

109-018-7B65

MOTC-IOT-108-H1DA001f

臺中港港灣構造物維護策略探討與 管理系統擴建



交通部運輸研究所

中華民國 109 年 2 月

109-018-7B65

MOTC-IOT-108-H1DA001f

臺中港港灣構造物維護策略探討與 管理系統擴建

著 者：黃宇謙

交通部運輸研究所

中華民國 109 年 2 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

臺中港港灣構造物維護策略探討與管理系統擴建 /
黃宇謙著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運研所，
民 109.02

面；公分

ISBN 978-986-531-075-2(平裝)

1.港埠管理 2.管理資訊系統

557

108022993

臺中港港灣構造物維護策略探討與管理系統擴建

著 者：黃宇謙

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)26587114

出版年月：中華民國 109 年 2 月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所港灣技術研究中心網站

定 價：200 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

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

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

GPN：1010900129

ISBN：978-986-531-075-2 (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份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：臺中港港灣構造物維護策略探討與管理系統擴建			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-075-2(平裝)	政府出版品統一編號 1010900129	運輸研究所出版品編號 109-018-7B65	計畫編號 MOTC-IOT-108-H1DA001f
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：蔡立宏 計畫主持人：黃宇謙 研究人員： 參與人員：王培源、何木火、李春榮 聯絡電話：04-26587114 傳真號碼：04-26564418			研究期間 自 108 年 01 月 至 108 年 12 月
關鍵詞：現況調查、目視檢測、維護機制、港灣設施、資訊系統			
摘要： 因地球暖化造成之極端天氣事件，國內近年來天災頻傳，許多港灣設施之維護管理面臨艱困挑戰，再加上港灣構造物大多浸入於海水下，平時檢測不易且困難，常易被忽略。然而，為確保設施安全性，需有完善的維護管理機制，以落實構造物現況之調查、檢測與日常維護，並適時導入科技應用、提升巡檢效能，以達到節約人力、精簡流程、節省時間之效。 本計畫研究項目包括：(1)研析臺中港現行維護管理機制；(2)進行臺中港碼頭與防波堤岸上及水下調查；(3)檢測並評估臺中港碼頭鋼板樁厚度與防蝕效能；(4)擴充既有港灣構造物維護管理系統並優化功能。 成果效益： 在施政與實務上，除可提供臺中港務公司辦理港灣設施維護管理工作參考外，研究過程採用或建置完成之相關檢測方法、實施流程與成果，亦可提供國內港務單位、工程顧問公司等參用，另可作為本所後續相關研究之重要參據。 提供政府單位應用情形： 1.調查成果已納入於本所「港灣構造物維護管理系統」，可提供航港局、港務單位推動港灣構造物之維護管理政策規劃或實務執行使用。 2.建置之資料庫含各港圖文屬性資料，隨時可提供本所及港務單位研究分析、開發規劃之需用。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
109 年 2 月	180	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： ☐ 限閱 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密【限】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: Study on the Maintenance strategy and Management system of Taichung harbor structures			
ISBN(OR ISSN) 978-986-531-075-2(pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010900129	IOT SERIAL NUMBER 109-018-7B65	PROJECT NUMBER MOTC-IOT-108-H1DA001f
DIVISION: CENTER OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY DIVISION CHIEF: Li-Hung Tsai PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yu-Cian Huang PROJECT STAFF: PROJECT TECHNICIAN: Pei-Yuan Wang, Mu-Huo He, Chun-Rong Li PHONE: 04-26587114 FAX: 04-26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2019 TO December 2019
KEY WORDS: field surveying, visual inspecting, maintenance mechanism, port facility, information system			
Abstract: Because of extreme weather events which caused by global warming, there are so many natural disasters in our country in recent years and several port facilities face difficult challenge. Moreover, most of the harbor structures are immersed in sea water. It's hard for inspecting daily and easy to ignore. However, to ensure facility safety and conduct a survey on the status of structures. We need a complete maintenance management mechanism to our harbor structures. Additionally, we could import technology applications into field inspecting in an appropriate timing for increasing our work efficiency, saving manpower, streamlining process and saving time. The year tasks were completed as follow; (1)We analyzed maintenance and management mechanism of Taichung Port. (2)Visual inspecting of wharf and embankment at Taichung port were done. (3)We detected and evaluated the corrosion resistance of steel pile in Taichung port. (4) Harbor structure maintenance management system was been expansion. Benefits of achievement: Achievements would provide authority and technical agency to deal with a policy of harbor structures maintenance. Relative inspecting methods and procedures used in the project would also be applied in the maintenance system and further study. Application: 1.Field surveying results set up in harbor structures management and maintenance system at IHMT website would provide authority and relative units to apply in harbor facility maintenance policy. 2.Database and information of system could be adopted in relative studies and new ports developing planning.			
DATE OF PUBLICATION Feb. 2020	NUMBER OF PAGES 180	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
圖目錄.....	V
表目錄.....	XI
第一章 緒論.....	1-1
1.1 研究動機.....	1-1
1.2 研究目的.....	1-2
1.3 研究範圍及項目.....	1-2
第二章 文獻回顧.....	2-1
2.1 港灣構造物之維護管理.....	2-1
2.1.1 國外港灣構造物維護管理程序及目視檢測標準研析	2-1
2.1.2 國內港灣構造物維護管理程序及目視檢測標準研析 ...	2-14
2.2 港灣構造物維護管理系統.....	2-42
第三章 研究方法與步驟.....	3-1
3.1 構造物基本及檢測維修資料蒐集.....	3-1
3.1.1 構造物基本資料蒐集.....	3-1
3.1.2 檢測與維修歷史資料蒐集.....	3-2
3.2 岸上目視調查.....	3-2
3.3 水下目視調查.....	3-2
3.3.1 碼頭與防波堤水下目視調查.....	3-2
3.3.2 碼頭面底版目視調查.....	3-4
3.3.3 碼頭基樁目視調查.....	3-4
3.4 鋼構造物檢測.....	3-4

3.4.1 鋼管樁厚度檢測.....	3-4
3.4.2 防蝕系統效能檢測.....	3-6
3.5 精進維護管理系統.....	3-8
第四章 結果與討論.....	4-1
4.1 臺中港維護策略與管理機制.....	4-1
4.1.1 基本資料.....	4-1
4.1.2 經常巡查.....	4-6
4.1.3 定期檢測.....	4-6
4.1.4 特別巡查.....	4-6
4.2 臺中港棧橋式碼頭使用現況及安全評估.....	4-7
4.3 臺中港碼頭現況調查.....	4-10
4.3.1 臺中港 8A 碼頭基本資料.....	4-10
4.3.2 臺中港 30 號碼頭基本資料.....	4-13
4.3.3 現地目視調查資料.....	4-17
4.4 擴充維護管理系統功能.....	4-56
第五章 結論與建議.....	5-1
5.1 結論.....	5-2
5.2 建議.....	5-2
5.3 成果效益與應用.....	5-3
5.4 提供政府單位應用情形.....	5-3
參考文獻.....	參-1
附錄一 期末審查意見及辦理情形說明表.....	附錄 1-1
附錄二 期末報告簡報資料.....	附錄 2-1

圖 目 錄

圖 2.1 維護管理計畫制定流程圖	2-2
圖 2.2 巡查診斷種類	2-3
圖 2.3 服務年限內效益/成本比最大化的維護管理方法示意圖	2-9
圖 2.4 港灣構造物巡查診斷作業程序	2-17
圖 2.5 港灣構造物構件維修排序程序	2-32
圖 2.6 整體構造物評估說明(以板樁式碼頭為例)	2-33
圖 2.7 港灣構造物年度維修處置對策程序	2-34
圖 2.8 帳號設定畫面	2-42
圖 2.9 帳號列表	2-42
圖 2.10 GIS 方式選擇港口	2-43
圖 2.11 港口基本資料	2-43
圖 2.12 檢視碼頭設施及單元資料畫面	2-43
圖 2.13 以 GIS 方式點選設施畫面	2-43
圖 2.14 以列表方式填寫檢測資料	2-44
圖 2.15 經查巡查 A 表	2-45
圖 2.16 經查巡查 B 表	2-45
圖 2.17 上傳檔案資料	2-45
圖 2.18 檢視巡查紀錄	2-46
圖 2.19 定期檢測劣化紀錄	2-46
圖 2.20 新增未檢測項目設定頁面	2-47
圖 2.21 定期檢測劣化列表	2-47
圖 2.22 特別檢測表	2-48
圖 2.23 特別檢測列表	2-48

圖 2.24 儀器檢測填寫畫面	2-49
圖 2.25 儀器檢測列表	2-49
圖 2.26 檢測照片	2-50
圖 2.27 檢測檔案	2-50
圖 2.28 批次上傳	2-50
圖 2.29 上傳預覽	2-50
圖 2.30 新增維修紀錄	2-51
圖 2.31 編輯維修紀錄	2-51
圖 2.32 維修照片上傳	2-51
圖 2.33 維修檔案上傳	2-52
圖 2.34 查詢維修紀錄	2-52
圖 2.35 查詢維修紀錄結果	2-52
圖 2.36 維修排序搜尋頁面	2-53
圖 2.37 維修排序搜尋結果	2-53
圖 2.38 已維修構件搜尋	2-54
圖 2.39 已維修構件列表	2-54
圖 2.40 新增圖文資料頁面	2-55
圖 2.41 圖文資料下載頁面	2-55
圖 2.42 即時回報操作	2-56
圖 2.43 即時回報查詢	2-56
圖 2.44 檢測人員檢測提醒通知	2-57
圖 2.45 管理者收到檢測劣化郵件通知	2-57
圖 2.46 應用程式支援 Android、iOS 雙平台	2-58
圖 2.47 使用介面及功能介紹	2-58
圖 2.48 系統留言功能	2-59

圖 3.1 研究流程圖	3-1
圖 3.2 鋼管樁編碼示意圖	3-3
圖 3.3 測厚儀量測之示意圖	3-5
圖 3.4 防蝕效果判定方法	3-6
圖 3.5 電位量測示意圖	3-7
圖 3.6 陽極塊尺寸量測示意圖	3-8
圖 4.1 臺中港碼頭位置圖	4-1
圖 4.2 臺中港 8A 碼頭位置圖	4-11
圖 4.3 臺中港 8A 碼頭平面圖	4-11
圖 4.4 臺中港 8A 碼頭單元圖	4-12
圖 4.5 臺中港 8A 碼頭立面圖	4-12
圖 4.6 臺中港 8A 碼頭斷面圖	4-13
圖 4.7 臺中港 30 號碼頭位置圖	4-13
圖 4.8 臺中港 30 號碼頭平面圖	4-14
圖 4.9 臺中港 30 號碼頭單元圖	4-14
圖 4.10 臺中港 30 號碼頭立面圖	4-15
圖 4.11 臺中港 30 號碼頭斷面圖(一)	4-15
圖 4.12 臺中港 30 號碼頭斷面圖(二)	4-16
圖 4.13 臺中港 30 號碼頭斷面圖(三)	4-16
圖 4.14 臺中港 8A 碼頭岸上設施現況照片	4-18
圖 4.15 臺中港 8A 碼頭第 1 單元水下調查現況照片	4-20
圖 4.16 臺中港 8A 碼頭第 2 單元水下調查現況照片	4-21
圖 4.17 臺中港 8A 碼頭第 1 單元平面損壞示意圖	4-22
圖 4.18 臺中港 8A 碼頭第 2 單元平面損壞示意圖	4-22
圖 4.19 臺中港 8A 碼頭第 3 單元水下調查現況照片	4-24

圖 4.20 臺中港 8A 碼頭第 4 單元水下調查現況照片	4-26
圖 4.21 臺中港 8A 碼頭第 3 單元平面損壞示意圖	4-27
圖 4.22 臺中港 8A 碼頭第 4 單元平面損壞示意圖	4-27
圖 4.23 臺中港 8A 碼頭第 5 單元水下調查現況照片	4-29
圖 4.24 臺中港 8A 碼頭第 6 單元水下調查現況照片	4-31
圖 4.25 臺中港 8A 碼頭第 5 單元平面損壞示意圖	4-32
圖 4.26 臺中港 8A 碼頭第 6 單元平面損壞示意圖	4-32
圖 4.27 臺中港 8A 碼頭第 S 單元水下調查現況照片	4-34
圖 4.28 臺中港 8A 碼頭第 N 單元水下調查現況照片	4-35
圖 4.29 臺中港 8A 碼頭第 S 單元平面損壞示意圖	4-36
圖 4.30 臺中港 8A 碼頭第 N 單元平面損壞示意圖	4-36
圖 4.31 臺中港 8A 碼頭水下設施現況照片	4-37
圖 4.32 臺中港 30 號碼頭岸上設施現況照片	4-39
圖 4.33 臺中港 30 號碼頭水下設施現況照片	4-42
圖 4.34 測厚儀器及調查經過	4-43
圖 4.35 電位量測設備及調查經過	4-50
圖 4.36 陽極塊電位量測作業經過	4-53
圖 4.37 編輯碼頭資料	4-56
圖 4.38 港口顯示精進	4-58
圖 4.39 記錄歷程狀態	4-59
圖 4.40 劣化參考圖示	4-59
圖 4.41 劣化類型參考清單	4-60
圖 4.42 劣化紀錄審核流程	4-60
圖 4.43 劣化紀錄 A、B 表	4-61
圖 4.44 系統及 APP 模組架構	4-62

圖 4.45 APP 支援多港灣切換	4-63
圖 4.46 座標參考	4-64
圖 4.47 主系統座標資料.....	4-64
圖 4.48 導航至劣化位置.....	4-65

表 目 錄

表 2-1 日本棧橋式碼頭一般檢查診斷之項目與判定基準	2-4
表 2-2 日本防蝕披覆檢查診斷之方法與劣化程度判定標準	2-5
表 2-3 日本下部結構詳細診斷之項目與檢測標準	2-6
表 2-4 日本重力式碼頭目視檢測標準說明	2-7
表 2-5 日本板樁式碼頭目視檢測標準說明	2-8
表 2-6 日本防波堤初級評估及二次詳檢之檢測項目及方法	2-10
表 2-7 覆面層(覆面塊體)評估分級指標.....	2-11
表 2-8 胸牆劣化評估分級指標	2-11
表 2-9 堤頂評估分級指標	2-12
表 2-10 堤前坡評估分級指標	2-12
表 2-11 堤後坡評估分級指標	2-13
表 2-12 基礎評估分級指標	2-13
表 2-13 國內文獻成果彙整	2-14
表 2-14 巡查種類.....	2-16
表 2-15 巡查診斷項目分類	2-17
表 2-16 重力式碼頭巡查診斷項目的標準分類	2-17
表 2-17 板樁式碼頭巡查診斷項目的標準分類	2-18
表 2-18 棧橋式碼頭巡查診斷項目的標準分類	2-18
表 2-19 防波堤巡查診斷項目的標準分類	2-18
表 2-20 碼頭經常巡查檢測表	2-20
表 2-21 碼頭定期檢測表(重力式).....	2-22
表 2-22 碼頭特別檢測表.....	2-24
表 2-23 重力式碼頭目視檢測標準	2-25

表 2-24 板樁式碼頭目視檢測標準	2-27
表 2-25 附屬設施目視檢測標準	2-28
表 2-26 防波堤各構件劣化目視巡查標準	2-29
表 2-27 浮動碼頭各構件劣化目視巡查標準	2-31
表 2-28 重力式碼頭各構件權重	2-33
表 2-29 板樁式碼頭各構件權重	2-33
表 2-30 碼頭附屬設施權重	2-34
表 2-31 重力式碼頭劣化異狀與處置對策	2-35
表 2-32 板樁式碼頭劣化異狀與處置對策	2-37
表 2-33 碼頭附屬設施劣化異狀與處置對策	2-39
表 2-34 防波堤劣化異狀與處置對策	2-40
表 4-1 臺中港區碼頭設施	4-2
表 4-2 臺中港基本資料.....	4-5
表 4-3 臺中港經常巡查項目與內容	4-6
表 4-4 臺中港棧橋式碼頭基本資料	4-8
表 4-5 臺中港 20 年以上之棧橋式碼頭評估結果	4-9
表 4-6 臺中港 30 號碼頭鋼管樁厚度檢測紀錄表	4-44
表 4-7 臺中港 30 號碼頭鋼管樁保護電位檢測紀錄表	4-51
表 4-8 臺中港 30 號碼頭鋼管樁陽極塊發生電位檢測紀錄表	4-54
表 4-9 劣化情況簡述.....	4-55
表 4-10 構件編碼項目清單	4-57

第一章 緒論

1.1 研究動機

近年來因氣候變遷影響，極端天氣事件發生機率增加，強風、強降雨、暴潮及海平面持續上升等，皆對我國商港致生不小災損，例如：颱風挾帶之豪雨及強陣風，將可能導致碼頭設施及停泊船隻受損；海平面上升使商港區域易發生淹水，而港區金屬設備易因海水浸泡容易鏽蝕，增加維修及維護成本，且因潮水帶來之大量淤泥與沉積物，將使航道淤塞及停航。若商港針對災害之應變及調適能力不佳，就容易造成商港系統的運輸服務中斷，增加對旅客及物流不便性。

除了面對極端災害事件的侵襲，港灣構造物隨時間之老劣化問題亦趨嚴重。以臺中港為例，多數碼頭啟用至今已超過或接近 40 年，以結構物全生命周期觀點，已趨使用年限，有性能降低的狀況，加上相較於其他公共設施，港灣構造物處於較嚴苛的自然環境，鹽害、浪襲，甚至海生物的覆著等，皆是造成材料容易老劣化與構件損傷因素。目前港務維護單位雖已編列相關維護經費且進行多次維修補強工程，但為減少可能之災害損失，碼頭與防波堤等港灣構造物仍須加強風險監管並預謀對策，通盤檢視設施之安全性，建立完善的維護管理機制，應用新興科技強化巡檢與監測效能，期以快速掌握各災害高風險區狀況，縮短災害資訊傳達時間，提高資訊掌握度及防救災效率。

本計畫配合臺灣港務公司委託本所辦理「107-110 年各國際及國內商港港灣構造物維護管理計畫」，延續 107 年度之研究成果，本(108)年度針對臺中港碼頭與防波堤等港灣構造物進行現況調查與檢測評估，並持續精進擴充既有港灣構造物維護管理系統並優化功能，以利於構造物檢測及管理作業邁向自動化，提供未來設計與維護參考應用。爰此，彙整研析相關文獻及現況調查與檢測評估結果並詳述於後續章節。

1.2 研究目的

本研究將藉由研析港灣構造物現行巡檢標準作業程序，彙整維護及維修計畫，編撰維護管理手冊，並持續精進擴充維護管理資訊系統，期能提供交通部航港局、臺灣港務公司等相關單位參考應用，強化港灣設施使用效能及提升港埠營運服務品質與作業效率，並藉由調查臺中港碼頭現況及檢測評估成果，儘早發現臺中港港灣構造物混凝土劣化、內部鋼筋腐蝕情形以及其他損壞狀況，減少構造物受到環境因素、天然災害或材料老劣化之影響而後續可能造成更大損壞。

1.3 研究範圍及項目

本計畫研究範圍為臺中港之碼頭與防波堤。研究項目包括：(1)研析臺中港現行維護管理機制；(2)進行臺中港碼頭與防波堤岸上及水下調查；(3)檢測並評估臺中港碼頭鋼板樁厚度與防蝕效能；(4)擴充並優化既有港灣構造物維護管理系統功能。

第二章 文獻回顧

2.1 港灣構造物之維護管理

交通建設等重大公共工程建設，主要採用材料為鋼筋混凝土與鋼板(管)樁，材料雖甚具耐久性，但受使用環境(諸如腐蝕性的環境)及超負載等因素之影響，結構甚易受到損壞，其耐久性與安全性必須重視。

針對國內港灣構造物是否安全堪用，必需明確的瞭解，俾採必要之防範措施，基於此一要求，亟需進行結構物安全評估工作，國外針對新舊結構物均有建立結構檢測方法及完善評估制度，使結構物達到安全、經濟、有效益之維護，增長使用壽命之目的。國內雖已有初步之成果，然為建立本土化之結構物評估制度，港灣構造物安全檢查評估之研究確有其必要性。

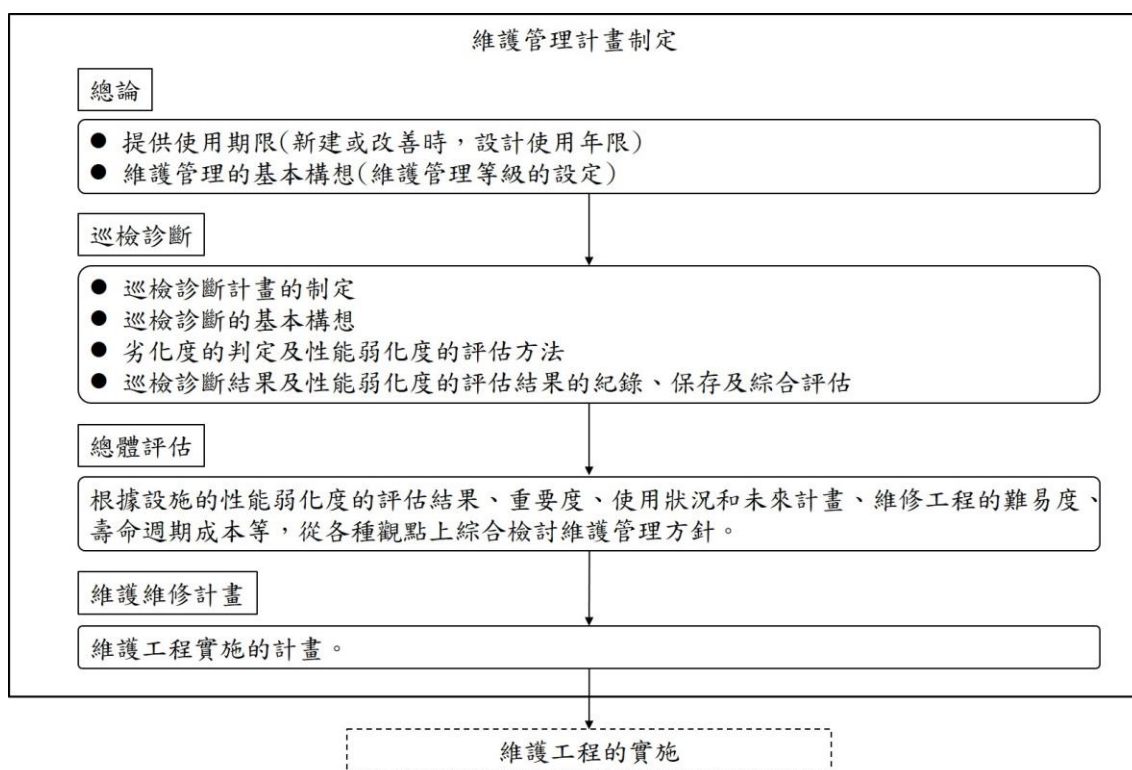
結構物之維修是為確保安全，使用功能及延長使用年限，以往我國工程與設施較注重興建或全面維修，對於平常之維護均認為是例行公事，僅編列少數維護經費，做低效益、無專業技術之表面粗淺之維護工作。而如日本等先進國家則依環境腐蝕特性，規劃一套完整之維護計劃，不但使維護經費做最有效之運用，並可杜絕龐大維護費用之浪費，且對人、社會及環境造成最低之衝擊，因此需建立一套完善的港灣構造物維護管理制度。

2.1.1 國外港灣構造物維護管理程序及目視檢測標準研析^[1-5]

1. 維護管理計畫

日本現行港灣設施巡檢診斷之基本構想，以及巡檢頻率和維護管理計畫之訂定，皆明白揭示於日本国土交通省出版之「港灣の施設の点検診断ガイドライン」^[1]中，我國台灣海洋工程學會亦參考其內容與精神，出版「港灣設施巡檢診斷指南與實施要領彙編」^[2]。

圖 2.1 為日本維護管理計畫制定流程，計畫內容包括：總論、巡檢診斷、總體評估及維護維修計畫等。



資料來源：港灣設施巡檢診斷指南與實施要領彙編^[2] (本報告重繪)

圖 2.1 維護管理計畫制定流程圖

總論部分係依構造物之設計使用年限、圖說、施工紀錄、材料特性及初次巡檢診斷結果等，提出維護管理之基本構想；巡檢診斷為決定巡檢構件、巡檢方法及頻率後，再使用相關評估方法，分析其劣化度及性能弱化度；總體評估是針對巡檢診斷結果，整理出構造物整體發生的損傷、劣化等異狀到甚麼程度後，依據工程的專業判斷進行評估，作為構造物性能弱化度的指標。

綜上分析，根據巡檢診斷及綜合評估結果，考量設施安全性與重要性、維修難易度和可行性、效果持續性、維修相關費用等，訂定出維護和維修方法及其實施時機等。

2. 巡檢診斷

依巡檢診斷種類分為：初次巡檢診斷、日常巡檢、定期巡檢診斷、臨時巡檢診斷，如圖 2.2。



資料來源：港灣設施巡檢診斷指南與實施要領彙編^[2](本報告重繪)

圖 2.2 巡查診斷種類

3. 目視檢測標準

(1) 碼頭

日本港灣空港技術研究所一棧橋的生命週期維護管理系統之構築與關連之研究^[3]：此研究僅針對棧橋式結構進行目視檢測標準之訂定，其依結構特性分為上、下部結構。檢測類型分為一般與詳細檢查，一般檢查除將上部工、鋼管樁檢測標準進行描述外，亦特別針對防蝕披覆部分之檢視方法進行說明，相關說明如表 2-1 至表 2-2 所示，下部結構詳細診斷如表 2-3。另針對重力式及板樁式碼頭，國土技術政策綜合研究所研提以下檢測標準^[4]，如表 2-4 至 2-5 所示。

表 2-1 日本棧橋式碼頭一般檢查診斷之項目與判定基準

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

資料來源：港灣空港技術研究所^[3]

表 2-2 日本防蝕披覆檢查診斷之方法與劣化程度判定標準

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

資料來源：港灣空港技術研究所^[3]

表 2-3 日本下部結構詳細診斷之項目與檢測標準

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

資料來源：港灣空港技術研究所^[3]

表 2-4 日本重力式碼頭目視檢測標準說明

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

資料來源：國土技術政策綜合研究所^[4]

表 2-5 日本板樁式碼頭目視檢測標準說明

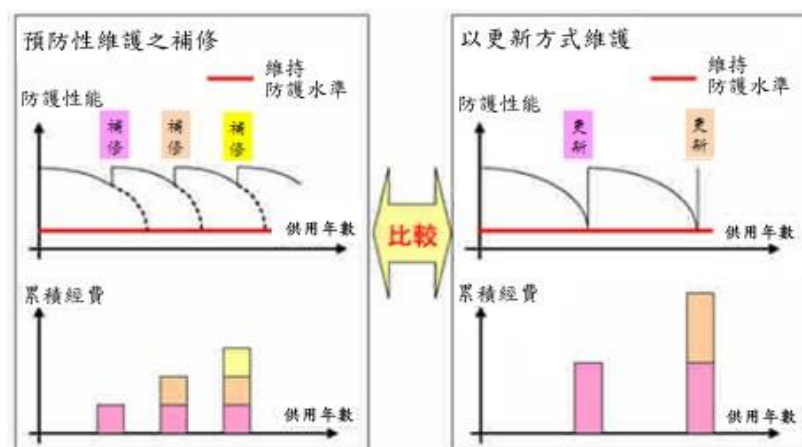
檢查項目		檢查方法	判定基準	
岸壁 法線	凹凸、 落差	目視移動量	a	相鄰的沉箱間距 20 cm 以上之凹凸。
			b	相鄰的沉箱間距 10~20 cm 之凹凸。
			c	上述以外之場合，相鄰沉箱凹凸未滿 10 cm。
			d	無異狀。
板樁 防蝕	保護層	目視、潛水調查 1.鋼材腐蝕露出。 2.保護層狀態。	a	鋼材露出，鏽蝕發生。
			b	保護層發生顯著剝落，鋼材損傷。
			c	保護層發生輕微剝落，鋼材損傷。
			d	無異狀。
岸肩	沉陷	目視	a	重力式主體背後土砂流出。 重力式主體背後岸肩沉陷。
			b	重力式主體顯著開裂。
			c	重力式主體輕微開裂。
			d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

資料來源：國土技術政策綜合研究所^[4]

(2) 防波堤

由於日本防波堤結構與臺灣較為相似，且有完整的檢測評估方法，因此，本小節就日本農林水產省農村振興局防災課及國土交通省港灣局海岸防災課等共同研擬之海岸保護設施維護管理手冊之評估內容予以詳細說明，其管理策略及量化檢測觀念，可供臺灣海堤維護管理機關參考。

日本海岸保護設施維護管理，是以生命週期管理(Life cycle management, LCM)的概念進行，由掌握沿海保護設施之老劣化及功能降低的狀況，執行設施於服務年限內效益/成本比最大化的維護管理。如圖 2.3，若設施尚未破壞至必須更新重作的狀況即加以修補，雖在使用年限內修補次數較多，但累積總費用卻較低。



資料來源：日本國土交通省港灣局海岸防災課^[5]

圖 2.3 服務年限內效益/成本比最大化的維護管理方法示意圖

為達成預防性維護目標，該手冊亦提出完整的對策：首先對海堤構造物進行初始外觀檢視(初步檢查)，過濾出劣化部位，再實施二次詳細檢測，最後對檢測結果之破壞程度作評估及分級，決定維修策略。

初步檢查是以目視檢查方式快速記錄構造物各部位是否有劣化，而二次詳檢的目的，在確認劣化位置、劣化範圍、及詳細劣化程度，檢測時是以尺、裂縫尺、鐵鎚等簡單儀器量測劣化範圍及程度。

為能確實檢查到二次詳檢要求的檢查項目，或是探究劣化成因，須以特殊器具或試驗方法做二次詳檢，其檢測項目及方法亦顯示於表 2-6。舉例而言，前方海底對地盤的掏刷及基礎破壞可能需要以潛水調查，或以雷達探查堤體內部是否有掏空狀況。二次詳檢的結果將做為劣化程度的分級評估的依據，依照各檢查部位所列檢查項目分別評估，由嚴重至輕微分為 A 至 D 級。其中在檢查項目標示為灰階底色部分，是與海堤受波浪掏刷、衝擊或越波時所造成之連鎖劣化反應相關，最後可能導致潰堤，其他部分與材料老劣化關係可能較大。覆面層、

胸牆、海堤堤頂、堤前坡、堤後坡與基礎之評估分級指標如表 2-7 至表 2-12 所示。

表 2-6 日本防波堤初級評估及二次詳檢之檢測項目及方法

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

資料來源：日本國土交通省港灣局海岸防災課^[5]

表 2-7 覆面層(覆面塊體)評估分級指標

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

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[5]

表 2-8 胸牆劣化評估分級指標

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

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[5]

表 2-9 堤頂評估分級指標

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

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[5]

表 2-10 堤前坡評估分級指標

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

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[5]

表 2-11 堤後坡評估分級指標

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

資料來源：日本國土交通省港灣局海岸防災課^[5]

表 2-12 基礎評估分級指標

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

資料來源：日本國土交通省港灣局海岸防災課^[5]

2.1.2 國內港灣構造物維護管理程序及目視檢測標準研析^[10-24]

1. 文獻彙整

國內目視檢測標準以橋梁設施較為完備，亦有相關規範可依循。其標準依結構劣化情形「嚴重程度(Degree)」、「範圍(Extend)」、「對設施結構安全性與服務性之影響(Relevancy)」與「維修急迫性(Urgency)」，稱為 D.E.R.&U.評估法。

港灣構造物目視檢測評估標準相關研究初期亦參考此法進行評估，包括：交通部 89-90 年委託中山大學之「港灣構造物安全檢測與評估之研究」；交通部運輸研究所於 93-94 年委託臺灣海洋大學「港灣構造物維護管理準則之研究」、99 年「高雄港港灣防波堤維護管理系統建置之研究」、97 年委託財團法人臺灣營建研究院之「基隆港西 2 至西 4 號碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置之研究」、99 年「基隆港西 14 至西 15 號碼頭結構安全檢測評估與系統建置」、100~103 年「港灣構造物安全檢查評估之研究(1/4)~(4/4)」、102 年「花蓮港碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置」、103 年「金門港區港灣構造物維護管理系統建置與安全評估之研究」、106 年日蝕科技公司「花蓮港港灣構造物維護管理系統之優化與擴充作業」、107 年「港灣構造物維護策略與管理系統之研究」等，國內研究文獻成果彙整如表 2-13 所示。

表 2-13 國內文獻成果彙整

時間	研究題目	研究成果
1999 2000	港灣構造物安全檢測與評估之研究 ^[10-11]	採用 D.E.R.&U.評估方式，但僅針對各構件劣化現象的劣化程度(D 值)予以羅列，並未針對 E、R 與 U 值之相關狀況予以說明。
2004 2005	港灣構造物維護管理準則之研究 ^[12-13]	亦採用 D.E.R.&U.評估方式，惟各劣化等級標準僅列出劣化程度(D 值)與維修急迫性(U 值)。
2006	港灣設施維護管理制度研究委託建置工作 ^[24]	1.建立港灣設施維護管理制度：包含(1)檢測分級(平時巡查、定期檢測、特別檢測、專案檢測)；(2)檢測項目：針對平時巡查、定期檢測與特別檢測項目進行；(3)檢測頻率：平時巡查每月須

		辦理至少一次、定期檢測以每季一次或每半年一次、特別檢測颱風、地震等災害後或人為破壞之後辦理；(4) 檢測單元劃分：平時巡查碼頭以碼頭編號區分，不另分單元、定期檢測分檢測單元；(5)檢測評估方法以 D.E.R.&U.評等法，並分為三等級。 2.建置港灣設施維護管理系統。
2008	基隆港西 2 至西 4 號碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置之研究 ^[14]	1.擬定「碼頭設施檢測評估標準作業程序」分經常檢測、定期檢測與特別檢測； 2.碼頭上部與下部結構安全分析； 3.擬定碼頭設施維修補強工法：依各構件劣化異狀予以對應； 4.建置碼頭設施維護管理系統：依作業程序進行系統建置。
2010	基隆港西 14 至西 15 號碼頭結構安全檢測評估與系統建置 ^[15]	1.探討碼頭設施結構特性與劣化機制； 2.建置碼頭設施維護管理程序； 3.基隆港西 14 至 15 號碼頭檢測與修復建議； 4.建置碼頭設施維護管理系統(包含基本資料模組、檢測資料模組、維修排序模組與維修記錄模組)。
2012 2015	港灣構造物安全檢查評估之研究 (1/4~4/4) ^[16-19]	為一 4 年期計畫，研究內容包含： 1.港灣構造物檢測技術與程序，建立港灣構造物檢測技術與程序並建立港灣構造物維護管理手冊：港灣構造物基本資料調查與建置、港灣防波堤構造物目視巡查標準制定、基隆港碼頭與防波堤構造物巡查作業、港灣構造物維護管理手冊(精簡版)； 2.港灣構造物維護管理系統建置：防波堤維護管理系統建置、系統基本資料擴充與巡查資料建置與儀器檢測記錄模組建置。
2013	花蓮港碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置 ^[20]	1.建置港灣構造物維護管理系統(包含碼頭與防波堤、花蓮港船席水深即時潮位系統)； 2.撰寫花蓮港碼頭及防波堤維護管理手冊； 3.提出花蓮港碼頭及防波堤維修排序與改善對策。
2015	金門港埠碼頭防波堤現況調查與腐蝕環境分類之研究 ^[21]	1.建置港灣構造物維護管理系統與手冊； 2.建立地理資訊系統資料庫。
2017	花蓮港港灣構造物維護管理系統之優化與擴充作業 ^[22]	精進及擴充港灣構造物維護管理系統，改善舊有系統操作功能及使用上的便利性，並對各個模組功能上進行擴充跟調整，包含：

		1.系統版面重新配置，統一元件樣式； 2.搜尋功能； 3.照片上傳與排列顯示功能； 4.資訊列表功能； 5.查詢操作功能； 6.新增系統公告與留言模組、圖文管理模組； 7.以響應式方式重新設計系統網頁使用功能。
2018	港灣構造物維護策略與管理系統之研究 ^[23]	1.研析臺中港維護管理機制； 2.馬祖港港灣設施現況調查； 3.擴充維護管理系統功能，新增馬祖港五碼頭區經常巡查及定期檢測資料、新增即時回報模組與系統提醒功能； 4.研析港灣鋼構物陰極防蝕工法。

2. 巡查診斷

一般港灣構造物處在嚴峻的自然環境下，材料的劣化、構件的損傷、基礎的沖刷、下陷、掩埋等，都將引起使用期間性能降低之疑慮，故需有一套完善的維護管理計畫以及巡查診斷方法，設法延長其使用年限及安全性。

巡查的種類依時機、頻率等不同，共分：經常巡查、定期檢測及特別巡查，其簡易作業流程如圖 2.4。其執行單位、頻率及巡查方式等如表 2-14 所列。根據構造物設置各項條件及形式及影響構造物性能的程度等分類如表 2-15。主要型式碼頭巡查診斷項目的標準分類分列如表 2-16 至表 2-18，防波堤則列如表 2-19。

表 2-14 巡查種類

種類	建議執行單位	檢測時機	檢測方式
經常巡查	業管單位	日常(建議每月 1 次)	目視(岸上)
定期檢測	委外發包廠商	固定時間(建議 2 年 1 次)，若為浮動碼頭建議為 1 年 1 次	目視(包含水下)、簡單儀器、依需求配合詳細儀器檢測
特別巡查	業管單位	重大災害事故發生後	目視(岸上)

[註]新完工構造物，必須保留竣工圖及相關資料，作為日後巡查的基本資料。既有結構物，第一次巡查時，必須建立該構造物之相關資料，作為日後巡查的依據。

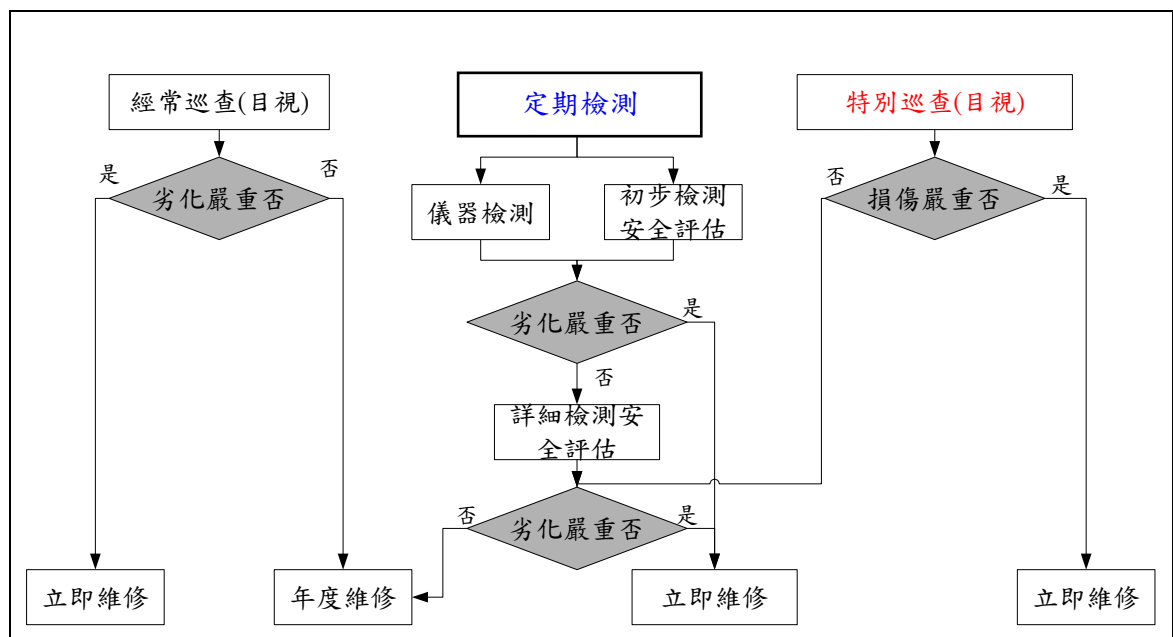


圖 2.4 港灣構造物巡查診斷作業程序

表 2-15 巡查診斷項目分類

類別	I 類	II 類	III 類
性能 影響 程度	- 對設施性能與安全性產生直接影響的構件 - 設施整體的位移和沉陷	- 對設施性能產生影響的構件 - 鋼鐵構件的防蝕設施 - 防舷材、繫船柱	- 附屬設施 - 防護欄、爬梯等

表 2-16 重力式碼頭巡查診斷項目的標準分類

類別項目 設施	I 類	II 類	III 類
重力式碼頭	【岸壁法線】凹凸、出入 【鋪面】淘出、空洞化、下陷、坍塌 【本體工】沉箱的空洞化混凝土的劣化、損傷 【海底地基】沖刷，土砂的淤積 - 防舷材	【鋪面】混凝土・瀝青鋪面等的劣化、損傷 【上部工】混凝土的劣化、損傷	左欄以外

表 2-17 板樁式碼頭巡查診斷項目的標準分類

類別項目 設施	I 類	II 類	III 類
板樁式碼頭	•【岸壁法線】凹凸、出入 •【鋪面】淘出、空洞化、下陷、坍塌 •【鋼板樁】鋼材的腐蝕、龜裂、損傷 •【海底地基】沖刷、土砂的淤積 •防舷材	•【鋪面】混凝土・瀝青鋪面等的劣化、損傷 •【上部工】混凝土的劣化、損傷 •【鋼板樁】塗裝防蝕工 陰極防蝕工	左欄以外

表 2-18 棧橋式碼頭巡查診斷項目的標準分類

類別項目 設施	I 類	II 類	III 類
棧橋式碼頭	•【棧橋法線】凹凸、出入 •【鋪面】淘出、空洞化、下陷、坍塌 •【鋼管樁等】鋼材的腐蝕、龜裂、損傷 •【海底地基】沖刷、土砂的淤積 •【擋土護岸】 •防舷材	•【鋪面】混凝土・瀝青鋪面等的劣化、損傷 •【上部工】混凝土的劣化、損傷 •【鋼管樁等】塗裝防蝕工 陰極防蝕工 •【渡版】移動、損傷	左欄以外

表 2-19 防波堤巡查診斷項目的標準分類

類別項目 設施	I 類	II 類	III 類
防波堤	•設施整體的位移 •【堤體】混凝土的劣化、破損、沉箱的空洞化 •【基礎】移動、下陷、破損 •【海底地基】沖刷、土砂的淤積	•【上部工】混凝土的裂化、破損 •【護基工】移動、散亂、下陷 •【消波工】移動、散亂、下陷	—

(1) 經常巡查

經常巡查可參照碼頭經常巡查檢測表(如表 2-20)進行。由業管單位執行，其檢測對象以整體碼頭與防波堤岸上構件，若各構件有劣化異狀發生，填寫其最嚴重的劣化狀況等級(表格中僅顯示數值，對應之劣化狀況等級描述附加於其後)，並紀錄其所發生的單元位置與劣化位置，數量則以概估總數量，劣化照片編號則紀錄拍攝照片之編號。

