

102-70-7701

MOTC-IOT-101-H1DA003b

# 港灣碼頭及濱海建物之現況 調查(2/4)



交通部運輸研究所

中華民國 102 年 4 月

102

港灣碼頭及濱海建物之現況調查  
(2/4)

交通部運輸研究所

GPN : 1010200542

定價：200 元

102-70-7701

MOTC-IOT-101-H1DA003b

# 港灣碼頭及濱海建物之現況 調查(2/4)

著者：柯正龍、陳桂清

交通部運輸研究所

中華民國 102 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

港灣碼頭及濱海建物之現況調查. (2/4) / 柯正龍, 陳桂清  
著.-- 初版.-- 臺北市 : 交通部運研所, 民 102.04  
面 ; 公分

ISBN 978-986-03-6422-4(平裝)

1.港埠工程 2.港埠管理

443.2

102005430

港灣碼頭及濱海建物之現況調查(2/4)

著 者：柯正龍、陳桂清  
出版機關：交通部運輸研究所  
地 址：10458 臺北市敦化北路 240 號  
網 址：[www.ihmt.gov.tw](http://www.ihmt.gov.tw) (中文版>中心出版品)  
電 話：(04)26587188  
出版年月：中華民國 102 年 4 月  
印 刷 者：承亞興企業有限公司  
版(刷)次冊數：初版一刷 80 冊  
本書同時登載於交通部運輸研究所港灣技術研究中心網站  
定 價：200 元  
展 售 處：  
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880  
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02) 25180207  
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010200542

ISBN：978-986-03-6422-4 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

## 交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：港灣碼頭及濱海建物之現況調查(2/4)			
國際標準書號(或叢刊號) ISBN978-986-03-6422-4(平裝)	政府出版品統一編號 1010200542	運輸研究所出版品編號 102-70-7701	計畫編號 101-H1DA003b
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 計畫主持人：柯正龍 研究人員：陳桂清 參與人員：陳毓清、陳義松、李春榮、李昭明、何木火、魏瓊蓉、林隆貞 黃如蜜 聯絡電話：04-26587188 傳真號碼：04-26564418			研究期間 自 101 年 01 月 至 101 年 12 月
關鍵詞：現地調查、維護機制、港灣設施			
摘要： <p>近年來由於溫室氣體效應，造成全球氣候變遷劇烈，國內天災頻傳，許多工程設施一夕之間，不是損壞倒塌，就是安全堪慮。因此，構造物之現況是否安全堪用，必需明確瞭解與確保。港灣構造物及濱海建物因位處嚴酷之海洋環境下，長年遭受波浪及海風侵襲，必須加強檢測以明瞭其堪用狀況。港灣碼頭大多浸入於海水下，平時檢測不易且困難，常有被忽略，安全甚為疑慮與危險。為建立安全預警功能，構造物現況之調查、檢測與日常維護必需落實，且日益突顯其重要性與必要性。</p> <p>本年為四年期計畫之第2年，研究內容包含文獻研析、檢測方法與檢測程序擬訂、構造物之劣損評估及維護機制。年度計畫完成項目如下；(1).花蓮港區10至25號碼頭之現況調查與評估(2).花蓮與石梯漁港之現況調查與評估(3).臺東縣長濱、新港、富岡及大武等漁港之現況調查與評估(4).基隆港東4、東5及西19至西23號鋼板樁碼頭之現況調查與評估。</p> <p>計畫研究效益，除成果可提供港務單位等做維護策略參考外，研究過程中採用或建置完成之相關檢測方法與實施流程，亦可提供港務公司於相關碼頭設施維護管理作業需要及本所進行港灣構造物後續相關研究之重要參考。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
102 年 4 月	306	200	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密) <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			



# 港灣碼頭及濱海建物之現況調查(2/4)

## 目 錄

中文摘要 .....	I
英文摘要 .....	II
目錄 .....	III
表目錄 .....	IX
圖目錄 .....	XIII
第一章 前言 .....	1-1
1.1 研究動機 .....	1-1
1.2 研究目的 .....	1-3
1.3 研究範圍 .....	1-3
第二章 文獻回顧 .....	2-1
2.1 碼頭結構型式 .....	2-1
2.1.1 重力式碼頭 .....	2-1
2.1.2 板樁式碼頭 .....	2-3
2.1.3 棧橋式碼頭 .....	2-4
2.2 重力式碼頭破壞原因探討 .....	2-6
2.3 板樁式碼頭破壞原因探討 .....	2-10
2.4 棧橋式碼頭破壞原因探討 .....	2-11
2.5 港灣 R.C.結構物安全檢測項目 .....	2-12
2.5.1 整體結構變形檢測 .....	2-12

2.5.2	細部構材檢測.....	2-13
2.5.3	基礎地盤調查.....	2-14
2.5.4	碼頭附屬設施之檢測.....	2-14
2.6	檢測及評估實施時機.....	2-14
2.6.1	一般性安全檢測.....	2-14
2.6.2	緊急災變檢測.....	2-14
2.6.3	分階段檢測及評估.....	2-15
2.7	結構物安全檢測評估.....	2-17
2.7.1	初步安全檢測.....	2-17
2.7.2	細部安全檢測初步安全檢測.....	2-18
2.7.3	結構安全性原則.....	2-19
2.7.4	構造功能性原則.....	2-19
2.7.5	整體性評估原則.....	2-20
2.7.6	結構整體評估等級.....	2-20
第三章	研究方法與進行步驟.....	3-1
3.1	調查範圍.....	3-1
3.2	構造物基本資料蒐集.....	3-1
3.3	檢測及維修歷史.....	3-2
3.4	整體結構變形檢測及構造主結構體檢測.....	3-2
3.5	鋼筋混凝土材料劣化檢測.....	3-4
3.5.1	非破壞性試驗.....	3-4
3.5.2	局部破壞性試驗.....	3-7
3.5.3	透地雷達探測.....	3-9

3.5.4 敲擊回音法檢測.....	3-12
3.5.5 3D 光達測量及光學測量.....	3-15
3.6 鋼構造物儀器檢測.....	3-16
3.6.1 鋼板（管）樁料厚度檢測.....	3-16
3.6.2 防蝕系統檢測.....	3-17
3.7 非主結構體檢測.....	3-20
3.8 構造物初步檢測評估.....	3-20
3.9 完成檢測或進行細部評估.....	3-20
第四章 結果與討論.....	4-1
4.1 花蓮港.....	4-1
4.1.1 花蓮港 10 號碼頭.....	4-2
4.1.2 花蓮港 11 號碼頭.....	4-6
4.1.3 花蓮港 12 號碼頭.....	4-9
4.1.4 花蓮港 13 號碼頭.....	4-13
4.1.5 花蓮港 14 號碼頭.....	4-16
4.1.6 花蓮港 15 號碼頭.....	4-19
4.1.7 花蓮港 16 號碼頭.....	4-23
4.1.8 花蓮港 17 號碼頭.....	4-26
4.1.9 花蓮港 18 號碼頭.....	4-30
4.1.10 花蓮港 19 號碼頭.....	4-33
4.1.11 花蓮港 20 號碼頭.....	4-37
4.1.12 花蓮港 21 號碼頭.....	4-40
4.1.13 花蓮港 22 號碼頭.....	4-43

4.1.14	花蓮港 23 號碼頭.....	4-46
4.1.15	花蓮港 24 號碼頭.....	4-50
4.1.16	花蓮港 25 號碼頭.....	4-53
4.1.17	花蓮港西防波堤.....	4-57
4.2	花蓮縣漁港.....	4-60
4.2.1	花蓮漁港.....	4-60
4.2.2	石梯漁港.....	4-67
4.3	臺東縣漁港.....	4-73
4.3.1	長濱漁港.....	4-74
4.3.2	新港漁港.....	4-79
4.3.3	富岡漁港.....	4-86
4.3.4	大武漁港.....	4-91
4.4	基隆港碼頭.....	4-96
4.4.1	基隆港西 19 碼頭.....	4-97
4.4.2	基隆港西 20 號碼頭.....	4-107
4.4.3	基隆港西 21 號碼頭.....	4-116
4.4.4	基隆港西 22 號碼頭.....	4-126
4.4.5	基隆港西 23 號碼頭.....	4-132
4.4.6	基隆港東 4 號碼頭.....	4-141
4.4.7	基隆港東 5 號碼頭.....	4-152
4.4.8	碼頭面儀器檢測.....	4-162
第五章 結論.....		5-1
5.1	結論.....	5-1

5.2 建議.....	5-2
5.3 研究成果之效益.....	5-3
5.4 提供政府單位應用情形.....	5-3
參考文獻.....	參-1
附錄一 期末審查意見及辦理情形說明表.....	附錄 1-1
附錄二 期末審查會議審查資料.....	附錄 2-1

## 表 目 錄

表 2-1 重力式碼頭各構件產生異狀列表 .....	2-9
表 2-2 板樁式碼頭各構件產生異狀列表 .....	2-11
表 2-3 棧橋式碼頭各構件產生異狀列表 .....	2-12
表 2-4 港灣構造物細部構材檢測建議項目 .....	2-13
表 3-1 碼頭構造物初步檢測評估表 .....	3-3
表 3-2 鋼筋腐蝕電位與腐蝕機率關係 .....	3-6
表 3-3 圓柱試體長度直徑比 .....	3-9
表 3-4 超音波脈波速度與混凝土品質之關係 .....	3-9
表 3-5 港灣碼頭初步檢測劣化程度與評估值關係 .....	3-21
表 4-1 花蓮港 10 至 25 號碼頭基本資料 .....	4-1
表 4-2 花蓮港 10 號碼頭初步檢測表 .....	4-5
表 4-3 花蓮港 11 號碼頭初步檢測表 .....	4-8
表 4-4 花蓮港 12 號碼頭初步檢測表 .....	4-12
表 4-5 花蓮港 13 號碼頭初步檢測表 .....	4-15
表 4-6 花蓮港 14 號碼頭初步檢測表 .....	4-18
表 4-7 花蓮港 15 號碼頭初步檢測表 .....	4-22
表 4-8 花蓮港 16 號碼頭初步檢測表 .....	4-25
表 4-9 花蓮港 17 號碼頭初步檢測表 .....	4-29
表 4-10 花蓮港 18 號碼頭初步檢測表 .....	4-32
表 4-11 花蓮港 19 號碼頭初步檢測表 .....	4-36
表 4-12 花蓮港 20 號碼頭初步檢測表 .....	4-39

表 4-13	花蓮港 21 號碼頭初步檢測表 .....	4-42
表 4-14	花蓮港 22 號碼頭初步檢測表 .....	4-45
表 4-15	花蓮港 23 號碼頭初步檢測表 .....	4-49
表 4-16	花蓮港 24 號碼頭初步檢測表 .....	4-52
表 4-17	花蓮港 25 號碼頭初步檢測表 .....	4-56
表 4-18	花蓮港西堤反彈值等試驗結果 .....	4-59
表 4-19	花蓮港西堤鑽心試體抗壓強度等試驗結果 .....	4-59
表 4-20	花蓮港西堤鑽心試體之超音波脈波速度 .....	4-60
表 4-21	石梯漁港反彈值等試驗結果 .....	4-71
表 4-22	石梯漁港鑽心試體抗壓強度等試驗結果 .....	4-72
表 4-23	石梯漁港鑽心試體之超音波脈波速度 .....	4-72
表 4-24	長濱漁港反彈值等試驗結果 .....	4-75
表 4-25	新港漁港反彈值等試驗結果 .....	4-80
表 4-26	基隆碼頭鋼板(管)樁背景資料.....	4-96
表 4-27	基隆港西 19 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表 .....	4-102
表 4-28	基隆港西 19 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表 .....	4-103
表 4-29	基隆港西 19 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表 .....	4-104
表 4-30	基隆港西 19 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果 .....	4-105
表 4-31	基隆港西 19 號碼頭初步檢測表 .....	4-106
表 4.32	基隆港西 20 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表.....	4-111
表 4-33	基隆港西 20 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表 .....	4-112
表 4-34	基隆港西 20 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表 .....	4-113
表 4-35	基隆港西 20 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果 .....	4-114

表 4-36	基隆港西 20 號碼頭初步檢測表 .....	4-115
表 4-37	基隆港西 21 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表 .....	4-121
表 4-38	基隆港西 21 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表 .....	4-122
表 4-39	基隆港西 21 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表 .....	4-123
表 4-40	基隆港西 21 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果 .....	4-124
表 4-41	基隆港西 21 號碼頭初步檢測表 .....	4-125
表 4-42	基隆港西 22 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果 .....	4-130
表 4-43	基隆港西 22 號碼頭初步檢測表 .....	4-131
表 4-44	基隆港西 23 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表 .....	4-136
表 4-45	基隆港西 23 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表 .....	4-137
表 4-46	基隆港西 23 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表 .....	4-138
表 4-47	基隆港西 23 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果 .....	4-139
表 4-48	基隆港西 23 號碼頭初步檢測表 .....	4-140
表 4-49	基隆港東 4 號碼頭鋼板樁破洞位置 .....	4-143
表 4-50	基隆港東 4 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表 .....	4-147
表 4-51	基隆港東 4 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表 .....	4-148
表 4-52	基隆港東 4 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表 .....	4-148
表 4-53	基隆港東 4 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果 .....	4-150
表 4-54	基隆港東 4 號碼頭初步檢測表 .....	4-151
表 4-55	基隆港東 5 號碼頭鋼板樁破洞位置 .....	4-153
表 4-56	基隆港東 5 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表 .....	4-157
表 4-57	基隆港東 5 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表 .....	4-158
表 4-58	基隆港東 5 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表 .....	4-159

表 4-59 基隆港東 5 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果 .....	4-160
表 4-60 基隆港東 5 號碼頭初步檢測表 .....	4-161
表 4-61 沈陷區域相對座標與高程量測 .....	4-163
表 4-62 東 4 號碼頭透地雷達施測成果統計表 .....	4-174
表 4-63 東 5 號碼頭透地雷達施測成果統計表 .....	4-178

## 圖目錄

圖 2.1	沈箱式碼頭.....	2-2
圖 2.2	方塊式碼頭.....	2-3
圖 2.3	L 型塊式碼頭.....	2-3
圖 2.4	錨碇板式碼頭.....	2-4
圖 2.5	直樁棧橋式碼頭.....	2-5
圖 2.6	斜樁棧橋式碼頭.....	2-6
圖 2.7	導致重力式方塊碼頭結構外部異象之主要機制示意圖 .....	2-7
圖 2.8	導致重力式沉箱碼頭結構外部異象之主要機制示意圖 .....	2-8
圖 2.9	重力式方塊碼頭構件標示.....	2-8
圖 2.10	重力式沉箱碼頭構件標示.....	2-9
圖 2.11	版樁式碼頭結構產生外部異象之主要機制示意圖.....	2-10
圖 2.12	港灣結構安全檢測實施流程圖.....	2-16
圖 3.1	構造物現況調查流程.....	3-2
圖 3.2	鋼筋腐蝕電位量測示意圖.....	3-6
圖 3.3	透地雷達施測圖示說明.....	3-11
圖 3.4	應力波與表面裂縫之互制作用.....	3-13
圖 3.5	敲擊式繞射波傳輸時間法之裂縫檢測.....	3-14
圖 3.6	光達測量原理.....	3-15
圖 3.7	測厚儀量測之示意圖.....	3-16
圖 3.8	防蝕效果的判定方法.....	3-18
圖 3.9	電位測定示意圖.....	3-18

圖 3.10 陽極尺寸測定示意圖.....	3-19
圖 4.1 花蓮港碼頭平面圖.....	4-2
圖 4.2 花蓮港 10-11、13-14 號碼頭結構型式.....	4-2
圖 4.3 花蓮港 10 號碼頭現況情形.....	4-3
圖 4.4 花蓮港 11 號碼頭現況情形.....	4-6
圖 4.5 花蓮港 12、16 號碼頭結構型式.....	4-9
圖 4.6 花蓮港 12 號碼頭現況情形.....	4-9
圖 4.7 花蓮港 13 號碼頭現況情形.....	4-13
圖 4.8 花蓮港 14 號碼頭現況情形.....	4-16
圖 4.9 花蓮港 15 號碼頭現況情形.....	4-19
圖 4.10 花蓮港 15 號碼頭現況情形.....	4-19
圖 4.11 花蓮港 16 號碼頭現況情形.....	4-23
圖 4.12 花蓮港 17 號碼頭結構型式.....	4-26
圖 4.13 花蓮港 17 號碼頭現況情形.....	4-26
圖 4.14 花蓮港 18 號碼頭現況情形.....	4-30
圖 4.15 花蓮港 19-22 號碼頭結構型式.....	4-33
圖 4.16 花蓮港 19 號碼頭現況情形.....	4-33
圖 4.17 花蓮港 20 號碼頭現況情形.....	4-37
圖 4.18 花蓮港 21 號碼頭現況情形.....	4-40
圖 4.19 花蓮港 22 號碼頭現況情形.....	4-43
圖 4.20 花蓮港 23、24 號碼頭結構型式.....	4-46
圖 4.21 花蓮港 23 號碼頭現況情形.....	4-46
圖 4.22 花蓮港 24 號碼頭現況情形.....	4-50

圖 4.23 花蓮港 25 號碼頭結構型式.....	4-53
圖 4.24 花蓮港 25 號碼頭現況情形.....	4-53
圖 4.25 花蓮港西堤主要斷面圖.....	4-58
圖 4.26 花蓮港西堤現況情形.....	4-59
圖 4.27 花蓮漁港平面配置圖.....	4-62
圖 4.28 花蓮漁港主要斷面位置圖.....	4-63
圖 4.29 花蓮漁港碼頭結構型式 A (突堤碼頭) .....	4-63
圖 4.30 花蓮漁港碼頭結構型式 B (東碼頭 -4.0m) .....	4-64
圖 4.31 花蓮漁港碼頭結構型式 C (北碼頭) .....	4-64
圖 4.32 花蓮漁港碼頭結構型式 D (西碼頭) .....	4-65
圖 4.33 花蓮漁港碼頭結構型式 E (東碼頭 -3.5m) .....	4-65
圖 4.34 花蓮漁港現況情形.....	4-66
圖 4.35 石梯漁港平面配置圖.....	4-69
圖 4.36 石梯漁港主要斷面位置圖.....	4-69
圖 4.37 石梯漁港碼頭結構型式 A (北防波堤) .....	4-70
圖 4.38 石梯漁港碼頭結構型式 B (內堤) .....	4-70
圖 4.39 石梯漁港碼頭結構型式 C (西碼頭) .....	4-70
圖 4.40 石梯漁港碼頭結構型式 D (東碼頭) .....	4-71
圖 4.41 石梯蓮漁港碼頭結構型式 E (突堤碼頭) .....	4-71
圖 4.42 石梯漁港現況情形.....	4-73
圖 4.43 長濱漁港平面配置圖.....	4-75
圖 4.44 長濱漁港主要斷面位置圖.....	4-76
圖 4.45 長濱漁港碼頭結構型式 A (防波堤兼碼頭 1) .....	4-76

圖 4.46	長濱漁港碼頭結構型式 B (防波堤兼碼頭 2)	4-77
圖 4.47	長濱漁港碼頭結構型式 C (東、北碼頭)	4-77
圖 4.48	長濱漁港碼頭結構型式 D (突堤)	4-77
圖 4.49	長濱漁港碼頭結構型式 E (內堤)	4-78
圖 4.50	長濱漁港碼頭結構型式 F (西碼頭)	4-78
圖 4.51	長濱漁港防波堤及消波塊混凝土表面地圖狀裂縫	4-78
圖 4.52	長濱漁港現況情形	4-79
圖 4.53	新港漁港平面配置圖	4-81
圖 4.54	新港漁港主要斷面位置圖	4-82
圖 4.55	新港漁港碼頭結構型式 A (東防波堤)	4-82
圖 4.56	新港漁港碼頭結構型式 B (東防波堤兼碼頭 1)	4-82
圖 4.57	新港漁港碼頭結構型式 C (東防波堤兼碼頭 2)	4-83
圖 4.58	新港漁港碼頭結構型式 D (碼頭 1)	4-83
圖 4.59	新港漁港碼頭結構型式 E (突堤碼頭)	4-83
圖 4.60	新港漁港碼頭結構型式 F (碼頭 2)	4-84
圖 4.61	新港漁港碼頭結構型式 G (碼頭 3)	4-84
圖 4.62	新港漁港碼頭結構型式 H (碼頭 4)	4-84
圖 4.63	新港漁港碼頭結構型式 I (西防波堤)	4-85
圖 4.64	新港漁港現況情形	4-85
圖 4.65	富岡漁港平面配置圖	4-87
圖 4.66	富岡漁港平主要斷面位置圖	4-87
圖 4.67	富岡漁港碼頭結構型式 A (內泊地碼頭)	4-88
圖 4.68	富岡漁港碼頭結構型式 B (內突堤碼頭)	4-88

圖 4.69 富岡漁港碼頭結構型式 C (西岸碼頭) .....	4-88
圖 4.70 富岡漁港碼頭結構型式 D (東防波堤兼碼頭 1) .....	4-89
圖 4.71 富岡漁港碼頭結構型式 E (東突堤碼頭) .....	4-89
圖 4.72 富岡漁港碼頭結構型式 F (東防波堤兼碼頭 2) .....	4-89
圖 4.73 富岡漁港現況情形 .....	4-90
圖 4.74 大武漁港平面配置圖 .....	4-92
圖 4.75 大武漁港主要斷面位置圖 .....	4-92
圖 4.76 大武漁港碼頭結構型式 A (南防波堤) .....	4-93
圖 4.77 大武漁港碼頭結構型式 B (南內堤) .....	4-93
圖 4.78 大武漁港碼頭結構型式 C (南防波堤兼碼頭) .....	4-93
圖 4.79 大武漁港碼頭結構型式 D (交通船專用碼頭 1) .....	4-94
圖 4.80 大武漁港碼頭結構型式 E (交通船專用碼頭 2) .....	4-94
圖 4.81 大武漁港碼頭結構型式 F (北內堤) .....	4-94
圖 4.82 大武漁港碼頭結構型式 G (西碼頭) .....	4-95
圖 4.83 大武漁港現況情形 .....	4-95
圖 4.84 基隆港平面示意圖 .....	4-96
圖 4.85 基隆港西 19 至西 20 號碼頭鋼管樁型式示意圖 .....	4-97
圖 4.86 鋼管樁斷面及陰極防蝕 .....	4-98
圖 4.87 基隆港西 19 號碼頭現況情形 .....	4-98
圖 4.88 基隆港西 20 號碼頭現況情形 .....	4-107
圖 4.89 基隆港西 21 號碼頭結構型式示意圖 .....	4-116
圖 4.90 Z 型鋼板樁型式示意圖 .....	4-116
圖 4.91 陽極塊安裝示意圖 .....	4-117

圖 4.92 基隆港西 21 號碼頭現況情形示.....	4-117
圖 4.93 基隆港西 22 號結構型式示意圖.....	4-126
圖 4.94 基隆港西 22 號碼頭現況情形示.....	4-126
圖 4.95 基隆港西 23 號碼頭結構型式示意圖.....	4-132
圖 4.96 基隆港西 23 號碼頭現況情形.....	4-132
圖 4.97 基隆港東 4 號碼頭結構型式.....	4-141
圖 4.98 基隆港東 4 號碼頭現況情形.....	4-141
圖 4.99 基隆港東 4 號碼頭鋼板樁破洞掏空情形.....	4-142
圖 4.100 基隆港東 5 號碼頭結構型式示意圖.....	4-152
圖 4.101 基隆港東 5 號碼頭現況情形.....	4-152
圖 4.102 基隆港東 5 號碼頭鋼板樁破洞掏空情形.....	4-153
圖 4.103 3D 光達測繪結果.....	4-163
圖 4.104 沈陷區地形圖示意(相對高程) .....	4-164
圖 4.105 測線位置佈置圖.....	4-165
圖 4.106 L1、L2 測線透地雷達施測成果圖.....	4-168
圖 4.107 L3、L4 測線透地雷達施測成果圖.....	4-169
圖 4.108 L5、L6 地雷達施測成果圖.....	4-170
圖 4.109 L7、L8 測線透地雷達施測成果圖.....	4-171
圖 4.110 L9、L10 測線透地雷達施測成果圖.....	4-172
圖 4.111 L11、L12 測線透地雷達施測成果圖.....	4-173
圖 4.112 基隆港東 4 號碼頭透地雷達探測成果示意圖.....	4-174
圖 4.113 L13 測線透地雷達施測成果圖 .....	4-176
圖 4.114 L14 測線透地雷達施測成果圖 .....	4-177

圖 4.115 基隆港東五號碼頭透地雷達探測成果示意圖.....	4-177
圖 4.116 標的裂縫之現況（編號 SC1） .....	4-178
圖 4.117 西 3 號碼頭岸肩的混凝土波速圖.....	4-179
圖 4.118 裂縫編號 SC1 之裂縫深度.....	4-180

# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機

臺灣為一四面環海之島嶼區域，海岸線綿延長達一千多公里，沿岸大小灣嶼及港口眾多，屬於亞熱帶氣候，夏秋兩季常有颱風發生。港灣及濱海地區之構造物諸如碼頭、防波(海)堤、建物、公路橋樑...等，大多屬於一般土木工程建物，其建造材料大致以鋼筋混凝土與鋼材(構)等兩大類為主。由於位處海域地帶，上述各類型土工建物或設施常年處於海洋惡劣環境下，必須長期承受波浪、暴潮及暴風侵襲，又地處環太平洋地震帶上，地震發生頻繁，常有強烈地震發生，影響港灣及濱海構造物安全之變數繁多，要做好維護管理極為不易，又面臨腐蝕嚴酷之海洋環境，構造物更易受損且加速劣化，因此，承受潛伏性與立即性損壞之威脅機率甚高。

近十數年來，全球溫室氣體效應，造成氣候極端變遷，國內風災規模劇烈、地震頻傳，許多公共工程諸如交通設施，屢遭襲擊，一夕之間不是倒塌就是受損嚴重，結構物面臨岌岌可危，安全堪慮的窘境。臺灣對外經貿運輸主要以海運為主，港埠設施之完善、營運正常與安全，攸關貨物之流暢與經濟發展。主要港口轄區內大多數港口設施，使用迄今多已超過 40 年以上，均屬老舊設施，近幾年來已不斷發生諸如碼頭混凝土劣化及鋼筋腐蝕(斷裂)、終致崩塌損壞等情形，濱海地區之橋樑與建物亦出現同樣問題。自民國 88 年 921 大地震以及民國 98 年 8 月之莫拉克颱風所造成之八八水災等之大小災襲後，造成各大商、漁港之碼頭、防波堤等設施及臨近濱海地區之建物陸續發生損壞，例如台中港區碼頭後線土壤液化與倉庫建物等嚴重損毀、基隆港區數座鋼板(管)樁碼頭之腐蝕破損(洞)、蘇澳港區之南外廓防波堤沉箱之掏空塌陷、花蓮港新東防波堤胸牆之嚴重損毀，屏東沿海地區河川出海口堤防破損、林園之雙園大橋斷橋、林邊大橋瀕臨沖毀斷裂等，或其它突發性無預警之損壞事例，不時持續出現。因此，港灣結構物以及其

鄰近濱海地區之建物等公共設施之現況是否安全堪用，必需明確瞭解，俾採必要之防範措施。

依據交通部「重建國際門戶，提升國家競爭力」及「推動永續綠運輸，符合節能減碳」等2大施政方向，臺灣地區主要工商港口為達現階段重建臺灣在東亞運輸樞紐地位及再造臺灣 21 世紀競爭力之目的，必須強化其港灣設施之使用效能，以提升其服務能量與品質，方能重塑國際港埠核心價值，並促進地方發展。

為維護管理機制其主要目的為確保構造物使用安全及延長其使用年限，以往公共工程與重要設施大都較注重興建，或發現嚴重問題後才開始想進行全面修護，對於日常之調查維護作業，經常僅編列少數或無維護經費，故其維護效益甚低至無，設施任其持續劣化終致損壞，最後淪為不能使用之命運。如何將現有之設施達到最有效率之使用，避免修護及龐大重建經費之耗費外，其營運停頓造成之損失更難以估計。為此，構造物維護管理機制之建立，必為未來各項工程領域刻不容緩之課題，方能達成其永續經營。港灣及濱海橋樑等構造物之維護管理當然不應自外於主流趨勢。因應世界潮流與營建主流趨勢，未來國內公共工程等構造物，其維護管理所佔之權重，將比興建或全面維修更形重要。

本計畫研究期程為4年，主要以臺灣地區(包含澎湖、金門等)之商漁港區之碼頭設施及其周邊鄰近濱海地區(帶)之重要土建構造物諸如一般建物、橋樑...等，進行現況調查與評估，擬定破壞檢測程序、詳細檢測、安全評估方式，期能建置一套完整之維護管理機制，以利於日後港灣及濱海地區構造物之維護管理。本計畫第1年(民國100年)已完成澎湖地區與花蓮之港區部份碼頭設施及其鄰近濱海地帶建物之現況調查，本年度(民國101年)為第2年，將以臺中、花蓮等商港及主要漁港之碼頭與濱海建物為調查主要對象，調查結果詳述於後續章節。

## 1.2 研究目的

本研究擬針對港灣構造物中數量最多功能最重要之碼頭或防波堤構造與濱海建物進行現況調查之安全檢測與評估，期望提供維修單位參考，建立平時定期或特殊狀況之緊急檢測制度，儘早發現構造物混凝土劣化或內部鋼筋腐蝕狀況，減少構造物因環境因素或天然災害所造成更大之損壞。

## 1.3 研究範圍

港灣構造物可大致分為水域設施結構及岸上結構兩大類，水域設施包括碼頭、防波堤等主要結構和碼頭防舷材、繫纜設施、附屬防蝕材料等附屬結構設施。岸上結構主要為倉庫、廠房、儲存槽及相關機具設備。依使用材料分類，主要有鋼筋混凝土及鋼材兩種。其中又以鋼筋混凝土使用最為廣泛。本計畫研究期程為4年，本年度（民國101年）為第2年，研究範圍選定為臺中、花蓮等商港及主要漁港之碼頭、防波堤與濱海建物，並另配合基隆港鋼板樁碼頭防蝕設施效能檢測與現地發生沉陷亟需瞭解原因之需要，增加基隆港西19至西23號、東4至東5號碼頭。民國102至103年則將陸續再分別針對基隆、蘇澳及台北港；及高雄及安平港碼頭及濱海建物等，進行現況調查及檢討檢測程序與構造物劣損評估項目等。

## 第二章 文獻回顧

港灣構造物大致可分為水域設施結構及岸上結構兩大類，水域設施包括碼頭、防波堤等主要結構和碼頭防舷材、繫纜設施、附屬防蝕材料等附屬結構設施。岸上結構主要為倉庫、廠房、儲存槽及相關機具設備。依使用材料分類，主要有鋼筋混凝土及鋼材兩種。其中又以鋼筋混凝土使用最為廣泛。

港灣構造物一般由混凝土(P.C.)或鋼筋混凝土(R.C.)、鋼材、砂石級配及土石方等材料所構成，其中以鋼筋混凝土材料被最廣泛使用。港灣 R.C.構造物又以碼頭及防波堤結構為主。碼頭為船舶停靠、裝卸物資時，最重要的繫靠設備。防波堤屬於港灣構造中之外廓工程，用以防止海洋波浪傳遞至港池內，維持港灣內水域之靜穩。其他岸上設施包含繫靠設備必要之碼頭附屬設施。由於港灣構造物在海洋環境下，經過波浪及上部荷重等外力長期作用，材料產生變形損壞或位移，甚至材料變質影響整個結構安全，因此必須定期實施安全檢測，俾利結構物之使用安全及維修加固，防止地震或颱風等災害造成更嚴重的損壞。

### 2.1 碼頭結構型式

碼頭結構物可概分為重力式、板樁式、棧橋式與其他等四類碼頭，以下將國內各港常見前三類碼頭簡略概述及說明維護管理重點如下：

#### 2.1.1. 重力式碼頭

重力式碼頭其功能為承受碼頭之加載載重，抵抗背後之土壓力、內外之水壓力及船舶之撞擊力、拉力等，其特性為：

1. 堤體本身用混凝土做成，較為堅固且較耐久，水深較淺時多採用。

2. 水深較深時，由土壓及水壓所造成之外力增大，所需牆體之重量急遽增加，除岩層及基礎良好之處外，非為經濟之設計。
3. 作為耐震結構時，與牆體重量比例之地震力作用於牆體，較為不利。
4. 沈箱及混凝土塊之製造需廣大場地與起重船、拖船等船隊，因此，如為短期及少量工程配合上述設備時，較不經濟。
5. 與規劃水深相比，如現有地層較淺，亦較不利。

重力式碼頭依其堤體型式及施工方法，可分為沈箱式、方塊式、L型塊式、空心型塊及場鑄混凝土式等，臺灣地區各港口之重力式碼頭中，以沈箱式、方塊式、L型塊式三種最為常見，其結構型式如圖 2.1 至圖 2.3 所示。

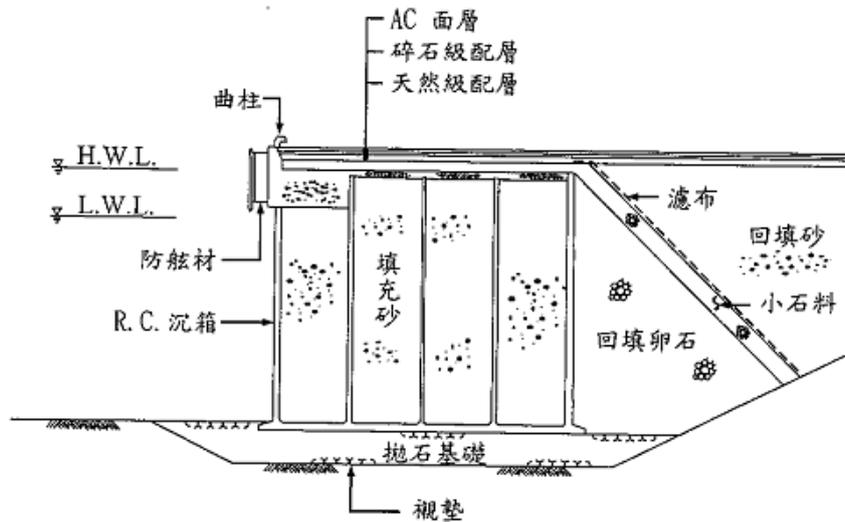


圖 2.1 沈箱式碼頭

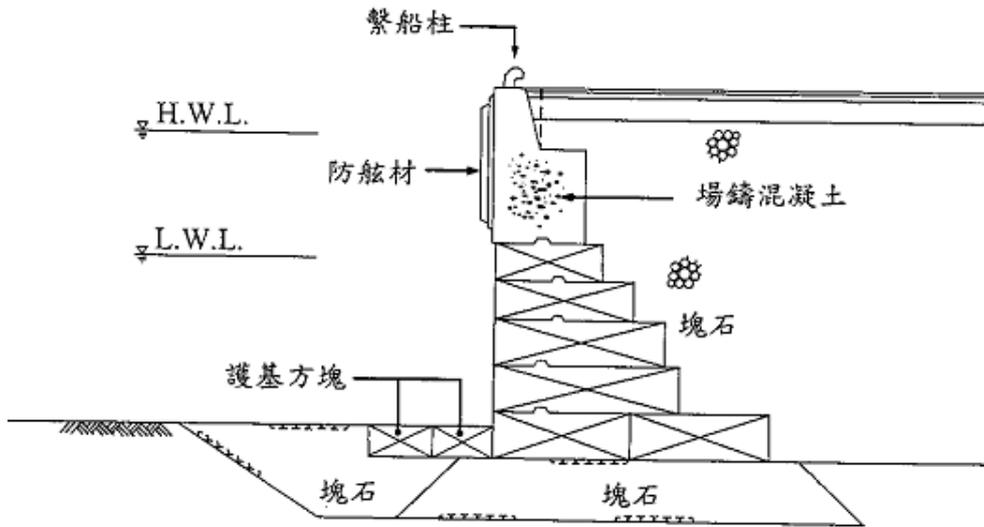


圖 2.2 方塊式碼頭

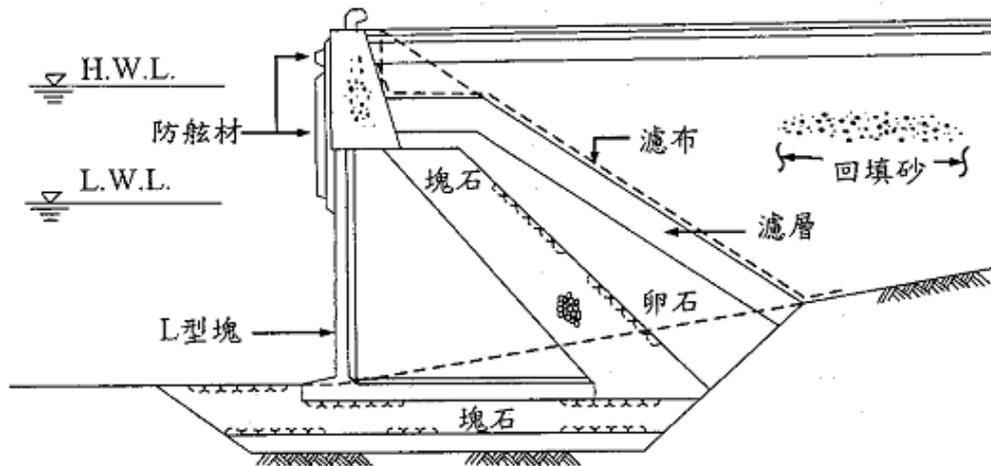


圖 2.3 L型塊式碼頭

### 2.1.2 板樁式碼頭

板樁式碼頭係打設板樁及回填土築成，主要利用海側之被動土壓力及拉桿來抵抗陸側之主動土壓力及殘留水壓力。板樁之材料為鋼材、鋼筋混凝土、預力混凝土、木材等。由於鋼板樁之容許應力較大、成品亦可得較大之斷面係數，可用於水深較深之碼頭，因此目前鋼板樁較為常用。板樁式碼頭之特性如下：

1. 施工設備比較簡單，工程費較省。
2. 多數場合不需作水下基礎工程，因此施工迅速。
3. 牆體極輕，富彈性，耐震性強，可容許適當之不均勻沈陷。
4. 原地層水深較深時，板樁打設後，如未回填及錨碇設施未放妥時，波浪來襲容易損壞。
5. 鋼板樁於水中易腐蝕，耐久性較重力式差，所以宜採用陰極防蝕法，或依腐蝕程度採用較大斷面。
6. 板樁式碼頭按型式，可分為自立式、錨碇式，臺灣地區各港之板樁碼頭中，以錨碇是板樁最為常見，其結構型式如圖 4 所示。

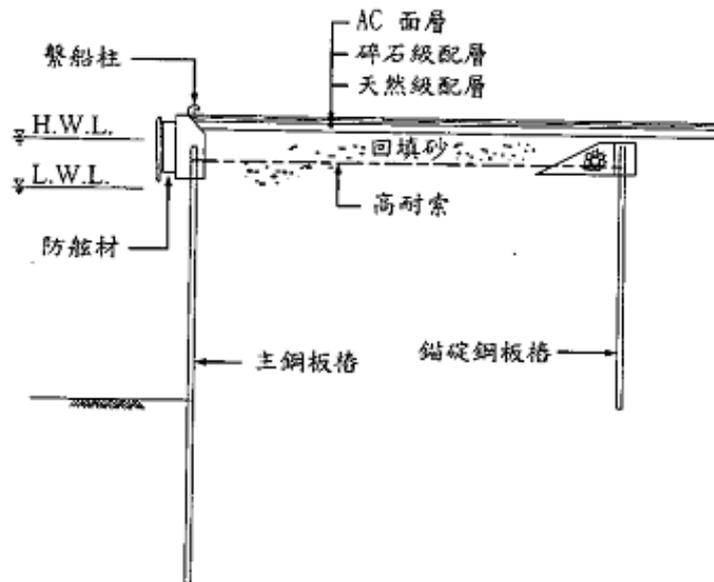


圖 2.4 錨碇板式碼頭

### 2.1.3 棧橋式碼頭

棧橋式碼頭構造型式係如橋梁般，以樁為支柱，其上設置頂板組成碼頭，其特性如下：

1. 結構較其他型式為輕，地層軟弱之處無法構築重力式或板樁式時，可採此法。
2. 不妨礙水流、漂砂，波浪潮流激烈之處亦不致影響自然條件之平衡。
3. 不需新填土。
4. 對於較大之集中載重，不如其他種型式碼頭可以分散承載。
5. 碼頭寬大時工程費亦增。
6. 對水平力之抵抗較弱。
7. 水流影響船舶之靠岸。

棧橋式碼頭，隨支撐頂板之支柱結構可分為直樁棧橋式、斜樁棧橋式，其結構型式如圖 2.5 至圖 2.6 所示。

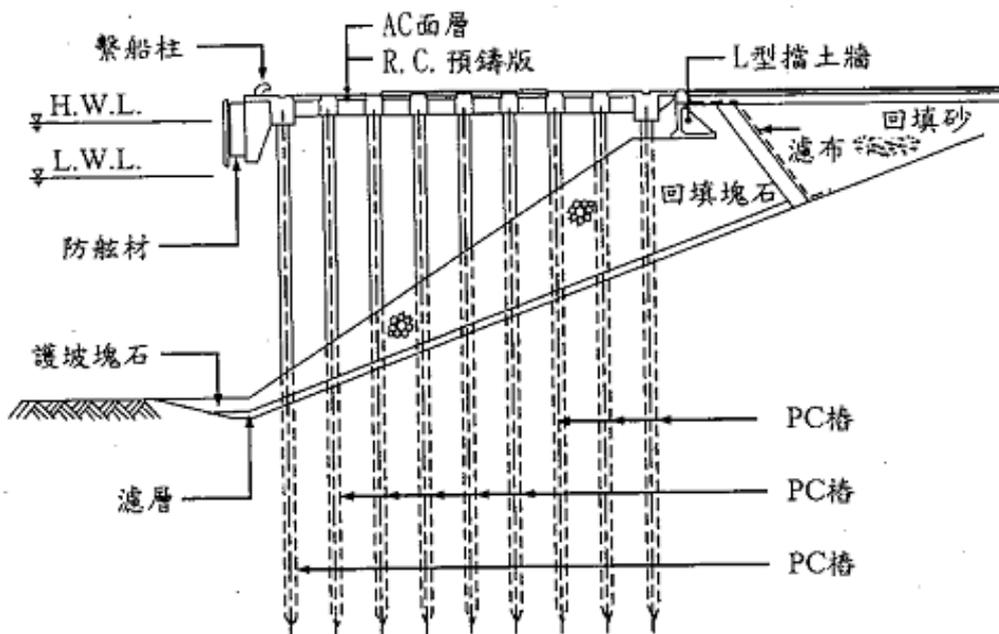


圖 2.5 直樁棧橋式碼頭

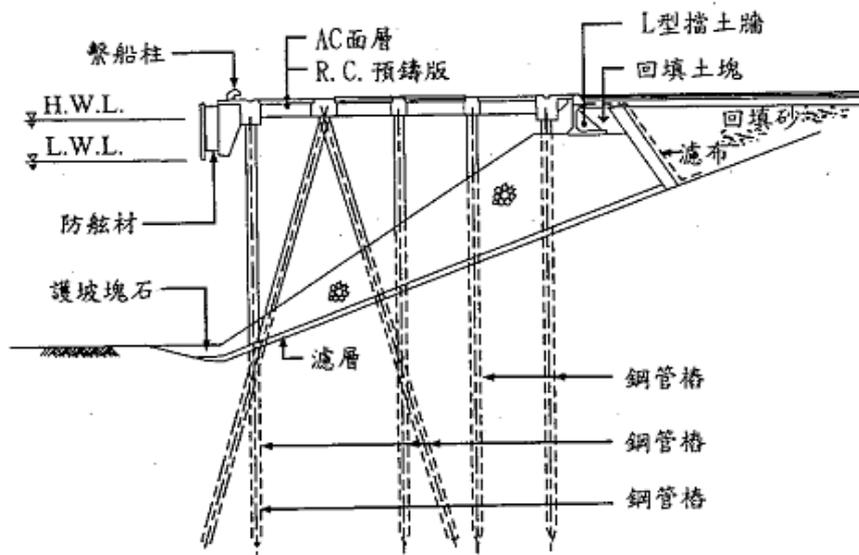


圖 2.6 斜樁棧橋式碼頭

## 2.2 重力式碼頭破壞原因探討

重力式碼頭可能的破壞原因，說明如下：

1. 岸壁結構：因地盤下陷造成上部結構下陷或傾斜，或因地震所產生的額外土壓力及水壓力，超過結構原有之設計強度，大型船隻碰撞或船舶前端消波球撞擊，造成岸壁產生裂縫、破損、剝離、拱起及下陷；貨碼頭結構沿法線方向產生位移、錯動及側傾。
2. 岸肩因防砂板的破損造成被填土砂流失而引起岸肩的下陷，或因地震力產生破壞或變位，造成岸肩破裂、伸縮縫破損，或因基礎液化產生岸肩下陷、破壞、伸縮縫破損；因波浪造成岸肩鋪面破損而致使路基外露。
3. 背填土砂：可能的破壞模式為土壤液化產生沉陷，或因結構體的破損產生被填土砂發生漏砂及淘空的現象。
4. 碼頭基礎：可能產生液化沉陷或因波浪作用或船舶推進器的外力而產生淘刷作用。

圖 2.7 至圖 2.8 為重力式碼頭產生外部異狀之示意，各示意圖 2. 中所標示之 13 項行為，均為可能導致該類式碼頭外部異狀之基本機制，其所發生之部位並非圖 2. 示中之單一點或部位，而是相關之整體或單元，如圖 2.7 中所示機制(12)地震力之影響範圍為碼頭整體，機制(2)不當撞擊力若指船舶未依規定靠岸，其可能產生範圍為岸壁任何部位，若指岸肩任何物體未依規定拋置吊放，其可能產生範圍為岸肩任何部位，機制(5)地表水滲流之可能產生範圍為整個岸肩及後線。由各項或多項合成之基本機制所產生之外部異狀，將不是單一之異狀，異狀所產生之部位與範圍亦將是多處與多面。

據此，可針對重力式碼頭產生異狀之構件位置進行標註，如圖 2.9 至圖 2.10 所示，並針對此些構件其發生之異狀進行表列，如表 2-1 所示。

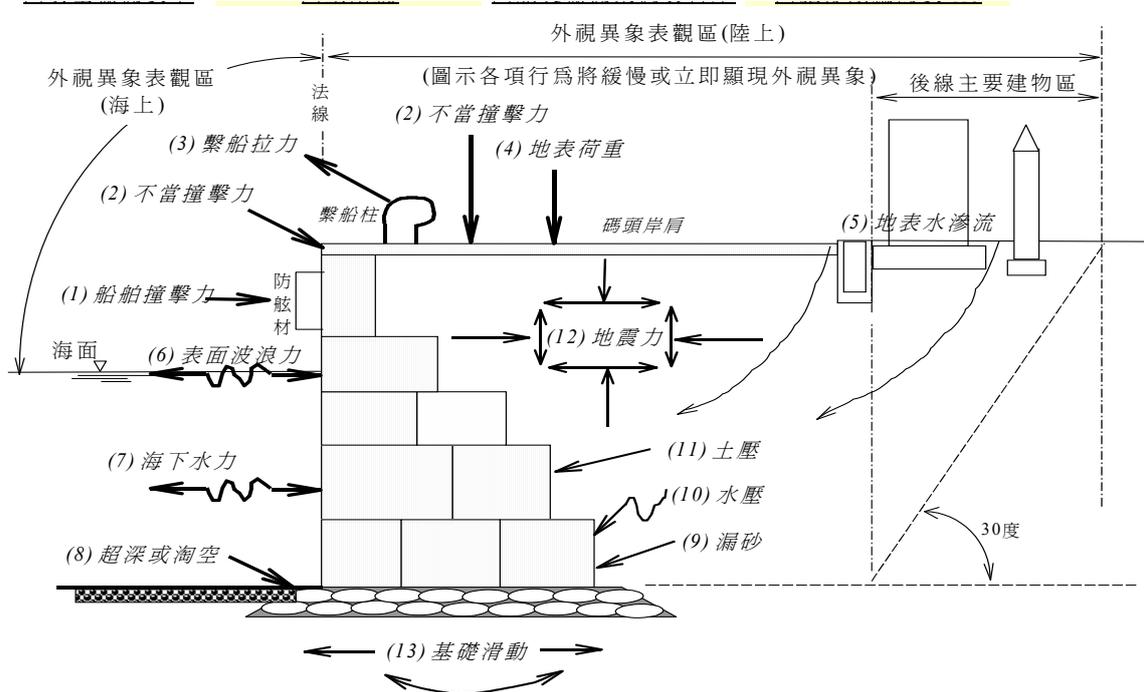


圖 2.7 導致重力式方塊碼頭結構外部異象之主要機制示意圖

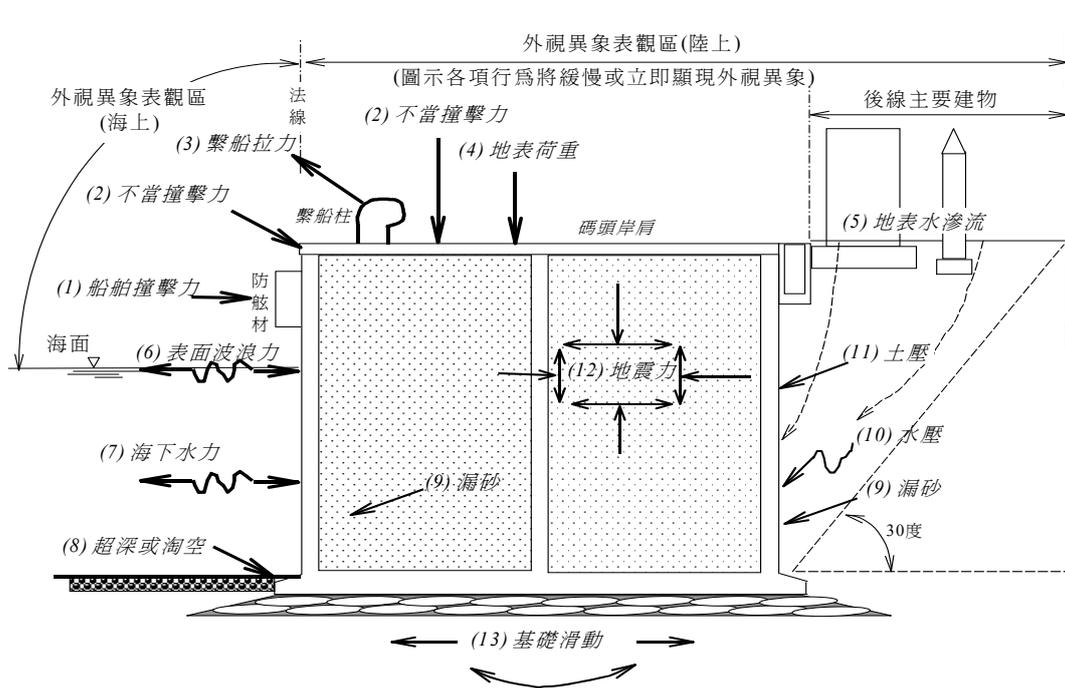


圖 2.8 導致重力式沉箱碼頭結構外部異象之主要機制示意圖

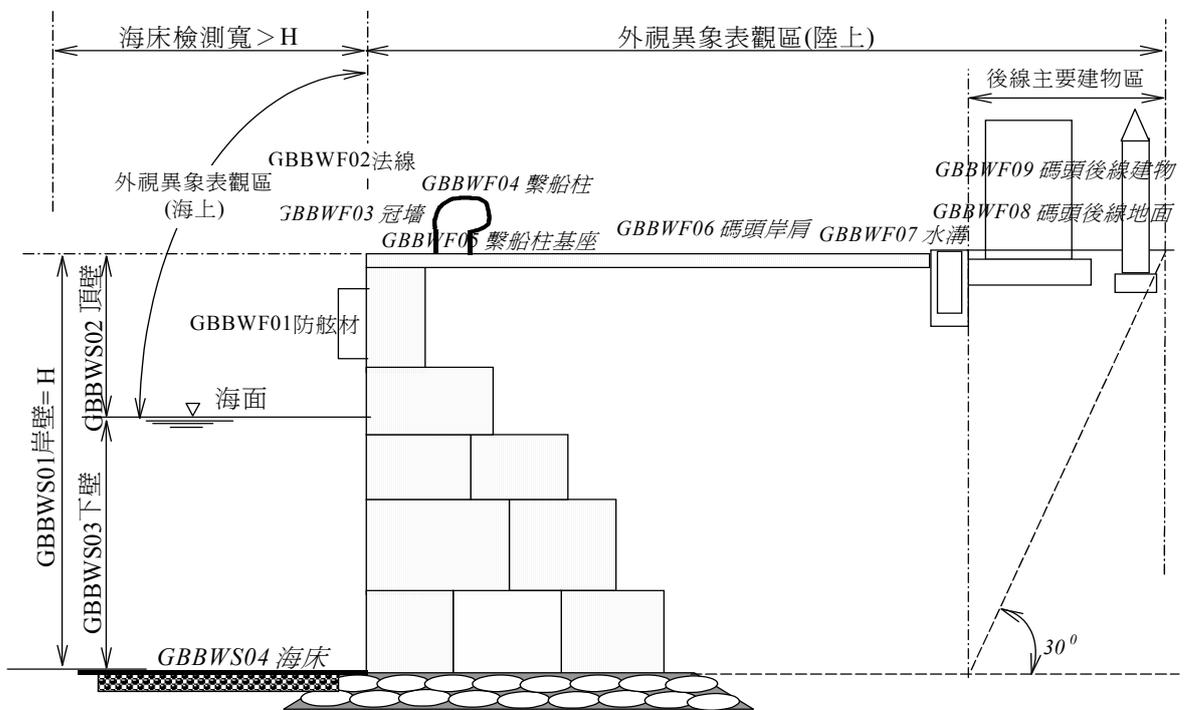


圖 2.9 重力式方塊碼頭構件標示

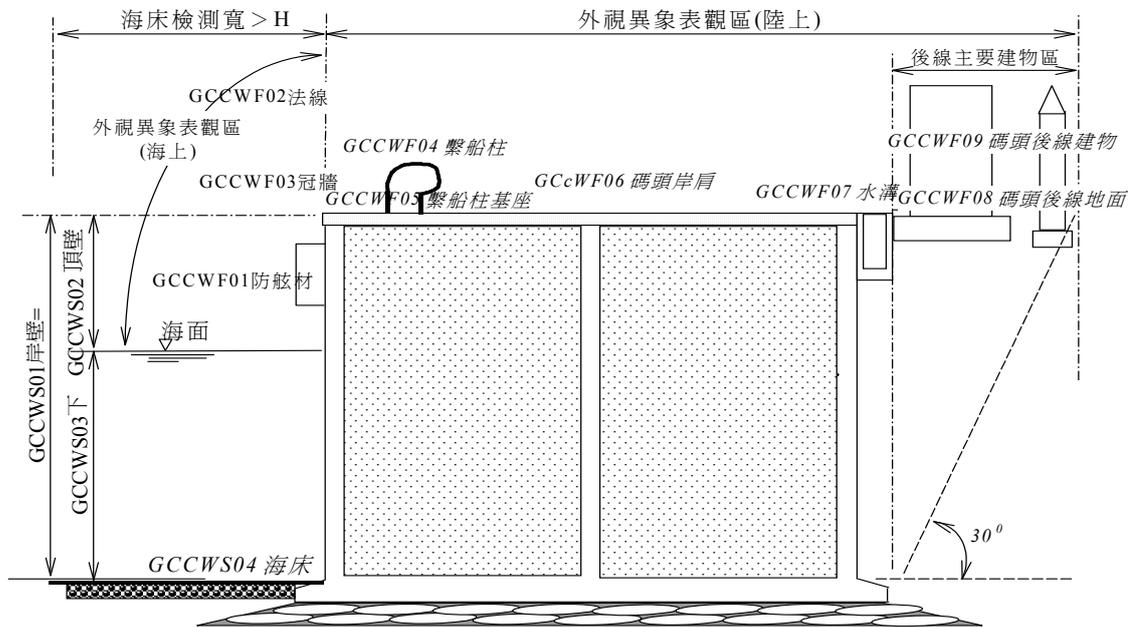


圖 2.10 重力式沉箱碼頭構件標示

表 2-1 重力式碼頭各構件產生異狀列表

構件 類型	構件 名稱	構件項目	異狀						
			裂縫	腐蝕	龜裂	沈陷	拱起	傾斜	損壞
上部 結構	主要 結構	法線						✓	
		岸肩	✓		✓	✓	✓		
		後線地面				✓			
	附屬 設施	車擋							✓
		繫船柱		✓	✓				
		防舷材							✓
		吊車軌道				✓			
下部 結構	岸壁	冠牆	✓	✓	✓				
	基礎	海床				✓	✓		

## 2.3 板樁式碼頭破壞原因探討

板樁式碼頭可能的破壞原因，說明如下：

1. 板樁結構：因經年累積腐蝕造成板樁的破壞，或因地震所產生額外土壓力及水壓力，超過結構原有之設計強度、大型船隻碰撞或船舶前端消波球撞擊，造成結構岸壁產生裂縫、破損、拱起及下陷；或板樁沿法線方向產生位移及側傾。
2. 岸肩：因持續的背填料壓密下陷造成岸肩破壞、因過度的荷重作業使得板樁鋪面產生破損而致使岸肩下陷，因地震力產生破壞或變位造成岸肩破壞；或因背填土砂液化產生岸肩下陷、破壞。
3. 背填土砂：其可能的破壞模式為土壤液化產生沉陷，或因鋼板樁的破損產生背填土砂發生漏砂及淘空的現象。
4. 碼頭基礎：可能產生液化沉陷或因波浪作用或船舶推進器的外力而產生淘刷現象。

據此，板樁式碼頭產生異狀之主要機制及構件位置進行標註，如圖 2.11 所示，各構件項目之異狀表列於表 2-2。

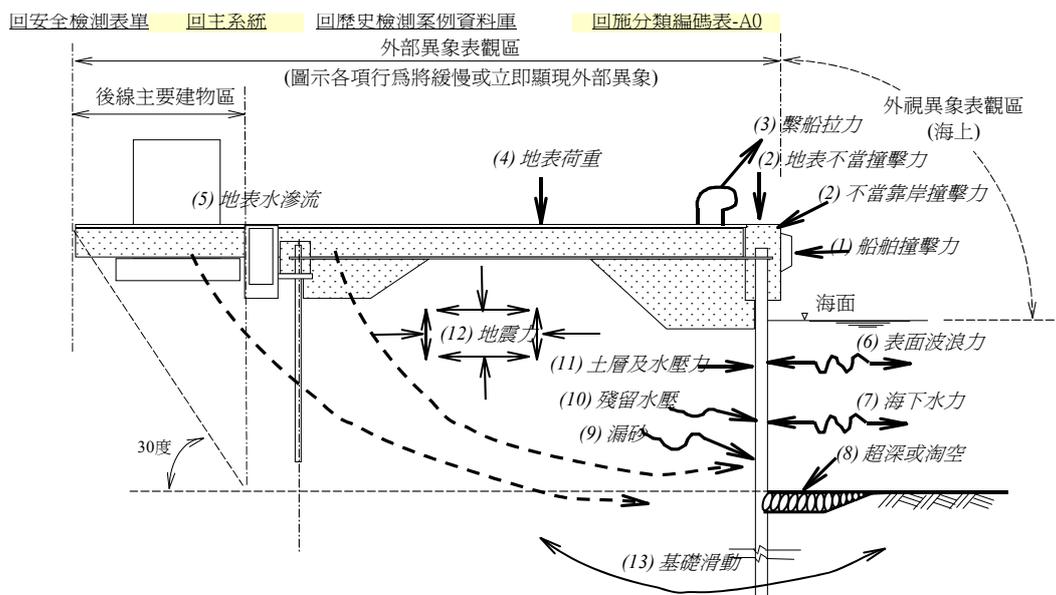


圖 2.11 導致版樁式錨錠樁碼頭結構外部異象之主要機制示意圖

表 2-2 板樁式碼頭各構件產生異狀列表

構件 類型	構件 名稱	構件項目	異狀						
			裂縫	腐蝕	龜裂	沈陷	拱起	傾斜	損壞
上部 結構	主要 結構	法線						✓	
		岸肩	✓	✓	✓	✓	✓		
		後線地面				✓			
	附屬 設施	車擋							✓
		繫船柱		✓	✓				
		防舷材							✓
		吊車軌道				✓			
下部 結構	岸壁	冠牆	✓	✓	✓			✓	
		鋼板樁	✓	✓				✓	
		RC(PC)樁	✓	✓	✓			✓	
	基礎	海床				✓	✓		

## 2.4 棧橋式碼頭破壞原因探討

棧橋式碼頭可能的破壞原因，說明如下：

1. 基樁結構：因經年累積腐蝕造成基樁的破壞，因地震所產生的額外水準力及水壓力，超過結構原有之設計強度，造成基樁產生破損、斷裂及挫曲；或因基礎土壤滑動或大型船隻碰撞，致而使基樁產生位移或側傾。
2. 上部結構：因地震力產生破壞或變位造成碼頭格梁接樁破壞、碼頭單元接樁鬆動，或因波浪作用將碼頭面掀起。
3. 碼頭基礎：可能產生液化沉陷，或因波浪作用或船舶推進器的外力而產生淘刷作用，或護坡塊石沖刷以及碼頭之拋石護坡滑動。

