

99-69-7478

MOTC-IOT-98-H1DA001-1

臺灣地區商港及漁港設施 現況調查之研究(1/2)



交通部運輸研究所

中華民國 99 年 5 月

99-69-7478

MOTC-IOT-98-H1DA001

臺灣地區商港及漁港設施 現況調查之研究(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

臺灣地區商港及漁港設施現況調查之研究. (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 978-986-02-3660-6 (平裝)

1. 港埠工程 2. 港埠管理

443.2

99009700

臺灣地區商港及漁港設施現況調查之研究(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

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

GPN：1009901775

ISBN：978-986-02-3660-6 (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。

GPN：1009901775

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：臺灣地區商港及漁港設施現況調查之研究(1/2)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-02-3660-6（平裝）	政府出版品統一編號 1009901775	運輸研究所出版品編號 99-69-7478	計畫編號 98-H1DA001-1
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： <p>臺灣對外經貿運輸主要以海運為主，港埠設施之完善、營運正常與安全，攸關貨物之流暢與經濟發展。臺灣地區漁業興盛發達，對於國內經濟發展，亦有重大貢獻。因此，商港及漁港設施現況是否安全堪用，以確保港埠設施必正常營運與安全，降低經濟損失。由於港灣構造物大多浸入於海水下，平時檢測不易且困難，常有被忽略，安全甚為疑慮與危險。為建立安全預警功能，構造物現況之調查、檢測與日常維護必需落實，且日益突顯其重要性與必要性。此外，棧橋式碼頭施工技術容易且工期較短，碼頭新建及改建常採用之，本計畫將另針對五大國際商港現有之棧橋式碼頭進行現地檢測及基本建造資料、維修工法蒐集，提供碼頭維護管理系統建置，以利於日後現地人員檢測及維護管理。</p> <p>本計畫以五大商港及其附屬港口與中央機關管轄之一等漁港之碼頭、防波堤等設施為調查對象。執行時間為兩年，98年度調查結果顯示，臺中港8A及9至11號、蘇澳港10至12號與高雄港71號碼頭，應用D.E.R法評估，其結構體功能完整，安全無虞。惟碼頭啟用迄今已有20~30餘年，必需加強檢測頻率，或於受到不正常外力（如規模5.0以上地震或海嘯）侵襲，應有即時檢查之作為，確卻掌握碼頭安全狀況。</p> <p>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。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
99 年 5 月	126	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： <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 月 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 Survey on Commercial and Fishing Harbor Facilities in Taiwan (1/2)

ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-02-3660-6 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009901775	IOT SERIAL NUMBER 99-69-7478	PROJECT NUMBER 98-H1DA001-1
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 :

Marine transportation plays a major role in international trade shipment in Taiwan. Facility, normal operation, and safety are three factors of a harbor, which positively influence import-export goods circulation and national economic development. In the meanwhile, fishery harbors are also making huge contributions toward domestic development. Therefore, the physical situation of facilities and their safety must be comprehensively supervised in order to assure harbors are in normal operation and security, and cut down cost.

Under severe marine environmental impact, the safety, and physical situation of structures should be specifically confirmed and assured. Thus, field surveying, environmental factors, and the maintenance strategy were focused on.

In this project, the wharves and embankments of five commercial harbors and eight first-class fishing harbors were under investigation. According to field survey results shown this year (2009), No. 8 & 9-11 of Taichung Harbor, No. 10-12 of Suao Harbor and No. 71 of Kaohsiung Harbor were evaluated safely by applying the D.E.R. evaluating method. Due to these facilities having been used for more than 20~30 years, it is better to increase field surveying frequency, especially after major earthquakes (scale 5.0 and above) or tsunami, in order to assure facility physical situation.

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

DATE OF PUBLICATION May 2010	NUMBER OF PAGES 126	PRICE 200	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.

臺灣地區商港及漁港設施現況調查 (1/2)

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
表目錄	VII
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
第二章文獻回顧	3
2.1 碼頭結構型式	3
2.1.1 重力式碼頭概述	3
2.1.2 板樁式碼頭概述	5
2.1.3 棧橋式碼頭概述	6
2.1.4 重力式碼頭破壞原因探討	7
2.1.5 板樁式碼頭破壞原因探討	12
2.1.6 棧橋式碼頭破壞原因探討	13
2.2 港灣 R.C.結構物安全檢測項目	14
2.2.1 整體結構變形檢測	14
2.2.2 細部構材檢測	15

2.2.3 基礎地盤調查.....	16
2.2.4 碼頭附屬設施之檢測.....	16
2.3 檢測及評估實施時機.....	17
2.3.1 一般性安全檢測.....	17
2.3.2 緊急災變檢測.....	17
2.3.3 分階段檢測及評估.....	18
2.4 結構物安全檢測評估.....	20
2.4.1 初步安全檢測.....	20
2.4.2 細步安全檢測.....	21
2.4.3 結構整體評估等級.....	23
第三章 研究方法與進行步驟.....	25
3.1 調查範圍.....	25
3.2 構造物基本資料蒐集.....	25
3.3 檢測及維修歷史.....	25
3.4 整體結構變形檢測及構造主結構體檢測.....	25
3.5 鋼筋混凝土材料劣化檢測.....	28
3.6 非主結構體檢測.....	29
3.7 構造物初步檢測評估.....	30
3.8 完成檢測或進行細部評估.....	32
第四章 結果與討論.....	33
4.1 臺中港 8A 號碼頭.....	33
4.2 臺中港 9 號碼頭.....	39
4.3 臺中港 10 號碼頭.....	45

4.4 臺中港 11 號碼頭.....	50
4.5 蘇澳港 10 號碼頭.....	55
4.6 蘇澳港 11 號碼頭.....	61
4.7 蘇澳港 12 號碼頭.....	65
4.8 高雄港 71 號碼頭.....	70
4.9 基隆市八斗子漁港.....	75
4.10 基隆市正濱漁港.....	81
4.11 宜蘭縣南方澳漁港.....	87
4.12 宜蘭縣烏石漁港.....	96
第五章 結論.....	105
參考文獻.....	參-1

表 目 錄

表 1 重力式碼頭各構件產生異狀列表.....	11
表 2 板樁式碼頭各構件產生異狀列表.....	13
表 3 棧橋式碼頭各構件產生異狀列表.....	14
表 4 港灣構造物細部構材檢測建議項目	16
表 5 碼頭構造物初步檢測評估表.....	27
表 6 鋼筋腐蝕電位與腐蝕機率關係.....	29
表 7 港灣碼頭初步檢測劣化程度與評估值關係-1	31
表 7(續) 港灣碼頭初步檢測劣化程度與評估值關係-2.....	32
表 8 臺中港 8A 碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果.....	37
表 9 臺中港 8A 號碼頭初步檢測表.....	38
表 10 臺中港 9 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果.....	43
表 11 臺中港 9 號碼頭初步檢測表.....	44
表 12 臺中港 10 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果.....	48
表 13 臺中港 10 號碼頭初步檢測表.....	49
表 14 臺中港 11 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果.....	53
表 15 臺中港 11 號碼頭初步檢測表.....	54
表 16 蘇澳港 10 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果.....	59
表 17 蘇澳港 10 號碼頭初步檢測表.....	60
表 18 蘇澳港 11 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果.....	63

表 19 蘇澳港 11 號碼頭初步檢測表.....	64
表 20 蘇澳港 12 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果.....	68
表 21 蘇澳港 12 號碼頭初步檢測表.....	69
表 22 高雄港 71 號碼頭初步檢測表.....	74
表 23 八斗子漁港現有主要設施.....	76
表 24 正濱漁港現有主要設施.....	82
表 25 南方澳漁港現有主要設施.....	88
表 26 烏石漁港現有主要設施.....	97

圖 目 錄

圖 1 沈箱式碼頭	4
圖 2 方塊式碼頭	4
圖 3 L 型塊式碼頭	5
圖 4 錨碇板式碼頭	6
圖 5 直樁棧橋式碼頭	7
圖 6 斜樁棧橋式碼頭	7
圖 7 導致重力式方塊碼頭結構外部異象之主要機制示意圖	9
圖 8 導致重力式沉箱碼頭結構外部異象之主要機制示意圖	9
圖 9 重力式方塊碼頭構件標示	10
圖 10 重力式沉箱碼頭構件標示	10
圖 11 導致版樁式錨碇樁碼頭結構外部異象之主要機制示意圖	12
圖 12 港灣結構安全檢測實施流程圖	19
圖 13 構造物現況調查流程	25
圖 14 鋼筋腐蝕電位量測示意圖	29
圖 15 臺中港 8A 至 11 號碼頭位置示意圖	33
圖 16 臺中港 8A 號碼頭結構型式	34
圖 17 臺中港 8A 碼頭上部結構檢測項目相關照片	34
圖 18 臺中港 9 至 11 號碼頭結構型式	39
圖 19 臺中港 9 號碼頭上部結構檢測項目相關照片	40

圖 20 臺中港 10 號碼頭上部結構檢測項目相關照片	45
圖 21 臺中港 11 號碼頭上部結構檢測項目相關照片	50
圖 22 蘇澳港 10 至 12 號碼頭位置示意圖	55
圖 23 蘇澳港 10 至 12 號碼頭結構型式	56
圖 24 蘇澳港 10 號碼頭上部結構檢測項目相關照片	56
圖 25 蘇澳港 11 號碼頭上部結構檢測項目相關照片	61
圖 26 蘇澳港 12 號碼頭上部結構檢測項目相關照片	65
圖 27 高雄港 71 號碼頭位置圖	70
圖 28 高雄港 71 號碼頭結構型式	70
圖 29 高雄港 71 號碼頭上部結構檢測項目相關照片	71
圖 30 八斗子漁港平面配置圖	76
圖 31 八斗子漁港碼頭位置圖	77
圖 32 八斗子漁港一期泊區碼頭（一）結構型式	77
圖 33 八斗子漁港一期泊區碼頭（二）結構型式	77
圖 34 八斗子漁港小型船渠碼頭結構型式	78
圖 35 八斗子漁港一期泊區突堤碼頭結構型式	78
圖 36 八斗子漁港二期泊區碼頭（一）結構型式	78
圖 37 八斗子漁港二期泊區突堤碼頭結構型式	79
圖 38 八斗子漁港二期泊區碼頭（二）結構型式	79
圖 39 八斗子漁港碼頭現況(2009 年 5 月)	80
圖 40 正濱漁港平面配置圖	82

圖 41 正濱漁港碼頭配置示意圖	83
圖 42 正濱漁港深水碼頭(一) 結構型式	83
圖 43 正濱漁港深水碼頭(二) 結構型式	83
圖 44 正濱漁港碼頭結構型式	84
圖 45 正濱漁港小型船渠碼頭結構型式	84
圖 46 正濱漁港八尺門碼頭結構型式	84
圖 47 正濱漁港維護碼頭結構型式	85
圖 48 正濱漁港加油碼頭結構型式	85
圖 49 正濱漁港碼頭現況(2009 年 5 月)	86
圖 50 南方澳漁港平面配置圖	89
圖 51 南方澳漁港碼頭配置示意圖	89
圖 52 南方澳漁港第三船渠北碼頭結構型式	90
圖 53 南方澳漁港第三船渠南碼頭結構型式	90
圖 54 南方澳漁港西碼頭(二)結構型式	91
圖 55 南方澳漁港東碼頭(一) 結構型式	91
圖 56 南方澳漁港東碼頭(二) 結構型式	92
圖 57 南方澳漁港西碼頭(一) 結構型式	92
圖 58 南方澳漁港第二船渠北碼頭(二)結構型式	93
圖 59 南方澳漁港第一船渠碼頭結構型式	93
圖 60 南方澳漁港第二船渠北碼頭(一)結構型式	94
圖 61 南方澳漁港碼頭現況(2009 年 5 月)	95

圖 62 烏石漁港平面配置圖	98
圖 63 烏石漁港碼頭及防波堤配置示意圖	98
圖 64 烏石漁港棧橋碼頭結構型式	99
圖 65 烏石漁港碼頭(二)結構型式	99
圖 66 烏石漁港北外廓防波堤結構型式	100
圖 67 烏石漁港北防波堤結構型式	100
圖 68 烏石漁港碼頭(一)結構型式	101
圖 69 烏石漁港防砂堤結構型式	101
圖 70 烏石漁港南防波堤結構型式	101
圖 71 烏石漁港離岸堤結構型式	102
圖 72 烏石漁港南防波堤結構型式	102
圖 73 烏石漁港碼頭現況(2009 年 5 月)	103

第一章 前言

1.1 研究動機

臺灣地區四周環海，除了基隆、臺中、蘇澳、花蓮及高雄等國際港外，工業港及漁港等大小港口遍佈，碼頭及防波堤等港灣構造物更是不計其數，主要建造材料包括鋼筋混凝土及鋼材兩種，其中鋼筋混凝土在海洋環境中，因受到如海水潑濺、氯離子、硫酸鹽、二氧化碳等外界腐蝕因子侵襲，混凝土發生劣化和內部鋼筋腐蝕問題較其他環境更為嚴重。而鋼材亦因海洋環境屬嚴重腐蝕區域，容易因發生腐蝕造成鋼板樁或鋼管樁斷面積減少或開裂、穿孔破洞等問題，影響碼頭營運安全。除了環境影響因素以外，由於地處亞熱帶，夏秋兩季常有颱風侵襲，加上因位於環太平洋地震帶上，地震發生頻繁，強烈地震經常發生，常造成港灣構造物發生嚴重破壞，其中尤以東部之蘇澳及花蓮港損壞情形最為嚴重，不僅影響船舶停靠及貨物裝卸安全，更需花費鉅額經費從事損壞後之維修工作，造成經濟重大損失。此外，臺灣地區漁業興盛發達，對於國內經濟發展，亦有重大貢獻，其碼頭與防波堤等設施均需建立安全檢測與維護機制，以確保能安全營運。

臺灣地區目前主要商港及其附屬港包括基隆港、蘇澳港、臺北港、花蓮港、臺中港、高雄港、安平港、布袋港、馬公港等，漁港屬中央漁政機關主管之第一類漁港有八斗子、正濱、前鎮、南方澳、烏石、新竹、梧棲、東港鹽埔等共計 8 處。

以交通部相關單位而言，包括部本部、運輸研究所及國內五大商港之港務局，對於港灣構造物現況調查安全檢測及評估工作，除交通部於民國 89 年起開始進行相關研究外，各港務局亦有港灣設施實施維護管理之相關作業規定，為能早日統一建立適用於國內本土環境之港灣構造物檢測評估制度，本研究將參照「港灣構造物安全檢測與評估之工作手冊（草案）」內容選定數處國內商港及一等漁港之不同型式之

碼頭構造物進行現況調查，期能藉以建立碼頭維護資料庫並提供相關管理單位參酌。

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或防波堤構造進行現況調查之安全檢測與評估，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。

1.3 研究範圍

本研究將以兩年時間，針對國內主要商港及其附屬港與第一類漁港，選定數座不同型式之碼頭構造物等鋼筋混凝土或鋼板樁結構進行探討。包括基隆港、蘇澳港、臺北港、花蓮港、臺中港、高雄港、安平港、布袋港、馬公港等商港，以及八斗子、正濱、前鎮、南方澳、烏石、新竹、梧棲、東港鹽埔等 8 個第一類漁港。

第二章 文獻回顧

港灣構造物可大致分為水域設施結構及岸上結構兩大類，水域設施包括碼頭、防波堤等主要結構和碼頭防舷材、繫纜設施、附屬防蝕材料等附屬結構設施。岸上結構主要為倉庫、廠房、儲存槽及相關機具設備。依使用材料分類，主要有鋼筋混凝土及鋼材兩種。其中又以鋼筋混凝土使用最為廣泛。

港灣構造物一般由混凝土(P.C.)或鋼筋混凝土(R.C.)、鋼材、砂石級配及土石方等材料所構成，其中以鋼筋混凝土材料被最廣泛使用。港灣 R.C. 構造物又以碼頭及防波堤結構為主。碼頭為船舶停靠、裝卸物資時，最重要的繫靠設備。防波堤屬於港灣構造中之外廓工程，用以防止海洋波浪傳遞至港池內，維持港灣內水域之靜穩。其他岸上設施包含繫靠設備必要之碼頭附屬設施。由於港灣構造物在海洋環境下，經過波浪及上部荷重等外力長期作用，材料產生變形損壞或位移，甚至材料變質影響整個結構安全，因此必須定期實施安全檢測，俾利結構物之使用安全及維修加固，防止地震或颱風等災害造成更嚴重的損壞。

2.1 碼頭結構型式

碼頭結構物可概分為重力式、板樁式、棧橋式與其他等四類碼頭，以下將國內各港常見前三類碼頭簡略概述及說明維護管理重點如下：

2.1.1 重力式碼頭概述

重力式碼頭其功能為承受碼頭之加載載重，抵抗背後之土壓力、內外之水壓力及船舶之撞擊力、拉力等，其特性為：

1. 堤體本身用混凝土做成，較為堅固且較耐久，水深較淺時多採用。
2. 水深較深時，由土壓及水壓所造成之外力增大，所需牆體之重量急遽增加，除岩層及基礎良好之處外，非為經濟之設計。

3. 作為耐震結構時，與牆體重量比例之地震力作用於牆體，較為不利。
4. 沈箱及混凝土塊之製造需廣大場地與起重船、拖船等船隊，因此，如為短期及少量工程配合上述設備時，較不經濟。
5. 與規劃水深相比，如現有地層較淺，亦較不利。

重力式碼頭依其堤體型式及施工方法，可分為沈箱式、方塊式、L 型塊式、空心型塊及場鑄混凝土式等，臺灣地區各港口之重力式碼頭中，以沈箱式、方塊式、L 型塊式三種最為常見，其結構型式如圖 1 至圖 3 所示。

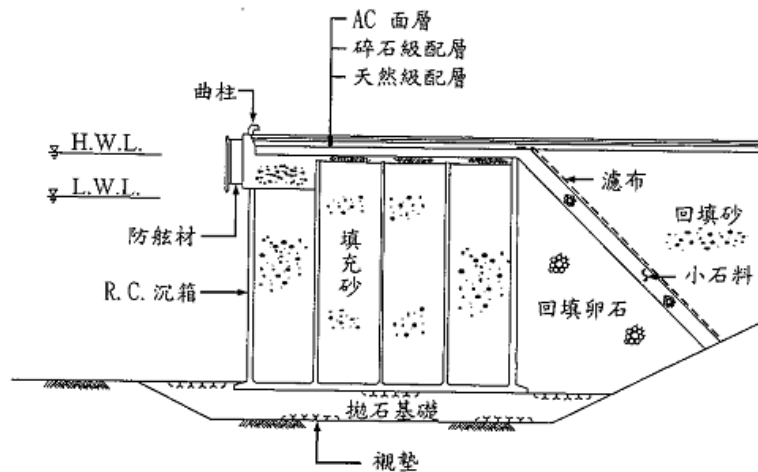


圖 1 沈箱式碼頭

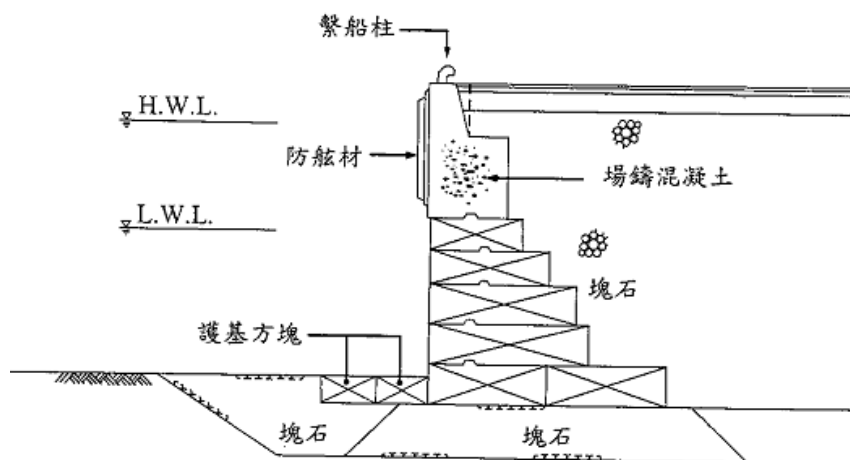


圖 2 方塊式碼頭

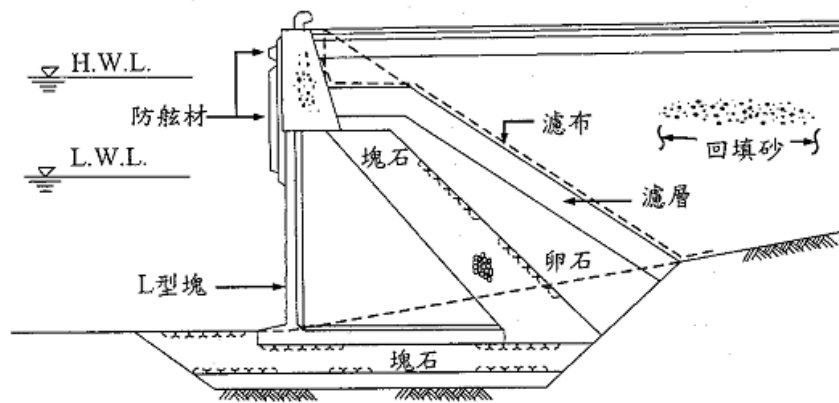


圖 3 L 型塊式碼頭

2.1.2 板樁式碼頭概述

板樁式碼頭係打設板樁及回填土築成，主要利用海側之被動土壓力及拉桿來抵抗陸側之主動土壓力及殘留水壓力。板樁之材料為鋼材、鋼筋混凝土、預力混凝土、木材等。由於鋼板樁之容許應力較大、成品亦可得較大之斷面係數，可用於水深較深之碼頭，因此目前鋼板樁較為常用。板樁式碼頭之特性如下：

1. 施工設備比較簡單，工程費較省。
2. 多數場合不需作水下基礎工程，因此施工迅速。
3. 牆體極輕，富彈性，耐震性強，可容許適當之不均勻沈陷。
4. 原地層水深較深時，板樁打設後，如未回填及錨碇設施未放妥時，波浪來襲容易損壞。
5. 鋼板樁於水中易腐蝕，耐久性較重力式差，所以宜採用陰極防蝕法，或依腐蝕程度採用較大斷面。
6. 板樁式碼頭按型式，可分為自立式、錨碇式，臺灣地區各港之板樁碼頭中，以錨碇是板樁最為常見，其結構型式如圖 4 所示。

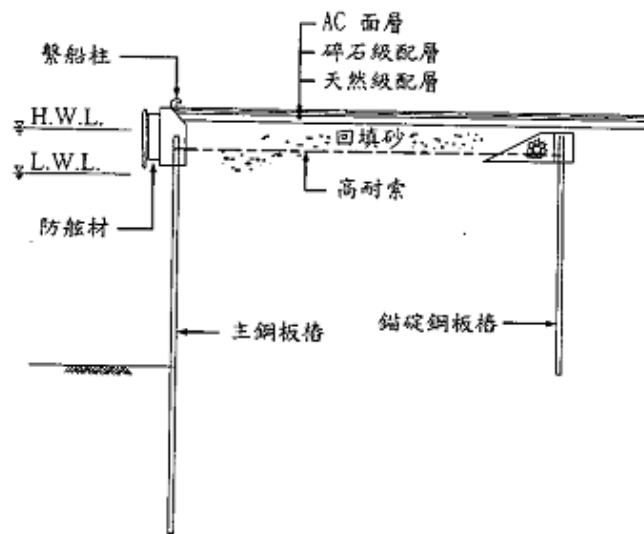


圖 4 鋼碇板式碼頭

2.1.3 棧橋式碼頭概述

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，其特性如下：

1. 結構較其他型式為輕，地層軟弱之處無法構築重力式或板樁式時，可採此法。
2. 不妨礙水流、漂砂，波浪潮流激烈之處亦不致影響自然條件之平衡。
3. 不需新填土。
4. 對於較大之集中載重，不如其他種型式碼頭可以分散承載。
5. 碼頭寬大時工程費亦增。
6. 對水平力之抵抗較弱。
7. 水流影響船舶之靠岸。

棧橋式碼頭，隨支撐頂板之支柱結構可分為直樁棧橋式、斜樁棧橋式，其結構型式如圖 5 至圖 6 所示。

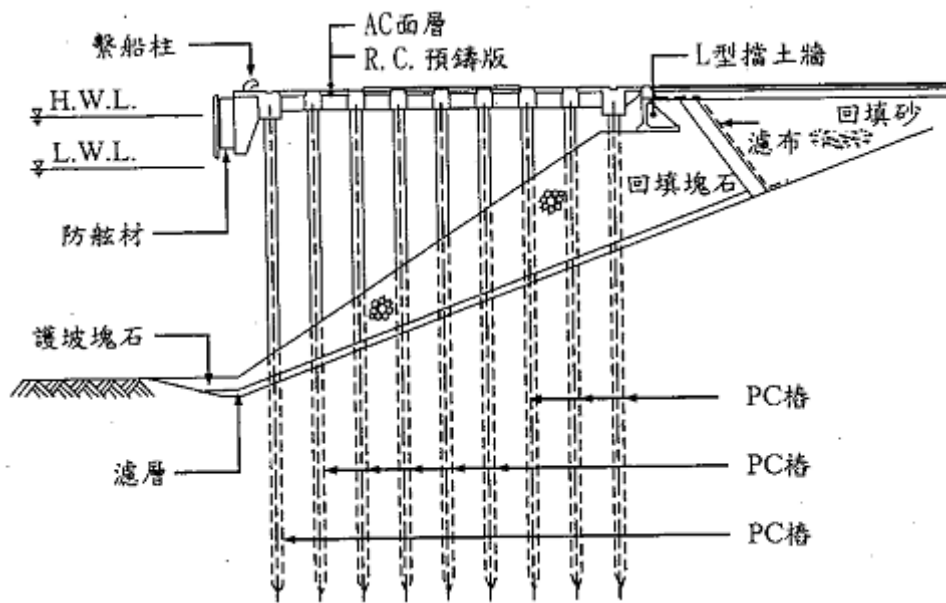


圖 5 直樁棧橋式碼頭

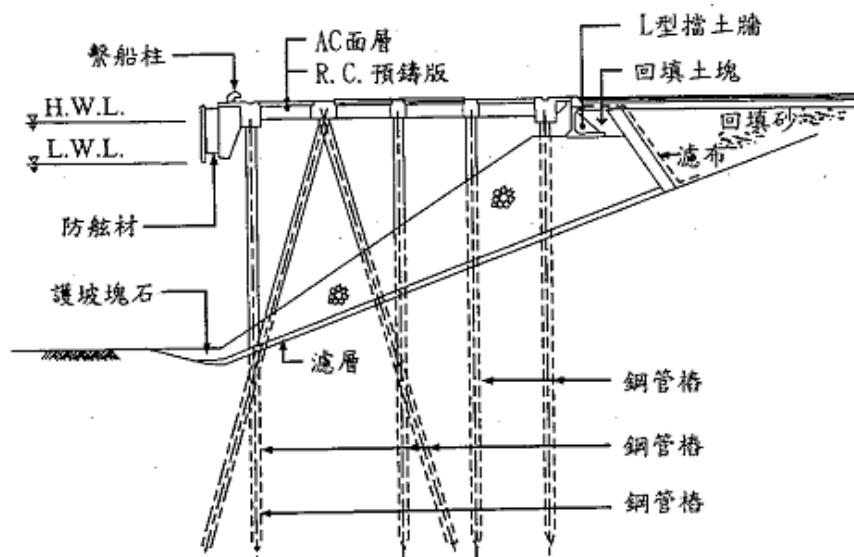


圖 6 斜樁棧橋式碼頭

2.1.4 重力式碼頭破壞原因探討

重力式碼頭可能的破壞原因，說明如下：

1. 岸壁結構：因地盤下陷造成上部結構下陷或傾斜，或因地震所產生

的額外土壓力及水壓力，超過結構原有之設計強度，大型船隻碰撞或船舶前端消波球撞擊，造成岸壁產生裂縫、破損、剝離、拱起及下陷；貨碼頭結構沿法線方向產生位移、錯動及側傾。

2. 岸肩因防砂板的破損造成被填土砂流失而引起岸肩的下陷，或因地震力產生破壞或變位，造成岸肩破裂、伸縮縫破損，或因基礎液化產生岸肩下陷、破壞、伸縮縫破損；因波浪造成岸肩鋪面破損而致使路基外露。
3. 背填土砂：可能的破壞模式為土壤液化產生沉陷，或因結構體的破損產生被填土砂發生漏砂及淘空的現象。
4. 碼頭基礎：可能產生液化沉陷或因波浪作用或船舶推進器的外力而產生淘刷作用。

圖 7 至圖 8 為重力式碼頭產生外部異狀之示意，各示意圖中所標示之 13 項行為，均為可能導致該類式碼頭外部異狀之基本機制，其所發生之部位並非圖示中之單一點或部位，而是相關之整體或單元，如圖 7 中所示機制(12)地震力之影響範圍為碼頭整體，機制(2)不當撞擊力若指船舶未依規定靠岸，其可能產生範圍為岸壁任何部位，若指岸肩任何物體未依規定拋置吊放，其可能產生範圍為岸肩任何部位，機制(5)地表水滲流之可能產生範圍為整個岸肩及後線。由各項或多項合成之基本機制所產生之外部異狀，將不是單一之異狀，異狀所產生之部位與範圍亦將是多處與多面。

據此，可針對重力式碼頭產生異狀之構件位置進行標註，如圖 9 至圖 10 所示，並針對此些構件表列其發生之異狀(異狀類型以蘇(2006)，其餘各式碼頭皆以此異狀類型進行表列)，如表 1 所示。

