

103-40-7744

MOTC-IOT-102-H1DA003a

港灣碼頭及濱海建物之現況調查 (3/4)



交通部運輸研究所

中華民國 103 年 4 月

103-40-7744

MOTC-IOT-102-H1DA003a

港灣碼頭及濱海建物之現況調查 (3/4)

著 者：柯正龍、陳桂清

交通部運輸研究所

中華民國 103 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. (3/4) / 柯正龍,
陳桂清著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸研究所, 民
103.04
面； 公分
ISBN 978-986-04-0934-5(平裝)

1.港埠工程 2.港埠管理

443.2

103006485

港灣碼頭及濱海建物之現況調查(3/4)

著 者：柯正龍、陳桂清
出版機關：交通部運輸研究所
地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版>中心出版品)
電 話：(04)26587188
出版年月：中華民國 103 年 4 月
印 刷 者：
版(刷)次冊數：初版一刷 75 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：1010300531

ISBN：978-986-04-0934-5 (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。

103

港灣碼頭及濱海建物之現況調查
(3/4)

交通部運輸研究所

GPN : 1010300531

定價：200 元

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(3/4)			
國際標準書號 ISBN 978-986-04-0934-5 (平裝)	政府出版品統一編號 1010300531	運輸研究所出版品編號 103-40-7744	計畫編號 102-H1DA003a
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、李昭明、何木火、陳義松、李春榮、江偉聖 聯絡電話：04-26587188 傳真號碼：04-26564418			研究期間 自 102 年 01 月 至 102 年 12 月
關鍵詞：現地調查、維護機制、港灣設施			
摘要： 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。 本年為4年期計畫之第3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。年度完成項目如下；(1)花蓮港區碼頭及防波堤之岸上目視及非破壞性檢測；(2)花蓮港1至25號碼頭水下調查及水深量測；(3)花蓮港4至9號碼頭與航道西側岸壁鋼板樁厚度檢測與防蝕效能評估；(4)建置花蓮港碼頭維護管理系統。 成果效益： 1.在施政與實務上，除可提供港務公司、漁業署、縣市政府或工程顧問公司辦理商港或漁港碼頭設施之維護參考外，採用或建置完成之相關檢測方法與實施流程與結果等，亦可提供上述單位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。 2.在經濟效益上，可藉由掌握碼頭劣化異狀，有效維護，減少資源浪費。 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研究分析、開發規劃之需用。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
103 年 4 月	324	250	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： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密條件： ☐ 年 ☐ 月 ☐ 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Field inspection of harbor wharf and near seashore structures (3/4)			
ISBN 978-986-04-0934-5 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010300531	IOT SERIAL NUMBER 103-40-7744	PROJECT NUMBER 102-H1DA003a
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-Fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ko Jeng-Long PROJECT STAFF: Kuei-Ching Chen PROJECT TECHNICIAN: Y. Q. Chen, Z. M. Lee, M. H. He, Y. S. Chen, C. R. Lee, Z.Y. CHEN, W.S. JIANG PHONE: 04-26587188 FAX: 04-26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2013 TO December 2013
KEY WORDS: field surveying, maintenance mechanism, port facility			
Abstract: Owing to greenhouse effect, recently initiating the global climate has changed dramatically. Natural disasters occurred frequently in homeland, Many engineering facilities have damaged, collapsed or dangerous situations overnight. Therefore, physical situations and safety of structures must be confirmed and assured. In fact, harbor and near seashore structures are located and confronted with marine serious environment and also under huge waves impacting all the years. Structures must be inspected intensively to assure theirs in good condition and safety. Most harbor wharves immersed in seawater, they are very difficult to inspect, even sometimes have been neglected, and Thus, in order to establish security pre-warming function, structures field inspecting and ordinary maintenance must be carried out definitely. Obviously, it is very important and necessary. The project was executed in third-year phase. The study contents were included as below; literatures reviewed and studied, inspecting methods and surveying processes drafted, structures deteriorated evaluation and its maintenance mechanism. The achievements were obtained as follow; (1) Visual inspecting and Non-destructed testing of wharf and embankment at Hualien Harbor were done. (2) Depths measuring and underwater structures inspecting of wharf No.1 to No.25 at Hualien Harbor were done. (3) Pier thickness and anti-corrosion efficiency at wharf No. 4 to No.9 and west side of ship gateway were measured and evaluated. (4) A management and maintenance system of harbor wharf at Hualien Harbor was done. Benefits and applications: The benefit of the project achievements would provide Harbor Company to draw up a strategy of facilities maintenance. The relative inspecting methods and procedures in the study could also be applied in harbor-facilities management system, and will lead to further study in the future.			
DATE OF PUBLICATION April 2014	NUMBER OF PAGES 324	PRICE 250	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

港灣碼頭及濱海建物之現況調查 (3/4)

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
圖目錄	VII
表目錄	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 碼頭與防波堤維護管理	2-1
2.1 國外港灣構造物目視檢測標準	2-1
2.1.1 碼頭目視檢測標準	2-1
2.1.2 防波堤目視檢測標準	2-5
2.2 國內碼頭與防波堤目視檢測標準研析	2-10
2.3 碼頭與防波堤檢測制度研擬	2-11
2.3.1 碼頭設施檢測類型與頻率	2-12
2.3.2 碼頭設施構件編碼原則	2-14
2.3.3 碼頭設施目視檢測評估標準	2-16
2.3.4 碼頭構件儀器檢測建議	2-21
2.3.5 碼頭設施修復排序與工法選擇	2-22

第三章 研究方法與步驟.....	3-1
3.1 構造物基本及檢測維修資料蒐集.....	3-2
3.1.1 構造物基本資料蒐集.....	3-2
3.1.2 檢測及維修資料蒐集.....	3-3
3.2 岸上目視調查.....	3-3
3.3 非破壞性檢測、半破壞性檢測與室內試驗	3-3
3.3.1 非破壞性檢測.....	3-3
3.3.2 半破壞性檢測與室內試驗.....	3-7
3.4 碼頭水下調查及水深量測.....	3-11
3.4.1 水下調查.....	3-11
3.4.2 水深量測.....	3-11
3.5 鋼構造物檢測.....	3-14
3.5.1 鋼板（管）樁厚度檢測.....	3-14
3.5.2 防蝕系統檢測.....	3-15
3.6 碼頭維護管理系統建置.....	3-17
第四章 結果與討論.....	4-1
4.1 構造物基本及檢測維修資料蒐集.....	4-1
4.2 岸上目視檢測.....	4-3
4.2.1 碼頭岸上目視檢測.....	4-3
4.2.2 防波堤岸上目視檢測.....	4-5
4.3 非破壞性檢測.....	4-7
4.3.1 反彈錘試驗.....	4-8
4.3.2 電阻係數.....	4-8

4.3.3 鋼筋腐蝕電位.....	4-8
4.3.4 保護層厚度量測.....	4-8
4.3.5 中性化深度.....	4-9
4.3.5 抗壓強度.....	4-9
4.3.6 超音波脈波速度.....	4-9
4.3.8 氯離子分析.....	4-9
4.4 碼頭水下調查與水深測量.....	4-14
4.4.1 碼頭水下調查.....	4-14
4.4.2 碼頭水深測量.....	4-14
4.5 鋼板樁檢測.....	4-18
4.5.1 4 號碼頭.....	4-18
4.5.2 5 號碼頭.....	4-22
4.5.3 6 號碼頭.....	4-24
4.5.4 7 號登陸碼頭.....	4-26
4.5.5 8 號碼頭.....	4-28
4.5.6 9 號碼頭.....	4-30
4.5.7 航道西側岸壁.....	4-32
4.6 花蓮港碼頭維護管理資訊系統建置.....	4-34
4.6.1 系統軟體架構.....	4-34
4.6.2 系統資料庫架構.....	4-36
4.6.3 系統功能架構與建置成果.....	4-43
第五章 結論與建議.....	5-1
5.1 結論.....	5-1

5.2 建議.....	5-2
5.3 成果效益與應用.....	5-3
5.4 提供政府單位應用情形.....	5-4
參考文獻.....	參-1
附錄一 花蓮港碼頭與防波堤結構型式.....	附錄 1-1
附錄二 花蓮港碼頭與防波堤岸上目視檢測照片.....	附錄 2-1
附錄三 花蓮港混凝土反彈錘測試值與鑽心試體照片.....	附錄 3-1
附錄四 花蓮港碼頭水下調查照片.....	附錄 4-1
附錄五 花蓮港鋼板樁厚度檢測結果.....	附錄 5-1
附錄六 花蓮港鋼板樁陰極防蝕效能檢測結果.....	附錄 6-1
附錄七 期末報告審查意見及辦理情形說明表.....	附錄 7-1
附錄八 期末報告簡報資料.....	附錄 8-1

圖 目 錄

圖 2.1 服務年限內成本/效益比最大化的維護管理方法示意圖	2-6
圖 2.2 重力與板樁式碼頭編碼示意.....	2-14
圖 2.3 重力或板樁式碼頭俯視圖	2-14
圖 2.4 重力或板樁式碼頭正視圖	2-15
圖 2.5 棧橋式碼頭編碼示意.....	2-15
圖 2.6 棧橋式碼頭岸肩底部梁版編號示意.....	2-16
圖 2.7 重力或板樁式構件層級.....	2-16
圖 2.8 棧橋式構件層級.....	2-19
圖 2.9 單一構件設施評價說明.....	2-23
圖 2.10 整體設施評估說明.....	2-23
圖 3.1 調查流程.....	3-2
圖 3.2 鋼筋腐蝕電位量測示意圖	3-5
圖 3.3 保護層厚度測定儀.....	3-6
圖 3.4 鑽心試體中性化試驗情形.....	3-7
圖 3.5 鑽心試體切割	3-9
圖 3.6 試體之蓋平	3-9
圖 3.7 試體之抗壓試驗.....	3-9
圖 3.8 抗壓機讀取之數據.....	3-9
圖 3.9 試樣浸泡於蒸餾水煮沸.....	3-10

圖 3.10 靜置 24 小時後過濾之澄清液.....	3-10
圖 3.11 離子層析儀試驗 1.....	3-10
圖 3.12 離子層析儀試驗 2.....	3-10
圖 3.13 多音束水深測量音鼓正打側打差異示意圖.....	3-11
圖 3.14 RESON SeaBat 8124 多音束測深機	3-12
圖 3.15 多音束測深儀 RESON SeaBat8124 系統架構示意圖	3-12
圖 3.16 HYPACK MAX 軟體—多音束測深系統施測畫面.....	3-13
圖 3.17 水深測量作業流程圖	3-13
圖 3.18 測厚儀量測之示意圖	3-14
圖 3.19 防蝕效果的判定方法.....	3-16
圖 3.20 電位測定示意圖	3-16
圖 3.21 陽極尺寸測定示意圖	3-17
圖 3.22 建置碼頭維護管理系統流程圖.....	3-19
圖 4.1 花蓮港碼頭與防波堤平面圖	4-3
圖 4.2 碼頭面版龜裂、沈陷情形(#5 ~ #6)	4-4
圖 4.3 岸肩混凝土剝落或鋼筋腐蝕外露情形(#4 ~ #5)	4-4
圖 4.4 護舷材破損、材質劣化情形.....	4-4
圖 4.5 繫船樁表面腐蝕情形.....	4-5
圖 4.6 飛沫帶鋼板樁表面腐蝕情形(#4 ~ #5)	4-5
圖 4.7 舊東堤 0K+660m 處掏空情形	4-6
圖 4.8 防波堤堤面現況 (新東堤)	4-6

圖 4.9 防波堤堤身現況 (舊東堤)	4-6
圖 4.10 防波堤港側現況 (新東堤)	4-7
圖 4.11 西防波堤堤身及消波塊現況.....	4-7
圖 4.12 非破壞性檢測現地作業情形.....	4-11
圖 4.13 混凝土橫梁與鋼板樁現況(4 號碼頭)	4-12
圖 4.14 混凝土塊石間隙現況(17 號碼頭)	4-15
圖 4.15 混凝土接縫處劣損現況(19 號碼頭)	4-15
圖 4.16 岸壁疑遭船隻撞擊現況(21 號碼頭)	4-15
圖 4.17 沉箱接縫處間隙過大現況(25 號碼頭)	4-15
圖 4.18 沉箱接縫處間隙過大現況(25 號碼頭)	4-15
圖 4.19 花蓮港港區水深測量色階圖.....	4-17
圖 4.20 4 號、5 號碼頭結構斷面圖.....	4-19
圖 4.21 Z 型鋼板樁型式圖	4-19
圖 4.22 4 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深(高程)之關係.....	4-20
圖 4.23 陽極塊型式圖	4-21
圖 4.24 陽極塊安裝位置示意圖.....	4-21
圖 4.25 電位量測導桿位置安裝示意圖.....	4-22
圖 4.26 5 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係.....	4-23
圖 4.27 6 號碼頭結構斷面圖.....	4-24
圖 4.28 6 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係.....	4-25
圖 4.29 7 號登陸碼頭結構斷面圖.....	4-27

圖 4.30	7 號登陸碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係.....	4-27
圖 4.31	8 號碼頭結構斷面圖	4-28
圖 4.32	8 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係.....	4-29
圖 4.33	9 號碼頭結構斷面圖	4-30
圖 4.34	U 型鋼板樁型式示意圖	4-31
圖 4.35	9 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係.....	4-31
圖 4.36	航道西側岸壁結構斷面圖	4-32
圖 4.37	航道西側岸壁鋼板樁腐蝕速率與水深之關係.....	4-33
圖 4.38	碼頭維護管理軟體架構.....	4-35
圖 4.39	關聯式查詢方式示意	4-36
圖 4.40	港灣基本資料展示	4-44
圖 4.41	碼頭基本資料列表	4-44
圖 4.42	港灣碼頭地圖選擇	4-45
圖 4.43	碼頭基本資料展示-以花蓮港 1 號碼頭為例	4-45
圖 4.44	單元基本資料展示-以花蓮港 1 號碼頭為例	4-46
圖 4.45	檢測資料模組巡查類型之查詢與新增-以花蓮港為例	4-47
圖 4.46	碼頭經常巡查資料列表-以花蓮港 25 號碼頭為例	4-47
圖 4.47	碼頭經常巡查紀錄表-以花蓮港 25 號碼頭為例	4-48
圖 4.48	碼頭經常巡查紀錄編輯-1-以花蓮港 25 號碼頭為例	4-48
圖 4.49	碼頭經常巡查紀錄編輯-2-以花蓮港 25 號碼頭為例	4-49
圖 4.50	碼頭經常巡查基本資料編輯-以花蓮港 25 號碼頭為例	4-49

圖 4.51 碼頭經常巡查資料新增-以花蓮港 25 號碼頭為例	4-50
圖 4.52 碼頭定期巡查資料列表-以花蓮港 5 號碼頭為例	4-51
圖 4.53 碼頭定期巡查紀錄表-以花蓮港 5 號碼頭為例	4-51
圖 4.54 碼頭定期巡查紀錄編輯-以花蓮港 5 號碼頭為例	4-52
圖 5.55 碼頭定期巡查資料列表-以花蓮港 5 號碼頭為例	4-52
圖 4.56 碼頭特別巡查資料新增-以花蓮港 25 號碼頭為例	4-53
圖 4.57 碼頭特別巡查紀錄表-以花蓮港 25 號碼頭為例	4-53
圖 4.58 維修排序模組之維修方式與碼頭選擇-以花蓮港為例	4-54
圖 4.59 緊急維修構件列表-以花蓮港 23 號碼頭為例	4-54
圖 4.60 年度維修構件列表-以花蓮港 5 號碼頭為例	4-55
圖 4.61 維修紀錄模組功能示意	4-55
圖 4.62 維修紀錄模組-新增維修紀錄示意	4-56
圖 4.63 維修紀錄模組-查詢維修紀錄示意	4-56
圖 4.64 系統設施選擇與帳號管理頁面	4-57
圖 4.65 帳號管理模組-使用者列表	4-57
圖 4.66 帳號管理模組-使用者新增	4-58
圖 4.67 帳號管理模組-使用者編輯	4-58
圖 4.68 一般使用者帳號管理頁面	4-58

表 目 錄

表 2-1 棧橋一般點檢診斷之項目與判定基準	2-1
表 2-2 披覆防蝕之一般點檢診斷之方法與劣化程度判定標準	2-2
表 2-3 下部結構詳細診斷之項目與檢測標準	2-3
表 2-4 日本重力式碼頭目視檢測標準說明	2-4
表 2-5 日本板樁式碼頭目視檢測標準說明	2-5
表 2-6 日本初級評估及二次詳檢之檢測項目及方法	2-7
表 2-7 覆面層(覆面塊體)評估分級指標	2-8
表 2-8 胸牆劣化評估分級指標	2-8
表 2-9 堤頂評估分級指標	2-9
表 2-10 堤前坡評估分級指標	2-9
表 2-11 堤後坡評估分級指標	2-10
表 2-12 基礎評估分級指標	2-10
表 2-13 檢測作業種類比較	2-13
表 2-14 重力與板樁式碼頭劣化位置描述說明	2-14
表 2-15 棧橋式碼頭劣化位置描述說明	2-15
表 2-16 重力式碼頭目視檢測評估標準	2-17
表 2-17 板樁式碼頭目視檢測評估標準	2-18
表 2-18 棧橋式碼頭目視檢測評估標準	2-19
表 2-19 碼頭附屬設施視檢測評估標準	2-21

表 2-20 重力式碼頭構件儀器檢測對應	2-21
表 2-21 板樁式碼頭構件儀器檢測對應	2-22
表 2-22 棧橋式碼頭構件儀器檢測對應	2-22
表 2-23 重力式碼頭權重	2-24
表 2-24 板樁式碼頭權重	2-24
表 2-25 棧橋式碼頭權重	2-24
表 2-26 碼頭附屬設施權重	2-24
表 2-27 重力式碼頭劣化異狀與處置對策	2-25
表 2-28 板樁式碼頭劣化異狀與處置對策	2-26
表 2-29 棧橋式碼頭劣化異狀與處置對策	2-28
表 2-30 碼頭附屬設施劣化異狀與處置對策	2-30
表 3-1 反彈值與混凝土表面推估所得抗壓強度之關係	3-3
表 3-2 電阻係數與鋼筋腐蝕速率之關係	3-4
表 3-3 鋼筋腐蝕電位與腐蝕機率關係	3-5
表 3-4 鋼筋混凝土之最小保護層厚度	3-6
表 3-5 圓柱試體長度直徑比	3-8
表 3-6 超音波脈波速度與混凝土品質之關係	3-9
表 3-7 氯離子與鋼筋腐蝕機率之關係	3-10
表 4-1 花蓮港 10 至 25 號碼頭及防波堤基本資料	4-1
表 4-2 現地非破壞性檢測結果	4-11
表 4-3 碼頭及防波堤鑽心試體抗壓強度試驗結果	4-12

表 4-4 碼頭及防波堤鑽心試體超音波脈波速度量測結果	4-13
表 4-5 碼頭及防波堤鑽心試體氯離子檢測結果	4-14
表 4-6 碼頭水下調查成果	4-16
表 4-7 碼頭、航道鋼板樁背景資料	4-18
表 4-8 4 號碼頭鋼板樁腐蝕速率	4-20
表 4-9 5 號碼頭鋼板樁腐蝕速率	4-23
表 4-10 6 號碼頭鋼板樁腐蝕速率	4-25
表 4-11 7 號登陸碼頭鋼板樁腐蝕速率	4-27
表 4-12 8 號碼頭鋼板樁腐蝕速率	4-29
表 4-13 9 號碼頭鋼板樁腐蝕速率	4-31
表 4-14 航道岸壁鋼板樁腐蝕速率	4-33
表 4-15 港灣基本資料表架構	4-38
表 4-16 碼頭基本資料表架構	4-39
表 4-17 單元基本資料表架構	4-39
表 4-18 構件基本資料表架構	4-39
表 4-19 劣化類型資料表架構	4-40
表 4-20 劣化描述資料表架構	4-40
表 4-21 經常巡查基本資料表架構	4-40
表 4-22 經常巡查詳細資料表架構	4-41
表 4-23 定期巡查基本資料表架構	4-41
表 4-24 定期巡查詳細資料表架構	4-41

表 4-25 特別巡查基本資料表架構	4-42
表 4-26 特別巡查詳細資料表架構	4-42
表 4-27 修復工法資料表架構	4-43
表 4-28 修復工法對應資料表架構	4-43
表 4-29 維修紀錄表架構	4-43

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，大多屬於一般土建工程建物，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，擬定構造物檢測(初步)程序、詳細檢測、安全評估方式等，期能建置一套完整之維護管理機制，並建置維護管理資訊系統，以利於日後港灣及濱海地區構造物之維護管理。計畫第 1 年(民國 100 年)已完成澎湖地區與花蓮港區部份碼頭設施及其鄰近濱海地帶建物之現況調查，第 2 年(民國 101 年)，完成花蓮及基隆等商港及主要漁港之碼頭與濱海建物等初步調查。本年(民國 102 年)為第 3 年，調查主要對象及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

本計畫民國 102 年研究範圍原選定為基隆、蘇澳及台北港等商港及主要漁港之碼頭、防波堤與濱海建物，但因民國 100 及 101 年配合基隆港務分公司維護管理實務需要，已完成基隆港大部分碼頭之現況調查，基港公司並於本年度參用本所歷年調查結果及檢測程序，自行辦理其所轄臺北及蘇澳港之碼頭結構安全檢測評估作業，因此調查對象已有變動。

由於花蓮港外港 17 至 25 號碼頭、西防波堤海側及新舊東堤港內側交接處，在民國 80 年四期擴建工程完工後，即未進行檢測；內港 4 至 6 號鋼板樁碼頭，近年來亦發現潮間帶有銹蝕裂縫之情形，為維持港埠正常營運需求，花蓮港務分公司特商請本所港研中心協助，針對上述設施進行進一步的檢測及評估並研擬修復對策，為此，本年度調查對象改為花蓮港區。

民國 103 年則將針對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 碼頭與防波堤之維護管理

2.1 國外港灣構造物目視檢測標準研析

2.1.1 碼頭目視檢測標準

1. 日本港灣空港技術研究所—棧橋的生命週期維護管理系統之構築與關連之研究：此研究僅針對棧橋式結構進行目視檢測標準之訂定，其依結構特性分為上、下部結構。檢測類型分為一般與詳細檢查，檢測標準中，一般檢查除將上部結構下面部與上側面部、鋼管樁檢測標準進行描述外，亦特別針對防蝕披覆部分之檢視方法進行說明。，相關說明如表 2-1 至表 2-3 所示。

表 2-1 棧橋一般檢查診斷之項目與判定基準

檢查項目			檢查方法	判定基準	
上部工	混凝土劣化損傷		目視 1.裂縫、剝離、損傷。 2.鋼筋腐蝕。 3.劣化徵兆。	a	☐ 繫船岸之性能損毀。
				b	☐ 產生 3 mm 以上裂縫。 ☐ 大範圍的鋼筋露出。
				c	☐ 產生 3 mm 以下裂縫。 ☐ 局部的鋼筋露出。
				d	☐ 無異狀。
鋼管樁	鋼材腐蝕、龜裂、損傷(設置防蝕措施)		目視 1.是否有穿孔。 2.水面上之鋼材腐蝕。 3.表面損傷狀況。	a	☐ 因腐蝕之開孔與變形，或其他損傷。
				b	☐ 低水位線(L.W.L.)附近發生孔蝕。 ☐ 全體性之鏽蝕情況。
				c	☐ 部分之鏽蝕情況。
				d	☐ 可見鏽蝕或開孔等損傷。
	防蝕披覆	塗裝	目視 1.劣化比率。	a	☐ 劣化面積 10 %以上。
				b	☐ 劣化面積介於 0.3 %~10 %。
				c	☐ 劣化面積介於 0.03 %~0.3 %。
				d	☐ 劣化面積小於 0.03 %。
		有機、凡士林、砂漿、金屬等披覆	目視 1.鋼材之腐蝕與露出。 2.披覆材料損傷。 3.保護材料狀況。	a	☐ 鋼材露出，並產生鏽蝕。
				b	☐ 披覆材已損傷達鋼材。 ☐ 保護材料損失。
				c	☐ 披覆材未損傷達鋼材。 ☐ 保護材料損壞。
				d	☐ 無異狀。

資料來源：港灣空港技術研究所^[1]

表 2-2 披覆防蝕之一般檢查診斷之方法與劣化程度判定標準

防蝕披覆之種類	檢查方法	判定標準	
塗裝	目視 1.鏽蝕、塗膜鼓起、破損、剝落。 2.劣化比率。	a	☐ 廣範圍的鏽蝕與鼓起。 ☐ 鏽蝕伴隨著廣範圍的裂縫。 ☐ 劣化面積 10 %以上。
		b	☐ 大範圍的鏽蝕與鼓起。 ☐ 廣範圍的發生鏽蝕與剝落。 ☐ 劣化面積介於 0.3 %~10 %。
		c	☐ 散佈著鏽蝕與鼓起。 ☐ 最後一層的塗料剝落與裂縫散佈。 ☐ 劣化面積介於 0.03 %~0.3 %。
		d	☐ 無顯著的異狀。 ☐ 劣化面積小於 0.03 %。
有機披覆	目視 1.鏽蝕、塗膜鼓起、破損、剝落。	a	☐ 披覆脫落嚴重鋼材露出並產生鏽蝕。
		b	☐ 一部份披覆脫落達鋼材，並產生部分鏽蝕。
		c	☐ 披覆零星脫落，且未達鋼材。
		d	☐ 無初期異狀。
礦脂披覆	目視 1.保護層剝落、龜裂、變形與剝離。 2.螺絲腐蝕與脫落。	a	☐ 礦脂披覆脫落，鋼材表面鏽蝕。
		b	☐ 礦脂披覆龜裂。 ☐ 螺栓或螺帽腐蝕。
		c	☐ 礦脂披覆白化。 ☐ 披覆表面出現細微裂縫。 ☐ 螺栓、螺帽與橡膠材鬆脫。
		d	☐ 無初期異狀。
水泥漿披覆	目視 1.砂漿脫落與發生裂縫、剝離(無保護層)。 2.保護層脫落、龜裂、變形(有保護層)。 3.螺絲腐蝕與脫落。	a	☐ 水泥砂漿水泥硬化脫落，鋼材外露腐蝕。
		b	☐ 裂縫寬度增大，小部分的披覆脫落，並有鏽水流出。 ☐ 保護層損失，並有鏽水流出。
		c	☐ 披覆表面產生細微裂縫。
		d	☐ 無初期異狀。
金屬披覆	目視 1.鏽蝕、損傷與脫落。	a	☐ 鋼材表面鏽蝕並產生剝離。
		b	☐ 披覆材出現腐蝕現象，並很快會達到鋼材主體。
		c	☐ 披覆材小範圍損傷，但無腐蝕現象。
		d	☐ 無初期異狀。

資料來源：港灣空港技術研究所^[1]

表 2-3 下部結構詳細診斷之項目與檢測標準

檢查項目		檢查方式	檢測標準	
鋼材腐蝕、龜裂、損傷(防蝕施作之場合)		潛水調查。	a	☐ 因腐蝕之開孔與變形，或其他損傷。
			b	☐ 低水位線(L.W.L.)附近發生孔蝕。 ☐ 全體性之鏽蝕情況。
			c	☐ 部分之鏽蝕情況。
			d	☐ 無異狀。
防蝕披覆	塗裝	潛水調查 1.鏽蝕、塗膜膨脹、破損、剝落。 2.損傷面積。	a	☐ 劣化面積 10 %以上。
			b	☐ 劣化面積介於 0.3 %~10 %。
			c	☐ 劣化面積介於 0.03 %~0.3 %。
			d	☐ 劣化面積小於 0.03 %。
		詳細調查 1.鏽蝕、塗膜膨脹、破損、剝落。	鏽蝕、塗膜鼓起、裂縫、破損等變化狀況圖彙整。	
	有機披覆 礦脂披覆 水泥漿披覆 金屬披覆	潛水調查 1.鋼材腐蝕、露出。 2.披覆材損傷。 3.保護層狀態。	a	☐ 鋼材露出，並產生鏽蝕。
			b	☐ 披覆材已損傷達鋼材。 ☐ 保護材料損失。
			c	☐ 披覆材未損傷達鋼材。 ☐ 保護材料損壞。
			d	☐ 無異狀。
		詳細調查 1.鋼材腐蝕、露出。 2.披覆材損傷。 3.保護層狀態。	鏽蝕、塗膜鼓起、裂縫、破損等變化狀況圖彙整。	
	陽極	潛水調查 1.現存狀況確認	a	☐ 陽極脫落與全部耗損。
			b	☐ 陽極取付有問題。
			c	—
			d	☐ 無脫落等異狀發生。
電氣防蝕(外部電源方式)	直流電源及電氣設備	詳細調查 1.端部的變色。 2.螺栓、螺帽的鬆脫。	a	☐ 端部變色，螺栓與螺帽鬆脫。
			b	—
			c	—
			d	☐ 無異狀。

資料來源：港灣空港技術研究所^[1]

2. 國土技術政策綜合研究所－港灣設施維護管理計畫制訂之基本考量：此研究針對各型式碼頭提供建議之設施維護管理計畫書，藉以作為日本港灣設施管理單位對其轄下碼頭進行管理之用，表 2-4 及表 2-5 為其重力式與板樁式碼頭之目視檢測標準說明，由於棧橋式碼頭部分與上述雷同，故不贅述。

表 2-4 日本重力式碼頭目視檢測標準說明

檢查項目		檢查方法	判定基準	
岸壁 法線	凹凸、落差	目視移動量	a	相鄰的沈箱間距 20 cm 以上之凹凸。
			b	相鄰的沈箱間距 10~20 cm 之凹凸。
			c	上述以外之場合，相鄰沈箱凹凸未滿 10 cm。
			d	無異狀。
沈箱	混凝土劣化損傷	目視 1. 裂縫、剝落損傷。 2. 鋼筋露出。	a	沈箱內部土砂流出，裂縫與破損。
			b	複數方向 3 mm 之裂縫，且鋼筋露出。
			c	一方向 3 mm 之裂縫，局部鋼筋露出。
			d	無異狀。
岸肩	沈陷	目視	a	重力式主體背後土砂流出。 重力式主體背後岸肩沈陷。
			b	重力式主體顯著開裂。
			c	重力式主體輕微開裂。
			d	無異狀。
	混凝土與瀝青鋪面落差、裂縫	目視 1. 落差、凹凸、裂縫。	a	可導致車輛行走危險之落差、沈陷、車轍、裂縫。15 mm 以上之落差、50 mm 以上之凹凸、10 mm 以上之車轍、3 mm 以上之裂縫。
			b	10~15 mm 之落差、20~50 mm 之凹凸、未滿 3 mm 之裂縫。
			c	未滿 10 mm 之落差、未滿 20 mm 之凹凸、未滿 10 mm 之車轍、微小之裂縫。
			d	無異狀。
海底地盤	掏刷與土砂堆積	潛水調查、水深測量	a	岸壁前深 1 m 以上之掏刷。
			b	岸壁前深 0.5~1 m 以上之掏刷。
			c	岸壁前深未滿 0.5 m 之掏刷。
			d	無異狀。

資料來源：國土技術政策綜合研究所^[2]

表 2-5 日本板樁式碼頭目視檢測標準說明

檢查項目		檢查方法	判定基準	
岸壁 法線	凹凸、 落差	目視移動量	a	相鄰的沈箱間距 20 cm 以上之凹凸。
			b	相鄰的沈箱間距 10~20 cm 之凹凸。
			c	上述以外之場合，相鄰沈箱凹凸未滿 10 cm。
			d	無異狀。
板樁 防蝕	保護層	目視、潛水調查 1.鋼材腐蝕露出。 2.保護層狀態。	a	鋼材露出，鏽蝕發生。
			b	保護層發生顯著剝落，鋼材損傷。
			c	保護層發生輕微剝落，鋼材損傷。
			d	無異狀。
岸肩	沈陷	目視	a	重力式主體背後土砂流出。 重力式主體背後岸肩沈陷。
			b	重力式主體顯著開裂。
			c	重力式主體輕微開裂。
			d	無異狀。
	混凝土 與瀝青 鋪面落 差、裂 縫	目視 1.落差、凹凸、 裂縫。	a	混凝土鋪面裂縫比率為 2 m/m ² 。 瀝青混凝土鋪面裂縫率 30 %以上。
			b	混凝土鋪面裂縫比率為 0.5~2 m/m ² 。 瀝青混凝土鋪面裂縫率 20~30 %以上。
			c	可見若干裂縫
			d	無異狀。
海底 地盤	掏刷與 土砂堆 積	潛水調查、水 深測量	a	岸壁前深 1 m 以上之掏刷。
			b	岸壁前深 0.5 m~1 m 以上之掏刷。
			c	岸壁前深未滿 0.5 m 之掏刷。
			d	無異狀。

資料來源：國土技術政策綜合研究所^[2]

2.1.2 防波堤目視檢測標準

由於日本防波堤結構與臺灣較為相似，且有完整的檢測評估方法，因此本小節將就日本農林水產省農村振興局防災課及國土交通省港湾局海岸防災課等共同研擬之海岸保護設施維護管理手冊^[2]之評估內容予以詳細說明，其管理策略及量化檢測觀念，可供臺灣海堤維護管理機關參考。日本海岸保護設施維護管理，是以生命週期管理(Life cycle management, LCM)的概念進行，由掌握沿海保護設施之老劣化及

功能降低的狀況，來執行設施在服務年限內成本/效益比最大化的維護管理。如圖 2.1 所示，若設施尚未破壞至必須更新重作的狀況即加以修補，雖在使用年限內修補次數較多，但累積總費用卻較低。

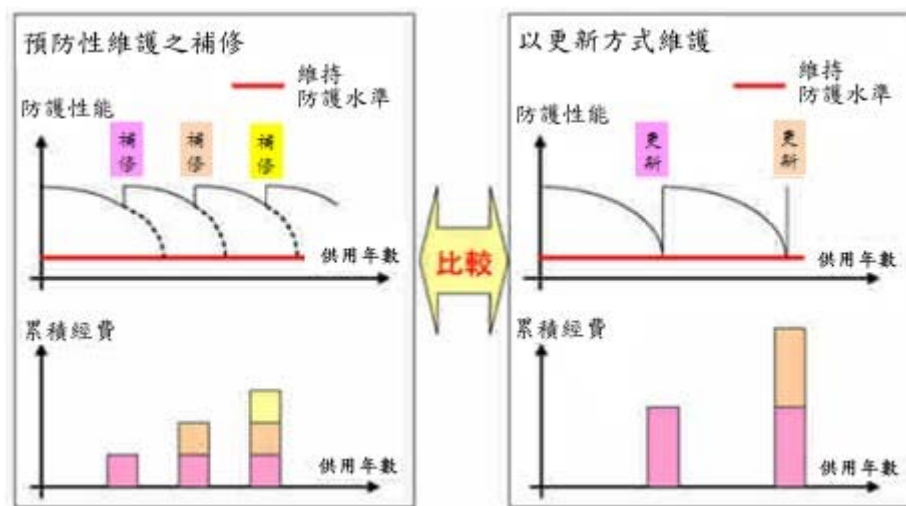


圖 2.1 服務年限內成本/效益比最大化的維護管理方法示意圖

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[2]

然而為達成預防性維護目標，該手冊亦提出完整的對策：首先對海堤構造物作初始外觀檢視(初步檢查)，過濾出劣化部位，再實施二次詳細檢測，最後對檢測結果之破壞程度作評估及分級，來決定維護修補策略。初步檢查是以目視法檢查方式快速記錄構造物各部位是否有劣化，而二次詳檢的目的，在確認劣化位置、劣化範圍、及詳細劣化程度。二次詳檢基本檢測的檢測標的部位及項目如表 2-6 所示，檢測時是以尺、裂縫尺、鐵鎚等簡單儀器量測劣化範圍及程度。但為能確實檢查到二次詳檢要求的檢查項目，或是探究劣化成因，須以特殊器具或試驗方法做二次詳檢，其檢測標的及檢測項目亦顯示於表 2-6。舉例而言，前方海底對地盤的掏刷及基礎破壞可能需要以潛水調查，或以雷達探查堤體內部是否有掏空狀況。二次詳檢的結果將做為劣化程度的分級評估的依據，依照各檢查部位所列檢查項目分別評估，由嚴重至輕微分為 A 至 D 級。其中在檢查項目標示為灰階底色部分，是與海堤受波浪掏刷、衝擊或越波時所造成之連鎖劣化反應相關，最後可能導致潰堤，其餘部分可能與材料老劣化關係較大。海堤堤頂、堤前坡、

堤後坡與基礎之評估分級指標如表 2-7 至表 2-12 所示。

表 2-6 日本初級評估及二次詳檢之檢測項目及方法

檢測位置	檢測項目	檢測項目	初步檢查項目	二次檢查(進階檢查)/檢查方法
胸牆	裂縫	⊙		
	剝離、損傷	⊙	⊙/目測、尺測	
	鋼筋腐蝕	⊙	⊙/目測、尺測	⊙/採樣試驗
	接縫、施工縫位移	⊙	⊙/目測、尺測	
	修補處劣化狀況	⊙		
	防護高度			⊙/測量
	混凝土強度			⊙/鑽心、反彈錘
	混凝土中性化			⊙/中性化試驗
	混凝土鹽害			⊙/鹽分含量試驗
堤頂、堤後坡、堤前坡	沉陷、陷落	⊙	⊙/目測、尺測	
	剝離、損傷	⊙	⊙/目測、尺測	
	裂縫	⊙	⊙/目測、尺測	
	接縫、施工縫位移	⊙	⊙/目測、尺測	
	漏水痕跡	⊙		
	修補處劣化狀況	⊙		
	植生異常繁茂	⊙		
	鋼筋腐蝕註 1	⊙	⊙/目測、尺測	⊙/採樣試驗
	混凝土強度			⊙/鑽心、反彈錘
	混凝土中性化			⊙/中性化試驗
	混凝土鹽害			⊙/鹽分含量試驗
	堤身內部空洞化，堤心流出			⊙/雷達探測、鑽孔量測
砂岸	侵蝕、堆積	⊙	⊙/目測	
覆面層 (覆面塊)	移動、散亂及下滑	⊙	⊙/目測	
	覆面塊體破損	⊙	⊙/目測	
基礎	裂縫			⊙/潛水調查
	剝離、損傷			⊙/潛水調查
	混凝土強度			⊙/鑽心、反彈錘
	混凝土中性化			⊙/中性化試驗
	混凝土鹽害			⊙/鹽分含量試驗
	接縫、施工縫位移			⊙/潛水調查
	移動、下沈			⊙/潛水調查
前面海 底地盤	沖刷			⊙/潛水調查
	堤心流出			⊙/潛水調查

資料來源：日本國土交通省港灣局海岸防災課^[2]

表 2-7 覆面層(覆面塊體)評估分級指標

	劣化情形	劣化的等級			
		A	B	C	D
基本檢測項目	移動、散亂及滑動	覆面層有一整層以上的減少	覆面層斷面有減少現象(未滿一層覆塊減少)	部分消波塊移動、散亂及下滑	排列未改變
	覆面塊體破損	覆面塊破損損量超過 1/4	不到 1/4 的覆面塊體破損	少數的覆面塊體破損	覆面塊體上有小裂縫

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[2]

表 2-8 胸牆劣化評估分級指標

	劣化情形	劣化的等級			
		A	B	C	D
基本檢測項目	裂縫	裂縫貫穿至背面、產生超過 5 mm 寬度龜裂	產生數條多向且寬度數 mm 之裂縫，但未貫穿牆體	產生單向寬度超過數 mm 未貫穿牆體	產生寬度 1 mm 以下的裂縫
	剝離、損傷	發生大範圍且深層的剝離損傷	發生淺層至深層的剝離損傷	大範圍表面剝離損傷	僅產生小範圍的剝離損傷
	鋼筋腐蝕	有明顯的浮銹，整體鋼筋斷面積有減少	有許多浮銹，鋼筋表面可看到大範圍的鏽蝕	表面有許多的銹痕，推測內部大範圍的鋼筋腐蝕	見到部分銹痕及點蝕
	接縫、施工縫位移	有傾倒或嚴重破損情形	由於位移使得接縫變大。接縫有滲水現象。	有接縫開裂但沒有滲水現象。	接縫處稍有位移，僅看到段差及開裂。

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[2]

表 2-9 堤頂評估分級指標

	劣化情形	劣化的等級			
		A	B	C	D
基本 檢測 項目	沈陷、陷落	混凝土陷落	因堤內砂土沈陷造成表面凹陷	—	看見部分凹陷
	裂縫	裂縫貫穿至背面、產生超過 5 mm 寬度龜裂	產生數條多向且寬度數 mm 之裂縫，但未貫穿牆體	產生單向寬度超過數 mm 未貫穿牆體	產生寬度 1 mm 以下的裂縫
	接縫、施工縫位移	有傾倒或嚴重破損情形	由於位移使得接縫變大。接縫有滲水現象。	有接縫開裂但沒有滲水現象。	接縫處稍有位移，僅看到段差及開裂。
	剝離、損傷	發生大範圍且深層剝離損傷	發生淺層至深層的剝離損傷	大範圍表面剝離損傷	僅產生小範圍剝離損傷

資料來源：日本國土交通省港灣局海岸防災課^[2]

表 2-10 堤前坡評估分級指標

	劣化情形	劣化的等級			
		A	B	C	D
基本 檢測 項目	裂縫	裂縫貫穿至背面、產生超過 5 mm 寬度龜裂	產生數條多向且寬度數 mm 之裂縫，但未貫穿牆體	產生單向寬度超過數 mm 未貫穿牆體	產生寬度 1 mm 以下的裂縫
	沈陷、陷落	混凝土陷落	堤內砂土沈陷造成表面凹陷	—	看見部分凹陷
	接縫、施工縫位移	接縫背後砂土滲出	接縫有劣化狀況但無砂土滲出	—	接縫處有微小偏差，僅看到段差及開裂
	剝離、損傷	發生大範圍且深層的剝離損傷	發生淺層至深層的剝離損傷	大範圍表面剝離損傷	僅產生小範圍的剝離損傷
	鋼筋腐蝕	有明顯的浮銹，整體鋼筋斷面積有減少	有許多浮銹，鋼筋表面可看到大範圍的鏽蝕	表面有許多銹痕，推測內部大範圍的鋼筋腐蝕	見到部分銹痕及點蝕

資料來源：日本國土交通省港灣局海岸防災課^[2]

表 2-11 堤後坡評估分級指標

	劣化情形	劣化的等級			
		A	B	C	D
基本檢測項目	裂縫	裂縫貫穿至背面、產生超過 5 mm 寬度龜裂	產生數條多向且寬度數 mm 之裂縫，但未貫穿牆體	產生單向寬度超過數 mm 未貫穿牆體	產生寬度 1 mm 以下的裂縫
	沈陷、陷落	混凝土陷落	因堤內砂土沈陷造成表面凹陷	—	看見部分凹陷
	接縫、施工縫位移	接縫背後砂土滲出	接縫有劣化狀況但無砂土滲出	—	接縫處有微小偏差，僅看到段差及開裂
	剝離、損傷	發生大範圍且深層的剝離損傷	發生淺層至深層的剝離損傷	大範圍表面剝離損傷	僅產生小範圍的剝離損傷

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[2]

表 2-12 基礎評估分級指標

	劣化情形	劣化的等級			
		A	B	C	D
基本檢測項目	裂縫	裂縫貫穿至背面、產生超過 5 mm 寬度龜裂	諸如大裂縫或小的龜裂發生	小裂縫發生(裂縫寬度 0.2 mm)	無劣化
	剝離、損傷	發生淺層至深層的剝離損傷	大範圍表面剝離損傷	小範圍表面剝離損傷	無劣化
	接縫、施工縫位移	位移明顯並有高差	小規模的位移，並有高差	—	無改變
	移動、下沈	基礎流失或損毀的情形	有小規模的移動或是下沈	—	無異狀

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[2]

2.2 國內碼頭與防波堤目視檢測標準研析

國內目視檢測標準以橋梁設施發展較為完備，且亦有相關規範可依循。其標準依結構劣化情形依「嚴重程度(Degree)」、「範圍(Extend)」、

「對設施結構安全性與服務性之影響(Relevancy)」與「維修急迫性(Urgency)」，稱為 D.E.R.&U.評估法。國內港灣構造物目視檢測評估標準之相關研究亦尋此法進行評估，其中以本所(交通部運輸研究所)港灣技術研究中心，投入之研究能量較多，以本所於民國 89 年委託國立中山大學李賢華教授之「港灣構造物安全檢測與評估之研究」與民國 93 年委託國立臺灣海洋大學郭世榮教授之「港灣構造物維護管理準則之研究」來進行說明：

- 1.港灣構造物安全檢測與評估之研究^[3]：以各式碼頭之重點劣化異狀進行管控，如重力式碼頭之漏砂、板樁式碼頭之板樁開裂、棧橋式碼頭之鋼管樁腐蝕與防波堤之基礎沖刷等，並將其劣化程度描述分級，
- 2.港灣構造物維護管理準則之研究^[4]：此案已進一步將各型式碼頭構件進行拆解，諸如重力式碼頭包含岸壁結構、岸肩與基礎等。其後再針對各拆解構件劣化異狀之劣化程度進行描述與定義。
- 3.港灣防波堤維護管理系統建置之研究：本研究將斜坡式防波堤與沈箱式及特殊式防波堤劣化程度(D)與維修急迫性(U) 進行描述與定義。

2.3 碼頭與防波堤檢測制度研擬

交通部運輸研究所彙整國內外港灣構造物檢測標準(包含港灣構造物安全檢測與評估之研究、港灣構造物維護管理準則之研究、港灣空港技術研究所—棧橋的生命週期戶管理系統之構築與關連之研究與日本海岸保護設施維護管理手冊)，並據此制訂港灣構造物檢測制度。

制訂港灣構造物檢測制度，首先須確立目視檢測標準。目視檢測標準之訂定未避免既有評估方式之複雜，目前已將現有 D.E.R.&U.評估標準簡化為僅評估 D 值，E 值部分則併於 D 值中說明，以摒除以往 E 值評估不易的情形，R 值部分未來則以構件權重進行取代，以作為計算構件維修排序以設施整體評價之用，U 值部分亦將配合 D 值來進行維修急迫性之判別，D 值越大，則越優先維修。以下就設施檢測類型

與頻率、構件編碼原則、目視檢測評估標準、檢測儀器建議、修復排序與工法選擇等敘述如下：

2.3.1 碼頭設施檢測類型與頻率

為確保碼頭設施之完善、確保船舶停靠安全及維持其功能，各港灣養護單位必須確實執行巡查工作，隨時瞭解碼頭狀況並填具報告表陳報。如有重大特殊情況，則應以專案或緊急案件處理，以確保航運安全。其巡查範圍以碼頭本體與其所附屬之設施為主，

2.3.1.1 巡查類型

碼頭構造物的檢測工作，通常可分為平時進行的經常巡查、檢測時間及頻率固定之定期巡查與重大災害發生時之特別巡查。另外，當定期檢測作業或災後巡查無法確實掌握劣化原因及擬定適當維修對策，需依檢測評估結果辦理更精確的檢測。

1. 經常巡查

經常巡查是由管理使用單位及工務權責單位平時進行的目視巡查，主要是以構造物的功能性為巡查目標，藉以維持港灣的正常營運功能。就碼頭而言依經常巡查之檢測單位及詳細程度的不同，分別由工務權責單位及管理使用單位負責辦理檢測工作。其中管理使用單位負責每日的目視檢測巡查，當使用單位發現構造物有異常現象時，應立即向工務權責單位通報，並由工務權責單位進行現場勘查，判定是否需要維修，而工務權責單位需每個月至少辦理一次碼頭構造物的平時巡查作業。此檢測方式由於屬平時之作業，故以人員在岸上目視可見之構件作為巡查之重點。

2. 定期巡查

定期巡查指在固定時間及頻率所進行的檢測作業，主要是以簡易(低成本)、快速(有效率)的方法，對結構物進行調查及評估，一般

是採用目視(包含水下)及較簡單之儀器對結構物進行檢測。定期檢測可依港灣構造物之型式、使用狀況及環境條件等基本資料，建立相關的檢測項目、評估等級等檢測評估資料，並繪製成表格型式，使得檢測工作具有較高的效率及較正確的結果。進行檢測時，可加以拍照繪圖描述記錄。依檢測結果配合已蒐集之背景資料，以對設施進行狀況評估。當定期檢測後對較為嚴重或無法判定之部分，其需在經由詳細安全分析後，再進行後續維修的作業。基本上，定期巡查在經由目視檢測作業後，配合簡單儀器檢測(如混凝土材料試驗、光學測量等)，判斷是否需進行更詳細的評估。若否，則針對其檢測成果配合執行預算限度進行劣化異狀修復。

3. 特別巡查

其為不定期檢測，通常於颱風、地震等災害後，或碼頭發生重大事件及施工不當之人為破壞，當構造物安全或營運有虞慮時，由工務權責單位負責辦理特別巡查。檢測人員應於事故發生能安全到達現場，立即完成檢測評估作業。檢測方式以目視或簡單工具為主，檢測結果應依相關規定紀錄後儲存以利後續的維護管理。其檢測特點在於短期內掌握碼頭及設施主體週邊設施之損壞狀況，評估有無二次災害之危險因素及安全性，經檢測評估在必要時，則快速擬定管制計畫和搶修措施，以避免災害擴大。

上述三種檢測作業，可分別依負責單位、檢測時機及檢測方式等差異，整理如表 2-13 所示。

表 2-13 檢測作業種類比較

種類	負責單位	檢測時機	檢測方式
經常巡查 (平時巡查)	管理使用單位	日常 (每月一次)	目視巡查(岸上)
定期巡查	工務權責單位	固定時間 (每兩年一次)	目視巡查(包含水下)、簡單儀器、 依需求配合詳細儀器檢測
特別巡查 (災後巡查)	工務權責單位	重大災害、事故發 生後	目視巡查(岸上)

2.3.2 碼頭設施構件編碼原則

1. 重力與板樁式碼頭

重力與板樁式碼頭為連續式結構(重力式沈箱碼頭有結構單元區分)，故針對各碼頭單元編碼，以 10 m 為一單元(Block)，如圖 2.2 重力式碼頭 1 所示，則編碼為 B1，若屬重力式沈箱碼頭，則以各沈箱作為單元區分為 B1 與 B2 (如圖 2.2 重力式碼頭 2 所示)。各單元構件劣化狀況評定依第三章節填列，而其劣化位置之描述如表 2-14、圖 2.3 與圖 2.4 所示。

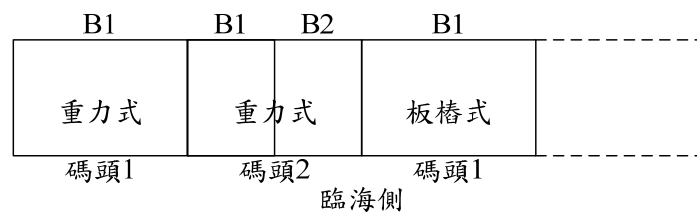


圖 2.2 重力與板樁式碼頭編碼示意

表 2-14 重力與板樁式碼頭劣化位置描述說明

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化位置描述
碼頭本體	岸肩	紀錄 X、Y 值(如圖 2.3 所示)
	壁體	紀錄 X、Z 值(如圖 2.4 所示)
	後線	紀錄 X 值(如圖 2.3 所示)
海床		紀錄 X 值(如圖 2.4 所示)
附屬設施	車擋	以整體性描述
	繫船柱	編號(如圖 2.3 所示)
	防舷材	編號(如圖 2.3 所示)
	吊車軌道	以整體性描述

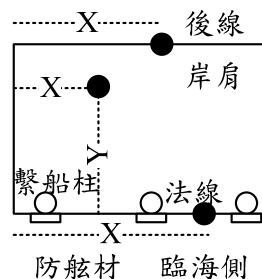


圖 2.3 重力或板樁式碼頭俯視圖

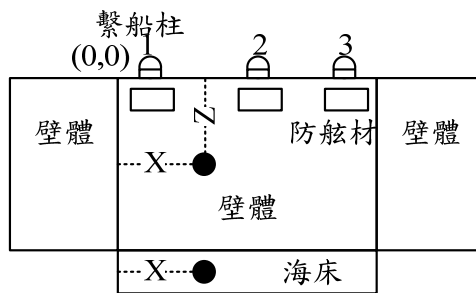


圖 2.4 重力或板樁式碼頭正視圖

2. 棧橋式碼頭

棧橋式碼頭依墩柱縱向柱線間距進行單元區分(如圖 2.5 所示)，單元右側墩柱歸屬於其中(如 B1 右側墩柱 P1~P3 屬 B1)，故一棧橋式碼頭可藉由縱向柱線區分不同單元 (B1~Bn)，而每一單元面版底部版與梁之編號如圖 2.6 所示，面版底部以 S 進行編號，而梁以 B 進行編號，表 2-15 為棧橋式碼頭劣化位置描述說明。

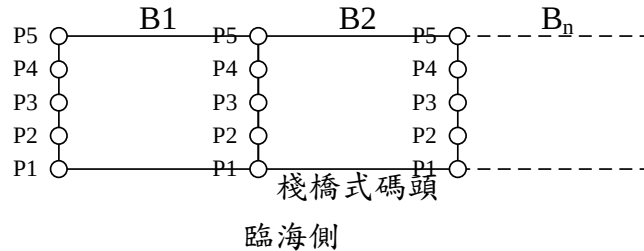


圖 2.5 棧橋式碼頭編碼示意

表 2-15 棧橋式碼頭劣化位置描述說明

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化位置描述
面版	梁	編號(如圖 5 所示)
	岸肩	同重力與板樁式紀錄方式
	岸肩底部	編號(如圖 5 所示)
	後線	同重力與板樁式紀錄方式
墩柱		編號(如圖 2 所示)
拋石護坡		紀錄 X、Y 值
海床		同重力與板樁式紀錄方式

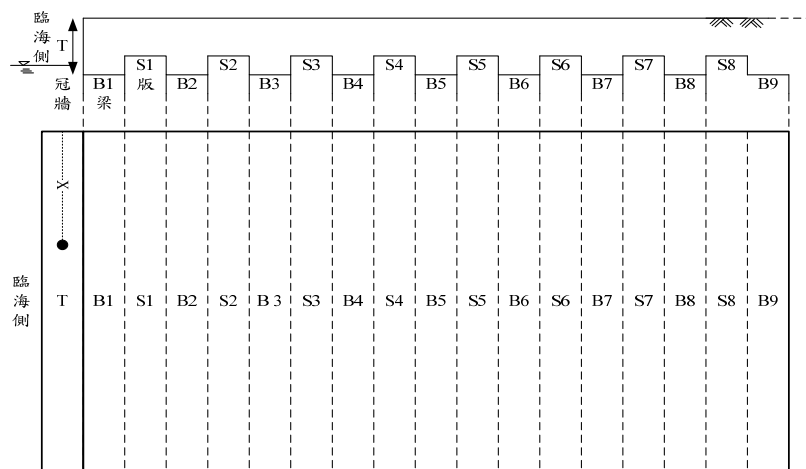


圖 2.6 棧橋式碼頭岸肩底部梁版編號示意

2.3.3 碼頭設施目視檢測評估標準

以下即就重力式、板樁式、棧橋式碼頭(鋼管樁或混凝土樁)、碼頭附屬設施與防波堤設施目視檢測評估標準進行說明。

1. 重力式碼頭

重力式碼頭構件層級及目視檢測評估標準，示如圖 2.7 及表 2-16。

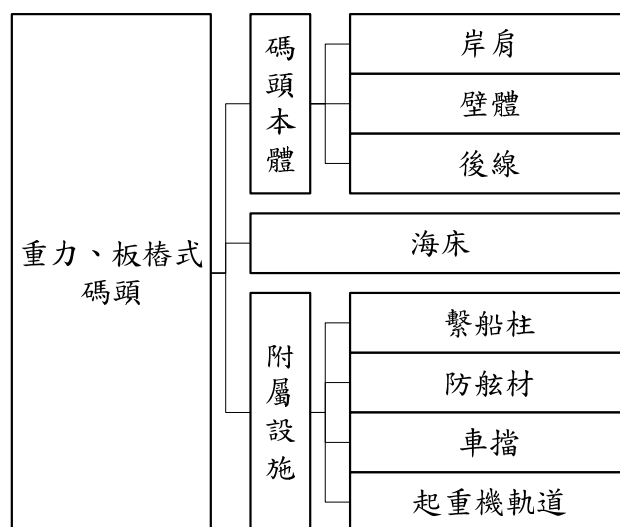


圖 2.7 重力或板樁式碼頭構件層級

表 2-16 重力式碼頭目視檢測評估標準

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明
碼頭本體	岸肩	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)
			4	裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約 5 mm 以上)
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm
		沈陷 (雨天 檢視)	2	岸肩輕微下陷(面積<5 m ² 、高度<2.5 cm)
			3	岸肩明顯下陷(面積≤5 m ² 、高度>2.5 cm 或面積>5 m ² 、高度≤2.5 cm)
			4	岸肩嚴重下陷(面積>5 m ² 、高度>2.5 cm)
	壁體	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)
			4	裂縫擴散至整個壁體(裂縫寬度約 5 mm 以上)
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm
		漏砂	2	壁體出現孔洞，但並未漏砂
			3	壁體裂縫已可觀察出漏砂
			4	背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂
	後線	沈陷 (雨天 檢視)	2	後線輕微下陷(深度<10 cm、面積<10 m ²)
			3	後線明顯下陷(10≤深度≤15 cm、10 m ² ≤面積≤20 m ²)
			4	後線嚴重下陷(深度>15 cm、面積>20 m ²)
海床	沖刷		2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度約 50 cm 以下)
			3	基礎中等淘刷(沖刷坑深度約 50~100 cm)
			4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度約 100 cm 以上)

2. 板樁式碼頭

板樁式碼頭構件層級及目視檢測評估標準，示如圖 2.7 及表 2-17。

表 2-17 板樁式碼頭目視檢測評估標準

第 1 層 構件	第 2 層 構件	劣化 類型	劣化 狀況	劣化狀況說明
碼頭 本體	岸肩	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)
			4	裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約 5 mm 以上)
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm
		沈陷 (雨天 檢視)	2	岸肩輕微下陷(面積<5 m ² 、高度<2.5 cm)
			3	岸肩明顯下陷(面積≤5 m ² 、高度>2.5 cm 或面積>5 m ² 、高度≤2.5 cm)
			4	岸肩嚴重下陷(面積>5 m ² 、高度>2.5 cm)
	壁體	接縫 開裂	2	有輕微開裂(長度約達 10~20 cm)，漏砂狀況(鋼棒可入裂縫約<5 cm 深)
			3	有中等開裂(長度約達 20~30 cm)，漏砂狀況(鋼棒可入裂縫 5~10 cm 深)
			4	有嚴重開裂(長度約達 30 cm 以上)，漏砂狀況(鋼棒可入裂縫約>10 cm 深)
		穿孔	2	帶狀區域的鏽蝕、局部小型穿孔(面積小於 5 cm ²)現象
			3	帶狀區域的鏽蝕、並有局部小型穿孔(面積介於 5~20 cm ²)現象
			4	連續性多範圍鏽蝕，鋼板樁表面穿孔(面積大於 20 cm ²)擴大且有漏砂現象
		防蝕 系統	2	防蝕塊耗損小於 1/3
			3	防蝕塊耗損介於 1/3~2/3
			4	防蝕塊耗損大於 2/3
	後線	沈陷 (雨天 檢視)	2	後線輕微下陷(深度<10 cm、面積<10 m ²)
			3	後線明顯下陷(10≤深度≤15 cm、10 m ² ≤面積≤20 m ²)
			4	後線嚴重下陷(深度>15 cm、面積>20 m ²)
海床	沖刷		2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50 cm 以下)
			3	基礎中等淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100 cm)
			4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100 cm 以上)

3. 棧橋式碼頭

棧橋式碼頭構件層級及目視檢測評估標準，示如圖 2.8 及表 2-18。

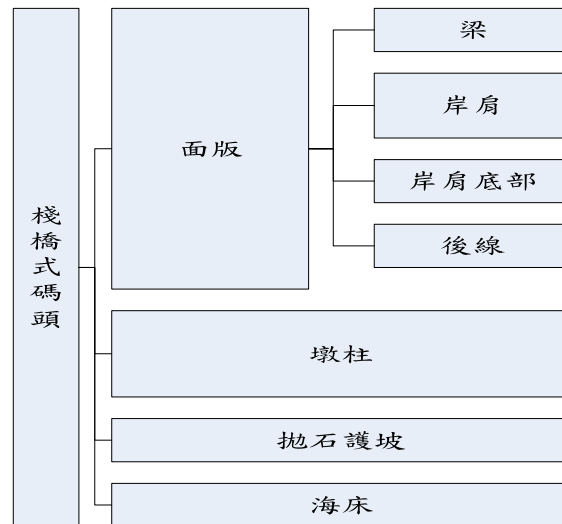


圖 2.8 棧橋式碼頭構件層級

表 2-18 板樁式碼頭目視檢測評估標準

第 1 層 構件	第 2 層 構件	劣化 類型	劣化 狀況	劣化狀況說明
面版	梁	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)
			4	裂縫擴散至整個梁(裂縫寬度約 5 mm 以上)
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm
	岸肩	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)
			4	裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約 5 mm 以上)
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明
		沈陷 (雨天檢視)	2	岸肩輕微下陷(面積 $<5\text{ m}^2$ 、高度 $<2.5\text{ cm}$)
			3	岸肩明顯下陷(面積 $\leq 5\text{ m}^2$ 、高度 $>2.5\text{ cm}$ 或面積 $>5\text{ m}^2$ 、高度 $\leq 2.5\text{ cm}$)
			4	岸肩嚴重下陷(面積 $>5\text{ m}^2$ 、高度 $>2.5\text{ cm}$)
	岸肩底部	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)
			4	裂縫擴散至整個岸肩底部(裂縫寬度約 5 mm 以上)
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 $<15\text{ cm}$ ，深度 $<2.5\text{ cm}$
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 $\leq 15\text{ cm}$ ，深度 $>2.5\text{ cm}$ 或剝落寬度直徑 $>15\text{ cm}$ ，深度 $\leq 2.5\text{ cm}$
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 $>15\text{ cm}$ ，深度 $>2.5\text{ cm}$
	後線	沈陷 (雨天檢視)	2	後線輕微下陷(深度 $<10\text{ cm}$ 、面積 $<10\text{ m}^2$)
			3	後線明顯下陷($10\leq$ 深度 $\leq 15\text{ cm}$ 、 $10\text{ m}^2\leq$ 面積 $\leq 20\text{ m}^2$)
			4	後線嚴重下陷(深度 $>15\text{ cm}$ 、面積 $>20\text{ m}^2$)
墩柱(鋼管樁)	腐蝕		2	局部區域有鏽蝕集中
			3	帶狀區域的鏽蝕，並有局部小型穿孔
			4	連續性之鋼管樁鏽蝕，鋼管樁表面穿孔擴大
	防蝕披覆損壞		2	劣化面積 0.3 % 以下
			3	劣化面積介於 0.3~10 % 之間
			4	劣化面積 10 % 以上
墩柱 (混凝土樁)	裂縫		2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)
			4	裂縫擴散至整個墩柱(裂縫寬度約 5 mm 以上)
	剝落		2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 $<15\text{ cm}$ ，深度 $<2.5\text{ cm}$
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 $\leq 15\text{ cm}$ ，深度 $>2.5\text{ cm}$ 或剝落寬度直徑 $>15\text{ cm}$ ，深度 $\leq 2.5\text{ cm}$
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 $>15\text{ cm}$ ，深度 $>2.5\text{ cm}$
拋石護坡	破壞		2	護坡塊石輕微受損(護坡塊石破壞率約 5 % 以下)
			3	護坡塊石明顯受損(護坡塊石破壞率約 5 %~20 %)
			4	護坡塊石嚴重受損(護坡塊石破壞率約 20 % 以上)
海床	沖刷		2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50 cm 以下)
			3	基礎中等淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100 cm)
			4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100 cm 以上)

4. 附屬設施

碼頭附屬設施目視檢測評估標準，示如表 2-19。

表 2-19 碼頭附屬設施目視檢測評估標準

構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明
繫船柱	腐蝕龜裂	2	材質輕微鏽損狀況，基座無明顯龜裂情形
		3	材質明顯鏽損狀況，基座有明顯龜裂情形
		4	材質嚴重鏽損與剝落，基座嚴重龜裂
防舷材	龜裂破損	2	材質表面褪色、輕微劣化，螺帽鬆脫或缺損
		3	材質表面劣化明顯，螺栓缺損，靠船時能明顯觀察到龜裂現象
		4	材質老化、構件變形或掉落
車擋	龜裂破損	2	材質表面輕微龜裂情形
		3	材質表面有明顯龜裂，基座有龜裂情形
		4	材質嚴重龜裂貫穿車擋或多處破損
起重機軌道	腐蝕位移	2	兩軌間距高差<3 mm、兩軌間距左右差<5 mm
		3	兩軌間距高差 3 mm~4.25 mm、兩軌間距左右差 5 mm~10 mm、局部區域有生鏽
		4	兩軌間距高差 $\geq$ 4.25 mm、兩軌間距左右差 $\geq$ 10 mm、大範圍生鏽影響功能

2.3.4 碼頭構件儀器檢測建議

碼頭構件儀器檢測建議如表 2-20 至表 2-22 所示

表 2-20 重力式碼頭構件儀器檢測對應

第 1 層構件	第 2 層構件	建議儀器檢測項目	
		結構性檢測	材料性檢測
碼頭本體	岸肩	透地雷達、光學測量、混凝土裂縫探測	反彈錘法、鋼筋電阻係數量測、鋼筋電位值量測、中性化試驗、抗壓試驗、超音波脈波速度量測、氯離子檢測
	壁體		
	後線	光學測量	—
海床		水深多音束探測	—

表 2-21 板樁式碼頭構件儀器檢測對應

第 1 層構件	第 2 層構件	建議儀器檢測項目	
		結構性檢測	材料性檢測
碼頭本體	岸肩	透地雷達、光學測量、混凝土裂縫探測	反彈錘法、鋼筋電阻係數量測、鋼筋電位值量測、中性化試驗、抗壓試驗、超音波脈波速度量測、氯離子檢測
	壁體	光學測量	材料厚度檢測、防蝕系統檢測
	後線		—
海床		水深多音束探測	—

表 2-22 棧橋式碼頭構件儀器檢測對應

第 1 層構件	第 2 層構件	建議儀器檢測項目	
		結構性檢測	材料性檢測
面版	梁	混凝土裂縫探測	反彈錘法、鋼筋電阻係數量測、鋼筋電位值量測、超音波脈波速度量測
	岸肩底部		
	岸肩	透地雷達、光學測量、混凝土裂縫探測	反彈錘法、鋼筋電阻係數量測、鋼筋電位值量測、中性化試驗、抗壓試驗、超音波脈波速度量測、氯離子檢測
	後線	光學測量	—
墩柱			
拋石護坡		—	—
海床		水深多音束探測	

2.3.5 碼頭設施修復排序與工法選擇

1. 碼頭設施維修排序-單一構件設施評估

各構件之評價以目視檢測後之劣化狀況(即 D 值)乘上各構件權重值進行計算。若同一構件有不同劣化異狀，則以最嚴重值為代表。如圖 2.9 所示，單元 B11 有 B1 與 B2 兩個梁構件劣化，且 B1 梁同時有裂縫與腐蝕異狀，因裂縫劣化狀況較嚴重，故採用 3，而 B2 僅腐蝕異狀，故直接採用 2，而 B12 單元有 S1 與 S2 兩個位置有腐蝕異狀，因僅一種劣化異狀故直接採用劣化狀況為 2。其後為維修排序

需求，將前述權重值配合構件採用之劣化狀況值進行計算，藉此將碼頭構件進行排序，依下表所示，B11 碼頭單元之面板-梁構件，其計算結果為 0.12，為最優先進行維修。

單元編號	構件名稱	劣化類型	劣化位置	劣化程度	採用	權重	結果
B11	面板-梁	裂縫	B1	3	3	0.07	0.21
B11	面板-梁	腐蝕	B1	2			
B11	面板-梁	腐蝕	B2	2	2	0.02	0.14
B12	面板-岸肩底部	腐蝕	S1	2	2		0.04
B12	面板-岸肩底部	腐蝕	S2	2	2		0.04

圖 2.9 單一構件設施評價說明

2. 碼頭設施維修排序-整體設施評估

以碼頭或防波堤整體狀況進行計算，將設施各構件最嚴重者，採用其劣化狀況配合各構件權重進行計算後累加，即為設施整體狀況。如圖 2.10 所示以棧橋式碼頭為例，圖中各構件權重參照碼頭權重所示，各構件劣化狀況判定以採用該設施構件最嚴重者，進行加權計算後累加即為設施整體評估。各式碼頭與附屬設施權重如表 2-23 至表 2-26 所示。

				權重	判定	評估
棧橋式碼頭	面版	梁		0.07	4	0.28
		岸肩		0.02	3	0.06
		岸肩底部		0.02	4	0.08
		後線		0.01	1	0.01
	墩柱			0.49	3	1.47
	拋石護坡			0.24	1	0.24
	海床			0.15	1	0.15
	Sum					2.29

圖 2.10 整體設施評估說明

表 2-23 重力式碼頭權重

構件名稱	第 2 層	各構件分配權重
碼頭本體 (0.53)	岸肩(0.35)	0.19
	壁體(0.55)	0.29
	後線(0.10)	0.05
海床(0.47)		0.47

表 2-24 板樁式碼頭權重

第 1 層	第 2 層	各構件分配權重
碼頭本體 (0.55)	岸肩(0.43)	0.24
	壁體(0.44)	0.24
	後線(0.13)	0.07
海床(0.45)		0.45

表 2-25 棧橋式碼頭權重

第 1 層	第 2 層	各構件分配權重
面版(0.12)	梁(0.58)	0.07
	岸肩(0.20)	0.02
	岸肩底部(0.15)	0.02
	後線(0.08)	0.01
墩柱(0.49)		0.49
拋石護坡(0.24)		0.24
海床(0.15)		0.15

表 2-26 碼頭附屬設施權重

設施名稱	分配權重
繫船柱	0.22
防舷材	0.30
車擋	0.13
起重機軌道	0.36

3. 碼頭設施修復工法

表 2-27~表 2-30 型式碼頭劣化異狀與處置對策對照表，相關劣化說明亦加列其中，工法說明以鋼筋混凝土構造(C)與鋼結構物(S)加以區分：

表 2-27 重力式碼頭劣化異狀與處置對策

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
碼頭本體	岸肩	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)	樹脂砂漿塗抹工法(C1) ^{註 1}
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)	灌注環氧樹脂工法(C2) ^{註 1}
			4	裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約 5 mm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm	混凝土及鋼筋修補(C4)
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		沈陷	2	岸肩輕微下陷(面積<5 m ² 、高度<2.5 cm)	持續監測
			3	岸肩明顯下陷(面積≤5 m ² 、高度>2.5 cm 或面積>5 m ² 、高度≤2.5 cm)	持續監測
			4	岸肩嚴重下陷(面積>5 m ² 、高度>2.5 cm)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	壁體	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)	灌注環氧樹脂工法(C2)
			4	裂縫擴散至整個壁體(裂縫寬度約 5 mm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 >2.5 cm 或剝落寬度直徑 >15 cm，深度 ≤ 2.5 cm	混凝土及鋼筋修補(C4)
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 >15 cm，深度 >2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		漏砂	2	壁體出現孔洞，但並未漏砂	持續監測
			3	壁體裂縫已可觀察出漏砂	持續監測
			4	背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	後線	沈陷(雨天檢視)	2	後線輕微下陷(深度 <10 cm、面積 <10 m ²)	持續監測
			3	後線明顯下陷($10 \leq$ 深度 ≤ 15 cm、 10 m ² $\leq$ 面積 ≤ 20 m ²)	持續監測
			4	後線嚴重下陷(深度 >15 cm、面積 >20 m ²)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
海床		冲刷	2	基礎輕微淘刷(冲刷坑深度目視約 50 cm 以下)	基礎輕微淘刷(冲刷坑深度約 50cm 以下)
			3	基礎明顯淘刷(冲刷坑深度目視約 50~100 cm)	基礎中等淘刷(冲刷坑深度約 50~100 cm)
			4	基礎嚴重淘刷(冲刷坑深度目視約 100 cm 以上)	基礎嚴重淘刷(冲刷坑深度約 100 cm 以上)

註 1：經常性修復作業。

表 2-28 板樁式碼頭劣化異狀與處置對策

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
碼頭本體	岸肩	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)	樹脂砂漿塗抹工法(C1)註 1
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)	灌注環氧樹脂工法(C2)註 1
			4	裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約 5 mm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 <15 cm，深度 <2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 >2.5 cm 或剝落寬度直徑 >15 cm，深度 ≤ 2.5 cm	混凝土及鋼筋修補(C4)

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
		沈陷	4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 >15 cm，深度 >2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
			2	岸肩輕微下陷(面積 <5 m ² 、高度 <2.5 cm)	持續監測
			3	岸肩明顯下陷(面積 ≤5 m ² 、高度 >2.5 cm 或面積 >5 m ² 、高度 ≤2.5 cm)	持續監測
			4	岸肩嚴重下陷(面積 >5 m ² 、高度 >2.5 cm)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	壁體	接縫開裂	2	有輕微開裂(長度約達 10~20 cm)，漏砂狀況(鋼棒可入裂縫約 <5 cm 深)	持續監測
			3	有中等開裂(長度約達 20~30 cm)，漏砂狀況(鋼棒可入裂縫 5~10 cm 深)	持續監測
			4	有嚴重開裂(長度約達 30 cm 以上)，漏砂狀況(鋼棒可入裂縫約 >10 cm 深)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		穿孔	3	帶狀區域的鏽蝕、局部小型穿孔(面積小於 5 cm ²)現象	持續監測
			4	帶狀區域的鏽蝕、並有局部小型穿孔(面積介於 5~20 cm ²)現象	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		防蝕系統	2	連續性多範圍鏽蝕，鋼板樁表面穿孔(面積大於 20 cm ²)擴大且有漏砂現象	無
			3	防蝕塊耗損小於 1/3	無
			4	防蝕塊耗損介於 1/3~2/3	防蝕系統更換(S1、S2)
	後線	沈陷 (雨天檢視)	2	防蝕塊耗損大於 2/3	持續監測
			3	後線輕微下陷(深度 <10 cm、面積 <10 m ²)	持續監測
			4	後線明顯下陷(10 ≤ 深度 ≤ 15 cm、10 m ² ≤ 面積 ≤ 20 m ²)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
海床	沖刷		2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50 cm 以下)	持續監測
			3	基礎明顯淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100 cm)	設置消波塊
			4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100 cm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強

註 1：經常性修復作業。

表 2-29 棧橋式碼頭劣化異狀與處置對策

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
面版	梁	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)	灌注環氧樹脂工法(C2)
			4	裂縫擴散至整個梁(裂縫寬度約 5 mm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm	混凝土及鋼筋修補(C4)
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	岸肩	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)	樹脂砂漿塗抹工法(C1) 註 1
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)	灌注環氧樹脂工法(C2) 註 1
			4	裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約 5 mm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm	混凝土及鋼筋修補(C4)
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		沈陷	2	岸肩輕微下陷(面積<5 m ² 、高度<2.5 cm)	持續監測
			3	岸肩明顯下陷(面積≤5 m ² 、高度>2.5 cm 或面積>5 m ² 、高度≤2.5 cm)	持續監測
			4	岸肩嚴重下陷(面積>5 m ² 、高度>2.5 cm)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	岸肩	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)	樹脂砂漿塗抹工法(C1)

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
	底部		3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
			4	裂縫擴散至整個岸肩底部(裂縫寬度約 5 mm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm	持續監測
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm	微細混凝土(C7)
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	後線	沈陷 (雨天檢視)	2	後線輕微下陷(深度<10 cm、面積<10 m ²)	持續監測
			3	後線明顯下陷(10≤深度≤15 cm、10 m ² ≤面積≤20 m ²)	持續監測
			4	後線嚴重下陷(深度>15 cm、面積>20 m ²)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
墩柱(鋼管樁)		腐蝕	2	局部區域有鏽蝕集中	持續監測
			3	帶狀區域的鏽蝕，並有局部小型穿孔	持續監測
			4	連續性之鋼管樁鏽蝕，鋼管樁表面穿孔擴大	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		防蝕包覆損壞	2	劣化面積 0.3 % 以下	
			3	劣化面積介於 0.3~10 % 之間	防蝕塗料維修
			4	劣化面積 10 % 以上	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
墩柱 (混凝土樁)		裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以下)	持續監測
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5 mm 以內)	特密管灌漿(C6)、噴凝土修復(C5)
			4	裂縫擴散至整個墩柱(裂縫寬度約 5 mm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	剝落		2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm	持續監測
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm	特密管灌漿(C6)、噴凝土修復(C5)

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
拋石護坡	破壞	2	護坡塊石輕微受損(護坡塊石破壞率約 5 %以下)	持續監測	
		3	護坡塊石明顯受損(護坡塊石破壞率約 5 %~20 %)	持續監測	
		4	護坡塊石嚴重受損(護坡塊石破壞率約 20 %以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強	
海床	沖刷	2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50 cm 以下)	持續監測	
		3	基礎中等淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100 cm)	設置消波塊	
		4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100 cm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強	

註 1：經常性修復作業。

表 2-30 碼頭附屬設施劣化異狀與處置對策

構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
繫船柱	腐蝕龜裂	2	材質輕微鏽損狀況，基座無明顯龜裂情形	防蝕塗料維修 ^{註 1}
		3	材質明顯鏽損狀況，基座有明顯龜裂情形	防蝕塗料維修
		4	材質嚴重鏽損與剝落，基座嚴重龜裂	置換構件
防舷材	龜裂破損	2	材質表面褪色、輕微劣化，螺帽鬆脫或缺損	構件脫落之修復 ^{註 1}
		3	材質表面劣化明顯，螺栓缺損，靠船時能明顯觀察到龜裂現象	構件脫落之修復 ^{註 1}
		4	材質老化、構件變形或掉落	置換構件
車擋	龜裂破損	2	材質表面輕微龜裂情形	無
		3	材質表面有明顯龜裂，基座有龜裂情形	無
		4	材質嚴重龜裂貫穿車擋或多處破損	置換構件
起重機軌道	腐蝕位移	2	兩軌間距高差<3 mm、兩軌間距左右差<5 mm	無
		3	兩軌間距高差 3mm~4.25 mm、兩軌間距左右差 5~10 mm、局部區域有生鏽	無
		4	兩軌間距高差≥4.25 mm、兩軌間距左右差≥10 mm、大範圍生鏽影響功能	置換構件

