

99-71-7480

MOTC-IOT-98-H1DA001-2

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

中華民國 99 年 5 月

99-71-7480

MOTC-IOT-98-H1DA001-2

棧橋式碼頭面版腐蝕劣損與 維護之研究(1/2)

著 者：陳桂清、柯正龍、羅建明、張道光

交通部運輸研究所

中華民國 99 年 5 月

棧橋式碼頭面版腐蝕劣損與維護之研究. (1/2)
/ 陳桂清 等著. -- 初版 -- 臺北市：交通部
運輸研究所，民 99. 05

面；公分

參考書目：面

ISBN 978-986-02-3662-0 (平裝)

1. 港埠工程 2. 港埠管理 3. 侵蝕作用

443.2

99009707

棧橋式碼頭面版腐蝕劣損與維護之研究(1/2)

著者：陳桂清、柯正龍、羅建明、張道光

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 99 年 5 月

印刷者：

版(刷)次冊數：初版一刷 100 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所臺灣技術研究中心網站

定價：200 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

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

GPN：1009901777

ISBN：978-986-02-3662-0 (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。

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

GPN : 1009901777

定價：200 元

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：棧橋式碼頭面版腐蝕劣損與維護之研究(1/2)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-02-3662-0（平裝）	政府出版品統一編號 1009901777	運輸研究所出版品編號 99-71-7480	計畫編號 98-H1DA001-2
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 計畫主持人：陳桂清 研究人員：柯正龍、羅建明、張道光、謝大勇、陳義松、李春榮、李昭明、何木火、陳毓清、魏瓊蓉、林隆貞 聯絡電話：04-26587188 傳真號碼：04-26564418			研究期間 自 98 年 01 月 至 98 年 12 月
關鍵詞：耐久性、腐蝕、港灣設施、維護管理系統			
摘要： 棧橋式碼頭具有構造輕、耐震力強之特性，近年來為碼頭新建及改建常採用之類型，但其缺點為R.C.面(底)版及樑等構件，長年遭受海水衝擊潑濺，海水中之氯離子甚易侵入，造成構件內部鋼筋之銹蝕、混凝土保護層剝落、鋼筋裸露斷裂，終致底版破裂、塌陷，嚴重危害碼頭結構物之安全。歷年調查結果顯示，高雄及蘇澳等港區有多座棧橋碼頭有上述損壞情形。 本計畫以五大國際商港之棧橋式碼頭為調查對象，主要工作重點為：1. R.C.面板、樑及基樁與面板接頭處之腐蝕狀況調查。2.以非破壞性檢測方式，進行碼頭劣損評估。3.進行檢測機制之實地操作與驗證。 本年度調查臺中、蘇澳等港區共30座碼頭，調查結果顯，R.C.面版及樑等均發現鋼筋腐蝕、保護層剝落等劣化狀況，其中有多座碼頭腐蝕劣損甚為嚴重，極待修護。 本計畫之研究效益，除研究成果可提供港務局等做維護策略參考外，研究過程中採用或建置完成之相關檢測方法與實施流程，均可提供國內各港務局應用於相關碼頭設施維護管理作業需要與本所進行港灣構造物後續相關研究之重要參考。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
99 年 5 月	174	200	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密條件： ☐ 年 月 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Corrosion Deterioration and Maintenance on Deck Trestle Type Wharves (1/2)

ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-02-3662-0 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009901777	IOT SERIAL NUMBER 99-71-7480	PROJECT NUMBER 98-H1DA001-2
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chen Kuei-ching PROJECT STAFF: Ko Jeng-long, Su Ch-li, Lo Chien-ming., PHONE: 04-26587188 FAX: 04-26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2009 TO December 2009

KEY WORDS: Durability, Corrosion, Wharf facility, Maintenance management system

ABSTRACT :

Trestle type wharves are a light-frame construction with high earthquake resistance. Recently, they have been applied to wharf construction often, but its R.C. (reinforced concrete) slab is always splashed by seawater. Chloride in seawater can ingress into slabs easily and induce inner re-bar corrosion and cause the concrete cover layer to peel off and detach, re-bar to appear and break. These will make R.C. slabs crack and break down, which seriously threatens the safety of wharf structure. According to field surveying history shown, Kaohsiung and Suao Harbors have been found to have higher deterioration at several trestle type wharves.

In the project, trestle type wharves of five major international commercial harbors were inspected. The major tasks included as follows:

1. Physical corrosion of slab, girder and junction of slab & pile were surveyed.
2. Evaluating wharf deteriorated grade by applying Non-Destructive Techniques (N.D.T).
3. Exercising and verifying the physical inspection mechanism.

In this year, 30 wharves were surveyed between Taichung and Suao Harbors. According to the survey results shown, some wharves were found to have their slabs and girders to be seriously corroded and their cover layer peeled off and detached.

The research achievements would provide maintenance strategies for harbor bureaus and the relative inspecting methods and procedures would be applied to harbor-facility management system, and would lead to in - depth study in the future.

DATE OF PUBLICATION May 2010	NUMBER OF PAGES 174	PRICE 200	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
---------------------------------	------------------------	--------------	--

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

棧橋式碼頭面版腐蝕劣損與維護之研究(1/2)

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
表目錄	XIII
圖目錄	IX
第一章 前言	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究範圍	2
第二章碼頭 R.C.面版劣損原因	3
2.1 外力作用之破壞	4
2.2 建造材料之劣化	5
2.2.1 混凝土之劣化	5
2.2.2 鋼筋之腐蝕	6
第三章 研究方法與進行步驟	11
3.1 調查範圍	11
3.2 棧橋式碼頭基本資料蒐集	11
3.3 進行步驟	11
第四章 結果與討論	13
4.1 臺中港 5A 號碼頭	17

4.2 臺中港 5 號碼頭.....	22
4.3 臺中港 6 號碼頭.....	26
4.4 臺中港 7 號碼頭.....	30
4.5 臺中港 8 號碼頭.....	37
4.6 臺中港 8A 號碼頭.....	44
4.7 臺中港 9 號碼頭.....	54
4.8 臺中港 10 號碼頭.....	59
4.9 臺中港 11 號碼頭.....	62
4.10 臺中港 12 號碼頭.....	65
4.11 臺中港 13 號碼頭.....	70
4.12 臺中港 14 號碼頭.....	75
4.13 臺中港 15 號碼頭.....	84
4.14 臺中港 22 號碼頭.....	88
4.15 臺中港 26 號碼頭.....	89
4.16 臺中港 27 號碼頭.....	94
4.17 臺中港 28 號碼頭.....	100
4.18 臺中港 29 號碼頭.....	106
4.19 臺中港 30 號碼頭.....	113
4.20 臺中港 31 號碼頭.....	116
4.21 臺中港 32 號碼頭.....	117
4.22 臺中港 33 號碼頭.....	118
4.23 臺中港 34 號碼頭.....	123
4.24 臺中港 35 號碼頭.....	124

4.25 蘇澳港 6 號碼頭.....	126
4.26 蘇澳港 7 號碼頭.....	132
4.27 蘇澳港 10 號碼頭.....	136
4.28 蘇澳港 11 號碼頭.....	140
4.29 蘇澳港 12 號碼頭.....	143
4.30 蘇澳港 13 號碼頭.....	146
第五章 結論	153
參考文獻	155

表 目 錄

表 1 基隆港務局港埠設施維護檢修作業規定棧橋式碼頭檢測 項目	8
表 2 「高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究」棧橋式碼頭檢測項 目	8
表 3 「港灣構造物安全檢測與評估之研究」棧橋式碼頭檢測項目及 方法	8
表 4 交通部高雄港務局鋼板(管)樁碼頭水下檢測工作規則	9
表 5 臺中港現有碼頭基本資料-1	14
表 5 (續) 臺中港現有碼頭基本資料-2	15
表 6 蘇澳港現有碼頭基本資料	16
表 7 臺中港棧橋式碼頭面版劣損調查結果彙整	125
表 8 蘇澳港棧橋式碼頭面版劣損調查結果彙整	151

圖 目 錄

圖 1 棧橋式碼頭變形損傷過程.....	4
圖 2 臺中港碼頭位置	18
圖 3 臺中港 5A-8A 號碼頭結構型式.....	19
圖 4 臺中港 5A 號碼頭調查照片-1.....	20
圖 4（續 1）臺中港 5A 號碼頭調查照片-2	21
圖 5 臺中港 5A 號碼頭調查結果示意圖	21
圖 6 臺中港 5 號碼頭調查照片-1	23
圖 6（續）臺中港 5 號碼頭調查照片-2	24
圖 7 臺中港 5 號碼頭調查結果示意圖.....	25
圖 8 臺中港 6 號碼頭調查照片-1	27
圖 8（續）臺中港 6 號碼頭調查照片-2	28
圖 9 臺中港 6 號碼頭調查結果示意圖.....	29
圖 10 臺中港 7 號碼頭調查照片-1	31
圖 10（續 1）臺中港 7 號碼頭調查照片-2	32
圖 10（續 2）臺中港 7 號碼頭調查照片-2	33
圖 10（續 3）臺中港 7 號碼頭調查照片-2	34
圖 10（續 4）臺中港 7 號碼頭調查照片-2	35
圖 10（續 5）臺中港 7 號碼頭調查照片-2	36
圖 11 臺中港 7 號碼頭調查結果示意圖.....	37

圖 12 臺中港 8 號碼頭調查照片-1	39
圖 12 (續 1) 臺中港 8 號碼頭調查照片-2	40
圖 12 (續 2) 臺中港 8 號碼頭調查照片-3	41
圖 12 (續 3) 臺中港 8 號碼頭調查照片-4	42
圖 13 臺中港 8 號碼頭調查結果示意圖	43
圖 14 臺中港 8A 號碼頭調查照片-1.....	45
圖 14 (續 1) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-2	46
圖 14 (續 2) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-3	47
圖 14 (續 3) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-4	48
圖 14 (續 4) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-5	49
圖 14 (續 5) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-6	50
圖 14 (續 6) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-7	51
圖 14 (續 7) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-8	52
圖 14 (續 8) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-9	53
圖 15 臺中港 8A 號碼頭調查結果示意圖	53
圖 16 臺中港 9-11 號碼頭結構型式	54
圖 17 臺中港 9 號碼頭調查照片-1	56
圖 17 (續) 臺中港 9 號碼頭調查照片-2	57
圖 18 臺中港 9 號碼頭調查結果示意圖	58
圖 19 臺中港 10 號碼頭調查照片	60
圖 20 臺中港 10 號碼頭調查結果示意圖	61

圖 21 臺中港 11 號碼頭調查照片	63
圖 22 臺中港 11 號碼頭調查結果示意圖	64
圖 23 臺中港 12-13 號碼頭結構型式	65
圖 24 臺中港 12 號碼頭調查照片-1	67
圖 24 (續) 臺中港 12 號碼頭調查照片-2	68
圖 25 臺中港 12 號碼頭調查結果示意圖	69
圖 26 臺中港 13 號碼頭調查照片-1	71
圖 26 (續 1) 臺中港 13 號碼頭調查照片-2	72
圖 26 (續 2) 臺中港 13 號碼頭調查照片-3	73
圖 26 (續 3) 臺中港 13 號碼頭調查照片-4	74
圖 27 臺中港 13 號碼頭調查結果示意圖	74
圖 28 臺中港 115 號碼頭結構型式	75
圖 29 臺中港 14 號碼頭調查照片-1	77
圖 29 (續 1) 臺中港 14 號碼頭調查照片-2	78
圖 29 (續 2) 臺中港 14 號碼頭調查照片-3	79
圖 29 (續 3) 臺中港 14 號碼頭調查照片-4	80
圖 29 (續 4) 臺中港 14 號碼頭調查照片-5	81
圖 29 (續 5) 臺中港 14 號碼頭調查照片-6	82
圖 29 (續 6) 臺中港 14 號碼頭調查照片-7	83
圖 30 臺中港 14 號碼頭調查結果示意圖	83
圖 31 臺中港 15 號碼頭調查照片-1	85

圖 31 (續 1) 臺中港 15 號碼頭調查照片-2	86
圖 31 (續 2) 臺中港 15 號碼頭調查照片-3	87
圖 32 臺中港 15 號碼頭調查結果示意圖	87
圖 33 臺中港 22 號碼頭結構型式	88
圖 34 臺中港 26-27 號碼頭結構型式	89
圖 35 臺中港 26 號碼頭調查照片-1	91
圖 35 (續) 臺中港 26 號碼頭調查照片-2	92
圖 36 臺中港 26 號碼頭調查結果示意圖	93
圖 37 臺中港 27 號碼頭調查照片-1	95
圖 37 (續 1) 臺中港 27 號碼頭調查照片-2	96
圖 37 (續 2) 臺中港 27 號碼頭調查照片-3	97
圖 37 (續 3) 臺中港 27 號碼頭調查照片-4	98
圖 37 (續 4) 臺中港 27 號碼頭調查照片-5	99
圖 38 臺中港 27 號碼頭調查結果示意圖	99
圖 39 臺中港 28 號碼頭結構型式	100
圖 40 臺中港 28 號碼頭調查照片-1	102
圖 40 (續 1) 臺中港 28 號碼頭調查照片-2	103
圖 40 (續 2) 臺中港 28 號碼頭調查照片-3	104
圖 40 (續 3) 臺中港 28 號碼頭調查照片-4	105
圖 41 臺中港 28 號碼頭調查結果示意圖	105
圖 42 臺中港 29 號碼頭結構型式	106

圖 43 臺中港 29 號碼頭調查照片-1	108
圖 43 (續 1) 臺中港 29 號碼頭調查照片-2	109
圖 43 (續 2) 臺中港 29 號碼頭調查照片-3	110
圖 43 (續 3) 臺中港 29 號碼頭調查照片-4	111
圖 44 臺中港 29 號碼頭調查結果示意圖	112
圖 45 臺中港 30 號碼頭結構型式	113
圖 46 臺中港 30 號碼頭調查照片	114
圖 47 臺中港 30 號碼頭調查結果示意圖	115
圖 48 臺中港 31-32 號碼頭結構型式	116
圖 49 臺中港 33-34 號碼頭結構型式	118
圖 50 臺中港 33 號碼頭調查照片-1	120
圖 50 (續) 臺中港 33 號碼頭調查照片-2	121
圖 51 臺中港 33 號碼頭調查結果示意圖	122
圖 52 臺中港 35 號碼頭結構型式	124
圖 53 蘇澳港棧橋式碼頭位置示意圖	126
圖 54 蘇澳港 6-7 號碼頭結構型式	127
圖 55 蘇澳港 6 號碼頭調查結果照片-1	128
圖 55 (續 1) 蘇澳港 6 號碼頭調查結果照片-2	129
圖 55 (續 2) 蘇澳港 6 號碼頭調查結果照片-3	130
圖 56 蘇澳港 6 號碼頭調查結果示意圖	131
圖 57 蘇澳港 7 號碼頭調查結果照片-1	133

圖 57 (續) 蘇澳港 7 號碼頭調查結果照片-2	134
圖 58 蘇澳港 7 號碼頭調查結果示意圖	135
圖 59 蘇澳港 10-12 號碼頭結構型式	136
圖 60 蘇澳港 10 號碼頭調查結果照片	138
圖 61 蘇澳港 10 號碼頭調查結果示意圖	139
圖 62 蘇澳港 11 號碼頭調查結果照片-1	141
圖 62 (續) 蘇澳港 11 號碼頭調查結果照片-2	142
圖 63 蘇澳港 11 號碼頭調查結果示意圖	142
圖 64 蘇澳港 12 號碼頭調查結果照片	144
圖 65 蘇澳港 12 號碼頭調查結果示意圖	145
圖 66 蘇澳港 13 號碼頭結構型式	146
圖 67 蘇澳港 13 號碼頭調查結果照片-1	148
圖 67 (續 1) 蘇澳港 13 號碼頭調查結果照片-2	149
圖 67 (續 2) 蘇澳港 13 號碼頭調查結果照片-3	150
圖 68 蘇澳港 13 號碼頭調查結果示意圖	150

第一章 前言

1.1 研究動機

棧橋式碼頭構造型式係如橋梁般，以樁為支柱，其上設置頂板組成碼頭，其結構較其他型式為輕，可用於地層軟弱之處無法構築重力式或板樁式處，隨支撐頂板之支柱結構不同，一般可分為直樁棧橋式、斜樁棧橋式兩大類。

棧橋式碼頭由於適用在軟弱地盤，加上具不妨礙水流，反射波小，對港池靜穩度大有幫助，可建造水深較深之碼頭等優點，目前國內商港新建及改建常採用之。以基隆港及臺中港為例，近年即有多座碼頭均選用此結構型式碼頭，但其缺點為 R.C.面(底)版，因長年遭受海水波浪之衝擊浸漬，海水中之氯離子甚易侵入底版，造成內部鋼筋之銹蝕、混凝土保護層剝落、鋼筋裸露斷裂，終致底版破裂、塌陷，嚴重危害碼頭結構之承載能力與安全。本計畫將針對以五大國際商港為主之現有棧橋式碼頭，進行腐蝕劣化現地檢測並蒐集及研擬維修工法，提供碼頭本體設施維護管理系統建置資料庫，以利於日後現地人員檢測及管理自動化作業。由於臺中港及蘇澳港部份棧橋式碼頭，係於民國 60 年初之國家十大建設時所建造，其使用時間較久，本年度將先對其進行現地腐蝕劣化調查之研究。

國內五大國際商港設施，歷年調查結果顯示，民國 83 年時，蘇澳港 11 號碼頭已有多處之 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^[1]。民國 91 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。高雄港區棧橋碼頭 48 ~ 53 號等，其碼頭 R.C.底面版之損壞情形亦如蘇澳港之損壞狀況。本計劃期能更深入瞭解國內主要港口之棧橋式碼頭現況。

1.2 研究目的

過去一二十年來，港務局對 R.C.底版及梁柱腐蝕損壞之修護，大多採取傳統工法處理，亦即將底版剝落處之混凝土或風化表面先行鑿除後，以高壓水柱去除浮鬆物質，鋼筋表面進行銹蝕除銹，將斷裂鋼筋處搭接後，再將Ⅱ型水泥或含壓克力樹脂或樹脂石英砂及速凝劑等之混凝土材料，分 2~3 層噴漿覆蓋於修補之部位，此工法僅為治標，維修效果有限。因為，噴混凝土漿體並未能完全阻絕海水之滲入，底板內之鋼筋仍會接觸滲入之海水而銹蝕，隔一段時間後修補部位之混凝土會再度剝落，必需每隔 3~5 年再進行修護，如面版內之鋼筋已嚴重腐蝕、斷裂，結構安全有疑慮時，反復之修護將造成更惡(劣)化建材與結構承載，則必須將碼頭面板打掉，重新鋪設新的面板，如此一來，碼頭必需關閉，對港口之營運影響甚巨。

本計劃主要目的為經由實際目視調查與簡單易行之之非破壞性檢測，瞭解國內主要港口之棧橋式碼頭現況，再藉由現況調查結果進一步探討及歸納各港碼頭腐蝕劣損原因，以利後續維護管理及規劃設計新件碼頭之參考。

1.3 研究範圍

本計劃期程為兩年，本年度將先針對臺中港及蘇澳港棧橋式碼頭面版底版現況調查。第二年則以基隆港、高雄港、澎湖馬公港及金門料羅灣港為調查標的。

本年度調查之碼頭共包含臺中港為 5A、5、6、7、8、8A、9、10、11、12、13、14、15、22、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35 號碼頭等 24 座及蘇澳港為 6、7、10、11、12、13 號等 6 座，合計調查數量共 30 座碼頭棧橋式碼頭。

第二章 棧橋式碼頭 R.C. 構件劣損原因

棧橋式碼頭可能的破壞原因，依碼頭結構可區分為基樁結構、上部結構及碼頭基礎三部份：

1. 基樁結構

因經年累積腐蝕造成基樁之破壞，因地震所產生的額外水平力及水壓力超過結構原有之設計強度造成基樁產生破損、斷裂或挫曲，或因基礎土壤滑動或大型船隻碰撞致而使基樁產生位移或側傾。

2. 上部結構

因地震力產生破壞或變位，造成碼頭格梁接樁破壞、碼頭單元鬆動，或因波浪作用將碼頭掀起。

由於上部結構之建造材料係以鋼筋混凝土為主，材料可能因長期受到海洋環境侵襲與波浪衝擊，造成混凝土產生裂縫或剝落及內部鋼筋銹蝕外露等劣損現象，將造成構件強度降低及損傷，影響碼頭主體結構之安全性。

3. 碼頭基礎

可能產生液化沉陷，或因波浪作用、船舶推進器等外力產生掏刷作用，或護坡塊石沖刷及碼頭拋石護坡滑動。

圖 1 為棧橋式碼頭變形損傷過程，圖中實線為持續性變形的連鎖過程，虛線為災害型變形的連鎖過程，棧橋式碼頭主要檢測項目包括基樁腐蝕、上部結構混凝土龜裂與鋼筋腐蝕與岸肩鋪面的破損等，其中上部結構混凝土龜裂與鋼筋腐蝕會產生循環性劣化及損傷，基樁腐蝕有時會從構件的損傷變成結構安定性下降。

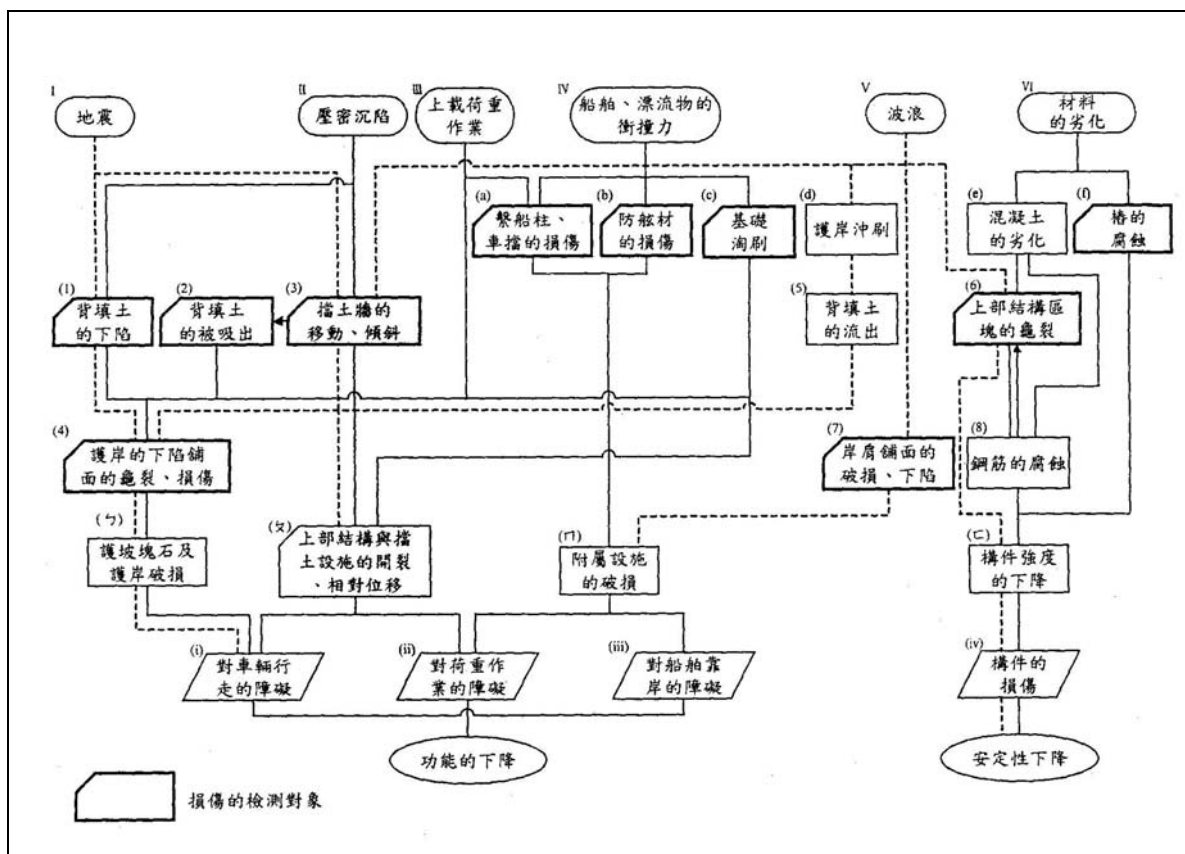


圖 1 棧橋式碼頭變形損傷過程

棧橋式碼頭 R.C.構件主要包括：碼頭面版、梁及混凝土基樁部分，其劣化損壞可能原因，可大致分為外力作用之破壞與建造材料之劣化等兩大因素來探討。

2.1 外力作用之破壞

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

2.2. 建造材料之劣化

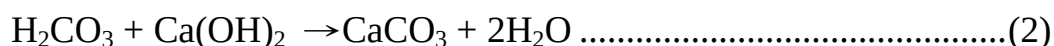
棧橋碼頭 R.C.面版主要構材為混凝土與鋼筋，其材料劣化可能之原因如下^[4]；

2.2.1 混凝土之劣化

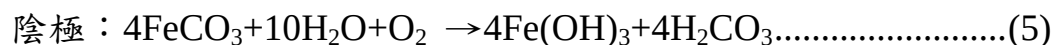
1. 混凝土之中性化

混凝土因水泥水化作用具強鹼性質，在此環境下，鋼筋表面形成一層具有保護作用之鈍態氧化膜。當大氣中之二氧化碳(CO₂)滲入混凝土之孔隙溶液中，會與鹼性之水泥水化產物(氫氧化鈣，Ca(OH)₂)發生作用，生成碳酸鈣(CaCO₃)化合物，由於碳酸鈣具微酸性，容易析出形成白樺現象，並降低混凝土鹼性環境。當混凝土漿體之 pH 值降到 9 以下，鋼筋表面之鈍態膜將失去對鋼筋保護的作用，鋼筋甚易發生腐蝕行為。混凝土因中性化導致鋼筋腐蝕，其化學反應過程可分為下列二階段完成；

(1)中性化過程：



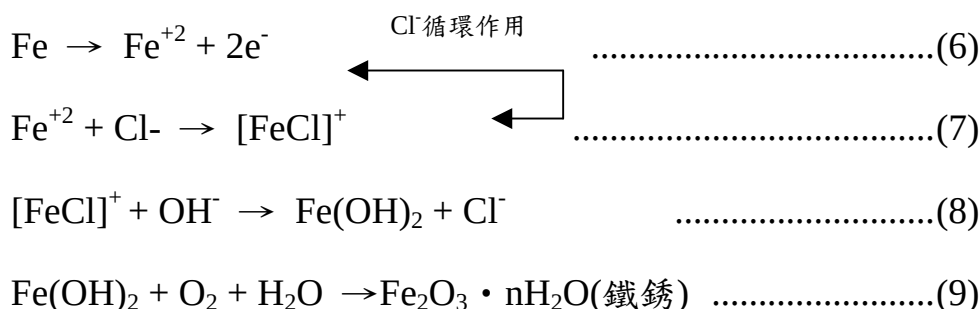
(2)鋼筋腐蝕過程：



2. 氯離子之侵蝕

氯離子(Cl⁻)對鋼筋之侵蝕乃是 Cl⁻會破壞鋼筋表面的鈍態保護膜，造成鐵離子(Fe⁺²)的溶出，並生成水溶性的氯化鐵(FeCl₂)錯合

物。氯化鐵錯合物會溶解且離開鋼筋的表面，擴散進入混凝土的孔隙溶液中，與氫氧根離子(OH⁻)反應生成 Fe(OH)₂，同時釋放出 Cl⁻，Fe(OH)₂ 會進一步與氧、水反應生成鐵銹。上述一連串的反应，鋼筋將不斷地產生腐蝕反應，使鐵離子溶出離開鋼筋表面，且由於反應中會再度釋放出 Cl⁻，使得 Cl⁻可以反覆不斷地參與腐蝕反應，其侵蝕機理與反覆過程如下：



3. 混凝土之龜裂

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

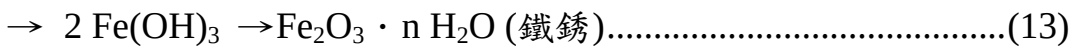
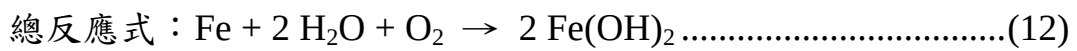
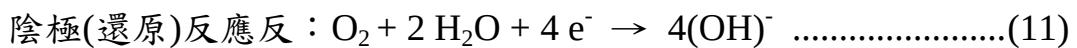
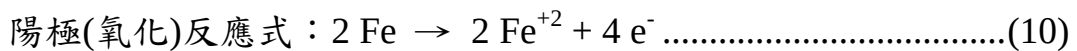
4. 材料與施工品質

混凝土之品質與建造材料及施工作業有很大的關係，施工前對材料之檢測與品管是必要的。如使用活性骨材、含氯化物之材料(諸如添加 CaCl₂ 摻料，海砂等)、水泥中 C₃A 或鹼含量過高時，均可能造成鋼筋混凝土結構物嚴重劣化、腐蝕。

2.2.2 鋼筋之腐蝕

混凝土在水泥水化過程中，孔隙溶液因含有鈉(Na)、鉀(K)等鹼性物質以及飽和的氫氧化鈣溶液，致使混凝土漿體之 pH 值維持在 13 左

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



目前國內有關棧橋式碼頭維護作業之規定或研究，包括交通部基隆港務局、交通部高雄港務局及本所「高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究」、「交通部港灣構造物安全檢測與評估之研究」等，其內容概述或摘要列如表 1 至表 4 所示。

表 1 基隆港務局港埠設施維護檢修作業規定棧橋式碼頭檢測項目

類別	檢測項目	四月定檢	十月定檢	特別檢查
基礎岸壁結構	基礎穩固沖失下陷	√		
基礎岸壁結構	基樁損壞	√		
基礎岸壁結構	梁版損壞	√		
碼頭面類	冠牆破損裂紋	√	√	
碼頭面類	緣石破損裂紋	√	√	
碼頭面類	碼頭面破損下陷不平積水裂紋	√	√	
碼頭面類	繫船柱鬆動破損	√	√	
碼頭面類	護舷設備是否適合泊船	√	√	
碼頭面類	水溝暢通溝壁完整溝蓋破損欠缺	√	√	
碼頭面類	步梯破損欄杆傾斜破爛	√	√	
測量類	碼頭沉陷量測			√

表 2 「高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究」棧橋式碼頭檢測項目

位置	檢測項目
基樁結構	結構裂縫破損拱起老化鋼筋腐蝕
上部結構	腐蝕
附屬設施	損壞情形

表 3 「港灣構造物安全檢測與評估之研究」棧橋式碼頭檢測項目及方法

檢測項目	檢測方法
碼頭面版強度及混凝土性質	主要以利用混凝土強度試錘為主
鋼管基樁潮間帶腐蝕及海下腐蝕	
基樁基礎淘刷	以人工直接目視為主
陰極防蝕塊損耗	
碼頭靠船速度或撞擊震動監測等	以現地裝置設定之測速儀及振動反應監測器測定

表 4 交通部高雄港務局鋼板(管)樁碼頭水下檢測工作規則

檢測項目	檢測方法	
	一般檢測	詳細檢測
防蝕電位檢測	分為水平及垂直方向檢測兩種 檢測頻率：每年一次	分為水平及垂直方向檢測兩種 檢測頻率：每五年一次或發現電位有不足之慮時。
水下混凝土與鋼材檢測	通常採目視檢測，根據觀察結果，判斷是否有必要進行更進一步的詳細檢測與調查。 如損壞嚴重經評估需詳細檢查時則需進行詳細檢查。 檢測頻率：每年一次	以目視加上以尺量度之方法了解鋼筋混凝土、鋼材及防蝕塊之情形。 檢測頻率：每五年一次。
鋼材厚度檢測	針對鋼板(管)樁進行 檢測頻率：每五年一次。	
特別檢測	於颱風、地震等災害後，或碼頭營運中發生重大事故及施工不當等人為破壞後，當構造物的安全或營運功能有虞慮時辦理特別檢測。檢測方式應比照詳細檢測辦理。	

第三章 研究方法與進行步驟

3.1 調查範圍

本研究將對臺中港及蘇澳港共 30 座棧橋式碼頭之鋼筋混凝土面版底部、梁及基樁進行目視檢測，並觀察護坡現況。調查範圍包括臺中港 5A 至 35 號碼頭之 24 座棧橋式碼頭及蘇澳港 6、7 及 10 至 13 號碼頭等 6 座碼頭，共計調查 30 座棧橋式碼頭。