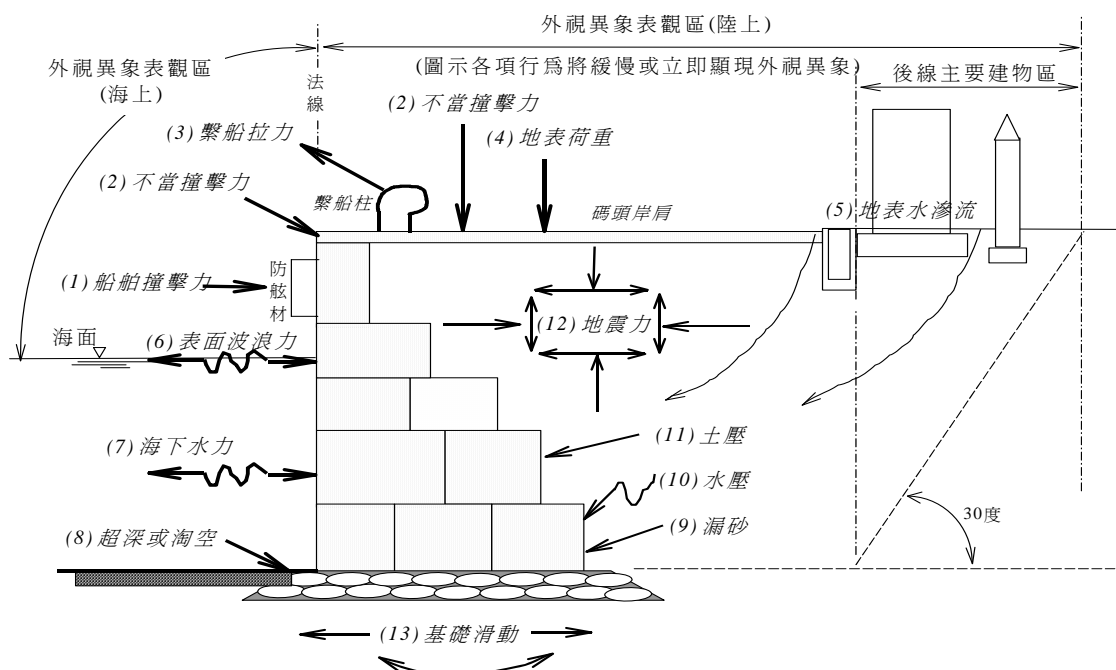


圖 7 導致重力式方塊碼頭結構外部異象之主要機制示意圖

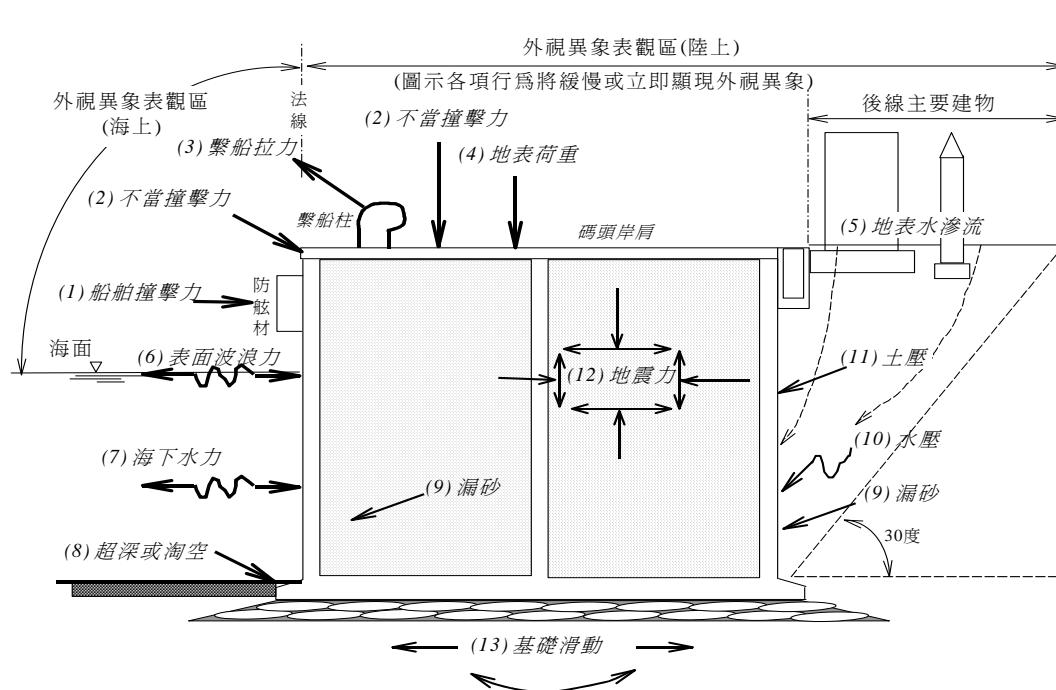


圖 8 導致重力式沉箱碼頭結構外部異象之主要機制示意圖

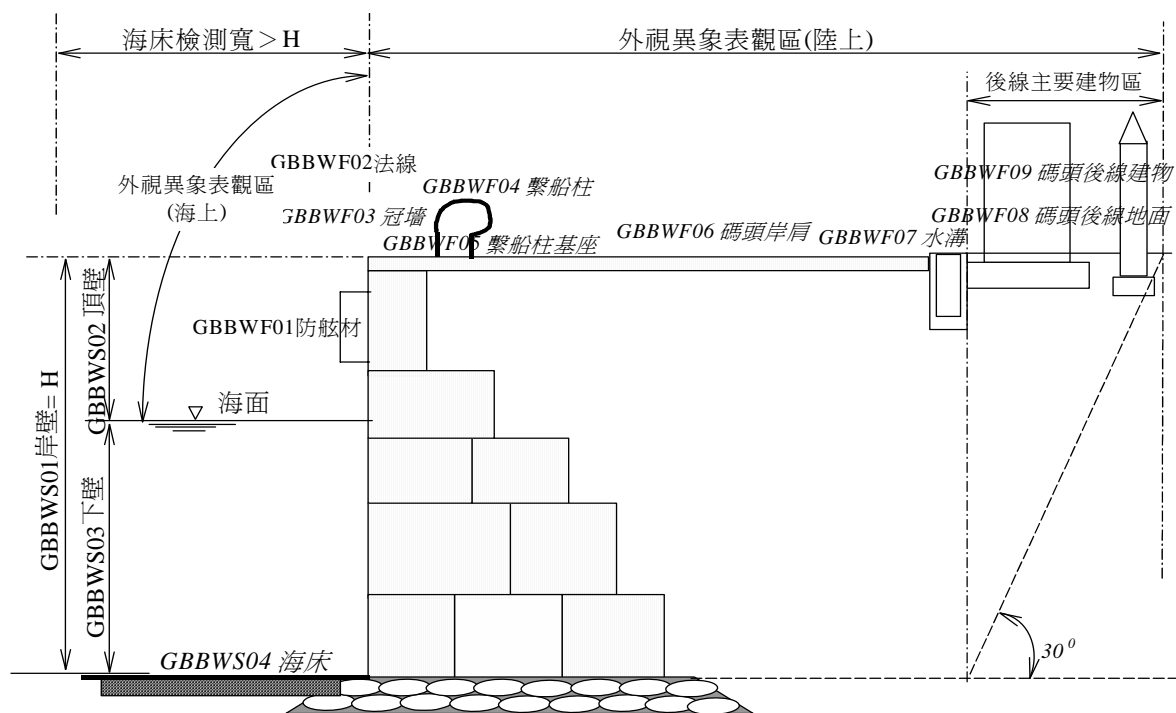


圖 9 重力式方塊碼頭構件標示

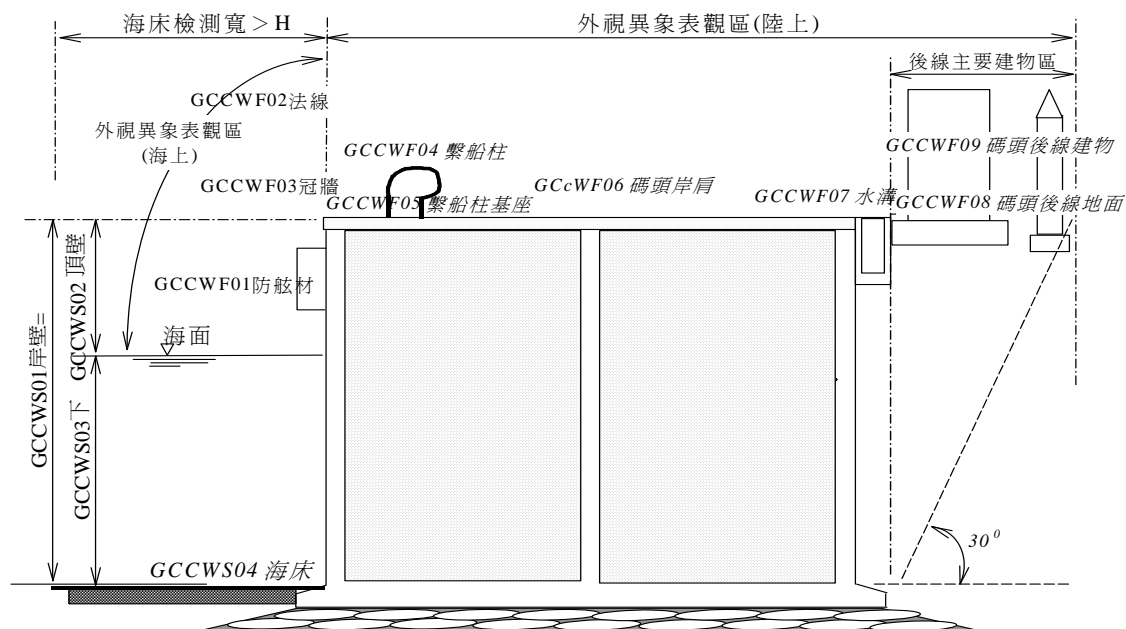


圖 10 重力式沉箱碼頭構件標示

表 1 重力式碼頭各構件產生異狀列表

構件 類型	構件 名稱	構件項目	異狀						
			裂縫	腐蝕	龜裂	沈陷	拱起	傾斜	損壞
上部 結構	主要 結構	法線						✓	
		岸肩	✓		✓	✓	✓		
		後線地面				✓			
	附屬 設施	車擋							✓
		繫船柱		✓	✓				
		防舷材							✓
		吊車軌道				✓			
下部 結構	岸壁	冠牆	✓	✓	✓				
	基礎	海床				✓	✓		

2.1.5 板樁式碼頭破壞原因探討

板樁式碼頭可能的破壞原因，說明如下：

1. 板樁結構：因經年累積腐蝕造成板樁的破壞，或因地震所產生額外土壓力及水壓力，超過結構原有之設計強度、大型船隻碰撞或船舶前端消波球撞擊，造成結構岸壁產生裂縫、破損、拱起及下陷；或板樁沿法線方向產生位移及側傾。
2. 岸肩：因持續的背填料壓密下陷造成岸肩破壞、因過度的荷重作業使得板樁鋪面產生破損而致使岸肩下陷，因地震力產生破壞或變位造成岸肩破壞；或因背填土砂液化產生岸肩下陷、破壞。
3. 背填土砂：其可能的破壞模式為土壤液化產生沉陷，或因鋼板樁的破損產生背填土砂發生漏砂及淘空的現象。
4. 碼頭基礎：可能產生液化沉陷或因波浪作用或船舶推進器的外力而產生淘刷現象。

據此，可針對板樁式碼頭產生異狀之構件位置進行標註，如圖 11 所示，並針對這些構件表列其發生之異狀，如表 2 所示。

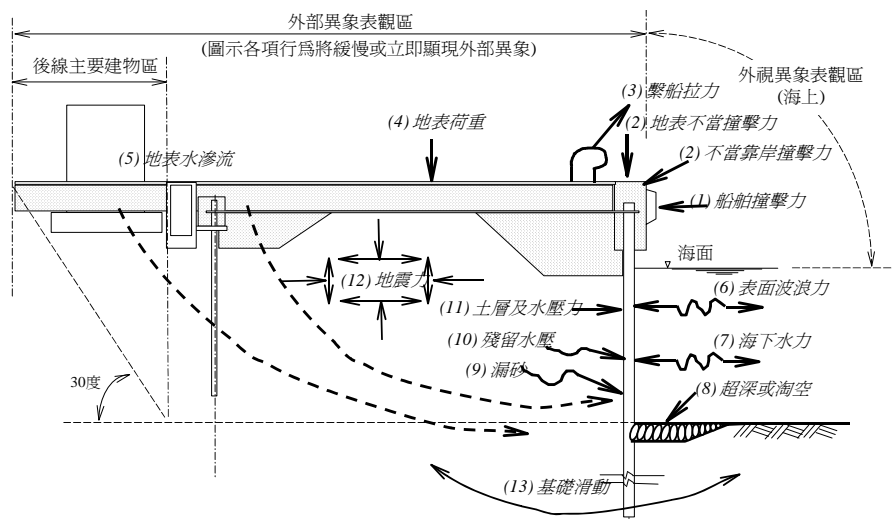


圖 11 導致版樁式碼頭結構外部異象之主要機制示意圖

表 2 板樁式碼頭各構件產生異狀列表

構件 類型	構件 名稱	構件項目	異狀						
			裂縫	腐蝕	龜裂	沈陷	拱起	傾斜	損壞
上部 結構	主要 結構	法線						✓	
		岸肩	✓	✓	✓	✓	✓		
		後線地面				✓			
	附屬 設施	車擋							✓
		繫船柱		✓	✓				
		防舷材							✓
		吊車軌道				✓			
下部 結構	岸壁	冠牆	✓	✓	✓			✓	
		鋼板樁	✓	✓				✓	
		RC(PC)樁	✓	✓	✓			✓	
	基礎	海床				✓	✓		

2.1.6 棧橋式碼頭破壞原因探討

棧橋式碼頭可能的破壞原因，說明如下：

1. 基樁結構：因經年累積腐蝕造成基樁的破壞，因地震所產生的額外水準力及水壓力，超過結構原有之設計強度，造成基樁產生破損、斷裂及挫曲；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、碼頭單元接樁鬆動，或因波浪作用將碼頭面掀起。
3. 碼頭基礎：可能產生液化沉陷，或因波浪作用或船舶推進器的外力而產生淘刷作用，或護坡塊石沖刷以及碼頭之拋石護坡滑動。

棧橋式碼頭構件發生之異狀，如表 3 所示。

表 3 棧橋式碼頭各構件產生異狀列表

構件 類型	構件 名稱	構件項目	異狀						
			裂縫	腐蝕	龜裂	沈陷	拱起	傾斜	損壞
上部 結構	主要 結構	法線						✓	
		梁	✓	✓	✓				
		岸肩	✓		✓	✓	✓		
		後線地面				✓			
	附屬 設施	車擋							✓
		繫船柱		✓	✓				
		防舷材							✓
		吊車軌道				✓			
下部 結構	岸壁	冠牆	✓	✓	✓				
		鋼管樁		✓					
		PC 樁	✓	✓	✓				
	基礎	海床				✓	✓		
		拋石護坡							✓

2.2 港灣 R.C. 結構物安全檢測項目

安全檢測項目依結構位置可概分為整體結構變形檢測、細部構材檢測、基礎地盤檢測及碼頭附屬設施檢測等。

整體結構變形檢測係檢測 R.C. 結構物可能產生之大變形或位移。細部構材檢測分為上部結構及下部結構等兩大部分，其中上部結構同質性較大；下部結構則依 R.C. 結構物型式不同，受力行為不一，容易發生結構破壞處有所差異，故檢測細項也有所區分。檢測項目建議如下：

2.2.1 整體結構變形檢測

整體結構變形檢測項目包括 R.C. 結構物(碼頭或防波堤)不均勻沈陷、岸肩伸縮縫破損、壁體傾斜、法線位移檢測等。當這些檢測結果

顯示出 R.C. 結構物有沈陷或位移或傾斜時，則其他部位的結構，如基礎結構或護基拋石必須做進一步的檢測。

2.2.2 細部構材檢測

細部構材檢測為整體結構變形檢測之外，進一步對不同型式 R.C. 結構物進行之檢測，細部構材檢測與 R.C. 結構物之型式有關，因此，將以 R.C. 結構物型式及構材性質分別討論之。其中包括上部結構破壞檢測及上部結構破壞檢測，上部結構中如碼頭面版結構裂縫，裂縫位置、長度、寬度及深度，碼頭面版鋼筋腐蝕，混凝土強度變化及其他以目視或簡單測量儀器能觀察之破壞或損害現象等。

基礎結構檢測則與 R.C. 結構物型式關係密切，但檢測不易實施，一般需借助精密儀器配合。各種型式之港灣構造物施測項目建議如表 4 所示。

表 4 港灣構造物細部構材檢測建議項目

構造物名稱	建議檢測項目
重力式碼頭	碼頭岸側背填料空洞、碼頭前側基礎掏刷、混凝土塊破損或劣化、混凝土塊或層間產生相對位移、碼頭壁體破損前傾等。
板樁式碼頭	碼頭岸側背填料空洞、碼頭基礎掏刷、板樁法線方向變位、鋼板（管）樁潮間帶及海下腐蝕、板樁裂縫或破損、鋼板（管）樁接縫開裂、鋼板（管）樁陰極防蝕陽極塊損耗、產生電流、鋼板（管）樁腐蝕電位檢測等
棧橋式碼頭	碼頭面版強度及混凝土性質檢測、基樁樁潮間帶腐蝕及海下腐蝕、基樁基礎掏刷、鋼管樁陰極防蝕陽極塊損耗、產生電流、鋼管樁腐蝕電位檢測、碼頭靠船速度或撞擊振動監測等
沉箱式碼頭及防波堤	胸牆裂縫、沉箱結構裂縫、結構體鋼筋裂縫、沉箱壁體傾斜、護基方塊沈陷移動、拋石基礎沈陷移動或沖刷
拋石堤	不均勻沈陷、胸牆裂縫、胸牆壁體傾斜、拋石基礎沈陷移動或沖刷

2.2.3 基礎地盤調查

基礎地盤調查包括碼頭坐落處之地盤屬性、液化潛能評估，碼頭基礎掏空檢測，與防波堤則為堤趾沖刷之評估等。

2.2.4 碼頭附屬設施之檢測

檢測項目包括：防舷材破損及裂縫、繫船柱基礎裂縫及其他設置於岸上與泊船有關之設施之破壞或損害等。

2.3 檢測及評估實施時機

港灣構造物安全檢測實施可概分為，定期(或不定期)實施之一般性安全檢測，及在重大災害發生時之緊急檢測，檢測時機如大型颱風過後，重大地震發生時，碼頭營運中發生重大事故（如大型船隻操船不當而碰撞）以致造成碼頭結構安全受損，以及施工時因故造成之結構破壞等。

2.3.1 一般性安全檢測

一般性安全檢測通常以定期方式進行，針對各種不同港灣構造物完工後使用之狀況、年限、環境等條件進行檢測，檢測時間並無強制性，可依實際需要進行。若發現較嚴重破壞狀況，但尚無需立即修復或立即修復有困難時，則應密集監測，以確保港灣構造物營運安全。

實施一般性檢測在如機具、人員調度困難或環境惡劣無法實施定期檢測時，可補充定期檢測之不足。故雖未明確規定檢測時間或間距，建議仍應在一定期間內，完成應檢測次數。

2.3.2 緊急災變檢測

重大災害如颱風或地震發生後必須立即進行緊急檢測，其中颱風過後，應針對防止波浪侵襲之構造物如防波堤、消波設施等進行緊急檢測；地震發生時，則針對地表加速度及動力作用較敏感的港灣構造物，如重力式結構或為固定在與海床接觸處之結構等，亦應進行緊急檢測，根據以往之地震記錄顯示，可能造成破壞之地震大多為 4 級以上，因此建議 4 級以上地震發生時，應對所有港灣構造物進行全面性檢測；當震央位於港區鄰近地區且震度達 6 級以上之大地震發生時，更應儘速於 72 小時內完成緊急檢測並確認構造物受損情形，評估應否進行進一步之防護措施。此外，碼頭結構常因大型船隻碰撞，導致安全受損，或施工時因故造成之結構破壞等事故時，應針對個別構造物及其周遭之港灣構造亦應進行緊急檢測。

2.3.3 分階段檢測及評估

檢測工作可區分為兩個階段實施，第一階段為初步檢測，一般性安全檢測及重大災害發生時之緊急檢測，均必須先經過第一階段之初步檢測，依初步檢測之結果，經過評估判定後再決定是否必須進行第二階段之檢測。

第一階段之檢測其檢測項目及檢測重點，依照港灣構造物之型式、使用狀況及環境條件等，建立表格，使得在經常性實施時具有較高的效率，及較正確之結果。

第一階段檢測工作完成後，即進入檢測結果初評階段，評估時其標準主要有兩大部分：

1. 結構安全是否有問題
2. 構造之功能性是否有問題。

第二階段的檢測工作若為一般性檢測時，第二階段的細部檢測工作將依構件位置、材料特性等來加以區分，並同樣將檢測之重點、具體要求之數據建立成表格化之形式，以便於能經常性的執行。

立即性的緊急檢測在第二階段實施時，屬於較嚴重損壞，必須立即修復之港灣構造物，應建立檢測計畫，其檢測結果除了顯示構造物破壞之程度之外，並將成為未來修復工作之重要參考。

第二階段檢測工作完成後，則進入檢測結果終評階段。

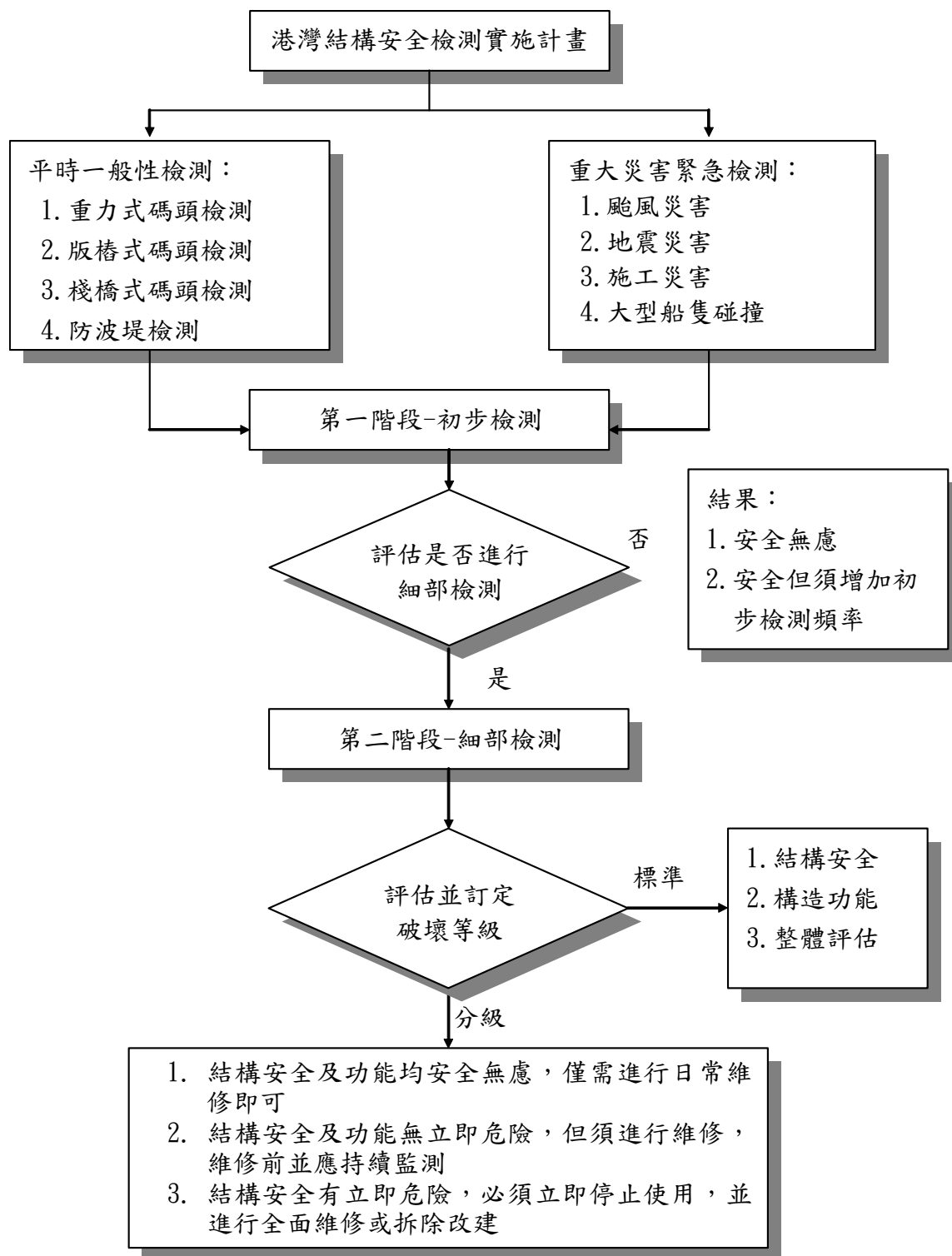


圖 12 港灣結構安全檢測實施流程圖

2.4 結構物安全檢測評估

港灣結構物經過必要之安全檢測後，除須將檢測結果彙整分析，並應建立系統性的評估制度，結合港區相關資料庫系統，將可能受損原因及相對應之檢測方法、分級評估制度及維護措施納入港區管理體系中，才能達到確保港灣構造物使用安全無虞，發揮港口營運提供船舶安全進出之功能。

港灣結構物安全檢測的評估過程可分為以下四個階段：(1)初步安全檢測；(2)細部安全檢測；(3)檢測結果安全評估；(4)港灣結構整體評估等級。

2.4.1 初步安全檢測

以目測方式及較簡單之測量儀器對碼頭整體結構變形或位移進行了解，如檢查碼頭面混凝土是否有剝離、裂縫、鋼筋外露等現象，附屬設施如橡膠護舷是否產生龜裂、破損等異狀現象，並加以拍照、量測、繪圖及描述記錄，配合結構物背景資料進行初步安全評估。

港灣構造物整體結構之安全性及破壞後之受力反應，不容易由構造物表面之初步檢測結果直接判定，由於檢測品質包括檢測人員之訓練及經驗都將嚴重影響評估結果，為確保檢測工作之客觀性及可靠性，將檢測評估方式適度量化仍有其必要性。初步安全檢測可視為第一階段檢測，檢測完成後，即進行初評階段。

整體檢測結果之判定及評估之標準主要分為：

1. 結構安全是否有問題。
2. 構造功能性是否有問題。

依據檢測結果，將各項檢測項目之檢測值經下列公式換算後，依其值所在範圍而決定最後等級。

$$ID_1 = \frac{\sum_i^N (D_i + E_i) R_i}{\sum_i^N R_i} \dots\dots\dots (3.1)$$

式中 ID_1 為初步檢測危險度指標(Index of Dangerousness) , D_i 、 E_i 、 R_i 分別為各項檢測中檢測人員填寫之檢測值, N 則代表檢測項目之總數。 ID_1 值越高則代表危險度越高, 數值分配範圍為 0 到 10 間。

初步安全檢測階段判定結果分為以下三個等級：

1. $0 \leq ID_1 < 2$ ：安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。
2. $2 \leq ID_1 < 4$ ：安全無虞，無須進行細部檢測，但於未來必須增加檢測頻率。
3. 非主體結構之 $ID \geq 4$ ，但其他主結構體之 $ID < 4$ ：為功能堪虞，小型立即性維修可改善功能狀況者應立即進行，如主結構體或整體檢測值之 $ID \geq 4$ ，必須進行第二階段之細部檢測以進一步了解構造物破壞狀況。

2.4.2 細部安全檢測

細部安全檢測為第二階段的結構安全檢測，必須配合非破壞性檢測儀器或其他更深入之檢測方法，才得以對港灣結構進行細部構材檢測。

細部安全檢測適用於：

1. 目視檢測無法判定或檢測對象不易進行者。
2. 經初步檢測結果判定必須進行細部檢測者。
3. 為重大災害或事故發生後之緊急檢測。
4. 工程維修進行中有特殊需求者。

不同型式的港灣構造物，進行細部檢測時檢測重點亦有所不同。依照碼頭及堤防型式不同，細部檢測評估表將有所區分。如初步檢測

過程中，主結構體部份 D 值等級判定為 3 以上時，細部安全檢測時應視情況以較可靠之儀器重新檢測，並會同細部檢測評估表之檢測項目及結果，共同做最後之安全等級評估。

港灣構造物進行檢測與評估，評估時分成兩個階段進行。第一階段的評估工作包括結構安全性及構造物之功能性，主要在判定構造物是否安全。如屬安全堪虞，則必須進行第二階段之細部檢測，進一步了解構造物破壞狀況。

第二階段之細部檢測工作完成後，可依第一階段之評估方式進行評估，評估時將現地檢測數據及圖表等資料，進行詳細分析，由於結構物安全評估，牽涉複雜的結構力學行為，為對整體結構之安全能有更正確的了解，必要時須進一步分析結構力學行為。

細部檢測評估包括結構安全性，構造功能性，整體考量等三項原則，說明如下：

1. 結構安全性原則

港灣構造物受損後，結構安全如未能由檢測所得之數據直接判斷時，必須經過力學分析加以判定。結構安全除了受到材料性能影響外，外力作用包括波浪及地震作用力、海水與土壤間的相互作用，因此，分析時並無適用公式可供引用，應同時考量靜力分析及動力分析，以求符合真實受力情形。

2. 構造功能性原則

港灣構造物均有其應用上之不同功能。構造物功能性無法發揮時並不代表結構之安全有問題，但結構如屬無法完全發揮功能，又未維修恐將進一步造成破壞而危及安全。構造物主要或附屬設施，不論合併評估或單獨評估，如評定等級屬於為安全堪虞的第三等級時（非主體結構之 $ID_1 \geq 4$ ，但其他主結構體之 $ID_1 < 4$ 時，小型立即性維修可改善安全或使用之功能狀況者）應立即進行修復，以維護港口之正常運作。

3. 整體性評估原則

整體性評估除將第一階段檢測中的主結構體列入考慮之外，並將第二階段依碼頭型式不同，而進行之細部檢測結果一起納入評估。由安全性及功能性兩大原則評估後，只要其中之一，不論是安全性或功能性有問題時，即應進行修復工作，但在決定採取何種修復措施之前，則應做整體性的評估，其中包括經濟效益考量，並配合港灣整體營運採取最適切之修復措施。

2.4.3 結構整體評估等級

綜合前述各節將港灣結構檢測結果評估後，須密訂定出評估後之等級。檢測工作分兩階段進行時，各階段評估後之分級亦有所區分。

1. 第一階段檢測分級

第一階段檢測工作完成後，即進入檢測結果初評階段，依據評估結果，構造之初步檢測結果可分成三個等級。

2. 第二階段檢測分級

第二階段檢測分級中，除將第一階段檢測中的主結構體納入考慮外，依港灣構造物型式不同，而進行之細部檢測結果需一起列入評估。其評估方式如下：

$$ID_2 = \frac{\sum_i^N (D_i + E_i) R_i}{\sum_i^N R_i} \dots\dots\dots (3.2)$$

式中 ID_2 為細部檢測危險度指標， D_i 、 E_i 、 R_i 分別為各檢測中檢測人員填寫之檢測值， N 則代表檢測項目之總數，包括細部檢測及初步檢測主結構體之受測項目（若進行重新檢測，以較新的數據為準）。 ID 值越高則代表危險度越高，數值分配範圍為 0 到 10 間，其與判定結果關係，與初步檢測階段類似分成三個等級並條列如下：

1. $1.0 \leq ID_2 < 3$ ：輕微受損、結構安全及構造功能無虞，僅需進行日常維修即可，但於未來必須增加初步檢測之頻率。
2. $3 \leq ID_2 < 6$ ：構造損壞，但結構安全及構造功能均無立即危險、應進行維修；若無法立即實施維修，則必須在維修前進行同步監測工作。
3. $ID_2 \geq 6$ ：嚴重損壞，結構安全有立即危險，且構造功能無法發揮，必須立即停用並進行大部維修或拆除重建。

第三章 研究方法與進行步驟

本研究參考交通部港灣構造物安全評估之工作手冊（草案）及相關港務局檢測工作規則等，本年度選定蘇澳港 10-12 號碼頭及臺中港 8A、9-11 號碼頭、基隆市八斗子、正濱漁港、宜蘭縣南方澳、烏石漁港碼頭與防波堤等設施之現況調查，調查流程示如圖 13 所示。

