

98-54-7409

MOTC-IOT-97-H1DA003-2

港灣地區碼頭鋼板樁腐蝕資料建檔 及查詢展示模組之建置(2/2)



交通部運輸研究所
中華民國 98 年 4 月

98-54-7409

MOTC-IOT-97-H1DA003-2

港灣地區碼頭鋼板樁腐蝕資料建檔 及查詢展示模組之建置(2/2)

著 者：張道光、謝明志、柯正龍

交通部運輸研究所
中華民國 98 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目資料

港灣地區碼頭鋼板樁腐蝕資料建檔及查詢展示模
組之建置. (2/2) / 張道光, 謝明志, 柯正龍
著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所,
民98.04

面 ; 公分

參考書目:面

ISBN 978-986-01-8312-2(平裝)

1. 港埠工程 2. 地理資訊系統

443.2029

98007336

港灣地區碼頭鋼板樁腐蝕資料建檔及查詢展示模組之建置(2/2)

著 者：張道光、謝明志、柯正龍

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版 > 中心出版品)

電 話：(04)26587176

出版年月：中華民國 98 年 4 月

印 刷 者：良機事務機器有限公司

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網站

定 價：100 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02) 25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1009800978

ISBN：978-986-01-8312-2 (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分內容者，須徵求交通部
運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：港灣地區碼頭鋼板樁腐蝕資料建檔及查詢展示模組之建置(2/2)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-01-8312-2 (平裝)	政府出版品統一編號 1009800978	運輸研究所出版品編號 98-54-7409	計畫編號 97-H1DA003-2
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 計畫主持人：張道光 研究人員：謝明志、柯正龍 聯絡電話：04-26587119 傳真號碼：04-265713297 & 04-26564418			研究期間 自 97 年 01 月 至 97 年 12 月
關鍵詞：臺中港、臺北港、腐蝕調查、地理資訊系統、鋼板樁			
摘要： 本年度主要以臺中港鋼構碼頭之腐蝕檢測資料為建置檔案，並整合去年臺北港資料，利用MapInfo地理資訊系統整合成一適當之查詢系統，架構於港研中心「港區工程基本資料查詢展示系統」下。目前已建置完成碼頭鋼板樁腐蝕資料之查詢系統介面，以多樣化展示方式方式，並提供給後續資料庫建立與更新。 本研究之成果與效益包括：1.建立一套適當的查詢系統，有利提昇港工材料之維護管理效能，延展港灣之服務年限。2.本研究研發建立之港灣地區腐蝕資料及查詢系統可提供港務局及相關單位在港灣工程規劃、設計及施工之參考與應用。3.本計畫之執行經驗及成果可做為本所後續相關研究之基礎。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
98 年 4 月	82	100	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: Establishing a Database and Consulting Demonstration System on Steel Sheet-pile Corrosion in Harbor Areas (2/2)			
ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-01-8312-2 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009800978	IOT SERIAL NUMBER 98-54-7409	PROJECT NUMBER 97- H1DA003-2
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chang Tao-kuang PROJECT STAFF: Hsieh Ming-jyh, Ko Jeng-long PHONE: 04 -26587119 FAX: 04 -26571329 & 04-26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2008 TO December 2008
KEY WORDS: Taichung Harbor, Taipei Harbor, Corrosion Inspection, GIS, Sheet-pile			
ABSTRACT: The database of the corrosion rate of sheet-pile wharves at Taichung Harbor and Taipei Harbor's previous one year data was created and the inquiring system integrated with the MapInfo geographic information system which had developed "Harbor Engineering Fundamental Information Inquiring and Displaying System" at the website of the Center. At the present time, the steel sheet-pile corrosion rate inquiring system interface with multiple functions was achieved, and provided follow-up database establishment and updates. Achievement and benefit are as follows: 1.Establishing a proper consulting system can upgrade maintenance effect of harbor engineering material and extend harbor service life; 2.The corrosion data and consulting system in the harbor areas can offer the Harbor Bureau and related units the application of engineer planning, designing and construction; 3.The project working experiences and results can go on related studies for the Institute of Transportation.			
DATE OF PUBLICATION April 2009	NUMBER OF PAGES 82	PRICE 100	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	
英文摘要	
表目錄	
圖目錄	I
第一章 計畫緣起及目的	1-1
1.1 計畫源起	1-1
1.2 研究目的	1-1
1.3 研究範圍	1-2
1.4 研究流程	1-2
第二章 碼頭鋼板樁腐蝕資料收集彙整	2-1
2.1 前言	2-1
2.2 鋼板樁檢測步驟	2-2
2.2.1 目視檢測	2-2
2.2.2 厚度量測	2.2
2.2.3 鋼板樁保護電位量測	2-8
2.2.4 陽極塊調查	2-8
2.3 臺中港 99 號碼頭	2-10
2.3.1 99 號碼頭構造物背景資料搜集與分析	2-10
2.3.2 99 號碼頭鋼板樁現況檢測	2-11
2.4 臺北港碼頭	2-27

2.4.1 碼頭構造物背景資料搜集與分析	2-27
2.4.2 臺北港東 1、東 2 號碼頭鋼板樁現況檢測	2-27
2.4.3 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁現況檢測	2-38
第三章 碼頭鋼板樁腐蝕調查系統展示.....	3-1
3.1 系統操作程序.....	3-1
3.2 臺北港鋼板樁檢測資料查詢展示.....	3-3
3.3 臺中港鋼板樁檢測資料查詢展示.....	3-9
第四章 結論與建議.....	4-1
4.1 結論.....	4-1
4.2 建議.....	4-1
參考文獻.....	參-1

表目錄

表 2.1 防蝕率與海水浸水率之關係.....	2-7
表 2.2 海水中鋼構造物之防蝕保護電位標準.....	2-8
表 2-3 臺中港 99 號碼頭鋼管樁防蝕塗裝系統	2-18
表 2-4 臺中港 99 號碼頭鋼管樁之平均腐蝕速率	2-20
表 2-5 臺中港 99 號碼頭鋼管樁腐蝕速率與水深之關係	2-22
表 2-6 臺中港 99 號碼頭鋼管樁保護電位量測結果（1）	2-25
表 2-7 臺中港 99 號碼頭鋼管樁保護電位量測結果（2）	2-26
表 2-8 鋼板（管）樁碼頭構造物背景資料	2-27
表 2-9 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁平均腐蝕速率	2-31
表 2-10 臺北港東 1、東 2 號碼頭鋼板樁保護電位檢測結果	2-37
表 2-11 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁之平均腐蝕速	2-40
表 2-12 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁保護電位檢測結果	2-49

圖目錄

圖 1.1 研究流程	1-2
圖 2.1 檢測水深標示方式	2-3
圖 2.2 水面下超音波量測鋼板樁厚度之情形	2-4
圖 2.3 超音波測厚儀量測之示意圖	2-4
圖 2.4 渦電流檢測設備	2-5
圖 2.5 海水中渦電流量測鋼板樁厚度之情形	2-6
圖 2.6 陽極塊尺寸量測位置	2-9
圖 2.7 陽極塊輸出電流量測	2-10
圖 2.8 電流計、感應環構造及量測原理	2-10
圖 2.9 臺中港 99 號碼頭平面佈置圖	2-12
圖 2.10 臺中港 99 號碼頭鋼管樁結構斷面	2-13
圖 2.11 臺中港 99 號碼頭鋼管樁配置平面（#1 單元）	2-14
圖 2.12 臺中港 99 號碼頭陽極塊排列及安裝數量	2-15
圖 2.13 臺中港 99 號碼頭陽極塊及電位測試裝置詳圖	2-16
圖 2.14 臺中港 99 號碼頭鋼管樁潮間帶防蝕措施	2-17
圖 2.15 海水面上鋼管樁表面	2-19
圖 2.16 潮汐帶水下保護措施固定箍鬆脫（1）	2-19
圖 2.17 潮汐帶水下保護措施固定箍鬆脫（2）	2-19
圖 2.18 海床底部陽極塊之鐵蕊鬆脫	2-19
圖 2.19 海床底部陽極塊表面淤泥	2-19

圖 2.20 臺中港 99 號碼頭鋼管樁之平均腐蝕速率與水深之關係 .	2-20
圖 2.21 臺中港 99 號碼頭鋼管樁腐蝕速率與水深之關係.....	2-23
圖 2.22 臺中港 99 號碼頭鋼管樁保護電位量測位置	2-24
圖 2.23 臺北港東 1 至東 3 號碼頭平面佈置	2-28
圖 2.24 臺北港東 1、2 號碼頭結構斷面	2-28
圖 2.25 臺北港東 1、2 號碼頭陽極塊配置圖	2-29
圖 2.26 PU-32 U 型鋼板樁型式	2-29
圖 2.27 東 1、東 2 號碼頭檢測位置	2-30
圖 2.28 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁平均腐蝕速率與檢測水深之 關係	2-31
圖 2.29 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之 關係 (1)	2-32
圖 2.30 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之 關係 (2)	2-33
圖 2.31 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之 關係 (3)	2-34
圖 2.32 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之 關係 (4)	2-35
圖 2.33 臺北港碼頭鋼板樁保護電位量測位置.....	2-36
圖 2.34 臺北港東 3 號碼頭結構斷面	2-38
圖 2.35 Larssen 6-131 U 型之鋼板樁型式	2-39

圖 2.36 臺北港東 3 號碼頭陽極塊配置圖	2-39
圖 2.37 臺北港東 3 號碼頭陽極塊及電位測試裝置	2-40
圖 2.38 臺北港東 3 號碼頭潮間帶防蝕措施	2-41
圖 2.39 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁厚度檢測位置	2-42
圖 2.40 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁平均腐蝕速率與水深之關係 . -	2-43
圖 2.41 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之 關係 (1)	2-44
圖 2.42 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之 關係 (2)	2-45
圖 2.43 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之 關係 (3)	2-46
圖 2.44 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之 關係 (4)	2-47
圖 2.45 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之 關係 (5)	2-48
圖 3.1 查詢系統主畫面	3-5
圖 3.2 臺北港碼頭資料選單下拉及碼頭位置分佈圖	3-5
圖 3.3 臺北港腐蝕調查碼頭位置分佈圖	3-6
圖 3.4 檢測起迄點輸入對話框	3-6
圖 3.5 臺北港腐蝕速率調查成果展繪圖	3-7
圖 3.6 臺北港鋼板厚度調查成果展繪圖	3-8

圖 3.7 臺中港碼頭資料選單下拉及碼頭位置分佈圖	3-11
圖 3.8 臺中港腐蝕調查碼頭位置分佈圖	3-11
圖 3.9 檢測起迄點輸入對話框	3-12
圖 3.10 臺中港腐蝕速率調查成果展繪圖	3-13
圖 3.11 臺中港鋼板厚度調查成果展繪圖	3-14

第一章 計畫緣起及目的

1.1 計畫源起

臺灣目前有四個國際商港及其輔助港，每個港在港埠的創建及長期的維護下，都累積了相當龐大的工程資料，在港工材料資料方面，本中心曾多次分批對臺灣各大港口碼頭鋼板樁腐蝕及防波堤破損情形進行全面性的調查檢測。由於資料眾多，查詢及調閱甚為不便，有鑑於此本計畫就利用現有之資料以 MapInfo 地理資訊系統著手加以整合架構成一適當之查詢系統。又港灣之港工材料資料庫之建立，常需投入大量之人力、物力、財力及時間，92 年起以基隆港、花蓮港、高雄港及蘇澳港為建置對象，今年將以臺中港調查之檢測資料為主要之建置基礎，並整合去年研究，將系統架構在本中心所開發的「港區工程基本資料查詢展示系統」之下，希望能架構適當查詢系統，以多樣化表現方式呈現，提供給後續之資料庫建立，給使用者更方便的使用系統。

1.2 研究目的

電腦化之建檔方式能做大量而有系統的資料儲存工作，並可提供快速且有效之查詢作業服務，真正達到資料共用共享的益處，且未來新的資料又可迅速之補充，使資訊的流通更為便捷。相關資料及查詢系統建置完成後可達到下列目的：

- 1.以數位化形式收集港埠空間及港灣工程基本資料。
- 2.有效率的存取所收集及建置的資料。
- 3.開發撰寫腐蝕資料分析之模組。
- 4.查詢程式撰寫，並提供中文下拉式選單供使用者使用，展示港區各項調查資料。

- 5.提供工程依據：提供給港務局進行工程上之研判。
- 6.提供學術資料：可供各學術單位從事研究、分析所需的基本資料。

1.3 研究範圍

本研究的資料來源是以本中心曾對臺灣各碼頭的調查檢測資料為主要依據，故今年的建檔及查詢展示的範圍為臺中港 99 號碼頭，並整合去年臺北港東 1 到東 3 號碼頭的研究為主要的建置基礎。

1.4 研究流程

本計畫之研究流程如圖 1.1 所示。

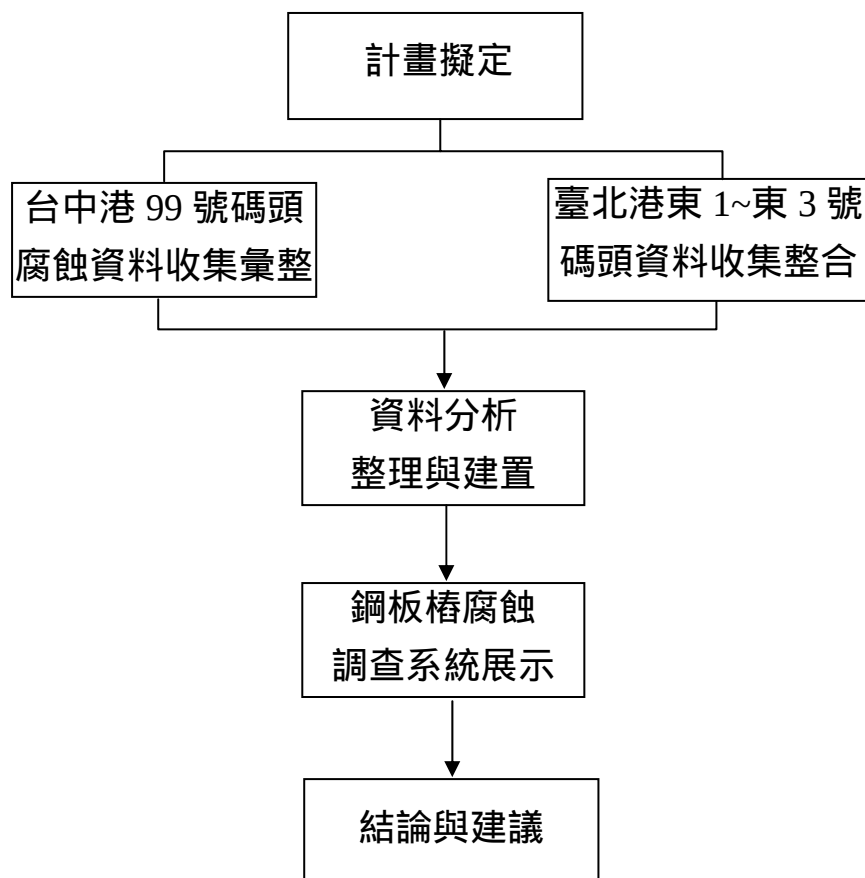


圖 1.1 研究流程

第二章 碼頭鋼板樁腐蝕資料收集彙整

2.1 前言

鋼板（管）樁碼頭具有施工設備簡單、施工期短，工程費用少、壁體較富彈性、耐震性強、不需要水下基礎工程 等優點，在港灣工程中廣受應用，然其最大的缺點為容易發生腐蝕。

腐蝕為鐵回歸其自然氧化狀態的過程，金屬元素大多數以礦石等自然狀態存在，經冶煉而成為金屬，僅為一暫存態，發生腐蝕回歸至氧化狀態為自然之趨勢。鋼板樁之腐蝕為一自然的化學反應，其發生與海洋環境有關，因浸泡於不同的海域，受海水中的氯離子、pH 值、溶氧量、導電度、溫度、流速、海中生物和細菌的附著。等因素影響，會產生不同的腐蝕現象；由於腐蝕發生原因十分複雜，設計鋼板(管)樁碼頭前，應先行瞭解構造物所處之海洋環境特性。

港灣構造物依曝露環境之不同，其腐蝕部位及速率會有明顯差異，腐蝕形態亦不同。一般將海洋環境分成大氣帶、飛沫帶、潮汐帶、海中帶及海泥(床)帶等五大區域。位於大氣帶之構造物，由於其表面完全曝露於大氣中，易使鋼材表面受到水氣、高濃度鹽份與日照造成溫度強烈變化等侵蝕，在陽光照不到及風雨可及之處更易發生腐蝕。飛沫帶之鋼板樁，由於海浪潑濺及日曬乾燥產生之乾濕循環作用，鋼材表面附著之氯離子及氧氣濃度將持續累積，其腐蝕為五大區域中最為嚴重之部位。

潮汐帶界於高低潮位之間，因空氣與海水波浪之交互作用，海水中之溶氧濃度增加，潮汐帶下方緊臨海中帶之部份，將形成氧氣濃差電池作用，位於此區域之鋼材可視為一陰極反應區，其腐蝕速率低。但低潮位下約 1 公尺處(海中帶部份)因溶氧量低，鋼材變成陽極反應部位，腐蝕量將較大；鋼材如位於海中帶，因完全浸泡於海水中，其上端緊臨低潮位區域，因氧氣濃差電池作用，加上海生物附著和海流海

浪衝擊關係，腐蝕速率較高。深海處之鋼材由於溶氧量低。腐蝕速率亦相對降低。海泥(床)帶區域內如海底土壤無存在硫化氫或硫酸還原菌，鋼材腐蝕速率很小。

國內鋼板（管）樁之腐蝕速率，早期多沿襲日本之設計準則，以 0.20 mm/yr. 為設計允許值，由於不同海域環境，其腐蝕速率亦有差異，使用上述之準則設計，是否合適，值得研究。本所港研中心於民國 79 年至 94 年間，曾在國內五大港口港區碼頭之鋼板(管)樁進行全面調查，發現部分港區碼頭之鋼板(管)樁腐蝕問題嚴重，不僅腐蝕速率大於允許設計值，並發生穿孔、破洞等情形，甚至曾發生碼頭岸壁後方級配砂石流失、掏空、岸肩沉陷或靠海床處鋼板發生開裂及彎曲等重大損壞^[1~5]。為確保碼頭作業安全，調查對象以建造年份較早者為優先考量，結果顯示海中帶採用犧牲陽極塊作為防蝕工法，可確實達到降低鋼板樁腐蝕速率之效果。

2.2 鋼板樁檢測步驟

2.2.1 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、掏空等現象，最後以照相或攝影存證。

2.2.2 厚度量測

1. 選定檢測樁

2. 選定水深與量測位置

依各港碼頭構造物腐蝕可能狀況，每支鋼板（管）樁選定五至九點水深作為量測點，每支測樁之測點以潮汐帶至少一點，水中帶至少兩點為選定原則。U 型鋼板樁檢測其凸面或凹面之厚度，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 2.1 所示。

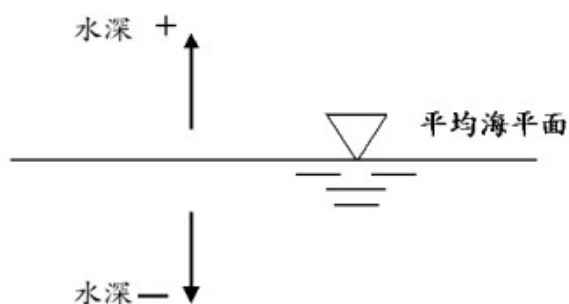


圖 2.1 檢測水深標示方式

3. 厚度量測與步驟

超音波測厚法

(1)海生物敲除

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。

(2)厚度量測

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材表面，即可讀取鋼材厚度。於每一水深測點量取兩次鋼板樁厚度，平均後即為其現有厚度。圖 2.2 為潛水人員於海中量測鋼板（管）樁厚度之情形。

(3)測厚原理

超音波厚度儀係利用脈衝原理，由於音波在鋼材之傳播速率為一定值，因此，由探頭傳送出一彈性波，經鋼材表面至內壁之傳播時間，即可算出波通過路徑之距離(鋼材厚度)，精準度可達 $\pm 0.1 \text{ mm}$ ，可由接收器直接讀取厚度，其原理簡示於圖 2.3。

厚度計算可由下列數學式求得：

$$S_i = V \times 1/2 (t_{i+1} - t_i). \quad (\text{公式 2.1})$$

式中 V ：超音波在鋼材中之傳播速度 (5920 m/sec)