3.2 棧橋式碼頭基本資料蒐集

包括隸屬港口，碼頭編號，碼頭長度、縱深，船隻靠泊水深；碼頭用途（靠泊船隻屬性），如為穀類碼頭、雜散貨輪碼頭、化學品、油品碼頭或貨櫃碼頭…等。

3.3 進行步驟

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。

調查結果將提供碼頭本體設施維護管理系統建置資料庫，以利於日後現地人員檢測及管理自動化作業。

第四章 結果與討論

表 5 為臺中港現有 50 座碼頭之基本資料，包括各碼頭用途、長度、寬度、碼頭前水深及結構型式、上部均佈荷重等，主要結構型式為棧橋式碼頭（共 41 座，佔全部碼頭之 82%）及沉箱式碼頭（共 9 座，佔全部碼頭之 18%）兩種。

表 6 為蘇澳港現有 13 座碼頭之基本資料，包括各碼頭用途、長度、寬度、碼頭前水深及結構型式、上部均佈荷重等，主要結構型式為棧橋式碼頭（共 6 座，佔全部碼頭之 46%）及沉箱與直立消波式等重力式碼頭（共 7 座，佔全部碼頭之 54%）兩種。

表 5 臺中港現有碼頭基本資料-1

碼頭 編號	用途	長度 (m)	寬度 (m)	設計水深 (m)	碼頭結構	均佈荷重 (t/m ²)	備註
1	穀類	250	20.0	-13.0	沉箱式	3.0	
2	油品	250	20.0	-13.0	沉箱式	3.0	
3	穀類	250	20.0	-13.0	沉箱式	3.0	
4	液體	200	20.0	-11.0	沉箱式	3.0	
4A	水泥	185	20.0	-9.0	沉箱式	3.0	
5A	雜貨	220	23.5	-11.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
5	雜貨	200	23.5	-11.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
6	雜貨	200	23.5	-11.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
7	雜貨	200	23.5	-11.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
8	雜貨	200	23.5	-11.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
8A	雜貨	260	23.5	-11.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
9	貨櫃	260	27.0	-14.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
10	貨櫃	320	27.0	-13.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
11	貨櫃	320	27.0	-13.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
12	雜貨	200	24.0	-11.0	棧橋式	—	98年調查對象
13	雜貨	200	24.0	-11.0	棧橋式	—	98年調查對象
14	雜貨	180	15.75	-10.0	棧橋式	—	98年調查對象
15	雜貨	180	15.75	-10.0	棧橋式	—	98年調查對象
19A	客運	214		-9.0	棧橋式		
20	雜貨	180	15.75	-10.0	棧橋式	—	
21	雜貨	180	15.75	-10.0	棧橋式	—	
22	雜貨	180	23.5	-11.0	棧橋式	2.0	98年調查對象
23	雜貨	180	20.0	-10.0	沉箱式	—	
24	雜貨	180	20.0	-10.0	沉箱式	—	
25	雜貨	400	20.0	-11.0	沉箱式	—	
26	水泥	200	24.0	-11.0	棧橋式	—	98年調查對象
27	水泥	200	24.0	-11.0	棧橋式	—	98年調查對象

表 5（續）臺中港現有碼頭基本資料-2

碼頭 編號	用途	長度 (m)	寬度 (m)	設計水深 (m)	碼頭結構	均佈荷重 (t/m ²)	備註
28	水泥	145	24.0	-11.0	棧橋式	—	98年調查對象
29	大宗	250	27.0	-14.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
30	大宗	320	32.0	-14.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
31	貨櫃	320	28.0	-14.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
32	貨櫃	320	28.0	-14.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
33	貨櫃	250	34.5	-14.0	棧橋式	2.0	98年調查對象
34	貨櫃	250	34.5	-14.0	棧橋式	2.0	98年調查對象
35	貨櫃	250	34.6	-14.0	棧橋式	3.0	98年調查對象
43	貨櫃	250	25.0	-14.0	棧橋式	3.0	
98	大宗	393	25.0	-16.0	棧橋式		
99	廢鐵	250	25.0	-12.0	棧橋式	3.0	
101	煤	340	25.0	-18.0	棧橋式	2.0	
102	煤	340	25.0	-18.0	棧橋式	2.0	
103	煤	290	25.0	-14.5	棧橋式	2.0	
104	煤	270	25.0	-14.0	棧橋式		
西1	管道	250	25.0	-13.0	沉箱式	—	
西2	管道	250	27.0	-14.0	棧橋式	—	
西3	管道	250	27.0	-14.0	棧橋式	3.0	
西4	管道	250	27.0	-14.0	棧橋式	3.0	
西5	管道	300	27.0	-14.0	棧橋式	3.0	
西6	管道	250	27.0	-14.0	棧橋式	3.0	
西7	管道	250	27.0	-14.0	棧橋式	3.0	
西13	管道	412	27.0	-14.0	棧橋式	3.0	

資料來源：交通臺中港務局

表 6 蘇澳港現有碼頭基本資料

碼頭 (#)	碼頭 用途	長度 (m)	寬度 (m)	水深(m)	型 式	備註
1	港 勤	210		-7.5	直立消波式（重力式）	
2	散雜貨	175		-11.0	直立消波式（重力式）	
3	散雜貨	215		-11.0	直立消波式（重力式）	
4	散雜貨	300		-11.0	沉箱式（重力式）	
5	散雜貨油品	200		-11.0	沉箱式（重力式）	
6	多用途	290	20.0	-15.0	直樁棧橋	98年調查對象
7	多用途	240	20.0	-13.0	直樁棧橋	98年調查對象
8	原 木	125		-7.5	直立消波式（重力式）	
9	原 木	125		-7.5	直立消波式（重力式）	
10	散雜貨	175	20.0	-9.0	直樁棧橋	98年調查對象
11	散雜貨	175	20.0	-9.0	直樁棧橋	98年調查對象
12	散雜貨	200	20.0	-9.0	直樁棧橋	98年調查對象
13	散雜貨	180	20.0	-9.0	直樁棧橋	98年調查對象

資料來源：交通基隆港務局蘇澳分局

本研究檢測之碼頭包含臺中港及蘇澳港共 30 座碼頭，其中臺中港為 5A、5、6、7、8、8A、9、10、11、12、13、14、15、22、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35 號碼頭，共 24 座碼頭。蘇澳港為 6、7、10、11、12、13 號碼頭，共 6 座碼頭。

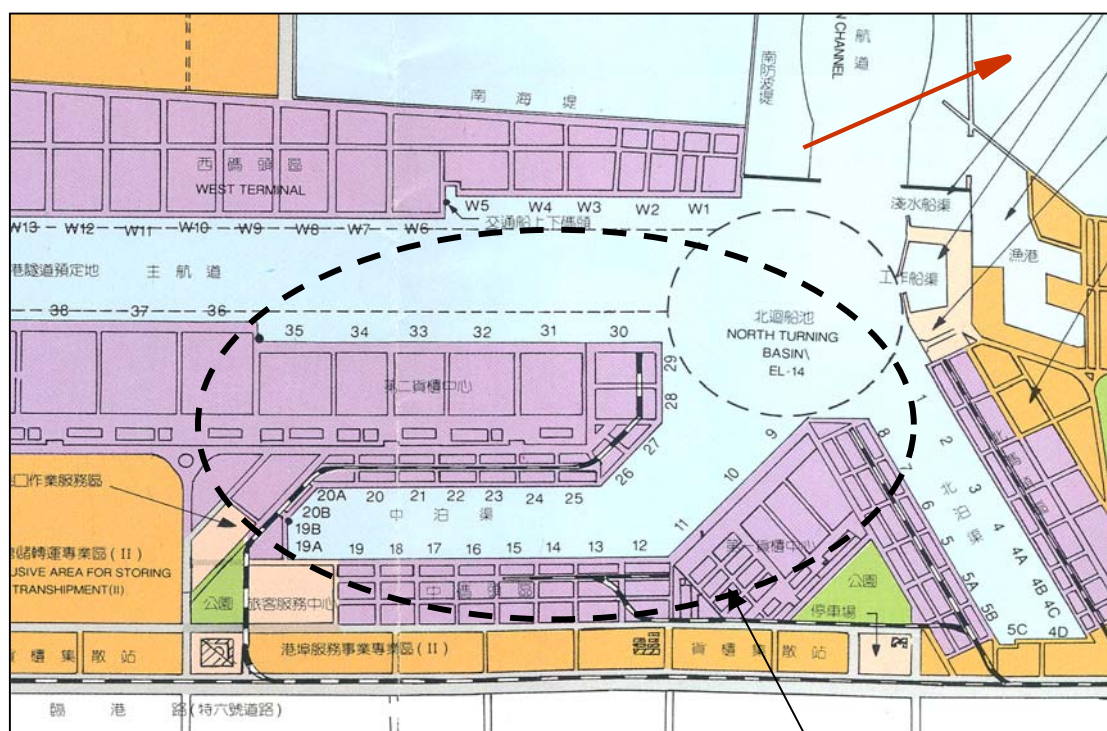
各碼頭調查結果分述如下：

4.1 臺中港 5A 號碼頭

本座碼頭全長 220 m，寬 23.5m，設計水深為-11.0 m，設計載重為 3.0 t/m^2 ，主要結構型式係以每排 8 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 2 及圖 3 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。建造時間約於民國 65 年，使用迄今已超過 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 4 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（16-2、16-3、19-3、19-4、25-1、28-1 等共 7 處）
- (2)梁：本座碼頭梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（09-4、16-2、16-3、16-8、19-3、19-4、22-1、23-4、25-1、27-8、31-6、32-4 等共 12 處）
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形之情形。
- (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 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，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超過 30 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。



調查位置

圖 2 臺中港棧橋式碼頭劣損調查碼頭位置

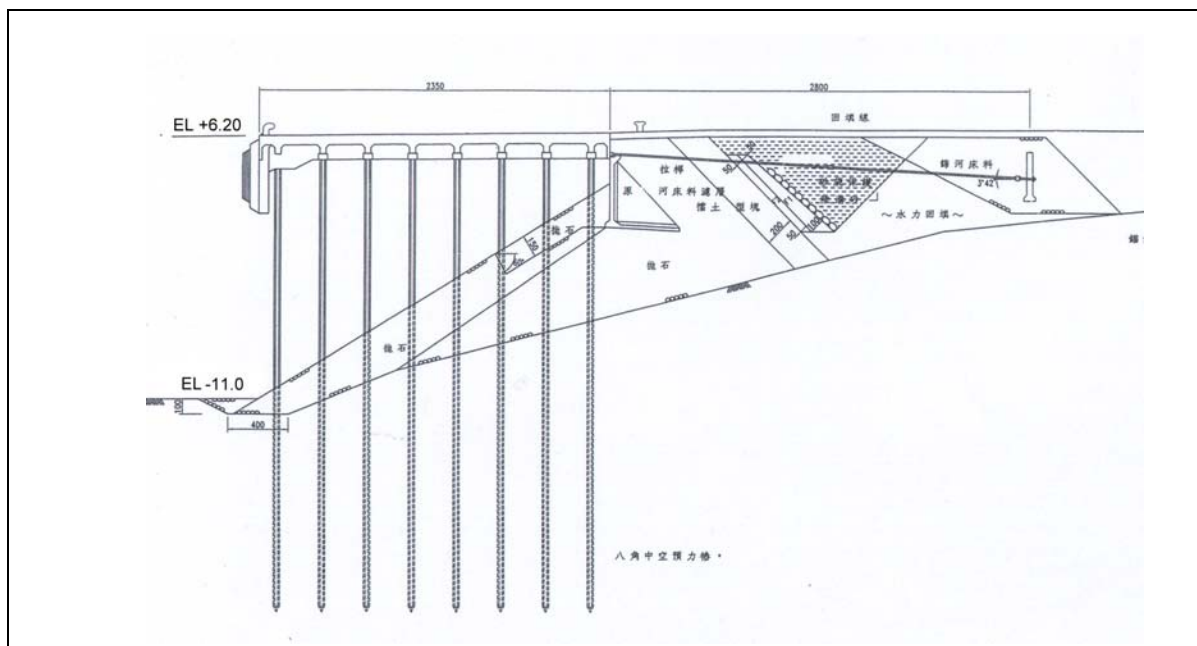


圖 3 臺中港 5A 號碼頭結構型式



圖 4 臺中港 5A 號碼頭調查照片-1

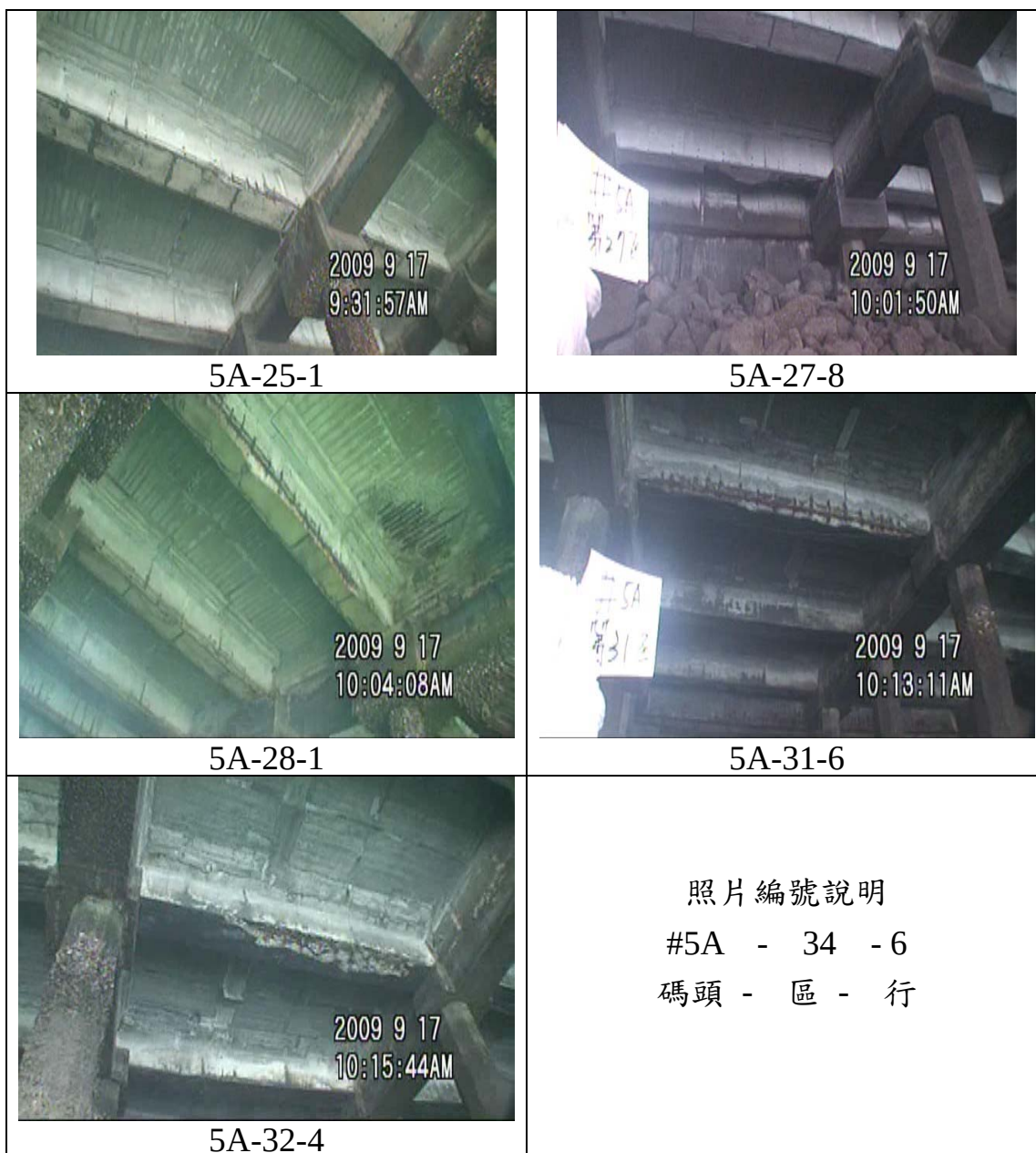


圖 4 (續 1) 臺中港 5A 號碼頭調查照片-2

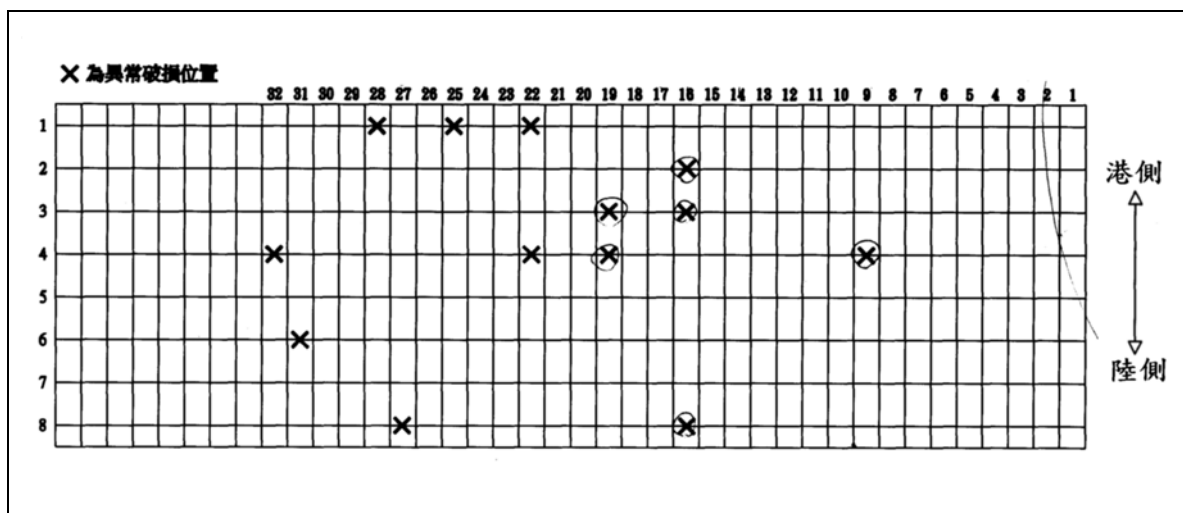


圖 5 臺中港 5A 號碼頭調查結果示意圖

4.2 臺中港 5 號碼頭

本座碼頭全長 200 m，寬 23.5m，設計水深為-11.0 m，設計載重為 3.0 t/m^2 ，主要結構型式係以每排 8 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 2 及圖 3 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。建造時間約於民國 65 年，使用迄今已超過 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 6 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版未發現明顯劣損情形。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（03-5、04-2、07-5、12-5、13-2、15-3、20-5、21-5、23-4、27-2、27-5、28-5、31-5、33-5、34-6 等 15 處）
- (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 7 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 5 號碼頭。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 6 臺中港 5 號碼頭調查照片-1



圖 6 (續) 圖 6 臺中港 5 號碼頭調查照片-2

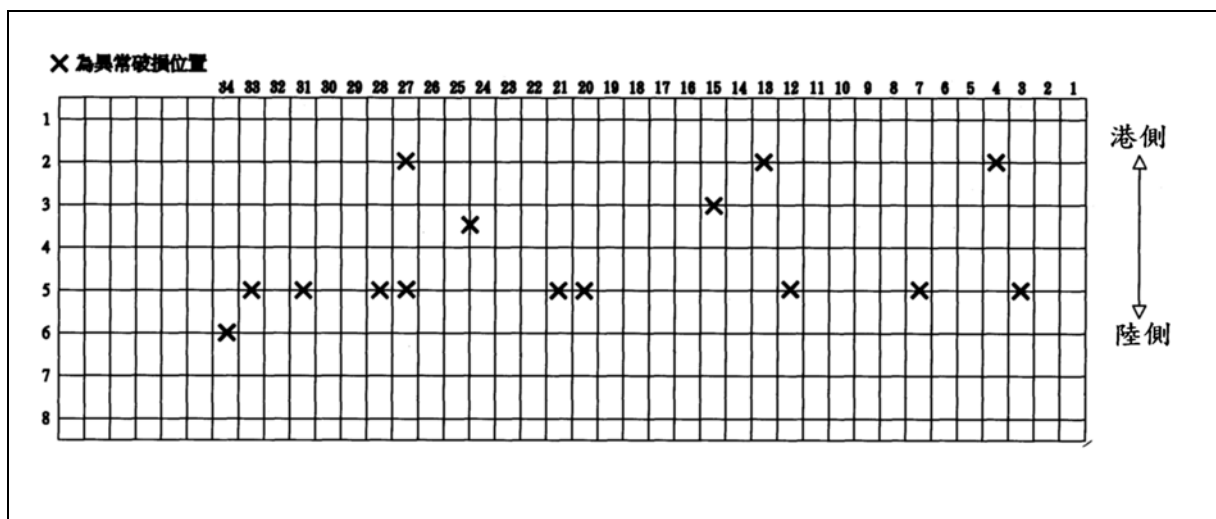


圖 7 臺中港 5 號碼頭調查結果示意圖

4.3 臺中港 6 號碼頭

本座碼頭全長 200 m，寬 23.5m，設計水深為-11.0 m，設計載重為 3.0 t/m^2 ，主要結構型式係以每排 8 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 2 及圖 3 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。建造時間約於民國 65 年，使用迄今已超過 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 8 所示。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情形。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（01-4、03-2、10-1、15-3、25-2、30-3、30-4、31-1、31-4、32-2、32-3、32-5、33-3、33-4、33-5 等 15 處）
- (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 9 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 5 號碼頭。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。

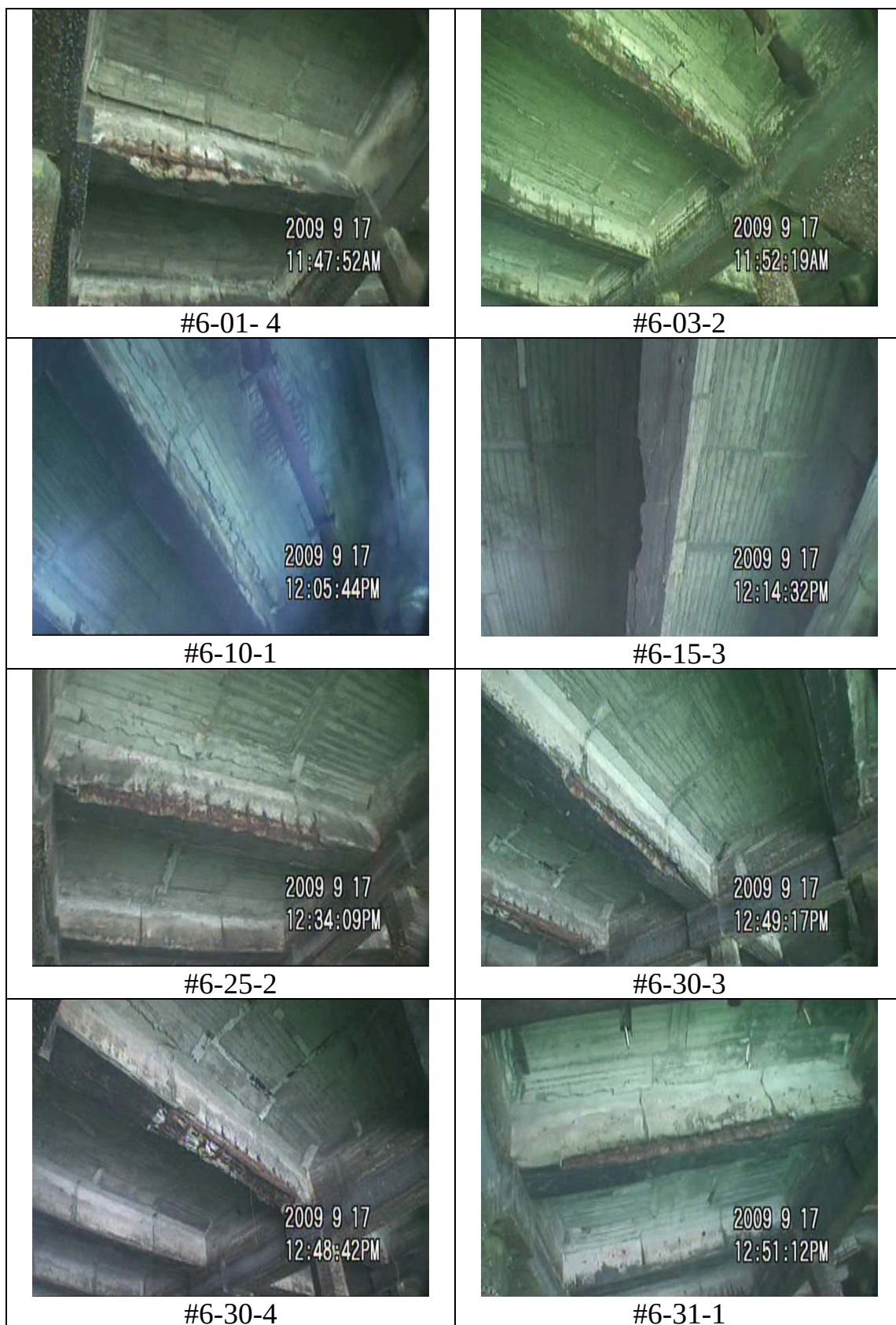


圖 8 臺中港 6 號碼頭調查照片-1



圖 8 (續) 臺中港 6 號碼頭調查照片-2

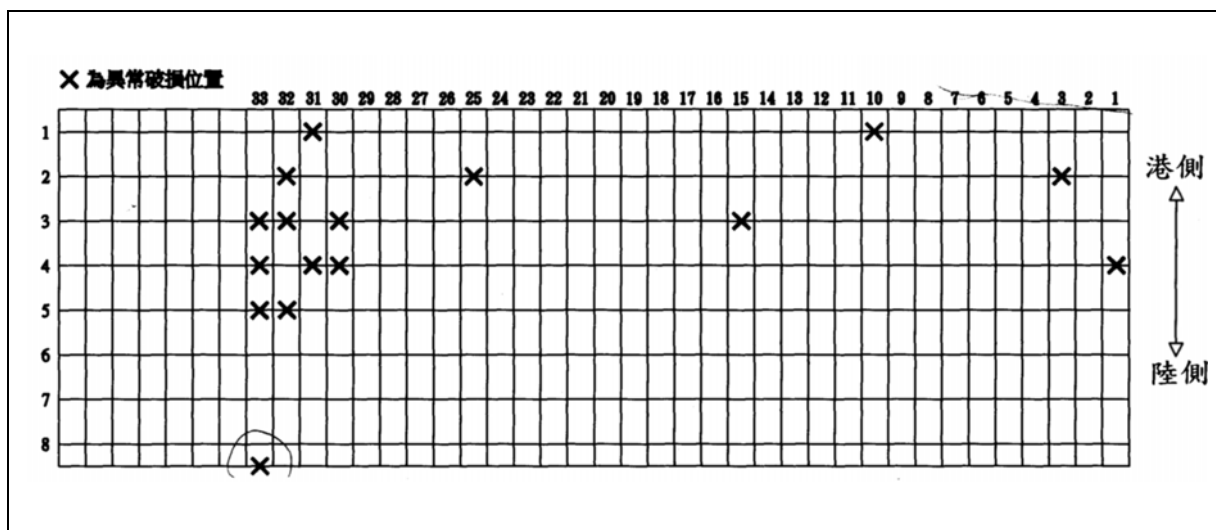


圖 9 臺中港 6 號碼頭調查結果示意圖

4.4 臺中港 7 號碼頭

本座碼頭全長 200 m，寬 23.5m，設計水深為-11.0 m，設計載重為 3.0 t/m^2 ，主要結構型式係以每排 8 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 2 及圖 3 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。建造時間約於民國 65 年，使用迄今已超過 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 10 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版除編號 24-1 一處發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露外，其餘未發現明顯劣損情形。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（01-3、01-4、02-4、04-8、06-2、06-8、07-1、07-3、08-2、08-3、09-3、09-4、10-2、10-3、12-4、13-3、15-2、16-3、18-4、18-5、19-2、20-2、20-3、20-7、21-3、21-4、21-6、22-4、23-2、23-8、24-1、26-5、28-2、28-3、31-3、31-5、31-6、32-2、32-4、32-5、33-3、33-6、33-8、34-3、34-4、34-8 等 46 處）
- (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 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 5 號碼頭。本座碼頭面版及梁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 10 臺中港 7 號碼頭調查照片-1