棧橋式碼頭構件發生之異狀列表於表 2-3。

表 2-3 棧橋式碼頭各構件產生異狀列表

構件類型	構件名稱	構件項目	異狀						
			裂縫	腐蝕	龜裂	沈陷	拱起	傾斜	損壞
上部結構	主要結構	法線						✓	
		梁	✓	✓	✓				
		岸肩	✓		✓	✓	✓		
		後線地面				✓			
	附屬設施	車擋							✓
		繫船柱		✓	✓				
		防舷材							✓
		吊車軌道				✓			
下部結構	岸壁	冠牆	✓	✓	✓				
		鋼管樁		✓					
		PC 樁	✓	✓	✓				
	基礎	海床				✓	✓		
		拋石護坡							✓

## 2.5 港灣 R.C.結構物安全檢測項目

安全檢測項目依結構位置可概分為整體結構變形檢測、細部構材檢測、基礎地盤檢測及碼頭附屬設施檢測等。

整體結構變形檢測係檢測 R.C.結構物可能產生之大變形或位移。細部構材檢測分為上部結構及下部結構等兩大部分，其中上部結構同質性較大；下部結構則依 R.C.結構物型式不同，受力行為不一，容易發生結構破壞處有所差異，故檢測細項也有所區分。檢測項目建議如下：

### 2.5.1 整體結構變形檢測

整體結構變形檢測項目包括 R.C.結構物(碼頭或防波堤)不均勻沈陷、岸肩伸縮縫破損、壁體傾斜、法線位移檢測等。當這些檢測結果

顯示出 R.C.結構物有沈陷或位移或傾斜時，則其他部位的結構，如基礎結構或護基拋石必須做進一步的檢測。

## 2.5.2 細部構材檢測

細部構材檢測為整體結構變形檢測之外，進一步對不同型式 R.C.結構物進行之檢測，細部構材檢測與 R.C.結構物之型式有關，因此，將以 R.C.結構物型式及構材性質分別討論之。其中包括上部結構破壞檢測及上部結構破壞檢測，上部結構中如碼頭面版結構裂縫，裂縫位置、長度、寬度及深度，碼頭面版鋼筋腐蝕，混凝土強度變化及其他以目視或簡單測量儀器能觀察之破壞或損害現象等。

基礎結構檢測則與 R.C.結構物型式關係密切，但檢測不易實施，一般需借助精密儀器配合。各種型式之港灣構造物施測項目建議如表 2-4 所示。

表 2-4 港灣構造物細部構材檢測建議項目

構造物名稱	建議檢測項目
重力式碼頭	碼頭岸側背填料空洞、碼頭前側基礎掏刷、混凝土塊破損或劣化、混凝土塊或層間產生相對位移、碼頭壁體破損前傾等。
板樁式碼頭	碼頭岸側背填料空洞、碼頭基礎掏刷、板樁法線方向變位、鋼板(管)樁潮間帶及海下腐蝕、板樁裂縫或破損、鋼板(管)樁接縫開裂、鋼板(管)樁陰極防蝕陽極塊損耗、產生電流、鋼板(管)樁腐蝕電位檢測等
棧橋式碼頭	碼頭面版強度及混凝土性質檢測、基樁樁潮間帶腐蝕及海下腐蝕、基樁基礎掏刷、鋼管樁陰極防蝕陽極塊損耗、產生電流、鋼管樁腐蝕電位檢測、碼頭靠船速度或撞擊振動監測等
沉箱式碼頭及防波堤	胸牆裂縫、沉箱結構裂縫、結構體鋼筋裂縫、沉箱壁體傾斜、護基方塊沈陷移動、拋石基礎沈陷移動或沖刷
拋石堤	不均勻沈陷、胸牆裂縫、胸牆壁體傾斜、拋石基礎沈陷移動或沖刷

### 2.5.3 基礎地盤調查

基礎地盤調查包括碼頭坐落處之地盤屬性、液化潛能評估，碼頭基礎掏空檢測，與防波堤則為堤趾沖刷之評估等。

### 2.5.4 碼頭附屬設施之檢測

檢測項目包括：防舷材破損及裂縫、繫船柱基礎裂縫及其他設置於岸上與泊船有關之設施之破壞或損害等。

## 2.6 檢測及評估實施時機

港灣構造物安全檢測實施可概分為，定期(或不定期)實施之一般性安全檢測，及在重大災害發生時之緊急檢測，檢測時機如颱風過後，重大地震發生時，碼頭營運中發生重大事故(如大型船隻操船不當而碰撞)以致造成碼頭結構安全受損，以及施工時因故造成之結構破壞等。

### 2.6.1 一般性安全檢測

一般性安全檢測通常以定期方式進行，依各種不同港灣構造物完工後使用之狀況、年限、環境等條件進行檢測，檢測時間並無強制性，可依實際需要進行。若發現較嚴重破壞狀況，但尚無需立即修復或立即修復有困難時，則應密集監測，以確保港灣構造物營運安全。

實施一般性檢測在如機具、人員調度困難或環境惡劣無法實施定期檢測時，可補充定期檢測之不足。故雖未明確規定檢測時間或間距，建議仍應在一定期間內，完成應檢測次數。

### 2.6.2 緊急災變檢測

重大災害如颱風或地震發生後必須立即進行緊急檢測，其中颱風過後，應針對防止波浪侵襲之構造物如防波堤、消波設施等進行緊急檢測；地震發生時，則針對地表加速度及動力作用較敏感的港灣構造物，如重力式結構或為固定在與海床接觸處之結構等，亦應進行緊急

檢測，根據以往之地震記錄顯示，可能造成破壞之地震大多為 4 級以上，因此建議 4 級以上地震發生時，應對所有港灣構造物進行全面性檢測；當震央位於港區鄰近地區且震度達 6 級以上之大地震發生時，更應儘速於 72 小時內完成緊急檢測並確認構造物受損情形，評估應否進行進一步之防護措施。此外，碼頭結構常因大型船隻碰撞，導致安全受損，或施工時因故造成之結構破壞等事故時，應針對個別構造物及其周遭之港灣構造亦應進行緊急檢測。

### 2.6.3 分階段檢測及評估

檢測工作可區分為兩個階段實施，第一階段為初步檢測，一般性安全檢測及重大災害發生時之緊急檢測，均必須先經過第一階段之初步檢測，依初步檢測之結果，經過評估判定後再決定是否必須進行第二階段之檢測。

第一階段之檢測其檢測項目及檢測重點，依照港灣構造物之型式、使用狀況及環境條件等，建立表格，使得在經常性實施時具有較高的效率，及較正確之結果。

第一階段檢測工作完成後，即進入檢測結果初評階段，評估時其標準主要有兩大部分：

1. 結構安全是否有問題。
2. 構造之功能性是否有問題。

第二階段的檢測工作若為一般性檢測時，第二階段的細部檢測工作將依構件位置、材料特性等來加以區分，並同樣將檢測之重點、具體要求之數據建立成表格化之形式，以便於能經常性的執行。

立即性的緊急檢測在第二階段實施時，屬於較嚴重損壞，必須立即修復之港灣構造物，應建立檢測計畫，其檢測結果除了顯示構造物破壞之程度之外，並將成為未來修復工作之重要參考。

第二階段檢測工作完成後，則進入檢測結果終評階段。

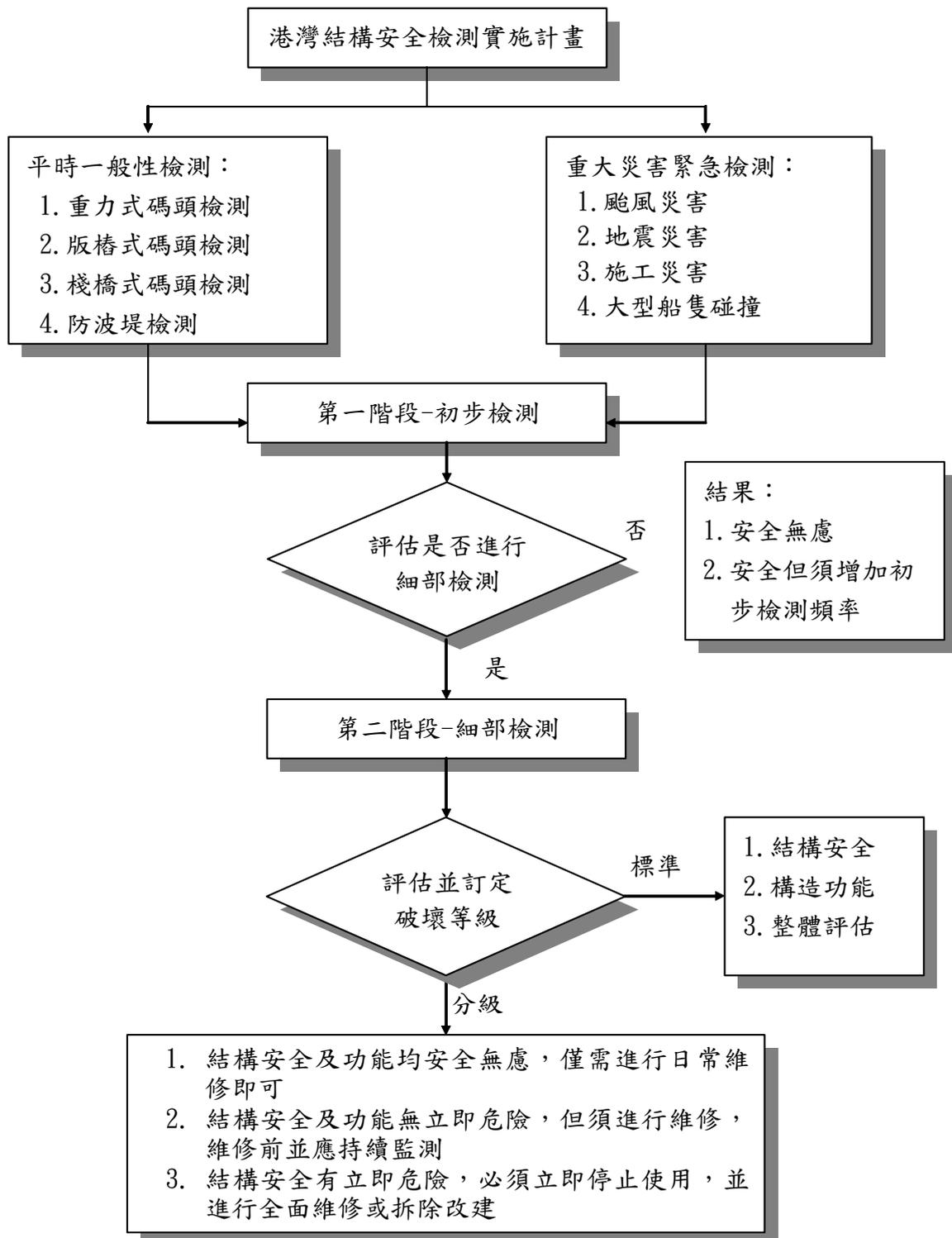


圖 2.12 港灣結構安全檢測實施流程圖

## 2.7 結構物安全檢測評估

港灣結構物經過必要之安全檢測後，除須將檢測結果彙整分析，並應建立系統性的評估制度，結合港區相關資料庫系統，將可能受損原因及相對應之檢測方法、分級評估制度及維護措施納入港區管理體系中，才能達到確保港灣構造物使用安全無虞，發揮港口營運提供船舶安全進出之功能。

港灣結構物安全檢測及其評估過程，可分為以下四個階段：(1)初步安全檢測；(2)細部安全檢測；(3)檢測結果安全評估；(4)港灣結構整體評估。

### 2.7.1 初步安全檢測

以目測方式及較簡單之測量儀器對碼頭整體結構變形或位移進行了解，如檢查碼頭面混凝土是否有剝離、裂縫、鋼筋外露等現象，附屬設施如橡膠護舷是否產生龜裂、破損等異狀現象，並加以拍照、量測、繪圖及描述記錄，配合結構物背景資料進行初步安全評估。

港灣構造物整體結構之安全性及破壞後之受力反應，不容易由構造物表面之初步檢測結果直接判定，由於檢測品質包括檢測人員之訓練及經驗都將嚴重影響評估結果，為確保檢測工作之客觀性及可靠性，將檢測評估方式適度量化仍有其必要性。初步安全檢測可視為第一階段檢測，檢測完成後，即進行初評階段。

整體檢測結果之判定及評估之標準主要分為：

1. 結構安全是否有問題。
2. 構造功能性是否有問題。

依據檢測結果，將各項檢測項目之檢測值經下列公式換算後，依其值所在範圍而決定最後等級。

$$ID_1 = \frac{\sum_i^N (D_i + E_i) R_i}{\sum_i^N R_i} \dots\dots\dots(2-1)$$

式中  $ID_1$  為初步檢測危險度指標(Index of Dangerousness) ， $D_i$ 、 $E_i$ 、 $R_i$  分別為各項檢測中檢測人員填寫之檢測值， $N$  則代表檢測項目之總數。 $ID_1$  值越高則代表危險度越高，數值分配範圍為 0 到 10 間。

初步安全檢測階段判定結果分為以下三個等級：

1.  $0 \leq ID_1 < 2$ ：安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。
2.  $2 \leq ID_1 < 4$ ：安全無虞，無須進行細部檢測，但於未來必須增加檢測頻率。
3. 非主體結構之  $ID \geq 4$ ，但其他主結構體之  $ID < 4$ ：為功能堪虞，小型立即性維修可改善功能狀況者者應立即進行，如主結構體或整體檢測值之  $ID \geq 4$ ，必須進行第二階段之細部檢測以進一步了解構造物破壞狀況。

### 2.7.2 細部安全檢測

細部安全檢測為第二階段的結構安全檢測，必須配合非破壞性檢測儀器或其他更深入之檢測方法，才得以對港灣結構進行細部構材檢測。

細部安全檢測適用於：

1. 目視檢測無法判定或檢測對象不易進行者。
2. 經初步檢測結果判定必須進行細部檢測者。
3. 為重大災害或事故發生後之緊急檢測。
4. 工程維修進行中有特殊需求者。

不同型式的港灣構造物，進行細部檢測時檢測重點亦有所不同。依照碼頭及堤防型式不同，細部檢測評估表將有所區分。如初步檢測

過程中，主結構體部份 D 值等級判定為 3 以上時，細部安全檢測時應視情況以較可靠之儀器重新檢測，並會同細部檢測評估表之檢測項目及結果，共同做最後之安全等級評估。

港灣構造物進行檢測與評估，評估時分成兩個階段進行。第一階段的評估工作包括結構安全性及構造物之功能性，主要在判定構造物是否安全。如屬安全堪虞，則必須進行第二階段之細部檢測，進一步了解構造物破壞狀況。

第二階段之細部檢測工作完成後，可依第一階段之評估方式進行評估，評估時將現地檢測數據及圖表等資料，進行詳細分析，由於結構物安全評估，牽涉複雜的結構力學行為，為對整體結構之安全能有更正確的了解，必要時須進一步分析結構力學行為。

細部檢測評估包括結構安全性，構造功能性，整體考量等三項原則，說明如下：

### 2.7.3 結構安全性原則

港灣構造物受損後，結構安全如未能由檢測所得之數據直接判斷時，必須經過力學分析加以判定。結構安全除了受到材料性能影響外，外力作用包括波浪及地震作用力、海水與土壤間的相互作用，因此，分析時並無適用公式可供引用，應同時考量靜力分析及動力分析，以求符合真實受力情形。

### 2.7.4 構造功能性原則

港灣構造物均有其應用上之不同功能。構造物功能性無法發揮時並不代表結構之安全有問題，但結構如屬無法完全發揮功能，又未維修恐將進一步造成破壞而危及安全。構造物主要或附屬設施，不論合併評估或單獨評估，如評定等級屬於為安全堪虞的第三等級時（非主體結構之  $ID_A \geq 4$ ，但其他主結構體之  $ID_1 < 4$  時，小型立即性維修可

改善安全或使用之功能狀況者) 應立即進行修復，以維護港口之正常運作。

### 2.7.5 整體性評估原則

整體性評估除將第一階段檢測中的主結構體列入考慮之外，並將第二階段依碼頭型式不同，而進行之細部檢測結果一起納入評估。由安全性及功能性兩大原則評估後，只要其中之一，不論是安全性或功能性有問題時，即應進行修復工作，但在決定採取何種修復措施之前，則應做整體性的評估，其中包括經濟效益考量，並配合港灣整體營運採取最適切之修復措施。

### 2.7.6 結構整體評估等級

綜合前述各節將港灣結構檢測結果評估後，須密訂定出評估後之等級。檢測工作分兩階段進行時，各階段評估後之分級亦有所區分。

#### 1. 第一階段檢測分級

第一階段檢測工作完成後，即進入檢測結果初評階段，依據評估結果，構造之初步檢測結果可分成三個等級。

#### 2. 第二階段檢測分級

第二階段檢測分級中，除將第一階段檢測中的主結構體納入考慮外，依港灣構造物型式不同，而進行之細部檢測結果需一起列入評估。其評估方式如下：

$$ID_2 = \frac{\sum_i^N (D_i + E_i) R_i}{\sum_i^N R_i} \dots\dots\dots (2-2)$$

式中  $ID_2$  為細部檢測危險度指標， $D_i$ 、 $E_i$ 、 $R_i$  分別為各檢測中檢測人員填寫之檢測值， $N$  則代表檢測項目之總數，包括細部檢測及初步檢測主結構體之受測項目(若進行重新檢測，以較新的數據為準)。ID 值越高則代表危險度越高，數值分配範圍為 0 到 10 間，其與判定結果關係，與初步檢測階段類似分成三個等級並條列如下：

1.  $1.0 \leq ID_2 < 3$ ：輕微受損、結構安全及構造功能無虞，僅需進行日常維修即可，但於未來必須增加初步檢測之頻率。
2.  $3 \leq ID_2 < 6$ ：構造損壞，但結構安全及構造功能均無立即危險、應進行維修；若無法立即實施維修，則必須在維修前進行同步監測工作。
3.  $ID_2 \geq 6$ ：嚴重損壞，結構安全有立即危險，且構造功能無法發揮，必須立即停用並進行大部維修或拆除重建。

## 第三章 研究方法與進行步驟

本研究參考交通部港灣構造物安全評估之工作手冊（草案）及相關港務局檢測工作規則等，調查流程如圖 3.1 所示。本年度原以以臺中、花蓮等商港及主要漁港之碼頭與濱海建物為調查主要對象，但因民國 98 年本所曾針對臺中港 24 座棧橋式碼頭完成現況調查，成果並交付港務局作為維護參考依據，臺中港務分公司 101 年度並依其損壞及影響營運程度，完成預算編列並正進行細部評估與施作維修改善工程中，花蓮港 4 至 9 號港板樁碼頭亦因港務局維護需求，提前在 100 年度完成調查，於故本年度實際調查對象為花蓮港 10 至 25 號碼頭、西防波堤，花東地區主要漁港等之碼頭、防波堤與濱海建物，此外，另配合基隆港鋼板樁碼頭防蝕設施效能檢測與現地發生沉陷亟需瞭解原因之需要，增加基隆港西 19 至西 23 號、東 4 至東 5 號碼頭等構造物。

### 3.1 調查範圍

本年度調查範圍包括：花蓮港 10 至 25 號碼頭、西防波堤（重力方塊式、重力沉箱式）；花蓮縣花蓮漁港、石梯漁港（重力式）；台東縣長濱漁港、新港漁港、富岡漁港、大武漁港（重力式）；基隆港西 19 至西 20 號（鋼板樁棧橋式）、西 21 至西 23 號及東 4 至東 5 號碼頭（鋼板樁式），依初步檢測規定項目進行調查，調查結果將作為後續相關研究之結構安全評估及建置維護管理資料庫之重要數據。調查流程如圖 3.1 所示。

### 3.2 構造物基本資料蒐集

構造物基本資料包括有隸屬港口，碼頭編號，碼頭長度、縱深，船隻靠泊（船蓆）水域深度，包括原設計水深及調查水深；靠泊船隻

屬性，如為貨櫃碼頭、雜散貨輪碼頭、化學品碼頭等；靠泊船級、最大噸位；碼頭構造型式等。

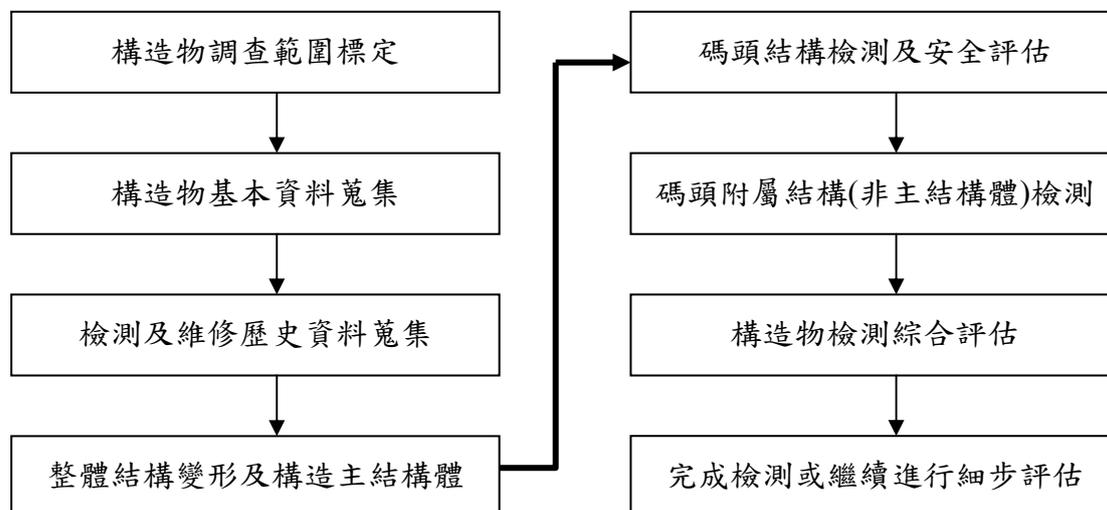


圖 3.1 構造物現況調查流程

### 3.3 檢測及維修歷史

檢測歷史包含：檢測日期，檢測區分（初步或細部檢測），檢測結果，如有特別註記或維修者，應附上維修記錄檔案名稱、編號等；檢測單位及檢測人員等。

### 3.4 整體結構變形檢測及構造主結構體檢測

整體結構變形檢測中包含之檢測項目有碼頭壁體傾斜、位移檢測，碼頭面法線改變檢測，碼頭面沈陷檢測，碼頭沉箱與後線連接縫檢測。

由於港灣構造物主體結構的主要部份均位於水下，初步檢測檢測項目包括：碼頭面之裂縫檢測、鋼筋外露程度，鋼筋腐蝕探測；混凝土強度劣化檢測，混凝土保護層厚度檢測等；構造伸縮縫檢測則包括有岸肩伸縮縫，及面版伸縮縫等，檢測項目詳如表 3-1。

表 3-1 碼頭構造物初步檢測評估表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：	碼頭編號：		檢測區段：	
	建造日期：	啟用日期：			
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：	長度： 縱深：	水域深度	原設計： 目前：	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃	<input type="checkbox"/> 化學(油)品	<input type="checkbox"/> 雜貨輪	<input type="checkbox"/> 其他
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式	<input type="checkbox"/> 版樁式	<input type="checkbox"/> 棧橋式	<input type="checkbox"/> 其他
上次檢測	時間：	單位：	區分：	結果：	
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭法線變形			4	
	碼頭岸壁傾斜			4	
	岸肩伸縮縫變形			3	
	(岸肩)混凝土強度			3	
	(岸肩)保護層厚度			2	
	(岸肩)鋼筋腐蝕探測			2	
	碼頭面(版)沈陷			3	
	(面版)混凝土強度			3	
	(面版)保護層厚度			2	
	(面版)鋼筋腐蝕探測			3	
	鋼版腐蝕檢測			3	
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i =$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材			2	
	繫船柱			3	
	擋車牆			2	
	排水給水設備			2	
	照明設施			2	
	油電管路			3	
	貨櫃起重機軌道			3	
	防颱固定座			1	
其他			1		
附屬設施破壞評估		$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i =$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i =$			
檢測單位：		檢測人：		檢測時間：	

## 3.5 鋼筋混凝土材料劣化檢測

### 3.5.1 非破壞性試驗

#### 1. 反彈錘法

反彈錘的構造主要構件有四部份：a.外殼；b.衝擊桿；c.錘塊；及 d.彈簧。實際檢測強度時，將突出儀器外面的衝擊桿與混凝土表面接觸，當衝擊桿還是突出儀器外面時，其內部的錘塊將會被卡損固定在桿頂端，此時把儀器外殼推向混凝土表面，使連接儀器外殼與錘塊的彈簧伸長，當外殼推到與桿頂接觸時，卡損將放開錘塊，使其衝向混凝土，而撞擊到衝擊桿上的突肩部分，並反彈回去。反彈錘塊將會帶動指針，以顯示反彈的距離。反彈距離的刻度數字由 10 到 100 之間，稱為反彈值。

在反彈錘法的檢測中，只有與衝擊桿接觸的混凝土部分影響反彈值，例如若接觸到硬石塊，會產生較高的反彈值；相反地，若接觸到空洞或較軟石塊將會產生較低的反彈值。所以同一塊混凝土會因取樣點的不同而有不同的數據。依 ASTM C 805 的規定，每次檢測時取 10 個值來平均之，假如其中有一個值超過平均值達 7 個單位以上時，此數值必須捨棄，然後再將剩餘的數值平均之；假若有二個值以上都是大於平均值 7 個單位時，則此 10 個值必須全部捨棄。

因為反彈錘法只檢測到混凝土表面層附近的強度，所以並不能代表就是混凝土內部的強度。若表面有碳化現象存在，會導致測得的表面強度大於內部的強度；同樣地，表面乾燥時測得強度會比內部潮溼的混凝土強度高。而鑄模的種類也會影響表面強度，如木範本支撐而成的混凝土表面強度將比鋼範本支撐而成的混凝土表面強度高。只有表面數英吋的厚度情況會對強度有較大的影響而已。當表面較粗糙時，所測得的強度會比實際值低，故測粗糙表面情況的混凝土必須先磨平。如果表面有用墾刀處理過，其表面會較堅硬，而可以得到較高之反彈值。另外，檢測時儀器與表面的角度也會影響反彈值。

綜合以上而言，反彈錘法是一種非常簡單的檢測方法，但是影響混凝土表面強度的因素很多種，所得結果只能當作參考用，這是使用者必須事先認知的。雖然儀器製造商提供了反彈值和抗壓強度間的關係圖，但是由於混凝土本身有太多的變異及因數影響，所以使用者仍應自行建立適用材料的關係表，以提高預估強度的準確度及可信度。

此法檢測時依構造物面積大小，選擇面積約 1×2m 的混凝土表面，繪製 20cm 見方之方格進行試錘試驗，每一方格測試 12 個數據，計算時先將最大與最小值剔除後，求其平均值，再依儀器所附之反彈值與混凝土抗壓強度推估曲線，獲得混凝土表面硬度。比對反彈值推估所得與鑽心試體之抗壓強度試驗結果。

## 2. 鋼筋電阻係數量測

由於混凝土構造物內部含水量增加或離子濃度增加時，電阻係數將會隨之降低；而微細裂縫的存在與否及其多寡、深度範圍等也將對電阻係數造成影響，因此本項試驗結果僅供參考。量測時係於混凝土表面鑽取定距離之兩孔(約 5 公分)，吹出孔內因鑽孔而產生之粉塵顆粒後，注入凡士林做為介質，接著利用具兩個探針(頭)之電阻量測儀進行試驗。

## 3. 鋼筋電位值量測

混凝土內鋼筋腐蝕是一種電化學反應(Electro Reaction)，在鋼筋表面會形成陰極(鈍態)和陽極(正在腐蝕中部份)，不同位置會有不同的電位和電流型態，利用此種原理，可有效地測量某一範圍之電位分佈情形，以評估在鋼筋表面上發生腐蝕的可能程度。

鋼筋腐蝕電位量測前，須先在結構物上找出鋼筋位置，用鑽孔機破壞鋼筋保護層混凝土，使鋼筋能與量測儀器連接成一通路，將導線與電錶連接後，移動參考電極即可量測出整個結構物內半電池腐蝕電位(Half Cell)，如圖 3.12 所示。電極棒內之硫酸銅溶液應在飽和狀態，

電極移動時溶液與內部銅棒須完全接觸同時電極前面須用海綿填充。測定前導線應檢查內部銅線是否腐蝕或電阻過大，才能讀出正確的腐蝕電位，結構物表面在量測前應潑水使成面乾內飽和狀態。

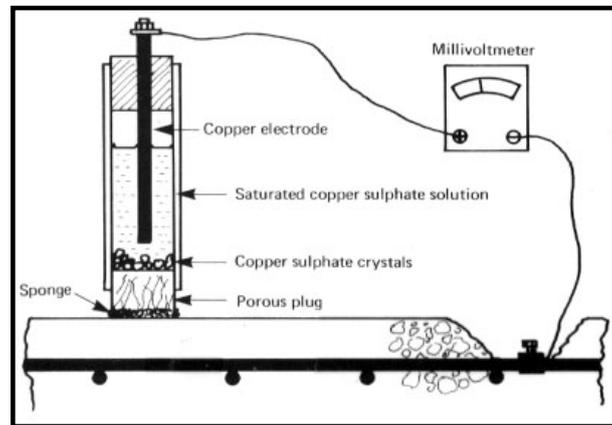


圖 3.2 鋼筋腐蝕電位量測示意圖

腐蝕電位與鋼筋腐蝕關係，依據 ASTM C-876 及 Van Daveer 建議電位在  $-200\text{mV CSE}$  (飽和硫酸銅電極) 時腐蝕機率各為小於 10% 和 5% 電位在  $-200\text{mV}$  至  $-350\text{mV CSE}$  時腐蝕機率為大於 50%，電位若小於  $-350\text{mV CSE}$  時，腐蝕機率則提高至大於 90% 和 95%。如表 3-2 所示。

表 3-2 鋼筋腐蝕電位與腐蝕機率關係

鋼筋電位值 mV (CSE)	腐蝕機率
$>-200$	$<5\%$
$-200\sim-350$	$50\%\sim95\%$
$<-350$	$>95\%$

利用鋼筋電位推估鋼筋腐蝕相當簡便，但其缺點為：

- (1) 數據只能研判鋼筋是否可能發生腐蝕，無法測知鋼筋之腐蝕速率。
- (2) 不適用於中性化的結構或海砂結構體，理由是中性化所引起的介面電位元差，可能高達  $-200\text{ mV}$ ，容易造成誤判。
- (3) 無法用於海水下方之構造物。

### 3.5.2 局部破壞性試驗

此試驗的主要目的是在決定結構體中部份區域之抗壓強度，同時取出之試體可做中性化試驗與超音波檢測。鑽心試驗是依據 CNS 規範中之規定，其取樣之試驗抗壓強度之圓柱試體，其試體直徑至少為最大粗粒料粒徑之 3 倍。鑽小試體長度最好為其直徑之 2 倍，或者不得小於其直徑。

#### 1. 中性化試驗

混凝土中的氫氧化鈣遇水後，會解離為鈣離子及氫氧離子，所以混凝土的 pH 值一般為 12~14，在此鹼度下鋼筋表面會形成一層具有保護性之鈍化膜。然而空氣中的酸性物質(如二氧化碳、二氧化硫等)會降低混凝土的鹼度，其原先的 pH 值會降到 7~9 左右，此即混凝土之中性化。中性化不僅使混凝土失去保護鋼筋的作用，且破壞鋼筋表面的鈍化膜，使鋼筋在低鹼的環境下產生鏽蝕；中性化的另一作用會加速混凝土的收縮，產生拉裂與結構破壞，對港灣構造物之影響更值得注意與防範。

測定混凝土中性化深度及中性化區域，最簡便也最常用之方法為酚酞試劑，將現場所鑽取之混凝土試體或敲除之混凝土，放置在乾燥環境讓試體自然乾燥後，再將混凝土表面上噴灑酚酞指示劑。

觀察指示劑顏色的變化，以判斷其中性化深度，該試劑在 pH 值在 8.5 以上之鹼性環境中會變為紅色，而 pH 值在小於 8.5 的環境下則為無色，實際測定則以剖面的分界點來判定未中性化程度。一般在維修時，即以此方法來判定應敲除混凝土劣化區域與決定修復範圍。中性化深度量測時最容易產生誤差有兩個：第一是指示劑不能放太久，否則混凝土變色不易；第二是混凝土試體取出後不能和空氣接觸太久，否則試體表面混凝土均已中性化就無從判斷混凝土中性化的深度。

#### 2. 抗壓試驗

鑽心試體進行抗壓試驗時應依以下之步驟進行：

(1)兩端平整處理：

抗壓試驗用的圓柱體，其兩端需平滑並垂直於中軸，整個試體之直徑應相同，試體兩端平面上的突出物不得高出 5mm，並與垂直軸不得成  $5^{\circ}$  以上之角度，其直徑與試體之平均直徑相差不得大於 3 mm，超出上述三種情形時，需鋸切或鑿琢使合於上述規定。

(2)潮濕狀況：

試體未進行抗壓試驗 40-48 小時前，需全部浸入保持室溫之飽和石灰水中，試體自水中取出後需即行試驗，自水中取出至試驗前之一段時間內，試體需覆以潮濕之麻布或棉毯，試驗需在試體潮濕狀況下進行。

(3)蓋平：

抗壓試驗之試體，兩端需平整以符合 CNS 1230 混凝土抗壓及抗彎在試驗室澆置及養濕法之要求。

(4)度量：

試驗前應先量蓋平後之試體長度，準確至 1 mm。其平均直徑取試體長之中央，量二個成直角之直徑再平均得之，亦需準確至 1 mm。

(5)試驗：

可依 CNS1232 混凝土圓柱試體抗壓強度之檢驗法試驗之。

(6)計算及報告：

試體受力方向，與原結構物內受力方向之關係，需在報告內註明。試體之抗壓強度，可根據其平均直徑，算出每平方公分所受壓力。如試體長度直徑比小於 2 時，可將求得之抗壓強度乘以表 3-3 之更正因數(表中未列入之值，可由內差法求知)。

表 3-3 圓柱試體長度直徑比

試體長度直徑比	1.75	1.50	1.25	1.10	1.00
強度修正因數	0.98	0.96	0.93	0.90	0.87

註：抗壓試驗採用 ELE2000KN 之抗壓試驗機，試驗方法依據中國國家標準 CNS 1232 規範。

### 3. 超音波脈波速度量測

使用英國 CNS 儀器公司出品之 PUNDIT(Portable Ultrasonic Non-Destructive Digital Indicating Tester)超音波脈波速度測定儀，量測在硬固混凝土材質內超音波脈波之傳遞速度，瞭解混凝土之品質狀況。脈波速度與混凝土品質關係如表 3-4 所示，可作初步研判。

表 3-4 超音波脈波速度與混凝土品質之關係

脈波速度(m/sec)	混凝土品質狀況
<2500	不良
2500~3000	中等
>3000	優良

### 4. 氯離子檢測

本試驗依 AASHTO-T260 規範硬固混凝土氯離子含量試驗(水溶法)。此法乃是將混凝土粉末，浸泡於蒸餾水中，加熱沸騰後，靜置 24 小時後過濾之，以離子層析儀測得之 Cl<sup>-</sup> 含量。

#### 3.5.3 透地雷達探測

##### 1. 透地雷達探測原理

透地雷達是一種類似反射震測的電磁波法，其施測原理如圖 3.3(a)所示，用天線將 15M~3GHz 之電磁波發射出去，使電磁波以  $V_m \approx \frac{C}{\sqrt{\epsilon_r}}$  之波速在介質中傳遞，其中  $C = 2.998 \times 10^8$  m/s 為光速， $\epsilon_r$

為介電常數(dielectric constant)，為相對空氣之容電率 (dielectric permittivity)，當電磁波碰到介電常數界面則發生部份反射，例如空洞、地下管線、地層界面、水層等等界面，均會反射部份能量回到

接收天線處，而由天線接收。其中反射係數為  $R = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}}$ ，其中  $\epsilon_1$

為第 1 層之介電常數， $\epsilon_2$  為第 2 層之介電常數。沿地表或襯砌表面連續掃描，將這些資料排在一起，則可得到地層或襯砌之剖面，當地表下方有地下管線或掏空之現象存在，則可看到明顯的反射訊號。

## 2. 探測儀器

本探測使用美國 GSSI 公司生產之 SIR-3000 系列透地雷達，此系統之設計相當有彈性，發射之電磁波頻率及紀錄儀器之操作範圍相當廣，可適用於不同探測目的及探測場地之施測工作，其組件分為主機、天線罩及電源供應器三個部分，各組件之功能說明如下：

### (1)透地雷達主機

主要在控制天線罩之發射信號及接收信號，內含數值轉換器、影像顯示器、掃描資料儲存設備等等。儀器輕巧防水可方便在各種不同環境底下施測。儀器之解析能力可達 16 位元，紀錄之動態範圍為 24 位元，並具有資料重合之功能，可重複疊加訊號，加強訊號之能量。此外主機內含硬式磁碟，方便現場工作資料之儲存。

### (2)天線罩

天線罩中包含發射天線及接收天線，此系統之電磁波頻率操作範圍由 15MHz 及 2GHz，其探測深度可由數十公分到數公尺，依所需之探測深度選擇適用之天線罩頻率。

### (3)施測成果圖示說明

施測參數設定為總歷時(total duration)100ns(10<sup>-9</sup> sec)，每條描

線(trace)取樣 1024 點，每 m50 次掃描。在資料處理分析上應用速度分析、頻率濾波、解迴旋、影像處理等技巧。圖 3.3(b)為透地雷達成果剖面範例，剖面圖中以 16 種不同色彩代表雷達波場振幅，色階中愈靠近中間之部分，色調愈暗表示反射愈弱，即介質之介電常數的差異較小，如地層較為緊密或介質介電常數接近；而色階中愈靠近上下兩端之部分，色調愈亮表示反射愈強，介質之介電常數變化較大，如有坑洞、金屬管線、鋼支保或含水，均會造成強反射。

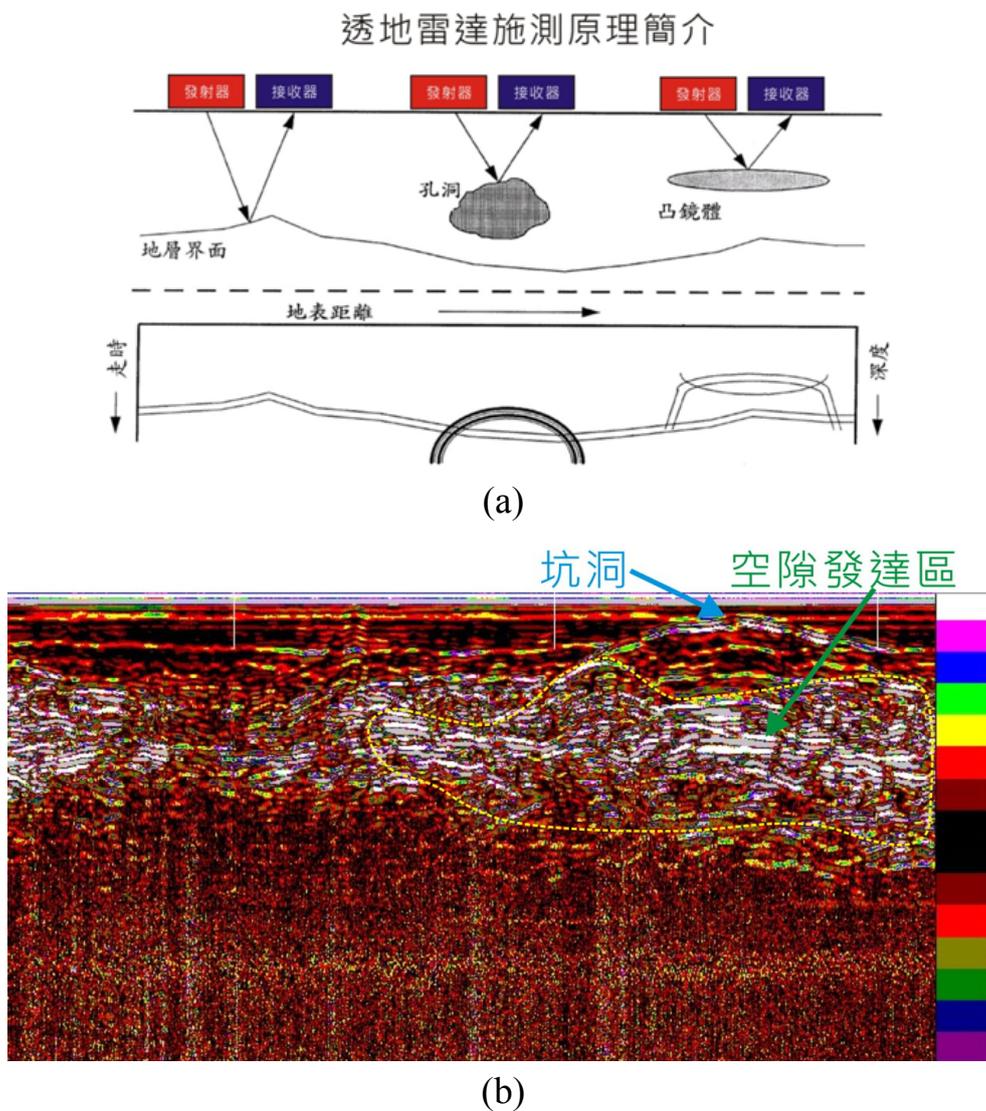


圖 3.3 透地雷達施測圖示說明

### 3.5.4 敲擊回音法檢測

#### 1. 實驗原理

本檢測所採用的非破壞性試驗技術稱為敲擊式繞射波傳輸時間法，該方法是以應力波傳動原理為基礎，以小直徑的鋼珠當為敲擊源導入應力波，在表面敲擊後主要將產生三種形式的應力波，其中應力波 P-波及 S-波向物體內部傳動，如圖 3.4(a)所示，而另外一種表面 R 波主要是沿著混凝土表面傳動。這三種類型的應力波以 P 波波速最快，S 波次之。由於 P-波波速較快，所以 P-波之波前 (Wave-front) 先遇到裂縫之尖端，而 S-波則跟隨在後，入射 P-波在裂縫尖端處將產生繞射波，如圖 3.4(b)所示，如同在裂縫尖端處形成另一個波源，以球狀波形方式向四面八方傳動出去，如圖 4-1(c)所示；當繞射波傳回至敲擊表面時將會產生擾動，經由裂縫尖端繞射再抵達裂縫另一側表面的歷時，故在裂縫兩側各配置一個可感式敲擊源及位移接收器，監測所得之波形為紀錄可感式敲擊源敲擊起始時間(即訊號擷取系統啟動時間)，另與敲擊點不同側之接收器 (Receiver) 監測得之起始擾動訊號，為 P-波繞過裂縫尖端到達所引起，此乃因為表面開裂裂縫阻絕或延遲表面 P 波以及 R-波之到達所致，之後所測得的位移波形則為後續反射波及繞射波到達所引起。

圖 3.5(a)可感測敲擊敲擊時間原點之繞射波傳輸時間法試驗示意圖，敲擊源及接收器與裂縫之距離分別為  $H_1$  及  $H_2$ ，當可感測敲擊器敲擊到混凝土表面時，敲擊器內部裝設之壓電材料產生電壓訊號如圖 3.5(b)所示，敲擊時間原點為  $t_1$ ，而在接收器記錄到之裂縫繞射波波到時間為  $t_2$ (如圖 3.5(c))，故 P-波由敲擊源至接收器所經歷的總時間( $\Delta t$ )可依下列公式計算而得：

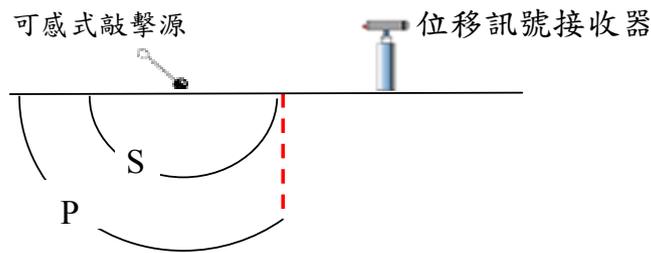
$$\Delta t = t_2 - t_1 \dots\dots\dots(3-1)$$

總歷時得到後，P-波所走的總路徑則等於 P-波波速( $C_p$ )乘於總歷時。因此，表面開裂縫之深度(d)可依下列公式計算得到：

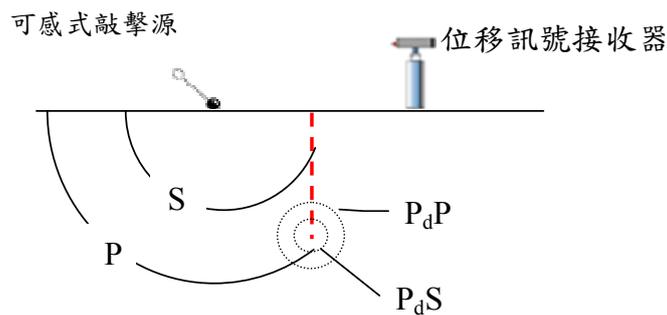
$$d = \sqrt{\left[ \frac{(C_p \times \Delta t)^2 + H_1^2 - H_2^2}{2 \times C_p \times \Delta t} \right]^2 - H_1^2} \dots\dots\dots(3-2)$$

若是兩接收器與裂縫之距離相等（即  $H_1=H_2=H$ ），則上式可改寫為：

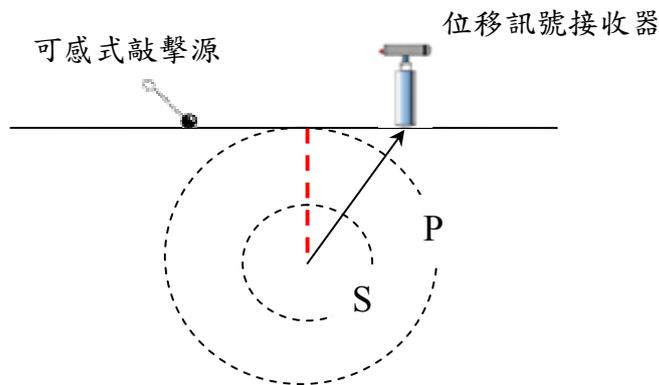
$$d = \sqrt{\left[ \frac{(C_p \times \Delta t)^2}{2} \right]^2 - H^2} \dots\dots\dots(3-3)$$



(a)應力波導入測試物體

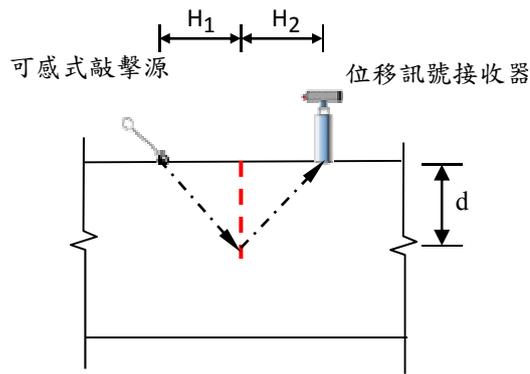


(b)應力波遭遇尖端產生繞射

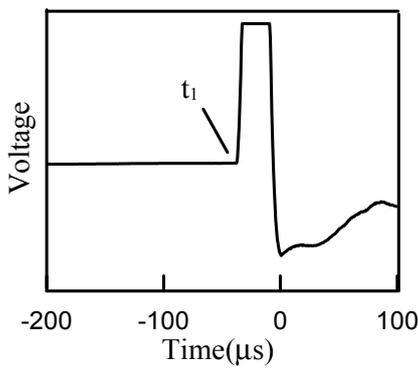


(c)繞射應力波向外傳動

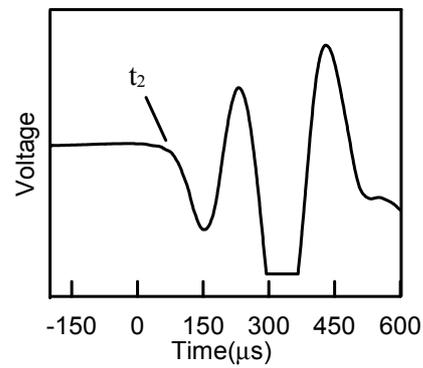
圖 3.4 應力波與表面裂縫之互制作用



(a) 試驗配置-側視圖



(b) 可感式敲擊源之波形圖



(c) 位移接收器之波形圖

圖 3.5 敲擊式繞射波傳輸時間法之裂縫檢測

## 2. 儀器設備

敲擊式繞射波傳輸時間法所使用之試驗系統，係由四個主要元件組合而成：1. 訊號擷取卡、2. 筆記型電腦、3. 可感測敲擊源、4. 位移接收器，分別說明如下。

- (1) 訊號擷取卡：接收器接收連續之類比(Analog)訊號時，必須由 A/D 卡抓取並轉換成不連續之數位(Digital)之訊號，以便後續之訊號處理、分析及儲存。本研究所使用之 PicoScope3224 之 A/D 卡以 USB port 連結電腦並提供兩個 BNC 插槽用以外接位移接收器，資料的最快擷取速率為 10MHz(每 0.1μs 紀錄一筆資料)，解析度(resolution)為 12 bits。

(2)筆記型電腦：A/D 卡轉換完成之數位訊號，可透過軟體抓取到記憶體中，再進行訊號處理、分析或儲存於硬碟裡。

(3)可感式敲擊源及位移接器其說明如下：

a.敲擊源：小直徑(3~12mm)的鋼珠即是一個很好的敲擊源，透過鋼珠自由落下與試體表面產生碰撞而導入應力波。本研究採用可感測敲擊時間原點之敲擊源，此敲擊鋼珠內部裝設有可感測位移變化之壓電材料，可在能量導入檢測物體的同時，感應到時間的原點。

b.接收器：為一種很小倒錐體形之壓電材料，可視為類似點之接觸，所反應出來之訊號與垂直表面位移量成正比。

### 3.5.5 3D 光達測量及光學測量

#### 1. 3D 光達測量

雷射掃描儀的工作原理與雷達非常相似，如圖 3.6 所示。由雷射產生器發射出的雷射射向樹木、道路、橋梁、房屋，引起散射。一部分雷射會經由反射返回到雷射掃描儀的接收器中，接收器光信號轉變為電信號，記錄下來。同時由所配備的計時器記錄下來同一個雷射由發射到被接收的時間 T。於是就能夠得到由雷射掃描儀到目標物的距離 R 為：

$$R=CT/2 \dots\dots\dots(3-4)$$

C 代表光速=300,000 km/s

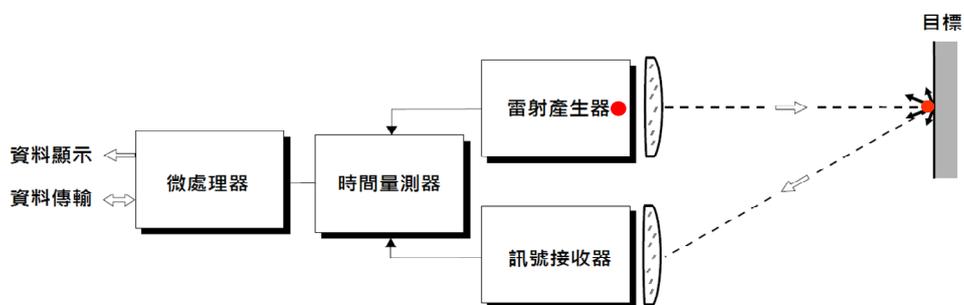


圖 3.6 光達測量原理

## 2. 光學測量

針對碼頭量測區域進行水準及導線測量（包含導線點水準高程），藉以針對沈陷區相對高程進行進一步量測，並將量測結果配合 Surfer 軟體，繪製此區域之地形圖。本研究執行步驟分為 1. 導線測量與 2. 沈陷區相對高程測量兩部份。

## 3.6 鋼構造物檢測

### 3.6.1 鋼板（管）樁料厚度檢測

以超音波厚度儀之探頭，接觸已敲除清理乾淨之鋼板（管）樁表面，讀取鋼板樁厚度，鋼板（管）樁每面於每一水深測點，量取兩次厚度數據，平均後即為現有厚度。

#### 1. 厚度量測之原理：

超音波厚度儀係利用脈衝原理，由於音波在鋼材之傳播速率為一定值，因此，由探頭傳送出一彈性波，經鋼材表面至內壁之傳播時間，即可算出波通過路徑之距離(鋼材厚度)，精準度可達 $\pm 0.1\text{mm}$ ，可由接收器直接讀取厚度，其量測原理簡示於圖 3.7。

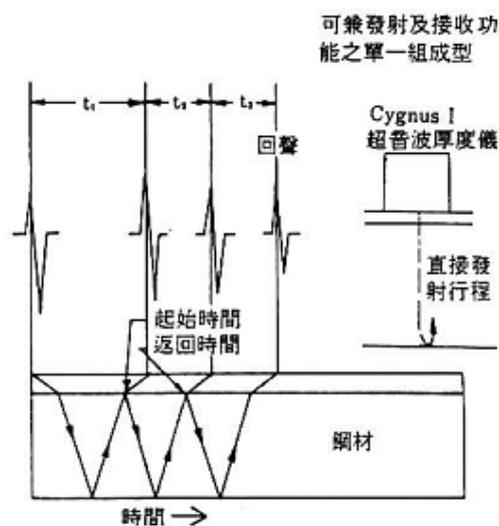


圖 3.7 測厚儀量測之示意圖<sup>(8)</sup>

厚度計算可由下列數學式求得：

$$S_i = V \times \frac{1}{2}(T_{i+1} - T_i) \dots\dots\dots(3-5)$$

式中 V：超音波在鋼板樁中之傳播速度(5920m/sec)。

$S_i$ ：現有鋼板樁厚度讀數(mm)。

$T_{i+1}$ ， $T_i$ ：探頭接受回聲及初始傳播的時間。

## 2. 腐蝕速率計算：

將各測點所測得之厚度數據平均之，可得鋼板樁現有厚度，再以鋼板樁原有厚度減去現有厚度，即可得出鋼板樁實際減少之厚度(亦即腐蝕厚度)。將減少之厚度再除以鋼板樁使用之年數，可計算鋼板樁之實際腐蝕速率。腐蝕速率換算公式如下：

$$\begin{aligned} \text{腐蝕速率} &= \text{腐蝕量} / \text{使用年數} \\ &= (\text{原始厚度} - \text{現有厚度}) / \text{使用年數} \dots\dots\dots(3-6) \end{aligned}$$

### 3.6.2 防蝕系統檢測

#### 1. 腐蝕電位測定：

電氣防蝕效果的檢測通常是以電位的測定來進行，透過高電阻電壓計與檢驗電極來測定鋼質構造物的電位，掌握防蝕設施的電位分佈狀況進而得知防蝕狀態。如圖 3.8 所示，使用海水氯化銀電極進行電位測定，數值假如比-780 mV(腐蝕電位)低的話，就表示處在防蝕狀態。電位測定示意圖，如圖 3.9 所示，測定儀器包含高電阻電壓計、電極及電位測定儀。實施電位測定的地點通常是在測定裝置設置地點與其相鄰的中間點。但是若在這些測定地點不包括陽極中間點的場合，為了掌握整個防蝕設施電位分佈狀況，則可在距離陽極最遠的地點進行電位測定。在構造物的深度方向的測定是以 1

m 間隔在進行，另外在棧橋式鋼管樁未安裝陽極的場合，必須選定前列樁進行測定。

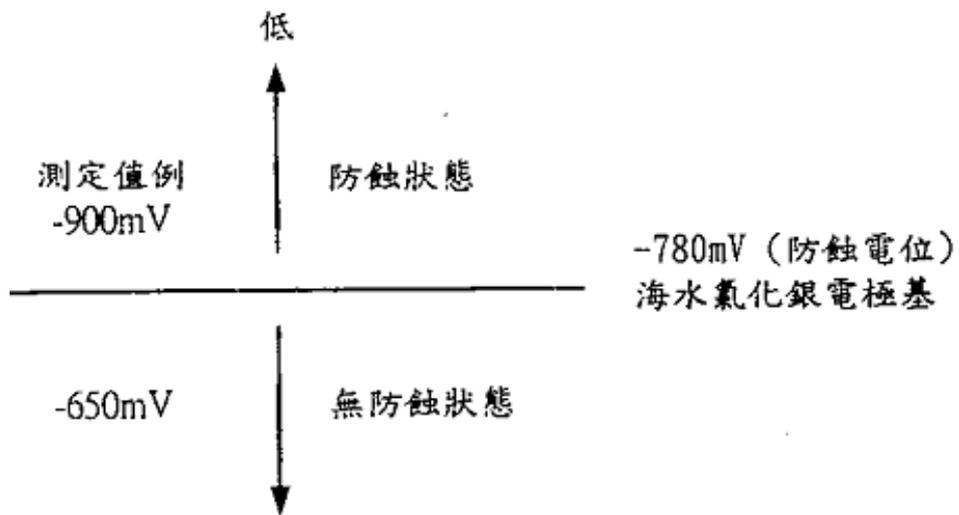


圖 3.8 防蝕效果的判定方法

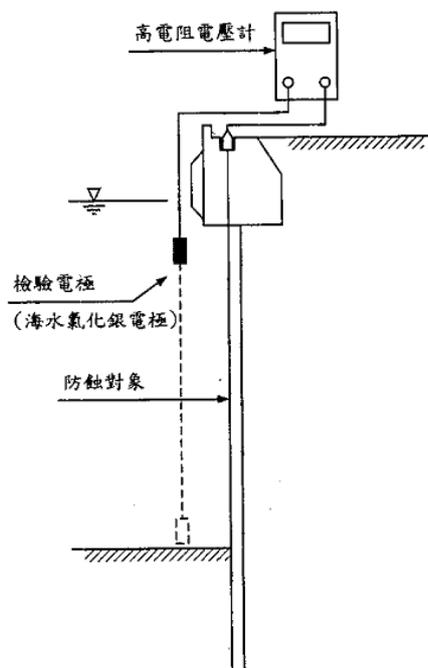


圖 3.9 電位測定示意圖

## 2. 陽極塊測定

- (1) 利用陽極形狀尺寸的殘量計算：利用水中作業除去附在陽極表面的腐蝕生成物，依圖 3.10 所示的要領進行計測。此時必要的話，也需進行攝影。陽極殘量 $=[(D/4)^2 \times L - \text{蕊棒體積}] \times \text{陽極密度}$ ，在此  $D$  為平均周長 $(D_1 + D_2 + D_3)/3$ ， $D_1$  與  $D_3$  為距殘存洋極端頭約 10 cm 的位置的外周長， $D_2$  為殘存陽極中央不為的外周長， $L$  為殘存陽極長度。
- (2) 陽極秤重：切斷陽極蕊棒部位拉上按秤重，扣除蕊棒部份求取陽極的殘量。
- (3) 陽極殘存壽命計算：陽極的殘存壽命是從消耗的殘存重量及經過數年計算出。

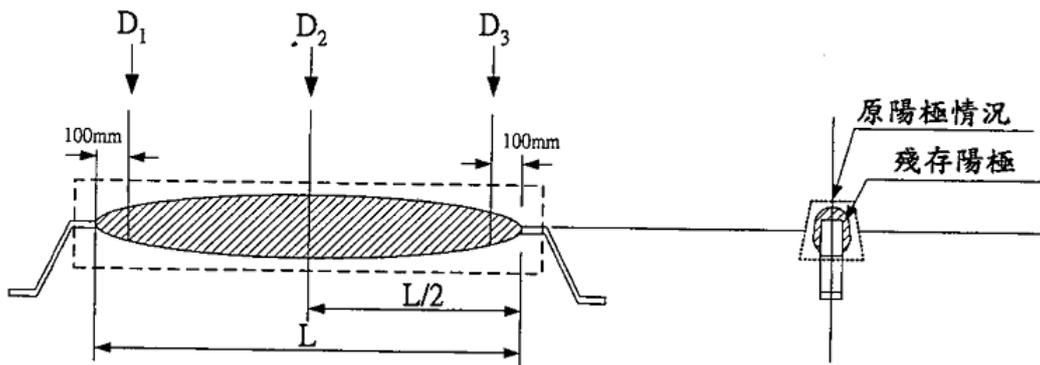


圖 3.10 陽極尺寸測定示意圖

$$\text{陽極年平均消耗量} = (\text{陽極初期重量} - \text{陽極殘存重量}) / \text{經過年數} \dots (3-7)$$

$$\text{殘存壽命} = \text{陽極殘存量} / \text{陽極年平均消耗量} \dots (3-8)$$

另外，也可從陽極平均發生電流求取殘存壽命

$$\text{殘存壽命} = (\text{陽極殘存量} \times \text{陽極有效電氣量}) / \text{陽極平均發生電流} (3-9)$$

### 3.7 非主結構體檢測

非主結構體檢測項目包括：護舷材破損、劣化及裂縫檢測；繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測；其他附屬設施如擋車牆，給水排水設備，照明設備，供電供油相關之管線、管路等。

