

港灣構造物安全檢查評估之研究

The research of Safety Inspection Assessment for Harbor Structures

主管單位：交通部運輸研究所港灣技術研究中心¹

陳桂清¹ 廖振程² 張嘉峰² 柯正龍¹ 李賢華³

Chen, Cuei-Ching Liao, J. C. Chang, Chia-Feng Ko, Jeng-Long Lee, H. H.

財團法人臺灣營建研究院² 國立中山大學海洋及環境工程學系³

摘要

依據交通部「重建國際門戶，提升國家競爭力」及「推動永續綠運輸，符合節能減碳」等 2 大施政方向，臺灣地區主要工商港口為達現階段重建臺灣在東亞運輸樞紐地位及再造臺灣 21 世紀競爭力之目的，必須強化其港灣設施之使用效能，以提升其服務能量與品質，方能重塑國際港埠核心價值，並促進地方發展。

近幾十年來交通建設等重大公共工程建設，均大量採用鋼筋混凝土結構興建，由於鋼筋混凝土材料甚具耐久性，因此甚少需要維護，但受使用環境(諸如腐蝕性的環境)及超負載等因素之影響，結構甚易受到損壞，其耐久性與安全性日益受到質疑與堪慮。

故本計劃乃針對港灣構造物，包含碼頭(重力式、板樁式與棧橋式三種)與防波堤等，初步擬定藉由基隆港目前現有的研究基礎上，再進行更深入之探討與設施資料之擴充。故研究內容主要針對港灣構造物破壞型式，著手編列港灣構造物檢測標準，配合國內外之文獻資料，進行比較分析，藉以制訂適合我國之標準外。亦針對港灣構造物檢測建置其執程序，配合手冊之撰寫(包含施檢測類型與頻率、構件編碼原則、目視檢測評估標準、儀器檢測建議與修復排序等)，藉以供現場工程師能便於操作。至於安全評估部分，本研究亦將針對現有評估方式進行探討，並提出結合目視與儀器檢測之新式評估方法。研究產出成果之應用範圍除可提供產官學研各界不同需求及應用外，亦可在經濟效益上，促進檢測技術之發展。

關鍵詞：港灣構造物、檢測標準、執程序、新式評估方法

Abstract

According to the two major policy direction provided by MOTC, "rebuild the international gateway to enhance national competitiveness" and "promote sustainable green transportation to meet the carbon reduction", the main industrial and commercial ports of Taiwan must be strengthened the effectiveness of harbor facilities to improve energy and quality of its services in order to reach the core values of

international ports, and rebuild competitiveness of transportation hub in East Asia to promote local development.

Recent decades, public transportation and other major construction projects extensively are built by reinforced concrete structures, because the durability of reinforced concrete leads little need to maintain. However, the structure is very vulnerable to damage due to the use of the environment (such as corrosive environment) and ultra-load. Its durability and safety is increasingly being questioned and considered.

This project focuses on the harbor structures including harbors, gravity type wharf, sheet-pile type wharf, and trestle type wharf, and breakwater. Its initial planning based on existing research basis of Keelung harbor, and forward to deeper discover and facility data extension. The purpose of this research is to edit an appropriate harbor structure inspection standard of damage types by references comparison and analysis. This project also indicates to establish execution procedures of harbor structure inspection via handbook editing which contains inspection types and frequency, structural component principles, visual inspection assessment and equipment inspection advises and repair arrangement to ease the operation for harbor maintenance management administrators in ministry of transportation and communications. For the safety estimation, this project tends to find a new evaluation method combined vision and equipment inspections. The application of research result can not only meet the needs on various fields, but also improve the economic efficiency of inspection skill development.

Keywords : Harbor Structure, Inspection Standard, Inspection Procedure, New Accessment Method

一、前言

依據交通部「重建國際門戶，提升國家競爭力」及「推動永續綠運輸，符合節能減碳」等 2 大施政方向，臺灣地區主要工商港口為達現階段重建臺灣在東亞運輸樞紐地位及再造臺灣 21 世紀競爭力之目的，必須強化其港灣設施之使用效能，以提升其服務能量與品質，方能重塑國際港埠核心價值，並促進地方發展。

近幾十年來交通建設等重大公共工程建設，均大量採用鋼筋混凝土結構興建，由於鋼筋混凝土材料甚具耐久性，但受使用環境(諸如腐蝕性的環境)及超負載等因素之影響，結構甚易受到損壞，其耐久性與安全性日益受到質疑與堪慮。

