

96-70-7284

MOTC-IOT-95-H1DA001-1

碼頭結構物現況調查研究(2/4)



交通部運輸研究所
中華民國 96 年 5 月

96-70-7284

MOTC-IOT-95-H1DA001-1

碼頭結構物現況調查研究(2/4)

著 者：陳桂清、饒 正、柯正龍

交通部運輸研究所
中華民國 96 年 5 月

國家圖書館出版品預行編目資料

碼頭結構物現況調查研究. (2/4) / 陳桂清, 饒正, 柯正龍著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民 96

面 : 公分

參考書目:面

ISBN 978-986-00-9798-6(平裝)

1. 港埠工程

443. 33

96009310

碼頭結構物現況調查研究 (2/4)

著 者：柯正龍、陳桂清、饒 正

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：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)26587176

出版年月：中華民國 96 年 5 月

印 刷 者：承亞興企業有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 110 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所臺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

國家書坊臺視總店：臺北市八德路 3 段 10 號 B1•電話：(02)25781515

五南文化廣場：臺中市中山路 2 號 B1•電話：(04)22260330

GPN：1009601222

ISBN：978-986-00-9798-6 (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。

96

碼頭結構物現況調查研究
(2/4)

交通部運輸研究所

GPN：1009601222

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：碼頭結構物現況調查研究(2/4)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN:978-986-00-9798-6（平裝）	政府出版品統一編號 1009601222	運輸研究所出版品編號 96-70-7284	計畫編號 95-H1DA001-1
本所主辦單位：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、饒正 聯絡電話：04-26587118 傳真號碼：04-26564418			研究期間 自 95 年 1 月 至 95 年 12 月
關鍵詞：鋼板樁、腐蝕、陰極防蝕、犧牲陽極、保護電位			
摘要： 碼頭建造材料包含鋼筋混凝土材料及鋼材兩種。構造物在腐蝕嚴苛之海洋環境下，極易鋼筋混凝土材料劣化及鋼材腐蝕現象。為確保營運安全及延長港灣構造物使用年限，本年度選定馬公港1號碼頭及基隆港西16-西18碼頭鋼管樁、基隆港東2-東7碼頭鋼板樁與基隆港東19、西14碼頭 R.C.基樁進行調查。 研究結果顯示：(1) 本研究各港之鋼板（管）樁碼頭均已安裝犧牲陽極防蝕工法，未發現明顯銹蝕，腐蝕速率均低於設計允許值。(2) 基隆港東19及西14號碼頭底部R.C.面板及樑發現混凝土脫落及鋼筋生銹、腐蝕、斷裂等現象，可能危害碼頭結構安全，建議進一步實施細部檢測並進行結構安全分析。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
96 年 5 月	134	200	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 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 Survey of Wharf Structures at Ports(2/4)			
ISBN (OR ISSN) 978-986-00-9798-6 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009601222	IOT SERIAL NUMBER 96-70-7284	PROJECT NUMBER 95-H1DA001-1
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ko Cheng-long PROJECT STAFF: Cheng Kuei-ching, Cheng Jao PHONE: (04) 26587118 FAX: (04) 26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2006 TO December 2006
KEY WORDS: Steel sheet-pile, Corrosion, Cathodic protection, Sacrificial anode, Protective potential			
Abstract: Concrete and steel are two main materials for wharf constructions. Structures under marine severe environmental ingress are easily causing concrete deteriorated and steel corroded. In order to assure operational safety and to extend the service life of harbor structures, wharf #1 of Makong Harbor and pile wharves (#W16 ~ #W18), sheet-pile wharves (#E2 ~ E7), reinforced concrete-pile wharves (#E19 & W14) of Keelung Harbor are under survey in this year. The investigation shows that sheet/ pile-steel wharves while applied sacrificial anode protection have no significant corrosion. The steel corrosion rates were much lower than the design allowance values. Decks and girders of #E19 and #W14 of Keelung Harbor are founded spalled, deteriorated about concrete and corroded and broken about re-bar. These will damage the wharf safety. Therefore, further detailed inspection and structural safety analysis are strongly suggested.			
DATE OF PUBLICATION May 2007	NUMBER OF PAGES 134	PRICE 200	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
表目錄	VI
圖目錄	VIII
第一章 前言	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 預期成果	2
第二章 文獻回顧	3
2.1 碼頭 R.C.面版之劣化損壞原因	3
2.1.1 外力作用之破壞	3
2.1.2 建造材料之劣化	3
2.2 鋼材之腐蝕機理	6
2.2.1 影響鋼板樁腐蝕之因子	6
2.2.1.1 曝露區域	6
2.2.1.2 海水的性質	8
2.2.2 鋼構造物在海洋環境中的防蝕方法	11
2.3 陰極防蝕	14
2.3.1 陰極防蝕方法	14
第三章 研究規劃與調查方法	17

3.1 規劃流程 -----	17
3.2 資料蒐集與分析 -----	18
3.3 檢測範圍 -----	18
3.4 檢測內容 -----	18
3.4.1 陸上目視檢測 -----	18
3.4.2 鋼板（管）樁水下檢測 -----	18
3.4.3 棧橋式混凝土基樁碼頭目視檢測 -----	21
第四章結果與討論 -----	23
4.1 馬公港碼頭現況檢測 -----	26
4.1.1 馬公港 1 號碼頭水下檢測 -----	43
4.1.2 馬公港 1 號碼頭陽極塊調查 -----	27
4.1.3 馬公港 1 號碼頭陽極塊發生電位 -----	44
4.2 基隆港鋼板樁現況檢測 -----	47
4.2.1 東 2 碼頭 -----	48
4.2.2 東 3 碼頭 -----	52
4.2.3 東 4 碼頭 -----	56
4.2.4 東 5 碼頭 -----	59
4.2.5 東 6 碼頭 -----	63
4.2.6 基隆港西 27 號碼頭 -----	66
4.2.7 西 16 至西 18 號碼頭 -----	69
4.2.8 東 19 號碼頭 -----	71

4.2.9 西 14 號碼頭-----	75
第五章 結論與建議-----	79
5.1 結論-----	79
5.2 建議-----	79
參考文獻-----	80
附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼管樁厚度檢測結果-----	附錄 1-1
附錄二 審查意見處理情形表-----	附錄 2-1
附錄三 簡報資料-----	附錄 3-1

表 目 錄

表 2.1 外加電流法與犧牲陽極法之特性比較-----	15
表 3.1 海水中鋼構造物之防蝕保護電位標準-----	17
表 4.1 馬公商港碼頭基本資料 -----	24
表 4.2 馬公港 1 號碼頭鋼管樁之平均腐蝕速率-----	28
表 4.3 馬公港 1 號碼頭鋼管樁腐蝕速率 (1) -----	29
表 4.4 馬公港 1 號碼頭鋼管樁腐蝕速率 (2) -----	30
表 4.5 馬公港 1 號碼頭鋼管樁保護電位值 (1) -----	41
表 4.6 馬公港 1 號碼頭鋼管樁保護電位值 (2) -----	42
表 4.7 馬公港 1 碼頭陽極塊發生電位量測結果 (1) -----	45
表 4.8 馬公港 1 碼頭陽極塊發生電位量測結果 (2) -----	46
表 4.9 基隆港結構型式 -----	48
表 4.10 Z-38 鋼版樁斷面性能-----	50
表 4.11 基隆港東 2 碼頭鋼板樁厚度檢測結果-----	51
表 4.12 基隆港東 2 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率-----	51
表 4.13 基隆港東 2 碼頭鋼板樁保護電位量測值-----	53
表 4.14 基隆港東 3 碼頭鋼板樁厚度檢測結果-----	54
表 4.15 基隆港東 3 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率-----	55
表 4.16 基隆港東 3 碼頭鋼板樁保護電位量測值-----	56
表 4.17 基隆港東 4 碼頭鋼板樁厚度檢測結果-----	57
表 4.18 基隆港東 4 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率-----	58

表 4.19	基隆港東 4 碼頭鋼板樁保護電位量測值	59
表 4.20	基隆港東 5 碼頭鋼板樁厚度檢測結果	61
表 4.21	基隆港東 5 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率	62
表 4.22	基隆港東 5 碼頭鋼板樁保護電位量測值	63
表 4.23	基隆港東 6 碼頭鋼板樁厚度檢測結果	64
表 4.24	基隆港東 6 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率	65
表 4.25	基隆港東 6 碼頭鋼板樁保護電位量測值	66
表 4.26	基隆港東 7 碼頭鋼板樁破洞位置	66
表 4.27	基隆港東 7 碼頭鋼板樁厚度檢測結果	67
表 4.28	基隆港東 7 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率	68
表 4.29	基隆港東 7 碼頭鋼板樁保護電位量測值	69
表 4.30	基隆港西 16 至西 18 號碼頭鋼板樁保護電位量測值	70
表 4.31	基隆港東 19 號碼頭調查結果	72

圖 目 錄

圖 3.1 調查規劃流程圖 -----	17
圖 3.2 檢測水深標示方式 -----	19
圖 4.1 馬公港碼頭平面圖 -----	23
圖 4.2 馬公港港區陸上調查結果 -----	25
圖 4.3 馬公港 1 號碼頭鋼管樁結構斷面 -----	26
圖 4.4 馬公港 1 號碼頭水下檢測結果 -----	27
圖 4.5 馬公港 1 號碼頭鋼管樁平均腐蝕速率與水深之關係-----	28
圖 4.6 馬公港 1 號碼頭第 1 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係-----	31
圖 4.7 馬公港 1 號碼頭第 3 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係-----	32
圖 4.8 馬公港 1 號碼頭第 3-5 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係 ---	33
圖 4.9 馬公港 1 號碼頭第 6 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係 -----	34
圖 4.10 馬公港 1 號碼頭第 7 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係 ----	35
圖 4.11 馬公港 1 號碼頭第 8 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係 ----	36
圖 4.12 馬公港 1 號碼頭第 9 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係 ----	37
圖 4.13 馬公港 1 號碼頭第 10 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係---	38
圖 4.14 馬公港 1 號碼頭第 11 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係---	39
圖 4.15 馬公港 1 號碼頭第 12 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係---	40
圖 4.16 馬公港 1 號碼頭陽極塊安裝位置 -----	43
圖 4.17 馬公港 1 號碼頭陽極塊斷面型式 -----	43
圖 4.18 基隆港碼頭平面圖 -----	47

圖 4.19	基隆港東 2 至東 4 碼頭斷面	49
圖 4.20	Z-38 鋼板樁型式	49
圖 4.21	基隆港東 2 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係	52
圖 4.22	基隆港東 3 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係	55
圖 4.23	基隆港東 4 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係	58
圖 4.24	基隆港東 5 至東 7 碼頭斷面示意圖	59
圖 4.25	基隆港東 5 碼頭岸壁崩塌傾斜位置	60
圖 4.26	基隆港東 5 碼頭岸壁崩塌傾斜情形	60
圖 4.27	基隆港東 5 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係	62
圖 4.28	基隆港東 6 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係	65
圖 4.29	基隆港東 7 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係	68
圖 4.30	基隆港西 16 至西 18 號碼頭斷面示意圖	69
圖 4.31	基隆港東 19 號碼頭斷面示意圖	71
圖 4.32	基隆港東 19 號碼頭損壞情形 (1)	73
圖 4.33	基隆港東 19 號碼頭損壞情形 (2)	74
圖 4.34	基隆港西 14 號碼頭平面配置圖	75
圖 4.35	基隆港西 14 號碼頭混凝土基樁斷面	75
圖 4.36	基隆港西 14 號碼頭損壞情形 (1)	77
圖 4.37	基隆港西 14 號碼頭損壞情形 (2)	78

第一章 前 言

臺灣四周環海，港灣構造物除遭受惡劣的海洋環境侵蝕外，並需經年累月承受颱風侵襲所挾帶之強風猛浪及豪雨，此外，由於板塊作用經常發生規模不小之地震，均造成港灣構造物劣化毀損機率高於其他構造物。

港灣構造物主要包含防波堤及碼頭。碼頭則為提供船舶停靠、裝卸貨物之重要設施，其建造材料可分為鋼筋混凝土及鋼材兩種。由於國內主要商港部份碼頭設施使用已久，設施材料面臨日漸老化及劣化之問題，但考量營運及績效，碼頭改建困難；且碼頭改建需耗較長時間及龐大經費，因此，定期檢測及維修是延長碼頭壽命及確保營運安全有其必要。

1.1 研究動機

國內商港碼頭構造型式主要為鋼板樁碼頭及棧橋式碼頭。鋼板樁碼頭使用鋼板樁作為檔土用；棧橋式碼頭則可分為以鋼管樁或混凝土基樁兩種。雖然鋼材具有較高強度、易塑造之特性，且施工快速等優點，但易發生腐蝕破壞，常因置於空氣中、飛沫帶及海水中，因氧化作用而產生的腐蝕，嚴重者會造成厚度減少、穿孔等現象會造成強度衰減而導致碼頭損壞。

碼頭之鋼筋混凝土結構部份，由於到波浪、地震、船撞擊等外力及遭氯離子、二氧化碳、硫酸鹽等侵入，造成混凝土發生龜裂、鬆脫、剝離等劣化情形，及鋼筋外露、鏽蝕、膨脹、斷裂等現象。將造成強度降低，危及碼頭承載能力。

目前碼頭靠泊之船舶多遠大於當初設計時噸位，碼頭構造物會因承受過大之應力而有加速損壞之跡象。鋼構碼頭常用鋁陽極塊提供鋼材防蝕所需。本研究將就鋼構碼頭之鋼材腐蝕、陽極塊消耗現況與防

蝕電位等進行調查。

1.2 研究目的

為確保碼頭營運安全，本研究選定馬公港 1 號及基隆港西 16 至西 18 號棧橋式鋼管樁碼頭、基隆港東 2 至東 7 版樁式鋼板樁碼頭、與東 19、西 14 號棧橋式混凝土基樁碼頭等進行現況調查，期能更了解選定之各碼頭構造物現況，並將研究成果配合本所港研中心碼頭本體設施維護管理系統建置之研究結果，提供各港務維護單位執行碼頭構造物安全檢測與評估之參考。

1.3 預期成果

1. 了解馬公港鋼管樁腐蝕現況及防蝕措施成效
2. 了解基隆港東西兩岸鋼板（管）樁腐蝕現況及防蝕措施成效
3. 了解基隆港東西兩岸混凝土基樁棧橋式碼頭現況，探討劣化原因及檢測方法。
4. 配合本所港研中心碼頭本體設施維護管理系統建置之研究結果建立各港碼頭構造物資料庫，提供各港務維護單位執行碼頭構造物安全檢測與評估之參考。

第二章 文獻回顧

2.1 碼頭 R.C.面版之劣化損壞原因

碼頭 R.C.面版劣化損壞可能原因，可分為外力作用之破壞與建造材料之劣化等兩大因素來探討。

2.1.1 外力作用之破壞

港灣及海域中構造物經常遭受外力之襲擊而造成劣化損壞，除了大自然不可抗拒之天災諸如(颱風、暴)風災、地震等力外，最主要之外力作用應是來自海(波)浪之衝擊。而船舶靠岸之碰撞、裝卸作業不當或基樁不均勻沉陷等因素，亦是造成港灣構造物損壞之原因[2,3]。由於受到外力破壞之原因甚為複雜且不易釐清，本文僅單純從建造材料之劣化損壞探討之。

2.1.2 建造材料之劣化

棧橋碼頭 R.C.面版主要構材為混凝土與鋼筋，其材料劣化可能之原因如下；

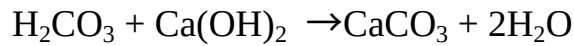
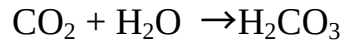
2.1.2.1 混凝土之劣化

(1)混凝土之中性化

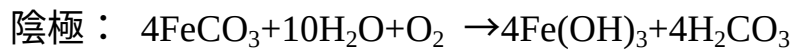
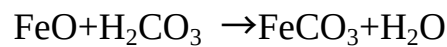
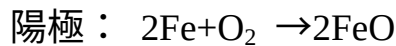
混凝土因水泥水化作用具強鹼性質，在此環境下，鋼筋表面形成一層具有保護作用之鈍態氧化膜。當大氣中之二氧化碳 (CO_2) 滲入混凝土之孔隙溶液中，會與鹼性之水泥水化產物(氫氧化鈣， $\text{Ca}(\text{OH})_2$) 發生作用，生成碳酸鈣 (CaCO_3) 化合物，由於碳酸鈣具微酸性，容易析出形成白樺現象，並降低混凝土鹼性環境。當混凝土漿體之 pH 值降到 9 以下，鋼筋表面之鈍態膜將失去對鋼筋保護的作用，鋼筋甚易發生腐蝕行為。混凝土因中性化導致鋼筋腐蝕，其化學反應過程可分為

下列二階段完成；

a.中性化過程：

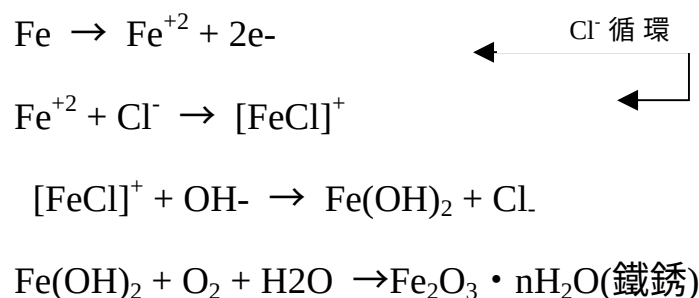


b.鋼筋腐蝕過程：



(2)氯離子之侵蝕

氯離子(Cl^-)對鋼筋之侵蝕乃是 Cl^- 會破壞鋼筋表面的鈍態保護膜，造成鐵離子(Fe^{+2})的溶出，並生成水溶性的氯化鐵(FeCl_2)錯合物。氯化鐵錯合物會溶解且離開鋼筋的表面，擴散進入混凝土的孔隙溶液中，與氫氧根離子(OH^-)反應生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，同時釋放出 Cl^- ， $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 會進一步與氧、水反應生成鐵銹。上述一連串的反應，鋼筋將不斷地產生腐蝕反應，使鐵離子溶出離開鋼筋表面，且由於反應中會再度釋放出 Cl^- ，使得 Cl^- 可以反覆不斷地參與腐蝕反應，其侵蝕機理與反覆過程如下：



(3)混凝土之龜裂

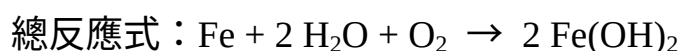
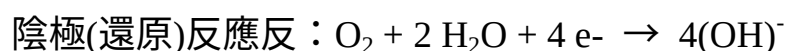
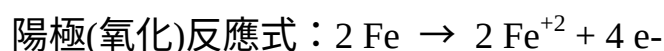
鋼筋混凝土結構物由於施工過程、材料耐久性、載重狀況、基礎沉陷等原因，均會造成結構物之破裂。這些破裂前所產生之裂縫的形狀、方向及大小對鋼筋腐蝕有相當程度的影響。混凝土一旦破裂，外界之濕氣或氯化物將直接侵入與鋼筋接觸，造成鋼筋快速腐蝕，當裂縫的寬度愈大時，腐蝕將會加速。

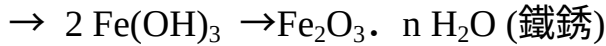
(4)材料與施工品質

混凝土之品質與建造材料及施工作業有很大的關係，施工前對材料之檢測與品質是必要的。如使用活性骨材、含氯化物之材料(諸如添加 CaCl_2 摻料，海砂等)、水泥中 C_3A 或鹼含量過高時，均可能造成鋼筋混凝土結構物嚴重劣化、腐蝕。

2.1.2.2 鋼筋之腐蝕

混凝土在水泥水化過程中，孔隙溶液因含有鈉(Na)、鉀(K)等鹼性物質以及飽和的氫氧化鈣溶液，致使混凝土漿體之 pH 值維持在 13 左右。在此強鹼性環境下，鋼筋表面產生一層鈍化氧化膜($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)，此氧化膜非常穩定且緊密附著於鋼筋表面，能有效的阻隔水份與氧氣接觸鋼筋，阻止鋼筋發生腐蝕。但是，若混凝土內存有過量的氯離子，則其鈍態保護膜將被破壞，鋼筋表面形成陽極區。陽極區上之鐵(Fe)因氧化而變成鐵離子(Fe^{+2})溶出於孔隙溶液中，而電(荷)子則經由鋼筋傳導至含有水份和氧氣的區域(陰極區)，產生陰極反應。當陽極與陰極反應同時產生時，便會產生腐蝕電流，使得孔隙溶液中的 Fe^{+2} 向陰極移動，而帶負電荷的 OH^- 則向陽極移動，兩者結合成不溶於水之氫氧化鐵($\text{Fe}(\text{OH})_2$)化合物，沈積在陰極與陽極間的鋼筋表面上。鋼筋腐蝕之化學反應式如下：

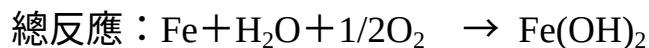
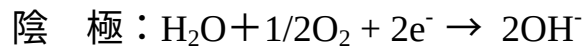
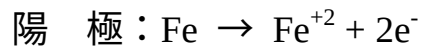




2.2 鋼材之腐蝕機理

金屬發生腐蝕為一自然的反應程序，大多數的金屬材料曝露於大氣環境下，都會自然發生物質退化，逐漸被腐蝕的現象，尤其是在酸、鹼或海水等環境下，腐蝕更趨嚴重。腐蝕是電化學反應之行為，其間涉及電子的轉移，如金屬由原子狀態因放出電子而變成金屬離子，或金屬離子因獲得電子而成為金屬，因而構成氧化(陽極)及還原(陰極)反應之發生。因此，任何腐蝕的發生，必須具有陽極反應和陰極反應以及能使電子或離子流動轉移之導電途徑(亦即電解質)，形成一封閉的導電迴路。

海水中之鋼材如鋼板樁之表面，因同時具有許多高活性區域(陽極反應)與鈍化區域(陰極反應)所形成之許多小腐蝕電池(corrosion cell)系統，導致鋼材發生表面腐蝕現象。鋼材在海水中發生腐蝕之電化學反應程序如下：



$\text{Fe}(\text{OH})_2$ 並繼續反應，生成紅銹 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 或黑銹 $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 產物。

2.2.1 影響鋼板樁腐蝕之因子

2.2.1.1 曝露區域

從許多調查研究發現，海洋結構物腐蝕的部位及速率有很明顯的差異。由於彼此接觸(曝露)環境不同，其腐蝕形態亦不同，一般將海洋環境區分成五個曝露區域。

1.大氣帶

此區域之鋼結構物不接觸海水，表面完全曝露接觸大氣中之各種介質，諸如氣體、日照……等大自然介質，由於海洋大氣中含有較高濃度之海鹽粒子，加上濕度大、日照、溫度之變化，鋼材外表很容易受到侵蝕，其腐蝕速率為一般內陸地區大氣腐蝕的 2~5 倍。

2.飛沫帶

自平均高潮位以上至海面大氣帶下端，屬於海洋大氣與海水交界面。鋼材曝露於此範圍內時，由於不斷反覆地受到海浪的潑濺以及日曬乾燥，產生乾濕循環作用，致使附著鋼材表面之鹽份及氧氣濃度不斷增濃，腐蝕最為嚴重，為五個曝露區域中，腐蝕最嚴重的部位。一般低碳鋼如沒有任何防蝕處理時，其腐蝕速率可達 0.5~1.0 mm/yr.，約為海中帶的 5 ~ 10 倍。

3.潮汐帶

此區域介於高低潮位之間，由於受到海水漲退潮之變化，鋼材表面週期性的接觸海水浸泡及曝露於大氣中，猶如進行乾濕循環作用。由於空氣與海水波浪之交夾作用，致使海水中之溶氧濃度高，因而在潮汐帶下方緊鄰海中帶之部份，形成一個氧氣濃淡電池作用之現象。溶氧量高之潮汐帶中之鋼材，可視為一陰極反應面積，腐蝕速率低，而低潮位下約 1 米處(亦即海中帶部份)，因溶氧量低，故可將海中帶內之鋼材當成陽極反應部位，因此腐蝕量較大。由於受到氧氣濃淡電池作用，潮汐帶中之腐蝕速率為五個曝露區域中最低者。

4.海中帶

自低潮位下端至海泥(床)帶間，在此範圍內整個結構體完全浸泡於海水中。此區域之上端邊緣與最低潮位緊鄰的部位，因氧氣濃淡電池之作用，曝露於海中帶之鋼材則可視為一陽極反應區域，因此鋼材位於海中帶上端部份之腐蝕速率很大，極需做適當的防蝕保護

措施。在此區域中，海生物之附著問題，海流之沖擊、水溫及溶氧量等因素，亦會影響腐蝕速率。海水中鋼鐵之腐蝕速率一般為 0.1 ~ 0.2 mm/yr。

5.海泥(床)帶

鋼材埋入於海底土層之部份，由於與海水接觸面較小，其腐蝕速率相對很小。但在污染海域中，如有硫化氫 (H_2S) 或海泥中有硫酸還原細菌存在的話，則鋼材的腐蝕性會增加，腐蝕速率變大。

2.2.1.2 海水的性質

海水是一個極複雜的水溶液，為大自然環境下一個包容性非常大的緩衝溶液，碼頭鋼板(管)樁絕大部份(約 80%)都浸泡於海水溶液下，其間金屬材料發生腐蝕之變化很大，因此有關海水之化性、物性及相關影響因素都必須深入探討之。

1.含鹽量

海水因含有很高的鹽份(以氯離子濃度或鹽度表示之)，為鋼材最易發生電化學腐蝕反應之環境。在廣闊的大海中，海水中約含有 3.5 % (重量百分比)之氯入鈉或鹽度約介於 32 ~ 36 之間。在封閉的海灣水域，由於蒸發作用致使海水鹽度較高，例如紅海其鹽度約為 41。而在有河川流入之海口附近，因受陸地淡水溪流之稀釋，則鹽度較低。

海水中之 Cl^- 能穿透破壞鋼材表面之鈍化性質或阻止鈍態保護膜之生成，因而使鋼材表面發生腐蝕。含鹽量之多寡與溶氧量、pH 值、溫度、水深等均有相互關係。

2.溫度

海水之表面溫度，常因地球緯度之影響而有所變化。其範圍從極地-2°C至赤道 35°C之間。依據動力學理論，溫度每上昇 10°K，腐蝕速率將增加一倍。當海水溫度升高時，致使鋼材變成為較不高

貴電位之金屬，此時鋼材之腐蝕電位開始移向電位更負之方向，亦即鋼材更容易進行腐蝕反應。港灣結構物等開放系統，隨溫度上升，溶氧量減少，鋼鐵之腐蝕速率為最大，而如海水管線等密閉系統，沒有溶氧量減少之發生，故腐蝕速率隨溫度之上升而遞增。

3.pH 值

海水之 pH 值在正常情況下介於 8.1 至 8.3 之間。但在停滯不流動之港灣海域中或海水中含有大量有機物體，可能使海水變成較酸性，海水之 pH 值降低至 7.0 以下。pH 值之變化隨著海水之深度、溫度、溶氧量…等因素之不同而異。

鋼材在海水中極易發生腐蝕，金屬表面生成一層阻礙氧氣擴散之 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 膜，隨著腐蝕之進行，此膜不斷的更新滋長，並與鹼性海水接觸，因此鐵表面之 pH 值約為 9.5。當海水 pH 值低於 4 時，鋼材表面之 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 鈍態保護膜被溶解，鐵表面之 pH 值降低。鐵材之次表面層不斷地析出且更能直接與海水接觸，腐蝕速率增大約等於氫氣生成與氧氣去極化作用所產生之腐蝕速率。而 pH 值大於 10 時，增加環境之鹼性，亦增加鋼材表面之 pH 值，因此鐵表面之鈍態保護膜不易溶解，腐蝕速率大幅降低。

4.溶氧量

氧是海水中金屬發生腐蝕最主要的催化劑。海水中鋼材之腐蝕速率依其表面之溶氧量而定，若海水之溶氧量增加時，則接觸鋼材表面之氧量增加，其腐蝕速率增大。在正常的大氣壓下，海水之溶氧量隨著溫度及鹽度之變化，維持一平衡關係。

溶氧量亦隨海水深度而有所差異，主要受到海中植物進行光合作用或有機生物體之分解作用，而致使溶氧量有所消長，在深海處溶氧量低，對大多數之金屬而言，其腐蝕速率相對亦低。溶氧量亦受海水流速之增大而增濃，亦受某些好氧細菌之作用(消耗)而降低濃度。

5.比導電度

海水之比導電度(conductivity)是決定金屬腐蝕量多寡之一個重要因素，尤其是在有伽伐尼偶合作用(Galvanic coupling)及金屬表面局部有間隙存在的地方。海水較其它水溶液比具有很高的比導電度，約比一般水溶液高 250 倍以上。海水之高比導電度容易造成鋼材表面大面積的發生腐蝕反應，尤其是鋼材表面之陽極面積小而陰極面積大時，腐蝕更是嚴重，最後形成局部孔蝕或間隙腐蝕。比導電度之倒數稱謂之比電阻(resistivity)。

6.深度

美國海軍試驗站研究人員於 1966 年，曾在太平洋的試驗站所做的深海腐蝕試驗，結果顯示，腐蝕速率隨著深度之增加而呈遞減趨勢，但如深至海床泥土時，若有硫化化合物存在時，更能助長厭氧性之硫酸還原菌之滋長，可能加速金屬之腐蝕反應速率。

7.流速

海水流速對金屬腐蝕速率有多方面的影響。它不但能造成增加較易到達接觸金屬表面之溶氧量，又能因海流衝擊之機械效應，去除金屬表面鈍態保護膜，更促使氧氣較易對金屬表面進行擴散及濃度極化，造成金屬發生腐蝕。

8.迷失電流

迷失電流乃指不沿正規路徑，而走其它路徑流通之電流謂之。一旦這種迷失電流進入金屬結構物時，在離開結構物之處，會發生電蝕現象並加速腐蝕速率。海洋結構物諸如碼頭鋼板樁、油井平台，船舶停泊港口卸貨或進行電焊維修工程時或安裝防蝕系統(外加電流)時，其供電設備，可能發生斷路或漏電，這些電流可能經由船殼或直接流入海水中，由於海水是良好之電解質，更容易將這些電流傳導至鋼板樁等金屬結構物，迷失電流一旦進入結構物，則會加速腐蝕速率。

9.海生物附著

海水中包含有許多各種不同的有機生物體等，這些有機生物體有微污生物諸如細菌等，及巨污生物諸如海藻、藤壺、貝類等。由於海生物所排放之黏液(slime)容易附著於結構物表面上，接著形成生物黏液膜，萌芽的固著微生物體持久大量的附著，最後繁殖形成巨大的附著生物體，造成結構體局部的腐蝕劣化及荷重增加。

2.2.2 鋼構造物在海洋環境中的防蝕方法

依據鋼構造物在海洋環境曝露的區域，所使用的防蝕方法概述如下：

1.海洋大氣帶

鋼結構在海洋大氣帶的防蝕多採用有機重塗塗料，如油性塗料、氯化橡膠、環氧瀝青、乙烯塗料等，特別是在無機鋅底漆上再刷塗厚膜型的塗料；此外，使用常溫金屬鋁熔射、鋅熔射或鋅鋁熔射後再加上表面塗裝的防蝕方式，亦常為日本及歐美國家使用。

2.飛沫帶

由於碳鋼在飛沫帶的腐蝕速率最大，國內外採取的防蝕方法為（1）塗料，如無機鋅底漆+ Coating coal-Tar Epoxy 面漆，（2）有機被覆，如多元酯樹脂 PE、聚氨酯 PU 或環氧樹脂 Epoxy，（3）無機被覆，如混凝土包覆、FRP 包覆或中性石油脂防蝕帶包覆，（4）金屬包覆法，如不銹鋼包覆或低合金抗蝕鋼鐵(如 monel)。對於塗料，一般與海洋大氣帶所使用的塗料相同，但在此環境中耐久性較差且使用週期短；而有機被覆層則具有耐沖擊性且易於修補的特性；混凝土包覆其厚度增加則重量增加，一旦龜裂，修補困難；monel 金屬包覆的防蝕效果良好，但價格昂貴；至於陰極防蝕法，鋼樁在飛沫帶與潮汐帶的防蝕方法若僅採用陰極防蝕系統，會因鋼樁表面歇性乾燥的結果，造成陰極保護在潮間帶無顯著的防蝕功效。

美國腐蝕工程師學會(NACE International)曾於其技術報告 #1G194, 針對飛沫帶鋼鐵結構之防蝕材料、工法, 建議如下:

(1) 圍堰塗裝

圍堰塗裝(Cofferdam and Coat, C & C)於現場施工時, 需利用鐵製的圍堰將被塗的結構物圍起, 並將圍堰與結構物間的海水抽乾, 乾燥後, 將傳統飛沫帶新結構物使用之有機重塗塗料, 如無機鋅粉底漆+環氧樹脂中層漆+壓克力或 PU 面漆)塗佈於結構物表面。因施工時需要圍堰措施, 故此系統僅能供鋼管樁之直線區域施工。

(2) 中硬化環氧樹脂

水中硬化環氧樹脂(Underwater-Curing Epoxy, UCE)為 100%固化的樹脂, 可在潮濕的環境或水中施工, 並於空氣或水下硬化。一般而言, 此類環氧樹脂於潮間帶使用時, 其乾膜厚度應在 0.5 至 2.0 mm 之間。該塗料技術發展至今已 20 多年, 其有相當好的抗蝕性與抗陰極剝離能力, 且當樹脂硬化後, 可承受波高 1m 的衝擊。再者, 因其有可在水下施工的特性, 所以被塗裝之鋼板(管)樁無幾何形狀的限制, 即任何型式之鋼樁, 均可用此水中硬化環氧樹脂施工。

(3) 水中硬化環氧複合樹脂

水中硬化環氧複合樹脂(Underwater-Curing Epoxy-Based Composite, UCEC, Systems)與水中硬化環氧樹脂相類似, 僅於樹脂中添加玻璃纖維, 以增加塗料的強度與穩定性。其有相當好的抗蝕性與機械特性, 但在波高 0.6 m 時就無法施工。使用對象僅為鋼管樁, 無法在直線型或 Z 型的鋼樁上使用。

(4) 石油脂防蝕帶包覆

石油脂防蝕帶包覆(Petrolatum/Wax-Based Composite, PBC, System)係以耐腐蝕合成纖維為襯材, 兩面塗覆中性石油脂防蝕劑並被覆一層高密度聚乙烯膠膜; 防蝕劑中添加惰性劑、祛水劑等

成份，以增進適合水下使用與抑制銹蝕之功能。但其機械性能不佳，若暴露於大氣或海水中，可能受外界環境之機械衝擊(如波浪衝擊)，須另加一機械夾層補強，夾層材質如 PE、PVC、或 FRP 等。一般而言，防蝕帶包覆系統僅能在波高 0.6 m 下施工，施工完成後可抵抗波高 1m 的衝擊，但其保護對象僅限於鋼管樁之直線部份。