### 3.8 構造物初步檢測評估

構造物完成檢測後，依各檢測項目之損壞程度(D)、損壞範圍(E)，及該構件損壞對整體結構之影響性(R)進行評估，稱為 D.E.R.評估法。

其中損壞程度(D)分為 0 到 5 級六等，級別為 1 級到 4 級時分別代表檢測對象之損壞程度，隨級別之增加其損壞程度亦隨之提高，級別為“0”級時則代表該檢測項目不存在。級別為“5”級時則代表該檢測項目之受測構件已嚴重損壞，致無法判定或無法檢測，必須立即進行下一步之細部檢測，故等級為“5”時代表損壞程度高於“4”。E 值為構件破壞範圍或破壞構件參數，以構件破壞數與受測構件數的百分比，或破壞面積與受測面積的百分比為參考，依其所座落範圍訂出“1”到“5”的等級，以百分比乘以十後，捨棄小數點為 E 值，大於“5”之值均以 5 填入表格。R 值為受測項目對碼頭整體設施結構安全之影響程度，分為“1”（可忽略）、“2”（輕微）、“3”（小）、“4”（中）及“5”（大）等 5 個等級，其大小之決定與碼頭型式相關，有賴現地檢測人員之經驗及專業訓練判定。

碼頭檢測項目之 D 值示如表 3-5，依據檢測結果，檢測值經下列公式 2-1 或公式 2-2 換算後決定最後等級。

### 3.9 完成檢測或進行細部評估

港灣構造物初步檢測及評估結果，如必須做進一步的評估檢測，將針對構造物安全性進行細部檢測及結構力學相關之分析，包括結構安全性，構造功能性，整體考量等。

表 3-5 港灣碼頭初步檢測劣化程度與評估值關係

檢測項目	劣化現象	劣化程度	D 值	R 值
碼頭壁體	傾斜、破損、 混凝土剝離龜裂	1. 混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出，或鋼筋部份露出且無腐蝕現象	2	4
		2. 混凝土龜裂，鋼筋完全露出，無腐蝕現象。鋼筋部份露出，而且有腐蝕現象。壁體傾斜達 10~15 度時	3	
		3. 可目視出傾斜或岸壁鋼筋完全露出而且腐蝕預力管露出。傾斜達 15 度以上時	4	
碼頭法線	變形、扭曲	1. 儀器檢測出法線偏移、扭曲	3	4
		2. 可目視觀察出法線偏移、扭曲	4	
碼頭面版	龜裂、沈陷、 材質劣化	1. 面版混凝土輕微剝落或龜裂開且鋼筋尚未露出，或鋼筋部份露出且無腐蝕現象	2	3
		2. 儀器檢測出輕微沈陷，或面版鋼筋完全露出，無腐蝕現象	3	
		3. 可目視出沈陷、崩塌，或面版鋼筋完全露出而且有腐蝕現象	4	
混凝土 強度	劣化、不足	1. 強度不足為 10% 以內	1	3
		2. 強度不足為 20% 以內	2	
		3. 強度不足為 30% 以內	3	
		4. 強度不足達 30% 以上	4	
保護層 厚度	厚度不足	1. 厚度不足為 20% 以內	1	2
		2. 厚度不足為 30% 以內	2	
		3. 厚度不足為 40% 以內	3	
		4. 厚度不足達 40% 以上	4	
鋼筋腐蝕 檢視	鋼筋腐蝕	1. 無明顯的鏽蝕區域	1	3
		2. 局部區域有鏽水出現	2	
		3. 帶狀區域的鏽蝕、混凝土出現裂縫	3	
		4. 一半區域的鋼筋鏽蝕，混凝土出現紅橙色片狀剝落	4	
鋼版腐蝕 檢測	腐蝕部位 及現象	1. L.W.L. 至平均低潮位附近無明顯鏽蝕	1	3
		2. 平均低潮位附近起，於 L.W.L. 附近可見紅橙色生銹	2	
		3. 於 L.W.L. 至海底，有連續性的帶狀鏽蝕區分布	3	
		4. H.W.L. 以上的飛沫帶及接近 L.W.L. 的附近，在鋼板樁表面有明顯凹洞及氧化物剝落現象	4	

檢測項目	劣化現象	劣化程度	D 值	R 值
鋼版腐蝕 檢 測	腐蝕程度	1.無明顯的鏽蝕區域	1	2
		2.局部區域有鏽蝕集中	2	
		3.受到漂流物反覆侵蝕，形成帶狀區域的鏽蝕	3	
		4.3/4 區域出現紅橙色的鏽蝕，且有明顯的凹洞或破洞	4	
岸肩伸縮縫	變形、破壞	1.接縫處雜屑堆積使伸縮縫功能減弱	2	3
		2.埋入接頭上方之材料開裂，彈性材料變質但仍具水密性等	3	
		3.合成之材質開裂、伸展接頭完全被密封、壓力封完全掉入膨脹缺口、彈性元件開裂	4	
護舷材	開裂、材質劣化	1.材質表面褪色、輕微劣化，靠船時有輕微龜裂現象	2	2
		2.材質表面劣化明顯，靠船時能明顯觀察到龜裂現象	3	
		3.材質老化、構件變形、脫落，靠船時開裂過大以失去避振功能	4	
繫船柱	破損、變形	1.材質已有鏽損狀況，基座無明顯龜裂情形	2	3
		2.材質鏽損狀況明顯，基座有龜裂情形	3	
		3.材質鏽損甚至剝落，基座龜裂擴大	4	
擋車牆	破損、變形	1.材質表面已有龜裂情形	2	2
		2.材質表面有明顯龜裂，基座有崩塌情形	3	
		3.材質龜裂擴大或多處崩塌、破損、位移	4	
排水、 給水設備	破壞、斷裂	1.破損而有滲水現象	3	2
		2.斷裂失去功能	4	
照明設施	破 壞	1.部份損壞而只能發揮部份功能	3	2
		2.大部損壞失去功能性	4	
油電管路	破 壞	1.破損而有滲油、漏電現象，	3	3
		2.斷裂而失去功能性	4	

## 第四章 結果與討論

本年度調查範圍包括：花蓮港 10 至 25 號碼頭（重力方塊式、重力沉箱式）、西防波堤；花蓮縣花蓮漁港、石梯漁港（重力式）；臺東縣長濱漁港、新港漁港、富岡漁港、大武漁港（重力式）；基隆港西 19 碼頭（鋼管樁棧橋式）、西 20 號至西 23 號、東 4 至東 5 號碼頭（鋼板樁式）等之現況調查。調查結果與討論詳列如下：

### 4.1 花蓮港

本年度調查對象，商港以花蓮港為主，全港共 25 座碼頭，其中 4 至 9 號鋼板樁碼頭已於 100 年度完成調查，本年度為 10 至 25 號碼頭。碼頭位置與基本資料如表 4-1 及圖 4.1 所示。

表 4-1 花蓮港 10 至 25 號碼頭基本資料

碼頭編號	用途	長度(m)	設計水深(m)	碼頭結構
10 號碼頭	水泥石料	368.00	-9.5	混凝土重力式
11 號碼頭	水泥石料	368.00	-9.5	混凝土重力式
12 號碼頭	雜貨	150.00	-7.5	混凝土重力式
13 號碼頭	雜貨	370.00	-9.5	混凝土重力式
14 號碼頭	雜貨	370.00	-9.5	混凝土重力式
15 號碼頭	雜貨	100.00	-8.5	混凝土重力式
16 號碼頭	客運	144.00	-7.5	混凝土重力式
17 號碼頭	雜貨	200.00	-12.0	消波方塊式
18 號碼頭	水泥	200.00	-12.0	消波方塊式
19 號碼頭	水泥	310.00	-14.0	消波沉箱式
20 號碼頭	石料	302.00	-14.0	消波沉箱式
21 號碼頭	石料	200.00	-14.0	消波沉箱式
22 號碼頭	石料	200.00	-14.0	消波沉箱式
23 號碼頭	木片	272.00	-14.0	消波沉箱式
24 號碼頭	油品	271.00	-14.0	消波沉箱式
25 號碼頭	煤	332.00	-16.5	消波沉箱式

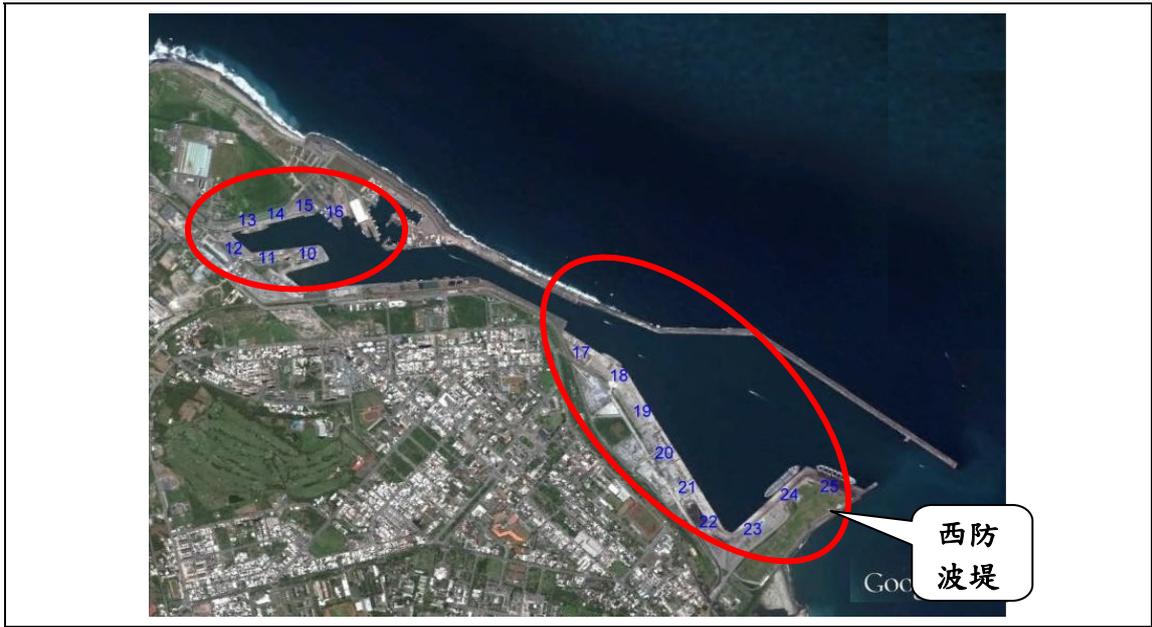


圖 4.1 花蓮港碼頭平面圖

#### 4.1.1 花蓮港 10 號碼頭

- 碼頭基本資料：本座碼頭為混凝土重力式結構，全長 183 公尺，水深為 -9.5 公尺，主要用途為停靠運送水泥與石料之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.2，檢測時碼頭現況如圖 4.3 所示。

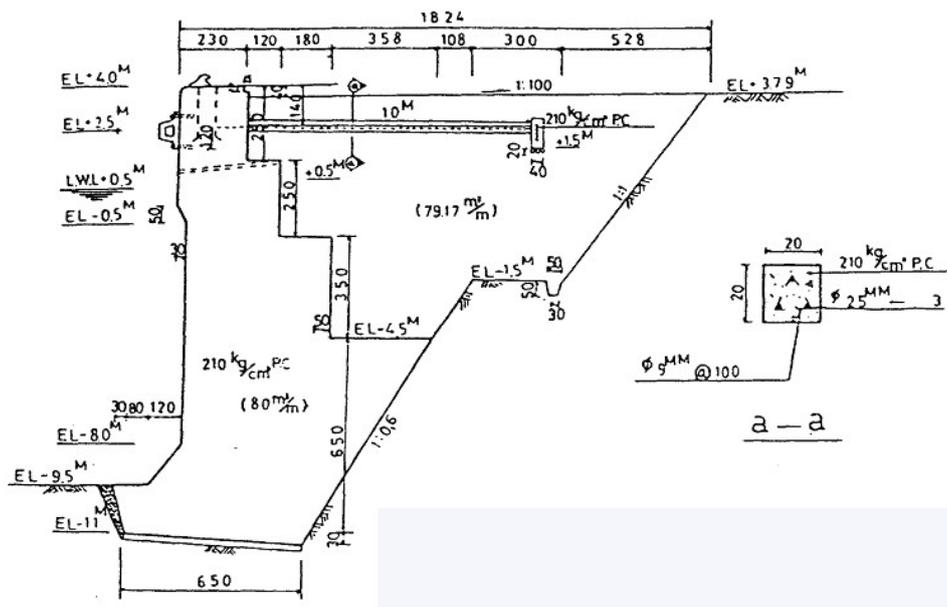


圖 4.2 花蓮港 10-11、13-14 號碼頭結構型式

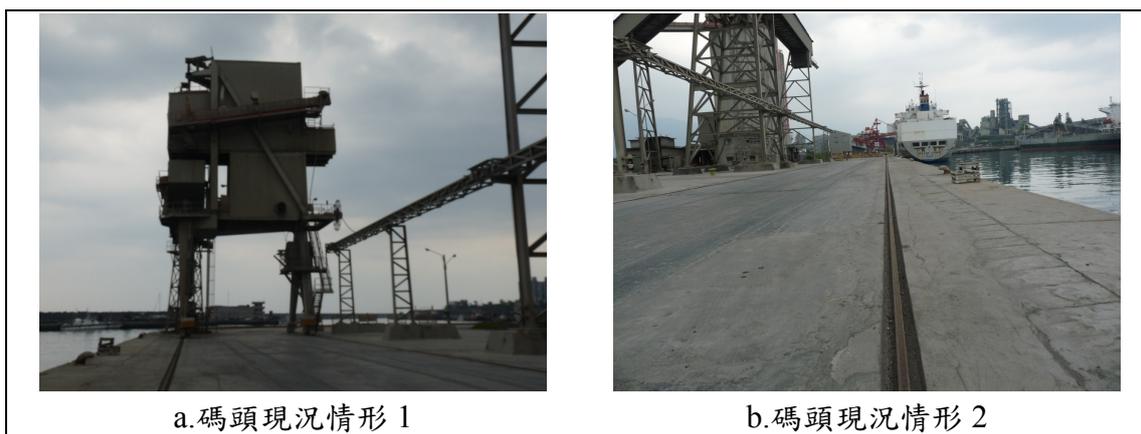


圖 4.3 花蓮港 10 號碼頭現況情形(101.3.26)

2. 過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
3. 整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：
  - (1)碼頭岸壁體檢測：檢測重點包含是否傾斜、破損、位移等。本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：檢測重點包含是否扭曲、變形等。本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：檢測重點包含面版龜裂、沈陷、材質劣化等。本座碼頭面版檢測時發現少數有輕微沉陷現象。故 D 值=1，E=2，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：混凝土強度檢測項目之進行時機為，當無重大明顯的破壞發生時，或重大明顯的破壞發生原因不明確時，混凝土強度可視為與設計強度相當，即強度損失不大或可忽略，本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，

R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。

(7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為混凝土重力式結構，故本項目未予評分。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-2 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4. 非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，故 D 值=0，E=0，R=2。

(3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-2 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

表 4-2 花蓮港 10 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：10 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 80 年		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：3.0 m	長度：183 m 縱深：--- m	水域深度	原設計：-9.5m 目前：-9.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 客、貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_水泥石料			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 混凝土重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
上次檢測	無				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	2	3	9
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	<del>鋼板腐蝕檢測(程度)</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>2</del>	<del>0</del>
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 9/21 = 0.4$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	3	0
	繫船柱	0	0	2	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 9/(21+14) = 0.3$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 26 日					

#### 4.1.2 花蓮港 11 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為混凝土重力式結構，全長 183 公尺，水深為 -9.5 公尺，主要用途為停靠運送水泥與石料之船隻。碼頭結構型式同 10 號碼頭(圖 4.2)，檢測時碼頭現況如圖 4.4 所示。



圖 4.4 花蓮港 11 號碼頭現況情形(101.3.26)

2. 過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
3. 整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
  - (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：檢測重點包含面版龜裂、沈陷、材質劣化等。本座碼頭面版檢測時發現少數有輕微沉陷現象。故 D 值=1，E=2，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕

及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，推估 D 值=0，E=0，R=3。

(7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為混凝土重力式結構，故本項目未予評分。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-3 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4. 非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-3 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

表 4-3 花蓮港 11 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：11 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：3.0 m	長度：183 m 縱深：--- m	水域深度	原設計：-9.5 m 目前：-9.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_水泥石料			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 混凝土重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
上次檢測	無				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	2	3	9
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	<del>鋼板腐蝕檢測(程度)</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>2</del>	<del>0</del>
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.4$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.3$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 26 日					

### 4.1.3 花蓮港 12 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為混凝土重力式結構，全長 150 公尺，水深為 -7.5 公尺，，主要用途為停靠運送雜貨之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.5，檢測時碼頭現況如圖 4.6 所示。

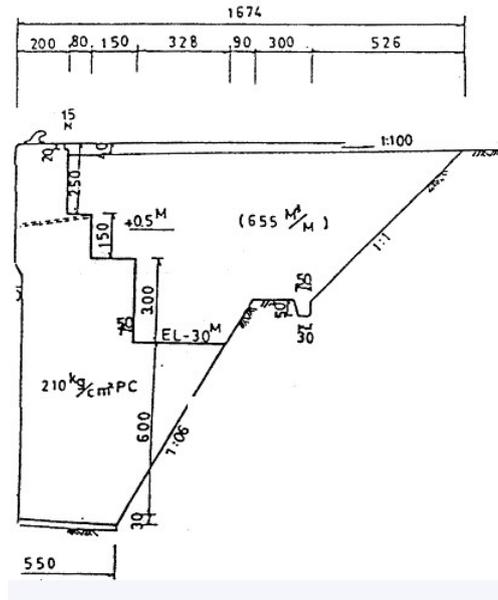


圖 4.5 花蓮港 12、16 號碼頭結構型式



圖 4.6 花蓮港 12 號碼頭現況情形(101.3.26)

- 2.過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為混凝土重力式結構，故本項目未予評分。
  - (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-4 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-4 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-4 花蓮港 12 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：12 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 81 年 2 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：3.0 m	長度：150m 縱深：---m	水域深度	原設計：-7.5 m 目前：-7.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪 <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕探測(程度)	0	0	3	0
岸肩伸縮縫	0	0	3	0	
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 26 日					

#### 4.1.4 花蓮港 13 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為混凝土重力式結構，全長 370 公尺，水深為 -9.5 公尺，主要用途為停靠運雜貨之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.2（同 10 號碼頭），檢測時碼頭現況如圖 4.7 所示。



圖 4.7 花蓮港 13 號碼頭現況情形(101.3.26)

2. 過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
3. 整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：
  - (1) 碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2) 碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3) 碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4) 混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5) 保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。

- (6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
- (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為混凝土重力式結構，故本項目未予評分。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-5 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-5 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-5 花蓮港 13 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：13 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 81 年 2 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：3.0 m	長度：185m 縱深：---m	水域深度	原設計：-9.5 m 目前：-9.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪 <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
岸肩伸縮縫	0	0	3	0	
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 26 日					

#### 4.1.5 花蓮港 14 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為混凝土重力式結構，全長 370 公尺，水深為 -9.5 公尺，主要用途為停靠運雜貨之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.2（同 10 號碼頭），檢測時碼頭現況如圖 4.8 所示。



圖 4.8 花蓮港 14 號碼頭現況情形(101.3.26)

2. 過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
3. 整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：
  - (1) 碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2) 碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3) 碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4) 混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5) 保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接

關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。

(7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為混凝土重力式結構，故本項目未予評分。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-6 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-6 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-6 花蓮港 14 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：14 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 81 年 2 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：3.0 m	長度：185m 縱深：---m	水域深度	原設計：-9.5 m 目前：-9.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪 <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i^{N_P} R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i^{N_A} R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i^N R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 26 日					

#### 4.1.6 花蓮港 15 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為混凝土重力式結構，全長 100 公尺，水深為 - 8.5 公尺，主要用途為停靠運送雜貨之船隻。碼頭結構型式示於圖 49，檢測時碼頭現況如圖 4.10 所示。

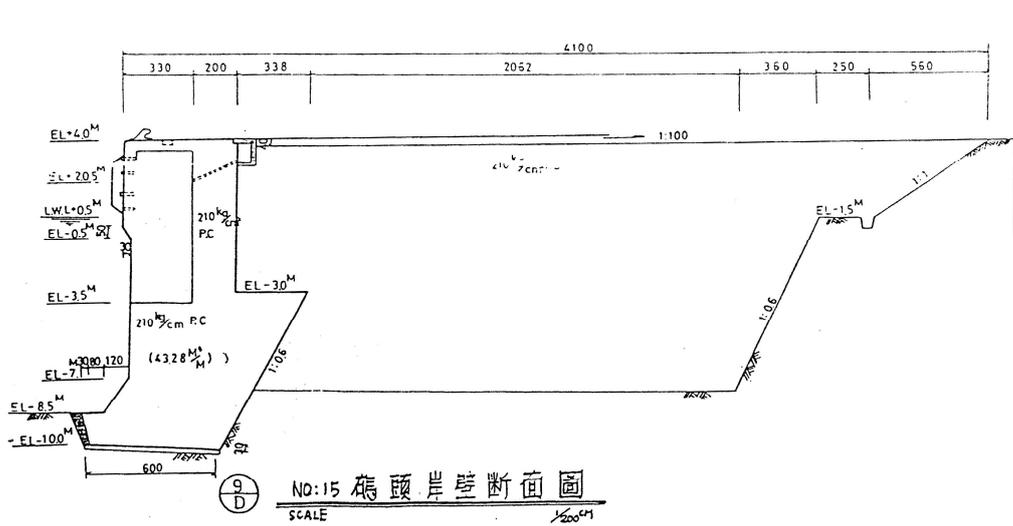


圖 4.9 花蓮港 15 號碼頭結構型式



圖 4.10 花蓮港 15 號碼頭現況情形(101.3.26)

- 2.過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為混凝土重力式結構，故本項目未予評分。
  - (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-7 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-7 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-7 花蓮港 15 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：15 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 81 年 2 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：3.0 m	長度：100m 縱深：---m	水域深度	原設計：-8.5 m 目前：-8.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪 <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕探測(程度)	0	0	3	0
岸肩伸縮縫	0	0	3	0	
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 26 日					

#### 4.1.7 花蓮港 16 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為混凝土重力式結構，全長 144 公尺，水深為 -7.5 公尺，主要用途為停靠客運之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.5（同 12 號碼頭），檢測時碼頭現況如圖 4.16 所示。



圖 4.16 花蓮港 16 號碼頭現況情形(101.3.26)

2. 過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
3. 整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：
  - (1) 碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2) 碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3) 碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4) 混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5) 保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接

關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。

(7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為混凝土重力式結構，故本項目未予評分。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-8 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-8 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-8 花蓮港 16 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：16 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：3.0 m	長度：144m 縱深：---m	水域深度	原設計：-7.5 m 目前：-7.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_客運			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
岸肩伸縮縫	0	0	3	0	
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 26 日					

#### 4.1.8 花蓮港 17 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為消波方塊重力式結構，全長 200 公尺，水深為 -12.0 公尺，主要用途為停靠運送雜貨之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.12，檢測時碼頭現況如圖 4.13 所示。

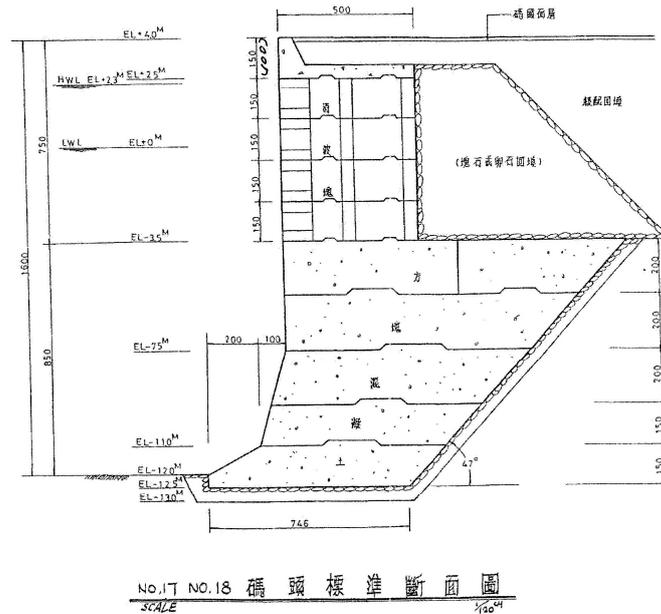


圖 4.12 花蓮港 17 號碼頭結構型式



圖 4.13 花蓮港 17 號碼頭現況情形(101.3.27)

- 2.過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭檢測時發現面版有明顯沉陷及積水現象，故 D 值=1，E=2，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為消波方塊式重力式結構，故本項目未予評分。
  - (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-9 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示結

構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-9 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-9 花蓮港 17 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：17 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 81 年 2 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：3.0 m	長度：200m 縱深：---m	水域深度	原設計：-12.0 m 目前：-12.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪 <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主體 結構 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	2	3	9
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.4$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.3$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 27 日					

#### 4.1.9 花蓮港 18 號碼頭

- 1.碼頭基本資料：本座碼頭為消波方塊重力式結構，全長 200 公尺，水深為 -12.0 公尺，主要用途為停靠運送水泥之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.12(同 17 號碼頭)，檢測時碼頭現況如圖 4.14 所示。



圖 4.14 花蓮港 18 號碼頭現況情形(101.3.27)

- 2.過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
  - (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭檢測時發現面版有明顯沉陷及積水現象，故 D 值=1，E=2，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關

係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。

(7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為消波方塊式重力式結構，故本項目未予評分。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-10 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-10 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-10 花蓮港 18 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：18 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：3.0 m	長度：200m 縱深：---m	水域深度	原設計：-12.0 m 目前：-12.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_水泥			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
上次檢測	無				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	2	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 27 日					

#### 4.1.10 花蓮港 19 號碼頭

- 碼頭基本資料：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，全長 200 公尺，水深為 -12.0 公尺，主要用途為停靠運送水泥之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.15，檢測時碼頭現況如圖 4.16 所示。

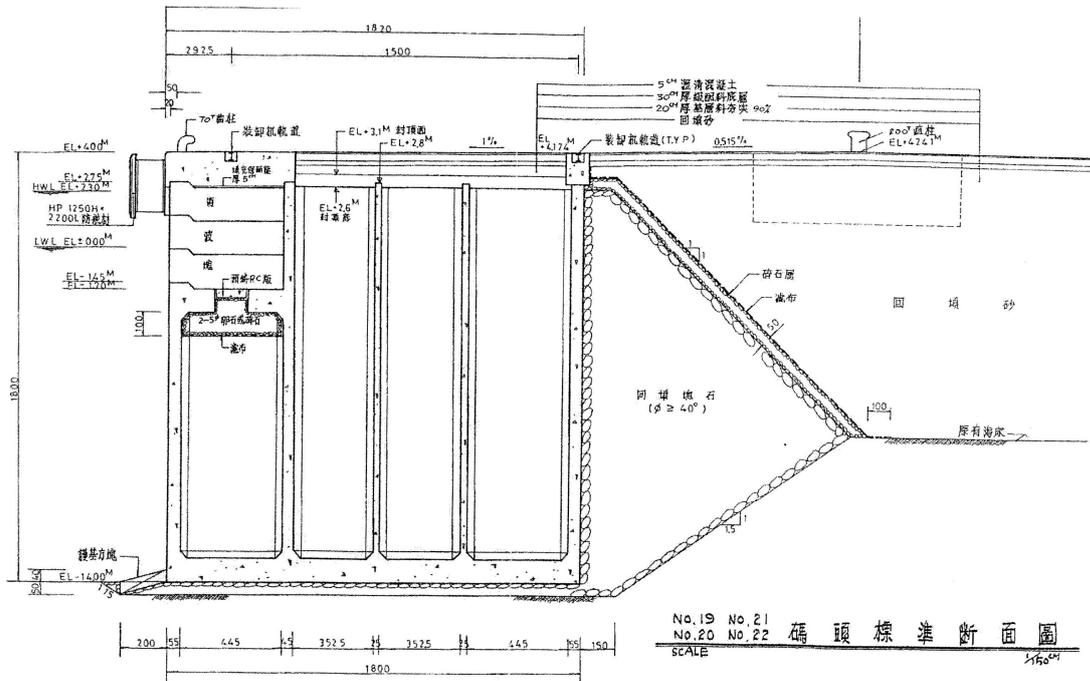


圖 4.15 花蓮港 19-22 號碼頭結構型式

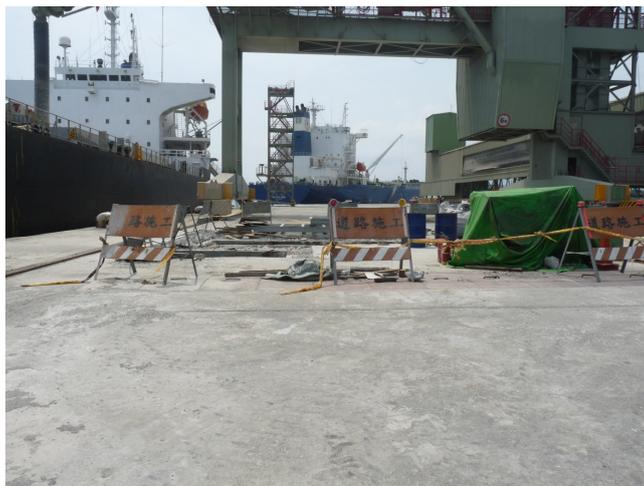


圖 4.16 花蓮港 19 號碼頭現況情形(101.3.27)

- 2.過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：檢測重點包含是否扭曲、變形等。本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，故本項目未予評分。
  - (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-11 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示

結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-11 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-11 花蓮港 19 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：19 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：3.0 m	長度：310m 縱深：---m	水域深度	原設計：-14.0m 目前：-14.0m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_水泥			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕探測(程度)	0	0	3	0
岸肩伸縮縫	0	0	3	0	
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 27 日					

#### 4.1.11 花蓮港 20 號碼頭

- 1.碼頭基本資料：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，全長 302 公尺，水深為 - 14.0 公尺，主要用途為停靠運送石料之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.15(同 19 號碼頭)，檢測時碼頭現況如圖 4.17 所示。



圖 4.17 花蓮港 20 號碼頭現況情形(101.3.27)

- 2.過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
  - (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接

關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。

(7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，故本項目未予評分。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-12 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-12 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-12 花蓮港 20 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：20 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：3.0 m	長度：302m 縱深：---m	水域深度	原設計：-14.0 m 目前：-14.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_石料			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
上次檢測	無				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	<del>鋼板腐蝕檢測(程度)</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>2</del>	<del>0</del>
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 27 日					

#### 4.1.12 花蓮港 21 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，全長 200 公尺，水深為 -14.0 公尺，主要用途為停靠運送石料之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.15(同 19 號碼頭)，檢測時碼頭現況如圖 4.18 所示。



圖 4.18 花蓮港 21 號碼頭現況情形(101.3.27)

2. 過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
3. 整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：
  - (1) 碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2) 碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3) 碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (4) 混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5) 保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接

關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。

(7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，故本項目未予評分。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-13 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-13 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-13 花蓮港 21 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：21 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：3.0 m	長度：200m 縱深：---m	水域深度	原設計：-14.0 m 目前：-14.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_石料			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
上次檢測	無				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 27 日					

#### 4.1.13 花蓮港 22 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，全長 200 公尺，水深為 -14.0 公尺，主要用途為停靠運送石料之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.15(同 19 號碼頭)，檢測時碼頭現況如圖 4.19 所示。



圖 4.19 花蓮港 22 號碼頭現況情形(101.3.27)

2. 過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
3. 整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：
  - (1) 碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2) 碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3) 碼頭面版檢測：檢測重點包含面版龜裂、沈陷、材質劣化等。本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4) 混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5) 保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接

關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。

(7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，故本項目未予評分。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-14 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-14 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-14 花蓮港 22 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：22 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：3.0 m	長度：200m 縱深：---m	水域深度	原設計：-14.0 m 目前：-14.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_石料			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
上次檢測	無				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	<del>鋼板腐蝕檢測(程度)</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>2</del>	<del>0</del>
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 27 日					

#### 4.1.14 花蓮港 23 號碼頭

- 碼頭基本資料：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，全長 272 公尺，水深為 -14.0 公尺，主要用途為停靠運送木片之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.20，檢測時碼頭現況如圖 4.21 所示。

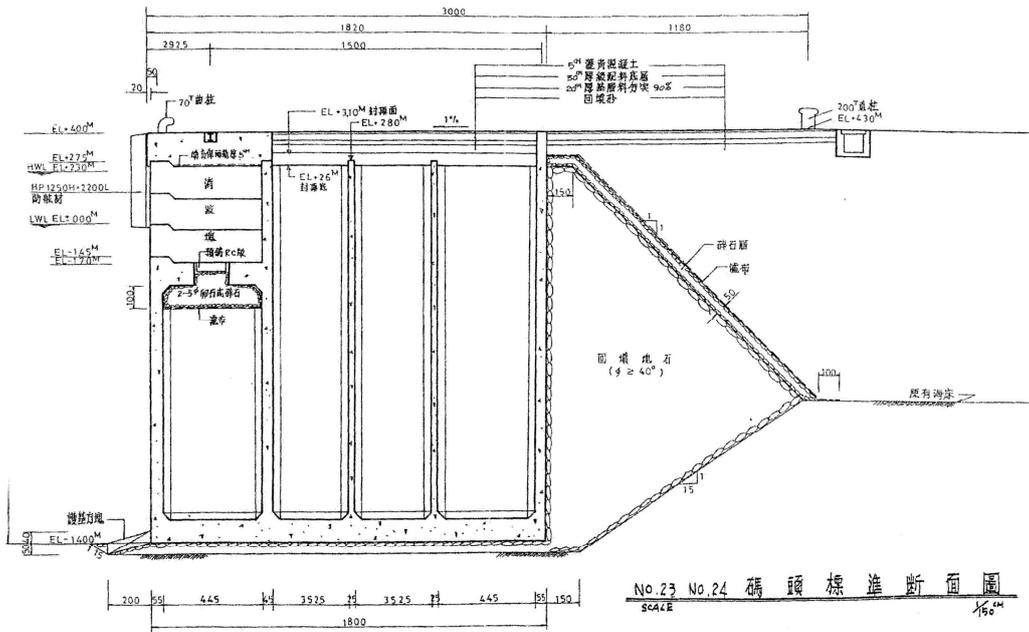


圖 4.20 花蓮港 23、24 號碼頭結構型式



圖 4.21 花蓮港 23 號碼頭現況情形(101.3.27)

- 2.過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，故本項目未予評分。
  - (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-15 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示

結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-15 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-15 花蓮港 23 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：23 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：3.0 m	長度：272m 縱深：---m	水域深度	原設計：-14.0m 目前：-14.0m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_木片			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕探測(程度)	0	0	3	0
岸肩伸縮縫	0	0	3	0	
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 100 年 6 月 22 日					

#### 4.1.15 花蓮港 24 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，全長 271 公尺，水深為 -14.0 公尺，主要用途為停靠運送油品之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.20(同 23 號碼頭)，檢測時碼頭現況如圖 4.22 所示。



圖 4.22 花蓮港 24 號碼頭現況情形(101.3.27)

2. 過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
3. 整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：
  - (1) 碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2) 碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3) 碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4) 混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5) 保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕

及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，但推估 D 值=0，E=0，R=3。

(7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，故本項目未予評分。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-16 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-16 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-16 花蓮港 24 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：24 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：3.0 m	長度：271m 縱深：---m	水域深度	原設計：-14.0 m 目前：-14.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_油品			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
上次檢測	無				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	<del>鋼板腐蝕檢測(程度)</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>2</del>	<del>0</del>
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 27 日					

#### 4.1.16 花蓮港 25 號碼頭

- 碼頭基本資料：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，全長 332 公尺，水深為 -16.5 公尺，主要用途為停靠運送煤礦之船隻。碼頭結構型式示於圖 4.23，檢測時碼頭現況如圖 4.24 所示。

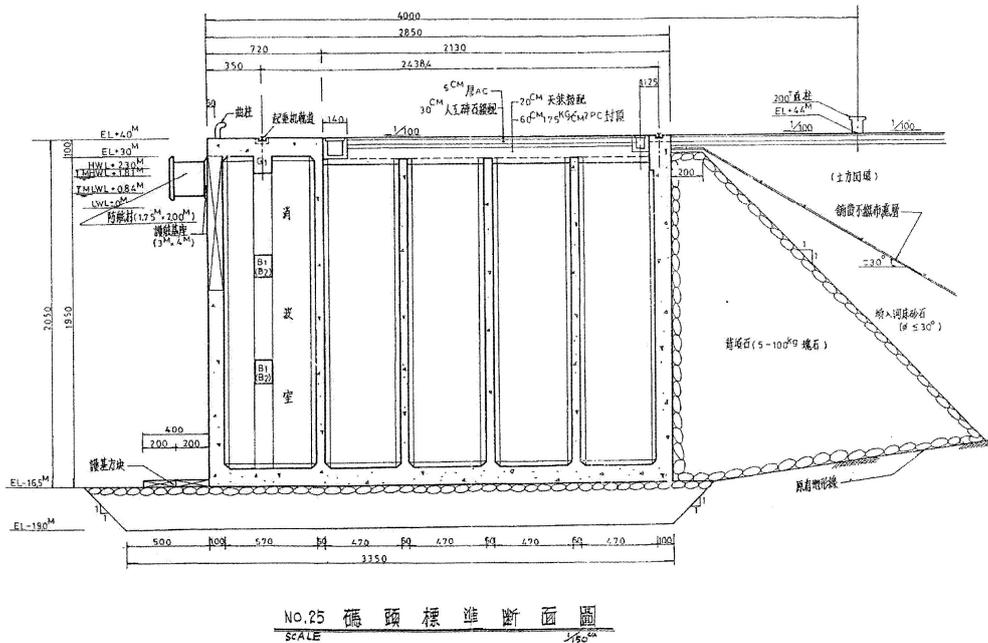


圖 4.23 花蓮港 25 號碼頭結構型式



圖 4.24 花蓮港 25 號碼頭現況情形(101.3.27)

- 2.過去檢測及維修歷史：本座碼頭無重大損害之檢測及歷史紀錄。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，部份碼頭岸壁雖有輕微劣損現況，且範圍未超過 10%，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=1，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：本座碼頭為消波沉箱重力式結構，故本項目未予評分。
  - (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-17 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示

結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質，調查時僅發現 2 處有輕微劣損現象，其餘均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現明顯鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆無明顯劣損，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-17 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能仍屬完整範圍內，不影響主結構體正常運作。

表 4-17 花蓮港 25 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：花蓮港		碼頭編號：25 號		
	建造日期：		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：3.0 m	長度：332m 縱深：---m	水域深度	原設計：-16.5 m 目前：-16.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input checked="" type="checkbox"/> 其他_煤			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕探測(程度)	0	0	3	0
岸肩伸縮縫	0	0	3	0	
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0.0$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 3 月 27 日					

#### 4.1.17 花蓮港西堤

西防波堤係自美崙溪口北岸約 65 公尺處;以約與海岸線及等深線垂直之方向延伸 650 公尺，再向海側折轉 19.3。後，延伸 400 公尺，總長成為 1050 公尺，西防波堤內側自距堤頭 70 公尺處起，均填為碼頭用地，其功能變成以保護新生地的海堤為主。經多年來觀察，西防波堤確實已發揮保護其堤內新生地之功能。但在西防波堤外側（即美崙溪口）發生淤積現象及南濱海灘發生侵蝕現象，斷面型式分別示於圖 4.25，檢測時碼頭現況如圖 4.26 所示。

本次調查以目視配合反彈錘試驗等非破壞性檢測實施，結果顯示，西防波堤並無明顯混凝土破損或其內部鋼筋嚴重腐蝕現象，由反彈錘推估或鑽心試體試驗室抗壓試驗，混凝土強度介於 185～226kg/cm<sup>2</sup> 之間；腐蝕電位介於 -368～-212 mV（Cu/CuSO<sub>4</sub> 電位）之間；電阻係數介於 9.6～20.16 KΩ 之間；超音波速約為 3000m/sec，中性化深度約 0.2～1.0 cm。

花蓮港之西防波堤堤身與消波塊混凝土表面發現地圖狀裂縫，並有膠狀反應產物，疑為鹼質與粒料反應之徵候，雖無立即性重大危害發生，建議花蓮、臺東地區後續重大公共工程使用之混凝土材料，使用前應進行鹼質與粒料反應相關檢測，以降低構造物發生崩壞之風險。

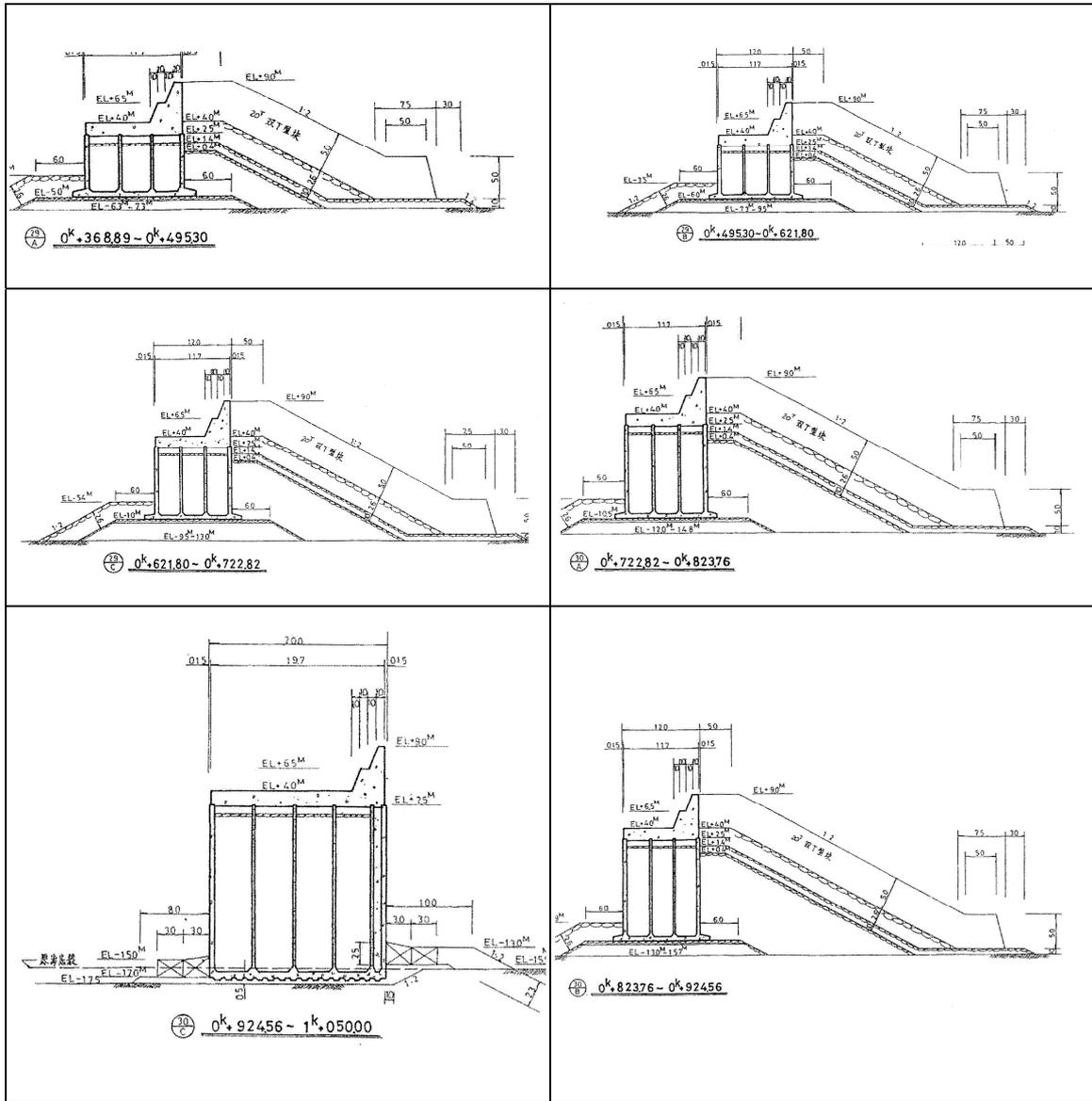


圖 4.25 花蓮港西堤主要斷面圖

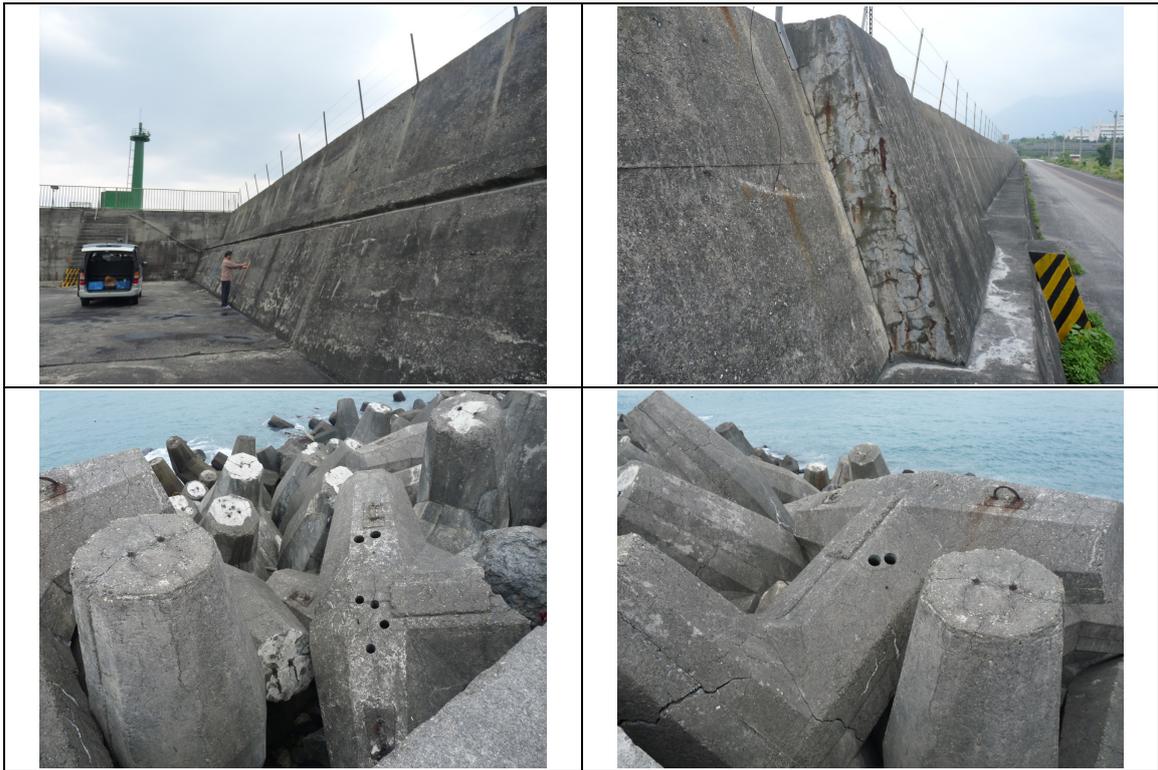


圖 4.26 花蓮港西堤現況情形(101.3.27)

表 4-18 花蓮港西堤反彈值等試驗結果

編號	平均反彈值 (推估強度 $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	腐蝕電位 (mV 硫酸銅電極)	電阻係數 ( $\text{K}\Omega$ )
消波塊	33.18(250)	412~605	20.6~56.5
防波堤	26.60(162)	192~294	0.9~12.1

表 4-19 花蓮港西堤鑽心試體抗壓強度等試驗結果

試體編號	抗壓強度( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )	中性化深度(cm)
消波塊 1	187	0.2
消波塊 2	195	0.2
消波塊 3	256	1.0

表 4-20 花蓮港西堤鑽心試體之超音波脈波速度

試體編號	超音波速(m/sec)
消波塊 1	3020
消波塊 2	3185
消波塊 3	3665

## 4.2 花蓮縣漁港

花蓮縣位於臺灣東部，為臺灣地區第一大縣。沿岸及近海皆屬太平洋黑潮主流範圍，海域廣闊，底質多為岩礁，各種洄游性及底棲魚類資源豐富，為本省良好漁場之一。但因中央山脈和海岸山脈相繼逼近太平洋，加上河流切割和沖積，海底坡度陡峭，山勢高聳，較少灣澳，目前主要漁港僅有花蓮、石梯、鹽寮三處，皆為第三類漁港及十餘處小型漁筏停靠據點，近海漁業作業船隻，多以花蓮漁港為主要基地港。

花蓮縣政府為解決漁船碼頭及泊地不足的困境，近年來積極推動漁港建設，期能促進漁業發展，並因應觀光遊憩需要，配合進行港區多元化發展，除擴建花蓮漁港進設置漁港區、漁業專業區、漁業商業區及休閒旅館區外，另配合地方特色及觀光發展之需要，於石梯漁港進行觀光交通船碼頭、港區綠美化及遊客之軟硬體設施等工程，藉以結合右梯坪風景區遊憩資源，促進東海岸之整體發展，並可舒解泊地擁擠的情形。

本次調查花蓮縣共選取花蓮及石梯漁港 2 處主要漁港之碼頭(重力式)、防波堤及濱海建物，漁港基本資料及調查結果分述如下：

### 4.2.1 花蓮漁港

花蓮漁港為行政院農業委員指定之第三類漁港，位於花蓮國際商港區內之兼用漁港，距花蓮市約 2 公里，原係由花蓮港務局指定港區內小型船渠之南側水域及殘水碼頭專供漁船停靠，小型船渠水深

-2.01~3.0 公尺，泊地面積 2.8 公頃，其中雖有一半撥供漁港使用，實際上扣除航道及軍方、海關及工作船所用泊地，僅剩三分之一左右可供漁業使用，平時漁船停泊已擁擠不敷使用，甚多漁船停靠商港航道，危險性大，並影響商港機能運作，颱風時擁擠情形更為嚴重。為改善小型船渠內漁船及工作船泊地穩靜，於「第二期臺灣地區漁港建設方案」中，將船渠開口位置變更，封閉舊有港口，新闢 25 公尺寬港口，並興建東、西突堤碼頭 100 公尺及進行碼頭改善與泊地浚挖工程。

為改善漁民生活及促進東部地區漁業發展，民國 82 年小型船渠擴建為專用漁港，並自 86 年度起將港區向海側擴建，至 89 年止共計興建海堤 922 公尺及進行新泊地之浚挖；90 年後並陸續擴建，完成包括：興建新泊地西碼頭 280 公尺，新泊區東碼頭 165 公尺、北碼頭 60 公尺，及舊泊區原有碼頭 283 公尺改建及新舊泊地間之碼頭拆除，並進行泊地浚挖等工程。

目前水域達 4.5 公頃、碼頭約 1,200 公尺，依功能劃分為漁港區、漁業專業區、漁業商業區、休閒旅館區及廟宇區等，漁港區設置拍賣場、整備場、曳船道及修船廠等；漁業專業區設置拍賣場、製冰廠、冷凍廠、漁會辦公室、漁民住宿及休閒中心、零售魚市場及海鮮飲食店等；漁業商業區具有休閒觀光漁業之功能，以商場及廣場為主；休閒旅館區乃為與休閒漁業結合之休閒住宿設施供旅客、海釣、賞鯨等從事休閒活動人員住宿使用。漁港平面配置如圖 4.27 所示，碼頭及防波堤主要結構型式如圖 4.28 至圖 4.33 所示。

本次調查以目視檢測為主，由於漁港碼頭之設計水深介於-2.0~-4.0m 之間，設計水深較淺且後線長度多小於 10 公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於  $1 \text{ t/m}^2$ ，以現有之重力式承受之土壓力和水壓力推估與基樁式碼頭承受上部及側向力，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或面版下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且碼頭靠泊船隻之噸數多為 100 公噸以下漁船或交通遊樂船艇，更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。圖 4.34 為調查時之漁港現況情形。

由歷年記錄顯示，漁港維護主要工作項目仍以泊地及碼頭區之水深浚挖為主，且不同年度施作之碼頭或防波堤其結構型式相異，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔，另建議碼頭可考慮依碼頭型式或建造時間將其分類後，予以分段編號並標示里程，俾利後續建置維護管理資訊系統之應用。港區漁會建物及製冰廠等鋼筋混凝土損壞部份，建議應儘早修護。

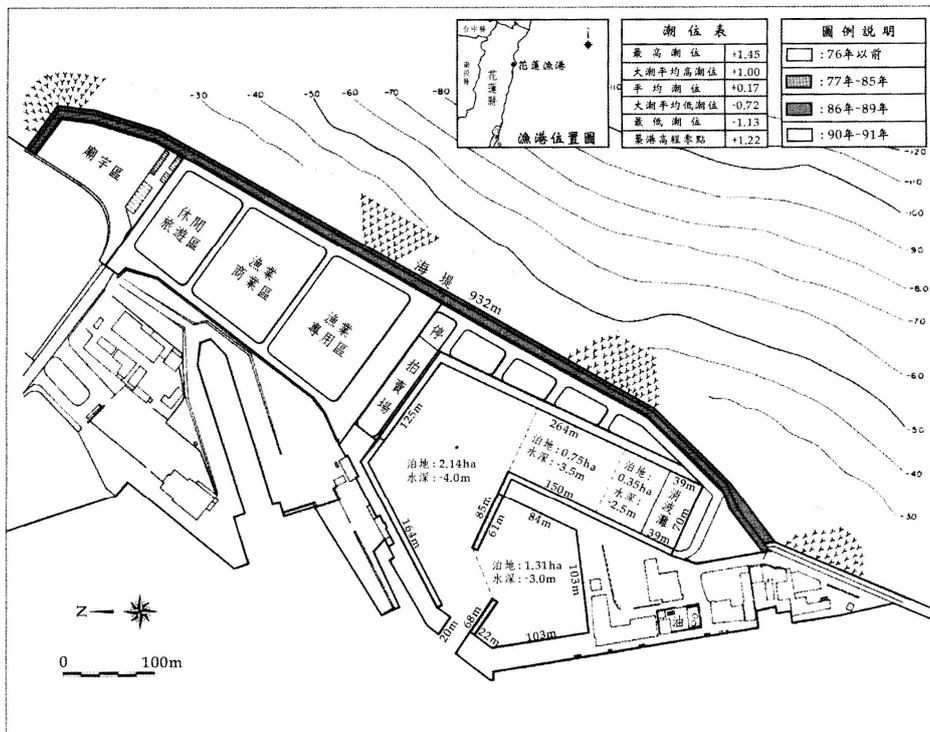


圖 4.27 花蓮漁港平面配置圖

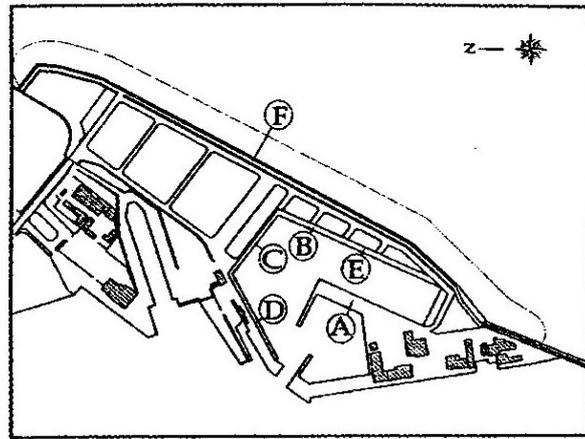


圖 4.28 花蓮漁港主要斷面位置圖

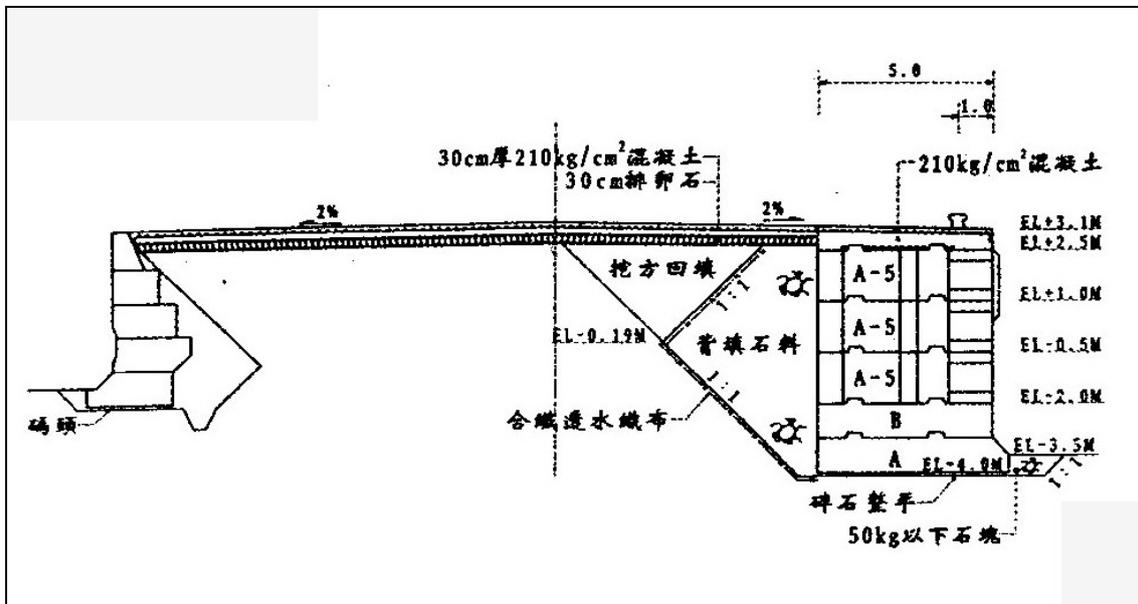


圖 4.29 花蓮漁港碼頭結構型式 A (突堤碼頭)



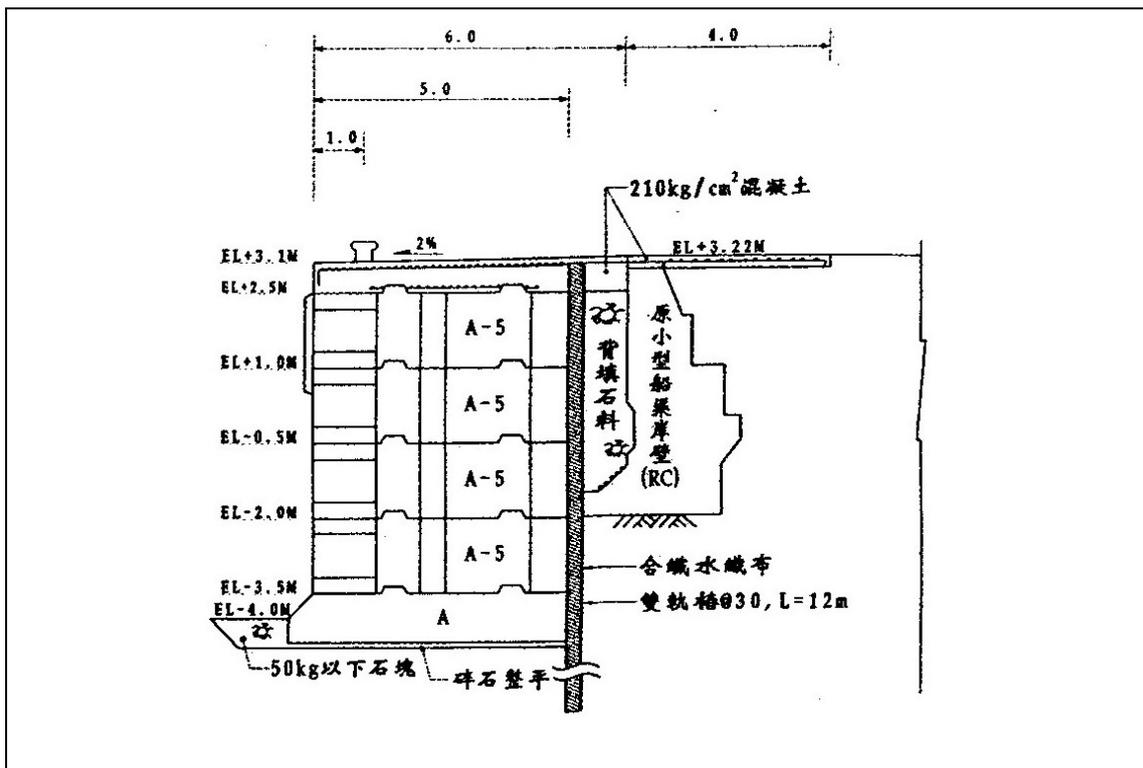


圖 4.32 花蓮漁港碼頭結構型式 D (西碼頭)

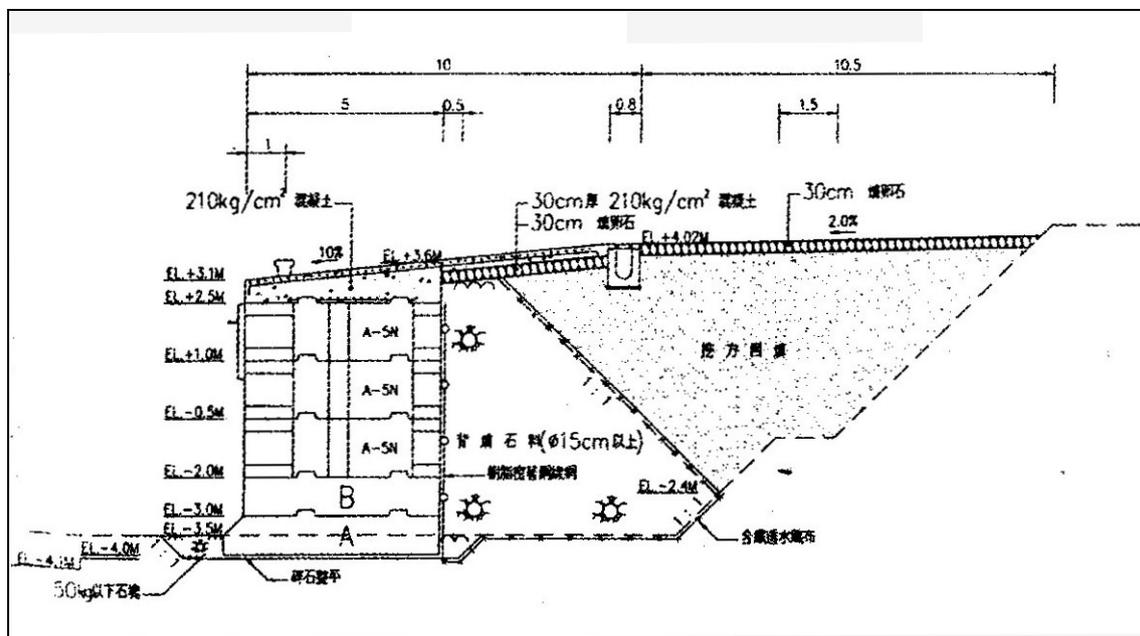


圖 4.33 花蓮漁港碼頭結構型式 E (東碼頭 -3.5m)



