

105-049-7881

MOTC-IOT-104-H1DA002b

港灣碼頭及防波堤現況調查與維護 管理之研究(1/2)



交通部運輸研究所

中華民國 105 年 5 月

105-049-7881

MOTC-IOT-104-H1DA002b

港灣碼頭及防波堤現況調查與維護 管理之研究(1/2)

著者：柯正龍、陳桂清

交通部運輸研究所

中華民國 105 年 5 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

港灣碼頭及防波堤現況調查與維護管理之研究.
(1/2) / 柯正龍, 陳桂清著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民 105.05

面 ; 公分

ISBN 978-986-04-8580-6(平裝)

1.港埠工程 2.港埠管理

443.2

105006907

港灣碼頭及防波堤現況調查與維護管理之研究(1/2)

著 者：柯正龍、陳桂清

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10458 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版 > 中心出版品)

電 話：(04)26587188

出版年月：中華民國 105 年 5 月

印 刷 者：九易數碼科技印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 70 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：250 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：1010500630

ISBN：978-986-04-8580-6 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

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

105

港灣碼頭及防波堤現況調查與維護管理之研究
(1/2)

交通部運輸研究所

GPN : 1010500630

定價：250 元

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：港灣碼頭及防波堤現況調查與維護管理之研究(1/2)			
國際標準書號 ISBN978-986-04-8580-6 (平裝)	政府出版品統一編號 1010500630	運輸研究所出版品編號 105-049-7881	計畫編號 104-H1DA002b
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 計畫主持人：柯正龍 研究人員：陳桂清 參與人員：陳毓清、王欣郁、李昭明、何木火、陳義松、李春榮 聯絡電話：04-26587186 傳真號碼：04-26564418			研究期間 自 104 年 01 月 至 104 年 12 月
關鍵詞：現況調查、目視檢測、維護機制、港灣設施			
摘要： 臺灣地區港灣設施使用時間多已超過40年，為此，藉由現況調查及建立完善之檢測與維護機制，不僅能提早發現設施問題，在造成大規模損壞前予以補強，防範於未然，在平常的營運管理中，亦能避免或即時因應災難的發生，並達港埠永續經營之目的。 本年度為2年期計畫之第1年，研究內容除執行碼頭與防波堤等港灣構造物現況調查外，並精進探討其檢測方法與檢測程序、構造物之劣損評估及維護機制。完成項目如下；(1)金門港料羅、水頭與九宮三港區碼頭岸上及水下調查；(2)蘇澳港8至13號碼頭、臺中港29號角偶與30號碼頭之水下調查；(3)前述港區浮動碼頭基樁、沉箱與棧橋式碼頭鋼樁鋼材厚度檢測與防蝕效能評估；(4)建置金門港港灣構造物維護管理系統；(5)精進及擴充基隆港港灣構造物維護管理系統。			
成果效益： 1.在施政與實務上，除可提供港務單位或工程顧問公司辦理港灣設施維護管理外，採用或建置完成之相關檢測方法與資訊系統等，亦可提供上述單位於港灣設施維護管理作業需要與本所對後續相關研究之重要參考。 2.在經濟效益上，可藉由掌握碼頭劣化異狀，有效維護，減少資源浪費。			
提供政府單位應用情形： 1.調查成果已建置於本所「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
105年5月	388	250	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密條件： <input type="checkbox"/> 年 <input type="checkbox"/> 月 <input type="checkbox"/> 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密) <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Field Surveying and Maintenance Management of Harbor Wharf and Embankment (1/2)			
ISBN 978-986-04-8580-6 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010500630	IOT SERIAL NUMBER 105-049-7881	PROJECT NUMBER 104-H1DA002b
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jeng-Long Ko PROJECT STAFF: Kuei-Ching Chen PROJECT TECHNICIAN: Y. Q. Chen, H. Y. WANG, Z. M. Lee, M. H. He, Y. S. Chen, C. R. Lee PHONE: 04-26587186 FAX: 04-26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2015 TO December 2015
KEY WORDS: field surveying, visual inspecting, maintenance mechanism, port facility			
<p>Abstract:</p> <p>The most Harbor wharf and embankment structures of Taiwan was used more than 40 years. Therefore, if there is a good surveying method and maintenance mechanism, many structures deteriorated phenomena will be found at early stage, and further reinforced warning methods can be taken before huge damages take place to prevent port facilities disasters. Achieve the goal of sustainable development of harbors.</p> <p>The project is a two-year period study. This year, in first-year phase. The study were focused on field inspection of harbor wharf and embankment structures, further surveying methods and its process, structures deteriorated evaluations and maintenance mechanism were also studied. The year tasks were completed as follows: (1) Wharves and embankment its underwater members of Liawluo, Shweitou & Jeougong harbors were investigated at Kinmen. (2) Wharves and its underwater members of Suao & Taichung harbors were investigated. (3) Piers & floating box thickness and its anti-corrosion efficiency of above surveyed structures were measured and evaluated. (4) A management and maintenance system of harbor facility at Kinmen Harbor was established. (5) Refinement and expansion of Keelung Harbor maintenance and management systems.</p> <p>Benefits and applications:</p> <p>The benefit of the project achievements would provide Maritime and Ports Bureau and Ports Corporation to draw up a strategy of facilities maintenance. The relative inspecting methods and procedures in the study could also be applied in harbor-facilities management system, and will lead to further study in the future.</p>			
DATE OF PUBLICATION May 2016	NUMBER OF PAGES 388	PRICE 250	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

港灣碼頭及防波堤現況調查與維護管理之研究

(1/2)

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目錄	III
圖目錄	VII
表目錄	XIII
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	1-2
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 國內文獻資料彙整研析	2-1
2.2 國外文獻資料彙整研析	2-33
2.2.1 碼頭與防波堤目視檢測標準	2-33
2.2.2 日本港灣設施維護計劃書製定與維護管理士	2-44
2.3 港灣構造物維護管理程序	2-53
2.3.1 港灣構造物巡查、檢測類型	2-53
2.3.2 日本港灣設施維護計劃書製定與維護管理士	2-55
2.3.3 港灣構造物目視檢測標準	2-59

2.3.4 港灣構造物初步安全評估與處置對策.....	2-61
第三章 研究方法與步驟.....	3-1
3.1 構造物基本及檢測維修資料蒐集.....	3-2
3.1.1 構造物基本資料蒐集.....	3-2
3.1.2 檢測與維修歷史資料蒐集.....	3-2
3.2 岸上目視調查.....	3-2
3.3 浮動碼頭基樁變位定期監測.....	3-2
3.3.1 浮動碼頭基樁變位光學測量.....	3-2
3.3.2 浮動碼頭基樁變位 3D 掃描儀掃描.....	3-2
3.4 鋼構造物檢測.....	3-3
3.4.1 鋼板（管）樁厚度檢測.....	3-3
3.4.2 防蝕系統檢測.....	3-4
3.5 港灣構造物維護管理系統建置.....	3-7
3.5.1 建置「金門港港灣構造物維護管理系統」.....	3-7
3.5.2 精進及擴充「基隆港港灣構造物維護管理系統」.....	3-8
第四章 金門港區現況調查.....	4-1
4.1 港區基本資料調查.....	4-2
4.1.1 料羅港區.....	4-2
4.1.2 水頭港區.....	4-3
4.1.3 九宮港區.....	4-5
4.2 港區碼頭(包含浮動碼頭)與防波堤編碼.....	4-7
4.2.1 碼頭、防波堤經常與特別巡查.....	4-18
4.3 浮動碼頭基樁變位定期監測.....	4-35

4.3.1	光學測量	4-35
4.3.2	3D 雷射掃描測量	4-58
4.4	浮動碼頭基樁與浮箱鋼構現況調查	4-67
4.5	防波堤裂縫探測	4-98
4.5.1	檢測原理	4-98
4.5.2	儀器設備	4-100
4.5.3	實驗規劃	4-101
4.5.4	檢測結果	4-103
4.6	碼頭與防波堤等港灣構造物維護或改善對策	4-105
第五章	蘇澳及臺中港碼頭檢測	5-1
5.1	蘇澳港碼頭檢測	5-1
5.1.1	蘇澳港 8 號碼頭	5-1
5.1.2	蘇澳港 9 號碼頭	5-5
5.1.3	蘇澳港 10 號碼頭	5-6
5.1.4	蘇澳港 11 號碼頭	5-19
5.1.5	蘇澳港 12 號碼頭	5-30
5.1.6	蘇澳港 13 號碼頭	5-53
5.2	臺中港碼頭檢測	5-71
5.2.1	臺中港 29 號碼頭角隅	5-71
5.2.2	臺中港 30 號碼頭角隅	5-73
第六章	港灣構造物維護管理資訊系統	6-1
6.1	系統軟體架構	6-1
6.2	系統資料庫與模組架構	6-2

6.3 系統建置成果與使用說明.....	6-5
6.3.1 系統登入與首頁.....	6-5
6.3.2 基本資料模組.....	6-6
6.3.3 檢測資料模組.....	6-10
6.3.4 維修排序模組.....	6-18
6.3.5 維修記錄模組.....	6-19
6.3.6 帳號管理模組.....	6-20
6.4 空間資訊與檢測評估資料串聯.....	6-22
6.5 精進及擴增基隆港港灣構造物維護管理系統.....	6-27
6.5.1 應用及檢討既有之「基隆港港灣構造物維護管理系統」	6-27
6.5.2 蒐集彙整臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤基本資料.....	6-31
6.5.3 擴增建置「基隆港港灣構造物維護管理系統」.....	6-36
第七章 結論與建議.....	7-1
7.1 結論.....	7-1
7.2 建議.....	7-2
7.3 成果效益與應用.....	7-3
7.4 提供政府單位應用情形.....	7-3
參考文獻.....	參-1
附錄一 期末審查意見及辦理情形說明表.....	附錄 1-1
附錄二 期末審查簡報資料.....	附錄 2-1

圖目錄

圖 2.1 港灣設施維護管理作業流程圖.....	2-19
圖 2.2 港灣設施維護管理系統功能架構圖.....	2-19
圖 2.3 各檢測作業之對應流程.....	2-20
圖 2.4 拋石護坡穩定計算(井筒式斷面)	2-20
圖 2.5 拋石護坡穩定計算綜合成果.....	2-21
圖 2.6 系統執行流程.....	2-21
圖 2.7 新增填寫檢測資料.....	2-22
圖 2.8 維護管理系統架構.....	2-22
圖 2.9 維護管理系統-新增檢測資料頁面	2-23
圖 2.10 基隆港西防波堤經常巡查資料新增頁面.....	2-29
圖 2.11 維護管理系統中儲存之基隆港西防波堤 2011/05/10 高程資料	2-30
圖 2.12 碼頭經常巡查資料新增-以花蓮港 25 號碼頭為例	2-31
圖 2.13 碼頭水深查詢成果.....	2-31
圖 2.14 服務年限內成本/效益比最大化的維護管理方法示意圖	2-39
圖 2.15 港灣設施維護管理等級.....	2-45
圖 2.16 棧橋式碼頭各構件維護管理等級建議.....	2-46
圖 2.17 港灣構造物維護管理程序.....	2-53
圖 2.18 碼頭單元編碼方式.....	2-55

圖 2.19 重力、板樁式碼頭構件拆解.....	2-56
圖 2.20 重力、板樁式碼頭構件劣化位置記錄方式圖示.....	2-56
圖 2.21 浮動碼頭側視圖示意.....	2-57
圖 2.22 浮動碼頭俯視圖示意.....	2-58
圖 2.23 基樁浮臺滾輪組.....	2-58
圖 2.24 聯絡橋鉸接端.....	2-58
圖 2.25 浮動碼頭構件拆解.....	2-58
圖 2.26 港灣構造物構件維修排序程序.....	2-61
圖 2.27 整體構造物評估說明.....	2-62
圖 2.28 港灣構造物年度維修處置對策程序.....	2-63
圖 3.1 研究流程圖.....	3-1
圖 3.2 測厚儀量測之示意圖.....	3-3
圖 3.3 防蝕效果的判定方法.....	3-5
圖 3.4 電位測定示意圖.....	3-5
圖 3.5 陽極尺寸測定示意圖.....	3-6
圖 4.1 金門料羅港區、水頭、九宮港區位置圖.....	4-1
圖 4.2 料羅港區碼頭及防波堤平面配置圖.....	4-2
圖 4.3 料羅港區碼頭及防波堤現況(104.06)	4-3
圖 4.4 水頭港區碼頭及防波堤平面配置圖.....	4-4
圖 4.5 水頭港區碼頭及防波堤現況(104.06)	4-5
圖 4.6 九宮港區碼頭及防波堤平面配置圖	4-6

圖 4.7 九宮港區碼頭及防波堤現況(104.06)	4-6
圖 4.8 料羅港區碼頭與防波堤編號	4-7
圖 4.9 水頭港區碼頭與防波堤編號-1	4-8
圖 4.10 水頭港區碼頭與防波堤編號-2	4-8
圖 4.11 九宮港區碼頭與防波堤編號	4-9
圖 4.12 水頭港區浮動碼頭 PS-1 整體構件編碼	4-10
圖 4.13 水頭港區浮動碼頭 PS-1 A 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼	4-10
圖 4.14 水頭港區浮動碼頭 PS-1 B 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼	4-11
圖 4.15 水頭港區浮動碼頭 PS-1 C 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼	4-11
圖 4.16 水頭港區浮動碼頭 PS-2 整體構件編碼	4-12
圖 4.17 水頭港區浮動碼頭 PS-2A 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼	4-12
圖 4.18 水頭港區浮動碼頭 PS-2 B 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼	4-13
圖 4.19 水頭港區浮動碼頭 PS-3 整體構件編碼	4-13
圖 4.20 水頭港區浮動碼頭 PS-3 A、B 群樁構件編碼	4-14
圖 4.21 水頭港區浮動碼頭 PS-3 C 群樁構件編碼	4-14
圖 4.22 水頭港區浮動碼頭 PS-3 D 群樁構件編碼	4-15
圖 4.23 水頭港區浮動碼頭五緣躉船整體構件編碼	4-16
圖 4.24 九宮港區浮動碼頭 PJ 整體構件編碼	4-17

圖 4.25 九宮港區浮動碼頭 PJA 與 B 群基樁、大梁與滑動滾輪組編碼	4-17
圖 4.26 九宮港區浮動碼頭 PJ C 與 D 群基樁、梁與滑動滾輪組編碼	4-17
圖 4.27 Leica FlexLine TS06 照片	4-35
圖 4.28 基樁上、下視點設置原則	4-36
圖 4.29 九宮與水頭港區位置示意	4-37
圖 4.30 水頭港區碼頭 PS1~3 位置示意	4-38
圖 4.31 水頭港區 PS1-1~3 位置示意	4-38
圖 4.32 水頭港區 PS1-1 各測點位置	4-39
圖 4.33 水頭港區 PS1-2 各測點位置	4-39
圖 4.34 水頭港區 PS1-3 各測點位置	4-40
圖 4.35 水頭港區 PS2-1~2 位置示意	4-40
圖 4.36 水頭港區 PS2-1 各測點位置	4-41
圖 4.37 水頭港區 PS2-2 各測點位置	4-41
圖 4.38 水頭港區 PS3-1~4 位置示意	4-42
圖 4.39 水頭港區 PS3-1 各測點位置	4-42
圖 4.40 水頭港區 PS3-2 各測點位置	4-43
圖 4.41 水頭港區 PS3-3 各測點位置	4-43
圖 4.42 水頭港區 PS3-4 各測點位置	4-44
圖 4.43 九宮港區 PJ1~4 位置示意	4-44
圖 4.44 九宮港區 PJ1 各測點位置	4-45

圖 4.45 九宮港區 PJ2 與 PJ3 各測點位置	4-45
圖 4.46 九宮港區 PJ4 各測點位置	4-46
圖 4.47 水頭港區浮動碼頭基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖	4-58
圖 4.48 九宮港區浮動碼頭基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖	4-59
圖 4.49 FARO FOCUS 掃描儀	4-60
圖 4.50 雷射掃描流程圖	4-60
圖 4.51 九宮港區浮動碼頭基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖	4-61
圖 4.52 九宮港區浮動碼頭基樁點雲圖	4-62
圖 4.53 水頭港區浮動碼頭 PS1(a)基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖	4-62
圖 4.54 水頭港區浮動碼頭 PS1(b、c)基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖	4-63
圖 4.55 水頭港區浮動碼頭 PS1 基樁點雲圖	4-64
圖 4.56 水頭浮動碼頭 PS2 基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖	4-64
圖 4.57 水頭港區浮動碼頭 PS2 基樁點雲圖	4-65
圖 4.58 水頭港區浮動碼頭 PS3 基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖	4-66
圖 4.59 水頭港區浮動碼頭 PS3 基樁點雲圖	4-67
圖 4.60 應力波與表面裂縫之互制作用	4-99
圖 4.61 敲擊式繞射波傳輸時間法之裂縫檢測	4-100
圖 4.62 水頭港區北防波堤單元 10 堤頂裂縫	4-101
圖 4.63 水頭港區北防波堤單元 34 堤頂裂縫	4-101
圖 4.64 水頭港區西防波堤單元 8 胸牆裂縫-1	4-102

圖 4.65 水頭港區西防波堤單元 8 胸牆裂縫-2	4-102
圖 4.66 水頭港區西防波堤單元 8 胸牆裂縫-3	4-102
圖 4.67 水頭港區西防波堤單元 9 胸牆裂縫.....	4-102
圖 4.68 水頭港區西防波堤單元 9 堤頂裂縫.....	4-102
圖 4.69 九宮港區北防波堤單元 28 堤頂裂縫.....	4-102
圖 4.70 九宮港區北防波堤單元 28 胸牆裂縫.....	4-103
圖 4.71 料羅港區南防波堤單元 13 堤頂裂縫-1	4-103
圖 4.72 料羅港區南防波堤單元 13 堤頂裂縫-2	4-103
圖 4.73 水頭防波堤編號水-n-c10-1 表面 P 波波速試驗.....	4-104
圖 4.74 裂縫測點水頭防波堤編號水-n-c10-1 之裂縫深度試驗.....	4-104
圖 5.1 蘇澳港 8-13 號碼頭位置圖	5-2
圖 5.2 蘇澳港 8-9 號碼頭斷面圖	5-2
圖 5.3 蘇澳港 8 號碼頭現場情況(104.09)	5-3
圖 5.4 蘇澳港 8 號碼頭水下調查結果(104.09)	5-4
圖 5.5 蘇澳港 9 號碼頭水下調查結果(104.09)	5-6
圖 5.6 蘇澳港 10~11 號碼頭斷面圖.....	5-6
圖 5.7 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-1(104.09)	5-8
圖 5.7 (續 1)蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-2(104.09)	5-9
圖 5.7 (續 2)蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-3(104.09)	5-10
圖 5.7 (續 3)蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-4(104.09)	5-11
圖 5.7 (續 4)蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-5(104.09)	5-12

圖 5.7 (續 5)蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-6(104.09)	5-13
圖 5.7 (續 6)蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-7(104.09)	5-14
圖 5.7 (續 7)蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-8(104.09)	5-15
圖 5.7(續 8)蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-9(104.09).....	5-16
圖 5.7 (續 9)蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-10(104.09).....	5-17
圖 5.8 蘇澳港 10 號碼頭劣損發生位置調查結果示意圖.....	5-18
圖 5.9 蘇澳港 11 號碼頭防舷材劣損情形(104.09).....	5-19
圖 5.10 蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-1(104.09).....	5-20
圖 5.10 (續 1)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-2(104.09).....	5-21
圖 5.10 (續 2)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-3(104.09).....	5-22
圖 5.10 (續 3)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-4(104.09).....	5-23
圖 5.10 (續 4)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-5(104.09).....	5-24
圖 5.10 (續 5)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-6(104.09).....	5-25
圖 5.10 (續 6)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-7(104.09).....	5-26
圖 5.10 (續 7)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-8(104.09).....	5-27
圖 5.10 (續 8)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-9(104.09).....	5-28
圖 5.11 蘇澳港 11 號碼頭劣損發生位置調查結果示意圖.....	5-29
圖 5.12 蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-1(104.09).....	5-31
圖 5.12 (續 1)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-2(104.09).....	5-32
圖 5.12 (續 2)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-3(104.09).....	5-33
圖 5.12 (續 3)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-4(104.09).....	5-34

圖 5.12 (續 4)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-5(104.09).....	5-35
圖 5.12 (續 5)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-6(104.09).....	5-36
圖 5.12 (續 6)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-7(104.09).....	5-37
圖 5.12 (續 7)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-8(104.09).....	5-38
圖 5.12 (續 8)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-9(104.09).....	5-39
圖 5.12 (續 9)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-10(104.09).....	5-40
圖 5.12 (續 10)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-11(104.09).....	5-41
圖 5.12 (續 11)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-12(104.09).....	5-42
圖 5.12 (續 12)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-13(104.09).....	5-43
圖 5.12 (續 13)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-14(104.09).....	5-44
圖 5.12 (續 14)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-15(104.09).....	5-45
圖 5.12 (續 15)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-16(104.09).....	5-46
圖 5.12 (續 16)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-17(104.09).....	5-47
圖 5.12 (續 17)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-18(104.09).....	5-48
圖 5.12 (續 18)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-19(104.09).....	5-49
圖 5.12 (續 19)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-20(104.09).....	5-50
圖 5.12 (續 20)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-21(104.09).....	5-51
圖 5.13 蘇澳港 12 號碼頭劣損發生位置調查結果示意圖.....	5-52
圖 5.14 蘇澳港 13 號碼頭斷面圖.....	5-53
圖 5.15 蘇澳港 13 號碼頭劣損破洞沉陷照片(104.09).....	5-53
圖 5.16 蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-1(104.09).....	5-55

圖 5.16 (續 1)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-2(104.09).....	5-56
圖 5.16 (續 2)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-3(104.09).....	5-57
圖 5.16 (續 3)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-4(104.09).....	5-58
圖 5.16 (續 4)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-5(104.09).....	5-59
圖 5.16 (續 5)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-6(104.09).....	5-60
圖 5.16 (續 6)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-7(104.09).....	5-61
圖 5.16 (續 7)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-8(104.09).....	5-62
圖 5.16 (續 8)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-9(104.09).....	5-63
圖 5.16 (續 9)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-10(104.09).....	5-64
圖 5.16 (續 10)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-11(104.09).....	5-65
圖 5.16 (續 11)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-12(104.09).....	5-66
圖 5.16 (續 12)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-13(104.09).....	5-67
圖 5.16 (續 13)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-14(104.09).....	5-68
圖 5.16 (續 14)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-15(104.09).....	5-69
圖 5.17 蘇澳港 13 號碼頭調查結果示意圖.....	5-70
圖 5.18 臺中港 29 號角偶與 30 號碼頭與平面圖.....	5-71
圖 5.19 臺中港 29 號碼頭角偶鋼管樁結構型式與平面圖.....	5-72
圖 5.20 臺中港 29 號碼頭角偶岸上調查時現況(104.09).....	5-72
圖 5.21 臺中港 30 號碼頭結構型式.....	5-73
圖 5.22 臺中港 30 號碼頭岸上調查時現況(104.09、104.11).....	5-74
圖 5.23 臺中港 30 號碼頭現況調查結果-1(104.09、104.11).....	5-75

圖 5.23 (續 1)臺中港 30 號碼頭現況調查結果-2(104.09、104.11)....	5-76
圖 5.23 (續 2)臺中港 30 號碼頭現況調查結果-3(104.09、104.11)....	5-77
圖 5.23 (續 3)臺中港 30 號碼頭現況調查結果-4(104.09、104.11)....	5-78
圖 5.24 臺中港 30 號碼頭鋼管樁陽極塊型式及安裝位置示意圖	5-79
圖 6.1 港灣構造物維護管理軟體架構.....	6-2
圖 6.2 關聯式查詢方式示意.....	6-3
圖 6.3 港灣構造物維護管理系統模組架構.....	6-3
圖 6.4 港灣構造物維護管理系統登入頁面.....	6-5
圖 6.5 港灣構造物維護管理系統首頁.....	6-5
圖 6.6 基本資料模組港灣選擇頁面.....	6-7
圖 6.7 港灣基本資料頁面.....	6-7
圖 6.8 碼頭基本資料列表.....	6-7
圖 6.9 碼頭地圖選擇.....	6-8
圖 6.10 單碼頭基本資料顯示.....	6-8
圖 6.11 碼頭單元基本資料顯示(以繫船柱為劃分單元).....	6-8
圖 6.12 防波堤地圖選擇.....	6-9
圖 6.13 防波堤單元基本資料顯示.....	6-9
圖 6.14 浮動碼頭地圖選擇.....	6-9
圖 6.15 浮動碼頭各類型構件編碼.....	6-10
圖 6.16 浮動碼頭各構件位置圖.....	6-10
圖 6.17 檢測資料模組選擇頁面.....	6-11

圖 6.18 經常巡查劣化輸入頁面-以浮動碼頭為例	6-11
圖 6.19 經常巡查基本資料列表-以浮動碼頭為例	6-12
圖 6.20 經常巡查各類型構件劣化狀況查詢-以浮動碼頭為例	6-12
圖 6.21 經常巡查各類型構件劣化狀況編輯-以浮動碼頭為例	6-13
圖 6.22 經常巡查基本資料編輯-以浮動碼頭為例	6-13
圖 6.23 經常巡查報告產出範例-以浮動碼頭為例	6-14
圖 6.24 定期檢測劣化輸入頁面-以浮動碼頭為例	6-14
圖 6.25 定期檢測構件劣化狀況編輯-以浮動碼頭為例	6-15
圖 6.26 定期檢測各類型構件劣化狀況查詢.....	6-15
圖 6.27 定期檢測報告產出範例.....	6-16
圖 6.28 特別巡查劣化輸入頁面-以浮動碼頭為例	6-16
圖 6.29 儀器檢測資料新增頁面.....	6-17
圖 6.30 儀器檢測報告上傳輸入頁面.....	6-17
圖 6.31 儀器檢測資料查詢頁面.....	6-17
圖 6.32 維修排序選擇頁面.....	6-18
圖 6.33 立即維修構件列表.....	6-18
圖 6.34 年度維修構件列表.....	6-19
圖 6.35 維修記錄新增、查詢功能頁.....	6-19
圖 6.36 維修記錄新增頁面.....	6-20
圖 6.37 維修記錄查詢頁面.....	6-20
圖 6.38 帳號管理模組-使用者列表	6-21

圖 6.39 帳號管理模組-使用者新增	6-21
圖 6.40 帳號管理模組-使用者編輯	6-21
圖 6.41 一般使用者帳號管理頁面	6-22
圖 6.42 空間資訊與檢測評估資料串聯步驟.....	6-22
圖 6.43 金門港航測影像蒐集-以水頭港區為例	6-23
圖 6.44 google tils 的排列方式示意圖	6-24
圖 6.45 Maptiler 啟動畫面	6-24
圖 6.46 Maptiler 圖資選擇後檢視頁面	6-25
圖 6.47 Maptiler 儲存與縮放大小選擇.....	6-25
圖 6.48 維護管理系統地圖選單採用航測影像前照片	6-26
圖 6.49 維護管理系統地圖選單採用航測影像後照片	6-26
圖 6.50 港灣構造物構件維修排序程序.....	6-28
圖 6.51 維修排序模組地圖選擇畫面.....	6-28
圖 6.52 維修排序模組-立即維修構件列表(以蘇澳港南外廓防波堤為例)	6-29
圖 6.53 經常巡查表格之防舷材劣化位置輸入.....	6-29
圖 6.54 經常巡查表格之防舷材劣化位置顯示.....	6-29
圖 6.55 臺北港鳥瞰圖	6-34
圖 6.56 蘇澳港鳥瞰圖	6-36
圖 6.57 系統資料庫建置蘇澳港碼頭與防波堤資料示意.....	6-37
圖 6.58 系統資料庫建置臺北港碼頭與防波堤資料示意.....	6-37

圖 6.59 基本資料模組-碼頭資料列表頁面(以蘇澳港為例).....	6-37
圖 6.60 基本資料模組-碼頭地圖選單(蘇澳港).....	6-38
圖 6.61 基本資料模組-碼頭地圖選單(臺北港).....	6-38
圖 6.62 基本資料模組-碼頭詳細資料(蘇澳港 1 號碼頭).....	6-38
圖 6.63 基本資料模組-碼頭詳細資料(臺北港 1 號碼頭).....	6-39
圖 6.64 基本資料模組-碼頭單元資料列表(蘇澳港 1 號碼頭)	6-39
圖 6.65 基本資料模組-碼頭單元資料列表(臺北港東 1 號碼頭)	6-39
圖 6.66 基本資料模組-防波堤地圖選單(蘇澳港).....	6-40
圖 6.67 基本資料模組-防波堤地圖選單(臺北港).....	6-40
圖 6.68 基本資料模組-防波堤單元資料列表(蘇澳港南外廓防波堤)	6-41
圖 6.69 基本資料模組-防波堤單元資料列表(臺北港北防波堤)	6-41
圖 6.70 檢測資料模組-經常巡查記錄表單(以蘇澳港 1 號碼頭為例)	6-42

表 目 錄

表 2-1 港灣設施目視檢測標準-重力與板樁式碼頭.....	2-2
表 2-2 港灣設施目視檢測標準-棧橋式碼頭與防波堤.....	2-3
表 2-3 重力式碼頭劣化程度目視檢測標準	2-4
表 2-4 板樁式碼頭劣化程度目視檢測標準	2-5
表 2-5 棧橋式碼頭劣化程度目視檢測標準	2-6
表 2-6 沈箱式防波堤劣化程度目視檢測標準	2-7
表 2-7 斜坡堤劣化程度目視檢測標準	2-8
表 2-8 斜坡式防波堤檢測劣化程度與評估值關係表	2-9
表 2-9 重力式碼頭目視檢測標準	2-24
表 2-10 板樁式碼頭目視檢測標準	2-25
表 2-11 附屬設施目視檢測標準	2-27
表 2-12 防波堤各構件劣化目視巡查標準	2-27
表 2-13 國內文獻成果彙整	2-31
表 2-14 棧橋一般檢測診斷之項目與檢測標準	2-33
表 2-15 披覆防蝕之一般檢測診斷之方法與劣化程度標準	2-34
表 2-16 下部結構詳細診斷之項目與檢測標準	2-35
表 2-17 重力式碼頭各構件檢測標準	2-37
表 2-18 板樁式碼頭各構件檢測標準	2-38
表 2-19 日本初級評估及二次詳檢之檢測項目及方法	2-40

表 2-20 覆面層(覆面塊體)評估分級指標.....	2-41
表 2-21 胸牆劣化評估分級指標	2-41
表 2-22 堤頂評估分級指標	2-42
表 2-23 堤前坡評估分級指標	2-42
表 2-24 堤後坡評估分級指標	2-43
表 2-25 砂岸評估分級指標	2-43
表 2-26 基礎拋石評估分級指標	2-44
表 2-27 各維護管理等級劣化損傷的考量方式	2-45
表 2-28 檢查診斷之劣化程度檢測標準(各構件)	2-48
表 2-29 依檢查診斷結果評估設施性能降低程度的評估基準(各設施)	2-48
表 2-30 設施性能降低程度的評估方法	2-49
表 2-31 檢測作業種類比較	2-54
表 2-32 重力與板樁式碼頭構件劣化位置記錄方式說明	2-55
表 2-33 浮動碼頭各構件劣化目視巡查標準	2-59
表 2-34 重力式碼頭權重.....	2-62
表 2-35 板樁式碼頭權重.....	2-62
表 2-36 碼頭附屬設施權重	2-62
表 2-37 重力式碼頭劣化異狀與處置對策	2-64
表 2-38 板樁式碼頭劣化異狀與處置對策	2-66
表 2-39 碼頭附屬設施劣化異狀與處置對策	2-68

表 2-40 防波堤劣化異狀與處置對策	2-68
表 2-41 國內與日本港灣構造物維護管理制度與系統的比較	2-71
表 4-1 水頭及九宮港區浮動碼頭資本資料	4-9
表 4-2 水頭港區浮動碼頭 PS-1 各構件編碼.....	4-11
表 4-3 水頭港區浮動碼頭 PS-2 各構件編碼.....	4-13
表 4-4 水頭港區浮動碼頭 PS-3 各構件編碼.....	4-15
表 4-5 水頭港區浮動碼頭五緣躉船各構件編碼	4-16
表 4-6 九宮港區浮動碼頭 PJ 各構件編碼.....	4-18
表 4-7 金門港三港區碼頭經常巡查結果	4-19
表 4-8 金門港三港區防波堤經常巡查結果	4-20
表 4-9 水頭港區浮動碼頭 PS-1 經常巡查結果.....	4-23
表 4-10 水頭港區浮動碼頭 PS-2 經常巡查結果.....	4-27
表 4-11 水頭港區浮動碼頭 PS-3 經常巡查結果.....	4-28
表 4-12 水頭港區五緣躉船經常巡查結果	4-31
表 4-13 九宮港區浮動碼頭 PJ 經常巡查結果.....	4-32
表 4-14 水頭港區浮動碼頭 PS1 基樁偏移光學測量量測結果.....	4-47
表 4-15 水頭港區浮動碼頭 PS2 基樁偏移光學測量量測結果.....	4-50
表 4-16 水頭港區浮動碼頭 PS3 基樁偏移光學測量量測結果.....	4-52
表 4-17 九宮港區浮動碼頭 PJ 基樁偏移光學測量量測結果	4-55
表 4-18 九宮港區浮動碼頭 PJ 基樁 3D 雷射掃瞄結果.....	4-61
表 4-19 水頭港區浮動碼頭 PS1 基樁 3D 雷射掃瞄結果.....	4-63

表 4-20 水頭港區浮動碼頭 PS2 基樁 3D 雷射掃瞄結果.....	4-65
表 4-21 水頭港區浮動碼頭 PS3 基樁 3D 雷射掃描 2 次量測比較....	4-66
表 4-22 水頭港區 PS1 浮動碼頭基樁保護電位量測結果.....	4-68
表 4-23 水頭港區 PS2 浮動碼頭基樁保護電位量測結果.....	4-69
表 4-24 水頭港區 PS3 浮動碼頭基樁保護電位量測結果.....	4-69
表 4-25 九宮港區 PJ 浮動碼頭基樁保護電位量測結果	4-70
表 4-26 水頭港區 PS1 浮動碼頭基樁陽極塊發生電位量測結果.....	4-70
表 4-27 水頭港區 PS2 浮動碼頭基樁陽極塊發生電位量測結果.....	4-71
表 4-28 水頭港區 PS3 浮動碼頭基樁陽極塊發生電位量測結果.....	4-71
表 4-29 九宮港區 PJ 浮動碼頭基樁陽極塊發生電位量測結果	4-72
表 4-30 水頭港區浮動碼頭 PS1 浮箱 P1 保護電位與陽極塊發生電位量 測結果.....	4-72
表 4-31 水頭港區浮動碼頭 PS2 浮箱 P1 保護電位與陽極塊發生電位量 測結果.....	4-73
表 4-32 水頭港區浮動碼頭 PS3 浮箱 P1 保護電位與陽極塊發生電位量 測結果.....	4-73
表 4-33 水頭港區浮動碼頭 PS3 浮箱 P2 保護電位與陽極塊發生電位量 測結果.....	4-74
表 4-34 水頭港區五緣躉船保護電位與陽極塊發生電位量測結果結果	4-74
表 4-35 九宮港區浮動碼頭 PJ 浮箱 P1 保護電位與陽極塊發生電位量測 結果.....	4-75
表 4-36 水頭港區 PS1~3 浮動碼頭基樁鋼板厚度檢測結果.....	4-75

表 4-37 九宮港區 PJ 浮動碼頭基樁鋼板厚度檢測結果	4-82
表 4-38 水頭港區浮動碼頭浮箱鋼板厚度檢測結果	4-84
表 4-39 九宮港區浮動碼頭浮箱鋼板厚度檢測結果	4-94
表 4-40 表面 P 波波速檢測結果	4-105
表 4-41 裂縫深度檢測結果	4-105
表 5-1 臺中港 30 號碼頭鋼管樁保護電位量測結果	5-79
表 5-2 臺中港 30 號碼頭鋼管樁陽極塊發生電位量測結果	5-80
表 6-1 基隆港碼頭經常巡查劣化列表	6-30
表 6-2 基隆港防波堤經常巡查劣化列表	6-30
表 6-3 臺北港營運碼頭長度及設計水深一覽表	6-32
表 6-4 蘇澳港營運碼頭長度及設計水深一覽表	6-35

第一章 緒論

1.1 研究動機

臺灣四面環海，對外貿易為我國主要經濟命脈，為達現階段重建臺灣在東亞運輸樞紐地位及再造臺灣 21 世紀競爭力之目的，必須強化主要工商港口港灣設施之使用效能，以提升其服務能量與品質，方能重塑國際港埠核心價值，促進地方發展。由於臺灣地區港灣設施使用時間多已超過 40 年，建立其檢測與安全評估等維護管理機制，實為未來刻不容緩之課題，方能達到港埠永續經營之目的。為此，本所(交通部運輸研究所)於 102 至 103 年除已完成制訂港灣構造物目視檢測標準、研擬檢測程序與手冊、實作模擬訓練及安全評估等工作外，並完成基隆全港區碼頭及防波堤之巡查作業，建置花蓮港及基隆港之「港灣構造物維護管理系統」，撰寫系統使用手冊，提供相關港務公司參用。

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

本計畫研究期程為 2 年，主要以臺灣地區(包含澎湖、金門與馬祖等外島)之商港區之碼頭與防波堤等港灣設施，進行現況調查與評估，擬定構造物檢測(初步)程序、詳細檢測、安全評估方式等機制，期能持續精進既有建置之維護管理資訊系統，並擴充至其他尚未建置之港口，以利於日後港灣構造物之維護管理。計畫第 1 年(民國 104 年)預定

完成澎湖與金門地區港灣設施之現況調查，第 2 年（民國 105 年），則以臺中港及馬祖地區 5 港為調查對象。本年（民國 104 年）為第 1 年，實際調查對象及調查結果詳述於後續章節。

1.2 研究目的

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

1.3 研究範圍

本計畫民國 104 年研究範圍為金門港及澎湖馬公港等之碼頭與防波堤等港灣設施，因澎湖馬公港正值進行碼頭面版更新工程，故將以為金門港料羅、水頭及九宮三港區為主要研究範圍；另因臺灣港務公司基隆港務分公司蘇澳港、臺北港營運處與臺中港務分公司辦理維護管理實務需要，新增辦理基隆港港灣構造物維護管理系統(含蘇澳港、臺北港區)精進與擴充、蘇澳港 8~13 號碼頭及臺中港 29(角偶)~30 號碼頭水下現況調查與防蝕效能之檢測等工作項目。

第二章 文獻回顧

本研究先針對國內、外港灣構造物維護管理相關文獻資料進行蒐集並彙整研析，研擬提供應用於港灣構造物維護管理程序，其內容分述如下：

2.1 國內文獻資料彙整研析^[1-14]

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亦參考此法進行評估，相關文獻包括：交通部 89-90 年委託國立中山大學李賢華教授之「港灣構造物安全檢測與評估之研究」；交通部運輸研究所港灣技術研究中心於 93-94 年委託國立臺灣海洋大學郭世榮教授之「港灣構造物維護管理準則之研究」、99 年委託蕭松山教授之「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」與 95 年交通部高雄港務局「港灣設施維護管理制度委託研究建置工作」等，簡述如下：

1. 港灣構造物安全檢測與評估之研究^[1-2]：此研究以各式碼頭之重點劣化異狀進行管控，如重力式碼頭之漏砂、板樁式碼頭之板樁開裂、棧橋式碼頭之鋼管樁腐蝕與防波堤之基礎沖刷等，並將其劣化程度描述分級，請參看下表 2-1～表 2-2 所示。此研究採用 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。

表 2-1 港灣設施目視檢測標準-重力與板樁式碼頭

碼頭型式	檢測重點	劣化現象	劣化描述	劣化程度
重力式碼頭	基礎沖刷	刷深、沈陷、基礎護石位移	基礎顯示刷深現象，基礎護石觀察出沈陷位移情形	3
			基礎嚴重刷深現象，基礎護石嚴重沈陷或移動情形	4
	側牆岸壁混凝土	傾斜、破損、混凝土剝離龜裂	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出，或鋼筋部分露出且無腐蝕現象	2
			混凝土龜裂，鋼筋完全露出、無腐蝕現象。鋼筋部分露出，且有腐蝕現象。	3
			可目視出傾斜或岸壁鋼筋完全露出而且腐蝕預力管露出。	4
	漏砂檢測	漏砂	牆面裂縫已可觀察出漏砂	3
			背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂	4
	殘留水位	水位變化	平均水位有稍微降低現象	2
			平均水位有異常降低現象	3
	板樁式碼頭	板樁開裂	開裂長度、寬度	開裂長度達 10~20 cm
開裂長度達 20~30 cm				3
開裂長度達 30 cm 以上				4
鋼板厚度		不足	平均厚度不足為 5~10 % 以內	2
			平均厚度不足為 10~20 % 以內	3
			平均厚度不足達 20 % 以上	4
鋼板腐蝕檢測		腐蝕	局部區域有鏽蝕集中	2
			帶狀區域的鏽蝕，並有局部小型穿孔現象	3
			連續性多範圍鏽蝕，鋼板樁表面穿孔範圍擴大且有嚴重漏砂現象	4
防蝕塊檢測		防蝕塊耗損狀況	陰極防蝕塊耗損達設計數量 1/3 時	2
			陰極防蝕塊耗損達設計數量 1/2 時	3
			陰極防蝕塊耗損達設計數量 2/3 時	4

資料來源：參考文獻[1-2]。

表 2-2 港灣設施目視檢測標準-棧橋式碼頭與防波堤

碼頭型式	檢測重點	劣化現象	劣化描述	劣化程度
棧橋式碼頭	基樁傾斜	基樁傾斜、位移	原設計非傾斜基樁產生傾斜現象。	3
			多支基樁均產生傾斜或傾斜已造成結構破壞。	4
	鋼管腐蝕檢測	腐蝕、穿孔	基樁局部區域有鏽蝕集中。	2
			帶狀區域的鏽蝕，並有局部小型穿孔現象。	3
			連續性多之鋼管樁鏽蝕，鋼管樁表面穿孔範圍擴大。	4
	樁頂接頭檢測	鬆動、破損	樁頂接頭稍有破損現象。	3
樁頂接頭破損造成連結問題或附近結構之破壞。			4	
防波堤	基礎沖刷	刷深、沈陷、基礎護石位移	基礎顯示刷深現象，基礎護石觀察出沈陷位移情形。	3
			基礎嚴重刷深現象，基礎護石嚴重沈陷或移動情形。	4
	側牆岸壁混凝土	傾斜、破損、混凝土剝離龜裂	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出，或鋼筋部分露出且無腐蝕現象	2
			混凝土龜裂，鋼筋完全露出、無腐蝕現象。鋼筋部分露出，且有腐蝕現象。	3
			可目視出傾斜或岸壁鋼筋完全露出而且腐蝕預力管露出。	4
	漏砂檢測	漏砂	牆面裂縫已可觀察出漏砂	3
			背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂。	4
	沈箱面版鋼筋腐蝕	腐蝕	局部區域有鏽蝕集中。	2
			帶狀區域的鏽蝕，混凝土出現紅橙色成帶狀剝落。	3
			一半區域的鋼筋鏽蝕，混凝土出現紅橙色剝落達構件 1/3 的範圍。	4

資料來源：參考文獻[1-2]。

2. 港灣構造物維護管理準則之研究^[3-4]：本研究已將各型式碼頭構件進行拆解，諸如重力式碼頭包含岸壁結構、岸肩與基礎等。再針對各拆解構件劣化異狀之劣化程度進行描述與定義，以下即針對碼頭設施(包含重力式、板樁式與棧橋式)與防波堤(包含沈箱式防波堤與斜坡堤)之目視檢測標準進行說明。此研究亦採用 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)。

(1)碼頭設施

a.重力式碼頭，請參閱表 2-3 所示。

表 2-3 重力式碼頭劣化程度目視檢測標準

檢測位置 與項目		劣化描述	劣化 程度
岸 壁 結 構	鋼筋混凝土	局部可見鏽水	2
		局部可見較多鏽水、鋼筋露出但未見腐蝕	3
		鋼筋已露出且已腐蝕，可見鏽水顯著	4
	混凝土裂縫	局部可見到 2、3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 1 mm 以下)	2
		混凝土可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以上)	3
		混凝土裂縫擴散到整個岸壁	4
	混凝土剝落	局部可見到剝落	2
		混凝土鬆動、剝落多(在一小區域面積的四成以下)	3
		混凝土多處鬆動、剝落嚴重(在一小區域面積約四成以上)	4
	岸壁傾斜	輕微傾斜(傾斜度 $\leq 3\%$)	2
		明顯傾斜($3\% < \text{傾斜度} \leq 5\%$)	3
		嚴重傾斜(傾斜度 $\geq 5\%$)	4
混凝土塊或層 間相對位移	明顯位移	3	
	嚴重位移	4	
岸 肩	岸肩鋪面龜裂	鋪面產生輕微裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 0.5 m^2 以下)	2
		鋪面產生明顯裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 $0.5 \sim 2 \text{ m}^2$)	3
		鋪面產生嚴重裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 2 m^2)	4
	岸肩下陷	岸肩輕微下陷(有輕微積水現象)	3
		岸肩明顯下陷(有嚴重積水現象)	4
基 礎	基礎淘刷	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50 cm 以下)	2
		基礎明顯淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100 cm)	3
		基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100 cm 以上)	4

資料來源：參考文獻[3-4]。

b.板樁式碼頭，請參閱下表 2-4 所示。

表 2-4 板樁式碼頭劣化程度目視檢測標準

檢測位置 與項目		劣化描述	劣化 程度
岸 壁 結 構	板樁接縫開裂	有輕微開裂(長度約達 10~20 cm)	2
		有明顯開裂(長度約達 20~30 cm)	3
		明顯嚴重開裂(長度約達 30 cm 以上)	4
	冠牆腐蝕	局部可見鏽水	2
		局部可見較多鏽水、鋼筋露出但未見腐蝕	3
		鋼筋已露出且已腐蝕，可見鏽水顯著	4
	冠牆裂縫	局部可見到 2、3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 1 mm 以下)	2
		混凝土可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以上)	3
		混凝土裂縫擴散到整個岸壁	4
	冠牆剝落	局部可見到剝落	2
		混凝土鬆動、剝落多(在一小區域面積的四成以下)	3
		混凝土多處鬆動、剝落嚴重(在一小區域面積約四成以上)	4
	板樁腐蝕	板樁局部區域有生鏽呈點狀膨脹。表層塗料的剝落龜裂呈點狀(缺陷面積率約 0.1 % 以下)	2
		相當大的生鏽呈點狀膨脹(缺陷面積率約 0.1 % 以上)	3
		被認為有大範圍的生鏽與膨脹(缺陷面積率約 0.3 % 以上)	4
	板樁穿孔	帶狀區域的鏽蝕、並有局部小型穿孔現象	3
		連續性多範圍鏽蝕，鋼板樁表面穿孔擴大且有漏砂現象	4
	陰極防蝕塊	陰極防蝕塊厚度輕微損壞	2
		陰極防蝕塊厚度明顯損壞	3
		陰極防蝕塊厚度嚴重損壞	4
	板樁傾斜	輕微傾斜(傾斜度 \leq 3 %)	2
明顯傾斜(3 % $<$ 傾斜度 \leq 5 %)		3	
嚴重傾斜(傾斜度 \geq 5 %)		4	
岸 肩	岸肩鋪面龜裂	鋪面產生輕微裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 0.5 m/m ² 以下)	2

		鋪面產生明顯裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 0.5~2 m/m ²)	3
		鋪面產生嚴重裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 2 m/m ²)	4
	岸肩 下陷	岸肩輕微下陷(有輕微積水現象)	3
		岸肩明顯下陷(有嚴重積水現象)	4
基礎	基礎 淘刷	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50 cm 以下)	2
		基礎明顯淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100 cm)	3
		基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100 cm 以上)	4

資料來源：參考文獻[3-4]。

c.棧橋式碼頭，請參閱下表 2-5 所示。

表 2-5 棧橋式碼頭劣化程度目視檢測標準

檢測位置 與項目		劣化描述	劣化 程度
上部 結構	法線變位	法線輕微變位(目視約 0.2~0.3 m)	2
		法線嚴重變位(目視約 0.3 m 以上)	4
	碼頭面版 龜裂	局部可見到 2、3 個部位有龜裂	2
		混凝土可見到數個部位有龜裂	3
		混凝土擴散到整個面版	4
	碼頭面版 下陷	岸肩輕微下陷(有輕微積水現象)	3
		岸肩明顯下陷(有嚴重積水現象)	4
	面版鋼筋 腐蝕	局部可見鏽水	2
		局部可見較多鏽水、鋼筋露出但未見腐蝕	3
		鋼筋已露出且已腐蝕，可見鏽水顯著	4
	格梁裂縫	局部可見到 2、3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 1 mm 以下)	2
		混凝土可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3 mm 以上)	3
		混凝土裂縫擴散到整個岸壁	4
	格梁混凝 土剝落	局部可見到剝落	2
		混凝土鬆動、剝落多(在一小區域面積的四成以下)	3
		混凝土多處鬆動、剝落嚴重(在一小區域面積約四成以上)	4
	格梁鋼筋 腐蝕	局部可見鏽水	2
		局部可見較多鏽水、鋼筋露出但未見腐蝕	3
		鋼筋已露出且已腐蝕，可見鏽水顯著	4
	基礎 護坡	基礎淘刷	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50 cm 以下)
基礎明顯淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100 cm)			3
基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100 cm 以上)			4
護坡破壞		護坡塊石輕微受損(護坡塊石破壞率約 5 % 以下)	2
		護坡塊石明顯受損(護坡塊石破壞率約 5 %~20 %)	3
		護坡塊石嚴重受損(護坡塊石破壞率約 20 % 以上)	4

基 樁 結 構	防蝕披覆 破損、脫 落	披覆破損	3
		披覆脫落	4
	陰極防蝕 塊	陰極防蝕塊厚度輕微損壞	2
		陰極防蝕塊厚度明顯損壞	3
		陰極防蝕塊厚度嚴重損壞	4
	基樁腐蝕 及變形	局部區域有鏽蝕集中	2
		帶狀區域的鏽蝕，並有局部小型穿孔	3
		連續性之鋼管樁鏽蝕，鋼管樁表面穿孔擴大	4
	基樁破損 、變形	非原設計之明顯傾斜或破裂	3
		非原設計之嚴重傾斜、破裂或樁體曲折	4

資料來源：參考文獻[3-4]。

(2)防波堤設施

a.沈箱式防波堤，請參閱下表 2-6 所示。

表 2-6 沈箱式防波堤劣化程度目視檢測標準

檢測位置 與項目		劣化描述	劣化 程度
水 上 部 份	胸 牆	龜裂損傷(龜裂寬度目測約<3 mm, 龜裂長度目測約<5cm)	2
		明顯損傷(龜裂寬度目測約>3 mm, 龜裂長度目測約>5cm)	3
		胸牆斷裂	4
	剝離 與 鋼 筋 外 露	局部混凝土剝落	2
		胸牆損傷致高度不足	3
		混凝土剝落致鋼筋外露	4
	堤 面	龜裂損傷(龜裂寬度目測約<3 mm, 龜裂長度目測約<5cm)	2
		明顯損傷(龜裂寬度目測約>3 mm, 龜裂長度目測約>5cm)	3
		堤面混凝土斷裂	4
水 上 部 份	沈 陷	輕微不均勻沈陷(輕微積水)	2
		明顯不均勻沈陷(嚴重積水)	3
	鋼 筋 外 露	局部混凝土剝落	2
		混凝土剝落致鋼筋外露	3
		堤面混凝土斷裂	4
水 下 部 份	變 位	堤體變位不明顯(變位量約 <5 cm)	2
		堤體變位明顯(變位量約 >5 cm)	3
		堤體嚴重變位(變位量約 >10 cm)	4
	傾 斜	輕微傾斜(傾斜度 ≤3 %)	2

檢測位置 與項目		劣化描述	劣化 程度	
		明顯傾斜(3 % < 傾斜度 ≤ 5 %)	3	
		嚴重傾斜(傾斜度 >= 5 %)	4	
		龜裂 損傷	輕微損傷(龜裂寬度目測約 < 3 mm, 龜裂長度目測約 < 5cm)	2
			明顯損傷(龜裂寬度目測約 > 3 mm, 龜裂長度目測約 > 5cm)	3
			堤體混凝土斷裂	4
		鋼筋 外露	壁體側牆混凝土剝落但鋼筋未外露	2
			壁體剝落致鋼筋外露	3
			堤體混凝土破洞	4
		沈箱	龜裂 損傷	輕微損傷(龜裂寬度目測約 < 3 mm, 龜裂長度目測約 < 5cm)
	明顯損傷(龜裂寬度目測約 > 3 mm, 龜裂長度目測約 > 5cm)			3
	壁體剝落製鋼筋外露			3
	堤體混凝土斷裂(破洞)			4
	護基 方塊	變位	部分發生下陷位移(變位量約 < 5 cm)	2
			小規模下陷位移(變位量約 5~10 cm)	3
			大範圍下陷位移(變位量約 > 10 cm)	4
	消波 塊與 沈陷	滑落	部分消波塊移動或滾落	2
			消波塊散落沈陷達一層, 堤體滑動安全率有減低之虞	3
			消波塊斷面減少, 堤體滑動安全率已減低	4
基礎 海床	沖刷	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50 cm 以下)	2	
		基礎明顯淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100 cm)	3	
		基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100 cm 以上)	4	

資料來源：參考文獻[3-4]。

b. 斜坡堤，請參閱下表 2-7 所示。

表 2-7 斜坡堤劣化程度目視檢測標準

檢測位置 與項目		劣化描述	劣化 程度	
水上 部份	胸牆	滑移	輕微變位(變位量約 < 5cm)	2
			小規模變位(變位量約 > 5 cm)	3
			大規模變位(變位量約 > 10 cm)	4
	龜裂 損傷	輕微損傷(龜裂寬度目測約 < 3 mm, 龜裂長度目測約 < 5cm)	2	
		明顯損傷(龜裂寬度目測約 > 3 mm, 龜裂長度目測約 > 5cm)	3	
		胸牆斷裂	4	
	鋼筋 外露	混凝土剝落致鋼筋外露	3	

檢測位置 與項目		劣化描述	劣化 程度	
堤面	龜裂 損傷	輕微損傷(龜裂寬度目測約<3 mm, 龜裂長度目測約<5cm)	2	
		明顯損傷(龜裂寬度目測約>3 mm, 龜裂長度目測約>5cm)	3	
		堤面混凝土斷裂	4	
	沈陷	輕微不均勻沈陷(輕微積水)	2	
		明顯不均勻沈陷(嚴重積水)	3	
	鋼筋 外露	局部混凝土剝落	2	
		混凝土剝落致鋼筋外露	3	
		堤面混凝土斷裂	4	
	港側 坡面	沖刷 與 滑移	護坡塊石輕微受損(護坡塊石破壞率約 5 % 以下)	2
			護坡塊石明顯受損(護坡塊石破壞率約 5 %~20 %)	3
			護坡塊石嚴重受損(護坡塊石破壞率約 20 % 以上)	4
	覆面 層塊	滑移 與 滾 落	受損不明顯(護面破壞率約<5 %)	2
明顯受損(護面破壞率約 5~20 %)			3	
嚴重(護面破壞率約>20 %)			4	
水下 部份	消波 工 沈陷	部分消波塊移動或滾落	2	
		消波塊散落沈陷達一層, 堤體滑動安全率有減低之虞	3	
		消波塊斷面減少, 堤體滑動安全率已減低	4	
	海床	沖刷	輕微沖刷(沖刷坑深度約<50 cm)	2
			消波塊散落沈陷達一層, 堤體滑動安全率有減低之虞	3
			消波塊斷面減少, 堤體滑動安全率已減低	4

資料來源：參考文獻[3-4]。

3. 港灣防波堤維護管理系統建置之研究：此研究採用 D.E.R.&U.評估方式，將斜坡式防波堤與沈箱式及特殊式防波堤劣化程度(D 值)與維修急迫性(U 值)列表如下表 2-8 所示。

表 2-8 斜坡式防波堤檢測劣化程度與評估值關係表

	D 值	U 值	劣化程度	對應描述
胸牆	1	1	無異狀	
	2	2	輕微損傷	龜裂長度<5 cm, 寬度<3 mm
			局部混凝土剝落	
			輕微變位	變位量<5 cm
	3	3	明顯損傷	龜裂長度>5 cm, 寬度>3 mm
			混凝土剝落致鋼筋外露	鋼筋外露
			胸牆損傷致高度不足	胸牆局部斷裂損傷
小規模變位			變位量>5 cm	

	4	4	胸牆斷落	
			大規模變位	變位量>10 cm
堤面	1	1	無異狀	
	2	2	輕微損傷	龜裂長度<5 cm，寬度<3 mm
			局部混凝土剝落	混凝土有剝落情形
	3	3	明顯損傷	龜裂長度>5 cm，寬度>3 mm
			混凝土剝落致鋼筋外露	
			輕微不均勻沈陷	沈陷量<5 cm(擬定值)
	4	4	明顯不均勻沈陷	沈陷量>5 cm(擬定值)
堤面混凝土斷裂				
港側及海側坡面	1	1	無異狀	
	2	2	受損不明顯	拋石坡面破壞率約<5 %
	3	3	明顯受損	拋石坡面破壞率約 5%~20 %
	4	4	嚴重受損	拋石坡面破壞率約>20 %
消波塊	1	1	無異狀	
	2	2	部分消波塊移動或滾落	
	3	3	消波塊沈陷達一層	消波塊沈陷量>1 m(擬定值)
			堤體有滑動之虞	
4	4	消波斷面減少，堤體可能滑動		
基礎海床	1	1	無異狀	
	2	2	輕微沖刷	沖刷坑深度約<50 cm(擬定值)
	3	3	大量沖刷	沖刷坑深度約 50 cm~100 cm 之間(擬定值)
	4	4	嚴重沖刷	沖刷坑深度約>100 cm(擬定值)
穿孔胸牆/消波槽室	1	1	無異狀	
	2	2	輕微損傷	龜裂長度< 5 cm，寬度<3 mm
			局部混凝土剝落	
	3	3	明顯損傷	龜裂長度>5 cm，寬度>3 mm
			混凝土剝落致鋼筋外露	鋼筋外露
			胸牆損傷致高度不足	胸牆局部斷裂損傷
	4	4	支撐壁損傷影響消波效果	支撐壁破洞
胸牆斷落				
			支撐壁斷落	
堤面	1	1	無異狀	
	2	2	輕微損傷	龜裂長度<5 cm，寬度<3 mm

			局部混凝土剝落	混凝土有剝落情形
	3	3	明顯損傷	龜裂長度>5 cm，寬度>3 mm
			混凝土剝落致鋼筋外露	
			輕微不均勻沈陷	沈陷量<5 cm(擬定值)
	4	4	明顯不均勻沈陷	沈陷量>5 cm(擬定值)
			堤面混凝土斷裂	
水上沈箱	1	1	無異狀	
	2	2	堤體變位不明顯	位移量<20 cm(擬定值) 原建議值為位移量<5 cm
			堤體輕微損傷	龜裂長度<5 cm，寬度<3 mm
			壁體側牆混凝土剝落但鋼筋未外漏	
			輕微傾斜	傾斜率<3 %
	3	3	堤體變位明顯	位移量>20~40 cm 之間 原建議值為位移量>5 cm
			堤體明顯損傷	龜裂長度>5 cm，寬度>3 mm
			壁體剝落致鋼筋外露	
			明顯傾斜	傾斜率 3~5 %
	4	4	堤體嚴重變位	位移量>40 cm(擬定值) 原建議值為位移量>10 cm
			堤體混凝土斷裂	
			嚴重傾斜	傾斜率>5 %
	護基方塊	1	1	無異狀
2		2	堤體輕微損傷	龜裂長度<5 cm，寬度<3 mm
3		3	堤體明顯損傷	龜裂長度>5 cm，寬度>3 mm
			壁體剝落致鋼筋外露	鋼筋外露
4		4	堤體混凝土斷裂	
1		1	無異狀	
2		2	部分發生下陷位移	變位量<50 cm(擬定值) 原建議值為變位量<5 cm
3		3	小規模下陷位移	變位量 50~90 cm 之間(擬定值) 原建議值為變位量 5~10 cm
4		4	大範圍下陷位移	變位量>90 cm(擬定值) 原建議值為變位量>10 cm
消波塊	1	1	無異狀	
	2	2	部分消波塊移動或滾落	
	3	3	消波塊沈陷達一層	消波塊沈陷量>1 m(擬定值)
			堤體有滑動之虞	
4	4	消波断面減少，堤體可		

			能滑動	
基礎 海床	1	1	無異狀	
	2	2	輕微沖刷	沖刷坑深度約<50 cm(擬定值)
	3	3	大量沖刷	沖刷坑深度約 50 cm~100 cm 之間(擬定值)
	4	4	嚴重沖刷	沖刷坑深度約>100 cm(擬定值)

資料來源：參考文獻[14]。

4.交通部高雄港務局「港灣設施維護管理制度委託研究建置工作」：此案計畫為建置高雄港港灣設施維護管理制度，其工作範圍包含：相關資料蒐集、維護管理制度之研究、建立配套措施、生命週期探討、建置電腦化查詢及管理資訊系統等。達成之目標分為制度及系統兩大重點說明如下：

(1)建立港灣設施維護管理制度：針對高雄港務局相關技術規範、標準圖說、管理要點、各計畫之招標文件、契約書、各階段之工程圖說、細部設計文件等資料，為有效保存 32 座碼頭及 4 座防波堤港灣設施基本資料等相關歷史文件，以供後續調查分析港灣設施損壞原因及經費成本資訊，並擬定設施維護管理分級制度，合理編列管理經費與訂定維護品質標準，建立港灣設施生命週期。擬建立一套完整之港灣設施維護管理制度，以達有效延長港灣設施使用壽命，並維持港灣設施於具經濟效益之狀態。其執行內容為：

①檢測分級：依港灣構造物維護管理準則(草案)分為平時巡查、定期檢測及特別檢測等三級之外，因該三級之檢測項目以非破壞性檢測為主，故針對此三級巡查檢測後無法確認破壞原因時，以破壞性檢測予以釐清，並採行專案方式委託相關機構辦理，其各分級說明如下：

a.平時巡查：巡查單位以目視為主，當發現構造物及設備有異常或損毀時，立即向工務權責單位提出通報，通報後之流程建議採特別檢測模式辦理。

b.定期檢測：由工務組、機務組及港工處等人員組成檢測小組分區進行檢測，檢測以目視或簡單工具為主。

- c.特別檢測：特別檢測由工務組、機務組及港工處等人員組成檢測小組負責辦理，除係於颱風、地震等災害後或船舶碰撞等人為破壞後辦理外，增加平時巡查發現構造物及設備有異常或損毀通報時進行。
- d.專案檢測：當前三級檢測結果無法確認實際破壞原因時，須進行開挖隱蔽部分之破壞性檢測或其他專業檢測，原則上測量及鋼板樁厚度由高雄港務局自行執行，其他需採用特殊儀器之檢測以委外方式辦理。

②檢測項目：分別針對平時巡查、定期檢測與特別檢測項目說明如下：

- a.平時巡查：依目前高雄港相關單位巡查之相關項目辦理。
- b.定期檢測
 - (a)板樁式碼頭：檢測項目包括板樁腐蝕、冠牆混凝土龜裂、碼頭前基礎掏刷、岸肩鋪面下陷破損、附屬設施(防舷材、繫船柱及車擋)損傷。此外，另依港灣構造物設計基準-碼頭設計基準及說明要求增加法線變位。
 - (b)棧橋式碼頭：檢測項目包括基樁腐蝕、上部板梁結構龜裂、碼頭前基礎掏刷、後側岸肩鋪面下陷破損、護坡塊石及護坡破損、附屬設施(防舷材、繫船柱及車擋)損傷。
 - (c)沈箱式防波堤：檢測項目包括沈箱滑動、沈箱傾斜、覆基石散亂、消波塊散亂、地盤沖刷、上部結構龜裂損傷及沈箱龜裂損傷。
- c.特別檢測
 - (a)板樁式碼頭：地震檢測項目包括法線變位、岸肩鋪面下陷破損、板樁龜裂；颱風檢測項目包括岸肩鋪面下陷破損、板樁龜裂；船舶碰撞檢測項目包括板樁龜裂、冠牆損傷、

附屬設施(防舷材、繫船柱及車擋)損傷。

(b)棧橋式碼頭：地震檢測項目包括後側岸肩鋪面下陷破損、上部結構與擋土設施相對位移；颱風檢測項目包括後側岸肩鋪面下陷破損、上部板梁結構龜裂；船舶碰撞檢測項目包括基樁斷裂、附屬設施(防舷材、繫船柱及車擋)損傷、上部板梁結構龜裂。

(c)沈箱式防波堤：檢測項目包括沈箱滑動、沈箱傾斜、覆基石散亂、消波塊散亂、地盤沖刷、上部結構龜裂損傷及沈箱龜裂損傷。

③檢測頻率建議

a.平時巡查：巡查單位以目視，以要點規定之頻率進行巡查。碼頭類工務權責單位每月須辦理至少一次之平時巡查，建議移往定期檢測，以劃分維護管理流程及相關權責。

b.定期檢測：視維護人力以每季一次或每半年一次。

c.特別檢測：特別檢測由工務權責單位負責辦理，除係於颱風、地震等災害後或人為破壞之後辦理外，增加平時巡查發現構造物及設備有異常或損毀通報時進行。

④檢測單元劃分

a.平時巡查：建議防波堤以港口及南北側區分，碼頭以碼頭編號區分，不另分單元。

b.定期檢測：建議碼頭及防波堤本身即有單元(棧橋式碼頭、沈箱式防波堤)，即以其作為檢測單元，如無則防波堤以胸牆及場鑄混凝土之伸縮縫作為單元之區分，碼頭則以公尺為區分，每一單元以 50 公尺為原則。

c.特別檢測：同定期檢測。

⑤檢測評估方法：以 D.E.R.&U.評等法，並分為三等級：

a.A 級($85 \leq CI \leq 100$)：為安全無虞。

b.B 級($70 \leq CI < 85$)：為結構已受損傷，可增加檢測項目，了解構造物性能的劣化趨勢。分析其營運管理成本，在預算許可的條件下進行維修。

c.C 級($CI < 70$)：構造物已受較嚴重損傷，此時應分析其生命週期成本，編列預算進行必要的維修級補強工作，或在適當時機拆除重建。

(2)建置港灣設施維護管理系統：配合此研究檢測制度及檢測工作表單之擬定成果，建置一港灣設施維護管理系統以有效收存及記錄設施相關資料，透過資訊化作業的輔助以提高管理效率，港灣設施維護管理人員可直接透過個人電腦及網路系統等資訊技術，隨掌握設施狀態，達成有效記錄檢測及維護工程歷程，以達成輔助管理資訊化，提供行政效率之目標，管理人員可透過系統查閱相關維護管理制度及應用表報樣板，以供定期維護工作執行更為便利，同時相關維護工程業務亦藉以迅速反應服務，方便管理單位對港區設施現況之查詢及掌握，以利迅速有效處理異常狀態。以下針對系統功能架構進行說明：

①使用者角色定義系統使用者依維護管理業務性質劃分以下三類：

a.承辦人員：為主要資料輸入者，對應至實際作業情境，即為巡查、各類檢測及維修工程等各項港灣設施維護工作，實際權責單位之執行人員。各承辦人員依其所責業務可對應系統功能進行新增、修改與刪除等動作。非屬其業務管轄範圍之資料，僅能查詢與瀏覽資料內容。

b.主管人員：主要為執行查詢、瀏覽及統計功能操作者，主管人員對資料內容僅能進行查閱動作，但可針對設施維護管理資料

執行成本統計功能，亦可針對設施之性能等級進行排序以供決策參考之用。

- c.系統管理人員：為最大權限者，針對系統人員權限資料管理、系統日誌管理及系統參數設定等非業務層面資料為主。

②系統應用情境說明

蒐集研析國內外文件資料及參考高雄港務局既有管理制度，此研究建議之維護管理流程如圖 2.1 所示。系統建置之目的即為配合此一流程執行，提供記錄相關資訊及統計分析之功能，以協助落實港灣設施維護工作。後續將以圖 2.1 所示流程為主軸，配合前述之系統使用者，說明個參與人員進行實際作業過程中，搭配維護管理系統之應用作業情境。由於維護管理工作主要由平時巡查與定期檢測著手，故以下即以此兩類工作為主軸出發，分別說明搭配系統之應用情境。

a.平時巡查

- (a)平時巡查工作重點在於藉由使用單位針對日常工作範圍內異常現象之通報，隨時反應現場可能產生之破壞，以利第一時間進行處理。
- (b)對應系統之操作情境即為：平時巡查之相關承辦人員於發現設施有異常狀況時，立即登入系統中填報平時巡查記錄並提具異常報告，同時亦可拍攝異常部位之相片上傳以利判讀。
- (c)設施異常報告產生的同時，系統及會漿液常資訊公告於系統首頁，相關人員登入系統時即可見提醒公告，權責單位則可點選相關項目並填報處說明，系統亦同時發送電子郵件權責人員進行處理回覆。
- (d)權責單位收到通知後由單位長官指示配合承辦人，經會同工程人員實地會勘判讀後，如確定非影響性異常現象者，

即可直接點選連結填報回覆處理說明後結案。

(e)如經會勘初步判讀確為設施異常，需在進一步執行特別檢測者，須於檢測工作完成後由檢測工作承辦人員登入本系統填報評估表單，並同時填寫異常處理說明(對應特別檢測工作，點選檢測實施日期)即可予以結案。

(f)檢測評估結果位有緊急處理之虞者，即可排入年度維修評估項目中，由業管人員於年度維修評選時，針對設施狀況考量評估是否進行養護工作。

b.定期檢測

(a)定期檢測工作主要透過固定期間針對設施重點項目由專業工程人員進行檢測工作，藉由定期評估設施狀況，以作為主管人員擬定設施維護策略。

(b)對應系統之操作情境為：定期檢測工作承辦人員依其所責項目於固定期間內完成檢測工作後，立即登入系統中填報檢測評估表單。

(c)檢測評估結果未有緊急處理之虞者，即可排入年度維修評估項目中，由主管人員於年度維修評選時，針對其設施狀況考量評估是否進行維護工作。

(d)主管人員定期進行年度維修工作評估時，同時亦可考量是否針對特定設施狀況，配合委外廠商專業技術進一步之專案檢測工作，並於檢測工作完成結案後由業務承辦人員登入系統填報工作摘要，同時亦可上傳相關文件記錄。

(e)如確定需要緊急維修之設施，則於發包、施作且完工驗收後，由工程主辦單位承辦人員登入系統填報工程概要，亦可上傳工程相關重要相片記錄。

透過系統將可完整記錄設施維護作業過程中相關歷程

資料，初期階段可經由漸次累積之維修工程資料，進行較為簡略之統計分析，以利主管人員推估年度維護預算編列時之參考。

③系統功能架構設計

依據港灣設施維護管理作業流程，設計港灣設施維護管理系統功能架構設計如圖 2.2 所示，包含：港灣設施基本資料管理、港灣設施檢測歷程管理、港灣設施維護歷程管理、港灣設施維護管理制度文件管理及系統管理等六項主要功能概念模組。港灣設施維護管理模組包括：港灣設施基本資料管理以及基本資料與檢測維護歷程關聯功能；設施檢測歷程管理模組則包括檢測歷程資料新增及檢測資料查詢功能；港灣設施維護歷程管理模組則包括維護工程資料新增、維護工程資料查詢、設施維護成本統計及設施性能等級分析等功能；異常狀況管理模組則是配合檢測制度之建立，針對平時巡查異常或緊急處理通知以首頁公告及 E-mail 提醒方式提供警訊處理通知功能；港灣設施維護管理制度文件管理模組包括維護管理制度文件查詢瀏覽等功能，並提供高雄港務局既有工程圖管理系統連結，以供結案圖資連結查詢；系統管理功能則包括使用者管理、管理參數設定及系統日誌等功能。

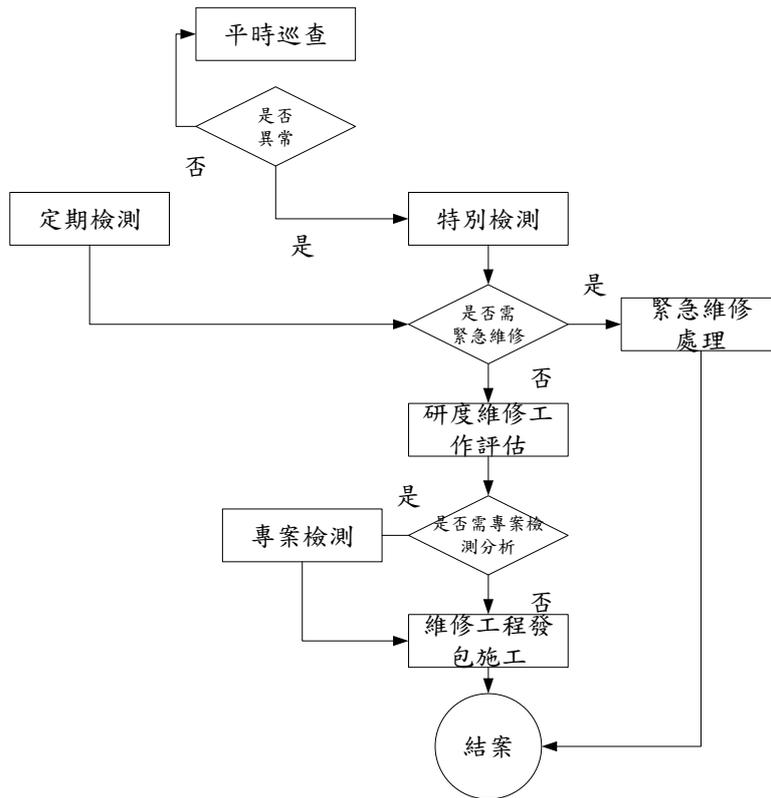


圖 2.1 港灣設施維護管理作業流程圖

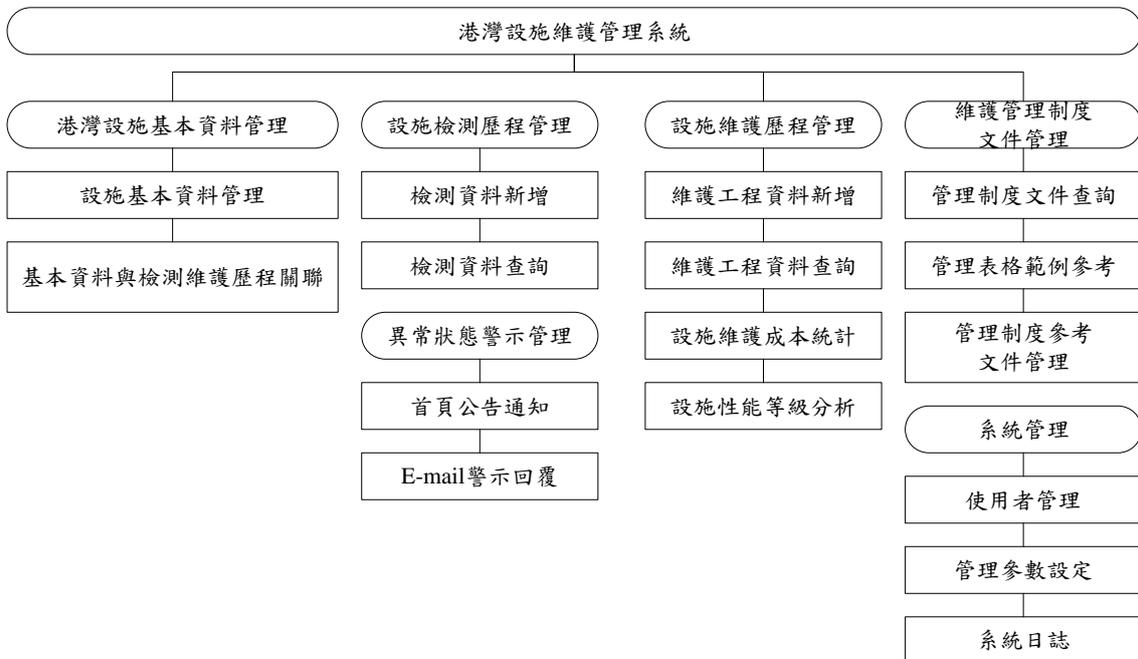


圖 2.2 港灣設施維護管理系統功能架構圖

5.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：主要探討各種型式碼頭維護管理特性(重力、板樁、棧橋、井筒與牆式碼頭)、擬定「碼頭設施檢測評估標準作業程序(如圖 2.3 所示)」進行碼頭設施檢測評估，並進行碼頭上部與下部結構安全分析(圖 2.4、圖 2.5)，最後擬定碼頭設施維修補強工法與建置碼頭設施維護管理系統(如圖 2.6、圖 2.7 所示)。

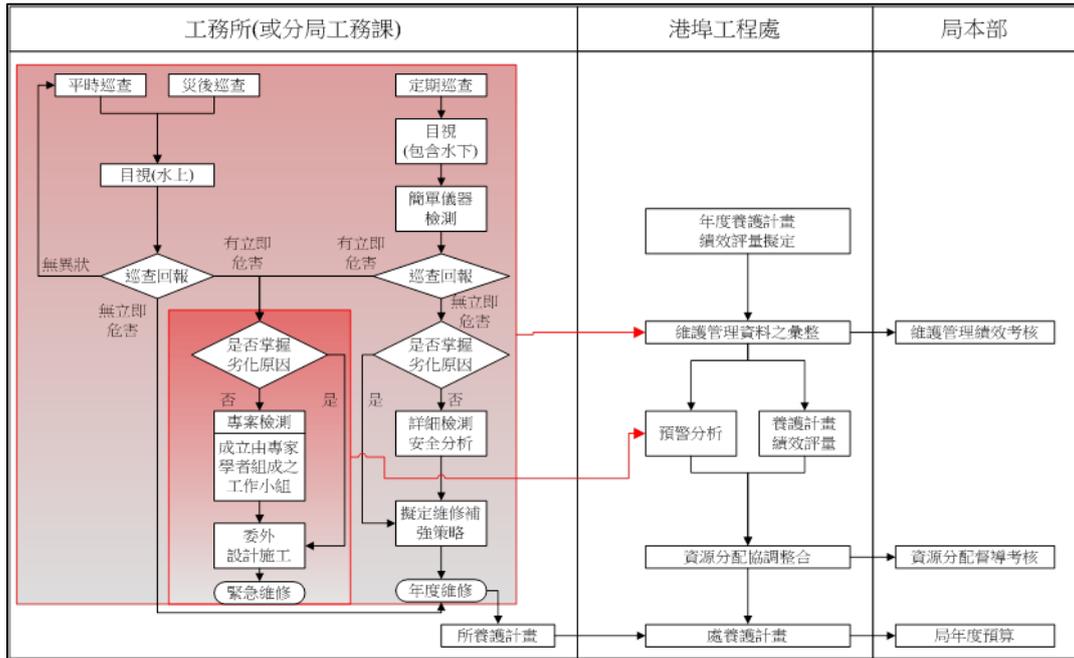


圖 2.3 各檢測作業之對應流程

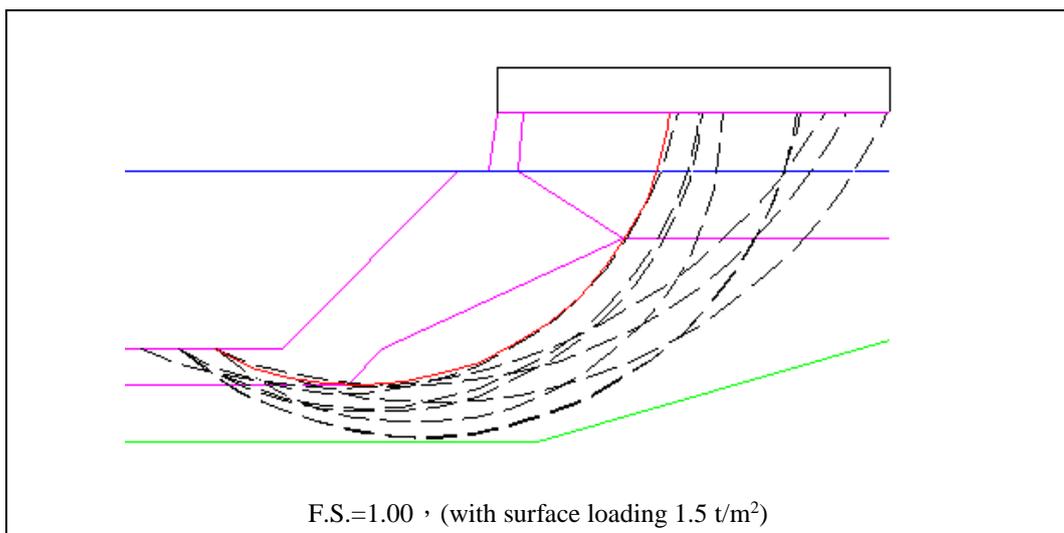


圖 2.4 拋石護坡穩定計算(井筒式斷面)

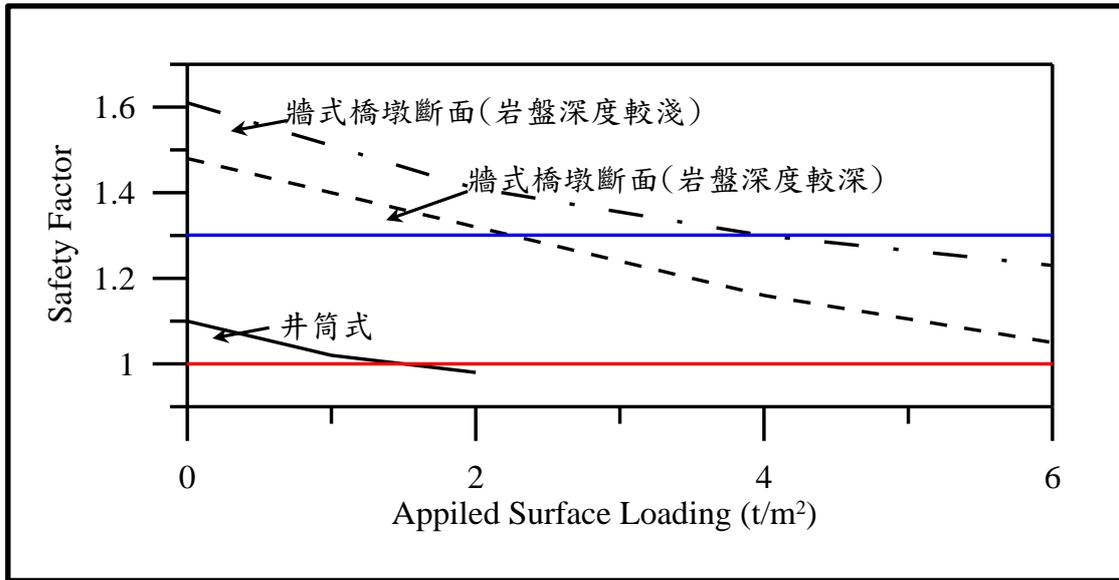


圖 2.5 拋石護坡穩定計算綜合成果

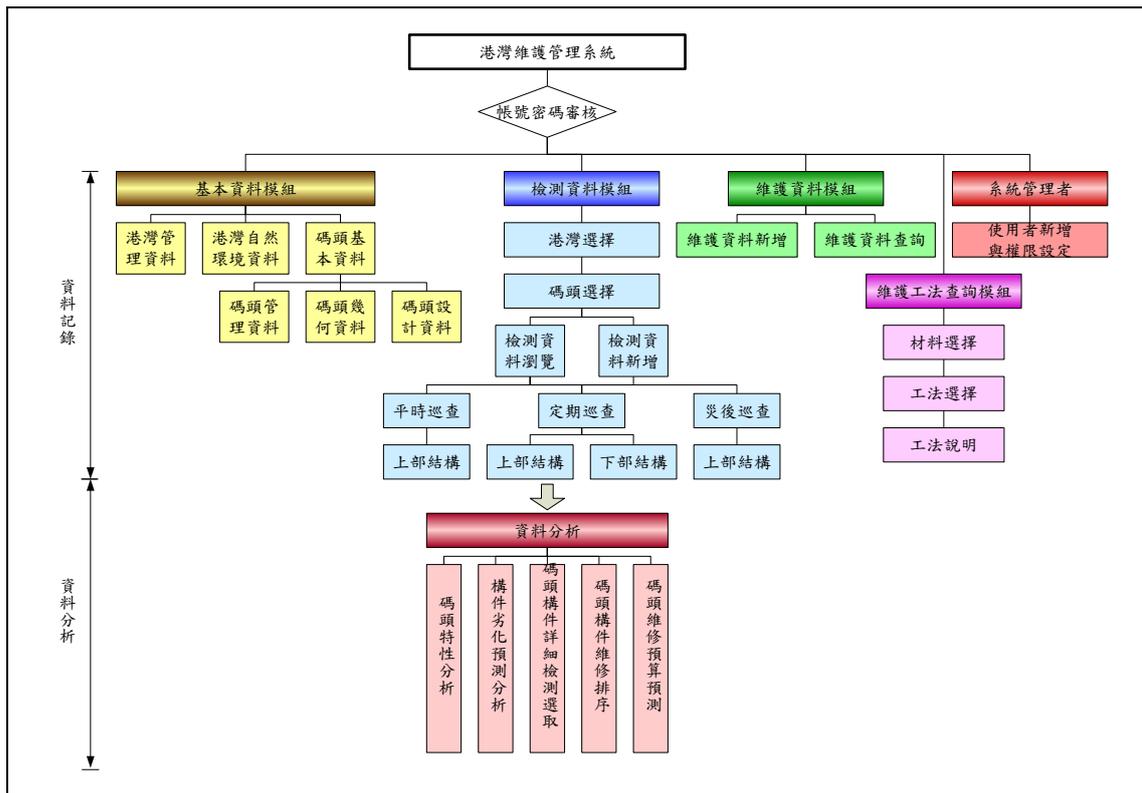


圖 2.6 系統執行流程

檢測資料			
檢測日期:	2008/10/24	天候狀況:	請選擇
檢測單位:	ntut	檢測員:	陳小明
隸屬港灣:	基隆港	碼頭編號:	西2
檢測類型:	平時巡檢	碼頭結構型式:	井筒與橋墩式

上部結構							
構件單元	構件名稱	構件項目	劣化類型	D	E	R	劣化位置
	請選擇	面層	龜裂	0	0	0	

圖 2.7 新增填寫檢測資料

6.基隆港西 14 至西 15 號碼頭結構安全檢測評估與系統建置：主要探討碼頭設施結構特性與劣化機制；建置碼頭設施維護管理程序(包含：碼頭設施檢測類型與頻率、碼頭設施構件編碼原則、碼頭設施目視檢測評估標準、碼頭設施儀器檢測與碼頭設施修復排序與工法選擇)；進行基隆港西 14 號至 15 號碼頭檢測與修復建議與建置碼頭設施維護管理系統(如所示為圖 2.8 系統架構，圖 2.9 為檢測資料新增)。

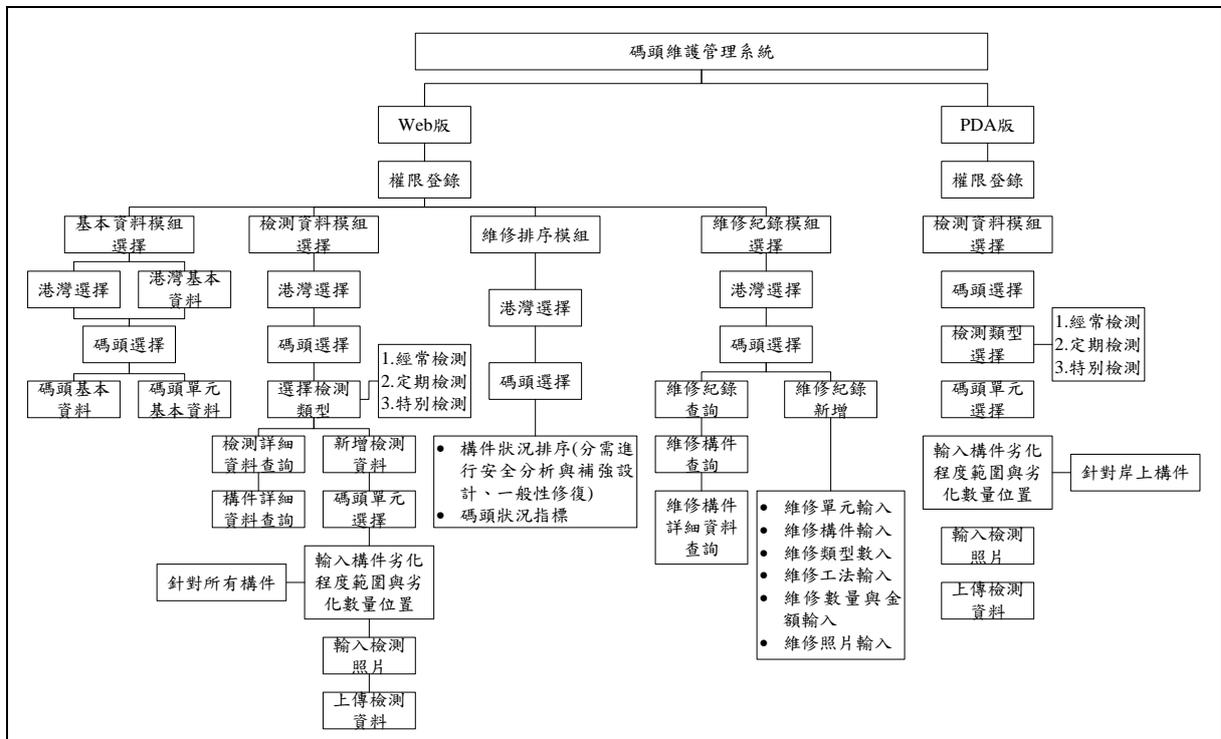


圖 2.8 維護管理系統架構

使用者: mochiu [登出](#)

港灣設施維護管理系統

交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor & Marine Technology Center, I.O.T., M.O.T.C.