註 1：經常性修復作業。

第三章 研究方法與步驟

賡續民國 100 年至 101 年研究內容，持續辦理港灣構造物現況調查與檢測評估工作，調查流程如圖 3.1 所示。本年度調查對象原為基隆、蘇澳及台北等港，但因民國 100 及 101 年配合基隆港務分公司之維護管理實務需要，本研究已完成大部分基隆港區碼頭現況調查，基隆公司並於 102 年度參用本所歷年調查結果及檢測程序，自行辦理其所轄臺北及蘇澳港區碼頭之結構安全檢測評估作業，因此調查對象已有變動。

花蓮港區外港 17 至 25 號碼頭、西防波堤海側及新舊東堤港內側交接處，在民國 80 年四期擴建工程完工迄今已近二十餘年，未進行檢測；內港 4 至 6 號鋼板樁碼頭，近年來亦發現潮間帶有銹蝕、裂縫之情形，為維持港埠正常營運，亟需對全港埠設施進行檢測及評估，研擬修復對策，故本年度實際調查對象改為花蓮港區。

本年研究內容主要乃參酌歷年來花港之檢測結果，再依序進行結構安全評估與建置維護管理系統，工作項目包含：(1)花蓮港區碼頭及防波堤之目視及非破壞性檢測；(2)花蓮港 1 至 25 號碼頭水下調查及水深量測；(3)花蓮港 4 至 9 號碼頭與航道西側岸壁鋼板樁厚度檢測與防蝕效能評估；(4)建置花蓮港碼頭維護管理系統等。

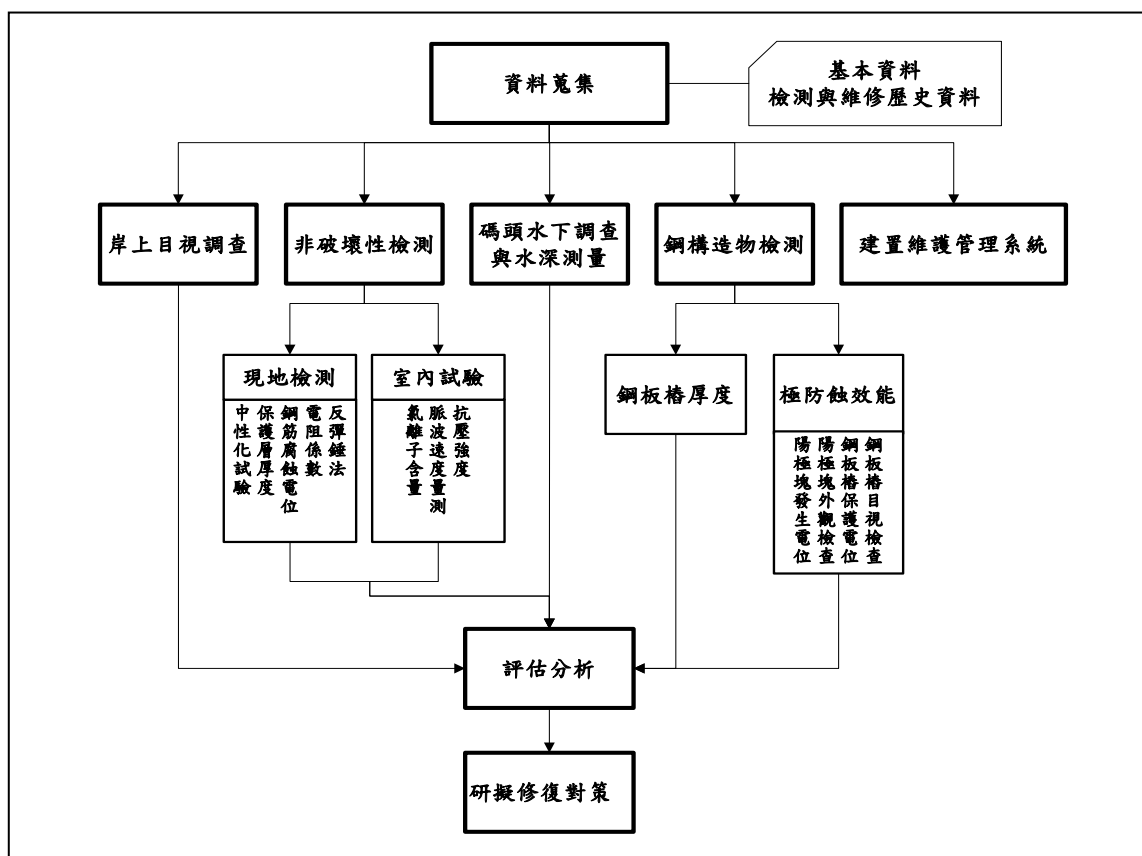


圖 3.1 現況調查流程

3.1 構造物及維修資料蒐集

3.1.1 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。

3.1.2 檢測及維修資料蒐集

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。

3.2 岸上目視調查

由研究人員以近距離目視觀察碼頭及防波堤陸上結構體混凝土表面外觀損壞狀況，如裂縫、剝落、破洞、鋼筋外露或腐蝕…等之初步觀察鑑定，描繪記錄劣損位置及情形，各座碼頭及防波堤之陸上混凝土結構體應逐一編號記錄。

3.3 非破壞性檢測、半破壞性檢測與室內試驗

3.3.1 非破壞性檢測

1. 反彈錘法

反彈錘法是一種非常簡單的強度檢測方法，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。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。

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。反彈值與混凝土表面推估所得抗壓強度之關係，如表 3-1 所示。

表 3-1 反彈值與混凝土表面推估所得抗壓強度之關係

反彈值	20	25	30	35	40	45	50
推估強度 Kg/cm ²	86	141	205	276	351	432	513

2. 鋼筋電阻係數量測

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。電阻係數與鋼筋腐蝕速率之關係如表 3.2 所示。

表 3-2 電阻係數與鋼筋腐蝕速率之關係

電阻係數($K\Omega\cdot\text{cm}$)	鋼筋腐蝕速率
< 5	極高
5-10	高
10-20	低~中等
>20	低

3. 鋼筋腐蝕電位量測

混凝土內鋼筋腐蝕是一種電化學反應(Electro Chemical 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，使鋼筋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，如圖 3.2 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。

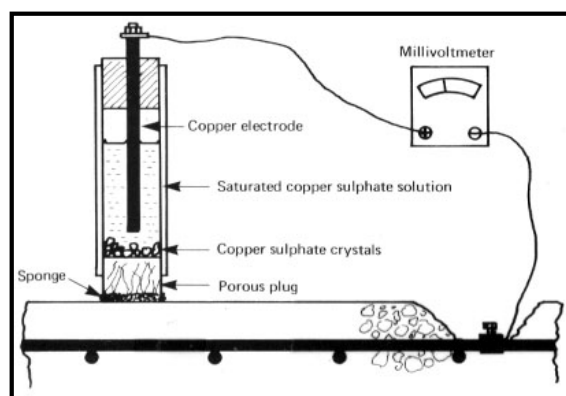


圖 3.2 鋼筋腐蝕電位量測示意圖

鋼筋腐蝕電位與腐蝕機率之關係，依據 ASTM C-876 及 Van Daveer 建議之關係，如表 3-3 所示。

表 3-3 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~-350	50%~95%
<-350	>95%

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 mV，容易造成誤判。
- (3)無法用於海水下方之構造物。

4. 保護層厚度量測

應用非破壞性電磁儀器鋼筋測定儀(R-Meter)，可以量測鋼筋保護層的厚度，瞭解施工品質，提早決定若保護層厚度不足時應採取之因應對策。儀器使用前須先選擇鋼筋直徑尺寸，再決定探頭的型式後，才能正確量測保護層厚度大小，量測儀器如圖 3.3 所示。

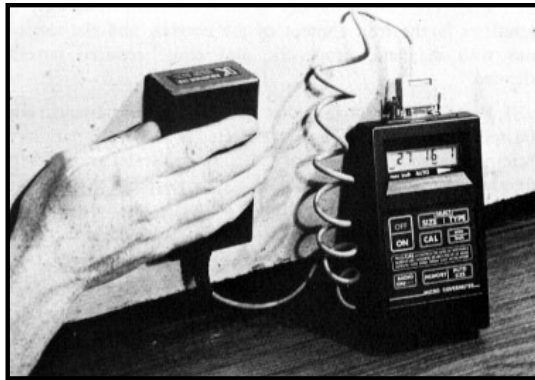


圖 3.3 保護層厚度測定儀

保護層愈厚則對於防止水份、鹽份、氧氣等滲透之能力就愈大，故能提高防蝕能力。設計時應配合環境條件規定適當的保護層厚度，根據國外資料，在海洋環境下飛沫帶，鋼筋混凝土結構物的保護層厚度最少須 75 mm 以上。表 3-4 為中華民國國家標準(CNS)規範一般鋼筋混凝土構造物之最小保護層厚度之相關規定。

表 3-4 鋼筋混凝土之最小保護層厚度(CNS 3050)

單位：mm

構造物曝露環境	版		牆	梁	柱	基腳
	厚度 < 22.5	厚度 > 22.5				
不直接受風雨侵蝕之面	20	25	20	40	40	40
直接受風雨侵蝕之面						
鋼筋 < D16	40	40	40	40	40	40
鋼筋 > D16		50	50	50	50	50
經常與水或土壤接觸之面		65	65	65	75	65
混凝土直接澆置於土壤或岩石上，或與腐蝕性液體接觸之面	50	75	75	75	75	75
與海水接觸之面	75	100	100	100	100	100

3.3.2 半破壞性檢測與室內試驗

本檢測主要為執行混凝土鑽心試體取樣，目的為決定結構體部份區域之混凝土抗壓強度，同時取出之試體可做中性化試驗與超音波脈

波檢測。鑽心試驗是依據 CNS 規範，取樣之圓柱試體，試體直徑至少為最大粗料粒徑之 3 倍，試體長度最好為直徑之 2 倍。

1. 中性化試驗

測定混凝土中性化深度及區域，最簡便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。圖 3.4 為現地鑽心試體中性化試驗之情形。



圖 3.4 鑽心試體中性化試驗情形

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 5 mm，並與垂直軸不得成 5° 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 CNS 1232 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 3-5 之更正因數(表中未列入之值，可由內差法求知)。

圖 3.5 至圖 3.8 為試驗執行過程。

表 3-5 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



圖 3.5 鑽心試體切割



圖 3.6 試體之蓋平



圖 3.7 試體之抗壓試驗



圖 3.8 抗壓機讀取之數據

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 3-6 所示，可作初步研判。

表 3-6 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 規範之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(如圖 3.9)，靜置 24 小時後過濾之(如圖 3.10)，以離子層析儀測得之 Cl^- 含量(如圖 3.11、圖 3.12 所示)。氯離子含量與鋼筋腐蝕機率之關係如表 3-7 所示。



圖 3.9 試樣浸泡於蒸餾水煮沸



圖 3.10 靜置 24 小時後過濾之澄清液



圖 3.11 離子層析儀試驗 1



圖 3.12 離子層析儀試驗 2

表 3-7 氯離子(Cl^-)含量與鋼筋腐蝕機率之關係

Cl ⁻ 含量(%，佔水泥量)	Cl ⁻ 含量(kg/m ³ 混凝土)	鋼筋腐蝕機率
< 0.4	< 1.5	可忽略
0.4 – 1.0	1.5 – 3.5	可能腐蝕
1.0 – 2.0	3.5 – 7.0	或有腐蝕
> 2.0	> 7.0	一定腐蝕

3.4 碼頭水下調查及水深量測

3.4.1 水下調查

由潛水人員以近距離目視觀察碼頭及防波堤水下結構表面外觀損壞狀況，如裂縫、剝落、破洞、鋼筋外露或腐蝕…等之初步觀察鑑定，描繪記錄劣損位置及情形，各座碼頭及防波堤之水下結構應逐一編號記錄，並交由研究人員進行評估分析。

3.4.2 水深量測

以水深多音束探測儀進行水深測量，其量測原理如下：

為精確詳實的呈現水深地形的細微變化，可採用高效率、高測點密度的多音束水深測量系統。多音束測深音鼓可以傾斜約 35 度角的方式安置，由音束側打方式主要針對碼頭面，且仍然可以施測碼頭旁水深地形。音鼓側打與正打差異之示意圖如圖 3.13 所示。

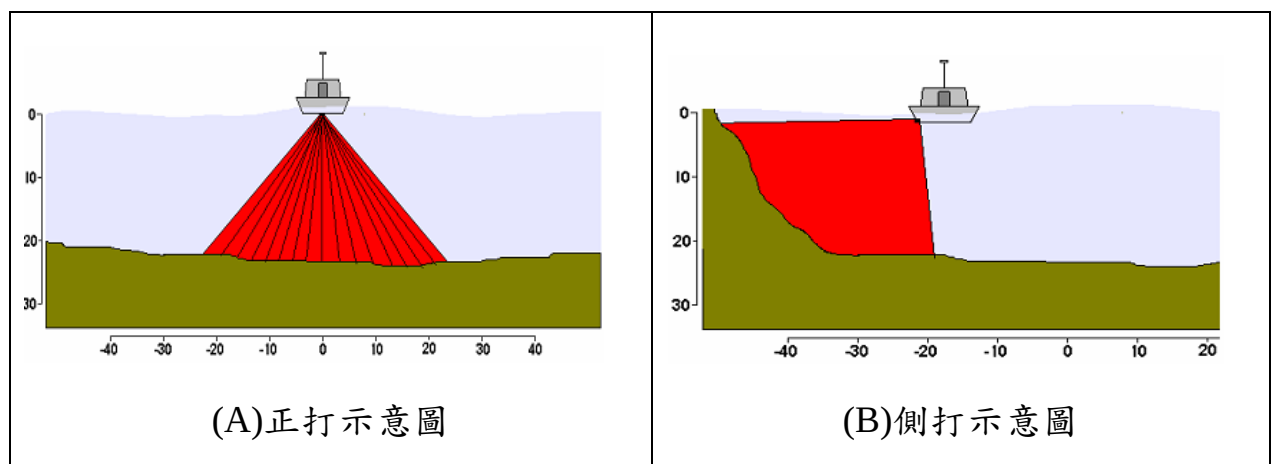


圖 3.13 多音束水深測量音鼓正打側打差異示意圖

多音束測深機(以 RESON SeaBat 8124 為例)，其作業功能及系統架構如下圖 3.14、圖 3.15 所示：

- A. 音束涵蓋範圍 120° ，約為 3.4 倍水深之寬度，共有 80 個音束，每個音束大小為 1.5° 。
- B. 測深可達 300 m，測深解析度 1 cm，測深精度符合國際海測組織 IHO 規範。
- C. 聲納頻率 200 kHz，施測頻率最高可達 40 Hz，最高船行作業速度可達 12 節。
- D. 搭配 Hypack 資料收集軟體(如圖 3.16)，可即時了解測區深度，觀測覆蓋狀況等。

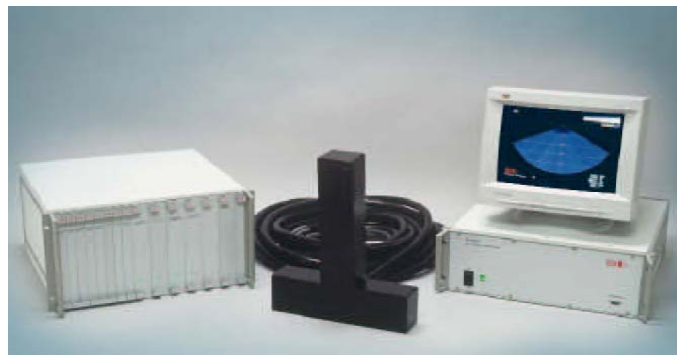


圖 3.14 RESON SeaBat 8124 多音束測深儀

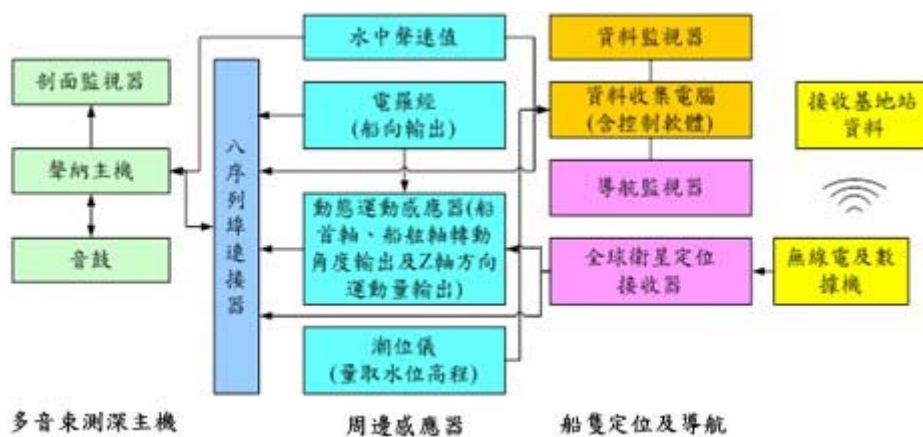


圖 3.15 多音束測深儀 RESON SeaBat8124 系統架構示意圖

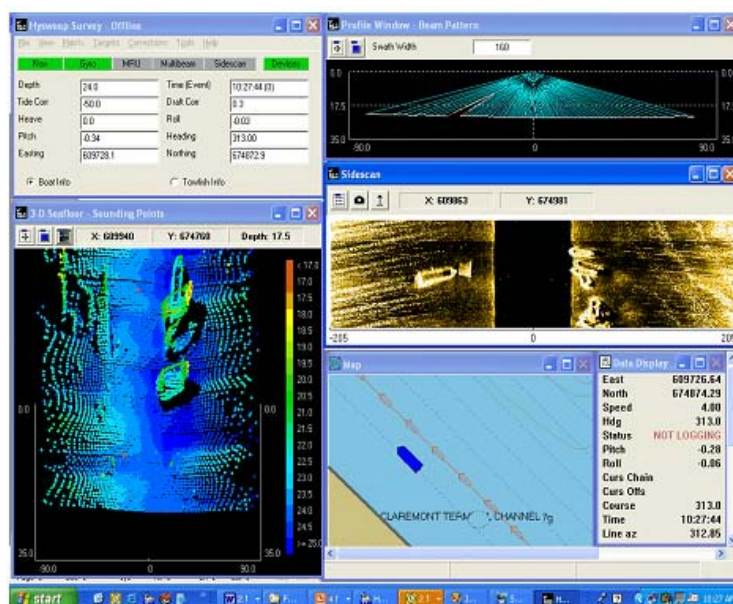


圖 3.16 HYPACK MAX 軟體—多音束測深系統施測畫面

多音束水深測量主要是以測深儀測深，搭配 GPS 衛星定位系統定位，並配合周邊設備如運動姿態感測器、電羅經、聲速儀、潮位儀等施測，達到高精度、高效率之海域地形測量方式。水深測量作業流程如圖 3.17 所示。

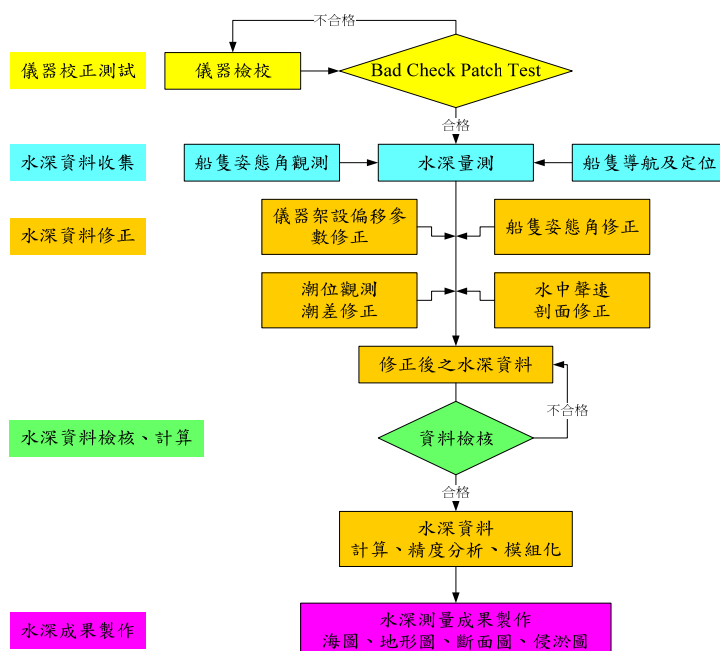


圖 3.17 水深測量作業流程圖

3.5 鋼構造物檢測

3.5.1 鋼板（管）樁厚度檢測

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 3.18。

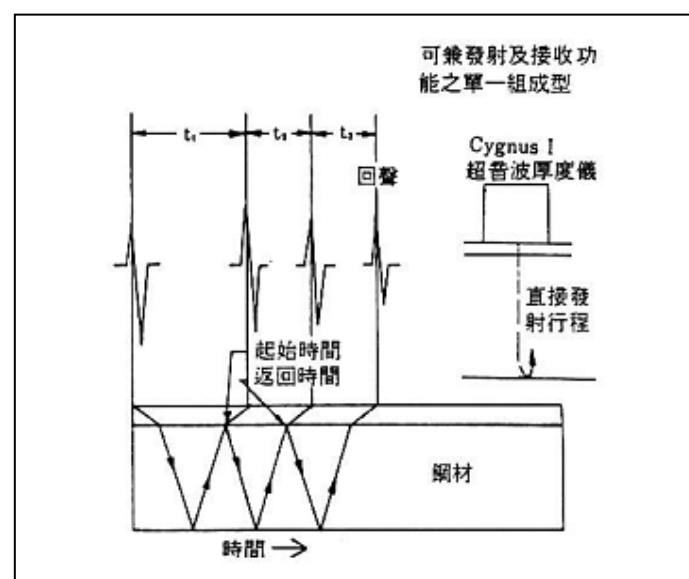


圖 3.18 測厚儀量測之示意圖

厚度計算可由下列數學式求得：

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

式中 V ：超音波在鋼板樁中之傳播速度 (5920 m/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期，可計算鋼板樁之實際腐蝕速率。腐蝕速率換算公式如下：

腐蝕速率=腐蝕量/使用年期

= (原始厚度-現有厚度)/使用年期 (3-2)

3.5.2 防蝕系統檢測

1. 腐蝕電位測定：

陰極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測定鋼構造物的電位，掌握防蝕設施的電位分佈狀況進而得知防蝕狀態。如圖 3.19 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 3.20 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。

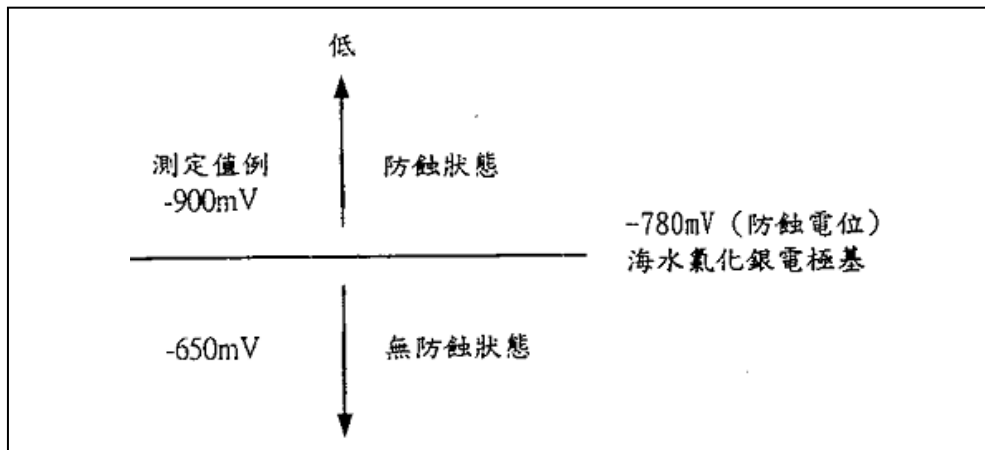


圖 3.19 防蝕效果的判定方法

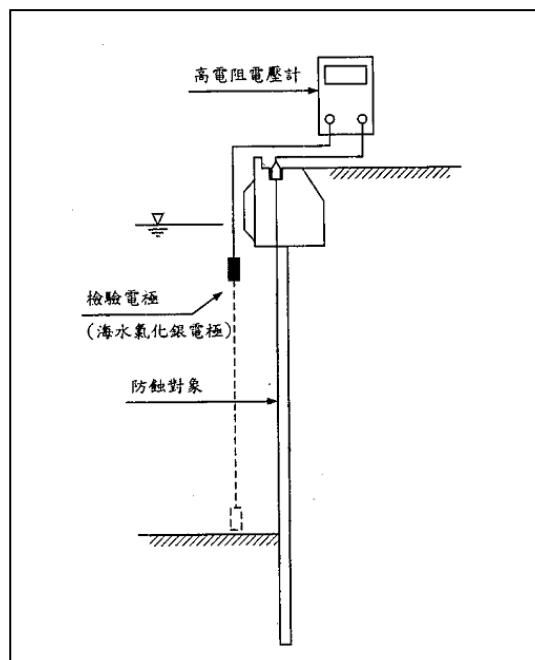


圖 3.20 電位測定示意圖

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 3.21 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。

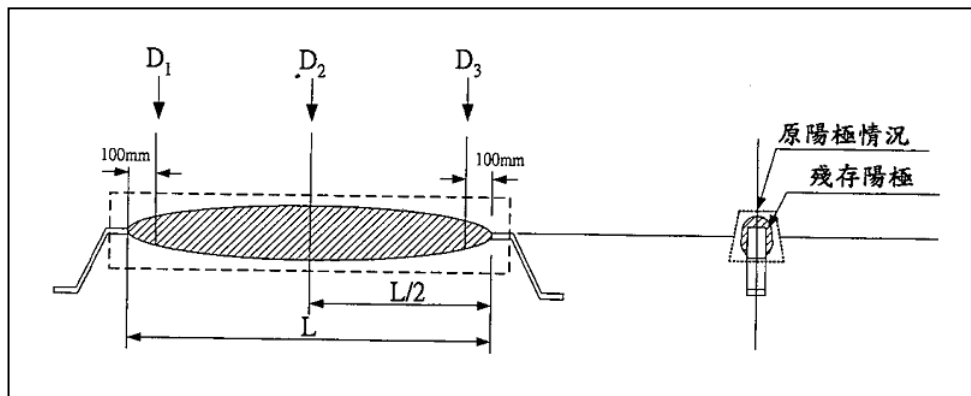


圖 3.21 陽極尺寸測定示意圖

陽極年平均消耗量=(陽極初期重量-陽極殘存重量)/經過年數.... (3-3)

殘存壽命=陽極殘存量/陽極年平均消耗量 (3-4)

另外，也可從陽極平均發生電流求取殘存壽命

殘存壽命=(陽極殘存量×陽極有效電氣量)/陽極平均發生電流 (3-5)

3.6 碼頭維護管理系統建置

碼頭維護管理資訊系統建置流程如圖 3.22 所示。首先擬定檢測評估標準作業程序，作為維護管理資訊系統與現場檢測執行之依據，包含訂定「巡查與維修類型」，以作為經常、定期與特別巡查之執行重點與巡查頻率；訂定「碼頭構造物之構件編碼」，以供維護管理系統建構構件單元之用；制訂「碼頭構造物目視檢測標準」，以供檢測評估之判定準則；制訂「碼頭構造物構件修復排序準則」，以供維護管理系統配

合檢測資料進行修復優先序之擬定；研擬「碼頭構造物構件改善對策」，以供維護管理資訊系統針對碼頭構造物構件劣化之狀況，建議修復工法。

維護管理系統模組建置乃依循檢測評估標準作業程序，建置花蓮港碼頭構造物相關資料。

基本資料模組除收集相關基本資料外，並依前述之「碼頭構造物之構件編碼」，建置花蓮港 25 座碼頭及航道西側基本資料

檢測資料模組，將依「經常巡查」、「定期巡查」與「特別巡查」等類型，配合檢測評估標準作業程序所制訂之「碼頭構造物之構件編碼」與「碼頭構造物目視檢測標準」，建置此模組的檢測資料輸入與查詢之功能。

維修排序模組依前述之「碼頭構造物目視檢測標準」於管理系統中產出各構件之修復優先序，並依「碼頭構造物構件改善對策」，提供建議修復對策之工法。

維修記錄模組依前述之「碼頭構造物之構件編碼」，作為碼頭構造物修復後之資料記錄。

權限管理模組可供使用者進行帳號申請與權限控管之用。現地檢測作業乃依循檢測評估標準作業程序中之「碼頭構造物之構件編碼」與「碼頭構造物目視檢測標準」，進行花蓮港 25 座碼頭岸上構件之目視檢測評估。

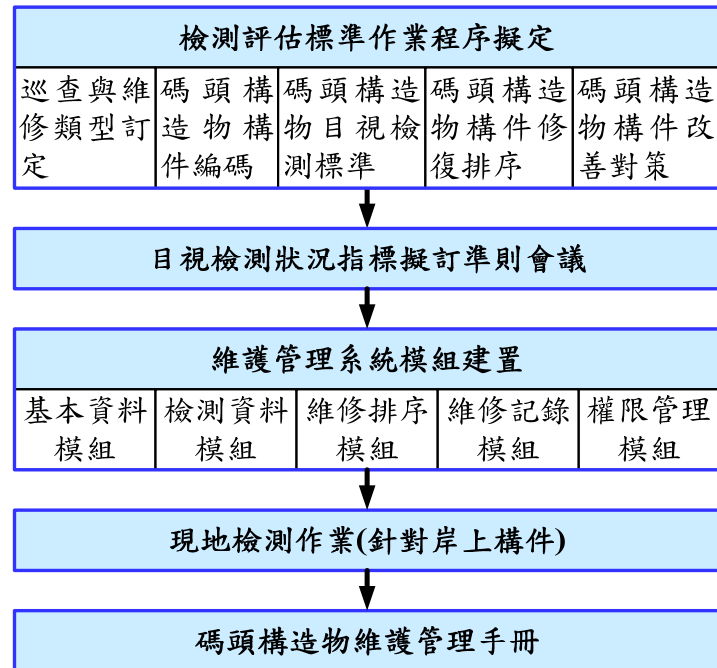


圖 3.22 建置碼頭維護管理系統流程

第四章 結果與討論

本年度調查範圍包括：花蓮港 1 至 25 號碼頭（重力方塊式、重力沉箱式）、西防波堤與新、舊東堤等。工作項目內容包含(1)構造物基本及檢測維修資料蒐集；(2)岸上目視及非破壞性檢測；(3)碼頭水下調查及水深量測；(4) 4 至 9 號碼頭與航道西側岸壁鋼板樁厚度檢測與防蝕效能評估；(5)建置花蓮港碼頭維護管理系統等。調查結果與討論詳列如下：

4.1 構造物基本及檢測維修資料蒐集

花蓮港全港共計有碼頭 25 座，防波堤全長 4,187 公尺，碼頭防波堤基本資料與位置如表 4-1 及圖 4.1 所示，結構型式詳列於附錄一。

表 4-1 花蓮港碼頭及防波堤基本資料

編號	用途	長度 (m)	設計 水深(m)	碼頭結構	建造日期
碼頭部分					
1 號	雜貨	123	-7.5	混凝土重力式	民國 19 年至 28 年
2 號	雜貨	153	-7.5	混凝土重力式	" "
3 號	雜貨	134	-7.5	混凝土重力式	" "
4 號	雜貨、油品	160	-8.5	鋼板樁式	民國 48 年至 51 年
5 號	雜貨	160	-8.5	鋼板樁式	" "
6 號	雜貨	150	-8.5	鋼板樁式	民國 58 年至 62 年
7 號	雜貨	120 18	-6.5 -6.5	重力式 鋼板樁式	" "
8 號	水泥	220	-10.5	鋼板樁式	" "
9 號	雜貨	103	-9.5	鋼板樁式	民國 63 年至 67 年
10 號	水泥石料	368	-9.5	混凝土重力式	" "

編號	用途	長度 (m)	設計 水深(m)	碼頭結構	建 造 日 期
11 號	水泥石料	368	-9.5	混凝土重力式	民國 63 年至 67 年
12 號	雜貨	150	-7.5	混凝土重力式	〃 〃
13 號	雜貨	370	-9.5	混凝土重力式	〃 〃
14 號	雜貨	370	-9.5	混凝土重力式	〃 〃
15 號	雜貨	100	-8.5	混凝土重力式	〃 〃
16 號	客運	144	-7.5	混凝土重力式	〃 〃
17 號	雜貨	200	-12.0	消波方塊式	〃 〃
18 號	水泥	200	-12.0	消波方塊式	民國 70 年
19 號	水泥	310	-14.0	消波沉箱式	民國 71 年
20 號	石料	302	-14.0	消波沉箱式	民國 73 年
21 號	石料	200	-14.0	消波沉箱式	民國 74 年
22 號	石料	200	-14.0	消波沉箱式	民國 75 年
23 號	木片	272	-14.0	消波沉箱式	民國 76 年
24 號	油品	271	-14.0	消波沉箱式	民國 76 年
25 號	煤	332	-16.5	消波沉箱式	民國 78 年
航道西側		527		鋼板樁式	民國 78 年
防波堤部分					
編號	長度(m)	設計水深(m)		結構型式	建 造 日 期
舊東堤	1,330	-2.0~-3.0		重力式直立堤	民國 25 年
新東堤	1,837	-3.0~-16.5		重力式沉箱式斜坡堤	民國 80 年
西防波堤	1,050	0~-16.5		重力式直立堤 重力式沉箱式斜坡堤	民國 78 年



圖 4.1 花蓮港碼頭與防波堤平面圖

4.2 岸上目視檢測

4.2.1 碼頭岸上目視檢測

本研究分別於 102/04/22～102/04/25、102/06/03～102/06/07、102/07/23～102/07/26、102/08/05～102/08/09、102/09/03～102/09/05 及 102/09/10～102/09/12 等，分次至花蓮港執行碼頭岸上目視檢測，發現少部分碼頭面版出現龜裂、沈陷、材質劣化；岸肩、車擋混凝土剝落或鋼筋腐蝕外露；碼頭後線下陷；護舷材破損、材質劣化及裂縫或螺栓鬆脫；繫船樁表面腐蝕與飛沫帶鋼板樁孔蝕等現象，尚無立即性之嚴重損及營運安全之狀況，檢測時碼頭現況如圖 4.2 至圖 4.6 與附錄二所示。



圖 4.2 碼頭面版龜裂、沈陷情形(#5 ~ #6)



圖 4.3 岸肩混凝土剝落或鋼筋腐蝕外露情形(#4 ~ #5)



圖 4.4 護舷材破損、材質劣化情形



圖 4.5 繫船樁表面腐蝕情形



圖 4.6 飛沫帶鋼板樁表面腐蝕情形(#4 ~ #5)

4.2.2 防波堤岸上目視檢測

本研究分別於 102/06/03 ~ 102/06/07、102/07/23 ~ 102/07/26、102/09/03 ~ 102/09/05、102/09/10 ~ 102/09/122 等執行防波堤岸上目視檢測作業，發現舊東堤 0K+660 m 附近堤身靠海側已遭海浪掏空，部分堤面混凝土剝落或劣化，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(AAR)之徵候，雖無立即性重大危害發生，建議應持觀察，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 AAR 相關檢測，以降低構造物發生崩壞之風險。檢測時防波堤現況如圖 4.7 至圖 4.11 與附錄二所示。



圖 4.7 舊東堤 0K+660m 處掏空情形



圖 4.8 防波堤堤面現況 (新東堤)



圖 4.9 防波堤堤身現況 (舊東堤)



圖 4.10 防波堤港側現況 (新東堤)



圖 4.11 西防波堤堤身及消波塊現況

4.3 非破壞性檢測

本研究依港區碼頭及防波堤不同結構型式，選定 6-8 號（重力方塊式）、17 號、21 號、24-25 號（重力沉箱式）、西防波堤與新、舊東堤等共 13 處測點，於 102/06/03~102/06/07、102/07/23~102/07/26 進行現地反彈錘、電阻係數、鋼筋腐蝕電位、保護層厚度量測等非破壞性檢測，並鑽取混凝土試體量測中性化深度，試體並攜回試驗室進行抗壓強度、超音波脈波速度及氯離子濃度等試驗。現地作業情形如圖 4.12 所示，檢測結果詳如表 4-2 至 4-5 及附錄三所示。

4.3.1 反彈錘試驗

以反彈錘在碼頭岸壁及防波堤堤身檢測混凝土現有強度分佈狀況，檢測結果示如附錄三及表 4-2。檢測之 7 處碼頭岸壁，由平均反彈值推估混凝土抗壓強度約在 $226 \sim 438 \text{ kg/cm}^2$ 之間，以 6 號碼頭推估強度最高，24 號碼頭最低。由鑽心取樣試體外觀比較，6 號碼頭混凝土粒料大小粒徑分佈、級配較為均勻，24 號碼頭部分則有出現氣泡與細小孔洞。檢測 6 處防波堤堤身之推估強度則在 $152 \sim 318 \text{ kg/cm}^2$ 之間，以新東堤 0K+230 處最高，西堤 0K+717 處最低。

4.3.2 電阻係數

一般而言電阻係數越大，內部鋼筋腐蝕速率越低，其相對關係如表 3.2。本研究以兩個探針(probe)式之電阻儀器，量測碼頭岸壁及防波堤堤身之電阻係數，量測結果示如表 4-2。碼頭部分電阻係數多在 $5 \sim 10 \text{ K}\Omega$ 之間，參照表 3-2，顯示其內部鋼筋腐蝕機率高，防波堤堤身則在 $5\text{-}25 \text{ K}\Omega$ 之間，相對而言，其內部鋼筋腐蝕機率多位於中等或低之範圍。

4.3.3 鋼筋腐蝕電位

以硫酸銅參考電極量測碼頭岸壁鋼筋腐蝕電位，量測結果示如表 4-2，大部分鋼筋腐蝕電位值均介於 $-212 \sim -432 \text{ mV}$ 之間，依據 ASTM C876 規範(如表 3.3)，本次調查之碼頭岸壁內部鋼筋腐蝕機率為 50% 以上，鋼筋腐蝕電位值小於 -350 mV 部分，腐蝕機率可能達 95%。

4.3.4 保護層厚度量測

以鋼筋探測儀檢測碼頭岸壁鋼筋保護層厚度，量測結果示如表 4-2。大部分保護層厚度介於 $7.2 \sim 15 \text{ cm}$ 之間，應符合海洋環境構造物設計規範之要求。低於 7.5 cm 部分，保護層稍有不足，推斷原因可能為碼頭岸壁建造施工時，模板內配置之鋼筋可能因澆置混凝土，受到鋼筋自重或外力因素，發生鋼筋傾斜偏離或移位等現象造成。

4.3.5 中性化深度

現場鑽取碼頭與防波堤混凝土試體，將其置於乾燥環境自然乾燥後，於混凝土表面噴灑酚酞指示劑，觀察試體顏色變化，判斷其中性化深度。檢測結果示如表 4-2。碼頭岸壁與防波堤堤身試體中性化深度僅約 0~0.5 cm 左右，顯示混凝土內部仍應為鹼性環境，對鋼筋仍具是當保護作用。

4.3.6 抗壓強度

鑽心試體攜回試驗室依據 CNS 規範之規定，切取適當長度並蓋平，測試其抗壓強度，試驗結果示如表 4-3。碼頭岸壁部分平均抗壓強度介於 $222 \sim 663 \text{ kg/cm}^2$ 之間，防波堤堤身介於 $249 \sim 447 \text{ kg/cm}^2$ 之間。與由反彈值推估強度相較，其趨勢大致符合，惟後者數值較低。

4.3.7 超音波脈波速度

鑽心試體攜回試驗室依據 CNS 規範之規定，以超音波脈波測儀量測通過試體之時間並計算其速度，瞭解混凝土之品質狀況。試驗結果示如表 4-4，所有試體之脈波速度均大於 3000 m/s，顯示混凝土品質應屬正常範圍。

4.3.8 氯離子分析

鑽心試體攜回試驗室，每一測點取一試體依距離表面不同深度(0~7cm)鑽取粉末並過篩，依 AASHTO-T260 規範之硬固混凝土氯離子含量試驗進行分析，分析結果示如表 4-5。結果顯示氯離子含量在越靠近表面較高，其含量亦多隨身度增加而減少之趨勢。本次分析碼頭岸壁表面氯離子含量介於在 $0.70 \sim 4.00 \text{ kg/cm}^3$ 之間，防波堤堤身為 $0.70 \sim 3.6 \text{ kg/cm}^3$ 之間，對照表 3-7 其內部鋼筋之腐蝕機率为"可能"、"或有"腐蝕之範圍。



圖 4.12 非破壞性檢測現地作業情形

表 4-2 現地非破壞性檢測結果

檢測位置	平均反彈值 (推估強度 kg/cm ²)	中性化 深度(cm)	電阻係數 (KΩ)	腐蝕電位 (mV)	保護層 厚度(cm)
#6 碼頭 0K+090	44.2(438)	0.0~0.2	5.0~8.1	-268~-212	7.3~9.6
#7 碼頭 0K+080	34.1(263)	0.0~0.3	5.9~6.9	-272~-231	7.9~15.1
#8 碼頭 0K+038	37.9(319)	0.0~0.2	4.5~17.4	-432~-296	7.2~15.4
#17 碼頭 0K+100	43.9(414)	0.1~0.3	1.6~ 8.7	-424~-320	8.4~ 10.2
#21 碼頭 0K+066	35.6(284)	0.1~0.5	7.0~16.2	-416~-338	7.2~13.3
#24 碼頭 0K+030	31.5(226)	0.1~0.3	7.7~18.1	-376~-288	8.6~15.5
#25 碼頭 0K+250	33.8(259)	0.0~0.3	8.2~17.3	-355~-215	10.2~17.3
舊東堤 1K+230	32.8(244)	0.1~0.2	5.0~17.2	---	---
新東堤 0K+050	31.5(227)	0.0~0.3	4.4~ 9.9	---	---
新東堤 0K+230	37.8(318)	0.0~0.3	10.0~26.2	---	---
新東堤 0K+385	33.9(261)	0.0~0.2	5.3~22.9	---	---
西堤 0K+717	25.7(152)	0.1~0.5	10.5~15.6	---	---
西堤 1K+050	27.8(178)	0.2~0.5	8.7~29.9	---	---

表 4-3 碼頭及防波堤鑽心試體抗壓強度試驗結果

試體編號	荷重 kg	高度 cm	高度 /6.75	修正 係數	直徑 cm	抗壓強度 kg/cm ²	抗壓強度 kg/cm ²	平均
#6碼頭 0K+090 C7	22520	13.2	1.96	1.00	6.75	629	627	663
#6碼頭 0K+090 D5	21260	13.4	1.99	1.00	6.75	594	593	
#6碼頭 0K+090 E6	27670	13.1	1.94	1.00	6.75	773	770	
#7碼頭 0K+080 C4-1	28890	11.4	1.69	0.98	6.75	807	787	524
#7碼頭 0K+080 D6	14990	13.2	1.96	1.00	6.75	419	417	
#7碼頭 0K+080 B5	13230	13.3	1.97	1.00	6.75	370	369	
#8碼頭 0K+038 C5	19780	13.5	2.00	1.00	6.75	553	553	506
#8碼頭 0K+038 C6	21220	13.4	1.99	1.00	6.75	593	592	
#8碼頭 0K+038 C7	13360	13.4	1.99	1.00	6.75	373	373	
#17碼頭 0K+100 B5	14830	13.3	1.97	1.00	6.75	414	413	355
#17碼頭 0K+100 C7	9310	13.3	1.97	1.00	6.75	260	260	
#17碼頭 0K+100 D5	14100	13.3	1.97	1.00	6.75	394	393	
#21碼頭 0K+066 C5	17090	10.7	1.59	0.97	6.75	478	462	372
#21碼頭 0K+066 C6	8180	13.5	2.00	1.00	6.75	229	229	
#21碼頭 0K+066 E5	15310	13.2	1.96	1.00	6.75	428	426	
#24碼頭 0K+030 A5	7440	13.5	2.00	1.00	6.75	208	208	222
#24碼頭 0K+030 B4	8640	13.4	1.99	1.00	6.75	241	241	
#24碼頭 0K+030 C8	7720	13.5	2.00	1.00	6.75	216	216	
#25碼頭 0K+200 B4	7490	13.4	1.99	1.00	6.75	209	209	238
#25碼頭 0K+200 C8	9590	13.1	1.94	1.00	6.75	268	267	
#25碼頭 0K+200 D4	----	----	----	----	----	----	----	
舊東堤 1K+230 B6	8370	12.9	1.91	0.99	6.75	234	232	249
舊東堤 1K+230 C7	9520	13.3	1.97	1.00	6.75	266	265	
舊東堤 1K+230 D5	----	----	----	----	----	----	----	
新東堤 0K+050 A6	9920	13.1	1.94	1.00	6.75	277	276	447
新東堤 0K+050 C7	21000	13.4	1.99	1.00	6.75	587	586	
新東堤 0K+050 D6	17140	13.5	2.00	1.00	6.75	479	479	
新東堤 0K+230 B5	11960	13.2	1.96	1.00	6.75	334	333	389
新東堤 0K+230 C7	----	----	----	----	----	----	----	
新東堤 0K+230 E5	15960	13.2	1.96	1.00	6.75	446	444	
新東堤 0K+385 A5	14100	13.3	1.97	1.00	6.75	394	393	305
新東堤 0K+385 C4	7810	13.3	1.97	1.00	6.75	218	218	
新東堤 0K+385 C7	----	----	----	----	----	----	----	
西堤 0K+717 C4	15800	13.3	1.97	1.00	6.75	442	440	367
西堤 0K+717 C6	9270	12.9	1.91	0.99	6.75	259	257	
西堤 0K+717 D5	14400	13.5	2.00	1.00	6.75	402	402	
西堤 1K+050 C6	6130	13.2	1.96	1.00	6.75	171	171	251
西堤 1K+050 C8	9150	13.1	1.94	1.00	6.75	256	254	
西堤 1K+050 D7	11750	13.4	1.99	1.00	6.75	328	328	

表 4-4 碼頭及防波堤鑽心試體超音波脈波速度量測結果

試體編號	長度 cm	通過時間 sec	波速 m/s	平均波速 m/s
#6碼頭 0K+090 C7	23.6	49.0	4816	4770
#6碼頭 0K+090 D5	24.6	52.7	4668	
#6碼頭 0K+090 E6	24.9	51.6	4826	
#7碼頭 0K+080 C4-1	14.7	30.9	4757	4507
#7碼頭 0K+080 D6	11.4	24.6	4634	
#7碼頭 0K+080 B5	5.7	13.8	4130	
#8碼頭 0K+038 C5	21.0	46.0	4565	4506
#8碼頭 0K+038 C6	23.3	51.4	4533	
#8碼頭 0K+038 C7	21.0	47.5	4421	
#17碼頭 0K+100 B5	16.3	39.4	4137	4207
#17碼頭 0K+100 C7	14.7	34.5	4261	
#17碼頭 0K+100 D5	13.3	31.5	4222	
#21碼頭 0K+066 C5	24.8	55.5	4468	4365
#21碼頭 0K+066 C6	25.4	58.9	4312	
#21碼頭 0K+066 E5	10.7	24.8	4315	
#24碼頭 0K+030 A5	21.0	54.8	3832	3859
#24碼頭 0K+030 B4	20.3	50.4	4028	
#24碼頭 0K+030 C8	22.6	60.8	3717	
#25碼頭 0K+200 B4	24.3	64.9	3744	3658
#25碼頭 0K+200 C8	14.5	39.0	3718	
#25碼頭 0K+200 D4	12.5	35.6	3511	
舊東堤 1K+230 B6	14.7	37.4	3930	4028
舊東堤 1K+230 C7	22.6	54.2	4170	
舊東堤 1K+230 D5	24.3	61.0	3984	
新東堤 0K+050 A6	19.9	49.4	4028	4084
新東堤 0K+050 C7	21.0	50.8	4134	
新東堤 0K+050 D6	21.6	52.8	4091	
新東堤 0K+230 B5	23.8	58.6	4061	4137
新東堤 0K+230 C7	24.8	59.9	4140	
新東堤 0K+230 E5	22.9	54.4	4210	
新東堤 0K+385 A5	24.7	59.5	4151	4172
新東堤 0K+385 C4	24.5	58.0	4224	
新東堤 0K+385 C7	20.5	49.5	4141	
西堤 0K+717 C4	22.0	53.0	4151	4047
西堤 0K+717 C6	23.1	57.8	3997	
西堤 0K+717 D5	24.6	61.6	3994	
西堤 1K+050 C6	23.0	57.3	4014	4053
西堤 1K+050 C8	22.7	59.4	3822	
西堤 1K+050 D7	22.7	52.5	4324	

表 4-5 碼頭及防波堤鑽心試體氯離子檢測結果(kg/m³)

試體編號	深度(距表面距離)						
	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm	6cm	7cm
#6 碼頭 0K+090	2.54	1.20	0.89	0.93	0.64	0.49	0.39
#7 碼頭 0K+080	1.64	1.90	1.60	1.32	0.57	0.82	0.91
#8 碼頭 0K+038	2.30	1.81	1.80	0.60	0.45	0.48	0.34
#17 碼頭 0K+100	0.70	0.95	0.84	0.86	0.76	0.63	0.51
#21 碼頭 0K+066	4.00	1.32	1.16	0.86	0.44	0.45	0.38
#24 碼頭 0K+030	2.68	1.67	1.25	1.21	0.98	0.87	0.85
#25 碼頭 0K+250	1.25	1.28	1.70	1.60	0.95	1.16	1.18
舊東堤 1K+230	1.30	1.65	1.07	1.11	0.63	0.62	0.46
新東堤 0K+050	0.70	1.02	0.81	0.65	0.38	0.41	0.30
新東堤 0K+230	1.60	1.32	0.57	0.82	0.91	0.62	0.56
新東堤 0K+385	3.60	1.77	1.41	1.13	1.28	1.00	0.84
西堤 0K+717	1.44	0.39	0.42	0.30	0.21	0.29	0.25
西堤 1K+050	0.62	1.16	1.22	1.08	0.96	0.85	0.65

4.4 碼頭水下調查與水深測量

4.4.1 碼頭水下調查

由於碼頭本體設施多位於水面以下，為了解其現況，本研究於102/04/22~102/04/26 由潛水人員以近距離目視觀察碼頭及防波堤水下結構表面外觀損壞狀況，如混凝土裂縫、剝落、破洞、鋼筋外露或腐蝕、鋼板樁開裂、穿孔破洞、級配料流失…等之初步觀察鑑定，描繪記錄劣損位置及情形。調查結果示如圖 4.13 至圖 4.18、表 4-6 與附錄四。



圖 4.13 混凝土橫梁與鋼板樁現況
(4 號碼頭)

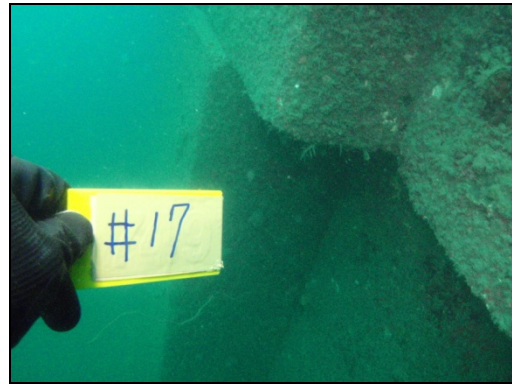


圖 4.14 混凝土塊石間隙現況
(17 號碼頭)



圖 4.15 混凝土接縫處劣損現況
(19 號碼頭)

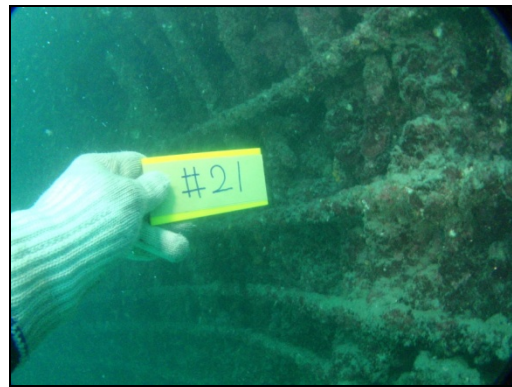


圖 4.16 岸壁疑遭船隻撞擊現況
(21 號碼頭)



圖 4.17 沉箱接縫處間隙過大現況
(24 號碼頭)



圖 4.18 沉箱接縫處間隙過大現況
(25 號碼頭)

表 4-6 碼頭水下調查成果(102/04/22-102/04/26)

位置	距岸肩高離	說明
#4 150m	7.3 m	200×15 cm (鋼板樁開裂)
#5 54.5m	9.9 m	250×20 cm (鋼板樁開裂)
#5 65m	9.4 m	37×5 cm (鋼板樁開裂)
#5 68m	10.7 m	120×10 cm (鋼板樁開裂)
#5 73m	10.0 m	120×10 cm (鋼板樁開裂)
#5 75m	9.5 m	100×15 cm (鋼板樁開裂)
#5 80m	10.5 m	90×10 cm (鋼板樁開裂)
#5 121m	9.5 m	150×15 cm (鋼板樁開裂)
#5 142m	10.2 m	100×12 cm (鋼板樁開裂)
#5 154m	10.5 m	90×20 cm (鋼板樁開裂)
#6 2.7m	4.5 m	13×13 cm (鋼板樁開裂)
#8、#9 交接處	2.0 m	梯形接縫 (高 9 m，底部寬 50 cm，中間 32 cm)
#17 139.9 m	(海床處)	81×74 cm (沉箱間隙)
#21 73.3m	5.1~10.4 m	3×4.8 m (船隻撞擊痕迹，鋼筋外露)
#21 73.3m	11.5 m	145×91 cm (深度 76 cm)
#21 73.3m	8.2 m	112×100 cm (深度 150 cm)
#21 73.3m	5.6 m	66×150 cm (深度 150 cm)
#24 235.4m	(海床處)	沉箱接縫 140 cm
#24 131.7m	(海床處)	沉箱接縫 53 cm
#25 41.75 m	7.2 m	51×48 cm
#25 43.95 m	7.2 m	41×90 cm
#25 71.0 m	(海床處)	沉箱接縫 46 cm
#25 179.8 m	7.2 m	50×170 cm (深度 50~80 cm)
#25 206.0 m	7.2 m	50×160 cm (深度 98 cm)
#25 297.2m	(海床處)	沉箱接縫 56 cm
航道 0 m	12.0 m	200×300 cm (混凝土劣化)
航道 0 m	12.0 m	25×67 cm (鋼板樁開裂)

4.4.2 碼頭水深測量

本研究為了解碼頭設計水深與現有海床差異，於 102/10/27 以水深多音束探測進行水深測量，測量結果顯示除少數位置有泥沙淤積狀況外，現有水深與設計水深無重大差異（如圖 4.19 所示）。

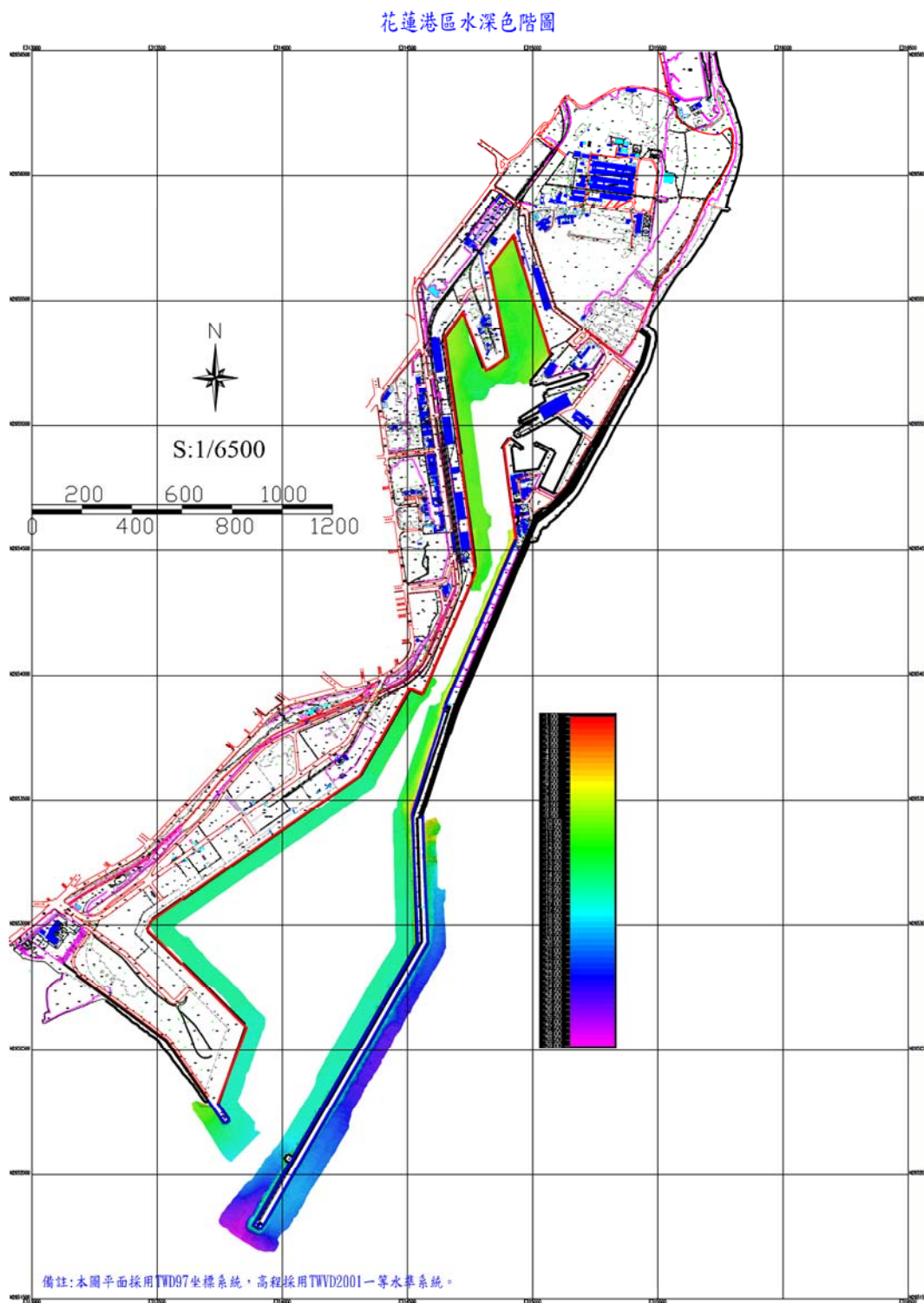


圖 4.19 花蓮港港區水深測量色階圖

4.5 鋼板樁檢測

本調查範圍之 4 號、5 號、6 號、7 號(登陸)、8 號、9 號碼頭及航道岸壁等鋼板樁構造物，其相關背景資料簡列如表 4-7。

表 4-7 碼頭、航道鋼板樁背景資料

構造物 名稱	長度 (m)	水深 (m)	版樁型式	原始厚度 (mm)	完工日期 年/月	防蝕處理 (安裝日期)	前次調查 年度	本次調查 年/月
4 號碼頭	160	9.5	Belvol-Z	凸凹：15.2 側：10.2	50	犧牲陽極 陰極防蝕	89	102/9
5 號碼頭	160	9.5	Belvol-Z	凸凹：15.2 側：10.2	50	同上	89	102/8
6 號碼頭	150	8.5	Z-25	凸凹：13.0 側：9.6	60	同上	89	102/8
7 號 登陸碼頭	18	10.5	Z-25	凸凹：13.0 側：9.6	60	同上	89	102/8
8 號碼頭	220	10.5	Hoesch175	凸凹：15.2 側：10.2	61.8	同上	89	102/8
9 號碼頭	51	9.5	FSP VL	24.3	66.4	同上	89	102/8
航道西側 岸壁	527	9.5	FSP VL	24.3	67.7	同上	90	102/8

4.5.1 4 號碼頭

4 號碼頭於民國 50 年完工，係以盧森堡製之 Belvol Z 型鋼板樁建造，全長約 160 m，水深 -9.50 m，在高潮位線時，仍有一截鋼板樁約 80～120 cm 之長度，全年裸露於大氣中，與國內其它港區碼頭鋼板樁完全浸入海水中略有不同。整座碼頭未作任何防蝕措施，在使用 42 年後，於民國 92 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭結構斷面如圖 4.20，Z-25 鋼板樁型式如圖 4.21。

本座碼頭於民國 79、81 與 90 年間，本所曾進行腐蝕現況調查，當時裸露於大氣帶之鋼板樁表面，均有定期做塗覆之措施，由於鋼板表面塗有一層防蝕塗覆材料保護，因此，裸露之鋼板樁並無腐蝕穿孔或破洞現象，僅有小部份範為之塗覆剝落，腐蝕程度屬輕微至無，腐

蝕速率小於 0.1 mm/yr，此部份過程至今曾定期塗裝處理，檢測時仍可清晰看出殘於塗漆。但民國 95 年於碼頭岸壁開挖檢視鋼板樁，已有多處出現嚴重孔蝕狀況，用力敲擊立即出現破洞。此部份之鋼板曝露於較容易腐蝕區域，鑑於防範於未然，花蓮港務分公司特要求鋼板樁檢測應著重於飛沫帶之腐蝕情況。本次調查於曝露飛沫帶之鋼板樁表面，全區仍可發現斑點狀腐蝕(如 4.2.1 節，圖 4.6)。水面下鋼板樁表面附著許多海生物，依歷年調查，附著海生物種類甚多，有藤壺、蚶類、管虫、腔腸動物、藻類、珊瑚等，這些海生物之附著對鋼板之腐蝕有一定程度之關連性，值得深入探討。水下檢測並未發現鋼板樁有穿孔破洞等嚴重腐蝕狀況。

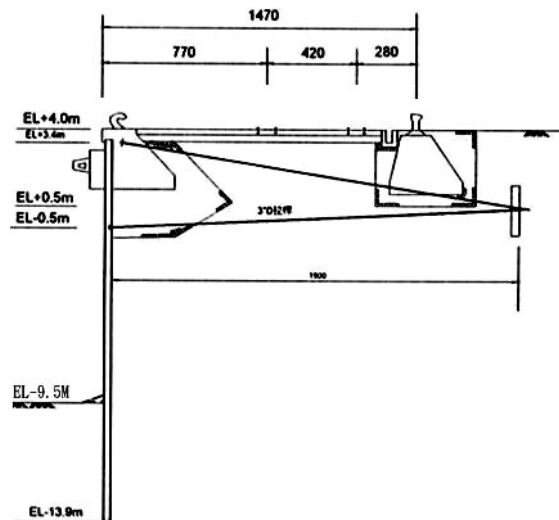


圖 4.20 4 號、5 號碼頭結構斷面圖

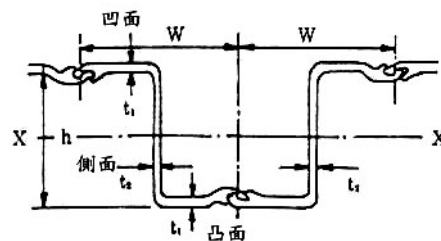


圖 4.21 Z 型鋼板樁型式圖

本座碼頭自起點每隔 5m 選取 1 隻鋼板樁為測樁，共計選取 33 隻，檢測水深高程為+3.3 m、+1.8 m、+0.7 m、+0.2 m 與 -0.5 m，每一測厚點取凸側凹三面進行量測。表 4-8 及圖 4.22 為鋼板樁腐蝕速率檢測結果及腐蝕速率與水深(高程)之關係，鋼板樁在高程+1.8 m 處凸面、凹面之平均腐蝕速率均約在 0.13 mm/yr.左右，其它高程測點之腐蝕速率較小。

表 4-8 4 號碼頭鋼板樁腐蝕速率(單位：mm/yr.)

位置	水 深 (高 程)				
	+3.3 m	+1.8 m	+0.7 m	+0.2 m	-0.5 m
凸面	0.06	0.13	0.11	0.12	0.10
側面	0.02	0.06	0.07	0.09	0.09
凹面	0.07	0.13	0.12	0.12	0.10

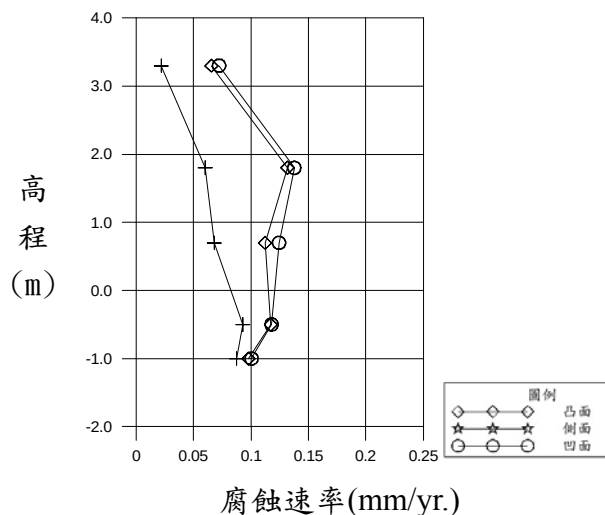
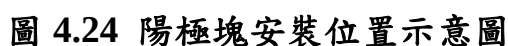


圖 4.22 4 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深(高程)之關係

由附錄 5-1 至附錄 5-9 鋼板樁厚度測定結果及腐蝕速率觀之，各檢測高程間，測樁平均腐蝕速率最大約 0.13 mm/yr.，仍小於 0.20 mm/yr. 之設計允許值，平均腐蝕情況雖並不嚴重，但部分測點最大腐蝕量凸、凹面分別達 7.30 mm、6.40 mm，側面達 3.80 mm，均已超過原有厚度之 30% 以上，顯示本座碼頭飛沫帶部分鋼板樁腐蝕情況嚴重，由於鋼板樁使用時間已超過 50 年，且飛沫帶外觀有發現斑點腐蝕跡象，建議應予加強檢測頻率或維修整建。

陽極塊型式、安裝位置及電位量測導桿安裝方式示如圖 4.23 至圖 4.25。目視檢測陽極塊表面附著許多海生物，外觀仍然十分完整。除去附著海生物表面累積一層厚實之反應產物，經敲擊後甚易剝離。反應產物為白色之氫氧化鋁 ($\text{Al}(\text{OH})_3$)，係鋁合金陽極塊中之鋁溶解後，與海水中之氫氧離子 (OH^-) 作用所生成。



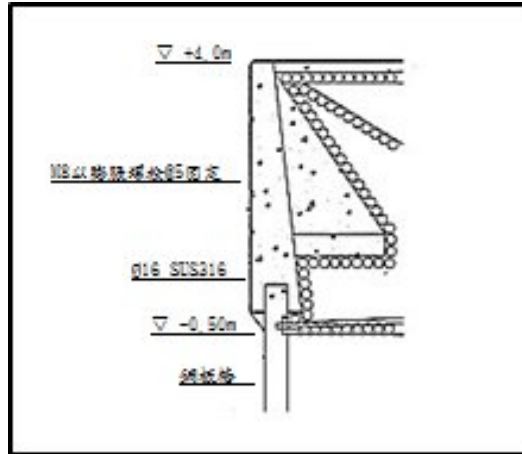


圖 4.25 電位量測導桿位置安裝示意圖

電位量測位置選定在導桿裝置處(約 40 m 安裝 1 處)，本座碼頭共選定 5 處 50 隻鋼板樁及 50 隻陽極塊進行電位量測，結果列於附錄 6-1 至附錄 6-5：鋼板樁保護電位最大值為 -947 mV，最小值為 -994 mV，陽極塊清除海生物前後之發生電位最大值為 -963 mV，最小值為 -1016 mV，由於陰極防蝕是以降低金屬之電位，來減緩金屬的溶解反應，進而達到降低或抑制腐蝕速率之目的，美國 NACE 於 1972 年曾訂定防蝕電位之標準為將結構物之電位控制至 -780 mV (以海水氯化銀參考電極量測)以下，本座碼頭鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位均小於 -780 mV，因此已達保護鋼板樁之目的。

4.5.2 5 號碼頭

5 號碼頭於民國 50 年完工，係以盧森堡製之 Belvol Z 型鋼板樁建造，全長約 160 m，水深 -9.50 m，在高潮位線時，仍有一截鋼板樁約 80~120 cm 之長度，全年裸露於大氣中，與國內其它港區碼頭鋼板樁完全浸入海水中略有不同。整座碼頭未作任何防蝕措施，在使用 42 年後，於民國 92 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭結構斷面與鋼板樁型式同 4 號碼頭(如圖 4.20、圖 4.21)。鋼板樁外觀同 4 號碼頭所述。

本座碼頭自起點每隔 5m 選取 1 隻鋼板樁為測樁，共計選取 33 隻，檢測水深高程為 +3.3 m、+1.8 m、+0.7 m、+0.2 m 與 -0.5 m，每一測厚點取凸側凹三面進行量測。表 4-9 及圖 4.26 為鋼板樁腐蝕速率檢測結

果及腐蝕速率與水深(高程)之關係，鋼板樁在各高程凹面之平均腐蝕速率最大，約在 0.16 ~ 0.18 mm/yr.，凸面次之，約 0.08 ~ 0.10 mm/yr.，側面最小，在 0.05 ~ 0.08 mm/yr.之間。

表 4-9 5 號碼頭鋼板樁腐蝕速率(單位：mm/yr.)

位置	水 深 (高 程)				
	+3.3 m	+1.8 m	+0.7 m	+0.2 m	-0.5 m
凸面	0.10	0.10	0.08	0.08	0.08
側面	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05
凹面	0.19	0.18	0.16	0.16	0.16

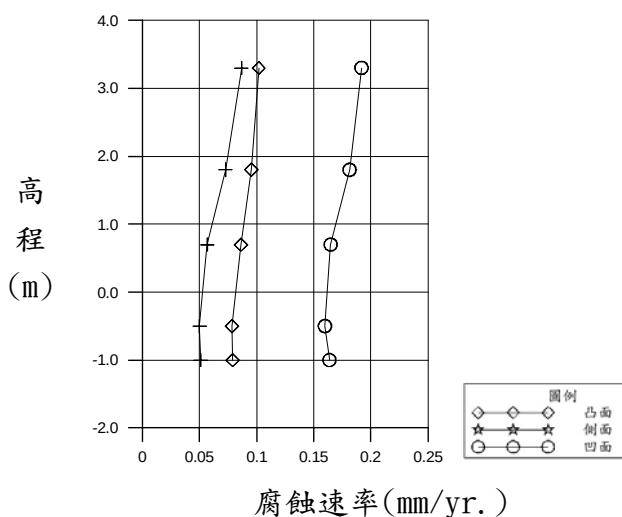


圖 4.26 5 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係

由附錄 5-10 至附錄 5-18 鋼板樁厚度測定結果及腐蝕速率觀之，各檢測高程間，測樁平均腐蝕速率最大約 0.19 mm/yr.，仍小於 0.20 mm/yr. 之設計允許值，平均腐蝕情況雖並不嚴重，但部分測點最大腐蝕量凸、凹面分別達 7.80 mm、10.0 mm，側面達 6.60 mm，均已超過原有厚度之 30% 以上，顯示本座碼頭飛沫帶部分鋼板樁腐蝕情況嚴重，由於鋼板樁使用時間已超過 50 年，且飛沫帶外觀有發現斑點腐蝕跡象，建議應速予加強檢測頻率或維修整建。

本次檢測發現鋼板樁有多處測點腐蝕速率已超過 0.20 mm/yr. 之設計允許值，雖已於民國 92 年完成防蝕措施，但後續仍須加強檢測頻率或將

飛沫帶鋼板樁加以水泥被覆或參採其他取代工法，確保其使用安全。

陽極塊型式、安裝位置及電位量測導桿安裝方式同 4 號碼頭(如圖 4.23 至圖 4.25)。目視檢測陽極塊表面附著許多海生物，外觀仍然十分完整。除去附著海生物表面累積一層厚實之反應產物，經敲擊後甚易剝離。

電位量測位置選定在導桿裝置處(約 40 m 安裝 1 處)，本座碼頭共選定 6 處 240 隻鋼板樁及 40 隻陽極塊進行電位量測，結果列於結果列於附錄 6-6 至附錄 6-10：鋼板樁保護電位最大值為 -948 mV，最小值為 -1017 mV，陽極塊清除海生物前後之發生電位最大值為 -970 mV，最小值為 -1035 mV，本座碼頭鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位均小於 -780 mV (以海水氯化銀參考電極量測)，因此已達保護鋼板樁之目的。

4.5.3 6 號碼頭

6 號碼頭於民國 59 年完工，係以 Z-25 之鋼板樁建造，全長約 150 m，水深 -8.50 m，建造時碼頭混凝土冠牆灌注至低潮位線下 0.75 m (水深高程 +0.5 m)，因此，鋼板樁完全浸入於海水面下，在使用 33 年後，於民國 92 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭結構斷面如圖 4.27，鋼板樁型式同 4 號碼頭(如圖 4.21)。

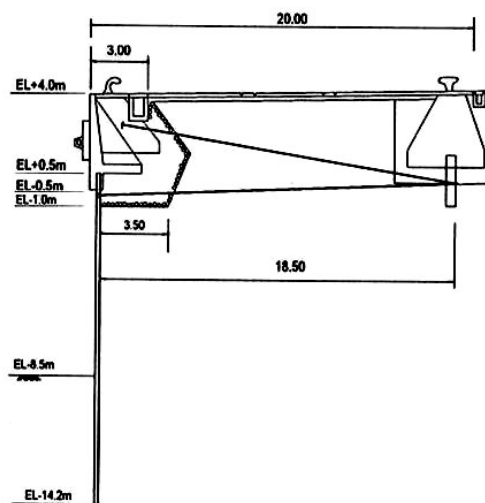


圖 4.27 6 號碼頭結構斷面圖

本座碼頭自起點每隔 5m 選取 1 隻鋼板樁為測樁，共計選取 31 隻，檢測水深高程為 -0.5 m、-1.0 m、-1.5 m、-2.0 m 與 -2.5 m，每一測厚點取凸、側、凹三面進行量測。表 4-10 及圖 4.28 為鋼板樁腐蝕速率檢測結果及腐蝕速率與水深(高程)之關係，鋼板樁在各檢測高程凹面平均腐蝕速率多數已達在 0.20 mm/yr.左右，凸面次之，最大亦達 0.17 mm/yr.，側面最小，在 0.05 ~ 0.10 mm/yr.之間。鋼板樁凹面腐蝕速率明顯較高。

表 4-10 6 號碼頭鋼板樁腐蝕速率(單位：mm/yr.)

位 置	水 深 (高 程)				
	-0.50 m	-1.0 m	-1.5 m	-2.0 m	-2.5 m
凸面	0.17	0.12	0.15	0.16	0.15
側面	0.10	0.07	0.06	0.05	0.06
凹面	0.21	0.16	0.20	0.20	0.20

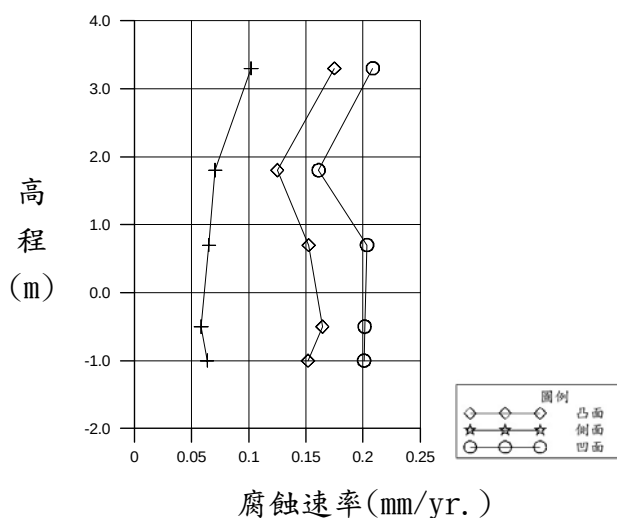


圖 4.28 6 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係

由附錄 5-19 至附錄 5-26 鋼板樁厚度測定結果及腐蝕速率觀之，各測樁腐蝕速率最大已達 0.25 mm/yr.，大於 0.20 mm/yr.之設計允許值也比其他碼頭多出甚多，腐蝕量以凹面最大 (9.70 mm)，凸面次之 (9.10 mm)，側面最小 (8.0 mm)，均已超過原有厚度之 30% 以上，顯示部

分鋼板樁腐蝕情況嚴重，由於鋼板樁使用時間已超過 40 年，建議應速予加強檢測頻率或尋求適當維修改善策略。

本次檢測發現鋼板樁有多處測點腐蝕速率已超過 0.2mm/yr.之設計允許值，雖已於民國 92 年完成防蝕措施，後續仍須加強檢測頻率或尋求適當維修改善策略。

陽極塊型式、安裝位置及電位量測導桿安裝方式同 4 號碼頭(如圖 4.23 至圖 4.25)。目視檢測陽極塊表面附著許多海生物，外觀仍然十分完整。除去附著海生物表面累積一層厚實之反應產物，經敲擊後甚易剝離。

電位量測位置選定在導桿裝置處(約 40 m 安裝 1 處)，本座碼頭共選定 4 處 40 隻鋼板樁及 40 隻陽極塊進行電位量測，結果列於附錄 6-11 至附錄 6-15：鋼板樁保護電位最大值為 -896 mV，最小值為 -998 mV，陽極塊清除海生物前後之發生電位最大值為 -964 mV，最小值為 -1025 mV，本座碼頭鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位均小於-780 mV(以海水氯化銀參考電極量測)，因此已達保護鋼板樁之目的。

4.5.4 7 號登陸碼頭

7 號登陸碼頭水深-10.5 m，僅轉角處以鋼板樁結構建造銜接，全長僅 18m，板樁型式為日本製之 Z-25 型，民國 60 年完工，整座碼頭未作任何防蝕措施，在使用 33 年後，於民國 93 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭結構斷面如圖 4.29，鋼板樁型式同 4 號碼頭(如圖 4.21)。

本座碼頭自離起點 9 m 選取 1 隻鋼板樁為測樁，共檢測水深高程為-0.5 m、-1.0 m 與-1.5 m，每一測厚點取凸面進行量測。表 4-11 及圖 4.30 為鋼板樁腐蝕速率檢測結果及腐蝕速率與水深(高程)之關係，鋼板樁在凸面腐蝕速率均小於 0.10 mm/yr.。

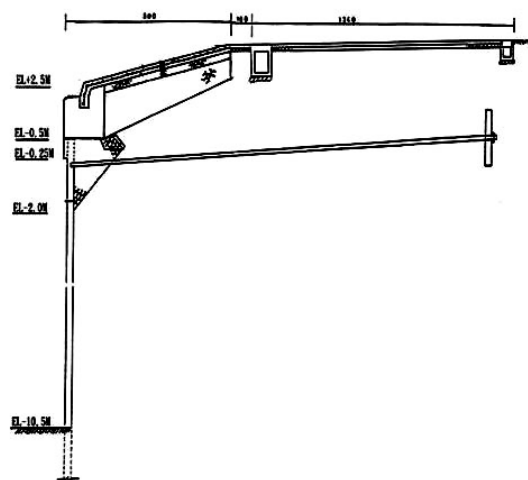


圖 4.29 7 號登陸碼頭結構斷面圖

表 4-11 7 號登陸碼頭鋼板樁腐蝕速率(單位：mm/yr.)