圖 4.34 花蓮漁港現況情形 (101.3.26)

#### 4.2.2 石梯漁港

石梯漁港亦屬為第三類漁港，位於花蓮縣豐濱鄉石梯坪旁，為花蓮漁港與臺東縣新港漁港間，唯一具有天然條件並稍具規模之漁港。

民國 48 年至 52 年間由花蓮港務局闢建完成，惟其港口配置處於東北方向波浪集中處，故道颱風損毀殆盡。自 69 年起至 75 年止，政府為整建原有之殘缺設施，並加強本港之颱風避風及補給功能，積極加以擴建。計完成主要設施有北防波堤 267 公尺、東防波堤 427 公尺，東內堤 38 公尺、西內堤 31 公尺、東突堤 42 公尺、碼頭 4%公尺及泊地 2.35 公頃，岸上設施有魚市場、加油站、漁貝整理場、給水、製冰及道路、照明、排水等設施。

本港為花蓮漁港至臺東縣新港漁港間百餘公里海岸線中唯一之漁港，地理位置重要，亦為東部近海漁船之避風、補給之主要作業基地。目前港內泊地穩靜，但因面對浩瀚之太平洋，每年受颱風影響極大，故常對保護防波堤之海側消波塊造成損耗，因此 81 年起視實際損耗情形而予以補充維護及疏浚航道泊地，以確保防波堤及漁船之安全，並興建漁港安檢站，以利船隻進出港之管理。

近年來，由於國內觀光遊憩風氣興盛，另因受漁業環境之影響，傳統漁業無法繼續成長，衝擊漁民生計，花蓮縣政府自 88 年起配合傳統漁業的轉型之政策，擬定漁港多元化發展方案，積極建設多元化公共設施，在水域改善方面，於 88 年於外泊地東側興建休息碼頭 60 公尺、延長西內堤 20 公尺及興建西突堤 20 公尺；89 年進行港池改善，將東突堤及西突堤加以改建或改善，並於碼頭加設防護飯與防舷材。至於在陸上設施方面，則於 89 年進行港區綠美化與景觀改善工程、旅客服務中心軟硬體設施工程及娛樂漁業漁船專用碼頭設施工程。

90 年持續進行港區景觀設施工程，希望藉由石梯漁港多元化工程能增加民眾休閒活動之據點，並作為賞鯨豚之休閒漁港，結合鄰近石梯坪風景區之觀光資源，促進臺灣東海岸之整體發展。漁港平面配置如圖 4.35 所示，碼頭及防波堤主要結構型式如圖 4.36 至圖 4.41 所示。

本次調查以目視配合反彈錘試驗等非破壞性檢測實施，結果顯示，本港碼頭及防波堤並無明顯混凝土破損或其內部鋼筋嚴重腐蝕現象，由反彈錘推估或鑽心試體試驗室抗壓試驗，混凝土強度介於  $185 \sim 226 \text{ kg/cm}^2$  之間；腐蝕電位介於  $-368 \sim -212 \text{ mV}$ （Cu/CuSO<sub>4</sub> 電位）之間；電阻係數介於  $9.6 \sim 20.16 \text{ K}\Omega$  之間；超音波速約為  $3000 \text{ m/sec}$ ，中性化深度約  $0.2 \sim 1.0 \text{ cm}$ 。由於漁港碼頭現有設計水深為  $-4.0 \text{ m}$ ，因漁港碼頭設計水深較淺且後線長度均小於  $10$  公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於  $1 \text{ t/m}^2$ ，以現有之重力式碼頭承受之土壓力和水壓力推估，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且碼頭靠泊船隻之噸數多為  $500$  公噸以下，更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。圖 4.42 為調查時之漁港現況情形。

由歷年記錄顯示，漁港維護主要工作項目仍以泊地及碼頭區之水深浚挖為主，且不同年度施作之碼頭或防波堤其結構型式相異，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔，另建議碼頭可考慮依碼頭型式或建造時間將其分類後，予以分段編號並標示里程，俾利後續建置維護管理資訊系統之應用。

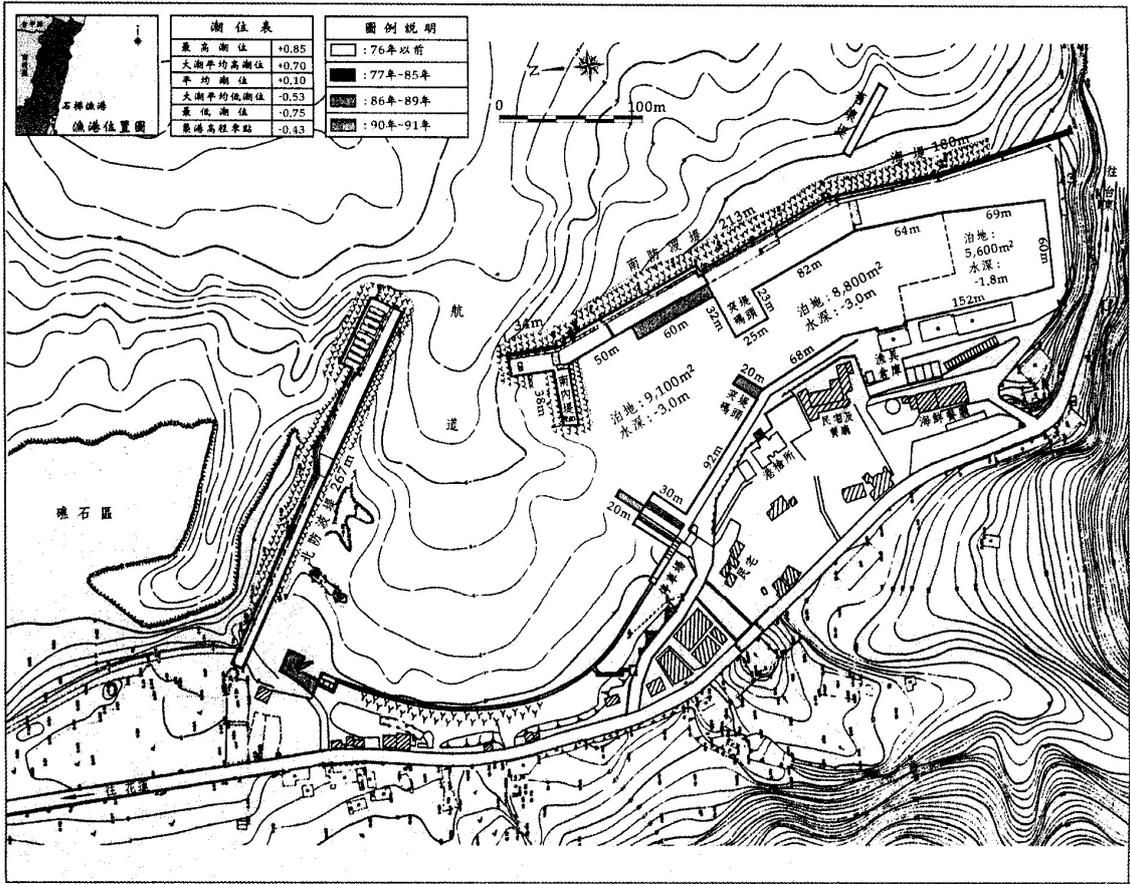


圖 4.35 石梯漁港平面配置圖

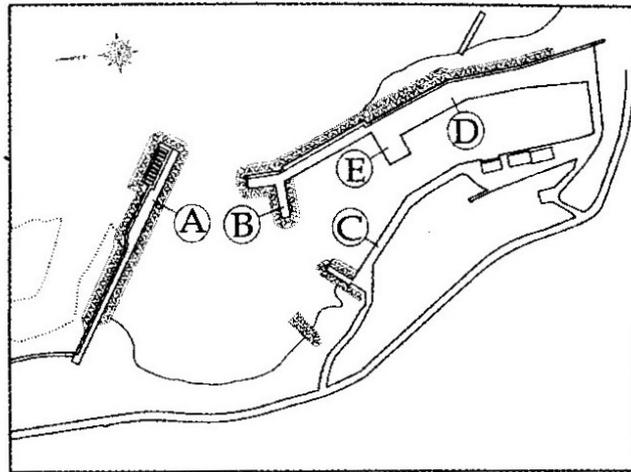


圖 4.36 石梯漁港主要斷面位置圖

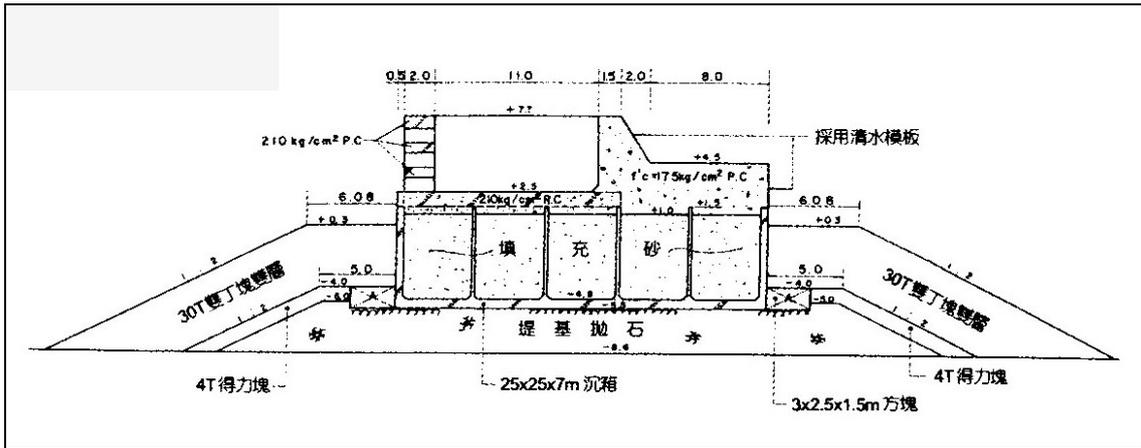


圖 4.37 石梯漁港碼頭結構型式 A (北防波堤)

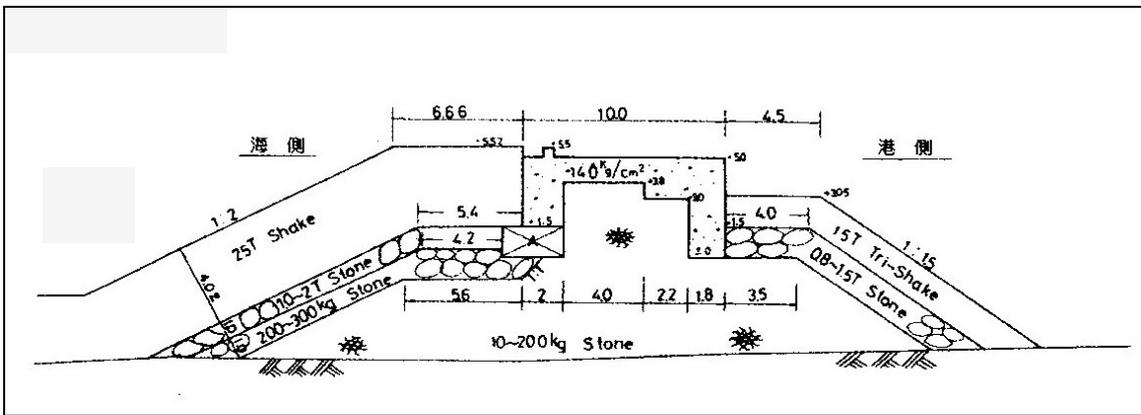


圖 4.38 石梯漁港碼頭結構型式 B (內堤)

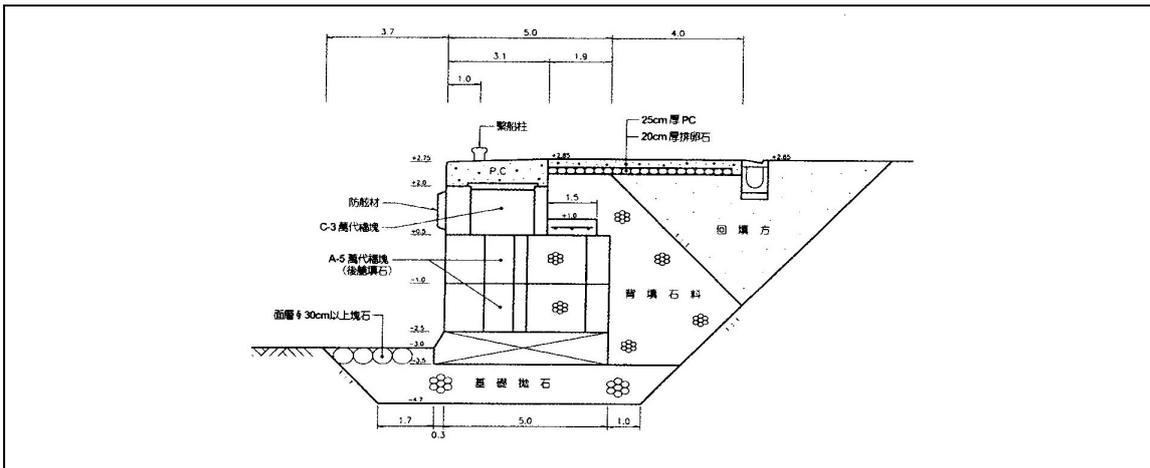


圖 4.39 石梯漁港碼頭結構型式 C (西碼頭)

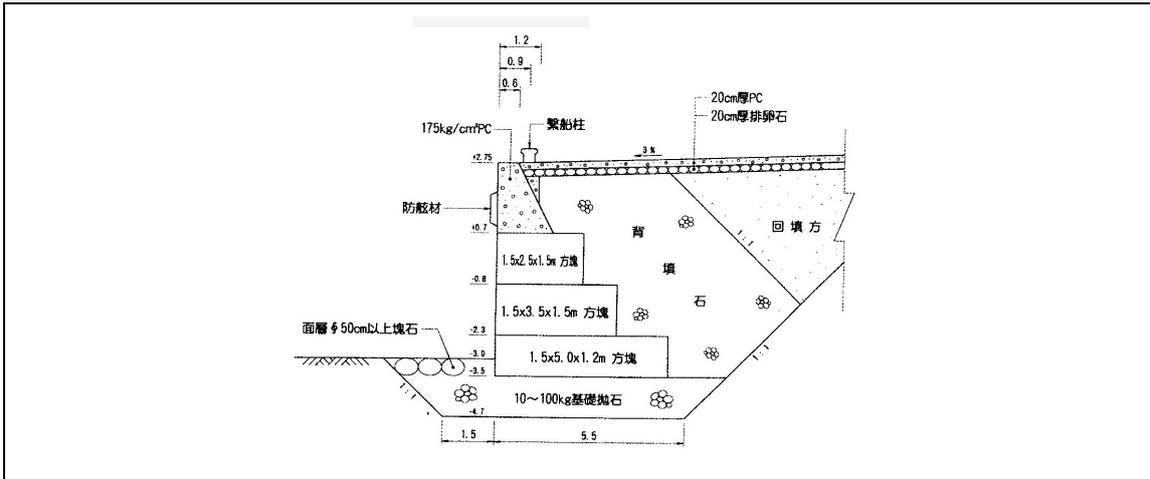


圖 4.40 石梯漁港碼頭結構型式 D (東碼頭)

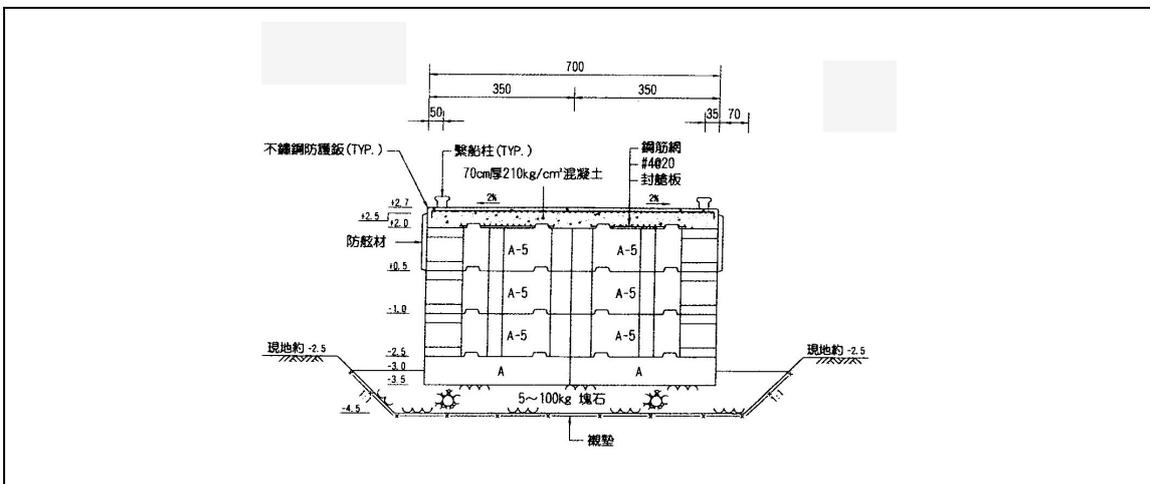


圖 4.41 石梯蓮漁港碼頭結構型式 E (突堤碼頭)

表 4-21 石梯漁港反彈值等試驗結果

編號	平均反彈值 (推估強度 $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	腐蝕電位 (mV 硫酸銅電極)	電阻係數 ( $\text{K}\Omega$ )
碼頭岸壁	31.5(226)	-368~-212	12.0~20.1
防波堤	28.5(185)	-272~-215	9.6~15.3

表 4-22 石梯漁港鑽心試體抗壓強度等試驗結果

試體編號	抗壓強度(kgf/cm <sup>2</sup> )	中性化深度(cm)
1	205	0.5
2	189	0.2
3	236	0.5

表 4-23 石梯漁港鑽心試體之超音波脈波速度

試體編號	超音波速(m/sec)
1	3320
2	3485
3	3236





圖 4.42 石梯漁港現況情形 (101.3.28)

### 4.3 臺東縣漁港

臺東縣位於臺灣東南部，包括綠島、蘭嶼二離島，目前漁港共有 16 處，行政院農業會指定富岡、大武、小港、新港及金樽等 5 處漁港為第三類漁港；綠島、長濱、烏七舅、石雨傘、新蘭、公館、溫泉、中寮、朗島、漁人及開元等口處漁沿為第四類漁港。

臺東縣為黑潮主流流經海域，是一良好之漁場，各種漁類資源極為豐富。並且景秀麗，觀光資源豐富。配合國人休閒旅遊風氣，將漁業經營型態朝更多角化經營，使傳統漁業配合觀光休閒漁業之推展。

本次調查共選取臺東縣 4 處主要漁港之碼頭（重力式）、防波堤及濱海建物，包括長濱漁港、新港漁港、富岡漁港及大武漁港，漁港基本資料及調查結果分述如下：

### 4.3.1 長濱漁港

長濱漁港為行政院農業委員會指定之第四類漁港，位於臺東縣長濱鄉，南距新港漁港約 54 公里，本區海岸線平直且有暗礁，為臺東縣境內最北之漁港。

本港自民國 71 年起闢建，興建防波堤兼碼頭 91 公尺，惟受地形變化影響，停靠碼頭不足，乃於民國 77 年起開始延長防波堤兼碼頭，至民國 85 年止已延建防波堤兼碼頭共 294 公尺(其中兼碼頭約 200 公尺)、新建西防波堤 98 公尺，由於本港漁筏使用率高，且增建之碼頭設施尚不敷使用，故 86 年由現有防波堤向東興建護岸兼碼頭 140 公尺及將現有防波堤加高並設置階梯。87 年至 89 年陸續向東側延建護岸 145 公尺、港區西側興建防砂堤 90 公尺；現有防波堤東側闢建碼頭 231.5 公尺、興建新泊地航道護岸 15 公尺、泊地浚挖及後側土地整地、路燈照明、延長西防波堤 30 公尺、堤面整建 100 公尺、加拋消波塊及設置標識燈等；90 年為提高港內穩靜，於防波堤堤頭向西南拋放消波堤 30 公尺，並於護岸轉折處向東南興建防砂堤 130 公尺、新泊區航道護岸加強、外泊地疏浚及石籠護坡等。本港現有碼頭約 417 公尺、泊地約 0.85 公頃。漁港平面配置如圖 4.43 所示，碼頭及防波堤主要結構型式如圖 4.44 至圖 4.51 所示。

本次調查以目視配合反彈錘試驗等非破壞性檢測實施，結果顯示，本港碼頭及防波堤並無明顯混凝土破損或其內部鋼筋嚴重腐蝕現象，由反彈錘推估混凝土強度介於  $185\sim 238\text{kg/cm}^2$  之間；中性化深度約  $0.8\sim 1.2\text{cm}$ 。由於漁港碼頭現有設計水深為  $-4.0\text{m}$ ，因漁港碼頭設計水深較淺且後線長度均小於 10 公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於  $1\text{ t/m}^2$ ，以現有之重力式碼頭承受之土壓力和水壓力推估，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且碼頭靠泊船隻之噸數多為 100 公噸以下，更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。圖 4.52 為調查時之漁港現況情形。

表 4-24 長濱漁港反彈值等試驗結果

編號	平均反彈值 (推估強度 kg/cm <sup>2</sup> )	中性化深度 (cm)
1	32.3(238)	0.3
2	28.5(185)	0.2

由歷年記錄顯示，漁港維護主要工作項目仍以泊地及碼頭區之水深浚挖為主，且不同年度施作之碼頭或防波堤其結構型式相異，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔，另建議碼頭可考慮依碼頭型式或建造時間將其分類後，予以分段編號並標示里程，俾利後續建置維護管理資訊系統之應用。堤身與消波塊混凝土表面發現地圖狀裂縫，並有膠狀反應產物，疑為鹼質與粒料反應之徵候，雖無立即性重大危害發生，建議後續使用混凝土材料，使用前應進行鹼質與粒料反應相關檢測，以降低構造物發生崩壞之風險。

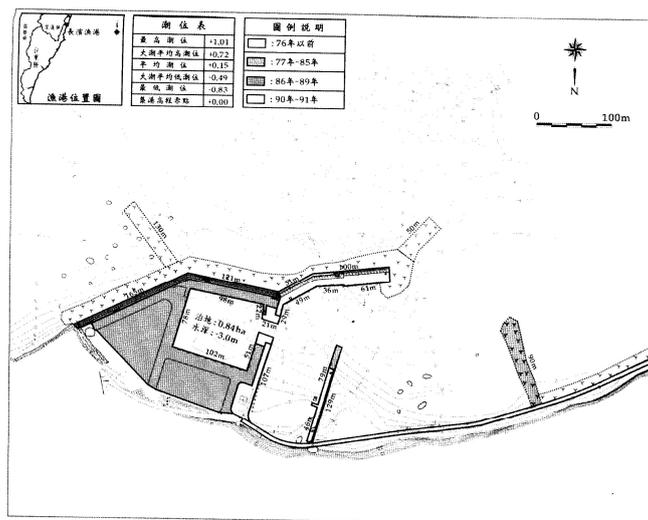


圖 4.43 長濱漁港平面配置圖

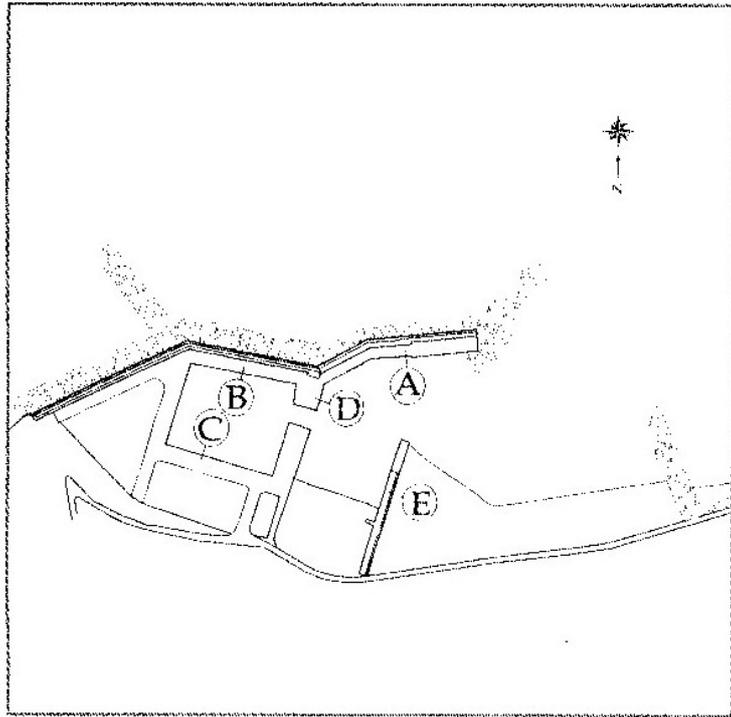


圖 4.44 長濱漁港主要斷面位置圖

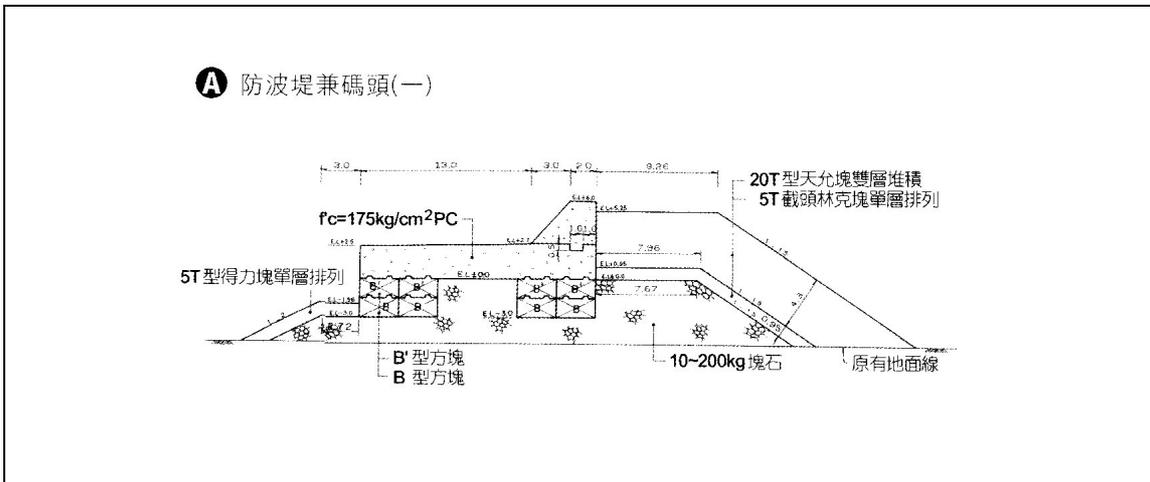


圖 4.45 長濱漁港碼頭結構型式 A (防波堤兼碼頭 1)

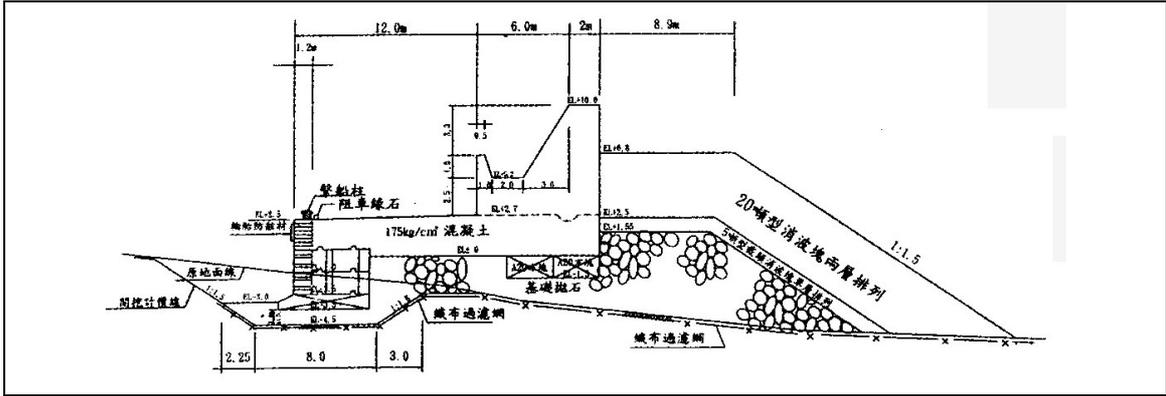


圖 4.46 長濱漁港碼頭結構型式 B (防波堤兼碼頭 2)

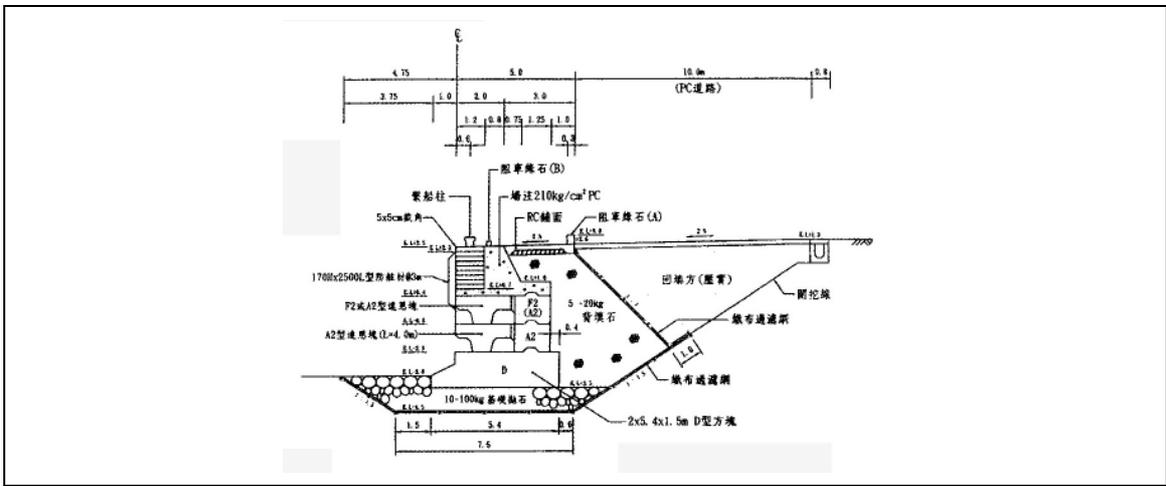


圖 4.47 長濱漁港碼頭結構型式 C (東、北碼頭)

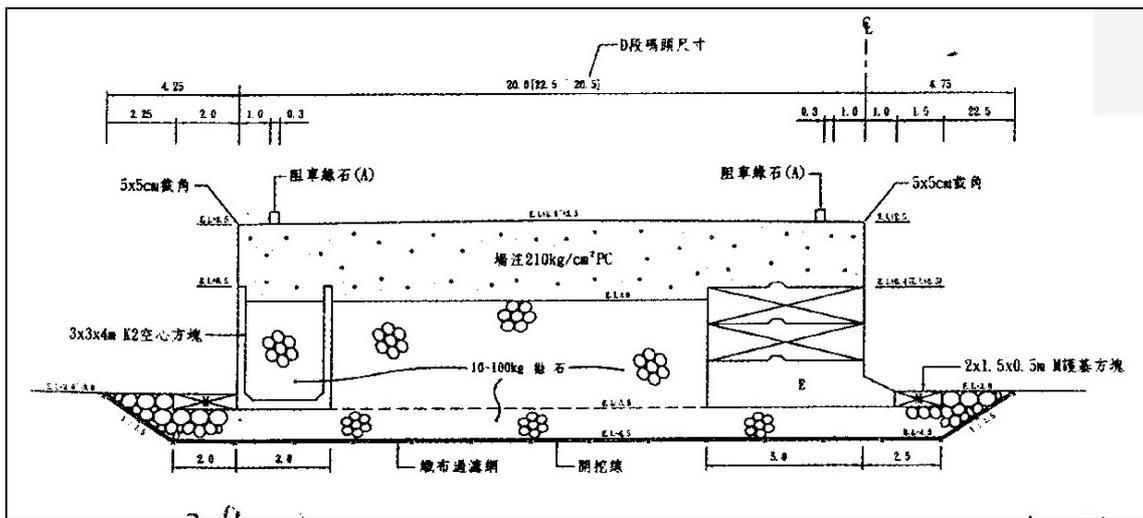


圖 4.48 長濱漁港碼頭結構型式 D (突堤)

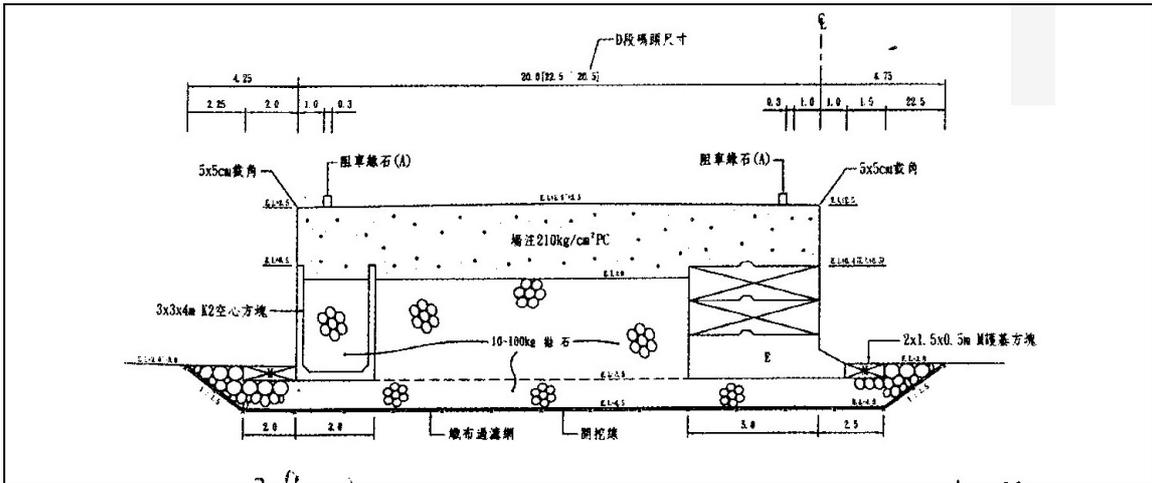


圖 4.49 長濱漁港碼頭結構型式 E (內堤)

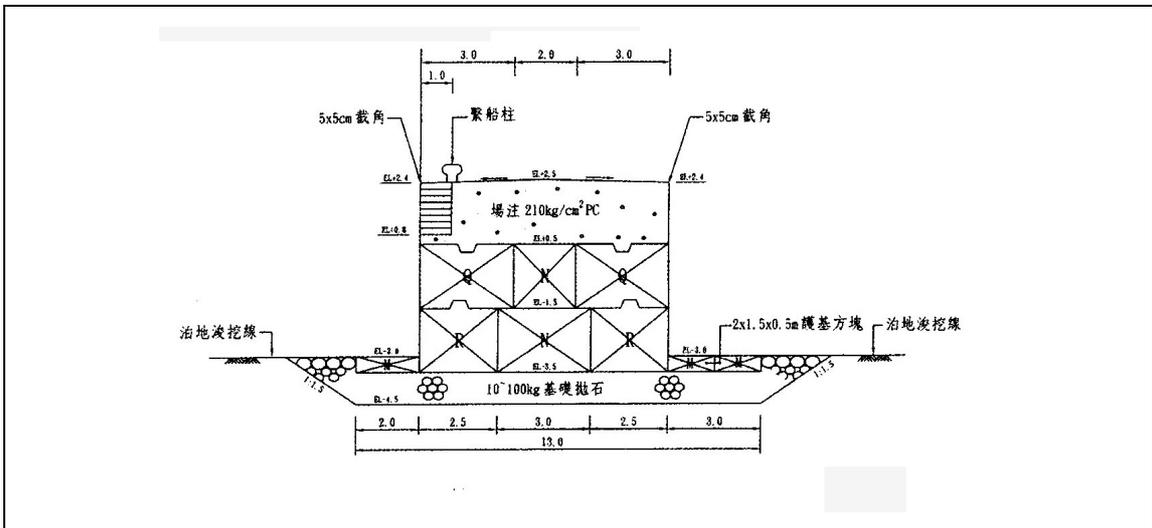


圖 4.50 長濱漁港碼頭結構型式 F (西碼頭)



圖 4.51 長濱漁港防波堤及消波塊混凝土表面地圖狀裂縫 (101.3.29)



圖 4.52 長濱漁港現況情形 (101.3.29)

#### 4.3.2 新港漁港

新港漁港亦屬為第三類漁港位於臺東縣成功鎮，係由山脈環抱而形成一天然港灣，早於日據時代即已開始興建(約民國 18 年開始至 21 年完成)，水域約 4.6 公頃。光復後政府於民國 52 年擴建本港泊地約 0.8 公頃，嗣後陸續投資改善港口及闢建泊地以配合漁業發展，至 76 年本港之設施計有防波堤 520 公尺、護岸海堤 334 公尺、泊地 4.2 公頃、碼頭 1,240 公尺、修船斜道一座以及其他陸上公共設施等。

由於本港為臺東沿海最具規模設備最完善之漁港，除提供本港漁船泊靠外還可供附近地區漁船進港拍寅魚貨，加上交通便利，因此漁船增加迅速，泊地已不敷使用。為配合地方瑯業發展需要，乃於 77 年度於原港區東側進行港區擴建，至 85 年止，完成海堤 175 公尺、防波堤 583 公尺、防波堤兼碼頭 300 公尺、碼頭 437 公尺、道路 480 公尺

及泊地、航道(-3.5 公尺)浚挖 3.3 公頃，並於 85 年開放使用以舒解本港擁擠現象。86 年於東側港區興建突堤碼頭 2 座各 40 公尺及加拋消波塊；88 年除進行突堤修復、航道礁石炸挖及消波塊製外，並於東側港區西碼頭後側興建遊客服務中心一棟，提供遊客旅遊資訊及服務；89 年另於東側港區西碼頭約中段位置興建突堤碼頭 40 公尺及東防波堤加拋消波塊；91 年北離岸堤新建 20 公尺及東離岸堤 80 公尺及航道疏浚工程。漁港平面配置如圖 4.53 所示，碼頭及防波堤主要結構型式如圖 4.54 至圖 4.63 所示。

本次調查以目視配合反彈錘試驗等非破壞性檢測實施，結果顯示，本港碼頭及防波堤並無明顯混凝土破損或其內部鋼筋嚴重腐蝕現象，由反彈錘推估混凝土強度介於  $185\sim 238\text{kg/cm}^2$  之間；中性化深度約  $0.8\sim 1.2\text{cm}$ 。由於漁港碼頭之設計水深多小於  $-4.0\text{m}$ 。設計水深較淺且後線長度均小於 10 公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於  $1\text{t/m}^2$ ，以現有之重力式碼頭承受之土壓力和水壓力推估，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且碼頭靠泊船隻之噸數多為 100 公噸以下，更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。圖 4.64 為調查時之漁港現況情形。

**表 4-25 新港漁港反彈值等試驗結果**

編號	平均反彈值 (推估強度 $\text{kg/cm}^2$ )	中性化深度 (cm)
1	33.18 (250)	1.2
2	33.25 (251)	0.8

由歷年記錄顯示，漁港維護主要工作項目仍以泊地及碼頭區之水深浚挖為主，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔，另建議碼頭可考慮依碼頭型式或建造時間將其分類後，予以分段編號並標示里程，俾利後續建置維護管理資訊系統之應用。

●平面圖

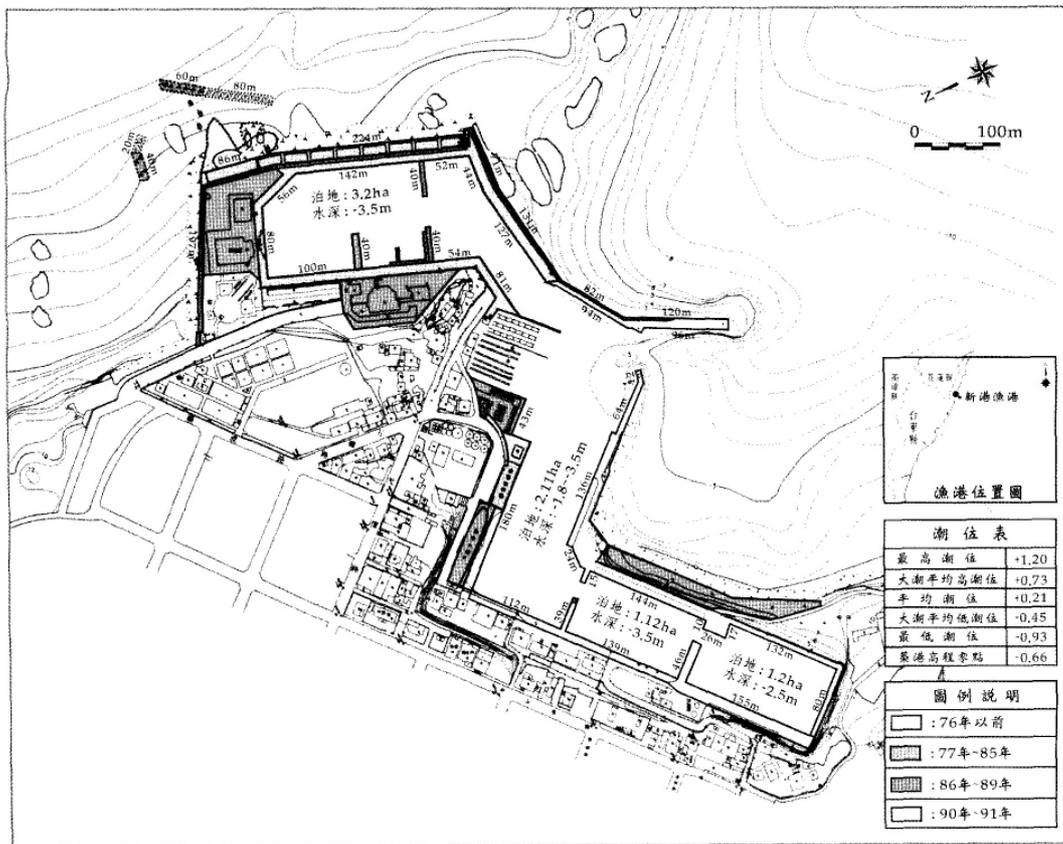


圖 4.53 新港漁港平面配置圖

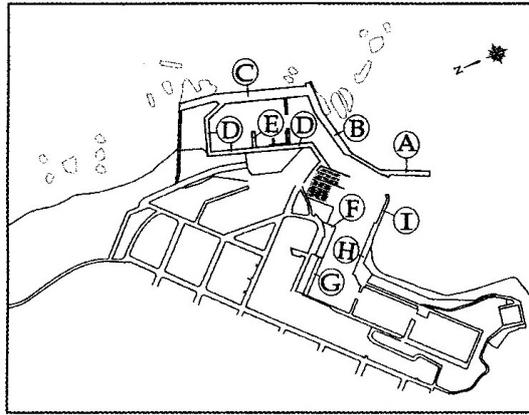


圖 4.54 新港漁港主要斷面位置圖

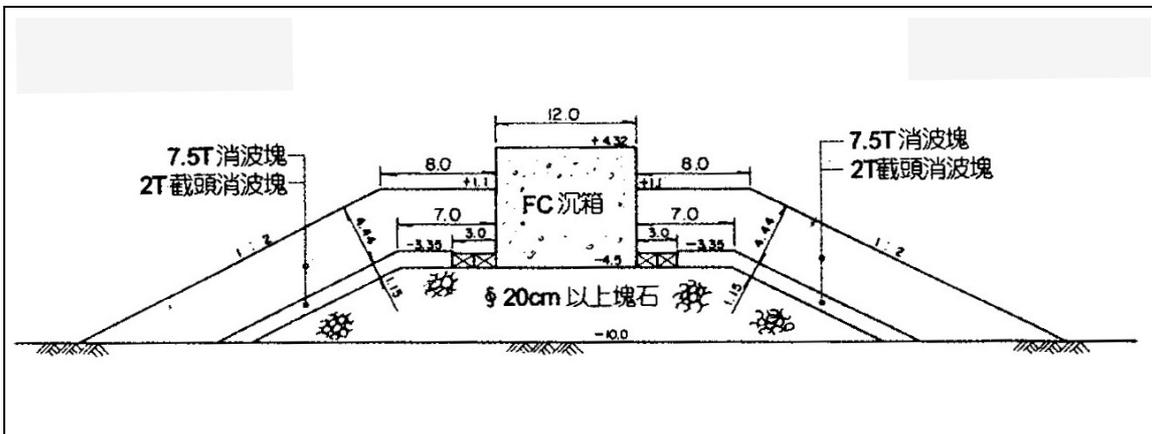


圖 4.55 新港漁港碼頭結構型式 A (東防波堤)

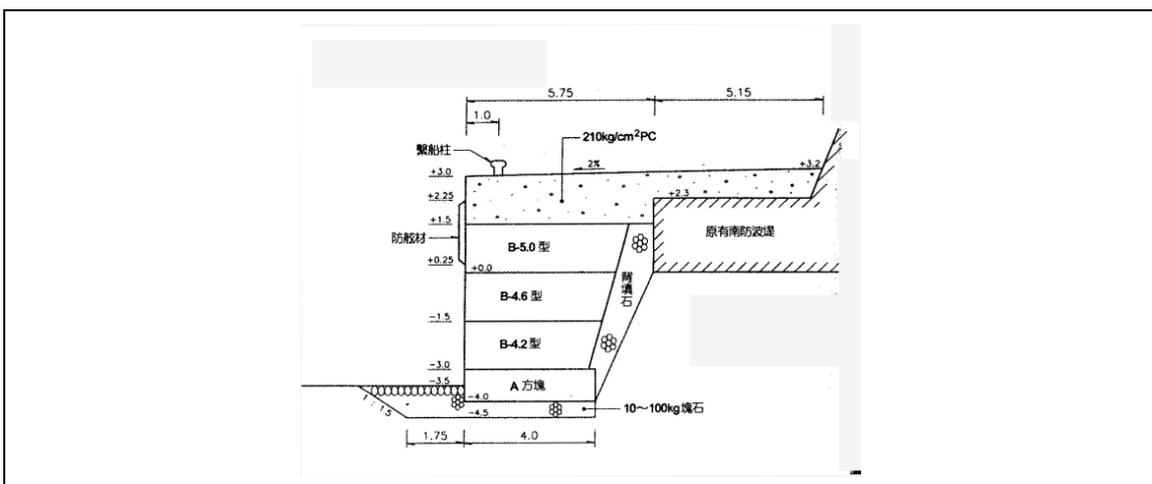


圖 4.56 新港漁港碼頭結構型式 B (東防波堤兼碼頭 1)

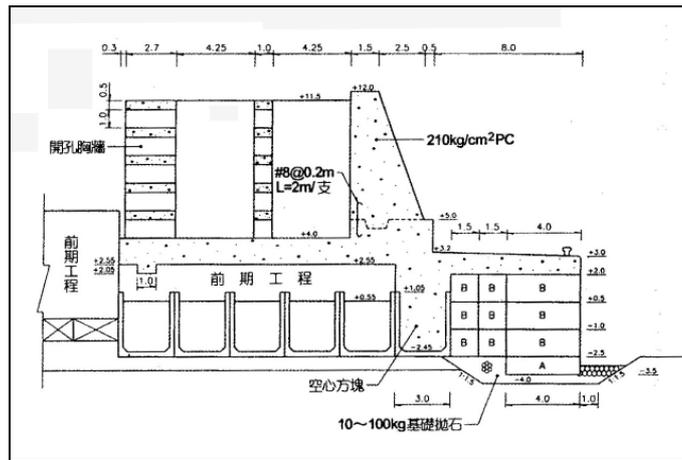


圖 4.57 新港漁港碼頭結構型式 C (東防波堤兼碼頭 2)

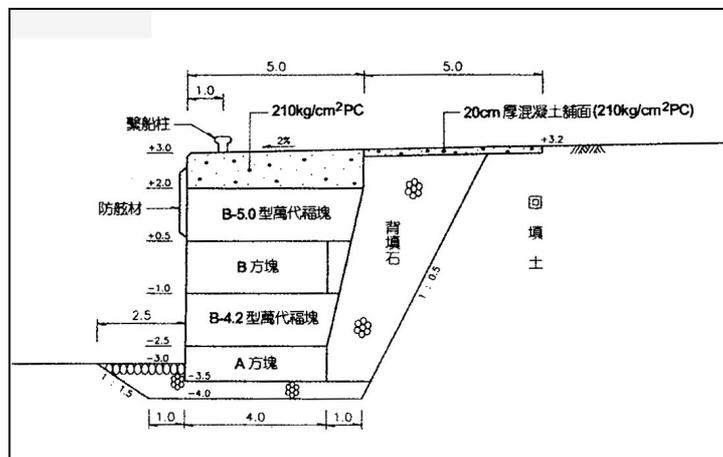


圖 4.58 新港漁港碼頭結構型式 D (碼頭 1)

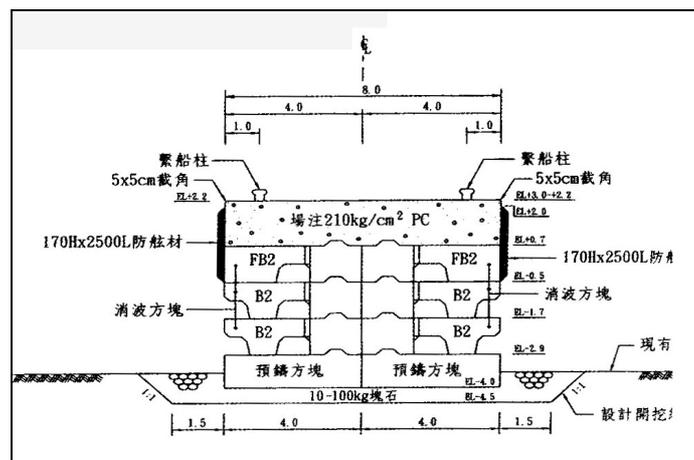


圖 4.59 新港漁港碼頭結構型式 E (突堤碼頭)



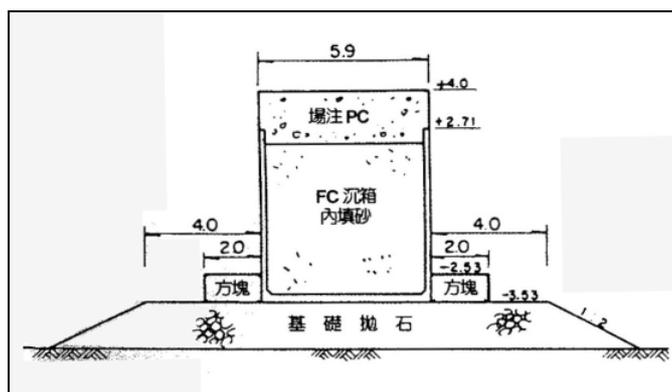


圖 4.63 新港漁港碼頭結構型式 I (西防波堤)



圖 4.64 新港漁港現況情形 (101.3.29)

### 4.3.3 富岡漁港

富岡漁港亦屬為第三類漁港，位於臺東市富岡里，距離新港漁港約 46 公里。本港闢建於民國 43 年，69 年至 73 年分別為增加港口穩定，保障漁船作業安全，再投資改善港口及加強防波堤結構安全設施，77 年度起於現有港區北側進行擴建，至 82 年度擴建工程完成止。共計完成防波堤兼碼頭 221 公尺、防波堤 438 公尺、碼頭 370 公尺、曳船道 1 處、港區照明，及進行泊地浚挖及整地工程。86 年加強東防波堤堤頭保護；87 年完成漁民休憩中心；88 及 89 年進行港區陸上設施改善，包括港區綠美化、景觀工程、道路排水改善及照明工程等；另外為改善泊地之靠泊環境，89 年度除於西內堤處另建內突堤碼頭 35 公尺、碼頭面整修及防絃材換裝外，另外延長東防波堤 200 公尺增加港內穩靜，並將漁業大樓前之突堤拆除及航道拓寬、泊地浚深、於航道西側填築新生地及交通碼頭防絃材換裝等工程；90 年則將防波堤胸牆進行美化。現有之主要設施包括防波堤 793 公尺、碼頭 1,060 公尺、泊地 3.6 公頃及曳船斜道一座，陸上設施有魚市場、漁民佈中心、候船室及給水、加油等設備。

本港除提供近沿海之漁船靠泊作業外 尚提供本島與綠島、蘭嶼間之交通船隻使用目前鄰近漁港之漁船漁獲，均以本港為運中心。

由於本港為臺灣本島至綠島、蘭嶼間海運交通樞紐，為因應交通旅遊事業日益增加之客貨運量，及照顧離島居民生活，同時改善漁船及交通船混雜作業所造成擁擠及管理上之困擾，縣政府乃於 88 年 10 月起逐步興建水深-4.5 公尺客貨運碼頭三個船席、現有港口之東防波堤延長 200 公尺，並於 92 年 5 月完工。漁港平面配置如圖 4.65 所示，碼頭及防波堤主要結構型式如圖 4.66 至圖 4.72 所示。

本次調查已目視檢測為主，由於漁港碼頭之設計水深多介於-2.0~-4.0m 之間，設計水深較淺且後線長度均小於 10 公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於  $1 \text{ t/m}^2$ ，以現有之重力式承受之土壓力和水壓力推估可承受上部荷載及側向力，應不會直接造成碼頭岸壁結構

傾斜或面版下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且碼頭靠泊船隻之噸數多為 100 公噸以下，無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。圖 4.73 為調查時之碼頭現況。

由歷年記錄顯示，漁港維護仍以泊地及碼頭水深浚挖為主，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔。

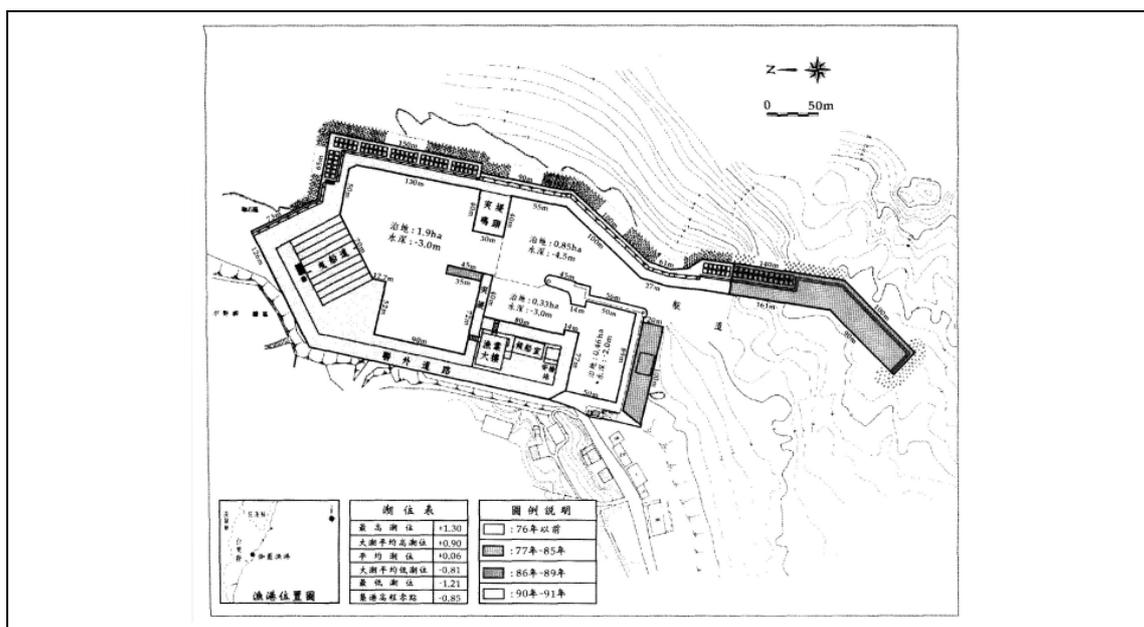


圖 4.65 富岡漁港平面配置圖

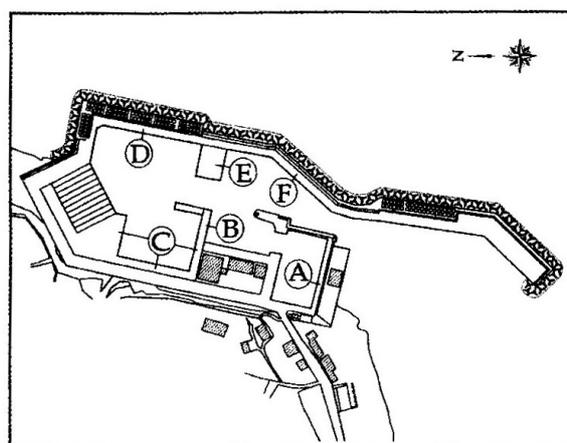


圖 4.66 富岡漁港主要斷面位置圖

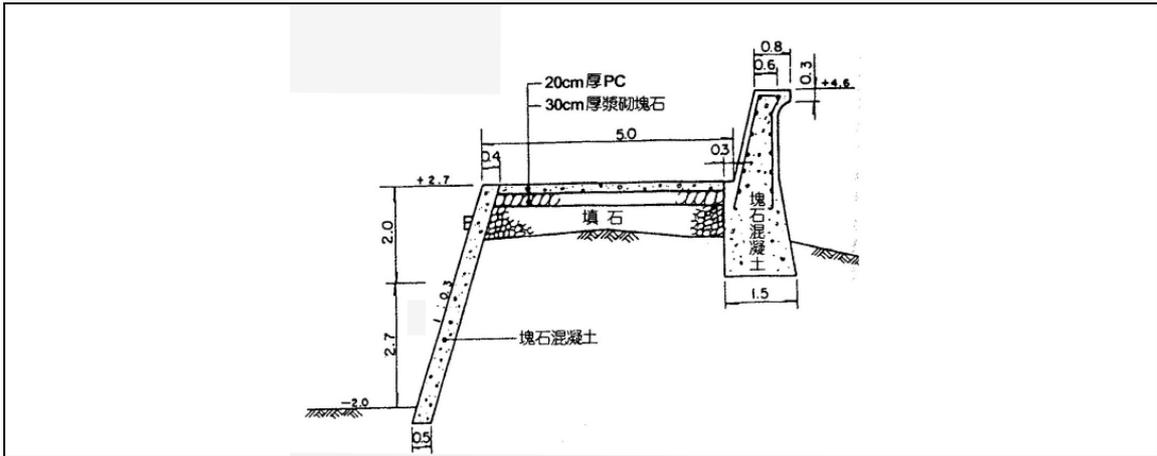


圖 4.67 富岡漁港碼頭結構型式 A (內泊地碼頭)

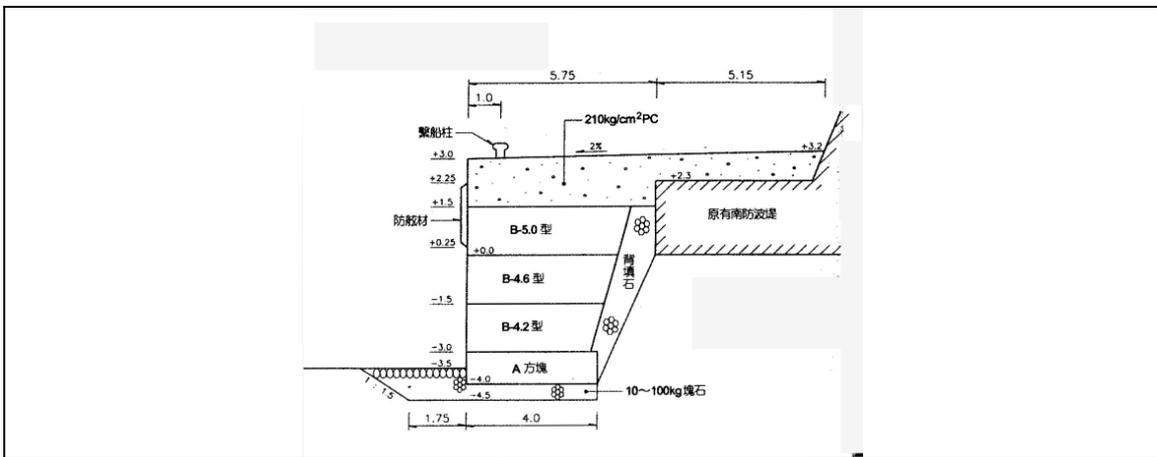


圖 4.68 富岡漁港碼頭結構型式 B (內突堤碼頭)

