

港灣報導季刊

第 66 期

交通部運輸研究所

中華民國九十二年十月

目 錄

一、台北港整體規劃及未來發展計畫.....	1
林文毅 基隆港務局規劃科科長	
二、國內鹼質與粒料反應潛勢探討.....	13
巫柏蕙 交通部運輸研究所副研究員	
許書王 交通部科技顧問室技正	
李 釗 國立中央大學土木工程系所教授	
三、數值航拍地形圖之製作與應用.....	29
高治喜 群鷹翔測量科技有限公司總經理	
四、台泥和平水泥工業區與專用港概述.....	41
呂俊德 達和航運(股)公司和平工業區分公司拖船船長	
五、高能量吸收型防舷材設計之探討.....	49
單誠基 交通部運輸研究所港研中心研究員	
六、日本橫濱港跨世紀的蛻進與發展.....	55
陳立中 中華郵政公司技術處副工程司	

台北港整體規劃及未來發展計畫

林文毅 基隆港務局規劃科科長

一、前言

(一)台北港位置

台北港位於淡水河出海口南岸台北縣八里鄉至林口鄉瑞樹坑溪口近岸海域，港區中心位於北緯 25 度 9 分 48.98 秒，東經 121 度 21 分 28.80 秒，詳圖一。

(二)台北港建港演進

「建設台北港」業經納入政府「挑戰 2008，國家發展重點計畫」。建設台灣成為台商及跨國企業設置區域「營運總部」為其十項重點投資計畫中之一。而構建北、中、南三大海空聯港係該「營運總部」之重要實施策略，「建設台北港」則為該策略重要之一環。

台北港開發源自民國七十七年因北部河川實施禁採砂石，為配合東砂北運政策，基隆港務局奉示開發「淡水國內商港」，其第一期工程計畫於八十一年六月二十五日奉行政院核准後，隨即於八十二年元月正式開工，淡水港開發於焉展開。

民國八十四年元月為推動「亞太營運中心」之「海運中心」計畫，

中央責成前省府擬訂「台灣地區整體國際港埠發展規劃」，以作為各國際商港進行整體規劃之上位計畫。該規劃分析，基隆港受地形限制，無法擴建，為消除北櫃南運及消化北部成長運量，建議將台北港擴建為北部深水港，並提升為基隆港之輔助港，解決北部港埠能量不足問題，行政院乃同意將「淡水國內商港」提升為「基隆國際商港之輔助港」。行政院同時核示，未來港埠建設，政府僅投資興建堤防、航道等基礎設施，一般營運設施開放民間投資基隆港務局旋即依照該港提升後之定位，之先後研擬「淡水港(台北港)外廓防波堤興建工程計畫」及「淡水港(台北港)整體規劃及未來發展計畫」，分別於八十六年七月底及八十八年三月中旬奉行政院核定實施，並奉核定更名為「台北港」。該局隨即展開台北港外廓防波堤興建及第二期建港工程。

台北港外廓防波堤興建工程，於八十七年開工，九十一年底完成。第二期工程係自民國八十六年起至一〇〇為止，分成三個五年計畫執行；有關政府及民

間投資各項工程，均按計畫次第展開，目前正積極推動中。

前行政院核定省府所擬之「台灣地區整體國際港埠發展規劃」時亦曾指示，本案規劃應視經濟發展、國際情勢、國家政策及實際需要等適時檢討修正，每五年至少應通盤檢討一次，各國際港整體規劃應比照辦理。

基隆港務局遵照行政院指示，於台北港第二期第一個五年計畫(86~90)執行屆滿之前，辦理「台北港整體規劃及未來發展計畫」第一次通盤檢討報核，並奉 行政院九十一年十一月二十二日核示略以：「建設中的台北港為『挑戰二〇〇八：國家發展重點計畫』重要項目之一，基於台北港建港條件優越…應積極推動，原則同意按發展定位及修正布置投資建設，相關投資建設實質計畫，應依規定陳報後實施。」

目前「台北港整體規劃及未來發展計畫(91年至95年)」係台北港開發最高指導計畫，基隆港刻依該計畫進行該港開發作業。

二、港埠發展定位

依據交通部報奉 行政院九十二年三月二十八日核定之上位計畫—「台灣地區整體國際港埠發展規劃(九十一年至九十五年)」第一次通盤檢討，其賦予台北港之發展定位如下：

- (一)發展為基隆港之輔助港。
- (二)北部地區遠洋貨櫃主航線之作業基地。
- (三)北部地區大宗散貨之主要進口港與儲運中心。
- (四)台環島航運之主要港口。
- (五)發展為國際物流中心。

三、港埠建設目標與策略

(一)建設目標

- 1.貫徹東砂北運政策目標。
- 2.分攤基隆港散雜貨轉移運量。
- 3.分擔北部地區貨櫃成長運量，紓解北櫃南運內陸交通負荷。
- 4.提供北部地區大宗散貨進口管道。
- 5.提供廣闊土地，發展高附加價值國際物流中心。
- 6.規劃海岸遊憩活動空間，確保國民親水權。
- 7.協助解決大台北地區工程剩餘土收容處理問題。

(二)發展策略

- 1.保留長期發展空間，並以分期開發方式，增加應變彈性。
- 2.離岸填築港區土地，避免徵收民地，並維護民眾親水權。
- 3.採地主港經營模式，開放民間投資營運設施，並以公用碼頭經營型態，提高使用效率。
- 4.近程目標：滿足北部地區貨櫃及大宗散裝貨運量需求，分擔基隆港之散雜貨運量。
 - (1)持續貫徹東砂北運政策目標。

- (2)分擔北部地區貨櫃成長運量，吸引遠洋主航線彎靠，紓解北櫃南運內陸交通負荷。
- (3)滿足北部地區化油、煤、水泥等大宗散貨海運需求，有餘力再進一步分攤基隆港之雜貨運量。
- 5.中程目標：發展貨櫃轉運中心，擴大港埠服務功能，規劃符合國際港口發展趨勢之現代化港埠。
- (1)結合後線土地發展加值型貨櫃轉運中心或物流中心。
- (2)提供海岸親水遊憩活動空間，促進地方觀光產業發展。
- (3)協助收容大台北地區工程剩餘土，解決環保問題，增加建港效益及港區用地。
- 6.遠程目標：朝港埠功能多元化方向發展，營造高價值、低污染之經營環境，帶動區域繁榮及提昇優質生活環境。
- (1)提供廣闊港區土地，發展高附

- 加價值國際物流中心。
- (2)提供遊艇、遊樂船靠泊碼頭及水域，發展海洋遊憩、親水活動之開放空間。
- 7.藉由吸引民間參與投資與營運，引進企業化、資訊化、自動化之經營理念，跳脫傳統港埠經營方式。
- 8.依據「港務局設置及監督條例」，並配合地主港經營模式，朝精簡層級及簡化人事方向建立港務局組織架構。
- 9.協調相關單位進行港區陸側土地整體規劃及公共設施之擴建，以配合港埠發展需求，並促進地方繁榮。

四、計畫運量

依據上位計畫—「台灣地區整體國際港埠發展規劃(九十一至九十五年)」，台北港未來各年期之計畫運量詳表一所示。

表一 台北港各年期計畫運量

貨物別		年期			
		民國 95 年	民國 100 年	民國 110 年	
貨櫃 (萬 TEU)	進出口	60.8	110.4	189.9	
	轉口	0.0	36.2	62.3	
	合計	60.8	146.5	252.2	
散雜貨 (萬噸)	大宗散貨	煤	306.4	383.1	463.8
		化油	355.0	409.9	544.9
		水泥	224.0	276.4	316.4
		砂石	364.0	600.0	600.0
	一般散雜貨	0.0	178.2	203.4	
	合計	1249.3	1847.6	2128.4	

註：1. 資料來源：台灣地區整體國際港埠發展規劃第一次通盤檢討

2. 化油包括化學液散、油品；一般散雜貨包括金屬礦砂及其他散雜貨。

資料來源：「台北港整體規劃及未來發展計畫第一次通盤檢討」

五、整體規劃及未來發展計畫

(一)最大進港船型(詳表二)

表二 台北港計畫最大進港船型

運載貨種	船型	載重噸級	船長(m)	船寬(m)	吃水(m)
貨櫃	超巴拿馬極限型貨櫃輪	8,000TEU	340	45.3	14.0
乾散貨	超巴拿馬極限型散貨輪	80,000DWT	265	38.0	13.8
液散貨	巴拿馬極限型液散貨輪	50,000DWT	230	32.0	11.8
散雜貨	散雜貨輪	30,000DWT	190	27.1	10.9
客貨	駛上/駛下船	15,000DWT	195	27.0	9.5
	客輪	40,000GT	270	32.2	8.0

(二)港區整體配置及土地分區使用計畫

台北港發整體規劃及未來發展計畫詳圖二所示，港區範圍面積為 3,102 公頃，其中港區水域面積約 2,064 公頃，陸域面積約 1,038 公頃(含離岸物流倉儲區)，興建外廓防波堤(含圍地海堤)總長度為 21,196m，共規劃 48 席營運碼頭及 11 席非營運碼頭，碼頭總長度為 16,120m，可進泊 8,000TEU 貨櫃輪及 80,000DWT 級散貨輪。港區配置及土地分區使用計畫茲概述如下：

1. 外廓及水域設施

(1) 第二期工程完成後外廓防波堤總長為 9,264m；第三期工程完成後之外廓防波堤總長為 12,878m；遠程完成後之外廓防波堤總長為 21,196m。

(2) 第二期工程航道寬 450～

300m，深-16.5～-15.5m，迴船池直徑 720m，可滿足 8000TEU 貨櫃輪或 8 萬總噸之巴拿馬極限型散裝貨輪進港作業。

(3) 未來將擴建外港區，另闢直徑 900m 之外港迴船池，以及寬 525～350m 之外港航道，以因應船舶大型化趨勢，提昇本港國際競爭力。

(4) 未來南碼頭區將以離岸構築新生地方式開發，並以寬 350m 之隔離水道與陸地相隔。

2. 碼頭棧埠設施

台北港未來將分為東、北、南碼頭區，茲分別說明如次：

(1) 東碼頭區將於第二期工程內開發完成，主要作為港埠行政及散雜貨碼頭使用，包括第一～第三散雜貨儲運中心、港勤

公務碼頭區，以及民間投資之北部地區油品儲運中心。

(2)北碼頭區亦將第二期工程內大致開發完成，主要作為北部地區遠洋主航線貨櫃營運基地，包括第一貨櫃儲運中心、第四散雜貨儲運中心，以及遠期外港油品儲運中心。

(3)南碼頭區將於第三期及遠期工程內陸續開發，主要作為國際物流及貨櫃轉運中心基地，包括第二、第三貨櫃儲運中心。

3.其他關聯設施

為充分利用港區資源，朝多元化發展，另規劃多項關聯設施，包括：

(1)結合台北港特定區濱海遊憩區，擬開闢建水遊憩區以及遊樂船停泊區。

(2)為收容大台北地區工程剩餘土，進行填海造地之離岸物流倉儲區，用以結合北碼頭區之第一貨櫃中心，發展國際物流倉儲及再出口等港區關聯產業。

六、實質建設計畫

(一)建設期程

為配合海運市場需求及上位計畫期程，台北港各項建設計畫之期程劃分詳表三及圖三所示。其中，第一個五年計畫原訂民國85年7月~90年12月實施，惟考量預算執行能力及航港建設基金收入，經報奉交通部同意將第一個五年計畫期程配合展延至92年度。

第二期工程計畫將以民國100年為目標年，以滿足北部地區貨櫃及大宗散裝貨運量需求，分擔基隆港之散雜貨運量為目標；第三期工程計畫將以民國110年為目標年，以發展發展貨櫃轉運中心，擴大港埠服務功能，規劃符合國際港口發展趨勢之現代化港埠為目標；遠期發展計畫將配合民國110年以後之海運發展視需要繼續擴建，朝港埠功能多元化方向發展，營造高價值、低污染之經營環境，帶動區域繁榮及提昇優質生活環境為目標。

表三 台北港分期發展計畫期程劃分表

階段別		期程(民國)	年數	備註
第二期工程計畫	第一個五年計畫	85年7月~92年12月	7.5年	執行中
	第二個五年計畫	91年元月~95年12月	5年	
	第三個五年計畫	96年元月~100年12月	5年	
第三期工程計畫		101年元月~110年12月	10年	
遠期發展計畫		111年元月以後		

(二)第二期工程建設計畫項目

本期工程計畫興建範圍，茲分述如下：

1.第二個五年計畫

(1)本局辦理項目

- a.北外廓防波堤延伸工程
(3k+995~5k+270)(已核定)
- b.第二期南外廓防波堤及護岸工程
- c.離岸物流倉儲區海堤地質調查及設計
- d.航道水域設施工程
- e.北外堤內側道路及護岸工程
- f.港區公共設施工程

(2)公路局辦理項目

台北港第二期聯外道路興建工程(已核定)

(3)公民營機構投資項目

- a.第一貨櫃儲運中心投資經營計畫(已核定)
- b.東 4~6 號碼頭合作興建計畫(已核定)
- c.第一散雜貨儲運中心投資經營計畫
- d.東 17~20 號公務碼頭投資興建計畫
- e.東碼頭倉儲區投資經營計畫
- f.港勤服務公司籌組投資經營計畫
- g.港區船舶給油業務投資經營計畫

2.第三個五年計畫

(1)本局辦理項目

- a.北淤沙區海堤第二期興建工程
- b.親水遊憩區護岸第二期工程
- c.VTMS 船舶交通管制系統建置計畫
- d.航道水域設施改善工程
- e.港區公共道路之附屬設施工程

(2)公民營機構投資項目

- a.第一貨櫃儲運中心投資經營計畫(續)—營運設施工程
- b.第二散雜貨儲運中心投資經營計畫
- c.第三散雜貨儲運中心投資經營計畫
- d.東 17~20 號公務碼頭區辦公營舍建築工程
- e.特定區之交通專用區投資經營計畫
- f.港勤服務公司添購計畫

3.中遠程後續建設計畫：尚須配合第二次通盤檢討調整，具有不確定性，故不予摘述。

七、聯外道路改善計畫

台北港聯外道路可分成「港區銜接現有交通系統之聯絡道」及「當地交通系統改善」兩部分來說明：

(一)港區銜接現有交通系統之聯絡道

1.台北港第一期聯外道路工程：利

用現有八里鄉特二號道路拓寬計畫，由基隆港務局負責施工，並於九十年元月開工，業於九十一年四月完工。

2.台北港第二期聯外道路工程(臨港道路銜接西濱快速道路段)：公路總局已於九十一年十月施工，預定九十四年底完成，總工程費 21.3 億元。

(二)當地交通系統改善

1.東西向快速道路－八里新店線：目前台北港主要以台 15 號省道對外運輸，惟將經過八里鄉、五股鄉境內人口密集區域，造成連接大台北地區之運輸瓶頸。配合台北港開發，行政院指示本道路改列第一優先辦理，目前已由國工局選線，預定九十二

年中完成初設發包並進行用地征收相關作業，九十三年動工，九十七年三月完工，以徹底改善目前交通瓶頸。

2.八里鄉台十五線 12k+700 往南至林口電場之路段，公路總局已完成計畫，並報奉行政院原則同意，全案預估九十七年三月可完工通車，可大幅提昇本港往南運輸效能。

八、台北港財務計畫

(一)總建設經費需求

後續各期建設經費共計約需新台幣 912.78 億元。其中政府投資金額約 218.77 億元；公民營機構投資金額約 694.01 億元，詳表四所示。

表四 台北港後續建設計畫投資經費需求表

單位：新台幣億元

計畫分期			政府投資			公民營機構投資	分期合計
			港務局	公路局	小計		
第二期工程	第二個五年計畫	已核定	14.74	18.33	33.07	99.23	154.13
		未核定	21.83	0.00	21.83		
		小計	36.57	18.33	54.90		
	第三個五年計畫	34.08	0.00	34.08	167.88	201.96	
第三期工程			80.81	0.00	80.81	187.70	268.51
遠期發展計畫			48.98	0.00	48.98	239.20	288.18
合計			200.44	18.33	218.77	694.01	912.78

註：第二個五年計畫之公路局執行預算係指第二期聯外道路興建工程

(二)第二個五年計畫政府投資部份資金籌應

第二個五年計畫政府投資經費計需新台幣 54.898 億元。其中

北外廓防波堤延伸工程及第二期聯外道路工程已報奉核定並於 90 年度開始執行，故第二個五年計畫(91~95 年度)未核定預算僅

21.827 億元。由於皆屬防波堤、航道、助航設施及公共道路工程等商港重大公共基礎建設，無直接收益產生，故資金來源擬申請

航港建設基金全額補助。

九、建港預期效益

(一)財務效益

一、二期工程 直接成本	總收入	總支出	投資效益指標(折現率 3.5%)			
			淨現值	投資報酬率	益本比	回收年限
171 億元	636 億元	558 億元	78 億元	4.75%	1.14	40 年