(2) 定期檢測

定期檢測以單一單元方式進行，可參照碼頭定期檢測檢測表所進行。該表可分重力式、板樁式、棧橋式，以下以重力式檢測表為例(如表 2-21)。巡查時除岸上構件目視檢測外，尚包含水下構件目視檢測，故於各單元紀錄最嚴重者之劣化狀況等級與其劣化位置，並將該類型劣化數量以總數量紀錄(照片編號同前述之經常巡查)。

(3) 特別檢測

特別巡查乃針對天然(颱風或地震強度 4 級)或人為災後發生後為主，以檢視岸上構件是否有達到劣化狀況為 4 之「是/否」值，並非紀錄碼頭構件劣化狀況等級，如表 2-22 碼頭特別巡查檢測表所示。

表 2-20 碼頭經常巡查檢測表

檢測日期		年 月 日		檢測天氣		☐ 晴 ☐ 陰 ☐ 雨	
碼頭資料	港灣名稱				碼頭編號		
檢測單位：					檢測人：		
碼頭本體							
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	座 標 起 始 點	劣化位置	劣化數量	照片編號
岸 肩	裂 縫	☐ d、 ☐ c、 ☐ b、 ☐ a			X__,Y__	m	
	剝 落	☐ d、 ☐ c、 ☐ b、 ☐ a			X__,Y__	m ²	
	沉 陷	☐ d、 ☐ c、 ☐ b、 ☐ a			X__,Y__	m ²	
後 線	沉 陷	☐ d、 ☐ c、 ☐ b、 ☐ a			X_____	m ²	
附屬設施							
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	座 標 起 始 點	劣化位置	劣化數量	照片編號
繫船柱	腐蝕龜裂	☐ d、 ☐ c、 ☐ b、 ☐ a			—	個	
防舷材	龜裂破損	☐ d、 ☐ c、 ☐ b、 ☐ a			第____個	個	
車擋	龜裂破損	☐ d、 ☐ c、 ☐ b、 ☐ a			第____個	個	
起重機軌道	腐蝕位移	☐ d、 ☐ c、 ☐ b、 ☐ a			X_____	m	
檢測員意見：							

構件劣化狀況說明：

構件名稱		劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明
碼頭本體	岸肩	裂縫	c	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3mm 以下)
			b	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5mm 以內)
			a	裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約 5mm 以上)
		剝落	c	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 ≤ 2.5 cm
			b	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 >2.5 cm 或剝落寬度直徑 >15 cm，深度 ≤ 2.5 cm
			a	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 >15 cm，深度 >2.5 cm
		沉陷	c	岸肩輕微下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)
			b	岸肩明顯下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 >2.5 cm 或面積 >5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)
			a	岸肩嚴重下陷(面積 >5 m ² 、高度 >2.5 cm)
	後線	沉陷	c	後線輕微下陷(高度 ≤ 10 cm、面積 ≤ 10 m ²)
			b	後線明顯下陷($10 \leq$ 高度 ≤ 15 cm、 10 m ² $\leq$ 面積 ≤ 20 m ²)
			a	後線嚴重下陷(高度 >15 cm、面積 >20 m ²)
碼頭附屬設施	繫船柱	腐蝕龜裂	c	材質輕微鏽損狀況，基座無明顯龜裂情形
			b	材質明顯鏽損狀況，基座有明顯龜裂情形
			a	材質嚴重鏽損與剝落，基座嚴重龜裂
	防舷材	龜裂破損	c	材質表面褪色、輕微劣化，螺帽鬆脫或缺損
			b	材質表面劣化明顯，螺栓缺損，靠船時能明顯觀察到龜裂現象
			a	材質老化、構件變形或掉落
	車擋	龜裂破損	c	材質表面輕微龜裂情形
			b	材質表面有明顯龜裂，基座有龜裂情形
			a	材質嚴重龜裂貫穿車擋或多處破損
	起重機軌道	腐蝕位移	c	兩軌間距左右差 ≤ 5 mm、鋼軌接縫高差 ≤ 3 mm
			b	兩軌間距左右差 5mm~10mm、鋼軌接縫高差 3mm~4.25mm
			a	兩軌間距左右差 >10 mm、鋼軌接縫高差 >4.25 mm

表 2-21 碼頭定期檢測表(重力式)

編號：_____

檢測日期		年 月 日		檢測天氣		☐ 晴 ☐ 陰 ☐ 雨	
碼頭基本資料		港灣名稱		碼頭編號			
		碼頭用途		☐ 貨櫃碼頭 ☐ 散雜貨碼頭 ☐ 客運碼頭 ☐ 其他碼頭			
		碼頭型式		☒ 重力式 ☐ 板樁式 ☐ 棧橋式 ☐ 混合式(_____)			
檢測資料		檢測單元 ^{註2}					
檢測單位：				檢測人：			
碼頭本體							
巡查項目		劣化輕微(D=c)		劣化中等(D=b)		劣化嚴重(D=a)	
岸肩	裂縫	☐ 局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3mm 以下)		☐ 局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5mm 以內)		☐ 裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約 5mm 以上)	
	剝落	☐ 混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 ≤ 2.5 cm		☐ 鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 > 2.5 cm 或剝落寬度直徑 > 15 cm，深度 ≤ 2.5 cm		☐ 鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 > 15 cm，深度 > 2.5 cm	
	沉陷	☐ 岸肩輕微下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)		☐ 岸肩明顯下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 > 2.5 cm 或面積 > 5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)		☐ 岸肩嚴重下陷(面積 > 5 m ² 、高度 > 2.5 cm)	
壁體	裂縫	☐ 局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 3mm 以下)		☐ 局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3~5mm 以內)		☐ 裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約 5mm 以上)	
	剝落	☐ 混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 ≤ 2.5 cm		☐ 鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 > 2.5 cm 或剝落寬度直徑 > 15 cm，深度 ≤ 2.5 cm		☐ 鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 > 15 cm，深度 > 2.5 cm	
	漏砂	☐ 牆面出現孔洞，但並未漏砂		☐ 牆面裂縫已可觀察出漏砂		☐ 背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂	
後線	沉陷	☐ 岸肩輕微下陷(高度 ≤ 10 cm、面積 ≤ 10 m ²)		☐ 岸肩中等下陷(10 ≤ 高度 ≤ 15 cm、10 m ² ≤ 面積 ≤ 20 m ²)		☐ 岸肩嚴重下陷(高度 > 15 cm、面積 > 20 m ²)	

海床	冲刷	☐ 基礎輕微淘刷(冲刷坑深度目視約50cm以下)	☐ 基礎中等淘刷(冲刷坑深度目視約50~100cm)	☐ 基礎嚴重淘刷(冲刷坑深度目視約100cm以上)	cm	X: m	
附屬設施							
繫船柱	腐蝕龜裂	☐ 材質輕微鏽損狀況，基座無明顯龜裂情形	☐ 材質明顯鏽損狀況，基座有明顯龜裂情形	☐ 材質嚴重鏽損與剝落，基座嚴重龜裂	—	—	
防舷材	龜裂破損	☐ 材質表面褪色、輕微劣化，螺帽鬆脫或缺損	☐ 材質表面劣化明顯，螺栓缺損，靠船時能明顯觀察到龜裂現象	☐ 材質老化、構件變形或掉落	個	第 個	
車擋	龜裂破損	☐ 材質表面輕微龜裂情形	☐ 材質表面有明顯龜裂，基座有龜裂情形	☐ 材質嚴重龜裂貫穿車擋或多處破損	個	第 個	
起重機軌道	腐蝕位移	☐ 兩軌間距左右差 $\leq 5\text{mm}$ 、鋼軌接縫高差 $\leq 3\text{mm}$	☐ 兩軌間距左右差 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ 、鋼軌接縫高差 $3\text{mm}\sim 4.25\text{mm}$	☐ 兩軌間距左右差 $> 10\text{mm}$ 、鋼軌接縫高差 $> 4.25\text{mm}$	m	X: m	
檢測員意見：							

註 1.巡查評估記錄以 1 單元填寫一張表格進行。

註 2.檢測單元劃分與編碼：重力與板樁式為連續式結構(重力式沉箱碼頭有結構單元區分)，故針對此類碼頭碼，以兩繫船柱間為一單元(Block)如下圖所示，若各碼頭間之交界並非繫船柱，則仍須編列為一單元，如下圖所示。各碼頭單元構件拆解分為碼頭本體、海床與附屬設施。碼頭本體再拆分成岸肩、壁體與後線；附屬設施拆分成繫船柱、防舷材、車擋與起重機軌道。

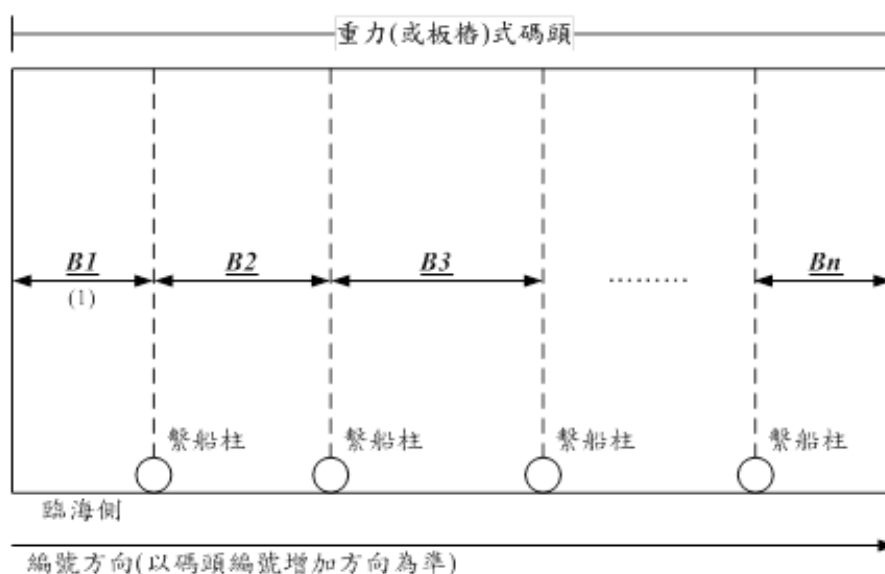


表 2-22 碼頭特別檢測表

檢測日期		年 月 日		檢測天氣		☐ 晴 ☐ 陰 ☐ 雨	
碼頭資料		港灣名稱		碼頭編號			
檢測單位：				檢測人：			
碼頭本體							
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	座 起 始 點	劣化位置	劣化數量	照片編號
岸 肩	裂縫	裂縫擴散至整個岸肩? 是 ☐ /否 ☐			X__,Y__	m	
	剝落	鋼筋混凝土外露腐蝕,且鋼筋底部混凝土剝落,且剝落寬度直徑>15 cm,深度>2.5 cm 是 ☐ /否 ☐			X__,Y__	m ²	
	沉陷	岸肩嚴重下陷(面積>5 m ² 、高度>2.5 cm)(雨天檢視) 是 ☐ /否 ☐			X__,Y__	m ²	
後線	沉陷	岸肩嚴重下陷(高度>10 cm、面積>10 m ²) 是 ☐ /否 ☐			X_____	m ²	
附屬設施							
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	座 起 始 點	劣化位置	劣化數量	照片編號
繫船柱	腐蝕龜裂	材質嚴重鏽損與剝落,基座嚴重龜裂 是 ☐ /否 ☐			—	個	
防舷材	龜裂破損	材質老化、構件變形或掉落是 ☐ /否 ☐			第____個	個	
車擋	龜裂破損	材質嚴重龜裂或脫落是 ☐ /否 ☐			第____個	個	
起重機軌道	腐蝕位移	兩軌間距高差>=4.25mm、兩軌間距左右差>=10mm、大範圍生鏽影響功能是 ☐ /否 ☐			X_____	m	
檢測員意見： 							

3. 目視檢測標準

港灣防波堤構造物目視巡查標準制定，目前國內較常採用之 D.E.R.&U. 評估標準(D 為劣化程度、E 為劣化範圍、R 為相對重要性、U 為維修急迫性)簡化為僅評估 D 值，而 E 值部分則會併於 D 值中說明，摒除以往 E 值評估不合理的情形；R 值部分則以構件權重進行取代，以做為碼頭單元與碼頭設施整體評估之用；而 U 值部分則配合 D 值來進行維修急迫性之判別，意即 D 值越大，則越優先維修。故 D 值為劣化狀況，D 值為 1 表無狀況，D 值為 2 表輕微狀況，D 值為 3 表明顯狀況，D 值為 4 表嚴重狀況，此一精神與日本目前一致。港灣碼頭與防波堤構造物目視巡查標準之制定，如表 2-23～表 2-27 所示。

表 2-23 重力式碼頭目視檢測標準

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明
碼頭本體	岸肩	裂縫	1	無異狀
			2	局部(1m ²)可見到 2 個以下寬度 3mm 以下的裂縫
			3	局部(1m ²)可見到 3 個以上寬度 3mm 以下的裂縫或裂縫寬度約 3~5mm 以內
			4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5mm 以上
		剝落	1	無異狀
			2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 <15 cm，深度 <2.5 cm
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 >2.5 cm 或剝落寬度直徑 >15 cm，深度 ≤ 2.5 cm
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 >15 cm，深度 >2.5 cm
		沉陷	1	無異狀
			2	岸肩輕微下陷(面積 <5 m ² 、高度 <2.5 cm)
			3	岸肩明顯下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 >2.5 cm 或面積 >5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)
			4	岸肩嚴重下陷(面積 >5 m ² 、高度 >2.5 cm)
	壁體	裂縫	1	無異狀
			2	局部(1m ²)可見到 2 個以下寬度 3mm 以下的裂縫

			3	局部(1m ²)可見到 3 個以上寬度 3mm 以下的裂縫或裂縫寬度約 3~5mm 以內
			4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5mm 以上
碼頭 本體	壁 體	剝 落	1	無異狀
			2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm
		漏 砂	1	無異狀
			2	壁體出現孔洞，但並未漏砂
			3	壁體裂縫已可觀察出漏砂
			4	背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂
	後 線	沉 陷	1	無異狀
			2	後線輕微下陷(高度<10 cm、面積<10 m ²)
			3	後線明顯下陷(10≤高度≤ 15 cm、10 m ² ≤面積≤ 20 m ²)
			4	後線嚴重下陷(高度>15 cm、面積>20 m ²)
海床		沖 刷	1	無異狀
			2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50cm 以下)
			3	基礎中等淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100cm)
			4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100cm 以上)

資料來源：交通部運輸研究所^[23]。

表 2-24 板樁式碼頭目視檢測標準

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明
碼頭本體	岸肩	裂縫	1	無異狀
			2	局部(1m ²)可見到 2 個以下寬度 3mm 以下的裂縫
			3	局部(1m ²)可見到 3 個以上寬度 3mm 以下的裂縫或裂縫寬度約 3~5mm 以內
			4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5mm 以上
		剝落	1	無異狀
			2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 <15 cm，深度 <2.5 cm
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 ≤15 cm，深度 >2.5 cm 或剝落寬度直徑 >15 cm，深度 ≤2.5 cm
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 >15 cm，深度 >2.5 cm
		沉陷	1	無異狀
			2	岸肩輕微下陷(面積 <5 m ² 、高度 <2.5 cm)
			3	岸肩明顯下陷(面積 ≤5 m ² 、高度 >2.5 cm 或面積 >5 m ² 、高度 ≤2.5 cm)
			4	岸肩嚴重下陷(面積 >5 m ² 、高度 >2.5 cm)
	壁體	接縫開裂	1	無異狀
			2	開裂深度輕微(量尺可入裂縫約 <10cm 深)
			3	開裂深度中等(量尺可入裂縫 10~20cm 深)
			4	開裂深度嚴重(量尺可入裂縫約 >20cm 深)
碼頭本體	壁體	穿孔	1	無異狀
			2	帶狀區域的鏽蝕、局部小型穿孔(面積小於 5 cm ²)現象
			3	帶狀區域的鏽蝕、並有局部小型穿孔(面積介於 5~20 cm ²)現象
			4	連續性多範圍鏽蝕，鋼板樁表面穿孔(面積大於 20 cm ²)擴大且有漏砂現象
		防蝕系統	1	無異狀
			2	海水下，-780mV <防蝕電位 < -850mV(vs.海水型 Ag/AgCl 參考電極)；潮間帶鋼材塗裝面積破損率 3~5%
			3	海水下，-650mV <防蝕電位 < -780mV(vs.海水型 Ag/AgCl 參考電極)；潮間帶鋼材塗裝面積破損率

				5~10%
			4	海水下，防蝕電位 $>-650\text{mV}$ (vs.海水型 Ag/AgCl 參考電極)；潮間帶鋼材無塗裝保護或塗裝面積破損率達 10%以上
		後 線 沉 陷	1	無異狀
			2	後線輕微下陷(深度 $<10\text{ cm}$ 、面積 $<10\text{ m}^2$)
			3	後線明顯下陷($10\leq\text{深度}\leq 15\text{ cm}$ 、 $10\text{ m}^2\leq\text{面積}\leq 20\text{ m}^2$)
			4	後線嚴重下陷(深度 $>15\text{ cm}$ 、面積 $>20\text{ m}^2$)
	海床	沖 刷	1	無異狀
			2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50cm 以下)
			3	基礎中等淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100cm)
			4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100cm 以上)

資料來源：交通部運輸研究所^[23]。

表 2-25 附屬設施目視檢測標準

構件	劣化 類型	劣化 狀況	劣化狀況說明
繫船柱	腐蝕 龜裂	1	無異狀
		2	材質輕微鏽損狀況，基座無明顯龜裂情形
		3	材質明顯鏽損狀況，基座有明顯龜裂情形
		4	材質嚴重鏽損與剝落，基座嚴重龜裂
防舷材	龜裂 破損	1	無異狀
		2	材質表面褪色、輕微劣化，螺帽鬆脫或缺損
		3	材質表面劣化明顯，螺栓缺損，靠船時能明顯觀察到龜裂現象
		4	材質老化、構件變形或掉落
車擋	龜裂 破損	1	無異狀
		2	材質表面輕微龜裂情形
		3	材質表面有明顯龜裂，基座有龜裂情形
		4	材質嚴重龜裂貫穿車擋或多處破損
起重機 軌道	腐蝕 位移	1	無異狀
		2	兩軌間距左右差 $\leq 5\text{mm}$ 、鋼軌接縫高差 $\leq 3\text{mm}$
		3	兩軌間距左右差 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ 、鋼軌接縫高差 $3\text{mm}\sim 4.25\text{mm}$
		4	兩軌間距左右差 $>10\text{mm}$ 、鋼軌接縫高差 $>4.25\text{mm}$

資料來源：交通部運輸研究所^[23]。

表 2-26 防波堤各構件劣化目視巡查標準

構件	劣化類型	劣化程度	劣化程度說明
覆面層	移動、散亂及下滑	1	無異狀
		2	受損不明顯(護面破壞約 $<3\text{ m}^2$)，但並未漏砂
		3	明顯受損(護面破壞約 $3\sim 12\text{ m}^2$)，堤面出現孔洞，但並未漏砂
		4	嚴重受損(護面破壞約 $>12\text{ m}^2$)，背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂
堤前(後)坡	裂縫	1	無異狀
		2	局部(1 m^2)可見到 2 個以上寬度 3mm 以下的裂縫
		3	裂縫寬度約 3~5mm
		4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5mm 以上
	沉陷	1	無異狀
		2	輕微下陷(面積 $<5\text{ m}^2$ 、高度 $<2.5\text{ cm}$)
		3	明顯下陷(面積 $\leq 5\text{ m}^2$ 、高度 $>2.5\text{ cm}$ 或面積 $>5\text{ m}^2$ 、高度 $\leq 2.5\text{ cm}$)
		4	嚴重下陷(面積 $>5\text{ m}^2$ 、高度 $>2.5\text{ cm}$)
	剝落	1	無異狀
		2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 $<15\text{ cm}$ ，深度 $<2.5\text{ cm}$
		3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 $\leq 15\text{ cm}$ ，深度 $>2.5\text{ cm}$ 或剝落寬度直徑 $>15\text{ cm}$ ，深度 $\leq 2.5\text{ cm}$
		4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 $>15\text{ cm}$ ，深度 $>2.5\text{ cm}$
堤頂	沉陷	1	無異狀
		2	岸肩輕微下陷(面積 $<5\text{ m}^2$ 、高度 $<2.5\text{ cm}$)
		3	岸肩明顯下陷(面積 $\leq 5\text{ m}^2$ 、高度 $>2.5\text{ cm}$ 或面積 $>5\text{ m}^2$ 、高度 $\leq 2.5\text{ cm}$)
		4	岸肩嚴重下陷(面積 $>5\text{ m}^2$ 、高度 $>2.5\text{ cm}$)
	裂縫	1	無異狀
		2	局部(1 m^2)可見到 2 個以上寬度 3mm 以下的裂縫
		3	裂縫寬度約 3~5mm
		4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5mm 以上
	剝落	1	無異狀

		2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm
		3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 $\leq$ 15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度 $\leq$ 2.5 cm
		4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm
胸牆	裂縫	1	無異狀
		2	局部(1m ²)可見到 2 個以上寬度 3mm 以下的裂縫
		3	裂縫寬度約 3~5mm
		4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5mm 以上
	剝落	1	無異狀
		2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 $\leq$ 15 cm，深度 $\leq$ 2.5 cm
		3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 $\leq$ 15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度 $\leq$ 2.5 cm
		4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm
基礎	沖刷	1	無異狀
		2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50cm 以下)
		3	基礎中等淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100cm)
		4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100cm 以上)

資料來源：交通部運輸研究所^[23]。

表 2-27 浮動碼頭各構件劣化目視巡查標準

構件		劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明
浮臺	浮臺外部	鋼材腐蝕、龜裂、損傷(鋼材)	1	無異狀
			2	—
			3	—
			4	因腐蝕引起之穿孔、變形或其他明顯損傷
		混凝土劣化損傷(RC)	1	無異狀
			2	輕微裂縫或點狀鏽水產生
			3	直徑 3mm 以下鋼筋混凝土之裂縫部分鏽水產生
			4	直徑 3mm 以上鋼筋混凝土之裂縫或保護層剝落或大範圍鏽水產生或貫通的裂縫
		混凝土劣化損傷(PC)	1	無異狀
			2	—
			3	—
			4	有裂縫或鏽水
	浮臺內部	本體龜裂、損傷	1	無異狀
			2	—
			3	—
			4	可看見因裂縫、龜裂或損傷引起之浸水
	滾輪組	塗裝剝離、腐蝕、異音	1	無異狀
			2	—
			3	—
			4	從支承部位發出之異常聲音
鋼管樁		磨耗、腐蝕	1	無異狀
			2	可看見被覆材輕微損傷
			3	鋼管樁有輕微磨耗或孔或被覆材全面龜裂或剝離
			4	鋼管樁有變形、明顯磨耗或穿孔或鋼管樁有明顯磨耗
聯絡橋	聯絡橋外部	鋼材腐蝕、龜裂、損傷	1	無異狀
			2	—
			3	—

			4	因腐蝕引起之穿孔、變形或其他明顯損傷
	鉸接端 與滑動 端	塗裝剝離、 腐蝕、異音	1	無異狀
			2	—
			3	—
			4	從支承部位發出之異常聲音

資料來源：交通部運輸研究所^[24]。

4. 初步安全評估

(1) 單一構件評估

港灣構造物構件維修排序程序，如圖 2.5 所示。

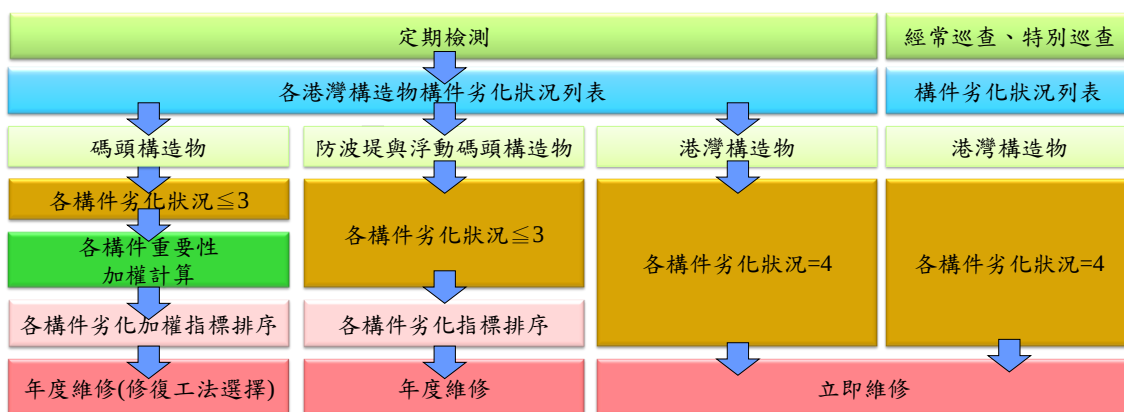


圖 2.5 港灣構造物構件維修排序程序

定期檢測部分針對碼頭構造物、防波堤與浮動碼頭構造物等，若構件劣化狀況 ≤ 3 ，則依其狀況指標進行排序(若為碼頭構造物則配合構件權重加權計算)；若劣化狀況=4，附屬設施需進行立即維修(更新、置換)，主要構件需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強。若為經常與特別巡查，則若劣化狀況=4，同前述定期檢測劣化狀況=4之執行方式。

(2) 整體構造物評估

由於碼頭構造物各構件有相對權重，權重之使用，參照「基隆港西 14 至西 15 號碼頭結構安全檢測評估與系統建置」所制訂之結果進行計算，於此僅進行簡易說明。碼頭整體狀況進行計算時，

將構造物各構件最嚴重者，採用其劣化狀況配合各構件權重進行計算後累加，即為構造物整體狀況。如圖 2.6 所示(以板樁式碼頭為例)，各構件權重參照表 2-28～表 2-30 所示，各構件劣化狀況判定以採用該構造物構件最嚴重者，進行加權計算後累加即為整體評估。防波堤構造物則無計算整體構造物評分。

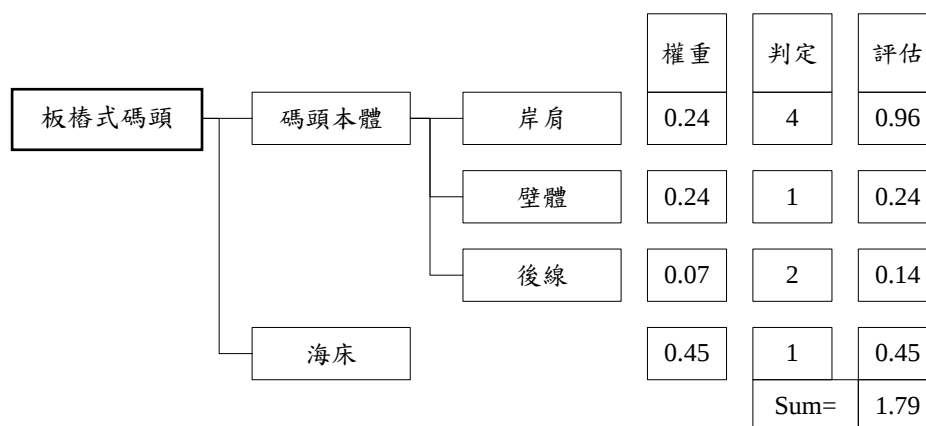


圖 2.6 整體構造物評估說明(以板樁式碼頭為例)

表 2-28 重力式碼頭各構件權重

第 1 層構件	第 2 層構件	各構件分配權重
碼頭本體(0.53)	岸肩(0.35)	0.19
	壁體(0.55)	0.29
	後線(0.10)	0.05
海床(0.47)		0.47

表 2-29 板樁式碼頭各構件權重

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

表 2-30 碼頭附屬設施權重

構造物名稱	分配權重
繫船柱	0.22
防舷材	0.30
車擋	0.13
起重機軌道	0.36

5. 處置對策

處置對策依「立即維修」與「年度維修」方式說明如下：

(1)立即維修

由於屬緊急狀況，建議由管理單位配合的開口合約廠商進行適切的處置，以避免後續引發的二次災害。

(2)年度維修

確認能否掌握劣化原因，若否則需進行詳細檢測後，擬定維修補強策略後，進行施工，如圖 2.7 所示。

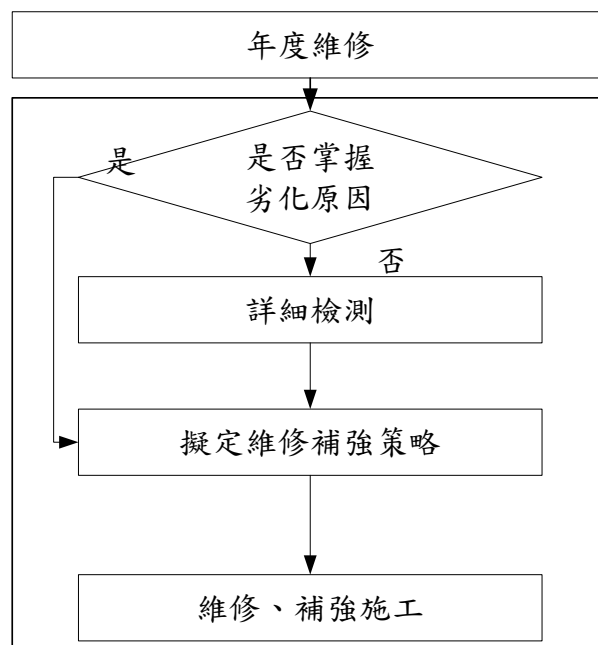


圖 2.7 港灣構造物年度維修處置對策程序

本節針對各劣化異狀所建議的修復工法進行列表，並於其後說明建議處置對策，以供現地工程師使用，惟在此僅針對一般性修復工法進行說明，補強工法部分因涉進一步結構分析與設計，故在此不予以羅列，詳細內容請參考交通部運研所出版之維護管理手冊。表 2-31～表 2-34 中「建議處置對策」工法編號，C、S、O 分別為鋼筋混凝土構造物、鋼構造物與其他構造物之相關維修工法。

表 2-31 重力式碼頭劣化異狀與處置對策

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
碼頭本體	岸肩	裂縫	2	局部(1 m ²)可見到 2 個以下寬度 3 mm 以下的裂縫	樹脂砂漿塗抹工法 (C1)
			3	局部(1 m ²)可見到 3 個以上寬度 3 mm 以下的裂縫或裂縫寬度約 3~5 mm	灌注環氧樹脂工法 (C2)
			4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度大於 5 mm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 <15 cm，深度 <2.5 cm	修補水泥砂漿工法 (C3)
			3	鋼筋混凝土(或鋼筋網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 >2.5 cm 或剝落寬度直徑 >15 cm，深度 ≤ 2.5 cm	修補水泥砂漿工法 (C3)
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 >15 cm，深度 >2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強混凝土及鋼筋修補 (C4)
		沉陷	2	岸肩輕微下陷(面積 <5 m ² 、高度 <2.5 cm)	持續觀察
			3	岸肩明顯下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 >2.5 cm 或面積 >5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)	持續觀察，並同時確認壁體狀況。
			4	岸肩嚴重下陷(面積 >5 m ² 、高度 >2.5 cm)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強，必要時重新鋪設。
	壁體	裂縫	2	局部(1 m ²)可見到 2 個以下寬度 3 mm 以下的裂縫	樹脂砂漿塗抹工法 (C1)

碼頭 本體			3	局部(1m ²)可見到 3 個以上寬度 3mm 以下的裂縫或裂縫寬度約 3~5 mm	灌注環氧樹脂工法 (C2)
			4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度大於 5 mm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	壁體	剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 <15 cm，深度 <2.5 cm	修補水泥砂漿工法 (C3)
			3	鋼筋混凝土(或鋼筋網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 ≤ 15 cm，深度 >2.5 cm 或剝落寬度直徑 >15 cm，深度 ≤ 2.5 cm	修補水泥砂漿工法 (C3)
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 >15 cm，深度 >2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 混凝土及鋼筋修補 (C4)
		漏砂	2	壁體出現孔洞，但並未漏砂	持續觀察
			3	壁體裂縫已可觀察出漏砂	持續觀察並回填粒料
			4	背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 回填料填補壓實法 (C6)
	後線	沉陷	2	後線輕微下陷(高度 <10 cm、面積 <10 m ²)	持續觀察
			3	後線明顯下陷(10 ≤ 高度 ≤ 15 cm、10 m ² ≤ 面積 ≤ 20 m ²)	持續觀察或修補水泥砂漿工法(C3)
			4	後線嚴重下陷(高度 >15 cm、面積 >20 m ²)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 回填料填補壓實法 (C6)
海床		沖刷	2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50 cm 以下)	持續觀察 拋石護基工法(O1)
			3	基礎明顯淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100 cm)	設置消波塊 拋放麻袋混凝土法 (O2)
			4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100 cm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 新增護基方塊法(O3)

註：劣化狀況 1，表示無異狀，故無建議之處置對策。

表 2-32 板樁式碼頭劣化異狀與處置對策

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
碼頭本體 碼頭本體	岸肩	裂縫	2	局部(1m ²)可見到 2 個以下寬度 3 mm 以下的裂縫	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
			3	局部(1m ²)可見到 3 個以上寬度 3mm 以下的裂縫或裂縫寬度約 3~5 mm	灌注環氧樹脂工法(C2)
			4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度大於 5 mm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
			3	鋼筋混凝土(或鋼筋網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 混凝土及鋼筋修補(C4)
		沉陷	2	岸肩輕微下陷(面積<5 m ² 、高度<2.5 cm)	持續觀察
			3	岸肩明顯下陷(面積≤5 m ² 、高度>2.5 cm 或面積>5 m ² 、高度≤2.5 cm)	持續觀察，並同時確認壁體狀況。
			4	岸肩嚴重下陷(面積>5 m ² 、高度>2.5 cm)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強，必要時重新鋪設
	壁體	接縫開裂	2	開裂深度輕微(文公尺可入裂縫約<10 cm 深)	持續觀察、新增鋼板焊補法(S1)
			3	開裂深度中等(文公尺可入裂縫 10~20 cm 深)	持續觀察、陸側水中混凝土填補法(C5)
			4	開裂深度嚴重(文公尺可入裂縫約>20 cm 深)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強。新增鋼板

				帶狀區域的鏽蝕、局部小型穿孔(面積小於 5 cm ²)現象	焊補法(S1)+陸側水中混凝土填補法(C5)
		穿孔	2	帶狀區域的鏽蝕、局部小型穿孔(面積小於 5 cm ²)現象	水中硬化環氧樹脂塗附法(S2)
			3	帶狀區域的鏽蝕、並有局部小型穿孔(面積介於 5~20 cm ²)現象	新增鋼板焊補法(S1)
			4	連續性多範圍鏽蝕，鋼板樁表面穿孔(面積大於 20 cm ²)擴大且有漏砂現象	新增鋼板焊補法(S1)+水中硬化環氧樹脂塗附法(S2)
		防蝕性能降低	2	海水下，防蝕電位 < -850 mV(vs.海水型 Ag/AgCl 參考電極)；潮間帶以上鋼材有塗裝保護，外觀完好	確認其腐蝕電流是否符合規定，若是則持續觀察，若否則進行外加電流式防蝕系統(S4)
			3	海水下，-780mV < 防蝕電位 < -850mV(vs. 海水型 Ag/AgCl 參考電極)；潮間帶鋼材塗裝面積破損率 3~5%	外加電流式防蝕系統(S4)
			4	海水下，-650mV(vs.海水型 Ag/AgCl 參考電極) < 防蝕電位 < -780mV；潮間帶鋼材塗裝面積破損率 5~10%	犧牲陽極式防蝕系統(S3)
	後線	沉陷	2	後線輕微(<= 10 m ²)	持續觀察
			3	後線明顯下陷(10 ≤ 高度 ≤ 15 cm、10m ² ≤ 面積 ≤ 20 m ²)	持續觀察或修補水泥砂漿工法(C3)
			4	後線嚴重下陷(高度 > 15 cm、面積 > 20 m ²)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 回填料填補壓實法(C6)
海床	冲刷		2	基礎輕微淘刷(冲刷坑深度目視約 50 cm 以下)	持續觀察 拋石護基工法(O1)
			3	基礎明顯淘刷(冲刷坑深度目視約 50~100 cm)	設置消波塊 拋放麻袋混凝土法(O2)
			4	基礎嚴重淘刷(冲刷坑深度目視約 100 cm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 新增護基方塊法(O3)

註：劣化狀況 1，表示無異狀，故無建議之處置對策。

表 2-33 碼頭附屬設施劣化異狀與處置對策

構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
繫船柱	腐蝕龜裂	2	材質輕微鏽損狀況，基座無明顯龜裂情形	防蝕塗料維修(O6)
		3	材質明顯鏽損狀況，基座有明顯龜裂情形	防蝕塗料維修(O6) 灌注環氧樹脂工法(C2)
		4	材質嚴重鏽損與剝落，基座嚴重龜裂	置換繫船柱(O7)
防舷材	龜裂破損	2	材質表面褪色、輕微劣化，螺帽鬆脫或缺損	持續觀察
		3	材質表面劣化明顯，螺栓缺損，靠船時能明顯觀察到龜裂現象	構件脫落之維修(O8)
		4	材質老化、構件變形或掉落	置換防舷材(O9)
車擋	龜裂破損	2	材質表面輕微龜裂情形	持續觀察
		3	材質表面有明顯龜裂，基座有龜裂情形	持續觀察
		4	材質嚴重龜裂貫穿車擋或多處破損	置換車擋
起重機軌道	腐蝕位移	2	兩軌間距左右差 ≤ 5 mm、鋼軌接縫高差 ≤ 3 mm	持續觀察
		3	兩軌間距左右差 5 ~10 mm、鋼軌接縫高差 3 ~4.25 mm	鋼軌矯正(O4)
		4	兩軌間距左右差 >10 mm、鋼軌接縫高差 >4.25 mm	鋼軌汰換(O5)

註：劣化狀況 1，表示無異狀，故無建議之處置對策。

表 2-34 防波堤劣化異狀與處置對策

構件	劣化類型	劣化程度	劣化程度說明	建議處置對策
覆面層	移動、散亂及下滑	2	受損不明顯(護面破壞約 $<3\text{ m}^2$)，但並未漏砂	拋石護基工法(O1)
		3	明顯受損(護面破壞約 $3\sim12\text{ m}^2$)，堤面出現孔洞，但並未漏砂	拋放麻袋混凝土法(O2)
		4	嚴重受損(護面破壞約 $>12\text{ m}^2$)，背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 新增護基方塊法(O3)
堤前(後)坡	裂縫	2	局部(1 m^2)可見到 2 個以上寬度 3 mm 以下的裂縫	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
		3	裂縫寬度約 3~5 mm	灌注環氧樹脂工法(C2)
		4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5 mm 以上	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	沉陷	2	輕微下陷(面積 $<5\text{ m}^2$ 、高度 $<2.5\text{ cm}$)	持續觀察
		3	明顯下陷(面積 $\leq 5\text{ m}^2$ 、高度 $>2.5\text{ cm}$ 或面積 $>5\text{ m}^2$ 、高度 $\leq 2.5\text{ cm}$)	持續觀察，並同時確認壁體狀況。
		4	嚴重下陷(面積 $>5\text{ m}^2$ 、高度 $>2.5\text{ cm}$)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強，必要時重新鋪設
	剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 $<15\text{ cm}$ ，深度 $<2.5\text{ cm}$	修補水泥砂漿工法(C3)
		3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑 $\leq 15\text{ cm}$ ，深度 $>2.5\text{ cm}$ 或剝落寬度直徑 $>15\text{ cm}$ ，深度 $\leq 2.5\text{ cm}$	修補水泥砂漿工法(C3)
		4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑 $>15\text{ cm}$ ，深度 $>2.5\text{ cm}$	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 混凝土及鋼筋修補(C4)
	沉陷	2	岸肩輕微下陷(面積 $<5\text{ m}^2$ 、高度 $<2.5\text{ cm}$)	持續觀察
		3	岸肩明顯下陷(面積 $\leq 5\text{ m}^2$ 、高度 $>2.5\text{ cm}$ 或面積 $>5\text{ m}^2$ 、高度 $\leq 2.5\text{ cm}$)	持續觀察，並同時確認壁體狀況。

			cm)	
		4	岸肩嚴重下陷(面積>5 m ² 、高度>2.5 cm)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強，必要時重新鋪設
		2	局部(1m ²)可見到 2 個以上寬度 3 mm 以下的裂縫	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
		3	裂縫寬度約 3~5 mm	灌注環氧樹脂工法(C2)
	裂縫	4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5mm 以上	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
	剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑<15 cm，深度<2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
		3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
		4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 混凝土及鋼筋修補(C4)
	胸牆	2	局部(1m ²)可見到 2 個以上寬度 3mm 以下的裂縫	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
		3	裂縫寬度約 3~5mm	灌注環氧樹脂工法(C2)
		4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5mm 以上	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強
		2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑≤15 cm，深度≤2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
		3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕，剝落寬度直徑≤15 cm，深度>2.5 cm 或剝落寬度直徑>15 cm，深度≤2.5 cm	修補水泥砂漿工法(C3)
		4	鋼筋混凝土外露腐蝕，且鋼筋底部混凝土剝落，且剝落寬度直徑>15 cm，深度>2.5 cm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 混凝土及鋼筋修補(C4)
基礎	沖刷	2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50cm 以下)	持續觀察 拋石護基工法(O1)
		3	基礎中等淘刷(沖刷坑深度目視約	設置消波塊

			50~100cm)	拋放麻袋混凝土法(O2)
		4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約100cm 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強 新增護基方塊法(O3)

註：劣化狀況 1，表示無異狀，故無建議之處置對策。

2.2 港灣構造物維護管理系統

本所 102 年「花蓮港碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置」已建置港灣構造物維護管理系統，103-105 年並持續改善內容與加入基隆、臺北、蘇澳、金門與馬祖港等應用範圍，106 年度辦理「精進及擴充既有花蓮港港灣構造物維護管理系統」，107 年度增加高雄、臺中與安平港部分資料，另擴充新增即時回報模組與系統提醒功能，並進行行動應用程式（APP）第 1 版開發。針對改善既有與新增之功能模組略述如下：

1. 帳號管理模組：

本研究特別將密碼進行編碼後再儲存，減少被冒用風險，並加入權限設定可檢視港區之功能，檢視港區功能依照使用者服務單位與負責業務區分，如圖 2.8 所示。帳號資料搜尋，可藉由過濾條件查詢區塊，包含編號、姓名、單位、信箱、權限以及狀態等欄位進行，如圖 2.9 所示。

新增個人資料

*編號:

*姓名:

*密碼:

*單位:

電話:

手機:

*信箱:

選擇權限

☐ 全選 (勾選後全港所有權限範圍內的權限皆勾選)

☐ 各公用碼頭區及岸壁設施 (如駁橋樁、碼頭、繫船、反冲等)

☐ 各公用碼頭棧作業區 (如碼頭、貨棧區、貨棧區及碼頭碼頭、水庫等)