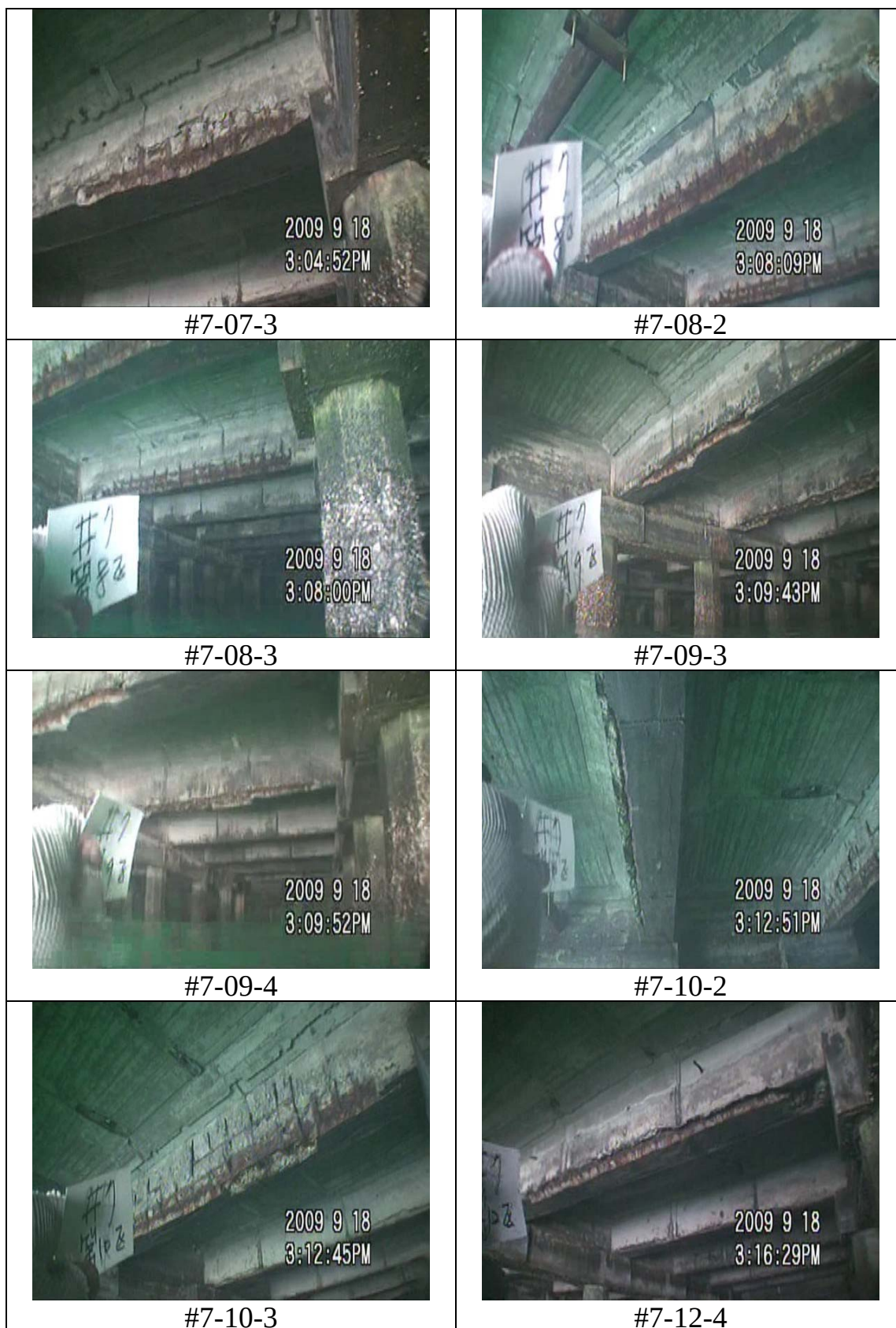


圖 10 (續 1) 臺中港 7 號碼頭調查照片-2

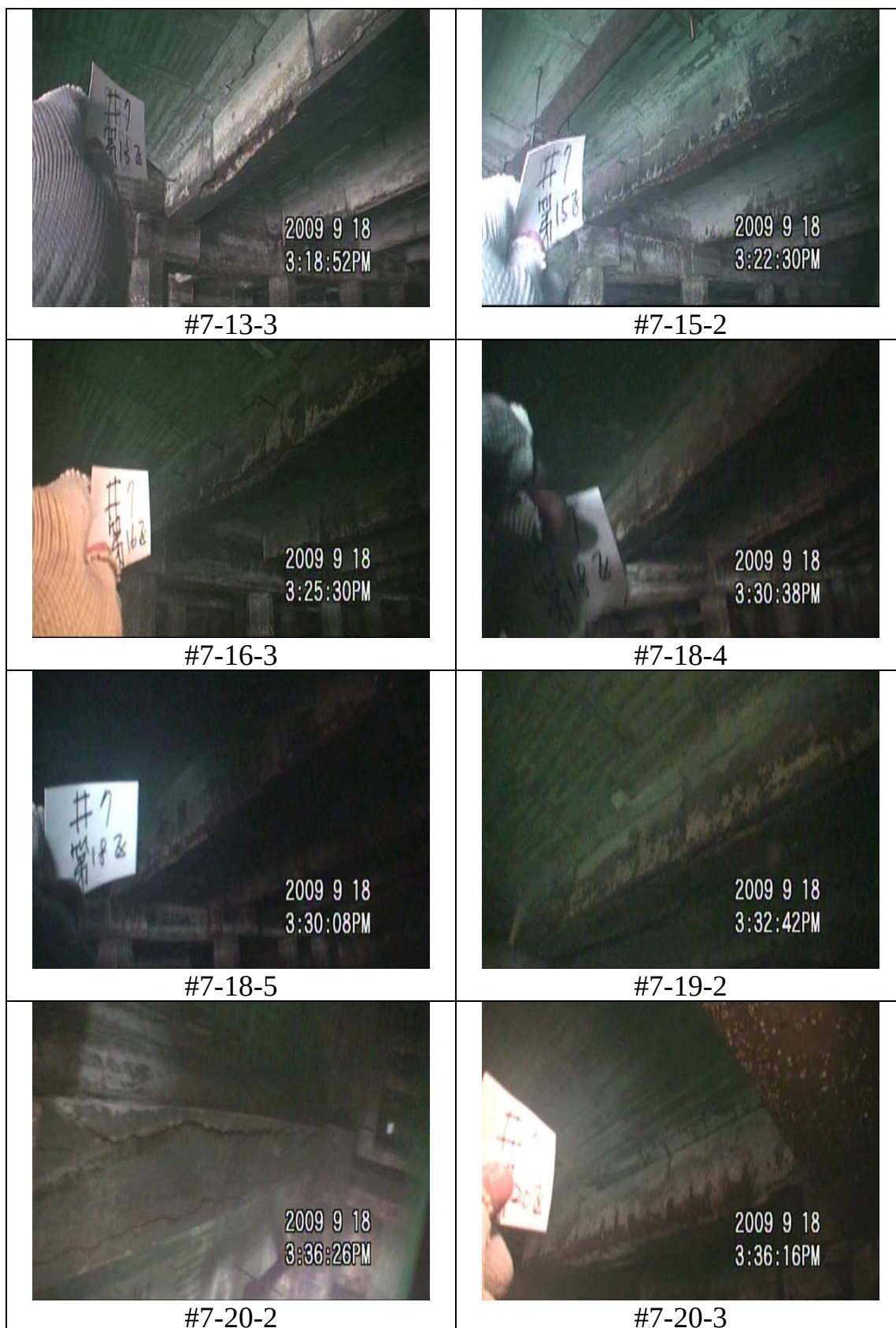


圖 10 (續 2) 臺中港 7 號碼頭調查照片-3

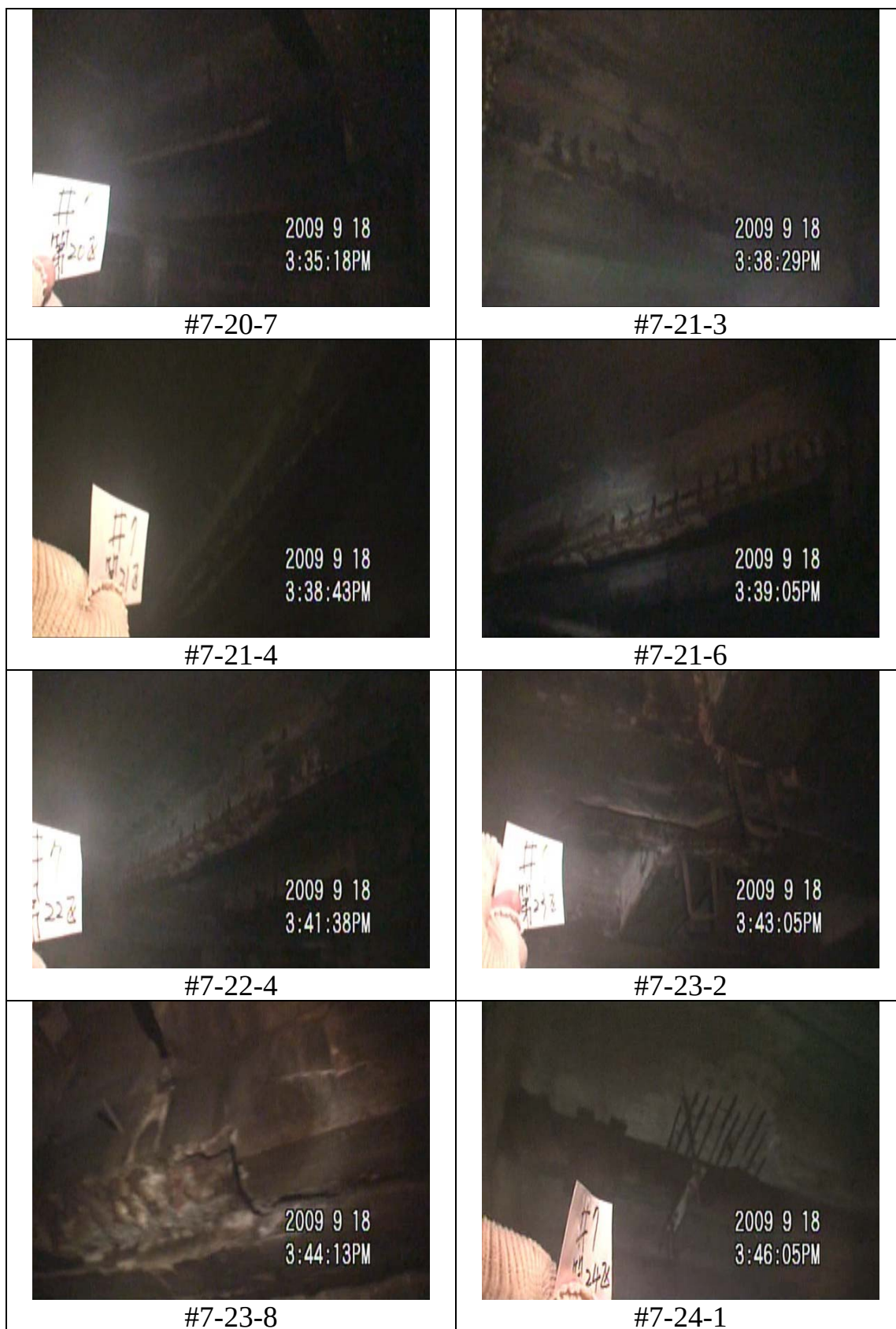


圖 10 (續 3) 臺中港 7 號碼頭調查照片-4

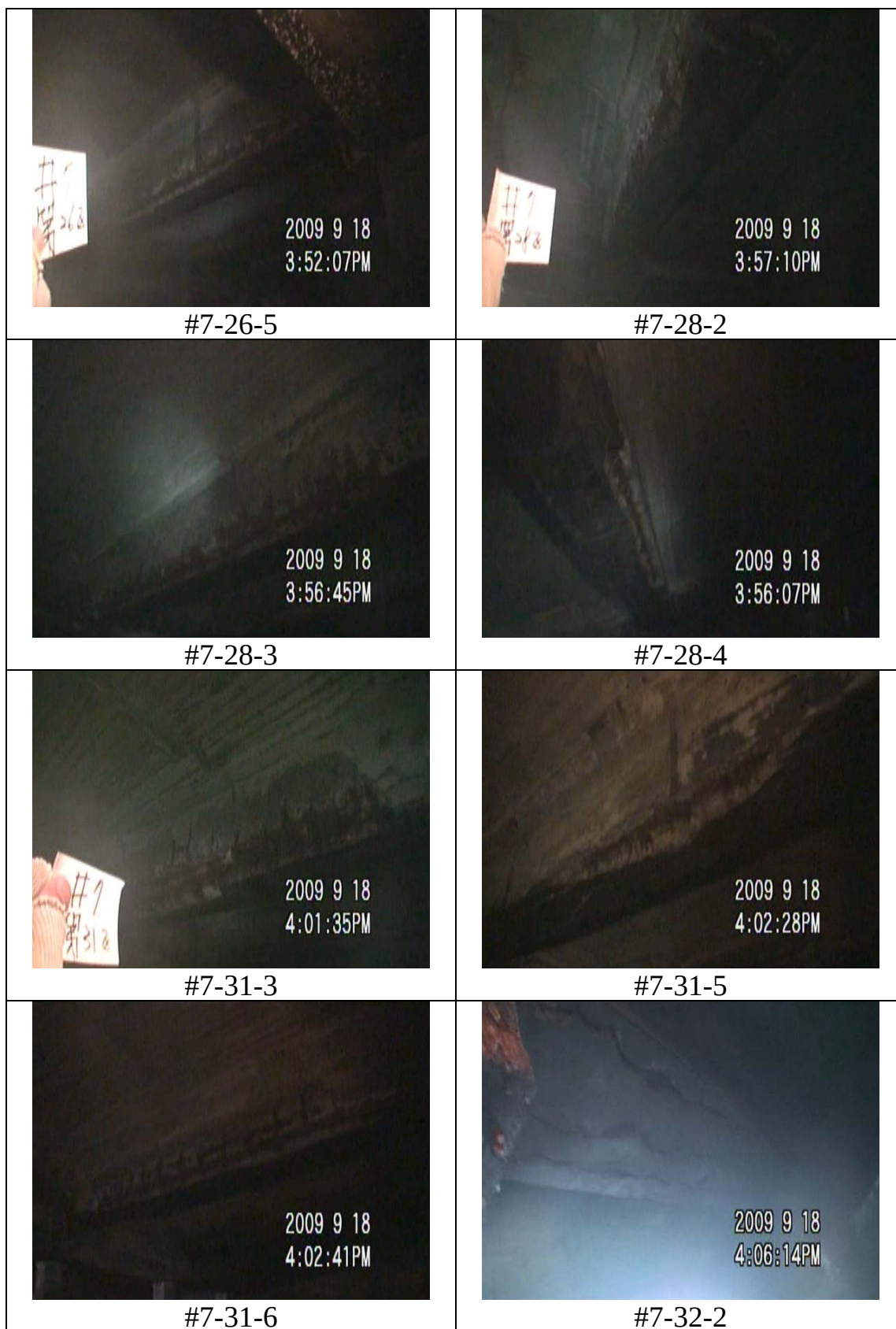


圖 10 (續 4) 臺中港 7 號碼頭調查照片-5



圖 10 (續 5) 臺中港 7 號碼頭調查照片-6

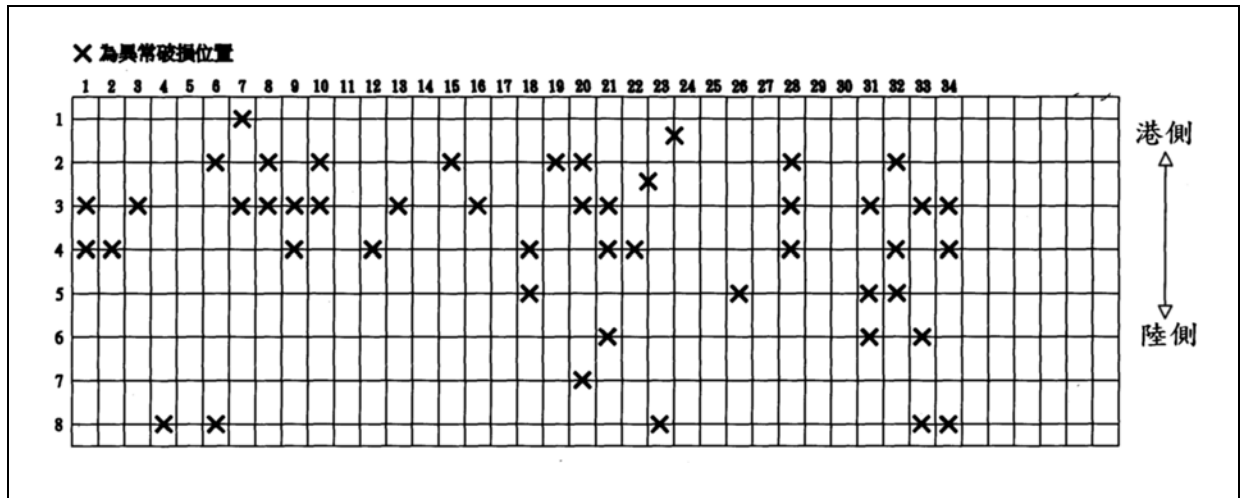


圖 11 臺中港 7 號碼頭調查結果示意圖

4.5 臺中港 8 號碼頭

本座碼頭全長 200 m，寬 23.5m，設計水深為-11.0 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，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 2 及圖 3 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。建造時間約於民國 65 年，使用迄今已超過 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 12 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版除編號 15-3、16-4、21-1、22-4 等 4 處發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露外，其餘未發現明顯劣損情形。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-3、01-4、01-5、01-6、06-2、01-8、02-2、02-5、03-5、03-6、04-2、04-3、04-4、05-4、05-5、07-2、07-3、07-8、09-4、17-8、21-1、22-3、22-4、24-3、28-4、28-5、31-6、33-3 等 28 處）
- (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 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 5 號碼頭。本座碼頭面版及梁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 12 臺中港 8 號碼頭調查照片-1



圖 12 (續 1) 臺中港 8 號碼頭調查照片-2



圖 12 (續 2) 臺中港 8 號碼頭調查照片-3



圖 12 (續 3) 臺中港 8 號碼頭調查照片-4

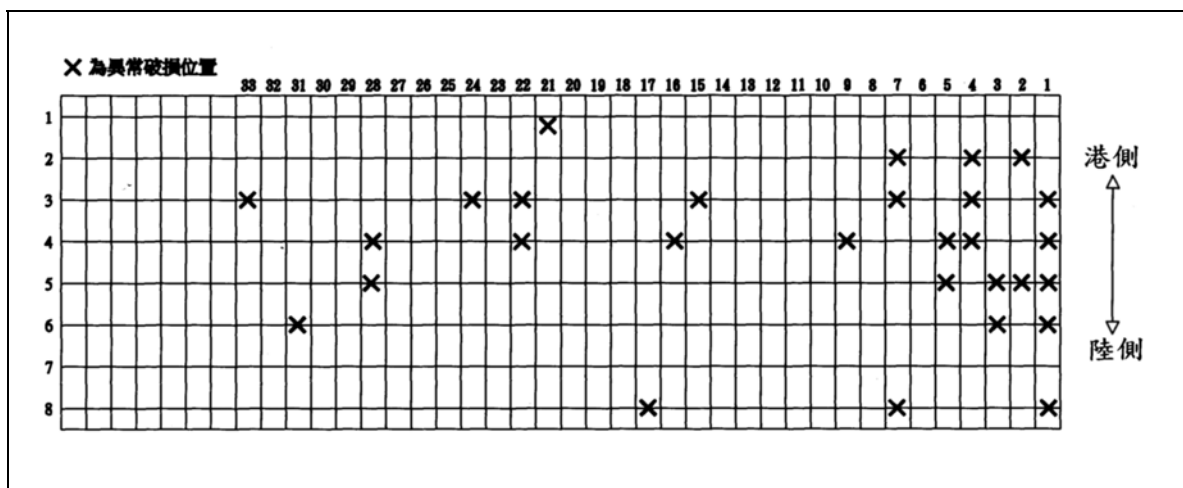


圖 13 臺中港 8 號碼頭調查結果示意圖

4.6 臺中港 8A 號碼頭

本座碼頭全長 260 m，寬 23.5m，設計水深為-11.0 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，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 2 及圖 3 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。建造時間約於民國 65 年，使用迄今已超過 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 14 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 04-7、05-5、05-8、06-6、07-1、08-1、09-1、09-8、12-1、15-1、16-1、18-1、21-1、23-4、23-5、23-7、23-8、27-2、27-8、28-2、28-4、34-2、34-8、38-1、39-2、40-2、40-7、40-8、41-1、41-8、43-3、43-6、44-8、45-1、45-3、45-4 等 36 處）。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 02-4、05-1、05-4、05-5、05-8、06-1、07-3、08-5、09-2、13-3、14-2、14-4、19-3、20-1、20-6、21-5、22-3、22-8、23-1、23-2、25-3、28-1、30-1、31-1、32-1、32-8、33-3、37-8、40-4、41-3、42-7、44-3 等 32 處）。
- (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，在編號 19 區之處發現檔土設施有一破損現象。

圖 15 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 5 號碼頭。本座碼頭面版及梁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 14 臺中港 8A 號碼頭調查照片-1