位 置	水 深 (高 程)		
	-0.50 m	-1.0 m	-1.5 m
凸 面	0.05	0.05	0.04

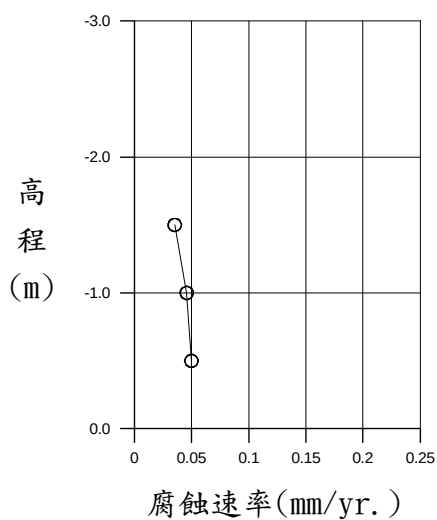


圖 4.30 7 號登陸碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係

由附錄 5-27 鋼板樁厚度測定結果及腐蝕速率觀之，腐蝕情況並不嚴重，由於鋼板樁使用時間已超過 30 年，建議可配合本港其他碼頭檢測工作，加強檢測頻率。

陽極塊型式、安裝位置及電位量測導桿安裝方式同 4 號碼頭(如圖 4.23 至圖 4.25)。目視檢測陽極塊表面附著許多海生物，外觀仍然十分完整。除去附著海生物表面累積一層厚實之反應產物，經敲擊後甚易剝離。

7 號登陸碼頭因長度僅 18 m，並未安裝電位量測導桿本次調查未對其實施鋼板樁保護電位與陽極塊發生電位之量測。

4.5.5 8 號碼頭

8 號碼頭於民國 61 年完工，水深 -10.5 m，使用 Hoesch(為 Z 型)鋼板樁建造，全長 220 m，鋼板樁凹、凸面原始厚度為 15.2 mm，側面為 10.2 mm，混凝土冠牆灌至低潮位線下，因此鋼板樁完全浸入於水面下，整座碼頭未作任何防蝕措施，在使用 32 年後，於民國 93 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭結構斷面如圖 4.31 所示。

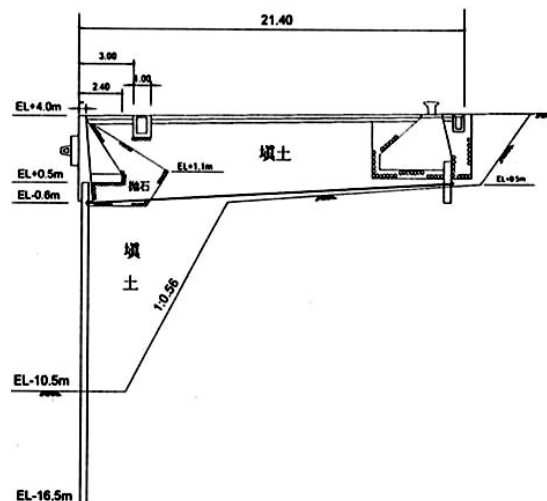


圖 4.31 8 號碼頭結構斷面圖

本座碼頭自起點每隔 10 m 選取 1 隻鋼板樁為測樁，共計選取 23 隻，檢測水深高程為-0.5 m、-1.0 m 與-1.5 m，每一測厚點取凸面進行量測。表 4-12 及圖 4.32 為 8 號碼頭鋼板樁腐蝕速率檢測結果及腐蝕速率與水深(高程)之關係，鋼板樁凸面各檢測高程平均腐蝕速率均約在 0.09 mm/yr.左右，其它高程測點之腐蝕速率較小。

表 4-12 8 號碼頭鋼板樁腐蝕速率(單位：mm/yr.)

位 置	水 深 (高程)		
	-0.50 m	-1.0 m	-1.5 m
凸 面	0.08	0.08	0.09

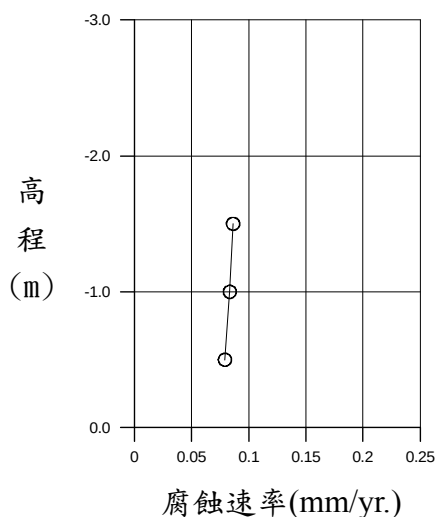


圖 4.32 8 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係

由附錄 5-27 至附錄 5-29 鋼板樁厚度測定結果及腐蝕速率觀之，各檢測高程測樁腐蝕速率最大約 0.09 mm/yr.，仍小於 0.20 mm/yr.之設計允許值腐蝕情況並不嚴重，由於鋼板樁使用時間已超過 40 年，建議可配合本港其他碼頭檢測工作，加強檢測頻率。

陽極塊型式、安裝位置及電位量測導桿安裝方式同 4 號碼頭(如圖 4.23 至圖 4.25)。目視檢測陽極塊表面附著許多海生物，外觀仍然十分

完整。除去附著海生物表面累積一層厚實之反應產物，經敲擊後甚易剝離。

電位量測位置選定在導桿裝置處(約 40 m 安裝 1 處)，本座碼頭共選定 4 處 40 隻鋼板樁及 30 隻陽極塊進行電位量測，結果列於附錄 6-16 至附錄 6-20：鋼板樁保護電位最大值為 -960 mV，最小值為 -1011mV，陽極塊清除海生物前後之發生電位最大值為 -999 mV，最小值為 -1025 mV，本座碼頭鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位均小於 -780 mV(以海水氯化銀參考電極量測)，因此已達保護鋼板樁之目的。

4.5.6 9 號碼頭

9 號碼頭民國 66 年完工，水深 -9.5 m，全長 51 m，採用日本製 FSP VL U 型鋼板樁(厚度 24.3 mm)。或許建造當時整批採購之 U 型鋼板樁數量不足，因此，碼頭有部份範圍之鋼板樁，可能夾雜使用其它碼頭剩餘之 Z 型鋼板樁建造，整座碼頭未作任何防蝕措施，在使用 27 年後，於民國 93 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。9 號碼頭結構斷面如圖 4.33 所示，圖 4.34 為 U 型鋼板樁簡示圖。

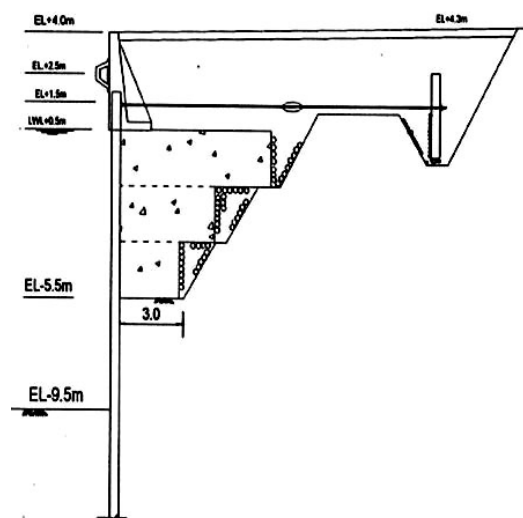


圖 4.33 9 號碼頭結構斷面圖

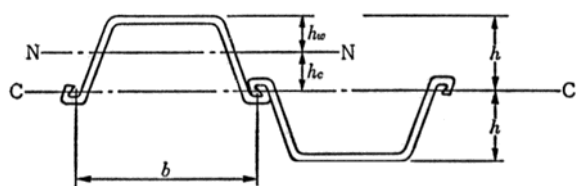


圖 4.34 U 型鋼板樁型式示意圖

本座碼頭自起點每隔 10 m 選取 1 隻鋼板樁為測樁，共計選取 6 隻，檢測水深高程為 -0.5 m、-1.0 m 與 -1.5 m，每一測厚點取凸面進行量測。表 4-13 及圖 4.35 為鋼板樁腐蝕速率檢測結果及腐蝕速率與水深(高程)之關係，鋼板樁凸面平均腐蝕速率均約在 0.06 mm/yr.。

表 4-13 9 號碼頭鋼板樁腐蝕速率(單位：mm/yr.)

位 置	水 深 (高 程)		
	-0.50m	-1.0m	-1.5m
凸面	0.06	0.06	0.06

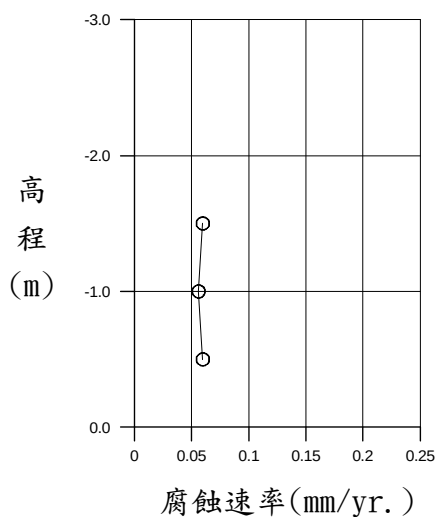


圖 4.35 9 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與水深之關係

由附錄 5-30 鋼板樁厚度測定結果及腐蝕速率觀之，最大約 0.09 mm/yr.，仍小於 0.20 mm/yr.之設計允許值腐蝕情況並不嚴重，由於鋼

板樁使用時間已超過 40 年，建議可配合本港其他碼頭檢測工作，加強檢測頻率。

陽極塊型式、安裝位置及電位量測導桿安裝方式同 4 號碼頭(如圖 4.23 至圖 4.25)。目視檢測陽極塊表面附著許多海生物，外觀仍然十分完整。除去附著海生物表面累積一層厚實之反應產物，經敲擊後甚易剝離。

電位量測位置選定在導桿裝置處(約 40 m 安裝 1 處)，本座碼頭共選定 6 處 240 隻鋼板樁及 40 隻陽極塊進行電位量測，結果列於附錄 6-21 至附錄 6-24：鋼板樁保護電位最大值為 -947 mV，最小值為 -994 mV，陽極塊清除海生物前後之發生電位最大值為 -992 mV，最小值為 -1019 mV，本座碼頭鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位均小於 -780 mV(以海水氯化銀參考電極量測)，因此已達保護鋼板樁之目的。

4.5.7 航道西側岸壁

航道西側岸壁於民國 67 年完工，水深-9.5m，岸壁全長 527m，採用日本製 FSP VL U-型鋼板樁建造，原始厚度為 24.3 mm，未作任何防蝕措施，在使用 27 年後，於民國 94 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。岸壁斷面如圖 4.36，鋼板樁型式同 9 號碼頭 (如圖 4.34)。

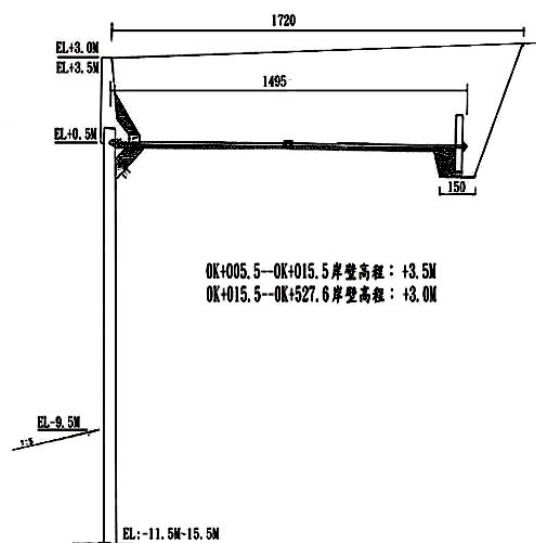


圖 4.36 航道西側岸壁結構斷面圖

航道西側岸壁自起點與終點間，共計選取 3 隻鋼板樁為測樁，檢測水深高程為 -0.5 m、-1.0 m 與 -1.5 m，每一測厚點取凸面進行量測。表 4-14 及圖 4.37 為航道西側岸壁鋼板樁腐蝕速率檢測結果及腐蝕速率與水深(高程)之關係，鋼板樁凸面平均腐蝕速率均約在 0.06 mm/yr.。

表 4-14 航道岸壁鋼板樁腐蝕速率(單位：mm/yr.)

位 置	水 深 (高 程)		
	-0.50 m	-1.0 m	-1.5 m
凸 面	0.06	0.06	0.06

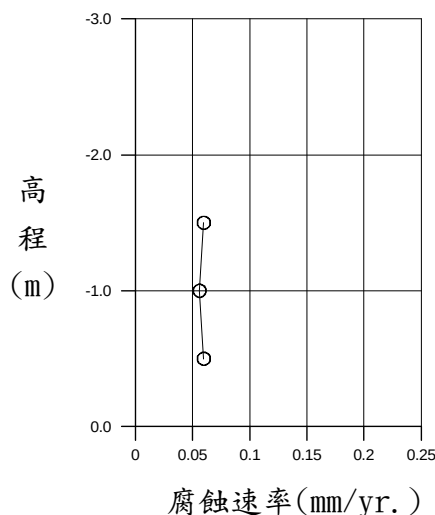


圖 4.37 航道西側岸壁鋼板樁腐蝕速率與水深之關係

由附錄 5-30 鋼板樁厚度測定結果及腐蝕速率觀之，最大約 0.09 mm/yr.，仍小於 0.20 mm/yr.之設計允許值腐蝕情況並不嚴重，由於鋼板樁使用時間已超過 40 年，建議可配合本港其他碼頭檢測工作，加強檢測頻率。

陽極塊型式、安裝位置及電位量測導桿安裝方式同 4 號碼頭(如圖 4.23 至圖 4.25)。電位量測位置選定在導桿裝置處(約 65 m 安裝 1 處)，本座碼頭共選定 7 處 70 隻鋼板樁及 70 隻陽極塊進行電位量測，結果

列於附錄 6-25 至附錄 6-31：鋼板樁保護電位最大值為 -983 mV，最小值為 -1104 mV，陽極塊清除海生物前後之發生電位最大值為 -1002 mV，最小值為 -1050 mV，本座碼頭鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位均小於-780 mV(以海水氯化銀參考電極量測)，因此已達保護鋼板樁之目的。

4.6 碼頭維護管理資訊系統建置

4.6.1 系統軟體架構

架構內容包含伺服器軟體、資料庫軟體與地理資訊系統等，如圖 4.38 所示，本案伺服器使用 Apache 系統，其支援 HTML、PHP 與 JavaScript 等語言，而採用的資料庫為 MySQL，並藉由 PHP 語言進行資料庫的輸出入，地理資訊系統採用 Googlemaps，並藉由 JavaScript 語言將相關資訊展示地圖中。以下伺服器軟體、資料庫軟體與地理資訊系統等說明如下：

1. 伺服器 Apache：Apache 是目前全世界使用得最多的網頁伺服器，原本 Apache 只是一個開放原始碼的網頁伺服器計畫，但隨著開放原始碼的蓬勃發展，它從只支援網頁伺服器軟體的組織，變成了支援了許多與全球資訊網應用相關的大計畫，並且改名為 ApacheFoundation。其支援語言簡述如下：

(1)HTML：超文件標示語言(Hyper Text Markup Language，HTML)

是為「網頁建立和其它可在網頁瀏覽器中看到的訊息」設計的一種標示語言。HTML 被用來結構化訊息，例如標題、段落和列表等等，也可用來在一定程度上描述文件的外觀和語意。HTML 檔案最常用的副檔名是.html，可以用任何文字編輯器或所見即所得的 HTML 編輯器來編輯 HTML 檔案。

(2)PHP：超文字預處理器(Hyper text Preprocessor，PHP)是一種開源的通用電腦指令碼語言，尤其適用於網路開發並可嵌入 HTML 中

使用。PHP 的語法借鑒吸收了 C 語言、Java 和 Perl 等流行電腦語言的特點，易於一般程式設計師學習。PHP 的主要標的是允許網路開發人員快速編寫動態頁面，但 PHP 也被用於其他很多領域。

(3)JavaScript：為一種直譯式程式語言，是一種動態型別、弱型別、基於原型的語言，內建支援型別。它的直譯器被稱為 JavaScript 引擎，為瀏覽器的一部份，廣泛用於客戶端的腳本語言，最早是在 HTML 網頁上使用，用來給 HTML 網頁增加動態功能。

2. 資料庫 MySQL：MySQL 是一個開放原始碼的關聯式資料庫管理系統，原開發者為瑞典的 MySQLAB 公司，該公司於 2008 年被昇陽微系統(Sun Microsystems)收購。2009 年，甲骨文公司(Oracle)收購昇陽微系統公司，MySQL 成為 Oracle 旗下產品。MySQL 由於效能高、成本低、可靠性好，已經成為最流行的開源資料庫，因此被廣泛地應用在 Internet 上的中小型網站中。隨著 MySQL 的不斷成熟，它也逐漸用於更多大規模網站和應用，比如維基百科、Google 和 Facebook 等網站。
3. 地理資訊系統 Googlemaps：是 Google 公司向全球提供的電子地圖服務，地圖包含地標、線條、形狀等訊息，提供向量地圖、衛星照片、地形圖等三種視圖。



圖 4.38 碼頭維護管理軟體架構

4.6.2 系統資料庫架構

維護管理系統資料庫為建置之核心，若資料拆分合宜，會降低儲存空間並增加執行效率，本案系統資料庫各資料可將不同的資料表以聯集方式查詢，以便於資料的使用，如圖 4.39 所示，可將港灣基本資料、碼頭基本資料與單元基本資料，藉由港灣編碼(hbID)與碼頭編碼(portCode)將三個資料表聯集，以便於系統中獲得所有資料。

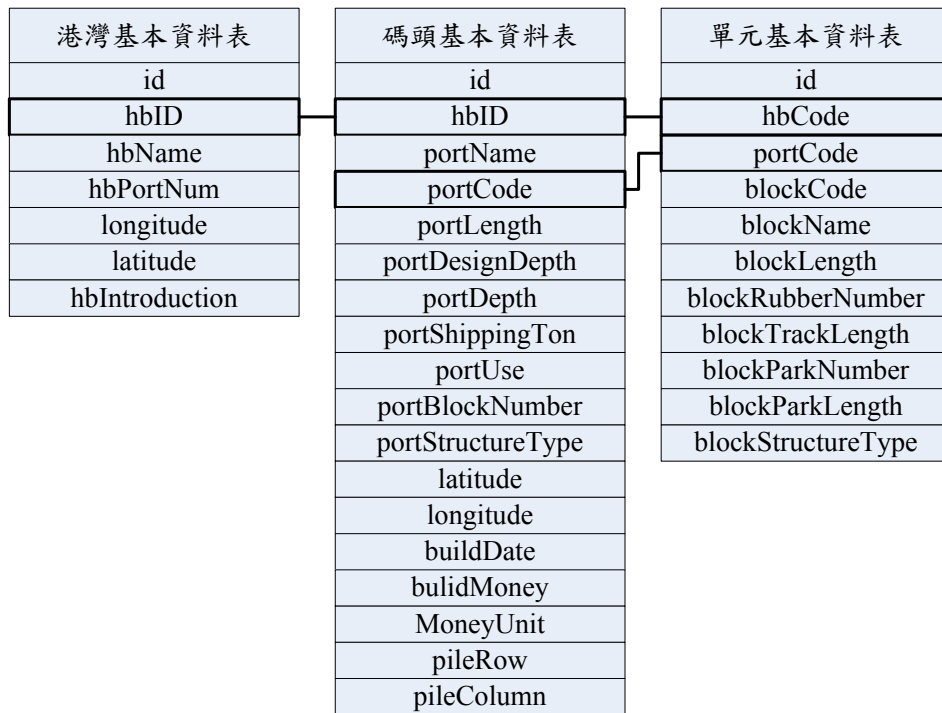


圖 4.39 關聯式查詢方式示意

1. 港灣基本資料：建置內容為港灣編碼、港灣名稱、碼頭數量、港灣經度、港灣緯度與港灣簡述等，其欄位設定與資料範例如表 4-15 所示。
2. 碼頭基本資料：建置內容為港灣編碼、碼頭名稱、碼頭編號、碼頭長度、設計水深、可靠泊水深、停泊噸位、使用性質、單元數量、結構型式、碼頭經度、碼頭緯度、建造日期、建造經費、經費單位、墩柱列數與墩柱行數等，其欄位設定與資料範例如表 4-16 所示。

3. 單元基本資料：建置內容為港灣編號、碼頭編號、單元名稱、單元長度、防舷材數量、吊車軌道長度、車擋數量、車擋長度、單元結構型式等，其欄位設定與資料範例如表 4-17 所示。
4. 構件基本資料：建置內容為第一層構件名稱、第二層構件名稱、構件編碼、結構型式、巡查型式、權重等，其欄位設定與資料範例如表 4-18 所示。
5. 劣化類型資料：建置內容為構建編碼、結構型式、劣化類型、劣化編碼、劣化位置編碼與劣化數量編碼等，其欄位設定與資料範例如表 4-19 所示。
6. 劣化描述資料：建置內容為構件編碼、結構型式、劣化類型、劣化編碼、劣化等級與劣化描述等，其欄位設定與資料範例如表 4-20 所示。
7. 經常巡查基本資料：建置內容為港灣編號、碼頭編號、檢測日期、使用者代號、檢測意見等，其欄位設定與資料範例如表 4-21 所示。
8. 經常巡查詳細資料表：建置內容為港灣編號、碼頭編號、單元編碼、構件編碼、劣化編碼、劣化等級、劣化數量(長度)、劣化數量(面積)、劣化數量(數量)、劣化位置(X 值)、劣化位置(Y 值)、劣化位置(N 值)、劣化照片、檢測日期等，其欄位設定與資料範例如表 4-22 所示。
9. 經常巡查基本資料：建置內容為港灣編號、碼頭編號、檢測日期、使用者代號、檢測意見、是否完成檢測等，其欄位設定與資料範例如表 4-23 所示。
10. 經常巡查詳細資料表：建置內容為港灣編號、碼頭編號、單元編碼、構件編碼、劣化編碼、劣化等級、劣化數量(長度)、劣化數量(面積)、劣化數量(數量)、劣化數量(百分比)、劣化數量(體積)、劣化位置(X 值)、劣化位置(Y 值)、劣化位置(Z 值)、劣化位置(N 值)、劣化位置(R 值，墩柱行值)、劣化位置(C 值，墩柱列值)、劣化照片、檢

測日期等，其欄位設定與資料範例如表 4-24 所示。

- 11.特別巡查基本資料：建置內容為港灣編號、碼頭編號、檢測日期、使用者代號、檢測意見等，其欄位設定與資料範例如表 4-25 所示。
- 12.特別巡查詳細資料表：建置內容為港灣編號、碼頭編號、單元編碼、構件編碼、劣化編碼、嚴重否、劣化數量(長度)、劣化數量(面積)、劣化數量(數量)、劣化位置(X 值)、劣化位置(Y 值)、劣化位置(N 值)、劣化照片、檢測日期等，其欄位設定與資料範例如表 4-26 所示。
- 13.修復工法資料表：建置內容為修復工法編碼、修復工法名稱、修復工法單價等，其欄位設定與資料範例如表 4-27 所示。
- 14.修復工法對應資料：建置內容為修復工法編碼、構件編碼、劣化等級等，其欄位設定與資料範例如表 4-28 所示。
- 15.維修紀錄表架構：建置內容為修復日期、港灣編碼、維修契約編號、維修金額、維修碼頭編碼、維修照片、維修檔案等，其欄位設定與資料範例如表 4-29 所示。

表 4-15 港灣基本資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(5)	1
hbID	varchar(3)	hlh
hbName	varchar(10)	花蓮港
hbPortNum	int(5)	56
longitude	float	121.745
latitude	float	25.1375
hbIntroduction	text	

表 4-16 碼頭基本資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(11)	1
hbID	varchar(3)	hlh
portName	varchar(10)	1 號碼頭
portCode	varchar(5)	0001
portLength	int(3)	205
portDesignDepth	float	9
portDepth	float	9
portShippingTon	int(5)	1,000
portUse	varchar(20)	客貨碼頭
portBlockNumber	int(3)	22
portStructureType	varchar(10)	重力式
latitude	double	25.134839
longitude	double	121.741411
buildDate	varchar(8)	
bulidMoney	int(10)	
MoneyUnit	varchar(5)	
pileRow	int(2)	1
pileColumn	int(2)	10

表 4-17 單元基本資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(11)	1
hbCode	varchar(3)	hlh
portCode	varchar(5)	0001
blockCode	varchar(3)	B01
blockName	varchar(10)	1 號單元
blockLength	float	30
blockRubberNumber	int(2)	1
blockTrackLength	float	30
blockParkNumber	int(2)	3
blockParkLength	float	
blockStructureType	varchar(10)	重力

表 4-18 構件基本資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(4)	1
elementNameL1	varchar(10)	碼頭本體
elementNameL2	varchar(10)	壁體
elementCode	varchar(4)	mswa
structureType	varchar(10)	重力
elementType	varchar(3)	RE
weight	double	0.29

表 4-19 劣化類型資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(11)	1
elementCode	varchar(10)	mswa
structureType	varchar(10)	重力
defectType	varchar(10)	裂縫
defectCode	varchar(10)	cr
positionType	int(2)	3(代表為記錄 xz 值)
quantityType	int(2)	1(代表記錄長度)

表 4-20 劣化描述資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(4)	1
elementCode	varchar(4)	mswa
structureType	varchar(10)	重力
defectType	varchar(10)	裂縫
defectCode	varchar(10)	cr
defectLevel	varchar(1)	2
defectScript	varchar(200)	局部(1m2)可見到 2~3 個 寬度 3mm 以下的裂縫

表 4-21 經常巡查基本資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	Int(10)	1
hbID	varchar(3)	hlh
portCode	varchar(5)	0001
inspectionDate	varchar(8)	20130910
inspectionWeather	varchar(2)	晴
inspectionUserName	varchar(10)	cyjian
inspectorComment	varchar(400)	無

表 4-22 經常巡查詳細資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(10)	1
hbID	varchar(3)	hlh
portCode	varchar(5)	0001
blockCode	varchar(3)	B01
elementCode	varchar(4)	mssh
defectCode	varchar(10)	cr
defectGrade	int(1)	2
defectQuantityL	float	10
defectQuantityA	float	
defectQuantityN	int(2)	
defectPositionX	float	2
defectPositionY	float	3
defectPositionN	int(2)	
defectPhoto	varchar(50)	20130910hlh0001Rumsshcr.jpg
inspectionDate	varchar(8)	20130910

表 4-23 定期巡查基本資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	Int(10)	1
hbID	varchar(3)	hlh
portCode	varchar(5)	0001
inspectionDate	varchar(8)	20130910
inspectionWeather	varchar(2)	晴
inspectionUserName	varchar(10)	cyjian
inspectorComment	varchar(400)	無
isFinished	Int(1)	1(0 為未完成、1 為完成)

表 4-24 定期巡查詳細資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(10)	1
hbID	varchar(3)	hlh
portCode	varchar(5)	0001
blockCode	varchar(3)	B01
elementCode	varchar(4)	mssh
defectCode	varchar(10)	cr
defectGrade	int(1)	2
defectQuantityL	float	10
defectQuantityA	float	

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
defectQuantityN	int(2)	
defectQuantityP	float	
defectQuantityV	int(2)	
defectPositionX	float	2
defectPositionY	float	3
defectPositionZ	float	
defectPositionN	float	
defectPositionR	int(2)	
defectPositionC	int(2)	
defectPhoto	varchar(50)	20130910hlh0001Rumsshcr.jpg
inspectionDate	varchar(8)	20130910

表 4-25 特別巡查基本資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	Int(10)	1
hbID	varchar(3)	hlh
portCode	varchar(5)	0001
inspectionDate	varchar(8)	20130910
inspectionWeather	varchar(2)	晴
inspectionUserName	varchar(10)	cyjian
inspectorComment	varchar(400)	無

表 4-26 特別巡查詳細資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(10)	1
hbID	varchar(3)	hlh
portCode	varchar(5)	0001
blockCode	varchar(3)	B01
elementCode	varchar(4)	mssh
defectCode	varchar(10)	cr
ynValue	varchar(5)	yes
defectQuantityL	float	10
defectQuantityA	float	
defectQuantityN	int(2)	
defectPositionX	float	2
defectPositionY	float	3
defectPositionN	float	
defectPhoto	varchar(50)	20130910hlh0001Rumsshcr.jpg
inspectionDate	varchar(8)	20130910

表 4-27 修復工法資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(10)	1
methodCode	varchar(10)	C01
methodName	varchar(50)	樹脂砂漿塗抹工法
methodUnitCost	float	937.5

表 4-28 修復工法對應資料表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(5)	1
methodCode	varchar(10)	C01
elementCode	varchar(8)	msshcr
defectGrade	int(1)	2

表 4-29 維修紀錄表架構

欄位名稱	欄位屬性	資料範例
id	int(20)	1
repairDate	int(8)	20130910
hbID	varchar(10)	hlh
contractNum	varchar(20)	1021023-R01
money	int(20)	500,000
maintenancePort	varchar(400)	0001,0002
maintenancePhoto	varchar(50)	hlhPhoto201310232969.jpg
maintenanceFile	varchar(50)	hlhFile201310232969.xls

4.6.3 系統功能架構與建置成果

系統各模組功能概述如下：

1. 基本資料模組：此模組可展示港灣資料，包含港灣名稱、碼頭數量、港灣簡介，如圖 4.40 所示，並可選擇「碼頭資料列表」與「碼頭選擇」(以地圖型式)來查閱碼頭資料。「碼頭資料列表」可展示碼頭名稱、碼頭長度、設計水深、可靠泊水深泊船噸位、用途、單元數量、結構型式、建造日期、建造經費、碼頭照片與斷面圖，如圖 4.41 所示。「碼頭選擇」(以地圖型式)，如圖 4.42 所示，可藉由已選港區之地圖選擇欲查詢的碼頭來展示其基本資料(資料與前述列表資料相同，如圖 4.43 所示)，並可查詢已選碼頭的單元基本

資料，包含單元名稱、單元長度、防舷材數量、吊車軌道長度、車擋數量(或長度)與單元照片，如圖 4.44 所示。



2012.11.7 15:42

[基本資料模組](#)
[檢測資料模組](#)
[維修排序模組](#)
[維修記錄模組](#)
[帳號管理模組](#)
[登出](#)

港灣名稱	花蓮港	
碼頭數量	26個	
碼頭資料列表	選擇	
碼頭選擇[地圖]	選擇	

花蓮港位於本省東部，於民國十九年十月開始興建，費時九載，至二十八年十月竣工，可泊三千噸級輪船三艘及年進出口貨物二十萬噸，旋以二次大戰爆發港埠設施悉遭破壞，形成癱瘓狀態，本省光復後，於三十五年開始修復，至四十五年完成，復因貨運量逐年上升，為配合貨運發展趨勢，乃於四十八年四月進行第一期擴建工程，至五十一年十月完成，吞吐能量年達五十萬噸，我政府為加速經濟發展，鼓勵產品外銷，拓展國際貿易及促進東部繁榮，乃於五十二年九月一日開放為國際港。自本港開放國際港以來，貨運日增，船舶進出頻繁，乃於五十八年九月開始第二期擴建工程，至六十二年六月完成。吞吐能量達一一〇萬噸，為適應業務發展需要，又於六十三年七月開辦第三期擴建工程，碼頭八座先於六十六年十月十日完成啟用，紓解泊船擁擠現象，航道拓寬工程於六十七年九月三十日完成，能提供一萬五千噸海輪通行，營運能量增為二九〇萬噸，嗣基於本港天然條件限制，航道狹窄，為配合開發東部資源及將來航運需要，呈准實施第四期外港區擴建工程，計畫自港口延伸至美崙溪口止，自六十七年度開始準備工作，六十八年度起施工，於八十年十二月完成，今後三至十萬噸級可自由進出本港，外港區各碼頭靠泊裝卸作業以配合產業東移之需求及發展。

圖 4.40 港灣基本資料展示



2012.11.7 15:42

[基本資料模組](#)
[檢測資料模組](#)
[維修排序模組](#)
[維修記錄模組](#)
[帳號管理模組](#)
[登出](#)

碼頭名稱	碼頭長度(M)	設計水深(M)	可靠泊水深(M)	泊船噸位(T)	用途	單元數量(個)	結構型式	建造日期	建造經費	碼頭照片	斷面圖
1號碼頭	130	7.5	7	6000	多功能碼頭	8	重力式	1939	7500000日圓	照片	圖說
2號碼頭	130	7.5	7	6000	多功能碼頭	7	重力式	無	無	照片	圖說
3號碼頭	150	7.5	7	6000	多功能碼頭	7	重力式	無	無	照片	圖說
4號碼頭	160	8.5	8	10000	油品及散雜貨碼頭	6	板樁式	1962	35914600元	照片	圖說
5號碼頭	160	8.5	8	10000	砂石碼頭	6	板樁式	無	無	照片	圖說
6號碼頭	150	8.5	8	10000	砂石碼頭	6	板樁式	1973	64153000元	照片	圖說
7號碼頭	120	6.5	6	4000	散雜貨碼頭、備用砂石碼頭	7	重力式	無	無	照片	無
8號碼頭	220	10.5	9.1	15000	水泥專業碼頭	8	板樁式	無	無	照片	無
9號碼頭	103	9.5	9.1	5000	非營運碼頭	4	重力式	1978	324944823元	照片	無
10號碼頭	182	9.5	9.1	12000	水泥碼頭	7	重力式	無	無	照片	無
11號碼頭	185	9.5	9.1	12000	礮石碼頭	7	重力式	無	無	照片	無
12號碼頭	150	7.5	7	6000	非營運碼頭	6	重力式	無	無	照片	無
13號碼頭	185	9.5	9.1	12000	水泥碼頭	7	重力式	無	無	照片	無
14號碼頭	200	9.5	9.1	12000	散雜貨碼頭	7	重力式	無	無	照片	無

圖 4.41 碼頭基本資料列表



圖 4.42 港灣碼頭地圖選擇

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

碼頭名稱	1號碼頭		
碼頭長度(M)	130		
設計水深(M)	7.5		
可靠泊水深(M)	7		
泊船噸位(T)	6000		
用途說明	多功能碼頭		
單元數量	8		
	顯示碼頭單元資料		
碼頭型式	重力式		
建造日期	1939年	經常巡查日期	20130911
建造經費	7500000日圓	定期巡查日期	None
斷面圖	圖片	特別巡查日期	None

圖 4.43 碼頭基本資料展示-以花蓮港 1 號碼頭為例

碼頭維護管理資訊系統					
基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出					
單元名稱	單元長度(M)	防舷材數量(個)	吊車軌道(M)	車擋數量或長度(個或M)	照片
1號單元	18.9	1	無	無	
2號單元	19.3	2	無	無	
3號單元	19.2	2	無	無	

圖 4.44 單元基本資料展示-以花蓮港 1 號碼頭為例

2. 檢測資料模組：與此模組中選擇港灣後，可以進入各類型巡查之查詢與新增功能中，如圖 4.45 所示。

(1)經常巡查之新增與查詢：選擇經常巡查之查詢並以碼頭為標的，可進入經常巡查資料列表，如圖 4.46 所示，列表資料包含檢測時間、檢測天候、檢測者、檢測者意見、並可針對各料表資料查詢、編輯、刪除與列印(此部份於下節檢測報告模組說明)。詳細的巡查資料如圖 4.47 所示，可展示各檢測時間，經常巡查資料的內容，包含各構件劣化異狀的狀況、劣化單元、劣化位置、劣化數量與照片等，並可編輯與刪除各構件。巡查資料的編輯可針對選擇構件劣化異狀發生之單元進行變更、並可變更劣化狀況等級、劣化位置、劣化數量與劣化照片，亦可刪除此筆巡查紀錄(即此劣化構件異狀為 1 無異狀)，如圖 4.48、圖 4.49 所示。而圖 4.46 之編輯功能，則為針對各筆巡查資料修正巡查天候與檢測者意見，如圖 4.50 所示。選擇經常巡查之新增並以碼頭為標的，即可新增一筆新的經常巡查資料，如圖 4.51

所示，檢測者除可輸入一般性的巡查資料，如檢測天氣、與檢測員意見，並可針對岸上構件劣化異狀輸入其劣化等級(有不同的劣化描述與圖示予以對應)、劣化單元、劣化位置、劣化數量與劣化照片等。



圖 4.45 檢測資料模組巡查類型之查詢與新增-以花蓮港為例

碼頭維護管理資訊系統							
2012.11.7.15:42							
基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出							
經常巡查 定期巡查 特別巡查 資料查詢 資料新增							
Map data ©2013 Google, Kingway Terms of Use							

花蓮港-25號碼頭經常巡查資料列表							
回到碼頭選擇							
檢測時間	檢測天候	檢測者	檢測者意見	詳細資料	刪除記錄	編輯記錄	檢測報告
20130911	晴	簡臣佑	無	查詢	刪除	編輯	列印
20131114	晴	簡臣佑	無	查詢	刪除	編輯	列印

圖 4.46 碼頭經常巡查資料列表-以花蓮港 25 號碼頭為例



2012.11.7 15:42

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

回到碼頭選擇		回到經常巡查基本資料列表					
花蓮港-25號碼頭-經常巡查記錄表							
港灣名稱	花蓮港	碼頭編號	25號碼頭	檢測日期	20131114		
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量	劣化照片	編輯
岸肩	裂縫	1					編輯
	剝落	1					編輯
	沉陷	1					編輯
後線	沉陷	4	B10	X=3m	10m ²	照片	編輯
繫船柱	腐蝕龜裂	1					編輯
防舷材	龜裂破損	1					編輯
車擋	龜裂破損	1					編輯
起重機軌道	腐蝕位移	1					編輯

圖 4.47 碼頭經常巡查紀錄表-以花蓮港 25 號碼頭為例



2012.11.7 15:42

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

回到碼頭選擇
回到經常巡查基本資料列表
回到經常巡查詳細資料列表

經常巡查資料編輯	
檢測時間	20131114
港灣名稱	花蓮港
碼頭名稱	25號碼頭
單元名稱	B10
構件名稱	碼頭本體-後線
劣化類型	沉陷
劣化狀況	4
劣化位置X	X= 3 m
劣化位置Y	Y= 0 m
劣化位置N	第 0 個
劣化數量(面積)	10 m ²
劣化數量(長度)	0 m

圖 4.48 碼頭經常巡查紀錄編輯-1-以花蓮港 25 號碼頭為例

碼頭維護管理資訊系統

2012.11.7 15:42

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登出

劣化照片

照片更新 選擇檔案 未選擇檔案

確認更改資料

圖 4.49 碼頭經常巡查紀錄編輯-2-以花蓮港 25 號碼頭為例

碼頭維護管理資訊系統

2012.11.7 15:42

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

經常巡查基本資料編輯

檢測天氣	晴
檢測員意見	無

確認修改

圖 4.50 碼頭經常巡查基本資料編輯-以花蓮港 25 號碼頭為例



基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

檢測日期	2013年11月20日				檢測天氣	晴
港灣名稱	花蓮港	碼頭名稱	25號碼頭		檢測人員	簡臣佑
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化描述	劣化單元	劣化位置	劣化數量
岸肩	裂縫	1	無異狀	1	X Y	m
	照片 選擇檔案 未選擇檔案					
	剝落	1	無異狀	1	X Y	m ²
	照片 選擇檔案 未選擇檔案					
後線	沉陷	4	後線嚴重下陷(高度>15 cm、面積>20 m ²) 圖示	10	X 3	10 m ²
	照片 選擇檔案 未選擇檔案					

圖 4.51 碼頭經常巡查資料新增-以花蓮港 25 號碼頭為例

(2)定期巡查之新增與查詢：選擇定期巡查之查詢並以碼頭為標的，可進入定期巡查資料列表，如圖 4.52 所示，與經常巡查不同之處為，增加了「繼續檢測」選項，此部分將於定期巡查之新增進行說明。而定期巡查的詳細資料則以各單元構件劣化異狀進行表列，且為便於各單元間的資料檢視，表首提供快速切換至各單元的選項，如圖 4.53 所示。巡查資料之編輯同經常巡查方式，但由於定期巡查是針對各單元構件劣化異狀進行紀錄，故編輯功能中單元不能選擇，如圖 4.54 所示。選擇定期巡查之新增並以碼頭為標的，即可新增一筆新的定期巡查資料，但由於定期巡查較為繁複，故紀錄之新增方式不同於經常巡查，在使用者進入後，系統即自行產生碼頭各單元構件劣化異狀資料，並皆以劣化狀況為 1 表列，此表列方式與圖 4.55 相同，但表中增加「完成檢測」功能，若使用者確認已完成所有紀錄，則可如圖 4.52 選擇相關的功能，若為否，則該筆資料僅能「刪除」與「繼續檢測」兩功能可選擇，如圖 4.55 所示。



基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

花蓮港-5號碼頭定期巡查資料列表 回到碼頭選擇								
檢測時間	檢測天候	檢測者	檢測者意見	詳細資料	刪除記錄	編輯記錄	繼續檢測	檢測報告
20130808	晴	簡臣佑	無	查詢	刪除	編輯	編輯	列印

圖 4.52 碼頭定期巡查資料列表-以花蓮港 5 號碼頭為例



基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

回到碼頭選擇 回到定期巡查基本資料列表

花蓮港-5號碼頭-定期巡查記錄表							
B01 B02 B03 B04 B05 B06							
單元編號	構件類型	劣化類型	劣化程度	劣化位置	劣化數量	劣化照片	編輯
B01 回頂層	碼頭本體岸肩	裂縫	1				編輯
B01	碼頭本體岸肩	剝落	1				編輯
B01	碼頭本體岸肩	沉陷	1				編輯
B01	碼頭本體後線	沉陷	1				編輯
B01	海床	沖刷	1				編輯
B01	附屬設施繫船柱	腐蝕龜裂	1				編輯
B01	附屬設施防舷材	龜裂破損	1				編輯
B01	附屬設施車擋	龜裂破損	1				編輯

圖 4.53 碼頭定期巡查紀錄表-以花蓮港 5 號碼頭為例



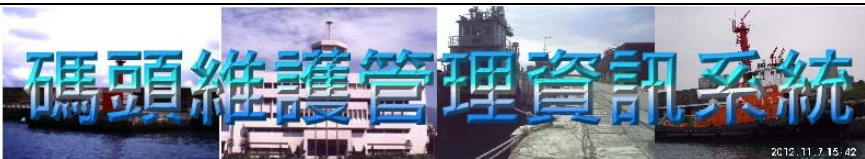
基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

回到碼頭選擇 回到定期巡查基本資料列表 回到定期巡查詳細資料列表

定期巡查資料編輯

檢測時間	20130808		
港灣名稱	花蓮港		
碼頭名稱	5號碼頭		
單元名稱	B02		
構件名稱	碼頭本體-壁體		
劣化類型	接縫開裂		
劣化狀況	2		
	劣化等級1為無異狀,劣化等級2,劣化等級3,劣化等級4		
劣化位置X	X=	20	m
劣化位置Y	Y=	0	m
劣化位置Z	Z=-	5	m
劣化位置N	第	0	個
	第	0	行

圖 4.54 碼頭定期巡查紀錄編輯-以花蓮港 5 號碼頭為例



基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

花蓮港-5號碼頭定期巡查資料列表 回到碼頭選擇

檢測時間	檢測天候	檢測者	檢測者意見	詳細資料	刪除記錄	編輯記錄	繼續檢測	檢測報告
20130808	晴	簡臣佑	無	查詢	刪除	編輯	編輯	列印
20131116	晴	簡臣佑	無	查詢	刪除	編輯	編輯	列印

圖 5.55 碼頭定期巡查資料列表-以花蓮港 5 號碼頭為例

- (3)特別巡查之新增與查詢：選擇特別巡查之查詢(或新增)並以碼頭為標的，可進入特別巡查資料列表，由於特別巡查方式為災後的巡視，故僅確認是否有發生劣化狀況等級 4 的狀況，故其巡查紀錄表之新增，如圖 4.56 所示與查詢，如圖 4.57 所示，皆以「yes/no」顯示劣化狀況，其餘功能與經常巡查相同。

碼頭維護管理資訊系統

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

特別巡查檢測表						
檢測日期	2013年11月16日				檢測天氣	晴
港灣名稱	花蓮港	碼頭名稱	25號碼頭		檢測人員	簡臣佑
構件名稱	劣化類型	是/否	劣化描述	劣化單元	劣化位置	劣化數量
岸肩	裂縫	☐ 是 / ☒ 否	裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約5mm以上)	1	X Y	m
	照片 選擇檔案 未選擇檔案					
	剝落	☐ 是 / ☒ 否	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm	1	X Y	m ²
	照片 選擇檔案 未選擇檔案					
岸肩	沉陷	☐ 是 / ☒ 否	岸肩嚴重下陷(面積>5 m ² 、高度>2.5 cm)	1	X Y	m ²
	照片 選擇檔案 未選擇檔案					
後線	沉陷	☐ 是 / ☒ 否	後線嚴重下陷(高度>15 cm、面積>20 m ²)	1	X	m ²

圖 4.56 碼頭特別巡查資料新增-以花蓮港 25 號碼頭為例

碼頭維護管理資訊系統

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

回到碼頭選擇		回到特別巡查基本資料列表		20131113			
港灣名稱	花蓮港	碼頭編號	25號碼頭	檢測日期	劣化數量	劣化照片	編輯
構件名稱	劣化類型	緊急搶修否	劣化單元	劣化位置			
岸肩	裂縫	yes	B02	X=2m, Y=3m	4m	照片	編輯
	剝落	no					編輯
	沉陷	no					編輯
後線	沉陷	yes	B07	X=3m	3m ²	照片	編輯
繫船柱	腐蝕龜裂	no					編輯
防舷材	龜裂破損	no					編輯
車擋	龜裂破損	no					編輯
起重機軌道	腐蝕位移	no					編輯

圖 4.57 碼頭特別巡查紀錄表-以花蓮港 25 號碼頭為例

3. 維修排序模組：此模組在選擇港灣後，可進入港區地圖並針對「緊急維修」、「年度維修」與「緊急搶修」於選擇碼頭後進行查詢，如圖 4.58 所示，排序資料以最近一次巡查紀錄進行分析。若為附屬設施則僅以劣化狀況等級排序。圖 4.59 為緊急維修範例，若構件發生狀況等級 4 之狀況，則會顯示紅色字體，以便讓維修人員

便於確認狀況；圖 4.60 為年度維修範例，構件劣化狀況表列排序，並提供劣化異狀處置對策。



圖 4.58 維修排序模組之維修方式與碼頭選擇-以花蓮港為例

緊急維修構件列表								
港灣名稱		花蓮港		碼頭名稱		25號碼頭	檢測時間	20131114
構件類型	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量	修復排序	處置對策
結構性構件	碼頭本體-後線	沉陷	4	B10	X=3m	10m ²	1	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 回填料填補壓實法

圖 4.59 緊急維修構件列表-以花蓮港 23 號碼頭為例

碼頭維護管理資訊系統								
基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出								
年度維修構件列表								
回到碼頭選擇								
港灣名稱		花蓮港		碼頭名稱		9號碼頭	檢測時間	20130911
構件類型	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量	修復排序	處置對策
結構性構件	碼頭本體-岸肩	裂縫	2	B02	X=4.8m Y=1.5m	6m	1	樹脂砂漿塗抹工法
	碼頭本體-岸肩	裂縫	2	B01	X=1m Y=3m	10m	1	樹脂砂漿塗抹工法
附屬設施	附屬設施-車擋	腐蝕龜裂	2	B02	第1個	1個	2	持續觀察

圖 4.60 年度維修構件列表-以花蓮港 5 號碼頭為例

4. 維修紀錄模組：此模組在選擇港灣後，即可選擇「新增」或「查詢」維修紀錄，如圖 4.61 所示。維修紀錄新增內容包含維修契約編號、維修金額、維修碼頭、維修照片與維修檔案(預算書)等資料，如圖 4.62 所示。圖 4.63 為查詢歷史維修紀錄資料，並可進行資料的編輯。

碼頭維護管理資訊系統	
基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出	
維修記錄模組(花蓮港)	
	
新增	查詢

圖 4.61 維修紀錄模組功能示意



基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

花蓮港維修記錄新增	
維修契約編號	
契約名稱	
維修金額	
維修碼頭	☐ 1號碼頭 ☐ 2號碼頭 ☐ 3號碼頭 ☐ 4號碼頭 ☐ 5號碼頭 ☐ 6號碼頭 ☐ 7號碼頭 ☐ 8號碼頭 ☐ 9號碼頭 ☐ 10號碼頭 ☐ 11號碼頭 ☐ 12號碼頭 ☐ 13號碼頭 ☐ 14號碼頭 ☐ 15號碼頭 ☐ 16號碼頭 ☐ 17號碼頭 ☐ 18號碼頭 ☐ 19號碼頭 ☐ 20號碼頭 ☐ 21號碼頭 ☐ 22號碼頭 ☐ 23號碼頭 ☐ 24號碼頭 ☐ 25號碼頭 ☐ 航道西岸
維修照片	選擇檔案 未選擇檔案
維修檔案	選擇檔案 未選擇檔案
新增	

圖 4.62 維修紀錄模組-新增維修紀錄示意



基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登 出

花蓮港-維修記錄列表 回到維修記錄模組							
維修契約編號	契約名稱	維修金額(元)	維修碼頭	維修照片	維修檔案	編輯	刪除
101014 [20120913]	#21碼頭岸壁及水下沉箱修復工程	3160355	21號碼頭	無檔案	檔案	編輯	刪除
3.15.22.1.93002 [20050216]	航道鋼板樁防蝕工程	9933089	航道西岸	無檔案	檔案	編輯	刪除
3.15.22.1.93002 [20040201]	碼頭鋼板樁防蝕工程	6677678	8號碼頭	無檔案	檔案	編輯	刪除

圖 4.63 維修紀錄模組-查詢維修紀錄示意

5. 帳號管理模組：由系統首頁登錄後，於設施選擇頁面進入，如圖 4.64 所示，若為「系統管理者」，則可進入圖 4.65 所示，瀏覽所有帳號，並可「新增帳號」，如圖 4.66 所示與編輯所有帳號資料，如圖 4.67 所示。若為一般使用者，則於同一選擇下，僅可針對個人帳號編輯資料，如圖 4.68 所示。



圖 4.64 系統設施選擇與帳號管理頁面



圖 4.65 帳號管理模組-使用者列表



基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登 出

使用者資料新增	
姓名	
服務單位	
使用者代號	
密碼	
使用者類型	系統管理者 ↓
新增	

圖 4.66 帳號管理模組-使用者新增



基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登 出

使用者資料編輯	
姓名	簡臣佑
服務單位	財團法人臺灣營建研究院
使用者代號	cyjian
密碼	cyjian
使用者類型	☒ 系統管理者 ☐ 一般使用者
修改	

圖 4.67 帳號管理模組-使用者編輯

使用者帳號管理	
姓名	張嘉峰
帳號	cfc
密碼	50XX
公司名稱	臺灣營建研究院AA
確認修改	

圖 4.68 一般使用者帳號管理頁面

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。

本年為 4 年期計畫之第 3 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。年度完成項目如下；(1)花蓮港區碼頭及防波堤之岸上目視及非破壞性檢測；(2)花蓮港 1 至 25 號碼頭水下調查及水深量測；(3)花蓮港 4 至 9 號碼頭與航道西側岸壁鋼板樁厚度檢測與防蝕效能評估；(4)建置花蓮港碼頭維護管理系統。

本年度研究結論、建議、成果效益與應用及提供政府單位應用情形等臚列如下：

5.1 結論

1. 本年度調查對象，原訂之臺北及蘇澳港因已自行辦理碼頭結構安全檢測作業，而花蓮港又商請本所協助辦理其港區碼頭與防波堤檢測與研擬改善措施，故調查對象改為花蓮港 1 至 25 號碼頭、西防波堤與新舊東堤等港灣設施。
2. 碼頭岸上檢測結果，除 4-5 號與 8 號碼頭岸壁有較嚴重之混凝土劣損、鋼筋腐蝕生鏽及外露外，25 號碼頭後線面版出現明顯沉陷，部分防舷材亦有裂損，惟對碼頭結構安全與營運功能尚無影響，其狀況亦屬輕微與局部性；西防波堤與新舊東堤之堤身與消波塊表面發現地

圖狀裂縫，並有白色膠狀反應產物，疑為鹼質與粒料反應之徵候。

3. 非破壞性檢測，本次共選取 7 處碼頭岸壁與 6 處防波堤堤身，由現地反彈錘與推估強度、保護層厚度及中性化深度等試驗結果，顯示混凝土品質與設計應無明顯差異；電阻試驗與鋼筋腐蝕電位量測則顯示內部鋼筋部分腐蝕機率仍高；混凝土鑽心試體室內抗壓強度超音波脈波試驗與氯離子濃度分析之結果顯示，亦與上述相符。
4. 碼頭水下調查結果，4 至 6 號碼頭與航道西側岸壁於海床處，均發現鋼板樁接合處有開裂現象，21 號重力式沉箱水下發現岸壁有遭船隻撞擊凹陷、混凝土剝落與鋼筋外露跡象，17 至 25 號沉箱接合處亦有多處縫隙較大處。水深多音束探測結果，顯示除少數碼頭有淤積現象外，現有水深與設計水深無重大差異。
5. 鋼板樁厚度檢測，4-5 號碼頭飛沫帶鋼板樁全區發現多處斑點狀腐蝕，厚度檢測結果顯示 4-6 號碼頭已有多處腐蝕速率超過 0.20 mm/yr. 之設計允許值，7-9 號碼頭與航道西側岸壁腐蝕速率均小於 0.10 mm/yr.；水面下鋼板樁表面附著許多藤壺、蚵類、管虫、腔腸動物、藻類、珊瑚等海生物。陰極防蝕效能檢測，由鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位之量測數據均小於 - 780 mV，判斷已達保護鋼板樁之目的。
6. 本年度依據本所近年來針對碼頭構造物檢測與安全評估建立之方法與檢測程序，完成建置花蓮港碼頭維護管理系統，可提供花蓮港務分公司立即參用。

5.2 建議

1. 碼頭岸上目視檢測，發現之碼頭岸壁、面版、岸肩及車擋等混凝土剝落或鋼筋腐蝕外露，護舷材及繫船樁表面腐蝕與飛沫帶鋼板樁孔蝕等現象，雖無立即性損害或影響營運安全，建議需持續加以監測，並依劣化程度，排序編列預算及進行維護。

2. 西防波堤與新舊東堤，部分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，建議應持續觀察，花東地區辦理重大公共工程使用之混凝土材料，使用前應先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. 4-5 號碼頭飛沫帶之鋼板樁多處發現斑點狀腐蝕，整體腐蝕速率雖未超過設計允許值，但有部分腐蝕嚴重，6 號碼頭凹面腐蝕速率雖已超過設計允許值，則由於鋼板樁使用時間已達 40-50 年，雖已採用犧牲陽極塊之防蝕措施，建議後續仍須加強檢測頻率或將飛沫帶鋼板樁加以水泥被覆或參採其他取代工法，確保其使用安全。
4. 碼頭與航道西側岸壁鋼板樁於海床處，均發現接合處有開裂現象，建議後續仍須加強檢測頻率，或以鋼板焊接補強工法進行維護，必要時，應進行結構安全分析。
5. 各型式碼頭構件劣化狀況等級與建議處置對策，請參閱本所 102 年度研究計畫「港灣構造物安全檢查評估之研究(3/4)」報告附錄之「碼頭構造物維護管理手冊」部分。
6. 碼頭維護管理系統，目前已將各類型碼頭建置分析方法並提供案例，建議未來應將各類巡檢與修復作業資料記錄於系統中，配合實際使用情形，持續檢討適用與更新系統功能，並針對分析方法擬定安全評估程序，俾利應用參考。

5.3 成果效益與應用

1. 在施政與實務上，除可提供港務公司、漁業署、縣市政府或工程顧問公司辦理商港或漁港碼頭設施之維護參考外，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，亦可提供上述單位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。
2. 在經濟效益上，可藉由掌握碼頭劣化異狀，有效維護，減少資源浪

費。

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研究分析、開發規劃之需用。

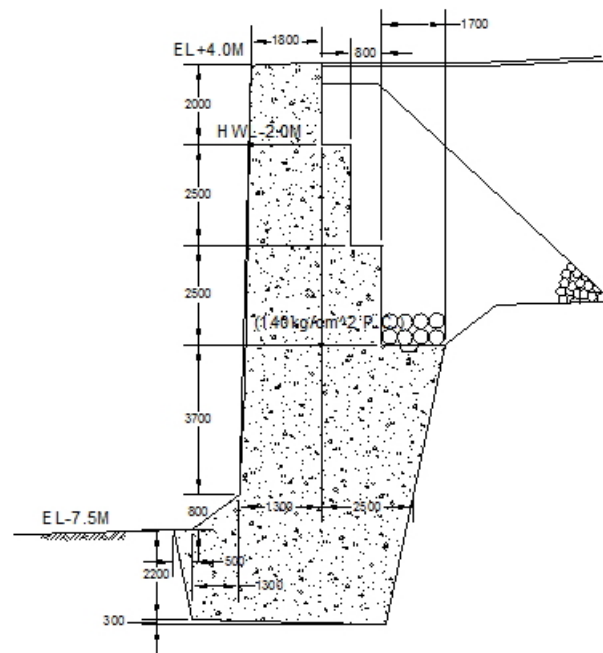
參考文獻

1. 加藤 繪萬等，"棧橋的生命週期維護管理系統之構築與關連之研究"，港灣空港技術研究所，2009。
2. 日本國土交通省港灣局海岸防災課，海岸保護設施維護管理手冊。
3. 李賢華，"港灣構造物安全檢測與評估之研究"，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，2000。
4. 郭世榮、簡連貴、蕭松山等，"港灣設施防災技術之研究(一)－港灣構造物維護管理準則之研究"，交通部運輸研究所，2004。
5. 高橋 宏直等，"港灣設施之維持管理計畫策定之基本考量"，國土交通省國土技術綜合研究所，2007。
6. 運輸省港灣技術研究所，"港灣構造物之維持修補手冊"，財團法人沿岸開發技術研究所，1999。
7. "花蓮港構造物檢測"，交通部花蓮港務局委託交通部運輸研究所辦理，2000。
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. "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。
10. "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。
11. "港灣與濱海地區構造物現況調查與維護之研究(2/4)"，交通部基隆港務局，1998。
12. "港灣構造物安全檢查評估之研究(1/4)"，交通部運輸研究所，2012。

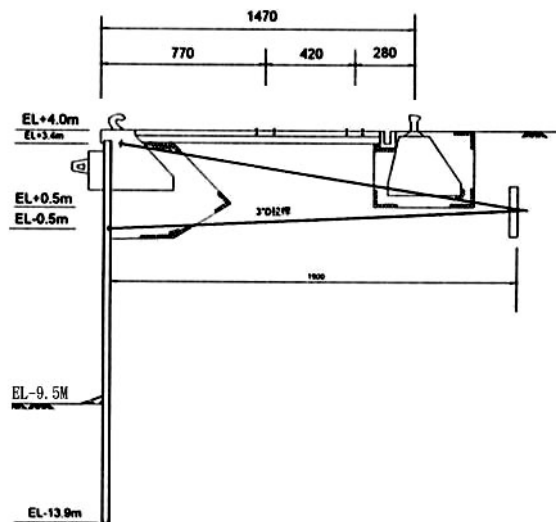
13. "港灣構造物安全檢查評估之研究(2/4)",交通部運輸研究所,2013。
14. "港灣構造物安全檢查評估之研究(3/4)",交通部運輸研究所,2014。
15. NSW Maritime,"Procedure for the Assessment of Public Ferry Wharf Safety",2007.
16. 張嘉峰、簡臣佑等,"基隆港西 14 至西 15 號碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置之研究",交通部運輸研究所港灣技術研究中心,2010。
17. 日本運輸省港灣技術研究所,"港灣構造物腐蝕評價手法" No.501 ,P11,1984.
18. Carl A Thoresen,"Port designer's handbook- recommendations and guidelines",2003.

附錄一

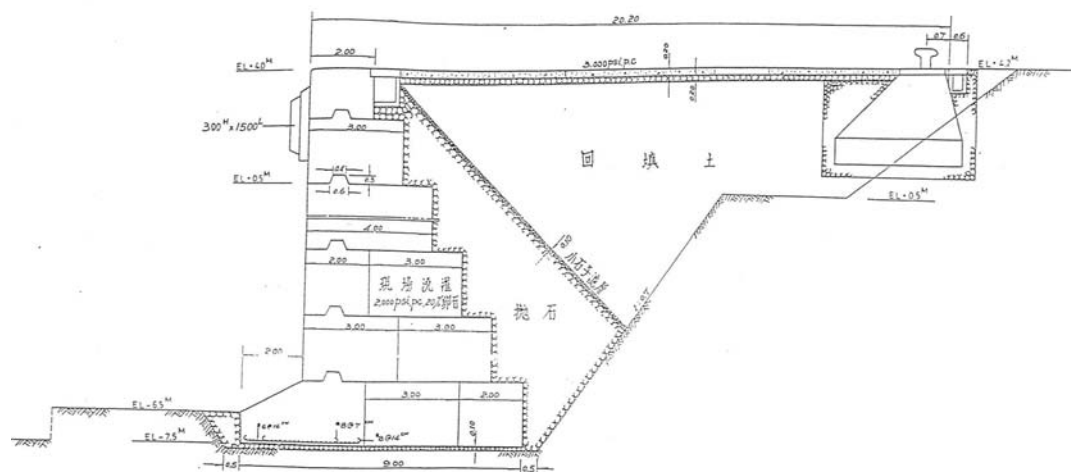
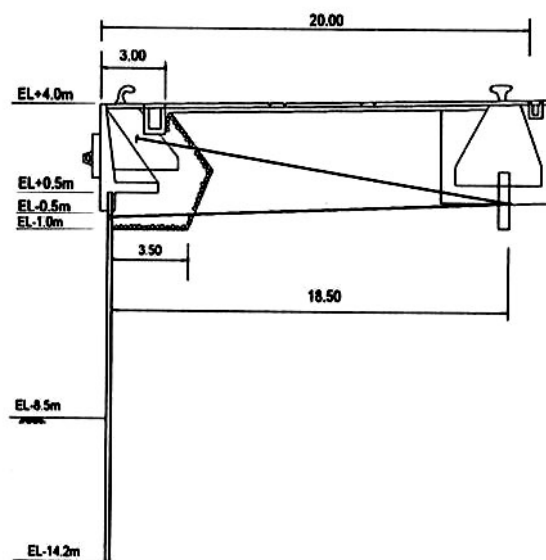
花蓮港碼頭與防波堤結構型式