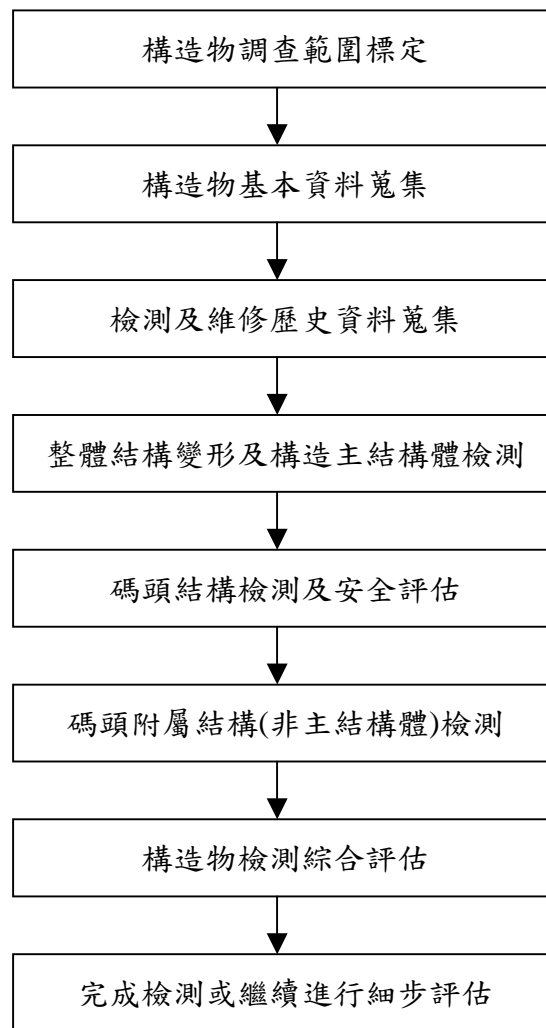


圖 13 構造物現況調查流程

3.1 調查範圍

本年度調查範圍包括：蘇澳港 10-12 號碼頭及臺中港 8A、9-11 號碼頭、高雄港 71 號碼頭（棧橋式）、基隆市八斗子、正濱漁港、宜蘭縣南方澳、烏石漁港碼頭（沉箱重力式、板樁式），依初步檢測規定項目進行調查，調查結果將作為後續相關研究之結構安全評估及建置維護管理資料庫之重要數據。

3.2 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（船蓆）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。

3.3 檢測及維修歷史

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。

3.4 整體結構變形檢測及構造主結構體檢測

整體結構變形檢測中包含之檢測項目有碼頭壁體傾斜、位移檢測，碼頭面法線改變檢測，碼頭面沈陷檢測，碼頭沉箱與後線連接縫檢測。

由於港灣構造物主體結構的主要部份均位於水下，初步檢測檢測項目包括：碼頭面之裂縫檢測、鋼筋外露程度，鋼筋腐蝕探測；混凝土強度劣化檢測，混凝土保護層厚度檢測等；構造伸縮縫檢測則包括有岸肩伸縮縫，及面版伸縮縫等，檢測項目詳如表 5。

表 5 碼頭構造物初步檢測評估表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：		碼頭編號：		檢測區段：	
	建造日期：		啟用日期：			
	靠泊船級		原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：		長度：	水域深度	原設計：	
			縱深：		目 前：	
	靠泊船隻屬性		<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input type="checkbox"/> 雜貨輪 <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式		<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
上次檢測		時間：	單位：	區分：	結果：	
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R	
整體 結構 變形 及 主結 構體 破壞 檢測	碼頭法線變形				4	
	碼頭岸壁傾斜				4	
	岸肩伸縮縫變形				3	
	(岸肩)混凝土強度				3	
	(岸肩)保護層厚度				2	
	(岸肩)鋼筋腐蝕探測				2	
	碼頭面(版)沈陷				3	
	(面版)混凝土強度				3	
	(面版)保護層厚度				2	
	(面版)鋼筋腐蝕探測				3	
	鋼版腐蝕檢測				3	
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i R_i =$				
非主 結構 設施 破壞 檢測	護舷材				2	
	繫船柱				3	
	擋車牆				2	
	排水給水設備				2	
	照明設施				2	
	油電管路				3	
	貨櫃起重機軌道				3	
	防颱固定座				1	
	其他				1	
附屬設施破壞評估		$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum R_i =$				
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_I = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum R_i =$				
檢測單位：		檢測人：		檢測時間：		

3.5 鋼筋混凝土材料劣化檢測

依據碼頭面版底版、梁及下部結構檢測結果，每座碼頭以擇取 2 個單元以上進行檢測為目標。檢測項目包含：

1. 非破壞性檢測：

(1) 反彈錘法：

依據 ASTM C 805 的規定實施，檢測時依構造物面積大小，選擇面積約 1×2 m 的混凝土表面，繪製 20 cm 見方之方格進行試錘試驗，每一方格測試 12 個數據，計算時先將最大與最小值剔除後，求其平均值，再依儀器所附之反彈值與混凝土抗壓強度推估曲線，獲得混凝土表面硬度。比對反彈值推估所得與鑽心試體之抗壓強度試驗結果。

(2) 鋼筋電位值量測

混凝土內鋼筋腐蝕是一種電化學反應 (Electro Reaction)，在鋼筋表面會形成陰極(鈍態)和陽極(正在腐蝕中部份)，不同位置會有不同的電位和電流型態，利用此種原理，可有效地測量某一範圍之電位分佈情形，以評估在鋼筋表面上發生腐蝕的可能程度。

鋼筋腐蝕電位量測前，須先在結構物上找出鋼筋位置，用鑽孔機破壞鋼筋保護層混凝土，使鋼筋能與測量儀器連接成一通路，將導線與電錶連接後，移動參考電極即可量測出整個結構物內半電池腐蝕電位(Half Cell)，如圖 14 所示。

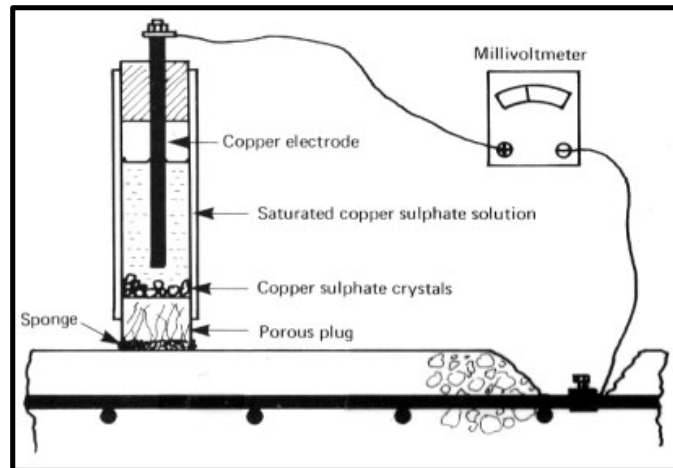


圖 14 鋼筋腐蝕電位量測示意圖

腐蝕電位與鋼筋腐蝕關係，依據 ASTM C-876 及 Van Daveer 建議電位在 -200mV CSE (飽和硫酸銅電極) 時腐蝕機率各為小於 10% 和 5% 電位在 -200mV 至 -350mV CSE 時腐蝕機率為大於 50%，電位若小於 -350mV CSE 時，腐蝕機率則提高至大於 90% 和 95%。如表 6 所示。

表 6 鋼筋腐蝕電位與腐蝕機率關係

鋼筋電位值 mV (CSE)	腐蝕機率
>-200	$<5\%$
$-200 \sim -350$	$50\% \sim 95\%$
<-350	$>95\%$

3.6 非主結構體檢測

非主結構體檢測項目包括：護舷材破損、劣化及裂縫檢測；繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測；其他附屬設施如擋車牆，給水排水設備，照明設備，供電供油相關之管線、管路等。

3.7 構造物初步檢測評估

構造物完成檢測後，依各檢測項目之損壞程度(D)、損壞範圍(E)，及該構件損壞對整體結構之影響性(R)進行評估，稱為 D.E.R. 評估法。

其中損壞程度(D)分為 0 到 5 級六等，級別為 1 級到 4 級時分別代表檢測對象之損壞程度，隨級別之增加其損壞程度亦隨之提高，級別為“0 “級時則代表該檢測項目不存在。級別為“5 “級時則代表該檢測項目之受測構件已嚴重損壞，致無法判定或無法檢測，必須立即進行下一步之細部檢測，故等級為“5 “時代表損壞程度高於“4 “。E 值為構件破壞範圍或破壞構件參數，以構件破壞數與受測構件數的百分比，或破壞面積與受測面積的百分比為參考，依其所座落範圍訂出“1 “到“5 “的等級，以百分比乘以十後，捨棄小數點為 E 值，大於“5 “之值均以 5 填入表格。R 值為受測項目對碼頭整體設施結構安全之影響程度，分為“1 “(可忽略)、 “2 “(輕微)、 “3 “(小)、 “4 “(中)及“5 “(大)等 5 個等級，其大小之決定與碼頭型式相關，有賴現地檢測人員之經驗及專業訓練判定。

碼頭檢測項目之 D 值示如表 7，依據檢測結果，檢測值經下列公式 3-1 或公式 3-2 換算後決定最後等級。

表 7 港灣碼頭初步檢測劣化程度與評估值關係-1

檢測項目	劣化現象	劣 化 程 度	D 值	R 值
碼頭壁體	傾斜、破損、 混凝土剝離龜裂	1. 混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出，或鋼筋部份露出且無腐蝕現象	2	4
		2. 混凝土龜裂，鋼筋完全露出，無腐蝕現象。鋼筋部份露出，而且有腐蝕現象。壁體傾斜達 10~15 度時	3	
		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。傾斜達 15 度以上時	4	
碼頭法線	變形、扭曲	1. 儀器檢測出法線偏移、扭曲	3	4
		2. 可目視觀察出法線偏移、扭曲	4	
碼頭面版	龜裂、沈陷、 材質劣化	1. 面版混凝土輕微剝落或龜裂開且鋼筋尚未露出，或鋼筋部份露出且無腐蝕現象	2	3
		2. 儀器檢測出輕微沈陷，或面版鋼筋完全露出，無腐蝕現象	3	
		3. 可目視出沈陷、崩塌，或面版鋼筋完全露出而且有腐蝕現象	4	
混凝土 強 度	劣化、不足	1. 強度不足為 10%以內	1	3
		2. 強度不足為 20%以內	2	
		3. 強度不足為 30%以內	3	
		4. 強度不足達 30%以上	4	
保護層 厚 度	厚度不足	1. 厚度不足為 20%以內	1	2
		2. 厚度不足為 30%以內	2	
		3. 厚度不足為 40%以內	3	
		4. 厚度不足達 40%以上	4	
鋼筋腐蝕 檢 視	鋼筋腐蝕	1. 無明顯的鏽蝕區域	1	3
		2. 局部區域有鏽水出現	2	
		3. 帶狀區域的鏽蝕、混凝土出現裂縫	3	
		4. 一半區域的鋼筋鏽蝕，混凝土出現紅橙色片狀剝落	4	
鋼版腐蝕 檢 測	腐蝕部位 及現象	1. L. W. L. 至平均低潮位附近無明顯鏽蝕	1	3
		2. 平均低潮位附近起，於 L. W. L. 附近可見紅橙色生銹	2	
		3. 於 L. W. L. 至海底，有連續性的帶狀鏽蝕區分布	3	
		4. H. W. L. 以上的飛沫帶及接近 L. W. L. 的附近，在鋼板樁表面有明顯凹洞及氧化物剝落現象	4	

表 7(續) 港灣碼頭初步檢測劣化程度與評估值關係-2

檢測項目	劣化現象	劣 化 程 度	D 值	R 值
鋼版腐蝕 檢 測	腐蝕程度	1. 無明顯的鏽蝕區域	1	2
		2. 局部區域有鏽蝕集中	2	
		3. 受到漂流物反覆侵蝕，形成帶狀區域的鏽蝕	3	
		4. 3/4 區域出現紅橙色的鏽蝕，且有明顯的凹洞或破洞	4	
岸肩伸縮縫	變形、破壞	1. 接縫處雜屑堆積使伸縮縫功能減弱	2	3
		2. 埋入接頭上方之材料開裂，彈性材料變質但仍具水密性等	3	
		3. 合成之材質開裂、伸展接頭完全被密封、壓力封完全掉入膨脹缺口、彈性元件開裂	4	
護舷材	開裂、材質劣化	1. 材質表面褪色、輕微劣化，靠船時有輕微龜裂現象	2	2
		2. 材質表面劣化明顯，靠船時能明顯觀察到龜裂現象	3	
		3. 材質老化、構件變形、脫落，靠船時開裂過大以失去避振功能	4	
繫船柱	破損、變形	1. 材質已有鏽損狀況，基座無明顯龜裂情形	2	3
		2. 材質鏽損狀況明顯，基座有龜裂情形	3	
		3. 材質鏽損甚至剝落，基座龜裂擴大	4	
擋車牆	破損、變形	1. 材質表面已有龜裂情形	2	2
		2. 材質表面有明顯龜裂，基座有崩塌情形	3	
		3. 材質龜裂擴大或多處崩塌、破損、位移	4	
排水、 給水設備	破壞、斷裂	1. 破損而有滲水現象	3	2
		2. 斷裂失去功能	4	
照明設施	破 壞	1. 部份損壞而只能發揮部份功能	3	2
		2. 大部損壞失去功能性	4	
油電管路	破 壞	1. 破損而有滲油、漏電現象，	3	3
		2. 斷裂而失去功能性	4	

3.8 完成檢測或進行細部評估

港灣構造物初步檢測及評估結果，如必須做進一步的評估檢測，將針對構造物安全性進行細部檢測及結構力學相關之分析，包括結構安全性，構造功能性，整體考量等。

第四章 結果與討論

4.1 臺中港 8A 號碼頭

1. 碼頭基本資料：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/m^2 ，主要結構型式係以每排 8 隻直樁支撐面版，並於後線打設鋼板樁及設置錨碇版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 15 及圖 16 所示。以靠泊雜貨輪，載運穀類為主。2009 年 9 月調查時之碼頭情形如圖 17 所示。

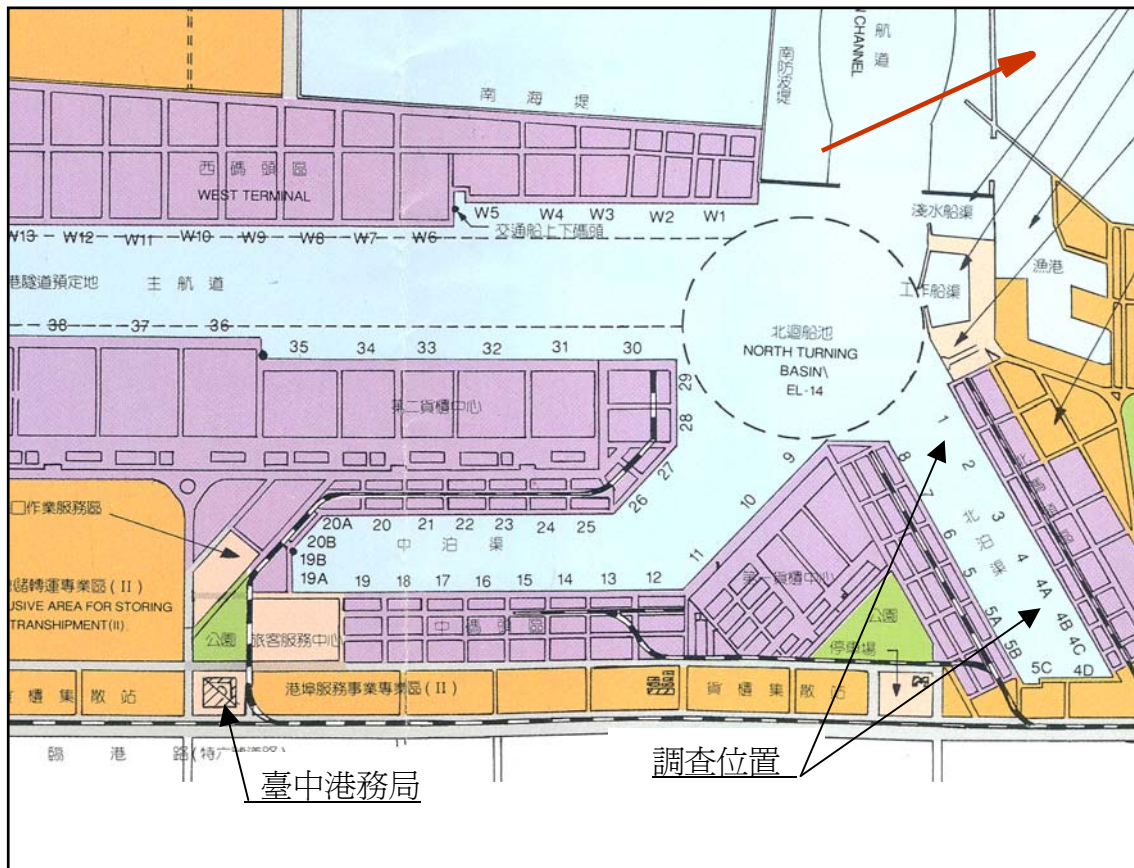


圖 15 臺中港 8A 至 11 號碼頭位置示意圖

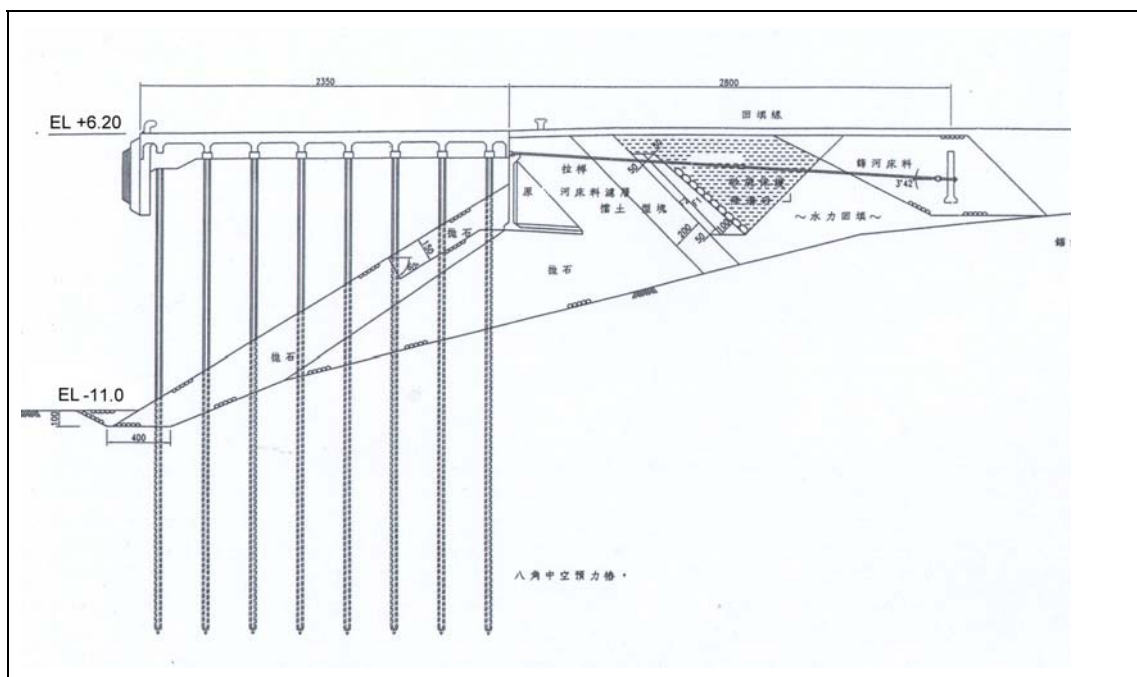


圖 16 臺中港 8A 號碼頭結構型式



圖 17 臺中港 8A 碼頭上部結構檢測項目相關照片

2. 整體結構變形及構造主結構體檢測：本次檢測項目及其相關 D. E. R. 評估值之決定如下：

- (1)碼頭岸壁體檢測：檢測重點包含是否傾斜、破損、位移等。本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (2)碼頭面法線檢測：檢測重點包含是否扭曲、變形等。本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：檢測重點包含面版龜裂、沈陷、材質劣化等。本座碼頭面版無明顯沉陷，但部份鋪面出現少數裂縫等材質劣化現象。故 D 值=1，E=1，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：本座碼頭針對岸壁進行混凝土試錘試驗，藉由反彈值推估混凝土表面硬度，並將表面硬度推算為混凝土強度，試驗結果混凝土強度約為 286 kgf/cm^2 （如表 8），大於設計強度之 210 kgf/cm^2 ，強度並無損失，故 D 值=0，E=0，R=3。
- (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故雖未針對保護層厚度做檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
- (6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故未實施此檢測項目。
- (7)鋼版腐蝕檢測：本座碼頭非版樁或管樁等具腐蝕特性之材料所組成，故未實施此檢測項目。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫部份出現結構體間相對位移，故 D 值=2，E=2，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 9 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 1.0，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

3. 非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，未出現鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (3)擋車牆破損或變形情形檢測：本座碼頭擋車牆材質表面未發生明顯龜裂或變形，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭未進行評估本檢測項目。
- (5)照明設備：本座碼頭未進行評估本檢測項目。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭未進行評估本檢測項目。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 9 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.0，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

4. 碼頭整體結構體初步檢測評估

本座碼頭整體結構之初步檢測之破壞指標為 0.7，小於 2.0 之值，顯示碼頭整體設施結構安全無虞，功能性完整良好。

表 8 臺中港 8A 碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	35	32	31	33	32	33	32	30	32	28	31.8	33.03	286
A2	33	31	33	32	28	35	33	35	33	36	32.9		
A3	32	35	32	35	33	37	34	30	32	32	33.2		
A4	29	32	29	40	35	33	34	32	33	32	32.9		
A5	38	33	40	33	32	32	32	33	30	33	33.6		
A6	29	32	29	28	32	36	36	37	40	33	33.2		
A7	29	32	26	35	33	35	31	32	32	28	31.3		
A8	30	32	34	32	30	33	32	35	31	33	32.2		
A9	30	35	30	33	32	40	36	29	26	39	33.0		
A10	38	32	32	31	33	30	35	37	35	33	33.6		
B1	37	26	29	36	31	36	38	40	36	36	34.5		
B2	33	35	26	30	33	31	30	33	33	34	31.8		
B3	30	30	33	36	32	30	31	33	32	42	32.9		
B4	31	33	31	35	33	31	33	32	29	33	32.1		
B5	29	32	31	33	32	35	36	31	33	32	32.4		
B6	33	36	36	34	34	36	40	38	36	30	35.3		
B7	37	33	35	33	30	41	36	34	36	36	35.1		
B8	27	36	31	41	36	36	36	36	30	28	33.7		
B9	32	36	29	32	31	36	30	28	36	30	32.0		
B10	29	30	35	34	36	36	32	29	34	36	33.1		

表 9 臺中港 8A 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：臺中港		碼頭編號：8A 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 65 年		
	靠泊船級	原設計： 實際使用：			
	碼頭法線版面標高： +6.20 m	長度：250 m 縱深：20 m	水域深度	原設計：-13 m 目前：-13 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪（穀類） <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 板樁式 <input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整 體 結 構 變 形 及 主 結 構 體 破 壞 檢 測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	1	3	6
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	----	----	----	----
	鋼版腐蝕檢測	----	----	----	----
岸肩伸縮縫	2	2	3	12	
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i^{N_p} R_i = 18/19=1.0$			
非 主 結 構 設 施 破 壞 檢 測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	0	0	3	0
	擋車牆	0	0	2	0
	排水給水設備	----	----	----	----
	照明設施	----	----	----	----
	油電管路	----	----	----	----
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i^{N_A} R_i = 0/7= 0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i / \sum_i^N R_i = 18/ (19+7) = 0.7$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火 檢測時間：2009 年 8 月					

4.2 臺中港 9 號碼頭

1. 碼頭基本資料：

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 260 m，寬 27.0 m，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 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 15 所示，結構型式如圖 18 所示，以靠泊貨櫃船隻為主，碼頭現況情形如圖 19 所示。

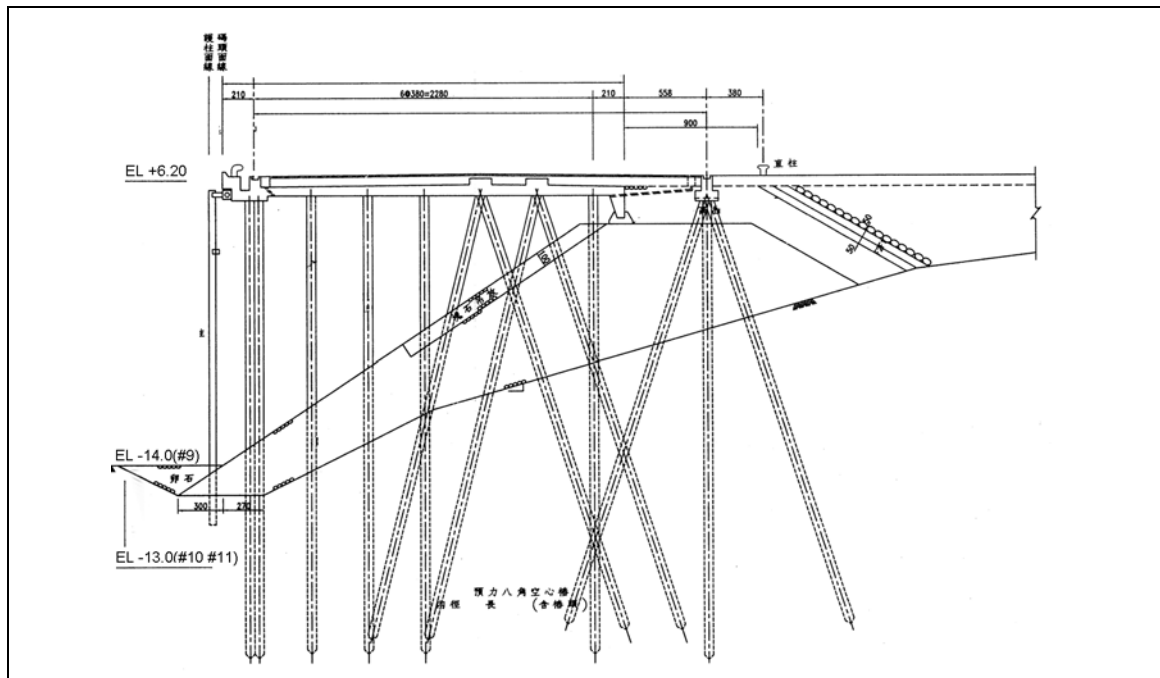


圖 18 臺中港 9 至 11 號碼頭結構型式



圖 19 臺中港 9 號碼頭上部結構檢測項目相關照片

2. 整體結構變形及構造主結構體檢測：

本次檢測項目及其相關 D. E. R. 評估值之決定如下：

- (1) 碼頭岸壁體（或堤體）檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。

- (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版出現少數裂縫及材質劣化現象，但無明顯沉陷情形，故 D 值=1，E=2，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：本座碼頭岸壁進行混凝土試錘試驗，藉由反彈值推估混凝土表面硬度，並將表面硬度推算為混凝土強度，試驗結果混凝土強度約為 281 kgf/cm^2 （如表 10），大於設計強度之 210 kgf/cm^2 ，強度並無損失，故 D 值=0，E=0，R=3。
- (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對碼頭岸壁進行保護層厚度檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
- (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭未實施此檢測項目。
- (7)鋼板腐蝕檢測：本座碼頭非鋼板樁或管樁等具腐蝕特性之材料所組成，故未實施此檢測項目。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間明顯相對位移，但有出現輕微差異沉陷，故 D 值=1，E=1，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 11 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.8，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

3. 非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，僅少數出現輕微鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=1，E=2，R=3。

- (3)擋車牆破損或變形情形檢測：本座碼頭擋車牆發現多處劣損龜裂及破壞情形，初檢評估結果為：D 值=2，E=2，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (5)照明設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (7)貨櫃起重機軌道：本座碼頭靠海側軌道少數發生金屬片扭曲及變形，軌道旁混凝土面有凹陷現象，初檢評估結果為：D 值=1，E=2，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 11 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 2.6，大於 2.0 但小於 4.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能雖仍完整，不影響主結構體正常運作，但部份項目必需進行必要維護及檢修。

4. 碼頭整體結構體初步檢測評估

本座碼頭整體結構之初步檢測之破壞指標為 1.4，小於 2.0 之值，顯示碼頭整體設施結構安全無虞，功能性完整良好。

表 10 臺中港 9 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	33	29	29	32	36	28	35	32	36	30	32.0	32.59	281
A2	36	36	32	36	30	32	33	36	30	32	33.3		
A3	30	36	32	36	30	36	32	36	32	36	33.6		
A4	36	32	36	30	34	32	30	36	34	31	33.1		
A5	34	34	36	32	36	30	29	34	32	32	32.9		
A6	34	32	35	33	29	29	30	36	32	36	32.6		
A7	38	36	31	32	36	32	36	31	35	31	33.8		
A8	32	36	31	36	31	36	31	29	36	28	32.6		
A9	36	36	33	32	36	31	32	36	31	42	34.5		
A10	31	28	32	36	36	36	36	31	29	31	32.6		
B1	34	33	31	32	27	30	36	31	31	30	31.5		
B2	32	33	30	36	28	31	36	33	30	32	32.1		
B3	35	27	30	31	32	30	39	33	40	41	33.8		
B4	36	31	32	32	36	32	31	30	33	32	32.5		
B5	28	32	33	32	36	32	30	35	31	37	32.6		
B6	34	32	29	34	32	33	26	28	30	32	31.0		
B7	26	32	31	29	35	34	32	35	29	35	31.8		
B8	32	36	33	31	30	30	32	31	34	32	32.1		
B9	30	31	30	32	32	31	34	33	30	35	31.8		
B10	32	30	36	28	31	30	32	32	33	31	31.5		

表 11 臺中港 9 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：臺中港		碼頭編號：9 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 65 年		
	靠泊船級	原設計： 實際使用：			
	碼頭法線版面標 高：+6.20 m	長度：250 m 縱深：20 m	水域深度	原設計：-13 m 目 前：-13 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪(油品、糖密等液體) <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 版樁式 <input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整 體 結 構 變 形 及 主 結 構 體 破 壞 檢 測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	2	3	9
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	----	----	----	----
	鋼板腐蝕檢測	----	----	----	----
	岸肩伸縮縫	1	1	3	6
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i \Big/ \sum_i R_i = 15/19=0.8$			
非 主 結 構 設 施 破 壞 檢 測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	1	2	3	9
	擋車牆	2	2	2	8
	排水給水設備	----	----	----	----
	照明設施	----	----	----	----
	油電管路	----	----	----	----
	貨櫃起重機軌道	1	2	3	9
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i \Big/ \sum_i R_i = 26/10=2.6$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i \Big/ \sum_i R_i = (15+26) / (19+10) =1.4$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火 檢測時間：2009 年 9 月					

4.3 臺中港 10 號碼頭

1. 碼頭基本資料：

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 250 m，寬 20 m，設計水深為-13 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，並於後線打設 1 隻直樁及 2 隻斜樁之棧橋式結構。碼頭位置如圖 15 所示，結構型式同臺中港 9 號碼頭（如圖 18），以靠泊貨櫃船隻為主。碼頭現況情形如圖 20 所示。