(5) 矽膏防蝕帶包覆

矽膏防蝕帶包覆系統(Silicone Gel-Based Composite, SGBC, System)可分兩部份：矽膏內襯與 urethane 外襯。矽膏內襯的主要功用為在鋼鐵表面形成防水機制，而 urethane 外襯則提供機械性的保護，避免矽膏內襯受到波浪作用或其他機械原因而破壞。與石油脂防蝕帶包覆系統相似，矽膏防蝕帶包覆系統僅能在波高 0.6 m 下施工，施工完成後可抵抗波高 1m 的衝擊；其保護對象仍限於鋼管樁，無法使用於直線型或 Z 型的鋼板樁上。

(6) 混凝土複合包覆

混凝土複合包覆(Concrete Composite System)乃是利用 PE 或 FRP 作為外部夾層，而夾層與被保護結構物間預留 9.5 至 32 mm，內注混凝土將水排出，固化後即形成包覆。其施工在波高 1.2 m 時仍可進行，且混凝土固化凝結後可抵抗波高 1m 以上的衝擊；但因包覆形狀的限制，此系統僅能在鋼管樁之直線部份施工。

(7) 金屬包覆(Alloy Sheathing)

金屬包覆的方式是將 1-5 mm 厚的銅鎳合金，如 Nickel-Copper Alloy 400 (UNS N04400)、90/10 Copper-Nickel (UNS C70600)焊接到碳鋼組件，再將碳鋼組件組合至結構體。由於焊接施工的困難，金屬包覆系統在波高 0.6 m 時就無法施工，但一旦完成，可抵抗波高 1m 以上的衝擊。其施工對象包含鋼管樁及直線型或 Z 型板樁。

3.潮汐帶

雖然碳鋼在潮汐帶的腐蝕速率較低，但其上部緊鄰腐蝕最為嚴重的飛沫帶，隨著潮水的漲落，潮汐帶與飛沫帶並無明顯的界限，因此位於潮汐帶鋼鐵結構物之防蝕方法與飛沫帶相同。

4.海中帶

一般採用陰極防蝕或外加保護塗層、被覆或兩者結合之工法，即將鋼鐵極化，使鋼鐵的保護電位達到 $-800\text{ mV} \sim -1100\text{ mV}$ (vs. Ag/AgCl [sw] ，海水氯化銀參考電極)。

5.海泥帶

一般採用與海中帶相同的防蝕方法。如採用陰極防蝕設計時，該區帶所需的保護電流密度約為海中帶的五分之一^[5]。

2.3 陰極防蝕

2.4.3 陰極防蝕方法

陰極防蝕的方法有兩種，一為外加電流法，一為犧牲陽極法。外加電流法主要是利用一外部電源來提供陰極與陽極之間的電位差。陽極必須接於電源之正端，而被保護金屬則接於電源的負端。

犧牲陽極法主要是利用電位較負之金屬(如鎂、鋁、鋅)為陽極，與被保護金屬於介質(如土壤、水、混凝土等)中聯結，形成一電化學電池，由於異類金屬相接觸，活性較大(active)之金屬(陽極)會在反應中被消耗，而鈍性(noble)的鋼板管樁(陰極)會因此而被保護。

一般而言，外加電流法較犧牲陽極法複雜，且外加直流電之費用也比安裝犧牲陽極高。然前者可使用可變電源，來保護較大面積之裸鋼或良好被覆的結構物；後者則可應用於結構物之保護電流量需求較少，或介質之比電阻較低的環境。表 2.1 為兩者的特性比較。

表 2.1 外加電流法與犧牲陽極法之特性比較

外加電流法	犧牲陽極法
裝置複雜 需要定期維護 可使用於低導電性環境 初期成本較高 會造成以下若干問題： 雜散電流腐蝕 氫脆化 塗層剝落	裝置簡單、施工容易 維護需求少 適用於導電性好之環境 成本較低

第三章 研究規劃與調查方法

3.1 規劃流程

本研究參考國內外相關文獻與調查報告後，依實際需求擬訂適當之調查方法與試驗項目，調查規劃流程如圖 3.1 所示。

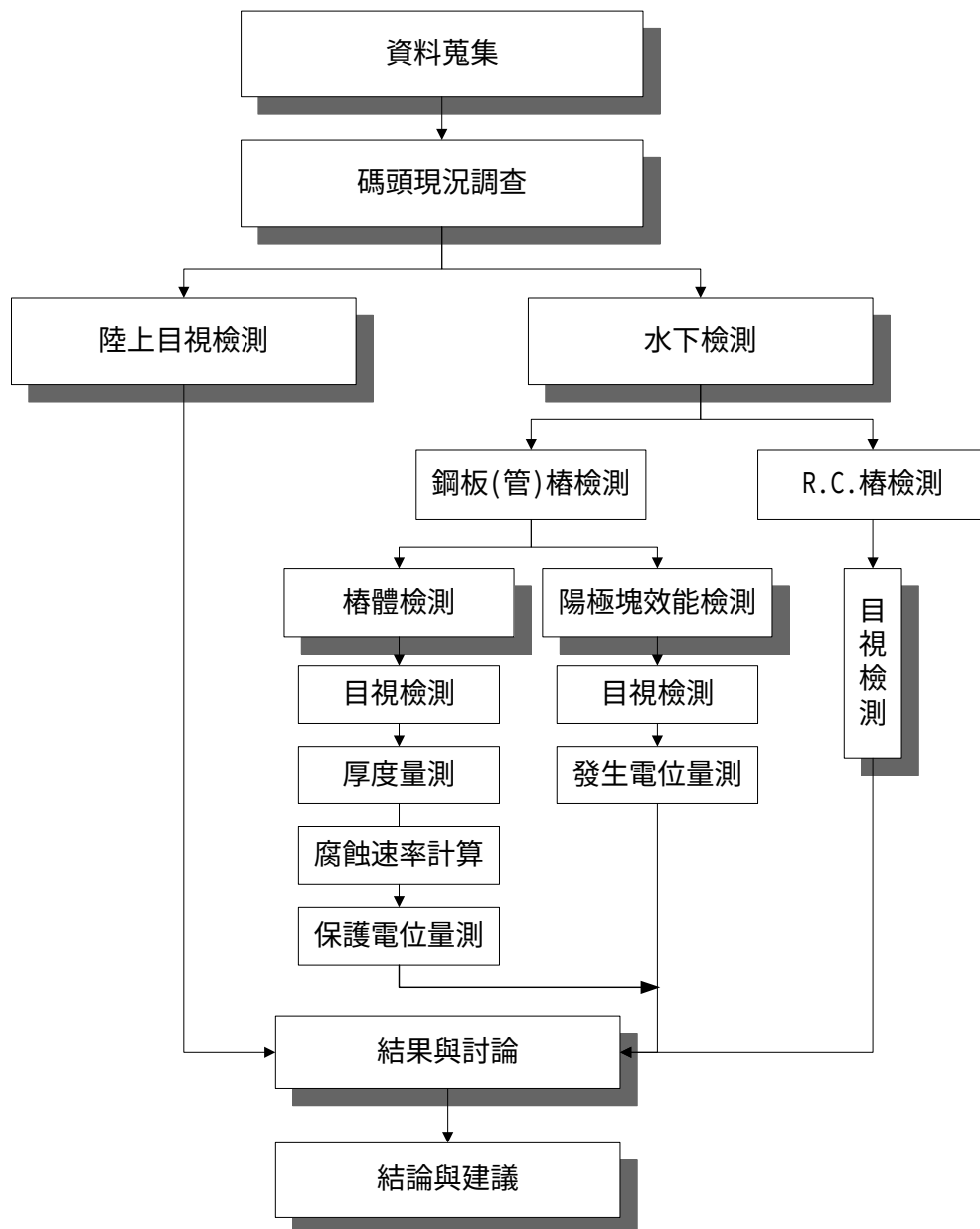


圖 3.1 調查規劃流程圖

3.2 資料蒐集與分析

蒐集鋼板（管）樁碼頭建造之原始資料，包括碼頭結構設計、板樁型式、防蝕處理方法、使用年限、施工、...等，以及國內外鋼板樁腐蝕防治相關文獻。

3.3 檢測範圍

本研究檢測範圍包括馬公港 1 號及基隆港西 16 及至 18 號棧橋式鋼管樁碼頭、基隆港東 2 至東 7 號版樁式鋼板樁碼頭、與東 19 西 14 號棧橋式混凝土基樁碼頭。

3.4 檢測內容

3.4.1 陸上目視檢測

近距離以目視及簡單量測儀器檢測碼頭面版、混凝土基樁等混凝土結構現況，檢測重點包括：水面上基樁表面腐蝕情況、混凝土保護層有否脫落、剝離及鋼筋外露、腐蝕、斷裂等。

3.4.2 鋼板（管）樁水下檢測

1.目視檢測

由潛水人員潛入水下，近距離以目視檢測鋼板（管）樁表面腐蝕情況，如發現有破洞或變形則應先標定位置，丈量或記錄破洞大小，再檢查鋼板（管）樁後方級配是否有流失、淘空等現象，最後以照相或攝影存證。

2.鋼板（管）樁厚度量測

(1) 選定檢測樁

馬公港 1 號之鋼管樁選取自海測算起第 1 列及第 3 列樁為測樁。

(2) 選定水深與量測位置

依鋼構碼頭之鋼樁腐蝕可能狀況及測樁位於海中帶之長度範圍，每支測樁選定二至十點水深作為量測點。U 型鋼板樁檢測凸面或凹面厚度，鋼管樁則依圓周四等分，取三或四點量測其厚度。檢測水深以平均海平面為基準，標示方式如圖 3.2 所示。

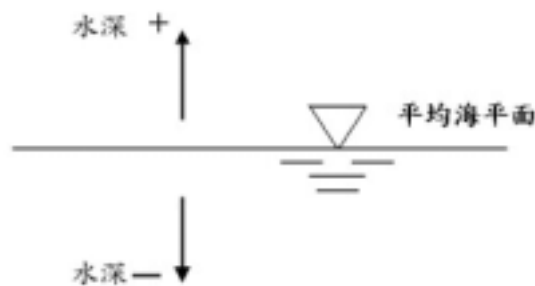


圖 3.2 檢測水深標示方式

(3) 厚度量測過程

使用工具敲除鋼板樁表面上附著之海生物體及鐵銹，敲除面積約 20 cm × 20 cm 左右後，以英國製之 Cygnus I 型超音波厚度儀之探頭，接觸已敲除清理乾淨之鋼樁表面，即可讀取鋼樁厚度。於每一水深測點量取兩次鋼樁厚度，平均後即為其現有厚度。

(4) 腐蝕速率計算

將各測點所測得之厚度數據平均之，可得鋼樁現有厚度。以鋼樁原有厚度減去現有厚度，得出鋼樁實際減少之厚度(即腐蝕厚度)。減少之厚度除以鋼樁使用之年期，即為其實際腐蝕速率。其計算公式如下；

$$\text{腐蝕速率} = \text{腐蝕量} / \text{使用年期}$$

$$= (\text{原始厚度}-\text{現有厚度}) / \text{使用年期} \quad (\text{公式 3.1})$$

3. 鋼板（管）樁保護電位量測

以銅/硫酸銅電極為準，量測時以高阻抗電位計或電錶之一端搭接於與鋼樁連結之不銹鋼電位測試棒上，另一端則置於欲量測之鋼樁旁。

防蝕效果的判斷標準如表 3.1 所示，若鋼鐵結構物之保護電位值較標準防蝕電位值為"負"時，鋼鐵結構物為保護狀態，若電位值比標準防蝕電位值"正"時，則表示保護不足或防蝕效果不佳。以飽和硫酸銅參考電極為例，若鋼鐵結構物之電位值較 -850 mV 為"負"，鋼鐵結構物為保護狀態，但若值較 -850 mV 為"正"，則表示保護不足或防蝕效果不佳。

表 3.1 海水中鋼構造物之防蝕保護電位標準

防蝕保護電位	參考電極
-780 mV	飽和甘汞電極 (SCE)
-800 mV	海水氯化銀電極 (Ag/AgCl/seawater)
-750 mV	飽和氯化銀電極 (Ag/AgCl/sat 'd KCl)
-850 mV	飽和硫酸銅電極 (Cu/CuSO ₄)

4. 陽極塊調查

(1) 陽極塊外觀檢查

由潛水人員於水下近距離直接目視檢查陽極塊消耗情形及有否脫落等。

(2) 陽極塊發生電位量測

潛水人員以飽和硫酸銅電極，置放於陽極塊之上、中、下三處，間隔約 30 公分，岸上人員於三用電錶上讀出電位值。將陽極塊附著之海生物去除後，再以上述方法量測電位一次。

3.4.3 棧橋式混凝土基樁碼頭目視檢測

由潛水人員潛入碼頭 R.C.面版底下，近距離目視檢測混凝土基樁樁體、R.C.面版、大樑及隔樑等混凝土結構體現況，檢測重點包括：結構體表面破損情況，如發現有混凝土保護層脫落、剝離及鋼筋外露、腐蝕、斷裂等異常現象，應先標定破損位置，並設法丈量或記錄破損大小，最後以照相或攝影存證。

第四章 結果與討論

4.1 馬公港碼頭現況檢測

馬公港為澎湖與臺灣本島間貨物運輸最主要之港口，其對澎湖群島之重要性不言可喻，全港區共區分九座碼頭，碼頭平面圖及使用現況如圖 4.1、表 4.1 所示，以 1、2、6-8 號碼頭最為重要。本所港研中心於民國 94 年已針對 6-8 號碼頭鋼管樁完成調查，本年度將以 1 號碼頭為調查對象。

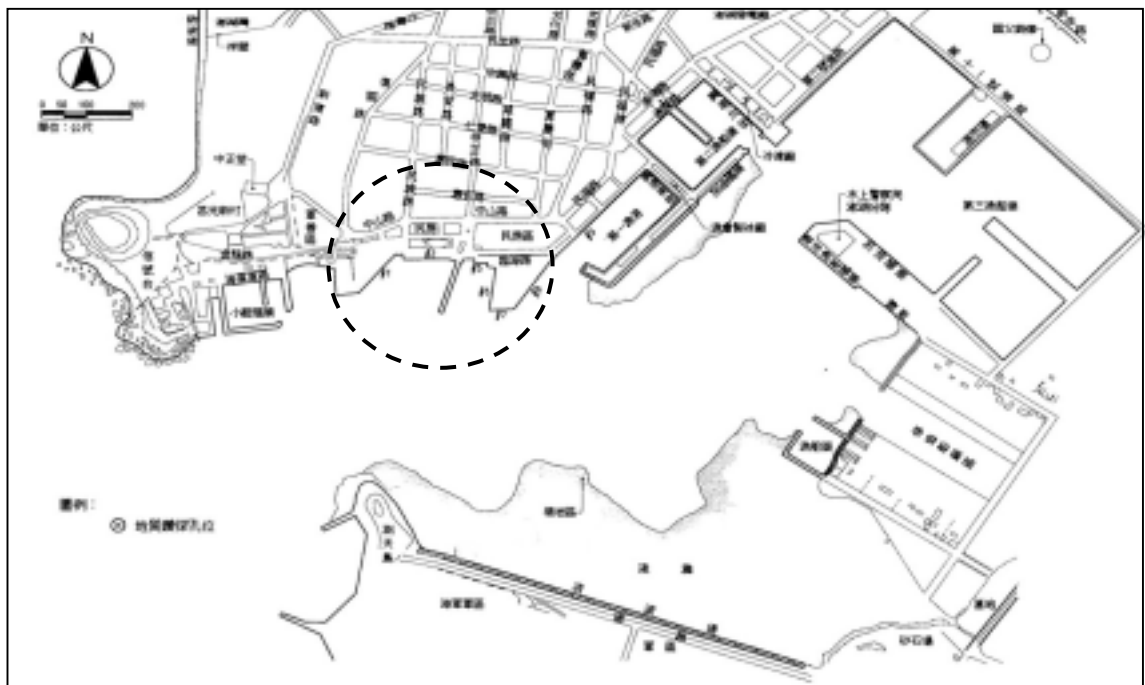


圖 4.1 馬公港碼頭平面圖

表 4.1 馬公商港碼頭使用現況說明表

碼頭 編號	長度	設計 水深	建造 年月	用途	備註
1 號 碼頭	127 m	－6.0m	71/4	客、貨運	鋼管樁棧橋式碼頭，可供 8000 噸級客輪靠泊，目前高馬線客貨輪「臺華輪」靠此碼頭。
2 號 碼頭	140m	－5.8m	61/6	客運	混凝土基樁棧橋式碼頭，12 層港埠大樓位於碼頭後線，可供 3000 噸級以下客輪靠泊
3 號 碼頭	137m	－5.0m－ －8.0m	60/6	卸油、卸 水、客運等	日據時代即有之突堤碼頭，無倉棧設施。
4 號 碼頭	128m	－3.5m－ －8.0m	60/6		
5 號 碼頭	60m	－3.5m	43/8	登陸艇	疊石岸壁式碼頭，無倉棧設施，可供軍方運補作業使用。
6 號 碼頭	103m	－7.5m	81/2	貨運	81 年改建為鋼管樁棧橋式東、南、西向三座碼頭，目前供高馬、安馬、布馬、花馬等航線 5000 噸級以下貨輪靠泊作業，無倉棧設施。
7 號 碼頭	56m	－7.5m	81/2	貨運	
8 號 碼頭	140m	－7.5m	81/2	貨運	
9 號 碼頭	65m	－2.5m－ －3.5m	29	離島交通 船	疊石岸壁式碼頭，無倉棧設施，因緊鄰馬公第一漁港且水深不足，目前未使用。

全港區陸上目視調查發現少數碼頭構造物有破損情形，包括基樁混凝土剝落、電位測試裝置生鏽、護舷碰墊破損及岸壁混凝土破損，如圖 4.2 所示，惟破損情形輕微不致影響營運安全。



(1) 1 號碼頭現況



(2) 1 號碼頭第 1 單元基樁混凝土剝落



(3) 1 號碼頭第 1 單元路面劣化情形



(4) 1 號碼頭第 7 單元電位測試裝置生銹



(5) 1 號碼頭第 7 單元護舷碰墊破損



(6) 4 號碼頭岸壁混凝土破損情形

圖 4.2 馬公港港區陸上調查結果

4.1.1 馬公港 1 號碼頭

本座碼頭建造於民國 71 年 4 月，全長為 127 公尺，靠海測前列樁之設計水深為 -6.0 公尺，民國 84 年改建為鋼管樁棧橋式結構，整座碼頭共分為 12 單元。潮汐帶部位之鋼管樁以混凝土保護，海中帶採用犧牲陽極塊法作為防蝕措施，每排打設 4 至 5 列鋼管樁，前 4 列鋼管樁以導電線焊接連通，陽極塊提供之保護電流能互相支援。碼頭結構斷面分別示於圖 4.3。

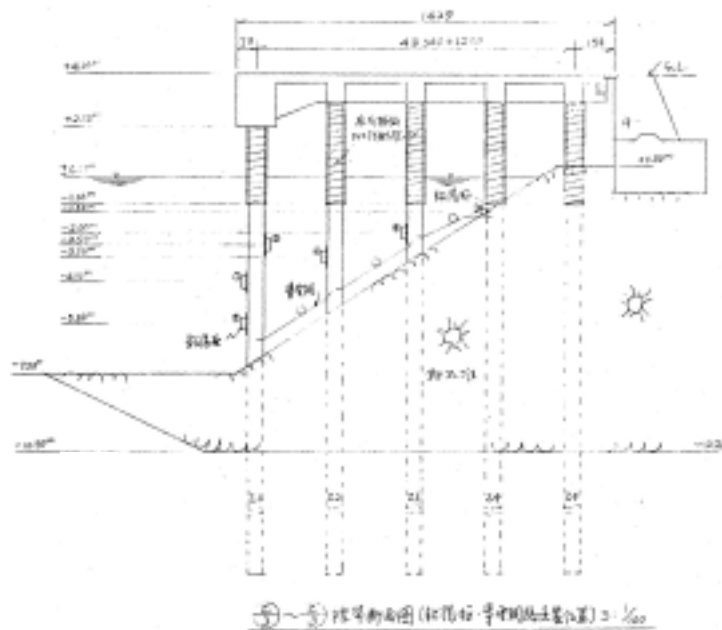


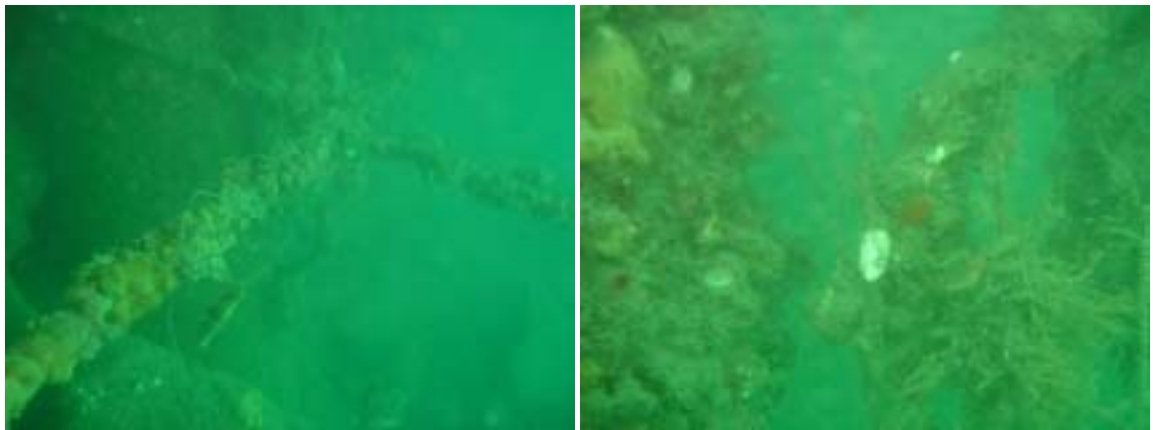
圖 4.3 馬公港 1 號碼頭鋼管樁結構斷面

1. 目視檢測

本座碼頭潮汐帶部位之鋼管樁以混凝土包覆保護，基樁外觀發現數處混凝土脫落、鋼筋外露情形（如圖 4.4），雖無立即性危害，仍應及早維修避免繼續損壞。鋼樁則無孔蝕或破洞等嚴重之腐蝕；潮汐帶及海中帶之鋼管樁表面附著許多如牡蠣、藤壺等大型海生物。



(1) 基樁混凝土脫落、鋼筋外露情形1 (2) 基樁混凝土脫落、鋼筋外露情形2



(3) 基樁聯通鋼線現況 (4) 基樁陽極塊佈滿漁網情形

圖 4.4 馬公港 1 號碼頭水下檢測情形

2. 鋼管樁厚度

本座碼頭因同排之鋼樁與樁鋼於靠海床處安裝導電網，及共選取 42 支樁為測樁，每支測樁依其所處實際水深，檢測水深為-1.0 m、-1.5 m、-2.0 m、-2.5 m、-3.0 m、-4.0 m 與-5.0 m 等 3 至 7 個不同水深測點。

表 4.2 及圖 4.5 為各檢測樁之平均腐蝕速率與水深之關係，各檢測水深之平均腐蝕速率為 0.04 ~ 0.05 mm/yr。表 4.3 至表 4.4 及圖 4.6

至圖 4.15 為各測樁腐蝕速率與水深之關係，單一測樁之最大腐蝕速率為 0.07 mm/yr.，低於設計允許值，腐蝕程度屬於輕微。

表 4.2 馬公港 1 號碼頭鋼管樁之平均腐蝕速率

水深(m)	-1.5	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-4.0	-5.0
腐蝕速率 (mm/yr.)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

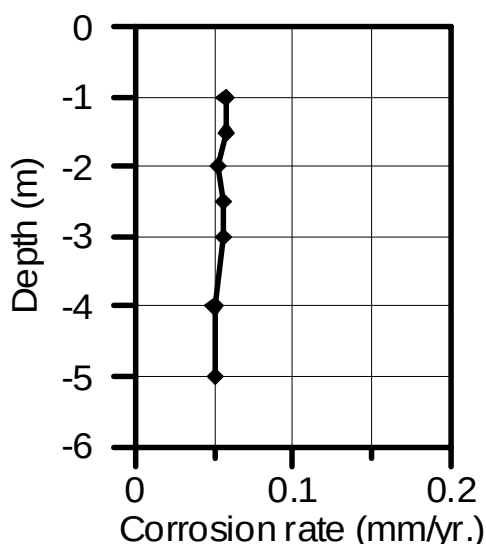


圖 4.5 馬公港 1 號碼頭鋼管樁之平均腐蝕速率與水深之關係

3. 鋼管樁保護電位

本座碼頭之鋼管樁保護電位選定自海測算起第 1 列及第 4 列樁，共隨機抽選 240 支測樁，量測水深為 -1.0 m、-3.0 m、及 -5.0 m，量測結果列於表 4.5 至表 4.6。保護電位最大值為 -887mV，最小值為 -1041 mV，小於 -850 mV (以 Cu/CuSO₄ 電極量測)標準防蝕電位值，管樁處於防蝕保護狀態。

表 4.3 馬公港 1 號碼頭鋼管樁腐蝕速率 (1) (單位：mm/yr.)

高程 (m) 位置	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-4.0	-5.0	高程 (m) 位置	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-4.0	-5.0
1-1-1	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	1-4-5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04		
1-1-2	0.05	0.05	0.04	0.06	0.06	0.05		1-4-6	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	
1-1-3	0.04	0.07	0.06	0.06				1-4-7	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
1-1-4	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06	1-4-8	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
1-1-5	0.06	0.04	0.07	0.06	0.07	0.07		1-4-9	0.04	0.05	0.05	0.05			
1-1-6	0.07	0.06	0.06	0.06				4 平均	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1-1-7	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.07	1-5-1	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.07	0.04
1-1-8	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.04		1-5-2	0.05	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	
1-1-9	0.05	0.05	0.06	0.05				1-5-3	0.06	0.05	0.05				
1-1-10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	1-5-4	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
1-1-11	0.05	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	1-5-5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	
1-1-12	0.04	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.06	1-5-6	0.05	0.07	0.06				
1-1-13	0.05	0.05	0.06					1-5-7	0.06	0.07	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06
1-1-14	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05			1-5-8	0.05	0.06	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06
1-1-15	0.05	0.06	0.06					1-5-9	0.07	0.07	0.06				
1 平均	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	5 平均	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05
1-3-1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	1-6-1	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.08
1-3-2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	1-6-2	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	
1-3-3	0.05	0.05	0.05	0.05				1-6-3	0.05	0.06	0.05				
1-3-4	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	1-6-4	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.06
1-3-5	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05		1-6-5	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	
1-3-6	0.05	0.06						1-6-6	0.05	0.06					
1-3-7	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	1-6-7	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06
1-3-8	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05		1-6-8	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	
1-3-9	0.05	0.04						1-6-9	0.05						
1-3-10	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	6 平均	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06
1-3-11	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04			1-7-1	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05
1-3-12	0.04	0.05						1-7-2	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	
1-3-13	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	1-7-3	0.06	0.06					
1-3-14	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05		1-7-4	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05
1-3-15	0.05	0.05	0.06					1-7-5	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	
3 平均	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	1-7-6	0.05	0.06	0.05				
1-4-1	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	1-7-7	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1-4-2	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	1-7-8	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	
1-4-3	0.04	0.05	0.05	0.05				1-7-9	0.05	0.05					
1-4-4	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	1-7-10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05

表 4.4 馬公港 1 號碼頭鋼管樁腐蝕速率 (2) (單位：mm/yr.)

高程 (m) 位置	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-4.0	-5.0	高程 (m) 位置	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-4.0	-5.0
1-7-11	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		1-10-2	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06
1-7-12	0.05	0.04	0.05					1-10-3	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		
7 平均	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	1-10-4	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05
1-8-1	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	1-10-5	0.05	0.05	0.06	0.08	0.06	0.05	0.06
1-8-2	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04		1-10-6	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	
1-8-3	0.04	0.05	0.05	0.04				1-10-7	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06		
1-8-4	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	1-10-8	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06
1-8-5	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.06	1-10-9	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06
1-8-6	0.05	0.05	0.04	0.05				1-10-10	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06		
1-8-7	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	1-10-11	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06		
1-8-8	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05		10 平均	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
1-8-9	0.06	0.04	0.05					1-11-1	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05
1-8-10	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06	1-11-2	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	
1-8-11	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05		1-11-3	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	
1-8-12	0.06	0.05	0.05					1-11-4	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06
1-8-13	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	1-11-5	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	
1-8-14	0.05	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06		1-11-6	0.06	0.05					
1-8-15	0.05	0.05	0.07					1-11-7	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07
8 平均	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	1-11-8	0.06	0.06					
1-9-1	0.06	0.07	0.06	0.06	0.05	0.08	0.06	1-11-9	0.05	0.06					
1-9-2	0.09	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07		1-11-10	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
1-9-3	0.06	0.06	0.06					1-11-11	0.06	0.06					
1-9-4	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	1-11-12	0.05	0.05					
1-9-5	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06		1-11-13	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.06
1-9-6	0.08	0.06	0.06					1-11-14	0.06	0.05					
1-9-7	0.06	0.05	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	1-11-15	0.06	0.06					
1-9-8	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07		11 平均	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06
1-9-9	0.06	0.07	0.08	0.07				1-12-1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05
1-9-10	0.07	0.08	0.05	0.06	0.05	0.07	0.07	1-12-2	0.05	0.04					
1-9-11	0.07	0.07	0.06	0.08	0.07	0.08	0.05	1-12-3	0.05	0.05					
1-9-12	0.06	0.07	0.06	0.06				1-12-4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1-9-13	0.06	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	1-12-5	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05
1-9-14	0.06	0.06	0.06	0.07	0.05	0.07		1-12-6	0.06	0.06					
1-9-15	0.06	0.07	0.06					1-12-7	0.04	0.06					
9 平均	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	12 平均	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1-10-1	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	總平均	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