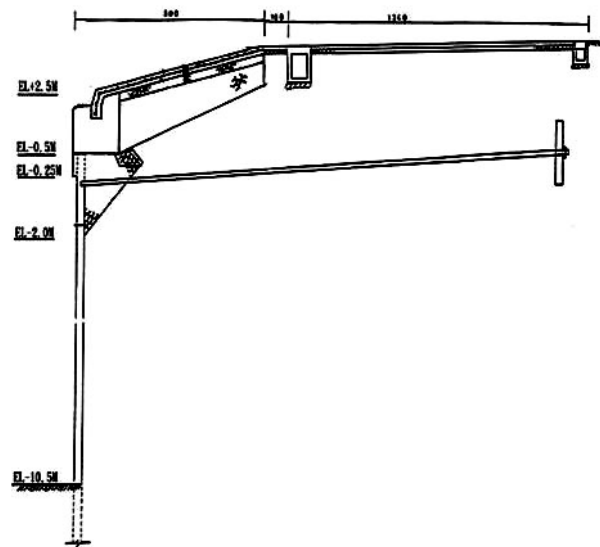


花蓮港 1-3 號碼頭結構型式

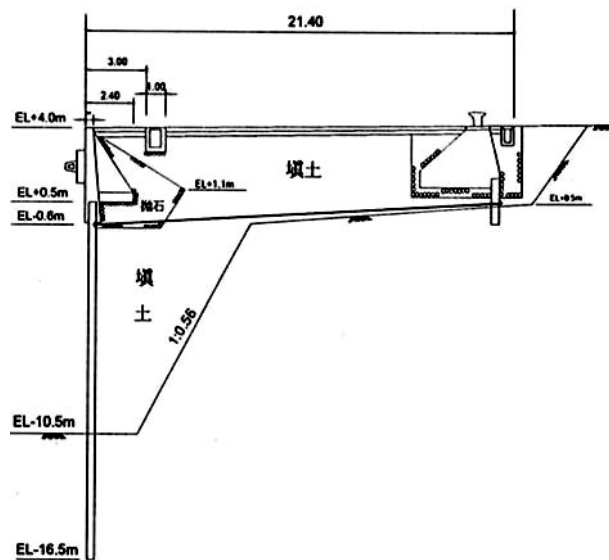


花蓮港 4-5 號碼頭結構型式

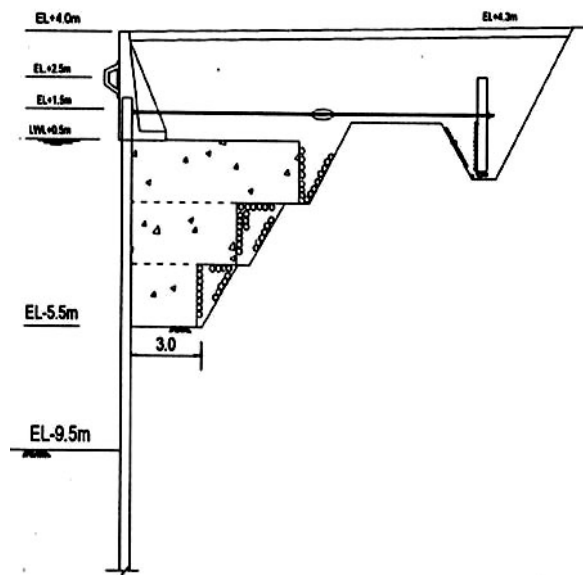




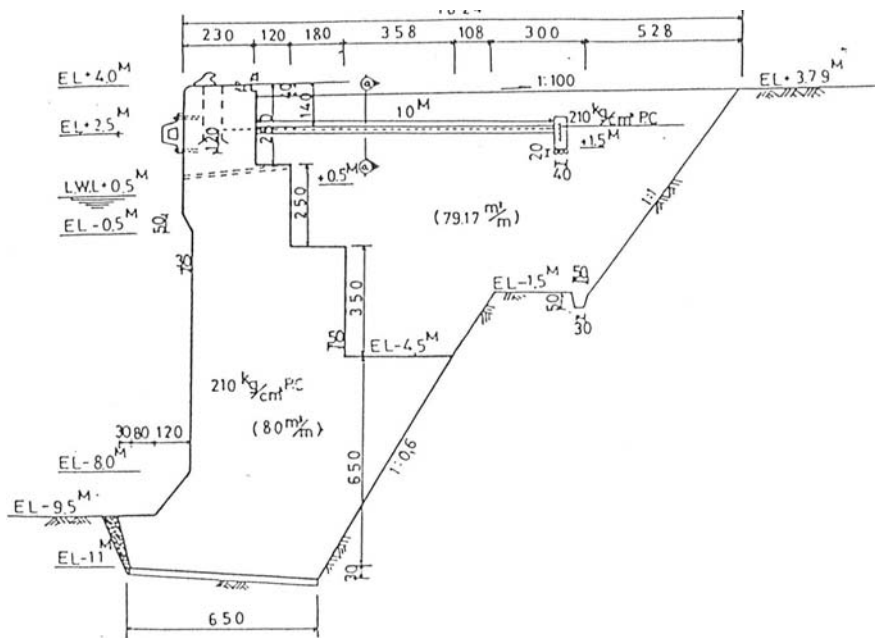
花蓮港 7 號登陸碼頭結構型式



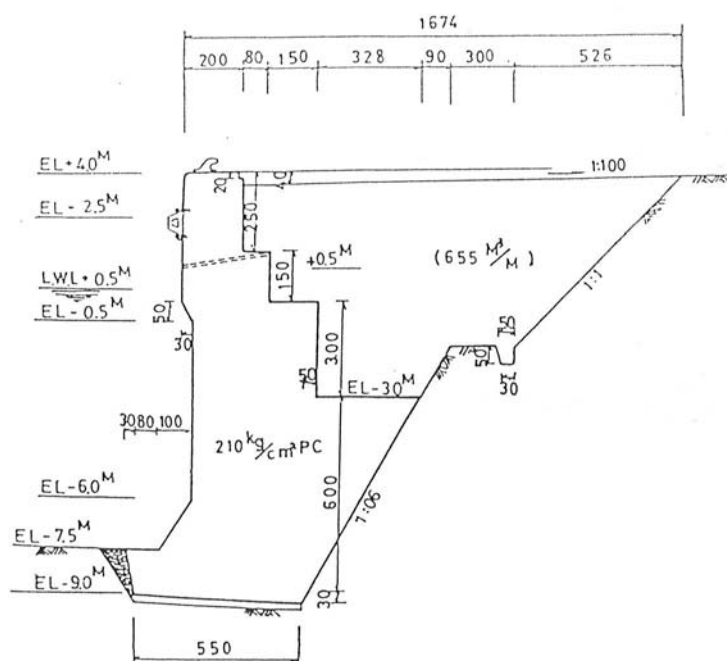
花蓮港 7 號碼頭結構型式



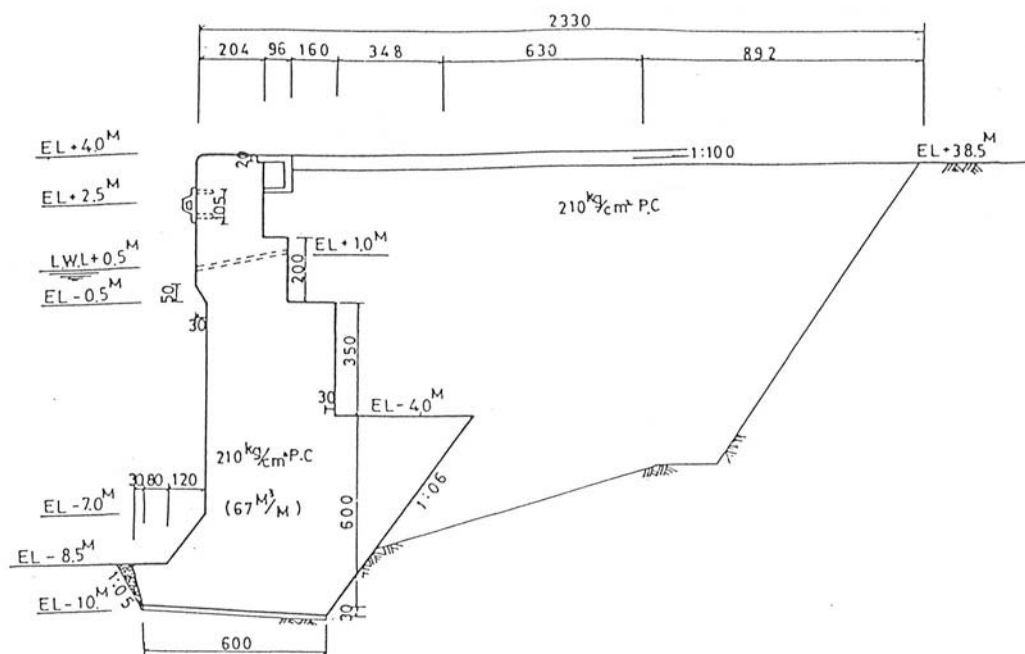
花蓮港 9 號碼頭結構型式



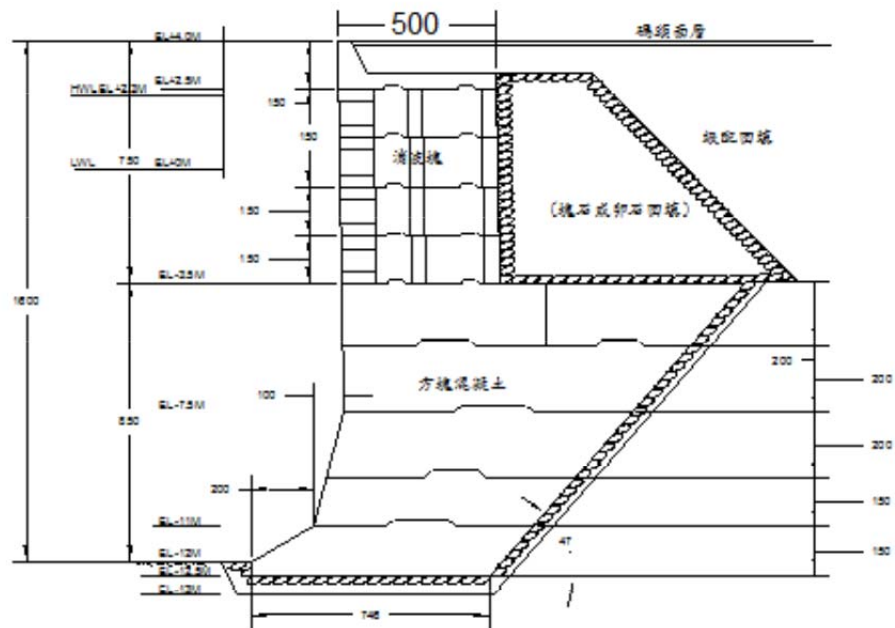
花蓮港 10、11、13、14 號碼頭結構型式



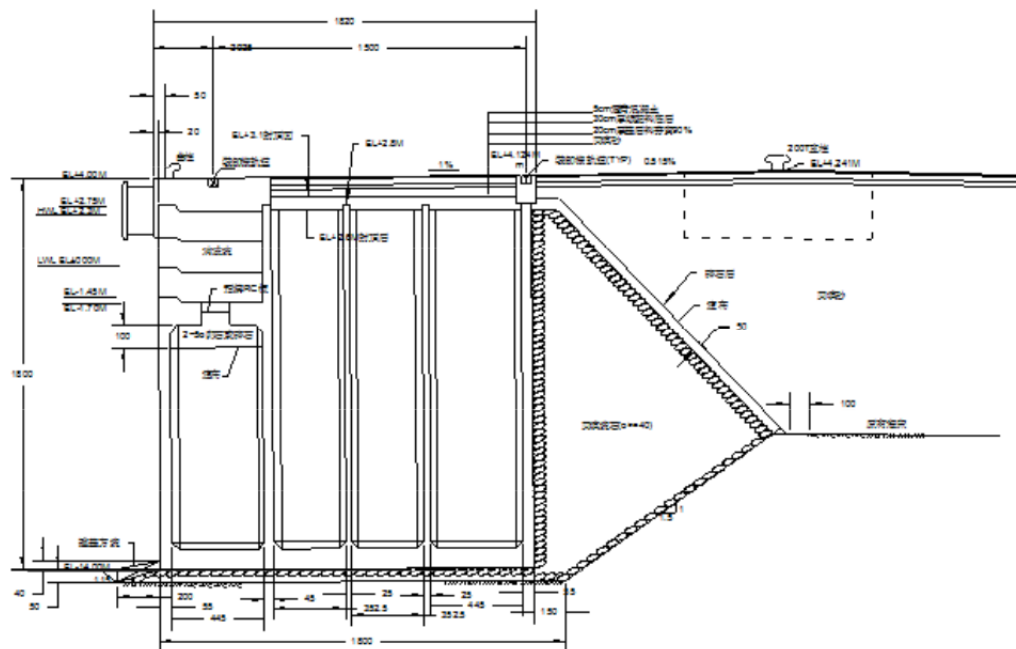
花蓮港 12、16 號碼頭結構型式



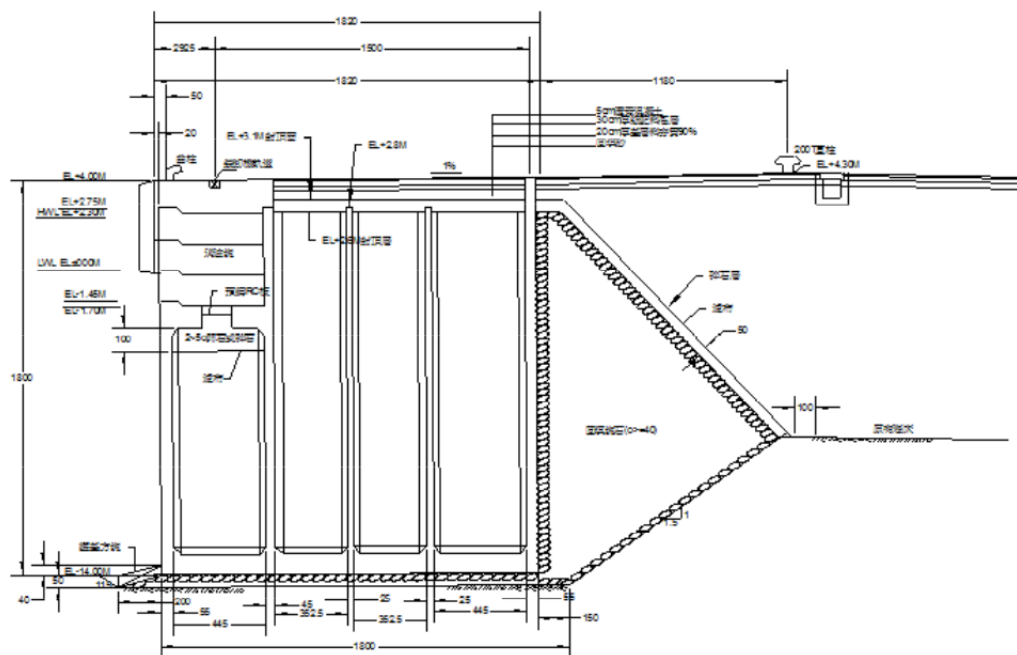
花蓮港 15 號碼頭結構型式



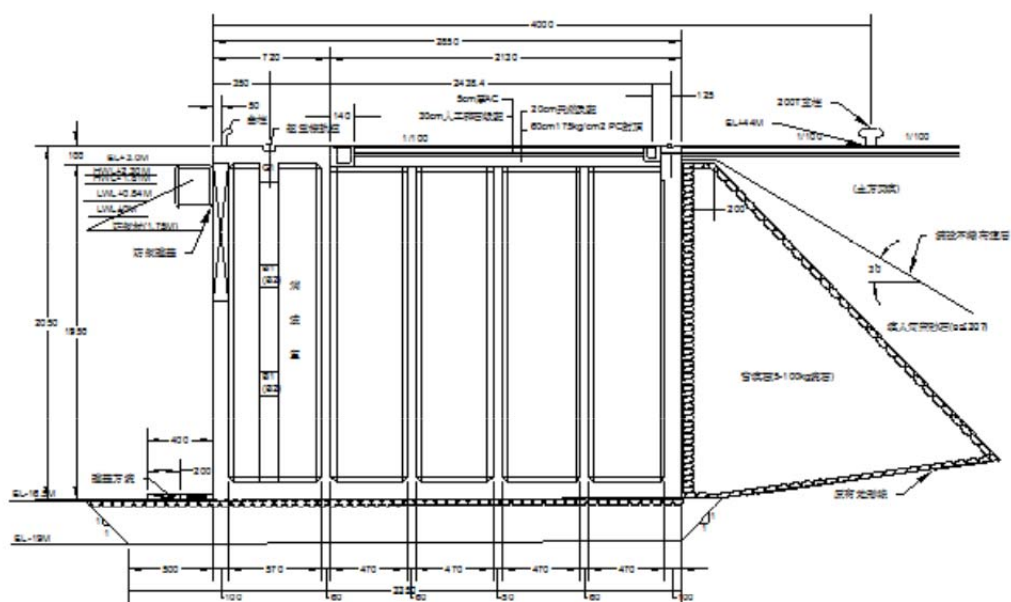
花蓮港 17-18 號碼頭結構型式



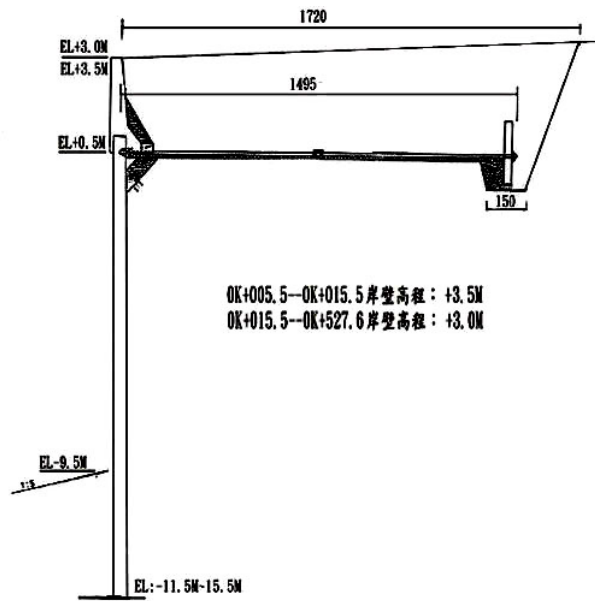
花蓮港 19-22 號碼頭結構型式



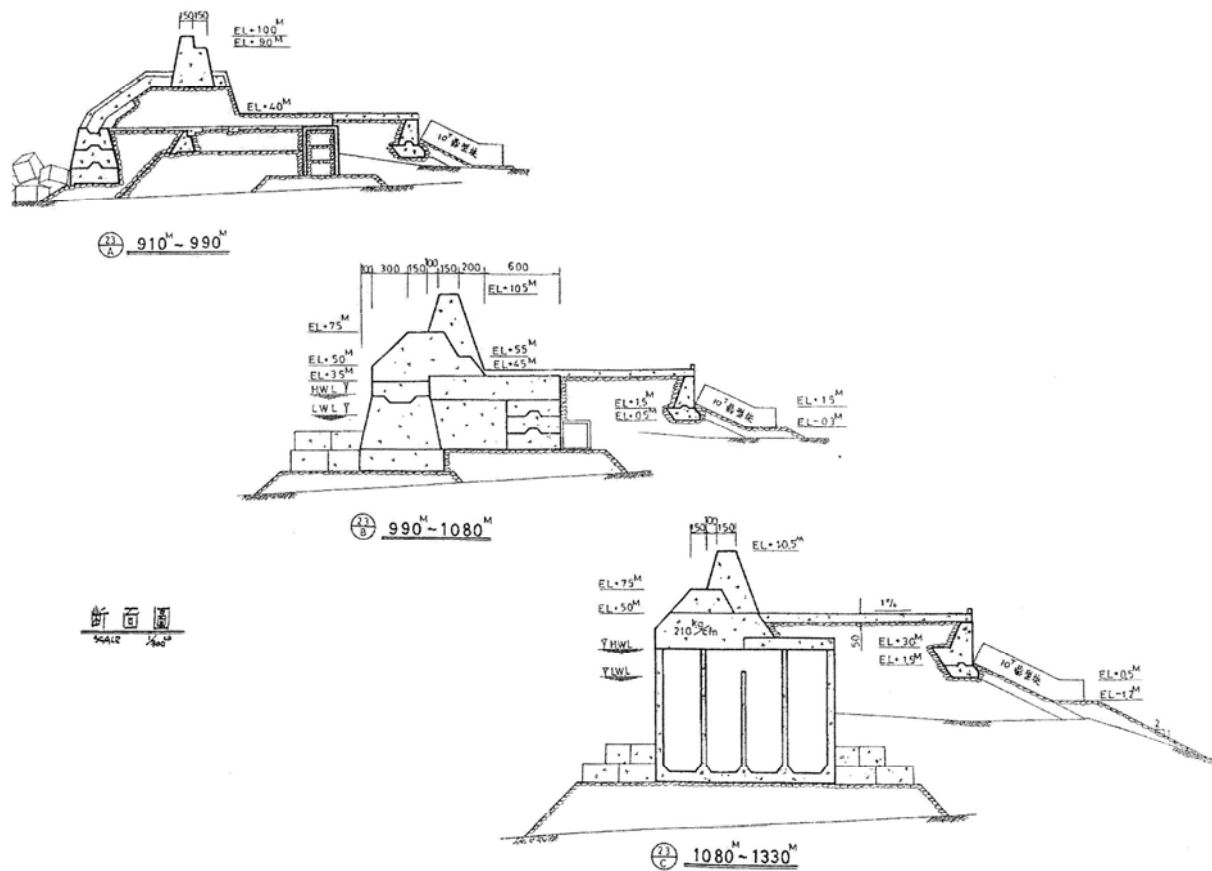
花蓮港 23-242 號碼頭結構型式



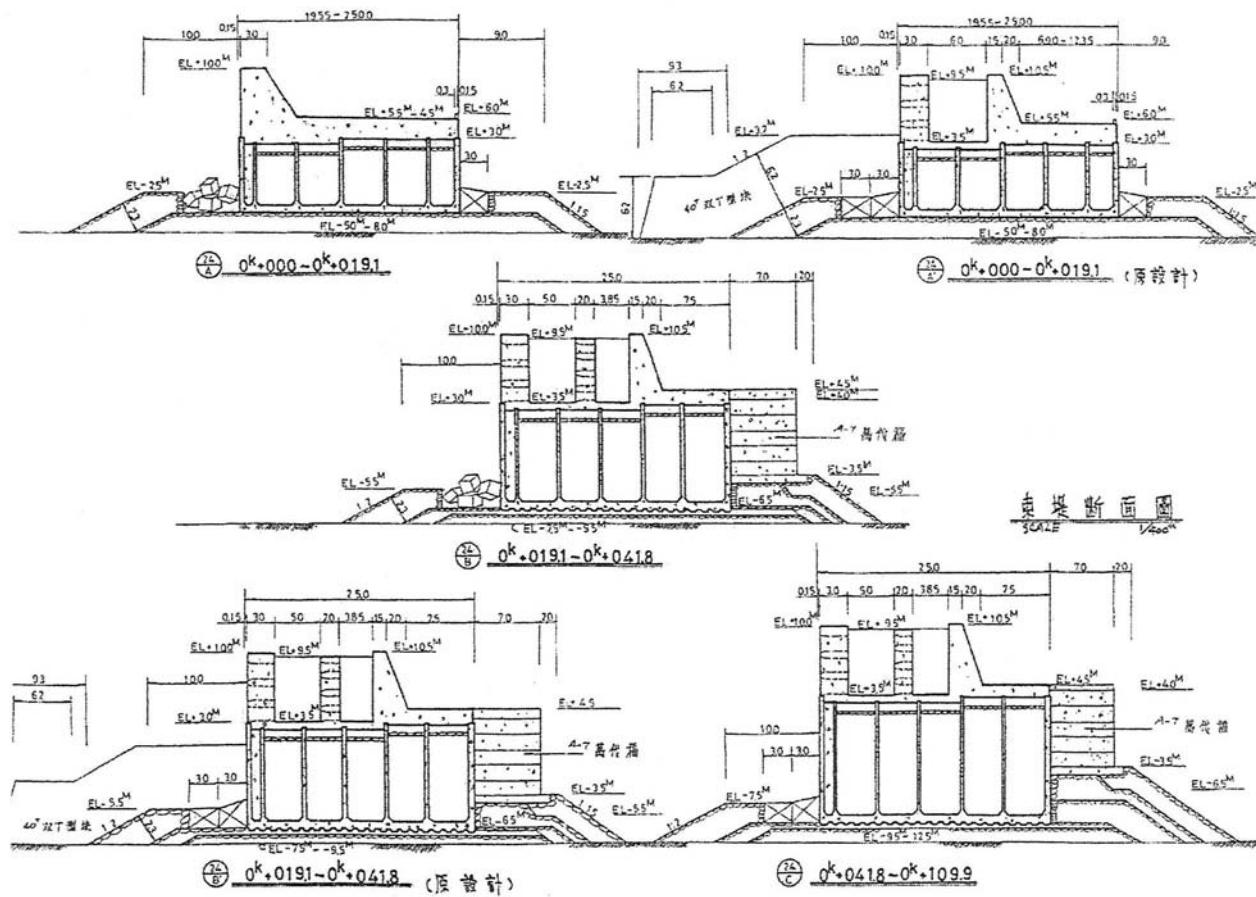
花蓮港 25 號碼頭結構型式



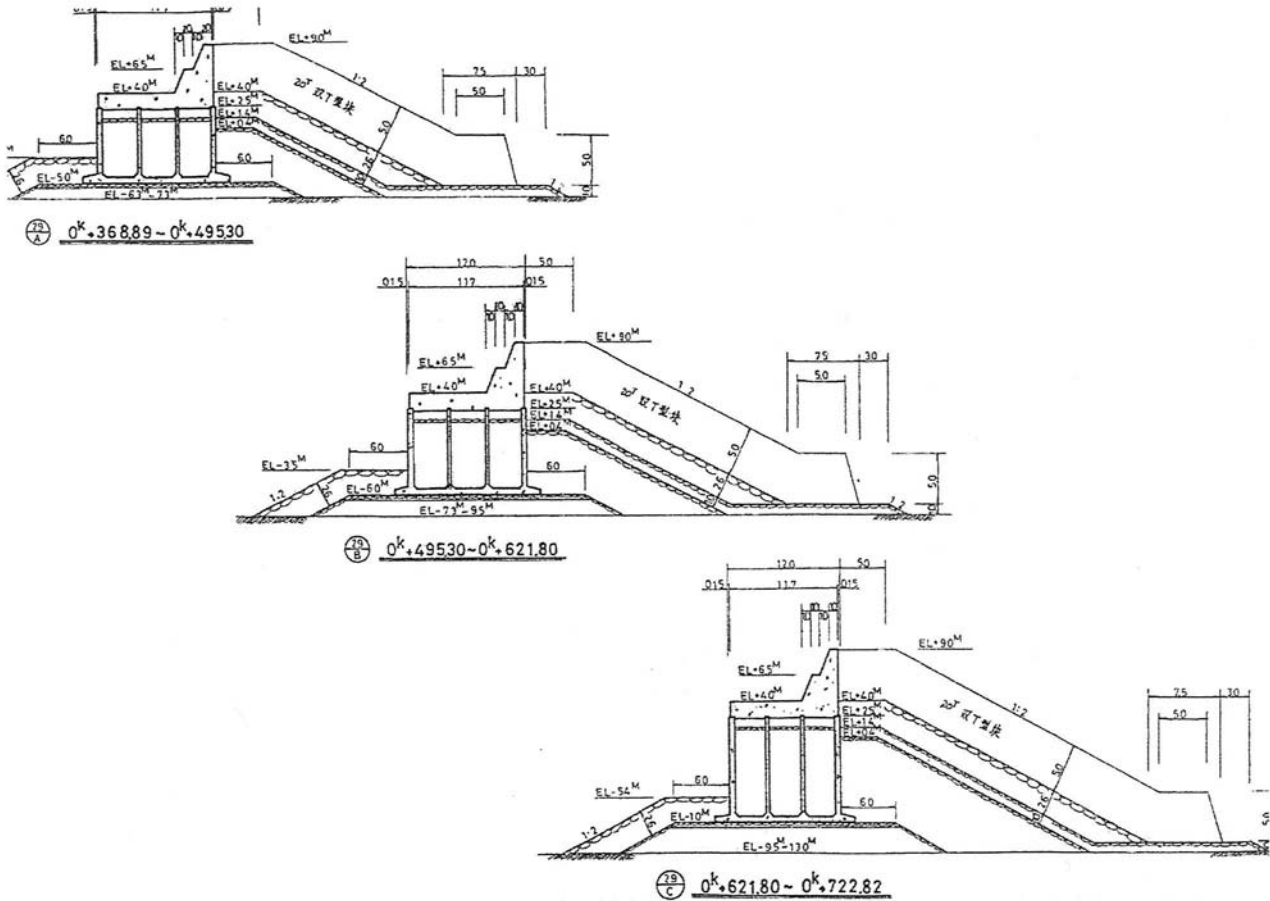
花蓮港航道西側岸壁結構型式



舊東堤結構型式



新東堤結構型式



西防波堤結構型式

附錄二

花蓮港碼頭及防波堤岸上目視檢測照片



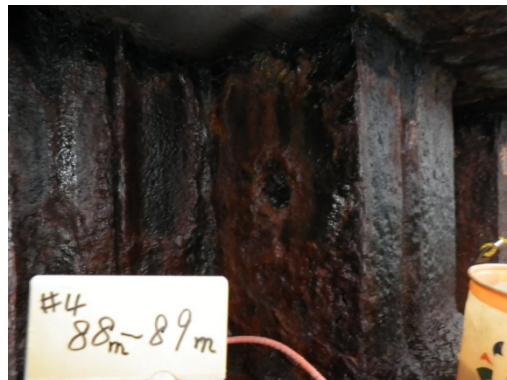
1-3 號碼頭現況情形(102.8.8)



1-3 號碼頭現況情形 2(102.8.8)



4 號碼頭岸壁橫梁現況情形



4 號碼頭岸壁鋼板樁現況情形



4 號碼頭岸肩現況情形



5 號碼頭岸肩現況情形



4 號碼頭岸肩排水設施現況情形



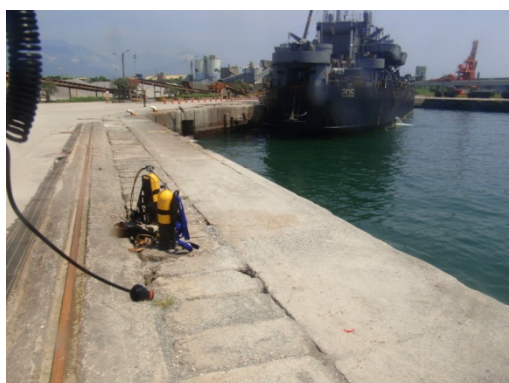
6 號碼頭岸肩現況情形



5-6 號碼頭岸肩及後線現況情形



6 號碼頭現況情形



6 號碼頭岸肩排水設施現況情形



7 號碼頭現況情形



7 號登陸碼頭現況情形



8 號碼頭岸肩現況情形



8 號碼頭岸壁現況情形



8 號碼頭岸壁劣化現況情形



9 號碼頭岸肩現況情形 1



9 號碼頭岸肩現況情形 2



10 號碼頭岸肩現況情形 1



10 號碼頭岸肩現況情形 2



11 號碼頭岸肩現況情形 1



11 號碼頭岸肩現況情形 2



12 號碼頭岸肩現況情形 1



12 號碼頭岸肩現況情形 2



13 號碼頭岸肩現況情形 1



13 號碼頭岸肩現況情形 2



14 號碼頭岸肩現況情形 1



14 號碼頭岸肩現況情形 2



15 號碼頭岸肩現況情形 1



15 號碼頭岸肩現況情形 2



16 號碼頭岸肩現況情形 1



16 號碼頭岸肩現況情形 2



17 號碼頭岸肩現況情形 1



17 號碼頭岸肩現況情形 2



19 號碼頭岸壁現況情形



21 號碼頭岸肩現況情形



23 號碼頭岸肩現況情形 1



23 號碼頭岸肩現況情形 2



24 號碼頭岸壁現況情形 1



24 號碼頭岸壁現況情形 2



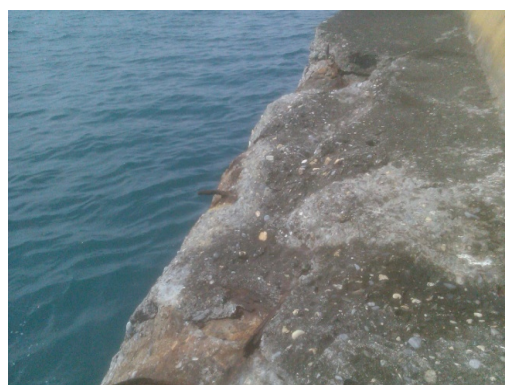
24 號碼頭岸壁現況情形 3



24 號碼頭岸肩路面現況情形



25 號碼頭岸壁現況情形



25 號碼頭岸肩現況情形



25 號碼頭路面現況情形 1



25 號碼頭路面現況情形 2



25 號碼頭岸壁及防舷材情形



25 號碼頭岸壁現況情形



航道西側岸肩現況情形 1



航道西側岸肩現況情形 2



繫船柱現況情形 1



繫船柱現況情形 2



繫船柱現況情形 3



繫船柱現況情形 4



繫船柱現況情形 5



繫船柱現況情形 6



繫船柱現況情形 7



繫船柱現況情形 8



防舷材現況情形 1



繫船柱現況情形 2



繫船柱現況情形 3



繫船柱現況情形 4



繫船柱現況情形 5



繫船柱現況情形 6



繫船柱現況情形 7



繫船柱現況情形 8



舊東堤現況情形 1



舊東堤現況情形 2



舊東堤現況情形 3



舊東堤現況情形 4



舊東堤現況情形 5



舊東堤現況情形 6



舊東堤現況情形 7



新、舊東堤銜接處現況情形



新東堤現況情形 1



新東堤現況情形 2



新東堤現況情形 3



新東堤現況情形 4



新東堤現況情形 5



新東堤現況情形 6



新東堤現況情形 7



新東堤現況情形 8



新東堤現況情形 9



新東堤現況情形 10



西防波堤堤身現況情形 1



西防波堤堤身現況情形 2



西防波堤堤身現況情形 3



西防波堤消波塊現況情形

附錄三

花蓮港混凝土反彈錘測試值與鑽心試體照片

花蓮港 6 號碼頭(0K+090)混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	31	33	38	39	30	31	33	40	31	30	33.6	44.16	418
A2	45	48	41	45	35	35	45	43	43	35	41.5		
A3	38	43	38	42	30	43	38	42	38	45	39.7		
A4	43	38	45	38	35	38	48	45	38	38	40.6		
A5	48	45	42	40	40	42	43	42	38	43	42.3		
A6	50	50	48	45	40	38	45	40	35	52	44.3		
A7	40	40	43	45	35	35	35	42	35	42	39.2		
A8	40	38	35	35	38	35	39	39	38	40	37.7		
A9	35	40	35	50	45	33	50	40	38	45	41.1		
A10	35	35	42	42	48	40	40	45	40	50	41.7		
B1	46	45	43	38	38	50	47	52	37	50	44.6		
B2	39	40	42	49	53	36	50	52	53	46	46.0		
B3	43	40	52	47	53	52	48	47	46	37	46.5		
B4	45	45	55	48	48	47	53	52	51	47	49.1		
B5	53	43	45	50	36	45	52	47	53	48	47.2		
B6	33	35	48	45	30	30	40	35	40	48	38.4		
B7	35	33	48	45	43	38	45	50	52	50	43.9		
B8	43	35	40	35	45	45	43	40	40	30	39.6		
B9	45	35	55	55	40	53	50	53	45	42	47.3		
B10	43	48	45	45	50	52	45	50	39	52	46.9		
C1	47	50	52	53	53	50	40	50	52	45	49.2		
C2	46	50	47	40	43	52	50	47	50	50	47.5		
C3	50	46	36	45	40	30	46	42	50	43	42.8		
C4	36	33	45	45	50	38	36	40	40	37	40.0		
C5	39	52	50	47	38	46	45	43	53	50	46.3		
C6	43	36	43	47	47	47	43	43	50	47	44.6		
C7	40	40	47	50	43	50	52	50	50	51	47.3		
C8	37	36	43	40	42	36	39	43	40	42	39.8		
C9	40	30	38	38	36	35	53	52	38	42	40.2		
C10	52	53	47	46	45	50	52	43	53	53	49.4		
D1	52	46	30	43	43	38	45	40	37	38	41.2		
D2	42	52	52	46	46	47	46	50	46	50	47.7		
D3	46	36	48	48	52	52	49	50	43	50	50.0		
D4	36	50	50	52	52	46	50	46	46	45	47.3		
D5	33	43	40	45	30	42	43	45	48	52	42.1		
D6	43	36	42	45	46	38	42	36	35	36	39.9		
D7	50	46	30	45	45	53	52	51	42	37	45.1		
D8	43	43	36	30	52	45	45	36	45	43	41.8		
D9	40	43	43	43	43	39	42	45	43	39	42.0		
D10	50	47	47	45	38	38	52	49	43	52	46.1		
E1	45	30	46	48	38	50	45	38	45	47	43.2		
E2	52	52	50	40	38	50	46	46	52	47	47.3		
E3	48	51	40	46	49	52	38	46	52	36	45.8		
E4	45	45	46	46	46	50	50	50	38	50	46.6		
E5	49	45	50	52	46	50	52	45	43	50	48.2		
E6	30	52	46	47	40	38	46	42	45	50	43.6		
E7	50	47	52	50	48	40	50	50	47	48	48.2		
E8	50	42	42	42	52	52	50	38	52	53	47.3		
E9	37	40	50	46	46	50	50	50	50	51	47.0		
E10	47	47	47	48	50	46	52	52	52	51	49.2		

花蓮港 7 號碼頭(0K+080)混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	28	30	31	33	29	36	28	26	29	42	31.2	34.06	263
A2	32	27	27	30	35	27	25	29	32	37	30.1		
A3	30	26	30	33	27	25	29	30	27	40	29.7		
A4	32	27	30	27	27	28	28	32	32	31	29.4		
A5	30	35	35	30	25	30	36	26	27	30	30.4		
A6	27	32	30	27	25	25	32	30	30	30	28.8		
A7	35	32	35	31	36	37	35	26	35	30	33.2		
A8	26	30	30	25	33	35	30	30	25	28	29.2		
A9	35	30	40	29	27	35	30	30	26	33	31.5		
A10	35	30	30	31	30	28	30	30	25	28	29.7		
B1	30	26	38	42	33	45	35	30	33	31	34.3		
B2	35	33	29	30	30	39	28	38	33	33	32.8		
B3	30	35	35	39	39	36	30	33	35	42	35.4		
B4	35	35	30	39	40	33	40	43	28	35	35.8		
B5	37	37	35	30	40	45	39	43	38	39	38.3		
B6	29	29	36	30	29	29	29	29	26	29	29.5		
B7	33	25	36	36	35	30	31	26	33	35	32.0		
B8	33	26	29	30	30	26	30	26	35	28	29.3		
B9	30	35	30	33	36	30	25	25	35	35	31.4		
B10	42	41	35	42	42	35	45	42	40	30	39.4		
C1	40	41	38	30	32	25	30	26	39	30	33.1		
C2	42	42	30	41	36	37	25	42	43	38	37.6		
C3	39	50	33	40	28	36	43	43	39	30	38.1		
C4	33	39	32	37	37	35	31	32	31	35	34.2		
C5	37	35	35	40	35	39	35	33	30	35	35.4		
C6	35	30	30	46	30	35	40	37	33	35	35.1		
C7	29	30	26	27	28	45	30	30	35	30	31.0		
C8	32	30	30	30	29	30	33	35	35	35	31.9		
C9	33	30	37	36	37	42	30	37	36	35	35.3		
C10	40	41	42	43	39	35	38	40	39	46	40.3		
D1	30	29	31	26	35	30	37	30	30	42	32.0		
D2	35	37	35	33	37	35	30	33	33	26	33.4		
D3	32	35	40	35	28	32	42	39	28	27	33.8		
D4	31	40	38	35	37	40	35	40	41	35	37.2		
D5	31	41	31	42	31	31	35	40	40	43	36.5		
D6	35	32	33	26	35	40	35	39	43	35	35.3		
D7	30	30	29	29	31	26	40	40	40	30	32.5		
D8	35	30	43	33	33	42	30	45	39	33	36.3		
D9	26	35	27	35	42	35	35	36	38	40	34.9		
D10	40	32	35	35	36	35	35	38	40	33	35.9		
E1	30	35	40	38	39	38	35	40	28	40	36.3		
E2	35	42	37	37	30	38	39	42	40	35	37.5		
E3	30	38	42	30	45	46	38	40	30	35	37.4		
E4	43	43	39	42	40	38	46	45	45	46	42.7		
E5	35	38	40	45	30	28	38	42	35	39	37.0		
E6	43	35	30	35	35	30	29	28	35	33	33.3		
E7	33	30	45	35	39	30	30	33	35	39	34.9		
E8	30	40	40	38	30	40	28	35	46	35	36.2		
E9	35	40	35	41	28	35	40	32	28	38	35.2		
E10	28	32	29	35	40	30	26	25	35	32	31.2		

花蓮港 8 號碼頭(0K+038)混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	25	40	30	40	47	43	43	41	39	41	38.9	37.87	319
A2	39	26	30	36	26	36	33	42	33	26	32.7		
A3	35	29	27	42	33	33	35	42	37	38	35.1		
A4	27	43	42	29	46	40	37	40	46	47	39.7		
A5	33	33	30	30	27	29	28	30	36	37	31.3		
A6	43	45	30	37	40	32	33	35	37	40	37.2		
A7	40	39	30	37	30	46	40	40	37	37	37.6		
A8	35	35	29	30	26	39	40	37	35	40	34.6		
A9	30	40	30	46	37	38	37	40	39	37	37.4		
A10	39	40	30	37	40	39	39	39	35	37	37.5		
B1	40	42	39	43	39	33	35	43	39	39	39.2		
B2	38	37	43	45	39	39	39	40	36	43	39.9		
B3	39	30	43	42	42	37	38	39	36	37	38.3		
B4	40	40	37	38	39	42	42	43	39	38	39.8		
B5	35	30	36	40	49	43	39	32	38	39	38.1		
B6	30	35	36	30	38	38	39	45	45	37	37.3		
B7	39	40	30	36	40	50	43	40	43	50	41.1		
B8	26	36	40	33	43	43	39	38	39	39	37.6		
B9	36	35	43	43	38	40	39	39	40	39	39.2		
B10	26	33	37	38	32	35	39	33	35	33	34.1		
C1	33	40	30	39	39	33	35	39	45	40	37.3		
C2	42	37	38	33	45	40	33	42	35	37	38.2		
C3	30	38	40	43	35	37	38	37	37	43	37.8		
C4	40	35	43	42	26	36	37	38	47	47	39.1		
C5	40	37	40	37	39	37	37	40	30	36	37.3		
C6	35	40	38	43	38	38	42	40	40	40	39.4		
C7	48	40	50	43	40	36	50	38	50	40	43.5		
C8	40	37	38	38	39	40	40	37	43	36	38.8		
C9	30	30	40	40	33	43	35	33	33	38	35.5		
C10	37	40	40	43	45	45	47	36	38	46	41.7		
D1	33	36	37	40	43	42	39	38	38	36	38.2		
D2	43	39	49	46	45	35	39	39	39	40	41.4		
D3	30	37	37	35	38	30	42	40	37	37	36.3		
D4	38	35	35	37	35	30	32	35	42	35	35.4		
D5	39	35	40	38	39	45	39	39	40	39	39.3		
D6	33	33	45	45	40	28	41	30	40	30	36.5		
D7	45	45	33	38	40	47	45	49	40	37	41.9		
D8	43	40	40	40	39	40	39	43	43	43	41.0		
D9	43	45	45	45	39	38	46	40	43	40	42.4		
D10	45	36	40	39	36	37	40	30	35	30	36.8		
E1	33	39	35	33	36	33	37	40	37	33	35.6		
E2	27	28	38	33	35	39	33	26	35	33	32.7		
E3	37	27	38	35	30	30	37	37	28	39	33.8		
E4	30	40	33	38	35	37	46	40	26	28	35.3		
E5	35	30	30	42	45	30	38	38	35	35	35.8		
E6	40	37	40	46	46	45	33	30	45	40	40.2		
E7	40	41	43	40	40	37	43	43	41	40	40.8		
E8	39	37	40	40	40	41	45	37	38	35	39.2		
E9	37	40	37	39	38	32	37	43	39	33	37.5		
E10	37	37	37	38	35	37	40	40	40	40	38.1		

花蓮港 17 號碼頭(0K+100)混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	52	52	42	38	52	48	38	40	36	38	43.6	43.86	413
A2	38	52	40	52	50	32	44	32	48	50	43.8		
A3	31	50	36	52	52	36	53	48	46	50	45.4		
A4	30	30	48	42	44	50	50	48	54	36	43.2		
A5	28	28	28	38	38	42	42	36	35	32	34.7		
A6	38	36	30	34	28	40	36	36	26	38	34.2		
A7	38	36	35	32	33	40	26	38	42	42	36.2		
A8	34	38	40	26	28	38	28	28	28	32	32.0		
A9	34	42	30	36	34	38	30	26	26	26	32.2		
A10	24	26	26	32	32	30	28	32	42	36	30.8		
B1	40	42	50	46	36	52	52	52	52	56	47.8		
B2	26	42	46	48	52	52	50	52	54	56	47.8		
B3	46	50	40	46	48	42	48	32	32	48	43.2		
B4	48	52	36	52	36	54	36	38	52	54	45.8		
B5	50	48	52	50	52	30	48	48	42	46	46.6		
B6	40	40	30	36	50	44	50	46	36	40	41.2		
B7	50	38	36	38	28	48	48	46	46	46	42.4		
B8	38	28	34	30	34	42	40	52	40	38	37.6		
B9	43	38	38	50	52	50	32	48	52	54	45.7		
B10	48	40	38	46	36	50	36	46	46	44	43.0		
C1	54	52	52	53	48	52	54	56	36	52	50.9		
C2	46	46	52	52	54	38	56	46	52	52	49.4		
C3	54	54	54	46	48	52	50	52	54	54	51.8		
C4	50	50	50	52	48	52	52	54	50	48	50.6		
C5	50	48	42	46	46	46	44	52	52	52	47.8		
C6	42	28	50	32	46	46	38	42	48	48	42.0		
C7	32	30	36	48	44	48	46	46	48	50	42.8		
C8	36	50	50	40	46	30	38	42	42	44	41.8		
C9	42	40	48	36	46	48	40	40	32	42	41.4		
C10	42	40	38	40	42	36	42	28	46	44	39.8		
D1	48	48	46	46	38	32	44	44	39	46	43.1		
D2	52	48	52	52	48	49	49	49	49	49	49.7		
D3	52	54	50	52	48	30	52	52	36	52	47.8		
D4	48	48	50	48	48	50	48	52	48	46	48.6		
D5	50	50	50	36	50	52	46	50	46	48	47.8		
D6	46	40	52	48	40	38	36	50	42	46	43.8		
D7	48	44	46	46	42	48	36	46	50	52	45.8		
D8	46	40	36	42	44	46	46	48	50	50	44.8		
D9	50	46	48	46	40	48	48	42	46	46	46.0		
D10	40	42	48	46	46	48	48	40	42	36	43.6		
E1	42	39	39	36	38	40	44	50	50	40	41.8		
E2	50	48	46	46	50	46	49	49	50	49	48.3		
E3	42	36	52	38	40	46	46	46	52	48	44.6		
E4	40	46	52	52	52	46	46	50	48	52	48.4		
E5	46	52	32	46	46	52	52	32	52	54	46.4		
E6	46	40	38	36	40	40	50	50	46	42	42.8		
E7	48	36	36	48	52	40	54	52	52	40	45.8		
E8	46	44	38	44	46	46	32	52	48	52	44.8		
E9	50	50	52	52	52	48	40	52	54	52	50.2		
E10	42	46	36	38	36	38	52	48	46	50	43.2		

花蓮港 21 號碼頭(0K+066)混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	37	37	38	32	36	33	38	40	40	39	37.0	35.55	284
A2	33	38	39	30	39	37	43	39	37	38	37.3		
A3	39	30	40	32	39	38	37	36	40	38	36.9		
A4	45	38	43	40	39	37	37	39	41	39	39.8		
A5	43	39	39	37	38	33	38	33	43	47	39.0		
A6	33	40	36	37	26	39	33	28	37	37	34.6		
A7	35	30	33	30	30	28	39	30	37	24	31.6		
A8	33	32	42	40	38	40	46	30	37	42	38.0		
A9	37	30	36	30	36	33	33	33	37	28	33.3		
A10	38	36	30	37	36	33	36	28	30	37	34.1		
B1	35	37	31	33	35	33	35	37	38	35	34.9		
B2	35	32	3	35	36	37	33	42	36	38	32.7		
B3	29	38	30	30	26	36	33	29	28	30	30.9		
B4	29	30	32	37	30	34	33	30	34	38	32.7		
B5	36	38	35	40	40	36	35	30	28	36	35.4		
B6	37	38	33	35	36	40	40	37	34	39	36.9		
B7	39	36	40	39	39	38	36	39	37	39	38.2		
B8	38	40	46	42	36	38	46	39	46	36	40.7		
B9	43	40	36	37	30	33	38	46	38	35	37.6		
B10	37	38	35	37	37	37	36	40	37	37	37.1		
C1	35	35	35	38	42	32	36	37	38	37	36.5		
C2	31	33	30	34	37	35	40	39	35	30	34.4		
C3	36	37	29	30	33	30	35	33	30	30	32.3		
C4	33	42	30	31	36	33	28	30	30	30	32.3		
C5	30	32	36	28	26	29	30	32	32	30	30.5		
C6	39	36	35	38	36	37	37	34	30	35	35.7		
C7	36	35	30	28	42	39	37	35	42	35	35.9		
C8	28	38	30	29	31	32	31	33	38	35	32.5		
C9	40	35	40	36	33	38	30	29	32	33	34.6		
C10	31	33	26	30	33	36	26	28	29	39	31.1		
D1	27	27	29	25	35	33	35	39	28	29	30.7		
D2	26	35	33	39	29	39	37	40	39	37	35.4		
D3	37	37	31	40	37	31	38	33	37	35	35.6		
D4	43	40	35	35	35	33	38	39	44	40	38.2		
D5	33	40	37	37	37	33	37	37	30	35	35.6		
D6	37	35	40	43	39	30	35	37	37	37	37.0		
D7	40	35	37	40	40	39	33	39	39	39	38.1		
D8	30	30	33	35	36	30	30	35	33	30	32.2		
D9	30	31	28	36	37	31	30	33	35	40	33.1		
D10	31	26	40	29	35	30	31	35	36	35	32.8		
E1	33	38	43	32	37	38	35	40	37	41	37.4		
E2	40	33	37	35	39	37	40	33	35	33	36.2		
E3	33	41	35	47	43	39	38	34	40	41	39.1		
E4	43	40	39	30	40	40	38	37	45	43	39.5		
E5	40	39	43	40	40	37	40	33	35	40	38.7		
E6	40	40	37	40	30	28	35	38	37	39	36.4		
E7	37	38	35	36	40	40	40	35	30	37	36.8		
E8	36	35	42	35	38	40	40	40	38	35	37.9		
E9	35	38	30	32	35	35	35	33	30	40	34.3		
E10	29	39	42	43	39	40	38	40	36	35	38.1		

花蓮港 24 號碼頭(0K+030)混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	38	32	30	32	30	28	36	36	34	35	33.1	31.48	226
A2	32	28	28	34	36	38	36	36	36	42	34.6		
A3	32	35	35	26	28	30	30	36	35	30	31.7		
A4	35	35	35	28	38	30	28	30	35	28	32.2		
A5	35	28	30	28	34	32	35	32	36	28	31.8		
A6	30	28	28	26	34	26	30	28	28	26	28.4		
A7	26	27	32	30	30	32	30	30	28	32	29.7		
A8	30	26	32	30	30	28	32	32	26	30	29.6		
A9	34	26	30	34	32	30	30	28	30	30	30.4		
A10	35	30	30	29	28	30	30	30	32	30	30.4		
B1	28	31	31	29	32	33	35	28	30	31	30.8		
B2	32	29	30	30	32	30	35	32	28	35	31.3		
B3	28	29	33	35	35	29	28	26	29	28	30.0		
B4	40	37	33	26	29	28	30	26	35	32	31.6		
B5	32	35	28	35	30	31	29	31	33	30	31.4		
B6	28	31	28	28	30	30	27	26	27	28	28.3		
B7	35	27	27	25	27	32	28	30	33	29	29.3		
B8	33	30	26	27	27	29	36	31	31	32	30.2		
B9	35	34	30	29	34	33	37	29	29	32	32.2		
B10	35	30	26	30	26	30	28	26	26	27	28.4		
C1	38	39	35	35	35	29	31	27	37	30	33.6		
C2	31	27	33	27	28	32	30	30	27	36	30.1		
C3	27	28	29	30	30	36	34	29	30	30	30.3		
C4	30	30	32	30	29	30	36	32	30	28	30.7		
C5	28	30	36	38	32	30	32	30	32	30	31.8		
C6	30	28	26	30	30	30	30	28	30	28	29.0		
C7	30	36	30	32	28	26	30	28	30	30	30.0		
C8	29	30	34	30	36	28	28	29	26	27	29.7		
C9	28	30	26	32	30	30	28	32	30	36	30.2		
C10	30	28	33	30	30	30	28	30	32	30	30.1		
D1	32	32	30	32	32	33	28	33	35	37	32.4		
D2	28	30	28	32	33	35	36	38	38	38	33.6		
D3	26	28	33	35	30	38	38	36	38	36	33.8		
D4	26	30	28	26	30	30	32	33	33	35	30.3		
D5	30	30	30	26	33	30	32	33	33	35	31.2		
D6	32	30	30	33	35	35	31	37	37	32	33.2		
D7	30	30	28	28	32	33	32	32	30	33	30.8		
D8	32	26	28	27	27	28	28	37	29	28	29.0		
D9	33	35	27	27	30	36	27	30	28	29	30.2		
D10	36	28	33	35	35	27	36	28	28	30	31.6		
E1	36	37	35	33	33	28	32	35	38	38	34.5		
E2	33	35	37	37	37	33	35	37	37	38	35.9		
E3	33	33	28	35	40	35	35	32	28	33	33.2		
E4	33	36	38	35	35	37	28	32	35	35	34.4		
E5	32	36	35	38	36	36	37	28	35	35	34.8		
E6	33	33	35	38	37	35	35	30	33	32	34.1		
E7	35	35	36	28	33	35	35	38	35	37	34.7		
E8	32	32	33	30	35	30	30	28	30	36	31.6		
E9	38	30	29	39	39	30	35	28	30	28	32.6		
E10	30	30	30	29	28	39	36	30	30	28	31.0		

花蓮港 25 號碼頭(0K+250)混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	29	31	33	32	30	32	28	37	29	28	30.9	33.81	259
A2	29	36	27	29	35	27	27	32	27	27	29.6		
A3	32	29	33	29	36	40	31	33	33	29	32.5		
A4	31	29	30	30	29	31	39	39	33	35	32.6		
A5	29	33	37	30	30	37	29	33	35	33	32.6		
A6	29	40	38	30	42	40	44	40	36	36	37.5		
A7	40	31	34	41	40	40	44	28	42	40	38.0		
A8	40	42	40	40	40	40	41	36	38	37	39.4		
A9	34	36	32	34	40	32	36	30	34	34	34.2		
A10	30	40	39	44	38	44	37	38	30	32	37.2		
B1	33	31	38	33	31	30	37	36	37	27	33.3		
B2	33	37	37	37	32	33	36	29	31	33	33.8		
B3	30	33	33	30	33	29	30	27	29	26	30.0		
B4	30	28	29	33	35	35	27	27	28	30	30.2		
B5	32	28	36	30	27	35	30	33	35	32	31.8		
B6	27	26	26	32	34	38	34	32	32	30	31.1		
B7	30	32	30	26	35	36	34	29	29	29	31.0		
B8	30	30	34	30	32	37	28	36	34	32	32.3		
B9	32	36	29	32	31	36	30	28	36	30	32.0		
B10	29	30	35	34	36	36	32	29	34	36	33.1		
C1	35	33	29	30	35	33	30	27	36	29	31.7		
C2	31	30	33	30	32	30	28	30	31	29	30.4		
C3	27	34	26	32	34	33	29	27	26	33	30.1		
C4	28	32	33	26	25	32	30	33	31	32	30.2		
C5	28	26	26	33	30	29	30	28	28	29	28.7		
C6	40	32	28	32	36	34	36	28	34	28	32.8		
C7	38	36	31	32	36	32	36	31	35	31	33.8		
C8	32	30	34	32	29	32	29	34	32	36	32.0		
C9	36	31	33	32	36	31	32	36	31	25	32.3		
C10	31	28	32	36	36	29	36	31	29	31	31.9		
D1	33	33	35	35	39	39	30	30	39	26	33.9		
D2	31	33	26	33	33	35	33	28	27	35	31.4		
D3	29	30	30	33	31	29	30	29	32	32	30.5		
D4	27	29	25	30	35	37	29	33	35	30	31.0		
D5	30	30	30	29	29	31	33	33	31	30	30.6		
D6	30	34	28	36	33	32	36	34	43	40	34.6		
D7	30	30	34	32	40	38	44	44	46	43	38.1		
D8	36	40	36	38	52	40	36	52	40	40	41.0		
D9	28	36	38	37	36	34	40	33	30	30	34.2		
D10	30	28	30	38	38	36	28	38	38	38	34.2		
E1	27	30	30	33	30	29	35	27	29	35	30.5		
E2	39	37	42	37	37	38	37	40	37	38	38.2		
E3	37	39	37	39	39	39	39	39	39	33	38.0		
E4	43	43	42	45	33	30	40	39	39	40	39.4		
E5	37	37	39	40	37	37	39	42	42	35	38.5		
E6	40	36	39	36	42	44	39	40	30	32	37.8		
E7	32	30	37	37	31	36	32	40	29	36	34.0		
E8	42	52	36	30	32	46	45	36	37	32	38.8		
E9	77	30	38	40	34	36	38	34	32	36	39.5		
E10	36	41	41	40	38	38	41	41	42	36	39.4		

花蓮港舊東堤身 1K+230 混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	35	32	31	33	32	33	32	30	32	28	31.8	32.77	244
A2	33	31	33	32	28	35	33	35	33	36	32.9		
A3	32	35	32	35	33	37	34	30	32	32	33.2		
A4	29	32	29	28	35	33	34	32	33	32	31.7		
A5	38	33	40	33	32	32	32	33	30	33	33.6		
A6	29	32	29	28	32	36	36	37	40	33	33.2		
A7	29	32	26	35	33	35	31	32	32	28	31.3		
A8	30	32	34	32	30	33	32	35	31	33	32.2		
A9	30	35	30	33	32	31	36	29	26	39	32.1		
A10	38	32	32	31	33	30	35	37	35	33	33.6		
B1	37	26	29	36	31	36	38	40	36	36	34.5		
B2	33	35	26	30	33	31	30	33	33	34	31.8		
B3	30	30	33	36	32	30	31	33	32	29	31.6		
B4	31	33	31	35	33	31	33	32	29	33	32.1		
B5	29	32	31	33	32	35	36	31	33	32	32.4		
B6	33	36	36	34	34	36	40	38	36	30	35.3		
B7	37	33	35	33	30	41	36	34	36	36	35.1		
B8	27	36	31	41	36	36	36	36	30	28	33.7		
B9	32	36	29	32	31	36	30	28	36	30	32.0		
B10	29	30	35	34	36	36	32	29	34	36	33.1		
C1	33	29	29	32	36	28	35	32	36	30	32.0		
C2	36	36	32	36	30	32	33	36	30	32	33.3		
C3	30	36	32	36	30	36	32	36	32	36	33.6		
C4	36	32	36	30	34	32	30	36	34	31	33.1		
C5	34	34	36	32	36	30	29	34	32	32	32.9		
C6	34	32	35	33	29	29	30	36	32	36	32.6		
C7	38	36	31	32	36	32	36	31	35	31	33.8		
C8	32	36	31	36	31	36	31	29	36	28	32.6		
C9	36	31	33	32	36	31	32	36	31	25	32.3		
C10	31	28	32	36	36	29	36	31	29	31	31.9		
D1	34	33	31	32	27	30	36	31	31	30	31.5		
D2	32	33	30	36	28	31	36	33	30	32	32.1		
D3	35	27	30	31	32	30	39	33	40	41	33.8		
D4	36	31	32	32	36	32	31	30	33	32	32.5		
D5	28	32	33	32	36	32	30	35	31	37	32.6		
D6	34	32	29	34	32	33	26	28	30	32	31.0		
D7	26	32	31	29	35	34	32	35	29	35	31.8		
D8	32	36	33	31	30	30	32	31	34	32	32.1		
D9	30	31	30	32	32	31	34	33	30	35	31.8		
D10	32	30	36	28	31	30	32	32	33	31	31.5		
E1	31	32	36	35	33	32	36	31	33	30	32.9		
E2	33	33	38	34	32	34	36	32	29	39	34.0		
E3	32	35	30	31	32	30	32	38	33	30	32.3		
E4	27	38	38	32	34	37	31	42	33	33	34.5		
E5	31	33	38	32	31	32	30	34	34	29	32.4		
E6	32	34	36	32	34	36	36	37	32	36	34.5		
E7	32	30	37	37	31	36	32	40	29	36	34.0		
E8	34	36	40	29	32	32	29	37	34	32	33.5		
E9	31	31	37	28	32	31	28	42	30	31	32.1		
E10	31	30	42	31	32	30	31	31	36	30	32.4		

花蓮港新東堤身 0K+050 混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	39	36	40	32	36	36	32	32	36	34	35.3	31.52	227
A2	30	33	31	33	34	35	37	34	32	33	33.2		
A3	32	33	31	32	30	30	33	33	34	28	31.6		
A4	30	30	32	31	30	31	27	30	30	27	29.8		
A5	34	35	33	32	30	34	26	28	28	36	31.6		
A6	34	34	38	31	30	32	29	34	34	30	32.6		
A7	26	30	33	29	30	30	34	32	33	38	31.5		
A8	34	26	28	34	28	34	26	36	31	30	30.7		
A9	30	26	32	26	30	26	32	31	38	30	30.1		
A10	30	34	35	35	36	38	36	30	27	35	33.6		
B1	29	28	35	27	27	29	38	40	36	36	32.5		
B2	33	35	26	30	33	31	28	35	35	28	31.4		
B3	35	39	27	30	29	29	29	29	28	28	30.3		
B4	27	35	25	36	27	35	30	30	30	26	30.1		
B5	28	32	30	29	32	32	30	30	25	32	30.0		
B6	27	30	30	35	30	30	31	28	32	32	30.5		
B7	32	25	32	30	28	35	30	33	29	32	30.6		
B8	32	33	33	30	25	25	28	33	32	32	30.3		
B9	27	28	29	27	30	38	30	30	28	32	29.9		
B10	35	28	30	32	27	27	28	28	30	31	29.6		
C1	29	28	35	27	29	28	35	34	35	28	30.8		
C2	35	39	27	30	29	29	30	36	30	32	31.7		
C3	30	36	32	36	30	36	32	28	29	29	31.8		
C4	26	32	36	32	36	34	30	33	38	40	33.7		
C5	34	29	30	29	34	30	34	38	30	34	32.2		
C6	30	35	36	28	30	28	26	36	32	30	31.1		
C7	32	30	34	26	28	28	32	42	30	36	31.8		
C8	40	38	32	42	42	38	28	32	38	34	36.4		
C9	35	32	30	30	30	34	30	34	35	37	32.7		
C10	34	32	36	32	37	37	34	29	34	30	33.5		
D1	32	27	35	25	32	36	33	38	40	30	32.8		
D2	27	30	26	35	33	33	35	38	33	32	32.2		
D3	32	33	31	28	30	37	33	29	29	35	31.7		
D4	29	35	33	32	33	27	30	30	25	32	30.6		
D5	27	32	29	30	33	27	33	27	31	30	29.9		
D6	30	30	33	27	38	28	29	29	30	27	30.1		
D7	38	30	38	37	32	35	29	33	33	32	33.7		
D8	27	33	27	29	29	29	30	33	27	29	29.3		
D9	38	30	29	29	27	28	32	29	35	30	30.7		
D10	30	30	38	27	33	27	29	30	37	39	32.0		
E1	30	36	32	36	33	31	30	35	36	39	33.8		
E2	30	33	33	38	40	36	30	35	30	35	34.0		
E3	28	28	38	33	34	28	30	30	36	30	31.5		
E4	28	29	29	33	40	28	26	38	30	32	31.3		
E5	30	25	30	27	30	27	40	28	27	35	29.9		
E6	30	35	33	30	28	25	32	30	32	30	30.5		
E7	28	28	28	28	30	32	34	33	31	27	29.9		
E8	30	25	27	29	29	32	33	36	30	30	30.1		
E9	35	28	27	36	29	28	27	35	28	30	30.3		
E10	40	33	27	33	28	27	30	30	31	30	30.9		

花蓮港新東堤堤身 0K+230 混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	26	35	33	28	35	29	30	30	40	37	32.3	37.83	318
A2	38	28	29	28	29	36	33	31	25	37	31.4		
A3	27	37	35	29	29	38	37	27	37	37	33.3		
A4	30	31	28	29	33	29	29	31	34	32	30.6		
A5	31	30	28	28	37	33	32	31	30	32	31.2		
A6	37	28	34	36	29	26	31	28	28	25	30.2		
A7	30	27	30	32	31	34	30	35	27	30	30.6		
A8	31	31	31	39	30	29	35	33	33	39	33.1		
A9	36	28	29	30	38	39	36	34	42	41	35.3		
A10	34	29	28	29	33	36	41	38	37	41	34.6		
B1	38	36	32	33	30	34	30	31	38	38	34.0		
B2	34	38	36	44	32	45	40	34	33	34	37.0		
B3	36	36	32	36	40	40	30	44	40	45	37.9		
B4	34	45	45	37	38	40	37	41	40	42	39.9		
B5	44	38	42	38	41	39	38	38	40	40	39.8		
B6	37	48	38	36	43	35	38	38	36	44	39.3		
B7	42	40	36	42	40	38	36	32	36	35	37.7		
B8	34	41	44	34	33	40	42	40	33	34	37.5		
B9	33	43	37	31	36	44	43	38	36	40	38.1		
B10	41	44	33	38	48	34	42	40	40	44	40.4		
C1	36	38	34	42	34	37	39	36	40	38	37.4		
C2	38	38	38	44	36	38	36	39	37	38	38.2		
C3	41	36	36	40	42	40	36	37	40	37	38.5		
C4	38	44	36	42	43	36	42	46	40	44	41.1		
C5	40	38	36	40	40	42	42	36	40	40	39.4		
C6	40	41	38	40	40	42	38	34	40	41	39.4		
C7	39	40	38	39	45	44	42	41	41	36	40.5		
C8	37	40	40	34	44	44	39	41	37	34	39.0		
C9	40	39	44	36	41	34	42	37	39	37	38.9		
C10	37	40	40	42	33	38	43	42	37	35	38.7		
D1	36	33	40	40	39	39	36	40	34	37	37.4		
D2	43	38	44	46	40	42	38	44	43	42	42.0		
D3	46	42	40	38	44	44	46	44	36	44	42.4		
D4	40	41	46	48	40	42	45	44	36	36	41.8		
D5	40	43	40	38	36	44	46	36	36	40	39.9		
D6	36	42	38	36	36	42	38	44	38	42	39.2		
D7	40	45	38	39	42	38	34	40	38	37	39.1		
D8	38	43	39	39	38	41	44	41	40	41	40.4		
D9	36	41	34	36	38	40	36	44	41	42	38.8		
D10	36	37	41	33	41	36	38	39	40	35	37.6		
E1	35	40	40	42	38	40	42	38	36	40	39.1		
E2	43	38	42	44	42	34	45	36	44	35	40.3		
E3	43	43	44	41	39	37	41	41	39	40	40.8		
E4	34	44	46	44	38	44	42	44	43	43	42.2		
E5	40	42	46	41	48	47	41	43	41	43	43.2		
E6	38	39	42	39	40	36	40	35	34	34	37.7		
E7	33	35	42	41	36	35	35	35	40	38	37.0		
E8	40	37	34	40	42	40	40	41	42	44	40.0		
E9	38	41	40	42	44	37	38	42	36	40	39.8		
E10	36	38	33	42	44	35	38	37	37	36	37.6		

花蓮港新東堤堤身 0K+385 混凝土反彈錘測試值

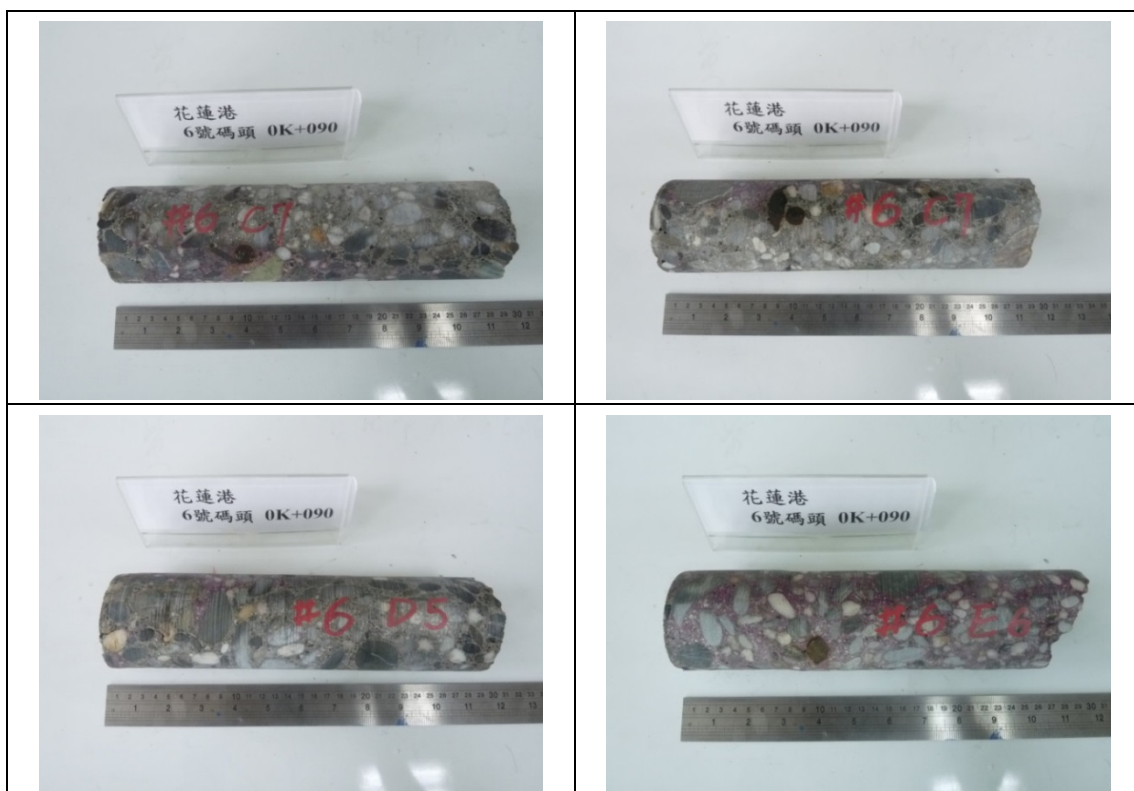
位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	37	40	40	39	42	45	50	38	42	39	41.2	33.91	261
A2	40	42	43	39	37	35	39	47	42	39	40.3		
A3	38	39	40	40	32	40	37	37	37	39	37.9		
A4	37	39	40	40	37	40	42	39	32	37	38.3		
A5	42	37	40	33	37	39	37	37	33	30	36.5		
A6	37	28	40	33	38	35	42	39	37	39	36.8		
A7	35	30	40	35	37	33	37	35	32	37	35.1		
A8	35	29	29	33	33	42	37	37	32	39	34.6		
A9	37	29	37	32	38	28	28	29	30	42	33.0		
A10	35	37	32	35	37	37	35	32	30	29	33.9		
B1	29	29	30	32	30	38	37	30	28	30	31.3		
B2	30	32	30	32	32	46	40	30	30	32	33.4		
B3	30	30	48	30	32	32	32	33	40	29	33.6		
B4	33	31	29	29	38	38	31	33	38	36	33.6		
B5	30	30	40	33	38	33	38	40	42	35	35.9		
B6	35	30	27	32	29	28	28	38	30	32	30.9		
B7	36	32	30	33	40	38	36	30	38	35	34.8		
B8	29	27	30	32	30	28	35	30	30	28	29.9		
B9	39	27	32	30	33	37	30	28	30	30	31.6		
B10	28	28	29	29	28	32	32	34	30	36	30.6		
C1	39	30	30	37	33	30	30	30	29	28	31.6		
C2	30	33	40	37	36	37	38	37	33	38	35.9		
C3	33	30	30	30	39	33	40	33	35	33	33.6		
C4	33	33	33	37	37	30	33	33	35	33	33.7		
C5	35	38	39	37	33	38	35	38	33	39	36.5		
C6	30	30	39	29	35	35	39	37	30	40	34.4		
C7	30	35	37	37	37	37	37	29	39	38	35.6		
C8	30	35	29	33	37	42	32	35	35	32	34.0		
C9	30	30	32	30	30	29	29	32	31	35	30.8		
C10	40	37	37	32	30	33	33	28	29	30	32.9		
D1	30	30	32	37	30	30	29	40	38	29	32.5		
D2	30	35	30	29	32	30	29	27	35	30	30.7		
D3	30	29	29	30	30	30	29	29	30	32	29.8		
D4	30	30	30	30	42	32	30	28	33	32	31.7		
D5	32	30	35	35	33	32	40	33	29	30	32.9		
D6	32	29	33	35	30	35	37	30	39	37	33.7		
D7	37	48	40	37	42	40	43	35	35	40	39.7		
D8	40	33	39	39	39	43	37	39	35	42	38.6		
D9	37	29	37	30	30	30	37	37	32	35	33.4		
D10	29	30	33	29	29	33	28	29	30	29	29.9		
E1	30	27	27	30	36	32	31	30	29	29	30.1		
E2	40	40	32	30	37	32	30	33	29	35	33.8		
E3	35	40	37	39	33	30	32	40	37	35	35.8		
E4	29	35	38	30	33	32	37	37	30	32	33.3		
E5	33	33	33	30	35	35	29	36	30	30	32.4		
E6	30	30	35	40	28	30	29	30	32	30	31.4		
E7	35	33	37	37	32	30	32	29	30	35	33.0		
E8	40	39	37	42	38	36	33	33	35	35	36.8		
E9	30	29	33	33	33	35	33	32	35	32	32.5		
E10	30	28	28	33	33	32	37	33	30	30	31.4		

花蓮港西堤堤身 0K+717 混凝土反彈錘測試值

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	23	20	20	29	31	25	25	20	25	30	24.8	25.67	150
A2	23	23	23	23	23	22	28	28	22	25	24.0		
A3	29	27	30	30	27	23	27	27	25	20	26.5		
A4	28	23	28	28	23	29	27	28	29	20	26.3		
A5	20	23	23	23	23	28	27	27	28	29	25.1		
A6	20	20	20	20	26	32	20	27	25	27	23.7		
A7	27	27	25	25	29	20	25	27	27	29	26.1		
A8	27	27	25	29	25	23	25	20	27	23	25.1		
A9	27	27	20	27	27	30	28	27	27	27	26.7		
A10	32	20	22	22	25	25	25	25	20	28	24.4		
B1	20	23	20	27	20	25	29	27	20	20	23.1		
B2	23	28	25	29	29	23	30	25	20	23	25.5		
B3	25	28	30	32	25	30	30	31	30	26	28.7		
B4	26	20	25	27	20	28	29	20	20	20	23.5		
B5	27	27	27	22	25	25	20	22	20	20	23.5		
B6	20	29	26	27	27	27	28	27	23	26	26.0		
B7	30	27	29	27	27	27	28	27	26	29	27.7		
B8	27	29	29	25	30	28	27	25	25	28	27.3		
B9	22	28	30	28	27	29	26	20	30	23	26.3		
B10	20	28	28	23	23	25	27	32	25	23	25.4		
C1	23	23	23	27	25	20	22	21	20	21	22.5		
C2	21	20	30	30	26	25	24	28	19	21	24.4		
C3	21	21	27	28	29	22	32	24	21	24	24.9		
C4	21	24	29	26	25	23	21	25	26	28	24.8		
C5	31	22	27	22	27	29	29	29	22	21	25.9		
C6	31	27	27	21	27	24	26	24	27	28	26.2		
C7	25	27	23	25	31	30	25	29	30	30	27.5		
C8	29	30	29	24	29	24	26	24	29	23	26.7		
C9	30	22	21	28	27	27	27	31	22	22	25.7		
C10	23	23	29	26	23	22	23	30	24	28	25.1		
D1	28	24	23	27	28	29	28	21	24	30	26.2		
D2	20	27	22	21	24	27	21	27	20	24	23.3		
D3	29	27	25	24	23	24	22	23	27	28	25.2		
D4	30	22	26	24	27	20	28	24	30	30	26.1		
D5	27	28	20	28	21	21	28	24	28	27	25.2		
D6	23	28	30	24	22	27	31	29	22	28	26.4		
D7	21	21	24	30	21	24	22	28	26	21	23.8		
D8	24	24	24	21	22	22	26	27	24	24	23.8		
D9	20	29	31	24	25	20	27	29	27	25	25.7		
D10	22	21	22	24	22	20	20	21	21	23	21.6		
E1	23	22	22	27	27	23	22	27	27	30	25.0		
E2	30	29	29	30	32	28	27	32	30	30	29.7		
E3	23	23	25	30	27	32	27	27	32	32	27.8		
E4	32	28	32	27	22	30	28	27	32	32	29.0		
E5	30	30	27	22	25	27	27	25	22	32	26.7		
E6	22	27	30	20	27	27	27	29	25	26	26.0		
E7	30	29	29	27	27	27	27	28	29	27	28.0		
E8	29	27	27	29	22	25	27	22	23	29	26.0		
E9	30	25	27	27	30	27	29	29	26	28	27.8		
E10	22	23	30	27	27	30	29	27	27	27	26.9		

花蓮港西堤堤身 1K+050 混凝土反彈錘測試值

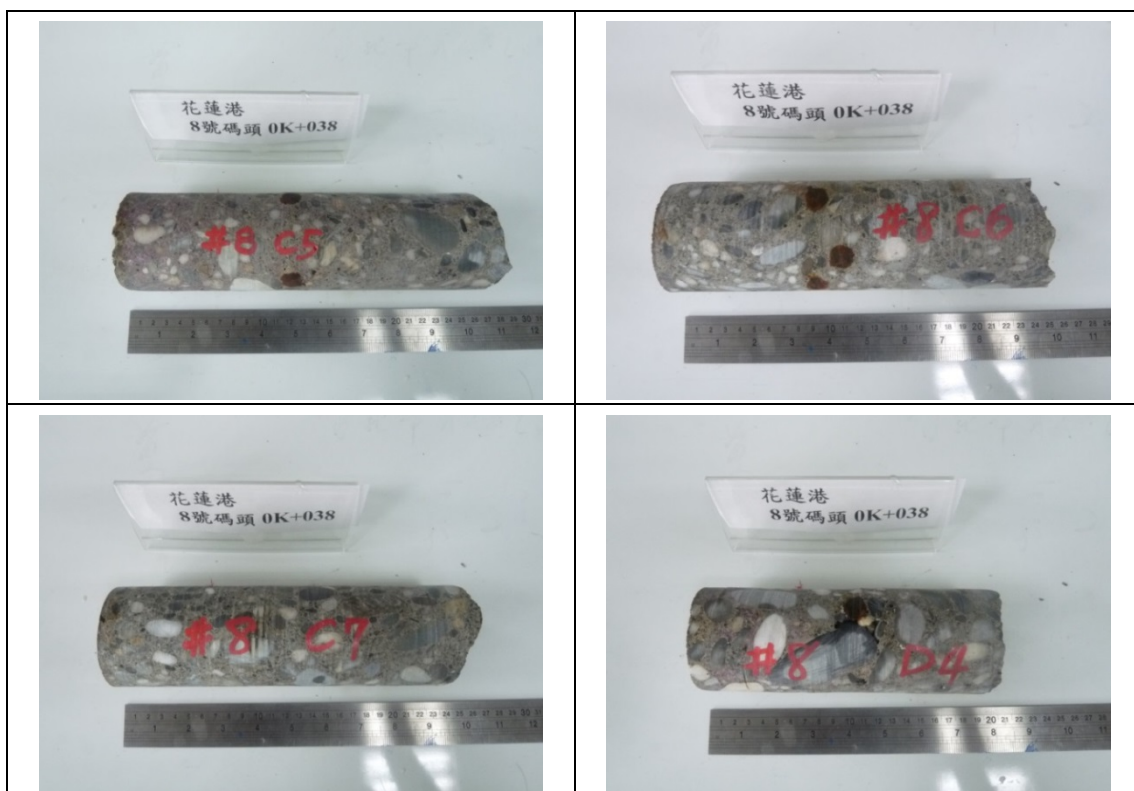
位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	26	34	34	26	28	32	35	38	30	32	31.5	27.76	176
A2	30	22	24	28	28	30	34	26	30	30	28.2		
A3	24	30	26	30	30	30	32	26	26	32	28.6		
A4	32	24	32	30	32	28	30	30	32	28	29.8		
A5	30	32	28	32	32	34	38	26	28	29	30.9		
A6	28	24	33	27	26	31	26	28	28	24	27.5		
A7	28	32	35	30	28	34	24	25	32	35	30.3		
A8	33	32	32	26	24	30	32	29	33	32	30.3		
A9	28	28	30	28	30	30	30	32	28	32	29.6		
A10	37	29	28	28	28	26	30	25	32	24	28.7		
B1	35	25	35	35	35	27	25	29	33	25	30.4		
B2	29	30	29	29	35	35	30	31	29	29	30.6		
B3	29	27	31	30	30	31	27	27	25	25	28.2		
B4	27	28	29	25	33	29	27	27	27	29	28.1		
B5	30	28	25	25	29	35	27	27	27	27	28.0		
B6	27	33	37	30	27	27	33	29	27	25	29.5		
B7	25	30	25	27	23	30	27	28	29	35	27.9		
B8	29	29	29	28	27	33	30	27	22	22	27.6		
B9	25	27	28	29	25	27	25	25	29	27	26.7		
B10	27	25	28	25	30	28	22	29	23	27	26.4		
C1	30	24	22	28	32	26	24	23	30	30	26.9		
C2	25	29	28	22	29	28	24	26	26	33	27.0		
C3	24	22	24	28	24	22	22	30	24	25	24.5		
C4	24	32	36	28	34	29	30	32	32	32	30.9		
C5	22	22	25	27	23	25	30	24	32	30	26.0		
C6	32	31	34	26	27	26	22	24	22	24	26.8		
C7	32	28	28	26	26	26	26	32	36	32	29.2		
C8	28	28	26	28	34	34	28	26	31	32	29.5		
C9	29	27	36	30	30	32	33	36	31	25	30.9		
C10	31	28	32	36	36	29	36	30	30	33	32.1		
D1	23	23	30	28	25	29	27	30	30	30	27.2		
D2	27	27	30	28	30	30	30	29	23	22	27.6		
D3	20	23	31	25	25	20	22	22	23	20	23.1		
D4	25	25	20	25	30	20	20	20	20	30	23.5		
D5	23	23	29	28	23	20	28	29	30	30	26.3		
D6	30	30	27	30	29	28	30	33	30	30	29.7		
D7	30	29	30	28	30	27	29	28	26	24	28.1		
D8	25	27	27	29	25	25	29	32	29	27	27.5		
D9	20	23	23	27	20	20	20	22	26	18	21.9		
D10	30	27	30	22	25	25	20	22	26	27	25.4		
E1	30	26	29	30	27	30	28	32	30	35	29.7		
E2	29	22	27	25	30	33	28	29	26	30	27.9		
E3	25	23	20	28	30	25	29	28	26	27	26.1		
E4	29	26	27	24	27	25	25	30	33	29	27.5		
E5	20	20	20	22	20	26	26	26	28	30	23.8		
E6	18	18	23	25	25	20	23	23	20	20	21.5		
E7	26	28	20	23	23	27	27	27	22	30	25.3		
E8	29	30	29	30	30	29	25	32	30	33	29.7		
E9	27	29	33	27	23	27	32	29	30	23	28.0		
E10	27	32	22	27	28	27	27	22	23	23	25.8		