☐ 出租與專用碼頭、場地、房舍等

☐ 船務碼頭碼頭

☐ 防波堤及護岸

☐ 施工工程之區域

☐ 施工區域於施工使用區

☐ 疏濬碼頭

圖 2.8 帳號設定畫面

帳號列表

帳號	姓名	單位	信箱	權限	狀態	操作
☐ jerry	柯正耀	運輸研究所港研中心	jerry@mail.thmt.gov.tw	系統管理者	☐	刪除 修改 新增
☐ chenym	陳德宏	金門縣港務處		使用者	☐	刪除 修改 新增
☐ kmtest	金門測試帳號	none		使用者	☐	刪除 修改 新增
☐ asonlu	劉清松	港研中心		使用者	☐	刪除 修改 新增
☐ ylchiu	邱永芳	港灣技術研究中心		使用者	☐	刪除 修改 新增
☐ hmi	黃明志	港灣技術研究中心		使用者	☐	刪除 修改 新增
☐ larry	賈瑞德	港灣技術研究中心	larry@mail.thmt.gov.tw	系統管理者	☐	刪除 修改 新增

圖 2.9 帳號列表

2. 基本資料模組：

港口選擇部份，除 GIS 選擇方式外，新增列表選擇功能。在 GIS 介面，增加資訊顯示，如圖 2.10。基本資料表將碼頭、防波堤、浮動碼頭之顯示方式，如圖 2.11。點擊設施右上方，即可查詢設施詳細單元資料，如圖 2.12。GIS 直接點選功能，包含：檢視基本資料、新增經常巡查、新增定期檢測、新增特別檢測、最近一筆記錄等功能，如圖 2.13。

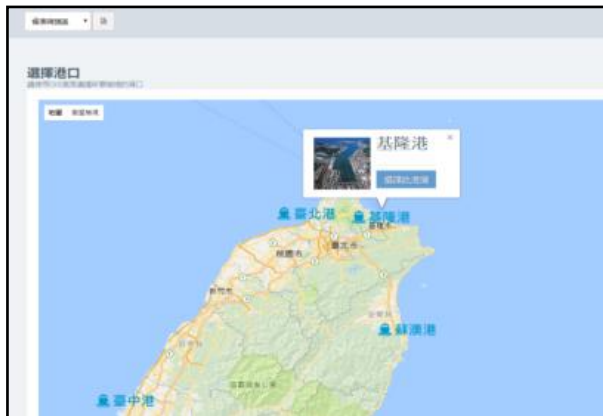


圖 2.10 GIS 方式選擇港口



圖 2.11 港口基本資料



圖 2.12 檢視碼頭設施及單元資料畫面



圖 2.13 以 GIS 方式點選設施畫面

3. 檢測資料模組：

統一表格及流程，改善與優化諸如檢測表內設施單元與基本資料表不同、資料遺失、僅能附加一張照片、操作不便等缺點，增加資料填寫與呈現之正確與完整性，讓使用者操作更加便利。

新系統可透過下拉或輸入關鍵字，快速查詢所需資料。同時提供了新增、編輯、刪除等基本功能，依照權限劃分區分使用者的權限。輸出結果列表中，點選新增經常巡查按鈕，即可開始新增巡查資料，此與 GIS 上的新增巡查相同，提供了更多樣化的新增入口，如圖 2.14 所示。

碼頭	類型	編號	結構型式	操作
防波堤	碼頭	2號碼頭	重力式	檢視
浮動碼頭	碼頭	3號碼頭	重力式	檢視
新增經常巡查	碼頭	4號碼頭	棧橋式	檢視
新增經常巡查	碼頭	S1&2號碼頭	棧橋式	檢視
新增經常巡查	碼頭	S3號碼頭	棧橋式	檢視
新增經常巡查	碼頭	E1號碼頭	棧橋式	檢視
新增經常巡查	碼頭	1號碼頭	重力式	檢視
新增經常巡查	防波堤	北防波堤		檢視
新增經常巡查	浮動碼頭	福澳碼頭區1號浮動碼頭		檢視
新增經常巡查	浮動碼頭	福澳碼頭區2號浮動碼頭		檢視

圖 2.14 以列表方式填寫檢測資料

系統不同設施之格式表單整合成共用表單，設施若無劣化狀況只需填寫巡查表 A(如圖 2.15)。若有巡查表 A 所列劣化情形，則系統在完成巡查表 A 表之填寫後，會再跳出巡查表 B (如圖 2.16)，讓使用者繼續填寫。

圖 2.15 經常巡查 A 表

圖 2.16 經常巡查 B 表

新系統可支援多張劣化照片上傳，可以點選新增照片列的按鈕，以動態新增選擇上傳(目前支援最多一次 5 張)，如圖 2.17 所示。

圖 2.17 上傳檔案資料

新增完成後，透過查詢新增巡查資料與檢測紀錄，除列出主要巡查資訊外，同時紀錄劣化數量，方便後續快速查詢，如圖 2.18 所示。

經常巡查列表

系統ID	構件名稱	類型	檢測日期	天氣	檢測員	檢測者意見	缺失筆數	操作
☐	1號碼頭	碼頭	2017-09-15	晴	13	132	2	檢視 編輯 刪除

列表上會將此筆記錄的劣化筆數呈現出來

檢視經常巡查

福澳碼頭區 - 1號碼頭

巡查日期: 2017-09-15 天氣: 晴

巡查人員: 13 會同人員: 123

巡查員意見: 132

圖 2.18 檢視巡查紀錄

定期檢測，將顯示設施檢測單元數據，並列出已完成檢測單元數，進行對照比對，可以確認定檢是否完成檢測，如圖 2.19 所示。

編輯定期檢測

福澳碼頭區 - 1號碼頭

基本資料 劣化紀錄

檢測日期: 2017-09-13 天氣: 晴

檢測人員: 1111 會同人員: 111

檢測結果: ☐ 未完成 ☐ 無異狀 ☐ 持續觀測 ☒ 維修

檢測員意見: 444

將未檢測項目建立無異狀紀錄

總單元數: 6 已檢測單元數: 6

依據此設施的單元數，列出總單元數與以檢測單元數，方便使用者檢視。

圖 2.19 定期檢測劣化紀錄

定期檢測劣化記錄，採用先新增填寫有劣化的檢測資料。完成填寫後，系統保留自動產生未劣化的單元資料數功能，可依照作業需求或規定，決定是否需產生未劣化的資料紀錄，如圖 2.20 所示。

圖 2.20 新增未檢測項目設定頁面

使用者如果使用了自動產生無劣化記錄，考慮會產出很多資料，在劣化記錄將有劣化的資料排列在列表的最上方，再排序無劣化的紀錄，快速容易查找劣化紀錄，如圖 2.21 所示。

查詢缺失紀錄結果													
返回搜尋列表													
類型	日期	狀態	設施	設施名稱	構件名稱	劣化類型	等級	劣化狀況	位置	範圍	權責範圍	照片	動作
巡查	2013-10-24	等待審核 (狀態紀錄)	碼頭	東2號碼頭	鋪面	下陷、坍塌	I類	4	X:3 Y:2	20m*2			
巡查	2013-10-24	等待審核 (狀態紀錄)	碼頭	東2號碼頭	防撞衛設施	本體的損傷、破損、固定金屬零件的腐蝕狀況	III類	2	第3個	1個			
巡查	2013-11-07	等待審核 (狀態紀錄)	碼頭	西16號碼頭	鋪面	混凝土或瀝青的劣化、損傷	II類	2	X:12 Y:3	10m			
巡查	2014-06-08	等待審核 (狀態紀錄)	碼頭	西18號碼頭	防撞衛設施	本體的損傷、破損、固定金屬零件的腐蝕狀況	III類	4	第2個	1個			
巡查	2014-06-19	等待審核 (狀態紀錄)	碼頭	西25號碼頭	防撞衛設施	本體的損傷、破損、固定金屬零件的腐蝕狀況	III類	2	第1個	1個			
巡查	2014-06-19	等待審核 (狀態紀錄)	碼頭	西27號碼頭	上部工	混凝土的劣化、損傷	II類	3	X:15 Y:3	2m*2			
巡查	2014-06-20	等待審核 (狀態紀錄)	碼頭	西30號碼頭	防撞衛設施	本體的損傷、破損、固定金屬零件的腐蝕狀況	III類	2	第1個	2個			
巡查	2014-06-20	等待審核 (狀態紀錄)	碼頭	西31號碼頭	上部工	混凝土的劣化、損傷	II類	3	X:15 Y:0	0.02m*2			
巡查	2014-06-20	等待審核 (狀態紀錄)	碼頭	西31號碼頭	防撞衛設施	本體的損傷、破損、固定金屬零件的腐蝕狀況	III類	4	第4個	1個			

圖 2.21 定期檢測劣化列表

特別檢測採先填寫檢測表單方式來操作，依不同設施產出對應表單，並增加檢測事由、事件發生日期、事件名稱等欄位，清楚紀錄特別檢測原由。檢測表單會顯示每一構件之劣化狀況，提供勾選，並增加備註欄位，記錄更詳細的劣化情形，如圖 2.22 所示。

圖 2.22 特別檢測表

特別檢測列表，會顯示出特別檢測狀態、劣化單元的筆數與相關重要的檢測資訊，如要詳細查閱紀錄，可點選檢視按鈕查看。同時提供相關新增編輯所屬功能，如圖 2.23 所示。

特別檢測列表									
	類型	檢測日期	檢測員	檢測員意見	查詢	清除	+ 新增	刪除	匯出
▼	日期	狀態	構件名稱	類型	天氣	檢測員	檢測者意見	紀錄筆數	操作
未完成 無異狀 持續觀測 維修	2017-09-14	無異狀	2號碼頭	碼頭	晴	陳添	狀況良好。	0	檢視 編輯 刪除
☐	2017-09-14	維修	北防波堤	防波堤	晴	陳添	堤前坡出現裂縫	4	檢視 編輯 刪除
☐	2017-09-14	持續觀測	福澳碼頭區 1號浮動碼頭	浮動碼頭	晴	陳添	建議維修補強	0	檢視 編輯 刪除

圖 2.23 特別檢測列表

儀器檢測新增小日曆的選擇方式，資料送出時，如有必填欄位未填寫完成，系統會以紅色警示視窗告知，如圖 2.24 所示。

圖 2.24 儀器檢測填寫畫面

儀器檢測列表可檢視與下載檢測檔案，並有編輯或刪除操作功能，如圖 2.25 儀器檢測列表。

儀器檢測列表					
檢測日期	檢測人員	檢測單位	備註說明	查詢	清除
2017-09-13	特檢小組	陳添	5號碼頭水下檢測	檔案下載	編輯 刪除
2017-09-14	特檢小組	陳添	2017/09/14 於花蓮一號碼頭進行水下檢測	檔案下載	編輯 刪除

圖 2.25 儀器檢測列表

巡查、定檢、特檢等作業，如有拍攝照片或產生檔案紀錄，另外建立新增檢測照片與檔案的功能，提供存放資料，如圖 2.26 及圖 2.27 所示。

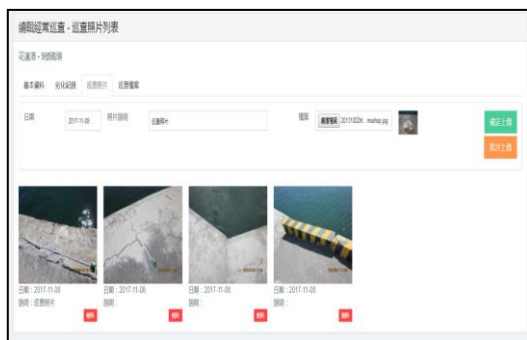


圖 2.26 檢測照片



圖 2.27 檢測檔案

照片上傳可用批次拖拉檔案上傳功能，點選批次上傳按鈕會另開啟新上傳視窗，如圖 2.28 所示，只要需要將電腦中的圖片檔案拖拉至方框內，即可即時預覽上傳圖片，如圖 2.29 所示。



圖 2.28 批次上傳



圖 2.29 上傳預覽

4. 維修紀錄模組：

新系統以樹狀方式展開各設施及其底下各單元，點選單元後可看到該單元底下各檢測劣化資料，若已填寫將不再顯示，如圖 2.30 所示。針對維修紀錄資料建立各別的維修所屬相關資料，如：契約名稱、承辦人員、廠商資料與維修工法、維修金額..等維修所需記錄的資料，如圖 2.31 所示，因維修記錄必須勾選先前建立的劣化紀錄來加以維修，所以可以建立維修與劣化記錄兩者間的關聯性。

編號	日期	機件類型	劣化類型	劣化程度	劣化位置	數量	備註
1	2013-09-11	25號橋面-1號單元	鋼筋位移	2	X-2	3 m	
2	2013-12-14	25號橋面-1號單元	鋼筋位移	4	X-2	2 m	
3	2013-12-03	27號橋面-3號單元	鋼筋位移	3	X-2	2 m	
4	2013-12-03	27號橋面-3號單元	鋼筋	3	X-2 Y-3	3 m	

圖 2.30 新增維修紀錄

編輯維修紀錄

日期: 2017-11-03 帳號: 55676

機件位置: 第1號橋面-1號單元

機件類型: 鋼筋主體、鋼筋

劣化類型: 位移

劣化程度: 4

劣化位置: X-44

數量: 5 m²

備註: test

合約編號: A51511 承辦人員: 許立光

合約名稱: 第27標-橋面劣化修復

廠商名稱: 振源工程顧問公司

負責人: 陳光傳 聯絡人: 李麗文

廠商所在縣市: 高雄市

廠商地址: 高雄市鼓山區100號

廠商電話: 07-6679124 廠商傳真: 07-6679125

維修工法: 劣化修復作業

材料數量: 5 單位: 處

圖 2.31 編輯維修紀錄

針對在未記錄之劣化狀況，新增日常維修紀錄功能，進行維修紀錄的填報使用。另支援多張照片與多個檔案上傳功能，如圖 2.32 至圖 2.33 所示。

日常維修紀錄 - 維修照片

維修紀錄 維修照片 維修檔案

日期: 2017-11-08 照片說明: 紀錄維修狀況 檔案: 選擇檔案 2013100...sp.jpg

確定上傳

日期: 2017-11-08 說明: 維修照片 刪除

日期: 2017-11-08 說明: 維修側邊 刪除

圖 2.32 維修照片上傳

日常維修紀錄 - 維修檔案

維修紀錄

維修照片

維修檔案

日期

2017-11-08

檔案名稱

檔案

選擇檔案 未選擇任何檔案

確定上傳

下載檔案

檔案名稱：維修契約相關文件
上傳日期：2017-11-08

刪除

下載檔案

檔案名稱：維修進出記錄
上傳日期：2017-11-08

刪除

下載檔案

檔案名稱：維修廠商相關文件
上傳日期：2017-11-08

刪除

圖 2.33 維修檔案上傳

查詢維修紀錄時，可針對特定條件輸入關鍵字進行過濾，如圖 2.34 所示，搜尋出來的結果可進行檢視、編輯、刪除，如圖 2.35。

查詢維修紀錄

維修類型

檢測維修記錄

合約編號

BA-001

合約名稱

港灣第28標維修

維修工法

補強作業

契約開工日期

2015-01-01 ~ 2017-11-01

契約完工日期

~

廠商名稱

龍騰公司

開始搜尋

圖 2.34 查詢維修紀錄

查詢維修紀錄								
返回搜尋列表		輸出						
維修類型	契約編號	承辦人員	合約名稱	廠商名稱	維修金額	開工日期	完工日期	操作
日常維修紀錄	7KJ08512051000		東2號碼頭加設橋基樁面板改善工程		194400000	2013-11-06		檢視 編輯 刪除

圖 2.35 查詢維修紀錄結果

5. 維修排序模組：

輸入或下拉相關的關鍵字後之維修排序搜尋頁面如圖 2.36 所示，輸入劣化狀況進行搜尋，搜尋結果如圖 2.37 所示，可以清楚瞭解目前的劣化記錄內容，港區或設施內如仍有構件需要維修，透過表列檢視紀錄之照片功能，加以輔助判斷排定維修需要，安排後續維修計畫及預算。

圖 2.36 維修排序搜尋頁面

需維修構件列表										
動作	設施名稱	構件	單元名稱	類型	檢測日期	劣化類型	劣化狀況	劣化位置	範圍	照片
添加	西14號碼頭	上部工	10號單元	定檢	2010-07-27	混凝土的劣化、損傷	3	X.5 Y.5.9	1.24m*2	照片
添加	西14號碼頭	上部工 (下面部) (RC的情況)	10號單元	定檢	2010-07-27	混凝土的劣化、損傷	2	第3個	5m*2	照片
添加	西14號碼頭	上部工 (上、側面部)	10號單元	定檢	2010-07-27	混凝土的劣化、損傷	2	第5個	8m*2	照片
添加	西14號碼頭	鋪面	10號單元	定檢	2011-11-17	下陷、坍塌	3	X.5 Y.5.9	1.24m*2	照片
添加	西14號碼頭	上部工 (上、側面部)	10號單元	定檢	2011-11-17	混凝土的劣化、損傷	2	第9個	4.1m*2	照片
添加	西14號碼頭	上部工 (下面部) (RC的情況)	11號單元	定檢	2010-07-27	混凝土的劣化、損傷	2	第7個	4.92m*2	照片
添加	西14號碼頭	上部工 (上、側面部)	11號單元	定檢	2010-07-27	混凝土的劣化、損傷	3	第1個	0.8m	照片
添加	西14號碼頭	上部工 (上、側面部)	11號單元	定檢	2010-07-27	混凝土的劣化、損傷	2	第5個	7.3m*2	照片
添加	西14號碼頭	上部工 (上、側面部)	11號單元	定檢	2011-11-17	混凝土的劣化、損傷	2	第6個	2.1m*2	照片
添加	西14號碼頭	上部工 (下面部) (RC的情況)	12號單元	定檢	2010-07-27	混凝土的劣化、損傷	2	第1個	6m*2	照片

圖 2.37 維修排序搜尋結果

系統新增已維修構件搜尋功能，可搜尋完成維修的構件資料，輸入設施或檢測類型、劣化狀況...等條件(如圖 2.38 所示)，搜尋已維修構件，可搜尋出目前建立之維修紀錄(如圖 2.39 所示)。

已維修構件搜尋

構件類型

碼頭

檢測類型

巡查

檢測日期

2017-08-31

~

2017-11-08

劣化狀況

>=

2

劣化類型

劣化類型關鍵字

契約名稱

契約關鍵字

開始搜尋

圖 2.38 已維修構件搜尋

已維修構件列表												
動作	狀態	維修契約	開工日期	構件	單元名稱	類型	檢測日期	構件類型	劣化類型	劣化狀況	劣化位置	劣化數量
檢視	已維修	2017/11/08 23.25碼頭緊急維修	2017-11-08	[碼頭] - 23號碼頭	3號單元	特檢	2013-12-03	岸肩	裂縫	3	X:2 Y:3	3 m
檢視	已維修	2017/11/08 23.25碼頭緊急維修	2017-11-08	[碼頭] - 23號碼頭	3號單元	特檢	2013-12-03	起重機軌道	腐蝕位移	3	X:2	2 m
檢視	已維修	2017/11/08 23.25碼頭緊急維修	2017-11-08	[碼頭] - 25號碼頭	1號單元	定檢	2013-12-14	起重機軌道	腐蝕位移	4	X:2	2 m
檢視	已維修	2017/11/08 23.25碼頭緊急維修	2017-11-08	[碼頭] - 25號碼頭	1號單元	巡查	2013-09-11	起重機軌道	腐蝕位移	2	X:2	3 m

圖 2.39 已維修構件列表

6. 圖文管理模組：

配合港務單位實務應用需求，新增加此模組可用於上傳圖資或文檔，供使用者下載使用，如圖 2.40 及圖 2.41 圖所示。

新增圖文資料

文件日期

名稱

圖號

統一代碼

版本

圖片性質

☐標準圖

☐剖面圖

☐標準剖面圖

☐平面圖

☐縱面圖

☐立面圖

☐剖面圖

☐詳細圖

☐示意圖

☐配置圖

☐路權圖

☐拱度圖

☐說明

☐其他

備註說明

檔案上傳

選擇檔案

未選擇任何檔案

確定新增

返回

圖 2.40 新增圖文資料頁面

圖文管理

日期

名稱

圖號

篩

清除

新增

文件日期	名稱	圖號	圖片性質	檔案	操作
2017-11-16	aaaa	123	標準圖標準剖面圖剖面圖示意圖說明	檔案下載	編輯刪除

圖 2.41 圖文資料下載頁面

7. 即時回報模組：

提供使用者快速紀錄港灣內各項問題及狀況，以利後續查詢及追蹤使用。可快速紀錄港灣內各項問題與狀況，巡查或檢測時，如有發現相關設施有缺失或問題，可立即使用手機瀏覽器連線至管理系統，在操作流程設計上以簡單快速紀錄為主。圖 2.42 為即時回報模組之功能畫面，填寫項目以下拉選單方式呈現為主，以減少填報時間。照片上傳以拖曳方式，可同時拖曳上傳多張照片，拖曳後並以縮圖提供檢視及確認。

新增即時回報

*日期: 2018-10-22

*回報人員: 黃基

*所屬單位: 工務組

*項目: 建築物

項目類型: 倉庫

*位置: 10號倉庫，面向倉庫大門左側鐵皮牆

範圍:

圖 2.42 即時回報操作

檢測人員填寫完成後，管理者可透過即時回報列表檢視目前的缺失狀況，如圖 2.43 所示。

即時回報列表												
NO	狀態	日期	回報者	權責範圍	項目	項目類型	範圍	缺失	備註	照片	建立資訊	操作
1	已接收, 等待維修 (詳細說明)	2018-10-17 11:46:35	mam (mam)	各公用碼頭棧 埠作業區	建築物		就在那邊	大門損壞		4	mam 2018-10-17 11:46:35	新增 編輯 刪除
2	結案 (詳細說明)	2018-10-12 05:21:02	馬祖系統 管理者 (日檢科技)	港區道路	碰墊	橡膠碰墊	555	無缺失		8	馬祖系統管 理者 2018-10-12 05:21:02	新增 編輯 刪除
3	結案 (詳細說明)	2018-10-12 05:19:49	馬祖系統 管理者 (日檢科技)	港區道路	碰墊	橡膠碰墊	555	無缺失		8	馬祖系統管 理者 2018-10-12 05:19:49	新增 編輯 刪除

圖 2.43 即時回報查詢

8. 系統通知模組：

本功能除可提供檢測人員設定通知辦理經常巡查或定期檢測外，另於完成填寫檢測紀錄後，也會立即發信通知相關管理人員。

在帳號設定頁面亦新增接收通知的相關設定，如圖 2.44 所示，可以設定檢測人員是否會收到巡查的通知或是定期檢測的需檢測通知，例如，每季結束時，系統會自動檢查上季時間內，是否已登入設施相關巡查檢測紀錄，如未存在(登入)，系統就會自動發送通知信件，通知相關人員必須進行檢測並登入至系統內記錄，達到通知的目的，未來並可再擴充其他通知。另外，系統在檢測人員填寫完相關的檢測記錄也會發信通知相關管理人員，如圖 2.45 所示，信件會描述相關檢測資料，下方會有系統的連結，點選連結即可登入系統進行檢視。

接收通知	☒ 接受巡查季通知 (可接收巡查每季一次無資料建立通知)
	☒ 接受定期年通知 (可接收定檢三年內無資料建立通知)

圖 2.44 檢測人員檢測提醒通知

[回報內容]	
檢測類型：巡查	
檢測日期：2018-10-17	
檢測員：ma	
構件類型：繫船柱及繫船環	
裂化類型：本體的劣化、損傷、塗裝的剝落等狀況	
裂化狀況：2	
位置：靠岸邊	
已通報：是	
詳細診斷：建議此劣化需再詳細診斷	
權責範圍：各公用碼頭區及岸壁設施	
資料建立：ma 建立時間：2018-10-17	
立即登入系統	

圖 2.45 管理者收到檢測劣化郵件通知

9. 行動應用程式(APP)：

本所於 107 年開發行動應用程式 (APP) 第 1 版，可提供檢測人員現場使用即時通報、經常巡查、特別檢測等功能，並可將劣化部位拍照上傳，在劣化記錄與即時通報的照片資料上，可於地圖上顯示座標位置，另本應用程式可離線使用，先於有網路環境下，下載好港灣的基本資料後，即可離線進行檢測紀錄。目前支援 Android、iOS 雙平台(如圖 2.46)，使用介面及功能介紹如圖 2.47。



圖 2.46 應用程式支援 Android、iOS 雙平台

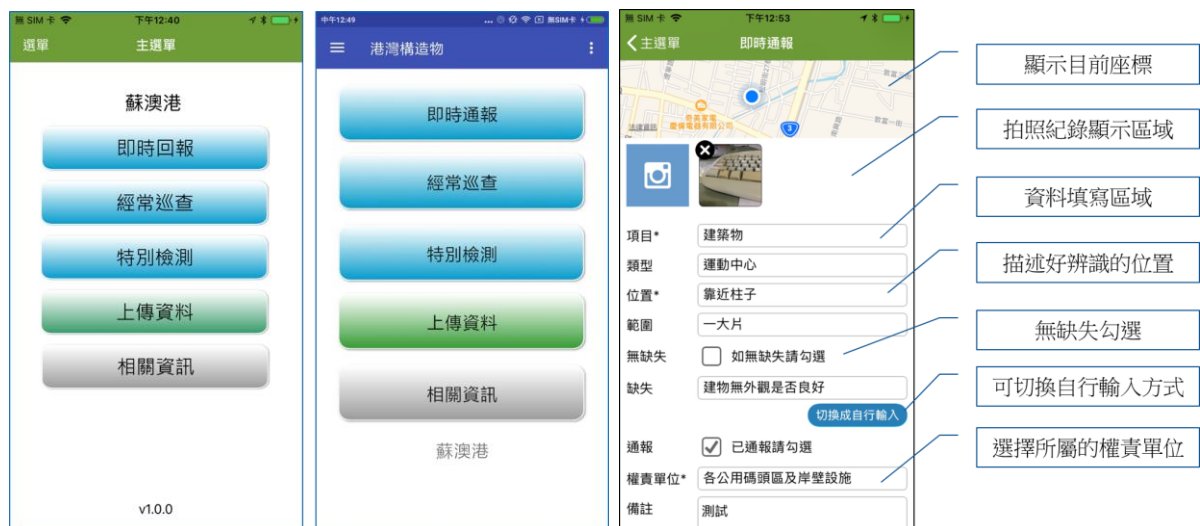


圖 2.47 使用介面及功能介紹

10. 系統網址及客服專線

本系統網址：<http://hmms.eclipse-tech.net/hmms3/>，因系統開發對象主要針對港公司管理、巡檢及維修等相關人員，本所藉由撰擬使用手冊及教育訓練，推廣使用，若有帳號增列需求及使用上之問題請教，可利用本系統新增之留言管理模組新增留言(如圖 2.48)，將有專人協助解答，或請直接洽詢本所系統管理員或系統維護廠商「日蝕科技股份有限公司」(客服專線 04-22434700)。

系統留言列表							
▼ 姓名 單位 電子郵件 標題 留言日期 留言內容 查詢 清除							
NO	狀態	留言時間	留言者資訊	標題	留言內容	回覆內容	操作
1	未回覆	2019-12-10 15:51:57	姓名: 陳文振 職稱: 無 單位: 無	{檢測待審核}易與{檢測資料}混淆	{即時回報}報修後，資料會傳到{檢測待審核}，而頁面上又有{檢測資料}的選項，易誤會。建議，將...	尚未回覆	檢視 回覆 刪除
2	未回覆	2019-12-10 14:47:20	姓名: jason2 職稱: 副工程師 單位: 臺北港營運處工務科	能否在系統留言中的{新增留言}功能中，提供截圖上傳的功能	能否在系統留言中的{新增留言}功能中，提供截圖上傳的功能。以便提供使用方的電腦畫面給系統開發者...	尚未回覆	檢視 回覆 刪除
3	已回覆	2019-12-09 11:23:09	姓名: 陳文振 職稱: 副工程師 單位: 無	設計水深，可靠泊水深，實際水深，三者的定義為何?	設計水深，可靠泊水深，實際水深，三者的定義為何?	2019-12-09 14:31:55 設計水深是碼頭設計時的水深，實際會預留淤沙的彈性作為可靠泊水深（一般約50公分），實際水深則是...	檢視 回覆 刪除
4	已回覆	2018-11-14 10:24:06	姓名: 臺北港測試帳號 職稱: 陳文振 單位: 臺北港工務科	可否增加非系統內預設構造物報修	因為此系統尚未全面納港區內全部設施，是否提供一個彈性方式，讓其他的使用單位能報修，也讓維修單位...	2018-11-16 15:13:52 你好，目前系統上提供的「即時回報」功能，是可以針對港區內的全部設施使用，請先在即時回報的回報項...	檢視 回覆 刪除

圖 2.48 系統留言功能

第三章 研究方法與步驟

本研究項目包括：(1)研析臺中港現行維護管理機制；(2)進行臺中港碼頭與防波堤岸上及水下調查；(3)檢測並評估臺中港碼頭鋼板樁厚度與防蝕效能；(4)擴充並優化既有港灣構造物維護管理系統功能。研究流程如圖 3.1 所示。研究方法與步驟詳述於本章節。

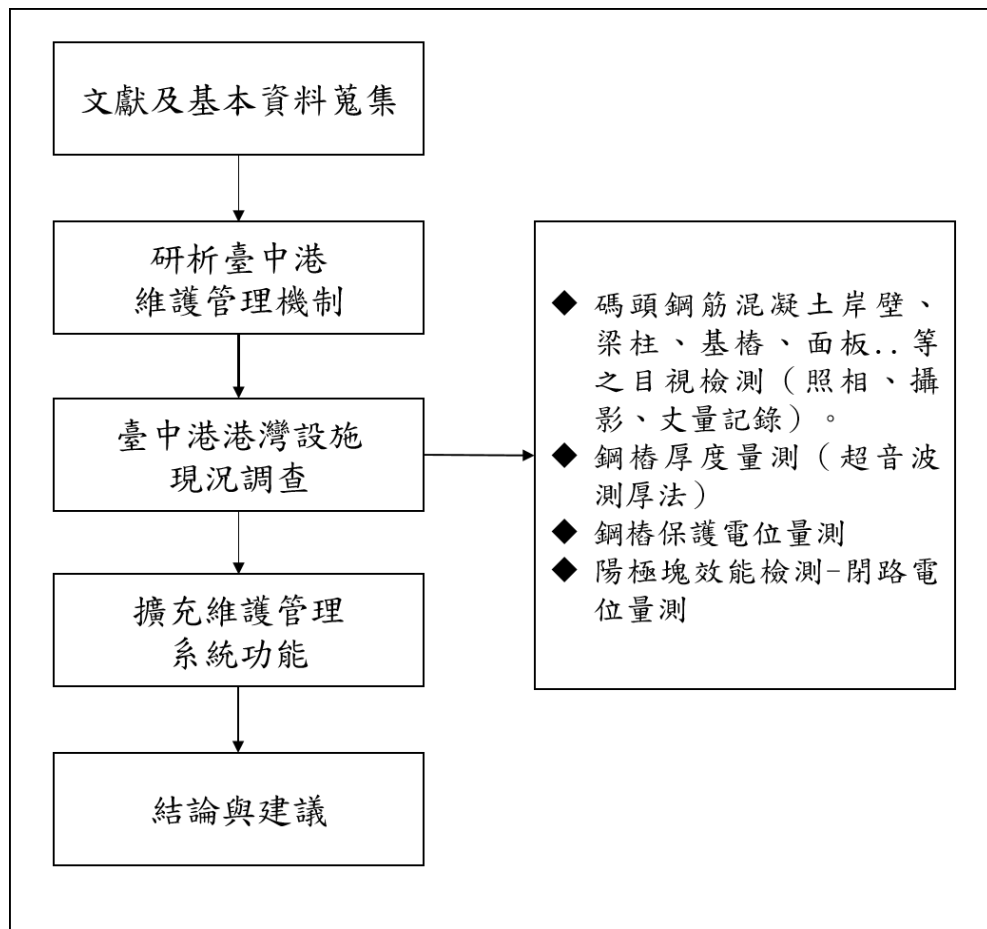


圖 3.1 研究流程圖

3.1 構造物基本及檢測維修資料蒐集

3.1.1 構造物基本資料蒐集

構造物基本資料包括有隸屬港口，碼頭編號，碼頭長度、縱深，船隻靠泊（船席）水域深度，包括原設計水深及調查水深；靠泊船隻屬性，如為貨櫃碼頭、雜散貨輪碼頭、化學品碼頭等；靠泊船級、最大噸位；碼頭構造型式等。

3.1.2 檢測與維修歷史資料蒐集

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

3.2 岸上目視調查

由研究人員以近距離目視觀察碼頭及防波堤岸上結構體混凝土與鋼材水面上部分表面外觀損壞狀況，如裂縫、剝落、破洞、鋼筋外露或腐蝕...等之初步觀察鑑定，描繪記錄劣損位置及情形，各座碼頭及防波堤之岸上混凝土結構體與鋼材應逐一編號記錄。

3.3 水下目視調查

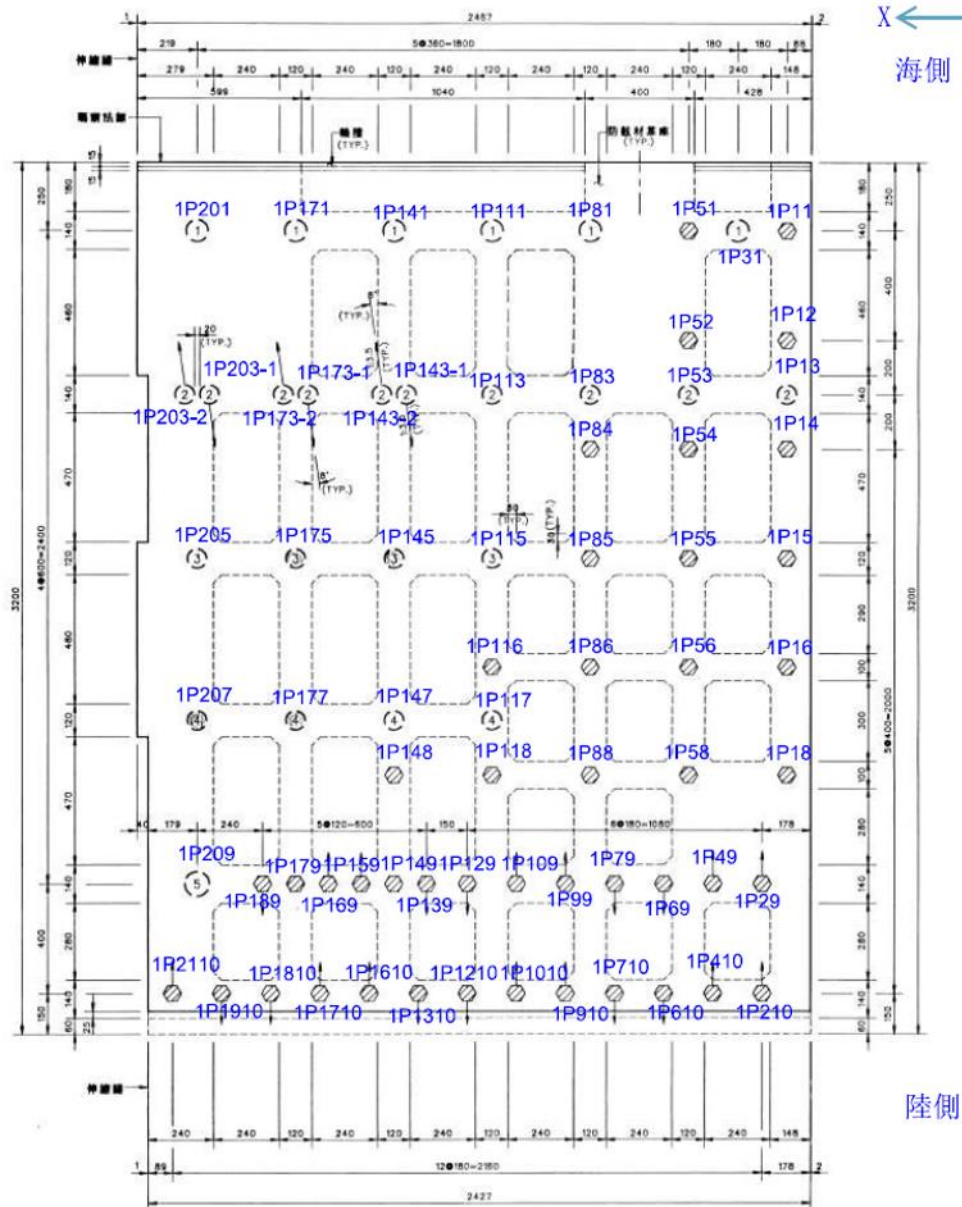
3.3.1 碼頭與防波堤水下目視調查

碼頭面與海床、防波堤堤腳和堤址調查，由潛水人員以目視方式全面進行檢測，如發現混凝土剝落、鋼筋外露、裂縫等破損現象或堤基沖蝕、護基方塊散亂，應記錄發生位置與範圍，並丈量其尺寸大小，及以數位攝影機等設備照相、攝影存證。

調查工作包括觀測點(範圍)之原始觀測記錄、位置及相關資料說明的錄影服務。

水下照相或攝影，利用碼頭或防波堤之單元及沉箱號數，作為觀測位置之控制依據。

樁號編碼座標起始原點定位方式，係先辨別碼頭單元平面圖係靠海側及陸側，以該單元圖面上靠海側及最右側作為座標軸原點(0, 0)，往圖面左側為 X 軸方向，往陸側為 Y 軸方向。樁之代號 $n_1P n_2 n_3$ ， n_1 代表碼頭第幾單元、英文 P 為樁(Pile)縮寫表示、 n_2 為 X 向之第幾



3.3.2 碼頭面底版目視調查

以碼頭每一單位逐次實施，由潛水人員以目視方式，全面進行檢測碼頭面底版之鋼筋混凝土腐蝕劣損現況，如發現混凝土龜裂、鬆動或剝落等劣化情形，由潛水人員以無線電設備呼叫岸上工作人員，並依本所所交付之碼頭單元平面圖，告知確切發生位置，記錄於圖面上，並以數位攝影機等設備照相、攝影存證，供後續管理單位辨識定位與範圍。

3.3.3 碼頭基樁目視調查

以碼頭每一單位擇定 1~2 排樁實施，由潛水人員以目視方式，全面進行檢測基樁現況，如發現樁體本身、樁頭與面版接合處或接樁位置等部位有混凝土龜裂、鬆動或剝落等劣化情形或鋼材腐蝕現象，則由潛水人員以無線電設備呼叫岸上工作人員，並依本所所交付之碼頭單元鋼管樁編碼圖，告知確切發生位置，記錄於圖面上，並以數位攝影機等設備照相、攝影存證，供後續管理單位辨識定位與範圍。

3.4 鋼構造物檢測

3.4.1 鋼管樁厚度檢測

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

1. 厚度量測原理

超音波厚度儀係利用脈衝原理，由於音波在鋼材之傳播速率為一定值，因此，由探頭傳送出一彈性波，經鋼材表面至內壁之傳播時間，即可算出波通過路徑之距離（鋼材厚度），精準度可達 $\pm 0.1\text{mm}$ ，可由接收器直接讀取厚度，其量測原理簡示於圖 3.3。

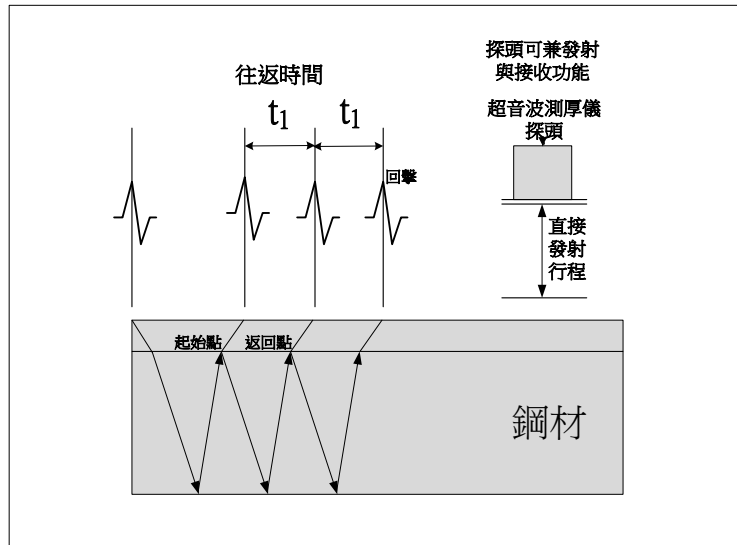


圖 3.3 測厚儀量測示意圖

厚度計算可由公式 3.1 求得：

$$S_i = V \times \frac{1}{2}(T_{i+1} - T_i) = V \times t_1 \dots\dots\dots (3.1)$$

式中 V：超音波在鋼板樁中之傳播速度 (5920 m/sec)。

S_i ：現有鋼板樁厚度讀數 (mm)。

T_{i+1} ， T_i ：探頭接受回聲及初始傳播的時間(sec)。

2. 腐蝕速率計算

將各測點所測得之厚度數據平均之，可得鋼板樁現有厚度，再以鋼板樁原有厚度減去現有厚度，即可得出鋼板樁實際減少之厚度(亦即腐蝕厚度)。將減少之厚度再除以鋼板樁使用之年期，可計算鋼板樁之實際腐蝕速率。腐蝕速率換算如公式 3.2 所示：

腐蝕速率=腐蝕量/使用年期

$$=(\text{原始厚度}-\text{現有厚度})/\text{使用年期} \dots\dots\dots (3.2)$$

3.4.2 防蝕系統效能檢測

1. 鋼材保護電位或陽極塊發生電位

陰極防蝕系統效能檢測，通常是以量測鋼材保護電位或陽極塊發生電位來進行，透過高電阻電壓計與檢驗電極，量測鋼構造物的電位，藉由受保護設施(鋼材)之電位分佈狀況，進而判斷其是否處於防蝕狀態。

圖 3.4 為使用海水氯化銀電極進行鋼材保護電位量測之情形，如電位量測數值小於 -780 mV (vs.海水氯化銀電極)，表示鋼材處於防蝕受保護狀態；如大於 -780 mV (vs.海水氯化銀電極)，則鋼材受保護不足，必須檢討防蝕系統配置或增加防蝕材料。圖 3.5 為電位量測結果判斷防蝕效能之示意圖。陽極塊發生電位量測與判斷防蝕成效是否足夠亦同。

電位量測儀器包含高電阻電壓計、參考電極及電位量測儀。水平量測位置多選於在防蝕系統設置地點及其相鄰的中間點。若量測地點不包括陽極塊與陽極塊間之場合，為了解整個防蝕設施電位分佈狀況，亦可於距離陽極塊遠處進行量測。垂直水面方向則以 1 m 間隔為量測原則。棧橋式鋼管樁多以選定最靠近碼頭岸肩之第 1 列樁進行量測。