S_i ：鋼材厚度讀數(mm)

t_{i+1} , t_i ：探頭接受回聲及初始傳播的時間

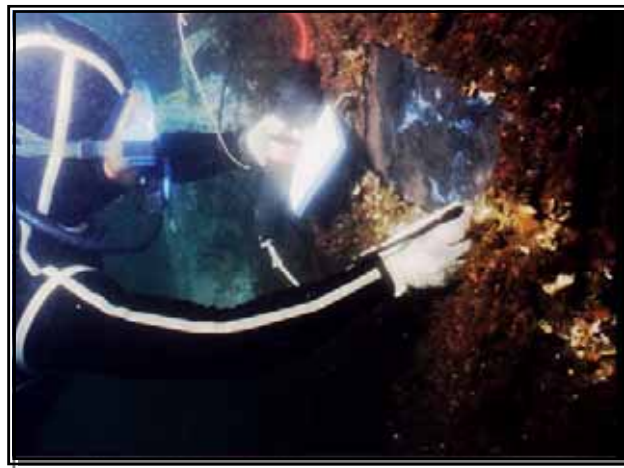


圖 2.2 水面下超音波量測鋼板樁厚度之情形

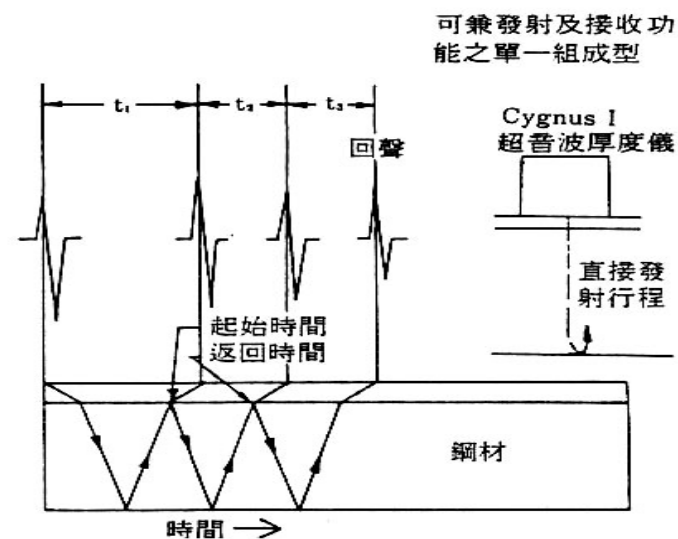


圖 2.3 超音波測厚儀量測之示意圖

(4)渦電流檢測法

a. 檢測設備

檢測設備包括筆記型電腦、訊號處理器、探頭及電池等四個元件。（如圖 2.4）探頭激發和接收渦電流訊號後，透過訊號處理器平衡、放大等過程，在筆記型電腦上得一時間訊號曲線，利用時間訊號曲線之轉折點，判斷鋼材平均腐蝕情況。本次調查使用經特殊處理之防水探頭，可直接穿透厚度小於 50 mm 之被覆物質。以渦電流進行鋼材現有厚度量測，可不需先清除鋼材表面之覆著海生物。



圖 2.4 渦電流檢測設備

b. 檢測原理

渦電流檢測係應用電磁感應原理，於鋼材內部生成感應渦電流。渦電流會因鋼材內之瑕疵或物理差異而有所改變，藉此改變測知其缺陷，達到檢測目的。除可檢測圓柱、管件、薄板等表面及近表面之缺陷外，並可檢測受測材料之材質特性，如塗膜厚度、導電率、導磁率及電阻等，惟僅適用於導電材料。檢測鋼材時，因鋼材厚度及形狀之限制，其內部缺陷不易測出且訊號判定困難，需賴具豐富經驗之檢測者實施。

渦電流檢測與渦電流產生位置及時間有關。產生渦電流感應之落後時間與其受測材料之穿透深度有關，距離越遠其落後時間越久。可利用時間差的變化推估受測物質之狀況。一般藉由時間訊號曲線之轉折點(Bending Point)，可評估檢測物之腐蝕情況。

渦電流檢測時所得到之時間訊號曲線，經由統計理論作迴歸分析，計算判定係數而推估鋼材現有厚度。判定係數正確與否直接影響檢測結果，因此，檢測前需先設定參數，如鋼材最大厚度、附著物包覆厚度、環境溫度範圍等，方能得到最佳訊號曲線，提高檢測之準確性，圖 2.5 海水中渦電流量測鋼板樁厚度之情形。



圖 2.5 海水中渦電流量測鋼板樁厚度之情形

4. 腐蝕速率計算

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

腐蝕速率 = 腐蝕量 / 使用年期

$$= (\text{原始厚度} - \text{現有厚度}) / \text{使用年期} \quad (\text{公式 2.2})$$

碼頭鋼板（管）樁初期如未採用任何防蝕措施，使用一段期間後再安裝犧牲陽極作為防蝕工法，其腐蝕速率又分為未作防蝕措施前與採用防蝕措施後之腐蝕速率兩種，計算公式如下：

$$V_C = \frac{C}{Y_C + (1 - P)Y_P} \quad (\text{公式 2.3})$$

$$V_P = \frac{C - V_C \times Y_C}{Y_P} \quad (\text{公式 2.4})$$

式中 V_C = 無防蝕措施之腐蝕速率 (mm/yr.)

V_P = 有防蝕措施之腐蝕速率 (mm/yr.)

Y_C = 無防蝕措施之年期 (yr)

Y_P = 有防蝕措施之年期 (yr)

C = 腐蝕量 (mm)

P = 防蝕率，防蝕率與海水浸水率之關係示如表 2-1。

表 2-1 防蝕率與海水浸水率之關係

海水浸水率 (%)	防蝕率 (%)
0 40	40 以下
41 80	41 60
81 99	61 90

(註) 海水浸水率：鋼材浸於海水之時間與鋼材使用全部時間之比

2.2.3 鋼板樁保護電位量測

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板樁連結之不銹鋼電位測試棒上，另一端則置於欲量測之鋼板樁旁。

防蝕效果的判斷標準如表 2-2 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，鋼鐵結構物是為保護狀態，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 -800 mV 為"正"，則表示保護不足或防蝕效果不佳。

表 2-2 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 vs. SCE	飽和甘汞電極
-800 mV vs. Ag/AgCl/seawater	海水氯化銀電極
-750 mV vs. Ag/AgCl/sat'd KCl	飽和氯化銀電極
-850 mV vs. Cu/CuSO ₄	飽和硫酸銅電極

2.2.4 陽極塊調查

1. 選定陽極塊

陽極塊調查數量各港均為 15 支。台中港 99 號碼頭於距起點第 6 及 18 排樁分別選定 7 支及 8 支陽極塊；臺北港東 2 碼頭於水深 -2 m 處選定 1 支，東 3 碼頭選定 14 支。

2. 陽極塊發生電位之量測

- (1)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。
- (2)潛水人員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. 陽極塊外觀檢查

陽極塊切割後將陽極塊吊至岸上，先將附著之海生物去除後，觀察記錄陽極塊外觀及消耗情況，並量測陽極塊兩端距端點 10 公分處及中間之現有尺寸，量測位置如圖 2.6 所示。

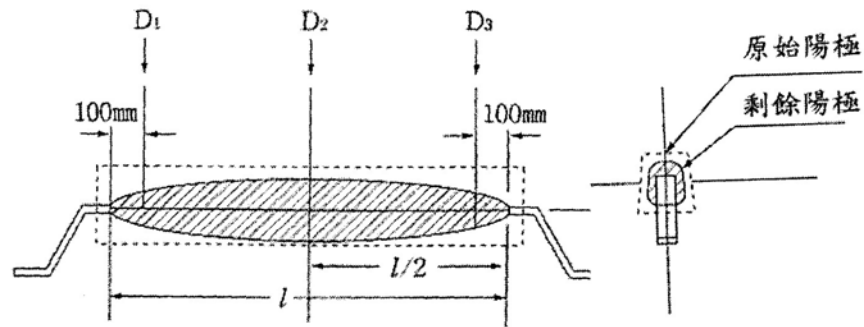


圖 2.6 陽極塊尺寸量測位置

4. 陽極塊重量量測

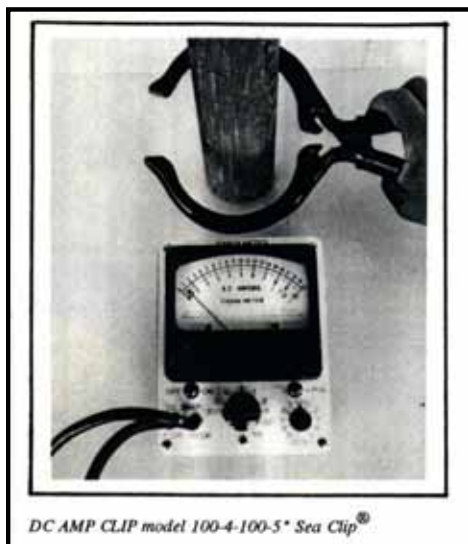
陽極塊完成外觀檢查記錄後，再將其稱重之（最小讀數至 0.1 公斤，陽極塊實際重量應另扣除鐵蕊之重量）。完成殘留重量之量測後，切下之陽極塊必需再焊接回原來之鋼板樁上，切割前後與焊接後均須拍照記錄。

5. 陽極塊輸出電流量測

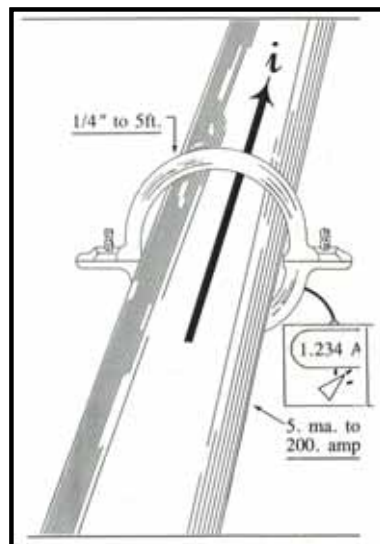
量測時，由潛水人員以電流計之感應環套於陽極塊上方或下方鐵蕊，再由岸上人員直接於電流計讀取電流值。圖 2.7 為潛水人員於海中量測陽極塊輸出電流之情形，電流計及感應環構造示如圖 2.8 (a)，量測原理示如圖 2.8 (b)。



圖 2.7 陽極塊輸出電流量測



(a)



(b)

圖 2.8 電流計、感應環構造及量測原理

2.3 台中港 99 號碼頭

2.3.1 99 號碼頭構造物背景資料搜集與分析

本座碼頭採鋼管樁橋墩式結構建造，全長 250 公尺，水深 -12.0

公尺。碼頭上部結構區分成八個單元，鋼管樁直徑 800 mm，鋼管樁管壁厚度均為 12 mm，碼頭平面佈置、結構斷面如圖 2.9、圖 2.10。港區因為潮汐落差高達 4.5 公尺左右，碼頭建造時在混凝土面版下方 30 公分至 520 公分部位（潮汐帶），除以防蝕膏作為鋼管樁之防蝕外，並以 PE 及 PVC 和固定箍保護，海中帶在水深 -2.0 公尺或 -3.0 公尺和海底處，安裝犧牲陽極塊之陰極防蝕工法保護鋼管樁。陽極塊依不同尺寸區分為 a、b、c 三種型式。本工程於民國 84 年 7 月完工，使用時間迄今約 7 年左右。鋼管樁配置排列、陽極塊配置排列及詳圖與潮汐帶防蝕措施如圖 2.11 至圖 2.14 所示，表 2-3 為編號⑦鋼管樁（靠陸側位置）之防蝕塗裝系統。

2.3.2 99 號碼頭鋼板樁現況檢測

1. 目視檢測

本座碼頭鋼管樁（包含預打區）並無發現有孔蝕或破洞等嚴重之腐蝕，海水面上鋼管樁表面附著少數如籐壺等海生物，水深 -3.0 m 則附著海草及其它多種物種之海生物，潮汐帶位於水下之保護措施發現部份固定箍發生鬆脫現象，陸側鋼管樁（編號⑥、⑦）靠海床底部陽極塊可能因碼頭拋石施工撞擊，下方之鐵蕊未焊接牢靠於鋼管樁表面，表面並有一層淤泥。目視結果如圖 2.15 至圖 2.19 所示。

2. 鋼管樁厚度量測

本座碼頭以渦電流方式進行鋼管樁厚度量測，測樁選定距起點第 6、7、8 排樁（碼頭第一單元）及 33、34、35 排樁（碼頭第二單元），每排測樁之檢測水深為 +4.5 m、+3.0 m、+1.0 m、-1.0 m、-3.0 m 及 -7.0 m 共 6 個水深測點。

表 2-4 及圖 2.20 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在 0.05 至 0.07 mm/yr.之間。

