

港灣報導季刊

第 63 期

交通部運輸研究所

中華民國九十二年一月

目 錄

- 一、淺談親水性港灣構造物之規劃設計…………… 1
張瑞欣 台灣漁業及海洋技術顧問社總經理
陳昌生 台灣漁業及海洋技術顧問社規劃組組長
林東廷 台灣漁業及海洋技術顧問社正工程師
- 二、震災後受損建築安全鑑定方法之比較研究 …… 18
金文森 朝陽科技大學營建工程系教授
王丞達 朝陽科技大學營建工程系研究生
- 三、從另一觀點來解決花蓮港之共振問題…………… 31
涂忠猷 前花蓮港總工程司
- 四、海洋中最大型人工魚礁—軍艦礁之優點及設計施工
方法之演進（第一階段—舊式傳統沉船施工法）…………… 41
蘇棋福 僑龍工程顧問股份有限公司
陳發威 僑龍工程顧問股份有限公司
- 五、「紐約·紐澤西港」發展簡介…………… 55
謝晚嫻 交通部台北郵局高級業務員

淺談親水性港灣構造物之規劃設計

張瑞欣 台灣漁業及海洋技術顧問社總經理
陳昌生 台灣漁業及海洋技術顧問社規劃組組長
林東廷 台灣漁業及海洋技術顧問社正工程師

摘要

傳統港灣構造物之規劃設計主要以發揮防砂、防潮、禦浪等設施機能及結構安全為考慮觀點，隨著國民所得與教育水準之提高，民眾愈來愈重視生活品質，愛好自然與親近自然蔚為風尚，海岸環境已成為民眾生活之一部份，未來港灣構造物之建設須尊重民眾之親水權，進一步考慮與海岸自然環境之和諧共生，兼具親水遊憩功能。故本文旨在介紹日本親水性港灣構造物之發展情形，包括規劃設計應行檢討要點及相關開發案例，並概述國內相關開發情況及未來發展之建議，俾供港灣工程界之參考。

一、前言

傳統港灣構造物大多以防潮禦浪及維護設施安全利用為主要考量，隨著民眾生活水準之提高，愈來愈重視休閒娛樂活動，海岸遊憩已逐漸成為國民生活之一部份，未來港灣建設須考慮維護民眾之親水權，親水性港灣構造物將為時代發展趨勢。故概述日本相關發展經驗（水產廳，1996），

俾供國內港灣工程技術之參考。

(一)定義

親水性港灣構造物係指能提供民眾海釣、散步、親近海洋及海中生物等考量之港灣構造物，一般係指防波堤、護岸等上部利用，包括相關附屬設施。

(二)設計考量

親水性港灣構造物之設計須有效利用地域特色，考量使用者之舒適性與安全性，採用適合之構造斷面與材料，並與周邊海岸環境相調和，包括景觀與生態。

(三)分類

親水性港灣構造物分為基本設施、附屬設施：

1. 基本設施

防波堤、護岸、突堤、堤防、防砂堤、防潮堤、導流堤等。

2. 附屬設施

海濱、人工磯場、釣場、步道、綠地、廣場、植栽、休憩設施、運動設施、垃圾處理設施、安全資訊傳達設施、管理設施、安全設施、防砂設施、停車設施、聯絡道路等。

二、親水性防波堤

親水性防波堤除防護波浪、漂砂、潮汐、河川、風等自然條件，維護港灣繫留、水域及機能設施等功能之發揮外，尚需提供堤體供民眾安全且舒適之利用。此處所言之防波堤亦可包含防潮堤、防砂堤、導流堤、突堤等構造物。

(一)構造形式

親水性防波堤保有防波堤原來

功能（安全確保、利用等），並兼具親水機能，與一般防波堤設計上不同之考量包括利用上之堤頂高、釣魚平台之利用性、展望台之眺望性、水邊之步行與親水利用等。

親水性防波堤之堤體構造同一般防波堤分為重力式與非重力式，而依上部工親水設施之設置位置可分類為前側、中央、後側、平面及複合式等，如表 1、圖 1 所示，其特徵如下：

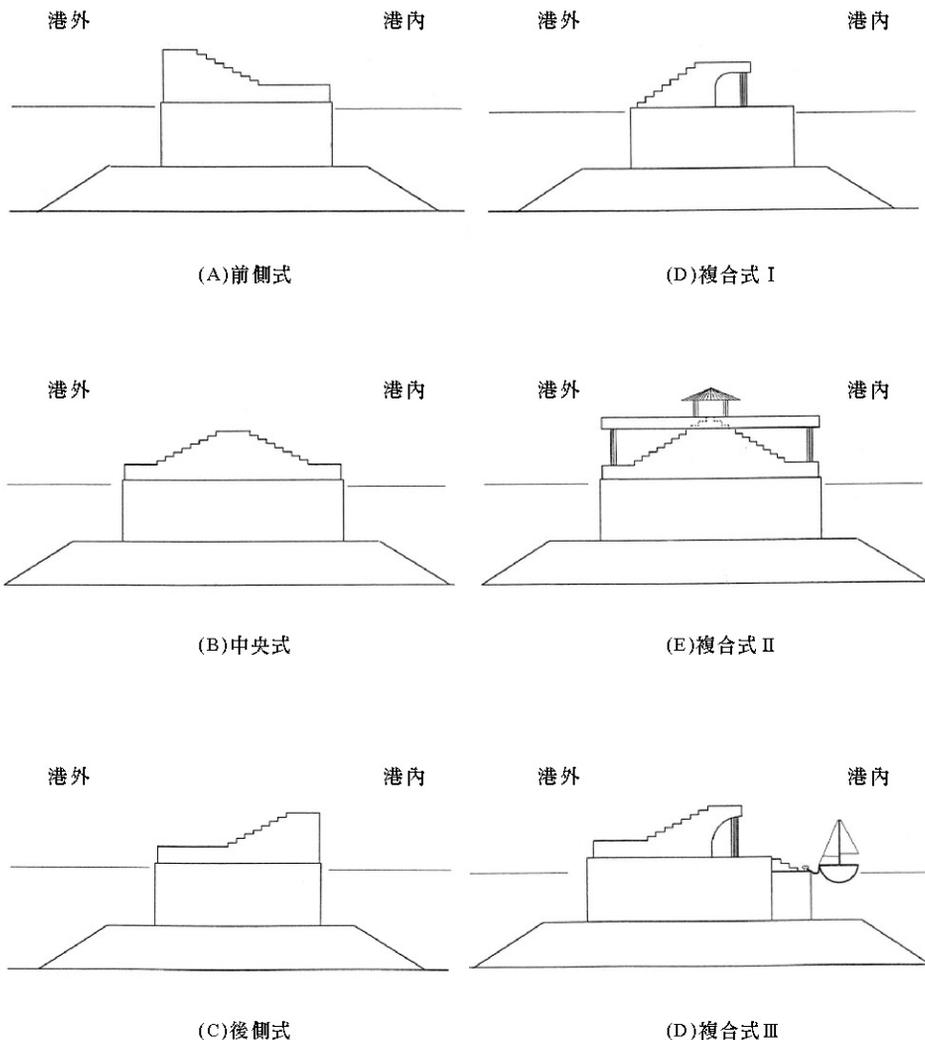


圖 1 親水性防波堤之親水設施位置分類（參考文獻 4.）

表 1 依利用地點分類

親水設施位	利用	港外	上部	港內
前側	—	○	○	○
中央	○	○	○	○
後側	○	○	—	—
平面	—	○	—	—
複合	○	○	○	○

資料來源：參考文獻 4.

1. 前側式

港內側無障礙物時能夠開放眺望，如圖 1(A)所示。

2. 中央式

能夠向港內側、港外側眺望與利用，示如圖 1(B)。

3. 後側式

於向港外側之後部設置階梯部，提供民眾良好之眺望設施，亦可觀賞海上所舉辦之競賽活動，示如圖 1(C)。

4. 平面式

當需要較寬闊堤面之利用時，堤體上部工採用平面式。

5. 複合式

親水設施下部留設通路，可供各式高度之不同利用，又下部具有遮雨之功能，可供全天候之利用，如圖 1 之(D)、(E)、(F)所示。

(二) 堤頂高之基本考量

親水性防波堤之堤頂高須分別考慮機能上與利用上之需求而定(如圖 2)：

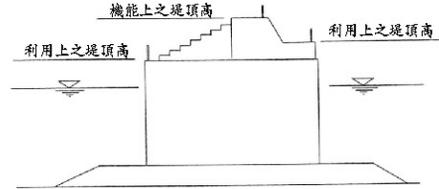


圖 2 親水性防波堤之堤頂高概念圖 (參考文獻 4.)

1. 機能上之堤頂高

防波堤機能上所需之堤頂高按一般防波堤設計準則而定，通常可依下式計算：

$$R_L = H.W.L + 1.0H + \text{餘裕}$$

式中 H.W.L：朔望平均高潮位

H：設計波高

依防波堤背後水域利用之重要性，上式中亦有採用 1.25H 之情況。

2. 利用上之堤頂高

親水性防波堤須確保設施機能上必要之堤頂高，並考慮親水利用之安全性，防止越波對遊客之威脅(如圖 3)，決定利用上之堤頂高。利用上安全高度之計算可依下列方法：

- (1) 依容許越波量決定堤頂高之方法
- (2) 依波浪衝擊高度決定堤頂高之方法
- (3) 其他方法

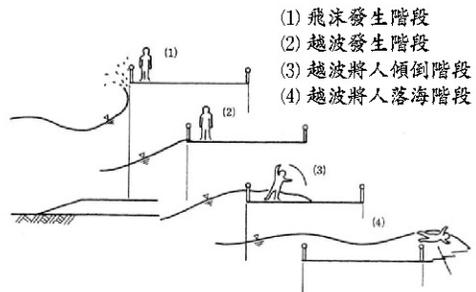


圖 3 不同越波之危險情況 (參考文獻 4.)

白堤頂寬之基本考量

親水性防波堤之上部堤頂寬須確保防波堤之機能性與安定性需求，並考慮親水利用所需之堤面寬。一般上部工之利用型態大致可分為利用面、管理面、安全面及其

他等情況分述如下(圖4)，所需之具體寬度參考圖5所示。規劃設計時依據擬採用利用型態之個別需求寬度之總和，扣除重覆計算使用者之寬度，作為決定堤頂寬之依據。

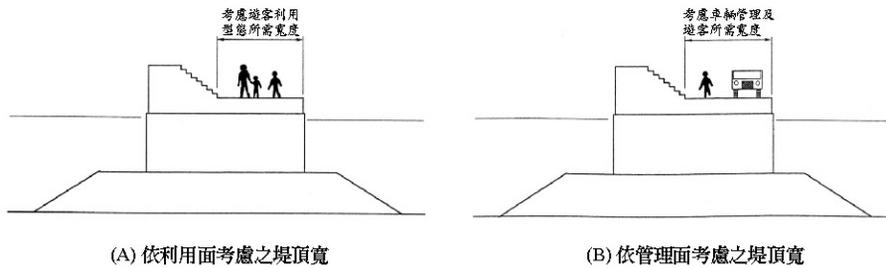


圖4 上部工利用型態示意圖(參考文獻4.)

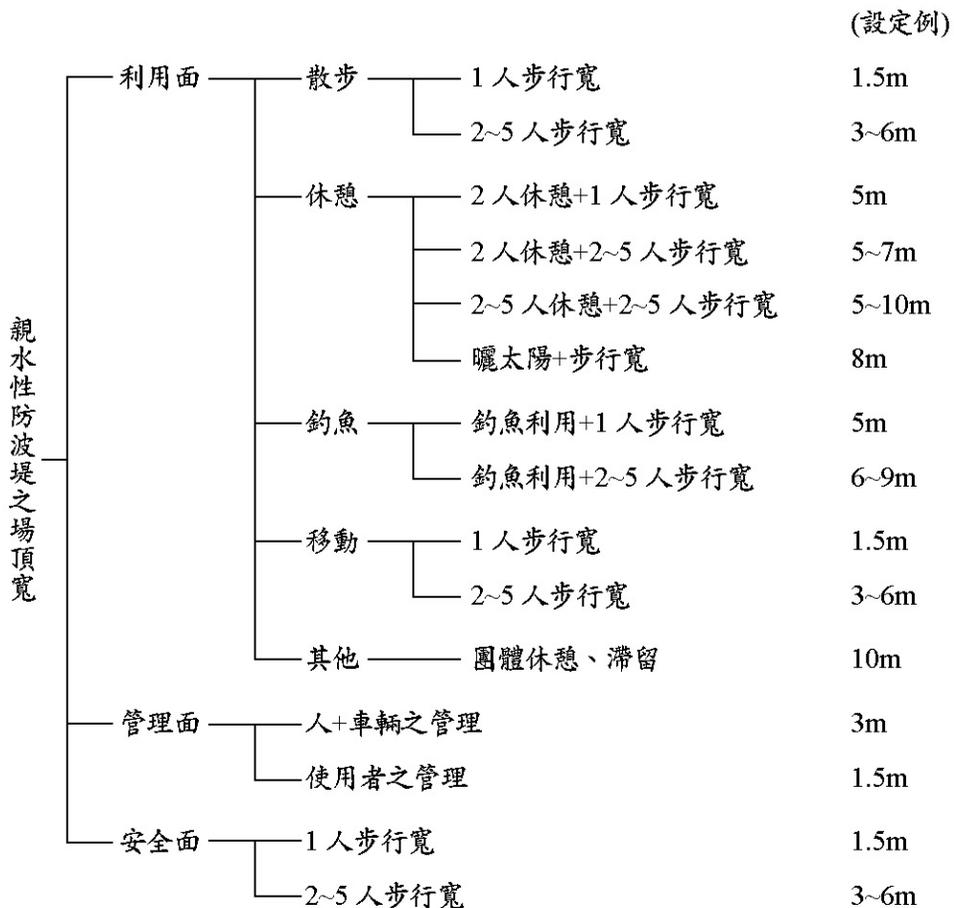


圖5 依上部工利用型態之參考寬度(參考文獻4.)

1. 利用面：散步、釣魚、休憩、移動、曬太陽等。
2. 管理面：不同使用者、車輛之管理。
3. 安全面：避難、躲避。
4. 其他：上述之複合情況。

四附屬設施

親水性防波堤之附屬設施包括護欄、照明、標識、車擋等。

三、親水性護岸

親水性護岸不僅防護後側土地免於波浪、潮流、海嘯等侵襲，尚提供民眾安全且舒適之利用。此處所言之護岸，亦可包含堤防之應用。

(一)構造形式

親水性護岸之構造形式可分為直立式、傾斜式、混成堤及其他形式護岸等附加親水性機能，亦包括階梯式護岸。

與一般護岸設計上之不同考量，親水性護岸不僅考慮背後用地機能上之堤頂高，尚需檢討釣魚平台之利用性、展望台之眺望性、水邊步行與海水浴等。

親水性護岸亦可考慮於既有直立式護岸前側設置傾斜部或階梯部改良而成，此時須檢討構造物之沖刷、溯上高、越波量等變化，及對周邊海岸之漂砂影響。

(二)堤頂高之基本考量

親水性護岸之堤頂高須分別考慮機能上與利用上之需求（如圖

6），於決定斷面形狀時須確保護岸機能上之堤頂高，同時考慮臨水部之利用與安全性之需求高度。

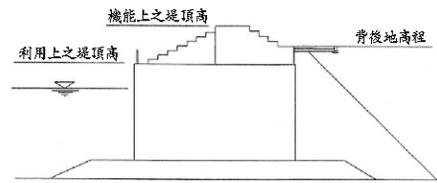


圖 6 親水性護岸之堤頂高概念圖
(參考文獻4.)

1. 機能上之堤頂高

護岸機能上所需之堤頂高，可依下式求之：

$$\text{堤頂高} = \text{設計高潮位} + \text{設計波高} + \text{餘裕高}$$

其中設計高潮位可採用過去發生之最高潮位或朔望平均高潮位與最大潮位偏差之和。

2. 利用上之堤頂高

親水性護岸之臨水部高度須令使用者感到安心，考慮波浪溯上與越波之影響，根據利用型態、自然條件等決定必要之堤頂高。利用上安全高度之計算同親水性防波堤有下列方法：

- (1) 依容許越波量決定堤頂高之方法
- (2) 依波浪衝擊高度決定堤頂高之方法
- (3) 其他方法

(三)堤頂寬之基本考量

親水性護岸之堤頂寬至少需3公尺以上，考慮堤後無利用餘裕之情況，確保必要之寬度（如圖7）。

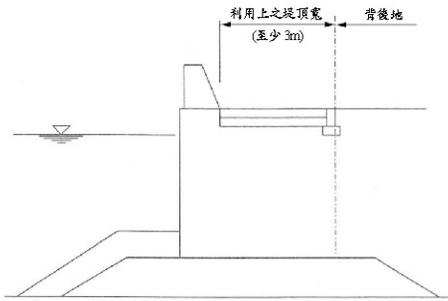
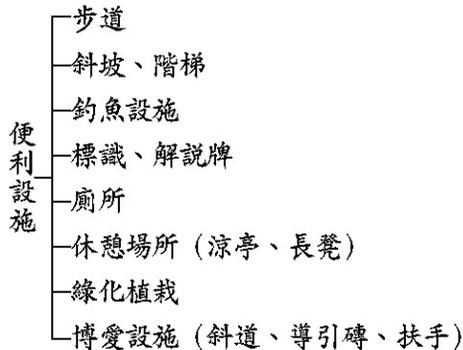


圖 7 親水性護岸堤頂寬之基本考量
(參考文獻 4.)

