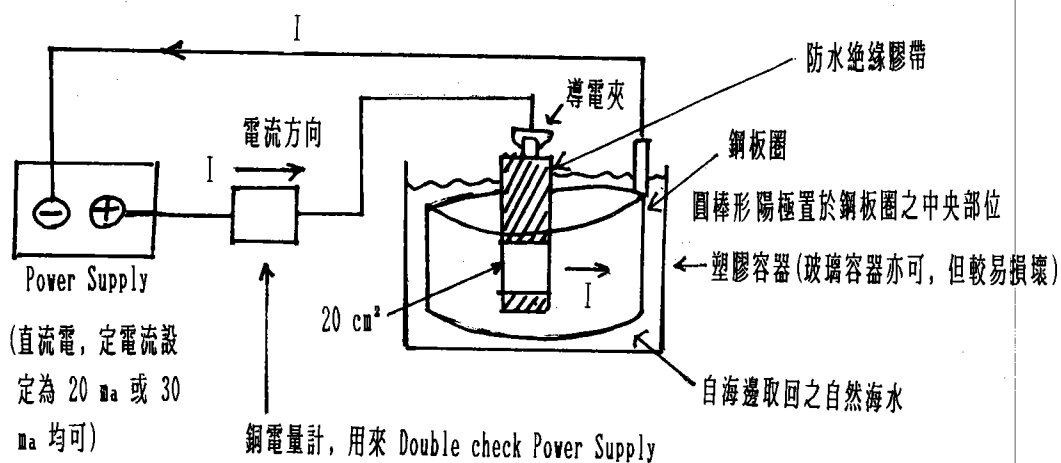
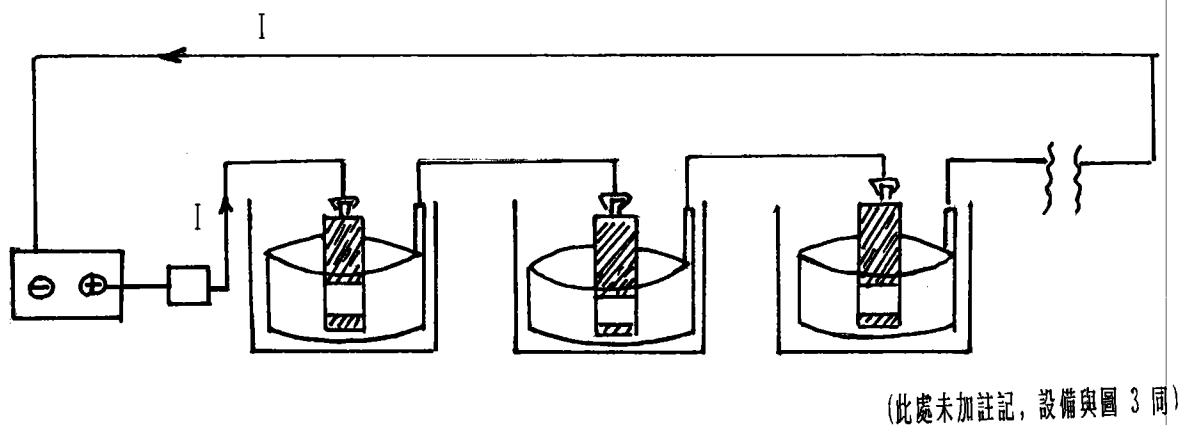


圖 3. 陽極電氣效率測試之裝置(測試單一陽極)



(此處未加註記，設備與圖 3 同)

圖 4. 陽極電氣效率測試之裝置(可測數個陽極)

簡介不規則造波機之研製

陳明宗 港研所副研究員

壹、前言

從事水工模型試驗上最重要且必需的一項基本設備就是不規則造波機。利用它來模擬或製造現場波浪之再生，以及水工試驗上所必需的各種規則性或不規則性波浪。往昔造波機之購置不外乎外購及委託國內廠商製造，當然，兩者各有其優劣點。進口造波機性能較優異，但其價格較昂貴，維修及零件的補給上較困難。國產造波機性能稍差，但在價格及維修上有其較強的競爭力。

然而不論是進口或國產造波機，廠商幾乎都未能提供完整的構造或線路資料，更遑論詳細的設計原理。對使用者而言，在操作上或維修某些構造性問題上都是甚難捉摸，甚至得完全依賴廠商來從事維修及保養的工作。