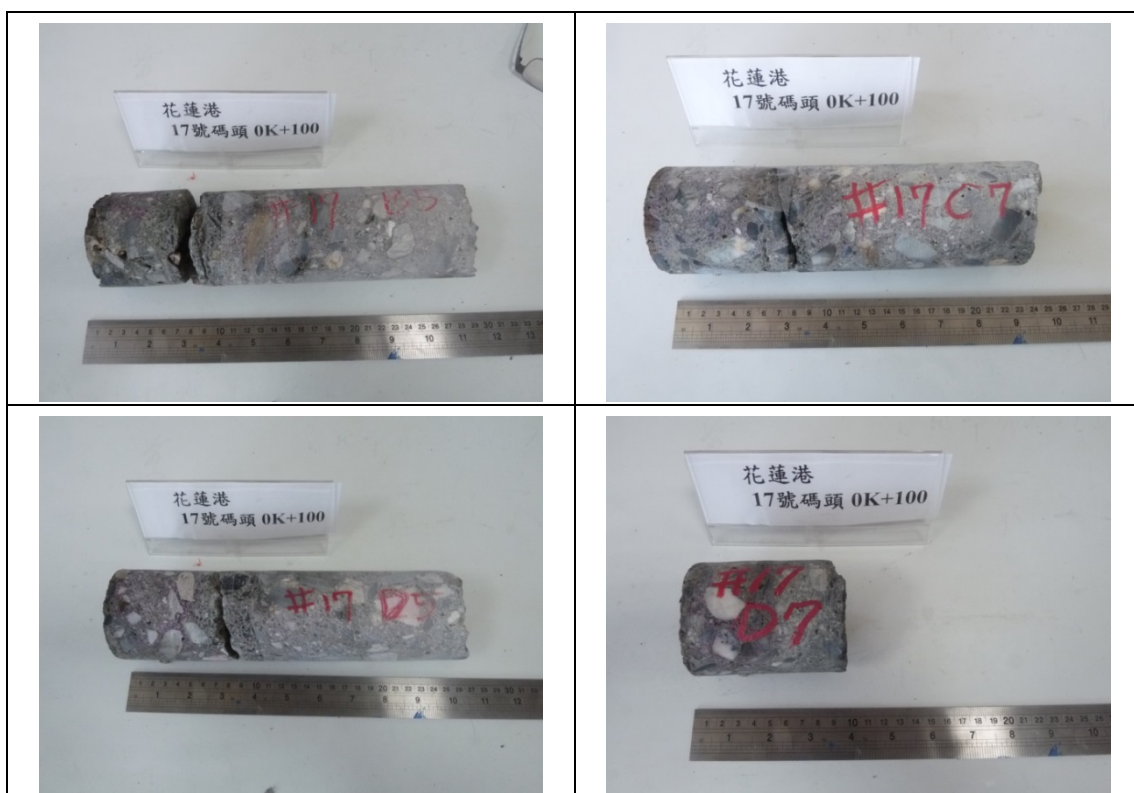
花蓮港 6 號碼頭(0K+090)鑽心試體照片



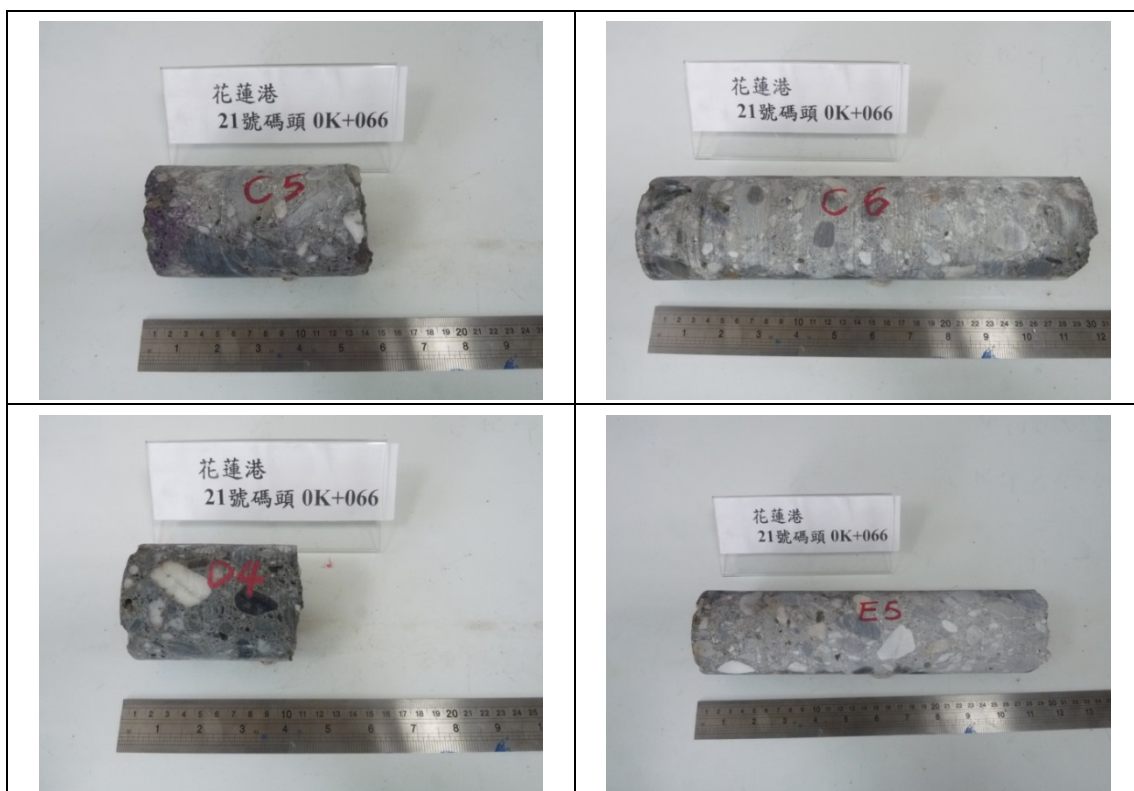
花蓮港 7 號碼頭(0K+080)鑽心試體照片



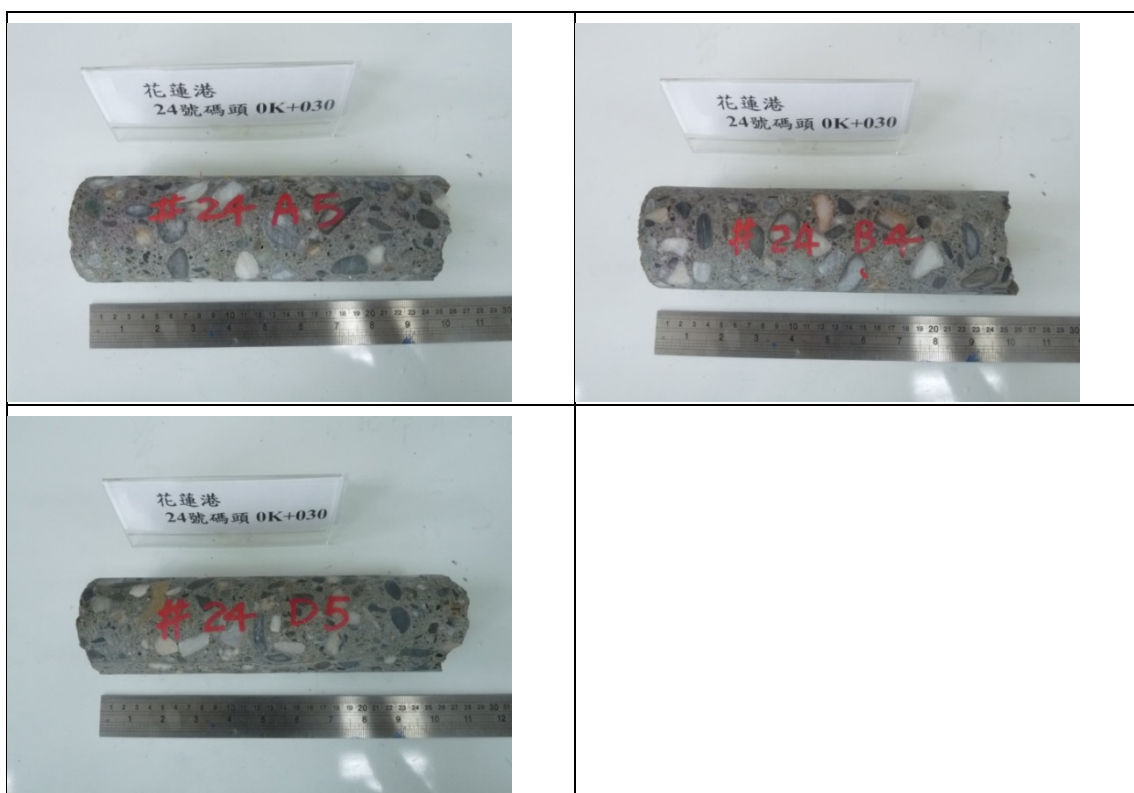
花蓮港 8 號碼頭(0K+038)鑽心試體照片



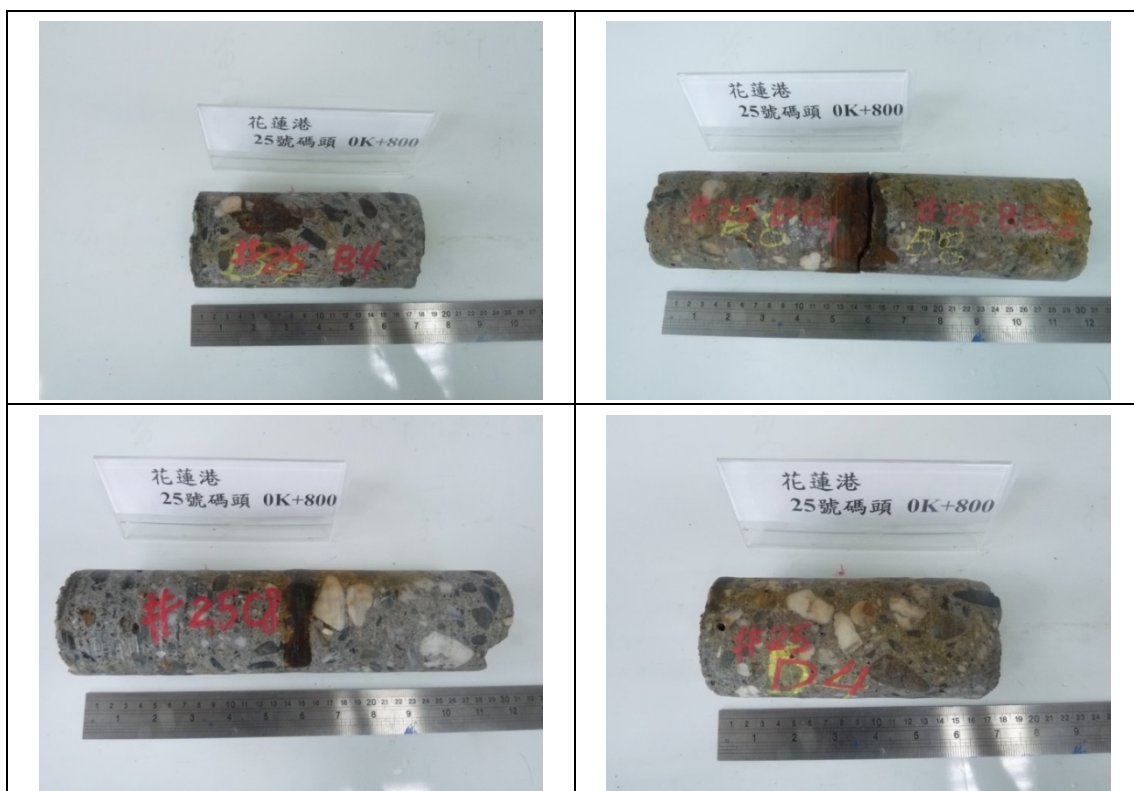
花蓮港 17 號碼頭(0K+100)鑽心試體照片



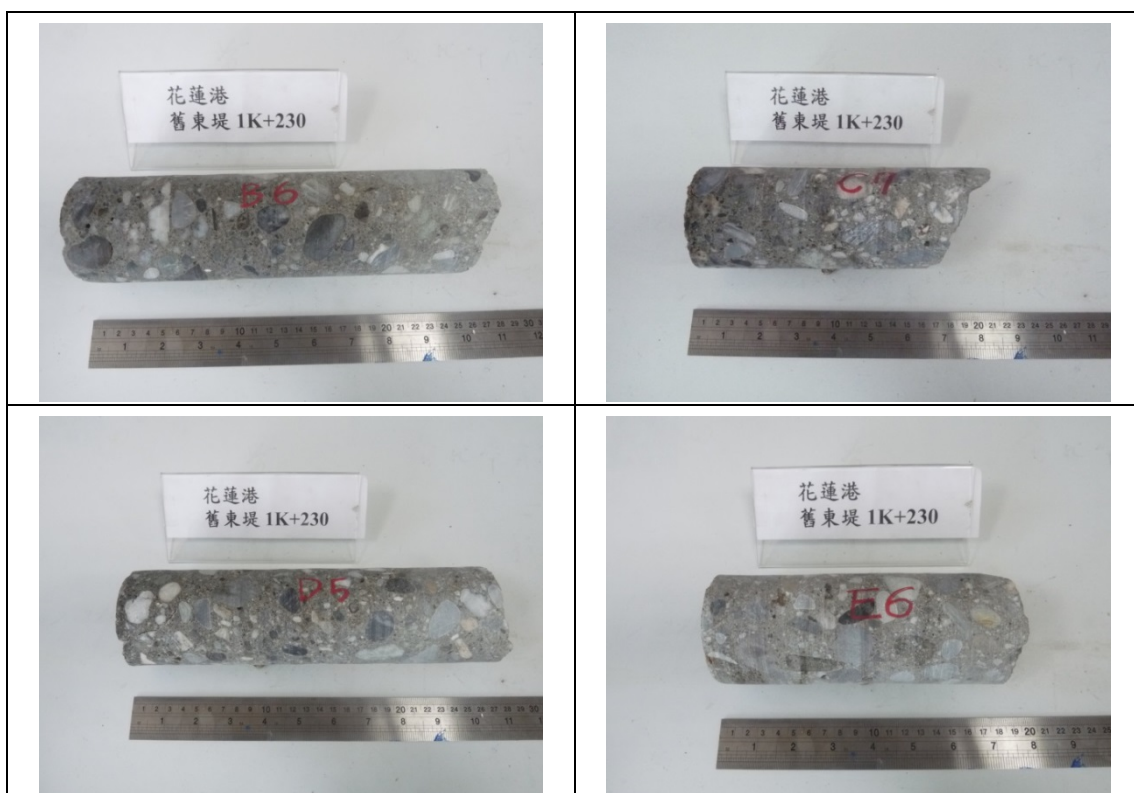
花蓮港 21 號碼頭(OK+066)鑽心試體照片



花蓮港 24 號碼頭(OK+030)鑽心試體照片



花蓮港 25 號碼頭(0K+250)鑽心試體照片



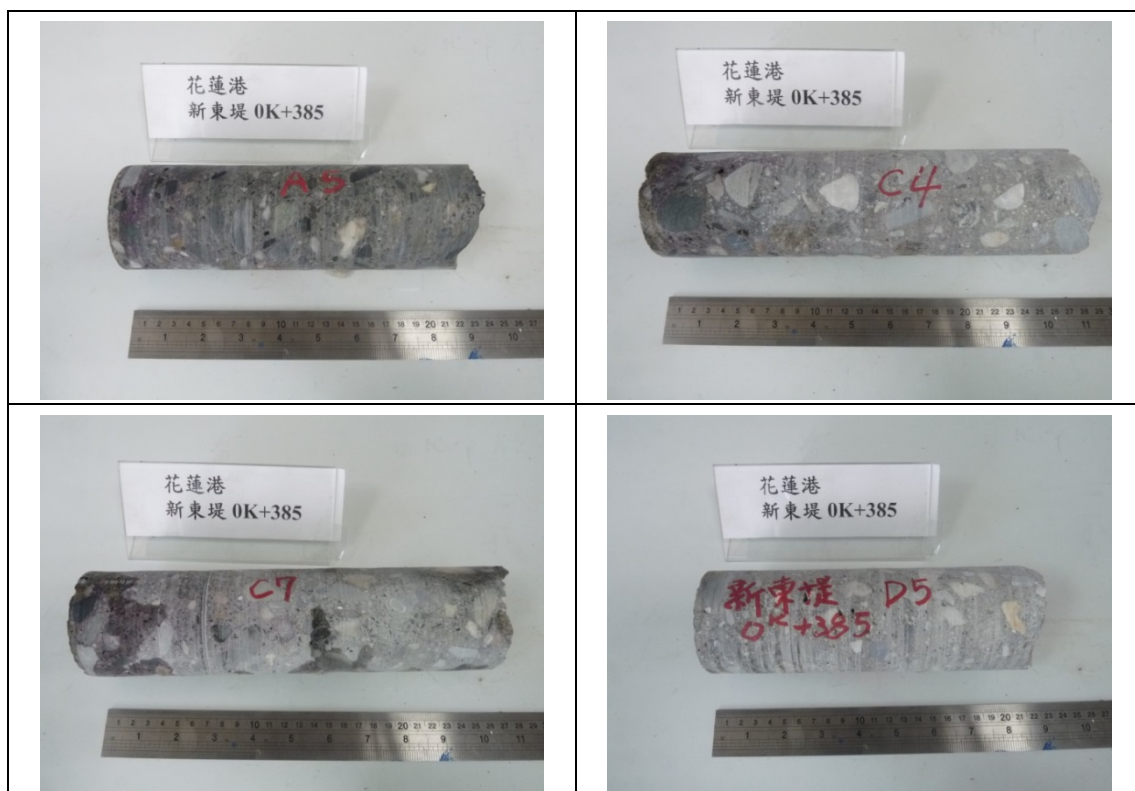
花蓮港舊東堤堤身(1K+230)鑽心試體照片



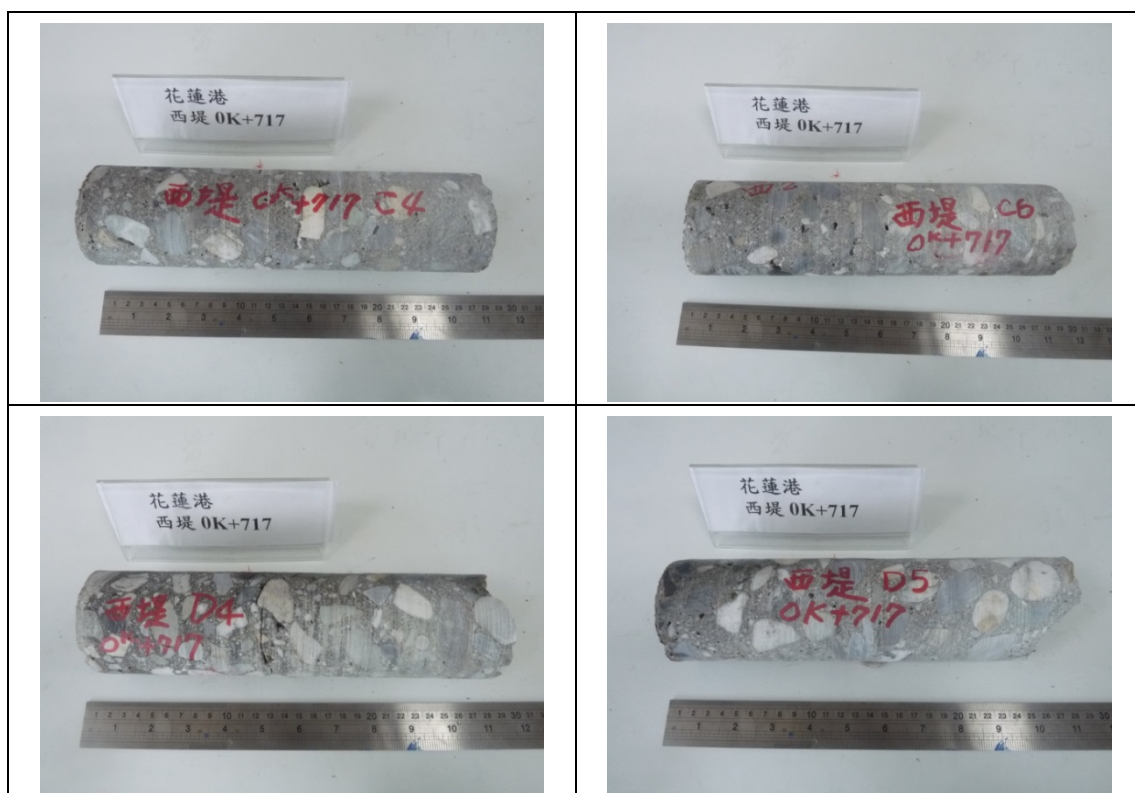
花蓮港新東堤堤身(0K+050)鑽心試體照片



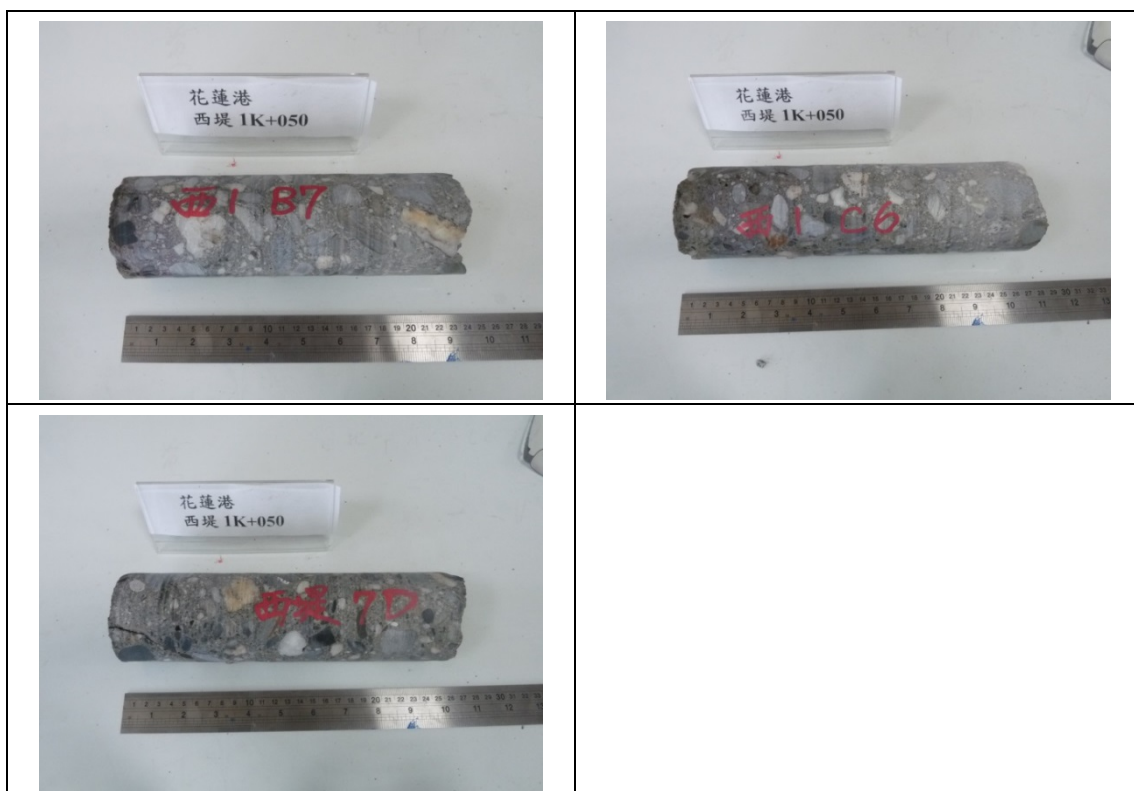
花蓮港新東堤堤身(0K+230)鑽心試體照片



花蓮港新東堤堤身(0K+385)鑽心試體照片



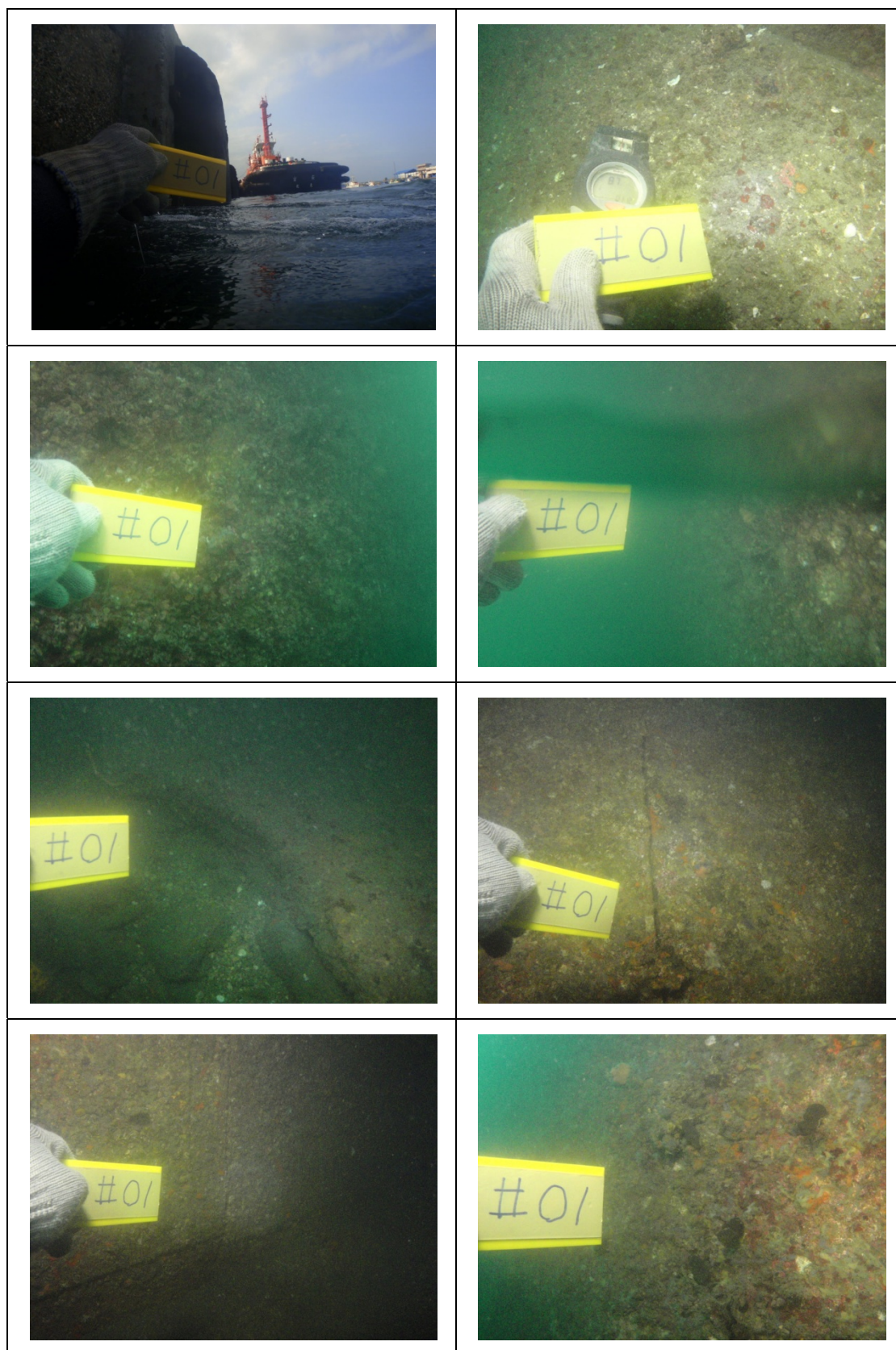
花蓮港西堤堤身(0K+717)鑽心試體照片



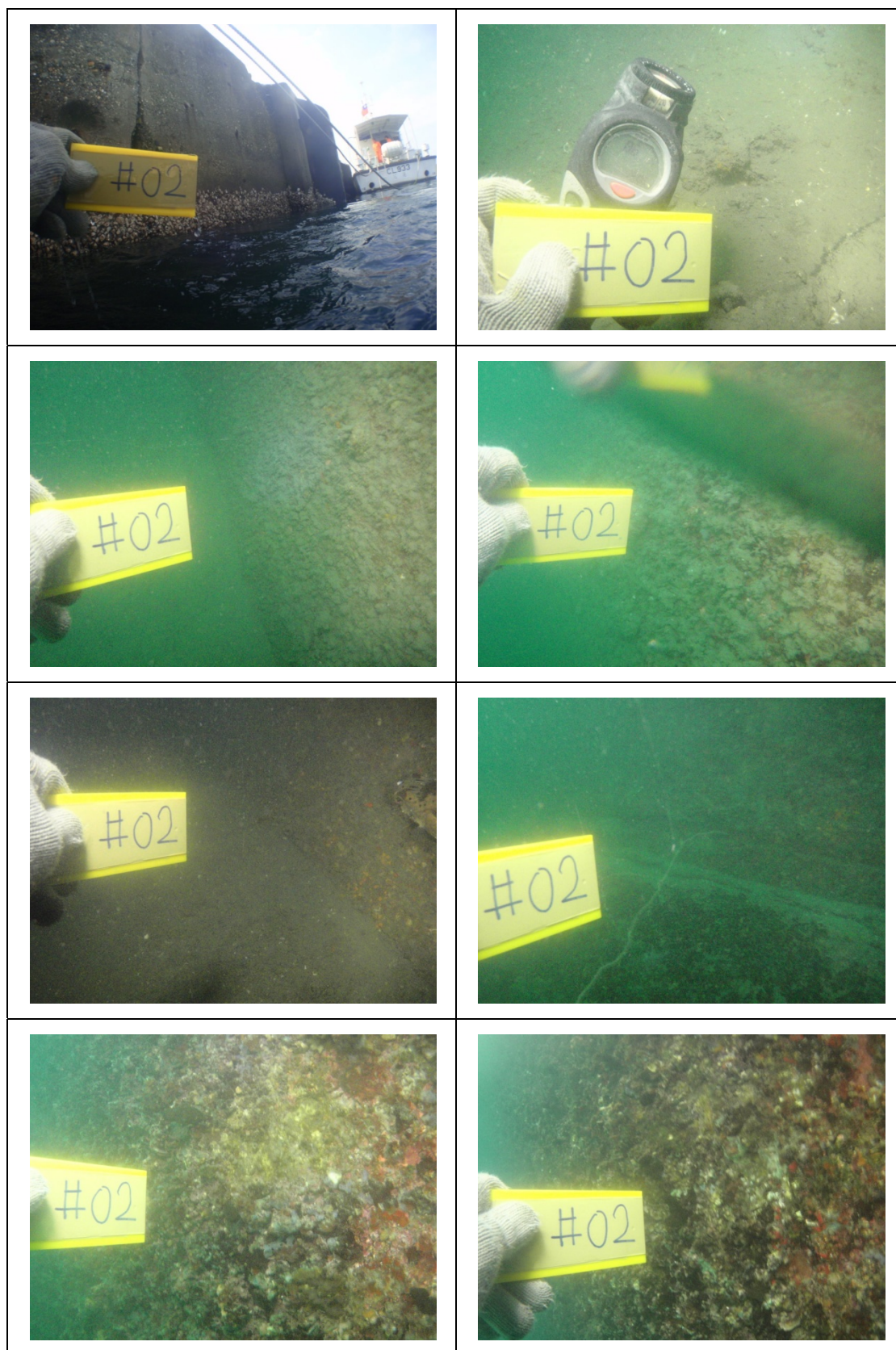
花蓮港西堤堤身(1K+050)鑽心試體照片

附錄四

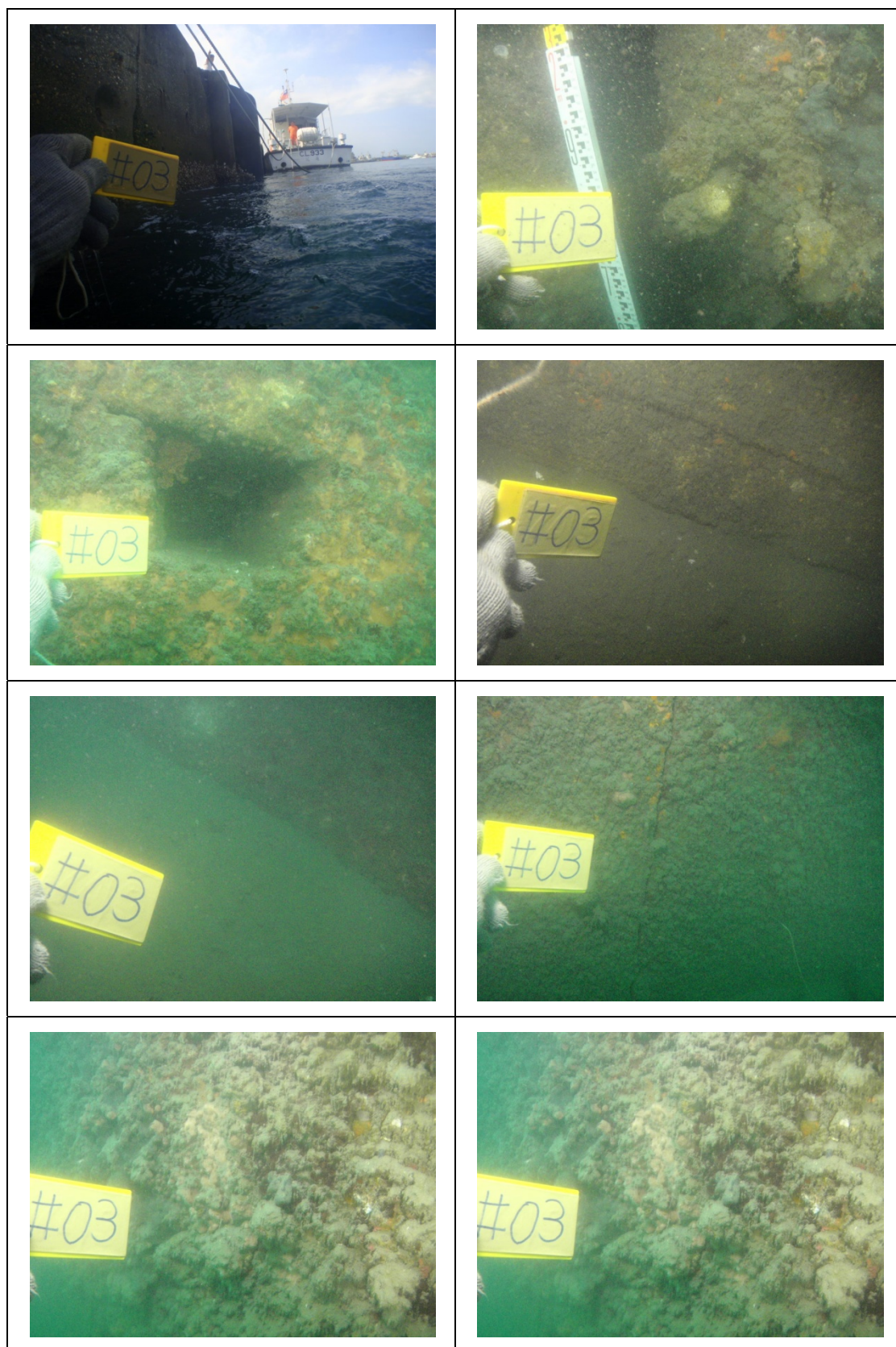
花蓮港碼頭水下調查照片



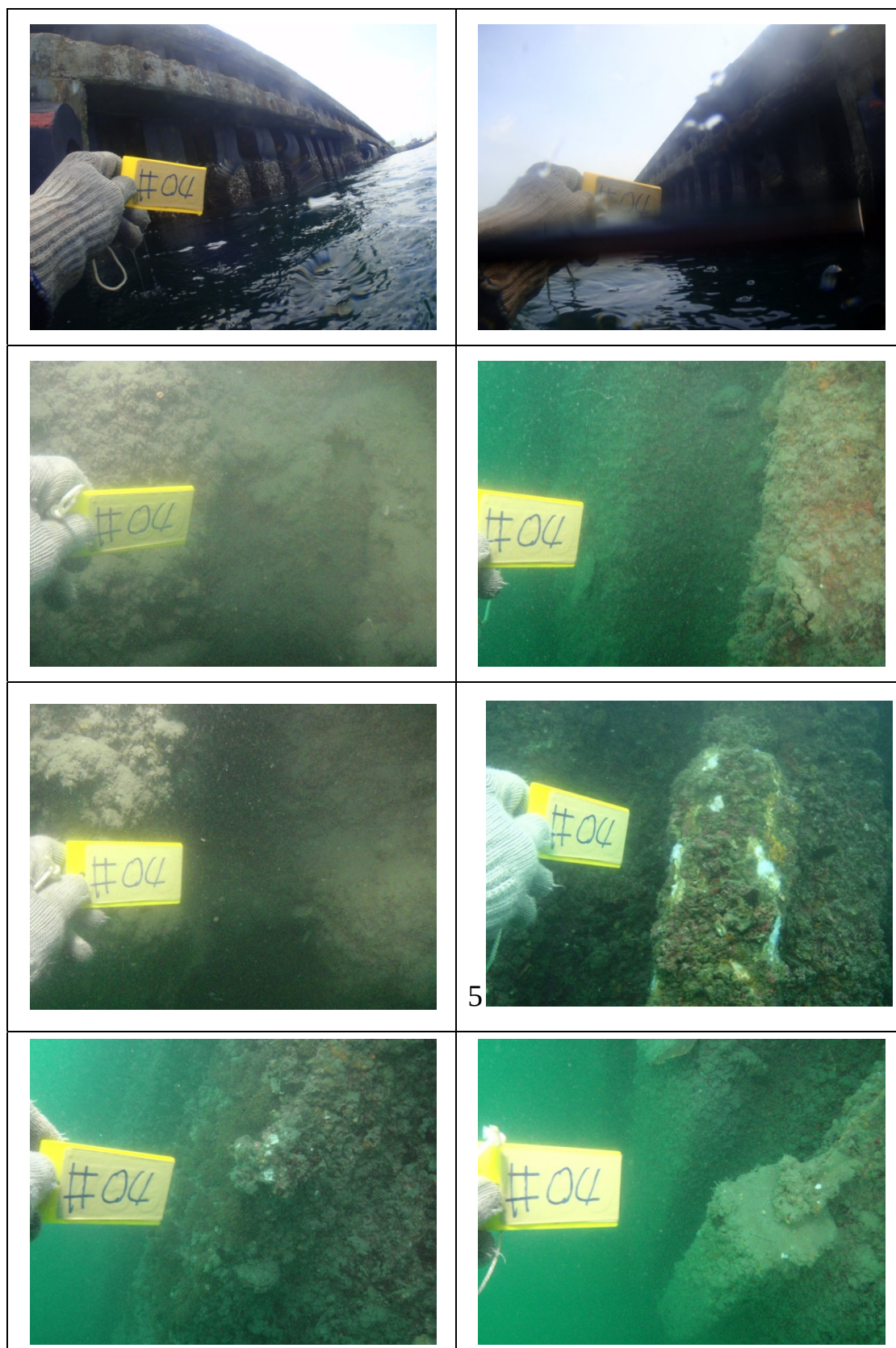
花蓮港 1 號碼頭水下調查照片(102 年 4 月 24 日)



花蓮港 2 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 24 日)



花蓮港 3 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 24 日)



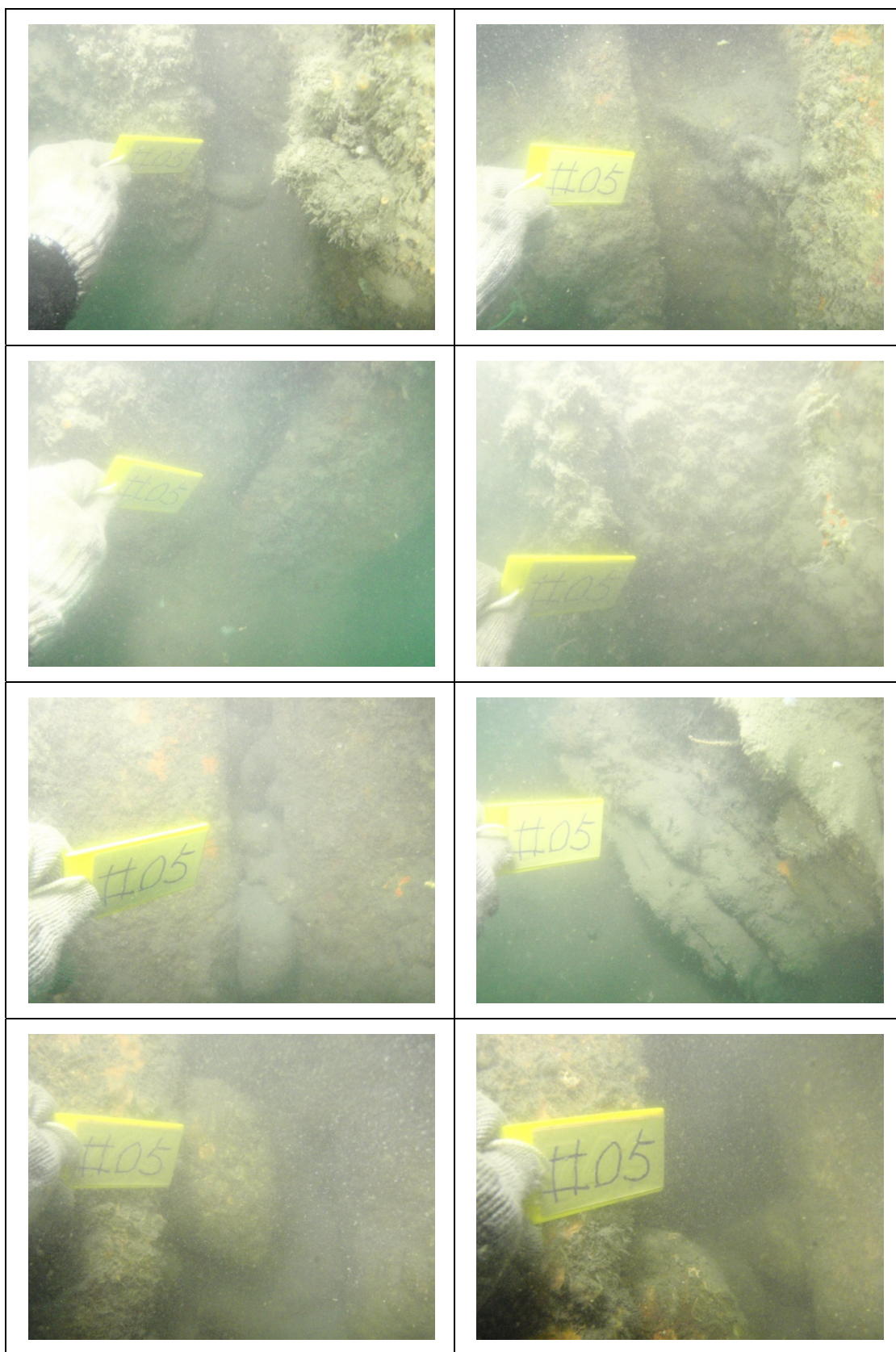
花蓮港 4 號碼頭水下調查照片(1/2) (102 年 9 月 3 日)



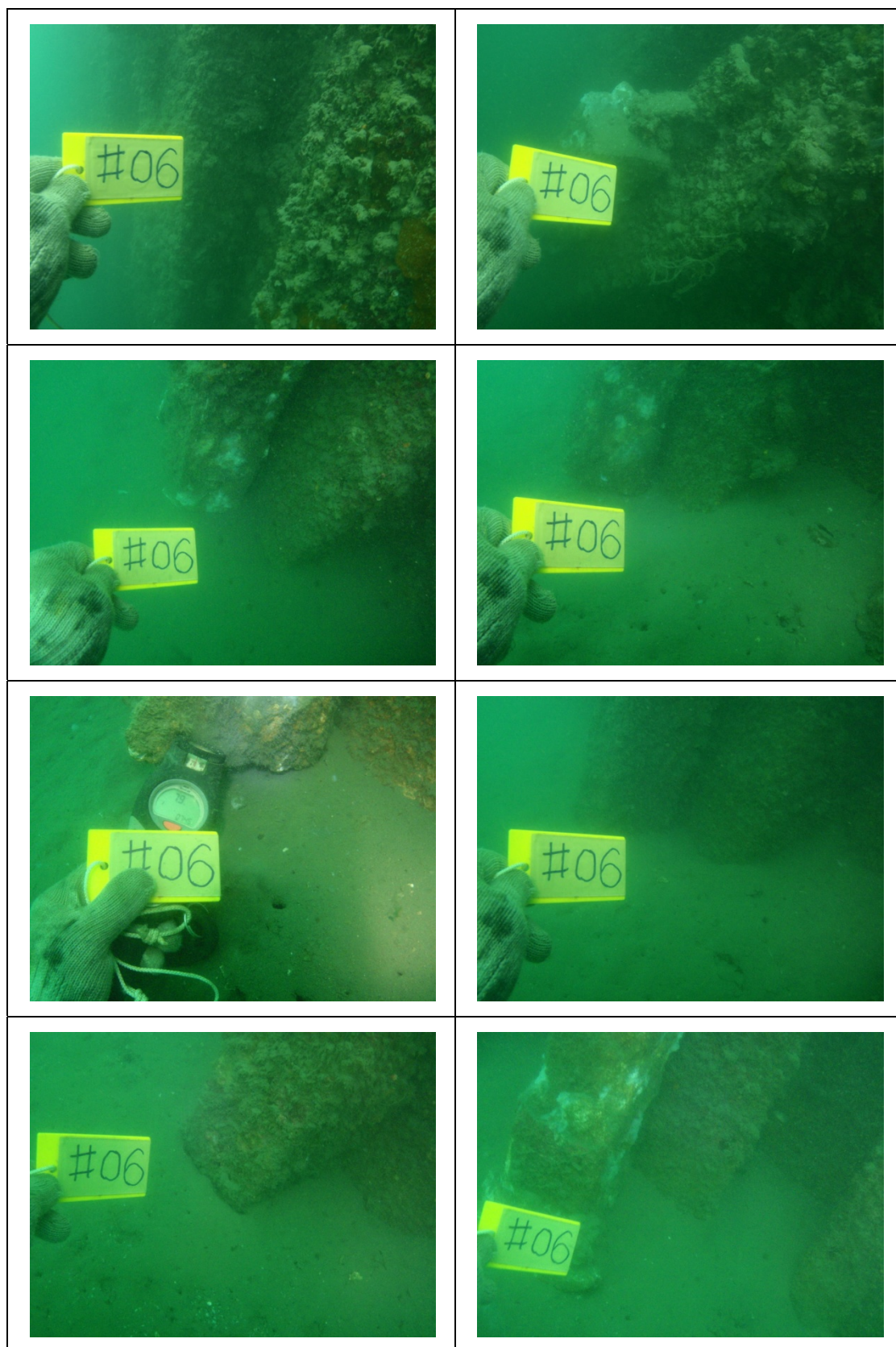
花蓮港 4 號碼頭水下調查照片(2/2) (102 年 9 月 3 日)



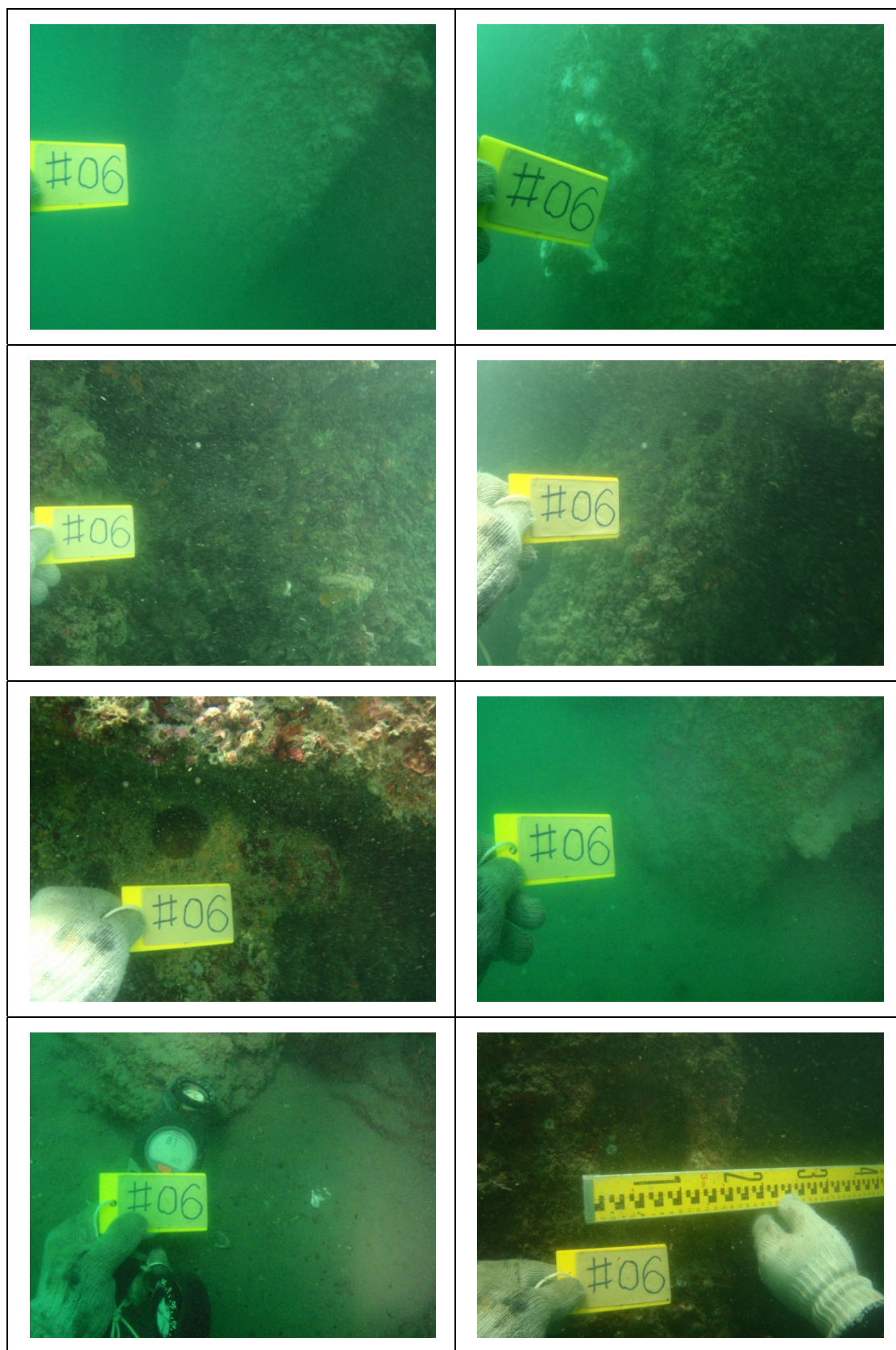
花蓮港 5 號碼頭水下調查照片(1/2) (102 年 4 月 22 日)



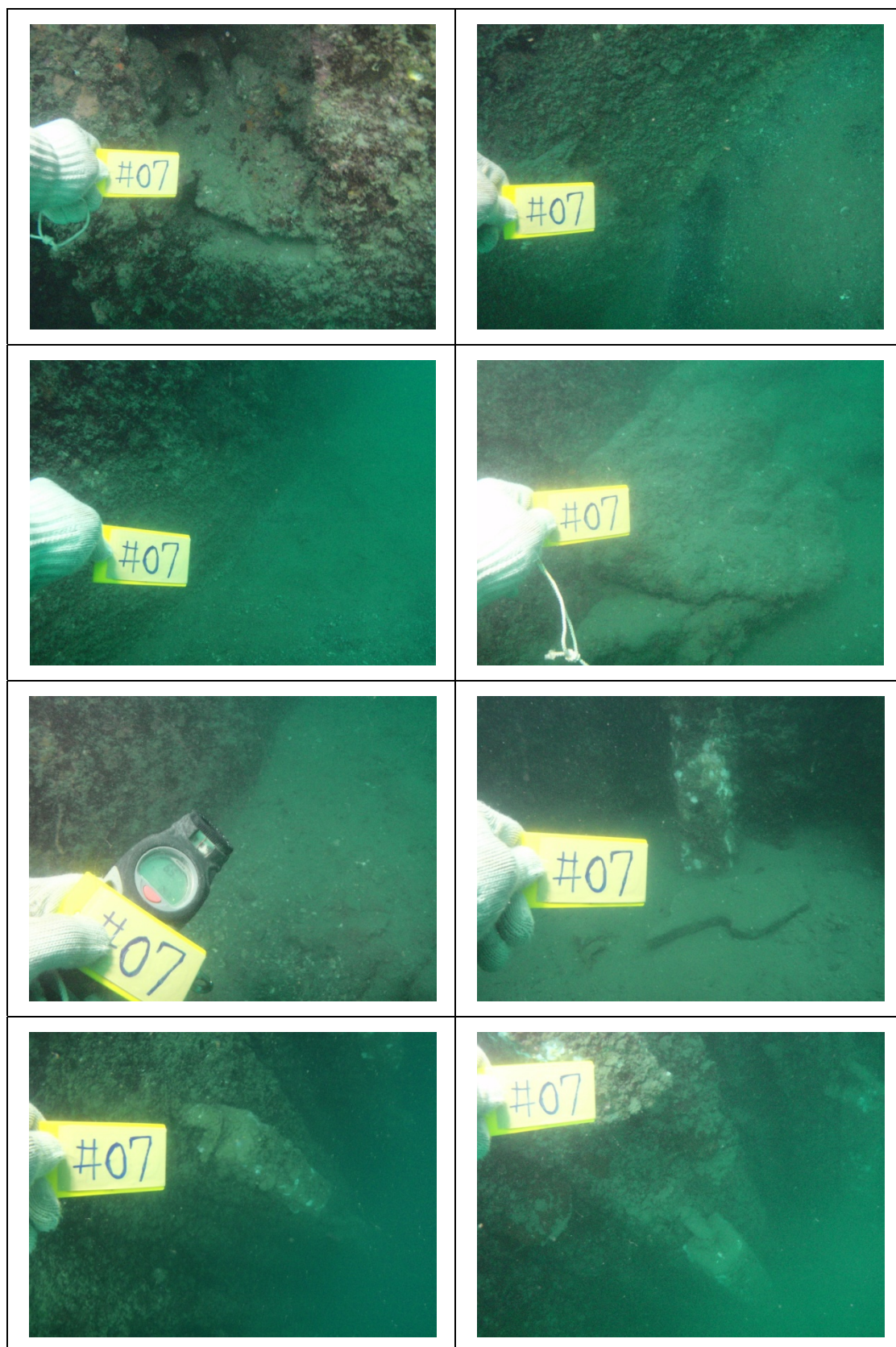
花蓮港 5 號碼頭水下調查照片(2/2) (102 年 4 月 22 日)



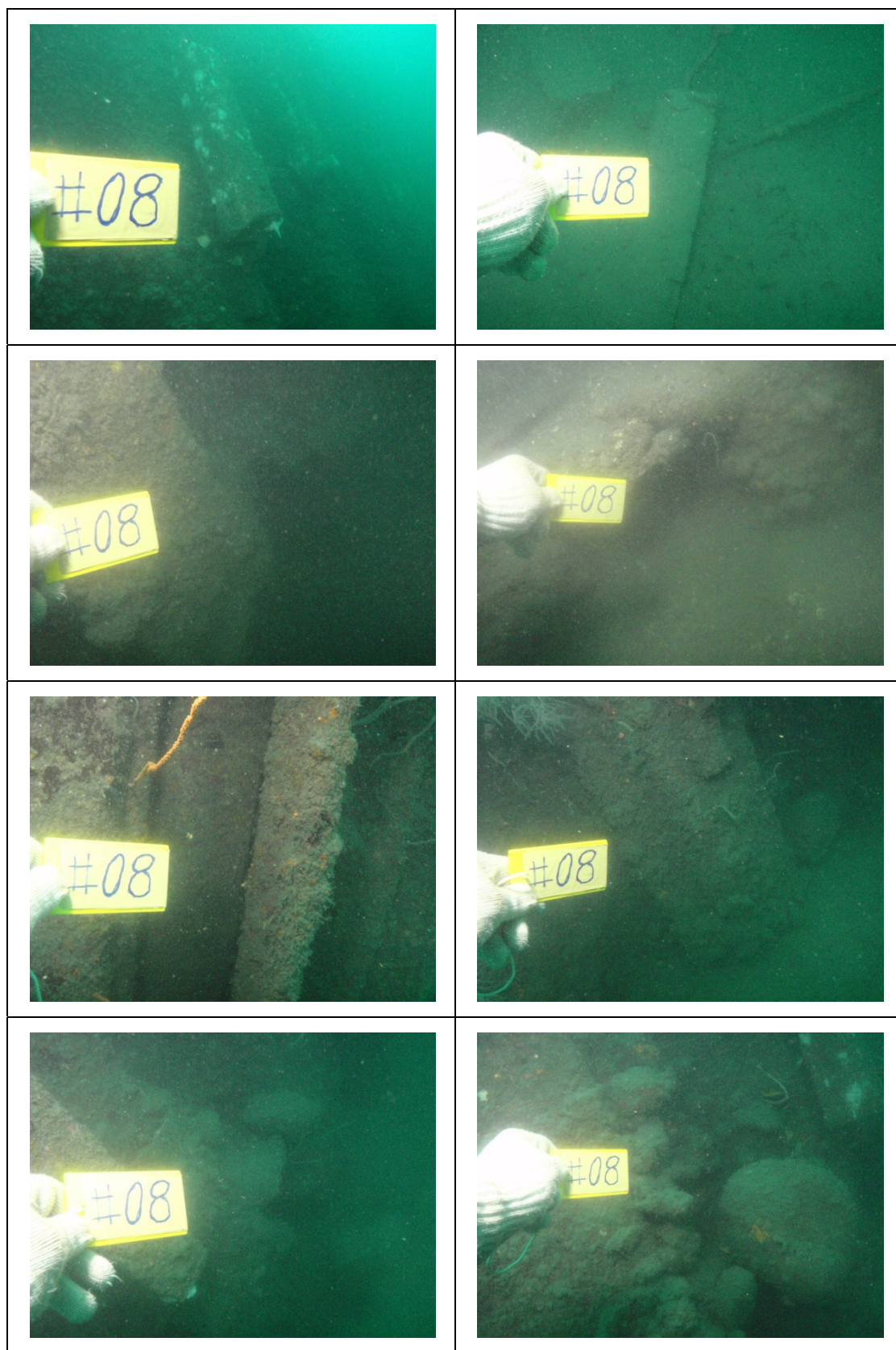
花蓮港 6 號碼頭水下調查照片(1/2) (102 年 4 月 22 日)



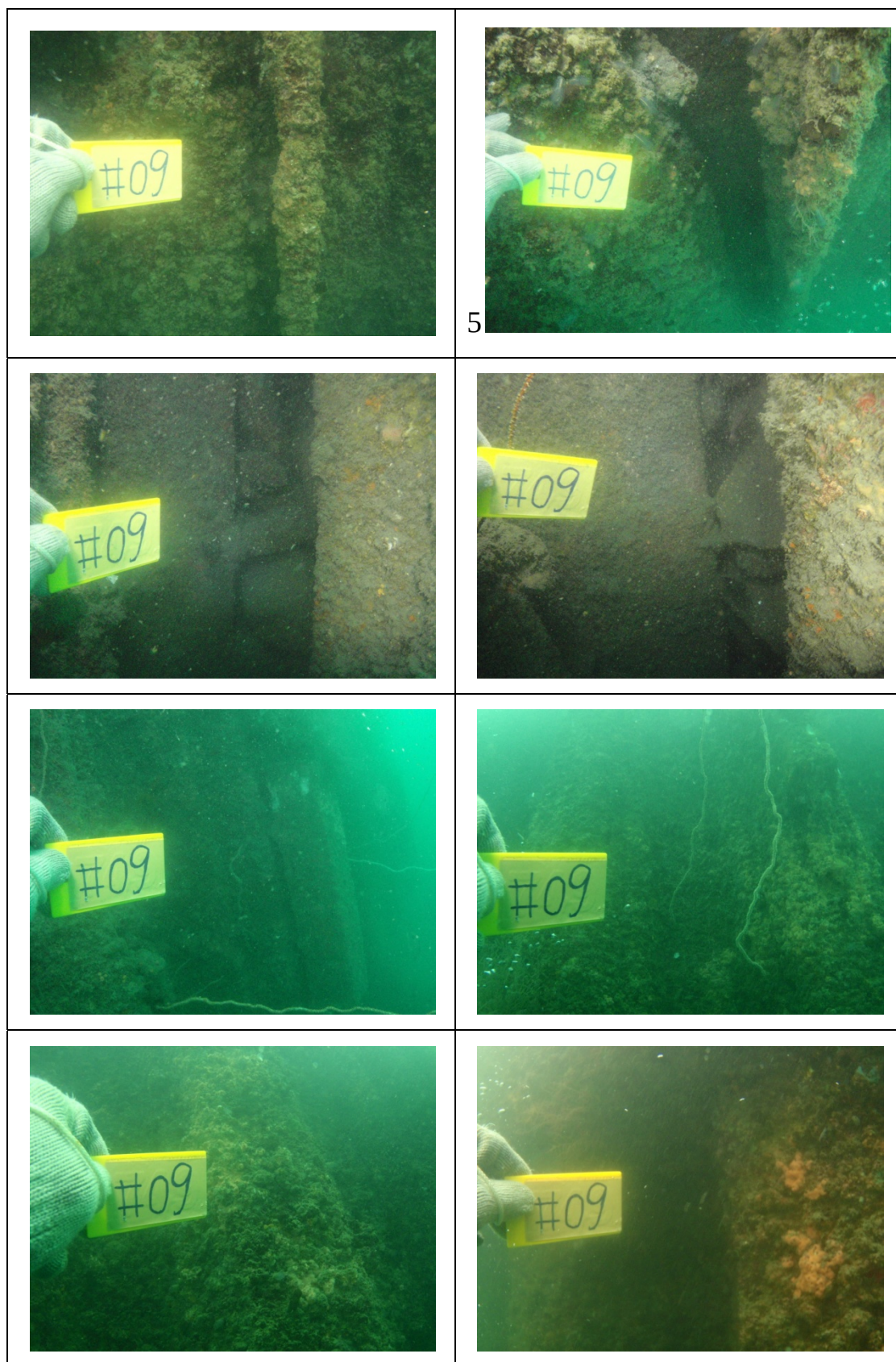
花蓮港 6 號碼頭水下調查照片(2/2) (102 年 4 月 22 日)



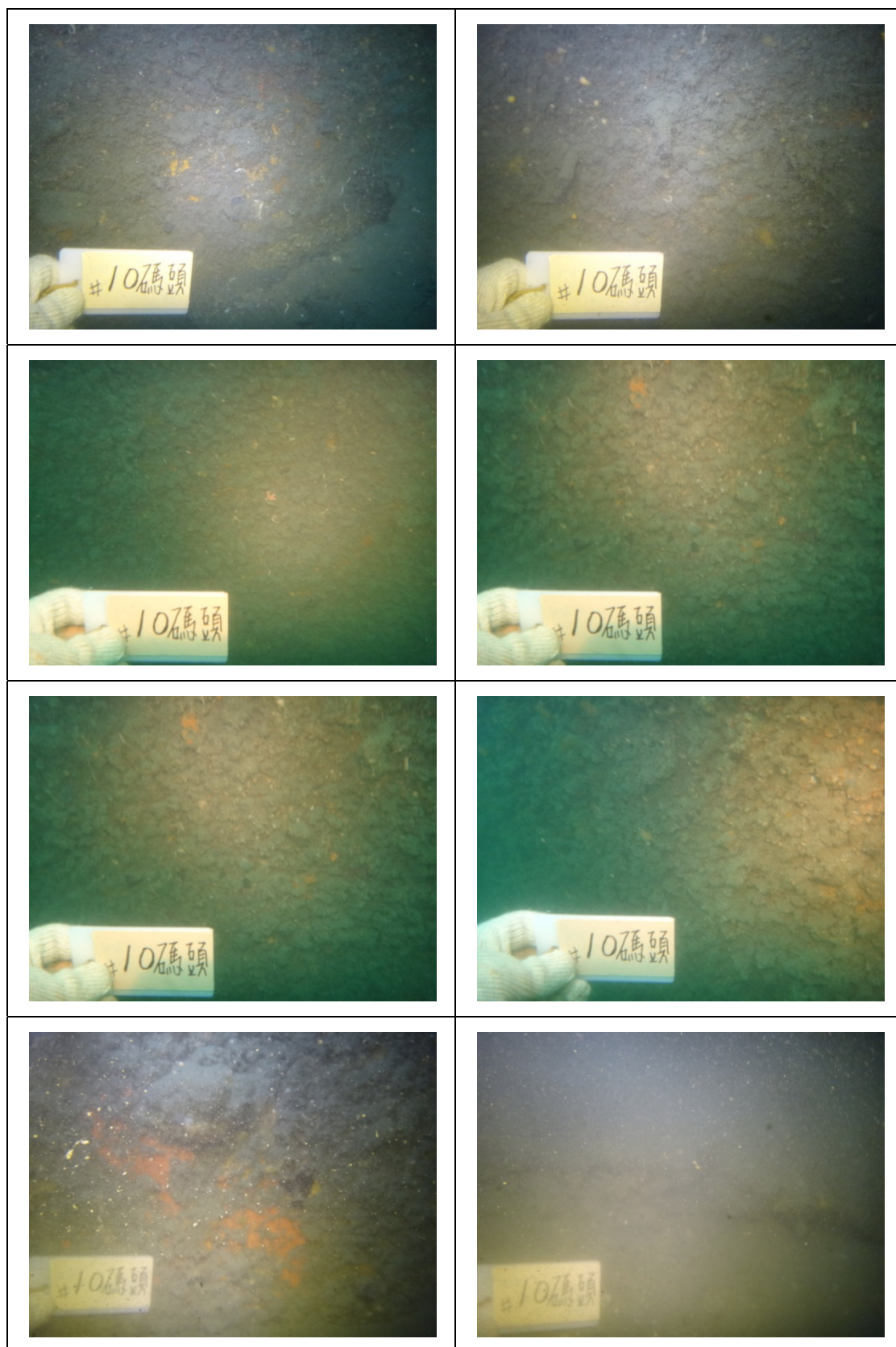
花蓮港 7 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 22 日)



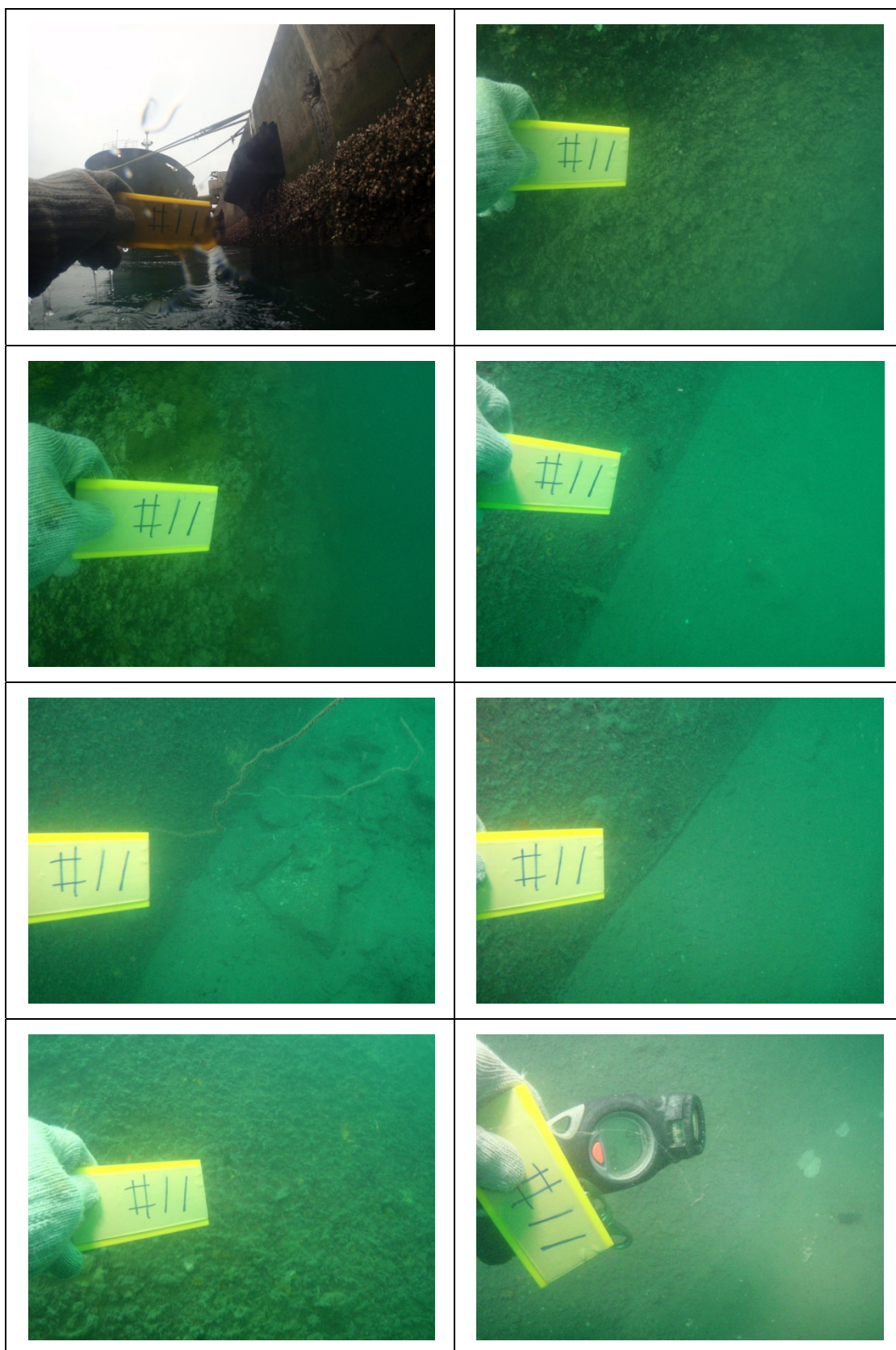
花蓮港 8 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 22 日)



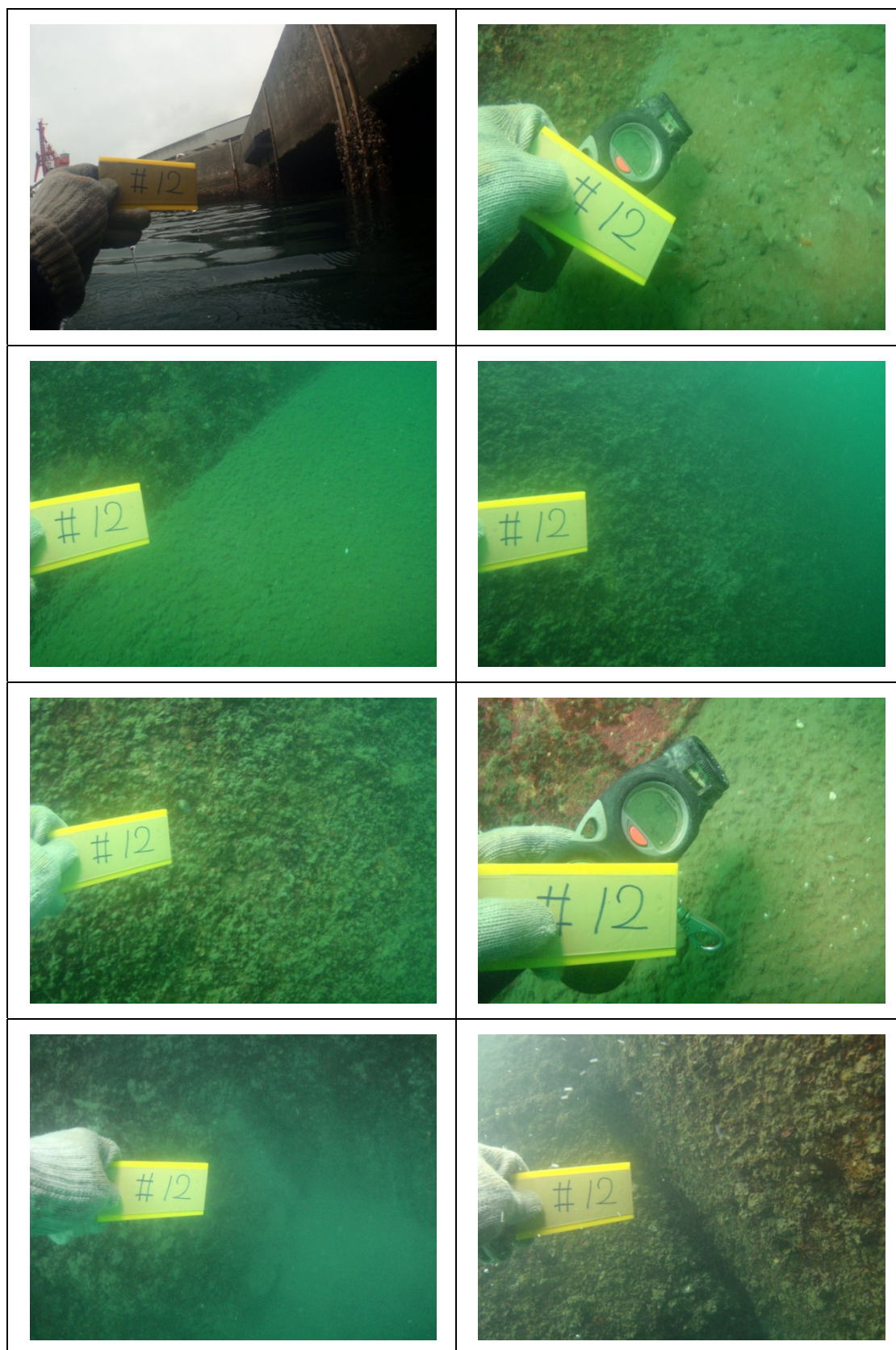
花蓮港 9 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 22 日)



花蓮港 10 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 22 日)



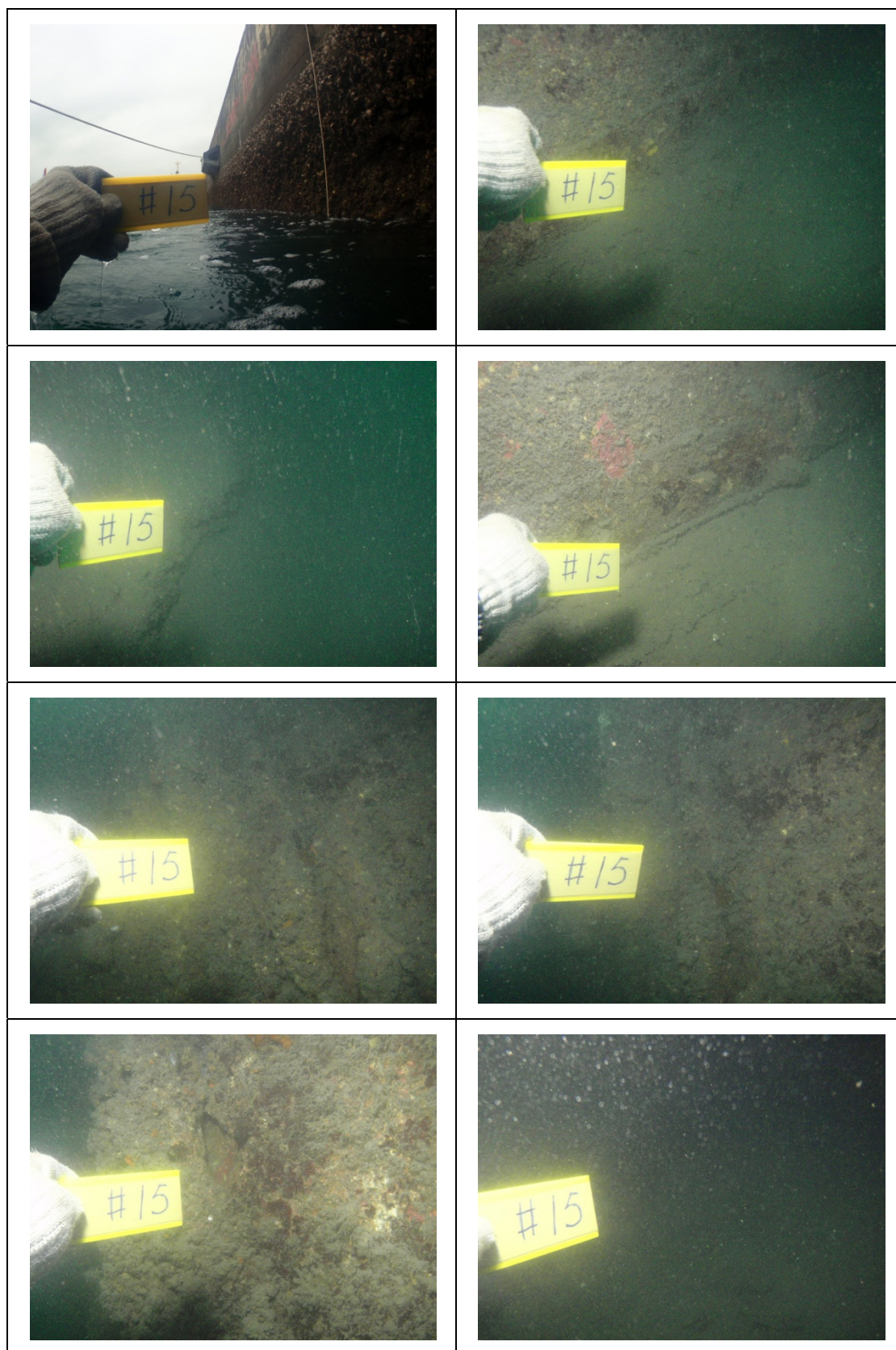
花蓮港 11 號碼頭水下調查照片(102 年 4 月 22 日)



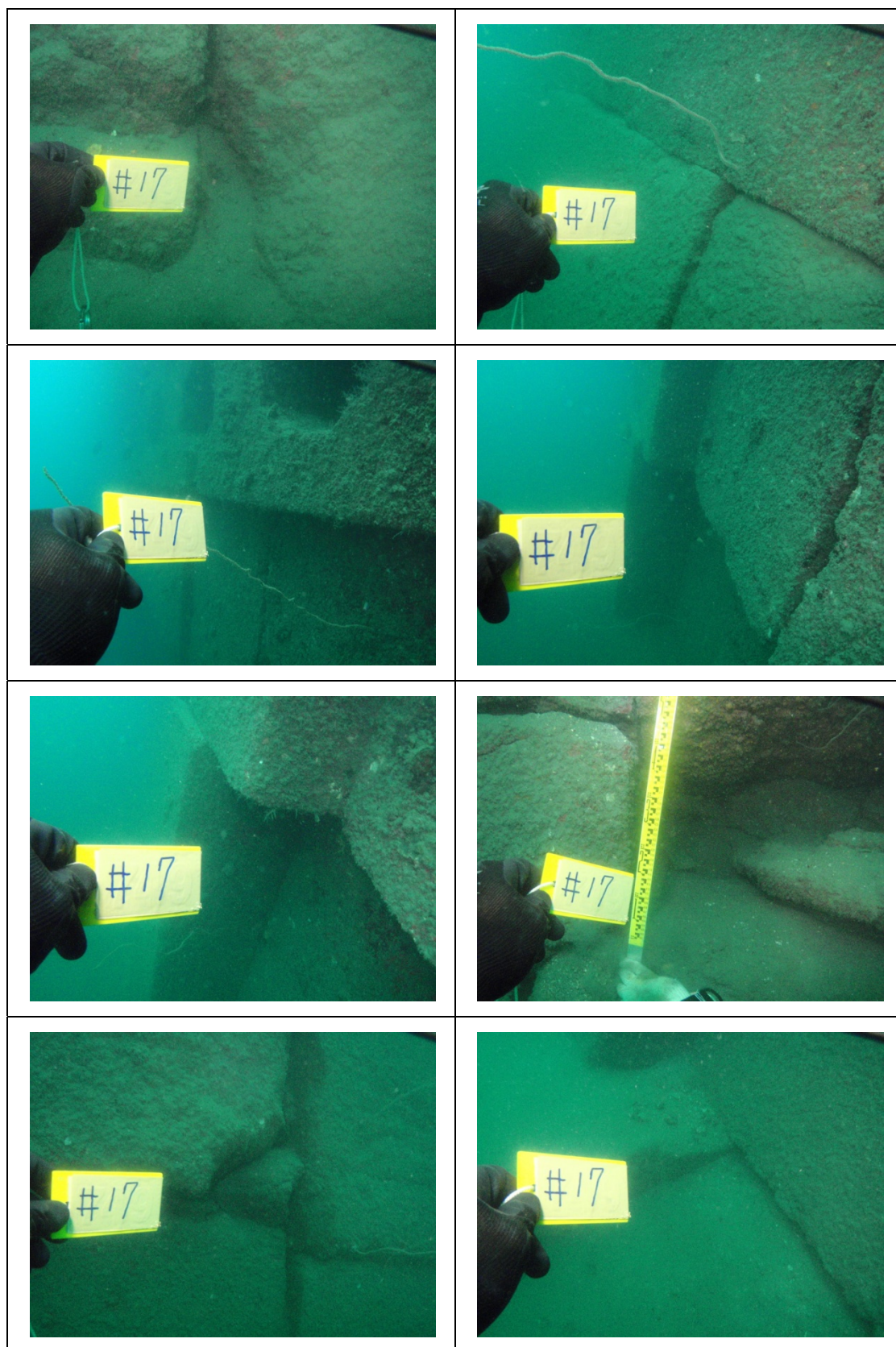
花蓮港 12 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 22 日)



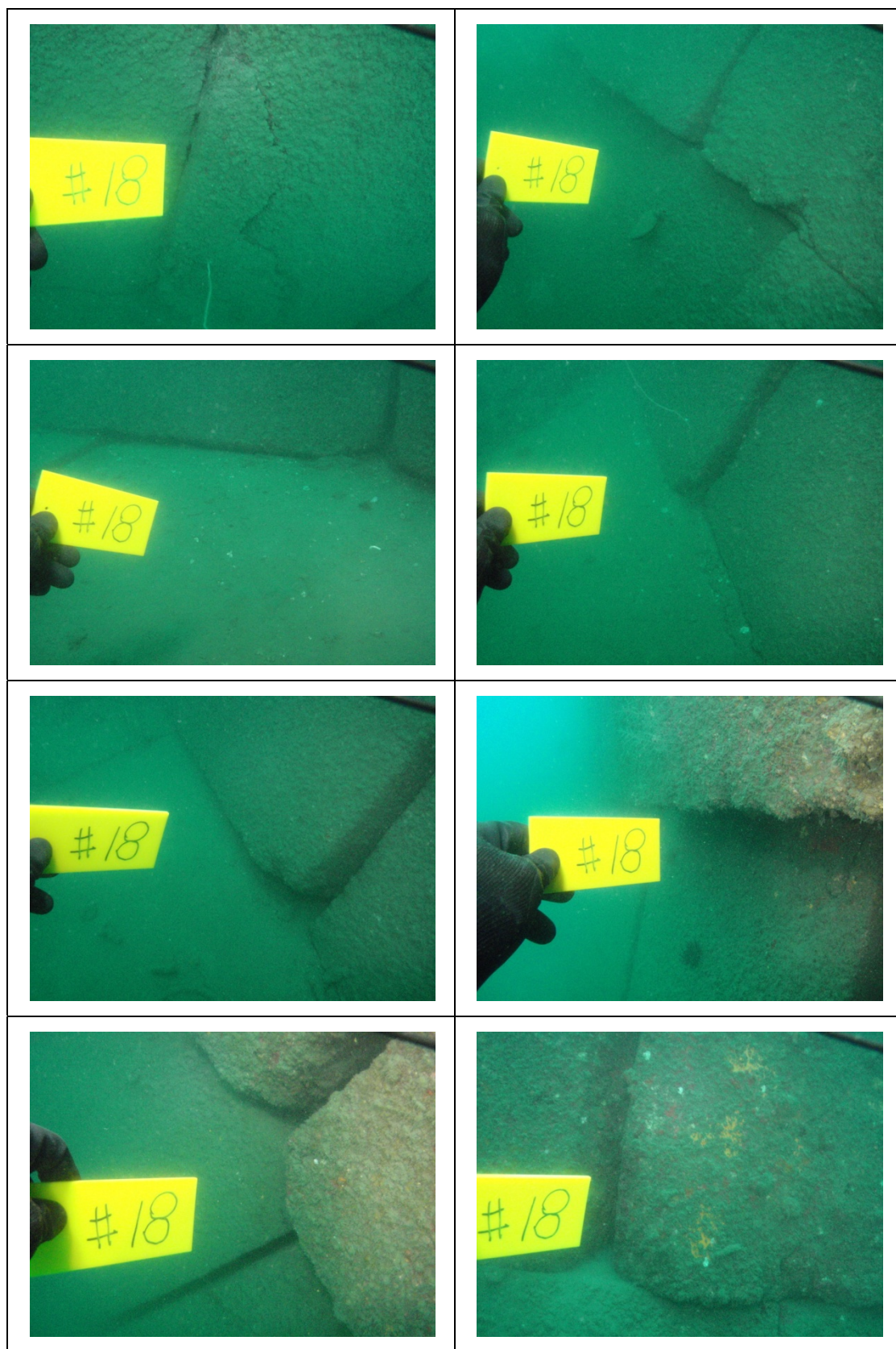
花蓮港 14 號碼頭水下調查照片(102 年 4 月 22 日)