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

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

二、港灣構造物目視檢測標準制訂

依計畫執行所召開之座談會議，研究團隊彙整國內外港灣構造物檢測標準(包含港灣構造物安全檢測與評估之研究、港灣構造物維護管理準則之研究、港灣空港技術研究所一棧橋的生命週期維護管理系統之構築與關連之研究與日本海岸保護設施維護管理手冊)，並據此制訂港灣構造物目視檢測標準。

目視檢測標準之訂定未避免既有評估方式之複雜，故將目前現有之 D.E.R.&U. 評估標準簡化為僅評估 D 值，而 E 值部分則會併於 D 值中說明，以摒除以往 E 值評估不易的情形，R 值部分未來則以構件權重進行取代，以作為計算構件維修排序以設施整體評價之用，而 U 值部分則配合 D 值來進行維修急迫性之判別，D 值越大，則越優先維修。

2.1 港灣碼頭設施-以重力式碼頭為例

重力與板樁式碼頭因其堤體以混凝土或鋼板樁構築，內填土砂材料，故其構件層級相同。重力與板樁式碼頭第 2 層構件之壁體因其構築材料不同，故於檢測劣化異狀即有所分別，其餘構件皆相同，詳請參閱表 1 所示。

2.2 港灣防波堤設施

防波堤設施其構件由堤前(後)坡、堤頂、胸牆與基礎組成，各構件構件劣化目視檢測標準如表 2 所示。

三、港灣構造物檢測程序建置

3.1 港灣構造物檢測類型、頻率、注意事項與程序

為確保港灣設施之完善、確保船舶停靠安全及維持其功能，各港灣養護單位必須確實執行巡檢工作，隨時瞭解碼頭狀況並填具報告表陳報。如有重大特殊情況，則應以專案或緊急案件處理，以確保航運安全，其巡檢範圍為碼頭(以本體與其所附屬之設施為主)與防波堤。

1. 巡檢類型與頻率

港灣構造物的檢測工作，通常可分為平時進行的經常巡檢、檢測時間及頻率固定之定期巡檢與重大災害發生時之特別巡檢。另外，當定期檢測作業或災後巡檢無法確實掌握劣化原因及擬定適當維修對策，需依檢測評估結果辦理更精確的檢測。

(1) 經常巡檢

經常巡檢是由管理使用單位及工務權責單位平時進行的目視巡檢，主要是以構造物的功能性為巡檢目標，藉以維持港灣的正常營運功能。就港灣構造物而言依經常巡檢之檢測單位及詳細程度的不同，分別由工務權責單位及管理使用單位負責辦理檢測工作。其中管理使用單位負責每日的目視檢測巡檢，當使用單位發現構造物有異常現象時，應立即向工務權責單位通報，並由工務權責單位進行現場勘查，判定是否需要維修。此檢測方式由於屬平時之作業，故以人員在岸上目視可見之構件是否有異狀作為巡檢之重點。

(2) 定期巡檢

定期巡檢指在固定時間及頻率所進行的檢測作業，一般是採用目視(包含水下)及較簡單之儀器對結構物進行檢測。此類型巡檢參照國內交通部橋梁定期檢測之執行，建議可委外由顧問公司執行，相關檢測人員應有工程專業背景，並有實際檢測實績方可進行。定期檢測可依港灣構造物之型式、使用狀況及環境條件等基本資料，建立相關的檢測項目、評估等級等檢測評估資料，並繪製成表格型式，使得檢測工作具有較高的效率及較正確的結果。進行檢測時，可加以拍照繪圖描述記錄。依檢測結果配合已蒐集之背景資料，以對設施進行狀況評估。當定期檢測後對較為嚴重或無法判定之部分，其需在經由詳細安全分析後，再進行後續維修的作業。基本上，定期巡檢在經由目視檢測作業後，配合簡單儀器檢測(如混凝土材料試驗、光學測量等)，判斷是否需進行更詳細的評估。若否，則針對其檢測成果配合執行預算限度進行劣化異狀修復。

(3) 特別巡檢

其為不定期檢測，通常於颱風、海嘯、豪雨與地震等災害後，或港灣設施發生重大事件及施工不當之人為破壞，當構造物安全或營運有虞慮時，由工務權責單位負責辦理特別巡檢。檢測人員應於事故發生能安全到達現場，快速完成檢測評估作業。檢測方式以目視或簡單工具為主，檢測結果應依相關規定紀錄後儲存以利後續的維護管理。其檢測特點在於短期內掌握碼頭及設施主體週邊設施之損壞狀況，評估有無二次災害之危險因素及安全性，經檢測評估在必