基於上述的理由，筆者才興起自行研製不規則造波機的動機。當然，由於筆者所學並非機械本科，在設計及規劃過程上難免會有所錯誤或疏失。若文中有任何的缺失，煩請不吝指正以便更改。

本所自行研製之不規則造波機，係參考現行使用之各類型造波機特性及使用經驗；並依據油壓動力，電氣理論，發展第一套小型活塞式 (piston-type) 不規則造波機。

貳、設計功能

話說自行研製，當然不僅要能將它做出來；也必須要能就現有造波機之功能加以改良或創新。因此，在設計上有以下一些主要功能：

- 一、操作採手動、線控及遙控三種方式，遙控係利用無線電來遙控。
- 二、密閉型造波設計，造波板四週利用高彈性材料作防水滲透處理，便造波時不影響造波板後水面。
- 三、LVDT 精密可變電阻回饋控制。
- 四、多重保護措施，過熱、過壓、低油位及控制箱突然斷電保護。
- 五、獨立式氣冷散熱設計，單一馬達驅動油路及散熱風扇，維修方便。
- 六、驅動主體採低摩擦滑動座設計。
- 七、數位式兩段溫度控制，可控制散熱風扇啓動及過熱時斷電；並可精確的以數字來顯示瞬時油溫。

- 八、造波機控制用信號源採用電腦數位輸入控制；可定時間，定時段輸出各種不同頻率、大小之控制信號。

參、主要構造特性

- 一、油箱為150L不銹鋼槽。
- 二、設計能力可推動兩部造波機。
- 三、油壓缸行程 30CM, D40 mm/d30 mm。
- 四、油壓在 70bar 時，伺服閥有 45l/min 之能力。
- 五、10HP 之驅動馬達及可變容量泵來推動油壓。
- 六、散熱能力在 $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$ 時，達10 KW 之散熱量。
- 七、油壓動力系統圖如圖(一)。
- 八、造波機電路控制圖如圖(二)。

肆、概略設計要點

- 一、液壓油：液壓油的選擇宜以泵的类型別，使用壓力，使用溫度範圍，油管油路之阻抗及閃火性之需求予以決定。一般造波機用液壓油可用 SHELL TELLUS 68做使用參考。
- 二、油壓泵：依其構造不同，可分齒輪泵、螺旋泵、輪葉泵及柱塞泵等四種。依其性能又可分為定容量泵與可變容量泵二種。其中以可變容量柱塞泵為較佳選擇。
- 三、驅動馬達：國產品以東元及大同較佳，但仍以進口馬達品質較好。噪音大小亦是必要考慮之因素，儘可能的在安裝馬達及泵時要

使用高級防震墊以消減噪音。

- 四、貯油箱：一般以油壓泵每分鐘吐出量之 3 至 5 倍的程度最為適合。吸入口與回油口應儘可能遠離，在回油口和吸入口之間設置隔板為最普遍的方法。而且為了要定期的清除水分及污物，應在油箱的最低位置裝設洩油口。油箱用鋼板均須符合 JIS 或 CNS 規定厚度、強度，並應施行水壓測試；油箱內部應酸洗再施行防銹處理。
- 五、吸入口過濾器：過濾器應裝置在油面 50mm 以下，油箱底之 50mm 以上，以防止由油面吸入空氣或油箱底部吸入污物。過濾器的容量大概為液壓泵吐出量之二倍。
- 六、蓄壓器：利用預存高壓油的作用來使油路之性質及各種動作達到更圓滑的效果。蓄壓器種類甚多，以氣袋形蓄壓器為較廣泛採用。
- 七、伺服閥：基本上造波機之驅動閥有比例閥及伺服閥兩種型式，但仍以伺服閥較佳。本所現行採用之伺服閥有 MOOG 及 RexRoth 兩種，使用狀況皆不錯，且價格亦比以前下降不少。
- 八、油壓缸，油壓缸有單動型及複動型兩種。建議造波機使用之油壓缸以複動式較佳。
- 九、溫度控制器：利用精密度頗高的 PT100 為感測器，使用日製 REX-C1000 型數位控制器來控制，可多段溫控，數位顯示溫度，以及調整溫差間隔，堪稱非常方便。