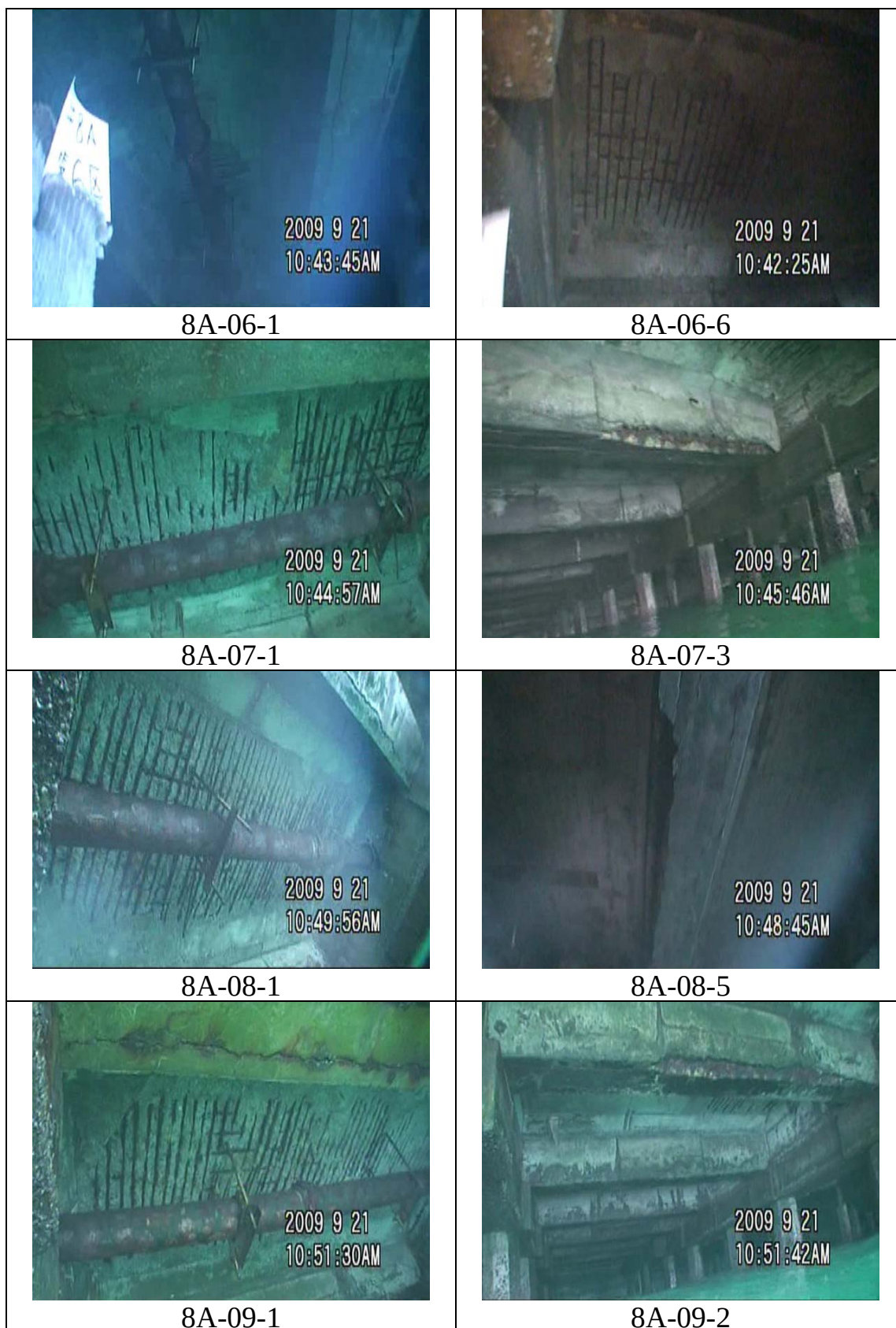


圖 14 (續 1) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-2

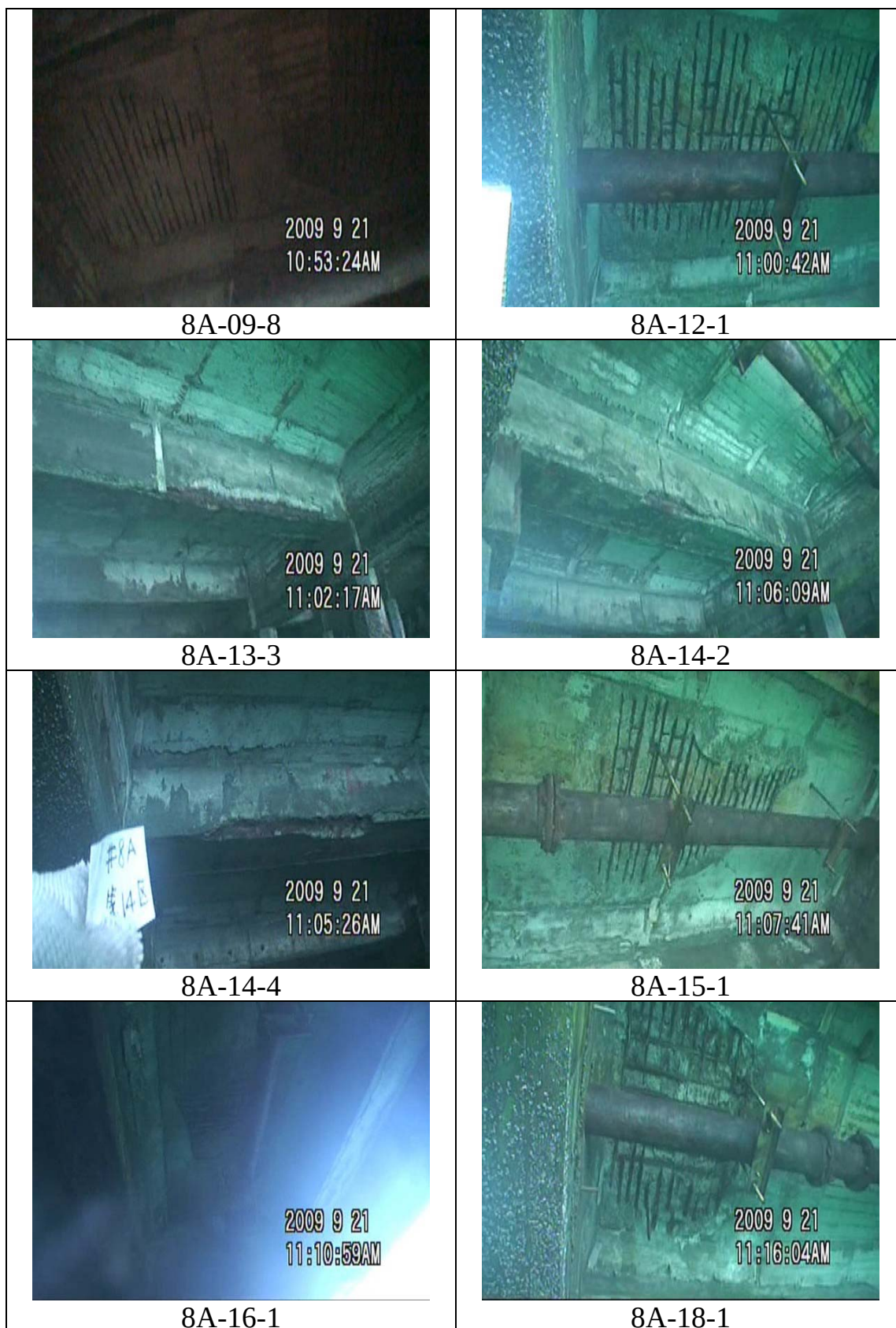


圖 14 (續 2) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-3



圖 14（續 3） 臺中港 8A 號碼頭調查照片-4

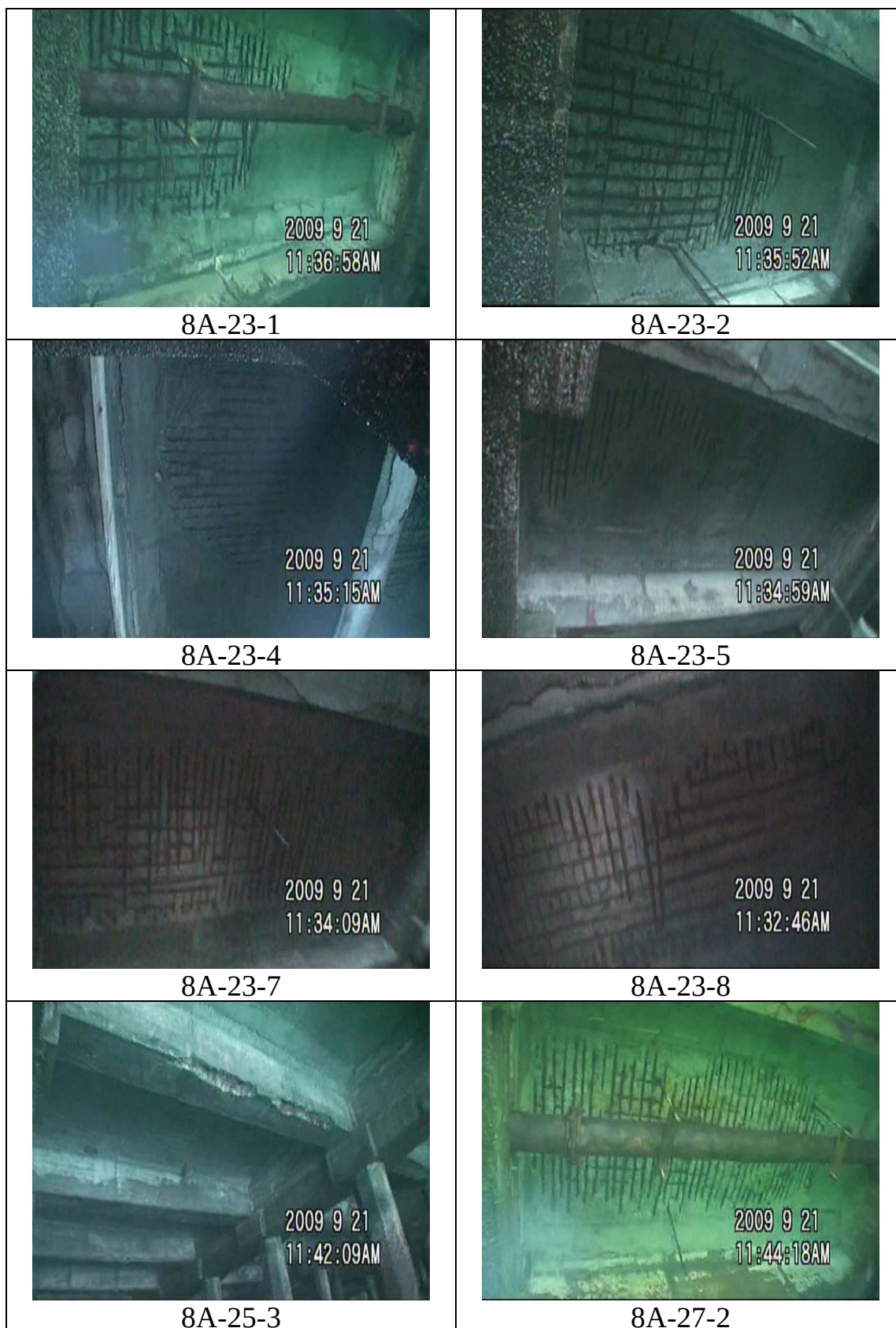


圖 14 (續 4) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-5

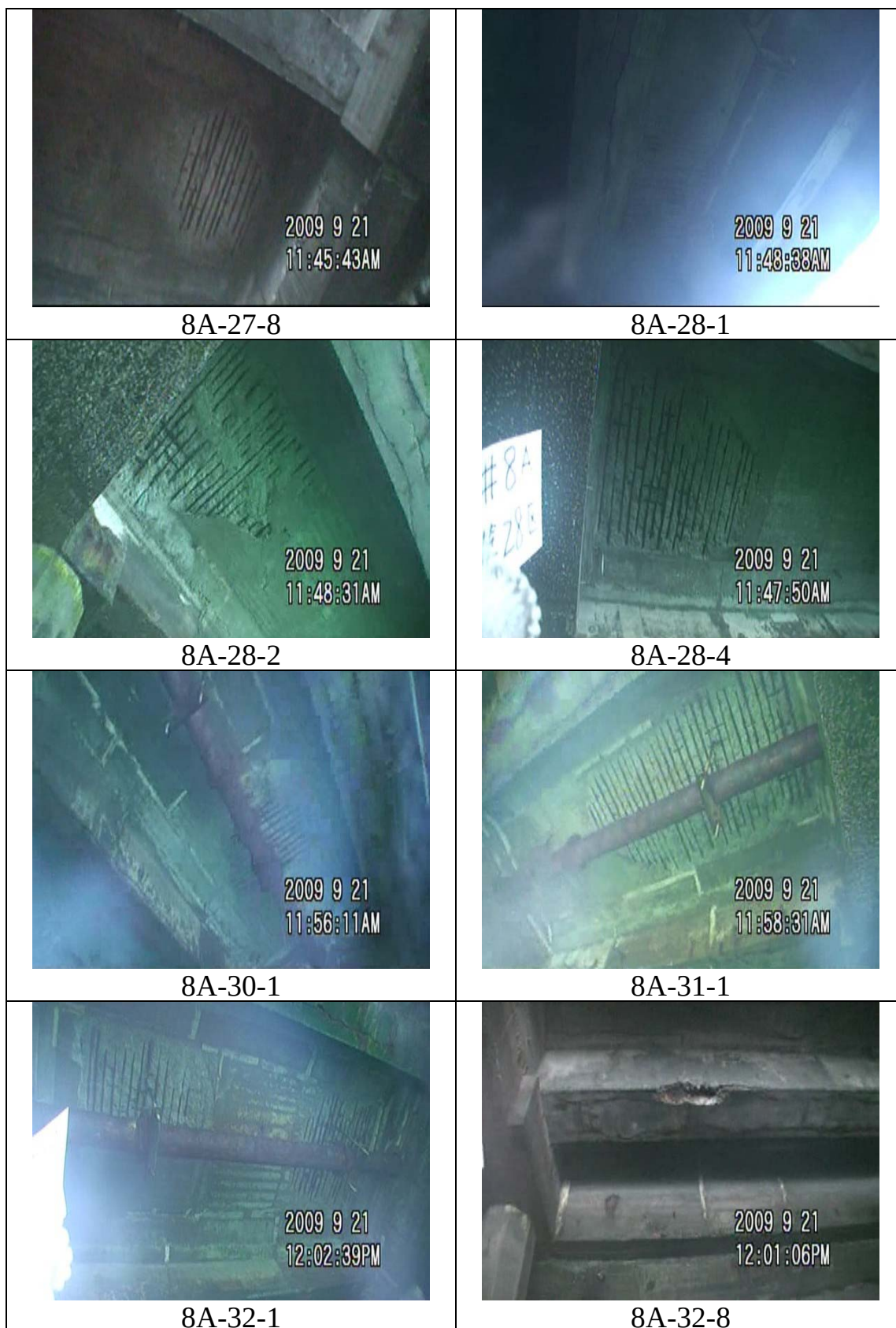


圖 14（續 5） 臺中港 8A 號碼頭調查照片-6

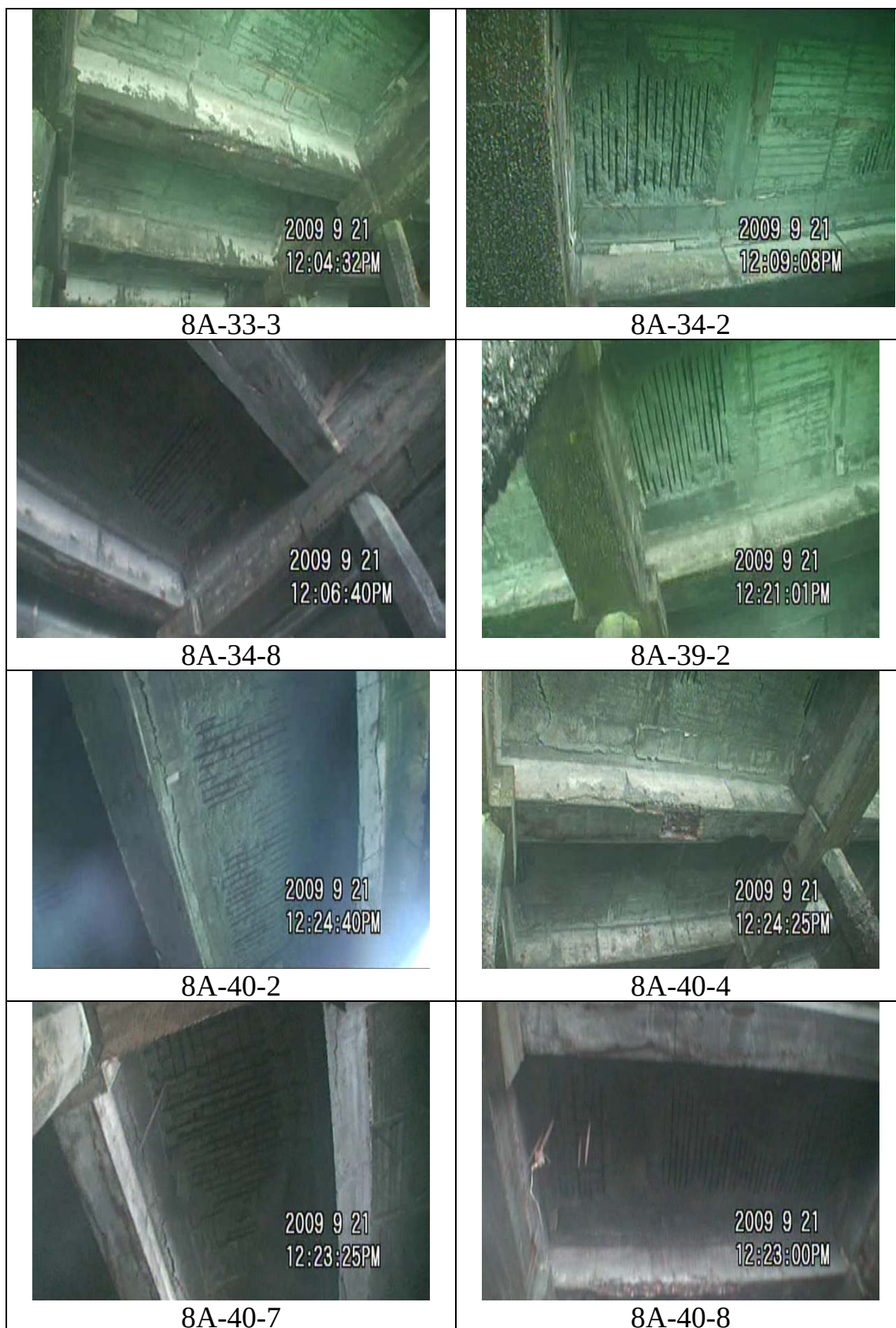


圖 14 (續 6) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-7



圖 14 (續 7) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-8

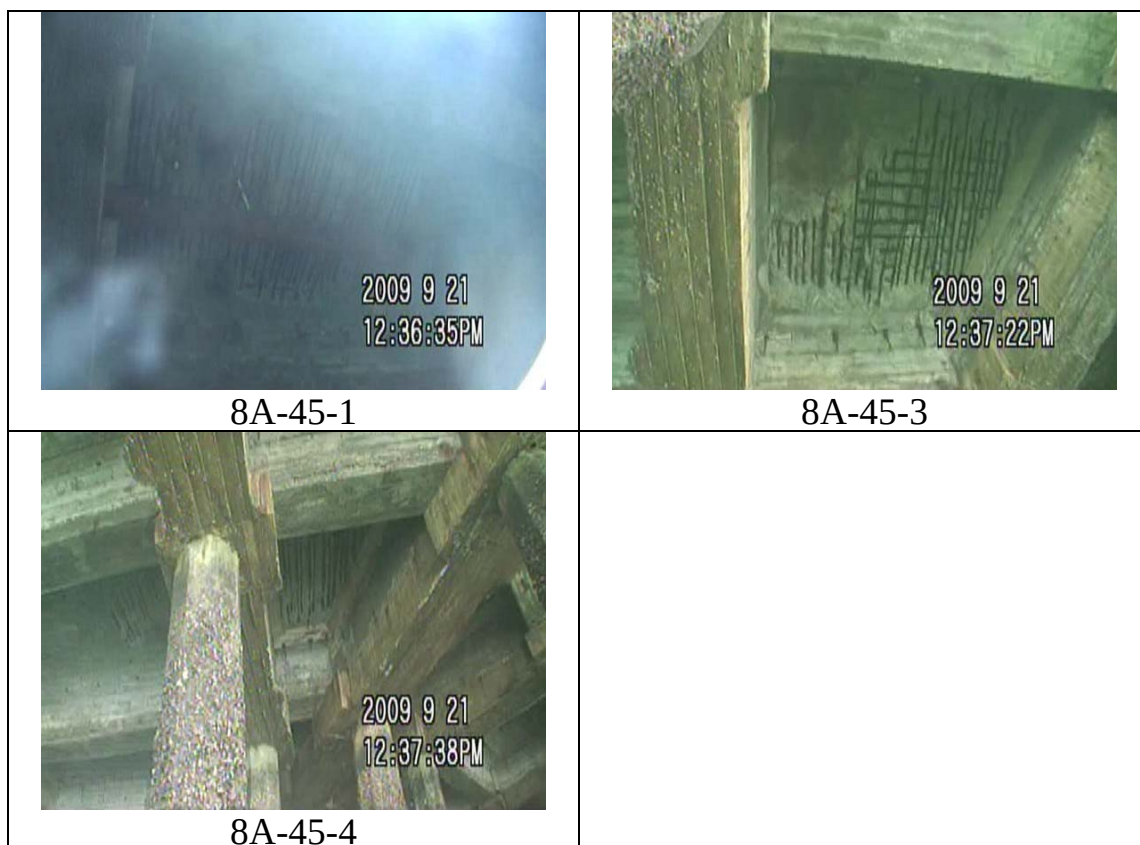


圖 14 (續 8) 臺中港 8A 號碼頭調查照片-9

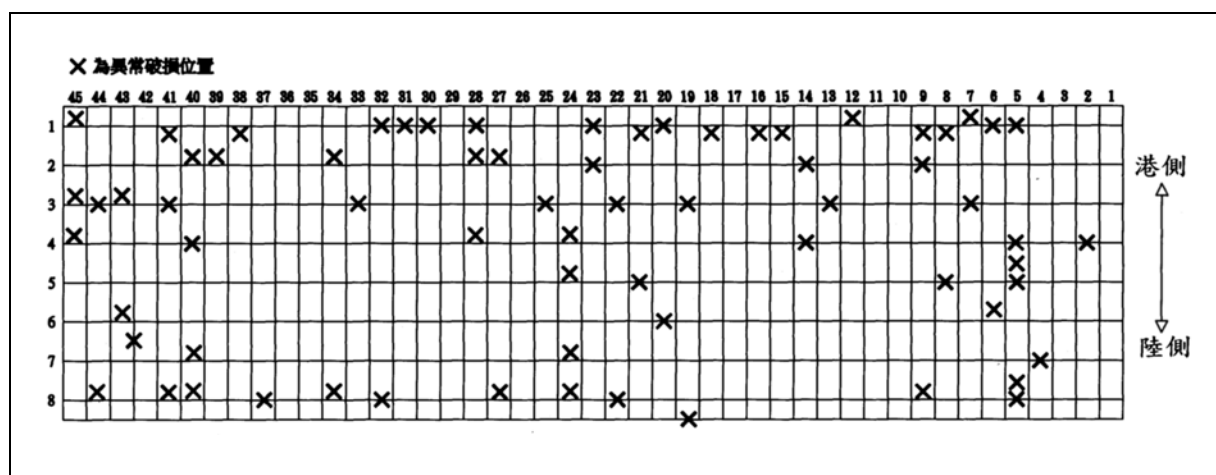


圖 15 臺中港 8A 號碼頭調查結果示意圖

4.7 臺中港 9 號碼頭

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 260 m，寬 27.0m，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 6 隻垂直之預力八角型空心樁及 4 隻斜樁支撐面版，後線打設 1 隻直樁及 2 隻斜樁之棧橋式結構。碼頭位置如圖 2 所示，結構型式如圖 16 所示，以靠泊貨櫃輪船為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 17 所示。

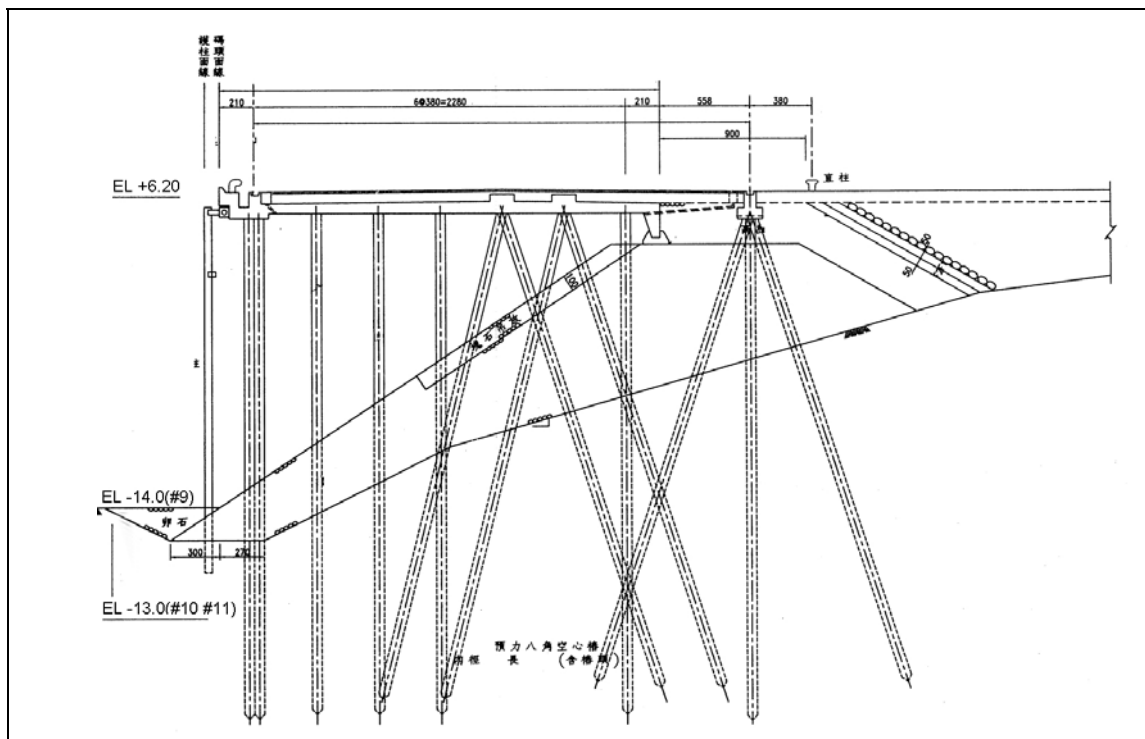


圖 16 臺中港 9-11 號碼頭結構型式

調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底部在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-3、01-4、02-2、02-3、02-4、02-5、02-7、22-4、23-3、44-4、54-4 等 11 處）。
- (2)梁：本座碼頭調查時，梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 02-6 共 1 處）。

(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 18 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 5 號碼頭。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 17 臺中港 9 號碼頭調查照片-1



圖 17（續）臺中港 9 號碼頭調查照片-2

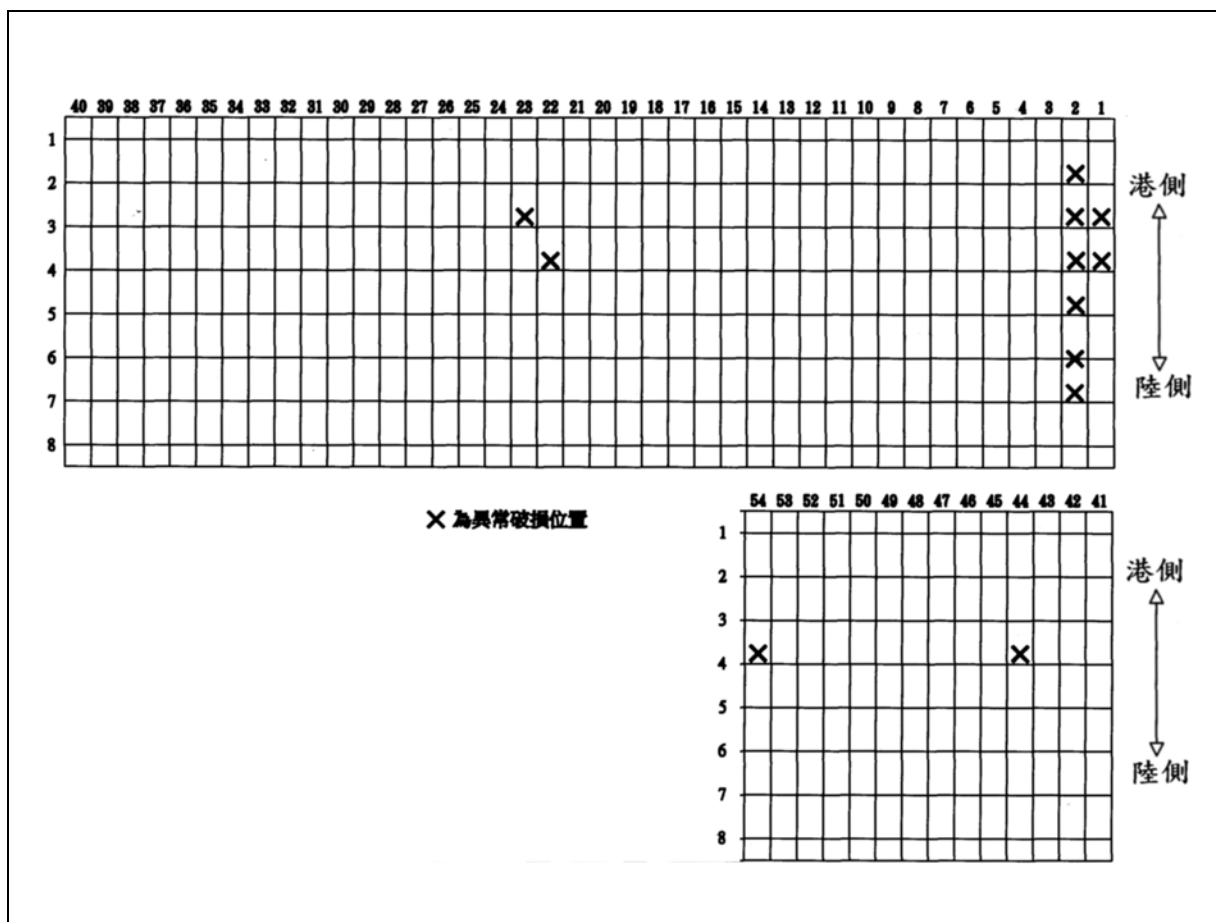


圖 18 臺中港 9 號碼頭調查結果示意圖

4.8 臺中港 10 號碼頭

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 320 m，寬 27.0m，設計水深為-13.0 m，設計載重為 3.0 t/m^2 ，主要結構型式係以每排 6 隻直樁及 4 隻斜樁支撐面版，後線打設 1 隻直樁及 2 隻斜樁之棧橋式結構。碼頭位置如圖 2 所示，結構型式如圖 16 所示，以靠泊貨櫃船隻為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 19 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 06-6、24-4、46-6 等 3 處）
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 06-2、06-3 等 2 處）
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形之情形。
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形

圖 20 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 5 號碼頭。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。

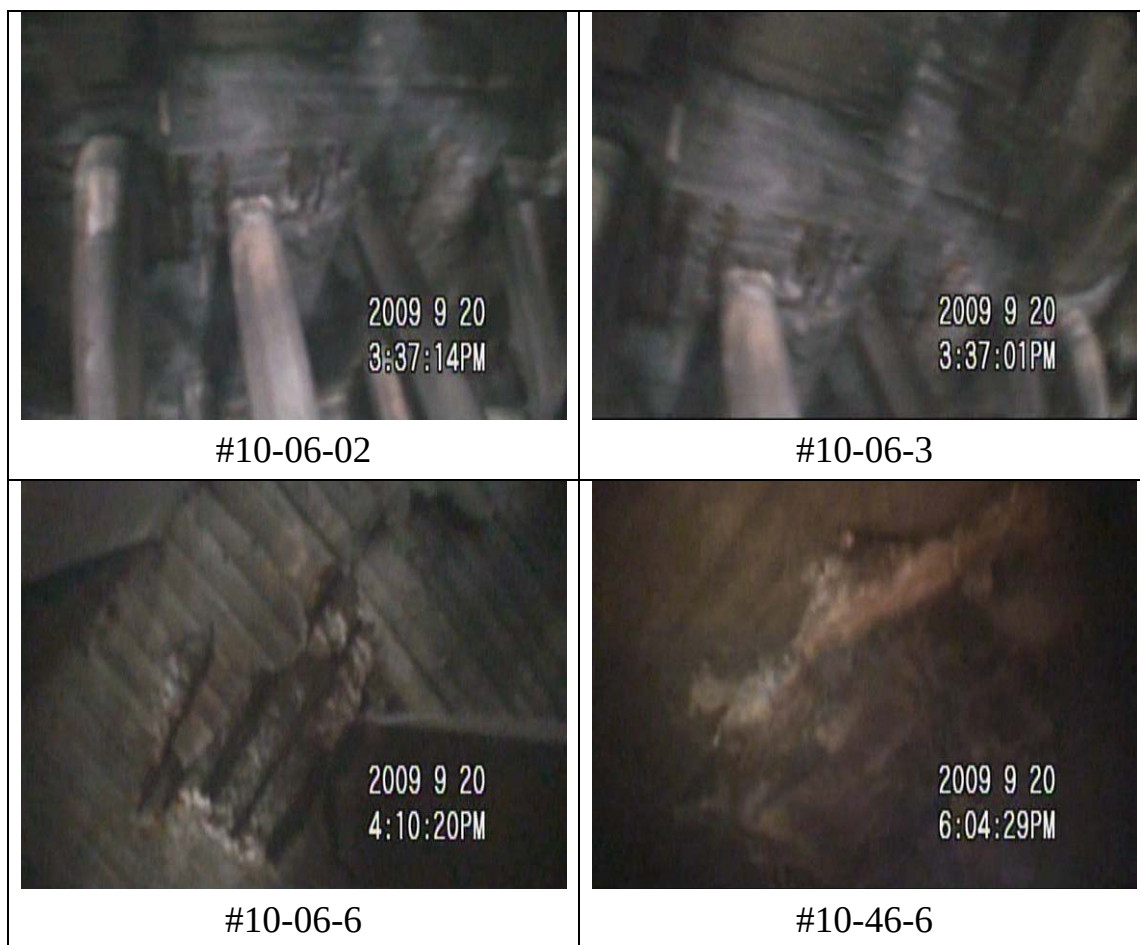


圖 19 臺中港 10 號碼頭調查照片

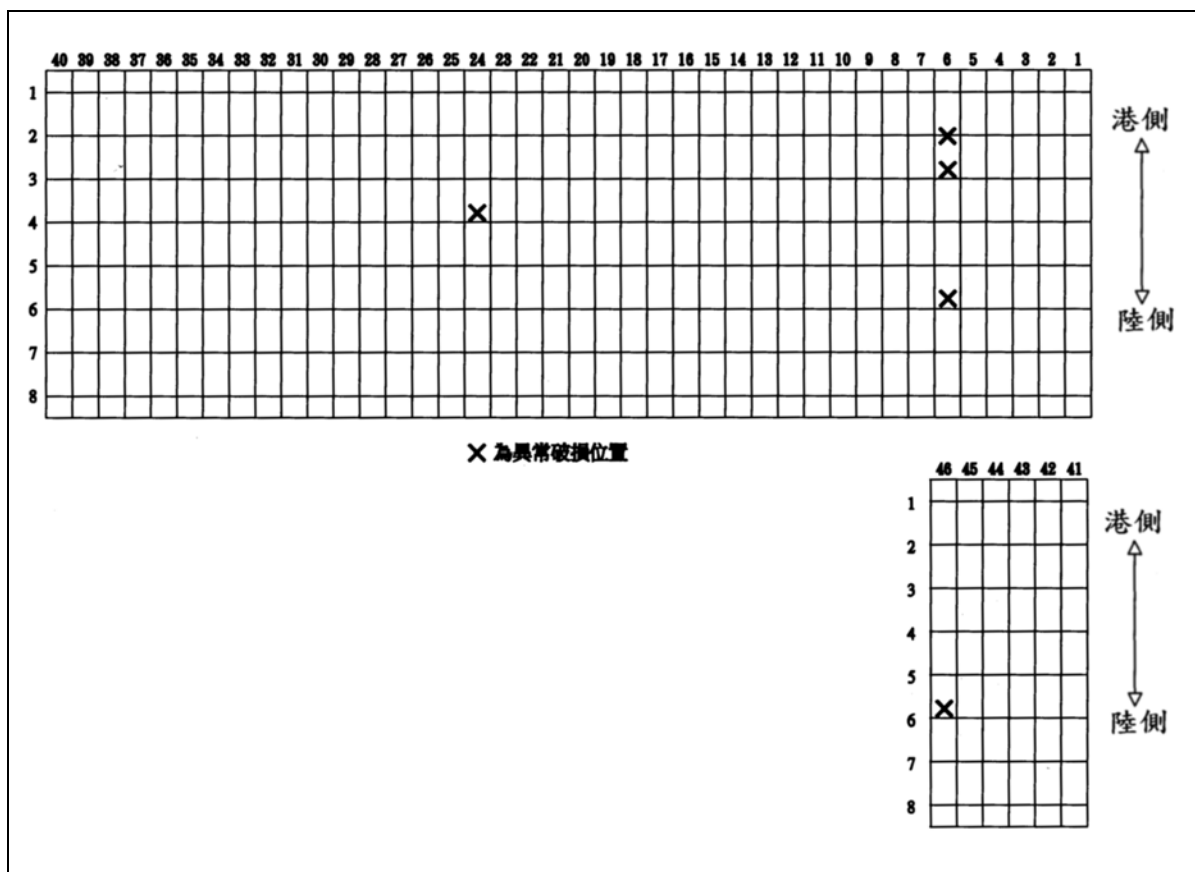


圖 20 臺中港 10 號碼頭調查結果示意圖

4.9 臺中港 11 號碼頭

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 320 m，寬 27.0m，設計水深為-13.0 m，設計載重為 3.0 t/m²，主要結構型式係以每排 6 隻直樁及 4 隻斜樁支撐面版，後線打設 1 隻直樁及 2 隻斜樁之棧橋式結構。碼頭位置如圖 2 所示，結構型式如圖 16 所示，以靠泊貨櫃船隻為主，建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 21 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底部在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 62-3、65-5、70-5、72-5、74-7、75-7、77-7 等 7 處）
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 73-5 共 1 處）
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形。
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形。

圖 22 為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 5 號碼頭。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 21 臺中港 11 號碼頭調查照片

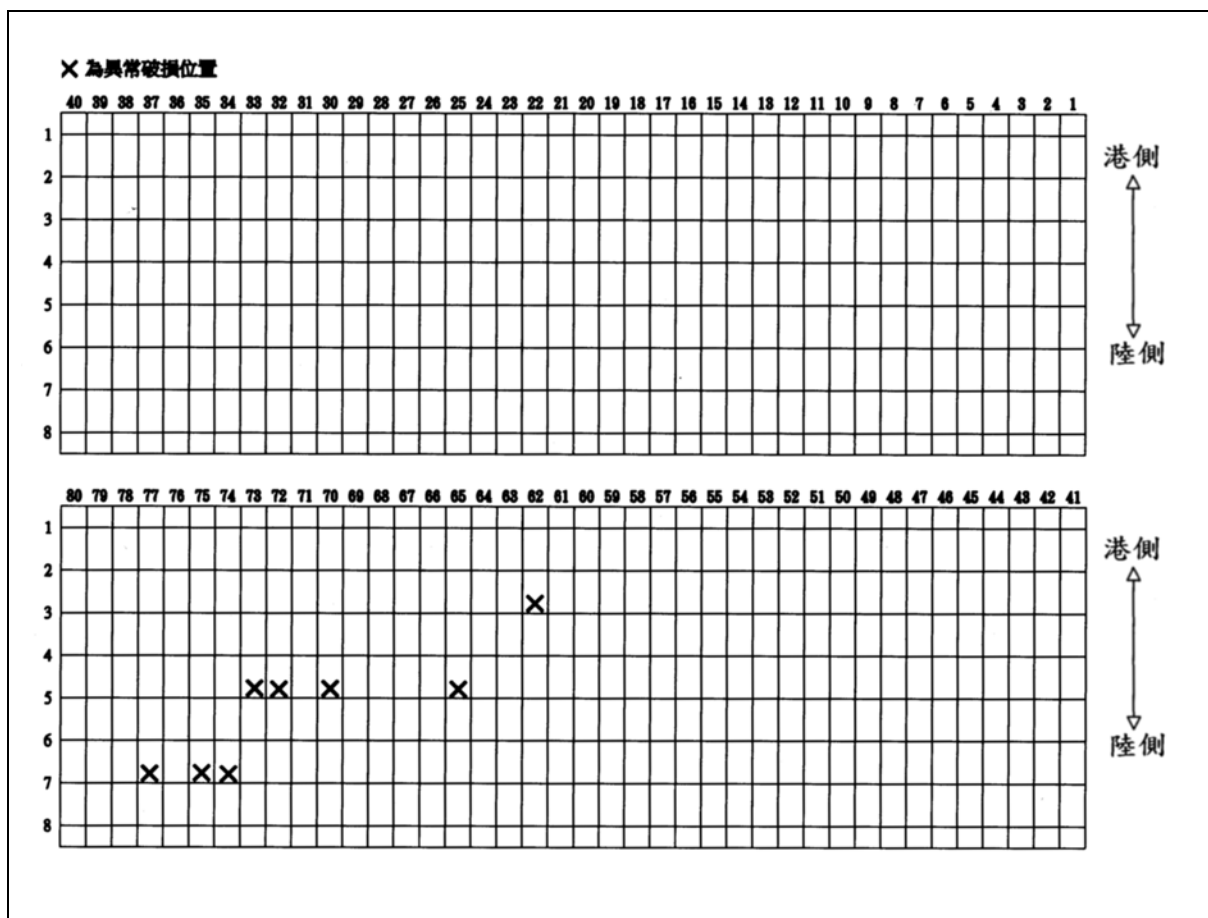


圖 22 臺中港 11 號碼頭調查結果示意圖

4.10 臺中港 12 號碼頭

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 200 m，寬 24.0m，設計水深為-11.0 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，後線打設 1 隻直樁及 2 隻斜樁之棧橋式結構。碼頭位置如圖 2 所示，結構型式如圖 23 所示，以靠泊貨櫃船隻為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 24 所示。

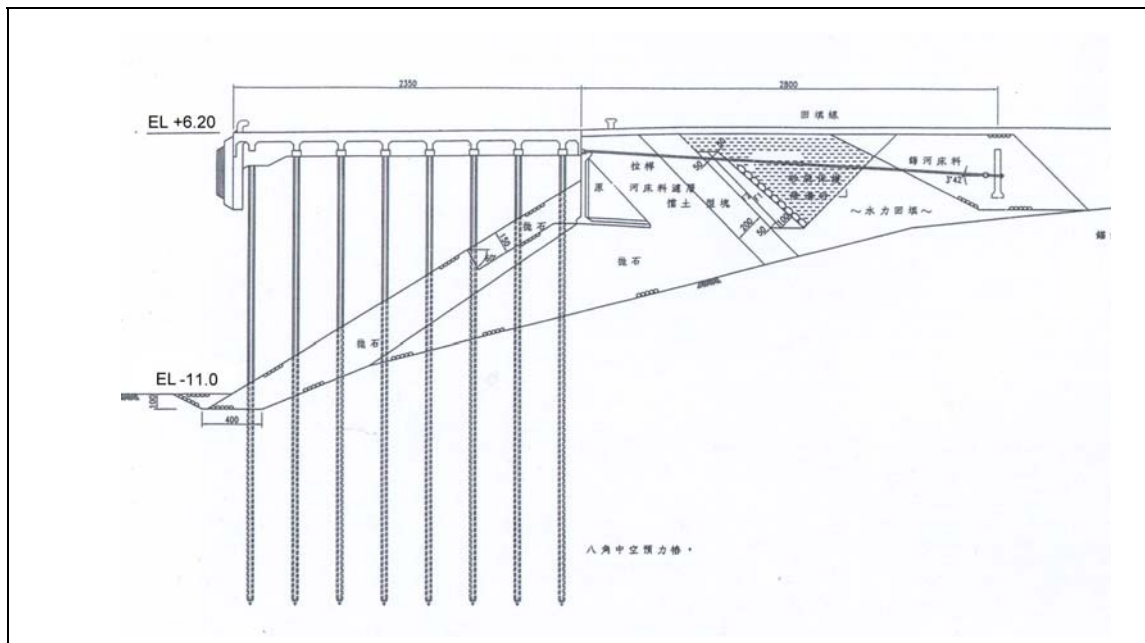


圖 23 臺中港 12-13 號碼頭結構型式

調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 03-2、03-4、15-4、28-8 等 4 處）
- (2)梁：本座碼頭面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 04-3、04-7、08-2、12-5、15-2、24-7、25-3、30-8、31-4、32-2、33-8 等 11 處）
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形之

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 25 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 5 號碼頭。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 24 臺中港 12 號碼頭調查照片-1



圖 24 (續) 臺中港 12 號碼頭調查照片-2

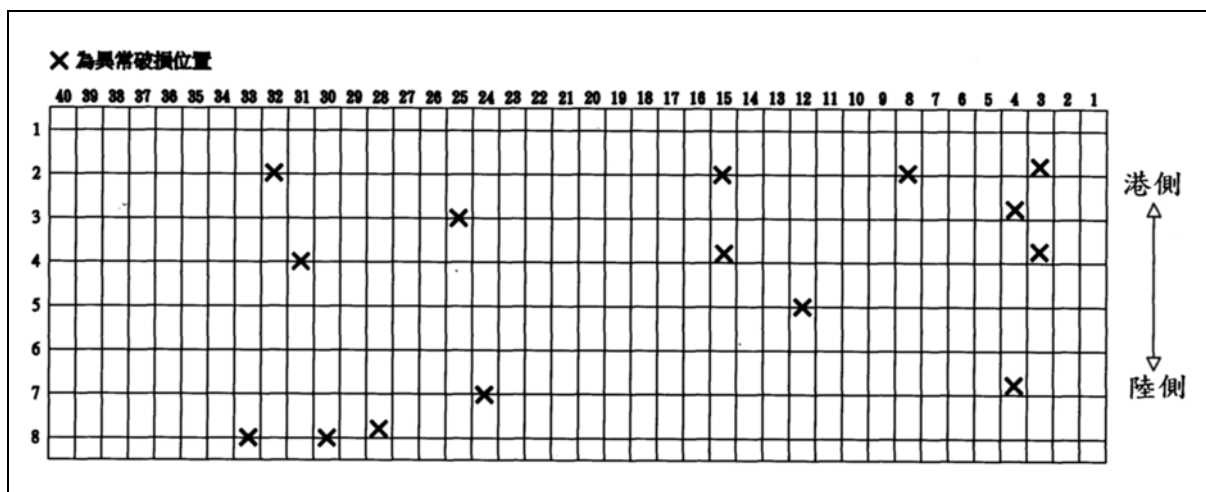


圖 25 臺中港 12 號碼頭調查結果示意圖

4.11 臺中港 13 號碼頭

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 200 m，寬 24.0m，設計水深為-11.0 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，後線打設 1 隻直樁及 2 隻斜樁之棧橋式結構。碼頭位置如圖.2 所示，結構型式如圖 23 所示，以靠泊貨櫃船隻為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 26 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭面版底部在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 06-7、07-1、08-1、18-2、18-3、18-7、22-8、23-8、18-2、18-3、18-7 等 11 處）
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 04-8、05-4、05-8、08-4、09-3、09-6、12-8、13-3、17-3、21-2、21-4、22-2、25-3、27-3、28-8、31-3、31-5 等 17 處）
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形之情形。
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形。