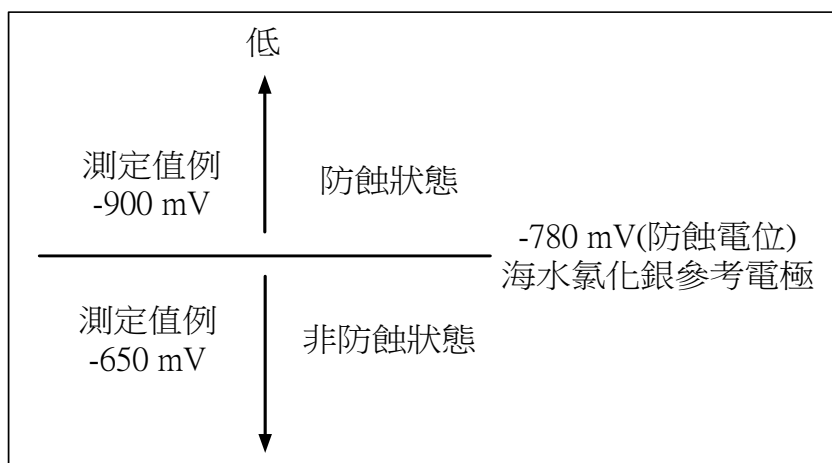


圖 3.4 防蝕效果判定方法

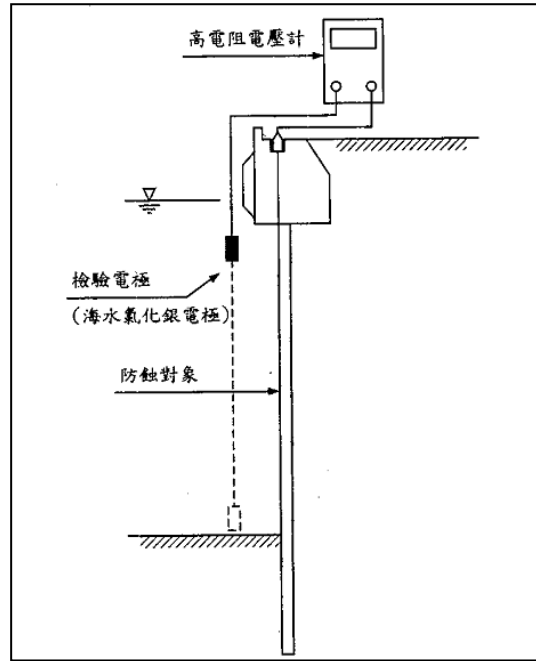


圖 3.5 電位量測示意圖

2. 陽極塊殘存壽命量測

- (1) 陽極塊殘存尺寸量測與重量推估：由潛水人員於水中除去陽極塊表面附著物後，依圖 3.6 所示量測其剩餘尺寸。

$$\text{陽極塊殘存重量} = [\pi (D/2)^2 \times L - \text{蕊棒體積}] \times \text{陽極密度} \dots\dots (3.3)$$

式中：D 為陽極塊殘存之平均周長 = $(D_1 + D_2 + D_3)/3$

D_1 與 D_3 為距殘存陽極塊端頭約 10 cm 處之周長， D_2 為中央處之周長，L 為陽極塊殘存長度。

- (2) 陽極塊秤重：由潛水人員於水中切斷陽極塊蕊棒部位後上岸秤重，扣除蕊棒重量，即為陽極塊殘存重量。
- (3) 陽極塊殘存壽命計算：由陽極塊每年消耗重量，推估其剩餘之使用壽命。

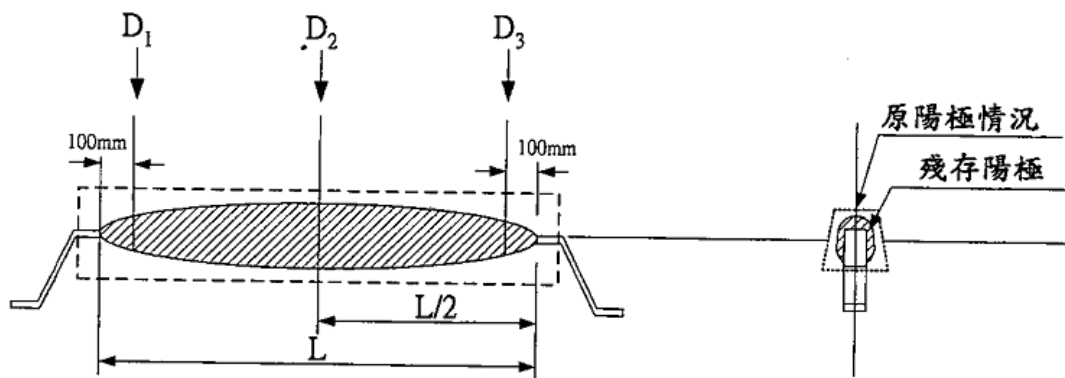


圖 3.6 陽極塊尺寸量測示意圖

$$\text{陽極塊年平均消耗量} = (\text{陽極初期重量} - \text{陽極殘存重量}) / \text{經過年數} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\text{殘存壽命} = \text{陽極塊殘存重量} / \text{陽極塊年平均消耗量} \dots\dots\dots (3.5)$$

另外，也可從陽極塊平均發生電流推估其殘存壽命

$$\text{殘存壽命} = (\text{陽極塊殘存重量} \times \text{有效電氣量}) / \text{陽極塊平均發生電流} \dots\dots\dots (3.6)$$

3.5 精進維護管理系統

精進現有港灣構造物港維護管理系統，藉由工作會議和港務公司討論實務應用與管理需求，調整系統相關設計或新增功能，使其更符合港務公司使用狀況，並擴充於國內主要商港之應用。

第四章 結果與討論

4.1 臺中港維護策略與管理機制

如前面章節所述，臺中港部分碼頭已接近或達到使用年限，為確保臺中港碼頭區之港埠設施之正常運作、增進維護管理效能與瞭解設施現況，本計畫針對其進行現地調查作業及擴充維護管理系統功能，期能提供臺中港務分公司辦理港埠設施維護管理作業之依據。

4.1.1 基本資料

108 年臺中港營運之商用碼頭共 58 座，水深於低潮位下 9~18 公尺，其依功能性分為散雜貨碼頭、客貨碼頭、貨櫃碼頭、公務碼頭等（碼頭類別、長度、使用情形，如表 4-1 所示），依巡查維護權責，分為公用碼頭及專用碼頭，公用碼頭由該分公司辦理巡查維護，專用碼頭則由承租業者辦理巡查維護。臺中港碼頭位置如圖 4.1。其他相關港區基本資料，如表 4-2 所示。

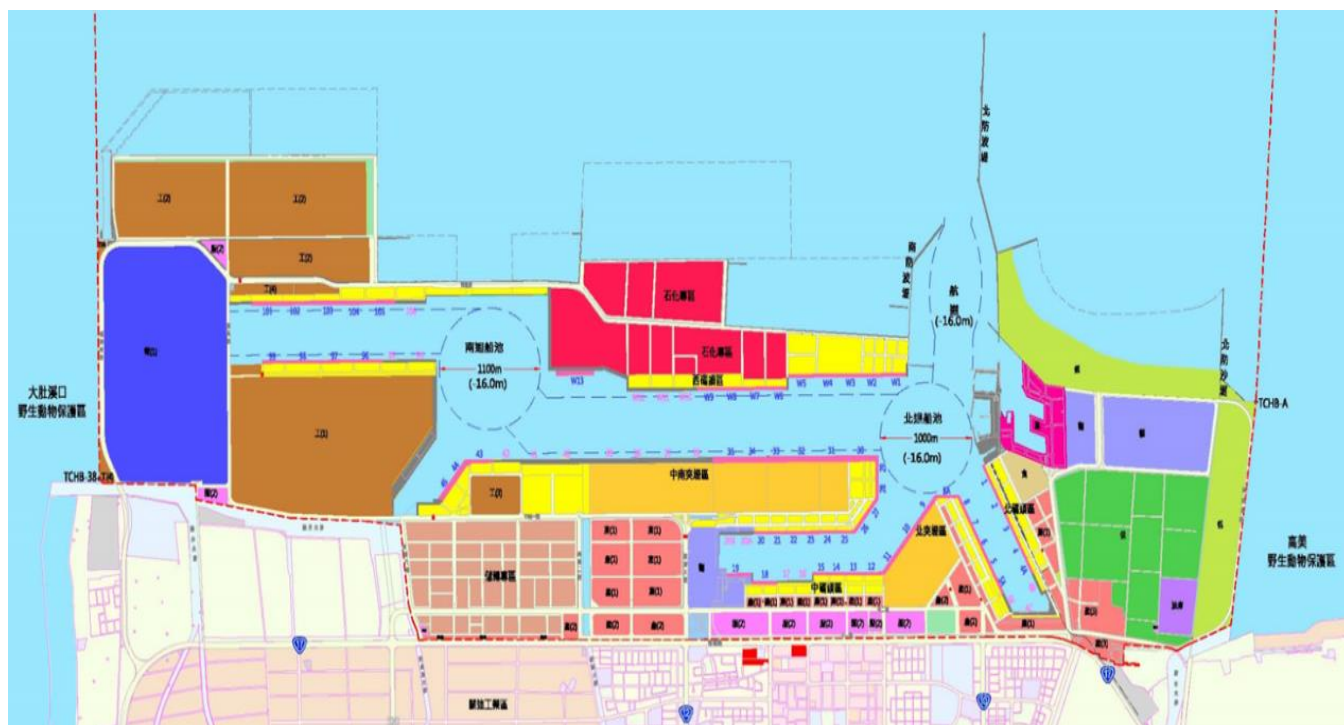


圖 4.1 臺中港碼頭位置圖

表 4-1 臺中港區碼頭設施

碼頭區	編號	碼頭類別	長度(m)	深度(m)	土地
北碼頭區	#1	穀類碼頭	250	-13	合作興建 6 萬噸穀倉 1 座、3 萬噸穀倉 1 座
北碼頭區	#1	穀類碼頭	250	-13	合作興建 6 萬噸穀倉 1 座 3 萬噸穀倉 1 座
北碼頭區	#1	穀類碼頭	250	-13	合作興建 6 萬噸穀倉 1 座 3 萬噸穀倉 1 座
北碼頭區	#3	穀類碼頭	250	-13	合作興建 6 萬噸穀倉 1 座
北碼頭區	#4	穀類碼頭	250	-13	合作興建 6 萬噸穀倉 1 座
北碼頭區	#3	管道(液體貨物)碼頭	250	-13	合作興建儲槽 34 座
北碼頭區	#4	管道(液體貨物)碼頭	250	-13	合作興建儲槽 8 座
北碼頭區	#4	管道(液體貨物)碼頭	200	-11	合作興建儲槽 4 座
北碼頭區	#4	管道(液體貨物)碼頭	200	-11	儲槽 10 座
北碼頭區	#4	管道(液體貨物)碼頭	200	-11	儲槽 22 座
北碼頭區	#4	管道(液體貨物)碼頭	200	-11	儲槽 5 座
北碼頭區	#2	大宗散雜貨碼頭	250	-11	
北突堤區	#5A	散雜貨碼頭	220	-11	
北突堤區	#5~8	散雜貨碼頭	200	-11	露置場 4 座、倉棧 4 棟、地磅房 1 棟
北突堤區	#8A	散雜貨碼頭	260	-11	
中碼頭區	#12、 #13	散雜貨碼頭	200	-11	倉棧 3 棟、露置場 2 座
中碼頭區	#14、 #15	散雜貨碼頭	180	-10	倉棧 2 棟、露置場 2 座、地磅房 1 棟
中碼頭區	#16	散雜貨碼頭	180	-11	汽車保稅倉庫 1 座
中碼頭區	#17	散雜貨碼頭	169	-11	汽車儲轉保稅倉庫
中碼頭區	#18	散雜貨碼頭	300	-11	汽車儲轉保稅倉庫
中碼頭區	#19	散雜貨碼頭	69	-9	汽車儲轉保稅倉庫
中碼頭區	#19A	客運碼頭	214	-9	客運大樓 1 棟
中南突堤區	#20	散雜貨碼頭	180	-9	碼頭 150m

中南突堤區	#21	散雜貨碼頭	180	-11	砂石儲存場相關設施
中南突堤區	#22	散雜貨碼頭	180	-11	砂石儲存場相關設施
中南突堤區	#23	散雜貨碼頭	180	-10	露置場
中南突堤區	#24	散雜貨碼頭	180	-10	租用#24A 倉棧 1 棟、合作興建#24B 倉棧 1 棟
中南突堤區	#25	散雜貨碼頭	200	-11	租用#25A 倉棧 1 棟、合作興建#25A 北側倉棧 1 棟、租用#25B 露置場
中南突堤區	#26	散雜貨碼頭	200	-11	通棧 1 棟
中南突堤區	#29	散雜貨碼頭	250	-14	
中南突堤區	#30	散雜貨碼頭	320	-14	
中南突堤區	#43	散雜貨碼頭	300	-15	倉棧 2 棟
中南突堤區	#44	散雜貨碼頭	230	-12	
中南突堤區	#45	散雜貨碼頭	230	-12	
北突堤區	#9	暫作為散雜貨碼頭	260	-14	堆貨場 1 座
中南突堤區	#31	暫作為散雜貨碼頭	320	-14	貨櫃集散站 1 棟、堆貨場 1 座
北突堤區	#10	貨櫃碼頭	320	-13	貨櫃集散站 2 棟
北突堤區	#11	貨櫃碼頭	320	-13	
中南突堤區	#32	貨櫃碼頭	320	-14	貨櫃集散站 1 棟、堆貨場 1 座
中南突堤區	#33	貨櫃碼頭	250	-14	貨櫃集散站 1 棟、堆貨場 1 座
中南突堤區	#34	貨櫃碼頭	250	-14	貨櫃集散站 1 棟、堆貨場 1 座
中南突堤區	#35	貨櫃碼頭	340	-14	貨櫃集散站 1 棟、堆貨場 1 座
中南突堤區	#27	水泥碼頭	200	-11	水泥圓庫 3 座(各 15,000 噸)、水泥儲槽 1 式
中南突堤區	#27	水泥碼頭	200	-11	水泥庫 1 座(11,000 噸)
中南突堤區	#28	水泥碼頭	145	-11	水泥庫 4 座(各 15,000 噸)
中南突堤區	#28	水泥碼頭	145	-11	水泥庫 4 座(各 15,000 噸)
中南突堤區	#28	水泥碼頭	145	-11	水泥庫 3 座(18,000 噸 1 座, 17,000 噸 2 座)
北碼頭區	#4A	水泥碼頭	185	-9	水泥庫 4 座(6,000 噸 2 座, 10,000 噸 1 座, 20,000 噸 1 座)

北碼頭區	#4A	水泥碼頭	185	-9	水泥圓庫 9,000 噸*1 座、 7,500 噸*2 座
西碼頭區	西一	管道(化學品)碼頭	250	-13	儲槽 21 座、合作興建儲槽 9 座
西碼頭區	西一	管道(化學品)碼頭	250	-13	儲槽 18 座
西碼頭區	西一	管道(化學品)碼頭	250	-13	儲槽 13 座
西碼頭區	西二	管道(化學品)碼頭	250	-14	儲槽 31 座
西碼頭區	西二	管道(化學品)碼頭	250	-14	儲槽 16 座
西碼頭區	西二	管道(化學品)碼頭	250	-14	儲槽 24 座
西碼頭區	西三、 西四	管道(化學品)碼頭	250	-14	儲槽 8 座
西碼頭區	西五	管道(化學品)碼頭	300	-14	合作興建儲槽 26 座
西碼頭區	西五	管道(化學品)碼頭	300	-14	儲槽 6 座
西碼頭區	西六	管道(化學品)碼頭	250	-14	
西碼頭區	西七	管道(化學品)碼頭	250	-14	合作興建儲槽 26 座
西碼頭區	西八	管道(化學品)碼頭	250	-14	合作興建儲槽 12 座、海水 電解房 1 棟、分電站 1 棟、管架 1 式
西碼頭區	西九	管道(化學品)碼頭	250	-14	合作興建原料倉庫 1 棟
西碼頭區	西十三	管道(化學品)碼頭	412	-13	合作興建 LNG 碼頭、儲槽 6 座
南碼頭區	#101、 #102	煤炭碼頭	340	-18	合作興建碼頭
南碼頭區	#103	煤炭碼頭	290	-14.5	合作興建碼頭
南碼頭區	#104	煤炭碼頭	270	-14	合作興建密閉式煤炭倉儲
南碼頭區	#105	煤炭碼頭	330	-16	
南碼頭區	#96	散雜貨碼頭	290	-16	合作興建碼頭
南碼頭區	#97	散雜貨碼頭	357	-16	合作興建碼頭
南碼頭區	#98	散雜貨碼頭	393	-16	合作興建碼頭
南碼頭區	#99	廢鐵碼頭	250	-12	

資料來源：臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司網站（108.4.11）

表 4-2 臺中港基本資料

項 目	說 明	
港 口	朝西北西方向	
航 道	港口主航道	寬度 350 公尺，水深低潮位下 16 公尺
	港內南北向主 航道	寬度 400 公尺，水深低潮位下 16 公尺
迴 船 池	北迴船池直徑 1,000 公尺 南迴船池直徑 1,100 公尺 水深低潮位下 16 公尺	
泊 渠	北泊渠	寬度 350 公尺，水深低潮位下 9~13 公尺
	中泊渠	寬度 350~450 公尺，水深低潮位下 9~14 公尺
	工業泊渠	寬度 500 公尺，水深低潮位下 16~18 公尺
外 廓 堤 防	南防波堤 1,397 公尺	
	北防波堤 2,818 公尺	
工 作 船 渠 (含淺水船渠)	水域面積共約 10.3 公頃 水深低潮位下 3.5~4.5 公尺 中央突堤碼頭水深低潮位下 7 公尺	
漁 港	水域面積 27 公頃 陸域面積 32 公頃 水深低潮位下 3.5~4.5 公尺	
碼 頭	商港碼頭 58 座 水深低潮位下 9~18 公尺	

資料來源：臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司網站（108.8.23）

4.1.2 經常巡查

巡檢及維護管理機制分為經常巡查、定期檢測、特別巡查與應變等。依據臺灣港務公司各項設施之巡查、維護權責作業要點：檢驗頻率分為 1.天然災害發生應立即巡查；2.公共設施每日 1 次；3.碼頭及繫船設施至少每星期 1 次；4.船舶靠繫纜前及解纜時再針對靠離碼頭檢查 1 次。各公用碼頭區及岸壁設施由港務處目視巡查，各公用碼頭棧埠作業區由棧埠處目視巡查，經發現有設施損毀安全顧慮時，立即通知維護管理處辦理檢修維護作業。巡查項目與內容如表 4-3。

表 4-3 臺中港經常巡查項目與內容

項次	巡查項目	巡查內容	範圍	巡查地點	巡查頻率
1	碼頭碰墊及反光板	是否損壞或缺少	港區	全港區碼頭	每月一次
2	碼頭輪檔	是否損壞或缺少	自有、公用碼頭	自有、公用碼頭	每週一次
3	碼頭繫纜設施(含碼頭鋪面)	是否損壞或缺少	港區內	工作船渠	每兩週一次，船舶繫纜前及解纜時

4.1.3 定期檢測

臺中港務分公司已於 101 年委託中興工程顧問辦理臺中港棧橋碼頭評估完成，檢測內容包含：目視檢測(面版、梁、基樁、法線、水下檢測)、非破壞檢測(混凝土反彈鎚檢測、鑽心取樣抗壓強度、中性化試驗、氯離子含量、鋼筋腐蝕電位、鋼管樁電位、鋼管樁厚度檢測、法線變位及高程測量)與碼頭結構安全評估等，並已依評估結果逐年辦理整建。另未來港公司將定期辦理碼頭下方之檢測作業，如：電位檢測、壁厚檢測等，確保管控碼頭結構及使用安全。

4.1.4 特別巡查

碼頭發生船舶碰損港埠設施時，立即由港務處邀集相關單位，辦理會勘，除以目視檢查，另外辦理碼頭水下檢查，確認損壞範圍後，

辦理修復作業。颱風及地震等天然災害事件發生時，災前開設緊急應變中心，並於災後均會巡檢港埠設施確認災損後辦理災後緊急搶修及維修工程。

4.2 臺中港棧橋式碼頭使用現況及安全評估

本章節主要參考監察院「臺灣港務股份有限公司有否對老舊及高風險碼頭加強風險管理機制」107 年 7 月 19 日至臺中港務分公司履勘之簡報資料，以及 101 年臺中港務公司委託中興工程顧問股份有限公司進行之「臺中港棧橋碼頭檢測評估暨維修整建工程設計」報告、103 年「臺中港棧橋碼頭檢測評估暨維修整建工程設計現況調查及檢測工作成果報告書」。

盤點臺中港棧橋式碼頭，目前 5 號碼頭、6 號碼頭、7 號碼頭、8 號碼頭、8A 碼頭、9 號碼頭、10 號碼頭、11 號碼頭、12 號碼頭、14 號碼頭、15 號碼頭等 11 座，已屆齡 40 年，其中多為散雜貨或貨櫃公用碼頭；另 5A 號碼頭、13 號碼頭、26 號碼頭、27 號碼頭、28 號碼頭、29 號碼頭、31 號碼頭、32 號碼頭以及第 W2 號碼頭，建造至今，使用期限亦已趨近 40 年，用途主要以雜貨、貨櫃為主，其中第 19 號碼頭為客運碼頭（臺中港旅客服務中心），主要靠泊兩岸定期航班，其他棧橋碼頭基本資料如表 4-4。

臺中港務分公司依中興工程顧問公司辦理棧橋式碼頭評估結果，逐年以 2-3 座之進度辦理修復，主要修復工法為老舊梁版之拆除置換工程，並於碼頭下方加以環氧樹脂防蝕塗裝，期能達到碼頭延壽之效益。現(108 年)已完成 8 號、14 號、27~29 號、W2 號碼頭維修整建工程，以及公用碼頭之繫靠設施與逕流廢水防治檢討。另 5 號、6 號、7 號及 8A 等 4 座碼頭，因應經濟部發展離岸風電可能提出改建碼頭需求，爰暫緩進行整建工作。

另依「臺中港棧橋碼頭檢測評估暨維修整建工程設計」報告，評估 20 年以上之 31 座棧橋式碼頭，進行混凝土鑽心強度、中性化及氯離子含量以及鋼板（樁）電位及厚度檢測等，並依此進行維修排序，供港務分公司進行參採，評估結果如表 4-5 所示。

表 4-4 臺中港棧橋碼頭基本資料

項次	碼頭編號	規劃用途	現況用途	長度(m)	寬度(m)	水深(m)	均佈荷重	設計基準(D.W.T)	基樁結構	基樁材質	建造年代
1	#5A	雜貨	雜貨	220	23.5	11	3	20,000	直樁	PC	71
2	#5	雜貨	雜貨	200	23.5	11	3	20,000	直樁	PC	65
3	#6	雜貨	雜貨	200	23.5	11	3	20,000	直樁	PC	65
4	#7	雜貨	雜貨	200	23.5	11	3	20,000	直樁	PC	65
5	#8	雜貨	雜貨	200	23.5	11	3	20,000	直樁	PC	65
6	#8A	雜貨	快卸碼頭	260	23.5	11	3	20,000	直樁	PC	65
7	#9	貨櫃	雜貨	260	27	14	3	50,000	直樁+斜樁	PC	68
8	#10	貨櫃	貨櫃	320	27	13	3	50,000	直樁+斜樁	PC	68
9	#11	貨櫃	貨櫃	320	27	13	3	50,000	直樁+斜樁	PC	68
10	#12	雜貨	雜貨	200	24	11	3	20,000	直樁	PC	68
11	#13	雜貨	雜貨	200	24	11	3	20,000	直樁	PC	70
12	#14	雜貨	雜貨	180	15.75	10	3	15,000	直樁	PC	68
13	#15	雜貨	雜貨	180	15.75	10	3	15,000	直樁	PC	68
14	#19	客運	客運	214	21.6	9	0.5	15,000	直樁	PC	87
15	#20	雜貨	雜貨	180	23.5	9	2	15,000	直樁	PC	89
16	#21	砂石	雜貨	180	23.5	11	2	15,000	直樁	PC	88
17	#22	砂石	雜貨	180	23.5	11	2	15,000	直樁	PC	84
18	#26	雜貨	雜貨	200	24	11	3	20,000	直樁	PC	71
19	#27	水泥	水泥	200	24	11	3	20,000	直樁	PC	71
20	#28	水泥	水泥	145	24	11	3	20,000	直樁+斜樁	PC	69
21	#29	大宗	大宗	250	27	14	3	60,000	直樁+斜樁	PC、鋼管	70
22	#30	大宗	大宗	320	32	14	3	66,000	直樁+斜樁	鋼管	84
23	#31	貨櫃	雜貨	320	28	14	3	60,000	直樁+斜樁	PC	69
24	#32	貨櫃	貨櫃	320	28	14	3	60,000	直樁+斜樁	PC	69
25	#33	貨櫃	貨櫃	250	34.5	14	2	60,000	直樁+斜樁	鋼管	87
26	#34	貨櫃	貨櫃	250	34.5	14	2	60,000	直樁+斜樁	鋼管	87
27	#35	貨櫃	貨櫃	337.6	34.5	14	3	60,000	直樁+斜樁	鋼管	87
28	#99	中龍	廢鐵	250	25	12	3	40,000	直樁+斜樁	鋼管	83
29	#W2	化學品	化學品	250	27	14	3	60,000	直樁+斜樁	PC	76
30	#W3	化學品	化學品	250	27	14	3	60,000	直樁+斜樁	鋼管	81
31	#W4	化學品	化學品	250	27	14	3	60,000	直樁+斜樁	鋼管	81

表 4-5 臺中港 20 年以上之棧橋式碼頭評估結果

階段	碼頭	基礎材質	維修排序	總評價值	鑽心強度 ₂ (kg/cm ²)	中性化深度 (cm)	氯離子含量 (kg/m ³)	鋼管樁位 電	鋼管樁剩厚 餘度 (%)	最大凸出距離 (m)	最高程差 (m)
第 1 階段	#7	PC	4	3.12	397	0	0.302			0.035	0.026
	#8	PC	2	3.39	392	0	5.083			0.071	0.051
	#8A	PC	1	3.88	580	0	0.734			0.051	0.043
	#13	PC	6	2.70	474	0	3.482			0.045	0.014
	#14	PC	3	3.22	421	0	0.187			0.055	0.023
	#27	PC	13	2.04	760	0	15.336			0.055	0.024
	#28	PC	5	2.85	681	0	5.174			0.045	0.015
	#29	PC、鋼管	12	2.04	322	0	6.043		99	0.033	0.027
第 2 階段	#5A	PC	15	1.66	588	0	1.147			0.039	0.044
	#5	PC	11	2.07	480	0	0.151			0.027	0.031
	#6	PC	8	2.37	530	0	4.934			0.073	0.043
	#9	PC	19	0.49	317	0	19.51			0.109	0.033
	#10	PC	21	0.42	278	0	9.65			0.058	0.033
	#11	PC	17	1.26	243	0	0.46			0.058	0.027
	#12	PC	10	2.12	536	0	0.036			0.064	0.041
	#15	PC	7	2.44	424	0	0.274			0.042	0.016
	#19	PC	23	0.25	496	0	0.149		-	0.047	0.018
	#20	PC	31	0.04	456	0	0.262		-	0.05	0.02
	#21	PC	27	0.13	400	0	0.151		-	0.067	0.036
	#22	PC	25	0.23	362	0	0.101		-	0.039	0.027
	#26	PC	14	1.79	622	0	0.948		-	0.038	0.027
	#30	鋼管	24	0.24	325	0	1.68	OK	97	0.124	0.038
	#31	PC	26	0.17	272	0	0.312	-	-	0.064	0.022
	#32	PC	16	1.37	291	0	0.218	-	-	0.153	0.023
	#33	鋼管	22	0.36	356	0	0.888	OK	98	0.109	0.011
	#34	鋼管	18	0.59	252	0	0.936	OK	97	0.039	0.028
	#35	鋼管	20	0.43	255	0	1.519	OK	97	0.025	0.053
	#99	鋼管	28	0.11	403	0	0.173	OK	96	0.126	0.028
	#W2	PC	9	1.95	323	0	1.032	-	-	0.075	0.028
	#W3	鋼管	30	0.07	334	0	0.6	OK	99	0.06	0.029
	#W4	鋼管	29	0.09	460	0	0.473	OK	98	0.085	0.033

資料來源：臺中港棧橋碼頭檢測評估暨維修整建工程設計現況調查及檢測工作成果報告書，2014

1. 經目視檢測評估，5A、5~8、8A、12~15、26~29、W2 等碼頭有較明顯損傷，損傷位置大部分發生於梁、版，梁大部分損傷則發生於預鑄梁，基樁樁帽部分有裂縫及鏽水滲出，而剩餘碼頭大致上仍維持良好狀況。
2. 各碼頭之混凝土強度經由鑽心試驗結果顯示，均大於竣工圖所載之設計值。
3. 各碼頭經試驗後並未發現中性化之現象。由於混凝土中性化主要為氣相擴散，在目前環境下混凝土不易有中性化情形，由試體兩端(下緣已到達下層鋼筋之位置)均無中性化之情形看來，顯示混凝土仍提供良好鹼性環境。
4. 由氯離子試驗結果顯示，各碼頭由於結構老舊及長年遭受海水侵蝕，使得各碼頭構件之氯離子含量均有過高現象。
5. 鋼管樁電位量測結果，顯示鋼管樁均在保護狀態。
6. 鋼管、鋼版樁壁厚量測結果顯示，有輕微腐蝕情形，其中鋼管樁所量測之壁厚約為原設計值之 96%，其腐蝕速率小於 0.03mm/yr.，防蝕效果良好，預估當其達使用年限 50 年時，其剩餘壁厚為原設計值之 88%。鋼板樁部分所量測之厚度約為原設計值之 85%，腐蝕速率約為 0.126 mm/yr.，預估當其達使用年限 50 年時，其剩餘壁厚為原設計值之 77%。
7. 法線及後線狀況，108 年現場勘查無碼頭位移現象。

4.3 臺中港碼頭現況調查

經前述資料蒐整研析並和港公司討論後，依碼頭老劣化情形、檢測需求及經費，擇定 8A 及 30 號碼頭為本年度臺中港碼頭現地調查作業之標的，進行水下調查與鋼材防蝕效能檢測作業，並將成果提供臺中港務分公司做為執行港埠設施維護管理依據。

4.3.1 臺中港 8A 碼頭基本資料

第 8A 碼頭位於臺中港北突堤，為民國 65 年所建置，迄今已使用逾 40 年，主要由 8 個單元(第 1~6 單元，加第 N 和第 S，2 個角隅

單元)所組成(如圖 4.2~4-4)。碼頭為結構長 296.4m 及寬 23.5m 之鋼筋混凝土結構，其主要係以每排 8 隻直樁支撐面版，並於後線打設混凝土錨錠板及設置拉桿來抵抗水平作用力之棧橋式結構(圖 4.5~4-6)。

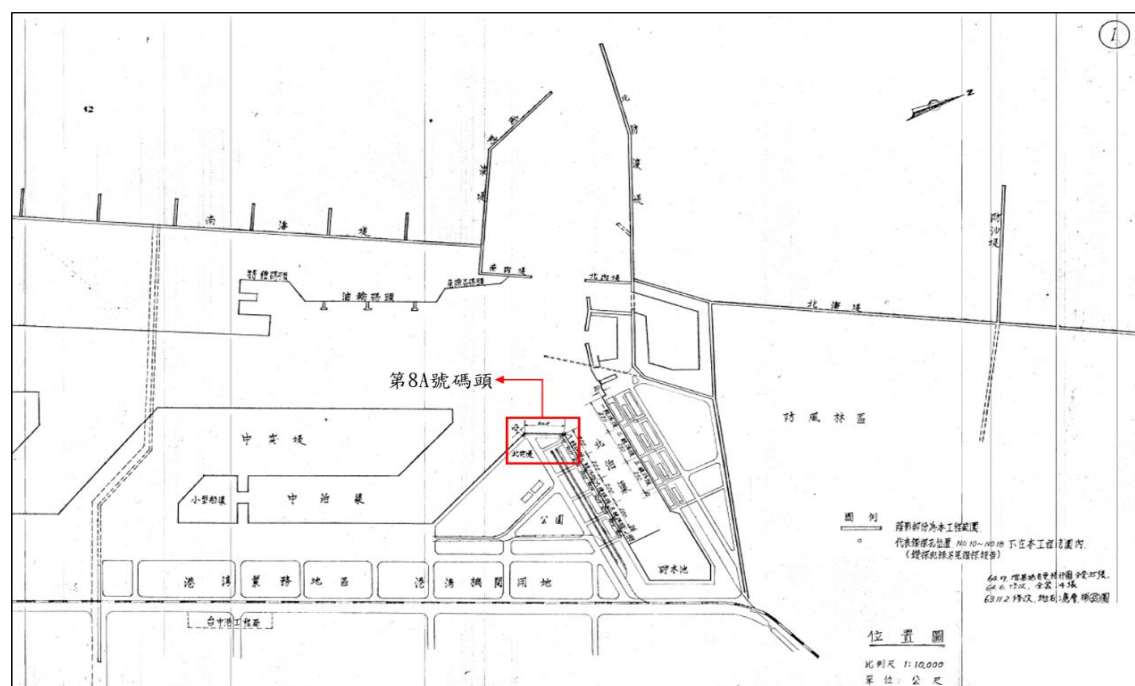


圖 4.2 臺中港 8A 碼頭位置圖

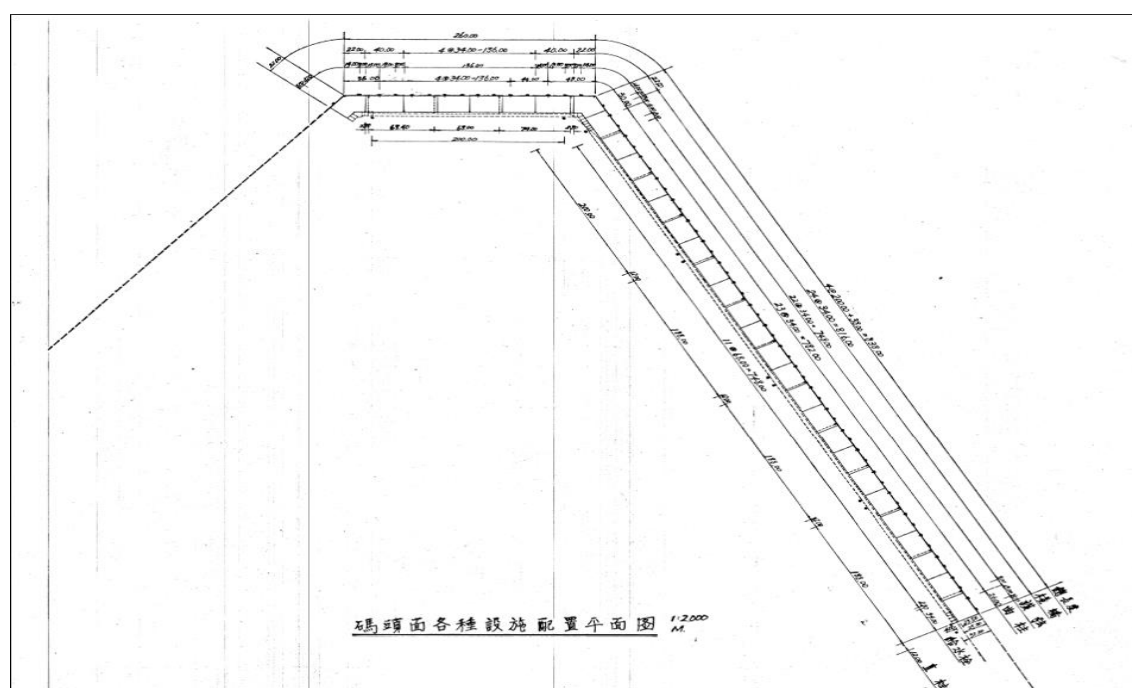


圖 4.3 臺中港 8A 碼頭平面圖

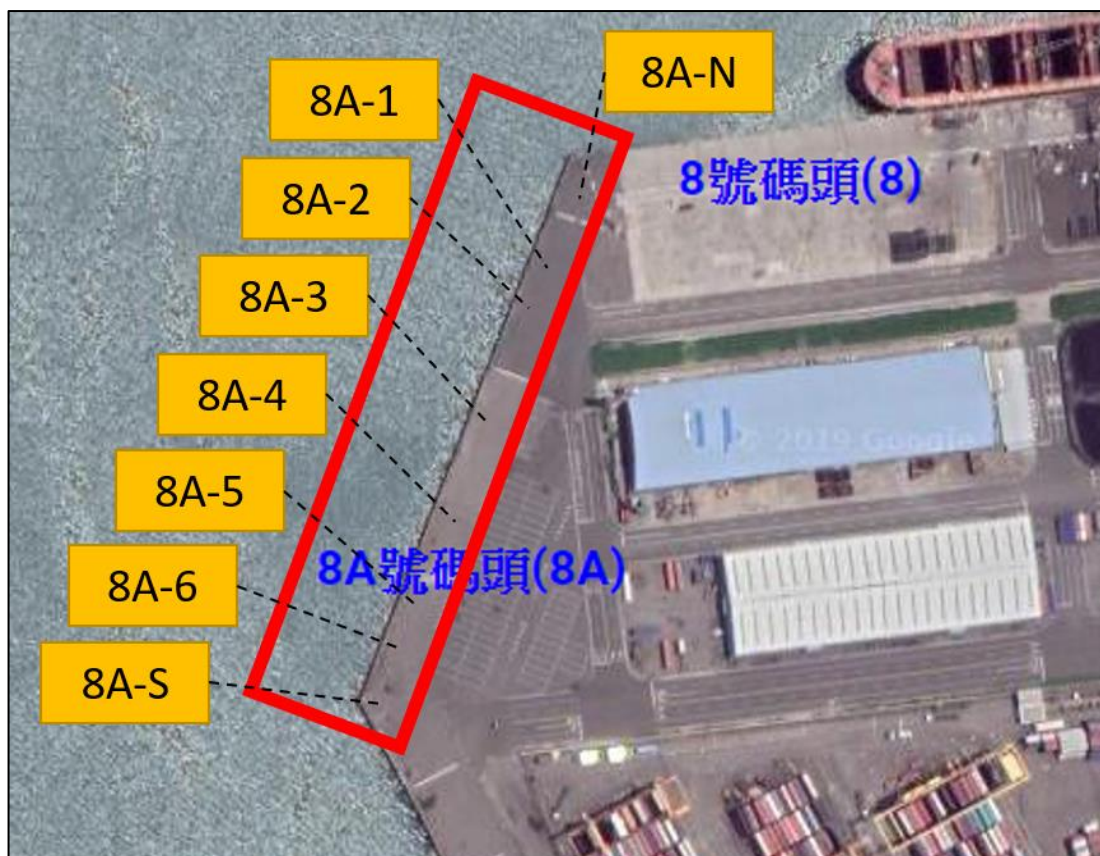


圖 4.4 臺中港 8A 碼頭單元圖

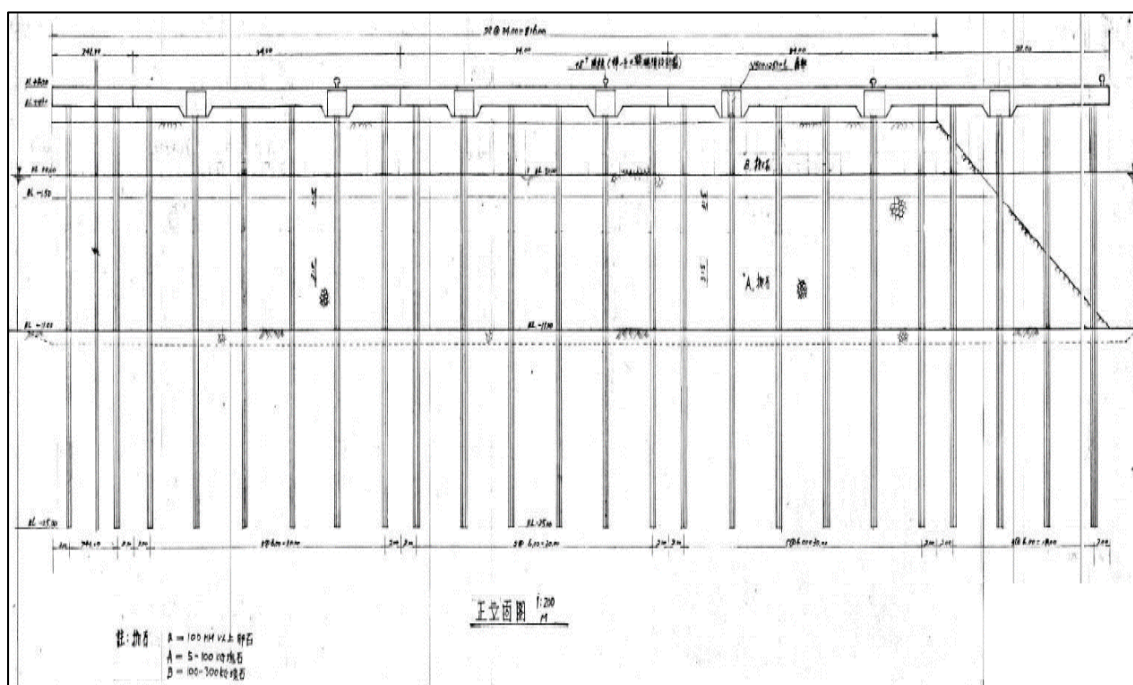


圖 4.5 臺中港 8A 碼頭立面圖

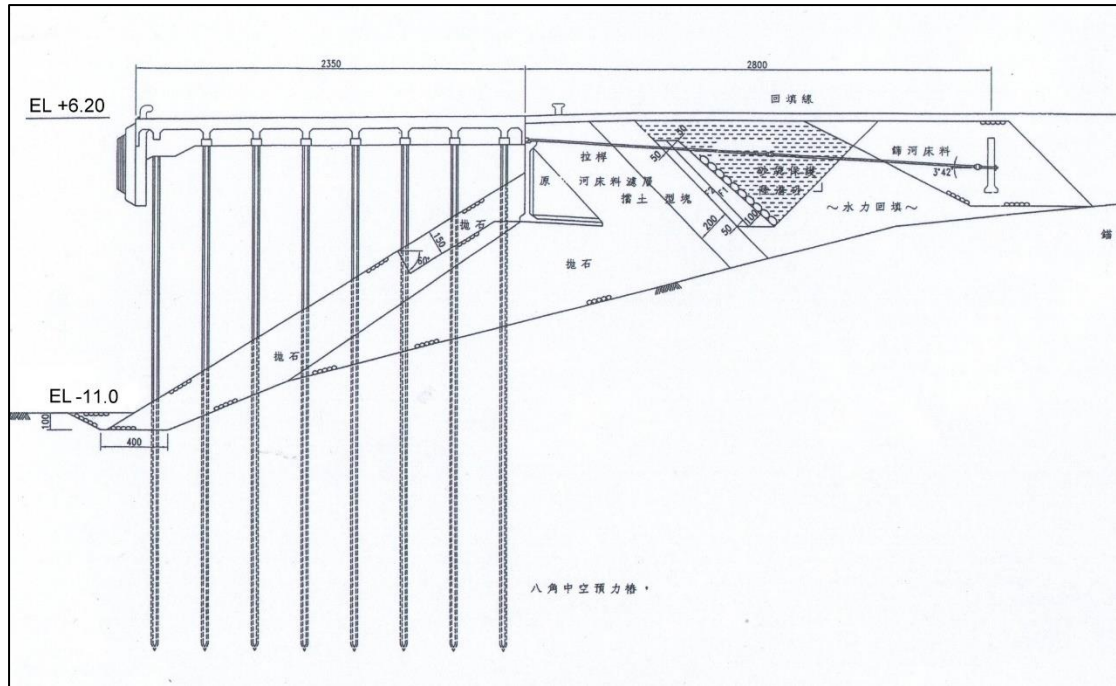


圖 4.6 臺中港 8A 碼頭斷面圖

4.3.2 臺中港 30 號碼頭基本資料

30 號碼頭位於臺中港中突堤，主要由 8 個單元(第 1~8 單元)所組成，結構長 293m 及寬 28m 之鋼筋混凝土結構，詳圖 4.7~4-9，其主要係以直樁及斜樁組合，共同支撐面版及抵抗水平作用力之棧橋式結構，如圖 4.10~4-13 所示。