伍、檢討與建議

由於不規則造波機是本所首次自行研製，且製作廠商亦屬初次承製類似產品，因此在溝通上及製作上確實是困難重重。從設計、發包，一直到成品完工，足足花費了一年多的時間；謹將製作過程中發現之缺失依項討論之。

- 一、伺服閥本身有多種型態，在造波機停機時，伺服閥可分成可推動及不可推動油壓缸等兩種類型。本次由於未能充分瞭解，致使用了無信號時油路封閉式之不可推動型伺服閥（此為常用型）。因此，關機時油壓不能很快洩壓，造波板也不能隨意推動，非常不便。提供給以後購置伺服閥者參考。
- 二、油箱及管路除銹及酸洗後，其鐵屑須充分沖洗後，方能使用。否則一旦使用後，會很容易就將過濾器弄髒，造成不必要之濾心更換；甚而造成馬達之故障。
- 三、管路上之螺絲須嚴格檢查並鎖緊，否則加壓後容易漏油。當然，鎖緊時亦不可太過用力，否則油封很可能破裂。
- 四、油封及各項連接用接頭儘量使用常用之進口品，在品質上比較有保障。
- 五、冷却器在小型造波機上可考慮使用氣冷式冷却器；但其噪音較大，是其必須考慮之地方。另外也要注意其吸風口及排風口的位置，避免循環不良而造成散熱不佳

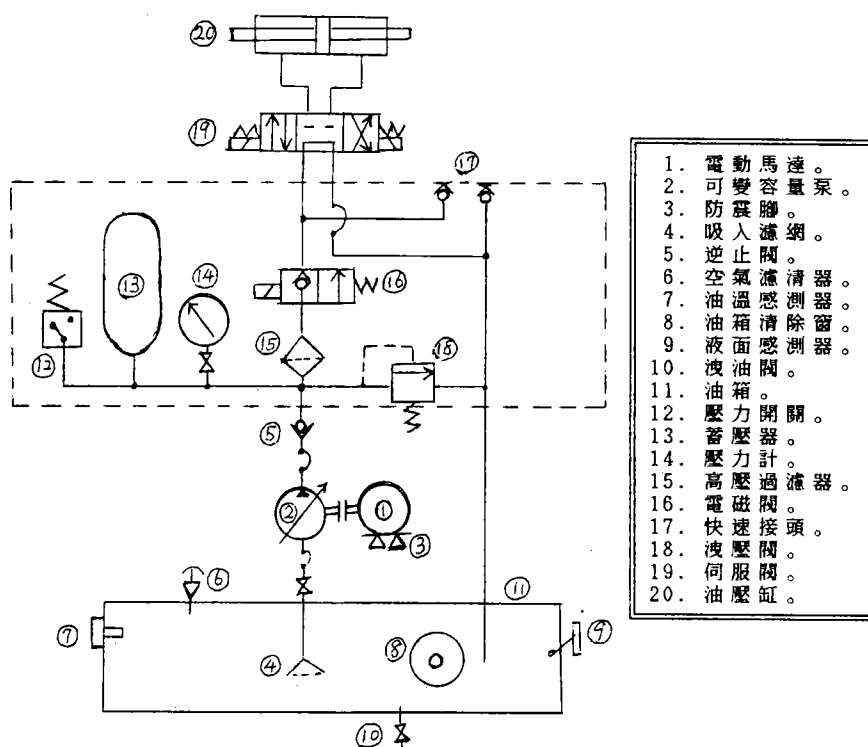
六、造波板密閉式設計是頗新的一種設計。但其密封材質的選定以及密封墊與造波板間的固定問題亦是必須慎重考慮的地方。

七、LVDT回饋控制經製作線路並實際測試後，發現效果甚佳，是種很值得推薦的控制方式。現行廠商已開發一種將LVDT內置於油壓缸之設計，可節省不少空間及設計，但其價格甚高。等價格下降後，應該是一種很好的選擇。