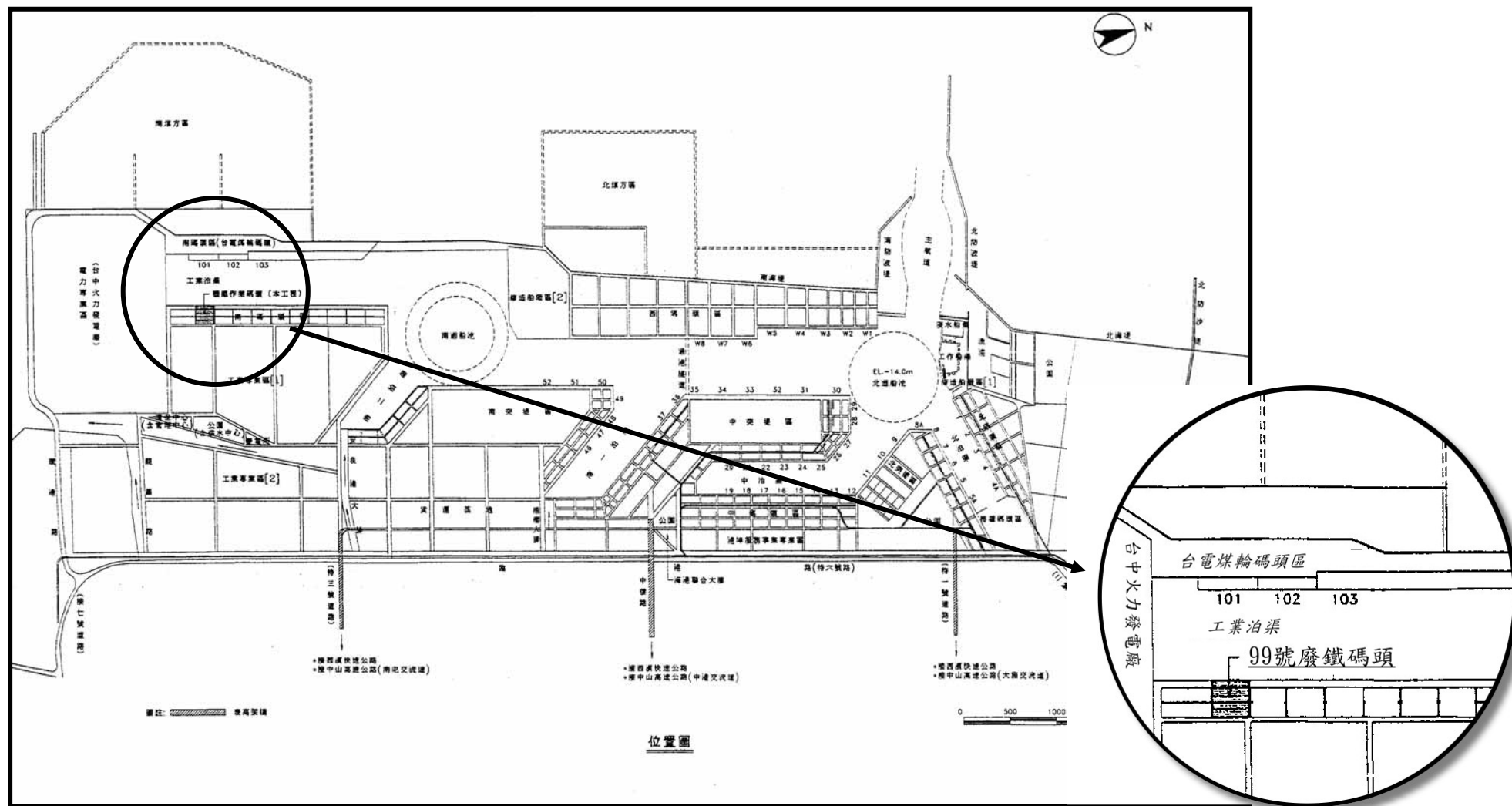


圖 2.9 臺中港 99 號碼頭平面佈置圖

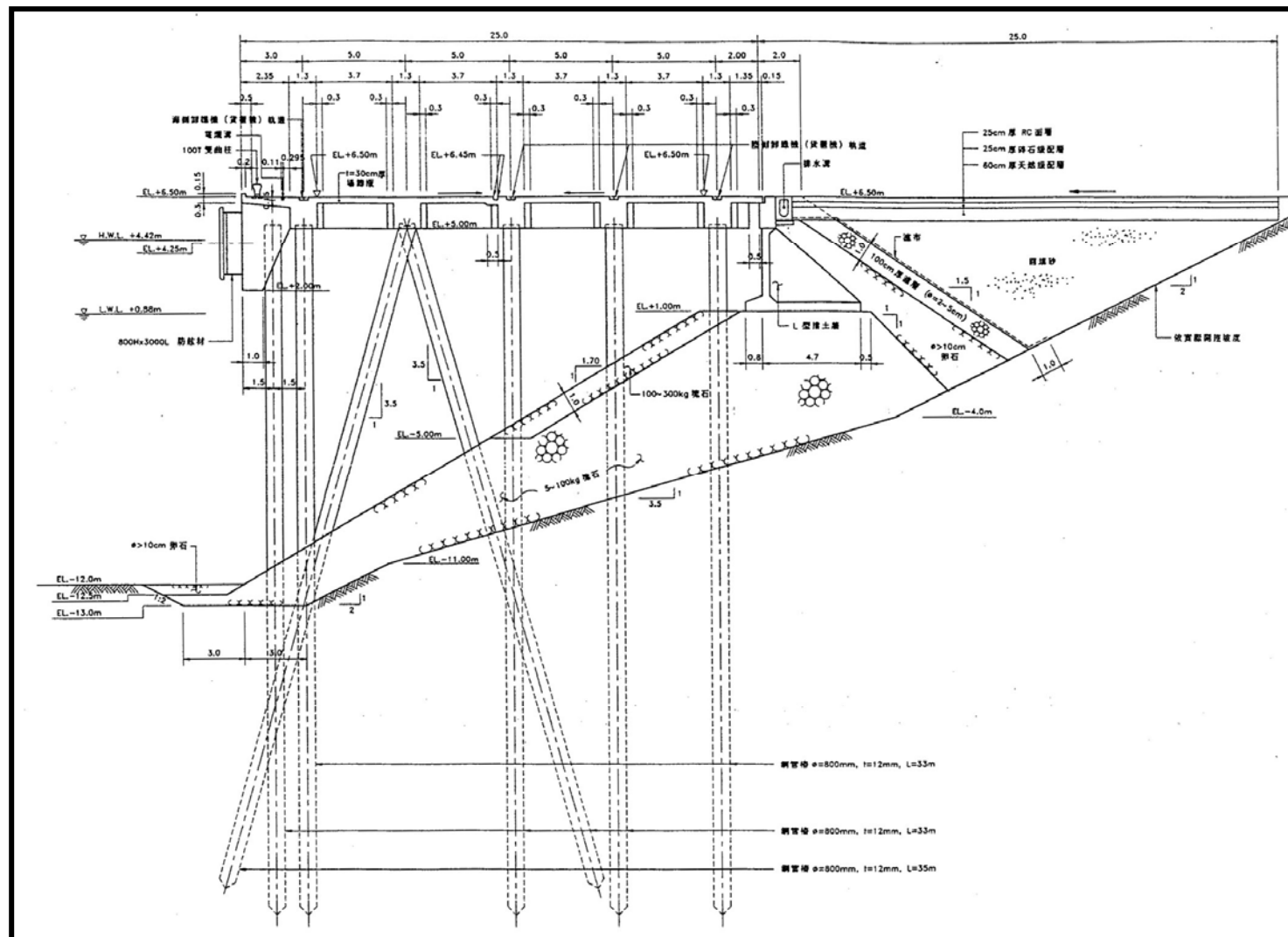


圖 2.10 臺中港 99 號碼頭鋼管樁結構斷面

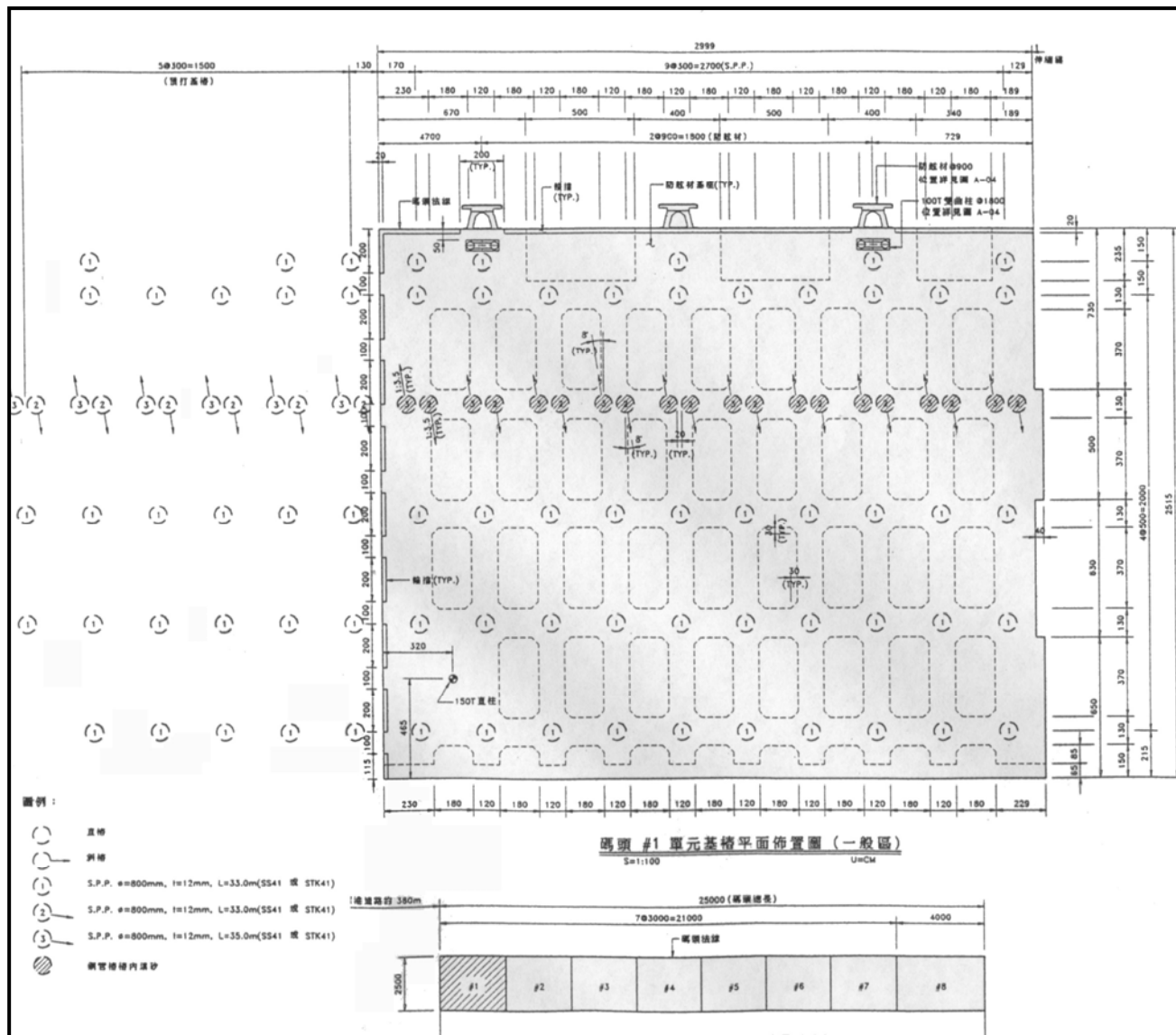
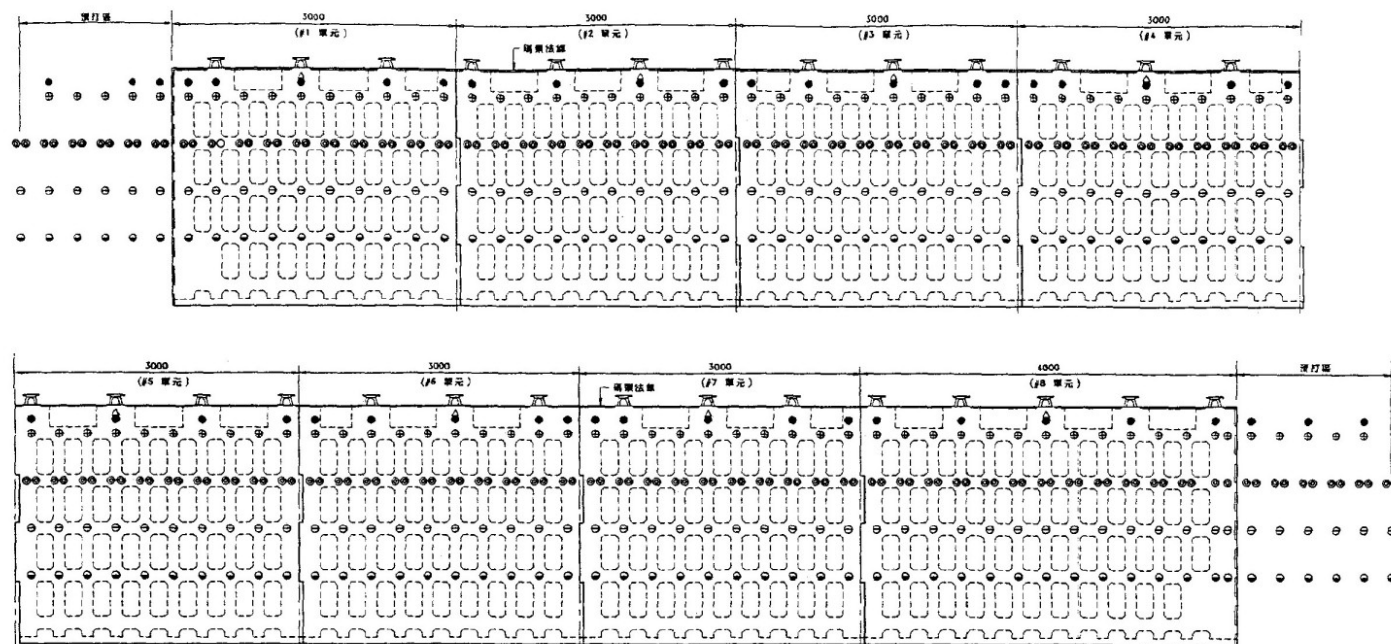


圖 2.11 臺中港 99 號碼頭鋼管樁配置平面 (#1 單元)



台中港 99 號碼頭陽極塊安裝數量一覽表

代號	鋁合金陽極塊 尺寸	安裝水深 (m)	安裝數量		合計 (塊)
			碼頭單元	預打區	
a	(225+265) × 250 × 650	-3.0 及海床面	76	12	88
a	(225+265) × 250 × 650	-3.0 及海床面	168	20	188
a	(225+265) × 250 × 650	-2.0 及海床面	332	48	380
b	(190+230) × 210 × 1150	海床面	84	12	96
c	(225+265) × 250 × 750	海床面	84	12	96
	電位測試裝置	混凝土頂端	8	0	8

圖 2.12 臺中港 99 號碼頭陽極塊排列及安裝數量

圖 2.13 臺中港 99 號碼頭陽極塊及電位測試裝置詳圖

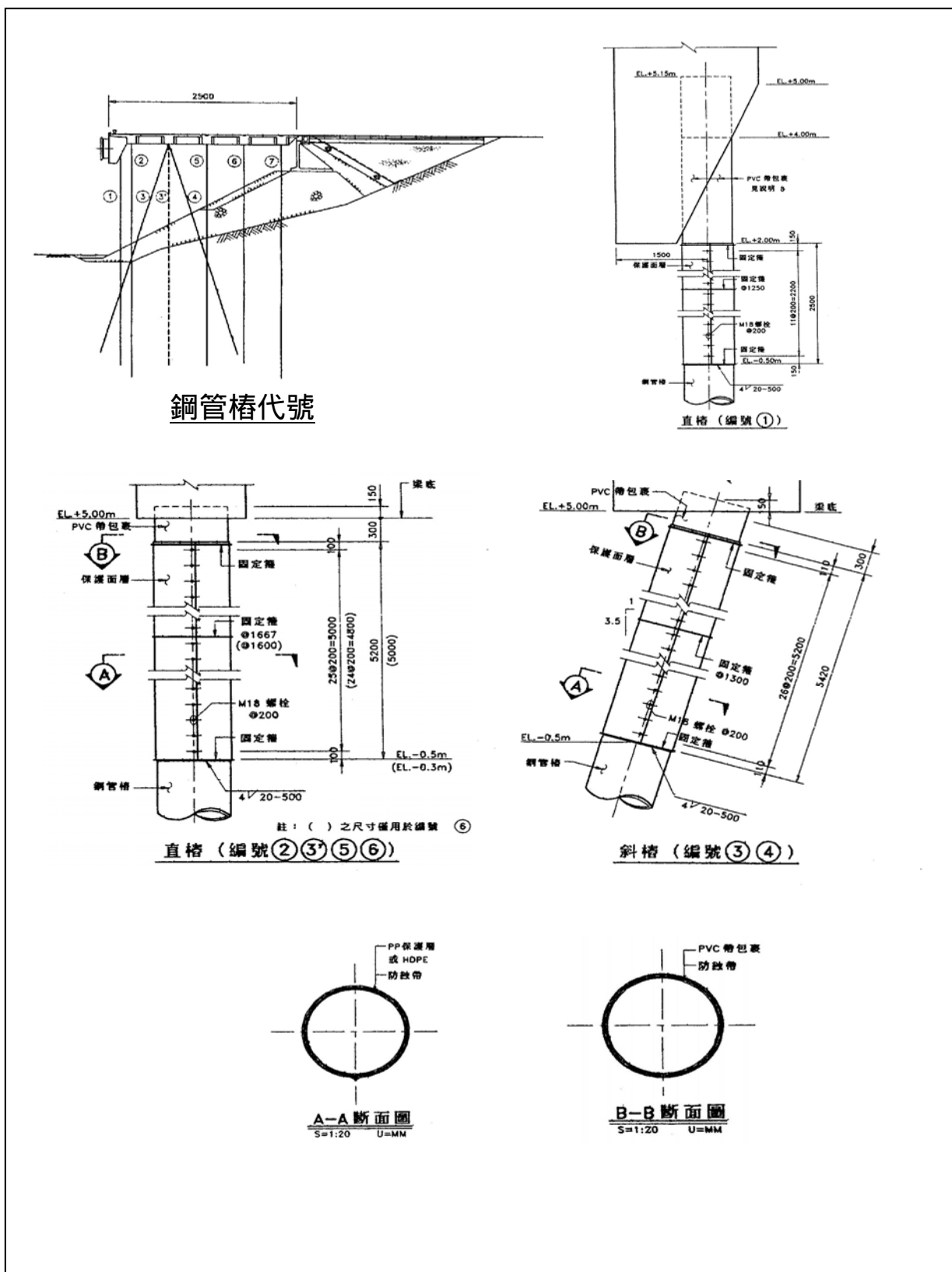


圖 2.14 臺中港 99 號碼頭鋼管樁潮間帶防蝕措施

表 2-3 臺中港 99 號碼頭鋼管樁防蝕塗裝系統

(鋼管樁編號：⑦)

塗接工程		塗料規格	標準塗佈量 g/m ² /回	塗裝 次數	最少乾 膜厚度	塗裝間格	調 薄 劑
施工 場所	工程						
工 廠	表面 處理	噴砂除銹至 SSPC-SP-10 以上					
	底漆	兩液型 POLYURETHANE PAINT (MITSERON R PRIMER)	150 噴塗	1	30 μ m	2 小時 以 上 24小時以內	-
	PU 內襯	無溶劑型 高膜厚聚氨基甲酸脂塗料 (MITSERON S-100/A-5000)	4000 專用噴塗機	1	2.0 mm	-	-
	補修	無溶劑型 高膜厚聚氨基甲酸脂塗料 (MITSERON B-500/A-1000)	刷塗或鋤塗	-		-	—
工 地	補漆	工地安裝完成後，應將銲縫預留未漆處及運輸等損壞處補漆，最少乾膜厚度不得小於2.0 mm。					



圖 2.15 海水面上鋼管樁表面

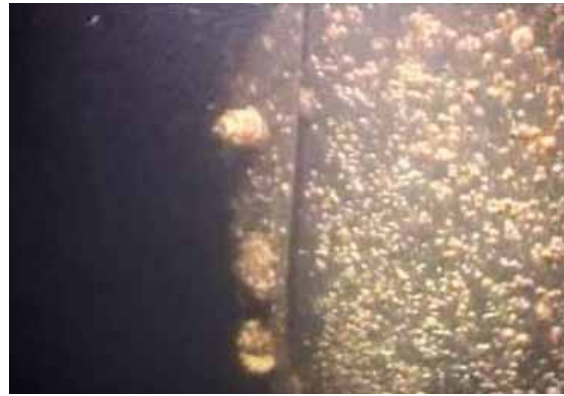


圖 2.16 潮汐帶水下保護措施固定箍鬆脫(1)



圖 2.17 潮汐帶水下保護措施固定箍鬆脫 (2)



圖 2.18 海床底部陽極塊之鐵蕊鬆脫



圖 2.19 海床底部陽極塊表面淤泥

表 2-5 及圖 2.21 為各檢測樁之腐蝕速率與水深之關係，靠海測之鋼管樁（編號① ③）其腐蝕速率大於較靠陸側者（編號④、⑤），前者檢測點之腐蝕速率有多處大於 0.10 mm/yr.者，後者均小於 0.10 mm/yr.。最大腐蝕速率發生於第 33 排編號②鋼管樁水深+3.0 m 及 +1.0 m 處，其腐蝕速率達 0.19 mm/yr.，已接近設計允許值。由於渦電流測厚未先敲除附著海生物，測厚時可能受到固定箍未緊靠鋼管樁及如螺栓等金屬材質與海生物附著厚度大於預期之影響，同一檢測水深部份測厚值出現大於 1.0 mm 之差異，數據取捨需進一步考量。

表 2-4 台中港 99 號碼頭鋼管樁之平均腐蝕速率

水深(m)	+4.5	+3.0	+1.0	-1.0	-3.0	-7.0
腐蝕速率 (mm/yr.)	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07

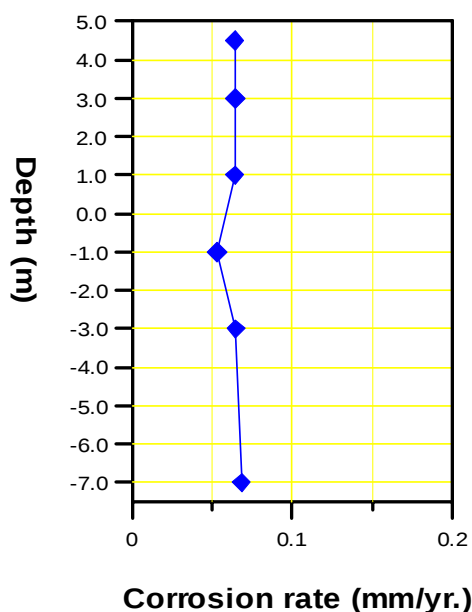


圖 2.20 台中港 99 號碼頭鋼管樁之平均腐蝕速率與水深之關係

3. 保護電位量測

本座碼頭鋼管樁保護電位量測位置如圖 2.22，碼頭每一單元至少選定一處，檢測水深為 -1.0 m 、 -4.0 m 、 -7.0 m 。量測結果列於表 2-6 及表 2-7。保護電位最大值為 -969 mV ，最小值為 -1087 mV ，平均為 -1100 mV 。本座碼頭陽極塊保護電位均小於 -850 mV (以 Cu/CuSO_4 電極量測)，已達保護防蝕之目的。

表 2-5 台中港 99 號碼頭鋼管樁腐蝕速率與水深之關係 (mm/yr.)

水深(m) 檢測位置	第 6 排樁					第 7 排樁				
	L1	L2	L3	L4	L5	L1	L2	L3	L4	L5
+4.5	0.03	0.07	0.05	0.07	0.02	0.11	0.10	0.11	0.09	0.06
+3.0	0.03	0.09	0.08	0.05	0.02	0.11	0.13	0.12	0.10	0.10
+1.0	0.06	0.05	0.08	0.10		0.09	0.13	0.13	0.09	0.05
-1.0	0.01	0.07	0.09	0.01		0.04	0.13	0.11	0.04	0.02
-3.0	0.03	0.15	0.05			0.11	0.14	0.11	0.03	
-7.0		0.14	0.07			0.07	0.13	0.04		
水深(m) 檢測位置	第 8 排樁					第 33 排樁				
	L1	L2	L3	L4	L5	L1	L2	L3	L4	L5
+4.5	0.07	0.06	0.09	0.01	0.02	0.01	0.18	0.11	0.05	0.04
+3.0	0.06	0.08	0.09	0.01	0.02	0.01	0.19	0.09	0.06	0.03
+1.0	0.08	0.10	0.06	0.02	0.04	0.05	0.19	0.05	0.05	0.04
-1.0	0.06	0.06	0.06	0.02	0.02	0.06	0.16	0.05	0.05	0.04
-3.0	0.06	0.09	0.06	0.04		0.04	0.11	0.03	0.04	
-7.0	0.09	0.08				0.06	0.14	0.03		
水深(m) 檢測位置	第 34 排樁					第 35 排樁				
	L1	L2	L3	L4	L5	L1	L2	L3	L4	L5
+4.5	0.04	0.15	0.11	0.05	0.03	0.05	0.04	0.03	0.02	0.05
+3.0	0.03	0.03	0.09	0.06	0.05	0.07	0.03	0.02	0.02	0.06
+1.0	0.02	0.03	0.07	0.06	0.05	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04
-1.0	0.02	0.05	0.08	0.08	0.04	0.04	0.05	0.02	0.02	0.04
-3.0	0.02	0.05	0.07	0.09		0.07	0.05	0.03	0.02	
-7.0	0.01	0.03	0.04			0.07	0.05	0.04		

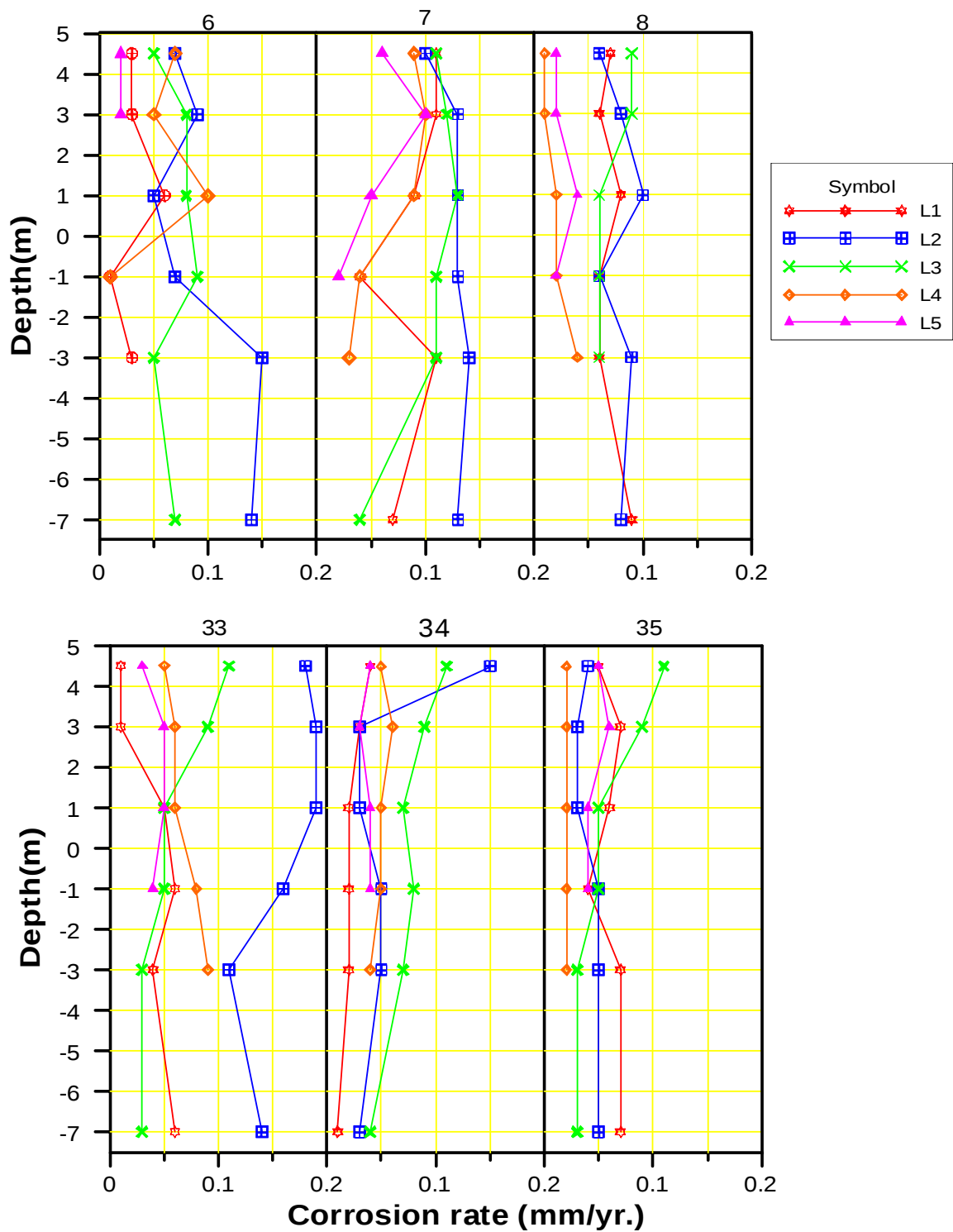


圖 2.21 台中港 99 號碼頭鋼管樁腐蝕速率與水深之關係

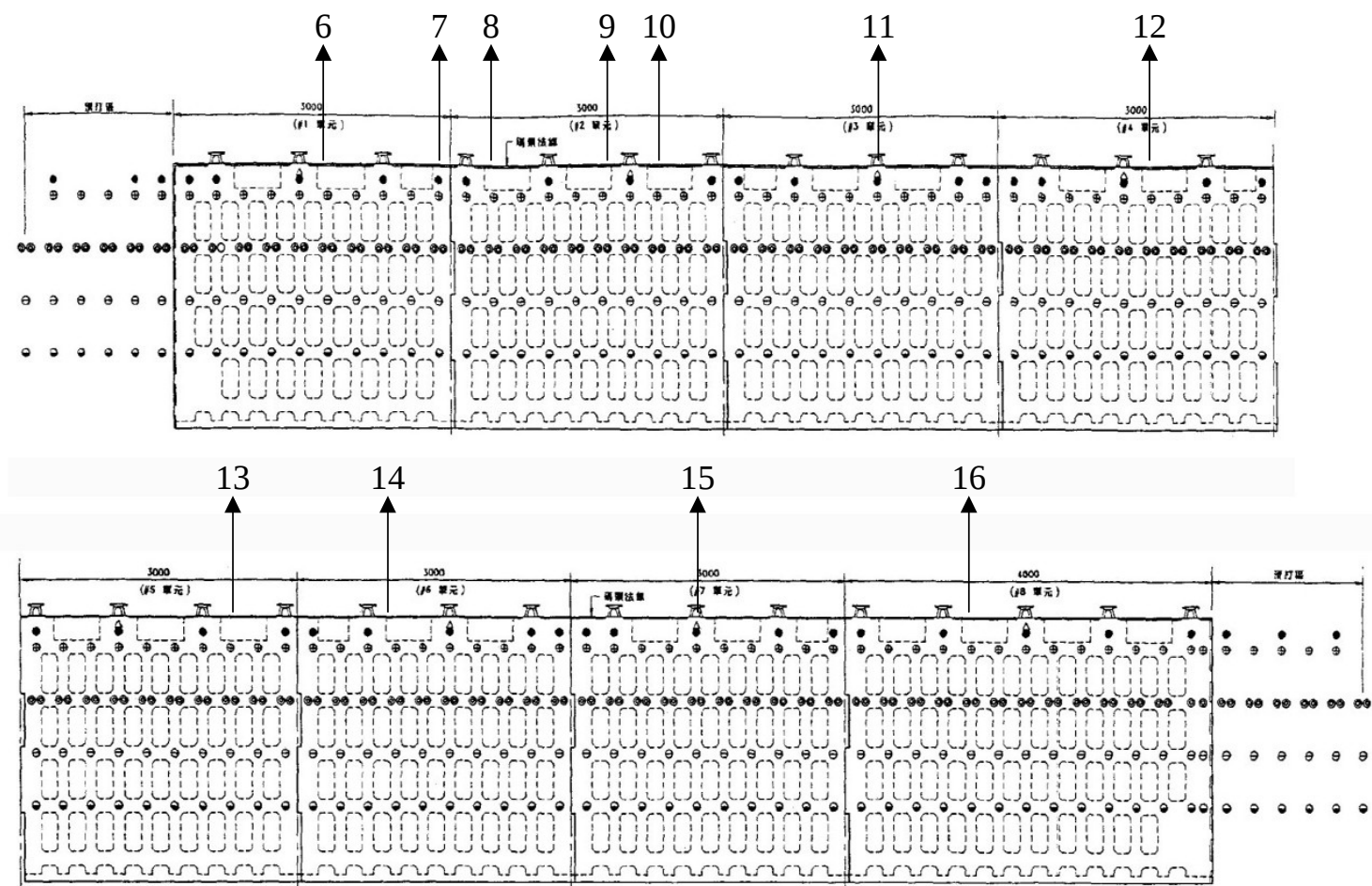


圖 2.22 台中港 99 號碼頭鋼管樁保護電位量測位置

表 2-6 台中港 99 號碼頭鋼管樁保護電位量測結果 (1)