(二)經濟效益

- 一、二期工程可創造新台幣 270 億元之土地資產，每年至少可節省新台幣 22 億元之北櫃南運及北部大宗工業物資內陸運輸成本。
- 其他無形效益包括(改善區域生活環境，帶動地方繁榮(規劃親水遊憩及遊樂船停泊空間，提昇大台北地區民眾生活品質(闢建離岸物流倉儲區，容納大台北地區之工程剩餘土，解決工程剩餘土無處可去之環保問題。

期計畫(86~100 年度)執行；目前辦理情形：

1.政府投資部分

- (1) 第一個五年計畫 (86~92 年)：主要為行政、港警、消防大樓之興建及週邊污水系統、零星附屬工程，截至九十二年四月底止已完成港警、消防大樓新建工程，另行政大樓正施工中，預定九十三年十月底完成。
- (2) 第二個五年計畫(91~95 年)：已奉行政院九十一年十一月二十二日院臺交字第 0910058363 號函原則同意，相關實質建設計畫將循序報核；各項子計畫辦理情形：
 - a.「台北港北外廓防波堤延伸工程計畫」：於九十一年六月二十七日奉行政院核定，九十一年十二月十二日決標，十二月二十六日開工，預定九十四年十二月完

十、台北港目前執行情形

- 第一期工程計畫：業於八十二年元月正式開工，八十七年七月主體工程完工後隨即開放營運，由政府投資興建。
- 外廓防波堤興建工程：於八十七年二月開工，九十一年八月主體工程完工；由政府投資興建。
- 第二期工程計畫：擬分三個五年

工。

b.「台北港第二期聯外道路(臨港道路銜接西濱快速道路段)工程計畫」:本計畫已奉行政院八十九年五月五日八十九交一二八四三號函核定,目前由公路總局執行中,預定九十四年十二月完工。

c.「第二期南外廓防波堤及護岸工程計畫」:擬於九十二年度委託規劃。

d.「台北港第二個五年計畫航道水域設施工程計畫」:本案工程計畫書已於九十二年五月報奉行政院同意,預定九十三年至九十五年執行。

e.「台北港第二個五年計畫公共設施工程計畫」:本案工程計畫書已於九十二年五月報奉行政院同意,預定九十三年至九十五年執行。

2.民間投資部分

(1)部份場地出租業者投資興建儲油槽。

(2)第一散雜貨儲運中心碼頭三座,及第三散雜貨儲運中心四座共七座散雜貨碼頭,已由業者投資興建,前者預定於92年底完成,後者預訂於93年底完成。

(3)貨櫃儲運中心 BOT 案(包括

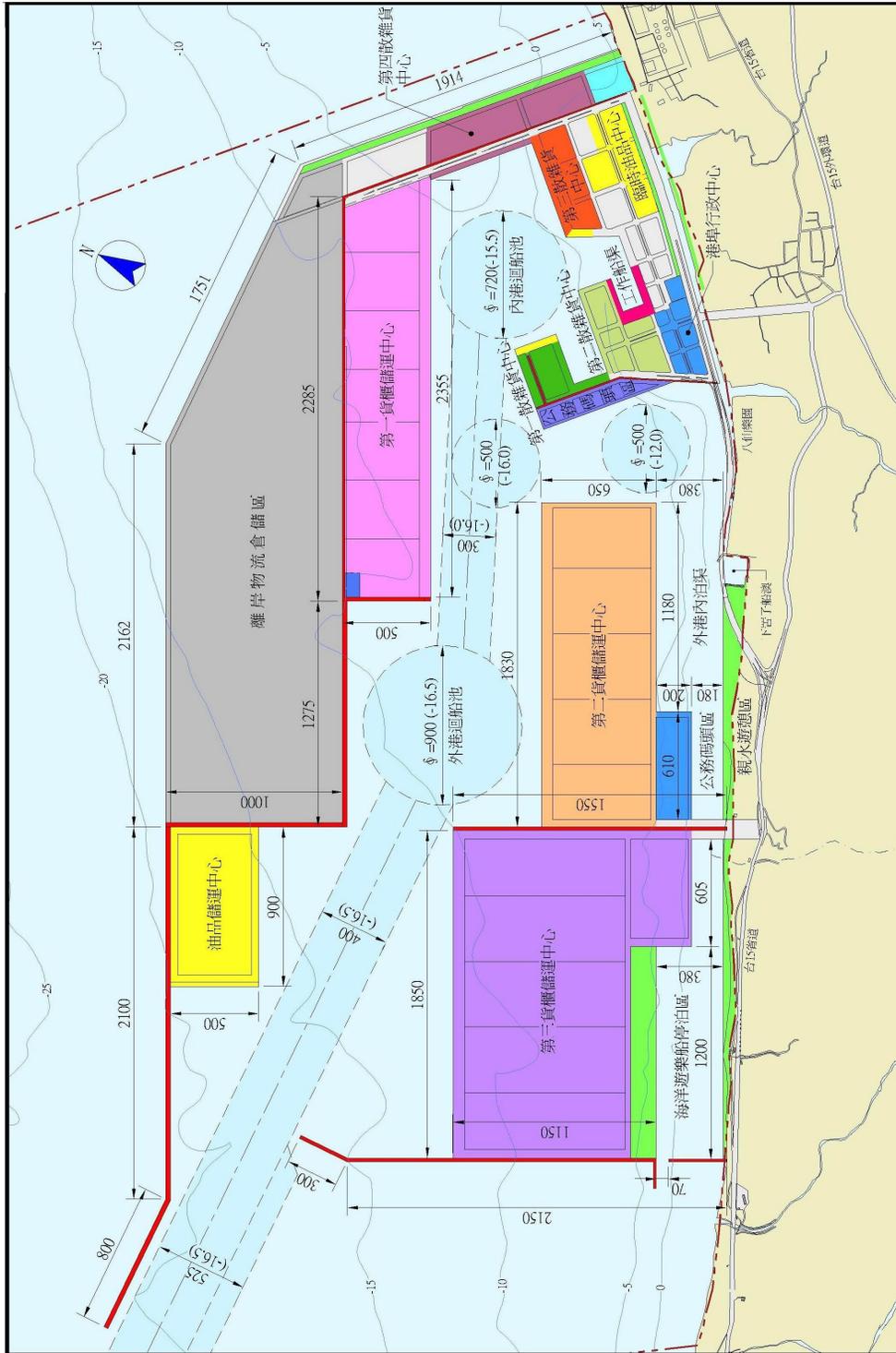
七座貨櫃碼頭),於九十二年三月底完成議約,預定九十七年開始逐年營運,至一〇三年完成。

十一、結 論

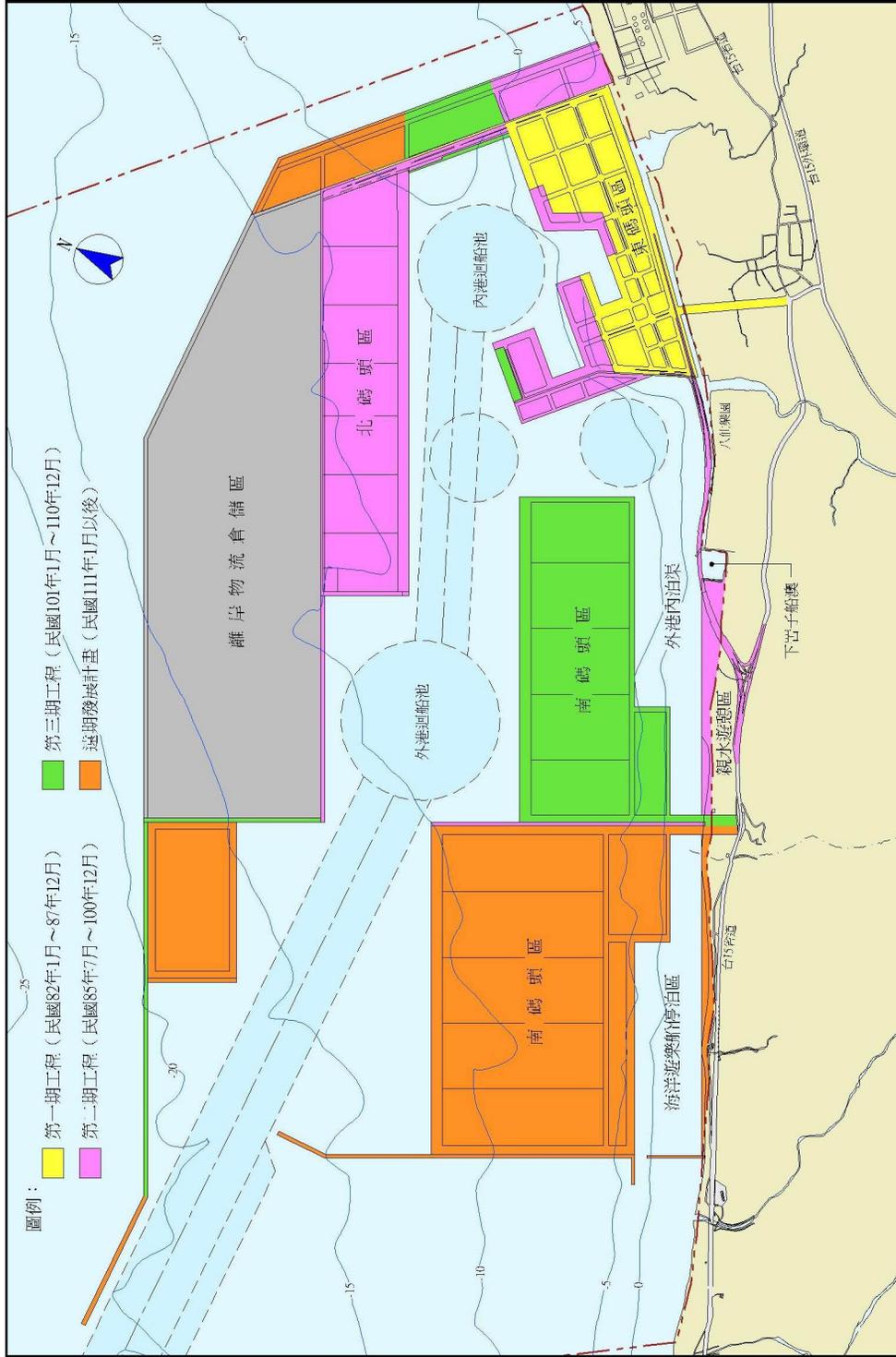
(一)台北港原為國內商港,因基隆港受天然水深、地形與內陸運輸系統限制以及碼頭後線不足,無法吸納北部成長運量,導致「南北轉運」的不經濟現象。為解決此一現象,以減低中山高速公路之負荷,及應付未來運量成長預測需求,乃擴大台北港建港規模,並提昇定位為「基隆國際商港之輔助港」。

(二)基隆港與台北港同屬北部區域,為免產生競合,因此上位計畫—「台灣地區整體國際港埠發展規劃」—在功能定位上加以區隔;台北港將發展為北部地區遠洋貨櫃主航線之作業基地,及北部地區大宗散貨之主要進口港與儲運中心;基隆港未來以服務亞太區域內航線為主要目標。

(三)按台北港整體規劃,未來將成為國家重要門戶、貨物吞吐集散中心兼具親水遊憩功能。為塑造港口新形象、促進港口發展及帶動地方繁榮,行政院於核定「台北港整體規劃及未來發展計畫」時,特別指示台北縣政府就商港區域及毗鄰土地擬定特定區計



圖二 台北港整體規劃及未來發展計畫圖



圖三 台北港分期發展計畫圖

國內鹼質與粒料反應潛勢探討

巫柏蕙 交通部運輸研究所副研究員

許書王 交通部科技顧問室技正

李 釗 國立中央大學土木工程系所教授

一、前言

鹼質與粒料反應 (Alkali-Aggregate Reaction, AAR) 主要係導因於混凝土使用了具反應活性的粒料，當其與存在於混凝土本身或自外界侵入的鹼質反應，即會生成具吸水膨脹特性的反應膠體產物，若混凝土構造物處於潮濕環境中即有可能因膠體吸水造成體積膨脹，使混凝土產生龜裂、起泡、爆裂等破壞現象，嚴重者甚至損毀。國內外有關鹼質與粒料反應的研究自 1940 年首次發現至今已研究超過 60 年，而研究方向主要可分為四個領域：1. 對混凝土中鹼質與粒料反應破壞機理的深入探討；2. 混凝土粒料之岩種、岩相辨識，及發展評估粒料反應潛勢的快速可靠試驗法；3. 發展新拌混凝土預防鹼質與粒料反應之規範；4. 發展受鹼質與粒料反應影響之既有混凝土構造物的管理對策，包括：破壞狀況、破壞風險評估及維修方法等。

台灣四面環海，而臨海環境具

備潮濕、高鹼的特性，加上長期受到潮汐、風等外力及乾濕循環的作用，正好提供鹼質與粒料反應絕佳的發展條件。本文將依鹼質與粒料反應發生三要素：粒料、鹼質、水分，分別探討台灣地區環境特性未來引發反應的潛勢。

二、文獻回顧

2.1 鹼質與粒料反應的定義及種類

硬固混凝土中的微孔隙 (micropore) 若充滿主要為可溶性氫氧化鹼 (K^+ , Na^+-OH^-) 之高鹼性 ($pH \geq 12.5$) 液體，部分混凝土粒料中的化學不穩定礦物相將在此高鹼環境中產生反應，使混凝土內部產生膨脹、開裂，而提早破壞，這種現象即為所謂的「鹼質與粒料反應」。

鹼質與粒料反應依據其反應的礦物成分及機理，可分為三類：(1) 鹼—碳酸鹽反應 (Alkali-carbonate reaction, ACR)；(2) 鹼—氧化矽反應 (Alkali-silica reaction, ASR)；(3) 鹼—

矽酸鹽反應(Alkali-silicate reaction)。

2.2 鹼質與粒料反應的反應條件

要使混凝土內發生鹼質與粒料反應且持續進行有三個條件：(1)混凝土內部有反應活性粒料的存在；(2)孔隙溶液中有足夠之氫氧化鹼濃度；(3)足夠的濕度。混凝土構件發生鹼質與粒料反應後的效應不一致，可反映出上述要件的差異，尤其是粒料種類及其反應活性程度、配比特性(如：水泥型式成分、混凝土含鹼量、水灰比、次要粘結材料(supplementary cementing materials, SCM)的使用等)、暴露環境之溫、濕度及力學束制等。

2.2.1 反應活性粒料的存在

在其他混凝土配比條件一致的情況下，具鹼—氧化矽反應活性粒料的反應程度通常會因下列因素而增加：(1)粒料中的微結晶石英數量增加；(2)粒料中具反應性的顆粒增加；(3)粒料粒徑減少。一些含有蛋白石或微結晶石英的粒料(如：燧石、多孔性黑矽石)，在一定比例和(或)一定尺寸時會出現最大膨脹量，亦即有「pessimism效應」^[1]。

2.2.2 孔隙溶液中有足夠之氫氧化鹼濃度

混凝土孔隙溶液中的氫氧化鹼濃度通常和所使用水泥之含鹼量有關。混凝土總含鹼量為單位體積中水泥用量(kg/m^3)與水泥含鹼量(%)

之乘積，總含鹼量越高，膨脹量越大；而誘發或使鹼—氧化矽反應持續發生的總含鹼量門檻值將因粒料而異。

混凝土中其他鹼質的來源包括：粒料(如：沸石、片鈉鋁石(dawsonite)^[2]、鹼性長石^[3]、未清洗之海砂^[4])、化學附加劑(如：強塑劑)、拌合水、高鹼飛灰等^[5]；而含有反應活性粒料的混凝土若長期暴露於去冰鹽、海水及天然或工業產生之含鹼鹽溶液中，也會增加鹼質與粒料反應的風險^[6]。使鹼質移動的作用(如：局部表面蒸發、電/磁場或電流^[7,8]、陰極防蝕^[9]等)，會造成混凝土孔隙溶液中的氫氧化鹼濃度局部增加，連帶使構件間或其內部的膨脹或破壞呈非等向性(anisotropic)。

2.2.3 足夠的濕度

要使混凝土構件中之鹼質與粒料反應發生或持續，其內部相對濕度要超過80~85%^[10]；而鹼矽膠體在吸水後才會膨脹進而使混凝土開裂。研究顯示，在實驗室中因試體局部乾燥而部分失水的膠體，只要再供給試體足夠的水分，膠體將再吸水及膨脹；惟完全乾燥或已碳化的膠體將不會再回復其膨脹性質^[11]。

薄混凝土構件在常保持乾燥的室內或室外及浸沒於清水或海水的環境，將不會因鹼質與粒料反應而

損壞，前者是因為沒有外來水分的供給，而後者則是因為孔隙溶液中的鹼被溶解或氫氧化鹼易被稀釋所致；至於巨積混凝土若含有反應活性粒料，即使位於室內或乾燥的環境，仍可能因為構件內部的高濕度而有發生鹼質與粒料反應的風險[12]。