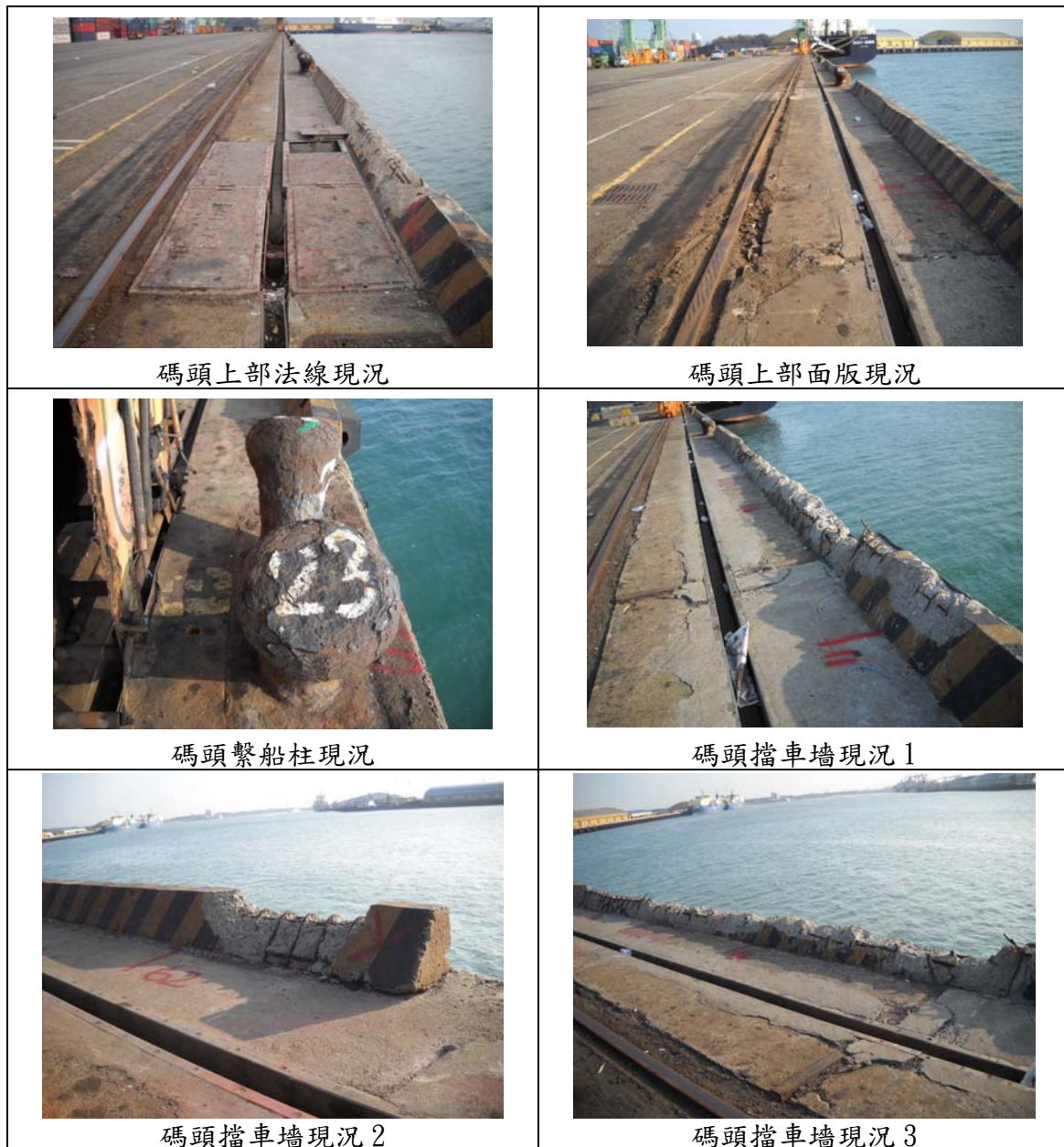


圖 20 臺中港 10 號碼頭上部結構檢測項目相關照片

2. 整體結構變形及構造主結構體檢測：

本次檢測項目及其相關 D. E. R. 評估值之決定如下：

- (1)碼頭岸壁體（或堤體）檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版出現少數裂縫及材質劣化現象，但無明顯沉陷情形，故 D 值=1，E=2，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：本座碼頭岸壁進行混凝土試錘試驗，藉由反彈值推估混凝土表面硬度，並將表面硬度推算為混凝土強度，試驗結果混凝土強度約為 286 kgf/cm^2 （如表 12），大於設計強度之 210 kgf/cm^2 ，強度並無損失，故 D 值=0，E=0，R=3。
- (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對碼頭岸壁進行保護層厚度檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
- (6)鋼筋腐蝕探測：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (7)鋼板腐蝕檢測：本座碼頭非鋼板樁或管樁等具腐蝕特性之材料所組成，故未實施此檢測項目。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間明顯相對位移，但有出現輕微差異沉陷，故 D 值=1，E=1，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 13 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.8，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

3. 非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出

現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，僅少數出現輕微鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=1，E=1，R=3。
- (3)擋車牆破損或變形情形檢測：本座碼頭擋車牆材質表面未發生明顯龜裂或變形，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (5)照明設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (7)貨櫃起重機軌道：本座碼頭靠海側軌道少數發生金屬片扭曲及變形，軌道旁混凝土面有凹陷現象，初檢評估結果為：D 值=1，E=1，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 13 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 1.8，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

4. 碼頭整體結構體初步檢測評估

本座碼頭整體結構之初步檢測之破壞指標為 1.2，小於 2.0 之值，顯示碼頭整體設施結構安全無虞，功能性完整良好。

表 12 臺中港 10 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	31	32	36	35	33	32	36	31	33	30	32.9	33.00	286
A2	33	33	38	34	32	34	36	32	29	39	34.0		
A3	32	35	30	31	32	30	32	38	33	30	32.3		
A4	27	38	38	32	34	37	31	42	33	33	34.5		
A5	31	33	38	32	31	32	30	34	34	29	32.4		
A6	32	34	36	32	34	36	36	37	32	36	34.5		
A7	32	30	37	37	31	36	32	40	29	36	34.0		
A8	34	36	40	29	32	32	29	37	34	32	33.5		
A9	31	31	37	28	32	31	28	42	30	31	32.1		
A10	31	30	42	31	32	36	31	31	36	30	33.0		
B1	32	29	31	36	37	36	36	32	33	31	33.3		
B2	32	34	36	33	29	36	33	32	31	36	33.2		
B3	34	34	33	31	35	32	31	31	32	31	32.4		
B4	31	31	31	33	31	36	30	35	32	31	32.1		
B5	30	32	30	35	34	34	35	34	34	36	33.4		
B6	33	30	35	34	33	33	36	35	31	32	33.2		
B7	32	29	29	36	31	36	32	33	33	31	32.2		
B8	30	34	31	33	37	36	32	37	31	29	33.0		
B9	30	34	35	31	31	32	32	34	31	31	32.1		
B10	31	36	30	32	32	29	35	35	28	31	31.9		

表 13 臺中港 10 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：臺中港		碼頭編號：10 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 65 年		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：+6.20 m	長度：250 m 縱深：20 m	水域深度	原設計：-13 m 目 前：-13 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪 <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 板樁式 <input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整 體 結 構 變形 及 主 結 構 體 破 壞 檢 測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	2	3	9
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	----
	鋼筋腐蝕探測	----	----	----	----
	鋼版腐蝕檢測	----	----	----	----
	岸肩伸縮縫	1	1	3	6
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^{N_P} R_i = 15/19=0.8$			
非 主 結 構 設 施 破 壞 檢 測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	1	1	3	6
	擋車牆	1	2	2	6
	排水給水設備	----	----	----	----
	照明設施	----	----	----	----
	油電管路	----	----	----	----
	貨櫃起重機軌道	1	1	3	6
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^{N_A} R_i = 18/10= 1.8$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^N R_i = (15+18) / (19+10) =1.2$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火 檢測時間：2009 年 9 月					

4.4 臺中港 11 號碼頭

1. 碼頭基本資料：

本座碼頭屬棧橋式，碼頭全長 200 m，寬 20.0m，設計水深為-11 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，並於後線打設 1 隻直樁及 2 隻斜樁之棧橋式結構。碼頭位置如圖 15 所示。結構型式同臺中港 9 號碼頭（如圖 18），以靠泊貨櫃船隻為主。碼頭現況情形如圖 21 所示。



圖 21 臺中港 11 號碼頭上部結構檢測項目相關照片

2. 整體結構變形及構造主結構體檢測：

本次檢測項目及其相關 D. E. R. 評估值之決定如下：

- (1)碼頭岸壁體（或堤體）檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版除出現少數裂縫外，無明顯沉陷及材質劣化現象，故 D 值=1，E=2，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：本座碼頭岸壁進行混凝土試錘試驗，藉由反彈值推估混凝土表面硬度，並將表面硬度推算為混凝土強度，試驗結果混凝土強度約為 282 kgf/cm^2 （如表 14），大於設計強度之 210 kgf/cm^2 ，強度並無損失，故 D 值=0，E=0，R=3。
- (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，故雖未針對碼頭岸壁進行保護層厚度檢測，但推估 D 值=0，E=0，R=2。
- (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭未針對鋼筋腐蝕進行檢測。
- (7)鋼版腐蝕檢測：本座碼頭非鋼板樁或管樁等具腐蝕特性之材料所組成，故並未實施此檢測項目。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間明顯相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 15 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.8，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

3. 非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，僅少數出現輕微鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=1，E=1，R=3。
- (3)擋車牆破損或變形情形檢測：本座碼頭擋車牆材質表面部分發生撞損龜裂或變形現象，初檢評估結果為：D 值=1，E=2，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (5)照明設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (7)貨櫃起重機軌道：本座碼頭靠海側軌道少數發生金屬片扭曲及變形，軌道旁混凝土面有凹陷現象，初檢評估結果為：D 值=1，E=1，R=3。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 15 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 1.8，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

4. 碼頭整體結構體初步檢測評估

本座碼頭整體結構之初步檢測之破壞指標為 0.9，小於 2.0 之值，顯示碼頭整體設施結構安全無虞，功能性完整良好。

表 14 臺中港 11 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	30	31	32	30	36	37	31	32	33	36	32.8	32.71	282
A2	32	27	33	30	36	32	30	33	36	36	32.5		
A3	36	36	32	34	29	40	36	36	32	30	34.1		
A4	32	33	31	32	30	30	32	32	35	31	31.8		
A5	32	30	31	32	36	32	27	35	35	30	32.0		
A6	36	31	30	36	36	30	30	31	32	36	32.8		
A7	36	31	36	36	36	32	34	29	30	36	33.6		
A8	32	31	36	30	30	32	35	32	36	32	32.6		
A9	31	33	32	30	36	36	36	32	40	36	34.2		
A10	36	30	31	36	36	30	28	32	30	30	31.9		
B1	36	36	30	36	32	27	33	30	36	36	33.2		
B2	32	36	36	32	31	33	30	32	36	36	33.4		
B3	31	32	36	31	31	36	36	36	32	32	33.3		
B4	34	29	32	33	30	32	34	34	36	31	32.5		
B5	30	30	32	33	32	31	31	36	30	32	31.7		
B6	33	30	30	31	32	30	30	30	31	32	30.9		
B7	38	32	36	36	32	34	29	28	32	32	32.9		
B8	32	30	31	32	32	31	31	30	32	32	31.3		
B9	36	36	36	32	34	36	36	32	30	28	33.6		
B10	29	29	32	29	36	36	32	34	28	27	31.2		

表 15 臺中港 11 號碼頭初步檢測表

碼頭基本資料	隸屬港口：臺中港		碼頭編號：11 號		
	建造日期：		啟用日期：民國 65 年		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：+6.20 m	長度：250 m 縱深：20 m	水域深度	原設計：-11 m 目 前：-11 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪（糖蜜等液體） <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 板樁式 <input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體結構變形及主結構破壞檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	2	3	9
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	----	----	----	----
	鋼版腐蝕檢測	----	----	----	----
岸肩伸縮縫	0	0	3	0	
主體結構破壞評估		$ID_p = \sum_{i=1}^{N_p} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^{N_p} R_i = 9/19=0.5$			
非主結構設施破壞檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	1	1	3	6
	擋車牆	1	2	2	6
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	----	----	----	----
	油電管路	----	----	----	----
	貨櫃起重機軌道	1	1	3	6
附屬設施破壞評估		$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^{N_A} R_i = 18/10=1.8$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^N R_i = (9+18)/(19+10)= 0.9$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、何木火 檢測時間：2009 年 9 月					

4.5 蘇澳港 10 號碼頭

1. 碼頭基本資料：

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 22 及圖 23 所示。靠泊貨輪以載運散雜貨為主。碼頭現況情形示如圖 24 所示。

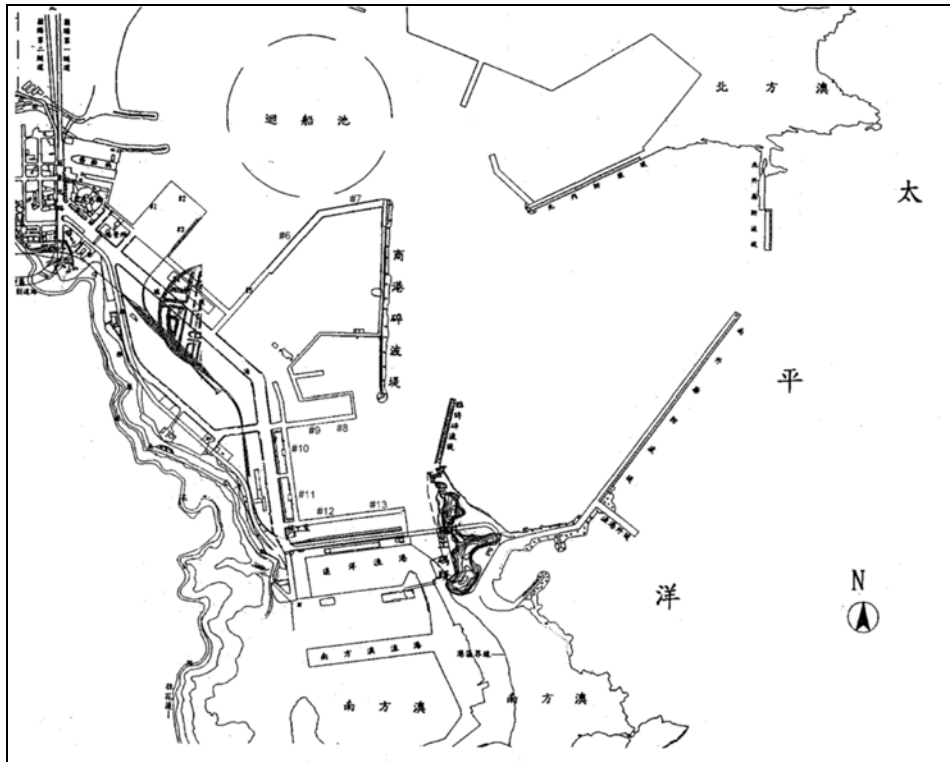


圖 22 蘇澳港 10 至 12 號碼頭位置示意圖

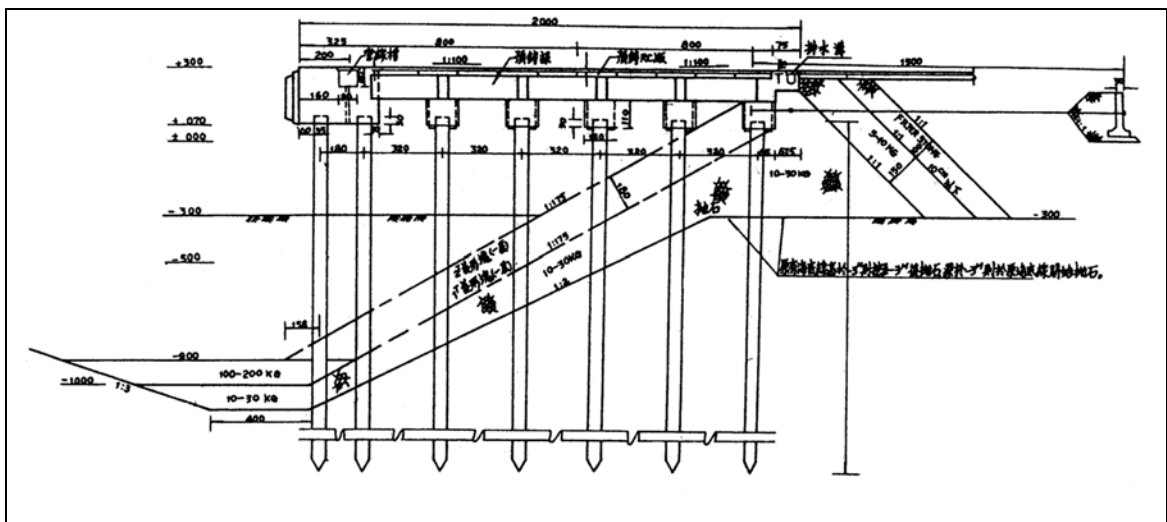


圖 23 蘇澳港 10 至 12 號碼頭結構型式



圖 24 蘇澳港 10 號碼頭上部結構檢測項目相關照片

2. 整體結構變形及構造主結構體檢測：

本次檢測項目及其相關 D. E. R. 評估值之決定如下：

- (1)碼頭岸壁體（或堤體）檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版除出現少數裂縫外，無明顯沉陷及材質劣化現象，故 D 值=1，E=1，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：本座碼頭岸壁進行混凝土試錘試驗，試驗結果混凝土強度約為 381 kgf/cm^2 （如表 16），大於設計強度之 210 kgf/cm^2 ，強度並無損失，故 D 值=0，E=0，R=3。
- (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故並未針對保護層厚度做檢測。
- (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭未針對鋼筋腐蝕進行檢測。
- (7)鋼板腐蝕檢測：本座碼頭非鋼板樁或管樁等具腐蝕特性之材料所組成，故並未實施此檢測項目。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間明顯相對位移，但有出現輕微差異沉陷，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 17 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.3，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

3. 非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出

現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，僅少數出現輕微鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(3)擋車牆破損或變形情形檢測：本座碼頭未設計擋車牆，未進行評估。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。

(6)油電管路檢測：本座碼頭未進行評估此檢測項目。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 17 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

4. 碼頭整體結構體初步檢測評估

本座碼頭整體結構之初步檢測之破壞指標為 0.2，小於 2.0 之值，顯示碼頭整體設施結構安全無虞，功能性完整良好。

表 16 蘇澳港 10 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	43	40	42	40	40	45	44	40	39	40	41.3	39.6	381
A2	44	40	42	43	44	39	36	46	44	44	42.2		
A3	46	42	42	44	46	46	40	44	40	45	43.5		
A4	45	40	42	44	46	46	46	46	46	38	43.9		
A5	40	42	42	40	42	38	44	38	35	38	39.9		
A6	40	44	42	40	40	39	34	42	43	38	40.2		
A7	34	46	41	40	44	40	40	33	36	42	39.6		
A8	45	42	45	39	39	44	43	39	39	44	41.9		
A9	40	44	46	45	41	42	46	42	40	40	42.6		
A10	44	41	43	41	36	44	46	40	40	37	41.2		
B1	36	40	36	40	38	35	36	40	36	33	37.0		
B2	42	40	41	32	36	39	43	45	40	34	39.2		
B3	43	42	37	40	40	33	34	37	36	32	37.4		
B4	33	38	43	41	40	43	36	39	40	44	39.7		
B5	38	39	40	41	38	44	38	38	37	32	38.5		
B6	32	32	37	39	36	34	33	37	37	32	34.9		
B7	35	40	31	40	36	41	36	34	34	37	36.4		
B8	36	36	34	44	34	30	38	36	42	43	37.3		
B9	34	40	40	36	40	37	32	37	42	40	37.8		
B10	38	37	42	40	41	38	30	39	37	32	37.4		

表 17 蘇澳港 10 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：蘇澳港		碼頭編號：10 號		
	建造日期：		啟用日期： 66 年 6 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高： +6.20 m	長度：185 m 縱深：20 m	水域深度	原設計：-9.0 m 目 前：-9.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪（水泥等） <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 板樁式 <input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整 體 結 構 變 形 及 主 結 構 體 破 壞 檢 測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	1	3	6
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	----	----	----	----
	鋼板腐蝕檢測	----	----	----	----
岸肩伸縮縫	0	0	3	0	
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i \Big/ \sum_i R_i = 6/19=0.3$			
非 主 結 構 設 施 破 壞 檢 測	護舷材	0	0	3	0
	繫船柱	0	0	2	0
	擋車牆	----	----	----	----
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	----	----	----	----
	油電管路	----	----	----	----
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i \Big/ \sum_i R_i = 0/7=0.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i \Big/ \sum_i R_i = (6+0)/(19+7)=0.2$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、李昭明 檢測時間：2009 年 8 月					

4.6 蘇澳港 11 號碼頭

1. 碼頭基本資料：

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 22 及圖 23 所示。靠泊貨輪以載運散雜貨為主。碼頭現況情形示如圖 25 所示。



圖 25 蘇澳港 11 號碼頭上部結構檢測項目相關照片

2. 整體結構變形及構造主結構體檢測：

本次檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：

- (1)碼頭岸壁體（或堤體）檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版除出現少數裂縫外，無明顯沉陷及材質劣化現象，故 D 值=1，E=1，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：本座碼頭岸壁進行混凝土試錘試驗，試驗結果

混凝土強度約為 366 kgf/cm^2 (如表 18)，大於設計強度之 210 kgf/cm^2 ，強度並無損失，故 D 值=0，E=0，R=3。

(5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故 D 值=0，E=0，R=2。

(6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭未針對鋼筋腐蝕進行檢測。

(7)鋼版腐蝕檢測：本座碼頭非鋼板樁或管樁等具腐蝕特性之材料所組成，故未實施此檢測項目。

(8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間明顯相對位移，故 D 值=0，E=0，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 19 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

3. 非主結構體檢測

(1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，僅少數出現輕微鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(3)擋車牆破損或變形情形檢測：本座碼頭未設計擋車牆，未進行評估。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。

(6)油電管路檢測：本座碼頭未進行評估此檢測項目。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 19 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.4，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

4. 碼頭整體結構體初步檢測評估

本座碼頭整體結構之初步檢測之破壞指標為 0.2，小於 2.0 之值，顯示碼頭整體設施結構安全無虞，功能性完整良好。

表 18 蘇澳港 11 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	37	36	40	32	36	36	43	35	39	39	37.3	38.6	366
A2	37	32	42	41	36	36	34	30	33	35	35.6		
A3	42	37	34	38	41	42	37	37	32	32	37.2		
A4	35	36	38	40	34	38	38	45	36	35	37.5		
A5	32	38	40	42	38	36	38	32	35	32	36.3		
A6	34	44	34	36	36	36	34	42	43	43	38.2		
A7	42	45	40	38	38	42	33	34	39	42	39.3		
A8	44	44	40	34	38	34	43	39	41	40	39.7		
A9	31	35	32	36	38	36	33	42	39	36	35.8		
A10	37	35	37	42	40	42	37	38	36	46	39.0		
B1	36	38	38	28	38	39	40	37	37	43	37.4		
B2	40	40	42	38	37	46	42	37	33	35	39.0		
B3	34	36	38	35	30	36	38	39	40	39	36.5		
B4	36	38	39	36	39	40	42	45	35	43	39.3		
B5	37	37	42	39	42	36	37	36	38	38	38.2		
B6	37	40	42	42	36	40	39	45	40	42	40.3		
B7	38	44	46	48	43	41	39	41	43	49	43.2		
B8	39	39	43	45	44	40	42	38	44	46	42.0		
B9	38	39	40	40	41	39	43	43	41	40	40.4		
B10	37	37	40	43	37	39	37	45	41	37	39.3		

表 19 蘇澳港 11 號碼頭初步檢測表

碼頭 基本 資料	隸屬港口：蘇澳港		碼頭編號：11 號			
	建造日期：		啟用日期：66 年 6 月			
	靠泊船級	原設計：		實際使用：		
	碼頭法線版面標高： +6.20 m	長度：185 m 縱深：20 m	水域深度	原設計：-9.0 m 目 前：-9.0 m		
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪（水泥等） <input type="checkbox"/> 其他				
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 板樁式 <input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他				
	上次檢測	無				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R	
整 體 結 構 變 形 及 主 結 構 體 破 壞 檢 測	碼頭岸壁	0	0	4	0	
	碼頭法線	0	0	4	0	
	碼頭面版	1	1	3	6	
	混凝土強度	0	0	3	0	
	保護層厚度	----	----	2	----	
	鋼筋腐蝕探測	----	----	2	----	
	鋼版腐蝕檢測	----	----	3	----	
岸肩伸縮縫	0	0	3	0		
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^{N_P} R_i = 6/19 = 0.3$				
非 主 結 構 設 施 破 壞 檢 測	護舷材	0	0	3	0	
	繫船柱	0	0	2	0	
	擋車牆	----	----	----	----	
	排水給水設備	0	0	2	0	
	照明設施	----	----	----	----	
	油電管路	----	----	----	----	
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^{N_A} R_i = 0/7 = 0.0$				
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^N R_i = (6+0)/(19+7) = 0.2$				
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、李昭明 檢測時間：2009 年 8 月						

4.7 蘇澳港 12 號碼頭

1. 碼頭基本資料：

本座碼頭全長 200 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 22 及圖 23 所示。靠泊貨輪以載運散雜貨為主。碼頭現況情形示如圖 26 所示。



圖 26 蘇澳港 12 號碼頭上部結構檢測項目相關照片

2. 整體結構變形及構造主結構體檢測：

本次檢測項目及其相關 D. E. R. 評估值之決定如下：

- (1)碼頭岸壁體（或堤體）檢測：本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (2)碼頭面法線檢測：本座碼頭面法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：本座碼頭面版除出現一處混凝土拱起外，無明顯沉陷及材質劣化現象，故 D 值=1，E=1，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：本座碼頭岸壁進行混凝土試錘試驗，試驗結果混凝土強度約為 331 kgf/cm²（如表 20），大於設計強度之 210 kgf/cm²，強度並無損失，故 D 值=0，E=0，R=3。
- (5)保護層厚度：本座碼頭岸壁鋼筋混凝土部份外觀完整，推斷混凝土保護層厚度減少少於 10%，故 D 值=0，E=0，R=2。
- (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭未針對鋼筋腐蝕進行檢測。
- (7)鋼板腐蝕檢測：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩伸縮縫未出現結構體間明顯相對位移，故 D 值=1，E=2，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 21 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.8，小於 2.0 之值，顯示結構體安全無虞，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

3. 非主結構體檢測

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材材料材質均未出現老化現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱

位於碼頭上部份，柱體完整，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。

(3)擋車牆破損或變形情形檢測：本座碼頭部分擋車牆材質表面發現遭撞損，初檢評估結果為：D 值=2，E=2，R=2。

(4)給水排水設備：本座碼頭給水排水設備並未發現管線斷裂，扭曲或失去功能性，初步檢測評估結果為：D 值=0，E=0，R=2。

(5)照明設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。

(6)油電管路檢測：本座碼頭未進行評估此檢測項目。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 21 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 0.9，小於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作。

4. 碼頭整體結構體初步檢測評估

本座碼頭整體結構之初步檢測之破壞指標為 0.8，小於 2.0 之值，顯示碼頭整體設施結構安全無虞，功能性完整良好。

表 20 蘇澳港 12 號碼頭岸壁混凝土試錘試驗結果

位置	反彈值										平均值	總平均值	推估強度 kgf/cm ²
A1	38	37	39	41	40	43	32	32	36	36	37.4	36.2	331
A2	37	39	41	32	32	37	33	36	41	38	36.6		
A3	36	36	38	38	34	32	37	42	36	38	36.7		
A4	37	30	36	41	36	36	35	37	41	39	36.8		
A5	37	32	36	38	36	35	35	33	36	40	35.8		
A6	36	33	31	31	35	34	36	36	38	34	34.4		
A7	36	30	38	36	30	38	40	32	35	36	35.1		
A8	33	32	36	38	36	34	35	38	35	42	35.9		
A9	36	41	35	37	35	32	35	31	37	35	35.4		
A10	33	32	37	40	39	33	35	33	37	35	35.4		
B1	37	35	31	33	37	35	35	35	36	37	35.1		
B2	39	35	37	32	33	32	33	34	36	35	34.6		
B3	38	38	36	36	38	38	41	40	46	39	39.0		
B4	36	38	39	36	39	40	42	45	35	43	39.3		
B5	37	34	39	35	36	36	40	44	36	38	37.5		
B6	32	37	38	40	38	36	36	37	36	39	36.9		
B7	33	37	35	35	35	38	38	28	38	36	35.3		
B8	33	43	35	36	33	38	41	31	35	44	36.9		
B9	40	37	36	37	40	45	39	36	35	35	38.0		
B10	28	31	32	32	32	35	30	35	30	28	31.3		

表 21 蘇澳港 12 號碼頭初步檢測表

碼頭基本資料	隸屬港口：蘇澳港		碼頭編號：12 號		
	建造日期：		啟用日期：66 年 6 月		
	靠泊船級	原設計：		實際使用：	
	碼頭法線版面標高：+6.20 m	長度：185 m 縱深：20 m	水域深度	原設計：-9.0 m 目 前：-9.0 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪（水泥等） <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 板樁式 <input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測	無			
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體結構變形及主結構破壞檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	1	1	3	6
	混凝土強度	0	0	3	0
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	----	----	----	----
	鋼版腐蝕檢測	----	----	----	----
岸肩伸縮縫	1	2	3	9	
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i R_i = 15/19 = 0.8$			
非主結構設施破壞檢測	護舷材	0	0	3	0
	繫船柱	0	0	2	0
	擋車牆	2	2	2	8
	排水給水設備	0	0	2	0
	照明設施	----	----	----	----
	油電管路	----	----	----	----
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i R_i = 8/9 = 0.9$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i R_i = (18+8)/(19+9)=0.8$			
檢測單位：港研中心 檢測人：柯正龍、李昭明 檢測時間：2009 年 8 月					

4.8 高雄港 71 號碼頭

1. 碼頭基本資料：

本座碼頭全長 280 m，寬 19.0m，設計水深為-14.0 m，主要結構型式係以每排 3 隻直樁及 5 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 27 及圖 28 所示。以靠泊貨輪，以載運水泥為主。碼頭現況情形示如圖 29 所示。