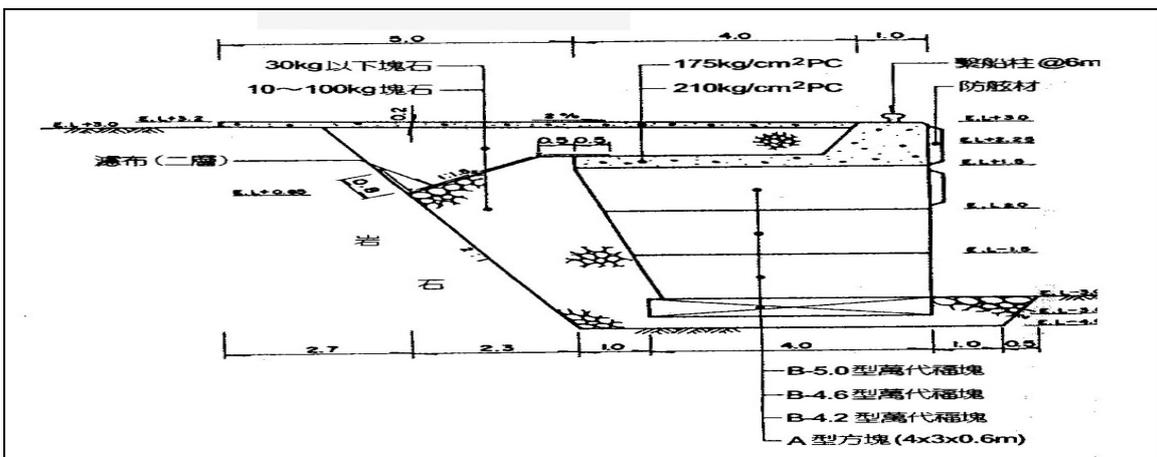


圖 4.69 富岡漁港碼頭結構型式 C (西岸碼頭)

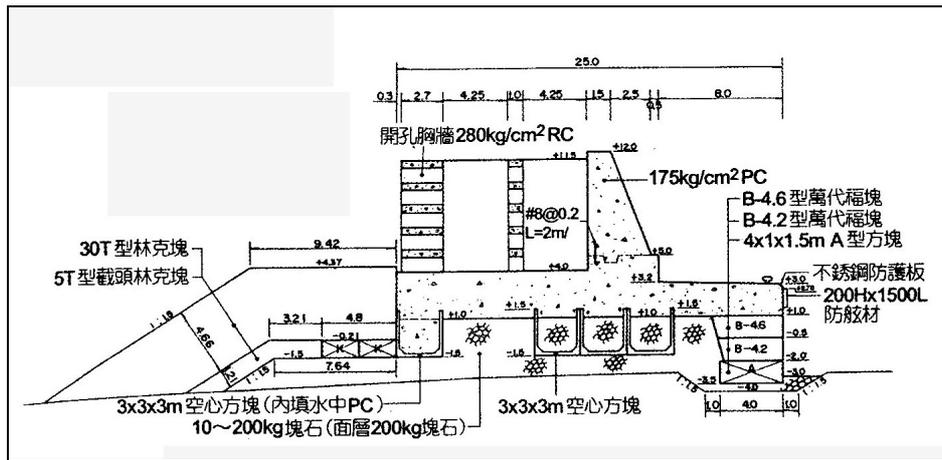


圖 4.70 富岡漁港碼頭結構型式 D (東防波堤兼碼頭 1)

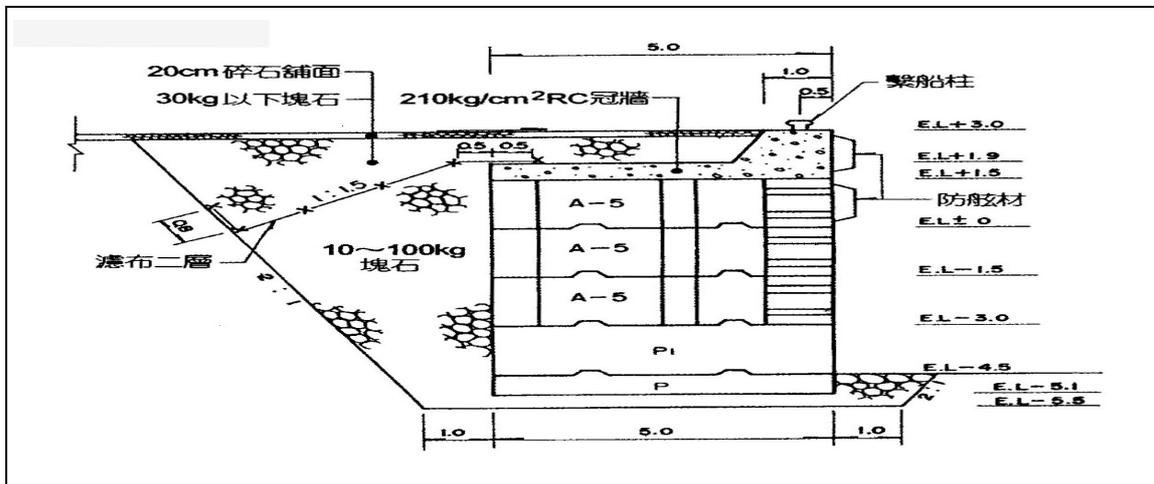


圖 4.71 富岡漁港碼頭結構型式 E (東突堤碼頭)

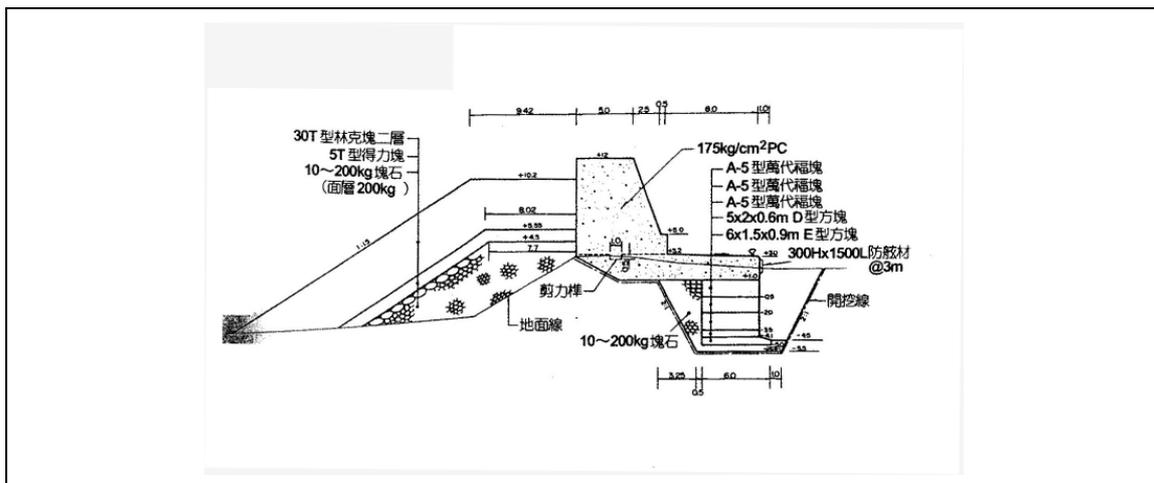


圖 4.72 富岡漁港碼頭結構型式 F (東防波堤兼碼頭 2)



圖 4.73 富岡漁港現況情形 (101.3.29)

#### 4.3.4 大武漁港

大武漁港亦屬為第三類漁港，位於臺東縣大武鄉尚武村朝庸溪出海口南側，面臨太平洋為颱風侵襲頻率極高地區之一，沿岸漂砂強烈。

本港於民國 42 年起開始興建，45 年時因颱風侵襲，便已完成之防波堤損壞，49 年起將附近朝庸溪改道，並建堤以防洪水。50 年至 56 年共進行六期工程，先後完成南、北防波堤及碼頭泊地等建設。惟天然條件太差，港口度開屢塞，無法發揮預期功效。為解決漂砂之患，81 年度開始擴建外廓工程，至 85 年度止先後興建北防波堤 290 公尺、南防波堤 130 公尺、南防砂堤 70 公尺、北防砂堤二支共 140 公尺及泊地浚挖等。86 年至 90 年分別完成延長北防波堤 150 公尺、航道入口南側內堤 47 公尺、北防波堤加高 263 公尺並浚挖航道；88 年繼絕加高北防波堤 113 公尺、北防波堤轉折處向海側興建防砂堤 250 公尺。初步已見防止漂砂進入港口之成效，並將原有港口航道南側之護岸改建為護岸兼碼頭 105 公尺及擴寬航道；91 年進行現有港內泊地碼頭之整建、設置港區照明、燈塔及泊地航道疏浚工程。現有碼頭 333 公尺、泊地約 1.19 公頃。漁港平面配置如圖 4.74 所示，碼頭及防波堤主要結構型式如圖 4.75 至圖 4.82 所示。

本次調查已目視檢測為主，由於漁港碼頭之設計水深多介於-3.0~-3.5m 之間，設計水深較淺且後線長度均小於 10 公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於  $1\text{ t/m}^2$ ，以現有之重力式承受之土壓力和水壓力推估與基樁式碼頭承受上部荷載及側向力，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或面版下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且碼頭靠泊船隻之噸數多為 100 公噸以下漁船或觀光遊艇（或客輪），更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。圖 4.83 為調查時之漁港現況情形。

由歷年記錄顯示，漁港維護主要工作項目仍以泊地及碼頭區之水深浚挖為主，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔，另建

議碼頭可考慮依碼頭型式或建造時間將其分類後，予以分段編號並標示里程，俾利後續建置維護管理資訊系統之應用。惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔。

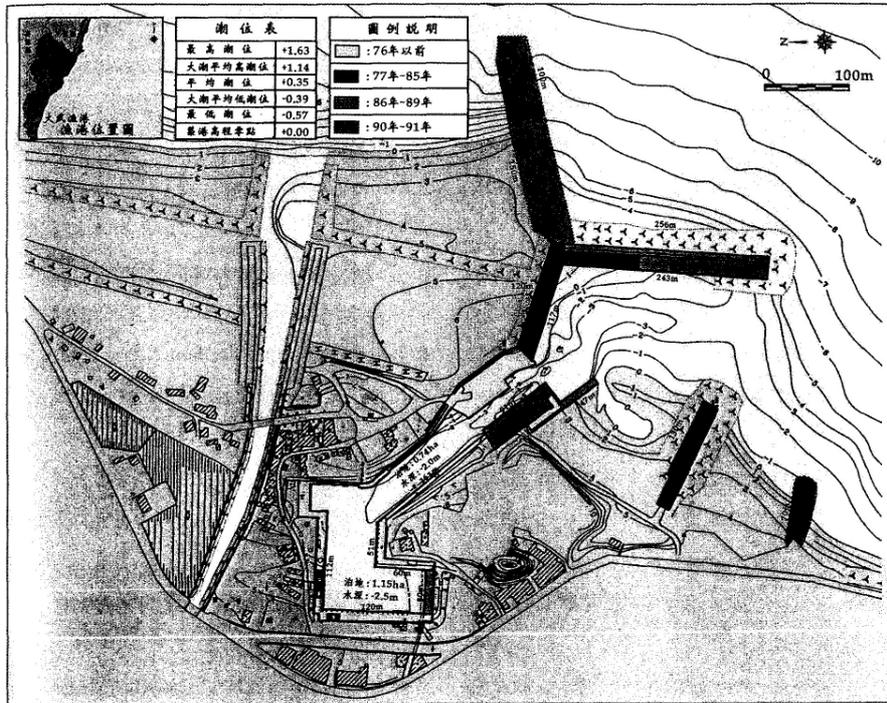


圖 4.74 大武漁港平面配置圖

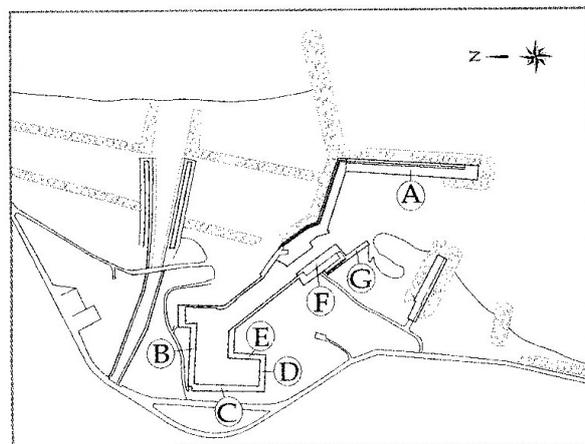


圖 4.75 大武漁港主要斷面位置圖

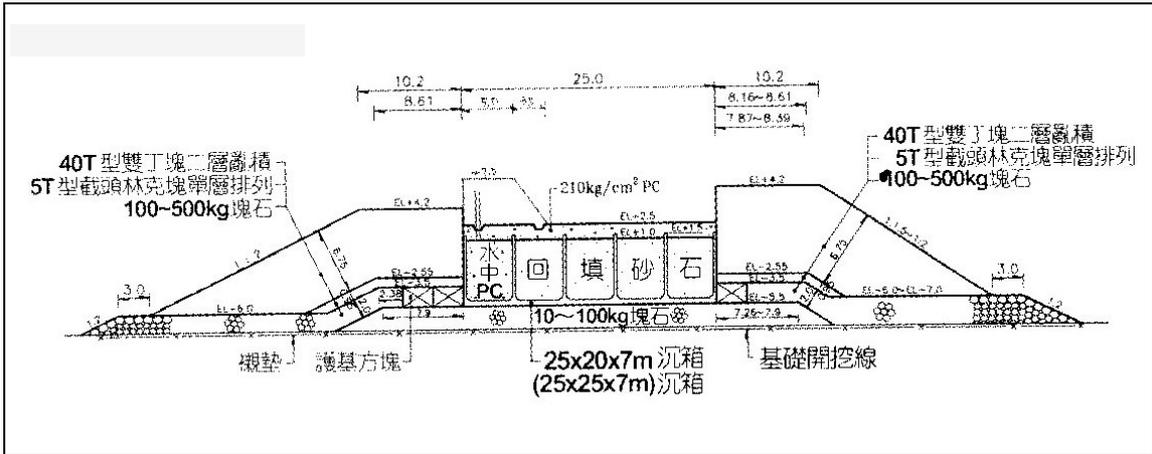


圖 4.76 大武漁港碼頭結構型式 A (南防波堤)

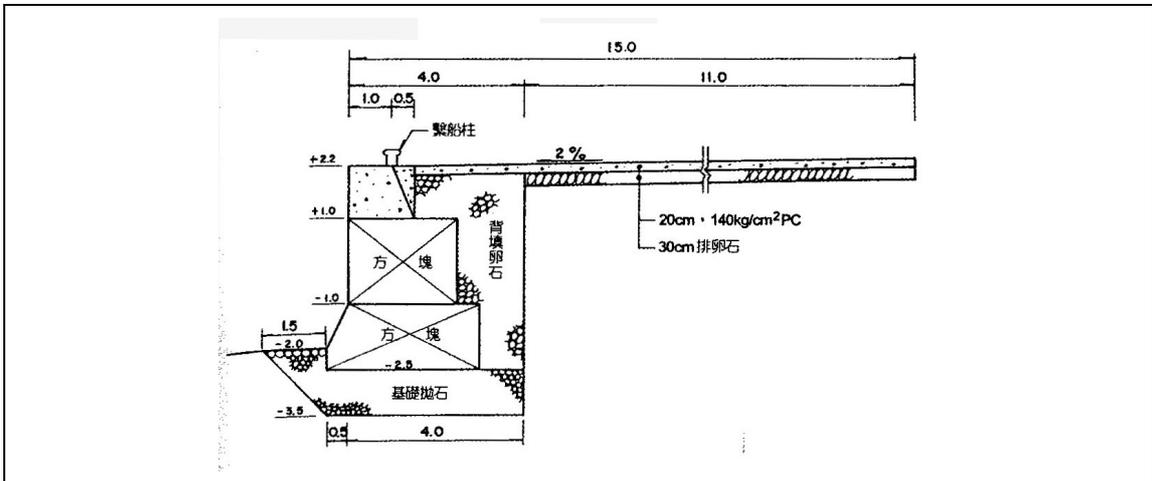


圖 4.77 大武漁港碼頭結構型式 B (南內堤)

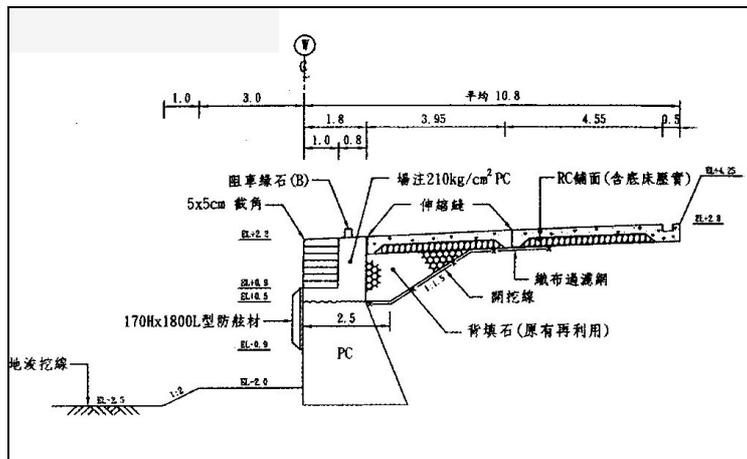


圖 4.78 大武漁港碼頭結構型式 C (南防波堤兼碼頭)

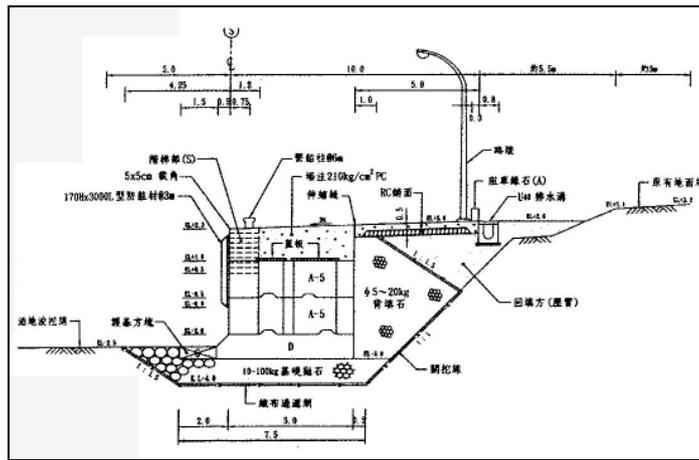


圖 4.79 大武漁港碼頭結構型式 D (交通船專用碼頭 1)

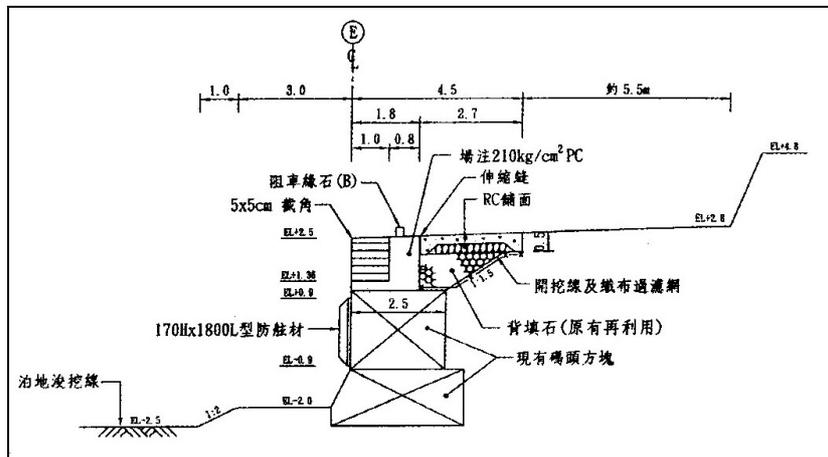


圖 4.80 大武漁港碼頭結構型式 E (交通船專用碼頭 2)

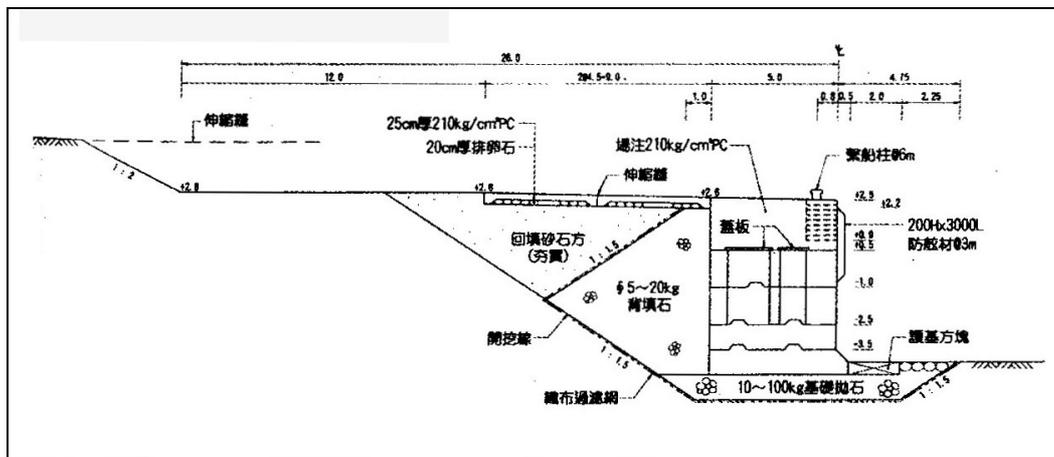


圖 4.81 大武蓮漁港碼頭結構型式 F (北內堤)

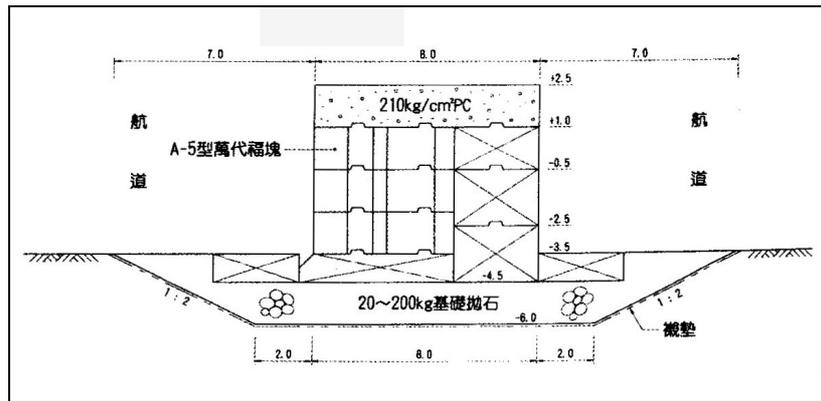


圖 4.82 大武蓮漁港碼頭結構型式 G (西碼頭)



圖 4.83 大武漁港現況情形 (101.3.29)

#### 4.4 基隆港碼頭

本年度配合基隆港務局實際需要，增加基隆港西 19 至西 20 號（鋼管樁棧橋式）、西 21 至西 23 號、東 4 至東 5 號碼頭（鋼板樁式）等之現況調查，碼頭鋼板樁相關背景資料簡列如表 4-26，檢測位置如圖 26 所示。

表 4-26 基隆碼頭鋼板(管)樁背景資料

碼頭編號	長度(m)	水深(m)	用途	鋼材種類	原厚度(mm)	完工日期(年/月)	防蝕處理
東 4	180	-9.0	客貨	Z-38 鋼板樁	凸凹：17.2 側：11.4	57/3	犧牲陽極法
東 5	170	-9.0	軍用	Z-38 鋼板樁	凸凹：17.2 側：11.4	58/4	犧牲陽極法
西 19	324	-14.5	貨櫃	棧橋式 鋼管樁	12.0	59/7	犧牲陽極法
西 20	325	-12.5	貨櫃	棧橋式 鋼管樁	12.0	67/7	犧牲陽極法
西 21	236	-10.0	貨櫃	Z-38 鋼板樁	凸凹：17.2 側：11.4	59/4	犧牲陽極法
西 22	190	-11.0	貨櫃	Z-38 鋼板樁	凸凹：17.2 側：11.4	63/8	犧牲陽極法
西 23	210	-11.0	貨櫃	Z-45 鋼板樁	凸凹：21.9 側：13.2	63/8	犧牲陽極法

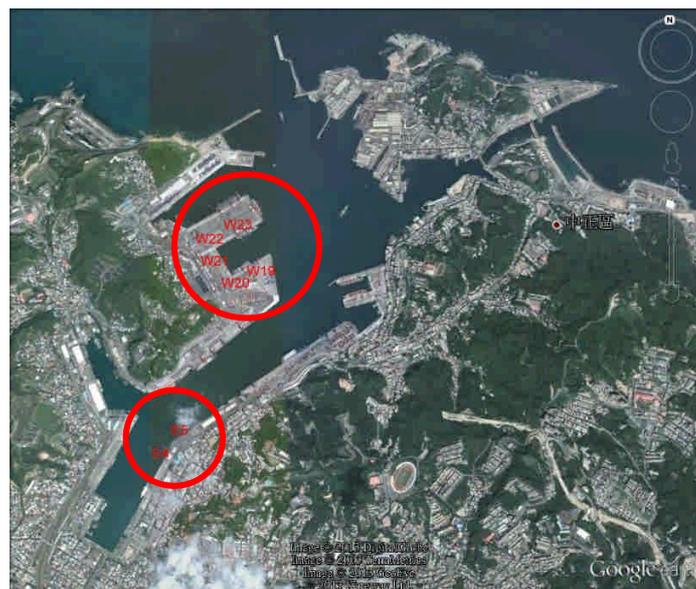
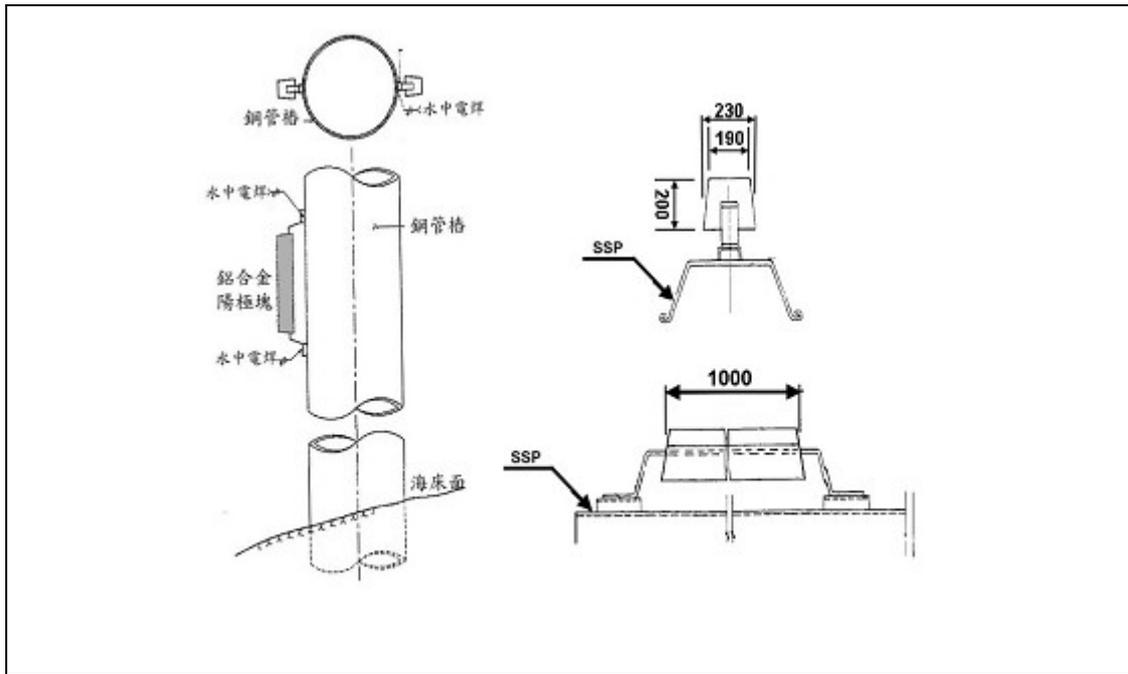


圖 4.84 基隆港平面示意圖





4.86 圖 鋼管樁斷面及陰極防蝕

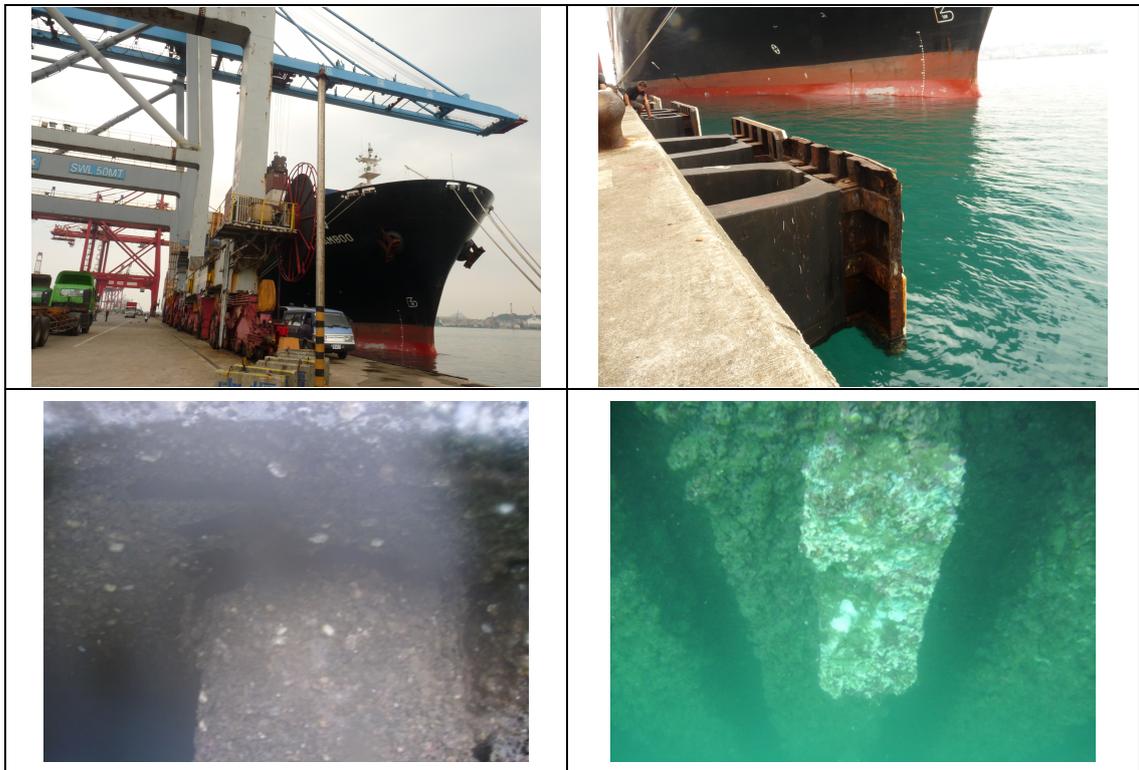


圖 4.87 基隆港西 19 號碼頭現況情形 (101.5.8)

3. 整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：

- (1) 碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (2) 碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3) 碼頭面版檢測：本座碼頭面版除出現少數裂縫外，另有部份出現沉陷及材質劣化現象，故 D 值=2，E=1，R=3。
- (4) 混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，但建造使用時間已超過 40 年，推估其混凝土強度應較原設計強度減少 10% 左右，故 D 值=1，E=2，R=3。
- (5) 保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
- (6) 鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
- (7) 鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：裸露於大氣帶中之鋼板，歷年來均有定期做塗覆保護，因此，本所港研中心於民國 79、81 及 89 年等進行三次檢測時，雖然曝露於大氣帶之鋼材，表面均有明顯且大範圍之小點斑蝕出現，腐蝕速率雖未大於規範值(0.20 mm/yr.)，但因使用時間已超過 50 年，必須增加檢測頻率。水下部份檢測時無腐蝕生銹、開裂或穿孔破洞現象，故 D 值=0，E=0，R=2。
- (8) 岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，

故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-31 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.8，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，可不進行細部檢測及評估。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭檢測時發現少數護舷材材料材質出現老化現象，D 值=1，E=1，R=2。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現鏽損及脫漆現象，D 值=0，E=0，R=3。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (7)陰極防蝕效能檢測：

##### a. 陽極塊外觀目視檢測

本座碼頭之犧牲陽極塊外觀仍十分完整，表面則附著豐富之藤壺、牡蠣等大型硬殼類海生物及部份之管蟲類、海蟲、海鞘等。部份表面出現白色氫氧化鋁 ( $Al(OH)_3$ ) 等反應產物，由鋼板樁保護電位量測結果顯示，其防蝕效能可達到保護鋼板樁之防蝕目的。

#### b. 鋼板樁保護電位檢測

本座碼頭鋼板樁保護電位量測位置，共選取 24 處，鋼板樁防蝕電位評估結果及檢測紀錄如表 4-27、表 4-28 所示，鋼板樁平均保護電位最大值為  $-912\text{ mV}$ ，最小值為  $-981\text{ mV}$ ，均小於  $-850\text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，犧牲陽極防蝕電位檢測共選取 12 支檢測，結果如表 4-29 所示，犧牲陽極防蝕電位最大值為  $-922\text{ mV}$ ，最小值為  $-1013\text{ mV}$ ，亦均小於  $-850\text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，顯示防蝕效能已達到保護鋼板樁之目的。

#### c. 綜合判斷

綜合水下目視及陰極防蝕效能檢測結果如表 4-30 所示，本座碼頭於目前營運狀狀下，其鋼板樁安全評估應屬安全無虞，惟本次檢測碼頭使用時間已約 50 年，建議鋼板樁宜定期進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-31 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.3，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

表 4-27 基隆港西 19 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	19 號	防蝕完工日期	84 年	設計水深	-14.5 m
	碼頭長度	324 m	碼頭面高程	+3.2m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖				
	靠泊船級					
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	標準電位	<input checked="" type="checkbox"/> 飽和硫酸銅-850mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	101.5.8	
	上次檢測結果					
檢測儀器	<input checked="" type="checkbox"/> 電位計 <input checked="" type="checkbox"/> 尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機					
目視電位測試端子	<input checked="" type="checkbox"/> 無損壞 <input type="checkbox"/> 有生鏽但尚未損壞 <input type="checkbox"/> 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於-981 ~-912 mV， <input checked="" type="checkbox"/> 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。					
檢測評估	<input checked="" type="checkbox"/> 第一級：電位均超出標準值5%，安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：電位平均趨近標準值或少部份電位在標準值以下，安全無虞，下一次作詳細檢測 <input type="checkbox"/> 第三級：電位平均值不足或大部份電位在標準值以下，功能堪慮，必須立即進行詳細檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕狀況。					
檢測人員	李昭明、何木火		評估人員	柯正龍		
附    件	文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input checked="" type="checkbox"/> 檢測記錄表					

表 4-28 基隆港西 19 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港				
碼頭編號	西 19 號			檢測種類	詳細檢測
檢測人員	李昭明、何木火			記錄人員	柯正龍
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極			檢測時間	101.5.8
測站編號	水深 (m)			平均 防蝕電位	備註
	1 m	-4 m	-7 m		
1	-917	-925	-925	-922	防蝕電位均小於-850 mV，已達到鋼板樁防蝕 目的
2	-930	-938	-936	-935	
3	-933	-939	-932	-935	
4	-913	-923	-923	-920	
5	-934	-938	-940	-937	
6	-945	-965	-972	-961	
7	-946	-952	-945	-948	
8	-987	-979	-968	-978	
9	-951	-963	-958	-957	
10	-951	-958	-958	-956	
11	-944	-952	-948	-948	
12	-933	-939	-933	-935	
13	-950	-936	-933	-940	
14	-938	-952	-945	-945	
15	-922	-932	-927	-927	
16	-909	-912	-914	-912	
17	-987	-979	-968	-978	
18	-982	-976	-970	-976	
19	-976	-976	-980	-977	
20	-971	-975	-979	-975	
21	-974	-977	-971	-974	
22	-976	-979	-966	-974	
23	-987	-978	-970	-978	
24	-989	-986	-967	-981	

表 4-29 基隆港西 19 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港					
碼頭編號	19 號			檢測種類	詳細檢測	
檢測人員	李昭明、何木火			記錄人員	柯正龍	
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極			檢測時間	101.5.8	
陽極塊 編號	海生物清除前			海生物清除後		
	發生電位 (mV)			發生電位 (mV)		
	上	中	下	上	中	下
1	-939	-941	-946	-954	-947	-969
2	-948	-938	-928	-968	-969	-942
3	-937	-934	-932	-942	-948	-942
4	-932	-928	-941	-970	-937	-956
5	-947	-945	-944	-956	-964	-966
6	-939	-940	-948	-950	-950	-978
7	-939	-946	-958	-947	-969	-1013
8	-941	-950	-947	-947	-956	-968
9	-938	-935	-929	-943	-940	-929
10	-939	-940	-943	-947	-959	-956
11	-922	-939	-936	-926	-935	-938
12	-939	-928	-924	-942	-937	-929

表 4-30 基隆港西 19 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	19 號	防蝕完工日期	84 年	設計水深	-14.5 m
	碼頭長度	324 m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	原始厚度(mm)	鋼管樁，厚度 12 mm.				
	上次檢測時間					
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		<input checked="" type="checkbox"/> 目視 <input type="checkbox"/> 捲尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 <input type="checkbox"/> 局部的生鏽呈點狀膨脹 <input type="checkbox"/> 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 <input type="checkbox"/> 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 <input type="checkbox"/> 版樁有開裂現象 <input type="checkbox"/> 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 樁與樑或冠牆脫離 <input type="checkbox"/> 混凝土少部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 混凝土大部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 鋼筋少部份外露鏽蝕 <input type="checkbox"/> 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		<input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊少部份或無脫落 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊大部份脫落 <input checked="" type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少輕微 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 平均電位及所有電位均足夠。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。				
檢測評估		<input checked="" type="checkbox"/> 第一級：安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：安全無虞，無須進行特別檢測，但未來須增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第三級：功能堪慮，必須立即進行特別檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕、鋼筋混凝土、防蝕塊狀況。				
檢測人員		李昭明、何木火		評估人員		柯正龍
附件		文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input type="checkbox"/> 檢測記錄表				

表 4-31 基隆港西 19 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：基隆港		碼頭編號：19 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 59 年		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：4.0 m	長度：324m 縱深：	水域深度	原設計：-14.5 m 目前：-14.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：			
上次檢測	時間：90 年 7 月 單位：港研中心 區分：詳細檢測 結果：鋼板樁腐蝕速率仍小於規範值，但建議安裝防蝕設施及增加檢測頻率				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0/24 = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	1	1	2	4
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 4/14 = 0.3$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = (0+4)/(24+14) = 0.1$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 5 月 8 日					

#### 4.4.2 基隆港西 20 號碼頭

1.碼頭基本資料：本座碼頭於民國 59 年完工，水深 -9.50 m，碼頭全長 60 m，原為混凝土基樁碼頭，自民國 84 年起分別改用厚度 12 mm 之鋼管樁建造，寬度向海測延伸 20 公尺，設計水深均為 -12.0 公尺，鋼管樁採用陰極防蝕犧牲陽極工法。碼頭結構斷面及使用鋼板樁型式同西 19 號碼頭，以靠泊貨櫃輪船為主。碼頭現況情形示如圖 4.88。



圖 4.88 基隆港西 20 號碼頭現況情形 (101.5.8)

- 2.過去檢測及維修歷史、檢測者及單位：上次檢測時間：民國 90 年，檢測結果：目視檢測整體正常，鋼板樁外觀無明顯損壞，腐蝕速率約均小於規範值 0.20 mm/yr.，但因碼頭使用時間已超過 30 年，建議鋼板樁宜增加檢測頻率。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D

值=0，E=0，R=4。

- (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版檢測時未發現裂縫或沉陷及材質劣化現象，故 D 值=0，E=0，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，但建造使用時間已超過 30 年，推估其混凝土強度應與原設計強度相當，故 D 值=0，E=0，R=3。
- (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
- (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
- (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：由潛水人員進行水下鋼板樁木是檢測，表面均未發現腐蝕生鏽、開裂或穿孔破洞現象，故 D 值=0，E=0，R=2。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-36 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.8，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，可不進行細部檢測及評估。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出現老化現象，D 值=0，E=0，R=2。

- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，但出現鏽損及脫漆現象，D 值=1，E=1，R=3。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，本次調查係於日間進行，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (7)陰極防蝕效能檢測：

a. 陽極塊外觀目視檢測

本座碼頭之犧牲陽極塊外觀仍十分完整，表面則附著豐富之藤壺、牡蠣等大型硬殼類海生物及部份之管蟲類、海蟲、海鞘等。部份表面出現白色氫氧化鋁 ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) 等反應產物，由鋼板樁保護電位量測結果顯示，其防蝕效能可達到保護鋼板樁之防蝕目的。

b. 鋼板樁保護電位檢測

本座碼頭鋼板樁保護電位量測位置，共選取 24 處，鋼板樁防蝕電位評估結果及檢測紀錄如表 4-32、表 4-33 所示，鋼板樁平均保護電位最大值為  $-969 \text{ mV}$ ，最小值為  $-992 \text{ mV}$ ，均小於  $-850 \text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，犧牲陽極防蝕電位檢測共選取 12 支檢測，結果如表 4-34 所示，犧牲陽極防蝕電位最大值為  $-916 \text{ mV}$ ，最小值為  $-1013 \text{ mV}$ ，亦均小於  $-850 \text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，顯示防蝕效能已達到保護鋼板樁之目的。

### c. 綜合判斷

綜合水下目視及陰極防蝕效能檢測結果如表 4-35 所示，本座碼頭於目前營運狀狀下，其鋼板樁安全評估應屬安全無虞，惟本次檢測碼頭使用時間已約 30 年，建議鋼板樁宜定期進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-36 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

表 4.32 基隆港西 20 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	20 號	防蝕完工日期	84 年	設計水深	-12.5 m
	碼頭長度	325 m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖				
	靠泊船級					
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	標準電位	<input checked="" type="checkbox"/> 飽和硫酸銅-850mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	101.05.8	
	上次檢測結果	----				
檢測儀器	<input checked="" type="checkbox"/> 電位計 <input checked="" type="checkbox"/> 尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機					
目視電位測試端子	<input checked="" type="checkbox"/> 無損壞 <input type="checkbox"/> 有生鏽但尚未損壞 <input type="checkbox"/> 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於-992 ~-969 mV， <input checked="" type="checkbox"/> 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。					
檢測評估	<input checked="" type="checkbox"/> 第一級：電位均超出標準值5%，安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：電位平均趨近標準值或少部份電位在標準值以下，安全無虞，下一次作詳細檢測 <input type="checkbox"/> 第三級：電位平均值不足或大部份電位在標準值以下，功能堪慮，必須立即進行詳細檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕狀況。					
檢測人員	李昭明、何木火		評估人員	柯正龍		
附    件	文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input checked="" type="checkbox"/> 檢測記錄表					

表 4-33 基隆港西 20 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港				
碼頭編號	20 號碼頭			檢測種類	詳細檢測
檢測人員	李昭明、何木火			記錄人員	柯正龍
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極			檢測時間	101.5.8
測站編號	水深 (m)			平均 防蝕電位	備註
	1 m	-4 m	-7 m		
1	-989	-986	-967	-981	防蝕電位均小於-850 mV，已達到鋼板樁防蝕目的。
2	-985	-983	-969	-979	
3	-987	-985	-972	-981	
4	-988	-985	-972	-982	
5	-995	-985	-967	-982	
6	-981	-974	-968	-974	
7	-971	-967	-970	-969	
8	-987	-985	-983	-985	
9	-989	-990	-987	-989	
10	-990	-990	-987	-989	
11	-999	-994	-984	-992	
12	-995	-995	-985	-992	
13	-994	-991	-995	-993	
14	-994	-990	-993	-992	
15	-989	-990	-987	-989	
16	-993	-994	-981	-989	
17	-999	-992	-982	-991	
18	-997	-992	-982	-990	
19	-991	-991	-991	-991	
20	-987	-994	-987	-989	
21	-990	-991	-982	-988	
22	-992	-995	-978	-988	
23	-999	-991	-981	-990	
24	-994	-993	-984	-990	

表 4-34 基隆港西 20 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港					
碼頭編號	20 號		檢測種類	詳細檢測		
檢測人員	李昭明、何木火		記錄人員	柯正龍		
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極		檢測時間	101.5.8		
陽極塊 編號	海生物清除前			海生物清除後		
	發生電位 (mV)			發生電位 (mV)		
	上	中	下	上	中	下
1	-959	-946	-958	-947	-969	-1013
2	-951	-950	-947	-947	-956	-968
3	-958	-935	-929	-943	-940	-929
4	-939	-940	-943	-947	-959	-956
5	-942	-939	-936	-926	-935	-938
6	-939	-928	-924	-942	-937	-929
7	-935	-938	-953	-916	-922	-921
8	-925	-936	-936	-932	-930	-937
9	-932	-943	-945	-919	-919	-929
10	-950	-955	-957	-967	-988	-984
11	-930	-934	-936	-959	-967	-963
12	-936	-955	-952	-953	-969	-965

表 4-35 基隆港西 20 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	20 號	防蝕完工日	84 年	設計水深	-12.5 m
	碼頭長度	325 m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	原始厚度(mm)	鋼管樁，厚度 12 mm.				
	上次檢測時間	----				
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		<input checked="" type="checkbox"/> 目視 <input type="checkbox"/> 捲尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 <input type="checkbox"/> 局部的生鏽呈點狀膨脹 <input type="checkbox"/> 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 <input type="checkbox"/> 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 <input type="checkbox"/> 版樁有開裂現象 <input type="checkbox"/> 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 樁與樑或冠牆脫離 <input type="checkbox"/> 混凝土少部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 混凝土大部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 鋼筋少部份外露鏽蝕 <input type="checkbox"/> 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		<input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊少部份或無脫落 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊大部份脫落 <input checked="" type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少輕微 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 平均電位及所有電位均足夠。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。				
檢測評估		<input checked="" type="checkbox"/> 第一級：安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：安全無虞，無須進行特別檢測，但未來須增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第三級：功能堪慮，必須立即進行特別檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕、鋼筋混凝土、防蝕塊狀況。				
檢測人員		李昭明、何木火		評估人員		柯正龍
附 件		文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input type="checkbox"/> 檢測記錄表				

表 4-36 基隆港西 20 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：基隆港		碼頭編號：20 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 67 年		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：4.0 m	長度：325 m 縱深：	水域深度	原設計：-12.5 m 目前：-12.5 m	
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> 鋼板樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：			
上次檢測	無				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	9
	混凝土強度	0	0	3	9
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 0/24 = 0.0$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	1	1	3	6
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
附屬設施破壞評估		$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 6/14 = 0.4$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = (0+6)/(24+14) = 0.2$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 5 月 8 日					

#### 4.4.3 基隆港西 21 號碼頭

1.碼頭基本資料：本座碼頭於民國 59 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 236 公尺，水深 -10.0 公尺，至今已使用了 42 年，使用初期未採用防蝕措施，港研中心民國 79 年調查發現，碼頭鋼板樁在低潮為線附近有多處發生穿孔及破洞。民國 80 年施作陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭結構型式示如圖 4.89、鋼板樁型式及安裝示意如圖 4.90、圖 4.91 所示。碼頭現況情形示如圖 4.92。

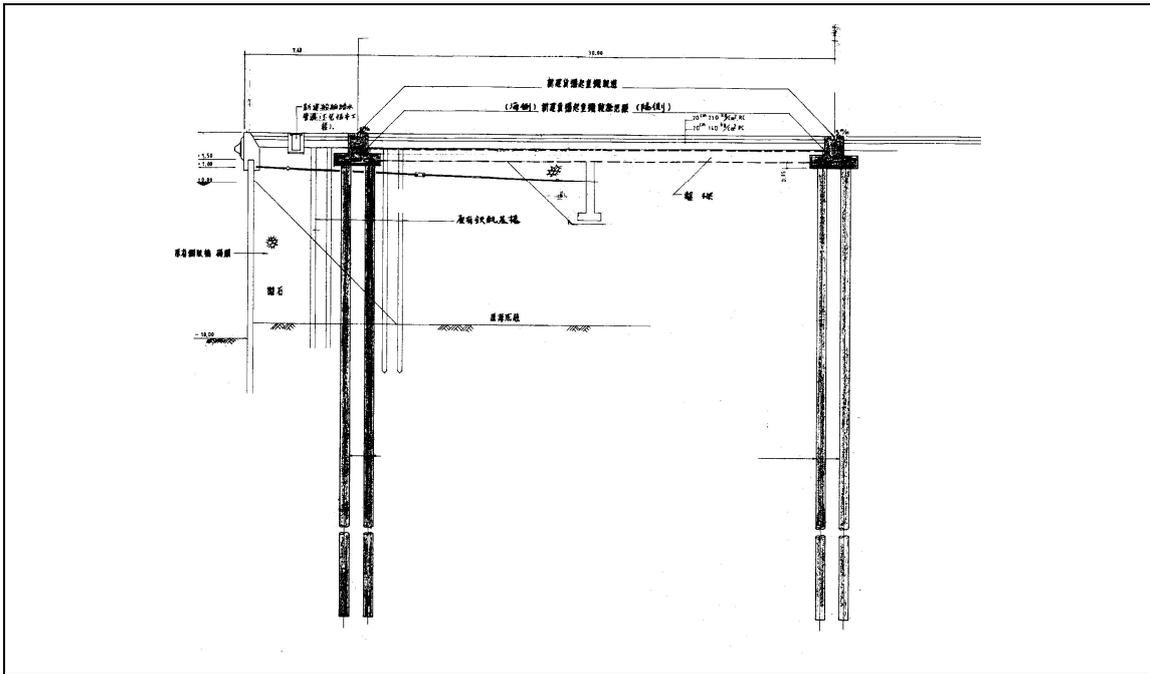


圖 4.89 基隆港西 21 號碼頭結構型式示意圖

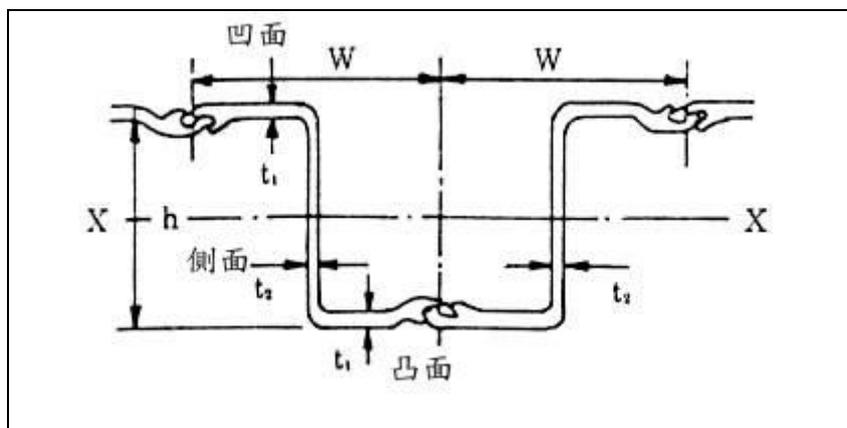


圖 4.90 Z 型鋼板樁型式示意圖

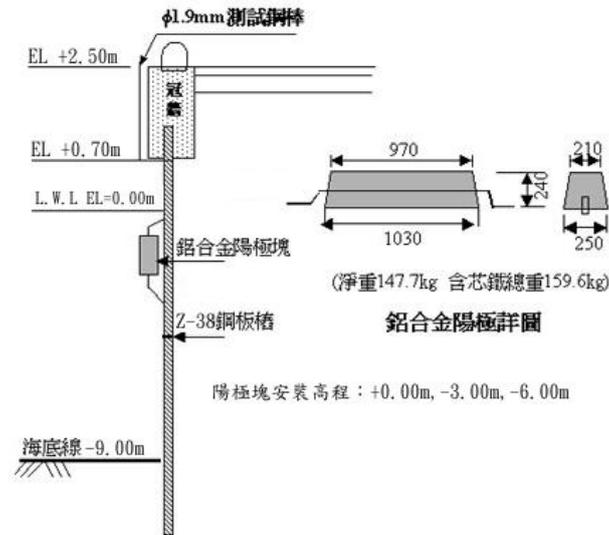


圖 4.91 陽極塊安裝示意圖



圖 4.92 基隆港西 21 號碼頭現況情形示 (101.5.9)

2.過去檢測及維修歷史、檢測者及單位：上次檢測時間：民國 90 年，檢測結果：目視檢測整體正常，鋼板樁外觀無明顯損壞，腐蝕速率約均小於規範值 0.20 mm/yr.，但因檢測時碼頭使用時間已超過 30 年，建議鋼板樁宜安裝防蝕系統及增加檢測頻率（民國 94 年已安裝犧牲陽極塊方式之陰極防蝕系統）。

3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：

- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版除出現少數裂縫外，另有部份出現沉陷及材質劣化現象，故 D 值=1，E=1，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
- (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
- (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
- (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：無腐蝕生銹、開裂或穿孔破洞現象，故 D 值=0，E=0，R=2。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-41 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.8，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，可不進行細部檢測及評估。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出現老化現象，D 值=0，E=0，R=3。

- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，但出現鏽損及脫漆現象，D 值=1，E=2，R=3。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (7)陰極防蝕效能檢測：

a. 陽極塊外觀目視檢測

本座碼頭之犧牲陽極塊外觀仍十分完整，表面則附著豐富之藤壺、牡蠣等大型硬殼類海生物及部份之管蟲類、海蟲、海鞘等。部份表面出現白色氫氧化鋁 ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) 等反應產物，由鋼板樁保護電位量測結果顯示，其防蝕效能可達到保護鋼板樁之防蝕目的。

b. 鋼板樁保護電位檢測

本座碼頭鋼板樁保護電位量測位置，共選取 24 處，鋼板樁防蝕電位評估結果及檢測紀錄如表 4-37、表 4-38 所示，鋼板樁平均保護電位最大值為  $-923 \text{ mV}$ ，最小值為  $-1011 \text{ mV}$ ，均小於  $-850 \text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，犧牲陽極防蝕電位檢測共選取 12 支檢測，結果如表 4-39 所示，犧牲陽極防蝕電位最大值為  $-900 \text{ mV}$ ，最小值為  $-1036 \text{ mV}$ ，亦均小於  $-850 \text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，顯示防蝕效能已達到保護鋼板樁之目的。

### c. 綜合判斷

綜合水下目視及陰極防蝕效能檢測結果如表 4-40 所示，本座碼頭於目前營運狀狀下，其鋼板樁安全評估應屬安全無虞，惟本次檢測碼頭使用時間已約 40 年，建議鋼板樁宜定期進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-41 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.9，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

表 4-37 基隆港西 21 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	21 號	防蝕完工日期	80 年	設計水深	-10.0 m
	碼頭長度	236 m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖				
	靠泊船級					
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	標準電位	<input checked="" type="checkbox"/> 飽和硫酸銅-850mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	100.5.18	
	上次檢測結果	----				
檢測儀器	<input checked="" type="checkbox"/> 電位計 <input checked="" type="checkbox"/> 尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機					
目視電位測試端子	<input checked="" type="checkbox"/> 無損壞 <input type="checkbox"/> 有生鏽但尚未損壞 <input type="checkbox"/> 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於-1036 ~-900 mV， <input checked="" type="checkbox"/> 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。					
檢測評估	<input checked="" type="checkbox"/> 第一級：電位均超出標準值5%，安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：電位平均趨近標準值或少部份電位在標準值以下，安全無虞，下一次作詳細檢測 <input type="checkbox"/> 第三級：電位平均值不足或大部份電位在標準值以下，功能堪慮，必須立即進行詳細檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕狀況。					
檢測人員	李昭明、何木火		評估人員	柯正龍		
附件	文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input checked="" type="checkbox"/> 檢測記錄表					

表 4-38 基隆港西 21 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港				
碼頭編號	21 號			檢測種類	詳細檢測
檢測人員	李昭明、何木火			記錄人員	柯正龍
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極			檢測時間	101.5.9
測站編號	水深 (m)			平均 防蝕電位	備註
	1 m	-4 m	-7 m		
1	-913	-960	-903	-925	防蝕電位均小於-850 mV，已達到鋼板樁防蝕 目的
2	-909	-982	-894	-928	
3	-934	-947	-889	-923	
4	-917	-1002	-895	-938	
5	-938	-954	-900	-931	
6	-925	-1028	-906	-953	
7	-938	-961	-910	-936	
8	-975	-1052	-1001	-1009	
9	-975	-1054	-1003	-1011	
10	-976	-1042	-1008	-1009	
11	-970	-1044	-1007	-1007	
12	-965	-1037	-994	-999	
13	-958	-1045	-991	-998	
14	-956	-1035	-986	-992	
15	-953	-1008	-982	-981	
16	-952	-1003	-986	-980	
17	-948	-995	-978	-974	
18	-941	-1018	-993	-984	
19	-936	-1010	-996	-981	
20	-933	-991	-977	-967	
21	-924	-978	-976	-959	
22	-921	-975	-975	-957	
23	-920	-970	-978	-956	
24	-924	-956	-989	-956	

表 4-39 基隆港西 21 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港					
碼頭編號	21 號			檢測種類	詳細檢測	
檢測人員	李昭明、何木火			記錄人員	柯正龍	
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極			檢測時間	101.5.9	
陽極塊 編 號	海生物清除前			海生物清除後		
	發生電位 (mV)			發生電位 (mV)		
	上	中	下	上	中	下
1	-900	-906	-909	-913	-914	-953
2	-933	-956	-944	-951	-1006	-1036
3	-963	-977	-965	-970	-1003	-993
4	-950	-960	-970	-952	-1002	-983
5	-977	-980	-981	-996	-989	-993
6	-969	-981	-961	-999	-990	-994
7	-927	-928	-927	-957	-932	-932
8	-956	-945	-946	-963	-950	-956
9	-934	-937	-937	-940	-941	-952
10	-934	-932	-940	-962	-950	-950
11	-946	-958	-952	-948	-1010	-1000
12	-955	-953	-941	-973	-972	-952

表 4-40 基隆港西 21 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	21 號	防蝕完工日	80 年	設計水深	-10.0 m
	碼頭長度	236 m	碼頭面高程	+3.2m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	原始厚度(mm)	Z-38 型鋼板樁，凹、凸面為 17.2mm，側面為 11.4mm				
	上次檢測時間	----				
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		<input checked="" type="checkbox"/> 目視 <input type="checkbox"/> 捲尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 <input type="checkbox"/> 局部的生鏽呈點狀膨脹 <input type="checkbox"/> 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 <input type="checkbox"/> 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 <input type="checkbox"/> 版樁有開裂現象 <input type="checkbox"/> 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 樁與樑或冠牆脫離 <input type="checkbox"/> 混凝土少部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 混凝土大部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 鋼筋少部份外露鏽蝕 <input type="checkbox"/> 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		<input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊少部份或無脫落 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊大部份脫落 <input checked="" type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少輕微 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 平均電位及所有電位均足夠。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。				
檢測評估		<input checked="" type="checkbox"/> 第一級：安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：安全無虞，無須進行特別檢測，但未來須增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第三級：功能堪慮，必須立即進行特別檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕、鋼筋混凝土、防蝕塊狀況。				
檢測人員		李昭明、何木火		評估人員		柯正龍
附 件		文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input type="checkbox"/> 檢測記錄表				

表 4-41 基隆港西 21 號碼頭初步檢測表

碼頭基本資料	隸屬港口：基隆港		碼頭編號：21 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 60 年		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：4.0 m	長度：236 m 縱深：	水域深度	原設計：-10.0 m 目前：-10.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：			
上次檢測	時間：90 年 7 月 單位：港研中心 區分：詳細檢測 結果：鋼板樁腐蝕速率仍小於規範值，但建議安裝防蝕設施及增加檢測頻率				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體結構變形及主結構體破壞檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	1	3	6
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測	0	0	2	0
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 6/24 = 0.3$			
非主結構設施破壞檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	1	2	3	9
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
附屬設施破壞評估		$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 9/14 = 0.6$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = (6+9)/(24+14) = 0.4$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 5 月 9 日					

#### 4.4.4 基隆港西 22 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭於民國 63 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 190 公尺，水深-11.0 公尺，至今已使用了 38 年，使用初期未採用防蝕措施，民國 79 年港研所調查發現，碼頭鋼板樁在低潮為線附近有多處發生穿孔及破洞。民國 80 年施作陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭結構斷面如圖 4.93 所示。碼頭現況情形示如圖 4.94。

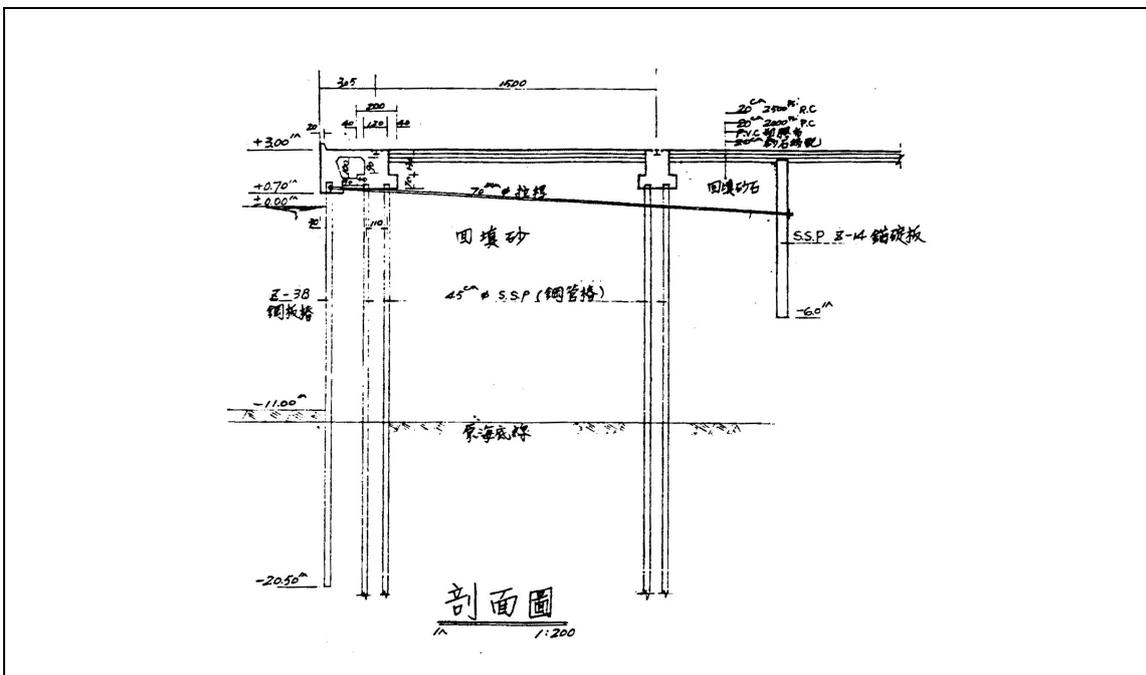


圖 4.93 基隆港西 22 號結構型式示意圖



圖 4.94 基隆港西 22 號碼頭現況情形示 (101.5.9)