四、便利設施

便利設施之規劃設計須考慮計畫區自然條件、地域特性等因素，選定適合之材料，並依設置條件與利用性，設定設計荷重、外力進行安定計算，檢討設施之安全性。一般便利設施之分類如下：



(一) 步道

步道之設計須考慮利用狀況，決定上載荷重，受波浪、飛沫影響之地區，尚需考慮作用之波壓。步道之鋪裝方式一般分為滲透式與不滲透式，鋪裝材料包括天然石材、木材、磁磚、磚塊、混凝土、瀝青等，選定上宜有效利用具地域特色之素材或加工品。考慮下雨、飛沫、波浪等因素，鋪裝材表面應作

防滑處理，以提高使用上之安全性。

(二) 斜坡、階梯

為登高展望上下移動之需，設計斜坡或階梯以便利設施使用者。考慮步行者安全與舒適性，步行專用道之縱斷面坡度以不超過 8% 為原則，階梯坡度宜小於 1/2，且為便利幼童使用，階梯高度低於 16 公分以下，階梯寬度大於 26 公分，如階梯兼休憩使用，則踏步寬度在 50~60 公分以上。

(三) 釣魚設施

釣魚便利設施有置竿場 (不銹鋼製、混凝土製)、進入釣區管制柵等，其他相關附屬設施有防止落海柵欄、護欄、步道、階梯、照明等，其中亦有置竿場兼防止落海柵欄之情況，如圖 8 所示。

(四) 標識、解說牌

考慮設施之利用型態、景觀等因素，於顯眼之廣場、通路等適當場所設置標識、解說牌，公告內容主要揭示便利性、安全性等事項。

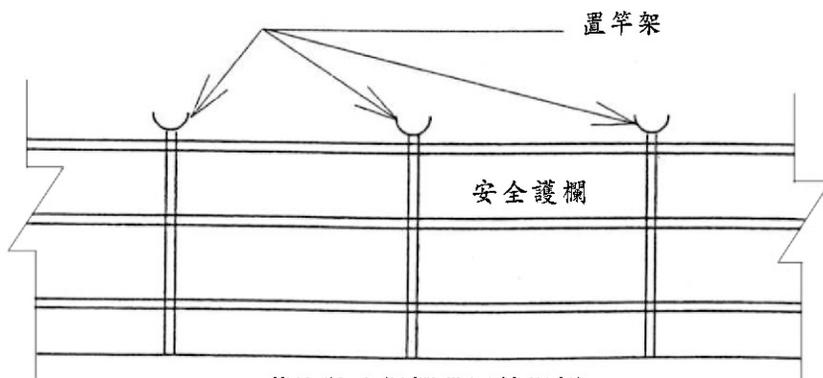
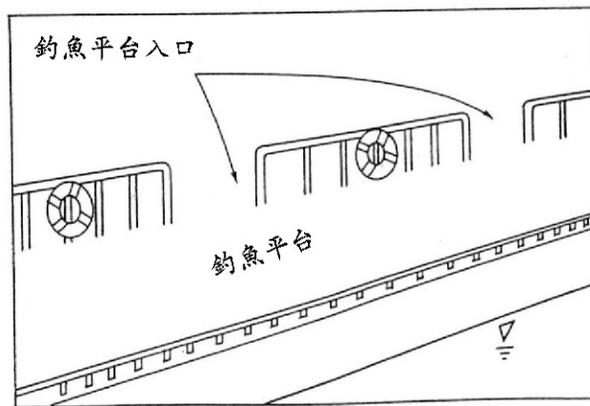
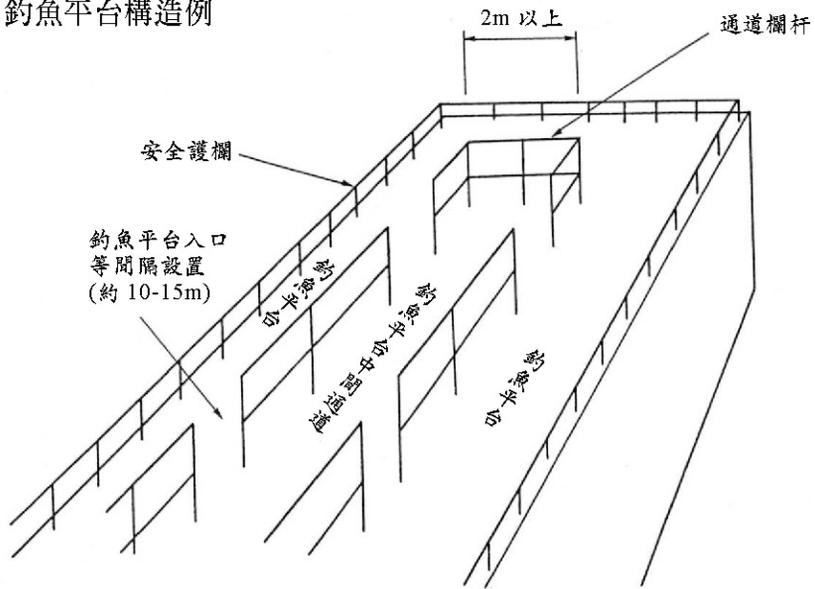
(五) 廁所

廁所設施之規劃設計須視計畫利用者之數量，配置適當之廁所數，並選擇合適之材料，維持清潔感。

(六) 休憩場所

休憩場所除提供使用者休息外，尚具有緊急避難之安全性輔助機能，其設施種類包括涼亭、長凳、桌子等。

釣魚平台構造例



落海防止柵欄兼置竿場例

圖 8 釣魚設施示意圖(參考文獻 4.)

(七)植栽

植栽設計須考慮鹽分、飛沫等影響，選擇耐鹽性、耐潮性、耐風性、耐久性之植栽樹種。

(八)博愛設施

親水性港灣構造物亦需考慮身體、視覺障礙者及老弱婦孺等利用，建構無障礙空間及使用上之安全。一般斜坡之坡度約 1/12~1/20 程度，斜坡之寬度如考慮輪椅迴轉需 1.5 公尺以上，如供雙向輪椅使用需 1.8 公尺以上，斜坡之鋪裝須選擇抗滑材料或防滑處理等。廁所內便器周邊之扶手、洗手台之設計，須有適當之利用高度，可供身體障礙人士使用。

五、安全設施

安全設施之規劃設計亦應考慮計畫區自然條件、地域特性等，選定適合之材料，並檢討設施之安全性。一般安全設施之分類如下：

- 防止落下柵 (護欄、高欄)
- 防止侵入柵 (門、閘門、圍柵)
- 避難設施 (避難所、避難通道)
- 救生設施 (救生圈、救生梯、救生艇)
- 照明設施 (照明桿、高處固定照明)
- 資訊傳達設施 (指示牌、警笛、廣播)
- 避雷設施 (避雷針)

(一)防止落下設施

防止落下柵係為避免使用者墜落或落海，增加使用者安全感，保護對象包括步行者、汽車等，相關設施有護欄、車擋等。

1. 護欄

護欄之規劃須考慮高齡者至

幼兒、健常者至身障者等對象使用上之便利性與安全性，由於被遊客直接觸摸之機會甚多，材料之素材感與清潔感相當重要，並避免設置後妨礙遊客視野。一般護欄之形狀有壁型、柵型、鏈型及混合型等，其特徵如表 2 所示，於波浪小之場所適用柵型，水面落差較小之場所適用鏈型，而壁型適用於波浪大之場所，高度約 0.7~1.1 公尺。

2. 車擋

允許車輛通行之親水性港灣構造物，為防止車輛掉落，應設置車擋設施，並考慮與全體設施之調和性。

(二)防止侵入設施

防止侵入設施係為管理設施之入場而設置，一般包括門、閘門、活動門等設施，及明確標示周圍用地之內外而設置之圍柵等。

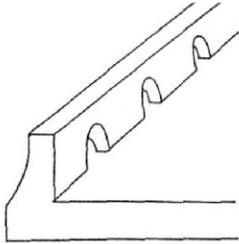
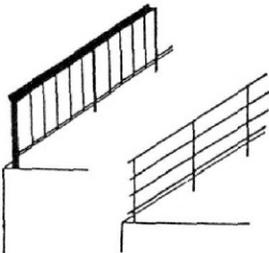
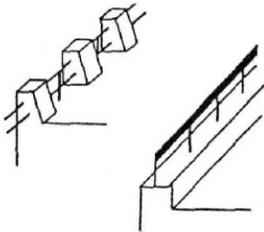
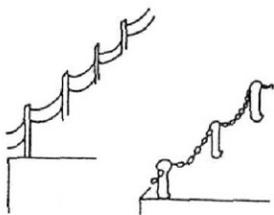
(三)避難設施

避難設施係在設施開放時遇突發之天候、海象變化情況，為保護使用者所設置之避難通道、避難所等。

(四)救生設施

救生設施係為使用者不慎落海所設置，依救難型態分為自力救生設施與相互救助設施，其中自力救生設施如固定式救生梯、拋放式繩梯等，相互救助設施包括救生梯 (固定式或拋放式)、救生繩、救生圈、救生衣、緊急電話、救生艇、救護車、救生用具等。

表 2 護欄之樣式與特徵

型式	形狀	特徵
壁型		<ul style="list-style-type: none"> • 具安全感 • 下方透空部小 • 作用波力對整體構造物之安定影響大 • 維護容易 • 可與胸牆併用 • 無法輕易攀越 • 須注意排水
柵型		<ul style="list-style-type: none"> • 透空部大視野寬廣 • 作用波力對構造物之安定影響較壁型小 • 須經常維護 • 無法輕易攀越
混合型		<ul style="list-style-type: none"> • 兼具壁型與柵型特徵
鏈型		<ul style="list-style-type: none"> • 透空部大視野寬廣 • 容易跨越欄杆 • 鏈條易搖晃較難倚靠 • 安裝拆卸較容易

資料來源：參考文獻 4.

四 照明設施

親水性港灣構造物為確保利用上之安全，須設置必要之照明設施，以備氣象變化、黃昏時，避免因天色變暗而產生危險。一般基準照度如表 3 所示，惟設計上尚需考慮避免對生物產卵、魚類等產生不良影響。

表 3 設施別基準照度

設施名稱	基準照度(米燭光)
眺望用階梯、通道	1
廣場	2~20
步道、階梯	3
停車場	10
情報傳達設施周圍	10

資料來源：參考文獻 4.

內安全資訊傳達設施

設置安全資訊傳達設施之目的在確保使用者安全利用，傳達天候、海象狀況，包括地震、颱風等緊急情報，提供是否可以利用設施、游泳等資訊，相關設施如告示牌、電子資訊顯示器（如圖 9）、警笛、廣播等。本設施需定期維護保養，必須有完整之管理體制配合。

內避雷設施

位於發生雷擊較多之區域，親水設施須設置避雷設備（避雷針），以確保雷擊時使用者之安全。

內其他

1. 消防設施

基本上親水設施大多採用混凝土、金屬等材料，由設施本身所引起火災之情況較少，惟可能因遊客攜入物品而引燃，為預防意外事故，於可能引起燃煙、電氣室等場所須設置消防設施。

2. 天候安全設施

一般強風、大雨、濃霧之時候，視界變差且地面濕滑，使用親水設施相對較危險，為安全起見應禁止遊客入場。於平時狀態天候突然轉變之場合，如判斷有轉壞之趨勢，使用上會有危險之情況，應儘早廣播告知遊客注意。故因應天候之變化，親水設施應設有風、雨遮蔽設備，注意適時開啓照明設施，防止滑倒、落海等意外發生。

3. 消波孔安全柵

採用直立消波方塊之親水堤體構造，為防止遊客、釣客落海後遭浪流沖進消波腔內，可於消波孔外側安裝橡膠或不銹鋼製之安全柵，格柵間隔應能避免兒童頭部進入，最大距離須在 25 公分以下。

4. 藻類侵入安全設施

當藻類著生於階梯表面時，因濕滑容易發生受傷事故，其防止對策可於階梯部斷面方向設置欄杆安全設施。

六、維護管理

親水性港灣構造物提供民眾遊憩、釣魚等利用，為使遊客能享有安全舒適之環境，平時相關便利、安全設施之維護管理相當重要，包括保持設施機能於良好狀況，防止設施安全性之降低，設施之檢查與修護以維持便利性與舒適性，設施利用之限制，監視員之配置等。

內設施之維護

1. 鹽害對策

於飛沫影響地區，植栽配置計畫可檢討與防潮棚併設，以防止鹽害。在維護管理上，可利用淡水清洗設施作為防止鹽害對策，規劃時應考慮輸水管之配置。

2. 藻生防護對策

階梯護岸之階梯部、斜坡等構造物位於高潮位以下之場所，容易發生藻類著生現象，易使遊

客不慎滑倒，規劃時除欄杆之設置外，定期清掃以維持設施潔淨亦相當重要。

3. 材料耐用年限

木質材料須經防腐處理，達到耐用年限 7~15 年，並經常修補破損部份，以避免利用上之不便；金屬材料須經防銹處理，並於塗裝材料劣化前進行再塗裝，以防止銹蝕發生。

4. 利用上管理指標

(1) 水質

利用親水性港灣構造物時，由於遊客會與海水接觸、眺望海面，游泳等親水行為，因此維護海水之透明度、避免油分等於標準以上係有其必要。國內對於近岸休憩海域水質之試分級，初步以大腸桿菌群 1000 (CFU/100ml) 作為是否符合甲類海域水質標準，超過標準即不分級，符合後再以腸球菌作為娛樂用水水質之分類標準，如表 4 所示。日本海水浴場係以大腸桿菌數、油脂、化學需氧量、透明度等因子，作為水質判定基準，如表 5 所示。

表 4 國內近岸休憩海域水質試分級

試分級	腸球菌(MPN/100ml)
優	< 10
良	11~50
普通	51~200
尚可	201~1000

資料來源：環保署網站
(<http://www.epa.gov.tw/>)

表 5 日本海水浴場之水質判定基準

區分	大腸桿菌數 (個/100ml)	油膜	化學需氧量 (mg/l)	透明度
適合利用	水質 AA	無法檢出 (2 以下)	看不到	2 以下 (1m 以上)
	水質 A	100 以下	看不到	2 以下 (1m 以上)
	水質 B	1000 以下	平時 看不到	上述以外 上述以外
不適利用	超過 1000	平時 看不到	上述以外	上述以外

資料來源：參考文獻 4.

(2) 流速

為避免遊客從事水上活動因海流發生危險，須訂定利用流速標準，管制遊客親水活動，表 6 為日本海濱游泳界限流速值之統計例，可供國內制訂之參考。

表 6 日本海濱警告或禁止游泳發布之流速

流速(cm/s)	警告(處)	部份禁止(處)
~10	3	4
11~20	2	4
21~25	6	2
26~30	5	1
31~35	3	5
36~	5	1

資料來源：參考文獻 4.

(二) 設施之管理

親水設施之營運管理單位須定期考核遊客安全管理設施，具體之管理方法如設施入口處設置管制門，訂定各季節設施使用時間之限制，標示親水設施堤頂利用之容許波高、風速，必要之安全廣播等。

1. 安全管理之程度

親水性港灣構造物之安全管

理程度，包括規定設施開放期間之海、氣象利用條件，設置基本安全設施，如安全護欄、安全門、照明、安全標識等。第一線親水性防波堤尚需具備因應波浪、風等海氣象條件轉壞時之預防危險對策，及萬一發生落海事故之救助體制。主要處置重點課題如下：

- (1) 超出遊客能力以外無法迴避之危險，如雷擊、突發強風、地震等應變對策，提供適當避難設施與資訊。
- (2) 迅速把握海難發生時間，發揮立即救助體制。

2. 安全巡迴監視體制

對於親水設施具潛在危險之處，須加強安全巡迴監視，特別於防波堤堤頂因與海面高差較大，如發生落海時將直接威脅生命危險，須藉由事先監視攝影之監控，適時糾正遊客之危險行爲。

(1) 巡迴監視之方法

於使用設施安裝監視攝影機，由管理中心經常監視各設施使用狀況。

(2) 巡迴監視之要點

設施管理者巡迴監視之檢查要點如下：

- ① 海、氣象現況及預報情形，如波浪、風速、下雨、打雷、濃霧等。
- ② 有無遊客發生危險狀況，如落海、生病、受傷、醉酒

等。

- ③ 有無不法進入者，如飆車族、行爲危險者、恣意行動者等。
- ④ 有無危險設施狀態，如設施破損、浪擊處等。
- ⑤ 有無遵守使用規則，如開放時間、禁釣區域、禁止進入、火氣使用、禁止點火等。
- ⑥ 有無遵守使用規定，如未開放設施、使用規定區域等。

3. 管理上之問題點

- (1) 鋪裝材料表面未經耐熱性處理者，應禁止點火與燃火行爲。
- (2) 靠近航道、漁場處，應考慮釣魚平台之入場限制等設施管理面。
- (3) 溫水淋浴設施因天候影響，收支變動性大，雖可提供遊客相當便利性，亦應考慮設置後之經費負擔。
- (4) 規劃時須考慮垃圾處理費用之負擔。

4. 設施安全管理對策

親水性港灣構造物除設施之維護管理外，安全對策亦非常重要，規劃時須檢討利用型態與安全管理體制，研擬必要之安全對策與設施。利用型態不同，如利用季節（夏、冬季）、開放時間（白天、晚上）、開放海釣與否等，所因應之安全對策亦異，須因時因地制宜。有關自然環境之安全管理問題，如大浪、高潮、

強風、大雨、濃霧、雷擊、地震、颱風等，其利用界限參考表

7 所示。

表 7 自然條件利用界限基準參考例

危險要因	可能利用界限基準	參考預報
波浪	未發生越波	大浪特報(有義波高 1.5~2.5m 以上)
風	風速 13m/s 以下	強風特報(風速 10~13m/s)
潮位	未發生溢淹	高潮特報
雨	降雨強度 30mm/h 以下	大雨特報(雨量 20~30mm/h 以上)
霧	能見度 500 公尺以上	濃霧特報(能見度 500 公尺以下)
雷	無雷雨情況	雷雨特報
地震	無警戒地震發生	警戒地震特報
颱風	無颱風發布	颱風特報

資料來源：參考文獻 4.

七、開發案例

淡水第二漁港位於淡水河出海口右岸，原屬傳統漁港，近年來由於捷運淡水線通車後，促進淡水地區成為台北近郊頗受歡迎之休閒遊憩去處。本港因具有豐富之自然景觀資源及人文地理風貌，為因應海岸遊憩發展趨勢，充份利用漁港資源，提高港區有效利用，而轉型朝向功能多元化漁港發展，業已成為淡水有名之觀光景點，並以漁人碼頭著稱。配合發展觀光遊憩，原沿淡水河南防波堤之胸牆高度遮蔽堤外河海視界，因此於防波堤上增設高架步行棧道以擴展視野，俾將淡水河口風光及觀音山、大屯山景緻盡收眼簾，沿線並設有瞭望台、階梯、休息座椅及照明設備等。同時為避免整建工程混凝土化而與自然環境不調和，採用木製之軟性材料設計（如圖 10、圖 11）。

和歌山海洋城（Wakayama Marina City）係於和歌浦灣填海造地而成之人工島，佔地約 49 公頃，全區結合遊艇港、遊艇俱樂部、旅館、海釣公園、遊樂場、魚貨直銷中心、展示館等多功能設施，屬都市近郊型之海洋性休閒娛樂場所。建造時主要在創造親水性空間，著名之親水性防波堤（護岸）長約 1 公里，規劃設計時除符合防砂禦浪之基本功能外，並針對市民進出之安全、散步、賞景、釣魚等需求，檢討防波堤之親水與景觀機能而定案，上部工採雙層構造，如圖 12、圖 13 所示。

芳養漁港西防波堤之建設，除確保港內穩靜外，並考慮降低對外側沙丁魚幼魚漁場之影響，漁港後側住宅區之景觀及釣魚休閒機能，因此採用外側為開孔沉箱、內側為直立式消波方塊之防波堤構造，以降低越波與反射波，保障釣客之安全，堤上設有觀

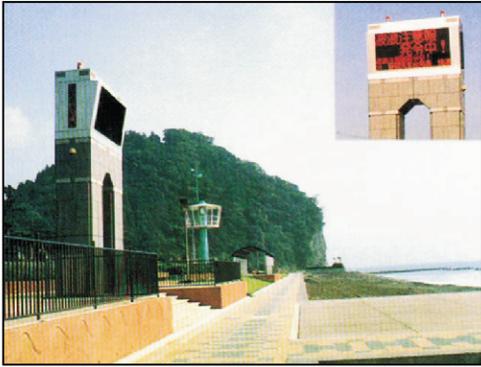


圖 9 燒津漁港海岸安全資訊傳建設施

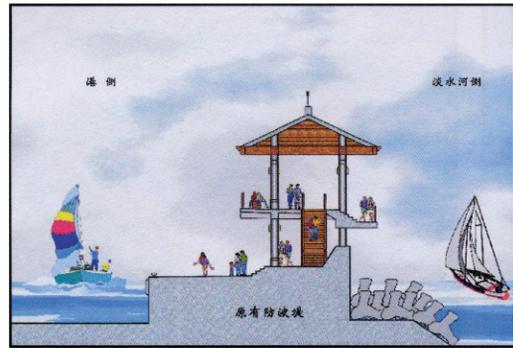


圖 10 淡水第二漁港親水性防波堤整建斷面圖



圖 11 淡水第二漁港親水性防波堤

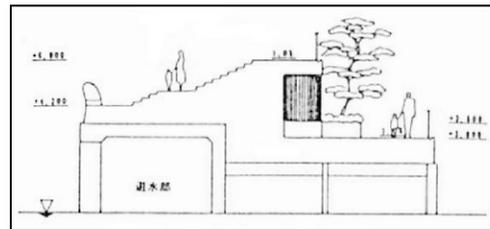


圖 12 和歌山縣海洋城親水性防波堤斷面圖
(參考文獻6.)



圖 13 和歌山縣海洋城親水性防波堤
(<http://www.o-bay.or.jp/>)

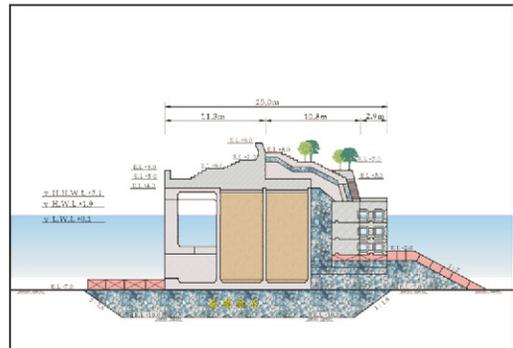


圖 14 和歌山縣芳養漁港親水性防波堤斷面圖
(參考文獻7.)