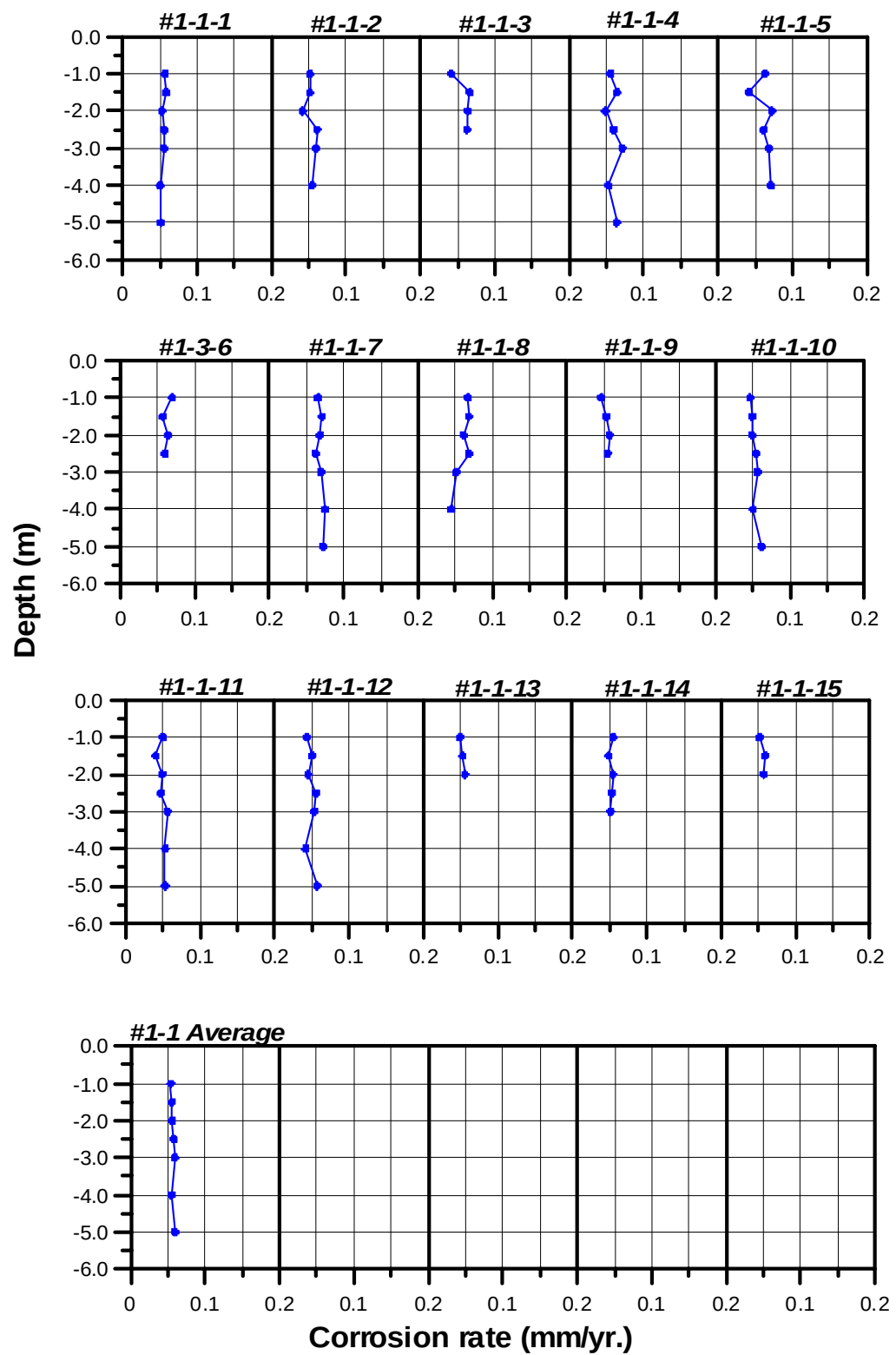


圖 4.6 馬公港 1 號碼頭第 1 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

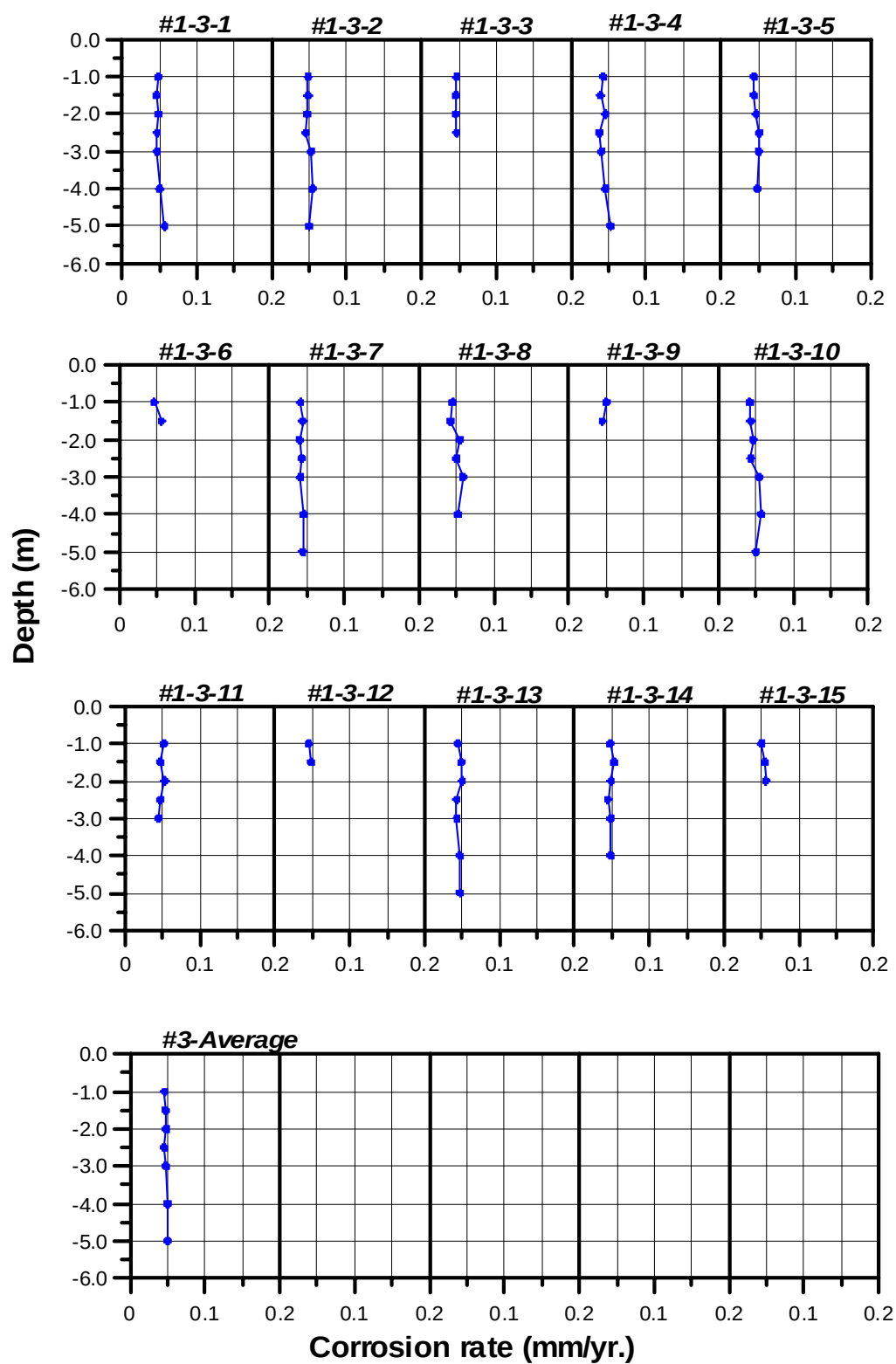


圖 4.7 馬公港 1 號碼頭第 3 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

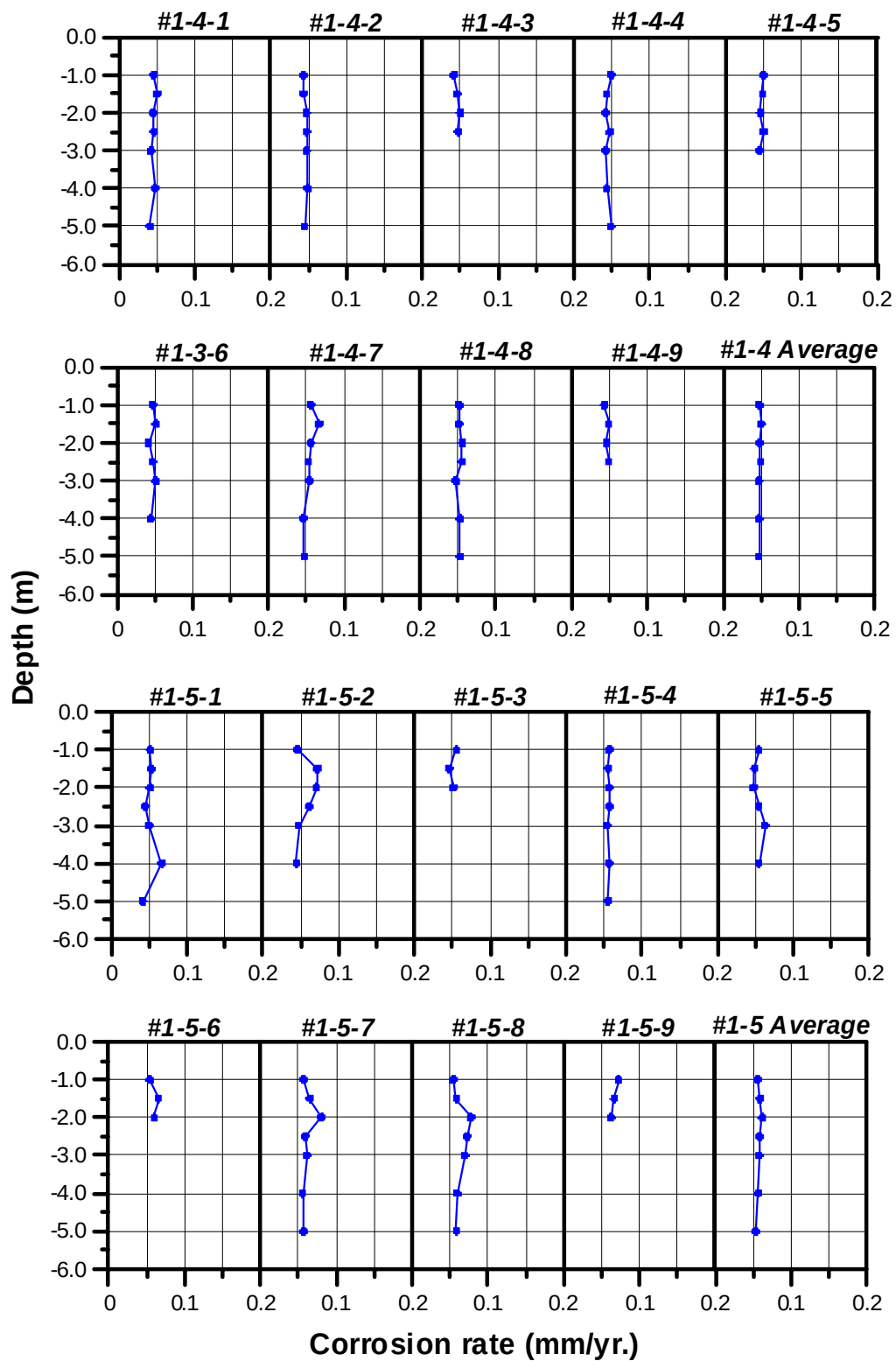


圖 4.8 馬公港 1 號碼頭第 4-5 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

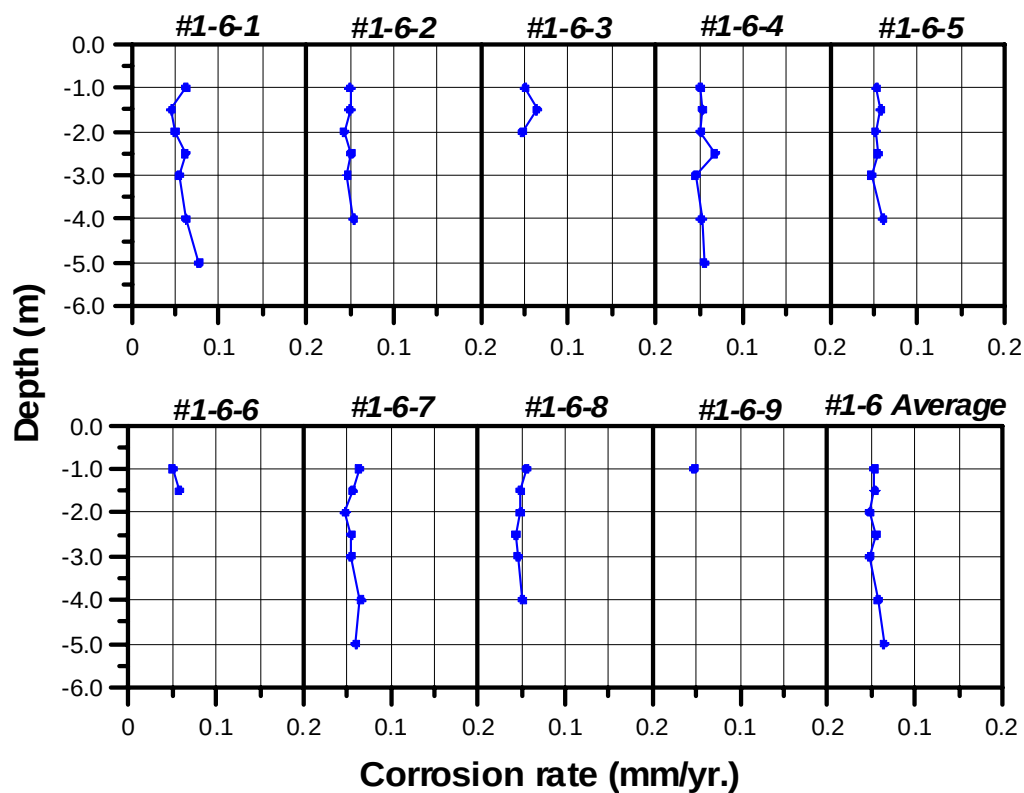


圖 4.9 馬公港 1 號碼頭第 6 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

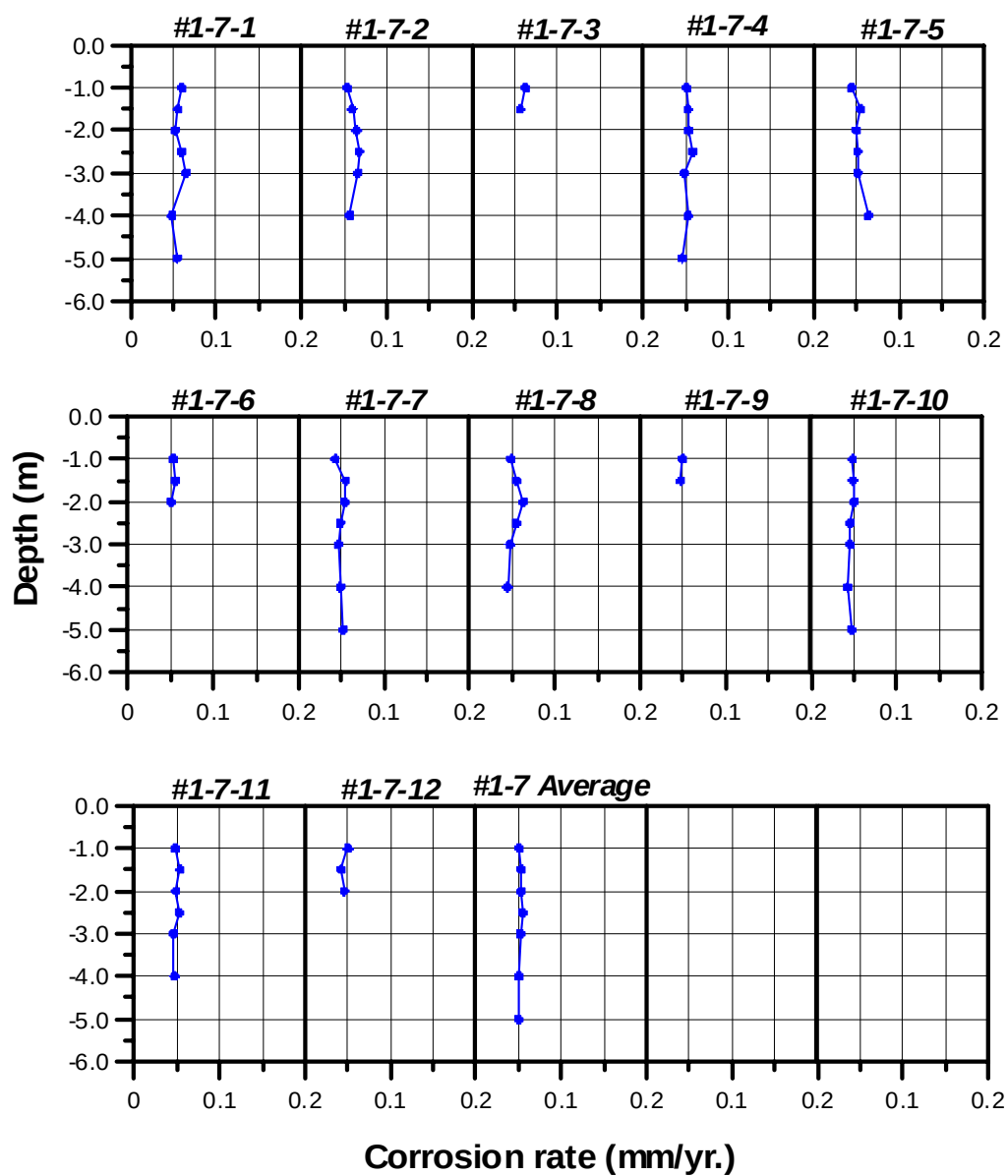


圖 4.10 馬公港 1 號碼頭第 7 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

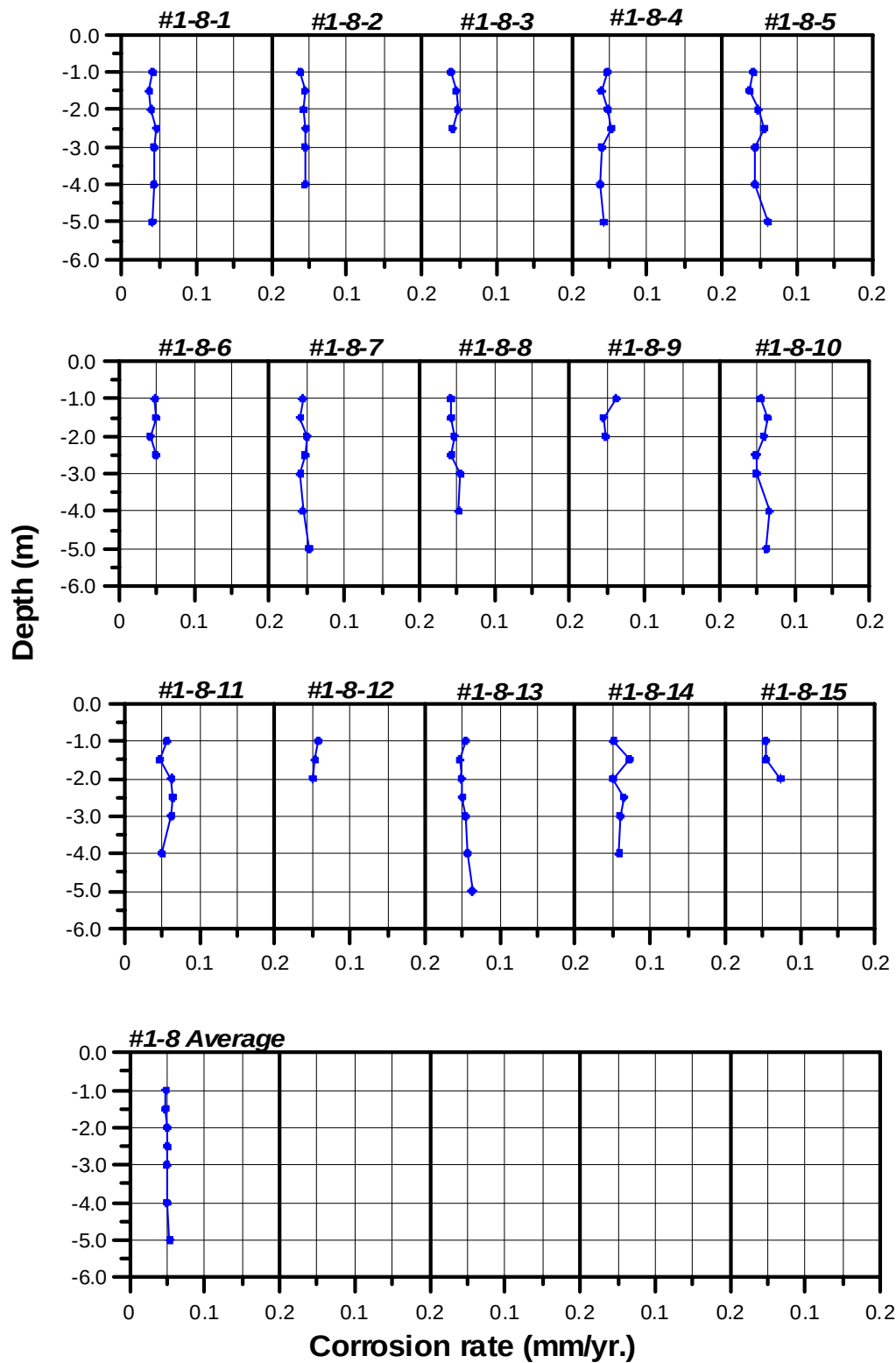


圖 4.11 馬公港 1 號碼頭第 8 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

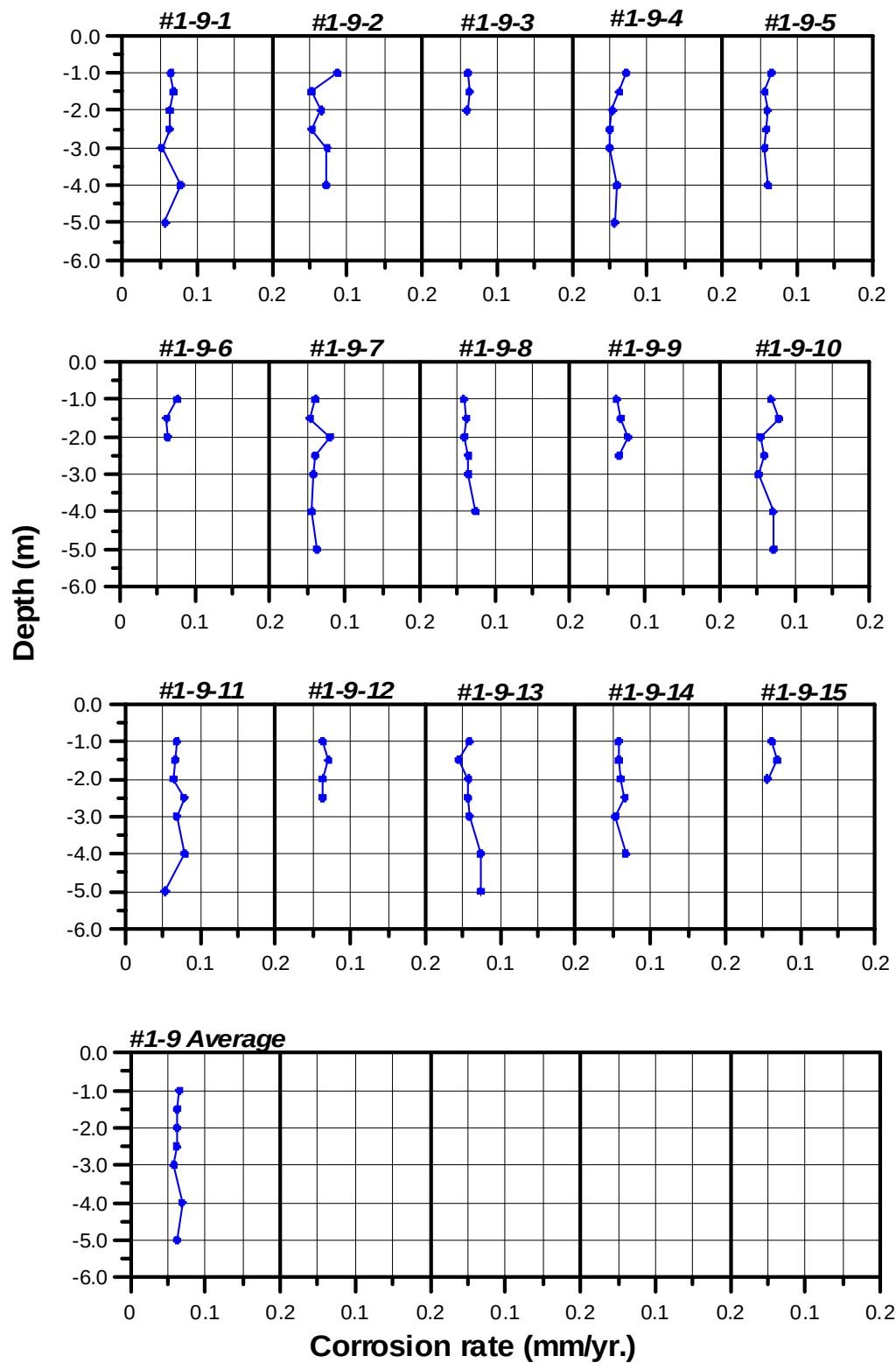


圖 4.12 馬公港 1 號碼頭第 9 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

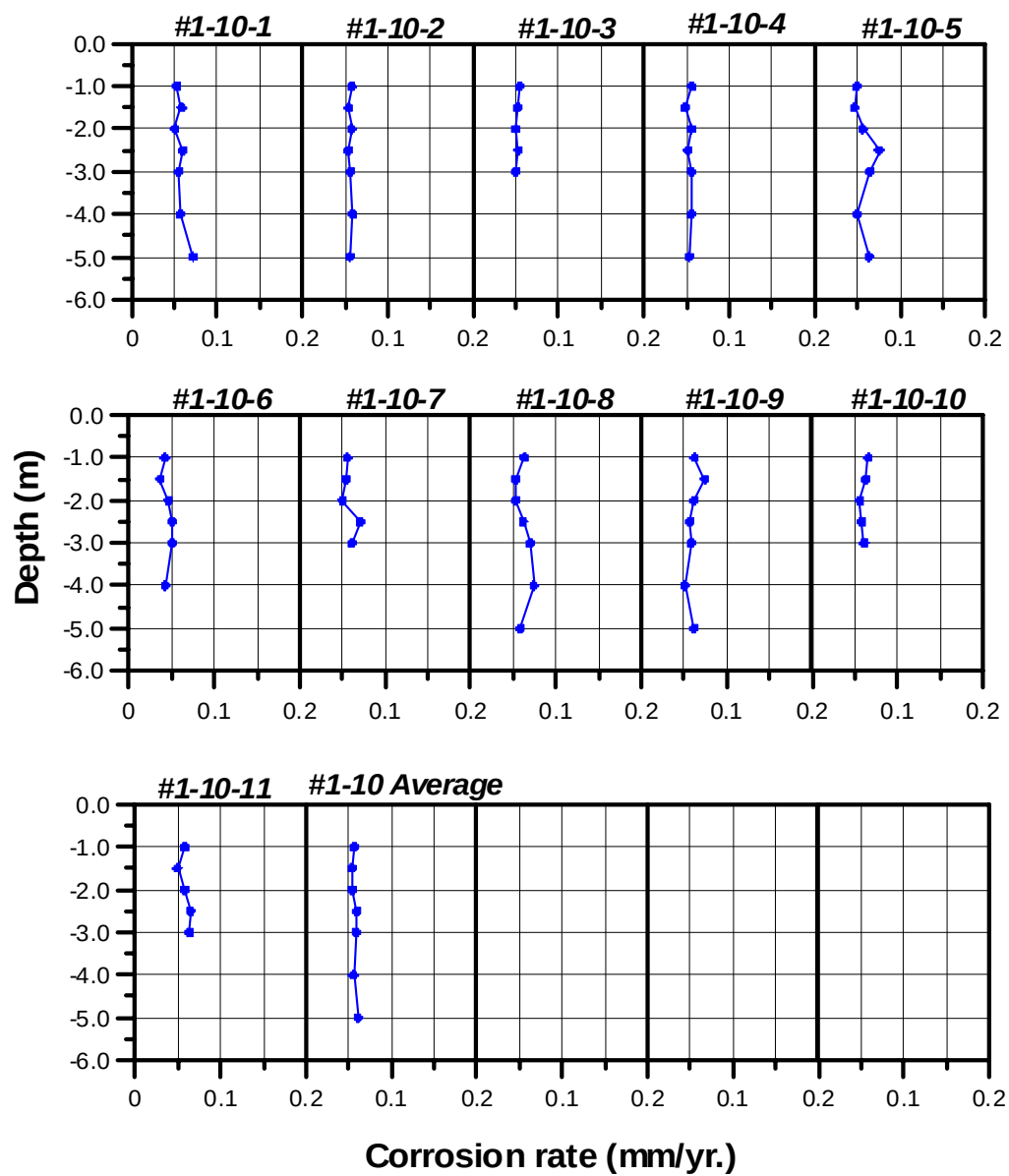


圖 4.13 馬公港 1 號碼頭第 10 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

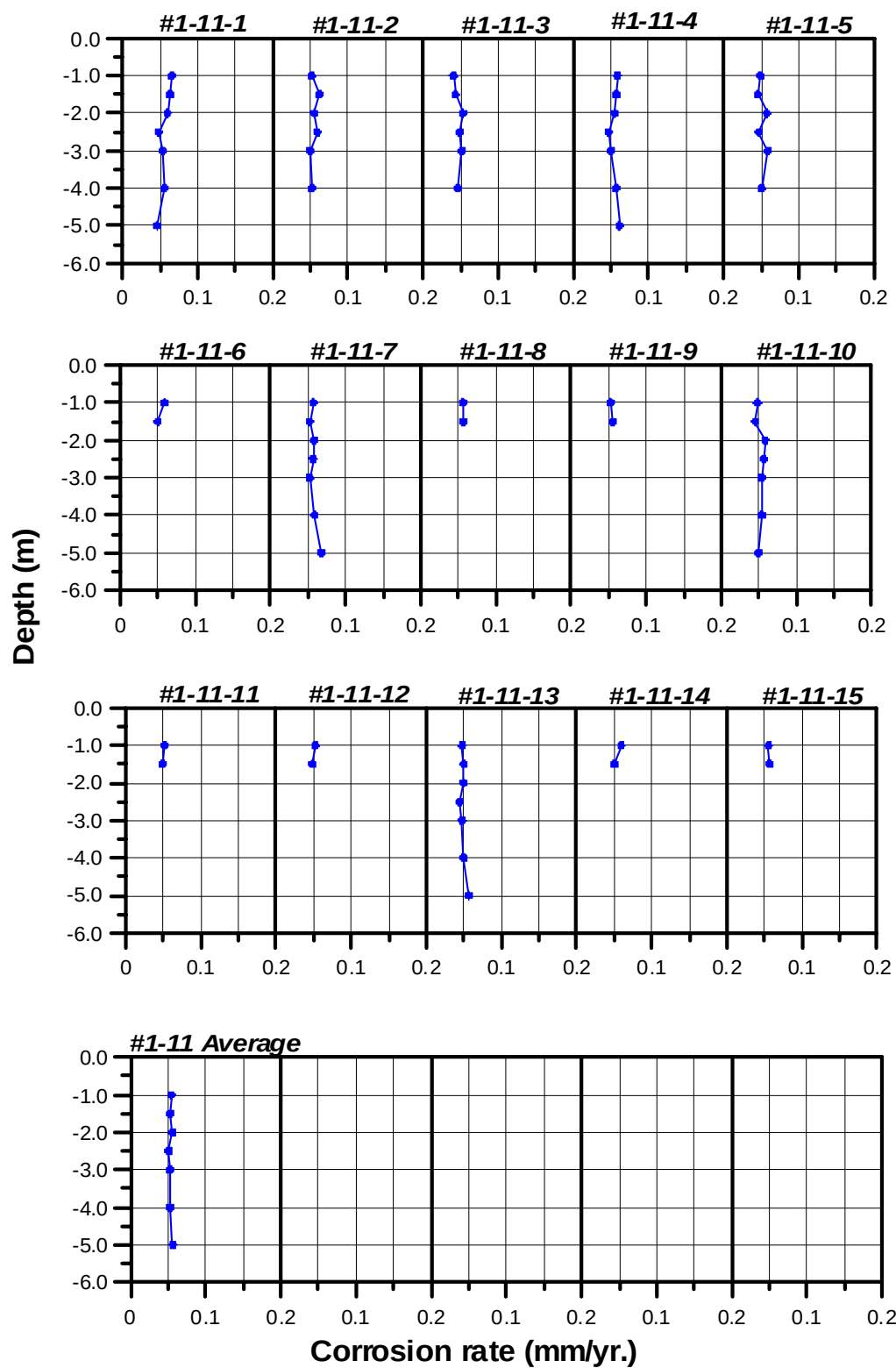


圖 4.14 馬公港 1 號碼頭第 11 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

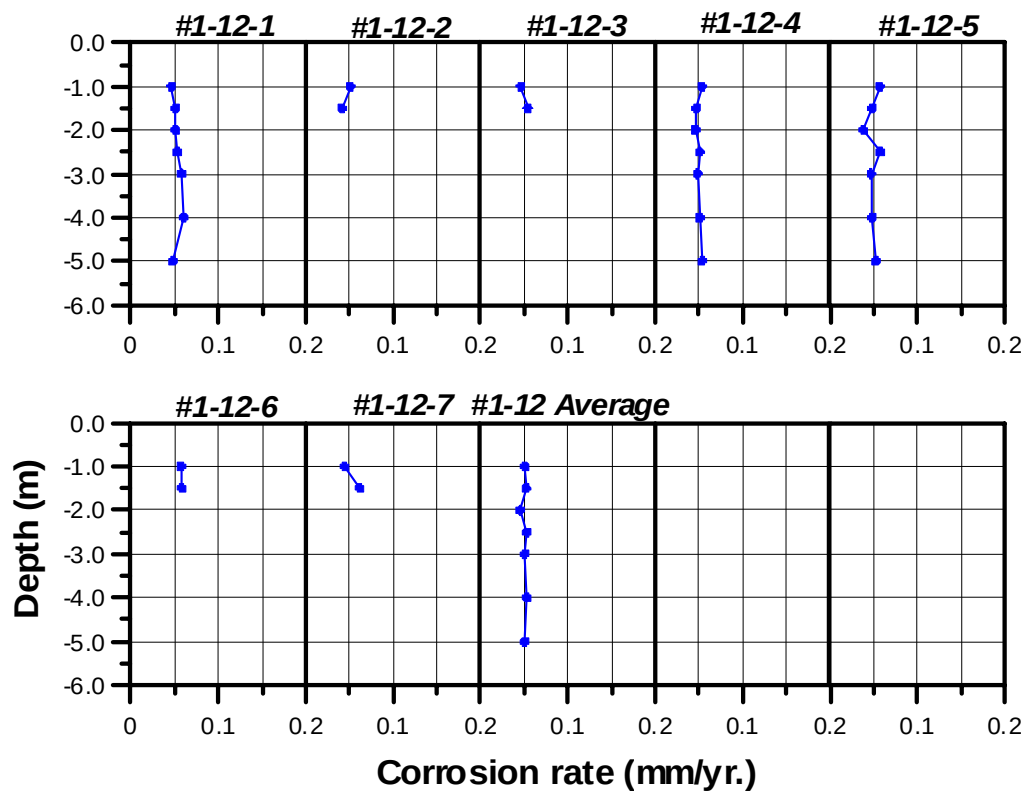


圖 4.15 馬公港 1 號碼頭第 12 單元鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

表 4.5 馬公港 1 號碼頭鋼管樁保護電位值 (1) (單位：mV)

鋼樁 編號	鋼管樁保護電位			鋼樁 編號	鋼管樁保護電位			鋼樁 編號	鋼管樁保護電位		
	-1 m	-3 m	-5m		-1 m	-3 m	-5m		-1 m	-3 m	-5m
1	-995	-1008	-1006	41	-1000	-1017	-1012	81	-1004	-1006	-1013
2	-995	-992	-1017	42	-999	-1003	-1003	82	-1000	-1015	-1009
3	-990	-996	-1007	43	-997	-995	-984	83	-941	-942	-940
4	-990	-997	-1011	44	-992	-1001	-1025	84	-948	-946	-948
5	-980	-980	-982	45	-999	-1005	-1000	85	-958	-962	-960
6	-997	-1017	-1009	46	-1003	-1001	-996	86	-956	-960	-962
7	-1000	-1004	-1016	47	-1019	-1008	-1007	87	-944	-953	-957
8	-1000	-1005	-1021	48	-1001	-1010	-1000	88	-937	-937	-934
9	-999	-1004	-1013	49	-998	-1021	-999	89	-934	-933	-932
10	-1000	-1001	-1008	50	-995	-1016	-990	90	-938	-940	-944
11	-994	-994	-999	51	-991	-1003	-994	91	-946	-952	-956
12	-998	-1003	-1009	52	-994	-1007	-997	92	-941	-945	-944
13	-1008	-1004	-1009	53	-1003	-1003	-1009	93	-954	-934	-933
14	-999	-1004	-1013	54	-1010	-1002	-1012	94	-939	-931	-931
15	-1001	-1006	-1014	55	-1010	-994	-1003	95	-934	-937	-935
16	-1013	-1018	-1014	56	-999	-990	-1003	96	-937	-946	-943
17	-1009	-1012	-1022	57	-995	-1005	-995	97	-938	-938	-938
18	-1001	-1012	-1020	58	-997	-1005	-999	98	-942	-942	-942
19	-998	-1002	-1010	59	-1006	-1013	-1009	99	-946	-951	-938
20	-1008	-1011	-1021	60	-1004	-1010	-1020	100	-939	-948	-948
21	-1006	-1006	-1007	61	-997	-1005	-1004	101	-938	-943	-942
22	-1009	-1002	-1006	62	-994	-1025	-996	102	-939	-940	-945
23	-1002	-1013	-1033	63	-996	-1003	-996	103	-949	-953	-943
24	-1018	-1029	-1041	64	-998	-1002	-1007	104	-941	-943	-952
25	-1008	-1013	-1026	65	-1002	-1011	-1013	105	-939	-942	-947
26	-1003	-1012	-1009	66	-1005	-1011	-1016	106	-936	-938	-947
27	-995	-998	-997	67	-1012	-1016	-1025	107	-940	-944	-947
28	-999	-1001	-1005	68	-1006	-1009	-1008	108	-942	-946	-958
29	-998	-1001	-1017	69	-1004	-1009	-1027	109	-955	-949	-949
30	-996	-1019	-1002	70	-1002	-1025	-1006	110	-955	-955	-955
31	-996	-1001	-1012	71	-1003	-1022	-1005	111	-939	-940	-938
32	-1000	-1005	-1020	72	-1009	-1016	-1026	112	-941	-946	-956
33	-1002	-1010	-1017	73	-1010	-1009	-1017	113	-944	-950	-950
34	-1002	-1007	-1029	74	-1006	-1008	-1007	114	-947	-950	-952
35	-999	-1008	-1016	75	-1007	-1015	-1038	115	-950	-952	-963
36	-995	-1003	-995	76	-1000	-1002	-1000	116	-954	-965	-965
37	-1000	-1003	-1007	77	-1001	-1012	-1013	117	-949	-956	-967
38	-1003	-1022	-1015	78	-1008	-1025	-1028	118	-950	-954	-963
39	-1001	-1017	-1012	79	-1012	-1020	-1022	119	-949	-955	-959
40	-999	-1016	-1017	80	-1012	-1020	-1017	120	-945	-948	-949

表 4.6 馬公港 1 號碼頭鋼管樁保護電位值 (2) (單位：mV)