不論是現地或實驗室調查皆顯示，使用一些含矽甲烷(silanes)或矽氧烷(siloxanes)的材料來對薄混凝土構件進行表面被覆，將可有效防止水分侵入、降低內部相對濕度、減少鹼—氧化矽反應膨脹速率並使構件有較佳之外觀^[13, 14]。

2.2.4 其他影響鹼質與粒料反應的因素

1. 環境狀態

發生鹼質與粒料反應之混凝土構件若處於日照、雨淋及風吹循環作用之環境，或受到潮汐作用影響，其表面一般會出現嚴重的開裂。在一項以高活性粒料製成混凝土圓柱試體，並養護於不同環境組合的實驗中顯示：(1)乾濕循環試體較養護於 38°C，相對濕度 100% 環境中試體的膨脹量小，但表面開裂範圍較大；(2)凍融循環試體較養護於 38°C，相對濕度 100% 環境中試體的膨脹量大，表面大型裂縫也較多^[15]。

鹼質與粒料反應引起的表面開裂將因鋼筋腐蝕、凍融循環、

硫酸鹽侵蝕等作用加速混凝土破壞；而相對地，含活性粒料之混凝土構件也可能因為這些破壞機制誘發或加速鹼質與粒料反應。

2. 混凝土之滲透性及水灰比

水分獲得的難易性對於鹼質與粒料反應是否會造成混凝土過量膨脹，扮演著關鍵性的角色。混凝土的水灰比低一般可增進其機械性質、降低內部自由水含量、降低滲透性及減少水分侵入。研究顯示，相同總含鹼量之普通波特蘭水泥混凝土，在水灰比介於 0.35~0.55 間時，鹼質與粒料反應造成的膨脹將隨水灰比降低而減少^[16]。

在國外許多發生鹼質與粒料反應之水壩，其調查報告中均指出了巨積混凝土具低水泥量、高水灰比及高滲透性之特徵；在這些構件中反應速率通常較慢，但高水灰比所形成的過量水化水可能提供充足的水分使鹼質與粒料反應持續進行^[17]。

3. 輸氣劑

由於輸氣劑可使混凝土中充滿均勻分佈且細小的氣泡，讓反應膠體的膨脹壓力得以釋放，因此使用輸氣劑可以降低鹼—氧化矽反應的膨脹量，然而影響輸氣量的因素甚多，諸如：粒料之種類、級配、形狀、混凝土配比等；再者輸氣劑所引入的額外孔隙空

間，對混凝土的強度及水密性皆有負面影響，因此使用輸氣劑一般來說尚不足以預防破壞性的膨脹及開裂發生。

4. 加勁(reinforcement)或其他束制

鋼筋或其他束制一般可以有效減少甚至控制鹼質與粒料反應的膨脹，但不論內部或外部束制，對鹼質與粒料反應引起的表面開裂都無法有效改善；混凝土構件中之鋼筋若排放不當，則由鹼質與粒料反應產生的應力可能大到足以破壞鋼筋和混凝土的握裹或造成剪力破壞^[18]。

5. 溫度、水化熱及溫度梯度

許多研究顯示，提高溫度會加速鹼質與粒料反應的反應及膨脹速率，但會降低其極限膨脹量^[4]；巨積混凝土水化熱消散較慢，所以發生鹼質與粒料反應的風險較高，此外其早期產生的溫度梯度也會使構件內部產生微裂縫，使水分滲入及鹼質與粒料反應發展的機會增加。

2.3 粒料反應潛勢評估

粒料在使用前應對其鹼質與粒料反應潛勢加以評估，評估方式可分為部分：1.對使用相同粒料之混凝土構造物進行現地使用經驗調查；2.粒料之料源調查；3.對粒料進行加速試驗；(CSA 1994a-d)^[19]。

2.3.1 現地使用經驗調查^[20, 19]

進行評估粒料的鹼質與粒料反應潛勢現地經驗調查時，應注意下列事項：

- 1.基本上，混凝土構造物之水泥含量、水泥含鹼量必須等於或高於欲新建構造物。
- 2.構造物之齡期至少為十年。
- 3.構造物的暴露環境條件至少應與欲新建構造物所處環境一樣惡劣。
- 4.如果缺乏明確的資料，應進行岩相分析以確認構造物中的粒料與所欲評估的粒料相同。
- 5.使用次要粘結材料(SCM)的可能性應加以考量。
- 6.混凝土水灰比對其現地表現可能造成的影響。
- 7.現地使用經驗調查應由對評估構造物鹼質與粒料反應有經驗之專家進行。

所需的最少調查數量將依構造物與欲新建構造物在上述項目中的相似程度決定；而由於是以外觀現象評估，故與上述條件大致滿足的構造物至少要三座以上。

2.3.2 料源調查

調查開始前應先蒐集查閱區域地質資料或相關試驗報告，此一步驟可幫助研究人員初步瞭解現有或待開發料源區，也有助於後續之深入調查工作。

1. 現有料源調查

會同地質工程師及粒料開採者一起勘查料源地，將有助於快

速辨識料源之地質、結構及操作性質及繪製料源地質斷面圖，而料源之地質斷面圖將描述地層垂直及水平方向的岩石組成、地層結構特性、地質的不連續性及料源的礦物相。調查中對於岩體或地層中具反應活性材料之地質或岩相的出現及分佈應特別注意，Hammersley將岩體或地層中具反應活性材料的出現分為三種形式：(1)整個岩體或地層中皆為具反應活性之成分；(2)整個岩體或地層中部分為反應活性成分；(3)整個岩體或地層中有少量或局部為反應活性成分^[21]。料源的地質斷面將可作為取樣的基本資料。

對於混合型的樣本，應自料源之挖掘面直接取樣，以獲取地層中不同岩種或岩相的代表性試體，而當岩相改變時通常應再取樣。開採地層若呈岩石與砂礫互層且包含兩種以上之規則或不規則變換的岩相，則可視為一整體取樣；而若開採地層之橫向出現顯著變化，則應分兩區或數區取樣評估。

從砂石場所取得的試體代表著料源地目前及最完整的生產情形，當試體是來自岩相上均質或極異質的岩體或地層，則由試體的再現性可以評估粒料可能存在的變異。

2. 潛在料源調查

對於大型岩體應採取足量的岩心試體，以評估其橫向及縱向變化；而對於異質地盤中可能潛在的砂礫層，則應由垂直向鑽孔取樣試驗。大尺寸砂礫潛在料源區取樣一般約需 20 至 30 個試體，均質砂料源數量可較少。

2.3.3 實驗室粒料鹼質與粒料反應潛勢試驗

混凝土用粒料一般需要在短時間內得到評估結果，因此試驗方法應具備快速、可靠、簡易及再現性等特性。

1. 岩相檢測(ASTM C295)^[22]

此檢測法為鹼質與粒料反應檢測計畫中的最基本步驟，除了使用顯微鏡進行薄片觀測，X 光繞射(XRD)、紅外線光譜分析、掃描式電子顯微鏡(SEM)、影像分析等亦可用來辨識粒料中具潛在反應活性之成分及其分佈。具備豐富鹼質與粒料反應經驗的檢測者，甚至可以僅由岩相特性判定粒料接受與否；不過一般來說仍需以砂漿棒或混凝土角柱試驗來佐證。

岩相檢測亦可以協助選擇檢測計畫中的試驗方法，例如碳酸鹽岩類即可直接進行鹼—碳酸鹽反應檢測，而其他岩類則進行加速砂漿棒試驗。然而過去的經驗顯示，某些矽質砂岩^[23]、花崗岩/片麻岩^[24]、玄武岩及千枚岩^[25]是

無法藉加速砂漿棒試驗鑑識出其潛在反應性，因此若由岩相分析檢測出此類岩種，則應改以混凝土角柱試驗法評估。

2. 鹼—碳酸鹽反應化學試驗法(CSA A23.2-26A)^[26]

鹼—碳酸鹽反應與碳酸鹽質粒料中CaO、MgO及Al₂O₃的含量有關(CSA 1994b)。本試驗法係取代表性試體，顎碎至可通過160 μm孔徑之篩網後進行化學分析，所得CaO、MgO及Al₂O₃含量繪於規範所附之判斷圖，如圖1所示，即可判斷粒料是否具鹼—碳酸鹽反應潛勢；然而不發生鹼—碳酸鹽反應並不表示不會發生鹼—氧化矽反應，因此仍須以加速砂漿棒試驗檢測。至於具鹼—碳酸鹽反應潛勢亦可能具鹼—氧化矽反應潛勢，由於加速砂漿棒試驗無法檢測鹼—碳酸鹽反應，故需進一步以混凝土角柱試驗法檢測。

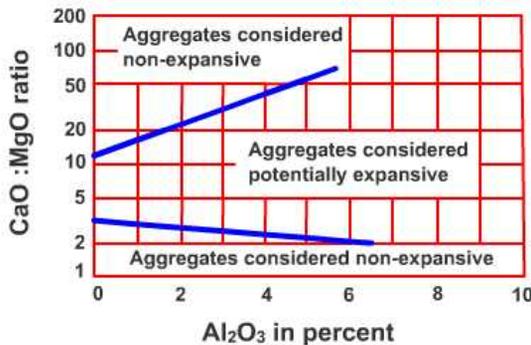


圖 1. 鹼—碳酸鹽反應化學試驗法判別圖

3. 粒料鹼—氧化矽反應潛勢化學試驗法(ASTM C289)^[27]

將粒料與 1N 濃度之氫氧化鈉溶液在 80°C 環境反應 24 小時後，測定溶液的矽濃度(Sc)與氫氧化鈉消耗量(Rc)，以反應之量表示粒料的反應性，判斷其屬於有害、潛在性有害或是無害。本法屬鹼質與粒料反應最傳統的檢驗法之一，在短期內即可獲致結果為其優點，然而當粒料中含有某些成分如：含鈣、鎂或亞鐵離子之碳酸鹽、含鎂之矽酸鹽，則實驗結果可能不正確；再者，對於二氧化矽與矽酸鹽在混凝土中長期且緩慢的反應性，本試驗無法預測。

4. 砂漿棒試驗法(ASTM C227)^[28]

本法亦為鹼質與粒料反應的傳統檢驗法，由定期量測砂漿棒的伸長量，據以判定水泥與粒料的組合對鹼質(鈉及鉀)氫氧化物是否容易發生膨脹性反應。儲存試體容器密封後存於 37.8±1.7°C 的恆溫室中、相對濕度維持 100%，與實際環境狀況較為接近；另外，由於鹼質與粒料反應往往在澆置後數年才發生，本法由三個月及六個月齡期的膨脹量即可得到試驗配比是否具反應活性，以實務觀點考量尚屬可行；再者，本法毋需特殊試驗設備，亦為其廣被採用的原因之一。惟近年來許多研究顯示，本法所得結果與使用經驗不符，因此自

1994 年起，加拿大 CSA 已不建議使用 C227 及 C289 做為鹼質與粒料反應的檢測方法，而以加速砂漿棒試驗法 (ASTM C1260) 及混凝土角柱試驗法 (ASTM C1293) 為主^[29]。

5. 加速砂漿棒試驗法 (ASTM C1260 或 CSA A23.2-25A)^[30, 31]

本法可用以檢測粗、細粒料的鹼—氧化矽反應潛勢，但對鹼—碳酸鹽反應的檢測並不適用。依規範之粒料級配及砂漿配比，製作尺寸為 25×25×285mm 之砂漿棒，經過 24 小時養護後脫模，先將砂漿棒置於盛滿 23°C 清水之容器中，再將整個容器移入 80°C 烘箱內，24 小時後取出容器，先量測砂漿棒長度訂為初始長，再將砂漿棒移入 80°C 之 1N 氫氧化鈉溶液，使砂漿棒完全浸沒於溶液中，容器密封後再置回 80°C 烘箱中，14 天內定期量測砂漿棒膨脹量。

非反應活性粒料 14 天之最大膨脹量約介於 0.08~0.20% 之間，一般來

說 0.15% 是較合適的^[16]，然而在一些重要結構物中 (如：核電廠、大型水壩)，膨脹量的要求可能要更嚴格。學者及規範之建議值如表 1 所示。

反應活性粒料在加速砂漿棒試驗法一般會呈穩定膨脹，高度活性粒料在開始即會快速膨脹；而少數邊緣型活性粒料則會有延遲膨脹，在後期才加速膨脹的情形。本法是極為有力的檢測工具，在兩週內即可正確判測多數的有害及無害粒料，近年來國外許多研究採用本法所得之結果，大致都能與粒料之使用經驗相印證，加上短期內即可進行判測，因此本法已漸成鹼質與粒料反應檢測法之主流；然而研究發現，某些粒料的加速砂漿棒試驗法結果極為嚴重，但現地使用經驗及混凝土角柱試驗結果均很好，意即加速砂漿棒試驗法不能作為判定粒料接受與否的唯一標準，而需更進一步以混凝土角柱試驗加以驗證。

表 1 加速砂漿棒試驗法膨脹標準比較表

資料來源	粒料種類	膨脹標準
Davies and Oberholster(1987) ^[42] 、Dahl et al. (1992) ^[43]	所有種類	非活性：12 天膨脹量小於 0.10%
		潛在有害 (膨脹緩慢)：12 天膨脹量介於 0.10~0.25%
		潛在有害 (膨脹快速)：12 天膨脹量大於 0.25%
ASTM C1260 (ASTM 1998a)	所有種類	非活性：14 天膨脹量小於 0.10%
		灰色地帶，尚無定論：14 天膨脹量介於 0.10~0.20%
		潛在有害：14 天膨脹量大於 0.20%
Canadian Standards Appendix B (CSA 1994a)	石灰岩	非活性：14 天膨脹量小於 0.10%
	其他	非活性：14 天膨脹量小於 0.15%

本試驗法與傳統砂漿棒試驗法的主要相異之處包括：(1)本法只適於評估粒料的反應活性，粒料與水泥的組合、水泥含鹼量、環境等因素則不在評估之列；(2)試體浸沒於 1N 濃度的氫氧化鈉溶液，養護溫度提高至 $80\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ；(3)試體澆置 16 天後即可依據砂漿棒膨脹率判定粒料屬於無害、潛在有害或有害。

由於養護環境的高溫及高鹼性，存放容器材質需特別注意，規範上建議可用聚丙烯或高密度聚乙烯；而由高溫移至室溫下量測時，如何使溫度變化引起的脹縮對反應膨脹量量測的影響降到最低，則是本法在技術上較困難的部分。美國 AASHTO T303-96 所規定的加速砂漿棒試驗法與本法相似。各種有關砂漿棒法之規範要求，彙整如表 2 所示。

表 2 砂漿棒法相關規範彙整表^[32]

規範名稱 (編號)	水泥 含鹼量	試體尺寸 (mm)	養護環境	判別準則
ASTM C227	>0.6%	25×25×285	100%RH 37.8°C	1.三個月>0.05%或六個月>0.1%視為潛在有害。 2.三個月>0.05%而六個月<0.1%則未超限。
ASTM C1260	<0.6%	25×25×285	1N NaOH 80°C	1.16 天膨脹量<0.1%視為無害。 2.16 天膨脹量>0.2%視為潛在有害。 3.介於 0.1~0.2%之間，則須視 28 天膨脹量並配合現地使用經驗綜合判斷。
CSA A23.2-25A	0.9%	25×25×285	1N NaOH 80°C	16 天膨脹量>0.15%視為有害。
AASHTO T303	<0.6%	25×25×285	1N NaOH 80°C	1.16 天膨脹量<0.1%視為無害。 2.16 天膨脹量>0.1%視為潛在有害。
BS DD249	1%	25×25×285	1N NaOH 80°C	1.16 天膨脹量<0.1%視為無害。 2.16 天膨脹量>0.2%視為潛在有害。 3.介於 0.1~0.2%之間，則須視 28 天膨脹量並配合現地使用經驗綜合判斷。

6. 混凝土角柱試驗法(ASTM C1293 或 CSA A23.2-14A)^[33, 34]

本法可用以評估包括粗、細粒料個別或其組合之鹼質與粒料反應潛勢(含鹼—碳酸鹽反應及鹼—氧化矽反應)，使用的配比為：水泥用量 420 kg/m^3 、粗細粒料比為 60：40、普通波特蘭水泥含鹼當量 $0.9\pm 0.1\%$ 、水灰比 0.42~0.45、混凝土含鹼量調整至當量為 1.25%。試體澆置後置於

23°C 養護室 24 小時脫模，而後移入 38°C 、相對濕度 100% 環境中貯放，定期量測角柱膨脹量至 1 年齡期。角柱試體 1 年膨脹量小於 0.04% 視為無害粒料。