[首頁](#) | [基本資料模組](#) | [檢測資料模組](#) | [狀況排序模組](#) | [維修紀錄模組](#) | [權限管理模組](#)

功能選單

- 例行檢測
- 定期檢測
- 特別檢測

基隆港西14碼頭定期檢測資料-新增

○ 檢測單位

○ 檢測日期

○ 港灣編號

○ 單元編號

○ 劣化類型

○ 劣化程度(D)

○ 填表人員

○ 天候狀況

○ 碼頭編號

○ 劣化構件

○ 劣化位置

○ 劣化範圍(E)

劣化類型	劣化程度	劣化程度說明
沖刷	2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約50cm以下)
沖刷	3	基礎明顯淘刷(沖刷坑深度目視約50~100cm)
沖刷	4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約100cm以上)

○ 劣化數值

○ 單位

○ 照片

圖 2.9 維護管理系統-新增檢測資料頁面

7.港灣構造物安全檢查評估之研究(1/4~4/4)^[7-10]：此為四年期計畫，研究成果為：

(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。

①港灣構造物基本資料調查與建置：基隆港碼頭與防波堤調查作業(共計 53 座碼頭與 4 段防波堤)基本資料量測與調查作業。

②港灣防波堤構造物目視巡查標準制定：港灣碼頭與防波堤構造物目視巡查標準之制定，如表 2-9~表 2-12 所示。

表 2-9 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
		沈陷	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	

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化狀況	劣化狀況說明
	後線	沈陷	4	背填砂經由大型破洞露出，或孔內看不到砂
			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：參考文獻[7-10]。

表 2-10 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
		沈陷	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(文公尺可入裂縫約<10cm 深)
			3	開裂深度中等(文公尺可入裂縫 10~20cm 深)
			4	開裂深度嚴重(文公尺可入裂縫約>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；潮間帶鋼材塗裝面積破損率 3~5%	
		3	海水下，-650mV <防蝕電位< -780mV；潮間帶鋼材塗裝面積破損率 5~10%	
		4	海水下，防蝕電位 < -650mV；潮間帶鋼材無塗裝保護或塗裝面積破損率達 10% 以上	
	後線	沈陷	1	無異狀
			2	後線輕微下陷(深度<10 cm、面積<10 m ²)
			3	後線明顯下陷(10 ≤ 深度 ≤ 15 cm、10 m ² ≤ 面積 ≤ 20 m ²)
			4	後線嚴重下陷(深度>15 cm、面積>20 m ²)
海床	沖刷	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：參考文獻[7-10]。

表 2-11 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：參考文獻[7-10]。

表 2-12 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(1m^2)可見到 2 個以上寬度 3mm 以下的裂縫
		3	裂縫寬度約 $3\sim 5\text{mm}$

		4	裂縫擴散至整個岸肩或裂縫寬度約 5mm 以上
	沈陷	1	無異狀
		2	輕微下陷(面積<5 m ² 、高度<2.5 cm)
		3	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	嚴重下陷(面積>5 m ² 、高度>2.5 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 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
堤頂	沈陷	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)
	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<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
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≤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
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：參考文獻[7-10]。

③針對基隆港碼頭與防波堤構造物進行巡查作業

④港灣構造物維護管理手冊(精簡版)：內容包含港灣構造物編碼原則與目視檢測評估標準，供檢測人員於現場便於翻閱查詢之用。

(2)港灣構造物維護管理系統建置

①防波堤維護管理系統建置(如圖 2.10 所示)：已依現地量測調查資料，將基隆港防波堤(東碎波堤除外)資料建置於基本資料模組中，並將經常巡查建置於檢測資料模組中。

碼頭維護管理資訊系統
2014.11.17.15:42

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

基隆港西防波堤經常巡查

檢測日期	2014年06月27日			檢測天氣	晴	
港灣名稱	基隆港	防波堤名稱	西防波堤	檢測者	簡臣佑	
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化描述	劣化單元	劣化數量	
覆面層	移動、散亂及下滑	3	1: 無異狀 2: 受浪不明顯(護面破壞約 <3 m ²)，但並未漏砂 3: 局部受損(護面破壞約 $3\sim 12$ m ²)，堤面出現孔洞，但並未漏砂 4: 嚴重受損(護面破壞約 >12 m ²)，背填砂經由大型破洞漏出，或孔內看不到砂	3號單元	X= 2 Y= 3	0.5 m ²
		2	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: 裂縫擴散至整個岸崩或裂縫寬度約5mm以上	1號單元	X= 2 Y= 3	2 m
堤前坡	沉陷	1	1: 無異狀 2: 輕微下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 <2.5 cm) 3: 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	1號單元	X=	

圖 2.10 基隆港西防波堤經常巡查資料新增頁面

- ②系統基本資料擴充與巡查資料建置：已依現地量測調查資料，將基隆港 53 座碼頭(除西 12 號碼頭)新增於維護管理系統中，業管單位可進行各模組之應用，同時，亦將各碼頭經常巡查資料輸入於檢測資料模組中，以供業管單位了解各碼頭狀況
- ③儀器檢測記錄模組建置：建置可供上傳檢測報告之功能外，亦就碼頭構造物常採用之腐蝕電位量測與防波堤構造物常採用之高程測量建置輸入頁面(如圖 2.11 所示)，可將此些資料儲存為數值資料，供未來統計分析之用。

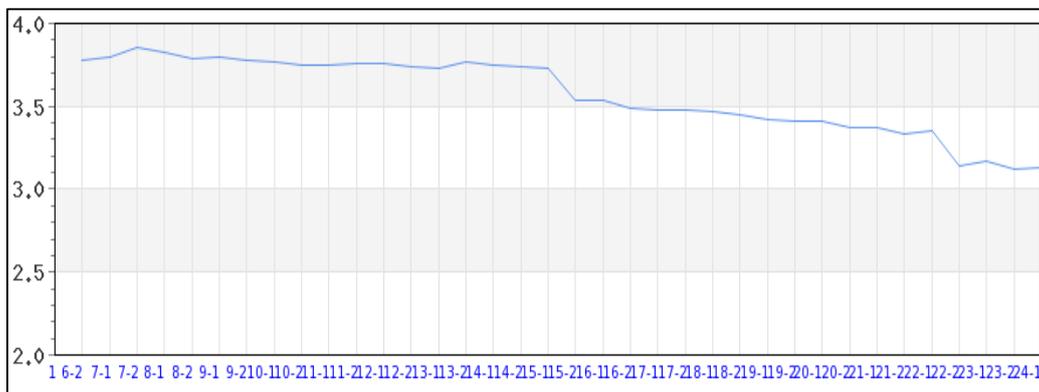


圖 2.11 維護管理系統中儲存之基隆港西防波堤 2011/05/10 高程資料

- 8.花蓮港碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置：此案為建置「港灣構造物維護管理系統(包含碼頭與防波堤，如圖 2.12 所示)」、撰寫「花蓮港碼頭及防波堤構造物維護管理手冊」、巡檢後提出花蓮港碼頭及防波堤維修排序與改善對策，系統並包含「花蓮港船席水深即時潮位系統(如圖 2.13 所示)」。

碼頭維護管理資訊系統							
基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 設施選擇頁面 登出							
檢測日期	2013年11月20日					檢測天氣	晴
港灣名稱	花蓮港	碼頭名稱	25號碼頭		檢測人員	簡臣佑	
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化描述	劣化單元	劣化位置	劣化數量	
岸肩	裂縫	1	無異狀	1	X Y	m	
	照片 <input type="checkbox"/> 選擇檔案 <input type="checkbox"/> 未選擇檔案						
	剝落	1	無異狀	1	X Y	m ²	
	照片 <input type="checkbox"/> 選擇檔案 <input type="checkbox"/> 未選擇檔案						
後線	沉陷	4	後線嚴重下陷(高度>15 cm、面積>20 m ²) 圖示	10	X 3 Y	10 m ²	
	照片 <input type="checkbox"/> 選擇檔案 <input type="checkbox"/> 未選擇檔案						

圖 2.12 碼頭經常巡查資料新增-以花蓮港 25 號碼頭為例

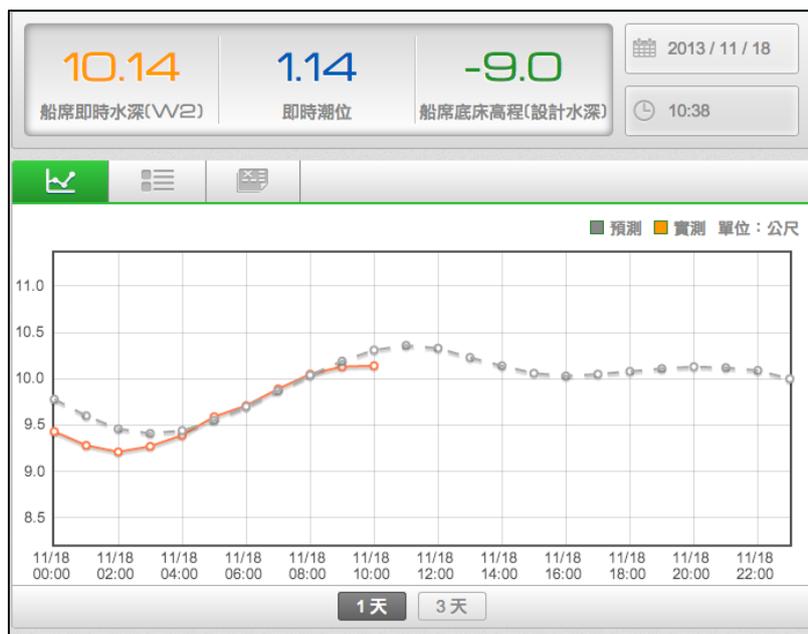


圖 2.13 碼頭水深查詢成果

9.國內文獻彙整：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

編號	研究題目	研究成果
1	港灣構造物安全檢測與評估之研究 ^[1-2]	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。

編號	研究題目	研究成果
2	港灣構造物維護管理準則之研究 ^[3-4]	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)。
3	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 ^[5]	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。
4	基隆港西 14 至西 15 號碼頭結構安全檢測評估與系統建置 ^[6]	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.進行基隆港西 14 號至 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)。
5	港灣構造物安全檢查評估之研究(1/4~4/4) ^[7-10]	為四年期計畫，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。
6	花蓮港碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置 ^[8]	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構造物維護管理手冊；3.提出花蓮港碼頭及防波堤維修排序與改善對策。
7	港灣設施維護管理制度研究委託建置工作 ^[12]	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。
8	港灣防波堤維護管理系統建置之研究 ^[14]	採用 D.E.R.&U.評估方式，將斜坡式防波堤與沈箱式及特殊式防波堤劣化程度(D 值)與維修急迫性(U 值)列表。

2.2 國外文獻資料彙整研析^[15-22]

2.2.1 碼頭與防波堤目視檢測標準

2.2.1.1 碼頭目視檢測標準

1. 日本港灣空港技術研究所—棧橋的生命週期維護管理系統之構築與關連之研究^[15]: 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測，一般檢測除將上部結構下面部與上側面部、鋼管樁檢測標準進行描述外，亦特別針對防蝕披覆部分之檢視方法進行說明。而下部結構詳細檢測檢視標準即配合潛水調查進行，相關說明如表 2-14~表 2-16 所示。

表 2-14 棧橋一般檢測診斷之項目與檢測標準

檢測項目		檢測方法	檢測標準		
上部工 (上、側 面部)	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	<input type="checkbox"/> 繫船岸之性能損毀。	
			b	<input type="checkbox"/> 產生 3mm 以上裂縫。 <input type="checkbox"/> 大範圍的鋼筋露出。	
			c	<input type="checkbox"/> 產生 3mm 以下裂縫。 <input type="checkbox"/> 局部的鋼筋露出。	
			d	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 因腐蝕之穿孔與變形，或其他損 傷。	
			b	<input type="checkbox"/> 低水位線(L.W.L.)附近發生孔 蝕。 <input type="checkbox"/> 全體性之鏽蝕情況。	
			c	<input type="checkbox"/> 部分之鏽蝕情況。	
			d	<input type="checkbox"/> 可見鏽蝕或穿孔等損傷。	
	防蝕 披覆	塗裝	目視 1. 劣化比率。	a	<input type="checkbox"/> 劣化面積 10% 以上。
				b	<input type="checkbox"/> 劣化面積介於 0.3%~10%。
				c	<input type="checkbox"/> 劣化面積介於 0.03%~0.3%。
				d	<input type="checkbox"/> 劣化面積小於 0.03%。
	有機、凡 士林、砂 漿、金屬	目視 1. 鋼材之腐蝕 與露出。	a	<input type="checkbox"/> 鋼材露出，並產生鏽蝕。	
			b	<input type="checkbox"/> 披覆材已損傷達鋼材。 <input type="checkbox"/> 保護材料損失。	

檢測項目		檢測方法	檢測標準	
	等披覆	2.披覆材料損傷。 3.保護材料狀況。	c	<input type="checkbox"/> 披覆材未損傷達鋼材。 <input type="checkbox"/> 保護材料損壞。
			d	<input type="checkbox"/> 無異狀。

資料來源：參考文獻[15]。

表 2-15 披覆防蝕之一般檢測診斷之方法與劣化程度標準

防蝕披覆之種類	檢測方法	檢測標準	
塗裝	目視 1.鏽蝕、塗膜鼓起、破損、剝落。 2.劣化比率。	a	<input type="checkbox"/> 大範圍的鏽蝕與鼓起。 <input type="checkbox"/> 鏽蝕伴隨著大範圍的裂縫。 <input type="checkbox"/> 劣化面積 10% 以上。
		b	<input type="checkbox"/> 大範圍的鏽蝕與鼓起。 <input type="checkbox"/> 大範圍的發生鏽蝕與剝落。 <input type="checkbox"/> 劣化面積介於 0.3%~10%。
		c	<input type="checkbox"/> 散佈著鏽蝕與鼓起。 <input type="checkbox"/> 最後一層的塗料剝落與裂縫散佈。 <input type="checkbox"/> 劣化面積介於 0.03%~0.3%。
		d	<input type="checkbox"/> 無顯著的異狀。 <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 披覆脫落嚴重鋼材露出並產生鏽蝕。
		b	<input type="checkbox"/> 一部份披覆脫落達鋼材，並產生部分鏽蝕。
		c	<input type="checkbox"/> 披覆零星脫落，且未達鋼材。
		d	<input type="checkbox"/> 無初期異狀。
礦脂披覆	目視 1.保護層剝落、龜裂、變形與剝離。 2.螺絲腐蝕與脫落。	a	<input type="checkbox"/> 礦脂披覆脫落，鋼材表面鏽蝕。
		b	<input type="checkbox"/> 礦脂披覆龜裂。 <input type="checkbox"/> 螺栓或螺帽腐蝕。
		c	<input type="checkbox"/> 礦脂披覆白化。 <input type="checkbox"/> 披覆表面出現細微裂縫。 <input type="checkbox"/> 螺栓、螺帽與橡膠材鬆脫。
		d	<input type="checkbox"/> 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、	a	<input type="checkbox"/> 水泥砂漿水泥硬化脫落，鋼材外露腐蝕。
		b	<input type="checkbox"/> 裂縫寬度增大，小部分的披覆脫落，並有鏽水流出。 <input type="checkbox"/> 保護層損失，並有鏽水流出。
		c	<input type="checkbox"/> 披覆表面產生細微裂縫。

防蝕披覆之種類	檢測方法	檢測標準	
	變形(有保護層)。 3.螺絲腐蝕與脫落。	d	<input type="checkbox"/> 無初期異狀。
金屬披覆	目視 1.鏽蝕、損傷與脫落。	a	<input type="checkbox"/> 鋼材表面鏽蝕並產生剝離。
		b	<input type="checkbox"/> 披覆材出現腐蝕現象，並很快會達到鋼材主體。
		c	<input type="checkbox"/> 披覆材小範圍損傷，但無腐蝕現象。
		d	<input type="checkbox"/> 無初期異狀。

資料來源：參考文獻[15]。

表 2-16 下部結構詳細診斷之項目與檢測標準

檢測項目		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	<input type="checkbox"/> 因腐蝕之穿孔與變形，或其他損傷。
			b	<input type="checkbox"/> 低水位線(L.W.L.)附近發生孔蝕。 <input type="checkbox"/> 全體性之鏽蝕情況。
			c	<input type="checkbox"/> 部分之鏽蝕情況。
			d	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 劣化面積 10% 以上。
			b	<input type="checkbox"/> 劣化面積介於 0.3%~10%。
			c	<input type="checkbox"/> 劣化面積介於 0.03%~0.3%。
			d	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 鋼材露出，並產生鏽蝕。
b			<input type="checkbox"/> 披覆材已損傷達鋼材。 <input type="checkbox"/> 保護材料損失。	
c			<input type="checkbox"/> 披覆材未損傷達鋼材。 <input type="checkbox"/> 保護材料損壞。	
d			<input type="checkbox"/> 無異狀。	

	陽極	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。	
		潛水調查 1.現存狀況確認	a	<input type="checkbox"/> 陽極脫落與全部耗損。
			b	<input type="checkbox"/> 陽極裝設有問題。
			c	—
d	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 端部變色，螺栓與螺帽鬆脫。
			b	—
			c	—
			d	<input type="checkbox"/> 無異狀。

資料來源：參考文獻[15]。

2.日本國土技術政策綜合研究所—港灣設施維護管理計畫制訂之基本考量^[16]：此研究針對各型式碼頭提供建議之設施維護管理計畫書，藉以作為日本港灣設施管理單位針對其轄下碼頭進行管理之用，以下即針對研究中目視檢測標準進行說明，棧橋式碼頭部分由於與上述雷同，故不再贅述。

(1)重力式碼頭：各構件檢測標準，如表 2-17 所示。

表 2-17 重力式碼頭各構件檢測標準

檢測項目		檢測方法	檢測標準	
岸壁 法線	凹凸、落 差	目視移動量	a	相鄰的沈箱間距 20cm 以上之凹凸。
			b	相鄰的沈箱間距 10~20cm 之凹凸。
			c	上述以外之場合，相鄰沈箱凹凸未滿 10cm。
			d	無異狀。
沈箱	混 凝 土 劣 化 損 傷	目視 1.裂縫、剝落 損傷。 2.鋼筋露出。	a	沈箱內部土砂流出，裂縫與破損。
			b	複數方向 3mm 之裂縫，且鋼筋露出。
			c	一方向 3mm 之裂縫，局部鋼筋露出。
			d	無異狀。
岸肩	沈陷	目視	a	背填土土砂流出。 岸肩沈陷。
			b	岸肩顯著開裂。
			c	岸肩輕微開裂。
			d	無異狀。
	混 凝 土 與 瀝 青 鋪 面 落 差、裂 縫	目視 1. 落 差、凹 凸、裂 縫。	a	可導致車輛行走危險之落差、沈陷、車轍、 裂縫。15mm 以上之落差、50mm 以上之凹 凸、10mm 以上之車轍、3mm 以上之裂縫。
			b	10~15mm 之落差、20~50mm 之凹凸、未滿 3mm 之裂縫。
			c	未滿 10mm 之落差、未滿 20mm 之凹凸、 未滿 10mm 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 1m 以上之掏刷。
			b	岸壁前深 0.5m~1m 以上之掏刷。
			c	岸壁前深未滿 0.5m 之掏刷。
			d	無異狀。

資料來源：參考文獻[16]。

(2)板樁式碼頭：各構件檢測標準，如表 2-18 所示。

表 2-18 板樁式碼頭各構件檢測標準

檢測項目		檢測方法	檢測標準	
岸壁 法線	凹凸、 落差	目視移動量	a	相鄰的板樁間距 20cm 以上之凹凸。
			b	相鄰的板樁間距 10~20cm 之凹凸。
			c	上述以外之場合，相鄰板樁凹凸未滿 10cm。
			d	無異狀。
板樁 防蝕	保護層	目視、潛水調查 1.鋼材腐蝕露出。 2.保護層狀態。	a	鋼材露出，鏽蝕發生。
			b	保護層發生顯著剝落，鋼材損傷。
			c	保護層發生輕微剝落，鋼材損傷。
			d	無異狀。
岸肩	沈陷	目視	a	背填土土砂流出。 岸肩沈陷。
			b	岸肩顯著開裂。
			c	岸肩輕微開裂。
			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 2m/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 0.5~2m/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 1m 以上之掏刷。
			b	岸壁前深 0.5m~1m 以上之掏刷。
			c	岸壁前深未滿 0.5m 之掏刷。
			d	無異狀。

資料來源：參考文獻[16]。

2.2.1.2 防波堤目視檢測標準

由於日本防波堤結構與臺灣較為相似，且有完整的檢測評估方法，因此本小節將就日本農林水產省農村振興局防災課及國土交通省港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^[17]之評估內容予以詳細說明，其管理策略及量化檢測觀念，可供臺灣海堤維護管理

機關參考。日本海岸保護設施維護管理，是以生命週期管理(Life cycle management, LCM)的概念進行，由掌握沿海保護設施之老劣化及功能降低的狀況，來執行設施在服務年限內成本/效益比最大化的維護管理。如圖 2.14 所示，若設施破壞程度未至必須更新重作的狀況，即加以修補，雖在使用年限內修補次數較多，但累積總費用卻較低。

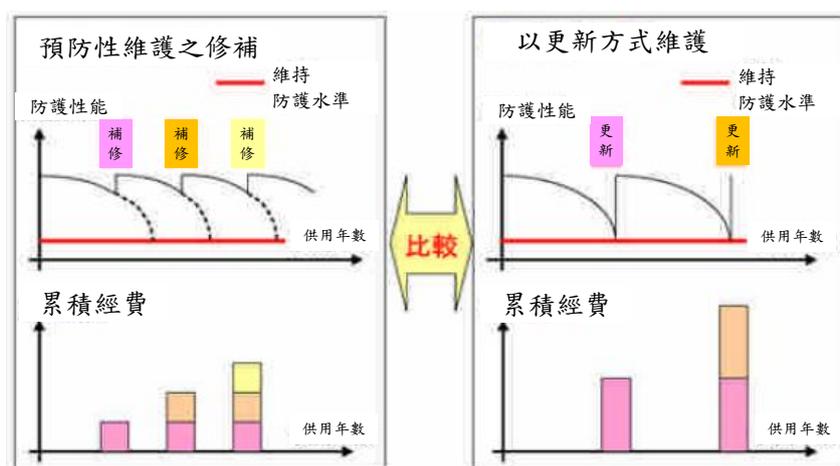


圖 2.14 服務年限內成本/效益比最大化的維護管理方法示意圖

資料來源：日本國土交通省港湾局海岸防災課^[17]

然而為達成預防性維護目標，該手冊亦提出完整的對策：首先對海堤構造物作初始外觀檢視(初步檢查)，過濾出劣化部位，再實施二次詳細檢測，最後對檢測結果之破壞程度作評估及分級，來決定維護修補策略。初步檢查是以目視法檢查方式快速記錄構造物各部位是否有劣化，而二次詳檢的目的，在確認劣化位置、劣化範圍、及詳細劣化程度。二次詳檢基本檢測的檢測標的部位及項目如表 2-19 所示，檢測時是以尺、裂縫尺、鐵鎚等簡單儀器量測劣化範圍及程度。但為能確實檢查到二次詳檢要求的檢測項目，或是探究劣化成因，須以特殊器具或試驗方法做二次詳檢，其檢測標的及檢測項目亦顯示於表 2-20～表 2-26。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測項目分別評估，由嚴重至輕微分為 A 至 D 級。其中在檢測項目標示為灰階底色部分，是與海堤受波浪掏刷、衝擊或越波時所造成之連鎖劣化反應相

關，最後可能導致潰堤，其餘部分可能與材料老劣化關係較大。

表 2-19 日本初級評估及二次詳檢之檢測項目及方法

檢測位置	檢測項目	檢測項目	初步檢測項目	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	
基礎拋石	裂縫			⊙/潛水調查
	剝離、損傷			⊙/潛水調查
	混凝土強度			⊙/鑽心、反彈錘
	混凝土中性化			⊙/中性化試驗
	混凝土鹽害			⊙/鹽分含量試驗
	接縫、施工縫位移			⊙/潛水調查
	移動、下沈			⊙/潛水調查
前面海底地盤	沖刷			⊙/潛水調查
	堤心流出			⊙/潛水調查

資料來源：參考文獻[17]。

表 2-20 覆面層(覆面塊體)評估分級指標

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

資料來源：參考文獻[17]。

表 2-21 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 5mm 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 1mm 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 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 的鏽痕，推 測內部大範 圍的鋼筋腐 蝕	見到部分鏽 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：參考文獻[17]。

表 2-22 堤頂評估分級指標

	劣化情形	劣化的等級			
		A	B	C	D
基本 檢測 項目	沈陷、陷落	混凝土陷落	因堤內砂土沈陷造成表面凹陷	—	看見部分凹陷
	裂縫	裂縫貫穿至背面、產生超過 5mm 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 1mm 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：參考文獻[17]。

表 2-23 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 5mm 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 1mm 以下的裂縫
	沈陷、陷落	混凝土陷落	堤內砂土沈陷造成表面凹陷	—	看見部分凹陷
	接縫、施工縫位移	接縫背後砂土滲出	接縫有劣化狀況但無砂土滲出	—	接縫處有微小偏差，僅看到段差及開裂
	剝離、損傷	發生大範圍且深層的剝離損傷	發生淺層至深層的剝離損傷	大範圍表面剝離損傷	僅產生小範圍的剝離損傷
	鋼筋腐蝕	有明顯的浮鏽，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：參考文獻[17]。

表 2-24 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 5mm 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 1mm 以下的裂縫
	沈陷、陷落	混凝土陷落	因堤內砂土沈陷造成表面凹陷	—	看見部分凹陷
	接縫、施工縫位移	接縫背後砂土滲出	接縫有劣化狀況但無砂土滲出	—	接縫處有微小偏差，僅看到段差及開裂
	剝離、損傷	發生大範圍且深層的剝離損傷	發生淺層至深層的剝離損傷	大範圍表面剝離損傷	僅產生小範圍的剝離損傷

資料來源：參考文獻[17]。

表 2-25 砂岸評估分級指標

	劣化情形	劣化的等級			
		A	B	C	D
基本檢 測項目	侵蝕、堆積	在大範圍的砂岸破壞或是掏刷造成砂崖的形成	有形成砂崖的跡象	海岸線有後退的情況	沒有變化

資料來源：參考文獻[17]。

表 2-26 基礎拋石評估分級指標

	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 5mm 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 0.2mm)	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：參考文獻[17]。

2.2.2 日本港灣設施維護計劃書製定與維護管理士

2.2.2.1 港灣設施維護計劃書

維護計劃書包含「總綱」、「檢查診斷計劃」、「綜合評估」與「異常發生時的檢查診斷」等，下面就此些項目說明：

1. 總綱

- (1) 計劃目標：考量設施類型、預期使用期間、維護管理方式。
- (2) 維護管理計劃的系統：明確揭載維護管理計劃書的整體系統圖。
- (3) 地區與設施的位置：明確揭載足以令人理解目標設施位置或周遭環境狀況的圖案/照片。
- (4) 規劃計劃的注意事項：明確揭載結構形式的分類、結構概要、平面圖/斷面圖、設計/施工時採用的基準/指南/手冊等文件，使用材料/設備的種類/規格/尺寸等。
- (5) 主要材料與其他材料的分類

就理想的角度觀之，在興建的時候就針對所有的設施/材料實施高水準的劣化/異常變化因應對策，藉此讓設施在使用期間之中所產生的劣化/異常變化維持在不會造成設施性能降低的範圍以內，也就是設定為維護管理等級 I (如圖 2.15(a)所示)的選擇會比較好。但這樣的做法並不實際，尤其是在從成本考量的觀點來看的時候更是如此。

因此，為了能讓設施能在使用期間之中的任何一個時間點都能維持滿足性能需求的狀態，依據其材料有可能發生的劣化/異常變化或實施因應對策的難易度、預先設定適當的維護管理等級，以及要在性能降低到什麼程度的時候實施因應對策、要在維護管理花費多少資源等，以這樣的基本思考方式進行維護管理，如圖 2.15(b)、圖 2.15(c)，各維護管理等級劣化損傷的考量方式如表 2-27 所示，圖 2.16 為以棧橋式碼頭為例說明各構件建議的維修等級。

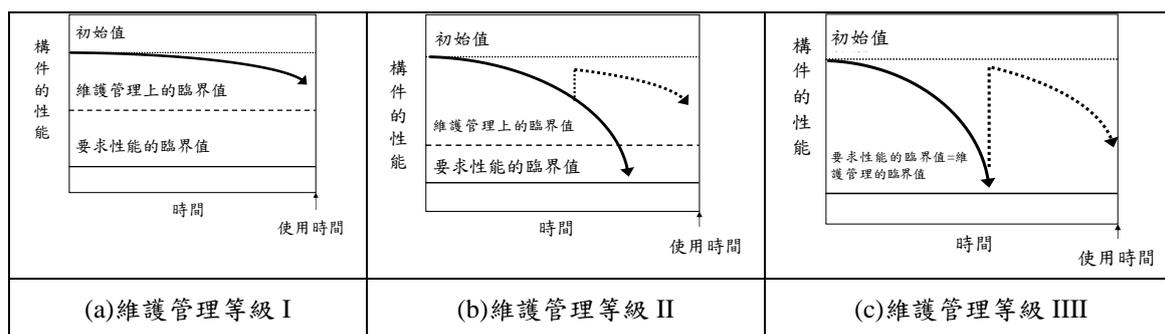


圖 2.15 港灣設施維護管理等級

表 2-27 各維護管理等級劣化損傷的考量方式

分類	針對劣化損傷的考量方式
維護管理等級 I (預防對策型)	預先實施高水準的損傷劣化對策，藉此避免設施的損傷劣化狀態在預設使用期間結束前就惡化到無法滿足性能需求的程度。
維護管理等級 II (預防保護型)	在損傷劣化狀況尚屬輕微的階段，反復實施較小規模的相關因應對策，藉此避免設施的損傷劣化狀態在預設使用期間結束前就惡化到無法滿足性能需求的程度。
維護管理等級 III (事後保護型)	在尚可滿足的範圍內，容許某種程度的損傷劣化，在預設使用期間內實施大約 1~2 次左右的大規模因應對策，對損傷劣化進行事後補救。

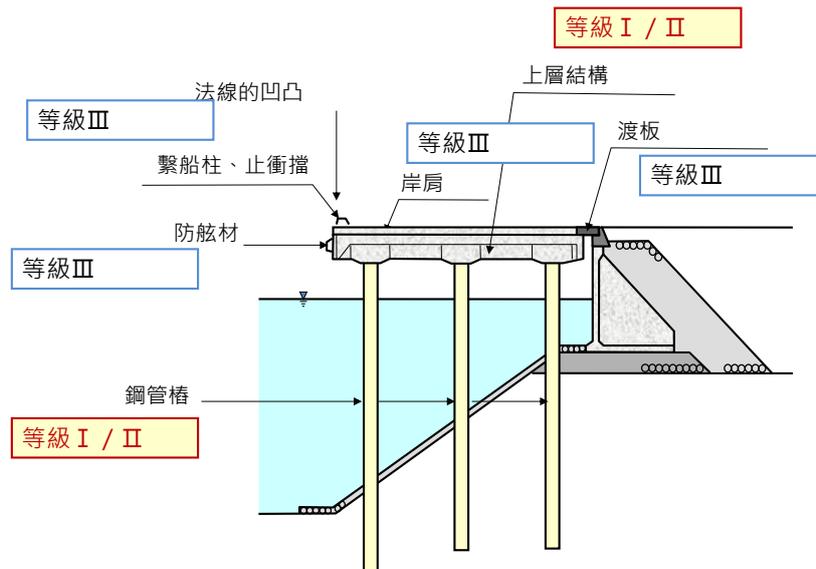


圖 2.16 棧橋式碼頭各構件維護管理等級建議

2. 檢查診斷計劃

(1) 檢查診斷的種類、方法及頻率

- ① 初次檢查診斷：於規劃維護管理計劃等文件時，為掌握設施的初始狀態而實施。
- ② 日常檢查：為了檢查是否有大規模的異常變化等狀況，或檢查設施在貨物裝卸作業等用途上是否有障礙發生而實施。除了可以與設施管理者所實施的巡查等活動一同實施，也可以採取利用設施使用者提供的資訊等方式來加以實施。
- ③ 定期檢查診斷：實施此種檢查的目的在於有效率地提早發現異常變化與其進展狀況，因此必須依照預先訂定的檢查診斷計劃予以計劃性地持續進行。其可分為一般定期檢查診斷與詳細定期檢查診斷。
 - a. 一般定期檢查診斷：主要以目測方式掌握異常變化，判定劣化程度。一般來說，通常以陸上目視或海上目視等方式予以實施。
 - b. 詳細定期檢查診斷：實施此種檢查的目的在於由潛水夫等人員掌握水中部位的異常變化，藉由適當的基準判定劣化程度。實

施時，為了獲取量化的數據，有些時候也會採用機器等工具加以測定。

(2)檢查診斷的項目

- ①有關檢查診斷的項目，應考量該設施的結構形式或材料的維護管理等級等條件，適切地加以選擇。
- ②必須要在充分理解檢查診斷的項目內容以及目的的情況下，選擇合理的檢查診斷項目。
- ③要以有限的人力資源與財源有效地實施檢查診斷，其重點在於充分理解檢查診斷的項目內容/目的，並實施足以掌握該設施異常變化程度的必要檢測項目。
- ④聽取專家意見，避免選擇不必要的檢查診斷項目，也是一種有效的做法。
- ⑤判定劣化程度的單位，以上層結構每一區塊作為單位(如圖 2.16 所示)，以棧橋式碼頭為例，一般與詳細定期檢查診斷構件建議如下：
 - a.一般定期檢查診斷
 - (a) I 類：鋼管樁、岸壁法線、擋土牆部位的岸肩。
 - (b) II 類：棧橋上層結構(RC)、覆蓋抗鏽蝕工程、電化學抗鏽蝕工程、岸肩。
 - (c) III 類：附屬設備等。
 - b.詳細定期檢查診斷
 - (a)棧橋上層結構：鋼管樁。
 - (b)覆蓋抗鏽蝕工程：電化學抗鏽蝕工程。
 - (c)海底地盤：擋土牆部位的岸肩。
 - (d)設施整體的移動量、下沉量與傾斜量。

(3)判定劣化程度與性能降低程度的評估方法

- ①判定劣化程度時，必須事先訂定判定劣化程度的基準以及材料的單位，如表 2-28 所示。
- ②評估性能降低程度時，必須事先訂定判定性能降低程度的基準以及結構體的單位，如表 2-29 所示。

表 2-28 檢查診斷之劣化程度檢測標準(各構件)

劣化程度	判定劣化程度的基準：材料的狀態
a	材料性能顯著地降低的狀態
b	材料性能有所降低的狀態
c	雖然有異常變化，但幾乎沒有發現材料性能降低的狀態
d	未發現異常變化的狀態

表 2-29 依檢查診斷結果評估設施性能降低程度的評估基準(各設施)

性能降低程度	性能降低程度的評估基準
A	設施性能降低程度相當嚴重的狀態
B	設施性能有所降低的狀態
C	雖然有異常變化，但幾乎沒有發現設施性能降低的狀態
D	沒有發現異常變化，設施性能維持得相當完整的狀態

3.綜合評估

(1)訂定目標設施的維護管理與修補對策的基本方針。

(2)綜合評估中，實施以下三種項目。

- ①與目標設施的異常變化以及劣化狀態相關的評估(如表 2-30 所示)：針對目標設施整體的異常變化以及劣化的狀態，以工程的角度與判斷加以彙整，進行統合性與相對性的評估(設施性能的

降低程度)。

②針對維護修補的現場判斷/行政判斷的評估：依據維護修補的緊急性等條件，統整必須因應的維護修補工程執行相關問題，從財政面、利用度、重要度、未來計劃等角度，檢討其預先因應的可能性、難以因應的狀況下的替代方案(緊急處理、使用限制等)。

③決定與維護目標設施相關的方針：應決定的方針(範例)

- a.決定需要緊急維護修補的材料/部位以及基本的修補方法。
- b.決定需要計劃性維護修補的材料/部位以及基本的修補方法。
- c.決定目前必須觀察其時間變化狀況的部位/材料。
- d.是否必須變更檢查診斷計劃。
- e.是否需要其他必要的緊急處理措施。

表 2-30 設施性能降低程度的評估方法

檢查診斷項目的分類	各檢查診斷項目的性能降低程度				設施的性能降低程度
	A	B	C	D	
I 類	有檢查診斷項目「包含一個或數個判定為 a 的結果」，設施性能降低程度相當嚴重的狀態	有檢查診斷項目「包含一個或數個判定為 a 或 b 的結果」，設施性能有所降低的狀態	A、B、D 以外	判定結果均為 d	原則上要採用各檢查診斷項目的性能降低程度之中，最為嚴重的評估結果
II 類	有檢查診斷項目「所包含的判定結果幾乎都是 a，或多半為 a + b」，設施性能降低程度相當嚴重的狀態	有檢查診斷項目「所包含的判定結果中有數個 a 或幾乎都是 a + b」，設施性能有所降低的狀態	A、B、D 以外	判定結果均為 d	
III 類	—	—	D 以外	判定結果均為 d	

4.異常發生時的檢查診斷：分為一般與詳細臨時檢查診斷，詳如下述：

(1)一般臨時檢查診斷

地震或颱風來襲之後，有可能會產生突發性的異常變化或因而使異常變化有所進展，這並不只會造成設施的利用有所障礙，更有可能會引發攸關人命的重大事故或災害。為了要確認有無發生此等異常變化或此等異常變化是否有所進展，並採取必要因應對策，必須實施一般臨時檢查診斷。

一般臨時檢查診斷的方法以一般定期檢查診斷之原則為準。實施檢查時，也可以用一般定期檢查診斷替代。

(2)詳細臨時檢查診斷

在實施日常檢查診斷、一般定期檢查診斷、詳細臨時檢查診斷與一般臨時檢查診斷的過程中發現特別嚴重的異常變化的時候，最好能依照實際需求，為掌握其成因或掌握其對設施性能的影響而實施詳細臨時檢查診斷。

詳細臨時檢查診斷之項目，最好能包含潛水外觀目測、數據收集、劣化預測等必要之調查。

2.2.2.2 日本港灣設施維護管理士的相關認證探討

日本港灣設施維護管理士由日本社團法人沿岸技術研究中心進行推廣，以便藉由經認證之技術人員來進行港灣設施維護的相關工作，其考試資格、認證課程內容與考試內容如下所述：

1.考試資格

- (1)從事海洋、港灣構造物之調查、設計、施工、管理等相關業務 7 年者。
- (2)技術士(建設部門)或者具有資格的 1 級土木施工管理技士。
- (3)公益社團法人土木學會認定的特別上級土木技術人員、上級土木技

術者、公益社團法人日本混凝土工學會認定的混凝土診斷士、一般社團法人日本鋼結構協會認定的土木鋼結構診斷士等。

2. 認證課程內容

- (1) 維護港口設施和沿海保護設施的最新議題。
- (2) 維護管理全部相關的知識。
- (3) 海洋、港灣構造物異狀相關知識。
- (4) 檢測診斷計畫實施知識與技術。
- (5) 檢測診斷判定知識與技術。
- (6) 異狀預測與綜合評估實施知識與技術、維護管理計畫策定相關知識。
- (7) 維修補強施工計畫實施知識與技術。

3. 認證考試內容

- (1) 與海洋、港灣構造物有關的維護管理全部知識。
- (2) 有關的法令知識。
- (3) 有關海洋、港灣構造物的異狀知識。
- (4) 技術者倫理。
- (5) 實施檢測診斷的知識技術。
- (6) 檢測診斷判定的知識技術。
- (7) 維修補強施工與計畫(設計)的知識與技術。
- (8) 維修補強施工與施作的知識與技術。

短期應用之方向可與現有國內標準之分析比較，並進行修正、參考浮動式碼頭檢測標準與構件拆解方式、探討檢測分類與頻率、以 I、

II、III 類的構件維護策略，可針對國內現有檢測項目進行分類，並可針對維護管理系統建置交換平台機制，以利各港之間的意見交流；中長期可探討國內與國外評估分析之差異、擴增劣化判定事例集、與國外進行維護管理制度與系統的交流、並著手提出國內港灣維護管理的相關法令。

2.2.2.3 美國 TRB 資產管理文獻

目前國外一些先進國家如美國、加拿大、英法、澳洲與日本等，其維護管理均採生命週期維護管理之觀念，依據工程結構營運目標的訂定，藉由安全性及服務性的提昇，配合設施的現況評估及其危害度評估與風險分析，決定各結構物施予維護管理之優先序及維護方式，再根據優先序及維護方式，進行結構物之維護管理規劃，並以成本—效益分析為基礎，編列合理化之維護管理經費，之後，透過公聽會讓結構物維護管理經費之取得與分配程式透明化。

目前美加地區維護管理之經費編列流程，均已納入「取之於民，用之於民」之觀念，然國內維護管理經費採此固定經費預算模式的決定與國外作法迥異。此種由預算決定後才進行維護管理策略規劃之維護管理制度與美、加交通廳之作法大相逕庭等(根據美國 NCHRP 於 2004 年對 26 個美國州交通廳及加拿大省交通廳調查其交通策略規劃與經費預算間之關係，發現目前無任何一個交通廳以此方式運作)。分析目前國內外維護策略及經費決定過程之差異，可知其主因為國內目前缺乏一套完備之生命週期維護管理制度。

2.2.2.4 澳洲新南威爾斯省公共渡輪碼頭安全評估程序

該省確保商用及娛樂船隻於境內之安全運作，並於 2004 年新增條例”新南威爾斯航海局對公共渡輪碼頭之相關檢測具聯合責任”，若風險確認後，授權新南威爾斯航海局人員現有權力進行：

1. 對公共輪渡碼頭之所有人或維修負責人發佈改善通知，要求執行安全修正工作。

2. 對公共輪渡碼頭之所有人發布禁止通知，禁止任何可能對使用者之安全或健康、碼頭運作或旅客服務造成風險之所有活動。

對於這些指南條文不遵守則視為輕微事件，新南威爾斯航海局將首先發佈缺失報告通知，要求公共輪渡碼頭之所有人提供時刻表及維修策略。若所有人拒絕通報缺失情況，則新南威爾斯航海局將進而發佈正式的改善通知或禁止通知。

2.3 港灣構造物維護管理程序

2.3.1 港灣構造物巡查、檢測類型

港灣構造物的檢測工作，可分為平時進行(每個月一次)的經常巡查(巡查亦包含於檢測中)、時間及頻率固定之定期檢測與重大災害發生後之特別巡查(如下圖 2.17 所示)。另外，當定期檢測作業或災後巡查無法確實掌握劣化原因及擬定適當維修對策，需依目視檢測評估結果辦理更精確的儀器檢測，以便能有更多資訊供評估其安全性。

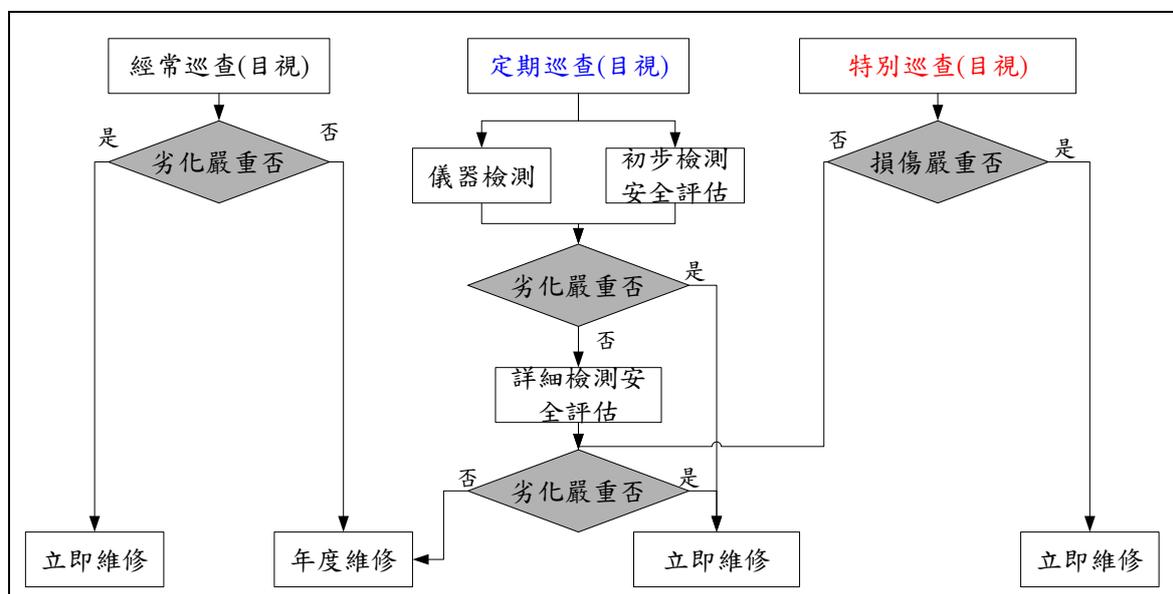


圖 2.17 港灣構造物維護管理程序

1. 經常巡查

經常巡查以附錄 1「碼頭與防波堤經常巡查檢測表」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，如附錄 1「碼頭與防波堤定期檢測檢測表(分重力、板樁、棧橋式)」所示。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. 特別巡查

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，故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，如附錄 1「碼頭與防波堤特別巡查檢測表」所示。確認是否需進行緊急搶修，記錄方式與經常巡查相同。

上述三種檢測作業，可分別依負責單位、時機及方式等差異，整理如表 2-31 所示。

表 2-31 檢測作業種類比較

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(建議每月一次)	目視(岸上)
定期檢測	委外發包廠商	固定時間(建議兩年一次) 若為浮動碼頭建議為一年一次	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)

2.3.2 港灣構造物構件編碼

1. 碼頭構造物構件編碼

(1) 重力或板樁式碼頭

其為連續式結構，故針對各碼頭單元編碼，以兩繫船柱間為一單元(Block)如圖 2.18 所示，若各碼頭間之交界並非繫船柱，則仍須編列為一單元，如圖 2.18(1)所示。各碼頭單元構件拆解分為碼頭本體、海床與附屬設施(如圖 2.19 所示)。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。各構件之劣化狀況位置記錄如表 2-32 與圖 2.20 所示。

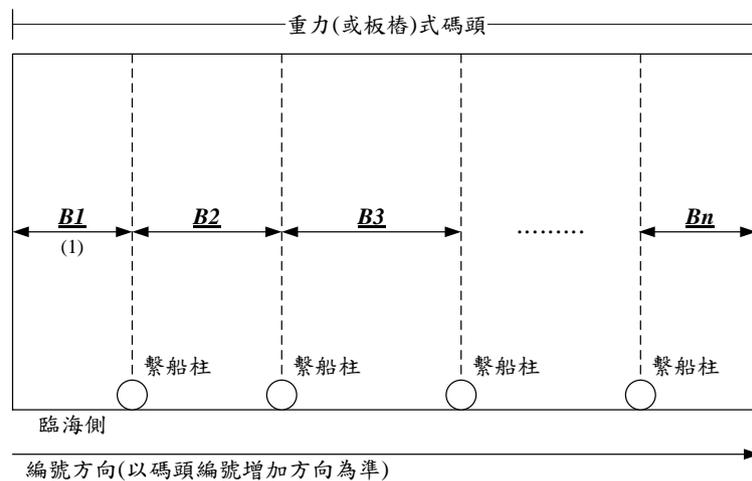


圖 2.18 碼頭單元編碼方式

表 2-32 重力與板樁式碼頭構件劣化位置記錄方式說明

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化位置描述
碼頭本體	岸肩	紀錄 X、Y 值(如圖 2.4(a)之(1)所示)
	壁體	紀錄 X、-Z 值(如圖 2.4(b)之(2)所示)
	後線	紀錄 X 值(如圖 2.4(a)之(2)所示)
海床		紀錄 X 值(如圖 2.4(b)之(1)所示)

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化位置描述
附屬設施	車擋	紀錄第 n 個
	繫船柱	無(一單元僅有一個)
	防舷材	紀錄第 n 個
	起重機軌道	紀錄 X 值

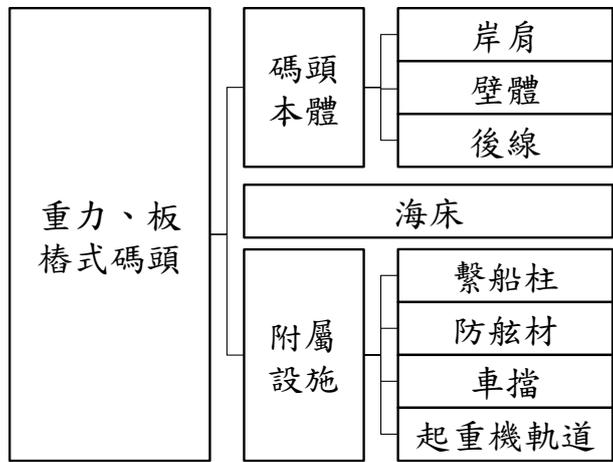


圖 2.19 重力、板樁式碼頭構件拆解

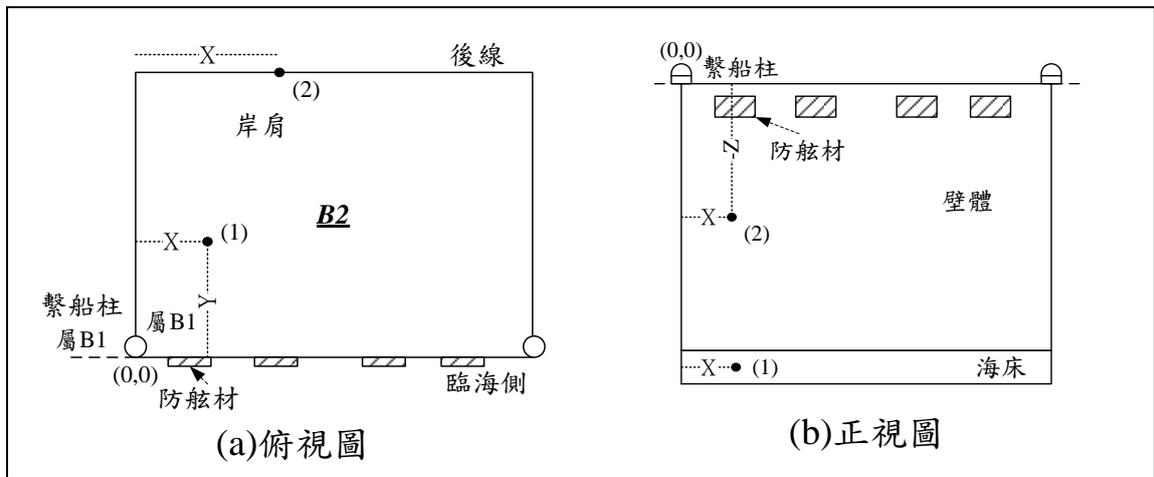


圖 2.20 重力、板樁式碼頭構件劣化位置記錄方式圖示

(2)浮動碼頭

在潮差甚大之港內，建造固定性之碼頭，須有較大高度，常甚不經濟，於此，可採用浮動碼頭。浮動碼頭之本體不外長方形之浮臺，浮於水面，可將若干浮臺連接而成達到需要之長度。浮動碼頭之佈置形式可為橫碼頭亦可為突出碼頭。浮臺可用鋼製，亦可用鋼筋混凝土製成。浮動碼頭隨潮汐之高低而升降，故其與陸地間須藉橋梁連接。其水上位置之維持，可藉由港底拋錨或以鋼管樁固定。浮動碼頭之缺點在不耐較大風浪，優點則必要時可遷移地點，甚為簡便。浮動碼頭多為渡輪使用，載運渡客與車輛，較不常用於貨物碼頭。

金門港浮動碼頭設計方式，於本案中參考日本國土交通省港灣局「港灣の施設の点検診断ガイドライン」進行構件之拆分鋼管樁、浮臺、聯絡橋等三大構件(如圖 2.21、圖 2.22 所示)，再依其各自所含細部構件再進行分類，浮臺包含面板、滑動端(與鋼管樁之固定，如圖 2.23 所示)、繫船柱、防舷材與車擋等；聯絡橋包含面板、鉸接端(與岸壁固定，如圖 2.24 所示)等，其構件拆解架構如圖 2.25 所示。

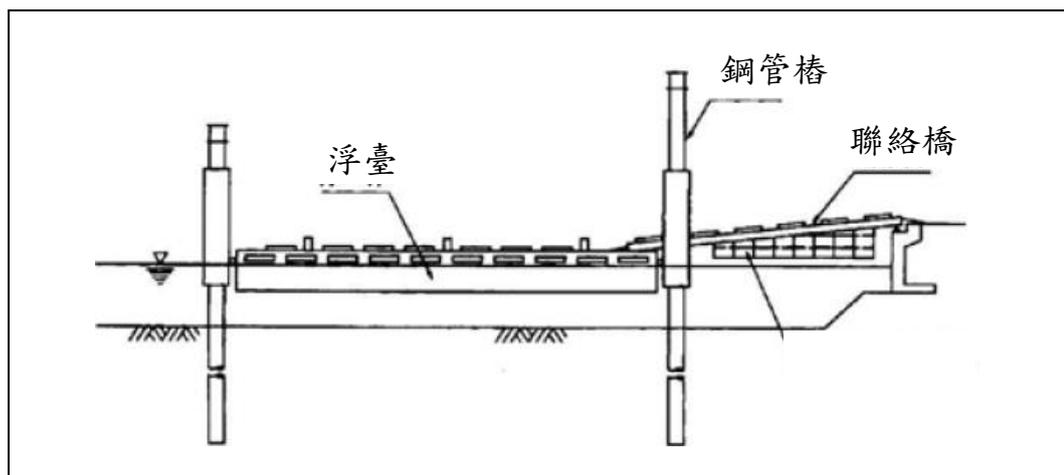


圖 2.21 浮動碼頭側視圖示意

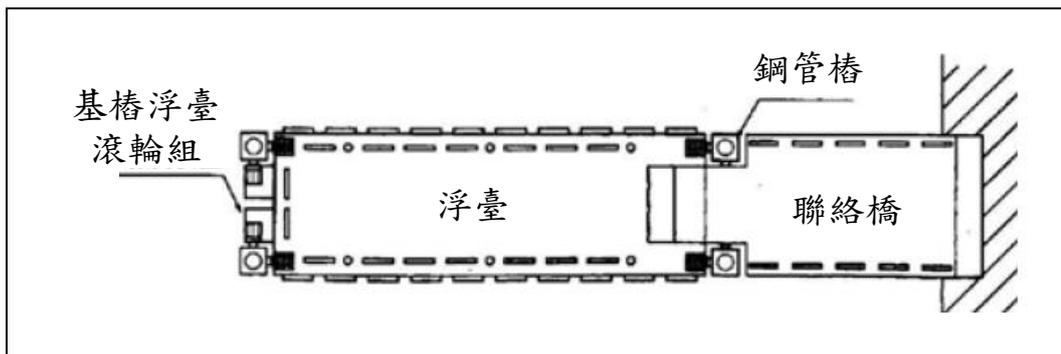


圖 2.22 浮動碼頭俯視圖示意

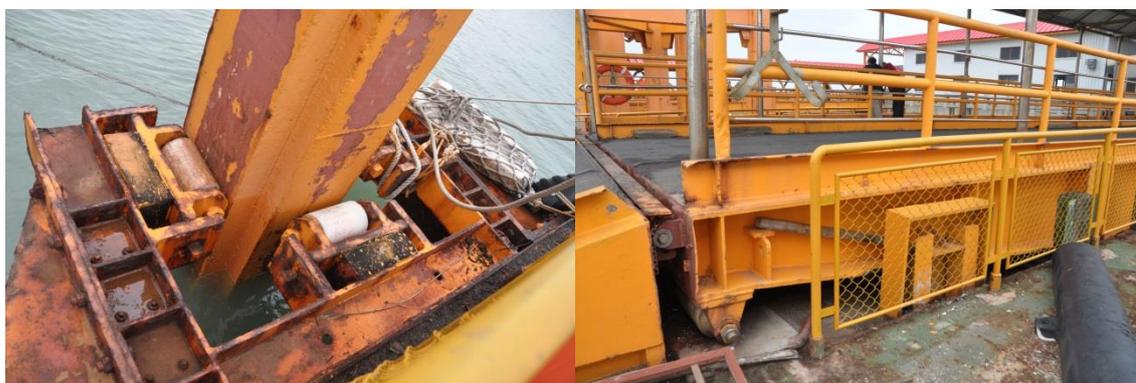


圖 2.23 基樁浮臺滾輪組

圖 2.24 聯絡橋鉸接端

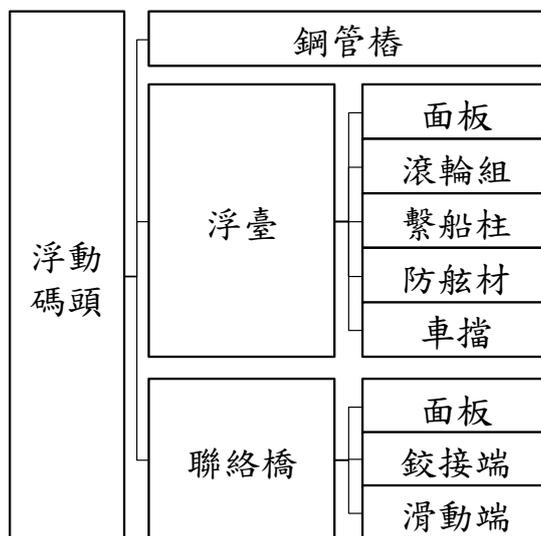


圖 2.25 浮動碼頭構件拆解

2.3.3 港灣構造物目視檢測標準

目視檢測標準依港灣構造物安全檢查評估之研究(1/4~4/4)並彙整國內外港灣構造物檢測標準(包含港灣構造物安全檢測與評估之研究、港灣構造物維護管理準則之研究、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與日本海岸保護設施維護管理手冊)，據此制訂本標準。

本標準之訂定為避免既有評估方式之複雜，故將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，以作為碼頭單元與碼頭設施整體評估之用；而 U 值部分則配合 D 值來進行維修急迫性之判別，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所持一致。

重力、板樁式碼頭目視檢測標準依圖 2.19 之構件拆解方式制訂各構件可能劣化類型之狀況等級(如表 2-9、表 2-10 所示)，針對共通性之附屬設施亦制訂其劣化狀況等級，如表 2-11 所示、防波堤目視檢測標準如表 2-12 所示；浮動碼頭目視檢測標準依圖 2.9 之構件拆解方式制訂各構件可能劣化類型之狀況等級(如表 2-33 所示)。

表 2-33 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	1	無異狀

		損傷(RC)	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：參考文獻[3]。

2.3.4 港灣構造物初步安全評估與處置對策

2.3.4.1 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，如圖如圖 2.26 所示。

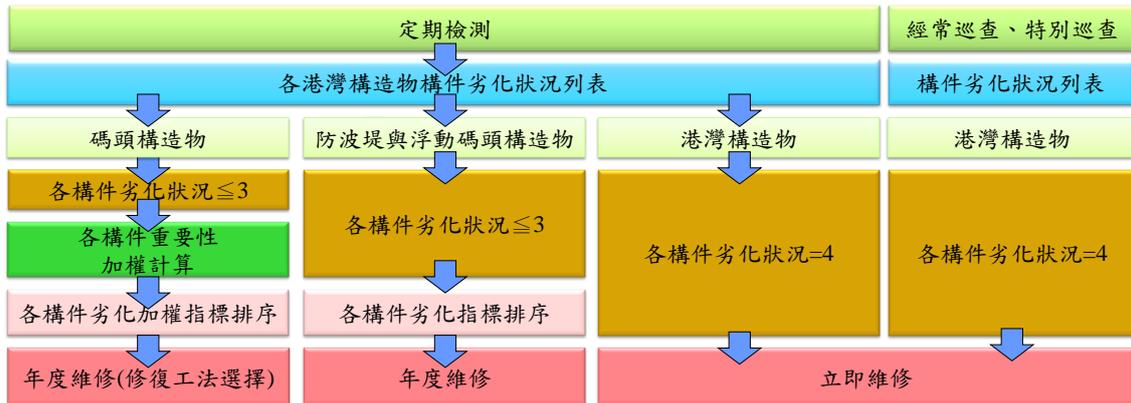


圖 2.26 港灣構造物構件維修排序程序

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，故僅以此進行說明。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 2.27 所示以重力式碼頭為例，圖中各構件權重參照表 2-34~表 2-36 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。

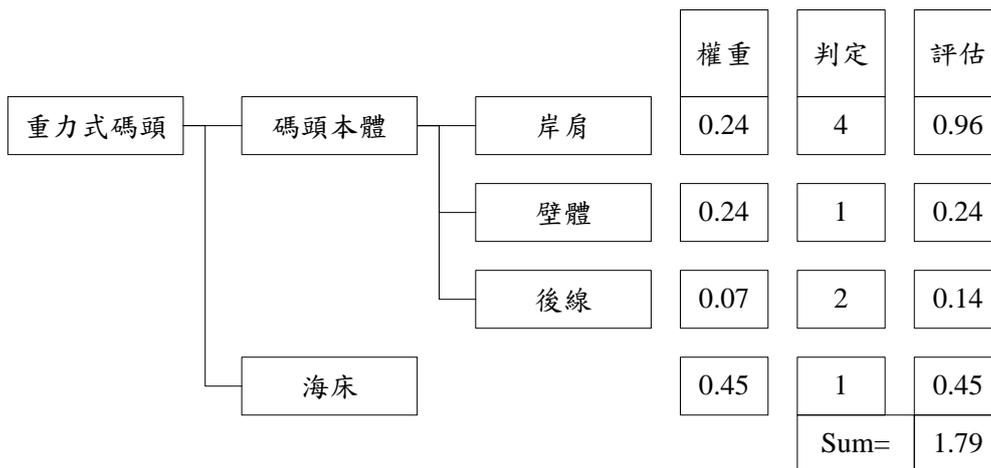


圖 2.27 整體構造物評估說明

表 2-34 重力式碼頭權重

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 2-35 板樁式碼頭權重

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 2-36 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

2.3.4.2 港灣構造物處置對策

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 2.28 所示。

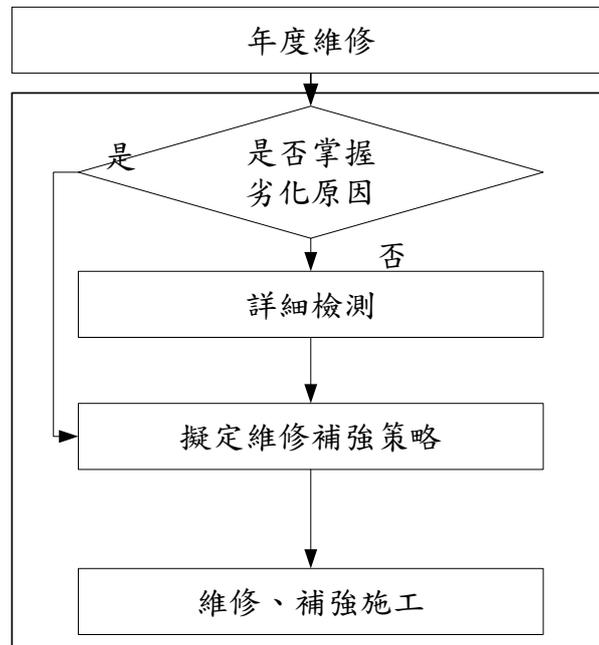


圖 2.28 港灣構造物年度維修處置對策程序

本節針對各劣化異狀所建議的修復工法進行列表，並於其後說明各工法的施工說明與工料分析，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，補強工法部分因事涉進一步結構分析與設計，故在此不予以羅列。表 2-37～表 2-40 中所列之「處置工法編號」，C 為鋼筋混凝土構造物相關維修工法、S 為鋼構造物相關維修工法、O 為其他構造物相關維修工法。

表 2-37 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)
		沈陷	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)
			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
碼頭本體	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	修補水泥砂漿工法(C3)

				cm，深度<2.5 cm	
			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	沈陷	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 \leq 高度 \leq 15 cm、10 m ² \leq 面積 \leq 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 2-38 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)
		沈陷	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；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；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 < 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	沈陷	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	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 2-39 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 2-40 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 m ²)，但並未漏砂	拋石護基工法(O1)
		3	明顯受損(護面破壞約 3~12 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 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)	裂縫	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)

坡		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
	沈陷	2	輕微下陷(面積<5 m ² 、高度<2.5 cm)	持續觀察
		3	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	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
	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)
	堤頂	沈陷	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)	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
裂縫		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)
		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	修補水泥砂漿工法(C3)

			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	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	裂縫	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
	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)
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 50~100cm)	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 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。

本研究蒐集之日本維護管理程序與本章所建置之國內維護管理程序之比較如表 2-41 所示，

表 2-41 國內與日本港灣構造物維護管理制度與系統的比較

維護管理程序	國內	日本
檢測種類與方法	分為經常巡查、定期檢測、特別巡查與詳細檢測(使用相關儀器)。	分為初次檢查、日常檢查、定期檢查(再分為一般定期檢查與詳細定期檢查)、臨時檢查(分為一般與詳細臨時檢查)。
檢測頻率	經常巡查每月 1 次;定期檢測每兩年一次;特別巡查於重大災害後執行。	依設施重要性分為通常般檢測與重檢測測配合前述之檢測種類與方法,通常檢測的一般定期檢查 5 年內之少一次;重檢測測的詳細定期檢查 10~15 年內至少一次。
檢測診斷項目	經常與特別巡查以岸上構件或設施為主;定期檢測針對岸上與水下構件。	診斷項目分 I~III 類, I 類為直接影響設施性能之構件; II 類為性能降低也不會立即造成設施性能降低,但如果長期任其處於不良狀態,會對設施造成致命性損傷; III 類為附屬設備。
檢測標準	各構件依其可能異狀列出 1~4 級之劣化異狀(浮動碼頭因採用日本標準故並未每個等級皆有描述)。	各構件依其可能劣化異狀列出 a~d 級(亦為 4 個等級)之檢測標準,各等級之異狀劣化標準並非皆有對應。
評估方法	依港灣構造物各構件劣化狀況等級進行構件評估(碼頭構造物可再配合構件權重加權計算)。	依診斷項目分 I~III 類配合表 3-35 進行設施狀況之評估。
對策工法	碼頭構造物已將各劣化之異狀構件狀況等級對應處置對策。	對策工法之種類與選定以幾較常見之劣化維修為主,並未以各劣化予以對應(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)。
維護管理系統	目前已依現有程序基隆港、花蓮港與金門港三港區等資料建置完成。	將建置一個簡單的維護管理資料庫,此資料庫不會有任何的分析系統,如評估與劣化預測系統,此資料庫主要目的為保存資料與作為地方與中央的資料分享平台。
維護管理士	目前無相關制度,然可參考日本制度進行。	已有相關授課內容、考試資格與考試內容。

第三章 研究方法與步驟

本年度為 2 年期計畫之第 1 年，研究內容主要包括碼頭及防波堤等港灣構造物現況調查外，並精進探討檢測方法與檢測程序、構造物之劣損評估及維護機制，調查對象與工作項目包含：(1)金門港料羅、水頭與九宮三港區碼頭及防波堤現況調查；(2)蘇澳港 8 至 13 號基樁、面版及護坡現況調查；(3)臺中港 29 至 30 號碼頭；(4)前述港區碼頭鋼樁厚度檢測與防蝕效能評估；(5)建置金門港港灣構造物維護管理系統；(6)精進並擴充基隆港(含蘇澳港及臺北港)港灣構造物維護管理系統。研究流程如圖 3.1 所示。研究方法與步驟詳述於本章節。

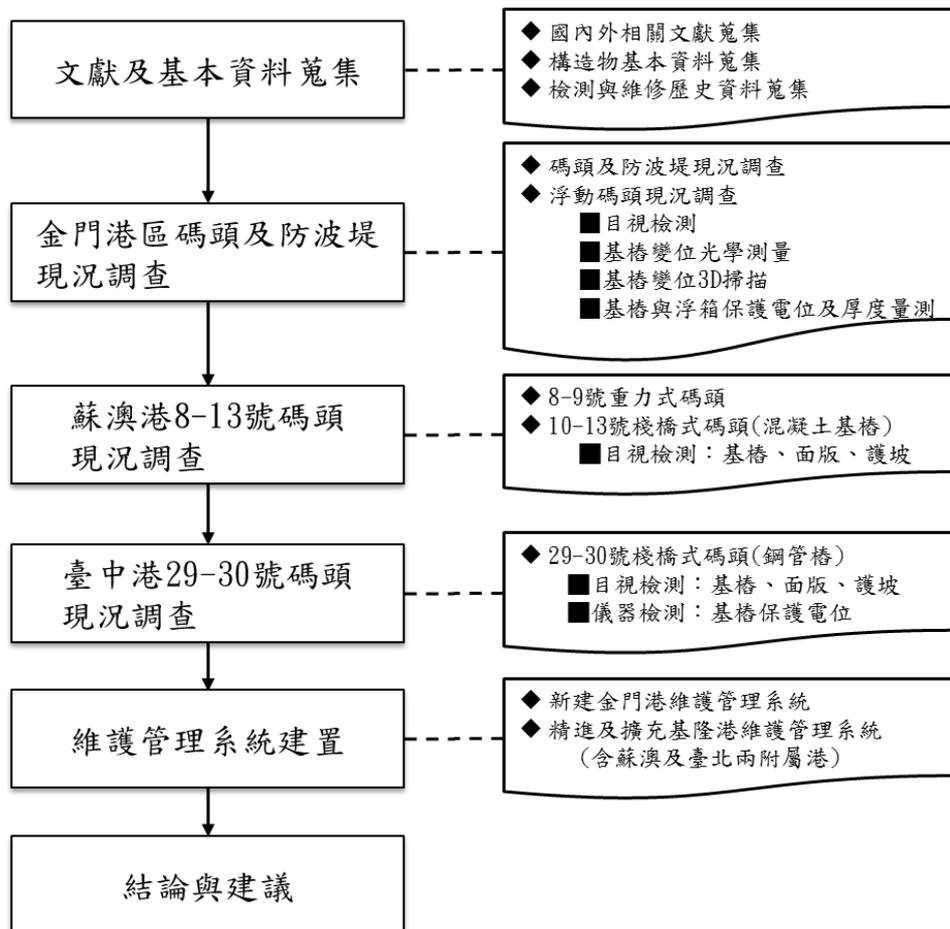


圖 3.1 研究流程圖

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

3.3 浮動碼頭基樁變位定期監測

3.3.1 浮動碼頭基樁變位光學測量

藉由全測站，針對基樁上、下視點進行兩次傾斜量測，以監測其傾斜量，測量儀器與方法詳述於 4.3.1 節。

3.3.2 浮動碼頭基樁變位 3D 雷射掃描儀掃描

採用 FARO® Laser Scanner Focus 3D 雷射掃描儀進行掃描後，執行數位成果及 3D 點雲檢視，掃描方法與檢視步驟詳述於 4.3.2 節。

3.4 鋼構造物檢測

3.4.1 鋼板（管）樁厚度檢測

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

1. 厚度量測之原理：

超音波厚度儀係利用脈衝原理，由於音波在鋼材之傳播速率為一定值，因此，由探頭傳送出一彈性波，經鋼材表面至內壁之傳播時間，即可算出波通過路徑之距離(鋼材厚度)，精準度可達 $\pm 0.1\text{mm}$ ，可由接收器直接讀取厚度，其量測原理簡示於圖 3.2。

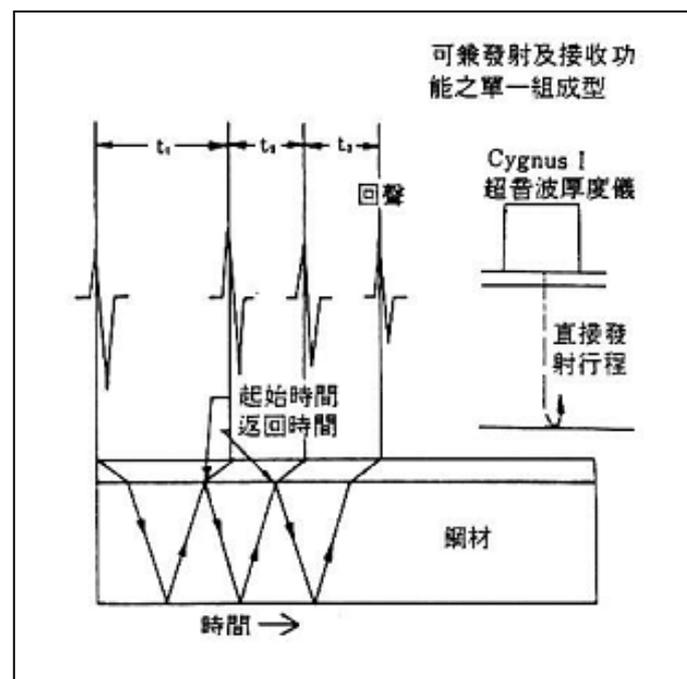


圖 3.2 測厚儀量測之示意圖

厚度計算可由公式 3.1 求得：

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

式中 V：超音波在鋼板樁中之傳播速度 (5920 m/sec)。

S_i ：現有鋼板樁厚度讀數 (mm)。

T_{i+1} ， T_i ：探頭接受回聲及初始傳播的時間。

2. 腐蝕速率計算：

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

$$\begin{aligned} \text{腐蝕速率} &= \text{腐蝕量} / \text{使用年期} \\ &= (\text{原始厚度} - \text{現有厚度}) / \text{使用年期} \dots\dots\dots (3.2) \end{aligned}$$

3.4.2 防蝕系統檢測

1. 腐蝕電位測定：

陰極防蝕效果的檢測通常是以電位的測定來進行，透過高電阻電壓計與檢驗電極測定鋼構造物的電位，掌握防蝕設施的電位分佈狀況進而得知防蝕狀態。如圖 3.3 所示，使用海水氯化銀電極進行電位測定，數值假如比 -780 mV(腐蝕電位)低的話，就表示處在防蝕狀態。電位測定示意圖，如圖 3.4 所示，測定儀器包含高電阻電壓計、電極及電位測定儀。實施電位測定的地點通常是在測定裝置設置地點與其相鄰的中間點。但是若在這些測定地點不包括陽極中間點的場合，為了掌握整個防蝕設施電位分佈狀況，則可在距離陽

極最遠的地點進行電位測定。在構造物的深度方向的測定是以 1 m 間隔在進行，另外在棧橋式鋼管樁未安裝陽極的場合，必須選定前列樁進行測定。

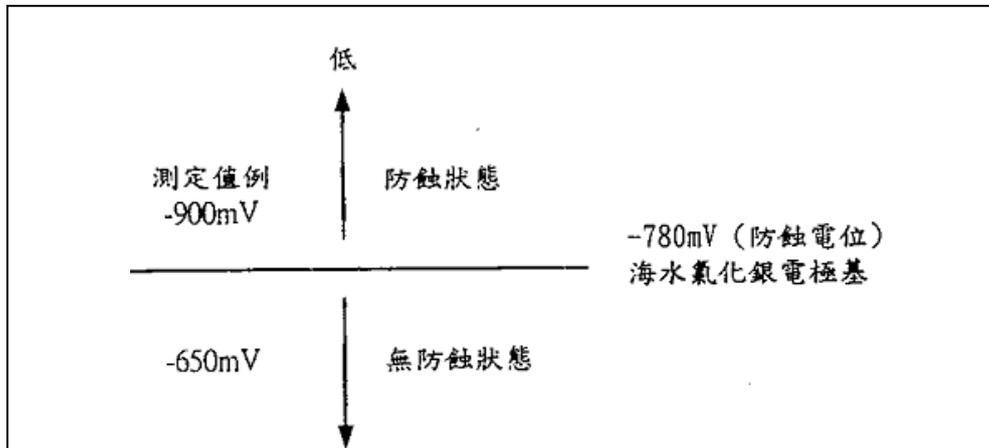


圖 3.3 防蝕效果的判定方法

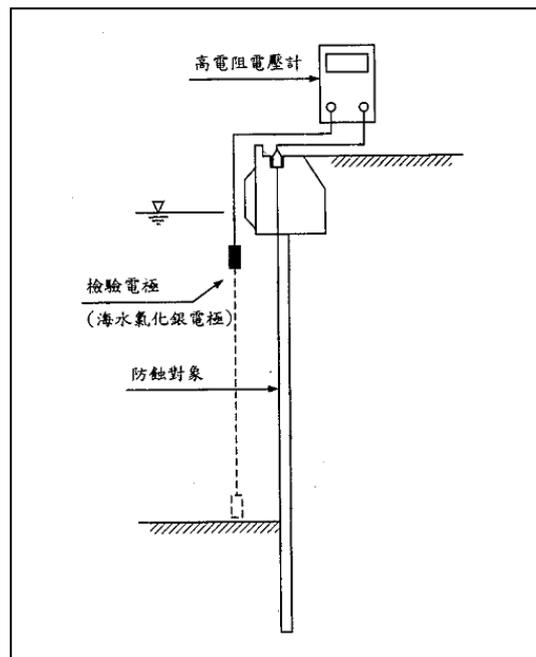


圖 3.4 電位測定示意圖

2. 陽極塊測定

- (1) 利用陽極形狀尺寸的殘量計算：利用水中作業除去附在陽極表面的腐蝕生成物，依圖 3.5 所示的要領進行計測。此時必要的話，也需進行攝影。陽極殘量= $[(D/4)^2 \times L - \text{蕊棒體積}] \times \text{陽極密度}$ ，在此 D 為平均周長 $(D_1 + D_2 + D_3)/3$ ， D_1 與 D_3 為距殘存陽極端頭約 10 cm 的位置的外周長， D_2 為殘存陽極中央不為的外周長， L 為殘存陽極長度。
- (2) 陽極秤重：切斷陽極蕊棒部位拉上岸秤重，扣除蕊棒部份求取陽極的殘量。
- (3) 陽極殘存壽命計算：陽極的殘存壽命是從消耗的殘存重量及經過數年計算出。

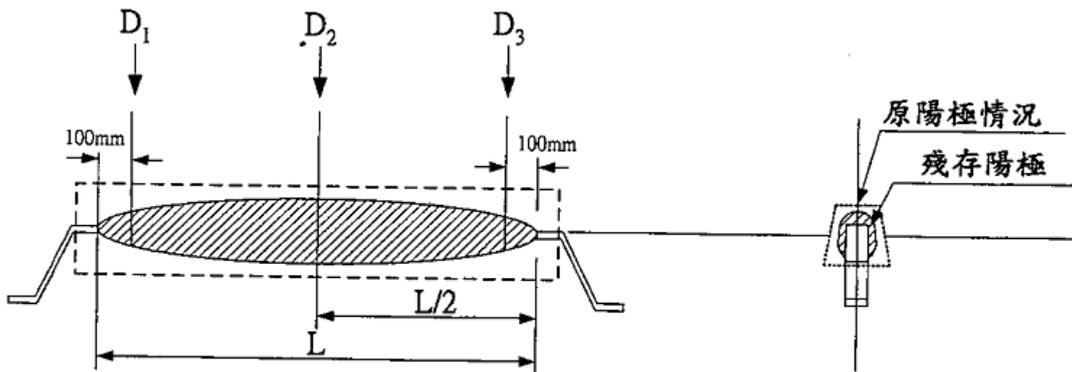


圖 3.5 陽極尺寸測定示意圖

$$\text{陽極年平均消耗量} = (\text{陽極初期重量} - \text{陽極殘存重量}) / \text{經過年數} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\text{殘存壽命} = \text{陽極殘存量} / \text{陽極年平均消耗量} \dots\dots\dots (3.4)$$

另外，也可從陽極平均發生電流求取殘存壽命

$$\text{殘存壽命} = (\text{陽極殘存量} \times \text{陽極有效電氣量}) / \text{陽極平均發生電流} \dots\dots\dots (3.5)$$

3.5 港灣構造物維護管理系統建置

3.5.1 建置「金門港港灣構造物維護管理系統」

港灣構造物維護管理資訊系統建置，首先擬定檢測評估標準作業程序，作為維護管理資訊系統與現場檢測執行之依據，包含訂定「巡查與維修類型」，以作為經常、定期與特別巡查之執行重點與巡查頻率；訂定「港灣構造物之構件編碼」，以供維護管理系統建構構件單元之用；制訂「港灣構造物目視檢測標準」，以供檢測評估之判定準則；制訂「港灣構造物構件修復排序準則」，以供維護管理系統配合檢測資料進行修復優先序之擬定；研擬「港灣構造物構件改善對策」，以供維護管理資訊系統針對港灣構造物構件劣化之狀況，建議修復工法。

維護管理系統模組建置乃依循檢測評估標準作業程序，建置基隆港碼頭及防波堤等構造物相關資料。

基本資料模組，除收集相關基本資料外，並依前述之「港灣構造物之構件編碼」，建置金門1港3港區碼頭及防波堤基本資料。

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

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

維修記錄模組，依前述之「港灣構造物之構件編碼」，作為碼頭及防波堤等港灣構造物修復後之資料記錄。

權限管理模組，可供使用者進行帳號申請與權限控管之用。現地檢測作業乃依循檢測評估標準作業程序中之「港灣構造物之構件編碼」與「港灣構造物目視檢測標準」，進行金門港料羅、水頭及九宮三港區

碼頭及防波堤岸上及水下構件之目視檢測評估。

3.5.2 精進及擴充「基隆港港灣構造物維護管理系統」

1. 應用及檢討既有之「基隆港港灣構造物維護管理系統」：配合港務分公司實際需求，執行 104 年度基隆港碼頭及防波堤經常巡查作業。
2. 蒐集彙整臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤基本資料：蒐集彙整標的港灣構造物相關基本資料與圖說電子檔。
3. 調查臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤現場基本資料：配合原有設計圖說進行現場資料調查。
4. 執行臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤經常巡查作業：執行碼頭與防波堤經常巡查作業(以一碼頭或防波堤填寫一巡查表格)。
5. 擴增建置「基隆港港灣構造物維護管理系統」：擴增建置臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤相關基本與巡查等資料於既有之維護管理系統，除展示基本與巡查資料外，可供未來管理單位進行巡查、檢測作業應用。

第四章 金門港區現況調查

金門商港地處臺灣本島西方 190 公里之海域，最大潮差高度達約 5 公尺。為利金門港三港區之發展，碼頭防波堤安全維護至為重要，由於金門地區冬季易受東北季風影響，夏季易受西南氣流影響，加上霧季、潮差及颱風影響，碼頭(含浮動碼頭)防波堤等港灣構造物受波浪衝擊作用與海水鹽份侵襲，甚易損壞或腐蝕，降低港池水域安定性與遮蔽等服務功能，對港口安全與營運有重大的影響。

為確保金門港三港區之港埠設施的正常運作、增進維護管理效能與瞭解設施現況，金門縣政府已於 103 年起委託本所辦理港灣構造物維護管理系統建置與安全評估等相關研究，期能藉由碼頭及防波堤進行現地調查作業及建置維護管理系統，針對其料羅、水頭與九宮等三個港區之碼頭及防波堤，提出碼頭與防波堤構件維修排序及改善建議，彙整於既有之維護管理系統，作為金門港務處執行港埠設施維護管理作業依據。本年度將賡續前期研究，精進及擴充調查內容，俾能符合港務管理單位實務需要。圖 4.1 為金門 1 港 3 港區位置圖



圖 4.1 金門港料羅、水頭、九宮港區位置圖

4.1 港區基本資料調查

4.1.1 料羅港區

本港區位於金門本島東南端、料羅灣東端之近岸海域，為一天然港口，港區面積計 728,119 平方公尺，以台金與小三通貨運為主，平面配置如圖 4.2 所示，圖 4.3 為民國 104 年 6 月調查時港區構造物現況。主要設施如下：

- (1) 防波堤：北防波堤(1000 m)、南防波堤(210 m)。
- (2) 迴船池：250 m。
- (3) 水深：4~ 5 m。
- (4) 碼頭：由港內至外(東至西)分為淺水碼頭(200 m)、2、3 號碼頭(223 m)、1 號碼頭(147 m)、新一號碼頭(180 m)。

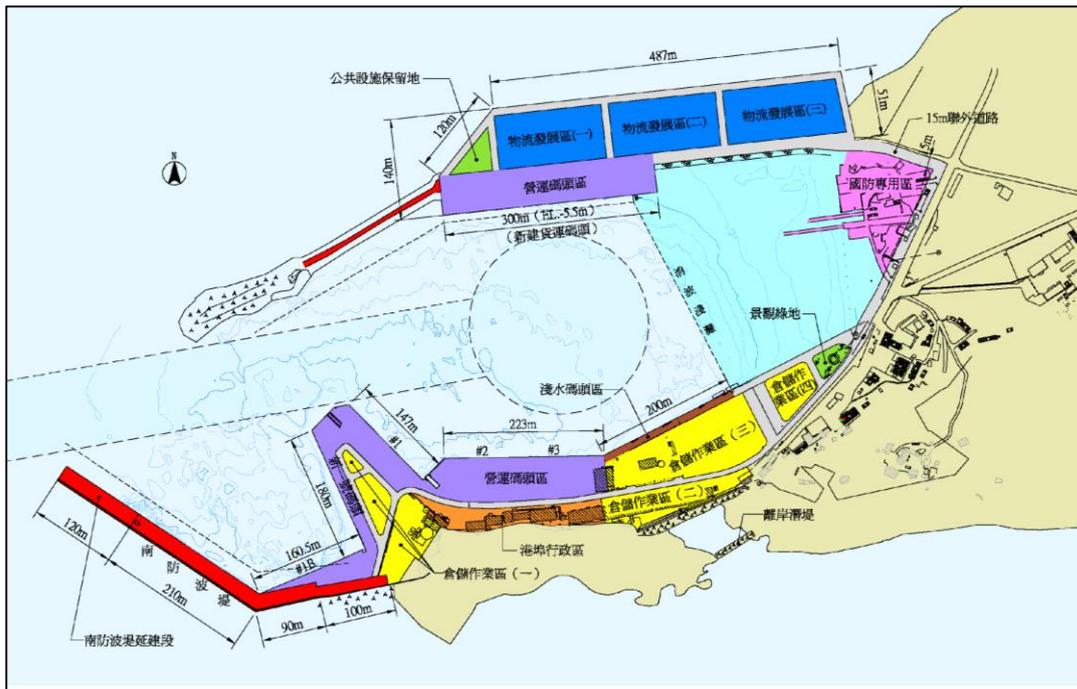


圖 4.2 料羅港區碼頭及防波堤平面配置圖



圖 4.3 料羅港區碼頭及防波堤現況(104.06)

4.1.2 水頭港區

本港區位於金門本島西南側、浯江溪口南岸、金門港道西側近岸海域，港區面積計 2,198,199 平方公尺，以離島與小三通客運為主，平面配置如圖 4.4 所示，圖 4.5 為民國 104 年 6 月調查時港區構造物現況。主要設施如下：。

- (1)防波堤：北防波堤(1580 m)、西防波堤(600 m)。
- (2)迴船池：350 m。
- (3)水深：新建港區 6.5 m、水頭港區 4 m。
- (4)碼頭：由港內至外(東至西)分為新建港區碼頭、小三通 2、3 浮動碼頭、五緣躉船、突堤碼頭、大小金浮動碼頭、貨運碼頭。
- (5)船席：貨運碼頭 2 船席：以大小金貨船為主。
 大小金浮動碼頭 2 船席：以大小金交通船為主。
 突堤碼頭 4 船席：以觀光小客、貨船為主。
 五緣躉船(30 m)：以小三通客船為主。
 小三通浮動碼頭 4 船席(45~50m)：以小三通客船為主。

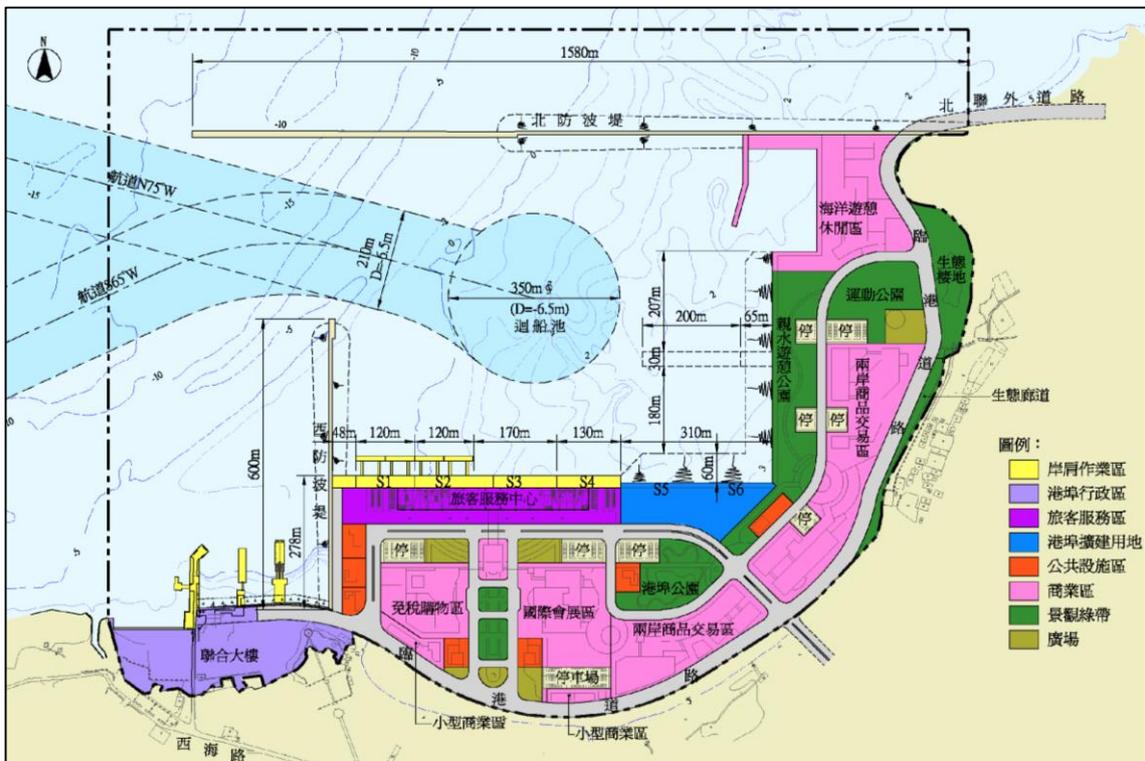


圖 4.4 水頭港區碼頭及防波堤平面配置圖



圖 4.5 水頭港區碼頭及防波堤現況(104.06)

4.1.3 九宮港區

本港區位於小金門島煙墩山腳之近岸海域，港區面積計 197,901 平方公尺，以離島與觀光客貨運為主，平面配置如圖 4.6 所示，圖 4.7 為民國 104 年 6 月調查時港區構造物現況。主要設施如下：

- (1)防波堤：北防波堤(381m)。
- (2)迴船池：128m。
- (3)水深：4m。
- (4)碼頭：由港內至外(西至東)分為大小金浮動碼頭、突堤碼頭。
- (5)船席：大小金浮動碼頭 2 船席：以大小金交通船為主。突堤碼頭 4 船席：以觀光小客船、貨船、運補船為主。

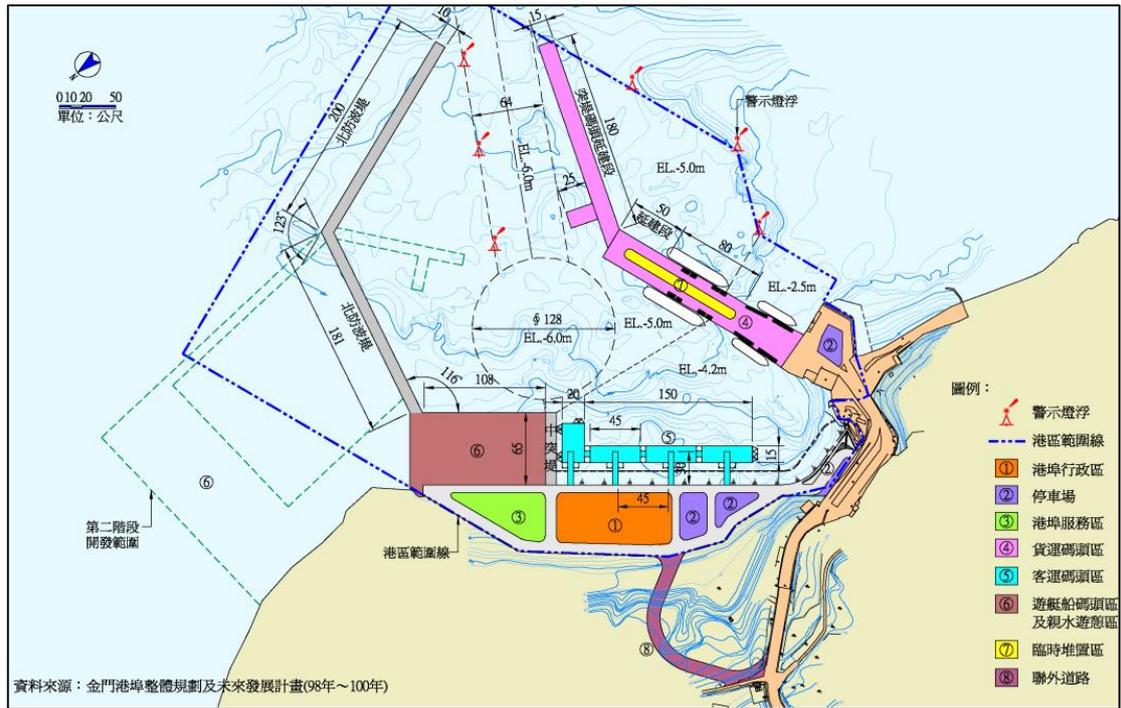


圖 4.6 九宮港區碼頭及防波堤平面配置圖

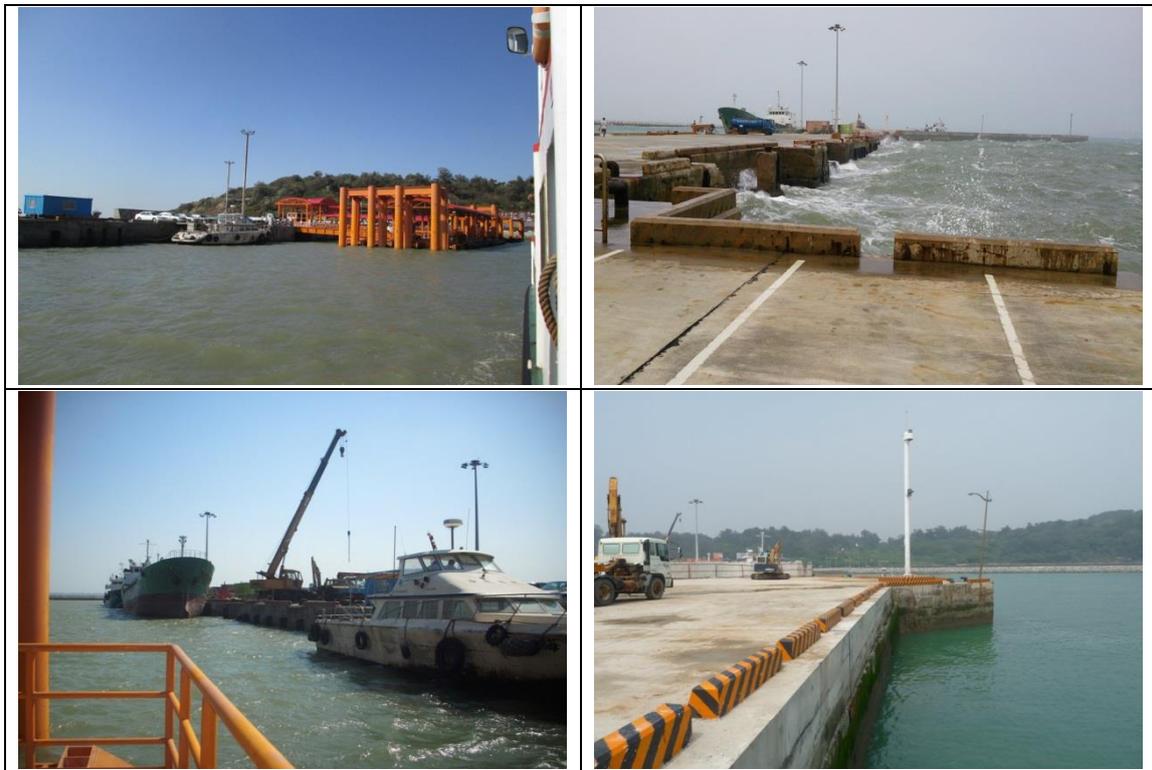


圖 4.7 九宮港區碼頭及防波堤現況(104.06)

4.2 港區碼頭(包含浮動碼頭)與防波堤編碼

本研究分別於 104 年 3 月 23~27 日、4 月 8~10 日、6 月 1~2 日及 9 月 16~22 日前往金門港各港區進行碼頭(包含浮動碼頭)與防波堤基本資料調查與現況照片拍攝，為研究需要，各港區碼頭與防波堤另行編碼如下：

金門港料羅港區碼頭編碼為「南 1&2」、「6-2」、「6-1」、「6&7」、「4&5」、「1~3」、「淺 1&2」號碼頭；防波堤編碼為「南防波堤」、「北防波堤」，相關位置如圖 4.8 所示。

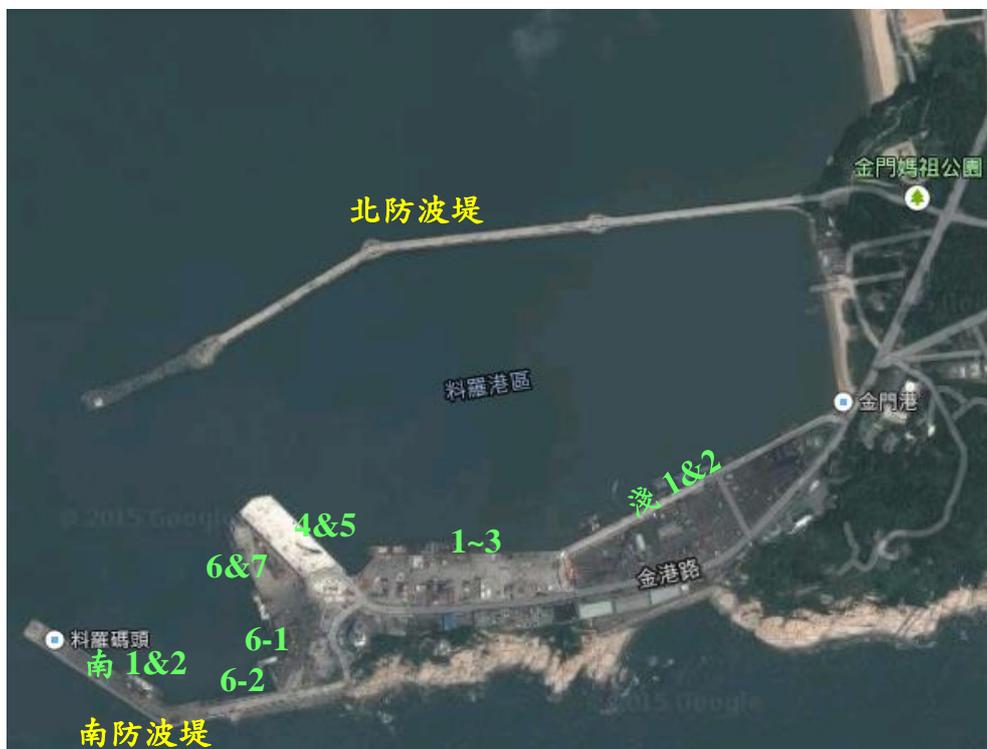


圖 4.8 料羅港區碼頭與防波堤編號

水頭港區碼頭編碼為「突堤 1~4 號碼頭」、「貨運 1&2 號碼頭」、「新建碼頭」、浮動碼頭 PS-1~PS-3(於下節再詳細說明)；防波堤編碼為「西防波堤」、「北防波堤」，相關位置如圖 4.9、圖 4.10 所示。

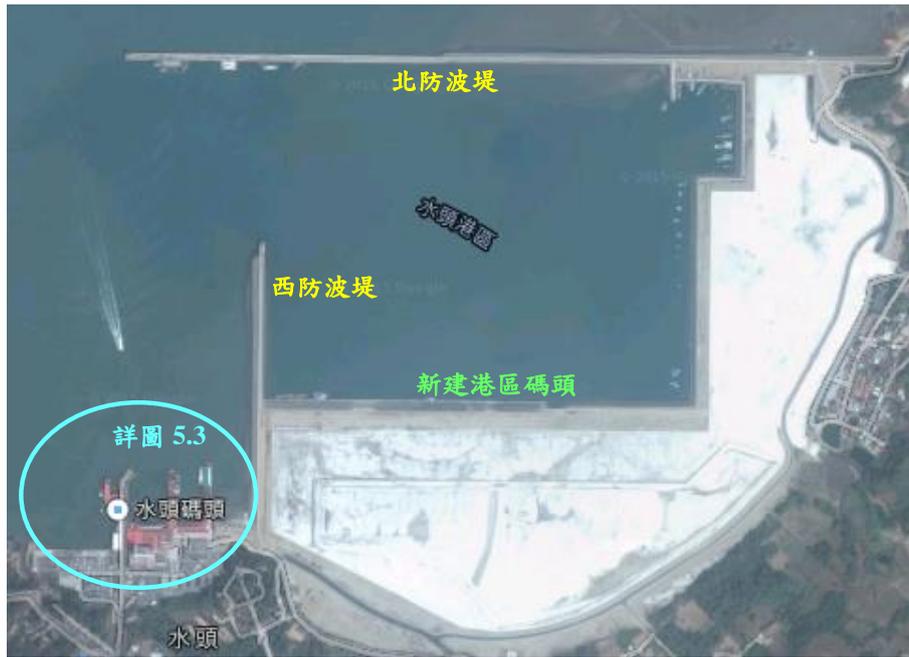


圖 4.9 水頭港區碼頭與防波堤編號-1



圖 4.10 水頭港區碼頭與防波堤編號-2

九宮港區碼頭編碼為「突堤 1&2 號碼頭」、「突堤 3&4 號碼頭」、「突堤 5 號碼頭」、「北防波堤碼頭」；防波堤編碼為「突堤」、「北防波堤」，相關位置如圖 4.11 所示。。



圖 4.11 九宮港區碼頭與防波堤編號-2

水頭及九宮港區浮動碼頭基本資料如表 4-1，其編碼如下說明：

表 4-1 水頭及九宮港區浮動碼頭資本資料

項目	水頭大小金 浮動碼頭	水頭小三通 1 浮動碼頭	水頭小三通 2 浮動碼頭	水頭 五緣躉船	九宮大小金 浮動碼頭
設置時間	C、D(88.12) A、B(99.8)	94.5	100.3	---	C、D(88.12) A、B(99.8)
基樁數量	A 區 8 支 B 區 8 支 C 區 6 支 D 區 5 支	A 區 7 支 B 區 8 支 C 區 15 支	A 區 8 支 B 區 14 支	---	A 區 8 支 B 區 8 支 C 區 6 支 D 區 5 支
浮箱大小	15 x 15 m 32 x 15 m	15 x 15 m 32 x 15m	48 x 15 m	30 x 7 m	15 x 15m 32 x 15m
浮箱高度	2.0 m 2.5 m	2.5 m 2.5 m	2.5 m	1.8 m	2.0 m 2.5 m
基樁直徑	900 mm	900 mm	900 mm	---	900 mm
基樁鋼材 厚度	CD(19.0) AB(25.0)	ACD(19.0) B(22.0)	22.0	---	CD(19.0) AB(25.0)
浮箱鋼材 厚度	CD(10.0) AB(12.0)	CD(10.0) AB(12.0)	CD(10.0) AB(12.0)	10.0	CD(10.0) AB(12.0)

1.水頭港區浮動碼頭 PS-1 基本資料編碼列表：水頭港區 PS-1 浮動碼頭各構件編碼如圖 4.12~圖 4.15 與表 4-2 所示。

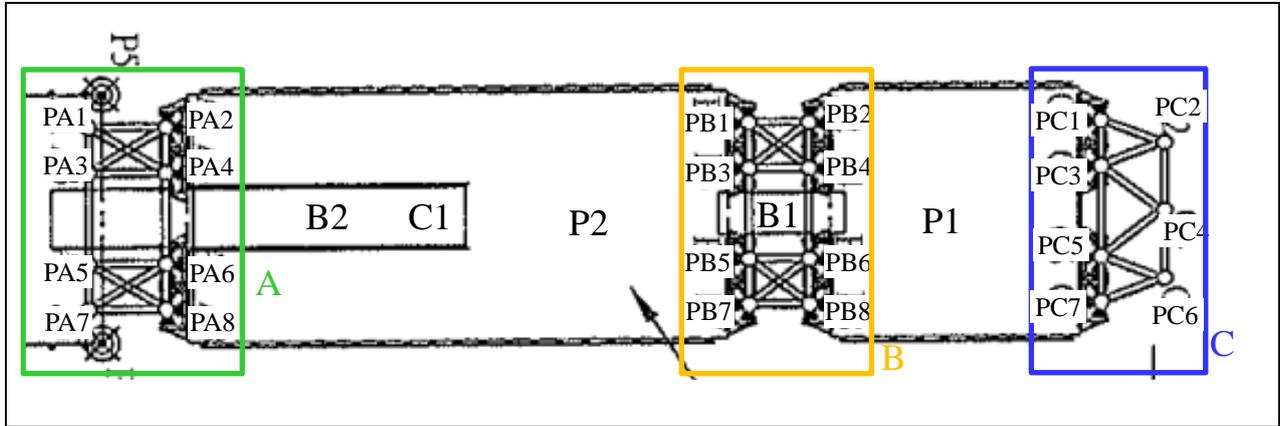


圖 4.12 水頭港區浮動碼頭 PS-1 整體構件編碼

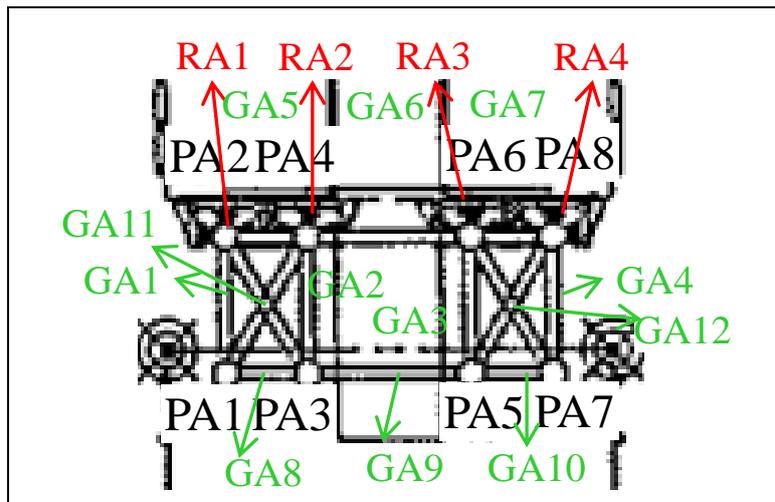


圖 4.13 水頭港區浮動碼頭 PS-1 A 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼

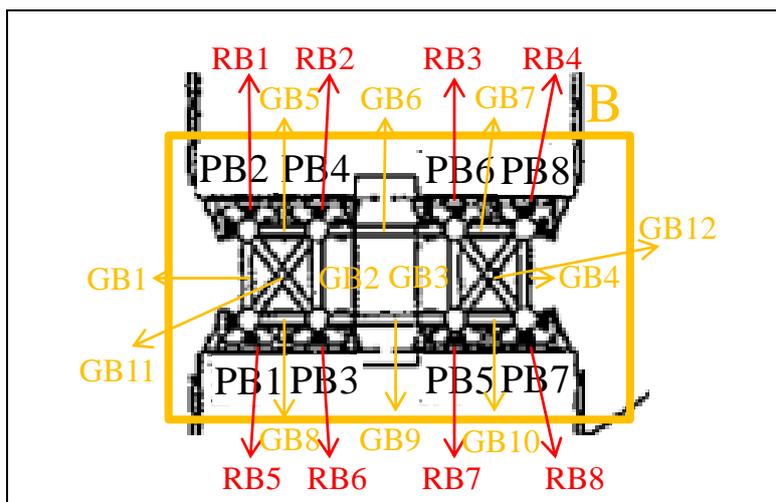


圖 4.14 水頭港區浮動碼頭 PS-1 B 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼

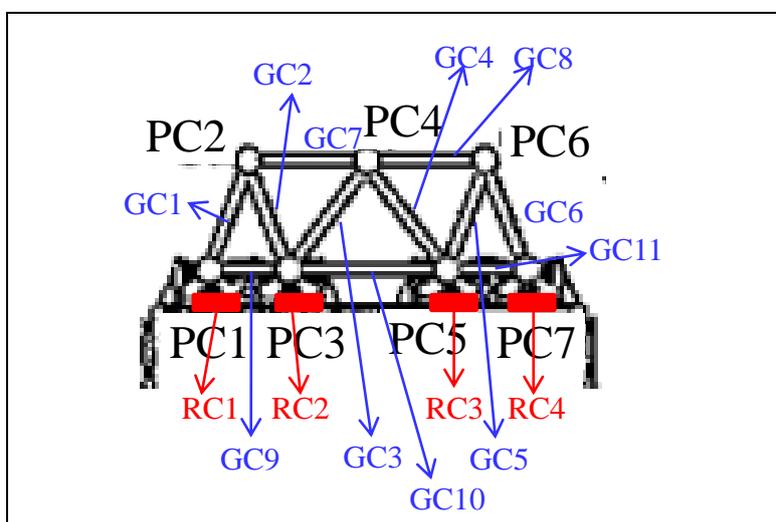


圖 4.15 水頭港區浮動碼頭 PS-1 C 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼

表 4-2 水頭港區浮動碼頭 PS-1 各構件編碼

構件名稱		編碼
基樁		PA1~PA8、PB1~PB8、PC1~PC7。
梁		GA1~GA12、GB1~GB12、GC1~GC11。
浮臺	浮臺本體	P1~P2。
	滑動滾輪組	RA1~RA8、RB1~RB8、RC1~RC4。
聯絡橋		B1~B2。
棚架		C1。