要時，則快速擬定管制計畫和搶修措施，以避免災害擴大。

上述三種檢測作業，可分別依負責單位、檢測時機及檢測方式等差異，整理如表 3 所示。

2. 檢測程序

依前述將各檢測類型定義後，其各自之檢測程序如圖 2 所示，圖中各檢測類型經目視檢測後，經常巡檢確認檢測後發現之劣化異狀並判斷其嚴重性(以前述制訂的檢測標準進行)，若嚴重則進行緊急維修之處置，若否則將其排入年度維修之處置。定期巡檢經目視檢測進行評估後選定儀器檢測試驗位置(考量儀器試驗無法全面施行，必須藉由目視檢測作為依據進行位置之挑選)，藉此判斷其劣化嚴重性，如為是，則處置方式為進行緊急維修，否則再進行詳細評估，藉以詳細判斷劣化之嚴重性，若為是則進行緊急維修之處置，若為否則進行年度維修之處置。特別巡檢因為災後巡檢，故當目視檢測發現異狀嚴重時，則需進行緊急搶修，以維持設施之功能運行，若否，則需再進行詳細評估，藉此進一步判斷其劣化嚴重性，若為是則進行緊急維修，若為否則排入年度維修。各維修方式之程序如圖 3 所示。

3.2. 港灣構造物構件編碼原則—以重力與板樁式碼頭為例

重力與板樁式碼頭為連續式結構(重力式沈箱碼頭有結構單元區分)，故針對各碼頭單元編碼，以一碼頭為一單元(Block)，如圖 4 重力式碼頭 1 所示，則編碼為 B1，若屬重力式沈箱碼頭，則以各沈箱作為單元區分為 B1 與 B2(如圖 4 重力式碼頭 2 所示)。各單元構件劣化異狀位置之描述如表 3、圖 5 與圖 6 所示。

3.3 系統資料庫架構規劃

本案系統資料庫架構如下所述，基本資料模組包含港灣基本資料庫、碼頭基本資料庫與單元基本資料庫，各系統模組資料庫存取方式說明如下：

1. 基本資料模組

基本資料模組主要為各港灣、碼頭與單元的基本資料查詢，故港灣基本資料可查詢港灣編號、港灣名稱、港灣介紹、港灣照片與碼頭數量等資料，並可藉港灣編號聯集查詢碼頭基本資料，包含碼頭編號、碼頭名稱、碼頭型式、所在縣市...等資料。而單元基本資料亦可藉由碼頭編號，藉此將港灣與碼頭基本資料關聯，藉此查詢單元基本資料，包含單元編號、結構型式、單元長度、梁數量...等資料。

2. 檢測資料模組

檢測資料查詢部分依其資料庫建置港灣、碼頭與單元編號，故查詢時，可藉由聯集查詢，依使用者需求顯示歷史檢測資料。檢測資料新增部分，亦藉由前述聯集查詢方式便於讓使用者選定欲檢測標的，並將檢測資料輸入資料庫中，其輸入內容包含港灣編號、碼頭編號、單元編號、檢測日期、天候狀況、檢測單位、填表人員、檢測類型、結構型式、劣化構件、劣化類型、劣化程度、劣化範圍、劣化位置、劣化數量與劣化照片等。

3. 維修排序模組

維修排序模組乃將檢測資料庫中各單元構件劣化程度與範圍數值依 4.3 節構件狀況指標計算方式進行排序，並配合維修工法資料庫，在劣化構件、劣化類型、劣化程度之條件下搜尋適合的維修工法，配合其所建置之維修單價與檢測資料之劣化數量進行計算，藉以求取維修金額。

另外，針對碼頭狀況指標，則藉由檢測資料庫配合其計算原則藉以選擇單碼頭各類型構件最嚴重者進行加權計算，藉以求得碼頭狀況指標。

4. 維修紀錄模組

維修紀錄資料庫其為紀錄實際之修復成果，雖然修復工作會參照檢測結果進行，但實際修復數量多大於檢測劣化數量，故此資料庫之資料紀錄將與檢測資料獨立。故其僅藉由港灣、碼頭與單元編號和基本資料庫進行關聯，藉此輸入修復資料。

四、港灣構造物檢測手冊研擬

4.1 總則

1. 手冊目的：為使港灣構造物的維護管理，朝向制度化、格式化及電腦化，以增進管理效率，確實掌握港灣構造物現況，早期發現劣化構件，適時辦理維修作業，及維持港灣構造物的功能及安全，特訂本準則。
2. 手冊適用對象：本維護管理準則適用於碼頭及附屬設施、防波堤設施等構造物。