鋼樁 編號	鋼管樁保護電位			鋼樁 編號	鋼管樁保護電位			鋼樁 編號	鋼管樁保護電位		
	-1 m	-3 m	-5m		-1 m	-3 m	-5m		-1 m	-3 m	-5m
121	-949	-945	-949	161	-942	-943	-943	201	-907	-914	-915
122	-950	-955	-944	162	-936	-944	-941	202	-925	-916	-915
123	-946	-958	-962	163	-939	-943	-962	203	-915	-924	-921
124	-942	-943	-946	164	-943	-942	-943	204	-909	-909	-910
125	-943	-946	-952	165	-945	-946	-944	205	-925	-928	-936
126	-942	-941	-947	166	-944	-948	-949	206	-939	-946	-950
127	-940	-945	-951	167	-943	-948	-946	207	-943	-948	-952
128	-941	-940	-946	168	-944	-947	-949	208	-897	-900	-911
129	-947	-950	-961	169	-949	-943	-940	209	-911	-890	-887
130	-947	-946	-964	170	-940	-945	-927	210	-887	-902	-900
131	-954	-958	-969	171	-919	-921	-921	211	-904	-890	-905
132	-950	-972	-972	172	-925	-925	-924	212	-902	-910	-907
133	-974	-943	-944	173	-919	-916	-917	213	-910	-896	-905
134	-943	-943	-943	174	-920	-922	-923	214	-901	-921	-936
135	-951	-951	-941	175	-923	-925	-925	215	-937	-942	-941
136	-944	-950	-944	176	-944	-945	-943	216	-942	-948	-932
137	-943	-945	-952	177	-945	-948	-949	217	-934	-945	-933
138	-946	-949	-954	178	-945	-950	-947	218	-938	-946	-938
139	-952	-960	-949	179	-955	-955	-939	219	-941	-941	-934
140	-945	-953	-957	180	-949	-901	-902	220	-937	-939	-915
141	-945	-948	-946	181	-899	-899	-900	221	-929	-929	-925
142	-942	-947	-947	182	-900	-918	-920	222	-932	-937	-938
143	-942	-944	-950	183	-922	-919	-920	223	-931	-937	-938
144	-945	-949	-959	184	-921	-920	-916	224	-942	-941	-929
145	-947	-953	-957	185	-923	-920	-925	225	-933	-906	-894
146	-952	-952	-971	186	-929	-932	-938	226	-932	-901	-935
147	-964	-946	-945	187	-939	-941	-947	227	-936	-896	-925
148	-948	-948	-949	188	-943	-945	-949	228	-887	-891	899
149	-953	-949	-954	189	-950	-946	-946	229	-950	-972	-950
150	-945	-946	-947	190	-935	-935	-949	230	-974	-943	-974
151	-947	-947	-947	191	-942	-943	-948	231	-943	-943	-943
152	-945	-945	-948	192	-944	-948	-962	232	-951	-951	-951
153	-948	-948	-955	193	-932	-936	-914	233	-944	-950	-944
154	-949	-949	-965	194	-918	-914	-921	234	-943	-945	-943
155	-954	-954	-963	195	-917	-926	-917	235	-946	-949	-946
156	-949	-949	-954	196	-913	-929	-924	236	-952	-960	-952
157	-947	-947	-953	197	-933	-917	-923	237	-945	-953	-945
158	-945	-945	-959	198	-926	-918	-921	238	-945	-948	-945
159	-947	-947	-958	199	-931	-911	-913	239	-942	-947	-942
160	-943	-943	-945	200	-909	-905	-905	240	-942	-944	-942

4.1.2 馬公港 1 號碼頭陽極塊

馬公港 1 號碼頭鋼管樁於民國 84 年安裝犧牲陽極塊作為防蝕措施，以每排 5 列鋼管樁方式排列，自海側算起第 1 列樁於水深-2.5m 及 -4.0m（或 -5.5 m）處安裝 2 支陽極塊，第 2 列樁於水深-3.0 m 處安裝 1 支陽極塊，第 3 列樁於水深-2.0 m 處安裝 1 支陽極塊，第 4 列樁於水深-1.3 m 處（拋石斜坡上方位置）安裝 1 支陽極塊陽極塊。安裝位置及陽極塊斷面型式如圖 4.16 及圖 4.17 所示。陽極塊尺寸為 $(190+230) \times 200 \times 1000$ cm，每支淨重約 113 公斤（不含鐵蕊重）。

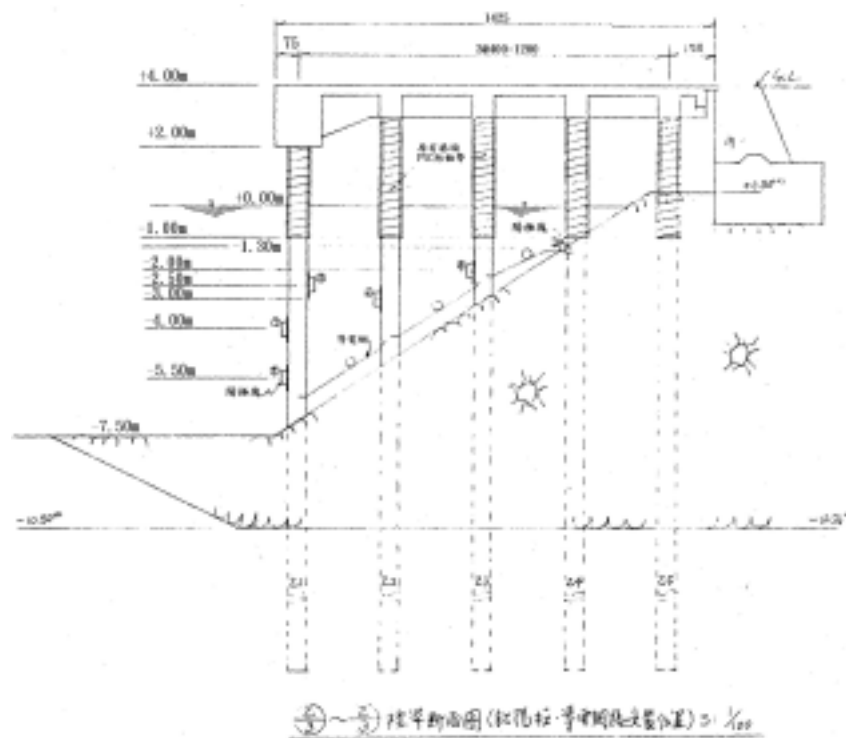


圖 4.16 馬公港 1 號碼頭陽極塊安裝位置

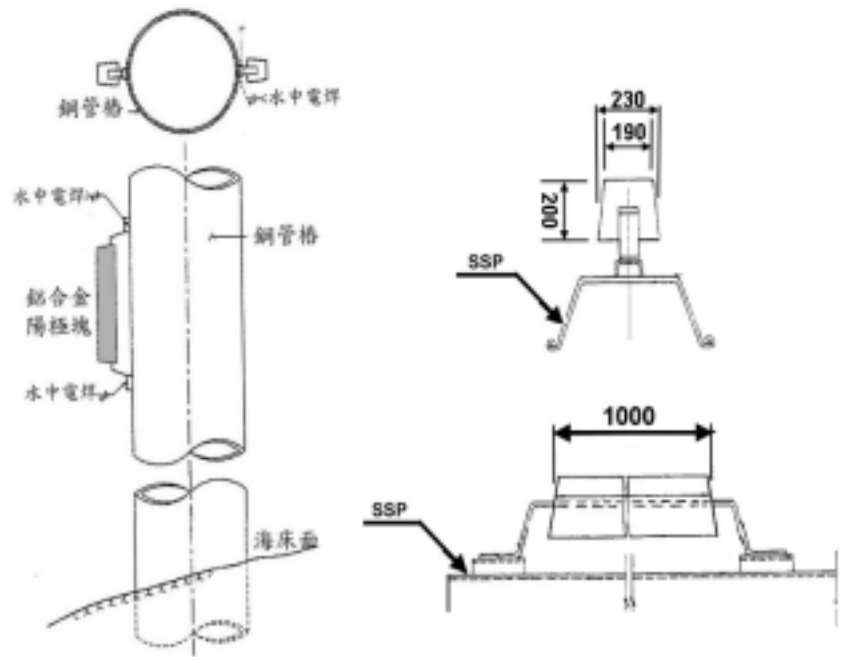


圖 4.17 馬公港 1 號碼頭陽極塊斷面型式

4.1.3 馬公港 1 號碼頭陽極塊發生電位

量測時，以高阻抗之數位電錶探棒之一端接觸於鋼板樁連結之不電位測試棒上，另一端探棒則連接銅/硫酸銅電極，並置於欲量測位置旁，量測位置選在陽極塊上中下三等份處。

陽極塊發生電位量測結果如表 4.7 至表 4.8 所示，發生電位最大值為 -864 mV ，最小值為 -997 mV ，已釋出足夠之防蝕保護電位。

表 4.7 馬公港 1 碼頭陽極塊發生電位量測結果 (1)

鋼樁 編號	陽極塊電位						鋼樁 編號	陽極塊電位					
	海生物清除前			海生物清除後				海生物清除前			海生物清除後		
	上	中	下	上	中	下		上	中	下	上	中	下
1	-917	-921	-933	-939	-941	-938	31	-926	-932	-920	-954	-966	-937
2	-950	-945	-921	-932	-922	-917	32	-929	-924	-921	-963	-938	-929
3	-943	--43	-924	-930	-945	-941	33	-943	-929	-923	-980	-997	-958
4	-931	-924	-923	-964	-928	-928	34	-934	-938	-933	-954	-950	-948
5	-924	-932	-929	-945	-947	-950	35	-926	-930	-918	-960	-972	-976
6	-940	-950	-950	-956	-980	-980	36	-935	-936	-932	-998	-971	-965
7	--952	-951	-933	-931	-938	-934	37	-931	-939	-927	-941	-933	-929
8	-947	-950	-901	-959	-961	-956	38	-920	-936	-935	-954	-955	-944
9	-966	-955	-963	-965	-957	-966	39	-918	-931	-921	-935	-940	-940
10	-955	-939	-946	-941	-961	-950	40	-930	-934	-923	-951	-958	-931
11	-922	-920	-921	-950	-928	-932	41	-905	-905	-907	-914	-913	-918
12	-917	-924	-910	-949	-928	-901	42	-898	-901	-903	-906	-907	-904
13	-911	-913	-909	-920	-936	-931	43	-911	-907	-908	-927	-933	-924
14	-940	-938	-933	-952	-943	-944	44	-904	-905	-898	-912	-924	-913
15	-911	-908	-911	-925	-926	-921	45	-921	-933	-925	-929	-941	-947
16	-917	-934	-914	-965	-946	-933	46	-898	-899	-903	-907	-920	-913
17	-895	-923	-933	-977	-949	-933	47	-889	-882	-880	-892	-890	-906
18	-920	-925	-924	-952	-953	-947	48	-901	-886	-884	-892	-891	-884
19	-915	-914	-915	-928	-932	-929	49	-889	-892	-892	-896	-897	-902
20	--920	-919	-915	-925	-927	-926	50	-884	-884	-885	-891	-889	-890
21	-928	-947	-928	-960	-981	-960	51	-901	-892	-883	-854	-892	-872
22	-927	-922	-918	-931	-929	-935	52	-894	-891	-889	-905	-894	-893
23	-936	-937	-929	-930	-982	-966	53	-920	-924	-915	-931	-931	-913
24	-914	-916	-913	-916	-925	-921	54	-892	-891	896	-903	-918	-911
25	-908	-913	-906	-922	-933	-917	55	-880	-880	-881	-884	-886	-886
26	-913	-916	-914	-924	-931	-929	56	-877	-892	-891	-897	-892	-893
27	-928	-926	-920	-947	-949	-983	57	-887	-891	-884	-887	-895	-889
28	-914	-924	-916	-929	-952	-931	58	-888	-891	-893	-896	-903	-899
29	-917	-916	-912	-956	-930	-927	59	-888	-891	-888	-894	-896	-895
30	-945	-938	-939	-971	-978	-954	60	-888	-891	-881	-897	-892	-893

表 4.8 馬公港 1 碼頭陽極塊發生電位量測結果 (2)

鋼樁 編號	陽極塊電位						鋼樁 編號	陽極塊電位					
	海生物清除前			海生物清除後				海生物清除前			海生物清除後		
	上	中	下	上	中	下		上	中	下	上	中	下
61	-893	-901	-907	-899	-907	-909	82	-906	-908	-908	-906	-913	-916
62	-893	-897	-898	-908	-909	-905	83	-895	-895	-903	-913	-913	-903
63	-921	-918	-890	-893	-907	-905	84	-882	-884	-887	-894	-888	-863
64	-891	-892	-895	-904	-907	-902	85	-877	-882	-882	-880	-882	-891
65	-922	-896	-902	-907	-909	-897	86	-891	-892	-894	-912	-901	-904
66	-876	-876	-878	-879	-887	-884	87	-880	-878	-879	-886	-881	-882
67	-889	-890	-892	-902	-912	-898	88	-894	-891	-892	-924	-901	-904
68	-891	-893	-894	-904	-911	-906	89	-890	-889	-887	-902	-901	-874
69	-892	-893	-896	-900	-920	-901	90	-872	-864	-873	-875	-872	-873
70	-884	-886	-879	-899	-897	-893	91	-871	-870	-872	-886	-882	-867
71	-866	-869	-871	-873	-877	-891	92	-892	-892	-889	-908	-901	-905
72	-870	-867	-866	-897	-895	-883	93	-885	-886	-888	-917	-902	-879
73	-894	-897	-896	-900	-901	-916	94	-886	-888	-888	-889	-891	-893
74	-907	-924	-921	-923	-930	-928	95	-883	-889	-890	-889	-895	-897
75	-914	-911	-910	-913	-916	-913	96	-893	-899	-894	-911	-921	-917
76	-916	-917	-911	-922	-920	-917	97	-884	-890	-885	-917	-907	-896
77	-911	-914	-909	-918	-922	-919	98	-879	-886	-883	-885	-885	-893
78	-915	-913	-916	-924	-918	-913	99	-883	-887	-887	-888	-891	-888
79	-887	-901	-898	-898	-906	-885	100	-875	-878	-876	-890	-886	-888
80	-889	-893	-894	-902	-899	-897	101	-881	-897	-883	-912	-897	-913
81	-894	-898	-892	-896	-902	-903	102	-873	-876	-884	-882	-883	-884

4.2 基隆港碼頭現況檢測

本次調查包括東 2 至東 7 號鋼板樁碼頭、西 16 至西 18 號鋼管樁碼頭與東 19、西 14 號混凝土基樁棧橋式碼頭。碼頭平面位置及結構型式等基本資料如圖 4.18 及表 4.9 所示。



圖 4.18 基隆港碼頭平面位置

表4.9 基隆港結構型式等基本資料

碼頭編號	用途	長度(m)	寬度(m)	深度(m)	碼頭結構	長度(m)	設計載重 T/M ²
東 2	客	200.00	10.5	-9.00	Z-38 鋼板樁		2.3
東 3	貨	170.00	10.5	-9.00	Z-38 鋼板樁		2.3
東 4	貨	306.30	10.5	-9.00	Z-38 鋼板樁		2.3
東 5	軍	169.20	10.5	-9.00	Z-38 鋼板樁		2.3
東 6	貨	180.00	15.0	-9.00	Z-38 鋼板樁		2.3
東 7	貨	178.00	27.0	-9.00	Z-38 鋼板樁		2.3
西 16	櫃	156.50	34.0	-12.0	鋼管樁棧橋式		4.0
西 17	櫃	207.00	34.0	-12.0	鋼管樁棧橋式		4.0
西 18	櫃	215.40	34.0	-12.0	鋼管樁棧橋式		4.0
東 19	散裝	220.00	30.0	-9.00	鋼管樁棧橋式 方塊式	206.0 14.0	2.5
西 14	貨	172.40	14.8	-9.00	混凝土擁壁式 RC 基樁式	46.2 126.2	2.0

4.2.1 東 2 碼頭

東 2 碼頭於民國 57 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 200 公尺，設計水深-9.00 公尺，至今已使用了 38 年，在民國 66 年曾施作陰極防蝕工程，採犧牲陽極法，民國 82 年因接近防蝕設計年限且陽極塊大都消耗殆盡，因此重新加裝陰極防蝕。碼頭斷面如圖 4.19，Z-38 鋼板樁型式及斷面性能分別如圖 4.20 及表 4.10。

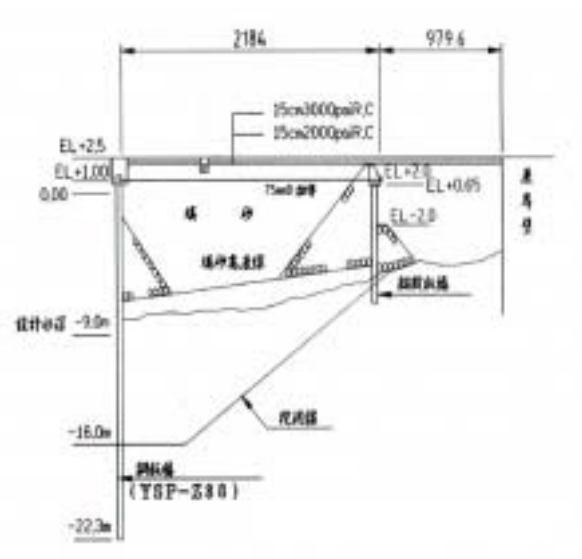


圖 4.19 東 2 至東 4 碼頭斷面

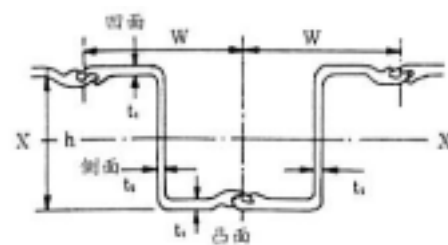


圖 4.20 Z-38 鋼板樁型式

表 4.10 Z-38 鋼板樁斷面性能^[5]

尺寸			鋼板樁單支時					壁長 1 公尺時		
有效寬	高度	厚度	斷面積	單位重	斷面二次矩	斷面係數	斷面二次半徑	單位重	斷面二次矩	斷面係數
b mm	h mm	t ₁ t ₂ mm	A cm ²	W Kg/m	I _x cm ⁴	Z _x cm ³	Z _w cm ³	W Kg/m	I _x cm ⁴ /m	Z _x cm ³ /m
400	364	17.2、 11.4	122.2	96	27720	1520	5.21	240	69200	3800

鋼板樁厚度檢測結果如表 4.11 所示。表 4.12 及圖 4.21 為東 2 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率檢測結果，在高程 -0.05 m 處凸面之平均腐蝕速率 (0.09mm/yr.) 最大，凹面 (0.08mm/yr.) 次之，側面 (0.06mm/yr.) 最小，全區碼頭之鋼板樁外觀並未發現有孔蝕或穿孔破洞等現象。

由檢測高程觀察，在高程 +0.35m 處及高程 -0.05m 處之平均腐蝕速率最大約在 0.08 ~ 0.09mm/yr. 間，高程 -1.50m 處以下其平均腐蝕速率最小 (約在 0.02 ~ 0.05mm/yr.間)，其中最大腐蝕速率為高程 +0.35m 凸面之 0.13mm/yr.。由於鋼板樁使用時間已超過三十年，雖然腐蝕速率並未超過規範值，但仍需多加注意。鋼板樁腐蝕速率調查結果均小於 0.2mm/yr.，顯示防蝕工法已達到預期效益。

鋼板樁保護電位量測結果列於表 4.13：保護電位最大值為 -913 mV，最小值為 -1051 mV，平均為 -963 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 -850 mV (以 Cu/CuSO₄ 電極量測)以下，本座碼頭陽極塊保護電位均小於 -850 mV (以 Cu/CuSO₄ 電極量測)，因此，已達保護鋼板樁之目的。

表 4.11 東 2 碼頭鋼板樁厚度檢測結果

測定 樁號	高程 (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	凸	側	凹
1	+0.35	凸凹面 17.2 側面 11.4	15.4	15.0	9.2	9.0	14.9	15.0	15.2	9.1	15.0	2.0	2.3	2.3	0.05	0.06	0.06
	-0.05		13.9	14.8	9.8	9.5	14.7	14.7	14.4	9.7	14.7	2.9	1.8	2.5	0.08	0.05	0.07
	-0.50		15.1	15.0	10.0	10.1	14.0	14.5	15.1	10.1	14.3	2.2	1.4	3.0	0.06	0.04	0.08
	-1.00		15.8	15.6	10.4	10.6	15.6	15.5	15.7	10.5	15.6	1.5	0.9	1.7	0.04	0.02	0.05
	-1.50		15.8	15.8	10.2	10.4	15.5	15.4	15.8	10.3	15.5	1.4	1.1	1.8	0.04	0.03	0.05
	-2.00		15.7	15.5	10.5	10.5	15.4	15.4	15.6	10.5	15.4	1.6	0.9	1.8	0.04	0.02	0.05
	-3.00		15.8	15.8	10.6	10.6	15.3	15.6	15.8	10.6	15.5	1.4	0.8	1.8	0.04	0.02	0.05
	-4.00		16.0	15.8	10.6	10.4	15.9	15.9	15.9	10.5	15.9	1.3	0.9	1.3	0.04	0.02	0.04
	-5.00		16.0	16.0	10.8	10.8	16.0	15.9	16.0	10.8	16.0	1.2	0.6	1.3	0.03	0.02	0.03
2	+0.35	凸凹面 17.2 側面 11.4	14.8	15.1	10.0	9.8	14.8	14.6	15.0	9.9	14.7	2.3	1.5	2.5	0.06	0.04	0.07
	-0.05		13.0	13.9	9.8	9.6	14.0	14.3	13.5	9.7	14.2	3.8	1.7	3.1	0.10	0.05	0.08
	-0.50		14.1	14.4	10.0	9.8	15.0	15.1	14.3	9.9	15.1	3.0	1.5	2.2	0.08	0.04	0.06
	-1.00		15.6	15.2	10.2	10.2	15.5	15.5	15.4	10.2	15.5	1.8	1.2	1.7	0.05	0.03	0.05
	-1.50		15.8	15.6	10.3	10.2	15.5	15.4	15.7	10.3	15.5	1.5	1.2	1.8	0.04	0.03	0.05
	-2.00		15.8	15.8	10.4	10.4	15.6	15.6	15.8	10.4	15.6	1.4	1.0	1.6	0.04	0.03	0.04
	-3.00		15.6	15.6	10.6	10.5	15.2	15.3	15.6	10.6	15.3	1.6	0.9	2.0	0.04	0.02	0.05
	-4.00		15.6	15.7	10.2	10.4	15.5	15.6	15.7	10.3	15.6	1.6	1.1	1.7	0.04	0.03	0.05
	-5.00		15.8	15.8	10.4	10.3	15.8	15.8	15.8	10.4	15.8	1.4	1.1	1.4	0.04	0.03	0.04

表 4.12 東 2 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率

調查日期 高程 (m)	民國 90 年			民國 95 年		
	凸面	側面	凹面	凸面	側面	凹面
+0.35	0.08	0.06	0.08	0.06	0.05	0.07
-0.05	0.09	0.06	0.08	0.10	0.05	0.08
-0.50	0.07	0.05	0.07	0.08	0.04	0.07
-1.00	0.06	0.04	0.06	0.05	0.03	0.05
-1.50	0.05	0.03	0.05	0.04	0.03	0.05
-2.00	0.05	0.03	0.05	0.04	0.03	0.05
-3.00	0.05	0.03	0.05	0.04	0.02	0.05
-4.00	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04
-5.00	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04

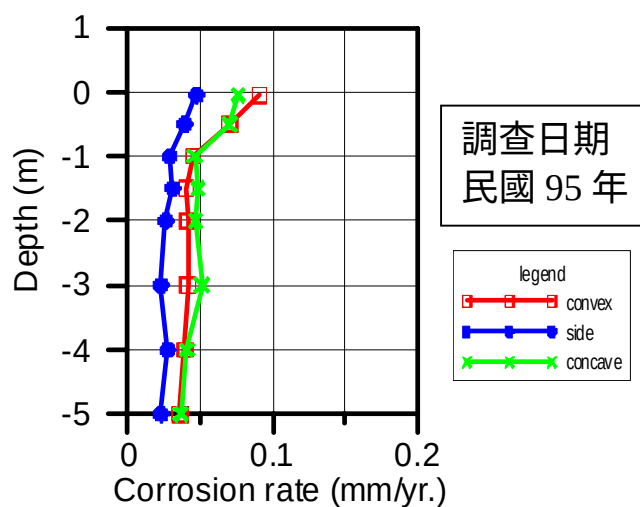


圖 4.21 東 2 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係

表 4.13 東 2 碼頭鋼板樁保護電位量測結果 (單位：-mV)

測點 高程 (m)	1			2			3			4			5		
	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
-1	1022	1021	1020	1027	1028	1028	1026	1026	1028	1038	1055	1049	1014	1014	1015
-4	1023	1025	1023	1030	1034	1035	1026	1026	1026	1034	1027	1027	1018	1028	1029
-7	1012	1013	1010	1029	1028	1026	1025	1029	1031	1024	1026	1024	1017	1023	1025

4.2.2 東 3 碼頭

東 3 碼頭於民國 57 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 170 公尺，設計水深 -9.00 公尺，至今已使用了 38 年，在民國 68 年曾施作陰極防蝕工程，採犧牲陽極法，民國 82 年因接近防蝕設計年限且陽極塊大都消耗殆盡，因此重新加裝陰極防蝕。碼頭斷面如圖 4.19，Z-38 鋼板樁型式及斷面性能分別如圖 4.20 及表 4.10。

鋼板樁厚度檢測結果如表 4.14 所示。表 4.15 及圖 4.22 為東 3 碼頭鋼板樁之平均腐蝕速率檢測結果，在高程 +0.35 m、-0.05 m 處凸面之平均腐蝕速率 (0.09mm/yr.) 最大，凹面 (0.08mm/yr.) 次之，側面 (0.07mm/yr.) 最小，碼頭全區鋼板樁外觀並未發現有孔蝕或穿孔破洞等現象。

由於鋼板樁使用時間已超過三十年，雖然腐蝕速率並未超過規範值，但仍需多加注意。鋼板樁在完成防蝕措施後，其平均腐蝕速率降低，鋼板樁腐蝕速率均小於 0.2mm/yr.，腐蝕量（減少厚度）與民國 90 年之檢測結果相較並無明顯增加，顯示防蝕工法已達到預期效益。

表 4.14 東 3 碼頭鋼板樁厚度檢測結果

測定 樁號	高程 (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	凸	側	凹
1	+0.35	凸凹面 17.2 側面 11.4	14.7	14.7	8.9	9.1	15.0	14.7	14.7	9.0	14.9	2.5	2.4	2.4	0.07	0.07	0.06
	-0.05		15.2	14.8	9.9	9.5	14.7	14.3	15.0	9.7	14.5	2.2	1.7	2.7	0.06	0.05	0.07
	-0.50		14.6	14.3	8.5	9.3	15.1	14.8	14.5	8.9	15.0	2.8	2.5	2.3	0.08	0.07	0.06
	-1.00		15.0	15.2	10.1	9.9	15.0	15.0	15.1	10.0	15.0	2.1	1.4	2.2	0.06	0.04	0.06
	-1.50		15.3	15.1	10.3	10.0	15.3	15.1	15.2	10.2	15.2	2.0	1.3	2.0	0.05	0.03	0.05
	-2.00		15.0	15.0	10.5	10.6	15.5	15.5	15.0	10.6	15.5	2.2	0.9	1.7	0.06	0.02	0.05
	-3.00		14.8	15.7	10.4	10.4	15.9	15.6	15.3	10.4	15.8	2.0	1.0	1.5	0.05	0.03	0.04
	-4.00		15.8	15.5	10.5	10.5	15.8	15.8	15.7	10.5	15.8	1.6	0.9	1.4	0.04	0.02	0.04
	-5.00		15.6	15.5	10.6	10.2	16.0	15.8	15.6	10.4	15.9	1.7	1.0	1.3	0.05	0.03	0.04
2	+0.35	凸凹面 17.2 側面 11.4	13.5	13.8	9.9	9.7	15.0	14.8	13.7	9.8	14.9	3.6	1.6	2.3	0.10	0.04	0.06
	-0.05		13.2	14.1	10.1	10.0	14.9	14.5	13.7	10.1	14.7	3.6	1.4	2.5	0.10	0.04	0.07
	-0.50		14.8	15.1	10.0	9.7	15.0	15.0	15.0	9.9	15.0	2.3	1.6	2.2	0.06	0.04	0.06
	-1.00		14.7	15.0	10.1	9.8	15.0	14.9	14.9	10.0	15.0	2.4	1.5	2.3	0.06	0.04	0.06
	-1.50		15.9	15.5	10.1	10.0	15.6	15.5	15.7	10.1	15.6	1.5	1.4	1.7	0.04	0.04	0.05
	-2.00		15.8	15.8	9.6	10.0	15.8	15.2	15.8	9.8	15.5	1.4	1.6	1.7	0.04	0.04	0.05
	-3.00		15.8	15.8	10.5	10.1	15.7	15.4	15.8	10.3	15.6	1.4	1.1	1.7	0.04	0.03	0.05
	-4.00		15.8	15.5	10.4	10.1	15.8	15.8	15.7	10.3	15.8	1.6	1.2	1.4	0.04	0.03	0.04
	-5.00		15.6	15.4	10.6	10.5	15.8	16.0	15.5	10.6	15.9	1.7	0.9	1.3	0.05	0.02	0.04
3	+0.35	凸凹面 17.2 側面 11.4	15.0	14.6	8.8	9.2	14.7	15.1	14.8	9.0	14.9	2.4	2.4	2.3	0.07	0.07	0.06
	-0.05		15.0	14.7	8.9	9.3	15.0	14.8	14.9	9.1	14.9	2.4	2.3	2.3	0.06	0.06	0.06
	-0.50		14.3	15.0	8.9	8.9	15.1	15.0	14.7	8.9	15.1	2.6	2.5	2.2	0.07	0.07	0.06
	-1.00		15.3	15.3	10.0	9.4	15.4	14.9	15.3	9.7	15.2	1.9	1.7	2.1	0.05	0.05	0.06
	-1.50		15.5	15.5	10.2	10.0	15.0	15.3	15.5	10.1	15.2	1.7	1.3	2.1	0.05	0.04	0.06
	-2.00		15.8	15.4	10.2	10.1	15.3	15.5	15.6	10.2	15.4	1.6	1.3	1.8	0.04	0.03	0.05
	-3.00		15.7	15.6	10.2	10.0	15.2	14.9	15.7	10.1	15.1	1.6	1.3	2.2	0.04	0.04	0.06
	-4.00		15.6	15.6	10.1	10.3	15.2	15.5	15.6	10.2	15.4	1.6	1.2	1.9	0.04	0.03	0.05
	-5.00		15.8	16.0	10.4	10.5	15.4	15.4	15.9	10.5	15.4	1.3	1.0	1.8	0.04	0.03	0.05

表 4.15 東 3 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率 (mm/yr.)

調查日期 高程 (m)	民國 90 年			民國 95 年		
	凸面	側面	凹面	凸面	側面	凹面
+0.35	0.09	0.07	0.08	0.08	0.06	0.06
-0.05	0.09	0.07	0.08	0.08	0.05	0.07
-0.50	0.08	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06
-1.00	0.06	0.05	0.06	0.06	0.04	0.06
-1.50	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05
-2.00	0.05	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05
-3.00	0.05	0.03	0.05	0.04	0.03	0.05
-4.00	0.05	0.03	0.05	0.04	0.03	0.04
-5.00	0.05	0.03	0.05	0.04	0.02	0.04

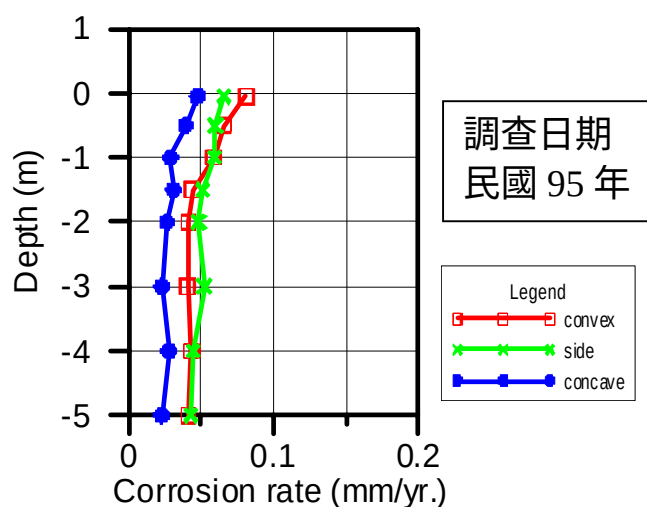


圖 4.22 東 3 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係

鋼板樁保護電位量測結果列於表 4.16：最大值為 -913 mV，最小值為 -991 mV，平均為 -957 mV，保護電位均小於 -850 mV (以 Cu/CuSO₄ 電極量測)，因此，已達保護鋼板樁之目的。

表 4.16 東 3 碼頭鋼板樁保護電位量測結果 (單位：-mV)

測點 高程 (m)	1			2			3			4			5		
	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
-1	985	987	985	993	993	993	994	994	995	994	994	993	998	993	994
-4	988	989	992	1004	1000	997	994	994	995	993	995	996	995	992	992
-7	996	979	980	995	994	995	993	992	992	994	994	993	991	991	991

4.2.3 東 4 碼頭

東 4 碼頭於民國 57 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 180 公尺，設計水深 -9.00 公尺，至今已使用了 33 年，在民國 69 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法，民國 82 年因接近防蝕設計年限且陽極塊大都消耗殆盡，因此重新加裝陰極防蝕。碼頭斷面如圖 4.19，Z-38 鋼板樁型式及斷面性能分別如圖 4.20 及表 4.10。

鋼板樁厚度檢測結果如表 4.17 所示。表 4.18 及圖 4.23 為東 4 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率，在高程 -0.05m 處凸面及凹面之平均腐蝕速率(0.07mm/yr.)最大，側面 (0.05mm/yr.) 最小，全區碼頭鋼板樁外觀並未發現有孔蝕或穿孔破洞等現象。

由水深觀察，在高程 +0.35m 、 -0.05m 、 -0.50m 處之平均腐蝕速率最大約在 0.05 ~ 0.07mm/yr. 間，高程 -1.00m 處以下，其平均腐蝕速率最小，約在 0.04 ~ 0.06mm/yr. 間，平均腐蝕速率小於東 2、東 3 碼頭。

由於鋼板樁使用時間已超過三十年，雖然腐蝕速率並未超過規範值，但仍需多加注意。鋼板樁在完成防蝕措施後，其平均腐蝕速率降低，鋼板樁腐蝕速率均小於 0.2mm/yr.，腐蝕量（減少厚度）與民國 90 年之檢測結果相較並無明顯增加，顯示防蝕工法已達到預期效益。

鋼板樁保護電位量測結果列於表 4.19：最大值為 -877 mV，最小值為 -994 mV，平均為 -961 mV，保護電位均小於 -850 mV (以 Cu/CuSO₄ 電極量測)，因此，已達保護鋼板樁之目的。

表 4.17 東 4 碼頭鋼板樁厚度檢測結果

測定樁號	高程 (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
1	+0.35	凸凹面 17.2 側面 11.4	14.3	14.0	8.0	7.9	13.9	14.0	14.2	8.0	14.0	3.1	3.5	3.3	0.08	0.09	0.09
	-0.05		13.7	13.6	8.2	8.0	13.9	13.9	13.7	8.1	13.9	3.6	3.3	3.3	0.10	0.09	0.09
	-0.50		13.0	13.3	8.1	8.0	13.8	12.9	13.2	8.1	13.4	4.1	3.4	3.9	0.11	0.09	0.11
	-1.00		12.9	13.0	8.3	7.7	12.4	12.6	13.0	8.0	12.5	4.3	3.4	4.7	0.12	0.09	0.13
	-1.50		14.3	14.0	9.0	8.8	14.0	13.8	14.2	8.9	13.9	3.1	2.5	3.3	0.08	0.07	0.09
	-2.00		14.4	14.9	9.3	9.4	14.4	14.5	14.7	9.4	14.5	2.6	2.1	2.8	0.07	0.06	0.08
	-3.00		15.3	15.0	10.0	9.5	15.0	14.9	15.2	9.8	15.0	2.1	1.7	2.3	0.06	0.05	0.06
	-4.00		15.7	16.1	9.4	9.4	15.3	15.4	15.9	9.4	15.4	1.3	2.0	1.9	0.04	0.05	0.05
	-5.00		15.8	15.8	9.0	9.3	15.8	15.8	15.8	9.2	15.8	1.4	2.3	1.4	0.04	0.06	0.04
2	+0.35	凸凹面 17.2 側面 11.4	13.4	14.3	9.0	8.1	14.1	13.7	13.9	8.6	13.9	3.4	2.9	3.3	0.09	0.08	0.09
	-0.05		14.0	16.9	8.7	8.3	13.4	14.1	15.5	8.5	13.8	1.8	2.9	3.5	0.05	0.08	0.09
	-0.50		13.0	14.0	7.4	8.0	13.0	12.8	13.5	7.7	12.9	3.7	3.7	4.3	0.10	0.10	0.12
	-1.00		12.9	13.0	7.5	8.0	10.7	12.0	13.0	7.8	11.4	4.3	3.7	5.9	0.12	0.10	0.16
	-1.50		14.4	14.4	8.9	9.0	13.9	13.9	14.4	9.0	13.9	2.8	2.5	3.3	0.08	0.07	0.09
	-2.00		15.0	14.9	9.0	8.7	14.4	15.0	15.0	8.9	14.7	2.3	2.6	2.5	0.06	0.07	0.07
	-3.00		15.4	15.8	9.4	9.5	15.5	15.4	15.6	9.5	15.5	1.6	2.0	1.8	0.04	0.05	0.05
	-4.00		15.6	15.6	9.5	10.0	15.6	15.7	15.6	9.8	15.7	1.6	1.7	1.6	0.04	0.05	0.04
	-5.00		15.5	15.8	9.5	9.9	15.6	15.4	15.7	9.7	15.5	1.6	1.7	1.7	0.04	0.05	0.05

表 4.18 東 4 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率 (mm/yr.)