- 2.過去檢測及維修歷史、檢測者及單位：上次檢測時間：民國 90 年，  
檢測結果：目視檢測整體正常，鋼板樁外觀無明顯損壞，腐蝕速率約  
均小於規範值 0.20 mm/yr.，但因檢測時碼頭使用時間已約 30 年，  
建議鋼板樁宜安裝防蝕系統及增加檢測頻率（民國 94 年已安裝犧牲  
陽極塊方式之陰極防蝕系統）。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值  
之決定如下：
- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D  
值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D  
值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版除出現少數裂縫外，無明顯沉陷及  
材質劣化現象，故 D 值=1，E=1，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度  
損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐  
蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無  
直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，  
R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭鋼筋混凝土部份因  
無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對鋼筋腐  
蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：無腐蝕生銹、開裂或穿孔破洞現象，  
故 D 值=0，E=0，R=2。
  - (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，  
故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-43 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.3，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，可不進行細部檢測及評估。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出現老化現象，D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，但出現鏽損及脫漆現象，D 值=1，E=3，R=2。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (7)陰極防蝕效能檢測：

##### a. 陽極塊外觀目視檢測

本座碼頭之犧牲陽極塊外觀仍十分完整，表面則附著豐富之藤壺、牡蠣等大型硬殼類海生物及部份之管蟲類、海蟲、海鞘等。部份表面出現白色氫氧化鋁 ( $Al(OH)_3$ ) 等反應產物，由鋼板樁保護電位量測結果顯示，其防蝕效能可達到保護鋼板樁之防蝕目的。

##### b. 鋼板樁保護電位檢測

本座碼頭鋼板樁保護電位量測，因岸壁導線桿均已脫落遺失，致無法進行量測。

c. 綜合判斷

由水下目視檢測結果如表 4-42 所示，本座碼頭於目前營運狀狀下，其鋼板樁安全評估應屬安全無虞，惟本次檢測碼頭使用時間已約 39 年，建議鋼板樁宜定期進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-43 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

表 4-42 基隆港西 22 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	22 號	防蝕完工日	94 年	設計水深	-11.0 m
	碼頭長度	190 m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	原始厚度(mm)	Z-25 型鋼板樁，凹、凸面為 15.2mm，側面為 10.2mm				
	上次檢測時間	----				
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		<input checked="" type="checkbox"/> 目視 <input type="checkbox"/> 捲尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 <input type="checkbox"/> 局部的生鏽呈點狀膨脹 <input type="checkbox"/> 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 <input type="checkbox"/> 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 <input type="checkbox"/> 版樁有開裂現象 <input type="checkbox"/> 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 樁與樑或冠牆脫離 <input type="checkbox"/> 混凝土少部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 混凝土大部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 鋼筋少部份外露鏽蝕 <input type="checkbox"/> 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		<input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊少部份或無脫落 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊大部份脫落 <input checked="" type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少輕微 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		**因岸壁導線桿均已脫落遺失，致無法進行量測。				
檢測評估		<input checked="" type="checkbox"/> 第一級：安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：安全無虞，無須進行特別檢測，但未來須增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第三級：功能堪慮，必須立即進行特別檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕、鋼筋混凝土、防蝕塊狀況。				
檢測人員		李昭明、何木火		評估人員		柯正龍
附 件		文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input type="checkbox"/> 檢測記錄表				

表 4-43 基隆港西 22 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：基隆港		碼頭編號：22 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 59 年 4 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：4.0 m	長度：190m 縱深：	水域深度	原設計：-11.0 m 目前：-11.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：			
上次檢測	時間：90 年 7 月 單位：港研中心 區分：詳細檢測 結果：鋼板樁腐蝕速率仍小於規範值，但建議安裝防蝕設施及增加檢測頻率				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	1	3	6
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估	$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 6/24 = 0.3$				
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	1	1	3	6
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 6/14 = 0.4$				
整體破壞評估(初步檢測)	$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = (6+6)/(24+14) = 0.3$				
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 5 月 9 日					

#### 4.4.5 基隆港西 23 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭於民國 63 年完工，係以 Z-45 之鋼板樁建造，全長約 210 公尺，水深 -10.0 公尺，至今已使用了 38 年，使用初期未採用防蝕措施，港研中心民國 79 年調查發現，碼頭鋼板樁在低潮為線附近有多處發生穿孔及破洞。民國 80 年施作陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭結構型式如圖 4.95 所示。碼頭現況情形示如圖 4.96。

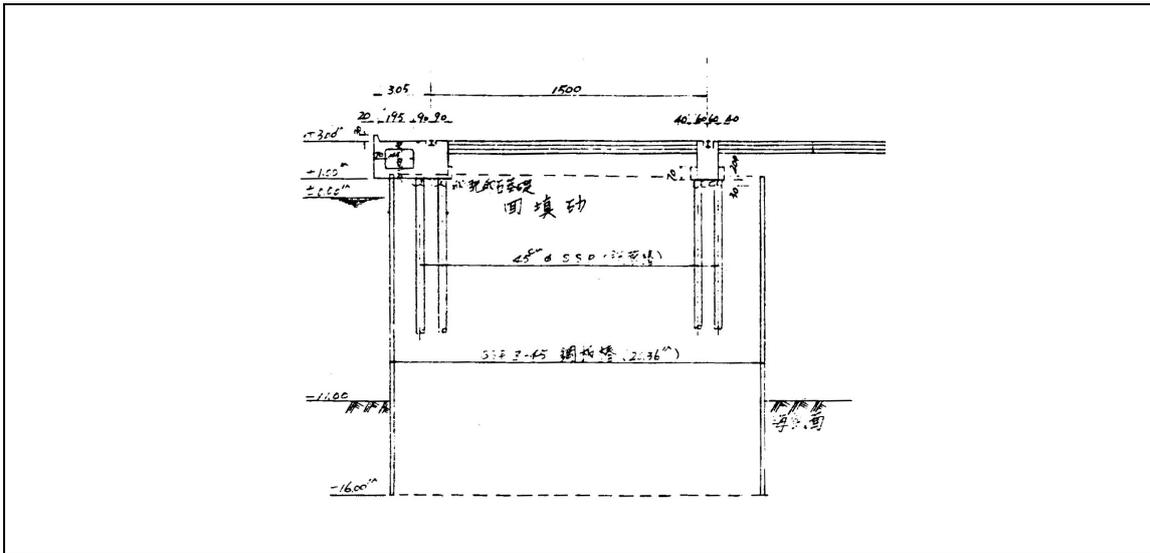


圖 4.95 基隆港西 23 號碼頭結構型式示意圖



圖 4.96 基隆港西 23 號碼頭現況情形 (101.5.9)

- 2.過去檢測及維修歷史、檢測者及單位：上次檢測時間：民國 90 年，檢測結果：目視檢測整體正常，鋼板樁外觀無明顯損壞，腐蝕速率約均小於規範值 0.20 mm/yr.，但因檢測時碼頭使用時間已約 25 年，建議鋼板樁宜安裝防蝕系統及增加檢測頻率（民國 94 年已安裝犧牲陽極塊方式之陰極防蝕系統）。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
- (1)碼頭岸壁體檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版除出現少數裂縫外，無明顯沉陷及材質劣化現象，故 D 值=1，E=2，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：無腐蝕生銹、開裂或穿孔破洞現象，故 D 值=0，E=0，R=2。
  - (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 4-48 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，可不進行細部檢測及評估。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出現老化現象，D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現鏽損及脫漆現象，D 值=0，E=0，R=2。
- (3)擋車牆：本座碼頭擋車牆未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (7)陰極防蝕效能檢測：

##### a. 陽極塊外觀目視檢測

本座碼頭之犧牲陽極塊外觀仍十分完整，表面則附著豐富之藤壺、牡蠣等大型硬殼類海生物及部份之管蟲類、海蟲、海鞘等。部份表面出現白色氫氧化鋁 ( $Al(OH)_3$ ) 等反應產物，由鋼板樁保護電位量測結果顯示，其防蝕效能可達到保護鋼板樁之防蝕目的。

##### b. 鋼板樁保護電位檢測

本座碼頭鋼板樁保護電位量測位置，共選取 24 處，鋼板樁防蝕電位評估結果及檢測紀錄如表 4-44、表 4-45 所示，鋼板樁平均保護電位最大值為  $-923\text{ mV}$ ，最小值為  $-1000\text{ mV}$ ，均小於 $-850\text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，犧牲陽極防蝕電位檢測共選取 12 支檢測，結果如表 4-46 所示，犧牲陽極防蝕電位最大值為  $-912\text{ mV}$ ，最小值為  $-978\text{ mV}$ ，亦均小於 $-850\text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，顯示防蝕效能已達到保護鋼板樁之目的。

### c. 綜合判斷

綜合水下目視及陰極防蝕效能檢測結果如表 4-47 所示，本座碼頭於目前營運狀狀下，其鋼板樁安全評估應屬安全無虞，惟本次檢測碼頭使用時間已約 34 年，建議鋼板樁宜定期進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-48 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

表 4-44 基隆港西 23 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	23 號	防蝕完工日期	94 年	設計水深	-11.0 m
	碼頭長度	210 m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖				
	靠泊船級					
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> Z-45 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	標準電位	<input checked="" type="checkbox"/> 飽和硫酸銅-850mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	101.5.9	
	上次檢測結果	----				
檢測儀器	<input checked="" type="checkbox"/> 電位計 <input checked="" type="checkbox"/> 尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機					
目視電位測試端子	<input checked="" type="checkbox"/> 無損壞 <input type="checkbox"/> 有生鏽但尚未損壞 <input type="checkbox"/> 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於-1000 ~ -923 mV， <input checked="" type="checkbox"/> 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。					
檢測評估	<input checked="" type="checkbox"/> 第一級：電位均超出標準值5%，安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：電位平均趨近標準值或少部份電位在標準值以下，安全無虞，下一次作詳細檢測 <input type="checkbox"/> 第三級：電位平均值不足或大部份電位在標準值以下，功能堪慮，必須立即進行詳細檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕狀況。					
檢測人員	李昭明、何木火		評估人員	柯正龍		
附 件	文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input checked="" type="checkbox"/> 檢測記錄表					

表 4-45 基隆港西 23 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港				
碼頭編號	23 號			檢測種類	詳細檢測
檢測人員	李昭明、何木火			記錄人員	柯正龍
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極			檢測時間	101.5.9
測站編號	水深 (m)			平均 防蝕電位	備註
	1 m	-4 m	-7 m		
1	-955	-1027	-969	-984	防蝕電位均小於-850 mV，已達到鋼板樁防蝕 目的
2	-947	-1004	-969	-973	
3	-952	-1019	-965	-979	
4	-951	-1005	-972	-976	
5	-956	-1051	-974	-994	
6	-958	-1052	-990	-1000	
7	-958	-1033	-984	-992	
8	-947	-1011	-985	-981	
9	-941	-1018	-993	-984	
10	-936	-1010	-996	-981	
11	-933	-991	-977	-967	
12	-924	-978	-976	-959	
13	-921	-975	-975	-957	
14	-920	-970	-978	-956	
15	-924	-956	-989	-956	
16	-938	-957	-943	-946	
17	-935	-971	-933	-946	
18	-1035	-975	-928	-979	
19	-1031	-995	-932	-986	
20	-927	-981	-929	-946	
21	-913	-990	-908	-937	
22	-913	-960	-903	-925	
23	-909	-982	-894	-928	
24	-934	-947	-889	-923	

表 4-46 基隆港西 23 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港					
碼頭編號	23 號		檢測種類	詳細檢測		
檢測人員	李昭明、何木火		記錄人員	柯正龍		
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極		檢測時間	100 年 5 月 18 日		
陽極塊 編 號	海生物清除前			海生物清除後		
	發生電位 (mV)			發生電位 (mV)		
	上	中	下	上	中	下
1	-912	-913	-931	-929	-922	-947
2	-941	-937	-921	-948	-950	-931
3	-951	-952	-948	-959	-959	-964
4	-926	-935	-944	-928	-941	-961
5	-955	-949	-940	-965	-960	-949
6	-954	-956	-962	-971	-978	-978
7	-940	-940	-950	-965	-948	-971
8	-945	-934	-939	-977	-941	-969
9	-948	-944	-947	-974	-955	-965
10	-944	-943	-951	-955	-949	-963
11	-956	-953	-942	-963	-970	-945
12	-945	-945	-938	-945	-955	-948

表 4-47 基隆港西 23 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	23 號	防蝕完工日	94 年	設計水深	-11.0 m
	碼頭長度	210 m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> Z-45 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	原始厚度(mm)	Z-45 型鋼板樁，凹、凸面為 21.9mm，側面為 13.2mm				
	上次檢測時間	----				
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		<input checked="" type="checkbox"/> 目視 <input type="checkbox"/> 捲尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 <input type="checkbox"/> 局部的生鏽呈點狀膨脹 <input type="checkbox"/> 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 <input type="checkbox"/> 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 <input type="checkbox"/> 版樁有開裂現象 <input type="checkbox"/> 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 樁與樑或冠牆脫離 <input type="checkbox"/> 混凝土少部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 混凝土大部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 鋼筋少部份外露鏽蝕 <input type="checkbox"/> 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		<input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊少部份或無脫落 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊大部份脫落 <input checked="" type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少輕微 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 平均電位及所有電位均足夠。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。				
檢測評估		<input checked="" type="checkbox"/> 第一級：安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：安全無虞，無須進行特別檢測，但未來須增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第三級：功能堪慮，必須立即進行特別檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕、鋼筋混凝土、防蝕塊狀況。				
檢測人員		李昭明、何木火		評估人員		柯正龍
附 件		文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input type="checkbox"/> 檢測記錄表				

表 4-48 基隆港西 23 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：基隆港		碼頭編號：23 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 63 年 8 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：4.2 m	長度：210m 縱深：--- m	水域深度	原設計：-11.0 m 目前：-11.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> Z-45 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：			
上次檢測	時間：90 年 7 月 單位：港研中心 區分：詳細檢測 結果：鋼板樁腐蝕速率仍小於規範值，但建議安裝防蝕設施及增加檢測頻率				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	2	3	9
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	0	0	2	0
	岸肩伸縮縫	0	0	3	3
主體結構破壞評估		$ID_P = \frac{\sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i}{\sum_i R_i} = 9/24 = 0.4$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \frac{\sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i}{\sum_i R_i} = 0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i}{\sum_i R_i} = (9+0)/(24+14) = 0.3$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 5 月 9 日					

#### 4.4.6 基隆港東 4 號碼頭

1. 碼頭基本資料：本座碼頭於民國 57 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 180 公尺，設計水深 -9.00 公尺，至今已使用了 43 年，在民國 69 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法，民國 82 年因接近防蝕設計年限且陽極塊大都消耗殆盡，因此重新加裝陰極防蝕。碼頭結構型式示如圖 4.97。碼頭現況情形示如圖 4.98，鋼板樁破洞情形及其位置如圖 4.99 與表 4-49 所示。

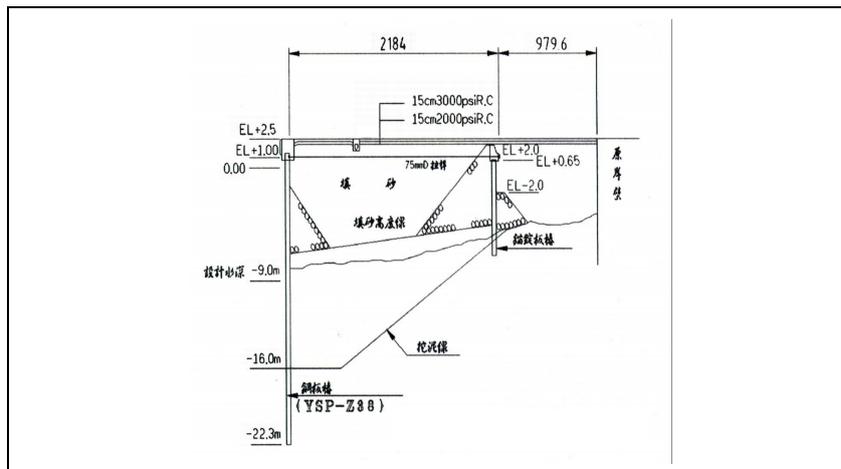


圖 4.97 基隆港東 4 號碼頭結構型式



圖 4.98 基隆港東 4 號碼頭現況情形 (101.10.4)

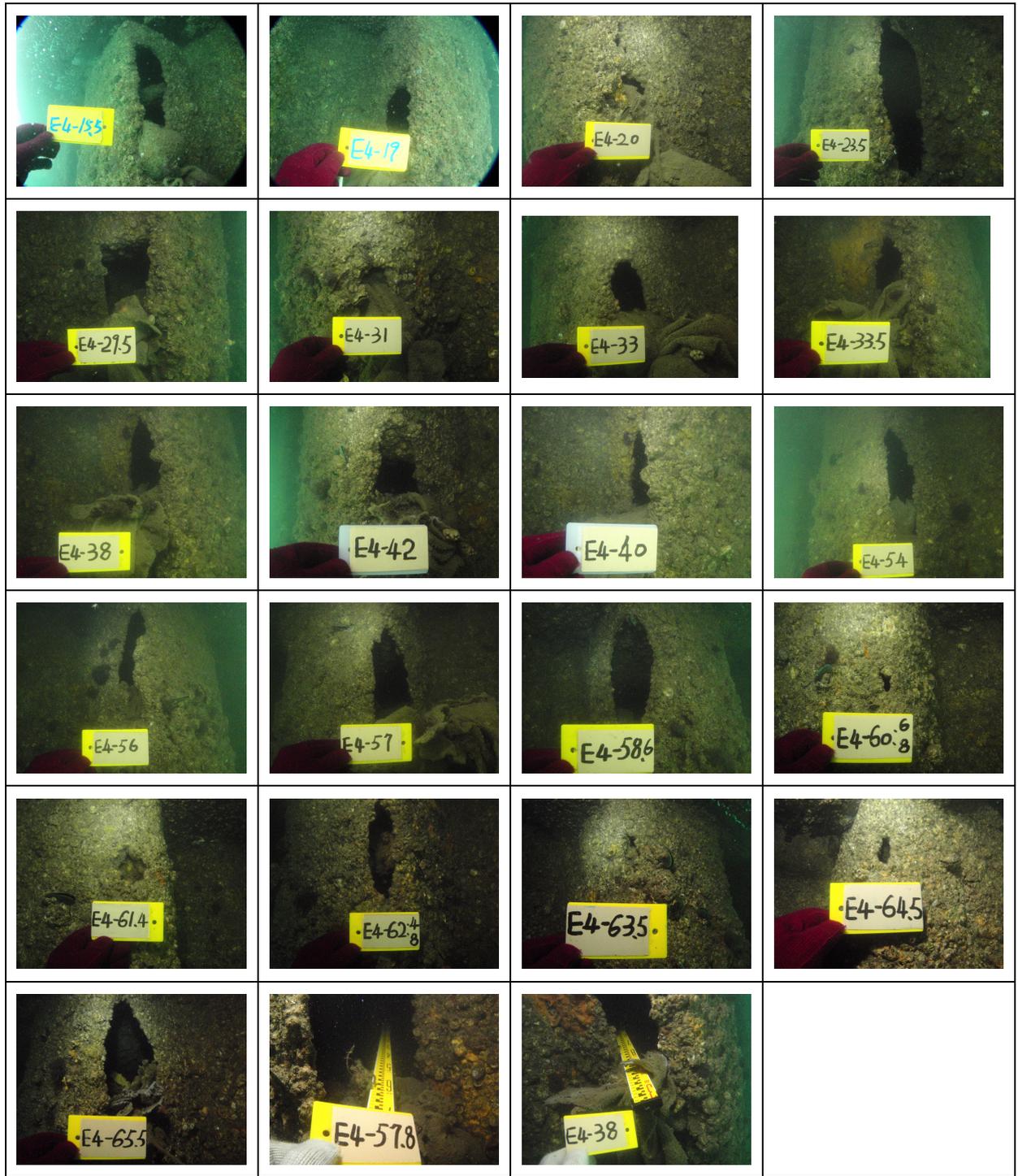


圖 4.99 基隆港東 4 號碼頭鋼板樁破洞掏空情形 (101.10.4)

表 4-49 基隆港東 4 號碼頭鋼板樁破洞位置

調查日期：101 年 10 月 4 日

破洞距起點 位置 (m)	高程 (m)	破洞大小 高×寬 (cm)	破洞深度 (m)	板樁面
15.5	-0.20	30×15	50	側面
19	-0.40	22×20	> 300	側面
20	-0.40	20×3	50	側面
23.5	-0.30	50×20	200	側面
29.5	-0.25	30×20	100	側面
31	-0.25	6×10	25	側面
33	-0.30	15×10	60	側面
35.5	-0.50	20×10	30	側面
38	-0.40	25×15	> 300	側面
40	-0.30	30×15	40	側面
42	-0.35	20×10	60	側面
54	-0.25	40×10	50	側面
56	-0.30	35×10	30	側面
57	-0.25	50×20	60	側面
57.8	-0.30	20×15	280	側面
58.6	-0.20	30×17	250	側面
60.6	-0.30	6×3	15	側面
60.8	-0.25	8×5	10	側面
61.4	-0.30	15×5	50	側面
62.4	-0.25	22×6	50	側面
62.8	-0.30	10×6	10	側面
64.5	-0.25	5×3	10	側面
65.5	-0.30	40×15	260	側面

- 2.過去檢測及維修歷史、檢測者及單位：上次檢測時間：民國 90 年，  
檢測結果：目視檢測發現部份鋼板樁外觀腐蝕破洞，腐蝕速率少數大  
於小於規範值 0.20 mm/yr.，又因檢測時碼頭使用時間已超過 30 年，  
建議應增加檢測頻率。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值  
之決定如下：
- (1)岸壁體檢測：岸壁本體雖未發現明顯位移，但少數範圍之混凝土  
以出現化劣現象，功能尚稱完整，故 D 值=1，E=3，R=4。
  - (2)岸壁法線檢測：岸壁法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，  
E=0，R=4。
  - (3)面版檢測：碼頭面版部份有沉陷積水現象，惟情況尚不嚴重，故 D  
值=1，E=3，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：岸壁混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失  
不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：岸壁鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及  
劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接  
關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，岸壁鋼筋混凝土部份因無腐  
蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對鋼筋腐蝕探  
測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：鋼板樁均位於水下，經潛水人員現地  
目視檢測，發現多處腐蝕與破洞並有掏空情形，故 D 值=3，E=2，  
R=2。
  - (8)岸肩伸縮縫：岸壁岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值  
=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表

4-54 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 1.6，小於 2.0 之值，顯示結構體尚屬安全無虞，雖可不進行細部評估，但建議儘速修復鋼板樁。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：部份護舷材輕微劣損，功能尚稱完整，初步檢測評估結果為：D 值=1，E=1，R=2。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：繫船柱柱體輕微腐蝕，初步檢測評估結果為：D 值=1，E=1，R=3。
- (3)擋車牆：本座碼頭少數擋車牆發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=1，E=1，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (7)陰極防蝕效能檢測：

##### a. 陽極塊外觀目視檢測

本座碼頭之犧牲陽極塊外觀仍十分完整，表面則附著豐富之藤壺、牡蠣等大型硬殼類海生物及部份之管蟲類、海蟲、海鞘等。部份表面出現白色氫氧化鋁 ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) 等反應產物，由鋼板樁保護電位量測結果顯示，其防蝕效能可達到保護鋼板樁之防蝕目的。

##### b. 鋼板樁保護電位檢測

本座碼頭鋼板樁保護電位量測位置，共選取 24 處，鋼板樁防蝕電位評估結果及檢測紀錄如表 4-50、表 4-51 所示，鋼板樁平均

保護電位最大值為  $-823\text{ mV}$ ，最小值為  $-911\text{ mV}$ ，少數大於  $-850\text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，犧牲陽極防蝕電位檢測共選取 12 支檢測，結果如表 4-52 所示，犧牲陽極防蝕電位最大值为  $-905\text{ mV}$ ，最小值為  $-968\text{ mV}$ ，均小於  $-850\text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，顯示防蝕效能部份未達到保護鋼板樁之目的。

### c. 綜合判斷

綜合水下目視及陰極防蝕效能檢測結果如表 4-53 所示，本座碼頭於目前營運狀狀下，其鋼板樁安全評估應屬安全無虞，惟本次檢測碼頭使用時間已約 43 年，建議鋼板樁宜定期進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-54 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 1.4，小於 2.0 之值，雖顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作，但建議儘速修復鋼板樁腐蝕破洞及掏空現象，避免鋼板樁加速破壞。。

表 4-50 基隆港東 4 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	東 4 號	防蝕完工日期	92 年	設計水深	-9.0 m
	碼頭長度	180m	碼頭面高程	+3.2m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖				
	靠泊船級					
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	標準電位	<input checked="" type="checkbox"/> 飽和硫酸銅-850mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	101 年 10 月 4 日	
	上次檢測結果	----				
檢測儀器	<input checked="" type="checkbox"/> 電位計 <input checked="" type="checkbox"/> 尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機					
目視電位測試端子	<input checked="" type="checkbox"/> 無損壞 <input type="checkbox"/> 有生鏽但尚未損壞 <input type="checkbox"/> 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於 -911 ~ -823 mV， <input checked="" type="checkbox"/> 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。					
檢測評估	<input type="checkbox"/> 第一級：電位均超出標準值5%，安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input checked="" type="checkbox"/> 第二級：電位平均趨近標準值或少部份電位在標準值以下，安全無虞，下一次作詳細檢測 <input type="checkbox"/> 第三級：電位平均值不足或大部份電位在標準值以下，功能堪慮，必須立即進行詳細檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕狀況。					
檢測人員	李昭明、何木火		評估人員	柯正龍		
附 件	文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input checked="" type="checkbox"/> 檢測記錄表					

表 4-51 基隆港東 4 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港				
碼頭編號	東 4 號			檢測種類	詳細檢測
檢測人員	李昭明、何木火			記錄人員	柯正龍
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極			檢測時間	101 年 10 月 4 日
測站編號	水深 (m)			平均 防蝕電位	備註
	1 m	-4 m	-7 m		
1	-835	-871	-833	-846	防蝕電位均小於-850 mV，已達到鋼板樁防蝕 目的
2	-935	-875	-828	-879	
3	-931	-895	-832	-886	
4	-827	-881	-829	-846	
5	-813	-890	-808	-837	
6	-813	-860	-803	-825	
7	-809	-882	-794	-828	
8	-834	-847	-789	-823	
9	-817	-902	-795	-838	
10	-838	-854	-800	-831	
11	-825	-928	-806	-853	
12	-838	-861	-810	-836	
13	-834	-871	-813	-839	
14	-847	-871	-815	-844	
15	-875	-952	-901	-909	
16	-875	-954	-903	-911	
17	-876	-942	-908	-909	
18	-870	-944	-907	-907	
19	-865	-937	-894	-899	
20	-858	-945	-891	-898	
21	-856	-935	-886	-892	
22	-853	-908	-882	-881	
23	-852	-903	-886	-880	
24	-848	-895	-878	-874	

表 4-52 基隆港東 4 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港					
碼頭編號	東 4 號		檢測種類	詳細檢測		
檢測人員	李昭明、何木火		記錄人員	柯正龍		
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極		檢測時間	101 年 10 月 4 日		
陽極塊 編 號	海生物清除前			海生物清除後		
	發生電位 (mV)			發生電位 (mV)		
	上	中	下	上	中	下
1	-941	-950	-947	-947	-956	-968
2	-938	-935	-929	-943	-940	-929
3	-939	-940	-943	-947	-959	-956
4	-922	-939	-936	-926	-935	-938
5	-939	-928	-924	-942	-937	-929
6	-905	-908	-913	-916	-922	-921
7	-913	-913	-928	-932	-930	-937
8	-912	-913	-913	-919	-919	-929
9	-926	-925	-917	-967	-938	-924
10	-919	-924	-916	-919	-927	-933
11	-910	-915	-922	-923	-929	-929
12	-921	-920	-915	-926	-924	-927

表 4-53 基隆港東 4 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	東 4 號	防蝕完工日	92 年	設計水深	-9.0 m
	碼頭長度	180 m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 網板樁岸壁全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖			靠泊船級	無
	船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	原始厚度(mm)	Z-38 型鋼板樁，凹、凸面為 17.2mm，側面為 11.4mm				
	上次檢測時間	----				
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		<input checked="" type="checkbox"/> 目視 <input type="checkbox"/> 捲尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		<input type="checkbox"/> 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 <input type="checkbox"/> 局部的生鏽呈點狀膨脹 <input type="checkbox"/> 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 <input checked="" type="checkbox"/> 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 <input type="checkbox"/> 版樁有開裂現象 <input type="checkbox"/> 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 樁與樑或冠牆脫離 <input type="checkbox"/> 混凝土少部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 混凝土大部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 鋼筋少部份外露鏽蝕 <input type="checkbox"/> 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		<input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊少部份或無脫落 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊大部份脫落 <input checked="" type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少輕微 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		<input type="checkbox"/> 平均電位及所有電位均足夠。 <input checked="" type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。				
檢測評估		<input type="checkbox"/> 第一級：安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：安全無虞，無須進行特別檢測，但未來須增加檢測頻率。 <input checked="" type="checkbox"/> 第三級：功能堪慮，必須立即進行特別檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕、鋼筋混凝土、防蝕塊狀況。				
檢測人員	李昭明、何木火			評估人員	柯正龍	
附件	文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input type="checkbox"/> 檢測記錄表					

表 4-54 基隆港東 4 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：基隆港		碼頭編號：東 4 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 57 年 3 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：4.0 m	長度：180 m 縱深：--- m	水域深度	原設計：-9.0 m 目前：-9.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：			
	上次檢測	時間：	單位：	區分：	結果：
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭岸壁	1	3	4	16
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	3	3	12
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	3	2	2	10
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 38/24 = 1.6$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	1	2	2	6
	繫船柱	1	1	3	6
	擋車牆	1	1	2	4
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估		$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 16/14 = 1.1$		
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = (38+16)/(24+14) = 1.4$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 101 年 10 月 4 日					

#### 4.4.7 基隆港東 5 號碼頭

1. 碼頭基本資料：碼頭於民國 58 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 260 公尺，設計水深 -9.00 公尺，至今已使用了 32 年，由港務局提供資料顯示，並無採用防蝕工法，但實際調查發現，靠近東 4 碼頭約 120 公尺範圍之鋼板樁，有安裝犧牲陽極，研判應為民國 82 年完成。碼頭結構型式示如圖 4.100，碼頭現況情形示如圖 4.101，鋼板樁破洞掏空情形及位置，示如圖 4.102、表 4-55。

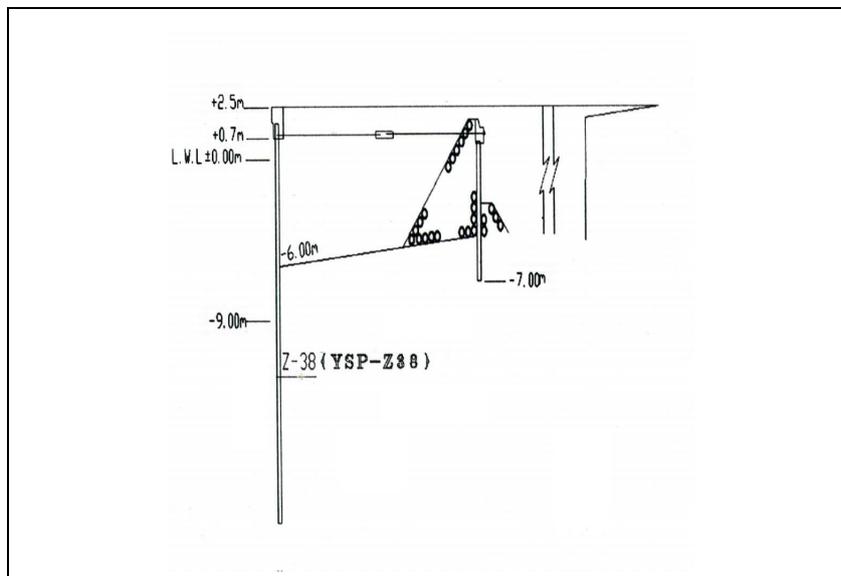


圖 4.100 基隆港東 5 號碼頭結構型式示意圖



圖 4.101 基隆港東 5 號碼頭現況情形

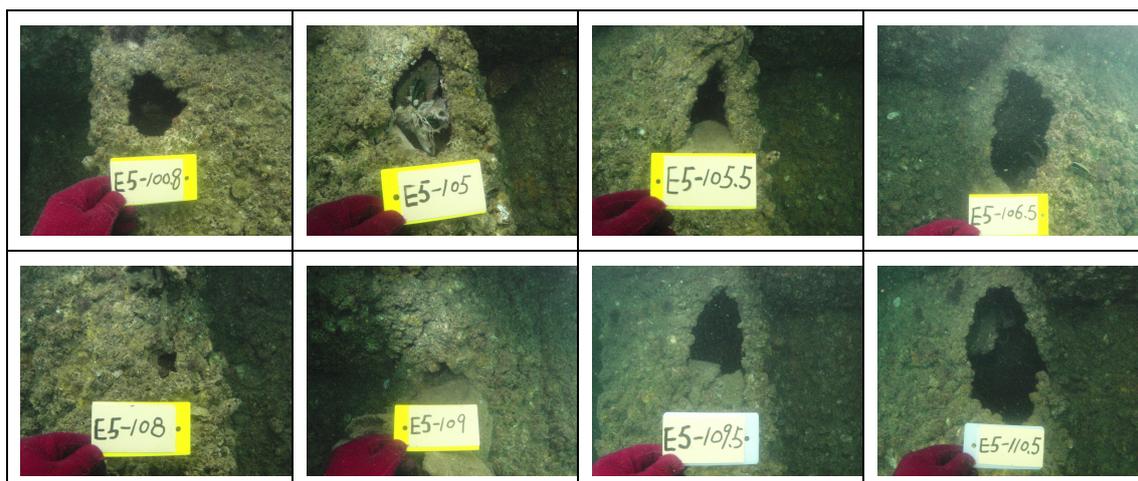


圖 4.102 基隆港東 5 號碼頭鋼板樁破洞掏空情形 (101.10.5)

表 4-55 基隆港東 5 號碼頭鋼板樁破洞位置

調查日期：101 年 10 月 5 日

破洞距起點 位置 (m)	高程 (m)	破洞大小 高×寬 (cm)	破洞 深度 (cm)	板樁面
50	-0.25	5×4	25	側面
60	-0.25	9×6	10	側面
77	-0.30	17×20	35	側面
98	-0.50	12×5	15	側面
98	-0.35	7×2	10	凸面
98.5	-0.25	20×13	45	側面
99	-0.25	10×3	20	側面
99.5	-1.00	8×8	20	側面
100.8	-0.50	10×10	50	側面
105	-0.25	16×10	50	側面
105.5	-0.25	20×19	60	側面
106.5	-0.30	30×20	90	側面
108	-0.25	7×4	60	側面
109	-0.30	5×10	10	側面
109.5	-0.30	30×12	50	側面
110.5	-0.25	30×30	60	側面

- 2.過去檢測及維修歷史、檢測者及單位：上次檢測時間：民國 90 年，檢測結果：目視檢測發現部份鋼板樁外觀腐蝕破洞，腐蝕速率少數大於小於規範值 0.20 mm/yr.，又因檢測時碼頭使用時間已超過 30 年，建議應增加檢測頻率。
- 3.整體結構變形及構造主結構體檢測：檢測項目及其相關 D.E.R.評估值之決定如下：
- (1)岸壁體檢測：岸壁本體雖未發現明顯位移，但少數範圍之混凝土以出現化劣現象，功能尚稱完整，故 D 值=1，E=2，R=4。
  - (2)岸壁法線檢測：岸壁法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
  - (3)面版檢測：碼頭面版部份有沉陷積水現象，惟情況尚不嚴重，故 D 值=1，E=1，R=3。
  - (4)混凝土強度檢測：岸壁混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略，故 D 值=0，E=0，R=3。
  - (5)保護層厚度：岸壁鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
  - (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，岸壁鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對鋼筋腐蝕探測進行評估，但推估 D 值=0，E=0，R=3。
  - (7)鋼板腐蝕檢測（腐蝕程度）：鋼板樁均位於水下，經潛水人員現地目視檢測，發現多處腐蝕與破洞並有掏空情形，故 D 值=3，E=2，R=2。
  - (8)岸肩伸縮縫：岸壁岸肩伸縮縫未出現結構體間相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表

4-60 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 1.2，小於 2.0 之值，顯示結構體尚屬安全無虞，雖可不進行細部評估，但建議儘速修復鋼板樁。

#### 4.非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：部份護舷材輕微劣損，功能尚稱完整，初步檢測評估結果為：D 值=1，E=1，R=2。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：繫船柱柱體輕微腐蝕，初步檢測評估結果為：D 值=1，E=1，R=3。
- (3)擋車牆：本座碼頭少數擋車牆發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=1，E=1，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭照明設備未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭油電管路未發現損壞，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (7)陰極防蝕效能檢測：

##### a. 鋼板樁及陽極塊外觀目視檢測

本座碼頭鋼板樁出現多處腐蝕破洞及掏空粒料現象，犧牲陽極塊外觀仍十分完整，表面則附著豐富之藤壺、牡蠣等大型硬殼類海生物及部份之管蟲類、海蟲、海鞘等。部份表面出現白色氫氧化鋁 ( $Al(OH)_3$ ) 等反應產物，由鋼板樁保護電位量測結果顯示，其防蝕效能部份未達到保護鋼板樁之防蝕目的。

##### b. 鋼板樁保護電位檢測

本座碼頭鋼板樁保護電位量測位置，共選取 24 處，鋼板樁防蝕電位評估結果及檢測紀錄如表 4-56、表 4-57 所示，鋼板樁平均

保護電位最大值為  $-859\text{ mV}$ ，最小值為  $-930\text{ mV}$ ，均小於 $-850\text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，犧牲陽極防蝕電位檢測共選取 12 支檢測，結果如表 4-58 所示，犧牲陽極防蝕電位最大值为  $-919\text{ mV}$ ，最小值為  $-1016\text{ mV}$ ，亦均小於 $-850\text{ mV}$  (v.s.  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  參考電極)，顯示防蝕效能已達到保護鋼板樁之目的。

### c. 綜合判斷

綜合水下目視及陰極防蝕效能檢測結果如表 4-59 所示，本座碼頭於目前營運狀狀下，其鋼板樁安全評估應屬安全無虞，惟本次檢測碼頭使用時間已約 43 年，建議鋼板樁宜定期進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 4-60 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 1.1，小於 2.0 之值，雖顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作，但建議儘速修復鋼板樁腐蝕破洞及掏空現象，避免鋼板樁加速破壞。

表 4-56 基隆港東 5 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	東 5 號	防蝕完工日期	92 年	設計水深	-9.0 m
	碼頭長度	170 m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 碼頭全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖				
	靠泊船級					
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	標準電位	<input checked="" type="checkbox"/> 飽和硫酸銅-850mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	101.10.05	
	上次檢測結果	----				
檢測儀器	<input checked="" type="checkbox"/> 電位計 <input checked="" type="checkbox"/> 尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機					
目視電位測試端子	<input checked="" type="checkbox"/> 無損壞 <input type="checkbox"/> 有生鏽但尚未損壞 <input type="checkbox"/> 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於 -930 ~-859 mV， <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 <input checked="" type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份電位不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。					
檢測評估	<input type="checkbox"/> 第一級：電位均超出標準值5%，安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input checked="" type="checkbox"/> 第二級：電位平均趨近標準值或少部份電位在標準值以下，安全無虞，下一次作詳細檢測 <input type="checkbox"/> 第三級：電位平均值不足或大部份電位在標準值以下，功能堪慮，必須立即進行詳細檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕狀況。					
檢測人員	李昭明、何木火		評估人員	柯正龍		
附 件	文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input checked="" type="checkbox"/> 檢測記錄表					

表 4-57 基隆港東 5 號碼頭鋼板樁防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港				
碼頭編號	東 5 號			檢測種類	詳細檢測
檢測人員	李昭明、何木火			記錄人員	柯正龍
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極			檢測時間	101.10.5
測站編號	水深 (m)			平均 防蝕電位	備註
	1 m	-4 m	-7 m		
1	-850	-919	-877	-882	防蝕電位均小於-850 mV，已達到鋼板樁防蝕 目的
2	-841	-916	-876	-878	
3	-846	-913	-895	-885	
4	-937	-926	-869	-911	
5	-833	-909	-863	-868	
6	-827	-911	-864	-867	
7	-853	-935	-875	-888	
8	-859	-941	-879	-893	
9	-853	-936	-881	-890	
10	-865	-937	-880	-894	
11	-922	-939	-936	-932	
12	-939	-928	-924	-930	
13	-855	-927	-869	-884	
14	-847	-904	-869	-873	
15	-852	-919	-865	-879	
16	-851	-905	-872	-876	
17	-856	-951	-874	-894	
18	-858	-952	-890	-900	
19	-858	-933	-884	-892	
20	-847	-911	-885	-881	
21	-841	-918	-893	-884	
22	-836	-910	-896	-881	
23	-833	-891	-877	-867	
24	-824	-878	-876	-859	

表 4-58 基隆港東 5 號碼頭犧牲陽極防蝕電位檢測記錄表

隸屬港口	基隆港					
碼頭編號	東 5 號		檢測種類	詳細檢測		
檢測人員	李昭明、何木火		記錄人員	柯正龍		
檢測儀器	三用電錶、硫酸銅電極		檢測時間	101.10.5		
陽極塊 編 號	海生物清除前			海生物清除後		
	發生電位 (mV)			發生電位 (mV)		
	上	中	下	上	中	下
1	-963	-977	-965	-970	-1003	-993
2	-950	-960	-970	-952	-1002	-983
3	-977	-980	-981	-996	-989	-993
4	-969	-981	-961	-999	-990	-994
5	-927	-928	-927	-957	-932	-932
6	-956	-945	-946	-963	-950	-956
7	-934	-937	-937	-940	-941	-952
8	-934	-932	-940	-962	-950	-950
9	-946	-958	-952	-948	-1010	-1000
10	-955	-953	-941	-973	-972	-952
11	-946	-957	-948	-1016	-987	-998
12	-919	-931	-935	-937	-947	-966

表 4-59 基隆港東 5 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	基隆港				
	碼頭編號	東 5 號	防蝕完工日	94 年	設計水深	-9.0 m
	碼頭長度	170m	碼頭面高程	+3.2 m	檢測種類	
	檢測地點	<input checked="" type="checkbox"/> 網板樁岸壁全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖			靠泊船級	無
	船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：				
	下部結構材料	<input checked="" type="checkbox"/> Z-38 型鋼板樁 <input type="checkbox"/> 鋼管樁 <input type="checkbox"/> H 型鋼 <input type="checkbox"/> 其他：				
	原始厚度(mm)	Z-38 型鋼板樁，凹、凸面為 17.2mm，側面為 11.4mm				
	上次檢測時間	----				
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		<input checked="" type="checkbox"/> 目視 <input type="checkbox"/> 捲尺 <input checked="" type="checkbox"/> 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		<input type="checkbox"/> 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 <input type="checkbox"/> 局部的生鏽呈點狀膨脹 <input type="checkbox"/> 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 <input checked="" type="checkbox"/> 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 <input type="checkbox"/> 版樁有開裂現象 <input type="checkbox"/> 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		<input checked="" type="checkbox"/> 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 樁與樑或冠牆脫離 <input type="checkbox"/> 混凝土少部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 混凝土大部份龜裂、剝離 <input type="checkbox"/> 鋼筋少部份外露鏽蝕 <input type="checkbox"/> 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		<input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊少部份或無脫落 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊大部份脫落 <input checked="" type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少輕微 <input type="checkbox"/> 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		<input type="checkbox"/> 平均電位及所有電位均足夠。 <input checked="" type="checkbox"/> 平均電位足夠，但少部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位足夠，但大部份不足。 <input type="checkbox"/> 平均電位不足。				
檢測評估		<input type="checkbox"/> 第一級：安全無虞，無須進行特別檢測或於未來增加檢測頻率。 <input type="checkbox"/> 第二級：安全無虞，無須進行特別檢測，但未來須增加檢測頻率。 <input checked="" type="checkbox"/> 第三級：功能堪慮，必須立即進行特別檢測，以進一步瞭解鋼材腐蝕、鋼筋混凝土、防蝕塊狀況。				
檢測人員	李昭明、何木火			評估人員	柯正龍	
附件	文件圖表： <input type="checkbox"/> 碼頭平面圖 <input type="checkbox"/> 檢測記錄表					

表 4-60 基隆港東 5 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：基隆港		碼頭編號：5 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 58 年 4 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標 高：4.0 m	長度：170 m 縱深：--- m	水域深度	原設計：-9.0 m 目前：-9.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input checked="" type="checkbox"/> 網板樁岸壁全區 <input type="checkbox"/> 詳附件圖			
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 散雜貨 <input type="checkbox"/> 其他：			
	上次檢測	時間：	單位：	區分：	
	結果：				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體 結構 變形 及 主體 結構 破壞 檢測	碼頭岸壁	1	2	4	12
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	1	3	6
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	0	0	3	0
	鋼板腐蝕檢測(程度)	3	2	2	10
	岸肩伸縮縫	0	0	3	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 28/24 = 1.2$			
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材	1	2	2	6
	繫船柱	1	1	3	6
	擋車牆	1	1	2	4
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	0	0	2	0
	油電管路	0	0	3	0
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = 16/14 = 1.1$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i R_i = (28+16)/(24+14) = 1.2$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火、李昭明 檢測時間：民國 100 年 5 月 19 日					

#### 4.4.8 碼頭面儀器檢測

本年度調查基隆港東 4 號碼頭部分範圍沉陷面積達 37.5 平方公尺，最大沉陷深度約 15 公分(如圖 4.98 所示)。由於兩座碼頭水下部份有多處鋼板樁發生破洞及內部填充級配粒料掏空之情形，且東 5 號碼頭民國 95 年間曾發生碼頭面突然塌陷破壞，故以儀器量測碼頭面，希望能瞭解其高程變化、底層可能孔洞等狀況。

檢測項目與內容如下：

1. 光學測量：以 3D 光達進行大範圍測繪地形圖，確立後續進行透地雷達檢測之位置。並針對沈陷區進行導線與高程量測。
2. 透地雷達量測：於東 4 號碼頭沉陷區域，佈設縱向與橫向測線各 6 條，每條為 15 m，間距為 3 m 進行檢測，共計 180 m。東 5 號碼頭於距臨海側 4.4 m 與 10 m 佈設兩處，每處橫向檢測 45 m，共計 90 m。
2. 裂縫深度探測：採用敲擊回音法進行，針對兩碼頭面混凝土構件既有裂縫進行深度之探測，藉以瞭解其劣化狀況。

檢測結果如下：

1. 3D 光達光學測量於兩碼頭面設置 5 個測站進行量測，測繪之地形與地物圖如圖 4.103 所示。圖中藍色框於現場為排水溝，其高程相對較低應為合理。後續之透地雷達檢測，即藉由此圖決定綠色框 No.1 與 No.2 為檢測範圍。綠色框 No.1 為圖 4.98 所示之沈陷區；綠色框 No.2 為東 5 號碼頭相對高程較低之臨海區域。圖中東 4 號碼頭亦針對兩碼頭區各地物進行標註。
2. 導線測量作業首先於測量區設置閉合導線點(本案設置 16 個導線點)，各導線點以經緯儀進行測量，再依其測量結果進行沉陷區域之相對高程，相對座標與高程資料如表 4-61 所示，沈陷深度最大處之座標為 X=24.43 m、Y=39.39 m，高程為-13.4 cm，依此表繪製之地形圖如圖 4.104 所示。

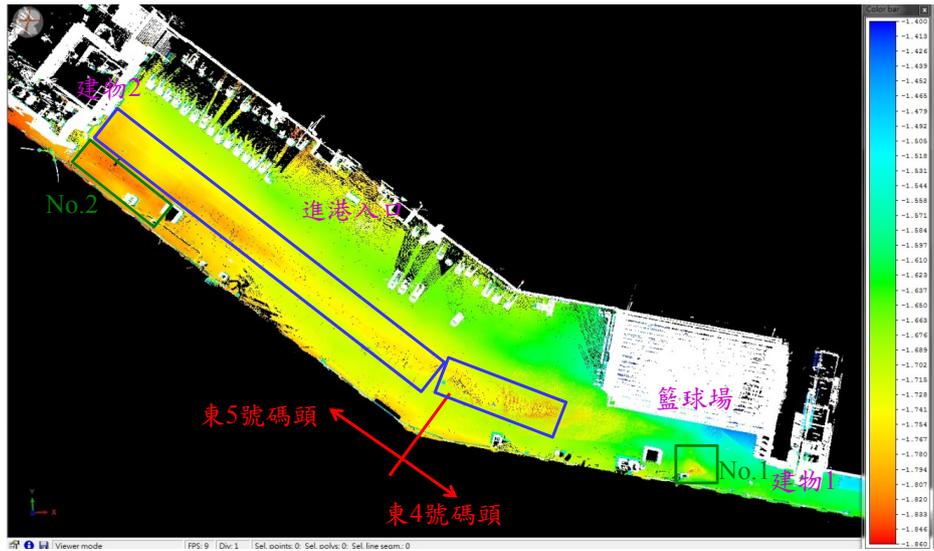


圖 4.103 3D 光達測繪結果

表 4-61 沈陷區域相對座標與高程量測

相對座標 X(m)	相對座標 Y(m)	相對高程 (cm)	相對座標 X(m)	相對座標 Y(m)	相對高程 (cm)
12.48	27.51	-12.60	25.57	29.23	0.60
6.46	3.99	11.68	21.07	31.49	-3.13
8.38	7.87	7.46	32.95	30.95	8.16
4.75	4.20	11.96	29.33	32.80	5.06
1.74	5.55	11.85	22.56	35.65	0.35
0.71	6.75	11.27	19.64	37.21	-0.55
2.29	10.05	7.62	35.63	34.81	11.67
4.16	10.22	6.59	31.80	37.86	9.32
11.11	7.18	7.78	27.89	39.51	6.93
14.34	13.66	1.38	26.46	48.16	-8.70
8.98	9.55	5.70	30.07	45.17	8.80
5.10	11.96	4.62	33.18	47.99	14.20
7.19	15.93	0.13	34.10	52.25	20.20
11.37	14.34	0.62	34.09	55.00	23.20
21.78	10.25	7.01	30.79	53.73	28.70
23.77	12.20	6.43	31.02	50.95	14.20
19.97	14.84	2.12	30.24	50.36	-0.30
15.35	14.48	0.75	24.43	39.39	-13.40
10.57	19.15	-4.02	21.58	41.50	-0.40
26.12	16.99	4.63	17.92	37.89	2.80
19.72	19.91	-2.10	21.76	36.57	6.40
14.96	22.26	-6.79	19.07	33.60	15.10
28.33	21.51	4.35	16.73	28.31	20.10
23.50	24.20	-1.09	19.67	25.76	17.00
18.04	26.79	-6.99	23.61	30.14	22.50
30.51	26.16	5.48	29.17	28.42	36.50

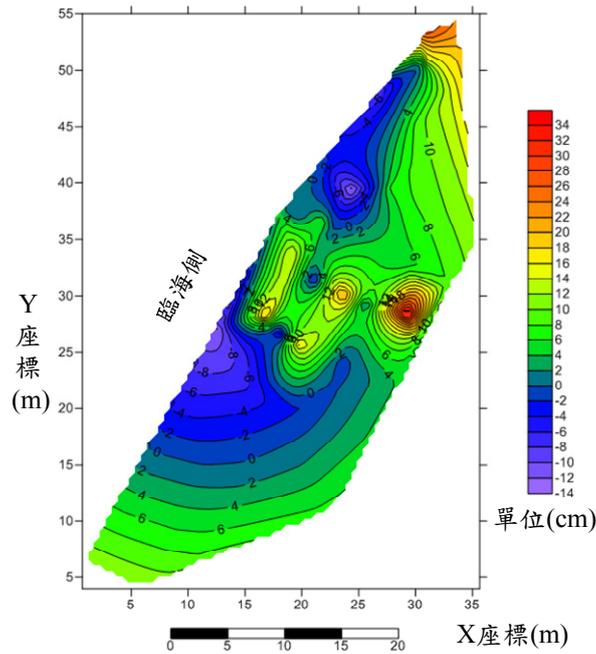


圖 4.104 沈陷區地形圖示意(相對高程)

### 3. 透地雷達檢測

為瞭解調查區域底層狀況，東 4、5 號碼頭區域共佈置 14 條測線，東 4 號碼頭測線編號為 L1~L12，每條測線長度為 15 m，其中 L1~L6 測線施測方向與碼頭垂直，L7~L12 測線施測方向與碼頭平行，測線間隔 3 m(L1 與 L7 GPS 起使位置為  $N25^{\circ}8'10.3''$ 、 $E121^{\circ}44'45.6''$ )，東五號碼頭測線編號為 L13 到 L14(L14 GPS 起使位置為  $N25^{\circ}8'14.2''$ 、 $E121^{\circ}44'50.1''$ )，每條測線長度為 45 m，測線施測方向與碼頭平行，測線間隔 5.6 m。測線位置如圖 4.105 所示，於民國 101 年 12 月 4 日上午下午各施測一次。

檢測前先進行儀器狀況檢視、選定天線頻率、進行距離校正、設定施測參數等相關步驟後，確定一切狀況良好後開始進行現場測試，然後檢視現場測試之資料品質，確定各項參數設定符合現地狀況後開始施測，本次施測依據探查目標使用 400 MHz 天線，每條描線(trace)取樣 1024 點。



圖 4.105 測線位置佈置圖

本次探測調查範圍共佈置 14 條測線，探測成果剖面圖與統計表分別示如圖 4.106～圖 4.111、圖 4.113～圖 4.114 及表 4-62～表 4-63，剖面圖縱軸方向代表探測之深度，橫軸方向代表探測之距離。探查成果依測區編號依序分述如下：

(1)東 4 號碼頭

東 4 號碼頭測線編號為 L1～L12，每條測線長度為 15 m，其中 L1～L6 測線施測方向與碼頭垂直，L7～L12 測線施測方向與碼頭平行，測線間隔 3 m，成果顯示於東四碼頭區域主要異常狀態包含管線區、配筋區、空隙發達區及下陷區等四大類，各異常區域均以虛線方框標示位置，探測成果敘述如下：

圖 4.106 為 L1、L2 測線探測成果，L1 測線顯示底下異常狀態包含管線區及配筋區，管線區分佈於測線位置 5.2～7.2 m 與 10.3～11.8 m 範圍，配筋區分佈於測線位置 6.8～10.3 m 與 11.8～15 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面，顯示無太大之差異性。

L2 顯示測線底下異常狀態包含管線區、配筋區、空隙發達區及下陷區，管線區分佈於測線位置 4.3～5.3 m 與 8～10 m 範圍，配筋區分佈於測線位置 5.5～7.6 m 與 10～11.7 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，空隙發達區分佈於測線位置 10～11.7 m，下陷區分佈於測線位置 11.7～14.8 m，比較早上及下午(滿潮)時段施測

剖面，顯示無太大之差異性。

圖 4.107 為 L3、L4 測線探測成果，L3 測線顯示測線底下異常狀態包含管線區、配筋區、空隙發達區及下陷區，管線區分佈於測線位置 5~7 m 與 7.8~9.4 m 範圍，配筋區分佈於測線位置 9.3~10.9 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，空隙發達區分佈於測線位置 9.4~14.7 m，下陷區分佈於測線位置 11.2~14.7 m，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面，顯示無太大之差異性。

L4 測線顯示測線底下異常狀態包含管線區、配筋區、空隙發達區及下陷區，管線區分佈於測線位置 2.5~3.8 m 範圍，配筋區分佈於測線位置 5.4~7.7 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，空隙發達區分佈於測線位置 7.7~15 m，下陷區分佈於測線位置 10~14.7 m，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面，顯示無太大之差異性。

圖 4.108 為 L5、L6 測線探測成果，L5 測線顯示測線底下異常狀態包含管線區、配筋區及空隙發達區，管線區分佈於測線位置 2.7~3.7 m 與 4.2~5.8 m 範圍，配筋區分佈於測線位置 5.7~8 m 與 11~13.5 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，空隙發達區分佈於測線位置 8~10 m、11.5~12.5 m 與 13.6~15 m，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面顯示於測線位置 8~10 m 範圍，空隙發達區位置有隨著潮汐產生變化。

L6 測線顯示測線底下異常狀態包含管線區、配筋區及空隙發達區，管線區分佈於測線位置 3~3.8 m 與 4.2~5.8 m 範圍，配筋區分佈於測線位置 6~10.5 m 與 10.5~14.2 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，空隙發達區分佈於測線位置 12.6~14.3 m，測線位置 14.3~15 m 之異常強反射為人孔蓋所造成之影響，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面，顯示無太大之差異性。

圖 4.109 為 L7、L8 測線探測成果，L7 測線顯示測線底下無異常狀態，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面，顯示無太大之差異性。

異性。

L8 測線顯示測線底下異常狀態為管線區，管線區分佈於測線位置 8.5~15 m 範圍，測線方向與管線平行，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面，顯示無太大之差異性。

圖 4.110 為 L9、L10 測線探測成果，L9 測線顯示測線底下異常狀態包含管線區及配筋區，管線區分佈於測線位置 5.5~7 m 與 9.6~11.1 m 範圍，配筋區分佈於測線位置 0~5.5 m、7~9.6 m 與 11.1~15 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面，顯示無太大之差異性。

L10 顯示測線底下異常狀態包含管線區、配筋區及空隙發達區，管線區分佈於測線位置 2.8~4 m 與 9.6~11.1 m 範圍，配筋區分佈於測線位置 0~1.8 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，空隙發達區分佈於測線位置 8.4~9.5 m 與 12.2~14.2 m，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面，顯示無太大之差異性。

圖 4.111 為 L11、L12 測線探測成果，L11 測線測線底下異常狀態包含管線區、配筋區及空隙發達區，管線區分佈於測線位置 9~10.7 m 範圍，配筋區分佈於測線位置 0~3.8 m 與 11.2~15 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，空隙發達區分佈於測線位置 1.7~4.5 m、5.1~6.8 m、7.8~9 m 與 12.5~14.7 m，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面顯示於測線位置 7.8~9 m 範圍，於早上時段空隙較為發達。

L12 測線顯示測線底下異常狀態包含配筋區及空隙發達區，配筋區分佈於測線位置 0~1.9 m，此區域範圍地面下有配置鋼筋，空隙發達區分佈於測線位置 1.9~5.5 m 與 5.8~11 m，比較早上及下午(滿潮)時段施測剖面，顯示無太大之差異性。