4.2 設施狀態檢測

檢測類型可分為初次巡檢、經常巡檢、定期巡檢、與特別巡檢。初次巡檢係針對設施竣工後整體狀況之檢視，並記錄其異常狀況。經初次巡檢後，設施即進入平時的經常巡檢，以及固定週期的定期巡檢，並在目視巡檢後選定認為有需進行進一步儀器檢測的構件。而當設施經歷地震、颱風後則需進行特別巡檢，以確保設施安全與功能性。

4.3 設施評價方法

設施之評價針對需求可分為針對各構件修復進行排序的單一構件設施評價與針對瞭解各設施整體狀況的整體設施評價，先藉由各構件目視檢測後之結果，配合構件權重之加權進行計算，其說明如後：

1. 設施構件權重

權重之使用，參照「基隆港西 14 至西 15 號碼頭結構安全檢測評估與系統建置」所制訂之結果進行計算。

2. 設施評價

- (1) 單一構件設施評價：各構件之評價以目視檢測後之劣化程度(即 D 值)乘上各構件權重值進行計算。若同一構件有不同劣化異狀，則以最嚴重值為代表。如表 8 所示，單元 B11 有 B1 與 B2 兩個梁構件劣化，且 B1 梁同時有裂縫與腐蝕異狀，因裂縫劣化程度較嚴重，故採用 3，而 B2 僅腐蝕異狀，故直接採用 2，而 B12

單元有 S1 與 S2 兩個位置有腐蝕異狀，因僅一種劣化異狀故直接採用劣化程度為 2。其後為維修排序需求，將前述權重值配合構件採用之劣化程度值進行計算，藉此將碼頭構件進行排序。

(2)整體設施評價：以碼頭或防波堤整體狀況進行計算，將設施各構件最嚴重者，採用其劣化程度(即 D 值)配合各構件權重進行計算後累加，即為設施整體狀況。如圖 7 所示以重力式碼頭為例，圖中各構件權重參照表 5~7 所示，各構件劣化程度判定以採用該設施構件最嚴重者，進行加權計算後累加即為設施整體評價。

4.4 修復補強方式

據表 1 與表 2 對各型式碼頭構件劣化異狀程度定義後，本小節即針對各劣化異狀所建議的修復工法進行列表，並於其後說明各工法的施工說明與工料分析，以供現地工程師使用，惟在此僅針對一般性修復工法進行說明，補強工法部分因事涉進一步結構分析與設計，故在此計畫中羅列。

以下為各型式碼頭劣化異狀與處置對策對照表，處置對策中各工法說明如下表 9 所示，而工法說明以鋼筋混凝土構造(C)、鋼結構物(S)與緊急搶修(E)加以區分：

五、結論

1. 國內外港灣設施目視檢測標準之彙整與研析：收集國內外目視檢測標準之概況，可作為各港務局辦理碼頭結構物檢測安全評估分析之依據。並比較歐美及日本等國之檢測標準之差異性，訂定本土化的港灣設施目視檢測標準。
2. 港灣設施目視檢測程序的更新：藉由國內外文獻之收集，據以修正過往建置之程序，配合目視檢測標準之制訂，以便現地工程人員能瞭解緊急搶修、緊急修復與年度維修的啟動機制。
3. 港灣設施檢測手冊研擬：參考國內外研究所擬訂的準則，擬定本案檢測手冊之內容，文中總則說明手冊目的與適用範圍、港灣設施狀態檢測之標準(以各構件區分)、單一構件與設施整體的評價方法與維修補強處置對策之對應等，藉此提供現場工程師檢測之需求。
4. 港灣構造物實作模擬訓練：實作模擬訓練以基隆港西 14 號碼頭為例並操作檢測程序與手冊進行實作，針對定期巡檢之水上水下檢測資料配合本案建置之檢測標準進行檢測資料之撰寫，當資料彙集後，配合設施評價方法進行單一構件與設施整體的評價。

參考文獻

1. 王如意、謝龍生、嚴玉書(1998)，「以類神經網絡模式分析颱風降雨與辦分佈並聯式水庫概念模式模擬颱風洪歷線之串聯應用」，農業工程學報。
2. 日本國土交通省港灣局海岸防災課，海岸保護設施維護管理手冊。
3. 日本運輸省港灣技術研究所，”港灣構造物腐蝕評價手法” No.501 ,P11，1984。
4. 加藤 繪萬等，”棧橋的生命週期維護管理系統之構築與關連之研究”，港灣空港技術研究所，2009。