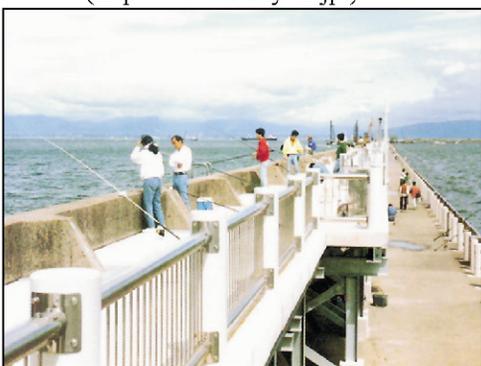


圖 15 愛知縣名古屋港親水性防波堤
(參考文獻8.)

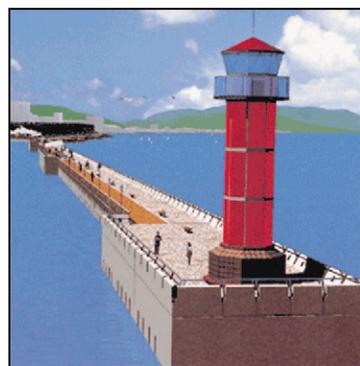


圖 16 香川縣高松港親水性防波堤俯視圖
(<http://www.pa.skr.mlit.go.jp/>)



圖 17 香川縣高松港親水性防波堤
(<http://www.pa.skr.mlit.go.jp/>)



圖 18 北海道紋別港親水性防波堤
(<http://www.kanchi.or.jp/>)

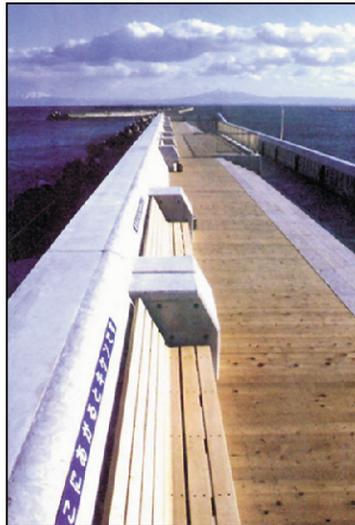


圖 19 北海道網走港親水性防波堤
(參考文獻 8.)



圖 20 將軍漁港親水性突堤
(參考文獻 8.)



圖 21 大阪府二色港親水性突堤(參考文獻 9.)

景步道、釣魚平台、綠地等設施（如圖 14）。類似之親水性防波堤構造如名古屋港，示如圖 15。高松港親水性防波堤可眺望瀨戶內海，提供賞景、散步等親水機能，而堤頭紅色燈塔更增添夢幻之夜景，如圖 16、圖 17 所示。

紋別港位處流冰海域，其防波堤兼具參觀流冰、釣魚、散步等親水機能（如圖 18），屬多機能型防波堤，為紋別市著名之觀光勝地。網走港亦位於流冰海域，其南防波堤鄰接流冰觀光船碼頭，採用親水性防波堤以吸引人潮駐足休憩賞景（如圖 19）。

台南縣將軍漁港為因應漁港功能多元化之發展趨勢，港內突堤採親水設計，設有休憩階梯、安全護欄等（如圖 20），類似之親水性突堤構造如二色港（如圖 21）。

八、結語與建議

傳統港灣構造物之規劃設計大多以防災、運輸及港埠營運等機能為主要考量，隨著時代環境之改變，海岸遊憩功能已日漸提升，未來港灣構造物之建設亦須因應改善，尊重民眾之親水權，朝向兼具親水性等多機能發展。茲歸納本文之結語與建議如下：

(一)隨著海岸遊憩活動之興起，未來港灣將成為民眾休閒遊憩之據點，提供親近海洋之最佳場所，親水性港灣構造物保有原來之安全確保、利用等功能，並兼具親水機能，將為未來發展趨勢。

(二)親水性港灣構造物之規劃設計除考慮主體結構外，尚包括相關之便利設施、安全設施、維護管理等考量，並與周邊海岸之生態、景觀環境和諧共生。

(三)國內港灣設施多屬特定目的事業，以往一般民眾難有機會接觸，解嚴後海岸管制解除，漁港、遊艇港已成為國民休閒遊憩去處，商港、工業港亦有部份設施開放參觀，唯基於安全考量，一般外廓防波堤仍多未開放及禁止垂釣。因應海岸遊憩之發展趨勢，未來港灣構造物之規劃設計及營運管理似有調整必要。

1. 國內親水性港灣構造物之發展仍處起步階段，參考國外相關開發經驗將有助技術之提升，同時規劃設計者不宜墨守傳統設計方法，應多一份巧思與創意，因地制宜研擬符合環境保全與調和之工程設計，並勇於嘗試。

2. 親水性港灣構造物之規劃設計包括相關安全設施考量，將可促進外廓防波堤、護岸等設施開放民眾參觀及垂釣。

3. 因應未來港灣朝親水遊憩等多元化發展，相關法令如漁港法、商港法等關於港灣使用之定位、限制，宜進一步檢討調整。

誌謝

本文承蒙財團法人漁港漁村建設技術研究所提供資料，特致謝忱。

參考文獻

1. 張瑞欣，「漁港功能多元化規劃案例介紹」，港灣報導季刊第54期，第43-53頁(2000)。
2. 張瑞欣，「漁港更新策略」，邁向21世紀海洋國家策略研討會論文集，第52-63頁，台北市(2001)。
3. 林東廷，「淺談自然調和型防波堤之發展」，土木水利季刊(已接受)。
4. 水產廳，「親水性漁港構造物設計マニュアル策定調査報告書」，東京(1996)。
5. 社團法人全國漁港協會，漁港の技術指針，東京(1999)。
6. 前田和男、南兼一郎、成瀬英治，「和歌山マリーナシティ親水性防波堤の建設とその効果」，'98テクノオーシャン，神戸市(1996)。
7. 社團法人全國漁港協會，ひと工夫した漁港構造物事例集，東京(1997)。
8. 土木學會海岸工學委員會，日本の海岸とみなと(第2集)，社團法人土木學會，東京(1994)。
9. 海岸研究會，ふるさとの海岸づくりアイデア集，技報堂出版株式會社，東京(1991)。

震災後受損建築安全鑑定方法之比較研究

金文森 朝陽科技大學營建工程系教授

王丞達 朝陽科技大學營建工程系研究生

摘要

本文探討九二一集集大地震後受損建築安全鑑定方法，這些方法包括國內危樓緊急鑑定表格法，日本危樓緊急鑑定表格法，美國危樓緊急鑑定表格法，結構計算分析法，結構電腦軟體分析，現場實驗法，模型實驗法。本文將上述各種方法加以比較研究其優缺點，並作檢討改進的建議。

一、前言

由於近來世界各地地震頻繁，從以往的唐山大地震、美國加州北嶺地震、日本阪神地震、土耳其大地震、和我國發生的九二一集集大地震，都造成了許多災民流離失所、無家可歸。因此如何在震災後儘快讓災民得以安置，建築物之評估鑑定扮演著非常重要的角色，而日前對於震災後房屋緊急安全評估鑑定仍有許多爭議，因此我們更應該了解各種評估鑑定的方法、流程和其優缺點，而本文特以各種評估法做一初步的比較分析。

另一方面，在經歷了九二一大地震之後，內政部於八十八年十月一日公告了房屋鑑定辦法如附件一

【1】，其中爲了協助災民發放慰助金，因而訂定出「全倒」和「半倒」這兩個名詞，然而也因爲這兩種狀況的判定標準不一，導致大家的注意力都只集中在這兩個名詞上，其實「全倒」和「半倒」所界定的範圍很模糊亦不恰當，我們應該關心的是震災後建築物是否可修復，而修復後是否可繼續安心居住，這才是鑑定的重點。

二、國內外震後之建築物緊急鑑定評估

目前於國內外之震後建築物緊急鑑定評估，由於礙於時間性的因素，所以主要採取以制式表格評估的方式，針對建築物進行危險度及災害度的鑑定，以下分別爲國內外震災後建築物緊急鑑定評估法。

(一)國內危樓緊急鑑定現況

在國內方面，震後建築物之緊急評估鑑定法及其表格設計乃參考「應用科技委員會」ATC-20 評估方法及日本建設省應急危險度判定方式，其評估鑑定流程主要分爲二階段，因爲在第一階段的建築物危險分級評估主要目的爲迅速判斷建築物是否安全，並且在餘震期間將災

民儘快撤離危險建築物，所以所花費的時間基本上以不超過三十分鐘為原則，除非建築物結構複雜或規模過大，其目的在於爭取時效，評估鑑定方式以目視方法為主【1】。

而在此階段的判定則分為輕微、中度、嚴重受損狀況，輕微是損害小，不影響使用，不會造成人員受傷。中度是介於輕微和嚴重兩種情況者。嚴重是無法繼續使用，可能造成人員受傷。再進一步分為安全、需注意及危險，並依據內政部公布的全倒、半倒認定標準，危險分為 A、B、C 三級，需注意分為 D、E 兩級，安全分為 F、G 兩級。進行建築物危險分級評估。而在第一階段的緊急評估鑑定後，為了易於辨識判斷結果，會對建築物貼上建築物分級評估告示圖，分別由綠色、黃色、紅色代表安全、需注意及危險如圖 1。

在第一階段緊急評估鑑定中判定為需注意或危險之建築物，必須進行第二階段的評估，第二階段的評估時間基本上以三小時為原則，其主要目的為在餘震過後，讓災民能夠進駐到安全的建築物，而其評估結果並將作為建築物拆除及補強的依據。其評估項目主要針對結構體及大地工程方面的受災程度。而第二階段的危險分級評估表共有二份，一份為震災後建築物第二階段分級及其使用評估表，另一份為震災後建築物第二階段危險分級作業

試算表【1】，評估過程中先選擇受損建築物構造型式，如鋼筋混凝土結構、鋼骨結構、磚造結構、木造或竹泥造結構等，再依據建築物構造型式進行結構體及大地工程方面受損程度的評估。

每一項目判斷等級則利用試算表中的評估項目評定，而試算表中損害程度的分級乃採用損害程度。共分 I 為輕微裂痕，II 為有明顯之裂痕，III 為混凝土開始剝落，IV 為大的裂痕產生，混凝土嚴重剝落，鋼筋外露，V 為開口部變形，鋼筋挫屈破壞，柱產生變形，地板下陷五個等級【2】。最後再由評估表的評估結果，判定其危險分級，此階段的分級分共為四級，列為危險 A 級的建築物表示若未經緊急處置將影響公共安全，所以必須緊急拆除或善加處置。列為危險 B 級的建築物表示必須先暫停使用，經過修復補強後才可以使使用。列為需注意的建築物表示只須修復補強即可。而列為安全級的建築物則可繼續使用。而第二階段緊急評估鑑定的建築物分級評估告示標誌，也是由綠色、黃色、紅色代表如圖 2。

於八十八年九月三十日政府又頒布修訂標準，將全倒、半倒的認定標準重新定義為如下：

(1)住屋全倒：

(a)受災戶住屋裂痕深重或傾斜過甚，非經拆除或重建不能居住者。

(b)受災戶住屋因遭砂石掩埋或積

砂泥，致不能修護者。

(2)住屋半倒：

(a)受災戶住屋屋頂瓦片連同椽木塌毀面積超過三分之一；或鋼筋混凝土造成住屋屋頂之樓板橫樑因災龜裂毀損，非經修建不能居住；或住屋修建費用為重建費用之百分之五十以上者。

(b)受災戶住屋因遭砂石掩埋或積砂泥，其面積及深度達簷高二分之一者。

之後於十月一日又撤銷九月二十六日的規定，將全倒僅限危險 A 級，半倒限危險 B 級。

（二）日本危險緊急鑑定現況

在日本方面為了避免受損建築物在震後引發二次災害，除了盡快在災區將災民安置至安全地區外，並且也對受損建築物進行應急危險度判定調查，其判定採取的方式為目視方式，分別對木構造、鋼骨構造、鋼骨混凝土構造及鋼筋混凝土構造等建築物進行評估鑑定，而調查評估的項目主要針對受損建築物周圍地盤之狀況、建築物沈陷、傾斜和結構體之受損情形及墜落物和傾倒物的危險性調查。【3】

而經由應急危險度判定後，需對調查建築物貼上判定結果，在分級評估告示標誌方面共分為「安全」、「需注意」及「危險」三種，分別以綠色、黃色、紅色代表，其中文翻譯告示標誌如圖 3【4】，而在日本方面的評估表格

與其他各國評估表格最大不同處在於，其分別針對不同構造物而有不同的評估表格。

（三）美國危險緊急鑑定現況

在美國震災後建築物之評估鑑定方面分二階段進行，第一階段為緊急評估鑑定，第二階段為詳細評估鑑定，其評估表乃採用『應用科技委員會』（Applied Technology Council，簡稱 ATC-20）的評估方法，第一階段的緊急評估鑑定採用 ATC-20 快速安全評估表【5】，在 ATC-20 快速評估表中其判定主要依據標準，則分為 1. 崩塌，部份崩塌，或與基礎錯移。2. 建築物或樓層有顯著的傾斜。3. 原始結構顯著破裂，牆體有嚴重裂縫，或現場有其他顯著之危險。4. 女兒牆，煙囪墜落危險。5. 地表有大裂縫，顯著滑移。6. 其他損壞(例如:有毒物溢出，石棉污染、瓦斯管線破裂、電線墜落)。而第二階段的評估則採用 ATC-20 詳細安全評估表【5】。

而其受損建築物分級評估告示標誌分為『安全』、『限制進入』、『危險』三種，也是由綠色、黃色及紅色分別代表，其中文翻譯如圖 4【5】。

三、震災後建築物之安全評估鑑定法

因為在震災後受損的建築物過多，為避免在短時間內這些建築物對居民造成二次傷害，及讓居民能夠安心和儘快得到安置，震災後建築物之

安全評估鑑定方式，大約有下列幾種：1.表格評估法。2.結構分析法。3.實驗分析法。以下分別對此三種建築物評估鑑定方式說明。

(一)表格評估法

爲了能夠迅速掌握在震災後之建築物災害情況及安全情形，以便能做爲受災補助及災區建築物重建之基礎，因此在各國震災後建築物危險度評估及災害度評估，常採用表格評估法做爲評估鑑定受損建築物的依據，而表格評估法中又分爲兩種鑑定方法分別爲：1.目測法。

2.量測法。簡述如下：

1. 目測法：

爲震災後最常採用的受損建築物鑑定方法，爲取得時間上的便利，因此在各國建築物的評估鑑定表格中，常使用此法對建築物進行評估，以便能於震災後能快速鑑定大量受損的建築物，主要以目測方式並依據簡易的損害分級標準，調查且判斷分級建築物的受損狀況，而其優缺點如下：

優點：

- (1)只需經由目視即可進行危險度分級作業。
- (2)作業時間快速，短時間內可針對大量建築物作業。
- (3)鑑定所需花費的成本低。
- (4)作業方法簡單。
- (5)可現場針對建築物進行危險度分級作業。
- (6)屬於非破壞評估。

缺點：

- (1)無法預測後續餘震時構件可能破壞位置、情形或傾倒方向。
 - (2)無法得知其受損後之承載能力及耐震能力。
 - (3)可靠性不高。
 - (4)只能針對明顯破壞易判定的建築物進行評估。
 - (5)作業地點受限制於受損建築物現場，檢查人員安全有顧慮。
 - (6)只能概略評估建築損害狀況。
- 2.量測法：

即使用觀測及量測儀器對建築物進行受損度調查，如建築物之傾斜度、位移量、沈陷量等，藉以得知建築物整體及在各構件的損害狀況及鄰近地區建築物的受損情形，在我國震災後建築物危險分級評估表格，其評估項目中有須以量測法取得建築物的損害情形，以進行受損建築物鑑定，其優缺點如下：

優點：

- (1)可得知建築物大約損害狀況。
- (2)可靠性較目測法高。
- (3)鑑定所需花費的成本低。
- (4)作業方法簡單。
- (5)可現場針對建築物進行危險度分級作業。
- (6)屬於非破壞評估。

缺點：

- (1)作業時間較長。
- (2)短時間內無法針對大量建築物進行危險分級作業。
- (3)無法得知其受損後之承載能力

及耐震能力。

- (4) 只能針對明顯破壞且容易判定的建築物進行評估。
- (5) 無法預測後續餘震時構件可能破壞位置、情形或傾倒方向。
- (6) 作業地點受限制於受損建築物現場，檢查人員安全有顧慮。

㊦結構分析法

於震災後第一階段的受損建築物危險分級評估後，爲了處理具爭議性且不易判定是否需補強或拆除的建築物，通常可考慮在做完建築物受損狀況調查後，利用這些調查資料對受損建築物的構件承载力做進一步的分析。而分析方式有兩種分別爲：1. 計算分析。2. 電腦分析。在經由此兩種方式分析後，其結果可做爲建築物的評估鑑定依據，以便得知此建築物是否可補強後繼續使用，還是進行拆除工程？簡述如下：

1. 計算分析：

先將分析構架簡化模擬後，再以塑性力學觀念計算受損建築物在承載力量後，所可能產生的塑性鉸位置及破壞機制還有其可能承載的力量大小，並藉由分析結果，推估其可能破壞及傾倒方向，做爲判定建築物補強或拆除的依據，其優缺點如下：

優點：

- (1) 鑑定所需花費成本較低。
- (2) 作業地點不受限制。
- (3) 屬非破壞評估。
- (4) 可模擬各種受損狀況計算。

(5) 可針對不易判定危險度的建築物進行評估作業。

(6) 精度比目測法、量測法高。

(7) 可預估承載外力後構件破壞位置、情形及傾倒方向。

缺點：

(1) 若建築物結構型式複雜，其計算因過於麻煩可能沒有正確答案。

(2) 需事先進行準確的調查作業。

(3) 無法在現場直接完成危險度分級判定。

(4) 短時間內無法針對大量受損建築物鑑定。

2. 電腦軟體分析：

採用市面上針對結構分析設計的套裝軟體，如 SAP2000，以電腦程式模擬受損建築物的狀況，再施加各種力量，可分析受損建築物可能發生的破壞行爲，如【6】，即利用 SAP2000 程式建構台中縣大里奇蹟社區大樓的模型，再進一步對結構進行非線性分析，並藉分析後結構之破壞機制、能承載之最大基底剪力與最大位移，來評估建築物之耐震能力，而其評估結果亦可作爲受損建築物補強或拆除之依據，其優缺點如下：

優點：

- (1) 盡可能可針對建築物各種狀況模擬分析。
- (2) 若建築物結構型式複雜，其分析過程比計算分析快速，也會有答案。

- (3)可針對不易判定危險度分級的建築物進行評估作業。
- (4)屬非破壞評估。
- (5)可預測受損建築物承載力量後，構件破壞位置、情形及傾倒方向。
- (6)作業地點不受限制。

缺點：

- (1)需事先進行準確的調查作業。
- (2)鑑定所需花費成本較目測高很多。
- (3)複雜的分析過程需較長的分析時間，答案不保證完全正確。
- (4)無法在現場直接完成危險度分級判定。
- (5)短時間內無法針對大量受損建築物鑑定。

㊦實驗分析法

即以實驗的方式對受損建築物進行載重試驗，並以儀器測得受損建築物加載後之變位等數據，進而得知建築物之承載能力，並藉以判斷是否可補強繼續使用或是執行拆除工程，而此方法也適用於震災後第二階段的受損建築物危險分級評估後，處理具爭議性且不易判定的建築物，而此方法可分為二種，分別為 1.現場實驗法。2.模型實驗法。簡述如下：

1.現場實驗法：

此方法可直接獲得最確切的數據，並且可經由量測得知受損建築物加載外力後之反應，其最常採取的實驗方式為載重試驗，即在各樓層樑柱結構裝設應變

計、位移計等，或室外裝設測量儀器，藉以測得加載後各樓層的變位等數據。而加載的方式可採用於各樓層裝置水桶，以注水或其他方式逐漸加載，在實驗過程中記錄並測得受損建築物承載力量後之反應。若結構物於容許承載過程中，仍無產生破壞或損傷等現象，且卸載後又回復原狀，則表示此建築物仍在彈性範圍內，可繼續使用。若受損建築物加載過程中產生龜裂或破壞等現象，則可依其損害狀況得知其承載能力是否足夠？以判定受損建築物需進一步進行補強或拆除等工程。其優缺點如下：