6																												
水深	L1				L2				L3				L4				L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-1033	-1034	-1034	-1034	-1030	-1030	-1028	-1029	-1032	-1034	-1034	-1059	-1058	-1061	-1061	-1061	-1037	-1037	-1037	-1037	-1030	-1030	-1028	-1029	-1032	-1034	-1034	-1059
-4	-1037	-1037	-1038	-1038	-1032	-1032	-1031	-1029	-1039	-1039	-1039	-1062	-1066	-1062	-1063	-1066	-1038	-1038	-1038	-1037	-1032	-1032	-1031	-1029	-1039	-1039	-1039	-1060
-7	-1037	-1038	-1038	-1036	-1030	-1029	-1027	-1025	-1036	-1036	-1035	-1052	-1066	-1057	-1056	-1057	-1038	-1037	-1037	-1040	-1030	-1029	-1027	-1025	-1036	-1036	-1035	-1058
7																												
水深	L1				L2				L3				L4				L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-1025	-1028	-1030	-1030	-1033	-1034	-1034	-1036	-1033	-1034	-1034	-1034	-1030	-1030	-1028	-1029	-1032	-1034	-1034	-1033	-1037	-1037	-1037	-1037	-1035	-1034	-1034	-1035
-4	-1028	-1032	-1034	-1036	-1040	-1042	-1044	-1044	-1037	-1037	-1038	-1038	-1032	-1032	-1031	-1029	-1039	-1039	-1039	-1038	-1038	-1038	-1037	-1035	-1037	-1040	-1035	
-7	-1029	-1033	-1033	-1035	-1039	-1038	-1037	-1037	-1037	-1038	-1038	-1036	-1030	-1029	-1027	-1025	-1036	-1036	-1035	-1033	-1038	-1037	-1037	-1040	-1026	-1026	-1026	-1026
8																												
水深	L1				L2				L3				L4				L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-1014	-1014	-1015	-1016	-1021	-1022	-1019	-1018	-1022	-1021	-1020	-1016	-1027	-1028	-1028	-1028	-1026	-1026	-1028	-1027	-1038	-1055	-1049	-1043	-1001	-1000	-998	-999
-4	-1018	-1028	-1029	-1033	-1027	-1028	-1028	-1028	-1023	-1025	-1023	-1021	-1030	-1034	-1035	-1029	-1026	-1026	-1026	-1025	-1034	-1027	-1027	-1025	-1001	-1001	-1000	-1000
-7	-1017	-1023	-1025	-1026	-1029	-1027	-1026	-1025	-1012	-1013	-1010	-1010	-1029	-1028	-1026	-1025	-1025	-1029	-1031	-1035	-1024	-1026	-1024	-1022	-1005	-1005	-1004	-1004
9																												
水深	L1				L2				L3				L4				L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-1001	-1000	-1002	-1002	-1017	-1019	-1019	-1019	-1012	-1011	-1011	-1023	-1009	-1009	-1009	-1008	-1009	-1009	-1008	-1008	-1008	-1008	-1008	-1008	-1009	-1009	-1010	-1011
-4	-1009	-1011	-1012	-1013	-1017	-1024	-1024	-1022	-1016	-1015	-1013	-1012	-1017	-1013	-1011	-1010	-1014	-1013	-1012	-1011	-1013	-1012	-1011	-1015	-1012	-1012	-1014	-1016
-7	-1014	-1015	-1015	-1015	-1004	-1005	-1005	-1005	-995	-995	-996	-994	-1014	-1014	-1013	-1011	-1008	-1008	-1007	-1006	-1002	-1001	-1001	-1001	-1002	-1002	-1002	-1002
10																												
水深	L1				L2				L3				L4				L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-985	-987	-985	-989	-993	-993	-993	-992	-994	-994	-995	-996	-994	-994	-993	-993	-998	-993	-994	-994	-990	-990	-990	-990	-994	-995	-997	-997
-4	-988	-989	-992	-996	-1004	-1000	-997	-995	-994	-994	-995	-993	-993	-995	-996	-998	-995	-992	-992	-993	-992	-992	-992	-992	-1001	-1000	-996	-996
-7	-996	-979	-980	-981	-995	-994	-995	-994	-993	-992	-992	-992	-994	-994	-993	-993	-991	-991	-991	-991	-991	-992	-992	-992	-1001	-997	-995	-998
11																												
水深	L1				L2				L3				L4				L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-978	-970	-972	-970	-979	-980	-981	-978	-972	-972	-971	-970	-979	-979	-980	-980	-977	-977	-976	-976	-982	-982	-982	-982	-983	-983	-982	-982
-4	-983	-976	-975	-980	-980	-979	-978	-978	-977	-980	-983	-987	-981	-984	-982	-982	-978	-979	-979	-979	-981	-980	-981	-981	-980	-980	-980	-981
-7	-972	-970	-969	-969	-978	-977	-977	-977	-967	-969	-970	-970	-981	-980	-980	-980	-980	-980	-980	-980	-980	-980	-979	-979	-981	-981	-980	-979

表 2-7 台中港 99 號碼頭鋼管樁保護電位量測結果 (2)

12																											
水深	L1				L2				L3							L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-1033	-1034	-1034	-1034	-1030	-1030	-1028	-1029	-1032	-1034	-1034	-1059	-1037	-1037	-1037	-1037	-1037	-1037	-1037	1032	1034	1034	1033	1022	1021	1020	1016
-4	-1037	-1037	-1038	-1038	-1032	-1032	-1031	-1029	-1039	-1039	-1039	-1062	-1038	-1038	-1037	-1038	-1038	-1038	-1037	-1039	-1039	-1039	-1038	-1023	-1025	-1023	-1021
-7	-1037	-1038	-1038	-1036	-1030	-1029	-1027	-1025	-1036	-1036	-1035	-1052	-1037	-1037	-1040	-1038	-1037	-1037	-1040	-1036	-1036	-1035	-1033	-1036	-1036	-1035	-1058
13																											
水深	L1				L2				L3							L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-1058	-1061	-1061	-1061	-1037	-1037	-1037	-1037	-1022	-1021	-1020	-1016	-1028	-1028	-1028	-1032	-1034	-1034	-1033	-1037	-1037	-1037	-1037	-1035	-1034	-1034	-1035
-4	-1066	-1062	-1063	-1066	-1038	-1038	-1038	-1037	-1023	-1025	-1023	-1021	-1034	-1035	-1029	-1039	-1039	-1039	-1038	-1038	-1038	-1037	-1035	-1037	-1040	-1035	
-7	-1066	-1057	-1056	-1057	-1038	-1037	-1037	-1040	-1012	-1013	-1010	-1010	-1028	-1026	-1025	-1036	-1036	-1035	-1033	-1038	-1037	-1037	-1040	-1026	-1026	-1026	-1026
14																											
水深	L1				L2				L3							L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-1014	-1014	-1015	-1016	-1021	-1022	-1019	-1018	-1022	-1021	-1020	-1016	-1028	-1028	-1028	-1026	-1026	-1028	-1027	-1027	-1028	-1028	-1028	-1032	-1034	-1034	-1033
-4	-1018	-1028	-1029	-1033	-1027	-1028	-1028	-1028	-1023	-1025	-1023	-1021	-1034	-1035	-1029	-1026	-1026	-1026	-1025	-1030	-1034	-1035	-1029	-1039	-1039	-1039	-1038
-7	-1017	-1023	-1025	-1026	-1029	-1027	-1026	-1025	-1012	-1013	-1010	-1010	-1028	-1026	-1025	-1025	-1029	-1031	-1035	-1029	-1028	-1026	-1025	-1036	-1036	-1035	-1033
15																											
水深	L1				L2				L3							L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-1001	-1000	-1002	-1002	-1017	-1019	-1019	-1019	-1012	-1011	-1011	-1023	-1009	-1009	-1008	-1009	-1009	-1008	-1008	-1008	-1008	-1008	-1008	-1009	-1009	-1010	-1011
-4	-1009	-1011	-1012	-1013	-1017	-1024	-1024	-1022	-1016	-1015	-1013	-1012	-1013	-1011	-1010	-1014	-1013	-1012	-1011	-1013	-1012	-1011	-1015	-1012	-1012	-1014	-1016
-7	-1014	-1015	-1015	-1015	-1004	-1005	-1005	-1005	-995	-995	-996	-994	-1014	-1013	-1011	-1008	-1008	-1007	-1006	-1002	-1001	-1001	-1001	-1002	-1002	-1002	-1002
16																											
水深	L1				L2				L3							L5				L6				L7			
m	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面	A面	B面	C面	D面
-1	-1012	-1011	-1011	-1023	-1009	-1009	-1009	-1008	-1009	-1009	-1008	-1008	-1009	-1009	-1008	-1009	-1009	-1008	-1008	-1008	-1008	-1008	-1008	-1026	-1026	-1028	-1027
-4	-1016	-1015	-1013	-1012	-1017	-1013	-1011	-1010	-1014	-1013	-1012	-1011	-1013	-1011	-1010	-1014	-1013	-1012	-1011	-1013	-1012	-1011	-1015	-1026	-1026	-1026	-1025
-7	-995	-995	-996	-994	-1014	-1014	-1013	-1011	-1008	-1008	-1007	-1006	-1014	-1013	-1011	-1008	-1008	-1007	-1006	-1002	-1001	-1001	-1001	-1025	-1029	-1031	-1035

2.4 臺北港碼頭

2.4.1 碼頭構造物背景資料搜集與分析

本次資料搜集與分析為臺北港東 1、東 2、東 3 號碼頭鋼板樁背景資料如表 2-8 所示。

表 2-8 鋼板（管）樁碼頭構造物背景資料

構造物名稱	長度 (m)	水深 (m)	鋼板（管）樁 型式	原始厚度 (mm)	完工 日期(年)	防蝕處理
臺北港東 1 號碼頭	170	-6	SSP PU32 U 型鋼板樁	19.5	83	犧牲陽極
臺北港東 2 號碼頭	170	-6	SSP PU32 U 型鋼板樁	19.5	83	犧牲陽極
臺北港東 3 號碼頭	170	7.5	Larssen6-131 U 型鋼板樁	25.4	90	犧牲陽極

2.4.2 臺北港東 1、東 2 號碼頭鋼板樁現況檢測資料

東 1、東 2 號碼頭於民國 83 年完工，係以 S.S.P. PU-32 U 型之鋼板樁建造，全長各 170 公尺，水深 -6.0 公尺，採用犧牲陽極塊作為防蝕保護。碼頭平面佈置及結構斷面如圖 2.23、圖 2.24，陽極塊配置如圖 2.25，U 型鋼板樁詳圖 2.26。

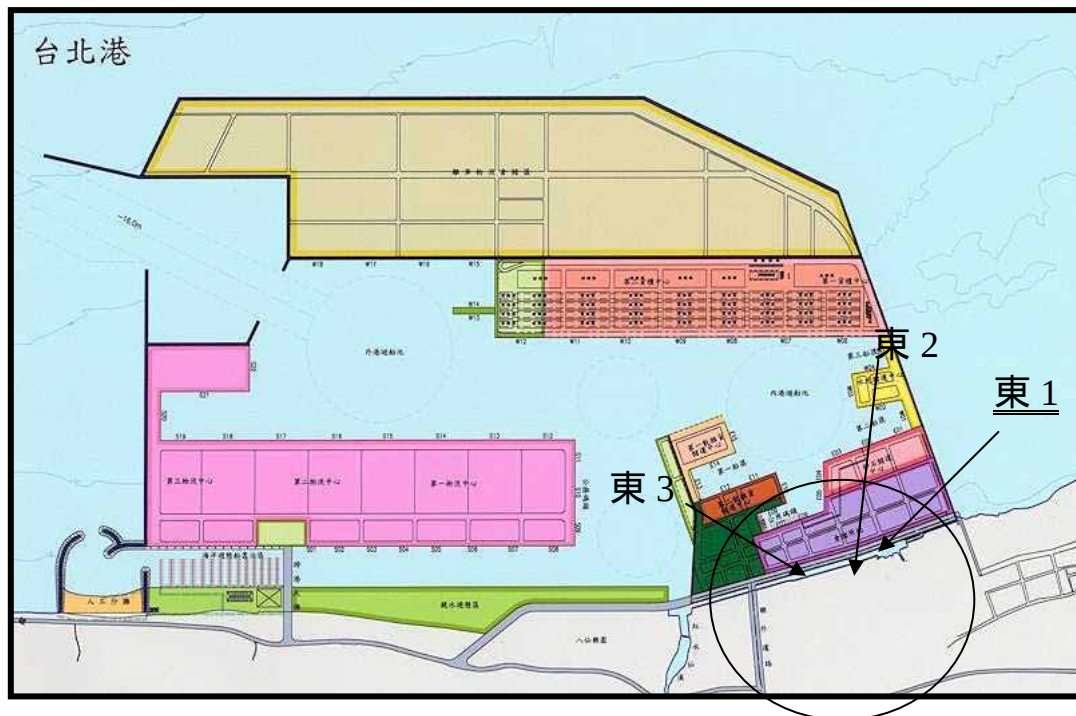


圖 2.23 臺北港東 1 至東 3 號碼頭平面佈置

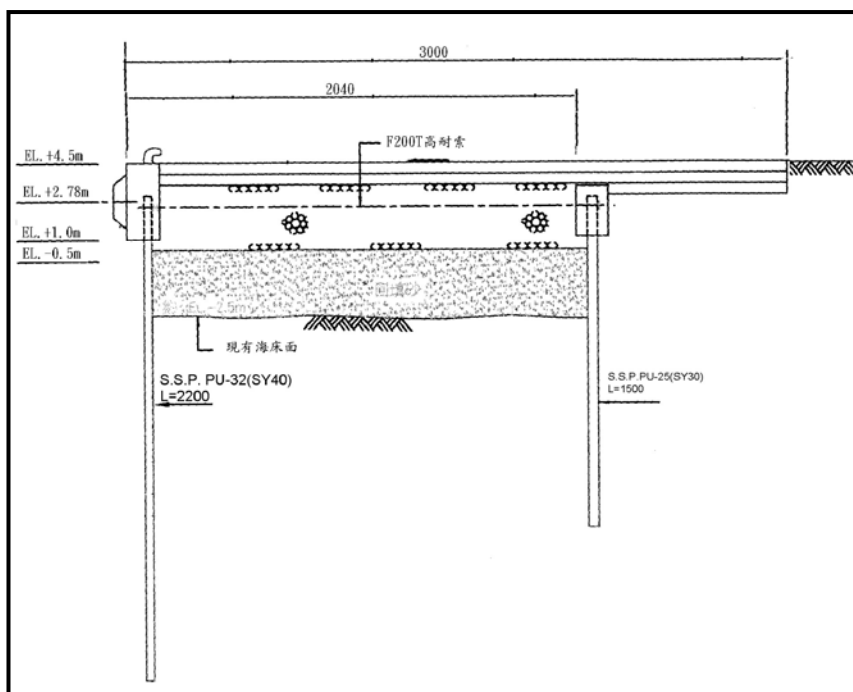


圖 2.24 臺北港東 1、2 號碼頭結構斷面

1. 鋼板樁厚度量測

圖 2.27 為東 1、東 2 號碼頭檢測位置示意圖，由於東 1 號碼頭停靠運砂船隻，潛水人員無法靠近進行檢測，故選取東 2 號碼頭自起點 0 m、80 m、120 m 等 3 處各連續 6 支、14 支、29 支共 49 支測樁，測厚水深為 -1.0 m、-2.0 m、-3.0 m、-4.0 m 及 -5.0 m 五個水深測點，起點 0 m 處潮間帶部份另增加 +1.0 m、+0.5 m、±0.0 m、-6.0 m 四個水深測點，共計 269 個檢測點。

表 2-9 及圖 2.28 為東 2 號碼頭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在 0.05 至 0.07 mm/yr. 之間。

圖 2.29 至圖 2.32 為東 2 號碼頭各檢測樁之腐蝕速率與水深之關係，腐蝕速率均小於 0.20 mm/yr.。但大於達 0.10 mm/yr. 之檢測點很多，相較於安平港鋼板樁碼頭(使用相同型式鋼板樁及陽極塊)腐蝕情況嚴重。

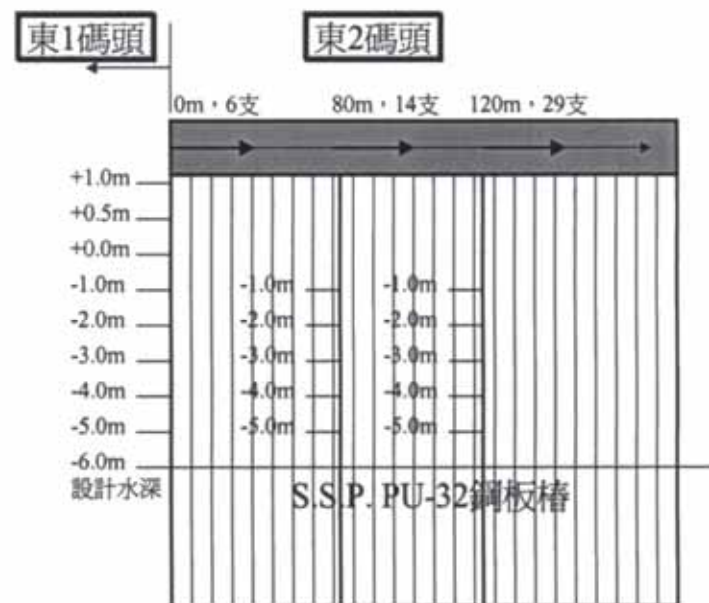


圖 2.27 東 1、東 2 號碼頭檢測位置

表 2-9 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁平均腐蝕速率 (mm/yr.)