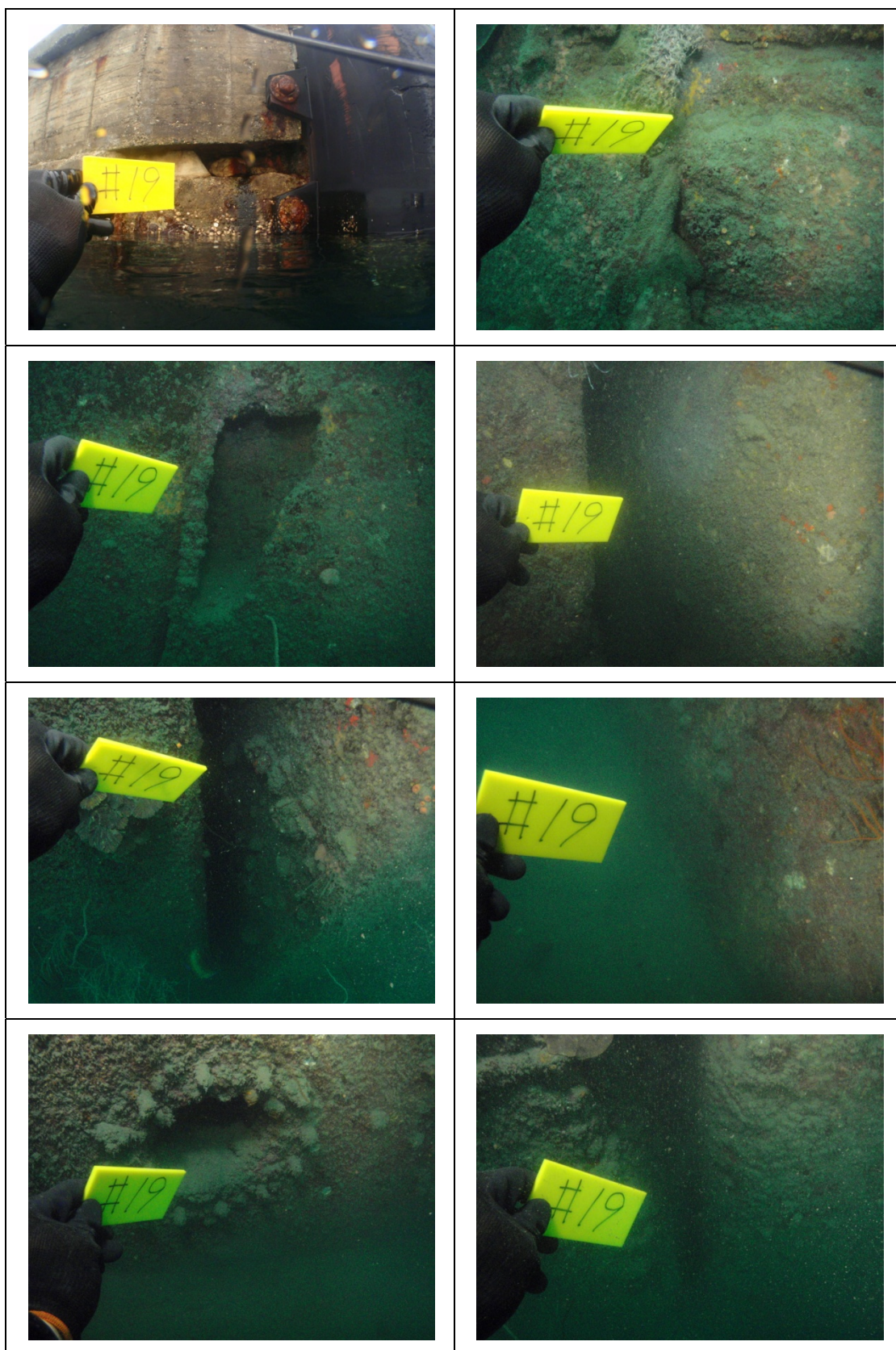
花蓮港 15 號碼頭水下調查照片(102 年 4 月 22 日)



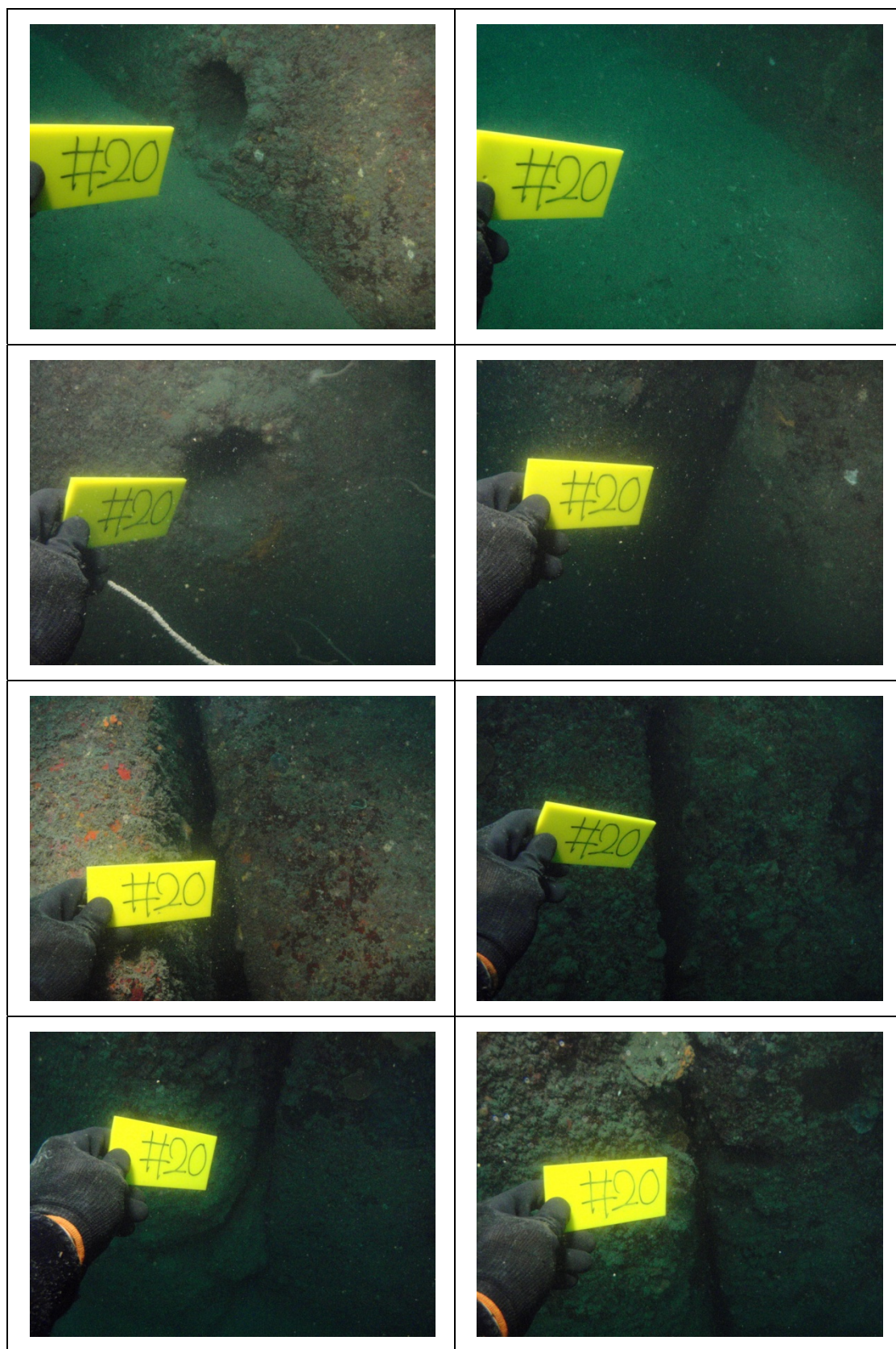
花蓮港 17 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 23 日)



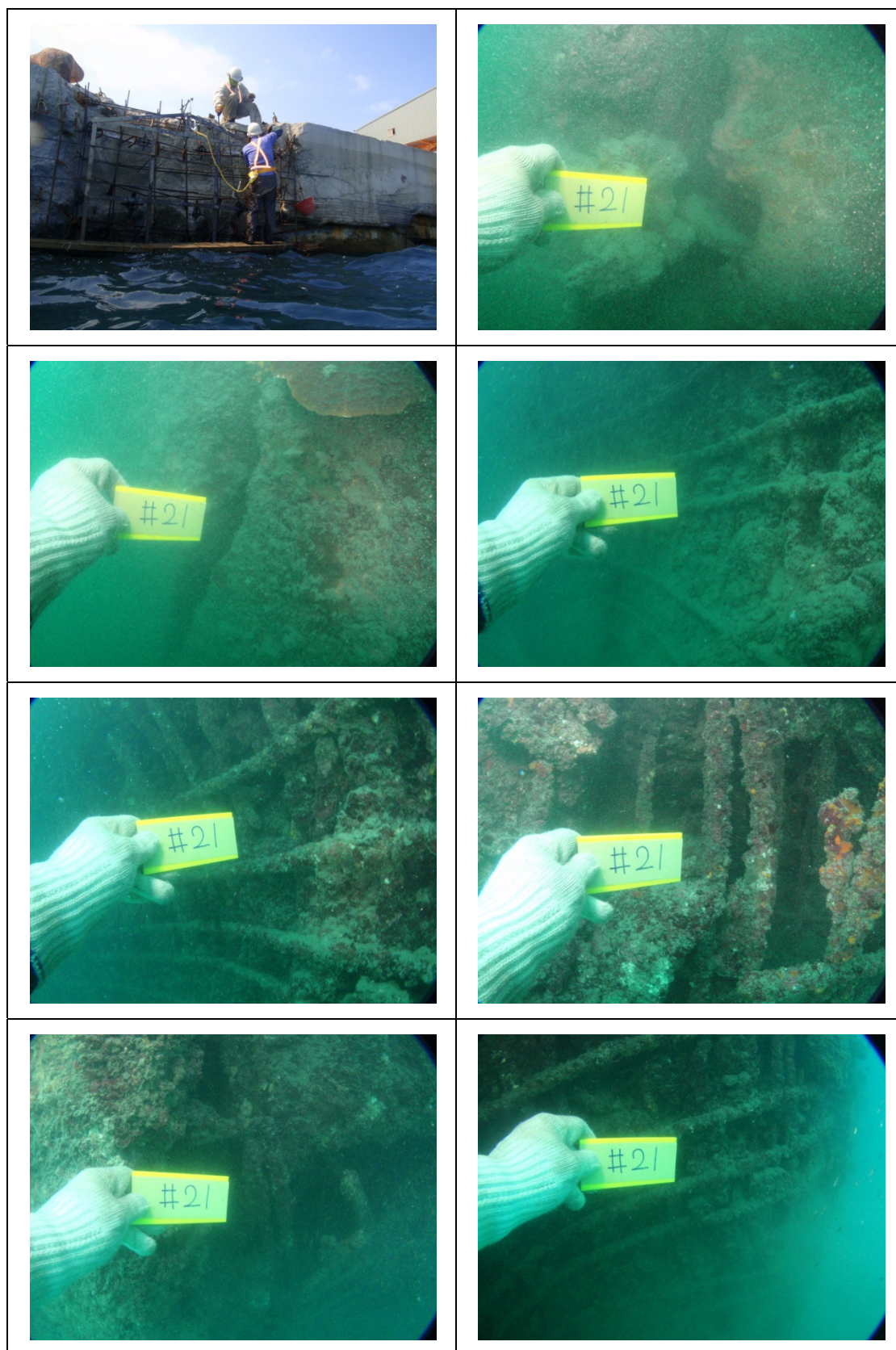
花蓮港 18 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 23 日)



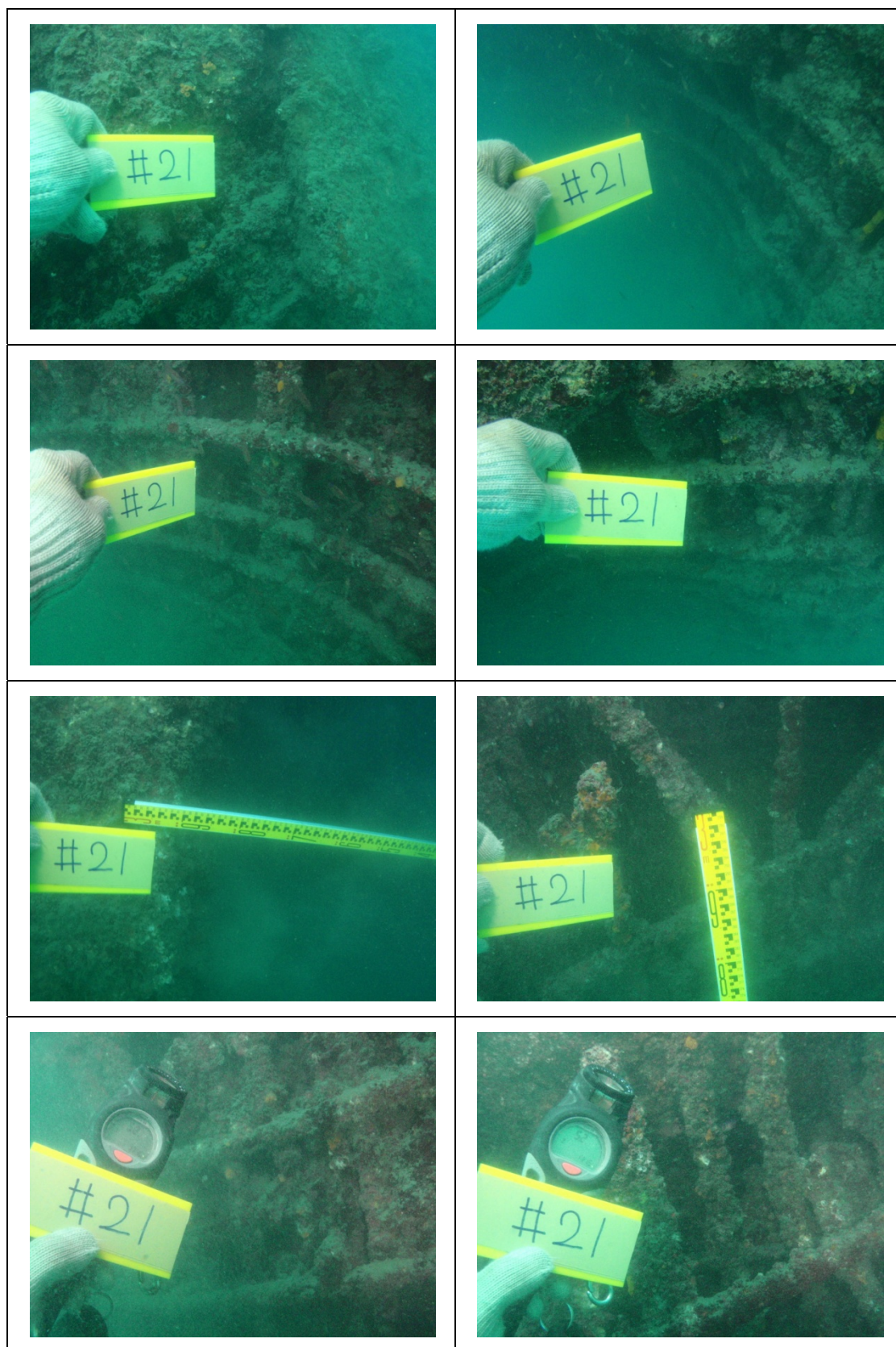
花蓮港 19 號碼頭水下調查照片(102 年 4 月 23 日)



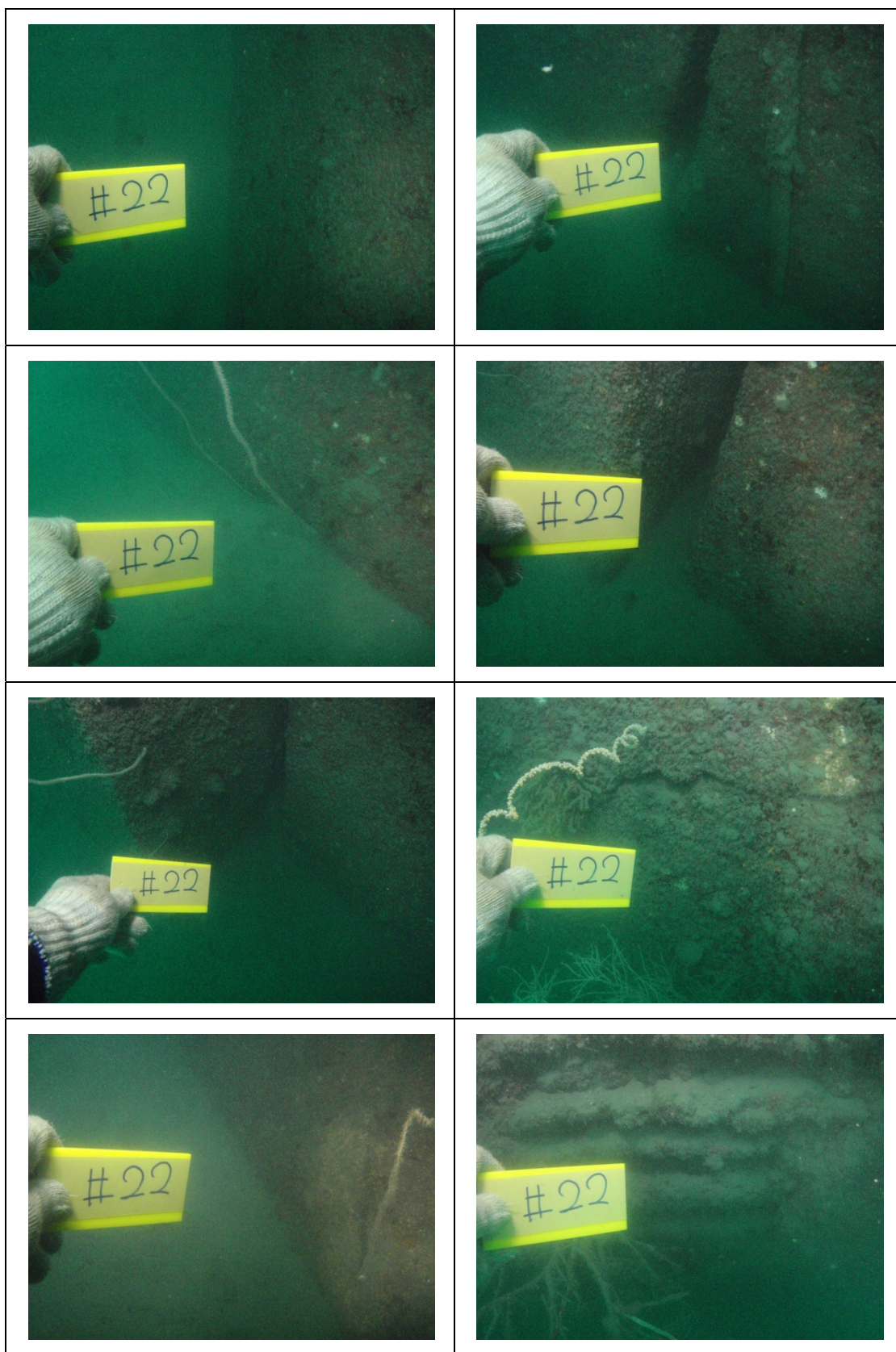
花蓮港 20 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 23 日)



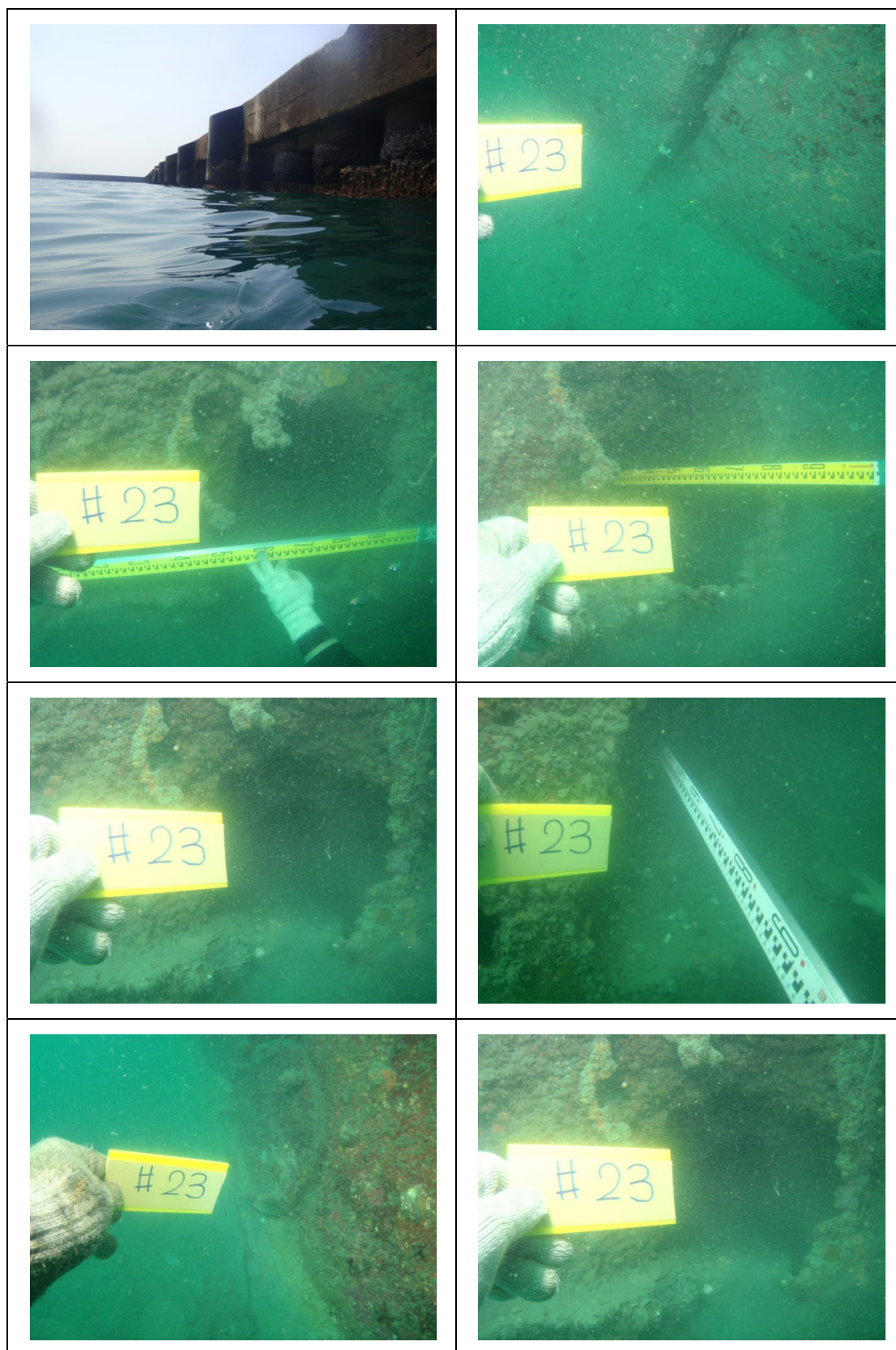
花蓮港 21 號碼頭水下調查照片 (1/2) (102 年 4 月 23 日)



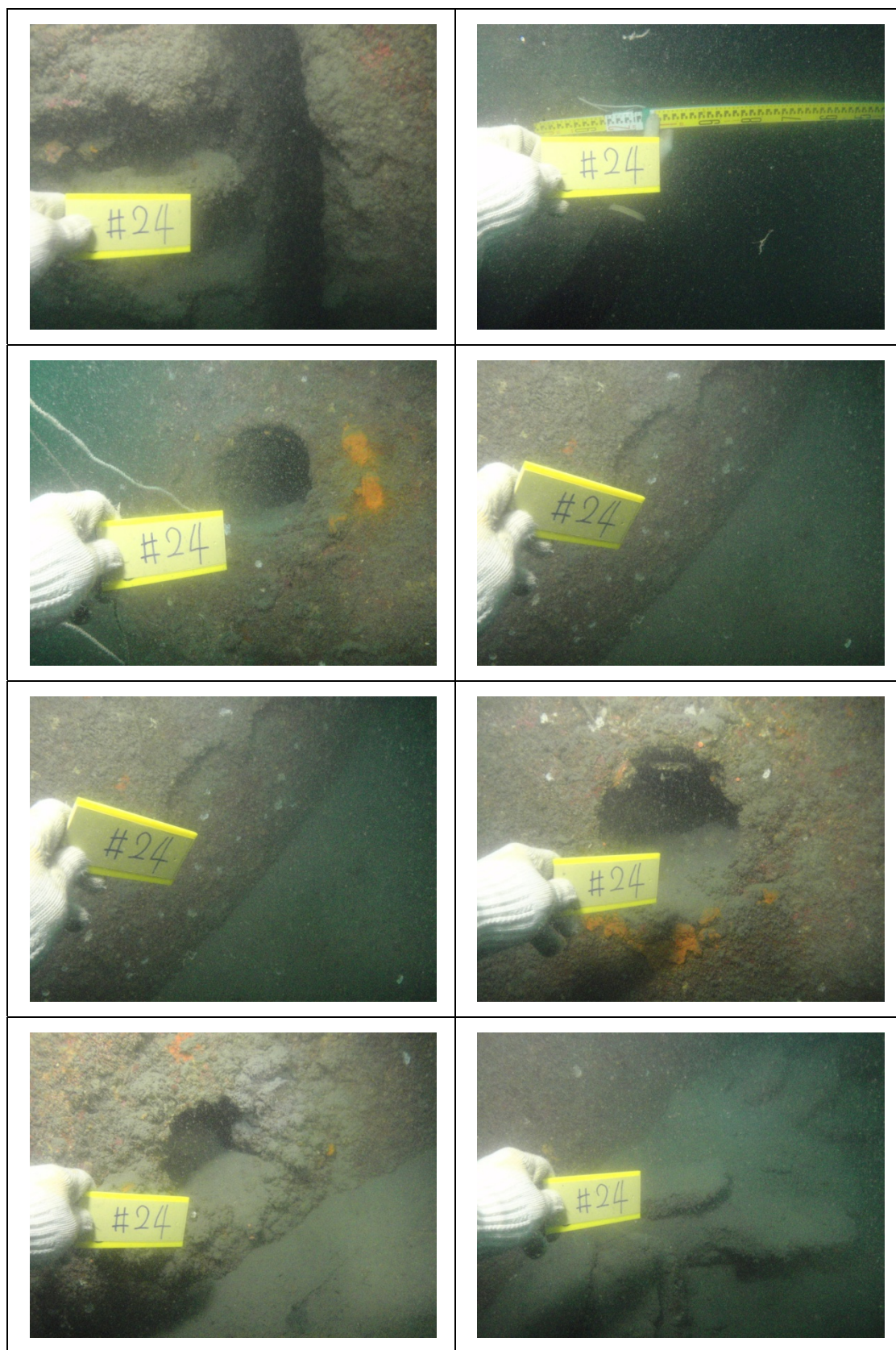
花蓮港 21 號碼頭水下調查照片(2/2) (102 年 4 月 23 日)



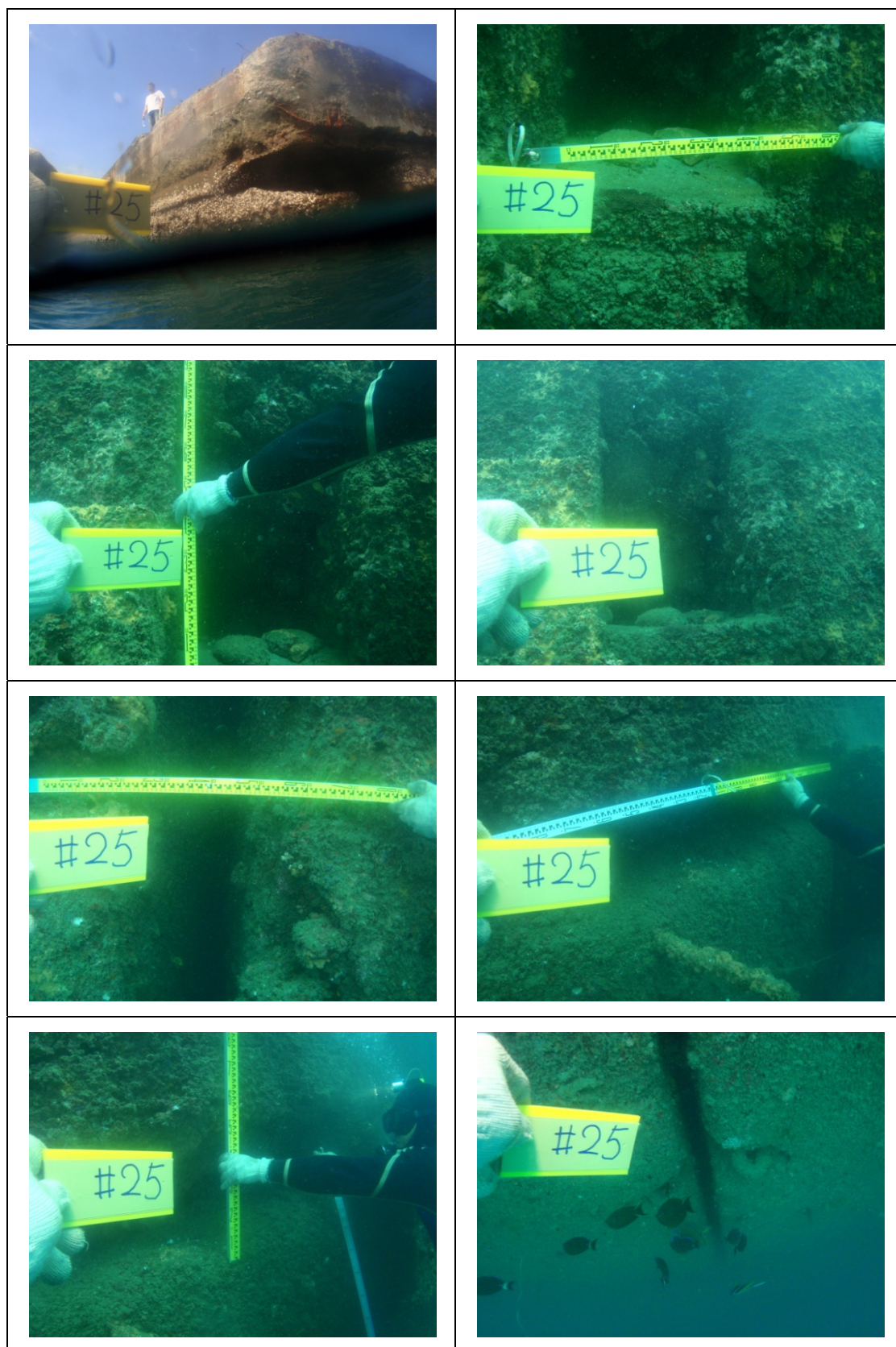
花蓮港 22 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 23 日)



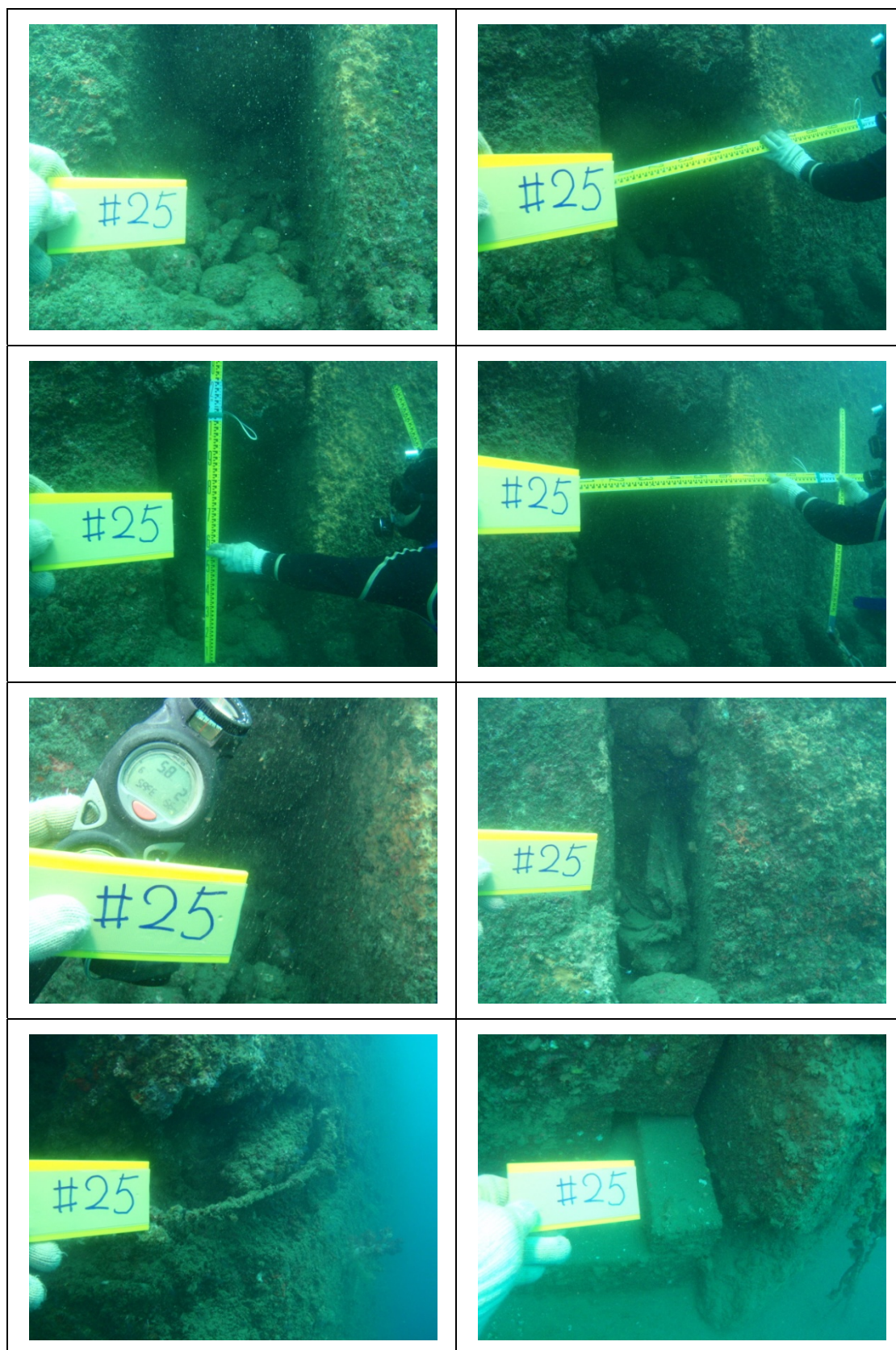
花蓮港 23 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 24 日)



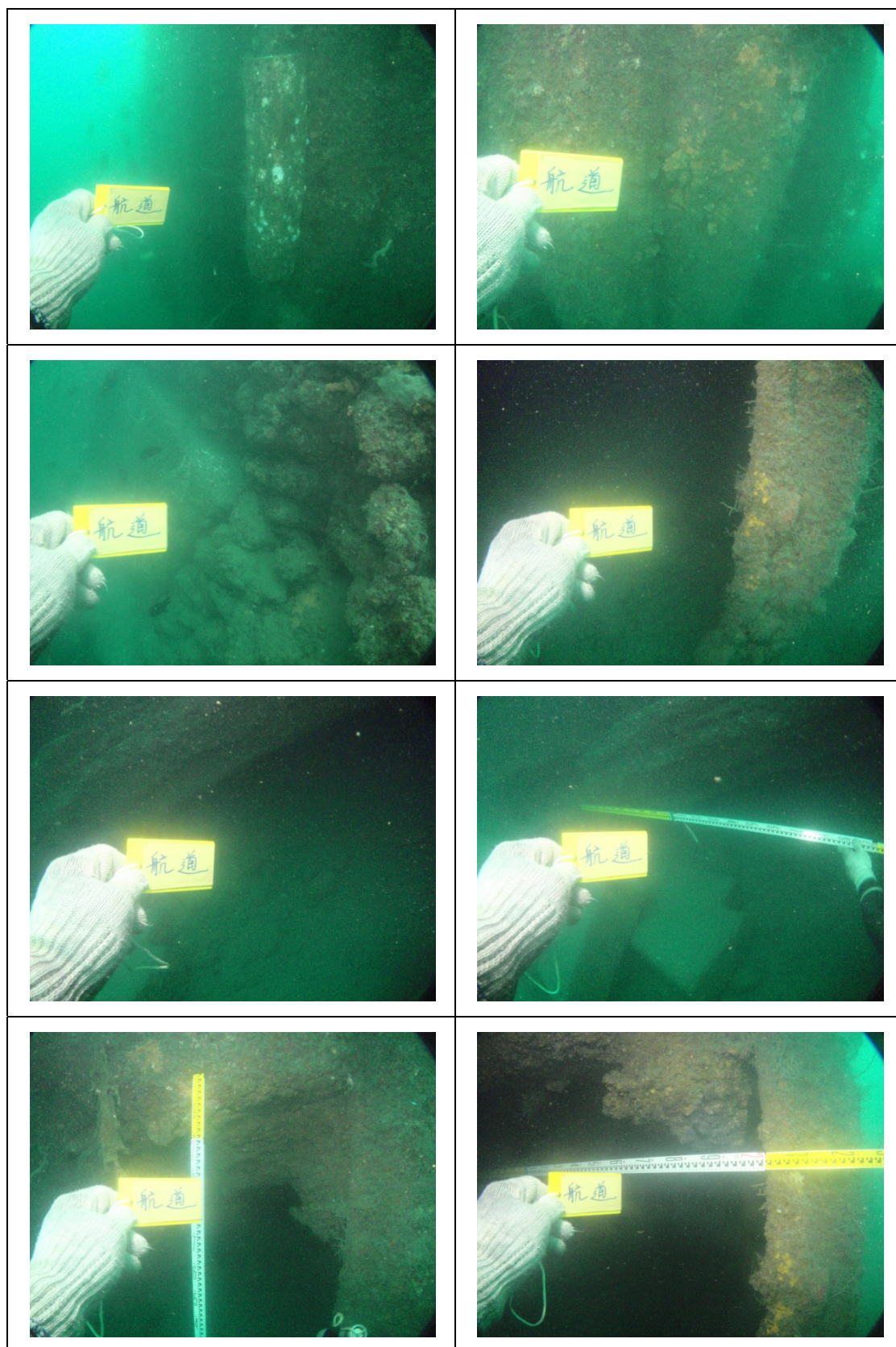
花蓮港 24 號碼頭水下調查照片 (102 年 4 月 24 日)



花蓮港 25 號碼頭水下調查照片(1/2) (102 年 4 月 24 日)



花蓮港 25 號碼頭水下調查照片(2/2) (102 年 4 月 24 日)



花蓮港航道西側岸壁水下調查照片 (102 年 9 月 3 日)

附錄五

花蓮港鋼板樁厚度檢測結果

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
0	+3.3	凸凹：17.2mm	14.7	14.6	15.0	14.2	14.8	14.2	14.5	14.6	14.6	14.8	14.40	14.57	2.43	(3.00)	2.63	0.05	(0.06)	0.05
	+1.8	側：11.4mm	10.4	9.9	6.8	7.0	8.0	7.8	10.8	10.4	10.8	9.0	7.60	10.67	8.17	3.80	6.53	0.16	0.07	0.13
	+0.7		12.9	12.9	12.1	7.8	8.1	7.3	12.0	11.9	12.0	12.6	7.73	11.97	4.57	3.67	5.23	0.09	0.07	0.10
	-0.5		13.4	13.3	12.8	7.0	9.6	7.9	12.2	12.3	12.2	13.2	8.17	12.23	4.03	3.23	4.97	0.08	0.06	0.10
	-1.0		12.1	12.1	12.3	7.0	7.6	7.7	12.9	12.7	12.7	12.2	7.43	12.77	5.03	3.97	4.43	0.10	0.08	0.09
5	+3.3	凸凹：17.2mm	15.1	15.1	15.2	14.8	15.0	14.9	14.6	14.8	14.9	15.1	14.90	14.77	2.07	(3.50)	2.43	0.04	(0.07)	0.05
	+1.8	側：11.4mm	11.0	10.9	12.0	5.0	5.1	5.8	10.9	11.0	12.0	11.3	5.30	11.30	5.90	6.10	5.90	0.12	0.12	0.12
	+0.7		10.3	10.9	11.1	5.0	5.0	5.1	11.7	11.8	11.5	10.8	5.03	11.67	6.43	6.37	5.53	0.13	0.12	0.11
	-0.5		11.6	11.0	11.0	6.4	6.5	6.6	12.3	12.2	12.3	11.2	6.50	12.27	6.00	4.90	4.93	0.12	0.10	0.10
	-1.0		12.6	12.9	12.7	7.1	7.2	7.0	12.2	11.9	12.0	12.7	7.10	12.03	4.47	4.30	5.17	0.09	0.08	0.10
10	+3.3	凸凹：17.2mm	15.2	15.0	15.0	14.2	14.4	14.4	15.1	14.8	15.0	15.1	14.33	14.97	2.13	(2.93)	2.23	0.04	(0.06)	0.04
	+1.8	側：11.4mm	11.0	11.0	10.7	5.4	5.0	6.1	11.0	10.7	11.1	10.9	5.50	10.93	6.30	5.90	6.27	0.12	0.12	0.12
	+0.7		11.2	10.6	10.6	6.2	5.4	6.6	11.5	11.5	10.6	10.8	6.07	11.20	6.40	5.33	6.00	0.13	0.10	0.12
	-0.5		12.5	11.7	11.7	5.8	6.3	5.7	10.9	11.0	10.8	12.0	5.93	10.90	5.23	5.47	6.30	0.10	0.11	0.12
	-1.0		10.4	11.3	11.0	5.0	4.9	5.0	11.9	12.7	12.8	10.9	4.97	12.47	6.30	6.43	4.73	0.12	0.13	0.09
15	+3.3	凸凹：17.2mm	14.5	14.5	14.6	14.8	15.0	14.8	15.0	14.5	14.5	14.5	14.87	14.67	2.67	(3.47)	2.53	0.05	(0.07)	0.05
	+1.8	側：11.4mm	11.0	11.1	11.0	4.9	5.1	5.0	12.3	12.0	11.0	11.0	5.00	11.77	6.17	6.40	5.43	0.12	0.13	0.11
	+0.7		12.1	12.0	12.1	7.8	8.0	8.4	12.5	12.5	12.3	12.1	8.07	12.43	5.13	3.33	4.77	0.10	0.07	0.09
	-0.5		13.5	12.8	12.3	6.8	6.5	6.5	11.3	10.9	11.0	12.9	6.60	11.07	4.33	4.80	6.13	0.08	0.09	0.12
	-1.0		11.2	10.8	11.3	7.8	7.6	7.7	11.2	10.9	11.7	11.1	7.70	11.27	6.10	3.70	5.93	0.12	0.07	0.12

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
20	+3.3	凸凹：17.2mm	14.7	14.8	14.8	9.7	9.8	10.0	14.8	15.0	15.0	14.8	9.83	14.93	2.43	1.57	2.27	0.05	0.03	0.04
	+1.8	側：11.4mm	10.9	11.0	11.2	5.6	5.5	5.0	12.1	12.3	11.0	11.0	5.37	11.80	6.17	6.03	5.40	0.12	0.12	0.11
	+0.7		10.8	10.6	12.3	6.2	6.0	5.7	10.8	10.6	11.0	11.2	5.97	10.80	5.97	5.43	6.40	0.12	0.11	0.13
	-0.5		12.1	10.9	11.0	5.9	5.3	6.6	12.3	12.0	10.8	11.3	5.93	11.70	5.87	5.47	5.50	0.12	0.11	0.11
	-1.0		11.0	12.0	11.6	6.4	6.3	6.4	12.3	12.4	11.6	11.5	6.37	12.10	5.67	5.03	5.10	0.11	0.10	0.10
25	+3.3	凸凹：17.2mm	12.9	12.8	12.9	13.6	13.8	13.6	12.9	13.0	13.1	12.9	13.67	13.00	4.33	(2.27)	4.20	0.08	(0.04)	0.08
	+1.8	側：11.4mm	10.6	11.0	11.2	6.1	5.8	6.5	11.0	11.1	10.9	10.9	6.13	11.00	6.27	5.27	6.20	0.12	0.10	0.12
	+0.7		12.4	12.2	12.0	8.2	8.0	8.1	11.6	11.0	11.5	12.2	8.10	11.37	5.00	3.30	5.83	0.10	0.06	0.11
	-0.5		11.4	12.1	12.0	5.5	5.7	6.2	11.2	11.3	12.4	11.8	5.80	11.63	5.37	5.60	5.57	0.11	0.11	0.11
	-1.0		12.9	12.9	11.8	6.4	6.3	6.4	11.3	11.4	11.1	12.5	6.37	11.27	4.67	5.03	5.93	0.09	0.10	0.12
30	+3.3	凸凹：17.2mm	14.6	14.8	14.9	9.6	9.8	9.8	9.6	9.5	9.5	14.8	9.73	9.53	2.43	1.67	7.67	0.05	0.03	0.15
	+1.8	側：11.4mm	12.1	12.0	12.0	8.0	7.5	8.6	15.1	15.0	13.8	12.0	8.03	14.63	5.17	3.37	2.57	0.10	0.07	0.05
	+0.7		14.1	14.5	13.2	9.4	9.0	9.5	14.8	14.0	14.2	13.9	9.30	14.33	3.27	2.10	2.87	0.06	0.04	0.06
	-0.5		11.5	11.5	11.1	6.6	6.8	7.2	11.2	11.3	11.3	11.4	6.87	11.27	5.83	4.53	5.93	0.11	0.09	0.12
	-1.0		13.5	13.0	13.2	7.1	7.3	7.3	14.5	14.3	14.4	13.2	7.23	14.40	3.97	4.17	2.80	0.08	0.08	0.05
35	+3.3	凸凹：17.2mm	14.8	14.9	14.8	14.2	14.0	14.0	14.1	14.5	14.0	14.8	14.07	14.20	2.37	(2.67)	3.00	0.05	(0.05)	0.06
	+1.8	側：11.4mm	11.0	11.1	11.0	4.9	5.1	5.0	12.3	12.0	11.0	11.0	5.00	11.77	6.17	6.40	5.43	0.12	0.13	0.11
	+0.7		10.8	9.0	10.2	7.8	8.0	7.0	12.5	12.5	11.0	10.0	7.60	12.00	7.20	3.80	5.20	0.14	0.07	0.10
	-0.5		9.9	10.3	10.0	6.2	6.4	6.3	10.9	11.1	11.0	10.1	6.30	11.00	7.13	5.10	6.20	0.14	0.10	0.12
	-1.0		12.8	11.5	11.6	7.2	7.3	8.7	11.2	12.6	12.7	12.0	7.73	12.17	5.23	3.67	5.03	0.10	0.07	0.10

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
40	+3.3	凸凹：17.2mm	14.7	14.8	14.1	9.9	9.8	9.8	15.0	15.2	15.0	14.5	9.83	15.07	2.67	1.57	2.13	0.05	0.03	0.04
	+1.8	側：11.4mm	11.2	12.0	11.0	8.0	7.5	7.0	14.6	15.0	13.8	11.4	7.50	14.47	5.80	3.90	2.73	0.11	0.08	0.05
	+0.7		14.1	14.5	13.2	9.4	9.0	9.5	14.8	14.0	14.2	13.9	9.30	14.33	3.27	2.10	2.87	0.06	0.04	0.06
	-0.5		10.8	10.8	10.6	5.7	5.1	6.2	11.1	11.0	11.0	10.7	5.67	11.03	6.47	5.73	6.17	0.13	0.11	0.12
	-1.0		12.8	12.0	12.1	7.8	7.8	7.0	13.1	13.0	12.9	12.3	7.53	13.00	4.90	3.87	4.20	0.10	0.08	0.08
45	+3.3	凸凹：17.2mm	14.2	14.0	14.8	9.6	10.0	9.6	15.0	14.2	14.4	14.3	9.73	14.53	2.87	1.67	2.67	0.06	0.03	0.05
	+1.8	側：11.4mm	11.8	11.0	10.5	7.0	8.1	8.0	12.3	11.0	12.0	11.1	7.70	11.77	6.10	3.70	5.43	0.12	0.07	0.11
	+0.7		12.1	10.4	10.8	9.4	9.0	9.5	14.8	14.0	14.2	11.1	9.30	14.33	6.10	2.10	2.87	0.12	0.04	0.06
	-0.5		10.1	10.6	11.0	3.8	3.6	4.0	10.6	10.0	10.0	10.6	3.80	10.20	6.63	7.60	7.00	0.13	0.15	0.14
	-1.0		11.8	12.3	12.3	5.7	6.4	6.5	13.5	19.3	12.8	12.1	6.20	15.20	5.07	5.20	2.00	0.10	0.10	0.04
50	+3.3	凸凹：17.2mm	14.6	14.8	15.0	6.8	5.7	7.0	14.2	14.1	13.6	14.8	6.50	13.97	2.40	4.90	3.23	0.05	0.10	0.06
	+1.8	側：11.4mm	11.0	11.3	10.9	9.1	9.6	10.3	10.5	10.3	11.1	11.1	9.67	10.63	6.13	1.73	6.57	0.12	0.03	0.13
	+0.7		10.5	10.8	11.2	8.8	7.0	8.1	12.0	12.4	12.0	10.8	7.97	12.13	6.37	3.43	5.07	0.12	0.07	0.10
	-0.5		11.2	11.1	11.0	6.4	5.5	6.6	12.2	12.1	12.0	11.1	6.17	12.10	6.10	5.23	5.10	0.12	0.10	0.10
	-1.0		11.8	11.8	11.9	8.1	8.0	8.0	13.0	13.2	13.0	11.8	8.03	13.07	5.37	3.37	4.13	0.11	0.07	0.08
55	+3.3	凸凹：17.2mm	13.9	13.6	14.0	9.2	9.2	9.6	14.3	14.2	14.0	13.8	9.33	14.17	3.37	2.07	3.03	0.07	0.04	0.06
	+1.8	側：11.4mm	10.5	11.1	11.0	4.9	6.0	5.0	12.3	12.5	11.0	10.9	5.30	11.93	6.33	6.10	5.27	0.12	0.12	0.10
	+0.7		10.0	11.5	10.2	6.0	5.5	5.8	11.6	11.1	10.8	10.6	5.77	11.17	6.63	5.63	6.03	0.13	0.11	0.12
	-0.5		10.6	10.5	9.7	5.7	5.8	5.7	11.3	11.0	11.6	10.3	5.73	11.30	6.93	5.67	5.90	0.14	0.11	0.12
	-1.0		11.9	12.2	12.0	5.9	6.0	5.9	12.1	12.3	12.2	12.0	5.93	12.20	5.17	5.47	5.00	0.10	0.11	0.10

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
60	+3.3	凸凹：17.2mm	14.9	14.8	14.6	9.6	9.6	9.2	14.2	14.0	13.8	14.8	9.47	14.00	2.43	1.93	3.20	0.05	0.04	0.06
	+1.8	側：11.4mm	7.2	7.4	7.2	13.6	13.8	13.1	6.2	6.8	6.2	7.3	13.50	6.40	9.93	(2.10)	10.80	0.19	(0.04)	0.21
	+0.7		8.9	7.7	8.0	6.2	5.5	6.7	10.5	10.0	9.8	8.2	6.13	10.10	9.00	5.27	7.10	0.18	0.10	0.14
	-0.5		11.6	11.6	11.9	5.9	6.0	6.1	11.9	12.0	11.7	11.7	6.00	11.87	5.50	5.40	5.33	0.11	0.11	0.10
	-1.0		12.7	12.1	12.1	8.0	8.0	7.8	12.5	12.6	12.5	12.3	7.93	12.53	4.90	3.47	4.67	0.10	0.07	0.09
65	+3.3	凸凹：17.2mm	13.9	13.8	14.2	13.9	13.8	13.1	13.9	13.8	13.6	14.0	13.60	13.77	3.23	(2.20)	3.43	0.06	(0.04)	0.07
	+1.8	側：11.4mm	13.5	13.1	13.5	10.0	9.8	10.1	13.2	13.4	13.2	13.4	9.97	13.27	3.83	1.43	3.93	0.08	0.03	0.08
	+0.7		14.8	14.5	14.2	9.7	9.0	9.5	14.8	14.0	14.3	14.5	9.40	14.37	2.70	2.00	2.83	0.05	0.04	0.06
	-0.5		8.8	8.6	8.8	12.4	12.6	12.6	7.6	7.8	8.0	8.7	12.53	7.80	8.47	(1.13)	9.40	0.17	(0.02)	0.18
	-1.0		11.9	12.2	12.0	5.9	6.0	5.9	12.1	12.3	12.2	12.0	5.93	12.20	5.17	5.47	5.00	0.10	0.11	0.10
70	+3.3	凸凹：17.2mm	13.2	14.8	15.0	9.9	9.8	10.1	14.7	14.8	14.6	14.3	9.93	14.70	2.87	1.47	2.50	0.06	0.03	0.05
	+1.8	側：11.4mm	12.4	12.2	12.2	8.2	8.0	8.3	15.2	15.2	13.9	12.3	8.17	14.77	4.93	3.23	2.43	0.10	0.06	0.05
	+0.7		14.8	14.5	14.2	9.7	9.0	9.5	14.8	14.0	14.3	14.5	9.40	14.37	2.70	2.00	2.83	0.05	0.04	0.06
	-0.5		12.4	12.5	12.5	7.7	8.0	7.5	12.3	12.2	11.8	12.5	7.73	12.10	4.73	3.67	5.10	0.09	0.07	0.10
	-1.0		13.0	13.0	13.1	8.3	8.4	8.4	12.9	12.8	12.9	13.0	8.37	12.87	4.17	3.03	4.33	0.08	0.06	0.08
75	+3.3	凸凹：17.2mm	13.5	13.1	13.5	10.0	9.8	10.1	13.2	13.4	13.2	13.4	9.97	13.27	3.83	1.43	3.93	0.08	0.03	0.08
	+1.8	側：11.4mm	7.2	7.4	7.2	13.6	13.8	13.1	7.2	6.8	7.2	7.3	13.50	7.07	9.93	(2.10)	10.13	0.19	(0.04)	0.20
	+0.7		9.0	8.8	8.8	10.2	10.1	10.2	8.8	8.8	9.0	8.9	10.17	8.87	8.33	1.23	8.33	0.16	0.02	0.16
	-0.5		8.8	8.6	8.8	12.4	12.6	12.6	7.6	7.8	8.0	8.7	12.53	7.80	8.47	(1.13)	9.40	0.17	(0.02)	0.18
	-1.0		8.6	8.5	8.5	12.7	12.8	13.0	8.2	8.0	8.6	8.5	12.83	8.27	8.67	(1.43)	8.93	0.17	(0.03)	0.18

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
80	+3.3	凸凹：17.2mm	14.2	14.2	14.0	9.7	10.0	9.6	14.1	14.1	14.1	14.1	9.77	14.10	3.07	1.63	3.10	0.06	0.03	0.06
	+1.8	側：11.4mm	12.4	11.8	12.0	7.5	7.5	7.4	11.8	11.0	10.6	12.1	7.47	11.13	5.13	3.93	6.07	0.10	0.08	0.12
	+0.7		12.1	12.3	13.4	7.2	6.7	6.3	11.5	10.9	12.5	12.6	6.73	11.63	4.60	4.67	5.57	0.09	0.09	0.11
	-0.5		13.5	13.1	12.9	6.2	6.7	6.6	11.4	11.3	10.7	13.2	6.50	11.13	4.03	4.90	6.07	0.08	0.10	0.12
	-1.0		13.5	13.1	13.6	6.6	6.6	6.7	13.8	13.9	14.0	13.4	6.63	13.90	3.80	4.77	3.30	0.07	0.09	0.06
85	+3.3	凸凹：17.2mm	13.9	13.8	13.1	9.8	9.6	9.5	13.1	13.0	13.6	13.6	9.63	13.23	3.60	1.77	3.97	0.07	0.03	0.08
	+1.8	側：11.4mm	8.8	9.0	8.5	9.0	8.8	8.5	10.0	10.1	9.2	8.8	8.77	9.77	8.43	2.63	7.43	0.17	0.05	0.15
	+0.7		9.0	10.1	8.8	9.1	8.5	9.0	8.8	8.8	9.0	9.3	8.87	8.87	7.90	2.53	8.33	0.15	0.05	0.16
	-0.5		10.2	10.0	9.4	5.1	5.0	4.8	11.2	11.3	11.5	9.9	4.97	11.33	7.33	6.43	5.87	0.14	0.13	0.12
	-1.0		12.0	11.8	12.1	7.6	7.5	6.2	11.4	11.2	11.0	12.0	7.10	11.20	5.23	4.30	6.00	0.10	0.08	0.12
90	+3.3	凸凹：17.2mm	7.7	7.5	7.7	8.1	7.9	8.3	7.1	7.3	7.5	7.6	8.10	7.30	9.57	3.30	9.90	0.19	0.06	0.19
	+1.8	側：11.4mm	8.2	8.6	7.6	6.2	6.7	6.6	10.8	10.0	11.0	8.1	6.50	10.60	9.07	4.90	6.60	0.18	0.10	0.13
	+0.7		9.8	10.0	9.1	6.3	7.2	6.5	9.6	9.0	8.5	9.6	6.67	9.03	7.57	4.73	8.17	0.15	0.09	0.16
	-0.5		11.0	10.5	10.9	6.2	6.0	6.8	10.5	10.6	10.8	10.8	6.33	10.63	6.40	5.07	6.57	0.13	0.10	0.13
	-1.0		11.6	11.6	10.9	7.0	7.2	7.1	11.5	11.0	11.8	11.4	7.10	11.43	5.83	4.30	5.77	0.11	0.08	0.11
95	+3.3	凸凹：17.2mm	9.3	9.5	9.4	5.0	6.1	5.2	9.6	8.5	7.1	9.4	5.43	8.40	7.80	5.97	8.80	0.15	0.12	0.17
	+1.8	側：11.4mm	7.2	7.4	7.2	13.6	13.8	13.1	6.2	6.8	6.2	7.3	13.50	6.40	9.93	(2.10)	10.80	0.19	(0.04)	0.21
	+0.7		9.0	8.8	8.8	10.2	10.1	10.2	8.8	8.8	9.0	8.9	10.17	8.87	8.33	1.23	8.33	0.16	0.02	0.16
	-0.5		11.0	10.8	10.9	6.2	6.0	5.8	12.0	12.2	12.4	10.9	6.00	12.20	6.30	5.40	5.00	0.12	0.11	0.10
	-1.0		12.6	12.6	11.8	6.1	6.2	6.2	12.0	11.5	11.8	12.3	6.17	11.77	4.87	5.23	5.43	0.10	0.10	0.11

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
100	+3.3	凸凹：17.2mm	9.5	9.6	9.4	8.1	7.9	8.3	12.4	13.1	13.6	9.5	8.10	13.03	7.70	3.30	4.17	0.15	0.06	0.08
	+1.8	側：11.4mm	7.2	7.4	7.2	13.6	13.8	13.1	6.2	6.8	6.2	7.3	13.50	6.40	9.93	(2.10)	10.80	0.19	(0.04)	0.21
	+0.7		9.0	8.8	8.8	10.2	10.1	10.2	8.8	8.8	9.0	8.9	10.17	8.87	8.33	1.23	8.33	0.16	0.02	0.16
	-0.5		10.6	11.8	12.9	6.2	7.7	6.3	11.0	11.4	11.4	11.8	6.73	11.27	5.43	4.67	5.93	0.11	0.09	0.12
	-1.0		10.7	10.8	10.8	6.3	7.1	7.0	12.3	12.4	12.0	10.8	6.80	12.23	6.43	4.60	4.97	0.13	0.09	0.10
105	+3.3	凸凹：17.2mm	14.4	13.9	15.1	8.9	9.0	8.7	12.4	12.3	12.1	14.5	8.87	12.27	2.73	2.53	4.93	0.05	0.05	0.10
	+1.8	側：11.4mm	7.2	7.4	7.2	13.6	13.8	13.1	6.2	6.8	6.2	7.3	13.50	6.40	9.93	(2.10)	10.80	0.19	(0.04)	0.21
	+0.7		9.0	8.8	8.8	10.2	10.1	10.2	8.8	8.8	9.0	8.9	10.17	8.87	8.33	1.23	8.33	0.16	0.02	0.16
	-0.5		10.8	11.2	11.0	6.9	7.0	6.8	13.0	12.8	13.2	11.0	6.90	13.00	6.20	4.50	4.20	0.12	0.09	0.08
	-1.0		11.5	11.6	11.5	4.9	5.0	5.2	11.0	11.5	11.5	11.5	5.03	11.33	5.67	6.37	5.87	0.11	0.12	0.12
110	+3.3	凸凹：17.2mm	13.5	13.1	13.1	9.4	9.4	9.5	14.6	14.2	14.6	13.2	9.43	14.47	3.97	1.97	2.73	0.08	0.04	0.05
	+1.8	側：11.4mm	10.5	9.0	9.6	5.1	6.0	5.8	11.8	11.5	11.9	9.7	5.63	11.73	7.50	5.77	5.47	0.15	0.11	0.11
	+0.7		10.8	10.4	10.5	4.8	4.7	4.7	12.5	12.3	11.7	10.6	4.73	12.17	6.63	6.67	5.03	0.13	0.13	0.10
	-0.5		11.3	11.4	11.3	5.1	5.0	5.1	12.1	12.6	12.3	11.3	5.07	12.33	5.87	6.33	4.87	0.12	0.12	0.10
	-1.0		13.2	13.0	12.8	6.3	6.5	5.8	12.9	13.0	13.2	13.0	6.20	13.03	4.20	5.20	4.17	0.08	0.10	0.08
115	+3.3	凸凹：17.2mm	14.3	14.6	14.6	9.9	9.1	9.4	14.3	14.6	14.1	14.5	9.47	14.33	2.70	1.93	2.87	0.05	0.04	0.06
	+1.8	側：11.4mm	11.0	11.3	10.9	9.1	9.6	10.3	10.5	10.3	11.1	11.1	9.67	10.63	6.13	1.73	6.57	0.12	0.03	0.13
	+0.7		10.5	10.8	11.2	8.8	7.0	8.1	12.0	12.4	12.0	10.8	7.97	12.13	6.37	3.43	5.07	0.12	0.07	0.10
	-0.5		10.6	10.4	10.8	6.4	6.1	5.8	11.0	11.3	11.5	10.6	6.10	11.27	6.60	5.30	5.93	0.13	0.10	0.12
	-1.0		12.5	13.8	12.4	6.4	6.3	6.5	11.6	12.9	11.1	12.9	6.40	11.87	4.30	5.00	5.33	0.08	0.10	0.10

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
120	+3.3	凸凹：17.2mm	14.3	14.1	14.1	9.4	9.4	9.5	15.0	14.8	14.8	14.2	9.43	14.87	3.03	1.97	2.33	0.06	0.04	0.05
	+1.8	側：11.4mm	12.8	12.6	12.6	8.8	9.5	7.6	8.6	8.8	8.7	12.7	8.63	8.70	4.53	2.77	8.50	0.09	0.05	0.17
	+0.7		10.3	10.4	10.5	8.2	8.0	8.1	8.8	8.9	8.7	10.4	8.10	8.80	6.80	3.30	8.40	0.13	0.06	0.16
	-0.5		10.3	10.4	10.2	6.5	6.6	6.8	11.1	11.4	11.8	10.3	6.63	11.43	6.90	4.77	5.77	0.14	0.09	0.11
	-1.0		12.5	12.7	13.5	6.4	6.7	6.7	11.8	11.6	11.8	12.9	6.60	11.73	4.30	4.80	5.47	0.08	0.09	0.11
125	+3.3	凸凹：17.2mm	14.3	13.5	14.1	9.9	9.6	9.6	14.5	14.9	14.5	14.0	9.70	14.63	3.23	1.70	2.57	0.06	0.03	0.05
	+1.8	側：11.4mm	12.8	12.4	12.6	8.2	8.0	8.1	9.0	8.8	8.6	12.6	8.10	8.80	4.60	3.30	8.40	0.09	0.06	0.16
	+0.7		10.3	10.4	10.5	8.2	8.4	8.2	8.8	8.9	8.7	10.4	8.27	8.80	6.80	3.13	8.40	0.13	0.06	0.16
	-0.5		11.4	11.5	10.9	6.7	6.8	6.7	10.3	10.4	9.9	11.3	6.73	10.20	5.93	4.67	7.00	0.12	0.09	0.14
	-1.0		12.5	12.7	12.6	7.0	6.9	7.0	10.0	10.2	10.3	12.6	6.97	10.17	4.60	4.43	7.03	0.09	0.09	0.14
130	+3.3	凸凹：17.2mm	14.6	14.5	14.5	9.4	9.3	9.4	12.9	13.0	13.0	14.5	9.37	12.97	2.67	2.03	4.23	0.05	0.04	0.08
	+1.8	側：11.4mm	10.7	10.0	10.6	8.8	9.0	8.8	7.4	7.2	7.5	10.4	8.87	7.37	6.77	2.53	9.83	0.13	0.05	0.19
	+0.7		14.7	14.8	14.2	8.3	8.2	8.0	8.0	8.2	8.1	14.6	8.17	8.10	2.63	3.23	9.10	0.05	0.06	0.18
	-0.5		11.0	12.1	11.1	5.4	7.1	7.2	11.4	11.0	11.2	11.4	6.57	11.20	5.80	4.83	6.00	0.11	0.09	0.12
	-1.0		11.2	11.3	11.2	5.2	5.1	5.2	12.6	12.3	12.5	11.2	5.17	12.47	5.97	6.23	4.73	0.12	0.12	0.09
135	+3.3	凸凹：17.2mm	14.5	15.1	15.3	9.2	9.3	9.1	13.7	13.1	13.8	15.0	9.20	13.53	2.23	2.20	3.67	0.04	0.04	0.07
	+1.8	側：11.4mm	11.0	11.3	10.9	9.1	9.6	10.3	10.5	10.3	11.1	11.1	9.67	10.63	6.13	1.73	6.57	0.12	0.03	0.13
	+0.7		10.5	10.8	11.2	8.8	7.0	8.1	12.0	12.4	12.0	10.8	7.97	12.13	6.37	3.43	5.07	0.12	0.07	0.10
	-0.5		9.7	9.3	9.4	5.9	6.0	5.8	11.2	11.3	11.3	9.5	5.90	11.27	7.73	5.50	5.93	0.15	0.11	0.12
	-1.0		11.9	12.0	11.5	7.6	5.8	7.5	12.3	12.5	12.0	11.8	6.97	12.27	5.40	4.43	4.93	0.11	0.09	0.10

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
140	+3.3	凸凹：17.2mm	13.9	14.8	14.2	10.2	9.8	9.6	13.2	14.1	13.5	14.3	9.87	13.60	2.90	1.53	3.60	0.06	0.03	0.07
	+1.8	側：11.4mm	12.4	12.6	12.0	5.7	6.2	6.0	7.1	7.5	7.3	12.3	5.97	7.30	4.87	5.43	9.90	0.10	0.11	0.19
	+0.7		13.4	13.4	13.4	7.8	7.8	8.0	7.9	7.8	7.9	13.4	7.87	7.87	3.80	3.53	9.33	0.07	0.07	0.18
	-0.5		11.3	11.2	10.8	5.6	5.8	5.6	11.1	12.6	11.0	11.1	5.67	11.57	6.10	5.73	5.63	0.12	0.11	0.11
	-1.0		13.1	13.2	13.1	7.3	7.2	6.9	11.2	13.4	12.6	13.1	7.13	12.40	4.07	4.27	4.80	0.08	0.08	0.09
145	+3.3	凸凹：17.2mm	15.1	14.8	15.0	10.1	9.8	9.2	13.1	13.5	14.2	15.0	9.70	13.60	2.23	1.70	3.60	0.04	0.03	0.07
	+1.8	側：11.4mm	10.7	10.0	10.6	8.8	9.0	8.8	7.4	7.2	7.5	10.4	8.87	7.37	6.77	2.53	9.83	0.13	0.05	0.19
	+0.7		14.7	14.8	14.2	8.3	8.2	8.0	8.0	8.2	8.1	14.6	8.17	8.10	2.63	3.23	9.10	0.05	0.06	0.18
	-0.5		11.4	11.5	11.6	7.3	7.2	7.3	11.0	11.6	11.0	11.5	7.27	11.20	5.70	4.13	6.00	0.11	0.08	0.12
	-1.0		13.3	13.1	13.0	6.1	6.0	6.2	11.3	12.2	11.5	13.1	6.10	11.67	4.07	5.30	5.53	0.08	0.10	0.11
150	+3.3	凸凹：17.2mm	13.8	14.0	14.1	9.0	8.9	9.3	13.8	13.9	14.0	14.0	9.07	13.90	3.23	2.33	3.30	0.06	0.05	0.06
	+1.8	側：11.4mm	11.0	11.0	10.7	5.4	5.0	6.1	11.0	10.7	11.1	10.9	5.50	10.93	6.30	5.90	6.27	0.12	0.12	0.12
	+0.7		11.2	10.6	10.6	6.2	5.4	6.6	11.5	11.5	10.6	10.8	6.07	11.20	6.40	5.33	6.00	0.13	0.10	0.12
	-0.5		12.2	11.9	12.0	7.6	7.0	7.4	12.1	12.0	12.4	12.0	7.33	12.17	5.17	4.07	5.03	0.10	0.08	0.10
	-1.0		13.5	13.3	13.6	5.3	5.1	5.3	11.7	12.1	12.1	13.5	5.23	11.97	3.73	6.17	5.23	0.07	0.12	0.10
155	+3.3	凸凹：17.2mm	14.6	15.0	14.8	10.2	9.8	10.0	13.8	14.0	14.1	14.8	10.00	13.97	2.40	1.40	3.23	0.05	0.03	0.06
	+1.8	側：11.4mm	10.7	10.0	10.6	8.8	9.0	8.8	7.4	7.2	7.5	10.4	8.87	7.37	6.77	2.53	9.83	0.13	0.05	0.19
	+0.7		14.7	14.8	14.2	8.3	8.2	8.0	8.0	8.2	8.1	14.6	8.17	8.10	2.63	3.23	9.10	0.05	0.06	0.18
	-0.5		11.0	11.2	10.8	5.6	5.8	5.6	11.1	12.6	11.0	11.0	5.67	11.57	6.20	5.73	5.63	0.12	0.11	0.11
	-1.0		13.1	12.5	13.1	7.3	7.6	6.9	11.2	12.0	12.6	12.9	7.27	11.93	4.30	4.13	5.27	0.08	0.08	0.10

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度 (mm)	量測厚度 (mm)									平均厚度 (mm)			減稍厚度 (mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
160	+3.3	凸凹：17.2mm	13.9	14.8	14.2	10.2	9.8	9.6	13.2	14.1	13.5	14.3	9.87	13.60	2.90	1.53	3.60	0.06	0.03	0.07
	+1.8	側：11.4mm	12.4	12.6	12.0	5.7	6.2	6.0	7.1	7.5	7.3	12.3	5.97	7.30	4.87	5.43	9.90	0.10	0.11	0.19
	+0.7		13.4	13.4	13.4	7.8	7.8	8.0	7.9	7.8	7.9	13.4	7.87	7.87	3.80	3.53	9.33	0.07	0.07	0.18
	-0.5		11.3	11.2	10.8	5.6	5.8	5.6	11.1	12.6	11.0	11.1	5.67	11.57	6.10	5.73	5.63	0.12	0.11	0.11
	-1.0		13.1	13.2	13.1	7.3	7.2	6.9	11.2	13.4	12.6	13.1	7.13	12.40	4.07	4.27	4.80	0.08	0.08	0.09

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
0	+3.3	凸凹：17.2mm	12.4	12.6	12.4	6.6	6.6	6.8	7.6	7.8	7.5	12.5	6.7	7.6	4.7	4.7	9.6	0.09	0.09	0.19
	+1.8	側：11.4mm	11.2	11.5	11.3	8.5	8.5	8.5	1.4	1.5	1.4	11.3	8.5	1.4	5.9	2.9	15.8	0.12	0.06	0.31
	+0.7		13.7	13.5	13.7	8.5	8.2	8.5	9.3	8.7	9.6	13.6	8.4	9.2	3.6	3.0	8.0	0.07	0.06	0.16
	-0.5		14.3	14.5	14.3	7.3	7.5	7.1	9.3	8.5	9.5	14.4	7.3	9.1	2.8	4.1	8.1	0.06	0.08	0.16
	-1.0		14.2	14.0	14.1	8.8	8.5	8.5	9.5	8.7	9.6	14.1	8.6	9.3	3.1	2.8	7.9	0.06	0.05	0.16
5	+3.3	凸凹：17.2mm	12.2	12.4	12.1	5.7	5.5	5.7	6.8	6.5	7.0	12.2	5.6	6.8	5.0	5.8	10.4	0.10	0.11	0.20
	+1.8	側：11.4mm	13.0	13.5	13.1	8.6	8.4	8.2	7.1	7.3	7.0	13.2	8.4	7.1	4.0	3.0	10.1	0.08	0.06	0.20
	+0.7		13.3	13.0	13.1	8.2	8.0	8.1	7.8	8.0	8.2	13.1	8.1	8.0	4.1	3.3	9.2	0.08	0.06	0.18
	-0.5		13.6	13.0	13.5	8.7	8.5	8.7	8.9	8.5	8.8	13.4	8.6	8.7	3.8	2.8	8.5	0.08	0.05	0.17
	-1.0		13.6	13.6	13.5	8.6	8.2	8.4	9.2	9.2	9.0	13.6	8.4	9.1	3.6	3.0	8.1	0.07	0.06	0.16
10	+3.3	凸凹：17.2mm	12.6	12.8	13.0	6.7	6.7	6.6	6.8	6.7	6.8	12.8	6.7	6.8	4.4	4.7	10.4	0.09	0.09	0.20
	+1.8	側：11.4mm	12.5	12.4	12.6	5.9	6.3	6.0	7.7	7.9	7.7	12.5	6.1	7.8	4.7	5.3	9.4	0.09	0.10	0.18
	+0.7		13.8	14.0	13.8	8.0	8.2	8.0	8.9	8.9	9.0	13.9	8.1	8.9	3.3	3.3	8.3	0.07	0.07	0.16
	-0.5		13.5	13.5	13.7	8.9	9.0	8.9	9.2	9.2	9.0	13.6	8.9	9.1	3.6	2.5	8.1	0.07	0.05	0.16
	-1.0		13.2	13.5	13.8	8.8	9.0	8.8	9.7	9.5	9.5	13.5	8.9	9.6	3.7	2.5	7.6	0.07	0.05	0.15
15	+3.3	凸凹：17.2mm	10.9	11.0	10.8	6.7	6.7	6.9	4.7	5.0	5.2	10.9	6.8	5.0	6.3	4.6	12.2	0.12	0.09	0.24
	+1.8	側：11.4mm	13.2	13.2	13.0	8.3	8.5	8.2	8.9	9.0	8.8	13.1	8.3	8.9	4.1	3.1	8.3	0.08	0.06	0.16
	+0.7		10.4	10.4	10.8	9.1	9.3	9.1	9.0	8.9	8.9	10.5	9.2	8.9	6.7	2.2	8.3	0.13	0.04	0.16
	-0.5		13.9	14.0	13.9	11.0	10.8	10.8	9.1	9.1	9.0	13.9	10.9	9.1	3.3	0.5	8.1	0.06	0.01	0.16
	-1.0		13.9	13.9	14.0	9.4	9.2	9.2	9.2	9.2	9.4	13.9	9.3	9.3	3.3	2.1	7.9	0.06	0.04	0.16

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
20	+3.3	凸凹：17.2mm	12.4	12.6	12.0	5.7	6.2	6.0	7.1	7.5	7.3	12.3	6.0	7.3	4.9	5.4	9.9	0.10	0.11	0.19
	+1.8	側：11.4mm	13.4	13.4	13.4	7.8	7.8	8.0	7.9	7.8	7.9	13.4	7.9	7.9	3.8	3.5	9.3	0.07	0.07	0.18
	+0.7		13.7	13.8	13.7	8.5	8.5	8.7	8.7	8.7	8.8	13.7	8.6	8.7	3.5	2.8	8.5	0.07	0.06	0.17
	-0.5		14.1	14.0	14.1	8.7	8.8	8.7	9.3	9.5	9.2	14.1	8.7	9.3	3.1	2.7	7.9	0.06	0.05	0.15
	-1.0		14.8	14.6	14.8	8.2	8.5	8.0	9.1	9.1	9.2	14.7	8.2	9.1	2.5	3.2	8.1	0.05	0.06	0.16
25	+3.3	凸凹：17.2mm	10.5	10.8	10.5	8.4	8.6	8.4	6.9	7.0	6.9	10.6	8.5	6.9	6.6	2.9	10.3	0.13	0.06	0.20
	+1.8	側：11.4mm	13.3	13.1	13.2	7.1	7.1	7.3	7.4	7.6	7.4	13.2	7.2	7.5	4.0	4.2	9.7	0.08	0.08	0.19
	+0.7		13.8	13.6	13.5	8.0	8.1	8.0	8.1	8.0	8.1	13.6	8.0	8.1	3.6	3.4	9.1	0.07	0.07	0.18
	-0.5		13.9	14.0	13.9	8.4	8.4	8.6	8.6	8.6	8.8	13.9	8.5	8.7	3.3	2.9	8.5	0.06	0.06	0.17
	-1.0		13.3	13.4	13.2	9.1	9.1	9.1	9.2	9.1	9.3	13.3	9.1	9.2	3.9	2.3	8.0	0.08	0.05	0.16
30	+3.3	凸凹：17.2mm	12.7	12.8	12.7	7.5	7.6	7.5	6.0	6.8	6.8	12.7	7.5	6.5	4.5	3.9	10.7	0.09	0.08	0.21
	+1.8	側：11.4mm	9.5	10.0	9.8	6.3	6.6	6.3	7.6	7.8	7.6	9.8	6.4	7.7	7.4	5.0	9.5	0.15	0.10	0.19
	+0.7		14.0	13.8	14.0	8.6	8.8	8.6	9.0	9.2	8.8	13.9	8.7	9.0	3.3	2.7	8.2	0.06	0.05	0.16
	-0.5		14.2	14.0	14.4	9.3	9.5	9.2	9.2	9.0	9.2	14.2	9.3	9.1	3.0	2.1	8.1	0.06	0.04	0.16
	-1.0		14.7	15.0	14.5	9.4	9.2	9.6	8.7	9.0	8.8	14.7	9.4	8.8	2.5	2.0	8.4	0.05	0.04	0.16
35	+3.3	凸凹：17.2mm	11.7	11.2	11.8	5.6	6.0	5.6	7.4	7.2	7.4	11.6	5.7	7.3	5.6	5.7	9.9	0.11	0.11	0.19
	+1.8	側：11.4mm	11.8	11.5	12.0	5.1	6.0	5.6	7.8	8.0	7.6	11.8	5.6	7.8	5.4	5.8	9.4	0.11	0.11	0.18
	+0.7		14.3	14.2	14.5	8.6	8.8	8.2	9.4	9.6	9.4	14.3	8.5	9.5	2.9	2.9	7.7	0.06	0.06	0.15
	-0.5		13.4	13.2	13.4	8.7	9.0	8.8	8.9	9.0	8.9	13.3	8.8	8.9	3.9	2.6	8.3	0.08	0.05	0.16
	-1.0		14.8	15.0	14.8	8.8	9.0	8.8	8.2	8.0	8.4	14.9	8.9	8.2	2.3	2.5	9.0	0.05	0.05	0.18