優點：

- (1)實驗結果為所有評估法中可靠性最高。
- (2)可針對不易判定危險度的受損建築物進行評估作業。
- (3)實驗結果可瞭解受損建築物真正受損狀況及破壞現象。

缺點：

- (1)作業地點受限制。
 - (2)實驗費用特別高。
 - (3)屬破壞型評估。
 - (4)作業時間長。
 - (5)一旦破壞無法多次實驗。
 - (6)先需進行準確的調查作業。
 - (7)短時間內無法對大量受損建築物判定。
- #### 2.模型實驗法：
- 利用模型以比例大小模擬受損建築物狀況，並也以比例方式

加載作用力，藉以得知其可能產生的破壞機制、傾倒方向及承載能力，並利用此結果作受損建築物進行評估鑑定的依據，而此方法可避免在建築物直接加載力量而造成第二次損害，同時也可避免因失誤而造成人員傷亡。其優缺點如下：

優點：

- (1) 鑑定所需花費成本比現場試驗費用低。
- (2) 可針對多種狀況試驗。
- (3) 可預測承載力量後構件破壞位置或傾倒方向。
- (4) 可針對不易判定危險度的建築物進行評估作業。
- (5) 作業地點不受限制。
- (6) 對於受損建築物屬非破壞評估。

缺點：

- (1) 作業時間長。
- (2) 短時間內無法針對大量受損建築物鑑定。
- (3) 無法在現場直接完成危險度分級判定。
- (4) 試驗準備工作較複雜。
- (5) 須事先進行準確的調查作業。
- (6) 分析結果可能與實際受損建築物有某種程度的誤差。

四 評估鑑定法比較

由以上介紹的六種評估鑑定法中，分別對其適用時機、評估對象及功能等加以比較。首先在適用時機部份，可看出目測法之適用時機為震災後第一階段緊急評估，因為震災後有

大量毀損的建築物，為了在短時間內讓災民得以安置，因此採用目測法，利用其快速、簡易鑑定的優點，作為第一階段緊急評估的依據，而量測法、計算分析法、電腦分析法、現場實驗法、模型實驗法等，則適用於第二階段評估後，主要針對不易判定的危險建物採取進一步詳細的分析。

在適用評估對象部份，其中以目測法和量測法適用於較易判定危險度的建築物，而計算分析法、電腦分析法、現場實驗法、模型實驗法則適用於較不易判定，且爭議性大的受損建築物，而此分析結果可做為受損評估鑑定最有力的證明。在評估鑑定類別部份，除了現場實驗法是直接在受損建築物上進行載重試驗，可能會對建築物產生影響且屬於破壞型鑑定外，其餘的評估鑑定方法，則都是屬於非破壞型鑑定。

在進行評估鑑定地點部份，則是除了目測法、量測法及現場實驗法是在受災現場進行外，其餘的評估鑑定方式都是不受鑑定地點限制。在事先受損調查資料部份，以目測法、量測法不需要受損調查資料，而其他的四種方法，因為需要進一步模擬結構物受損狀況，因此需要事先調查建築物受損資料。

在評估鑑定時間部份，以目測法所需要的時間最短，其次是量測法，而其餘的四項評估鑑定方法，則因為需要配合損害建築物之受損調查資料，故在評估鑑定時間部份也比較長。在評估鑑定過程方面，以目測法

及量測法的評估過程較簡易，其次為計算分析法及電腦分析法，而評估過程最繁雜的應為現場實驗法及模型實驗法，因為其需設計實驗步驟、過程及準備實驗儀器等等。

結構工程圖部份，只有第一階段緊急評估之目測法，其評估項目不需配合結構工程圖判定外，而其他所有的評估鑑定方法，則都需要配合結構工程圖，才能提供正確的判定結果。

在推估破壞機制及計算耐震能力方面，除了量測法及目測法外，其餘的方法均可由分析結果事先推估出受損建築物可能產生的破壞機制，並計算受損建築物目前的耐震能力。評估鑑定成本部份以實驗分析法所需費用最高，其次為電腦程式分析法，而表格評估法，因採用目測為主，所以費用較低。

四、結論與建議

此次評估因為是台灣首次進行大規模的受損建築物鑑定，在評估判定標準前後居然有三種，因此產生許多問題。為了改善以上缺點，建議可考慮在新建工程時，即以法律明定將建築物之基本構架狀況如樑、柱、牆數目、位置及長度等基本資料，聯合結構工程圖一起登入於政府機關之電腦資料庫，若再配合建築物震後緊急鑑定評估程式【7】，如此一來便可改善許多缺失如：

1. 可明顯提昇鑑定可靠度。
2. 可避免評估人員現場判斷及計算的誤差。

3. 可以快速及有效的方法針對數量極大的建築物評估。
4. 同時可保留結構工程圖，以配合其他鑑定方法使用。
5. 可減少因經驗不足及評定標準不一的問題。
6. 其相關資料也可協助日後建築物進行補強等依據。

在此次震害中最令人爭議的話題，莫過於評估鑑定受損建築物時，所謂房屋全倒及半倒問題，修訂的房屋全倒及半倒標準不明確，以致於房屋鑑定之事一再地有爭議。由政府頒布所謂判定建築物全倒、半倒的標準及流程來看，實在很難讓人信服評估鑑定的結果。而在造成此次爭議的原因，大體上來看主要有下列幾點：

1. 評估鑑定人員評估標準不一。
2. 判定評估標準朝令夕改。
3. 評估鑑定經驗不足。
4. 評估鑑定焦點模糊。
5. 評估鑑定標準有缺陷。
6. 未配合結構工程圖進行判定。
7. 評估鑑定過程過於簡易。

為了要改善以上這些原因及問題，建議首先將「半倒」及「全倒」標準修改成「可修復」及「不可修復」較為妥善，因為對於判定半倒、全倒字面上所包含的意義並不明確，且又與社會鑑定部份即發放房屋毀損慰助金有關，因此容易引發爭議。所以將建築物的判定修改為可修復或不可修復的評估後，如此一來大家才不會把焦點模糊在半倒及全倒上。若受損的建築物不易判定或有爭議時，應

採用其他評估鑑定方式，如前述之計算分析法、電腦分析法、現場實驗法及模型實驗法等，並配合結構工程圖進行判定，而不是只以簡易的評估表格就做出房屋半倒或全倒的判定。

在此次震災後受損建築物評估鑑定中，很少有受損建築物配合結構工程圖進行判定，而評估表格中評估項目有針對所有樑、柱、牆構件數量及損害程度百分比評估，若無配合結構工程圖計算其數量及位置，其評估鑑定的結果可靠度實在令人難以信服，而在評估半倒、全倒標準及評估表格中的部份也有缺失，例如在第一階段危險分級使用評估表中，其最後社會鑑定的部份，若在此簡易的評估項目下，而且無配合結構工程圖只以目測法進行判定，又個人評定標準不同的情況下，如何可得其真正受損程度，其判定結果當然容易造成爭議。

參考文獻

1. 內政部營建署，「九二一大地震受災區建築物危險分級評估作業規定」，<http://www.cpami.gov.tw/cpa921/hbr8874792.htm> (2000.9.21)。
2. 張嘉祥、陳嘉基、葉旭原，「建築物震後危險度及災害度評估」，空間雜誌建築技術，增刊 12 期，第 29-36 頁 (1998)。
3. 「日本全國被災建築物應急危險度判定協議會」，<http://kenchikubosai.or.jp/Jimukyoku/Oukyu/Oukyu-dl.htm> (2000.2.1)。
4. 日本世田谷區都市整備部都市計劃課，「應急危險度判定」，<http://www.city.setagaya.tokyo.jp/topics/tosikei/whole/toshifukkou/kikendohantei.htm#Top> (2000.2.1)。
5. Applied Technology Council, <http://www.atcouncil.org/index.htm> (2000.3.15)。
6. 江英群，「九二一地震大里奇蹟社區倒塌原因之探討」，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所，桃園 (1999)。
7. 謝舜傑，「鋼筋混凝土建築物震後緊急鑑定評估程式」，建築學報，中華民國建築學會，第 30 期，第 113-126 頁 (1999)。

附件一

九二一大地震受災區建築物危險分級評估作業規定

內政部營建署 函

機關地址：台北市敦化南路二段三三三號十四樓

傳真：(02) 二三七七-00一五
受文者：

速別：特急件

密等及解密條件：

發文日期：中華民國八十八年九月廿六日

發文字號：台(八八)內營字第八八七四七二五號

附件：如說明

主旨：訂定「九二一大地震受災區建築物危險分級評估作業規定」，查照辦理。

說明：檢送「九二一大地震受災區建築物危險分級評估作業規定」乙份。

正本：台北市政府工務局、高雄市政府工務局、台灣省所轄各縣市政府、各本部指定主管建築機關。

副本：中華民國建築師公會全聯會、中華民國土木技師公會全聯會、中華民國結構工程技師公會全聯會、台灣省大地工程技師公會、臺北市大地工程技師公會、台灣省建築師公會、台北市建築師公會、高雄市建築師公會、台灣省土木技師公會、台北市土木技師公會、高雄市土木技師公會、台灣省結構工程技師公會、臺北市結構工程技師公會、高雄市結構工程技師公會、本部法規會、社會司、第二辦公室、中部辦公室（營建業務）營建署（國宅組、建管組二份）。

九二一大地震受災區建築物危險分級評估作業規定

八十八年十月一日台（八八）內營字第 八八七四七九二號函訂

一、震災後建築物評估作業應由直轄市、縣（市）政府工務局或建設局進行編組，並依照內政部八十八年三月辦理震災後建築物緊急評估人員講習會之講授內容辦理。評估人員除由已參與訓練合格進行編組之人員擔任外，未參訓之建築師、土木技師、結構技

師及大地工程技師經行前說明後，得納入編組執行任務。

二、第一階段評估人員就各棟建築物以目視方式，就結構體、墜落物、傾倒物依震災後建築物第一階段危險分級及其使用評估表，評其損害程度為危險、需注意或安全等級，分別貼上紅色、黃色或綠色標誌。

前項表格丙、評估結果及處理方式欄損失評估項目，選填原則規定如下：

(一)危險 A：百分之百損害，必須拆除重建或補強費用約超過重建費用之百分之七十五者。

(二)危險 B：補強費用約為重建費用之百分之七十五者。

(三)危險 C：補強費用約為重建費用之百分之五十者。

(四)需注意 D：等級上偏危險，補強費用約為重建費用之百分之三十者。

(五)需注意 E：等級上偏安全，補強費用約為重建費用之百分之十五者。

(六)安全 F：修復費用約為重建費用之百分之五者。

(七)安全 G：完全不必做任何修復者。

三、震災後建築物第二階段危險分級之評估對象，除建築物已倒塌或經直轄市、縣（市）政府工務局或建設局提報為應立即拆除者，由行政院公共工程委員會執行拆除外，以第一階段評定結果為危

險之建築物為原則。

四、第二階段評估人員依下列規定為之：

(一)依震災後建築物第二階段危險分級及其使用評估表及震災後建築物第二階段危險分級作業試算表逐項調查填寫後，繳回直轄市、縣（市）政府工務局或建設局。

(二)依前款表格調查結果評定建築物之危險程度方式如下：

1. 評定為危險建築物，貼紅色標誌，並視毀損情形區分：

(1)危險 A 建築物，必須拆除者。

(2)危險 B 建築物，必須暫停

使用者。

2. 評定為需注意建築物，貼黃色標誌。

3. 評定為安全建築物，貼綠色標誌。

五、直轄市、縣（市）政府工務局或建設局應就建築物初步損害狀況每日填報各縣（市）建築物緊急評估勘災通報表及各縣（市）震災建築物評估統計表，不備文傳真內政部營建署彙整。

六、第一階段評估應於八十八年十月五日前完成，第二階段評估應於八十八年十月五日起至八十八年十月十五日完成。

第一階段評估 安全建築物	第一階段評估 需注意建築物	第一階段評估 危險建築物
本建築物：安全 檢查日期： 檢查機關：	本建築物：需注意 檢查日期： 檢查機關：	本建築物：危險 檢查日期： 檢查機關：

圖 1 第一階段建築物分級評估告示圖

第二階段評估 安全建築物	第二階段評估 需注意建築物	第二階段評估 危險建築物
本建築物：安全 檢查日期： 檢查機關： <input type="checkbox"/> 結構體	本建築物：需注意 檢查日期： 檢查機關： <input type="checkbox"/> 結構體	本建築物：危險 檢查日期： 檢查機關： <input type="checkbox"/> 結構體

圖 2 第二階段建築物分級評估告示圖

<p style="text-align: center;">應急危險度判定結果</p> <p style="text-align: center;">已調查過</p> <p style="text-align: center;">INSPECTED</p> <p>◆本建築物的受災程度不大 ◆此建築物可以使用</p> <hr/> <p>建築物名稱</p> <hr/> <p>注記：</p> <hr/> <hr/> <p>整理編號：</p> <hr/> <p>判定時間 月 日 上午、下午 時</p> <hr/> <p><input type="text"/> 災害對策本部 電話</p>	<p style="text-align: center;">應急危險度判定結果</p> <p style="text-align: center;">要注意</p> <p style="text-align: center;">LIMITED ENTRY</p> <p>◆進入此建築物時請特別注意 ◆若需緊急補強時，請先與專家商談</p> <hr/> <p>建築物名稱</p> <hr/> <p>注記：</p> <hr/> <hr/> <p>整理編號：</p> <hr/> <p>判定時間 月 日 上午、下午 時</p> <hr/> <p><input type="text"/> 災害對策本部 電話</p>	<p style="text-align: center;">應急危險度判定結果</p> <p style="text-align: center;">危險</p> <p style="text-align: center;">UNSAFE</p> <p>◆本建築物進入會有危險 ◆進入此建築物前需和專家約談並設置臨時應急措施</p> <hr/> <p>建築物名稱</p> <hr/> <p>注記：</p> <hr/> <hr/> <p>整理編號：</p> <hr/> <p>判定時間 月 日 上午、下午 時</p> <hr/> <p><input type="text"/> 災害對策本部 電話</p>
---	--	---

圖 3 日本建築物分級評估告示圖

沒有任何使用和居住的限制

已進行調查

此建築物已經過檢查（如下面所表示），且沒有發現任何外觀的危害物，向本地當局報告任何不安全且可能需要複檢的條件

外觀部份
 內部及外觀

建築物名稱和地址：

日期 _____
 時間 _____
 此建築物已在緊急情況的條件下檢查過

 （管轄區域）
 記錄的時間日期：
 調查員編號代辦處：

未經政府機關允許不可任意移除此告示圖

限制進入	
未經允許人員禁止進入	
<p>警告：</p> <p>此建築物已經受損且有安全性的問題，自行任意進入可能會因餘震或其他因素導致死亡或受傷</p> <p>使用的限制規定：</p> <p><input type="checkbox"/> 因緊急的目的地進入</p> <p><input type="checkbox"/> 其他</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>建築物名稱和地址：</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>日期 _____</p> <p>時間 _____</p> <p>此建築物已在緊急情況的條件下檢查過</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">(管轄區域)</p> <p>記錄的時間日期：</p> <p>調查員編號代辦處：</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
未經政府機關允許不可任意移除此告示圖	

不安全	
不可居住或進入	
<p>警告：</p> <p>此建築物嚴重受損且不安全請勿進入，進入可能會導致死亡或受傷</p> <p>評論：</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>建築物名稱和地址：</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>日期 _____</p> <p>時間 _____</p> <p>此建築物已在緊急情況的條件下檢查過</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">(管轄區域)</p> <p>記錄的時間日期：</p> <p>調查員編號代辦處：</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
未經政府機關允許不可任意移除此告示圖	

圖 4 美國建築物分級評估告示圖

從另一觀點來解決花蓮港之共振問題

徐忠猷 前花蓮港務局總工程司

民國 80 年花蓮港外港工程完工後，迄今已有十年以上，花蓮港從原來 16 座碼頭增加到 25 座；其靠泊船隻噸位，從 15,000 D.W.T 增加到 100,000 D.W.T (-16.5 M) 就花蓮港來說，確實向前跨進一大步，但該港原有之共振問題，仍無法解決。對該港而言，確實是非常痛苦的事情，一般航業界亦公認花蓮港不是一良港。

建港之主要目的，使航行來港之船隻，在大風大浪時有一安全碇泊之所，而花蓮港每遇颱風長浪侵襲，港內產生共振，港內任何船隻必須迅速出港，否則港內船隻，將斷纜離岸，在港內漂泊，有互相碰撞之危險。根

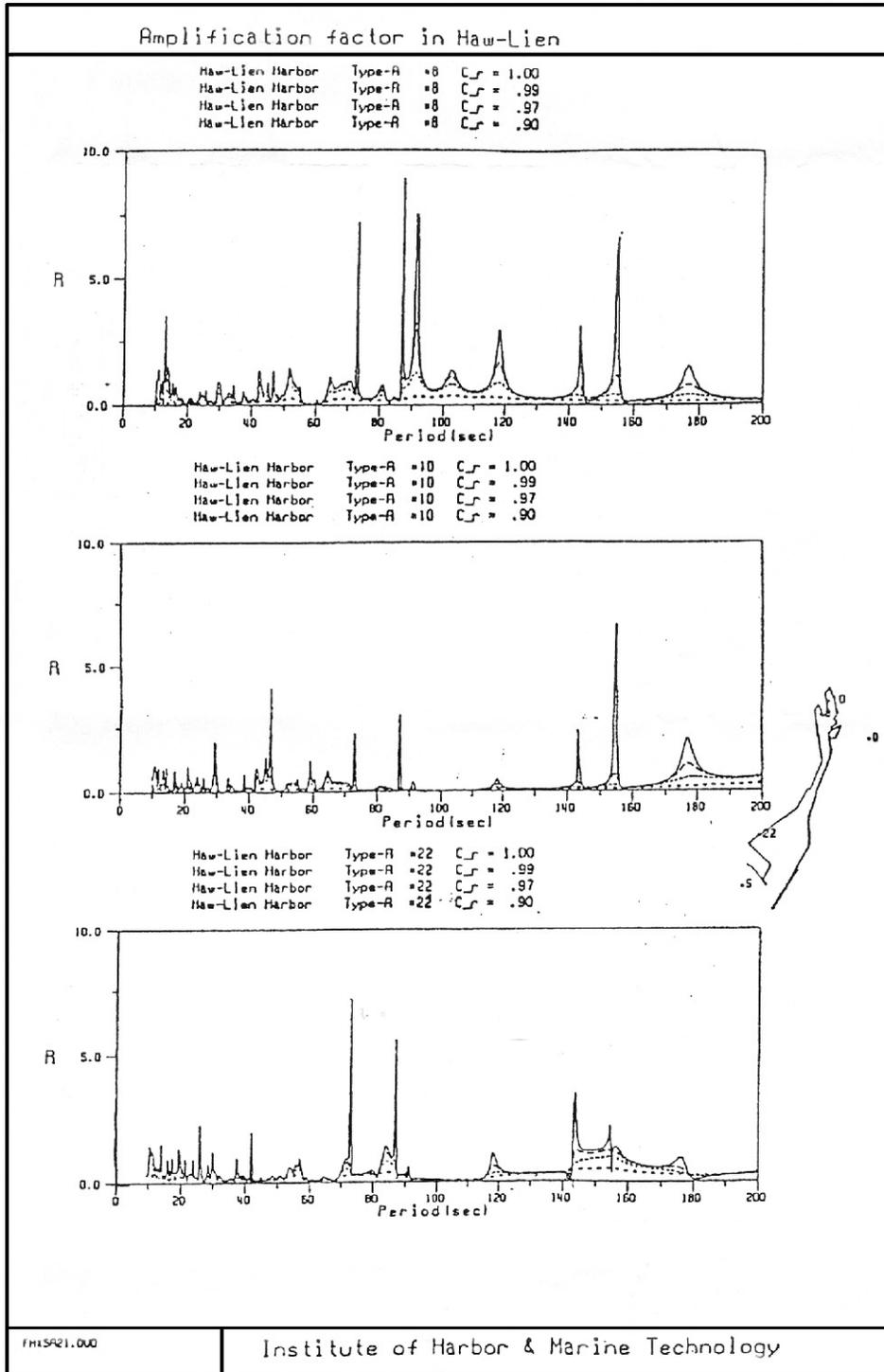
據過去之記錄，共振之時間常常歷時二十幾小時，因之在海外逃難之船隻，亦必須在廿幾小時後方能返港。又長浪之侵襲，並不一定颱風降臨本島，有時在一千公里或二千公里外之颱風，從海面而來之長浪侵襲，亦發生共振。因此，共振問題，對花蓮港而言，真是痛苦不堪，勢必須徹底解決此問題。