測定位置 (水深(m))	+0.3	0.0	-1.0	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0	-6.0	-7.0
腐蝕速率 (mm/yr.)	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.10

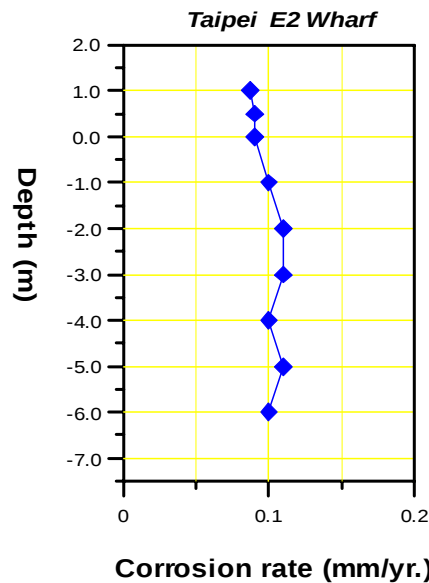


圖 2.28 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁平均腐蝕速率與檢測水深之關係

2. 保護電位量測

東 1、東 2 號碼頭鋼板樁保護電位量測位置如圖 2.33 所示，檢測水深為 -1.0 m、-3.0 m、-5.0 m，量測結果列於表 2-10。保護電位最大值為 -585 mV，最小值為 -899 mV。除東 2 號碼頭距起點 120 公尺處，保護電位接近 -850 mV 之有效防蝕電位外，量測值多介於 -600 -800 mV，明顯為達保護狀態。

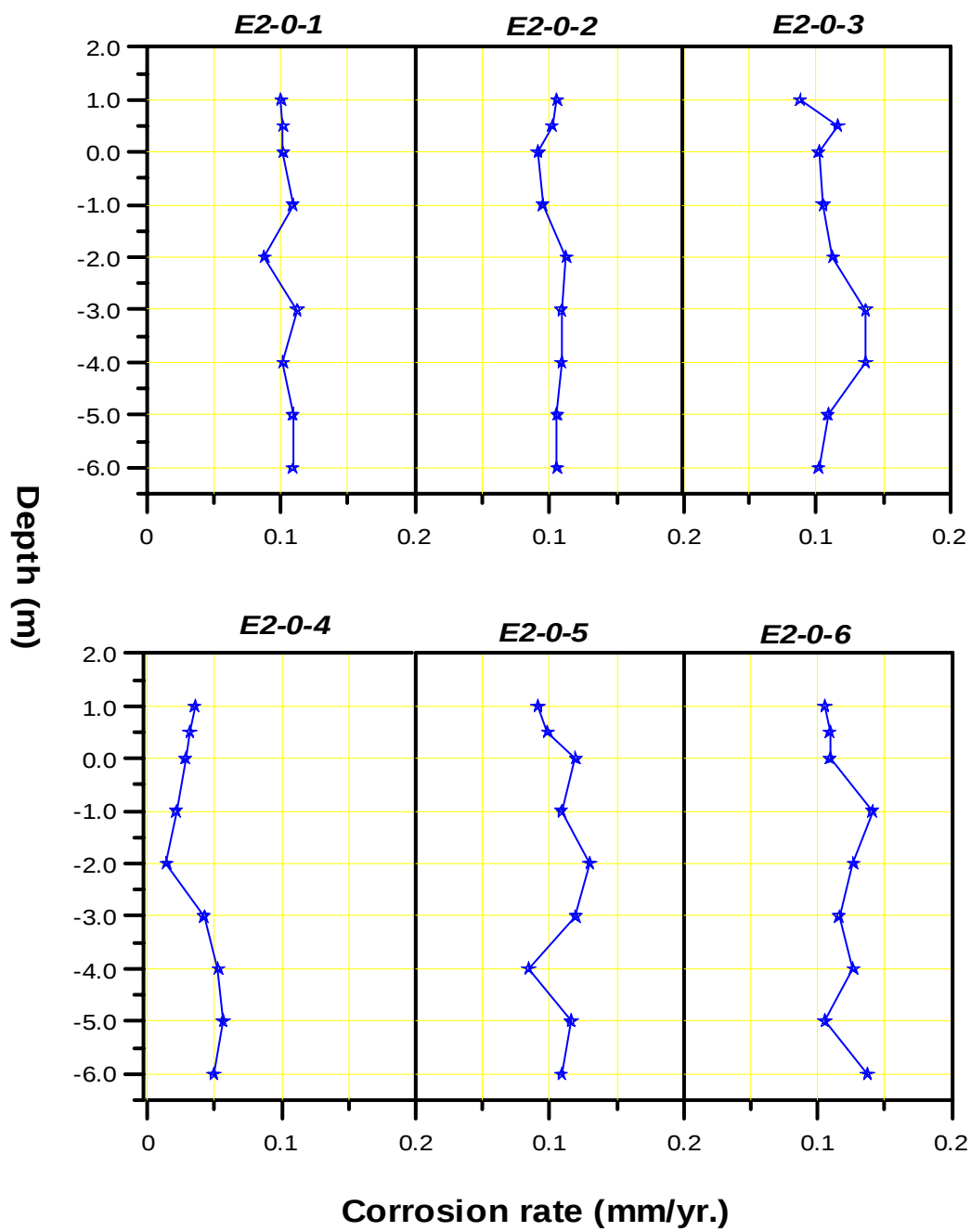


圖 2.29 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之關係 (1)

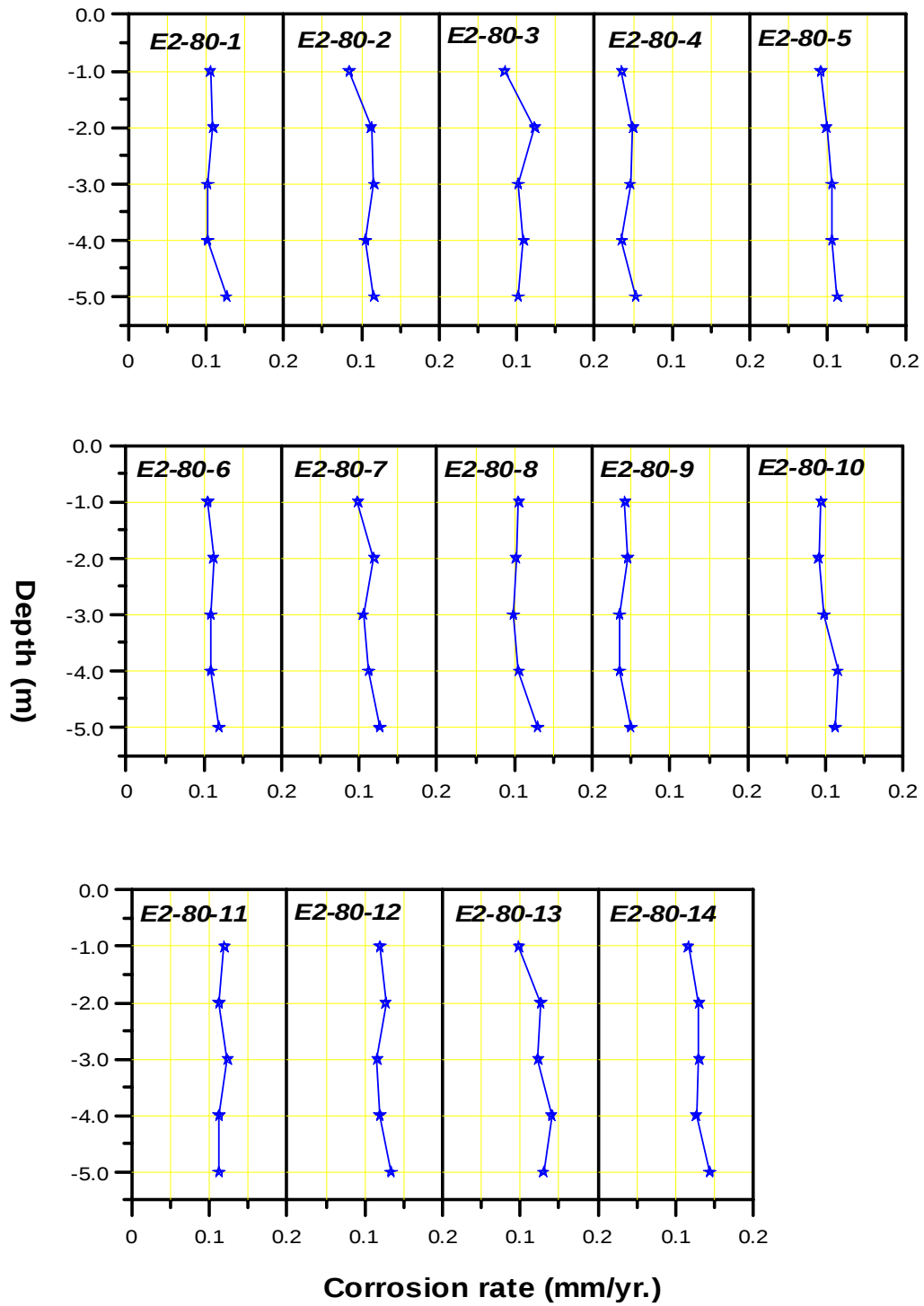


圖 2.30 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之關係 (2)

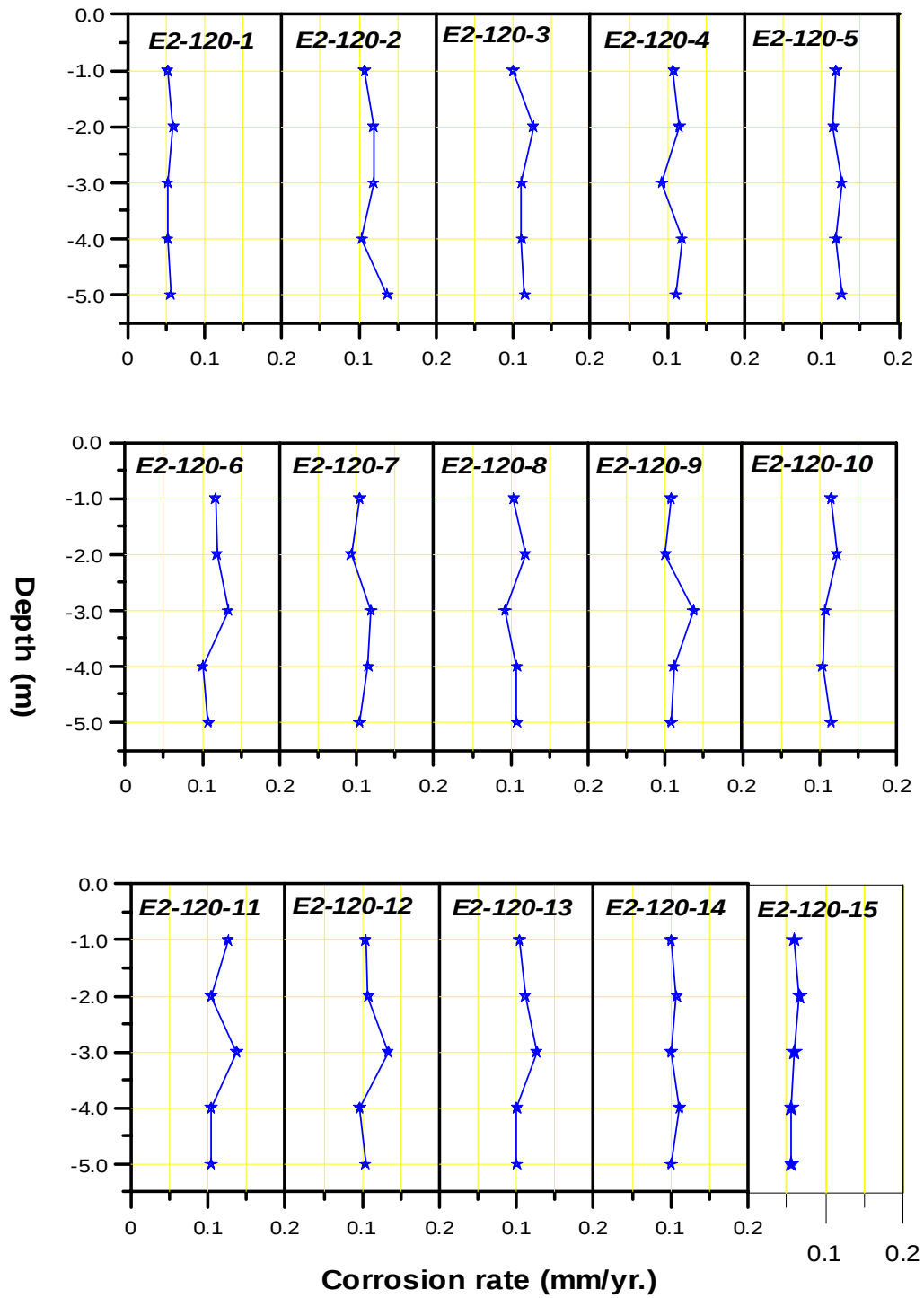


圖 2.31 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之關係 (3)

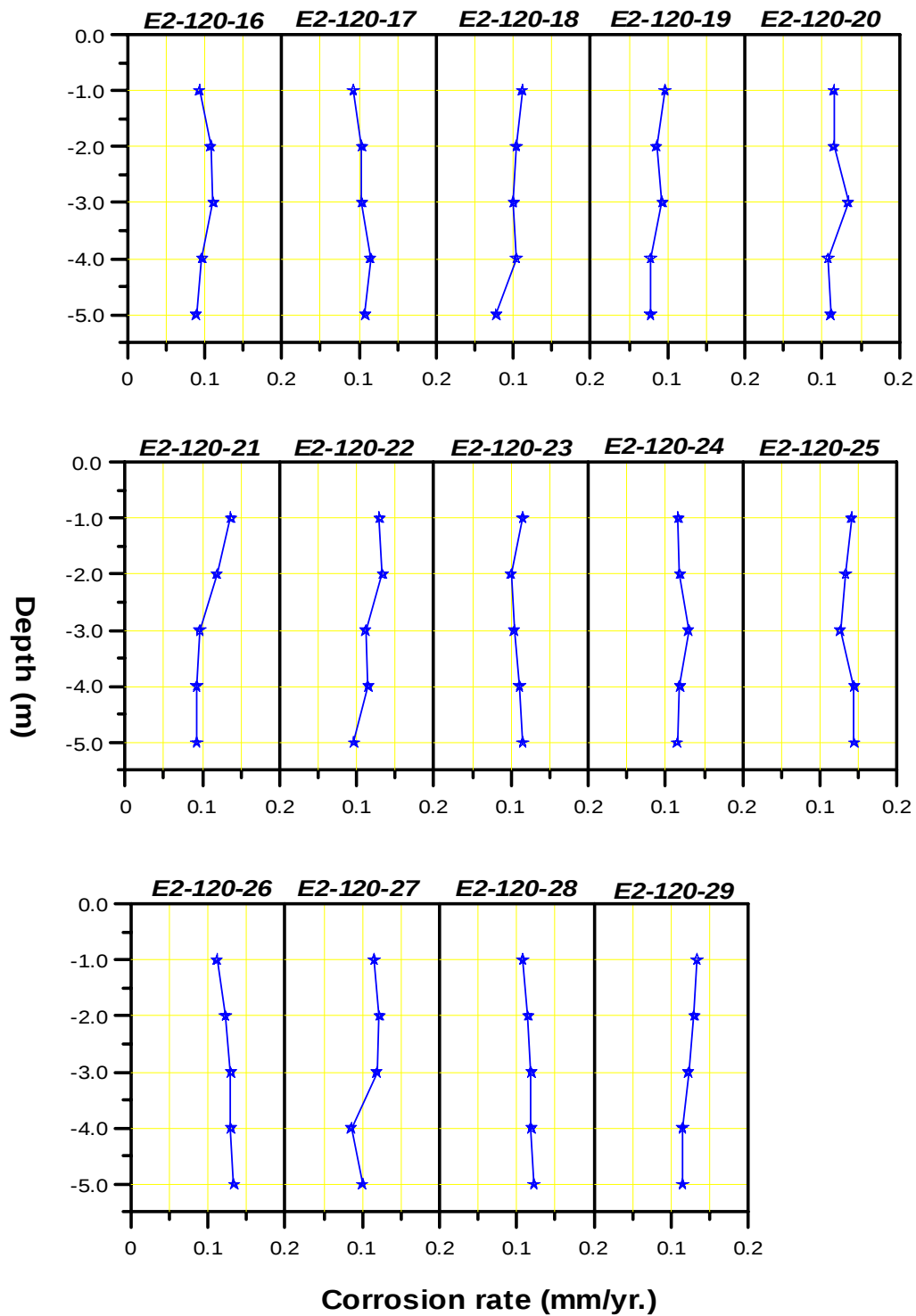


圖 2.32 臺北港東 2 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之關係 (4)

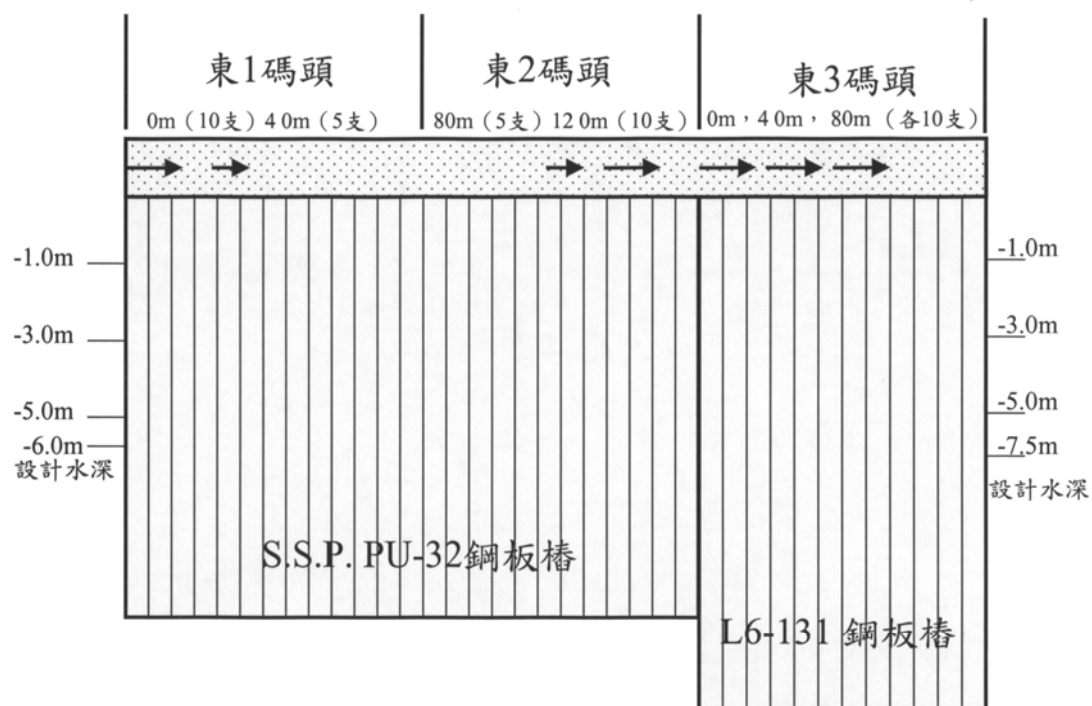


圖 2.33 臺北港碼頭鋼板樁保護電位量測位置

表 2-10 臺北港東 1、東 2 號碼頭鋼板樁保護電位量測結果

編 號	保護電位		編 號	保護電位		編 號	保護電位		編 號	保護電位	
E1-00-1	-1.0	-742	E1-40-1	-1.0	-705	E2-80-1	-1.0	-764	E2-120-1	-1.0	-898
	-3.0	-738		-3.0	-756		-3.0	-800		-3.0	-899
	-5.0	-762		-5.0	-767		-5.0	-763		-5.0	-888
E1-00-2	-1.0	-820	E1-40-2	-1.0	-783	E2-80-2	-1.0	-802	E2-120-2	-1.0	-847
	-3.0	-794		-3.0	-797		-3.0	-807		-3.0	-892
	-5.0	-709		-5.0	-817		-5.0	-776		-5.0	-891
E1-00-3	-1.0	-740	E1-40-3	-1.0	-727	E2-80-3	-1.0	-765	E2-120-3	-1.0	-870
	-3.0	-735		-3.0	-685		-3.0	-765		-3.0	-890
	-5.0	-759		-5.0	-836		-5.0	-687		-5.0	-885
E1-00-4	-1.0	-585	E1-40-4	-1.0	-537	E2-80-4	-1.0	-716	E2-120-4	-1.0	-830
	-3.0	-652		-3.0	-765		-3.0	-688		-3.0	-869
	-5.0	-647		-5.0	-665		-5.0	-688		-5.0	-894
E1-00-5	-1.0	-606	E1-40-5	-1.0	-688	E2-80-5	-1.0	-699	E2-120-5	-1.0	-837
	-3.0	-620		-3.0	-693		-3.0	-693		-3.0	-870
	-5.0	-721		-5.0	-685		-5.0	-695		-5.0	-838
E1-00-6	-1.0	-744	E1-40-6	-1.0		E2-80-6	-1.0		E2-120-6	-1.0	-808
	-3.0	-795		-3.0			-3.0			-3.0	-806
	-5.0	-789		-5.0			-5.0			-5.0	-847
E1-00-7	-1.0	-846	E1-40-7	-1.0		E2-80-7	-1.0		E2-120-7	-1.0	-829
	-3.0	-804		-3.0			-3.0			-3.0	-836
	-5.0	-780		-5.0			-5.0			-5.0	-817
E1-00-8	-1.0	-733	E1-40-8	-1.0		E2-80-8	-1.0		E2-120-8	-1.0	-856
	-3.0	-734		-3.0			-3.0			-3.0	-854
	-5.0	-705		-5.0			-5.0			-5.0	-825
E1-00-9	-1.0	-750	E1-40-9	-1.0		E2-80-9	-1.0		E2-120-9	-1.0	-870
	-3.0	-790		-3.0			-3.0			-3.0	-838
	-5.0	-627		-5.0			-5.0			-5.0	-842
E1-00-10	-1.0	-634	E1-40-10	-1.0		E2-80-10	-1.0		E2-120-10	-1.0	-787
	-3.0	-616		-3.0			-3.0			-3.0	-792
	-5.0	-677		-5.0			-5.0			-5.0	-841

2.4.3 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁現況檢測資料

東 3 號碼頭於民國 90 年完工，係以 Larssen 6-131 U 型之鋼板樁建造，全長 170 公尺，水深 -7.5 公尺，採犧牲陽極法作為防蝕措施。碼頭平面佈置如圖 2.23，碼頭結構斷面與鋼板樁型式如圖 2.34 至圖 2.35，陽極塊配置及詳圖、潮間帶防蝕措施如圖 2.36 至圖 2.38。