依據透地雷達影像訊號顯示主要異常狀態包含管線區、配筋區、空隙發達區及下陷區等四大類，其中空隙發達區及下陷區研

判應為地基洶空所造成，將東四碼頭空隙發達區及下陷區套繪至測線平面圖如圖 4.112 所示。顯示於下陷區周圍為空隙發達區，研判地基洶空情形有向外擴展之趨勢。

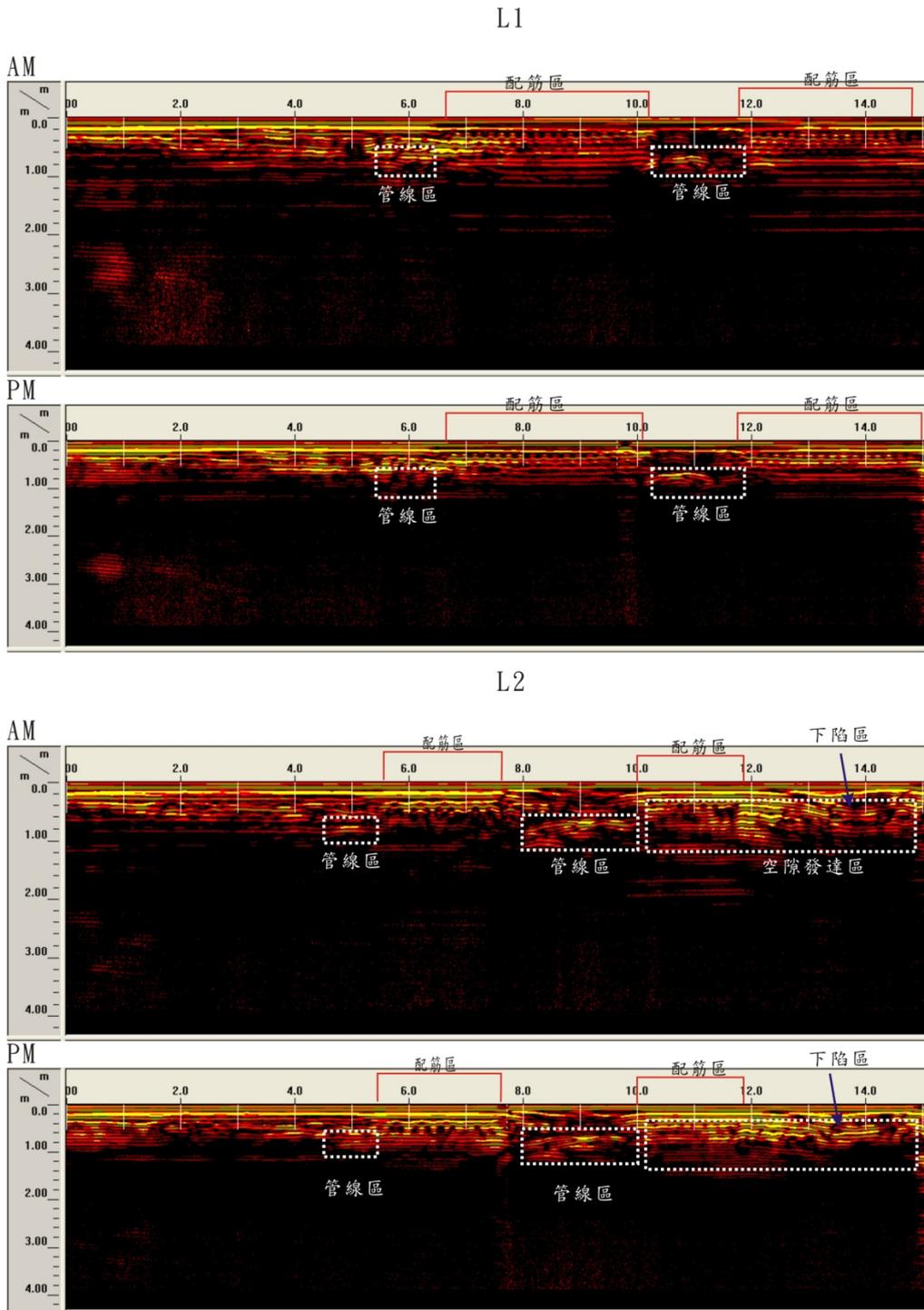
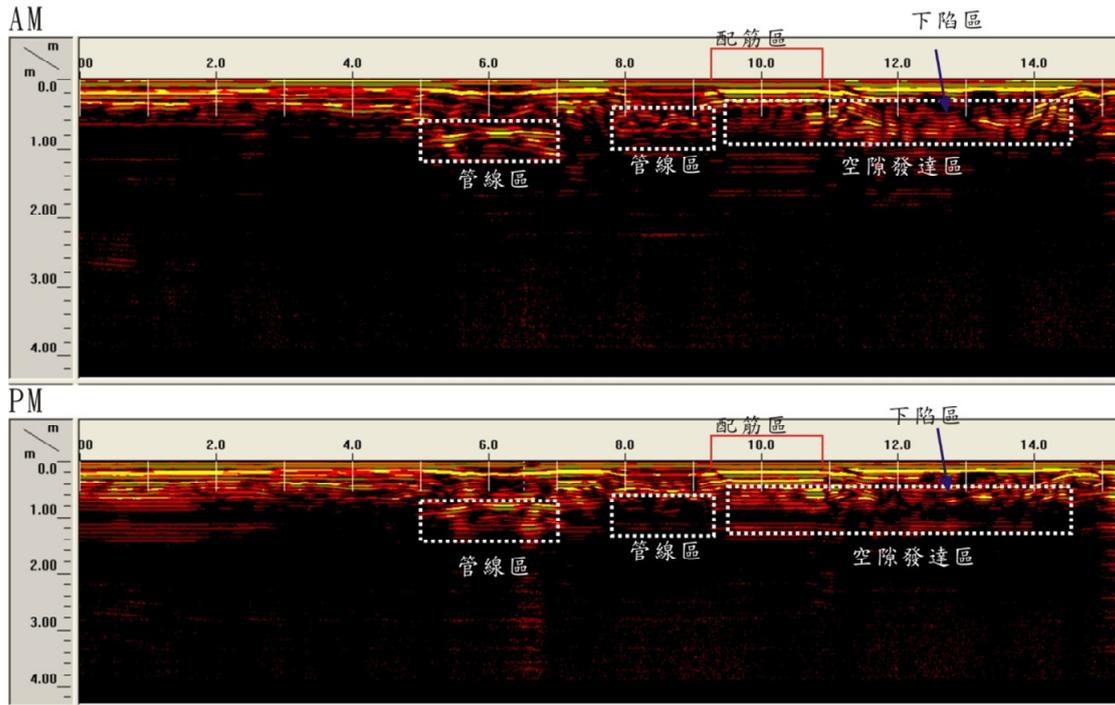


圖 4.106 L1、L2 測線透地雷達施測成果圖

L3



L4

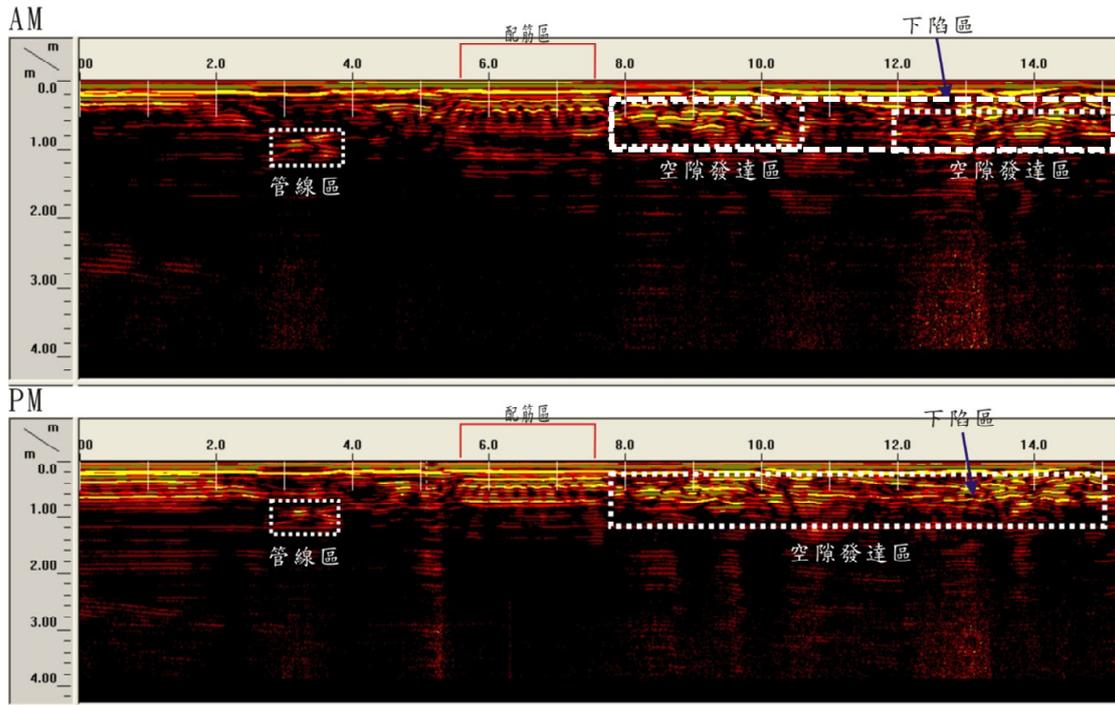
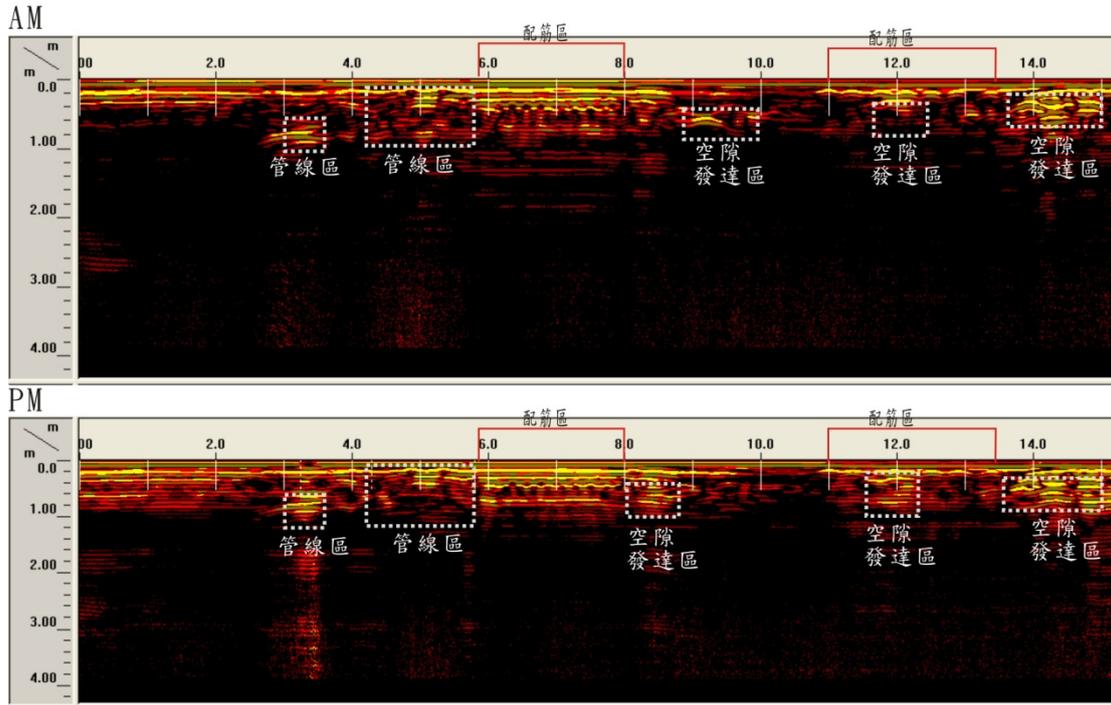


圖 4.107 L3、L4 測線透地雷達施測成果圖

L5



L6

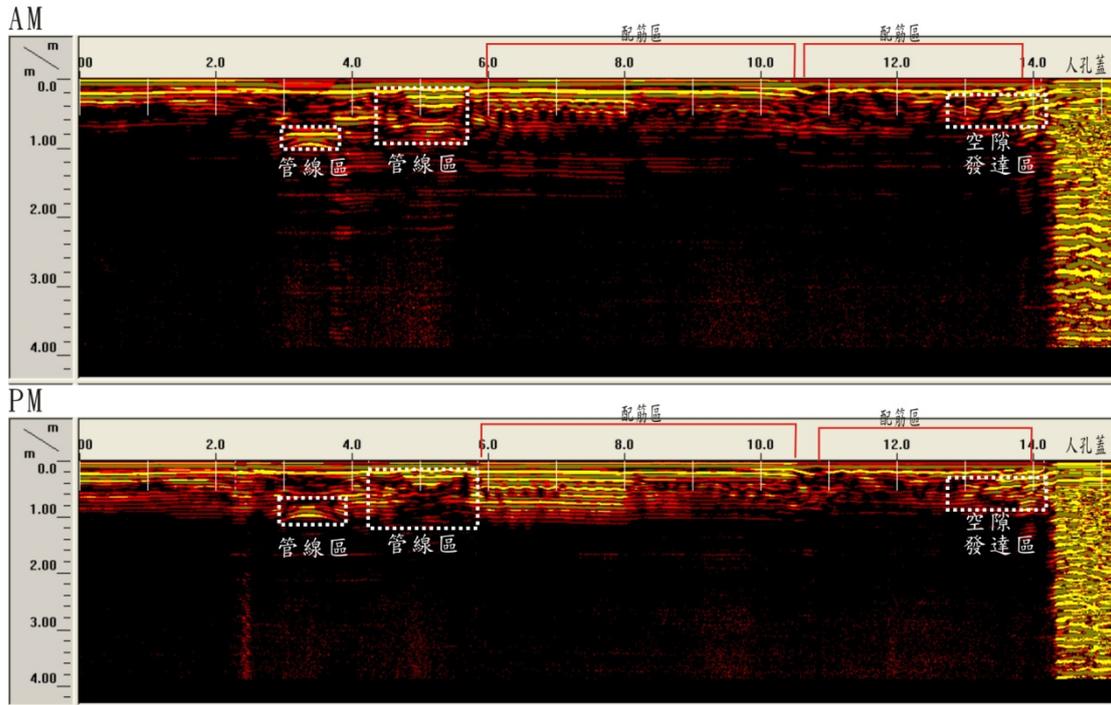
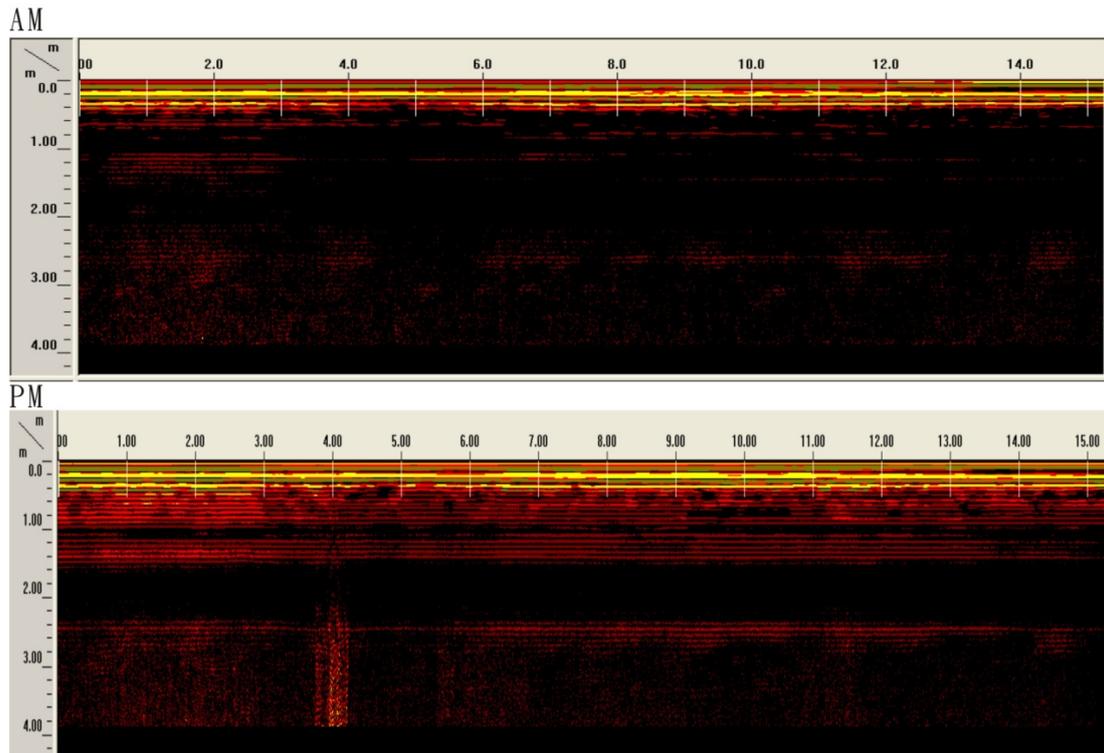


圖 4.108 L5、L6 地雷達施測成果圖

L7



L8

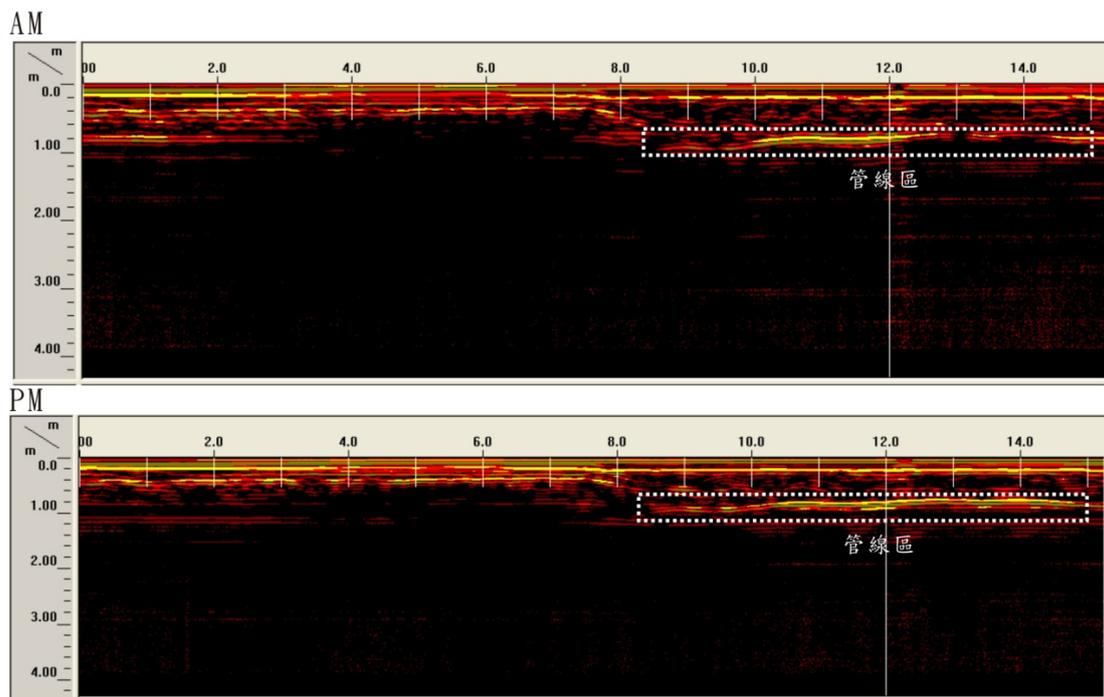
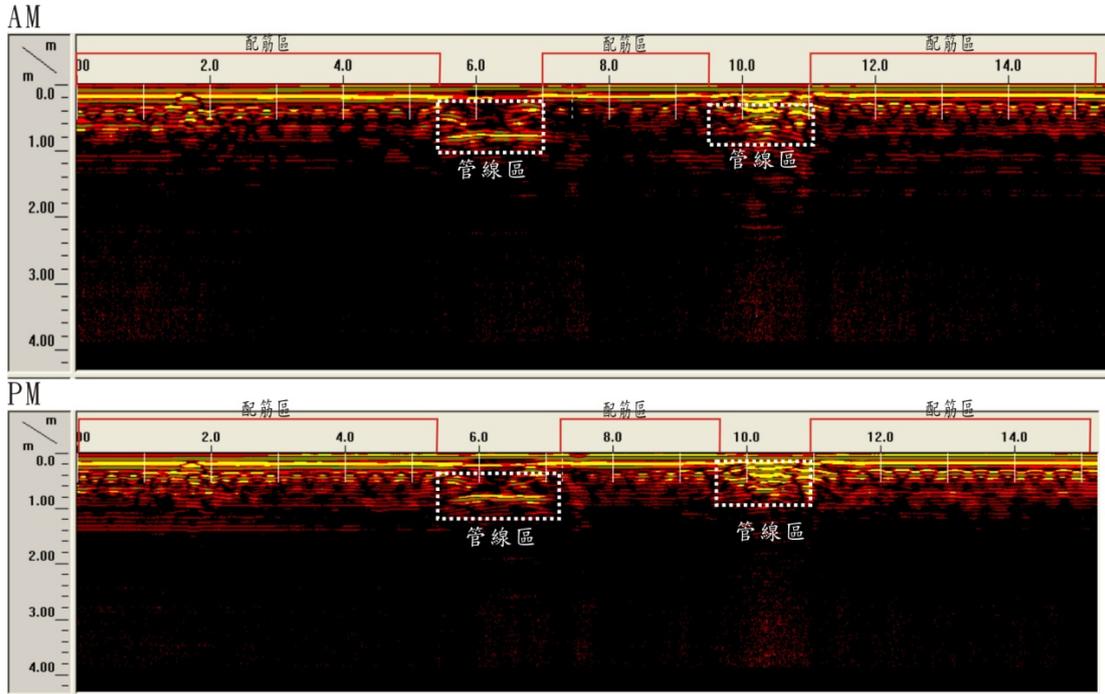


圖 4.109 L7、L8 測線透地雷達施測成果圖

L9



L10

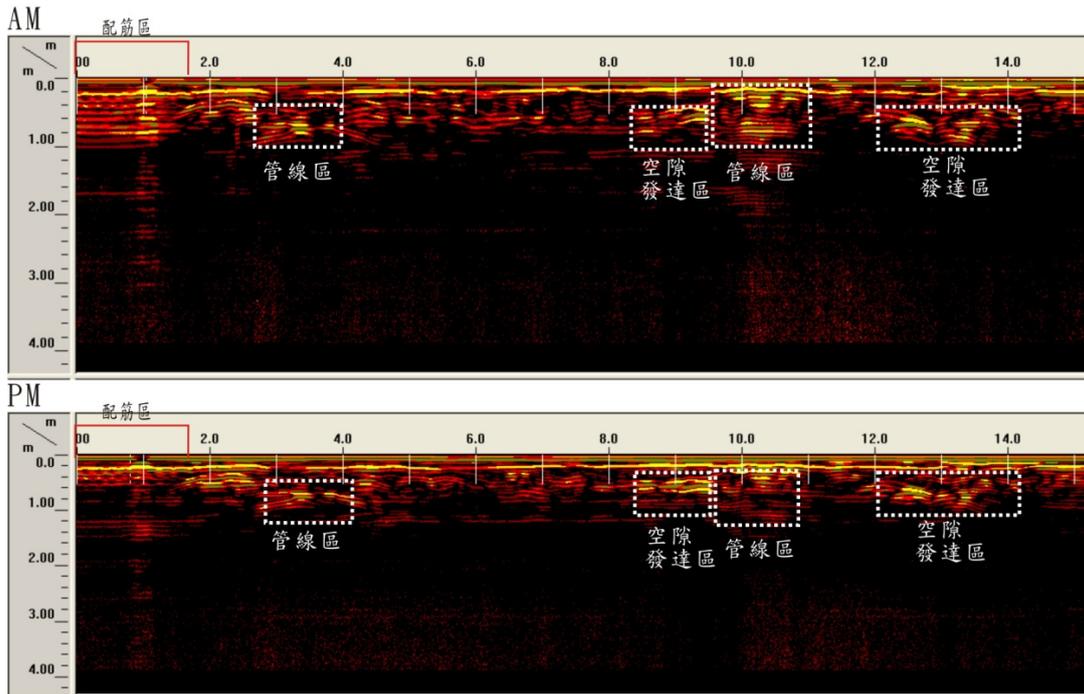
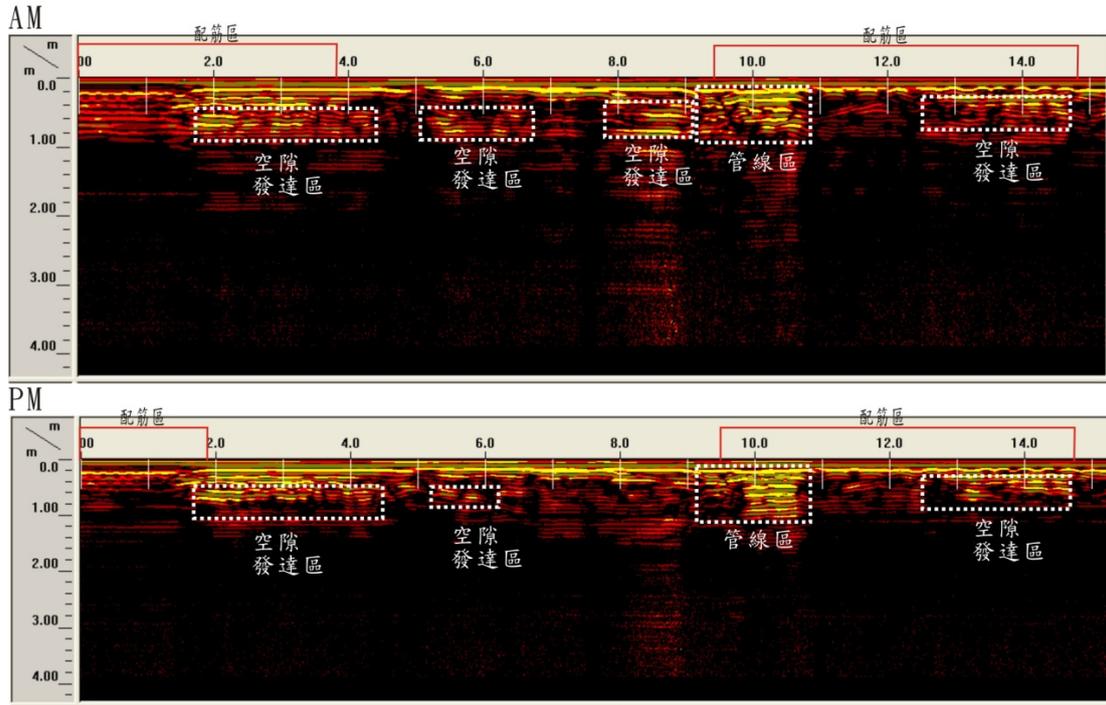


圖 4.110 L9、L10 測線透地雷達施測成果圖

L11



L12

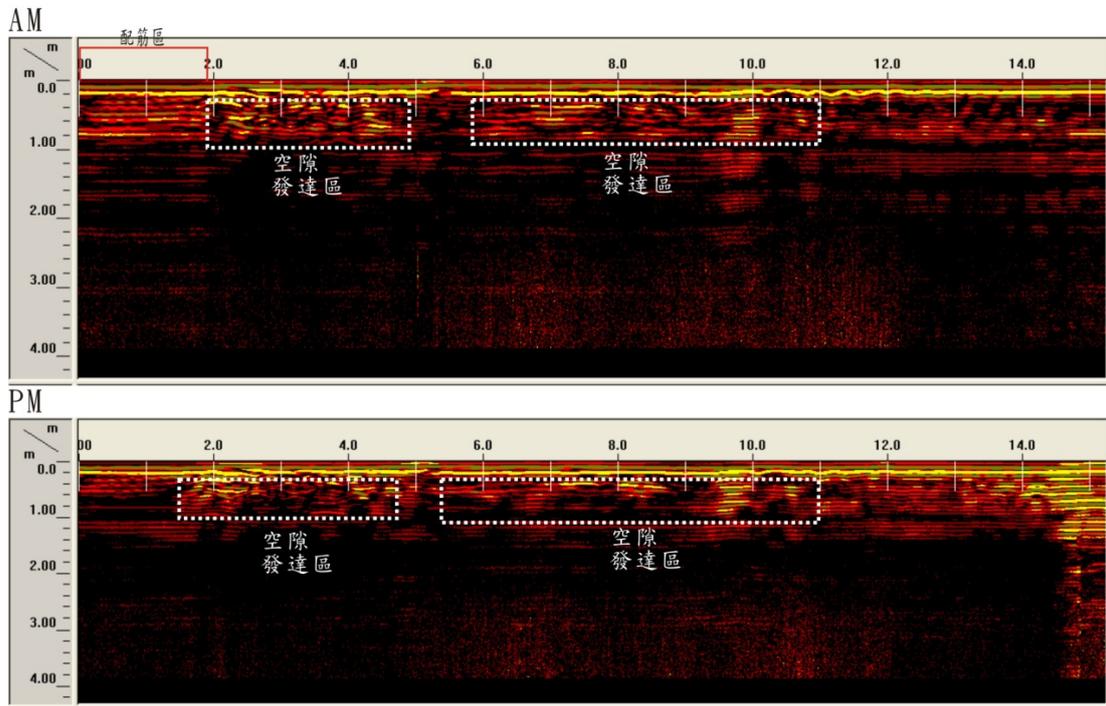


圖 4.111 L11、L12 測線透地雷達施測成果圖

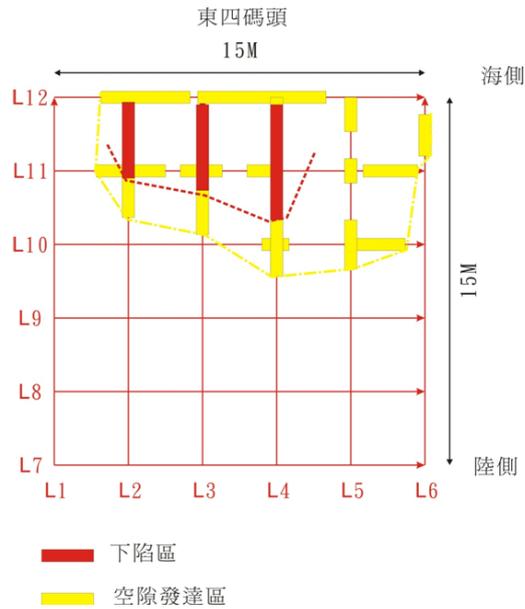


圖 4.112 基隆港東 4 號碼頭透地雷達探測成果示意圖

表 4-62 東 4 號碼頭透地雷達施測成果統計表

測線編號	管線區	配筋區	下陷區	空隙發達區
L1	5.2~7.2 10.3~11.8	6.8~10.3 11.8~15		
L2	4.3~5.3 8~10	5.5~7.6 10~11.7	11.7~14.8	10.1~14.8
L3	5~7 7.8~9.4	9.3~10.9	11.2~14.7	9.4~14.7
L4	2.5~3.8	5.4~7.7	10~14.7	7.7~15
L5	2.7~3.7 4.2~5.8	5.7~8 11~13.5		8~10 11.5~12.5 13.6~15
L6	3~3.8 4.2~5.8	6~10.5 10.5~14.2		12.6~14.3 11.5~12.5 13.6~15
L7				
L8	8.5~15			
L9	5.5~7 9.6~11.1	0~5.5 7~9.6 11.1~15		
L10	2.8~4 9.6~11.1	0~1.8		8.4~9.5 12.2~14.2
L11	9.0~10.7	0~3.8 11.2~15		1.7~4.5 5.1~6.8 7.8~9 12.5~14.7
L12		0~1.9		1.9~5.5 5.8~11

## (2)東 5 號碼頭

東 5 號碼頭測線編號為 L13~L14，每條測線長度為 45 m，測線施測方向與碼頭平行，測線間隔 5.6 m，為探討潮汐對調查區域之影響，本計畫於相同測線位置均於早上及下午(滿潮)各施測一次，依據透地雷達探測成果顯示於東五碼頭區域主要異常狀態包含管線區、配筋區及空隙發達區等三大類，各異常區域均以虛線方框標示位置，並於探測成果圖上說明，茲將東五號碼頭探測成果敘述如下：

圖 4.113 為 L13 測線透地雷達探測成果，顯示測線底下異常狀態包含管線區、配筋區及空隙發達區，管線區分佈於測線位置 24.4~25.7 m 與 39.3~40 m 範圍，L13 測線探測範圍地面下均有配置鋼筋，空隙發達區僅零星分佈於測線位置 27.2~28.9 m，比較早上及下午(滿潮)時段施測透地雷達剖面顯示無太大之差異性。

圖 4.114 為 L14 測線透地雷達探測成果，顯示測線底下異常狀態包含管線區及配筋區，管線區分佈於測線位置 24.4~25.7 m 範圍，L14 測線探測範圍地面下均有配置鋼筋，比較早上及下午(滿潮)時段施測透地雷達剖面顯示無太大之差異性。

依據透地雷達影像訊號顯示主要異常狀態包含管線區、配筋區及空隙發達區等三大類，整體來看東五號碼頭區域調查範圍地下狀態良好，未存在較大範圍之空隙發達區或下陷區，僅於 L13 測線位置 27.2~28.9 m 範圍零星分佈，將東 5 號碼頭空隙發達區套繪至測線平面圖如圖 4.115 所示。

L13

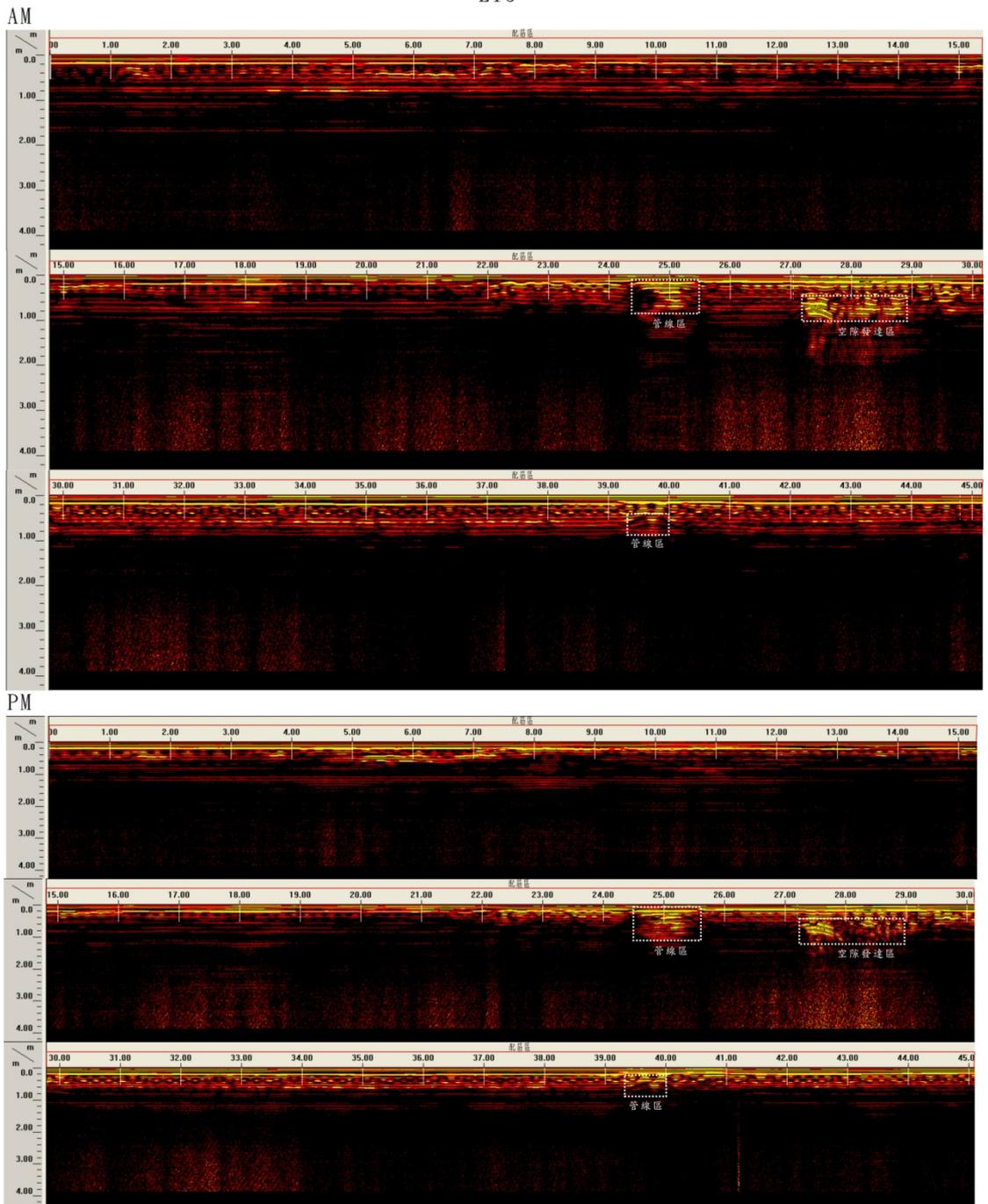


圖 4.113 L13 測線透地雷達施測成果圖

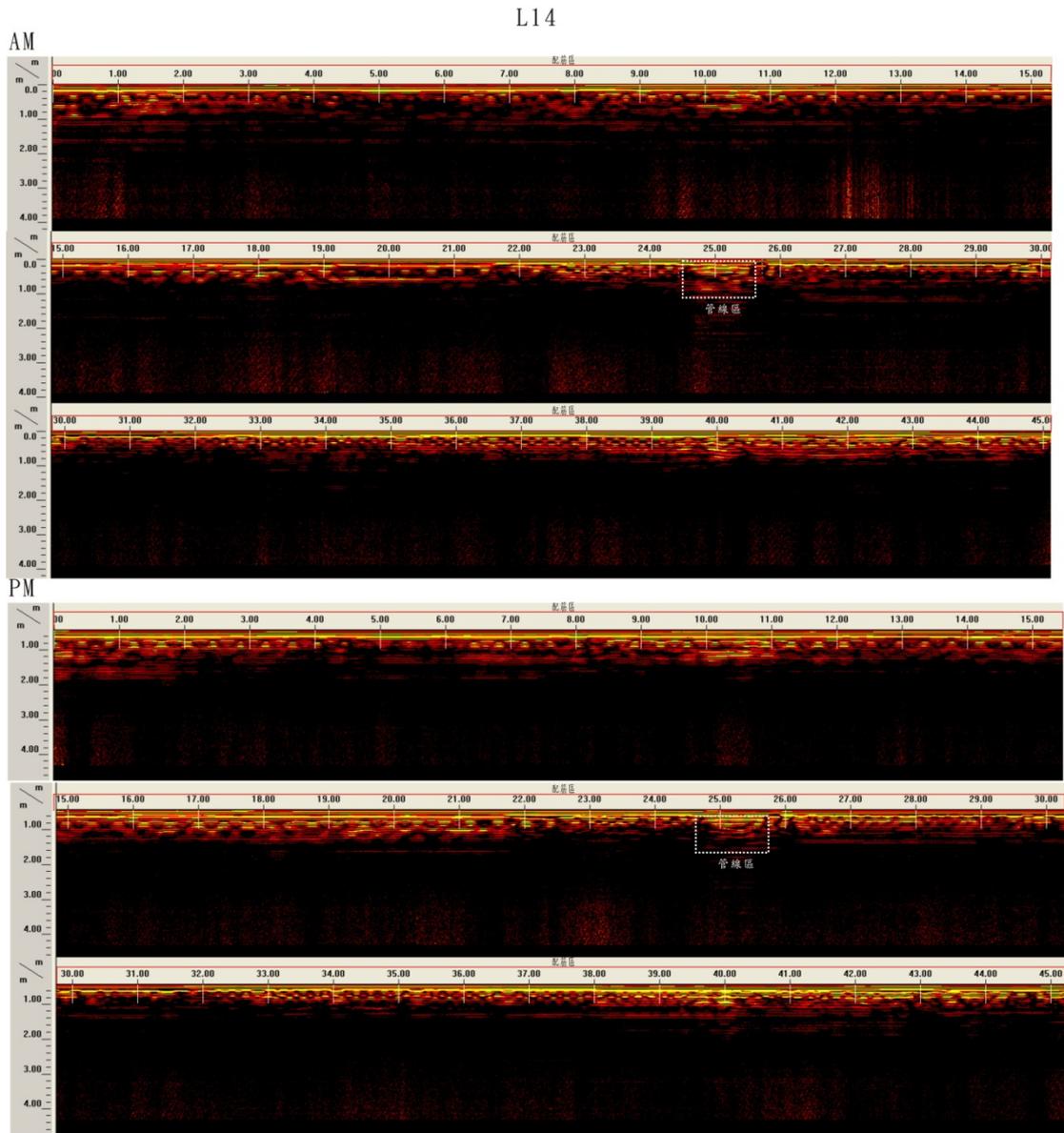


圖 4.114 L14 測線透地雷達施測成果圖



圖 4.115 基隆港東五號碼頭透地雷達探測成果示意圖

表 4-63 東 5 號碼頭透地雷達施測成果統計表

測線編號	管線區	配筋區	下陷區	空隙發達區
L13	24.4~25.7 39.3~40	0~45		27.2~28.9
L14	24.4~25.7	0~45		10.1~14.8

### (3) 潮汐對調查區域之影響

於相同測線位置均於早上及下午(滿潮)各施測一次，探測結果顯示並無太大之差異，研判受潮汐影響造成地基淘空下陷應為長期間作用所造成。由於水位變化不大，本案分不同時段進行 14 條測線的結果亦變動不大。

### 4. 裂縫深度檢測

量測前先確立混凝土 P 波波速，再進行裂縫深度試驗。東 4、東 5 號碼頭面由於覆蓋瀝青，無法進行裂縫量測。本案以東 4 號碼頭距離起點約 60 公尺處之岸肩裂縫，作為標的裂縫（編號 SC1），如圖 4.116 所示。



圖 4.116 標的裂縫之現況（編號 SC1）

由於該處岸肩已有修補痕跡，加上修補的混凝土厚度很薄，造成新舊混凝土面交界有所間隙，無法正確取得該標的裂縫處之波速，因此以混凝土性質相仿且曾施測過之西 3 號碼頭混凝土表面波速 4,132 m/s 來輸入，如圖 4-117 所示。

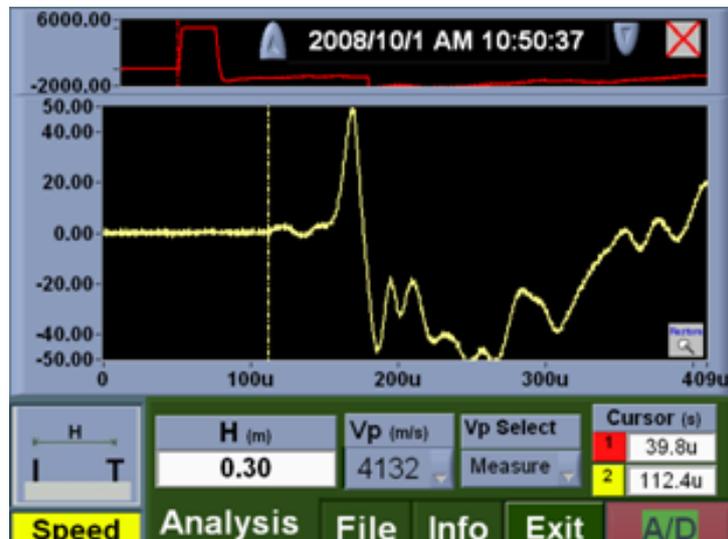
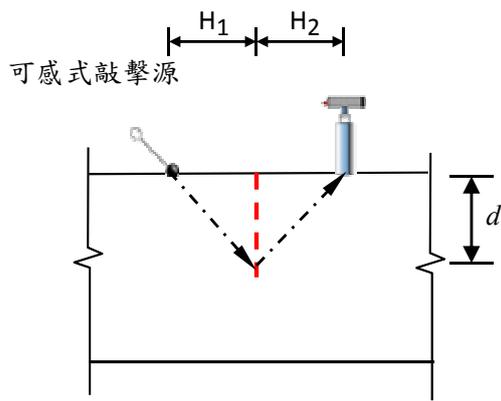
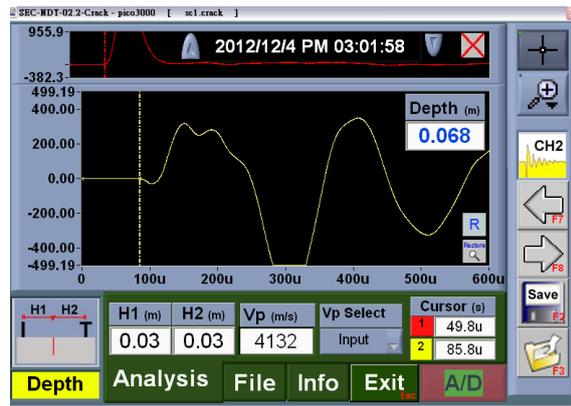


圖 4.117 西 3 號碼頭岸肩的混凝土波速圖

裂縫編號 SC1 的試驗結果為例，如圖 4.118(a)所示。試驗點位 SC1 裂縫檢測儀器配置， $H_1=H_2=0.03\text{m}$ ，圖 4.118(b)分別為可感式敲擊源及位移接收器之訊號波形圖，敲擊源經敲擊接觸混凝土表面所得之系統啟動時間  $t_1=49.8\ \mu\text{s}$ ，接收器主要紀錄來自裂縫端點所產生的繞射波，其裂縫繞射波波到時間  $t_2=85.8\ \mu\text{s}$ ，在歷時( $\Delta t=t_2-t_1=36.0\ \mu\text{s}$ )及波速(4,132m/s)已知的情形下，計算裂縫深度為 6.8cm。此一標的裂縫安全應為無慮，然為減少有害物質侵入，造成內部鋼筋鏽蝕劣化，宜盡快填補該裂縫。



(a)儀器配置圖



(b)試驗成果圖檢測

圖 4.118 裂縫編號 SC1 之裂縫深度

## 第五章 結論與建議

受到全球氣候劇烈變遷影響，近年來極端氣候頻率日增，對於港埠設施及道路橋梁等重大公共工程均造成極大威脅，港灣構造物多以鋼筋混凝土和鋼材作為主要建造材料，受到惡劣環境影響其耐久性與安全性堪慮，亟需以維護管理方式來延長工程壽命。

根據國家科技發展總目標、促進海洋永續發展，增強臺灣做為亞太地區商業及物流轉運中心的功能，港灣設施功能扮演重要關鍵角色。如何提升港灣設施之建設、工程品質與耐久性，以及維護、管理與安全等為本研究之主要目的。

本年度工作項目包括：(1)花蓮港 10 至 25 號碼頭、西防波堤及花蓮漁港、石梯漁港之碼頭及防波堤設施與其濱海地區建物之現況調查；(2)臺東縣長濱漁港、新港漁港、富岡漁港之碼頭及防波堤設施與其濱海地區建物之現況調查；(3)基隆港西 19 至西 23 號、東 4 至東 5 號碼頭鋼板樁之現況調查與碼頭面非破壞性檢測。研究成果可提供港務單位維護港灣設施參考外，研究中採用或建置完成之相關檢測方法與實施流程與結果等，亦可提供港務公司於碼頭設施維護管理作業需要與本所對後續相關研究之重要參考。

### 5.1 結論

1. 本年度調查對象：花蓮港 10 至 25 號碼頭及西防波堤（重力方塊式、重力沉箱式）；花蓮縣花蓮漁港、石梯漁港（重力式）；臺東縣長濱漁港、新港漁港、富岡漁港（重力式）；基隆港西 19 至西 23 號、東 4 至東 5 號碼頭（鋼板樁式）等港灣構造物或濱海建物。
2. 花蓮港 10 至 25 號等碼頭，除少數岸壁混凝土輕微劣損、護舷材輕微裂縫外，並無明顯影響碼頭功能之跡象，上述劣損狀況係屬輕微與局部性，且其所占範圍比例(E)均小於 10%，故初步評估計算破壞

指標皆小於必須進行細部評估之指標值(2.0)。

3. 花蓮港之西防波堤堤身與消波塊混凝土表面發現地圖狀裂縫，並有膠狀反應產物，疑為鹼質與粒料反應之徵候，雖無立即性重大危害發生
4. 花蓮港 18-20 號碼頭，碼頭後線面版有較明顯之不均勻沉陷，雖不影響碼頭營運，且初步評估破壞指標亦均小於 2.0
5. 花東地區漁港調查 7 處，各漁港設計水深多介於-2.0~-4.0m 之間，最大水深約-6.0m，碼頭設施皆能承受土壓力和水壓力，不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或面版下陷，部分碼頭雖老舊仍屬堪用，另漁港碼頭無遭受大型船隻碰撞。
6. 基隆港西 19 至西 23 號碼頭之鋼（管）板樁水下部份，均未發現腐蝕穿孔或破洞等損壞，鋼板樁防蝕電位與陽極塊發生電位皆達到保護鋼板樁防蝕的效應。
7. 基隆港東 4 與東 5 號碼頭部分，東 4 號碼頭部分範圍沉陷面積達 37.5 平方公尺，最大沉陷深度約 15 公分。兩座碼頭水下部份有多處鋼板樁發生破洞及內部填充級配粒料掏空之情形。
8. 基隆港碼頭陰極防蝕效能檢測，西 22 號碼頭部份因導線桿損毀遺失而無法進行鋼板樁保護電位與陽極塊發生電位量測。
9. 透地雷達及敲擊回音等儀器，應用於碼頭面版下陷檢測之效果良好。

## 5.2 建議

1. 花蓮港 10 至 25 號等碼頭，使用時間均已超過或接近 20 年，建議每年仍必須落實例行性之巡查工作。
2. 港灣構造物等重大公共工程使用之混凝土材料，使用前應進行鹼質與粒料反應相關檢測，以降低構造物發生崩壞之風險。
3. 本計畫檢測之碼頭，建議後續應增加巡檢頻率，以維碼頭使用安全。

4. 花東地區漁港之維護管理作業，建議可考慮依碼頭型式或建造時間將其分類後，予以分段編號並標示里程，俾利後續建置維護管理資訊系統之應用。
5. 基隆港東 4 與東 5 號兩座碼頭，水下部份有多處鋼板樁發生破洞及內部填充級配粒料掏空之情形，建議應儘速改善以維護潮間帶鋼板樁，碼頭後線並採灌漿補強等預防措施。
6. 碼頭陰極防蝕效能檢測，部份因導線桿損毀遺失，建議應速予修復。
7. 碼頭檢測後續研究，建議可再深入探討採用 D.E.RU 評估方法之改善或替代方案。

### **5.3 研究成果之效益**

1. 本計畫碼頭現況調查成果可供港務單位做維護策略參考外，可提供港務公司應用於碼頭設施維護管理作業參考。
2. 本計畫採用或建置之檢測方法、儀器及實施流程，可提供港務公司應用於碼頭設施維護管理作業與本所進行港灣構造物後續相關研究之重要參考。

### **5.4 提供政府單位應用情形**

1. 本計畫利用碼頭現況調查成果，已建置於「碼頭設施維護管理系統」，可提供航港局推動港灣構造物之維護管理政策規劃使用。
2. 所建置資料庫含各港圖文屬性資料，隨時可提供本所及港務單位應用於港灣構造物之維護管理作業參採。

## 參考文獻

1. 「港灣構造物安全檢測與評估之研究(2/2)」，交通部委託國立中山大學辦理，2001。
2. 「港灣構造物安全檢測與評估之工作手冊（草案）」，交通部委託國立中山大學辦理，2001。
3. 「港灣構造物維護管理準則之研究」，交通部運輸研究所委託國立臺灣海洋大學辦理，2004。
4. 「港灣設施維護手冊（草案）」，交通部運輸研究所，2001。
5. 「港灣構造物安全檢測與評估研習會論文集」，交通部運輸研究所、國立中山大學海洋環境及工程系，高雄，2002。
6. 「高雄港鋼板(管)樁碼頭水下檢測工作規則」，交通部高雄港務局，2004。
7. 「基隆港務局港埠設施維護檢修作業規定」，交通部基隆港務局，1998。
8. 「花蓮港外港防波堤及碼頭鋼板樁監測」，交通部花蓮港務局委託交通部運輸研究所辦理，2001。
9. 「碼頭結構物現況調查研究」，交通部運輸研究所，2006。
10. 「港灣構造物耐久性與維護機制之研究 2/4」，交通部運輸研究所，2007。
11. 「臺灣地區商港及漁港設施現況調查(2/2)」，交通部運輸研究所，2011。
12. 「港灣碼頭與濱海建物之現況調查(1/4)」，交通部運輸研究所，2012。

13. 「港灣構造物腐蝕評價手法」，日本運輸省港灣技術研究所，No.501 ,P11，1984。
- 14.高橋 宏直，「港灣設施之維修補強與更新費之將來預測關係之研究」，國土交通省國土技術政策綜合研究所，2002。
- 15.橫田 弘等，「既有棧橋之生命週期分析之檢討」，港灣空港技術研究所資料，2005。
- 16.岩波 光保，「既有設施考慮機能向上之生命週期分析評價之檢討等」，港灣空港技術研究所資料，2006。

## 附錄一

### 期末審查意見及辦理情形說明表

## 101 年度自辦計畫期末審查意見及辦理情形說明表

審查委員	審查意見	處理情形
中央大學 李釗教授	1.建議能持續吸收新的調查技術，以便有效且方便的達到調查目的，如取代鑽心試驗的非破壞檢測。	感謝委員指教與肯定，將遵照辦理。
	2.建議下期計畫能比較從前相關的調查結果，以利評估損壞是否有延伸擴大情形。	感謝委員指教，將遵照辦理。
	3.工作量龐大，足可滿足一年研究量的要求。	感謝委員指教，將遵照辦理。
成功大學 陳東陽教授	1.本研究計畫為四年計畫之第二年，年度完成之項目包括花蓮港區 10-25 號碼頭、西防波堤，花蓮縣花蓮、石梯漁港，臺東縣長濱、新港、富岡、基隆東 4-東 5、西 19-西 23 號碼頭等處之現況調查。作為維修單位之參考，同時建立平時定期或緊急狀況之維護、參考。評估機制包括初步檢測之評估及細部檢測之評估，整體報告撰寫完整，資料具參考價值。	感謝委員指教與肯定。
	2.未來如何結合資訊處理，將巨量資料作系統資料庫，甚至以雲端技術管理可作為港區維修人員資料搜尋及更新之參考	感謝委員指教，本所目前已另建置完成碼頭維護管理資訊系統，系統內容已包括維修工法等資料庫，可供管理單位新建或施工時參採。
	3.參考文獻可再擴充。	感謝委員指教，將遵照辦理。
	4.整體計畫成果具應用價值。	感謝委員指教與肯定。
健行科技大學	1.第五章結論與建議為利閱讀，建議考量分開撰寫。	感謝委員指正，將參照辦理。

審查委員	審查意見	處理情形
許書王教授	2. 「港灣碼頭及濱海建物之現況調查」與「港區現地監測與碼頭耐震功能性評估」兩研究案對於港灣構造物安全有關聯性，建議貴所未來可以互相參考應用。	感謝委員指教，將遵照辦理。
	3. 由於現況調查係在現地辦理，相關檢測表中之檢測人員欄位，建議以簽名方式處理如P4-29。	感謝委員指教，將參照辦理。
	4. P4-57 圖 50?? 是否有誤植請再核。	感謝委員指正，將遵照辦理修改。
	5. P4-87 圖 4.65 不清楚，建議全文之圖表再檢視，期以能清晰閱讀為原則。	感謝委員指正，將遵照辦理。
	6. 本研究題目為「港灣構造物及濱海地區橋樑與建物現況調查」，對於建物及橋樑似未著墨，是否分年實施?建議在第一章研究範圍內列述。	感謝委員指教，本研究正確題目應修正為「港灣碼頭及濱海建物之現況調查(2/4)」，101 年度已有辦理花蓮港區內聯外橋梁之檢測工作，因資料尚待分析確認，故未納入本次報告內，後續將參照委員意見辦理之。
	7. 引用參考文獻部份建議應予註記。	感謝委員指教，將遵照辦理。
港研中心 賴聖耀前組長 (已退休)	1. 本研究的調查範圍及調查成果皆很豐富，研究團隊的用心值得肯定，而且調查成果對於港灣碼頭之維護管理，亦提供相當豐富有用的資訊。	感謝委員指教與肯定。

審查委員	審查意見	處理情形
	<p>2.原來透地雷達應用在一般道路的檢測效果不錯，但應用在有海水的碼頭檢測效果很差；但研究團隊對透地雷達及敲擊回音之應用，對於碼頭面版下陷及孔洞的檢測，卻有很好的效果，不但藉透地雷達檢測出下陷及孔洞的區域，亦應用敲擊回音探測出孔洞的位置深度，真值得嘉許。</p>	<p>感謝委員指教與肯定。</p>
	<p>3.由於碼頭及濱海建物之調查結果，是以碼頭檢測評估之 ID 值為評估準則，因此，ID 值之評估方法適當與否，極為重要。上年度有請研究單位仔細探討，碼頭檢測評估之 ID 值，應該是檢測項目之加權加總，或加權平均？仍請研究單位再仔細探討。</p>	<p>感謝委員指教，將遵照辦理重新檢討與修正。</p>

## 附錄 二

### 期末審查會議審查資料



交通部運輸研究所臺灣技術研究中心

## 臺灣碼頭及濱海建物之現況調查(2/4)

---

### 101年自辦研究計劃成果簡報

計劃主持人：陳桂清

研究人員：柯正龍

報告人：柯正龍  
中華民國 102 年 1 月 22 日

1



## 簡報內容

---

一、前言

二、碼頭維護管理與D.E.R.評估法

三、碼頭及防波堤現況調查

📍 花蓮港10 - 25號碼頭及西防波堤

📍 花東地區漁港

📍 基隆港西19 - 西23、東4 - 東5碼頭

📍 碼頭面檢測

四、結論

2

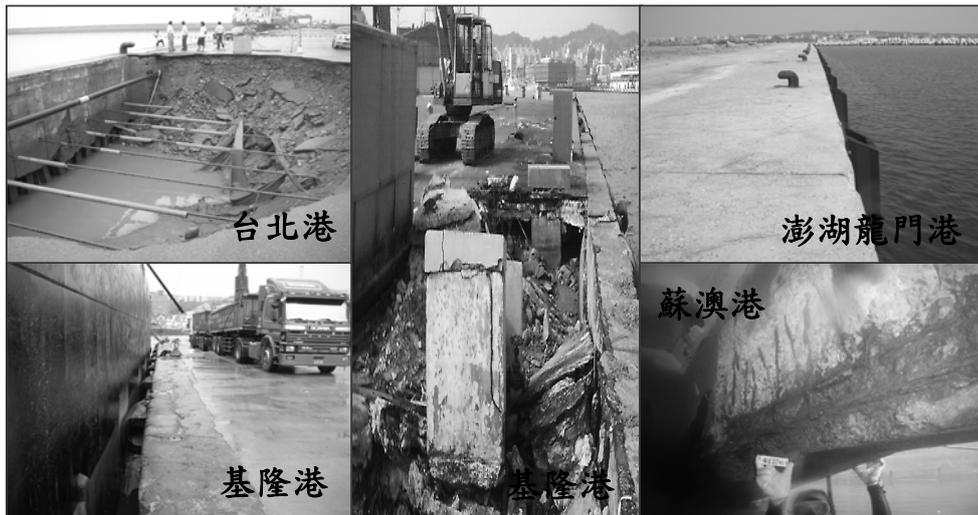


# 一、前言

## 研究動機

- 臺灣四面環海，每年地震、風災頻傳，港灣構造物受此外力與海洋惡劣環境侵襲，極易發生腐蝕、劣化、損壞等現象，對耐久性與安全威脅甚大。
- 工程設施是否安全堪用，必需明確掌握，俾採必要防範措施。
- 對外貿易以海運為主，港灣設施之建造、維護與安全之重要性，不言可喻。

3



4



## 一、前言

### 研究目的

- 針對港灣構造物中數量最多功能最重要之碼頭或防波堤構造與濱海建物進行現況調查之安全檢測與評估，期望提供維修單位參考，建立平時定期或特殊狀況之緊急檢測制度，儘早發現構造物混凝土劣化或內部鋼筋腐蝕狀況，減少構造物因環境因素或天然災害所造成更大之損壞。

5



## 一、前言

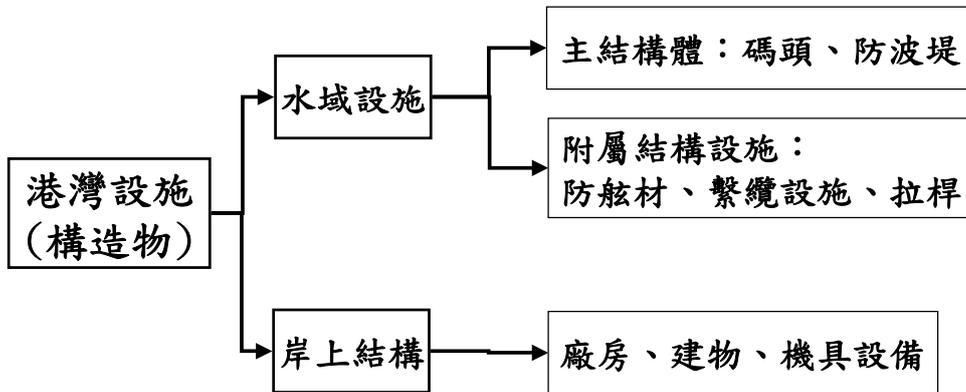
### 研究範圍

- 101年度為 4 年期計畫執行之第 2 年。
- 選定為花東地區商港、漁港之碼頭及防波堤設施與其濱海地區建物之現況調查。
- 配合基隆港鋼板(管)樁碼頭防蝕設施效能檢測需要，增加基隆港西19至西23號、東4至東5號碼頭鋼板樁為現況調查對象。