過去多年，港灣技術研究所（即現在之港灣技術研究中心），花了許多經費，在港內及港外設了許多觀測站，又以數值模擬計算與觀測比較，如表(一)及圖(一)。

表(一)花蓮港港池放大係數計算與觀測值之比較

觀測位置	尖峰值週期 (秒)	
8 號碼頭	觀 測 值	47、82、98、114、158
	數 值 結 果	42、87、92、118、155
10 號碼頭	觀 測 值	34、44、82、158
	數 值 結 果	30、43、85、155
22 號碼頭	觀 測 值	14~20、82、120、146
	數 值 結 果	14~20、84、119、144

由上表可看出實際觀測港池振盪也表示模式應用於花蓮港是可行的。之週期值與數值解出之值相當符合，



圖(一) 數值計算現有花蓮港港池比較不同反射係數之岸壁在 8 號、10 號及 22 號碼頭各處之共振曲線。

從圖(一)可知 $C_f=0.99$ ，其港內反射波便降至 1M 左右， $C_f=0.9$ 其港內波高應在 0.5M 以下。港研所做了兩次水工模型試驗，並提出 A, B, C, D, E 方案，其後又委託交通大學張憲國教授，作深一層理論之研究。其間又開了幾次專題討論會，不可否認港灣技術研究所，確已盡了最大的努力。最後仍然不能提出一個好方案，（苟花了巨額之工款，必須確能徹底解決花蓮港之共振問題）以致延擱至今。

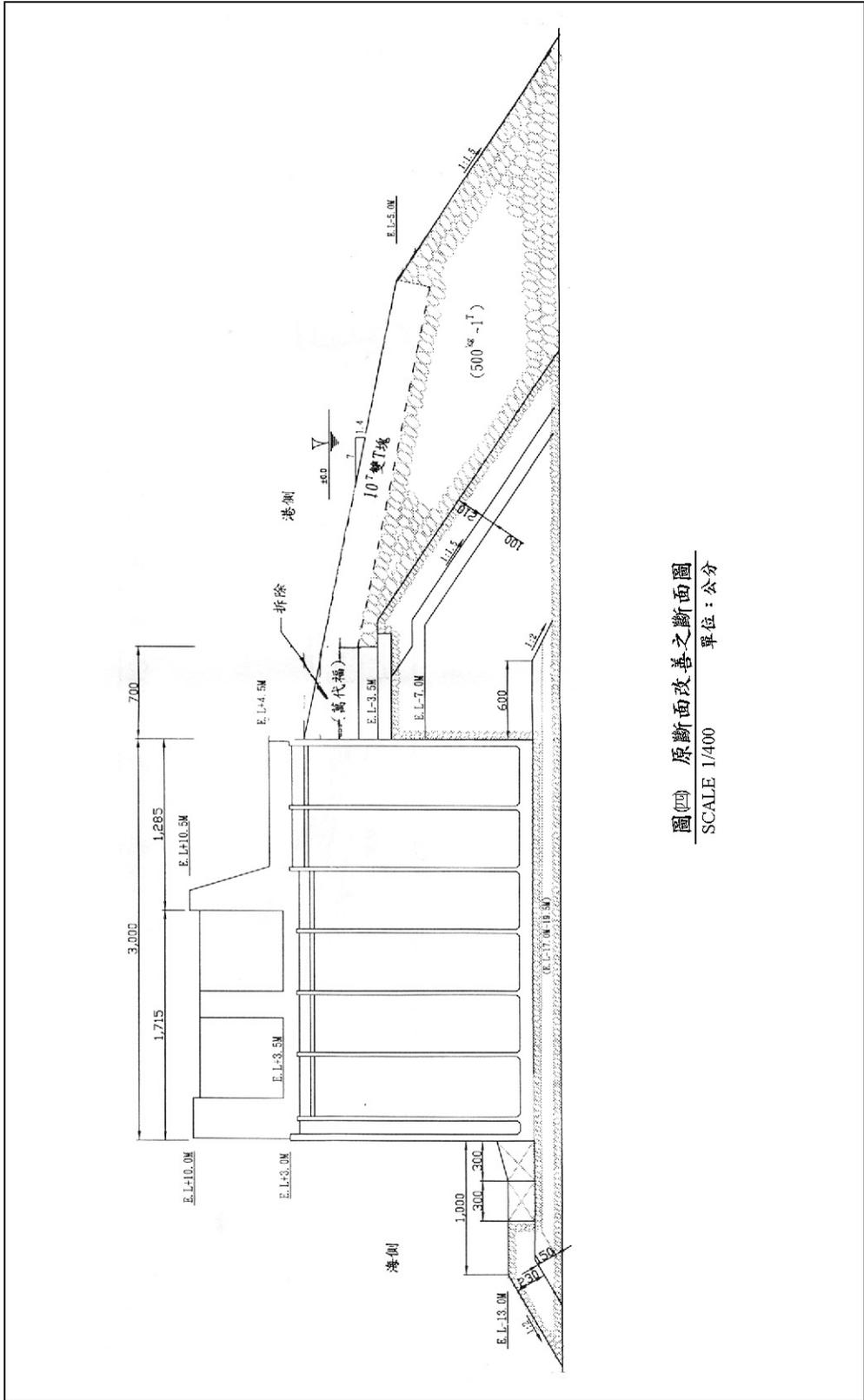
花蓮港外港工程之擴建，係本人於民國六十年在花蓮港第二期擴建工程處長時所創導，經歷 7 年後，於民國 68 年正式批准興工；而今完成後，該港共振問題一天不解決，對本人而言，正如芒刺在背，一日不拔除，便一日不快，故早思暮想解決方法。

花蓮港港型因受海底地形之限制，因而狹長，港內地質堅硬，故無論淺水護岸、防波堤、碼頭岸壁等，均以直立壁設計；反射係數等於一，故花蓮港產生共振問題，實乃天然環境惡劣所致。然而問題總要解決，有所謂窮則變，變則通，本人早思暮想總算想出一解決之方案。

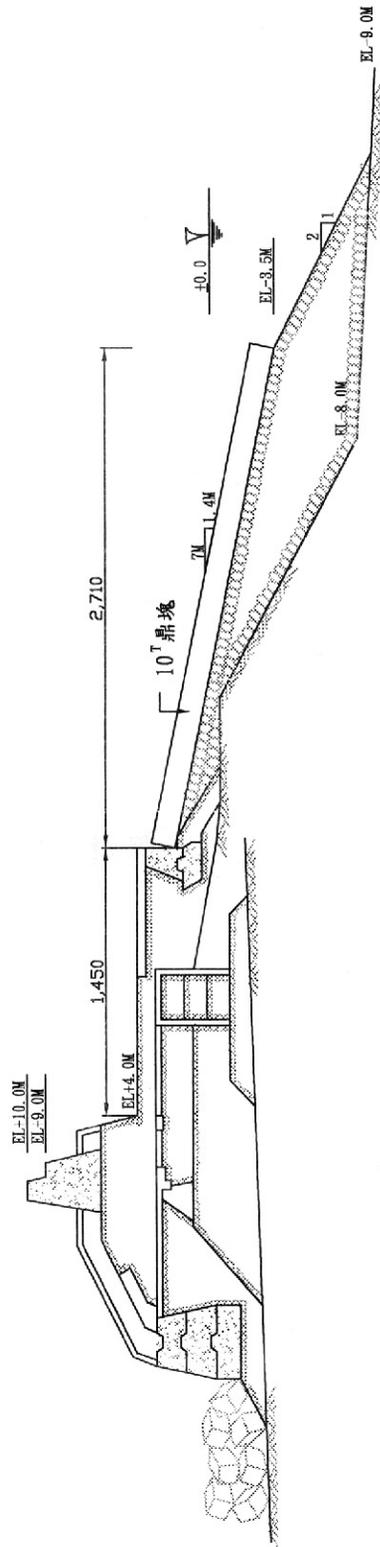
花蓮港所以發生共振，主要原因：長波從港口進港以後，其長波所

有能量，不能消散($C_r=1$)。最初我想在港口設置大型空壓機，從海底鋪管以冒泡消滅波能。其後收集資料，僅美國在河港消除 $1^M\sim 2^M$ 之波浪。對於花蓮港港口長浪，波高約 5^M ，港口長 275^M ，縱有 1,000~2,000Hp 之空壓機，其效果也沒有把握，故放棄此念。然而對於消除波能之觀念仍念念不忘。

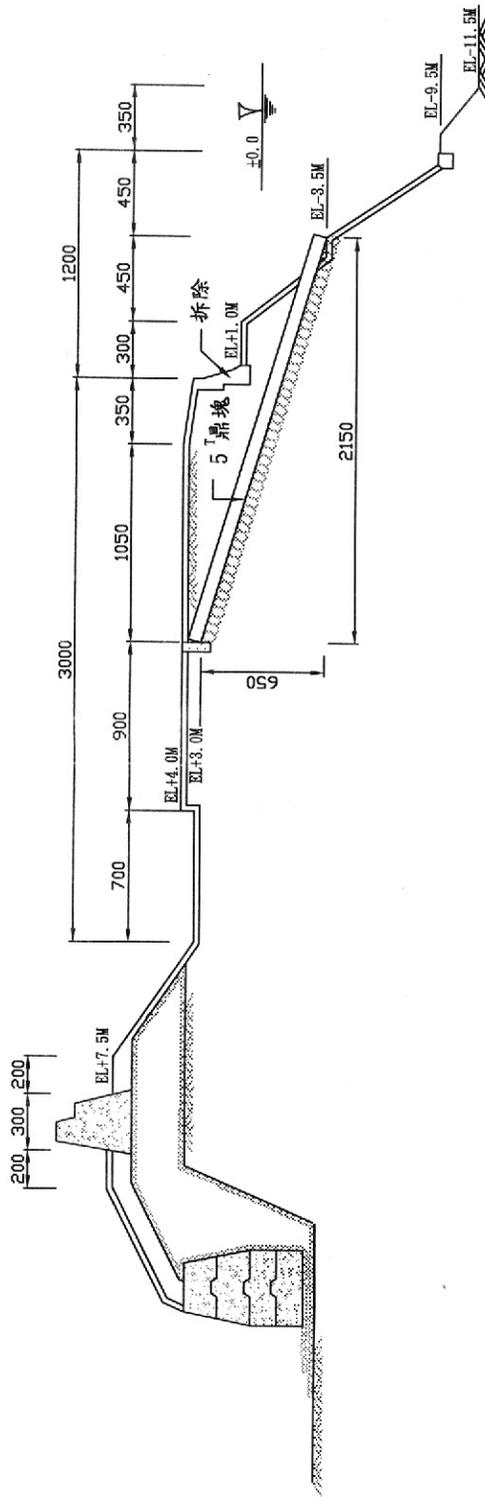
其後向花蓮港舊同仁張天仁，要來東防波堤平面圖、水深圖、斷面圖及航道護岸斷面圖等。圖(二)花蓮港港區平面圖。圖中 A, B, C 段面對港口，其中 AB 段已做消波設施，如圖(三)。該設計上放置 7^M 萬代福消波塊 5 塊。過去本人在台中港任防波堤工程處處長時，曾在台中港水工試驗室，做過各種消波塊斷面試驗，其結論任何消波塊對長浪消波之功能，全無效果，該設計其結論亦相同。茲建議該設計改善如圖(四)，原有 A-7 萬代福拆除 3 塊，上吊放 10^T 消波塊，下拋放 $500^{kg}\sim 1^T$ 塊石，該設計對於入侵長浪，經 10^T 波塊及塊石之消波，尚有餘波可衝擊至 $EL+4.5^M$ 以上變成越波，可消波能。總之，入侵長浪之波能 A-B 段可以大部消除，至於 B-C 段，沿原堤做消波設施，如圖(五)。航道 C-D 斷面，設計修改如圖(六)。



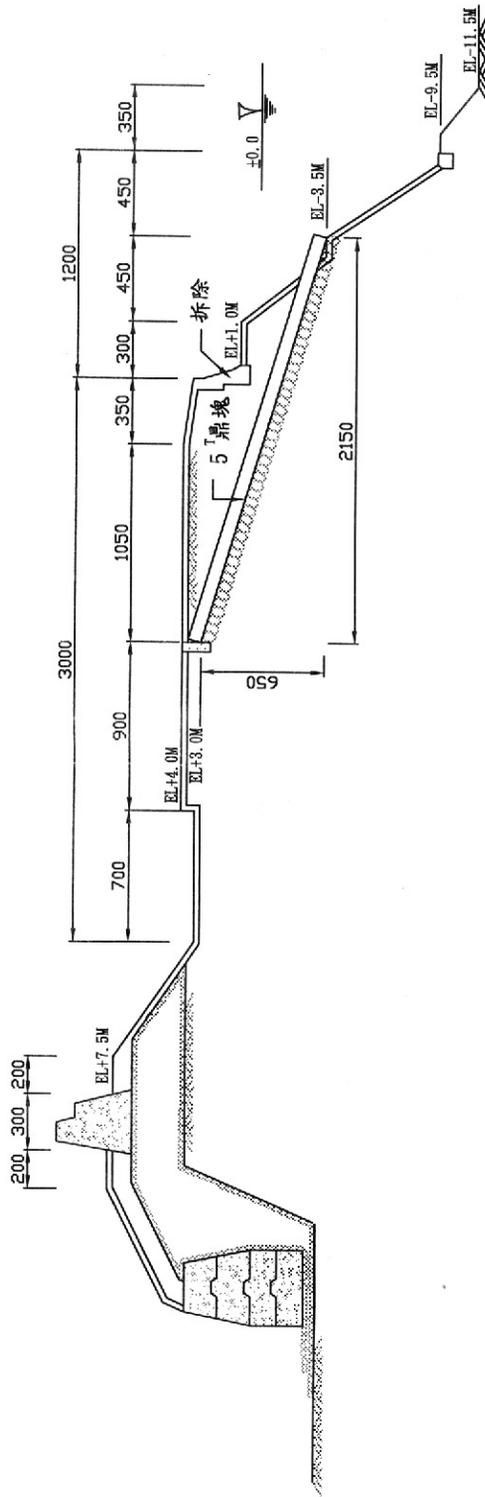
圖四 原斷面改善之斷面圖
單位：公分



圖(五) 舊東堤B-C段消波式斷面改後斷面圖
 SCALE 1/400
 單位：公分



圖(六) 舊東堤航運護岸改消波式斷面圖
 SCALE 1/400
 單位：公分



圖(六) 舊東堤航運護岸改消波式斷面圖
 SCALE 1/400
 單位：公分

結 論

- ① 本人之建議，突破過去一切之構想，從根本上消除進港之波能。最重要的是，花費之工程費可能祇有 2 億元左右，徹底解決花蓮港多年的問題。
- ② 希望港灣技術研究中心，能按本人建議做數值模擬推演，如結果其佳，也不必再做水工試驗，即可正式執行設計與施工。

（注意任何單位採用本人之設計，必先徵得本人之同意）。

文後補充：花蓮港之共振現象，

其實可以蒸氣鍋爐來說明，鍋爐煤炭燃燒後，產生蒸氣，在安全閥沒有開啓前，蒸氣壓力便繼續上昇，若蒸氣壓力達到安全閥預定壓力，安全閥便自動開啓，鍋爐蒸氣壓便立即減低。假如安全閥永遠開啓，鍋爐內蒸氣壓力，便不能起磅，花蓮港內全部岸壁均係直立壁，其反射係數 $C_r=1$ ，故進港之任何波能無法減衰，輾轉反射，以致產生嚴重之共振現象。

本人之建議將 A, B, C 段及 CD 段均改成消波式設計，等於為花蓮港增加消波能之安全閥，相信花費極小，而效果極大。

海洋中最大型人工魚礁—軍艦礁之優點及設計施工方法之演進

(第一階段—舊式傳統沉船施工法)

蘇棋福 僑龍工程顧問股份有限公司

陳發威 僑龍工程顧問股份有限公司

摘要

台灣沿近海岸自民國 63 年開始投放各種形狀之小型人工魚礁 16 萬座，並設置 83 處人工魚礁區，對漁場之更新已發揮明顯助益，但這些小型人工魚礁由於輕量，每座體積太小，容易埋沒入砂底或呈現凌亂散佈不能成爲一體，以致減低集魚效果。

國內自引入廢物再利用觀念及朝向大型船礁之觀念後，無形中軍艦礁因係資源再利用，工程成本低，且其體型大，不易受外力作用影響，製作後仍能保留軍艦原貌，極具海底探險及觀光遊憩價值與傳統水泥製小型人工魚礁相比，軍艦礁之效益更具多元性。

目前世界上採用逾齡軍艦改造成符合環保條件做爲魚礁之國家計有美、加、紐、巴西等幾個國家外，我國也自民國 88 年開始加入此一創舉行例。

但是軍艦礁設計施工上最困難之處，在於如何將一艘軍艦在最短瞬間以直立形態，迅速地下沉到海底以原有直立形狀固定在海床爲一極端挑戰性，又需高度技術之設計施工方法，

對於本計畫自 88 年開始第一階段採用舊式傳統沉船施工法計施工 2 艘軍艦礁後，經漁業署與本公司不斷之研究改進，第二階段（90 年）就進一步採用水中爆破施工法，施作 3 艘軍艦礁於 3 處海域，已能精準的估算出沉放時間及確實控制船礁垂直沉放的效果；第三階段（91 年）爲更一步提昇水下沉放技術水準同時考慮海洋生態環境程度能達到符合國際環境安全規章的標準更加演進採用聚能線性水下爆破切割施工法，預計可再進一步施工 8 艘軍艦礁，期冀我國內對軍艦礁的製作水準能達到更臻成熟之境界；本人擬分爲三階段將此三種不同設計施工方法公佈，以供從事港灣工程界人士指教及提供改進之意見。

一、前言

人工魚礁是一種積極培育沿近海漁業資源的有效方法，目前由於海洋漁業資源的過度開發，造成台灣沿近海漁業資源逐漸枯竭，爲了培育海洋生物資源，提高海域基礎生產力，設置人工魚礁改善漁場環境培育資源，

已是國際上傳統漁業國家所採行積極有效的手段，其效果早已獲得國內外、產、官、學界普遍的好評與肯定。

人工魚礁的功用在於投放後，礁體能吸引誘集藻類、蝦、貝、魚類前來附著，棲息、覓食、成長、繁殖、改善原本棲所空間不足，無遮蔽平坦荒蕪的海底環境，

有效的增加培育魚類資源，並且可以有效地防止拖網漁船的濫捕，間接地達到保護沿近海漁業資源的效果，此項工作隨著國內外漁業發展的情勢，而變得日益重要。

台灣自民國六十三年起開始推動此項工作，迄今共計於台灣地區沿近海域設置人工魚礁區八十三處，製作投放各型人工魚礁十六萬餘座，對漁場的更新改造、防止漁場老化及提高沿近海域之基礎生產力，已發揮明顯助益。不過以往投放的人工魚礁大多設置於水深 20 至 30 公尺水域，其種類形狀最大者為 2 公尺高雙層式水泥魚礁為主，其主要原因為投放設備舉重有限，大型過重的魚礁，均無法執行拖放。因此根據歷年來實際調查投放後人工魚礁的集魚效果發現，小型輕量的人工魚礁有些埋沒入砂底或是呈現凌亂散佈不能成爲一體，以致減低其集魚效果。