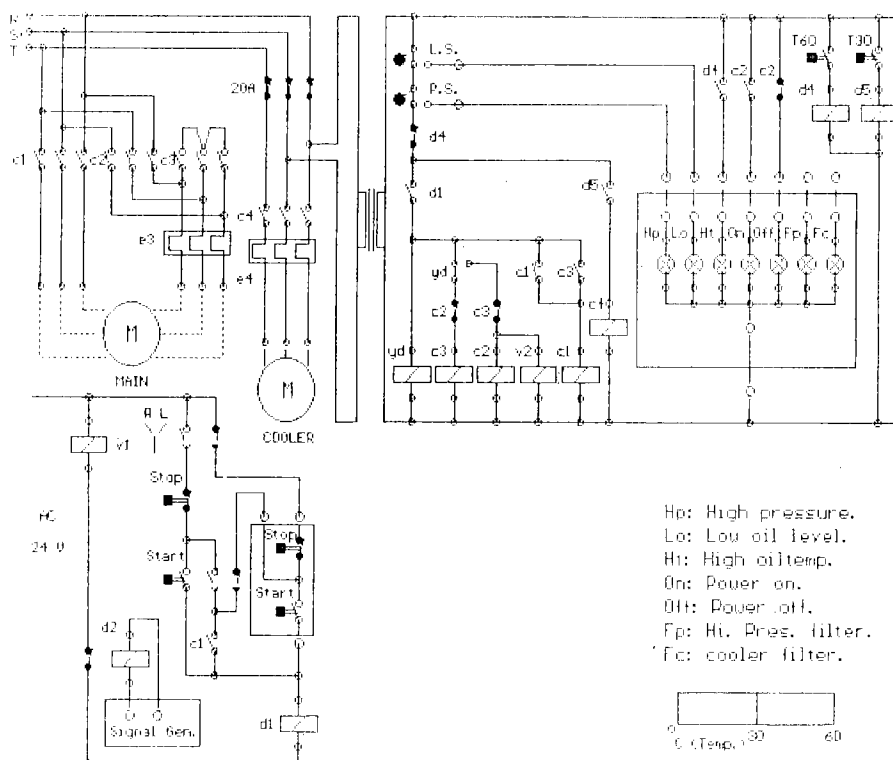
以上所提各點皆是製作及測試過程中發現之問題，希望能提供給往後設計者之參考，以減少不必要之困擾。要製作一部造波機並不困難，但要完成一部優良、完善的不規則造波機似乎也不容易。或許筆者能力所及僅提供製作造波機之淺見；但望能拋磚引玉，讓國產造波機品質能提升，甚至超越外國進口造波機。

陸、致謝

在研製不規則造波機過程中，承蒙成功大學高家俊教授提供寶貴的研究經驗；本所李春榮先生在機械方面的幫忙以及承包商內田油壓的鼎力配合，在此一併致謝。



圖(一) 油壓動力系統圖



圖(二) 造波機電路控制圖

高雄港貨櫃碼頭租賃制度之探討 (下)

王克尹 港研所助理研究員

三、現行租賃制度之檢討

經檢討現行出租專用碼頭制度有待商確之事項如下：

1. 機具設施使用年限忽視作業量之不合理

高雄港80年之貨櫃裝卸量為391萬TEU，全港貨櫃起重機30部，平均每部起重機裝卸13萬TEU，起重機之使用年限則參考日本規定訂為15年，反觀日本神戶港及東京港1990年每個貨櫃起重機每年裝卸個數為5.0萬TEU及5.6萬TEU(表十七)與高港相差7.4萬~8萬TEU貨櫃量，高雄港本身不考慮貨櫃起重機之作業時數及作業量，在超負荷之作業量下仍要規定15年之使用年限，使用年限過長實在不符經濟使用原則。由基隆港第一貨櫃中心之起重機於裝卸作業時發生吊臂折斷之不幸事件來看，該起重機於70年購入至今才使用11年，卻發生了全世界各港口僅發生過一次之同類事件，難保高雄港不再發生同類事件，造成巨額之賠償損失，因此裝卸機具使用年限之合理化值得重視。

2. 由於機具使用年限過長，相對的也使港務局所投資之機具及硬體設施

之年度資產成本費用失真，由

$$R = \frac{Cf_i}{1 - \frac{1}{(1+i)^{nf}}} \text{ 來看，若使用年限 } nf \text{ 變大，則 } \frac{1}{(1+i)^{nf}} \text{ 會變小，}$$

$$1 - \frac{1}{(1+i)^{nf}} \text{ 變大，}$$

$$\text{最後 } R = \frac{Cf_i}{1 - \frac{1}{(1+i)^{nf}}} \text{ 則變小}$$

亦即資產成本折現值會變小，無法正確反應資產設施之現值行情。

3. 租金結構忽視了承租航商營運量之不合理情形

由於現行專用碼頭的租金收取僅依合約規定收取固定之年租金總額，而忽視了航商可能帶來之營運量，而造成航商大量轉運其他地區之貨櫃，由高港進出以達到規模經濟之效果來降低每只貨櫃之作業成本，由前述(表四)得知各承租航商平均每TEU(含轉口櫃)之作業費用僅為公用碼頭作業費用之20%，而APL每TEU貨櫃之作業費用低到僅為公用碼頭費用之7.4%，各承租航商享受超額之獨占利