調查日期 高程 (m)	民國 90 年			民國 95 年		
	凸面	側面	凹面	凸面	側面	凹面
+0.35	0.07	0.05	0.07	0.05	0.04	0.07
-0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.04	0.07
-0.50	0.07	0.05	0.06	0.08	0.04	0.07
-1.00	0.06	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06
-1.50	0.05	0.05	0.06	0.07	0.04	0.05
-2.00	0.05	0.04	0.05	0.06	0.03	0.05
-3.00	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.05
-4.00	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04
-5.00	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04

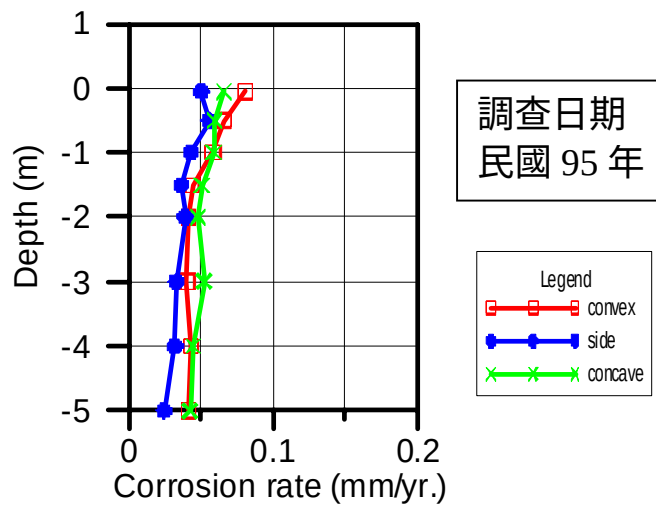


圖 4.23 東 4 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係

表 4.19 東 4 碼頭鋼板樁保護電位量測結果（單位：-mV）

測點 高程 (m)	1			2			3			4			5		
	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
-1	977	977	976	982	982	982	978	970	972	979	980	981	972	972	971
-4	978	979	979	981	980	981	983	976	975	980	979	978	977	980	983
-7	980	980	980	980	980	979	972	970	969	978	977	977	967	969	970

4.2.4 東 5 碼頭

東 5 碼頭於民國 58 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 260 公尺，設計水深－9.00 公尺，至今已使用了 32 年，由港務局提供資料顯示，並無採用防蝕工法，但實際調查發現，靠近東 4 碼頭約 120 公尺範圍之鋼板樁，有安裝犧牲陽極，研判應為民國 82 年完成。碼頭斷面如圖 4.24，Z-38 鋼板樁型式及斷面性能如圖 4.20 及表 4.10。

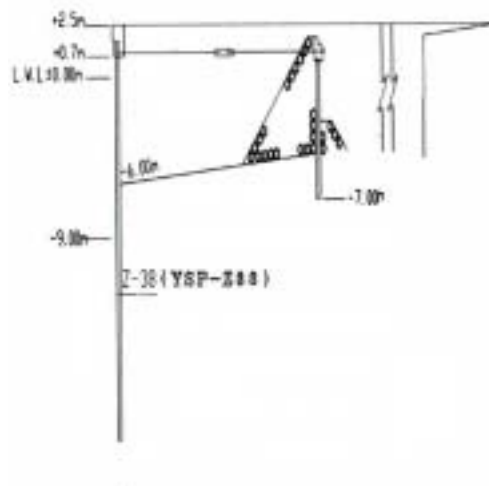


圖 4.24 東 5 至東 7 碼頭斷面示意圖

本碼頭曾於民國 92 年因鋼板樁背後級配料掏空流失，導致岸壁崩塌傾斜，破壞位置及破損情形如圖 4.25 及圖 4.26。維護單位已完成搶修，並將鋼板樁原有多處發生穿孔、破洞處以焊接鋼板工法修補之，同時採用安裝犧牲陽極之防蝕工法保護既有鋼板樁。

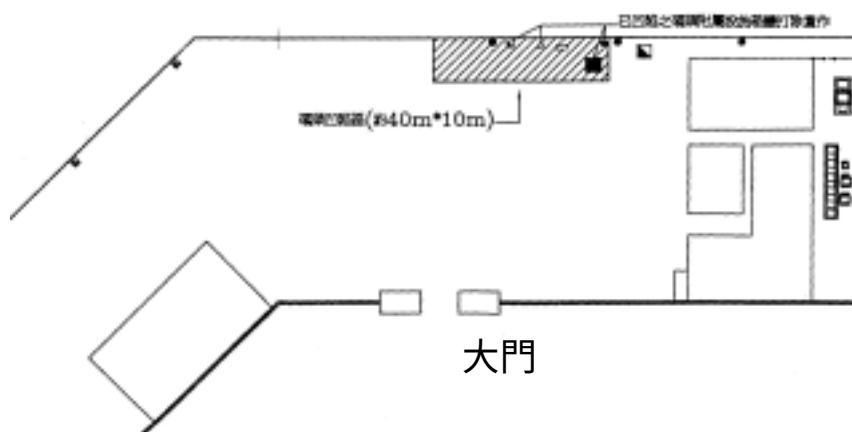


圖 4.25 基隆港東 5 碼頭岸壁崩塌傾斜位置



圖4.26 基隆港東5碼頭岸壁崩塌傾斜情形

鋼板樁厚度檢測結果如表 4.20 所示。表 4.20 及圖 4.27 為東 4 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率，在高程-0.50m 處凸面之平均腐蝕速率(0.09 mm/yr.)最大，凹面(0.08 mm/yr.)次之，側面(0.05 mm/yr.)最小。

各檢測樁之腐蝕速率觀之，在高程-0.50m 至-1.00m 間，測樁腐蝕速率大於或等於 0.10 mm/yr.，高程+0.35m 至-0.05m 間腐蝕速率亦將近 0.10 mm/yr.。部分測點最大腐蝕量凸、凹面分別達 5.9 mm、4.3mm，側面達 3.5mm，均已超過原有厚度之 20% 以上，由於本碼頭鋼板樁使用時間已超過三十年，鋼板樁亦曾有發現穿孔、破洞等嚴重腐蝕情況，建議日後仍應增加檢測應頻率，方能確保碼頭使用及營運安全。

表 4.20 東 5 碼頭鋼板樁厚度檢測結果

測定樁號	高程(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
1	+0.35	凸凹面 17.2	14.3	14.0	8.0	7.9	13.9	14.0	14.2	8.0	14.0	3.1	3.5	3.3	0.08	0.09	0.09
	-0.05		13.7	13.6	8.2	8.0	13.9	13.9	13.7	8.1	13.9	3.6	3.3	3.3	0.10	0.09	0.09
	-0.50		13.0	13.3	8.1	8.0	13.8	12.9	13.2	8.1	13.4	4.1	3.4	3.9	0.11	0.09	0.11
	-1.00		12.9	13.0	8.3	7.7	12.4	12.6	13.0	8.0	12.5	4.3	3.4	4.7	0.12	0.09	0.13
	-1.50	側面 11.4	14.3	14.0	9.0	8.8	14.0	13.8	14.2	8.9	13.9	3.1	2.5	3.3	0.08	0.07	0.09
	-2.00		14.4	14.9	9.3	9.4	14.4	14.5	14.7	9.4	14.5	2.6	2.1	2.8	0.07	0.06	0.08
	-3.00		15.3	15.0	10.0	9.5	15.0	14.9	15.2	9.8	15.0	2.1	1.7	2.3	0.06	0.05	0.06
	-4.00		15.7	16.1	9.4	9.4	15.3	15.4	15.9	9.4	15.4	1.3	2.0	1.9	0.04	0.05	0.05
	-5.00		15.8	15.8	9.0	9.3	15.8	15.8	15.8	9.2	15.8	1.4	2.3	1.4	0.04	0.06	0.04
2	+0.35	凸凹面 17.2	13.4	14.3	9.0	8.1	14.1	13.7	13.9	8.6	13.9	3.4	2.9	3.3	0.09	0.08	0.09
	-0.05		14.0	16.9	8.7	8.3	13.4	14.1	15.5	8.5	13.8	1.8	2.9	3.5	0.05	0.08	0.09
	-0.50		13.0	14.0	7.4	8.0	13.0	12.8	13.5	7.7	12.9	3.7	3.7	4.3	0.10	0.10	0.12
	-1.00		12.9	13.0	7.5	8.0	10.7	12.0	13.0	7.8	11.4	4.3	3.7	5.9	0.12	0.10	0.16
	-1.50	側面 11.4	14.4	14.4	8.9	9.0	13.9	13.9	14.4	9.0	13.9	2.8	2.5	3.3	0.08	0.07	0.09
	-2.00		15.0	14.9	9.0	8.7	14.4	15.0	15.0	8.9	14.7	2.3	2.6	2.5	0.06	0.07	0.07
	-3.00		15.4	15.8	9.4	9.5	15.5	15.4	15.6	9.5	15.5	1.6	2.0	1.8	0.04	0.05	0.05
	-4.00		15.6	15.6	9.5	10.0	15.6	15.7	15.6	9.8	15.7	1.6	1.7	1.6	0.04	0.05	0.04
	-5.00		15.5	15.8	9.5	9.9	15.6	15.4	15.7	9.7	15.5	1.6	1.7	1.7	0.04	0.05	0.05

表 4.21 東 5 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率

調查日期 高程 (m)	民國 90 年			民國 95 年		
	凸面	側面	凹面	凸面	側面	凹面
+0.35	0.10	0.09	0.10	0.06	0.05	0.07
-0.05	0.10	0.09	0.11	0.09	0.05	0.08
-0.50	0.15	0.11	0.13	0.07	0.04	0.07
-1.00	0.14	0.12	0.13	0.05	0.03	0.05
-1.50	0.09	0.09	0.09	0.04	0.03	0.05
-2.00	0.06	0.08	0.07	0.04	0.03	0.05
-3.00	0.05	0.07	0.06	0.04	0.02	0.05
-4.00	0.05	0.06	0.05	0.04	0.03	0.04
-5.00	0.04	0.06	0.05	0.04	0.02	0.04

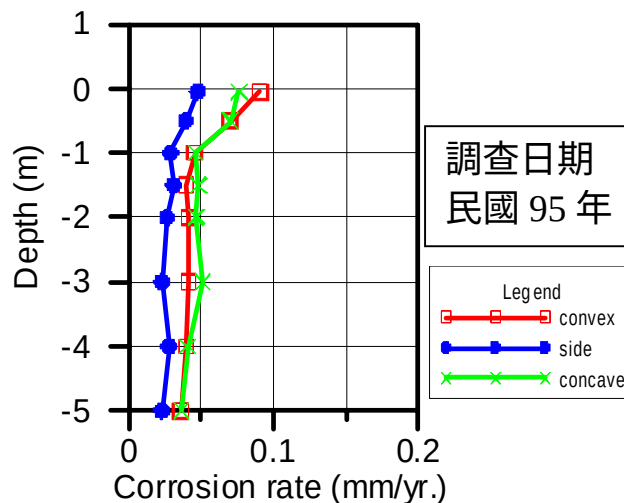


圖 4.27 東 5 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係

鋼板樁保護電位量測結果列於表 4.22：最大值為 -814 mV ，最小值為 -916 mV ，保護電位接近防蝕電位，顯示雖多已達到保護鋼板樁之效益，但水深 -7m 處則仍不足，由於本座碼頭僅於高程 -1m 及 -3m 處安裝犧牲陽極塊，建議應於高程 -5m 處增加安裝陽極塊，方能確保鋼板樁可受到足夠之防蝕保護。

表 4.22 東 5 碼頭鋼板樁保護電位量測結果 (單位：-mV)

測點 高程 (m)	1			2			3			4			5		
	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
-1	912	911	911	909	909	910	909	909	908	908	908	908	901	900	902
-4	916	915	913	917	913	911	914	913	912	913	912	911	909	911	912
-7	845	845	896	814	814	813	858	858	857	852	851	851	864	865	865

4.2.5 東 6 碼頭

東 6 碼頭於民國 59 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 180 公尺，設計水深 -9.00 公尺，整座碼頭未作任何防蝕措施，在使用 23 年後，於民國 82 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭斷面如圖 4.24，Z-38 鋼板樁型式及斷面性能如圖 4.20 及表 4.10。

民國 90 年本所港研中心調查本座碼頭發現因未安裝陽極塊作為碼頭鋼板樁防蝕措施，鋼板樁有多處發生穿孔、破洞等現象。破洞集中在高程-0.25m 至-0.50m 間之潮汐帶附近，目前鋼板樁破洞處均以鋼板焊補工法修補之。

鋼板樁厚度檢測結果如表 4.23 所示。表 4.24 及圖 4.28 為東 6 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率，可看出鋼板樁在檢測高程 -0.05 m 及 -1.00 m 處凸面與凹面之平均腐蝕速率 (0.13mm/yr) 最大，側面 (0.12mm/yr.)最小。腐蝕速率在本次調查範圍之各碼頭中屬最大。

民國 82 年未作防蝕工程前時，本座碼頭部份鋼板樁最大腐蝕速率達 0.28 mm/yr.，已有多處鋼板樁腐蝕速率超過 0.2mm/yr. 之規範，甚至穿孔、破洞；完成防蝕措施後至今，其腐蝕速率已明顯降低。

鋼板樁保護電位量測結果列於表 4.25：最大值為 -979 mV，最小值為 -1000 mV，保護電位大部份均小於-850 mV (以 Cu/CuSO₄ 電極量測)，因此，已達保護鋼板樁之目的。

表 4.23 東 6 碼頭鋼板樁厚度檢測結果

測定樁號	高程(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	側	凹	凹	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
1	+0.35	凸凹面 17.2 側面 11.4	13.9	14.3	8.0	8.0	14.3	13.8	14.1	8.0	14.1	3.1	3.4	3.2	0.09	0.09	0.09
	-0.05		13.6	14.0	8.0	9.1	14.0	14.0	13.8	8.6	14.0	3.4	2.9	3.2	0.09	0.08	0.09
	-0.50		14.1	13.8	6.3	7.3	14.0	13.6	14.0	6.8	13.8	3.3	4.6	3.4	0.09	0.13	0.09
	-1.00		13.7	13.4	8.4	9.0	14.0	14.0	13.6	8.7	14.0	3.7	2.7	3.2	0.10	0.07	0.09
	-1.50		14.6	15.1	9.3	9.0	14.8	14.0	14.9	9.2	14.4	2.4	2.3	2.8	0.06	0.06	0.08
	-2.00		14.8	15.0	9.5	9.0	15.3	15.7	14.9	9.3	15.5	2.3	2.2	1.7	0.06	0.06	0.05
	-3.00		15.3	15.5	9.4	9.4	15.5	15.0	15.4	9.4	15.3	1.8	2.0	2.0	0.05	0.05	0.05
	-4.00		15.5	16.0	9.6	10.0	15.5	16.1	15.8	9.8	15.8	1.5	1.6	1.4	0.04	0.04	0.04
	-5.00		15.7	16.1	9.6	9.6	15.7	15.9	15.9	9.6	15.8	1.3	1.8	1.4	0.04	0.05	0.04
2	+0.35	凸凹面 17.2 側面 11.4	14.1	14.0	8.9	8.0	13.9	14.3	14.1	8.5	14.1	3.2	3.0	3.1	0.09	0.08	0.09
	-0.05		13.9	13.7	9.0	8.4	14.3	14.0	13.8	8.7	14.2	3.4	2.7	3.1	0.09	0.07	0.08
	-0.50		13.0	13.5	8.0	7.8	13.3	13.8	13.3	7.9	13.6	4.0	3.5	3.7	0.11	0.10	0.10
	-1.00		12.7	13.0	9.0	8.4	13.8	14.2	12.9	8.7	14.0	4.4	2.7	3.2	0.12	0.07	0.09
	-1.50		14.4	14.1	8.3	9.0	14.3	14.9	14.3	8.7	14.6	3.0	2.8	2.6	0.08	0.08	0.07
	-2.00		15.3	15.0	9.0	9.2	15.2	15.0	15.2	9.1	15.1	2.1	2.3	2.1	0.06	0.06	0.06
	-3.00		15.5	15.4	9.4	9.0	15.5	15.7	15.5	9.2	15.6	1.8	2.2	1.6	0.05	0.06	0.04
	-4.00		16.1	15.6	9.5	9.4	16.0	15.7	15.9	9.5	15.9	1.4	2.0	1.4	0.04	0.05	0.04
	-5.00		15.9	15.9	9.9	9.6	15.1	15.7	15.9	9.8	15.4	1.3	1.7	1.8	0.04	0.05	0.05

表 4.24 東 6 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率 (mm/yr.)

調查日期 高程 (m)	民國 90 年			民國 95 年		
	凸面	側面	凹面	凸面	側面	凹面
+0.35	0.11	0.10	0.11	0.09	0.09	0.09
-0.05	0.11	0.11	0.12	0.09	0.08	0.09
-0.50	0.13	0.12	0.13	0.10	0.11	0.10
-1.00	0.13	0.12	0.13	0.11	0.07	0.09
-1.50	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07
-2.00	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05
-3.00	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.05
-4.00	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04
-5.00	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04

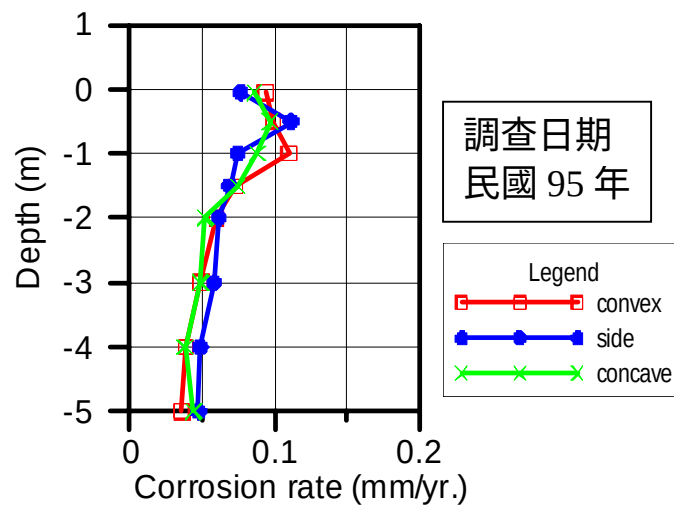


圖 4.28 東 6 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係

表 4.25 東 6 碼頭鋼板樁保護電位檢測結果（單位：-mV）

測點 高程 (m)	1			2			3			4			5		
	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
-1	985	987	985	993	993	993	994	994	995	994	994	993	998	993	994
-4	988	989	992	1004	1000	997	994	994	995	993	995	996	995	992	992
-7	996	979	980	995	994	995	993	992	992	994	994	993	991	991	991

4.2.6 東七碼頭

東 7 碼頭於民國 59 年完工，係以 Z-38 之鋼板樁建造，全長約 178 公尺，設計水深－9.00 公尺，整座碼頭未作任何防蝕措施，在使用 23 年後，於民國 82 年完成陰極防蝕工程，採犧牲陽極法。碼頭斷面如圖 4.24，Z-38 鋼板樁型式及斷面性能如圖 4.20 及表 4.10。

本次調查發現東 7 碼頭鋼板樁有於距東 6 碼頭 176 177 公尺兩處發生穿孔、破洞等現象。其中靠近距東 6 碼頭 176 公尺處之破洞尺寸，高 30 公分，寬 10 公分，且內部級配掏空深度大於 120 公分以上（如表 4.26），為碼頭營運安全計，應速予以補修。

表 4.26 東 7 碼頭鋼板樁破洞位置

破洞距起點 位置 (m)	高程 (m)	破 洞 大 小 高×寬 (cm)	破 洞 深度 (cm)	板樁面
176	-0.35	30×10	>120	側面
177	-0.30	20×5	90	側面

鋼板樁厚度檢測結果如表 4.27 所示。表 4.28 及圖 4.29 為東 6 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率，鋼板樁在高程－0.05 m 及－1.00 m 處凸面、凹面、側平均腐蝕速率均約在 0.10 mm/yr. 左右，其它高程測點

之腐蝕速率較小。但由於鋼板樁使用時間已超過三十年，且有發現穿孔或破洞現象，建議應速予維修或整建。

鋼板樁保護電位量測結果列於表 4.29：最大值為 -970 mV ，最小值為 -983 mV ，保護電位均小於 -850 mV (以 Cu/CuSO_4 電極量測)，因此，已達保護鋼板樁之目的。

表 4.27 東 7 碼頭鋼板樁厚度檢測結果

測定樁號	高程 (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
1	+0.35	凸凹面 17.2	15.1	14.7	8.3	8.0	14.3	14.2	14.9	8.2	14.3	2.3	3.3	3.0	0.06	0.09	0.08
	-0.05		14.8	14.4	8.1	7.2	15.1	14.6	14.6	7.7	14.9	2.6	3.8	2.4	0.07	0.10	0.06
	-0.50		13.9	13.3	7.9	7.5	13.9	13.6	13.6	7.7	13.8	3.6	3.7	3.5	0.10	0.10	0.09
	-1.00		13.0	13.6	8.4	8.0	13.0	14.0	13.3	8.2	13.5	3.9	3.2	3.7	0.11	0.09	0.10
	-1.50		14.4	14.8	9.0	8.9	14.7	15.1	14.6	9.0	14.9	2.6	2.5	2.3	0.07	0.07	0.06
	-2.00	側面 11.4	15.2	14.9	9.4	9.0	14.5	15.5	15.1	9.2	15.0	2.2	2.2	2.2	0.06	0.06	0.06
	-3.00		14.8	15.4	10.1	9.4	15.4	15.6	15.1	9.8	15.5	2.1	1.7	1.7	0.06	0.05	0.05
	-4.00		15.5	15.6	9.5	9.0	16.1	15.8	15.6	9.3	16.0	1.7	2.2	1.3	0.05	0.06	0.03
	-5.00		15.7	15.7	9.5	10.0	15.5	16.0	15.7	9.8	15.8	1.5	1.7	1.5	0.04	0.05	0.04
2	+0.35	凸凹面 17.2	14.3	14.0	9.1	8.8	14.0	15.1	14.2	9.0	14.6	3.1	2.5	2.7	0.08	0.07	0.07
	-0.05		14.0	15.0	8.3	8.0	15.3	15.0	14.5	8.2	15.2	2.7	3.3	2.1	0.07	0.09	0.06
	-0.50		15.3	14.8	8.0	7.9	13.9	14.0	15.1	8.0	14.0	2.2	3.5	3.3	0.06	0.09	0.09
	-1.00		14.4	14.7	8.0	8.5	14.3	14.7	14.6	8.3	14.5	2.7	3.2	2.7	0.07	0.09	0.07
	-1.50		15.2	15.0	9.1	8.9	14.8	15.1	15.1	9.0	15.0	2.1	2.4	2.3	0.06	0.07	0.06
	-2.00	側面 11.4	16.0	15.5	8.9	9.4	15.3	15.0	15.8	9.2	15.2	1.5	2.3	2.1	0.04	0.06	0.06
	-3.00		15.4	15.4	9.4	8.3	16.1	15.5	15.4	8.9	15.8	1.8	2.6	1.4	0.05	0.07	0.04
	-4.00		15.7	16.0	9.4	9.2	15.5	16.3	15.9	9.3	15.9	1.4	2.1	1.3	0.04	0.06	0.04
	-5.00		16.1	16.0	9.9	9.5	15.7	15.9	16.1	9.7	15.8	1.2	1.7	1.4	0.03	0.05	0.04

表 4.28 東 7 碼頭鋼板樁平均腐蝕速率 (mm/yr.)

調查日期 高程 (m)	民國 90 年			民國 95 年		
	凸面	側面	凹面	凸面	側面	凹面
+0.35	0.08	0.10	0.09	0.07	0.08	0.08
-0.05	0.09	0.10	0.10	0.07	0.10	0.06
-0.50	0.10	0.11	0.11	0.08	0.10	0.09
-1.00	0.11	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09
-1.50	0.07	0.08	0.08	0.06	0.07	0.06
-2.00	0.06	0.08	0.07	0.05	0.06	0.06
-3.00	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.04
-4.00	0.05	0.07	0.05	0.04	0.06	0.04
-5.00	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04

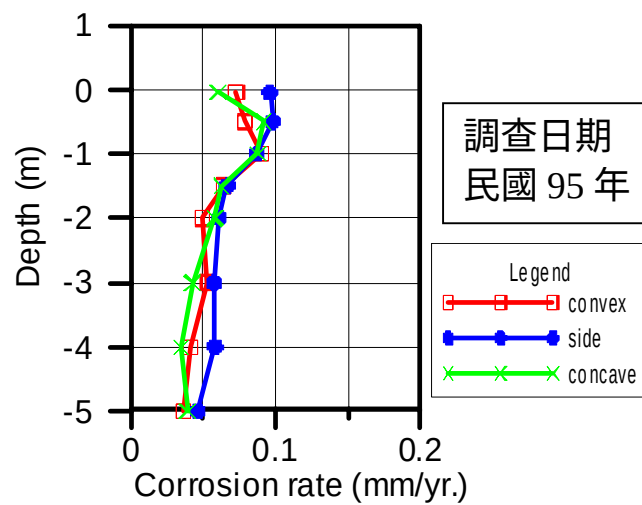


圖 4.29 東 7 碼頭鋼板樁檢測高程與平均腐蝕速率之關係

表 4.29 東 7 碼頭鋼板樁保護電位檢測結果 (單位：-mV)

測點 高程 (m)	1			2			3			4			5		
	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹	凸	側	凹
-1	978	970	972	979	980	981	972	972	971	979	979	980	977	977	978
-4	983	976	975	980	979	978	977	980	983	981	984	982	978	979	983
-7	972	970	969	978	977	977	967	969	970	981	980	980	980	980	972

4.2.7 西 16 至西 18 號碼頭

西 16 至西 18 號碼頭民國 59 年完工，原為混凝土基樁碼頭，自民國 84 年起分別改用厚度 12 mm 之鋼管樁建造，寬度向海測延伸 20 公尺，各座碼頭長度分別為 156.5、207.0 及 215.0 公尺，設計水深均為 -12.0 公尺，鋼管樁採用陰極防蝕犧牲陽極工法。碼頭斷面示意如圖 4.30。

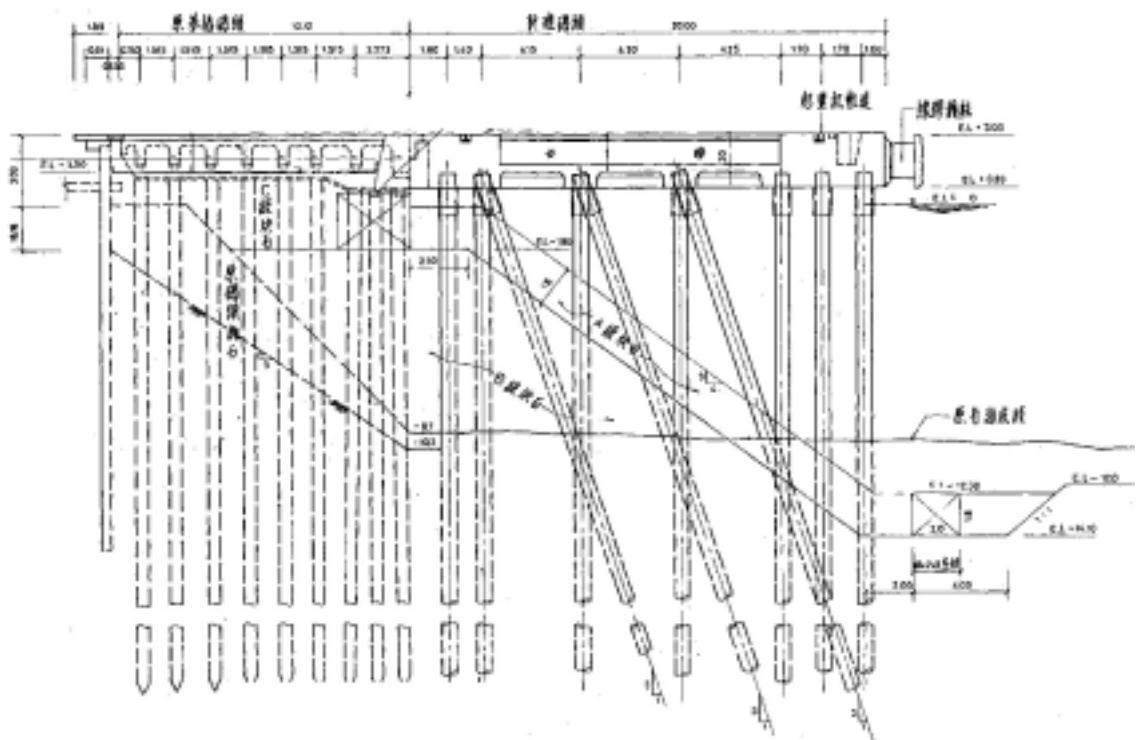


圖 4.30 西 16 至西 18 號碼頭斷面示意

檢測期間因碼頭停靠貨櫃船隻，為安全考量未能實施鋼管樁厚度檢測。鋼管樁保護電位則依據碼頭電位測試裝置位置進行，保護電位量測結果列於表 4.30：最大值為 -1004 mV ，最小值為 -1073 mV ，保護電位均小於 -850 mV (以 Cu/CuSO_4 電極量測)，因此，已達保護鋼管樁之目的。

表 4.30 基隆港西 16 至西 18 號碼頭鋼管樁防蝕電位量測結果

檢測位置 (現場編號)	鋼管樁防蝕電位 (Cu/CuSO_4 參考電極)				防蝕電位 是否足夠
	水深 0m	水深 -3m	水深 -6m	水深 -9m	
No.1	-1017	-1025	-1025	-1021	是
No.2	-1030	-1038	-1036	-1023	是
No.3	1033	-1039	-1032	-1024	是
No.4	-1013	-1023	-1023	-1023	是
No.5	-1034	-1038	-1040	-1025	是
No.6	-1045	-1065	-1072	-1073	是
No.7	-1046	-1052	-1045	-1026	是
No.8	----	----	----	----	測試裝置脫落
No.9	-1051	-1063	-1058	-1036	是
No.10	-1051	-1058	-1058	-1046	是
No.11	-1044	-1052	-1048	-1039	是
No.12	-1033	-1039	-1033	-1034	是
No.13	-1050	-1036	-1033	-1019	是
No.14	-1038	-1052	-1045	-1041	是
No.15	-1022	-1032	-1027	-1018	是
No.16	-1009	-1012	-1014	-1004	是

4.2.8 基隆港東 19 號碼頭

東 19 碼頭於民國 59 年完工，原為重力式方塊碼頭，為營運需求，於民國 84 年改建，寬度向海測延伸 14.7 公尺，設計水深 -9.00 公尺，長度 220 公尺之混凝土基樁棧橋式碼頭，碼頭斷面示意如圖 4.31。每排基樁共有 4 支直樁，間雜 2 支斜樁；由於碼頭面版高程僅為 +1.00 m，而基隆港高潮位常達 +1.81 m 左右，加上風浪及船隻通過，都將使其受海水波濺致氯離子等有害因子侵入混凝土內部，因而發生混凝土劣化及鋼筋生銹、腐蝕、斷裂等現象。

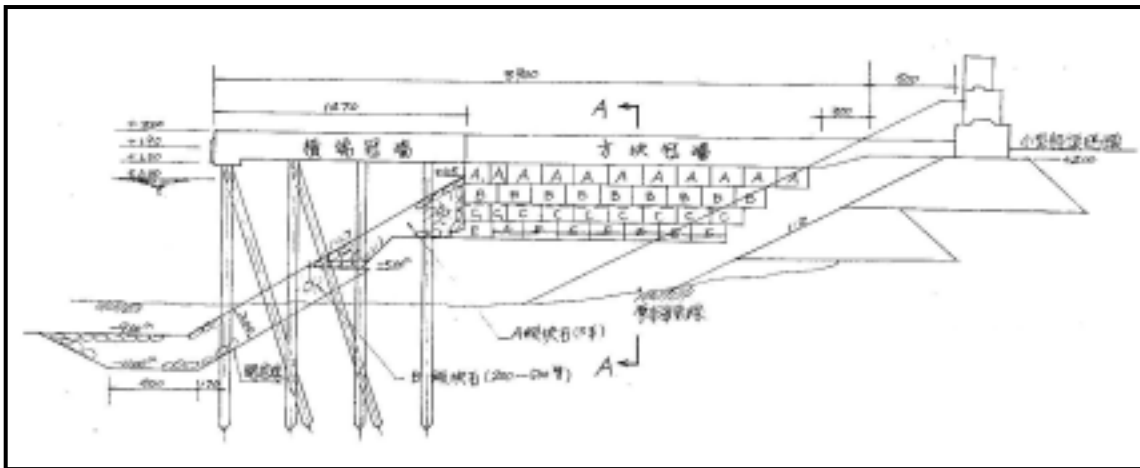


圖 4.31 基隆港東 19 號碼頭斷面示意圖

調查結果如表 4.32 及圖 4.32 至圖 4.33 所示。調查發現碼頭多處有面版與樁頭交接處鋼筋外露、面版底版鋼筋外露腐蝕生銹、面版底版滲水等異常現象，影響範圍超過本座碼頭面積 50% 以上，雖未造成立即性損壞。為考量碼頭營運安全，建議應儘早實施詳細檢測，如有需要應依據原有設計條件與碼頭現況比較，進行力學分析及評估碼頭營運安全。