2.水頭港區浮動碼頭 PS-2 基本資料編碼列表：水頭港區 PS-2 浮動碼頭各構件編碼如圖 4.16~圖 4.18 與表 4-3 所示。

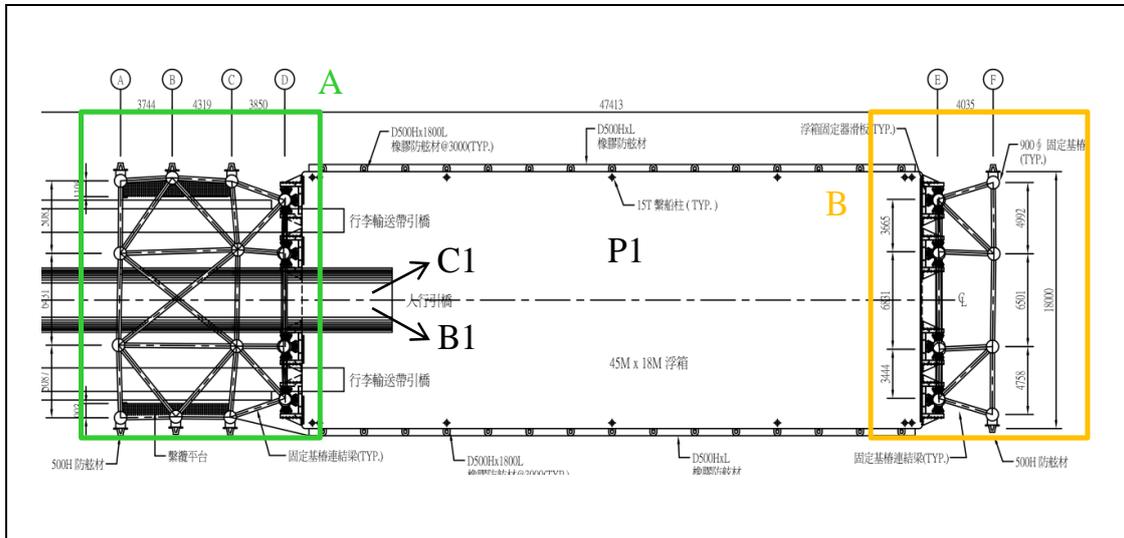


圖 4.16 水頭港區浮動碼頭 PS-2 整體構件編碼

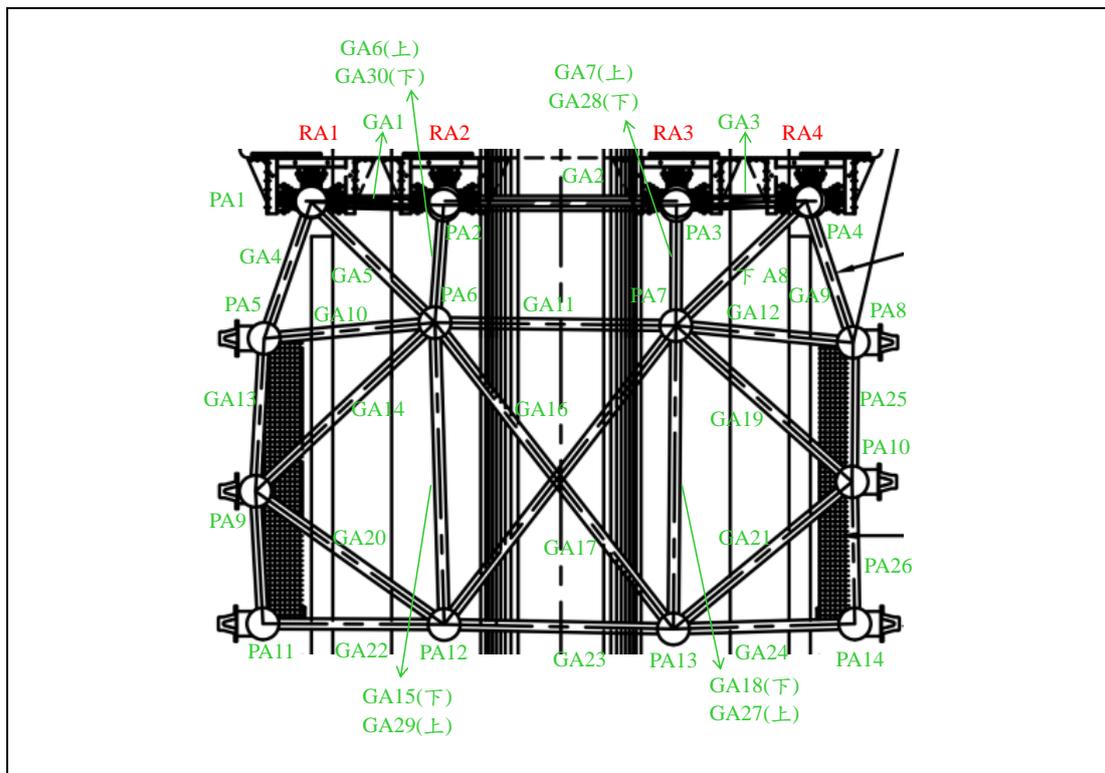


圖 4.17 水頭港區浮動碼頭 PS-2A 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼

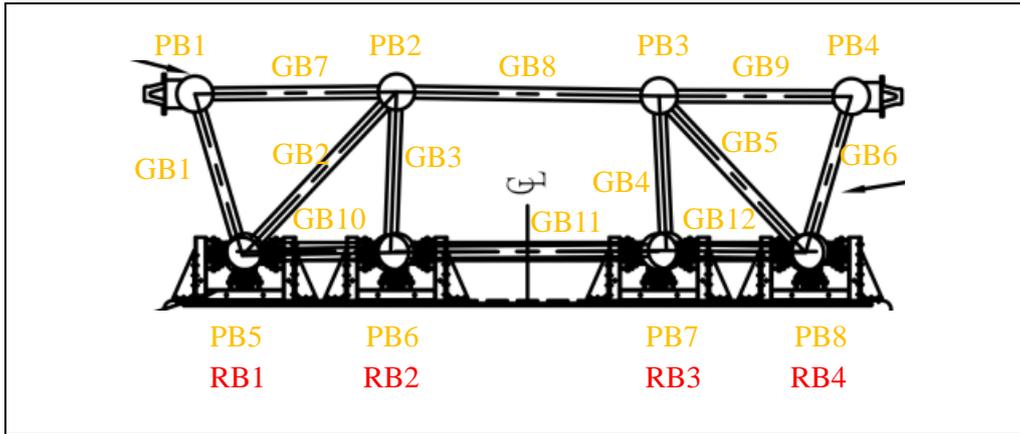


圖 4.18 水頭港區浮動碼頭 PS-2 B 群樁基樁、大梁與滑動滾輪組編碼

表 4-3 水頭港區浮動碼頭 PS-2 各構件編碼

構件名稱		編碼
基樁		PA1~PA14、PB1~PB8。
梁		GA1~GA30、GB1~GB12。
浮臺	浮臺本體	P1。
	滑動滾輪組	RA1~RA4、RB1~RB4。
聯絡橋		B1。
棚架		C1。

3.水頭港區浮動碼頭 PS-3 基本資料編碼列表：水頭港區 PS-3 浮動碼頭各構件編碼如圖 4.19~圖 4.22 與表 4-4 所示。

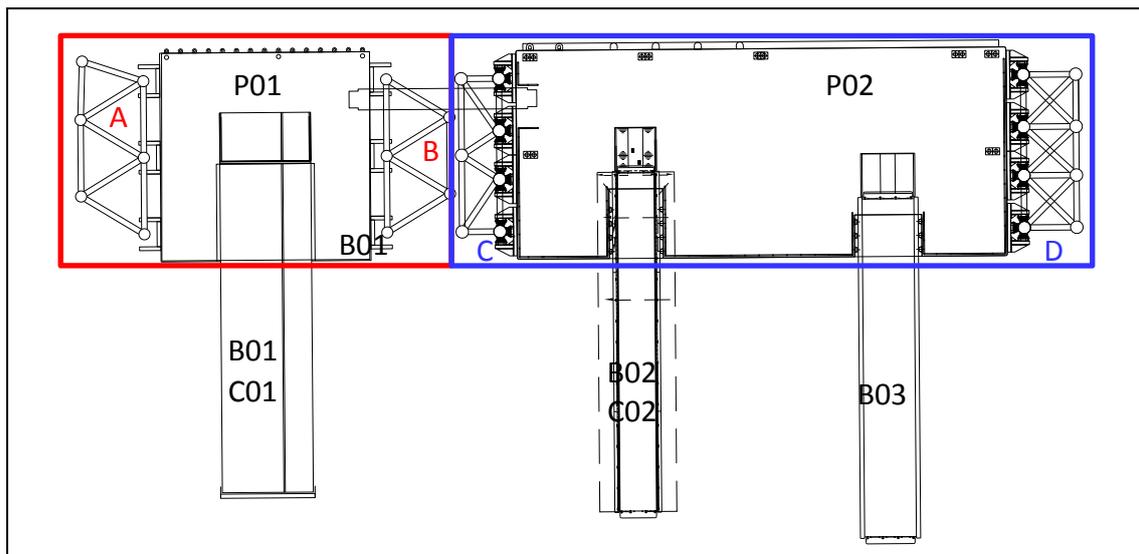


圖 4.19 水頭港區浮動碼頭 PS-3 整體構件編碼

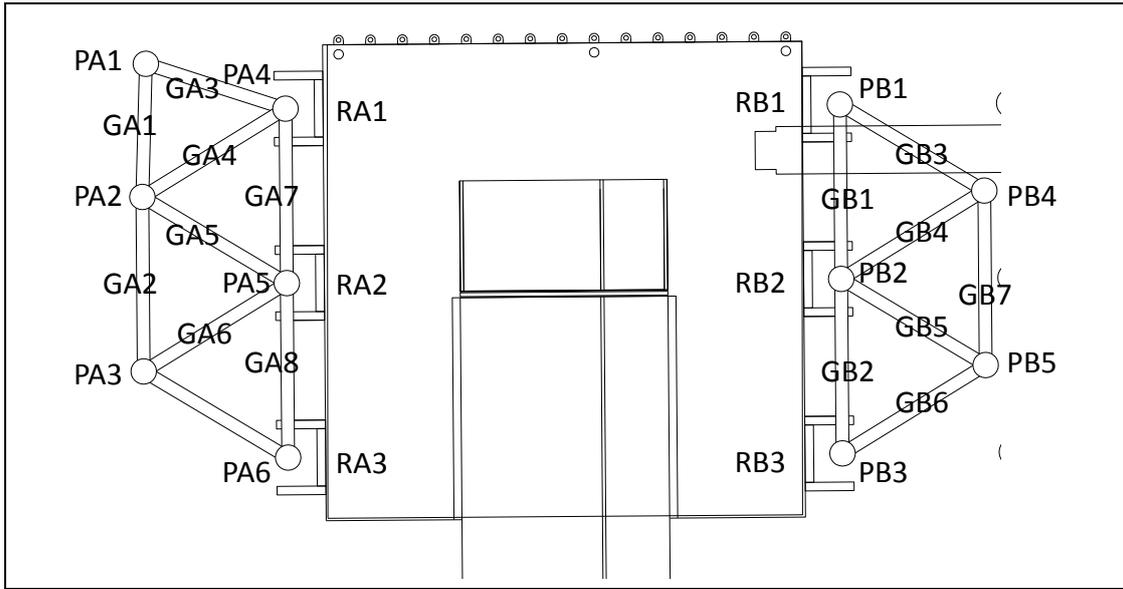


圖 4.20 水頭港區浮動碼頭 PS-3 A、B 群樁構件編碼

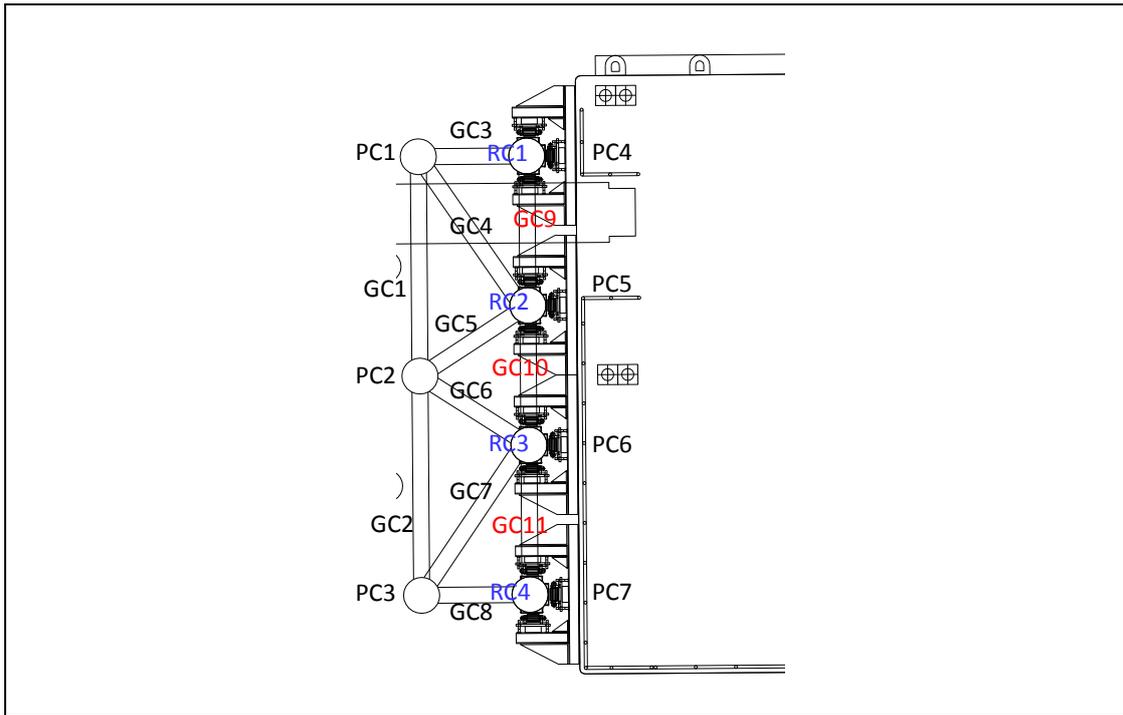


圖 4.21 水頭港區浮動碼頭 PS-3 C 群樁構件編碼

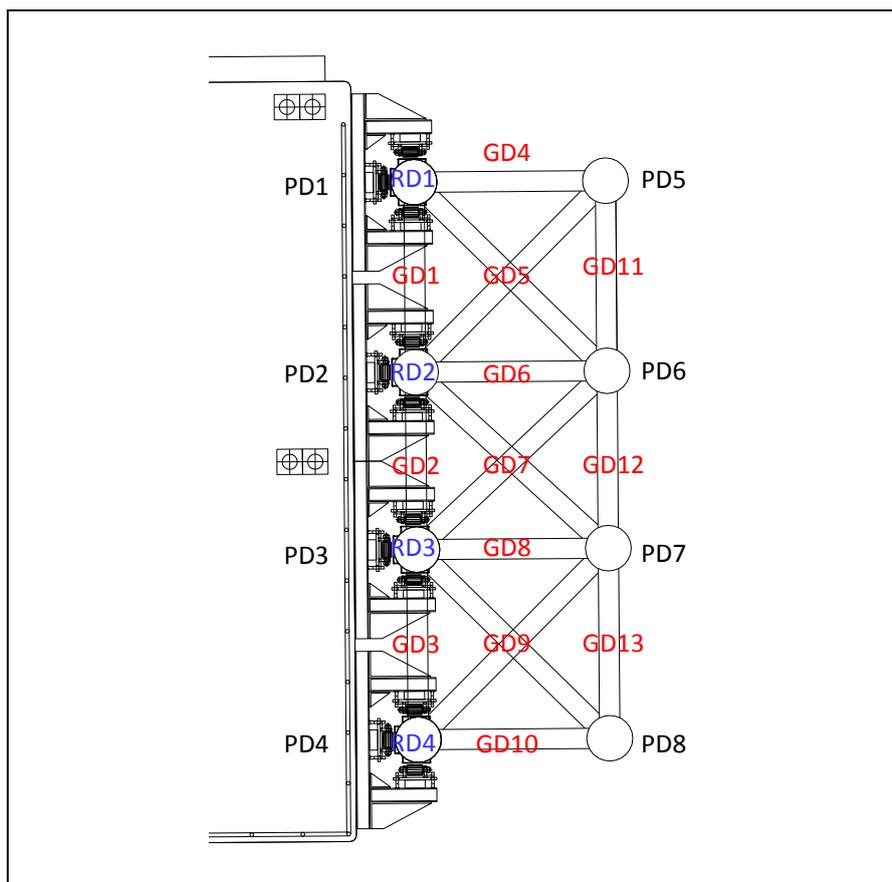


圖 4.22 水頭港區浮動碼頭 PS-3 D 群樁構件編碼

表 4-4 水頭港區浮動碼頭 PS-3 各構件編碼

構件名稱		編碼
基樁		PA1~PA6、PB1~PB5、PC1~PC7、PD1~PD8。
梁		GA1~GA8、GB1~GB7、GC1~GC11、GD1~GD13。
浮臺	浮臺本體	P01、P02。
	滑動滾輪組	RA1~RA3、RB1~RB3、RC1~RC4、RD1~RD4。
聯絡橋		B01、B02、B03。
棚架		C01、C02。

4.水頭港區五緣躉船：構件編碼如圖 4.23 與表 4-5 所示。



圖 4.23 水頭港區浮動碼頭五緣躉船整體構件編碼

表 4-5 水頭港區浮動碼頭五緣躉船各構件編碼

構件名稱	編碼
梁	GA1、GA2。
浮臺	P1、P2。
聯絡橋	B1。
棚架	C1。

5.九宮港區浮動碼頭基本資料編碼列表：九宮港區 PJ 浮動碼頭各構件編碼如圖 4.24~圖 4.26 與表 4-6 所示。

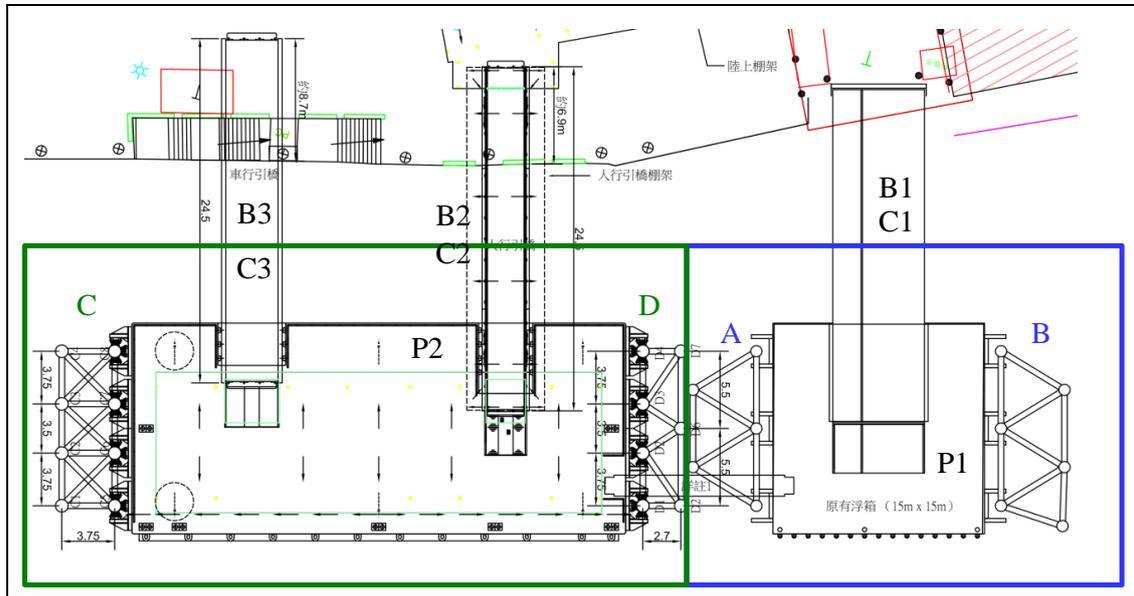


圖 4.24 九宮港區浮動碼頭 PJ 整體構件編碼

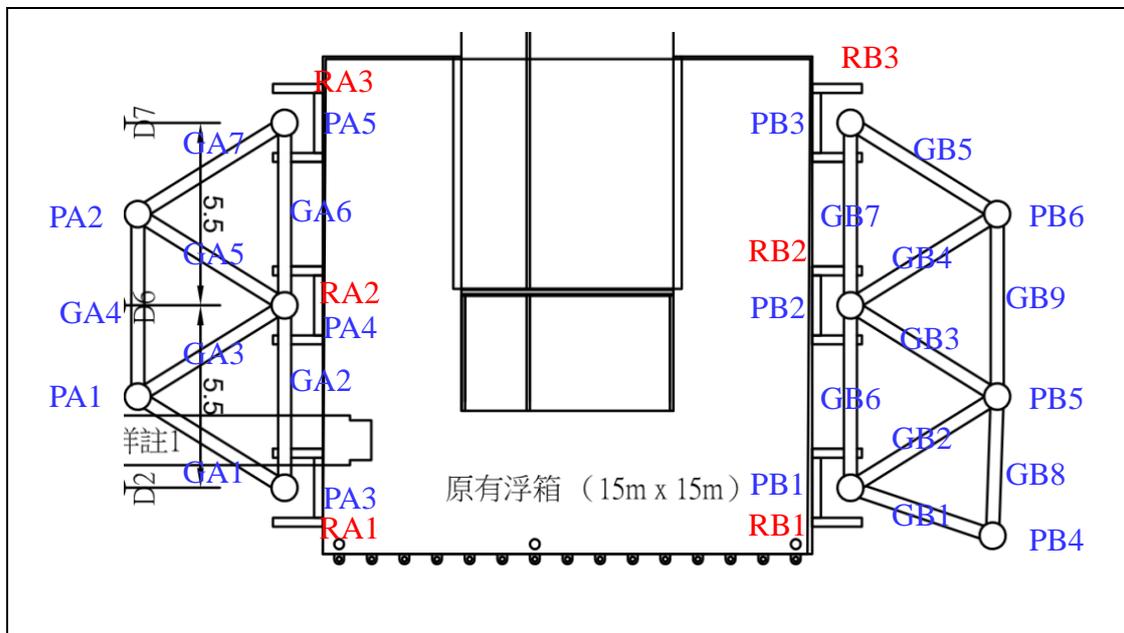


圖 4.25 九宮港區浮動碼頭 PJA 與 B 群基樁、大梁與滑動滾輪組編碼

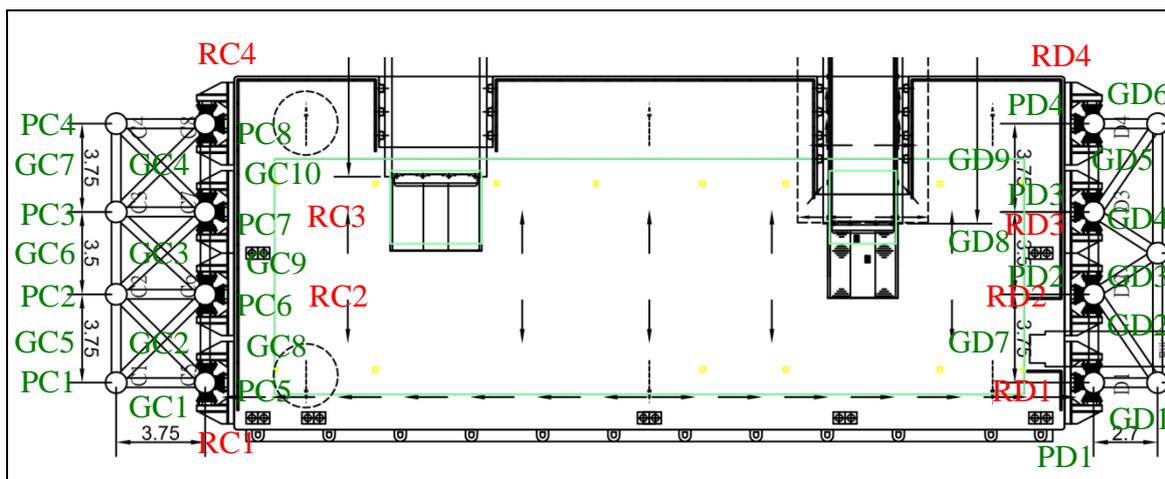


圖 4.26 九宮港區浮動碼頭 PJ C 與 D 群基樁、梁與滑動滾輪組編碼

表 4-6 九宮港區浮動碼頭 PJ 各構件編碼

構件名稱		編碼
基樁		PA1~PA5、PB1~PB6、PC1~PC8、PD1~PD7。
梁		GA1~GA7、GB1~GB9、GC1~GC10、GD1~GD11。
浮臺	浮臺本體	P1~P2。
	滑動滾輪組	RA1~RA3、RB1~RB3、RC1~RC4、RD1~RD4。
聯絡橋		B1~B3。
棚架		C1~C3。

4.2.1 碼頭、防波堤經常與特別巡查

本研究於進行基本資料調查時同步進行巡查作業，104 年 3 月 15~18 日進行碼頭經常巡查作業，104 年 4 月 8~10 日進行防波堤經常巡查作業，相關結果如表 4-7 及表 4-8 所示。因應蘇迪勒颱風(104 年 8 月 6~9 日)，本研究於 104 年 8 月 11~12 日前往金門港三港區進行特別巡查，巡查後並無因風災所引致之損壞。

表 4-7 金門港三港區碼頭經常巡查結果

港區名稱	碼頭編號	單元編號	構件	劣化類型	劣化等級	劣化數量	劣化位置
料羅港區	南 1&2	B02	車擋	破壞	3	2 個	1st,2nd
		B07	車擋	破壞	3	2 個	1st,2nd
		B11	防舷材	破壞	3	1 個	1st
		B12	防舷材	破壞	3	1 個	1st
	6-2	B01	車擋	破壞	2	1 個	1st
	6-1	B01	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B02	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B02	防舷材	破壞	3	2 個	2nd,3rd
		B03	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B13	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B14	車擋	破壞	2	1 個	1st
	4&5	B15	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B05	防舷材	破壞	2	2 個	2nd,3rd
	1~3	B03	車擋	破壞	2	2 個	8th,11th
		B05	防舷材	破壞	4	1 個	3rd
		B10	車擋	破壞	2	3 個	2nd~4th
		B11	車擋	破壞	2	5 個	1st~5th
		B12	車擋	破壞	2	6 個	1st~6th
		B13	繫船柱	破壞	4	1 個	1st
		B22	車擋	破壞	2	1 個	6th
B33		繫船柱	破壞	4	1 個	1st	
B34		車擋	破壞	2	4 個	2nd~5th	
B12		岸肩	剝落	3	0.5m ²	0m,10m	
B17	車擋	破壞	3	1 個	1st		
水頭港區	新建港區碼頭	B09	車擋	破壞	3	1 個	5th
		B12	車擋	破壞	3	1 個	1st
		B13	車擋	破壞	3	3 個	1st~3rd
		B18	車擋	破壞	3	1 個	2nd
		B20	車擋	破壞	3	1 個	4th
		B25	車擋	破壞	2	1 個	2nd
	貨運 1&2 號碼頭	B05	防舷材	破壞	3	2 個	2nd~3rd
		B13	後線	沉陷	3	5m ²	2m,3m
		B13	車擋	破壞	4	4 個	1st~4th

港區名稱	碼頭編號	單元編號	構件	劣化類型	劣化等級	劣化數量	劣化位置
九宮港區	突堤 5 號	B02	岸肩	裂縫	3	11.67m	3m,4m
	突堤 1&2 號	B02	岸肩	裂縫	3	3m	3m,3m
		B05	岸肩	剝落	3	1m ²	0m,3m
		B07	繫船柱	破壞	4	1 個	1st
		B10	繫船柱	破壞	4	1 個	1st
		B11	繫船柱	破壞	4	1 個	1st
	突堤 3&4 號	B02	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B03	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B04	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B05	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B06	車擋	破壞	2	1 個	1st
		B06	繫船柱	破壞	4	1 個	1st
		B09	繫船柱	破壞	3	1 個	1st
		B10	繫船柱	破壞	3	1 個	1st
		B12	繫船柱	破壞	4	1 個	1st
		B12	岸肩	剝落	3	0.5m ²	0m,10m
	B17	車擋	破壞	3	1 個	1st	

表 4-8 金門港三港區防波堤經常巡查結果

防波堤編號	單元編號	構件	劣化類型	劣化等級	劣化數量(長度)	劣化位置(x, y)
料羅港區南防波堤	B06	堤頂	裂縫	3	15m	2m,4m
	B07	堤頂	裂縫	3	20m	2m,5m
	B13	堤頂	裂縫	3	15m	3m,5m
	B14	堤頂	裂縫	3	20m	3m,4m
	B20	胸牆	裂縫	4	3m	3m,0m
水頭港區西防波堤	B02	胸牆	裂縫	3	20m	6m,2m
	B03	胸牆	裂縫	3	10m	6m,2m
	B04	胸牆	裂縫	3	20m	6m,1m
	B06	胸牆	裂縫	3	5m	6m,1m
	B08	胸牆	裂縫	3	10m	6m,1m
	B09	胸牆	裂縫	3	14m	6m,1m
	B11	胸牆	裂縫	3	4m	15m,3m
	B13	胸牆	裂縫	3	15m	3m,3m

防波堤 編號	單元編號	構件	劣化 類型	劣化 等級	劣化數量 (長度)	劣化位置 (x, y)
	B14	胸牆	裂縫	3	30m	3m,3m
	B17	胸牆	裂縫	3	10m	3m,3m
	B18	胸牆	裂縫	3	20m	3m,3m
	B20	胸牆	裂縫	3	20m	3m,3m
	B26	胸牆	裂縫	3	6m	10m,3m
	B27	堤頂	裂縫	3	5m	8m,4m
	B28	堤頂	裂縫	3	5m	8m,4m
水頭港區 北防波堤	B01	堤頂	裂縫	3	12m	10m,4m
	B02	堤頂	裂縫	3	18m	10m,4m
	B03	堤頂	裂縫	3	12m	10m,4m
	B04	堤頂	裂縫	3	12m	10m,4m
	B05	堤頂	裂縫	3	12m	10m,4m
	B06	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B08	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B09	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B10	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B11	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B12	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B13	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B14	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B15	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B16	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B17	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B18	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B19	堤頂	裂縫	3	12m	10m,4m
	B19	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B20	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B21	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B22	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B26	堤頂	裂縫	3	11m	10m,4m
	B29	堤頂	裂縫	3	11m	10m,4m
	B30	堤頂	裂縫	3	22m	10m,4m
	B31	堤頂	裂縫	3	22m	10m,4m
	B32	堤頂	裂縫	3	11m	10m,4m
B33	堤頂	裂縫	3	22m	10m,4m	
B34	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m	

防波堤 編號	單元編號	構件	劣化 類型	劣化 等級	劣化數量 (長度)	劣化位置 (x, y)
	B35	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B36	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B37	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B38	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B39	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B40	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B41	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B42	堤頂	裂縫	3	12m	10m,4m
	B43	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B44	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B47	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B48	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B49	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B50	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B51	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B52	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
	B53	堤頂	裂縫	3	6m	10m,4m
九宮港區 突堤	B03	堤頂	裂縫	3	11.8m	10m,4m
	B04	堤頂	裂縫	3	11.8m	10m,4m
	B05	堤頂	裂縫	3	11.8m	10m,4m
	B07	堤頂	裂縫	3	11.8m	10m,4m
	B08	堤頂	裂縫	3	23.6m	10m,4m
	B09	堤頂	裂縫	3	12.9m	10m,4m
九宮港區 北防波堤	B24	胸牆	裂縫	3	4.8m	6m,4m
	B26	胸牆	裂縫	3	4.8m	6m,4m
	B27	堤頂	裂縫	3	15m	12m,4m
	B27	胸牆	裂縫	3	4.8m	6m,4m
	B28	堤頂	裂縫	3	14m	12m,4m
	B28	胸牆	裂縫	3	3.2m	6m,4m
	B29	胸牆	裂縫	3	10m	6m,4m
	B29	堤頂	裂縫	3	4.8m	12m,4m
	B30	堤頂	裂縫	3	14	12m,4m
B30	堤頂	沉陷	3	5m ²	6m,4m	

水頭及九宮港區浮動碼頭經常巡查結果，如表 4-9 至表 4-13 所示
(含檢測項目、方法與標準，☑為檢測時發現狀況)。

表 4-9 水頭港區浮動碼頭 PS-1 經常巡查結果

檢測項目		檢測方法	檢測標準	構件編號
滑動滾輪組	滾輪劣化、損傷	有無異音	1 <input type="checkbox"/> 支承部位無異常聲音。	RC1~RC3 RB1~RB4
			2 —	
			3 —	
			4 <input checked="" type="checkbox"/> 從支承部位發出之異常聲音。	
鋼製浮臺、鋼管樁、鏈條、聯絡橋鋼材	防蝕披覆	塗裝 目視鏽蝕情形 • 塗膜損壞	1 <input type="checkbox"/> 初期狀態無任何變化，處於健全狀態。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率未達0.03%。	PB1~PB8 PC1~7
			2 <input type="checkbox"/> 部分生鏽或凸起等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 部分塗膜之剝離或龜裂等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.03%以上未達0.3%。	
			3 <input type="checkbox"/> 較大生鏽或凸起等廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍分佈各處。 <input checked="" type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.3%以上未達10%。	
			4 <input type="checkbox"/> 大範圍生鏽或凸起等密集廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達10%以上。	
				
				
RC1		RC2		
RC3		RB1		



RB2



RB3



RB4



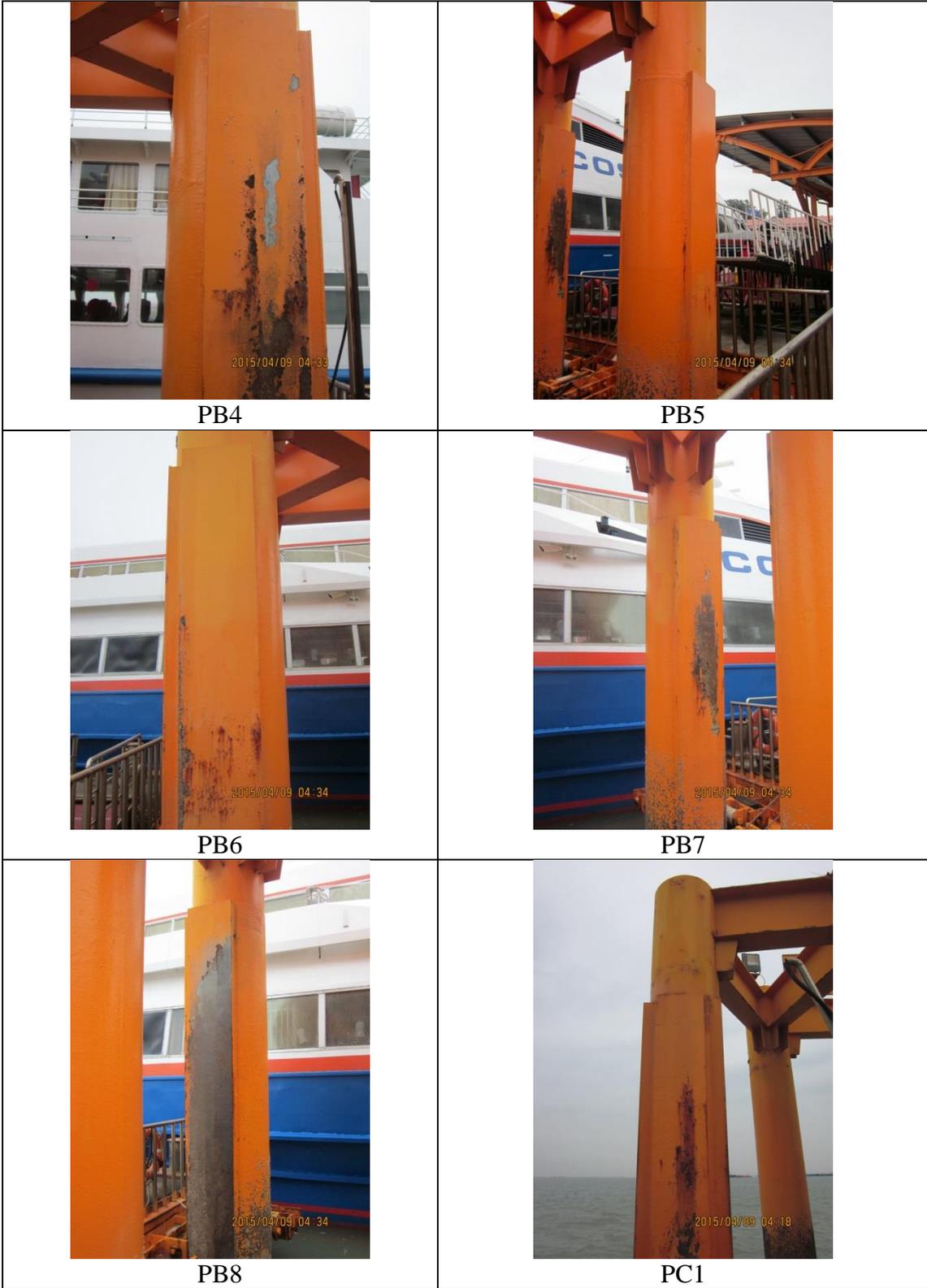
PB1



PB2



PB3



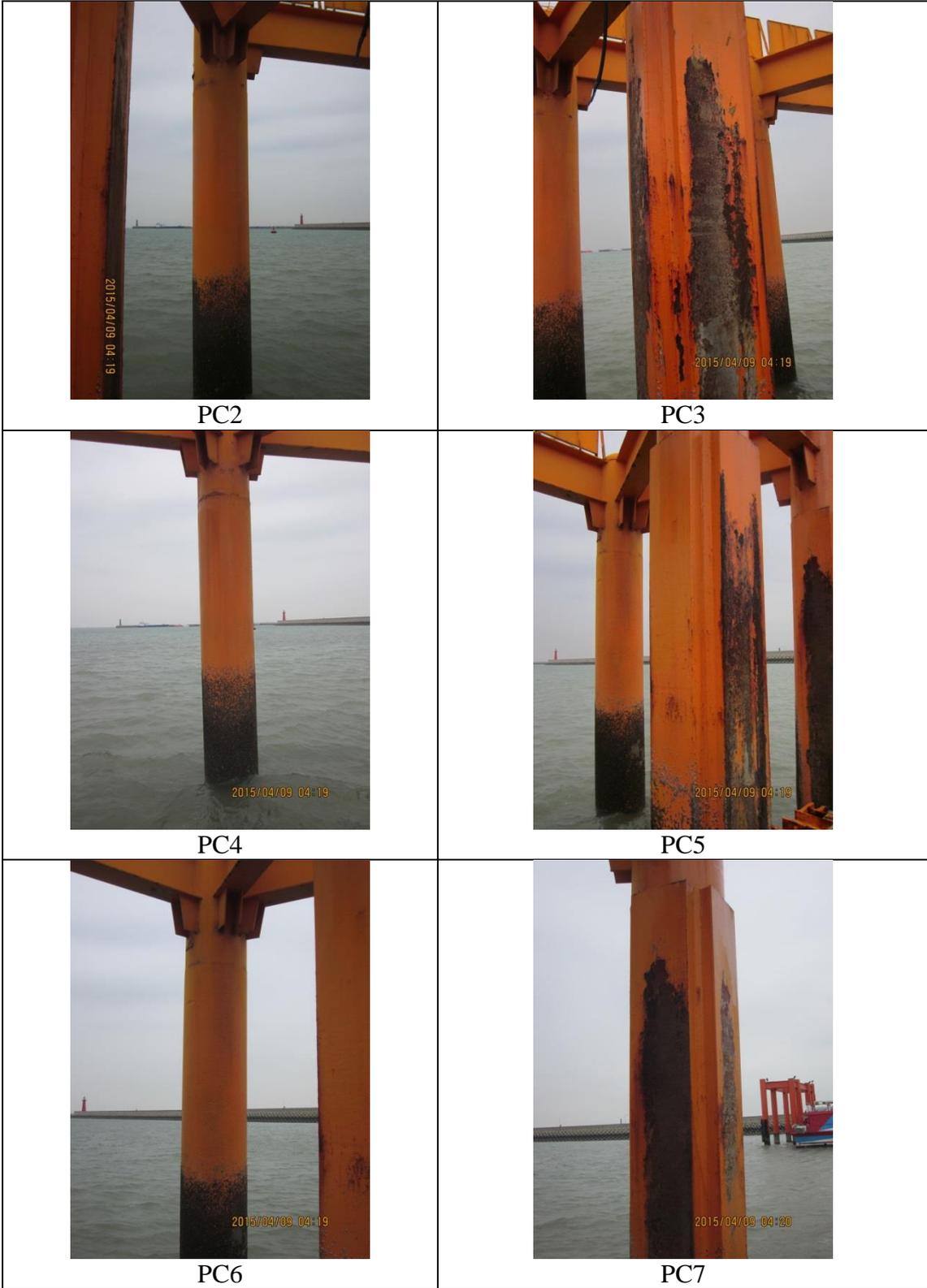


表 4-10 水頭港區浮動碼頭 PS-2 經常巡查結果

檢測項目		檢測方法	檢測標準	構件編號
滑動滾輪組	滾輪劣化、損傷	有無異音	1 <input type="checkbox"/> 支承部位無異常聲音。	
			2 —	
			3 —	
			4 <input checked="" type="checkbox"/> 從支承部位發出之異常聲音。	
鋼製浮臺、鋼管樁、鏈條、聯絡橋鋼材	防蝕披覆	塗裝	目視鏽蝕情形 • 塗膜損壞	PB5、PB6、PB8
			1 <input type="checkbox"/> 初期狀態無任何變化，處於健全狀態。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率未達0.03%。	
			2 <input type="checkbox"/> 部分生鏽或凸起等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 部分塗膜之剝離或龜裂等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.03%以上未達0.3%。	
			3 <input type="checkbox"/> 較大生鏽或凸起等廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍分佈各處。 <input checked="" type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.3%以上未達10%。	
4 <input type="checkbox"/> 大範圍生鏽或凸起等密集廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達10%以上。				
				



表 4-11 水頭港區浮動碼頭 PS-3 經常巡查結果

檢測項目		檢測方法	檢測標準	構件編號	
滑動滾輪組	滾輪劣化、損傷	有無異音	1 <input type="checkbox"/> 支承部位無異常聲音。	RC1	
			2 —		
			3 —		
			4 <input checked="" type="checkbox"/> 從支承部位發出之異常聲音。		
鋼製浮臺、鋼管樁、鏈條、聯絡橋鋼材	防蝕披覆	塗裝	目視鏽蝕情形 • 塗膜損壞	PA5、PA8、PC1~PC6、PD1~PD5	
					1 <input type="checkbox"/> 初期狀態無任何變化，處於健全狀態。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率未達0.03%。
					2 <input type="checkbox"/> 部分生鏽或凸起等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 部分塗膜之剝離或龜裂等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.03%以上未達0.3%。
					3 <input type="checkbox"/> 較大生鏽或凸起等廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍分佈各處。 <input checked="" type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.3%以上未達10%。
4 <input type="checkbox"/> 大範圍生鏽或凸起等密集廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達10%以上。					

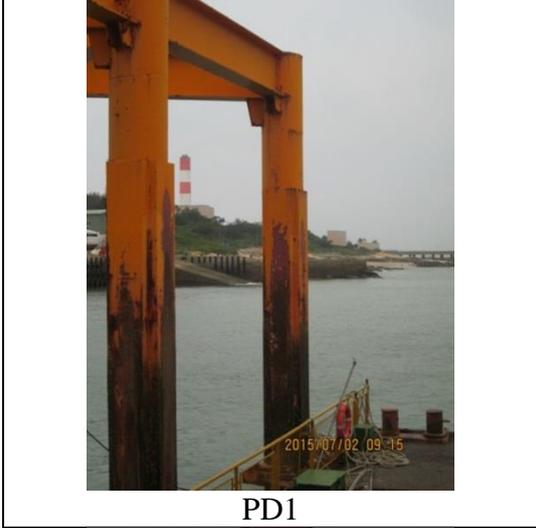




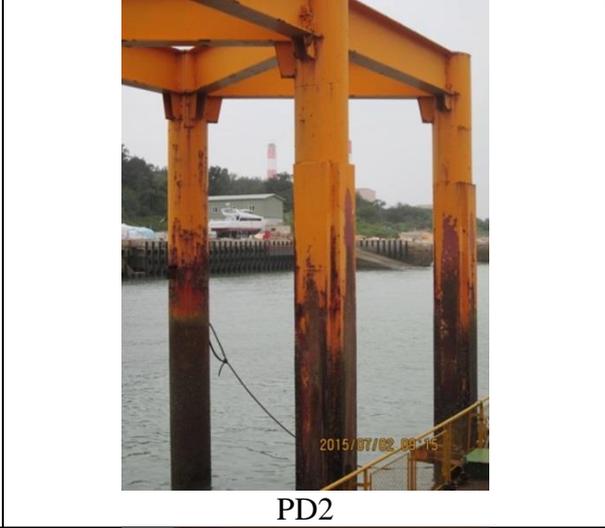
PC5



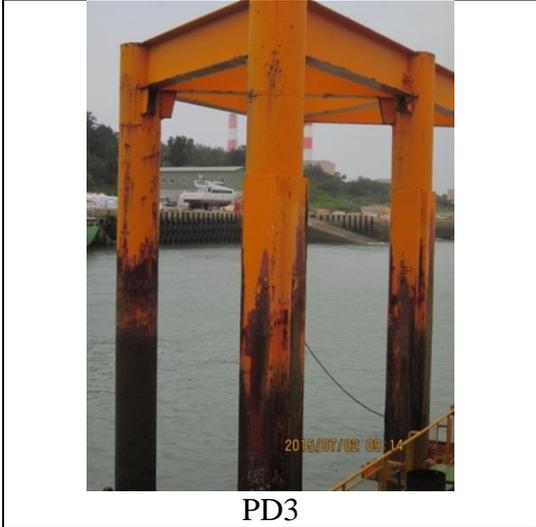
PC6



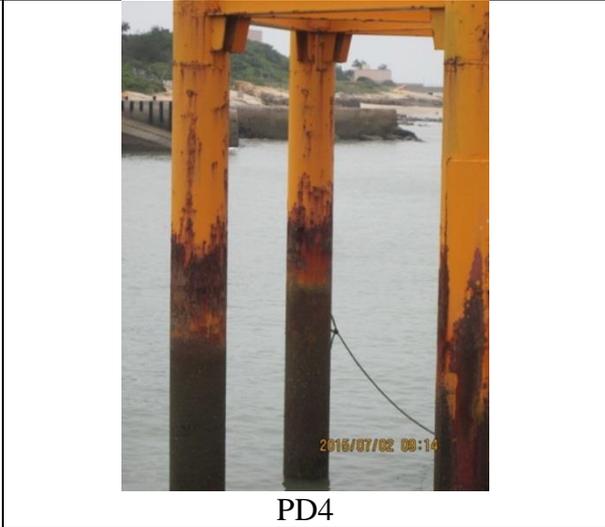
PD1



PD2



PD3



PD4

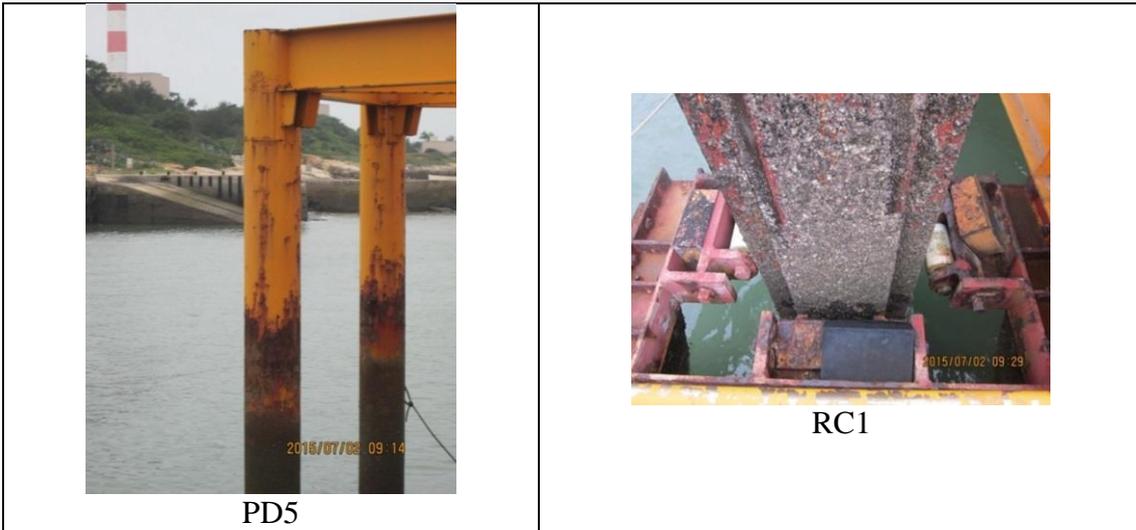


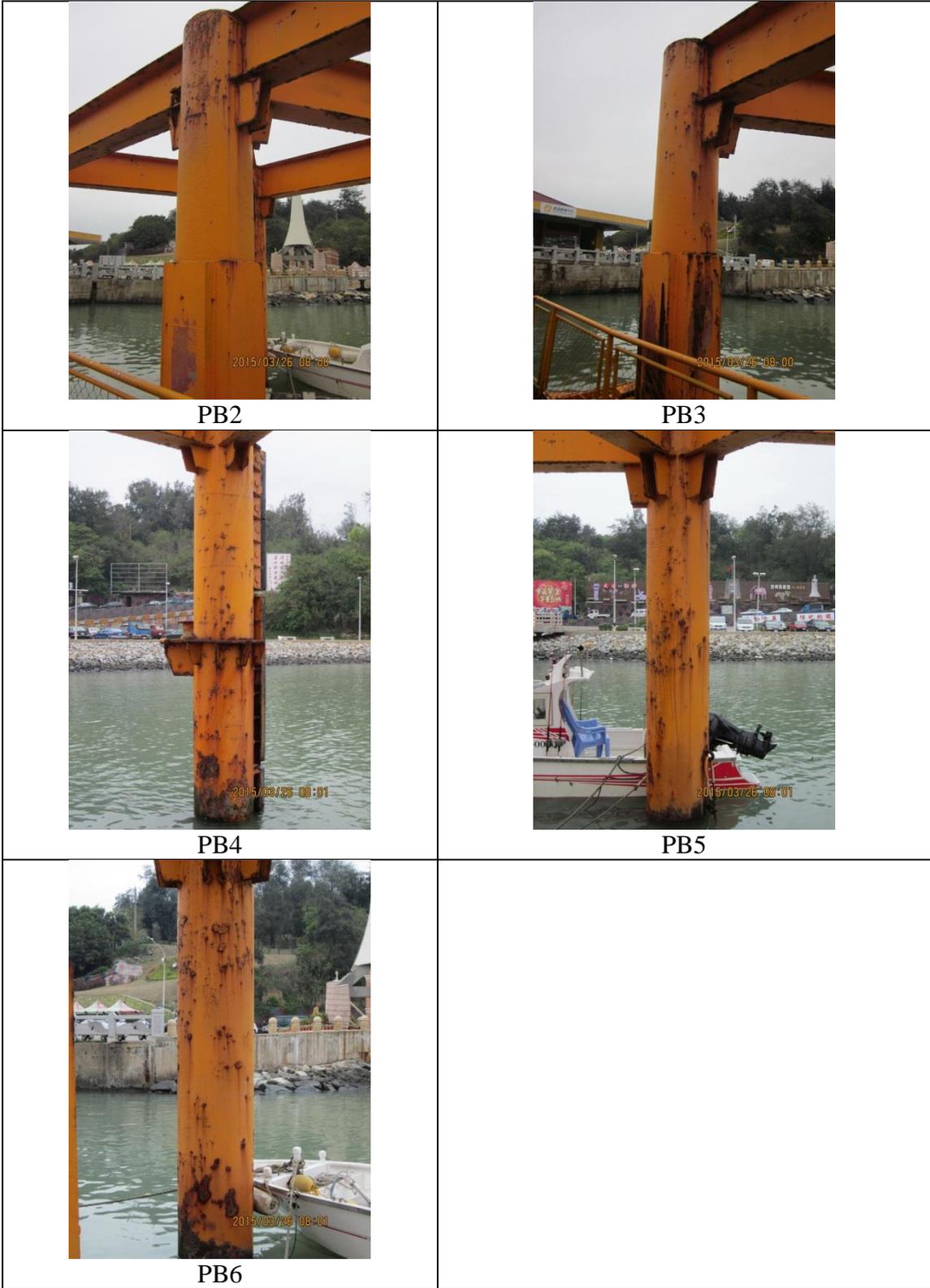
表 4-12 水頭港區五緣躉船經常巡查結果

檢測項目		檢測方法	檢測標準	構件編號		
鋼製浮 臺、鋼管 樁、鏈 條、聯絡 橋鋼材	防 蝕 披 覆	塗 裝	目視鏽蝕情形 • 塗膜損壞	GA1、GA2		
					1	<input type="checkbox"/> 初期狀態無任何變化，處於健全狀態。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率未達0.03%。
					2	<input type="checkbox"/> 部分生鏽或凸起等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 部分塗膜之剝離或龜裂等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.03%以上未達0.3%。
					3	<input type="checkbox"/> 較大生鏽或凸起等廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍分佈各處。 <input checked="" type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.3%以上未達10%。
			4	<input type="checkbox"/> 大範圍生鏽或凸起等密集廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達10%以上。		
		 <p style="text-align: center;">GA1</p>		 <p style="text-align: center;">GA2</p>		

表 4-13 九宮港區浮動碼頭 PJ 經常巡查結果

檢測項目		檢測方法	檢測標準	構件編號
浮臺外部	混凝土劣化損傷	目視 • 裂縫發生方向 • 裂縫發生數量與長度 • 保護層剝落狀況 • 鏽蝕發生狀況 • 鋼筋腐蝕狀況	1 <input type="checkbox"/> 無變化。	P1、P2
			2 <input type="checkbox"/> 輕微裂縫。 <input checked="" type="checkbox"/> 點狀鏽水產生。	
			3 <input type="checkbox"/> 直徑3mm以下鋼筋之裂縫。 <input type="checkbox"/> 部分鏽水產生。	
			4 <input type="checkbox"/> 直徑3mm以上鋼筋之裂縫。 <input type="checkbox"/> 保護層剝落。 <input type="checkbox"/> 大範圍鏽水產生。 <input type="checkbox"/> 貫通的裂縫。	
鋼製浮臺、鋼管樁、鏈條、聯絡橋鋼材	防蝕披覆 塗裝	目視鏽蝕情形 • 塗膜損壞	1 <input type="checkbox"/> 初期狀態無任何變化，處於健全狀態。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率未達0.03%。	PA1~5 PB1~6
			2 <input type="checkbox"/> 部分生鏽或凸起等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 部分塗膜之剝離或龜裂等零星散佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.03%以上未達0.3%。	
			3 <input type="checkbox"/> 較大生鏽或凸起等廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍分佈各處。 <input checked="" type="checkbox"/> 缺陷面積率達0.3%以上未達10%。	
			4 <input type="checkbox"/> 大範圍生鏽或凸起等密集廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 伴隨生鏽之剝離範圍廣佈各處。 <input type="checkbox"/> 缺陷面積率達10%以上。	
				
				P1
				P2





巡查結果依碼頭(包含浮動碼頭)與防波堤分別探討。其中一般碼頭除九宮港區發現岸肩少部分的裂縫與剝落后，其餘以防舷材與車擋劣

化為主，劣化多屬附屬設施為主，此現象可能與其使用頻率有關。防波堤部分以胸牆與堤頂裂縫之劣化為主，其裂縫橫貫於沈箱中間並重複出現，本研究已藉由敲擊回音挑選幾處檢測其裂縫深度，以便與設計資料比對是否有超出沈箱板厚之疑慮；另外，目視檢測水頭與九宮浮動碼頭以基樁、浮臺鏽蝕與滾輪組的損壞為主要劣化現象，水頭港區 PS-1 除 A 群樁外，B 與 C 群樁均出現鏽蝕情形，另 C 群樁(RC1~RC3) 與 B 群樁(RB1)的滾輪組目前無法發揮其功能，故會有異音產生；水頭港區 PS-2 除 PB5、PB6 與 PB8 基樁出現鏽蝕情形外，其餘均無顯著異狀；九宮港區 PJ 在兩座浮臺均發現鏽蝕情形，另於 A、B 群樁均發現鏽蝕情形。

4.3 浮動碼頭基樁變位定期監測

4.3.1 光學測量

1.測量方式說明：測量方式乃藉由全測站(儀器廠牌型號 Leica FlexLine TS06，如圖 4.27 所示)，針對基樁上、下視點進行兩次傾斜量測，以量測其傾斜量，本研究已於 2014 年 12 月 15 日及 2015 年 3 月 23 日進行量測。基樁上、下測點設置原則與傾斜量計算方式如下所述：



圖 4.27 Leica FlexLine TS06 照片

(1)基樁上、下測點設置原則：由於浮動碼頭為圓柱形基樁，不若矩形結構有稜角可供作為參考測點，且由於人員無法可及，故以基樁碼頭橫梁之交界點為上、下測點，如圖 4.28 所示。



圖 4.28 基樁上、下視點設置原則

(2)傾斜量計算方式：將前述上、下視點之距離、水平與垂直角量測後，依公式 4.1 及 4.2 計算其測點垂距、水平偏移量與傾斜率。

$$H=L'\tan(90^{\circ}-Vt)-L'\tan(90^{\circ}-Vb) \dots\dots\dots (4.1)$$

$$\Delta=L'(Hb-Ht) \dots\dots\dots (4.2)$$

其中 H：測點垂距(cm) Δ：水平偏移量(cm)

Ht、Hb：上下測點水平角(徑度量)

Vt、Vb：上下測點垂直角(徑度量)

2.測站位置說明：浮動碼頭設置於金門港水頭與九宮港區(如圖 4.29 所示)。水頭港區共計三座浮動碼頭，如圖 4.30 所示(編號為 PS1~PS3，PS1~PS 2 供小三通使用，PS3 供往返烈嶼使用)；PS1 共計 3 組群樁，編號為 PS1-1~PS1-3(圖 4.31)。PS1-1 共計 4 處測點(圖 4.32)、PS1-2 共計 6 處測點(圖 4.33)、PS1-3 共計 5 處測點(圖 4.34)。PS2 共計 2 組群樁，編號為 PS2-1~PS2-2(圖 4.35)。PS2-1 共計 4 處

測點(圖 4.36)、PS2-2 共計 8 處測點(圖 4.37)；

PS3 共計 4 組群樁，編號為 PS3-1~PS3-4(圖 4.38)。PS3-1 共計 4 處測點(圖 4.39)、PS3-2 共計 4 處測點(圖 4.40)、PS3-3 共計 3 處測點(圖 4.41)、PS3-4 共計 3 處測點(圖 4.42)。

九宮港區共計一座浮動碼頭，編號為 PJ，此碼頭共計四組群樁，編號為 PJ1~PJ4(圖 4.43)，PJ1 共計 3 處測點(圖 4.44)、PJ2 共計 3 處測點、PJ3 共計 3 處測點(圖 4.45)、PJ4 共計 4 處測點(圖 4.46)。



圖 4.29 九宮與水頭港區位置示意



圖 4.30 水頭碼頭 PS1~PS3 位置示意



圖 4.31 水頭港區 PS1-1~PS1-3 位置示意



圖 4.32 水頭港區 PS1-1 各測點位置



圖 4.33 水頭港區 PS1-2 各測點位置



圖 4.34 水頭港區 PS1-3 各測點位置



圖 4.35 水頭港區 PS2-1~PS2-2 位置示意



圖 4.36 水頭港區 PS2-1 各測點位置



圖 4.37 水頭港區 PS2-2 各測點位置

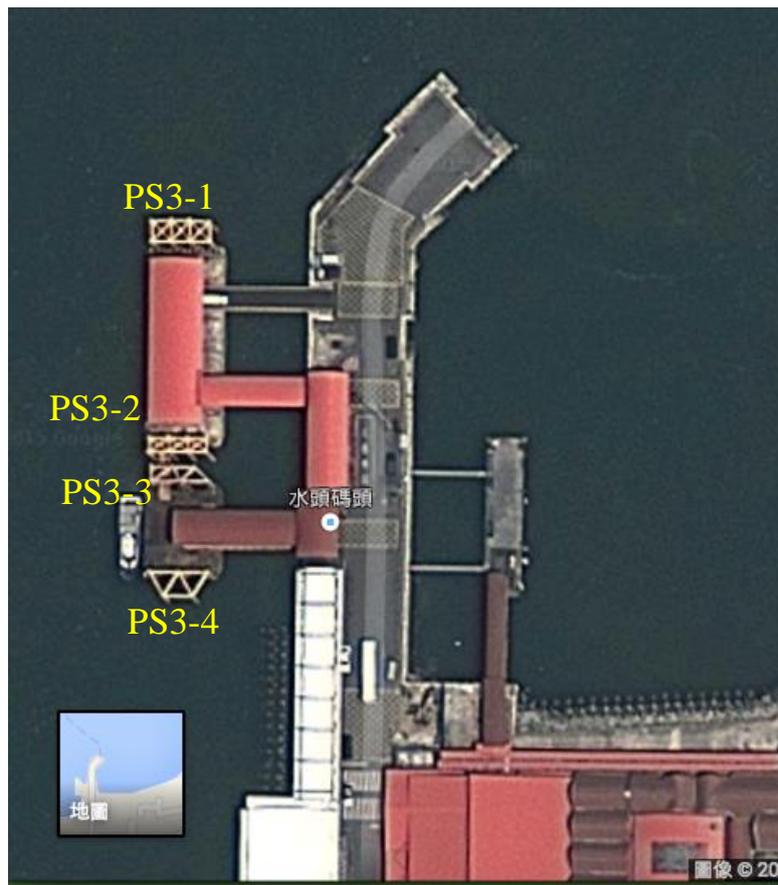


圖 4.38 水頭港區 PS3-1~PS3-4 位置示意



圖 4.39 水頭港區 PS3-1 各測點位置



圖 4.40 水頭港區 PS3-2 各測點位置



圖 4.41 水頭港區 PS3-3 各測點位置



圖 4.42 水頭港區 PS3-4 各測點位置



圖 4.43 九宮港區 PJ1~PJ4 位置示意



圖 4.44 九宮港區 PJ1 各測點位置



圖 4.45 九宮港區 PJ2 與 PJ3 各測點位置



圖 4.46 九宮港區 PJ4 各測點位置

3.量測結果，如表 4-14～表 4-17 所示。

表 4-14 水頭港區浮動碼頭 PS1 基樁偏移光學測量量測結果

儀器 編號	水平 距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ(cm)	平均值 μ(cm)	平均值 與最大 值之差 值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
PS1-1-1	11411.30	89	°	24	'	35.9	"	89	°	49	'	31	"	228	°	4	'	23.9	"	228	°	4	'	7	"	83	-0.93	-0.92	0.00
	11425.79	89	°	25	'	27.6	"	89	°	49	'	18.2	"	287	°	52	'	4.6	"	287	°	51	'	48	"	79	-0.92		
	11411.01	89	°	23	'	18.4	"	89	°	46	'	54.6	"	139	°	57	'	56.6	"	139	°	57	'	40	"	78	-0.92		
PS1-1-2	11156.77	89	°	23	'	21.2	"	89	°	48	'	45.1	"	227	°	39	'	3.1	"	227	°	37	'	38.7	"	82	-4.57	-4.55	0.01
	11171.07	89	°	24	'	31	"	89	°	48	'	28.7	"	287	°	26	'	18.7	"	287	°	24	'	54.9	"	78	-4.54		
	11154.51	89	°	21	'	53.6	"	89	°	46	'	26.5	"	139	°	32	'	23.8	"	139	°	30	'	59.7	"	80	-4.55		
PS1-1-3	10639.11	89	°	20	'	59.6	"	89	°	47	'	3.5	"	226	°	33	'	59.7	"	226	°	32	'	54.2	"	81	-3.38	-3.34	0.02
	10654.30	89	°	21	'	0.6	"	89	°	46	'	39.9	"	286	°	21	'	4.5	"	286	°	20	'	0	"	80	-3.33		
	10634.70	89	°	18	'	42.6	"	89	°	44	'	32.9	"	138	°	27	'	23.4	"	138	°	26	'	19	"	80	-3.32		
PS1-1-4	10653.73	89	°	20	'	27.2	"	89	°	46	'	31.9	"	224	°	40	'	25.5	"	224	°	40	'	17.7	"	81	-0.4	-0.40	0.01
	10664.96	89	°	21	'	0.8	"	89	°	46	'	50.7	"	284	°	27	'	41.6	"	284	°	27	'	33.8	"	80	-0.4		
	10650.66	89	°	18	'	42.1	"	89	°	44	'	25.2	"	136	°	33	'	38.3	"	136	°	33	'	30.7	"	80	-0.39		
PS1-2-1	10892.40	89	°	21	'	24.1	"	89	°	47	'	3.5	"	238	°	32	'	43.2	"	238	°	32	'	43.4	"	81	0.01	0.03	0.02
	10902.60	89	°	22	'	29	"	89	°	47	'	26.9	"	298	°	19	'	18.6	"	298	°	19	'	19.6	"	79	0.05		
	10887.07	88	°	51	'	51.9	"	89	°	9	'	11.6	"	240	°	3	'	14.2	"	240	°	3	'	15	"	55	0.04		
PS1-2-2	10719.36	88	°	52	'	25.8	"	89	°	18	'	47.6	"	238	°	27	'	19	"	238	°	27	'	26.5	"	82	0.39	0.36	0.03

儀器 編號	水平 距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ(cm)	平均值 μ(cm)	平均值 與最大 值之差 值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
	10663.54	88	°	52	'	56.6	"	89	°	17	'	30.2	"	298	°	11	'	56.6	"	298	°	12	'	3.2	"	76	0.34		
	10653.26	88	°	50	'	42.5	"	89	°	14	'	41.4	"	150	°	19	'	13.3	"	150	°	19	'	20	"	74	0.35		
PS1-2-3	10257.67	88	°	48	'	57	"	89	°	16	'	13.1	"	237	°	56	'	50.5	"	237	°	57	'	9.2	"	81	0.93	0.95	0.01
	10122.07	88	°	50	'	16.2	"	89	°	15	'	23.1	"	297	°	40	'	25	"	297	°	40	'	44.3	"	74	0.95		
	10110.64	88	°	47	'	31.6	"	89	°	12	'	20.7	"	149	°	48	'	30.4	"	149	°	48	'	50	"	73	0.96		
PS1-2-4	10717.91	88	°	52	'	51.6	"	89	°	16	'	35.7	"	236	°	36	'	53.4	"	236	°	36	'	55.5	"	74	0.11	0.13	0.01
	10727.19	88	°	53	'	3	"	89	°	17	'	22	"	296	°	23	'	19.1	"	296	°	23	'	21.7	"	76	0.14		
	10716.59	88	°	50	'	29.3	"	89	°	14	'	2.6	"	148	°	30	'	31.3	"	148	°	30	'	34	"	73	0.14		
PS1-2-5	10172.44	88	°	48	'	17.3	"	89	°	16	'	21.5	"	236	°	3	'	10	"	236	°	2	'	52.5	"	83	-0.86	-0.85	0.01
	10176.75	88	°	49	'	9.3	"	89	°	14	'	57.9	"	295	°	46	'	51.3	"	295	°	46	'	34	"	76	-0.85		
	10168.31	88	°	46	'	38.6	"	89	°	11	'	50.3	"	147	°	54	'	27.6	"	147	°	54	'	10.5	"	75	-0.84		
PS1-2-6	9889.61	89	°	17	'	37.9	"	89	°	46	'	10.1	"	235	°	38	'	12.6	"	235	°	38	'	40.4	"	82	1.33	1.31	0.02
	9901.08	89	°	19	'	3.8	"	89	°	46	'	12.1	"	295	°	24	'	0	"	295	°	24	'	27	"	78	1.3		
	9888.99	89	°	16	'	13.6	"	89	°	43	'	46.2	"	147	°	32	'	14.7	"	147	°	32	'	41.7	"	79	1.29		
PS1-3-1	10738.13	86	°	57	'	54.9	"	87	°	23	'	22.5	"	258	°	58	'	59.4	"	258	°	59	'	4.4	"	80	0.26	0.22	0.04
	10740.09	86	°	59	'	5.1	"	87	°	23	'	6.5	"	318	°	45	'	5.7	"	318	°	45	'	9.6	"	75	0.2		
	10741.46	86	°	56	'	31	"	87	°	20	'	11.2	"	170	°	52	'	43.4	"	170	°	52	'	47.5	"	74	0.21		
PS1-3-2	10193.43	86	°	47	'	15.3	"	87	°	13	'	55.5	"	259	°	35	'	35.9	"	259	°	35	'	47.1	"	79	0.55	0.55	0.01

儀器 編號	水平 距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ(cm)	平均值 μ(cm)	平均值 與最大 值之差 值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
	10196.81	86	°	48	'	22.3	"	87	°	13	'	24.4	"	319	°	21	'	11.6	"	319	°	21	'	23	"	74	0.56		
	10202.00	86	°	45	'	49.6	"	87	°	10	'	42.7	"	171	°	29	'	21.4	"	171	°	29	'	32.5	"	74	0.55		
PS1-3-3	10650.19	86	°	56	'	18.9	"	87	°	21	'	59.3	"	256	°	34	'	23.5	"	256	°	34	'	9.6	"	80	-0.72	-0.72	0.00
	10655.17	86	°	57	'	15.2	"	87	°	21	'	0.1	"	316	°	20	'	32.9	"	316	°	20	'	19	"	74	-0.72		
	10655.16	86	°	54	'	43.2	"	87	°	18	'	33.7	"	168	°	27	'	42.9	"	168	°	27	'	29	"	74	-0.72		
PS1-3-4	10103.59	86	°	46	'	11.4	"	87	°	13	'	3.2	"	257	°	6	'	46.5	"	257	°	7	'	9	"	79	1.1	1.11	0.01
	10108.22	86	°	47	'	27.3	"	87	°	12	'	57.2	"	316	°	52	'	12.4	"	316	°	52	'	35.1	"	75	1.11		
	10107.50	86	°	44	'	52.3	"	87	°	9	'	59.4	"	169	°	0	'	22.1	"	169	°	0	'	45	"	74	1.12		
PS1-3-5	9911.13	88	°	58	'	41.9	"	89	°	28	'	13.4	"	260	°	0	'	45.2	"	260	°	0	'	25.3	"	85	-0.96	-0.96	0.00
	9914.81	88	°	59	'	28.6	"	89	°	27	'	17	"	319	°	45	'	27	"	319	°	45	'	7	"	80	-0.96		
	9914.685	88	°	57	'	13.3	"	89	°	24	'	24.6	"	171	°	53	'	42.3	"	171	°	53	'	22.3	"	78	-0.96		

表 4-15 水頭港區浮動碼頭 PS2 基樁偏移光學測量量測結果

儀器 編號	水平距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ(cm)	平均值 μ(cm)	平均值與 最大值之 差值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
PS2-1-1	10770.94	88	°	50	'	5.4	"	89	°	8	'	26	"	125	°	12	'	37	"	125	°	11	'	56.6	"	57	-2.11	-2.11	0.00
	17130.23	88	°	48	'	54.9	"	89	°	6	'	46.3	"	307	°	44	'	26.5	"	307	°	44	'	1	"	89	-2.12		
	17163.88	88	°	49	'	56.9	"	89	°	7	'	48.3	"	244	°	43	'	8.3	"	244	°	42	'	43	"	89	-2.11		
PS2-1-2	17074.96	88	°	49	'	41.5	"	89	°	7	'	58	"	123	°	20	'	23.6	"	123	°	20	'	37.7	"	91	1.17	1.17	0.00
	17069.99	88	°	49	'	41.5	"	89	°	7	'	58	"	123	°	20	'	23.6	"	123	°	20	'	37.7	"	91	1.17		
	17106.11	88	°	49	'	53.9	"	89	°	7	'	55.4	"	242	°	51	'	9.5	"	242	°	51	'	23.5	"	90	1.16		
PS2-1-3	17468.27	88	°	50	'	43.4	"	89	°	9	'	4.2	"	121	°	30	'	38.5	"	121	°	30	'	27.5	"	93	-0.93	-0.92	0.01
	17467.12	88	°	49	'	36.9	"	89	°	7	'	26.7	"	304	°	2	'	16.9	"	304	°	2	'	6	"	91	-0.92		
	17502.34	88	°	50	'	54.2	"	89	°	9	'	11.6	"	241	°	1	'	12.2	"	241	°	1	'	1.5	"	93	-0.91		
PS2-1-4	17685.39	88	°	51	'	31.4	"	89	°	9	'	37	"	120	°	32	'	52	"	120	°	32	'	52.4	"	93	0.03	0.03	0.01
	17683.96	88	°	50	'	38	"	89	°	8	'	12	"	303	°	4	'	19	"	303	°	4	'	19.5	"	90	0.04		
	17718.54	88	°	51	'	51.9	"	89	°	9	'	11.6	"	240	°	3	'	14.2	"	240	°	3	'	14.5	"	89	0.03		
PS2-2-1	13212.30	87	°	49	'	54.3	"	88	°	12	'	32.8	"	112	°	35	'	19.2	"	112	°	35	'	15.4	"	87	-0.24	-0.24	0.02
	13206.64	87	°	48	'	32.9	"	88	°	10	'	34.4	"	295	°	7	'	28.5	"	295	°	7	'	25.1	"	85	-0.22		
	13239.66	87	°	50	'	20.6	"	88	°	11	'	41.5	"	232	°	7	'	42	"	232	°	7	'	38	"	82	-0.26		
PS2-2-2	12855.80	87	°	45	'	45.2	"	88	°	9	'	6.1	"	111	°	37	'	59.4	"	111	°	38	'	20.2	"	87	1.3	1.28	0.02
	12848.69	87	°	45	'	45.6	"	88	°	7	'	29.3	"	294	°	10	'	1	"	294	°	10	'	21	"	81	1.25		
	12880.82	87	°	46	'	24.7	"	88	°	8	'	45.9	"	231	°	11	'	17.3	"	231	°	11	'	38	"	84	1.29		

儀器 編號	水平距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ (cm)	平均值 μ (cm)	平均值與 最大値之 差值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
PS2-2-3	12585.00	87	°	44	'	6.2	"	88	°	7	'	23	"	110	°	19	'	32.9	"	110	°	19	'	30.2	"	85	-0.16	-0.15	0.02
	12579.39	87	°	42	'	47.1	"	88	°	5	'	34.9	"	292	°	51	'	27.4	"	292	°	51	'	25.3	"	84	-0.13		
	12611.39	87	°	44	'	21	"	88	°	7	'	12.2	"	229	°	52	'	19.8	"	229	°	52	'	17	"	84	-0.17		
PS2-2-4	12686.80	87	°	43	'	59	"	88	°	7	'	34.2	"	107	°	37	'	27.8	"	107	°	37	'	24.6	"	87	-0.2	-0.21	0.01
	12681.93	87	°	42	'	57.9	"	88	°	5	'	38.6	"	290	°	8	'	58.7	"	290	°	8	'	55.3	"	84	-0.21		
	12714.04	87	°	44	'	47.2	"	88	°	7	'	17.4	"	227	°	10	'	48.6	"	227	°	10	'	45	"	83	-0.22		
PS2-2-5	13669.26	87	°	54	'	22	"	88	°	16	'	37.7	"	104	°	35	'	54.1	"	104	°	35	'	46.2	"	89	-0.52	-0.52	0.00
	13604.35	87	°	53	'	33.3	"	88	°	14	'	43.1	"	287	°	7	'	1	"	287	°	6	'	53	"	84	-0.53		
	13635.32	87	°	54	'	48.3	"	88	°	16	'	25.6	"	224	°	9	'	25.4	"	224	°	9	'	17.5	"	86	-0.52		
PS2-2-6	13473.43	86	°	49	'	1.7	"	87	°	11	'	19.5	"	111	°	26	'	4.9	"	111	°	26	'	22.1	"	88	1.12	1.11	0.01
	13468.17	86	°	48	'	8.1	"	87	°	8	'	56.8	"	293	°	57	'	35	"	293	°	57	'	52	"	82	1.11		
	13500.19	86	°	49	'	37.1	"	87	°	10	'	56.9	"	230	°	58	'	12.6	"	230	°	58	'	29.5	"	84	1.11		
PS2-2-7	13245.13	86	°	45	'	23.7	"	87	°	7	'	47.6	"	110	°	19	'	53.3	"	110	°	19	'	50.4	"	87	-0.19	-0.19	0.01
	13238.41	86	°	43	'	58.3	"	87	°	5	'	42.2	"	292	°	51	'	52.9	"	292	°	51	'	50.1	"	84	-0.18		
	13270.84	86	°	45	'	41.1	"	87	°	7	'	26	"	229	°	52	'	27	"	229	°	52	'	24	"	84	-0.19		
PS2-2-8	13211.04	86	°	45	'	34.8	"	87	°	7	'	51.3	"	105	°	53	'	11.4	"	105	°	53	'	12.6	"	86	0.08	0.06	0.02
	13205.74	86	°	44	'	10.8	"	87	°	5	'	52.7	"	288	°	24	'	38.9	"	288	°	24	'	39.9	"	84	0.06		
	13237.76	86	°	46	'	2.3	"	87	°	7	'	40.7	"	225	°	26	'	6.4	"	225	°	26	'	7	"	84	0.04		

表 4-16 水頭港區浮動碼頭 PS3 基樁偏移光學測量量測結果

儀器 編號	水平距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ(cm)	平均值 μ(cm)	平均值與 最大之 差值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
PS3-1-1	3094.89	89	°	24	'	35.9	"	89	°	49	'	31	"	228	°	4	'	23.9	"	228	°	4	'	7	"	22	-0.25	-0.26	0.01
	3099.08	83	°	36	'	50.9	"	85	°	6	'	5.8	"	166	°	55	'	40.9	"	166	°	55	'	23	"	81	-0.27		
	3084.34	83	°	27	'	3.3	"	84	°	56	'	40.3	"	18	°	21	'	22.8	"	18	°	21	'	6	"	81	-0.25		
PS3-1-2	3176.12	89	°	23	'	21.2	"	89	°	48	'	45.1	"	227	°	39	'	3.1	"	227	°	37	'	38.7	"	23	-1.3	-1.29	0.01
	3177.00	83	°	45	'	35.1	"	85	°	13	'	8.4	"	158	°	22	'	30.5	"	158	°	21	'	7	"	82	-1.29		
	3166.95	83	°	36	'	34	"	85	°	4	'	29.2	"	9	°	46	'	32.5	"	9	°	45	'	9	"	82	-1.28		
PS3-1-3	3497.55	89	°	20	'	59.6	"	89	°	47	'	3.5	"	226	°	33	'	59.7	"	226	°	32	'	54.2	"	27	-1.11	-1.10	0.00
	3499.09	84	°	20	'	3.3	"	85	°	39	'	14.7	"	155	°	9	'	1.8	"	155	°	7	'	57	"	81	-1.1		
	3489.36	84	°	11	'	56	"	85	°	32	'	5.1	"	6	°	36	'	30.1	"	6	°	35	'	25	"	82	-1.1		
PS1-1-4	3814.33	89	°	20	'	27.2	"	89	°	46	'	31.9	"	224	°	40	'	25.5	"	224	°	40	'	17.7	"	29	-0.14	-0.16	0.02
	3814.49	84	°	47	'	39.2	"	86	°	0	'	58.8	"	152	°	35	'	39.7	"	152	°	35	'	31	"	82	-0.16		
	3806.75	84	°	40	'	17.3	"	85	°	54	'	17.8	"	4	°	4	'	25	"	4	°	4	'	16	"	83	-0.17		
PS3-2-1	4059.04	85	°	4	'	2.8	"	86	°	16	'	11.1	"	36	°	17	'	22.7	"	36	°	16	'	8.4	"	86	-1.46	-1.45	0.01
	4063.23	85	°	3	'	22.7	"	86	°	10	'	58.9	"	127	°	48	'	14	"	127	°	47	'	1	"	80	-1.44		
	4063.16	85	°	1	'	51.6	"	86	°	10	'	18.6	"	307	°	53	'	22.4	"	307	°	52	'	9.5	"	81	-1.44		
PS3-2-2	3748.76	84	°	39	'	29	"	85	°	58	'	43.1	"	33	°	29	'	7.9	"	33	°	27	'	52.2	"	87	-1.38	-1.39	0.01
	3752.42	84	°	38	'	35.9	"	85	°	53	'	0.2	"	125	°	0	'	43.7	"	124	°	59	'	27	"	82	-1.4		
	3754.44	84	°	37	'	28.4	"	85	°	52	'	8.4	"	305	°	6	'	22.8	"	305	°	5	'	6	"	82	-1.4		

儀器 編號	水平距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ (cm)	平均值 μ (cm)	平均值與 最大值之 差值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
PS3-2-3	3460.47	84	°	11	'	53.7	"	85	°	36	'	18.9	"	30	°	4	'	6.7	"	30	°	2	'	57.5	"	86	-1.16	-1.17	0.01
	3462.47	84	°	10	'	27.1	"	85	°	30	'	37.4	"	121	°	36	'	5	"	121	°	34	'	55	"	81	-1.18		
	3466.69	84	°	9	'	6	"	85	°	29	'	37.5	"	301	°	40	'	22.5	"	301	°	39	'	12	"	82	-1.18		
PS3-2-4	3359.65	84	°	2	'	28.9	"	85	°	30	'	14.4	"	23	°	27	'	43	"	23	°	29	'	20.5	"	86	1.59	1.58	0.01
	3360.59	84	°	1	'	12	"	85	°	24	'	7.9	"	115	°	1	'	4.1	"	115	°	2	'	41	"	82	1.58		
	3367.40	84	°	0	'	39.8	"	85	°	23	'	17.3	"	295	°	2	'	42.1	"	295	°	4	'	18	"	82	1.57		
PS3-3-1	2835.21	86	°	15	'	8.7	"	87	°	55	'	32.6	"	110	°	59	'	20.2	"	110	°	59	'	51.5	"	83	0.43	0.42	0.01
	2852.14	86	°	22	'	12.2	"	87	°	58	'	34.6	"	277	°	30	'	29.8	"	277	°	30	'	59.8	"	80	0.41		
	3320.39	86	°	49	'	58.3	"	88	°	12	'	41.7	"	22	°	50	'	59.4	"	22	°	51	'	25	"	80	0.41		
PS3-3-2	3018.71	86	°	30	'	6.2	"	88	°	4	'	0.7	"	104	°	9	'	48.8	"	104	°	9	'	26.3	"	83	-0.33	-0.34	0.01
	3035.97	86	°	36	'	36.9	"	88	°	6	'	49.6	"	270	°	43	'	49.3	"	270	°	43	'	26	"	80	-0.34		
	3507.12	87	°	1	'	5.3	"	88	°	19	'	19.5	"	17	°	0	'	57.6	"	17	°	0	'	37	"	80	-0.35		
PS3-3-3	3553.14	87	°	2	'	6.1	"	88	°	24	'	22.9	"	101	°	53	'	9.5	"	101	°	54	'	0.5	"	85	0.88	0.86	0.02
	3571.02	87	°	7	'	35.2	"	88	°	24	'	43.2	"	268	°	29	'	46	"	268	°	30	'	35	"	80	0.85		
	4042.12	87	°	25	'	4.7	"	88	°	33	'	15.1	"	15	°	0	'	34.3	"	15	°	1	'	18	"	80	0.86		
PS3-4-1	3609.52	87	°	11	'	11.6	"	88	°	29	'	46.1	"	74	°	40	'	7.3	"	74	°	39	'	10.2	"	83	-1	-1.01	0.01
	3630.72	87	°	16	'	29.7	"	88	°	15	'	49.6	"	244	°	43	'	53.5	"	244	°	42	'	56	"	63	-1.01		
	4040.96	87	°	30	'	41.1	"	88	°	38	'	37.9	"	350	°	56	'	1.1	"	350	°	55	'	9	"	80	-1.02		
PS3-4-2	3102.79	86	°	40	'	37	"	88	°	14	'	31.1	"	70	°	51	'	51.9	"	70	°	51	'	54.2	"	85	0.03	0.03	0.01

儀器 編號	水平距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ (cm)	平均值 μ (cm)	平均值與 最大值之 差值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
	3108.79	86	°	48	'	2.2	"	88	°	15	'	49.6	"	244	°	43	'	49	"	244	°	43	'	51.8	"	80	0.04		
	3504.16	87	°	4	'	33.2	"	88	°	23	'	16.4	"	349	°	6	'	20.2	"	349	°	6	'	22	"	80	0.03		
PS3-4-3	2990.29	86	°	31	'	28.8	"	88	°	8	'	43.6	"	62	°	10	'	36	"	62	°	8	'	33.9	"	85	-1.77		
	3009.81	86	°	38	'	21	"	88	°	9	'	3.7	"	228	°	58	'	36.2	"	228	°	56	'	34	"	80	-1.78	-1.77	0.01
	3370.26	86	°	56	'	13.2	"	88	°	18	'	6.3	"	340	°	30	'	57.9	"	340	°	29	'	10	"	80	-1.76		

表 4-17 九宮港區浮動碼頭 PJ 基樁偏移光學測量量測結果

儀器 編號	水平距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ(cm)	平均值 μ(cm)	平均值與 最大值之 差值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
PJ1-1	2558.74	82	°	27	'	29.9	"	84	°	23	'	5.1	"	110	°	55	'	32.8	"	110	°	55	'	16.1	"	87	-0.21	-0.22	0.01
	3361.37	87	°	18	'	20.4	"	88	°	39	'	57.9	"	344	°	56	'	35	"	344	°	56	'	21	"	80	-0.23		
	3370.08	87	°	25	'	31.2	"	88	°	46	'	39.7	"	254	°	20	'	47.5	"	254	°	20	'	34	"	80	-0.22		
PJ1-2	2918.58	83	°	23	'	33.4	"	85	°	4	'	48.9	"	100	°	45	'	7.8	"	100	°	45	'	38.2	"	87	0.43	0.45	0.02
	2846.55	86	°	49	'	37.7	"	88	°	25	'	41.4	"	341	°	46	'	9.8	"	341	°	46	'	44	"	80	0.47		
	2855.21	86	°	58	'	17.3	"	88	°	33	'	52.9	"	251	°	9	'	41.8	"	251	°	10	'	15	"	80	0.46		
PJ1-3	3413.76	84	°	19	'	24.1	"	85	°	46	'	24.6	"	97	°	28	'	57.4	"	97	°	28	'	55.9	"	87	-0.02	-0.02	0.01
	2798.53	86	°	44	'	21.8	"	88	°	21	'	50.9	"	331	°	11	'	9.6	"	331	°	11	'	8.2	"	80	-0.02		
	2808.50	86	°	54	'	6.9	"	88	°	30	'	23.1	"	240	°	34	'	16.6	"	240	°	34	'	15.5	"	79	-0.01		
PJ2-1	2560.61	86	°	43	'	26.1	"	88	°	30	'	52.7	"	101	°	15	'	56.7	"	101	°	14	'	42.1	"	80	-0.93	-0.93	0.01
	2571.38	86	°	32	'	16.5	"	88	°	16	'	15.2	"	27	°	47	'	15.9	"	27	°	46	'	2	"	78	-0.92		
	2620.47	86	°	41	'	35.4	"	88	°	24	'	43.1	"	297	°	5	'	51.5	"	297	°	4	'	38	"	79	-0.93		
PJ2-2	2755.53	86	°	51	'	23.4	"	88	°	33	'	58.6	"	90	°	32	'	7.3	"	90	°	32	'	21.2	"	82	0.19	0.18	0.01
	2766.60	86	°	40	'	58.8	"	88	°	20	'	18.2	"	17	°	7	'	10.5	"	17	°	7	'	24	"	80	0.18		
	2765.76	86	°	48	'	59.6	"	88	°	28	'	55.8	"	286	°	24	'	39.3	"	286	°	24	'	53	"	81	0.18		
PJ2-3	3258.64	87	°	21	'	57.8	"	88	°	48	'	33.3	"	93	°	6	'	31.3	"	93	°	6	'	36.5	"	82	0.08	0.08	0.01
	3270.98	87	°	13	'	6.4	"	88	°	36	'	55.1	"	14	°	32	'	6.5	"	14	°	32	'	11	"	80	0.07		
	3272.93	87	°	19	'	43.2	"	88	°	43	'	34.6	"	283	°	51	'	35.2	"	283	°	51	'	41	"	80	0.09		

儀器 編號	水平距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ (cm)	平均值 μ (cm)	平均值與 最大之 差值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
PJ3-1	3351.67	87	°	26	'	44.4	"	88	°	51	'	10.1	"	58	°	15	'	6.5	"	58	°	16	'	10.5	"	82	1.04	1.03	0.01
	2568.16	82	°	18	'	20.2	"	84	°	13	'	4.5	"	37	°	28	'	37	"	37	°	29	'	59	"	87	1.02		
	2564.50	82	°	26	'	29.7	"	84	°	17	'	46	"	306	°	44	'	59.8	"	306	°	46	'	23	"	84	1.03		
PJ3-2	2836.72	86	°	59	'	40.9	"	88	°	39	'	45.6	"	55	°	3	'	38	"	55	°	3	'	3.7	"	83	-0.47	-0.47	0.01
	2929.29	83	°	15	'	19.8	"	84	°	53	'	25.2	"	27	°	18	'	34	"	27	°	18	'	1	"	84	-0.47		
	2928.47	83	°	22	'	20.1	"	85	°	0	'	21.1	"	296	°	36	'	19.6	"	296	°	35	'	47	"	84	-0.46		
PJ3-3	2790.52	86	°	54	'	44.3	"	88	°	35	'	25.2	"	44	°	25	'	48.8	"	44	°	27	'	26	"	82	1.32	1.31	0.01
	3425.02	84	°	11	'	54.2	"	85	°	36	'	10.7	"	24	°	1	'	33	"	24	°	2	'	51.5	"	85	1.3		
	3423.98	84	°	18	'	37.5	"	85	°	42	'	26.7	"	293	°	23	'	5.4	"	293	°	24	'	25	"	84	1.32		
PJ4-1	4128.63	85	°	27	'	35.5	"	86	°	40	'	14.2	"	68	°	10	'	40.4	"	68	°	10	'	55.9	"	88	0.31	0.32	0.00
	4141.28	85	°	25	'	48	"	86	°	35	'	31.2	"	248	°	49	'	58	"	248	°	50	'	14	"	84	0.32		
	4262.39	85	°	34	'	1.7	"	86	°	41	'	45.9	"	24	°	20	'	50.6	"	24	°	21	'	6	"	84	0.32		
PJ4-2	4381.80	85	°	42	'	53.3	"	86	°	50	'	10.7	"	62	°	46	'	9	"	62	°	46	'	53	"	86	0.93	0.95	0.01
	4079.21	85	°	21	'	54.2	"	86	°	32	'	39.6	"	245	°	2	'	26.9	"	245	°	3	'	15	"	84	0.95		
	4516.66	85	°	49	'	12.9	"	86	°	51	'	15.5	"	19	°	7	'	38	"	19	°	8	'	22	"	82	0.96		
PJ4-3	4697.47	85	°	59	'	39.6	"	87	°	2	'	35.3	"	62	°	12	'	40.6	"	62	°	10	'	55.6	"	86	-2.39	-2.37	0.01
	4392.60	85	°	42	'	1	"	86	°	45	'	54.5	"	243	°	27	'	32.1	"	243	°	25	'	41	"	82	-2.37		
	4832.56	86	°	6	'	7.5	"	87	°	3	'	21.7	"	18	°	35	'	26.9	"	18	°	33	'	46	"	81	-2.36		

儀器 編號	水平距離	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 Δ (cm)	平均值 μ (cm)	平均值與 最大值之 差值(cm)												
	L(cm)	上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)																		
PJ4-4	5115.91	86	°	19	'	13	"	87	°	16	'	54.5	"	61	°	38	'	36	"	61	°	38	'	49.9	"	86	0.34	0.35	0.01
	5126.21	86	°	18	'	16.4	"	87	°	16	'	11.7	"	242	°	19	'	19.7	"	242	°	19	'	34	"	87	0.36		
	5251.37	86	°	24	'	5.4	"	87	°	17	'	22	"	18	°	3	'	29.8	"	18	°	3	'	44	"	82	0.36		

4.量測結果討論：

各港區浮動碼頭三次之傾斜量測(103年12月17日、104年3月23日、104年6月17日)結果。水平偏移量最大差值(平均值與最大值差值的絕對值)水頭港區 PS1 介於 0~0.04 cm、PS2 介於 0~0.02 cm、PS3 介於 0~0.02 cm；九宮港區 PJ 則介於 0~0.02 cm。

4.3.2 3D 雷射掃描測量

本測量為輔助光學測量而實施，於 103 年 12 月 17 日與 104 年 6 月 17 日進行量測，希望藉由兩次量測之差異與光學測量進行比對。

1.工作範圍：

水頭與九宮港區浮動碼頭之 3D 掃瞄工作範圍，分別如圖 4.47、圖 4.48 所示。本項作業除水頭港區浮動碼頭 PS2 因量測位置與待測標的物之測距過大無法測繪外，其餘浮動碼頭量測皆可繪製點雲資料並求取基樁相關數值。

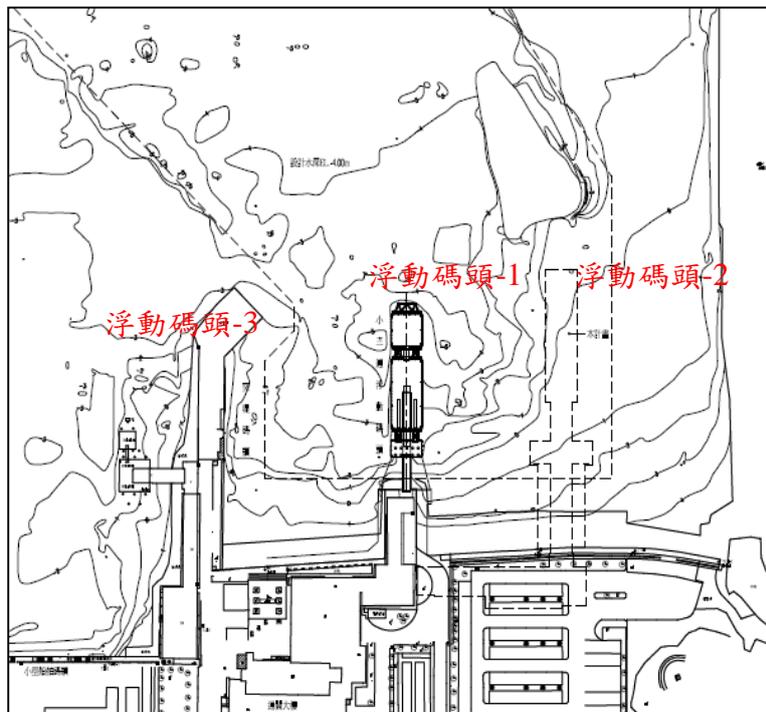


圖 4.47 水頭港區浮動碼頭基樁 3D 雷射掃描工作範圍示意圖

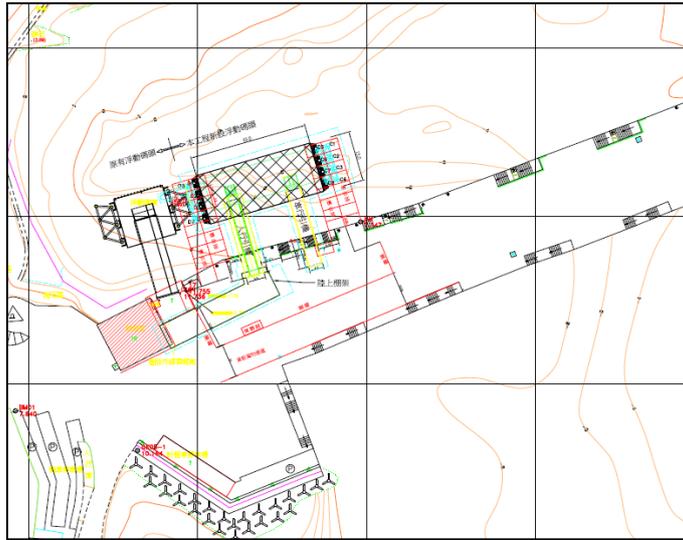


圖 4.48 九宮港區浮動碼頭基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖

2. 工作項目與採用儀器：

(1) 此項工作主要內容分為「3D 雷射數位掃描」與「數位成果及 3D 點雲檢視程式」兩項。

(2) 3D 雷射數位掃描：本次測量採用 FARO® Laser Scanner Focus3D 掃描儀(圖 4.49)，其系統規格如下：

- a. 掃描距離：0.6~120 m。
- b. 掃描速度：122,000 / 244,000 / 488,000 / 976,000 點 / 秒。
- c. 掃描誤差：10m 和 25m 時為 ± 2 mm 垂直角度: 300°。
- d. 水準角度：360°。

掃描有效點數為 597,156 點所取得的資料直接來自於構造物本體，所獲得的點雲(point of clouds)具有即時記錄、實況記錄的特性。依本案需求提供精確度高之 3D 點雲資料檔案，現場使用高密度點雲紀錄外，並包含各測站套疊精確度報告書。提供完整點雲檢視及量測程式，有效提升 3D 掃瞄對後續加值處理更具典藏之價值與意義。3D 雷射數位掃描標準作業流程如圖 4.50 所示。