在角柱試驗法中，粒料所顯現的膨脹速率不盡相同，一般而言，初始膨脹速率及微裂縫發展越快，試體中鹼質溶出的速度越快，膨脹曲線斜率也因而變緩。

在評估細粒料活性時，規範

規定應使用非活性的粗粒料，然而這一部份的資料往往相當有限，因此連帶影響了試驗結果的可靠性。從有限的試驗資料顯示，當對相同來源或混凝土配比中實際使用的粗細粒料進行角柱試驗時，膨脹量通常比相同粒料分別與非活性粗細粒料進行試驗所得為低^[35]。

本法試驗期長達一年，對於工程計畫而言是難以被接受的，自然也難以成為砂石業者的品管試驗工具。然而依據國外的研究經驗，本法的準確度較前述其他方法為高，尤其在美國及加拿大，本法均能得到與現場使用經驗一致的結果^[36]；在ASTM C1293規範上甚至標示如果其他試驗法及本法所得結果皆判定為無潛在有害活性，則該粒料在使用時將不需對鹼質與粒料反應所引起的膨脹加以防範。

7. 砂漿棒蒸壓試驗法 (Laval University)^[35]

本試驗法與日本及法國所發展的蒸壓法相似，是由加拿大 Laval University 所發展出，砂漿棒的製作依據加速砂漿棒試驗法，惟含鹼當量以氫氧化鈉調整至 3.5%。砂漿棒先在 23°C 環境中養護 48 小時：24 小時於模具，24 小時於濕養護箱，量測長度後放入 0.17Mpa(-130°C)蒸壓箱中 5 小

時，而後依據 ASTM C151 所描述的方式進行，粒料的評估準則為 5 小時膨脹量 0.15%。Laval University 對 106 種不同來源的粒料進行此試驗，所得結果與加速砂漿棒法一樣甚至更佳；加拿大魁北克省運輸部用此法對 80 種不同料源進行試驗，所得結果亦優於其他鹼質與粒料反應試驗法及現地調查。目前尚無規範採用本試驗法。

所有的檢測法，即使是試驗期長達一年的混凝土角柱試驗，皆屬於加速試驗，亦皆無法完整再實現際現地環境。可以確定的是，不同試驗的組合將是最佳途徑，而粒料所有反應潛勢試驗的結論，與所選試驗法之互補性及可靠性有關。當不同試驗法得到不同甚至完全相反的判定，重點仍應放在混凝土角柱試驗的結果。

三、國內鹼質與粒料反應潛勢

因國內目前發現的案例均為鹼—氧化矽反應(ASR)，因此相關研究皆專注於此類的鹼質與粒料反應。以下將依據國內鹼質與粒料反應相關資料，探討未來發生反應潛勢如下：

1. 粒料

台灣地質複雜，岩石種類繁多，根據國內諸多相關調查研究報告顯示，台灣地區部分河川粒料具

有鹼質與粒料反應潛勢，如表 3 所示^[37]；而由東部沿海混凝土構造物出現鹼質與粒料反應徵候的案例數遠高於西部的情況研判，東部河川砂石。惟因粒料性質不一，使用不同的檢測法有時會出現結果不一致

的情形，對於工程應用也造成很大的困擾，因此工程師在評估粒料發生鹼質與粒料反應的潛勢時，應將混凝土配比及未來構造物所處環境與各檢測方法之配比、養護環境加以比對，以降低誤判的可能。

表 3 國內各河川粒料活性鑑定結果

	ASCM C289	ASTM C227							ASTM C1260	ASTM C1293		
		含鹼量(%)										
		0.49	0.8	1.0	1.2	1.38	2.0	2.5			1.2	1.25
蘭陽溪	(11,3,1)			(2,0)	(6,0)	(3,0)						
南澳溪	(1,0,1)					(1,0)						
和平溪	(3,1,2)			(2,0)		(1,0)						
立霧溪	(2,0,2)	(1,0)	(1,0)		(1,0)	(1,0)	(1,0)					
木瓜溪	(5,1,3)	(2,0)	(2,0)		(2,0)		(2,1)					
壽豐溪	(2,0,2)	(1,0)	(1,0)		(1,0)	(1,0)	(1,0)					
馬太鞍溪	(3,0,3)	(1,0)	(1,0)		(1,0)	(2,0)	(1,0)					
萬里溪	(2,0,2)	(1,0)	(1,0)		(1,0)	(1,0)	(1,0)					
花蓮溪	(8,1,6)	(2,0)	(2,0)	(2,0)	(2,0)	(4,0)	(2,2)		(1,1)			
荖溪	(1,0,1)		(1,0)									
丁子漏溪	(1,0,1)		(1,0)									
秀姑巒溪	(7,1,5)	(1,0)	(1,0)		(1,0)	(6,0)	(1,0)					
馬武溪	(1,1,0)					(1,1)						
東河	(1,1,0)			(1,1)					(1,1)			
卑南溪	(10,0,10)	(1,0)	(1,0)		(1,0)	(9,0)	(1,0)					
崁頂溪	(1,0,1)	(1,0)	(1,0)		(1,0)		(1,0)					
利嘉溪	(1,0,1)	(1,0)	(1,0)		(1,1)	(1,0)	(1,1)					
知本溪	(1,1,0)					(1,0)						
太麻里溪	(1,1,0)	(1,0)	(1,0)		(1,0)		(1,1)					
金崙溪	(2,2,0)	(1,0)	(1,0)		(1,0)	(1,0)	(1,1)					
大竹溪	(6,1,5)				(6,0)							
旗山溪	(4,0,4)					(4,0)						
荖濃溪	(2,0,0)				(2,0)				(2,2)			
里港溪												
高屏溪	(13,3,8)				(6,0)	(10,0)						
八掌溪	(1,0,1)					(1,0)						
濁水溪	(22,7,13)	(1,0)	(1,0)		(6,2)	(15,0)						
烏溪	(11,6,4)			(2,0)	(6,0)	(3,0)						
大甲溪	(7,3,4)			(1,0)		(6,0)						
大安溪	(10,8,2)				(6,0)	(4,0)						
頭前溪	(2,0,2)				(1,0)	(1,0)						
備考	(研究數,有害數,無害數) 研究數-有害數-無害數-潛在有害數	(研究數,有害數)										

2. 水泥含鹼量

分析近六年國內各水泥廠所生產之水泥平均含鹼當量發現，各廠之水泥含鹼當量變化範圍約在 0.2%，沒有明顯的上升或下降趨勢，如圖 2 所示；而十五家廠牌中除 N 廠牌始終維持在規定之標準：0.6% 以下，其餘廠牌普遍高於 0.6%，三分之二的廠牌六年平均值甚至超過 0.8%。混凝土中鹼質的主要來源為水泥，因此孔隙溶液中的氫氧化鹼濃度通常也

和所使用水泥之含鹼當量有關，然而文獻上曾經出現水泥含鹼當量低於 0.6% 但仍發生鹼質與粒料反應的案例^[38]，換言之，混凝土所使用的粒料、礦物或化學附加劑、拌合水及未來的暴露環境（如：海水、高濕度）等鹼質的次要來源，都將直接或間接地誘發、加速鹼質與粒料反應的發生及惡化。從水泥含鹼當量的現況及變化來說，國內仍深具發生鹼質與粒料反應之潛勢。

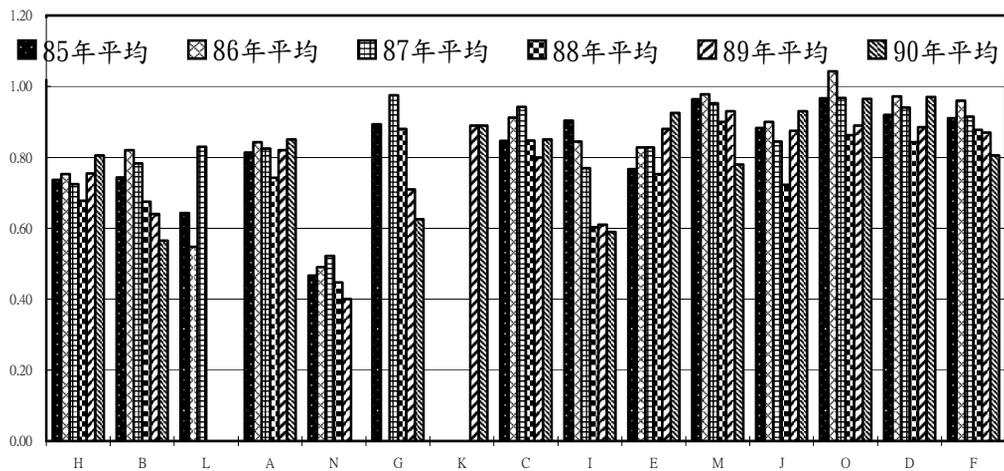


圖 2 國內各水泥廠 86~90 年平均水泥含鹼當量

3. 溫度及濕度

一般認為當混凝土內部的相對濕度低於 80% 時，鹼質與粒料反應將不易發生，因此只要混凝土在適當養護後即保持乾燥，基本上是不會發生鹼質與粒料反應，然而如果是巨積混凝土構件，則構件內部仍可能存有足夠的水分使反應發生並造成損害。

由於混凝土內部相對濕度影響因素甚多，為求簡化，本文僅探討混凝土外部環境濕度對國內鹼質與粒料反應發生的潛勢。

國內四面環海，屬於海島型氣候。依據中央氣象局近十一年的月平均相對濕度資料計算全省各測站之十年平均值，普遍都在 70~80% 之間，因此按照前述 80%

的臨界值，外部環境提供的濕度條件並無明顯誘發鹼質與粒料反應的潛勢，不過對於臨水構造物如：水壩、廢水處理結構物、橋梁、海洋結構物等，仍應隨時加以注意，以策安全。

在檢測粒料反應活性的試驗中，一般會運用增加含鹼量或提高養護環境溫度的方式，促使反應發生或加速反應進行。依據中央氣象局近十一年的月平均溫度資料，全省各測站平均溫度皆規律地隨著季節做週期性的變化，月均溫最高者僅約 30°C，相較於加速試驗所採用的 38°C (ASTM C227、C1293) 或 80°C，研判國內的溫度環境並沒有誘發鹼質與粒料反應發生的潛勢。

四、結 論

1. 台灣地區具鹼質與粒料反應潛勢的地區以臨水混凝土構造物為主 (例如水庫、橋梁、港灣……等高濕度環境之構造物)。
2. 發生鹼質與粒料反應將縮短構造物的使用壽命，因此對於新拌混凝土之事前檢驗是必須的。
3. 為維護構造物使用壽命並保障使用安全，具潛勢地區之混凝土構造物應將鹼質與粒料反應列入檢測項目內。
4. 最近政府擬推動人工湖的政策，其所產出的砂石料若未有使用歷

史，宜事先對粒料活性進行檢測，以利對策研擬。

5. 基於環保考量，降低水泥含鹼量實屬不易，兼以臨水構造物使用水泥混凝土亦無法避免，因此使用之粒料是否具有活性及所採行之因應對策，將是構造物耐久性的重要指標之一。

參考文獻

- [1] Price, G.C. “Investigation of concrete materials for South Saskatchewan River Dam”, Proceedings of the American Society for Testing and Materials, 1961. PP.1155-1179.
- [2] Gillott, J.E., and Rogers, C.A. “Alkali-aggregate reaction and internal release of alkalis”, Magazine of Concrete Research, 1994. PP.99-112.
- [3] Bérubé, M.A., Duchesne, J., and Rivest, M. “Alkali contribution by aggregates to concrete”, ICAAR, 10th International Conference, August 1996. PP.899-906.
- [4] Hobbs, D.W. “Alkali-silica reaction in concrete”, Thomas Telford, London, U.K., PP.83.
- [5] Duchesne, J., and Bérubé, M.-A. “The effectiveness of supplementary cementing materials in suppressing

- expansion due to ASR:
Another look at the reaction
mechanisms: Part2: Pore
solution chemistry**", C.C.R.,
1994. PP.221-230.
- [6] Diamond, S. "**ASR – Another
look at mechanisms**", ICAAR,
8th International Conference,
August 1989. PP.83-94.
- [7] Moore, A.E. "**Effect of electric
current on alkali-silica
reaction**", ICAAR, 4th
International Conference,
August 1978. PP.69-71.
- [8] Ozol, M.A. "**Alkali-silica
reaction of concrete electrical
substation piers accelerated
by electrical currents**",
Petrography applied to concrete
aggregates, ASTM STP 1061,
1990. PP.106-120.
- [9] Shayan, A. "**Combined effects
of AAR and cathodic
protection currents in
reinforced concrete**", ICAAR,
11th International Conference,
June 2000.
- [10] British Cement Association
"**The diagnosis of alkali-silica
reaction – Report of a
working party**", 1992. PP.36.
- [11] Poole, A.B. "**Introduction to
Alkali-aggregate reaction in
the concrete**", Blackie,
Glasgow and London, 1992.
PP.1-29.
- [12] Stark, D., and Depuy, G.
"**Alkali-silica reaction in five
dams in Southwestern United
States**", In Proceedings of the
Katharine and Bryant Mather
International Conference on
Concrete Durability, April/May
1997. PP.1759-1786.
- [13] Bérubé, M.-A., Chouinard, D.,
Frenette, J., Boisvert, L., Pigeon,
M., and Rivest, M.
"**Effectiveness of sealers in
counteracting ASR in plain
and air-entrained laboratory
concretes exposed to wetting
and drying, freezing and
thawing, and salt water**", In
Supplementary Papers, 4th
CANMET/ACI/JCI
International Conference on
Recent Advances in Concrete
Technology, June 1998.
PP.375-396.
- [14] Bérubé, M.A., Chouinard, D.,
Frenette, J., Boisvert, L., Rivest,
M., and Vézina, D.
"**Effectiveness of sealers in
counteracting ASR in
highway median barriers
exposed to wetting and drying,
freezing and thawing, and salt
water**", In Supplementary

- Papers, 4th CANMET/ACI/JCI International Conference on Recent Advances in Concrete Technology, June 1998. PP.397-415.
- [15] Bérubé, M.A., Chouinard, D., Boisvert, L., Frenette, J., and Pigeon, M. “**Influence of wetting-drying and freezing-thawing cycles and effectiveness of sealers on ASR**”, ICAAR, 10th International Conference, August 1996. PP.1056-1063.
- [16] Bérubé, M.A., and Fournier, B., **Alkali-aggregate reaction in concrete**, Gordon & Breach Publisher, 2000.
- [17] Stark D. “**The moisture condition of field concrete exhibiting alkali-silica reactivity**”, In Proceedings of the CANMET International Workshop on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, May 1990.
- [18] Swamy, R.N. “**Effects of alkali-aggregate reactivity on material stability and structural integrity**”, Proceedings of the CANMET/ACI International Workshop on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, October 1995. PP.233-241
- [19] Fournier, B., and Bérubé, M.A. “**Alkali-aggregate reaction in concrete: a review of basic concepts and engineering implications**”, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol.27, Number 2, April 2000. PP.167-191.
- [20] Fournier, B., Bérubé, M.A., and Rogers, C.A. “**Canadian Standard Association (CSA) Standard Practice to evaluate potential alkali-reactivity of aggregates and to select preventive measures against alkali-aggregate reaction in new concrete structures**”, ICAAR, 11th International Conference, June 2000. PP.633-642.
- [21] Hammersley, G.P. “**Procedures for assessing the potential alkali-reactivity of aggregate sources**”, ICAAR, 9th International Conference, July 1992. PP.411-431.
- [22] ASTM C295-90 “**Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregate for Concrete**”, 1998.
- [23] Bérubé, M.A., Fournier, B., Mongeau, P., Dupont, N., Ouellet, C., and Frenette, J.