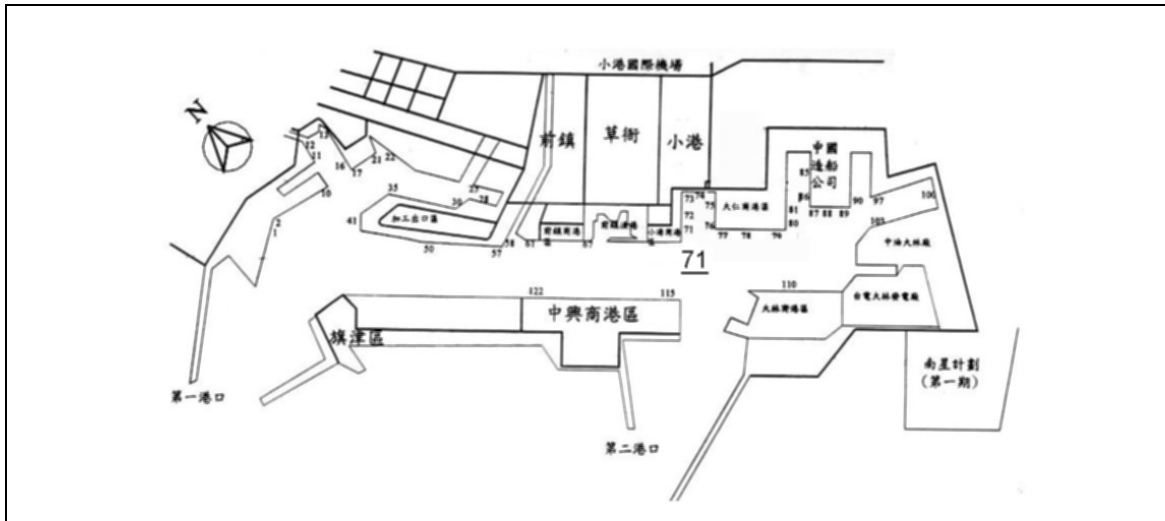


圖 27 高雄港 71 號碼頭位置圖

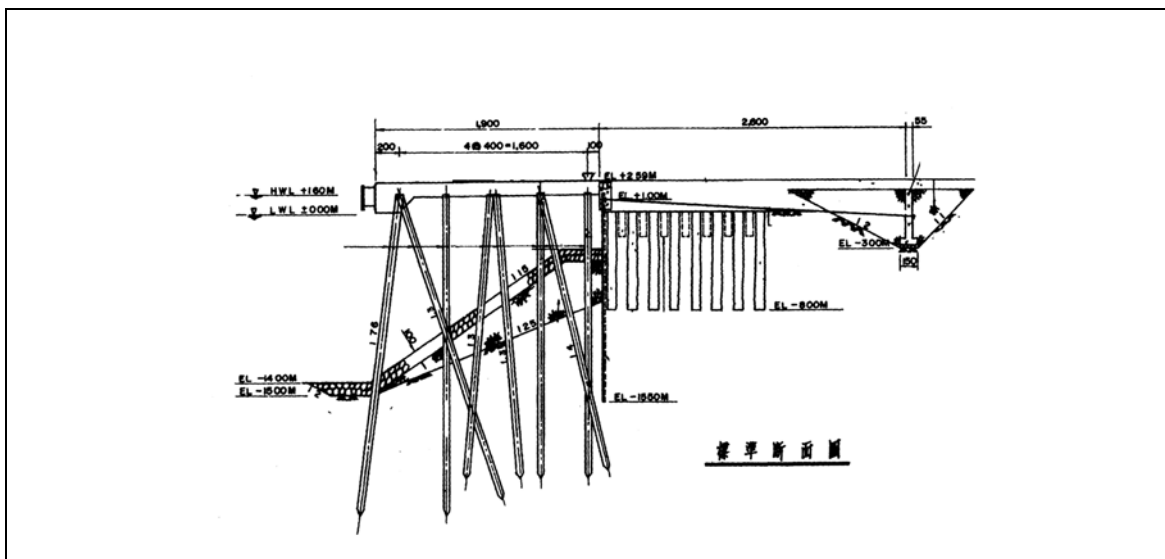


圖 28 高雄港 71 號碼頭結構型式

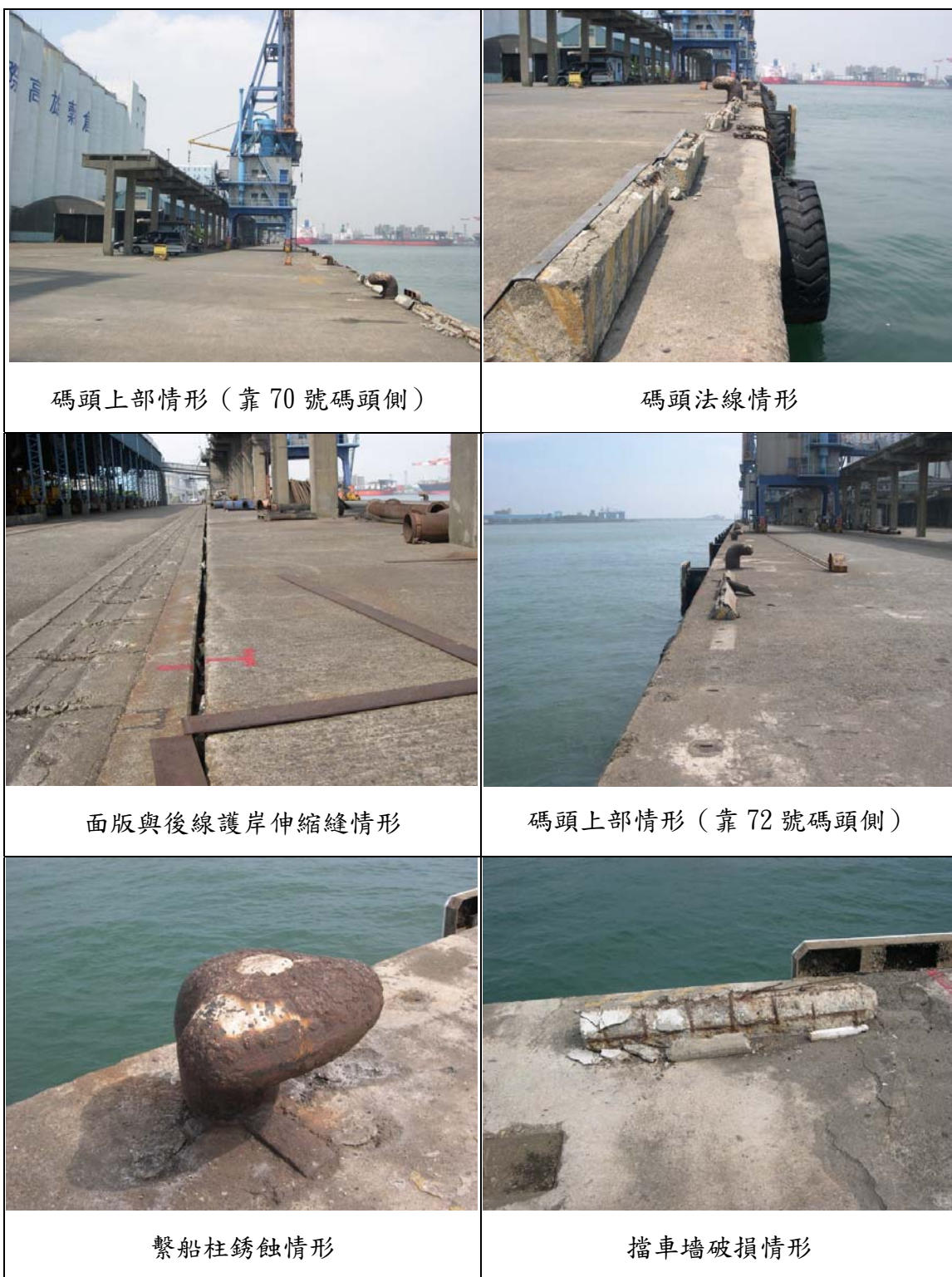


圖 29 高雄港 71 號碼頭上部結構檢測項目相關照片

2. 主結構體檢測評估結果：

本次檢測項目及其相關 D. E. R. 評估值之決定如下：

- (1)碼頭岸壁體檢測：檢測重點包含是否傾斜、破損、位移等。本座碼頭未發現明顯位移，碼頭功能完整，但繫船柱外側之岸壁以重錘垂直落方式觀測壁體是否傾斜，發現壁體有向海側外移約 1-3cm 之跡象，不影響碼頭使用之結構安全及功能； D 值=0，E=0，R=4。
- (2)碼頭面法線檢測：檢測重點包含是否扭曲、變形等。本座碼頭以目視觀測，碼頭面之法線並無明顯扭曲或變形現象，故 D 值=0，E=0，R=4。
- (3)碼頭面版檢測：檢測重點包含面版龜裂、沈陷、材質劣化等。本座碼頭面版無明顯沉陷及材質劣化現象。故 D 值=0，E=0，R=3。
- (4)混凝土強度檢測：構造物當無重大明顯的破壞發生時，或重大明顯的破壞發生原因不明確時，一般混凝土強度可先視為與設計強度相當，即強度損失不大或可忽略，本座碼頭混凝土無重大明顯的破壞發生，強度損失不大或可忽略。
- (5)保護層厚度：本座碼頭鋼筋混凝土未發現因內部鋼筋腐蝕或與混凝土材料劣化可能造成之破壞行為，且表面無嚴重磨損跡象，混凝土保護層厚度並無明顯損失，故 D 值=0，E=0，R=2。
- (6)鋼筋腐蝕探測：基於以上相同理由，本座碼頭鋼筋混凝土部份因無腐蝕造成或與材料腐蝕及劣化之破壞行為，推斷混凝土保護層厚度對於碼頭之破壞無直接關係，故並未實施此檢測項目。
- (7)鋼材腐蝕檢測：本座碼頭非鋼板（管）樁等具腐蝕特性之材料所組成，故並未實施此檢測項目。
- (8)岸肩伸縮縫：本座碼頭之岸肩與護岸間之伸縮縫出現寬約 10 cm 縫隙，接縫處雜屑堆積，研判應為碼頭壁體向海側傾斜所致，惟

不影響碼頭使用之結構安全及功能，故 D 值=2，E=4，R=3。

整體結構變形及構造主結構體檢測部份，其個別估計值均列於表 22 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 1.1，小於 2.0 之值，顯示結構體安全，無須進行細部檢測或增加檢測頻率。

3. 非主結構體檢測評估結果

本次檢測項目及其相關 D.E.R. 評估值之決定如下：

- (1)護舷材破損、劣化及裂縫檢測：本座碼頭護舷材表面未發現材質有褪色等劣化情形，研判靠船時應無龜裂現象，初檢評估結果為：D 值=0，E=0，R=3。
- (2)繫船柱基礎裂縫、柱體損壞、移位及變形檢測：本座碼頭繫船柱位於碼頭上部份，柱體完整，僅少數出現輕微鏽損及脫漆現象，初檢評估結果為：D 值=1，E=1，R=2。
- (3)擋車牆破損或變形情形檢測：本座碼頭擋車牆材質表面之混凝土雖有劣化脫落及內部鋼筋外露腐蝕生銹等現象，但基座無崩塌情形，初檢評估結果為：D 值=2，E=2，R=2。
- (4)給水排水設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。。
- (5)照明設備：本座碼頭未進行評估此檢測項目。
- (6)油電管路檢測：本座碼頭未進行評估此檢測項目。

非主結構設施檢測部份，其個別估計值同樣列於表 22 中，初步檢測之破壞指標經計算後為 2.0，不大於 2.0 之值，顯示碼頭附屬設施功能完整，不影響主結構體正常運作，但建議擋車牆破損應儘早修護改善。

4. 碼頭整體結構體初步檢測評估

本座碼頭整體結構之初步檢測之破壞指標為 1.4，小於 2.0 之值，顯示碼頭整體設施結構安全無虞，功能性完整良好。

表 22 高雄港 71 號碼頭初步檢測表

碼頭基本資料	隸屬港口：高雄港		碼頭編號：71 號		
	建造日期：民國 65 年		啟用日期：		
	靠泊船級	原設計：實際使用：			
	碼頭法線版面標高：+2.40 m	長度：280 m 縱深：19 m	水域深度	原設計：-14 m 目前：-14 m	
	靠泊船隻屬性	<input type="checkbox"/> 貨櫃 <input type="checkbox"/> 化學(油)品 <input checked="" type="checkbox"/> 雜貨輪（穀類） <input type="checkbox"/> 其他			
	碼頭構造型式	<input type="checkbox"/> 重力式 <input type="checkbox"/> 板樁式 <input checked="" type="checkbox"/> 棧橋式 <input type="checkbox"/> 其他			
	上次檢測				
調查項目及評估值		破壞程度 D	破壞範圍 E	破壞影響性 R	(D+E)×R
整體結構變形及主結構破壞檢測	碼頭岸壁	0	0	4	0
	碼頭法線	0	0	4	0
	碼頭面版	0	0	3	0
	混凝土強度	----	----	----	----
	保護層厚度	0	0	2	0
	鋼筋腐蝕探測	----	----	----	----
	鋼版腐蝕檢測	----	----	----	----
	岸肩伸縮縫	2	4	3	18
主體結構破壞評估		$ID_P = \sum_{i=1}^{N_P} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^{N_P} R_i = 18/16=1.1$			
非主結構設施破壞檢測	護舷材	0	0	2	0
	繫船柱	1	1	3	6
	擋車牆	2	2	2	8
	排水給水設備	----	----	----	----
	照明設施	----	----	----	----
	油電管路	----	----	----	----
	附屬設施破壞評估	$ID_A = \sum_{i=1}^{N_A} (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^{N_A} R_i = 14/7=2.0$			
整體破壞評估(初步檢測)		$ID_1 = \sum_{i=1}^N (D_i + E_i) \times R_i \bigg/ \sum_i^N R_i = (18+14)/(16+7)=1.4$			
檢測單位：港研中心 檢測人：朱金元、柯正龍、謝明志、賴瑞應 檢測時間：98 年 5 月					

4.9 基隆市八斗子漁港

八斗子漁港位於基隆八斗子半島西南側，朝西北開口之海灣，距離基隆市區約 2 公里處，為早期漁船停泊避風之所。民國 57 年前臺灣省漁業局曾擬定八斗子漁港興建計畫。民國 63 年，蔣故總統經國先生任行政院長時，巡視基隆市政指示興建八斗子專用漁港，64 年 9 月正式動工興建，計畫共分兩期。第一期闢建泊地面積 16 公頃，68 年 7 月完成，並於次年完成魚市場、停車場、港區道路、給排水等岸上設施，69 年 7 月正式開放使用。第二期工程（碧砂泊區）自 69 年起擴建，主體工程 76 年完成，增建泊地面積 11 公頃。基於颱風及強烈季風期，港口繞射波浪及越波使泊地航道之穩定度不佳，故於 78-81 年度納入「第二期臺灣地區漁港建設方案」，增設突堤碼頭、縮小小型船渠入口，加拋消波塊…等工程，87 年興建西內防波堤 90 公尺及南消波堤 50 公尺，港區穩定度已有改善。目前港區泊地面積 26.8 公頃，碼頭 4,538 公尺，水深 -1.0 公尺至 -8.0 公尺間，各項公共設施齊全，為北部地區最大之漁港。主要設施如表 24 所示，港區平面及碼頭結構型式如圖 30 至圖 38 所示。圖 39 為調查時之碼頭現況。

本次調查結果顯示，漁港碼頭之設計水深除少數為 -8.0m 外，多小於 -4.5m。由於漁港碼頭設計水深較淺且後線長度均小於 10 公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於 1 t/m^2 ，以現有之重力式與板樁式碼頭承受之土壓力和水壓力推估，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且各漁港碼頭靠泊船隻之噸數多為 500 公噸以下，更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。

由歷年記錄顯示，漁港維護仍以泊地及碼頭水深浚挖為主，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔。

表 23 八斗子漁港現有主要設施

設施名稱		數量
碼頭	一期泊區(-1.0~-8.0m)	2921 m
	一期泊區(-4.5~-8.0m)	1681 m
	小計	4602 m
泊地	一期泊區(-5.0~-6.0m)	15.3 公頃
	一期泊區(-5.0~-6.0m)	11.5 公頃
	小計	26.8 公頃
外廓設施	東防波堤	549 m
	西防波堤	464 m
	海堤	335 m
	內堤	202 m
陸上公共設施	魚市場(含辦公室)、漁會大樓、加油站、製冰冷凍場、給水站、整網場、檢查站、停車場、修船廠、漁產品展示中心、直銷漁市場、港區道路、公園綠地	

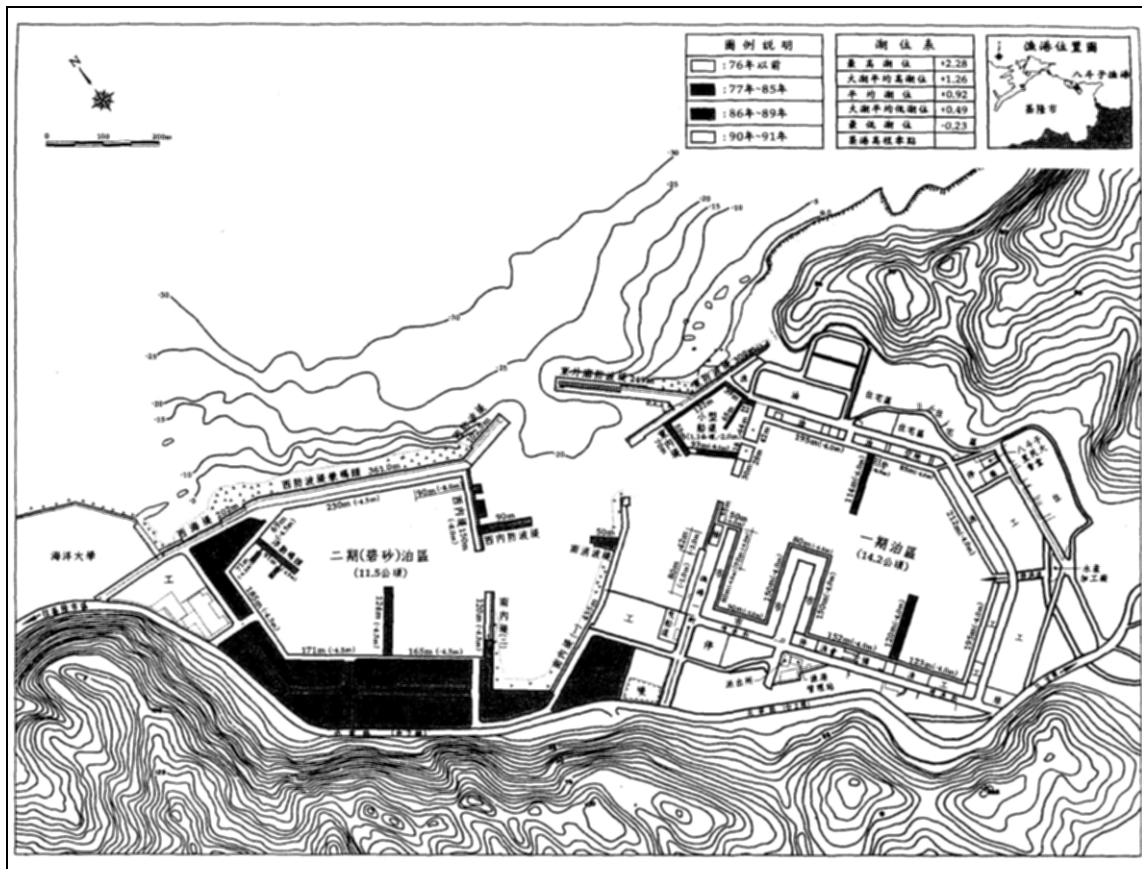


圖 30 八斗子漁港平面配置圖

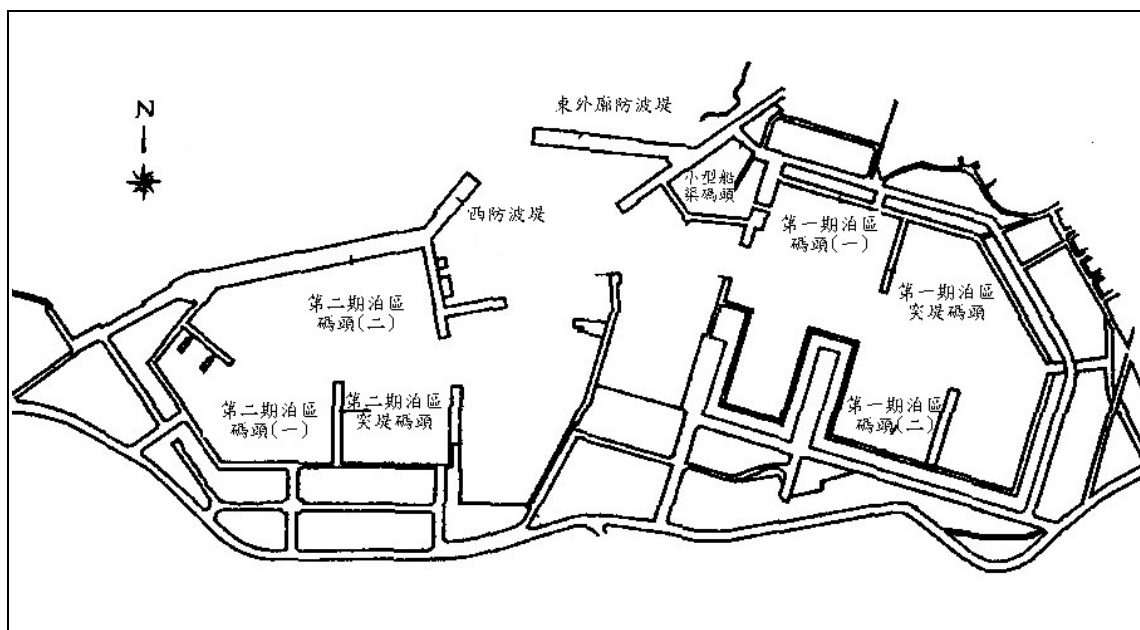


圖 31 八斗子漁港碼頭位置圖

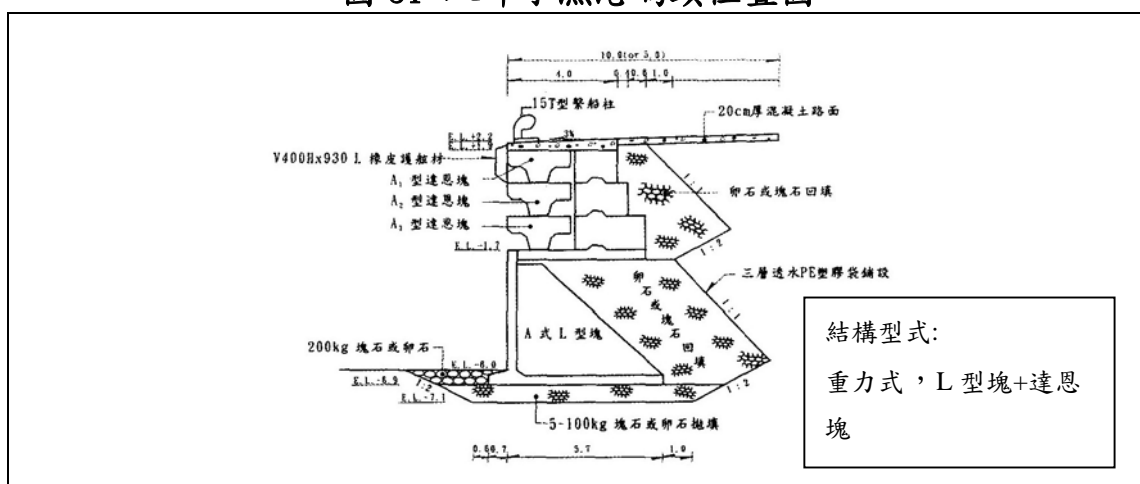


圖 32 八斗子漁港一期泊區碼頭(一)結構型式

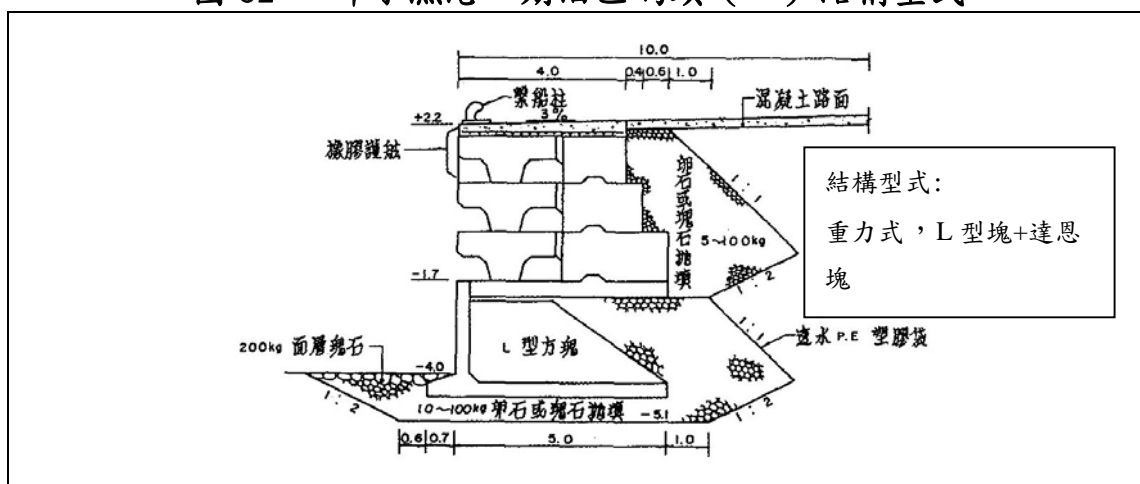


圖 33 八斗子漁港一期泊區碼頭(二)結構型式

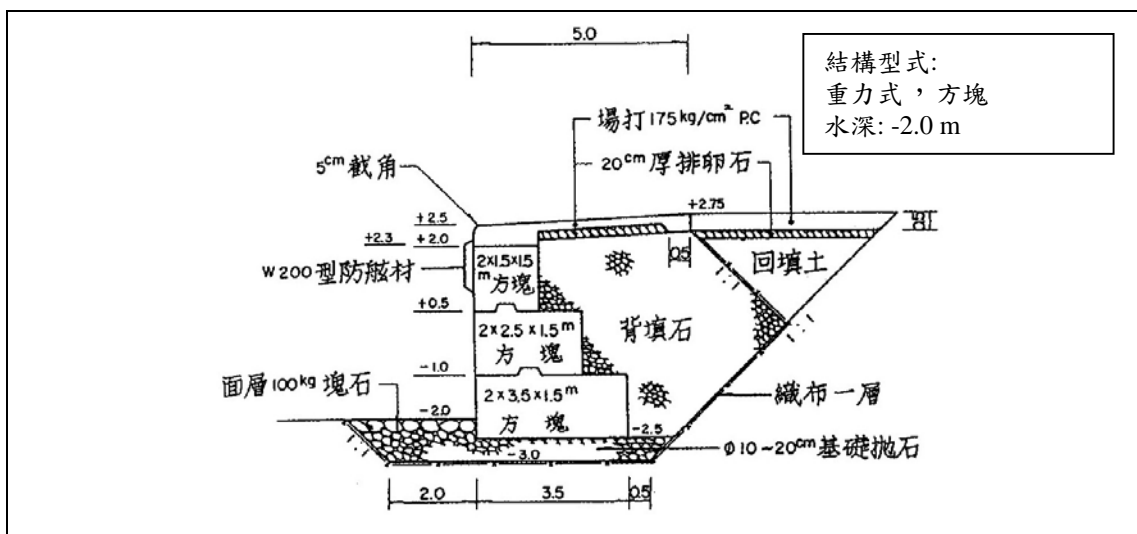


圖 34 八斗子漁港小型船渠碼頭結構型式

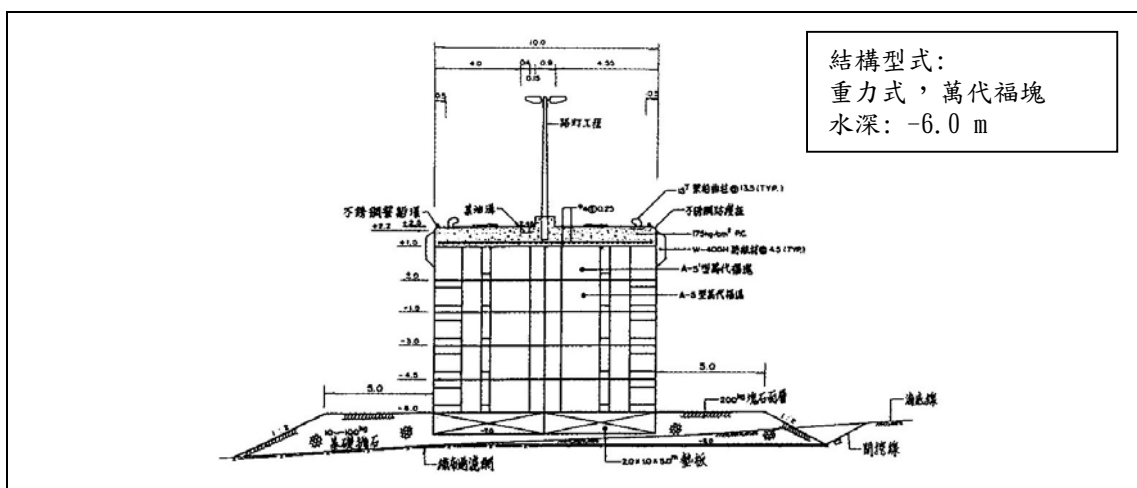


圖 35 八斗子漁港一期泊區突堤碼頭結構型式

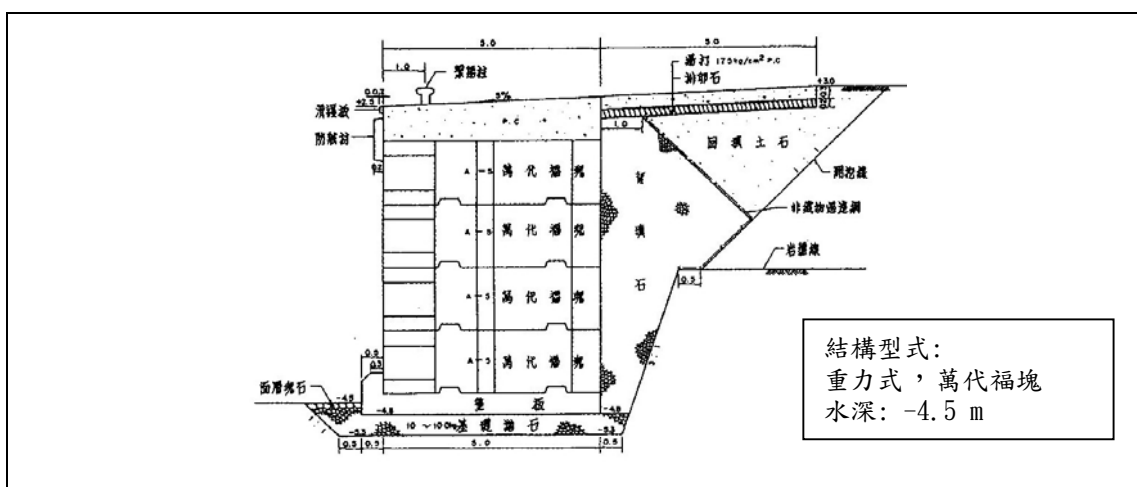


圖 36 八斗子漁港二期泊區碼頭（一）結構型式

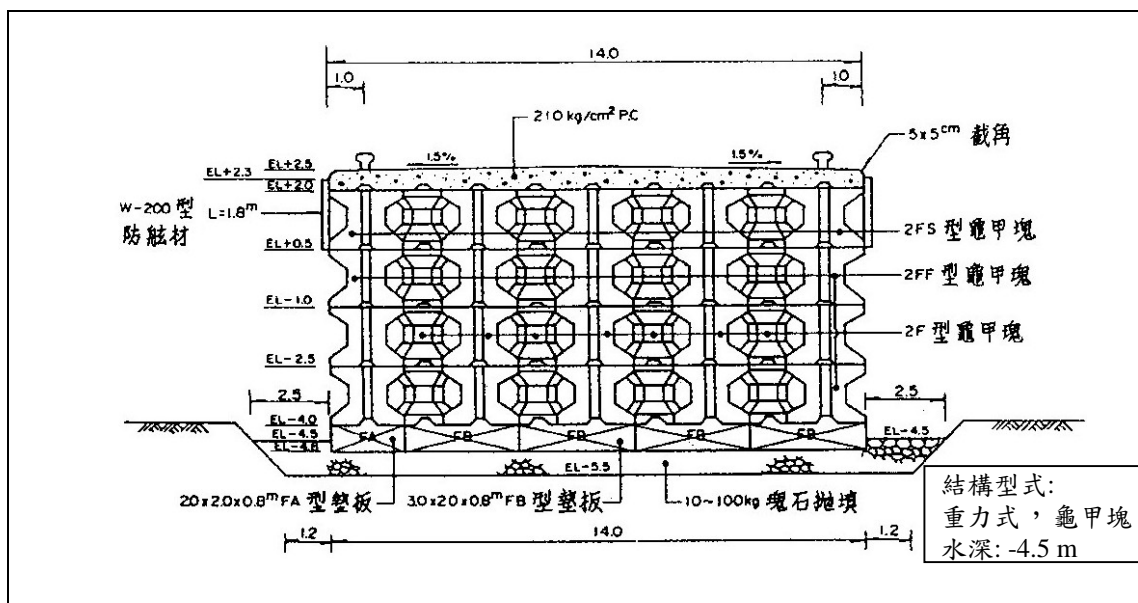


圖 37 八斗子漁港二期泊區突堤碼頭結構型式

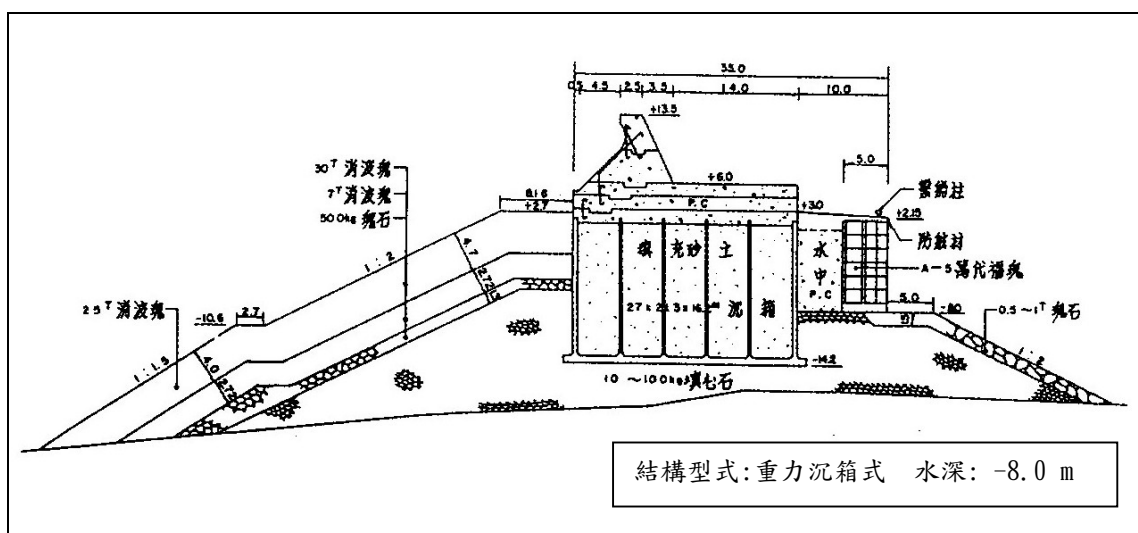


圖 38 八斗子漁港二期泊區碼頭 (二) 結構型式



一期泊區碼頭上部情形(1)