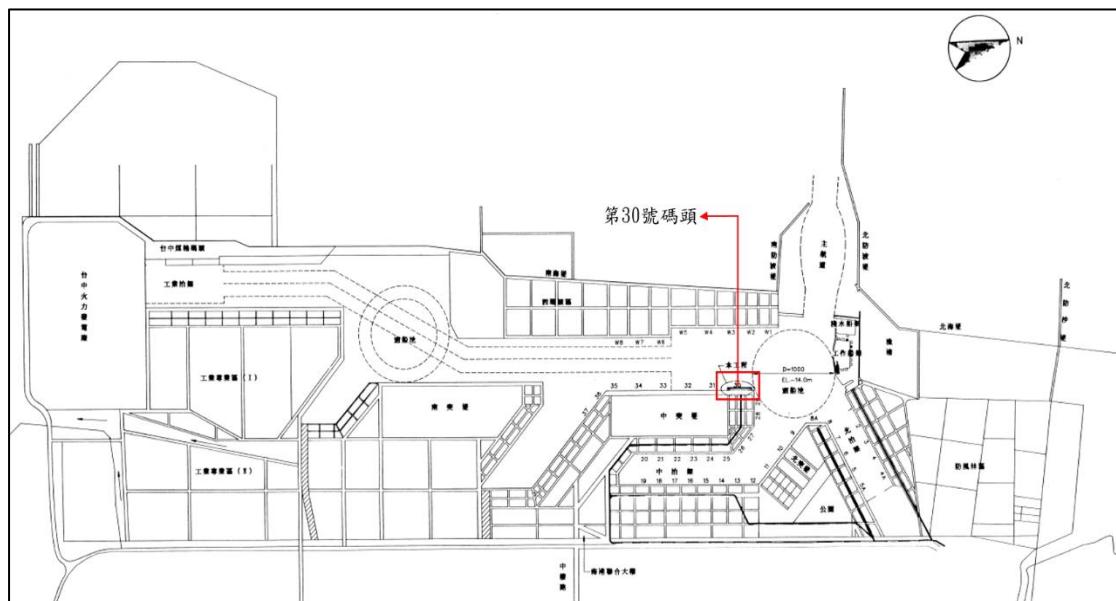


圖 4.7 臺中港 30 號碼頭位置圖

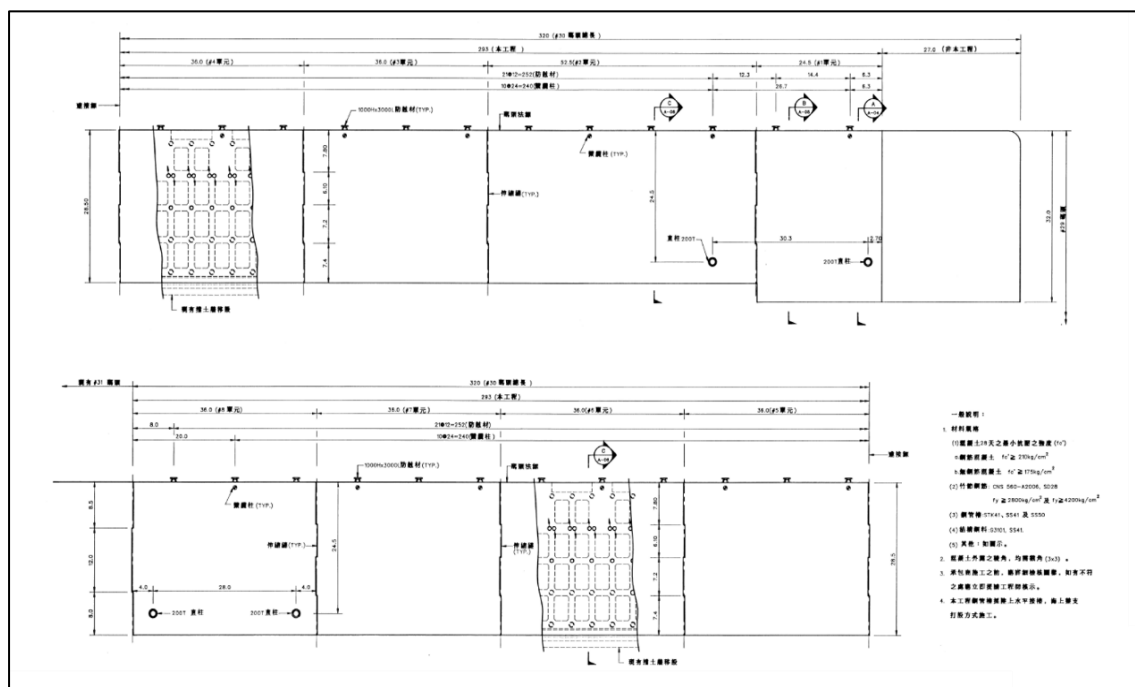


圖 4.8 臺中港 30 號碼頭平面圖



圖 4.9 臺中港 30 號碼頭單元圖

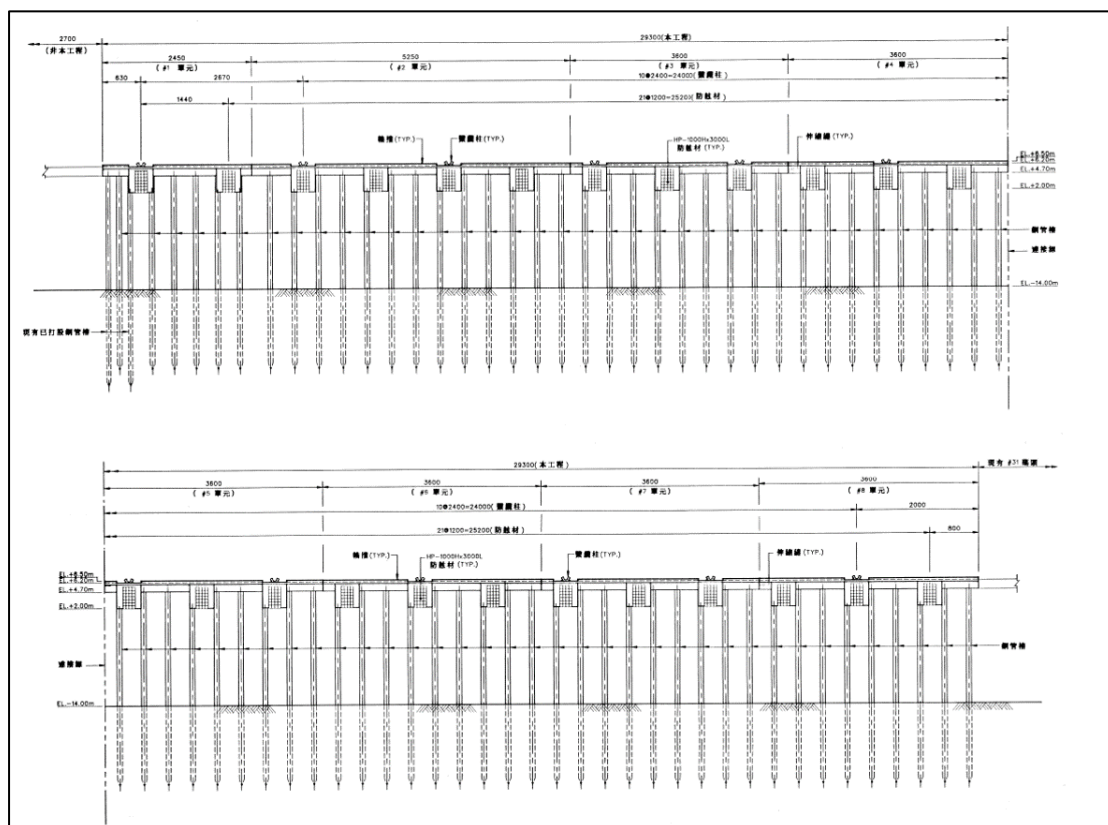


圖 4.10 臺中港 30 號碼頭立面圖

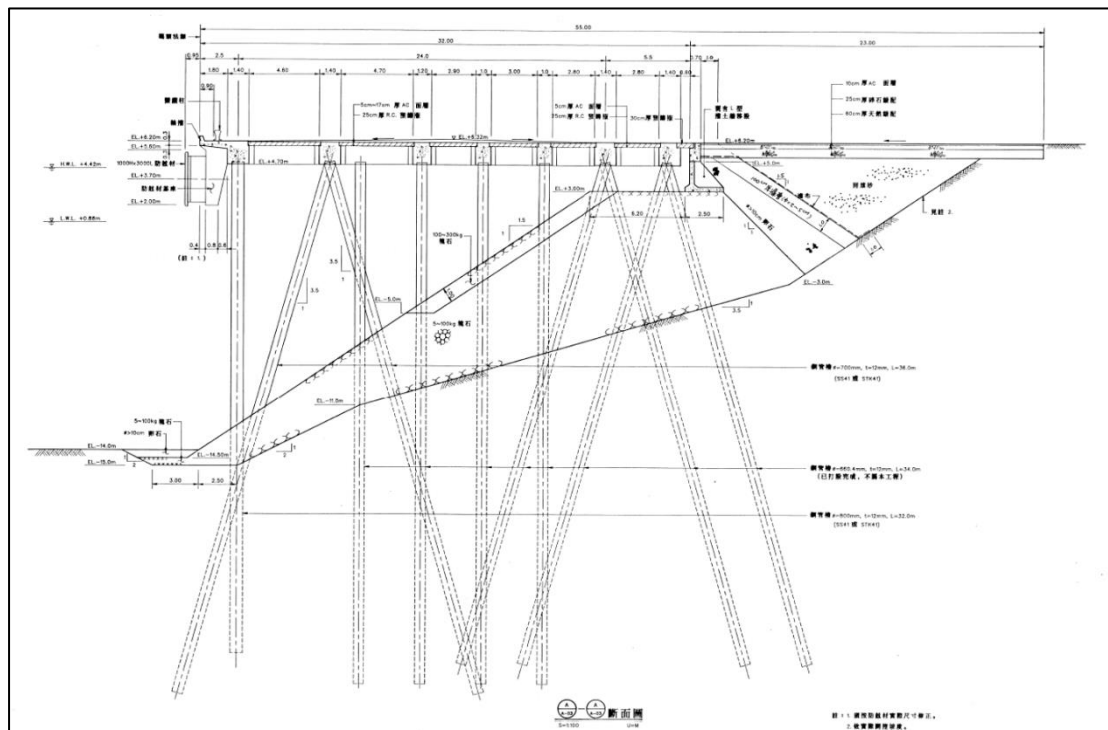


圖 4.11 臺中港 30 號碼頭斷面圖(一)

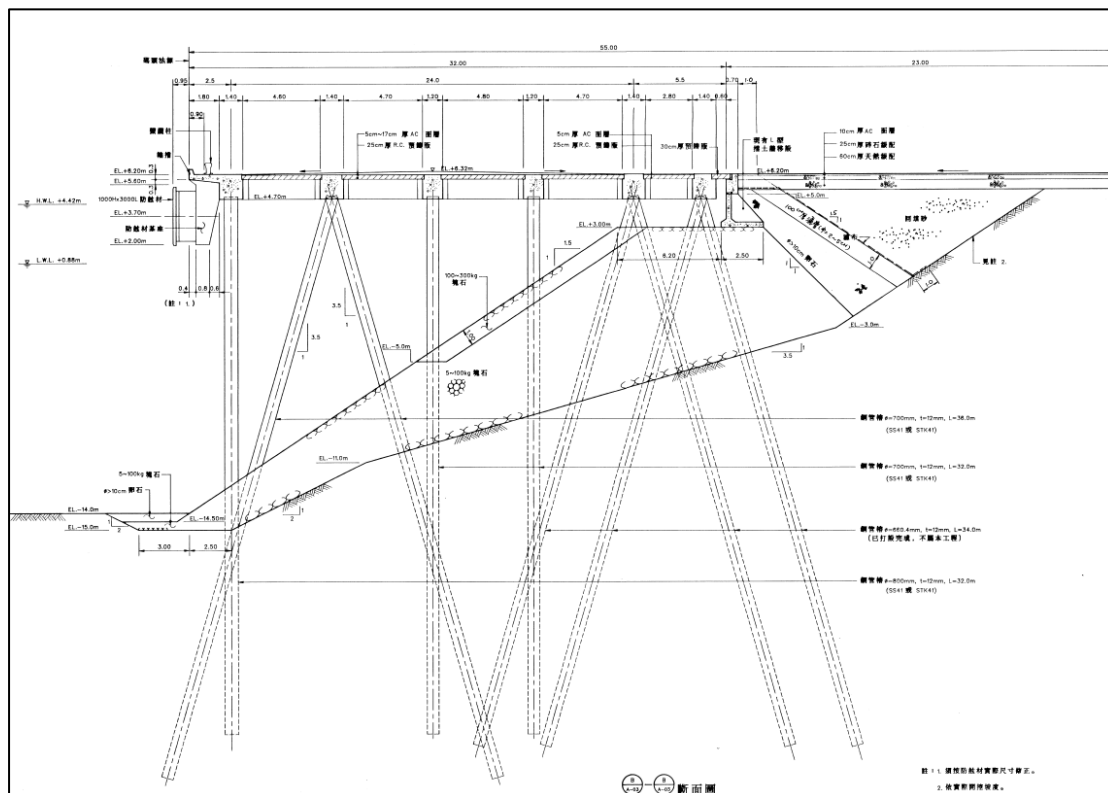


圖 4.12 臺中港 30 號碼頭斷面圖(二)

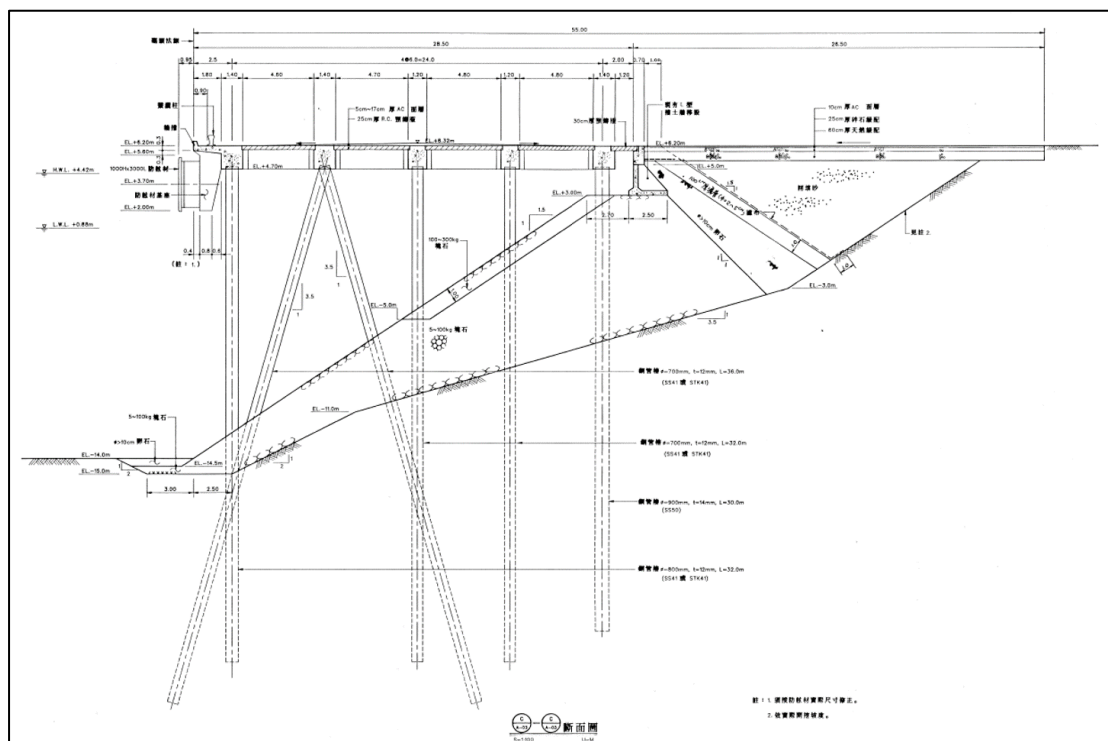


圖 4.13 臺中港 30 號碼頭斷面圖(三)

4.3.3 現地目視調查資料

為確保臺中港 8A 和 30 號碼頭之港埠設施之正常運作、增進維護管理效能與瞭解設施現況，本計畫針對其進行現地調查作業，以作為臺中港務分公司執行港埠設施維護管理作業依據。

1. 8A 碼頭

8A 碼頭岸上及水下設施，目視檢查結果，其岸上設施部分發現多個車擋設施有破損之情形，碼頭面狀況正常，其法線無變形狀況(如圖 4.14)；水下設施部分，PC 樁狀況正常，底板則在多個單元皆有保護層剝落、鋼筋裸露、裂縫等現象，顯見其鏽蝕情形十分嚴重(照片如圖 4.15、4.16、4.19、4.20、4.23、4.24、4.27、4.28、4.31；位置示意圖如圖 4.17、4.18、4.21、4.22、4.25、4.26、4.29、4.30)。

			
說明	碼頭現況(第 1 單元)	說明	碼頭現況(第 1 單元)
			
說明	碼頭現況(第 2 單元)	說明	碼頭現況(第 3 單元)

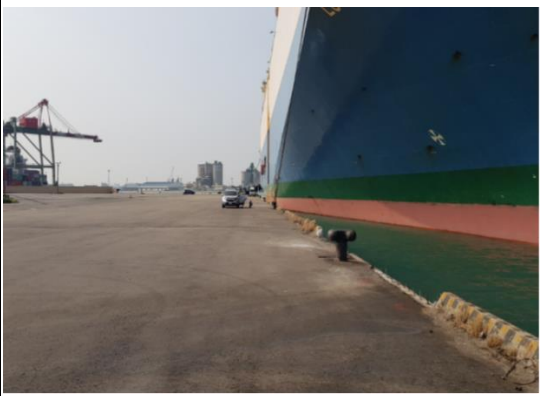
			
說明	碼頭現況(第 4 單元)	說明	碼頭現況(第 5 單元)
			
說明	車檔設施破損(8A-N)	說明	車檔設施破損(8A-1)
			
說明	車檔設施破損(8A-2)	說明	碼頭面檢視狀況正常

圖 4.14 臺中港 8A 碼頭岸上設施現況照片

			
說明	單元 1 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.17 位置:1)	說明	單元 1 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.17 位置:2)
			
說明	單元 1 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.17 位置:3)	說明	單元 1 混凝土有裂縫破損 (圖 4.17 位置:4)
			
說明	單元 1 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.17 位置:5)	說明	單元 1 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.17 位置:6)

			
說明	單元 1 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.17 位置:7)	說明	單元 1 混凝土有裂縫破損 (圖 4.17 位置:8)
			
說明	單元 1 混凝土有裂縫破損 (圖 4.17 位置:9)	說明	單元 1 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.17 位置:10)
			
說明	單元 1 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.17 位置:11)	說明	單元 1 混凝土有裂縫破損 (圖 4.17 位置:12)

圖 4.15 臺中港 8A 碼頭第 1 單元水下調查現況照片

			
說明	單元 2 混凝土有裂縫破損 (圖 4.18 位置:1)	說明	單元 2 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.18 位置:2)
			
說明	單元 2 混凝土有裂縫破損 (圖 4.18 位置:3)	說明	單元 2 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.18 位置:4)
			
說明	單元 2 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.18 位置:5)	說明	單元 2 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.18 位置:6)

圖 4.16 臺中港 8A 碼頭第 2 單元水下調查現況照片

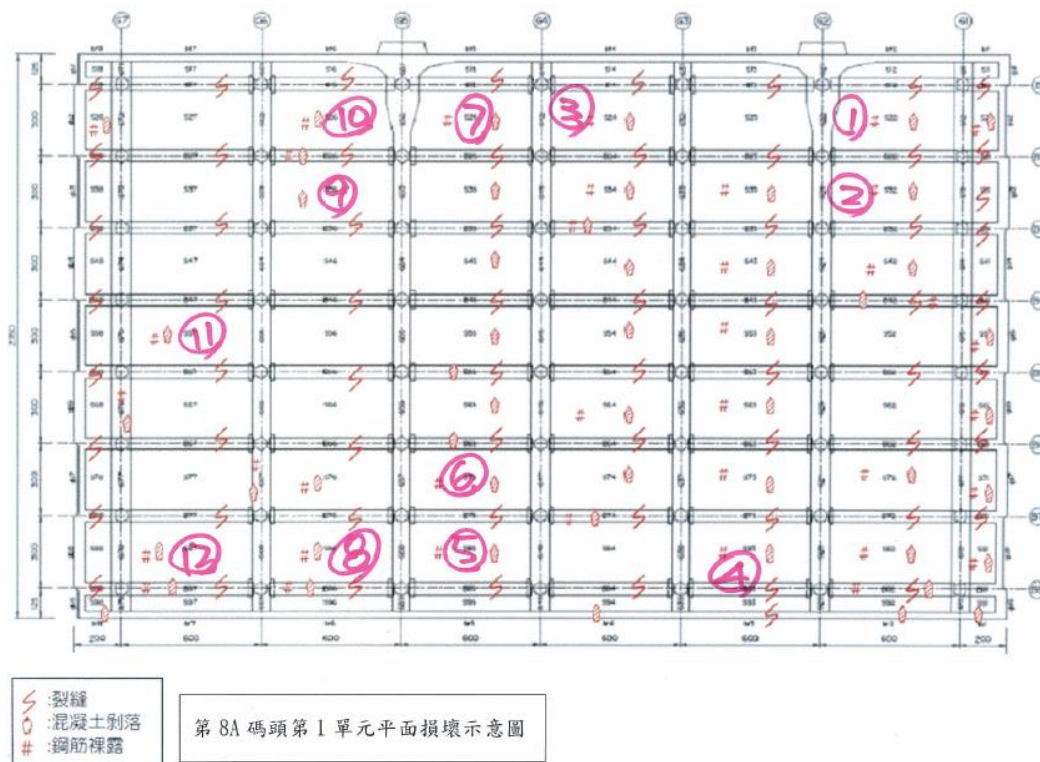


圖 4.17 臺中港 8A 碼頭第 1 單元平面損壞示意圖

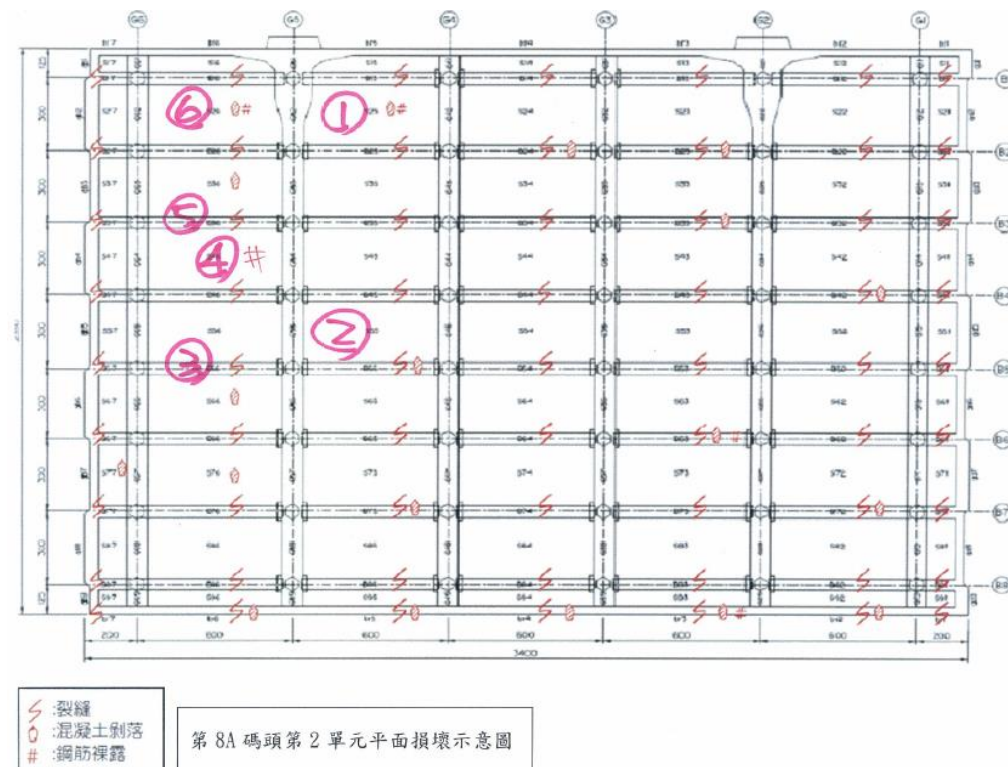
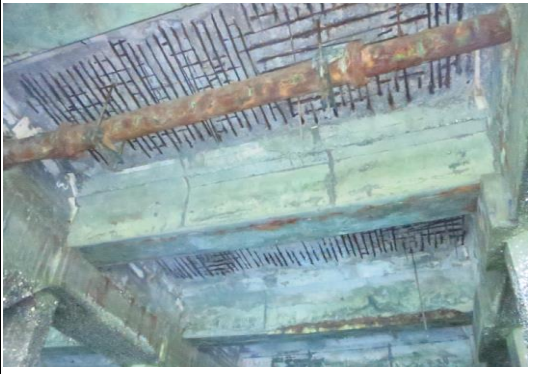


圖 4.18 臺中港 8A 碼頭第 2 單元平面損壞示意圖

			
說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:1)	說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:2)
			
說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:3)	說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:4)
			
說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:5)	說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:6)

			
說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:7)	說明	單元 3 混凝土有裂縫破損 (圖 4.21 位置:8)
			
說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:9)	說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:10)
			
說明	單元 3 混凝土有裂縫破損 (圖 4.21 位置:11)	說明	單元 3 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.21 位置:12)

圖 4.19 臺中港 8A 碼頭第 3 單元水下調查現況照片

			
說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:1)	說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:2)
			
說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:3)	說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:4)
			
說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:5)	說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:6)

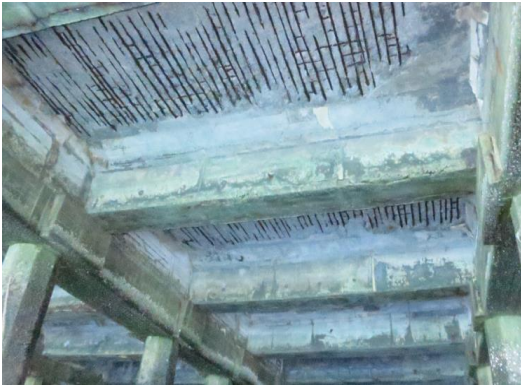
			
說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:7)	說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:8)
			
說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:9)	說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:10)
			
說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:11)	說明	單元 4 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.22 位置:12)

圖 4.20 臺中港 8A 碼頭第 4 單元水下調查現況照片

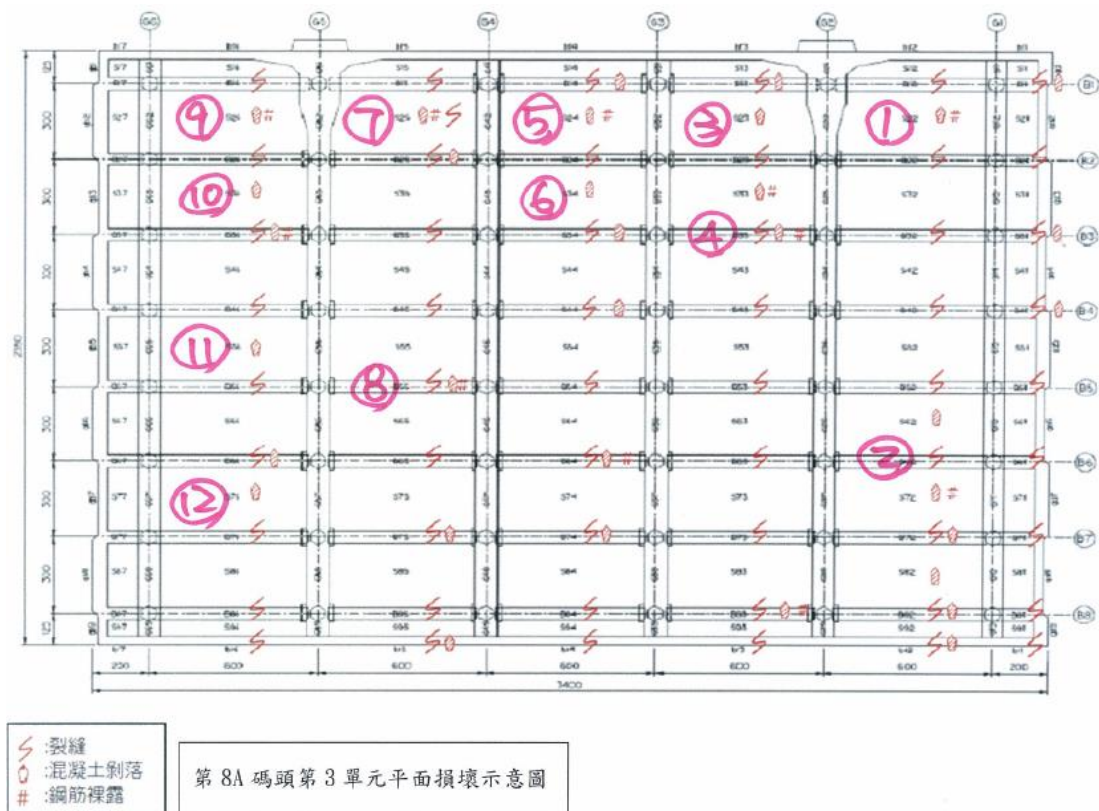


圖 4.21 臺中港 8A 碼頭第 3 單元平面損壞示意圖

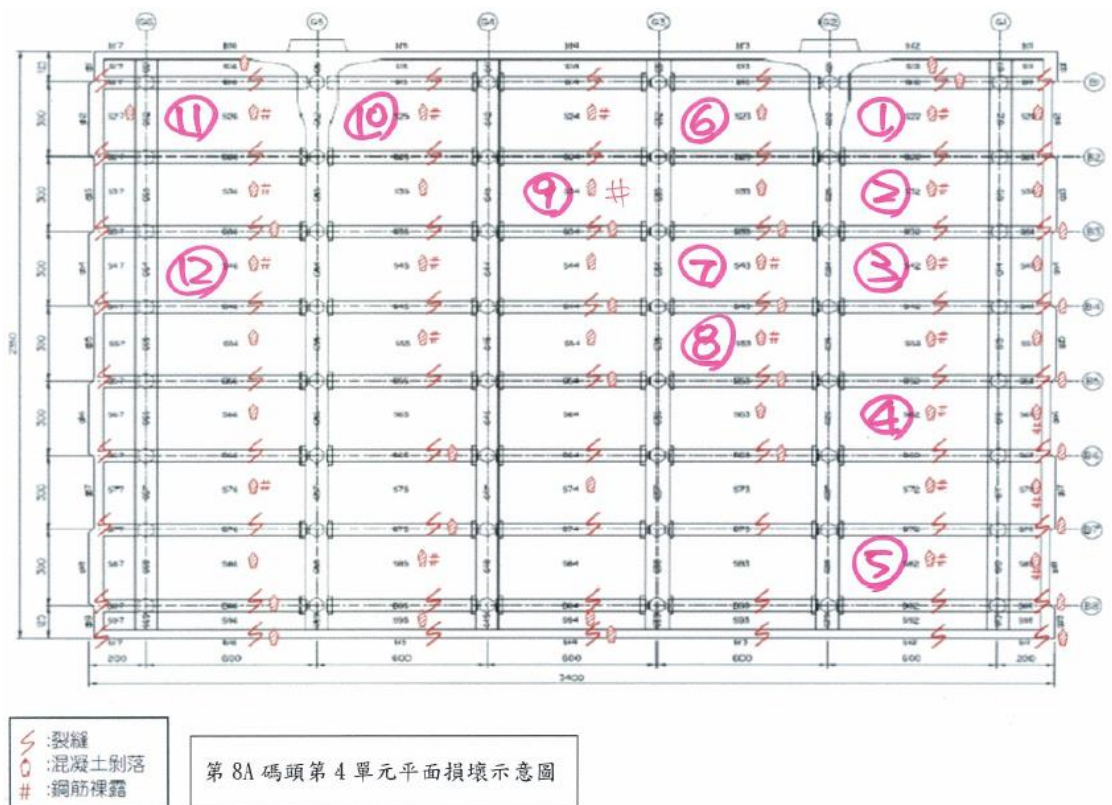
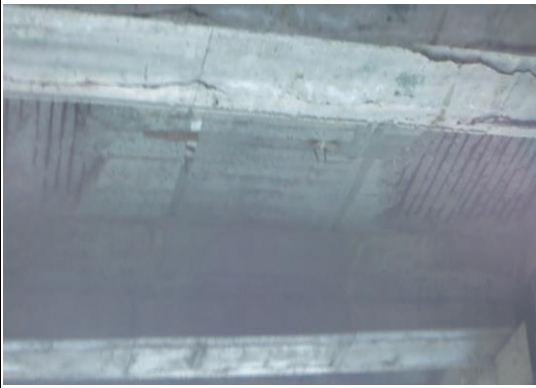


圖 4.22 臺中港 8A 碼頭第 4 單元平面損壞示意圖

			
說明	單元 5 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.25 位置:1)	說明	單元 5 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.25 位置:2)
			
說明	單元 5 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.25 位置:3)	說明	單元 5 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.25 位置:4)
			
說明	單元 5 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.25 位置:5)	說明	單元 5 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.25 位置:6)

			
說明	單元 5 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.25 位置:7)	說明	單元 5 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.25 位置:8)
			
說明	單元 5 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.25 位置:9)	說明	單元 5 混凝土有裂縫破損 (圖 4.25 位置:10)
			
說明	單元 5 混凝土有裂縫破損 (圖 4.25 位置:11)	說明	單元 5 混凝土有裂縫破損 (圖 4.25 位置:12)

圖 4.23 臺中港 8A 碼頭第 5 單元水下調查現況照片

			
說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:1)	說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:2)
			
說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:3)	說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:4)
			
說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:5)	說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:6)

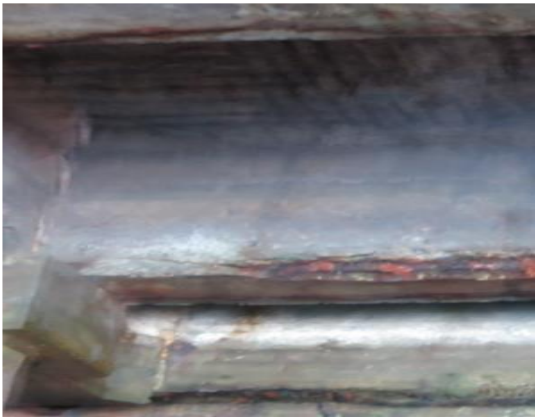
			
說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:7)	說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:8)
			
說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:9)	說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:10)
			
說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:11)	說明	單元 6 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.26 位置:12)

圖 4.24 臺中港 8A 碼頭第 6 單元水下調查現況照片

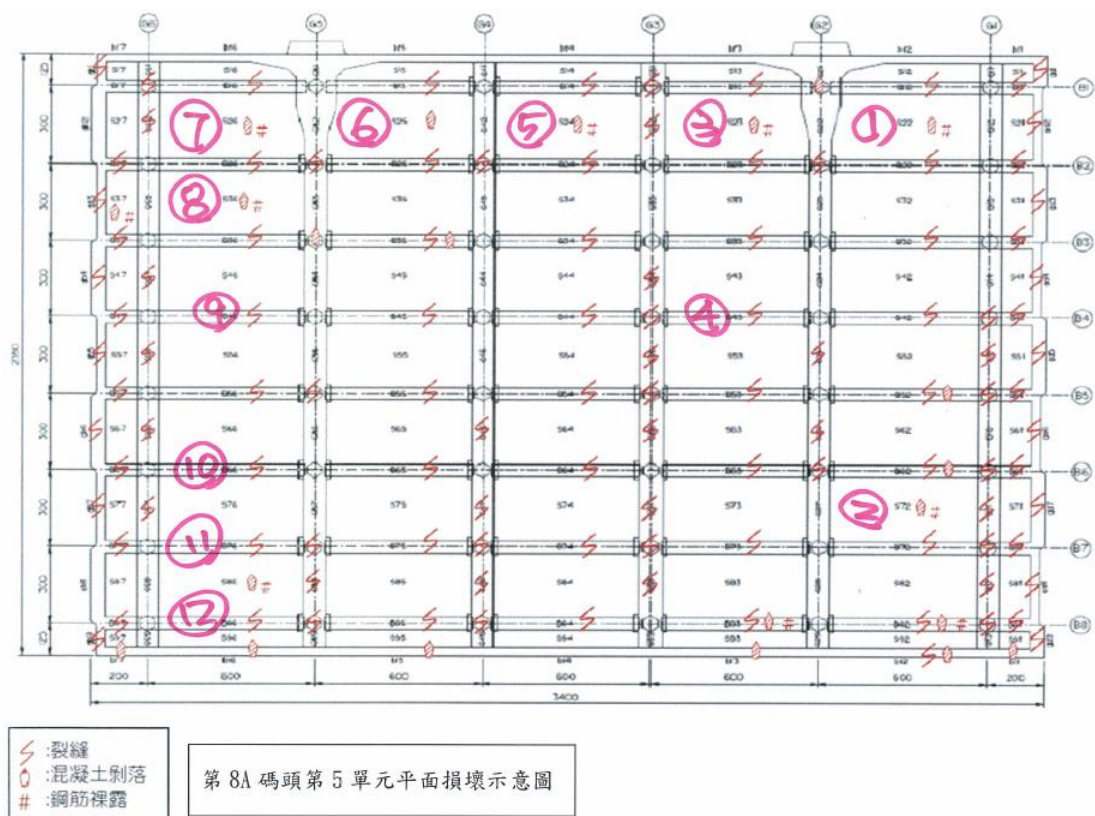


圖 4.25 臺中港 8A 碼頭第 5 單元平面損壞示意圖

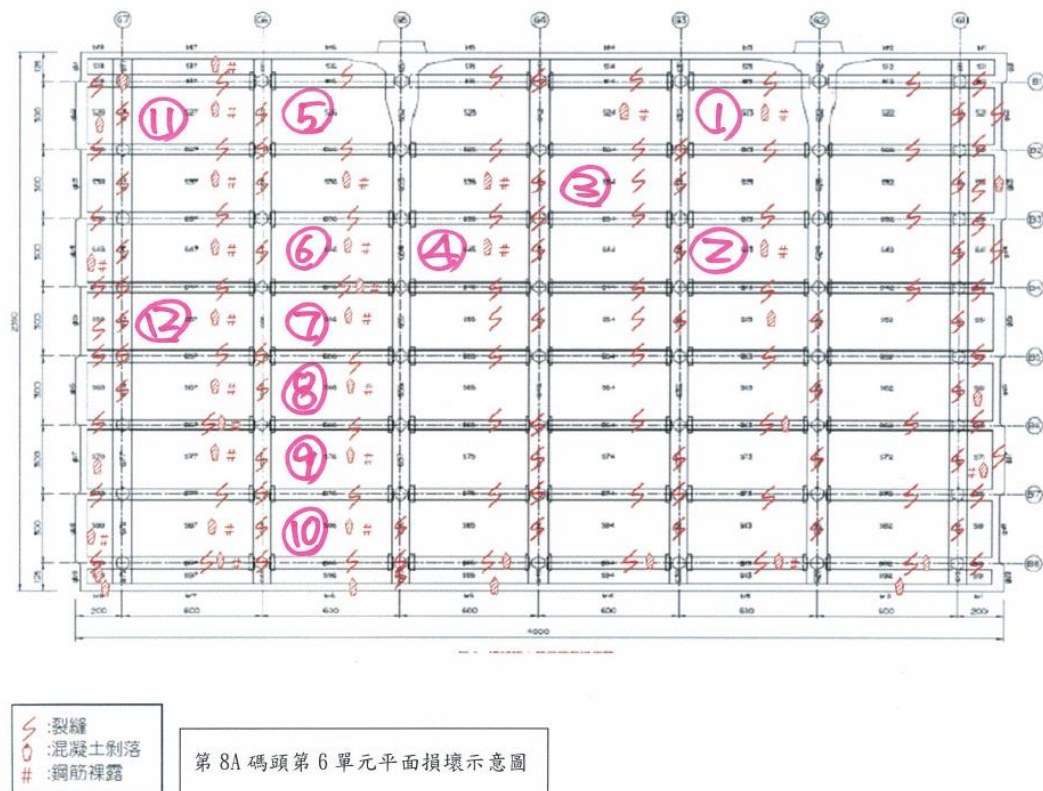


圖 4.26 臺中港 8A 碼頭第 6 單元平面損壞示意圖

			
說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:1)	說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:2)
			
說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:3)	說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:4)
			
說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:5)	說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:6)

			
說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:7)	說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:8)
			
說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:9)	說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:10)
			
說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:11)	說明	單元 S 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.29 位置:12)

圖 4.27 臺中港 8A 碼頭第 S 單元水下調查現況照片

			
說明	單元 N 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.30 位置:1)	說明	單元 N 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.30 位置:2)
			
說明	單元 N 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.30 位置:3)	說明	單元 N 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.30 位置:4)
			
說明	單元 N 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.30 位置:5)	說明	單元 N 鋼筋裸露有裂縫破損 (圖 4.30 位置:6)