- “Effectiveness of the accelerated mortar bar method, ASTM C-9 proposal P214 or NBRI, for assessing potential AAR in Québec(Canada)”**, ICAAR, 9th International Conference, July 1992. PP.92-101.
- [24] Hooton, R.D., and Rogers, C.A. **“Development of the NBRI rapid mortar bar test leading to its use in North America”**, ICAAR, 9th International Conference, July 1992. PP.461-467.
- [25] Shayan, A., Diggins, R.G., Ivanusec, I., and Westgate, P.L. **“Accelerated testing of some Australian and overseas aggregates for alkali-aggregate reactivity”**, C.C.R., 1988. 18:PP.221-230.
- [26] CSA A23.2-26A **“Determination of Potential Alkali-Carbonate Reactivity of Quarried Carbonate Rocks by Chemical Composition”**, June 1994.
- [27] ASTM C289-94 **“Standard Test Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates(Chemical Method)”**, 1998.
- [28] ASTM C227-97a **“Standard Test Method for Potential Alkali Re- activity of Cement-Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method)”**, 1998.
- [29] Hooton, R. D. **“Recent Developments in Testing for ASR in North America”**, ICAAR, 10th International Conference, August 1996. PP.280-287.
- [30] ASTM C1260-94 **“Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)”**, 1998.
- [31] CSA A23.2-25A **“Test Method for Detection of Alkali-Silica Reactive Aggregate by Accelerated Expansion of Mortar Bars”**, June 1994.
- [32] 李釗、陳桂清、許書王、柯正龍、巫柏蕙，**高雄港區混凝土構造物鹼質與粒料反應調查與潛勢分析研究**，交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究報告，2000年。
- [33] ASTM C1293-95 **“Standard Test Method for Concrete Aggregates by Determination of Length Change of Concrete Due to Alkali-Silica Reaction”**, 1998.
- [34] CSA A23.2-14A **“Potential**

**Expansivity of Aggregates
(Procedure for Length
Change Due to
Alkali-Aggregate Reaction in
Concrete Prisms)”, June 1994.**

- [35] Bérubé, M.A., Durand, B.,
Vézina, D., and Fournier, B.
“**Alkali-aggregate reactivity in
Québec (Canada)**”, Canadian
Journal of Civil Engineering,
Vol.27, Number 2, April 2000.
PP.226-245.
- [36] Grosbois, M. de, and Fontaine,
E. “Performance of The
60°C -Accelerated Concrete
Prism Test for The Evaluation
of Potential Alkali-Reactivity of
Concrete Aggregates”, ICAAR,
11th International Conference,
June 2000. PP.277-286.
- [37] 李釗，劉志堅，台灣地區粒料
活性探討暨鹼質與粒料反應電
化學維修策略研究，國立中央
大學土木工程研究所博士論
文，2003年。
- [38] International Center for
Aggregates Research
“Alkali-Silica Reaction in
Portland Cement Concrete:
Testing Methods and Mitigation
Alternatives”, Research Report
ICAR, PP.29

數值航拍地形圖之製作與應用

高洽喜 群鷹翔測量科技有限公司總經理

一、前言

由於電腦資訊及影像處理技術的進步，使得航空測量技術已從早期類比、解析時代邁向全數位時代；高精度數位照相機、掃描機、數位影像工作站 (Digital Photogrammetry Workstation ; DPW) 等產品相繼問世投入生產後，數值航拍自動化生產及提昇成果品質的要求日與俱增。目前此項技術在國內已廣泛應用於都市計畫測量及地形圖測量領域上，加上所使用之儀器設備也由解析方式進入數值方式，為使工程界更能瞭解數值航拍之功能與應用，特撰寫本文與各位先進分享。

二、數值航拍地形圖之工作項目

- (一)航線計劃
- (二)控制測量
- (三)航空佈標及測量
- (四)航空攝影及掃描
- (五)空中三角計算
- (六)數值立體製圖
- (七)稿圖調繪
- (八)數值高程模型量測及製作

- (九)數值地形圖編修
- (十)彩色數值正射影像製作
- (十一)斷面測量
- (十二)三維地形漫遊動態影像

三、數值航拍地形圖之製作

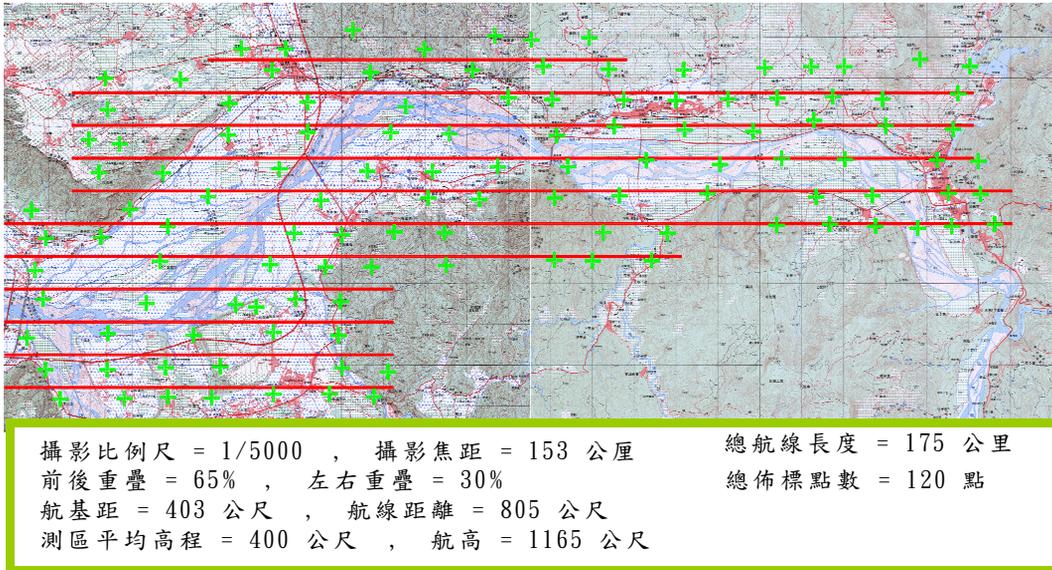
(一)航線計劃

依據測區形狀及製圖精度要求，將測區範圍界線套合於原 1/25000 地形圖上，據以設計空中攝影之航線及初步選定控制點、水準點及航空標之位置，以確保後續工作順利執行。

空中攝影之航線方向原則是依測區形狀來規劃設計，最好是沿著測區較長之方向飛行，減少飛機在空中變換航線數；製圖精度關係到航拍比例尺的大小，一般國內測製 1/1000 地形圖所採用之航拍比例尺約為五千分之一 (1/2400 地形圖所採用之航拍比例尺約為八千分之一、1/5000 地形圖所採用之航拍比例尺約為一萬五千分之一)；攝影像機焦距也區分為 15 及 30 公分兩種，其中 30 公分焦距較適合有較高建築物之都會區攝影。

決定航拍比例尺、攝影像機
 焦距及像片前後重疊(endlap)、左
 右重疊(sidelap)度後，即可計算航
 線計劃參數。如攝影距離(攝影機

至地面之距離)、航基距(連續兩張
 像片曝光之間飛機移動之距離)、
 航線距離及航線總長度。下圖為
 南投縣濁水溪流域之航線計劃。



圖一 南投縣濁水溪流域之航線計畫圖

控制測量

選取測區附近已知三角點三點以
 上，經檢測精度合於工作規範後，做為

平面控制之依據。選取測區附近之已知
 水準點三點，經檢測精度合於工作規範
 後，始可作為全區高程控制之依據。



全省衛星三角點分布圖

台灣全島立體圖

全省一等水準點分布圖

(二)航空佈標及測量

目的乃為空中三角測量提供控制之用，依據航拍比例尺，計算每一立體模型之基線長，約二至四個基線長度佈設一個標位，每個標位佈設一主、一副二個對

空標，其對空開闊度必須大於 90 度。航空標之大小視航拍比例尺而定，並依實地狀況採用塗白漆、白色塑膠布或木板方式佈設十字型標、Y 字型標或 T 字型標。



十字型標佈設像片



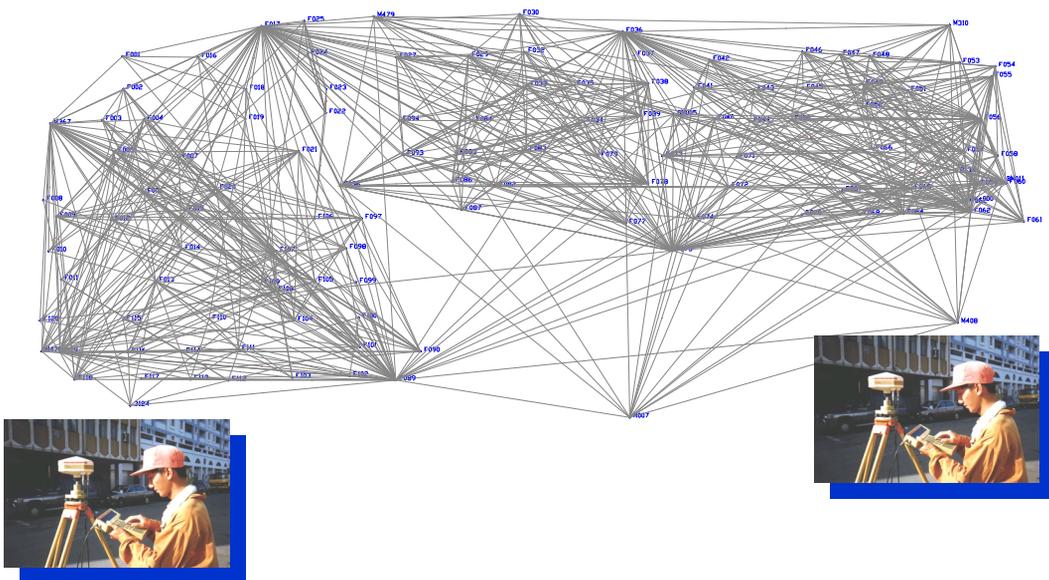
Y 字型標佈設像片



Y 字型木板標佈設像片

佈標點控制測量採用全球衛星定位系統 (Global Position System; GPS) 方式，凡相鄰之點間一定要有同時段之觀測，因此觀測時可採跳蛙式觀測。為提高精度及可靠度，觀測時採靜態測

量法，每一站至少觀測三十分鐘，基線解算後之相對精度應高於一萬分之一。此外所有衛星定位測量成果均平差計算轉換至 TM 二度分帶座標及一等水準系統上。



圖二 佈標點控制網型圖

(三)航空攝影及掃描

採用德國蔡司 RMK TOP 15/23 精密航空測量專用照相機



圖三 航拍飛機像片

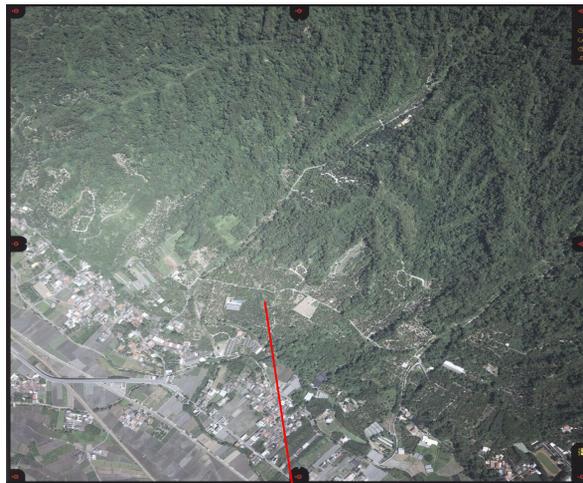
像片掃描主要是將航拍像片以高精度像片掃描儀，掃描精度須低於 $2\mu\text{m}$ ，掃描儲存成 $25\mu\text{m}$ 影像解析力之

及衛星導航定位設備，拍攝像片傾斜角不得大於 5 度。採用彩色正片攝影，以減少判讀誤差。



圖四 精密航空測量專用照相機

數值影像檔(掃描格式為 24 位元全彩之 Tiff 檔，每幅影像容量約 300MB)，供數值影像工作站做後續處理。



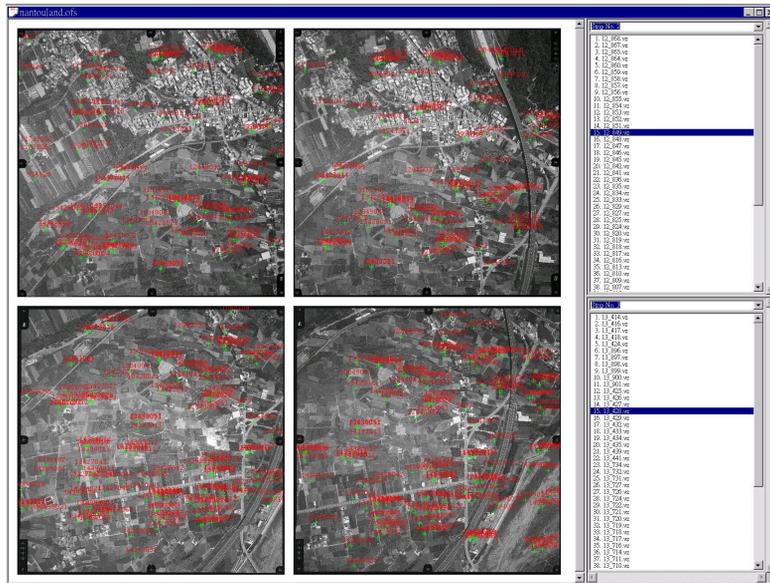
清晰影像

圖五 航拍數值影像

空中三角(areotriangulation)計算

目的乃在計算每一像片之絕對方位，供後續量測工作使用，採用在每一像對模型上六個方位標準(Von-Grunber)位置上至少量測

50 點共軛點，再以 PAT-B 嚴密光束法平差(bundle adjustment)計算，最後選出品質最佳的 30 點供計算各獨立模型之絕對方位使用。



圖六 空中三角測量連結點分佈圖

(四)數值立體製圖

於數值影像工作站內以人工立體測繪地形地物。各模型之絕對方位直接由自動化空中三角測量平差計算之結果轉來，不再進行人工量測控制點，以減少誤差傳播。空中三角測量觀測值改正數引起之殘餘 Y 視差則以人工補充量測相對方位點予以消除。

立體模型內應施測之地物可比照內政部所研擬之『基本地形圖資料庫地形資料分類編碼表』內關於地形圖部份之規定。若有窒礙難行之處得於敘明理由後酌予變更。



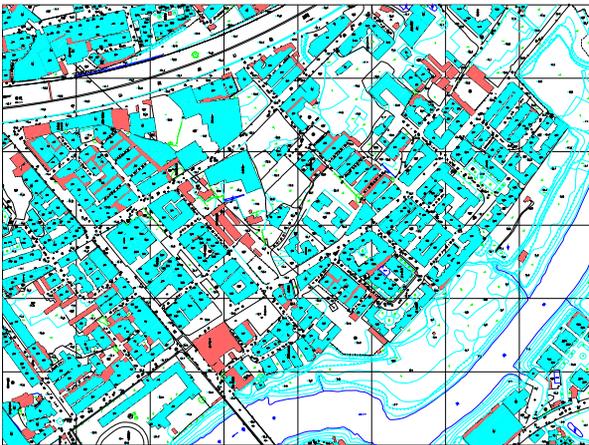
圖七 數值影像工作站

對臨街房屋之施測原則上應以永久性鋼筋混凝土構建部份外緣之滴水線為準。凡臨時性突出物如遮雨棚、頂樓違建突出物、招牌廣告物等均不得測繪。

施測之精度應依一般地形圖之規定。即明確定義之地物點(如電桿, 牆角, 屋角等)相對於立體模型控制點之平面誤差 90%不得大於圖上 0.5mm, 其餘之 10%亦不得大於 1mm。平坦開闊地相對於模型控制點之高程誤差 90%應在三分之一等高間距以內, 其餘之 10%不得大於二分之一等高間距。

(五) 稿圖調繪

凡立體測圖有遮蔽、遺漏之處應於實地補測之, 此外地名, 街名, 重要地物名稱均應現地予以調繪。

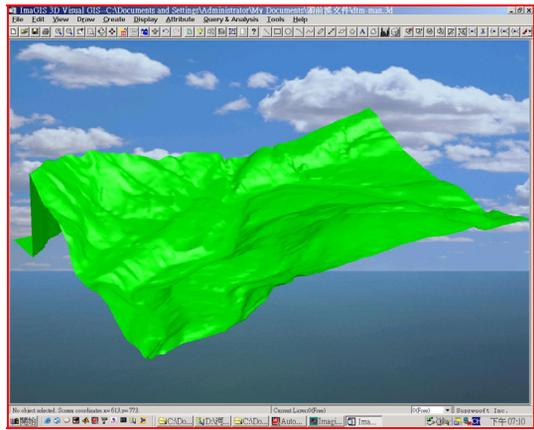


圖八 汐止地區 1/1000 數值航拍地形圖

(六) 數值高程模型量測及製作

於數值影像工作站內以人工量測地表面具代表性之高程以內插方式製作數值地形模型(Digital

Terrain Model ; DTM)。在山區以量測等高點為原則並加測地形特徵點(feature points)、結構線(structure line)及斷線(break line)。在平地以量測等間距之網格點高程為原則。



圖九 清水溪上游5×5公尺數值地形透視圖

(七) 數值地形圖編修

將地面調繪及補測之成果加入立體測圖之稿圖中, 並再加入由數值地形模型(DTM)內插製作而得之等高線後, 依內政部提供之地形圖圖例及編碼標準予以編輯成完整之數值地形圖。

(八) 彩色數值正射影像製作

在專業之航測數值工作站上, 利用軟體程式量測立體模型上五公尺間距之數值地形模型資料, 作為正射糾正之高程控制, 然後在數值影像工作站上, 將中心投影之空中像片, 逐點糾正成正射投影, 消除像片上之投影誤差, 製成數值正射影像檔(digital ortho image file)。