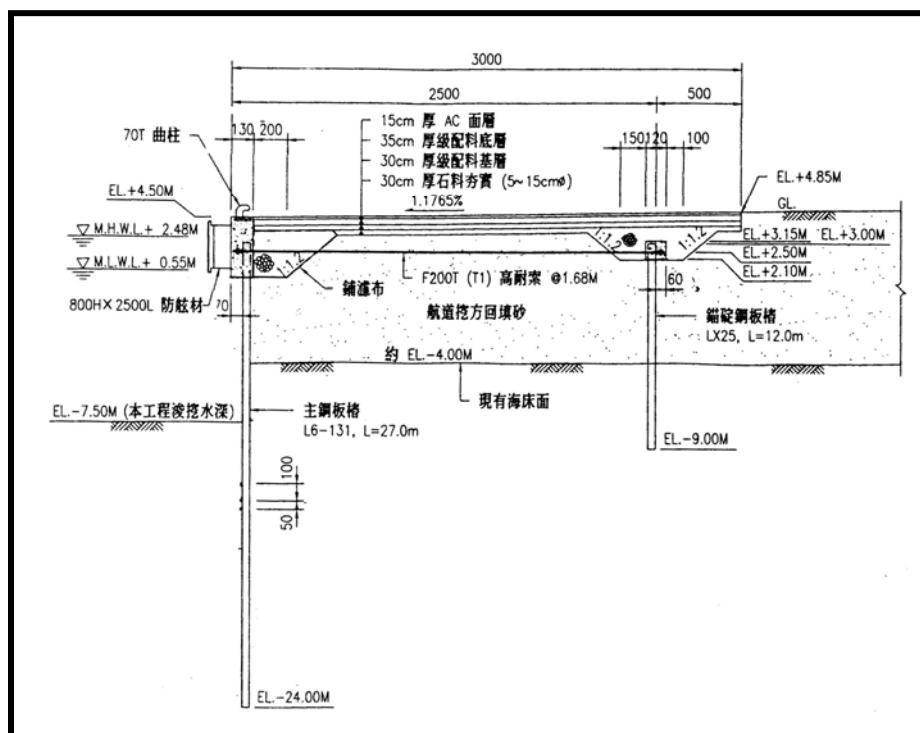


圖 2.34 臺北港東 3 號碼頭結構斷面

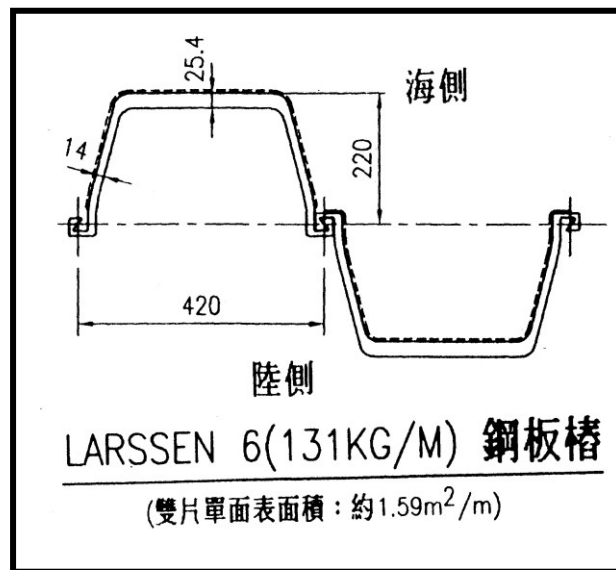


圖 2.35 Larssen 6-131 U 型之鋼板樁型式

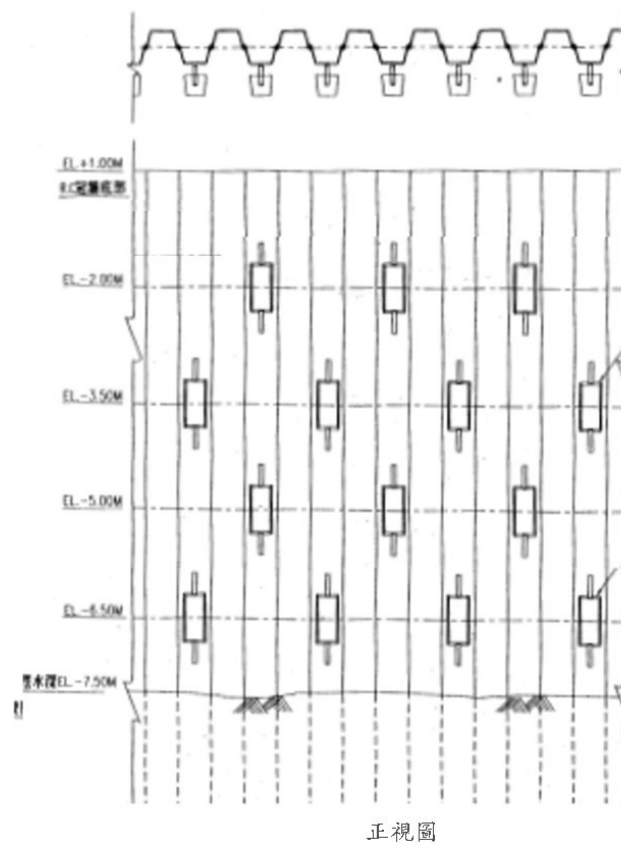
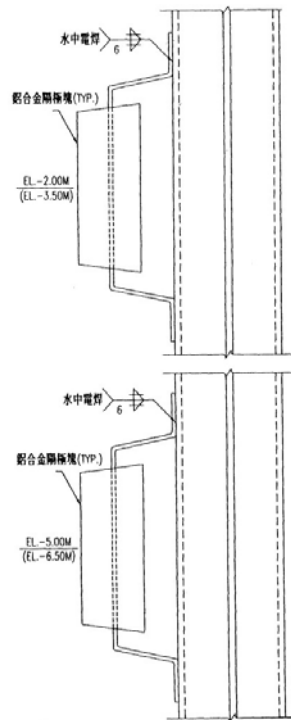
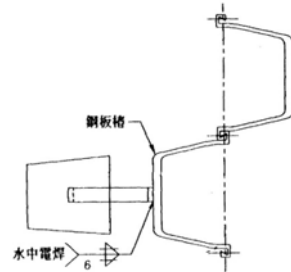
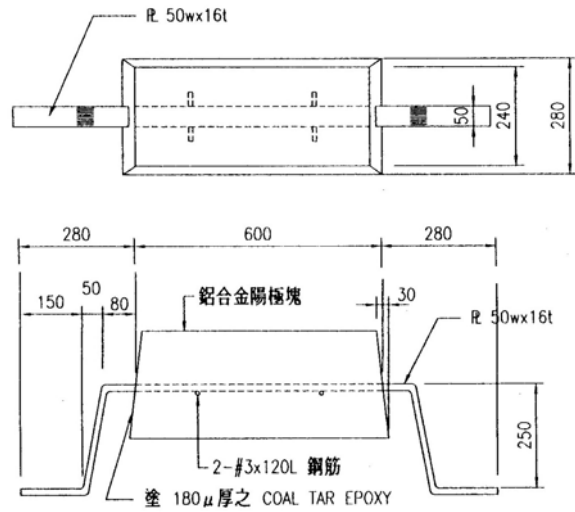


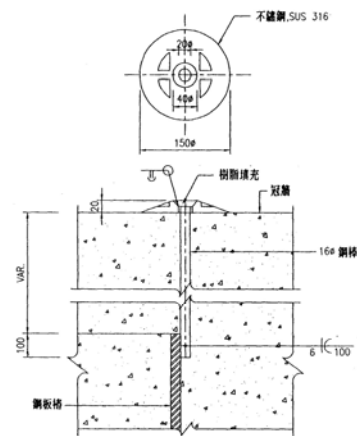
圖 2.36 臺北港東 3 號碼頭陽極塊配置圖



陽極塊安裝水深

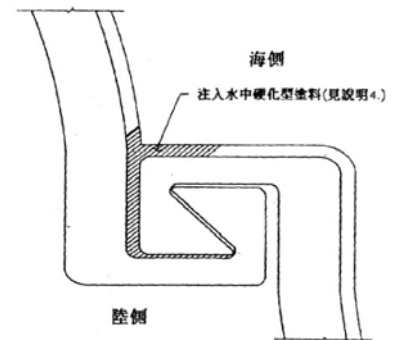
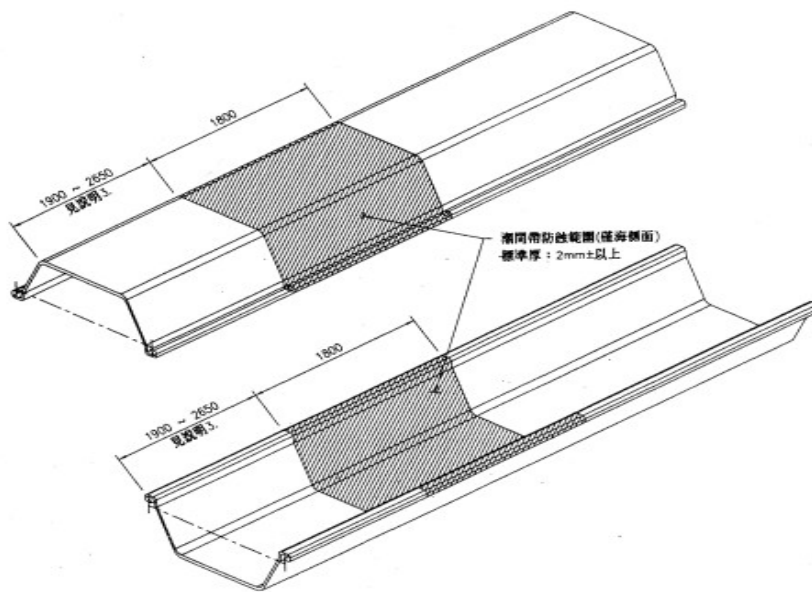


陽極塊詳圖

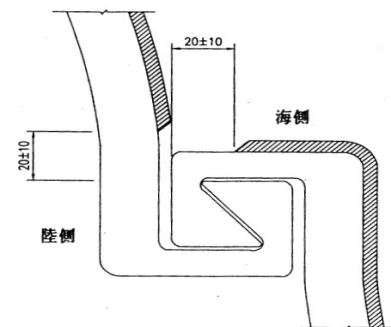


電位測試裝置

圖 2.37 臺北港東 3 號碼頭陽極塊及電位測試裝置



LARSEN 6(131KG/M) 鋼板樁
(注入表面積: 約 0.11m²/m)



LARSEN 6(131KG/M) 鋼板樁

台北港潮間帶防蝕說明：

1. 鋼板樁塗裝區域表面處理須噴砂至SSPC-SP-10(SIS Sa2.5)以上，粗糙度75 μm 以上；表面處理後二小時內須立即噴塗底漆，二日內須完成面漆噴塗；漆料另詳規範。
2. 打樁後如有刮損處需另行補修，海中接頭及刮損則另使用水中凝結型塗料修補。
3. 鋼板樁潮間帶防蝕範圍之高程由EL.+1.1 M 至 EL.-0.7M計1.8M，EL.+1.1M 以上之鋼板樁長度為變值(1.9~2.65M)，請配合設計圖冊QA-09鋼板樁之樁頂高程而定。
4. 鋼板樁隼頭以高壓塗料槍注入防蝕塗料，至接縫處注滿適溢出為止。

圖 2.38 臺北港東 3 號碼頭潮間帶防蝕措施

1. 鋼板樁厚度量測

圖 2.39 為東 3 號碼頭檢測位置示意圖。因碼頭停靠運油船隻作業中，為作業安全考量，測樁選自起點 0 m 處起共 105 支，檢測水深為 -1.0 m、 -2.0 m 、 -3.0 m、 -4.0 m -5.0 m 及 -6.0 m 等六個水深測點，共計 630 個檢測點。

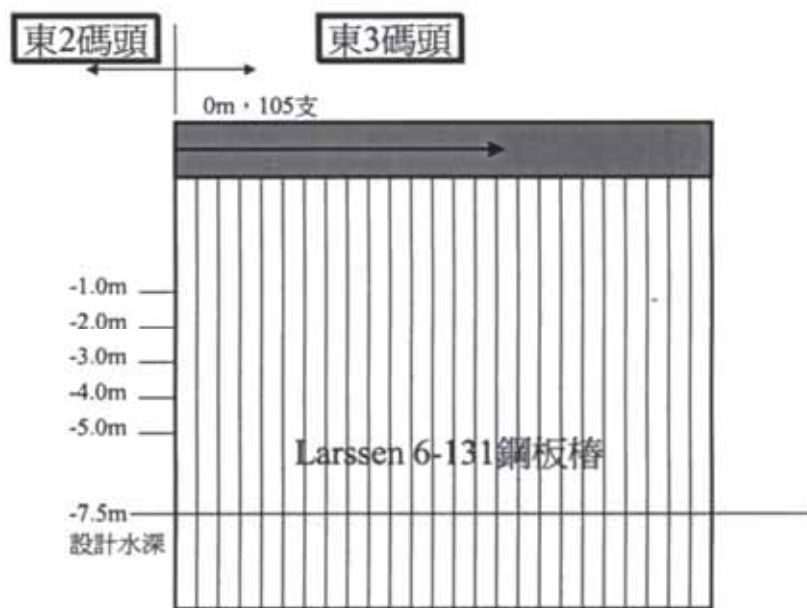


圖 2.39 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁厚度檢測位置

表 2-11 及圖 2.40 為東 3 號碼頭鋼板樁平均腐蝕速率檢測結果，各檢測水深平均腐蝕速率均為 0.14 mm/yr.，鋼板樁減少厚度大多介於 0.02 ~ 0.03 mm 之間，僅少數測點為 0.05 mm。由於本座碼頭使用僅約二年，腐蝕速率雖大於東 1 及東 2 號碼頭，但實際腐蝕情況尚屬輕微。各檢測樁腐蝕速率與檢測水深之關係如圖 2.41 至圖 2.45。

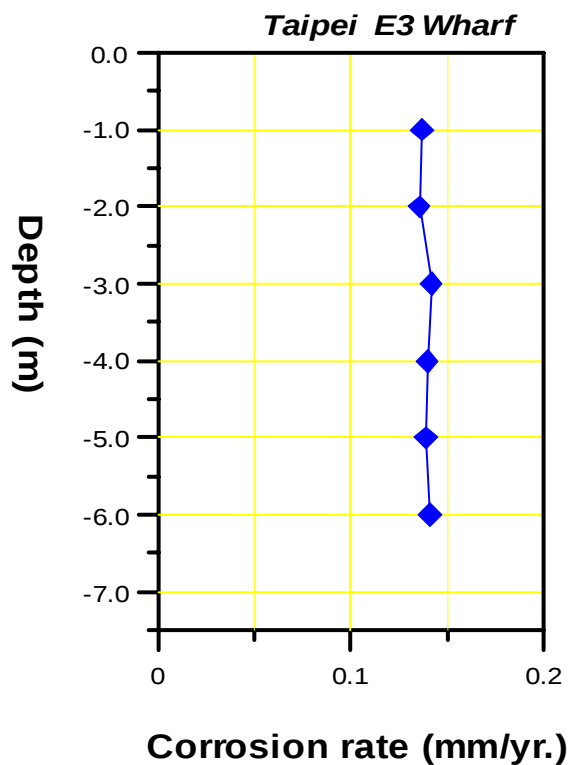


圖 2.40 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁平均腐蝕速率與水深之關係

表 2-11 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁之平均腐蝕速率

水深(m)	-1.0	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0	-6.0
腐蝕速率 (mm/yr.)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14

2. 保護電位量測

鋼板樁保護電位量測位置如圖 2.33。量測水深為 -1.0 m、-3.0 m 及 -5.0 m。量測結果列於表 2-12。保護電位最大值為 -928 mV，最小值為 -1025 mV，本座碼頭陽極塊保護電位均小於 -850 mV，已達保護之目的。

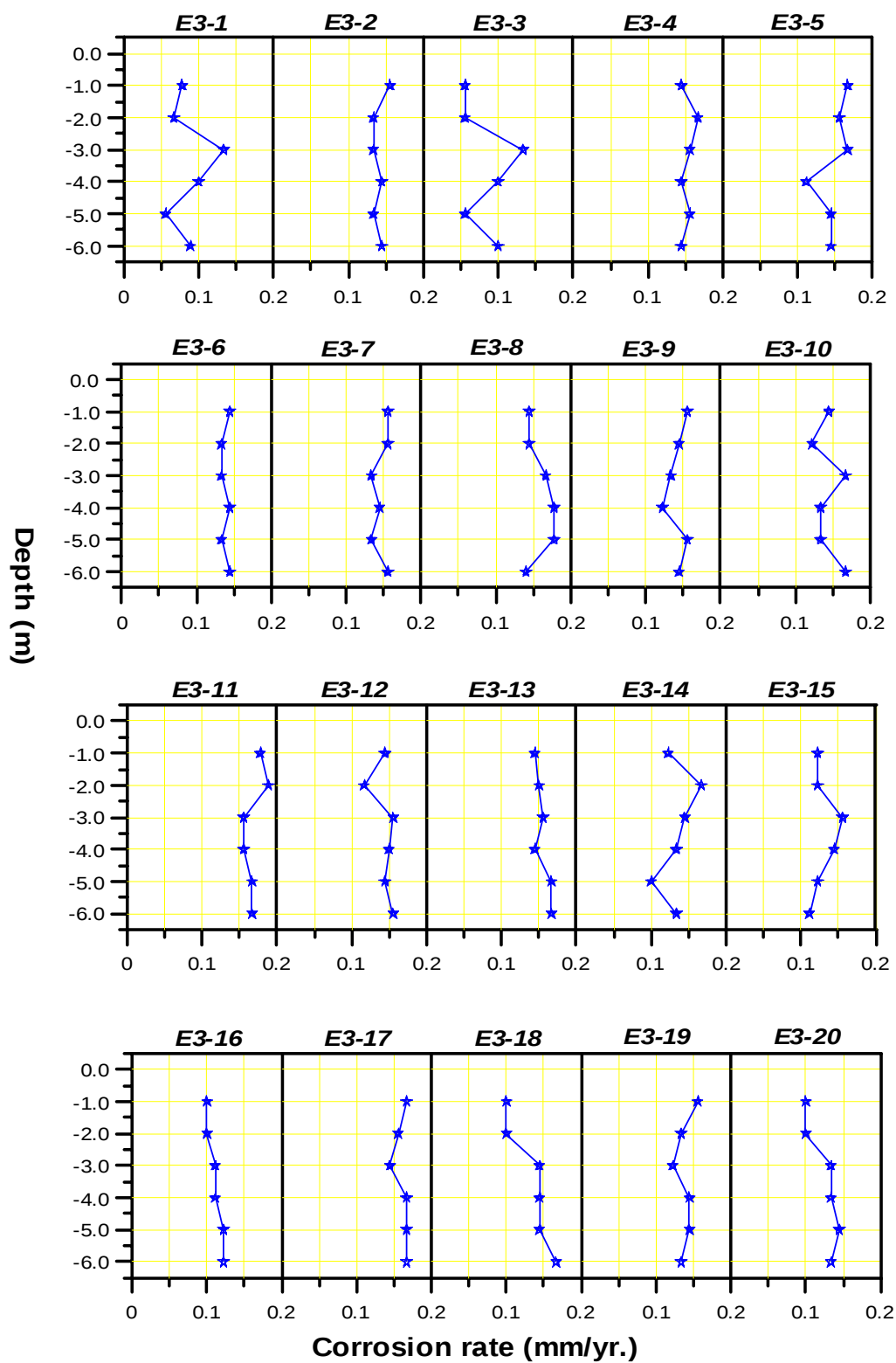


圖 2.41 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之關係 (1)

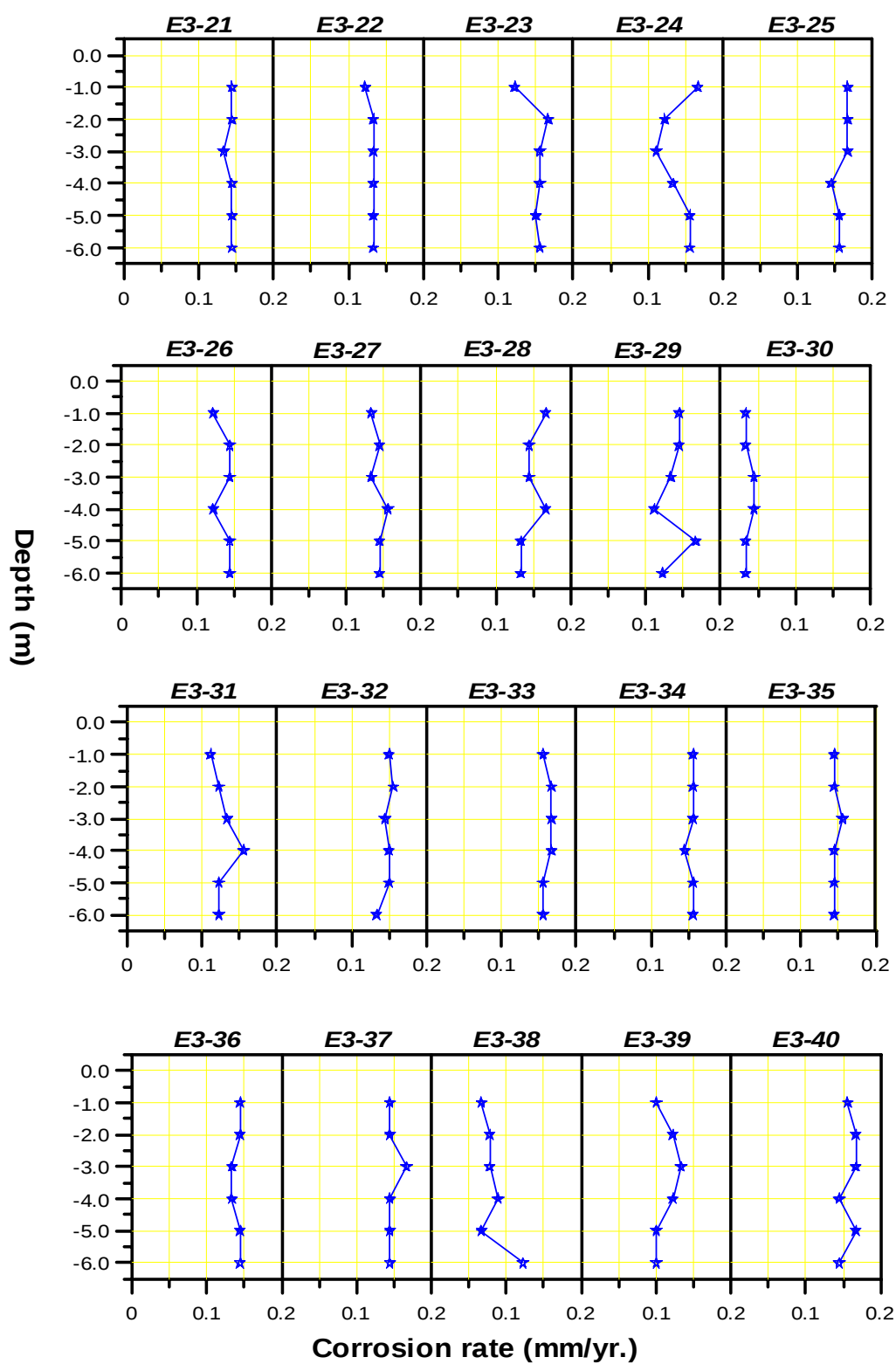


圖 2.42 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之關係 (2)