圖 4.28 臺中港 8A 碼頭第 N 單元水下調查現況照片

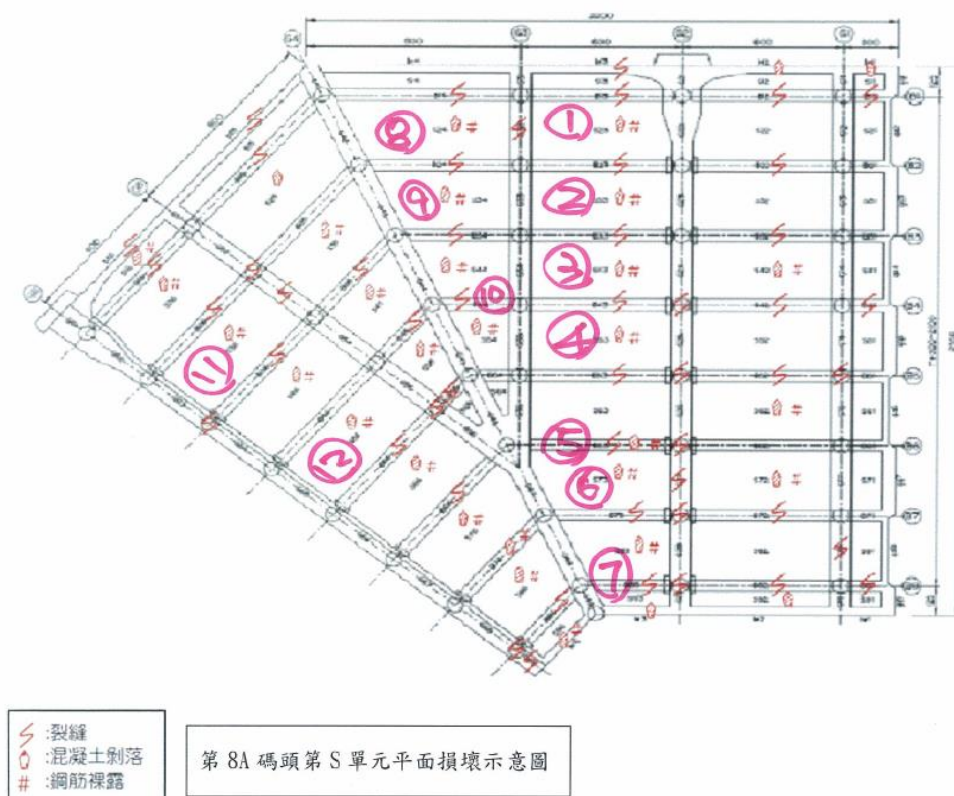


圖 4.29 臺中港 8A 碼頭第 S 單元平面損壞示意圖

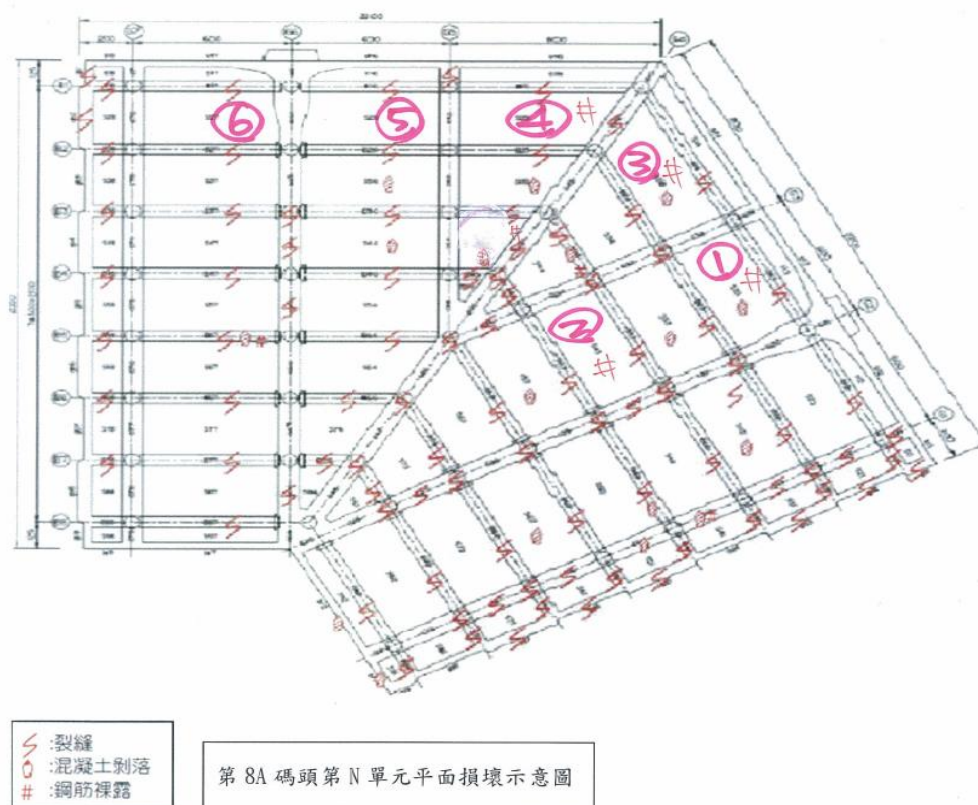


圖 4.30 臺中港 8A 碼頭第 N 單元平面損壞示意圖

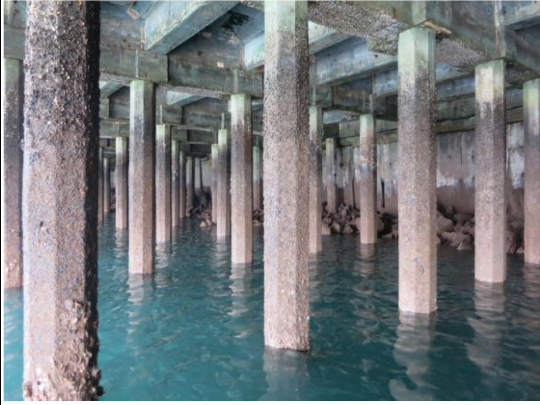
			
說明	PC 樁水下檢視狀況正常	說明	PC 樁水下檢視狀況正常
			
說明	PC 樁水下檢視狀況正常	說明	PC 樁水下檢視狀況正常
			
說明	PC 樁水下檢視狀況正常	說明	PC 樁水下檢視狀況正常

圖 4.31 臺中港 8A 碼頭水下設施現況照片

2. 30 號碼頭

(1) 目視檢測

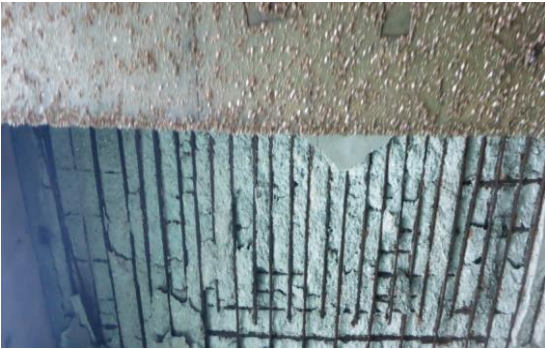
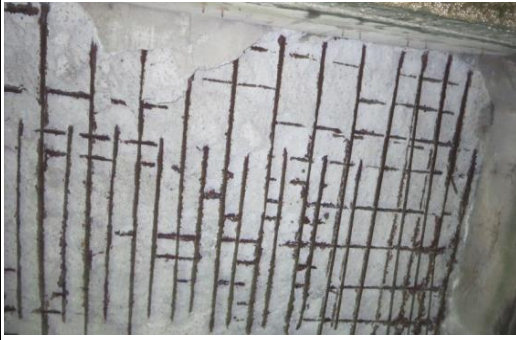
30 號碼頭岸上及水下設施，目視檢查結果，其岸上設施部分發現多個車檔設施有破損之情形、繫纜樁鏽蝕嚴重、碼頭面稍有破損，其後線及法線無變形狀況(如圖 4.32)；水下設施部分，部分鋼管樁防蝕保護套損壞、海生物附著狀況嚴重，底板則在多個單元皆有保護層剝落、鋼筋裸露、裂縫等現象，顯見其鏽蝕情形十分嚴重(如圖 4.33)。

	
說明 車檔設施破損(第 1 單元)	說明 車檔設施破損(第 2 單元)
	
說明 繫纜樁鏽蝕嚴重(第 2 單元)	說明 車檔設施破損(第 3 單元)
	
說明 碼頭面有破損(第 3 單元)	說明 碼頭面有破損(第 3 單元)

			
說明	車檔設施破損(第 4 單元)	說明	車檔設施破損(第 5 單元)
			
說明	碼頭面有破損(第 6 單元)	說明	車檔設施破損(第 6 單元)
			
說明	車檔設施破損(第 7 單元)	說明	碼頭面有破損(第 7 單元)

圖 4.32 臺中港 30 號碼頭岸上設施現況照片

			
說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 1 單元)	說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 1 單元)
			
說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 2 單元)	說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 2 單元)
			
說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 3 單元)	說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 3 單元)
			
說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 4 單元)	說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 4 單元)

			
說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 5 單元)	說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 5 單元)
			
說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 6 單元)	說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 7 單元)
			
說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 7 單元)	說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 7 單元)
			
說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 8 單元)	說明	鋼筋裸露有裂縫破損 (第 8 單元)

			
說明	鋼管樁海生物附著嚴重	說明	鋼管樁防蝕保護套損壞
			
說明	鋼管樁防蝕保護套損壞	說明	鋼管樁防蝕保護套損壞
			
說明	鋼管樁海生物附著嚴重	說明	鋼管樁防蝕保護套損壞

圖 4.33 臺中港 30 號碼頭水下設施現況照片

(2) 鋼管樁厚度量測

測量方法為每一單元選定 1~2 排測樁，測厚水深以海水面(± 0.0)及高程 $\pm 2.0\text{m}$ 處進行測厚度量測。檢測前先敲除鋼管樁表面之海生物及鐵鏽，再以超音波測厚計之探頭接觸敲除之表面量取鋼樁厚度，每處表面量取 3 點數據平均後得到現有厚度，再以原鋼管樁竣工時厚度減去現有厚度，得到減少厚度並計算腐蝕速率，測厚儀器及調查過程，如圖 4.34 所示。

臺中港 30 號碼頭鋼板厚度檢測與腐蝕速率計算結果，如表 4-6 所示。檢測結果其各測點最大減少厚度分別介於 0~0.16 mm 之間，腐蝕速率均介於 0.0001~0.0063mm/yr.之間，測厚數值尚屬正常。

			
說明	超音波測厚計	說明	水下檢測
			
說明	1P201 鋼管樁水下-2M 測厚數值(11.97)	說明	8P31 鋼管樁水下-2M 測厚數值(11.97)

圖 4.34 測厚儀器及調查經過

表 4-6 臺中港 30 號碼頭鋼管樁厚度檢測紀錄表

測定 位置	高程 (m)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度 (mm)	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			1	2	3			
基樁	2	12	11.97	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0012
1P201	±0.0	12	11.97	11.97	11.89	11.94	-0.06	0.0023
	-2	12	11.96	11.97	12.00	11.98	-0.02	0.0009
基樁	2	12	11.95	11.92	11.92	11.93	-0.07	0.0028
1P203-1	±0.0	12	11.96	11.95	12.00	11.97	-0.03	0.0012
	-2	12	11.98	11.99	11.92	11.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	11.95	11.97	11.97	11.96	-0.04	0.0015
1P203-2	±0.0	12	11.97	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0011
	-2	12	11.97	11.96	11.95	11.96	-0.04	0.0016
基樁	2	12	11.96	11.96	11.95	11.96	-0.04	0.0017
1P205	±0.0	12	11.98	11.95	11.96	11.96	-0.04	0.0015
	-2	12	11.96	11.99	11.96	11.97	-0.03	0.0012
基樁	2	12	11.96	11.94	11.95	11.95	-0.05	0.0020
1P207	±0.0	12	11.96	11.98	11.98	11.97	-0.03	0.0011
	-2	12	11.98	11.97	11.96	11.97	-0.03	0.0012
基樁	2	14	13.95	13.93	13.96	13.95	-0.05	0.0021
1P209	±0.0	14	13.96	13.95	13.95	13.95	-0.05	0.0019
	-2	14	13.96	13.96	13.96	13.96	-0.04	0.0016
基樁	2	12	11.95	11.97	11.94	11.95	-0.05	0.0019
1P2110	±0.0	12	11.93	11.93	11.96	11.94	-0.06	0.0024
	-2	12	11.97	11.95	11.98	11.97	-0.03	0.0013
基樁	2	12	11.99	11.98	11.98	11.98	-0.02	0.0007
2P51	±0.0	12	11.98	11.99	11.98	11.98	-0.02	0.0007
	-2	12	11.96	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0012
基樁	2	12	11.98	11.95	11.99	11.97	-0.03	0.0011
2P52-1	±0.0	12	11.85	11.89	11.85	11.86	-0.14	0.0055
	-2	12	11.84	11.85	11.84	11.84	-0.16	0.0063
基樁	2	12	11.84	11.85	11.88	11.86	-0.14	0.0057
2P52-2	±0.0	12	11.87	11.90	11.87	11.88	-0.12	0.0048
	-2	12	11.88	11.89	11.90	11.89	-0.11	0.0044
基樁	2	12	11.89	11.89	11.89	11.89	-0.11	0.0044
2P53	±0.0	12	11.90	11.90	11.93	11.91	-0.09	0.0036
	-2	12	11.89	11.90	11.89	11.89	-0.11	0.0043
基樁	2	12	11.91	11.96	11.87	11.91	-0.09	0.0035
2P54	±0.0	12	11.89	11.87	11.93	11.90	-0.10	0.0041
	-2	12	11.87	11.90	11.90	11.89	-0.11	0.0044

測定 位置	高程 (m)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度 (mm)	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			1.00	2.00	3.00			
基樁	2	14	13.96	13.98	13.97	13.97	-0.03	0.0012
2P55	±0.0	14	13.96	13.98	13.97	13.97	-0.03	0.0012
	-2	14	13.97	13.97	13.96	13.97	-0.03	0.0013
基樁	2	12	11.89	11.88	11.89	11.89	-0.11	0.0045
2P101	±0.0	12	11.97	11.87	11.91	11.92	-0.08	0.0033
	-2	12	11.88	11.91	11.91	11.90	-0.10	0.0040
基樁	2	12	11.90	11.91	11.86	11.89	-0.11	0.0044
2P102-1	±0.0	12	11.87	11.87	11.87	11.87	-0.13	0.0052
	-2	12	11.97	11.96	11.97	11.97	-0.03	0.0013
基樁	2	12	11.98	11.98	11.98	11.98	-0.02	0.0008
2P102-2	±0.0	12	12.00	12.00	11.97	11.99	-0.01	0.0004
	-2	12	11.98	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	11.98	11.97	11.98	11.98	-0.02	0.0009
2P103	±0.0	12	11.98	11.97	11.98	11.98	-0.02	0.0009
	-2	12	11.97	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	11.97	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0012
2P104	±0.0	12	11.97	11.98	11.99	11.98	-0.02	0.0008
	-2	12	11.99	11.98	11.98	11.98	-0.02	0.0007
基樁	2	14	13.98	13.98	13.97	13.98	-0.02	0.0009
2P105	±0.0	14	13.97	13.98	13.97	13.97	-0.03	0.0011
	-2	14	13.98	13.97	13.97	13.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	12.00	11.99	11.99	11.99	-0.01	0.0003
3P31	±0.0	12	11.94	11.95	12.00	11.96	-0.04	0.0015
	-2	12	11.95	11.98	12.00	11.98	-0.02	0.0009
基樁	2	12	11.99	11.98	11.99	11.99	-0.01	0.0005
3P32-1	±0.0	12	11.99	11.99	11.99	11.99	-0.01	0.0004
	-2	12	11.99	11.99	11.99	11.99	-0.01	0.0004
基樁	2	12	11.99	11.95	11.95	11.96	-0.04	0.0015
3P32-2	±0.0	12	11.96	11.94	12.00	11.97	-0.03	0.0013
	-2	12	12.00	11.98	11.98	11.99	-0.01	0.0005
基樁	2	12	11.99	12.00	11.98	11.99	-0.01	0.0004
3P33	±0.0	12	11.95	11.98	11.96	11.96	-0.04	0.0015
	-2	12	11.99	11.96	11.97	11.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	11.96	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0016
3P34	±0.0	12	11.95	11.95	11.97	11.96	-0.04	0.0017
	-2	12	11.95	11.95	11.98	11.96	-0.04	0.0016

測定 位置	高程 (m)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度 (mm)	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			1.00	2.00	3.00			
基樁	2	14	13.96	13.95	13.96	13.96	-0.04	0.0017
3P35	±0.0	14	13.97	13.95	13.96	13.96	-0.04	0.0016
	-2	14	13.96	13.97	13.96	13.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	11.98	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0011
4P61	±0.0	12	11.98	11.98	11.98	11.98	-0.02	0.0008
	-2	12	11.95	11.97	11.99	11.97	-0.03	0.0012
基樁	2	12	11.94	11.95	11.93	11.94	-0.06	0.0024
4P62-1	±0.0	12	11.94	11.95	11.97	11.95	-0.05	0.0019
	-2	12	11.91	11.93	11.96	11.93	-0.07	0.0027
基樁	2	12	11.95	11.92	11.92	11.93	-0.07	0.0028
4P62-2	±0.0	12	11.92	11.98	11.92	11.94	-0.06	0.0024
	-2	12	11.92	11.94	11.95	11.94	-0.06	0.0025
基樁	2	12	11.96	11.97	11.95	11.96	-0.04	0.0016
4P63	±0.0	12	11.98	11.99	11.99	11.99	-0.01	0.0005
	-2	12	11.99	12.00	11.99	11.99	-0.01	0.0003
基樁	2	12	11.99	11.99	11.99	11.99	-0.01	0.0004
4P64	±0.0	12	11.99	11.99	12.00	11.99	-0.01	0.0003
	-2	12	11.99	11.99	11.99	11.99	-0.01	0.0004
基樁	2	14	13.98	13.97	13.98	13.98	-0.02	0.0009
4P65	±0.0	14	13.96	13.95	13.97	13.96	-0.04	0.0016
	-2	14	13.97	13.96	13.96	13.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	12.00	11.97	11.99	11.99	-0.01	0.0005
5P91	±0.0	12	11.97	11.97	11.99	11.98	-0.02	0.0009
	-2	12	11.96	11.98	11.98	11.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	12.00	11.99	12.00	12.00	0.00	0.0001
5P92-1	±0.0	12	12.00	11.99	11.99	11.99	-0.01	0.0003
	-2	12	11.98	11.98	11.98	11.98	-0.02	0.0008
基樁	2	12	11.98	11.99	11.99	11.99	-0.01	0.0005
5P92-2	±0.0	12	11.99	12.00	11.99	11.99	-0.01	0.0003
	-2	12	11.97	11.95	11.95	11.96	-0.04	0.0017
基樁	2	12	11.98	11.99	11.95	11.97	-0.03	0.0011
5P93	±0.0	12	11.99	11.95	11.95	11.96	-0.04	0.0015
	-2	12	11.97	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	11.99	11.95	11.96	11.97	-0.03	0.0013
5P94	±0.0	12	11.96	11.95	11.98	11.96	-0.04	0.0015
	-2	12	11.99	12.00	11.99	11.99	-0.01	0.0003

測定 位置	高程 (m)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度 (mm)	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			1.00	2.00	3.00			
基樁	2	14	13.96	13.95	13.96	13.96	-0.04	0.0017
5P95	±0.0	14	13.96	13.95	13.97	13.96	-0.04	0.0016
	-2	14	13.96	13.96	13.97	13.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	11.98	11.96	11.95	11.96	-0.04	0.0015
6P31	±0.0	12	11.96	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0016
	-2	12	11.96	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0016
基樁	2	12	11.96	11.99	11.94	11.96	-0.04	0.0015
6P32-1	±0.0	12	11.96	11.98	11.98	11.97	-0.03	0.0011
	-2	12	11.99	11.96	11.96	11.97	-0.03	0.0012
基樁	2	12	11.96	11.95	11.99	11.97	-0.03	0.0013
6P32-2	±0.0	12	11.99	11.95	11.99	11.98	-0.02	0.0009
	-2	12	11.94	11.96	11.95	11.95	-0.05	0.0020
基樁	2	12	11.96	11.99	11.98	11.98	-0.02	0.0009
6P33	±0.0	12	11.98	11.98	11.99	11.98	-0.02	0.0007
	-2	12	11.98	11.98	11.97	11.98	-0.02	0.0009
基樁	2	12	11.97	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0011
6P34	±0.0	12	11.98	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0011
	-2	12	11.96	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0013
基樁	2	14	13.96	13.97	13.98	13.97	-0.03	0.0012
6P35	±0.0	14	13.98	13.97	13.97	13.97	-0.03	0.0011
	-2	14	13.96	13.96	13.97	13.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	11.91	11.94	11.94	11.93	-0.07	0.0028
7P61	±0.0	12	11.93	11.94	11.95	11.94	-0.06	0.0024
	-2	12	11.93	11.94	11.93	11.93	-0.07	0.0027
基樁	2	12	11.94	11.93	11.95	11.94	-0.06	0.0024
7P62-1	±0.0	12	11.98	11.95	11.97	11.97	-0.03	0.0013
	-2	12	11.97	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	11.95	11.95	11.96	11.95	-0.05	0.0019
7P62-2	±0.0	12	11.96	11.95	11.96	11.96	-0.04	0.0017
	-2	12	11.97	11.97	11.96	11.97	-0.03	0.0013
基樁	2	12	11.96	11.94	11.95	11.95	-0.05	0.0020
7P63	±0.0	12	11.94	11.95	11.99	11.96	-0.04	0.0016
	-2	12	11.95	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0017
基樁	2	12	11.95	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0017
7P64	±0.0	12	11.97	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0011
	-2	12	11.95	11.95	11.96	11.95	-0.05	0.0019

測定 位置	高程 (m)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度 (mm)	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			1.00	2.00	3.00			
基樁	2	14	13.98	13.98	13.96	13.97	-0.03	0.0011
7P65	±0.0	14	13.96	13.97	13.98	13.97	-0.03	0.0012
	-2	14	13.98	13.96	13.97	13.97	-0.03	0.0012
基樁	2	12	11.98	11.97	11.98	11.98	-0.02	0.0009
7P91	±0.0	12	11.97	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0015
	-2	12	11.96	11.97	11.96	11.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	11.96	11.97	11.94	11.96	-0.04	0.0017
7P92-1	±0.0	12	11.98	11.96	11.95	11.96	-0.04	0.0015
	-2	12	11.97	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	11.96	11.96	11.97	11.96	-0.04	0.0015
7P92-2	±0.0	12	11.96	11.97	11.94	11.96	-0.04	0.0017
	-2	12	11.97	11.98	11.98	11.98	-0.02	0.0009
基樁	2	12	11.97	11.96	11.97	11.97	-0.03	0.0013
7P93	±0.0	12	11.98	11.96	11.95	11.96	-0.04	0.0015
	-2	12	11.96	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0016
基樁	2	12	11.96	11.96	11.96	11.96	-0.04	0.0016
7P94	±0.0	12	11.96	11.97	11.94	11.96	-0.04	0.0017
	-2	12	11.96	11.97	11.98	11.97	-0.03	0.0012
基樁	2	14	13.99	13.96	13.96	13.97	-0.03	0.0012
7P95	±0.0	14	13.96	13.95	13.99	13.97	-0.03	0.0013
	-2	14	13.98	13.95	13.98	13.97	-0.03	0.0012
基樁	2	12	11.94	11.96	11.95	11.95	-0.05	0.0020
8P31	±0.0	12	11.97	11.99	11.98	11.98	-0.02	0.0008
	-2	12	11.98	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	11.98	11.98	11.97	11.98	-0.02	0.0009
8P32-1	±0.0	12	11.97	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0011
	-2	12	11.98	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	11.98	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0011
8P32-2	±0.0	12	11.92	11.98	11.92	11.94	-0.06	0.0024
	-2	12	11.92	11.94	11.95	11.94	-0.06	0.0025
基樁	2	12	11.96	11.97	11.95	11.96	-0.04	0.0016
8P33	±0.0	12	11.98	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0011
	-2	12	11.97	11.96	11.97	11.97	-0.03	0.0013
基樁	2	12	11.97	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0011
8P34	±0.0	12	11.98	11.99	11.96	11.98	-0.02	0.0009
	-2	12	11.97	11.98	11.99	11.98	-0.02	0.0008

測定 位置	高程 (m)	原厚度 (mm)	現有厚度 (mm)			平均厚度 (mm)	減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
			1.00	2.00	3.00			
基樁	2	14	13.96	13.95	13.96	13.96	-0.04	0.0017
8P35	±0.0	14	13.95	13.97	13.96	13.96	-0.04	0.0016
	-2	14	13.98	13.97	13.97	13.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	11.93	11.95	11.96	11.95	-0.05	0.0021
8P71	±0.0	12	11.97	11.97	11.98	11.97	-0.03	0.0011
	-2	12	11.97	11.97	11.98	11.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	11.98	11.97	11.98	11.98	-0.02	0.0009
8P72-1	±0.0	12	11.96	11.97	11.97	11.97	-0.03	0.0013
	-2	12	11.97	11.95	11.97	11.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	11.93	11.93	11.96	11.94	-0.06	0.0024
8P72-2	±0.0	12	11.97	11.95	11.98	11.97	-0.03	0.0013
	-2	12	11.97	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0011
基樁	2	12	11.98	11.99	11.98	11.98	-0.02	0.0007
8P73	±0.0	12	11.96	11.98	11.97	11.97	-0.03	0.0012
	-2	12	11.98	11.95	11.96	11.96	-0.04	0.0015
基樁	2	12	11.85	11.86	11.85	11.85	-0.15	0.0059
8P74	±0.0	12	11.84	11.85	11.84	11.84	-0.16	0.0063
	-2	12	11.86	11.85	11.88	11.86	-0.14	0.0055
基樁	2	14	13.87	13.86	13.89	13.87	-0.13	0.0051
8P75	±0.0	14	13.87	13.89	13.86	13.87	-0.13	0.0051
	-2	14	13.89	13.88	13.87	13.88	-0.12	0.0048

(3) 鋼管樁保護電位量測

電位量測因 30 號碼頭現場無電位測試棒，經與廠商討論後，依過往該碼頭保護電位檢測方式，將電表一端夾於繫纜樁，另一端由潛水人員以海水氯化銀電極探頭放於鋼樁欲量處，連成一迴路量得電位數據。電位量測使用設備及調查經過，如圖 4.35 所示。依據 CNS15993-1 規範，海水氯化銀保護電位標準值需低於-780 mV。檢測結果其各測點防蝕電位介於-650~-750 mV 之間(如表 4-7)，顯示防蝕保護可能不足，建議儘速安裝測試棒並再行檢測，如仍不足，需進行改善，以確保碼頭結構使用安全。

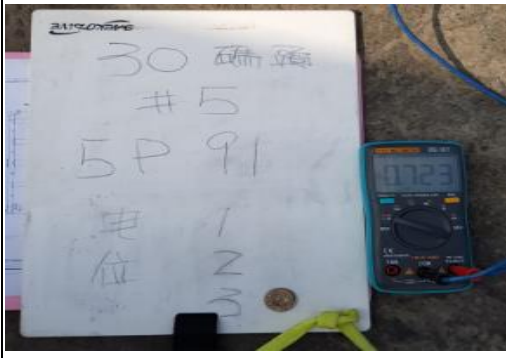
	
說明 海水氯化銀參考電極	說明 數位型三用電表
	
說明 現場作業	說明 數據量測

圖 4.35 電位量測設備及調查經過

表 4-7 臺中港 30 號碼頭鋼管樁保護電位檢測紀錄表

防 蝕 對 象		鋼管樁				日期:108.10.23	
量 測 地 點		臺中港#30 號碼頭					
測試儀器型號		數位型三用電錶 ZOTEK ZT101					
參考電極型式		海水銀-氯化銀參考電極(MCMILLER Ag/Ag sea kie 13100)					
項次	碼頭編號	構件位置	防蝕電位測點			是否合格 標準值(≤-780mV)	備註
			-1	-2	-3		
1	#30	1P201	-757	-756	-751	否	
2	#30	1P203-1	-759	-760	-762	否	
3	#30	1P203-2	-778	-777	-780	否	
4	#30	1P205	-784	-783	-782	是	
5	#30	1P207	-750	-751	-753	否	
6	#30	1P209	-758	-757	-757	否	
7	#30	1P2110	-788	-789	-784	是	
8	#30	2P51	-784	-784	-792	是	
9	#30	2P52-1	-793	-796	-797	是	
10	#30	2P52-2	-792	-794	-791	是	
11	#30	2P53	-793	-799	-809	是	
12	#30	2P54	-806	-808	-808	是	
13	#30	2P55	-801	-800	-802	是	
14	#30	2P101	-755	-755	-753	否	
15	#30	2P102-1	-751	-752	-753	否	
16	#30	2P102-2	-753	-754	-754	否	
17	#30	2P103	-757	-756	-755	否	
18	#30	2P104	-760	-762	-762	否	
19	#30	2P105	-759	-761	-760	否	
20	#30	3P31	-753	-756	-757	否	
21	#30	3P32-1	-757	-755	-757	否	
22	#30	3P32-2	-754	-754	-754	否	
23	#30	3P33	-753	-754	-755	否	
24	#30	3P34	-751	-749	-755	否	
26	#30	4P61	-734	-734	-738	否	
27	#30	4P62-1	-743	-745	-744	否	
28	#30	4P62-2	-745	-744	-744	否	
29	#30	4P63	-758	-753	-757	否	
30	#30	4P64	-756	-752	-752	否	

防 蝕 對 象		鋼管樁				日期:108.10.24	
量 測 地 點		臺中港#30 號碼頭					
測試儀器型號		數位型三用電錶 ZOTEK ZT101					
參考電極型式		海水銀-氯化銀參考電極(MCMILLER Ag/Ag sea kie 13100)					
項次	碼頭編號	構件位置	防蝕電位測點			是否合格 標準值(≤-780mV)	備註
			-1	-2	-3		
31	#30	4P65	-752	-750	-749	否	
32	#30	5P91	-725	-724	-723	否	
33	#30	5P92-1	-723	-724	-725	否	
34	#30	5P92-2	-728	-727	-727	否	
35	#30	5P93	-729	-730	-730	否	
36	#30	5P94	-725	-724	-726	否	
37	#30	5P95	-726	-726	-726	否	
38	#30	6P31	-799	-797	-802	是	
39	#30	6P32-1	-803	-801	-802	是	
40	#30	6P32-2	-809	-804	-813	是	
41	#30	6P33	-784	-785	-786	是	
42	#30	6P34	-787	-787	-786	是	
43	#30	6P35	-788	-791	-786	是	
44	#30	7P61	-749	-744	-743	否	
45	#30	7P62-1	-738	-745	-744	否	
46	#30	7P62-2	-749	-751	-753	否	
47	#30	7P63	-752	-753	-754	否	
50	#30	7P91	-662	-665	-670	否	
51	#30	7P92-1	-706	-709	-711	否	
52	#30	7P92-2	-721	-722	-725	否	
53	#30	7P93	-720	-723	-725	否	
54	#30	7P94	-731	-737	-739	否	
56	#30	8P31	-797	-732	-729	否	
57	#30	8P32-1	-748	-750	-749	否	
58	#30	8P32-2	-749	-722	-743	否	

(4) 陽極塊效能檢測-閉路電位量測

測量方法為潛水人員以電極探頭放於陽極塊之上、中、下三處，間隔約 30 公分，潛水人員將陽極塊附著之海生物去除後，岸上人員讀出電位數，再以上述方法量測一次。檢測結果共 50 處陽極塊檢測發生電位，量測結果如表 4-8 所示。陽極塊表面覆著海生物清除前後為-683 ~ -819 mV 與-736 ~ -812 mV 之間，陽極塊發生電位部分大於標準值-780 mV，可能無法達保護基樁鋼材免於腐蝕之目的。陽極塊電位量測作業經過，如圖 4.36 所示。

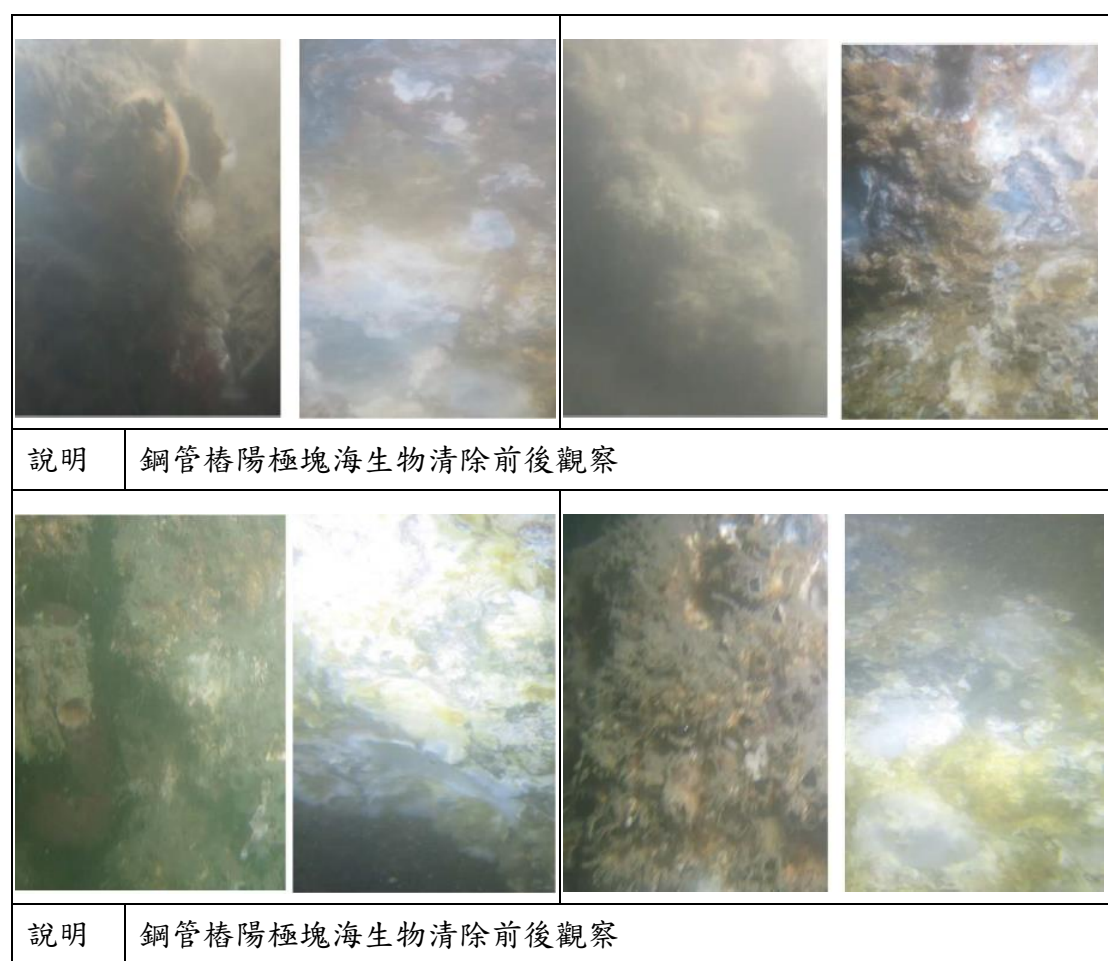


圖 4.36 陽極塊電位量測作業經過

表 4-8 臺中港 30 號碼頭鋼管樁陽極塊發生電位檢測紀錄表

防 蝕 對 象		鋼管樁				日期:108.10.24		
量 測 地 點		臺中港#30 號碼頭						
測試儀器型號		數位型三用電錶 ZOTEK ZT101						
參考電極型式		海水銀-氯化銀參考電極(MCMILLER Ag/Ag sea kie 13100)						
項次	碼頭編號	基樁編號	位置(海生物清除前)			位置(海生物清除後)		
			上	中	下	上	中	下
1	#30	1P201	-774	-776	-777	-789	-809	-810
2	#30	1P203-1	-781	-779	-778	-810	-814	-815
3	#30	1P203-2	-779	-783	-792	-804	-801	-804
4	#30	1P205	-819	-817	-817	-812	-807	-806
5	#30	1P207	-793	-792	-793	-779	-778	-777
6	#30	2P51	-753	-751	-750	-762	-758	-755
7	#30	2P52-1	-762	-759	-759	-769	-763	-765
8	#30	2P52-2	-756	-758	-757	-764	-763	-764
9	#30	2P53	-756	-755	-754	-761	-764	-758
10	#30	2P101	-749	-753	-756	-769	-767	-769
11	#30	2P102-1	-759	-756	-759	-775	-773	-775
12	#30	2P102-2	-755	-751	-752	-779	-781	-777
13	#30	2P103	-761	-762	-763	-767	-767	-767
14	#30	2P104	-770	-769	-768	-770	-765	-769
15	#30	3P31	-753	-751	-752	-748	-746	-745
16	#30	3P32-1	-751	-752	-753	-739	-741	-745
17	#30	3P32-2	-754	-755	-755	-766	-768	-769
18	#30	3P33	-762	-761	-757	-768	-769	-771
19	#30	3P34	-751	-751	-751	-772	-773	-769
20	#30	4P61	-698	-698	-698	-703	-704	-699
21	#30	4P62-1	-724	-731	-729	-737	-735	-735
22	#30	4P62-2	-756	-754	-753	-761	-764	-758
23	#30	4P63	-757	-753	-754	-763	-765	-758
24	#30	5P91	-683	-686	-687	-740	-738	-736
25	#30	5P92-1	-725	-728	-730	-741	-747	-746
26	#30	5P92-2	-739	-735	-736	-753	-750	-753
27	#30	5P93	-756	-755	-754	-761	-764	-758
28	#30	6P31	-789	-782	-781	-794	-796	-796
29	#30	6P32-1	-781	-780	-779	-787	-786	-787
30	#30	6P32-2	-779	-775	-778	-783	-782	-785
31	#30	6P33	-778	-775	-776	-788	-783	-776
32	#30	7P61	-756	-761	-763	-762	-779	-775
33	#30	7P62-1	-763	-765	-764	-773	-782	-780
34	#30	7P62-2	-756	-758	-759	-765	-767	-774
35	#30	7P63	-745	-747	-746	-763	-762	-764
36	#30	7P91	-743	-744	-741	-762	-763	-767
37	#30	7P92-1	-751	-755	-752	-796	-793	-793
38	#30	7P92-2	-759	-757	-766	-784	-807	-811

39	#30	7P93	-753	-761	-757	-766	-766	-764
40	#30	7P94	-760	-759	-758	-763	-762	-764
41	#30	8P31	-777	-782	-781	-793	-790	-789
42	#30	8P32-1	-779	-778	-780	-811	-807	-811
43	#30	8P32-2	-788	-787	-787	-789	-790	-791
44	#30	8P33	-780	-792	-791	-811	-810	-809
45	#30	8P34	-784	-785	-785	-793	-791	-790
47	#30	8P71	-730	-743	-752	-759	-763	-762
48	#30	8P72-1	-756	-749	-735	-755	-756	-758
49	#30	8P72-2	-750	-751	-753	-797	-796	-804
50	#30	8P73	-763	-765	-767	-793	-794	-793

綜整上述劣化情形，歸納以簡易表格呈現數量及現況描述，如表 4-9 所示。

表 4-9 劣化情況簡述

碼頭	地點	劣化說明
8A 碼頭	岸上	<u>4 處車擋設施破損</u>
	水下	各單元 <u>底板</u> 、 <u>梁</u> 皆有鋼筋裸露及混凝土剝落及裂縫破損，情況嚴重約 <u>84 處</u> 。
30 號碼頭	岸上	<u>15 處車擋設施破損</u>
		<u>1 處繫纜樁鏽蝕嚴重</u>
		<u>碼頭面</u> 稍有破損
	水下	各單元 <u>底板</u> 、 <u>梁</u> 皆有多處鋼筋裸露及混凝土剝落及裂縫破損，情況嚴重處約有 <u>82 處</u> 。
		多處 <u>鋼樁保護套</u> 損毀、海生物附著嚴重
		<u>鋼管樁</u> 厚度量測其各測點最大減少厚度分別介於 0~0.16 mm 之間，腐蝕速率均介於 0.0001~0.063mm/yr.之間，測厚數值尚屬 <u>正常</u> 。
		<u>鋼管樁</u> 保護電位量測各測點防蝕電位介於-650~-750 mV 之間， <u>鋼樁</u> 保護電位量測狀況 <u>異常</u>
		<u>陽極塊</u> 表面覆著海生物清除前後為：-683~-819 mV 與-736~-812 mV 之間陽極塊效能檢測狀況 <u>異常</u>

4.4 擴充維護管理系統功能

本所今(108)年度針對既有系統模組進行功能精進與擴充，並更新維護管理系統資料庫基本資料模組，新增布袋、澎湖馬公與龍門尖山港碼頭與防波堤之基本資料，另亦對去年度正式開發，針對行動裝置的第一版 APP 進行程式的修正跟調整及系統精進。相關完成之工作項目臚列如后。

(1) 依照設施型態擴充資料填寫紀錄與顯示方式

對於維護管理系統內既有的碼頭、防波堤、浮動碼頭等設施，根據設施型態的不同，擴充更多的資料記錄欄位。從先前的重力式、棧橋式、板樁式、鋼板樁、沉箱式等結構型式，變更為重力式、棧橋式、板樁式、鋼板樁複合式、浮筒、繫靠船台式等，使用者可以依照已變更的結構型式，編輯更新碼頭的結構型式，讓碼頭結構型式更加正確。(如圖 4.37)。

圖 4.37 編輯碼頭資料

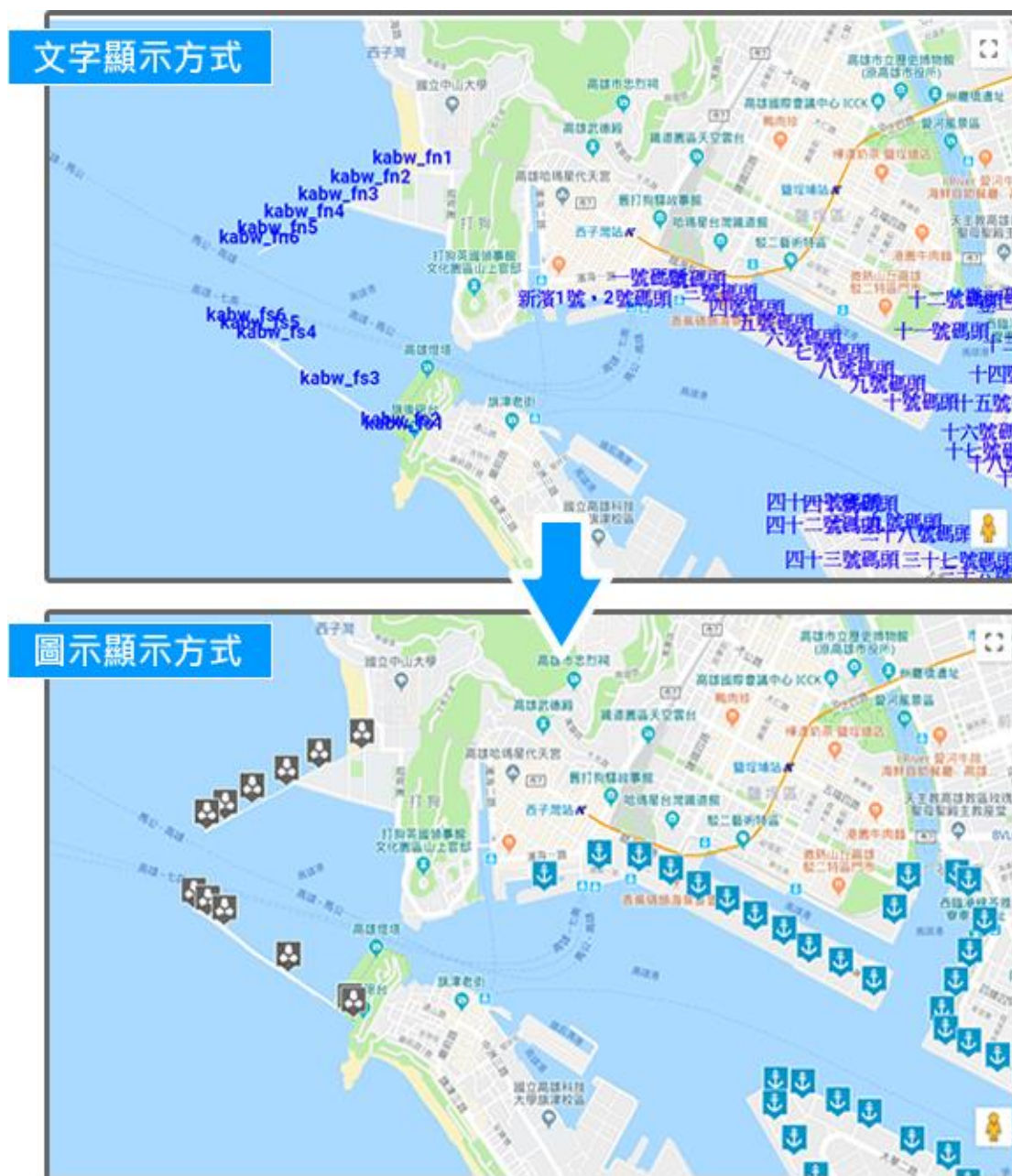
另外在基本資料上也擴充了一個「構件編碼」的功能頁籤，使用者可以點選此功能來建立碼頭內的構件項目編碼清單，目前已將構件區分了 20 種對應的構件分類代號，構件編碼代碼如表 4-10 所示。