一期泊區碼頭上部情形(2)



一期泊區碼頭上部情形(1)



一期泊區碼頭上部情形(1)



一期泊區碼頭上部情形(1)



一期泊區碼頭上部情形(1)

圖 39 八斗子漁港碼頭現況(2009 年 5 月)

4.10 基隆市正濱漁港

正濱漁港位於基隆商港內，和平島南岸之正濱區，該港地形條件優良，日據時期已略具規模，光復後漁業發展迅速，原有碼頭漸感不敷使用，乃於民國 50 年及 52 年興建魚市場突堤 60 公尺及北側加油突堤 60 公尺。由於位處基隆商港區域內，且自民國 63 年至 85 年間處於遷港之定位之中，二十餘年來始終無法投資整建，以致港區設施大多老舊破損，僅於民國 83 年才進行正濱路南側小型船渠碼頭改善 103 公尺（水深-3.0 公尺）及八尺門泊區碼頭改善 66.6 公尺等小型整建工程。

民國 85 年政府確立保留正濱漁港作為漁業使用之政策後，為因應漁船大型化及持續基隆市漁業的發展，並提昇臺灣北部漁業基地功能，即積極推動該港之建設計畫，於 86 年完成深水碼頭之規劃，而自 86 年 11 月辦理第一期工程，並已完成水深-7.5 公尺之深水碼頭 180 公尺及臨時拍賣場一棟（面積 2,250 平方公尺），第二期工程亦已於 89 年 3 月開工，續興建深水碼頭 197 公尺，主要設施如表 24 所示。港區平面及碼頭結構型式如圖 40 至圖 48 所示。圖 49 為調查時之碼頭現況。

本次調查結果顯示，漁港碼頭之設計水深除少數為-8.0m 外，多小於-4.5m。由於漁港碼頭設計水深較淺且後線長度均小於 10 公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於 1 t/m^2 ，以現有之重力式與板樁式碼頭承受之土壓力和水壓力推估，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且各漁港碼頭靠泊船隻之噸數多為 500 公噸以下，更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。

由歷年記錄顯示，漁港維護仍以泊地及碼頭水深浚挖為主，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔。

表 24 正濱漁港現有主要設施

設施名稱		數量
碼頭	正濱泊區(-1.0~-8.0m)	1478 m
	八尺門泊區(-4.5~-8.0m)	140 m
	小計	1618 m
泊地	正濱泊區(-5.0~-6.0m)	15.3 公頃
	八尺門泊區(-5.0~-6.0m)	11.5 公頃
	小計	26.8 公頃
陸上設施	臨時拍賣場、漁會大樓、檢查站、修造船廠、加油站、製冰冷凍場、曳船道	

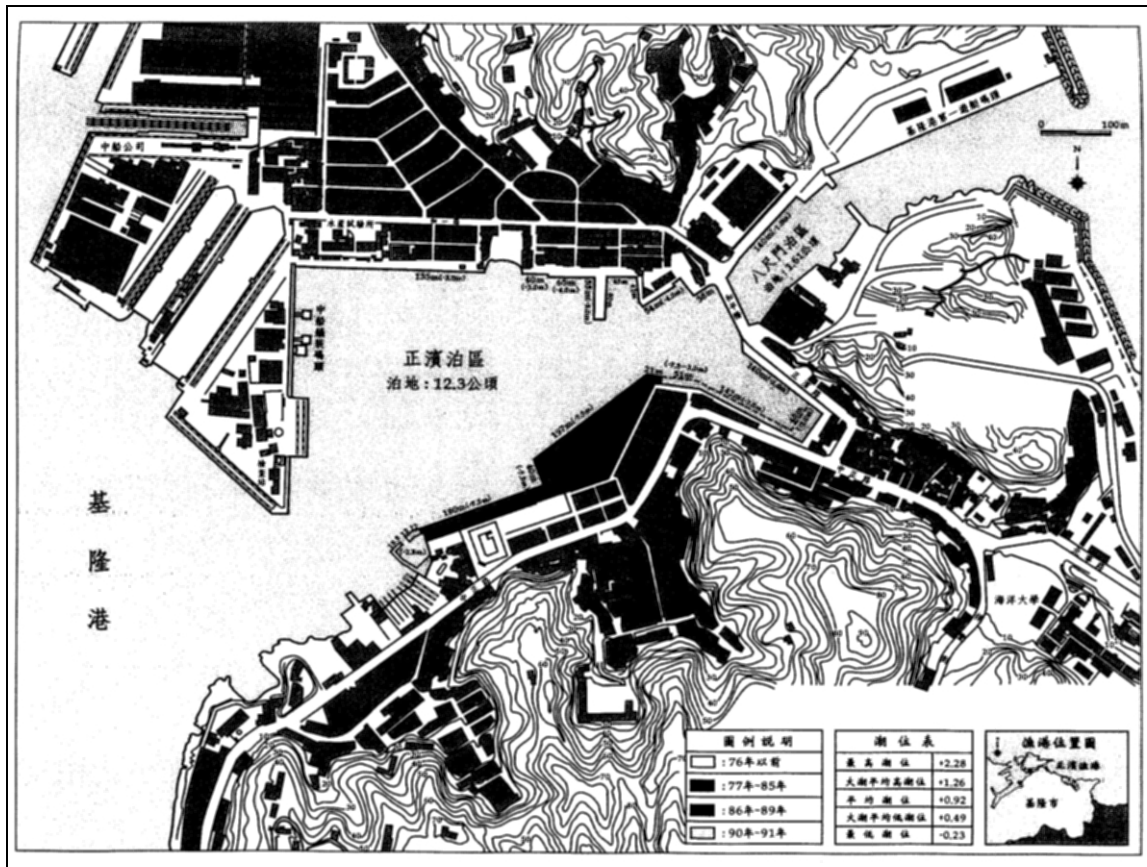
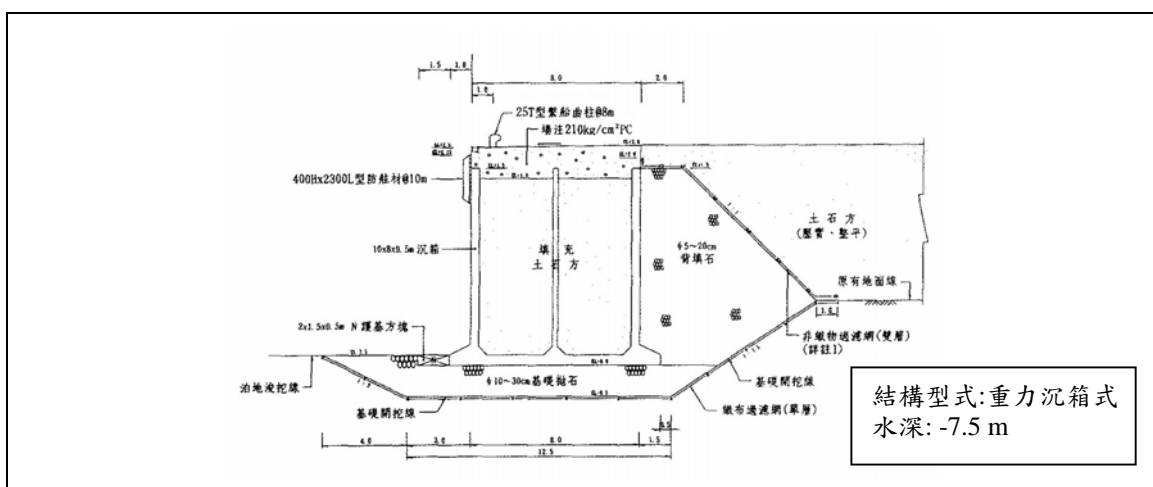
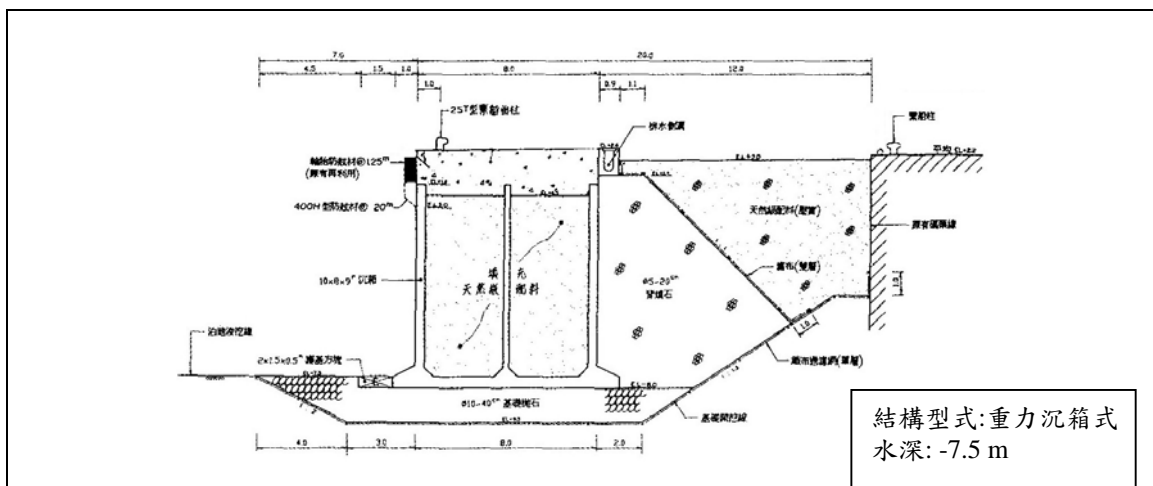
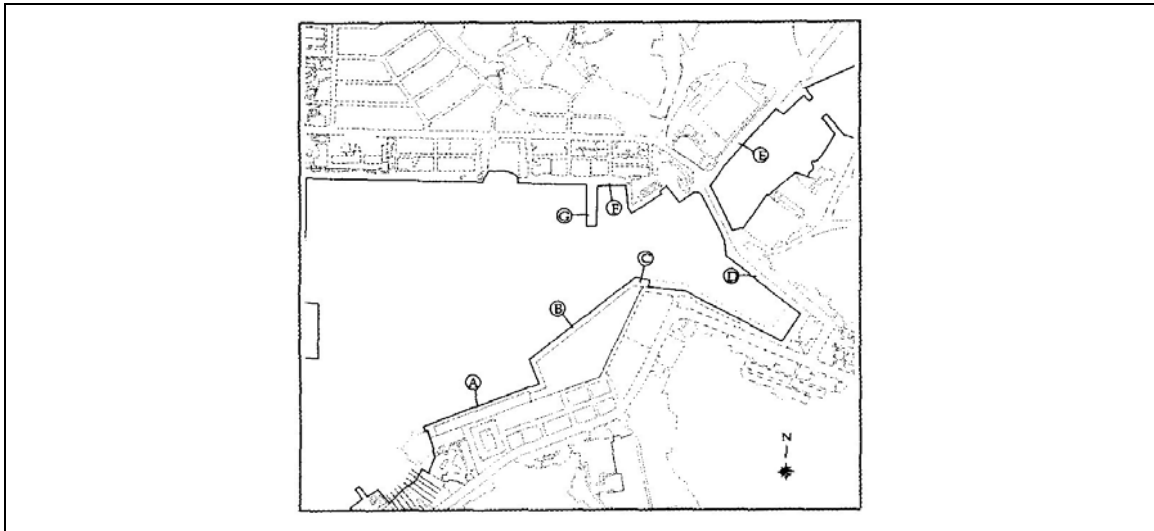
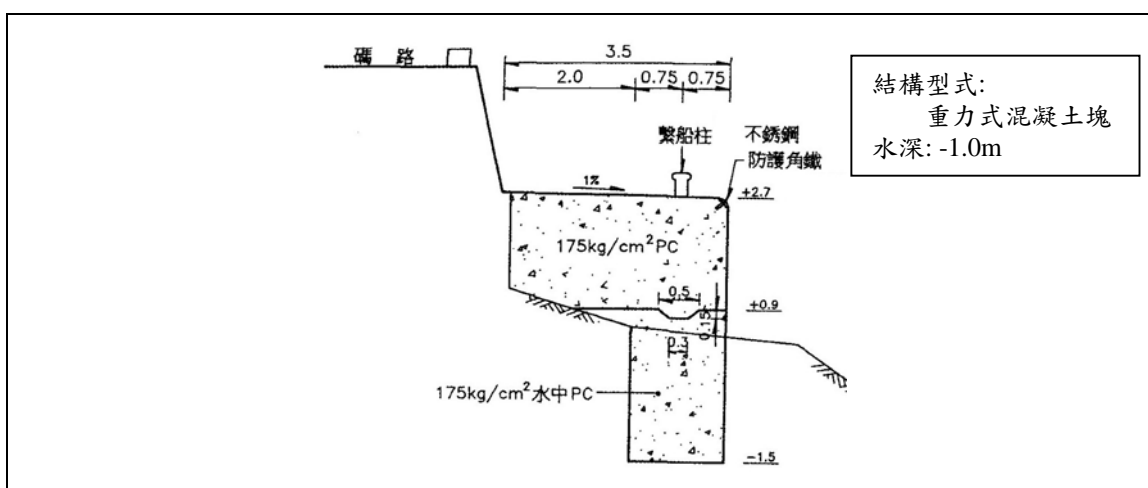
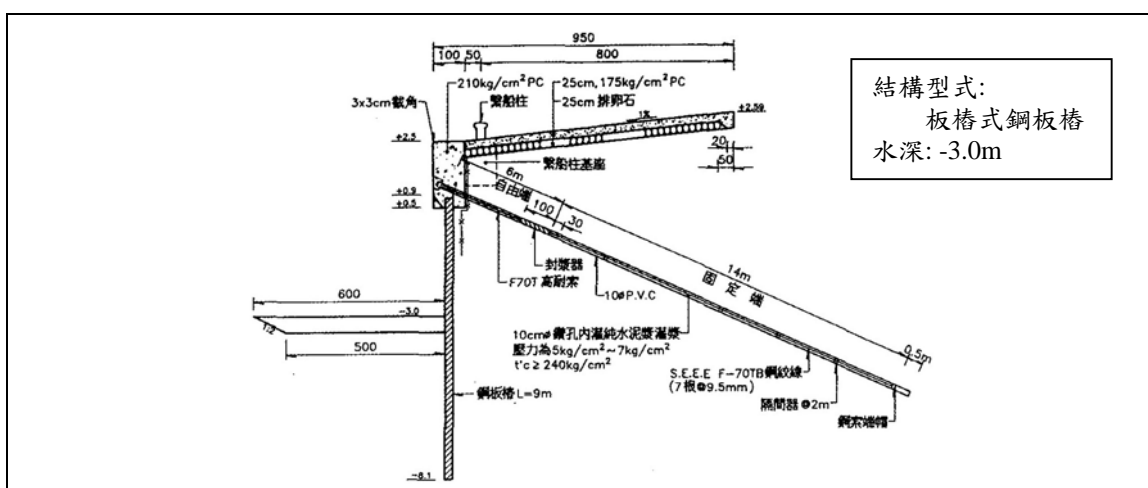
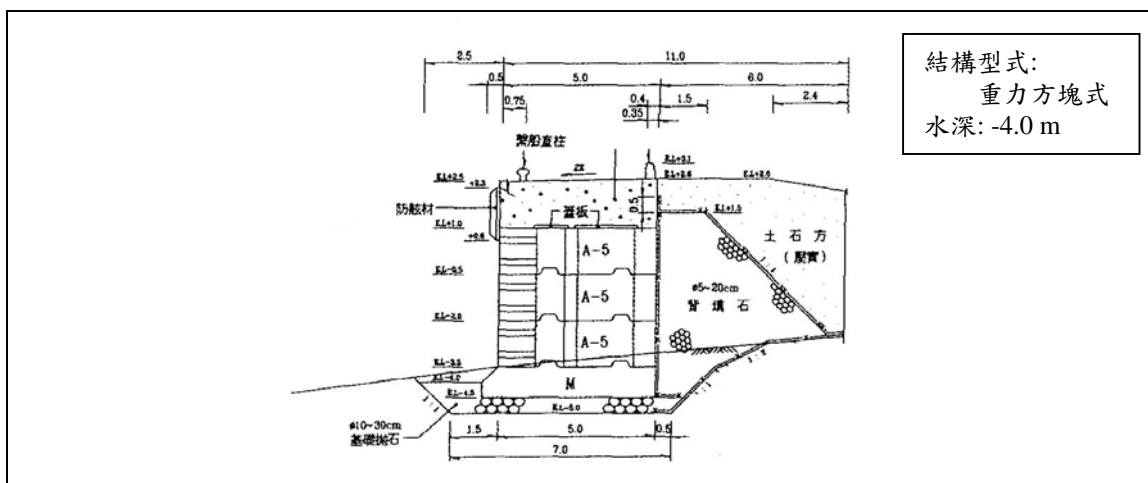


圖 40 正濱漁港平面配置圖





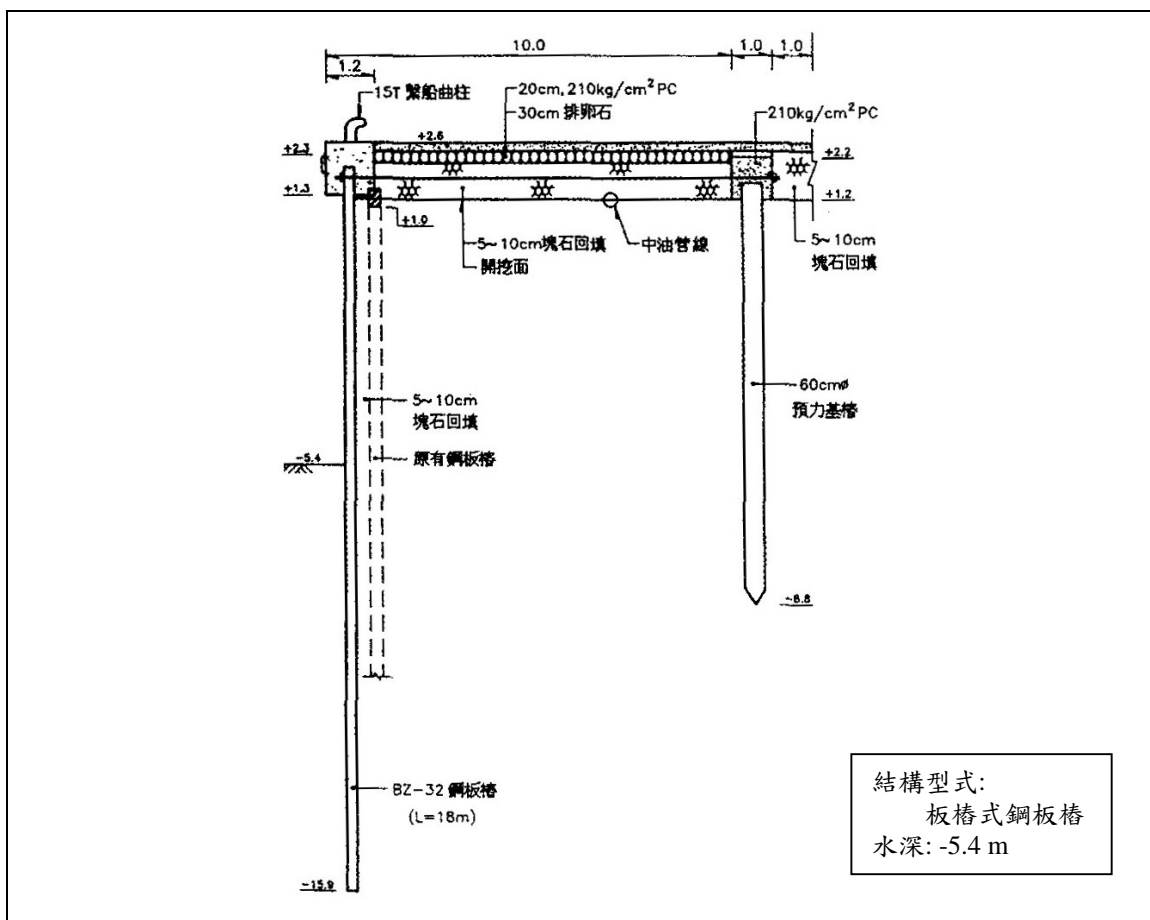


圖 47 正濱漁港維護碼頭結構型式 代號:F

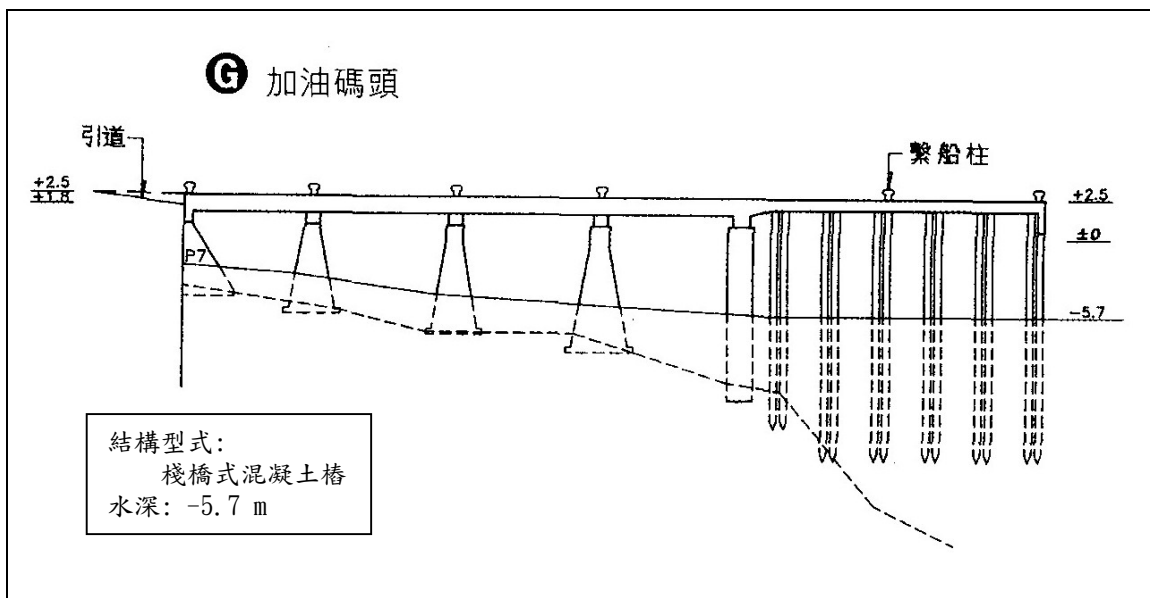


圖 48 正濱漁港加油碼頭結構型式 代號:G



水試所旁碼頭現況 1



水試所旁碼頭現況 2



加油碼頭上部情形



板樁式碼頭上部情形現況



八尺門碼頭現況



八尺門碼頭現況

圖 49 正濱漁港碼頭現況(2009 年 5 月)

4.11 宜蘭縣南方澳漁港

南方澳漁港位於宜蘭縣蘇澳鎮東南方之蘇澳灣內；三面環山，天然地形隱蔽，因近漁場，為本省東北部歷史悠久之漁業生產基地。南方澳漁港係由三處船渠所組成。

民國 11 年首先完成南方澳泊地及碼頭，是謂南方澳第一漁港。民國 44 年起增闢內埤泊地至 48 年完成，是謂南方澳第二漁港。民國 54 年為地方運輸需要，由基隆港務局投資，於南方澳泊地北側興建小型商港一處，計畫供 3,000 噸級以內之小型貨輪作為環島航運使用。64 年起蘇澳商港開始大規模施工，小型商港改建為工作船泊地，72 年 6 月蘇澳商港完成，為地方發展漁業需要，73 年基隆港務局將原小型商港船渠撥交宜蘭縣政府，供漁業使用，是謂南方澳第三漁港。

七十年代時由於漁業發展迅速，漁船劇增且大型化，而該港設施大多為早年所建，碼頭老舊、水深不足，影響漁船泊靠並危及緊臨之拍賣場安全。經前臺灣省漁業局及宜蘭縣政府研擬整建計畫，列入「第二期臺灣地區漁港建設方案」中，全面改建老舊碼頭並浚深泊地，自 77 年度至 82 年度分六期施工，第一以及第二漁港泊地由原來之-1.8 公尺加深為-3.0 公尺；第三漁港改建原有水深-4.0 至-6.0 公尺之碼頭，可停泊 2,000 噸級遠洋漁船，整建完成後，合計該港泊地面積約 16.8 公頃，碼頭三千餘公尺，目前為本省東北部及宜蘭縣最具規模的漁港。漁港主要設施如表 25 所示。

該港陸域部分由於受限於地形及港區範圍無法突破，造成陸上公共設施建設相形不足，民國 84 年在原有南興安檢所北側水域增建碼頭及填築新生地約 1.15 公頃即南興碼頭，作為安檢碼頭及漁業設施用地。該漁港平時漁船眾多，設籍漁船已達 1,014 艘，超出該港正常容量甚多。港內漁船停泊甚為擁擠，平時即影響卸魚補給等作業。每逢颱風期或惡劣天候，附近海域作業之漁船，更湧進避風，漁船擠滿泊地，須商借蘇澳港部分碼頭應急。港區平面及碼頭結構型式如圖 50 至圖 60 所示。圖 61 為調查時之碼頭現況。

本次調查結果顯示，漁港碼頭之設計水深除少數為-8.0m 外，多小於-4.5m。由於漁港碼頭設計水深較淺且後線長度均小於 10 公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於 1 t/m²，以現有之重力式與板樁式碼頭承受之土壓力和水壓力推估，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且各漁港碼頭靠泊船隻之噸數多為 500 公噸以下，更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。

由歷年記錄顯示，漁港維護仍以泊地及碼頭水深浚挖為主，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔。

表 25 南方澳漁港現有主要設施

設施名稱		數量
碼頭	第一船渠(-4.0 m)	982 m
	第二船渠(-3.0 m)	909 m
	第三船渠(-6.0 m)	936 m
	航道泊地(-3.0 m)	503 m
	南興碼頭(-5.0~-6.0m)	550 m
	小計	3880 m
泊地	第一船渠(-3.0 m)	3.08 公頃
	第二船渠(-3.0 m)	2.33 公頃
	第三船渠(-6.0 m)	5.83 公頃
	航道泊地(-3.0 m)	5.06 公頃
	小計	16.30 公頃
陸上公共設施	魚市場、漁會辦公室、修造船廠、加油站、製冰凍場、漁民活動中心、給水站、漁具倉庫、整網站、檢查站、停車場、港區道路、播音站	