表 4.31 基隆港東 19 號碼頭損壞情形

位置 (距起點距離)	損 壞 情 形
5.2m	面版與樁頭交接處鋼筋外露
13.0m	面版與樁頭交接處鋼筋外露
13.5m	樁頭鋼筋外露
16.6m	面版與樁頭交接處鋼筋外露
23.7m	第 2 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
59.4m	面版底版鋼筋外露腐蝕生銹
64.6m	拉桿處部份 R.C.損壞
73.7m	第 1 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
73.7m	第 2 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
73.7m	第 3 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
76.4m	第 1 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
76.4m	第 2 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
76.4m	第 3 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
81.3m	第 1 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
81.3m	第 2 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
81.3m	第 3 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
83.8m	第 2 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
83.8m	第 3 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
89.4m	第 1 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
89.4m	第 2 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
89.4m	第 3 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
94.2m	第 1 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
94.2m	第 2 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
94.2m	第 3 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
109.6m	第 1 格面版底版滲水 (自海側算起)
112.0m	第 1 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
112.0m	第 2 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
116.0m	第 2 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
116.0m	第 3 格面版底版鋼筋外露腐蝕生銹 (自海側算起)
終點處	自海側算起第 1 支樁 R.C.破損長約 2m



(1) 13.5m 處基樁混凝土劣化情形



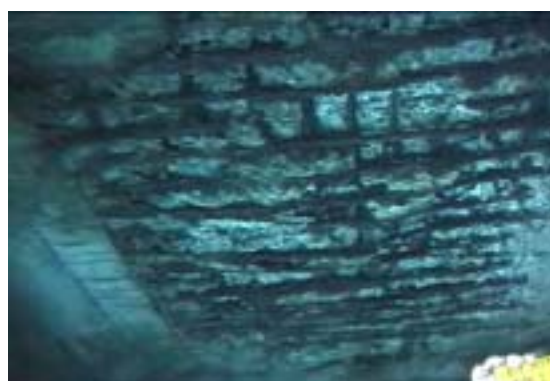
(2) 面版與樁頭交接處鋼筋外露



(3) 面版與樁頭交接處鋼筋外露 1



(4) 面版與樁頭交接處鋼筋外露 2

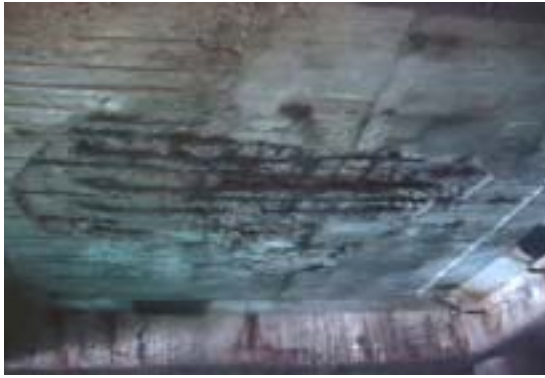


(5) 面版與樁頭交接處鋼筋外露 3



(6) 面版與樁頭交接處鋼筋外露 4

圖 4.32 基隆港東 19 碼頭調查結果 (1)



(1) 面版與樁頭交接處鋼筋外露 1



(2) 面版與樁頭交接處鋼筋外露 2



(3) 面版與樁頭交接處鋼筋外露 3



(4) 面版與樁頭交接處鋼筋外露 4



(5) 面版混凝土滲水情形



(6) 面版混凝土滲水處鋼筋腐蝕外露

圖 4.33 基隆港東 19 碼頭調查結果 (2)

4.2.9 基隆港西 14 號碼頭

西 14 碼頭於民國 59 年完工，結構型式包括混凝土基樁棧橋式與擁壁重力式方塊兩種，碼頭平面配置圖如圖 4.34 所示，混凝土基樁部份斷面示如圖 4.35，大樑間距離僅 6.06 m，隔樑間距離亦僅 1.52 m，碼頭斷面示意如圖 3.33，每排共打設 9 支直樁。

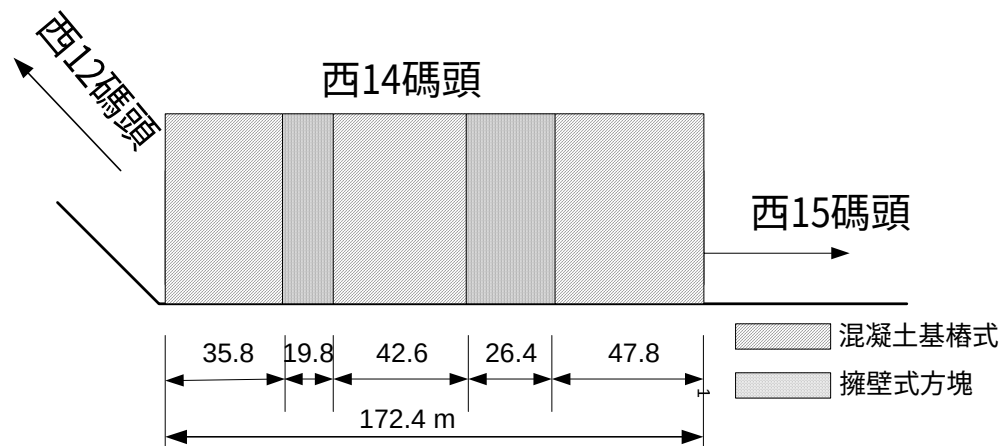


圖 4.34 西 14 碼頭平面配置圖

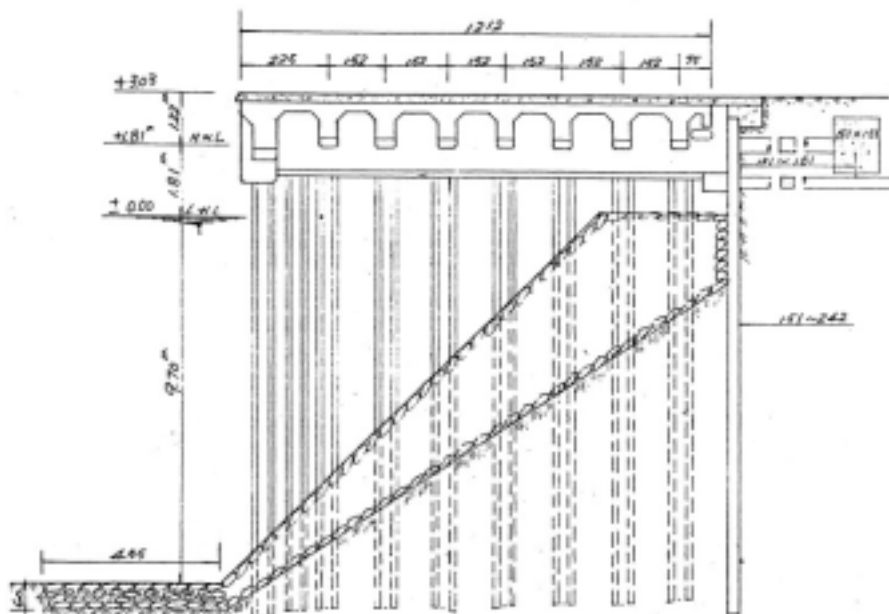


圖 4.35 西 14 碼頭斷面

碼頭大樑底部高程約為+1.00 m，而由於基隆港高潮位常達 +1.81 m 左右，加上風浪及船隻通過，都將使碼頭底部之 R.C.面版與樑長期受海水波濺，氯離子等有害因子侵入混凝土內部，而因發生混凝土劣化及鋼筋生銹、腐蝕、斷裂等現象。

調查結果如圖 4.36 至圖 4.37 所示。調查發現碼頭多處有面版與樁頭交接處鋼筋外露、面版底版鋼筋外露腐蝕生銹等異常現象，影響範圍超過本座碼頭面積 50%以上，雖未造成立即性損壞。為考量碼頭營運安全，建議應儘早實施詳細檢測，如有需要應依據原有設計條件與碼頭現況比較，進行力學分析及評估碼頭營運安全。



(1) 面版鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 1



(2) 底樑鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 1



(3) 底樑鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 2



(4) 底樑鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 3



(5) 面版鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 2



(6) 面版鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 3

圖 4.36 西 14 碼頭構造物調查結果 1



(1) 面版鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 1



(2) 底樑鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 1



(3) 底樑鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 2



(4) 底樑鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 3



(3) 底樑鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 4



(3) 面版鋼筋腐蝕生銹、混凝土剝落 2

圖 4.37 西 14 碼頭構造物調查結果 2

第五章 結論與建議

5.1 結論

1. 馬公港 1 號碼頭及基隆港各鋼樁碼頭，目視檢視及量測鋼樁現有厚度與保護電位結果顯示，各座碼頭採安裝陽極塊之防蝕工法，可達到對鋼樁防蝕保護之目的。
2. 馬公港 1 號碼頭鋼管樁潮間帶部分以混凝土包覆保護，部份混凝土有脫落現象，但不影響營運安全。
3. 基隆港東 7 碼頭水下檢測發現兩處破洞，且碼頭面已出現沉陷現象，值得繼續加強注意。
4. 基隆港東 19 及西 14 碼頭底部之 R.C.面版與樑，本次調查發現多處發生混凝土脫落及鋼筋生銹、腐蝕、斷裂等現象，可能危害碼頭結構安全。

5.2 建議

1. 馬公港 1 號碼頭鋼管樁潮間帶部分混凝土有脫落現象，應儘速維修。
3. 基隆港東 7 碼頭為避免因鋼板樁背填級配掏空，導致碼頭岸壁及路面傾斜崩塌，建議破洞處可鋼板焊補、掏空區域採用填灌混凝土或水泥砂漿灌漿等工法修護之。
4. 基隆港東 19 及西 14 碼頭底部之 R.C.面版與樑，混凝土脫落及鋼筋生銹、腐蝕、斷裂等現象，可能危害碼頭結構安全，建議進一步實施細部檢測並進行結構安全分析。

參考文獻

- [1] 台灣省政府交通處港灣技術研究所，「基隆港碼頭鋼板樁檢測及其維護改善方案研究」，港灣技術研究所專刊第 81 號， 1993。
- [2] 交通部運輸研究所，「碼頭鋼板樁現況調查與腐蝕防治研究」，MOTC-IOT-IHMT-MA9011，2002。
- [3] 交通部運輸研究所、中華民國防蝕工程學會、臺灣海洋工程學會，「海洋環境下鋼筋混凝土與鋼材構造物陰極防蝕技術與應用研討會」論文集，93-101-7114，2004
- [4] 交通部運輸研究所，「港灣構造物耐久性與維護機制之研究(1/4)」，MOTC-IOT-94-H1DA001，2006。
- [5] 石黑健、白石基雄、海輪博之（1982），「鋼矢板工法」，p571，山海堂，日本，1982。
- [6] 交通部、交通部運輸研究所港研中心、中華民國防蝕工程學會，「公共工程之陰極防蝕應用研討會」論文集，95-7157，2006。
- [7] Samuel A. Bradford, “ Corrosion Control ”, Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A. , 1993.
- [8] 台灣省政府交通處港灣技術研究所，「高雄港老舊碼頭安全調查及評估研究」， 87-研（七）， 1998。
- [9] F. W. Fink and W. K. Boyd, “The Corrosion of Metals in Marine Environment”, DMIC Report 245, 1970.
- [10] “Splash Zone Maintenance Systems for Marine Steel Structures “, NACE International Task Group T-1G-27, 1994.

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼管樁檢測結果

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (1)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-3-1	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.90	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.50	11.60	11.70	11.80	11.67	11.77	11.60	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.70	11.77	11.73	11.73	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.77	11.70	11.67	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.77	11.67	11.77	11.67	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.77	11.73	11.70	11.67	11.72	0.28	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.77	11.63	11.70	0.30	0.05
	-5.0	12.00	11.80	11.50	11.50	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.60	11.67	11.77	11.66	0.34	0.06
1-3-2	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.60	11.50	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.63	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.73	11.67	11.73	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.73	11.77	11.67	11.70	11.72	0.28	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.77	11.63	11.77	11.73	11.73	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.57	11.73	11.73	11.70	11.68	0.32	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.67	11.67	11.70	11.67	11.68	0.33	0.05
	-5.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80				11.67	11.70	11.73		11.70	0.30	0.05
1-3-3	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.73	11.70	11.77	11.67	11.72	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.73	11.67	11.73	11.77	11.73	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.77	11.67	11.77	11.70	11.73	0.28	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70							11.77	11.67			11.72	0.28	0.05
1-3-4	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.77	11.73	11.77	11.74	0.26	0.04
	-1.5	12.00	11.80	11.90	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.83	11.73	11.77	11.73	11.77	0.23	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.73	11.77	11.67	11.73	11.73	0.28	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.90	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80	11.77	11.73	11.80	11.78	0.22	0.04
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.77	11.77	11.73	11.77	11.76	0.24	0.04
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.73	0.28	0.05
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.67	11.77	11.63	11.67	11.68	0.32	0.05
1-3-5	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.77	11.73	11.77	11.67	11.73	0.27	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.73	11.67	11.77	11.77	11.73	0.27	0.04
	-2.0	12.00	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.73	11.77	11.77	11.72	0.28	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.70	11.67	11.70	11.69	0.31	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.73	11.70	11.67	11.70	11.70	0.30	0.05
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.77	11.67	11.70	11.71	0.29	0.05
1-3-6	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.73	11.70	11.73	11.73	11.73	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.80	11.70	11.50	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80				11.70	11.60	11.70		11.67	0.33	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (2)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-3-7	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.90	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.77	11.80	11.70	11.73	11.75	0.25	0.04
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.60	11.77	11.73	11.70	11.73	11.73	0.27	0.04
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.77	11.73	11.77	11.77	11.76	0.24	0.04
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.90	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.80	11.77	11.80	11.70	11.70	11.74	0.26	0.04
	-3.0	12.00	11.80	11.90	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.73	11.80	11.67	11.75	0.25	0.04
	-4.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.73	11.77	11.70	11.70	11.73	0.28	0.05
	-5.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.73	11.73	11.77	11.70	11.73	0.27	0.04
1-3-8	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.73	11.77	11.73	11.73	0.27	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.90	11.80	11.80	11.60	11.70	11.80	11.60	11.77	11.80	11.73	11.70	11.75	0.25	0.04
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.63	11.77	11.68	0.33	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.73	11.67	11.70	0.30	0.05
	-3.0	12.00	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.65	0.35	0.06
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.80				11.73	11.60	11.73		11.69	0.31	0.05
1-3-9	-1.0	12.00	11.50	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.77	11.70	11.73	11.70	0.30	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70										11.73				11.73	0.27	0.04
1-3-10	-1.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.80	11.90	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.77	11.83	11.73	11.67	11.75	0.25	0.04
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.73	11.77	11.73	11.73	11.74	0.26	0.04
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.73	11.70	11.77	11.73	0.28	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.73	11.73	11.77	11.73	11.74	0.26	0.04
	-3.0	12.00	11.60	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.77	11.63	11.70	11.68	0.33	0.05
	-4.0	12.00	11.50	11.40	11.70	11.50	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.53	11.67	11.77	11.67	11.66	0.34	0.06
	-5.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.77	11.73	11.63	11.67	11.70	0.30	0.05
1-3-11	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.63	11.77	11.67	11.70	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.67	11.72	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.70	11.77	11.70	11.60	11.67	11.68	0.32	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.67	11.77	11.73	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.77	11.67	11.73	11.77	11.73	0.27	0.04
1-3-12	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.67	11.67	11.68	0.32	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70							11.60	11.67			11.63	0.37	0.06
1-3-13	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.73	11.70	11.77	11.73	11.73	0.27	0.04
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.73	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.77	11.67	11.67	11.70	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.77	11.77	11.70	11.73	11.74	0.26	0.04
	-3.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.90	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.73	11.80	11.70	11.73	11.74	0.26	0.04
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.67	11.77	11.73	11.72	0.28	0.05
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.73	11.70	11.77	11.67	11.72	0.28	0.05

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (3)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
1-3-14	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.67	11.77	11.80	11.63	11.72	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.50	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.67	11.70	11.67	11.70	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.60	11.70	11.77	11.67	11.70	11.70	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.67	11.77	11.73	11.77	11.73	0.27	0.04
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.90	11.80	11.70	11.70	11.60	11.67	11.83	11.73	11.71	0.29	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.73	11.73	11.63	11.73	11.71	0.29	0.05
1-3-15	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.73	11.70	11.67	11.70	0.30	0.05
	-1.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.67	11.73	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.70										11.67				11.67	0.33	0.06
1-4-1	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.73	11.67	11.77	11.73	11.73	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.77	11.60	11.73	11.70	11.70	0.30	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.67	11.80	11.67	11.80	11.73	0.27	0.04
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.90	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.67	11.70	11.83	11.70	11.73	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.77	11.67	11.77	11.80	11.75	0.25	0.04
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.67	11.67	11.77	11.77	11.72	0.28	0.05
	-5.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.77	11.73	11.73	11.80	11.76	0.24	0.04
1-4-2	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.90	11.70	11.80	11.70	11.70	11.73	11.80	11.73	11.74	0.26	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.73	11.77	11.70	11.77	11.74	0.26	0.04
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.67	11.77	11.73	11.70	11.72	0.28	0.05
	-2.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.77	11.73	11.77	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.63	11.77	11.73	11.73	11.72	0.28	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.77	11.67	11.73	11.67	11.71	0.29	0.05
	-5.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.50	11.70				11.77	11.77	11.67		11.73	0.27	0.04
1-4-3	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.90	11.80	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.77	11.80	11.70	11.73	11.75	0.25	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.67	11.77	11.77	11.70	11.73	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.77	11.67	11.70	11.67	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80							11.67	11.77			11.72	0.28	0.05
1-4-4	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.90	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.80	11.73	11.73	11.57	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.77	11.70	11.73	11.77	11.74	0.26	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.90	11.77	11.73	11.70	11.80	11.75	0.25	0.04
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.73	11.70	11.77	11.67	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.90	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.67	11.83	11.77	11.73	11.75	0.25	0.04
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.77	11.77	11.70	11.73	11.74	0.26	0.04
	-5.0	12.00	11.70	11.80	11.90	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.73	11.60	11.70	11.71	0.29	0.05

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (4)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)	
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均			
1-4-5	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.50	11.70	11.80	11.70	11.73	11.73	11.60	11.73	11.70	0.30	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.70	11.67	11.77	11.73	11.67	11.71	0.29	0.05	
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.73	11.73	11.70	11.73	11.73	0.28	0.05	
	-2.5	12.00	11.70	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.73	11.63	11.73	11.70	11.70	0.30	0.05	
	-3.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80								11.73	11.73			11.73	0.27	0.04
1-4-6	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.67	11.73	11.73	11.73	11.72	0.28	0.05	
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.73	11.73	11.60	11.69	0.31	0.05	
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.77	11.70	11.73	11.80	11.75	0.25	0.04	
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.63	11.77	11.73	11.73	11.72	0.28	0.05	
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.67	11.67	11.73	11.69	0.31	0.05	
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.73	11.77	11.67	11.77	11.73	0.27	0.04	
1-4-7	-1.0	12.00	11.60	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.70	11.60	11.63	11.63	11.73	11.67	11.67	0.33	0.06	
	-1.5	12.00	11.40	11.50	11.70	11.60	11.40	11.50	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.53	11.50	11.77	11.60	11.60	0.40	0.07	
	-2.0	12.00	11.50	11.70	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.80	11.80	11.70	11.70	11.63	11.67	11.63	11.73	11.67	0.33	0.06	
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.73	11.68	0.32	0.05	
	-3.0	12.00	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.73	11.70	11.67	11.68	0.32	0.05	
	-4.0	12.00	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.77	11.67	11.70	11.77	11.73	0.28	0.05	
	-5.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.80	11.73	11.73	11.70	11.70	11.72	0.28	0.05	
1-4-8	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.73	11.63	11.73	11.67	11.69	0.31	0.05	
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.90	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.50	11.70	11.80	11.73	11.53	11.69	0.31	0.05	
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.67	11.63	11.67	11.70	11.67	0.33	0.06	
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.67	11.57	11.70	11.73	11.67	0.33	0.06	
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.77	11.73	11.63	11.73	11.72	0.28	0.05	
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.63	11.77	11.63	11.70	11.68	0.32	0.05	
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.60	11.50	11.70	11.70	11.80	11.67	11.77	11.57	11.73	11.68	0.32	0.05	
1-4-9	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.73	11.77	11.73	11.73	11.74	0.26	0.04	
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.63	11.73	11.77	11.71	0.29	0.05	
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.77	11.73	11.70	11.70	11.73	0.28	0.05	
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.80	11.73	11.67	11.63	11.71	0.29	0.05	
1-5-1	-1.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.77	11.70	11.73	11.57	11.69	0.31	0.05	
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.67	11.77	11.60	11.70	11.68	0.32	0.05	
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.63	11.77	11.67	11.70	11.69	0.31	0.05	
	-2.5	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.73	11.70	11.73	11.77	11.73	0.27	0.04	
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.63	11.70	11.70	11.77	11.70	0.30	0.05	
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.40	11.50	11.60	11.50	11.60	11.63	11.63	11.53	11.60	0.40	0.07	
	-5.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.73	11.77	11.73	11.77	11.75	0.25	0.04	

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (5)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-5-2	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.73	11.77	11.73	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.40	11.30	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.50	11.40	11.47	11.67	11.63	11.50	11.57	0.43	0.07
	-2.0	12.00	11.40	11.50	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.60	11.60	11.58	0.42	0.07
	-2.5	12.00	11.40	11.50	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.77	11.67	11.60	11.63	0.37	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.73	11.70	11.77	11.67	11.72	0.28	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80						11.73	11.67	11.80		11.73	0.27	0.04
1-5-3	-1.0	12.00	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.57	11.67	11.70	11.73	11.67	0.33	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.90	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.67	11.73	11.80	11.70	11.73	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.67	11.67	11.67	11.73	11.69	0.31	0.05
1-5-4	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.67	11.60	11.70	11.67	11.66	0.34	0.06
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.67	11.67	0.33	0.06
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.50	11.70	11.73	11.57	11.70	11.63	11.66	0.34	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.70	11.53	11.67	11.73	11.66	0.34	0.06
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.50	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.63	11.70	11.73	11.63	11.68	0.32	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.67	11.67	11.66	0.34	0.06
	-5.0	12.00	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.63	11.77	11.60	11.67	11.67	0.33	0.06
1-5-5	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.73	11.63	11.67	11.67	11.68	0.33	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.73	11.63	11.73	11.73	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.73	11.73	11.72	0.28	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.63	11.67	11.67	11.73	11.68	0.33	0.05
	-3.0	12.00	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.50	11.60	11.60	11.80	11.57	11.73	11.53	11.67	11.63	0.38	0.06
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.50	11.60	11.80	11.80	11.70	11.60	11.63	11.73	11.63	11.70	11.68	0.32	0.05
1-5-6	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.67	11.67	11.77	11.68	0.33	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.70	11.50	11.50	11.70	11.40	11.50	11.70	11.73	11.60	11.57	11.53	11.61	0.39	0.07
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.70	11.67	11.60	11.60	11.64	0.36	0.06
1-5-7	-1.0	12.00	11.60	11.60	11.50	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.57	11.67	11.73	11.67	11.66	0.34	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.80	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.60	11.60	11.63	11.60	11.61	0.39	0.07
	-2.0	12.00	11.60	11.50	11.70	11.50	11.60	11.40	11.50	11.30	11.40	11.50	11.60	11.60	11.60	11.50	11.40	11.57	11.52	0.48	0.08
	-2.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.70	11.70	11.50	11.70	1.50	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.63	8.30	11.73	10.82	1.18	0.20
	-3.0	12.00	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.60	11.57	11.73	11.57	11.67	11.63	0.37	0.06
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.50	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.73	11.67	11.53	11.73	11.67	0.33	0.06
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.80	11.80	11.67	11.67	11.53	11.77	11.66	0.34	0.06
1-5-8	-1.0	12.00	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.73	11.67	11.70	11.68	0.33	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.50	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.57	11.73	11.65	0.35	0.06
	-2.0	12.00	11.60	11.50	11.60	11.50	11.60	11.60	11.50	11.40	11.50	11.40	11.50	11.70	11.57	11.57	11.47	11.53	11.53	0.47	0.08
	-2.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.40	11.50	11.60	11.50	11.40	11.70	11.70	11.67	11.47	11.53	11.60	11.57	0.43	0.07
	-3.0	12.00	11.60	11.50	11.60	11.50	11.40	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.60	11.57	11.53	11.67	11.57	11.58	0.42	0.07
	-4.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.50	11.50	11.60	11.70	11.67	11.70	11.60	11.60	11.64	0.36	0.06
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60							11.67	11.63			11.65	0.35	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (6)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-5-9	-1.0	12.00	11.50	11.60	11.40	11.70	11.50	11.60	11.70	11.50	11.60	11.50	11.70	11.50	11.50	11.60	11.60	11.57	11.57	0.43	0.07
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.50	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	0.40	0.07
	-2.0	12.00	11.50	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.53	11.60	11.67	11.70	11.63	0.38	0.06
1-6-1	-1.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.50	11.60	11.50	11.60	11.70	11.77	11.57	11.57	11.60	11.63	0.37	0.06
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.70	11.73	11.73	11.73	11.70	11.73	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.50	11.77	11.73	11.67	11.63	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.50	11.40	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.53	11.60	11.67	11.73	11.63	0.37	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.50	11.50	11.70	11.70	11.80	11.67	11.77	11.53	11.73	11.68	0.33	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.50	11.70	11.60	11.60	11.60	11.73	11.53	11.63	11.63	0.38	0.06
	-5.0	12.00	11.70	11.50	11.50	11.40	11.50	11.40	11.60	11.50	11.50	11.60	11.50	11.70	11.57	11.43	11.53	11.60	11.53	0.47	0.08
1-6-2	-1.0	12.00	11.50	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.90	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.67	11.80	11.73	11.70	0.30	0.05
	-1.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.73	11.70	11.77	11.70	0.30	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.80	11.90	11.60	11.70	11.80	11.80	11.73	11.70	11.77	11.77	11.74	0.26	0.04
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.80	11.90	11.70	11.50	11.60	11.70	11.50	11.60	11.90	11.70	11.80	11.60	11.67	11.69	0.31	0.05
	-3.0	12.00	11.58	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.80	11.90	11.70	11.80	11.80	11.63	11.67	11.80	11.77	11.72	0.29	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.50	11.69	11.70	11.67	11.63	11.67	0.33	0.05
1-6-3	-1.0	12.00	11.50	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.60	11.68	11.70	11.73	11.67	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.70	11.50	11.60	11.40	11.50	11.60	11.80	11.80	11.70	11.60	11.63	11.50	11.63	11.70	11.62	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.72	11.70	11.77	11.67	11.71	0.29	0.05
1-6-4	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.69	11.73	11.67	11.67	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.77	11.63	11.67	11.63	11.68	0.33	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.80	11.7	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.72	11.63	11.69	0.31	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.50	11.50	11.6	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.50	11.58	11.63	11.60	11.57	11.60	0.40	0.07
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.77	11.70	11.67	11.77	11.73	0.28	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.90	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.71	11.60	11.73	11.70	11.69	0.31	0.05
	-5.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.80	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.60	11.77	11.63	11.60	11.67	11.67	0.33	0.06
1-6-5	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.80	11.80	11.68	11.73	11.57	11.73	11.68	0.32	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.50	11.80	11.70	11.40	11.60	11.80	11.63	11.70	11.67	11.60	11.65	0.35	0.06
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.90	11.70	11.60	11.50	11.70	11.67	11.80	11.60	11.69	0.31	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.67	11.63	11.77	11.63	11.68	0.33	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.71	11.77	11.63	11.77	11.72	0.28	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.90	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.50	11.70	11.68	11.70	11.60	11.57	11.64	0.36	0.06
1-6-6	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.71	11.63	11.80	11.67	11.70	0.30	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.90	11.80	11.60	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.50	11.60	11.69	11.67	11.67	11.60	11.66	0.34	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (7)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-6-7	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.40	11.50	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.62	11.57	11.60	11.70	11.62	0.38	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.50	11.40	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.67	11.53	11.70	11.77	11.67	0.33	0.06
	-2.0	12.00	11.60	11.50	11.60	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.68	11.73	11.77	11.67	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.50	11.50	11.70	11.80	11.60	11.50	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.65	11.63	11.73	11.67	11.67	0.33	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.40	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.90	11.70	11.70	11.70	11.65	11.57	11.77	11.70	11.67	0.33	0.05
	-4.0	12.00	11.50	11.50	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.60	11.60	11.57	11.63	11.63	11.61	0.39	0.07
	-5.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.66	11.57	11.67	11.67	11.64	0.36	0.06
1-6-8	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.68	11.67	11.70	11.63	11.67	0.33	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.73	11.70	11.77	11.63	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.71	11.70	11.77	11.67	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.90	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.73	11.73	11.73	11.77	11.74	0.26	0.04
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.72	11.73	11.70	11.77	11.73	0.27	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.71	11.67	11.63	11.77	11.69	0.31	0.05
1-6-9	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.73	11.63	11.77	11.73	11.72	0.28	0.05
1-7-1	-1.0	12.00	11.70	11.50	11.50	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.63	11.67	11.60	11.67	11.64	0.36	0.06
	-1.5	12.00	11.60	11.60	11.70	11.50	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.66	11.70	11.70	11.60	11.66	0.34	0.06
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.50	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.68	11.60	11.80	11.67	11.69	0.31	0.05
	-2.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.70	11.50	11.60	11.60	11.63	11.70	11.67	11.57	11.64	0.36	0.06
	-3.0	12.00	11.80	11.90	11.60	11.60	11.70	11.50	11.80	11.80	11.50	11.50	11.40	11.60	11.64	11.60	11.70	11.50	11.61	0.39	0.06
	-4.0	12.00	11.80	11.70	11.50	11.70	11.60	11.60	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.63	11.80	11.70	11.71	0.29	0.05
	-5.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.50	11.70	11.70	11.80	11.60	11.60	11.50	11.80	11.80	11.69	11.63	11.67	11.70	11.67	0.33	0.05
1-7-2	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.50	11.70	11.80	11.80	11.67	11.73	11.53	11.77	11.68	0.33	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.50	11.40	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.67	11.47	11.70	11.73	11.64	0.36	0.06
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.50	11.40	11.50	11.62	11.67	11.70	11.47	11.61	0.39	0.06
	-2.5	12.00	11.50	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.50	11.40	11.40	11.60	11.58	11.73	11.60	11.47	11.60	0.40	0.07
	-3.0	12.00	11.50	11.50	11.40	11.60	11.50	11.40	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.58	11.50	11.73	11.60	11.60	0.40	0.07
	-4.0	12.00	11.80	11.50	11.60	11.50	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70	11.80	11.60	11.60	11.63	11.63	11.70	11.67	11.66	0.34	0.06
1-7-3	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.40	11.80	11.70	11.60	11.63	11.60	11.57	11.70	11.63	0.38	0.06
	-1.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.50	11.65	11.63	11.73	11.63	11.66	0.34	0.06
1-7-4	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.80	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.67	11.70	11.70	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.50	11.70	11.80	11.80	11.68	11.67	11.63	11.77	11.69	0.31	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.68	11.70	11.70	11.63	11.68	0.32	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.50	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.64	11.67	11.70	11.60	11.65	0.35	0.06
	-3.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.70	11.71	11.77	11.63	11.73	11.71	0.29	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.80	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.68	11.77	11.57	11.73	11.69	0.31	0.05
	-5.0	12.00	11.60	11.50	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.77	11.77	11.67	11.73	0.28	0.05

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (8)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-7-5	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.80	11.80	11.90	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.74	11.80	11.70	11.70	11.74	0.26	0.04
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.50	11.50	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.68	11.63	11.63	11.73	11.67	0.33	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.80	11.70	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.73	11.77	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.80	11.70	11.70	11.71	11.73	11.60	11.73	11.69	0.31	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.60	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.68	11.63	11.73	11.73	11.69	0.31	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60							11.63	11.60			11.62	0.38	0.06
1-7-6	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.69	11.63	11.77	11.63	11.68	0.32	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.60	11.80	11.80	11.60	11.60	11.80	11.80	11.70	11.50	11.60	11.60	11.67	11.67	11.77	11.57	11.67	0.33	0.06
	-2.0	12.00	11.50	11.60	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60				11.67	11.77	11.67		11.70	0.30	0.05
1-7-7	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.74	11.73	11.73	11.77	11.74	0.26	0.04
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.80	11.60	11.50	11.68	11.70	11.67	11.63	11.67	0.33	0.06
	-2.0	12.00	11.80	11.90	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.70	11.71	11.67	11.60	11.73	11.68	0.32	0.05
	-2.5	12.00	11.50	11.40	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.68	11.63	11.77	11.77	11.71	0.29	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.72	11.73	11.67	11.77	11.72	0.28	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.77	11.63	11.73	11.71	0.29	0.05
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.50	11.68	11.77	11.73	11.57	11.69	0.31	0.05
1-7-8	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.73	11.63	11.77	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.50	11.70	11.60	11.65	11.73	11.70	11.60	11.67	0.33	0.05
	-2.0	12.00	11.50	11.40	11.40	11.60	11.50	11.50	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.58	11.53	11.67	11.70	11.62	0.38	0.06
	-2.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.60	11.80	11.80	11.80	11.70	11.66	11.60	11.67	11.77	11.67	0.33	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.71	11.77	11.73	11.67	11.72	0.28	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.73	11.77	11.67	11.77	11.73	0.27	0.04
1-7-9	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.60	11.80	11.80	11.70	11.68	11.70	11.67	11.77	11.70	0.30	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.77	11.70	11.70	11.72	0.28	0.05
1-7-10	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.73	11.77	11.63	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.69	11.77	11.70	11.67	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.69	11.77	11.67	11.67	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.74	11.77	11.70	11.70	11.73	0.27	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.73	11.70	11.70	11.77	11.73	0.28	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.74	11.77	11.77	11.70	11.74	0.26	0.04
	-5.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.80	11.67	11.72	0.28	0.05
1-7-11	-1.0	12.00	11.70	11.40	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.90	11.80	11.70	11.70	11.68	11.63	11.80	11.73	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.70	11.68	11.60	11.73	11.70	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.90	11.80	11.73	11.70	11.60	11.80	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.68	11.73	11.63	11.70	11.69	0.31	0.05
	-3.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.73	11.63	11.73	11.80	11.73	0.27	0.05
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.71	11.77	11.67	11.73	11.72	0.28	0.05