如棧橋式碼頭類型所對應的構件數量相當多，如梁或樁的數量均可能達到幾十筆以上，對這些為數不少的構件數量，系統建置了批次新增構件編碼的功能，讓使用者可快速建立構件編碼資料。

目前系統內已有提供地圖方式查看各碼頭與防波堤等位置資訊，讓使用者可以透過地圖來快速點選所要進行維護管理的設施，但因目前設施是以文字或編號呈現，且各碼頭的名稱或編號規則不一定相同，所以在 GIS 地圖的呈現會顯得雜亂不易觀看，針對這個問題將新增一個顯示方式，使用者可以選擇以小圖示方式來呈現碼頭或防波堤，經由比較容易辨別的圖示，來解決 GIS 地圖在操作時，各個碼頭或防波堤文字名稱容易重疊，不易分辨的問題(如圖 4.38)。

表 4-10 構件編碼項目清單

編號	構件項目	編號代碼
1	梁	B
2	底版	S
3	鋼管樁、鋼管板樁、板樁	P
4	防蝕披覆	P _{PC}
5	陰極防蝕	P _{CP}
6	擋土護岸(沉箱)	R
7	岸肩	A _P
8	渡板	C _P
9	防舷材	G
10	繫船柱	B _o
11	車檔	C _u
12	柵	F _e
13	階梯	L _a
14	照明設備	L _f
15	排水設施	D _f
16	標示燈	B _l
17	浮臺	P _o
18	浮臺滑動滾輪組	R _O
19	聯絡橋	B _a
20	棚架	C



(2) 建立各劣化資料的狀態變化歷程記錄

系統將詳細紀錄各審核動作時的審核者、審核時間、審核後的狀態，從劣化記錄建立後到此劣化維修完成間的各項動作確實記錄下來，並依附在此劣化記錄上，使用者可以透過系統介面，來點選查閱此劣化審核狀態的歷程變化(如圖 4.39)。



NO	變更內容	備註說明	變更者	變更時間
1	狀態由「等待審核」變更為「審核完成，等待維修」。		花蓮港	2019-04-01 15:55:31
2	狀態由「審核完成，等待維修」變更為「已接收，等待維修」。		花蓮港	2019-04-01 15:56:08
3	狀態由「已接收，等待維修」變更為「維修完成，等待審核」。		花蓮港	2019-04-01 15:58:12
4	狀態由「維修完成，等待審核」變更為「維修完成，審核完成」。		花蓮港	2019-04-01 15:59:24
5	狀態由「維修完成，審核完成」變更為「結案」。		花蓮港	2019-04-01 16:00:24

圖 4.39 記錄歷程狀態

(3) 整合巡查、檢測、特檢及即時通報的劣化紀錄填列方式

主要將即時通報的劣化紀錄納入檢測方的劣化記錄中，提供後續建立維修記錄的方便性。劣化記錄的填寫方式也進行改善調整，使用者在填寫劣化記錄時所使用的劣化記錄參考，已蒐集相關的判定標準圖片，增加以圖示顯示方式，讓使用者可以多一種判斷的方式，增加填寫劣化記錄的準確率(如圖 4.40)。



劣化類型	狀況	判定標準	參考圖片
選擇 重力式 1類 海底地基 冲刷，土砂的淤積	4	1.岸壁前有深1m以上的冲刷 2.大範圍崩落露出	
選擇 重力式 1類 海底地基 冲刷，土砂的淤積	3	伴隨著冲刷，可看出對岩石基礎與岸壁本體的影響	
選擇 重力式 1類 海底地基 冲刷，土砂的淤積	2	有深度/高度小於0.5m的冲刷或堆積	
選擇 重力式 1類 海底地基 冲刷，土砂的淤積	1	沒有變化	
選擇 附屬設施 1類 繫船柱及繫船環 本體的劣化、損傷、並架的剝落等狀況	4	由於破壞、損傷等造成不能使用狀態。	

圖 4.40 劣化參考圖示

改善劣化參考清單的呈現方式，將關聯設施的碼頭型式來先行過濾劣化參考清單，對於重力式、棧橋式、沉箱式等不同碼頭型式應對應不同的劣化參考清單，系統將自動先進行過濾，提供不同碼頭型式所會對應的劣化參考，並增設自動帶入功能，讓填寫者可點選帶入按鈕來自動帶入劣化資料，盡量減少手動輸入的操作錯誤(如圖 4.41)。

1. 依據碼頭型式進行初步的過濾。

2. 增設過濾器可依照需求來搜尋。

設施型式	碼頭	碼頭名稱	劣化類型	狀況	判定標準	
選擇	重力式	類	鋪面	淘出、空洞化	4	1 發生淘出，或有可能性（空洞化） 2 防砂板破損 3 有防砂修破損的可能性
選擇	重力式	類	鋪面	淘出、空洞化	3	1 有發生空洞的可能性 2 接縫板有嚴重的劣化、裂傷、損傷等
選擇	重力式	類	鋪面	淘出、空洞化	2	接縫板有輕微的劣化、裂傷、損傷等
選擇	重力式	類	鋪面	淘出、空洞化	1	未發生淘出（無空洞化）
選擇	重力式	類	鋪面	下陷、坍塌	4	1 沉箱背後有土砂湧出 2 沉箱背後有土砂坍塌 3 對車輛的通行和步行造成很大障礙
選擇	重力式	類	鋪面	下陷、坍塌	3	1 鋪面上有3cm以上的下陷 2 鋪面和背後地面間有30cm以上的下陷 3 沉箱接縫上有明顯的開口、偏差
選擇	重力式	類	鋪面	下陷、坍塌	2	1 鋪面上有小於3cm的下陷 2 鋪面和背後地面間有小於30cm的下陷 3 沉箱接縫上有輕微的開口、偏差

圖 4.41 劣化類型參考清單

(4) 增設資料建立與審核作業等電子郵件通報服務

在需審核作業的資料建立時（如劣化資料、申請帳號等），系統將主動寄送通知信件至相關審核人員的電子信箱，告知有待審核項目需進行審核，審核人員可以透過電子信件上的連結，快速登入系統來進行審核工作，藉以縮短整個審核作業的時間(如圖 4.42)。

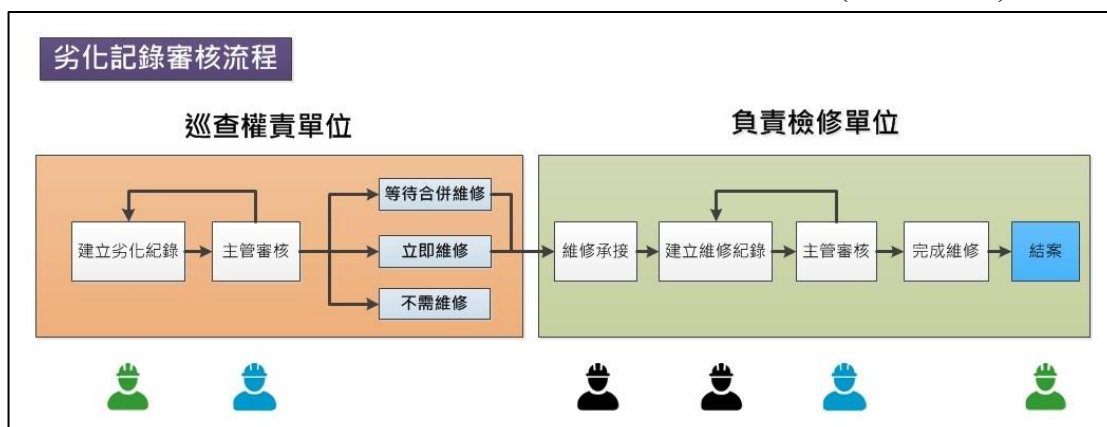


圖 4.42 劣化紀錄審核流程

(5) 規劃建置定期檢測巡檢作業以表單勾選為導向

目前定期檢測表同步於巡查跟特別檢測，依使用者需求改為 AB 表的填列方式(如圖 4.43)，並將舊有已存在系統內的定期檢測表資料，做一資料轉換來符合新的 AB 表格式。藉由將所有檢測表單統一化的工作，可以降低相關人員在學習及操作系統的時間跟成本，增加巡檢作業的效率及一致性。

經常巡查表A

是否	劣化情形
☐ 是 ☐ 否	1.是否跟原有的使用狀態(貨物的使用形態、車輛的使用等)有很大差異
☐ 是 ☐ 否	2.是否有受到船舶等衝撞的痕跡等情形
☐ 是 ☐ 否	3.是否出現法線的嚴重變位或是接縫處有明顯的高低差異
☐ 是 ☐ 否	4.是否出現前沿鋪面下陷、沉陷的現象
☐ 是 ☐ 否	5.是否出現異常聲響或震動等
☐ 是 ☐ 否	6.附屬設施(防舷材、繫船柱、車擋等)是否出現異常情形
☐ 是 ☐ 否	7.是否有使用障礙等情形
☐ 是 ☐ 否	8.為初次巡查記錄
☐ 是 ☐ 否	9.其他

1.先填列A表。

編輯經常巡查 - 新增劣化紀錄

花蓮港 - 9號碼頭 型式：重力式

基本資料 劣化紀錄 巡查照片 巡查檔案

返回劣化列表

劣化單元 B02 檢視單元資料

*構件名稱 海底地基 劣化參考

劣化類型 冲刷，土砂的淤積

*劣化狀況 3 劣化描述：伴隨著冲刷，可看出對拋石基礎與岸壁本體的影響

*位置 9號碼頭尾端126K

2.如有缺失在填B表。

圖 4.43 劣化紀錄 A、B 表

(6) 擴充帳號角色符合檢測工作委外需求

針對委外辦理巡檢工作需求新增一至多個不同廠商的角色以及相關的權限。各個港區管理者可以獨立建立及管理各自的廠商帳號，可以指定廠商帳號的角色（可以使用的功能模組以及相關的資料權限）。廠商的帳號可設定一個使用的期限，可能是廠商承接標案的執行期間，期限一到帳號便會自動停用，避免後續帳號疏於管理而衍生其他問題。

(7) 擴充維修記錄查詢條件並增設輸出功能

擴充搜尋介面的條件欄位，讓使用者可以依照碼頭型式、編號、名稱等條件，組合去搜尋已建立於系統內的劣化或維修記錄。並在搜尋出來的結果頁面上，新增輸出的功能按鈕來將查詢結果輸出，方便使用者做後續的統計或列印之用，提升使用的方便性。

(8) 增設登入系統相關紀錄統計

由於系統功能已經日趨完整，為了了解系統的使用狀況及頻率，將增加一個系統登入的記錄功能。該功能主要記錄使用者的登入時間及次數，並提供每月及每年的統計報表供查詢。除了可有效的統計相關單位使用系統的人次，也可以作為系統未來推廣方向及策略的參考。

(9) 行動應用程式(App)優化與精進

除了提升 APP 於行動裝置安裝的相容性及穩定性外，APP 端的程式亦配合主系統的主要功能模組進行相關的調整，使之可以配合主系統正常運作。目前港灣構造物維護管理系統及 APP 架構如圖 4.44。



圖 4.44 系統及 APP 模組架構

本年度主系統有進行調整的功能模組，APP 端的程式也有進行相應的調整，使之可以配合主系統運作。目前主系統已有提供一個帳號可檢視多個港灣，在 APP 的部分也進行相關的調整，對於一個帳號可以管理複數個港灣設施，APP 會根據登入者的身份與所能查看的港灣權限，來呈現可操作的功能選項，並限制使用者可以切換的港灣選項。使用者如沒有檢視某些港灣的權限，便不可檢視或新增該港灣相關的巡查或檢測資料，以避免資料建置上的錯誤，如圖 4.45。

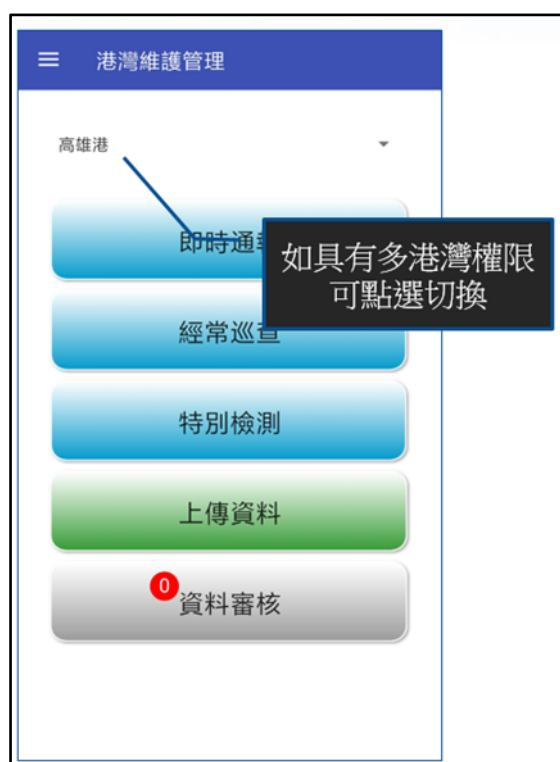


圖 4.45 APP 支援多港灣切換

另外，於 APP 內也增加了座標參考功能，使用者可以透過新增的座標參考功能，如圖 4.46 座標參考所示，來連結至主系統查詢所屬碼頭的座標編碼圖。如主系統有在碼頭資料內的相關檔案功能內，可增加座標圖式檔案，使用者就可以在 APP 上來進行查詢的操作，主要使用於填寫劣化紀錄時可以夠過此查詢，來取得構件編碼資訊，並把查詢到的構件編碼填入至劣化紀錄中，如圖 4.47。



圖 4.46 座標參考

編輯碼頭資料

基本資料
照片資料
相關資料

高雄港 - 一百一十一號碼頭

類型
文件資料
名稱
檔案
選擇檔案
未選...檔案
確定上傳

* 座標資料將提供給行動裝置查詢使用

NO.	類型	名稱	檔案	動作
1	座標資料	底版		刪除
2	座標資料	梁		刪除
3	座標資料	附屬設施		刪除

圖 4.47 主系統座標資料

現亦可於 APP 上直接進行審核作業，如主系統一樣。具有審核權限的帳號登入 APP 後可以於功能選單中的資料審核進行缺失資料審核，如有需審核資訊也會於功能單上以紅底白字數字顯示，提醒使用者有待審核資料需審核。

APP 也提供了導航至此的功能，使用者可以透過圖片上所記錄的座標位置，點選導航至此的功能按鈕，點擊後會立即開啟行動裝置上的地圖功能並加以導航至此紀錄位置，如圖 4.48，讓使用者可以依據導航的路徑，達到此劣化紀錄的地點。

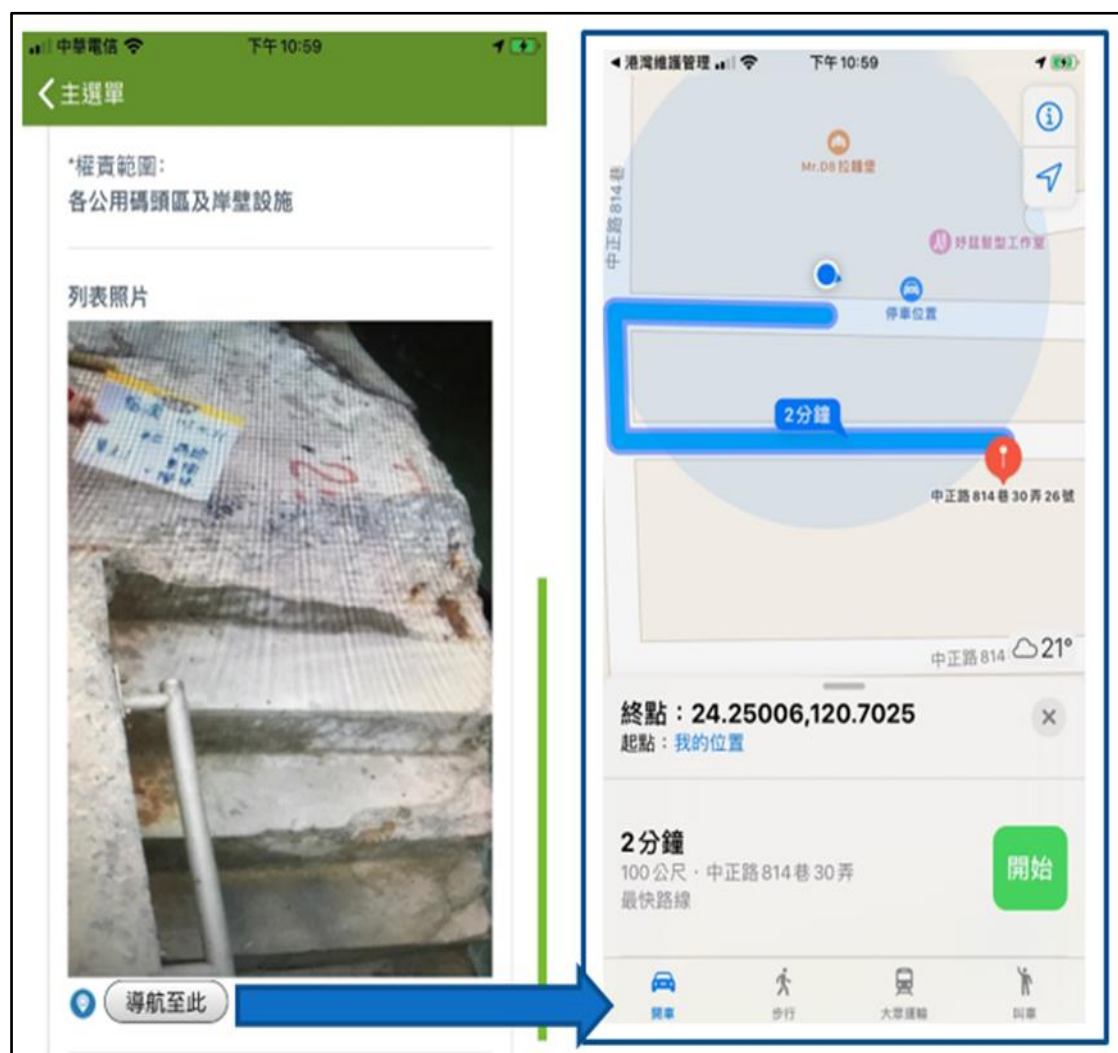


圖 4.48 導航至劣化位置

第五章 結論與建議

科技部「科技發展藍圖」(民國 108 年至 111 年)提到，近年來國際間地震、洪水、颱風等天然災害頻繁產生，對生命與財產造成大規模損失。而對於我國災害防救相關重點措施之一即為：盤點抗災需求，要求重新審視短期天災與長期氣候災害的需求及基礎建設。而對於確保構造物使用安全及延長其使用年限，完善之維護管理機制有其必要性。

以往公共工程與重要設施大都較注重興建，或發現嚴重問題後才開始想進行全面修護，對於日常之調查維護作業，經常僅編列少數或無維護經費，故其維護效益甚低至無，設施任其持續劣化終致損壞，最後淪為不能使用之命運。如何將現有之設施達到最有效率之使用，避免修護及龐大重建經費之耗費外，其營運停頓造成之損失更難以估計。為此，構造物維護管理機制之建立，必為未來各項工程領域刻不容緩之課題，方能達成其永續經營。

依據「國家科學技術發展計畫」(民國 106 年至 109 年)交通部科學技術發展目標：(1)目標三-「研發港埠、橋梁及山區道路災害防救科技，以提升港埠及道路運輸效能」。(2)目標四-「推動現代化海象觀測技術，研發綠色港埠新技術，提升航行安全及港埠營運效率與品質，促進臺灣港埠永續發展」，如何提升港灣設施維護、管理與安全等為本研究之主要目的。

本計畫研究項目包括：(1)研析臺中港現行維護管理機制；(2)進行臺中港碼頭與防波堤岸上及水下調查；(3)檢測並評估臺中港碼頭鋼板樁厚度與防蝕效能；(4)擴充並優化既有港灣構造物維護管理系統功能。

本年度研究結論、建議、成果效益與應用及提供政府單位應用情形等臚列如下：

5.1 結論

1. 臺中港現行維護管理機制，係依據臺灣港務公司各項設施之巡查、維護權責作業要點辦理經常巡查、定期檢測、特別巡查與應變等。
2. 經相關資料蒐整研析並和臺中港務分公司討論後，依碼頭老劣化情形、檢測需求及經費，擇定 8A 及 30 號碼頭為現地調查標的。岸上目視檢查發現，8A 碼頭附屬設施之車擋有破損情形，碼頭面狀況正常，法線無變形狀況，主體設施未發現明顯或危及碼頭結構安全之劣化異狀現象；30 號碼頭附屬設施之車擋有破損情形、繫纜樁部分鏽蝕嚴重，碼頭主體部分為碼頭面稍有破損，後線及法線無變形狀況，無明顯或危及碼頭結構安全之劣化異狀現象。
3. 水下目視檢測結果，8A 碼頭 PC 樁狀況正常，各單元碼頭面底版皆有混凝土裂縫或剝落、鋼筋裸露等現象，鏽蝕情形嚴重；30 號碼頭部分鋼管樁防蝕保護套損壞、海生物附著狀況嚴重，部份單元碼頭面底版混凝土裂縫或剝落、鋼筋裸露等現象，鏽蝕情形嚴重。
4. 30 號碼頭鋼管樁厚度量測結果，腐蝕速率均小於設計規範值；鋼管樁防蝕電位及陽極塊效能檢測，顯示防蝕保護可能不足；上述保護電位不足情況，推測可能原因 30 號碼頭應有之電位測試棒均已遺失，量測時僅能用繫纜代替，影響結果準確率。
5. 維護管理系統功能改善，本年度針對既有系統模組進行功能精進與擴充，並更新維護管理系統資料庫基本資料模組，新增布袋、澎湖馬公與龍門尖山港碼頭與防波堤之基本資料，另亦對去年度正式開發，針對行動裝置的第一版 APP 進行程式的修正跟調整及系統精進，以期更符合實際應用需要。

5.2 建議

1. 本所已針對國內各國際商港與主要港口，完成建置港灣構造物維護管理系統，建議各港可參考使用，提供回饋意見，俾利系統續精進。

2. 臺中港 8A 碼頭、30 號碼頭車擋等附屬設施出現劣化，雖不影響設施功能，建議仍應及早修護，確保營運安全。另底板鋼筋裸露、混凝土裂縫情況嚴重，且有鋼樁保護套脫落現象，建議納入年度預算進行維修工作。
3. 臺中港 30 號碼頭，調查鋼管樁厚度，平均腐蝕速率小於設計規範，惟保護電位量測及陽極塊效能檢測結果，顯示防蝕保護可能呈現不足，建議應儘速安裝電位測試棒並再行檢測，以確保碼頭結構使用安全。
4. 港灣構造物維護管理系統，本所將賡續蒐集與彙整分析各類型港灣設施實作案例，除記錄各類巡檢與修復作業資料外，將配合實際使用情形，檢討適用與更新系統功能，並研擬安全評估程序，俾利實務應用參考。

5.3 成果效益與應用

1. 本研究成果在施政與實務上，除可提供臺中港務分公司辦理碼頭與防波堤等港灣設施維護管理參考應用外，研究過程採用或建置完成之相關檢測方法、實施流程與成果，亦可提供國內港務單位、工程顧問公司等參用，另可作為本所後續相關研究之重要參據。
2. 在經濟效益上，可藉由掌握碼頭與防波堤之劣化異狀，及時有效維護，減少資源浪費。

5.4 提供政府單位應用情形

1. 本計畫現況調查成果已提供臺中港務分公司辦理港灣構造物維護管理參考應用，「港灣構造物維護管理系統」亦已辦理教育訓練，提供航港局及港務公司等做為推動或執行港灣構造物維護管理政策規劃或實務執行使用。
2. 本計畫建置資料庫含各港圖文屬性資料，可提供本所及港務管理單

位進行相關研究、開發或政策規劃等應用。

參考文獻

- [1] 日本國土交通省港灣局，「港灣の施設の点検診断イドライン」，2018。
- [2] 邱永芳、蔡瑤堂，「港灣設施巡檢診斷指南與實施要領彙編」，2018。
- [3] 加藤繪萬等，「棧橋的生命週期維護管理系統之構築與關連之研究」，日本港灣空港技術研究所，2009。
- [4] 高橋 宏直等，「港灣設施之維持管理計畫策定之基本考量」，日本國土交通省國土技術綜合研究所，2007。
- [5] 日本國土交通省港灣局海岸防災課，「海岸保護設施維護管理手冊」，2014。
- [6] 加藤繪萬等，「日本における港灣施設の維持管理」，中日港灣設施維護管理講習會，交通部運輸研究所，2014。
- [7] Carl A Thoresen，” Port designer’ s handbook- recommendations and guidelines” ，2003.
- [8] NSW Maritime, ”Procedure for the Assessment of Public Ferry Wharf Safety”, 2007.
- [9] 臺灣海洋工程學會，「港灣設施維護管理計畫制定指南」，2016。
- [10] 李賢華、陳桂清、許書王等，「港灣構造物安全檢測與評估之研究（1/2）」，交通部，1999。
- [11] 李賢華、陳桂清、許書王等，「港灣構造物安全檢測與評估之研究（2/2）」，交通部，2000。
- [12] 郭世榮、蕭松山、王慶福等，「港灣設施防災技術之研究(一)－港灣構造物維護管理準則之研究」，交通部運輸研究所，2004。
- [13] 郭世榮、蕭松山、王慶福等，「港灣設施防災技術之研究(二)－港灣構造物維護管理準則之研究」，交通部運輸研究所，2005。

- [14]陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑，「基隆港西 2 至西 4 號碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置之研究」，交通部運輸研究所，2008。
- [15]陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑，「基隆港西 14 至西 15 號碼頭結構安全檢測評估與系統建置」，交通部運輸研究所，2010。
- [16]陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑，「港灣構造物安全檢查評估之研究(1/4)」，交通部運輸研究所，2012。
- [17]陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑，「港灣構造物安全檢查評估之研究(2/4)」，交通部運輸研究所，2013。
- [18]陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑，「港灣構造物安全檢查評估之研究(3/4)」，交通部運輸研究所，2014。
- [19]陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑，「港灣構造物安全檢查評估之研究(4/4)」，交通部運輸研究所，2015。
- [20]陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑，「花蓮港碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置」，交通部運輸研究所，2013。
- [21]陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑等，「金門港區港灣構造物維護管理系統建置與安全評估之研究」，交通部運輸研究所，2015。
- [22]邱永芳、謝明志、陳桂清、柯正龍、章登旺等，「花蓮港港灣構造物維護管理系統之優化與擴充作業」，交通部運輸研究所，2017。
- [23]柯正龍、黃宇謙，「港灣構造物維護策略與管理系統之研究」，交通部運輸研究所，2018。
- [24]交通部高雄港務局¹，「港灣設施維護管理制度研究委託建置工作」，2006。
- [25]交通部基隆港務局²，「基隆港務局港埠設施維護檢修作業規定」，1998。
- [26]臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司，「102 年臺北港 E01-E09

碼頭現況調查及檢測報告」，2013。

- [27]臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司，「臺中港棧橋碼頭檢測評估暨維修整建工程設計第1階段報告書」，2012。
- [28]臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司，「臺中港棧橋碼頭檢測評估暨維修整建工程設計現況調查及檢測工作成果報告書」，2014。
- [29]「港灣鋼構造物防蝕、補修手冊(改訂版)」，日本沿岸開發技術研究中心，1997。
- [30]陰極防蝕工程手冊，化學工業出版社，中國大陸，1998。
- [31]陰極防蝕用犧牲陽極性能檢驗法，CNS 13521，經濟部中央標準局，1995。
- [32] “Impressed Current Cathodic Protection of Reinforcing Steel in Atmospherically Exposed Concrete Structures”，NACE Standard RP0290-2000, NACE international, Houston, TX, 2000.
- [33]Cathodic Protection of Concrete Bridgws : A Manual of Practice, Strategic Highway Research Program, SHRP-S-372 , 1993.
- [34]海域中土木鋼構造物之電氣防蝕設計指針(案)・同解說，日本建設省土木研究所，1991。

¹交通部高雄港務局已於2012年3月1日改制為臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司

²交通部基隆港務局已於2012年3月1日改制為臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司

附錄一

期末審查意見及辦理情形說明表

108 年度自辦計畫期末審查意見及辦理情形說明表

審查意見	處理情形
陳華雄委員	
1.檢測表 2-20～表 2-22，建議增列劣化位置座標起始點欄位，以利維護單位尋找參考。	感謝委員建議，已增補。
2.檢測表 2-21 註 2，未見檢測單元劃分與編號參考圖，及如圖 1 所示。	感謝委員指教，圖為遺漏，已重新補上。
3.表 2-31～表 2-34 建議增列建議處置對策相關維修工法詳細圖說及工料分析資料，以供維護單位參考(第 2-36 頁文中有提及而未列)。	感謝委員建議，本表 2-31～2-34 僅列出較原則性之處置作為，詳細維修工法及工料分析，應仍由業管單位進行更進一步檢測評估及經費估算後，再行考量，較為妥適(第 2-36 頁文句已修正)。
4. 4.3.3 節現地目視調查資料中，臺中港 30 號碼頭與 8A 碼頭區底版保護層剝落，鋼筋裸露、裂縫現象均十分嚴重，但第 4-9 頁表 4-5 碼頭評估結果，30 號碼頭與 8A 碼頭維修排序分別為 24(總評價值 0.24)及 1(總評價值 3.88)，似乎與調查資料不符。	感謝委員指教，表 4-5 建議 8A 碼頭維修排序第 1 位，實際調查現況亦有多處鋼筋鏽蝕、混凝土剝落現象，應與評估結果相符；另選定 30 號碼頭進行調查理由，一為其是鋼管樁碼頭，故藉本次調查探究其房時系統效能，二為考慮其他維修排序更前之鋼管樁碼頭，臺中港務分公司於 103 年全面檢測棧橋式碼頭完畢後，針對狀況較為嚴重之部分，已逐年進行維修改善，而 30 號碼頭則尚未進行相關維修。綜上，故本(108)年擇定 8A 碼頭及 30 號碼頭為調查標的。
5.第 4-43 頁，(2)鋼管樁厚度量測，測量水深以平均海平面(± 0.0)及高程 ± 2.0 處進行測厚量測，但臺中港平均潮差 3.84m，平均低潮位 1.01m，為何本計畫採用上述量測區間？	感謝委員指教，此處為文字誤繕，本次調查應是以平均海平面作為($\pm 0.0\text{m}$)及其高 $\pm 2.0\text{m}$ 處進行測厚量測。
6.表 4-8 建議增列陽極塊殘存壽命值欄位，以供維護單位增補陽極塊參考。	感謝委員指教，表 4-8 係沿用先前調查使用之檢測表格，有關陽極塊殘存壽

	命值欄位將考慮增列，並於後續研究計畫，要求協力廠商於陽極塊保護電位調查後填列數據，以供維護單位增補陽極塊時參考。
7.建議是否能提供防蝕電位及陽極塊殘存壽命值之管理值，以供維護單位擬定採購時程參考。	感謝委員建議，將納入後續計畫參採辦理。
顏垂慶委員	
1.請於本報告書內揭露港灣構造物維護管理系統網址及申請帳號、密碼相關訊息及使用問題反映管道。	感謝委員建議，已於第 2 章文獻回顧補充內容，若有相關使用問題，系統網站已建置留言模組做為問題反映管道之一，將有專人協助解答，或可直接聯繫系統客服專線或聯絡本所處理。
2.本研究計畫，對於港區維護管理單位實用性非常高，值得肯定。	感謝委員肯定。
3.請補充說明國內相關單位，實際應用各種檢測表(經常巡查、定期巡查及特別巡查)填報情形。	感謝委員指教，本系統現仍於推廣使用階段，故填報資料尚未相當豐富，而經過去與今年度研究計畫，已蒐集相關單位使用者意見回饋並舉辦多場教育訓練，後續計畫將依委員建議，依相關單位回饋意見及實際應用填報檢測表，並上機輸入資料為重點。
4.第 3-7 頁第 3.5 精進維護管理系統內容及訪談港務公司應用與管理需求……，若有訪談資料，請檢附，若無，請於報告內敘明如何進行。	感謝委員指教，已補充工作會議紀錄等資料。
5.第 4-6 頁敘及檢修及維護作業由工程處辦理部分，請修正為維護管理處	感謝委員指教，已修正文字。
6.第 4-43 頁(2)第 2 段「……腐蝕速率介於 0.0001~0.063mm/yr.之間，檢測數值尚屬正常。」，唯腐蝕速略相差整整 630 倍，是否正常及有筆誤請檢討。	感謝委員指教，此處為文字誤繕，正確數據應是 0.0001~0.0063mm/yr 之間，數值低於初始設計腐蝕速率(0.02 mm/yr)，應屬正常。

7.第 2-16 頁中段筆誤，應為「經常巡查」非「經常詢查」。	感謝委員指教，已修正文字。
8.第 4-51 頁表 4-7 臺中港 30 號碼頭鋼管樁保護電位檢測紀錄表，檢測 58 處，有 46 處不合格，將近 80%不合格，情況看起來滿嚴重的，該部分建議加強論述及建議後續處理方案。	感謝委員指教，本次現況調查工作，因 30 號碼頭現場無電位測試頭，經與廠商討論後，依過往該碼頭保護電位檢測方式，將電極夾一端夾於繫纜樁上頭進行，可能因此有量測數據不夠準確而有電位不足之情況產生，這部分已補充於報告中說明，並已將檢測結果函送臺中港務公司，供其於後續進行更詳細檢測工作之參採。
9.維護管理系統建議提供檢測位置標準值。	感謝委員建議，將納入後續計畫參採辦理。
10.部分圖說模糊，例如圖 4-32、4-36，請改善。	感謝委員建議，因為印刷出版致使照片解析度下降，已重設圖片品質增加解析度。
陳永祥委員	
1.報告第 2-3 頁： (1) 建議刪除 2. 巡檢診斷：「實施時間、頻率、方法……。」部分文字，並將圖 2-2 修改為流程圖。 (2) 目視檢測標準(1)碼頭：「……一般檢查除將上部結構下面部與上側面部……。」與表 2-1 不相符，請修正文字。	(1) 感謝委員建議，已刪除部分文字，另圖 2-2 為《港灣設施巡檢診斷指南與實施要領彙編》之原始圖示，建議不修改。 (2) 已依委員建議修正文字
2.第 2-9 頁，服務年限內成本/效益比最大化之維護管理是否應修改為效益/成本較合理，請釐清。另圖 2-3 建議重繪。	感謝委員指教，已修正為效益/成本比，另圖 2-3 為原始資料圖示，建議不重繪。
3.第 2-14 頁，表 2-13 建議增加研究時間。	已依委員建議，補充增加研究時間。
4.第 2-16 頁，圖 2-4「定期巡查(目視)」應為「定期檢測」。	感謝委員建議，已修改。
5.第 2-17~2-18 頁，目前修訂完成之診斷項目分類、防舷材、繫船柱已調整至 II 類。	感謝委員建議，已修改。

6.第 2-34 頁，碼頭構造物相對權重，建議補充說明以何根據訂定？另圖 2-6 應為板樁式碼頭案例說明，請修正。	感謝委員建議，已補充說明：「權重之使用，參照「基隆港西 14 至西 15 號碼頭結構安全檢測評估與系統建置」所制訂之結果進行計算。」。另圖 2-6 已修正。
7.第 3-1 頁，港灣構造物維護機制應包含檢測後之維修，建議增加維修計畫制定之研究項目。	感謝委員建議，維修計畫應較屬業管單位之專業權責，本年度報告已於第 2 章文獻回顧揭示相關建議處置作為，後續有關研究將參考納入辦理。
8.第 4-6 頁，有關經常、定期、特別巡查部分之項目、頻率、權責分工等，本公司已修訂最新版之巡查作業要點，日後各公司皆依此規定辦理，並請依規定要點更新報告內容。	感謝委員指教，就目前所知最新版之巡查作業要點刻正仍於修訂當中，無法及時納入本次報告修訂，後續會再俟巡查作業要點公布後，依建議更新報告內容。
9.8A 號和 30 號碼頭皆為棧橋式碼頭，臺中港有近 10 座重力式碼頭，檢測案例說明應擇一重力式碼頭納入現況調查。	感謝委員指教，過去本所及港公司已針對重力式碼頭辦理多次檢測，檢測資料相對棧橋式碼頭較為豐碩，故本次計畫擇定 2 座棧橋式碼頭進行現況調查。後續研究計畫將參考委員建議，納入多個碼頭型式之檢測，以維完整。
10.維護管理系統及 APP 現不斷更新中，建議定稿前再確認相關新功能後納入。	感謝委員指教，已重新檢視系統及 APP 新增功能並納入報告中。
11. 文字誤植、缺漏部分： (1) 第 1-1 頁，本研究規「劃」……。 因「此」……。 (2) 第 2-10 頁，「覆面層」、「胸牆」、海堤堤頂、堤前坡、堤後坡……。 (3) 第 2-25 頁，「摒」除以往 E 值評估不合理的情形……。 (4) 第 3-7 頁，擴充「急」於國內主要商港之應用……。	感謝委員指教，文字誤植、缺漏皆已修正。

簡臣佑委員	
1.報告第 3-3 頁，3.3.2 碼頭面版底版目視調查與報告第 4-6 頁「臺中港分公司已於……目視檢測(面板……)」，報告中出現「版」與「板」，請統一用字。	感謝委員指教，皆統一為「版」。
2.第 3 章僅 7 頁說明研究方法與步驟，建議補充說明，如岸上、水下目視調查的編碼紀錄方式等，如後續 4.3.3 現地目視調查資料所述之單元如何編碼？各單元發現劣化異狀如何註記等。	感謝委員指教，已補充相關研究方法與步驟於報告上。
3.報告第 3-3 頁，第 3.3.2 節「碼頭面版底版目視調查」與 3.3.3 節「基樁目視調查」有說明是以每一跨距為一單元逐次實施，請問是如何界定一跨距？	感謝委員指教，已修改文字。第 3.3.2 節「碼頭面版底版目視調查」：「以碼頭每一單位逐次實施…」；第 3.3.3 節「基樁目視調查」：「以碼頭每一單位擇定 1~2 排樁實施…」。
4.報告 4-2 頁表 4-1，建議將碼頭區及編號移至最左欄，並拆分為碼頭區、編號兩欄，各碼頭區再依編號排列，另建議增加欄位說明各碼頭的構造形式，如：棧橋式、板樁式、重力式等。	感謝委員建議，已調整表格樣式。
5.表格 4-4 部分文字模糊，似為圖檔，建議重新繕打。	感謝委員建議，因為印刷出版致使照片解析度下降，已重設圖片品質增加解析度。
6.報告第 4-11~4-16 頁，相關圖說無法辨別文字，為考量後續維護管理的需求，如放置維護管理系統供查詢之用，建議予以加強。	感謝委員建議，因為印刷出版致使照片解析度下降，已重設圖片品質增加解析度。
7.報告第 4-17~4-42 頁，檢視目前之現地目視調查資料結果是以文字定性描述，請問是否能以表 2-21~表 2-27 之目視巡查標準來進行檢測？	感謝委員建議，因本年度調查工作時程較為緊迫，故僅進行現象之描述，後續年度之現地目視調查將視情況考量納入契約，以規範協力廠商配合表格進行作業。
8.現況調查無論岸上或水下之結果，建議補充總表羅列。對於維修人員，調查後須了	感謝委員建議，已補充調查劣化構件數量羅列表於第 4 章中(表 4-9)，予相

解劣化的數量或範圍(面積)，以便估價，但本次調查並未對劣化異狀隻數量或範圍進行描述，如本次無法說明，建議於 CH5 中說明，予以改進。	關人員參照。
9.圖 4-14 岸上設施現況照片所發現的劣化異狀並非同圖 4-15 之水下調查現況照片有平面損壞示意圖對照(如圖 4-17、圖 4-18)，是否有不同記錄方式？若無，建議以同一方式呈現。	感謝委員建議，本次岸上設施目視調查僅做拍照記錄，未同水下設施有標示於損壞位置於平面圖中，將列入後續年度研究改進。
10.報告第 4-22 頁，水下調查劣化異狀目前式以序列方式編號照片，建議以矩陣方式編號，如此亦可提供檢測人員於現場舉牌辨別。	感謝委員建議，後續年度之現地目視調查將視情況考量，以矩陣方式編號並納入契約，以規範協力廠商配合進行作業。
11.報告第 4-39 頁、4-42 頁，未有對照的平面損壞示意圖(如圖 4-17)，建議補充。	感謝委員建議，30 號碼頭亦同第 8 號碼頭，要求協力廠商於目視調查時將損壞位置標示於平面圖上，相關資料皆已做成成果報告交臺中港務公司參考，惟本次 30 號碼頭較著重於測厚、保護電位之數據呈現，因考量篇幅，建議 30 號碼頭平面損壞示意圖不納入本次報告中。
12.報告第 4-50 頁，測量方法為……保護電位標準值需比-780mV(CSE)更負，建議「更負」改為「更低」。	感謝委員建議，已修訂文字。
13.維管系統針對本次檢測，是否將相關資料輸入？另建議未來擴充增加產出報表功能，以供檢測人員印製報告之用。	感謝委員指教，108 年度擴充精進系統功能，已新增設輸出功能，使用者可以依照碼頭型式、編號、名稱等條件，組合搜尋系統內之劣化或維修記錄；並在搜尋結果頁面上，新增輸出功能按鈕將查詢結果輸出，方便使用者執行後續統計或列印工作。
14.報告第 2-34 頁，圖 2-5 有說明評估方式，本次檢測結果是否有據此進行評估？若無，是否有其他判斷方式以供管養單位判斷？	感謝委員指教，本次檢測結果僅就結果描述，後續仍需業管單位做更進一步檢測，確認實際情況。後續業管單位檢測，建議以圖 2-5 評估方式進行，以期完整。