圖 27 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 5 號碼頭。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 26 臺中港 13 號碼頭調查照片-1



圖 26 (續 1) 臺中港 13 號碼頭調查照片-2

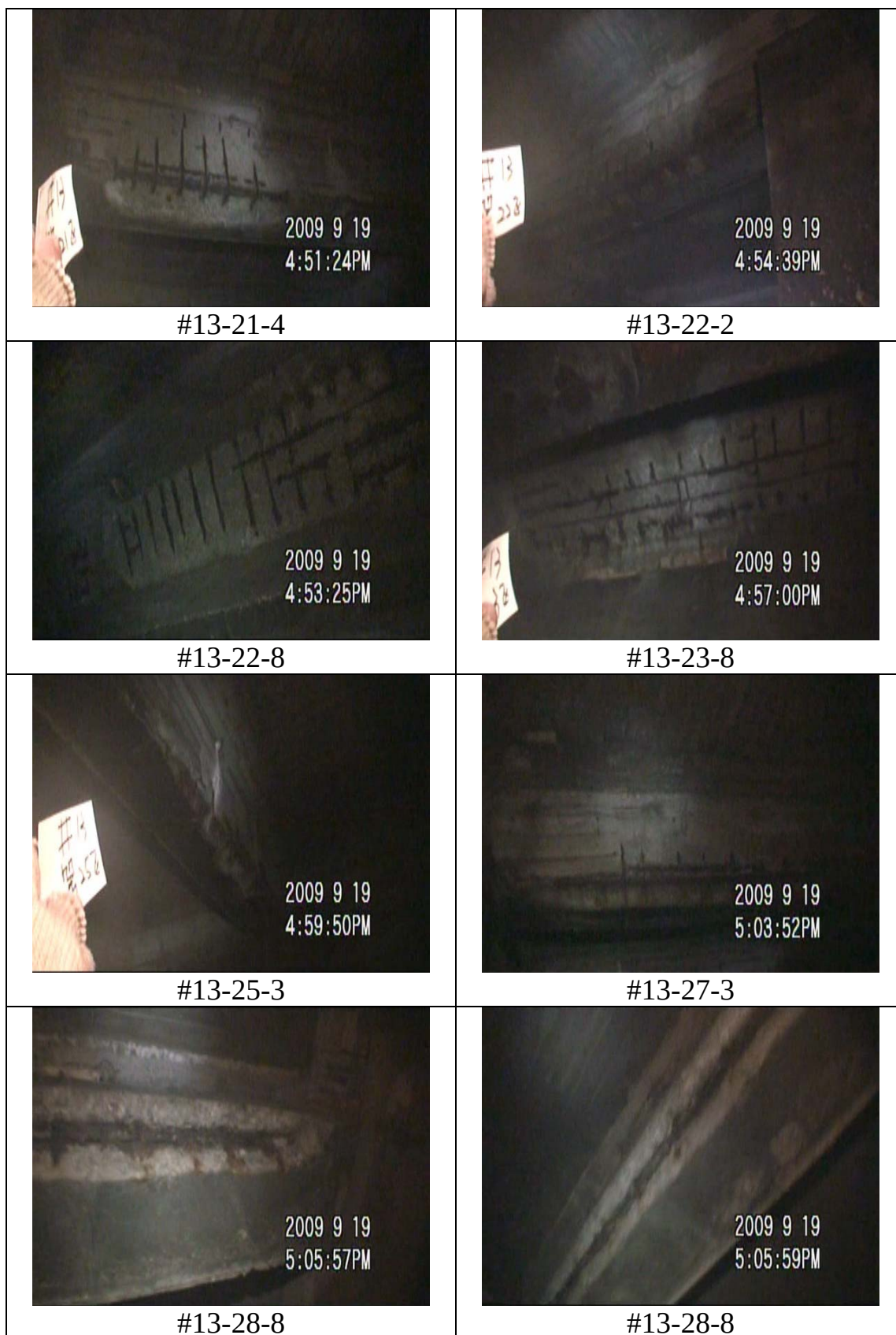


圖 26 (續 2) 臺中港 13 號碼頭調查照片-3

4.12 臺中港 14 號碼頭

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 180 m，寬 15.75m，設計水深為-10.0 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，後線打設 1 隻垂直鋼板樁及混凝土錨碇版並設置拉桿來抵抗水平作用力之之棧橋式結構。碼頭位置如圖 2 所示，結構型式如圖 28 所示，以靠泊貨櫃船隻為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 29 所示。

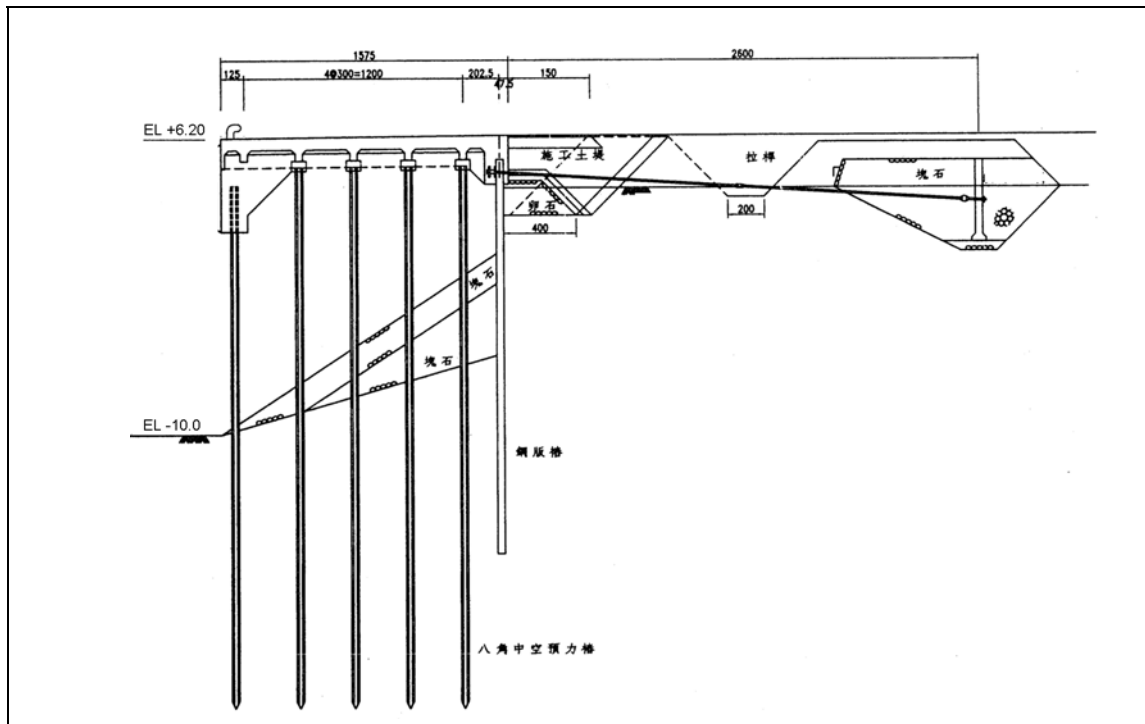


圖 28 臺中港 14-15 號碼頭結構型式

調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底部在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 02-1、02-5、04-3、05-3、12-2、20-2、23-5、24-5、25-5 等 9 處）
- (2)碼頭面版梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-3、01-5、02-2、03-1、

03-4、04-2、04-3、04-4、04-5、05-2、05-4、05-5、07-1、07-2、
07-3、08-2、09-3、10-5、11-3、11-4、11-5、12-3、12-4、13-5、
14-5、15-5、16-3、19-2、19-3、19-4、19-5、23-4、23-5、24-3、
24-4、24-5、25-2、26-5、27-3、27-5、28-3 等 41 處)

(3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形。

(4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形

圖 29 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 5 號碼頭。本座碼頭面版及梁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 29 臺中港 14 號碼頭調查照片-1



圖 29 (續 1) 臺中港 14 號碼頭調查照片-2

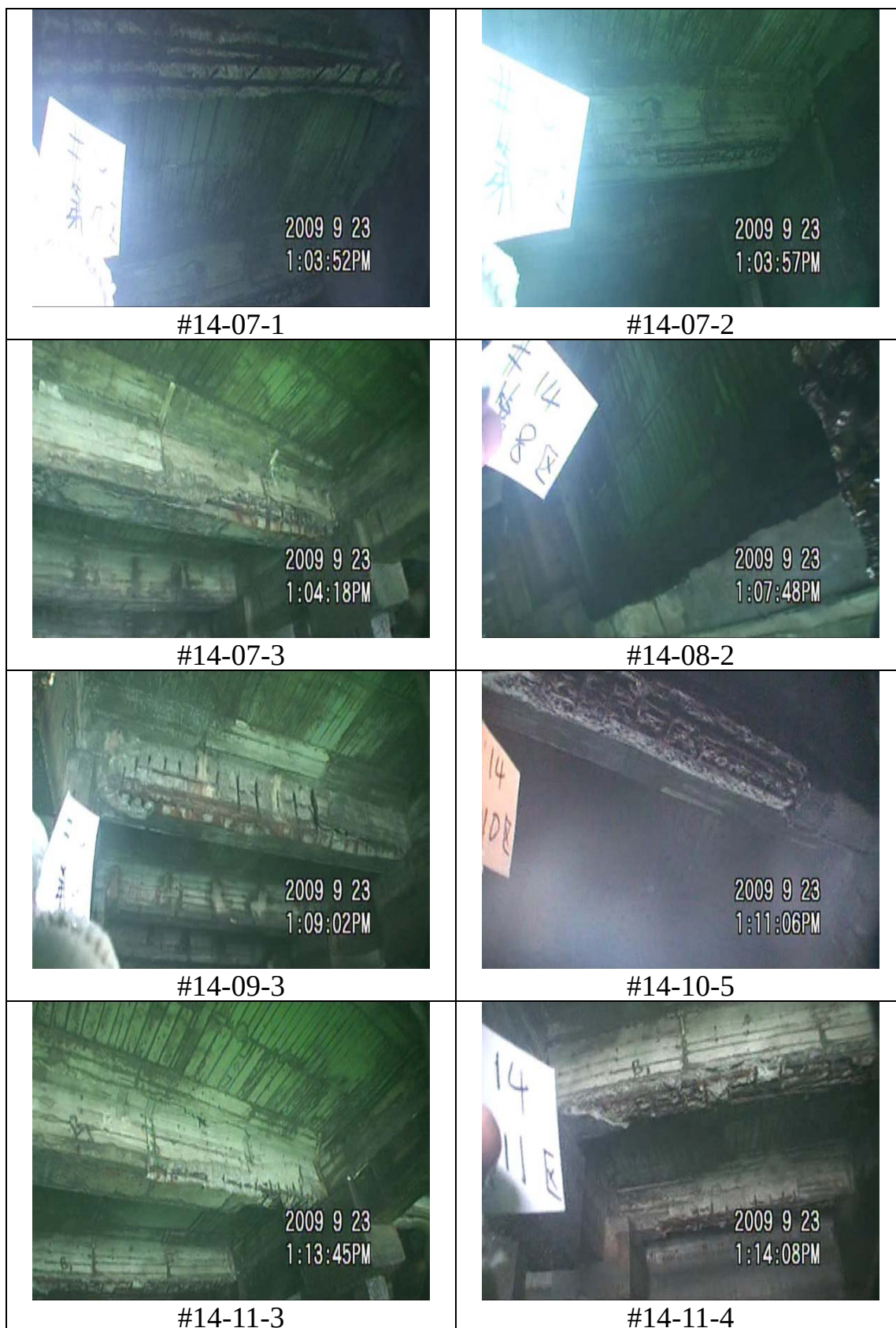


圖 29 (續 2) 臺中港 14 號碼頭調查照片-3



圖 29 (續 3) 臺中港 14 號碼頭調查照片-4



圖 29 (續 4) 臺中港 14 號碼頭調查照片-5



圖 29 (續 5) 臺中港 14 號碼頭調查照片-6

4.13 臺中港 15 號碼頭

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 180 m，寬 15.75m，設計水深為-10.0 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，後線打設 1 隻垂直鋼板樁及混凝土錨碇版並設置拉桿來抵抗水平作用力之之棧橋式結構。碼頭位置如圖 2 所示，結構型式如圖 28 所示，以靠泊貨櫃船隻為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 31 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-2、06-5、11-5 等 3 處）
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-5、02-4、02-5、05-2、05-3、16-5、17-5、18-2、18-5、22-5、24-5、26-5、27-5、28-5 等 14 處）
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形。

圖 32 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 5 號碼頭。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 31 臺中港 15 號碼頭調查照片-1



圖 31 (續 1) 臺中港 15 號碼頭調查照片-2

4.14 臺中港 22 號碼頭

本座碼頭全長 180 m，寬 23.5m，設計水深為-11.0 m，設計載重為 2.0 t/m²，主要結構型式係以每排 8 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 2 及圖 33 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。建造時間約於民國 82 年間，使用迄今約 16 年。

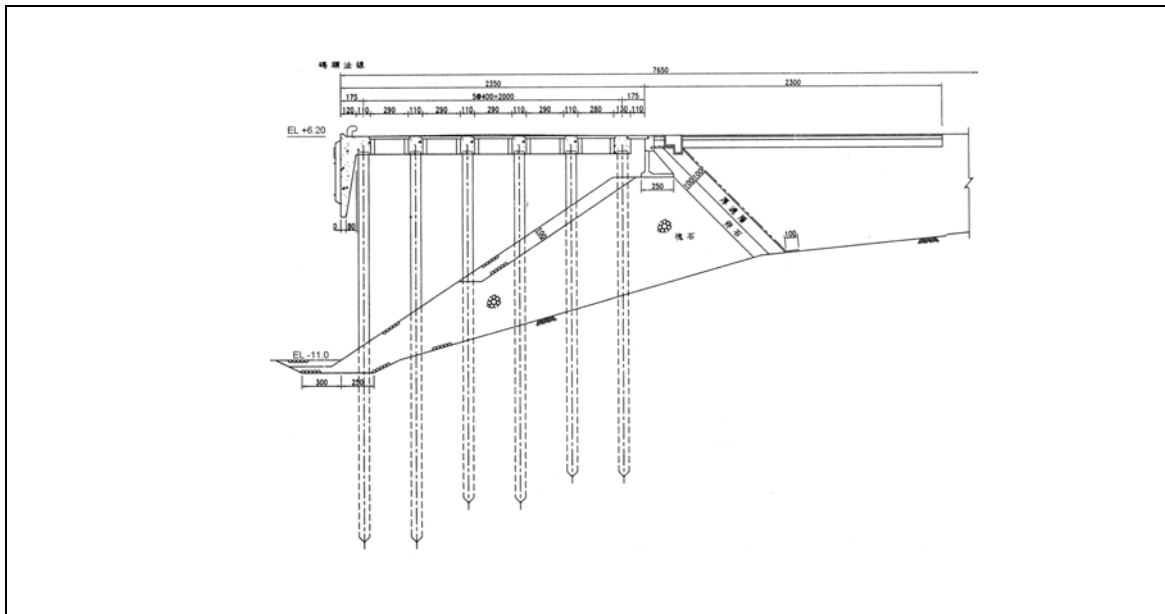


圖 33 臺中港 22 號碼頭結構型式

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之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，面版之梁未發現明顯之混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露情形
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形

4.15 臺中港 26 號碼頭

本座碼頭全長 200 m，寬 24.0m，設計水深為-11.0 m，設計載重為 3.0 t/m^2 ，主要結構型式係以每排 8 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 2 及圖 34 所示。以靠泊雜貨輪，載運水泥為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 35 所示。

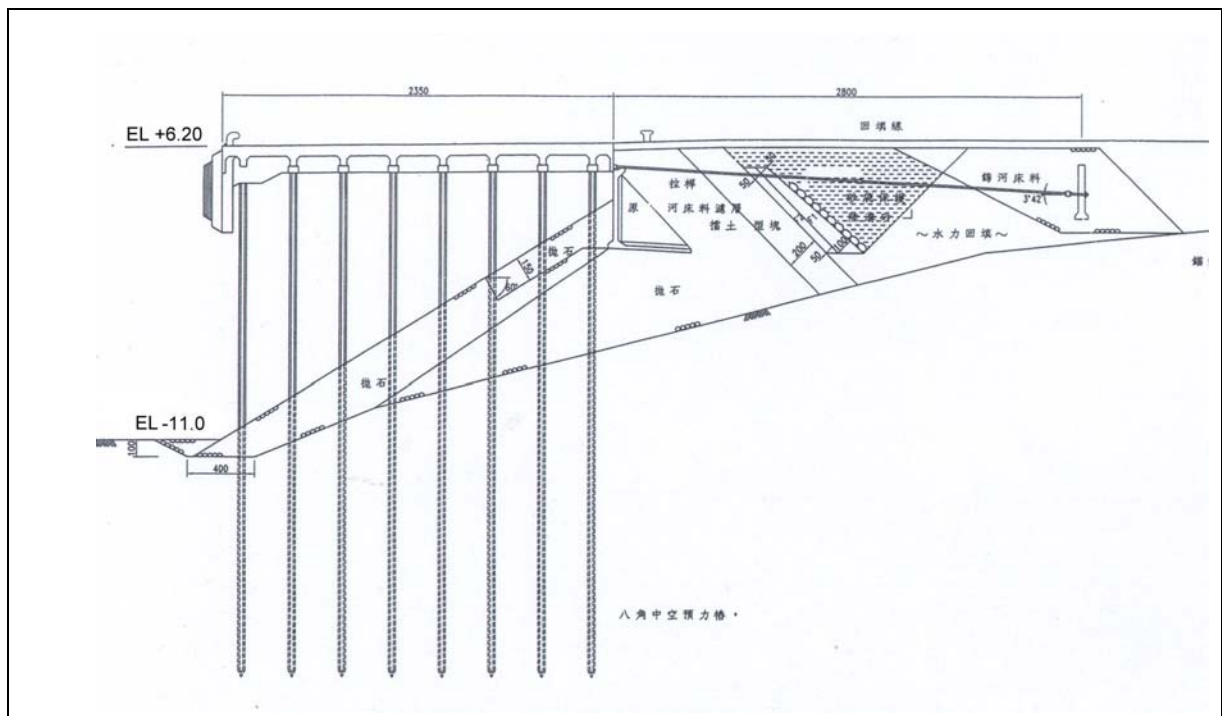


圖 34 臺中港 26-27 號碼頭結構型式

調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 62-3、65-5、70-5、72-5、74-7、75-7、77-7 等 7 處）
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-1、01-3、01-4、01-6、01-7、11-1、

13-7、16-1、16-2、16-8、27-8、31-1 共 12 處)，並於編號 16 區之碼頭岸壁發現遭船隻碰撞，造成鋼筋混凝土損壞情形（調查時尚未完成修復）。

(3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形。

(4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形。

圖 36 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 5 號碼頭。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。

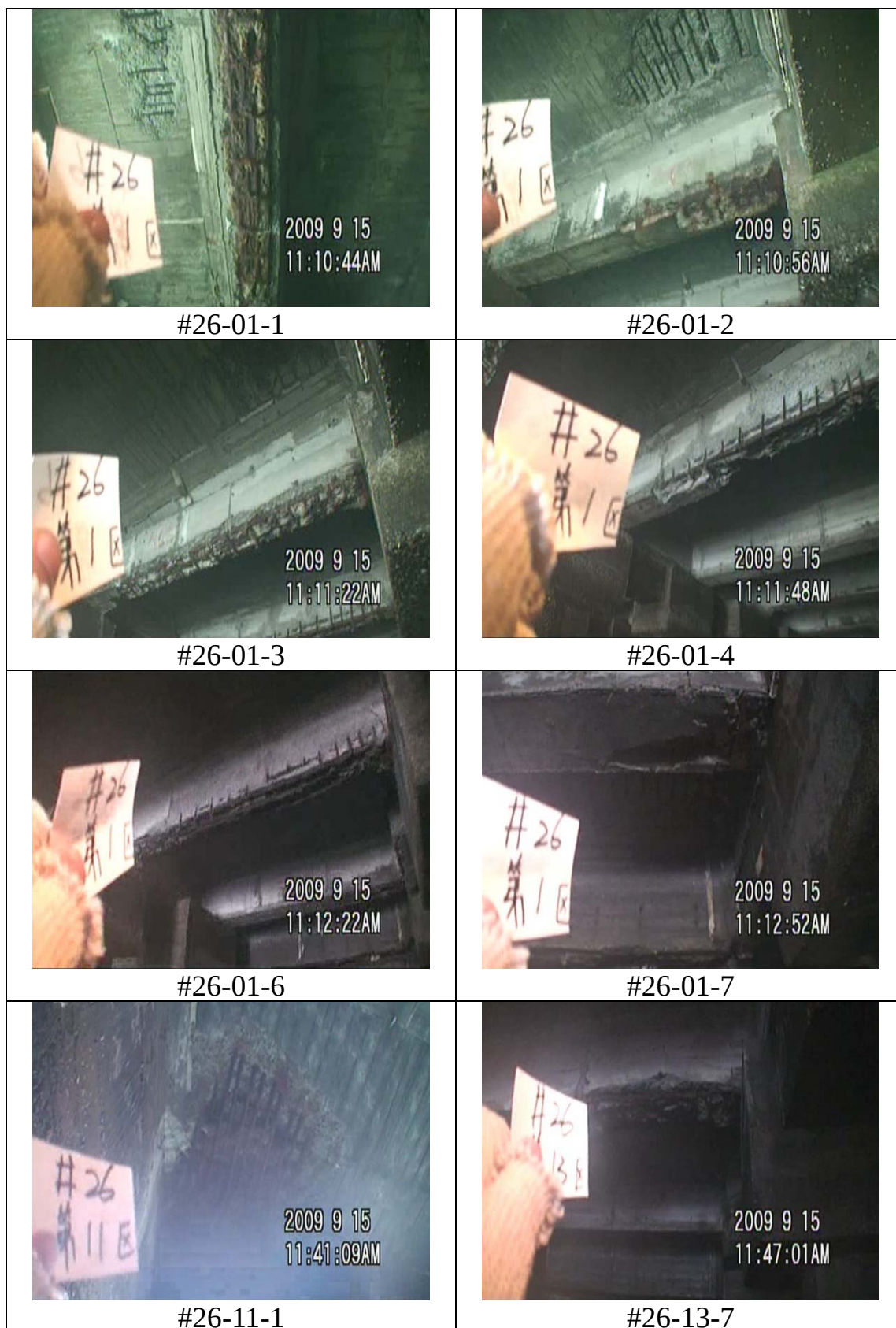


圖 35 臺中港 26 號碼頭調查照片-1



圖 35 (續 1) 臺中港 26 號碼頭調查照片-2

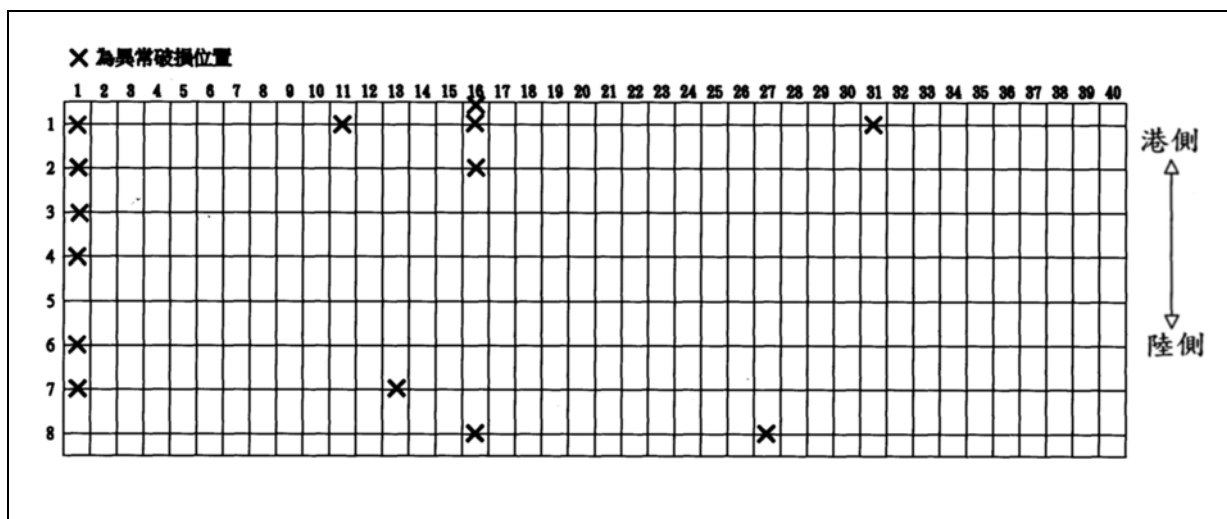


圖 36 臺中港 26 號碼頭調查結果示意圖

4.16 臺中港 27 號碼頭

本座碼頭全長 200 m，寬 24.0m，設計水深為-11.0 m，主要結構型式係以每排 8 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 2 及圖 34 所示。以靠泊雜貨輪，載運水泥為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 37 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-1、01-2、02-3、02-6、14-2、15-2、15-3、16-1、19-1 等 9 處）
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 02-2、03-6、04-6、09-1、09-2、09-4、09-5、09-6、09-7、10-1、10-2、11-1、11-3、11-7、11-8、12-2、13-2、13-4、13-7、14-3、14-4、15-6、23-2、33-4、36-4、38-5 共 26 處）。
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形。
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形

圖 38 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 5 號碼頭。本座碼頭面版及梁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 37 臺中港 27 號碼頭調查照片-1



圖 37 (續 1) 臺中港 27 號碼頭調查照片-2

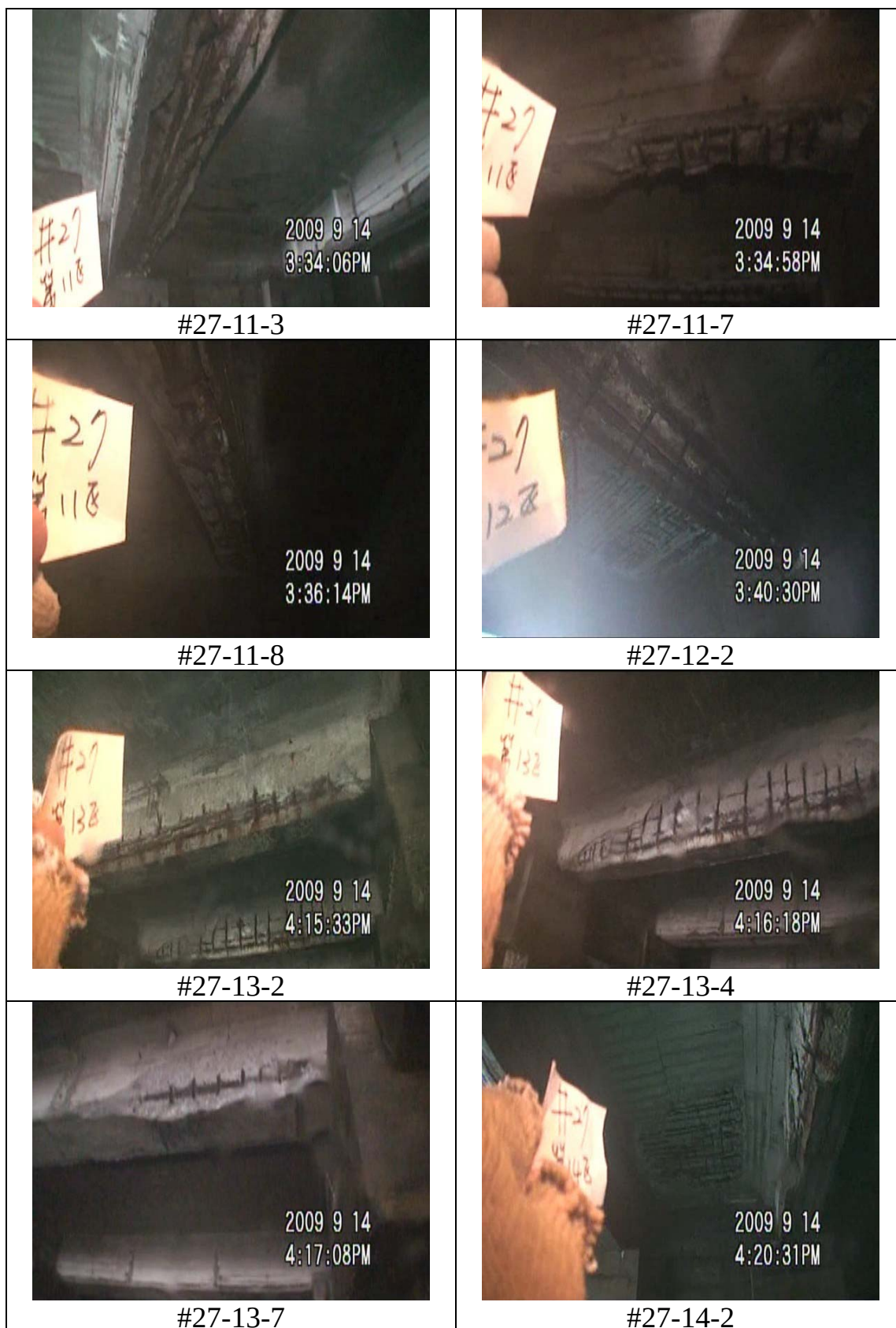


圖 37 (續 2) 臺中港 27 號碼頭調查照片-3



圖 37（續 3） 臺中港 27 號碼頭調查照片-4



圖 37 (續 4) 臺中港 27 號碼頭調查照片-5

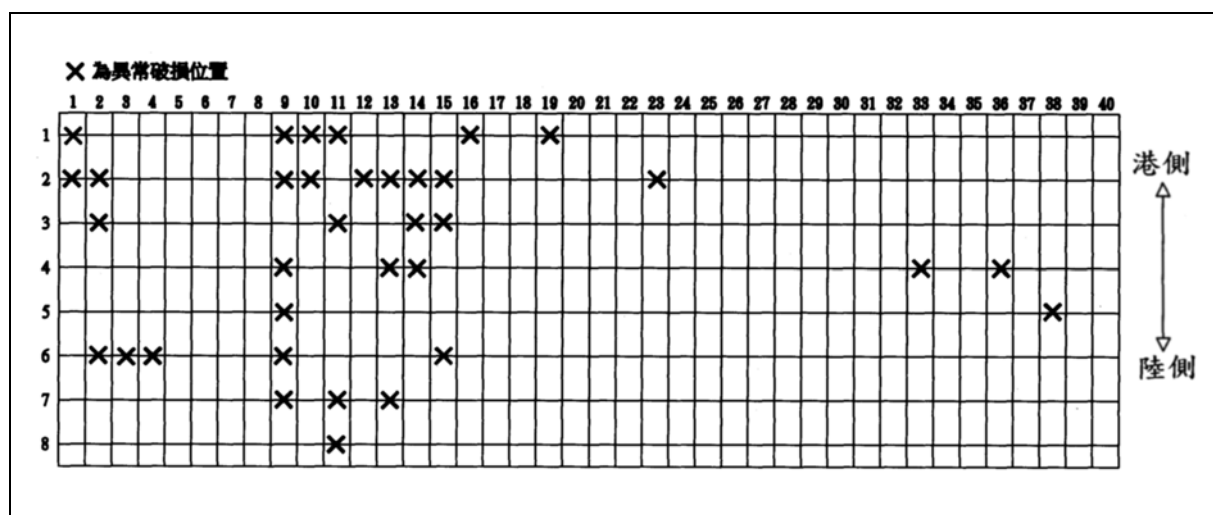


圖 38 臺中港 27 號碼頭調查結果示意圖

4.17 臺中港 28 號碼頭

本座碼頭全長 145 m，寬 24.0m，設計水深為-11.0 m，設計載重為 3.0 t/m^2 ，主要結構型式係以每排 8 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 2 及圖 39 所示。以靠泊雜貨輪，載運水泥為主。建造時間約於民國 65 至 72 年間，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 40 所示。