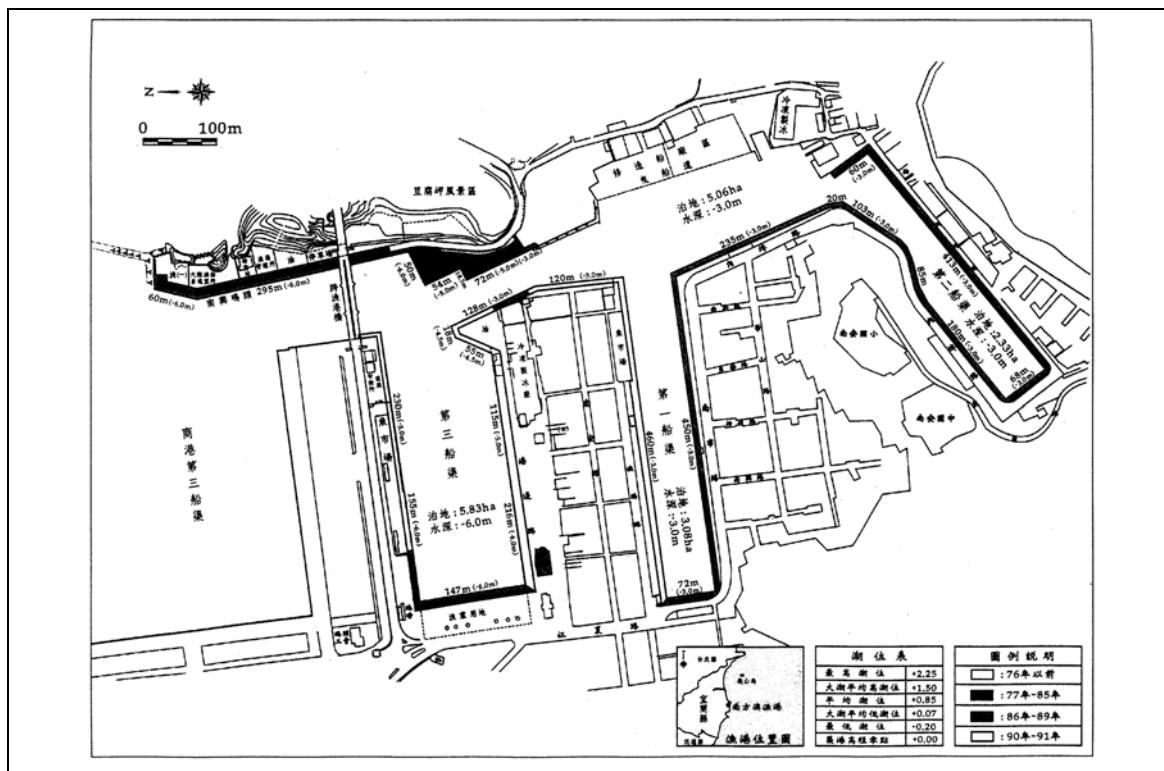


圖 50 南方澳漁港平面配置圖

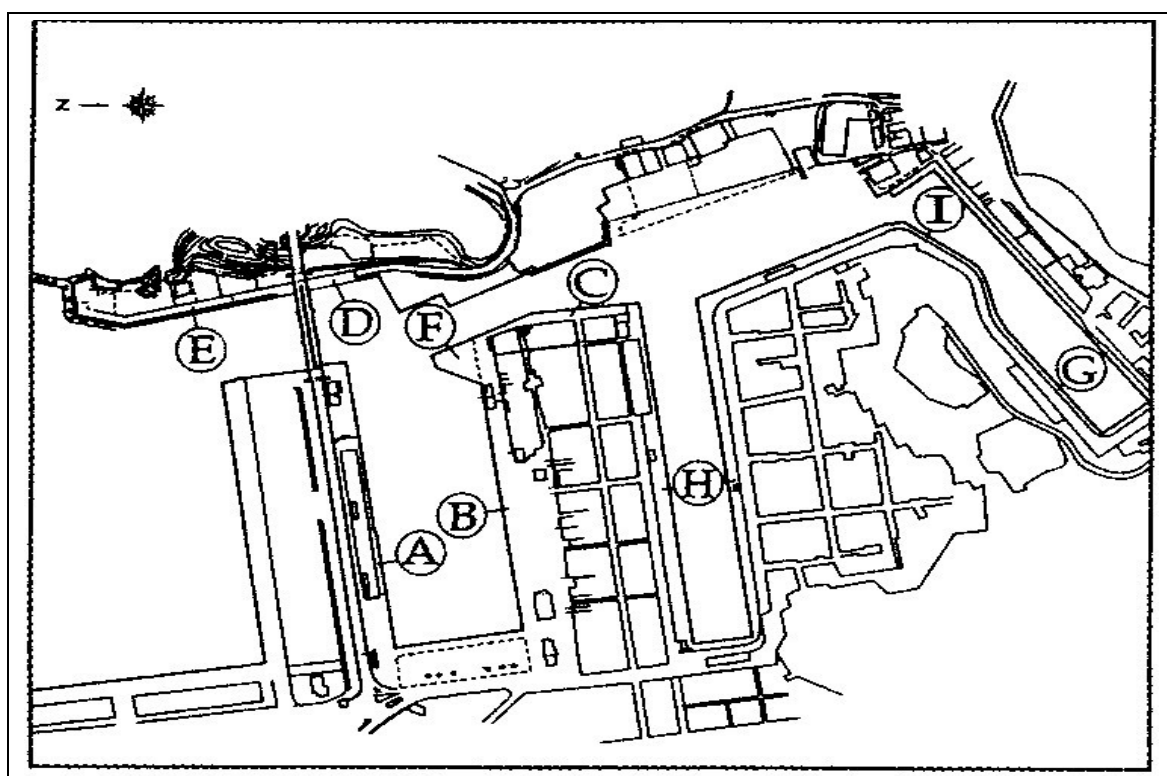


圖 51 南方澳漁港碼頭配置示意圖

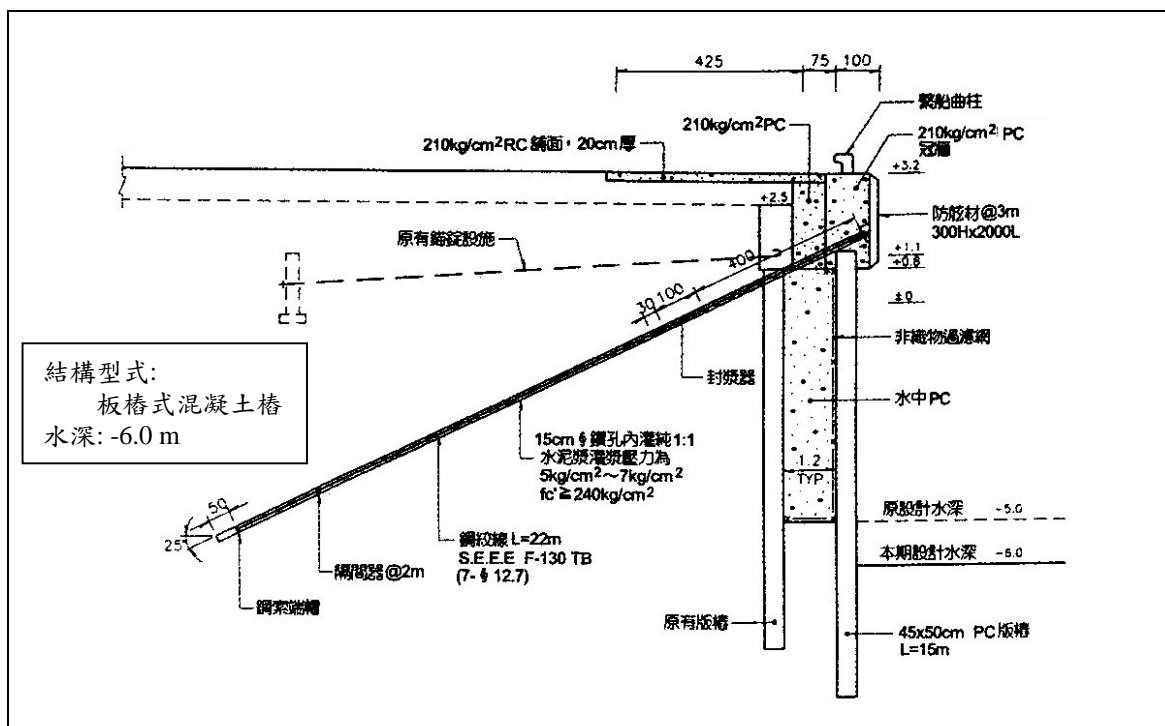


圖 52 南方澳漁港第三船渠北碼頭結構型式 代號:A

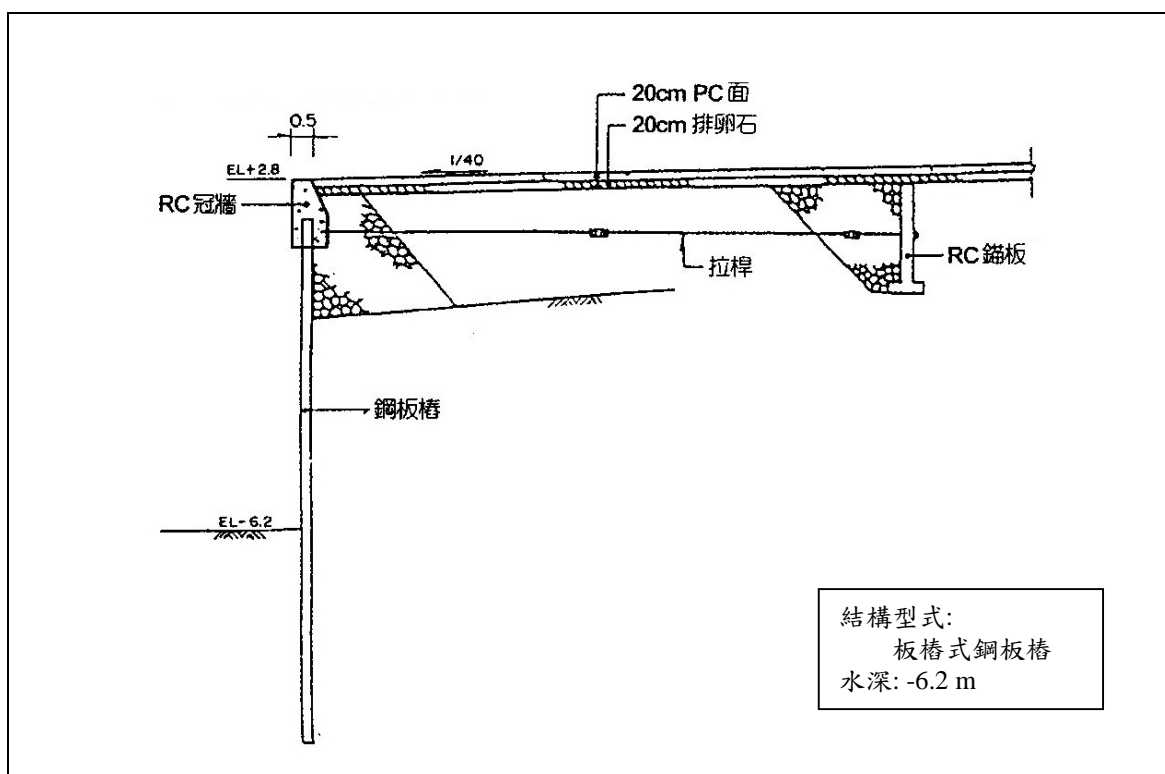


圖 53 南方澳漁港第三船渠南碼頭結構型式 代號:B

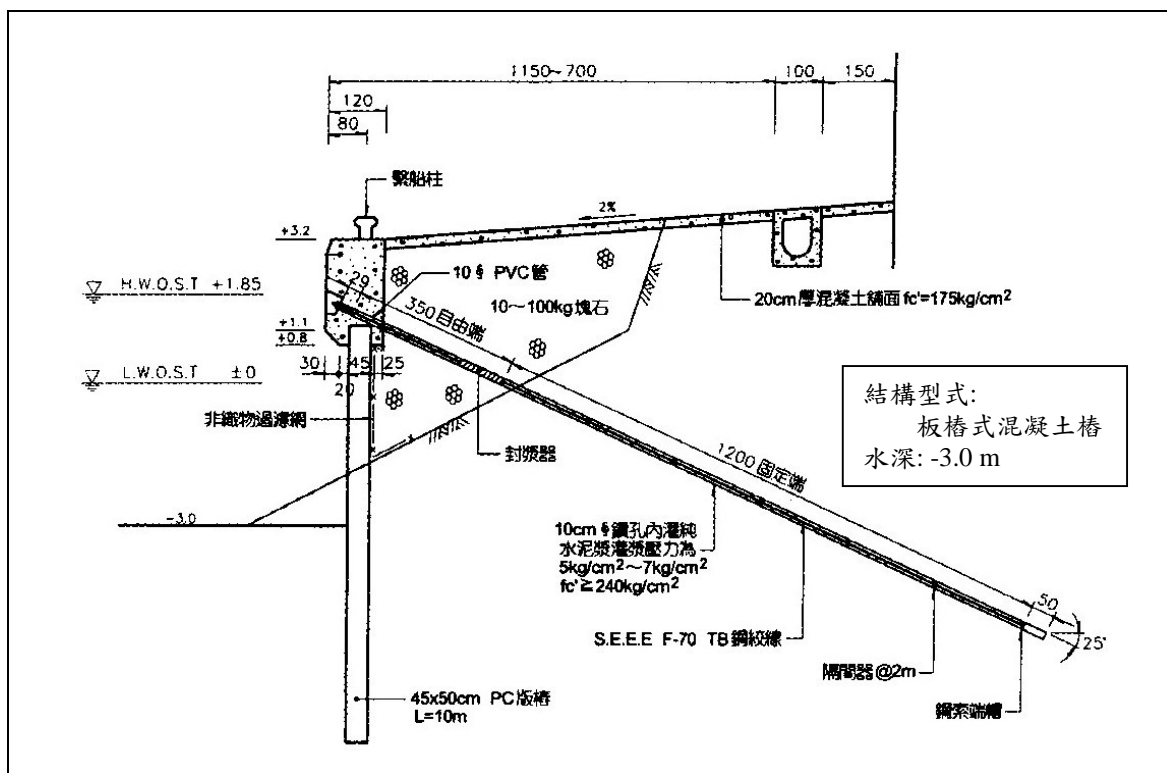


圖 54 南方澳漁港西碼頭(二)結構型式 代號:C

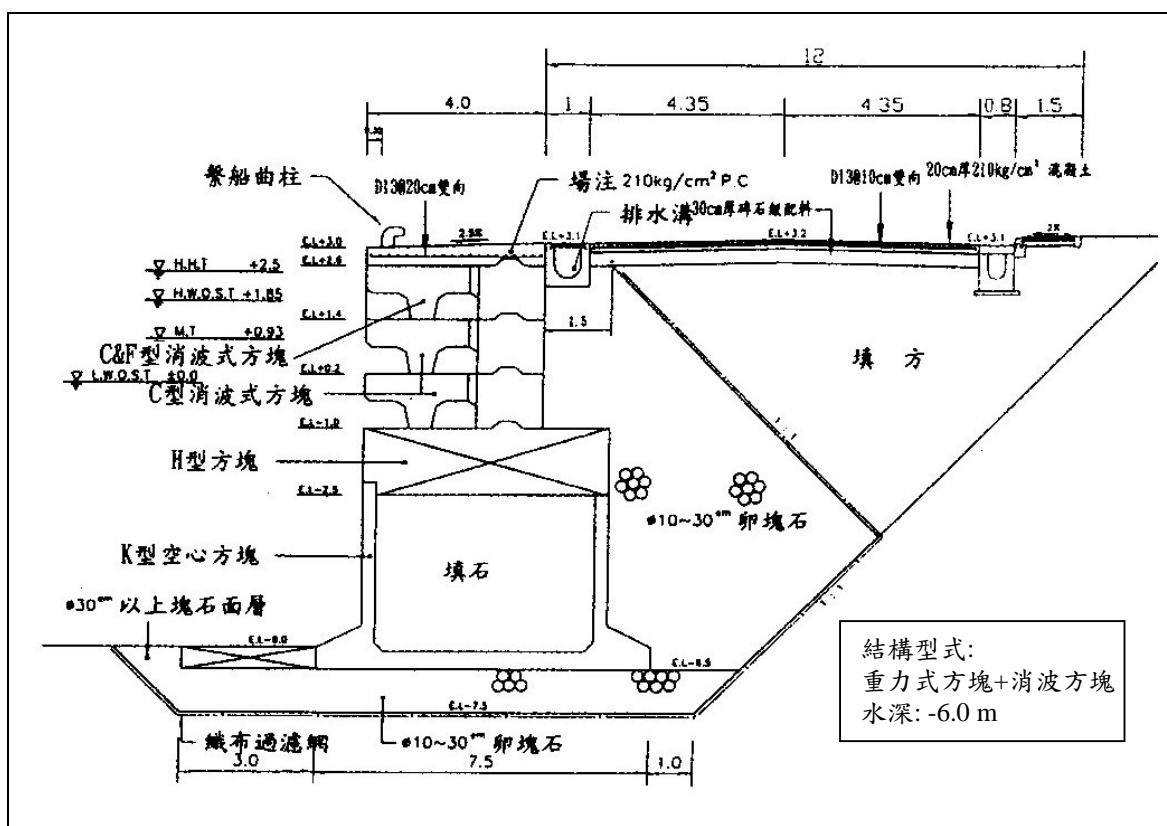
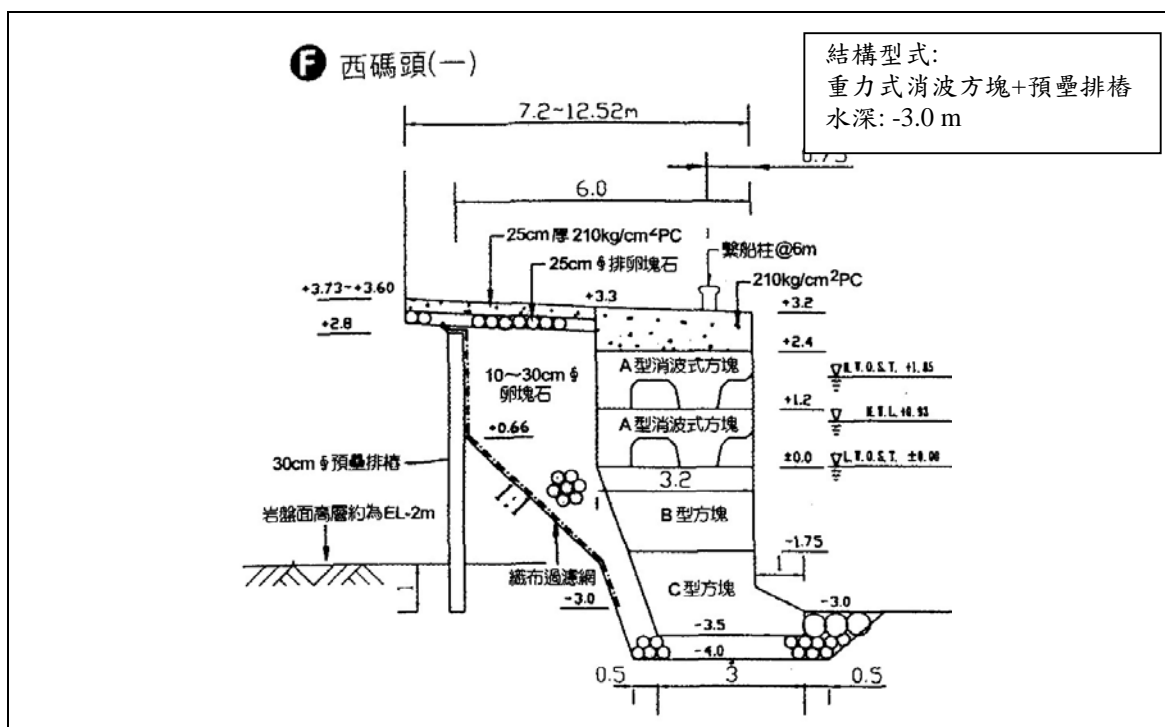
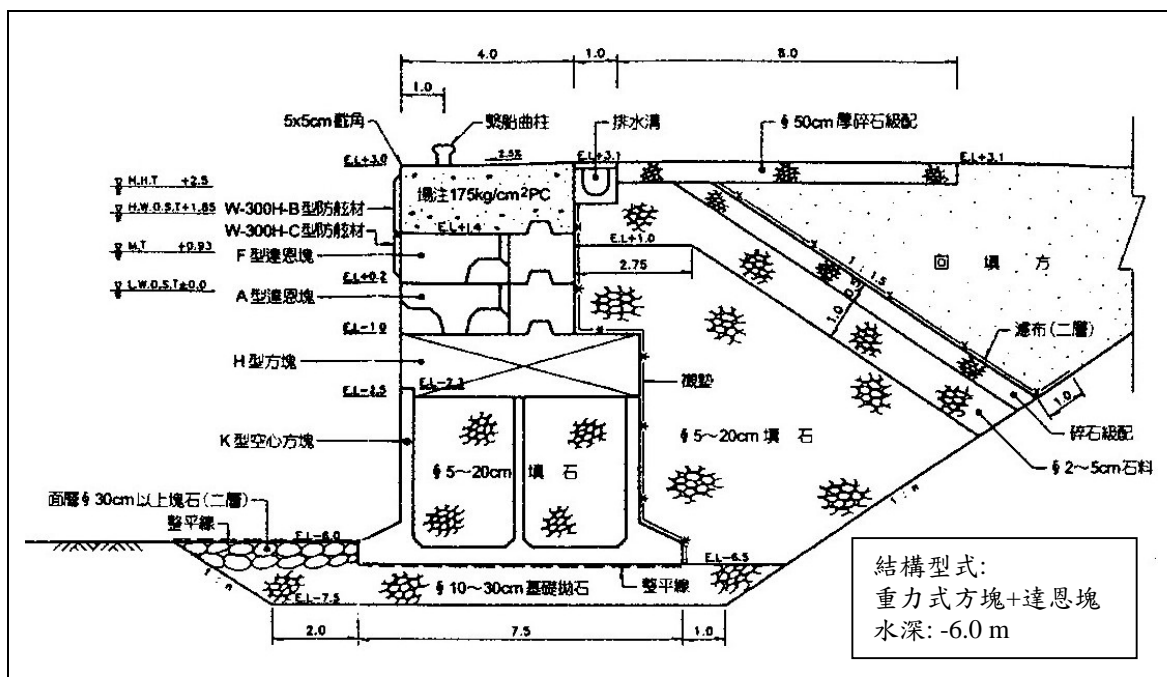
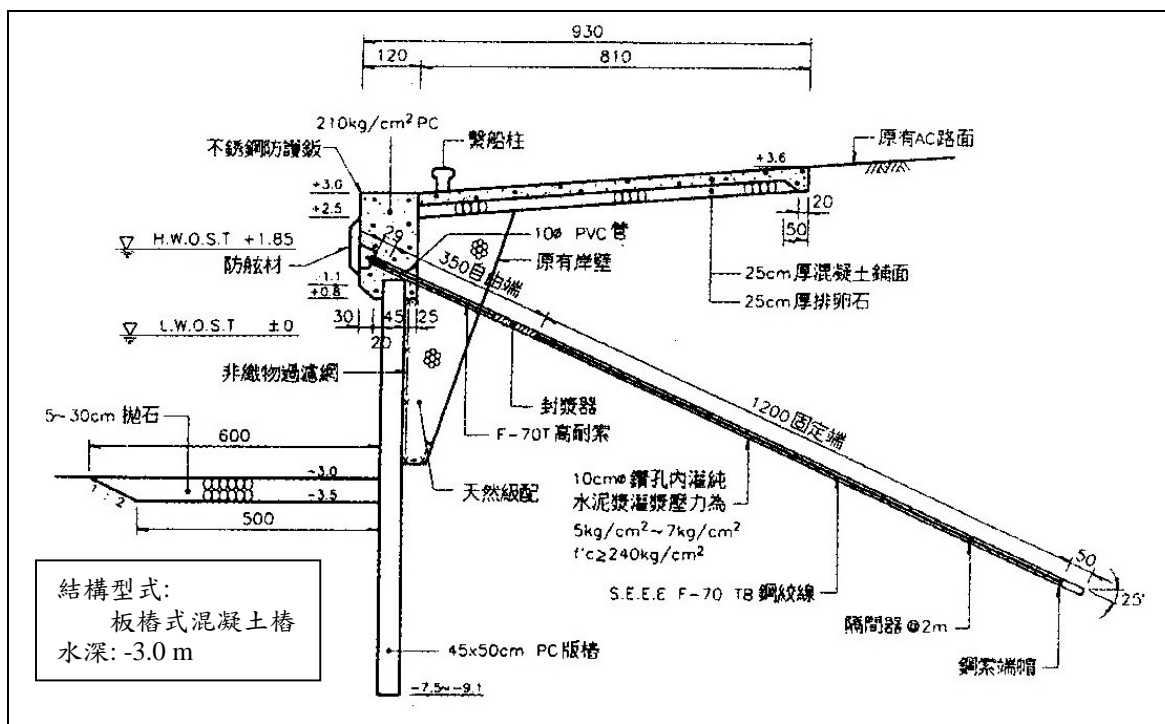
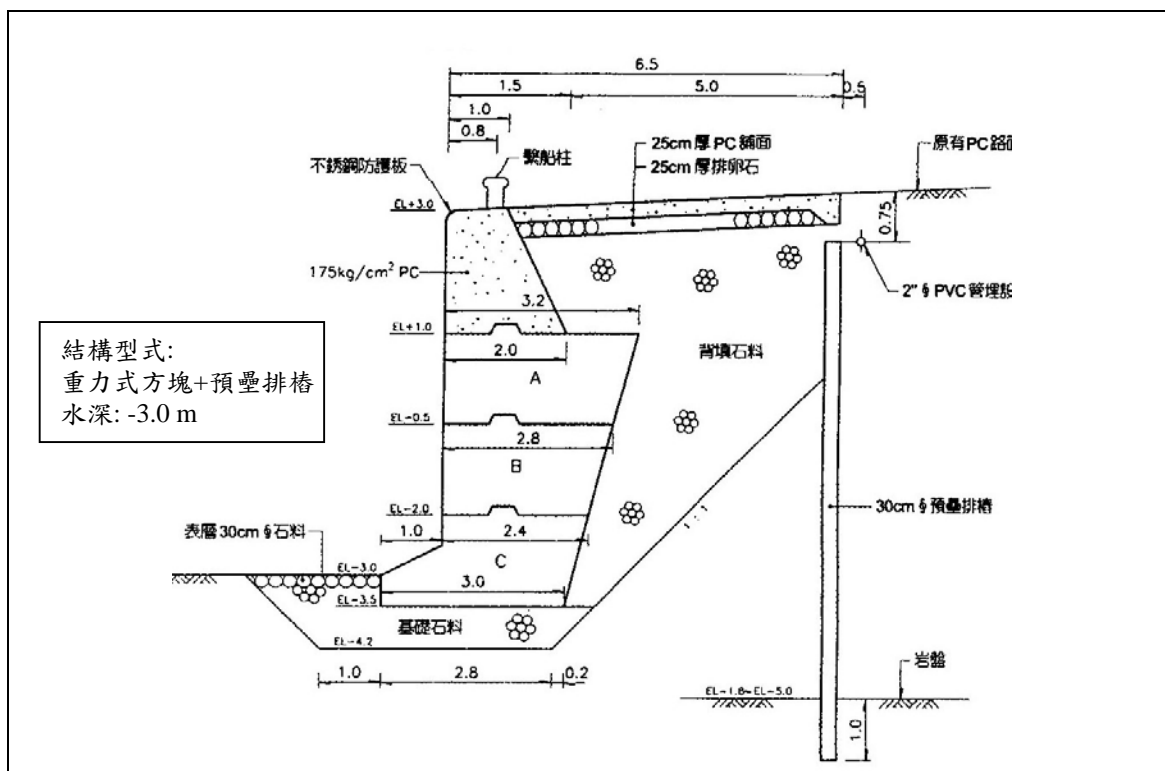


圖 55 南方澳漁港東碼頭(一) 結構型式 代號:D





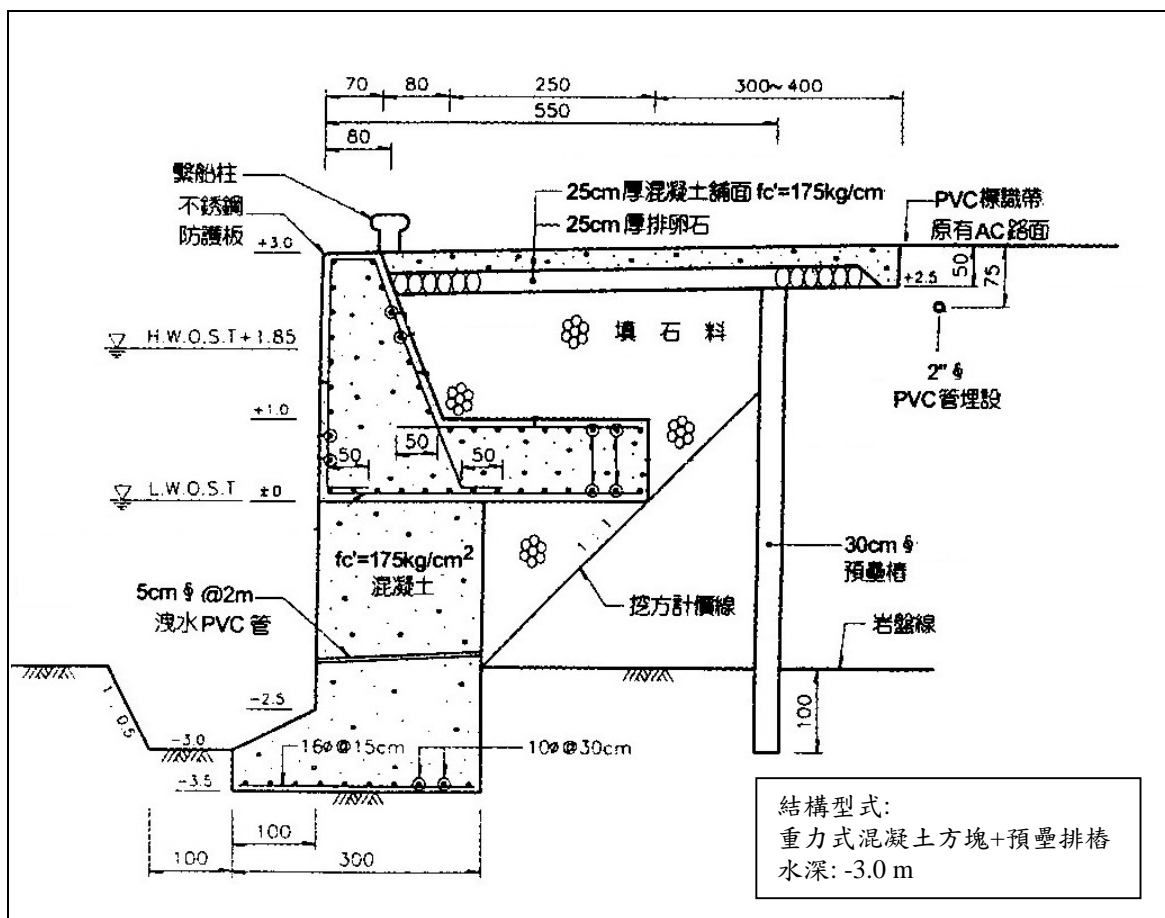


圖 60 南方澳漁港第二船渠北碼頭(一)結構型式 代號: I



第三船渠南碼頭上部情形



西碼頭(一)上部情形 1



西碼頭(一)上部情形 2



西碼頭(二)上部情形



第一船渠碼頭上部情形 1



第一船渠碼頭上部情形 2

圖 61 南方澳漁港碼頭現況(2009 年 5 月)

4.12 宜蘭縣烏石漁港

烏石漁港位於宜蘭縣頭城鎮東北方，距離頭城鎮市區約 1 公里，原烏石商港遺址，南側有頭城海水浴場，西臨山脈，東濱太平洋，和龜山島遙遙相對，相距 7 海浬。規劃列入「第二期臺灣地區漁港建設方案」中後即自民國 80 年起開始興建，至 90 年完工，前後共投資經費 27 億元。該港擁有泊地面積 12.5 公頃，碼頭 2,100 公尺，新生地面積 6 公頃，岸上設施漁會大樓、直銷中心、停車場、綠地均已完成，為頭城地區最具規模之漁港。漁港主要設施如表 26 所示。港區平面及碼頭結構型式如圖 62 至圖 72 所示。圖 73 為調查時之碼頭現況。