圖 4.49 FARO FOCUS 掃描儀

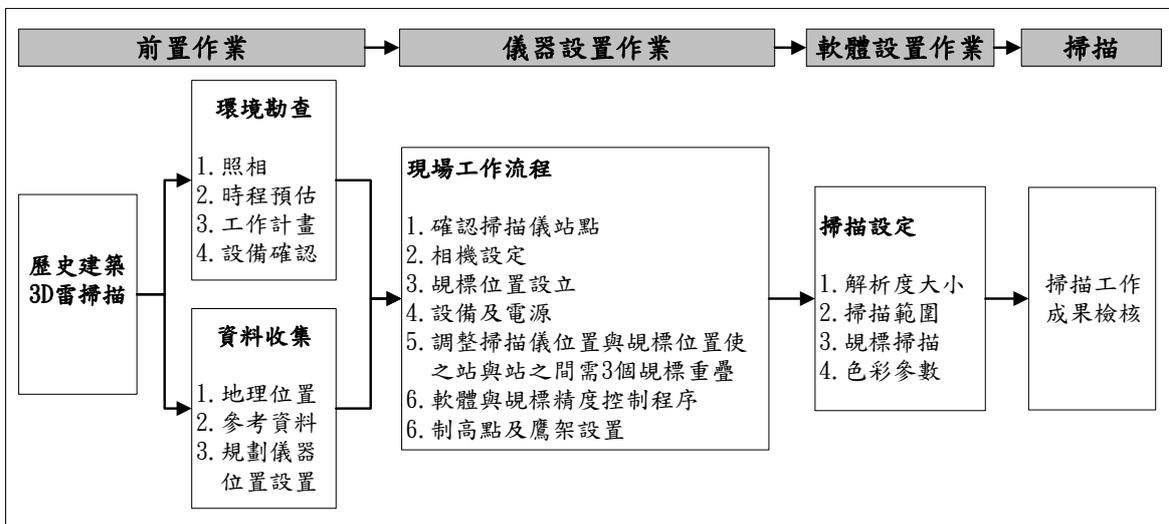


圖 4.50 雷射掃描流程圖

3.數位成果及 3D 點雲檢視：本次成果內容包含下列項目：

- (1)數位 3D 點雲原始檔。
- (2)欄位以逗號分隔的 XYZ 文字檔。
- (3)各基樁斜率計算檔。

九宮浮動碼頭基樁位置，如圖 4.51 所示，各基樁傾斜斜率列表如表 4-18 所示，九宮浮動碼頭基樁點雲圖如圖 4.52 所示。

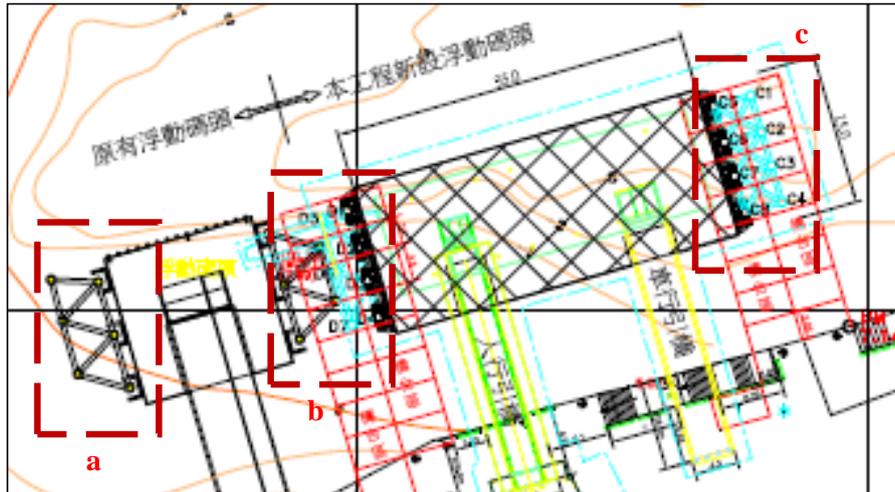


圖 4.51 九宮港區浮動碼頭基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖

表 4-18 九宮港區浮動碼頭 PJ 基樁 3D 雷射掃瞄結果

	下視點			上視點			上下視點水 平偏移量(cm)		平均值 (cm)	平均值與最 大值之差值 (cm)
	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	1 st	2 nd		
1a-1	-57.549	-42.639	-0.100	-57.544	-42.627	0.900	-1.2	-1.1	-1.15	0.05
1a-2	-52.044	-42.882	0.154	-52.045	-42.882	1.154	0	0.2	0.025	0.025
1a-3	-46.604	-43.175	1.065	-46.609	-43.177	2.065	0.2	0.4	0.205	0.005
1a-4	-59.326	-46.850	-0.500	-59.330	-46.861	0.500	1.1	1.2	1.15	0.05
1a-5	-54.981	-47.014	-0.095	-54.977	-47.000	0.905	-1.4	-1.3	-1.35	0.05
1a-6	-49.604	-47.453	0.402	-49.597	-47.464	1.402	1.1	1.2	1.15	0.05
1b-1	-55.831	-17.149	1.825	-55.843	-17.147	2.825	-0.2	-0.3	-0.25	0.05
1b-2	-52.166	-17.244	0.269	-52.169	-17.250	1.269	0.6	0.8	0.625	0.025
1b-3	-48.873	-17.442	0.690	-48.874	-17.450	1.690	0.8	0.8	0.8	0
1b-4	-44.756	-17.810	3.243	-44.765	-17.807	4.243	-0.3	-0.14	-0.325	0.025
1b-5	-56.026	-19.531	1.158	-56.024	-19.542	2.158	1.1	1.15	1.125	0.025
1b-6	-50.772	-20.148	1.081	-50.768	-20.146	2.081	-0.2	-0.21	-0.205	0.005
1b-7	-45.232	-20.667	2.112	-45.240	-20.667	3.112	0	0.14	0.025	0.025
1b-8	-53.502	-20.977	-1.268	-53.484	-20.980	-0.268	0.3	0.32	0.31	0.01
1b-9	-47.876	-21.344	-0.322	-47.872	-21.355	0.678	1.1	1.2	1.15	0.05
1b-10	-56.398	-25.261	-0.741	-56.393	-25.260	0.259	-0.1	-0.13	-0.115	0.015
1b-11	-51.175	-25.457	-1.014	-51.173	-25.447	-0.014	-1	-0.9	-0.95	0.05

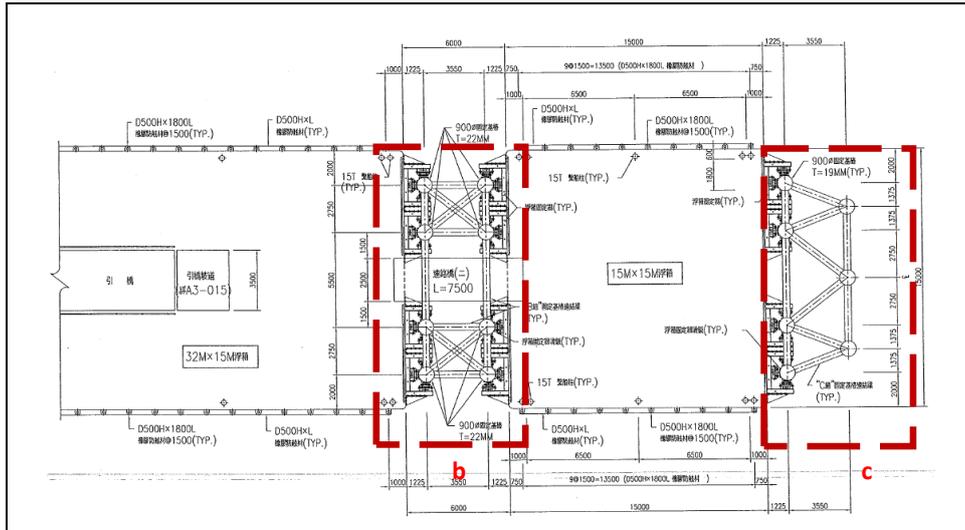


圖 4.54 水頭港區浮動碼頭 PS1(b·c)基樁 3D 雷射掃瞄工作範圍示意圖

表 4-19 水頭港區浮動碼頭 PS1 基樁 3D 雷射掃瞄結果

	下視點			上視點			上下視點水平偏移量 (cm)		平均值 (cm)	平均值與最大値之差值 (cm)
	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	1 st	2 nd		
1a-1	-85.068	-20.254	0.913	-85.089	-20.260	1.913	0.6	0.5	0.55	0.05
1a-2	-87.966	-20.207	4.334	-87.961	-20.211	5.334	0.4	0.33	0.365	0.035
1a-3	點數不夠無法計算									
1a-4	點數不夠無法計算									
1a-5	-85.082	-15.702	2.127	-85.081	-15.701	3.127	-0.1	-0.11	-0.105	0.005
1a-6	-87.894	-15.726	4.776	-87.897	-15.754	5.776	2.8	2.7	2.75	0.05
1a-7	點數不夠無法計算									
1a-8	點數不夠無法計算									
1b-1	-85.280	-58.328	0.404	-85.298	-58.330	1.404	0.2	0.3	0.25	0.05
1b-2	-88.130	-58.265	1.084	-88.128	-58.279	2.084	1.4	1.42	1.41	0.01
1b-3	-93.606	-58.260	0.632	-93.647	-58.266	1.632	0.6	0.61	0.605	0.005
1b-4	點數不夠無法計算									
1b-5	-85.255	-54.798	0.364	-85.287	-54.800	1.364	0.2	0.23	0.215	0.015
1b-6	-88.076	-54.827	-0.382	-88.091	-54.826	0.618	-0.1	-0.12	-0.11	0.01
1b-7	-93.583	-54.777	-0.133	-93.590	-54.782	0.867	0.5	0.55	0.525	0.025
1b-8	點數不夠無法計算									
1c-1	-86.920	-79.175	-0.162	-86.921	-79.170	0.838	-0.5	-0.53	-0.515	0.015

1c-2	-90.900	-79.272	-0.338	-90.898	-79.295	0.662	2.3	2.33	2.315	0.015
1c-3	-94.805	-79.095	-0.179	-94.815	-79.069	0.821	-2.6	-2.58	-2.59	0.01
1c-4	-85.351	-75.876	0.298	-85.373	-75.885	1.298	0.9	0.88	0.89	0.01
1c-5	-87.826	-75.471	0.277	-87.827	-75.541	1.277	7	7.1	7.05	0.05
1c-6	-93.478	-75.634	0.516	-93.503	-75.572	1.516	-6.2	-6.22	-6.21	0.01
1c-7	點數不夠無法計算									

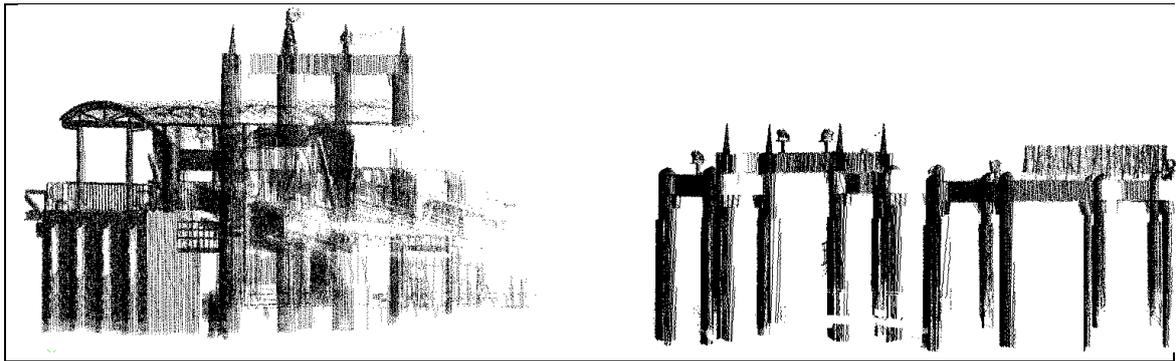


圖 4.55、水頭港區浮動碼頭 PS1 基樁點雲圖

水頭浮動碼頭 PS2 基樁位置，如圖 4.56 所示，各基樁傾斜斜率如表 4-20 所示，點雲圖如圖 4.57 所示。

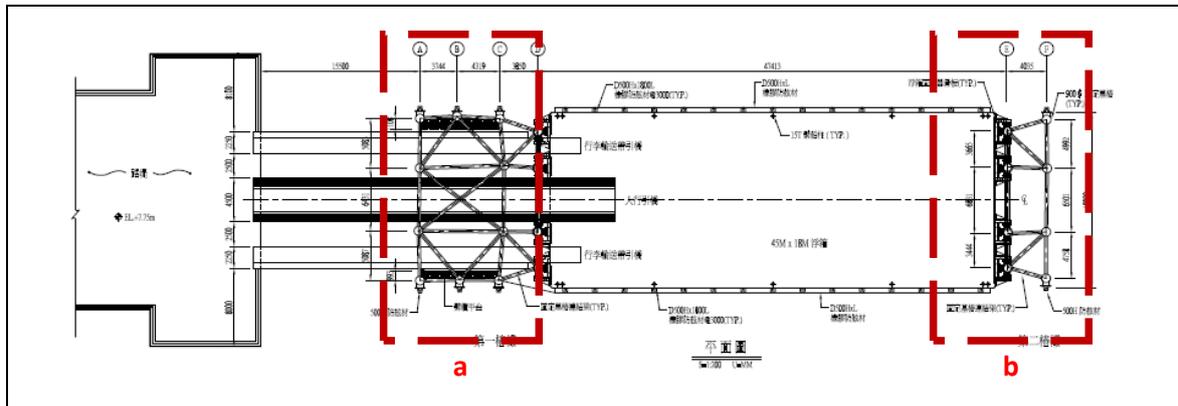


圖 4.56 水頭浮動碼頭 PS2 基樁 3D 掃描工作範圍示意圖

表 4-20 水頭港區浮動碼頭 PS2 基樁 3D 雷射掃瞄結果

	下視點			上視點			2 nd 上下視點水平偏 移量(cm)
	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	
2a-1	-91.354	65.236	3.994	-91.361	65.236	4.994	0.7
2a-2	-87.603	65.259	4.886	-87.606	65.255	5.886	0.5
2a-3	-81.001	65.479	5.93	-81	65.478	6.93	0.1
2a-4	-77.297	65.615	2.866	-77.292	65.618	3.866	0.6
2a-5	-92.474	61.334	2.759	-92.468	61.344	3.759	1.2
2a-6	-87.703	61.926	3.431	-87.7	61.926	4.431	0.3
2a-7	-80.947	62.055	4.48	-80.945	62.053	5.48	0.3
2a-8	-75.979	61.734	3.152	-75.986	61.729	4.152	0.9
2a-9	-92.575	57.024	2.217	-92.56	57.025	3.217	1.5
2a-10	-75.854	57.814	2.506	-75.858	57.809	3.506	0.6
2a-11	-92.268	53.303	2.348	-92.259	53.294	3.348	1.3
2a-12	-87.178	53.421	4.219	-87.186	53.421	5.219	0.8
2a-13	-80.684	53.483	3.421	-80.678	53.476	4.421	0.9
2a-14	-75.648	53.831	2.754	-75.649	53.831	3.754	0.1
2b-1	-94.289	116.576	1.977	-94.287	116.582	2.977	0.6
2b-2	-89.311	116.776	1.794	-89.309	116.778	2.794	0.3
2b-3	-82.816	116.888	1.487	-82.817	116.894	2.487	0.6
2b-4	-78.098	117.064	1.804	-78.09	117.066	2.804	0.8
2b-5	-92.969	112.591	5.283	-92.961	112.605	6.283	1.6
2b-6	-89.326	112.81	5.66	-89.335	112.827	6.66	1.9
2b-7	-82.495	113.076	5.593	-82.501	113.075	6.593	0.6
2b-8	-79.082	113.099	5.645	-79.162	113.099	6.645	1.8

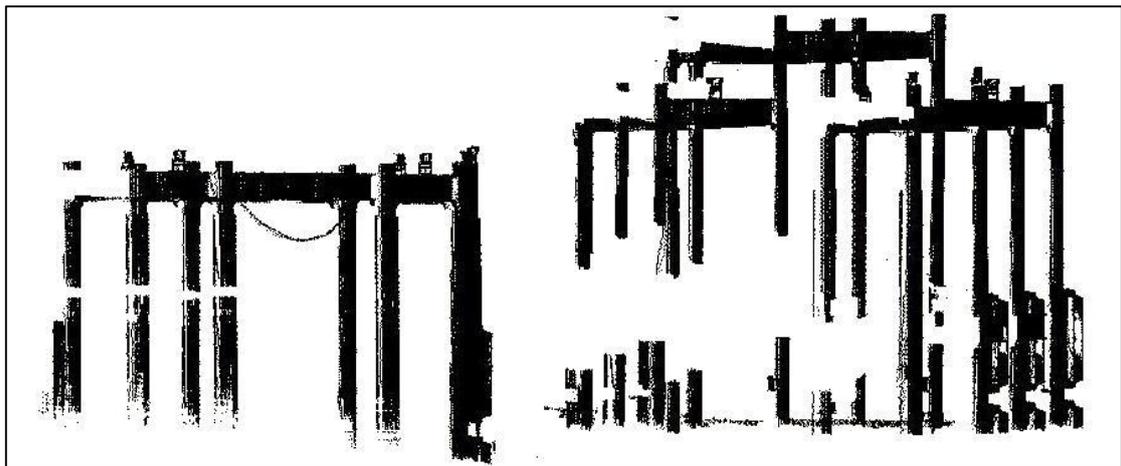


圖 4.57 水頭港區浮動碼頭 PS2 基樁點雲圖

水頭浮動碼頭 PS3 基樁位置，如圖 4.58 所示，各基樁傾斜斜率如表 4-21 所示，點雲圖如圖 4.59 所示。

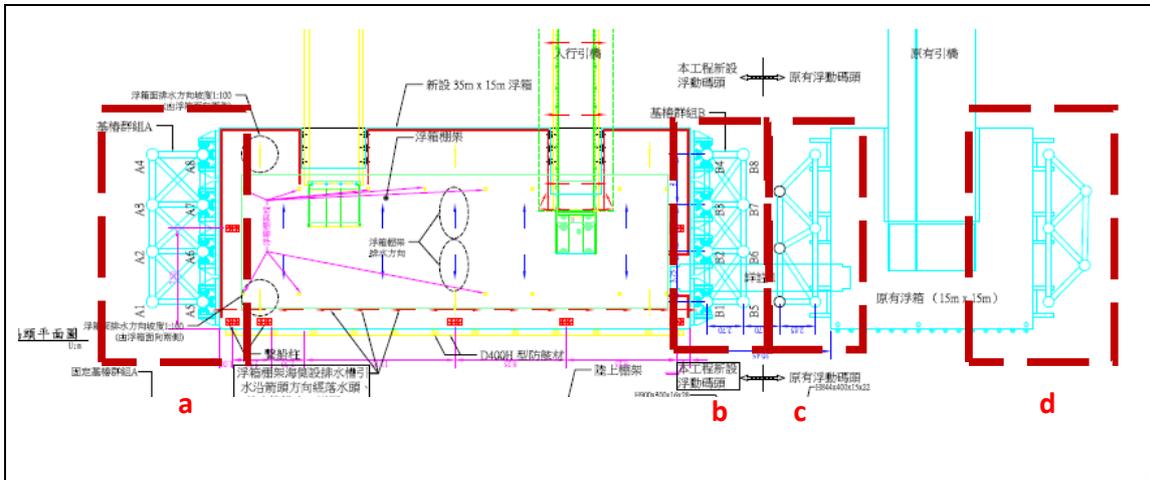


圖 4.58 水頭港區浮動碼頭 PS3 基樁 3D 掃瞄工作範圍示意圖

表 4-21 水頭港區浮動碼頭 PS3 基樁 3D 雷射掃描 2 次量測比較

	下視點			上視點			初始上下視點水平偏移量(cm)		平均值 (cm)	平均值與最大值之差值 (cm)
	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	1 st	2 nd		
3a-1	35.698	-54.644	2.588	35.698	-54.645	3.588	0.1	0.3	0.125	0.025
3a-2	39.494	-54.712	2.222	39.491	-54.713	3.222	0.1	0.2	0.15	0.05
3a-3	43.174	-54.704	2.525	43.177	-54.698	3.525	-0.6	-0.5	-0.55	0.05
3a-4	46.778	-54.635	1.790	46.777	-54.635	2.790	0	0.2	0.025	0.025
3a-5	35.880	-58.312	1.873	35.875	-58.310	2.873	-0.2	-0.32	-0.26	0.06
3a-6	39.580	-58.606	1.396	39.576	-58.613	2.396	0.7	0.8	0.75	0.05
3a-7	43.023	-58.617	1.474	43.017	-58.623	2.474	0.6	0.8	0.615	0.015
3a-8	46.751	-58.476	1.549	46.749	-58.474	2.549	-0.2	-0.22	-0.21	0.01
3b-1	36.332	-14.533	2.396	36.335	-14.534	3.396	0.1	0.2	0.15	0.05
3b-2	39.825	-14.508	2.106	39.818	-14.514	3.106	0.6	0.8	0.61	0.01
3b-3	43.415	-14.575	3.120	43.416	-14.577	4.120	0.2	0.3	0.25	0.05
3b-4	47.257	-14.430	4.720	47.253	-14.446	5.720	1.6	1.73	1.665	0.065
3b-5	36.239	-17.169	2.028	36.239	-17.173	3.028	0.4	0.4	0.4	0
3b-6	39.888	-17.092	3.036	39.887	-17.094	4.036	0.2	0.31	0.255	0.055
3b-7	43.488	-17.210	2.439	43.487	-17.210	3.439	0	0.2	0.01	0.01
3b-8	47.087	-17.119	1.463	47.088	-17.126	2.463	0.7	0.75	0.725	0.025

3c-1	36.118	-9.239	1.803	36.114	-9.236	2.803	-0.3	-0.35	-0.325	0.025
3c-2	41.616	-9.284	1.619	41.618	-9.284	2.619	0	0.1	0.05	0.05
3c-3	47.146	-9.335	1.489	47.145	-9.327	2.489	-0.8	-0.85	-0.825	0.025
3c-4	38.822	-11.911	1.232	38.819	-11.913	2.232	0.2	0.2	0.2	0
3c-5	43.093	-11.985	1.016	43.100	-11.984	2.016	-0.1	0	-0.05	0.05
3c-6	47.066	-12.010	1.068	47.060	-11.997	2.068	-1.3	-1.4	-1.35	0.05
3d-1	39.213	12.552	0.586	39.209	12.548	1.586	0.4	0.4	0.4	0
3d-2	44.698	12.489	0.404	44.699	12.487	1.404	0.2	0.2	0.2	0
3d-3	36.455	8.129	1.745	36.457	8.132	2.745	-0.3	-0.3	-0.3	0
3d-4	41.997	8.040	1.687	41.996	8.049	2.687	-0.9	-0.8	-0.85	0.05
3d-5	47.466	7.958	1.854	47.475	7.959	2.854	-0.1	0	-0.05	0.05



圖 4.59 水頭港區浮動碼頭 PS3 基樁點雲圖

4.量測結果討論

各港區藉由 3D 光達量測浮動碼頭各基樁傾斜率，除水頭港區浮動碼頭 PS2 因無第一次量測結果故無法比較外，其兩次 3D 光達量測水平偏移量最大差值(平均值與最大值差值的絕對值)九宮港區 PJ 介於 0 ~0.05 cm;水頭港區 PS1 介於 0.01~0.05 cm、PS3 介於 0~0.065 cm。

4.4 浮動碼頭基樁與浮箱鋼材現況調查

浮動碼頭基樁與浮箱鋼材目視結果已於表 4-9~表 4-10 說明，以下將就「電位檢測」與「鋼板厚度檢測」檢測結果說明如下：

1.基樁電位檢測：

水頭與九宮各浮動碼頭基樁保護電位與陽極塊發生電位，量測結

果如表 4-22~表 4-28 所示，水頭港區 PS3 與九宮港區 PJ 的 C、D 基樁之保護電位大於 -780 mV，未能保護基樁鋼材免於腐蝕外（針對異常部分並另於 104 年 6 月 2 日再進行一次量測，其結果如表 4-24、表 4-25 所示），餘均小於-780 mV，既有防蝕措施，已達保護基樁鋼材之目的。水頭港區 PS3 與九宮港區 PJ 的 C、D 基樁部分，建議比照其他碼頭安裝鋁合金犧牲陽極塊之防蝕措施，避免鋼材持續腐蝕。

表 4-22 水頭港區 PS1 浮動碼頭基樁保護電位量測結果

編號	水深(m)			編號	水深(m)		
	-0.5	-1.0	-2.0		-0.5	-1.0	-2.0
A1	-941	-942	-943	B1	-868	-909	-934
A2	-950	-949	-950	B2	-921	-922	-924
A3	-951	-952	-953	B3	-931	-940	-942
A4	-945	-944	-940	B4	-937	-936	-938
A5	-947	-947	-948	B5	-941	-941	-940
A6	-952	-951	-951	B6	-914	-909	-917
A7	-952	-953	-952	B7	-937	-937	-938
				B8	-938	-939	-940
C1	-865	-847	-853	D1	-861	-869	-879
C2	-830	-844	-861	D2	-859	-867	-875
C3	-847	-855	-869	D3	-864	-870	-877
C4	-851	-863	-874	D4	-868	-874	-880
C5	-855	-864	-876	D5	-865	-873	-880
C6	-853	-866	-875	---	---	---	---
C7	-856	-865	-877	---	---	---	---
C8	-858	-864	-877	---	---	---	---

表 4-23 水頭港區 PS2 浮動碼頭基樁保護電位量測結果

編號	水深(m)			編號	水深(m)		
	-0.5	-1.0	-2.0		-0.5	-1.0	-2.0
A1	-842	-847	-854	B1	-811	-809	-807
A2	-853	-855	-863	B2	-807	-808	-809
A3	-851	-855	-865	B3	-816	-817	-821
A4	-839	-848	-859	B4	-819	-822	-824
A5	-830	-841	-857	B5	-816	-811	-815
A6	-833	-842	-858	B6	-819	-819	-820
A7	-841	-852	-863	B7	-825	-824	-827
A8	-805	-830	-856	B8	-823	-822	-825
---	---	---	---	B9	-828	-828	-828
---	---	---	---	B10	-827	-820	-819
---	---	---	---	B11	-820	-819	-818
---	---	---	---	B12	-819	-817	-819
---	---	---	---	B13	-830	-830	-830
---	---	---	---	B14	-826	-831	-833

表 4-24 水頭港區 PS3 浮動碼頭基樁保護電位量測結果

編號	水深(m)			編號	水深(m)		
	-0.5	-1.0	-2.0		-0.5	-1.0	-2.0
A1	-985	-986	-987	B1	-934	-927	-930
A2	-989	-989	-990	B2	-905	-912	-923
A3	-991	-991	-992	B3	-913	-919	-925
A4	-992	-993	-994	B4	-915	-911	-920
A5	-987	-988	-992	B5	-923	-917	-919
A6	-990	-992	-992	B6	-897	-898	-907
A7	-992	-993	-996	B7	-885	-887	-901
A8	-992	-993	-996	B8	-900	-905	-914
C1	-833	-854	-888	D1	-741	-764	-753
C2	-885	-844	-868	D2	-725	-761	-741
C3	-875	-867	-853	D3	-748	-704	-766
C4	-876	-843	-866	D4	-693	-720	-796
C5	-881	-868	-879	D5	-692	-688	-739
C6	-872	-844	-848	---	---	---	---

表 4-25 九宮港區 PJ 浮動碼頭基樁保護電位量測結果

編號	水深(m)			編號	水深(m)		
	-0.5	-1.0	-2.0		-0.5	-1.0	-2.0
A1	-936	-937	-943	B1	-854	-871	-905
A2	-937	-941	-949	B2	-862	-882	-910
A3	-940	-947	-954	B3	-870	-881	-899
A4	-948	-950	-955	B4	-868	-880	-886
A5	-931	-937	-949	B5	-869	-882	-904
A6	-916	-930	-946	B6	-876	-882	-901
A7	-928	-940	-952	B7	-879	-882	-892
A8	-945	-949	-952	---	---	---	---
C1	-615	-631	-619	D1	-630	-631	-630
C2	-618	-621	-619	D2	-629	-630	-628
C3	-616	-617	-617	D3	-627	-627	-629
C4	-617	-616	-616	D4	-618	-626	-625
C5	-616	-617	-650	D5	-631	-640	-630
---	---	---	---	D6	-628	-626	-630

表 4-26 水頭港區 PS1 浮動碼頭基樁陽極塊發生電位量測結果

編號	位置			編號	位置		
	上	中	下		上	中	下
A1	-949	-947	-953	B1	-942	-943	-937
A2	-949	-947	-948	B2	-926	-927	-925
A3	-958	-958	-958	B3	-943	-943	-942
A4	-942	-942	-943	B4	-939	-940	-941
A5	-949	-948	-949	B5	-901	-904	-905
A6	-958	-957	-958	B6	-922	-924	-925
A7	-955	-957	-959	B7	-943	-942	-941
				B8	-946	-947	-946
C1	-865	-847	-853	D1	-887	-888	-887
C2	-830	-844	-861	D2	-887	-887	-886
C3	-847	-855	-869	D3	-887	-886	-886
C4	-851	-863	-874	D4	-888	-889	-889
C5	-855	-864	-876	D5	-887	-887	-887
C6	-853	-866	-875	---	---	---	---
C7	-856	-865	-877	---	---	---	---
C8	-858	-864	-877	---	---	---	---

表 4-27 水頭港區 PS2 浮動碼頭基樁陽極塊發生電位量測結果

編號	位置			編號	位置		
	上	中	下		上	中	下
A1	-900	-914	-907	B1	-808	-808	-810
A2	-877	-877	-876	B2	-812	-810	-810
A3	-876	-876	-877	B3	-824	-822	-819
A4	-909	-932	-929	B4	-822	-824	-823
A5	-925	-937	-942	B5	-812	-819	-815
A6	-916	-936	-926	B6	-821	-820	-820
A7	-916	-926	-910	B7	-821	-826	-827
A8	-916	-937	-941	B8	-825	-826	-826
---	---	---	---	B9	-827	-829	-828
---	---	---	---	B10	-819	-819	-820
---	---	---	---	B11	-816	-818	-819
---	---	---	---	B12	-820	-821	-820
---	---	---	---	B13	-830	-829	-829
---	---	---	---	B14	-829	-833	-832

表 4-28 水頭港區 PS3 浮動碼頭基樁陽極塊發生電位量測結果

編號	位置			編號	位置		
	上	中	下		上	中	下
A1 右	-991	-993	-993	A1 左	-989	-990	-990
A2 右	-990	-990	-990	A2 左	-992	-994	-994
A3 右	-993	-994	-993	A3 左	-993	-993	-993
A4 右	-998	-1000	-1001	A4 左	-999	-1001	-1000
A5 右	-997	-999	-1000	A5 左	-1002	-1003	-1003
A6 右	-994	-995	-994	A6 左	-996	-998	-997
A7 右	-998	-1002	-1003	A7 左	-998	-998	-997
A8 右	-998	-1000	-1002	A8 左	-998	-999	-999
B1 右	-929	-927	-932	B1 左	-929	-928	-933
B2 左	-926	-931	-933	B2 左	-929	-929	-928
B3 右	-925	-922	-924	B3 左	-923	-929	-925
B4 右	-923	-926	-929	B4 左	-924	-926	-925
B5 右	-917	-917	-920	B5 左	-910	-910	-909
B6 右	-914	-915	-915	B6 左	-901	-903	-901
B7 右	-920	-917	-919	B7 左	-908	-912	-919
B8 右	-917	-919	-920	B8 左	-920	-923	-925
C 區	未安裝						
D 區	未安裝						

表 4-29 九宮港區 PJ 浮動碼頭基樁陽極塊發生電位量測結果

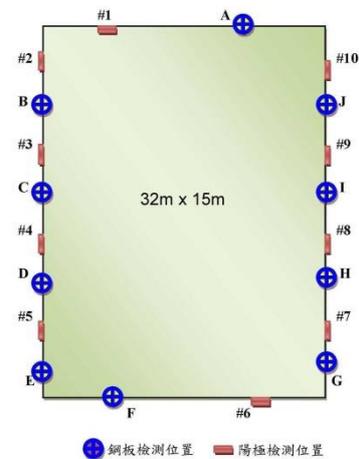
編號	位置			編號	位置		
	上	中	下		上	中	下
A1 右	-954	-961	-964	A1 左	-955	-964	-967
A2 右	-955	-957	-955	A2 左	-959	-962	-960
A3 右	-952	-953	-955	A3 左	-958	-963	-973
A4 右	-964	-968	-965	A4 左	-966	-973	-969
A5 右	-962	-967	-960	A5 左	-957	-961	-967
A6 右	-955	-962	-954	A6 左	-955	-956	-961
A7 右	-963	-968	-964	A7 左	-956	-964	-968
A8 右	-960	-965	-963	A8 左	-960	-963	-965
B1 右	-914	-923	-929	B1 左	-909	-919	-898
B2 左	-917	-906	-900	B2 左	-917	-920	-926
B3 右	-904	-910	-907	B3 左	-910	-901	-897
B4 右	---	---	---	B4 左	-899	-902	-897
B5 右	-910	-926	-931	B5 左	-908	-907	-911
B6 右	-901	-902	-904	B6 左	-914	-920	-905
B7 右	-900	-911	-910	B7 左	-901	-908	-900
C 區	未安裝						
D 區	未安裝						

2. 浮箱電位檢測：

水頭與九宮各浮動碼頭浮箱保護電位與陽極塊發生電位量測結果如表 4-30~表 4-35 所示。原水頭港區 PS3 與九宮港區 PJ 的 C、D 小沉箱保護電位高於 -780 mV 外，餘均小於 -780 mV。

表 4-30 水頭港區浮動碼頭 PS1 浮箱 P1 保護電位與陽極塊發生電位量測結果

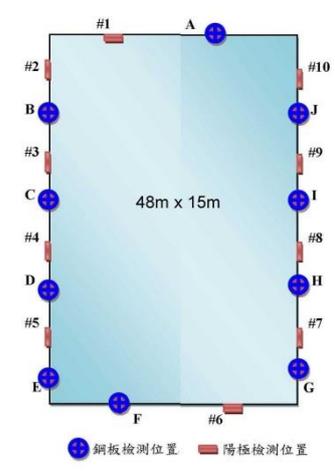
鋼板 編號	檢測位置			陽極塊 編號	海生物 清除前	海生物 清除後
	上	中	下			
A	-980	-978	-975	#1	-982	-1011
B	-975	-972	-971	#2	-976	-1004
C	-963	-964	-961	#3	-975	-991
D	-961	-946	-947	#4	-972	-985
E	-959	-958	-960	#5	-971	-988
F	-966	-968	-970	#6	-974	-983
G	-979	-971	-967	#7	-986	-1003
H	-984	-986	-981	#8	-968	-981
I	-865	-864	-857	#9	-973	-980
J	-974	-975	-977	#10	-977	-989



檢測位置示意

表 4-31 水頭港區浮動碼頭 PS2 浮箱 P1 保護電位與陽極塊發生電位量測結果

鋼板 編號	檢測位置			陽極塊 編號	海生物 清除前	海生物 清除後
	上	中	下			
A	-875	-874	-875	#1	-976	-985
B	-924	-1038	-1026	#2	-1054	-1062
C	-1015	-1069	-1046	#3	-982	-991
D	-999	-1001	-989	#4	-982	-997
E	-997	-1003	-988	#5	-978	-995
F	-938	-950	-943	#6	-986	-994
G	-943	-1047	-1074	#7	-998	-1008
H	-1082	-1092	-1065	#8	-1004	-1010
I	-1062	-1054	-1050	#9	-1001	-1002
J	-985	-981	-964	#10	-989	-990

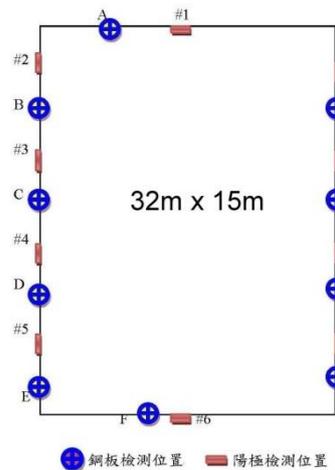


● 鋼板檢測位置 ■ 陽極檢測位置

檢測位置示意

表 4-32 水頭港區浮動碼頭 PS3 浮箱 P1 保護電位與陽極塊發生電位量測結果

鋼板 編號	檢測位置			陽極塊 編號	海生物 清除前	海生物 清除後
	上	中	下			
A	-570	-581	-588	#1	-567	-574
B	-623	-618	-616	#2	-638	-739
C	-628	-627	-628	#3	-628	-666
D	-668	-668	-669	#4	-631	-690
E	-620	-612	-614	#5	-626	-688
F	-592	-595	-607	#6	-587	-591
G	-647	-651	-642	#7	-637	-767
H	-642	-639	-634	#8	-647	-681
I	-655	-653	-647	#9	-634	-810
J	-643	-650	-642	#10	-633	-811



● 鋼板檢測位置 ■ 陽極檢測位置

檢測位置示意

表 4-33 水頭港區浮動碼頭 PS3 浮箱 P2 保護電位與陽極塊發生電位量測結果

鋼板 編號	檢測位置		
	上	中	下
A	-588	-589	-591
B	-585	-587	-589
C	-575	-577	-578
D	-583	-585	-584
---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---

檢測位置示意圖

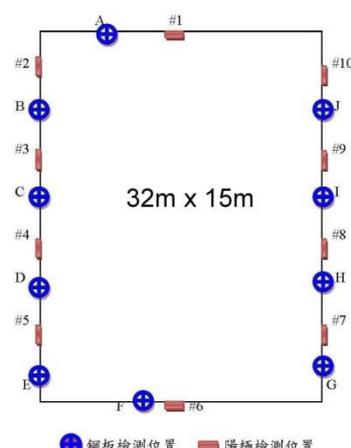
表 4-34 水頭港區五緣躉船保護電位與陽極塊發生電位量測結果

鋼板 編號	檢測位置			陽極塊 編號	海生物 清除前	海生物 清除後
	上	中	下			
A	-908	-906	-905	#1	-902	-911
B	-910	-920	-923	#2	-928	-948
C	-920	-923	-921	#3	-919	-923
D	-924	-922	-921	#4	-925	-930
E	-928	-927	-924	#5	-952	-964
F	-921	-927	-922	#6	-923	-927
G	-936	-933	-932	#7	-940	-958
H	-940	-941	-939	#8	-948	-961
I	-941	-930	-928	#9	-951	-964
J	-936	-932	-931	#10	-934	-957

檢測位置示意

表 4-35 九宮港區浮動碼頭 PJ 浮箱 P1 保護電位與陽極塊發生電位量測結果

鋼板 編號	檢測位置			陽極塊 編號	海生物 清除前	海生物 清除後
	上	中	下			
A	-718	-628	-653	#1	-653	-709
B	-699	-698	-696	#2	-709	-780
C	-761	-699	-694	#3	-709	-751
D	-739	-733	-732	#4	-739	-810
E	-720	-722	-725	#5	-761	-854
F	-649	-662	-673	#6	-666	-675
G	-718	-721	-715	#7	-709	-809
H	-714	-713	-709	#8	-718	-809
I	-728	-729	-725	#9	-722	-898
J	-704	-703	-701	#10	-715	-753



● 鋼板檢測位置 ■ 陽極檢測位置

檢測位置示意

3. 浮動碼頭基樁鋼板厚度檢測：

水頭與九宮各浮動碼頭基樁鋼板厚度檢測與腐蝕速率結果如表 4-36 及表 4-37 所示。各碼頭基樁鋼板腐蝕速率界於 0.02~0.12 mm/yr. 之間，均小於規範設計允許值(0.12 mm/yr.)，由於基樁使用時間均尚未達設計年限(20 年)，建議應後續仍應實施定期檢測，確保碼頭結構使用安全。

表 4-36 水頭港區 PS1~3 浮動碼頭基樁鋼板厚度檢測結果

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			
PS1 浮動碼頭								
A1	+1.0	19.00	18.45	18.55	18.45	18.48	0.52	0.06
	±0.0	19.00	18.50	18.45	18.40	18.45	0.55	0.06
	-1.0	19.00	18.50	18.40	18.45	18.45	0.55	0.06
A2	+1.0	19.00	18.40	18.45	18.50	18.45	0.55	0.06
	±0.0	19.00	18.45	18.50	18.40	18.45	0.55	0.06
	-1.0	19.00	18.45	18.50	18.50	18.48	0.52	0.06
A3	+1.0	19.00	18.45	18.45	18.50	18.47	0.53	0.06
	±0.0	19.00	18.50	18.55	18.50	18.52	0.48	0.05
	-1.0	19.00	18.60	18.60	18.65	18.62	0.38	0.04

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			
A4	+1.0	19.00	18.60	18.65	18.60	18.62	0.38	0.04
	±0.0	19.00	18.60	18.65	18.70	18.65	0.35	0.04
	-1.0	19.00	18.65	18.65	18.60	18.63	0.37	0.04
A5	+1.0	19.00	18.60	18.65	18.60	18.62	0.38	0.04
	±0.0	19.00	18.65	18.70	18.70	18.68	0.32	0.03
	-1.0	19.00	18.65	18.75	18.70	18.70	0.30	0.03
A6	+1.0	19.00	18.70	18.70	18.75	18.72	0.28	0.03
	±0.0	19.00	18.75	18.70	18.85	18.77	0.23	0.03
	-1.0	19.00	18.75	18.80	18.80	18.78	0.22	0.02
A7	+1.0	19.00	18.25	18.20	18.15	18.20	0.80	0.09
	±0.0	19.00	18.35	18.30	18.40	18.35	0.65	0.07
	-1.0	19.00	18.40	18.30	18.45	18.38	0.62	0.07
B1	+1.0	22.00	21.45	21.50	21.45	21.47	0.53	0.06
	±0.0	22.00	21.50	21.55	21.55	21.53	0.47	0.05
	-1.0	22.00	21.65	21.60	21.55	21.60	0.40	0.04
B2	+1.0	22.00	21.60	21.55	21.65	21.60	0.40	0.04
	±0.0	22.00	21.60	21.55	21.55	21.57	0.43	0.05
	-1.0	22.00	21.60	21.55	21.65	21.60	0.40	0.04
B3	+1.0	22.00	21.65	21.65	21.65	21.65	0.35	0.04
	±0.0	22.00	21.75	21.70	21.65	21.70	0.30	0.03
	-1.0	22.00	21.75	21.80	21.65	21.73	0.27	0.03
B4	+1.0	22.00	21.30	21.35	21.40	21.35	0.65	0.07
	±0.0	22.00	21.35	21.40	21.45	21.40	0.60	0.06
	-1.0	22.00	21.40	21.45	21.35	21.40	0.60	0.06
B5	+1.0	22.00	21.45	21.55	21.50	21.50	0.50	0.05
	±0.0	22.00	21.45	21.55	21.45	21.48	0.52	0.06
	-1.0	22.00	21.50	21.55	21.55	21.53	0.47	0.05
B6	+1.0	22.00	21.45	21.55	21.45	21.48	0.52	0.06
	±0.0	22.00	21.50	21.55	21.40	21.48	0.52	0.06
	-1.0	22.00	21.50	21.55	21.60	21.55	0.45	0.05
B7	+1.0	22.00	21.60	21.60	21.50	21.57	0.43	0.05
	±0.0	22.00	21.50	21.65	21.60	21.58	0.42	0.05
	-1.0	22.00	21.65	21.70	21.50	21.62	0.38	0.04
B8	+1.0	22.00	21.65	21.65	21.55	21.62	0.38	0.04
	±0.0	22.00	21.50	21.60	21.50	21.53	0.47	0.05
	-1.0	22.00	21.60	21.65	21.60	21.62	0.38	0.04

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			
C1	+1.0	19.00	18.60	18.50	18.60	18.57	0.43	0.05
	±0.0	19.00	18.65	18.50	18.45	18.53	0.47	0.05
	-1.0	19.00	18.55	18.50	18.60	18.55	0.45	0.05
C2	+1.0	19.00	18.50	18.70	18.65	18.62	0.38	0.04
	±0.0	19.00	18.60	18.65	18.60	18.62	0.38	0.04
	-1.0	19.00	18.75	18.70	18.75	18.73	0.27	0.03
C3	+1.0	19.00	18.65	18.60	18.75	18.67	0.33	0.04
	±0.0	19.00	18.70	18.65	18.75	18.70	0.30	0.03
	-1.0	19.00	18.70	18.80	18.75	18.75	0.25	0.03
C4	+1.0	19.00	18.70	18.55	18.55	18.60	0.40	0.04
	±0.0	19.00	18.65	18.60	18.60	18.62	0.38	0.04
	-1.0	19.00	18.55	18.60	18.60	18.58	0.42	0.05
C5	+1.0	19.00	18.65	18.60	18.65	18.63	0.37	0.04
	±0.0	19.00	18.50	18.55	18.60	18.55	0.45	0.05
	-1.0	19.00	18.55	18.75	18.60	18.63	0.37	0.04
C6	+1.0	19.00	18.75	18.75	18.70	18.73	0.27	0.03
	±0.0	19.00	18.65	18.70	18.60	18.65	0.35	0.04
	-1.0	19.00	18.70	18.75	18.65	18.70	0.30	0.03
C7	+1.0	19.00	18.45	18.50	18.55	18.50	0.50	0.05
	±0.0	19.00	18.60	18.50	18.65	18.58	0.42	0.05
	-1.0	19.00	18.40	18.45	18.40	18.42	0.58	0.06
C8	+1.0	19.00	18.50	18.45	18.50	18.48	0.52	0.06
	±0.0	19.00	18.50	18.55	18.55	18.53	0.47	0.05
	-1.0	19.00	18.65	18.65	18.45	18.58	0.42	0.05
D1	+1.0	19.00	18.60	18.55	18.70	18.62	0.38	0.04
	±0.0	19.00	18.55	18.60	18.65	18.60	0.40	0.04
	-1.0	19.00	18.60	18.65	18.65	18.63	0.37	0.04
D2	+1.0	19.00	18.75	18.70	18.65	18.70	0.30	0.03
	±0.0	19.00	18.60	18.70	18.70	18.67	0.33	0.04
	-1.0	19.00	18.65	18.75	18.70	18.70	0.30	0.03
D3	+1.0	19.00	18.60	18.65	18.65	18.63	0.37	0.04
	±0.0	19.00	18.70	18.70	18.75	18.72	0.28	0.03
	-1.0	19.00	18.75	18.75	18.70	18.73	0.27	0.03
D4	+1.0	19.00	18.60	18.70	18.80	18.70	0.30	0.03
	±0.0	19.00	18.75	18.65	18.65	18.68	0.32	0.03
	-1.0	19.00	18.75	18.70	18.75	18.73	0.27	0.03

PS2 浮動碼頭

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			
A1	+1.0	22.00	21.65	21.70	21.65	21.67	0.33	0.08
	±0.0	22.00	21.70	21.75	21.75	21.73	0.27	0.06
	-1.0	22.00	21.80	21.70	21.75	21.75	0.25	0.06
A2	+1.0	22.00	21.70	21.75	21.85	21.77	0.23	0.05
	±0.0	22.00	21.80	21.80	21.75	21.78	0.22	0.05
	-1.0	22.00	21.70	21.75	21.75	21.73	0.27	0.06
A3	+1.0	22.00	21.80	21.75	21.75	21.77	0.23	0.05
	±0.0	22.00	21.80	21.70	21.75	21.75	0.25	0.06
	-1.0	22.00	21.70	21.80	21.75	21.75	0.25	0.06
A4	+1.0	22.00	21.65	21.60	21.70	21.65	0.35	0.08
	±0.0	22.00	21.65	21.65	21.75	21.68	0.32	0.07
	-1.0	22.00	21.65	21.65	21.65	21.65	0.35	0.08
A5	+1.0	22.00	21.75	21.75	21.75	21.75	0.25	0.06
	±0.0	22.00	21.70	21.75	21.75	21.73	0.27	0.06
	-1.0	22.00	21.80	21.70	21.80	21.77	0.23	0.05
A6	+1.0	22.00	21.80	21.75	21.80	21.78	0.22	0.05
	±0.0	22.00	21.85	21.75	21.85	21.82	0.18	0.04
	-1.0	22.00	21.80	21.75	21.80	21.78	0.22	0.05
A7	+1.0	22.00	21.70	21.65	21.75	21.70	0.30	0.07
	±0.0	22.00	21.70	21.75	21.70	21.72	0.28	0.07
	-1.0	22.00	21.80	21.75	21.70	21.75	0.25	0.06
A8	+1.0	22.00	21.70	21.75	21.75	21.73	0.27	0.06
	±0.0	22.00	21.75	21.75	21.80	21.77	0.23	0.05
	-1.0	22.00	21.75	21.80	21.75	21.77	0.23	0.05
B1	+1.0	22.00	21.80	21.75	21.75	21.77	0.23	0.05
	±0.0	22.00	21.80	21.85	21.70	21.78	0.22	0.05
	-1.0	22.00	21.85	21.80	21.70	21.78	0.22	0.05
B2	+1.0	22.00	21.65	21.70	21.70	21.68	0.32	0.07
	±0.0	22.00	21.75	21.75	21.70	21.73	0.27	0.06
	-1.0	22.00	21.80	21.70	21.75	21.75	0.25	0.06
B3	+1.0	22.00	21.80	21.80	21.70	21.77	0.23	0.05
	±0.0	22.00	21.85	21.75	21.80	21.80	0.20	0.05
	-1.0	22.00	21.80	21.75	21.85	21.80	0.20	0.05
B4	+1.0	22.00	21.85	21.75	21.75	21.78	0.22	0.05
	±0.0	22.00	21.80	21.85	21.75	21.80	0.20	0.05
	-1.0	22.00	21.85	21.75	21.80	21.80	0.20	0.05

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			
B5	+1.0	22.00	21.60	21.55	21.65	21.60	0.40	0.09
	±0.0	22.00	21.65	21.70	21.65	21.67	0.33	0.08
	-1.0	22.00	21.65	21.75	21.65	21.68	0.32	0.07
B6	+1.0	22.00	21.70	21.65	21.75	21.70	0.30	0.07
	±0.0	22.00	21.70	21.60	21.75	21.68	0.32	0.07
	-1.0	22.00	21.75	21.65	21.75	21.72	0.28	0.07
B7	+1.0	22.00	21.70	21.75	21.75	21.73	0.27	0.06
	±0.0	22.00	21.70	21.75	21.75	21.73	0.27	0.06
	-1.0	22.00	21.80	21.85	21.85	21.83	0.17	0.04
B8	+1.0	22.00	21.70	21.70	21.70	21.70	0.30	0.07
	±0.0	22.00	21.75	21.75	21.85	21.78	0.22	0.05
	-1.0	22.00	21.80	21.70	21.75	21.75	0.25	0.06
B9	+1.0	22.00	21.80	21.75	21.70	21.75	0.25	0.06
	±0.0	22.00	21.85	21.80	21.75	21.80	0.20	0.05
	-1.0	22.00	21.85	21.80	21.75	21.80	0.20	0.05
B10	+1.0	22.00	21.85	21.75	21.80	21.80	0.20	0.05
	±0.0	22.00	21.80	21.85	21.85	21.83	0.17	0.04
	-1.0	22.00	21.80	21.90	21.80	21.83	0.17	0.04
B11	+1.0	22.00	21.50	21.60	21.55	21.55	0.45	0.11
	±0.0	22.00	21.50	21.55	21.55	21.53	0.47	0.11
	-1.0	22.00	21.60	21.65	21.55	21.60	0.40	0.09
B12	+1.0	22.00	21.70	21.70	21.65	21.68	0.32	0.07
	±0.0	22.00	21.75	21.80	21.80	21.78	0.22	0.05
	-1.0	22.00	21.80	21.80	21.85	21.82	0.18	0.04
B13	+1.0	22.00	21.85	21.90	22.00	21.92	0.08	0.02
	±0.0	22.00	21.50	21.85	21.60	21.65	0.35	0.08
	-1.0	22.00	21.65	21.50	21.55	21.57	0.43	0.10
B14	+1.0	22.00	21.65	21.70	21.65	21.67	0.33	0.08
	±0.0	22.00	21.60	21.65	21.70	21.65	0.35	0.08
	-1.0	22.00	21.60	21.65	21.65	21.63	0.37	0.09
PJ3 浮動碼頭								
A1	+1.0	25.00	24.75	24.65	24.65	24.68	0.32	0.06
	±0.0	25.00	24.65	24.70	24.65	24.67	0.33	0.07
	-1.0	25.00	24.65	24.65	24.75	24.68	0.32	0.06
A2	+1.0	25.00	24.65	24.55	24.65	24.62	0.38	0.08
	±0.0	25.00	24.85	24.80	24.85	24.83	0.17	0.03
	-1.0	25.00	24.70	24.65	24.75	24.70	0.30	0.06

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			
A3	+1.0	25.00	24.75	24.70	24.70	24.72	0.28	0.06
	±0.0	25.00	24.70	24.75	24.70	24.72	0.28	0.06
	-1.0	25.00	24.75	24.75	24.80	24.77	0.23	0.05
A4	+1.0	25.00	24.55	24.65	24.65	24.62	0.38	0.08
	±0.0	25.00	24.60	24.55	24.65	24.60	0.40	0.08
	-1.0	25.00	24.65	24.65	24.70	24.67	0.33	0.07
A5	+1.0	25.00	24.65	24.70	24.70	24.68	0.32	0.06
	±0.0	25.00	24.70	24.75	24.70	24.72	0.28	0.06
	-1.0	25.00	24.70	24.70	24.75	24.72	0.28	0.06
A6	+1.0	25.00	24.75	24.75	24.75	24.75	0.25	0.05
	±0.0	25.00	24.75	24.85	24.80	24.80	0.20	0.04
	-1.0	25.00	24.80	24.85	24.80	24.82	0.18	0.04
A7	+1.0	25.00	24.65	24.65	24.60	24.63	0.37	0.07
	±0.0	25.00	24.55	24.65	24.75	24.65	0.35	0.07
	-1.0	25.00	24.70	24.75	24.75	24.73	0.27	0.05
A8	+1.0	25.00	24.70	24.65	24.75	24.70	0.30	0.06
	±0.0	25.00	24.80	24.85	24.85	24.83	0.17	0.03
	-1.0	25.00	24.80	24.85	24.85	24.83	0.17	0.03
B1	+1.0	25.00	24.85	24.70	24.75	24.77	0.23	0.05
	±0.0	25.00	24.75	24.75	24.70	24.73	0.27	0.05
	-1.0	25.00	24.85	24.80	24.80	24.82	0.18	0.04
B2	+1.0	25.00	24.80	24.85	24.75	24.80	0.20	0.04
	±0.0	25.00	24.80	24.70	24.70	24.73	0.27	0.05
	-1.0	25.00	24.80	24.85	24.80	24.82	0.18	0.04
B3	+1.0	25.00	24.80	24.65	24.75	24.73	0.27	0.05
	±0.0	25.00	24.70	24.65	24.75	24.70	0.30	0.06
	-1.0	25.00	24.70	24.80	24.75	24.75	0.25	0.05
B4	+1.0	25.00	24.85	24.75	24.75	24.78	0.22	0.04
	±0.0	25.00	24.70	24.85	24.70	24.75	0.25	0.05
	-1.0	25.00	24.80	24.85	24.75	24.80	0.20	0.04
B5	+1.0	25.00	24.75	24.80	24.80	24.78	0.22	0.04
	±0.0	25.00	24.85	24.80	24.80	24.82	0.18	0.04
	-1.0	25.00	24.90	24.80	24.90	24.87	0.13	0.03
B6	+1.0	25.00	24.55	24.65	24.60	24.60	0.40	0.08
	±0.0	25.00	24.65	24.65	24.70	24.67	0.33	0.07
	-1.0	25.00	24.70	24.60	24.65	24.65	0.35	0.07
B7	+1.0	25.00	24.75	24.60	24.70	24.68	0.32	0.06
	±0.0	25.00	24.70	24.60	24.60	24.63	0.37	0.07

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			
	-1.0	25.00	24.75	24.70	24.65	24.70	0.30	0.06
C1	+1.0	16.00	15.55	15.60	15.60	15.58	0.42	0.03
	±0.0	16.00	15.60	15.65	15.70	15.65	0.35	0.02
	-1.0	16.00	15.60	15.65	15.65	15.63	0.37	0.02
C2	+1.0	16.00	15.70	15.60	15.65	15.65	0.35	0.02
	±0.0	16.00	15.70	15.55	15.60	15.62	0.38	0.03
	-1.0	16.00	15.80	15.70	15.70	15.73	0.27	0.02
C3	+1.0	16.00	15.30	15.40	15.60	15.43	0.57	0.04
	±0.0	16.00	15.45	15.45	15.50	15.47	0.53	0.03
	-1.0	16.00	15.30	15.45	15.40	15.38	0.62	0.04
C4	+1.0	16.00	15.45	15.45	15.45	15.45	0.55	0.04
	±0.0	16.00	15.40	15.55	15.55	15.50	0.50	0.03
	-1.0	16.00	15.60	15.60	15.55	15.58	0.42	0.03
C5	+1.0	16.00	15.50	15.50	15.60	15.53	0.47	0.03
	±0.0	16.00	15.55	15.70	15.65	15.63	0.37	0.02
	-1.0	16.00	15.50	15.65	15.65	15.60	0.40	0.03
D1	+1.0	16.00	15.30	15.25	15.30	15.28	0.72	0.05
	±0.0	16.00	15.40	15.35	15.35	15.37	0.63	0.04
	-1.0	16.00	15.40	15.35	15.35	15.37	0.63	0.04
D2	+1.0	16.00	15.45	15.40	15.50	15.45	0.55	0.04
	±0.0	16.00	15.45	15.40	15.45	15.43	0.57	0.04
	-1.0	16.00	15.30	15.35	15.35	15.33	0.67	0.04
D3	+1.0	16.00	15.20	15.20	15.25	15.22	0.78	0.05
	±0.0	16.00	15.40	15.30	15.35	15.35	0.65	0.04
	-1.0	16.00	15.30	15.40	15.35	15.35	0.65	0.04
D4	+1.0	16.00	15.50	15.20	15.45	15.38	0.62	0.04
	±0.0	16.00	15.35	15.40	15.30	15.35	0.65	0.04
	-1.0	16.00	15.65	15.60	15.60	15.62	0.38	0.03
D5	+1.0	16.00	15.55	15.65	15.60	15.60	0.40	0.03
	±0.0	16.00	15.55	15.55	15.65	15.58	0.42	0.03
	-1.0	16.00	15.60	15.70	15.65	15.65	0.35	0.02
D6	+1.0	16.00	15.70	15.60	15.65	15.65	0.35	0.02
	±0.0	16.00	15.70	15.60	15.65	15.65	0.35	0.02
	-1.0	16.00	15.80	15.75	15.75	15.77	0.23	0.02

表 4-37 九宮港區 PJ 浮動碼頭基樁鋼板厚度檢測結果

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			
A1	+1.0	24.55	24.55	24.65	24.58	0.42	0.08	0.06
	±0.0	24.75	24.60	24.65	24.67	0.33	0.07	0.06
	-1.0	24.70	24.75	24.75	24.73	0.27	0.05	0.06
A2	+1.0	24.65	24.65	24.75	24.68	0.32	0.06	0.06
	±0.0	24.65	24.60	24.65	24.63	0.37	0.07	0.06
	-1.0	24.70	24.75	24.75	24.73	0.27	0.05	0.06
A3	+1.0	24.75	24.75	24.70	24.73	0.27	0.05	0.06
	±0.0	24.80	24.70	24.70	24.73	0.27	0.05	0.05
	-1.0	24.75	24.85	24.80	24.80	0.20	0.04	0.04
A4	+1.0	24.55	24.65	24.65	24.62	0.38	0.08	0.04
	±0.0	24.60	24.60	24.70	24.63	0.37	0.07	0.04
	-1.0	24.75	24.75	24.70	24.73	0.27	0.05	0.04
A5	+1.0	24.70	24.75	24.55	24.67	0.33	0.07	0.04
	±0.0	24.70	24.75	24.70	24.72	0.28	0.06	0.03
	-1.0	24.70	24.75	24.75	24.73	0.27	0.05	0.03
A6	+1.0	24.65	24.85	24.80	24.77	0.23	0.05	0.03
	±0.0	24.75	24.85	24.80	24.80	0.20	0.04	0.03
	-1.0	24.90	24.95	24.90	24.92	0.08	0.02	0.02
A7	+1.0	24.65	24.55	24.65	24.62	0.38	0.08	0.06
	±0.0	24.70	24.65	24.75	24.70	0.30	0.06	0.06
	-1.0	24.70	24.75	24.70	24.72	0.28	0.06	0.06
A8	+1.0	24.65	24.65	24.75	24.68	0.32	0.06	0.06
	±0.0	24.70	24.75	24.75	24.73	0.27	0.05	0.06
	-1.0	24.80	24.70	24.65	24.72	0.28	0.06	0.06
B1	+1.0	24.80	24.75	24.75	24.77	0.23	0.05	0.06
	±0.0	24.85	24.85	24.80	24.83	0.17	0.03	0.05
	-1.0	24.70	24.75	24.75	24.73	0.27	0.05	0.04
B2	+1.0	24.65	24.75	24.75	24.72	0.28	0.06	0.04
	±0.0	24.65	24.65	24.65	24.65	0.35	0.07	0.04
	-1.0	24.70	24.70	24.70	24.70	0.30	0.06	0.04
B3	+1.0	24.70	24.80	24.75	24.75	0.25	0.05	0.04
	±0.0	24.80	24.70	24.70	24.73	0.27	0.05	0.03
	-1.0	24.75	24.75	24.70	24.73	0.27	0.05	0.03

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			
B4	+1.0	24.70	24.80	24.70	24.73	0.27	0.05	0.03
	±0.0	24.80	24.70	24.70	24.73	0.27	0.05	0.03
	-1.0	24.80	24.80	24.75	24.78	0.22	0.04	0.02
B5	+1.0	24.65	24.70	24.65	24.67	0.33	0.07	0.06
	±0.0	24.75	24.70	24.65	24.70	0.30	0.06	0.06
	-1.0	24.65	24.70	24.70	24.68	0.32	0.06	0.06
B6	+1.0	24.85	24.70	24.75	24.77	0.23	0.05	0.06
	±0.0	24.75	24.75	24.70	24.73	0.27	0.05	0.06
	-1.0	24.85	24.80	24.80	24.82	0.18	0.04	0.06
B7	+1.0	24.80	24.85	24.75	24.80	0.20	0.04	0.06
	±0.0	24.80	24.70	24.70	24.73	0.27	0.05	0.05
	-1.0	24.80	24.85	24.80	24.82	0.18	0.04	0.04
C1	+1.0	16.00	15.50	15.50	15.60	15.53	0.47	0.03
	±0.0	16.00	15.55	15.70	15.65	15.63	0.37	0.02
	-1.0	16.00	15.50	15.65	15.65	15.60	0.40	0.03
C2	+1.0	16.00	15.10	15.30	15.30	15.23	0.77	0.05
	±0.0	16.00	15.25	15.30	15.30	15.28	0.72	0.05
	-1.0	16.00	15.20	15.30	15.30	15.27	0.73	0.05
C3	+1.0	16.00	15.55	15.50	15.50	15.52	0.48	0.03
	±0.0	16.00	15.40	15.45	15.45	15.43	0.57	0.04
	-1.0	16.00	15.50	15.60	15.50	15.53	0.47	0.03
C4	+1.0	16.00	15.60	15.65	15.65	15.63	0.37	0.02
	±0.0	16.00	15.55	15.55	15.45	15.52	0.48	0.03
	-1.0	16.00	15.60	15.50	15.50	15.53	0.47	0.03
C5	+1.0	16.00	14.85	14.90	14.50	14.75	1.25	0.08
	±0.0	16.00	14.75	14.80	14.75	14.77	1.23	0.08
	-1.0	16.00	14.80	14.85	14.80	14.82	1.18	0.08
D1	+1.0	16.00	14.85	14.85	14.90	14.87	1.13	0.07
	±0.0	16.00	14.95	14.90	14.85	14.90	1.10	0.07
	-1.0	16.00	14.85	14.90	14.95	14.90	1.10	0.07
D2	+1.0	16.00	14.90	14.90	14.95	14.92	1.08	0.07
	±0.0	16.00	14.90	14.95	14.90	14.92	1.08	0.07
	-1.0	16.00	15.00	14.85	14.85	14.90	1.10	0.07
D3	+1.0	16.00	15.60	15.60	15.65	15.62	0.38	0.03
	±0.0	16.00	15.55	15.60	15.60	15.58	0.42	0.03
	-1.0	16.00	15.60	15.70	15.70	15.67	0.33	0.02

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			
D4	+1.0	16.00	15.65	15.55	15.65	15.62	0.38	0.03
	±0.0	16.00	15.65	15.70	15.70	15.68	0.32	0.02
	-1.0	16.00	15.75	15.75	15.70	15.73	0.27	0.02
D5	+1.0	16.00	15.75	15.65	15.65	15.68	0.32	0.02
	±0.0	16.00	15.70	15.75	15.75	15.73	0.27	0.02
	-1.0	16.00	15.70	15.60	15.75	15.68	0.32	0.02
D6	+1.0	16.00	15.80	15.70	15.70	15.73	0.27	0.02
	±0.0	16.00	15.60	15.70	15.65	15.65	0.35	0.02
	-1.0	16.00	15.20	15.30	15.25	15.25	0.75	0.05

4.浮動碼頭浮箱鋼板厚度檢測：

水頭與九宮各浮動碼頭浮箱鋼板厚度檢測與腐蝕速率結果如表 4-38~表 4-39 所示，各浮箱鋼板之腐蝕速率界於 0.00~0.12 mm/yr. 之間，均小於規範設計允許值(0.12 mm/yr.)，由於浮箱裝置時間均尚未達設計年限(20 年)，建議應後續仍應實施定期檢測，確保浮箱使用安全。

表 4-38 水頭港區浮動碼頭浮箱鋼板厚度檢測結果

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			
PS1 浮動碼頭 P1 浮箱								
1	上	13.50	13.30	13.30	13.30	13.30	0.20	0.02
	中	13.50	13.30	13.40	13.30	13.33	0.17	0.02
	下	10.00	9.40	9.50	9.50	9.47	0.53	0.05
2	上	13.50	13.50	13.50	13.40	13.47	0.03	0.00
	中	13.50	13.50	13.40	13.60	13.50	0.00	0.00
	下	10.00	9.50	9.60	9.50	9.53	0.47	0.05
3	上	13.50	13.50	13.40	13.50	13.47	0.03	0.00
	中	13.50	13.50	13.50	13.40	13.47	0.03	0.00
	下	10.00	9.50	9.50	9.40	9.47	0.53	0.05
4	上	13.50	13.30	13.30	13.20	13.27	0.23	0.02
	中	13.50	13.20	13.30	13.30	13.27	0.23	0.02
	下	10.00	9.80	9.80	9.70	9.77	0.23	0.02
5	上	13.50	13.50	13.30	13.40	13.40	0.10	0.01
	中	13.50	13.20	13.20	13.20	13.20	0.30	0.03
	下	10.00	9.80	9.80	9.70	9.77	0.23	0.02

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			
6	上	13.50	13.40	13.40	13.50	13.43	0.07	0.01
	中	13.50	13.10	13.20	13.20	13.17	0.33	0.03
	下	10.00	9.40	9.50	9.40	9.43	0.57	0.06
7	上	13.50	13.40	13.40	13.50	13.43	0.07	0.01
	中	13.50	13.50	13.40	13.40	13.43	0.07	0.01
	下	10.00	9.60	9.70	9.80	9.70	0.30	0.03
8	上	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	中	13.50	13.40	13.50	13.40	13.43	0.07	0.01
	下	10.00	9.70	9.70	9.60	9.67	0.33	0.03
9	上	13.50	13.20	13.10	13.20	13.17	0.33	0.03
	中	13.50	13.10	13.10	13.10	13.10	0.40	0.04
	下	10.00	9.80	9.80	9.70	9.77	0.23	0.02
10	上	13.50	13.10	12.90	13.20	13.07	0.43	0.04
	中	13.50	13.10	13.30	13.20	13.20	0.30	0.03
	下	10.00	9.70	9.70	9.70	9.70	0.30	0.03
11	上	13.50	13.40	13.60	13.30	13.43	0.07	0.01
	中	13.50	13.50	13.50	13.40	13.47	0.03	0.00
	下	10.00	9.80	9.80	9.80	9.80	0.20	0.02
12	上	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	中	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	下	10.00	9.50	9.50	9.40	9.47	0.53	0.05
13	上	13.50	13.50	13.40	13.40	13.43	0.07	0.01
	中	13.50	13.50	13.40	13.40	13.43	0.07	0.01
	下	10.00	9.60	9.60	9.60	9.60	0.40	0.04
14	上	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	中	13.50	13.40	13.40	13.50	13.43	0.07	0.01
	下	10.00	9.60	9.70	9.70	9.67	0.33	0.03
15	上	13.50	13.50	13.40	13.40	13.43	0.07	0.01
	中	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	0.00	0.00
	下	10.00	9.80	9.90	9.80	9.83	0.17	0.02
16	上	13.50	13.50	13.40	13.60	13.50	0.00	0.00
	中	13.50	13.40	13.50	13.50	13.47	0.03	0.00
	下	10.00	9.80	9.70	9.70	9.73	0.27	0.03
17	上	13.50	13.30	13.40	13.40	13.37	0.13	0.01
	中	13.50	13.30	13.50	13.50	13.43	0.07	0.01
	下	10.00	9.60	9.40	9.70	9.57	0.43	0.04
18	上	13.50	13.20	13.20	13.30	13.23	0.27	0.03
	中	13.50	13.20	13.40	13.30	13.30	0.20	0.02
	下	10.00	9.60	9.40	9.70	9.57	0.43	0.04
19	上	13.50	13.10	13.20	13.20	13.17	0.33	0.03
	中	13.50	13.40	13.40	13.30	13.37	0.13	0.01
	下	10.00	9.70	9.80	9.70	9.73	0.27	0.03

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			
20	上	13.50	13.30	13.20	13.20	13.23	0.27	0.03
	中	13.50	13.20	13.20	13.00	13.13	0.37	0.04
	下	10.00	9.80	9.90	9.90	9.87	0.13	0.01
21	上	13.50	13.20	13.20	13.40	13.27	0.23	0.02
	中	13.50	13.50	13.50	13.40	13.47	0.03	0.00
	下	10.00	9.60	9.70	9.70	9.67	0.33	0.03
22	上	13.50	13.10	13.00	13.00	13.03	0.47	0.05
	中	13.50	13.20	13.30	13.30	13.27	0.23	0.02
	下	10.00	9.70	9.60	9.70	9.67	0.33	0.03
23	上	13.50	13.50	13.50	13.40	13.47	0.03	0.00
	中	13.50	13.40	13.50	13.30	13.40	0.10	0.01
	下	10.00	9.60	9.60	9.70	9.63	0.37	0.04
24	上	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	中	13.50	13.40	13.50	13.40	13.43	0.07	0.01
	下	10.00	9.80	9.70	9.70	9.73	0.27	0.03
25	上	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	中	13.50	13.50	13.40	13.40	13.43	0.07	0.01
	下	10.00	9.80	9.70	9.70	9.73	0.27	0.03
26	上	13.50	13.30	13.40	13.40	13.37	0.13	0.01
	中	13.50	13.30	13.50	13.60	13.47	0.03	0.00
	下	10.00	9.70	9.70	8.80	9.40	0.60	0.06
27	上	13.50	13.50	13.40	13.40	13.43	0.07	0.01
	中	13.50	13.50	13.40	13.50	13.47	0.03	0.00
	下	10.00	9.60	9.70	9.60	9.63	0.37	0.04
28	上	13.50	13.30	13.20	13.20	13.23	0.27	0.03
	中	13.50	13.30	13.40	13.30	13.33	0.17	0.02
	下	10.00	9.70	9.70	9.70	9.70	0.30	0.03
29	上	13.50	13.40	13.30	13.40	13.37	0.13	0.01
	中	13.50	13.30	13.20	13.30	13.27	0.23	0.02
	下	10.00	9.60	9.70	9.60	9.63	0.37	0.04
30	上	13.50	13.50	13.40	13.50	13.47	0.03	0.00
	中	13.50	13.40	13.30	13.50	13.40	0.10	0.01
	下	10.00	9.50	9.60	9.60	9.57	0.43	0.04
31	上	13.50	13.30	13.30	13.40	13.33	0.17	0.02
	中	13.50	13.30	13.50	13.40	13.40	0.10	0.01
	下	10.00	9.50	9.60	9.50	9.53	0.47	0.05
32	上	13.50	13.40	13.30	13.40	13.37	0.13	0.01
	中	13.50	13.60	13.30	13.30	13.40	0.10	0.01
	下	10.00	9.40	9.50	9.50	9.47	0.53	0.05
33	底部	10.00	9.50	9.50	9.50	9.50	0.50	0.05
34	底部	10.00	9.90	10.00	9.90	9.93	0.07	0.01
35	底部	12.00	10.70	10.80	10.80	10.77	1.23	0.12

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			
36	底部	10.00	9.60	9.90	9.80	9.77	0.23	0.02
37	底部	10.00	9.70	9.70	9.90	9.77	0.23	0.02
38	底部	10.00	9.80	9.80	9.80	9.80	0.20	0.02
PS1 浮動碼頭 P2 浮箱								
1	上	13.50	13.30	13.40	13.40	13.37	0.13	0.01
	中	13.50	13.30	13.40	13.30	13.33	0.17	0.02
	下	10.00	8.70	8.50	8.70	8.63	1.37	0.14
2	上	13.50	13.40	13.50	13.40	13.43	0.07	0.01
	中	13.50	13.30	13.30	13.40	13.33	0.17	0.02
	下	10.00	9.60	9.50	9.50	9.53	0.47	0.05
3	上	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	中	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	下	10.00	9.40	9.70	9.70	9.60	0.40	0.04
4	上	13.50	13.50	13.40	13.40	13.43	0.07	0.01
	中	13.50	13.50	13.40	13.50	13.47	0.03	0.00
	下	10.00	9.20	9.00	9.30	9.17	0.83	0.08
5	上	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	中	13.50	13.20	13.40	13.40	13.33	0.17	0.02
	下	10.00	9.50	9.40	9.40	9.43	0.57	0.06
6	上	13.50	13.40	13.40	13.30	13.37	0.13	0.01
	中	13.50	13.30	13.30	13.30	13.30	0.20	0.02
	下	10.00	9.70	9.70	9.70	9.70	0.30	0.03
7	上	13.50	13.40	13.50	13.40	13.43	0.07	0.01
	中	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	0.00	0.00
	下	10.00	9.70	9.70	9.70	9.70	0.30	0.03
8	上	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	中	13.50	13.50	13.40	13.50	13.47	0.03	0.00
	下	10.00	9.60	9.60	9.40	9.53	0.47	0.05
9	上	13.50	13.30	13.30	13.10	13.23	0.27	0.03
	中	13.50	13.30	13.40	13.50	13.40	0.10	0.01
	下	10.00	9.30	9.40	9.40	9.37	0.63	0.06
10	上	13.50	13.30	13.40	13.30	13.33	0.17	0.02
	中	13.50	13.50	13.20	13.40	13.37	0.13	0.01
	下	10.00	9.50	9.60	9.50	9.53	0.47	0.05
11	上	13.50	13.20	13.20	13.20	13.20	0.30	0.03
	中	13.50	13.40	13.40	13.40	13.40	0.10	0.01
	下	10.00	9.30	9.30	9.40	9.33	0.67	0.07
12	上	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50	0.00	0.00
	中	13.50	13.30	13.40	13.40	13.37	0.13	0.01
	下	10.00	9.40	9.50	9.40	9.43	0.57	0.06
13	底部	10.00	9.40	9.40	9.40	9.40	0.60	0.06
14	底部	10.00	9.40	9.50	9.60	9.50	0.50	0.05

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			
15	底部	10.00	9.50	9.60	9.60	9.57	0.43	0.04
16	底部	10.00	9.60	9.60	9.60	9.60	0.40	0.04
PS2 浮動碼頭 P1 浮箱								
1	上	10	9.6	9.7	9.7	9.67	0.33	0.07
	中	10	9.7	9.6	9.8	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.8	9.7	9.6	9.70	0.30	0.07
2	上	10	9.6	9.8	9.7	9.70	0.30	0.07
	中	10	9.8	9.7	9.7	9.73	0.27	0.06
	下	10	9.7	9.7	9.6	9.67	0.33	0.07
3	上	10	9.7	9.8	9.6	9.70	0.30	0.07
	中	10	9.6	9.7	9.7	9.67	0.33	0.07
	下	10	9.9	9.8	9.7	9.80	0.20	0.04
4	上	10	9.9	9.7	9.7	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.8	9.7	9.7	9.73	0.27	0.06
	下	10	9.6	9.6	9.7	9.63	0.37	0.08
5	上	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
	中	10	9.7	9.7	9.6	9.67	0.33	0.07
	下	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
6	上	10	9.8	9.7	9.8	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.7	9.7	9.6	9.67	0.33	0.07
	下	10	9.6	9.8	9.8	9.73	0.27	0.06
7	上	10	9.8	9.9	9.8	9.83	0.17	0.04
	中	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.6	9.8	9.7	9.70	0.30	0.07
8	上	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
	中	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
	下	10	9.7	9.7	9.8	9.73	0.27	0.06
9	上	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
	中	10	9.8	9.6	9.8	9.73	0.27	0.06
	下	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
10	上	10	9.7	9.8	9.8	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.6	9.8	9.8	9.73	0.27	0.06
	下	10	9.7	9.7	9.8	9.73	0.27	0.06
11	上	10	9.7	9.8	9.8	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
	下	10	9.8	9.6	9.6	9.67	0.33	0.07
12	上	10	9.6	9.8	9.8	9.73	0.27	0.06
	中	10	9.7	9.8	9.8	9.77	0.23	0.05
	下	10	9.9	9.8	9.7	9.80	0.20	0.04
13	上	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
	中	10	9.8	9.8	9.7	9.77	0.23	0.05
	下	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04

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			
14	上	10	9.7	9.7	9.9	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
	下	10	9.8	9.8	9.6	9.73	0.27	0.06
15	上	10	9.7	9.7	9.6	9.67	0.33	0.07
	中	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
	下	10	9.7	9.8	9.8	9.77	0.23	0.05
16	上	10	9.7	9.5	9.7	9.63	0.37	0.08
	中	10	9.8	9.7	9.6	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
17	上	10	9.8	9.7	9.6	9.70	0.30	0.07
	中	10	9.7	9.8	9.7	9.73	0.27	0.06
	下	10	9.7	9.6	9.7	9.67	0.33	0.07
18	上	10	9.8	9.8	9.7	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.7	9.6	9.6	9.63	0.37	0.08
	下	10	9.5	9.7	9.7	9.63	0.37	0.08
19	上	10	9.8	9.7	9.8	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.8	9.8	9.7	9.77	0.23	0.05
	下	10	9.7	9.7	9.4	9.60	0.40	0.09
20	上	10	9.8	9.6	9.9	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.7	9.7	9.8	9.73	0.27	0.06
	下	10	9.7	9.7	9.8	9.73	0.27	0.06
21	上	10	9.7	9.8	9.8	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.8	9.7	9.7	9.73	0.27	0.06
	下	10	9.8	9.6	9.7	9.70	0.30	0.07
22	上	10	9.9	9.9	9.7	9.83	0.17	0.04
	中	10	9.7	9.5	9.7	9.63	0.37	0.08
	下	10	9.9	9.7	9.8	9.80	0.20	0.04
23	上	10	9.9	9.8	9.7	9.80	0.20	0.04
	中	10	9.7	9.8	9.8	9.77	0.23	0.05
	下	10	9.7	9.6	9.7	9.67	0.33	0.07
24	上	10	9.9	9.7	9.6	9.73	0.27	0.06
	中	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.6	9.5	9.8	9.63	0.37	0.08
25	上	10	9.7	9.8	9.8	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.7	9.7	9.6	9.67	0.33	0.07
	下	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
26	上	10	9.8	9.7	9.8	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.8	9.8	9.6	9.73	0.27	0.06
	下	10	9.6	9.7	9.7	9.67	0.33	0.07
27	上	10	9.8	9.8	9.7	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.8	9.7	9.6	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.6	9.6	9.7	9.63	0.37	0.08

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			
28	上	10	9.7	9.7	9.9	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.8	9.8	9.7	9.77	0.23	0.05
29	上	10	9.7	9.9	9.7	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.7	9.9	9.8	9.80	0.20	0.04
30	上	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
	中	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
31	上	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
	中	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.6	9.7	9.7	9.67	0.33	0.07
32	上	10	9.6	9.7	9.7	9.67	0.33	0.07
	中	10	9.6	9.6	9.6	9.60	0.40	0.09
	下	10	9.6	9.7	9.7	9.67	0.33	0.07
33	上	10	9.6	9.7	9.8	9.70	0.30	0.07
	中	10	9.5	9.6	9.7	9.60	0.40	0.09
	下	10	9.6	9.7	9.7	9.67	0.33	0.07
34	上	10	9.7	9.7	9.6	9.67	0.33	0.07
	中	10	9.8	9.8	9.7	9.77	0.23	0.05
	下	10	9.8	9.8	9.7	9.77	0.23	0.05
35	上	10	9.8	9.8	9.7	9.77	0.23	0.05
	中	10	9.7	9.7	9.6	9.67	0.33	0.07
	下	10	9.7	9.6	9.6	9.63	0.37	0.08
36	上	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04
	中	10	9.6	9.6	9.8	9.67	0.33	0.07
	下	10	9.7	9.8	9.6	9.70	0.30	0.07
37	上	10	9.8	9.7	9.9	9.80	0.20	0.04
	中	10	9.7	9.8	9.8	9.77	0.23	0.05
	下	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
38	上	10	9.7	9.7	9.8	9.73	0.27	0.06
	中	10	9.6	9.7	9.7	9.67	0.33	0.07
	下	10	9.7	9.8	9.7	9.73	0.27	0.06
39	上	10	9.6	9.7	9.6	9.63	0.37	0.08
	中	10	9.6	9.6	9.6	9.60	0.40	0.09
	下	10	9.8	9.8	8.9	9.50	0.50	0.11
40	上	10	9.8	9.6	9.8	9.73	0.27	0.06
	中	10	9.6	9.7	9.8	9.70	0.30	0.07
	下	10	9.6	9.6	9.9	9.70	0.30	0.07
41	底部	10	9.8	9.7	9.9	9.80	0.20	0.04
42	底部	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
43	底部	10	9.8	9.8	9.8	9.80	0.20	0.04

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			
44	底部	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
45	底部	10	9.7	9.7	9.7	9.70	0.30	0.07
46	底部	10	9.8	9.7	9.8	9.77	0.23	0.05
PS3 浮動碼頭 P1 浮箱								
1	上	12.00	11.40	11.40	11.30	11.37	0.63	0.04
	中	12.00	11.70	11.70	11.60	11.67	0.33	0.02
	下	12.00	11.70	11.70	11.60	11.67	0.33	0.02
2	上	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	中	12.00	11.50	11.60	11.60	11.57	0.43	0.03
	下	12.00	11.60	11.50	11.70	11.60	0.40	0.03
3	上	12.00	11.50	11.50	11.60	11.53	0.47	0.03
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	下	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.03
4	上	12.00	11.40	11.60	11.50	11.50	0.50	0.03
	中	12.00	11.40	11.50	11.40	11.43	0.57	0.04
	下	12.00	11.40	11.60	11.60	11.53	0.47	0.03
5	上	12.00	11.70	11.60	11.60	11.63	0.37	0.02
	中	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.03
	下	12.00	11.40	11.60	11.60	11.53	0.47	0.03
6	上	12.00	11.40	11.50	11.40	11.43	0.57	0.04
	中	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.03
	下	12.00	11.40	11.40	11.50	11.43	0.57	0.04
7	上	12.00	11.40	11.40	11.30	11.37	0.63	0.04
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	下	12.00	11.50	11.40	11.40	11.43	0.57	0.04
8	上	12.00	11.30	11.20	11.40	11.30	0.70	0.05
	中	12.00	11.50	11.50	11.60	11.53	0.47	0.03
	下	12.00	11.50	11.50	11.30	11.43	0.57	0.04
9	上	12.00	11.30	11.20	11.40	11.30	0.70	0.05
	中	12.00	11.40	11.40	11.50	11.43	0.57	0.04
	下	12.00	11.60	11.60	11.70	11.63	0.37	0.02
10	上	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.04
	中	12.00	11.50	11.40	11.50	11.47	0.53	0.03
	下	12.00	11.70	11.40	11.70	11.60	0.40	0.03
11	上	12.00	11.50	11.60	11.50	11.53	0.47	0.03
	中	12.00	11.60	11.60	11.50	11.57	0.43	0.03
	下	12.00	11.50	11.60	11.60	11.57	0.43	0.03
12	上	12.00	11.70	11.80	11.70	11.73	0.27	0.02
	中	12.00	11.80	11.80	11.80	11.80	0.20	0.01
	下	12.00	11.30	11.50	11.40	11.40	0.60	0.04
13	上	12.00	11.60	11.80	11.70	11.70	0.30	0.02
	中	12.00	11.80	11.70	11.70	11.73	0.27	0.02

	下	12.00	11.30	11.50	11.40	11.40	0.60	0.04
14	上	12.00	11.40	11.50	11.60	11.50	0.50	0.03
	中	12.00	11.50	11.50	11.60	11.53	0.47	0.03
	下	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.03
15	上	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.03
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	下	12.00	11.50	11.40	11.30	11.40	0.60	0.04
16	上	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	中	12.00	11.40	11.60	11.50	11.50	0.50	0.03
	下	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.04
17	上	12.00	11.20	11.50	11.50	11.40	0.60	0.04
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	下	12.00	11.30	11.50	11.50	11.43	0.57	0.04
18	上	12.00	11.40	11.40	11.50	11.43	0.57	0.04
	中	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.03
	下	12.00	11.40	11.50	11.40	11.43	0.57	0.04
19	上	12.00	11.40	11.50	11.30	11.40	0.60	0.04
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	下	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
20	上	12.00	11.70	11.60	11.70	11.67	0.33	0.02
	中	12.00	11.30	11.50	11.60	11.47	0.53	0.03
	下	12.00	11.70	11.70	11.70	11.70	0.30	0.02
21	上	12.00	11.60	11.60	11.60	11.60	0.40	0.03
	中	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.03
	下	12.00	11.70	11.60	11.00	11.43	0.57	0.04
22	上	12.00	11.60	11.60	11.60	11.60	0.40	0.03
	中	12.00	11.40	11.50	11.40	11.43	0.57	0.04
	下	12.00	11.60	11.60	11.60	11.60	0.40	0.03
23	上	12.00	11.50	11.60	11.50	11.53	0.47	0.03
	中	12.00	11.50	11.40	11.50	11.47	0.53	0.03
	下	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.04
24	上	12.00	11.60	11.60	11.40	11.53	0.47	0.03
	中	12.00	11.50	11.30	11.50	11.43	0.57	0.04
	下	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.03
25	上	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	下	12.00	11.40	11.10	11.30	11.27	0.73	0.05
26	上	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.03
	中	12.00	11.70	11.60	11.70	11.67	0.33	0.02
	下	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.04
27	上	12.00	11.40	11.50	11.40	11.43	0.57	0.04
	中	12.00	11.70	11.60	11.70	11.67	0.33	0.02
	下	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
28	上	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.04
	中	12.00	11.80	11.60	11.70	11.70	0.30	0.02

	下	12.00	11.80	11.80	11.60	11.73	0.27	0.02
29	上	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.03
	中	12.00	11.80	11.80	11.80	11.80	0.20	0.01
	下	12.00	11.70	11.60	11.50	11.60	0.40	0.03
30	上	12.00	11.40	11.50	11.60	11.50	0.50	0.03
	中	12.00	11.30	11.40	11.50	11.40	0.60	0.04
	下	12.00	11.60	11.50	11.60	11.57	0.43	0.03
31	上	12.00	11.70	11.60	11.70	11.67	0.33	0.02
	中	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.03
	下	12.00	11.50	11.60	11.50	11.53	0.47	0.03
32	上	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.04
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.03
	下	12.00	11.70	11.60	11.60	11.63	0.37	0.02
33	底部	12.00	11.30	11.40	11.50	11.40	0.60	0.04
34	底部	12.00	11.50	11.30	11.40	11.40	0.60	0.04
35	底部	12.00	11.40	11.30	11.40	11.37	0.63	0.04
36	底部	12.00	11.30	11.30	11.40	11.33	0.67	0.04
37	底部	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.04
38	底部	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.03
1	上	10.00	9.00	8.90	8.80	8.90	1.10	0.07
	中	10.00	8.80	8.80	8.90	8.83	1.17	0.08
	下	10.00	9.00	9.10	9.10	9.07	0.93	0.06
2	上	10.00	9.10	9.00	9.00	9.03	0.97	0.06
	中	10.00	9.00	9.00	8.30	8.77	1.23	0.08
	下	10.00	8.70	9.10	9.00	8.93	1.07	0.07
3	上	10.00	8.90	9.10	9.10	9.03	0.97	0.06
	中	10.00	9.00	8.90	9.00	8.97	1.03	0.07
	下	10.00	8.90	9.00	8.90	8.93	1.07	0.07
4	上	10.00	9.10	9.00	9.00	9.03	0.97	0.06
	中	10.00	8.90	9.00	9.00	8.97	1.03	0.07
	下	10.00	9.00	8.80	9.00	8.93	1.07	0.07
5	上	10.00	8.80	8.80	8.90	8.83	1.17	0.08
	中	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	1.00	0.07
	下	10.00	6.90	6.80	6.30	6.67	3.33	0.22
6	上	10.00	8.40	9.10	8.90	8.80	1.20	0.08
	中	10.00	9.00	8.90	8.90	8.93	1.07	0.07
	下	10.00	9.10	9.10	8.90	9.03	0.97	0.06
7	上	10.00	9.00	8.90	8.80	8.90	1.10	0.07
	中	10.00	9.00	8.90	8.90	8.93	1.07	0.07
	下	10.00	8.90	9.00	9.00	8.97	1.03	0.07
8	上	10.00	8.70	8.70	8.70	8.70	1.30	0.09
	中	10.00	8.00	8.90	9.00	8.63	1.37	0.09
	下	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	1.00	0.07
9	上	10.00	9.00	8.80	9.00	8.93	1.07	0.07
	中	10.00	8.80	8.90	8.80	8.83	1.17	0.08

	下	10.00	9.10	9.10	9.10	9.10	0.90	0.06
10	上	10.00	8.70	8.80	8.80	8.77	1.23	0.08
	中	10.00	8.90	8.80	8.00	8.57	1.43	0.09
	下	10.00	8.80	9.00	9.00	8.93	1.07	0.07
11	上	10.00	6.10	5.70	5.50	5.77	4.23	0.28
	中	10.00	7.70	7.70	7.70	7.70	2.30	0.15
	下	10.00	9.00	9.00	8.80	8.93	1.07	0.07
12	上	10.00	8.90	8.80	8.80	8.83	1.17	0.08
	中	10.00	9.00	9.00	8.90	8.97	1.03	0.07
	下	10.00	9.10	9.10	9.10	9.10	0.90	0.06
13	底部	10.00	9.00	9.00	9.10	9.03	0.97	0.06
14	底部	10.00	9.20	9.10	9.10	9.13	0.87	0.06
15	底部	10.00	8.60	8.80	8.70	8.70	1.30	0.09
16	底部	10.00	8.90	9.00	8.90	8.93	1.07	0.07

表 4-39 九宮港區浮動碼頭浮箱鋼板厚度檢測結果

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			
PJ 浮動碼頭 P1 浮箱								
1	上	12.00	11.30	11.40	11.40	11.37	0.63	0.11
	中	12.00	11.40	11.60	11.70	11.57	0.43	0.07
	下	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.09
2	上	12.00	11.60	11.50	11.50	11.53	0.47	0.08
	中	12.00	11.50	11.60	11.60	11.57	0.43	0.07
	下	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.09
3	上	12.00	11.60	11.60	11.50	11.57	0.43	0.07
	中	12.00	11.70	11.60	11.50	11.60	0.40	0.07
	下	12.00	11.70	11.60	11.60	11.63	0.37	0.06
4	上	12.00	11.60	11.60	11.50	11.57	0.43	0.07
	中	12.00	11.50	11.70	11.60	11.60	0.40	0.07
	下	12.00	11.60	11.60	11.50	11.57	0.43	0.07
5	上	12.00	11.50	11.60	11.50	11.53	0.47	0.08
	中	12.00	11.60	11.50	11.60	11.57	0.43	0.07
	下	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
6	上	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.09
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.08
	下	12.00	11.30	11.40	11.40	11.37	0.63	0.11
7	上	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.08
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.08
	下	12.00	11.40	11.40	11.30	11.37	0.63	0.11
8	上	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
	中	12.00	11.60	11.50	11.60	11.57	0.43	0.07
	下	12.00	11.40	11.30	11.40	11.37	0.63	0.11

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			
9	上	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.08
	中	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.09
	下	12.00	11.40	11.30	11.40	11.37	0.63	0.11
10	上	12.00	11.40	11.40	11.50	11.43	0.57	0.09
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.08
	下	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.09
11	上	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.09
	中	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
	下	12.00	11.50	11.40	11.40	11.43	0.57	0.09
12	上	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.08
	中	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
	下	12.00	11.40	11.40	11.30	11.37	0.63	0.11
13	上	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.09
	中	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.09
	下	12.00	11.50	11.40	11.50	11.47	0.53	0.09
14	上	12.00	11.50	11.50	11.60	11.53	0.47	0.08
	中	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.08
	下	12.00	11.30	11.40	11.40	11.37	0.63	0.11
15	上	12.00	11.50	11.60	11.50	11.53	0.47	0.08
	中	12.00	11.60	11.60	11.60	11.60	0.40	0.07
	下	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
16	上	12.00	11.30	11.50	11.50	11.43	0.57	0.09
	中	12.00	11.80	11.80	11.80	11.80	0.20	0.03
	下	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
17	上	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.08
	中	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
	下	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
18	上	12.00	11.60	11.60	11.60	11.60	0.40	0.07
	中	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
	下	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.09
19	上	12.00	11.50	11.20	11.50	11.40	0.60	0.10
	中	12.00	11.50	11.40	11.50	11.47	0.53	0.09
	下	12.00	11.50	11.60	11.40	11.50	0.50	0.08
20	上	12.00	11.40	11.30	11.40	11.37	0.63	0.11
	中	12.00	11.50	11.50	11.60	11.53	0.47	0.08
	下	12.00	11.40	11.40	11.30	11.37	0.63	0.11
21	上	12.00	11.40	11.50	11.50	11.47	0.53	0.09
	中	12.00	11.60	11.50	11.50	11.53	0.47	0.08
	下	12.00	11.30	11.20	11.30	11.27	0.73	0.12
22	上	12.00	11.60	11.60	11.70	11.63	0.37	0.06
	中	12.00	11.60	11.50	11.50	11.53	0.47	0.08
	下	12.00	11.70	11.60	11.60	11.63	0.37	0.06

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			
23	上	12.00	11.70	11.60	11.60	11.63	0.37	0.06
	中	12.00	11.60	11.70	11.60	11.63	0.37	0.06
	下	12.00	11.60	11.30	11.30	11.40	0.60	0.10
24	上	12.00	11.60	11.60	11.50	11.57	0.43	0.07
	中	12.00	11.40	11.50	11.60	11.50	0.50	0.08
	下	12.00	11.60	11.70	11.70	11.67	0.33	0.06
25	上	12.00	11.60	11.80	11.70	11.70	0.30	0.05
	中	12.00	11.60	11.60	11.70	11.63	0.37	0.06
	下	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
26	上	12.00	11.60	11.50	11.60	11.57	0.43	0.07
	中	12.00	11.60	11.50	11.60	11.57	0.43	0.07
	下	12.00	11.50	11.40	11.50	11.47	0.53	0.09
27	上	12.00	11.60	11.40	11.40	11.47	0.53	0.09
	中	12.00	11.40	11.40	11.50	11.43	0.57	0.09
	下	12.00	11.50	11.40	11.50	11.47	0.53	0.09
28	上	12.00	11.40	11.30	11.10	11.27	0.73	0.12
	中	12.00	11.50	11.30	11.40	11.40	0.60	0.10
	下	12.00	11.50	11.50	11.30	11.43	0.57	0.09
29	上	12.00	11.40	11.40	11.50	11.43	0.57	0.09
	中	12.00	11.50	11.50	11.40	11.47	0.53	0.09
	下	12.00	11.60	11.50	11.60	11.57	0.43	0.07
30	上	12.00	11.40	11.30	11.30	11.33	0.67	0.11
	中	12.00	11.60	11.50	11.50	11.53	0.47	0.08
	下	12.00	11.50	11.50	11.30	11.43	0.57	0.09
31	上	12.00	11.30	11.30	11.30	11.30	0.70	0.12
	中	12.00	11.70	11.70	11.80	11.73	0.27	0.04
	下	12.00	11.30	11.40	11.40	11.37	0.63	0.11
32	上	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50	0.50	0.08
	中	12.00	11.80	11.80	11.80	11.80	0.20	0.03
	下	12.00	11.40	11.40	11.30	11.37	0.63	0.11
33	底部	12.00	11.50	11.40	11.40	11.43	0.57	0.09
34	底部	12.00	11.50	11.40	11.40	11.43	0.57	0.09
35	底部	12.00	11.40	11.40	11.40	11.40	0.60	0.10
36	底部	12.00	11.50	11.50	11.60	11.53	0.47	0.08
PJ 浮動碼頭 P2 浮箱								
1	上	10.00	9.10	9.00	9.00	9.03	0.97	0.06
	中	10.00	8.90	9.00	8.80	8.90	1.10	0.07
	下	10.00	9.00	9.10	9.20	9.10	0.90	0.06
2	上	10.00	9.10	9.10	9.00	9.07	0.93	0.06
	中	10.00	9.00	9.10	9.00	9.03	0.97	0.06
	下	10.00	9.20	9.10	9.10	9.13	0.87	0.05

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			
3	上	10.00	9.10	9.10	9.00	9.07	0.93	0.06
	中	10.00	8.70	9.00	8.90	8.87	1.13	0.07
	下	10.00	8.90	8.90	9.00	8.93	1.07	0.07
4	上	10.00	8.90	9.00	9.10	9.00	1.00	0.06
	中	10.00	8.90	8.80	8.80	8.83	1.17	0.07
	下	10.00	8.60	8.80	8.80	8.73	1.27	0.08
5	上	10.00	9.00	8.90	9.00	8.97	1.03	0.06
	中	10.00	8.80	8.90	8.90	8.87	1.13	0.07
	下	10.00	8.90	8.00	8.80	8.57	1.43	0.09
6	上	10.00	8.70	8.80	8.70	8.73	1.27	0.08
	中	10.00	8.80	8.70	8.80	8.77	1.23	0.08
	下	10.00	8.90	8.90	8.70	8.83	1.17	0.07
7	上	10.00	9.10	9.10	9.10	9.10	0.90	0.06
	中	10.00	8.70	8.90	8.60	8.73	1.27	0.08
	下	10.00	8.80	9.00	8.90	8.90	1.10	0.07
8	上	10.00	8.60	8.60	8.70	8.63	1.37	0.09
	中	10.00	8.60	8.70	8.90	8.73	1.27	0.08
	下	10.00	8.90	8.90	8.80	8.87	1.13	0.07
9	上	10.00	8.50	8.50	8.10	8.37	1.63	0.10
	中	10.00	8.70	8.80	8.80	8.77	1.23	0.08
	下	10.00	8.30	8.40	8.20	8.30	1.70	0.11
10	上	10.00	9.20	9.20	9.20	9.20	0.80	0.05
	中	10.00	9.10	9.10	9.20	9.13	0.87	0.05
	下	10.00	8.40	8.50	8.50	8.47	1.53	0.10
11	上	10.00	9.10	9.00	9.10	9.07	0.93	0.06
	中	10.00	9.00	9.10	9.10	9.07	0.93	0.06
	下	10.00	8.90	8.50	8.50	8.63	1.37	0.09
12	上	10.00	8.60	8.30	8.60	8.50	1.50	0.09
	中	10.00	8.60	8.70	8.80	8.70	1.30	0.08
	下	10.00	8.80	8.90	7.80	8.50	1.50	0.09
13	上	10.00	8.80	8.70	8.80	8.77	1.23	0.08
	中	10.00	8.80	8.80	8.70	8.77	1.23	0.08
	下	10.00	8.60	8.70	8.80	8.70	1.30	0.08
14	上	10.00	8.40	8.40	8.30	8.37	1.63	0.10
	中	10.00	8.50	8.70	8.60	8.60	1.40	0.09
	下	10.00	8.60	8.70	8.80	8.70	1.30	0.08