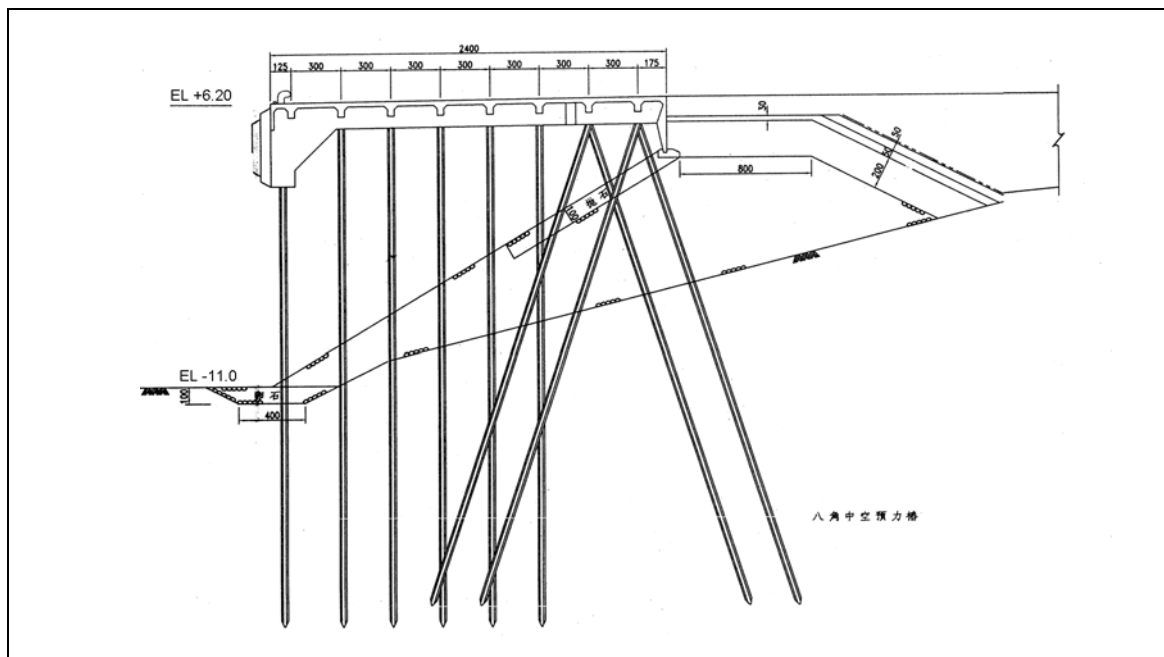


圖 39 臺中港 28 號碼頭結構型式

調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 03-3、06-3、10-4、12-4、13-2、16-4、19-2、22-8 等 8 處）
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-1、01-7、01-8、03-3、10-4、11-5、12-3、12-4、13-2、13-3、14-5、14-6、16-4、17-3、25-6、25-7、

26-6、26-7、27-5、12-3、28-4、29-4、30-6、30-7 等 24 處)

(3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形。

(4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形。

圖 41 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 5 號碼頭。本座碼頭面版及梁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 40 臺中港 28 號碼頭調查照片-1



圖 40 (續 1) 臺中港 28 號碼頭調查照片-2



圖 40（續 2） 臺中港 28 號碼頭調查照片-3

4.18 臺中港 29 號碼頭

本座碼頭全長 250 m，寬 27.0m，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 8 隻垂直鋼管樁支撐面版，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 2 及圖 42 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，使用迄今約 30 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 43 所示。

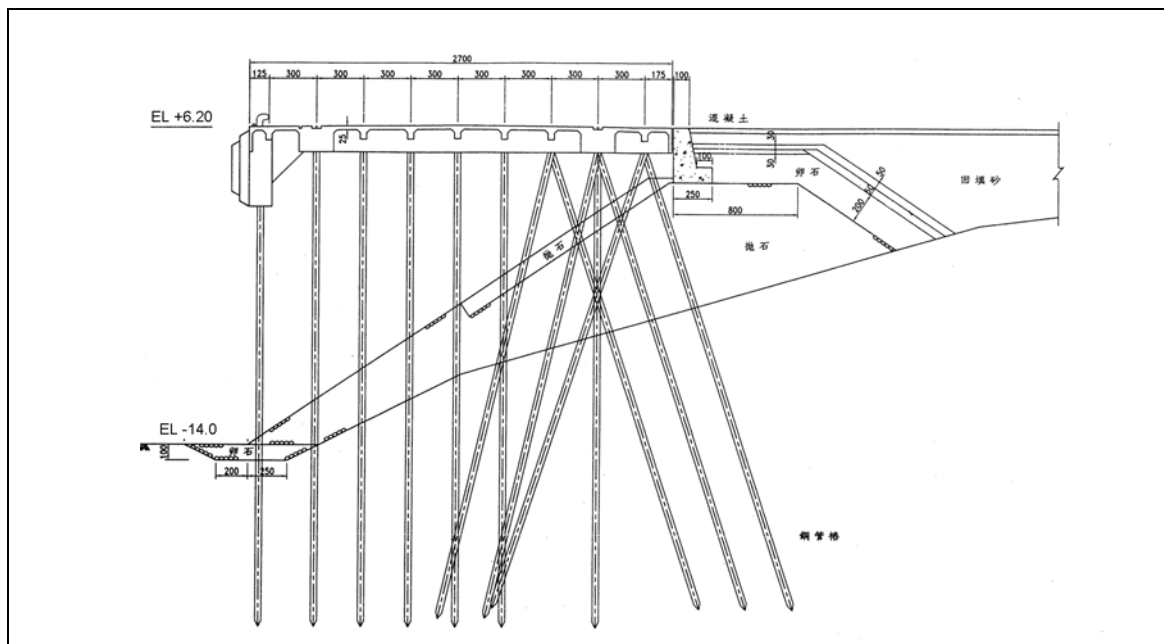


圖 42 臺中港 29 號碼頭結構型式

調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 04-1、05-1、20-1、20-2 等 4 處）。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-1、01-2、02-6、03-1、04-1、05-1、05-2、05-3、05-4、06-3、07-1、07-3、08-1、09-2、10-3、10-5、12-2、15-1、15-2、15-4、17-2、18-1、19-2、20-1、20-2、22-3、23-2、25-3 等 28 處）。

(3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形。

(4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形。

圖 44 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 5 號碼頭。本座碼頭面版及梁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。

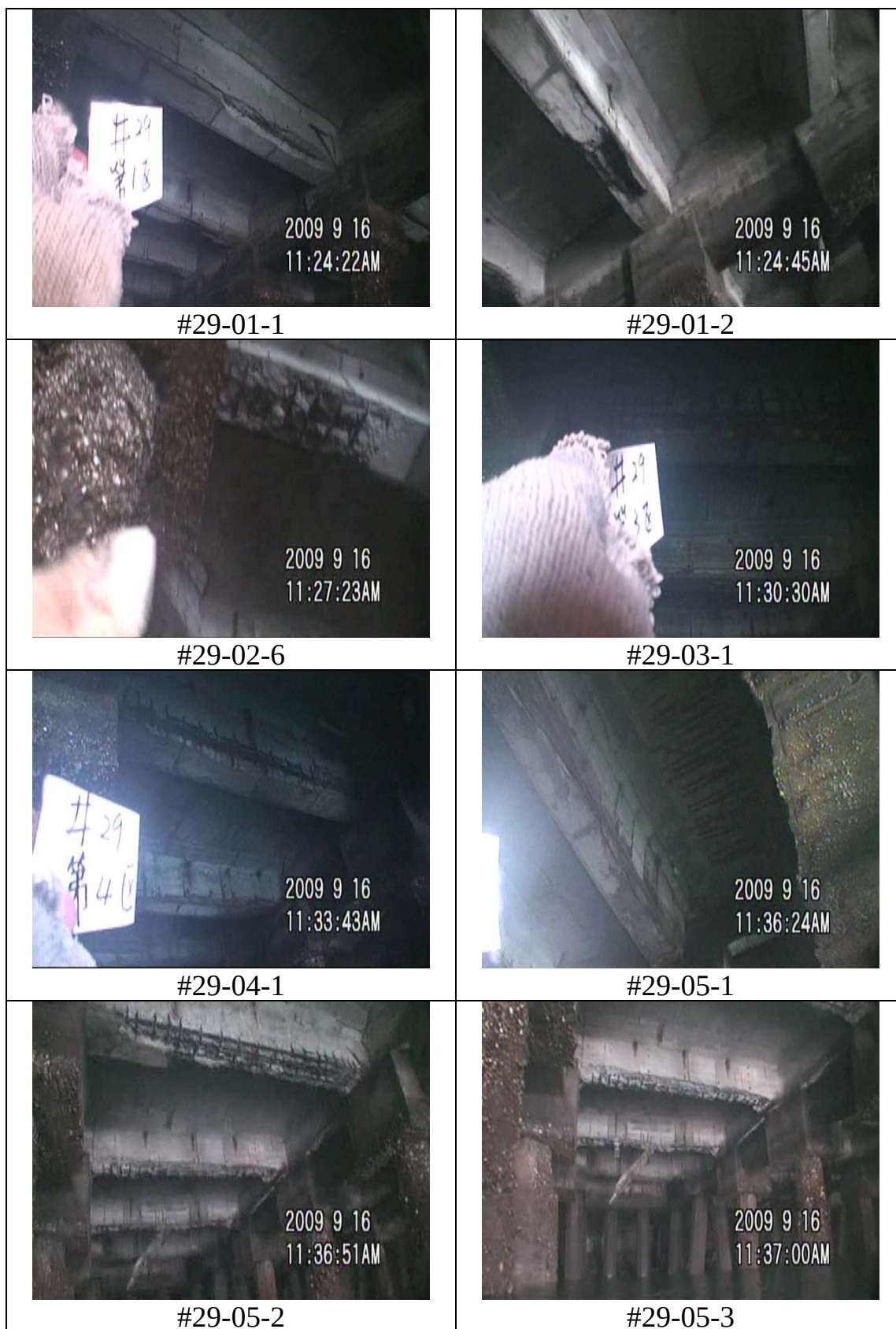


圖 43 臺中港 29 號碼頭調查照片-1

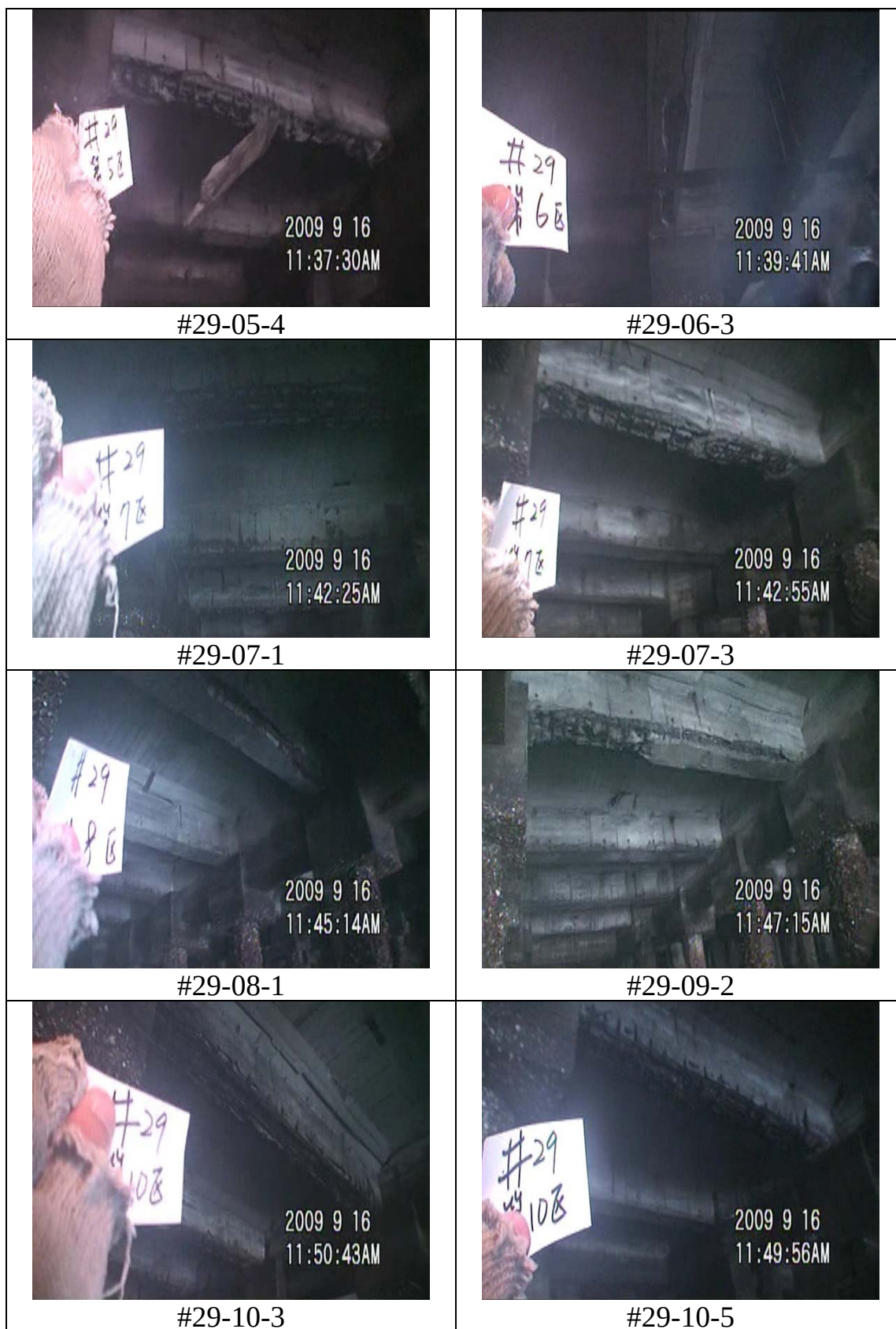


圖 43 (續 1) 臺中港 29 號碼頭調查照片-2



圖 43（續 2） 臺中港 29 號碼頭調查照片-3

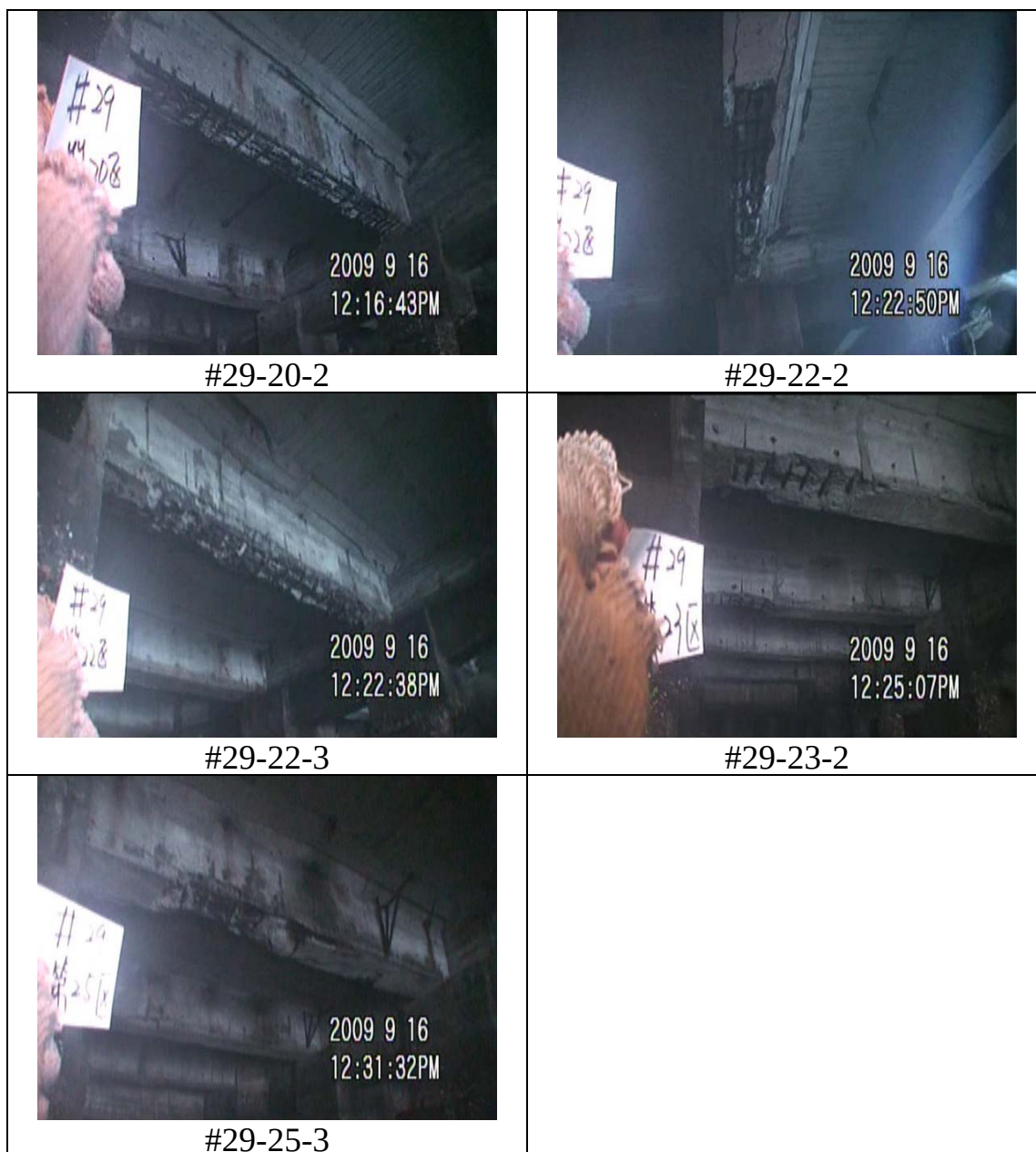


圖 43 (續 3) 臺中港 29 號碼頭調查照片-4

4.19 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 8 隻垂直鋼管樁支撐面版，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 2 及圖 45 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。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 46 所示。

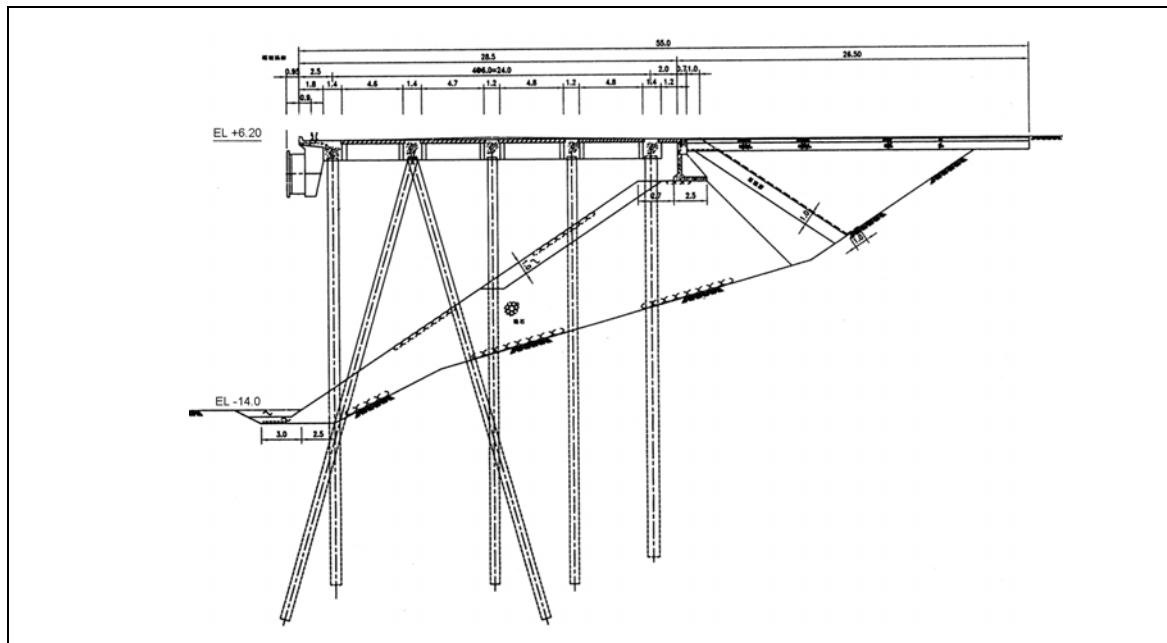


圖 45 臺中港 30 號碼頭結構型式

調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 12-1、13-1、19-1、59-1、71-1 等 5 處）
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版梁未發現明顯之混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露情形
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形

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 47 為本座碼頭劣損發生位置調查結果示意圖，本座碼頭部份面板與梁劣損嚴重，主要可能原因同 5 號碼頭。建議應及早進行維修作業，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 46 臺中港 30 號碼頭調查照片

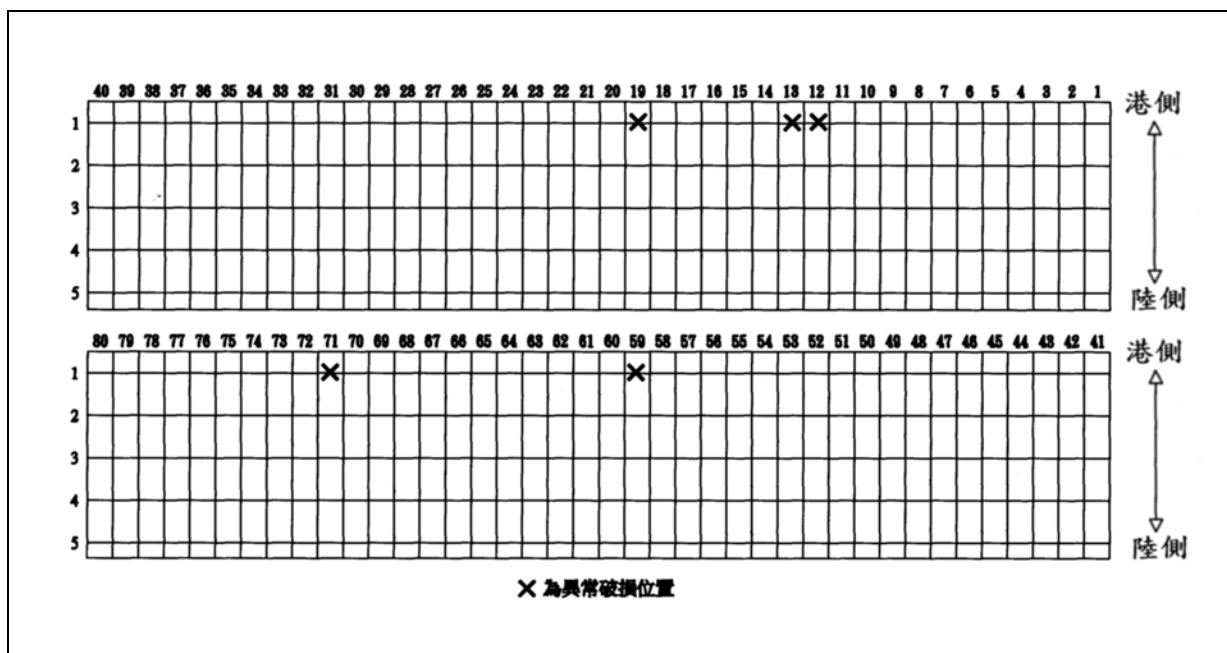


圖 47 臺中港 30 號碼頭調查結果示意圖

4.20 臺中港 31 號碼頭

本座碼頭全長 320 m，寬 28.0m，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 6 隻直樁及 6 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棧橋式結構。碼頭位置及結構型式如圖 2 及圖 48 所示。以靠泊貨櫃輪船為主。建造時間約於民國 85 年間，使用迄今約 14 年。調查時碼頭現況良好，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之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，面版梁未發現明顯之混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露情形
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形。
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形

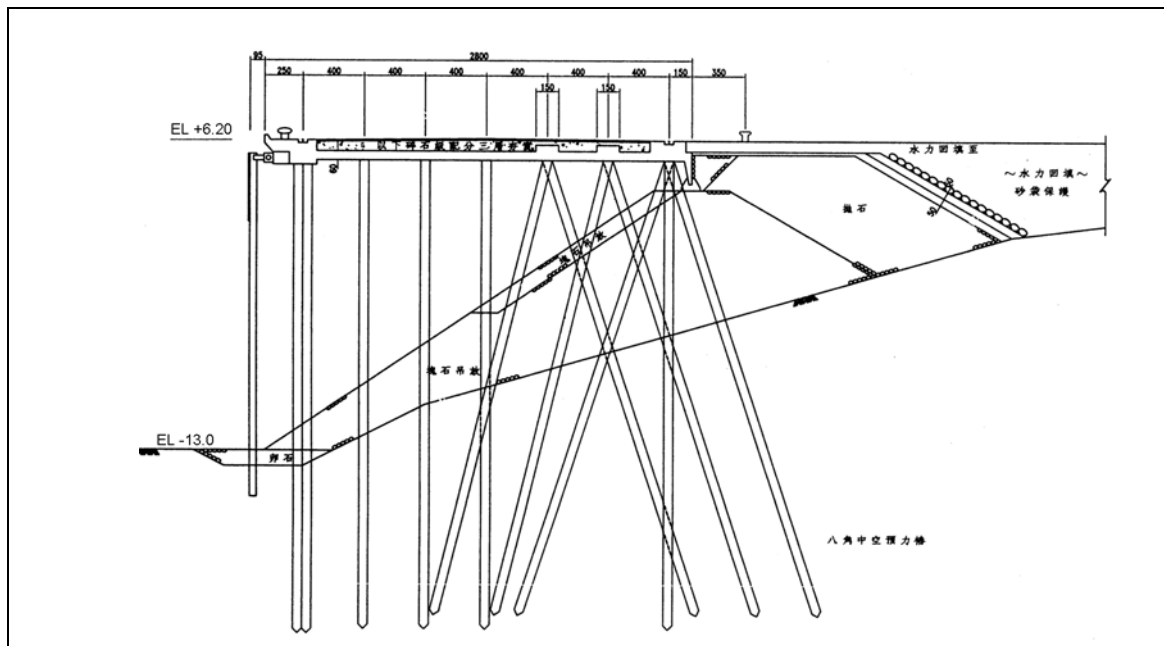


圖 48 臺中港 31-32 號碼頭結構型式

4.21 臺中港 32 號碼頭

本座碼頭全長 320 m，寬 28.0m，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，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 2 及圖 48 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。調查時碼頭現況良好，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之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，面版梁未發現明顯之混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露情形
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形。
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形

4.22 臺中港 33 號碼頭

本座碼頭全長 250 m，寬 34.5m，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 7 隻直樁及 6 隻斜樁，支撐面版並抵抗水平作用力之棧橋式結構。碼頭位置及結構型式如圖 2 及圖 49 所示。以靠泊貨櫃輪船為主。建造時間約於民國 86 年間，使用迄今約 13 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 50 所示。

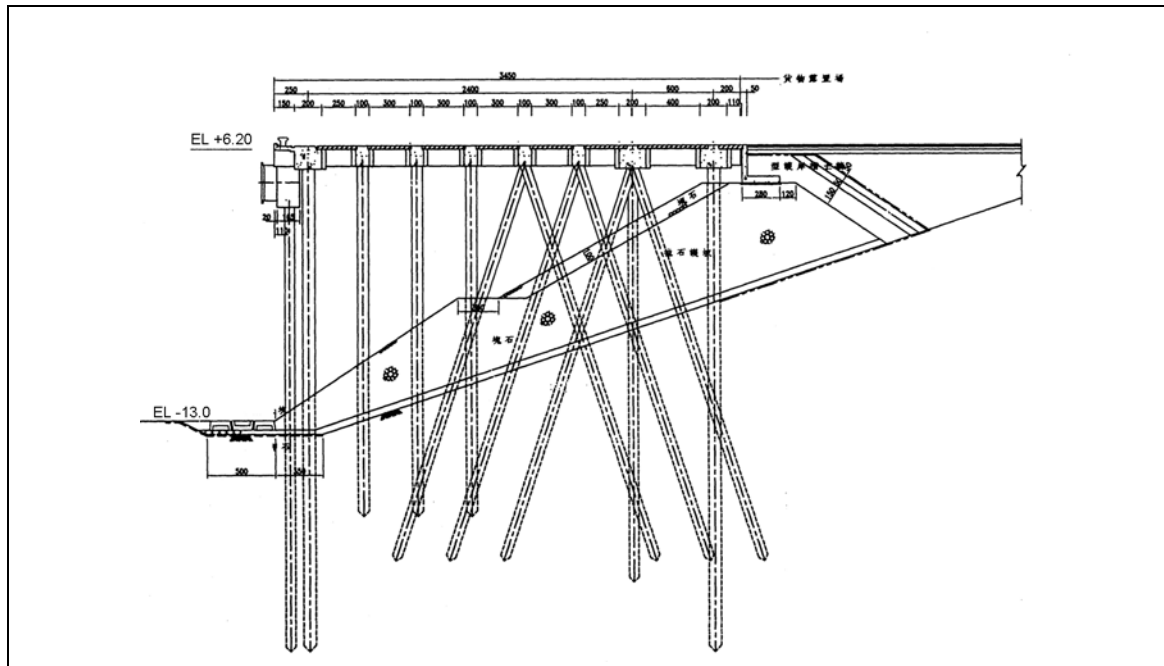


圖 49 臺中港 33-34 號碼頭結構型式

調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 02-6、04-6、06-6、17-6、20-6、23-6、28-6、32-6、33-6、35-6、36-6、37-6、38-6、42-6 等共 14 處）
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁在部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（16-2、16-3、06-6、19-4、25-1、28-1）

(3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形之情形。

(4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形

圖 13 為調查結果示意圖，本座棧橋式碼頭面版底版與梁劣損嚴重，除受外力作用外，主要可能原因乃樑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，建議應及早進行維修作業，並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況。