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
40	+3.3	凸凹：17.2mm	9.5	9.6	9.5	5.9	6.0	5.9	7.5	7.0	7.2	9.5	5.9	7.2	7.7	5.5	10.0	0.15	0.11	0.20
	+1.8	側：11.4mm	11.7	11.6	11.8	7.6	7.5	7.6	7.4	7.5	7.7	11.7	7.6	7.5	5.5	3.8	9.7	0.11	0.08	0.19
	+0.7		14.0	14.2	13.8	8.0	7.9	8.0	9.0	9.2	8.8	14.0	8.0	9.0	3.2	3.4	8.2	0.06	0.07	0.16
	-0.5		14.3	14.3	14.5	9.1	9.1	9.0	9.3	9.3	9.3	14.4	9.1	9.3	2.8	2.3	7.9	0.06	0.05	0.15
	-1.0		14.1	14.2	14.0	9.0	9.0	9.2	8.8	8.8	9.0	14.1	9.1	8.9	3.1	2.3	8.3	0.06	0.05	0.16
45	+3.3	凸凹：17.2mm	10.5	10.8	10.6	7.7	7.6	7.7	7.4	7.4	7.6	10.6	7.7	7.5	6.6	3.7	9.7	0.13	0.07	0.19
	+1.8	側：11.4mm	10.4	10.6	10.6	8.0	8.2	8.0	7.9	7.9	8.0	10.5	8.1	7.9	6.7	3.3	9.3	0.13	0.07	0.18
	+0.7		10.5	10.6	10.5	8.9	9.0	8.9	9.2	9.3	9.2	10.5	8.9	9.2	6.7	2.5	8.0	0.13	0.05	0.16
	-0.5		10.5	10.4	10.4	9.5	9.6	9.6	10.2	10.3	10.3	10.4	9.6	10.3	6.8	1.8	6.9	0.13	0.04	0.14
	-1.0		13.1	12.9	13.0	9.2	8.8	9.2	8.8	8.5	8.5	13.0	9.1	8.6	4.2	2.3	8.6	0.08	0.05	0.17
50	+3.3	凸凹：17.2mm	12.3	12.3	12.6	7.0	7.2	7.0	7.1	7.2	7.1	12.4	7.1	7.1	4.8	4.3	10.1	0.09	0.08	0.20
	+1.8	側：11.4mm	10.2	10.2	10.0	9.0	8.8	9.0	8.8	8.8	9.0	10.1	8.9	8.9	7.1	2.5	8.3	0.14	0.05	0.16
	+0.7		10.0	10.4	10.2	9.3	9.2	9.5	9.2	9.0	9.2	10.2	9.3	9.1	7.0	2.1	8.1	0.14	0.04	0.16
	-0.5		9.8	9.8	10.0	9.3	9.5	9.3	9.3	9.3	9.5	9.9	9.4	9.4	7.3	2.0	7.8	0.14	0.04	0.15
	-1.0		13.8	13.8	14.0	9.1	9.0	9.1	8.5	8.5	8.8	13.9	9.1	8.6	3.3	2.3	8.6	0.07	0.05	0.17
55	+3.3	凸凹：17.2mm	10.5	10.0	10.8	7.1	7.0	7.1	7.1	7.0	7.5	10.4	7.1	7.2	6.8	4.3	10.0	0.13	0.08	0.20
	+1.8	側：11.4mm	13.5	13.2	13.5	5.2	6.8	6.0	7.9	8.0	7.5	13.4	6.0	7.8	3.8	5.4	9.4	0.07	0.11	0.18
	+0.7		13.7	13.8	13.8	7.0	7.2	7.0	8.0	8.2	8.4	13.8	7.1	8.2	3.4	4.3	9.0	0.07	0.08	0.18
	-0.5		13.9	13.9	14.0	6.7	6.8	7.0	8.8	9.0	8.8	13.9	6.8	8.9	3.3	4.6	8.3	0.06	0.09	0.16
	-1.0		10.6	10.8	10.4	8.2	8.5	8.2	9.4	9.6	9.5	10.6	8.3	9.5	6.6	3.1	7.7	0.13	0.06	0.15

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
60	+3.3	凸凹：17.2mm	13.5	13.2	13.5	5.2	6.8	6.0	7.9	8.0	7.5	13.4	6.0	7.8	3.8	5.4	9.4	0.07	0.11	0.18
	+1.8	側：11.4mm	14.5	14.2	14.6	9.0	9.2	9.0	8.5	8.4	8.6	14.4	9.1	8.5	2.8	2.3	8.7	0.05	0.05	0.17
	+0.7		10.2	10.1	10.2	9.0	8.8	8.8	8.8	8.8	9.0	10.2	8.9	8.9	7.0	2.5	8.3	0.14	0.05	0.16
	-0.5		11.6	11.8	11.2	8.9	8.8	8.6	9.8	9.2	9.8	11.5	8.8	9.6	5.7	2.6	7.6	0.11	0.05	0.15
	-1.0		12.7	12.8	13.0	8.6	8.5	8.5	8.2	8.0	8.6	12.8	8.5	8.3	4.4	2.9	8.9	0.09	0.06	0.18
65	+3.3	凸凹：17.2mm	11.2	11.4	11.2	6.6	6.8	6.6	7.3	7.5	7.3	11.3	6.7	7.4	5.9	4.7	9.8	0.12	0.09	0.19
	+1.8	側：11.4mm	14.5	14.2	14.6	9.0	9.2	9.0	8.5	8.4	8.6	14.4	9.1	8.5	2.8	2.3	8.7	0.05	0.05	0.17
	+0.7		14.6	14.6	14.5	8.9	9.0	9.1	9.4	9.6	9.4	14.6	9.0	9.5	2.6	2.4	7.7	0.05	0.05	0.15
	-0.5		11.6	11.8	11.2	8.9	8.8	8.6	9.8	9.2	9.8	11.5	8.8	9.6	5.7	2.6	7.6	0.11	0.05	0.15
	-1.0		10.6	10.4	10.4	8.8	8.7	8.7	9.2	9.2	9.4	10.5	8.7	9.3	6.7	2.7	7.9	0.13	0.05	0.16
70	+3.3	凸凹：17.2mm	10.3	10.3	10.5	7.0	7.6	7.2	6.3	6.5	6.3	10.4	7.3	6.4	6.8	4.1	10.8	0.13	0.08	0.21
	+1.8	側：11.4mm	12.8	12.5	12.6	8.0	8.0	8.1	8.2	8.1	8.2	12.6	8.0	8.2	4.6	3.4	9.0	0.09	0.07	0.18
	+0.7		13.8	13.5	13.8	8.3	8.5	8.3	9.7	9.6	9.7	13.7	8.4	9.7	3.5	3.0	7.5	0.07	0.06	0.15
	-0.5		13.5	14.0	13.5	8.2	8.0	8.2	10.3	10.6	10.0	13.7	8.1	10.3	3.5	3.3	6.9	0.07	0.06	0.14
	-1.0		13.2	13.0	13.0	8.5	8.6	8.4	9.3	9.0	9.2	13.1	8.5	9.2	4.1	2.9	8.0	0.08	0.06	0.16
75	+3.3	凸凹：17.2mm	12.3	12.4	12.6	7.4	7.6	7.4	8.2	8.5	8.2	12.4	7.5	8.3	4.8	3.9	8.9	0.09	0.08	0.17
	+1.8	側：11.4mm	13.6	13.8	13.1	7.2	7.4	7.2	6.2	6.8	6.2	13.5	7.3	6.4	3.7	4.1	10.8	0.07	0.08	0.21
	+0.7		10.2	10.1	10.2	9.0	8.8	8.8	8.8	8.8	9.0	10.2	8.9	8.9	7.0	2.5	8.3	0.14	0.05	0.16
	-0.5		12.4	12.6	12.6	8.8	8.6	8.8	7.6	7.8	8.0	12.5	8.7	7.8	4.7	2.7	9.4	0.09	0.05	0.18
	-1.0		12.7	12.8	13.0	8.6	8.5	8.5	8.2	8.0	8.6	12.8	8.5	8.3	4.4	2.9	8.9	0.09	0.06	0.18

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
80	+3.3	凸凹：17.2mm	13.0	13.0	13.2	9.0	8.9	9.0	8.3	8.5	8.3	13.1	9.0	8.4	4.1	2.4	8.8	0.08	0.05	0.17
	+1.8	側：11.4mm	10.7	10.7	10.8	6.9	7.0	7.2	7.2	7.5	7.0	10.7	7.0	7.2	6.5	4.4	10.0	0.13	0.09	0.20
	+0.7		10.6	10.3	10.5	9.5	9.0	9.5	8.3	8.2	8.3	10.5	9.3	8.3	6.7	2.1	8.9	0.13	0.04	0.18
	-0.5		14.3	14.3	14.2	9.7	9.7	9.2	8.9	9.0	8.9	14.3	9.5	8.9	2.9	1.9	8.3	0.06	0.04	0.16
	-1.0		13.5	13.6	13.8	9.0	8.8	8.8	7.9	8.0	7.9	13.6	8.9	7.9	3.6	2.5	9.3	0.07	0.05	0.18
85	+3.3	凸凹：17.2mm	9.3	9.8	9.2	7.7	7.7	7.8	7.8	7.6	7.8	9.4	7.7	7.7	7.8	3.7	9.5	0.15	0.07	0.19
	+1.8	側：11.4mm	9.5	9.3	9.5	7.2	7.0	7.6	8.3	8.0	8.1	9.4	7.3	8.1	7.8	4.1	9.1	0.15	0.08	0.18
	+0.7		12.6	13.0	12.8	8.3	8.1	8.3	9.3	9.5	9.3	12.8	8.2	9.4	4.4	3.2	7.8	0.09	0.06	0.15
	-0.5		12.6	12.4	12.4	9.0	9.2	9.2	10.3	10.5	10.3	12.5	9.1	10.4	4.7	2.3	6.8	0.09	0.04	0.13
	-1.0		10.1	10.2	10.2	9.0	8.9	8.9	9.5	9.4	9.5	10.2	8.9	9.5	7.0	2.5	7.7	0.14	0.05	0.15
90	+3.3	凸凹：17.2mm	13.9	13.8	14.0	7.2	7.4	7.2	7.3	7.1	7.3	13.9	7.3	7.2	3.3	4.1	10.0	0.06	0.08	0.20
	+1.8	側：11.4mm	13.8	14.0	14.0	7.3	7.5	7.5	8.3	8.3	8.1	13.9	7.4	8.2	3.3	4.0	9.0	0.06	0.08	0.18
	+0.7		13.6	13.5	13.8	7.7	7.6	7.8	9.0	8.9	8.9	13.6	7.7	8.9	3.6	3.7	8.3	0.07	0.07	0.16
	-0.5		10.4	10.6	10.4	9.1	9.2	9.1	9.8	9.6	9.8	10.5	9.1	9.7	6.7	2.3	7.5	0.13	0.04	0.15
	-1.0		10.6	10.4	10.4	8.6	8.6	8.5	10.0	10.5	10.2	10.5	8.6	10.2	6.7	2.8	7.0	0.13	0.06	0.14
95	+3.3	凸凹：17.2mm	13.4	13.6	13.4	10.0	10.2	9.8	6.7	6.7	6.8	13.5	10.0	6.7	3.7	1.4	10.5	0.07	0.03	0.21
	+1.8	側：11.4mm	13.7	13.6	13.7	7.8	8.0	7.8	8.4	8.2	8.4	13.7	7.9	8.3	3.5	3.5	8.9	0.07	0.07	0.17
	+0.7		14.9	15.0	14.7	8.6	8.8	8.8	9.2	9.0	9.1	14.9	8.7	9.1	2.3	2.7	8.1	0.05	0.05	0.16
	-0.5		13.8	13.7	13.8	9.0	8.8	9.0	8.8	9.0	8.8	13.8	8.9	8.9	3.4	2.5	8.3	0.07	0.05	0.16
	-1.0		13.2	13.4	13.2	8.9	9.0	8.8	8.2	8.1	8.5	13.3	8.9	8.3	3.9	2.5	8.9	0.08	0.05	0.18

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
100	+3.3	凸凹：17.2mm	13.1	13.4	13.0	6.9	7.0	6.5	7.7	7.9	7.5	13.2	6.8	7.7	4.0	4.6	9.5	0.08	0.09	0.19
	+1.8	側：11.4mm	13.6	13.5	13.7	9.1	9.2	9.0	9.5	10.0	9.2	13.6	9.1	9.6	3.6	2.3	7.6	0.07	0.05	0.15
	+0.7		14.0	14.0	13.8	8.5	8.5	8.2	8.9	8.8	8.6	13.9	8.4	8.8	3.3	3.0	8.4	0.06	0.06	0.17
	-0.5		14.0	13.8	13.9	8.4	8.6	8.4	9.3	9.2	9.0	13.9	8.5	9.2	3.3	2.9	8.0	0.06	0.06	0.16
	-1.0		14.0	13.8	14.0	9.0	8.9	8.8	9.1	9.0	9.0	13.9	8.9	9.0	3.3	2.5	8.2	0.06	0.05	0.16
105	+3.3	凸凹：17.2mm	11.9	11.5	11.8	7.2	7.4	7.0	7.9	8.0	7.9	11.7	7.2	7.9	5.5	4.2	9.3	0.11	0.08	0.18
	+1.8	側：11.4mm	13.3	13.5	13.0	7.7	7.8	7.8	8.5	8.0	8.6	13.3	7.8	8.4	3.9	3.6	8.8	0.08	0.07	0.17
	+0.7		10.5	11.0	10.8	9.1	9.0	9.1	9.8	9.3	9.6	10.8	9.1	9.6	6.4	2.3	7.6	0.13	0.05	0.15
	-0.5		10.6	10.8	10.2	9.1	9.0	9.6	9.0	8.8	8.6	10.5	9.2	8.8	6.7	2.2	8.4	0.13	0.04	0.16
	-1.0		14.0	14.1	14.0	9.2	9.0	8.8	8.1	8.0	8.2	14.0	9.0	8.1	3.2	2.4	9.1	0.06	0.05	0.18
110	+3.3	凸凹：17.2mm	12.4	12.6	12.4	7.4	7.8	7.6	6.2	7.0	6.8	12.5	7.6	6.7	4.7	3.8	10.5	0.09	0.07	0.21
	+1.8	側：11.4mm	9.5	9.6	9.5	8.7	8.8	8.8	8.8	9.0	8.8	9.5	8.8	8.9	7.7	2.6	8.3	0.15	0.05	0.16
	+0.7		12.3	12.4	12.6	9.4	9.4	9.6	9.0	8.5	9.0	12.4	9.5	8.8	4.8	1.9	8.4	0.09	0.04	0.16
	-0.5		13.7	13.9	14.0	8.9	9.0	9.0	9.3	9.5	9.2	13.9	9.0	9.3	3.3	2.4	7.9	0.07	0.05	0.15
	-1.0		13.0	13.6	13.4	9.5	9.0	9.3	8.7	8.8	8.7	13.3	9.3	8.7	3.9	2.1	8.5	0.08	0.04	0.17
115	+3.3	凸凹：17.2mm	11.4	11.6	11.2	4.8	4.6	5.2	6.5	6.5	6.8	11.4	4.9	6.6	5.8	6.5	10.6	0.11	0.13	0.21
	+1.8	側：11.4mm	13.5	13.4	13.8	6.5	6.8	6.6	8.1	8.0	8.2	13.6	6.6	8.1	3.6	4.8	9.1	0.07	0.09	0.18
	+0.7		12.6	12.8	12.5	8.6	8.8	8.6	8.2	8.3	8.2	12.6	8.7	8.2	4.6	2.7	9.0	0.09	0.05	0.18
	-0.5		13.4	13.6	13.4	9.7	9.6	9.8	7.9	8.0	7.8	13.5	9.7	7.9	3.7	1.7	9.3	0.07	0.03	0.18
	-1.0		14.3	14.6	14.6	8.3	8.1	8.3	8.2	8.1	8.1	14.5	8.2	8.1	2.7	3.2	9.1	0.05	0.06	0.18

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
120	+3.3	凸凹：17.2mm	12.8	12.3	12.8	6.8	7.0	6.5	7.5	8.0	7.8	12.6	6.8	7.8	4.6	4.6	9.4	0.09	0.09	0.18
	+1.8	側：11.4mm	14.0	13.8	14.0	6.7	6.8	6.7	8.7	8.8	8.7	13.9	6.7	8.7	3.3	4.7	8.5	0.06	0.09	0.17
	+0.7		13.3	13.5	13.3	8.0	8.2	7.8	8.1	8.0	8.1	13.4	8.0	8.1	3.8	3.4	9.1	0.08	0.07	0.18
	-0.5		13.2	13.4	13.2	8.3	8.1	8.2	8.6	8.8	8.6	13.3	8.2	8.7	3.9	3.2	8.5	0.08	0.06	0.17
	-1.0		13.7	13.4	13.6	8.3	8.5	8.2	9.2	9.1	9.2	13.6	8.3	9.2	3.6	3.1	8.0	0.07	0.06	0.16
125	+3.3	凸凹：17.2mm	12.3	12.4	12.3	6.2	6.5	6.1	9.3	9.5	9.2	12.3	6.3	9.3	4.9	5.1	7.9	0.10	0.10	0.15
	+1.8	側：11.4mm	12.8	13.1	12.9	7.4	7.6	7.4	9.3	9.1	9.3	12.9	7.5	9.2	4.3	3.9	8.0	0.08	0.08	0.16
	+0.7		13.4	13.6	13.4	8.5	8.8	8.8	8.6	8.5	8.6	13.5	8.7	8.6	3.7	2.7	8.6	0.07	0.05	0.17
	-0.5		13.5	13.6	13.5	9.0	9.0	8.9	8.7	8.5	8.7	13.5	9.0	8.6	3.7	2.4	8.6	0.07	0.05	0.17
	-1.0		13.6	13.4	13.2	9.0	8.8	8.8	8.8	9.0	9.0	13.4	8.9	8.9	3.8	2.5	8.3	0.07	0.05	0.16
130	+3.3	凸凹：17.2mm	12.3	12.0	12.4	7.9	8.0	7.9	9.3	9.2	9.3	12.2	7.9	9.3	5.0	3.5	7.9	0.10	0.07	0.16
	+1.8	側：11.4mm	13.8	14.0	13.6	8.7	8.2	8.8	8.9	9.0	8.8	13.8	8.6	8.9	3.4	2.8	8.3	0.07	0.06	0.16
	+0.7		14.1	14.3	14.1	8.5	8.6	8.8	9.0	8.8	9.0	14.2	8.6	8.9	3.0	2.8	8.3	0.06	0.05	0.16
	-0.5		14.5	14.0	14.5	8.4	8.6	8.4	9.6	9.8	9.8	14.3	8.5	9.7	2.9	2.9	7.5	0.06	0.06	0.15
	-1.0		10.4	10.6	10.4	9.0	9.0	8.8	8.7	8.8	9.0	10.5	8.9	8.8	6.7	2.5	8.4	0.13	0.05	0.16
135	+3.3	凸凹：17.2mm	12.0	12.4	12.0	6.2	6.6	6.4	6.6	6.2	6.1	12.1	6.4	6.3	5.1	5.0	10.9	0.10	0.10	0.21
	+1.8	側：11.4mm	10.1	10.0	10.6	7.0	7.2	7.1	7.2	7.2	7.0	10.2	7.1	7.1	7.0	4.3	10.1	0.14	0.08	0.20
	+0.7		13.3	13.5	13.0	8.5	8.2	8.0	7.0	7.6	7.3	13.3	8.2	7.3	3.9	3.2	9.9	0.08	0.06	0.19
	-0.5		14.3	14.0	13.8	9.6	9.5	9.2	7.3	7.2	7.3	14.0	9.4	7.3	3.2	2.0	9.9	0.06	0.04	0.19
	-1.0		12.6	12.0	12.4	9.2	9.0	9.2	8.8	9.0	9.0	12.3	9.1	8.9	4.9	2.3	8.3	0.10	0.04	0.16

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減稍厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
140	+3.3	凸凹：17.2mm	10.1	10.1	10.0	7.6	7.2	7.6	6.8	6.4	6.8	10.1	7.5	6.7	7.1	3.9	10.5	0.14	0.08	0.21
	+1.8	側：11.4mm	10.7	10.0	10.6	8.8	9.0	8.8	7.4	7.2	7.5	10.4	8.9	7.4	6.8	2.5	9.8	0.13	0.05	0.19
	+0.7		14.7	14.8	14.2	8.3	8.2	8.0	8.0	8.2	8.1	14.6	8.2	8.1	2.6	3.2	9.1	0.05	0.06	0.18
	-0.5		13.9	14.0	13.8	8.6	8.8	8.6	8.6	8.5	8.6	13.9	8.7	8.6	3.3	2.7	8.6	0.06	0.05	0.17
	-1.0		13.9	13.8	14.0	8.5	8.2	8.4	8.4	8.4	8.0	13.9	8.4	8.3	3.3	3.0	8.9	0.06	0.06	0.18
145	+3.3	凸凹：17.2mm	13.8	13.6	14.0	7.0	7.0	7.2	7.6	7.8	7.6	13.8	7.1	7.7	3.4	4.3	9.5	0.07	0.08	0.19
	+1.8	側：11.4mm	11.2	11.1	11.2	7.2	7.0	7.2	9.1	9.0	9.0	11.2	7.1	9.0	6.0	4.3	8.2	0.12	0.08	0.16
	+0.7		11.0	11.0	11.0	8.0	8.0	7.9	9.2	9.6	9.2	11.0	8.0	9.3	6.2	3.4	7.9	0.12	0.07	0.15
	-0.5		14.1	14.0	14.2	8.2	8.2	8.0	9.8	9.6	9.4	14.1	8.1	9.6	3.1	3.3	7.6	0.06	0.06	0.15
	-1.0		14.3	14.2	14.3	9.0	8.9	9.0	9.3	9.2	9.3	14.3	9.0	9.3	2.9	2.4	7.9	0.06	0.05	0.16
150	+3.3	凸凹：17.2mm	13.2	13.4	13.4	7.7	8.0	7.6	7.7	7.8	7.7	13.3	7.8	7.7	3.9	3.6	9.5	0.08	0.07	0.19
	+1.8	側：11.4mm	12.6	12.4	12.4	8.4	8.2	8.4	7.0	7.7	7.2	12.5	8.3	7.3	4.7	3.1	9.9	0.09	0.06	0.19
	+0.7		13.5	13.4	13.3	8.4	8.6	8.2	8.4	8.2	8.4	13.4	8.4	8.3	3.8	3.0	8.9	0.07	0.06	0.17
	-0.5		13.6	13.5	13.5	8.6	8.8	8.6	8.4	8.1	8.2	13.5	8.7	8.2	3.7	2.7	9.0	0.07	0.05	0.18
	-1.0		13.7	13.6	13.7	8.4	8.2	8.1	8.3	8.0	8.3	13.7	8.2	8.2	3.5	3.2	9.0	0.07	0.06	0.18
155	+3.3	凸凹：17.2mm	12.8	12.6	12.6	4.6	5.0	4.8	8.6	8.8	8.7	12.7	4.8	8.7	4.5	6.6	8.5	0.09	0.13	0.17
	+1.8	側：11.4mm	12.8	12.4	12.6	8.2	8.0	8.1	9.0	8.8	8.6	12.6	8.1	8.8	4.6	3.3	8.4	0.09	0.06	0.16
	+0.7		10.3	10.4	10.5	8.2	8.4	8.2	8.8	8.9	8.7	10.4	8.3	8.8	6.8	3.1	8.4	0.13	0.06	0.16
	-0.5		13.8	14.0	13.7	9.0	8.9	8.8	9.0	9.1	9.1	13.8	8.9	9.1	3.4	2.5	8.1	0.07	0.05	0.16
	-1.0		13.0	13.0	13.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.1	9.2	13.0	9.0	9.1	4.2	2.4	8.1	0.08	0.05	0.16

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度 (mm)									平均厚度 (mm)			減稍厚度 (mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
160	+3.3	凸凹：17.2mm	12.3	12.4	12.3	8.2	6.5	6.1	9.3	9.5	9.2	12.3	6.9	9.3	4.9	4.5	7.9	0.10	0.09	0.15
	+1.8	側：11.4mm	12.8	13.1	12.9	7.4	7.6	7.4	9.3	9.1	9.3	12.9	7.5	9.2	4.3	3.9	8.0	0.08	0.08	0.16
	+0.7		13.4	13.6	13.4	8.5	8.8	8.8	9.0	8.5	9.4	13.5	8.7	9.0	3.7	2.7	8.2	0.07	0.05	0.16
	-0.5		13.5	13.6	13.5	9.0	9.0	8.9	8.7	8.5	8.7	13.5	9.0	8.6	3.7	2.4	8.6	0.07	0.05	0.17
	-1.0		13.6	13.4	13.2	9.0	9.2	8.8	8.8	8.0	8.2	13.4	9.0	8.3	3.8	2.4	8.9	0.07	0.05	0.17

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減少厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
0	-0.5	凸凹：17.2mm	12.3	12.4	12.3	7.6	7.8	7.5	10.3	10.5	10.2	12.3	7.6	10.3	4.9	3.8	6.9	0.12	0.09	0.17
	-1.0	側：11.4mm	12.8	13.1	12.9	1.4	1.5	1.4	10.3	10.1	10.3	12.9	1.4	10.2	4.3	10.0	7.0	0.11	0.25	0.17
	-1.5		13.4	13.6	13.4	9.3	8.7	9.6	10.0	9.5	10.4	13.5	9.2	10.0	3.7	2.2	7.2	0.09	0.06	0.18
	-2.0		13.5	13.6	13.5	9.3	8.5	9.5	9.7	9.5	9.7	13.5	9.1	9.6	3.7	2.3	7.6	0.09	0.06	0.19
	-2.5		13.6	13.4	13.2	9.5	8.7	9.6	9.8	9.0	9.2	13.4	9.3	9.3	3.8	2.1	7.9	0.10	0.05	0.20
5	-0.5	凸凹：17.2mm	11.2	11.6	11.0	6.8	6.5	7.0	9.7	9.7	9.2	11.3	6.8	9.5	5.9	4.6	7.7	0.15	0.12	0.19
	-1.0	側：11.4mm	11.9	11.5	11.6	7.1	7.3	7.0	10.5	10.8	10.5	11.7	7.1	10.6	5.5	4.3	6.6	0.11	0.08	0.13
	-1.5		12.1	11.8	11.8	7.8	8.0	8.2	10.0	10.2	9.8	11.9	8.0	10.0	5.3	3.4	7.2	0.13	0.09	0.18
	-2.0		12.2	13.0	12.6	8.9	8.5	8.8	9.8	10.0	10.2	12.6	8.7	10.0	4.6	2.7	7.2	0.12	0.07	0.18
	-2.5		11.0	10.8	10.6	9.2	9.2	9.0	9.7	10.0	9.8	10.8	9.1	9.8	6.4	2.3	7.4	0.16	0.06	0.18
10	-0.5	凸凹：17.2mm	12.0	11.9	11.8	6.8	6.7	6.8	9.0	8.6	9.2	11.9	6.8	8.9	5.3	4.6	8.3	0.13	0.12	0.21
	-1.0	側：11.4mm	12.5	12.4	12.6	7.7	7.9	7.7	10.0	10.8	10.6	12.5	7.8	10.5	4.7	3.6	6.7	0.09	0.07	0.13
	-1.5		12.3	12.5	12.1	8.9	8.9	9.0	8.6	8.0	8.6	12.3	8.9	8.4	4.9	2.5	8.8	0.12	0.06	0.22
	-2.0		9.6	9.8	9.8	9.2	9.2	9.0	8.2	8.6	8.6	9.7	9.1	8.5	7.5	2.3	8.7	0.19	0.06	0.22
	-2.5		9.1	9.0	9.2	9.7	9.5	9.5	8.4	8.8	8.6	9.1	9.6	8.6	8.1	1.8	8.6	0.20	0.05	0.22
15	-0.5	凸凹：17.2mm	13.0	13.0	13.0	4.7	5.0	5.2	10.2	10.0	9.8	13.0	5.0	10.0	4.2	6.4	7.2	0.11	0.16	0.18
	-1.0	側：11.4mm	11.2	11.6	11.0	8.9	9.0	8.8	8.4	8.6	8.4	11.3	8.9	8.5	5.9	2.5	8.7	0.12	0.05	0.17
	-1.5		10.8	11.6	11.0	9.0	8.9	8.9	9.1	9.0	9.1	11.1	8.9	9.1	6.1	2.5	8.1	0.15	0.06	0.20
	-2.0		10.8	11.2	11.6	9.1	9.1	9.0	8.6	8.8	8.3	11.2	9.1	8.6	6.0	2.3	8.6	0.15	0.06	0.22
	-2.5		11.5	11.2	11.8	9.2	9.2	9.4	10.2	10.1	10.3	11.5	9.3	10.2	5.7	2.1	7.0	0.14	0.05	0.18

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度 (mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減少厚度(mm)			腐蝕速率 (mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
-0.5 -1.0 -1.5 -2.0 -2.5	凸凹：17.2mm	10.6	10.0	10.8	7.1	7.5	7.3	8.1	8.5	8.3	10.5	7.3	8.3	6.7	4.1	8.9	0.17	0.10	0.22	
	側：11.4mm	11.3	11.3	11.8	7.9	7.8	7.9	8.9	8.8	8.9	11.5	7.9	8.9	5.7	3.5	8.3	0.11	0.07	0.16	
		13.7	13.8	13.7	8.7	8.7	8.8	9.7	9.7	9.8	13.7	8.7	9.7	3.5	2.7	7.5	0.09	0.07	0.19	
		12.0	12.8	12.1	9.3	9.5	9.2	9.4	9.0	9.8	12.3	9.3	9.4	4.9	2.1	7.8	0.12	0.05	0.20	
		11.5	11.8	11.2	9.1	9.1	9.2	10.1	10.1	9.9	11.5	9.1	10.0	5.7	2.3	7.2	0.14	0.06	0.18	
-0.5 -1.0 -1.5 -2.0 -2.5	凸凹：17.2mm	12.0	11.8	11.5	6.9	7.0	6.9	10.2	10.1	10.3	11.8	6.9	10.2	5.4	4.5	7.0	0.14	0.11	0.18	
	側：11.4mm	12.0	11.9	12.2	7.4	7.6	7.4	10.0	9.8	9.9	12.0	7.5	9.9	5.2	3.9	7.3	0.10	0.08	0.14	
		11.9	12.6	12.3	8.1	8.0	8.1	9.7	9.0	9.3	12.3	8.1	9.3	4.9	3.3	7.9	0.12	0.08	0.20	
		11.0	11.6	11.0	8.6	8.6	8.8	10.2	9.6	9.8	11.2	8.7	9.9	6.0	2.7	7.3	0.15	0.07	0.18	
		11.5	11.6	11.8	9.2	9.1	9.3	10.2	10.1	10.3	11.6	9.2	10.2	5.6	2.2	7.0	0.14	0.06	0.18	
-0.5 -1.0 -1.5 -2.0 -2.5	凸凹：17.2mm	9.1	9.2	9.0	6.0	6.8	6.8	8.1	8.6	8.3	9.1	6.5	8.3	8.1	4.9	8.9	0.20	0.12	0.22	
	側：11.4mm	12.1	12.0	12.5	7.6	7.8	7.6	9.3	9.3	9.2	12.2	7.7	9.3	5.0	3.7	7.9	0.10	0.07	0.16	
		12.2	12.6	12.1	9.0	9.2	8.8	8.2	8.6	8.5	12.3	9.0	8.4	4.9	2.4	8.8	0.12	0.06	0.22	
		11.4	11.6	11.0	9.2	9.0	9.2	8.4	8.6	8.4	11.3	9.1	8.5	5.9	2.3	8.7	0.15	0.06	0.22	
		11.0	11.5	11.0	8.7	9.0	8.8	10.2	10.0	10.3	11.2	8.8	10.2	6.0	2.6	7.0	0.15	0.06	0.18	
-0.5 -1.0 -1.5 -2.0 -2.5	凸凹：17.2mm	9.8	9.6	9.5	7.4	7.2	7.4	7.5	7.8	8.0	9.6	7.3	7.8	7.6	4.1	9.4	0.19	0.10	0.24	
	側：11.4mm	10.3	10.5	10.6	7.8	8.0	7.6	7.7	8.0	7.8	10.5	7.8	7.8	6.7	3.6	9.4	0.13	0.07	0.18	
		11.8	11.5	11.6	9.4	9.6	9.4	8.6	8.8	8.5	11.6	9.5	8.6	5.6	1.9	8.6	0.14	0.05	0.21	
		10.9	11.0	10.8	8.9	9.0	8.9	8.3	8.5	8.6	10.9	8.9	8.5	6.3	2.5	8.7	0.16	0.06	0.22	
		11.0	11.3	10.9	8.2	8.0	8.4	8.2	8.6	8.5	11.1	8.2	8.4	6.1	3.2	8.8	0.15	0.08	0.22	

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減少厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
40	-0.5	凸凹：17.2mm	10.3	10.5	10.6	7.5	7.0	7.2	8.1	8.5	8.3	10.5	7.2	8.3	6.7	4.2	8.9	0.17	0.10	0.22
	-1.0	側：11.4mm	11.5	11.4	11.8	7.4	7.5	7.7	8.2	8.2	8.4	11.6	7.5	8.3	5.6	3.9	8.9	0.11	0.08	0.18
	-1.5		9.6	9.6	9.5	9.0	9.2	8.8	9.4	9.0	9.0	9.6	9.0	9.1	7.6	2.4	8.1	0.19	0.06	0.20
	-2.0		9.7	9.7	9.8	9.3	9.3	9.3	9.2	9.1	9.0	9.7	9.3	9.1	7.5	2.1	8.1	0.19	0.05	0.20
	-2.5		9.4	9.6	9.5	8.8	8.8	9.0	8.3	8.5	8.3	9.5	8.9	8.4	7.7	2.5	8.8	0.19	0.06	0.22
45	-0.5	凸凹：17.2mm	8.1	8.2	8.1	7.4	7.4	7.6	8.1	7.8	8.1	8.1	7.5	8.0	9.1	3.9	9.2	0.23	0.10	0.23
	-1.0	側：11.4mm	11.3	11.3	11.8	7.9	7.9	8.0	8.2	8.2	8.5	11.5	7.9	8.3	5.7	3.5	8.9	0.11	0.07	0.17
	-1.5		9.4	9.6	9.4	9.2	9.3	9.2	8.1	7.8	8.1	9.5	9.2	8.0	7.7	2.2	9.2	0.19	0.05	0.23
	-2.0		9.4	9.6	9.4	10.2	10.3	10.3	8.1	8.2	8.0	9.5	10.3	8.1	7.7	1.1	9.1	0.19	0.03	0.23
	-2.5		12.2	12.2	12.6	8.8	8.5	8.5	10.2	10.3	10.2	12.3	8.6	10.2	4.9	2.8	7.0	0.12	0.07	0.17
50	-0.5	凸凹：17.2mm	11.0	11.2	11.2	7.1	7.2	7.1	8.2	8.3	8.1	11.1	7.1	8.2	6.1	4.3	9.0	0.15	0.11	0.23
	-1.0	側：11.4mm	10.0	10.6	11.0	8.8	8.8	9.0	8.2	8.2	8.1	10.5	8.9	8.2	6.7	2.5	9.0	0.13	0.05	0.18
	-1.5		10.6	10.3	10.3	9.2	9.0	9.2	8.5	8.1	8.5	10.4	9.1	8.4	6.8	2.3	8.8	0.17	0.06	0.22
	-2.0		8.2	8.2	8.8	9.3	9.3	9.5	9.4	9.6	9.6	8.4	9.4	9.5	8.8	2.0	7.7	0.22	0.05	0.19
	-2.5		11.8	11.6	11.5	8.5	8.5	8.8	9.4	9.6	9.5	11.6	8.6	9.5	5.6	2.8	7.7	0.14	0.07	0.19
55	-0.5	凸凹：17.2mm	10.8	11.6	10.8	7.1	7.0	7.5	8.2	8.1	9.0	11.1	7.2	8.4	6.1	4.2	8.8	0.15	0.11	0.22
	-1.0	側：11.4mm	10.0	9.7	9.7	7.9	8.0	7.5	7.7	8.0	7.8	9.8	7.8	7.8	7.4	3.6	9.4	0.15	0.07	0.18
	-1.5		10.3	10.5	10.2	8.0	8.2	8.4	9.4	9.8	9.2	10.3	8.2	9.5	6.9	3.2	7.7	0.17	0.08	0.19
	-2.0		8.2	8.5	8.1	8.8	9.0	8.8	9.4	9.6	9.4	8.3	8.9	9.5	8.9	2.5	7.7	0.22	0.06	0.19
	-2.5		11.5	11.4	11.4	9.4	9.6	9.5	9.8	10.0	10.0	11.4	9.5	9.9	5.8	1.9	7.3	0.14	0.05	0.18

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減少厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
60	-0.5	凸凹：17.2mm	8.2	8.8	8.5	7.9	8.0	7.5	7.7	7.0	7.8	8.5	7.8	7.5	8.7	3.6	9.7	0.22	0.09	0.24
	-1.0	側：11.4mm	8.5	9.0	8.6	8.5	8.4	8.6	9.0	9.2	9.6	8.7	8.5	9.3	8.5	2.9	7.9	0.17	0.06	0.16
	-1.5		8.9	9.0	9.4	8.8	8.8	9.0	8.9	8.8	8.9	9.1	8.9	8.9	8.1	2.5	8.3	0.20	0.06	0.21
	-2.0		11.2	11.0	11.4	9.8	9.2	9.8	9.0	8.9	9.2	11.2	9.6	9.0	6.0	1.8	8.2	0.15	0.05	0.20
	-2.5		11.2	11.0	11.6	8.2	8.0	8.6	8.9	9.0	9.2	11.3	8.3	9.0	5.9	3.1	8.2	0.15	0.08	0.20
65	-0.5	凸凹：17.2mm	8.6	8.2	8.6	7.3	7.5	7.3	8.8	8.2	8.6	8.5	7.4	8.5	8.7	4.0	8.7	0.22	0.10	0.22
	-1.0	側：11.4mm	8.5	9.0	8.6	8.5	8.4	8.6	9.0	9.2	9.6	8.7	8.5	9.3	8.5	2.9	7.9	0.17	0.06	0.16
	-1.5		10.7	10.6	10.8	9.4	9.6	9.4	9.3	9.5	9.5	10.7	9.5	9.4	6.5	1.9	7.8	0.16	0.05	0.19
	-2.0		8.2	8.5	8.1	9.8	9.2	9.8	9.4	9.6	9.4	8.3	9.6	9.5	8.9	1.8	7.7	0.22	0.05	0.19
	-2.5		10.8	11.0	11.0	9.2	9.2	9.4	9.5	9.6	9.5	10.9	9.3	9.5	6.3	2.1	7.7	0.16	0.05	0.19
70	-0.5	凸凹：17.2mm	8.6	8.2	8.6	6.3	6.5	6.3	8.8	8.2	8.6	8.5	6.4	8.5	8.7	5.0	8.7	0.22	0.13	0.22
	-1.0	側：11.4mm	11.0	11.2	10.8	8.2	8.1	8.2	8.8	9.0	8.6	11.0	8.2	8.8	6.2	3.2	8.4	0.12	0.06	0.16
	-1.5		11.2	10.8	11.0	9.7	9.6	9.7	8.9	9.0	9.0	11.0	9.7	9.0	6.2	1.7	8.2	0.16	0.04	0.21
	-2.0		10.3	10.8	10.5	10.3	10.6	10.0	8.9	8.8	8.9	10.5	10.3	8.9	6.7	1.1	8.3	0.17	0.03	0.21
	-2.5		11.0	11.0	11.0	9.3	9.0	9.2	8.8	8.8	8.7	11.0	9.2	8.8	6.2	2.2	8.4	0.16	0.06	0.21
75	-0.5	凸凹：17.2mm	11.0	10.8	11.0	8.2	8.5	8.2	8.8	9.0	9.0	10.9	8.3	8.9	6.3	3.1	8.3	0.16	0.08	0.21
	-1.0	側：11.4mm	9.2	9.6	9.2	6.2	6.8	6.2	10.5	10.5	10.4	9.3	6.4	10.5	7.9	5.0	6.7	0.15	0.10	0.13
	-1.5		10.7	10.6	10.8	8.8	8.8	9.0	9.3	9.5	9.5	10.7	8.9	9.4	6.5	2.5	7.8	0.16	0.06	0.19
	-2.0		11.2	11.4	11.5	7.6	7.8	8.0	9.5	9.6	9.6	11.4	7.8	9.6	5.8	3.6	7.6	0.15	0.09	0.19
	-2.5		10.8	11.0	11.0	8.2	8.0	8.6	9.5	9.6	9.5	10.9	8.3	9.5	6.3	3.1	7.7	0.16	0.08	0.19

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減少厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
80	-0.5	凸凹：17.2mm	8.6	8.8	8.6	8.3	8.5	8.3	9.2	9.2	9.5	8.7	8.4	9.3	8.5	3.0	7.9	0.21	0.08	0.20
	-1.0	側：11.4mm	10.8	11.0	10.8	7.2	7.5	7.0	9.4	9.4	9.6	10.9	7.2	9.5	6.3	4.2	7.7	0.12	0.08	0.15
	-1.5		10.6	10.4	10.6	8.3	8.2	8.3	9.4	9.2	9.2	10.5	8.3	9.3	6.7	3.1	7.9	0.17	0.08	0.20
	-2.0		10.7	10.8	10.7	8.9	9.0	8.9	8.3	8.5	8.1	10.7	8.9	8.3	6.5	2.5	8.9	0.16	0.06	0.22
	-2.5		11.4	11.0	11.2	7.9	8.0	7.9	9.3	9.1	9.2	11.2	7.9	9.2	6.0	3.5	8.0	0.15	0.09	0.20
85	-0.5	凸凹：17.2mm	8.5	8.6	8.5	7.8	7.6	7.8	9.2	9.2	9.3	8.5	7.7	9.2	8.7	3.7	8.0	0.22	0.09	0.20
	-1.0	側：11.4mm	10.5	10.6	10.6	8.3	8.0	8.1	8.7	8.7	8.8	10.6	8.1	8.7	6.6	3.3	8.5	0.13	0.06	0.17
	-1.5		10.8	11.0	10.8	9.3	9.5	9.3	8.5	8.6	8.5	10.9	9.4	8.5	6.3	2.0	8.7	0.16	0.05	0.22
	-2.0		11.1	11.2	11.0	10.3	10.5	10.3	9.6	9.8	9.4	11.1	10.4	9.6	6.1	1.0	7.6	0.15	0.03	0.19
	-2.5		10.6	10.5	10.8	9.5	9.4	9.5	9.3	9.0	9.6	10.6	9.5	9.3	6.6	1.9	7.9	0.16	0.05	0.20
90	-0.5	凸凹：17.2mm	9.2	9.6	9.2	7.3	7.1	7.3	9.2	9.2	9.3	9.3	7.2	9.2	7.9	4.2	8.0	0.20	0.10	0.20
	-1.0	側：11.4mm	10.0	9.7	9.7	8.3	8.3	8.1	8.5	8.6	8.5	9.8	8.2	8.5	7.4	3.2	8.7	0.15	0.06	0.17
	-1.5		11.9	12.0	11.8	9.0	8.9	8.9	9.2	9.0	9.1	11.9	8.9	9.1	5.3	2.5	8.1	0.13	0.06	0.20
	-2.0		11.0	11.1	11.0	9.8	9.6	9.8	10.3	10.1	10.3	11.0	9.7	10.2	6.2	1.7	7.0	0.15	0.04	0.17
	-2.5		10.9	11.0	10.9	10.0	10.5	10.2	8.9	8.6	8.5	10.9	10.2	8.7	6.3	1.2	8.5	0.16	0.03	0.21
95	-0.5	凸凹：17.2mm	8.2	8.5	8.2	6.7	6.7	6.8	9.0	8.9	8.9	8.3	6.7	8.9	8.9	4.7	8.3	0.22	0.12	0.21
	-1.0	側：11.4mm	9.7	9.8	9.6	8.4	8.2	8.4	8.5	8.6	8.7	9.7	8.3	8.6	7.5	3.1	8.6	0.15	0.06	0.17
	-1.5		9.8	10.0	9.5	9.2	9.0	9.1	8.6	8.7	8.8	9.8	9.1	8.7	7.4	2.3	8.5	0.19	0.06	0.21
	-2.0		9.5	10.0	9.8	8.8	9.0	8.8	8.7	9.0	8.9	9.8	8.9	8.9	7.4	2.5	8.3	0.19	0.06	0.21
	-2.5		10.8	11.0	10.9	8.2	8.1	8.5	8.1	8.2	8.5	10.9	8.3	8.3	6.3	3.1	8.9	0.16	0.08	0.22

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	量測厚度(mm)									平均厚度(mm)			減少厚度(mm)			腐蝕速率(mm/yr.)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
100	-0.5	凸凹：17.2mm	9.1	9.0	9.2	7.7	7.9	7.5	8.2	8.5	8.6	9.1	7.7	8.4	8.1	3.7	8.8	0.20	0.09	0.22
	-1.0	側：11.4mm	10.7	10.8	10.6	9.5	10.0	9.2	8.5	8.6	8.4	10.7	9.6	8.5	6.5	1.8	8.7	0.13	0.04	0.17
	-1.5		10.7	11.0	10.6	8.9	8.8	8.6	8.5	8.6	8.5	10.8	8.8	8.5	6.4	2.6	8.7	0.16	0.07	0.22
	-2.0		9.5	9.6	9.4	9.3	9.2	9.0	9.0	9.2	9.1	9.5	9.2	9.1	7.7	2.2	8.1	0.19	0.06	0.20
	-2.5		10.2	10.8	10.6	9.1	9.0	9.0	8.0	8.2	8.6	10.5	9.0	8.3	6.7	2.4	8.9	0.17	0.06	0.22
105	-0.5	凸凹：17.2mm	8.8	8.8	9.0	7.9	8.0	7.9	9.6	9.8	9.6	8.9	7.9	9.7	8.3	3.5	7.5	0.21	0.09	0.19
	-1.0	側：11.4mm	8.9	9.0	8.9	8.5	8.0	8.6	8.7	8.7	8.8	8.9	8.4	8.7	8.3	3.0	8.5	0.16	0.06	0.17
	-1.5		11.2	11.1	11.2	9.8	9.3	9.6	10.3	10.3	10.3	11.2	9.6	10.3	6.0	1.8	6.9	0.15	0.05	0.17
	-2.0		10.9	11.0	10.9	9.0	8.8	8.6	10.2	10.1	10.3	10.9	8.8	10.2	6.3	2.6	7.0	0.16	0.07	0.18
	-2.5		10.3	10.3	10.5	8.1	8.0	8.2	9.2	9.1	9.2	10.4	8.1	9.2	6.8	3.3	8.0	0.17	0.08	0.20
110	-0.5	凸凹：17.2mm	8.6	9.0	8.8	6.2	7.0	6.8	7.9	7.9	8.5	8.8	6.7	8.1	8.4	4.7	9.1	0.21	0.12	0.23
	-1.0	側：11.4mm	12.3	12.4	12.6	8.8	9.0	8.8	9.8	10.0	9.8	12.4	8.9	9.9	4.8	2.5	7.3	0.09	0.05	0.14
	-1.5		9.5	9.5	9.4	9.0	8.5	9.0	9.5	9.6	9.4	9.5	8.8	9.5	7.7	2.6	7.7	0.19	0.06	0.19
	-2.0		10.5	11.0	10.7	9.3	9.5	9.2	9.1	9.1	9.3	10.7	9.3	9.2	6.5	2.1	8.0	0.16	0.05	0.20
	-2.5		10.6	10.7	10.6	8.7	8.8	8.7	10.0	10.1	10.0	10.6	8.7	10.0	6.6	2.7	7.2	0.16	0.07	0.18
115	-0.5	凸凹：17.2mm	11.6	11.4	11.3	6.5	6.5	6.8	8.5	8.4	8.5	11.4	6.6	8.5	5.8	4.8	8.7	0.14	0.12	0.22
	-1.0	側：11.4mm	11.4	11.0	11.6	8.1	8.0	8.2	8.5	8.5	9.0	11.3	8.1	8.7	5.9	3.3	8.5	0.12	0.06	0.17
	-1.5		11.4	11.4	11.0	8.2	8.3	8.2	8.0	7.8	7.8	11.3	8.2	7.9	5.9	3.2	9.3	0.15	0.08	0.23
	-2.0		11.0	11.2	11.1	7.9	8.0	7.8	8.8	9.0	8.6	11.1	7.9	8.8	6.1	3.5	8.4	0.15	0.09	0.21
	-2.5		11.7	11.6	11.6	8.2	8.1	8.1	8.8	8.7	8.5	11.6	8.1	8.7	5.6	3.3	8.5	0.14	0.08	0.21

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	原厚度(mm)									量測厚度(mm)			平均厚度(mm)			減少厚度(mm)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
120	-0.5	凸凹：17.2mm	11.3	11.5	11.0	7.5	8.0	7.8	8.8	8.2	8.0	11.3	7.8	8.3	5.9	3.6	8.9	0.15	0.09	0.22
	-1.0	側：11.4mm	11.3	11.5	11.0	8.7	8.8	8.7	8.7	8.6	8.4	11.3	8.7	8.6	5.9	2.7	8.6	0.12	0.05	0.17
	-1.5		11.3	11.8	11.0	8.1	8.0	8.1	8.2	8.8	8.6	11.4	8.1	8.5	5.8	3.3	8.7	0.15	0.08	0.22
	-2.0		11.3	11.0	11.6	8.6	8.8	8.6	9.5	9.4	9.6	11.3	8.7	9.5	5.9	2.7	7.7	0.15	0.07	0.19
	-2.5		12.0	11.8	11.9	9.2	9.1	9.2	9.1	9.0	9.2	11.9	9.2	9.1	5.3	2.2	8.1	0.13	0.06	0.20
125	-0.5	凸凹：17.2mm	11.6	11.8	11.5	9.3	9.5	9.2	8.3	8.3	8.5	11.6	9.3	8.4	5.6	2.1	8.8	0.14	0.05	0.22
	-1.0	側：11.4mm	10.8	11.0	10.6	9.3	9.1	9.3	9.7	9.7	9.9	10.8	9.2	9.8	6.4	2.2	7.4	0.13	0.04	0.15
	-1.5		11.2	11.1	11.2	8.6	8.5	8.6	10.0	9.8	10.0	11.2	8.6	9.9	6.0	2.8	7.3	0.15	0.07	0.18
	-2.0		8.5	8.6	8.8	8.7	8.5	8.7	9.3	9.1	9.2	8.6	8.6	9.2	8.6	2.8	8.0	0.21	0.07	0.20
	-2.5		10.3	11.0	10.5	8.8	9.0	9.0	8.7	9.0	8.6	10.6	8.9	8.8	6.6	2.5	8.4	0.17	0.06	0.21
130	-0.5	凸凹：17.2mm	10.5	10.6	11.0	9.3	9.2	9.3	9.2	9.0	9.1	10.7	9.3	9.1	6.5	2.1	8.1	0.16	0.05	0.20
	-1.0	側：11.4mm	11.0	10.8	10.9	8.9	9.0	8.8	8.5	8.6	8.5	10.9	8.9	8.5	6.3	2.5	8.7	0.12	0.05	0.17
	-1.5		10.7	10.8	10.3	9.0	8.8	9.0	8.5	8.4	8.4	10.6	8.9	8.4	6.6	2.5	8.8	0.17	0.06	0.22
	-2.0		11.0	10.8	10.5	9.6	9.8	9.8	9.0	8.9	8.6	10.8	9.7	8.8	6.4	1.7	8.4	0.16	0.04	0.21
	-2.5		10.8	10.8	11.2	8.7	8.8	9.0	8.0	8.6	8.1	10.9	8.8	8.2	6.3	2.6	9.0	0.16	0.06	0.22
135	-0.5	凸凹：17.2mm	11.1	10.5	11.0	6.6	6.2	6.1	9.6	9.8	9.4	10.9	6.3	9.6	6.3	5.1	7.6	0.16	0.13	0.19
	-1.0	側：11.4mm	11.0	11.5	10.8	7.2	7.2	7.0	8.5	8.4	8.5	11.1	7.1	8.5	6.1	4.3	8.7	0.12	0.08	0.17
	-1.5		10.7	11.0	10.5	7.0	7.6	7.3	8.5	8.8	9.0	10.7	7.3	8.8	6.5	4.1	8.4	0.16	0.10	0.21
	-2.0		11.1	10.5	10.2	7.3	7.2	7.3	8.7	8.8	8.7	10.6	7.3	8.7	6.6	4.1	8.5	0.17	0.10	0.21
	-2.5		11.0	10.8	11.0	8.8	9.0	9.0	8.0	8.6	8.2	10.9	8.9	8.3	6.3	2.5	8.9	0.16	0.06	0.22

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁厚度檢測記錄表

位置/ 里程(m)	水深 (m)	原厚度(mm)	原厚度(mm)									量測厚度(mm)			平均厚度(mm)			減少厚度(mm)		
			凸			側			凹			凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
140	-0.5	凸凹：17.2mm	10.0	10.6	10.4	6.8	6.4	6.8	8.9	9.0	8.7	10.3	6.7	8.9	6.9	4.7	8.3	0.17	0.12	0.21
	-1.0	側：11.4mm	11.0	10.6	10.6	7.4	7.2	7.5	9.1	9.0	9.3	10.7	7.4	9.1	6.5	4.0	8.1	0.13	0.08	0.16
	-1.5		11.0	10.9	11.0	8.0	8.2	8.1	9.5	9.8	9.1	11.0	8.1	9.5	6.2	3.3	7.7	0.16	0.08	0.19
	-2.0		11.5	11.7	10.8	8.6	8.5	8.6	8.8	8.7	8.5	11.3	8.6	8.7	5.9	2.8	8.5	0.15	0.07	0.21
	-2.5		12.6	12.8	12.6	8.4	8.4	8.0	8.4	8.6	8.1	12.7	8.3	8.4	4.5	3.1	8.8	0.11	0.08	0.22
145	-0.5	凸凹：17.2mm	11.0	11.2	11.0	7.6	7.8	7.6	9.0	8.8	9.4	11.1	7.7	9.1	6.1	3.7	8.1	0.15	0.09	0.20
	-1.0	側：11.4mm	11.2	11.0	11.1	9.1	9.0	9.0	8.3	8.6	8.5	11.1	9.0	8.5	6.1	2.4	8.7	0.12	0.05	0.17
	-1.5		11.0	11.5	10.8	9.2	9.6	9.2	8.3	8.5	8.6	11.1	9.3	8.5	6.1	2.1	8.7	0.15	0.05	0.22
	-2.0		11.0	11.3	11.4	9.8	9.6	9.4	9.7	9.6	9.4	11.2	9.6	9.6	6.0	1.8	7.6	0.15	0.05	0.19
	-2.5		11.1	11.4	10.6	9.3	9.2	9.3	10.0	9.8	9.6	11.0	9.3	9.8	6.2	2.1	7.4	0.15	0.05	0.19
150	-0.5	凸凹：17.2mm	10.9	10.4	10.8	7.7	7.8	7.7	10.1	10.0	10.0	10.7	7.7	10.0	6.5	3.7	7.2	0.16	0.09	0.18
	-1.0	側：11.4mm	11.0	11.2	10.9	7.0	7.7	7.2	10.3	10.5	10.1	11.0	7.3	10.3	6.2	4.1	6.9	0.12	0.08	0.14
	-1.5		12.3	12.0	12.8	8.4	8.2	8.4	10.3	10.3	10.2	12.4	8.3	10.3	4.8	3.1	6.9	0.12	0.08	0.17
	-2.0		11.1	10.5	10.2	8.4	8.1	8.2	8.7	8.7	8.7	10.6	8.2	8.7	6.6	3.2	8.5	0.17	0.08	0.21
	-2.5		11.0	10.8	11.0	8.3	8.0	8.3	8.0	8.6	8.2	10.9	8.2	8.3	6.3	3.2	8.9	0.16	0.08	0.22

花蓮港 7 號碼頭鋼板樁測厚數據

測定位置(m)	水深(m)	原厚度(mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度(mm)	減少厚度(mm)	腐蝕速率(mm/yr.)
			1	2	3			
8	-0.5	15.2	11.5	11.5	11.3	11.43	3.77	0.09
	-1.0	15.2	12.4	12.3	12.3	12.33	2.87	0.07
	-1.5	15.2	11.8	11.8	11.6	11.73	3.47	0.09

花蓮港 8 號碼頭鋼板樁測厚數據

測定位置(m)	水深(m)	原厚度(mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度(mm)	減少厚度(mm)	腐蝕速率(mm/yr.)
			1	2	3			
0	-0.5	15.2	12.8	12.1	12.7	12.53	2.67	0.07
	-1.0		13.0	11.3	12.0	12.10	3.10	0.08
	-1.5		12.9	11.8	11.8	12.17	3.03	0.08
10	-0.5	15.2	12.4	11.5	12.2	12.03	3.17	0.08
	-1.0		12.6	11.2	11.3	11.70	3.50	0.09
	-1.5		11.0	11.0	10.3	10.77	4.43	0.11
20	-0.5	15.2	11.9	11.8	11.8	11.83	3.37	0.08
	-1.0		11.0	11.5	11.4	11.30	3.90	0.10
	-1.5		11.3	11.6	11.4	11.43	3.77	0.09
30	-0.5	15.2	13.6	12.3	12.1	12.67	2.53	0.06
	-1.0		12.3	12.2	12.9	12.47	2.73	0.07
	-1.5		11.4	11.6	11.1	11.37	3.83	0.10
40	-0.5	15.2	12.6	12.3	12.6	12.50	2.70	0.07
	-1.0		12.3	12.4	12.5	12.40	2.80	0.07
	-1.5		10.8	10.3	12.6	11.23	3.97	0.10
50	-0.5	15.2	11.3	12.5	10.8	11.53	3.67	0.09
	-1.0		12.5	12.4	12.3	12.40	2.80	0.07
	-1.5		10.7	12.4	11.1	11.40	3.80	0.10
60	-0.5	15.2	11.3	11.5	12.6	11.80	3.40	0.09
	-1.0		12.3	11.2	10.9	11.47	3.73	0.09
	-1.5		10.6	10.8	11.3	10.90	4.30	0.11

花蓮港 8 號碼頭鋼板樁測厚數據

測定 位置(m)	水深 (m)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度 (mm)	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			1	2	3			
70	-0.5	15.2	13.3	12.8	11.5	12.53	2.67	0.07
	-1.0		11.9	12.9	12.7	12.50	2.70	0.07
	-1.5		12.0	12.7	12.6	12.43	2.77	0.07
80	-0.5	15.2	11.9	11.5	11.4	11.60	3.60	0.09
	-1.0		10.9	10.4	10.3	10.53	4.67	0.12
	-1.5		10.5	10.4	10.7	10.53	4.67	0.12
90	-0.5	15.2	11.4	11.7	12.0	11.70	3.50	0.09
	-1.0		12.5	12.3	12.7	12.50	2.70	0.07
	-1.5		12.3	12.4	12.1	12.27	2.93	0.07
100	-0.5	15.2	10.4	10.7	10.6	10.57	4.63	0.12
	-1.0		10.8	10.1	10.2	10.37	4.83	0.12
	-1.5		10.6	10.4	10.3	10.43	4.77	0.12
110	-0.5	15.2	10.5	12.2	11.4	11.37	3.83	0.10
	-1.0		13.0	13.1	12.7	12.93	2.27	0.06
	-1.5		10.0	9.8	9.7	9.83	5.37	0.13
120	-0.5	15.2	11.5	11.7	12.2	11.80	3.40	0.09
	-1.0		12.4	12.6	12.7	12.57	2.63	0.07
	-1.5		11.6	11.1	11.3	11.33	3.87	0.10
130	-0.5	15.2	12.4	12.7	12.3	12.47	2.73	0.07
	-1.0		11.9	11.7	11.6	11.73	3.47	0.09
	-1.5		12.3	12.1	12.2	12.20	3.00	0.08
140	-0.5	15.2	11.3	12.7	11.7	11.90	3.30	0.08
	-1.0		11.2	12.6	12.3	12.03	3.17	0.08
	-1.5		11.7	12.3	11.9	11.97	3.23	0.08
150	-0.5	15.2	12.0	11.3	11.0	11.43	3.77	0.09
	-1.0		11.7	11.6	11.6	11.63	3.57	0.09
	-1.5		11.8	11.2	11.4	11.47	3.73	0.09
160	-0.5	15.2	9.8	9.7	9.9	9.80	5.40	0.14
	-1.0		10.2	10.4	9.9	10.17	5.03	0.13
	-1.5		12.7	12.5	12.1	12.43	2.77	0.07

花蓮港 8 號碼頭鋼板樁測厚數據

測定 位置(m)	水深 (m)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度 (mm)	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			1	2	3			
170	-0.5	15.2	12.5	12.6	12.0	12.37	2.83	0.07
	-1.0		10.8	10.9	11.0	10.90	4.30	0.11
	-1.5		11.4	11.4	11.3	11.37	3.83	0.10
180	-0.5	15.2	12.8	12.6	12.9	12.77	2.43	0.06
	-1.0		12.3	12.8	12.9	12.67	2.53	0.06
	-1.5		13.5	13.3	13.4	13.40	1.80	0.05
190	-0.5	15.2	12.2	12.7	12.9	12.60	2.60	0.07
	-1.0		12.7	12.8	12.9	12.80	2.40	0.06
	-1.5		13.3	12.4	13.3	13.00	2.20	0.06
200	-0.5	15.2	13.4	13.3	13.4	13.37	1.83	0.05
	-1.0		11.7	11.8	10.5	11.33	3.87	0.10
	-1.5		13.2	12.7	12.9	12.93	2.27	0.06
210	-0.5	15.2	11.7	11.9	12.0	11.87	3.33	0.08
	-1.0		12.2	12.5	11.6	12.10	3.10	0.08
	-1.5		13.1	12.9	13.0	13.00	2.20	0.06
220	-0.5	15.2	13.7	13.8	13.7	13.73	1.47	0.04
	-1.0		12.2	12.3	12.1	12.20	3.00	0.08
	-1.5		12.3	12.2	12.5	12.33	2.87	0.07

花蓮港 9 號碼頭鋼板樁測厚數據

測定位置(m)	水深(m)	原厚度(mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度(mm)	減少厚度(mm)	腐蝕速率(mm/yr.)
			1	2	3			
0	-0.5	15.2	13.7	13.8	13.7	13.73	1.47	0.04
	-1.0		12.2	12.3	12.1	12.20	3.00	0.09
	-1.5		12.3	12.2	12.5	12.33	2.87	0.08
10	-0.5	24.3	22.7	22.7	22.6	22.67	1.63	0.05
	-1.0		22.9	23.1	23.1	23.03	1.27	0.04
	-1.5		23.6	23.6	23.6	23.60	0.70	0.02
20	-0.5	24.3	22.1	22.2	23.0	22.43	1.87	0.05
	-1.0		22.9	23.0	22.8	22.90	1.40	0.04
	-1.5		22.5	22.5	22.3	22.43	1.87	0.05
30	-0.5	15.2	12.3	12.2	12.3	12.27	2.93	0.08
	-1.0		12.6	12.5	12.6	12.57	2.63	0.08
	-1.5		12.2	12.6	12.2	12.33	2.87	0.08
40	-0.5	15.2	12.5	12.7	12.3	12.50	2.70	0.08
	-1.0		13.2	13.3	13.4	13.30	1.90	0.05
	-1.5		13.1	13.1	13.1	13.10	2.10	0.06
50	-0.5	24.3	22.1	22.6	22.3	22.33	1.97	0.06
	-1.0		22.5	22.7	22.9	22.70	1.60	0.05
	-1.5		22.0	22.0	22.4	22.13	2.17	0.06

花蓮港航道岸壁鋼板樁測厚數據

測定位置(m)	水深(m)	原厚度(mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度(mm)	減少厚度(mm)	腐蝕速率(mm/yr.)
			1	2	3			
0	-0.5	24.3	13.7	13.8	13.7	13.73	1.47	0.04
	-1.0		12.2	12.3	12.1	12.20	3.00	0.09
	-1.5		12.3	12.2	12.5	12.33	2.87	0.08
10	-0.5	24.3	22.7	22.7	22.6	22.67	1.63	0.05
	-1.0		22.9	23.1	23.1	23.03	1.27	0.04
	-1.5		23.6	23.6	23.6	23.60	0.70	0.02
20	-0.5	24.3	22.1	22.2	23.0	22.43	1.87	0.05
	-1.0		22.9	23.0	22.8	22.90	1.40	0.04
	-1.5		22.5	22.5	22.3	22.43	1.87	0.05

附錄六

花蓮港鋼板樁陰極防蝕效能檢測結果

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁保護電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	4 號	防蝕完工日期	92 年	設計水深	-8.5 m
	碼頭長度	160 m	碼頭面高程	+3.5m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖				
	靠 泊 船 級					
	靠泊船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☒ 散雜貨 ☒ 其他：				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ Z-25 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	標準電位	☒ 氯化銀參考電極 -780mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	102.9.3	
	上次檢測結果					
檢測儀器	☒ 電位計 ☒ 尺 ☒ 照相機					
目視電位測試端子	☒ 無損壞 ☐ 有生鏽但尚未損壞 ☐ 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於 -994 ~-947mV， ☒ 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份電位不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份電位不足。 ☐ 平均電位不足。					
檢測評估	☒ 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。 ☐ 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 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☒ 檢測記錄表					

花蓮港 4 號碼頭鋼板樁保護電位檢測記錄表

隸屬港口	花蓮港						
碼頭編號	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、氯化銀電極			檢測時間	102.09.03		
測站編號	水深 (m)			測站編號	水深 (m)		
	1 m	-4 m	-7 m		1 m	-4 m	-7 m
#4 1 m	-947	-968	-972	#4 81 m	-978	-989	-988
	-948	-969	-972		-980	-989	-988
	-952	-974	-971		-973	-986	-986
	-952	-970	-974		-966	-994	-993
	-956	-971	-968		-973	-983	-985
	-956	-971	-968	#4 130 m	-973	-983	-980
	-955	-976	-969		-969	-981	-975
	-955	-970	-972		-966	-974	-968
	-957	-973	-969		-964	-971	-966
	-955	-975	-978		-964	-969	-965
#4 40 m	-971	-972	-963	#4 160 m	-964	-971	-963
	-971	-971	-965		-965	-969	-962
	-971	-976	-969		-965	-968	-962
	-974	-985	-974		-965	-971	-961
	-975	-981	-991		-966	-970	-962
	-976	-984	-981	#4 81 m	-970	-982	-981
	-980	-983	-979		-977	-978	-978
	-979	-983	-990		-970	-978	-969
	-977	-991	-983		-969	-973	-966
	-978	-986	-979		-967	-971	-965
#4 81 m	-980	-990	-989		-965	-973	-964
	-981	-987	-992		-965	-974	-967
	-980	-990	-992		-965	-970	-968
	-981	-989	-988		-969	-974	-967
	-980	-988	-986		-970	-973	-967

花蓮港 4 號碼頭犧牲陽極發生電位檢測記錄表(1/2)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	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、氯化銀電極		檢測時間	102.09.03		
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
#4 1 m	-995	-990	-995	-998	-994	-1001
	-994	-992	-994	-997	-999	-998
	-993	-992	-992	-993	-992	-992
	-994	-997	-994	-996	-1002	-997
	-993	-995	-992	-999	-1000	-997
	-996	-996	-994	-998	-998	-996
	-999	-1001	-998	-1001	-1004	-1001
	-997	-995	-997	-999	-1001	-1001
	-998	-1000	-995	-1001	-1006	-997
	-1003	-1004	-1001	-1006	-1012	-1004
#4 40 m	-997	-994	-992	-999	-1005	-996
	-995	-993	-984	-1000	-1016	-985
	-989	-992	-991	-992	-994	-994
	-998	-996	-995	-1003	-999	-1003
	-987	-985	-988	-991	-986	-992
	-992	-991	-991	-998	-995	-994
	-988	-987	-987	-990	-988	-990
	-989	-989	-991	-992	-990	-992
	-994	-989	-990	-998	-992	-994
	-967	-967	-963	-970	-967	-964

花蓮港 4 號碼頭犧牲陽極發生電位檢測記錄表(2/2)

#4 81 m	-986	-984	-978	-1010	-992	-1002
	-985	-986	-982	-992	-991	-996
	-982	-985	-982	-988	-985	-984
	-986	-984	-978	-1010	-992	-1002
	-991	-987	-982	-995	-990	-990
	-991	-989	-987	-997	-993	-991
	-984	-982	-981	-992	-987	-986
	-986	-985	-976	-989	-988	-980
	-995	-996	-995	-997	-999	-1001
	-995	-994	-990	-998	-998	-994
#4 130 m	-966	-965	-965	-970	-966	-966
	-971	-968	-967	-973	-969	-970
	-969	-967	-967	-982	-976	-982
	-977	-975	-975	-982	-976	-982
	-968	-968	-969	-970	-972	-970
	-966	-968	-967	-970	-970	-968
	-976	-985	-983	-979	-989	-984
	-971	-972	-971	-973	-973	-972
	-974	-973	-972	-980	-976	-976
	-988	-991	-985	-993	-998	-992
#4 160 m	-981	-982	-982	-991	-987	-987
	-976	-973	-973	-982	-975	-975
	-975	-972	-971	-976	-973	-972
	-973	-970	-972	-983	-975	-978
	-977	-975	-974	-977	-976	-975
	-972	-969	-968	-974	-971	-972
	-980	-981	-978	-984	-983	-981
	-994	-995	-990	-995	-995	-993
	-993	-999	-991	-997	-1008	-998
	-1001	-1001	-1000	-1007	-1004	-1007

花蓮港 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	花蓮港				
	碼頭編號	4 號	防蝕完工日期	92 年	設計水深	-8.5 m
	碼頭長度	160m	碼頭面高程	+3.5 m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☒ 散雜貨 ☒ 其他：油品				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ Z 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	原始厚度(mm)	Z-25 型鋼板樁，凸凹面 17.2mm mm、側面 11.4mm				
	上次檢測時間					
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		☒ 目視 ☐ 捲尺 ☒ 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		☐ 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 ☐ 局部的生鏽呈點狀膨脹 ☒ 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 ☐ 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 ☐ 版樁有開裂現象 ☐ 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		☒ 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 ☐ 樁與樑或冠牆脫離 ☐ 混凝土少部份龜裂、剝離 ☐ 混凝土大部份龜裂、剝離 ☐ 鋼筋少部份外露鏽蝕 ☐ 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		☐ 陰極防蝕塊少部份或無脫落 ☐ 陰極防蝕塊大部份脫落 ☒ 陰極防蝕塊厚度減少輕微 ☐ 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		☒ 平均電位及所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份不足。 ☐ 平均電位不足。				
檢測評估		☒ 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。 ☐ 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。 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☐ 檢測記錄表				

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁保護電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	5 號	防蝕完工日期	92 年	設計水深	-8.5 m
	碼頭長度	160 m	碼頭面高程	+3.5m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖				
	靠 泊 船 級					
	靠泊船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☒ 散雜貨 ☐ 其他：				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ Z-25 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	標準電位	☒ 氯化銀參考電極 -780mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	102.8.7	
	上次檢測結果					
檢測儀器	☒ 電位計 ☒ 尺 ☒ 照相機					
目視電位測試端子	☒ 無損壞 ☐ 有生鏽但尚未損壞 ☐ 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於 -1017~-948 mV， ☒ 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份電位不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份電位不足。 ☐ 平均電位不足。					
檢測評估	☒ 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。 ☐ 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 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☒ 檢測記錄表					

花蓮港 5 號碼頭鋼板樁保護電位檢測記錄表

隸屬港口	花蓮港						
碼頭編號	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、氯化銀電極			檢測時間	102.8.7		
測站編號	水深 (m)			測站編號	水深 (m)		
	1 m	-4 m	-7 m		1 m	-4 m	-7 m
#5 26 m	-989	-998	-1006	#5 81 m	-989	-998	-1008
	-987	-993	-1011		-987	-993	-1011
	-984	-999	-1007		-984	-999	-1007
	-986	-994	-1004		-986	-994	-1004
	-984	-991	-1010		-984	-991	-1010
	-983	-995	-1017		-983	-995	-1017
	-984	-990	-1014		-984	-990	-1014
	-981	-988	-1004		-981	-988	-1004
	-982	-995	-1005		-982	-995	-1005
	-985	-992	-1001		-985	-992	-1001
#5 42 m	-977	-991	-985	#5 125 m	-972	-977	-975
	-978	-985	-988		-972	-974	-971
	-980	-982	-986		-973	-977	-969
	-986	-984	-989		-975	-975	-968
	-984	-988	-998		-974	-978	-969
	-982	-992	-993		-974	-987	-961
	-982	-1003	-991		-976	-981	-961
	-982	-995	-992		-974	-979	-948
	-980	-991	-992		-973	-983	-965
	-983	-1001	-991		-975	-983	-976

花蓮港 5 號碼頭犧牲陽極發生電位檢測記錄表(1/2)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	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、氯化銀電極		檢測時間	102.8.7		
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
#5 26	-1002	-1004	-1001	-1015	-1016	-1007
	-1008	-1002	-1003	-1014	-1010	-1021
	-1011	-1012	-1008	-1022	-1020	-1022
	-1013	-1013	-1008	-1035	-1020	-1016
	-987	-987	-987	-988	-988	-992
	-997	-991	-994	-1002	-999	-1016
	-992	-994	-996	-998	-999	-1025
	-980	-982	-983	-984	-984	-984
	-999	-1003	-997	-1003	-1002	-1003
	-996	-999	-996	-999	-1003	-1003
#5 42m	-1002	-1004	-1001	-1015	-1016	-1007
	-1008	-1002	-1003	-1014	-1010	-1021
	-1011	-1012	-1008	-1022	-1020	-1022
	-1013	-1013	-1008	-1035	-1020	-1016
	-987	-987	-987	-988	-988	-992
	-997	-991	-994	-1002	-999	-1016
	-992	-994	-996	-998	-999	-1025
	-980	-982	-983	-984	-984	-984
	-999	-1003	-997	-1003	-1002	-1003
	-996	-999	-996	-999	-1003	-1003

花蓮港 5 號碼頭犧牲陽極發生電位檢測記錄表(2/2)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	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、氯化銀電極		檢測時間	102.8.7		
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
#5 81 m	-1010	-1007	-1004	-1012	-1011	-1009
	-1011	-1010	-1008	-1021	-1016	-1015
	-994	-990	-987	-998	-989	-990
	-1003	-1003	-1002	-1013	-1010	-1006
	-997	-996	-997	-1005	-1004	-1002
	-1001	-998	-1000	-1002	-1001	-1007
	-1005	-998	-1000	-1013	-1001	-1006
	-994	-990	-988	-1005	-996	-994
	-998	-997	-996	-999	-1007	-1008
	-996	-995	-996	-1002	-998	-1010
#5 125	-1000	-1002	-1003	-1014	-1011	-1015
	-991	-996	-993	-997	-1002	-999
	-987	-989	-984	-992	-991	-990
	-981	-975	-970	-985	-981	-985
	-978	-977	-973	-985	-980	-976
	-991	-989	-985	-994	-991	-988
	-981	-982	-979	-988	-988	-987
	-975	-974	-975	-978	-977	-978
	-985	-995	-991	-987	-1003	-1007
	-978	-976	-978	-986	-981	-981

花蓮港 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	花蓮港				
	碼頭編號	5 號	防蝕完工日期	92 年	設計水深	-8.5 m
	碼頭長度	160 m	碼頭面高程	+3.5m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☒ 散雜貨 ☒ 其他：				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ 鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	原始厚度(mm)	Z-25 型鋼板樁，凸凹面 17.2mm mm、側面 11.4mm				
	上次檢測時間					
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		☒ 目視 ☐ 捲尺 ☒ 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		☐ 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 ☐ 局部的生鏽呈點狀膨脹 ☒ 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 ☐ 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 ☐ 版樁有開裂現象 ☐ 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		☒ 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 ☐ 樁與樑或冠牆脫離 ☐ 混凝土少部份龜裂、剝離 ☐ 混凝土大部份龜裂、剝離 ☐ 鋼筋少部份外露鏽蝕 ☐ 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		☐ 陰極防蝕塊少部份或無脫落 ☐ 陰極防蝕塊大部份脫落 ☒ 陰極防蝕塊厚度減少輕微 ☐ 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		☒ 平均電位及所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份不足。 ☐ 平均電位不足。				
檢測評估		☒ 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。 ☐ 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。 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☐ 檢測記錄表				