行政院農委會漁業署爲持續建構多元化漁場環境乃自民國 88 年起進行投

放軍艦礁的創舉，補充傳統人工魚礁體積過小無法構成海底大型礁體之缺點，將軍艦礁投放於較深水域，希望由此構成一個台灣沿海完整的人工魚礁生態系，更可成爲海底觀光、船釣、潛水等遊憩據點，對倡導國人海上遊憩活動以及提昇國人生活品質與效益深具意義，特別是沿岸海域海洋生物集聚在軍艦礁大型海底棲所構成一幅海洋生物豐富多樣化的魚貝類集聚棲息、殖繁的景象，將來在推動觀光休閒漁業，勢必更加呈現發展潛力。

二、台灣地區人工魚礁概況

(一)台灣地區人工魚礁種類及功能分析

1. 水泥材質小型人工魚礁：

過去人工魚礁採用材料主要皆爲場鑄水泥製品之各種中空型體人工魚礁，由於這種傳統式之水泥礁體其每一座體積因重量不能太大，否則投放與拖運不便，因此原因人工魚礁在投放海中時，由於個體重量不足，常有破損龜裂情形發生，加上投放後如位於砂泥底層，因缺乏設置防止沉陷之基層設施，以致這些礁體常見埋沒入砂泥層中，或因無法構成一整體礁體而被海流漂移流失等現象發生，加上每一礁體之製作費昂貴不符經濟等效益，圖 2-1 本省沿近海域人工魚礁區分佈圖。

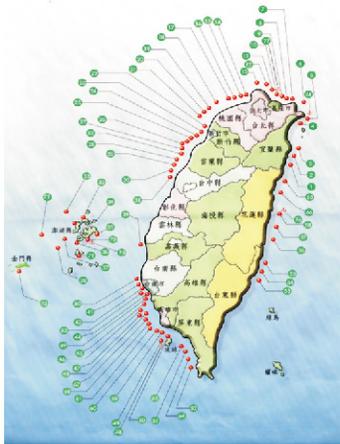


圖 2-1 本省沿岸海域人工魚礁區分佈圖

2. 資源再回收利用之人工魚礁

國內自引入廢物再利用觀念後對人工魚礁製作材料之選擇則由原來傳統之水泥材料逐漸趨向於資源再利用 (Recycle) 之方向，例如廢電桿、廢輪胎、廢車、廢船體等之資源再回收利用等，一方面不但可有效的舒解龐大廢棄物回收處理問題，另一方面更可充分利用做為最有效最直接的人工魚礁材料，發揮漁業資源保育之功能，同時也可為政府每年省下可觀之人工魚礁製作經費，達到有效的且實際的經濟價值，圖 2-2 各種人工魚礁演進圖。

(一)人工魚礁聚魚原理

人工魚礁的發展已有 200 多年的歷史，從最早漁民把石塊、樁材等物投入海中集魚，到目前世界各國從事各項的研究計畫，大部份均已肯定了人工魚礁的效果。關於人工魚礁集魚的效果日本井上(1)提出，有陰影說、餌料說、逃避目標說、渦流說、音響說、走觸說等效果，其設置目的，即在誘集魚群來

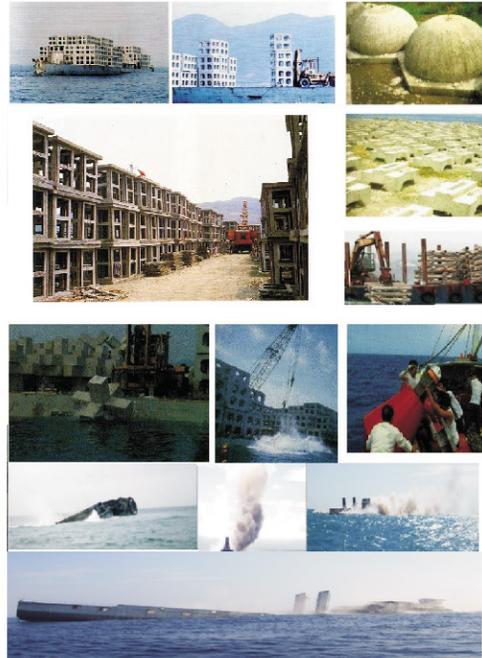


圖 2-2 近年來國內投放各種人工魚礁演進圖

游棲息，以達培育資源及增加漁獲量等，而消極的亦可防止拖網船違規侵入沿近海域作業。

根據日本 Yoshimuda (2)調查發現，成堆礁體之聚魚效果遠比零星礁體好，Hunter and Mitchell (3)亦指出，礁體之高度須達到一定程度以上，始能誘引洄游性魚類聚集。所以今後繼續投放魚礁時，應確實拋錨定位，如此魚礁的投放才會集中，礁體的高度亦能提高，以發揮魚礁的聚魚效果。目前本省魚礁之投放水深有些已達 42 公尺，而日本人工魚礁之投放更深達水深 150 公尺，而主要分佈在 40 至 80 公尺之水深，據 Fujii (1982) (4)指出礁體高度達水深 1/10 即可，而據 Ogawa (1982) (5)認為礁體高度達 3 至 4 公尺即可發揮其聚魚之效果。

另根據張(6)和 Ahr (7)之調查研究，設置人工魚礁的條件，必須底

質堅固的石礫底、白沙帶泥或有介殼混合之海底，並避免在污染與河口地區，同時透明度需良好不可過於混濁。

(三)大型船礁（軍艦礁）之優點

運用大型除役軍艦作為人工魚礁，除了傳統人工魚礁生態再造及培育資源之效益外，其礁型保留軍艦原貌，投放於沿岸海域後，更可對戰史軍品作另類之紀念保存，而傳統水泥製之人工魚礁，因為受制於材質過重及海上吊放搬運風險高等因素，在型態上不易大型化，因此投放於海底後，容易重力影響產生沉陷、掩埋或覆蓋等狀況。而軍艦礁因係資源再利用，工程成本低，且其體型大，不易受外力作用影響，經過施工製作後仍能保留軍艦原貌，極具海底探險及觀光遊憩價值，因此，與傳統水泥製人工魚礁相較，軍艦礁之效益更具多元性。

三、（88 及 89）年度第一階段軍艦礁之規劃設計施工方法

一採用舊式傳統沉船施工法

目前世界上採用逾齡軍艦改造成符合環保條件做為魚礁之國家計有美國、加拿大、紐西蘭、巴西等幾個國家外，我國也自民國 88 年開始加入此一創舉行列。

由於每一艘軍艦最小體積至少在 2000 噸至 7000 噸之間，如果換成為小型人工魚礁之單一礁體而言，每艘具有 2000m³ 至 7000m³ 之體積，符合佐藤 Rounsefell, Orawa el at 等專家學者之實際調查及理論要求，為一種最佳單一礁體無疑。

但是軍艦礁設計施工上最困難之處，在於如何將一艘軍艦在最短瞬間，以直立形態，迅速地下沉到海底以原有直立形狀固定在海底為一極端挑戰性又需高技術之設計施工方法。

(一)軍艦礁製作程序

一般對軍艦礁之一般設計程序，如圖 3-1 所示，因篇幅關係僅列主要項目如下：

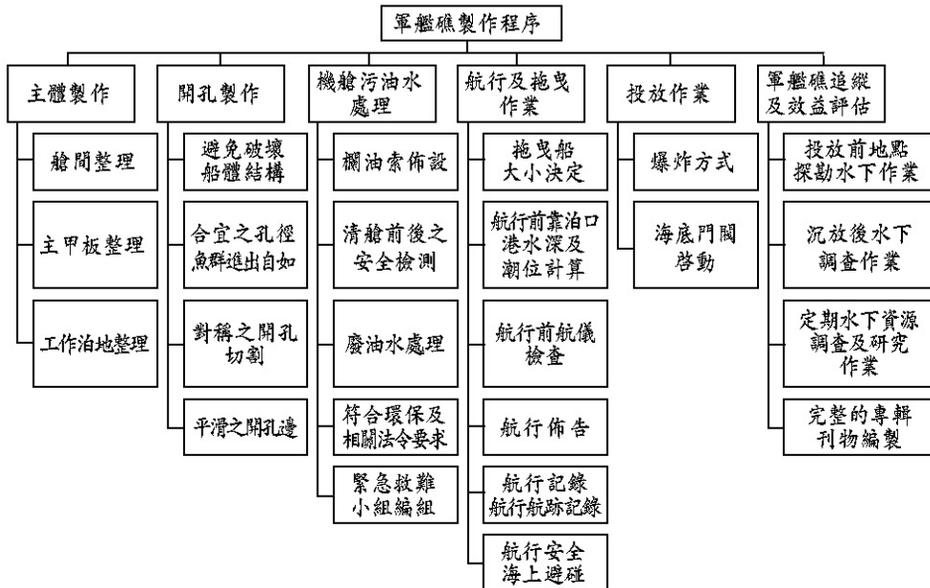


圖 3-1 軍艦礁製作程序

1. 設計條件及推算依據分析

- (1) 海水溫鹽分佈
- (2) 海、氣象資料。

(3) 海底地質狀況

(4) 船體結構特性

如圖 3-2 設計條件及推算依據

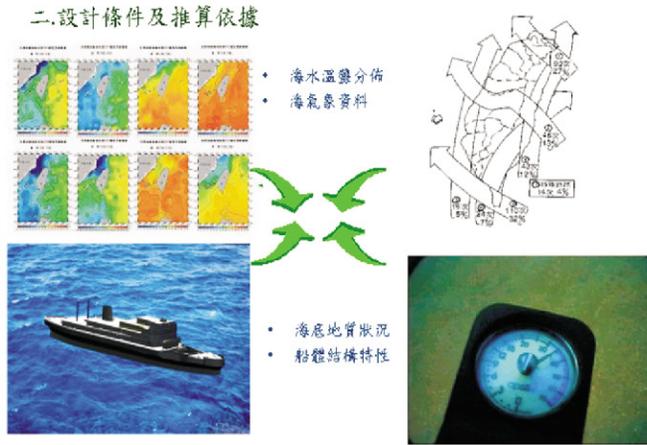


圖 3-2 設計條件及推算依據

2. 軍艦礁投放地點之選擇與條件

人工魚礁投放前對投放地點之選擇之條件進行調查與評估對於投放後魚礁之安定與否，直接影響到礁體之壽命與效益，綜合以往人工魚礁之投放位置評估與本計畫軍艦礁船體特性分析，對投放地點之選擇條件如下：

- (1) 海底地形、地質—宜擇寬闊平坦、底質堅固之石礫底或沙泥或介殼混合海底，並儘量避免天然礁岩及海底曲折不平之地點。
- (2) 周邊環境—避免容易污染與河口地區及有礙航行、航道安全之區域，並配合漁民作業及管理方便之地點為佳。
- (3) 水深及能見度—一般人工魚礁

投放地點水深約選擇在-25~-30m 間，本計畫為同時考量軍艦礁本身船體高度並配合海底能見度及合適的海底溫、鹽分佈條件及海流狀況，建議投放位置水深不宜超過-40m 以內使船頂部距離海面水深至少約有 10~15m 以上水深差，以避免阻礙海面船隻航行安全之顧慮。

- (4) 海況—對海底地質、海流、波浪及氣候條件之考量，除需要蒐集足夠之數據以當做軍艦礁製作設計時對船體穩定、投放時船體俯仰差、靜穩度及沉放後對海底地盤衝擊力之影響等計算、預測選擇。

近年來由於 GIS 的發展已臻

成熟，國內相關學術研究單位已開始利用 GIS 系統依層級分析方法(AHP)，利用各層因子及權重

分配，來建立一套人工魚礁區位選址之資料庫系統，其主要流程如圖 3-3。

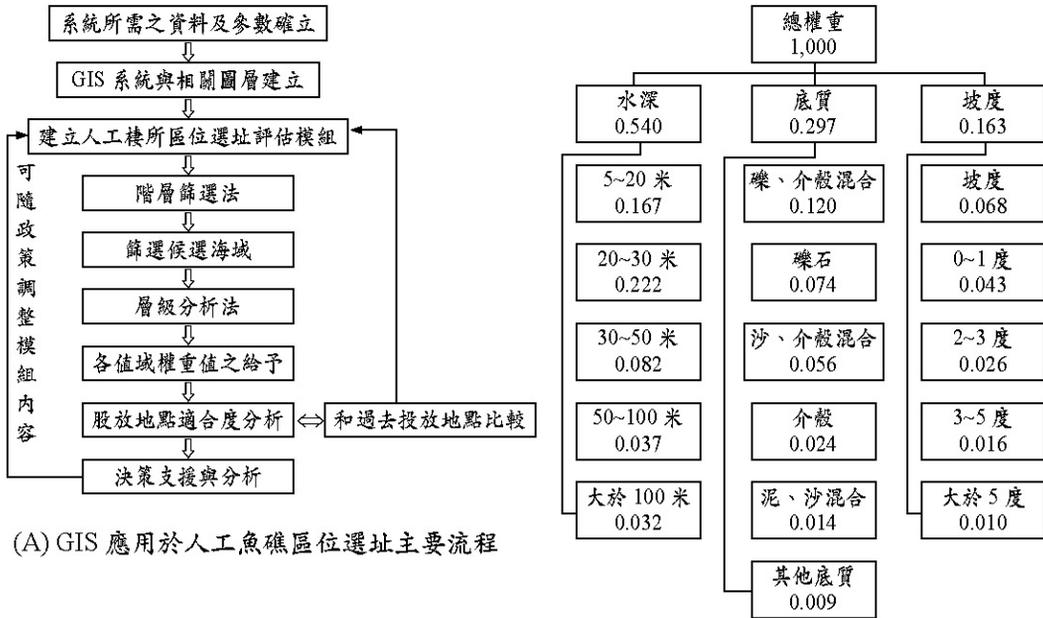


圖 3-3 GIS 應用於人工魚礁區位選址主要流程及層級分析(AHP)分析法各層因子及其權重分配
資料來源：國立海洋大學漁業系

3. 穩定計算

軍艦礁的穩定計算考量，不但在沉放後安定的檢討，對投放過程中的沉放時間估算及沉放作業中如何確實掌握礁體投放時能準確達到艙部微傾垂直穩定的沉放並穩固安定的直立座落於海床，為穩定檢討的重點，故對下沉時船體的下沉之橫向穩定及俯仰差之調整及計算亦為考慮之重點，一般對穩定計算檢討的作業過程如下圖。並以國內第一次以海底門閥開啓方式投放之萬安及凌雲兩艘軍艦礁為例對穩定計算檢討如下：

(1) 沉放時間估測

① 浸水量計算

一般以海底門浸水作業時其進水量直接受到進入孔徑、水深壓力影響：

根據 Duvant 浸水量公式

$$q_i = \mu D_1 (2/3\delta + d) \times (2g(\delta + h))^{1/2}$$

式中：

$$q_i = \text{浸水流量 (m}^3/\text{sec)}$$

$$\mu = \text{海底門粗糙係數 (0.6~0.95)}$$

$$D_1 = \text{海底門內徑寬度 (m)}$$

$$d = \text{海底門距海底水深距離 +}$$

$$\text{海底門至開孔位置距離}$$

$$g = \text{重力加速度 (9.8m/sec)}$$

$$\delta = \text{內外水位差}$$

因船舷側有開孔製作，故當浸水到達開孔深度時 D_2 值須加上各開孔寬度得

$$q_2 = D_2 \mu (2/3 \delta + d) \times (2g(\delta + h))^{1/2}$$

② 沉放時間之估算

軍艦礁在進入預定投放位置後，當開始進行浸水投放後浸水量逐漸增加，當其浸水量加上船體本身重量之密度達到大於或等於海水密度時，船礁即開始呈自由落體沉降，故沉放所需時間為：

$$T = T_A(\text{自開始浸水至船體自由落體前}) + T_B(\text{自由落體所需時間})$$

假設軍艦礁以海底門開啓方式進行投放則 $T_A = T_1 + T_2$

$T_1 =$ 海底門浸水至開孔以下所需時間

$T_2 =$ 自開孔浸水至開始自由落體沉降所需時間

由上式得在船礁成自由落體沉降前總浸水量

$$Q_T = Q_1(\text{海底門浸水至開孔以下}) + Q_2(\text{自開孔浸水至開始自由落體沉降})$$

故當浸水量加上船體本身重量之密度達到大於或等於海水密度時即

$$\rho_w = (Q_T + W_0) / V \cdot k = 1.03$$

$$\rho_w = \text{海水密度}(1.03)$$

$$Q_T = \text{總海水浸水量}$$

$$W_0 = \text{船淨重}$$

$$V = \text{船體積 } L \cdot B \cdot d$$

$$k = \text{船體方塊係數}$$

$$\text{得 } Q_T = (\rho_w \times V \times K) W_0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{因 } Q_T = (L \times B \times d \times k) \times \rho_w$$

$$\text{得 } d = (Q_T - W_0) / [(L \times B \times k) \times \rho_w]$$

(d : 浸水深度)

$$\text{又 } Q_1 = (L \times B \times d_1 \times k) \times \rho_w$$

($d_1 =$ 海底門浸水至開孔以下距離)

$$\text{得 } Q_2 = Q_T - Q_1$$

$$= (L \times B \times d_2 \times k) \times \rho_w$$

$$= (L \times B \times (d - d_1) \times k) \times \rho_w$$

$$\text{因此 } T_1 = Q_1 / q_1 \dots\dots\dots (2)$$

$$T_2 = Q_2 / q_2 \dots\dots\dots (3)$$

所以

$$T = T_A(\text{自開始浸水至船體自由落體前}) + T_B \\ = T_1 + T_2 + T_B(\text{自由落體需時})$$

(2) 船礁下沉時安定檢討

軍艦礁在開始由海面下沉時，其外力因素主要為波浪、海流及船體之浮力，設船體本身淨重為 W_0 ，容積為 V_0 ，船體投影面積 $A_0 = L \times B \times K$ ($k =$ 方塊係數) 則：

① 礁體沉降速度

即船礁始自由落體之著地速度，根據中村·上北·飯野公式得：

其中：

$$vc = [(2gV_0 / C_D A_0) \times (\rho_G / \rho_w - 1)]^{1/2}$$

$vc =$ 最終速度

$$\rho_G = \text{礁體材質密度}$$

$$\rho_w = \text{海水密度}(1.03)$$

$$C_{MA} = \text{礁體附加質量係數}$$

$$C_D = \text{礁體抗力係數}$$

$$h = \text{海底深度}$$

故 沉降後著地時間共需

$$T = T_A + T_B$$

$$= T_A + h / v_0$$

$$= T_1 + T_2 + h / v_0$$

形狀	方柱	圓柱	板狀
C_{MA}	1.0	1.0	0
C_D	2.0	1.0	2.0

地質	η	$K(t/m^2)$
岩	3	-
砂礫	4	1600-5000
粒土	3	2100-6300

②對地盤衝擊力

當海底地質其地盤係數為 K 時，礁體著地之速度對海底之地盤衝擊力其運動方程式，可依據 FROLICH 理論公式：

$$P=[3K^{1/2}v_0(\rho_G+C_{MA}\times\rho_w)/(2\times g\times V^{1/2})]^{2/3}$$

其中 $K=2\pi\times E/\eta$

(η ：應力集中數， E ：地盤彈性係數)