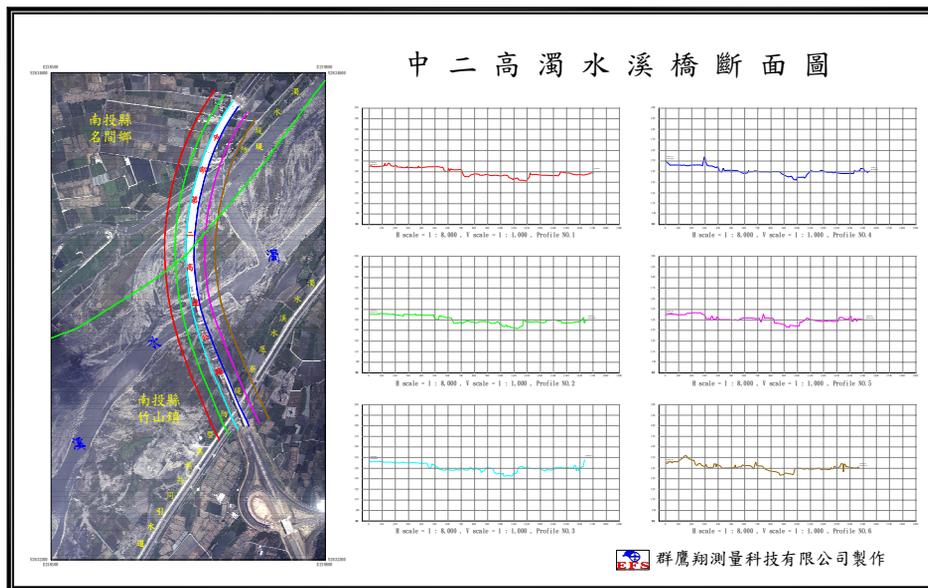


圖十 屏東海洋生物館正射影像圖

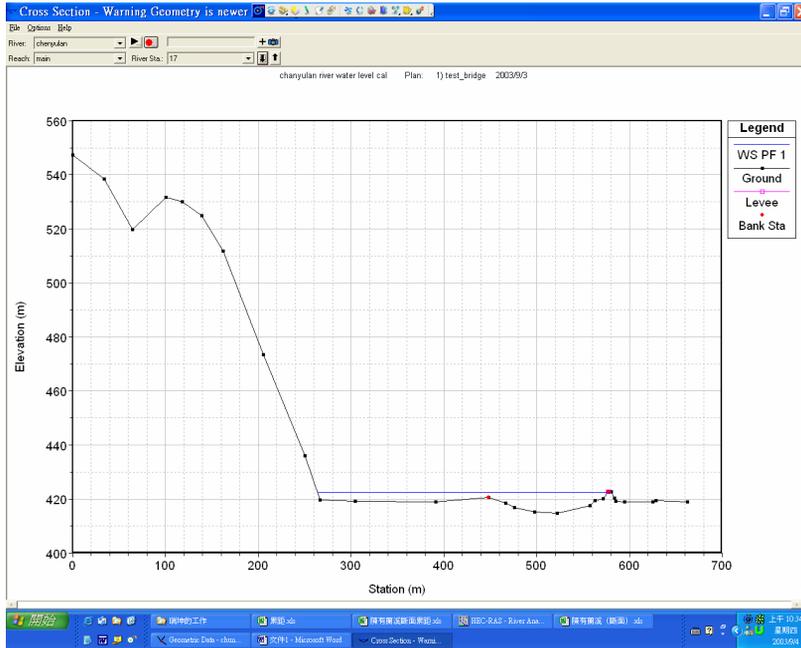
(九) 断面測量

實施高精度之縱橫断面測量，製作方法為在數值影像工作

站上沿縱断面方向每一固定距離施測一條橫断面，量測断面上地形變化點。



圖十一 中二高濁水溪橋断面圖



圖十二 陳有蘭溪斷面圖

(十)三維地形漫遊動態影像

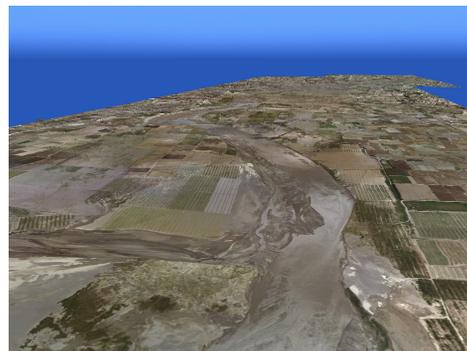
目的乃提供測區三維立體真實景觀瀏覽，以彌補二維平面影像之不足。製作方法由測區製作完成之 DEM 地形資料，結合全區糾正之正射影像鑲嵌圖，以電腦模擬之技術，建構出測區之三維真實地形景觀模型，並以飛行航線方式錄製動態影像，可提供規劃管理人員空間分析之參考。



圖十四 清水溪三維動態影像



圖十三 加走寮溪三維動態影像



圖十五 濁水溪三維動態影像

四、數值航拍地形圖之應用

(一)都市計畫

隨著都會區人口不斷增加，都市環境快速變遷，加以公共設施用地與各期重劃區之開發，舊有各類地形圖或因年代太久、或因比例尺太小，已無法正確使用於都市規劃之用，因此都市發展計畫與基本地形圖之更新儼然有息息相關、密不可分之關係。地形圖是將地表上之地形、地物以一定之比例尺繪製於圖上供相關作業使用，而因應數位化時代之運用，由獲取資料之測量過程、編繪處理過程而至成果圖產生及資料儲存型式可以數位化方式處理及儲存為數值圖檔即為數值地形圖。數值地形圖之製作方式可分為地測及航測兩種，航測地形圖製作之資料來源是以飛機搭載航空攝影機拍攝欲測設之範圍區域像片，經由精密之航空立體測圖儀器產生地形圖初稿，再配合地面測量人員調繪補測作業而完成成果圖，通常適用於較大範圍之測圖區域。



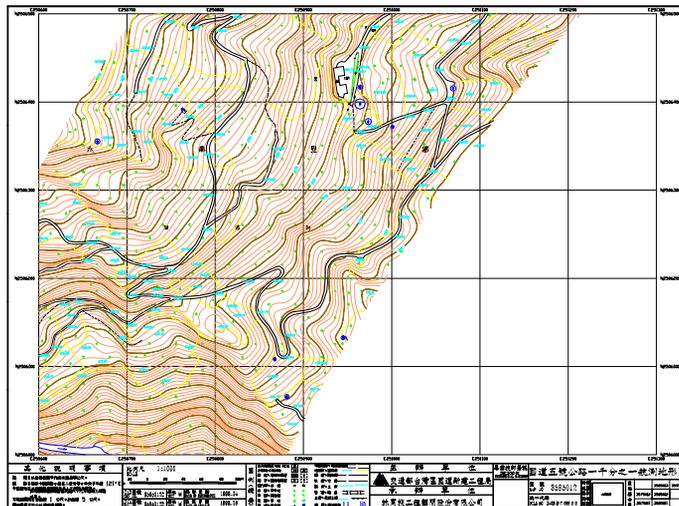
圖十六 都市計畫樁位圖套疊地形圖



圖十七 都市計畫圖套疊正射影像圖

(二)道路規劃

新建或拓寬道路考量避免拆除大量建築物、減少挖填土石方及路線設計等作業，都需要有規劃路線之地形圖來輔助規劃設計。



圖十八 三芝北投公路五千分之一航拍地形圖

(三)地理資訊系統

地理資訊系統 (Geographic Information System ; GIS) 目前已快速發達與大量運用於都市計畫及水利管理相關作業上，而數值航拍地形圖即為提供上述地理資訊系統之基礎資料庫，故各縣市政府及水利單位為配合推動國土資訊系統建置計畫，均需建立最新的數值地形圖資料庫，以滿足最新最正確的要求。

各項應用作業系統：

【都市計畫】

1. 數值地形圖圖籍管理 2. 土地使用分區證明判定核發 3. 都市計畫書圖數化管理應用 4. 地價區段劃分 5. 都市更新

【地政】

1. 土地管理(徵收、補償作業)系統 2. 建物測量資訊作業 3. 土地登記複丈地價地用電腦作業 4. 逕為分割圖形處理作業 5. 圖解地籍圖數化作業

【管線】

1. 地下通信管線管理作業 2. 雨污水、衛生下水道及維生管線管理系統 3. 排水設施、防洪規劃作業 4. 地下管線挖掘、申請作業 5. 路燈管理維護資訊

【交通】

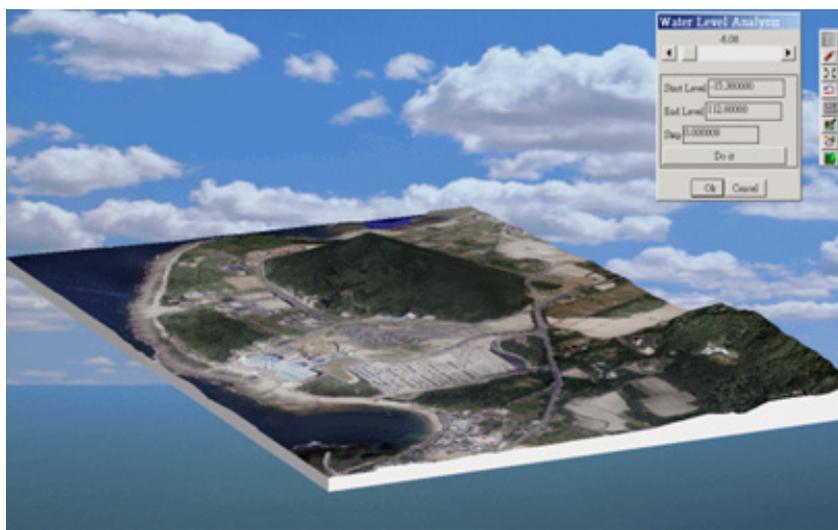
1. 道路工程管理(開闢、佔用調查) 2. 觀光旅遊導覽 3. 古蹟維護

【水利】

1. 河川圖籍查詢系統 2. 河川公地查詢系統 3. 水位站查詢系統 4. 河川斷面查詢系統 5. 堤防工程查詢系統 6. 雨量站查詢系統 7. 砂石管理查詢系統 8. 河川環境查詢系統

(四)三維動態影像

利用航拍地形圖之正射影像與數值地形模型資料結合，達到虛擬實境的效果，從管理層面上真正做到“所見即所得”。成果可廣泛應用於環境保護、土地管理、觀光導覽、災害預測、工程勘測、救災消防上。



圖十九 屏東海生館三維動態影像

(五)數值城市

城市的經濟發展與人民生活條件的改善，在現今資訊化的時代已成為全球最重要的課題。當前利用虛擬實境及三維立體景觀等高科技技術，建立「數位城市」(digital city)已在各大都匯區廣泛使用，並應用於城市規劃管

理、提高城市資訊化的水準、交通網絡、旅遊景點、投資環境、企業選址、工程效益、綜合評估分析、城市安全、城市防災、水利與防洪救災等工作；為各級主管部門的科學管理與決策提供即時、準確且權威的資訊支持，也為民眾和企業提供方便有效的資訊化服務。



圖二十 嘉義市數值城市圖



圖廿一 數值城市圖

五、結 論

數值航拍地形圖之技術已日益成熟，且成果也廣泛應用到都市規劃、交通建設、地下管線、農林調查、水利規劃、環境評估、土地利用、電力建設等層面；配合地理資訊系統及數值城市技術，可建立交通網絡、投資環境、規劃管理、企業選址、工程效益、城市安全、水利防洪等主題系統，進行有效的科學管理及決策系統。

由於平面刊物報導無法呈現三維動態影像及數值城市之內容，請有興趣之讀者至 <http://www.efs.com.tw> 網站上欣賞數值航拍動態影像。

台泥和平水泥工業區與專用港概述

呂俊德 達和航運(股)公司和平工業區分公司拖船船長

一、前言

台灣水泥公司為配合政府「水泥業東移政策」，促進東部繁榮及因應西部礦權屆期，率先於民國八十三年在花蓮縣和平水泥專業區內投資興建和平水泥廠，並自八十八年一月二十六日動工興建。該廠一、二號窯生產系統已分別於八十九年十月三十一日與九十年五月七日完工試車，使得台灣水泥公司水泥年產能躍升至每年 1000 萬噸以上，並已將三號窯系統預留空間。

此外，台灣水泥公司於和平水泥專業區之投資計劃尚包括「和平工業區專用港」與「和平電廠」之興建，和平專用港係台泥公司投資興建及營運，依照八十四年政府頒行之「促進產業升級條例」第三十條第一項：「工業主管機關於開發之工業區內，為經營需要，得報請經濟部會商交通部，經行政院定設置工業專用港」之規定，配合和平水泥專業區內各種物料之進出口之需要而設置，其主要服務對象為專業區內之各廠商。

另為因應未來東部地區用電

需求，有效紓解北部用電不足窘境，平衡區域用電，由台泥公司與香港「中電國際公司」合資成立「和平電力公司」，將適時支援及配合台電公司提供台灣地區未來所需電力，並響應政府電業自由化與國家能源政策。現就和平水泥廠、和平港及和平電廠之設備、效益……等略述於后：

二、和平工業區

(一)和平水泥廠

1. 石灰石供應

本廠之石灰石係由所屬的和平石礦供應，該礦採用最先進的”山頂平台式階段開採豎井輸運法”開採，不但破壞面積小、安全性高、產能大、運輸成本低，也對景觀與環保衝擊最低。該礦目前共有三套豎井開採系統、年產量達 1500 萬噸，除供應本廠外，還供應蘇澳廠及花蓮廠生產所需。

2. 設備產能

本廠第一期建廠工程包括一、二號窯每套日產量 8600 公噸水泥熟料生產系統，年設備產能

達到 540 萬噸。其主要設備有：

- (1)原料採運儲存系統:含 2000 T/H 石灰石二次軋碎系統兩套，16.3 萬噸石灰石圓倉乙座。800 T/H 黏土滾碎機乙套、400ML 綜合儲庫乙座及半門型再取機四組。
- (2)生料磨存系統:包括 650 T/H 豎式滾輪生料磨兩套及 16000 公噸生料攪拌儲存庫四座。
- (3)熟料燒成系統:包括五段懸浮式預熱機、6.0 m ϕ x 88 ML 旋窯及 8600 T/H 冷卻機各二座;35000 噸熟料庫四座。另有燃煤系統含 134400 噸煤庫乙座、50 T/H 豎型煤磨二套。
- (4)水泥磨存系統:包括 220 T/H 滾輪磨預碎機、水泥磨各四套，30000 公噸水泥庫六座。
- (5)水泥發貨轉運系統:包括 300 T/H 散裝卡車裝車設備乙套:位於和平港之 1000 H/T 固定式裝船機與移動式裝船機各乙套。
- (6)餘熱發電系統:包括預熱機與冷卻機餘熱鍋爐各兩套與 34000 KW 蒸汽渦輪發電機乙台。一、二號窯同時運轉時，合併可產生粗發電量 21300 KW 以上。

3. 效益

本廠建廠後除增加公司整體收益外，並於花蓮當地繳稅，可充裕地方財政收入，強化地方建

設。生產所需之燃料與大部份原物料(鐵渣、石膏、爐石等)皆由和平港輸入。水泥產品亦由和平港運輸至西部各港口水泥接收站，除可避免對環境造成衝擊，節省運送費用外，亦增加和平港吞吐量之效益。

而和平電廠每年所產生約 420000 公噸之煤灰，包括飛灰與底灰，將全數提供本廠作為水泥製造原料，除可節省生產成本外，亦避免一般燃煤電廠設置灰塘之海洋公害問題，也使和平電廠節省灰塘設置及其處理成本。另電廠排煙脫硫設備所產生之副產物—脫硫石膏也將作為水泥緩凝劑之用。本廠亦同時供應電廠脫硫所需之石灰石粉。

(二)和平火力發電廠

1. 設備及發電量

發電設備:本廠配置有兩組 660 MW 裝置容量煤煤汽力發電機組，煤為主要燃料，其主要發電設備有(1)次臨界壓力強制循環式鍋爐，其主蒸汽量為 1990 公噸/小時，再熱蒸汽量為 1706 公噸/小時，(2)單軸三殼四流再熱冷凝式汽輪機，出力為 660000 仟瓦(3)全密閉氫氣及水冷式發電機，其容量為 770588 仟伏瓦。

2. 污染防治設備

(1)收塵裝置採用乾式水平靜電收塵器，集塵過程所收集之「煤

- 灰」，將供給和平水泥廠作為水泥生產之原料或直接添加於水泥。(2)排煙脫硝為選擇性觸媒還原法脫硝設備(SCR)。(3)排煙脫硫為濕式石灰石/石膏法脫硫設備(FGD)脫硫過程中所產生之衍生物-石膏，將供給和平水泥廠作資源回收再利用。(4)煙囪高度 250 公尺，外覆鋼筋混凝土結構，內裹二支鋼管加內襯之排氣煙道，為配合本地景觀及特有風俗民情，將以「原住民圖騰」彩繪外壁。(5)廢水處理將電廠之廢(污)水處理至符合國家最新放流水標準，再予以排放。(6)噪音管制採用低噪因設計，並裝置消音器或隔音牆，以符合國家噪音管制標準。
3. 煤炭貯存設施:室內煤場以外徑 145 公尺密閉式圓型煤場兩座。有效容量為 105000 公噸。92 年 3 月增設第三座煤場開始動工興建。