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁保護電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	6 號	防蝕完工日期	92 年	設計水深	-8.5 m
	碼頭長度	150 m	碼頭面高程	+4.0m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖				
	靠 泊 船 級					
	靠泊船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☒ 散雜貨 ☐ 其他：				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ Z-25 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	標準電位	☒ 氯化銀參考電極 -780mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	102.8.7	
	上次檢測結果					
檢測儀器	☒ 電位計 ☒ 尺 ☒ 照相機					
目視電位測試端子	☒ 無損壞 ☐ 有生鏽但尚未損壞 ☐ 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於 -998 ~-896 mV， ☒ 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份電位不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份電位不足。 ☐ 平均電位不足。					
檢測評估	☒ 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。 ☐ 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 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☒ 檢測記錄表					

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁保護電位檢測記錄表

隸屬港口	花蓮港						
碼頭編號	6 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、氯化銀電極			檢測時間	102.8.7		
測站編號	水深 (m)			測站編號	水深 (m)		
	1 m	-4 m	-7 m		1 m	-4 m	-7 m
#6 10m	-970	-970	-980	#6 99.5 m	-953	-979	-982
	-970	-983	-984		-951	-983	-978
	-973	-994	-990		-949	-963	-977
	-974	-996	-986		-946	-965	-978
	-974	-990	-988		-945	-966	-974
	-970	-998	-991		-946	-966	-974
	-962	-985	-983		-946	-967	-977
	-960	-993	-983		-946	-982	-974
	-961	-989	-988		-943	-968	-975
	-958	-988	-985		-940	-970	-974
#6 55 m	-949	-983	-972	#6 130.5 m	-913	-933	-941
	-951	-978	-975		-898	-934	-942
	-951	-985	-971		-956	-940	-942
	-947	-980	-978		-896	-934	-940
	-948	-974	-974		-916	-946	-944
	-948	-962	-974		-906	-948	-939
	-946	-974	-976		-918	-956	-943
	-948	-969	-970		-901	-939	-945
	-951	-974	-968		-913	-949	-948
	-956	-972	-979		-903	-952	-947

花蓮港 6 號碼頭犧牲陽極發生電位檢測記錄表(1/2)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	6 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、氯化銀電極			檢測時間	102.8.7	
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
#6 10m	-983	-986	-987	-985	-989	-991
	-987	-980	-987	-991	-988	-989
	-992	-996	-996	-994	-1004	-999
	-998	-997	-994	-1001	-1004	-998
	-1001	-998	-999	-1005	-1002	-1009
	-997	-998	-997	-1009	-1004	-1011
	-1002	-999	-1001	-1008	-1004	-1002
	-1002	-998	-1001	-1006	-103	-1002
	-1000	-998	-995	-1005	-1003	-1010
	-1000	-1001	-994	-1007	-1008	-999
#6 55 m	-988	-984	-987	-992	-990	-995
	-983	-981	-980	-985	-988	-982
	-975	-972	-973	-978	-977	-977
	-977	-979	-980	-981	-980	-982
	-979	-979	-977	-982	-984	-981
	-985	-986	-985	-991	-989	-996
	-978	-975	-977	-985	-980	-978
	-964	-968	-971	-969	-969	-973
	-994	-1000	-991	-1005	-1009	-999
	-984	-981	-978	-991	-984	-983

花蓮港 6 號碼頭犧牲陽極發生電位檢測記錄表(2/2)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	6 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、氯化銀電極		檢測時間	102.8.7		
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
#6 99.5 m	-970	-972	-974	-973	-974	-978
	-993	-993	-989	-997	-1001	-992
	-985	-988	-985	-989	-992	-987
	-982	-985	-984	-984	-989	-988
	-985	-984	-983	-986	-988	-986
	-988	-986	-986	-990	-993	-990
	-971	-972	-973	-973	-974	-976
	-967	-965	-967	-969	-969	-970
	-968	-968	-971	-969	-970	-972
	-992	-990	-989	-996	-992	-995
#6 130.5 m	-1007	-1010	-1008	-1007	-1011	-1009
	-1010	-1013	-1010	-1014	-1014	-1012
	-1008	-1006	-1007	-1015	-1010	-1010
	-1011	-1014	-1009	-1017	-1026	-1012
	-1007	-1005	-1008	-1010	-1006	-1009
	-1007	-1009	-1010	-1010	-1013	-1016
	-1014	-1014	-1014	-1017	-1017	-1017
	-1010	-1012	-1011	-1019	-1013	-1011
	-1014	-1015	-1015	-1024	-1017	-1022
	-1004	-1005	-1004	-1008	-1007	-1005

花蓮港 6 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼頭基本資料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	6 號	防蝕完工日期	92 年	設計水深	-8.5 m
	碼頭長度	150 m	碼頭面高程	+4.0 m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☒ 散雜貨 ☒ 其他：砂石				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ Z-25 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	原始厚度(mm)	Z-25 型鋼板樁，厚度：凸凹面 17.2mm mm、側面 11.4mm				
	上次檢測時間					
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		☒ 目視 ☐ 捲尺 ☒ 照相機				
鋼材部份目視檢測結果		☒ 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 ☐ 局部的生鏽呈點狀膨脹 ☐ 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 ☐ 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 ☐ 版樁有開裂現象 ☐ 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混凝土部份目視檢測結果		☒ 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 ☐ 樁與樑或冠牆脫離 ☐ 混凝土少部份龜裂、剝離 ☐ 混凝土大部份龜裂、剝離 ☐ 鋼筋少部份外露鏽蝕 ☐ 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防蝕塊目視檢測部份		☐ 陰極防蝕塊少部份或無脫落 ☐ 陰極防蝕塊大部份脫落 ☒ 陰極防蝕塊厚度減少輕微 ☐ 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位量測結果		☒ 平均電位及所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份不足。 ☐ 平均電位不足。				
檢測評估		☒ 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。 ☐ 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。 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☐ 檢測記錄表				

花蓮港 8 號碼頭鋼板樁保護電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	8 號	防蝕完工日期	93 年	設計水深	-10.5 m
	碼頭長度	220m	碼頭面高程	+4.0m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖				
	靠 泊 船 級					
	靠泊船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☐ 散雜貨 ☒ 其他：水泥				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ U 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	標準電位	☒ 氯化銀電極 -850mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	102.8.8	
	上次檢測結果					
檢測儀器	☒ 電位計 ☒ 尺 ☒ 照相機					
目視電位測試端子	☒ 無損壞 ☐ 有生鏽但尚未損壞 ☐ 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於 -1011 ~-960 mV， ☒ 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份電位不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份電位不足。 ☐ 平均電位不足。					
檢測評估	☒ 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。 ☐ 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 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☒ 檢測記錄表					

花蓮港 8 號碼頭鋼板樁保護電位檢測記錄表

隸屬港口	花蓮港						
碼頭編號	8 號號			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、氯化銀電極			檢測時間	102.8.8		
測站編號	水深 (m)			測站編號	水深 (m)		
	1 m	-4 m	-7 m		1 m	-4 m	-7 m
#8 0 m	-994	-1004	-964	#8 100 m	-995	-964	-964
	-994	-1003	-961		-994	-966	-961
	-995	-1007	-961		-994	-964	-961
	-994	-1002	-961		-994	-970	-961
	-994	-1005	-961		-994	-970	-961
	-994	-1005	-970		-996	-968	-970
	-993	-1007	-968		-983	-970	-968
	-990	-1006	-970		-960	-966	-970
	-983	-1002	-967		-970	-969	-967
	-989	-1002	-1007		-964	-969	-1007
#8 50 m	-989	-1008	-996	#8 150 m	-990	-1008	-1005
	-990	-1002	-999		-990	-1002	-1009
	-991	-1011	-997		-989	-1003	-999
	-992	-1004	-994		-989	-1000	-1005
	-991	-1005	-994		-989	-1009	-999
	-991	-1004	-990		-989	-1001	-1000
	-992	-1000	-990		-989	-1000	-1001
	-992	-999	-998		-990	-1000	-998
	-992	-999	-988		-990	-1000	-1002
	-992	-1005	-982		-991	-1003	-997

花蓮港 8 號碼頭犧牲陽極發生電位檢測記錄表(1/2)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	8 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、氯化銀電極		檢測時間	102.8.8		
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
#8 0m	-1010	-1010	-1011	-1013	-1012	-1015
	-1015	-1016	-1015	-1019	-1020	-1020
	-1014	-1017	-1013	-1025	-1019	-1016
	-1008	-1011	-1010	-1014	-1015	-1012
	-1007	-1009	-1009	-1009	-1011	-1011
	-1010	-1011	-1009	-1012	-1014	-1010
	-1008	-1010	-1002	-1012	-1009	-1003
	-1012	-1013	-1010	-1016	-1017	-1017
	-1008	-1011	-1010	-1009	-1013	-1012
	-1010	-1010	-1010	-1014	-1012	-1010
#8 50m	-1010	-1010	-1005	-1018	-1013	-1017
	-1003	-1008	-1007	-1008	-1009	-1009
	-1004	-1006	-1008	-1012	-1008	-1012
	-1010	-1013	-1006	-1017	-1017	-1009
	-1012	-1008	-1005	-1018	-1015	-1012
	-1002	-1000	-1000	-1005	-1002	-1001
	-1009	-1010	-1008	-1013	-1011	-1009
	-1001	-1003	-1006	-1004	-1004	-1008
	-1013	-1012	-1010	-1025	-1017	-1023
	-1005	-1006	-999	-1006	-1018	-1000

花蓮港 8 號碼頭犧牲陽極發生電位檢測記錄表(2/2)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	8 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、氯化銀電極		檢測時間	102.8.8		
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
#8 100 m	-1010	-1011	-1005	-1012	-1019	-1013
	-1008	-1008	-1004	-1012	-1009	-1005
	-1002	-1004	-1002	-1005	-1006	-1004
	-1008	-1009	-1008	-1016	-1013	-1016
	-1003	-1002	-1004	-1006	-1004	-1009
	-1008	-1005	-1001	-1014	-1007	-1003
	-1002	-1001	-1002	-1004	-1002	-1005
	-1002	-1003	-1006	-1004	-1004	-1007
	-1010	-1011	-1013	-1015	-1013	-1017
	-1001	-1005	-1004	-1002	-1013	-1017

花蓮港 8 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	8 號	防蝕完工日期	93 年	設計水深	-10.5 m
	碼頭長度	220 m	碼頭面高程	+4.0 m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☐ 散雜貨 ☒ 其他：				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ Z 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	原始厚度(mm)	Hoesch Z 型鋼板樁，厚度：凸凹面 15.2mm mm、側面 10.2mm				
	上次檢測時間					
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		☒ 目視 ☐ 捲尺 ☒ 照相機				
鋼 材 部 份 目 視檢測結果		☒ 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 ☐ 局部的生鏽呈點狀膨脹 ☐ 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 ☐ 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 ☐ 版樁有開裂現象 ☐ 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混 凝土部份目 視檢測結果		☒ 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 ☐ 樁與樑或冠牆脫離 ☐ 混凝土少部份龜裂、剝離 ☐ 混凝土大部份龜裂、剝離 ☐ 鋼筋少部份外露鏽蝕 ☐ 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防 蝕 塊 目 視 檢測部份		☐ 陰極防蝕塊少部份或無脫落 ☐ 陰極防蝕塊大部份脫落 ☒ 陰極防蝕塊厚度減少輕微 ☐ 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位 量測結果		☒ 平均電位及所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份不足。 ☐ 平均電位不足。				
檢測評估		☒ 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。 ☐ 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。 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☐ 檢測記錄表				

花蓮港 9 號碼頭鋼板樁保護電位檢測表

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	9 號	防蝕完工日期	93 年	設計水深	-9.5 m
	碼頭長度	103 m	碼頭面高程	+4.0m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖				
	靠 泊 船 級					
	靠泊船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☐ 散雜貨 ☒ 其他：				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ U 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	標準電位	☒ 氯化銀電極 -850mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	102.8.8	
	上次檢測結果					
檢測儀器	☒ 電位計 ☒ 尺 ☒ 照相機					
目視電位測試端子	☒ 無損壞 ☐ 有生鏽但尚未損壞 ☐ 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於 -994 ~-947 mV， ☒ 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份電位不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份電位不足。 ☐ 平均電位不足。					
檢測評估	☒ 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。 ☐ 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 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☒ 檢測記錄表					

花蓮港 9 號碼頭鋼板樁保護電位檢測記錄表

隸屬港口	花蓮港						
碼頭編號	9 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、氯化銀電極			檢測時間	102.8.8		
測站編號	水深 (m)			測站編號	水深 (m)		
	1 m	-4 m	-7 m		1 m	-4 m	-7 m
#9 01 m	-980	-990	-989	#9 40.2 m	-971	-972	-963
	-981	-987	-992		-971	-971	-965
	-980	-990	-992		-971	-976	-969
	-981	-989	-988		-974	-985	-974
	-980	-988	-986		-975	-981	-991
	-978	-989	-988		-976	-984	-981
	-980	-989	-988		-980	-983	-979
	-973	-986	-986		-979	-983	-990
	-966	-994	-993		-977	-991	-983
	-973	-983	-985		-978	-986	-979

花蓮港 9 號碼頭犧牲陽極發生電位檢測記錄表

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	9 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、氯化銀電極		檢測時間	102.8.8		
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
#9 26 m	-1010	-1010	-1008	-1014	-1014	-1010
	-1005	-1004	-1006	-1014	-1010	-1014
	-1003	-1001	-1003	-1019	-1004	-1006
	-1002	-1001	-1006	-1006	-1002	-1008
	-1002	-1002	-1006	-1009	-1011	-1011
	-1010	-1008	-1009	-1017	-1016	-1015
	-1006	-1004	-1004	-1012	-1009	-1009
	-1012	-1007	-1004	-1016	-1017	-1017
	-996	-994	-992	-1009	-1013	-1012
	-1003	-1000	-1004	-1014	-1012	-1010

花蓮港 9 號碼頭鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	9 號	防蝕完工日期	84 年	設計水深	-9.5 m
	碼頭長度	103 m	碼頭面高程	+4.0 m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 碼頭全區 ☐ 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☐ 散雜貨 ☒ 其他：				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ U 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	原始厚度(mm)	FSP VL U 型鋼板樁，厚度 24.3mm				
	上次檢測時間					
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		☒ 目視 ☐ 捲尺 ☒ 照相機				
鋼 材 部 份 目 視檢測結果		☒ 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 ☐ 局部的生鏽呈點狀膨脹 ☐ 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 ☐ 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 ☐ 版樁有開裂現象 ☐ 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混 凝土部份目 視檢測結果		☒ 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 ☐ 樁與樑或冠牆脫離 ☐ 混凝土少部份龜裂、剝離 ☐ 混凝土大部份龜裂、剝離 ☐ 鋼筋少部份外露鏽蝕 ☐ 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防 蝕 塊 目 視 檢測部份		☐ 陰極防蝕塊少部份或無脫落 ☐ 陰極防蝕塊大部份脫落 ☒ 陰極防蝕塊厚度減少輕微 ☐ 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位 量測結果		☒ 平均電位及所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份不足。 ☐ 平均電位不足。				
檢測評估		☒ 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。 ☐ 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。 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☐ 檢測記錄表				

花蓮港航道西側岸壁鋼板樁保護電位檢測表

碼頭 基 本 資 料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	---	防蝕完工日期	84 年	設計水深	-9.5 m
	碼頭長度	527 m	碼頭面高程	+3.2m	檢測種類	
	檢 測 地 點	☒ 航道西側全區 ☐ 詳附件圖				
	靠 泊 船 級					
	靠泊船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☐ 散雜貨 ☐ 其他：無				
	下部結構材料	鋼管樁 ☒ U 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	標準電位	☒ 氯化銀電極 -850mV				
	上次檢測時間	----		本次檢測時間	102.9.4	
	上次檢測結果					
檢測儀器	☒ 電位計 ☒ 尺 ☒ 照相機					
目視電位測試端子	☒ 無損壞 ☐ 有生鏽但尚未損壞 ☐ 已損壞					
電位測定平均結果	平均電位介於 -1104 ~-983 mV， ☒ 平均電位足夠，且所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份電位不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份電位不足。 ☐ 平均電位不足。					
檢測評估	☒ 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。 ☐ 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 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☒ 檢測記錄表					

花蓮港航道西側岸壁鋼板樁保護電位檢測記錄表(1/2)

隸屬港口	花蓮港						
碼頭編號	航道西側岸壁			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、氯化銀電極			檢測時間	102.9.4		
測站編號	水深 (m)			測站編號	水深 (m)		
	1 m	-4 m	-7 m		1 m	-4 m	-7 m
航道 1	-1002	-1009	-1010	航道 3	-1008	-1015	-1014
	-1002	-1008	-1006		-1008	-1015	-1019
	-1001	-1007	-1007		-1008	-1018	-1014
	-1001	-1006	-1005		-1009	-1021	-1014
	-1000	-1006	-1009		-1000	-1017	-1018
	-1001	-1005	-1015		-1000	-1018	-1014
	-1001	-1005	-1010		-1000	-1022	-1014
	-1001	-1008	-1007		-1001	-1017	-1024
	-1001	-1014	-1009		-1000	-1016	-1019
	-1002	-1011	-1008		-1000	-1019	-1020
航道 2	-998	-1001	-1009	航道 4	-1005	-1017	-1017
	-998	-1003	-1009		-1007	-1016	-1016
	-997	-1006	-1008		-1007	-1014	-1013
	-998	-1012	-1008		-1006	-1017	-1009
	-998	-1004	-1009		-1005	-1011	-1008
	-1001	-1001	-1005		-1004	-1009	-1009
	-1001	-1001	-1104		-1004	-1007	-1007
	-997	-1000	-1004		-1003	-1006	-1007
	-996	-1002	-1005		-1003	-1007	-1006
	-996	-1006	-1013		-1004	-1011	-1008

花蓮港航道西側岸壁鋼板樁保護電位檢測記錄表(2/2)

隸屬港口	花蓮港						
碼頭編號	航道西側岸壁			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、氯化銀電極			檢測時間	102.9.4		
測站編號	水深 (m)			測站編號	水深 (m)		
	1 m	-4 m	-7 m		1 m	-4 m	-7 m
航道 5	-1003	-1005	-1010	航道 7	-1003	-1013	-1018
	-1002	-1005	-1013		-1001	-1014	-1021
	-1001	-1003	-1021		-997	-1018	-1015
	-1000	-1002	-1017		-993	-1016	-1017
	-999	-1002	-1012		-1001	-1017	-1027
	-999	-1002	-1016		-1003	-1024	-1018
	-999	-1003	-1011		-1003	-1016	-1018
	-998	-1008	-990		-1003	-1014	-1024
	-999	-1006	-983		-1003	-1015	-1015
	-999	-1008	-1012		-1003	-1021	-1016
航道 6	-1012	-1034	-1023				
	-1012	-1020	-1031				
	-1011	-1019	-1019				
	-1011	-1018	-1015				
	-1011	-1016	-1014				
	-1010	-1017	-1018				
	-1010	-1017	-1028				
	-1010	-1017	-1033				
	-1011	-1019	-1021				
	-1012	-1023	-1019				

花蓮港航道西側岸壁犧牲陽極發生電位檢測記錄表(1/4)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	航道西側岸壁			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、氯化銀電極			檢測時間	102.9.4	
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
航道 1	-1012	-1012	-1012	-1014	-1014	-1012
	-1016	-1019	-1015	-1018	-1020	-1018
	-1011	-1011	-1011	-1012	-1013	-1014
	-1004	-1005	-1006	-1005	-1006	-1006
	-1012	-1016	-1013	-1013	-1017	-1013
	-1010	-1011	-1012	-1014	-1013	-1013
	-1012	-1009	-1009	-1014	-1011	-1010
	-1005	-1006	-1007	-1007	-1007	-1008
	-1018	-1019	-1018	-1026	-1026	-1028
	-1012	-1013	-1012	-1013	-1015	-1014
航道 2	-1011	-1013	-1011	-1013	-1015	-1011
	-1003	-1004	-1005	-1005	-1005	-1006
	-1001	-1003	-1002	-1002	-1004	-1002
	-1002	-1002	-1003	-1004	-1004	-1005
	-1014	-1014	-1013	-1020	-1019	-1014
	-1016	-1015	-1014	-1019	-1017	-1015
	-1001	-1002	-1003	-1003	-1003	-1004
	-1006	-1006	-1008	-1011	-1009	-1008
	-1014	-1014	-1014	-1018	-1015	-1015
	-1005	-1005	-1006	-1009	-1008	-1007

花蓮港航道西側岸壁犧牲陽極發生電位檢測記錄表(2/4)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	航道西側岸壁			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、氯化銀電極			檢測時間	102.9.4	
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
航道 3	-1023	-1025	-1025	-1027	-1028	-1027
	-1024	-1026	-1024	-1029	-1030	-1027
	-1022	-1024	-1021	-1035	-1035	-1034
	-1024	-1023	-1024	-1029	-1025	-1024
	-1025	-1028	-1026	-1030	-1032	-1028
	-1025	-1029	-1025	-1032	-1033	-1030
	-1017	-1018	-1018	-1026	-1033	-1020
	-1017	-1015	-1016	-1021	-1017	-1020
	-1012	-1013	-1013	-1019	-1015	-1017
	-1016	-1014	-1016	-1018	-1016	-1018
航道 4	-1017	-1016	-1016	-1019	-1019	-1018
	-1007	-1007	-1007	-1008	-1009	-1008
	-1011	-1009	-1008	-1016	-1010	-1009
	-1008	-1011	-1007	-1008	-1012	-1008
	-1007	-1007	-1007	-1008	-1008	-1007
	-1018	-1018	-1017	-1020	-1018	-1020
	-1017	-1017	-1016	-1019	-1017	-1019
	-1018	-1019	-1016	-1019	-1025	-1019
	-1018	-1020	-1022	-1020	-1022	-1022
	-1025	-1027	-1026	-1030	-1031	-1031

花蓮港航道西側岸壁犧牲陽極發生電位檢測記錄表(3/4)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	航道西側岸壁			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、氯化銀電極			檢測時間	102.9.4	
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
航道 5	-1019	-1019	-1020	-1020	-1021	-1020
	-1019	-1019	-1019	-1030	-1023	-1028
	-1006	-1006	-1008	-1006	-1007	-1009
	-1006	-1007	-1009	-1007	-1010	-1010
	-1015	-1016	-1017	-1019	-1020	-1029
	-1017	-1021	-1025	-1024	-1029	-1021
	-1005	-1006	-1008	-1006	-1007	-1008
	-1005	-1005	-1006	-1006	-1005	-1006
	-1014	-1013	-1015	-1020	-1014	-1016
	-1020	-1019	-1021	-1024	-1024	-1027
航道 6	-1021	-1021	-1021	-1022	-1023	-1022
	-1037	-1038	-1034	-1050	-1050	-1040
	-1019	-1019	-1020	-1021	-1022	-1020
	-1015	-1017	-1017	-1021	-1019	-1019
	-1019	-1020	-1019	-1020	-1025	-1022
	-1021	-1024	-1021	-1023	-1027	-1022
	-1033	-1034	-1033	-1041	-1046	-1038
	-1034	-1035	-1032	-1036	-1039	-1035
	-1021	-1020	-1019	-1022	-1021	-1019
	-1032	-1031	-1030	-1040	-1035	-1039

花蓮港航道西側岸壁犧牲陽極發生電位檢測記錄表(4/4)

隸屬港口	花蓮港					
碼頭編號	航道西側岸壁		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、氯化銀電極		檢測時間	102.9.4		
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
航道 7	-1014	-1014	-1014	-1022	-1024	-1018
	-1023	-1026	-1025	-1033	-1029	-1033
	-1028	-1026	-1026	-1039	-1028	-1050
	-1017	-1017	-1016	-1017	-1017	-1017
	-1025	-1020	-1023	-1031	-1024	-1034
	-1015	-1016	-1018	-1019	-1025	-1023
	-1021	-1021	-1020	-1027	-1025	-1023
	-1005	-1017	-1015	-1019	-1022	-1018
	-1012	-1011	-1011	-1012	-1013	-1014
	-1017	-1017	-1015	-1019	-1019	-1018

花蓮港航道西側岸壁鋼板樁碼頭水下檢測結果

碼 頭 基 本 資 料	隸屬港口	花蓮港				
	碼頭編號	航道	防蝕完工日期	94 年	設計水深	-9.5 m
	碼頭長度	527 m	碼頭面高程	+3.5 m	檢測種類	
	檢 測 地 點	航道西側全區 ☐ 詳附件圖			靠泊船級	
	船隻屬性	☐ 貨櫃 ☐ 化學(油)品 ☐ 散雜貨 ☐ 其他：無				
	下部結構材料	☐ 鋼管樁 ☒ U 型鋼板樁 ☐ H 型鋼 ☐ 其他：				
	原始厚度(mm)	FSP VL U 型鋼板樁，厚度 12 mm.				
	上次檢測時間					
	上次檢測結果	----				
檢測儀器		☒ 目視 ☐ 捲尺 ☒ 照相機				
鋼 材 部 份 目 視檢測結果		☒ 無生鏽、孔蝕、裂縫、開裂 ☐ 局部的生鏽呈點狀膨脹 ☐ 局部區域有生鏽呈點狀膨脹或有局部小型穿孔現象 ☐ 有大範圍的生鏽與膨脹、表面穿孔擴大且有漏砂現象 ☐ 版樁有開裂現象 ☐ 樁有挫屈、彎折				
水下鋼筋混 凝土部份目 視檢測結果		☒ 混凝土未發現明顯之龜裂、剝離 ☐ 樁與樑或冠牆脫離 ☐ 混凝土少部份龜裂、剝離 ☐ 混凝土大部份龜裂、剝離 ☐ 鋼筋少部份外露鏽蝕 ☐ 鋼筋大部份外露鏽蝕				
防 蝕 塊 目 視 檢測部份		☐ 陰極防蝕塊少部份或無脫落 ☐ 陰極防蝕塊大部份脫落 ☒ 陰極防蝕塊厚度減少輕微 ☐ 陰極防蝕塊厚度減少嚴重				
防蝕電位 量測結果		☒ 平均電位及所有電位均足夠。 ☐ 平均電位足夠，但少部份不足。 ☐ 平均電位足夠，但大部份不足。 ☐ 平均電位不足。				
檢 測 評 估		☒ 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。 ☐ 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。 ☐ 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： ☐ 碼頭平面圖 ☐ 檢測記錄表				

附錄七

期末報告審查意見及辦理情形說明表

期末報告審查意見及辦理情形說明表

審查委員	審查意見	處理情形
1. 中央大學李釗教授 (書面意見)	1.本報告為 4 年期計畫中第 3 年的研究成果，建議在執行第 4 年計畫前，應即構思如何綜合呈現四年的研究成果。	感謝委員指教，將遵照辦理。
	2.建議第 4 年研究可討論如何建立港灣檢測的機制，何時？何人？何事？如何檢測？	感謝委員指教，將遵照辦理。
	3.建議評估各種檢測與試驗之重要性，以使將來檢測工作能順利掌握重點，分期進行必要之檢測工作，以節省人力。	感謝委員指教，將遵照辦理。
2.雲林科技大學蘇南教授	1.現況檢查之客觀性、精準性及需處置措施，建議予以分級(類)及表格化填列整理。	感謝委員指教，本研究已將碼頭結構型式區分為重力式、板樁式、棧橋式與碼頭附屬設施等 4 大類，相關檢測重點與評估等級亦已依其型式分級填列，後續將持續檢討分級與實務應用之客觀性與精準性。
	2.檢查標的，建議予以類型化並建立檢查體系化管理，並就其該部分之影響程度予以權重影響分析。	感謝委員指教，檢查標的類型化，如上所述，不同碼頭構件或附屬設施之權重影響，本研究已參考引用本所相關研究成果，主要係以問卷方式徵詢專家學者意見並參考國外案例，藉由層級分析法研擬個別構件權重影響，此外，本所亦已於 100 年度起以材料特性與

審查委員	審查意見	處理情形
		力學行為進行探討，研擬新的港灣構造物安全評估方法，目前該計畫仍在持續辦理中，相關成果後續均將納入本研究參考引用。
	3.建議未來可朝向建立「破壞圓(以顏色區分)」進行研究，以利維修者整理及確認維修急迫性。	感謝委員指教，將參照辦理。由於港灣構造物面積廣大，其損壞部分所佔比例甚小，如嘗試以破壞圓方式表示，目前仍待繼續努力。
	4.建議就目前鑽心試體的力學強度(殘餘)，進行碼頭構造物的力學安全分析。	感謝委員指教，由於港灣構造物混凝土鑽心取樣不易，囿於試體數量有限，單以其之力學強度進行構造物安全分析，可靠度應屬不夠，且碼頭構造物的力學安全分析，混凝土強度僅為評估項目之一，仍需參採其他檢測或試驗數據一併考量，故本研究將不單採以鑽心試體力學強度進行力學安全分析。
	5.建議對於檢查人力之專業判斷加強訓練。	感謝委員指教，將遵照辦理。
	6.建議對於殘餘壽命及生命週期，後續宜研究加強。	感謝委員指教，將參照辦理。
3.健行科技大學 許書王 助理教授	1.本研究具實務應用之需求，宜增加使用單位應用之比重(如會同調查....)，並依應用結果調整之。	感謝委員指教，本研究執行過程中，均與港務分公司保持密切聯繫，除請提供建造與維修資料外，檢測時亦請其會同參與並提供意見。

審查委員	審查意見	處理情形
	2.檢測評估有一定的頻率，在設備經常性或不定時維護管理(維修)的情況下，宜建立相關資料的更新方式或機制，以免系統與現地產生差異。	感謝委員指教，將遵照辦理。
	3.結論 2 提及西防波堤與新、舊東堤，堤身與消波塊表面有地圖狀裂縫及白色膠體，疑為鹼質與粒料反應(AAR)部分，建議應予以確認，俾利擬訂維修策略，初期建議應持續觀察。	感謝委員指教，將參照辦理。
4. 中原大學土木系王韡蒨 助理教授	1.本報告 5.3 章節成果效益與應用，建議改列於其他章節陳述。	感謝委員指教，本章節列於結論係依本所出版品規定，故暫不改列。
	2.部分圖說模糊不清或字體太小，建議應與修正。	感謝委員指正，將遵照辦理。
	3.部分表格數據取得方法，建議補充說明，例如表 2-23 至表 2-26。	感謝委員指教，將遵照辦理補充說明。
	4.部分試驗數據若為多次試驗之平均值，建議應於文中補充說明	感謝委員指教，將遵照辦理補充說明。
	5.本研究現況調查規劃完整，碼頭維護管理資訊系統建置成果亦值得肯定，建議未來研究內容可增加檢測技術、維護方法及危害程度等級判別等工作項目	感謝委員指教與肯定，將參照辦理。
5.港研中心林雅雯研究員	1.報告 P.4-52 特別巡查之新增與查詢用 YES/NO，建議用中文。	感謝委員指教，將參照辦理。

審查委員	審查意見	處理情形
	2.報告 4.2 岸上目視檢測是否有檢測結果資料表，建議附於附錄。	感謝委員指教，將參照辦理。
	3.報告 P.5-2 結論第 6 點「力及」參用，文字有誤。	感謝委員指正，將遵照辦理修正。
	4.報告 P.4-17 水深測量色階圖建議改為彩色，並與原設計水深圖對照比較。	感謝委員指教，將遵照辦理。
	5.港務分公司是否有進行碼頭岸上測量，測量碼頭位移或沉陷，若有建議納入系統。	感謝委員指教，系統後續將加入港務分公司有關碼頭岸上測量，測量碼頭位移或沉陷等檢測資料。
	6.碼頭維護管理系統建議資料進行歷年比較分析，日後建議能產生分析決策支援功能模組。	感謝委員指教，提供分析決策支援功能，為本研究建置維護管理系統重點工作，惟此目標需有完整龐大之檢測資料庫做為決策依據，本研究後續將持續努力。

附錄八

期末報告簡報資料

交通部運輸研究所港灣技術研究中心
102年度自辦計畫審查

港灣碼頭及濱海建物 之現況調查(3/4)

報告人：港研中心 柯正龍
103年2月20日

<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



簡報大綱

- ☐ 前言
- ☐ 碼頭維護管理
- ☐ 研究內容與工作項目
- ☐ 結果與討論
- ☐ 結論與建議



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



前言 (1/3)

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。



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



前言 (2/3)

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。



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



前言 (3/3)

研究範圍

- ◆ 以國內主要商港及漁港為主要研究範圍
- ◆ 102年度選定花蓮港區為研究範圍
 - ⊕ 花蓮港外港碼頭、西防波堤海側及新舊東堤民國80年四期擴建完工後，即未再進行檢測，內港4至6號鋼板樁碼頭，使用時間均已超過40年，近年來潮間帶發現有銹蝕裂縫之情形。
 - ⊕ 為維持港埠正常營運需求，亟需針對上述港埠設施進行檢測及評估，研擬修復對策。



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



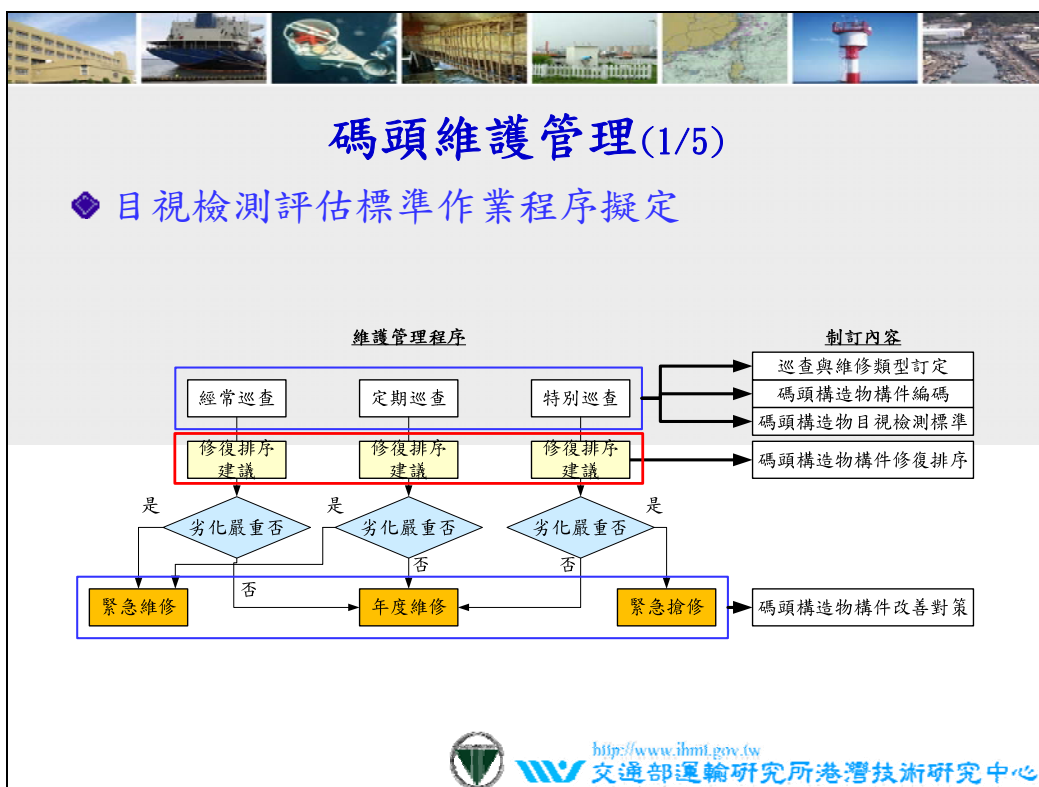
前言 (3/3)

調查標的

- ◆ 花蓮港碼頭及防波堤等港灣構造物
 - 重力式碼頭：1-3；10-25號碼頭
 - 板樁式碼頭：4-9號碼頭、航道西側岸壁
 - 防波堤：(新、舊)東防波堤、西堤



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭維護管理(2/5)

◆ 碼頭目視檢測評估標準作業程序擬定

✚ 巡查與維修類型訂定—巡查部分

種類	建議執行單位	巡查時機	巡查方式
經常巡查	工務權責單位	日常 (建議每季一次)	目視巡查(岸上)
定期巡查	委外發包廠商	固定時間 (建議每兩年一次)	目視巡查(包含水下)、 簡單儀器、依需求配合 詳細儀器檢測
特別巡查	工務權責單位	重大災害 事故發生後	目視巡查(岸上)

<http://www.ihmt.gov.tw> 交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭維護管理(3/5)

◆ 碼頭目視檢測評估標準作業程序擬定

⊕ 經常巡查檢測

以整體碼頭岸上構件進行記錄
紀錄碼頭最嚴重者之劣化狀況等級與其劣化位置，並將該類型劣化數量以總量紀錄

⊕ 定期巡查檢測

⊕ 採單一單元紀錄方式進行
⊕ 紀錄單元最嚴重者之劣化狀況等級與其劣化位置，並將該類型劣化數量以總量紀錄

⊕ 特別巡查檢測

⊕ 此類型巡查乃針對天然或人為災後，為避免二次災害所進行之快速巡查，故以整體碼頭岸上構件進行記錄，以檢視是否有達到劣化狀況為4之情形
⊕ 構件劣化狀況等級，而以紀錄「是/否」值

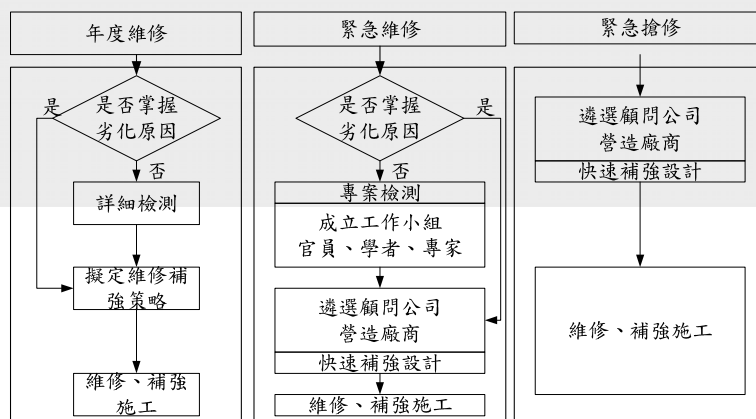


<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭維護管理(4/5)

⊕ 巡查與維修類型訂定—維修部分



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭維護管理(5/5)

◆ 碼頭目視檢測評估標準作業程序擬定

⊕ 碼頭構造物目視檢測標準(1/3)

- 將目前國內較常採用之D.E.R.&U.評估標準，簡化為僅評估D值，方便現地檢測作業
- 部分E值部分則會併於D值中說明；R值部分則以構件權重進行取代，以作為碼頭單元與碼頭設施整體評估之用；而U值部分則配合D值來進行維修急迫性之判別，因整合為單一評估值，故後稱此值為劣化狀況，此值越大，則越優先維修



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



研究內容與工作項目

- 碼頭及防波堤基本資料
- 碼頭及防波堤岸上目視檢測
- 碼頭水下調查與水深測量
- 鋼筋混凝土非破壞性檢測
- 鋼板樁厚度及防蝕效能檢測
- 碼頭維護管理系統建置



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心







花蓮港重力式碼頭基本資料

碼頭編號	用途	長度(m)	設計水深(m)	碼頭結構
1-3號碼頭	港勤專用	123、154、134	-7.5	混凝土重力式
10-11號碼頭	水泥石料	368、368	-9.5	
12號碼頭	雜貨	150	-7.5	
13-14號碼頭		370、370	-9.5	
15號碼頭		100.00	-8.5	
16號碼頭	客運	144.00	-7.5	消波方塊式
17號碼頭	雜貨	200.00	-12.0	
18號碼頭	水泥	200.00	-12.0	消波沉箱式
19號碼頭		310.00	-14.0	
20號碼頭	石料	302.00	-14.0	
21號碼頭		200.00	-14.0	
22號碼頭		200.00	-14.0	
23號碼頭	木片	272.00	-14.0	
24號碼頭	油品	271.00	-14.0	
25號碼頭	煤	332.00	-16.5	


<http://www.ihmt.gov.tw>
 交通部運輸研究所港灣技術研究中心



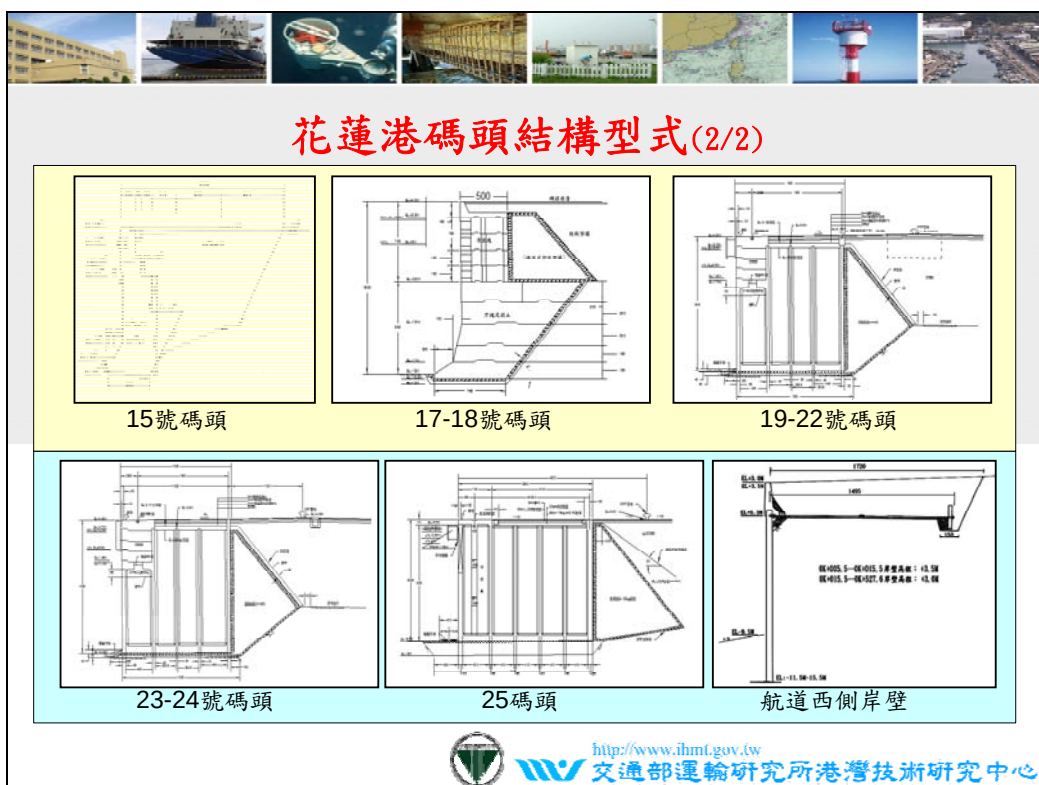
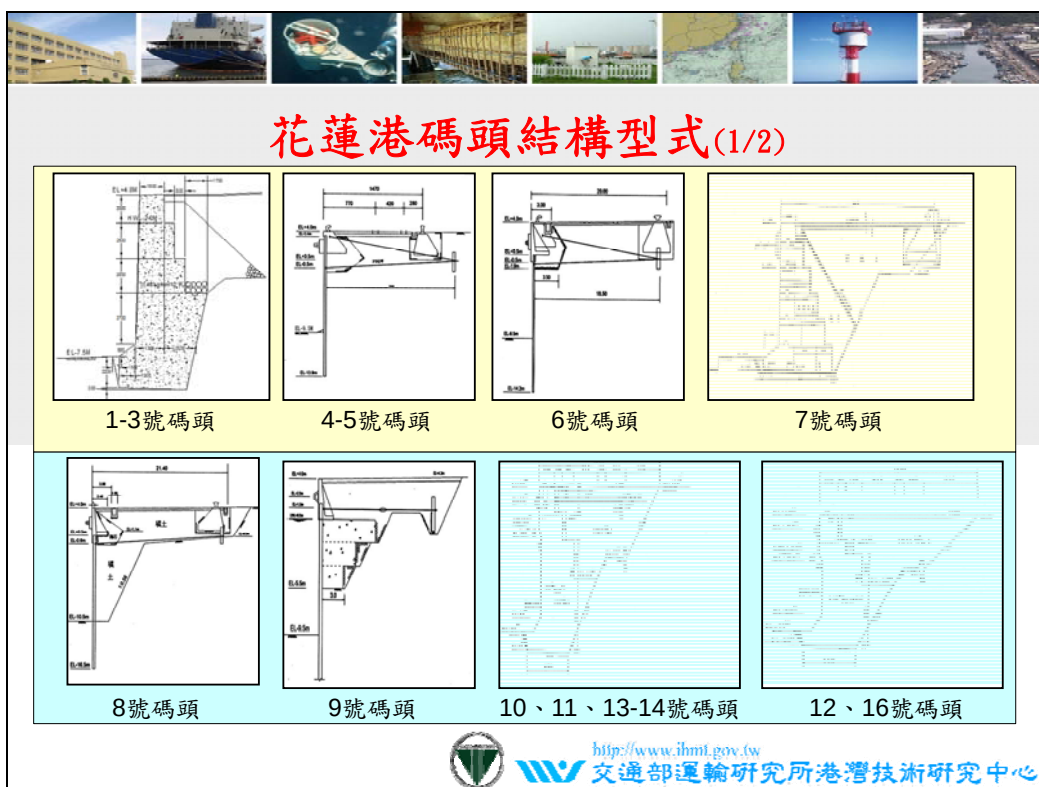
花蓮港板樁式碼頭基本資料

碼頭編號	長度(m)	水深(m)	鋼板型式	完工日期
4號	60	9.5	Belvol- Z	50
5號	260	9.5		50
6號	150	8.25	Z-25	60
7號	18	10.25		60
8號	220	10.25	Hoesch 175	61.8
9號	51	9.5	FSP VL	66.4
航道西側岸壁	527	9.5	FSP VL	

花蓮港防波堤檢測範圍

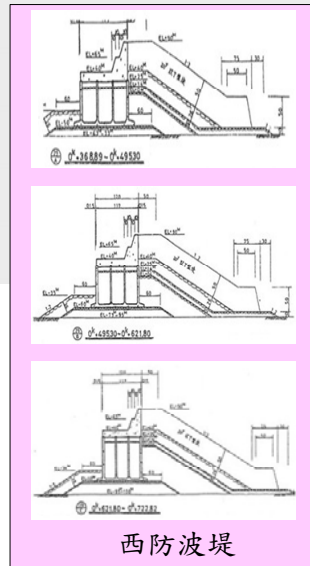
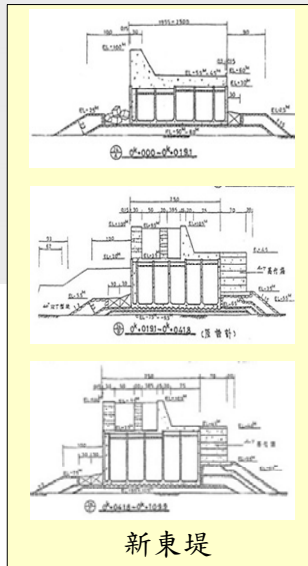
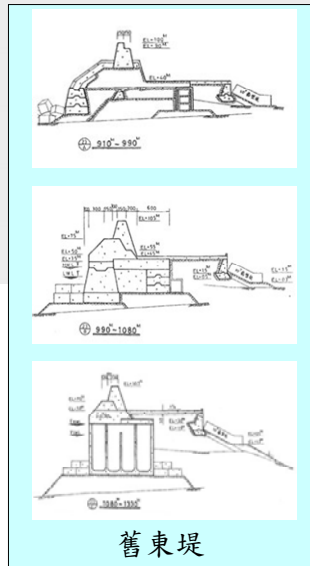
名稱	檢測範圍	檢測範圍(部位)
舊東堤	0K+910~1K+330	港側
新東堤	0K+000~0K+500.6	港側
西堤	0K+495.3~1K+050	海側


<http://www.ihmt.gov.tw>
 交通部運輸研究所港灣技術研究中心





花蓮港防波堤結構型式



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭及防波堤岸上目視檢測



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心









碼頭水下調查結果(1/3)

位置	距岸肩距離	說明
#4 150m	7.3 m	200×15cm
#5 68m	9.4 m	37×5cm
#5 55m	9.9 m	250×20cm
#5 73m	10.7 m	120×10cm
#5 80m	10.5 m	90×10cm (鋼板樁開裂)
#5 121m	9.5 m	150×15cm (鋼板樁開裂)
#5 142m	10.2 m	100×12cm (鋼板樁開裂)
#5 154m	10.5 m	90×20cm (鋼板樁開裂)
#6 2.7m	4.5 m	13×13cm (鋼板樁開裂)
#6 54m	9.5 m	100×15cm (鋼板樁開裂)
#6 131m	10.5 m	90×10cm (鋼板樁開裂)
#8、#9交接處		梯形接縫 (高9 m，底部寬50cm，中間32cm)


<http://www.ihmt.gov.tw>
 交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭水下調查結果(2/3)

位置	距岸肩高離	說明
#17 139.9 m	(海床處)	81×74cm
#21 73.3m	5.1~10.4 m	3×4.8 m (船隻撞擊痕迹，鋼筋外露)
#23 73.3m	11.5 m	145×91cm (深度76cm)
#23 73.3m	8.2 m	112×100cm (深度150cm)
#23 73.3m	5.6 m	66×150cm (深度150cm)
#24 235.4m	(海床處)	沉箱接縫140cm
#24 131.7m	(海床處)	沉箱接縫53cm
#25 41.75 m	7.2 m	51×48cm
#25 43.95 m	7.2 m	41×90cm
#25 71.0 m	(海床處)	沉箱接縫46cm


<http://www.ihmt.gov.tw>
 交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭水下調查測結果(3/3)

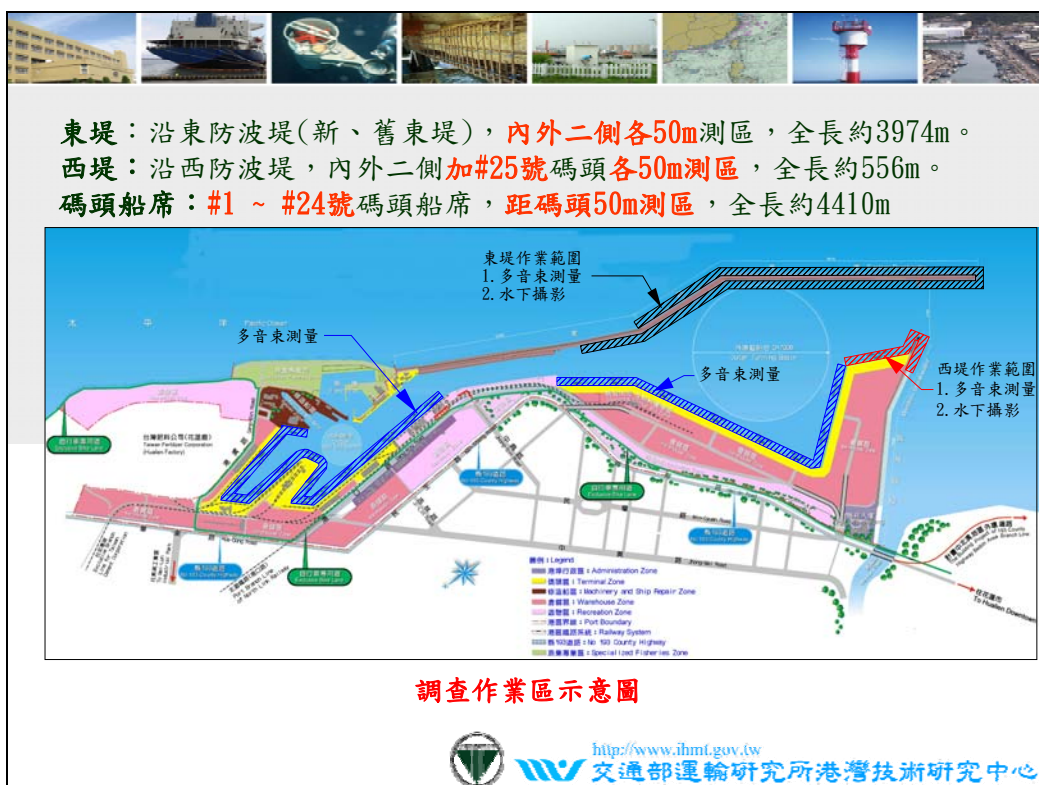
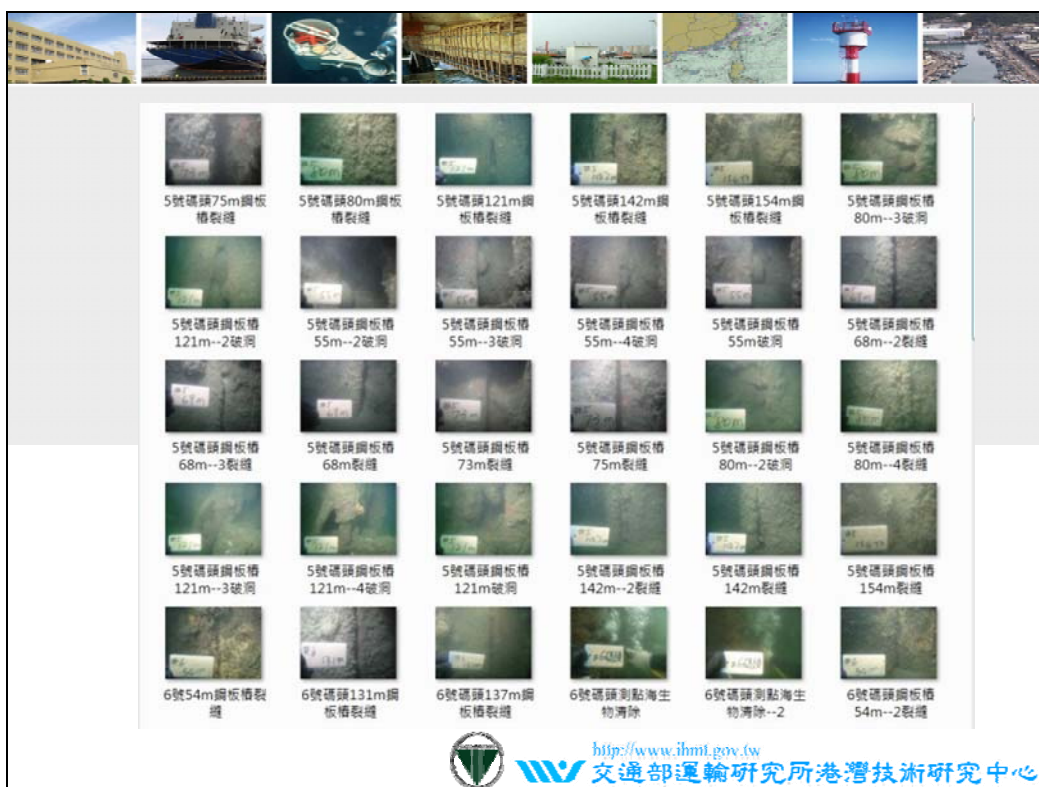
位置	距岸肩距離	說明
#25 179.8 m	7.2 m	50×170cm (深度50~80cm)
#25 206.0 m	7.2 m	50×160cm (深度98cm)
#25 297.2m	(海床處)	沉箱接縫56cm
航道 0 m	1.0 m	200×300cm (混凝土劣化)
航道 0 m	8.0 m	25×67cm (鋼板樁開裂)
航道 24 m	8.5 m	15×5cm (鋼板樁開裂)
航道 27 m	8.5 m	15×40cm (鋼板樁開裂)
航道 32 m	7.5 m	10×130cm (鋼板樁開裂)
航道 167 m	8.0 m	15×100cm (鋼板樁開裂)

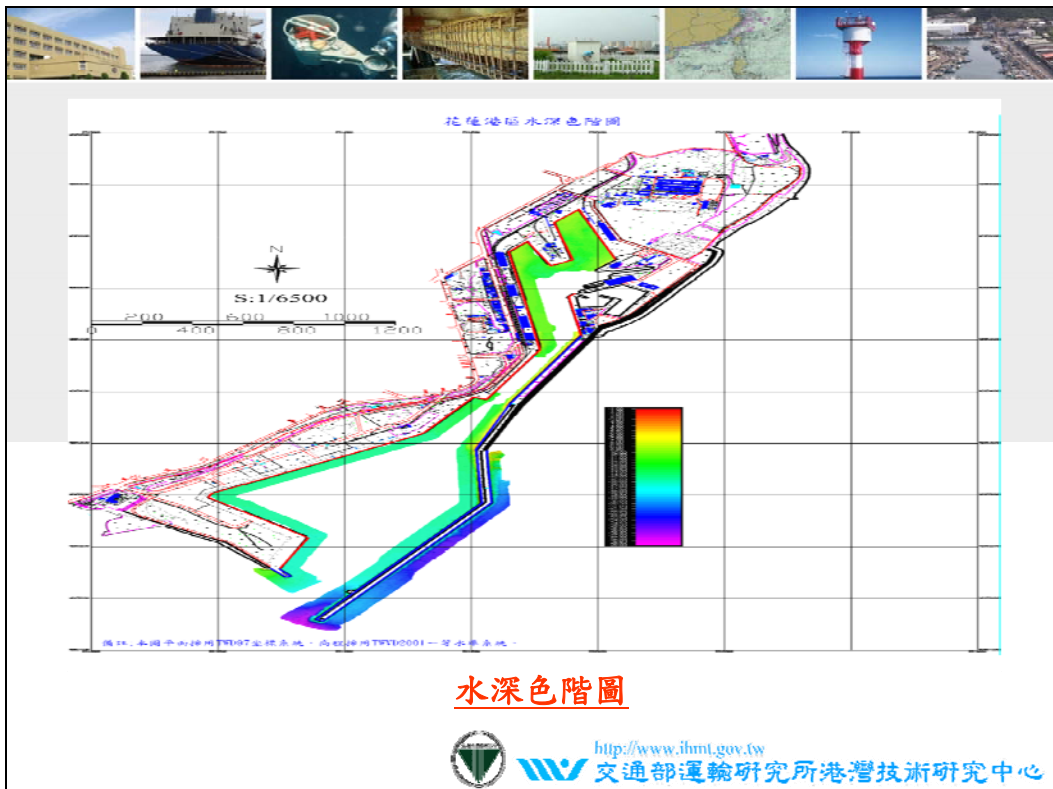


<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心

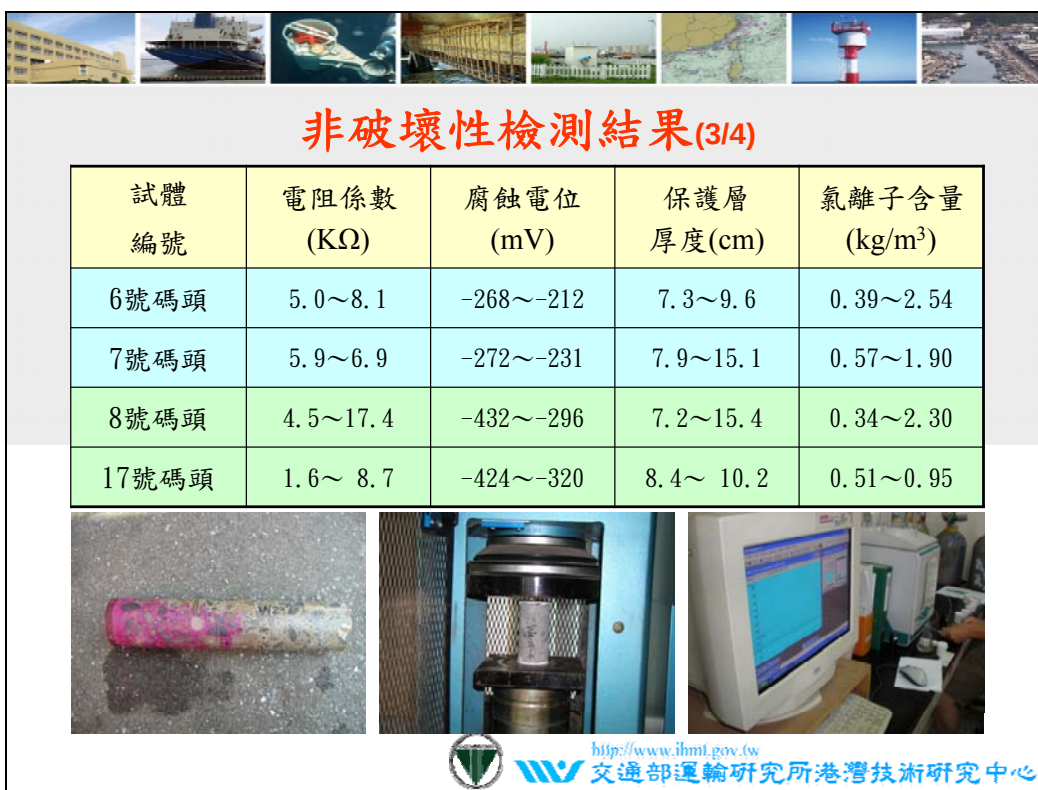


<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心





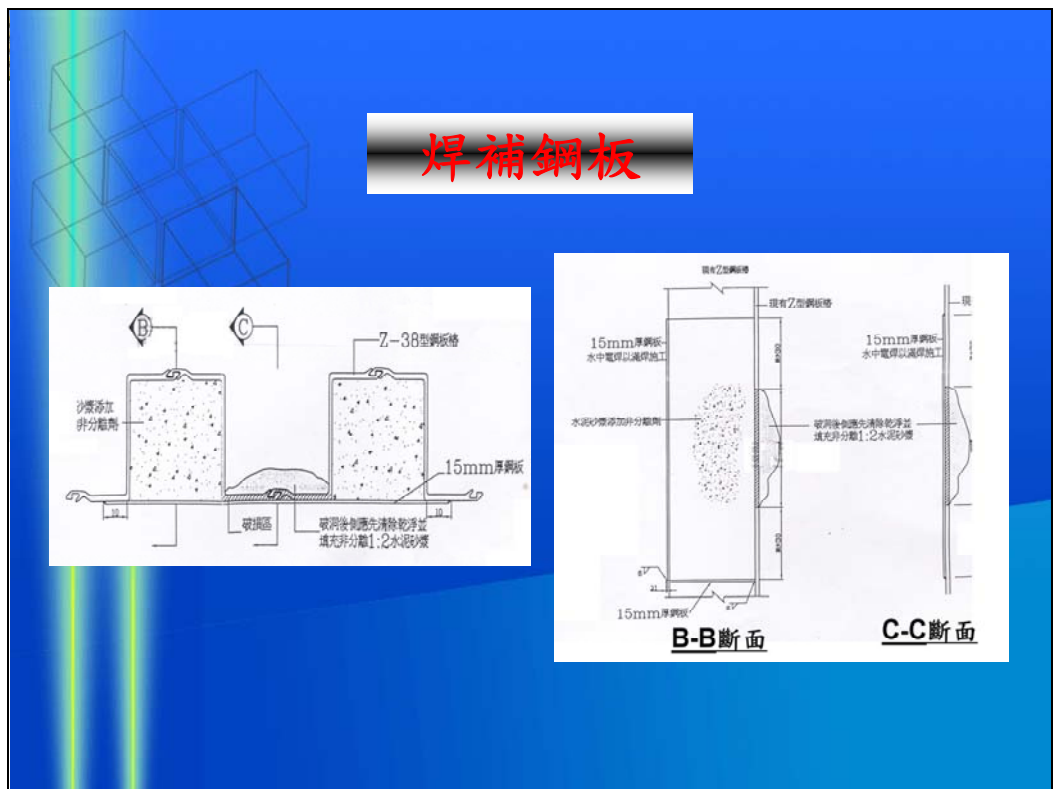
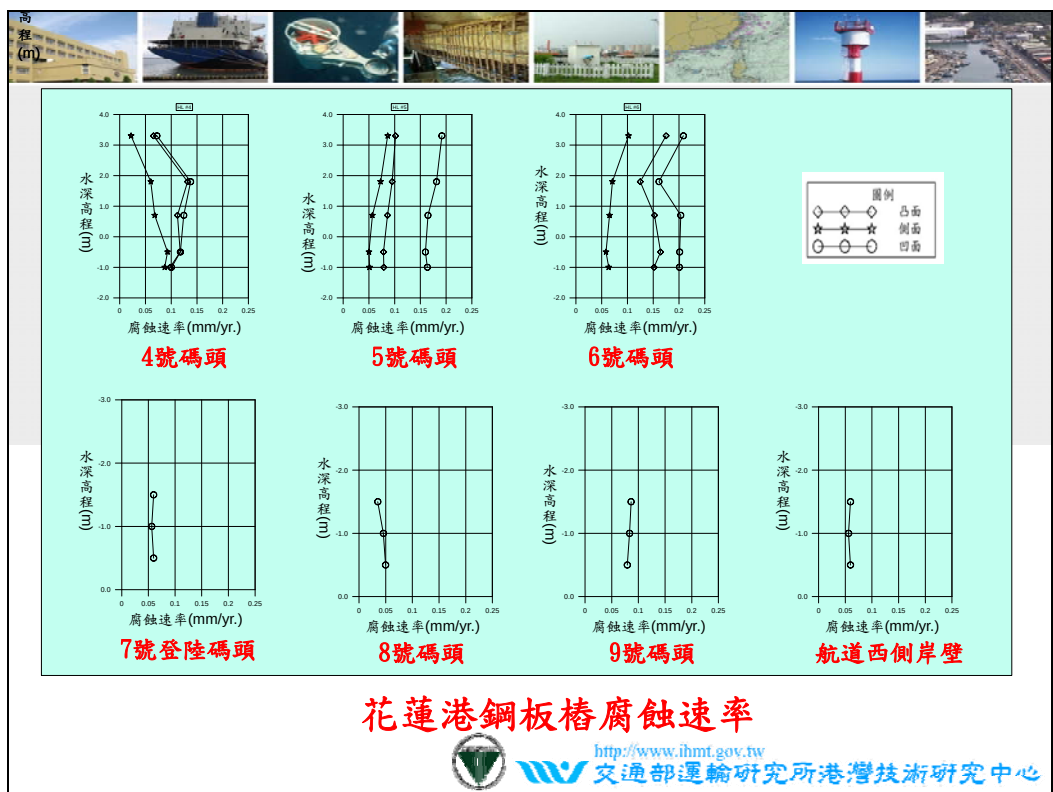






鋼板樁厚度及防蝕效能檢測

<http://www.ihmt.gov.tw>
 交通部運輸研究所港灣技術研究中心





花蓮港4-9號碼頭及航道岸壁 鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位

(單位：mV vs 氯化銀參考電極)

位置	鋼板樁保護電位	陽極塊發生電位	
		海生物清除前	海生物清除後
4號碼頭	-994 ~ -947	-1001 ~ -960	-1012 ~ -972
5號碼頭	-1017 ~ -948	-1006 ~ -983	-1025 ~ -995
6號碼頭	-998 ~ -896	-1003 ~ -950	-1014 ~ -950
8號碼頭	-1011 ~ -960	-1008 ~ -987	-1016 ~ -996
9號碼頭	-994 ~ -947	-1013 ~ -942	-1018 ~ -985
航道岸壁	-1104 ~ -983	-1006 ~ -987	-1022 ~ -990

保護電位均小於-780 mV，達保護鋼板樁之目的。



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



建置碼頭維護管理系統



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心





碼頭維護管理系統(4/8)

◆ 檢測資料模組

碼頭維護管理資訊系統

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修紀錄模組 帳號管理模組 登出

碼頭名稱	碼頭長度(M)	設計水深(M)	可靠泊水深(M)	泊船噸位(T)	用途	單元數量(個)	結構型式	建造日期	建造經費	碼頭圖片	断面圖
1號碼頭	130	7.5	7	6000	多功能碼頭	8	重力式	1939	7500000日圓	圖片	断面圖
2號碼頭	130	7.5	7	6000	多功能碼頭	7	重力式	無	無	圖片	断面圖
3號碼頭	150	7.5	7	6000	多功能碼頭	7	重力式	無	無	圖片	断面圖
4號碼頭	160	8.5	8	10000	碼頭及散貨碼頭	6	樁樁式	1962	35914600元	圖片	断面圖
5號碼頭	160	8.5	8	10000	砂石碼頭	6	樁樁式	無	64153000元	圖片	断面圖
6號碼頭	150	8.5	8	10000	砂石碼頭	6	樁樁式	1973	無	圖片	断面圖
7號碼頭	120	6.5	6	4000	散貨碼頭、碼頭砂石碼頭	7	重力式	無	無	圖片	断面圖
8號碼頭	220	10.5	9.1	15000	水坭專業碼頭	8	樁樁式	無	無	圖片	断面圖
9號碼頭	103	9.5	9.1	5000	非專業碼頭	4	重力式	1978	324944823元	圖片	断面圖
10號碼頭	182	9.5	9.1	12000	水坭碼頭	7	重力式	無	無	圖片	断面圖
11號碼頭	185	9.5	9.1	12000	砂石碼頭	7	重力式	無	無	圖片	断面圖
12號碼頭	150	7.5	7	6000	非專業碼頭	6	重力式	無	無	圖片	断面圖
13號碼頭	185	9.5	9.1	12000	水坭碼頭	7	重力式	無	無	圖片	断面圖
14號碼頭	200	9.5	9.1	12000	散貨碼頭	7	重力式	無	無	圖片	断面圖

碼頭基本資料列表

碼頭維護管理資訊系統

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修紀錄模組 帳號管理模組 登出

碼頭名稱	1號碼頭
碼頭長度(M)	130
設計水深(M)	7.5
可靠泊水深(M)	7
泊船噸位(T)	6000
用途說明	多功能碼頭
單元數量	8
碼頭型式	重力式
建造日期	1939年
建造經費	7500000日圓
断面圖	圖片

碼頭基本資料展示
-以花蓮港1號碼頭為例

經常巡查日期	20130911
定期巡查日期	None
特別巡查日期	None

http://www.ihmt.gov.tw
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭維護管理系統(5/8)

◆ 檢測資料模組

花蓮港-25號碼頭-經常巡查記錄表

港灣名稱	花蓮港	碼頭編號	25號碼頭	檢測日期	20131114	編輯
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量	劣化照片
岸肩	剝離	1				編輯
	沉陷	1				編輯
後線	沉陷	4	B10	X=3m	10m*2	照片
繫船柱	腐蝕龜裂	1				編輯
防舷材	剝離破損					編輯
起重機軌道	腐蝕位移					編輯

碼頭經常巡查紀錄表-以花蓮港25號碼頭為例



碼頭經常巡查紀錄編輯-1-以花蓮港25號碼頭為例

經常巡查資料編輯

檢測時間	20131114		
港灣名稱	花蓮港		
碼頭名稱	25號碼頭		
單元名稱	B10		
構件名稱	碼頭本體-後線		
劣化類型	沉陷		
劣化狀況	4		
劣化位置X	X=	3	m
劣化位置Y	Y=	0	m
		10	m*2
		0	m

碼頭經常巡查紀錄編輯-2-以花蓮港25號碼頭為例

http://www.ihmt.gov.tw

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭維護管理系統(6/8)

◆ 維修排序模組

緊急維修構件列表

港灣名稱	花蓮港	碼頭名稱	25號碼頭	檢測時間	20131114	處理對策
構件類型	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量
結構性構件	碼頭本體-後線	沉陷	4	B10	X=3m	10m*2
						1

緊急維修構件列表-以花蓮港25號碼頭為例

年度維修構件列表

港灣名稱	花蓮港	碼頭名稱	9號碼頭	檢測時間	20130911	處理對策
構件類型	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量
結構性構件	碼頭本體-岸肩	剝離	2	B02	X=4.8m Y=1.5m	6m
	碼頭本體-岸肩	剝離	2	B01	X=1m Y=3m	10m
附屬設施	附屬設施-車擋	腐蝕龜裂	2	B02	第1個	1個
						2

年度維修構件列表-以花蓮港9號碼頭為例

http://www.ihmt.gov.tw

交通部運輸研究所港灣技術研究中心





碼頭維護管理系統(7/8)

◆ 維修記錄模組

碼頭維護管理資訊系統

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登出

花蓮港維修記錄新增

維修契約編號	
契約名稱	
維修金額	
維修碼頭	☐ 1號碼頭 ☐ 2號碼頭 ☐ 3號碼頭 ☐ 4號碼頭 ☐ 5號碼頭 ☐ 6號碼頭 ☐ 7號碼頭 ☐ 8號碼頭 ☐ 9號碼頭 ☐ 10號碼頭 ☐ 11號碼頭 ☐ 12號碼頭 ☐ 13號碼頭 ☐ 14號碼頭 ☐ 15號碼頭 ☐ 16號碼頭 ☐ 17號碼頭 ☐ 18號碼頭 ☐ 19號碼頭 ☐ 20號碼頭 ☐ 21號碼頭 ☐ 22號碼頭 ☐ 23號碼頭 ☐ 24號碼頭 ☐ 25號碼頭 ☐ 航運西岸
維修照片	選擇檔案 未選擇檔案
維修檔案	選擇檔案 未選擇檔案

維修紀錄模組-新增維修紀錄示意

碼頭維護管理資訊系統

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登出

花蓮港-維修記錄列表

維修契約編號	契約名稱	維修金額(元)	維修碼頭	維修照片	維修檔案	編輯	刪除
101014 [20120913]	#21碼頭岸堤及水下沉箱修復工程	3160355	21號碼頭	無檔案	檔案	編輯	刪除
3.15.22.1.93002 [20050216]	航運西岸板橋防蝕工程	9933089	航運西岸	無檔案	檔案	編輯	刪除
3.15.22.1.93002 [20040201]	碼頭鋼板橋防蝕工程	6677678	8號碼頭	無檔案	檔案	編輯	刪除

維修紀錄模組-查詢維修紀錄示意



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



碼頭構造物維護管理(8/8)

◆ 帳號管理模組

碼頭維護管理資訊系統

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

帳號管理模組

姓名	服務單位	使用者代號	密碼	使用者類型	編輯	新增
簡臣佑	財團法人臺灣鹽建研究院	cyjian		系統管理者	編輯	新增
柯正龍	交通部運輸研究所港灣技術研究中心	jerry		一般使用者	編輯	新增

帳號管理模組-使用者列表

碼頭維護管理資訊系統

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

使用者資料新增

姓名	
服務單位	
使用者代號	
密碼	
使用者類型	

帳號管理模組-使用者新增



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



結論與建議



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



結論 (1/2)



碼頭岸上檢測結果，除**4-5號與8號碼頭岸壁**有較嚴重之混凝土劣損、鋼筋腐蝕生鏽及外露外，**25號碼頭後線面版**出現明顯沉陷，**部分防舷材**亦有裂損，惟對碼頭結構安全與營運功能尚無影響，其狀況亦屬輕微與局部性；**西防波堤與新舊東堤**之堤身與消波塊表面發現地圖狀裂縫，並有白色膠狀反應產物，疑為**鹼質與粒料反應之徵候**。



非破壞性檢測，本次共選取7處碼頭岸壁與6處防波堤堤身，由現地反彈錘與推估強度、保護層厚度及中性化深度等試驗結果，顯示**混凝土品質與設計應無明顯差異**；電阻試驗與鋼筋腐蝕電位量測則顯示**內部鋼筋部分腐蝕機率仍高**；混凝土鑽心試體室內抗壓強度超音波脈波試驗與氯離子濃度分析之結果顯示，亦與上述相符。



碼頭水下調查結果，4至6號碼頭與航道西側岸壁於**海床處**，均發現**鋼板樁接合處有開裂現象**，**21號**重力式沉箱水下發現岸壁有遭船隻撞擊凹陷、混凝土剝落與鋼筋外露跡象，**17至25號沉箱接合處亦有多處縫隙較大處**。水深多音束探測結果，顯示除少數碼頭有淤積現象外，現有水深與設計水深無重大差異。



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



結論 (2/2)



鋼板樁厚度檢測，**4-5號碼頭飛沫帶**鋼板樁全區發現多處斑點狀腐蝕，厚度檢測結果顯示4-6號碼頭已有多處腐蝕速率超過設計允許值，7-9號碼頭與航道西側岸壁腐蝕速率均小於0.10 mm/yr。陰極防蝕效能檢測，由鋼板樁保護電位及陽極塊發生電位均小於-780 mV(**海水氯化銀參考電位**)，判斷已達保護鋼板樁之目的。



碼頭維護管理系統，已完成建置基本資料模組、檢測資料模組、維修排序模組、維修記錄模組，並將本年度花蓮港碼頭現況調查與檢測評估等成果，建置於花蓮港構造物維護管理系統內，可提供花蓮港務分公司力及參用。



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



建議(1/2)



碼頭岸上目視檢測，發現之碼頭岸壁、面版、岸肩及車擋等混凝土剝落或鋼筋腐蝕外露，護舷材及繫船樁表面腐蝕與飛沫帶鋼板樁孔蝕等現象，雖無立即性損害或影響營運安全，**建議需持續加以監測，並依劣化程度，排序編列預算及進行維護。**



西防波堤與新舊東堤，部分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，**建議花蓮地區辦理重大公共工程使用之混凝土材料，使用前應先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。**



4-5號碼頭飛沫帶之鋼板樁腐蝕多處發現斑點狀腐蝕，整體腐蝕速率雖未超過設計允許值，但有部分腐蝕嚴重，**6號碼頭凹面腐蝕速率雖已超過設計允許值，則由於碼頭鋼板樁使用時間已達40-50年，雖已採用犧牲陽極塊之防蝕措施，建議後續仍須加強檢測頻率或將飛沫帶鋼板樁加以水泥被覆或參採其他取代工法，確保其使用安全。**



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



建議(2/2)



碼頭與航道西側岸壁鋼板樁於海床處，均發現接合處有開裂現象，建議後續仍須**加強檢測頻率**，或以**鋼板焊接補強工法**進行維護，**必要時**，應進行結構安全分析。



碼頭維護管理系統，後續應針對劣化狀況等級為4之構件進行儀器檢測，並增加檢測技術資料庫及記錄格式，作為未來查詢及預測構造物生命週期特性依據。



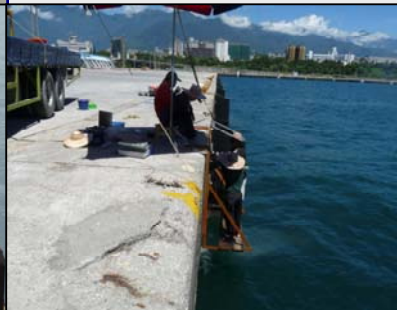
碼頭維護管理系統，後續研究應將各類巡檢與修復作業資料記錄於系統中，並配合實際使用情形，持續檢討適用與更新系統功能。



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



簡報完畢
敬請指教



<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心