4.5 防波堤裂縫探測

4.5.1 檢測原理

本研究所採用的非破壞性試驗技術稱為敲擊式繞射波傳輸時間法，該方法是以應力波傳動原理為基礎，以小直徑的鋼珠當為敲擊源導入應力波，在表面敲擊後主要將產生三種形式的應力波，其中應力波 P-波及 S-波向物體內部傳動，如圖 4.60(a)所示，而另外一種表面 R 波主要是沿著混凝土表面傳動。這三種類型的應力波以 P 波波速最快，S 波次之。由於 P-波波速較快，所以 P-波之波前(Wave-front)先遇到裂縫之尖端，而 S-波則跟隨在後，入射 P-波在裂縫尖端處將產生繞射波，如圖 4.53(b)所示，如同在裂縫尖端處形成另一個波源，以球狀波形方式向四面八方傳動出去，如圖 4.60(c)所示；當繞射波傳回至敲擊表面時將會產生擾動，經由裂縫尖端繞射再抵達裂縫另一側表面的歷時，故在裂縫兩側各配置一個可感式敲擊源及位移接收器，監測所得之波形為紀錄可感式敲擊源敲擊起始時間(即訊號擷取系統啟動時間)，另與敲擊點不同側之接收器(Receiver)監測得之起始擾動訊號，為 P-波繞過裂縫尖端到達所引起，此乃因為表面開裂裂縫阻絕或延遲表面 P 波以及 R-波之到達所致，之後所測得的位移波形則為後續反射波及繞射波到達所引起。

圖 4.61(a)可感測敲擊時間原點之繞射波傳輸時間法試驗示意圖，敲擊源及接收器與裂縫之距離分別為 H1 及 H2，當可感測敲擊器敲擊到混凝土表面時，敲擊器內部裝設之壓電材料產生電壓訊號如圖 4.61(b)所示，敲擊時間原點為 t_1 ，而在接收器記錄到之裂縫繞射波波到時間為 t_2 (如圖 4.61(c))，故 P-波由敲擊源至接收器所經歷的總時間(Δt)可依公式 4.3 計算而得：

$$\Delta t = t_2 - t_1 \dots\dots\dots (4.3)$$

總歷時得到後，P-波所走的總路徑則等於 P-波波速(C_p)乘於總歷時。因此，表面開裂縫之深度(d)可依公式 4.4 計算得到：

$$d = \sqrt{\left[\frac{(C_p \times \Delta t)^2 + H_1^2 - H_2^2}{2 \times C_p \times \Delta t} \right]^2 - H_1^2} \dots\dots\dots (4.4)$$

若是兩接收器與裂縫之距離相等 (即 $H_1=H_2=H$)，則上式可改寫為公式 4.5：

$$d = \sqrt{\left[\frac{(C_p \times \Delta t)}{2} \right]^2 - H^2} \dots\dots\dots (4.5)$$

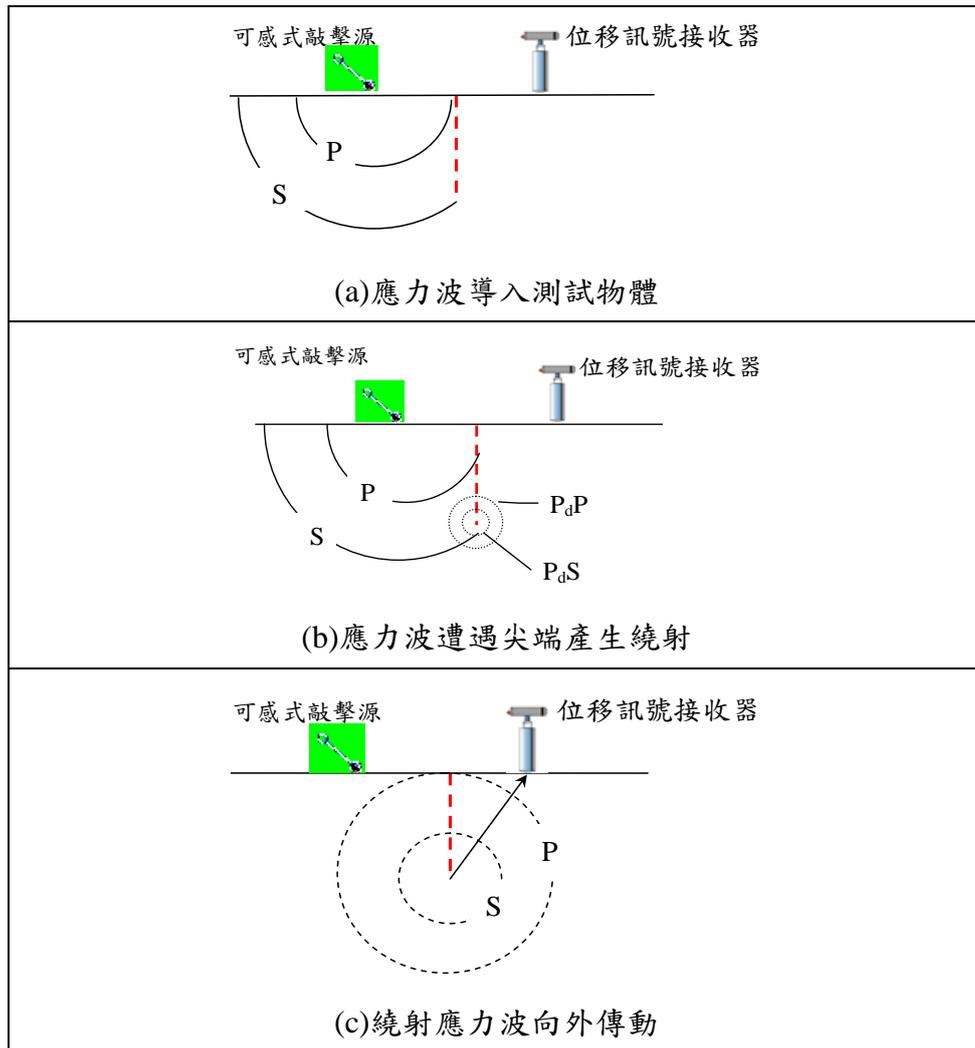


圖 4.60 應力波與表面裂縫之互制作用

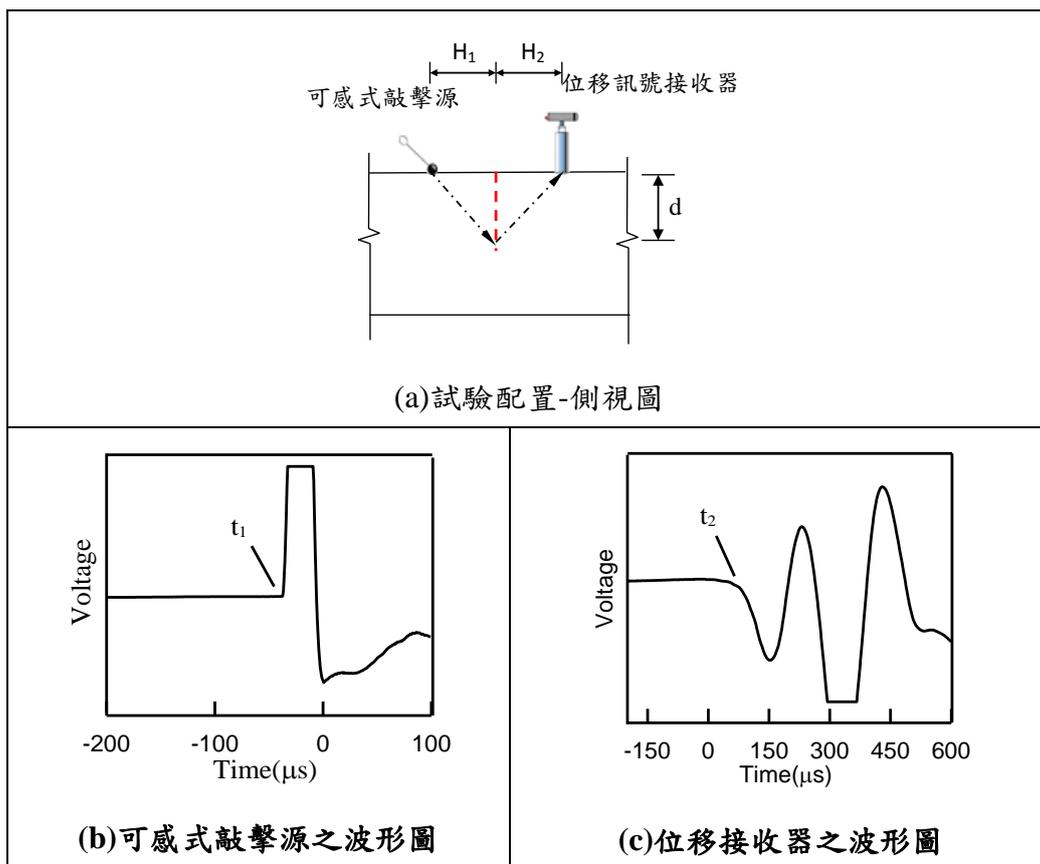


圖 4.61 敲擊式繞射波傳輸時間法之裂縫檢測

4.5.2 儀器設備

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

1. 訊號擷取卡：接收器接收連續之類比(Analog)訊號時，必須由 A/D 卡抓取並轉換成不連續之數位(Digital)之訊號，以便後續之訊號處理、分析及儲存。本研究所使用之 PicoScope3224 之 A/D 卡以 USB port 連結電腦並提供兩個 BNC 插槽用以外接位移接收器，資料的最快擷取速率為 10 MHz(每 0.1 μ s 紀錄一筆資料)，解析度(resolution)為 12 bits。
2. 筆記型電腦：A/D 卡轉換完成之數位訊號，可透過軟體抓取到記憶體中，再進行訊號處理、分析或儲存於硬碟裡。可感式敲擊源及位

移接器其說明如下：

3. 敲擊源：小直徑(3~12 mm)的鋼珠即是一個很好的敲擊源，透過鋼珠自由落下與試體表面產生碰撞而導入應力波。本研究採用可感測敲擊時間原點之敲擊源，此敲擊鋼珠內部裝設有可感測位移變化之壓電材料，可在能量導入檢測物體的同時，感應到時間的原點。
4. 接收器：為一種很小成倒錐體形之壓電材料，因此可視為類似點之接觸，所反應出來之訊號與垂直表面位移量成正比。

4.5.3 實驗規劃

依表 4-7 防波堤經常巡查結果，選擇裂縫劣化異狀處進行試驗。

水頭港區北防波堤共選 2 個測點，分別位於單元 10 與單元 34 之水-n-c10-1(如圖 4.62 所示)與水-n-c34-1(如圖 4.63 所示)；西防波堤共選 5 個測點，分別位於單元 8 之水-w-c8-1(如圖 4.64 所示)、水-w-c8-2(如圖 4.65 所示)、水-w-c8-3(如圖 4.66 所示)與 9 之水-w-c9-1(如圖 4.67 所示)、水-w-c9-2(如圖 4.68 所示)。

九宮港區北防波堤共選 2 個測點，分別位於單元 28 之 9-n-b28-1(如圖 4.69 所示)、9-n-b28-2(如圖 4.70 所示)

料羅港區南防波堤亦選 2 個測點，分別位於單元 13 之 l-s-c13-1(如圖 4.71 所示)、l-s-c13-2(如圖 4.72 所示)。



圖 4.62 水頭港區北防波堤單元 10
堤頂裂縫



圖 4.63 水頭港區北防波堤單元 34
堤頂裂縫



圖 4.64 水頭港區西防波堤單元 8
胸牆裂縫-1



圖 4.65 水頭港區西防波堤單元 8
胸牆裂縫-2



圖 4.66 水頭港區西防波堤單元 8
胸牆裂縫-3



圖 4.67 水頭港區西防波堤單元 9
胸牆裂縫



圖 4.68 水頭港區西防波堤單元 9
堤頂裂縫



圖 4.69 九宮港區北防波堤單元 28
堤頂裂縫



圖 4.70 九宮港區北防波堤單元28

胸牆裂縫



圖 4.71 料羅港區南防波堤單元13

堤頂裂縫-1



圖 4.72 料羅港區南防波堤單元13

堤頂裂縫-2

4.5.4 檢測結果

進行裂縫深度試驗前需先測得表面 P-波波速 C_p 。表面 P 波波速 C_p 試驗的儀器配置為可感式敲擊源及單一接收器皆是位於同一直線上，敲擊源與接收器之距離為 H ，如圖 4.73(a)所示，由可感式敲擊源及位移接收器分別紀錄應力波由敲擊點傳播至位移接收器所耗費的時間 ($\Delta t = t_2 - t_1$)，敲擊點與接收器間的距離(H)已知，便可推算應力波波速等於距離除以時間($C_p = H / \Delta t$)。以本次之水頭堤防北側第 10 塊體(編號:水-n-c10-1)表面 P 波波速試驗為例，敲擊試驗所得可感式敲擊源及位移接收器之位移波形，如圖 4.73(b)所示。圖中顯示，由可感式敲擊源之波形圖得知系統啟動時間 t_1 為 $27.8 \mu s$ ，接收器記錄之表面 P 波到達時間 t_2 為 $117.8 \mu s$ 波由敲擊點至接收器所行經路徑(H)為 0.30 m ，歷時

($\Delta t = t_2 - t_1 = 90.0 \mu\text{s}$) 已知的情形下，可計算 P 波波速可得 3333 m/s。其餘各位置表面 P-波波速 C_p 量測結果如表 4-40 所示。相關波形圖整理於附錄一。

波速量測後，再進行裂縫深度試驗，以本次之水頭堤防北側第 10 塊體(編號:水-n-c10-1)的試驗結果為例，裂縫檢測儀器配置(圖 4.74(a))為 $H_1 = H_2 = 0.03 \text{ m}$ ，圖 4.74(b)分別為可感式敲擊源及位移接收器之訊號波形圖，圖 4.74(b)為敲擊源經敲擊接觸混凝土表面所得之系統啟動時間 $t_1 = 52.8 \mu\text{s}$ ，而接收器主要紀錄來自裂縫端點所產生的繞射波，其裂縫繞射波波到時間 $t_2 = 96.6 \mu\text{s}$ ，在歷時($\Delta t = t_2 - t_1 = 43.8 \mu\text{s}$)及波速(3333 m/s)已知的情形下，代入公式(4.5)經計算可得知裂縫深度為 6.7 cm。各點位裂縫量測結果如上述計算，裂縫深度試驗結果整理於表 4-41。

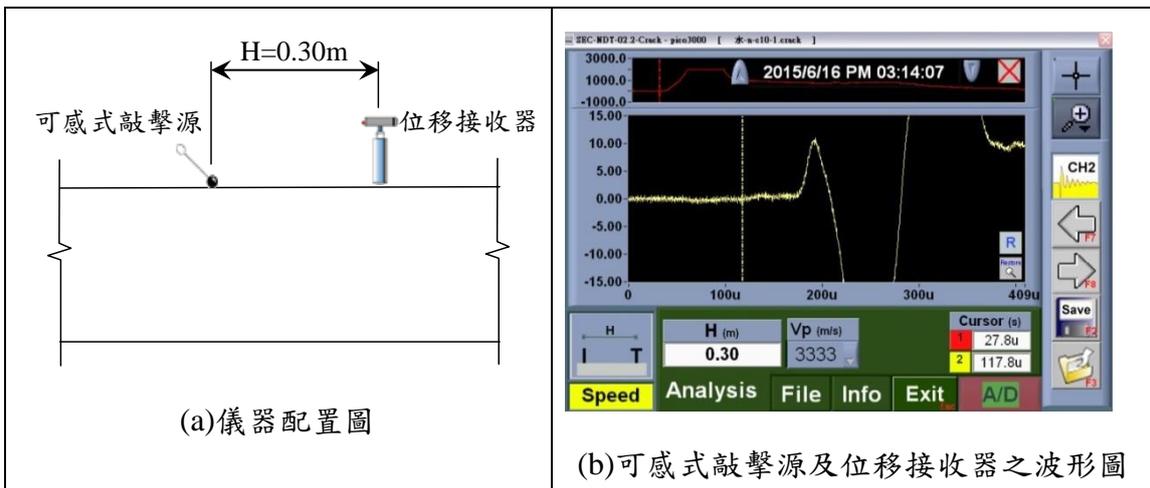


圖 4.73 水頭港區防波堤編號水-n-c10-1 表面 P 波波速試驗

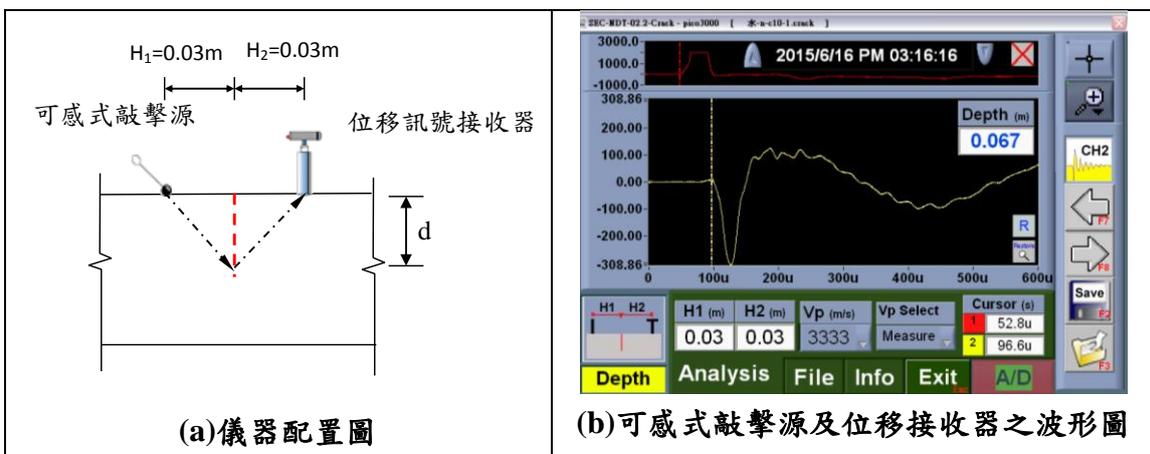


圖 4.74 裂縫測點水頭防波堤編號水-n-c10-1 之裂縫深度試驗

表 4-40 表面 P 波波速檢測結果

測點	編號	第一接收器 波到時間(μs)	第二接收器 波到時間(μs)	歷時 (μs)	表面 P-波波速 (m/s)
1	水-n-c10-1	27.8	117.8	90.0	3333
2	水-w-c8-1	29.2	122.8	93.6	3205
3	水-w-c9-1	35.4	129.4	94.0	3191
4	9-n-b28-2	34.0	124.4	90.4	3319
5	l-s-c13-1	36.8	126.6	89.8	3341

*本試驗僅對裂縫試驗數據負責

表 4-41 裂縫深度檢測結果

編號	測點	第一接收器 波到(μs)	第二接收器 波到 (μs)	歷時 (μs)	深度 (cm)	備註
1	水-n-c10-1	52.8	96.6	43.8	6.7	堤頂
2	水-n-c34-1	54.0	90.2	36.2	5.2	堤頂
3	水-w-c8-1	47.6	99.6	52.0	7.8	胸牆
4	水-w-c8-2	40.6	98.0	57.4	8.7	胸牆
5	水-w-c8-3	32.4	85.8	53.4	8.0	胸牆
6	水-w-c9-1	34.6	120.2	85.6	13.3	胸牆
7	水-w-c9-2	50.8	84.0	33.2	4.4	堤頂
8	9-n-b28-1	56.0	105.6	49.6	7.7	堤頂
9	9-n-b28-2	58.2	110.0	51.8	8.1	胸牆
10	l-s-c13-1	27.6	56.2	28.6	3.7	堤頂
11	l-s-c13-2	56.2	91.0	34.8	5.0	堤頂

*本試驗僅對裂縫試驗數據負責

4.6 碼頭與防波堤等港灣構造物維護或改善對策

1. 碼頭構造物：劣化異狀以岸肩裂縫與沉陷(水港港區貨運 1&2 號碼頭單元 13)較顯著，裂縫部分建議以灌注環氧樹脂工法進行維修，沉陷部分建議以修補水泥砂漿工法進行維修(目前已修復)；附屬設施部分以車擋、防舷材與繫船柱劣化為主，劣化狀況為 4 者，建議進行置換，以維其功能。
2. 防波堤構造物：劣化異狀主要集中於堤頂與胸牆裂縫，建議劣化狀況為 2 者以樹脂砂漿塗抹工法進行維修，劣化狀況為 3 者以灌注環

氧樹脂工法進行維修，防波堤構造物以自重作為抵禦波浪侵襲，結構體自身之混凝土劣化雖不足以造成立即之影響，但以長遠考量，仍會造成其損壞。

3. 浮動碼頭構造物：劣化異狀主要結構集中於基樁與浮臺塗裝劣化與滑動滾輪組損壞為主，基樁塗裝劣化以水頭港區 PS3(C、D 群樁)與九宮港區 PJ(A、B 群樁)較為嚴重，由於兩座浮動碼頭皆可泊 2 船席可供靠泊，建議目前使用狀況較良好之船席，並針對劣化處進行防蝕包覆維修；浮臺塗裝劣化以九宮港區 PJ(P1、P2 構件)，由於其以混凝土作為鋪面，建議進行樹脂砂漿塗抹工法避免持續劣化；滑動滾輪組損壞部分以水頭港區 PS1(RB 與 RC 構件)與 PS3(RC 構件)，由於已失去其原有功能，將影響滾輪組對基樁塗裝造成影響，建議予以更換以維其功能。

第五章 蘇澳及臺中港碼頭檢測

本研究除依既定規劃工作執行金門港區現況調查外，另因蘇澳及臺中港等港務管理單位實務需要，新增上述兩港部分碼頭之水下檢測項目。由於蘇澳及臺中港部份棧橋式碼頭，係於民國 60 年初國家十大建設時所建造，其使用時間較久，本次檢測對象依港務管理單位建議，分別選定蘇澳港 8~13 號、臺中港 29(角偶)與 30 號碼頭。

本所歷年調查結果顯示，國內五大國際商港設施，至民國 83 年時，蘇澳港 11 號碼頭已有多處之鋼筋混凝土(R.C.)底面版，內部鋼筋腐蝕嚴重，銹水外滲，混凝土膨脹(裂)，保護層已出現大範圍之剝落^[30]。民國 91、98 年調查時，同港區之 13 號碼頭(緊臨 12 號碼頭)，整座碼頭長達 300 公尺之 R.C.底面板，已全面劣化損壞，保護層完全剝落分離，內部鋼筋外露、腐蝕、斷裂。臺中港多數碼頭亦有同樣情況發。

5.1 蘇澳港碼頭檢測

本年度調查蘇澳港共有 8、9、10、11、12、13 號等 6 座，其中 8、9 號 2 座碼頭之結構型式為重力式，10、11、12、13 號等 4 座則為 R.C.基樁棧橋式碼頭。

碼頭現況調查，由潛水人員以目視方式全面進行檢測棧橋式碼頭面版底部、梁及基樁等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，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。並同時調查護坡之消坡塊、塊石或護基方塊等保護設施是否發生散亂或流失情形。

各碼頭調查結果分述如下：

5.1.1 蘇澳港 8 號碼頭

本座碼頭全長 124 m，寬 20 m，設計水深為 -7.5 m，碼頭位置及結構型式如圖 5.1 及圖 5.2 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。竣工

時間為民國 67 年，調查時，使用時間已約 37 年。104 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 5.3 所示。



圖 5.1 蘇澳港 8-13 號碼頭位置圖

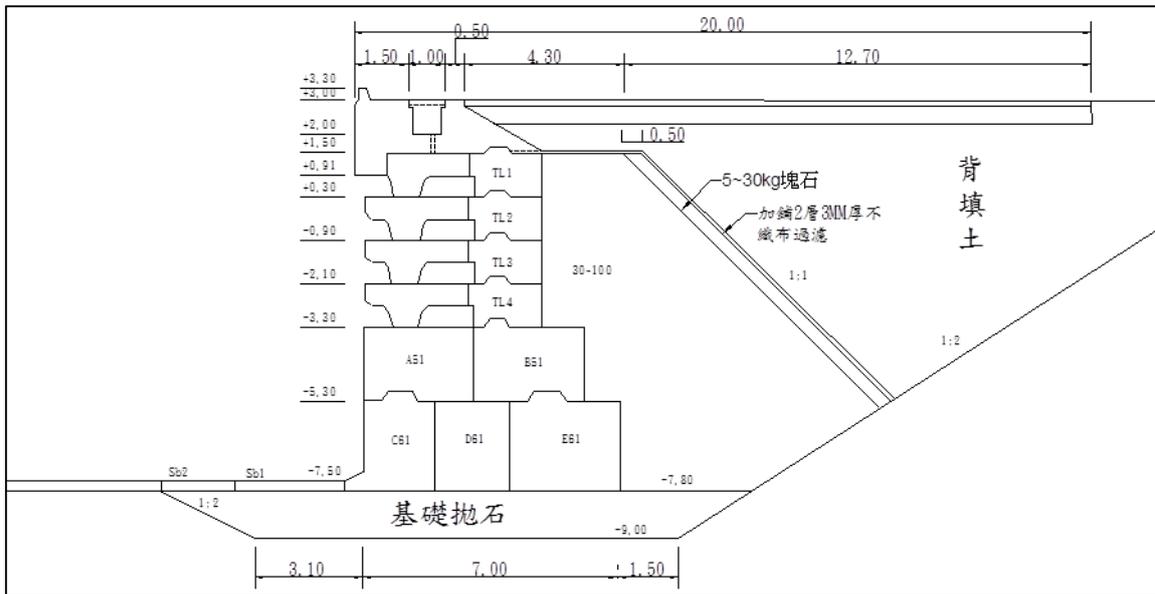


圖 5.2 蘇澳港 8~9 號碼頭斷面圖



碼頭岸肩混凝土損壞情形



防舷材(編號5)脫落

圖 5.3 蘇澳港 8 號碼頭現場情況(104.09)

圖 5.4 為本座碼頭 104 年 9 月水下調查之照片，結果顯示主要結構並無重大災損或變位現象，但有許多工程拋棄物沉積於碼頭海床處，建議仍應依照維修管理需要，定期實施水下目視檢查。

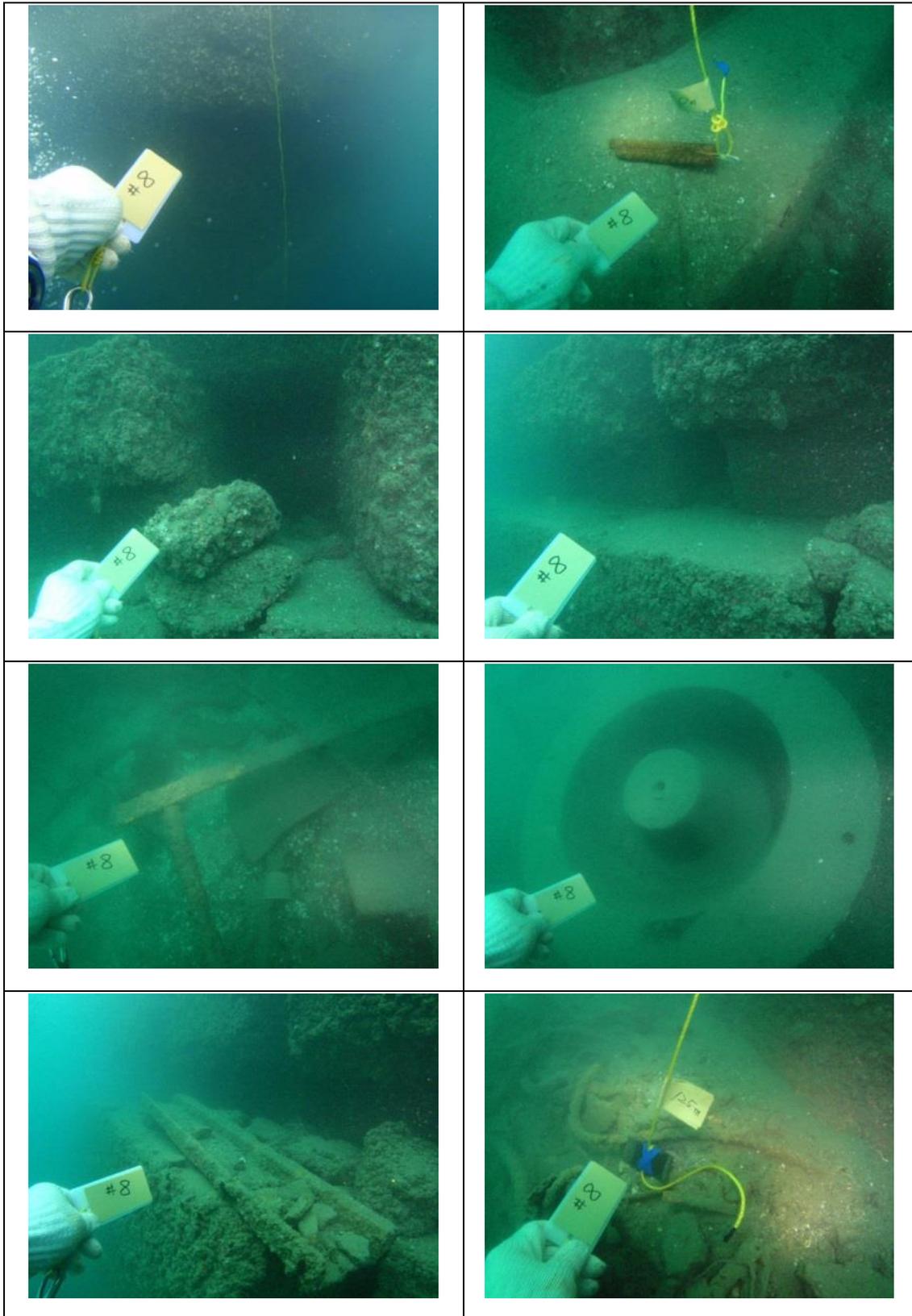


圖 5.4 蘇澳港 8 號碼頭水下調查結果(104.09)

5.1.2 蘇澳港 9 號碼頭

本座碼頭全長 124 m，寬 20 m，設計水深為 -7.5 m 碼頭位置詳圖 5.1，結構型式同 8 號碼頭(圖 5.2)。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。竣工時間為民國 67 年，調查時，使用時間已約 37 年。104 年 9 月調查時，岸上未發現明顯劣化異狀。

圖 5.5 為本座碼頭 104 年 9 月水下調查之照片，結果顯示主要結構並無重大災損或變位現象，但有許多工程拋棄物沉積於碼頭海床處，建議仍應依照維修管理需要，定期實施水下目視檢查。



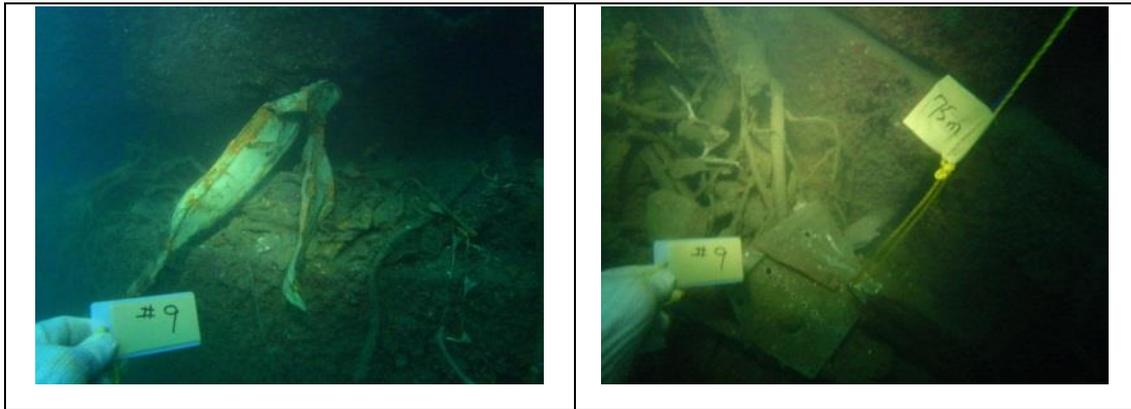


圖 5.5 蘇澳港 9 號碼頭水下調查結果(104.09)

5.1.3 蘇澳港 10 號碼頭

本座碼頭全長 175 m，寬 20 m，設計水深為 -9.0 m，設計載重為 3.0 t/m²，主要結構型式係以每排 7 隻直樁支撐面版，並於後線打設混凝土錨碇版及設置拉桿來抵抗水平作用力之棧橋式結構。碼頭位置圖 5.1，結構型式如圖 5.6 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。竣工時間為民國 64 年，調查時，使用時間已約 40 年。104 年 9 月調查時，岸上未發現明顯劣化異狀。

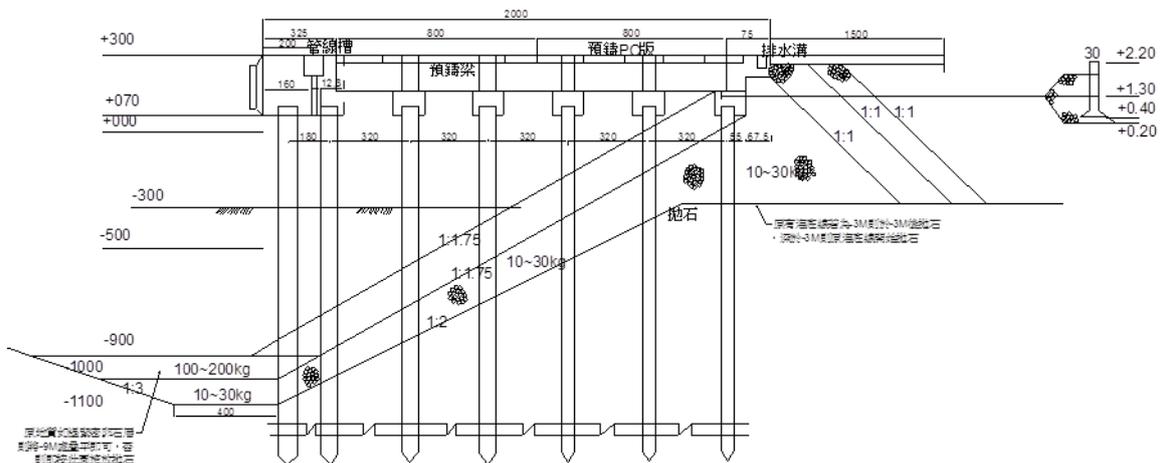


圖 5.6 蘇澳港 10~12 號碼頭斷面圖

水下調查結果彙整如下(如圖 5.7 所示)：

1. 面版：本座碼頭調查時，面版底版發現多處混凝土剝落及內部鋼

筋腐蝕外露，其劣損情形明顯嚴重。

2. 梁：本座碼頭調查時，梁，未發現明顯劣損或變形情形。
3. 基樁：本座碼頭基樁調查時外觀完整，未發現明顯劣損或變形情形。
4. 護坡：本座碼頭護坡調查時，未發現坡度明顯變位情形。

圖 5.8 為本座碼頭劣損發生位置調查結果示意圖，本座碼頭部份面版劣損嚴重，除受外力作用外，主要可能原因乃面版與梁等鋼筋混凝土構件建造至今已約 40 年，長年曝露於潮汐與海水潑濺之處，混凝土遭受乾濕循環作用造成裂縫生成，海水由裂縫處滲入更加速內部鋼筋之腐蝕，終致混凝土保護層之剝落及鋼筋腐蝕外露且銹斷。雖結構安全及營運功能無立即性之危險，建議應及早進行維修作業，尤其鋼筋混凝土梁損壞部份，因須承受由面版傳遞過來之應力，其影響結構安全之重要性更大於面版，更需優先修護。並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況。

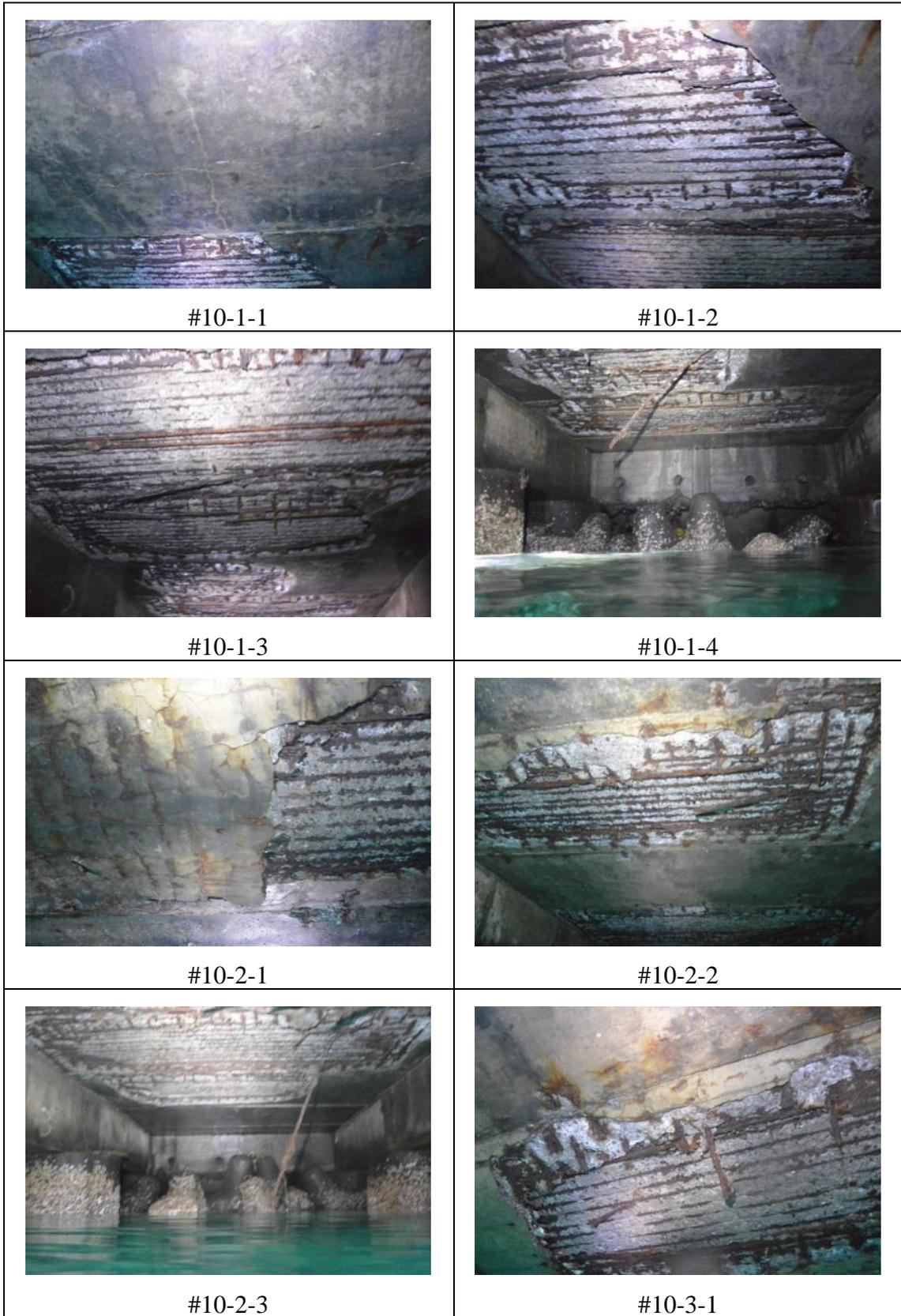


圖 5.7 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-1(104.09)

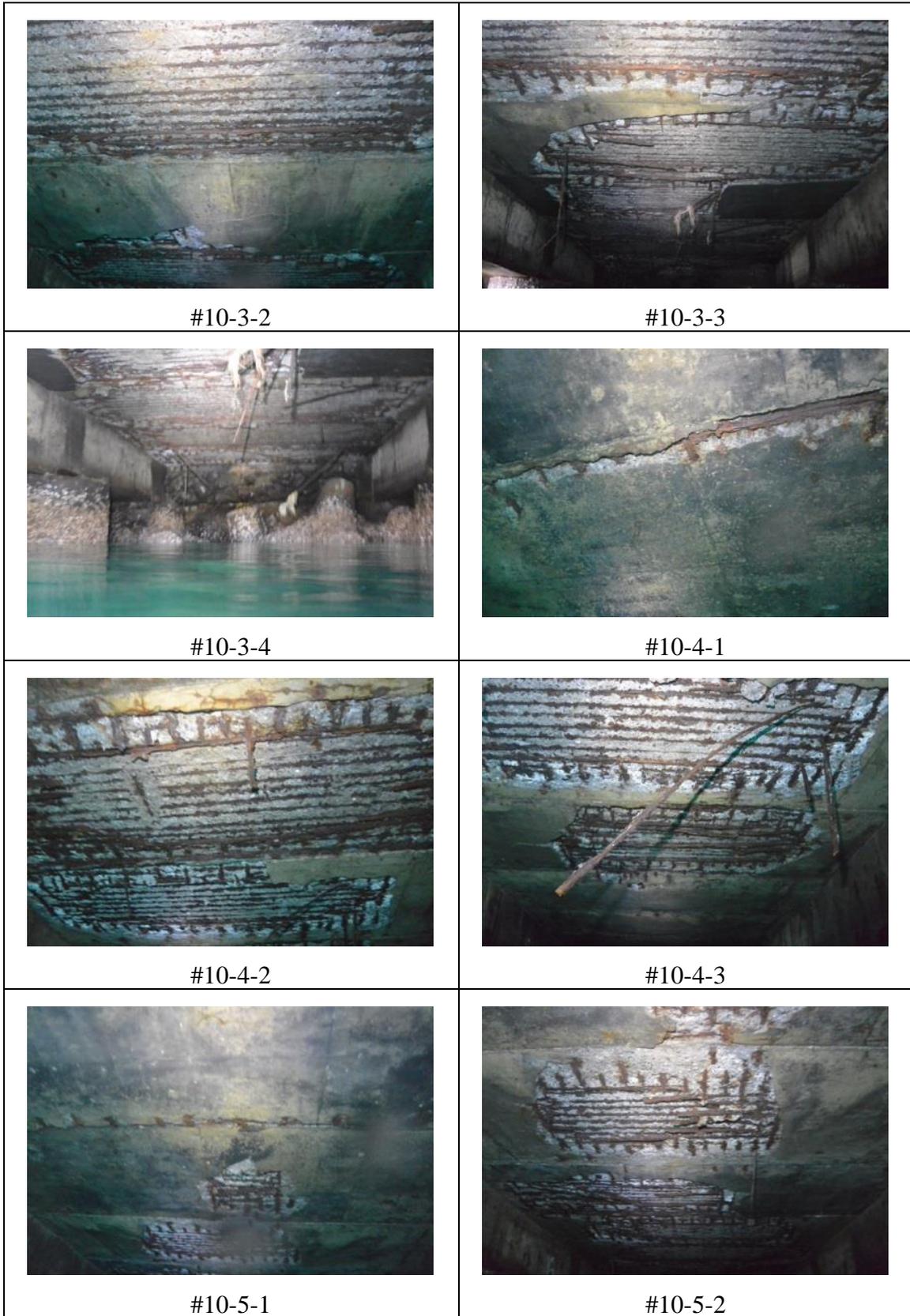


圖 5.7 (續 1) 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-2(104.09)



圖 5.7 (續 2) 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-3(104.09)



圖 5.7 (續 3) 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-4(104.09)

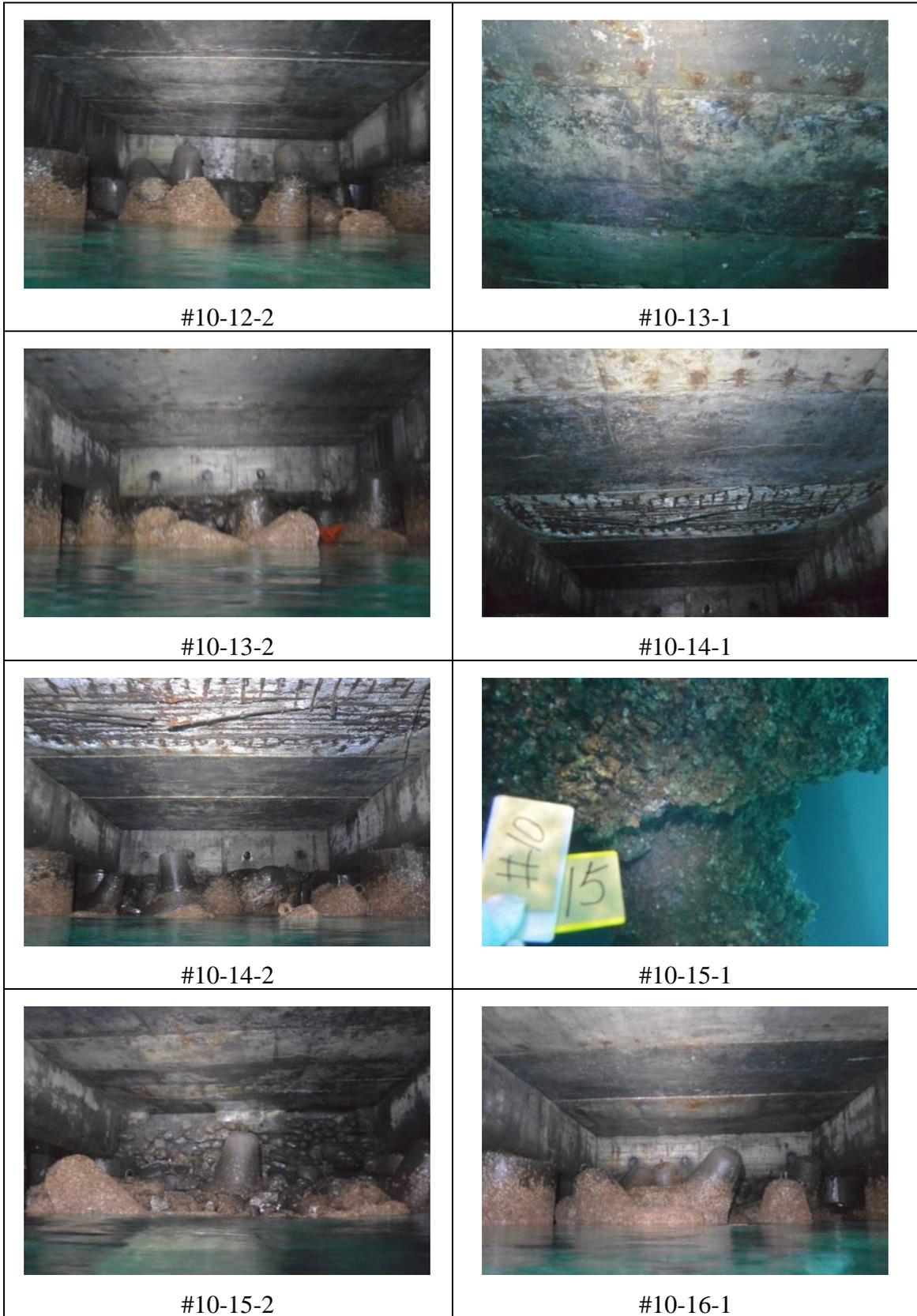


圖 5.7 (續 4) 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-5(104.09)

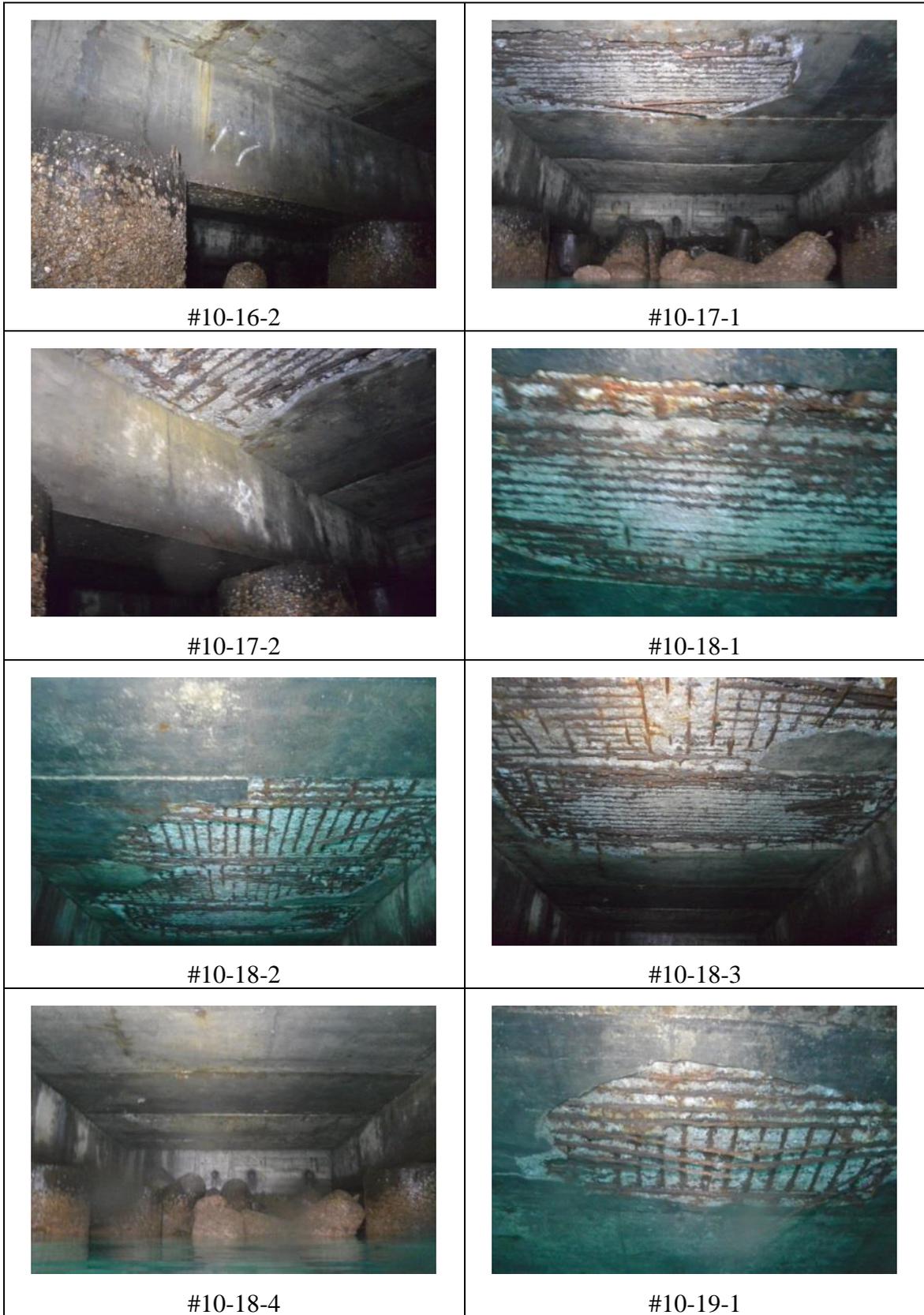


圖 5.7 (續 5) 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-6(104.09)

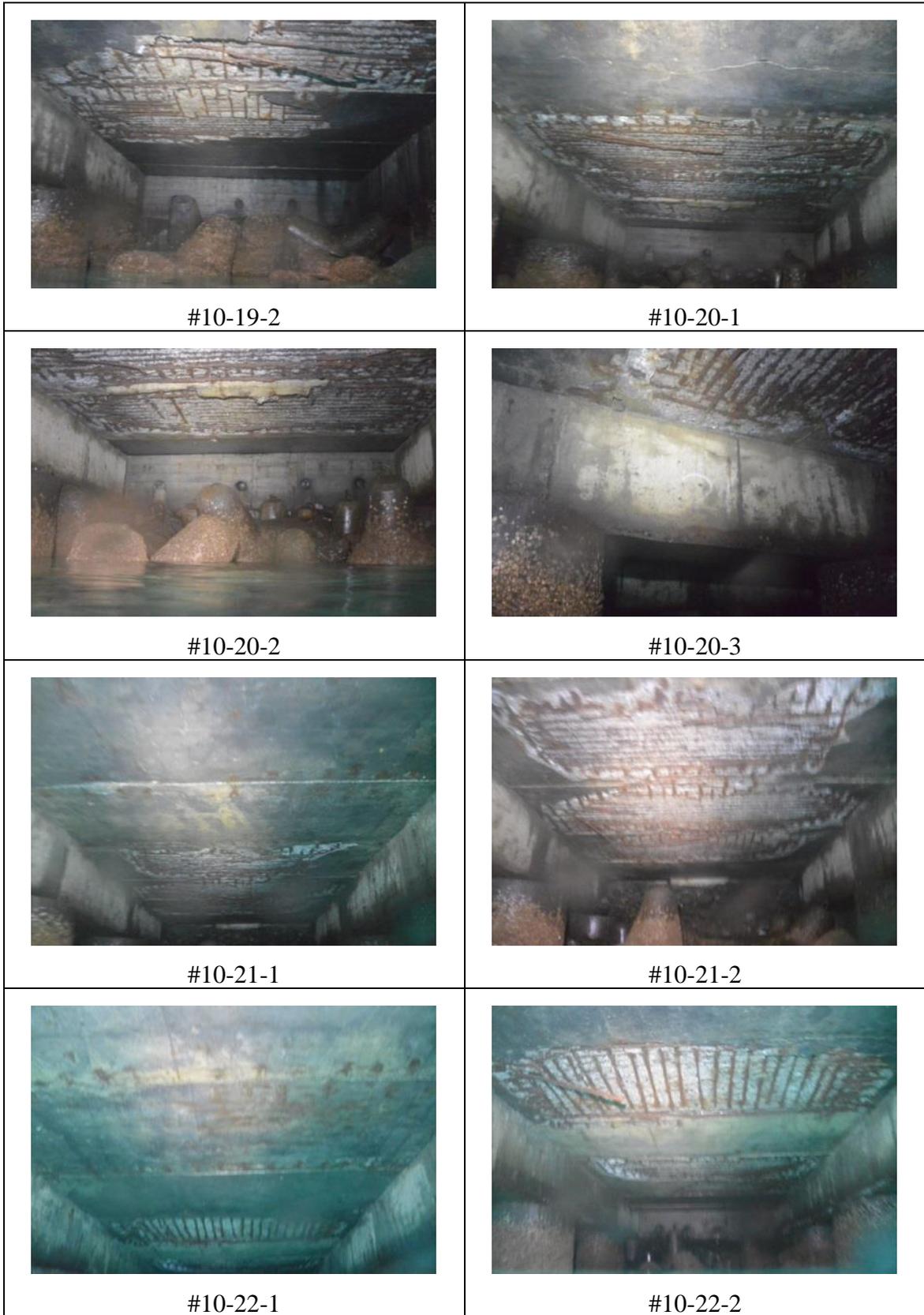


圖 5.7 (續 6) 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-7(104.09)

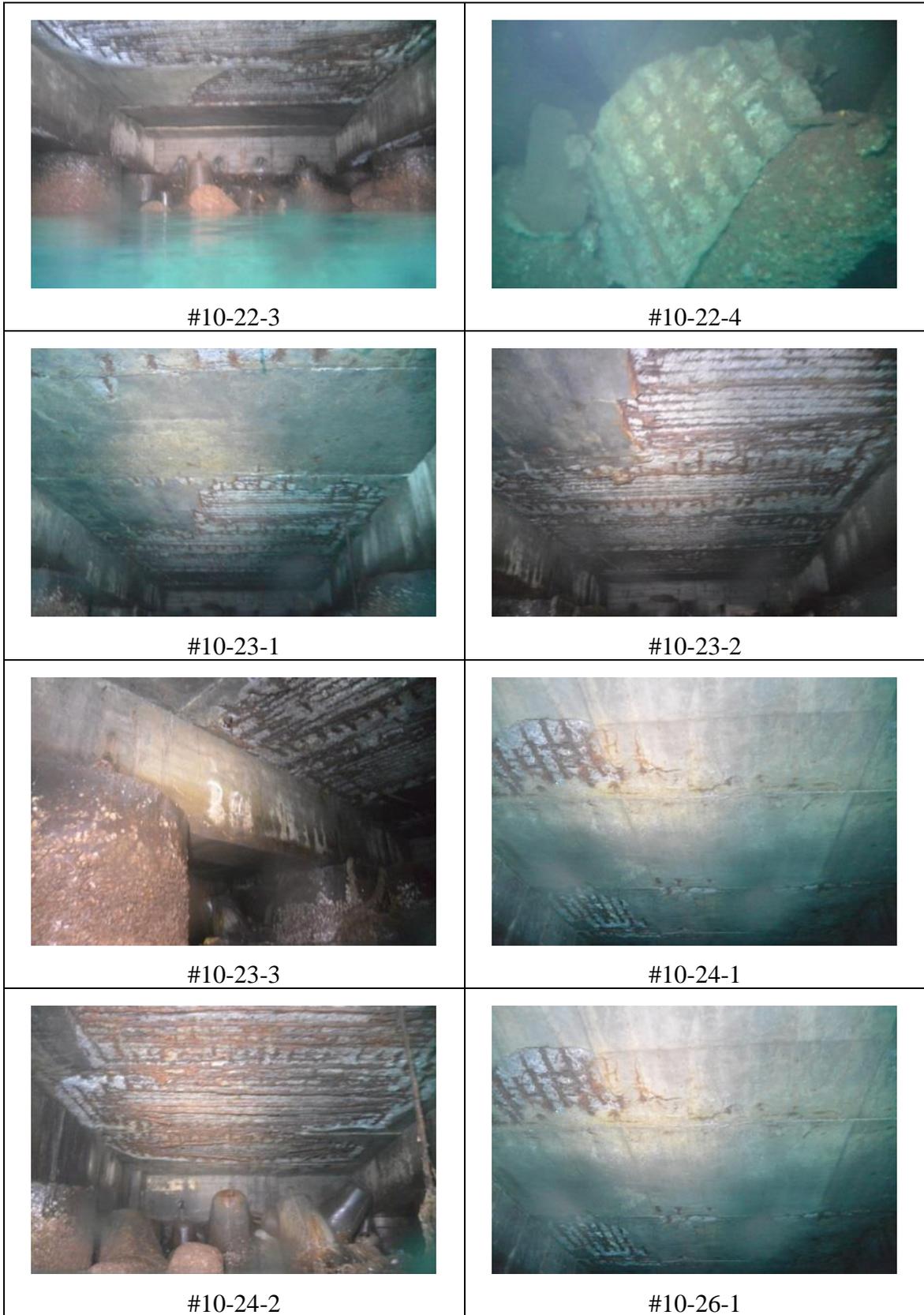


圖 5.7 (續 7) 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-8(104.09)

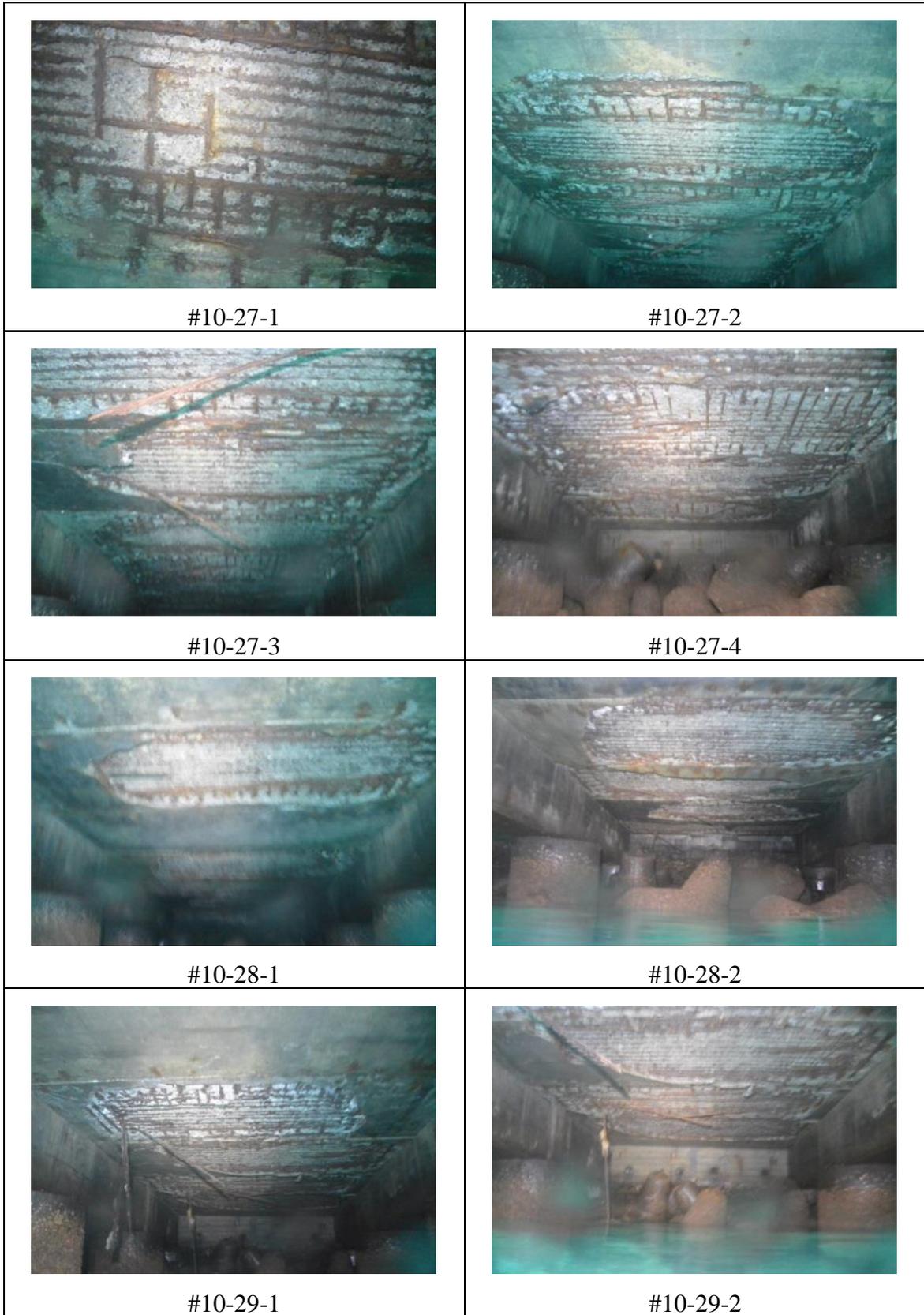


圖 5.7 (續 8) 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-9(104.09)

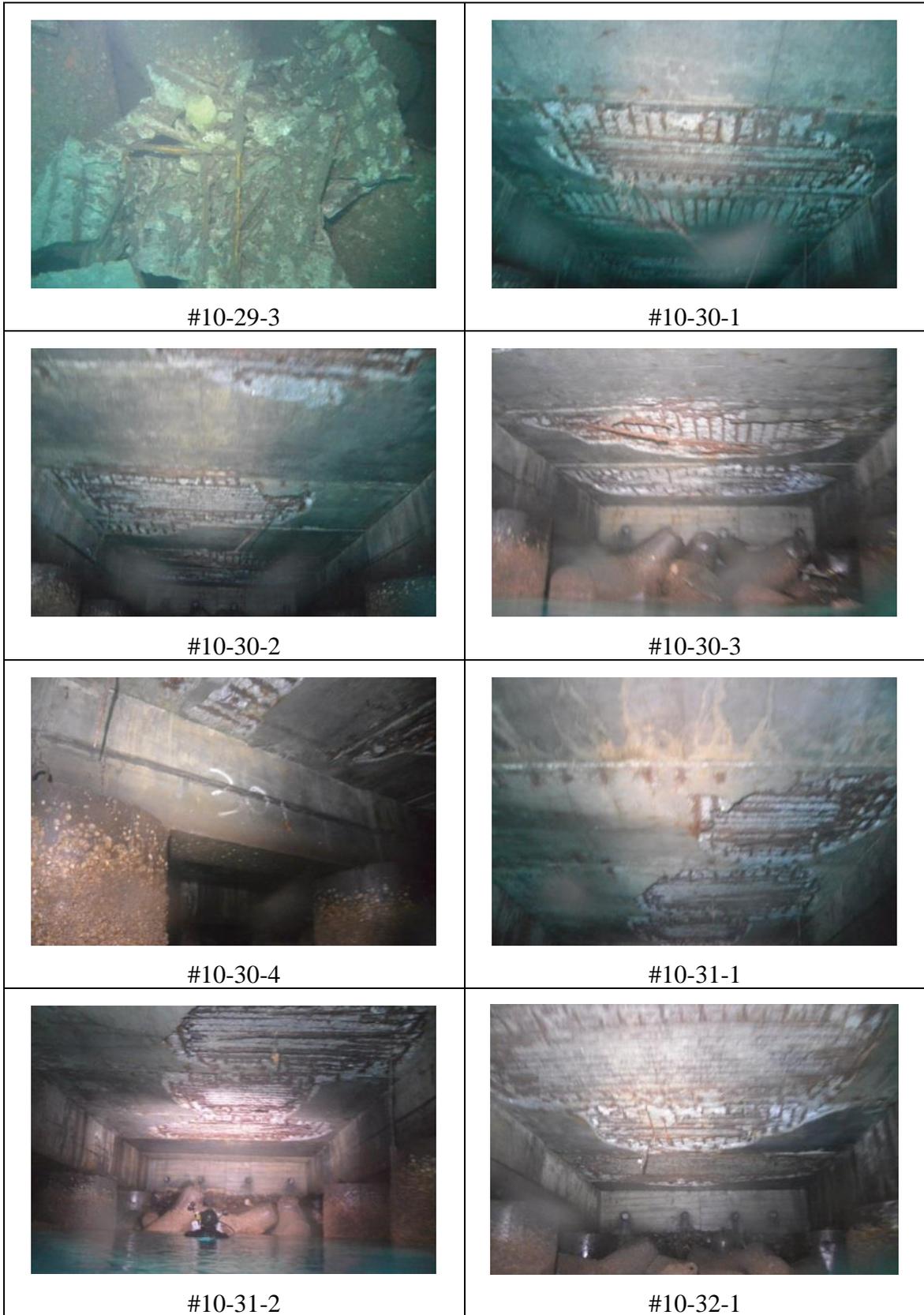


圖 5.7 (續 9) 蘇澳港 10 號碼頭現況調查結果-10(104.09)

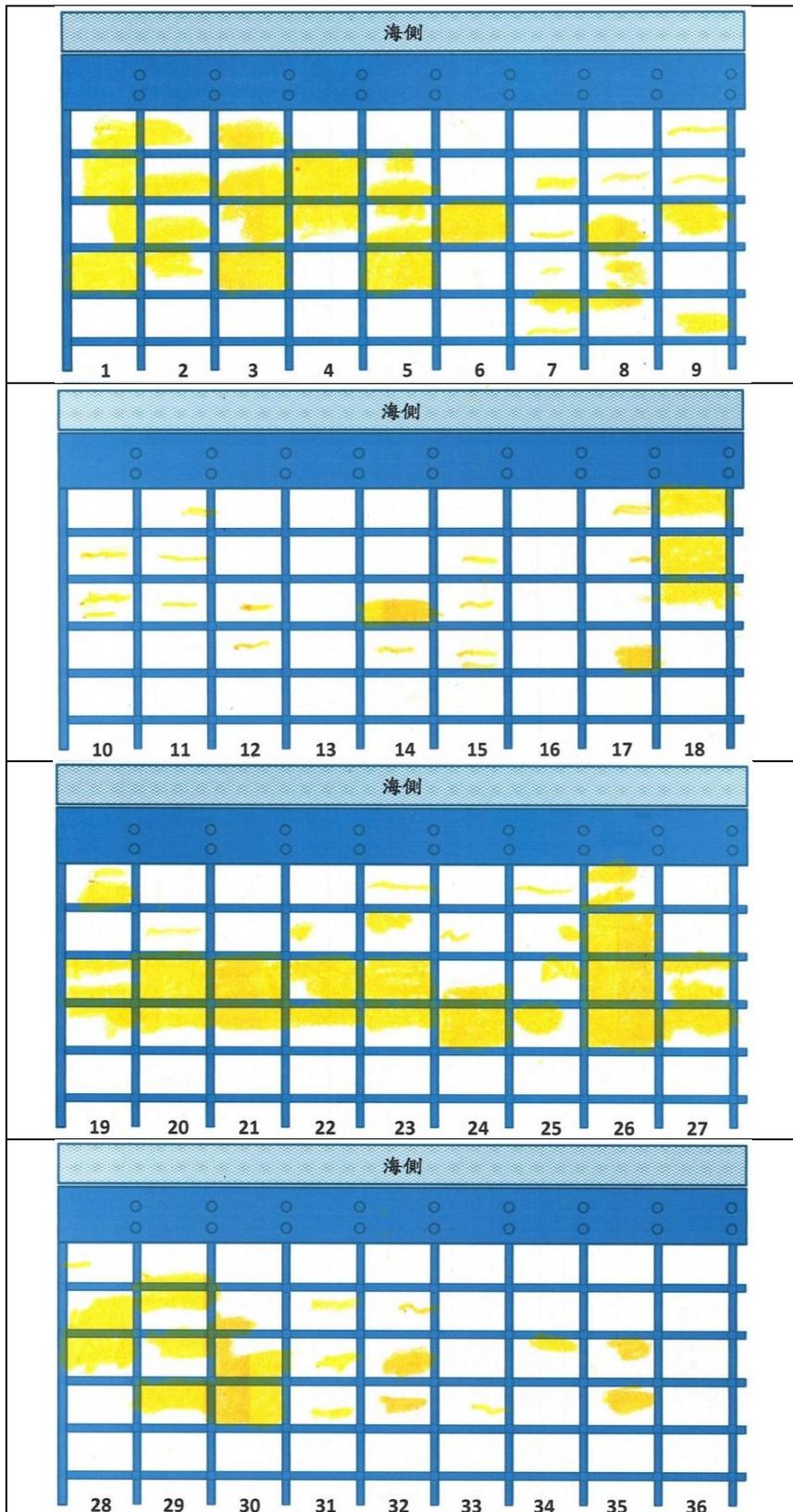


圖 5.8 蘇澳港 10 號碼頭劣損發生位置調查結果示意圖

5.1.4 蘇澳港 11 號碼頭

本座碼頭全長 175 m，寬 20 m，設計水深為 -9.0 m，設計載重為 3.0 t/m²，主要結構型式係以每排 7 隻直樁支撐面版，並於後線打設混凝土錨碇版及設置拉桿來抵抗水平作用力之棧橋式結構。碼頭位置如圖 5.1，結構型式同 10 號碼頭(圖 5.7)。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。本座碼頭竣工時間為民國 64 年，調查時，使用時間已約 40 年。104 年 9 月調查時，岸上除部分防舷材有劣損現象外(圖 5.9)，其他構件未發現明顯劣化異狀。



圖 5.9 蘇澳港 11 號碼頭防舷材劣損情形(104.09)

水下調查結果彙整如下(如圖 5.10 所示)：

1. 面版：本座碼頭調查時，面版底版發現多處混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露，其劣損情形明顯嚴重。
2. 梁：本座碼頭調查時，梁，未發現明顯劣損或變形情形。
3. 基樁：本座碼頭基樁調查時外觀完整，未發現明顯劣損或變形情形。
4. 護坡：本座碼頭護坡調查時，未發現坡度明顯變位情形。

圖 5.11 為本座碼頭劣損發生位置調查結果示意圖，本座碼頭部份面版與梁劣損嚴重，主要可能原因同 10 號碼頭。本座碼頭面版因劣損數量較多且範圍較大，可能影響結構整體安全及營運功能，建議除應及早進行維修作業，更需儘速委託專業機構優先辦理細部檢測評估作業。並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況。



圖 5.10 蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-1(104.09)

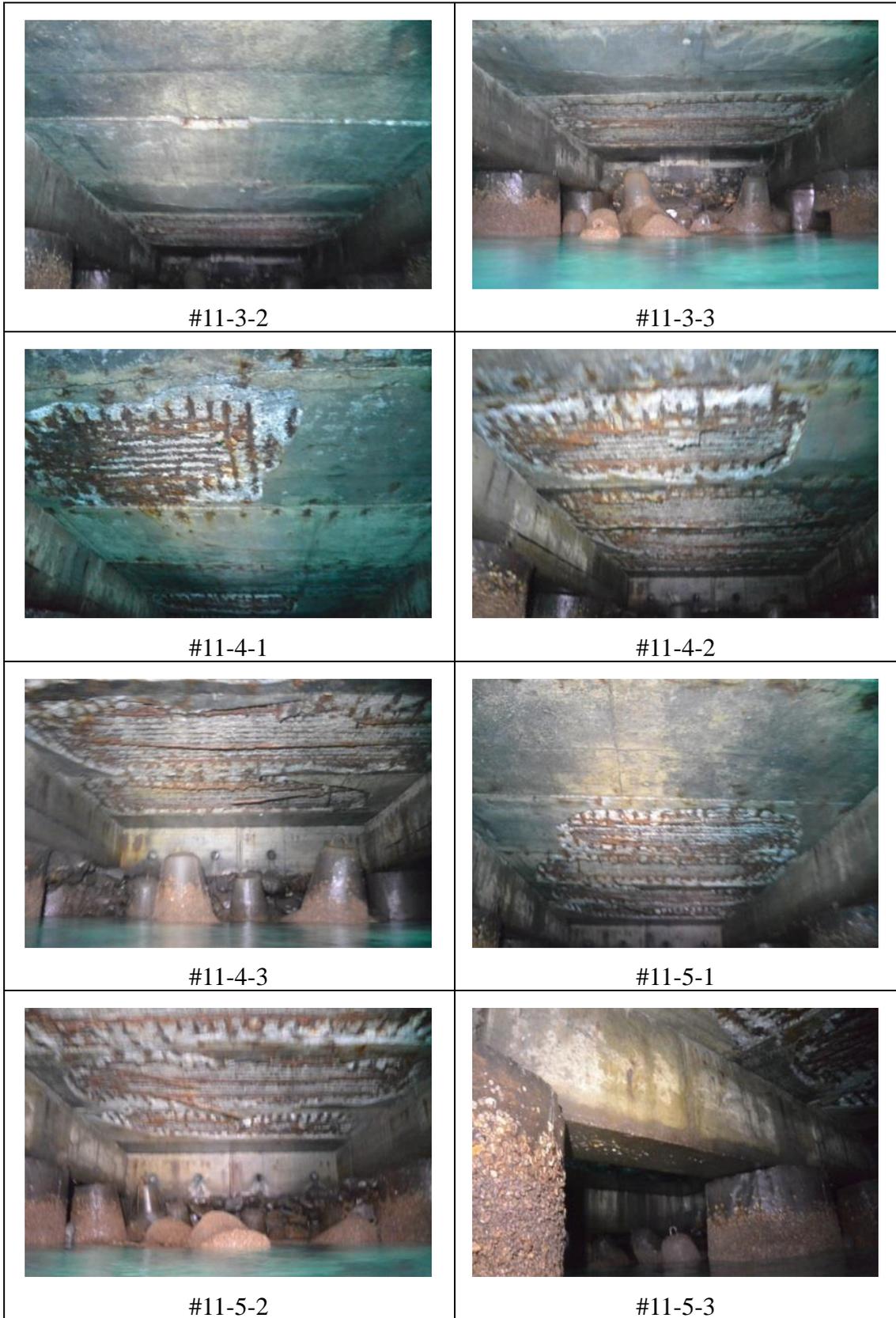


圖 5.10 (續 1)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-2(104.09)



圖 5.10 (續 2)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-3(104.09)

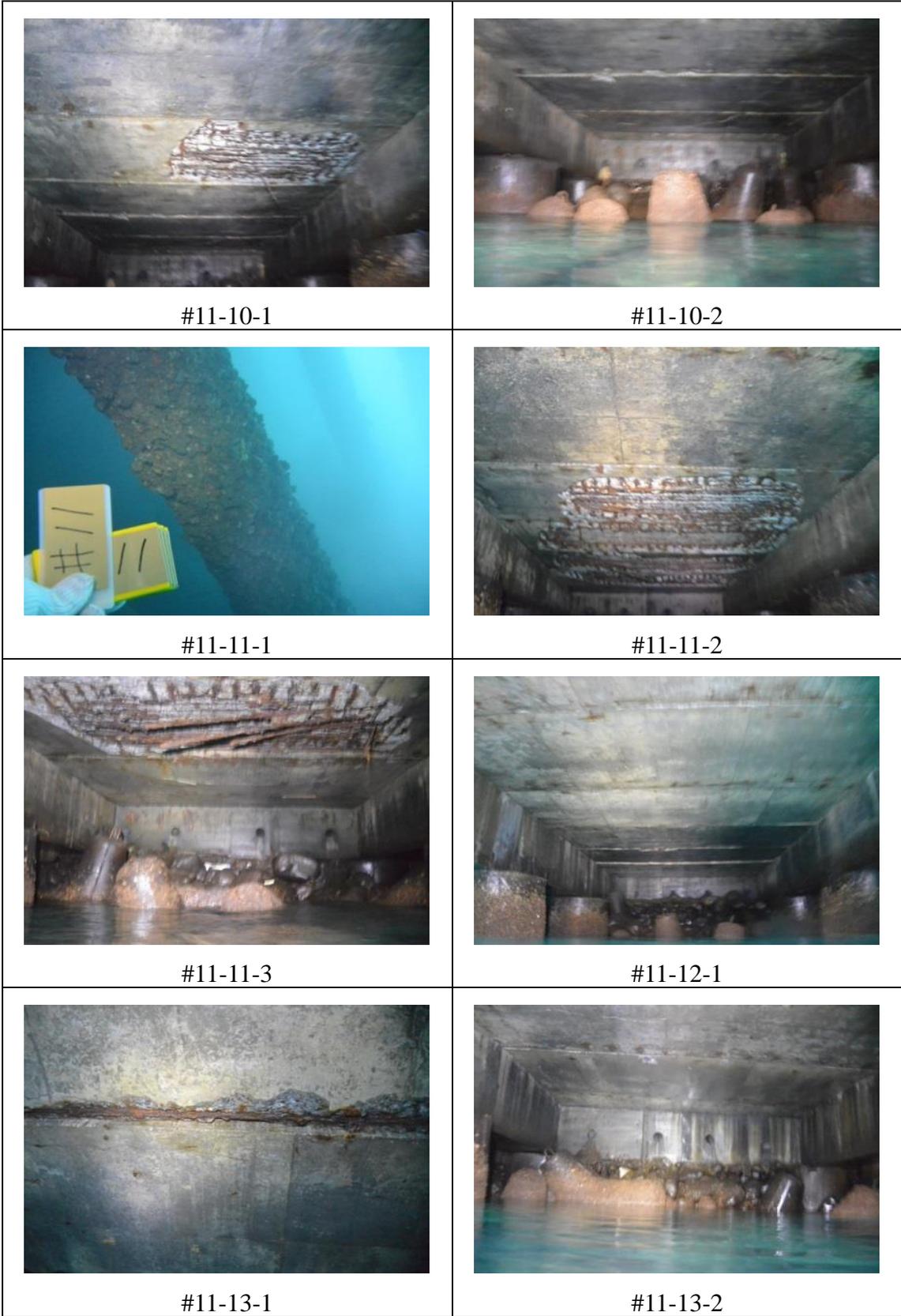


圖 5.10 (續 3)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-4(104.09)



圖 5.10 (續 4)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-5(104.09)

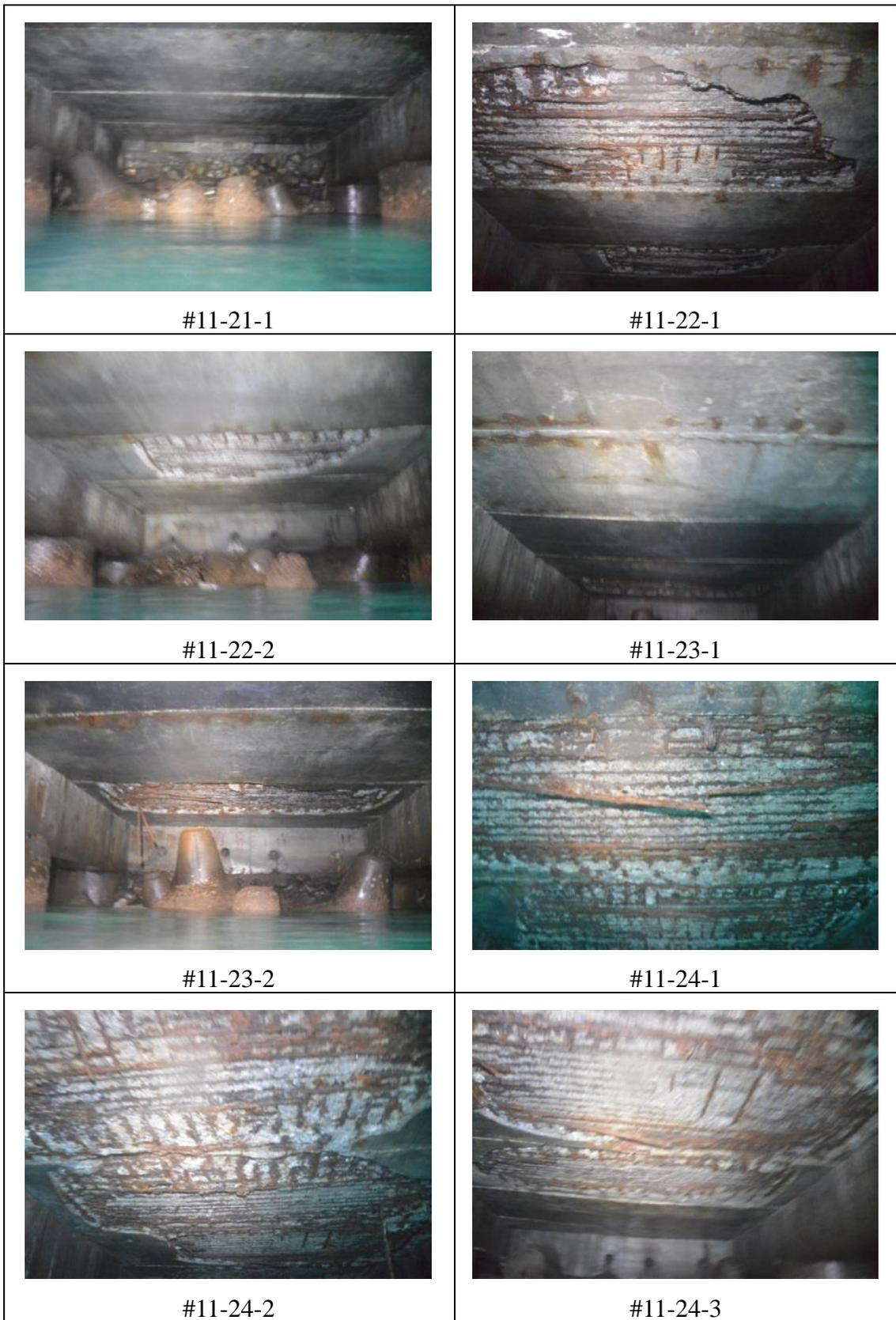


圖 5.10 (續 5)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-6(104.09)

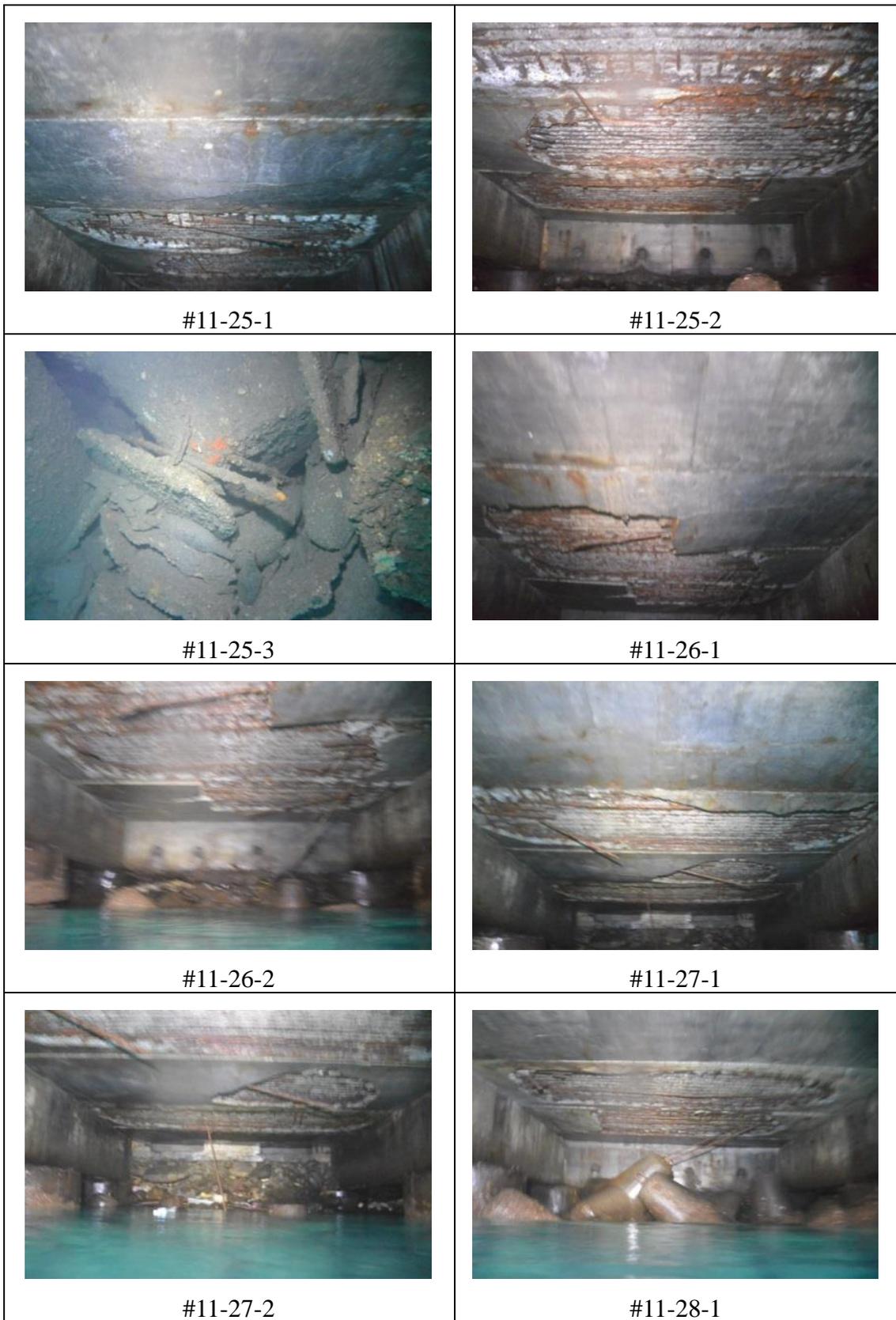


圖 5.10 (續 6)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-7(104.09)



圖 5.10 (續 7)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-8(104.09)

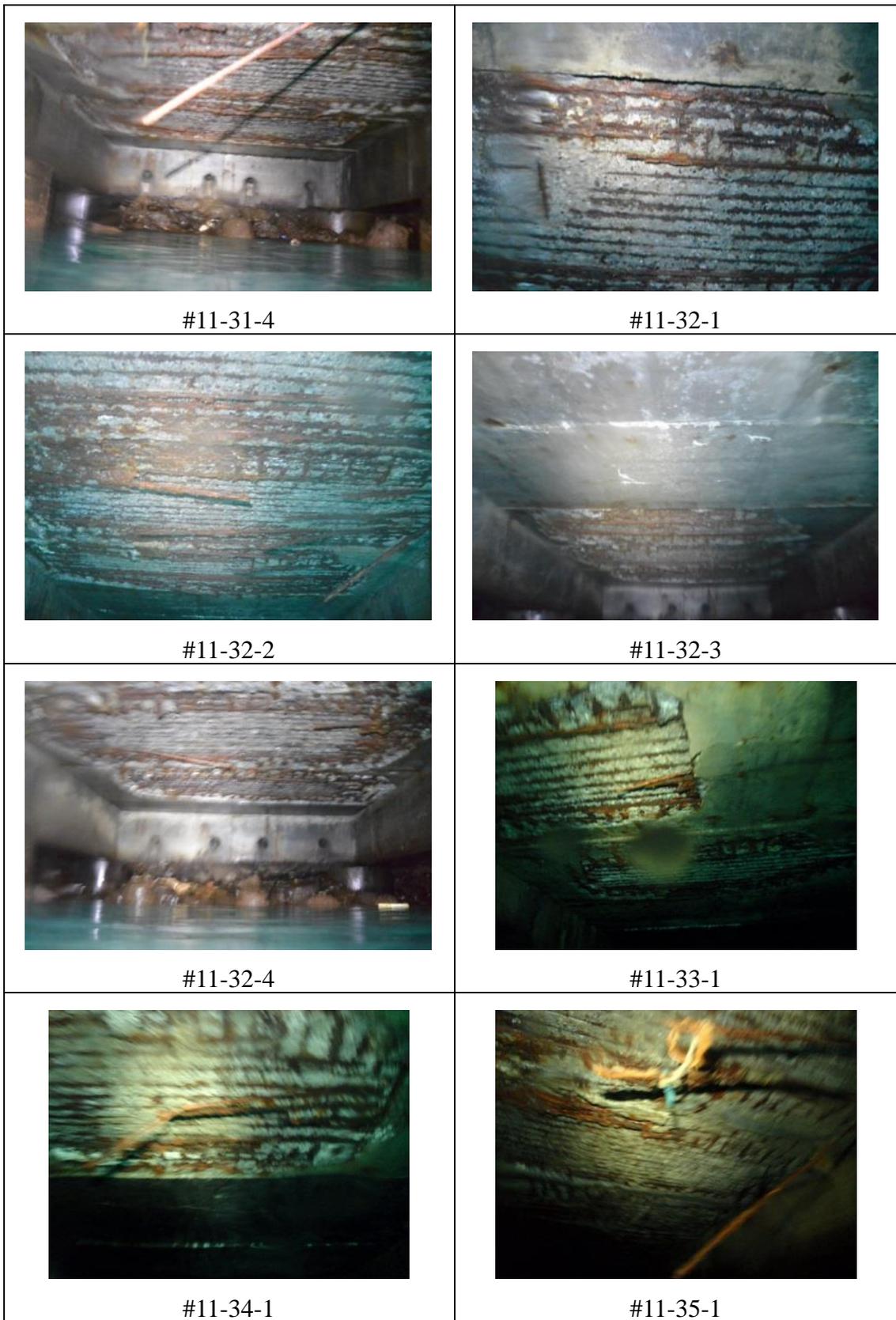


圖 5.10 (續 8)蘇澳港 11 號碼頭現況調查結果-9(104.09)

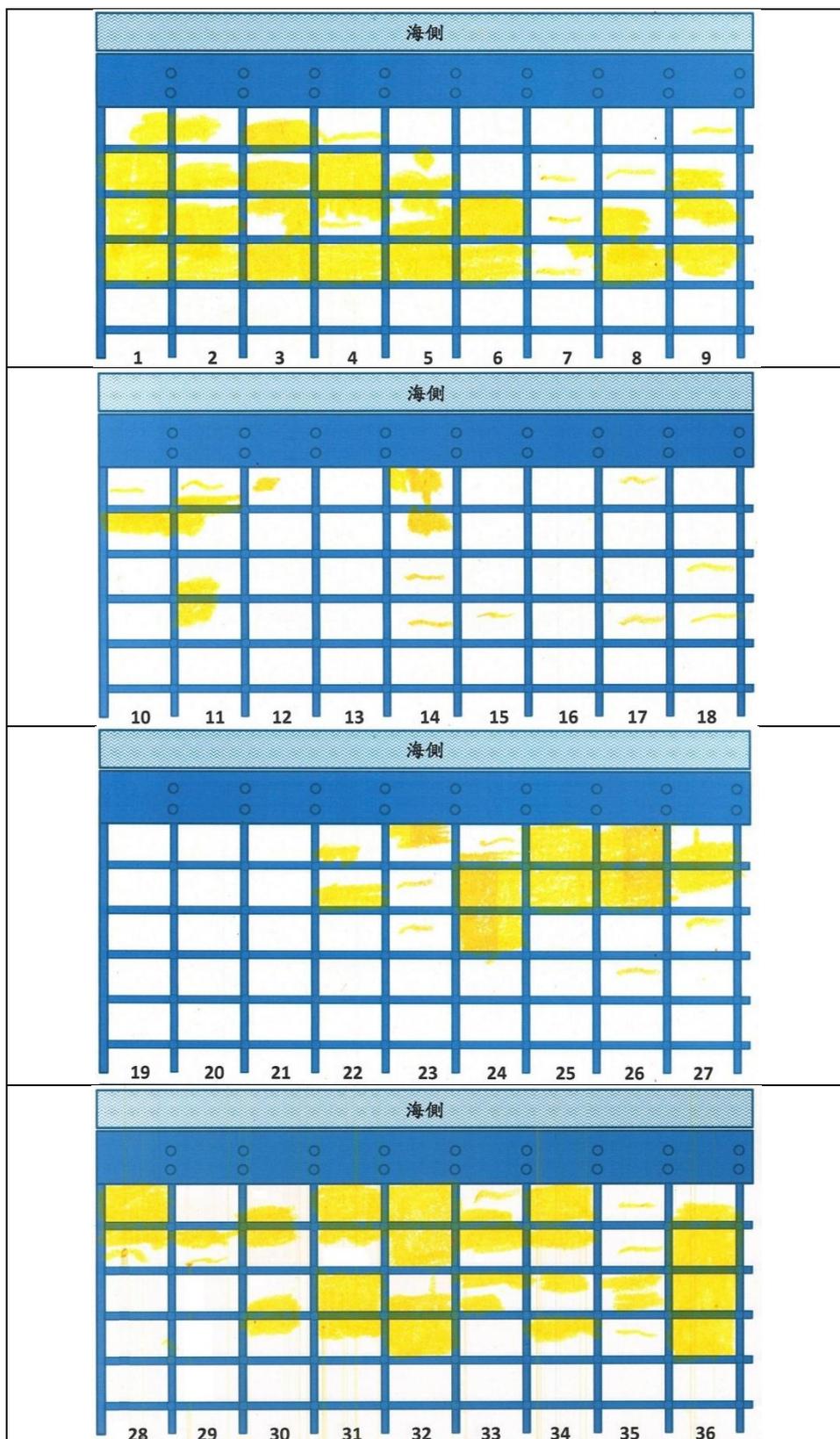


圖 5.11 蘇澳港 11 號碼頭劣損發生位置調查結果示意圖

5.1.5 蘇澳港 12 號碼頭

本座碼頭全長 200 m，寬 20 m，設計水深為 -9.0 m，設計載重為 3.0 t/m²，主要結構型式係以每排 7 隻直樁支撐面版，並於後線打設混凝土錨碇版及設置拉桿來抵抗水平作用力之棧橋式結構。碼頭位置及結構型式如圖 5.1 及圖 5.7 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。

本座碼頭竣工時間為民國 64 年，調查時，使用時間已約 40 年。104 年 9 月調查時，岸上未發現明顯劣化異狀。

水下調查結果彙整如下(如圖 5.12 所示)：

1. 面版：本座碼頭調查時，面版底版發現多處混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露，其劣損情形明顯嚴重。
2. 梁：本座碼頭調查時，梁，未發現明顯劣損或變形情形。
3. 基樁：本座碼頭基樁調查時外觀完整，未發現明顯劣損或變形情形。
4. 護坡：本座碼頭護坡調查時，未發現坡度明顯變位情形。

圖 5.13 為本座碼頭劣損發生位置調查結果示意圖，本座碼頭部份面版與梁劣損嚴重，主要可能原因同 10 號碼頭。本座碼頭面版因劣損數量較多且範圍較大，可能影響結構整體安全及營運功能，建議除應及早進行維修作業，更需儘速委託專業機構優先辦理細部檢測評估作業。並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況。

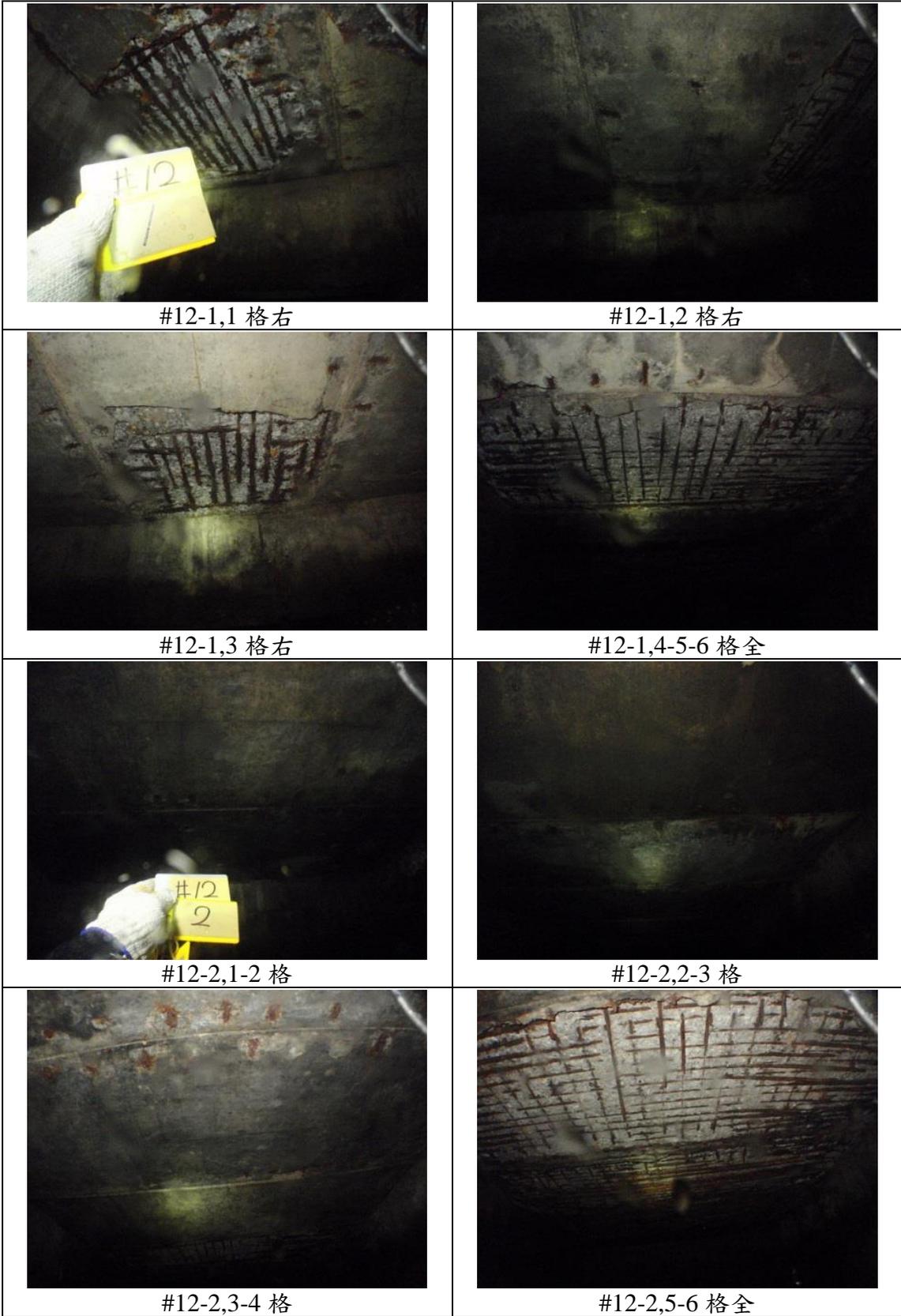


圖 5.12 蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-1(104.09)