益，皆起因於租金結構之不合理，因此急速改善不合理之租金結構，將各航商之營運量導入租金結構裏，才是改善租金合理化之重點工作。

4. 各承租航商裏美商普遍享受超國民待遇值得商確

- (1) 高港之貨櫃碼頭租約規定國輪航商可找一家共同使用者 (co-user) 而美商卻可找二家公司使用者。
- (2) 貨櫃起重機之租金美商每年僅支付機具成本之 13%，而國輪航商卻需支付 22% 之費用。
- (3) 美商在承租專用碼頭可自備貨櫃起重機，而國輪航商卻未能比照辦理。

諸如此類，造成美商公司與國輪航商不公平之營運競爭。

表十七 高雄港與日本港埠每部起重機作業比較表
單位：TEU

港別 項次	神戶港	東京港	高雄港
櫃數	2,388,855	1,232,089	3,913,107
起重機數	48	22	30
平均每部 作業TEU數	5萬	5.6萬	13萬

資料來源：高雄港務局及Containersation Year Book, 1991.

5. 高雄港 80 年之貨櫃營運量已高達 391 萬 TEU，居全球第三大貨櫃港，當初採取固定費率式之租金策略係想吸引航商前來灣靠，並引進大量之貨櫃，讓港務局學習外商對貨櫃營運之經營管理技術並由航商代訓碼頭工人，以增進作業效率，如今背景因素已消失，但高港仍採取當初之計價方式，造成航商享受超額之獨占利潤，而港務局之硬體投

資卻入不敷出，毫無投資效益可言，且未來機具若由航商自購時，高港租金之收入將愈形減少，因此調整租金之計價結構乃是勢在必行之工作，港務局宜早日成立專案研究，以因應未來之需要。

6. 租金之訂立基本上係依據設施之購建成本，再加上某百分比之合理利潤，沒有考慮到資金之機會成本（利息）轉嫁予承租人負擔，且調整租金係按政府公告地價及租率和台灣省營造工程物價指數之總指數為依據，沒有考慮到承租人可能引進之運量，在超過某一規定運量後應增加繳納之權利金或管理費及其他調整方式，缺乏市場應變功能，經濟景氣時，所導致貨櫃量之波動，常造成港方無形損失。

7. 貨櫃碼頭出租後，轉口櫃很明顯成長，主要大航商轉櫃櫃數量平均佔 40% 以上，數量龐大，而高港租賃合約規定貨櫃通過費，儲轉費及裝卸費免收，再加上低租金之政策，使高港之獲利不能隨轉口櫃數量之增加而成長。轉運業務對港口而言，僅是附加之任務，其直接利益僅為提高港埠設施使用與增加勞務服務之收入，亦形同勞務輸出，對國內經濟發展幾無助益，因此未來是否積極吸引航商前來推廣轉運業務，值得商確。

四、租賃方式之評估方向

經由上述高雄港貨櫃碼頭租賃制度檢討，港務局投資效益分析，得知各承租航商在高雄港確實享有高額之

利益，此乃因租金計價方式對貨櫃碼頭周邊設備及硬體設施之原始投資成本，忽視了資金之機會成本（利息），導致折現後之益本比（B/C值）小於1，出現港務局之投資效益入不敷出現象，間接顯示港務局有低價補貼航商的事實，同時租金計價結構裏忽略了航商所可能引進之運量，因而使航商獲得高額之利益（與公用碼頭費率相比），且航商所引進之運量愈大，其所享受之利益也愈大。