③外力計算

a. 波力

(a)當礁體投放位置位於碎波帶時(即水深 $d < 1/4L$ 波長)依據中村·北上公式

$$F=0.31\times C_D\times A\times\rho_w\times H$$

其中 $H=0.78d$

A =船礁投影面積

ρ_w =海水密度

C_D =船礁抗力係數

H =波高

(b)礁體投放位置位於非碎波帶時(即水深 $d \geq 1/4L$ 波長)計算出係數

其中

$$U_m=[\pi Hcosh2\pi(h-D)/L]/$$

$$(T\times\sinh2\pi h/L)$$

D =船礁頂至水面水深

H =波高

h =水深

L =波長

T =週期

則 當 $\beta > 1$ 時

$$F_{max}=(2\pi C_M V \rho_w /gT)U_m$$

當 $\beta \leq 1$ 時

$$F_{max}=(C_D A \rho_w U_m^2 /2g)+(2\pi^2 C_M^2 V^2 \rho_w /C_D A g T^2)$$

b. 流力

$$F=C_D A \rho_w U^2 /2g \quad (U: \text{流速})$$

c. 浮力

$$F_U=\rho_w V$$

綜合以上外力求得

$$\text{總合力 } F=F_{max}+F-F_U$$

d. 安定檢討

(a)滑動

礁體不產生滑動時其條件為

$$W > F/[\mu(1-\rho_w/\rho_G)]$$

(b)傾倒

礁體不產生傾倒時其條件為

$$W > [F/(1-\rho_w/\rho_G)]\times(L_A/L_V)$$

其中 L_A ：船礁重心位置高度

L_V =船礁船高

ρ_G =船材密度

(水中鋼材密度：6.8T/M³)

e. 壓艙考量

在做安定檢討時，若計算出船體本身重量其安定性過低或未達安全係數以上時，為提高船體於海底之穩定性，可考慮壓艙來增加其重心穩度及安全係數要求，

一般壓艙選擇於船底之雙層底板(Double-bottom)灌注砂石或水泥漿來增加其底部重量，(若為運輸艦型者，亦

可考慮利用艙塢以電桿做壓艙亦可同時達到更佳之聚魚效果)以便降低其重心，來改善其安定效果，如圖 3-4。

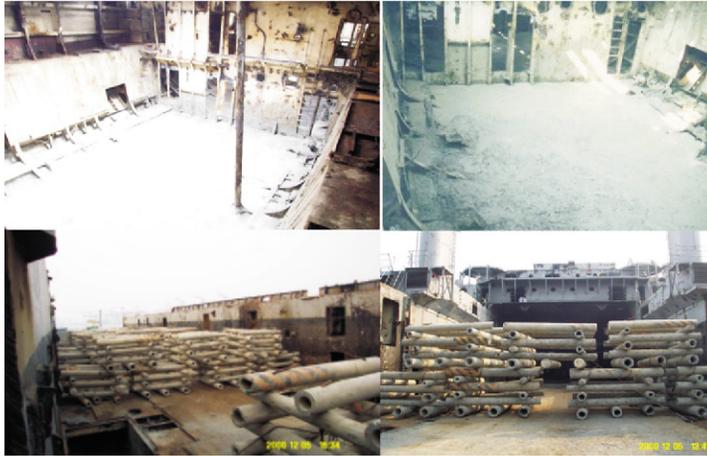


圖 3-4 底艙壓載及電桿礁壓載情形

(3) 船體穩定性與俯仰差

一般船舶在裝載及壓艙作業時，為求得船身之上下貨平衡，以確保航行中避免重心(GM)過高或因裝卸不當導致船體不平衡而發生傾側甚或傾覆之危險，都會預先依據船體特性及船貨之體積、重量大小，計算出最佳之穩定性及俯仰差來決定船貨裝卸位置的配置與分佈；相同的軍艦礁於設計其開始浸水沉放時，其浸水量及浸水之均稱性亦等於船貨之裝載情形，需先進行事前之裝載計算，以便能使船礁在進行沉放時能在儘可能在平穩的情形下順利完成投放作業，避免船礁在未達海底前即因重心過高造成橫向側傾斜沉入海或因縱向側造成艏艉重量懸殊過大而

發生折腰或直插入海情形而嚴重影響到船礁投放之成效。

根據國外對大型軍艦礁投放經驗，在對軍艦礁進行沉放時其最佳之下沉狀況為船艏先向下傾俯使整艘船礁當沉入海底時有向前俯衝之力量以便船礁能直插至海床，來增加固定的效果；故當設計浸水沉放時於估算其浸水沉放穩定同時亦需對浸水開孔之位置加以調整，以達到最佳之沉放之預期目標。

① 橫向穩定

a. GM 值

船體的 GM 值決定船體的平衡穩定性，當重心 G 低於穩心 M 時，GM 值為正值，此時船體呈正性的穩定平衡，無顛覆力矩情形發

生，當船傾斜時將以其搖擺週期內之扶正力臂及力偶將船體回正；若重心G高於穩心M時，GM值為負值，此時船體呈負性的不穩定平衡，此時將有顛覆力臂及顛覆力矩情形發生，在小角度傾側下有繼續傾斜之趨勢。

計算船體GM值時，可先由船體靜水曲線圖(Hydrostatic Curve)查出其KM(龍骨與橫向穩心距)、TPI(Tonnage Per Inch)每吋吃水噸位，及KG(船艙之橫向重心距)後計算出每吋浸水力矩，並依船艙初始之KB、BM(龍骨與船體浮心距、浮心與橫向穩心距)求得：

$$KM=KB-BM$$

$$GM=KG-KM$$

b. 自由液面修正

當船舶搖擺或航行於海面時，若船內各艙間若裝載有液體時，其艙內液體將會自此邊移向彼邊情形發生，因此各艙內之原重心位置G將移位於原液體重心位置上端G'，即所謂的重心虛升(Virtual rise of the Center of Gravity)故船內艙間若有液體裝壓載時，在計算其GM後應再扣除其GG'之自由液面修正。計算GG'可由船舶

垂直運動原理求得，一般可由公式求出 $GG'=lb^3/12V$ (l:艙間長，b:艙間寬，V:船舶排水噸)。

c. 傾斜角

求出船體GM值後，當GM值為正時，由於船體呈正性的穩定平衡，並無顛覆力矩情形，一般船隻在下水前都會做傾斜試驗故可由傾斜試驗記錄(Inclining Experiment Report)，研判其傾斜最大角度及其扶正力臂、力矩之大小。

當GM值為負時，由於船體呈不穩定平衡，顛覆力矩情形發生可能，力臂 $GZ=0$ ，此時在預測其傾斜程度時，可依船艙公式

$$GZ=\sin\theta(-GM+1/2BM\tan^2\theta)=0$$

(GZ：力臂)

$$\text{故 } \sin\theta(-GM+1/2BM\tan^2\theta)=0$$

因船體已呈傾斜情形故 $\sin\theta$ 不等於零，則：

$$(-GM+BM\tan^2\theta)=0$$

$$\text{得 } \tan^2\theta=2GM/BM$$

$$\tan\theta=(2GM/BM)^{1/2}$$

d. 一般船舶於下水時皆需具有其船舶曲線靜穩度圖及傾斜試驗圖表，在製作軍艦礁時，雖其船體特性曲線，經過拆解後已有改變，但仍可藉該特性圖表當做估算軍艦礁製作後，在浸水投放時穩定度改變

之計算參考

②縱向穩定(俯仰差)

求算縱向俯仰差之目的在使船體在浸水時能夠儘量保持其縱向浸水之平衡，以免船艏、艉兩邊載重差矩過大發生倒插入海甚或折腰之情形發生，同時又需沉降時令船艏稍向下傾俯產生一插入之衝力，故在調整切割開孔之分佈配置後加以試算其俯仰差達到船艏微傾於沉降入海床時能有一插入之固床作用。

由船體靜水曲線圖(Hydrostatic Curve)查出或求算出其 TPI 後(Tonnage Per Inch)每吋吃水噸位，將其轉換為MTI(每吃水吋之俯仰差變更率)，依船艏、船艉吃水變化代入MTI值使船艏儘可能與船艉吃水保持稍微向船艏傾降之平衡狀況。以萬安艦為例計算得在浸水至滿載吃水時(吃水約31"時)船艏將開始發生上揚蹺起之情形發生。如圖 3-5



圖 3-5 91 年度鎮海軍艦沉放情形

四、軍艦礁施工製作及方法

軍艦礁於設計完成後，其施工製作程序及方法如下流程表，茲將各重點分述如下：

(一)主體製作

為使聚集之魚群能有寬敞舒適及完全無障礙之棲息空間，對船艦上各艙間之每一道門、扇及可移動之

物架都必須完全拆除，務求每一個艙與艙間都能互通並且能夠貫通暢行之目標。包括有

1. 艙間整理
2. 甲板面整理
3. 工作泊地之清理

(二)開孔製作

由於軍艦之主要用途並非為船礁而設計，故其艙與艙間之流暢

性，並不能符合人工魚礁之要求，所以為達到人工魚礁其空間之通暢要求，並使船體每一個空間都能儘量被充分利用使船礁成為魚群棲息生聚最適切的場所，對開孔割切的大小、數量、以及均稱的切割製作是有必要的，故開孔空間之設計需考量：

1. 避免破壞船體主結構
2. 合宜之孔徑使魚群進出自如
3. 對稱之開孔切割
4. 平滑的開孔切邊

㊦機艙油污、水處理

船礁製作由於主要為魚群生態保育為主要目的，再加上國內環保法令對海上污染防治之相關條文亦已有明文規定且趨於嚴格要求，故對污染源清除完整，務必要求達到符合規定標準之要求。各項處理要項如下：

1. 攔油索佈設
2. 清艙前、後之安全檢測
3. 廢油、水之處置
4. 符合環保及相關法令要求
5. 緊急救難小組編組與緊急處理措施

四航行及拖曳作業

船礁在經移交作業後即需進行拖曳、航行至工作泊地碼頭靠泊故對船礁拖曳作業、拖曳船要求及航行安全等必須注意事項則包括有：

1. 拖曳船之大小
2. 航行前靠泊港口之水深及潮位計算

3. 航行前航儀配置及檢查
4. 航行佈告
5. 航行記錄
6. 航行安全

㊦投放作業

1. 投放前水深測量
2. 投放方式 - 軍艦礁在岸上製作查驗完成後經拖曳航行至指定地點投放，對最後階段之海上投放作業，所使用的作業方式是否適宜及有效正確執行，將直接影響到投放是否平穩沉放於海底，一般投放作業方式有：

- (1) 海底門啟動方式
- (2) 爆破方式

採取爆破作業方式其最主要原因，通常為節省投放時間快速有效的平穩沉放船礁、體礁本身船型方塊係數太小不易平穩浸沉著地限制及天候變數不易控制等，除此外，於投放觀禮時，其震撼效果亦可增加投放觀禮之可看性。唯此項作業方法，所需費用較高，技術性較為專業，同時在進行該項作業方式前必須確實做好各種安全措施與防範，才不致發生不必要之意外情事。一般而言，對船底較尖瘦之船艦如驅逐艦(Destroyer)，因其方塊係數小，故其搖擺週期較小，受外力如風、浪之影響較大容易造成沉放時 GM 值過高而發生傾

側之狀況，故對此種類型之船艦建議以此種作業方式進行沉放較佳。

五、結語

1. 本文係針對軍艦礁首次提出其在人工魚礁中比一般小型人工魚礁所佔優勢加以說明外，並對軍艦礁之規劃設計及施工方法提出報告。
2. 由於目前世界上實際從事軍艦礁投放工作之國家僅有美、加、紐、巴西、等幾個國家外，我國也自民國88年開始加入此創舉行列，其效果優良，經專家學者追蹤調查，發現其集魚效果為所有以往魚礁之最。
3. 本篇係軍艦礁投放計畫之第一階段，對兩艘軍艦礁採用舊式傳統沉船方法，加以設計施工之報告，但本公司配合漁業署之要求，在90年度就對三艘軍艦礁採用水中爆破施工法，進入第二階段設計施工法之改進，另在本（91）年度考慮爆破對海洋生態環境之影響程度將進行採用最先進切割索爆破施工方法對八艘軍艦礁進行投放，進入第三階段之演進。
4. 對於第一階段軍艦礁採用海底門閘浸水投放之沉放時間，聚魚效果及技術缺失改進檢討如下表：
5. 本計畫如蒙刊載並允許繼續第二、三階段之報告，當再繼續提出國內

爆材及國外爆材施工方法原理、投放後海底成效及優缺點比較，同時更進一步的探討海中爆破對海域生態環境之影響及施工安全距離範圍界定及投放後與國外安全範圍標準之比較，以供工程界指正改進。

參考文獻

1. 井上實（1985）漁具與魚之行動，恆星社厚生閣，39-41。
2. Yoshimuda, N. (1982) Discussion of installation planning in S.F. Vike. ed. Japanese artificial reef technology. Aquabio, Inc., 2957 Sunset Blvd., Bellair Bluffs, FL. Tech. Rep. 604, 137-165。
3. Hunter, J.R. and C.T. Mitchell (1976) .Association of fishes with flotsam in the offshore water of Central American. U.S. Fish. Wildlife Serv. Fish Bull. 66(1), 13-29。
4. Fujii, Y. (1982) Reef Conditional required by target species of fish. Page 296-299 in F.S. Vike. ed. Japanese artificial reef technology。
5. Orawa, Y. (1982) The present status and future prospects of artificial reefs : developmental trends of artificial reef units pages 23-41 in S.F. Vike. ed. Japanese artificial reef technology. Aquabio. Inc, 2957 Sunset Blvd, Bellair Bluffs, FL, Tech rep, 604。

6. 張崑雄 (1976) 人工魚礁，中央研究院動物研究所專刊第一號，68pp。
7. 張崑雄 (1977) 人工魚礁 (續)，中央研究院動物研究所專刊第二號，49pp。
8. 張崑雄 (1979) 人工魚礁 (第三

號)，中央研究院動物研究所專刊第七號，74pp。

9. Yoshimuda, N. and Y. Fujii. (1982) Artificial reef scale and installation conditions. S.F. Vik, ed. Japanese artificial reef technology. Aqabio, Inc. Fl. Tech. Rep. 604:148-195。

軍艦別	投放礁區名稱	中心位置經緯度 (WGS-84)		噸級	年度		
第一階段(採海底門閘開啓沉放)							
萬安艦 521	宜蘭縣石城人工魚礁區	N24度57分46秒 E120度56分55秒		2千	(88,89)		
凌安艦 520	澎湖縣七美人工魚礁區	N23度10分37秒 E119度26分42秒		2千	(88,89)		
軍艦別	投放方式	預計沉放時間	實際沉放時間	沉放狀況	預期沉放掌控效果	聚魚效果	技術缺失改進檢討
萬安艦 521	海底門閘浸水沉放	6分12秒	57分46秒	直立	不易控制	良好	<ul style="list-style-type: none"> - 浸水時間太長影響沉放穩定 - 人工啓動作業人員撤離危險性較高 - 自由液面影響大
凌雲艦 520	海底門閘浸水沉放	5分48秒	2時5分	側立	不易控制	良好	

「紐約·紐澤西港」發展簡介

謝晚嫻 交通部台北郵局高級業務員

一、前言

位處曼哈頓西南端靠海處、碼頭邊的格林威治大道上，高度和樓層總面積曾經是舉世居冠、但於去年(2001年)「九一一」恐怖事件中遭到摧毀的紐約「世界貿易中心」(World Trade Center)，自廿世紀六〇年代建成至傾覆之前一直是紐約最著名的地標。斯座由「紐約暨紐澤西港務局」(The Port Authority of New York & New Jersey，以下稱“PANN”或「雙紐港務局」)聚資建造、日裔的建築師--山崎所設計，為411公尺高、有110樓層之雙塔式大樓，原有四百餘個政府機構或來自舉世廿五個國家之商務公司的四萬名人員租駐其間，係全球最大的商務綜合大樓。北棟的第六十七層樓則曾是「雙紐港務局」總管理處的所在地，大樓蒙難後，雙紐港務局則暫將轄下諸機構分散遷往史塔頓島上的電訊中心(Telecenter，或稱「電訊港」--Teleport)大樓和紐華克的法制中心(Legal center，註一)大樓，嗣後將再視復建情形合設於一起。

九一一事件固然是以雙塔大樓和航空業者最為創鉅痛深，但身為當年雙塔大樓起造人的雙紐港務局以及其所轄管的港埠、海運業務，亦蒙受極其重大的損害。遭遇災難後的一連數

個月，原本海運裝卸量居全美第二的紐約港，海運業務大幅滑落，不僅遠不及全美排名第一的洛杉磯長堤港(Long Beach Port)，亦遜乎毗鄰舊金山的奧克蘭港(Oakland Port)和瀕臨大西洋岸的波士頓港(Boston Port)、費城港(Philadelphia Port)，所幸在歷經年餘的療傷止痛，現已逐步恢復正常，從今年年中以來每個月的貨櫃和散裝貨物裝卸數量來看，其業績已幾可回昇至遇難前的概況，並重新回至全美第二大港的排行。

二、「紐約港」暨「紐澤西港」的變遷演進和地理環境概要

紐約位於哈得遜河(Hudson river)流入大西洋的海灣一帶，另有一條經過人工挖掘、自小河蛻變為運河的「東河」(East river)流穿其間，曼哈頓和史塔頓兩郡即是位於河口的兩個大島，其它尚有艾莉絲島(自由女神塑像所在地之島，另稱自由島)、羅斯福島...等多個羅布於河口附近的島嶼，因處於河海交界位置和新英格蘭地區海岸沿線的中點，具有地形優勢，致早在十八世紀即已闢建港埠，且大都是沿著哈得遜河兩岸，即曼哈頓島西側和紐澤西州(註二)紐華克地區東部

的海岸線而築設碼頭。

在不斷擴大建港和建市的數百年來，紐約也在市區和週邊區興建了極多用以銜接諸直屬行政區和紐澤西州的橋樑與隧道，因此紐約也是全球橋樑、隧道數量甚多的都市之一，其中分屬桁架型式的布魯克林橋(Brooklyn Bridge)、鋼拱橋樑的貝雲尼橋(Bayonne Bridge)以及吊橋型式的華盛頓橋(George Washington Bridge)···等橋樑俱是享譽海宇的大橋，不少人曾在影片上目睹過其英姿；至於跨越港區內數條河流的橋樑則有華盛頓橋、貝雲尼橋、高塞爾橋和外環橋等四座，於後續之章節再就此四座橋樑個別描述。隧道方面則有穿越東河河底、聯通皇后區和曼哈頓區的「皇后中城隧道」(Queens Midtown Tunnel)，以及穿越哈得遜河河底、聯通曼哈頓和紐華克城的「林肯隧道」(Lincoln Tunnel，註三)、「荷蘭隧道」(Holland Tunnel)，而這三條隧道上方的水域也都是屬於紐約港的港域範圍，因此若採用「過港隧道」之名來稱呼倒也是十分貼切的；另外，地下鐵亦有連通曼哈頓區和紐華克地區的路線，係穿越哈得遜河河底，並可銜接其它四通八達的地鐵路線，頗為便捷，紐約的地鐵是美國各大城最早出現的，或因年代久遠以及居民過度旺盛、未適度節制的活力使然，致其髒亂程度倒也是舉世知名的，但是其經營方式則頗為靈活，例如在非尖峰時段得以牽運自行車隨行、但每節車廂僅能允許裝載一部單車，而乘客攜行的寵物則必須裝於籃內。

紐約幾乎是舉世所共認的全球最爲繁華之大城，計有曼哈頓(Manhat-

tan)、布魯克林(Brooklyn)、皇后區(Queens，又稱昆士區)、布朗克斯(Bronx)及史塔頓島(Staten Island)五個泛稱爲「郡」的行政區，面積約七百八十平方公里，但廣義的紐約都會區則得涵蓋及於紐約、紐澤西和康狄克三個州的廿六郡，近乎兩千萬的人口，它也是聯合國總部之所在地、一個舉世聞名的大港和摩天大樓櫛比鱗次的大都市，因此可謂是「全球首都」。

三、紐約港埠和紐華克港埠的設立暨合併、共同發展之經過

十七世紀歐人移民至新英格蘭之際，紐約便已被闢建而初有港埠規模，迨十八世紀的1776年美利堅獨立建國時紐約即是當時的美國首要港口，不少在紐約入境，而身分遭移民官質疑之移民大都是先停留於河口的艾利斯島，待查驗無訛方解除拘禁、入境美國，而當年移民過程最飽受煎熬甚至虐待的便是成千上萬受僱前往美國興築鐵路的華工群。因地理條件的優異性，紐約在短短的二、三十年間就從一非正式的「移民審驗港」蛻進爲大規模的商港，並凌駕首都華盛頓、費城和波士頓···等城，成爲全美的最大城；而屬紐澤西州、鄰近於紐約港西南岸、環擁紐華克灣，地理位置亦極佳的紐華克港，在十八、九世紀的百餘年間也幾以並駕齊驅的步伐穩定擴展。從建國之初起，近兩百餘年來紐約曾長期保有「美國第一大港」和「世界最大港」之榮銜，它的港域範圍包括了紐約和紐澤西的跨州海上領域，多達百餘座的碼頭也是跨州築設，因而在一九二五年時設立爲「紐約暨紐澤西港務局」。殊難料及的是，自廿世紀中期起，亞洲國家經濟快速蓬興，美國西