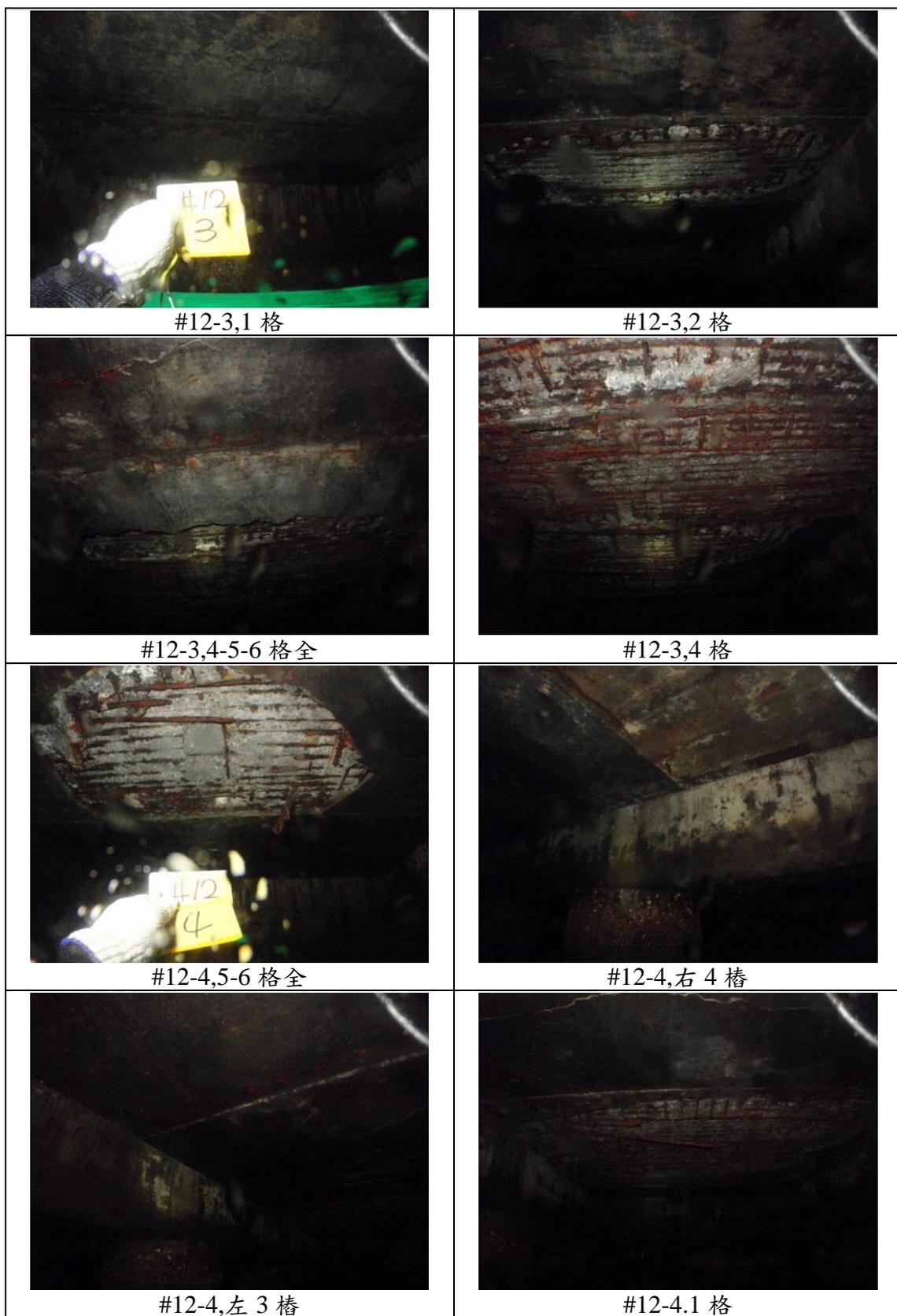


圖 5.12 (續 1)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-2(104.09)

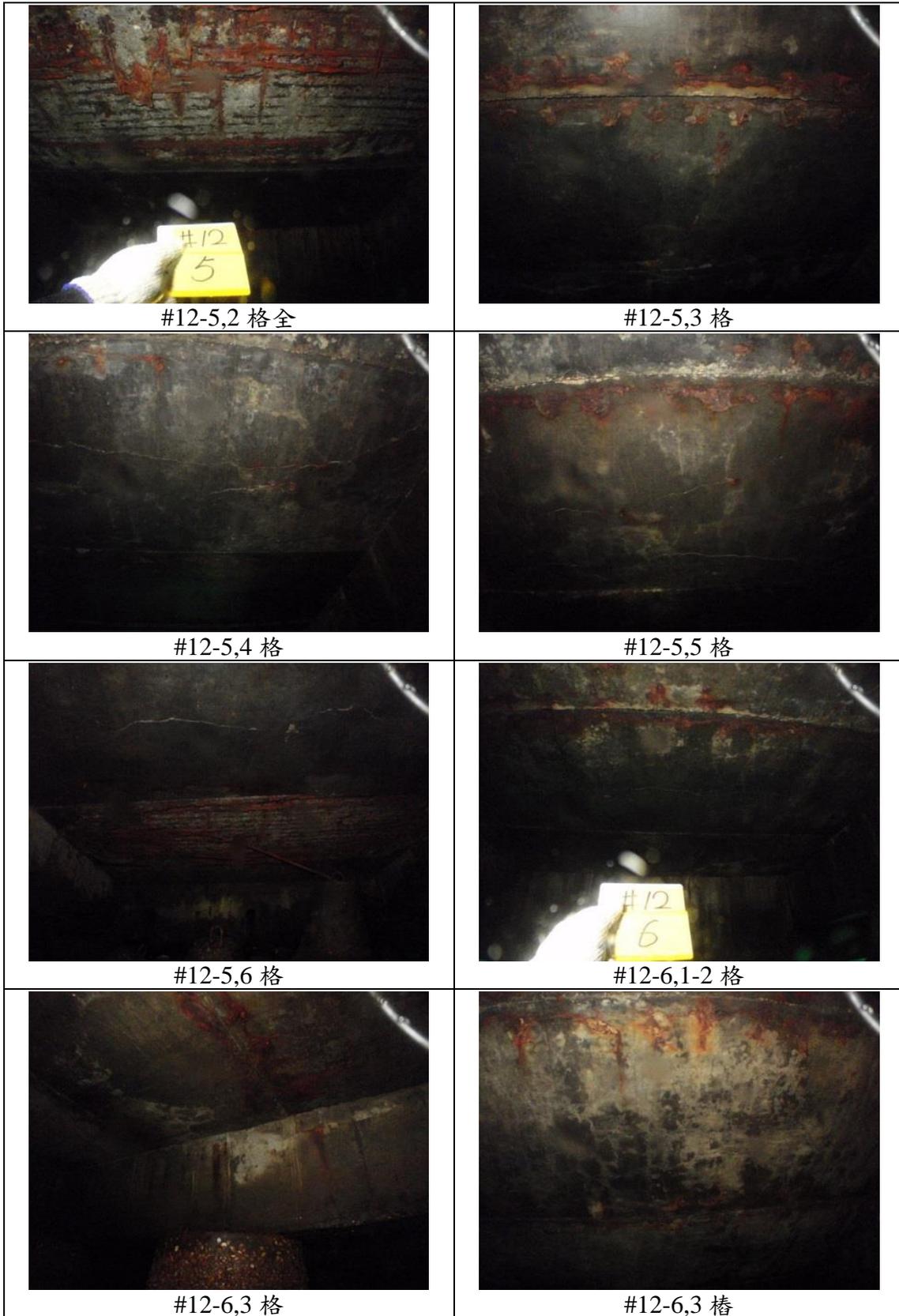


圖 5.12 (續 2)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-3(104.09)

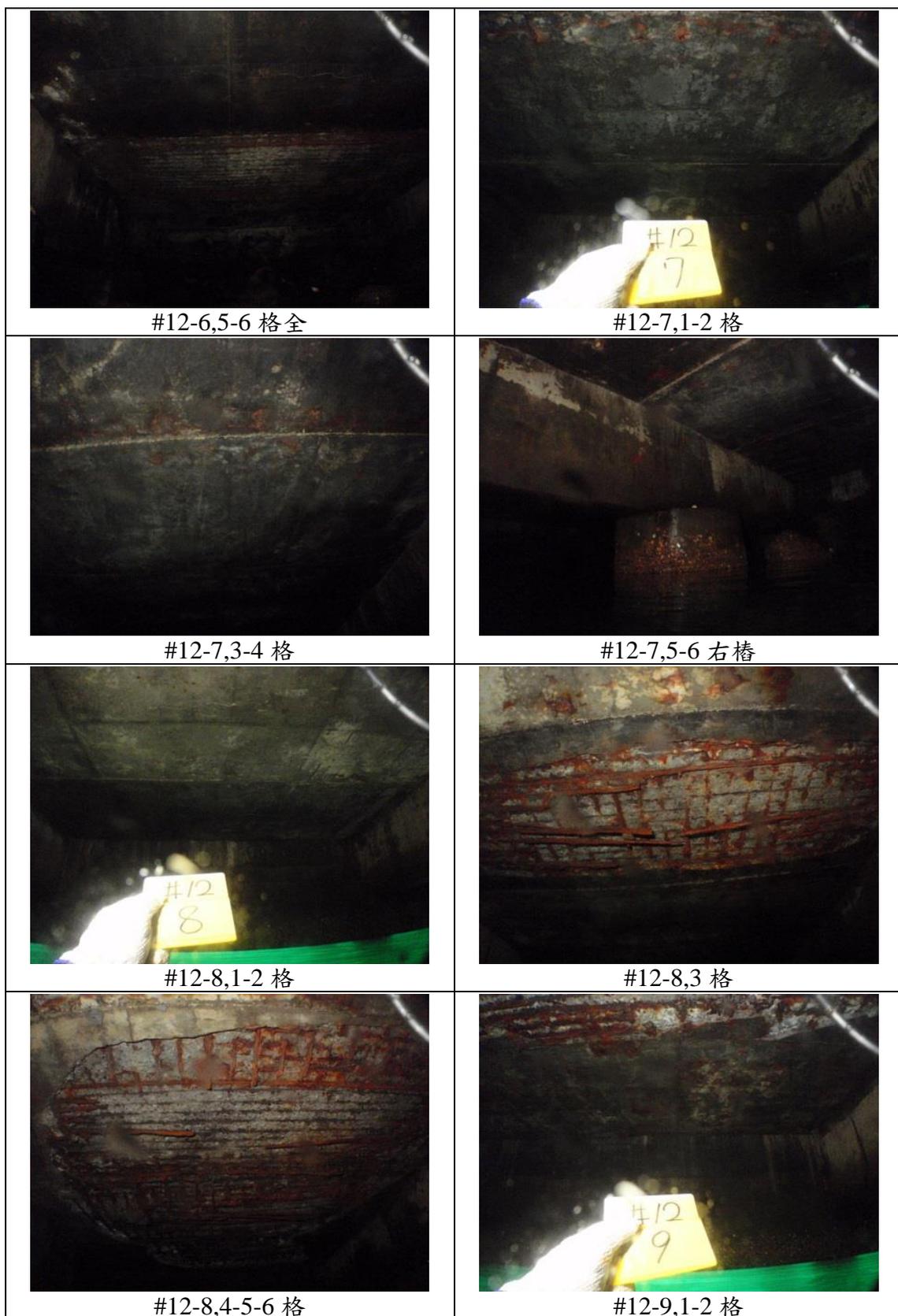


圖 5.12 (續 3)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-4(104.09)

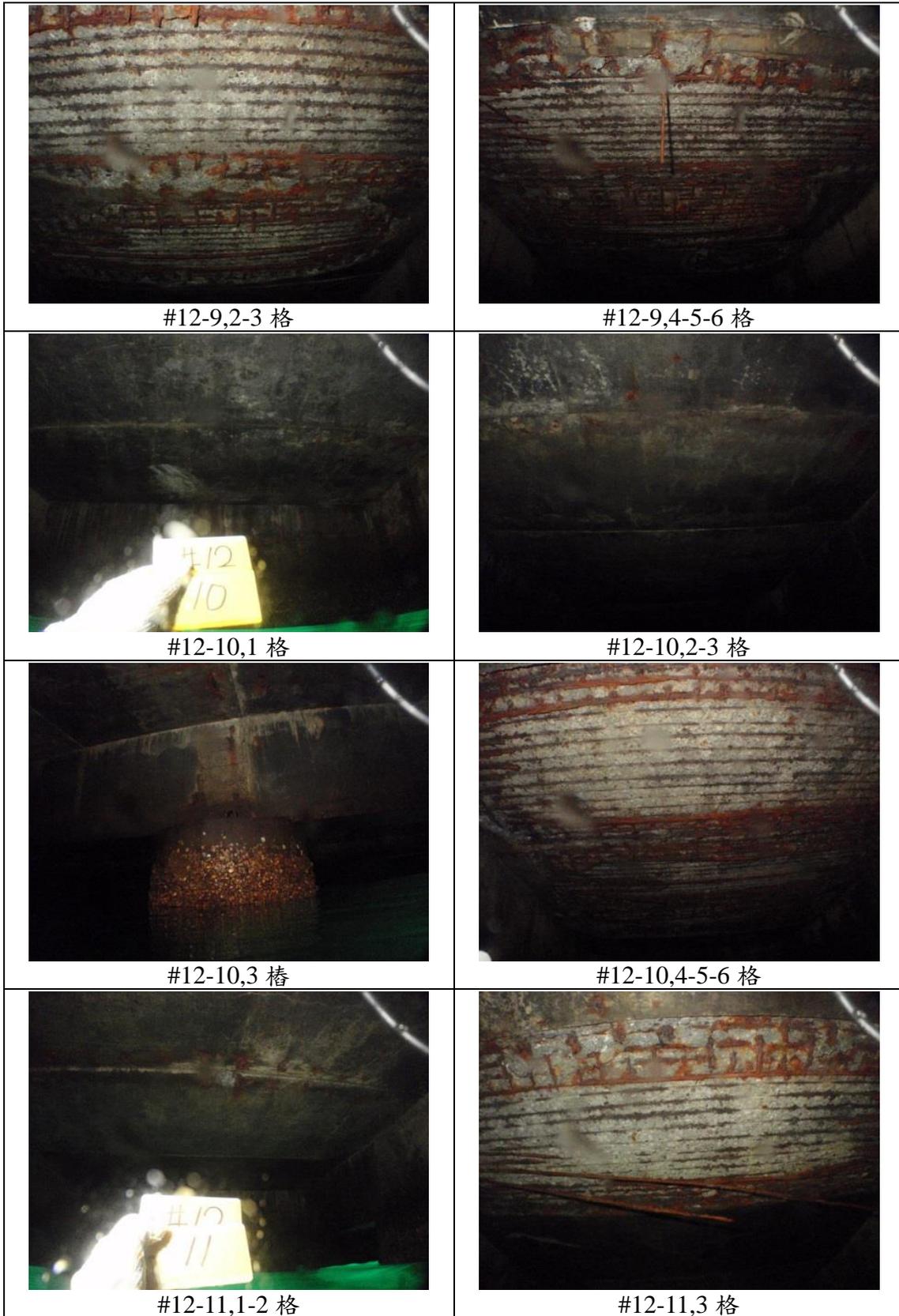


圖 5.12 (續 4) 蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-5(104.09)

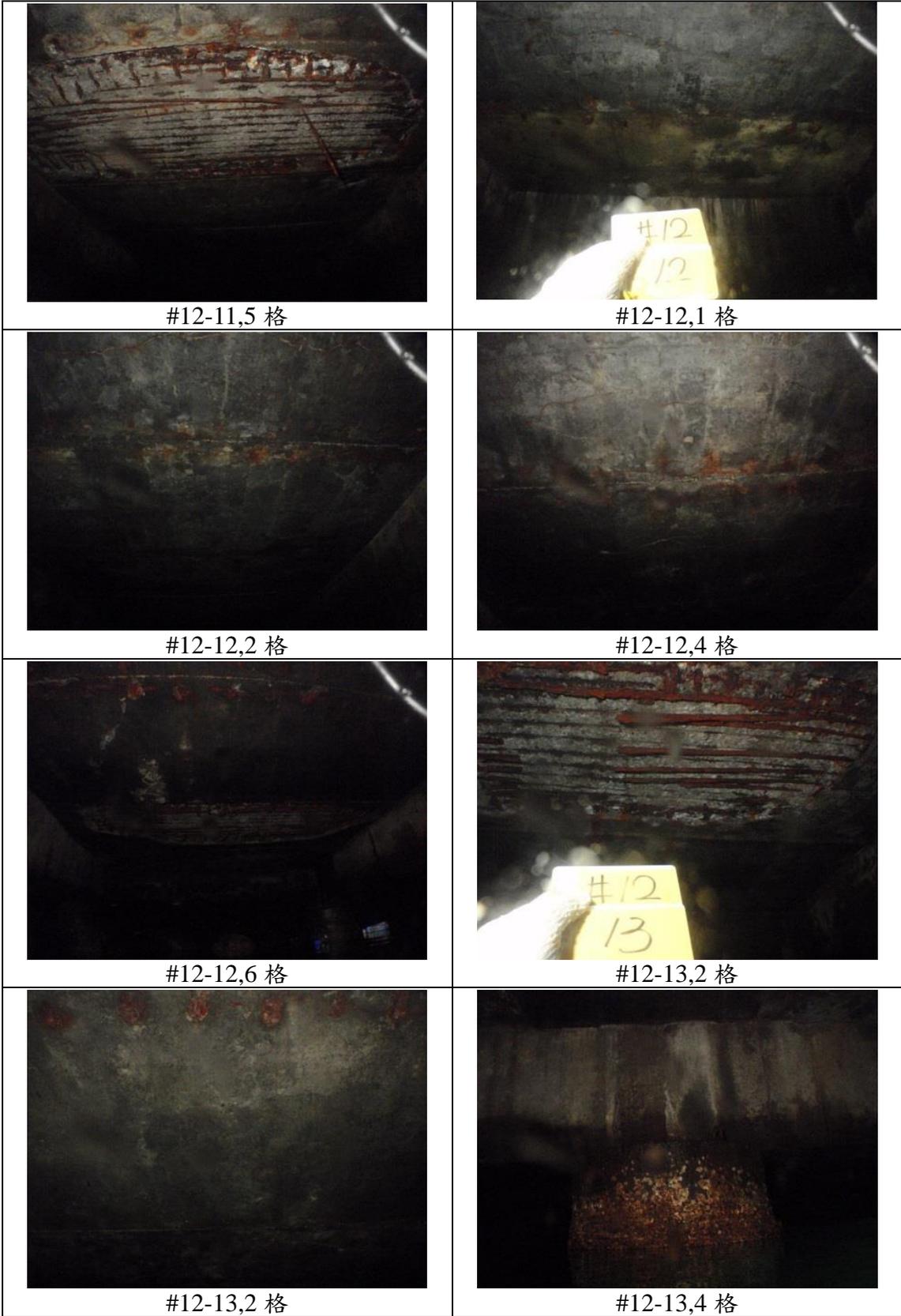


圖 5.12 (續 5)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-6(104.09)

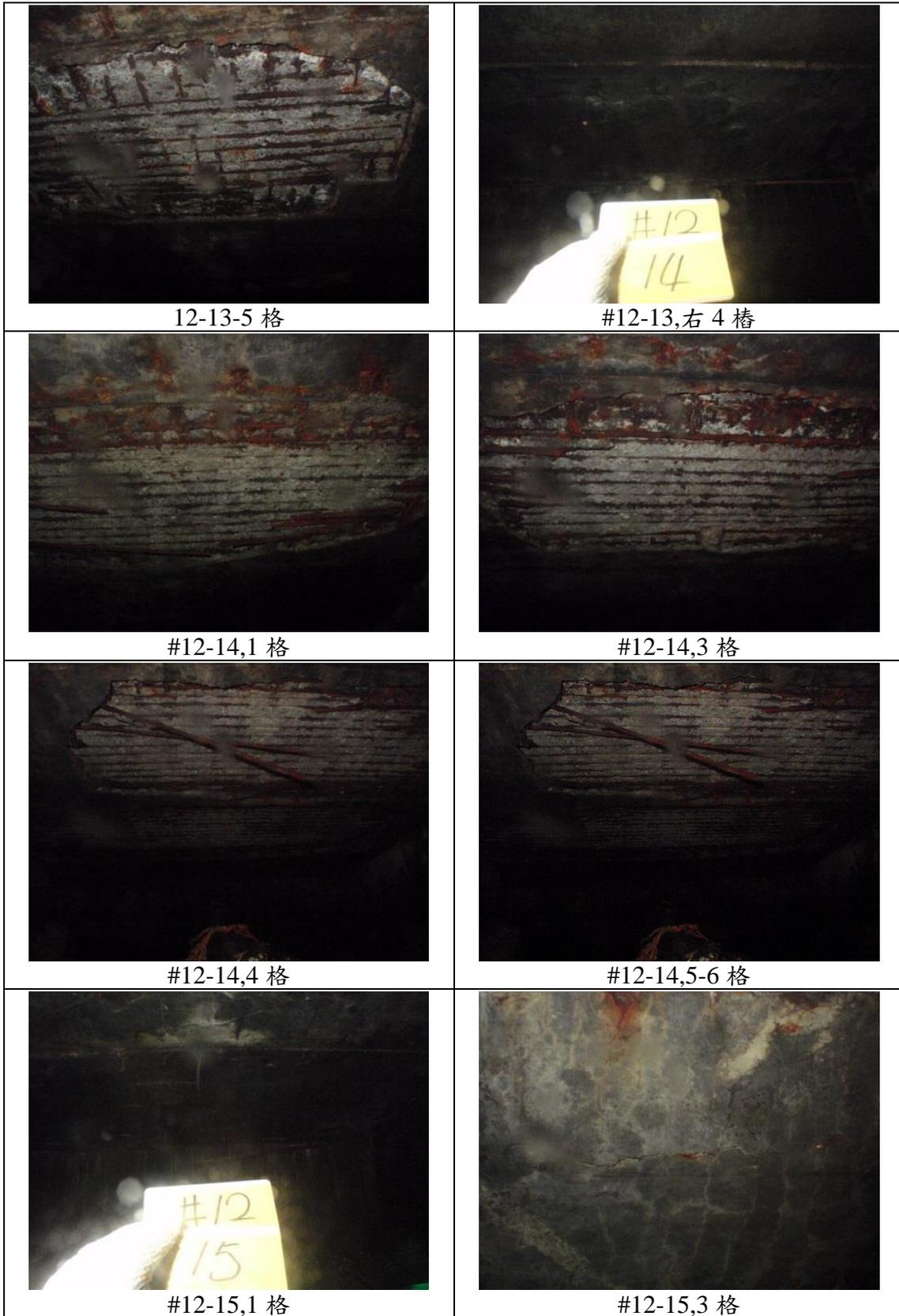


圖 5.12 (續 6)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-7(104.09)

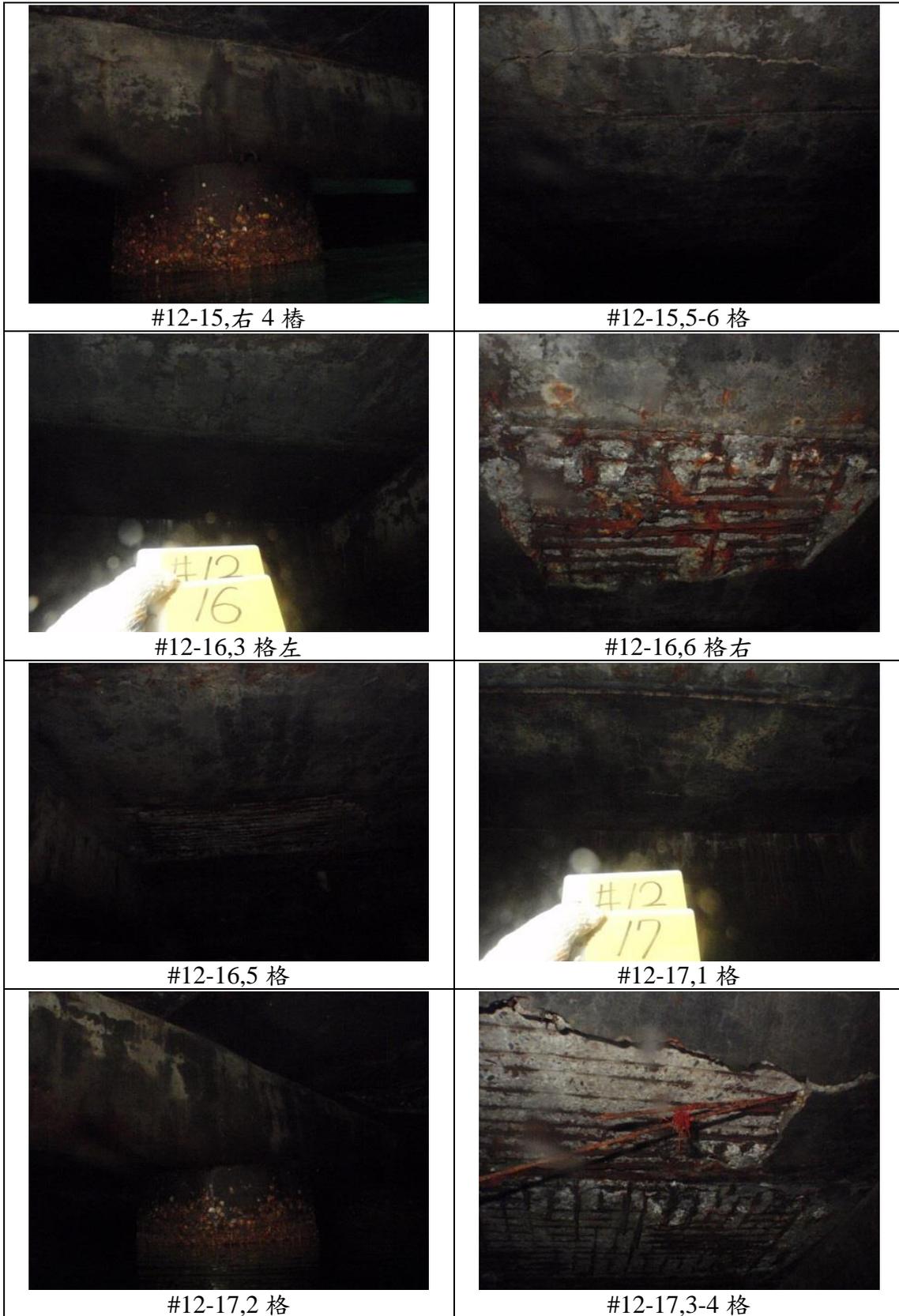


圖 5.12 (續 7)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-8(104.09)

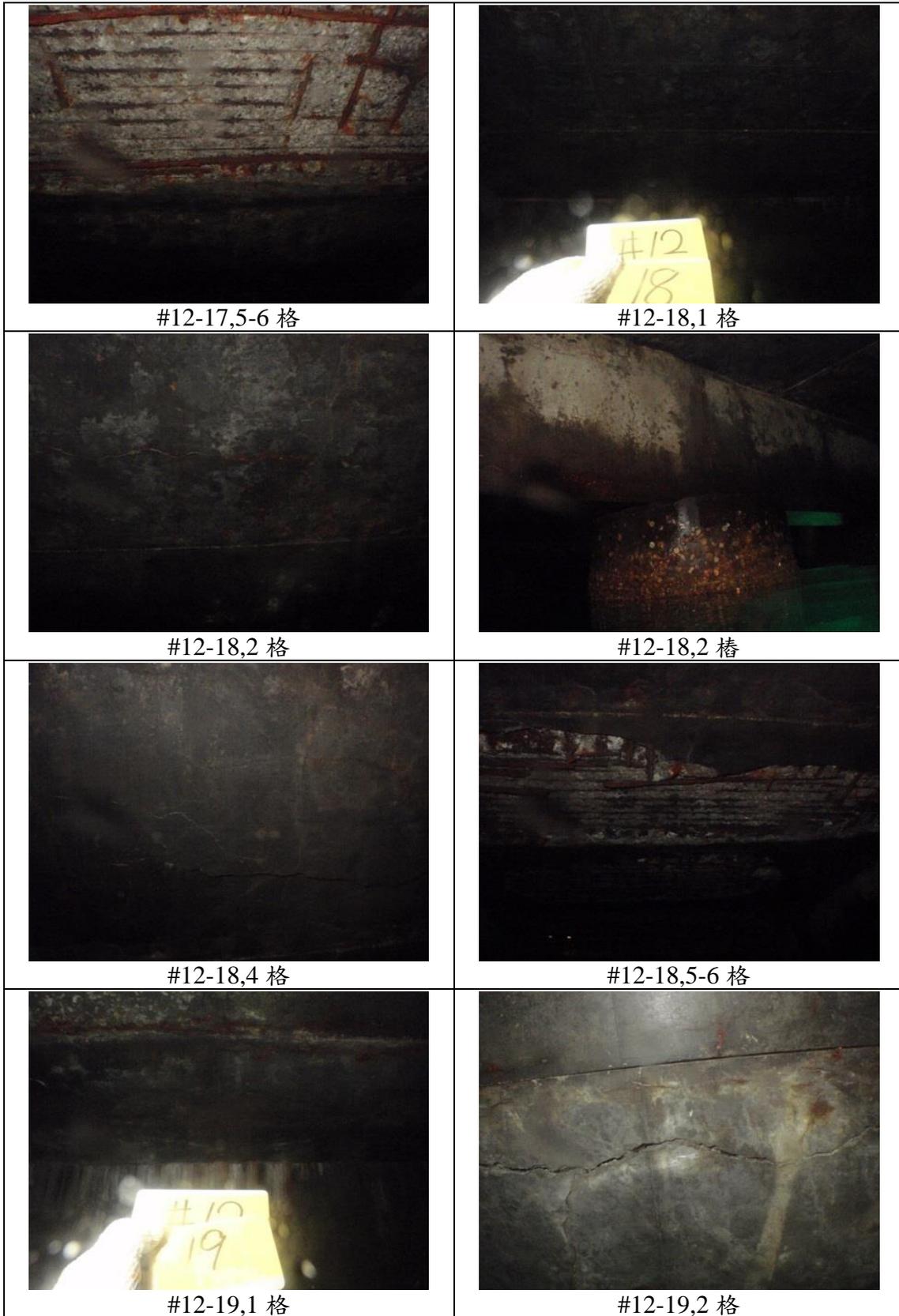


圖 5.12 (續 8)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-9(104.09)

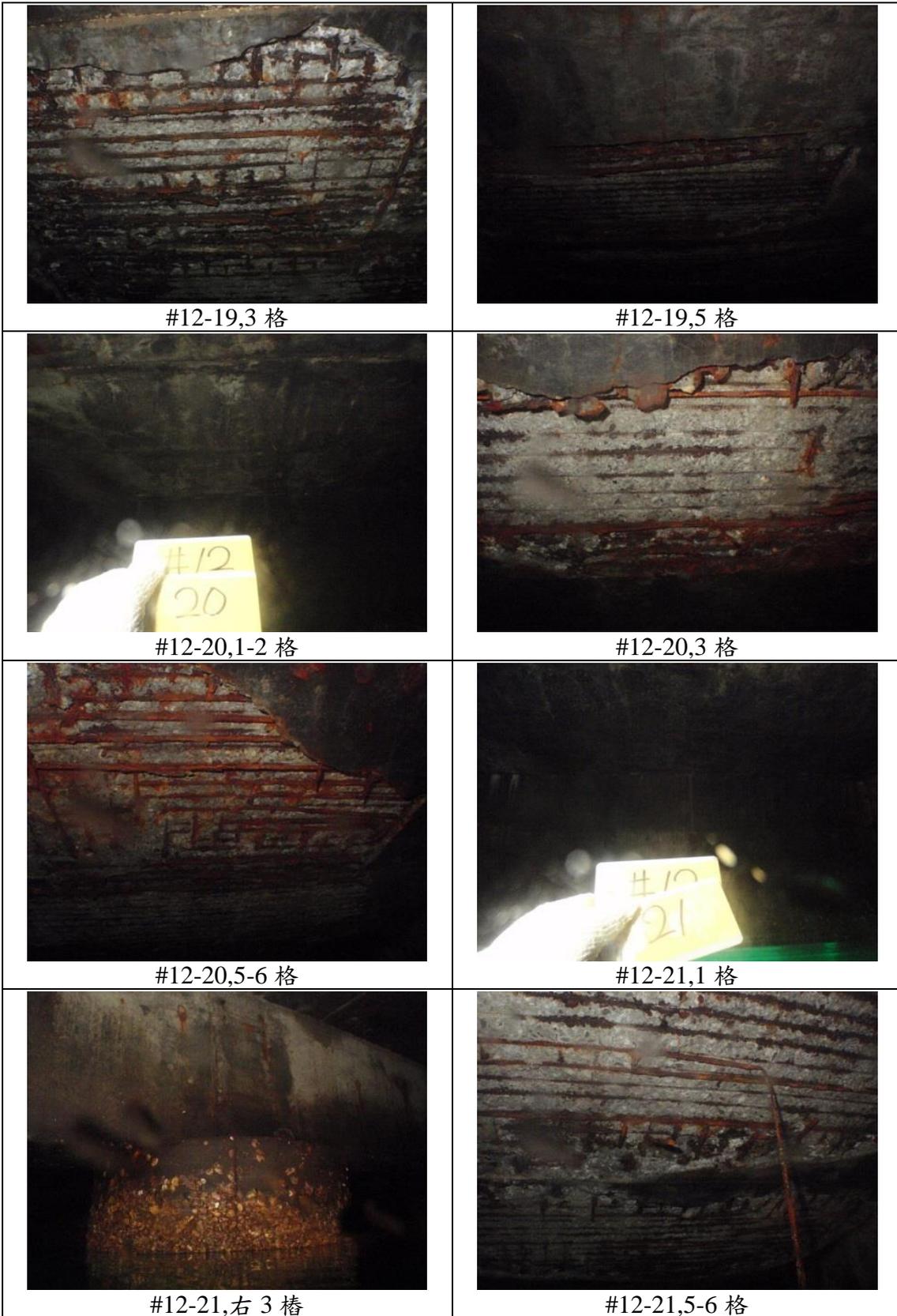


圖 5.12 (續 9) 蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-10(104.09)

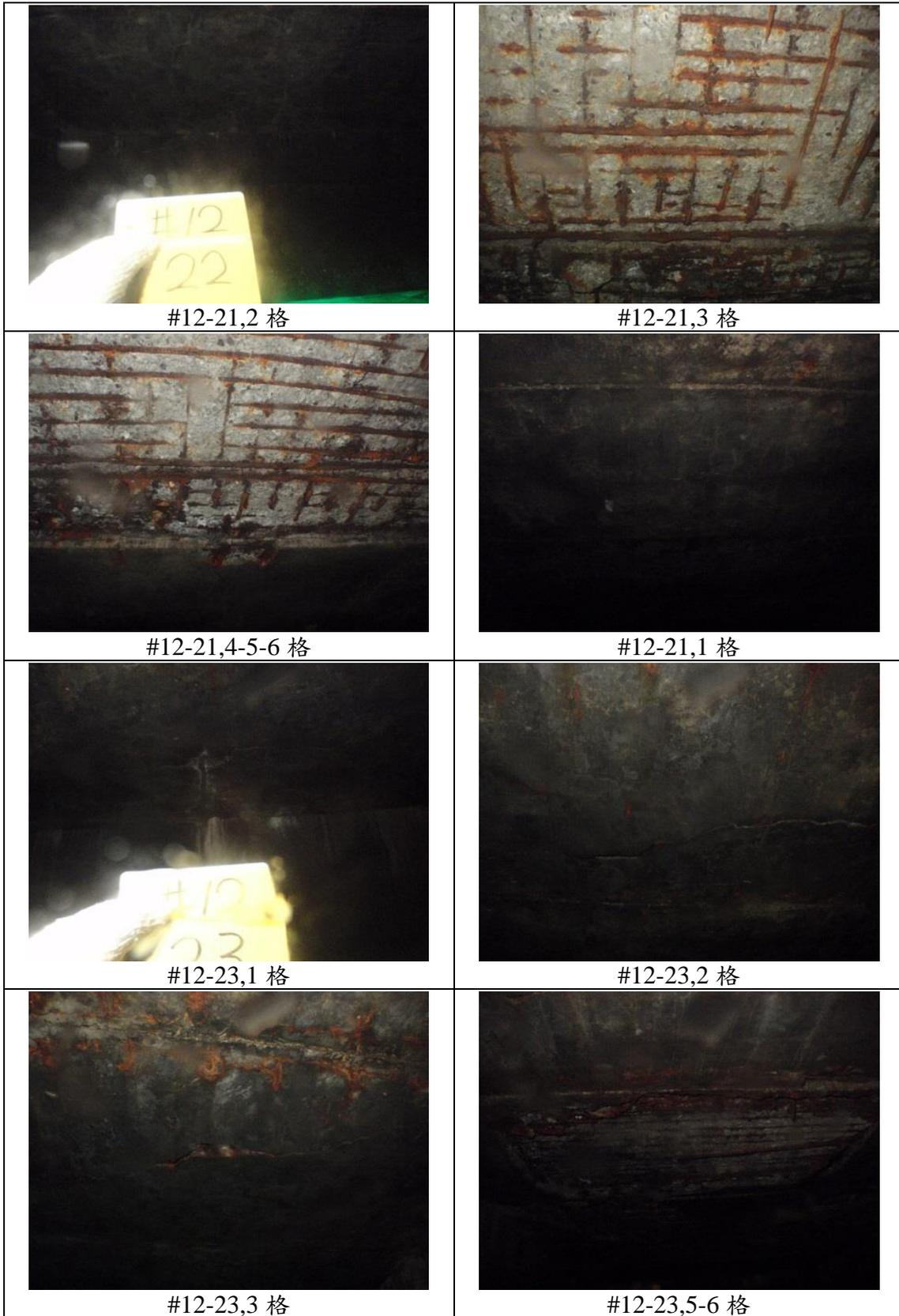


圖 5.12 (續 10)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-11(104.09)



圖 5.12 (續 11)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-12(104.09)

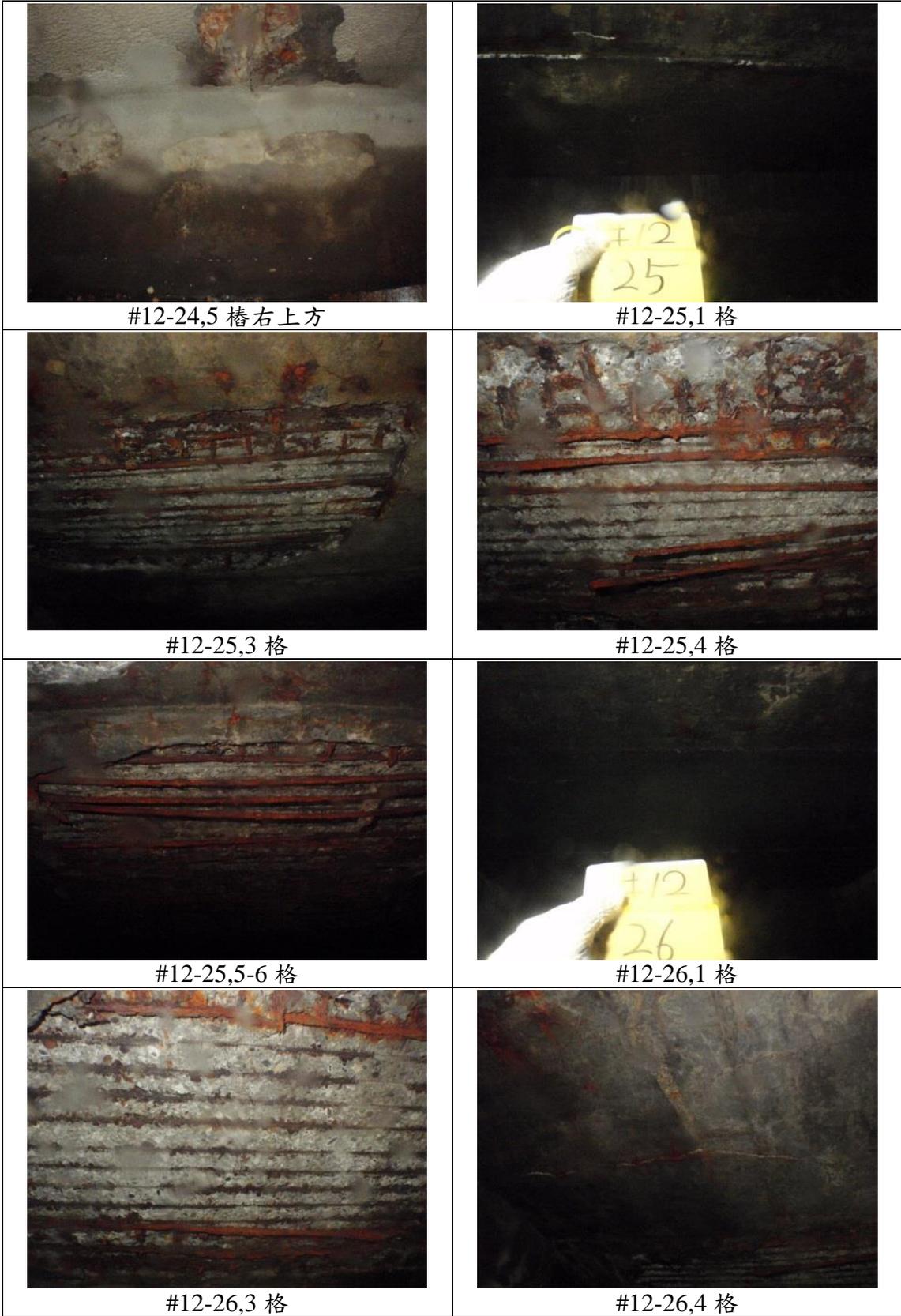


圖 5.12 (續 12)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-13(104.09)

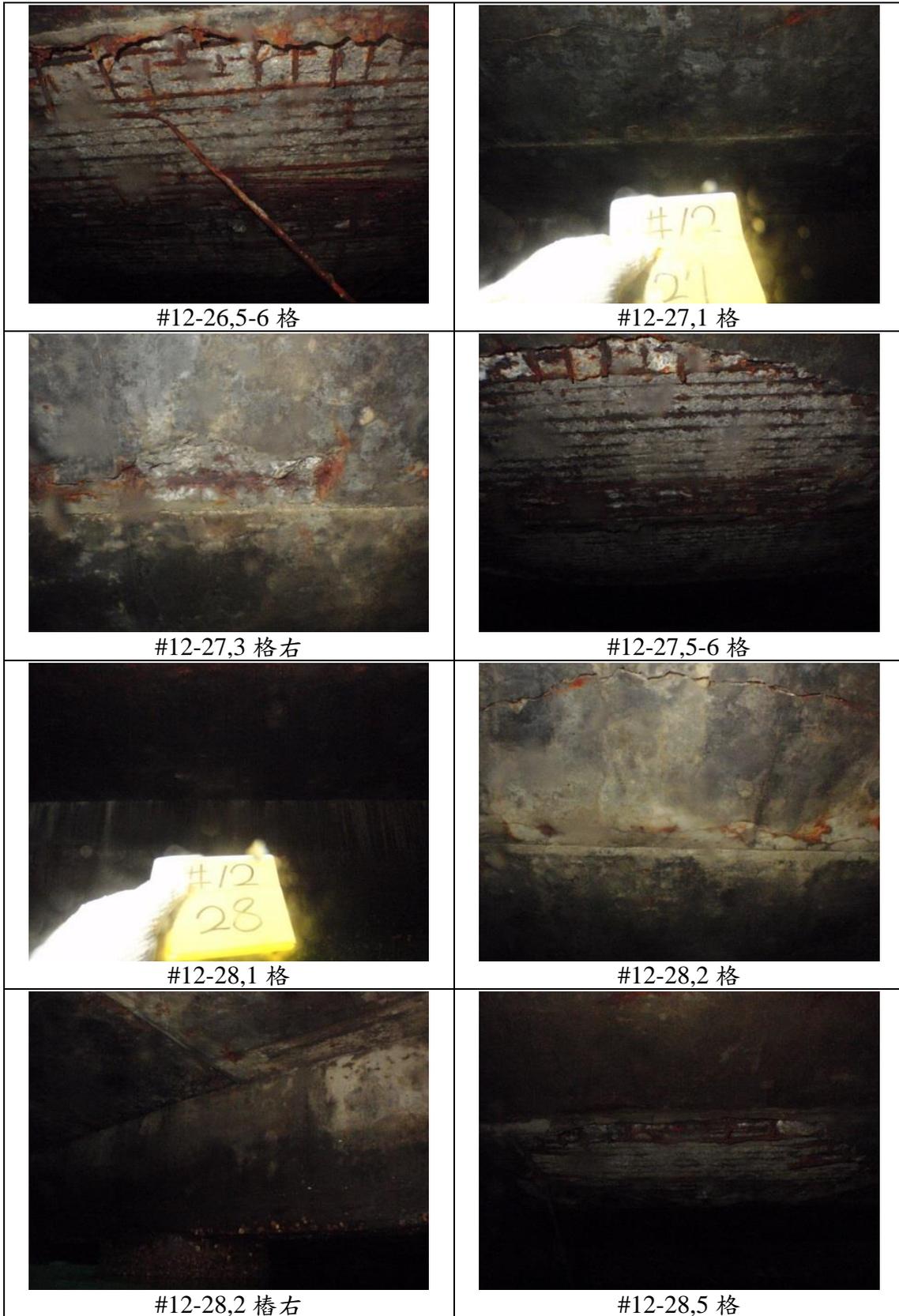


圖 5.12 (續 13)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-14(104.09)

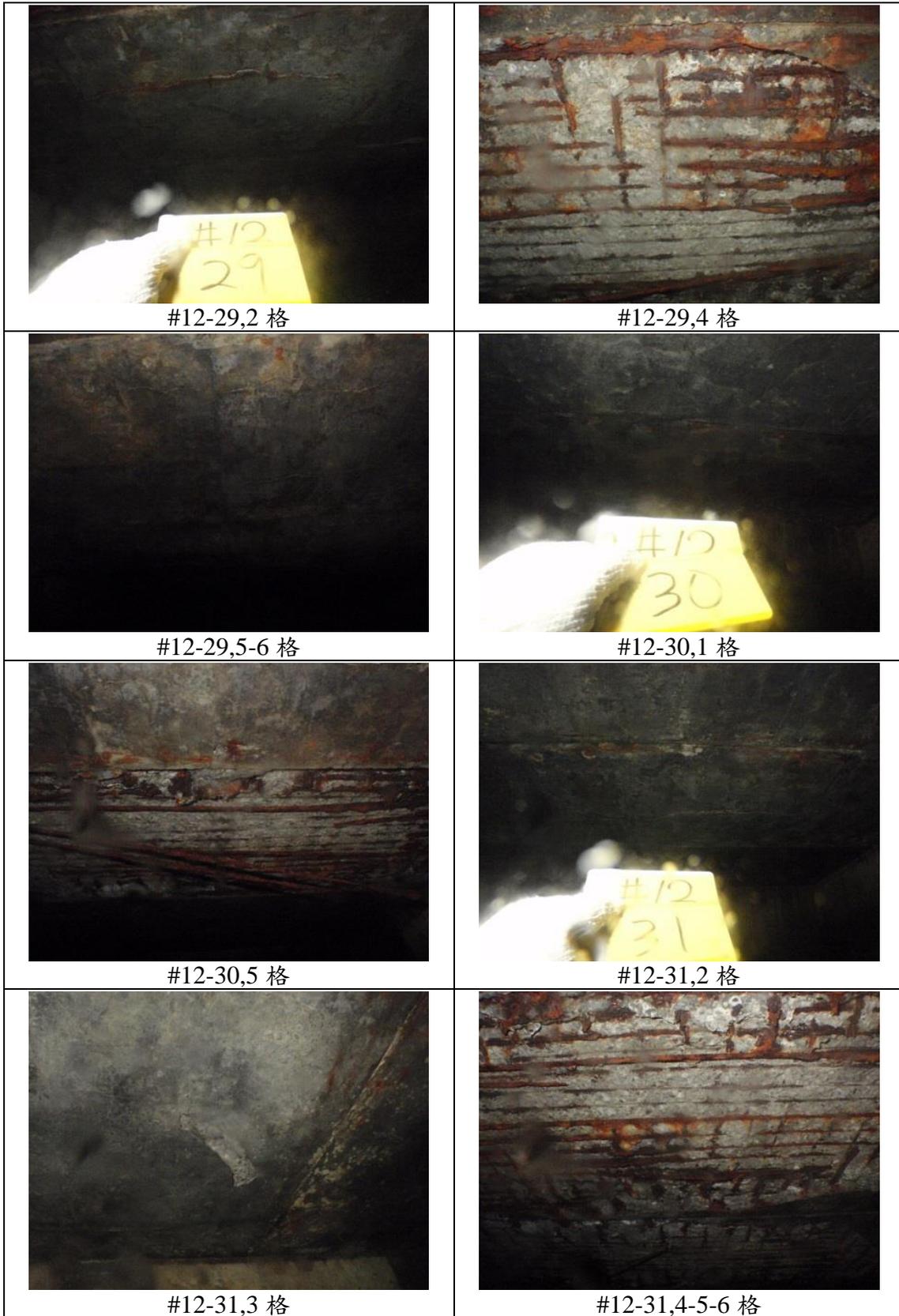


圖 5.12 (續 14)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-15(104.09)



圖 5.12 (續 15)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-16(104.09)

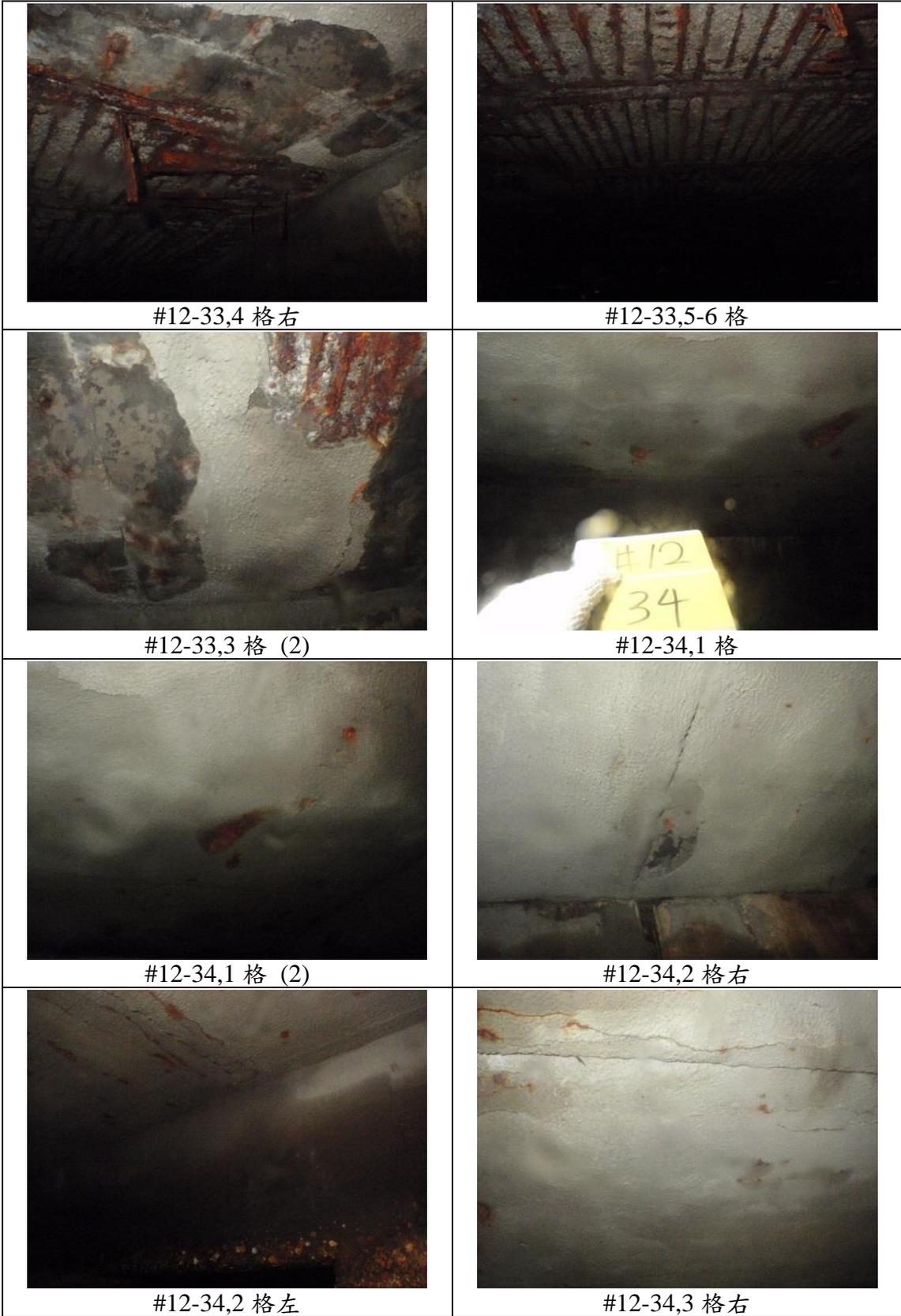


圖 5.12 (續 16)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-17(104.09)

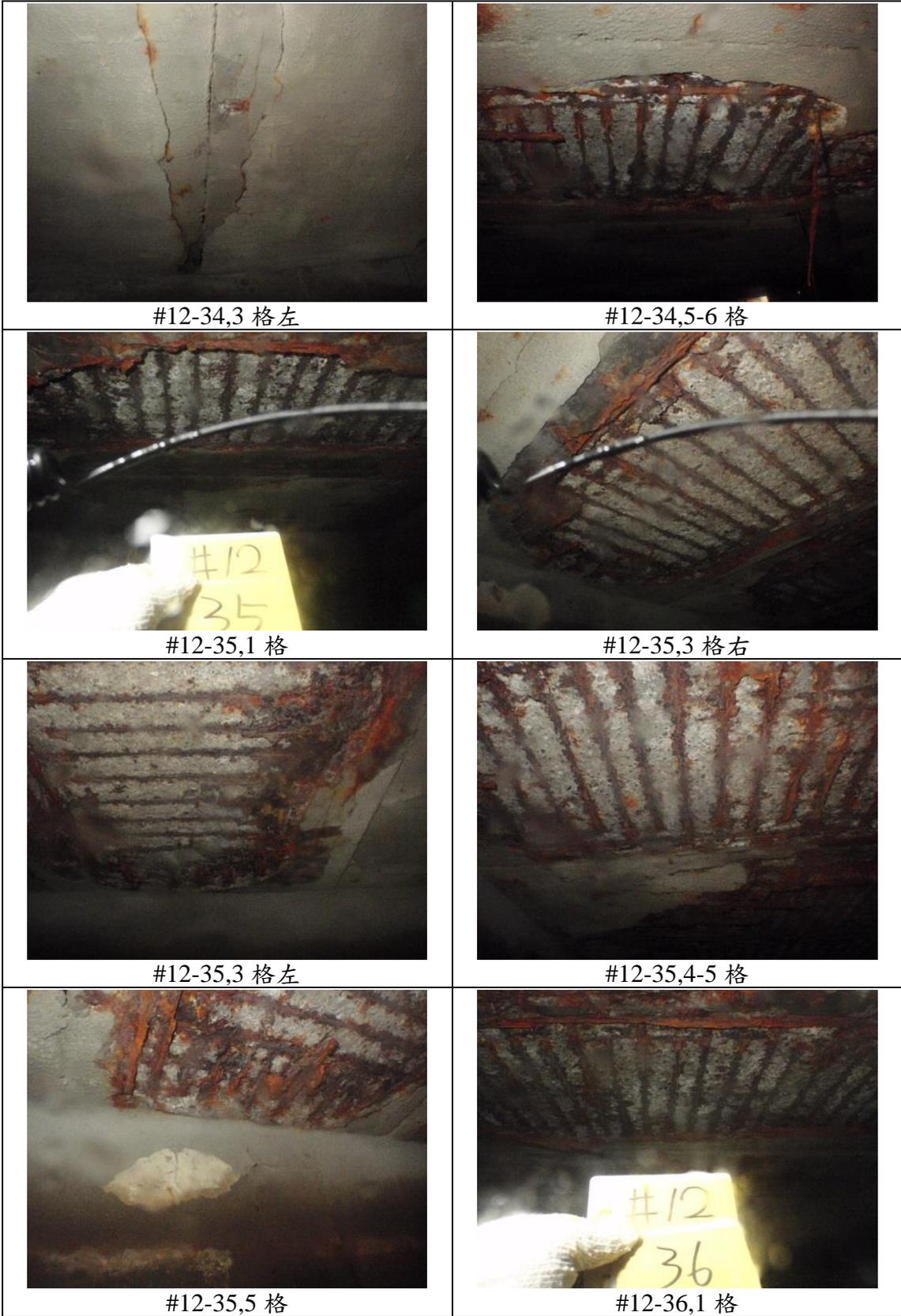


圖 5.12 (續 17)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-18(104.09)

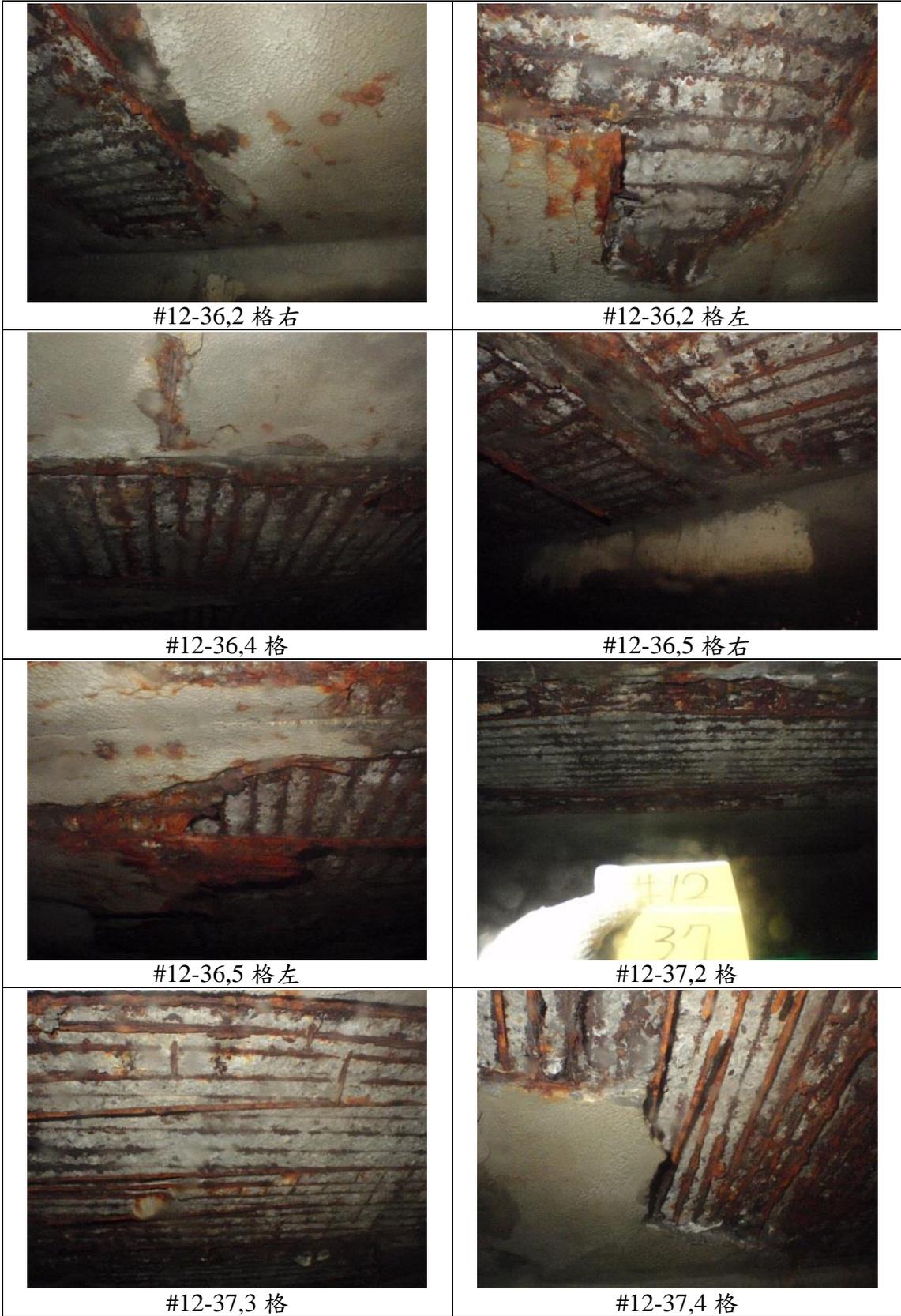


圖 5.12 (續 18)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-19(104.09)

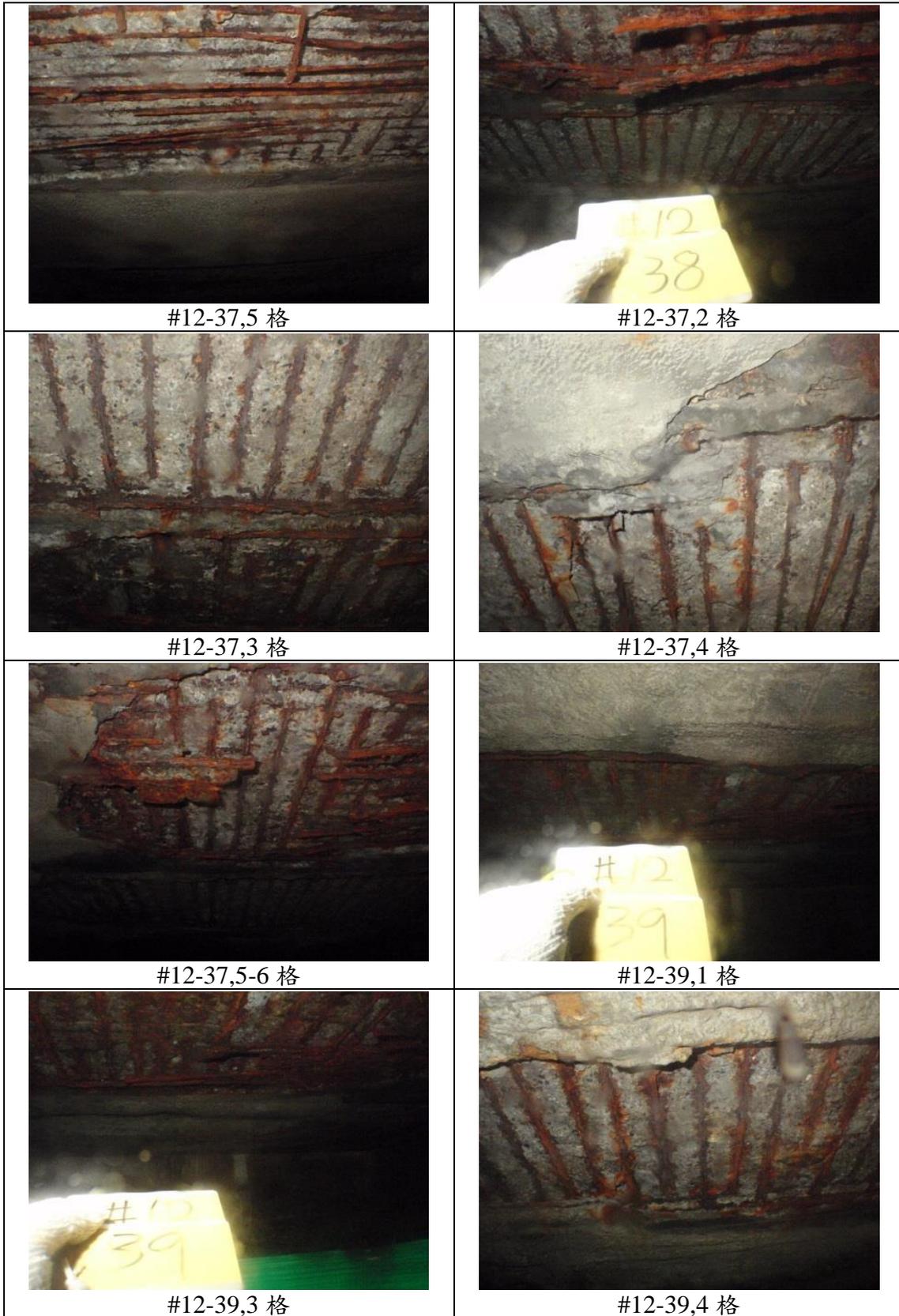


圖 5.12 (續 19)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-20(104.09)

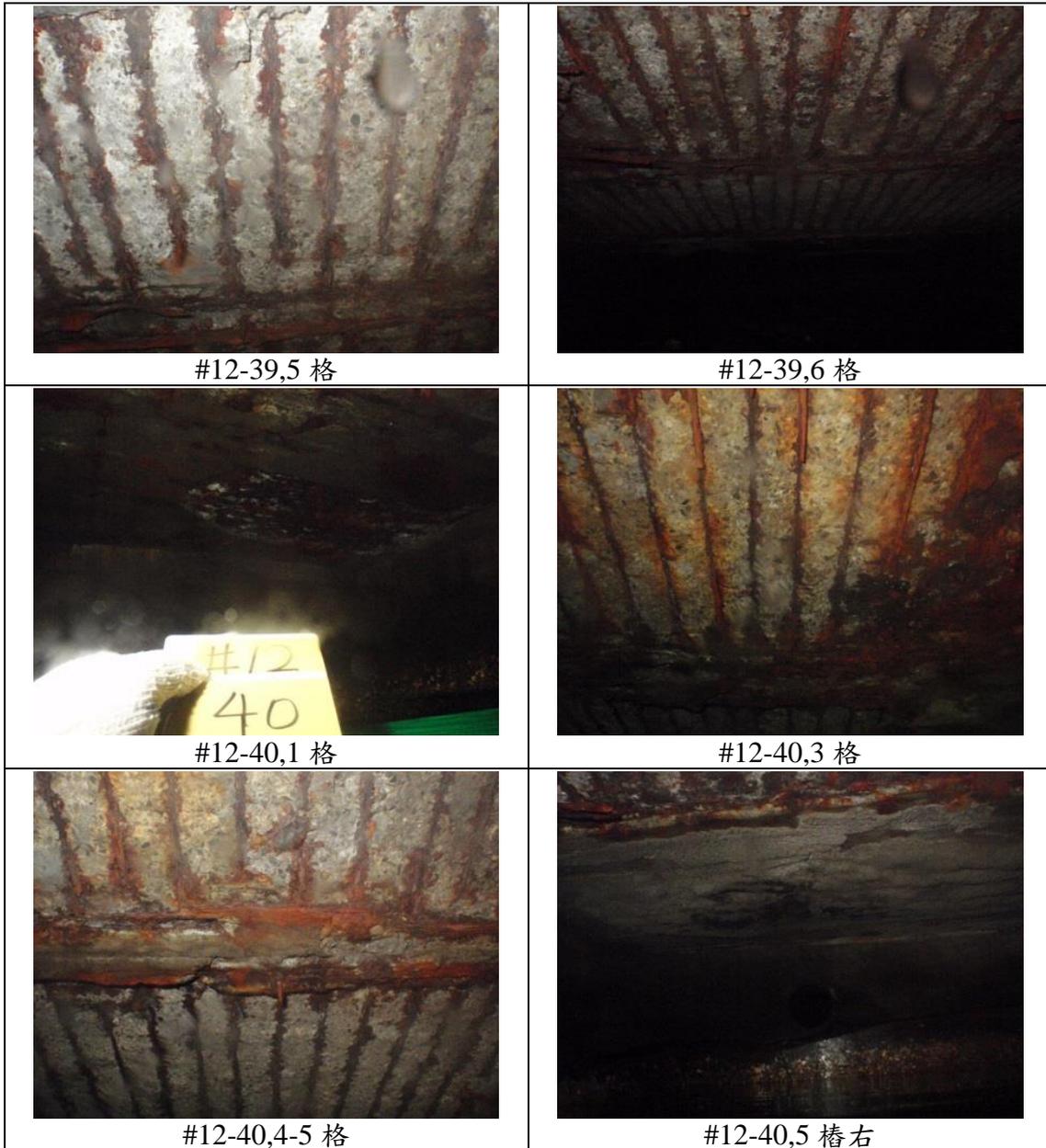


圖 5.12 (續 20)蘇澳港 12 號碼頭現況調查結果-21(104.09)



圖 5.13 蘇澳港 12 號碼頭劣損發生位置調查結果示意圖

5.1.6 蘇澳港 13 號碼頭

本座碼頭全長 180 m，寬 23.5m，設計水深為 -9.0 m，設計載重為 3.0 t/m²，主要結構型式係以每排 5 隻直樁支撐面版，並於後線打設混凝土錨碇版及設置拉桿來抵抗水平作用力之棧橋式結構。碼頭位置及結構型式如圖 5.1 及圖 5.14 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。竣工時間約於民國 70 年，調查時，使用時間已超過 30 年。

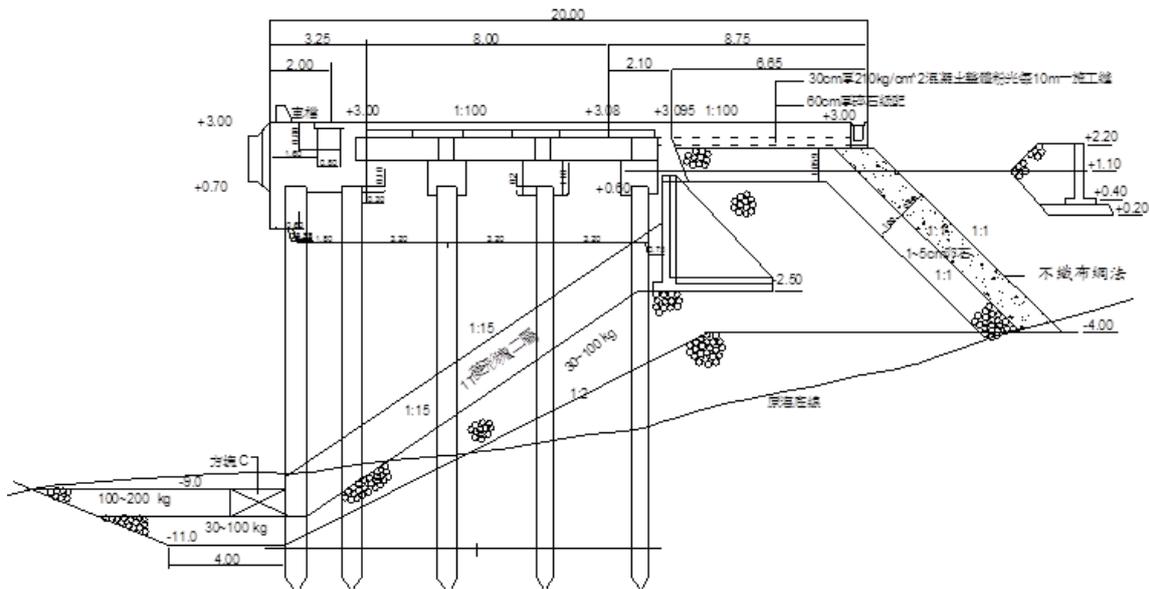


圖 5.14 蘇澳港 13 號碼頭斷面圖



碼頭面鋼筋混凝土劣損破洞

碼頭後線岸肩沉陷

圖 5.15 蘇澳港 13 號碼頭劣損破洞沉陷照片(104.09)

水下調查結果彙整如下(如圖 5.16 所示)：

1. 面版：本座碼頭調查時，面版底版發現多處混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露，其劣損情形明顯嚴重。
2. 梁：本座碼頭調查時，梁，未發現明顯劣損或變形情形。
3. 基樁：本座碼頭基樁調查時外觀完整，未發現明顯劣損或變形情形。
4. 護坡：本座碼頭護坡調查時，未發現坡度明顯變位情形。

圖 5.17 為本座碼頭劣損發生位置調查結果示意圖，本座碼頭部份面版與梁劣損嚴重，主要可能原因同 10 號碼頭。本座碼頭面版因劣損數量較多且範圍較大，碼頭面亦出現破洞，嚴重影響結構整體安全及營運功能，建議除應及早進行維修作業，更需儘速委託專業機構優先辦理細部檢測評估作業。並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況。

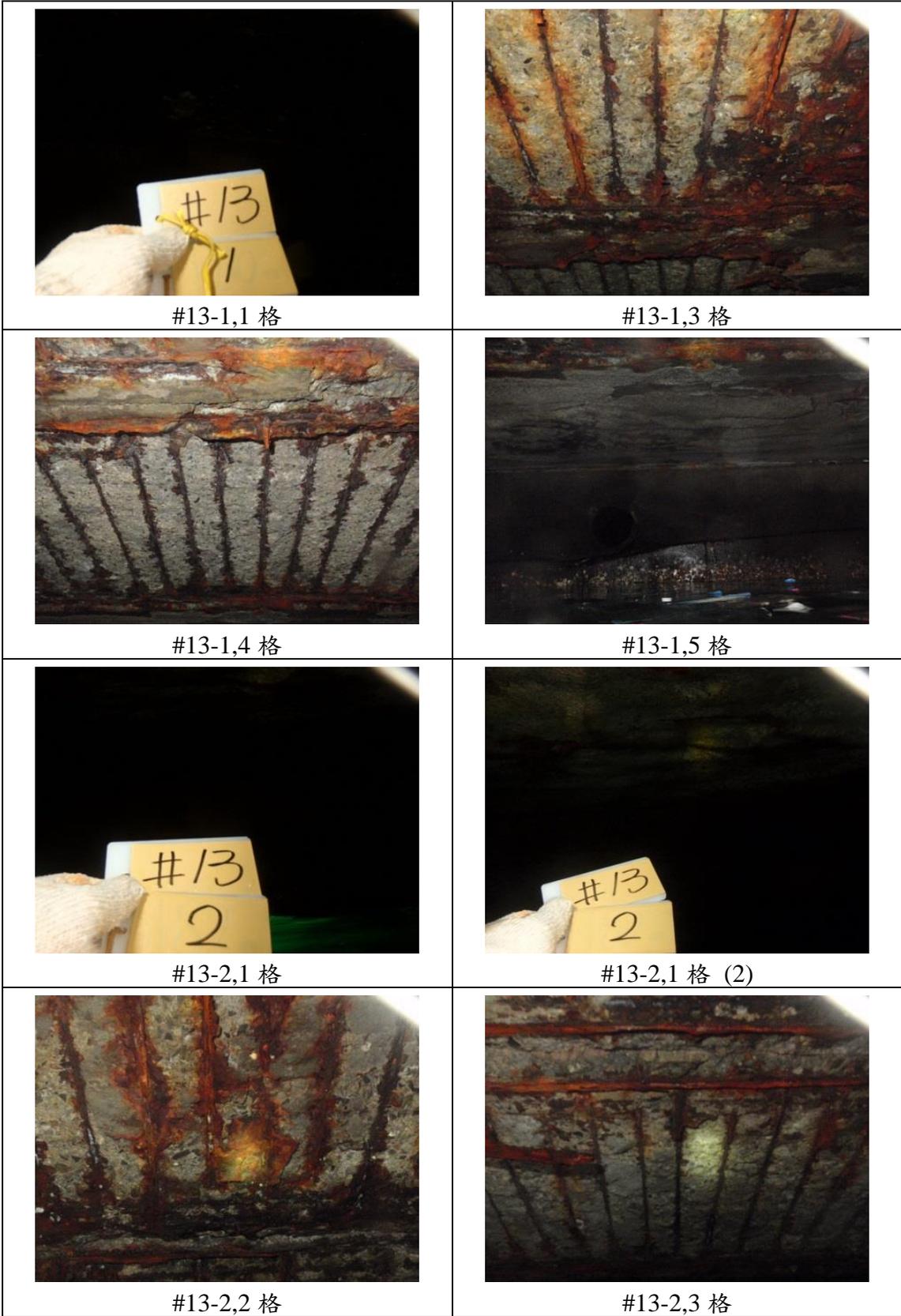


圖 5.16 蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-1(104.09)

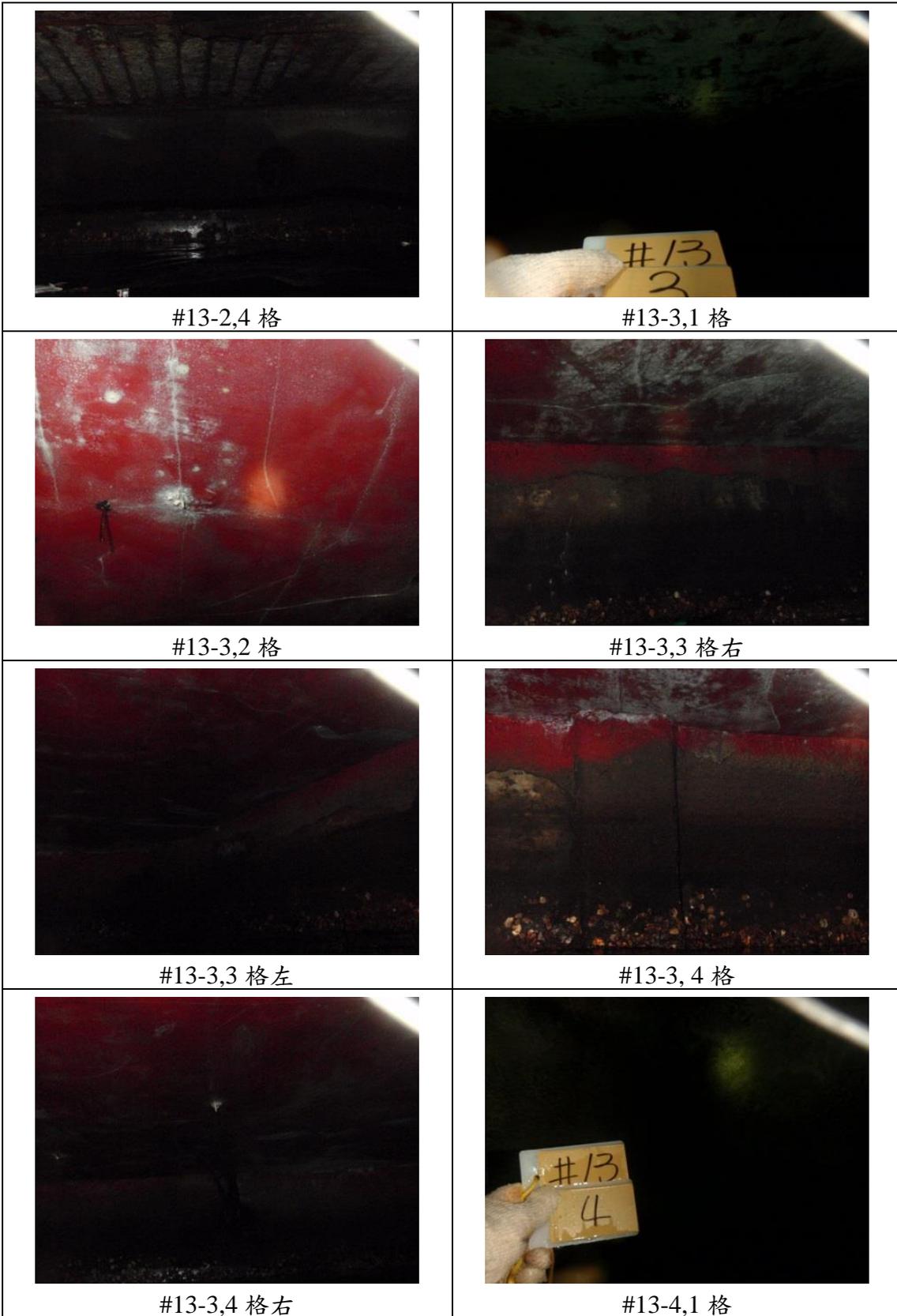


圖 5.16 (續 1)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-2(104.09)

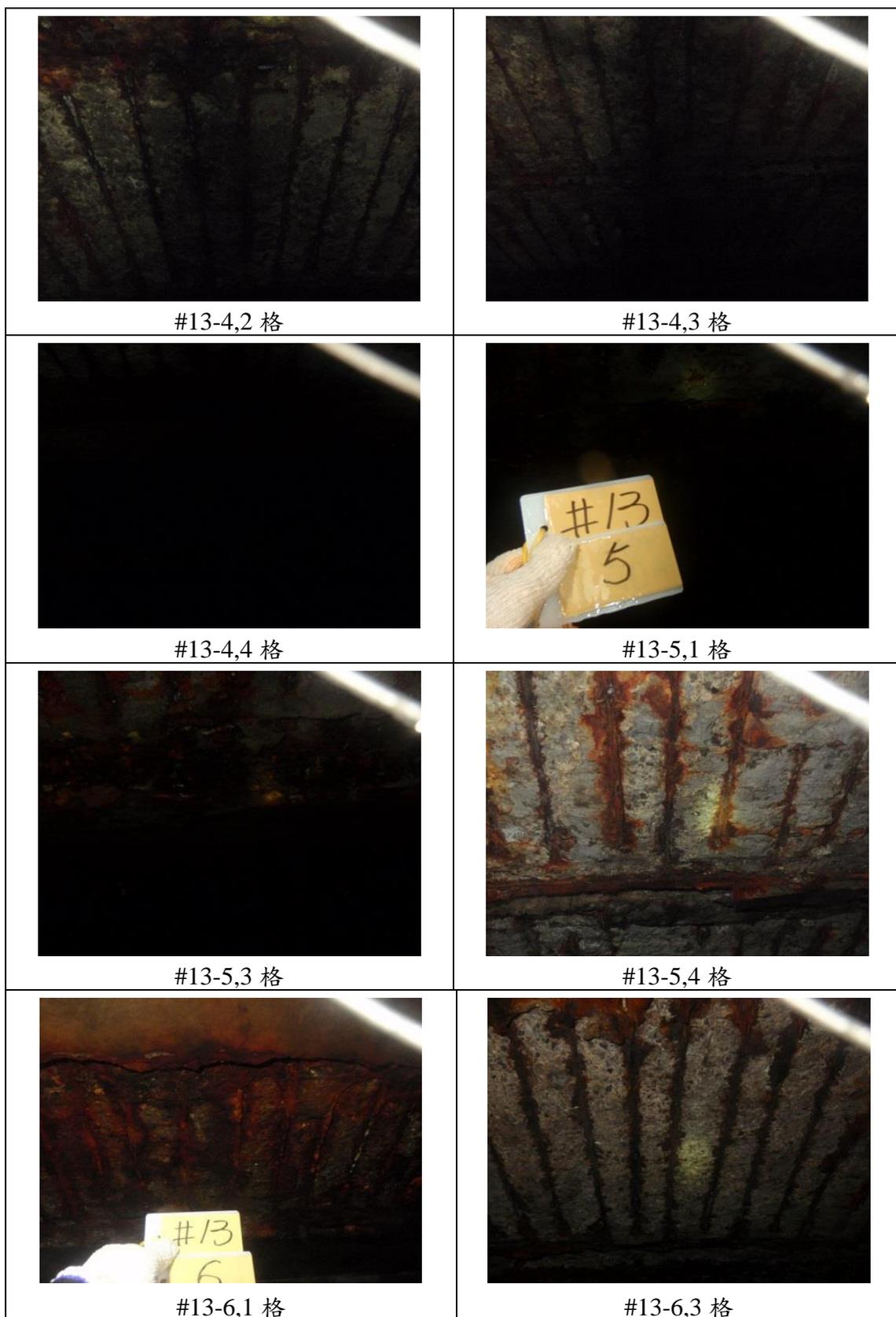


圖 5.16 (續 2)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-3(104.09)



圖 5.16 (續 3)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-4(104.09)

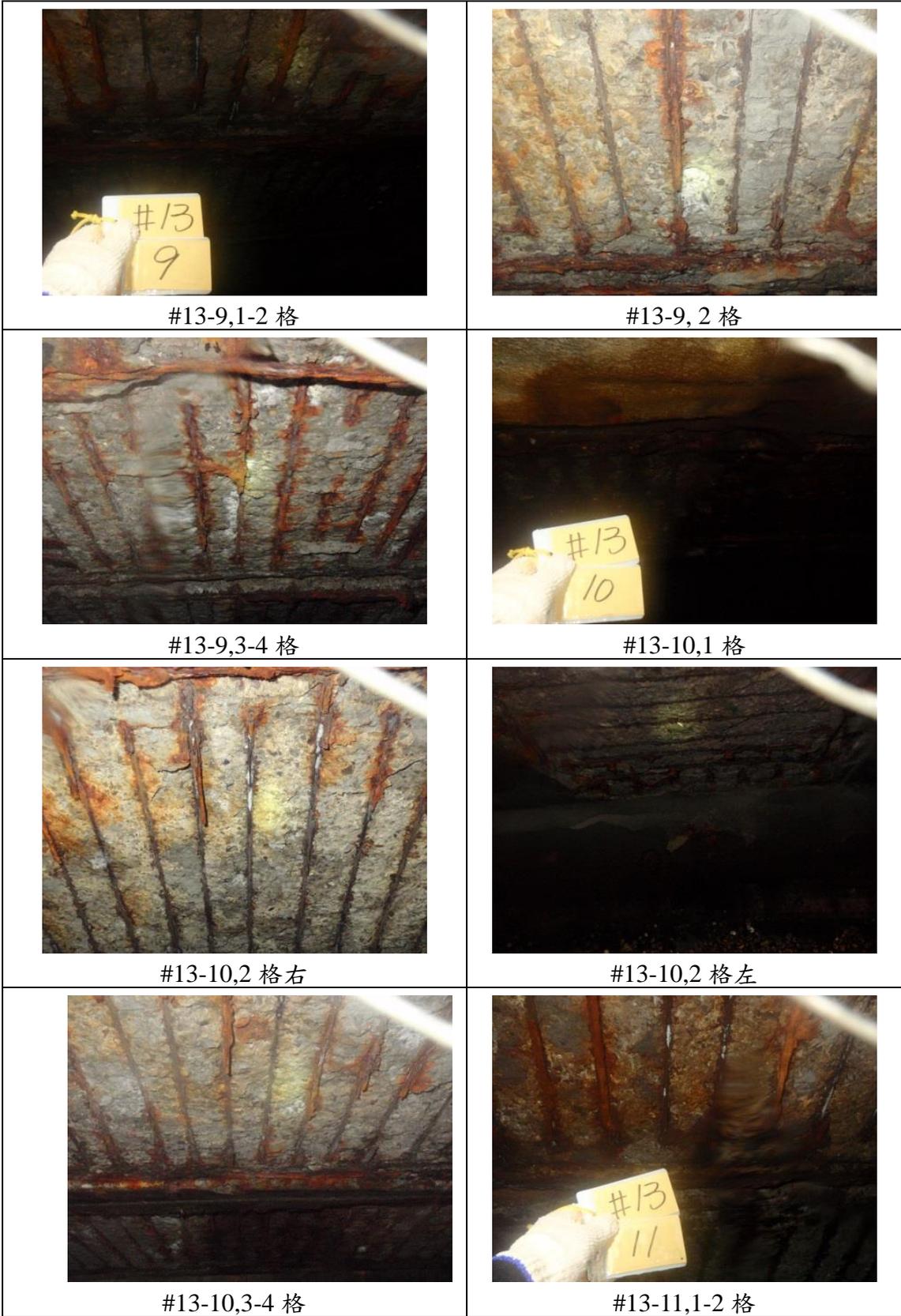


圖 5.16 (續 4)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-5(104.09)

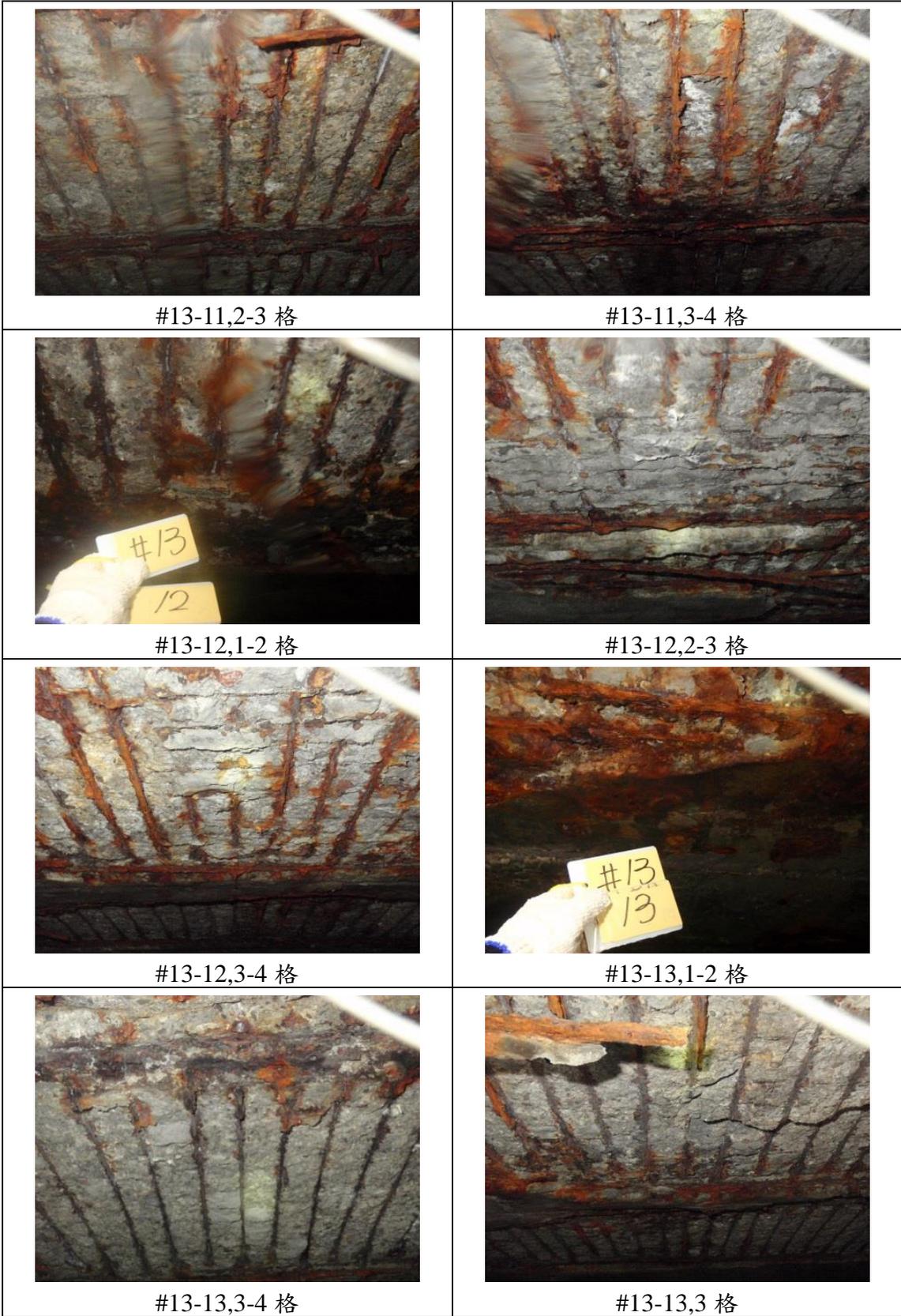


圖 5.16 (續 5) 蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-6(104.09)



圖 5.16 (續 6)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-7(104.09)

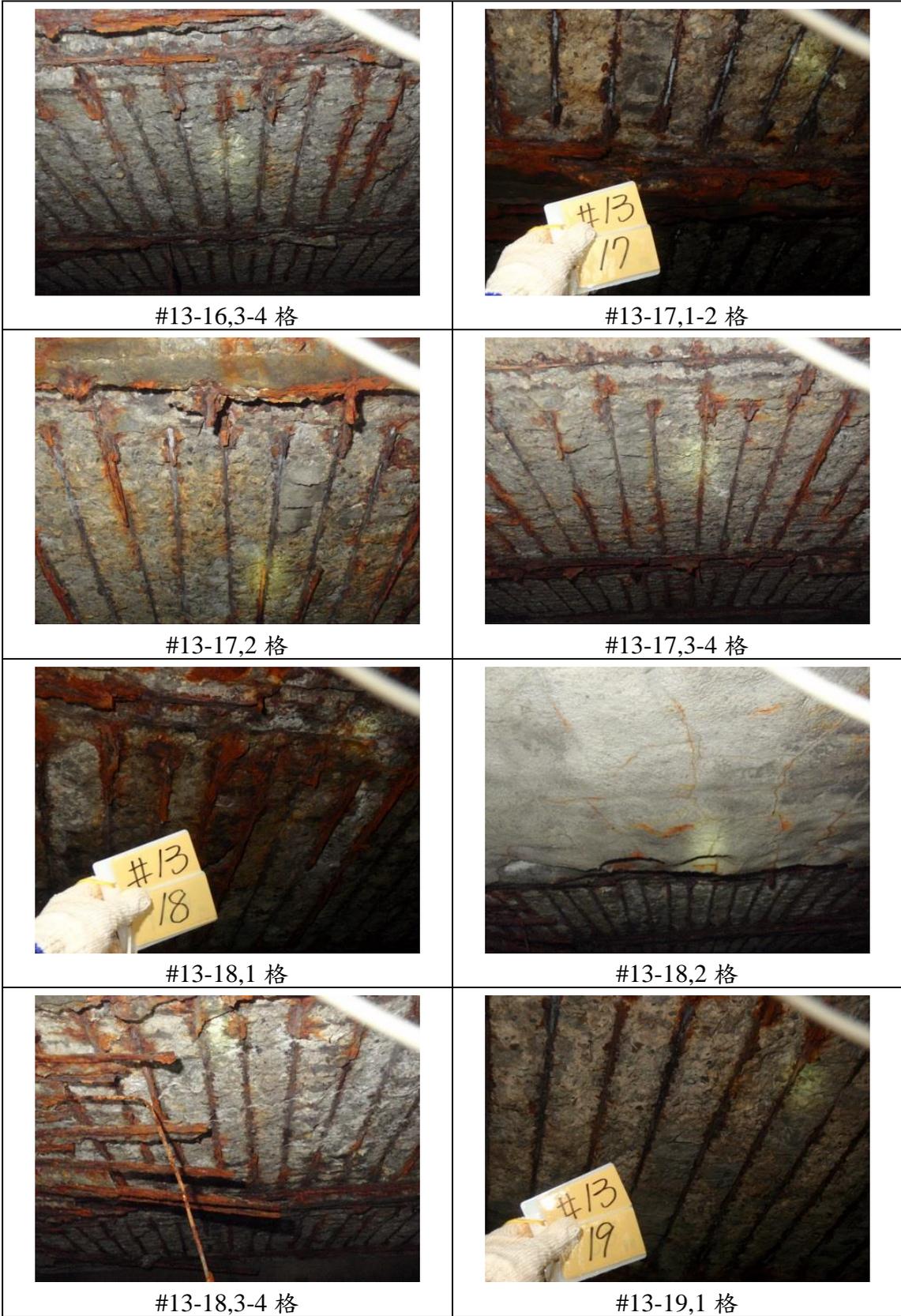


圖 5.16 (續 7) 蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-8(104.09)

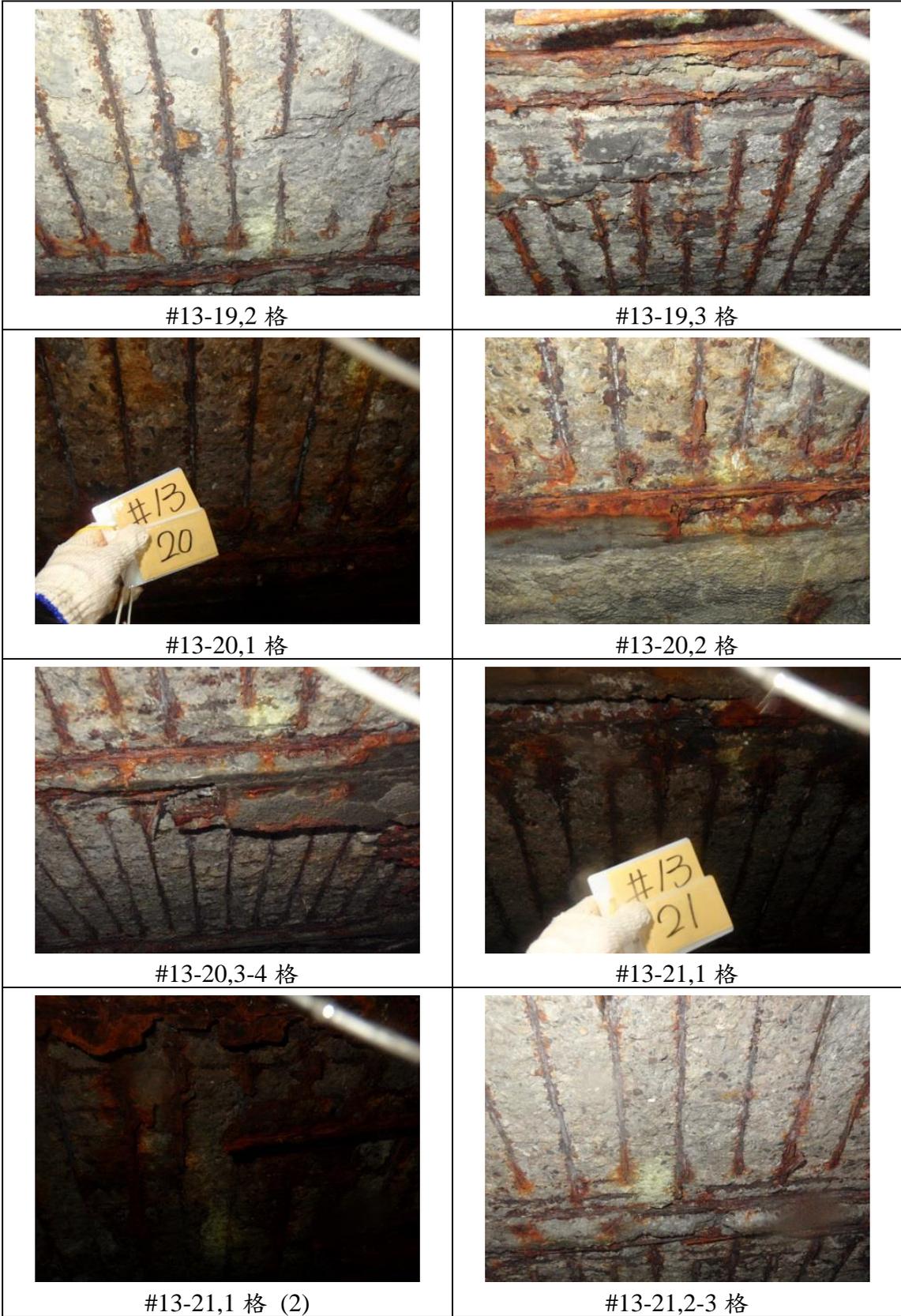


圖 5.16 (續 8)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-9(104.09)