附錄二

期末報告簡報資料

運輸環境災防技術發展研究(2/4)

子計畫6

臺中港港灣構造物維護策略探討與 管理系統擴建



報告人 黃宇謙 助理研究員

108年12月10日



簡報大綱

1

- 一、前言
- 二、文獻回顧
- 三、研究流程
- 四、結果與討論
 - 4.1 臺中港維護策略與管理機制
 - 4.2 臺中港碼頭現況調查
 - 4.3 擴充維護管理系統功能
- 五、結論與建議



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

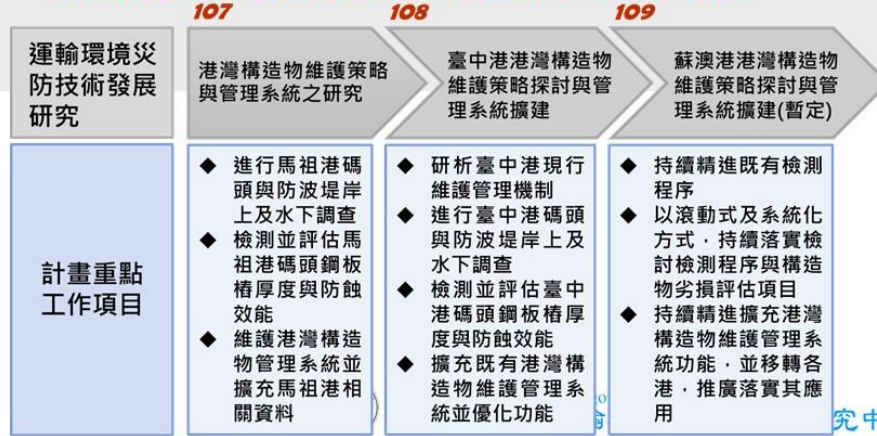


一、前言

2

研究緣起與目的

- 運輸環境防災技術發展研究第2年期計畫，依據民國106-109年「國家科學技術發展計畫」目標三-「研發港埠、橋梁及山區道路災害防救科技，以提升港埠及道路運輸效能」及目標四-「提升航行安全及港埠營運效率與品質，促進臺灣港埠永續發展」。



一、前言

3

研究緣起與目的

- 臺中港是我國重要國際商港之一，由於碼頭與防波堤等港灣構造物使用時間部分已超過或接近40年，針對老舊及高風險碼頭應加強風險監管，檢視設施之安全性，建立完善的維護管理機制。

項次	碼頭編號	現況用途	長度(m)	寬度(m)	水深(m)	基樁結構	基樁材質	建造年代
1	#5	雜貨	200	23.5	11	直樁	PC	65
2	#6	雜貨	200	23.5	11	直樁	PC	65
3	#7	雜貨	200	23.5	11	直樁	PC	65
4	#8	雜貨	200	23.5	11	直樁	PC	65
5	#8A	快卸碼頭	260	23.5	11	直樁	PC	65
6	#9	雜貨	260	27	14	直樁+斜樁	PC	68
7	#10	貨櫃	320	27	13	直樁+斜樁	PC	68
8	#11	貨櫃	320	27	13	直樁+斜樁	PC	68
9	#12	雜貨	200	24	11	直樁	PC	68
10	#14	雜貨	180	15.75	10	直樁	PC	68
11	#15	雜貨	180	15.75	10	直樁	PC	68

使用超過
40年碼頭
共計11座



一、前言

4

研究緣起與目的

□ 近年來因氣候變遷緣故，**極端、複合型的天氣事件發生頻率增高**，商港面臨颱風、極端降雨、海平面上升等多項氣候挑戰，故應思考如何增進商港系統調適能力，**提高設施韌性**。

極端降雨

- 導致商港**聯外道路排水不及而淹水**，也可能**影響港埠營運作業**。
- 能見度不佳**，致船班航行或設備**操作困難**。
- 使**航道淤塞及停航**。

海平面上升

- 回水致災可能**
- 使商港容易發生**淹水、海岸侵蝕**等洪災。
- 港區金屬設備易因海水浸泡較**容易鏽蝕**。
- 污染物、原油**等較易流連於海岸地區。

颱風強度增加

- 損毀碼頭設施**，並造成**停泊船隻受損**。
- 因暴漲潮水帶來之**大量淤泥與沉積物**，使港埠需要疏濬。
- 增加斷纜機率**，使船隻撞擊碼頭設施及它船。


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



一、前言

5

工作項目

臺中港港灣構造物維護策略探討與管理系統擴建

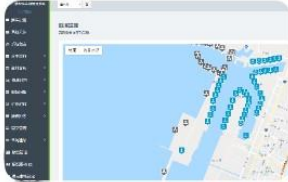
辦理臺中港調查工作

- 第8A號及第30號碼頭岸上調查作業
- 第8A號及第30號碼頭水下調查作業
- 第30號碼頭鋼材防蝕效能檢測作業



擴充既有港灣構造物維護管理系統並優化功能

- 新增模組及精進既有功能
- 新增港灣基本資料
- 行動應用程式優化與精進



研析臺中港現行維護管理機制

蒐集相關資料，並探討臺中港維護策略與管理機制。





二、文獻回顧

6

國內文獻	國外文獻
◆ 邱永芳、蔡瑤堂 - 「港灣設施巡檢診斷指南與實施要領彙編」(2018) ◆ 邱永芳、蔡瑤堂 - 「港灣設施維護管理計畫制定範例彙編」(2018) ◆ 邱永芳、蔡瑤堂 - 「港灣設施維護管理計畫制定指南」(2016) ◆ 交通部運輸研究所 - 「港灣構造物維護策略與管理系統之研究」(2018) ◆ 交通部運輸研究所 - 「花蓮港港灣構造物維護管理系統之優化與擴充作業」(2017) ◆ 交通部運輸研究所 - 「金門港區港灣構造物維護管理系統建置與安全評估之研究」(2015) ◆ 交通部運輸研究所 - 「港灣構造物安全檢查評估之研究(1/4~4/4)」(2011~2014)	□ 日本国土交通省 - 「港灣の施設の点検診断ガイドライン」(2018) □ 日本国土交通省港湾局海岸防災課 - 「海岸保護設施維護管理手冊」(2014) □ 日本港灣空港技術研究所 - 「棧橋的生命週期維護管理系統之構築與關連之研究」(2009) □ 國土技術綜合研究所 - 「港灣設施之維持管理計畫策定之基本考量」(2007) □ 美國TRB資產管理文獻 □ 澳洲新南威爾斯省公共渡輪碼頭安全評估程序



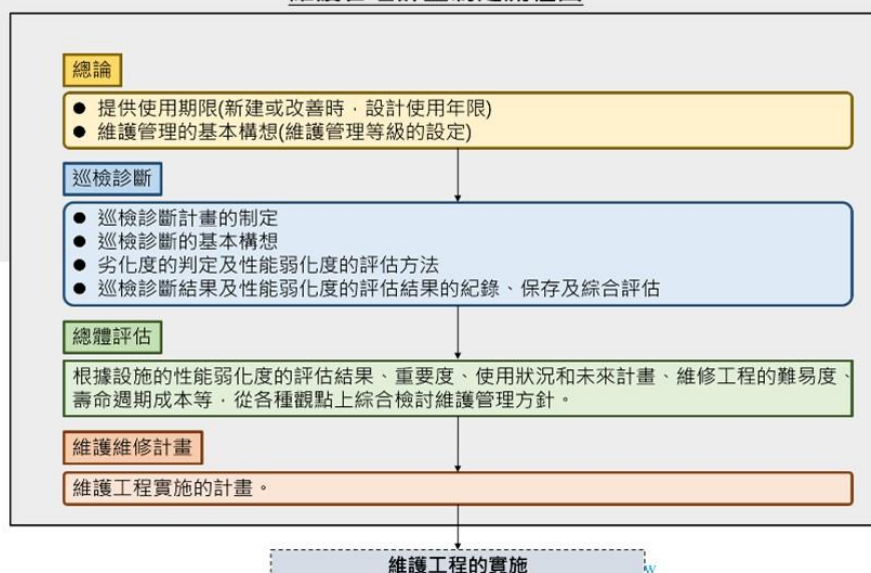
<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



二、文獻回顧

7

維護管理計畫制定流程圖



資料來源：「港灣設施巡檢診斷指南與實施要領彙編」



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



二、文獻回顧

8

維護管理程序－巡檢診斷

時機	國內	國外(日本)
初次	無	<u>初次巡檢診斷</u> ◆ 新設施的情況 【實施時間】 建設或改善之後 【方法】 以詳細定期巡檢診斷為基準 (可用竣工檢查代替) ◆ 既有設施的情況 【實施時間】 維護管理計畫制定的時期 【方法】 以詳細定期診斷為基準



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



二、文獻回顧

9

時機	國內	國外(日本)
平時	<u>經常巡查</u> 【實施時間】 建議每月1次 【方法】 目視(岸上構件或設施為主)	<u>日常巡檢</u> 【實施時間】 管理者設定適當的頻率 【方法】 巡查，根據設施使用者提供的資訊



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



二、文獻回顧

10

時機	國內	國外(日本)
平時	定期檢測 【實施時間】 建議2年1次 (浮動碼頭建議為1年1次) 【方法】 目視(包含水下)、簡單儀器、依需求配合詳細儀器檢測	一般定期巡檢診斷 【實施時間】 一般設施：每5年內至少一回 重點設施：每3年內至少一回 【方法】 從陸上或海上目視外觀 詳細定期巡檢診斷 【實施時間】 一般設施：於設施使用期間內適當的時間至少一回或設施使用期限延長時 重點設施：每10-15年內至少一回 【方法】 根據潛水目視外觀，蒐集數據，劣化預測等必要的調查



二、文獻回顧

11

時機	國內	國外(日本)
異常時	特別巡查 【實施時間】 重大災害事故發生後 【方法】 目視(岸上構件或設施為主)	臨時巡檢診斷 ◆ 一般臨時巡檢診斷 【實施時間】 地震或颱風等異常狀況後於最短時間內 【方法】 以一般定期巡檢診斷為基準 ◆ 詳細臨時巡檢診斷 【實施時間】 根據定期巡檢診斷和一般臨時巡檢診斷結果，特別的變化被確認的情況下 【方法】 以詳細定期診斷為基準



 交通部運輸研究所港灣技術研究中心



二、文獻回顧

12

維護管理程序 — 總體評估

	國內	國外(日本)								
總體評估	目前國內較常採用D.E.R.&U.評估標準(D為劣化程度、E為劣化範圍、R為相對重要性、U為維修急迫性)，各構件依照其可能異狀，並以劣化程度嚴重性列出1~4級之狀況。後續依港灣構造物各構件劣化狀況等級進行構件評估(碼頭配合構件權重加權計算)	根據構造物設置各項條件及形式及影響構造物性能的程度等進行I~III類之分類。								
		<table><tr><th>類別 性能</th><th>I 類</th><th>II 類</th><th>III 類</th></tr><tr><td>影響程度</td><td>•對設施性能與安全性產生直接影響的構件 •設施整體的位移和沉陷 •防銹材</td><td>•對設施性能產生影響的構件 •鋼鐵構件的防銹設施</td><td>•附屬設施 •繫船柱、防護欄、爬梯等</td></tr></table>	類別 性能	I 類	II 類	III 類	影響程度	•對設施性能與安全性產生直接影響的構件 •設施整體的位移和沉陷 •防銹材	•對設施性能產生影響的構件 •鋼鐵構件的防銹設施	•附屬設施 •繫船柱、防護欄、爬梯等
	類別 性能	I 類	II 類	III 類						
影響程度	•對設施性能與安全性產生直接影響的構件 •設施整體的位移和沉陷 •防銹材	•對設施性能產生影響的構件 •鋼鐵構件的防銹設施	•附屬設施 •繫船柱、防護欄、爬梯等							
		各構件則依其可能劣化異狀，由嚴重至輕微列出a~d級之檢測標準。								



<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



二、文獻回顧

13

維護管理程序 — 維護維修計畫

	國內	國外(日本)
維修對策	依前述狀況指標進行後續維修時程考慮之排序，而碼頭構造物亦已將各劣化之異狀構件狀況等級對應建議處置對策，可供相關人員參採。	常見之劣化維修為主，未以各劣化狀況予以對應(港灣設施維護管理技術手冊，日本財團法人沿岸技術研究中心，2008)。

表 2-31 重力式碼頭劣化異狀與處置對策

第1層構件	第2層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明	建議處置對策
		裂縫	2	局部(1 m ²)可見到2個以下寬度3 mm 以下的裂縫	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
			3	局部(1 m ²)可見到3個以上寬度3 mm 以下的裂縫或裂縫寬度的3~5 mm	灌注環氧樹脂工法(C2)
			4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度大於5 mm	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性，再進行結構補強



二、文獻回顧

14

港灣構造物維護管理系統

年度	歷程
100-103	◆ 辦理四年期「<u>港灣構造物安全檢查評估之研究</u>」計畫。 ◆ 以<u>花蓮港</u>為標的，<u>102年</u>建置國內第一個<u>港灣構造物維護管理系統</u>。 ◆ 擴充系統，增加<u>基隆與金門港</u>（料羅、水頭及九宮）。
104-106	◆ 持續擴充系統，增加<u>蘇澳港</u>、<u>臺北港</u>、<u>馬祖港</u>。 ◆ 調整系統模組功能，改善操作模式及使用便利性，新增公告管理、留言管理、系統管理及通知模組。
107	◆ 增加<u>高雄</u>、<u>臺中與安平港</u>部分。 ◆ 增加資料審核、即時回報模組。 ◆ 開發<u>行動應用程式 (APP)</u> 第1版。



<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



二、文獻回顧

15

港灣構造物維護管理系統

系統架構

管理機關、檢測及維修相關人員

管理機關、資訊人員

基本資料模組

檢測資料模組

維修紀錄模組

維修排序模組

即時回報模組

圖文管理模組

帳號管理模組

系統通知模組

檢測相關人員

行動應用程式 (APP)

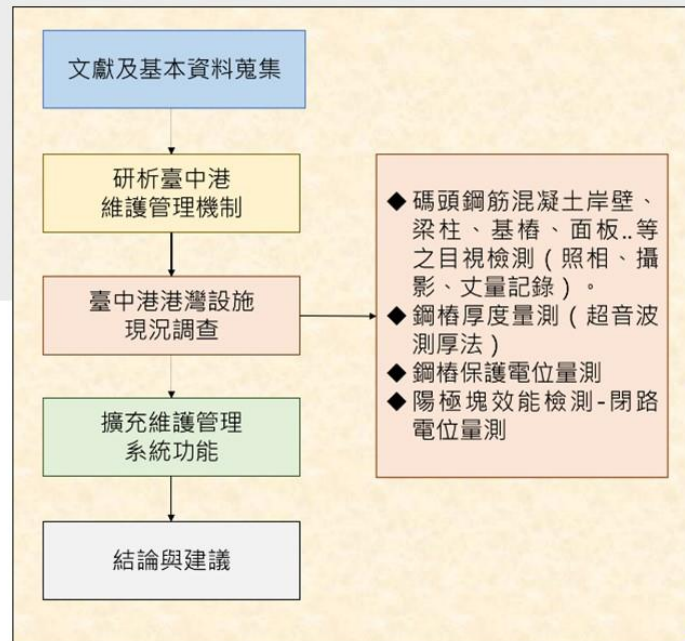


交通部運輸研究所港灣技術研究中心



三、研究流程

16



技術研究中心



四、結果與討論

17

臺中港維護策略與管理機制

◆ 基本資料

- 臺中港108年營運之商用碼頭共58座，依功能性分為散雜貨碼頭、客貨碼頭、貨櫃碼頭、公務碼頭等。
- 依巡查維護權責，分為公用碼頭及專用碼頭，公用碼頭由該分公司辦理巡查維護，專用碼頭則由承租業者辦理巡查維護。



交通部運輸研究所港灣技術研究中心



四、結果與討論

18

臺中港維護策略與管理機制

◆ 維護管理機制

□ 巡檢及維護管理機制分為經常巡查、定期檢測、特別巡查與應變等。

□ 依據「臺灣港務公司各項設施之巡查、維護權責作業要點」，檢驗頻率分為：

1. 天然災害發生應立即巡查
2. 公共設施每日1次
3. 碼頭及繫船設施至少每星期1次
4. 船舶靠繫纜前及解纜時再針對靠離碼頭檢查1次。

□ 各公用碼頭區及岸壁設施由港務處目視巡查，各公用碼頭棧埠作業區由棧埠處目視巡查，經發現有設施損毀安全顧慮時，立即通知工程處辦理檢修維護作業。

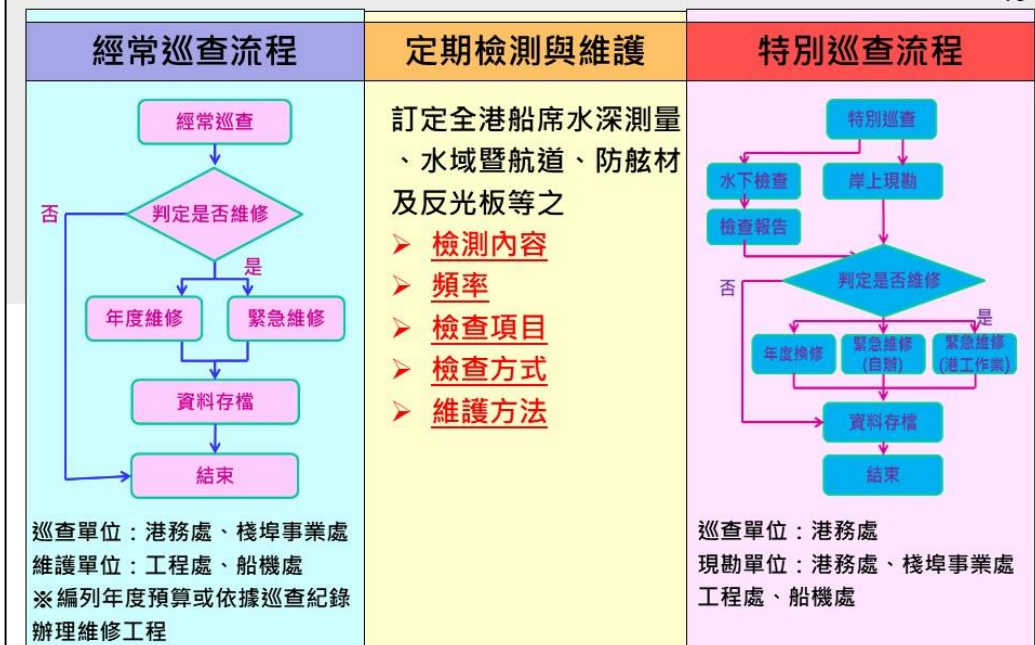


<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



四、結果與討論

19





四、結果與討論

20

臺中港維護策略與管理機制

項次	巡查項目	巡查內容	範圍	巡查地點	巡查頻率
1	碼頭碰墊及反光板	是否損壞或缺少	港區	全港區碼頭	每月一次
2	碼頭輪檔	是否損壞或缺少	自有、公用碼頭	自有、公用碼頭	每週一次
3	碼頭繫纜設施(含碼頭鋪面)	是否損壞或缺少	港區內	工作船渠	每兩週一次，船舶繫纜前及解纜時

資料來源：臺灣港務公司臺中港碼頭(含棧橋式等各類碼頭)使用現況、維管機制及未來規劃簡報(107年7月16日)



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



四、結果與討論

21

臺中港棧橋式碼頭檢測資料蒐整

- 依臺中港務分公司委託中興工程顧問進行之「臺中港棧橋碼頭檢測評估暨維修整建工程設計」報告，評估20年以上之31座棧橋式碼頭，其結論整理如下：
- 目視檢測評估結果：**#5A、#5~#8、#8A、#12~#15、#26~#29、#W2等碼頭梁、版有較明顯損傷**，剩餘碼頭大致上仍維持良好狀況。法線及後線狀況，並無發現有碼頭位移現象。
 - 混凝土強度鑽心試驗結果：均大於竣工圖所載之設計值。
 - 混凝土中性化試驗結果：經試驗後並未發現中性化之現象。
 - 氯離子含量檢測結果：各碼頭構件之**氯離子含量均有過高現象**。
 - 鋼管樁電位量測結果：鋼管樁均在保護狀態。

資料來源：「臺中港棧橋碼頭檢測評估暨維修整建工程設計現況調查及檢測工作成果報告書」，2013



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



資料來源：「臺中港棧橋碼頭檢測評估暨修繕工程設計現況調查及檢測工作成果報告書」，2013

四、結果與討論

22

階段00	碼頭	基礎材質	維修排序	總評價值	鑽心強度 (kg/cm ²)	中性化深度 (cm)	氯離子含量 (kg/m ³)	鋼管樁電位	鋼管樁剩餘厚度 (%)	最大凸出距離 (m)	最大高程差 (m)
第1階段	#7	PC	4	3.12	397	0	0.302			0.035	0.026
	#8	PC	2	3.39	392	0	5.083			0.071	0.051
	#8A	PC	1	3.88	580	0	0.734			0.051	0.043
	#13	PC	6	2.70	474	0	3.482			0.045	0.014
	#14	PC	3	3.22	421	0	0.187			0.055	0.023
	#27	PC	13	2.04	760	0	15.336			0.055	0.024
	#28	PC	5	2.85	681	0	5.174			0.045	0.015
	#29	PC、鋼管	12	2.04	322	0	6.043		99	0.033	0.027
第2階段	#5A	PC	15	1.66	588	0	1.147			0.039	0.044
	#5	PC	11	2.07	480	0	0.151			0.027	0.031
	#6	PC	8	2.37	530	0	4.934			0.073	0.043
	#9	PC	19	0.49	317	0	19.51			0.109	0.033
	#10	PC	21	0.42	278	0	9.65			0.058	0.033
	#11	PC	17	1.26	243	0	0.46			0.058	0.027
	#12	PC	10	2.12	536	0	0.036			0.064	0.041
	#15	PC	7	2.44	424	0	0.274			0.042	0.016
	#19	PC	23	0.25	496	0	0.149		-	0.047	0.018
	#20	PC	31	0.04	456	0	0.262		-	0.05	0.02
	#21	PC	27	0.13	400	0	0.151		-	0.067	0.036
	#22	PC	25	0.23	362	0	0.101		-	0.039	0.027
	#26	PC	14	1.79	622	0	0.948		-	0.038	0.027
	#30	鋼管	24	0.24	325	0	1.68	OK	97	0.124	0.038
	#31	PC	26	0.17	272	0	0.312	-	-	0.064	0.022
	#32	PC	16	1.37	291	0	0.218	-	-	0.153	0.023
	#33	鋼管	22	0.36	356	0	0.888	OK	98	0.109	0.011
	#34	鋼管	18	0.59	252	0	0.936	OK	97	0.039	0.028
	#35	鋼管	20	0.43	255	0	1.519	OK	97	0.025	0.053
	#99	鋼管	28	0.11	403	0	0.173	OK	96	0.126	0.028
	#W2	PC	9	1.95	323	0	1.032	-	-	0.075	0.028
	#W3	鋼管	30	0.07	334	0	0.6	OK	99	0.06	0.029
	#W4	鋼管	29	0.09	460	0	0.473	OK	98	0.085	0.033



四、結果與討論

23

臺中港碼頭現況調查

□ 經前述資料蒐整研析並和港分公司討論後，依碼頭老劣化情形、檢測需求及經費，擇定**第8A號(棧橋式PC樁)**及**第30號碼頭(棧橋式鋼管樁)**為本年度臺中港碼頭現地調查作業之標的，進行水下調查與鋼材防蝕效能檢測作業，並將成果提供臺中港務分公司做為執行港埠設施維護管理依據。



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



四、結果與討論

24

臺中港碼頭現況調查 — 第8A號碼頭

◆ 基本資料

- 位於臺中港北突堤，為民國65年所建置，迄今已使用逾40年，主要由8個單元(第1~6單元，加第N和第S，2個角隅單元)所組成。碼頭為結構長296.4m及寬23.5m之鋼筋混凝土結構，其主要係以每排8隻直樁支撐面板，並於後線打設混凝土錨錠板及設置拉桿來抵抗水平作用力之棧橋式結構。

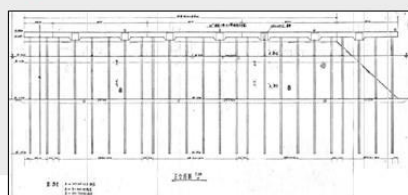


四、結果與討論

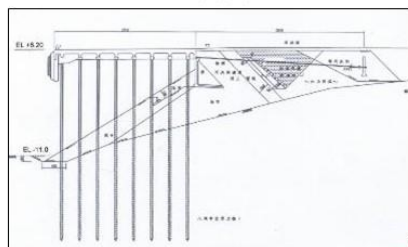
25

臺中港碼頭現況調查 — 第8A號碼頭

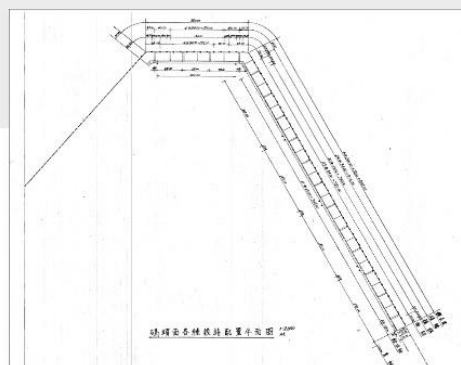
◆ 圖說蒐集



立面圖



斷面圖



平面圖



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

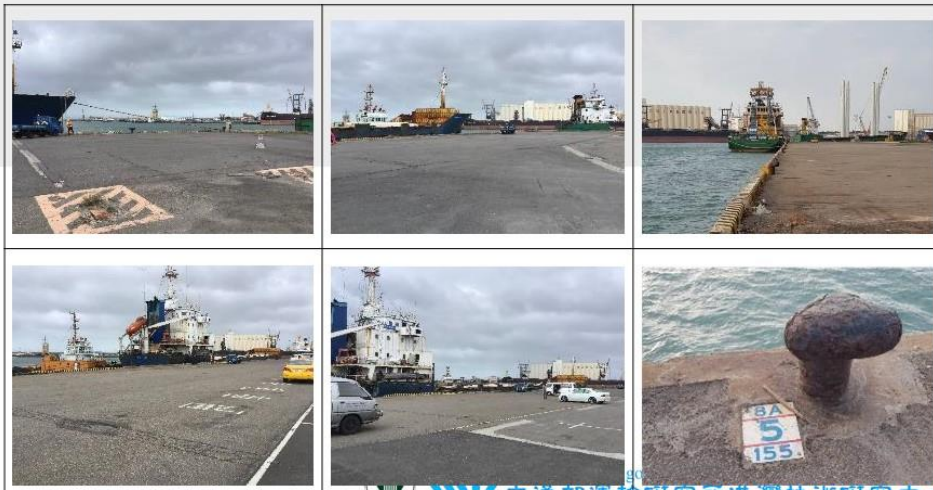


四、結果與討論

26

臺中港碼頭現況調查 — 第8A號碼頭

◆ 現況照片



交通部運輸研究所臺灣技術研究中心



四、結果與討論

27

臺中港碼頭現況調查 — 第8A號碼頭

◆ 目視檢測結果

- ❑ 岸上設施部分發現多個車擋設施有破損之情形，碼頭面狀況正常，其法線無變形狀況
- ❑ 水下設施部分，PC樁狀況正常，底板則在多個單元皆有保護層剝落、鋼筋裸露、裂縫等現象，顯見其鏽蝕情形十分嚴重。



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



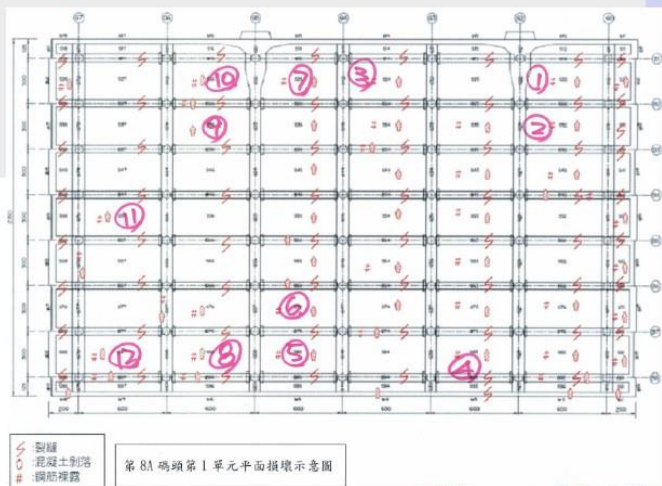
四、結果與討論

28

臺中港碼頭現況調查 — 第8A號碼頭

◆ 目視檢測結果

PC樁水下檢視，除有海生物
附著情形外狀況正常



交通部運輸研究所港灣技術研究中心



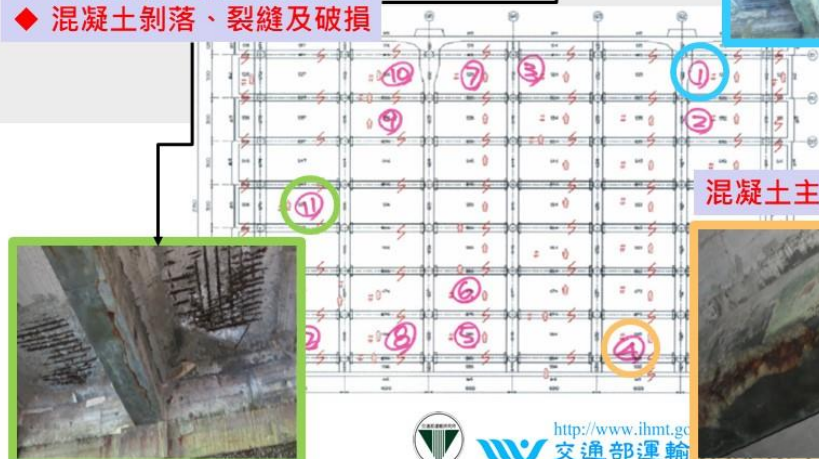
四、結果與討論

29

臺中港碼頭現況調查 — 第8A號碼頭

◆ 目視檢測結果

- ◆ 底板鋼筋裸露且鏽蝕嚴重
- ◆ 混凝土剝落、裂縫及破損



混凝土主梁有裂縫破損



http://www.ihmt.gov.tw
交通部運輸研究所



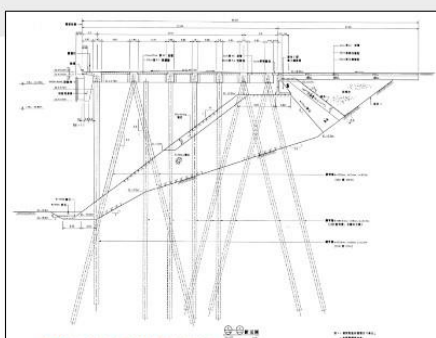
四、結果與討論

30

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

◆ 基本資料

- 位於臺中港中突堤，主要由8個單元(第1~8單元)所組成，結構長293m及寬28m之鋼筋混凝土結構，其主要係以直樁及斜樁組合，共同支撐面板及抵抗水平作用力之棧橋式結構。



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

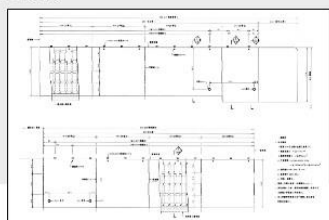


四、結果與討論

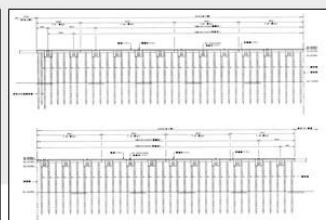
31

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

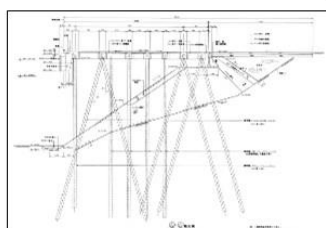
◆ 圖說蒐集



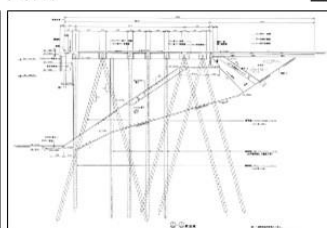
平面圖



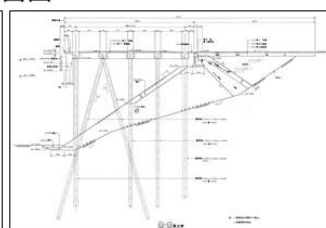
立面圖



斷面圖(一)



斷面圖(二)



斷面圖(三)

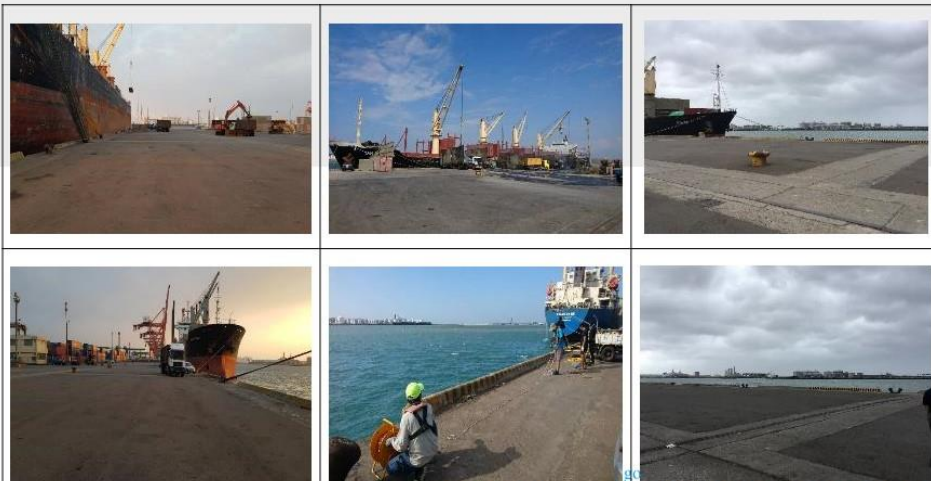


四、結果與討論

32

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

◆ 現況照片



交通部運輸研究所臺灣技術研究中心



四、結果與討論

33

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

◆ 目視檢測結果

- ❑ 岸上設施部分發現多個車擋設施有破損之情形、繫纜樁鏽蝕嚴重、碼頭面稍有破損，其後線及法線無變形狀況。
- ❑ 部分鋼管樁防蝕保護套損壞、海生物附着狀況嚴重，底板則在多個單元皆有保護層剝落、鋼筋裸露、裂縫等現象，顯見其鏽蝕情形十分嚴重。



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



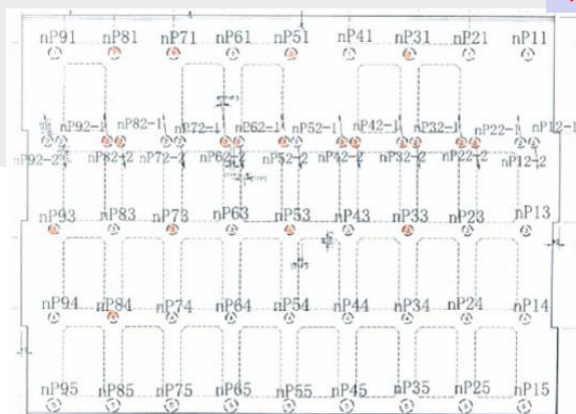
四、結果與討論

34

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

◆ 目視檢測結果

- ◆ 部分鋼管樁防蝕保護套損壞
- ◆ 海生物附著情形嚴重



第 30 碼頭第 3 單元平面損壞示意圖

○ 裂縫
○ 混凝土剝落
■ 鋼筋裸露



hmt.gov.tw

運輸研究所港灣技術研究中心



四、結果與討論

35

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

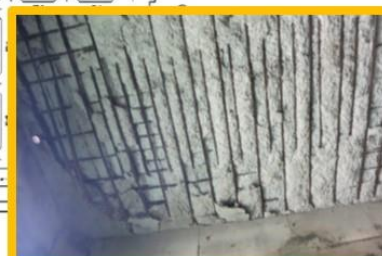
◆ 目視檢測結果

- ◆ 底板鋼筋裸露且鏽蝕嚴重
- ◆ 混凝土剝落、裂縫及破損



○ 裂縫
○ 混凝土剝落
■ 鋼筋裸露

第 30 碼頭第 7 單元平面損壞示意圖



技術研究中心



四、結果與討論

36

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

◆ 鋼管樁厚度量測

- 測量方法為每一單元選定1~2排測樁，測厚水深以平均海平面及高程±2.0m處進行測厚量測。
- 檢測前先敲除鋼管樁表面之海生物及鐵鏽，再以超音波測厚計之探頭接觸敲除之表面量取鋼樁厚度，每面量取3點數據，3點數據平均得到現有厚度，再以原鋼管樁施工圖所訂厚度減去現有厚度，得到減少厚度並計算腐蝕速率。



四、結果與討論

37

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

◆ 鋼管樁厚度量測

位置		減少厚度 (mm)	腐蝕速率 (mm/yr.)
單元	樁數量		
1	7	-0.03 ~ -0.07	0.0011 ~ 0.0028
2	12	-0.01 ~ -0.13	0.0004 ~ 0.0052
3	6	-0.01 ~ -0.04	0.0004 ~ 0.0017
4	6	-0.01 ~ -0.07	0.0003 ~ 0.0028
5	6	0 ~ -0.04	0.0001 ~ 0.0017
6	6	-0.02 ~ -0.05	0.0009 ~ 0.0020
7	12	-0.02 ~ -0.07	0.0009 ~ 0.0028
8	12	-0.02 ~ -0.16	0.0008 ~ 0.0063

總檢測樁數為67支。
檢測結果其各測點最大減少厚度分別介於0~0.16 mm之間，腐蝕速率均介於0.0001~0.0063mm/yr.之間，測厚數值尚屬正常。



四、結果與討論

38

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

◆ 鋼管樁保護電位量測&陽極塊效能檢測

- 保護電位係潛水人員以海水氯化銀電極探頭放於鋼樁欲量處，岸上人員讀出電位數。依CNS15993-1建議，硫酸銅參考電極改為海水氯化銀時，保護電位標準值需比-780 mV (CSE)更低。
- 陽極塊測量方法為潛水人員以電極探頭放於陽極塊之上、中、下三處，間隔約30公分，岸上人員讀出電位數，潛水人員將陽極塊附著之海生物去除後，再以上述方法量測一次。



四、結果與討論

39

臺中港碼頭現況調查 — 第30號碼頭

位置	鋼管保護電位 (mV)	陽極塊發生電位		◆ 保護電位 各測點防蝕電位介於-650~-750 mV之間，顯示鋼樁保護電位量測狀況異常。
		海生物清除前	海生物清除後	
1	-789 ~ -750	-819 ~ -774	-815 ~ -777	◆ 陽極塊效能 覆著海生物清除前後數值分別為： -683~-819 mV與-736~-812 mV之間，顯示陽極塊效能檢測狀況異常。
2	-809 ~ -751	-770 ~ -749	-781 ~ -755	
3	-757 ~ -749	-762 ~ -751	-773 ~ -745	
4	-758 ~ -734	-757 ~ -698	-763 ~ -699	
5	-730 ~ -723	-756 ~ -683	-764 ~ -736	
6	-813 ~ -784	-789 ~ -775	-796 ~ -776	
7	-754 ~ -662	-764 ~ -741	-811 ~ -762	
8	-797 ~ -722	-792 ~ -730	-811 ~ -755	



交通部運輸研究所港灣技術研究中心



四、結果與討論

40

臺中港碼頭現況調查

◆ 小結

碼頭	地點	劣化說明
第8號	岸上	4處車擋設施破損
	水下	各單元底板、梁皆有鋼筋裸露及混凝土剝落及裂縫破損，情況嚴重約84處
第30號	岸上	15處車擋設施破損
		1處繫纜樁鏽蝕嚴重
		碼頭面稍有破損
	水下	各單元底板、梁皆有多處鋼筋裸露及混凝土剝落及裂縫破損，情況嚴重處約有82處。
		多處鋼樁保護套損毀、海生物附著嚴重
		鋼管樁厚度量測其各測點最大減少厚度分別介於0~0.16 mm之間，腐蝕速率均介於0.0001~0.063mm/yr之間，測厚數值尚屬正常。
		鋼管樁保護電位量測各測點防蝕電位介於-650~-750 mV之間，鋼樁保護電位量測狀況異常
		陽極塊表面覆著海生物清除前後為：-683~-819 mV與-736~-812 mV之間陽極塊效能檢測狀況異常



交通部運輸研究所港灣技術研究中心



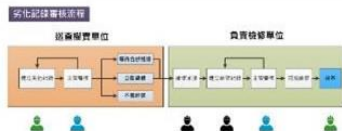
四、結果與討論

41

擴充維護管理系統功能

◆ 本(108)年度擴充及精進項目

- 依照設施型態擴充資料填寫紀錄與顯示方式
- 建立各劣化資料的狀態變化歷程記錄
- 整合巡查、檢測、特檢及即時通報的劣化紀錄填列方式
- 增設資料建立與審核作業等電子郵件通報服務
- 定期檢測巡檢作業以表單勾選為導向
- 擴充帳號角色符合檢測工作委外需求
- 擴充維修記錄查詢條件並增設輸出功能
- 增設登入系統相關紀錄統計
- 行動應用程式(App)優化與精進



http://
交通



五、結論與建議

42

- ❑ 臺中港第8A碼頭、第30號碼頭車擋等附屬設施出現劣化，雖不影響設施功能，建議仍應及早修護，確保營運安全。另底板鋼筋裸露、混凝土裂縫情況嚴重，且有鋼樁保護套脫落現象。
- ❑ 臺中港第30號碼頭，調查鋼管樁厚度，平均腐蝕速率小於設計規範，惟保護電位量測及陽極塊效能檢測，呈現防蝕保護不足之狀態，可能無法達保護基樁鋼材免於腐蝕之目的。上述檢測結果已函送臺中港務分公司，做為後續編列修復預算之參考，建議應再行追蹤、檢測，並予以改善，以確保碼頭結構使用安全。
- ❑ 本所已針對國內各國際商港與主要港口，完成建置港灣構造物維護管理系統，並藉由教育訓練等會議，蒐集使用者回饋，藉以納入系統功能擴充需求，建議各港可參考使用，提供回饋意見，俾利系統廣續精進。
- ❑ 本所將廣續蒐集與彙整分析各類型港灣設施實作案例，除記錄各類巡檢與修復作業資料外，另配合實際使用情形，廣續檢討適用與更新系統功能外，另須針對分析方法擬定安全評估程序，俾利應用參考。



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



簡報完畢 敬請指教



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