本港為近年新規劃建設之漁港，係以漁業、休閒、教育、文化等多功能方向規劃賞鯨、魚市已在假日吸引大量人潮，毗鄰土地同時也規劃為蘭陽博物館及紀念休閒公園，未來北宜高速公路通車後，烏石港所帶動相關產業的效益將是非常廣大的。

本次調查結果顯示，漁港碼頭及堤防之設計水深多小於-50 m。由於漁港碼頭設計水深較淺且後線長度均小於 10 公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於 1 t/m^2 ，以現有之重力式與板樁式碼頭承受之土壓力和水壓力推估，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且各漁港碼頭靠泊船隻之噸數多為 500 公噸以下，更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。但棧橋式碼頭潮間帶上方之基樁及鋼材已出現銹蝕，建議應速採取適當之防蝕措施，避免持續劣化。

由歷年記錄顯示，漁港維護仍以泊地及碼頭水深浚挖為主，故建議可不應用 D.E.R 法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔。

表 26 烏石漁港現有主要設施

設施名稱		數量
碼頭	水深 -4.0 m	1307 m
	水深 -4.5 m	703 m
	水深 -5.0 m	290 m
	小計	2300 m
泊地	水深 -4.0 m	6.72 公頃
	水深 -4.5 m	3.71 公頃
	水深 -5.0 m	1.85 公頃
	小計	12.28 公頃
外廓設施	北外廓防波堤	400 m
	南外廓防波堤	500 m
	北防波堤	168 m
	南防波堤	480 m
	北海堤	740 m
	南防砂堤	242 m
	離岸堤	239 m
陸上公共設施	魚市場、假日漁市、港區道路、檢查站 停車場、廣場、曳船道	

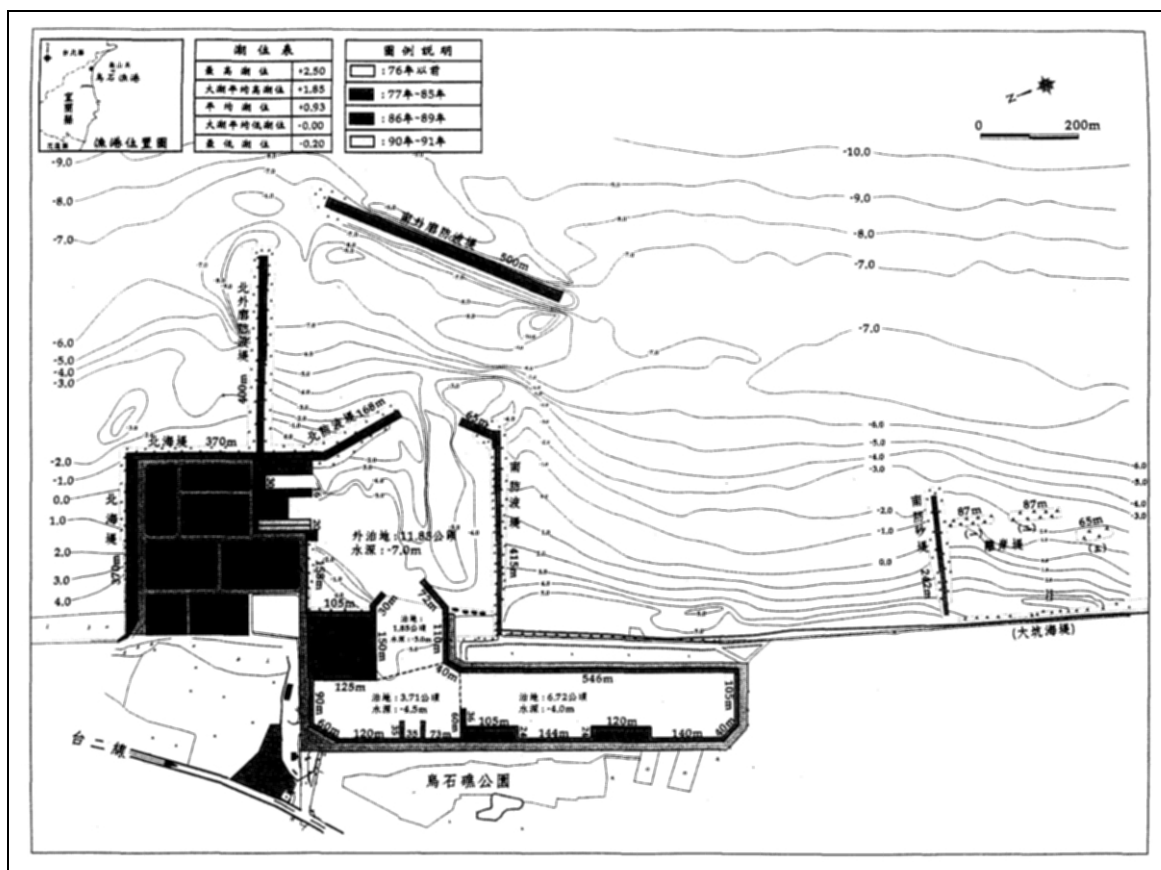


圖 62 烏石漁港平面配置圖

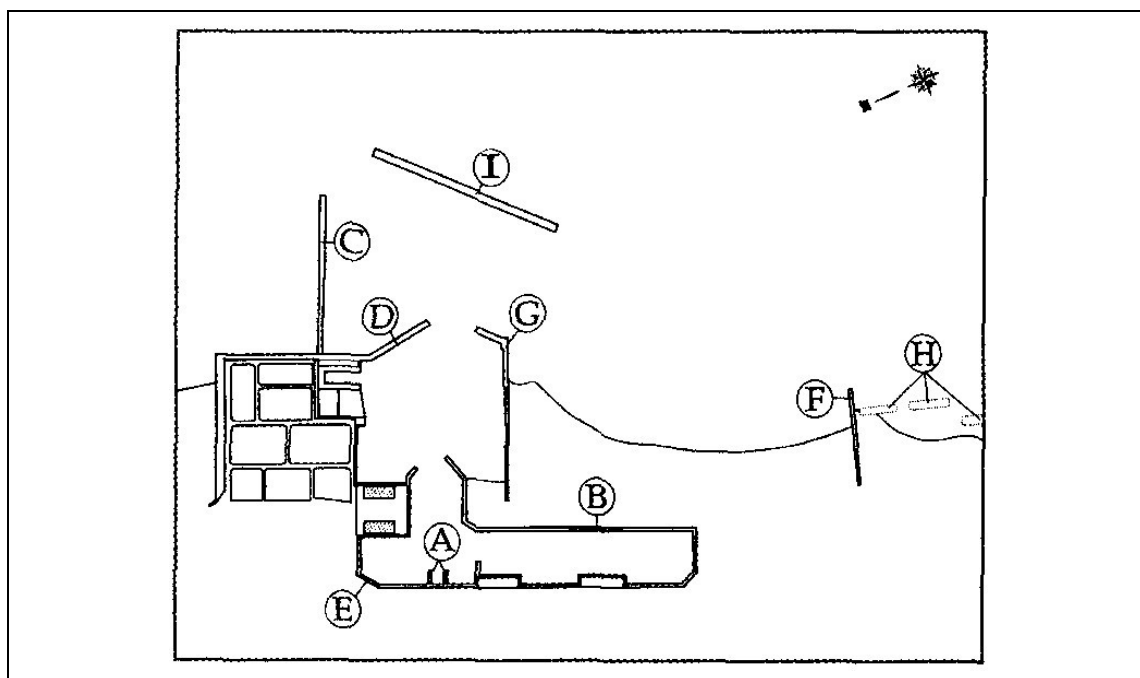


圖 63 烏石漁港碼頭及防波堤配置示意圖

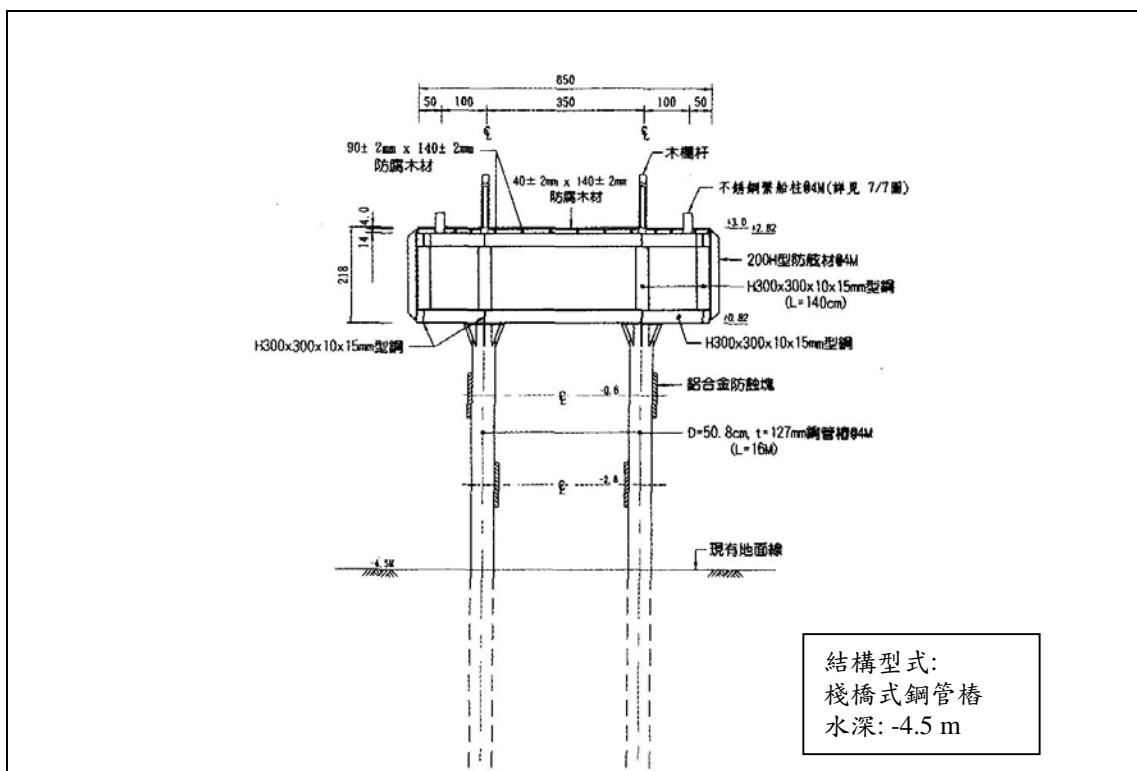


圖 64 烏石漁港棧橋碼頭結構型式 代號：A

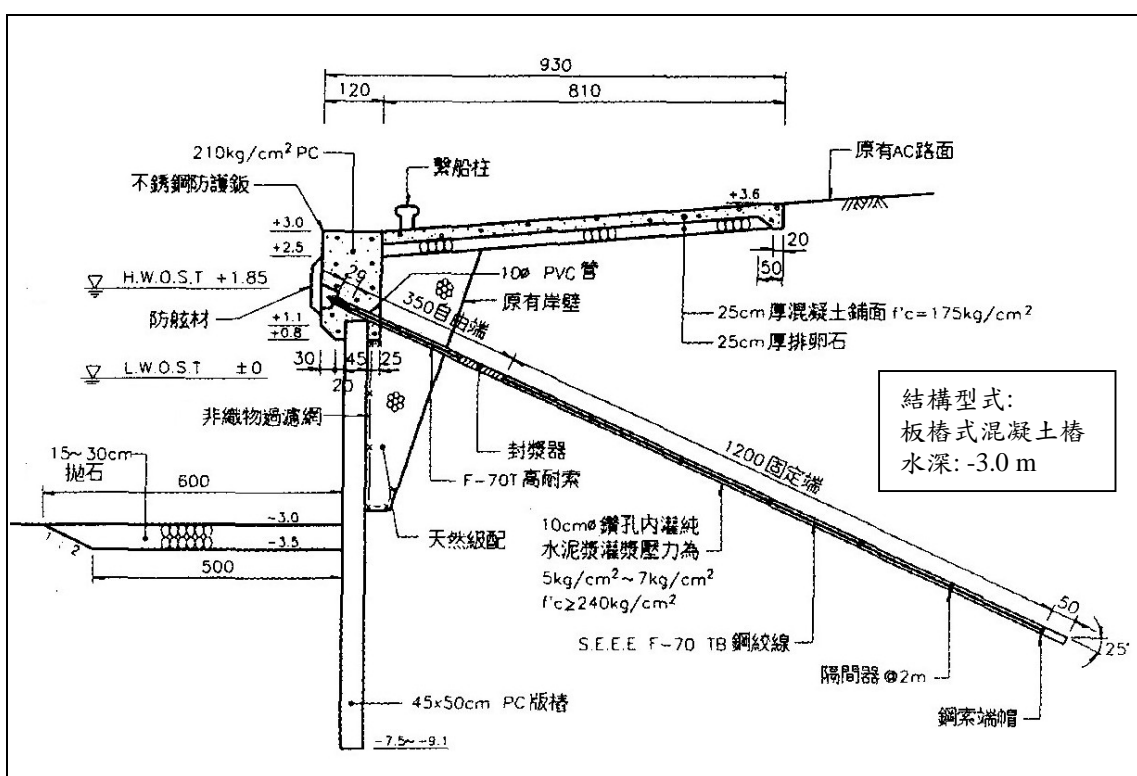


圖 65 烏石漁港碼頭(二)結構型式 代號：B

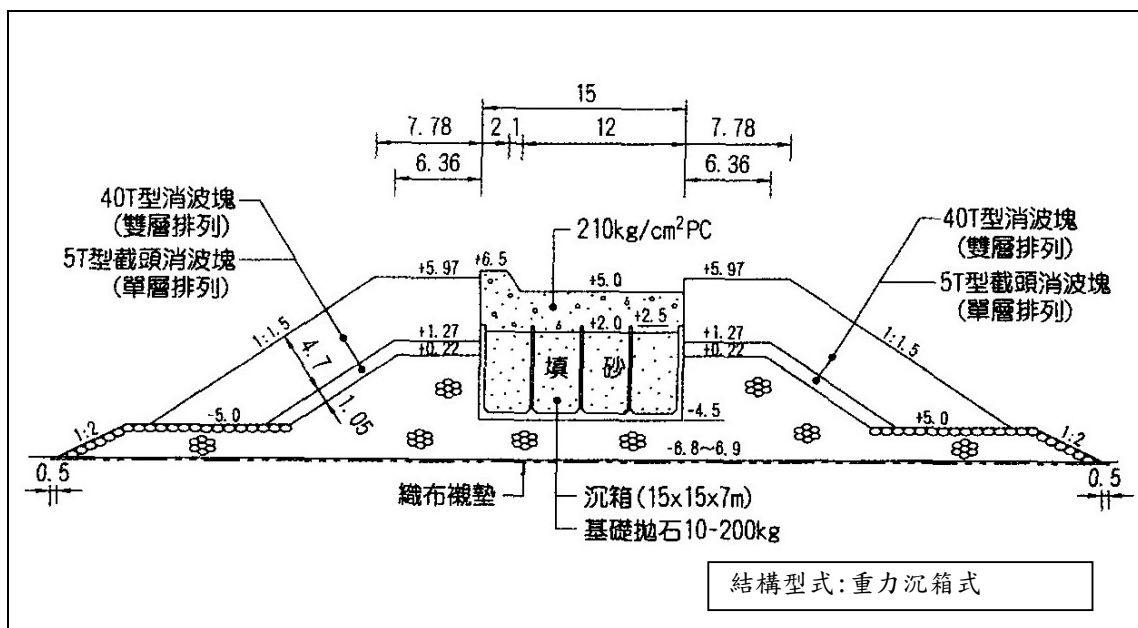


圖 66 烏石漁港北外廓防波堤結構型式 代號：C

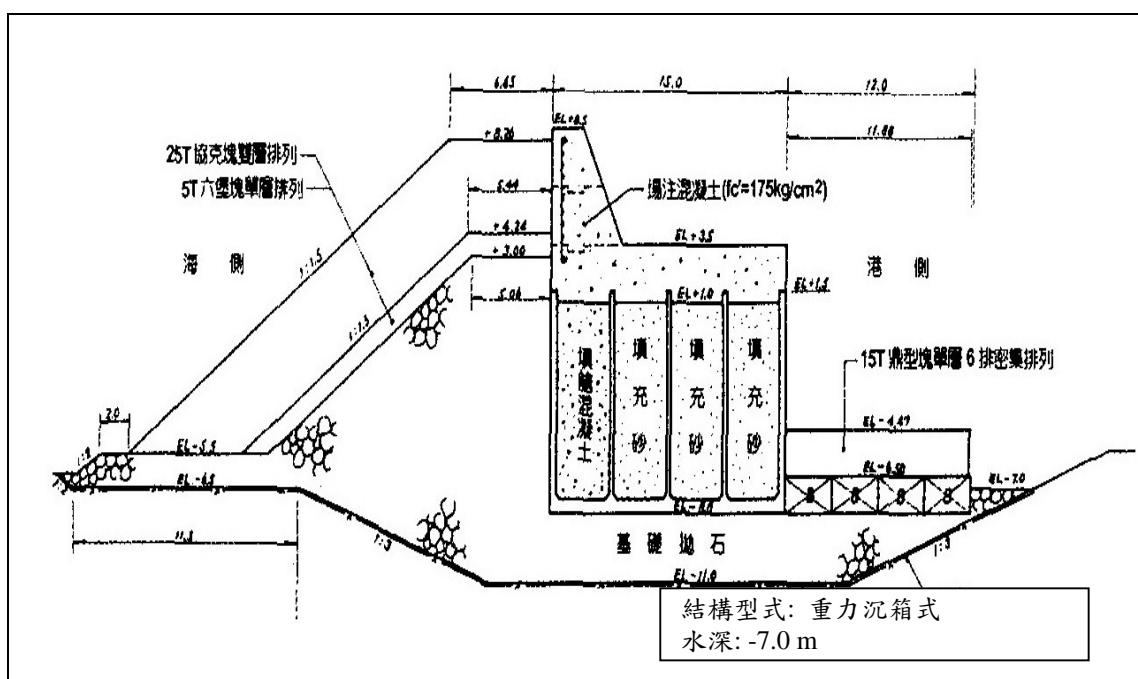
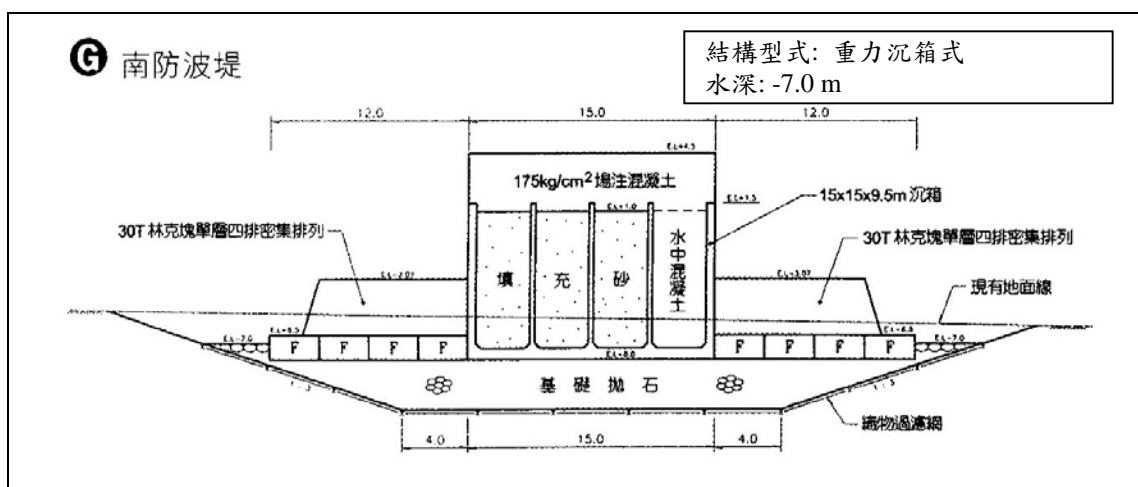
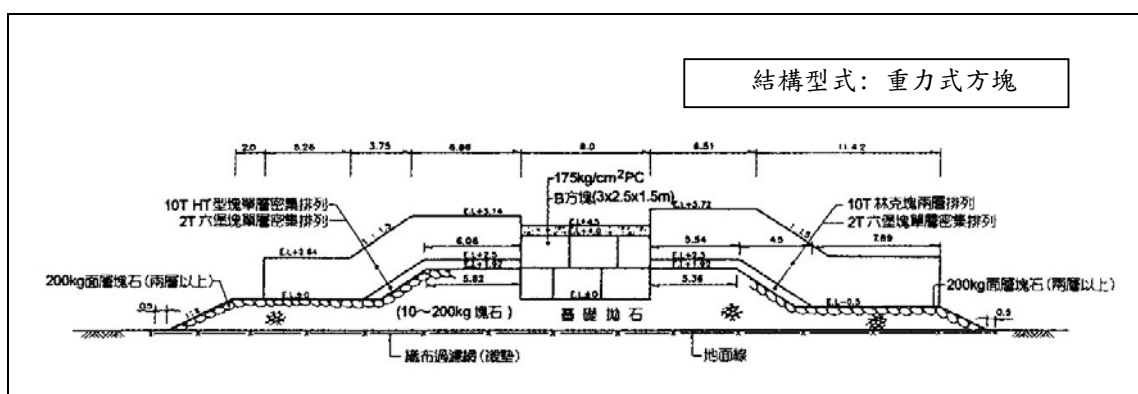
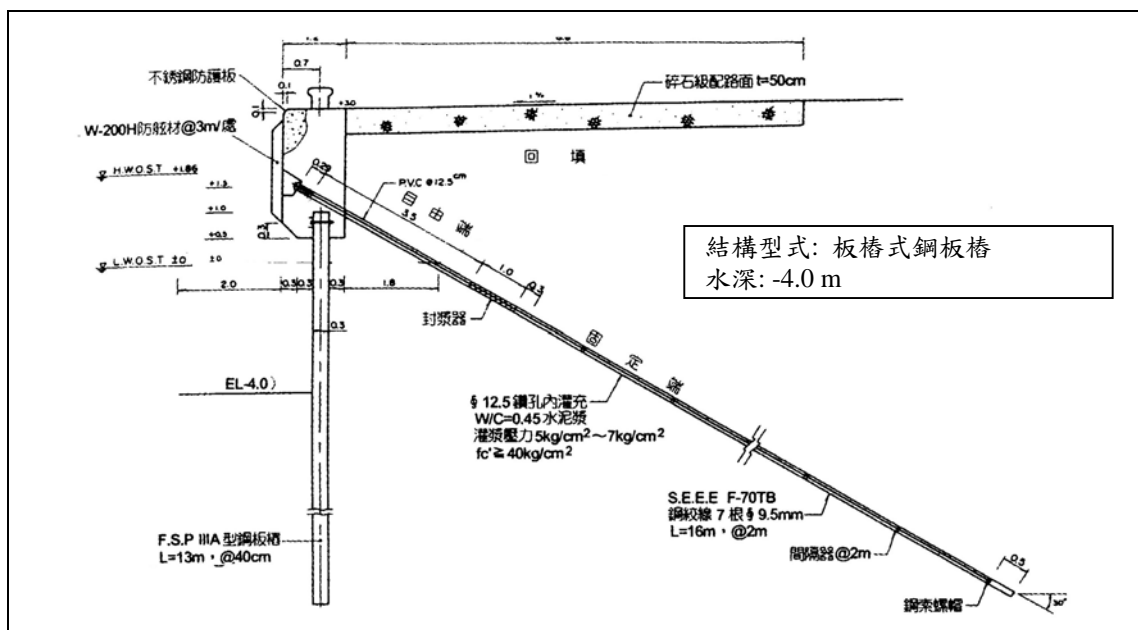


圖 67 烏石漁港北防波堤結構型式 代號：D



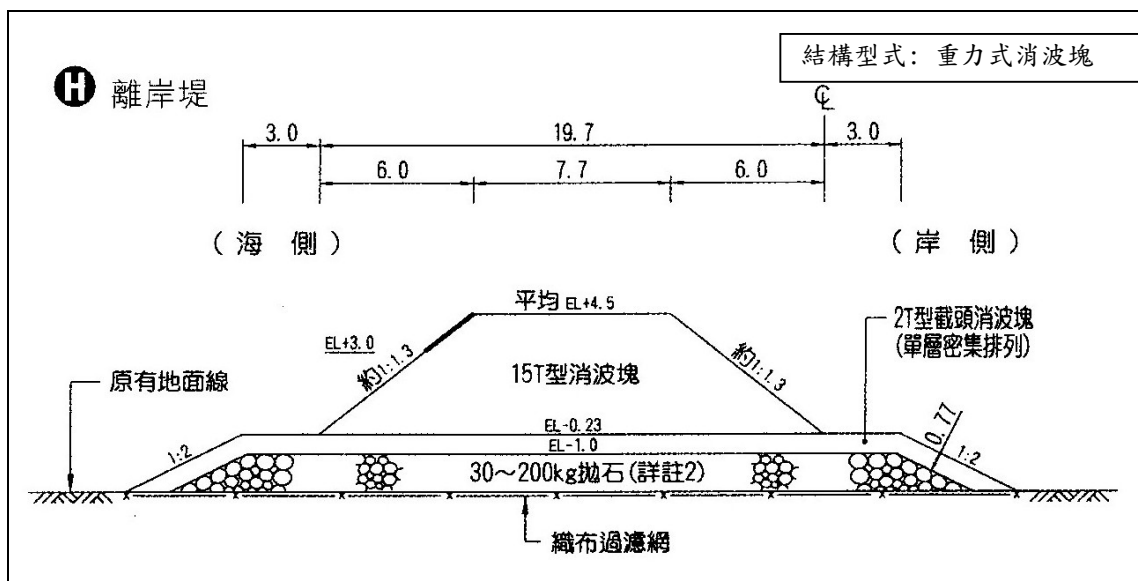


圖 71 烏石漁港離岸堤結構型式 代號：H

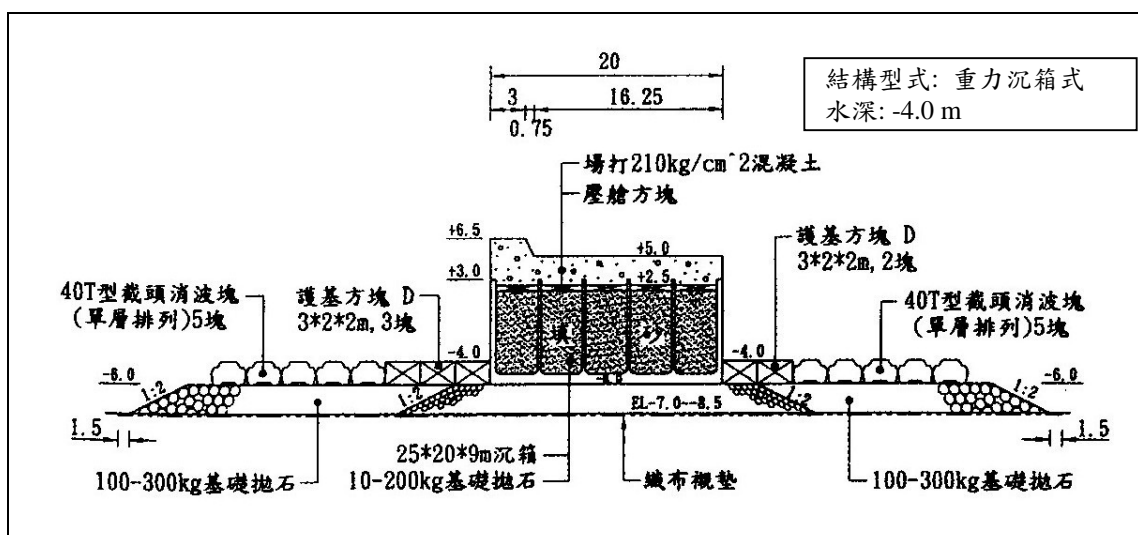


圖 72 烏石漁港南防波堤結構型式 代號：I



碼頭上部現況



碼頭護舷材及繫船柱現況



南防波堤上部現況



碼頭岸肩後線沉陷情形



棧橋碼頭上部情形



棧橋碼頭基樁鋼材鏽蝕情形

圖 73 烏石漁港碼頭現況(2009 年 5 月)

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。。

本年度研究成果為基隆港、蘇澳港及臺中港及一類漁港碼頭設施及檢測與維護機制相關文獻之蒐集；基隆八斗子漁港、正濱漁港、宜蘭南方澳漁港、烏石漁港碼頭設施之現況調查及評估。

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與結果等成果，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. 本年度調查商港碼頭結果，臺中港 8A 及 9 至 11 號碼頭蘇澳港 10 至 12 號碼頭與高雄港 71 號碼頭，其現況由應用目視與使用非破壞性檢測，經 D.E.R 法進行結構體安全性評估，其主整體結構評估指數 (ID_1) 均小於 2.0，顯示結構體功能完整安全無虞。
2. 上述碼頭應用 D.E.R 法，檢測結果雖均為整體結構安全無虞，惟各碼頭使用時間均已超過 20 年，部份甚至超出 30 年，為確保碼頭營運安全，建議必需加強平時巡查頻率，確保營運正常。
3. 上述碼頭結構型式均為棧橋式，其劣損位置常出現於面版底部及梁，劣損情形並無法依初步檢測項目中直接發現，故建議應定期派遣潛水人員，以目視近距離觀察面版底部及梁或基樁之鋼筋混凝土是否發生混凝土剝落或內部鋼筋銹蝕，或於受到不正常外力（如規模 5.0 以上地震或海嘯之侵襲），應有即時檢查之作為，以維護碼頭

構造安全。

4. 本年度調查第一類漁港包括八斗子漁港、正濱漁港、南方澳漁港及烏石漁港，結果顯示，各漁港之碼頭及防波堤其設計水深均小於-8.0m，多數碼頭之設計水深多小於-4.5m。由於漁港碼頭設計水深較淺且後線長度均小於10公尺，加上碼頭上部使用機具車輛及荷載均不大於 1 t/m^2 ，以現有之重力式與板樁式碼頭承受之土壓力和水壓力推估，應不會直接造成碼頭岸壁結構傾斜或下陷，故部分碼頭雖已老舊，仍屬堪用，且各漁港碼頭靠泊船隻之噸數多為500公噸以下，更無大型船隻碰撞或船舶前端撞擊碼頭，造成無法使用之疑慮。
5. 由於臺灣地區漁港規模普遍較小，目前漁港均以多功能發展為目標，碼頭功能除傳統停靠漁船裝卸魚貨外，趨向以發展遊艇碼頭或娛樂賞魚等為主，陸上設施部分更研擬或已設置釣魚平台步道親水公園(階梯)展示中心餐廳等設施，且由歷年記錄顯示，漁港維護仍以泊地及碼頭水深浚挖為主，故建議不應用D.E.R法進行結構體安全性評估，惟漁港之港灣設施基本資料及歷年維護紀錄，仍需建立資料庫存檔。

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。