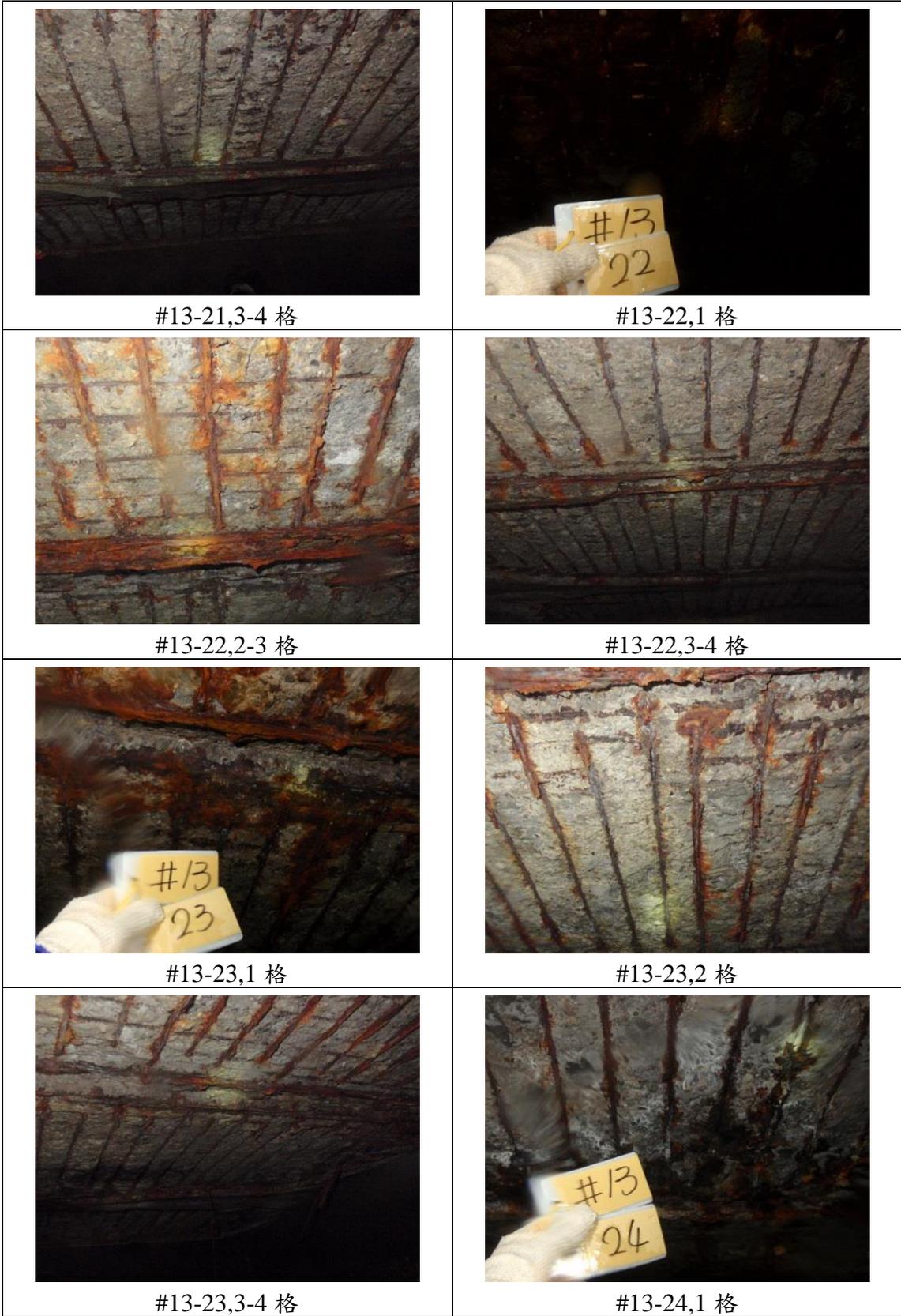


圖 5.16 (續 9) 蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-10(104.09)

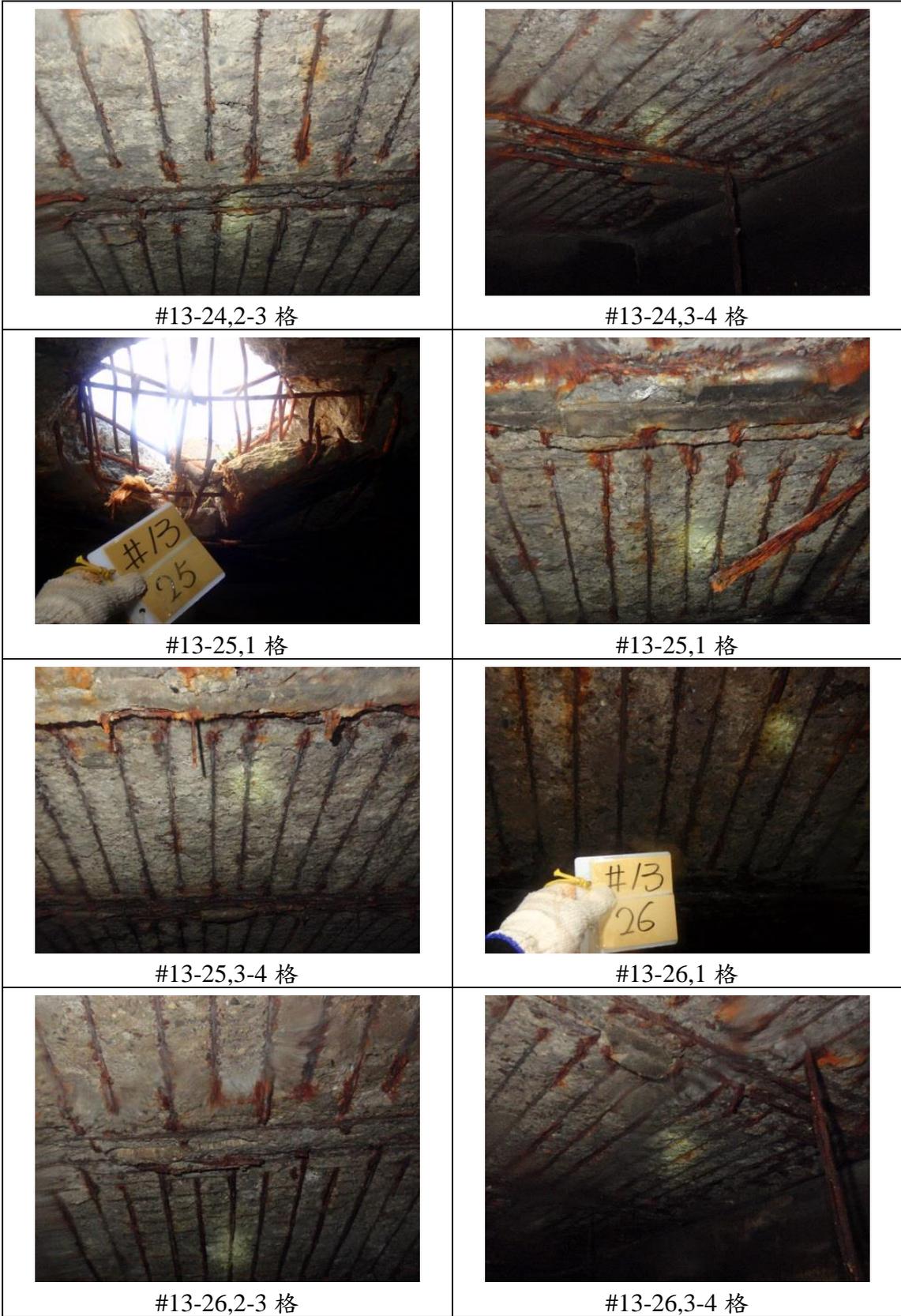


圖 5.16 (續 10)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-11(104.09)



圖 5.16 (續 11)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-12(104.09)

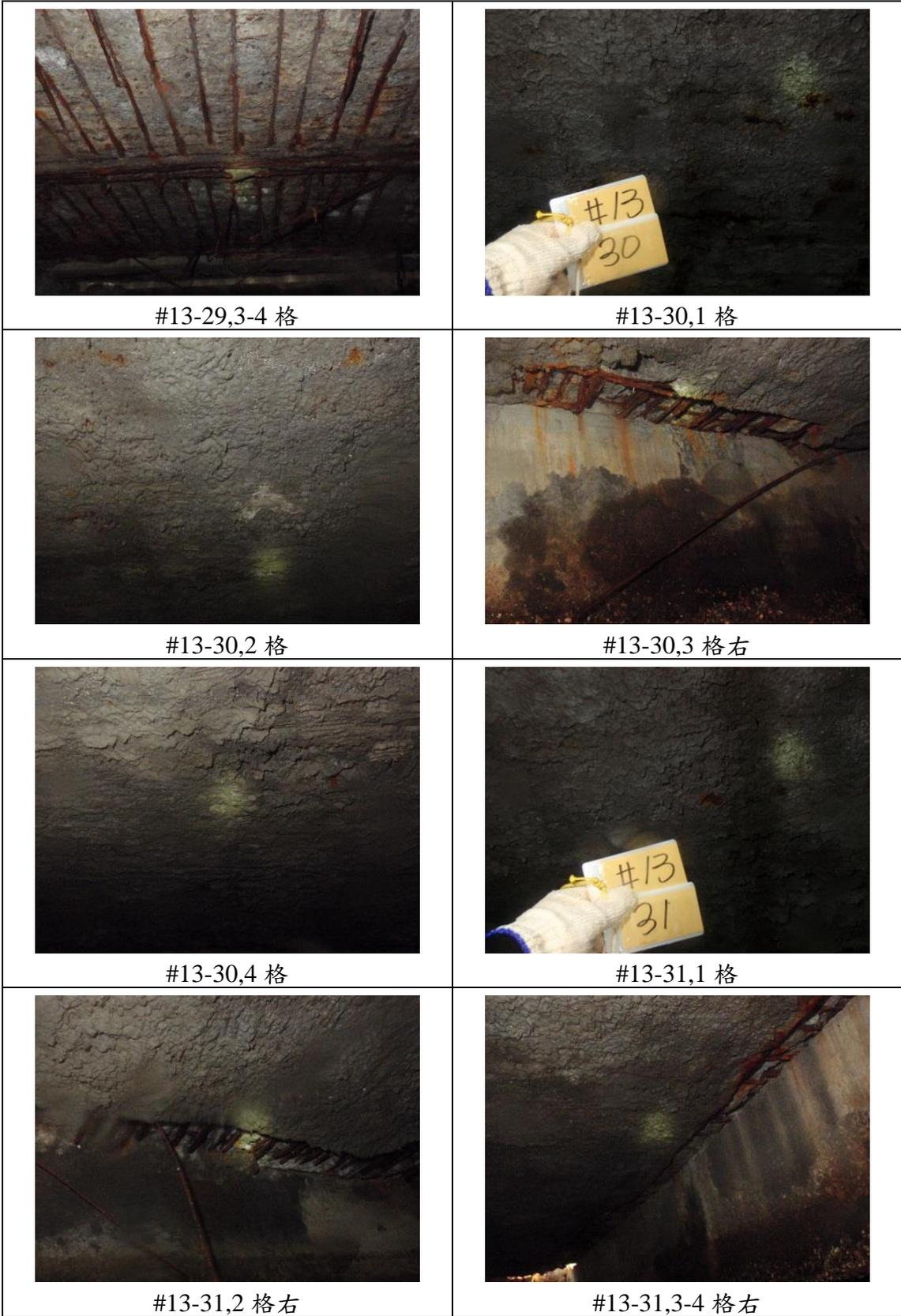


圖 5.16 (續 12)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-13(104.09)

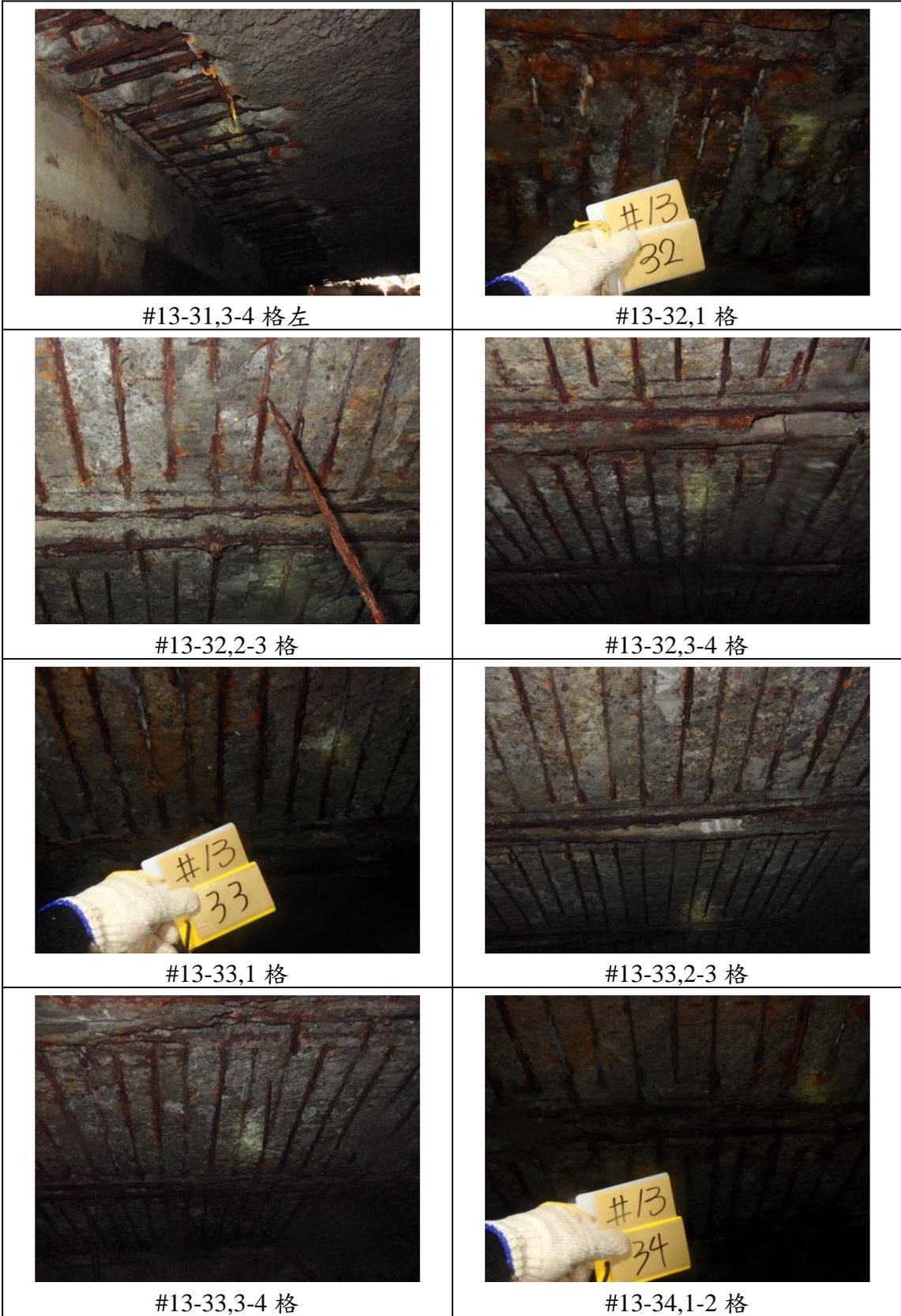


圖 5.16 (續 13)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-14(104.09)

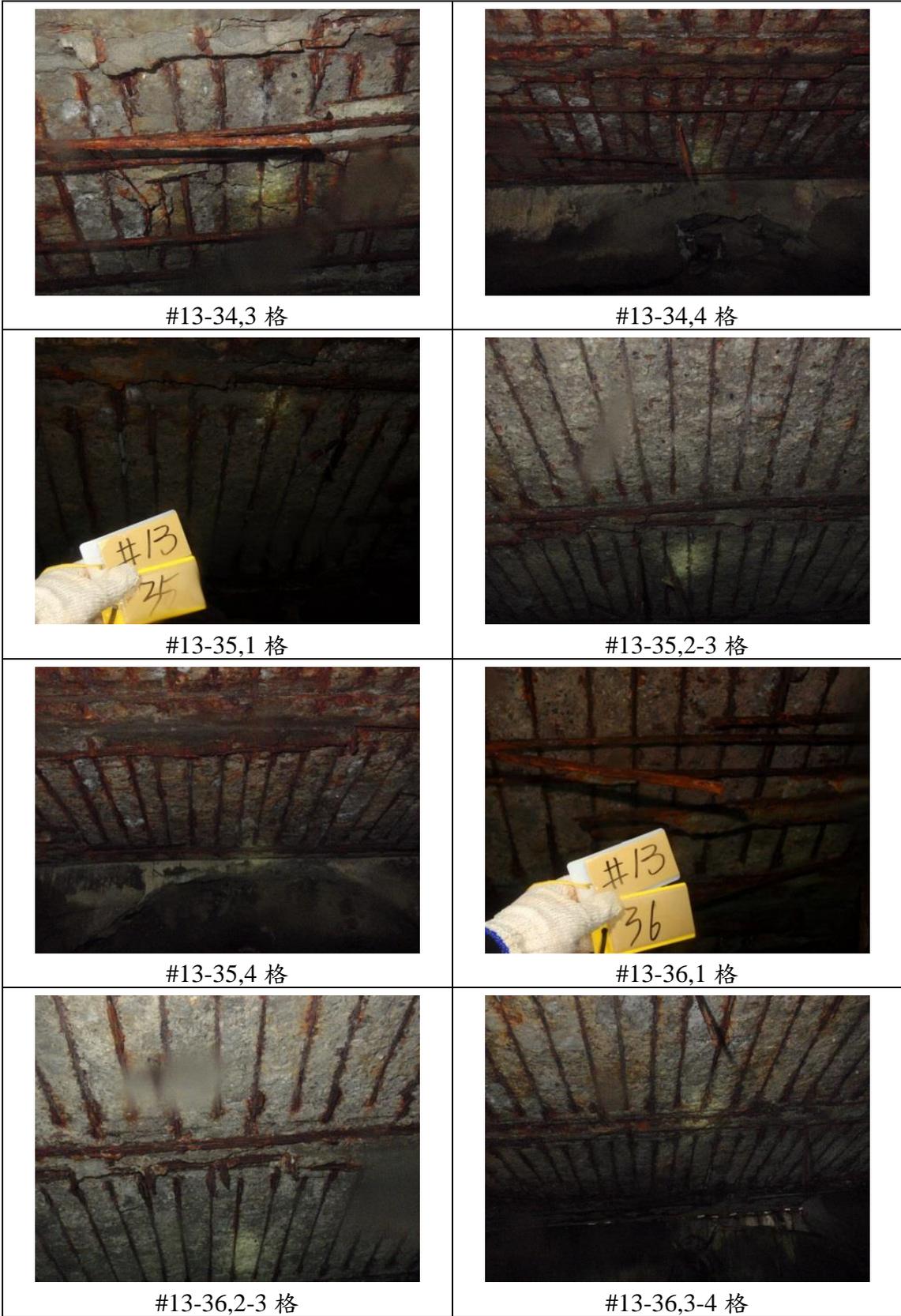


圖 5.16 (續 14)蘇澳港 13 號碼頭現況調查結果-15(104.09)

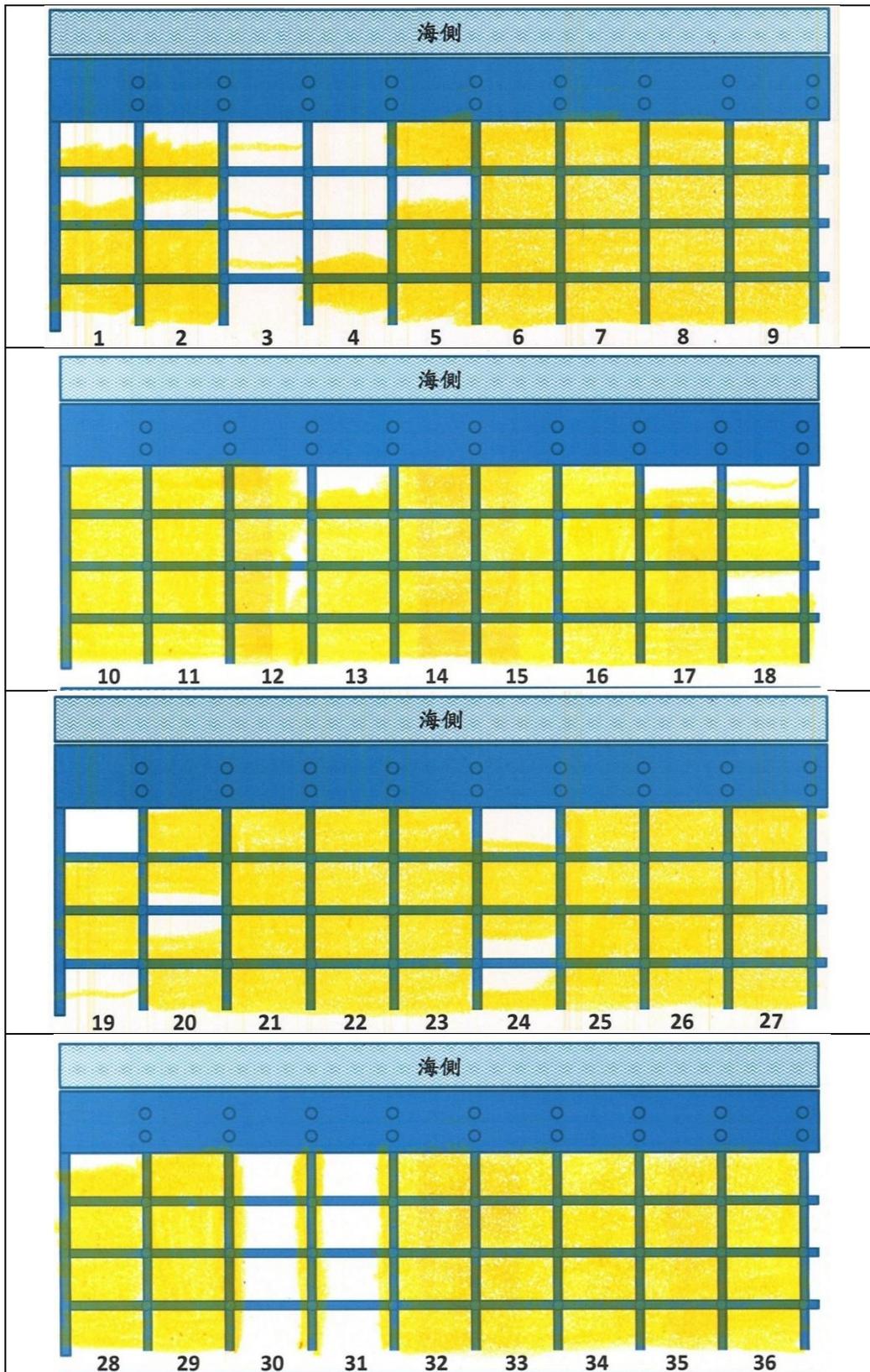


圖 5.17 蘇澳港 13 號碼頭調查結果示意圖

5.2 臺中港碼頭水下檢測

5.2.1 臺中港 29 號角偶鋼管樁碼頭

本座碼頭全長 250 m，寬 27.0 m，設計水深為-14.0 m，設計載重為 3.0 t/m²，主要結構型式係以每排 8 隻直樁支撐面版之鋼管樁棧橋式結構。碼頭位置及結構型式如圖 5.18 及圖 5.19 所示。以靠泊雜貨輪，載運大宗物資為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，調查時，使用時間已超過 30 年。104 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 5.20 所示。

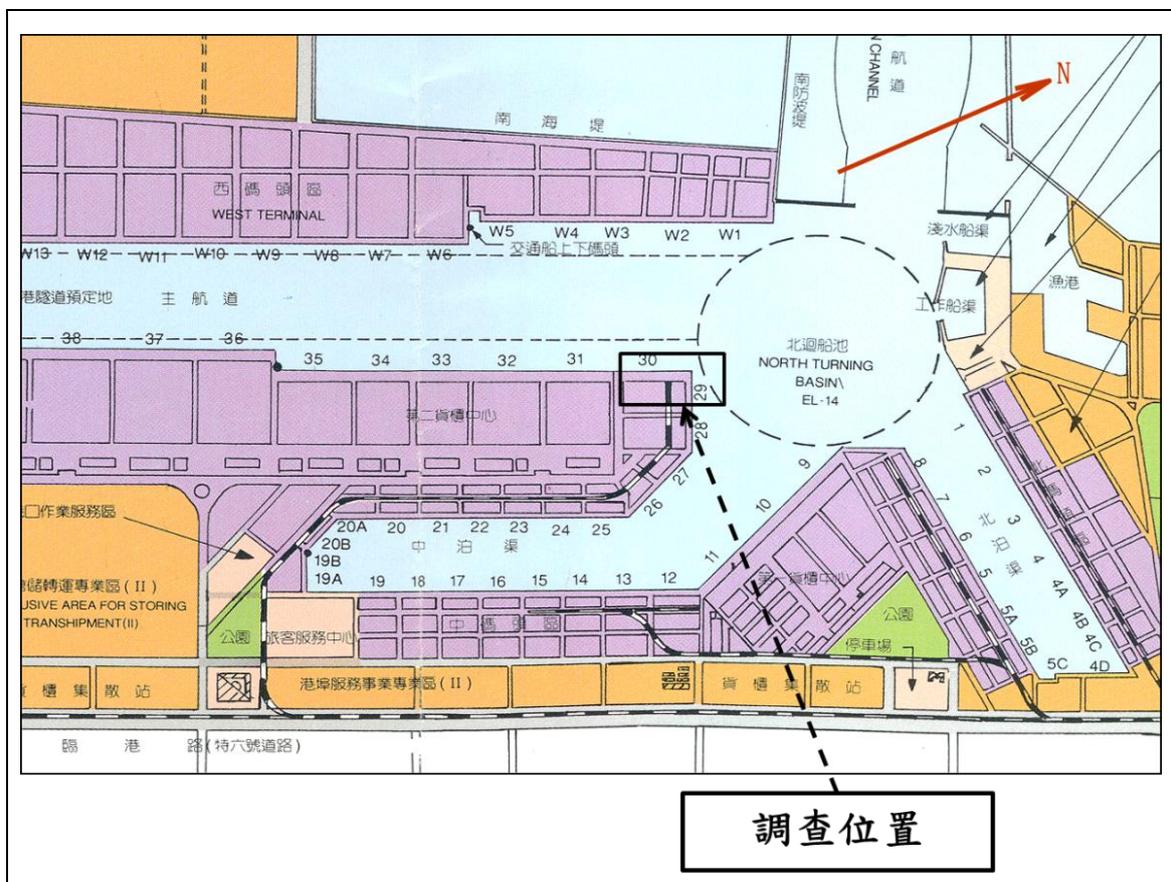


圖 5.18 臺中港 29 號角偶與 30 號碼頭與平面圖

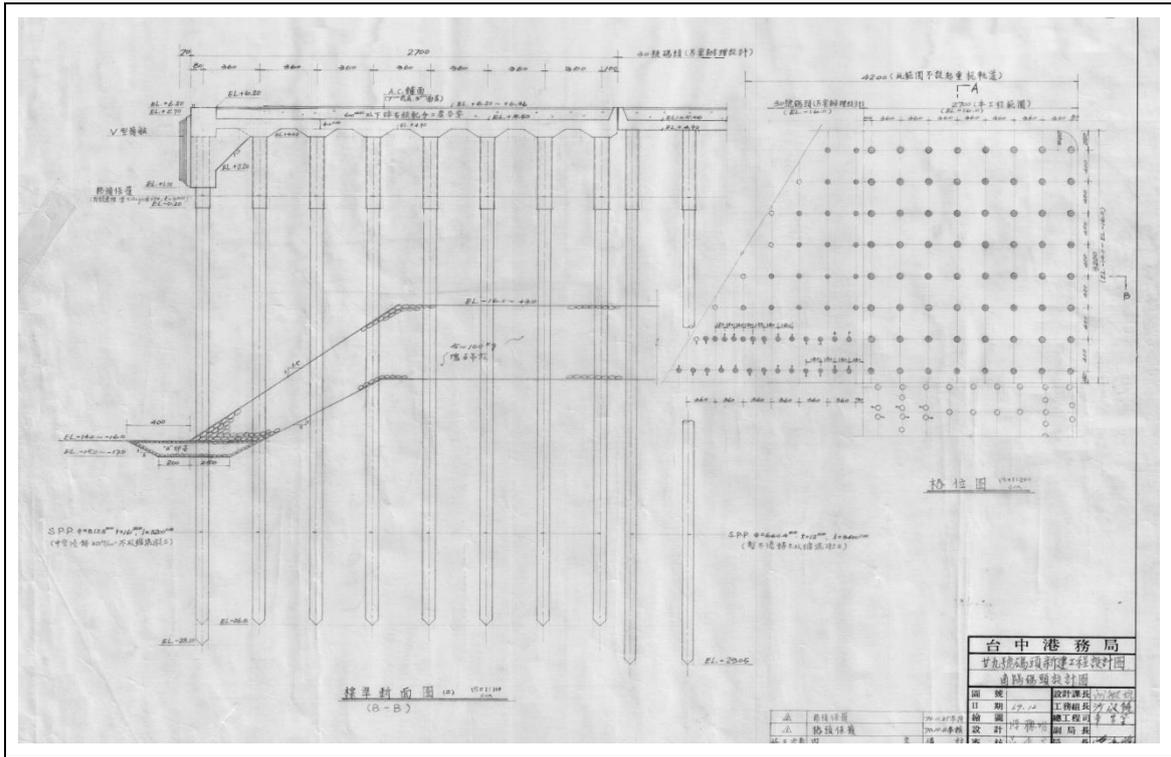


圖 5.19 臺中港 29 號碼頭角隅鋼管樁結構型式與平面圖



圖 5.20 臺中港 29 號碼頭角隅岸上調查時現況(104.09)

水下調查結果彙整如下：

1. 面版：本座碼頭調查時，面版底版未發現明顯劣損或變形情形。
2. 梁：本座碼頭梁調查時外觀完整，未發現明顯劣損或變形情形。
3. 基樁：本座碼頭基樁調查時外觀完整，未發現明顯劣損或變形情形。
4. 護坡：本座碼頭護坡調查時，未發現坡度明顯變位情形。

5.2.2 臺中港 30 號碼頭

本座碼頭全長 320 m，寬 32.0m，設計水深為 -14.0 m，設計載重為 3.0 t/m^2 ，主要結構型式係以每排 4 隻直樁與 2 隻斜樁支撐面版，並於後線打設混凝土錨碇版及設置拉桿來抵抗水平作用力之鋼管樁棧橋式結構，並分為 8 個單元。碼頭位置及結構型式如圖 5.18 及圖 5.21 所示。以靠泊雜貨輪，載運大宗物資為主。建造時間約於民國 84 年間，使用迄今約 15 年。104 年 9 月及 11 月兩次調查時，岸上除部分車擋混凝土破損外，未發現其他明顯劣化異狀，如圖 5.22 所示。

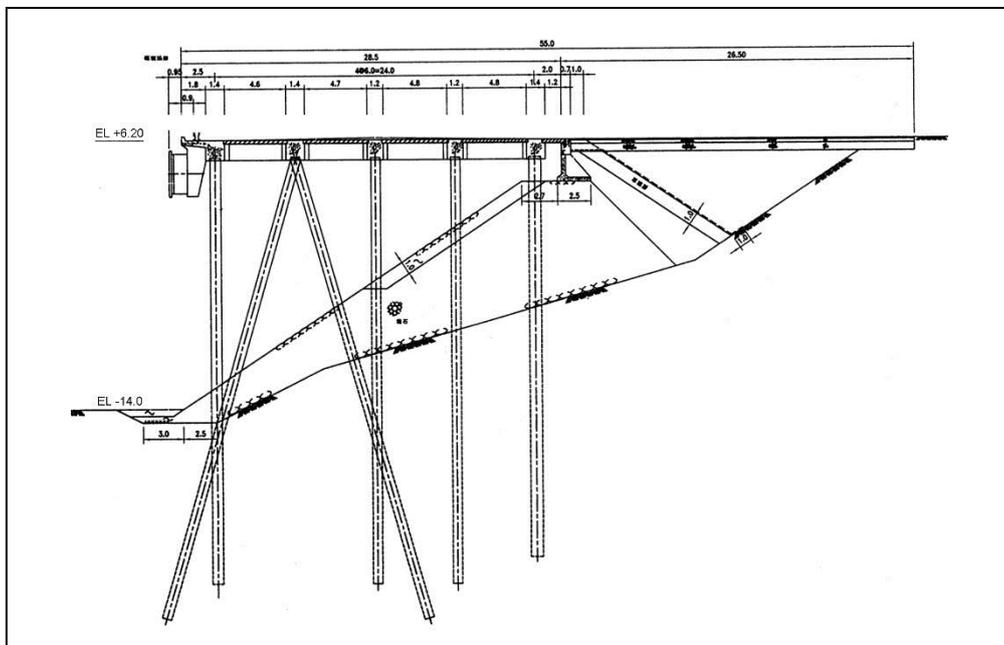


圖 5.21 臺中港 30 號碼頭結構型式



圖 5.22 臺中港 30 號碼頭岸上調查時現況(104.09、104.11)

水下調查結果彙整如下(如圖 5.23 所示)：

1. 面版：本座碼頭調查時，面版底板發現多處混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露情形。
2. 梁：本座碼頭調查時，梁，未發現明顯劣損或變形情形。
3. 基樁：本座碼頭基樁調查時外觀完整，未發現明顯劣損或變形情形。
4. 護坡：本座碼頭護坡調查時，未發現坡度明顯變位情形。

本座碼頭由於建造至今已超過 20 年，面版構件長年曝露於潮汐與海水潑濺之處，混凝土遭受乾濕循環作用造成裂縫生成，海水由裂縫處滲入更加速內部鋼筋之腐蝕，終致混凝土保護層之剝落及鋼筋腐蝕外露且銹斷，此現象在各單元岸肩尤其明顯。雖結構安全及營運功能無立即性之危險，建議仍應及早規劃建置維修制度，進行維修必要之作業，並需定期由水下直接目視檢查碼頭現況。

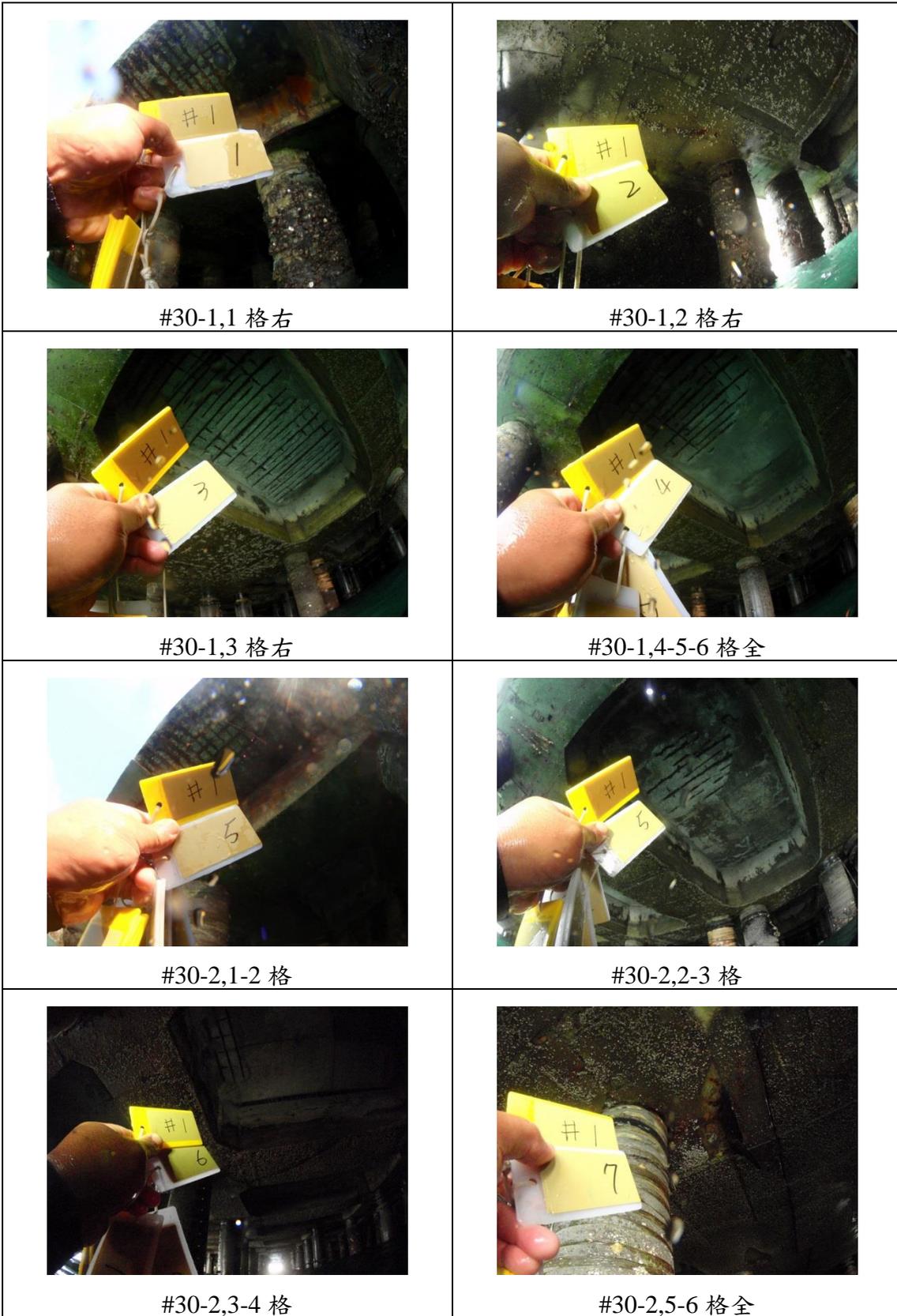


圖 5.23 臺中港 30 號碼頭現況調查結果-1(104.09、104.11)

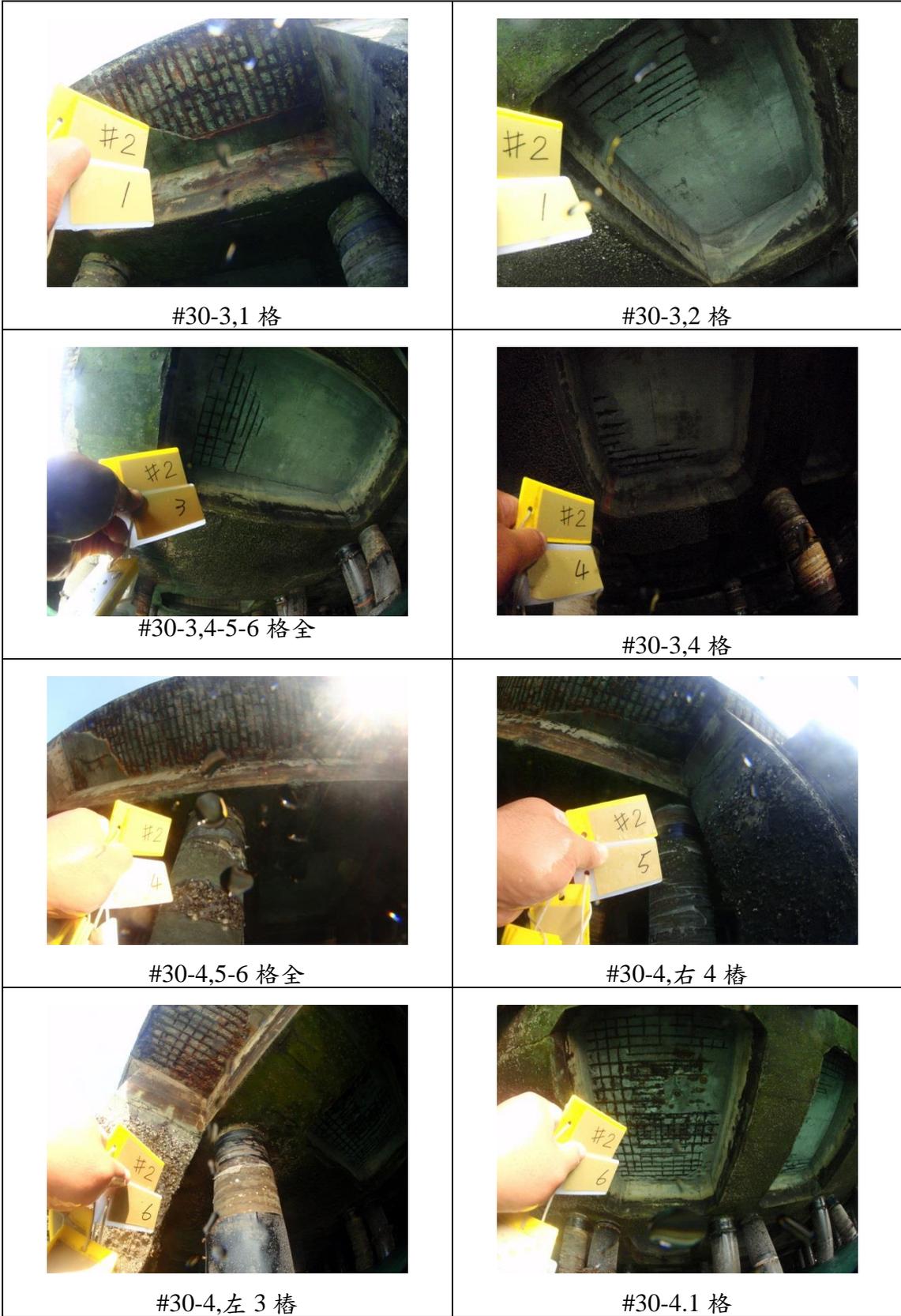


圖 5.23 (續 1)臺中港 30 號碼頭現況調查結果-2(104.09、104.11)



圖 5.23 (續 2) 臺中港 30 號碼頭現況調查結果-3(104.09、104.11)

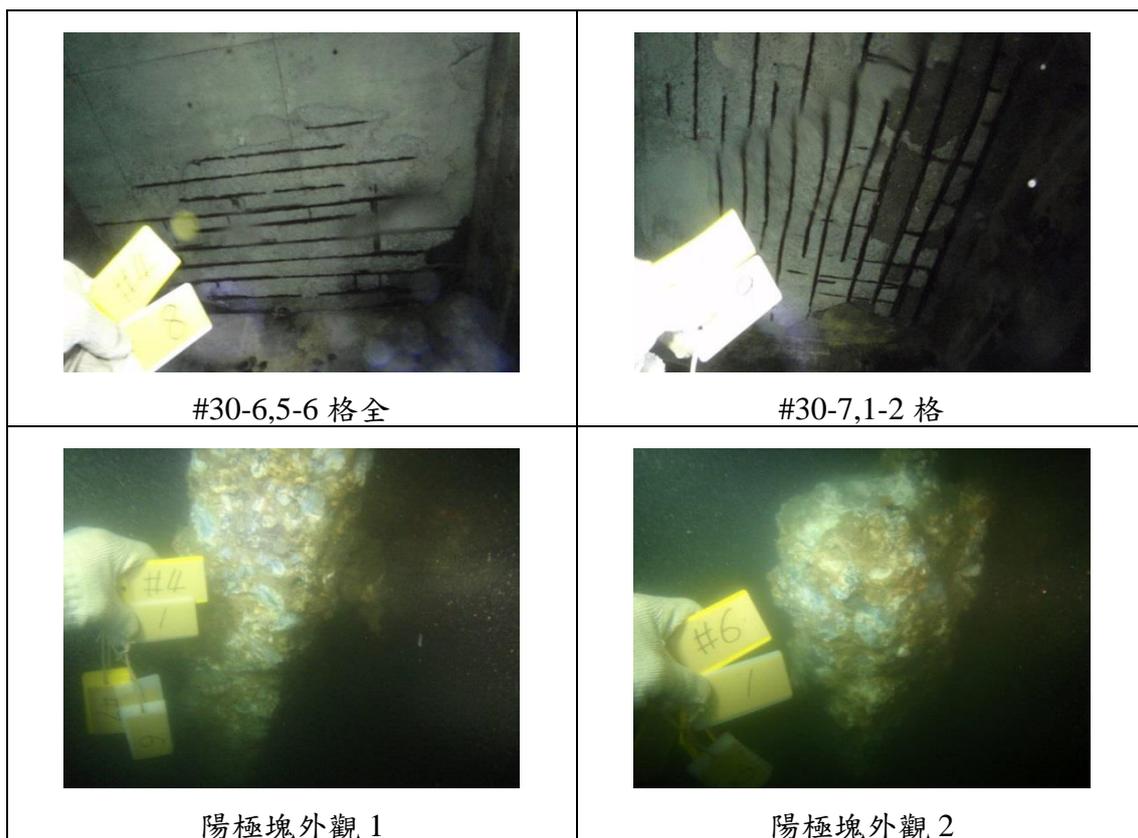


圖 5.23 (續 3) 臺中港 30 號碼頭現況調查結果-4(104.09、104.11)

本座碼頭依臺中港務分公司實務需要，另針對鋼管樁現有陰極防蝕系統進行鋼管樁保護電位及犧牲陽極塊發生電位等效能檢測，圖 5.24 為本座碼頭鋼管樁採用之陽極塊型式及安裝位置示意圖，1 至 8 單元各選取 1 排鋼管樁或 1 支陽極塊進行檢測，其結果如下：

1. 鋼管樁保護電位檢測：

鋼管樁保護電位檢測結果如表 5-1 所示，各單元檢測之鋼管樁保護電位介於 $-980 \sim -851 \text{ mV}$ 之間，皆小於設計規範之 -780 mV 值，已達保護鋼管樁之目的。

2. 陽極塊發生電位檢測：

檢測結果如表 5-2 所示，各單元檢測之陽極塊發生電位在海生物清除前後，其電位分別介於 $-974 \sim -887 \text{ mV}$ 與 $-981 \sim -891 \text{ mV}$ 之間，皆小於設計規範之 -780 mV 值，可達保護鋼管樁之效果。

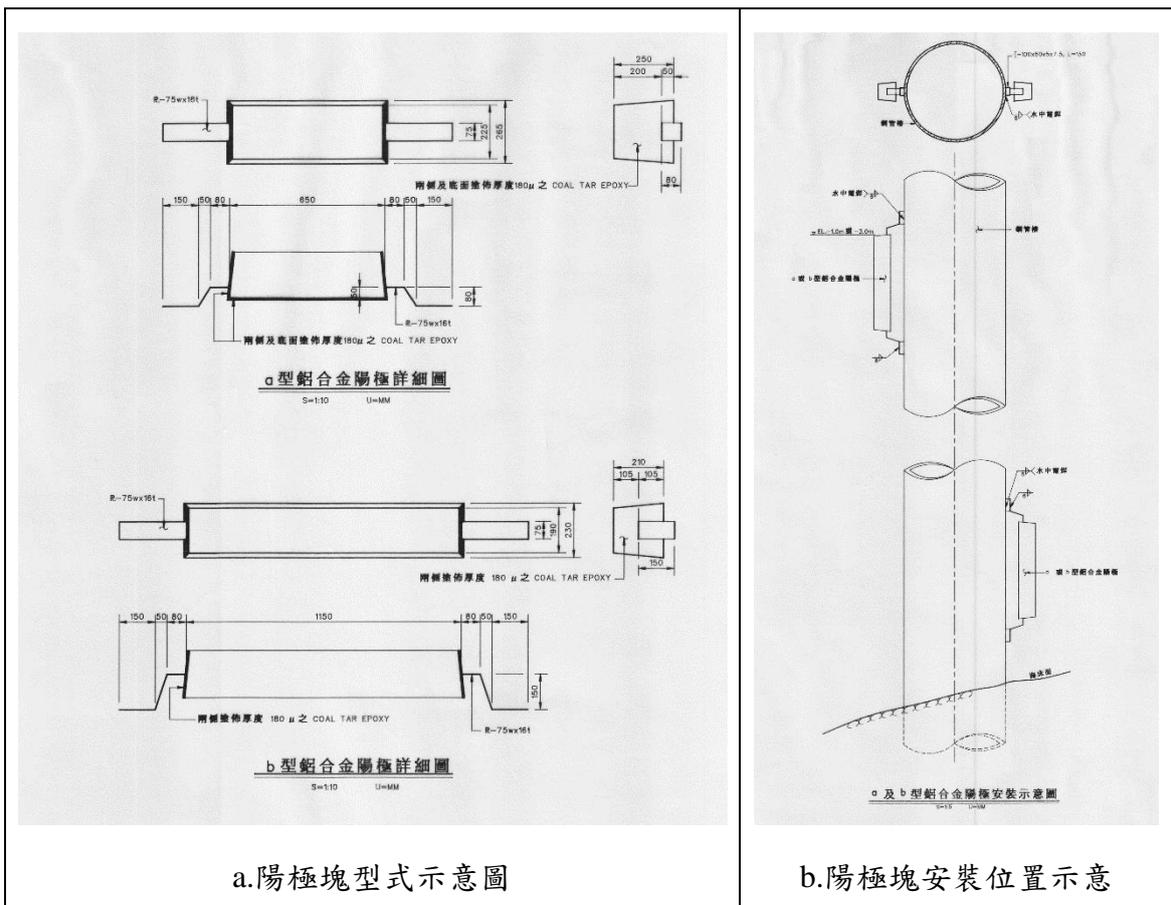


圖 5.24 臺中港 30 號碼頭鋼管樁陽極塊型式及安裝位置示意圖

表 5-1 臺中港 30 號碼頭鋼管樁保護電位量測結果

編號	水深(m)			編號	水深(m)		
	-1.0	-4.0	-7.0		-1.0	-4.0	-7.0
第 1 單元							
P1	-851	-858	-863	P4	-871	-886	-875
P2	-860	-865	-864	P5	-887	-873	-883
P3	-857	-862	-866	P6	-896	-914	-947
第 2 單元							
P1	-943	-945	-943	P3	-951	-957	-954
P2	-948	-951	-954	P4	-954	-957	-955
第 3 單元							
P1	-938	-940	-943	P3	-944	-948	-950
P2	-944	-945	-948	P4	-948	-953	-950
第 4 單元							

編號	水深(m)			編號	水深(m)		
	-1.0	-4.0	-7.0		-1.0	-4.0	-7.0
P1	-942	-944	-948	P3	-952	-966	-958
P2	-948	-953	-956	P4	-960	-963	-958
第 5 單元							
P1	-946	-947	-952	P3	-950	-949	-943
P2	-945	-948	-950	P4	-948	-953	-950
第 6 單元							
P1	-957	-957	-955	P3	-968	-973	-973
P2	-964	-965	-965	P4	-974	-980	-974
第 7 單元							
P1	-940	-941	-945	P3	-943	-949	-947
P2	-940	-942	-945	P4	-946	-951	-951
第 8 單元							
P1	-934	-939	-955	P3	-940	-947	-943
P2	-930	-932	-935	P4	-948	-950	-950

表 5-2 臺中港 30 號碼頭鋼管樁陽極塊發生電位量測結果

編號	海生物清除前			海生物清除後		
	上	中	下	上	中	下
第 1 單元	-889	-887	-900	-891	-891	-905
第 2 單元	-947	-948	-946	-963	-960	-958
第 3 單元	-960	-952	-951	-967	-977	-963
第 4 單元	-954	-942	-943	-977	-972	-974
第 5 單元	-950	-948	-949	-968	-968	-970
第 6 單元	-974	-957	-958	-980	-981	-981
第 7 單元	-946	-957	-959	-965	-970	-970
第 8 單元	-949	-950	-948	-960	-959	-959

第六章 港灣構造物維護管理資訊系統

6.1 系統軟體架構

架構內容包含伺服器軟體、資料庫軟體與地理資訊系統等，如圖 6.1 所示，伺服器使用 Apache 系統，其支援 HTML、PHP 與 JavaScript 等語言，而採用的資料庫為 MySQL，並藉由 PHP 語言進行資料庫的輸出入，地理資訊系統採用 Googlemaps，並藉由 JavaScript 語言將相關資訊展示地圖中。以下伺服器軟體、資料庫軟體與地理資訊系統等說明如下：

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

(1) HTML：超文件標示語言(Hyper Text Markup Language，HTML)是為「網頁建立和其它可在網頁瀏覽器中看到的訊息」設計的一種標示語言。HTML 被用來結構化訊息，例如標題、段落和列表等等，也可用來在一定程度上描述文件的外觀和語意。

HTML 檔案最常用的副檔名是.html，可以用任何文字編輯器或所見即所得的 HTML 編輯器來編輯 HTML 檔案。

(2) PHP：超文字預處理器(Hyper Text Preprocessor，PHP)是一種開源的通用電腦指令碼語言，尤其適用於網路開發並可嵌入 HTML 中使用。PHP 的語法借鑒吸收了 C 語言、Java 和 Perl 等電腦語言的特點，易於一般程式設計師學習。

PHP 的主要標的是允許網路開發人員快速編寫動態頁面，但 PHP 也被用於其他很多領域。

- (3) JavaScript：為一種直譯式程式語言，是一種動態型別、弱型別、基於原型的語言，內建支援型別。它的直譯器被稱為 JavaScript 引擎，為瀏覽器的一部份，廣泛用於客戶端的腳本語言，最早是在 HTML 網頁上使用，用來給 HTML 網頁增加動態功能。
2. 資料庫 MySQL：是一個開放原始碼的關聯式資料庫管理系統，原開發者為瑞典的 MySQLAB 公司。MySQL 由於效能高、成本低、可靠性好，已經成為最流行的開源資料庫，並被廣泛地應用在 Internet 上的中小型網站中。隨著 MySQL 的不斷成熟，它也逐漸用於如維基百科、Google 和 Facebook 等更多大規模網站和應用。
3. 地理資訊系統 Googlemaps：是 Google 公司向全球提供的電子地圖服務，地圖包含地標、線條、形狀等訊息，提供向量地圖、衛星照片、地形圖等三種視圖。



圖 6.1 港灣構造物維護管理軟體架構

6.2 系統資料庫與模組架構

維護管理系統資料庫為建置之核心，若資料拆分合宜，會降低儲存空間並增加執行效率，本研究系統資料庫中可將不同的資料表以聯

集方式查詢，方便資料使用。如圖 6.2 所示，可將港灣基本資料、碼頭基本資料與單元基本資料，藉由港灣編碼(hbID)與碼頭編碼(portCode)將三個資料表聯集，便於系統中獲得所有資料。

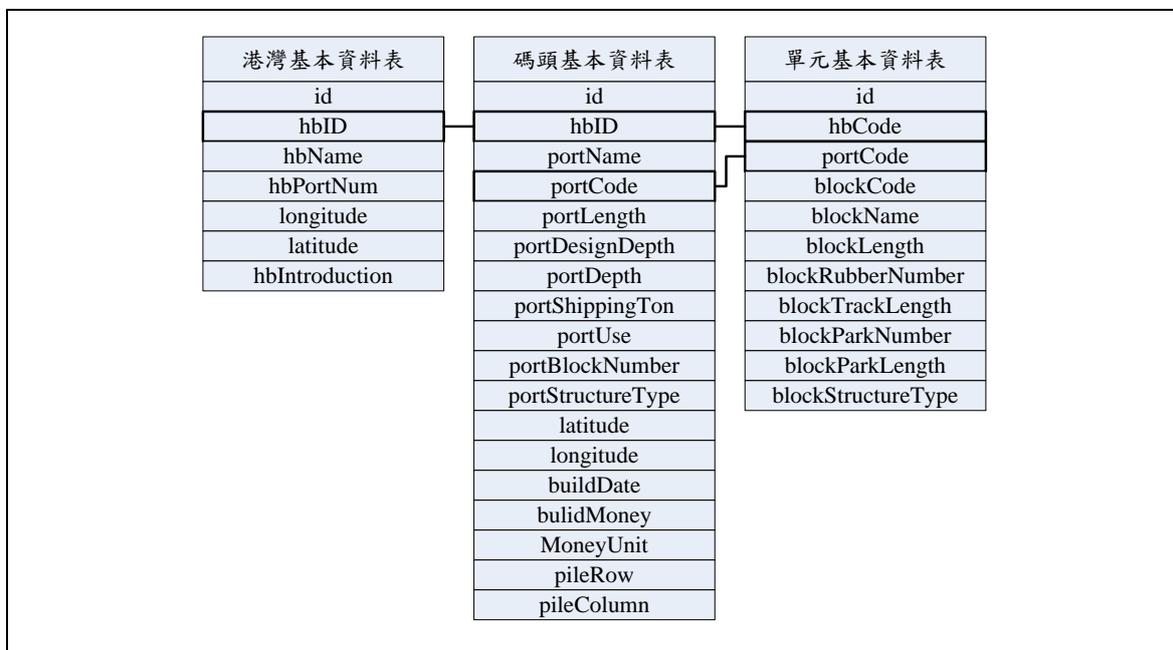


圖 6.2 關聯式查詢方式示意

本研究各系統模組架構如圖 6.3 所示，其各自之內容概述如下：

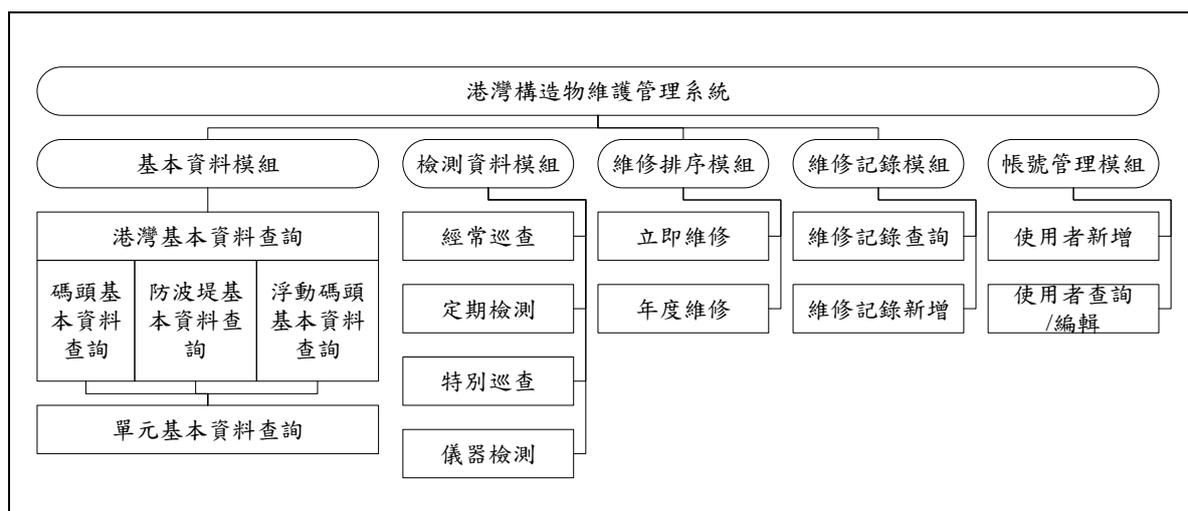


圖 6.3 港灣構造物維護管理系統模組架構

- 1.基本資料模組：顯示資訊為港灣名稱、碼頭數量、碼頭選擇(以地圖或列表選擇)、防波堤與浮動碼頭選擇。其下可再提供碼頭、防波堤與浮動碼頭基本資料查詢功能：
 - (1)碼頭基本資料查詢：顯示資訊為碼頭名稱、碼頭長度、設計水深、可靠泊水深、泊船噸位、用途說明、單元數量、建造型式、竣工日期、建造經費、斷面圖、最近一次之經常巡查、定期檢測與特別巡查日期，其下可再提供單元資料查詢。單元資料顯示單元名稱、單元長度、防舷材數量、吊車軌道長度、車擋數量或長度與照片。
 - (2)防波堤基本資料查詢：顯示資訊為防波堤各單元長度、單元起、迄照片。
 - (3)浮動碼頭基本資料查詢：其顯示資訊為浮動碼頭各類型構件列表、照片與構件編碼圖。
- 2.檢測資料模組：可針對碼頭、防波堤與浮動碼頭構造物進行經常巡查、定期檢測、特別巡查與儀器檢測等記錄。經常巡查與特別巡查依其頻率，針對各類型港灣構造物進行整體檢視，記錄各構件之劣化狀況、包含其所在單元、位置、數量、照片等資料；定期巡查依其頻率，針對各類型港灣構造物進行各單元檢視，記錄各單元構件之劣化狀況、包含其所在單元、位置、數量、照片等資料；儀器檢測記錄，可將相關的檢測報告，依不同類型構造物進行存放。
- 3.維修排序模組：分為立即維修與年度維修兩項，立即維修列出各類型港灣構造物之經常與特別巡查，其劣化狀況等於4之結果；年度維修則列出各構件定期檢測結果，依劣化狀況進行排序(碼頭構造物可再依構件權重進行加權計算)。
- 4.維修記錄模組：將各類型港灣構造物維修歷程予以記錄留存。
- 5.帳號管理模組：提供管理者新增與編輯使用者。

6.3 系統建置成果與使用說明

6.3.1 系統登入與首頁

系統登入網址為 118.163.255.145/HMMS(如圖 6.4 所示),輸入帳號、密碼後,進入系統首頁,如圖 6.5 所示,圖中「1」為系統功能列,包含基本資料、檢測資料、維修排序、維修記錄與帳號管理等模組;「2」為最新消息,顯示最新的巡查檢測資料完成時間,此資訊由使用者新增巡查檢測資料後,將自動表列於此;「3」為系統使用手冊下載;「4」為各模組功能介紹,以影片方式配合文字逐步說明如何操作。



圖 6.4 港灣構造物維護管理系統登入頁面



圖 6.5 港灣構造物維護管理系統首頁

6.3.2 基本資料模組

圖 6.6 為點選進入金門港基本資料模組後，所顯示目前系統港畫面，當選擇港灣後，可進入港灣基本資料，如圖 6.7 所示，選擇「1」碼頭資料列表與「2」碼頭選擇[地圖]，可再針對碼頭資料進行檢視；選擇「3」防波堤選擇[地圖]可再針對防波堤資料進行檢視；選擇「4」浮動碼頭選擇[地圖]可再針對浮動碼頭資料進行檢視。

當選擇圖 6.7 「1」後可表列選擇港灣所有的碼頭資料(如圖 6.8 所示)，顯示各碼頭長度、設計水深、可靠泊水深、泊船噸位、用途、單元數量、結構型式、建造日期、建造經費、碼頭照片與斷面圖等資訊。

當選擇圖 6.7 「2」後，可再以地圖方式選擇碼頭(如圖 6.9 所示)，顯示碼頭基本資料(如圖 6.10 所示)與該碼頭最近期進行之經常巡查、定期檢測與特別巡查之日期與查詢單元資料。當於圖 6.10 選擇「顯示單元碼頭資料」，則可列表該碼頭各單元名稱、長度、防舷材數量、吊車軌道、車擋數量或長度與照片，如圖 6.11 所示。

當選擇圖 6.7 「3」後，可於地圖選擇防波堤(如圖 6.12 所示)，顯示防波堤各單元編號、長度、單元起、迄照片與設計圖，如圖 6.13 所示。

當選擇圖 6.7 「4」後，可於地圖選擇浮動碼頭(如圖 6.14 所示)，顯示浮動碼頭各構件編碼(如圖 6.15 所示)及位置(如圖 6.16 所示)。



圖 6.6 基本資料模組港灣選擇頁面

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

港灣名稱	金門水頭港區	
碼頭數量	7個	
碼頭資料列表	<input type="button" value="選擇"/> 1	
碼頭選擇[地圖]	<input type="button" value="選擇"/> 2	
防波堤選擇[地圖]	<input type="button" value="選擇"/> 3	
浮動碼頭選擇[地圖]	<input type="button" value="選擇"/> 4	

1.港區面積計2,198,199m²；水域面積計1,403,894 m²，陸域面積計794,305m²、2.為因應小三通客運需求，已興建完成聯合辦公大樓，另於突堤碼頭兩側完成小型客運碼頭及大型浮動碼頭、3.突堤碼頭：現有水頭突堤碼頭總長度約288m，碼頭寬度最大寬度為20m，最大水深約-2.5m，突堤兩側均可供船舶停靠。4.浮動碼頭：(1)突堤碼頭西側設有一座浮動碼頭，設計水深約-2.5m、(2)突堤碼頭東側興建一座大型浮動碼頭，設計水深-4m、5.水頭新建港區：(1)防波堤：西防波堤長600m、北防波堤長1,580m、(2)風雨走廊、小型客運碼頭及聯合辦公大樓通關設施等、(3)其他設備：碼頭區配設有20噸起重機一部、

圖 6.7 港灣基本資料頁面

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

碼頭名稱	碼頭長度 (M)	設計水深 (M)	可靠泊水深 (M)	泊船噸位 (T)	用途	單元數量 (個)	結構型式	建造日期	建造經費	碼頭照片	斷面圖
突堤1號碼頭	35	9	9.5	1000	貨運碼頭	14	重力式	無	無	照片	無
突堤2號碼頭	19	9	9.5	1000	貨運碼頭	8	重力式	無	無	照片	無
突堤3號碼頭	12	9	9.5	1000	貨運碼頭	8	重力式	無	無	照片	無
突堤4號碼頭	18	9	9.5	1000	貨運碼頭	7	重力式	無	無	照片	無
北堤碼頭	199	9	9.5	1000	貨運碼頭	16	重力式	無	無	照片	無
貨運1&2號碼頭	154	9	9.5	1000	貨運碼頭	31	重力式	無	無	照片	無
新建港區碼頭	509	9	9.5	1000	貨運碼頭	32	重力式	無	無	照片	無

圖 6.8 碼頭基本資料列表



圖 6.9 碼頭地圖選擇

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

碼頭名稱	貨運1&2號碼頭		
碼頭長度(M)	154		
設計水深(M)	9		
可靠泊水深(M)	9.5		
泊船噸位(T)	1000		
用途說明	貨運碼頭		
單元數量	13		
	顯示碼頭單元資料		
碼頭型式	重力式		
建造日期	-	經常巡查日期	20141215
建造經費	-	定期巡查日期	20150408

圖 6.10 單碼頭基本資料顯示

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

單元名稱	單元長度(M)	防舷材數量(個)	吊車軌道(M)	車擋數量或長度(個或M)	照片
1號單元	24	4	無	7個	
2號單元	5.9	4	無	2個	
3號單元	6.1	4	無	2個	

圖 6.11 碼頭單元基本資料顯示(以繫船柱為劃分單元)



圖 6.12 防波堤地圖選擇

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

金門水頭港區北防波堤單元基本資料列表

單元編號	單元長度(M)	單元照片(起)	單元照片(迄)	單元設計圖
1號單元	20			None
2號單元	20			None

圖 6.13 防波堤單元基本資料顯示



圖 6.14 浮動碼頭地圖選擇

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登 出	
小三通碼頭#1基本資料表Ops1	
碼頭照片	構件列表
	基樁 PA01 PA02 PA03 PA04 PA05 PA06 PA07 PA08 PB01 PB02 PB03 PB04 PB05 PB06 PB07 PB08 PC01 PC02 PC03 PC04 PC05 PC06 PC07 PC08
	梁 GA01 GA02 GA03 GA04 GA05 GA06 GA07 GA08 GA09 GA10 GA11 GA12 GB01 GB02 GB03 GB04 GB05 GB06 GB07 GB08 GB09 GB10 GB11 GB12 GC01 GC02 GC03 GC04 GC05 GC06 GC07 GC08 GC09 GC10 GC11
	浮臺 本體 P01 滑動滾輪組 RA01 RA02 RA04 RA03 RB01 RB02 RB03 RB04 RB05 RB06 RB07 RB08 RC01 RC02 RC03 RC04
	聯絡橋 B01 B02
	棚架 C01

圖 6.15 浮動碼頭各類型構件編碼

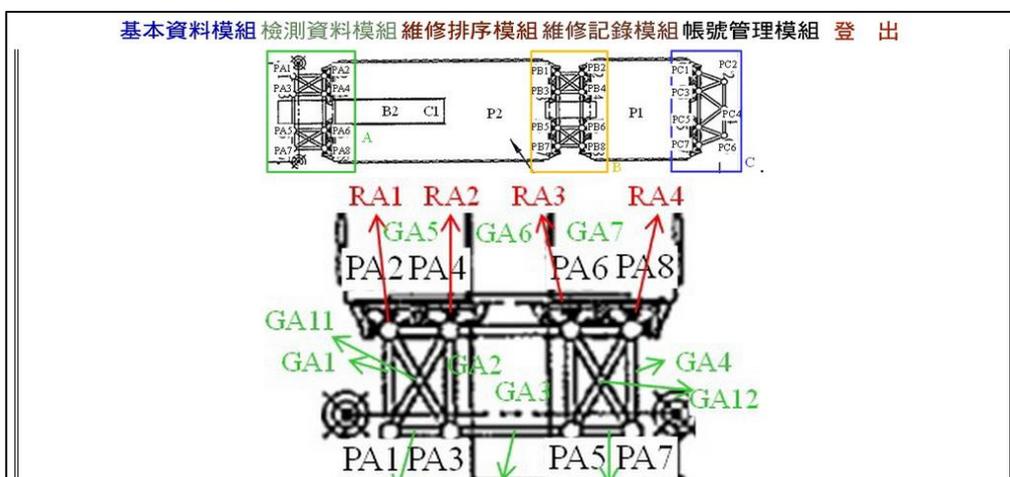


圖 6.16 浮動碼頭各構件位置圖

6.3.3 檢測資料模組

圖 6.17 為選擇圖 6.5「1」功能列的「檢測資料模組」，進入巡查檢測功能之頁面，圖中「1」為經常巡查、定期檢測、特別巡查與儀器檢測等類型之選擇；「2」為選擇資料查詢或新增；「3」為選擇港灣構造物。由於各類型構造物檢測之新增與查詢相似(儀器檢測除外)，以下將以浮動碼頭為例，進行說明。



圖 6.17 檢測資料模組選擇頁面

1. 經常巡查

(1) 經常巡查的新增：巡查表單如圖 6.18 所示，使用者以整體構造物進行巡查，針對各類型構件進行檢視，記錄各類型構件劣化狀況最嚴重者，輸入其劣化狀況、劣化構件編號、劣化數量(Total 為包含其他相同類型構件劣化之總數，Max 為最嚴重者之數量)與照片，浮動碼頭由於構件較為複雜，可另依構件對照圖予以辨別。

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出					
金門水頭港區小三通碼頭#1 經常巡查					
構件對照圖1 構件對照圖2 構件對照圖3 構件對照圖4					
檢測日期	2015年09月10日			檢測天氣	晴
港灣名稱	金門水頭港區	碼頭名稱	小三通碼頭#1	檢測者	簡臣佑
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化描述	劣化構件	劣化數量或說明
浮臺外部	鋼材腐蝕、龜裂、損傷(鋼材)	3	1: 無異狀 2: - 3: - 4: 因腐蝕引起之穿孔、變形或其他明顯損傷	P01	10 m ² (total) 2 m ² (max.)
	混凝土劣化損傷(RC)	1	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	P01	m ² (total) m ² (max.)

圖 6.18 經常巡查劣化輸入頁面-以浮動碼頭為例

(2)經常巡查的查詢：進入查詢頁面，列出經常巡查基本資料表，依巡查時間列出檢測資料，包含檢測時間、檢測天候、檢測者、檢測者意見等，並提供查詢詳細資料、刪除記錄、編輯記錄(針對經常巡查基本資料)、列印檢測報告等功能，如圖 6.19 所示。

選擇查詢詳細資料，可查詢各類型構件劣化狀況(如圖 6.20 所示)，並可予以編輯(如圖 6.21 所示)；選擇編輯記錄，可針對經常巡查基本資料進行編輯(如圖 6.22 所示)；選擇列印檢測報告，則可將經常巡查報告產出(如圖 6.23 所示)。

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登 出							
金門水頭港區-小三通碼頭#1經常巡查資料列表 回到地圖選擇							
檢測時間	檢測天候	檢測者	檢測者意見	詳細資料	刪除記錄	編輯記錄	檢測報告
20141215	晴	簡臣佑	無	<input type="button" value="查詢"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="編輯"/>	<input type="button" value="列印"/>

圖 6.19 經常巡查基本資料列表-以浮動碼頭為例

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登 出							
港灣名稱	金門水頭港區	浮動碼頭名稱	小三通碼頭#1	檢測日期	20141215		
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化構件編號		劣化數量	劣化照片	編輯
浮臺外部	鋼材腐蝕、龜裂、損傷(鋼材)	1					<input type="button" value="編輯"/>
	混凝土劣化損傷(RC)	1					<input type="button" value="編輯"/>
	混凝土劣化損傷(PC)	1					<input type="button" value="編輯"/>
浮臺內部	本體龜裂、損傷	1					<input type="button" value="編輯"/>
滾輪組	塗裝剝離、腐蝕、異音	4	RC01		滾輪組橡膠墊脫落無法發揮功能	照片	<input type="button" value="編輯"/>

圖 6.20 經常巡查各類型構件劣化狀況查詢-以浮動碼頭為例

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出	
回到地圖選擇 回到經常巡查基本資料列表 回到經常巡查詳細資料列表	
經常巡查資料編輯	
檢測時間	20141215
港灣名稱	金門水頭港區
浮動碼頭名稱	小三通碼頭#1
構件名稱	RC01
劣化類型	腐蝕、構件脫落、異音
劣化狀況	4
劣化數量(total)	m^2
劣化數量(max.)	m^2
劣化說明	滾輪組橡膠墊脫落無法發揮功能
	

圖 6.21 經常巡查各類型構件劣化狀況編輯-以浮動碼頭為例

<h2 style="color: gold;">港灣構造物維護管理系統</h2> <p style="color: yellow;">簡臣佑您好</p>	
基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出	
浮動碼頭經常巡查基本資料編輯	
檢測天氣	晴
	<input checked="" type="radio"/> 無異狀 <input type="radio"/> 持續觀測 <input type="radio"/> 維修
檢測員意見	無
<input type="button" value="確認修改"/>	

圖 6.22 經常巡查基本資料編輯-以浮動碼頭為例



圖 6.23 經常巡查報告產出範例-以浮動碼頭為例

2. 定期檢測

(1) 定期檢測的新增：新增定期檢測之表單，會將各構件劣化狀況先訂定為 1 (如圖 6.24 所示)，其後再針對各構件劣化狀況予以編輯 (如圖 6.25 所示)。

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出						
回到浮動碼頭選擇		回到定期檢測基本資料列表				
金門水頭港區-小三通碼頭#1-定期檢測記錄表						
檢測日期		20150910		檢測人員	簡臣佑	
檢測天氣	晴	檢測員意見	無			編輯
構件對照圖1 構件對照圖2 構件對照圖3 構件對照圖4						
構件編號	構件類型	劣化類型	劣化狀況	劣化數量	劣化照片	編輯
PA01	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA02	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA03	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA04	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA05	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA06	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA07	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA08	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PB01	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯

圖 6.24 定期檢測劣化輸入頁面-以浮動碼頭為例

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

回到地圖選擇 回到定期巡查基本資料列表 回到定期巡查詳細資料列表

定期巡查資料編輯

檢測時間	20150910	
港灣名稱	金門水頭港區	
浮動碼頭名稱	小三通碼頭#1	
構件名稱	PA01	
劣化類型	磨耗、腐蝕	
劣化狀況	1 ↓	
劣化數量(Total.)		m^2
劣化說明		
劣化照片	無劣化照片	
	照片更新 選擇檔案 未選擇任何檔案	
	確認更改資料	
	刪除資料	

圖 6.25 定期檢測構件劣化狀況編輯-以浮動碼頭為例

(2)定期檢測的查詢：由定期檢測基本資料表，選擇查詢詳細資料，查詢各類型構件劣化狀況(如圖 6.26 所示)，其構件劣化狀況之編輯同經常巡查；當於圖 6.19 選擇列印檢測報告，則可將經常巡查報告產出(如圖 6.27 所示)。

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

回到浮動碼頭選擇 回到定期檢測基本資料列表

金門水頭港區-小三通碼頭#1-定期檢測記錄表

構件對照圖1 構件對照圖2 構件對照圖3 構件對照圖4

構件編號	構件類型	劣化類型	劣化狀況	劣化數量	劣化照片	編輯
PA01	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA02	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA03	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA04	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA05	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA06	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA07	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PA08	基樁	磨耗、腐蝕	1		None	編輯
PB01	基樁	磨耗、腐蝕	2	2 m^2	照片	編輯
PB02	基樁	磨耗、腐蝕	2	2.5 m^2	照片	編輯
PB03	基樁	磨耗、腐蝕	2	1 m^2	照片	編輯

圖 6.26 定期檢測各類型構件劣化狀況查詢

金門水頭港區定期檢測報告				
碼頭名稱：小三通碼頭#1		檢測時間：20150409		
劣化構件	劣化類型	劣化狀況	構件編號	劣化數量或說明
基樁	RC01	2	PB01	2 m^2
基樁	RC02	2	PB02	2.5 m^2
基樁	RC03	2	PB03	1 m^2
基樁	RC04	2	PB04	1 m^2
基樁	RC05	2	PB05	2 m^2
基樁	RC06	2	PB06	0.5 m^2
基樁	RC07	2	PB07	0.6 m^2
基樁	RC08	2	PB08	1.2 m^2
基樁	RC09	2	PC01	0.3 m^2
基樁	RC10	2	PC02	2 m^2
基樁	RC11	2	PC03	4 m^2
基樁	RC12	2	PC04	3 m^2
基樁	RC13	2	PC05	2 m^2
基樁	RC14	2	PC06	1.5 m^2
基樁	RC15	2	PC07	3 m^2
滑動滾輪組	RB01	4	RB01	滾輪組橡膠墊脫落
滑動滾輪組	RB02	4	RB02	滾輪組橡膠墊脫落
滑動滾輪組	RB03	4	RB03	滾輪組橡膠墊脫落
滑動滾輪組	RB04	4	RB04	滾輪組橡膠墊脫落
滑動滾輪組	RC01	4	RC01	無法發揮功能
滑動滾輪組	RC02	4	RC02	滾輪組厚膠基樁
滑動滾輪組	RC03	4	RC03	滾輪組橡膠墊脫落



PB01基樁磨耗、腐蝕



PB02基樁磨耗、腐蝕

圖 6.27 定期檢測報告產出範例

3.特別巡查

(1)特別巡查的新增：如遇天然或人為災害後進行之巡查。巡查重點為構造物各構件是否發生劣化狀況達到 4 之等級，如圖 6.28 所示。

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出					
金門水頭港區小三通碼頭#1特別巡查					
構件對照圖1構件對照圖2構件對照圖3構件對照圖4					
檢測日期	2015年09月10日			檢測天氣	晴
港灣名稱	金門水頭港區	碼頭名稱	小三通碼頭#1	檢測者	簡臣佑
巡查照片	照片 <input type="button" value="選擇檔案"/> 未選擇任何檔案				
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化描述	劣化構件	劣化數量
浮臺外部	鋼材腐蝕、龜裂、損傷(鋼材)	N	是否有因腐蝕引起之穿孔、變形或其他明顯損傷	P01	m^2(total) m^2(Max.)
	混凝土劣化損傷(RC)	N	是否有直徑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	P01	m^2(total) m^2(Max.)
照片 <input type="button" value="選擇檔案"/> 未選擇任何檔案					

圖 6.28 特別巡查劣化輸入頁面-以浮動碼頭為例

(2)特別巡查的查詢：相關查詢方式同經常巡查。

4.儀器檢測

- (1)儀器檢測新增：於圖 6.17 選擇「儀器檢測」與「新增」後，即可進入如圖 6.29 所示之儀器檢測資料新增頁面，選擇「儀器檢測報告上傳」，進入如圖 6.30 所示頁面，輸入檢測日期、檔案與檔名後即可上傳資料。
- (2)儀器檢測查詢：於圖 6.17 選擇「儀器檢測」與「查詢」後，進入如圖 6.31 所示之查詢頁面，可顯示並下載歷次之儀器檢測報告。

基本資料模組	檢測資料模組	維修排序模組	維修記錄模組	帳號管理模組	登出
金門水頭港區小三通碼頭#1儀器檢測資料新增					
					
板橋式碼頭腐蝕電位量測範例檔下載[如為板橋式] 儀器檢測報告上傳					

圖 6.29 儀器檢測資料新增頁面

基本資料模組	檢測資料模組	維修排序模組	維修記錄模組	帳號管理模組	登出	
金門水頭港區小三通碼頭#1檢測報告上傳						
上傳日期	2015年09月11日					
檢測日期	2015	年	01	月	10	日
	範例：2014年11月25日					
檔案選擇	<input type="button" value="選擇檔案"/> 1030110金門電位量測結果.xlsx					
檔名	<input type="text" value="金門浮動碼頭電位量測"/>					
<input type="button" value="上傳報告"/>						

圖 6.30 儀器檢測報告上傳輸入頁面

基本資料模組	檢測資料模組	維修排序模組	維修記錄模組	帳號管理模組	登出
金門水頭港區-小三通碼頭#1儀器檢測資料列表 <input type="button" value="回到碼頭選擇"/>					
編號	上傳日期	檢測日期	檔名	刪除	
1	20150911	20150110	金門浮動碼頭電位量測	<input type="button" value="刪除"/>	

圖 6.31 儀器檢測資料查詢頁面

6.3.4 維修排序模組

- 1.立即維修：選擇圖 6.5 「1」功能列的「維修排序模組」，進入維修排序選擇頁面(如圖 6.32 所示)，選擇立即維修並選擇構造物後，進入立即維修構件列表，將可列出最近經常與特別巡查，劣化狀況等於 4 的構件 (如圖 6.33 所示)，提供管理單位辦理維修參據。
- 2.年度維修：進入圖 6.32，選擇年度維修並選擇構造物後，進入年度維修構件列表(如圖 6.34 所示)，圖中碼頭本體-後線，因其為主要結構，故其修復排序為 1，另附屬設施 B13 車擋因劣化狀況為 4，其修復排序同樣為 1，附屬設施 B05 車擋因劣化狀況為 2，故其修復排序為 2，各構件劣化狀況，分別列出修復建議之處置對策。



圖 6.32 維修排序選擇頁面

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出							
立即維修構件列表							
港灣名稱		金門水頭港區	浮動碼頭名稱		小三通碼頭#1		
構件類型	構件名稱	劣化類型	劣化單元(構件)	劣化位置	劣化數量	劣化照片	處置對策
經常巡查結果(20141215)							
滑動滾輪組		腐蝕、構件脫落、異音	RC01	N/A	滾輪組橡膠墊脫落無法發揮功能	照片	置換構件

圖 6.33 立即維修構件列表

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登 出								
碼頭年度維修構件列表								
港灣名稱		金門水頭港區		碼頭名稱		貨運1&2號碼頭	檢測時間	20150408
構件類型	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量	修復排序	處置對策
結構性構件	碼頭本體-後線	沉陷	3	B13	X=2m	5m^2	1	持續觀察 回填料填補壓實法
附屬設施	附屬設施-車擋	腐蝕龜裂	4	B13	第1~4個	4個	1	置換車擋
	附屬設施-車擋	腐蝕龜裂	2	B05	第2,3個	2個	2	持續觀察

圖 6.34 年度維修構件列表

6.3.5 維修記錄模組

1. 維修記錄模組新增：選擇圖 6.5 「1」 功能列之「維修記錄模組」，進入維修記錄模組「新增」與「查詢」頁面(如圖 6.35 所示)，選擇「新增」進入維修記錄新增頁面(如圖 6.36 所示)，將契約編號、契約名稱、維修金額、維修碼頭(或防波堤、浮動碼頭)與維修照片等資料輸入後，即可完成新增維修記錄。
2. 維修記錄模組查詢：於圖 6.35 選擇查詢，進入維修記錄列表頁面(如圖 6.37 所示)，即可查詢該港灣維修記錄資料。

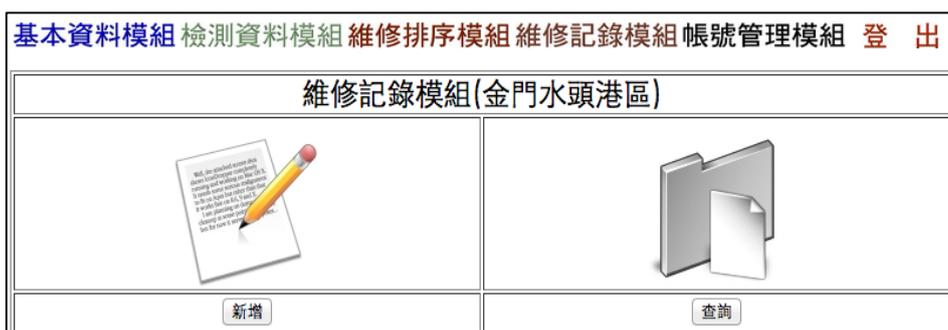


圖 6.35 維修記錄新增、查詢功能頁

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出	
金門水頭港區維修記錄新增	
維修契約編號	KMS-01&2
維修日期	2015 年 6 月 16 日 輸入範例：2015年10月22日
契約名稱	貨運1&2號碼頭岸肩沉陷修復
維修金額	50000
維修碼頭	<input type="checkbox"/> 突堤1號碼頭 <input type="checkbox"/> 突堤2號碼頭 <input type="checkbox"/> 突堤3號碼頭 <input type="checkbox"/> 突堤4號碼頭 <input type="checkbox"/> 北堤碼頭 <input checked="" type="checkbox"/> 貨運1&2號碼頭 <input type="checkbox"/> 新建港區碼頭
維修防波堤	<input type="checkbox"/> 西防波堤 <input type="checkbox"/> 北防波堤
維修浮動碼頭	<input type="checkbox"/> 小三通碼頭#1 <input type="checkbox"/> 小三通碼頭#2 <input type="checkbox"/> 水頭港區大小金碼頭 <input type="checkbox"/> 五緣臺船
維修照片	<input type="button" value="選擇檔案"/> 未選擇任何檔案
維修檔案	<input type="button" value="選擇檔案"/> 未選擇任何檔案
<input type="button" value="新增"/>	

圖 6.36 維修記錄新增頁面

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出							
金門水頭港區-維修記錄列表 <input type="button" value="回到維修記錄模組"/>							
維修契約編號	契約名稱	維修金額(元)	維修設施	維修照片	維修檔案	編輯	刪除
KMS-01&2 [20150911]	貨運1&2號碼頭岸肩沉陷修復	50000	貨運1&2號碼頭 無防波堤維修 無浮動碼頭堤維修	照片	無檔案	<input type="button" value="編輯"/>	<input type="button" value="刪除"/>

圖 6.37 維修記錄查詢頁面

6.3.6 帳號管理模組

選擇圖 6.5 「1」功能列的「帳號管理模組」，即可進行帳號管理。「系統管理者」，可進入如圖 6.38 所示之頁面，瀏覽所有帳號，並可「新增帳號」（如圖 6.39 所示），與編輯所有帳號資料（如圖 6.40 所示）；一般使用者，僅可針對個人帳號進行資料編輯（如圖 6.41 所示）。

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

帳號管理模組 <small>新增帳號</small>						
姓名	服務單位	使用者代號	密碼	使用者類型	編輯	新增
簡臣佑	財團法人臺灣營建研究院	cyjian	██████████	系統管理者	<input type="button" value="編輯"/>	<input type="button" value="刪除"/>
柯正龍	交通部運輸研究所臺灣技術研究中心	jerry	██████████	一般使用者	<input type="button" value="編輯"/>	<input type="button" value="刪除"/>

圖 6.38 帳號管理模組-使用者列表

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

使用者資料新增	
姓名	<input type="text"/>
服務單位	<input type="text"/>
使用者代號	<input type="text"/>
密碼	<input type="text"/>
使用者類型	系統管理者 ▾
<input type="button" value="新增"/>	

圖 6.39 帳號管理模組-使用者新增

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

使用者資料編輯	
姓名	<input type="text" value="簡臣佑"/>
服務單位	<input type="text" value="財團法人臺灣營建研究院"/>
使用者代號	<input type="text" value="cyjian"/>
密碼	<input type="text" value="cyjian"/>
使用者類型	<input checked="" type="checkbox"/> 系統管理者 <input type="checkbox"/> 一般使用者
<input type="button" value="修改"/>	

圖 6.40 帳號管理模組-使用者編輯

使用者帳號管理	
姓名	張嘉峰
帳號	cfc
密碼	50XX
公司名稱	臺灣營建研究院AA
<input type="button" value="確認修改"/>	

圖 6.41 一般使用者帳號管理頁面

6.4 空間資訊與檢測評估資料串聯

串聯步驟如圖 6.42 所示，金門港三港區完成航測影像拍攝，並以 MapTiler 軟體處理影像為 google 所需之格式，同時修正維護管理系統之地圖選單，將格式後影像與修正程式碼上傳後，即可以航測影像顯示於地圖選單中。其詳細步驟說明如下：

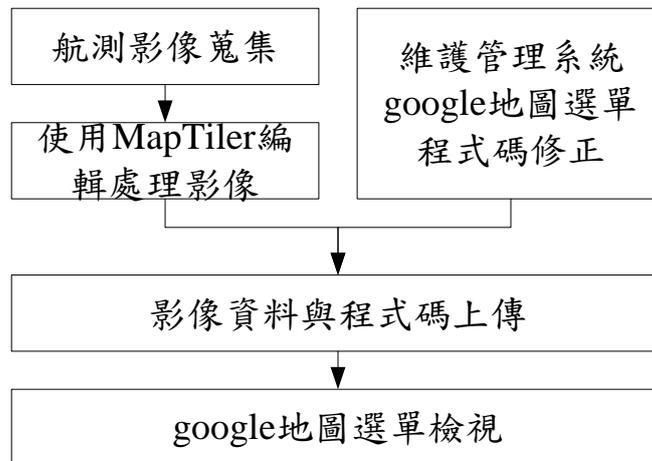


圖 6.42 空間資訊與檢測評估資料串聯步驟

- 1.航測影像蒐集：由於航測影像檔案較大，故將其切分為檔案較小的檔案(10K×7.5K)，以水頭港區為例，會切分為 6 幅圖(如圖 6.43 所示)。

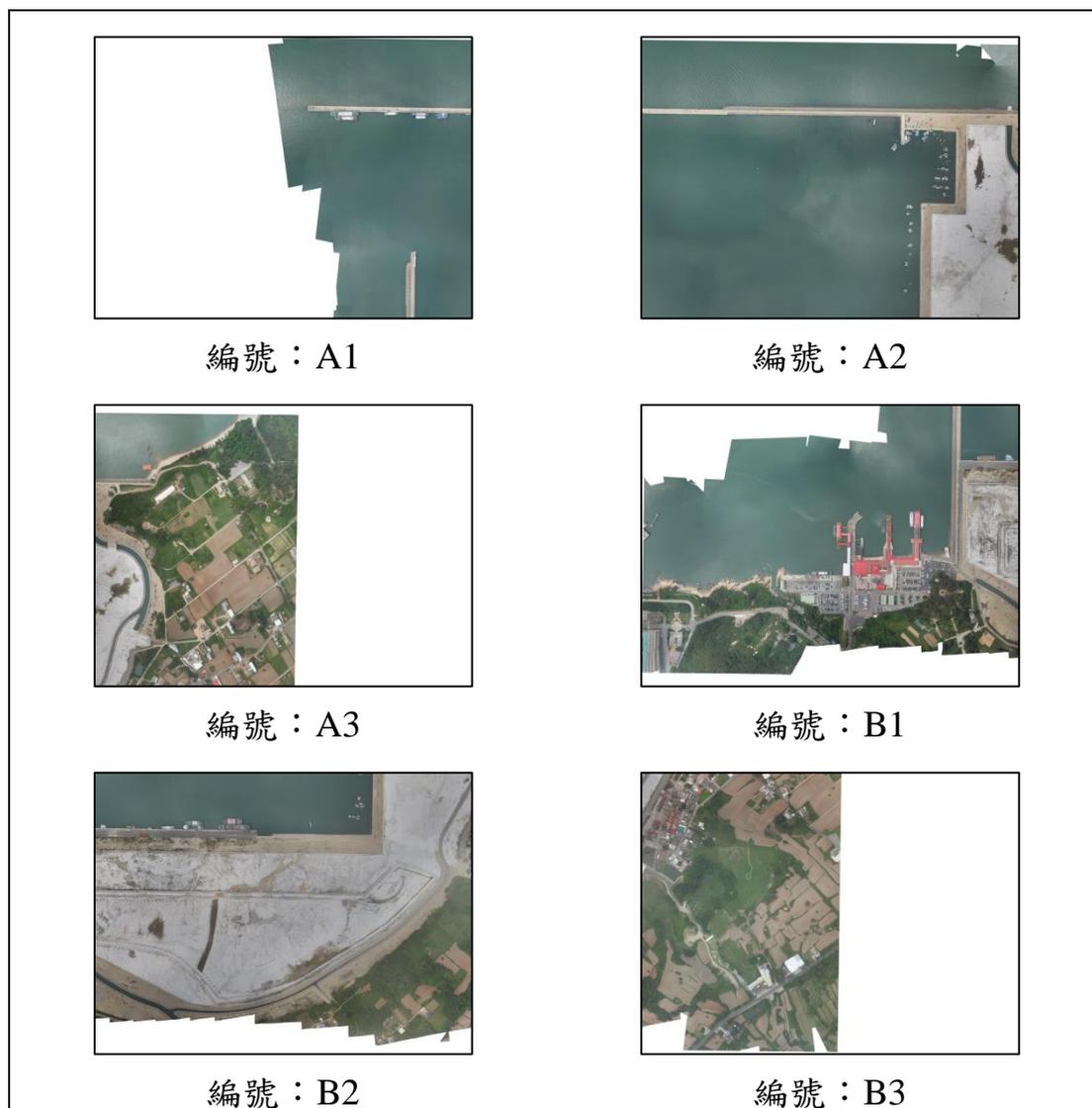


圖 6.43 金門港航測影像蒐集-以水頭港區為例

2. Maptiler 影像處理：航測影像蒐集後，需再依 Google map 的圖資格式處理，其為一堆正方形的 tiles(網格)所組成，每個 tile 大小為 256 px × 256 px，並有 z, x, y 三個屬性，z 是表示縮放大小，而 x, y 則是 tile 在全球圖資中的 x, y 座標(與經緯度的值相關，但座標系統不同)。圖 6.44 為縮放等級 18 時之 tiles 排列方式示意圖。



圖 6.44 google tils 的排列方式示意圖

為將蒐集圖資轉換為 google 需求的 tile 格式，故採用 Maptiler 進行。啟動 Maptiler(如圖 6.45 所示)，選擇圖資檔案與座標格式後，可先行檢視轉換圖資是否正確(如圖 6.46 所示)，再選擇儲存位置與需求之縮放大小(如圖 6.47 為 15~19)，其可產出需求圖資。

產出圖資依各縮放大小(15~19)為資料夾進行儲存，如「t_18_219626_112227.png」中「18」為縮放大小，「219626」為 x 值，「112227」為 y 值。

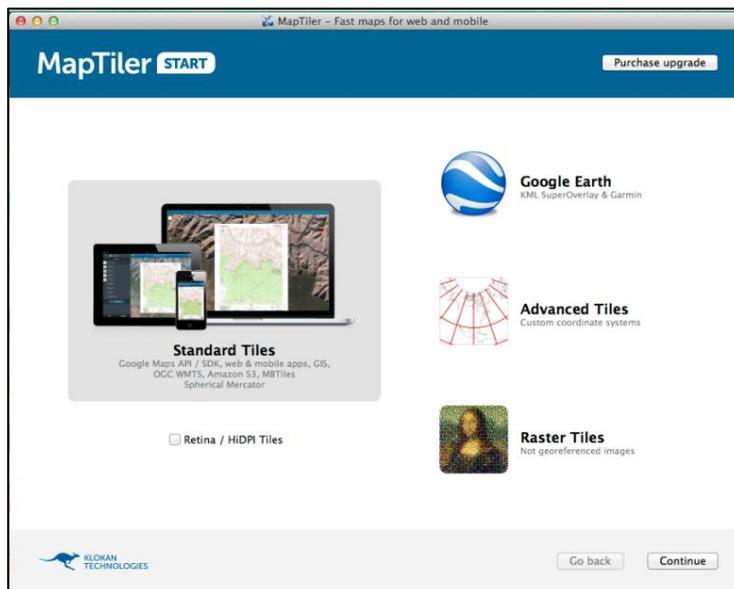


圖 6.45 Maptiler 啟動畫面

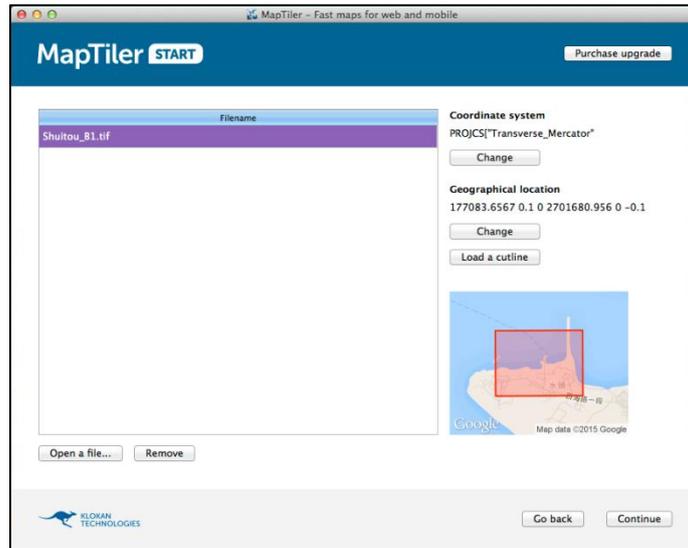


圖 6.46 Maptiler 圖資選擇後檢視頁面

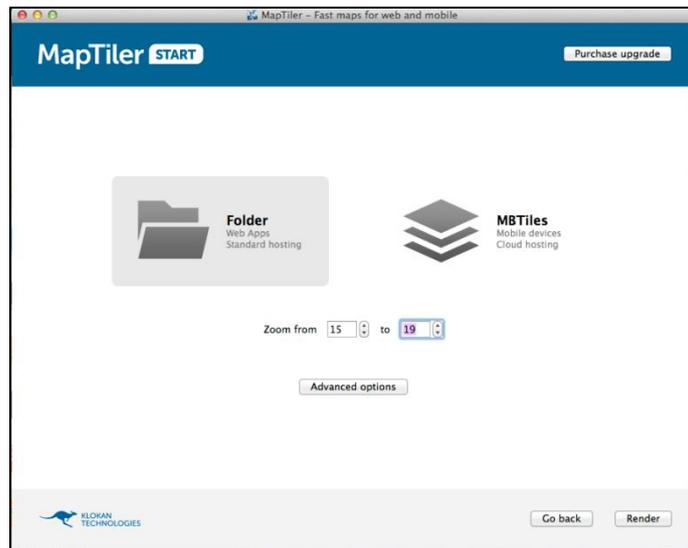


圖 6.47 Maptiler 儲存與縮放大小選擇

3.google 地圖選單程式碼修正

修正程式碼如下，程式碼中「t_', zoom, '_', coord.x, '_', coord.y, '.png'」即為前述「t_18_219626_112227.png」的需求格式。

```
var imageMapType = new google.maps.ImageMapType({ getTileUrl:
function(coord, zoom){return ['selfImageForGm/t_', zoom, '_', coord.x,
'_', coord.y, '.png'].join("");},tileSize: new google.maps.Size(256,
256)});map.overlayMapTypes.push(imageMapType);
```

4.影像資料與程式碼上傳與成果檢視：系統地圖選單採用航測影像資料後之前、後成果如圖 6.48、圖 6.49 所示。

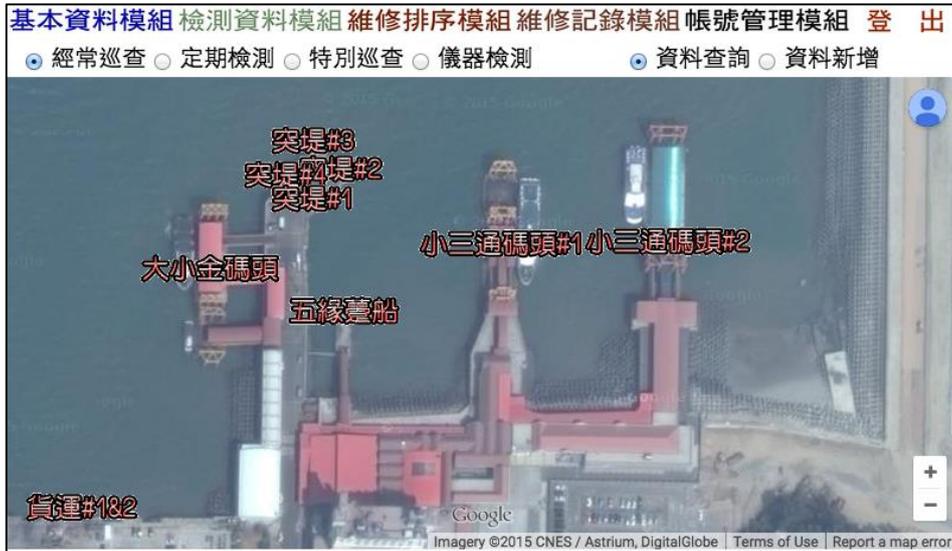


圖 6.48 維護管理系統地圖選單採用航測影像前照片



圖 6.49 維護管理系統地圖選單採用航測影像後照片

6.5 精進及擴增基隆港港灣構造物維護管理系統

6.5.1 應用及檢討既有之「基隆港港灣構造物維護管理系統」

檢討內容以「維修排序類型之調整」與「碼頭防舷材劣化位置之修正」兩項作業為主，另外配合港務分公司實際需求，執行 104 年度基隆港碼頭及防波堤巡查作業。

1. 維修排序類型之調整：依據日本港灣空港技術研究所針對碼頭構造物設施之維護管理等級分為三個等級：

- (1) 維護管理等級 I (預防對策型)：預先實施高水準的損傷劣化對策，藉此避免設施的損傷劣化狀態，在預設使用期間結束前，就惡化達無法滿足性能需求的程度。
- (2) 維護管理等級 II (預防保護型)：在損傷劣化狀況尚屬輕微的階段，反覆實施較小規模的相關因應對策，藉此避免設施的損傷劣化狀態，在預設使用期間結束前，就惡化達無法滿足性能需求的程度。
- (3) 維護管理等級 III (事後保護型)：在尚可滿足性能需求範圍內，容許某種程度的損傷劣化；預設使用期間內實施大約 1~2 次左右的大規模因應對策，對損傷劣化進行事後補救。