岸和亞洲諸港間的運銷貨物急遽增加，以致紐約港的業務量即使不斷的成長，但卻已被發展更快速的長堤、洛杉磯等西岸的港口所超越。對亟力標榜多元化的紐約市民而言，保有世界最大港的榮銜並非絕對必要，但PANN的領導階層和員工則仍雄心勃勃的亟欲讓紐約港能再擴大營運，至少絕對不能沒落而仍應長居「北美東岸第一大港」的盛譽。

若自1925年起算，PANN之機構設立迄今已有七十七年之久了，倘就各年之投資金額作總計，歷年來總共投注了一百四十億美元的資金於港務建設，但事實上若是以現今之幣值來加權計算則已有將近六百億美元，再加上自本(廿一)世紀初起投入的大型建設，預計最近之八至十年內即可使其營業額達到加倍成長的目標、而增至每年有八十億美元的營收。屆時，單是在整個紐約港區從事直接或間接工作的四十萬名人員，每年即可賺取共約卅億美元的薪資，而PANN每年繳交至聯邦政府暨地方政府的稅額即高達兩億五千萬美元。從以上的多項指標觀之，雖然紐約暨紐華克港的貨櫃或散裝貨物裝運量皆已非全球諸港之首，但PANN卻足可無愧的膺居為舉世最具經濟實力的港口。

雙紐港務局和紐約市政府于廿世紀七〇年代，即合作設立一個「經濟發展公司」(Economic Development Corporation)，旋再由該公司主導在八〇年代假布朗克斯和紐澤西州境的伊莉莎白市，分別建成一處名為"Bathgate"，佔地涵蓋十二個街道區計達21.5公畝的工業公園區，和另一處佔地廣達七十一公畝、用途更廣的綜合區(Complex，註四)。雙紐港務局不但

是原來世貿大樓所在地的土地所有權人，在紐約和紐華克市內並擁有多筆且大片的土地，近年間則和紐約市政府及紐華克市政府個別合作以建造新市鎮。紐約市政府在1997年8月時便和PANN合作於東河(the East River)東岸和聯合國總部對望之一處河濱寬地上，開發一處住商綜合區，總投資額達廿三億美元，其中之四億三千萬美元係用以支付工資，創造了14,000個和營建業務相關的工作機會，使原為零亂破舊、幾近於貧民窟的河邊地頓如麻雀變鳳凰般的躍登為一建設完善、設施齊全的新市區。

相對於紐約市政府和PANN合作開發案的成功，紐華克市也不遑多讓，亦自1999年4月起擇哈得遜河西岸、霍伯肯(Hoboken)郡內的一處廣闊河邊地，和PANN合作進行一項「世界級」的多用途(world-class and mixed-use)開發案，是項合作案的佔地面積共計為兩百八十萬平方英尺，並以A、B、C為代號，區劃為三片區域(block)，分別規劃成商業區、公寓住宅區和文教休閒活動區。其中有一處位於A區之內，係以業已廢棄、面積為五英畝的早期突堤碼頭闢建為一「碼頭公園」(Pier A Park)，園內有寬敞的草皮區、樹叢區、單車道、...等場地，如附圖所示，這是全世界甚為罕見、以廢棄突堤碼頭闢劃成為公園的案例。

四、港區內的散裝貨物和貨櫃裝卸中心

位於皇后區、曼哈頓島之南一處河海交界口附近的布魯克林岸區(Brooklyn waterfront)，座落有「布魯克

林」(Brooklyn Piers)和「紅?角」(Red Hook)兩處港埠區(Marine Terminal, 亦可譯稱為海運作業區或裝卸區), 是紐約港極為悠久的散裝貨物裝卸站和貨櫃裝卸中心, 航道深度得逾40呎深, 該兩港埠區亦可合併稱為布魯克林海運綜合區(Marine Terminal Complex), 綜合區和位處紐華克的奧圖港埠區、伊莉莎白港埠區均有密集的跨港駁運船舶往來其間。布魯克林港埠區在1950年代即已完成初建並投入營運, 以處理散裝貨物如咖啡、可可為主, 現之1~5號碼頭仍可見多座完建於半世紀之前的倉庫; 紅?角港埠區則是貨櫃處理專區, 貨櫃的吊卸工作現係由美國陸地運搬公司(ASI, American Stevedoring Inc.)承包。而在紐澤西格林威勒半島上、貝雲尼岸邊, 佔地143英畝的奧圖港埠區, 係於廿世紀的八〇年代開始擴展營運規模, 雖然該地點處受限於地形以致航道深度僅為32呎深左右, 但船舶停靠區的長度則可達1,800呎, 雖然仍是PANN重要的貨櫃輸出入港埠區之一, 但其貨櫃裝卸量卻已被於廿世紀後期動工擴建的「豪蘭?角貨櫃中心」和「伊莉莎白港埠區內」的貨櫃中心所迎頭趕上。

據PANN之預估, 該港的散裝貨物運輸在未來半世紀內會逐年穩定的成長, 而貨櫃裝卸數量則可望於2010年時, 達到五百萬TEU之量, 較諸西元兩千年時全年兩百五十萬TEU的裝載量, 足得謂是加倍成長。有鑒於此, PANN已自1999年起擇週邊地域展開一連串的擴建或增建計畫, 總共將投資六十億美元--例如在三年內得完成「豪蘭?角(Howland Hook)貨櫃中心」之增建、可增加廣闊的營運區;

繼之則將再完成「伊莉莎白港埠區」的擴建。豪蘭?角貨櫃中心係布建於史塔頓島上, 佔地183英畝, 有一座高塞爾大橋連通該中心和位於其西的紐華克, 該處的土地屬紐約市政府所有, 先由美國航運公司在1973年時得標建造, 後由PANN於1985時向市政府取得長期租賃權, 並再授由豪蘭?角貨櫃中心經營, 它的船席長度達到2,500英呎, 可供三艘貨櫃船同時停靠, 配置有七部貨櫃起重機, 每年可吊運425,000TEU的貨櫃量; 自開始營運以來, 豪蘭?角貨櫃中心即蓬勃發展, 並闢築專用的鐵路連接紐澤西的Cranford、Norfolk...等地, 使當地業者得逕將貨物裝於櫃內而立即藉由鐵路運輸裝載至港區外運。

伊莉莎白港埠區係與原之紐華克港結合於一起, 若非PANN早已合併的話, 其營運規模不僅已逾紐約港內的各個港埠區, 並可稱為是北美東岸最大的港埠營運區, 現常併稱之為紐華克/伊莉莎白營運區(Newark/Elizabeth facility), 佔地共達2,100英畝, 涵蓋有貨櫃中心、汽車運卸及儲存場、固體及流體大宗貨物處理場、散裝物處理場、倉儲配發站以及陸運公司。現已是全球最大海運事業體, 總部設籍于北歐丹麥之「快桅·海陸海運公司」(Maersk Sealand Marine Company), 即以之作爲其在美國東岸的最主要作業據點, 該公司擁有七部的貨櫃起重機和232英畝的作業場址; 除由海運公司承租港區的場址、機具從事裝卸工作外, 另則有貨櫃裝卸公司亦向PANN取得租賃經營權, 如Ma-her Terminals 即爲當前得標經營的業者, 計租有十四部的貨櫃起重機和

453 英畝的作業場址；此外，另有一家較小型的倉棧公司，如 Expressport Plasa 亦向 PANN 標得倉棧業務的經營權，且自行建造，擁有三座佔地面積各為 5,500 平方英尺的辦公室/倉庫兩用房舍，儲放的貨品俱採現代化管理和以機械設施從事搬運、上架、卸取…等工作，而不再是早期常見於各棧埠區，內部通風不良、潮濕陰暗的舊式倉庫，業者並表示下一階段若再得標持續取得倉棧經營權的話，將再增建一~二座的現代化庫房。

號稱汽車製造王國和消耗使用最大國的美國，在各大港口或港埠區，常會規劃有專供汽車裝卸的特別區，紐華克/伊莉莎白港埠營運區自不例外，劃出有三百英畝的用地專供從事汽車(含大型貨卡車)的裝運，在西元兩千年時共計裝運 564,718 車次的車輛--計有 527,822 部係進口，出口者卻僅 36,896 部，由此一汽車進口數量遠超乎出口量的情形衡觀之，亦不難得想知，美國所自製的汽車尚不敷其國內需求，仍不乏極大之量須仰自國外進口方能彌應民眾的消耗，石油等石化燃料亦然！大量的消耗雖然連帶促進了包括港埠業務繁榮發展…等經濟上的成長，但也浪費了全地球共同體上極鉅的資源。

五、港區和周圍地區的陸運聯通要道與空運聯通樞紐

華盛頓大橋、貝雲尼大橋、高塞爾大橋和外環大橋是跨越港區，自北而南所建布的四座大橋，同時也是港區對外從事陸路聯運的要道，搭機時可自空中輕易瞧見其等之蹤影並可從彼等各自獨特的造型分辨出其橋名，

每天奔馳於橋上的車輛數以萬計乃至十餘萬計。因具極重要的運通功能且不若地下鐵、隧道那般的隱於地表之下，故自九一一事件之後已被警軍單位列為重要的防護目標，茲簡述如下。

◆ 華盛頓大橋(the George Washington Bridge)

為吊橋型式，係連通上曼哈頓和紐澤西州的橋樑。在紐約市端的兩處上、下橋出入口，分別是在 Cabrini 大道和第 178、第 179 街的交叉口，欲自紐約經本橋前往紐華克者得在第 178、179 兩街之間的站牌處候車，另在離橋較遠的華盛頓堡或百老匯處附近亦有站牌可供上車；橋樑在紐澤西之端，則係毗近哈得遜河岸的李將軍堡(Fort Lee，李將軍乃美國南北戰爭時的南軍將領)，當地亦有站牌可供乘客搭車取道橋樑奔赴紐約。

◆ 貝雲尼大橋(the Bayonne Bridge)

本大橋之設計、開工均晚於在 1923 年動工的澳洲雪梨大橋，但恰比雪梨大橋早完工一年，即在 1931 年落成。貝雲尼大橋的設計師特地將橋樑跨距設定為五〇四公尺，正好比跨距為五〇三公尺的雪梨大橋勝過一公尺，包括兩端的引道在內全長為 1,140 公尺，在落成當年曾獲美國鋼鐵結構物協會(AISC, American Institute of Steel Construction)評選為最美麗的鋼拱結構橋。係連接紐約的「梵谷天堂」(Kill Van Kull, 地名十分奇特，字譯為「殺梵谷」)和紐澤西的貝雲尼，屬

紐約市的利奇蒙港區和屬紐澤西的奧圖港區即在橋樑兩端的鄰近處。

❖ 高塞爾大橋(the Goethals Bridge)

完工於1928年的高塞爾大橋，係橫跨紐約的「亞瑟天堂」和紐澤西的伊利莎白，靠紐約市之端則座落有豪蘭角港埠區，本橋之取名旨在紀念高塞爾(George W. Goethals)將軍，他是巴拿馬運河的督造人，同時也曾是PANN的首席諮詢工程師。橋型係桁架橋的型式，橋樑路面和海平面保持著極大的距離，靠紐約之端有135英尺的高度差，得讓巨型輪船自橋下駛過。

❖ 外環跨港大橋(the Outerbridge Crossing Bridge)

從附圖即可看出本橋和高塞爾大橋係為十分相像的桁架橋，且兩橋均是由PANN投資興建、同於1928年6月29日完工通車，其橋名係在紀念首任的PANN理事主席Eugenius H. Outerbridge(此君名字適巧有bridge，且就橋樑興建位置而論又極恰巧的位於港區西南外環處，或係因其取名特殊遂讓PANN萌生特於外環區建橋作為紀念之念頭)，橋樑兩端則分別是紐華克史塔頓島的托頓鎮和紐澤西的安波伊區，並各銜接上紐約第1278號快速道路(Expressway)和紐澤西第440號的州屬公路(State Highway)。

環繞於紐約周邊四個方位的四座國際機場以及一處座落於曼哈頓南邊的直升機機場(Heliport)，對促進紐約繁榮、便利民眾交通往來

和出入國境有極大的裨益，並可連帶增加對外貿易的蓬興，從而增加海運的運量。在紐約都會區的東北、東南、西南和西北四個方位，係分別座落有拉加第亞(La Guardia)、甘迺迪(Kennedy)、紐華克(Newark)和鐵特波羅(Teterboro)四個國際機場，後兩者其實是位於紐澤西州境內。這一擁有四座國際機場之記錄，在全球係僅見於紐約都會區；而重被德國選定為新都的柏林則有三座國際機場(兩座為原西柏林之機場；一座則為原東柏林之機場)，或許勉可比美。

紐約不僅自身所屬的紐約市郊區--像是北郊的布朗克斯和南端的史塔頓島諸地區，仍擁有足數所用的港埠發展用地，並因隔著哈得遜河與紐澤西州毗鄰，故在河流西岸的紐華克、伊莉莎白、帕特生和東奧倫奇...等城鎮亦有甚為寬敞遼闊的腹地得供作後援。當然腹地尚必須要交通便利、且編定之地目係屬工業或工商用途者，以利於闢劃為倉儲棧埠設施或製造加工事業之廠區方可合用，很幸運的雙紐港務局在哈得遜河以西的紐澤西境內正是具有好些個可適合使用的腹地，使得前景仍甚被看好。

六、結語

在經歷九一一恐怖事件屆滿一週年之後，紐約市政府暨PANN俱秉持奮淬堅毅的精神戮力於重建大任，PANN對於現已整平為一方形區的大

樓倒塌原址，擬具出六項重建方案，雖然此等方案仍未獲各界的共同支持，但以紐約市民及全體美國人遇劫而愈勇、毫不挫縮的意志來預測，必可很快的在當地完成復建。PANN 亦將在短短的數年內重尋新址，將過去年餘暫時分散開來的麾下各機構重聚於一處，尤其重要者乃是原本於2001年年末數個月陡降的業績，已在今(2002)年年中時期逐漸好轉，預料其全年的散裝貨物及貨櫃裝卸統計量在2003年即可重回至遇劫前一年--即2000年時的景況甚且超越，重新恢復全美第二大港的盛況，再度綻放出亮麗的光輝。

註一：廿世紀末期，PANN擬定有一可裨益於業務營運的「商務發展計畫」，其中最主要的兩項乃是在史塔頓島上肇建一處「電訊中心」以及在紐華克興建一處「法制中心」。前者是由PANN暨紐約市政府、數家民間電信業者合資組成一「電訊港通訊群」負責運作，在一百公畝寬的工商綜合園區興建五座屬A級的通訊控制中心和管理調度用的專業性大樓，並構建有一可上連至衛星群的光纖通訊網路系統，以提供港域範圍區內各相關工作部門的即時通訊之需；後者係擇紐華克而建、為一位於河濱的廿層樓高的現代化玻璃帷幕大樓，從其樓頂還可眺望到西邊的賓夕法尼亞州的景致，中心內部有紐華克市政府的若干海事管理部門、屬公法人性質的「紐華克經濟發展公司」、由PANN轉投資設立的海事服務公司，和數家

承租營運的報關業者、海商法律事務所...，舉凡海運業者所會遭遇到的各種法務上之疑難，俱可在此尋求諮詢或尋得代理人代為處置。

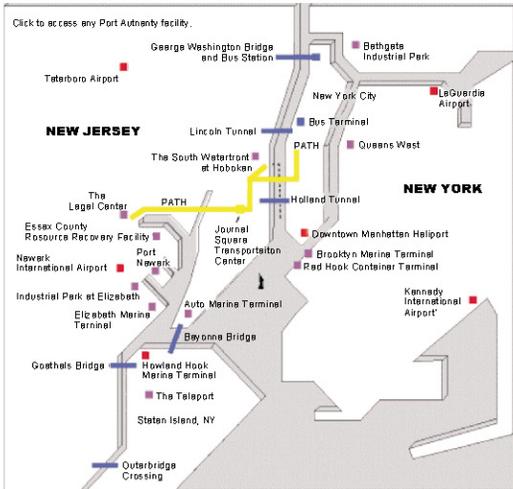
註二：離法國西北境不遠處、米契爾海灣內座落有一個面積為四十五平方英哩的「澤西島」(Jersey Island)，目前仍是英國的屬地，係英法海峽海域中的最大島。十七世紀，出身澤西島的George Carteret率領由大多數澤西島居民組成的探險軍西向遠颺至新大陸東岸、今紐約市西南的草原區，水手們在思鄉心切又睹物思情的感懷下遂將彼等初見初臨的地方命名為「紐澤西」。現今，美國的紐澤西州是一面積僅約兩萬平方公里的小州、猶小於台灣，人口數則約八百萬。

註三：林肯隧道係以三條「沈埋管」(underwater tube)構建而成的海底隧道，高雄港「過港隧道」的構築原理即和其相似，惟高雄港過港隧道僅有兩條沈埋管，每條係由六節的長形沈箱所組成以作為一條單行的雙車道通車線，PANN港域上方的林肯隧道因係連接紐約曼哈頓和紐澤西，而被紐澤西州政府編定為第495號州公路。

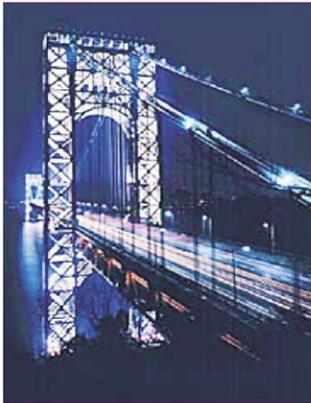
註四：綜合區係位處於伊莉莎白市和紐華克機場之間，工廠廠房林立亦有大型的量販店、經銷區，既利於工業製品的裝運外銷，同時極便於將自紐約港進口的貨品運於綜合區內銷售，各廠商則視其經銷物品可享有較低的稅率以及經聯邦政府所核定的優惠關稅。

(文、圖資料來源：2002.9 電腦網路，[http://www.panynj.gov/...](http://www.panynj.gov/)

篇名 The Port Authority Facility of New York and New Jersey)



「紐約·紐澤西港」地理位置、相關交通設施之繪示圖與鳥瞰圖



喬治·華盛頓大橋
(The George Washington Bridge)



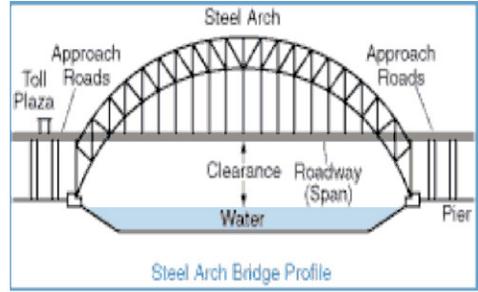
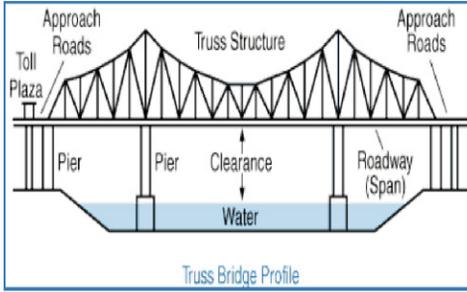
泛稱為紐澤西大橋的貝雲尼大橋
(The Bayonne Bridge)



高塞爾大橋
(The Goethals Bridge)



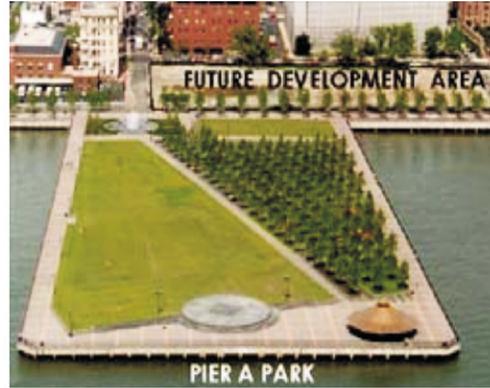
外環跨港大橋
(The Outerbridge Crossing)



屬鋼鐵桁架型式的高塞爾大橋(左)和鋼拱型式的貝雲尼大橋之說明圖



一艘正停靠於「紅鈎角貨櫃處理中心」的貨櫃船



位於霍伯肯的「碼頭公園」



皇后區西部的擴建區



皇后區西部的擴建區