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (9)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-7-12	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.69	11.70	11.67	11.73	11.70	0.30	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.75	11.73	11.73	11.77	11.75	0.25	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.73	11.67	11.77	11.73	11.73	0.28	0.05
1-8-1	-1.0	12.00	11.80	11.90	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.77	11.77	11.70	11.77	11.75	0.25	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.90	11.80	11.80	11.70	11.80	11.90	11.70	11.70	11.77	11.80	11.77	11.77	11.78	0.23	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.90	11.90	11.80	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.90	11.78	11.77	11.70	11.80	11.76	0.24	0.04
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.73	11.73	11.67	11.73	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.73	11.73	11.73	11.77	11.74	0.26	0.04
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.74	11.73	11.73	11.77	11.74	0.26	0.04
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.75	11.77	11.77	11.73	11.75	0.25	0.04
1-8-2	-1.0	12.00	11.70	11.90	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.90	11.78	11.73	11.80	11.77	11.77	0.23	0.04
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70	11.80	11.74	11.77	11.70	11.73	11.74	0.26	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.75	11.73	11.73	11.77	11.75	0.25	0.04
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.73	11.70	11.77	11.70	11.73	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.73	11.77	11.70	11.73	11.73	0.27	0.04
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.73	11.77	11.70	11.73	11.73	0.27	0.04
1-8-3	-1.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.77	11.77	11.77	11.77	11.77	0.23	0.04
	-1.5	12.00	11.80	11.90	11.70	11.80	11.90	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.74	11.80	11.70	11.67	11.73	0.27	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.73	11.73	11.67	11.73	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.76	11.80	11.73	11.73	11.76	0.24	0.04
1-8-4	-1.0	12.00	11.90	11.80	11.90	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.90	11.70	11.80	11.80	11.75	11.57	11.80	11.77	11.72	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.90	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.77	11.73	11.80	11.77	11.77	0.23	0.04
	-2.0	12.00	11.60	11.50	11.60	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.68	11.70	11.77	11.70	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.40	11.60	11.80	11.80	11.80	11.60	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.53	11.80	11.67	11.73	11.68	0.32	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.76	11.77	11.77	11.77	11.76	0.24	0.04
	-4.0	12.00	11.80	11.90	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.70	11.83	11.73	11.77	11.77	11.78	0.23	0.04
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.75	11.77	11.67	11.80	11.75	0.25	0.04
1-8-5	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.77	11.77	11.70	11.77	11.75	0.25	0.04
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.90	11.80	11.80	11.76	11.77	11.77	11.83	11.78	0.22	0.04
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.73	11.73	11.70	11.70	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.90	11.80	11.70	11.80	11.60	11.50	11.50	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.69	11.63	11.63	11.70	11.66	0.34	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.73	11.70	11.77	11.73	11.73	0.27	0.04
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.74	11.77	11.70	11.73	11.74	0.26	0.04
	-5.0	12.00	11.70	11.60	11.60										11.63				11.63	0.37	0.06
1-8-6	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.72	11.70	11.70	11.73	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.67	11.77	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.75	11.73	11.77	11.77	11.75	0.25	0.04
	-2.5	12.00	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.73	11.67	11.73	11.71	0.29	0.05

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (10)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-8-7	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.73	11.77	11.70	11.73	11.73	0.27	0.04
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.77	11.73	11.73	11.77	11.75	0.25	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.71	11.77	11.63	11.70	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.73	11.70	11.73	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.80	11.90	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.77	11.73	11.73	11.77	11.75	0.25	0.04
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.77	11.77	11.73	11.67	11.73	0.27	0.04
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.69	11.70	11.70	11.63	11.68	0.32	0.05
1-8-8	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.90	11.70	11.80	11.60	11.73	11.73	11.83	11.70	11.75	0.25	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.90	11.75	11.70	11.77	11.77	11.75	0.25	0.04
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.67	11.70	11.73	11.80	11.73	0.28	0.05	
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.75	11.73	11.80	11.70	11.75	0.25	0.04
	-3.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.50	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.69	11.53	11.77	11.70	11.67	0.33	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.80	11.73	11.77	11.53	11.70	11.68	0.32	0.05
1-8-9	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.60	11.50	11.50	11.65	11.63	11.70	11.53	11.63	0.37	0.06
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.73	11.73	11.73	11.73	11.73	0.27	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.73	11.67	11.77	11.72	0.28	0.05
1-8-10	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.67	11.67	11.73	11.63	11.68	0.33	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.40	11.70	11.70	11.60	11.65	11.67	11.50	11.67	11.62	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.67	11.53	11.70	11.70	11.65	0.35	0.06	
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.50	11.60	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.72	11.60	11.77	11.77	11.71	0.29	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.80	11.80	11.90	11.70	11.60	11.70	11.71	11.63	11.83	11.67	11.71	0.29	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.50	11.50	11.63	11.60	11.60	11.60	11.61	0.39	0.07
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.50	11.50	11.50	11.60	11.70	11.60	11.63	11.67	11.53	11.67	11.63	0.38	0.06	
1-8-11	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.50	11.80	11.50	11.70	11.80	11.70	11.70	11.50	11.60	11.67	11.67	11.73	11.60	11.67	0.33	0.06	
	-1.5	12.00	11.70	11.50	11.50	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.69	11.73	11.73	11.73	11.72	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.50	11.50	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.50	11.60	11.80	11.53	11.77	11.57	11.63	11.63	0.38	0.06	
	-2.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.40	11.50	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.63	11.53	11.67	11.63	11.62	0.38	0.06
	-3.0	12.00	11.60	11.60	11.50	11.80	11.60	11.50	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.57	11.63	11.57	11.73	11.63	0.37	0.06	
	-4.0	12.00	11.60	11.60	11.50	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.68	11.77	11.70	11.67	11.70	0.30	0.05	
1-8-12	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.80	11.50	11.60	11.70	11.50	11.80	11.65	11.77	11.60	11.60	11.65	0.35	0.06	
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.68	11.60	11.70	11.73	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.68	11.73	11.70	11.67	11.70	0.30	0.05	
1-8-13	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.68	11.63	11.73	11.67	11.68	0.32	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.73	11.73	11.73	11.70	11.73	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.71	11.73	11.70	11.70	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.67	11.77	11.67	11.70	11.70	0.30	0.05
	-3.0	12.00	11.50	11.50	11.60	11.80	11.7	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.65	11.70	11.73	11.63	11.68	0.32	0.05	
	-4.0	12.00	11.70	11.50	11.50	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.40	11.64	11.63	11.77	11.60	11.66	0.34	0.06	
	-5.0	12.00	11.70	11.50	11.70	11.70	11.50	11.40	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.63	11.53	11.70	11.63	11.62	0.38	0.06	

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (11)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-8-7	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.73	11.77	11.70	11.73	11.73	0.27	0.04
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.77	11.73	11.73	11.77	11.75	0.25	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.71	11.77	11.63	11.70	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.73	11.70	11.73	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.80	11.90	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.77	11.73	11.73	11.77	11.75	0.25	0.04
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.77	11.77	11.73	11.67	11.73	0.27	0.04
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.69	11.70	11.70	11.63	11.68	0.32	0.05
1-8-8	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.90	11.70	11.80	11.60	11.73	11.73	11.83	11.70	11.75	0.25	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.90	11.75	11.70	11.77	11.77	11.75	0.25	0.04
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.67	11.70	11.73	11.80	11.73	0.28	0.05	
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.75	11.73	11.80	11.70	11.75	0.25	0.04
	-3.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.50	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.69	11.53	11.77	11.70	11.67	0.33	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.80	11.73	11.77	11.53	11.70	11.68	0.32	0.05
1-8-9	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.60	11.50	11.50	11.65	11.63	11.70	11.53	11.63	0.37	0.06
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.73	11.73	11.73	11.73	11.73	0.27	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.73	11.67	11.77	11.72	0.28	0.05
1-8-10	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.67	11.67	11.73	11.63	11.68	0.33	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.40	11.70	11.70	11.60	11.65	11.67	11.50	11.67	11.62	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.67	11.53	11.70	11.70	11.65	0.35	0.06	
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.50	11.60	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.72	11.60	11.77	11.77	11.71	0.29	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.80	11.80	11.90	11.70	11.60	11.70	11.71	11.63	11.83	11.67	11.71	0.29	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.50	11.50	11.63	11.60	11.60	11.60	11.61	0.39	0.07
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.50	11.50	11.50	11.60	11.70	11.60	11.63	11.67	11.53	11.67	11.63	0.38	0.06	
1-8-11	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.50	11.80	11.50	11.70	11.80	11.70	11.70	11.50	11.60	11.67	11.67	11.73	11.60	11.67	0.33	0.06	
	-1.5	12.00	11.70	11.50	11.50	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.69	11.73	11.73	11.73	11.72	0.28	0.05	
	-2.0	12.00	11.60	11.50	11.50	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.50	11.60	11.80	11.50	11.53	11.77	11.57	11.63	11.63	0.38	0.06
	-2.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.40	11.50	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.63	11.53	11.67	11.63	11.62	0.38	0.06
	-3.0	12.00	11.60	11.60	11.50	11.80	11.60	11.50	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.57	11.63	11.57	11.73	11.63	0.37	0.06	
	-4.0	12.00	11.60	11.60	11.50	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.68	11.77	11.70	11.67	11.70	0.30	0.05	
1-8-12	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.80	11.50	11.60	11.70	11.50	11.50	11.80	11.65	11.77	11.60	11.60	11.65	0.35	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.68	11.60	11.70	11.73	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.68	11.73	11.70	11.67	11.70	0.30	0.05	
1-8-13	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.68	11.63	11.73	11.67	11.68	0.32	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.73	11.73	11.73	11.70	11.73	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.71	11.73	11.70	11.70	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.67	11.77	11.67	11.70	11.70	0.30	0.05
	-3.0	12.00	11.50	11.50	11.60	11.80	11.7	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.65	11.70	11.73	11.63	11.68	0.32	0.05	
	-4.0	12.00	11.70	11.50	11.50	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.40	11.64	11.63	11.77	11.60	11.66	0.34	0.06	
	-5.0	12.00	11.70	11.50	11.70	11.70	11.50	11.40	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.63	11.53	11.70	11.63	11.62	0.38	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (12)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-8-14	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.50	11.70	11.60	11.70	11.70	11.77	11.63	11.67	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.90	11.60	11.60	11.60	11.50	11.80	11.40	11.40	11.70	11.50	11.50	11.61	11.57	11.53	11.57	11.57	0.43	0.07
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.50	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.73	11.77	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.40	11.80	11.70	11.60	11.70	11.50	11.50	11.63	11.57	11.70	11.57	11.61	0.39	0.06
	-3.0	12.00	11.60	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.50	11.70	11.64	11.70	11.60	11.63	11.64	0.36	0.06
	-4.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.60	11.60	11.66	11.73	11.57	11.63	11.65	0.35	0.06
1-8-15	-1.0	12.00	11.50	11.60	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.66	11.60	11.73	11.73	11.68	0.32	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.68	11.70	11.63	11.70	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.40	11.50	11.70	11.70	11.40	11.50	11.70	11.60	11.50	11.57	11.53	11.53	11.60	11.56	0.44	0.07
1-9-1	-1.0	12.00	11.80	11.50	11.60	11.70	11.60	11.60	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.50	11.62	11.63	11.63	11.57	11.61	0.39	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.50	11.80	11.70	11.60	11.70	11.50	11.40	11.50	11.50	11.60	11.59	11.70	11.53	11.53	11.59	0.41	0.07
	-2.0	12.00	11.70	11.50	11.60	11.80	11.60	11.60	11.60	11.70	11.50	11.60	11.70	11.50	11.62	11.67	11.60	11.60	11.62	0.38	0.06
	-2.5	12.00	11.80	11.60	11.60	11.60	11.70	11.50	11.70	11.90	11.60	11.70	11.30	11.60	11.63	11.60	11.73	11.53	11.63	0.38	0.06
	-3.0	12.00	11.90	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.80	11.70	11.70	11.71	11.70	11.60	11.73	11.69	0.31	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.50	11.40	11.50	11.60	11.50	11.40	11.70	11.60	11.60	11.55	11.47	11.50	11.63	11.54	0.46	0.08
	-5.0	12.00	11.70	11.50	11.80	11.50	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.50	11.70	11.66	11.67	11.67	11.63	11.66	0.34	0.06
1-9-2	-1.0	12.00	11.50	11.70	11.70	11.70	11.60	11.40	11.50	11.40	11.40	11.30	11.40	11.50	11.51	11.57	11.43	11.40	11.48	0.52	0.09
	-1.5	12.00	11.50	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.68	11.70	11.70	11.67	11.69	0.31	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.40	11.50	11.70	11.70	11.40	11.70	11.60	11.70	11.50	11.70	11.50	11.59	11.60	11.67	11.57	11.61	0.39	0.07
	-2.5	12.00	11.60	11.40	11.70	11.50	11.50	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.66	11.60	11.70	11.77	11.68	0.32	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.60	11.70	11.60	11.80	11.50	11.40	11.40	11.60	11.50	11.70	11.50	11.58	11.63	11.47	11.57	11.56	0.44	0.07
	-4.0	12.00	11.60	11.50	11.70	11.60	11.40	11.50	11.80	11.60	11.50	11.60	11.40	11.70	11.58	11.50	11.63	11.57	11.57	0.43	0.07
1-9-3	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.50	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.50	11.40	11.70	11.70	11.64	11.63	11.67	11.60	11.64	0.36	0.06
	-1.5	12.00	11.60	11.80	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.70	11.63	11.67	11.53	11.67	11.63	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.50	11.70	11.60	11.50	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.63	11.67	11.70	11.57	11.64	0.36	0.06
1-9-4	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.40	11.60	11.60	11.50	11.60	11.50	11.70	11.50	11.60	11.61	11.53	11.53	11.60	11.57	0.43	0.07
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.50	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.60	11.60	11.70	11.50	11.62	11.60	11.67	11.60	11.62	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.60	11.60	11.40	11.70	11.90	11.60	11.60	11.70	11.50	11.70	11.80	11.70	11.65	11.73	11.60	11.73	11.68	0.32	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.60	11.60	11.50	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.50	11.80	11.70	11.69	11.67	11.77	11.67	11.70	0.30	0.05
	-3.0	12.00	11.80	11.90	11.50	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.71	11.70	11.67	11.73	11.70	0.30	0.05
	-4.0	12.00	11.70	11.50	11.70	11.90	11.50	11.60	11.70	11.50	11.60	11.70	11.70	11.60	11.64	11.67	11.60	11.67	11.64	0.36	0.06
	-5.0	12.00	11.80	11.40	11.60	11.70	11.50	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.50	11.65	11.63	11.77	11.60	11.66	0.34	0.06
1-9-5	-1.0	12.00	11.70	11.40	11.60	11.80	11.50	11.50	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.50	11.60	11.60	11.60	11.63	11.61	0.39	0.07
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.60	11.50	11.70	11.80	11.80	11.60	11.80	11.70	11.40	11.60	11.67	11.67	11.73	11.57	11.66	0.34	0.06
	-2.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.80	11.50	11.50	11.60	11.80	11.60	11.70	11.60	11.67	11.63	11.63	11.63	11.64	0.36	0.06
	-2.5	12.00	11.60	11.50	11.40	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.40	11.60	11.70	11.70	11.62	11.70	11.60	11.67	11.65	0.35	0.06
	-3.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.80	11.80	11.70	11.67	11.60	11.60	11.77	11.66	0.34	0.06
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.50	11.40	11.50	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.70	11.63	11.50	11.70	11.70	11.63	0.37	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (13)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-9-6	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.50	11.40	11.70	11.30	11.60	11.50	11.50	11.70	11.60	11.57	11.53	11.47	11.60	11.54	0.46	0.08
	-1.5	12.00	11.60	11.50	11.40	11.80	11.80	11.70	11.60	11.80	11.50	11.50	11.70	11.60	11.50	11.77	11.63	11.60	11.63	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.50	11.70	11.50	11.70	11.50	11.80	11.70	11.70	11.62	11.57	11.57	11.73	11.62	0.38	0.06	
1-9-7	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.80	11.60	11.40	11.50	11.60	11.80	11.50	11.70	11.80	11.65	11.60	11.63	11.67	11.64	0.36	0.06
	-1.5	12.00	11.50	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.40	11.60	11.68	11.77	11.70	11.57	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.40	11.50	11.50	11.50	11.50	11.40	11.70	11.40	11.50	11.60	11.54	11.50	11.53	11.50	11.52	0.48	0.08
	-2.5	12.00	11.70	11.50	11.50	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.70	11.50	11.63	11.73	11.60	11.60	11.64	0.36	0.06
	-3.0	12.00	11.50	11.70	11.70	11.60	11.60	11.80	11.80	11.70	11.50	11.70	11.70	11.50	11.65	11.67	11.67	11.63	11.65	0.35	0.06
	-4.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.60	11.80	11.50	11.80	11.60	11.80	11.70	11.60	11.60	11.67	11.63	11.73	11.63	11.67	0.33	0.06
	-5.0	12.00	11.60	11.80	11.50	11.70	11.60	11.40	11.90	11.50	11.80	11.70	11.60	11.60	11.57	11.63	11.70	11.63	0.38	0.06	
	-6.0	12.00	11.50	11.70	11.70	11.60	11.60	11.80	11.80	11.70	11.50	11.70	11.70	11.50	11.65	11.67	11.67	11.63	11.65	0.35	0.06
1-9-8	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.50	11.60	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.67	11.63	11.63	11.67	11.65	0.35	0.06	
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.80	11.40	11.60	11.70	11.30	11.70	11.60	11.80	11.70	11.63	11.60	11.57	11.70	11.63	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.50	11.70	11.64	11.73	11.57	11.63	11.64	0.36	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.50	11.70	11.60	11.61	11.63	11.60	11.60	11.61	0.39	0.06
	-3.0	12.00	11.60	11.50	11.70	11.50	11.70	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.40	11.60	11.61	11.63	11.70	11.50	11.61	0.39	0.06
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.40	11.50	11.70	11.70	11.50	11.40	11.80	11.58	11.57	11.53	11.53	11.55	0.45	0.07
1-9-9	-1.0	12.00	11.80	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.30	11.50	11.80	11.80	11.50	11.70	11.65	11.67	11.53	11.67	11.63	0.37	0.06
	-1.5	12.00	11.50	11.40	11.60	11.70	11.50	11.40	11.80	11.70	11.50	11.50	11.70	11.60	11.58	11.53	11.67	11.60	11.59	0.41	0.07
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.40	11.40	11.60	11.60	11.50	11.40	11.80	11.50	11.60	11.56	11.47	11.50	11.63	11.54	0.46	0.08
	-2.5	12.00	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.50	11.40	11.60	11.63	11.70	11.60	11.50	11.61	0.39	0.07
1-9-10	-1.0	12.00	11.40	11.50	11.60	11.50	11.60	11.50	11.70	11.50	11.70	11.60	11.60	11.70	11.58	11.53	11.63	11.63	11.59	0.41	0.07
	-1.5	12.00	11.50	11.40	11.60	11.50	11.60	11.40	11.70	11.60	11.60	11.60	11.30	11.50	11.53	11.50	11.63	11.47	11.53	0.47	0.08
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.50	11.80	11.80	11.70	11.68	11.60	11.67	11.77	11.68	0.32	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.60	11.60	11.70	11.80	11.70	11.50	11.60	11.70	11.60	11.70	11.50	11.65	11.73	11.60	11.60	11.65	0.35	0.06
	-3.0	12.00	11.60	11.60	11.50	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.67	11.63	11.70	11.77	11.69	0.31	0.05
	-4.0	12.00	11.50	11.70	11.60	11.70	11.50	11.40	11.50	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.58	11.53	11.60	11.60	11.58	0.42	0.07
	-5.0	12.00	11.80	11.60	11.50	11.40	11.40	11.70	11.50	11.80	11.70	11.60	11.50	11.50	11.58	11.50	11.67	11.53	11.57	0.43	0.07
1-9-11	-1.0	12.00	11.50	11.60	11.40	11.60	11.60	11.50	11.70	11.60	11.60	11.60	11.50	11.70	11.58	11.57	11.63	11.60	11.59	0.41	0.07
	-1.5	12.00	11.40	11.50	11.60	11.50	11.60	11.50	11.80	11.70	11.50	11.60	11.60	11.70	11.58	11.53	11.67	11.63	11.60	0.40	0.07
	-2.0	12.00	11.60	11.60	11.80	11.70	11.60	11.80	11.60	11.50	11.60	11.70	11.50	11.50	11.63	11.70	11.57	11.57	11.61	0.39	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.50	11.40	11.40	11.50	11.40	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.60	11.53	11.43	11.60	11.57	11.53	0.47	0.08
	-3.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.40	11.60	11.50	11.50	11.50	11.61	11.70	11.57	11.50	11.59	0.41	0.07
	-4.0	12.00	11.60	11.50	11.60	11.50	11.40	11.50	11.70	11.30	11.50	11.60	11.50	11.70	11.53	11.47	11.50	11.60	11.53	0.48	0.08
1-9-12	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.50	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.60	11.60	11.70	11.50	11.62	11.60	11.67	11.60	11.62	0.38	0.06
	-1.5	12.00	11.40	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.70	11.50	11.60	11.30	11.60	11.70	11.56	11.60	11.60	11.53	11.57	0.43	0.07
	-2.0	12.00	11.50	11.40	11.50	11.40	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.59	11.57	11.63	11.70	11.62	0.38	0.06
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.50	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.60	11.63	11.63	11.63	11.60	11.63	0.38	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (14)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-9-13	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.80	11.90	11.60	11.70	11.80	11.60	11.60	11.50	11.40	11.64	11.77	11.70	11.50	11.65	0.35	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.73	11.73	11.77	11.70	11.73	0.27	0.04
	-2.0	12.00	11.50	11.40	11.60	11.70	11.50	11.70	11.50	11.60	11.80	11.70	11.60	11.90	11.63	11.63	11.63	11.73	11.66	0.34	0.06
	-2.5	12.00	11.50	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.65	11.70	11.70	11.60	11.66	0.34	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.40	11.64	11.67	11.77	11.53	11.65	0.35	0.06
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.50	11.40	11.80	11.70	11.50	11.60	11.70	11.50	11.40	11.40	11.58	11.63	11.60	11.43	11.56	0.44	0.07
	-5.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.60	11.40	11.70	11.60	11.50	11.40	11.50	11.57	11.63	11.57	11.47	11.56	0.44	0.07
1-9-14	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.60	11.66	11.70	11.60	11.67	11.66	0.34	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.50	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.50	11.40	11.70	11.65	11.73	11.70	11.53	11.65	0.35	0.06
	-2.0	12.00	11.70	11.40	11.60	11.80	11.70	11.50	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.40	11.63	11.67	11.77	11.50	11.64	0.36	0.06
	-2.5	12.00	11.60	11.60	11.80	11.60	11.60	11.50	11.60	11.50	11.70	11.60	11.60	11.70	11.62	11.57	11.60	11.63	11.60	0.40	0.07
	-3.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.50	11.60	11.80	11.60	11.70	11.60	11.68	11.77	11.63	11.63	11.68	0.32	0.05
	-4.0	12.00	11.60	11.50	11.30	11.70	11.40	11.50	11.50	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.58	11.53	11.63	11.67	11.60	0.40	0.07
1-9-15	-1.0	12.00	11.70	11.50	11.50	11.80	11.60	11.70	11.70	11.40	11.50	11.70	11.60	11.70	11.62	11.70	11.53	11.67	11.63	0.37	0.06
	-1.5	12.00	11.50	11.70	11.50	11.70	11.50	11.40	11.20	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.58	11.53	11.50	11.73	11.59	0.41	0.07
	-2.0	12.00	11.40	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.63	11.70	11.70	11.63	11.67	0.33	0.06
1-10-1	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.68	11.70	11.70	11.63	11.68	0.32	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.50	11.60	11.80	11.70	11.70	11.70	11.50	11.66	11.60	11.70	11.63	11.65	0.35	0.06
	-2.0	12.00	11.70	11.70	11.50	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.60	11.80	11.60	11.60	11.68	11.70	11.73	11.67	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.60	11.60	11.50	11.70	11.63	11.73	11.60	11.60	11.64	0.36	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.60	11.80	11.50	11.70	11.70	11.60	11.67	11.70	11.63	11.67	11.67	0.33	0.06
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.60	11.50	11.67	11.73	11.70	11.53	11.66	0.34	0.06
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.50	11.50	11.40	11.50	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.50	11.58	11.47	11.63	11.60	11.57	0.43	0.07
1-10-2	-1.0	12.00	11.80	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.65	11.60	11.70	11.67	11.65	0.35	0.06
	-1.5	12.00	11.80	11.90	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.50	11.60	11.70	11.69	11.73	11.67	11.60	11.67	0.33	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.90	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.68	11.67	11.67	11.60	11.65	0.35	0.06
	-2.5	12.00	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.70	11.67	11.77	11.60	11.67	11.68	0.33	0.05
	-3.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.50	11.40	11.70	11.80	11.80	11.68	11.70	11.50	11.77	11.66	0.34	0.06
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.70	11.60	11.80	11.70	11.64	11.67	11.57	11.70	11.64	0.36	0.06
	-5.0	12.00	11.70	11.70	11.60										11.67				11.67	0.33	0.06
1-10-3	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.80	11.60	11.80	11.70	11.67	11.63	11.70	11.70	11.68	0.33	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.50	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.68	11.60	11.77	11.70	11.69	0.31	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.90	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.50	11.70	11.77	11.70	11.63	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.68	11.67	11.63	11.73	11.68	0.32	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60							11.70	11.70			11.70	0.30	0.05

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (15)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-10-4	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.60	11.80	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.65	11.67	11.67	11.67	11.66	0.34	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.50	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.72	11.63	11.77	11.73	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.67	11.67	11.70	11.63	11.67	0.33	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.70	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.60	11.70	11.69	11.70	11.67	11.70	11.69	0.31	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.70	11.80	11.68	11.73	11.57	11.70	11.67	0.33	0.06
	-4.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.70	11.60	11.68	11.70	11.70	11.60	11.67	0.33	0.06
	-5.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.60	11.67	11.70	11.73	11.63	11.68	0.32	0.05
1-10-5	-1.0	12.00	11.70	11.50	11.60	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.68	11.77	11.70	11.67	11.70	0.30	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.72	11.73	11.67	11.77	11.72	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.60	11.60	11.80	11.66	11.70	11.63	11.67	11.66	0.34	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.50	11.50	11.40	11.50	11.70	11.60	11.60	11.70	11.50	11.40	11.56	11.47	11.63	11.53	11.55	0.45	0.08
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.50	11.62	11.63	11.60	11.60	11.61	0.39	0.06
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.71	11.63	11.73	11.73	11.70	0.30	0.05
	-5.0	12.00	11.70	11.40	11.60	11.60	11.50	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.61	11.57	11.63	11.67	11.62	0.38	0.06
1-10-6	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.90	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.76	11.73	11.77	11.73	11.75	0.25	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.90	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.80	11.78	11.77	11.77	11.80	11.78	0.22	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.90	11.80	11.70	11.60	11.72	11.73	11.73	11.70	11.72	0.28	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.90	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.72	11.70	11.67	11.70	11.70	0.30	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.60	11.90	11.60	11.80	11.68	11.67	11.67	11.77	11.70	0.30	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.80	11.80	11.60	11.90	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.75	11.73	11.77	11.73	11.75	0.25	0.04
1-10-7	-1.0	12.00	11.50	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.70	11.67	11.67	11.60	11.73	11.67	0.33	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.67	11.67	11.67	11.70	11.68	0.33	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.69	11.73	11.73	11.63	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.50	11.60	11.50	11.50	11.40	11.70	11.60	11.60	11.70	11.61	11.53	11.53	11.63	11.58	0.42	0.07
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.50	11.60	11.40	11.60	11.60	11.70	11.80	11.63	11.67	11.53	11.70	11.63	0.37	0.06
1-10-8	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.80	11.50	11.70	11.50	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.60	11.65	11.57	11.60	11.67	11.62	0.38	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.50	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.67	11.67	11.77	11.63	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.60	11.50	11.70	11.70	11.69	11.73	11.67	11.63	11.68	0.32	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.50	11.90	11.50	11.40	11.70	11.70	11.30	11.69	11.67	11.60	11.57	11.63	0.37	0.06
	-3.0	12.00	11.80	11.60	11.50	11.40	11.50	11.80	11.70	11.50	11.60	11.70	11.40	11.60	11.59	11.57	11.60	11.57	11.58	0.42	0.07
	-4.0	12.00	11.50	11.60	11.60	11.40	11.50	11.40	11.50	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.56	11.43	11.53	11.70	11.56	0.44	0.07
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.50	11.70	11.60	11.60	11.60	11.70	11.66	11.70	11.60	11.63	11.65	0.35	0.06
1-10-9	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.50	11.70	11.80	11.60	11.60	11.50	11.70	11.50	11.64	11.63	11.67	11.57	11.63	0.37	0.06
	-1.5	12.00	11.60	11.40	11.50	11.70	11.70	11.60	11.40	11.60	11.50	11.40	11.40	11.70	11.54	11.67	11.50	11.50	11.55	0.45	0.07
	-2.0	12.00	11.30	11.40	11.50	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.50	11.58	11.60	11.67	11.67	11.63	0.37	0.06
	-2.5	12.00	11.50	11.50	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.50	11.60	11.70	11.70	11.63	11.67	11.67	11.67	11.66	0.34	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.80	11.60	11.70	11.70	11.50	11.60	11.80	11.70	11.50	11.64	11.70	11.60	11.67	11.65	0.35	0.06
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.70	11.50	11.70	11.80	11.60	11.70	11.68	11.77	11.63	11.70	11.70	0.30	0.05
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.40	11.50	11.50	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.65	11.47	11.70	11.70	11.63	0.37	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (16)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-10-10	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.50	11.80	11.70	11.50	11.50	11.60	11.70	11.62	11.53	11.67	11.60	11.60	0.40	0.07
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.50	11.60	11.70	11.40	11.60	11.70	11.60	11.63	11.67	11.57	11.63	11.62	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.60	11.68	11.63	11.73	11.60	11.66	0.34	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.67	11.67	11.57	11.70	11.65	0.35	0.06
	-3.0	12.00	11.80	11.60	11.50										11.63				11.63	0.37	0.06
1-10-11	-1.0	12.00	11.50	11.50	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.64	11.60	11.70	11.67	11.65	0.35	0.06
	-1.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.68	11.70	11.70	11.73	11.70	0.30	0.05	
	-2.0	12.00	11.50	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.50	11.65	11.60	11.70	11.67	11.65	0.35	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.50	11.40	11.70	11.80	11.60	11.70	11.63	11.60	11.53	11.70	11.61	0.39	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.50	11.40	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.64	11.50	11.73	11.60	11.62	0.38	0.06
1-11-1	-1.0	12.00	11.70	11.40	11.60	11.50	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.60	11.53	11.67	11.63	11.61	0.39	0.07
	-1.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.80	11.50	11.60	11.50	11.60	11.60	11.62	11.67	11.63	11.57	11.62	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.60	11.50	11.70	11.70	11.60	11.60	11.60	11.70	11.60	11.80	11.50	11.70	11.63	11.63	11.63	11.67	11.64	0.36	0.06
	-2.5	12.00	11.80	11.60	11.80	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.72	11.70	11.73	11.70	11.71	0.29	0.05
	-3.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.67	11.65	11.68	0.32	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.70	11.50	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.67	11.63	11.67	11.70	11.67	0.33	0.06
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.73	11.70	11.77	11.70	11.72	0.28	0.05
1-11-2	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.67	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.50	11.40	11.70	11.60	11.70	11.65	11.70	11.50	11.67	11.63	0.37	0.06
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.80	11.70	11.50	11.68	11.73	11.60	11.67	11.67	0.33	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.50	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.80	11.65	11.63	11.67	11.63	11.65	0.35	0.06
	-3.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.70	11.71	11.70	11.70	11.70	11.70	0.30	0.05
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.80	11.70	11.69	11.73	11.67	11.67	11.69	0.31	0.05
1-11-3	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80	11.73	11.73	11.77	11.80	11.76	0.24	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.80	11.80	11.90	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.74	11.83	11.73	11.67	11.74	0.26	0.04
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.50	11.70	11.60	11.70	11.80	11.69	11.70	11.63	11.70	11.68	0.32	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.68	11.73	11.63	11.77	11.70	0.30	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.50	11.40	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.65	11.73	11.63	11.73	11.69	0.31	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.73	11.73	11.67	11.77	11.72	0.28	0.05
1-11-4	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.67	11.73	11.60	11.60	11.65	0.35	0.06
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.60	11.80	11.50	11.70	11.60	11.60	11.67	11.70	11.63	11.63	11.66	0.34	0.06
	-2.0	12.00	11.50	11.60	11.50	11.70	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.64	11.67	11.67	11.70	11.67	0.33	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.50	11.72	11.73	11.77	11.67	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.67	11.73	11.70	0.30	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70	11.50	11.68	11.63	11.67	11.67	11.66	0.34	0.06
	-5.0	12.00	11.70	11.70	11.50	11.40	11.70	11.50	11.50	11.80	11.70	11.80	11.60	11.63	11.53	11.67	11.70	11.63	0.37	0.06	