三、和平工業區專用港

本專用港設置之目的，主要在於肩負和平工業區內之水泥廠及和平 IPP 電廠之原物料與成品之對外運輸問題，專用港總面積為 158.8 公頃，即水域面積 104.1 公頃陸域面積為 54.7 公頃。

和平工業區專用港原規劃 16 席碼頭，計畫考慮由多家業者共同投資使用，每家業者均需專用碼頭，

為增加碼頭席數，原規劃佈置方案配置兩突堤碼頭，致岸線曲折、水域形狀不整齊。

但和平水泥專業區開放投資後，僅由台泥工司承購三個建廠單位，其餘兩個建廠單位投資者仍未確定，故將來可能利用此專用港之業者應不會超過三家。

為配合水泥專業區之營運需求，並兼顧和平電廠(亦由台泥公司主導開發)之燃煤卸運需求，最後決定由台泥公司先投資闢建專用港。基此，碼頭席數可大幅減少為 9 席。

1. 港口朝南偏西 10 度，採單向航道規劃，航道有效寬度為 200 m，水深自 -20.0 m 漸變至 -16.0 m；迴船池直徑 500 m，水深 -15.0 m。航道長度自兩外堤堤頭連線點至迴船中心點為 1200 m(附圖 1 全港鳥瞰圖所示)。針對本港最大船型為 DWT 73000 噸之煤輪操船進港，從上述本港諸元發現從兩堤頭之中心點至迴船池中心僅 1200 m 港口縱深顯然不利操船，況且迴船池僅為煤船全長之二點餘倍必須仰賴強力拖船之配合，本港委託國立海洋大學操船模擬測試後建議本港建造 3600 HP 拖船三艘以降低潛在危機，提高港口與船舶之安全性。

2. 北外堤 I 長 700 m，堤址高程約 +6 m，離原海岸線約 150 m，主

要功能為防止颱風波浪沿海灘溯上，越入北碼頭區。北外波堤 II 長 410 m，主要遮蔽進港航道，並防止沿和平溪流下之漂沙大量淤積在航道。

3. 南外堤 I 平行航道，長 745 m，為消波護岸型式，主要目的為保護南泊渠之安全。南外堤 II 長 190 m，此段防波堤之功能並非擋浪，主要目的為阻擋沿岸移動之沙礫漂移至航道。
4. 南海堤位於南防風林之北側，主要防止颱風波浪沿海灘溯上，進入港埠行政區用地。而迴船池北側之護岸長約 978 m，採緩坡拋石結構，以消滅入侵港內之波能。
5. 北碼頭區位於迴船池東側，北內堤內側，計配置三席碼頭，N1 碼頭為備用碼頭、N2 碼頭為卸煤碼頭兼砂石碼頭(附圖 2)設置連續式卸煤機 1800 T/H 兩部，500 T/H 砂石裝船機壹部，N3 碼頭為備用碼頭。
6. 南碼頭區設於南泊渠，南泊渠西側岸線長 1120 m，寬 230 m，有效操船水域寬度約 200 m，計配置六席碼頭，除 S1 為重件碼頭為配合和平電廠興建所建長度 120 m 水深-9.0 m(附圖 3)，在 92 年元月初變更為砂石碼頭及加裝 500 T/H 砂石裝船機壹部，S2 碼頭為多用途碼頭外長度

220 m 水深-13.0 m (附圖 4)，1000 T/H 水泥固定裝船機壹部、1000 T/H 連續式卸船機壹部，其餘皆為水泥碼頭 S3 碼頭長度 220 m 水深-13.0 m(附圖 5)配 1000 T/H 水泥固定裝船機壹部，S4 碼頭長度 200 m 水深-12.0 m(附圖 6)。第一期工程主要包括：全港區之航道泊渠水域、外廓防波堤、港區所有公共設施與營運管理中心、五席碼頭及其後線之裝卸輸儲設備設施……等。

7. 港勤碼頭，港勤碼頭長度 180 m 水深-6.0 m，供拖船及帶纜船停泊之用。
8. 港勤船舶，VSP 型 3600 HP 拖船三艘，500 HP 帶纜船一艘，均在 89 年 7 月中旬完成交船。

四、結 語

在台灣東部海域要興建港口是一項艱困之考驗與挑戰，且要在短短三年多在海象不佳與地質狀況之太平洋海域建築可供 DWT 73000 噸之煤輪靠泊之國際工業專用深水港，對台泥公司團隊是一項大挑戰。

由於規劃設計初步即考量日後施工之可行性與困難度，以尋求解決方法，並在施工其間去除傳統海事工程模式與考量、作業方式，因此能藉助現代化設備及高科技儀器，進而降低誤差提高施工品質，在天時地利與所有工作人員充分配

合下，和平工業專用港終於順利建造完成，使得和平工業區之相關營運得以順利運作。

參考文獻

1. 港灣報導季刊第 53 期和平港工業區專用港開發計畫報導
2. 港灣報導季刊第 55 期和平港工業區專用港施工概況介紹
3. 海下技術季刊第十一卷第一期九十年三月和平工業專用港規劃與設計
4. 財團法人中興工程顧問社，73 年 08 月「花蓮縣設置水泥專業區研究報告」
5. 台灣水泥公司，74 年 02 月「和平石礦海運專用終站初步可行性研究報告書」
6. 經濟部工業局，79 年 11 月「和平水泥專業區設置專用港先期規劃」
7. 經濟部工業局，81 年 02 月「和平水泥專用港新建工程地質調查報告」
8. 經濟部工業局，81 年 08 月「和平水泥專用港細部規劃」
9. 經濟部工業局，81 年 12 月「和平水泥專業工業區工業專用港投資開發計畫」
10. 經濟部工業局，83 年 07 月「和平水泥專用港開發計畫環境影響評估報告書」
11. 和平工業區專用港實業股份有

限公司，85 年 08 月「和平工業專用港(修訂)規劃報告書」

12. 和平工業區專用港實業股份有限公司，89 年 05 月「和平工業專用港(修訂)規劃總報告書」



圖 1 和平港港區空照全圖



圖 2 N-2 碼頭(卸煤及砂石碼頭，長度 300 M 水深-16.0 M)



圖 3 S-1 碼頭(重件及砂石碼頭，長度 120 M 水深-9.0 M)



圖 4 S-2 碼頭(多用途碼頭，長度 220 M 水深-13.0 M)



圖 5 S-3 碼頭(水泥專用碼頭，長度 220 M 水深-13.0 M)



圖 6 S-4 碼頭(水泥專用碼頭，長度 200 M 水深-12.0 M)

高能量吸收型防舷材設計之探討

單誠基 交通部運輸研究所港研中心研究員

港灣報導第 65 期刊登高雄港務局工務組設計科鍾科長與鄭工程司共同撰寫的文章“防舷材破壞模式及原因之探討”，內容精彩，所有可能狀況都提及，但防舷材更換頻率及平均使用壽命並沒有說明。防舷材是消耗品，用一段時間損壞就要更換，這是一定的。大家知道新安裝防舷材廠商保固三年，第四年起港務局就要自行負責。專用碼頭防舷材正常使用壽命，國內沒有數據，但國外文獻^[3]記載是 10~15 年。防舷材更換頻率影響營運成本，文章所探討防舷材破壞模式會隨強化驗收時檢驗，平日的維護而改善，另一方面要從設計上著手試著找出可以改進的所在。設計時，除了材質因素外，應考量的因素如下：

一、衝擊力

碼頭設計時考慮船舶靠泊碼頭時衝擊力就是防舷材反力。以下例題就是國內高能量吸收型防舷材反力之計算。

例題：對象船舶為油輪 30000 噸 (DWT)，由港灣構造物設計基準—碼頭設計基準及說明第 2.2.2 節中之

油輪的重量噸和排水噸轉換公式，可將重量噸 30000 噸轉換成排水噸 37729 噸。

說明：

$$\begin{aligned}\log(DT) &= 0.326 + 0.950 \times \log(DWT) \\ \log(DT) &= 0.326 + 0.950 \times \log(30000), \\ DT &= 37955\end{aligned}$$

為求出船舶靠岸動能 E，由港灣構造物設計基準—碼頭設計基準及說明第 2.2.2 節中之計算公式，先求出偏心係數 C_e 、附加質量係數 C_m 、船舶柔性係數 C_s 及船舶形狀係數 C_c ，其中船舶柔性係數及船舶形狀係數採用規範中所建議的數值 1.0。

$$\begin{aligned}C_b &= \text{船舶排水量} / (\text{船長} \times \text{船寬} \times \text{吃水} \\ &\quad \times \text{海水單位體積重}) \\ &= 37955 / (185 \times 28.3 \times 10.9 \times 1.03) \\ &= 0.64\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{迴轉半徑} &= (0.19C_b + 0.11) \times \text{船長} \\ &= (0.19 \times 0.64 + 0.11) \times 185 \\ &= 42.85(\text{m})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_e &= \frac{1}{1 + (S / \text{迴轉半徑})^2} \\ &= \frac{1}{1 + (57.56 / 42.85)^2} \\ &= 0.36, \text{ 其中 } S \text{ 之定義如圖 1,}\end{aligned}$$

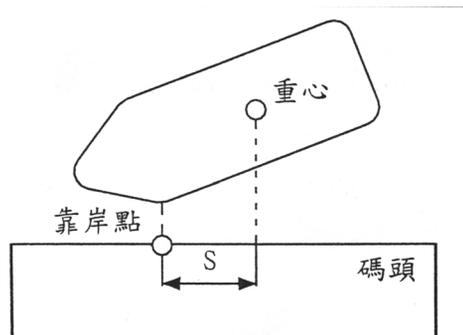


圖 1. S 的定義圖形

$$C_m = 1 + (\pi / (2 \times C_b)) \times (\text{吃水} / \text{船寬})$$

$$= 1 + (\pi / (2 \times 0.64)) \times (10.9 / 28.3)$$

$$= 1.95$$

$$E_f = \left[\frac{\text{船重} \times \text{靠岸速度}^2}{2g} \right] \times C_e \times C_m \times C_s \times C_c$$

$$= \left[\frac{37955 \times 0.1^2}{2 \times 9.8} \right] \times 0.36 \times 1.95 \times 1.0 \times 1.0$$

$$= 13.51 \text{ t-m}$$

考慮百分之十的性能誤差， $E = E_f \div 0.9 = 13.51 \div 0.9 = 15.01 \text{ t-m}$ ，當使用 HP 800H×1.0m RS 型防舷材，使用防舷材特性曲線(圖 2)，由防舷材特性曲線配合靠岸動能，可得船舶衝擊力=43 t。

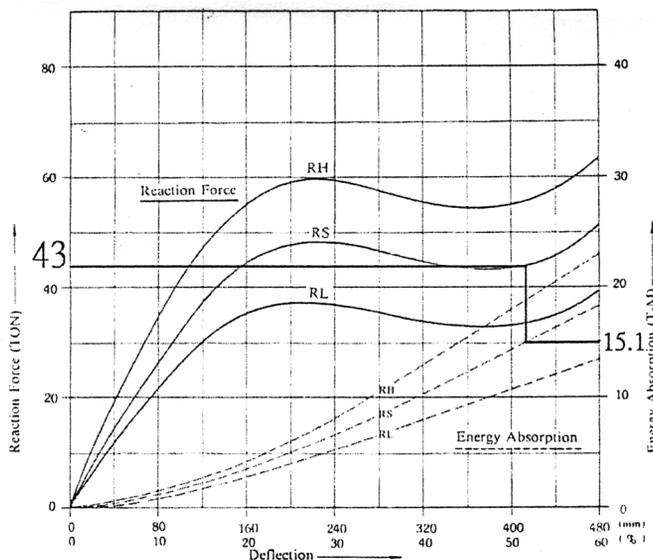


圖 2. 防舷材特性曲線

碼頭本體結構如何吸收該水平力，不在本文討論。例題中防舷材變位量(deflection) 52%，理想情形使用該型防舷材非常適合。

例題中各種係數不去討論，只就船靠泊碼頭速度而言，國外文獻建議 0.20 m/s，這樣一來 E_f 就放大四倍。該型防舷材質變位量就不只

52%，產生的船舶衝擊力就非常大。這是HP型高吸收能量防舷材特性，超過Rated deflection反作用力就急驟增加。防舷材產生反力，一方面對碼頭水平力，一方面船舶外殼得到同樣作用力。防舷材過度變形後還原時不能完全恢復，部份產生永久變形，有殘餘應力存在，下次再

受力，應力會疊加。

影響防舷材的受力還包括靠泊時防舷材接觸時產生夾角，有水平剪力，降低防舷材能量吸收約十個百分點；停泊作業時風、海流、波浪、潮汐之漲退或裝卸作業時產生之擺動；其它船舶之移動所引起之壓縮、扭曲等現象。總之防舷材受力影響最大的是船靠碼頭速度，其次是船靠泊時與防舷材夾角大小，其它船體運動會造成防舷材面板摩擦力增加，橡膠

材質疲勞。台灣東部之港口受長波作用，台灣西部颱風時泊靠船舶船體運動非常大。防舷材功能在此時要彰顯出來。所以沒有經過詳細考慮就決定使用 HP800H×1.0m RS 型防舷材值得商榷。

二、雙層防舷材之設計

防舷材吸收更多的能量(E_f)，Rated deflection 變大，可考慮自行設計防舷材組合。

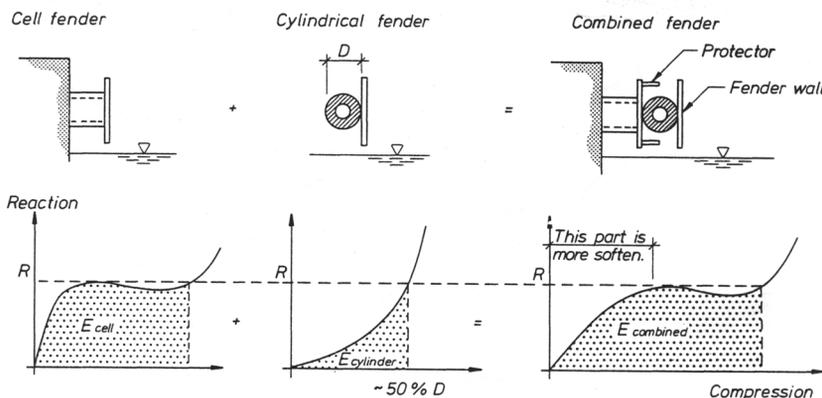


圖 3. 雙層防舷材反力 / 壓縮特性

例題：已知船舶靠泊能量是 500 KNm (約 50 t-m)，水平作用力是

1000 KN (約 100 ton)，求防舷材組合及 $P/\Sigma E_f$ 比值。

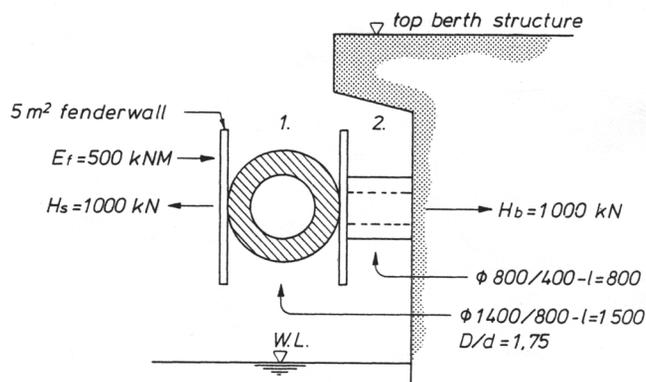


圖 4. 雙層防舷材佈置

使用試誤法求得防舷材 1，防舷材 2，如圖 5

	防舷材 1	防舷材 2	} $\Sigma(F_1+F_2)$ (P/ ΣE_f)	}	P/ $\Sigma E_f=2.0$
水平力	1000 KN	1000 KN			
壓縮量	77.5 cm	24.5 cm	102 cm		
吸收能量	350 KNm	135 KNm	485 KNm		

使用防舷材面板

$$\text{表面壓力} \frac{1000}{5} = 200 \text{ KN/m}^2$$

不使用防舷材面板

$$\text{接觸面 } I=A=0.9 \times D \times \ell = 1.98 \text{ m}^2$$

$$\text{船舶側面接觸壓力} \frac{1000}{1.89} = 530 \text{ KN/m}^2$$

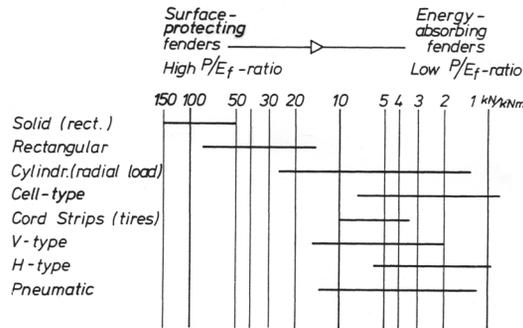


圖 5. 不同類型防舷材之反力 / 能量比

1. P/E_f定義(如圖 5.)

比值愈低，能量吸收愈多。

$$\text{防舷材係數} = P/E_f = \frac{KN}{KNm}$$

2. 不同類型橡膠製之防舷材(如圖 6.)