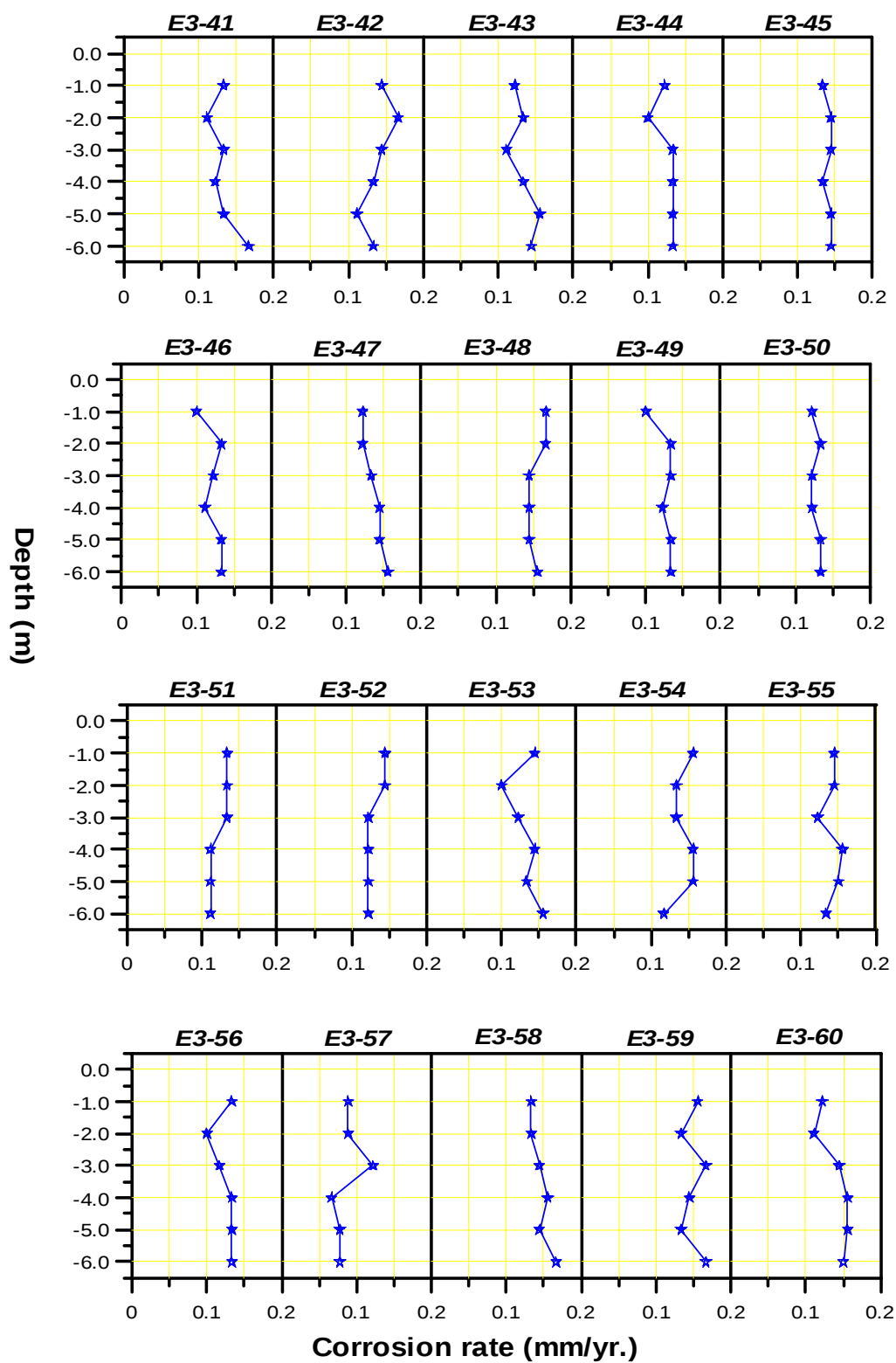


圖 2.43 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之關係 (3)

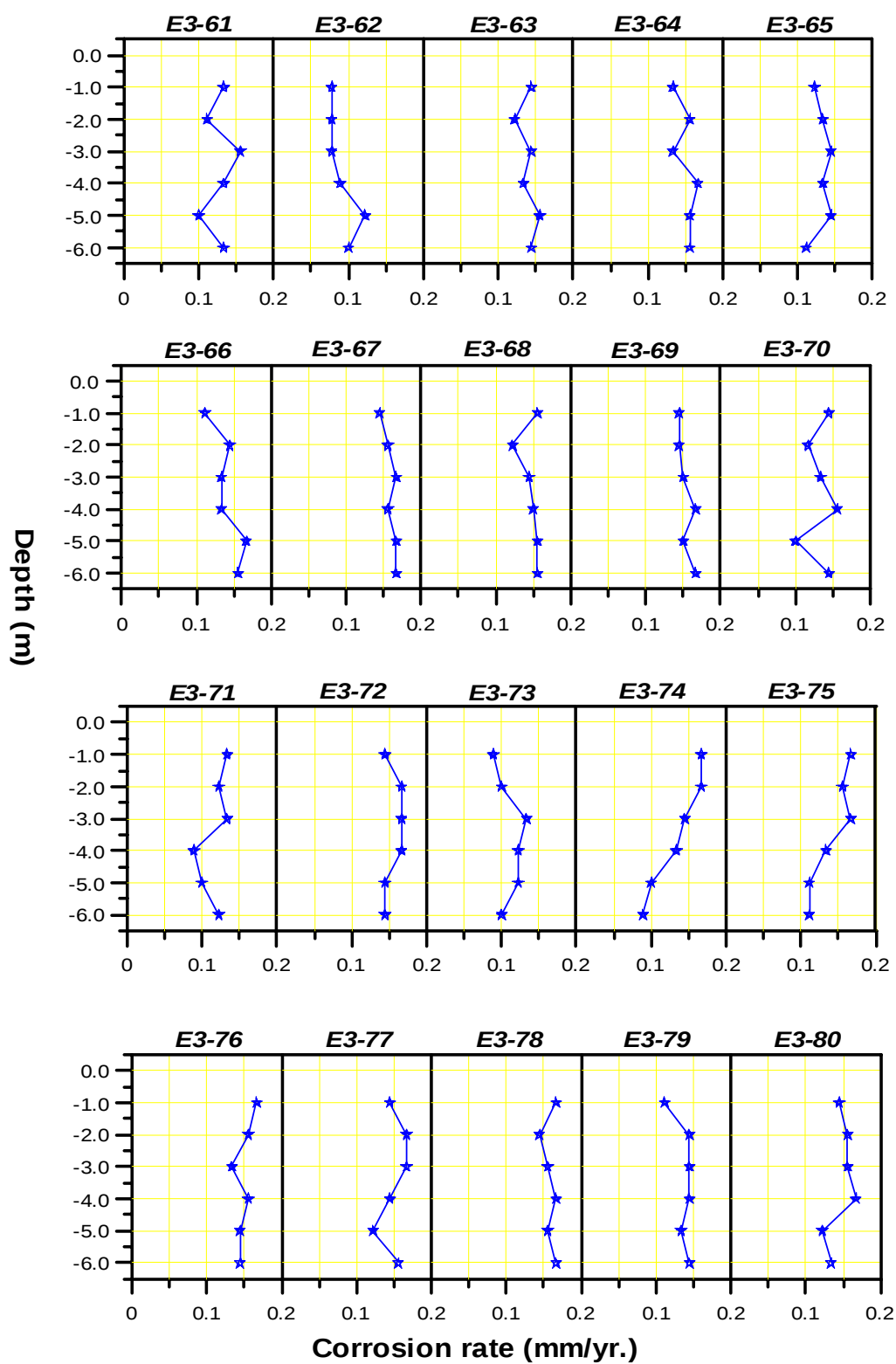


圖 2.44 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之關係 (4)

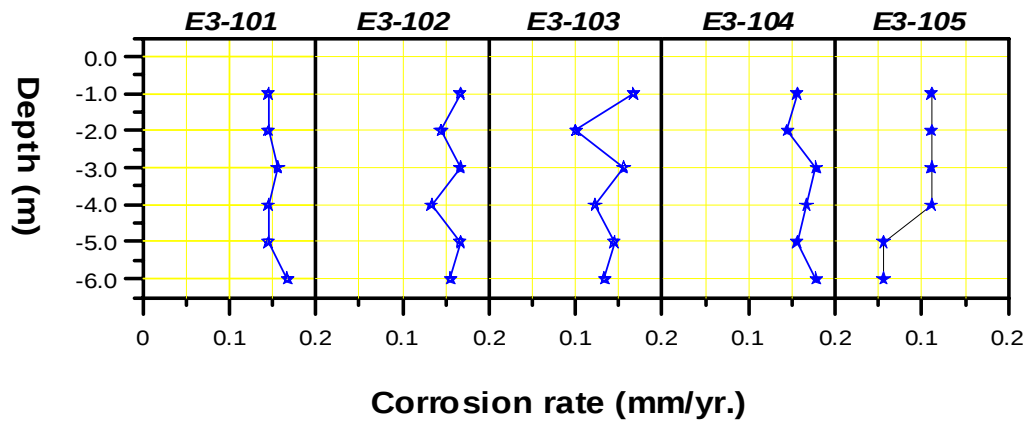


圖 2.45 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁腐蝕速率與檢測水深之關係 (5)

表 2-12 臺北港東 3 號碼頭鋼板樁保護電位量測結果 (mV)

鋼板樁 編 號	發生電位			鋼板樁 編 號	發生電位			鋼板樁 編 號	發生電位		
	水深	切割前	焊後後		水深	切割前	焊後後		水深	切割前	焊後後
E3-00-1	-1.0	-993	-994	E3-40-1	-1.0	-993	-995	E3-80-1	-1.0	-991	-990
	-3.0	-1039	-1040		-3.0	-1046	-1051		-3.0	-1027	-1036
	-5.0	-1009	-1052		-5.0	-1001	-1004		-5.0	-1011	-1008
E3-00-2	-1.0	-991	-990	E3-40-2	-1.0	-991	-988	E3-80-2	-1.0	-979	-981
	-3.0	-1021	-1016		-3.0	-1017	-1016		-3.0	-1005	-1007
	-5.0	-1014	-1015		-5.0	-1034	-1019		-5.0	-1003	-1004
E3-00-3	-1.0	-978	-980	E3-40-3	-1.0	-976	-978	E3-80-3	-1.0	-991	-977
	-3.0	-1006	-1007		-3.0	-1010	-1011		-3.0	-1000	-1010
	-5.0	-1003	-1004		-5.0	-997	-999		-5.0	-1004	-1010
E3-00-4	-1.0	-980	-975	E3-40-4	-1.0	-991	-993	E3-80-4	-1.0	-987	-989
	-3.0	-1010	-1010		-3.0	-1032	-1018		-3.0	-1021	-1022
	-5.0	-1009	-1007		-5.0	-1050	-1041		-5.0	-1016	-1017
E3-00-5	-1.0	-998	-995	E3-40-5	-1.0	-992	-993	E3-80-5	-1.0	-967	-968
	-3.0	-1057	-1051		-3.0	-1023	-1024		-3.0	-988	-988
	-5.0	-1011	-1004		-5.0	-1030	-1030		-5.0	-1016	-1015
E3-00-6	-1.0	-987	-988	E3-40-6	-1.0	-1015	-1025	E3-80-6	-1.0	-936	-926
	-3.0	-1015	-1016		-3.0	-1019	-1039		-3.0	-1079	-1062
	-5.0	-1015	-1019		-5.0	-1024	-1033		-5.0	-1046	-1038
E3-00-7	-1.0	-982	-978	E3-40-7	-1.0	-1029	-1029	E3-80-7	-1.0	-943	-947
	-3.0	-1011	-1011		-3.0	-1039	-1039		-3.0	-1007	-1008
	-5.0	-1003	-999		-5.0	-1031	-1031		-5.0	-1017	-1018
E3-00-8	-1.0	-996	-993	E3-40-8	-1.0	-1027	-1032	E3-80-8	-1.0	-945	-942
	-3.0	-1029	-1018		-3.0	-1029	-1038		-3.0	-1029	-1030
	-5.0	-1041	-1041		-5.0	-1026	-1036		-5.0	-1032	-1037
E3-00-9	-1.0	-996	-993	E3-40-9	-1.0	-1015	-1035	E3-80-9	-1.0	-947	-945
	-3.0	-1023	-1024		-3.0	-1019	-1056		-3.0	-1034	-1028
	-5.0	-1034	-1030		-5.0	-1024	-1060		-5.0	-1033	-1023
E3-00-10	-1.0	-988	-990	E3-40-10	-1.0	-1029	-1061	E3-80-10	-1.0	-947	-951
	-3.0	-1036	-1036		-3.0	-1039	-1068		-3.0	-1022	-1019
	-5.0	-1007	-1008		-5.0	-1031	-1075		-5.0	-1015	-1016

第三章 碼頭鋼板樁腐蝕調查系統展示

本研究所建置的港區鋼板樁檢測資料及新開發的查詢模組，係架構在本中心所開發的「港區工程基本資料查詢展示系統」之下，該系統的查詢界面設計成下拉式選單方式。主選單共有六大項，分別為(1)港埠規劃(2)鑽探資料(3)碼頭設計及調查資料(4)堤防設計資料(5)海氣象現地調查等。由 MapInfo 進入此查詢系統，點選進入所欲查詢的港區，該港區地圖即展示在螢幕上，且原有的 MapInfo 內定選單也同時全部更換成新設計的選單，供使用者點取需用功能。

3.1 系統操作程序

系統之查詢設計，係以下拉式選單配合物件選項的操作方式為主。使用者可在螢幕上選取所欲查詢的物件，再利用下拉式選單來展示各項文件資料或繪製相關成果。港區碼頭鋼板樁檢測資料查詢展示之操作程序如下：

1. 在視窗作業環境下，執行 MapInfo 系統，進入該系統內。
2. 點取選單 File \ Run MapBasic Program，選擇 d:\harbor-1 內的執行檔 Harbor_2007.mbx，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢展示系統。
3. 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選所欲查詢的港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選項「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖。

5. 再點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十二選項「顯示腐蝕調查碼頭」，則有腐蝕調查的碼頭區塊會由白色轉變成紅色，可得知那些碼頭為鋼材所構建且有施做腐蝕調查。
6. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。
7. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭，此時主選單的第三功能項(即「碼頭設計及調查資料」功能項)底下所附屬的幾個次選項(即「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「關閉腐蝕調查碼頭」、「鋼板腐蝕速率展繪」、「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」、「海水水質分析成果展示」等功能項等)，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
8. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被異色斜紋所遮罩，此時可在第三主選單下點選「鋼板腐蝕速率展繪」選項，系統會開啟「檢測起迄點輸入對話框」。輸入檢測起迄點後，若所點取的碼頭為 Z 型板樁所構築，因該型板樁具有凸側凹三個面，系統會再開啟一個「凸側凹面點取對話框」。使用者可依框內收音機鈕(Radio Button)選項點取某一面來繪圖，隨後系統即呼叫 surfer 程式，展繪該檢測段之腐蝕速率，圖中上半部設計為三維立體圖，下半部設計為等值分佈圖。
9. 接續在第三主選單下點選「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「檢測位置輸入對話框」。選取任一檢測位置，系統隨即展繪該位置之凸側凹三腐蝕速率比較圖。
10. 「鋼板厚度調查成果展繪選項」，其操作如步驟 8 所示。
11. 「鋼板凸側凹三面厚度比較」選項，其操作如步驟 9 所示。

12. 若要查詢另一港區的碼頭資料，可點選第一主選單「港埠規劃」下的倒數第二選項「選擇港區」，則系統會跳回主畫面顯示港區位置分佈圖。再依循步驟 4 至 11，可繼續查詢所需港區之相關資料。
13. 結束查詢，可在功能表的第一個主選單「港埠規劃」下，拉出最後一個選項「離開系統」，點選後則可停止本程式的執行。

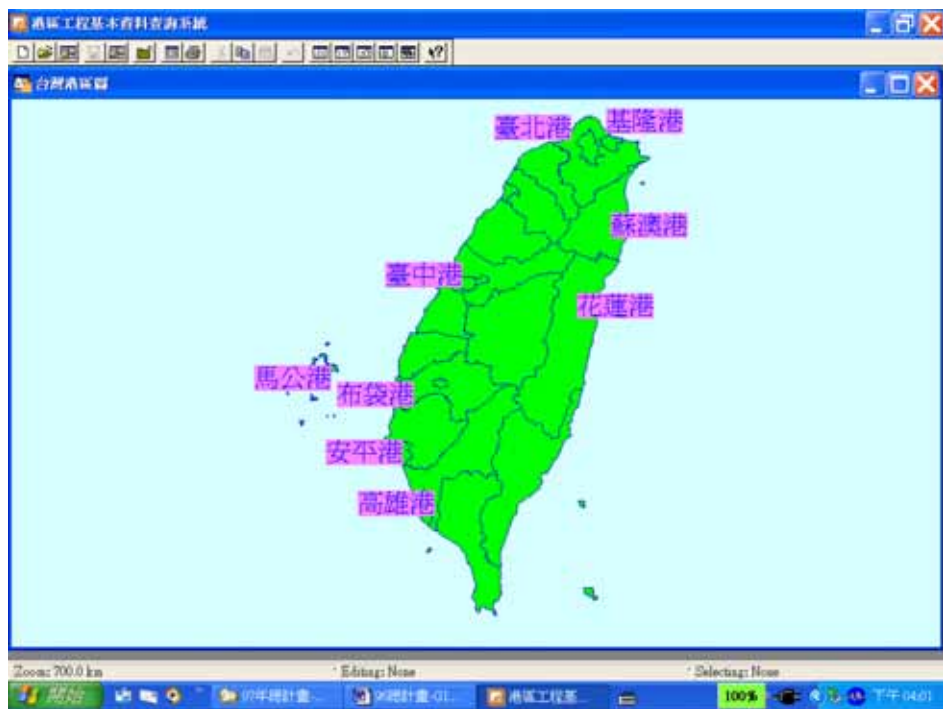
3.2 臺北港鋼板樁檢測資料查詢展示

臺北港區碼頭鋼板樁檢測資料查詢展示之操作程序如下：

1. 按照 3.1 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區（如基隆、臺北、臺中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖 3.1 所示。
2. 將滑鼠遊標移至臺北港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出臺北港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選項「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖，如圖 3.2 所示為臺北港碼頭位置分佈情形。
3. 再點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十二選項「顯示腐蝕調查碼頭」，則有腐蝕調查的碼頭區塊會由白色轉變成紅色，如圖 3.3 所示為臺北港腐蝕調查碼頭分佈位置。
4. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭，此時選單列的第三主選單（即「碼頭設計及調查資料」選單）底下所附屬的幾個選項（即「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「關閉腐蝕調查碼頭」、「鋼板腐蝕速率展繪」、「鋼板凸測凹三面腐蝕速率比較」、「海水水質分析成果展示」等功能項等），會由啟始的無效狀態轉變為可點選的有效狀態。
5. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被異色斜紋所遮罩，此時可在第三主選單下點選「鋼板腐蝕速率展繪」選項，系統會開啟「檢

測起迄點輸入對話框」，如圖 3.4 所示。輸入檢測起迄點後，系統即呼叫 surfer 程式，展繪該檢測段之腐蝕速率，成果如圖 3.5 所示，圖中上方為三維立體圖，下方為等值分佈圖。

6. 「鋼板厚度調查成果展繪選項」，其操作如步驟 5 所示。展繪成果如圖 3.6 所示。
7. 若要查詢另一港區的碼頭資料，可點選第一主選單「港埠規劃」下的倒數第二選項「選擇港區」，則系統會跳回主畫面顯示港區位置分佈圖。再依循步驟 2 至 8，可繼續查詢所需港區之相關資料。
8. 結束查詢，可在功能表的第一個主選單「港埠規劃」下，拉出最後一個選項「離開系統」，點選後則可停止本程式的執行。



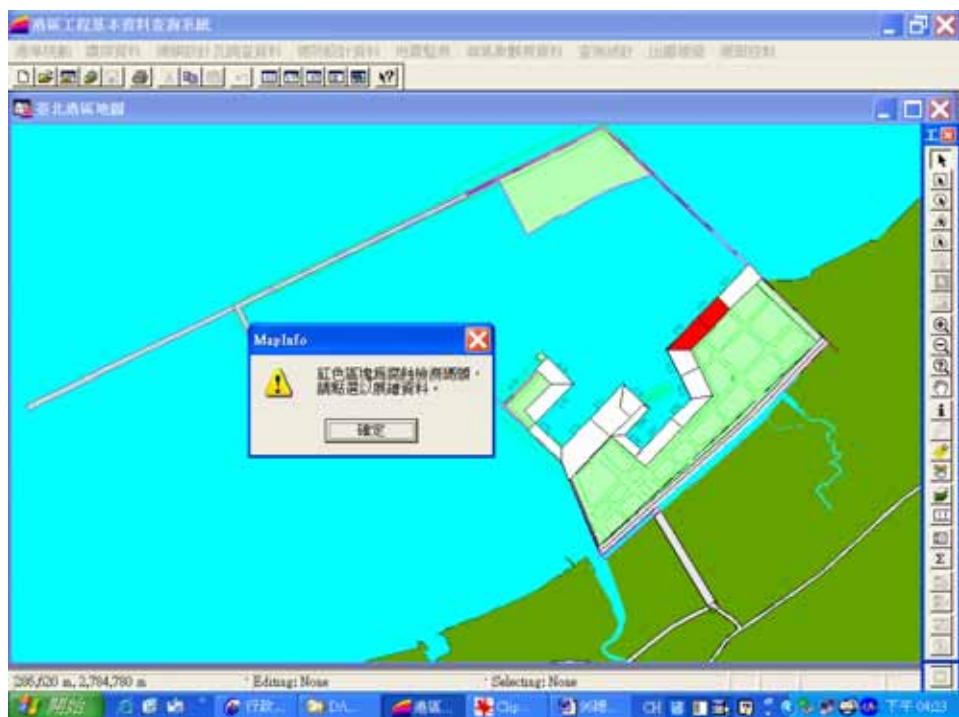


圖 3.3 臺北港腐蝕調查碼頭位置分佈圖

起迄點輸入對話框

本結構物岸線總長245m,等距佈設105個檢測點,請輸入展繪起迄點:

起點:	終點:
1	5
2	6
3	7
4	8
5	9
6	10

確定 取消

圖 3.4 檢測起迄點輸入對話框

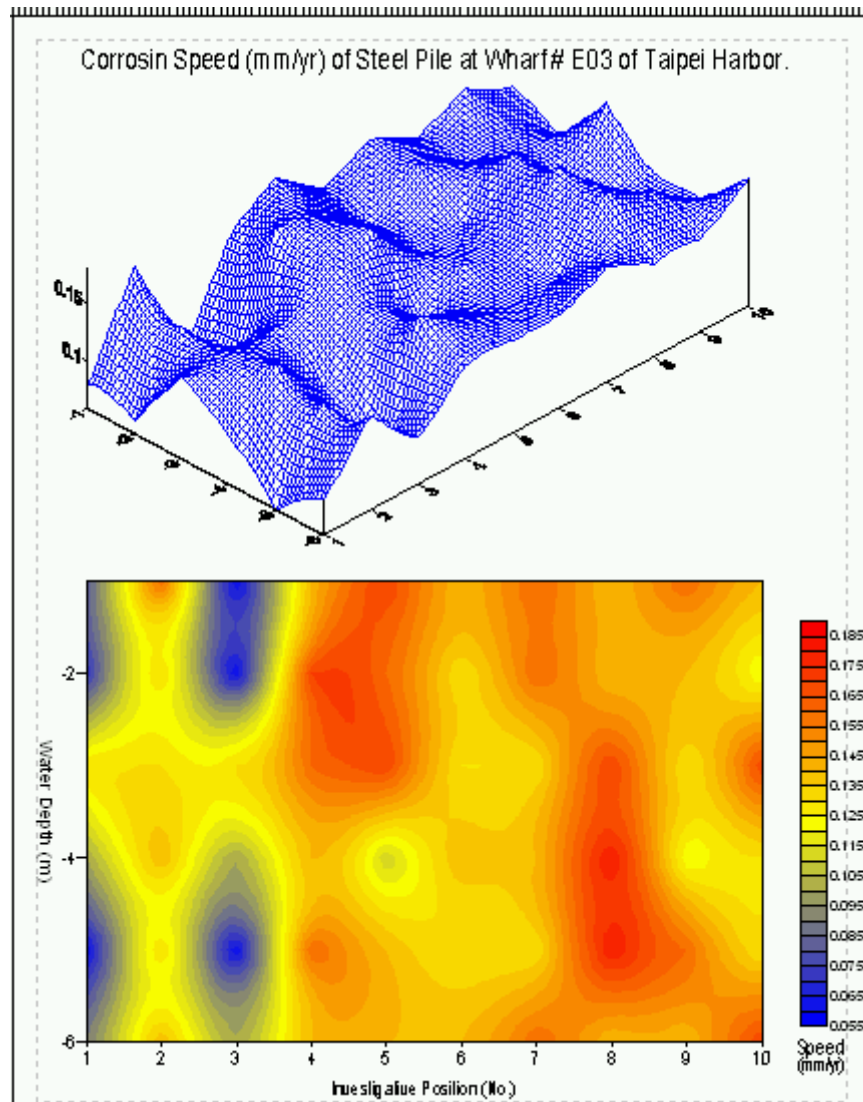


圖 3.5 臺北港腐蝕速率調查成果展繪圖

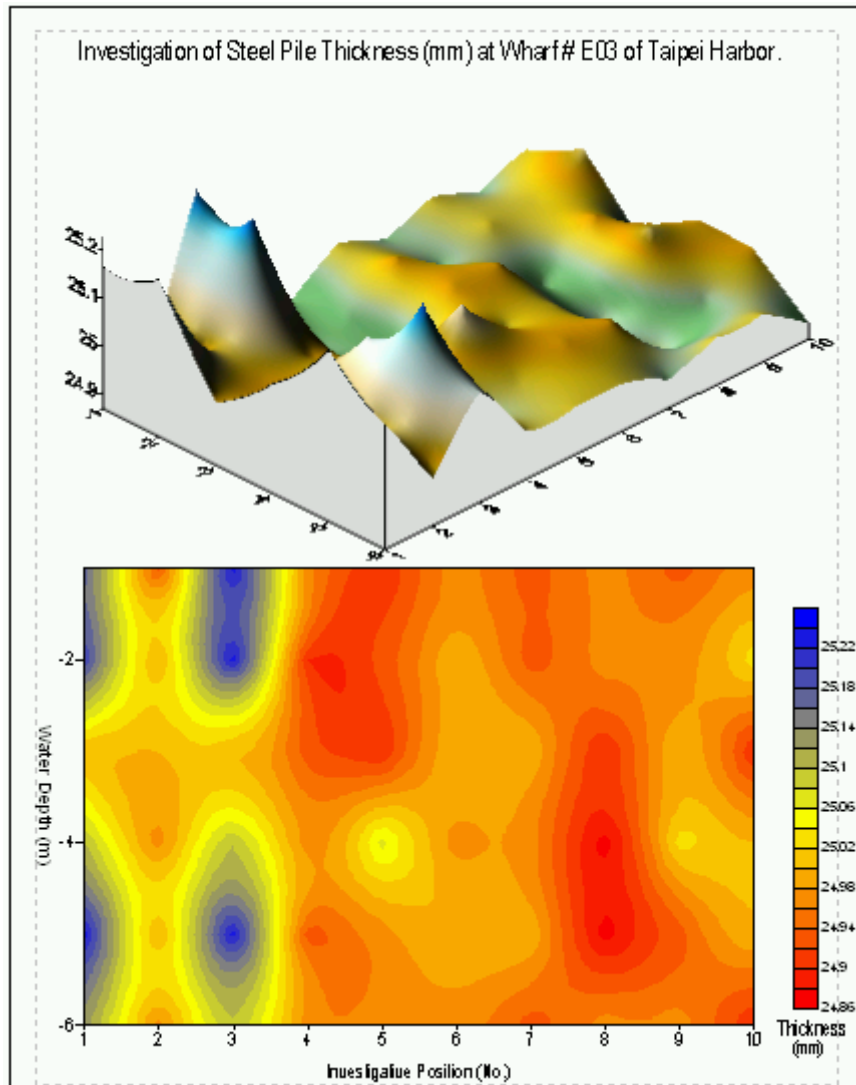


圖 3.6 臺北港鋼板厚度調查成果展繪圖

3.3 臺中港鋼板樁檢測資料查詢展示

臺中港區碼頭鋼板樁檢測資料查詢展示之操作程序如下：

1. 按照 3.1 節程式操作程序 1 至 3, 使用者可進入查詢系統的主畫面, 此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區(如基隆、臺北、臺中、高雄、花蓮、蘇澳等港區)的分佈位置, 如圖 3.1 所示。
2. 將滑鼠遊標移至臺中港標示文字區內, 按滑鼠左鍵, 可叫出臺中港區基本地圖圖層, 地圖以綠色標示陸面區域位置, 以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選項「顯示碼頭位置圖」, 系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖, 如圖 3.7 所示為臺中港碼頭位置分佈情形。
3. 再點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十二選項「顯示腐蝕調查碼頭」, 則有腐蝕調查的碼頭區塊會由白色轉變成紅色, 如圖 3.8 所示為臺中港腐蝕調查碼頭分佈位置。
4. 選用工具箱內的點選工具, 再點選所欲查詢之碼頭, 此時選單列的第三主選單(即「碼頭設計及調查資料」選單)底下所附屬的幾個選項(即「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「關閉腐蝕調查碼頭」、「鋼板腐蝕速率展繪」、「鋼板凸測凹三面腐蝕速率比較」、「海水水質分析成果展示」等功能項等), 會由啟始的無效狀態轉變為可點選的有效狀態。
5. 當點選到碼頭物件時, 該碼頭區會被異色斜紋所遮罩, 此時可在第三主選單下點選「鋼板腐蝕速率展繪」選項, 系統會開啟「檢測起迄點輸入對話框」, 如圖 3.9 所示。輸入檢測起迄點後, 系統即呼叫 surfer 程式, 展繪該檢測段之腐蝕速率, 成果如圖 3.10 所示, 圖中上方為三維立體圖, 下方為等值分佈圖。
6. 「鋼板厚度調查成果展繪選項」, 其操作如步驟 5 所示。展繪成果如圖 3.11 所示。

7. 若要查詢另一港區的碼頭資料，可點選第一主選單「港埠規劃」下的倒數第二選項「選擇港區」，則系統會跳回主畫面顯示港區位置分佈圖。再依循步驟 2 至 8，可繼續查詢所需港區之相關資料。
8. 結束查詢，可在功能表的第一個主選單「港埠規劃」下，拉出最後一個選項「離開系統」，點選後則可停止本程式的執行。



圖 3.7 臺中港碼頭資料選單下拉及碼頭位置分佈圖

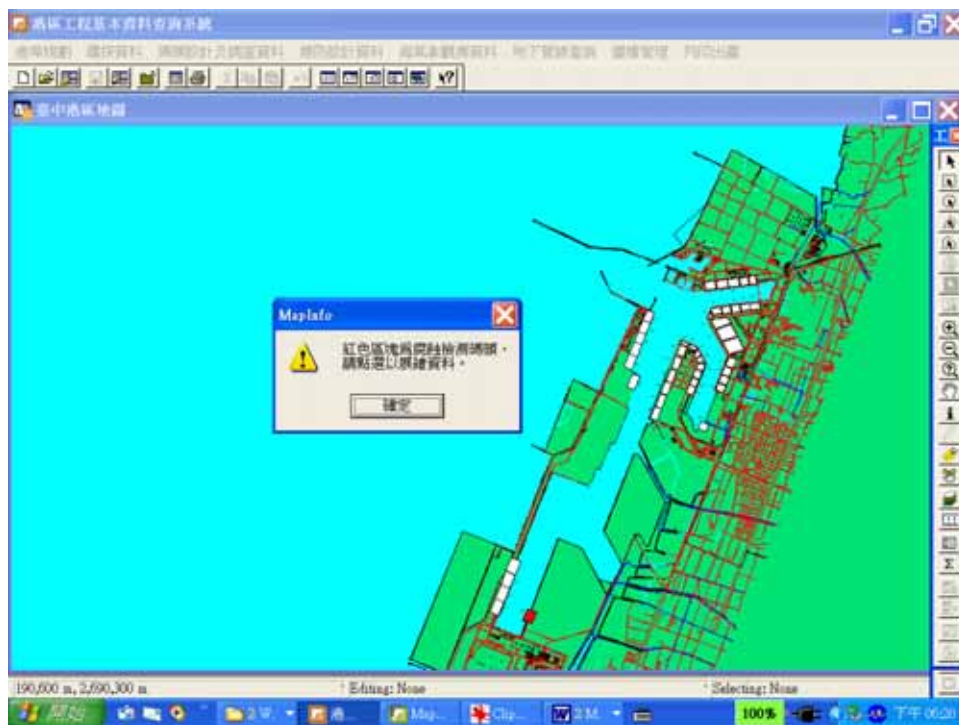


圖 3.8 臺中港腐蝕調查碼頭位置分佈圖

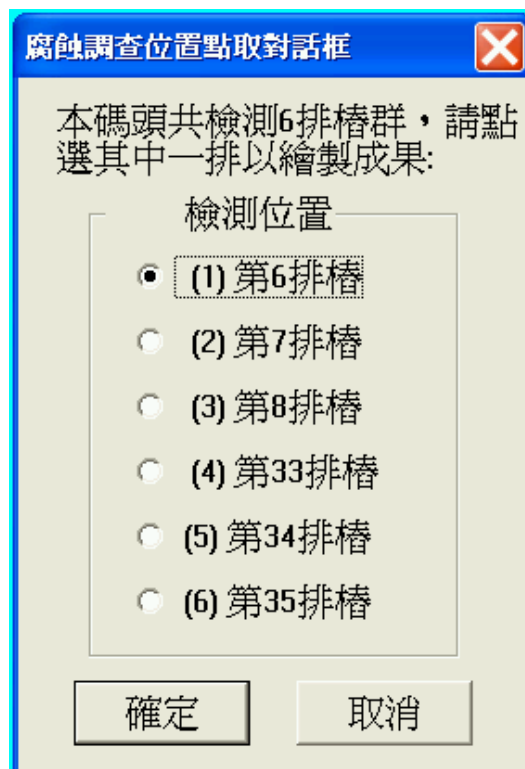


圖 3.9 檢測起迄點輸入對話框

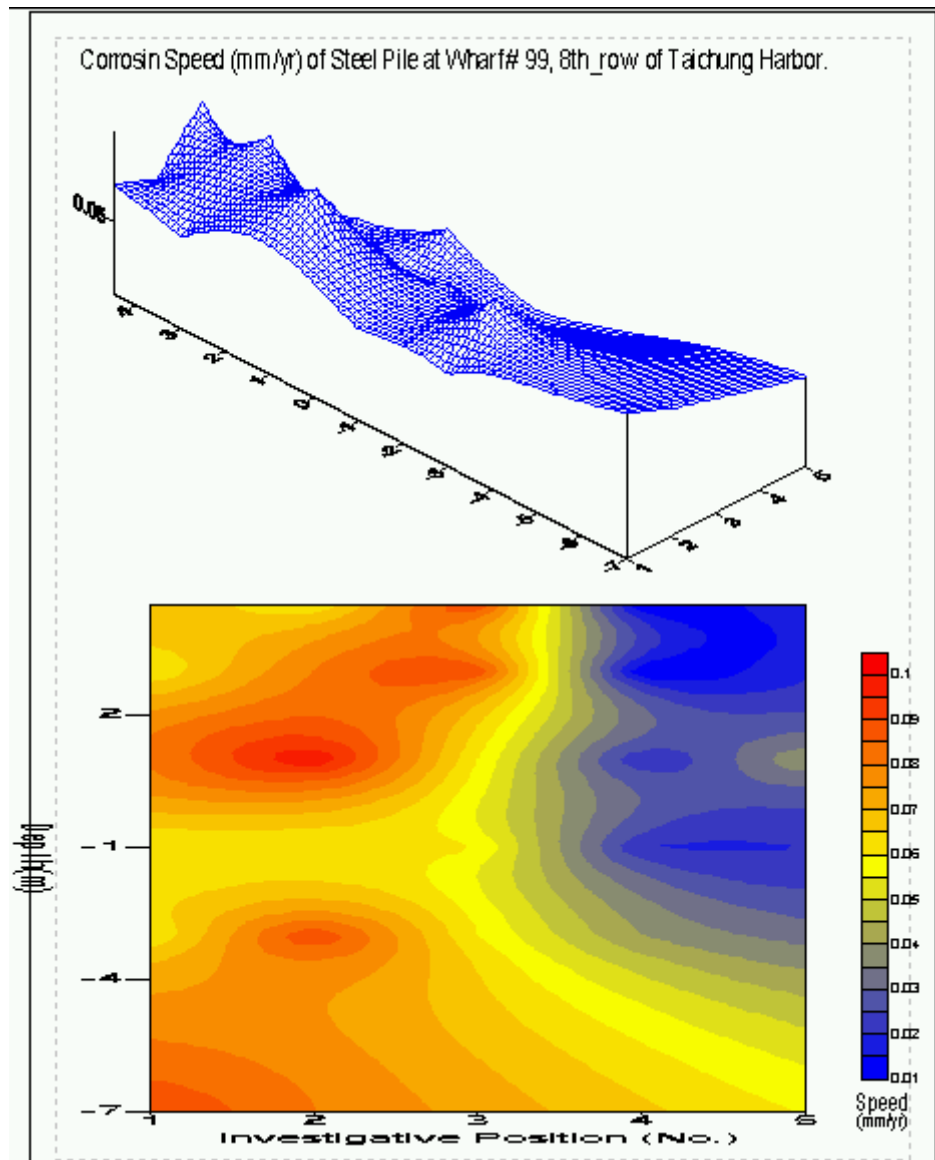


圖 3.10 臺中港腐蝕速率調查成果展繪圖

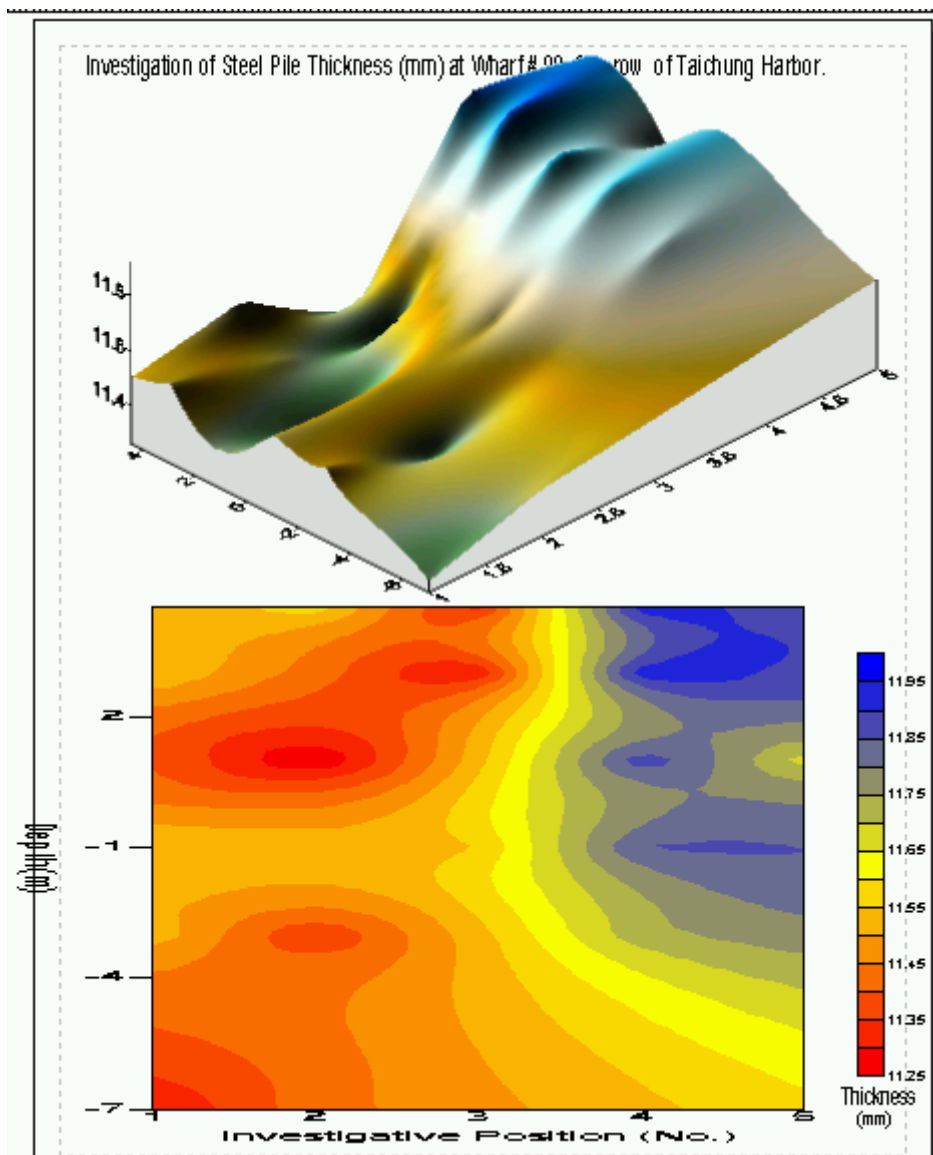


圖 3.11 臺中港鋼板厚度調查成果展繪圖

第四章 結論與建議

本研究的主要目的是將中心多年對臺灣各大港口碼頭鋼板樁腐蝕及防波堤破損檢測資料，利用 MapInfo 地理資訊系統著手加以整合架構成一適當之查詢系統，並將系統架構在本中心所開發的「港區工程基本資料查詢展示系統」之下，架構一適當查詢系統，以多樣化表現方式呈現，提供給後續之資料庫建立，給使用者更方便的使用查詢系統。而港灣之港工材料資料庫之建立，常需投入大量之人力、物力、財力及時間，而本中心之資源有限，希於往後能繼續收集各大港口之檢測資料，以充實資料庫。

4-1 結論

- 1.港工材料資料之取得常需耗費大量之人力及經費，得之不易，這些珍貴資料值得有系統加以收集與整理，除了可避免資料之遺失且可做為港灣工程之維修與參考依據。
- 2.本研究提供一適當查詢系統，以多樣化表現方式呈現，建立友善介面供使用者使用。
- 3.本研究開發撰寫腐蝕資料分析之模組，可增進資料之處理。
- 4.本研究利用 MapInfo 地理資訊系統及 MapBasic 程式語言撰寫查詢分析系統，以提升資料之使用價值。

4-2 建議

- 1.查詢系統及資料庫之建置為一持續的工作，需不斷的更新，使港工資料更為完備。

2.港灣之港工材料資料庫之建立，常需投入大量之人力、物力、財力及時間，而本中心之資源有限，希於往後能繼續收集各大港口之檢測資料,以充實資料庫。

本研究之成果與效益包括：1.建立一套適當的查詢系統，有利提昇港工材料之維護管理效能，延展港灣之服務年限。2.本研究研發建立之港灣地區腐蝕資料及查詢系統可提供港務局及相關單位在港灣工程規劃、設計及施工之參考與應用。3.本計畫之執行經驗及成果可做為本所後續相關研究之基礎。

參考文獻

- [1] 臺灣省政府交通處港灣技術研究所，「基隆港碼頭鋼板樁腐蝕調查研究」港灣技術研究所專刊第 59 號，1990。
- [2] 臺灣省政府交通處港灣技術研究所，「港灣鋼構造物耐久性研究第三年報告」，港灣技術研究所，81 研(十二)，1992。
- [3] 臺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。
- [4] 交通部運輸研究所，「港灣構造物檢測與耐久性試驗研究」，MOTC-IOT-91-HA04，民國 91 年 3 月，2002)。
- [5] 交通部運輸研究所，「花蓮港外港防波堤及碼頭鋼板樁監測 - 碼頭鋼板樁暗必調查檢測」，IHMT-9001，民國 91 年 5 月。
- [6] 石黑健、白石基雄、海輪博之，"鋼矢板工法"，p571，日本，山海堂，1982。
- [7] 臺灣省政府交通處港灣技術研究所，「港灣及海岸構造物設計基準」，專刊第 123 號，p3-26，民國 86 年 1 月。
- [8] 交通部運輸研究所，「港灣構造物檢測與耐久性試驗研究」，MOTC-IOT-93-H1BA04，2004。