等級 I 與 II 屬預防性之維護，等級 III 屬損壞再修之維護。

本研究參考上述日本維護管理之概念，將緊急維修與緊急搶修修正為立即維修，建議經常與特別巡查後其劣化狀況等級為 4 者，需立即進行維修(配合開口合約廠商)，其對應日本港灣空港技術研究所維護管理等級 I 與 II，以避免發生二次災害之問題；原年度維修維持既有模式，以構件劣化狀況配合構件權重進行排序，其對應日本港灣空港技術研究所維護管理等級 III。

承上，定期檢測部分針對碼頭與防波堤構造物等，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，附屬設施應先進行立即修復(置換)或設立警告

標示，避免進一步惡化與危害發生，後續如無法掌握狀況，再行以專案方式進行儀器檢測，以確認原因作為維修補強之用。

經常與特別巡查，若劣化狀況=4，同前述定期檢測劣化狀況=4之執行方式，圖 6.50 為其排序流程；圖 6.51、圖 6.52 為修正後之系統維修排序模組。

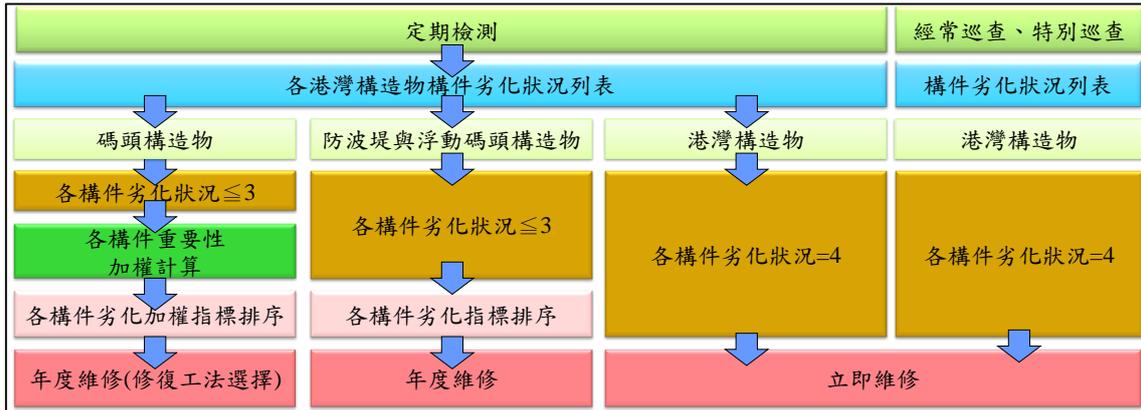


圖 6.50 港灣構造物構件維修排序程序



圖 6.51 維修排序模組地圖選擇畫面

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出							
立即維修構件列表							
回到設施選擇 回到港灣選擇							
港灣名稱		蘇澳港		防波堤名稱		南外堤	
構件類型	構件名稱	劣化類型	劣化單元(構件)	劣化位置	劣化數量	劣化照片	處置對策
經常巡查結果(20150924)							
	堤頂	剝落	B026	5m, 25m	30m ²	照片	N/A
	胸牆	剝落	B026	5m, 25m	20m ²	照片	N/A

圖 6.52 維修排序模組-立即維修構件列表(以蘇澳港南外廓防波堤為例)

2.防舷材之修正：此構件原僅記錄最嚴重者之位置，本研究修改為依其發生位置配合劣化數量各別予以登錄，如圖 6.53、圖 6.54 所示。

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出							
照片 選擇檔案 未選擇任何檔案							
繫船柱	腐蝕龜裂	1	無異狀		1	-	-
	照片 選擇檔案 未選擇任何檔案						
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 圖示		2	第 2,3 個	2 個
	照片 選擇檔案 IMG_0450.JPG						
車擋	龜裂破損	1	無異狀		1	第 個	個
	照片 選擇檔案 未選擇任何檔案						
起重機軌道	腐蝕位移	1	無異狀		1	X 個	m
	照片 選擇檔案 未選擇任何檔案						
檢測員意見							

圖 6.53 經常巡查表格之防舷材劣化位置輸入

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出							
回到碼頭選擇 回到經常巡查基本資料列表							
蘇澳港-公務船渠2號碼頭-經常巡查記錄表							
港灣名稱	蘇澳港	碼頭編號	公務船渠2號碼頭	檢測日期	20151113		
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量	劣化照片	編輯
岸肩	裂縫	1					編輯
	剝落	1					編輯
	沉陷	1					編輯
後線	沉陷	1					編輯
繫船柱	腐蝕龜裂	1					編輯
防舷材	龜裂破損	2	B02	第2,3個	2個	照片	編輯
車擋	龜裂破損	1					編輯
起重機軌道	腐蝕位移	1					編輯

圖 6.54 經常巡查表格之防舷材劣化位置顯示

3.基隆港經常巡查作業：本研究於 104 年 9 月 23、25 日及 11 月 2 日進行本經常巡查，碼頭與防波堤巡查成果，分別列於表 6-1、表 6-2。

表 6-1 基隆港碼頭經常巡查劣化列表

碼頭編號	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量
W01b	防舷材	龜裂破損	3	B02	第 1 個	1 個
W03	岸肩	剝落	2	B09	X=5m, Y=0m	0.3m ²
W04	岸肩	剝落	3	B06	X=3.6m, Y=6.6m	0.2m ²
W12	防舷材	龜裂破損	3	B02	第 1,2,3 個	3 個
W12b	防舷材	龜裂破損	3	B03	第 2 個	1 個
W14	岸肩	裂縫	2	B07	X=1m, Y=2m	15m
W18	岸肩	剝落	3	B05	X=0.5m, Y=0.5m	0.35m ²
W20	防舷材	龜裂破損	2	B06	第 1 個	1 個
E10	防舷材	龜裂破損	2	B04	第 4 個	1 個
E16	防舷材	龜裂破損	2	B01	第 3,6 個	2 個
E21	岸肩	剝落	3	B05	X=13m, Y=4m	0.02m ²

註：未列表之碼頭表示無顯著劣化，W 為西碼頭、E 為東碼頭，調查時間 2015/9/23、25、11/2。

表 6-2 基隆港防波堤經常巡查劣化列表

防波堤編號	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量
西碎波堤	堤頂	裂縫	3	B036	X=2m, Y=1m	17.5m

巡查結果顯示，碼頭劣化構件主要為岸肩與防舷材，劣化類型以剝落與龜劣破損居多，其劣化狀況多為 2~3；防波堤劣化構件主要為堤頂，劣化類型以裂縫最多，其劣化狀況為 3。經與前(103)年度之經常巡查結果相較，其劣化狀況並無顯著之差異。

6.5.2 蒐集彙整臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤基本資料

經與臺北港與蘇澳港營運處蒐集之「102年臺北港 E01-E09 碼頭現況調查及檢測報告」、「蘇澳港興建工程(中冊)(1983)」、「蘇澳港防波堤損壞現況之調查研究(1997)」與「102年碼頭結構安全檢測評估工作」—蘇澳港碼頭修復範圍評估及初步設計方案報告書，彙整臺北港與蘇澳港相關資料說明如下：

1. 臺北港(如圖 6.55 所示)

- (1) 地理位置：臺北港位於淡水河河口西側，臨臺灣海峽，南有觀音山為屏障，港區南側並與遊樂區八仙海岸相鄰。東距基隆港 34 哩，南距臺中港 87 哩，西距福州港 134 哩。
- (2) 港區介紹：1999 年 9 月交通部所核定的港區陸域面積為 1,038 公頃、水域面積 2,064 公頃；總面積 3,102 公頃，為基隆港的 5 倍，與基隆港不同的地方在於，臺北港為一人工港，陸地完全使用填海形成。目前港區最大水深為 16 公尺，目前現有營運碼頭 25 座(如表 6-3 所示)，總長度為 1,774 公尺，少量港勤船舶停靠。

臺北港自由貿易港區申設案，業於民國 94 年 5 月奉行政院同意籌設，並於同年 9 月取得營運許可，港區東立物流公司即申請為自由港區事業單位，並經基隆港務局審查通過，核發營運許可。

臺北港分期發展計畫可劃分為第一期(民國 82~87 年)、第二期(民國 85~100 年)、第三期(民國 101~110 年)工程計畫與遠期發展計畫(民國 111 年以後)，臺北港發展計畫第一期建港工程(民國 82~87 年)完成北外廓防波堤垂直海岸堤段及南防波堤；第二期工程的第一個五年計畫期間(民國 85~91 年)興建南防波堤延伸堤段及南內堤、北外廓防波堤延伸拋石堤後，續建北外廓堤以及增建北內堤；第二期工程的第二個五年計畫(民國 91~95 年)目的係延伸北外廓防波堤，增加航道遮蔽長度，以提高港內靜穩及船舶進出港口安全，工程進程沿北外廓堤堤頭續建沉箱堤約千餘公尺；第二期

工程的第三個五年計畫(民國 96~100 年)目標係將航道浚深至-16 m(內航道)~ -17 m(外航道)，提升可 10,000~15,000 TEU 級貨櫃輪進港靠泊，同時藉抽沙回填南碼頭區，開發港埠新生地。

臺北港自由貿易港區申設範圍為限有已登錄完成之港區管制區內全部土地，包含第一、第二、第三散雜貨儲運中心、車輛及零組件物流中心、及油品儲運中心等，港區面積約 79 公頃。初期臺北港自由貿易港區規劃之經營業務型態以物流中心為主，藉以建構一具備全球運籌功能之發展中心。未來配合北碼頭貨櫃儲運中心、離岸物流倉儲區及南碼頭區之開發，仍以物流為主，另視投資者需要，規劃從事簡易加工及製造等符合自由港區事業需求之業務型態。

表 6-3 臺北港營運碼頭長度及設計水深一覽表

碼頭名稱	碼頭長度(m)	設計水深(m)	可靠泊水深(m)	用途	單元數量(個)	結構型式	建造日期(民國)
東 1 號碼頭	170	9	9	散雜貨碼頭	12	板樁式	—
東 2 號碼頭	170	9	9	散雜貨碼頭	14	板樁式	—
東 3 號碼頭	227	11	11	油品及散雜貨碼頭	17	板樁式	—
東 4 號碼頭	150	13	13	油品及散雜貨碼頭	14	板樁式	—
東 5 號碼頭	150	13	13	油品及散雜貨碼頭	12	板樁式	—
東 6 號碼頭	157	9	9	散雜貨碼頭	15	板樁式	—
東 7 號碼頭	250	7	7	散雜貨及港勤碼頭	35	板樁式	—
東 8 號碼頭	125	7	7	港勤碼頭	24	板樁式	—
東 9 號碼頭	200	7	7	港勤碼頭	32	板樁式	—
東 10 號碼頭	200	14.5	14.5	散雜貨碼頭	22	板樁式	104
東 11 號碼頭	245	15	15	散雜貨碼頭	24	棧橋式	104

碼頭名稱	碼頭長度 (m)	設計水深 (m)	可靠泊水深 (m)	用途	單元數量 (個)	結構型式	建造日期 (民國)
東 12 號 碼頭	245	14.5	14.5	散雜貨碼頭	21	棧橋式	104
東 13 號 碼頭	200	14	14	散雜貨碼頭	12	棧橋式	—
東 14 號 碼頭	300	14	14	散雜貨碼頭	20	棧橋式	—
東 15 號 碼頭	250	14	14	油品及散雜 貨碼頭	21	棧橋式	—
東 16 號 碼頭	480	14	14	散雜貨碼頭	37	板樁式	—
東 17 號 碼頭	150	9	9	散雜貨碼頭	29	板樁式	—
東 18 號 碼頭	250	9	9	海巡碼頭	25	板樁式	—
東 19 號 碼頭	200	7	7	海巡碼頭	29	板樁式	—
東 20 號 碼頭	188	5	5	海巡碼頭	28	板樁式	—
北 1 號碼頭	212	9	9	散雜貨碼頭	24	板樁式	—
北 2 號碼頭	200	9	9	散雜貨碼頭	8	板樁式	—
北 3 號碼頭	387	15	15	貨櫃碼頭	24	棧橋式	103
北 4 號碼頭	330	16	16	貨櫃碼頭	19	棧橋式	103
北 5 號碼頭	330	16	16	貨櫃碼頭	19	棧橋式	103
北 6 號碼頭	330	16	16	貨櫃碼頭	19	棧橋式	103

註：“—”表示無收集到相關資料。



圖 6.55 臺北港鳥瞰圖

2. 蘇澳港(如圖 6.56 所示)

(1)地理位置：蘇澳港位於臺灣東北部，位於蘭陽平原的蘇澳灣內，是一個地理形勢十分優良的海港，北距基隆港 50 海浬，南距花蓮港 40 海浬，有北迴鐵路直達臺北和花蓮，另有台 9 公路和濱海公路分別通往臺北和基隆，交通四通八達，港區對外聯絡道路方面，由蘇澳鎮特一號公路及蘭陽第二隧道聯絡方便，使貨物運輸更順暢，提供航商貨主更便捷的服務，因此蘇澳港是基隆港的最佳輔助港，更帶動蘭陽地區的經濟繁榮。

(2)港區介紹：蘇澳港商港水域面積 278 萬 5,500 平方公尺，陸域面積 127 萬 800 平方公尺。擁有 13 座碼頭(如表 6-4 所示)，共長 2,610 公尺。包括港勤船碼頭 1 座和營運碼頭 12 座(包括散雜貨碼頭 6 座、煤碼頭 1 座、油品碼頭 1 座、水泥碼頭 2 座、化學品碼頭 2 座)水深自 -7.5 ~ -15 公尺，長度由 125 公尺至 300 公尺。各碼頭基本資料如表 6-4 所示。

表 6-4 蘇澳港營運碼頭長度及設計水深一覽表

碼頭名稱	碼頭長度 (m)	設計水深 (m)	可靠泊水深 (m)	泊船噸位 (T)	用途	單元數量 (個)	結構型式	建造日期 (民國)
1 號	210	7.5	7.5	—	港勤碼頭	23	重力式	70
2 號	175	11	11	—	油類碼頭	16	重力式	70
3 號	215	10.5	10.5	—	水泥碼頭	16	重力式	70
4 號	300	11	11	30000	水泥碼頭	20	重力式	64
5 號	200	11	11	30000	油類碼頭	17	重力式	64
6 號	290	15	15	80000	多用途碼頭	17	棧橋式	72
7 號	240	13	13	50000	貨物碼頭	17	棧橋式	72
8 號	124	7.5	7.5	5000	原木碼頭	14	重力式	67
9 號	124	7.5	7.5	5000	原木碼頭	8	重力式	67
10 號	175	9	9	40000	營運碼頭	13	棧橋式	64
11 號	175	9	9	40000	營運碼頭	13	棧橋式	64
12 號	200	9	9	40000	貨物碼頭	14	棧橋式	64
13 號	180	9	9	40000	貨物碼頭	13	棧橋式	70
駁船 #1	77	4.5	4.5	1000	駁船碼頭	6	板樁式	67
駁船 #2	121	4.5	4.5	1000	駁船碼頭	10	板樁式	67
公務船渠 1 號	141	7	7	10000	港勤碼頭	12	重力式	—
公務船渠 2 號	102	11	11	10000	油類碼頭	11	重力式	—
公務船渠 3 號	77	10.5	10.5	10000	水泥碼頭	8	重力式	—

碼頭名稱	碼頭長度(m)	設計水深(m)	可靠泊水深(m)	泊船噸位(T)	用途	單元數量(個)	結構型式	建造日期(民國)
公務船渠4號	95	10.5	10.5	10000	水泥碼頭	8	重力式	—
公務船渠5號	98	10.5	10.5	10000	油類碼頭	8	重力式	—

註：“—”表示無收集到相關資料。



圖 6.56 蘇澳港鳥瞰圖

6.5.3 擴增建置「基隆港港灣構造物維護管理系統」

依前述針對臺北與蘇澳港碼頭與防波堤基本資料調查之成果，將相關資料分別建置於系統資料庫中(如圖 6.57～圖 6.69 所示)。

藉由各碼頭與防波堤基本資料輸入後，可進行經常巡查(如圖 6.70 所示)、定期檢測與特別巡查等作業之記錄，巡查檢測之結果可進行維修排序，與標的碼頭與防波堤有關之維修補強記錄亦可進行輸入。

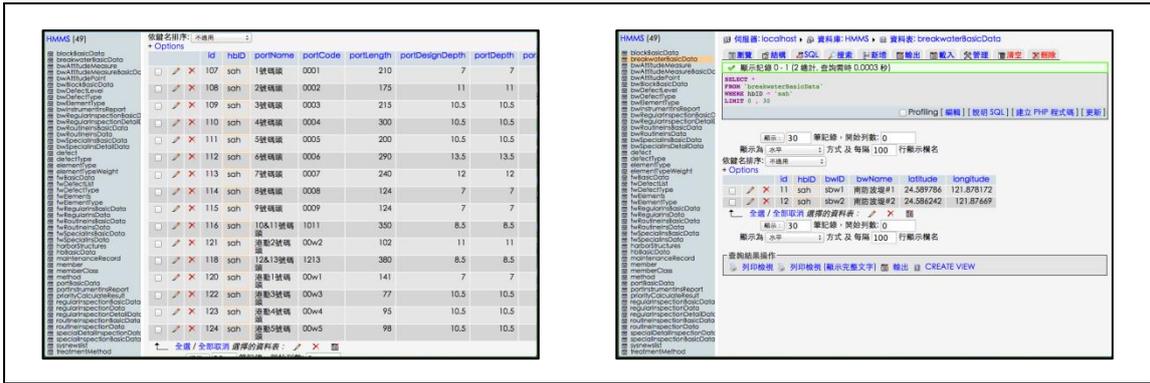


圖 6.57 系統資料庫建置蘇澳港碼頭與防波堤資料示意

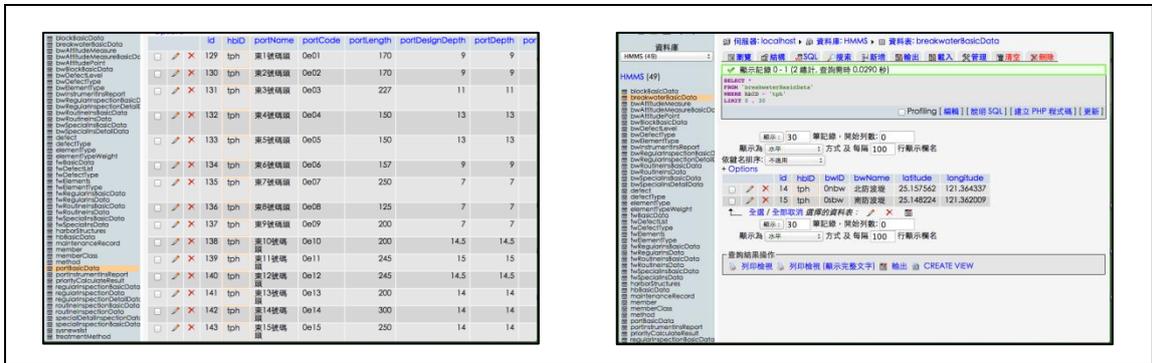


圖 6.58 系統資料庫建置臺北港碼頭與防波堤資料示意

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

碼頭名稱	碼頭長度 (M)	設計水深 (M)	可靠泊水深 (M)	泊船噸位 (T)	用途	單元數量 (個)	結構型式	建造日期	建造經費	碼頭照片	斷面圖
1號碼頭	210	7	7	5000	港勤碼頭	23	重力式	無	無	照片	無
2號碼頭	175	11	11	20000	油類碼頭	16	重力式	無	無	照片	無
3號碼頭	215	10.5	10.5	20000	水泥碼頭	16	重力式	無	無	照片	無
4號碼頭	300	10.5	10.5	20000	水泥碼頭	20	重力式	無	無	照片	無
5號碼頭	200	10.5	10.5	20000	油類碼頭	17	重力式	無	無	照片	無
6號碼頭	290	13.5	13.5	80000	多用途碼頭	17	棧橋式	無	無	照片	無
7號碼頭	240	12	12	50000	貨物碼頭	17	棧橋式	無	無	照片	無
8號碼頭	124	7	7	6000	原木碼頭	14	重力式	無	無	照片	無
9號碼頭	124	7	7	6000	原木碼頭	8	重力式	無	無	照片	無
港勤1號碼頭	141	7	7	10000	港勤碼頭	12	重力式	無	無	照片	無
港勤2號碼頭	102	11	11	10000	油類碼頭	11	重力式	無	無	照片	無
港勤3號碼頭	77	10.5	10.5	10000	水泥碼頭	8	重力式	無	無	照片	無
港勤4號碼頭	95	10.5	10.5	10000	水泥碼頭	8	重力式	無	無	照片	無
港勤5號碼頭	98	10.5	10.5	10000	油類碼頭	8	重力式	無	無	照片	無

圖 6.59 基本資料模組-碼頭資料列表頁面(以蘇澳港為例)

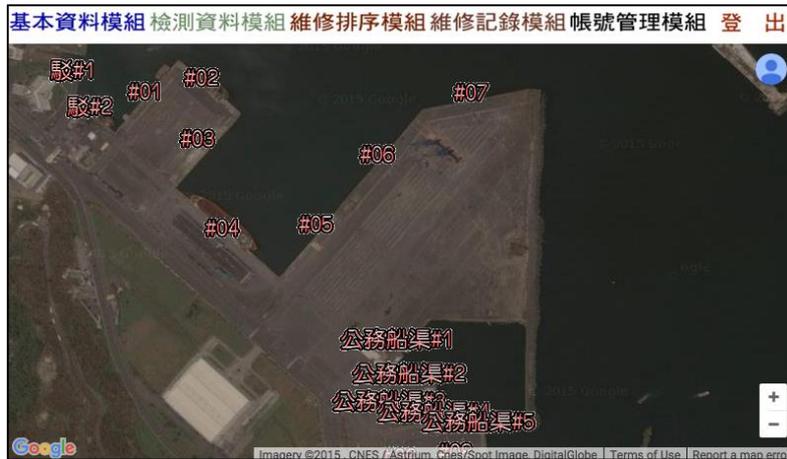


圖 6.60 基本資料模組-碼頭地圖選單(蘇澳港)



圖 6.61 基本資料模組-碼頭地圖選單(臺北港)

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出			
碼頭名稱	1 號碼頭		
碼頭長度(M)	210		
設計水深(M)	7		
可靠泊水深(M)	7		
泊船噸位(T)	5000		
用途說明	港勤碼頭		
單元數量	9		
	顯示碼頭單元資料		
碼頭型式	重力式		
建造日期	-	經常巡查日期	20151004
建造經費	-	定期巡查日期	None
斷面圖	-	特別巡查日期	None



圖 6.62 基本資料模組-碼頭詳細資料(蘇澳港 1 號碼頭)

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出			
碼頭名稱	東1號碼頭		
碼頭長度(M)	170		
設計水深(M)	9		
可靠泊水深(M)	9		
泊船噸位(T)	0		
用途說明	散雜貨碼頭		
單元數量	8		
	顯示碼頭單元資料		
碼頭型式	板樁式		
建造日期	-	經常巡查日期	20151104
建造經費	-	定期巡查日期	None



圖 6.63 基本資料模組-碼頭詳細資料(臺北港 1 號碼頭)

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出					
單元名稱	單元長度(M)	防舷材數量(個)	吊車軌道(M)	車擋數量或長度(個或M)	照片
1號單元	5.4	0	無	0 個	
2號單元	24.9	5	無	1 個	
3號單元	25.3	1	無	0 個	

圖 6.64 基本資料模組-碼頭單元資料列表(蘇澳港 1 號碼頭)

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出					
單元名稱	單元長度(M)	防舷材數量(個)	吊車軌道(M)	車擋數量或長度(個或M)	照片
1號單元	6.5	1	無	2 個	
2號單元	10.5	1	無	1 個	
3號單元	24.9	4	無	8 個	

圖 6.65 基本資料模組-碼頭單元資料列表(臺北港東 1 號碼頭)



圖 6.66 基本資料模組-防波堤地圖選單(蘇澳港)



圖 6.67 基本資料模組-防波堤地圖選單(臺北港)

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登 出				
蘇澳港南外堤單元基本資料列表 (單元編碼圖)				
單元編號	單元長度(M)	單元照片(起)	單元照片(迄)	單元設計圖
1號單元	25			竣工圖 設計圖
2號單元	25			竣工圖 設計圖
				

圖 6.68 基本資料模組-防波堤單元資料列表(蘇澳港南外廓防波堤)

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登 出				
臺北港北防波堤單元基本資料列表				
單元編號	單元長度(M)	單元照片(起)	單元照片(迄)	單元設計圖
1號單元	25			竣工圖 設計圖
2號單元	25			竣工圖 設計圖
				

圖 6.69 基本資料模組-防波堤單元資料列表(臺北港北防波堤)

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

檢測日期	2015年10月4日				檢測天氣	晴
港灣名稱	蘇澳港	碼頭名稱	1號碼頭(單元查詢)		檢測人員	簡臣佑
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化描述	劣化單元	劣化位置	劣化數量
岸肩	裂縫	1	無異狀	1	X Y	m
	照片 <input type="button" value="選擇檔案"/> 未選擇任何檔案					
	剝落	1	無異狀	1	X Y	m ²
	照片 <input type="button" value="選擇檔案"/> 未選擇任何檔案					
後線	沉陷	1	無異狀	1	X Y	m ²
	照片 <input type="button" value="選擇檔案"/> 未選擇任何檔案					

圖 6.70 檢測資料模組-經常巡查記錄表單(以蘇澳港 1 號碼頭為例)

第七章 結論與建議

受到全球氣候劇烈變遷影響，近年來極端氣候頻率日增，對於港埠設施及道路橋梁等重大公共工程均造成極大威脅，港灣構造物多以鋼筋混凝土和鋼材作為主要建造材料，受到惡劣環境影響其耐久性與安全性堪慮，亟需以維護管理方式來延長工程壽命。臺灣地區港灣設施使用時間多已超過40年，為此，藉由現況調查及建立完善之檢測與維護機制，不僅能提早發現設施問題，在造成大規模損壞前予以補強，防範於未然，在平常的營運管理中，亦能避免或即時因應災難的發生，並達港埠永續經營之目的。

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

本年為2年期計畫之第1年，研究內容包含文獻研析、檢測方法與檢測程序擬訂、構造物之劣損評估及維護機制。本(104)年度完成項目如下：(1)金門港料羅、水頭與九宮三港區碼頭陸上及水下調查；(2)金門港水頭與九宮港區浮動碼頭基樁與浮箱現況調查；(3)前述港區碼頭鋼樁厚度檢測與防蝕效能評估；(4)建置金門港三港區港灣構造物維護管理系統；(5)精進基隆港港灣構造物維護管理系統並擴充至其附屬之蘇澳港與臺北港。

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：

7.1 結論

1. 本年度調查對象，包含金門港料羅水頭與九宮三港區，配合基隆港務分公司蘇澳營運處與臺中港務分公司之維護管理實際需要，增列

蘇澳港 8~9 號重力式碼頭；蘇澳港 10~13 號(R.C.樁)、臺中港 29 角偶與 30 號(鋼管樁)棧橋式碼頭現況調查。

2. 碼頭及防波堤等港灣構造物岸上目視檢測，金門港料羅、水頭與九宮三港區，調查時未發現明顯或危及碼頭主體設施之裂損情形；蘇澳港 13 號碼頭面則發現 1 處破洞；臺中港 30 號碼頭部分車檔破損。
3. 碼頭水下調查結果，金門港料羅、水頭、九宮港區調查時未發現危及碼頭主體設施之劣損，浮動碼頭基樁與浮箱鋼材表面亦無腐蝕嚴重致穿孔破洞之情形；蘇澳港 8~9 號重力式碼頭無明顯劣損或偏移變為現象，但 10~13 號碼頭 R.C.面版，調查時發現有多處混凝土剝落、鋼筋腐蝕生銹外露現象，其中 12 及 13 號碼頭最為嚴重；臺中港 30 號碼頭面版雖有同樣情形，但狀況較為輕微。
4. 金門港料羅、水頭與九宮三港區港灣構造物檢測，調查時未發現明顯或危及碼頭主體設施之裂損情形。浮動碼頭基樁與浮箱檢測，鋼材表面無腐蝕嚴重致穿孔破洞，其保護電位部份因陽極塊消耗殆盡或未安裝，未達保護目的外，餘鋼材之平均腐蝕速率均小於設計規範。臺中港 30 號碼頭防蝕系統效能檢測部分，均達保護鋼管樁防蝕之目的。
5. 浮動碼頭基樁變位定期監測部分，全測站光學測量與 3D 雷射掃描量測結果，均無顯著的變位(全測站以 PS1-3-1 為最大(0.04cm)；3D 雷射掃描以 PS3 水平偏移量標準差最大 0.065cm。
6. 維護管理系統建置，本(104)年度已建置金門一港三港區之資訊系統，並擴充建置「基隆港港灣構造物維護管理系統」，新建臺北港與蘇澳港碼頭與防波堤資料於資料庫，並將經常巡查資料輸入於維護管理系統中。為符實際應用，過程中並多次訪談港務公司，完成後並辦理推廣之教育訓練。

7.2 建議

1. 金門港水頭與九宮港區浮動碼頭基樁與浮箱檢測，調查時鋼材表面雖未發現腐蝕嚴重或穿孔破洞，但其保護電位部份因陽極塊消耗殆盡或無安裝，未達保護目的外，建議應儘速安裝犧牲陽極塊之陰極防蝕系統，其餘鋼材之腐蝕速率均小於設計規範。
2. 蘇澳港 10~13 號碼頭水下檢測，調查時發現碼頭面版底部多處鋼筋腐蝕外露與混凝土劣化剝落等現象，由於碼頭使用時間迄今已約 40 年，13 號碼頭面版更出現一處破洞，建議應及早進行必要修護與加強後續巡查頻率。
3. 港灣構造物維護管理系統，本所目前已協助金門、花蓮與基隆(含蘇澳與臺北港)等港區完成系統建置，後續仍須蒐集與彙整分析各類型港灣設施實作案例，除將各類巡檢與修復作業資料記錄於系統中，配合實際使用情形，賡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。

7.3 成果效益與應用

1. 在施政與實務上，除可提供港務公司、漁業署、縣市政府或工程顧問公司辦理港口之碼頭與防波堤等港灣設施之維護參考外，研究中採用或建置完成之相關檢測方法、實施流程與結果等，亦可提供上述單位參用與本所後續相關研究之重要參考。
2. 在經濟效益上，可藉由掌握碼頭與防波堤之劣化異狀，及時有效維護，減少資源浪費。

7.4 提供政府單位應用情形

1. 本計畫本所已利用碼頭與防波堤現況調查成果，完成建置「港灣構造物維護管理系統」，內容已包括金門、花蓮與基隆(含蘇澳與臺北港)等港區，可具體提供航港局推動港灣構造物之維護管理政策規劃使用。

2. 所建置資料庫含各港圖文屬性資料，隨時可提供本所及港務單位研究分析、開發規劃之需用。

參考文獻

- [1] 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。
- [2] 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。
- [3] 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。
- [4] 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。
- [5] 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。
- [6] 陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑等，「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。
- [7] 陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑等，「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。
- [8] 陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑等，「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。
- [9] 陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑等，「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。
- [10] 陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑等，「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。
- [11] 陳桂清、柯正龍、張嘉峰、簡臣佑等，「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。

- [12]交通部高雄港務局，「港灣設施維護管理制度研究委託建置工作」，2006。
- [13]交通部基隆港務局，「基隆港務局港埠設施維護檢修作業規定」，1998。
- [14]蘇乙評，「港灣防波堤維護管理系統建置之研究」，國立臺灣海洋大學碩士論文，2010。
- [15]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。
- [16]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。
- [17]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。
- [18]日本運輸省港灣技術研究所，「港灣構造物腐蝕評價手法」No.501 ,P11，1984。
- [19]日本國土交通省港灣局，「港灣の施設の点検診断ガイドライン」，2013。
- [20]日本運輸省港灣技術研究所，「港灣構造物之維持修補手冊」，財團法人沿岸開發技術研究所，1999。
- [21]Carl A Thoresen，” Port designer’ s handbook- recommendations and guidelines” ，2003.
- [22]NSW Maritime，” Procedure for the Assessment of Public Ferry Wharf Safety” ，2007.
- [23]蘇吉立、陳桂清等，「碼頭本體設施維護管理系統建置之研究(2/4)」，交通部運輸研究所，2007。
- [24]饒正、陳桂清、柯正龍、張道光，「碼頭鋼板樁現況調查與腐蝕防

- 治研究」，交通部運輸研究所，2002。
- [25] 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。
- [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基隆港務分公司，「102 年碼頭結構安全檢測評估工作—蘇澳港碼頭修復範圍評估及初步設計方案報告書」，2013。
- [28] 柯正龍、陳桂清，「港灣碼頭及濱海建物之現況調查(4/4)」，交通部運輸研究所，2015。
- [29] 柯正龍、陳桂清，「棧橋式碼頭面版腐蝕劣損與維護之研究(1/2)」，交通部運輸研究所，2000。

附錄一

期末審查意見及辦理情形說明表

104 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
李釗 委員	
1. 本案屬調查、量測與建立管理系統研究計畫，為團隊累積多年經驗、實力與默契的展現，對擬定的調查對象進行詳細的量測、紀錄和提供建議，應達成預定研究目標。	感謝委員肯定。
2. 對紀錄性的照片，建議加註數位相機內建的日期，除方便目前的資料整理，亦利於與日後進行和時間有關的檢討和研究。	感謝委員指教與肯定，本計畫為 2 年期計畫執行之第 1 年，後續相關研究將遵照辦理。
3. 貴中心多年來已建立多項管理系統與資料庫，建議能整體檢討如何執行各系統和資料庫的更新和維護工作，以使各年的研究工作成果得以永續應用發揮功能。	感謝委員指教，後續系統和資料庫的更新和維護工作，將遵照辦理。
4. P. 2-55, 2.3.2 的標題中”構造物”似為重覆字。	感謝委員指正，已修改訂正。
5. P. 3-2, 3-3, FlexLine, Focus3D 等英文字間應適當斷字。3.3.2 標題……3D 掃描，宜為 3D 雷射掃描。	感謝委員指正，已修改訂正。
6. P. 3-6, 第 2, 3 行, ”洋極”似為陽極之誤，第 3 行語句不順。	感謝委員指正，已修改訂正。
蘇南 委員	
1. 本研究主題具有實務應用價值，研究方法嚴謹正確，研究成果豐碩。	感謝委員肯定。
2. 研究報告中現場實測資料頗豐，得之不易，惟建議請適度再細分(類)及畫成圖，由圖形闡釋因果關係。	感謝委員指教。後續研究將參照辦理資料彙整研析作業。
3. 建議考量：針對不同碼頭之現場檢測資	感謝委員指教。後續研究將參照辦理不同

料，予以比較、歸納及演繹其破壞模式、剩餘壽命推估、補強方式及資源(經費)投入的效益。	碼頭之現場檢測之比較、歸納及演繹作業。
4.提出一些建議供設計準則參考。	感謝委員指教。後續研究將參照辦理
5.地震、複合型災害等對碼頭構造物的鋼筋腐蝕、力學安全、耐久性等，請增加具體建議(如補強工法所需資源等)。	感謝委員指教。本研究相關檢測標準已將地震、複合型災害等造成構造物之裂損現象納入，後續研究將遵照辦理。
6.土壤液化之可能性(潛勢)，是否會對維護管理有所策略性考量。	有關港區土壤液化潛勢之探討，本所已列於其他相關計畫辦理中，後續研究將參考其成果，納入維護管理之考量。
許書王 委員	
1.P.6-35，表中之建造日期，建議改為建造年份。	感謝委員指正，已修改訂正。
2.P.6-35，建造經費，建議以仟元為單位。	感謝委員指正，已修改訂正。
3.P.6-41，圖 6.68、圖 6.69 單元設計圖內之設計圖是否改為竣工圖較宜，請卓參。	感謝委員指正，已修改訂正。
4.P.7-2，結論 2、3 指出部分港灣構造物有部分構造損壞，甚至嚴重損壞，建議能提出維管方案予管理單位參用。	感謝委員指教，將遵照辦理。 構造物發現嚴重損壞部分本所已於調查後即通知管理單位，相關維管方案一列於維護管理系統內供參。
5.本研究成果值得參考，應予肯定。	感謝委員肯定。
王韡蒨 委員	
1.本研究做了充分研析，檢測方法使用多項新式設備，提升精準度及使用方便性。	感謝委員肯定。
2.檢測程序、構造物之裂損評估，說明詳細，在管理系統建置上也很用心，實用性高，對於日後港灣構造物的維護管理助益大。	感謝委員肯定。

3.建議未來使用者能記錄下改善對策應用後，構造物再次損壞的時機及狀況，若累積到足夠的資料，或許可以得到不同的改善對策及成效，以作為未來在改善方法的建議上，提供是否需做修改之參考。	感謝委員指教，後續相關研究將遵照辦理。
4.建議未來研究可將物聯網概念，結合進入構造物的管理工作。	感謝委員指教，由於港灣構造物多屬巨積結構，結合物聯網概念可能不易，惟後續相關研究將參照辦理。
林雅雯 委員	
1.報告 P. 2-46，只顯示棧橋式碼頭日本維護管理等級圖，建議將所有類型碼頭圖列出。	參考國外文獻及本所歷年調查經驗，發現棧橋式碼頭劣損，對於其功能影響明顯嚴重，故日本文獻只列出棧橋式碼頭維護管理等級圖。
2.P.4-65，有用 3D 雷射掃描及光學測量，建議二者進行比較並小結。	本研究基樁偏移量測原只規劃光學測量部分，3D 雷射掃描係廠商無償提供參用，其相關結果已述於報告第四章內。
3.P.6-18，立即維修與年度維修之判斷標準為何？	碼頭或防波堤劣損已達影響功能分類 I，須辦理立即維修，其餘可依年度經費分配辦理年度維修。
4. 報告 P. 5-72，P. 5-73，碼頭面版示意圖，建議用彩色圖。	感謝委員指教，將遵照辦理。

附錄二

期末審查簡報資料

交通部運輸研究所港灣技術研究中心104年度自辦計畫審查

腐蝕環境分類及港灣構造物腐蝕
劣化調查研究(1/2) 子計畫2

港灣碼頭及防波堤現況調查 與維護管理之研究(1/2)

報告人：港研中心柯正龍

105年2月26日

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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



簡報大綱

- 一、前言
- 二、國內外文獻資料彙整研析
- 三、碼頭及防波堤現況調查
 - 3.1 金門碼頭及防波堤現況調查
 - 3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查
 - 3.3 臺中港碼頭及防波堤現況調查
- 四、維護管理系統建置與精進擴充
 - 4.1 建置金門維護管理系統
 - 4.2 精進擴充基隆港維護管理系統
- 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 (2/3)

研究目的

- ◆ 針對碼頭或防波堤等構造物進行現況調查、安全檢測與評估，期望提供維修單位參考。
- ◆ 建立平時定期或特殊狀況之緊急檢測制度，儘早發現構造物混凝土劣化或內部鋼筋腐蝕狀況，減少構造物因環境因素或天然災害所造成更大之損壞。
- ◆ 建置港灣構造物維護管理系統並精進擴充其內容。



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



一、前言 (3/3)

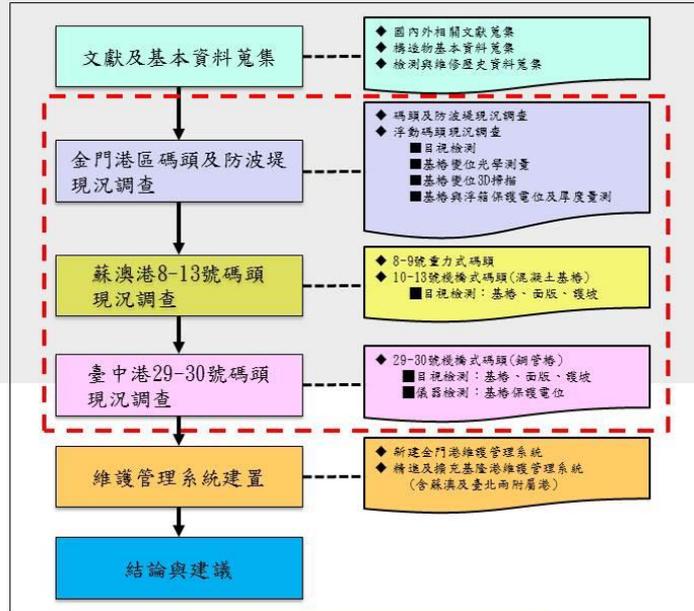
◆ 研究範圍

104年度研究範圍

- ◆ 金門：料羅(1-3、新1及淺水碼頭)
水頭(大小金、小三通浮動碼頭、貨運碼頭)
九宮(大小金、浮動碼頭、貨運碼頭)
- ◆ 蘇澳港 8~13號碼頭
- ◆ 臺中港：29角偶~30號碼頭



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



研究流程



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

7



二、國內外文獻資料彙整研析

國內文獻	國外文獻
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 港灣構造物安全檢測與評估之研究(2000) --交通部 ◆ 港灣構造物維護管理準則之研究(2004) --運研所 ◆ 港灣設施維護管理制度研究委託建置工作(2006) ◆ 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(2008) ◆ 港灣防波堤維護管理系統建置之研究(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(2010) ◆ 港灣構造物安全檢查評估之研究(1/4~4/4)(2011~2014) ◆ 花蓮港碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置(2013) 	<ul style="list-style-type: none"> □ 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) □ 日本國土技術政策綜合研究所—港灣設施維護管理計畫制訂之基本考量(2009) □ 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—海岸保護設施維護管理手冊(2010) □ 日本一般財團法人沿岸技術研究中心—海洋港灣構造物維持管理士資格制度(2014) □ 日本國土交通省港灣局—港灣設施維護管理計畫制定規範(2015) □ 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

8



二、國內外文獻資料彙整研析

維護管理程序	國內	國外(日本)
檢測種類與方法	經常巡查 定期檢測 特別巡查與詳細檢測。	初次檢查 日常檢查 定期檢查(一般與詳細) 臨時檢查(一般與詳細)。
檢測頻率	經常巡查：每月1次 定期檢測：依構造物型式與重要性分別釐訂或每2年1次 特別巡查：重大災害後執行。	通常檢測：一般定期檢查5年內之少一次 重點檢測：10~15年內至少一次。
檢測診斷項目	經常與特別巡查： 岸上構件或設施為主 定期檢測：岸上與水下構件	診斷項目分I~III類 I類：構件直接影響設施性能 II類：性能降低不會立即造成設施性能降低，但如果長期任其處於不良狀態，會對設施造成致命性損傷； III類：附屬設備。

9



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



二、國內外文獻資料彙整研析

維護管理程序	國內	國外(日本)
檢測標準	各構件依其可能異狀列出1~4級之劣化異狀(浮動碼頭採用日本標準)。	各構件依其可能劣化異狀列出a~d級(亦為4個等級)之檢測標準 各等級之異狀劣化標準並非皆有對應。
評估方法	依港灣構造物各構件劣化狀況等級進行構件評估(碼頭構造物配合構件權重加權計算)。	依診斷項目分I~III類進行設施狀況之評估。
對策工法	碼頭構造物已將各劣化之異狀構件狀況等級對應處置對策。	以常見之劣化維修為主，未以各劣化予以對應 (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)。

10



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



二、國內外文獻資料彙整研析

維護管理程序	國內	國外(日本)
維護管理系統	已建置基隆港、花蓮港與金門港三港區。	維護管理資料庫：無分析系統 資料庫建置目的：保存資料與作為地方與中央的資料分享平台。
維護管理士制度	目前無相關制度	已有相關授課內容、考試資格與考試內容。

11



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



二、國內外文獻資料彙整研析

短期應用方向之建議	中、長期應用方向之建議
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 浮動式碼頭檢測標準與構件拆解可進行參考 ◆ 檢測分類與頻率可與國內目前提出之制度進行探討比較 ◆ 採用日方提出的I、II、III類，針對現有檢測項目進行分類 	<ul style="list-style-type: none"> □ 評估分析可與國內現有方法進行探討 □ 針對目前國內已有之劣化判定事例集進行擴增 □ 現有維管系統交流 □ 國內港灣相關法令的提出 □ 資訊交流平台機制的提出 □ 與現有國內標準之分析比較

12



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



三、碼頭及防波堤現況調查



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

金門料羅、水頭及九宮港區

工作項目	說明
基本資料調查	依構件編碼方式進行現場基本資料調查
經常巡查、定期檢測與特別巡查	以目視進行巡查、檢測作業
浮動碼頭基樁變位定期監測	確認浮動碼頭基樁是否變位
浮動碼頭基樁與浮箱鋼構現況調查	確認浮動碼頭鋼構材料狀況
防波堤裂縫探測	確認防波堤裂縫深度



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



金門料羅、水頭及九宮港區位置圖

15



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



執行內容

3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門料羅、水頭及九宮港區

✦ 各港區碼頭與防波堤基本資料

碼頭港區	設施	數量
料羅港區	碼頭	13座(「南1&2」、「6-2」、「6-1」、「6&7」、「4&5」、「1-3」、「淺1&2」號碼頭)
	防波堤	2座(「南防波堤」、「北防波堤」)
水頭港區	碼頭	7座(「突堤1-4號碼頭」、「貨運1&2號碼頭」、「新建碼頭」)
	浮動碼頭	3座(小三通兩座、往返列嶼一座)
九宮碼頭	防波堤	2座(「西防波堤」、「北防波堤」)
	碼頭	6座(「突堤1&2號碼頭」、「突堤3&4號碼頭」、「突堤5號碼頭」、「北防波堤碼頭」)
	浮動碼頭	1座(往返金門一座)
	防波堤	2座(「突堤」、「北防波堤」)

16



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門料羅、水頭及九宮港區

⊕ 水頭港區碼頭編號示意



17



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤基本資料調查

⊕ 碼頭基本資料範例(以水頭港區貨運1&2號碼頭為例)

調查時間：104年3月26日，第3頁							
GPS位置：X 24.409490、Y 118.431860							
碼頭名稱	碼頭單元	單元					
		長度(m)	結構型式	防舷材數量	軌道長度	車擋數量(或長度)	照片編號
貨運1&2號碼頭	1	24.001	G	4		7	8637
	2	5.92#	G	4		2	8636
	3	6.434	G	4		3	8635
	4	10.963	G	3		4	8634
結構型式：重力式碼頭為G、板樁式碼頭為S、棧橋式碼頭為T、其他型式為0							



18



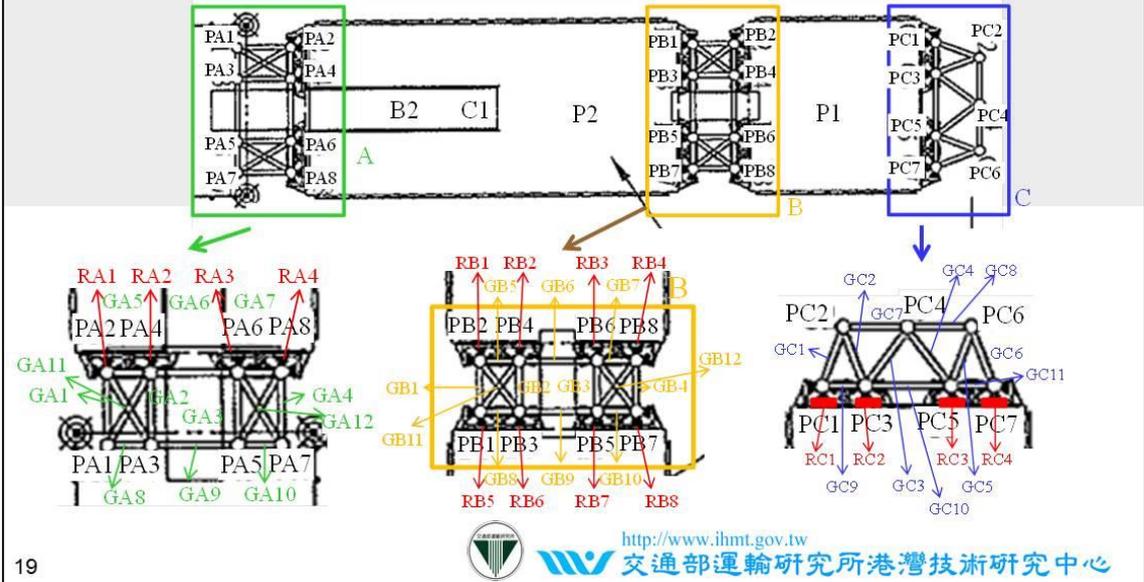
<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門料羅、水頭及九宮港區

⊕ 浮動碼頭基本資料：水頭港區浮動碼頭PS1



19



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤經常巡查一碼頭

金門港碼頭					
金門水頭港區經常巡查報告					
碼頭名稱：貨運1&2號碼頭	檢測時間：20141215				
劣化構件	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量
碼頭本體岸崩	裂縫	1			
碼頭本體岸崩	剝落	1			
碼頭本體岸崩	沉陷	3	B13	X=2m, Y=0m	5m ²
碼頭本體後緣	沉陷	1			
附屬設施繫船柱	腐蝕龜裂	1			
附屬設施防眩材	腐蝕龜裂	1			
附屬設施車擋	腐蝕龜裂	4	B13	第1個	6個
附屬設施起重機軌道	腐蝕龜裂	1			
無檢測意見					
檢測者簽章：		審核單位簽章：			

以維護管理系統報表產出為例

資料來源：附錄7、金門港碼頭(含浮動碼頭)經常與定期檢測表



20



交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤經常巡查—浮動碼頭

金門九宮港區經常巡查報告				
碼頭名稱：九宮港區大小金門碼頭			檢測時間：20141215	
劣化構件	劣化類型	劣化狀況	構件編號	劣化數量或說明
浮臺本體	浮臺本體腐蝕、剝落	2	PO1	Max:25 m ² , Total: 47 m ²
基樁	基樁磨耗、腐蝕	2	PA03	Max:5 m ² , Total: 25 m ²

檢測者簽章： _____ 審核單位簽章： _____

以維護管理系統報表產出為例



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤經常巡查—防波堤

金門水頭港區經常巡查報告					
防波堤名稱：西防波堤			檢測時間：20141215		
劣化構件	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量
覆面層	剝離、剝落及下陷	1			
堤前坡	剝離	1			
堤前坡	剝離	1			
堤前坡	剝離	1			
堤後坡	剝離	1			
堤後坡	剝離	1			
堤後坡	剝離	1			
堤頂	剝離	3	B011	4m, 0m	1.5m
堤頂	剝離	1			
堤頂	剝離	1			
胸牆	剝離	3	B014	3m, 0m	30m
胸牆	剝離	1			

檢測者簽章： _____ 審核單位簽章： _____

以維護管理系統報表產出為例





3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤定期檢測—碼頭

港區名稱	碼頭編號	單元編號	構件	劣化類型	劣化等級	劣化數量	劣化位置
料羅港區	南1&2	B02	車擋	破壞	3	2個	1st, 2nd
		B07	車擋	破壞	3	2個	1st, 2nd
		B11	防舷材	破壞	3	1個	1st
		B12	防舷材	破壞	3	1個	1st
	6-2	B01	車擋	破壞	2	1個	1st



B02車擋劣化



B11防舷材劣化



B12防舷材劣化

23



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤定期檢測-防波堤

防波堤編號	單元編號	構件	劣化類型	劣化等級	劣化數量	劣化位置
水頭港區 北防波堤	B01	堤頂	裂縫	3	12m	10m, 4m
	B02	堤頂	裂縫	3	18m	10m, 4m
	B03	堤頂	裂縫	3	12m	10m, 4m
	B04	堤頂	裂縫	3	12m	10m, 4m
	B05	堤頂	裂縫	3	12m	10m, 4m
	B06	堤頂	裂縫	3	6m	10m, 4m
	B08	堤頂	裂縫	3	6m	10m, 4m
	B09	堤頂	裂縫	3	6m	10m, 4m



B01堤頂裂縫



B02堤頂裂縫



B03堤頂裂縫



B04堤頂裂縫



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤定期檢測—浮動碼頭

編號	劣化情形	劣化構件
PS1	滑動滾輪劣化情形為「從支承部位發出之異常聲音」	RC1~RC3 RB1~TB3
	鋼管樁鏽蝕情形為「缺陷面積率達0.03%以上未達0.3%」	PB1~PB8 PC1~7



RB1滑動滾輪劣化



PC2、3鋼管樁鏽蝕

25



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤定期檢測—浮動碼頭

編號	劣化情形	劣化構件
PS2	鋼管樁鏽蝕情形為「缺陷面積率達0.03%以上未達0.3%」	PB5、PB6、PB8



PB5、PB6、PB8鋼管樁鏽蝕

26



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤定期檢測—浮動碼頭

編號	劣化情形	劣化構件
PJ	浮臺外部鏽蝕情形為「點狀鏽水產生」	P1、P2
	鋼管樁鏽蝕情形為「缺陷面積率達0.03%以上未達0.3%」	PA1~5 PBI~6



P2浮臺外部鏽蝕



PA1、PA2鋼管樁鏽蝕

27



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門碼頭、防波堤特別巡查—

金門碼頭					
金門水頭港區特別巡查報告					
碼頭名稱：貨運1&2號碼頭			檢測時間：20150811		
劣化構件	劣化類型	立即維修	劣化單元	劣化位置	劣化數量
碼頭本體岸邊	裂縫	no			
碼頭本體岸邊	剝落	no			
碼頭本體岸邊	沉陷	no			
碼頭本體後緣	沉陷	no			
附屬設施繫船柱	腐蝕龜裂	no			
附屬設施防眩材	腐蝕龜裂	no			
附屬設施車擋	腐蝕龜裂	no			
附屬設施起重機軌道	腐蝕龜裂	no			
無檢測意見					
檢測者簽章：			審核單位簽章：		

碼頭

金門防波堤					
金門水頭港區特別巡查報告					
碼頭名稱：水頭港區大小金碼頭			檢測時間：20150811		
劣化構件	劣化類型	立即維修	構件編號	劣化數量	
無檢測意見					
檢測者簽章：			審核單位簽章：		

浮動碼頭

金門防波堤					
金門九宮港區特別巡查報告					
防波堤名稱：突堤			檢測時間：20150811		
劣化構件	劣化類型	立即維修	劣化單元	劣化位置	劣化數量
覆面層	剝離、凹陷及下陷	No			
堤前坡	崩塌	No			
堤前坡	沖刷	No			
堤前坡	沖刷	No			
堤前坡	沖刷	No			
堤前坡	沖刷	No			
堤前坡	沖刷	No			
堤前坡	沖刷	No			
堤頂	沖刷	No			
堤頂	沖刷	No			
堤頂	沖刷	No			
胸牆	沖刷	No			
胸牆	沖刷	No			
無檢測意見					
檢測者簽章：			審核單位簽章：		

防波堤

28



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門港碼頭經常巡查與定期檢測結果

港區名稱	碼頭編號	單元編號	構件	劣化類型	劣化等級	劣化數量	劣化位置
料羅港區	南1&2	B02	車擋	破壞	3	2個	1st, 2nd
		B07	車擋	破壞	3	2個	1st, 2nd
		B11	防舷材	破壞	3	1個	1st
		B12	防舷材	破壞	3	1個	1st
	6-2	B01	車擋	破壞	2	1個	1st
	6-1	B01	車擋	破壞	2	1個	1st
		B02	車擋	破壞	2	1個	1st
		B02	防舷材	破壞	3	2個	2nd, 3rd
		B03	車擋	破壞	2	1個	1st
		B13	車擋	破壞	2	1個	1st
		B14	車擋	破壞	2	1個	1st
B15		車擋	破壞	2	1個	1st	

29



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 金門防波堤經常巡查與定期檢測結果

防波堤編號	單元編號	構件	劣化類型	劣化等級	劣化數量	劣化位置
料羅港區 南防波堤	B06	堤頂	裂縫	3	15m	2m, 4m
	B07	堤頂	裂縫	3	20m	2m, 5m
	B13	堤頂	裂縫	3	15m	3m, 5m
	B14	堤頂	裂縫	3	20m	3m, 4m
九宮港區 突堤	B20	胸牆	裂縫	4	3m	3m
	B03	堤頂	裂縫	3	11.8m	10m, 4m
	B04	堤頂	裂縫	3	11.8m	10m, 4m
	B05	堤頂	裂縫	3	11.8m	10m, 4m
	B07	堤頂	裂縫	3	11.8m	10m, 4m
	B08	堤頂	裂縫	3	23.6m	10m, 4m
B09	堤頂	裂縫	3	12.9m	10m, 4m	

30



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

- ◆ 浮動碼頭基樁變位定期監測—
光學測量



藉由全測站，針對基樁上、下視點進行兩次傾斜量測，以監測其傾斜量

31



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

- ◆ 光學測量水頭測站位置說明



32



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 光學測量九宮測站位置說明



33



交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 量測結果—水頭港區PS1 PS1-1~4

儀器編號	水平距離 L(cm)	垂直角(VA)						水平角(HA)						測點垂距 H(cm)	水平偏移量 △(cm)	平均值 μ(cm)	平均值與 最大值之 差值(cm) ±1
		上測點(Vt)			下測點(Vb)			上測點(Ht)			下測點(Hb)						
PS1-1-1	11411.30	89° 24'	35.9"	89° 49'	31"	228° 4'	23.9"	228° 4'	7"	83	-0.93	-0.92	0.00				
	11425.79	89° 25'	27.6"	89° 49'	18.2"	287° 52'	4.6"	287° 51'	48"	79	-0.92						
	11411.01	89° 23'	18.4"	89° 46'	54.6"	139° 57'	56.6"	139° 57'	40"	78	-0.92						
PS1-1-2	11156.77	89° 23'	21.2"	89° 48'	45.1"	227° 39'	3.1"	227° 37'	38.7"	82	-4.57	-4.55	0.01				
	11171.07	89° 24'	31"	89° 48'	28.7"	287° 26'	18.7"	287° 24'	54.9"	78	-4.54						
	11154.51	89° 21'	53.6"	89° 46'	26.5"	139° 32'	23.8"	139° 30'	59.7"	80	-4.55						
PS1-1-3	10639.11	89° 20'	59.6"	89° 47'	3.5"	226° 33'	59.7"	226° 32'	54.2"	81	-3.38	-3.34	0.02				
	10654.30	89° 21'	0.6"	89° 46'	39.9"	286° 21'	4.5"	286° 20'	0"	80	-3.33						
	10634.70	89° 18'	42.6"	89° 44'	32.9"	138° 27'	23.4"	138° 26'	19"	80	-3.32						

水平偏移量最大差值：水頭港區PS1 0.00~0.04cm；九宮港區PJ 0.00~0.02cm

34



交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 浮動碼頭基樁變位定期監測—3D雷射掃描測量

⊕ 工作項目與採用儀器



35



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

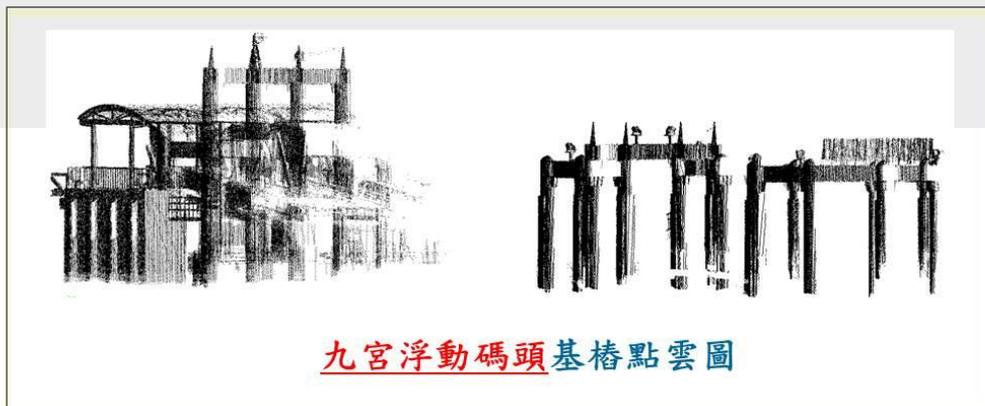


3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

◆ 浮動碼頭基樁變位定期監測—3D雷射掃描測量

⊕ 數位成果及3D點雲檢視

⊕ 繪製點雲資料並求取基樁相關數值



九宮浮動碼頭基樁點雲圖

36



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



碼頭及防波堤現況調查—金門

◆ 浮動碼頭基樁變位定期監測—3D雷射掃描測量

	下視點			上視點			上下視點水平 偏移量(cm)		平均值 (cm)	平均值與最大值 之差值(cm)
	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	1 st	2 nd		
1a-1	-57.549	-42.639	-0.100	-57.544	-42.627	0.900	-1.2	-1.1	-1.15	0.05
1a-2	-52.044	-42.882	0.154	-52.045	-42.882	1.154	0	0.2	0.025	0.025
1a-3	-46.604	-43.175	1.065	-46.609	-43.177	2.065	0.2	0.4	0.205	0.005
1a-4	-59.326	-46.850	-0.500	-59.330	-46.861	0.500	1.1	1.2	1.15	0.05
1a-5	-54.981	-47.014	-0.095	-54.977	-47.000	0.905	-1.4	-1.3	-1.35	0.05
1a-6	-49.604	-47.453	0.402	-49.597	-47.464	1.402	1.1	1.2	1.15	0.05

基樁編號	水平偏移量最大差值
九宮港區PJ	0.00 ~ 0.05cm
水頭港區PS1	0.01 ~ 0.05cm
水頭港區PS3	0.00 ~ 0.065cm

37



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



水頭及九宮港區浮動碼頭、躉船資本資料表

項目	九宮大小金 浮動碼頭	水頭大小金 浮動碼頭	水頭小三通1 浮動碼頭	水頭小三通2 浮動碼頭	水頭 五緣躉船
設置時間	C、D(88.12) A、B(99.8)	C、D(88.12) A、B(99.8)	94.5	100.3	---
基樁數量	A區8支 B區7支 C區5支 D區6支	A區8支 B區8支 C區6支 D區5支	A區7支 B區8支 C區8支 D區5支	A區8支 B區14支	無
浮箱大小	15m x 15m 32m x 15m	15m x 15m 32m x 15m	15m x 15m 32m x 15m	48m x 15m	30m x 7m
浮箱高度	2.0m 2.5m	2.0m 2.5m	2.5m 2.5m	2.5m	約1.8m
基樁直徑	900 mm	900 mm	900 mm	900 mm	無
基樁鋼材 厚度(mm)	C、D(19.0) A、B(25.0)	C、D(19.0) A、B(25.0)	A、C、D(19.0) B(22.0)	22.0	---
浮箱鋼材 厚度(mm)	C、D(10.0) A、B(12.0)	C、D(10.0) A、B(12.0)	側板(13.5) 底板(10.0)	10.0	10.0

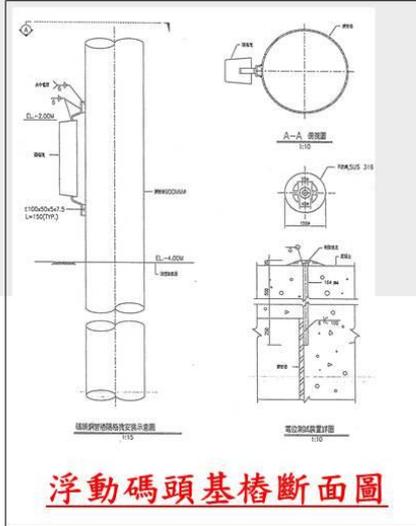
38



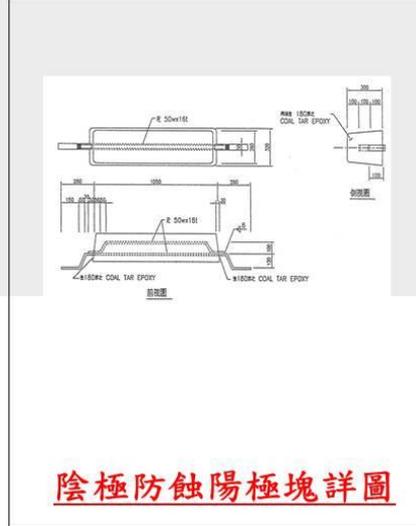
<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查



浮動碼頭基樁斷面圖



陰極防蝕陽極塊詳圖

陰極防蝕系統

39



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

浮動碼頭基樁鋼板平均腐蝕速率與水深關係

單位：mm/yr.

水深 (m)	九宮大小金				水頭大小金				水頭小三通1				小三通2	
	A區	B區	C區	D區	A區	B區	C區	D區	A區	B區	C區	D區	A區	B區
+1.0	0.07	0.07	0.05	0.04	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.09	0.08
±0.0	0.07	0.06	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.08	0.08
-1.0	0.06	0.06	0.04	0.03	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.07



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

基樁鋼板保護電位及陽極塊發生電位

(單位：mV vs 氯化銀參考電極)

位置	鋼板樁保護電位	陽極塊發生電位
水頭大小金碼頭	-996 ~ -465*	-1003 ~ -914
水頭小三通1碼頭	-953 ~ -830	-1002 ~ -851
水頭小三通2碼頭	-865 ~ -805	-942 ~ -808
水頭 五緣躉船	-950 ~ -868	-970 ~ -945
九宮大小金碼頭	-955 ~ -567*	-973 ~ -900

- ◆ 部分基樁與浮箱(水頭D區；九宮大小金碼頭C、D區)保護電位大於-780 mV，未達保護鋼板樁之目的。
- ◆ 餘均小於-780 mV，達保護鋼板樁之目的。

41



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



3.1 金門碼頭及防波堤現況調查

防波堤裂縫探測

編號	測點	第一接收器波到(μs)	第二接收器波到(μs)	歷時(μs)	深度(cm)	備註
1	水-n-c10-1	52.8	96.6	43.8	6.7	
2	水-n-c34-1	54.0	90.2	36.2	5.2	
3	水-w-c8-1	47.6	99.6	52.0	7.8	
4	水-w-c8-2	40.6	98.0	57.4	8.7	
5	水-w-c8-3	32.4	85.8	53.4	8.0	
6	水-w-c9-1	34.6	120.2	85.6	13.3	
7	水-w-c9-2	50.8	84.0	33.2	4.4	淺裂縫反向訊號
8	9-n-b28-1	56.0	105.6	49.6	7.7	
9	9-n-b28-2	58.2	110.0	51.8	8.1	
10	1-s-c13-1	27.6	56.2	28.6	3.7	淺裂縫反向訊號
11	1-s-c13-2	56.2	91.0	34.8	5.0	淺裂縫反向訊號

裂縫最大深度為13.3 cm，並未大於堤頂封頂混凝土的110 cm，但為長期的功能性需求，建議進行修復以維其功能



42



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



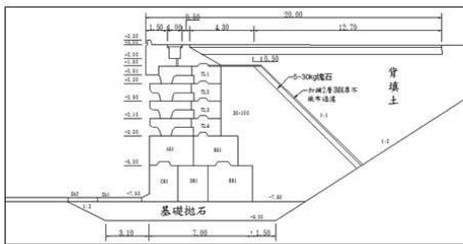
3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查



蘇澳港8~9號碼頭位置圖



8號碼頭岸肩混凝土損壞情形



蘇澳港8~9號碼頭斷面圖



8號碼頭防舷材(編號5)脫落

43



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



3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查



8號碼頭水下調查結果(105.09)



9號碼頭水下調查結果(105.09)

44



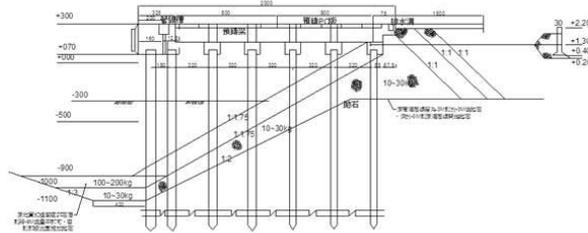
<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查



蘇澳港10~12號碼頭位置圖



蘇澳港10~12號碼頭斷面圖

45



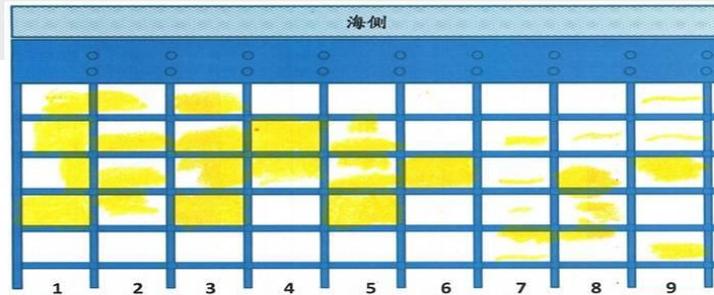
<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查港



10號碼頭水下調查照片(第1格)



10號碼頭水下調查結果示意圖(第1-9格)

調查日期：105年9月

46



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



3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查



11號碼頭水下調查照片(第2格)



11號碼頭水下調查結果示意圖(第1-9格)

調查日期：105年9月

47



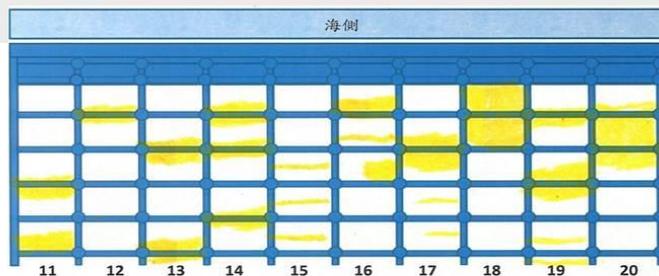
<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查



12號碼頭水下調查照片(第14格)



12號碼頭水下調查結果示意圖(第11-14格)

調查日期：105年9月

48



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



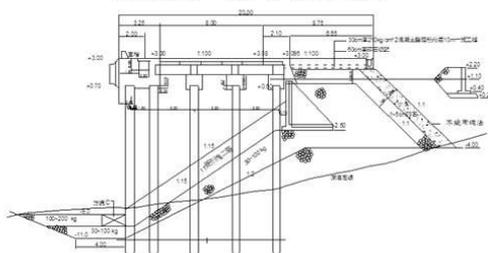
3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查



蘇澳港13號碼頭位置圖



碼頭面鋼筋混凝土劣損破洞



蘇澳港13號碼頭斷面圖



碼頭後線岸肩沉陷

49



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



3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查



13號碼頭水下調查照片(第3格, 民國91年施作熱熔射工法)



13號碼頭水下調查照片(第30-31格, 民國92年施作外加電流陰極防蝕工法)

調查日期: 105年9月

50



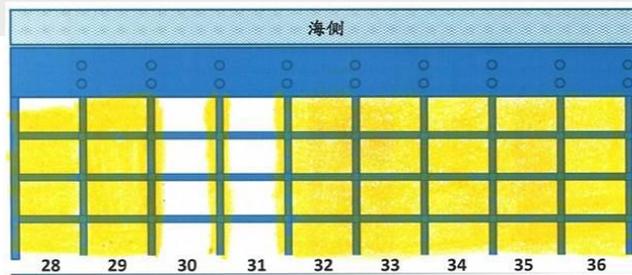
<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



3.2 蘇澳港碼頭及防波堤現況調查



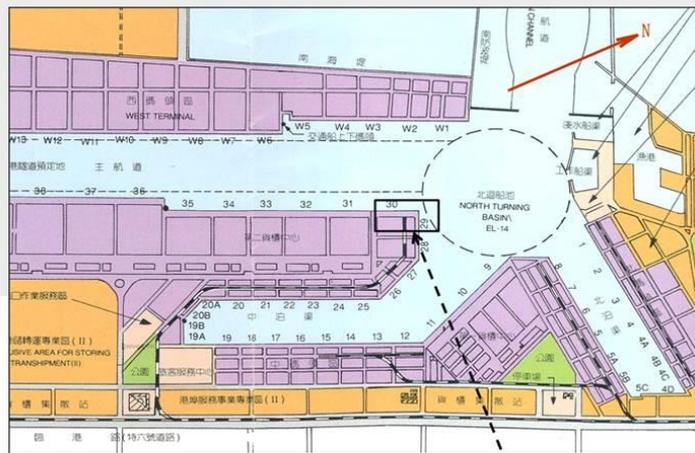
13號碼頭水下調查照片(第32格，未施作防蝕工法)



13號碼頭水下調查結果示意圖(第28-36格) 調查日期：105年9月



3.2 臺中港碼頭及防波堤現況調查

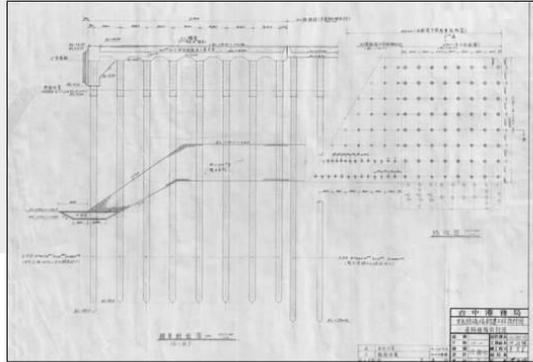


臺中港29號角隅與30號碼頭與平面圖





3.2 臺中港碼頭及防波堤現況調查



碼頭結構型式與平面圖



碼頭面現況



轉角處防舷材現況



臨30號碼頭處
木樁防舷材現況



臨29號碼頭防舷
材與碼頭面現況

臺中港29號角隅碼頭

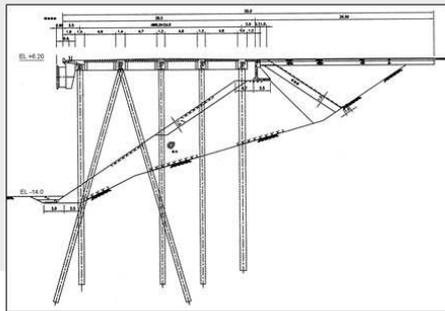
53



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



3.2 臺中港碼頭及防波堤現況調查



臺中港30號碼頭結構型式



現場調查情形



車擋混凝土破損情形1



車擋混凝土破損情形2



車擋混凝土破損情形3

臺中港30號碼頭

54



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



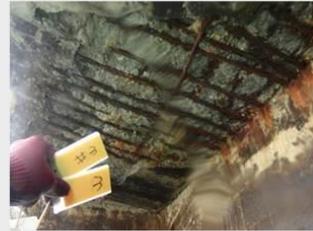
3.2 臺中港碼頭及防波堤現況調查



#30-3,1格



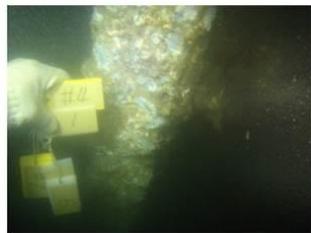
#30-4.1格



#30-6,3格



#30-7,1-2格



陽極塊外觀1



陽極塊外觀1



3.2 臺中港碼頭及防波堤現況調查

編號	水深(m)			編號	水深(m)		
	-1.0	-4.0	-7.0		-1.0	-4.0	-7.0
第1單元							
P1	-851	-858	-863	P4	-871	-886	-875
P2	-860	-865	-864	P5	-887	-873	-883
P3	-857	-862	-866	P6	-896	-914	-947
第2單元							
P1	-943	-945	-943	P3	-951	-957	-954
P2	-948	-951	-954	P4	-954	-957	-955
第3單元							
P1	-938	-940	-943	P3	-944	-948	-950
P2	-944	-945	-948	P4	-948	-953	-950
第4單元							
P1	-942	-944	-948	P3	-952	-966	-958
P2	-948	-953	-956	P4	-960	-963	-958

編號	水深(m)			編號	水深(m)		
	-1.0	-4.0	-7.0		-1.0	-4.0	-7.0
第5單元							
P1	-946	-947	-952	P3	-950	-949	-943
P2	-945	-948	-950	P4	-948	-953	-950
---	---	---	---	---	---	---	---
第6單元							
P1	-957	-957	-955	P3	-968	-973	-973
P2	-964	-965	-965	P4	-974	-980	-974
第7單元							
P1	-940	-941	-945	P3	-943	-949	-947
P2	-940	-942	-945	P4	-946	-951	-951
第8單元							
P1	-934	-939	-955	P3	-940	-947	-943
P2	-930	-932	-935	P4	-948	-950	-950





3.2 臺中港碼頭及防波堤現況調查

陽極塊 編號	海生物清除前			海生物清除後		
	上	中	下	上	中	下
第1單元	-889	-887	-900	-891	-891	-905
第2單元	-947	-948	-946	-963	-960	-958
第3單元	-960	-952	-951	-967	-977	-963
第4單元	-954	-942	-943	-977	-972	-974
第5單元	-950	-948	-949	-968	-968	-970
第6單元	-974	-957	-958	-980	-981	-981
第7單元	-946	-957	-959	-965	-970	-970
第8單元	-949	-950	-948	-960	-959	-959



57

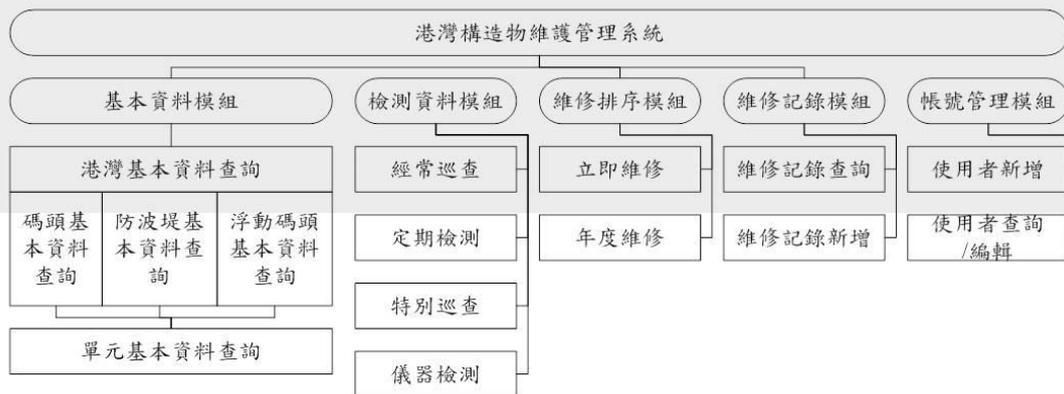


<http://www.ihmt.gov.tw>
交通部運輸研究所港灣技術研究中心



四、維護管理系統建置與精進擴充

◆ 港灣設施維護管理系統架構



58



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



四、維護管理系統建置與精進擴充

◆ 系統登入與首頁

港灣構造物維護管理系統

您是第 00286 位使用者

帳號：

密碼：

[\[帳號申請\]](#)

港灣構造物維護管理系統

歡迎您使用

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

2 最新消息

時間：20150907->內容：20150907金門水頭港區貨運1&2號碼頭經常巡查完成
 時間：20150907->內容：20150907金門水頭港區突堤4號碼頭經常巡查完成
 時間：20150907->內容：20150907金門水頭港區突堤3號碼頭經常巡查完成
 時間：20150907->內容：20150907金門水頭港區突堤2號碼頭經常巡查完成
 時間：20150907->內容：20150907金門水頭港區突堤1號碼頭經常巡查完成

[系統各模組介紹\[系統使用手冊\]](#)

4

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

59



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



4.1 建置金門維護管理系統

◆ 基本資料模組

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出



基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

港灣名稱	金門水頭港區
碼頭數量	7個
碼頭資料列表	<input type="button" value="選擇"/>
碼頭選擇[地圖]	<input type="button" value="選擇"/>
防波堤選擇[地圖]	<input type="button" value="選擇"/>
浮動碼頭選擇[地圖]	<input type="button" value="選擇"/>

1.港區面積計2,198,199m²；水域面積計1,403,894 m²，陸域面積計794,305m²。2.為因應小三通各種需求，已興建完成聯合辦公大樓，另於突堤碼頭兩側完成小型客運碼頭及大型浮動碼頭。3.突堤碼頭：現有水頭突堤碼頭總長度約280m，碼頭寬度最大寬度為20m，最大水深約2.5m，突堤南側可供船舶停靠。4.浮動碼頭：(1)突堤碼頭兩側設有一些浮動碼頭，設計水深約2.5m。(2)突堤碼頭東側興建一座大型浮動碼頭，設計水深4m。5.水頭新建港區：(1)防波堤：西防波堤長600m、北防波堤長1,580m。(2)風雨走廊、小型客運碼頭及聯合辦公大樓遮陽設施等。(3)其他設備：碼頭區配設有20噸起重機一部。

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

碼頭名稱	碼頭長度 (M)	設計水深 (M)	可靠泊水深 (M)	泊船噸位 (T)	用途	單元數量 (個)	結構型式	建造日期	建造經費	碼頭照片	斷面圖
突堤碼頭	35	9	9.5	1000	貨運碼頭	14	重力式	無	無		無
突堤碼頭	19	9	9.5	1000	貨運碼頭	8	重力式	無	無		無
突堤碼頭	12	9	9.5	1000	貨運碼頭	8	重力式	無	無		無
突堤碼頭	18	9	9.5	1000	貨運碼頭	7	重力式	無	無		無

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

碼頭名稱	貨運1&2號碼頭		
碼頭長度(M)	154		
設計水深(M)	9		
可靠泊水深 (M)	9.5		
泊船噸位(T)	1000		
用途說明	貨運碼頭		
單元數量	13		
	<input type="button" value="顯示碼頭單元資料"/>		
碼頭型式	重力式		
建造日期	-	經常巡查日期	20141215
建造經費	-	定期巡查日期	20150408

60



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



4.1 建置金門維護管理系統

◆ 基本資料模組

單元編號	單元長度(M)	單元照片(起)	單元照片(迄)	單元設計圖
1號單元	20			None
2號單元	20			None

碼頭照片		構件列表	
	基樁	PA01 PA02 PA03 PA04 PA05 PA06 PA07 PA08 PB01 PB02 PB03 PB04 PB05 PB06 PB07 PB08 PC01 PC02 PC03 PC04 PC05 PC06 PC07 PC08	
	梁	GA01 GA02 GA03 GA04 GA05 GA06 GA07 GA08 GA09 GA10 GA11 GA12 GB01 GB02 GB03 GB04 GB05 GB06 GB07 GB08 GB09 GB10 GB11 GB12 GC01 GC02 GC03 GC04 GC05 GC06 GC07 GC08 GC09 GC10 GC11	
	浮臺	本體 滑動滾輪組	PD1 RA01 RA02 RA04 RA03 RB01 RB02 RB03 RB04 RB05 RB06 RB07 RB08 RC01 RC02 RC03 RC04
	聯絡樁		RD1 RD2
	燈架		CD1

61



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



4.1 建置金門維護管理系統

◆ 檢測資料模組—經常巡查

◆ 檢測資料模組—定期檢測

金門水頭港區小三通碼頭#1經常巡查					
檢測日期	2015年09月10日		檢測天氣	晴	
港灣名稱	金門水頭港區	碼頭名稱	小三通碼頭#1	檢測者	簡臣佑
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化描述	劣化構件	劣化數量或說明
	鋼材腐蝕、龜裂、損傷(鋼材)	3 :-	1: 無異狀 2: - 3: - 4: 用直徑引線之穿孔、變形或其他明顯損傷	PO1 :-	10 m ² (total) 2 m ² (max.)
港灣名稱	金門水頭港區	浮動碼頭名稱	小三通碼頭#1	檢測日期	20141215
構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化構件編號	劣化數量	劣化照片
浮臺外部	鋼材腐蝕、龜裂、損傷(鋼材)	1			
	混凝土劣化損傷(RC)	1			
	混凝土劣化損傷(PC)	1			
浮臺內部	本體龜裂、損傷	1			
滾輪組	塗裝剝離、腐蝕、異音	4	RC01	滾輪組橡膠墊脫落無法發揮功能	

金門水頭港區-小三通碼頭#1-定期檢測記錄表					
檢測日期	20150910		檢測人員	簡臣佑	
檢測天氣	晴		檢測員意見	無	
構件編號	構件類型	劣化類型	劣化狀況	劣化數量	劣化照片
PA01	基樁	磨耗、腐蝕	1		None
PA02	基樁	磨耗、腐蝕	1		None
PA03	基樁	磨耗、腐蝕	1		None
PA04	基樁	磨耗、腐蝕	1		None
PA05	基樁	磨耗、腐蝕	1		None
PA06	基樁	磨耗、腐蝕	1		None
PA07	基樁	磨耗、腐蝕	1		None
PA08	基樁	磨耗、腐蝕	1		None
PB01	基樁	磨耗、腐蝕	2	2 m ²	
PB02	基樁	磨耗、腐蝕	2	2.5 m ²	
PB03	基樁	磨耗、腐蝕	2	1 m ²	

62



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



4.1 建置金門維護管理系統

◆ 檢測資料模組－特別巡查

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

金門水頭港區小三通碼頭#1特別巡查

檢件對照量1 檢件對照量2 檢件對照量3 檢件對照量4

檢測日期: 2015年09月10日 檢測天氣: 晴

港灣名稱: 金門水頭港區 碼頭名稱: 小三通碼頭#1 檢測者: 簡臣佑

巡查照片: 未選擇任何檔案

構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化描述	劣化構件	劣化數量
鋼材腐蝕、龜裂、損傷(鋼材)	N	是否有因腐蝕引起之穿孔、變形或其他明顯損傷	PO1	m ² (total)	m ² (Max)

照片: 未選擇任何檔案

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

金門水頭港區-小三通碼頭#1-特別巡查記錄表

港灣名稱	浮動碼頭名稱	小三通碼頭#1	檢測日期	20150811		
構件名稱	劣化類型	立即維修否	劣化構件編號	劣化數量	劣化照片	編輯
浮臺外部	鋼材腐蝕、龜裂、損傷(鋼材)	N				編輯
	混凝土劣化損傷(RC)	N				編輯
	混凝土劣化損傷(PC)	N				編輯
浮臺內部	本體龜裂、損傷	N				編輯
滾輪組	塗裝剝離、腐蝕、異音	N				編輯
碼頭岸	腐蝕、異音	N				編輯

◆ 檢測資料模組－儀器檢測

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

金門水頭港區小三通碼頭#1檢測報告上傳

上傳日期: 2015年09月11日

檢測日期: 2015年01月10日
範例: 2014年11月25日

檔案選擇: 選擇檔案 1030110金門電位量測結果.xlsx

檔名: 金門浮動碼頭電位量測

上傳報告

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

金門水頭港區-小三通碼頭#1儀器檢測資料列表

編號	上傳日期	檢測日期	檔名	刪除
1	20150911	20150110	金門浮動碼頭電位量測	刪除

63



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



4.1 建置金門維護管理系統

◆ 維修排序模組－立即維修

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

立即維修構件列表

回到設施選擇 | 回到港灣選擇

港灣名稱	金門水頭港區	浮動碼頭名稱	小三通碼頭#1				
構件類型	構件名稱	劣化類型	劣化單元(構件)	劣化位置	劣化數量	劣化照片	處置對策
經常巡查結果(20141215)							
滑動滾輪組	腐蝕、構件脫落、異音	RC01	N/A	滾輪組橡膠墊脫落無法發揮功能	照片	置換構件	

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

碼頭年度維修構件列表

回到設施選擇 | 回到港灣選擇

港灣名稱	金門水頭港區	碼頭名稱	貨運1&2號碼頭	檢測時間	20150408			
構件類型	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量	修復排序	處置對策
結構性構件	碼頭本體-後線	沉陷	3	B13	X=2m	5m ²	1	持續觀察 回填料填補壓實法
附屬設施	附屬設施-車擋	腐蝕龜裂	4	B13	第1~4個	4個	1	置換車擋
	附屬設施-車擋	腐蝕龜裂	2	B05	第2,3個	2個	2	持續觀察

64



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



4.1 建置金門維護管理系統

◆ 維修記錄模組

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

金門水頭港區維修記錄新增	
維修契約編號	KMS-01&2
契約名稱	貨運1&2號碼頭岸沉陷修復
維修金額	50000
維修碼頭	<input type="checkbox"/> 突堤1號碼頭 <input type="checkbox"/> 突堤2號碼頭 <input type="checkbox"/> 突堤3號碼頭 <input type="checkbox"/> 突堤4號碼頭 <input type="checkbox"/> 北堤碼頭 <input checked="" type="checkbox"/> 貨運1&2號碼頭 <input type="checkbox"/> 新建港區碼頭
維修防波堤	<input type="checkbox"/> 西防波堤 <input type="checkbox"/> 北防波堤
維修浮動碼頭	<input type="checkbox"/> 小三通碼頭#1 <input type="checkbox"/> 小三通碼頭#2 <input type="checkbox"/> 水頭港區大小金碼頭 <input type="checkbox"/> 五緣臺船
維修照片	<input type="button" value="選擇檔案"/> IMG_9119.JPG
維修檔案	<input type="button" value="選擇檔案"/> 未選擇任何檔案

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

金門水頭港區-維修記錄列表							
維修契約編號	契約名稱	維修金額(元)	維修設施	維修照片	維修檔案	編輯	刪除
KMS-01&2 [20150911]	貨運1&2號碼頭岸沉陷修復	50000	貨運1&2號碼頭 無防波堤維修 無浮動碼頭堤 維修	照片	無檔案	<input type="button" value="編輯"/>	<input type="button" value="刪除"/>

65



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



4.1 建置金門維護管理系統

◆ 空間資訊與檢測評估資料串聯



航測影像蒐集



Maptiler影像處理

基本資料模組 檢測資料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組 登出

經常巡查 定期檢測 特別巡查 儀器檢測 資料查詢 資料新增

原始google影像

套用自有航測影像

影像資料與程式碼上傳與成果檢視

66



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



4.2 精進擴充基隆港維護管理系統



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



4.2 精進擴充基隆港維護管理系統

- ◆ 蒐集彙整臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤現場基本資料
- ◆ 執行臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤經常巡查
- ◆ 執行基隆港碼頭與防波堤經常巡查
- ◆ 應用及檢討既有之「基隆港港灣構造物維護管理系統」
 - ⊕ 維修排序類型之調整
 - ⊕ 碼頭防舷材劣化位置之修正
 - ⊕ 擴增臺北港、蘇澳港資料庫於「基隆港港灣構造物維護管理系統」
 - ⊕ 擴增基隆港104年經常巡查於「基隆港港灣構造物維護管理系統」



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



4.2 精進擴充基隆港維護管理系統

◆ 臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤現場基本資料調查

⊕ 蘇澳港：

104/9/21、22、24、11/6調查1至13號碼頭、公務船渠1至5號碼頭、港勤1至2號碼頭

104/9/24、11/6調查南、北外廓防波堤

⊕ 臺北港：

104/11/3、4調查東岸1至20號、北岸1至2號碼頭

104/11/18調查北岸3~6碼頭

2015/11/6與11/18調查南、北防波堤



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

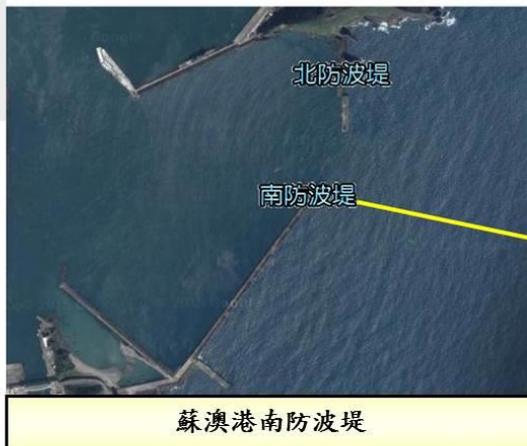


4.2 精進擴充基隆港維護管理系統

◆ 臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤現場基本資料調查

⊕ 防波堤基本資料調查量測

材料模組 維修排序模組 維修記錄模組 帳號管理模組



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



4.2 精進擴充基隆港維護管理系統

◆ 臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤經常巡查

⊕ 碼頭經常巡查作業成果



蘇澳港#2碼頭B02碼頭本體岸肩沉陷

蘇澳港#3碼頭B05碼頭防舢材龜劣破損

蘇澳港#13碼頭B04碼頭本體岸肩剝落



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



4.2 精進擴充基隆港維護管理系統

◆ 臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤經常巡查

⊕ 蘇澳港防波堤經常巡查

防波堤編號	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量
南防波堤	堤頂	沉陷	4	B024	X=5m, Y=54m	25m ²
	堤頂	剝落	4	B018	X=5m, Y=25m	30m ²
	胸牆	剝落	4	B018	X=5m, Y=25m	20m ²
北防波堤	堤頂	裂縫	3	B002	X=10m, Y=3m	10m
		剝落	2	B011	X=3m, Y=3m	5m ²



蘇澳港南防波堤B24劣化

蘇澳港南防波堤B24劣化

蘇澳港北防波堤B11劣化



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



4.2 精進擴充基隆港維護管理系統

◆ 應用及檢討既有之「基隆港港灣構造物維護管理系統」

◆ 104/9/23、25、11/2日執行基隆港碼頭與防波堤經常巡查

碼頭編號	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量
W01b	防舷材	龜裂破損	3	B02	第1個	1個
W03	岸肩	剝落	2	B09	X=5m, Y=0m	0.3m ²
W04	岸肩	剝落	3	B06	X=3.6m, Y=6.6m	0.2m ²
W12	防舷材	龜裂破損	3	B02	第1, 2, 3個	3個
W12b	防舷材	龜裂破損	3	B03	第2個	1個
W14	岸肩	裂縫	2	B07	X=1m, Y=2m	15m
W18	岸肩	剝落	3	B05	X=0.5m, Y=0.5m	0.35m ²
W20	防舷材	龜裂破損	2	B06	第1個	1個
E10	防舷材	龜裂破損	2	B04	第4個	1個
E16	防舷材	龜裂破損	2	B01	第3, 6個	2個
E21	岸肩	剝落	3	B05	X=13m, Y=4m	0.02m ²

防波堤編號	構件名稱	劣化類型	劣化狀況	劣化單元	劣化位置	劣化數量
西碎波堤	堤頂	裂縫	3	B036	X=2m, Y=1m	17.5m



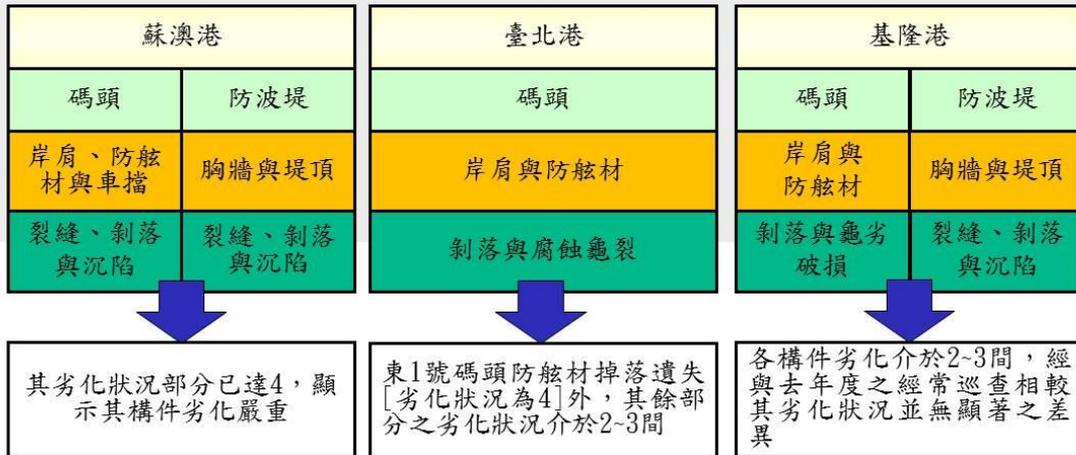
<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



4.2 精進擴充基隆港維護管理系統

◆ 臺北港、蘇澳港碼頭與防波堤經常巡查



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



4.2 精進擴充基隆港維護管理系統

- ◆ 參照日本港灣空港技術研究所之維護管理等級將維護管理系統之維修排序類型改分為「立即維修」與「年度維修」兩類；已依使用之需求將維護管理系統之碼頭防舷材劣化位置各別予以登錄
- ◆ 蒐集臺北港與蘇澳港各碼頭與防波堤資料，已彙整於系統之基本資料資料模組中
- ◆ 現場基本資料調查與經常巡查資料已建置「基隆港港灣構造物維護管理系統」，後續可供管理單位進行相關維護管理的應用



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



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



5.1 結論(1/2)

◆ 岸上檢測結果：調查時

- ⊕ 金門未發現明顯或危及碼頭主體設施之裂損情形；
- ⊕ 蘇澳港13號碼頭面發現1處破洞；
- ⊕ 臺中港30號碼頭部分車檔破損。

◆ 水下調查結果：調查時

- ⊕ 金門各檢測碼頭結構未發現危及碼頭主體設施之裂損，鋼材表面亦無腐蝕嚴重致穿孔破洞之情形。
- ⊕ 蘇澳港10-13號碼頭R.C. 面版，調查時發現有多處混凝土剝落、鋼筋腐蝕生銹外露現象，以12及13號碼頭最為嚴重；
- ⊕ 臺中港30號碼頭面版雖有同樣情形，但狀況較為輕微。

77



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



5.1 結論(2/2)

◆ 浮動碼頭基樁與浮箱檢測：

- ⊕ 金門鋼材表面無腐蝕嚴重致穿孔破洞，平均腐蝕速率均小於設計規範
- ⊕ 保護電位因部份陽極塊消耗殆盡或未安裝，未達保護目的。

◆ 浮動碼頭基樁變位定期監測：

- ⊕ 全測站光學與3D光達量測結果，均無顯著的變位
- ⊕ 全測站以PS1-3-1為最大(0.04cm)
- ⊕ 3D光達以PS3水平偏移量標準差最大0.05cm。

◆ 維護管理系統建置：

- 104年度已建置金門三港區之資訊系統
- 精進及擴增「基隆港港灣構造物維護管理系統」，將臺北港與蘇澳港碼頭與防波堤資料建置於資料庫中

78



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



5.1 建議

- ◆ 金門浮動碼頭基樁與浮箱，調查時部份因陽極塊消耗殆盡或無安裝，致未達鋼材防蝕之目的，建議應儘速安裝犧牲陽極塊之陰極防蝕系統。
- ◆ 蘇澳港10-13號碼頭，調查時發現碼頭面版底部多處鋼筋腐蝕外露與混凝土劣化剝落等現象，由於碼頭使用時間已超過40年，13號碼頭後線更已出現破洞，建議應及早進行修護與後續加強巡查頻率。
- ◆ 港灣構造物維護管理系統，本所已共協助金門、花蓮與基隆(含蘇澳與臺北港)等港區完成系統建置，後續仍須蒐集與彙整分析各類型港灣設施實作案例，除將各類巡檢與修復作業資料記錄於系統中，配合實際使用情形，賡續檢討適用與更新系統功能，並針對分析方法擬定安全評估程序，俾利應用參考。

79



<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

80