6



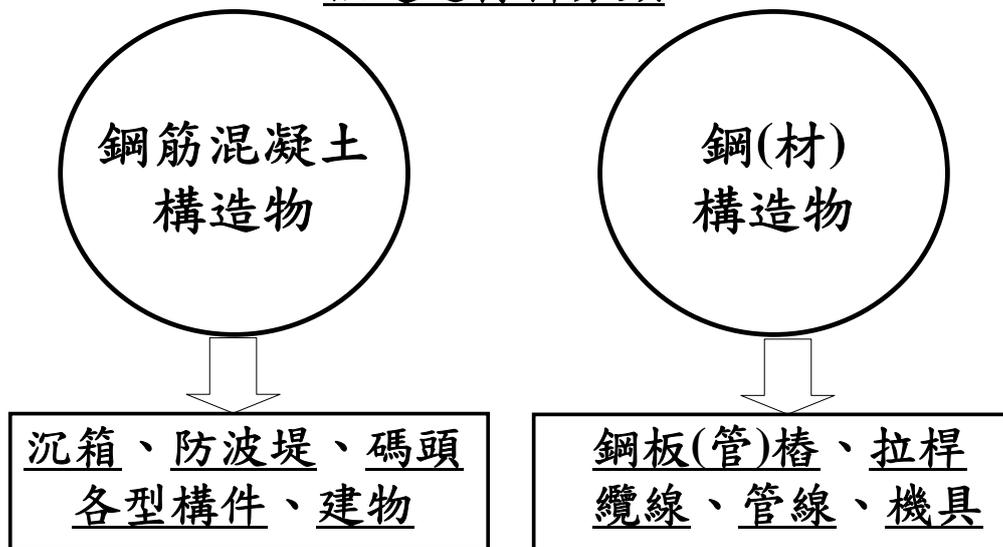
## 港灣設施分類概述



7



## 港灣設施分類概述 依建造材料分類



8

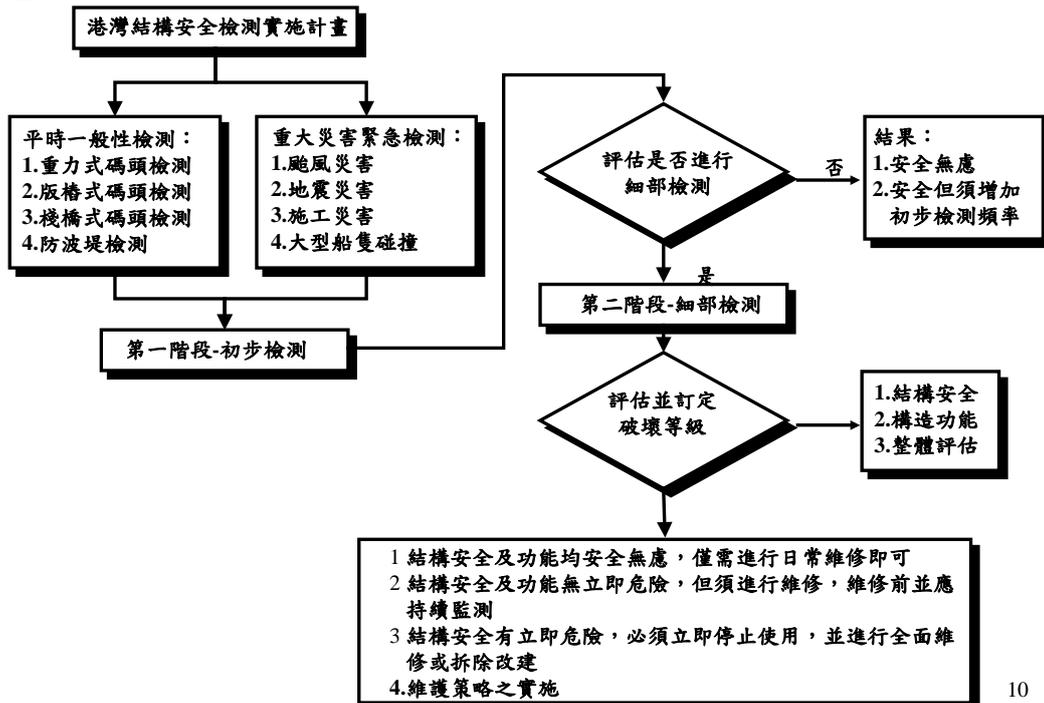


# 港灣設施維護管理之概念

## 檢測→評估→修護

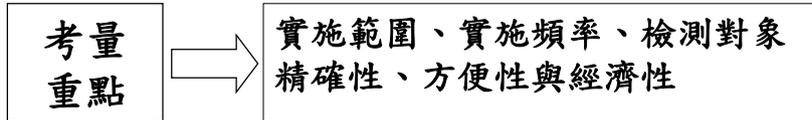


# 港灣設施檢測維護系統流程





## 檢測之機制



檢測時機	
一般性檢測	(1) 定期檢測 (2) 不定期檢測
緊急性(災變)檢測	(1) 天災(颱風、地震) (2) 營運中意外事故 (3) 施工時意外事故

11



## 一般性檢測

### (1) 定期檢測

各種不同港灣構造物(類型)完工後使用之狀況、年限、環境等條件加以檢測，實施之期間則容許有差異性。唯碼頭壁體及海床之異狀、陸上水文環境及海下之腐蝕狀況等，應為定期檢測之必要重點與密集施作之項目。

### (2) 不定期檢測

作為補充性之檢測，即在定期實施之檢測有困難時，如機具、人員調度、環境惡劣而無法定期實施時，雖未明定檢測之時間或間距，但宜訂出在一定期間內應實施之次數或完成之時間。

12



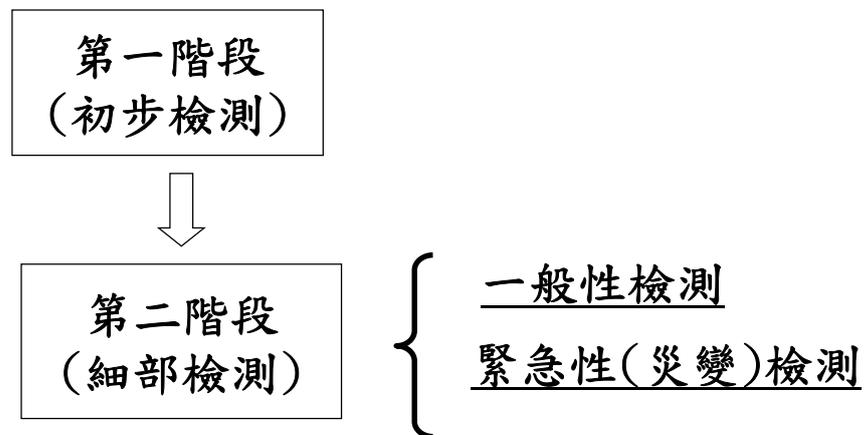
## 緊急性(災變)檢測

- ❖ 重大災害如颱風或地震發生時，對波浪可能侵襲的範圍，或對地震作用較敏感的港灣構造物，應立即進行緊急檢測。
- ❖ 較嚴重之地震發生時，應對所有港灣構造物進行全面性檢測。
- ❖ 營運中發生重大事故如大型船隻碰撞，導致碼頭結構安全受損，或施工時因故造成之結構破壞等，應針對個別構造物及其周邊之設施進行檢測。

13



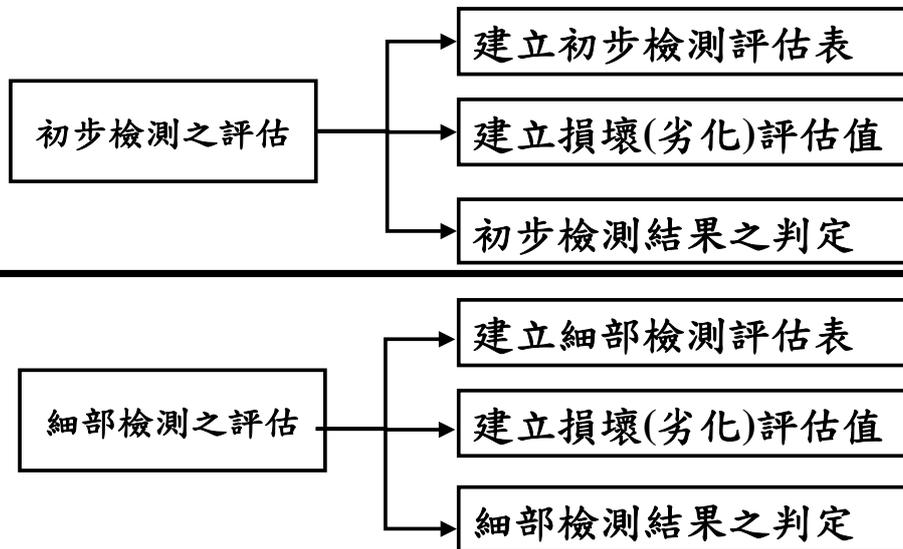
## 檢測之實施



14



## 評估機制



15



## D. E. R. 評估法

代號	評定標準
損壞程度 D值 (Degree)	0：檢測項目不存在      1：良好 2：尚可    3：差    4：嚴重損壞 5：檢測項目無法判定
損壞範圍 E值 (Extend)	以構件破壞數與受測構件數的百分比，或破壞面積與受測面積的百分比為參考，依其所座落範圍訂出“1”到“5”的等級，以百分比乘以十後，捨棄小數點為E值，大於五之值均以5填入表格
重要性指標 R值 (Relevancy)	R值為重要性指數，亦可視為各檢測項目中之權值，其值之決定則有賴經驗及訓練

16



## 初步檢測評估表

包括基本資料、檢測記錄、檢測人員/單位及主體結構與附屬設施之檢測項目

表 3-1 港灣碼頭初步檢測評估表

碼頭編號:		檢測區段:	
原設計:		實際使用:	
結構類別	長度:	水域深度	層數:
碼頭法線嵌面標高:	埋深:	目前:	
繫泊船隻性質	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 花季(油)船 <input type="checkbox"/> 雜貨船 <input type="checkbox"/> 其他		
碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 板樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他		
上次檢測	時間:	單位:	區分:
調查項目及評估值	破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R (D+E)×R
FA 22 碼頭法線變形	4		
FA 33 碼頭厚壁傾斜	5		
FA 99 岸壁伸縮縫變形	4		
FA 24 (岸肩) 混凝土強度	2		
FA 25 (岸肩) 保護層厚度	0		
FA 26 (岸肩) 鋼筋腐蝕探測	2		
FA 11 碼頭面(版)洗滌	4		
FA 14 (面版) 混凝土強度	2		
FA 15 (面版) 保護層厚度	2		
FA 16 (面版) 鋼筋腐蝕探測	2		
FA 77 鋼板腐蝕探測	3		
主體結構破壞評估	$ID_s = \frac{\sum (D_i + E_i) \times R_i}{\sum R_i}$		
FB 11 護欄柱	3		
FB 22 繫船柱	2		
FB 33 擋車塊	1		
FB 44 排水給水設備	2		
FB 55 照明設施	2		
FB 66 油電管路	2		
FB 77 貨櫃起重機軌道	2		
FB 88 防礙固定座	2		
FB 99 其他			
附屬設施破壞評估	$ID_n = \frac{\sum (D_i + E_i) \times R_i}{\sum R_i}$		
整體破壞評估(初步檢測)	$ID = \frac{\sum (D_i + E_i) \times R_i}{\sum R_i}$		
檢測單位:	檢測人:	檢測時間:	

D.E.R.  
值

ID (危險度指標)

\*式中 D 之評估值可參照表 3.3 填寫, E 為所估範圍%×10 以整數 0 到 5 表示 \*N<sub>D</sub> 及 N<sub>E</sub> 分別為主結構及附屬設施受檢項目數, 總檢測項目數 N=N<sub>D</sub>+N<sub>E</sub>

17



## 碼頭初步檢測劣化程度與評估值之關係表

檢測項目	劣化現象	劣化程度	D 值
碼頭壁體	傾斜、破損剝離、龜裂	1. 混凝土輕微剝落, 鋼筋未或部份裸露, 無腐蝕現象。	2
		2. 混凝土龜裂, 鋼筋裸露無腐蝕或部份裸露腐蝕, 壁體傾斜達 10~15 度	3
		3. 傾斜或岸壁鋼筋裸露腐蝕或預力管露出, 傾斜達 15 度以上	4
碼頭法線	變形、扭曲	1. 儀器檢測出法線偏移、扭曲	3
		2. 可目視觀察出法線偏移、扭曲	4
保護層厚度	不足	1. 厚度不足為 20% 以內	1
		2. 厚度不足為 30% 以內	2
		3. 厚度不足為 40% 以內	3
		4. 厚度不足達 40% 以上	4

18

檢測項目	劣化現象	劣化程度	D 值
鋼筋 腐蝕	鋼筋 腐蝕	1.無明顯的銹蝕區域.	1
		2.局部區域有銹蝕集中	2
		3.帶狀的銹蝕、混凝土帶狀剝落	3
		4. 1/2區域的鋼筋銹蝕，混凝土剝落 達構件1/3	4
鋼版樁 腐蝕	銹蝕 範圍	1.無明顯的銹蝕區域	1
		2.局部區域有銹蝕集中	2
		3.帶狀區域的銹蝕	3
		4. 3/4區域銹蝕，有明顯凹洞或破洞	4
岸肩伸 縮縫	變形、破壞	1.接縫處雜屑堆積，伸縮縫功能減弱	2
		2.接頭上方之材料開裂、變質但仍具 水密性	3
		3.合成之材質開裂、伸展接頭完全被 密封、壓力封完全掉入膨脹缺口、 彈性元件開裂等	4

19



## 建立損壞(劣化)評估值(1/2)

### D.E.R. 評估法

**D值(損壞程度)**

D值	評定等級
0	檢測項目不存在
1	良好
2	尚可
3	差
4	嚴重損壞
5	檢測項目無法判定

**E值(損壞範圍)**

$$E = \frac{\text{構件破壞數}}{\text{受測構件數}} \times 10$$

OR

$$E = \frac{\text{破壞面積}}{\text{受測面積}} \times 10$$

**評定等級**  
**(0 ≤ E ≤ 5)**

20



## 建立損壞(劣化)評估值(2/2)

### D.E.R. 評估法

R值(損壞影響性指數)

評定標準：

1. 視檢測項目之重要性
2. 權值依賴實務經驗及訓練

21



## D.E.R初步檢測碼頭設施重點

主體結構 檢測項目	劣化現象	附屬設施 檢測項目	劣化現象
碼頭壁體	傾斜、破損、混凝土剝離龜裂	護舷材	開裂、材質劣化
碼頭法線	變形、扭曲	繫船柱	破損、變形
碼頭面版	龜裂、沈陷、材質劣化	擋車牆	破損、變形
混凝土強度	劣化、不足	排水、給水設備	破壞、斷裂
保護層厚度	厚度不足	照明設施	破壞
鋼筋腐蝕檢視	鋼筋腐蝕	油電管路	破壞
鋼版腐蝕檢測	腐蝕部位及現象		
岸肩伸縮縫	變形、破壞		

22



## ❖ 初步檢測劣化評估值 初步檢測危險度指標

$$ID_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i + E_i) R_i}{\sum_{i=1}^n R_i}$$



23



## D.E.R 初步檢測結果判定分類

等級	指數	判定結果
第一級	$0 \leq ID_1 < 2$	安全無虞、無須進行細部檢測或增加檢測頻率
第二級	$2 \leq ID_1 < 4$	安全無虞、無須進行細部檢測但必須增加檢測頻率
第三級	$ID \geq 4$	非主體結構之 $ID \geq 4$ ， 其他主結構體之 $ID < 4$ 功能堪虞、需立即性維修或進行第二階段之細部檢測

24



## 細部檢測之評估

適用條件：

- 目視檢測無法判定或檢測對象不易進行者
- 經初步檢測結果判定必須進行細部檢測者
- 為重大災害或事故發生後之緊急檢測
- 工程維修進行中有特殊需求者

25



## 細部檢測整體評估

結構安全性原則	(1) 檢測結果依據建議公式直接判斷 (2) 力學分析 (靜力、動力分析)
構造功能性原則	功能無法發揮，不代表安全性有問題； 如評定等級為安全堪虞，須立即維修， 以維正常運作。
整體性評估原則	評估如有問題，須立即進行修護。修護 前應做整體評估，包括非工程因素之經 濟效益考量。

26



碼頭細部檢測劣化程度與評估值之關係表(1)

碼頭型式	檢測項目	劣化現象	劣化程度	D 值
重力式碼頭	基礎冲刷	刷深、沉陷 護石位移	1.基礎刷深、護石沉陷、位移 2.嚴重基礎刷深、護石沉陷、位移	3~4 4~5
	側牆岸壁混凝土	傾斜、破損 剝離、龜裂	1.輕微剝落且鋼筋未或部份裸露，無腐蝕。 2.混凝土龜裂，鋼筋裸露，無腐蝕。鋼筋部份裸露且有腐蝕現象。 3.目視傾斜或岸壁鋼筋完全露出且腐蝕，預力管露出。	2 3~4 4~5
	漏砂	漏砂	1.牆面裂縫出現漏砂 2.背填砂漏出或孔洞內已無背填砂	3~4 4~5
	壁體滑移	滑移	1.1.滑移達20公分~40公分 2.滑移大於40公分	3~4 4~5

27



碼頭型式	檢測項目	劣化現象	劣化程度	D 值
版樁式碼頭	版樁開裂	開裂長度 開裂寬度	1.開裂長度達10公分至20公分 2.開裂長度達20公分至30公分 3.開裂長度達30公分以上	2 3 4~5
	鋼版厚度	不足	1.平均厚度不足為5%以內 2.平均厚度不足為10%以內 3.平均厚度不足為20%以內 4.平均厚度不足達20%以上	1 2 3 4~5
	鋼版腐蝕	腐蝕	1.無明顯的銹蝕區域 2.局部區域有銹蝕集中 3.帶狀銹蝕、且有局部穿孔現象 4.多範圍銹蝕，穿孔、嚴重漏砂現象	1 2 3 4~5
	防蝕塊	材料耗損	1.1.防蝕塊損耗達設計數量 1/3時 2.防蝕塊損耗達設計數量 1/2時 3.防蝕塊損耗達設計數量 2/3時	2 3 4

28



## ❖ 詳細檢測劣化評估值 詳細檢測危險度指標

$$ID_2 = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i + E_i) R_i}{\sum_{i=1}^n R_i}$$



29



## 細部檢測結果之判定

### ID (危險度指標)

$$ID_2 = \frac{\sum_i^N (D_i + E_i) R_i}{\sum_i R_i}$$

第一級： $0 \leq ID_2 < 3$ ：輕微受損，安全無虞，日常維修即可，未來必須增加初步檢測頻率。

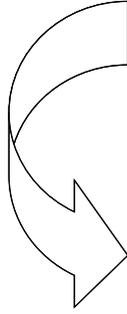
第二級； $3 \leq ID_2 < 6$ ：構造損壞，無立即危險，應立即維修

第三級； $ID_2 \geq 6$ ：嚴重損壞，立即性危險，須立即停用，進行維修或拆除。

30



## 建立細部檢測評估表



**D.E.R.值**

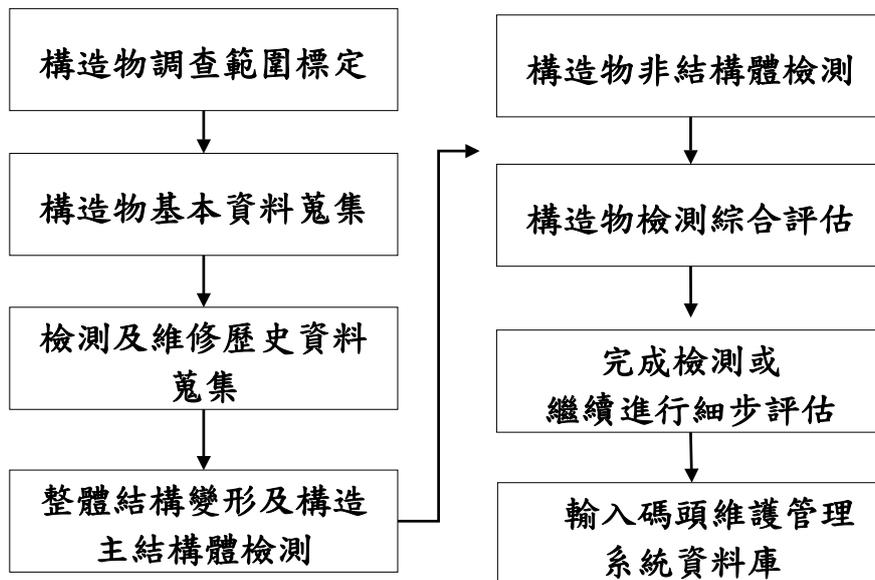
**ID (危險度指標)**

隸屬港口：臺中港		碼頭編號：4A 號			
建造日期：		啟用日期：			
碼頭基本資料	靠泊船級	原設計：	實際使用：		
	碼頭法線版面標高：+6.20 m	長度：185 m	水域深度 原設計：-9.0 m 目前：-9.0 m		
	碼頭法線版面標高：+6.20 m	縱深：20 m			
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪(水泥等) <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input checked="" type="checkbox"/> 沉箱重力式 <input type="checkbox"/> 版橋式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	時間：1999年9月 單位：港研中心 區分：緊急檢測 結果：結構位移傾斜，需進行緊急維修			
調查項目及評估值	破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R <sub>i</sub> (D+E)* R		
整體結構	碼頭岸壁	0	0	5	0
	碼頭法線	0	0	4	0
變形及	碼頭面版	1	1	4	8
	混凝土強度	0	0	2	0
主結構	保護層厚度	----	----	----	----
	鋼筋腐蝕探測	----	----	----	----
破壞	鋼版腐蝕探測	----	----	----	----
檢測	岸盾伸縮縫	0	0	4	0
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_{i=1}^N R_i = 0.4$			
非主結構設施	護舷材	0	0	3	0
	繫船柱	0	0	2	0
	擋車牆	1	1	2	4
	排水給水設備	0	0	2	0
破壞	照明設施	----	----	----	----
檢測	油電管路	----	----	----	----
附屬設施破壞評估		$ID_A = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_{i=1}^N R_i = 0.4$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_{i=1}^N R_i = 0.4$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火 檢測時間：2008年6月					



## 三、碼頭現況調查

### 3.1 研究方法及進行步驟





## 99-100年碼頭現況調查範圍

年度	港區位置	碼頭編號及型式
99	臺中港	西3號碼頭 ( R.C.基樁棧橋式)
	基隆港	西14至西18號碼頭 ( R.C.基樁棧橋式) 東2至東7號碼頭 ( 板樁式)
	高雄港	54至58號碼頭 ( 板樁式)
	一等漁港	新竹市新竹漁港 台中縣梧棲漁港 高雄市前鎮漁港 屏東縣東港鹽埔漁港
100	臺中港	1至36號 ( R.C.基樁棧橋式) (98年度完成初步檢測，成果供港務局100年度辦理細部檢測及維護改善工程中)
	花蓮港	4至9號碼頭及航道岸壁 ( 鋼板樁板樁式)
	澎湖地區	馬公商港1至9號碼頭 ( 鋼管樁板樁式) 馬公漁港等12處漁港

33



## 101年度調查範圍

年度	港區位置	碼頭編號及型式	備註
101	花蓮港	10至25號碼頭、西防波堤	
	花蓮縣	花蓮漁港、石梯漁港	
	臺東縣	長濱漁港、新港漁港、富岡漁港、大武漁港	
	基隆港	西19碼頭 ( 鋼管樁棧橋式)、 西20號至西23號、東4至東5號碼頭 ( 鋼板樁式)	

34



## 3.2 調查結果



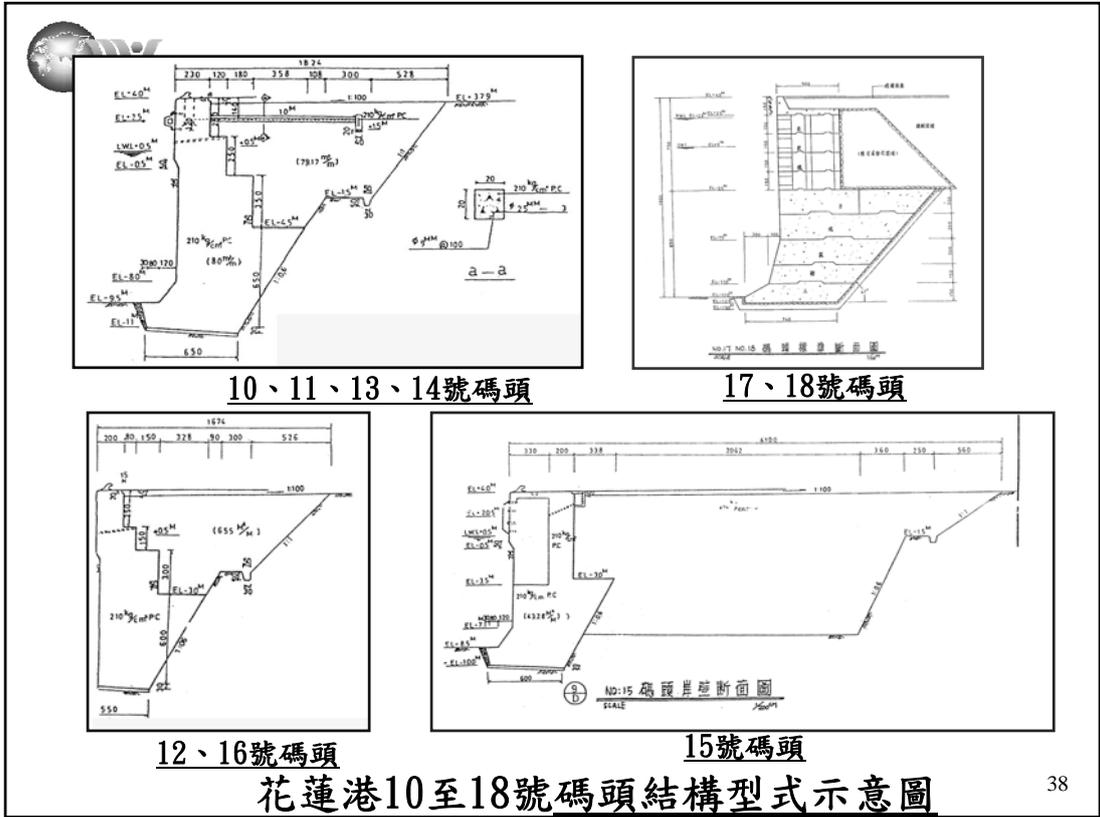
35

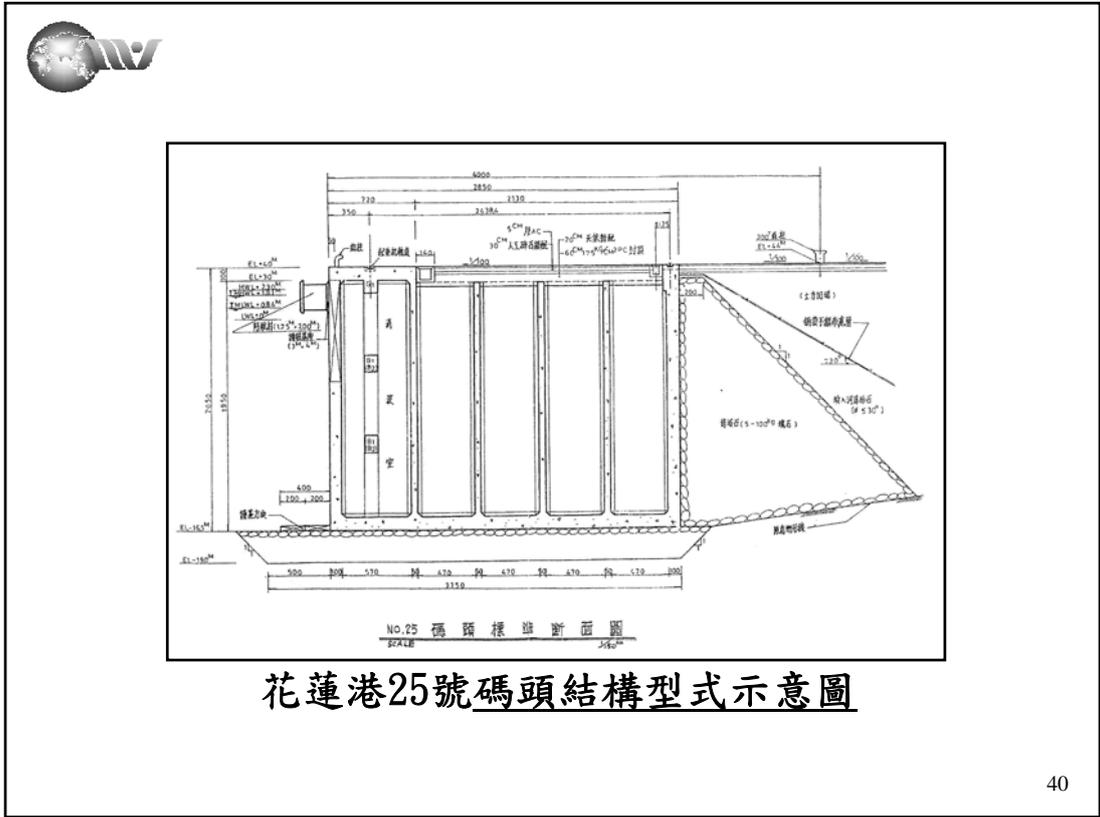
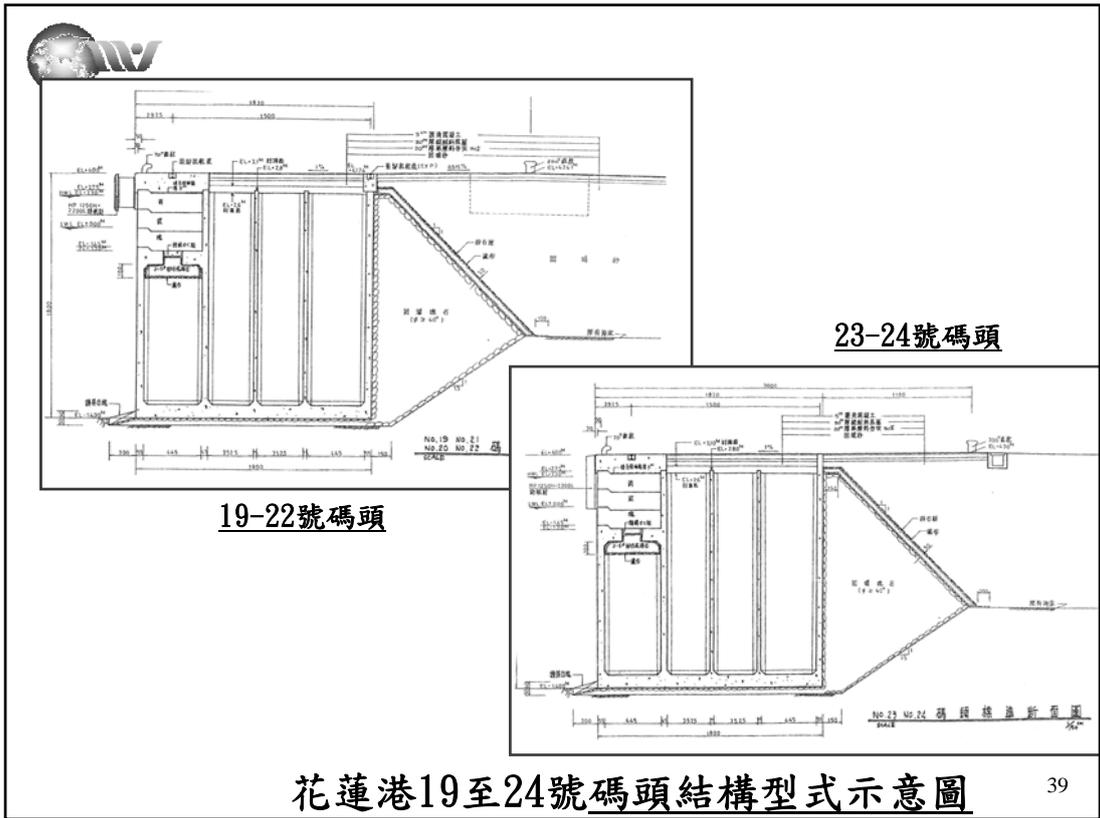


## 100年度花蓮港調查之碼頭基本資料

碼頭編號	用途	長度(m)	設計水深(m)	碼頭結構
10號碼頭	水泥石料	368.00	-9.5	混凝土重力式
11號碼頭	水泥石料	368.00	-9.5	混凝土重力式
12號碼頭	雜貨	150.00	-7.5	混凝土重力式
13號碼頭	雜貨	370.00	-9.5	混凝土重力式
14號碼頭	雜貨	370.00	-9.5	混凝土重力式
15號碼頭	雜貨	100.00	-8.5	混凝土重力式
16號碼頭	客運	144.00	-7.5	混凝土重力式
17號碼頭	雜貨	200.00	-12.0	消波方塊式
18號碼頭	水泥	200.00	-12.0	消波方塊式
19號碼頭	水泥	310.00	-14.0	消波沉箱式
20號碼頭	石料	302.00	-14.0	消波沉箱式
21號碼頭	石料	200.00	-14.0	消波沉箱式
22號碼頭	石料	200.00	-14.0	消波沉箱式
23號碼頭	木片	272.00	-14.0	消波沉箱式
24號碼頭	油品	271.00	-14.0	消波沉箱式
25號碼頭	煤	332.00	-16.5	消波沉箱式

36







10號碼頭 ID=0.3



12號碼頭 ID=0.0



14號碼頭 ID=0.0



11號碼頭 ID=0.3



13號碼頭 ID=0.0



15號碼頭 ID=0.0

花蓮港 10-15 號碼頭現況



16號碼頭 ID=0.0



17號碼頭 ID=0.3



18號碼頭 ID=0.0



19號碼頭 ID=0.0



20號碼頭 ID=0.0



21號碼頭 ID=0.0

花蓮港 16-21 號碼頭現況



22號碼頭 ID=0.0



24號碼頭 ID=0.0



23號碼頭 ID=0.0



25號碼頭 ID=0.0

花蓮港 22-25號碼頭現況



試體編號	抗壓強度(kgf/cm <sup>2</sup> )	中性化深度(cm)	超音波速(m/sec)
消波塊1	187	0.2	3020
消波塊2	195	0.2	3185
消波塊3	256	1.0	3665

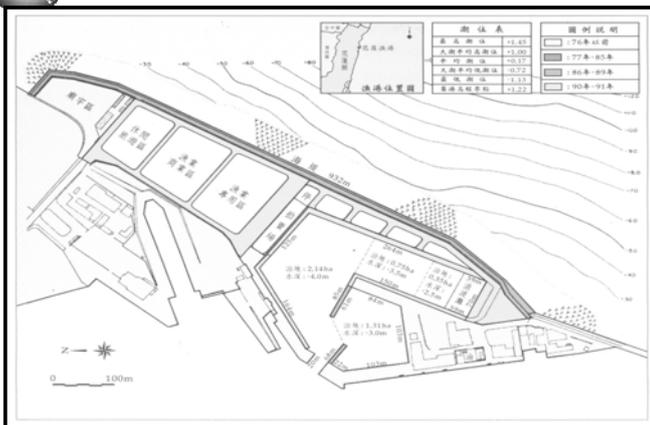
花蓮港 西防波堤現況及非破壞性檢測結果



## 101年調查漁港之基本資料

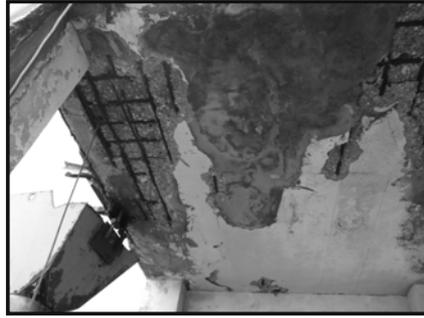
所屬縣市	漁港名稱	泊地面積 公頃	碼頭 長度(m)	碼頭 水深(m)	說明
花蓮縣	花蓮	4.54	1255	-2.0 ~ -4.0	
	石梯	2.35	853	-1.8 ~ -3.0	
臺東縣	長濱	0.84	326	-3.0	
	新港	7.63	2312	-1.8 ~ -3.5	
	富岡	3.54	1157	-2.0 ~ -4.5	
	大武	1.19	333	-2.0 ~ -2.5	

45

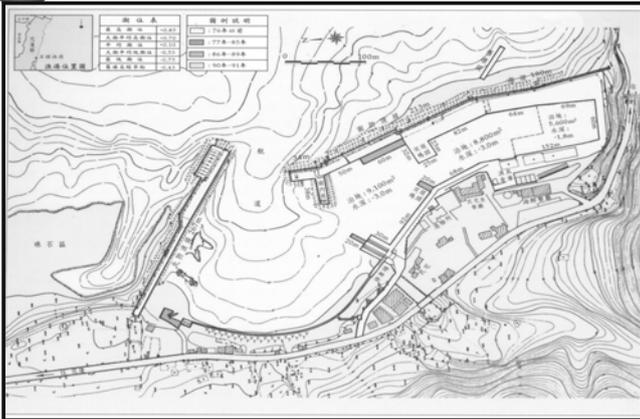


花蓮  
花蓮漁港

46



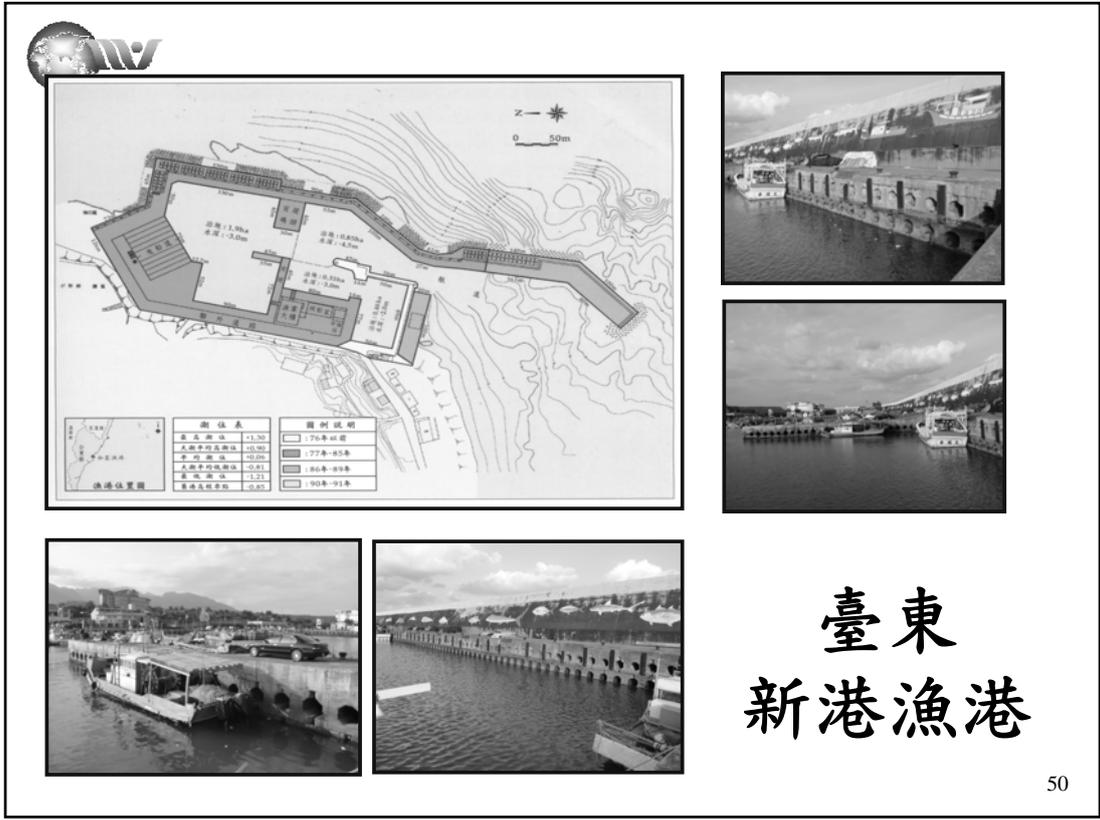
花蓮漁港



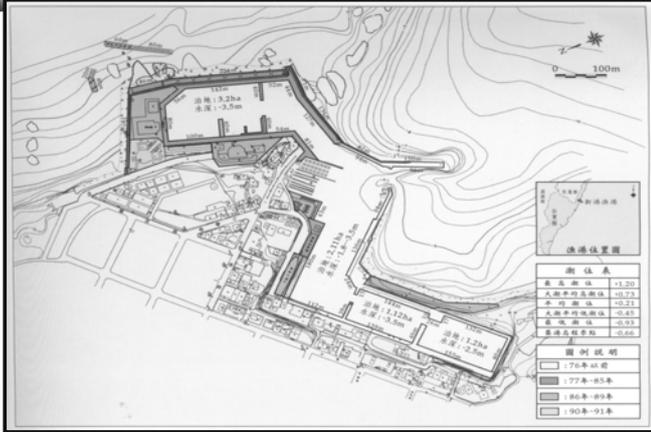
花蓮  
石梯漁港



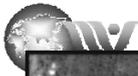
# 臺東 長濱漁港



# 臺東 新港漁港



# 臺東 富岡漁港



# 臺東 大武漁港



## 基隆港101年檢測碼頭基本資料

碼頭編號	長度(m)	水深(m)	鋼板型式	厚度(mm)	完工日期	防蝕處理
東4	180	-9.0	Z-38 鋼板樁	凸凹：17.2 側：11.4	50	94
東5	170	-9.0	Z-38 鋼板樁	凸凹：17.2 側：11.4	50	94
西19	324	-14.5	棧橋式 鋼管樁	凸凹13.0 側9.6	60	94
西20	325	-12.5	棧橋式 鋼管樁	凸凹15.2 側10.2	61.8	94
西21	236	-10.0	Z-38 鋼板樁	凸凹：17.2 側：11.4	66.4	94
西22	190	-11.0	Z-38 鋼板樁	凸凹：17.2 側：11.4	67.7	94
西23	210	-11.0	Z-45 鋼板樁	凸凹：21.9 側：13.2	67.7	94

53

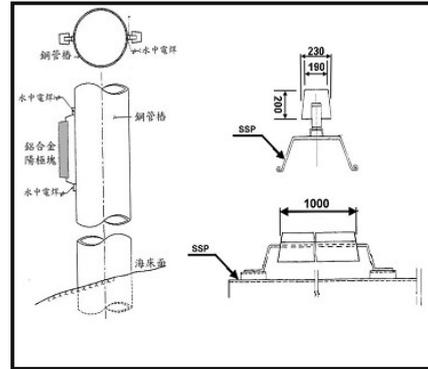
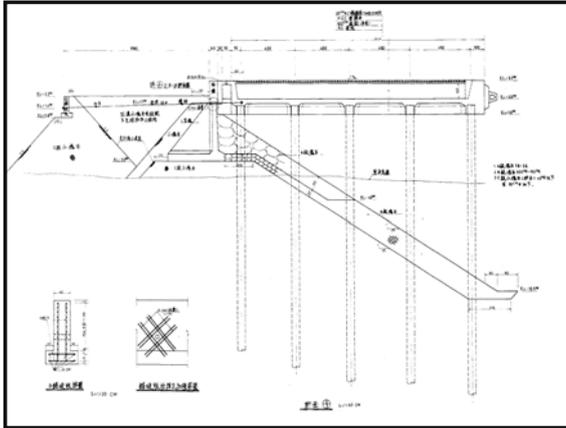


基隆港碼頭位置示意圖

54



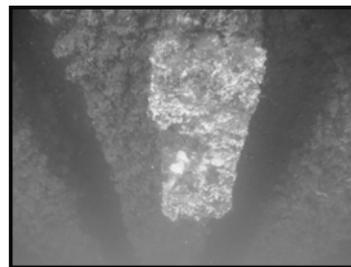
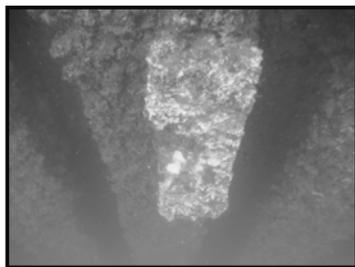
## 鋼板樁檢測- 基隆港西19號碼頭



55



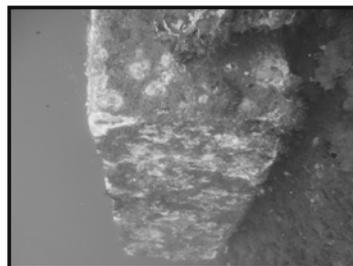
## 鋼板樁檢測- 基隆港西19號碼頭



56



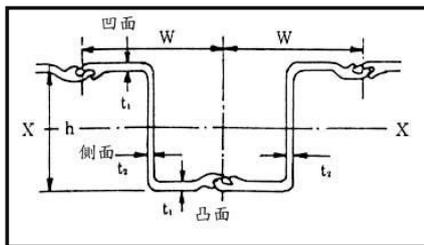
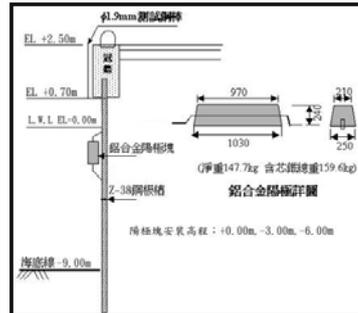
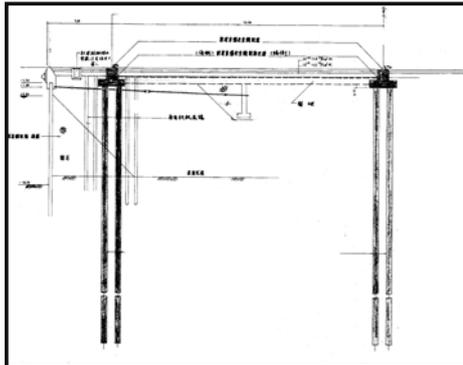
## 鋼板樁檢測- 基隆港西20號碼頭



57



## 鋼板樁檢測- 基隆港西21號碼頭

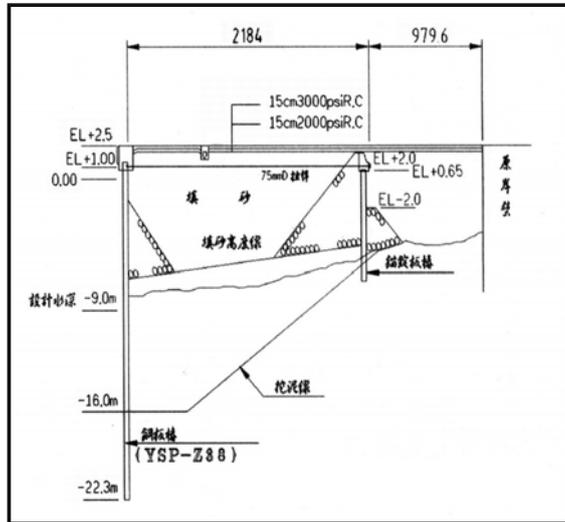


58

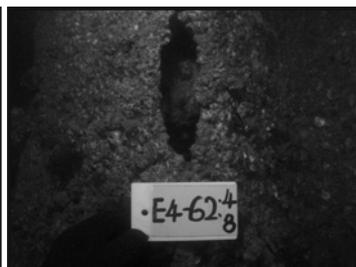
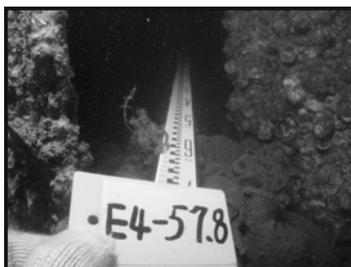
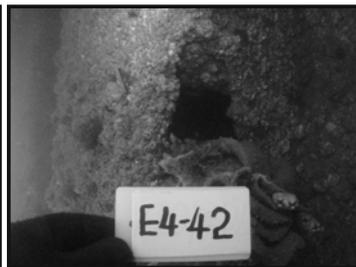
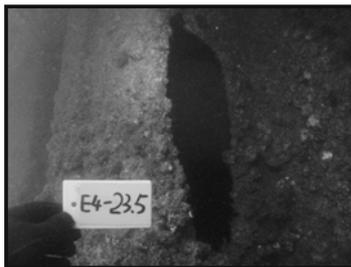
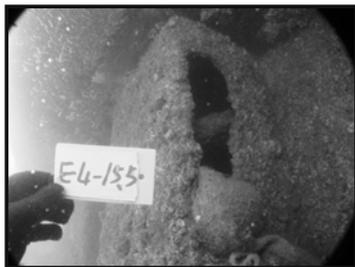




# 鋼板樁檢測- 基隆港東4號碼頭

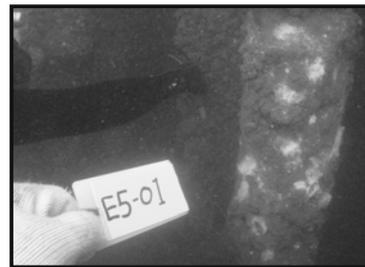
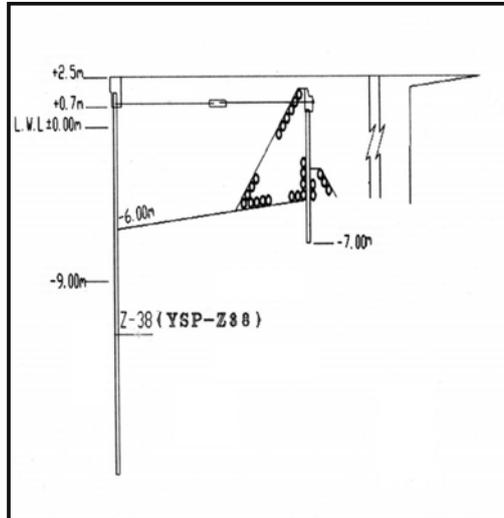


# 鋼板樁檢測- 基隆港東4號碼頭





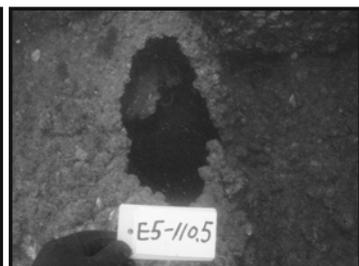
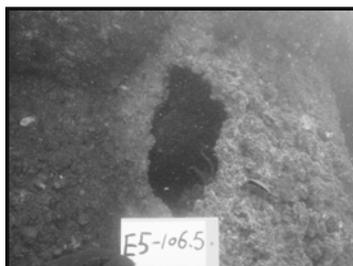
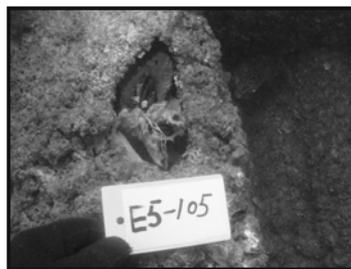
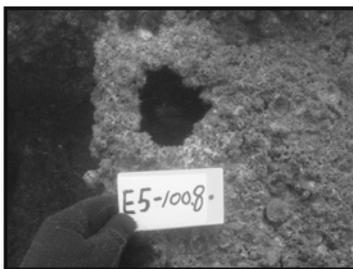
## 鋼板樁檢測- 基隆港東5號碼頭



63



## 鋼板樁檢測- 基隆港東5號碼頭



64



## 鋼板樁電位調查結果



65



### 基隆港東4-東5西19-西23號碼頭 鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位

(單位：mV vs. Cu/CuSO<sub>4</sub>參考電極)

碼頭位置	鋼板樁保護電位	陽極塊發生電位
西19號	-981 ~ -912	-1013 ~ -922
西20號	-992 ~ -969	-1013 ~ -916
西21號	-101 ~ -923	-1036 ~ -900
西22號	----	----
西23號	-1000 ~ -923	-978 ~ -912
東4號	-911 ~ -823	-905 ~ -968
東5號	-930 ~ -859	-1016 ~ -919

保護電位均小於-850 mV，達保護鋼板樁之目的。

66



## 基隆港 碼頭 D.E.R. 評估結果

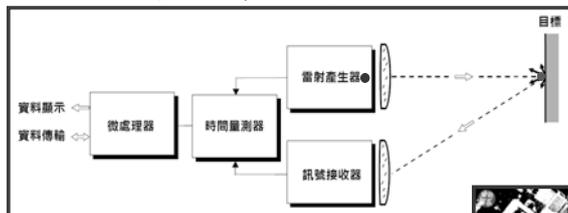
調查位置 評估值	基隆港						
	西19	西20	西21	西22	西23	東4	東5
主體結構破壞評估	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4	1.6	1.2
附屬設施破壞評估	0.3	0.4	0.6	0.4	0	1.1	1.1
整體破壞評估	0.1	0.2	0.4	0.3	0.3	1.4	1.2

67



## 碼頭面儀器檢測

### 3D光達光學測量



光達測量原理



光達測量成果

Unit: m

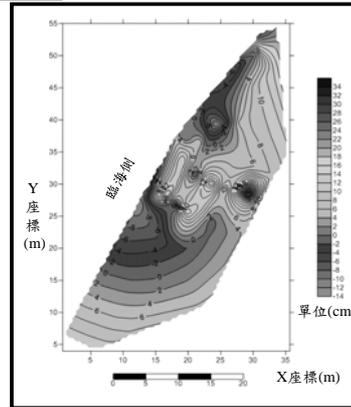
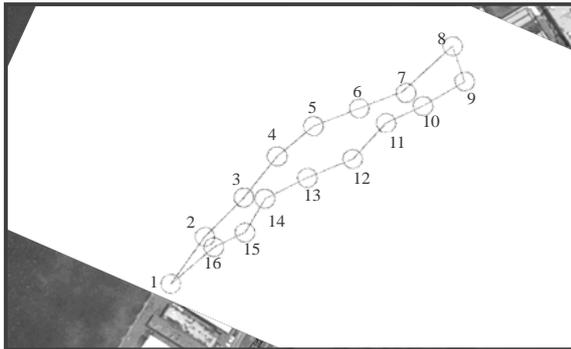
68



# 碼頭面儀器檢測

## 沈陷區域相對座標與高程量測

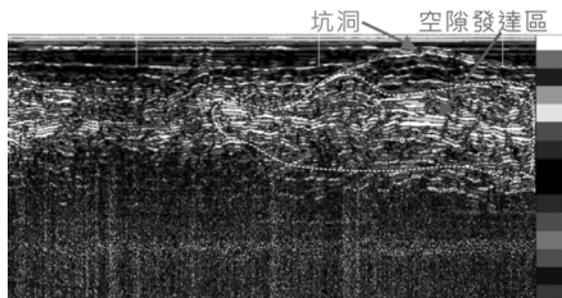
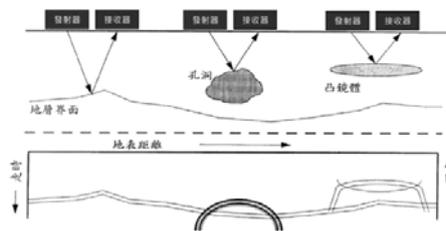
- 導線測量
- 沈陷區相對高程測量



# 碼頭面儀器檢測

## 透地雷達 檢 測

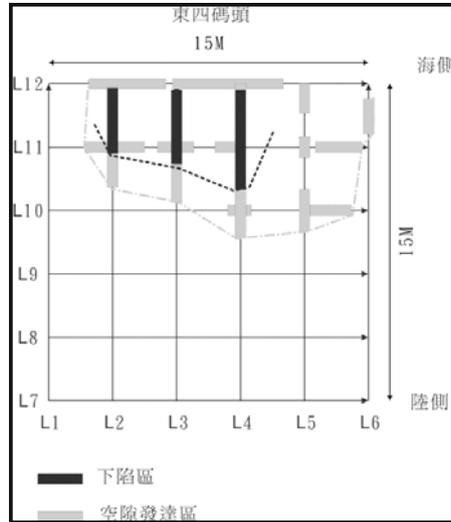
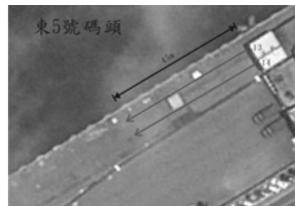
透地雷達施測原理簡介





## 碼頭面儀器檢測

### 透地雷達檢測



71



## 碼頭面儀器檢測

東4號  
碼頭

### 透地雷達檢測

測線編號	管線區	配筋區	下陷區	空隙發達區
L1	5.2~7.2	6.8~10.3		
L2	10.3~11.8	11.8~15	11.7~14.8	10.1~14.8
L3	4.3~5.3	5.5~7.6	11.2~14.7	9.4~14.7
L4	8~10	10~11.7	10~14.7	7.7~15
L5	5~7	9.3~10.9		8~10
L6	7.8~9.4			11.5~12.5
L7	2.5~3.8	5.4~7.7		13.6~15
L8	2.7~3.7	5.7~8		12.6~14.3
L9	4.2~5.8	11~13.5		11.5~12.5
L10	3~3.8	6~10.5		13.6~15
L11	4.2~5.8	10.5~14.2		
L12				

72

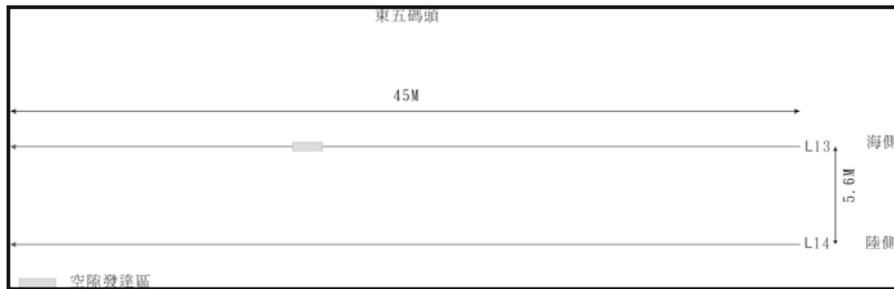


# 碼頭面儀器檢測

東5號  
碼頭

## 透地雷達檢測

測線編號	管線區	配筋區	下陷區	空隙發達區
L13	24.4~25.7	0~45	----	27.2~28.9
L14	39.3~40	0~45	----	10.1~14.8

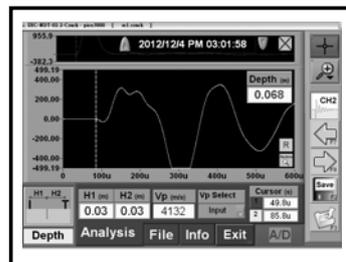
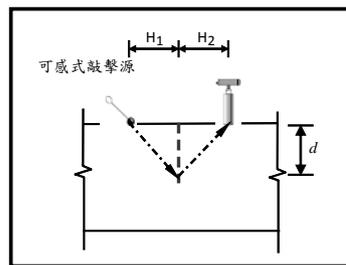
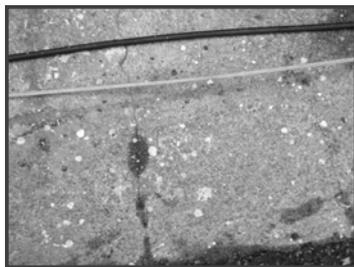


73



# 碼頭面儀器檢測

## 裂縫深度檢測



74



## 四、結論

-  本年度調查對象：花蓮港10至25號碼頭及西防波波堤（重力方塊式、重力沉箱式）；花蓮縣花蓮漁港、石梯漁港（重力式）；台東縣長濱漁港、新港漁港、富岡漁港（重力式）；基隆港西19至西23號、東4至東5號碼頭（鋼板樁式）等港灣構造物或濱海建物。
-  花蓮港10至25號等碼頭，除少數岸壁混凝土輕微劣損、護舷材輕微裂縫外，並無明顯影響碼頭功能之跡象，上述劣損狀況係屬輕微與局部性，且其所占範圍比例(E)均小於10%，故初步評估計算破壞指標皆小於必須進行細部評估之指標值(2.0)，因此不須進行立即性維修，惟碼頭使用時間均已超過或接近20年，建議每年仍必須落實例行性之巡查工作。

75



## 四、結論

-  花蓮港之西防波堤堤身與消波塊混凝土表面發現地圖狀裂縫，並有膠狀反應產物，疑為鹼質與粒料反應之徵候，雖無立即性重大危害發生，建議花蓮、臺東地區後續重大公共工程使用之混凝土材料，使用前應進行鹼質與粒料反應相關檢測，以降低構造物發生崩壞之風險。
-  花蓮港18-20號碼頭，碼頭後線面版有較明顯之不均勻沉陷，雖不影響碼頭營運，且初步評估破壞指標亦均小於2.0，但該碼頭係以載運水泥石料等重件為主，建議增加巡檢頻率或訂定貨車載重上限在碼頭上部結構可承載能力之範圍，以維碼頭使用安全。

76



## 四、結論

 花東地區漁港調查7處，各漁港設計水深多介於-2.0~-3.5m之間，最大水深約-4.5m，碼頭設施皆能承受土壓力和水壓力，不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或面版下陷，部分碼頭雖老舊仍屬堪用，另漁港碼頭無遭受大型船隻碰撞。

 花東地區漁港維護以泊地及碼頭區之水深浚挖為主，由於漁港規模不大，設計水深亦淺，建議可不採用D.E.R法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔。另規模較大之漁港碼頭，建議可考慮依碼頭型式或建造時間將其分類後，予以分段編號並標示里程，俾利後續建置維護管理資訊系統之應用。

77



## 四、結論

 基隆港西19至西23號碼頭之鋼(管)板樁水下部份，均未發現腐蝕穿孔或破洞等損壞，鋼板樁防蝕電位與陽極塊發生電位皆達到保護鋼板樁防蝕的效應。

 基隆港東4號碼頭部分範圍沉陷面積達37.5平方公尺，最大沉陷深度約15公分。兩座碼頭水下部份有多處鋼板樁發生破洞及內部填充級配粒料掏空之情形，由於東5號碼頭民國95年間曾發生碼頭面突然塌陷破壞，建議應儘速改善以維護潮間帶鋼板樁，碼頭後線並採灌漿補強等預防措施。

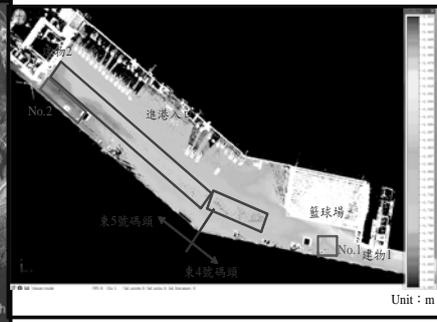
78



## 四、結論

- 基隆港碼頭陰極防蝕效能檢測，西22號碼頭部份因導線桿損毀遺失而無法進行鋼板樁保護電位與陽極塊發生電位量測，建議應予修復。
- 透地雷達及敲擊回音等儀器，應用於碼頭面版下陷及裂縫深度檢測之效果良好。
- 碼頭檢測採用D. E. RU 方法時，由於港灣構造物體積較其他構造物龐大，且大部份位於水線下，不易直接進行目視或儀器檢測，又破壞範圍之E值多小於10 % 以下，其影響值R也難以達到符合各種情況之應用，因此，後續研究將探討可行之改善方案為目標。

79



簡報完畢  
敬請指教

80