針對前述租賃方式之檢討及租金結構之兩項缺失，再參考世界上各國國際港口採行租賃方式的經驗和其適用背景，可確立下列幾項評估改善方案之原則：

1. 站在港務局營運觀點而言，希望任何承租碼頭設施之航商都能賺錢，而且能多賺錢，在經濟景氣時，港務局對租賃碼頭之收益能隨航商營運量之成長而增多，相對的景氣衰退時，收益也隨之調整。
2. 根據美國大多數港口發展的實例可知，貨櫃碼頭租賃方式，係隨經濟發展而改變，先趨向於「固定費率」式，再演變為「下限—上限」式，最後隨著進出口貨量的增加而進入「收益分享」式。由上述經驗可提出一個方針，即目前台灣地區經濟發展的實績和美國西岸各大港口之吞吐量的相比較，我們所處的地位是那一階段？或可當作我們採行改善租賃方式之參考。
3. 自從高速公路通車後，以及基高兩港「北櫃南運」的事實，可謂高雄港之腹地已延伸至北部，同時由前述高雄港之營運環境分析，高雄港應有能力調整合理之租賃方式。
4. 依據高雄港民國80年貨櫃吞吐量（3,913,107TEU）和國際上幾個大航商租用碼頭的情形，高雄港已成為世界上重要的貨櫃大港，為求符合經營成本及尋求碼頭擴建和其他開發建設應朝「以港養港」「自給自足」之目標進行，故此時期似可脫離「固定費率」租賃方式之誘導階段，而採用類似「下限—上限」的租賃方式。
5. 從美國西岸四大貨櫃港埠，洛杉磯港、長堤港、奧克蘭港、西雅圖港，自1980年代開始已採行「收益分享」之租賃方式，以提高港務局之營收迄今逾十年，經比較1991年洛杉磯港之貨櫃裝卸量為202萬TEU，長堤為177萬TEU，奧克蘭114.5萬TEU，西雅圖114萬TEU（表十八），而高雄港之進出口櫃（不含轉口櫃）自民國78年起均大於此四港，故可推論高雄港腹地所提供之貨源已足夠支持港務局採取「下限—上限」式之租賃方式，甚至「收益分享」式。

表十八 美國西岸著名港埠貨櫃裝卸量統計表 單位：TEU

港別	1991	全球排名	1991	全球排名	租賃型態
洛杉磯 Los Angeles	2,116,410 TEU	7	2,027,406 TEU	8	利潤分享式
長堤 Long Beach	1,598,078	12	1,770,000	13	利潤分享式
奧克蘭 Oakland	1,124,124	19	1,145,742	19	利潤分享式
西雅圖 Seattle	1,171,091	17	1,140,000	20	利潤分享式

資料來源：PDI January/February 1992

9. 爲了防止航商隨意移轉據點，致使港埠巨額之投資設施遭到閒置之風險，似乎應略爲改變目前的營運制度，即目前港埠所有基礎設施之建造及機具設備之購置均由港方提供，航商前來租用，承租者不必投入太多資金，可來去自如毫無約束力，對持續大幅增建貨櫃碼頭之高港而言，遇到經濟景氣低迷時，港方所承擔之風險太大。

五、結論與建議

經本文探討所獲之結論及建議如下：

1. 高雄港現行貨櫃碼頭租金計價方式，經本文加入設施及機具費用之利率因素後，發覺港務局對貨櫃碼頭之投資呈現入不敷出現象，益本比（B/C值）大都小於1，證實港務局有低價補貼航商之情形。
2. 高雄港目前之租賃制度屬固定費率式，由於租金計價結構裏忽視了航商所可能引進之貨物量，同時沒有考慮到資金的机会成本（利息）及承租碼頭所應分攤全港之共同成本費用，因而導致租金收益太低，相對的各承租航商普遍獲得高額之利益，此乃各大航商爭相承租專用碼頭之重要原因之一。
3. 承租航商之貨櫃作業費用與公用碼頭作業費用相比，承租航商平均每TEU（含轉口櫃）爲721元，僅爲公用碼頭費用之二成，而進出口櫃平均每TEU爲1,094元，僅爲公用碼頭費用之三成，且航商所引進之貨櫃量愈多，其作業費用愈低，航商

所享受之利益愈大。

4. 高雄港民國80年之貨櫃營運量達391萬TEU，居世界第三大貨櫃港，當初採行固定費率式租賃之背景因素已經消失，而高港仍採當初之計價方式，致使港務局之營收未能隨航商營運量之成長而增加，且港務局未來若同意由航商自購機具，則港務局之租金收入將愈形減少，硬體投資更將入不敷出，因此租金計價結構之調整乃是勢在必行的工作，港務局宜早因應，採行對策。