此外，根據潛水人員由水下目視檢測時，發現碼頭有數處地面部份發生塌陷情形，其寬度最大約 50 公分，建議應同時進行沉陷調查與修護，避免塌陷情況日趨惡化。



圖 50 臺中港 33 號碼頭調查照片-1

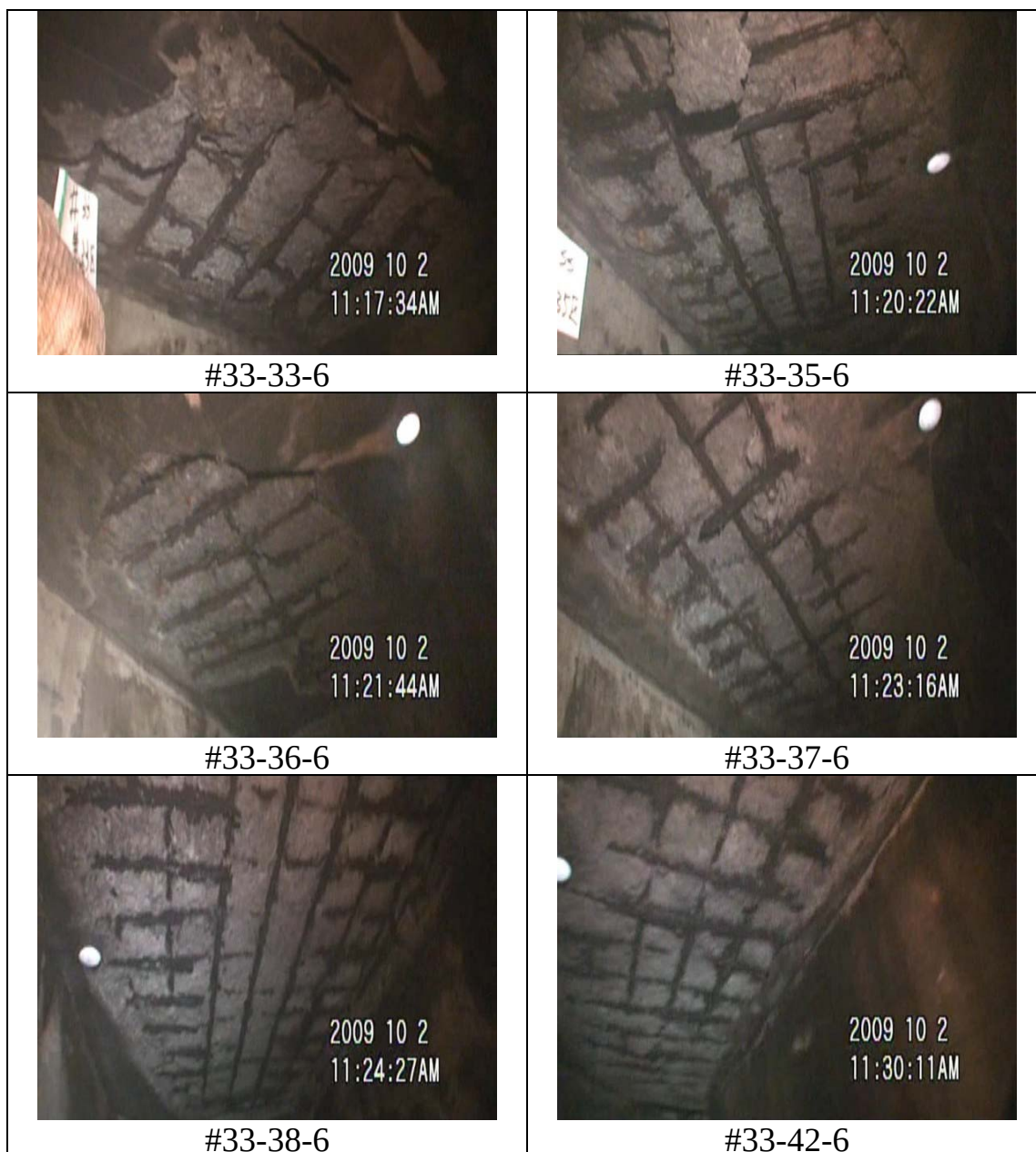


圖 50 (續 1) 臺中港 33 號碼頭調查照片-2

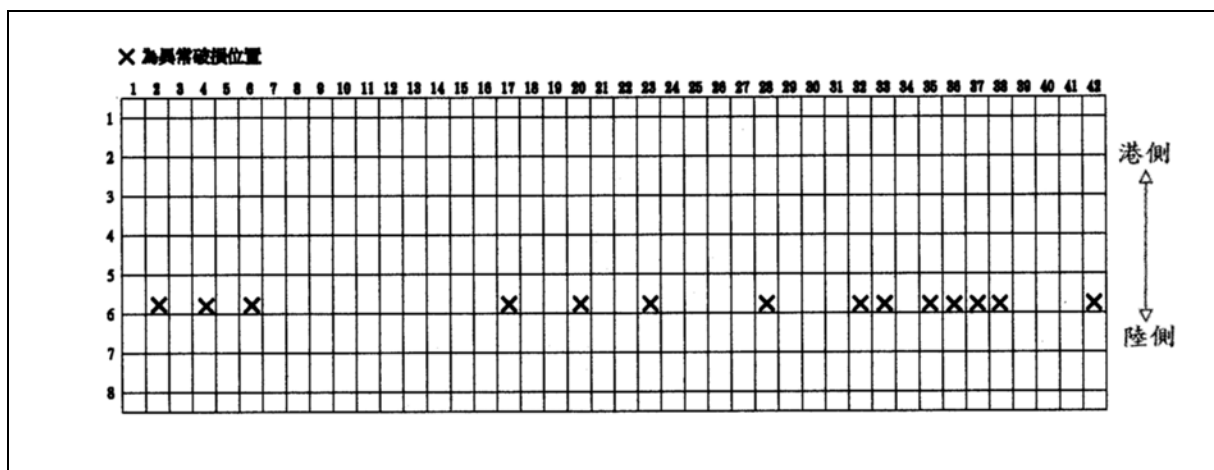


圖 51 臺中港 33 號碼頭調查結果示意圖

4.23 臺中港 34 號碼頭

本座碼頭全長 250 m，寬 34.5m，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 7 隻直樁及 6 隻斜樁，支撐面版並抵抗水平作用力之棧橋式結構（同 33 號碼頭）。碼頭位置及結構型式如圖 2 及圖 49 所示。以靠泊貨櫃輪船為主。建造時間約於民國 86 年間，使用迄今約 13 年。調查時碼頭現況良好，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之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，面版梁未發現明顯之混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露情形
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形情形。
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形。

4.24 臺中港 35 號碼頭

本座碼頭全長 250 m，寬 34.5m，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 5 隻直樁及 4 隻斜樁，支撐面版並抵抗水平作用力之棧橋式結構。碼頭位置及結構型式如圖 2 及圖 52 所示。以靠泊貨櫃輪船為主。建造時間約於民國 86 年間，使用迄今約 13 年。

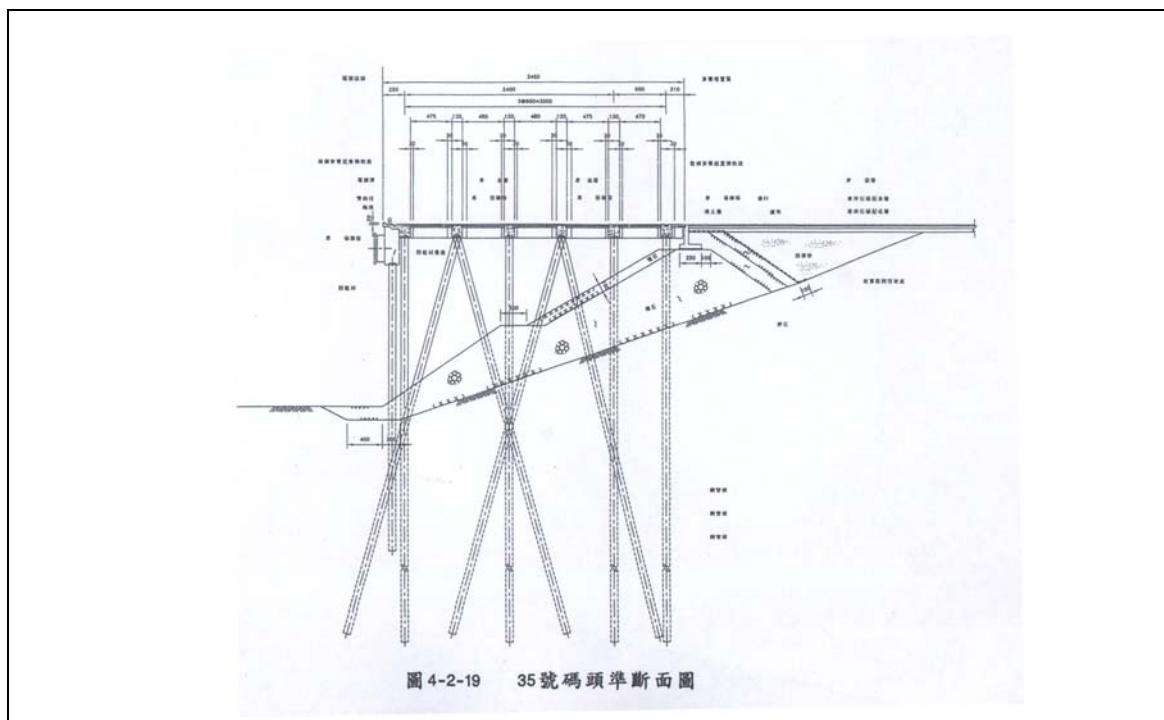


圖 52 臺中港 35 號碼頭結構型式

調查時碼頭現況良好，結果彙整如下：

- (1)碼版：本座碼頭調查時，面版底版未發現明顯之劣損情形。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁未發現明顯之劣損情形。
- (3)基樁：本座碼頭基樁，調查時外觀完整，未發現劣損或變形之情形。
- (4)護坡：本座碼頭護坡，調查時未發現坡度明顯變位情形。

表 7 為臺中港棧橋式碼頭裂損調查結果之彙整。

表 7 臺中港棧橋式碼頭面版劣損調查結果彙整

碼頭 編號	結構 型式	建造 日期 (年)	調查結果 (括號內數據為劣損嚴重數量)				建議處理方式
			面版	梁	基樁	護坡	
5A	直樁	65	7	12	0	0	註 2
5	直樁	65	0	15	0	0	註 2
6	直樁	65	0	15	0	0	註 2
7	直樁	65	1	46	0	0	註 1
8	直樁	65	4	28	0	0	註 2
8A	直樁	65-72	26	32	0	0	註 1
9	直樁+斜樁	65-72	11	1	0	0	註 2
10	直樁+斜樁	65-72	3	2	0	0	註 2
11	直樁+斜樁	65-72	7	0	0	0	註 2
12	直樁	65-72	4	11	0	0	註 2
13	直樁	65-72	11	17	0	0	註 1
14	直樁	65-72	9	41	0	0	註 1
15	直樁	65-72	3	14	0	0	註 1
22	直樁	82	0	0	0	0	註 3
26	直樁	65-72	7	12	0	0	註 1
27	直樁	65-72	9	26	0	0	註 1
28	直樁	65-72	8	24	0	0	註 1
29	直樁	65-72	4	28	0	0	註 1
30	直樁+斜樁	83	0	0	0	0	註 1
31	直樁+斜樁	84	0	0	0	0	註 3
32	直樁+斜樁	84	0	0	0	0	註 3
33	直樁+斜樁	85	14	0	0	0	註 1
34	直樁+斜樁	85	0	0	0	0	註 3
35	直樁+斜樁	86	0	0	0	0	註 3

註 1：建議應即針對碼頭整體結構安全及構造功能進行細部檢測

註 2：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

註 3：碼頭現況良好，不需修護

4.25 蘇澳港 6 號碼頭

本座碼頭全長 175 m，寬 20.0m，設計水深為-9.0 m，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 53 及圖 54 所示。靠泊貨輪以載運散雜貨為主。建造時間為民國 72 年，使用迄今已超過 26 年。2009 年 8 月調查時之碼頭情形如圖 55 所示。

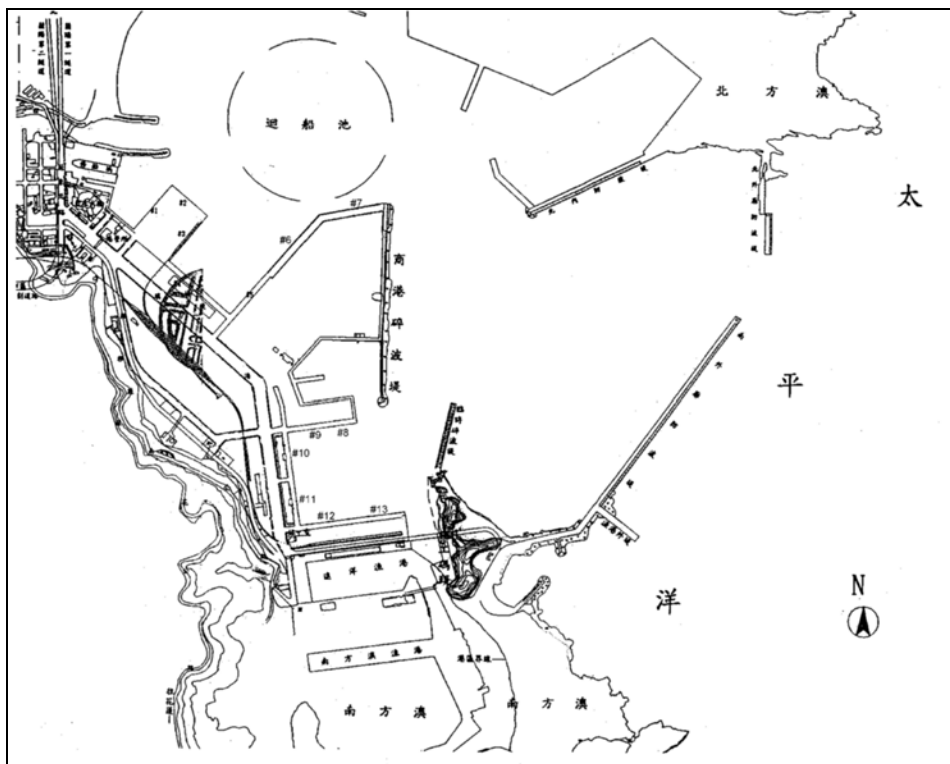


圖 53 蘇澳港棧橋式碼頭位置示意圖

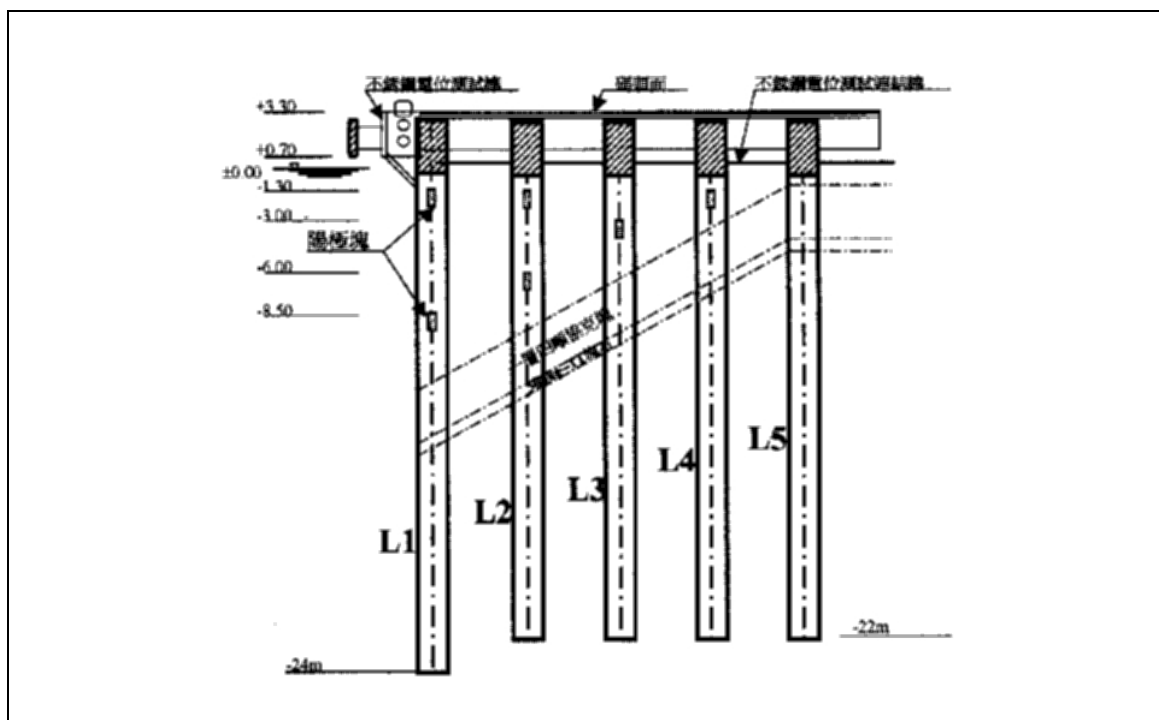


圖 54 蘇澳港 6-7 號碼頭結構型式

本次調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-1、08-5、11-5、13-5、17-5、24-5、25-5、28-5、29-4、31-2、32-5、35-5、36-5、38-5、39-2、41-5、42-4、43-2、44-5、45-4、60-2、61-5 等 23 處）。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁未發現明顯劣損情形
- (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 56 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，主要可能原因同同臺中港 5A 號碼頭。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，並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況。

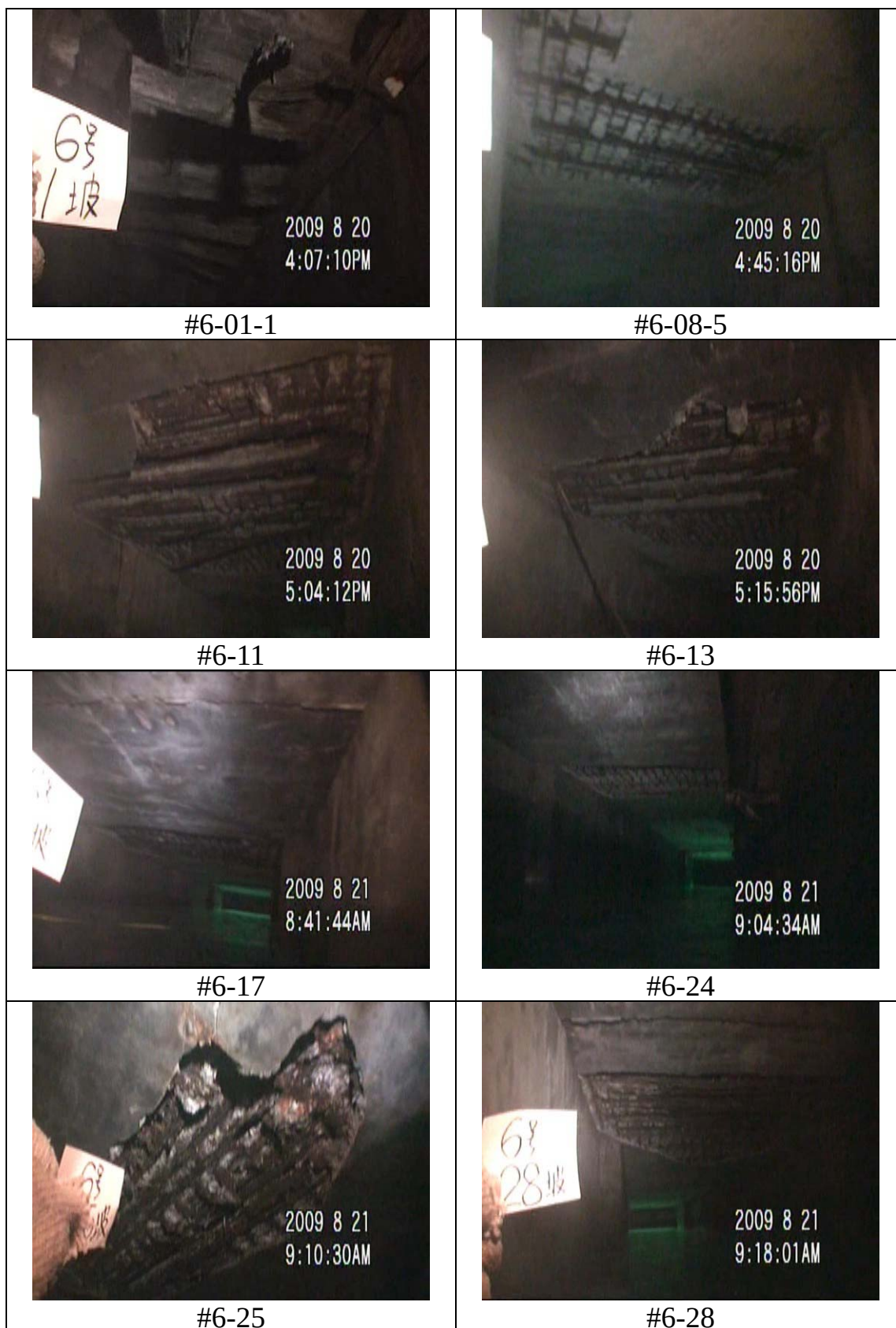


圖 55 蘇澳港 6 號碼頭調查結果照片-1

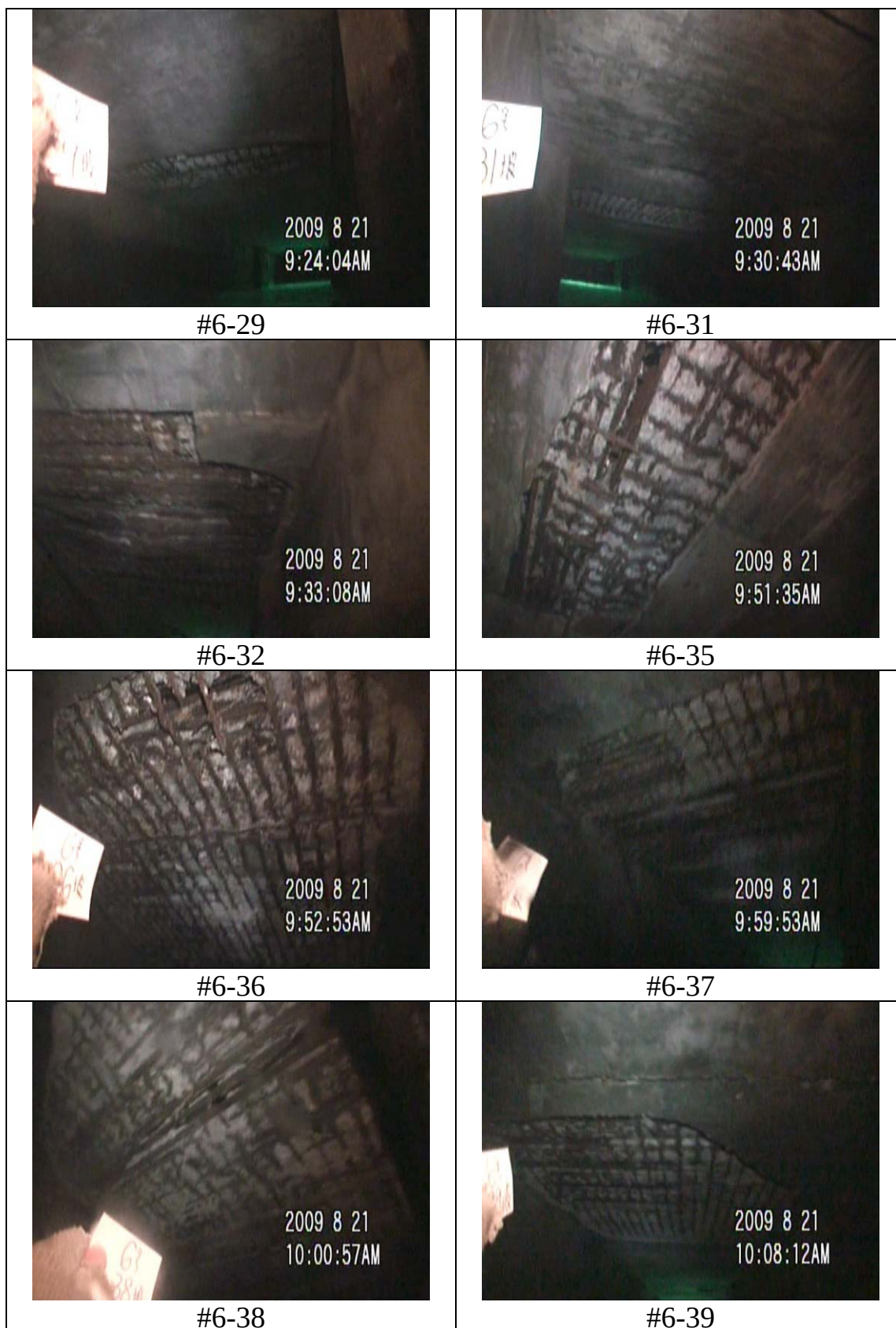


圖 55 (續 1) 蘇澳港 6 號碼頭調查結果照片-2

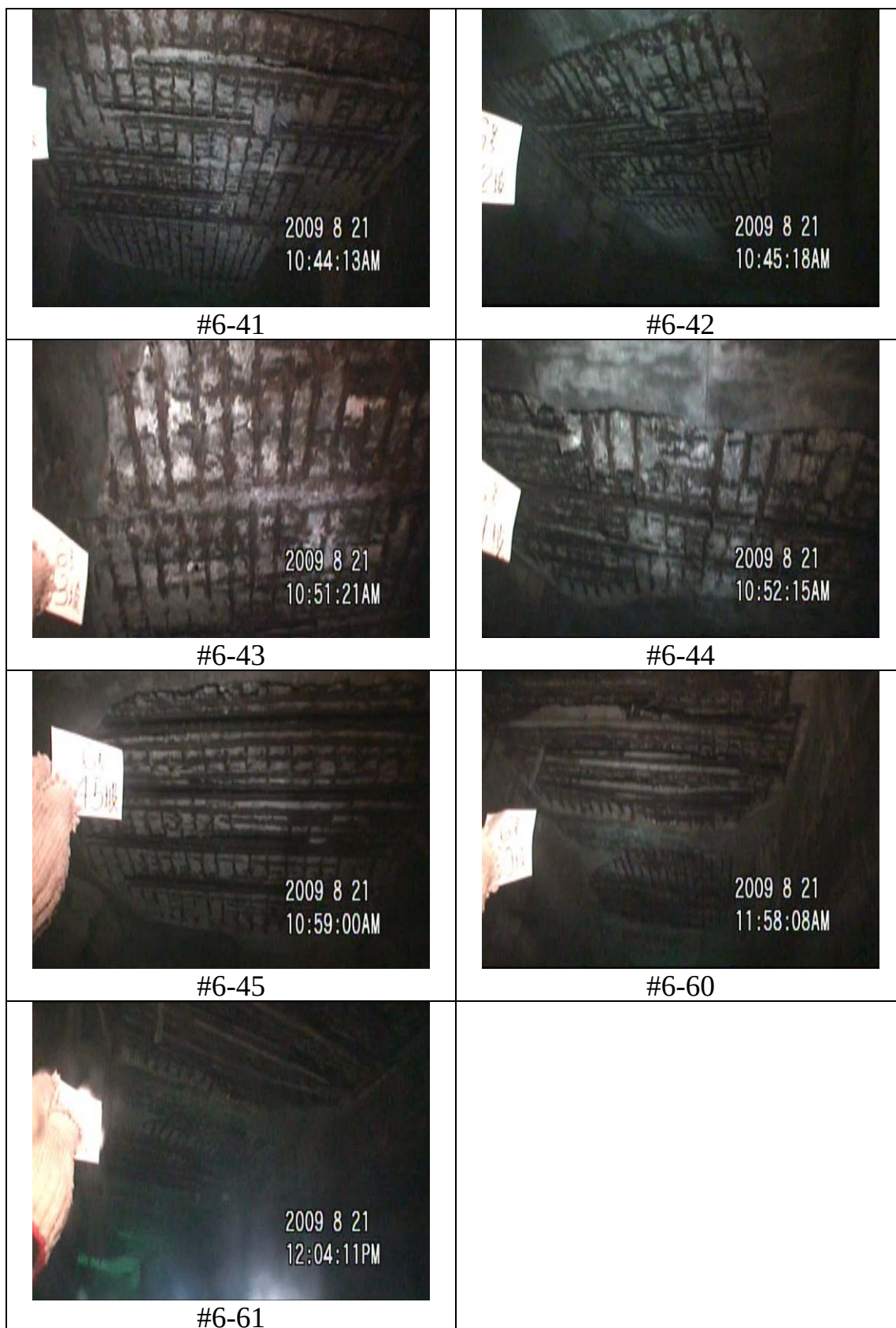


圖 55 (續 2) 蘇澳港 6 號碼頭調查結果照片-3

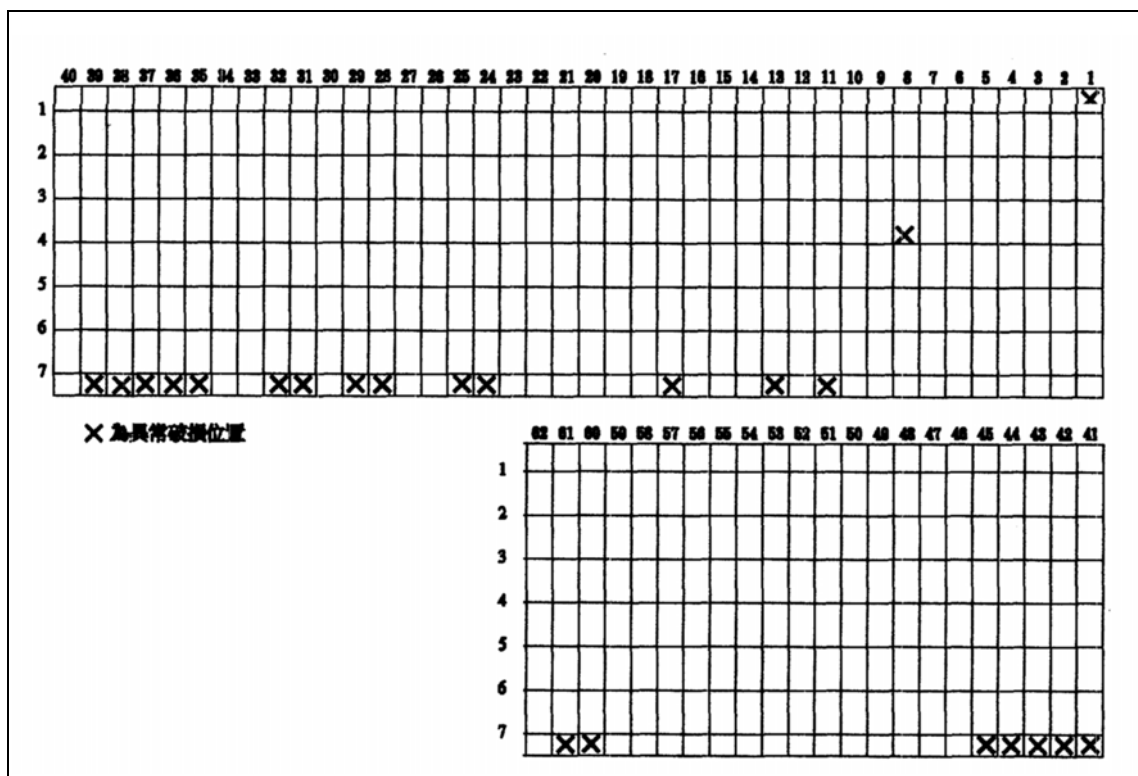


圖 56 蘇澳港 6 號碼頭調查結果示意圖

4.26 蘇澳港 7 號碼頭

本座碼頭全長 175 m，寬 20.0m，設計水深為-9.0 m，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 53 及圖 54 所示。靠泊貨輪以載運散雜貨為主。建造時間約於民國 72 年，使用迄今已超過 26 年。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 57 所示。

本次調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-5、02-2、04-5、05-5、06-2、07-3、08-5、09-5、14-4、18-2、24-5、31-5、34-5、46-5、等 14 處）。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁未發現明顯劣損情形。
- (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 58 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，主要可能原因同同臺中港 5A 號碼頭。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，並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況。