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (17)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-11-5	-1.0	12.00	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.69	11.77	11.70	11.67	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.50	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.72	11.70	11.73	11.77	11.73	0.27	0.05
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.50	11.70	11.80	11.60	11.70	11.50	11.50	11.70	11.80	11.60	11.66	11.70	11.57	11.70	11.66	0.34	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.71	11.77	11.63	11.77	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.60	11.66	11.70	11.60	11.63	11.65	0.35	0.06
	-4.0	12.00	11.50	11.80	11.80										11.70				11.70	0.30	0.05
1-11-6	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.80	11.60	11.60	11.70	11.60	11.60	11.65	11.63	11.67	11.63	11.65	0.35	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.60							11.70	11.70			11.70	0.30	0.05
1-11-7	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.67	11.67	11.60	11.70	11.66	0.34	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.70	11.50	11.60	11.69	11.77	11.70	11.60	11.69	0.31	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.70	11.68	11.73	11.53	11.67	11.65	0.35	0.06
	-2.5	12.00	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.80	11.60	11.70	11.64	11.73	11.57	11.70	11.66	0.34	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.50	11.80	11.70	11.80	11.69	11.67	11.63	11.77	11.69	0.31	0.05
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.50	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.70	11.66	11.63	11.60	11.70	11.65	0.35	0.06
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.50	11.40	11.50	11.60	11.40	11.60	11.70	11.80	11.80	11.62	11.47	11.53	11.77	11.60	0.40	0.07
1-11-8	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.50	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.65	11.63	11.67	11.70	11.66	0.34	0.06
	-1.5	12.00	11.60	11.50	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.80	11.70				11.64	11.60	11.73		11.66	0.34	0.06
1-11-9	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.68	11.70	11.67	11.70	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.50	11.70	11.60	11.70							11.67	11.67			11.67	0.33	0.06
1-11-10	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.60	11.72	11.77	11.67	11.70	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.80	11.72	11.73	11.70	11.77	11.73	0.27	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.80	11.70	11.50	11.60	11.60	11.70	11.68	11.63	11.67	11.63	11.65	0.35	0.06
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.60	11.70	11.60	11.50	11.68	11.70	11.67	11.60	11.66	0.34	0.06
	-3.0	12.00	11.60	11.80	11.80	11.80	11.80	11.50	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.69	11.70	11.67	11.67	11.68	0.32	0.05
	-4.0	12.00	11.60	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.68	11.73	11.57	11.73	11.68	0.32	0.05
	-5.0	12.00	11.80	11.60	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.80	11.71	11.63	11.77	11.70	11.70	0.30	0.05
1-11-11	-1.0	12.00	11.80	11.60	11.50	11.50	11.60	11.40	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.63	11.50	11.70	11.70	11.63	0.37	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.60							11.67	11.67			11.67	0.33	0.06
1-11-12	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.69	11.67	11.73	11.67	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.70							11.72	11.70			11.71	0.29	0.05
1-11-13	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.72	11.70	11.77	11.67	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.50	11.60	11.70	11.70	11.73	11.77	11.60	11.70	0.30	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.71	11.70	11.70	11.70	11.70	0.30	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.80	11.60	11.80	11.70	11.70	11.73	11.73	11.73	11.73	11.73	0.27	0.04
	-3.0	12.00	11.80	11.80	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.72	11.70	11.77	11.67	11.71	0.29	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.73	11.70	11.67	11.70	0.30	0.05
	-5.0	12.00	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.80	11.70	11.60	11.70	11.68	11.67	11.63	11.67	11.66	0.34	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (18)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-11-14	-1.0	12.00	11.80	11.60	11.60	11.50	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.50	11.50	11.65	11.63	11.73	11.57	11.65	0.35	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.60	11.60	11.80	11.60	11.80	11.80				11.69	11.67	11.73		11.70	0.30	0.05
1-11-15	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.68	11.67	11.60	11.73	11.67	0.33	0.06
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.50							11.65	11.67			11.66	0.34	0.06
1-12-1	-1.0	12.00	11.60	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.72	11.73	11.77	11.67	11.72	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.71	11.73	11.67	11.67	11.69	0.31	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.68	11.70	11.70	11.70	11.69	0.31	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.60	11.80	11.50	11.60	11.70	11.70	11.50	11.80	11.80	11.70	11.69	11.63	11.63	11.77	11.68	0.32	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.60	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.64	11.57	11.80	11.60	11.65	0.35	0.06
	-4.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.50	11.60	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.65	11.60	11.73	11.57	11.64	0.36	0.06
	-5.0	12.00	11.80	11.90	11.60	11.80	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.73	11.73	11.67	11.73	11.71	0.29	0.05
1-12-2	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.68	11.73	11.70	11.67	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.80	11.70	11.80	11.80	11.70							11.73	11.77			11.75	0.25	0.04
1-12-3	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.80	11.72	11.70	11.77	11.70	11.72	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60							11.65	11.70			11.68	0.32	0.05
1-12-4	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.70	11.80	11.60	11.50	11.60	11.80	11.69	11.70	11.70	11.63	11.68	0.32	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.71	11.73	11.70	11.73	11.72	0.28	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.73	11.67	11.77	11.73	11.73	0.28	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.80	11.69	11.73	11.60	11.77	11.70	0.30	0.05
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.71	11.70	11.77	11.67	11.71	0.29	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.68	11.70	11.70	11.70	11.70	0.30	0.05
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.80	11.69	11.57	11.77	11.70	11.68	0.32	0.05
1-12-5	-1.0	12.00	11.80	11.80	11.60	11.70	11.60	11.50	11.70	11.70	11.70	11.80	11.60	11.60	11.68	11.60	11.70	11.67	11.66	0.34	0.06
	-1.5	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.72	11.70	11.70	11.73	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.90	11.80	11.75	11.77	11.73	11.83	11.77	0.23	0.04
	-2.5	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.50	11.50	11.50	11.70	11.70	11.66	11.77	11.57	11.63	11.66	0.34	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.72	11.73	11.70	11.73	11.72	0.28	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.60	11.50	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.72	11.67	11.70	11.77	11.71	0.29	0.05
	-5.0	12.00	11.80	11.70	11.50	11.50	11.60	11.80	11.70	11.80	11.60	11.80	11.70	11.70	11.68	11.63	11.70	11.73	11.69	0.31	0.05
1-12-6	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.70	11.80	11.50	11.60	11.70	11.66	11.70	11.67	11.60	11.66	0.34	0.06
	-1.5	12.00	11.80	11.50	11.50	11.60	11.60	11.80							11.63	11.67			11.65	0.35	0.06
1-12-7	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.70	11.60	11.80	11.90	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.73	11.70	11.80	11.70	11.73	0.27	0.04
	-1.5	12.00	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50							11.65	11.60			11.63	0.38	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (19)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-1-1	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.67	11.63	11.63	11.66	0.34	0.06
	-1.5	12.00	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.63	11.70	11.63	11.63	11.65	0.35	0.06
	-2.0	12.00	11.70	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.67	11.73	11.63	11.68	0.32	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.60	11.70	11.70	11.63	11.77	11.63	11.63	11.67	0.33	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.60	11.60	11.50	11.73	11.67	11.70	11.57	11.67	0.33	0.06
	-4.0	12.00	11.60	11.60	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.80	11.60	11.70	11.70	11.67	11.73	11.70	11.70	11.70	0.30	0.05
	-5.0	12.00	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.73	11.63	11.70	11.69	0.31	0.05
1-1-2	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.63	11.73	11.70	11.70	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.77	11.63	11.73	11.63	11.69	0.31	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.80	11.90	11.90	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.50	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.75	0.25	0.04
	-2.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.60	11.40	11.50	11.50	11.73	11.67	11.67	11.47	11.63	0.37	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.63	11.67	11.63	11.63	11.64	0.36	0.06
	-4.0	12.00	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.50	11.50	11.63	11.80	11.73	11.53	11.68	0.32	0.05
1-1-3	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.60	11.50	11.70	11.77	11.77	11.77	11.75	0.25	0.04
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.60	11.50	11.40	11.60	11.60	11.60	11.60	11.50	11.50	11.77	11.50	11.60	11.53	11.60	0.40	0.07
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.60	11.60	11.50	11.50	11.67	11.53	11.63	11.63	11.62	0.38	0.06
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.67	11.63	11.67	11.53	11.63	0.38	0.06
1-1-4	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.73	11.67	11.63	11.63	11.67	0.33	0.06
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.60	11.50	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.63	11.53	11.67	11.63	11.62	0.38	0.06
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.67	11.63	11.77	11.77	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.60	11.50	11.50	11.60	11.60	11.70	11.77	11.63	11.53	11.63	11.64	0.36	0.06
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.50	11.40	11.60	11.50	11.60	11.60	11.60	11.50	11.50	11.67	11.50	11.57	11.57	11.58	0.42	0.07
	-4.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.63	11.77	11.63	11.70	11.68	0.32	0.05
	-5.0	12.00	11.60	11.60	11.50	11.50	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.57	11.63	11.63	11.63	11.62	0.38	0.06
1-1-5	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.40	11.40	11.60	11.50	11.73	11.77	11.50	11.50	11.63	0.38	0.06
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.90	11.90	11.60	11.70	11.70	11.60	11.63	11.77	11.80	11.80	11.75	0.25	0.04
	-2.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.50	11.50	11.40	11.40	11.50	11.50	11.50	11.67	11.67	11.43	11.50	11.57	0.43	0.07
	-2.5	12.00	11.50	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.57	11.70	11.63	11.63	11.63	0.37	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.60	11.50	11.40	11.70	11.57	11.60	11.50	11.59	0.41	0.07
	-4.0	12.00	11.50	11.60	11.50	11.40	11.50	11.60	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.70	11.53	11.50	11.63	11.63	11.58	0.43	0.07
1-1-6	-1.0	12.00	11.50	11.60	11.60	11.70	11.60	11.50	11.50	11.40	11.50	11.60	11.70	11.80	11.57	11.60	11.47	11.70	11.58	0.42	0.07
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.67	11.57	11.70	11.70	11.66	0.34	0.06
	-2.0	12.00	11.60	11.60	11.50	11.70	11.80	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.57	11.70	11.67	11.53	11.62	0.38	0.06
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.60	11.67	11.57	11.67	11.67	11.64	0.36	0.06
1-1-7	-1.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.50	11.40	11.50	11.60	11.60	11.70	11.80	11.63	11.60	11.50	11.70	11.61	0.39	0.07
	-1.5	12.00	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.60	11.60	11.50	11.50	11.60	11.60	11.70	11.60	11.63	11.53	11.53	11.58	0.43	0.07
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.40	11.50	11.50	11.60	11.70	11.67	11.47	11.53	11.59	0.41	0.07
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.50	11.50	11.50	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.67	11.50	11.67	11.67	11.63	0.38	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.50	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.50	11.40	11.50	11.63	11.57	11.67	11.47	11.58	0.42	0.07
	-4.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.50	11.40	11.40	11.50	11.50	11.60	11.50	11.60	11.60	11.70	11.43	11.53	11.53	11.55	0.45	0.08
	-5.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.50	11.40	11.40	11.60	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.67	11.43	11.57	11.60	11.57	0.43	0.07

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (20)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-1-8	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.60	11.50	11.50	11.60	11.60	11.70	11.63	11.70	11.53	11.53	11.60	0.40	0.07
	-1.5	12.00	11.60	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.40	11.50	11.60	11.60	11.70	11.57	11.50	11.59	0.41	0.07
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.80	11.60	11.50	11.60	11.70	11.60	11.50	11.40	11.50	11.50	11.77	11.57	11.60	11.60	11.63	0.37	0.06
	-2.5	12.00	11.60	11.60	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.60	11.50	11.50	11.50	11.50	11.63	11.63	11.60	11.50	11.59	0.41	0.07
	-3.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.70	11.80	11.60	11.50	11.50	11.60	11.67	11.70	11.70	11.70	11.69	0.31	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.90	11.80	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.77	11.73	11.67	11.77	11.73	0.27	0.04
1-1-9	-1.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.73	11.70	11.73	11.73	11.73	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.77	11.63	11.63	11.70	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.67	11.63	11.67	11.67	11.66	0.34	0.06
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.67	11.73	11.70	11.68	0.33	0.05
1-1-10	-1.0	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.67	11.77	11.77	11.73	0.28	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.80	11.80	11.67	11.67	11.73	11.77	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.67	11.77	11.70	11.70	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.67	11.73	11.63	11.67	11.68	0.33	0.05
	-3.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.73	11.67	11.63	11.63	11.67	0.33	0.06
	-4.0	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.73	11.67	11.63	11.77	11.70	0.30	0.05
	-5.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.50	11.70	11.70	11.70	11.70	11.57	11.57	11.63	0.37	0.06
1-1-11	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.73	11.67	11.73	11.67	11.70	0.30	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.77	11.67	11.80	11.80	11.76	0.24	0.04
	-2.0	12.00	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.73	11.67	11.77	11.67	11.71	0.29	0.05
	-2.5	12.00	11.60	11.70	11.80	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.63	11.77	11.77	11.72	0.28	0.05
	-3.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.50	11.70	11.67	11.73	11.67	11.60	11.67	0.33	0.06
	-4.0	12.00	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.50	11.70	11.70	11.67	11.67	11.68	0.32	0.05
	-5.0	12.00	11.50	11.70	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.63	11.73	11.67	11.70	11.68	0.32	0.05
1-1-12	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.73	11.70	11.77	11.77	11.74	0.26	0.04
	-1.5	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.60	11.80	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.67	11.63	11.77	11.73	11.70	0.30	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.80	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.77	11.73	11.73	11.73	0.27	0.04
	-2.5	12.00	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.63	11.73	11.63	11.67	11.67	0.33	0.06
	-3.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.70	11.70	11.73	11.67	11.67	11.67	11.68	0.32	0.05
	-4.0	12.00	11.80	11.80	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.90	11.80	11.60	11.70	11.70	11.77	11.73	11.83	11.67	11.75	0.25	0.04
	-5.0	12.00	11.60	11.50	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.67	11.67	11.66	0.34	0.06

附錄一 馬公港 1 號碼頭鋼樁厚度檢測結果 (21)

測定位置	水深 (M)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)																	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			A 面			B 面			C 面			D 面			A 面平均	B 面平均	C 面平均	D 面平均	平均		
1-1-13	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.60	11.70	11.80	11.80	11.67	11.77	11.63	11.77	11.71	0.29	0.05
	-1.5	12.00	11.60	11.50	11.50	11.60	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.50	11.60	11.53	11.67	11.77	11.77	11.68	0.32	0.05
	-2.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.70	11.70							11.67	11.67			11.67	0.33	0.06
1-1-14	-1.0	12.00	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.60	11.70	11.80	11.80	11.70	11.60	11.67	11.63	11.70	11.70	11.68	0.33	0.05
	-1.5	12.00	11.50	11.70	11.70	11.80	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.70	11.70	11.70	11.63	11.73	11.77	11.70	11.71	0.29	0.05
	-2.0	12.00	11.70	11.60	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.70	11.80	11.60	11.70	11.63	11.73	11.67	11.67	11.68	0.33	0.05
	-2.5	12.00	11.80	11.70	11.60	11.70	11.60	11.60	11.60	11.80	11.80	11.70	11.70	11.60	11.70	11.63	11.73	11.67	11.68	0.32	0.05
	-3.0	12.00	11.50	11.60	11.60	11.60	11.70	11.70	11.70	11.80	11.80	11.60	11.70	11.70	11.57	11.67	11.77	11.77	11.69	0.31	0.05
1-1-15	-1.0	12.00	11.70	11.70	11.80	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70	11.73	11.73	11.67	11.63	11.69	0.31	0.05
	-1.5	12.00	11.70	11.80	11.70	11.60	11.70	11.70	11.70	11.60	11.50	11.60	11.60	11.70	11.73	11.67	11.60	11.60	11.65	0.35	0.06
	-2.0	12.00	11.70	11.70	11.60	11.60	11.70								11.67	11.65			11.66	0.34	0.06

附錄二 審查意見處理情形表

交通部運輸研究所自辦研究計畫 審查意見處理情形表

計畫名稱：港灣構造物檢測與耐久性試驗研究

執行單位：港研中心第一科

(註：摘錄子計畫一：碼頭結構物現況調查研究相關部份)

審查委員及其所提之意見	計畫承辦單位處理情形
中央大學土木系 李釗教授	
1.基隆港 RC 構造物是否有保護層厚度資料。	感謝指教，基隆港棧橋式碼頭水下部份係由潛水人員至混凝土構造物以目視檢測，調查結果未包括保護層厚度項目。
台灣海洋大學河海工程系 張建智教授	
1.本報告內容豐富充實，具實用性。	感謝支持。
2.文中有些筆誤或文字錯誤處，請修正。 如第 1-2 頁，馬公港區鋼板樁應修正鋼“管”樁。	感謝指正，筆誤或文字錯誤處將依指正修正。
3.請於文中補充說明馬公港陽極塊海生物清除前後，電位的評異及考量。	感謝指教，將補充明之。
4.離島地區的腐蝕調查，如有機會，建議可增加金門地區。	未來相關研究，將參考辦理。
台灣海洋大學河海工程系 簡連貴教授	

1.研究成果豐碩充實，具有參考價值，研究團隊努力，值得肯定。	感謝支持。
2.本年度主要包括四個子計畫，建議強化說明各子計畫間與總計畫之關聯性，以作為評估參考。	感謝指教，將參照辦理。
4. 本報告內容各章節都有結論與建議，應修正避免與第七章重複，同時第七章結論應分類分別說明或再精簡表示，以突顯本研究之貢獻，同時提出後續建議研究方向，以利讀者參考。	感謝指教，將參照辦理。
中興大學土木系 林炳森教授	
1.計畫工作內容充實、完整，具工程實用價值，惟各試驗條件應詳述清楚並說明與整體計畫之相關性。	感謝支持及指教，將參照辦理。
2.結論與建議應分不同計畫詳述。	將參照辦理。

附錄三 簡報資料

港灣構造物耐久性與維護機制之研究(2/4)

計劃主持人：陳桂清

研究人員：饒正、蘇吉立、柯正龍、張道光

羅建明、李昭明、何木火



報告人：柯正龍

民國96年03月02



交通部運輸研究所
港灣技術研究中心

緒 論 (1/2)

- 台灣四面環海，地處環太平洋地震帶上，每年地震、颱風等災害不斷。
- 港灣構造物長年處於此巨大外力衝擊與海洋惡劣環境下，甚易造成港工構材諸如鋼板樁腐蝕、混凝土劣化、強度損失以及內部鋼筋腐蝕、斷裂，最後導致結構物損壞、崩塌等現象。
- 構造物之耐久性與安全性威脅甚大，對港埠之營運影響更為至鉅。



交通部運輸研究所

港灣技術研究中心



緒 論 (2/2)

- 本年度為執行之第二年，計執行四個子計畫
- 子計畫一：碼頭構造物之現況調查研究，以澎湖馬公港及高雄港之鋼樁碼頭腐蝕現況為調查重點。
- 子計畫二：港灣鋼筋混凝土耐久性之研究，探討應用新材料、新工法於港灣土建工程，藉以提升結構物之品質與耐久性。
- 子計畫三：碼頭維護管理系統建置之研究。
- 子計畫四：活性粉混凝土補強R.C.構件與耐久性之研究(與國立台灣科技大學共同合作研究)。

3



子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

調查範圍：

馬公港：1號碼頭(棧橋式鋼管樁)

基隆港：東2-東7西27號碼頭(鋼板樁)
西16-西18號碼頭(棧橋式鋼管

樁)

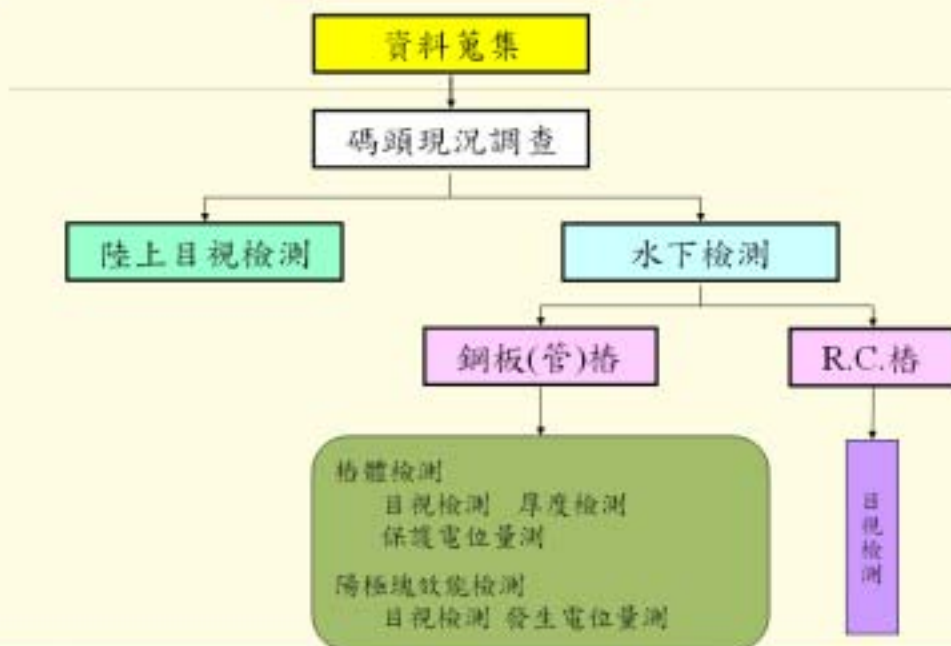
西14號碼頭(棧橋式R.C.樁)

東19號碼頭(棧橋式R.C.樁)

4



調查流程



子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

5



馬公港平面位置圖

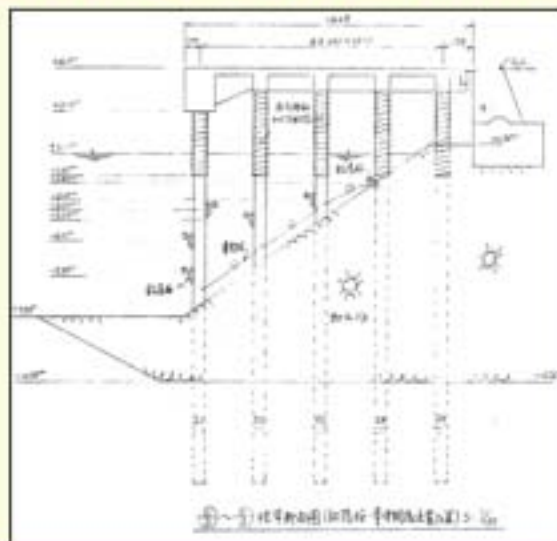


子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

6



馬公港1號碼頭鋼管樁結構示意

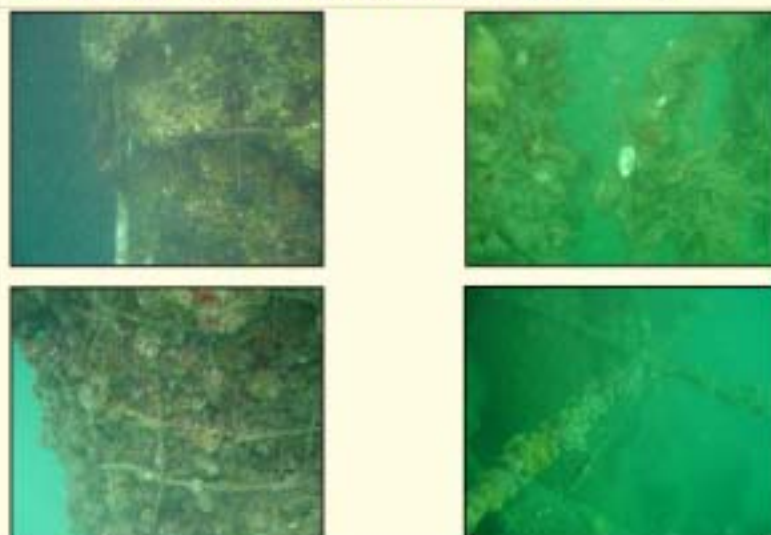


子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

7



馬公港1號碼頭鋼管樁水下目視

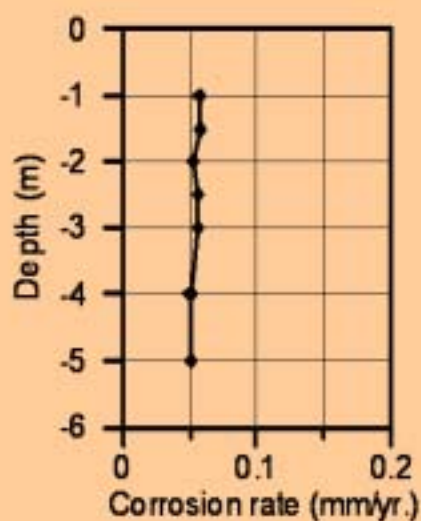


子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

8



馬公港1號碼頭鋼板樁之腐蝕速率



水深 (m)	腐蝕速率 (mm/yr.)
-1.0	0.05
-1.5	0.05
-2.0	0.05
-2.5	0.05
-3.0	0.05
-4.0	0.05
-5.0	0.05

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

9



馬公港1號碼頭鋼板樁鋼管樁保護電位

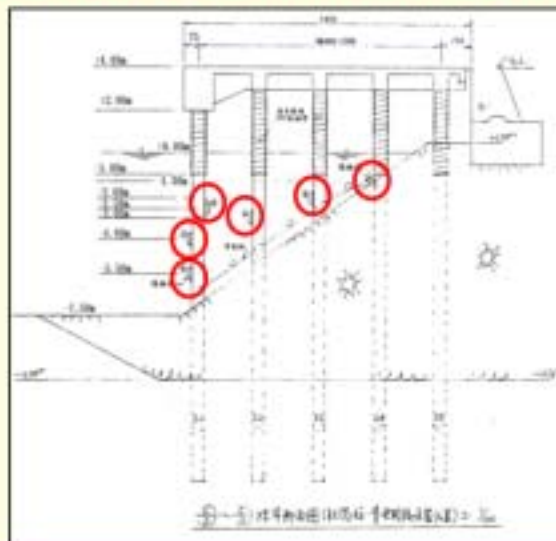
- 隨機抽選240支測樁
- 量測水深為 -1.0 m、-3.0 m、及 -5.0 m
- 最大值為 -887mV，最小值為 -1041 mV，小於 -850 mV (以Cu/CuSO₄電極量測)標準防蝕電位值，管樁處於防蝕保護狀態。

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

10



馬公港1號碼頭陽極塊安裝位置



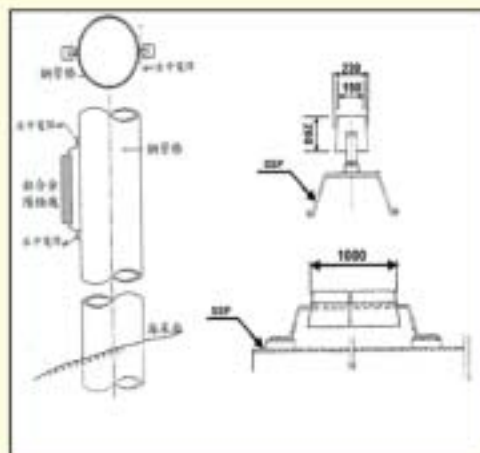
子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

11



馬公港1號碼頭陽極塊發生電位量測

- 量測時，以高阻抗之數位電錶深棒之一端接觸於鋼板漆連結之不電位測試棒上，另一端深棒則連接銅/硫酸銅電極，並置於欲量測位置旁，量測位置選在陽極塊上中下三等份處。
- 陽極塊發生電位量最大值為 -864 mV ，最小值為 -997 mV ，已釋出足夠之防蝕保護電位。



子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

12

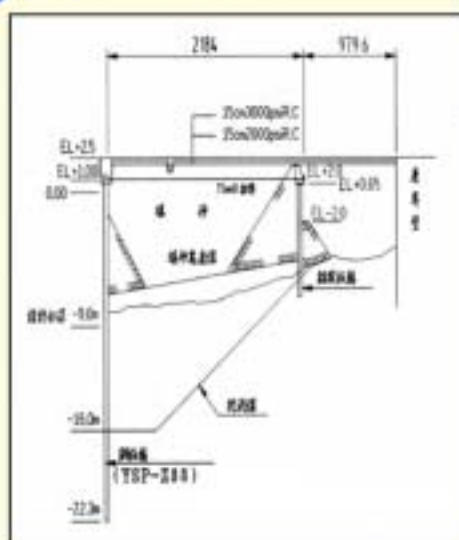


基隆港碼頭基本資料

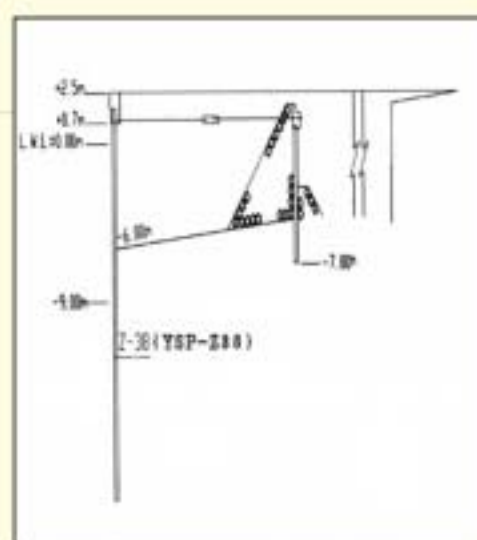
碼頭編號	用途	長度(m)	寬度(m)	設計水深(m)	設計載重 T/M ²
東2	客	200.00	10.5	-9.00	2.3
東3	貨	170.00	10.5	-9.00	2.3
東4	貨	306.30	10.5	-9.00	2.3
東5	軍	169.20	10.5	-9.00	2.3
東6	貨	180.00	15.0	-9.00	2.3
東7	貨	178.00	27.0	-9.00	2.3
西16	櫃	156.50	34.0	-12.0	2.3
西17	櫃	207.00	34.0	-12.0	4.0
西18	櫃	215.40	34.0	-12.0	4.0
東19	散裝	220.00	30.0	-9.00	4.0
西14	貨	172.40	14.8	-9.00	2.5

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

13



東2至東4碼頭斷面



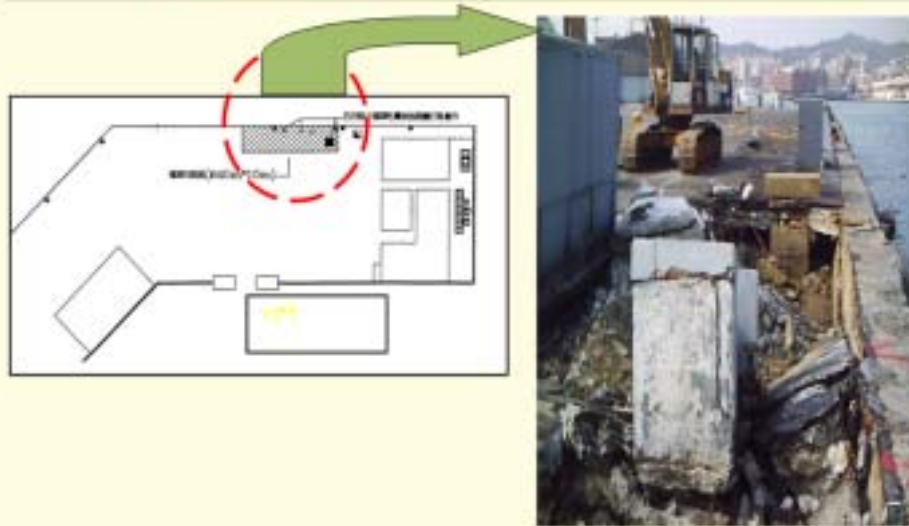
東5至東7碼頭斷面

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

14



基隆港東5碼頭坍塌破壞情形



子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

15



基隆港東6-東7碼頭



碼頭陸上現況

碼頭岸壁混凝土老化情形

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

16

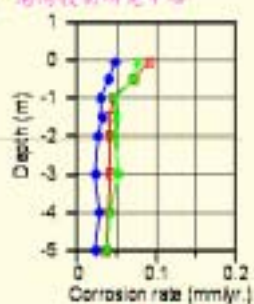


基隆港東7碼頭路面坍塌

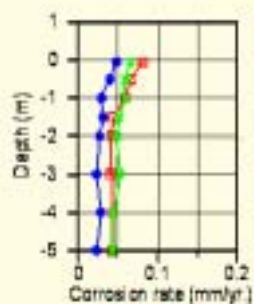


子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

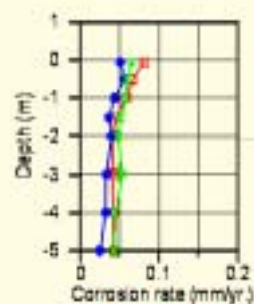
17



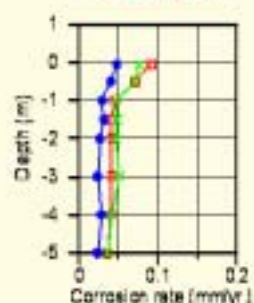
東2碼頭



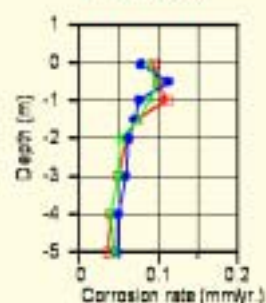
東3碼頭



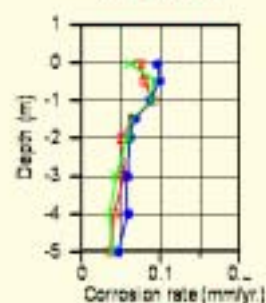
東4碼頭



東5碼頭



東6碼頭



東7碼頭

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

18



基隆港碼頭鋼樁保護電位

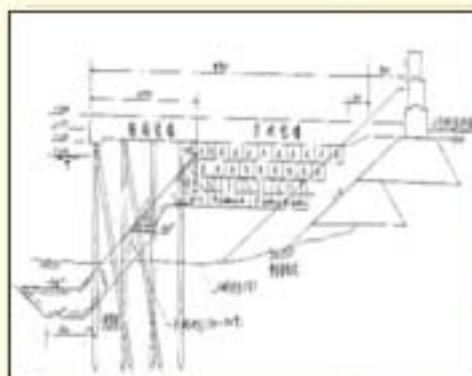
碼頭編號	保護電位(mV, Cu/CuSO ₄ 參考電極)			備註
	最大	最小	平均	
東2	-913	-1051	-963	已達保護鋼樁防蝕目的
東3	-913	-991	-957	已達保護鋼樁防蝕目的
東4	-877	-994	-961	已達保護鋼樁防蝕目的
東5	-814	-916	-958	保護電位略嫌不足
東6	-979	-1004	-983	已達保護鋼樁防蝕目的
東7	-970	-983	-963	已達保護鋼樁防蝕目的
西16	-1004	-1073	----	已達保護鋼樁防蝕目的
西17				已達保護鋼樁防蝕目的
西18				已達保護鋼樁防蝕目的

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

19



基隆港東19碼頭



碼頭結構形式



碼頭R.C.底版破壞現況

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

20



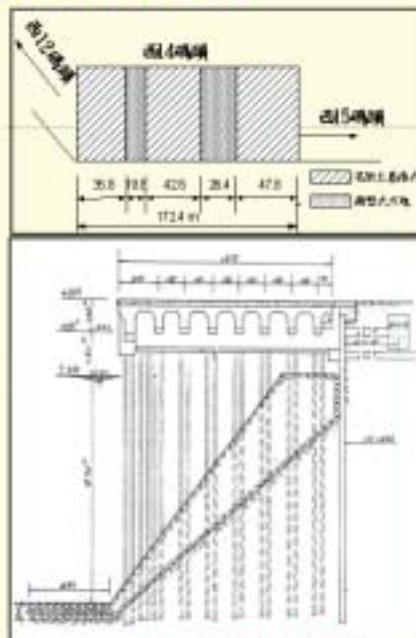
碼頭R.C.樁破壞現況



碼頭R.C.底版破壞現況

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

21



碼頭結構形式



碼頭陸上現況

基隆港西14碼頭

子計劃一：碼頭構造物現況調查之研究

22



碼頭R.C.底版破壞現況



碼頭R.C.梁破壞現況



結論與建議 (1/2)

-  碼頭鋼樁之腐蝕速率均小於設計允許值，安裝犧牲陽極塊可達到鋼樁防蝕保護之目的。
-  基隆港部份碼頭鋼樁使用已超過40年，應加強檢測頻率。
-  基隆港東5碼頭鋼樁保護電位略嫌不足，建議應增加犧牲陽極塊安裝數量。
-  基隆港東19及西14棧橋式碼頭R.C.底版及梁多處發生混凝土劣化、鋼筋外露腐蝕生鏽等嚴重破損情形，建議應即時修護或進一步實施安全評估。



結論與建議 (2/2)

-  碼頭平時巡查時，可將鋼樁保護電位量測列為必須實施項目。
-  碼頭使用時間超過二十年以上者，應加強碼頭安全巡查頻率。
-  各維護單位可參酌相關規範及準則，研訂一套標準化可因地制宜之措施。