建議：

1. 針對現行制度之缺失及租金收益不足之情形，本文建議採行二段式之計費方式，首先在考慮資金的机会成本下，先收取一定數額之年租金，再按實際的碼頭使用量收取使用費，如此年租金的收費可以較低，對承租人而言，可以降低景氣不佳時可能無法回收租金之風險，而在景氣旺盛時按實際使用量收取使用費，亦可使承租人不致獲得過大的利益，至於資金的机会成本建議使用政府建設公債之利率，並利用年金攤銷法來計算利息和折舊，以正確反映各項資產的真正價值。
2. 各承租航商中，美商普遍享有超國民待遇，諸如美商可自備裝卸機具而國輪卻不可比照辦理，美商向港務局承租之裝卸機具僅支付13%之租金，而國輪航商卻需支付22%之租金費用，諸如此類造成港務局違反公平交易法之事實，建議港務局宜速謀對策及早因應，以免造成政

府機關不依法行政，自失立場之不良反應。

3. 高雄港第五貨櫃中心之開發計劃，建議港務局僅負責碼頭岸壁及船席設計水深之工程，其餘場地設施，機具數量，及基礎設施之佈置直接由承租航商自行規劃投資，如此才能滿足承租航商投資場地自動化作業之需求和長期經營之打算，間接使得港務局有穩定的營收，加速港埠作業自動化之進行，同時可避免航商於景氣不佳時可能有較易移據點之打算，導致貨櫃碼頭機具設施閒置之風險。

4. 建議港務局能將貨櫃碼頭營運成本資料公開，提供專家學者共同研究，以集思廣益，訂立一套合理的專用碼頭租賃制度，使航港雙方受益。

5. 未來修正租金計價方式時，港務局之成本費用建議涵蓋下列各項：

1. 碼頭、機具設施之重置成本費用
2. 資金之利息
3. 土地租金
4. 租用碼頭所應分攤全港之共同維持費用
5. 合理利潤

雲嘉海岸保育及開發研討會通告

時 間	元月十五日（星期五）		
08:30—09:00	報 到		
09:00—09:40	開 幕 式		
09:40—10:10	休 息（供應餐點）		
	論 文 名 稱	演 講 者	主 持 人
10:10—10:40	雲林海域開發相關調查研究	台南水工所所長 黃 煌 輝	港研所所長 張 金 機
10:40—11:10	嘉南沿海沙洲島的變遷分析 —利用多時衛星影像及航照	工研院能資所 吳 啓 南	
11:10—11:40	外傘頂洲侵蝕調查與雲嘉海岸 開發研究	港研所所長 張 金 機	嘉義縣政府 工務局局長 王 宗 洲
11:40—12:10	台灣西部海岸資源的經理及展望	水利局總工程司 黃 金 山	
12:10—13:30	午餐休息（供應便當）		
13:30—15:30	地方座談		港研所所長 張 金 機
15:30—15:40	閉 幕 式		

時 間：中華民國八十二年元月十五日（星期五）

地 點：嘉義縣政府四樓第七會議室

（地址：嘉義縣太保市祥和新村祥和一路東段1號）

聯 絡 人：海岸工程組 黃清和組長（04-6564414）

主辦單位：台灣省政府交通處港灣技術研究所

更正

上期「港灣報導」(NO.22)有關「細說岬灣—動態灣與靜態灣轉換的探討」一文中，有二處更正：

1. 第六頁，參考文獻之第三件出書日期應為1993，而非1983。
2. 第九頁，照片1與照片2之標題對，但照片應互調。

新書介紹

本報導特別推薦任教於西澳洲大學土木及環境工程學系許榮中博士與其指導教授 Richard Silvester 合著之新書—海岸穩定、創新觀念 (Coastal Stability, Innovative Concepts)，英文版，係一本描述如何應用海岸地形學 (Coastal Geomorphology) 觀念作為保護海岸工程用之新書籍，頗值得國內機關學術團體以及個人購置參考，全書578頁，並附有多幅珍貴照片，定價美金96元，出版處所為

Prince Hall, Englewood Cliffs,

New Jersey 07632, USA.

(ISBN NO.0-13-140310-9, 1993 copyright)