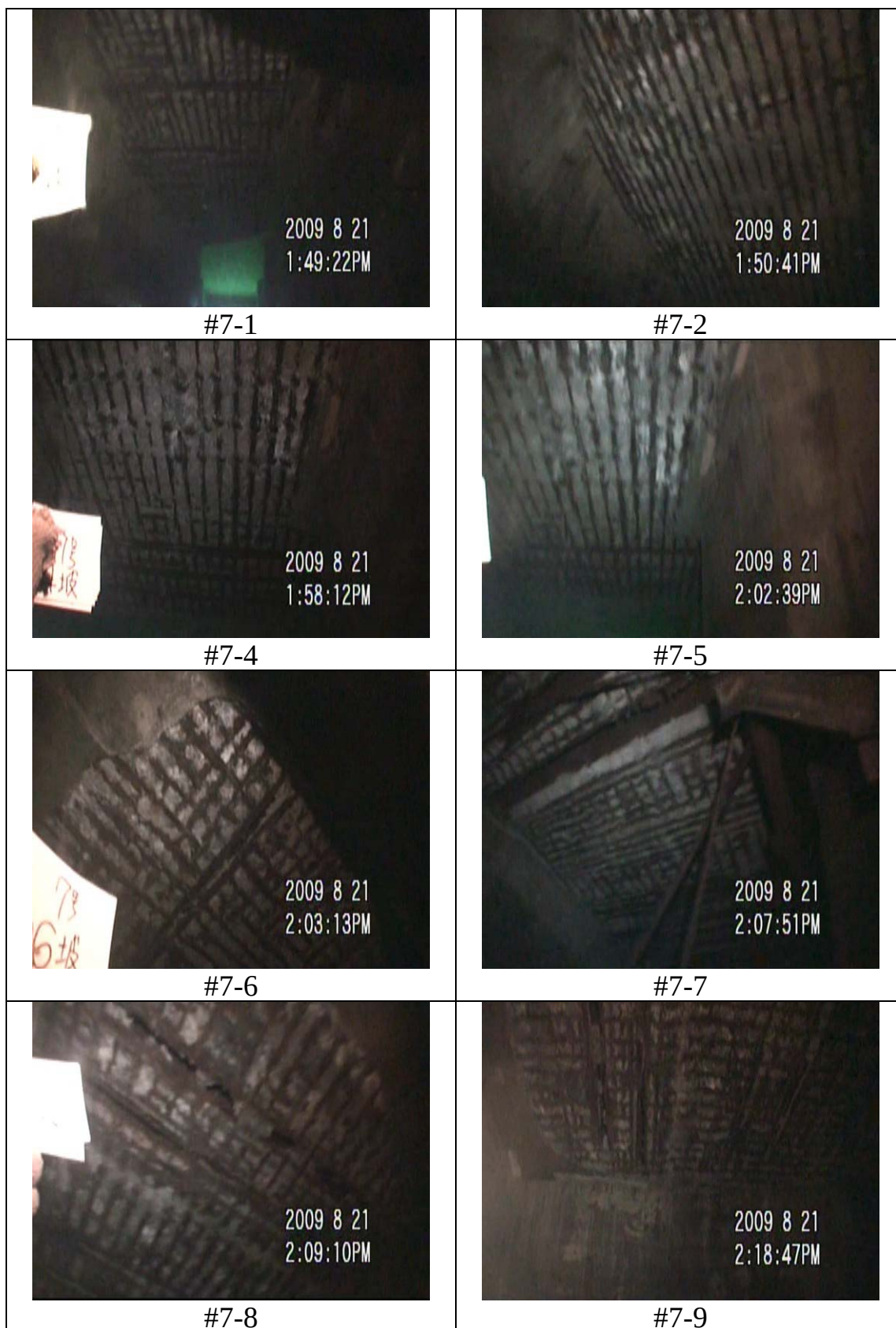


圖 57 蘇澳港 7 號碼頭調查結果照片-1



圖 57 (續 1) 蘇澳港 7 號碼頭調查結果照片-2

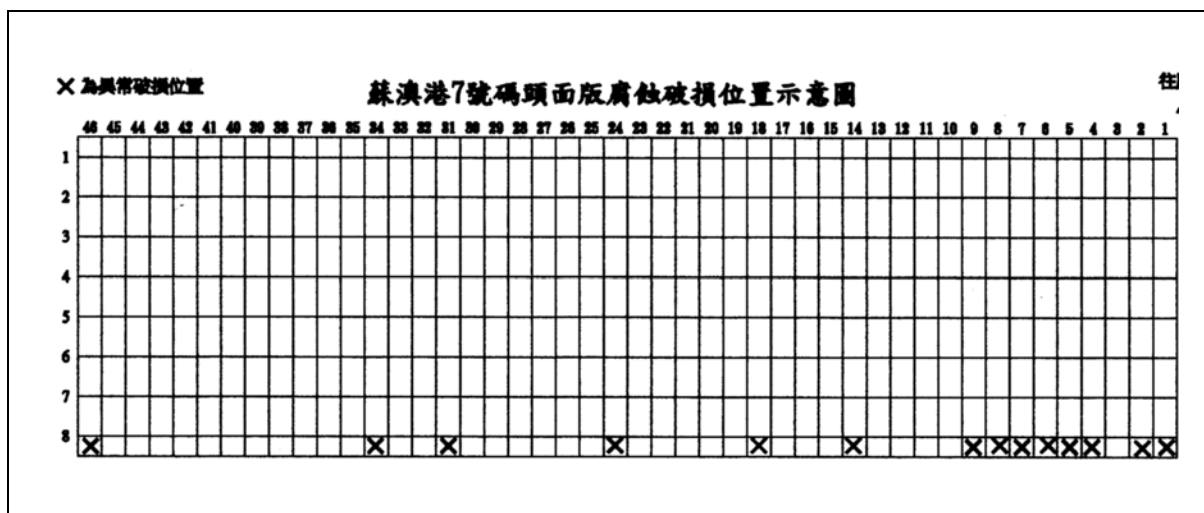


圖 58 蘇澳港 7 號碼頭調查結果示意圖

4.27 蘇澳港 10 號碼頭

本座碼頭全長 175 m，寬 20.0m，設計水深為-9.0 m，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 53 及圖 59 所示。靠泊貨輪以載運散雜貨為主。建造時間約於民國 66 年 6 月，使用迄今已超過 30 年。2009 年 8 月調查時之碼頭情形如圖 60 所示。

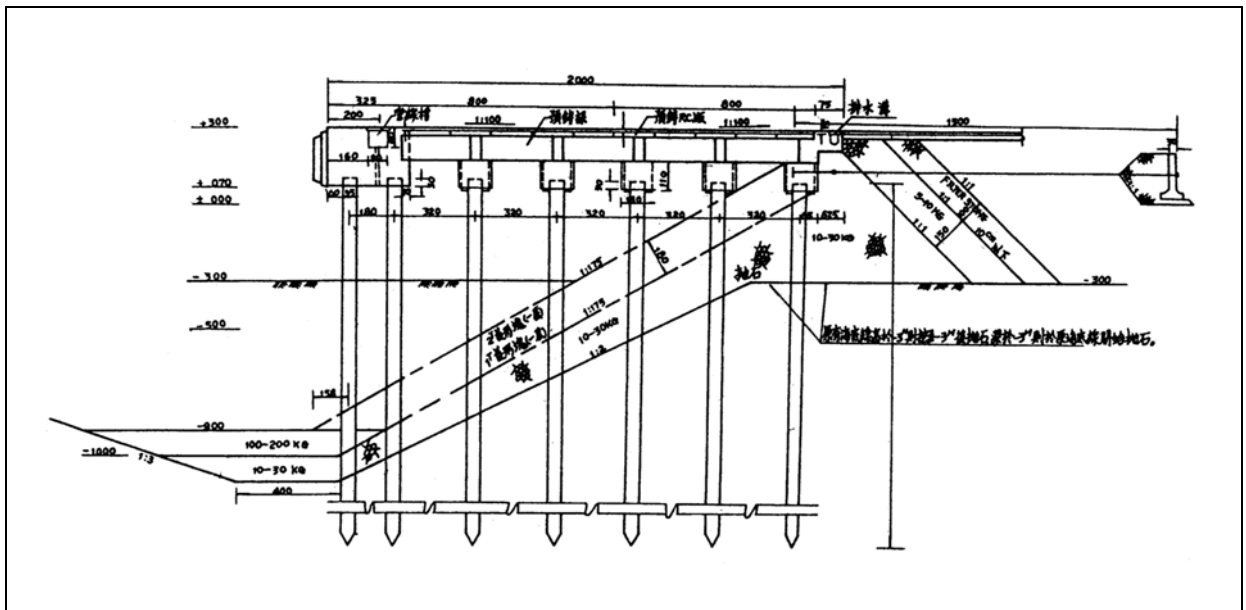


圖 59 蘇澳港 10-12 號碼頭結構型式

本次調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 02-5、04-2、07-5、12-5、13-2、15-3、20-5、21-5 等 8 處）。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁未發現明顯劣損情形
- (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 61 為本座碼頭劣損發生位置調查結果示意圖，本座碼頭部份面板與梁劣損嚴重，主要可能原因同同臺中港 5A 號碼頭。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，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 60 蘇澳港 10 號碼頭調查結果照片

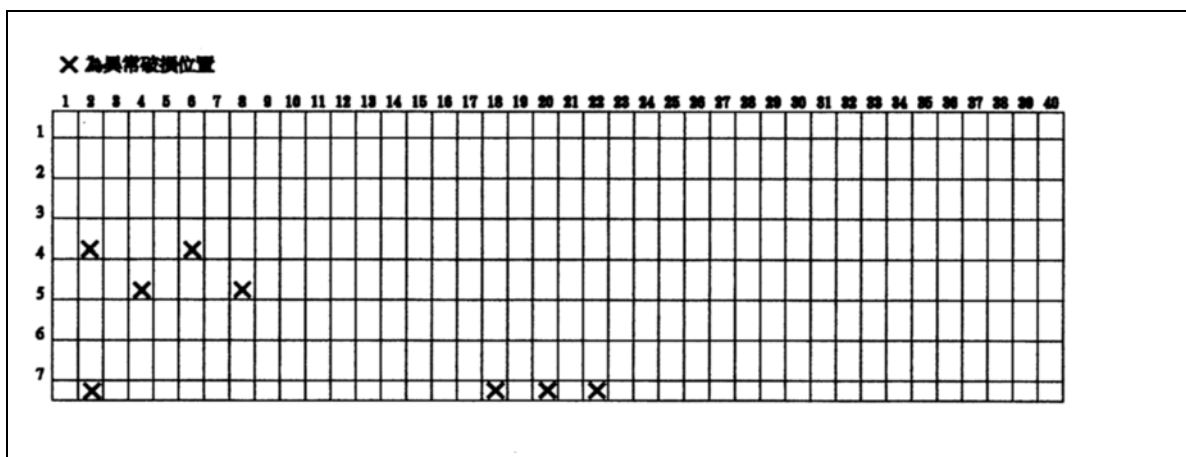


圖 61 蘇澳港 10 號碼頭調查結果示意圖

4.28 蘇澳港 11 號碼頭

本座碼頭全長 175 m，寬 20.0m，設計水深為-9.0 m，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 53 及圖 59 所示。靠泊貨輪以載運散雜貨為主。建造時間約於民國 66 年 6 月，使用迄今已超過 30 年。2009 年 8 月調查時之碼頭情形如圖 62 所示。調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 11-2、11-4、26-7、28-7、29-7、30-3、32-5、34-7、36-2、36-4 等 10 處）。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁未發現明顯劣損情形
- (3)基樁：調查時基樁外觀完整，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 63 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，主要可能原因同同臺中港 5A 號碼頭。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，並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況。

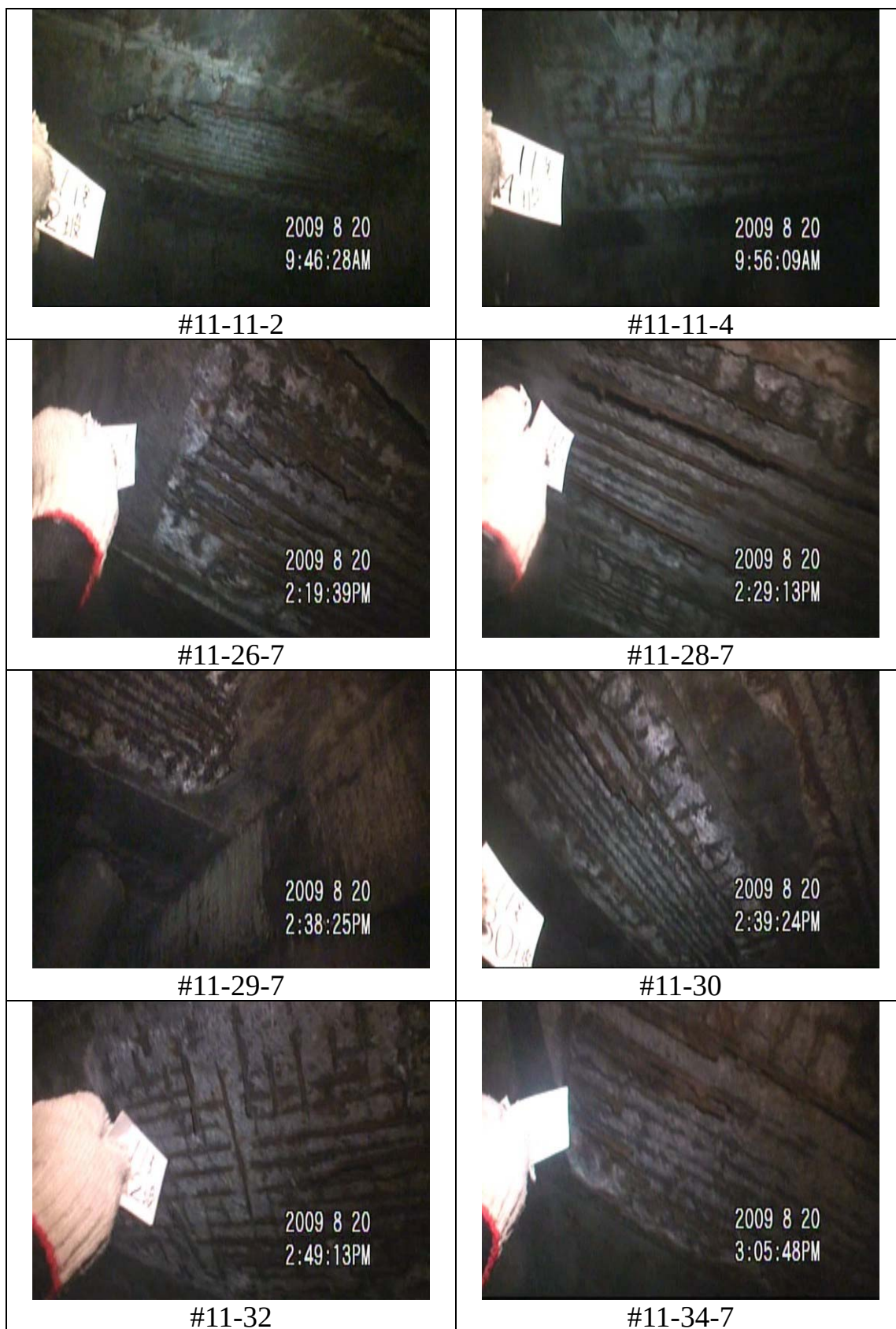


圖 62 蘇澳港 11 號碼頭調查結果照片-1



圖 62 (續 1) 蘇澳港 11 號碼頭調查結果照片-2

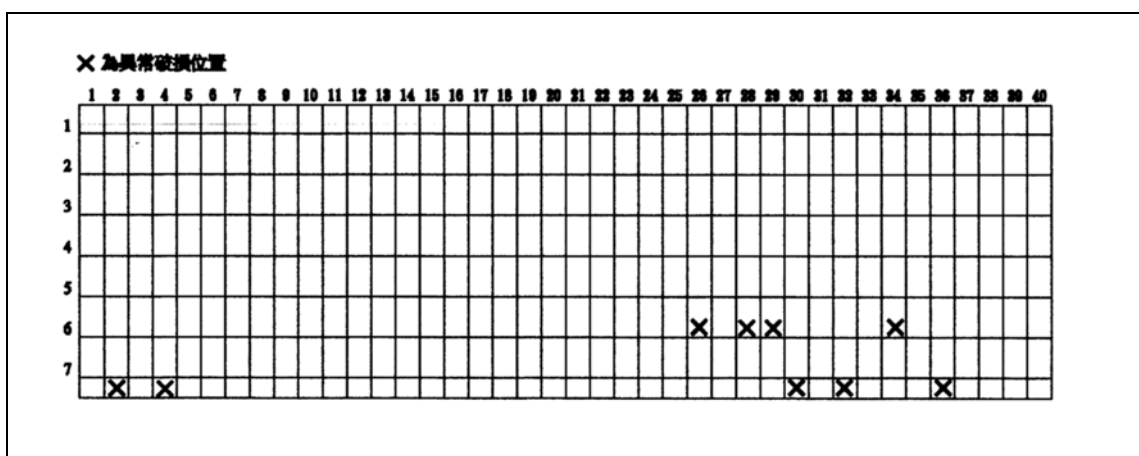


圖 63 蘇澳港 11 號碼頭調查結果示意圖

4.29 蘇澳港 12 號碼頭

本座碼頭全長 175 m，寬 20.0m，設計水深為-9.0 m，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 53 及圖 59 所示。靠泊貨輪以載運散雜貨為主。建造時間約於民國 66 年 6 月，使用迄今已超過 30 年。2009 年 8 月調查時之碼頭情形如圖 64 所示。本次調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 02-5、04-2、05-4、18-7、28-2、38-7、34-5、40-5 等 8 處）。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁未發現明顯劣損情形
- (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 65 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，主要可能原因同同臺中港 5A 號碼頭。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，並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況，必要時須進行碼頭結構細部檢測與評估。



圖 64 蘇澳港 12 號碼頭調查結果照片

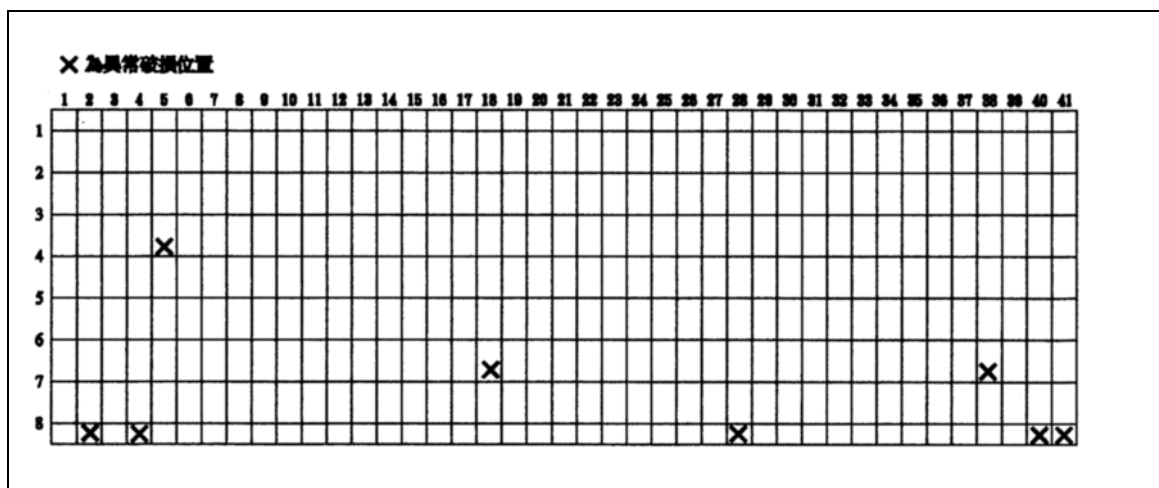


圖 65 蘇澳港 12 號碼頭調查結果示意圖

4.30 蘇澳港 13 號碼頭

本座碼頭全長 175 m，寬 20.0m，設計水深為-9.0 m，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 53 及圖 66 所示。靠泊貨輪以載運散雜貨為主。建造時間約於民國 70 年 7 月，使用迄今將近 30 年。2009 年 8 月調查時之碼頭情形如圖 67 所示。

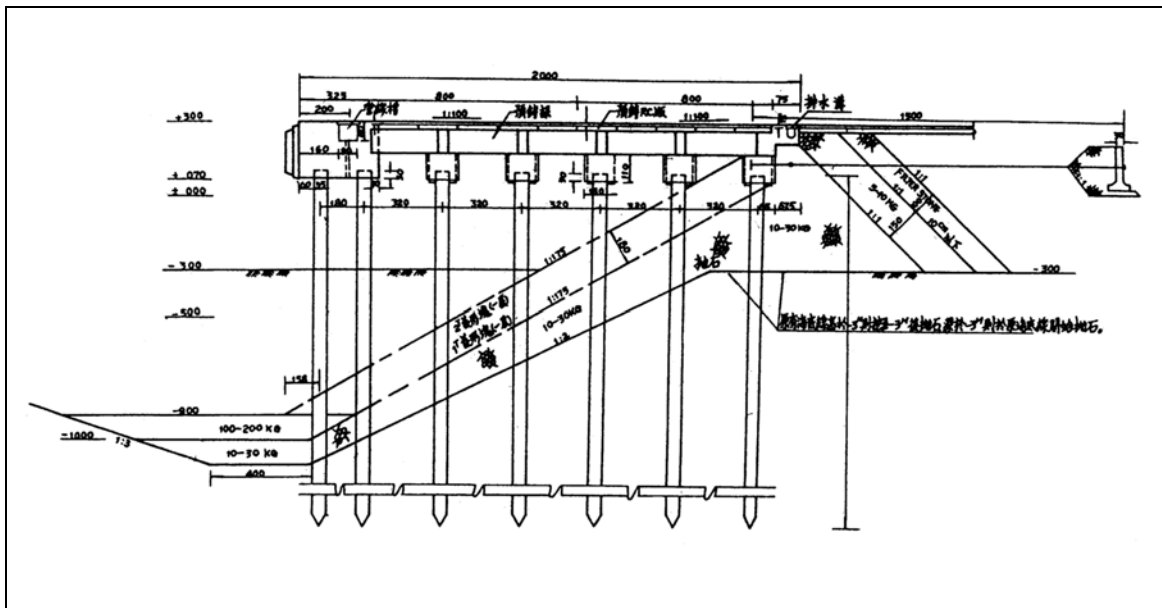


圖 66 蘇澳港 13 號碼頭結構型式

本次調查結果彙整如下：

- (1)面版：本座碼頭調查時，面版底版部份區塊發現混凝土剝落及內部鋼筋腐蝕外露（編號 01-5、04-2、06-5、10-5、12-2、14-3、16-5、18-5、20-4、22-2、24-5、25-5、28-5、30-5、32-4、34-5、35-5、36-5 等 18 處）。
- (2)梁：本座碼頭調查時，面版之梁未發現明顯劣損情形
- (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 68 為本座碼頭劣損發生位置調查結果示意圖，本座碼頭部份面板與梁劣損嚴重，主要可能原因同同臺中港 5A 號碼頭。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，並需定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況，必要時須進行碼頭結構細部檢測與評估。



圖 67 蘇澳港 13 號碼頭調查結果照片-1



圖 67 (續 1) 蘇澳港 13 號碼頭調查結果照片-2



圖 67 (續 2) 蘇澳港 13 號碼頭調查結果照片-3

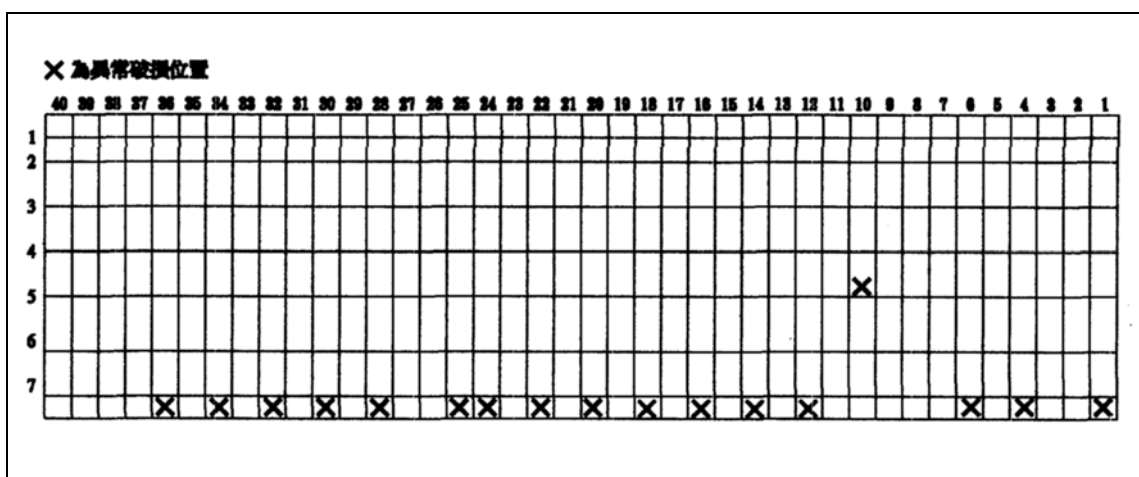


圖 68 蘇澳港 13 號碼頭調查結果示意圖

表 4-8 為蘇澳港棧橋式碼頭面版劣損調查結果彙整。

表 4-8 蘇澳港棧橋式碼頭面版劣損調查結果彙整

碼頭 編號	結構 型式	建造 日期 (年.月)	調查結果 (括號內數據為劣損嚴重數量)				建議處理方式
			底板	梁	基樁	護坡	
6	直樁	72.3	23	0	0	0	註2
7	直樁	72.3	14	0	0	0	註2
10	直樁	66.6	8	0	0	0	註2
11	直樁	66.6	10	0	0	0	註2
12	直樁	66.6	8	0	0	0	註1
13	直樁	70.7	18	0	0	0	註1

註 1：建議應即針對碼頭整體結構安全及構造功能進行細部檢測

註 2：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

註 3：碼頭現況良好，不需修護

第五章 結論

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、管理與安全等為本計畫之主要目標。

本年度研究成果包括臺中港及蘇澳港共 30 座棧橋式碼頭之鋼筋混凝土面版底部、梁及基樁進行目視檢測，並觀察護坡現況。並依各座碼頭之調查結果，提出應即針對碼頭整體結構安全及構造功能進行細部檢測與維修、及早進行維修作業或增加檢測頻率等建議，並可提供後續包含研擬維修工法、建置維護管理系統等之相關研究應用參酌。

本計畫之研究效益，除研究成果可提供港務局等維護港灣設施參考外，研究過程中採用或建置完成之相關檢測方法與實施流程，均可提供國內各港務局應用於相關碼頭設施維護管理作業需要與本所進行港灣構造物後續相關研究之重要參考。

本計畫研究結論如下：

1. 本研究棧橋式碼頭劣損調查，本年度共調查臺中港 24 座碼頭（5A 至 35 號碼頭）及蘇澳港 6 座碼頭（6-7 及 10-13 號碼頭），結果顯示臺中港棧橋式碼頭劣損情形包括面版及梁等鋼筋混凝土構件，部份發現混凝土剝落與鋼筋腐蝕外露或斷裂；蘇澳港棧橋式碼頭則僅面版出現上述劣損行為。
2. 依損壞程度區分，臺中港以 7 號、8 號、8A 及 14 號等 4 座碼頭劣損數量及範圍最大，建議應即針對碼頭整體結構安全及構造功能進行細部檢測與維修；13 號及 26 至 29 號等 5 座碼頭損壞情形次之，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。22 號、31-32 號及 34-35 號等 5 座碼頭則未於調查時，

則未發現鋼筋混凝土構件有較嚴重之劣損情形。蘇澳港以 12 號及 13 號等 2 座碼頭面版劣損數量及範圍最大，其餘碼頭次之，建議亦應及早進行維修。

3. 依碼頭使用時間與發生損壞關係區分，使用時間如超過 20 年，其發生損壞機率將明顯增加。
4. 本次調查之碼頭其基樁與護坡等，均未發現鋼筋混凝土構件有劣損或破壞散亂情形。
5. 臺中港之棧橋式碼頭共有 41 座，本次調查僅有 24 座，尚有 17 座碼頭未實施調查，建議港務局應酌量其使用時間安排進行必須之檢測，以確保碼頭營運安全及功能。其中，碼頭如使用時間已超過 20 年者，須優先考量實施調查。
6. 由於本年度針對臺中港 8A 及 9-11 號與蘇澳港 10-12 號棧橋式碼頭同時進行初步檢測，其檢測項目因未能直接觀察最易受到海洋環境侵襲之水下構件部份，故結果無法立即顯示或發現面版或梁之劣化損壞情形，為確保碼頭結構安全與營運功能，建議棧橋式碼頭如使用時間已超過 20 年，應實施定期或每年至少一次由水下直接目視檢查碼頭現況。

參考文獻

1. 陳桂清、蘇吉立、柯正龍等，港灣構造物劣損診斷與腐蝕防治之研究(2/2)，交通部運輸研究所，民國 98 年 4 月。
2. 財團法人中華民國港埠技術顧問社，基隆港冬 11 號碼頭後深至 13 公尺安全檢測與評估正式報告書，交通部基隆港務局，民國 94 年 6 月。
3. 吳美惠、陳國銘、劉宏義，碼頭 RC 結構之損壞鋼筋腐蝕檢測與評估，中華民國防蝕工程學會 95 年年會論文集，民國 95 年 8 月，頁 162-176。
4. 陳桂清、張道光、柯正龍、許書王，棧橋式碼頭 RC 構件劣化損壞與維護探討，中華民國第 25 屆海洋工程研討會論文集，民國 92 年 10 月，頁 803-810。
5. 宇泰工程顧問有限公司，九二一地震臺中港區碼頭災損檢測正式報告書，交通部臺中港務局，民國 90 年。
6. 蘇吉立、陳桂清等，碼頭本體設施維護管理系統建置之研究(1/4)，交通部運輸研究所，民國 95 年 4 月。
7. 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，民國 96 年 4 月。
8. 郭世榮、簡連貴、蕭松山等，港灣設施防災技術之研究(一)－港灣構造物維護管理準則之研究，交通部運輸研究所，民國 93 年 2 月。
9. 侯和雄、陳吉紀等，港灣工程專有名詞，交通部運輸研究所，民國 85 年 4 月。
10. 李釗，港灣混凝土構造物劣化探討(一)，港灣構造物安全檢測與評估研習會論文集，交通部運輸研究所，民國 91 年 7 月。

11. 郭世榮、陳吉紀、簡連貴等，港灣設施防災技術之研究(二)-港灣設施防災對策之研究，交通部運輸研究所，民國 94 年 3 月。
12. 海岸新生之漁港疏浚與多功能漁港之開發規劃
13. 基隆市漁港，行政院農業委員會漁業署，民國 92 年 7 月。
14. 宜蘭縣漁港，行政院農業委員會漁業署，民國 92 年 7 月。
15. J.Christopher Ball, "Galvanic corrosion protection of reinforced concrete structure at cape canaveral", Concrete in Austrial Vol. 34 No. 3, 2007。
16. 橫田 弘等，既有棧橋之生命週期分析之檢討，港灣空港技術研究所資料，2005。
17. 岩波 光保，既有設施考慮機能向上之生命週期分析評價之檢討等，港灣空港技術研究所資料，2006。
18. 尾崎 龍三，經濟損失考慮費用最小化為基礎之港灣構造物信賴性設計法(Level 1)，國土交通省 國土技術政策綜合研究所，2005。
19. 高橋 宏直，港灣設施之維修補強、更新費之將來預測，國土交通省 國土技術政策綜合研究所，2005。
20. 高橋 宏直，港灣設施之維修補強與更新費之將來預測關係之研究，國土交通省國土技術政策綜合研究所，2002。
21. 蘇吉立，高雄港老舊碼頭調查研究系列報告，港灣報導，第 38 期，臺灣省交通處港灣技術研究所，民國 85 年 10 月，頁 41-43。
22. 李延恭、謝明志、蘇吉立，老舊碼頭基礎安全性調查及評估，中華民國第十八屆海洋工程研討會論文集，民國 85 年 11 月，頁 799-810。
23. 李延恭、蘇吉立、謝明志、陳圭璋，高雄港區老舊碼頭安全調查及評估研究，臺灣省交通處港灣技術研究所 87-研(七)，民國 87 年 6

月，頁 2-152。

24. 蘇吉立，重力式碼頭安全檢測與維修研究，港灣報導，第 46 期，臺灣省交通處港灣技術研究所，民國 87 年 10 月，頁 43-53。
25. 李延恭、蘇吉立，老舊碼頭調查及評估，地工技術，第 74 期，民國 88 年 8 月，頁 93-104。
26. 蘇吉立、李延恭，921 集集地震後臺中港北碼頭災象調查分析，地工技術，第 77 期，民國 89 年 2 月，頁 65-76。
27. 交通部運輸研究所編著，橋樑檢測評估與維修人員訓練講習講義，民國 92 年 10 月。
28. 蘇吉立，碼頭維護管理草案之初步建議，港灣報導，第 59 期，交通部運輸研究所，民國 91 年 1 月，頁 49-57。
29. 李賢華，港灣構造物安全檢測與評估，港灣構造物安全檢測與評估研習會論文集，交通部運輸研究所，民國 91 年 7 月，頁 5-24。
30. 蘇吉立，碼頭結構安全檢測系統之研究，中華民國第二十四屆海洋工程研討會論文集，民國 91 年 11 月，頁 719-726。
31. 陳宗禮、張大鵬等，既有鋼筋混凝土結構物延壽之基本思維，中國土木水利工程學會編著，既有鋼筋混凝土結構物之維修及補強研討會簡報資料，民國 92 年 11 月，頁 1-13。
32. 曾志煌、王慶福等，港灣構造物維護管理準則之研究"，交通部運輸研究所，民國 93 年 12 月。
33. 蘇吉立，港灣工程單價資料庫之建置(3/3)，交通部運輸研究所，民國 94 年 3 月。
34. 蘇吉立、陳桂清、饒正、柯正龍，碼頭維護管理系統建置之研究(1/2)，交通部運輸研究所，民國 96 年 4 月。