由於採購法限制，有專利的產品如 cell 型防舷材，港務局都未能使用。

Type	Fendershape	Sizes D _L H _L H _L in mm	P Reaction kN	E _r Energy kNm	Performance curve
Cylindrical		150/1000	80	3	
		2800/5800	6 600	5 000	
Cell		400/550	52	8	
		3000/3250	5 800	6 700	
V-type		250/1000	150	15	
		1000/2000	2 290	940	
H-type		200/1000	150	10	
		1300/3500	3 400	1 500	
H-type		400/500	140	22	
		2 500/4000	6 900	7 000	
Pneumatic		500/1000	50	4	
		4500/12000	8 500	7 000	

圖 6. 不同型式防舷材

3. 雙層式圓柱體橡膠防舷材成本比較

選擇單一圓柱體橡膠防舷材 $P/E_f=2$ ，成本是 25 單位，如Ⓐ，選擇雙層圓柱體組合，如Ⓒ，單個 $P/E_f=4$ ，成本只要 20 個單位，成本較低。

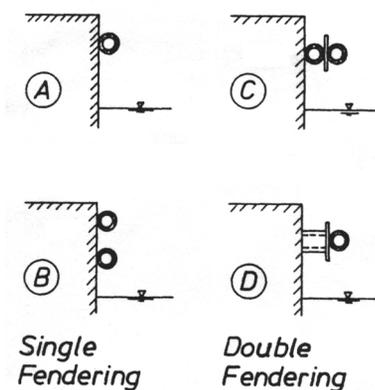


圖 7. 單個與雙層防舷材

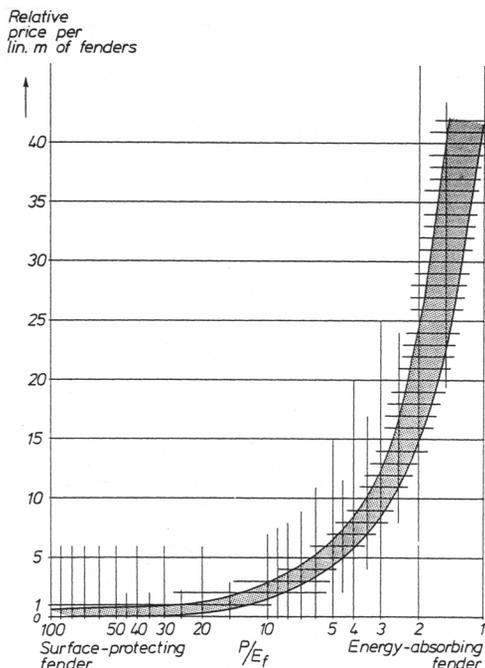


圖 8. 圓柱體防舷材相對成本

4. 防止剪力破壞防舷材之佈置

香港國際貨櫃碼頭 No.6,7&8 使

用兩個 Cell 防舷材，上、下各一加上面板連接，使船舶正面衝擊力或側向剪力都可平分為二，這時剪力破壞情形可大為改善，但相對成本較高。另外英國 Felixstowe 港使用一個較大的 cell 防舷材，面板加大使用鐵鏈固定。



CONTAINER BERTH
Project: Hong Kong International Container Terminal No. 6, 7 & 8
Country: Hong Kong
Fender: Super Cell Fender (SUC1000Hx1x2) 237 Sets etc.

圖 9. 香港貨櫃碼頭之防舷材



CONTAINER BERTH
Project: Felixstowe
Country: United Kingdom
Fender: Super Cell Fender (SUC1450Hx1x1) 56 Sets

圖 10. 英國貨櫃碼頭

(*資料來源：www.bridgestoneindustrial.com/MarineFender/sup.rec.htm)

結 論

1. 碼頭設計時防舷材是最重要的配件。應先決定防舷材吸收能量與反力大小。防舷材要單獨設計，考慮碼頭構造型式(重力式或非重力式)，比較不同防舷材型式及成本。
2. 防舷材剪力破壞是非常值得重視之問題，目前沒有特殊材料或構件可用。只有在設計衝擊力時採用較不利條件讓防舷材有抵擋剪力能力，或採用上下排列方式以面板組成，讓剪力減半，這要考慮成本。還有防舷材間距的決定也要注意。
3. 國內防舷材使用壽命，由於港池水質，天候，使用頻率不同，應自定可接受之使用年限。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所“港灣報導”，92年7月，P25-37。
2. 交通部運輸研究所，國立海洋大學合作辦理“強度設計法應用於港灣 R.C.構造物之研究”，92年3月，附錄 B4-B5。
3. Carl A. Thoresen, “Port Design-Guidelines and Recommendations”, P217-247.

日本橫濱港跨世紀的蛻進與發展

陳立中 中華郵政公司技術處副工程司

一、日本東部的「海上大門」

東京是日本首都和第一大城市，也是日本第一大商港，排名第二者，係位於東京灣西北部的橫濱港，橫濱港和東京港是互不隸屬，在地方行政編制上橫濱是歸屬於神奈川縣而不歸隸在東京之下。自橫濱闢設為國際商港以來即是日本東部的海上大門，並因海運港埠事業的發達而帶動了工業的成長。至於日本第三大商港乃是位處本州西部、扼瀨戶內海東端同時也是日本西部的海上大門的神戶港。其它的名港尚有廣島、青森、長崎、福岡、函館以及那霸…等港口，蓋日本係一島國且工商發達所致。同樣位於神奈川縣、在橫濱南邊約廿公里之處另外有座極知名的「橫須賀軍港」，日本刻正興建中的全球首見「海上機場跑道」便是座落於橫須賀港邊。

二、扼東京灣、天然環境優越，幕府末期開始闢為商港

橫濱市三面為低山環繞、東面

有一自東京灣延伸進入的葫蘆形海灣，因而無狂風洶波之害。灣內水面平穩，漲退潮時由於海流進出港灣的沖刷作用使得港灣、航道長年保有既定的深度，不需耗費大量的人力以從事疏濬。十六世紀，德川家康在昔名「江戶」的東京創設幕府，即以當時被劃屬為其直屬領地的橫濱作為對外通商的門戶，唯後來日本因畏懼外力入侵遂實施「鎖國」政策，僅長崎得以限量的泊靠荷蘭商船，故斯時長崎港遠較橫濱港繁茂。

一八五三年的「黑船」事件衝破了鎖國的藩籬，在美國船堅砲利的武力威逼下，美方艦隊司令培里率員強行訪問日本，翌年與日本簽訂「神奈川條約」，後又強與日本簽訂通商條約，英法俄荷等國則比照施用。在通商條約的規定下，橫濱於五九年被指定為對外開放之港埠，並自明治初期起投入大量資金，陸續闢建碼頭、倉棧，航道水深則已在 10 公尺以上；日本政府並對橫濱港的設施大力進行改建和擴建，致使經由該港的外貿大量增加，成為日本的大型國際貿易港。

開港初期，實際統治日本的幕府為管理方便，遂在港邊周圍挖掘一條運河，並以橋樑作為出入之道，同時設關卡控制通行，關卡內側稱「關內」、外側則為「關外」。關內地區，東側為外國人居留地，西側是日本人居住區。港區附近迄今尚有自上世紀以來即已存在的外國人墓園專區，而昔年的吾國旅日華僑即係在橫濱對外開放通商後陸續移徙橫濱。早期紛集於橫濱謀求生計的華裔百姓，肇成了今日之橫濱中華街並奠定橫濱的華僑社會組織。而西洋文化在橫濱的軌跡，更是促進日本文明猛然開化的大功臣，為日本近代發展定下良好的基礎，例如橫濱即是在英人協助下而首度開通鐵道，開始有列車行駛於橫濱和新橋間。

進入 20 世紀之後，橫濱港的建設有了更大的發展，藉由填海造陸等浩大之工程，港區和市區不斷擴大，另隨著神奈川縣、橫濱市的劃設和鐵道的鋪築、日本的現代化，橫濱港也躍為一國際商港，爰於一九一七年特地興建一座「開港紀念館」。一九二三年的日本關東大地震，使橫濱之港口設施受到嚴重損壞，惟重建工程極速，其間雖然由於第二次世界大戰之故而停止擴建，但戰後則迅速恢復。橫濱港原是歸橫濱市政府管轄，惟在一九八一年進行公司化，募股組成一「橫

濱港公共發展公司」，以嶄新的組織型態來管理營運，並擬訂日後將分成港務管理和業務經營兩個各有專司的機構，目前橫濱港即是採行這種分別掌管港口和棧埠營運的組織型態。

就開發的年代而論，橫濱港要比橫濱設市早了卅年，而港口海運的發展則與都市的繁興有密切的關係，誠乃唇齒相依。自設港以來，橫濱港一直不曾間斷的在從事擴建，早年起建的大棧橋碼頭區、山下碼頭區和充滿古意彩紅磚建造的倉庫早已皆告飽和。「大黑碼頭區」是甫於一九九〇年完工者，翌年又建竣「臨海貨櫃中心」(Marine Terminal)。「南本牧碼頭區」暨「灣邊臨海區」(Bayside Marine Area)則分別在近幾年內竣事啟用，後者域內並建有一座專讓旅客搭乘郵輪用的客運站，係由「灣邊臨海公司」管理。另為加強發展海空聯運業務，復於港區內興建一「橫濱航空貨運站」，並由新設的國際航空貨運公司總攬是項業務，同時還特地建造一座「鶴見大橋」以供進出航空貨運站的車輛得以快速通行。

三、本世紀初，橫濱港和橫濱市的首要建設－「港灣未來廿一」

橫濱港是日本海港中距離美國最近的一個，美日間的海事貿易多

以此為裝卸港。近年來，橫濱港的吞吐量大量增加，貨櫃碼頭的發展尤速，每天得有逾百艘的大型船舶進入港區。日本政府素來一直頗重視橫濱港的建設和發展，根據佔地達一百八十六公頃之「橫濱港廿一世紀未來地區」(Minato Mirai 21 或 MM21)新都心建設規劃，港口開發區面積四十七·四公頃，相當於新都心面積的四分之一，必須靠大規模的填海造地以進行開發和建設。在日本泡沫經濟崩潰導致經濟長期停滯不前、地價連年下降的情況下，此一「新都心」大型建設項目之能通過，誠屬難能可貴。「橫濱港廿一世紀未來地區」的建設乃利用「民營活用措施法」推動實施的。MM21 之計畫，乃包括鄰近市區中心的濱水區域，及填海造陸獲取的土地，所開發出來的一個巨大複合城市，最大的特色是企圖建設一個能提供 24 小時全天候活動的國際文化都市，並以建立一個被水、綠意和歷史所圍繞，充滿人性化的希望之都為最大目標。像是高達 296 公尺的「橫濱地標塔式大樓」(YOKOHAMA landmark tower)，便曾是日本最高的大樓，大樓建築為 70 層，設有辦公間、賓館、餐廳、購物走廊，並在第 69 層設有名為「空中花園」的瞭望台。

面向橫濱港的 MM21，放眼望去昔日分隔關內、關外的河溝已被

填平，還填海造生了許多新生地，這是橫濱發展未來的新生地，該區的土地業主和主導設計的顧問公司，早於一九八八年簽定了「港灣未來廿一世紀城市建設基本協定」，主旨是土地所有者共同自主制定城市建設規則，以建設一個新時代的城市，其內容包含有城市建設的主題、土地利用形象、空中建築物輪廓、街道排列與景觀、色調和對周邊市區之考量…等。為期於法有據才能按照該協定按部就班的推行建設，日本政府特別在一九九三年時，制定「港灣未來廿一世紀中央地區計劃」，另外，為使上述協定中規定的「對周邊市區之考量」具體化，以對應因高樓所引起的電波障礙，該區和周圍地區全部採用有線電視(CATV)進行電視、廣播的傳送。

身為日本第一個現代港灣設施，「港灣未來廿一」新區的基本建設擁有許多最新式的系統，諸如可資源再利用的城市廢物處理新系統，可維持城市功能、收藏供應處理設施的共同地道，全日本最大的地區空調系統，可確保五十萬人三天需用的緊急飲用水蓄水槽，抗震碼頭泊位，緊急情況下也可供應物資的救援設施……等。各式各樣的詳盡規劃和先進建設，俱在讓「港灣未來廿一」的夢想得以化幻為真，使開港近一百五十年的橫濱，

重再展現愈亮麗的新機。

四、因海洋與港口而發展為全日本的最重要港都

橫濱由於開建港埠、對外通商之故，市內四處可以感受到瀟灑著異國格調的風情，甚多的紀念物俱是和港、船有關者，例如下山公園濱臨海岸之區即留存有座「美利堅碼頭」，並泊靠有艘日本最早期的商船—冰川丸原船，以及明治初期的思想哲學家—福澤諭吉等人所搭乘赴美考察的「咸臨丸」複製船。

在橫濱設市後，橫濱港的管理權早先即是移歸市政府管轄，後再糾合社會各界共同組成公司管理之，但市政府則是最大的股東，具有最主要的決策制定權。因為港口和市政府有密切的隸轄關係，致橫濱港在規劃上即令人覺得宛如是和

市民或地方政府甚為親近，像是神奈川縣縣府大樓、縣立博物館、縣民大廳和所有權屬於橫濱市政府的山下公園、海洋鐵塔……等建築物、園景均是位為港邊。舉目望去便可看到碼頭、港灣及大海，頗具「親水性」，尤其是山下公園更有一處觀港區，得讓入園觀光的遊客居高臨下的眺望近在眼前的管制作業區，同時感受到港內貨物裝卸的辛勤景況與管制區一坡之隔的公園內所夾揉的旖旎浪漫之風。此外，大部分的旅遊業者也都將觀覽橫濱港、搭船遊港列為其必有的表訂行程，極切符橫濱港所標榜之語—係一兼具能量與魅力，以及國際導向之港 (an energetic harbor full of charm , and an international oriented port)。

(本頁附圖載自 <http://www.kanagawa-kankou.or.jp/> 和 <http://www.libertytimes.com.tw/> 等網路)
港灣未來 21 地區(MM21)
Minato Mirai 21 District(MM21)



港灣報導徵稿簡訊

1. 本刊為提供國內港灣工程界同仁交換工作經驗與心得之園地，歡迎工程、學術界之同仁提供港灣工程相關之工程動態、實務、工程新聞、技術新知、地工技術、工程材料、營運規劃及其他有關之工程簡介或推動中之計畫等的報告、論著或譯述。
2. 投稿者應保證所投稿件無侵害他人著作權情事，如有違反，願就侵害他人著作權情事負損害賠償責任，並對中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）因此肇致之損害負賠償責任。
3. 稿件每篇以八頁（含圖）（4000~5000字）以內為原則，稿酬從優；請附磁片或E-mail，並請加註身分證字號及戶籍地址（含鄰、里）。
4. 本刊每年刊行四期，分別於一月、四月、七月、十月出版。如蒙惠稿請於每期出版前三十日寄交本刊。
5. 連絡電話：(04) 2658-7133 錢爾潔
傳真號碼：(04) 2656-4415
E-mail：annachien@mail.ihmt.gov.tw
6. 歡迎賜稿，來稿請寄：
台中縣 435 梧棲鎮中橫十路 2 號
交通部運輸研究所港灣技術研究中心「港灣報導編輯委員會」收

港灣報導第六十六期

刊期頻率：季刊

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市 105 敦化北路 240 號

網 址：www.ilot.gov.tw

電 話：(02)23496789

總 編 輯：林大煜

編輯委員：邱永芳、李豐博、張金機、林昭坤、朱金元、何良勝、簡仲璟、
單誠基、錢爾潔

出版年月：每年一、四、七、十月

創刊年月：中華民國七十七年二月一日

定 價：100 元

出刊數量：500 本

展 售 處：交通部運輸研究所

GPN：2007700020

ISSN：1019-2603

港灣報導



季刊 第66期

要目

- ❖ 台北港整體規劃及未來發展計畫
- ❖ 國內鹼質與粒料反應潛勢探討
- ❖ 數值航拍地形圖之製作與應用
- ❖ 台泥和平水泥工業區與專用港概述
- ❖ 高能量吸收型防舷材設計之探討
- ❖ 日本橫濱跨世紀的蛻進與發展

ISSN 1019-2603



GPN 2007700020
定價 100 元

中華民國九十二年十月出版