5. 交通部基隆港務局, "基隆港務局港埠設施維護檢修作業規定", 1998。
6. 交通部基隆港務局, "基隆港東防波堤延伸工程規劃評估", 2005。
7. 交通部運輸研究所, "海洋環境下鋼筋混凝土與鋼材構造物陰極防蝕技術與應用研討會", 2004。
8. 交通部運輸研究所, "港灣構造物設計基準研究-碼頭設計基準研訂及說明草案" P3-14, 1997。
9. 李賢華, "港灣構造物安全檢測與評估之研究", 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 2000。
10. 高橋 宏直等, "港灣設施之維持管理計畫策定之基本考量", 國土交通省 國土技術綜合研究所, 2007。
11. 張嘉峰、簡臣佑等, "交通設施生命週期評估技術整合與應用", 交通部運輸研究所, 2006。
12. 張嘉峰等, "捷運隧道段、出土段與特殊高架車站結構設施之損壞修復作業手冊委託研究案", 臺北市政府捷運工程局, 2008。
13. 張嘉峰、簡臣佑等, "交通設施生命週期評估技術整合與應用", 交通部運輸研究所, 2005。
14. 湯麟武、徐忠猶、黃正欣, "港灣及海域工程(中國工程師手冊水利類第十一篇)2nd", 中國土木水利工程學會, 1999。
15. 張嘉峰、簡臣佑等, "基隆港西 2 至西 4 號碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置之研究", 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 2008。
16. 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, 2004。
17. 蘇乙評, "港灣防波堤維護管理系統建置之研究", 國立臺灣海洋大學碩士論文, 2010。
18. 運輸省港灣技術研究所, "港灣構造物之維持修補手冊", 財團法人沿岸開發技術研究所, 1999。
19. 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, 2007。
20. 蘇吉立、陳桂清等, "碼頭本體設施維護管理系統建置之研究(2/4)", 交通部運輸研究所, 2007。
21. 饒正、陳桂清、柯正龍、張道光, "碼頭鋼板樁現況調查與腐蝕防治研究", 2002。
22. 陳永祥, "震後港灣及河海堤快速診斷手冊之建立與震後港灣及河海堤快速補強手段", 行政院公共工程委員會, 2000.11。
23. Carl A Thoresen, "Port designer's handbook- recommendations and guidelines", 2003。
24. NSW Maritime, "Procedure for the Assessment of Public Ferry Wharf Safety", 2007。

表 1、本研究建置之重力式碼頭目視檢測標準(節錄)

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化程度	劣化程度說明
碼頭本體	岸肩	龜裂	2	鋪面產生輕微裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 0.5m/m ² 以下、瀝青鋪面龜裂率目測約 20% 以下)
			3	鋪面產生明顯裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 0.5~2m/m ² 、瀝青鋪面龜裂率目測約 20~30%)
			4	鋪面產生嚴重裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 2m/m ² 、瀝青鋪面龜裂率目測約 30% 以上)
		腐蝕	2	局部可見鏽水
			3	局部可見較多鏽水、鋼筋露出但未見腐蝕
			4	鋼筋露出且已腐蝕，可見鏽水顯著
		裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 1mm 以下)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 3mm 以上)
			4	混凝土裂縫擴散至整個岸壁
	法線	變位	2	法線輕微變位(目視約 0.2m 以下)
			3	法線中等變位(目視約 0.2~0.3m)
			4	法線嚴重變位(目視約 0.3m 以上)
	後線	沈陷	2	岸肩輕微下陷(有輕微積水現象)
			3	岸肩中等下陷(有明顯積水現象)
			4	岸肩嚴重下陷(有嚴重積水現象)
海床	沖刷	2	基礎輕微淘刷(沖刷坑深度目視約 50cm 以下)	
		3	基礎中等淘刷(沖刷坑深度目視約 50~100cm)	
		4	基礎嚴重淘刷(沖刷坑深度目視約 100cm 以上)	

表 2、本研究建置之防波堤設施目視檢測標準

構件	劣化類型	劣化程度	劣化程度說明
堤前(後)坡	鋼筋腐蝕	2	表面有許多鏽痕，推測內部有大範圍的鋼筋腐蝕
		3	有許多浮鏽，鋼筋表面可看到大範圍的鏽蝕
		4	有明顯的浮鏽，整體鋼筋斷面積有減少
堤頂	沈陷	3	輕微不均勻沈陷
		4	明顯不均勻沈陷
	龜裂損傷	2	輕微損傷(龜裂寬度目測約 <3mm，龜裂長度目測約 <5cm)
		3	明顯損傷(龜裂寬度目測約 >3mm，龜裂長度目測約 >5cm)
		4	堤面混凝土斷裂
	鋼筋外露	2	局部混凝土剝落
		3	混凝土剝落致鋼筋外露
		4	堤面混凝土斷裂
	接縫、施工縫、位移	2	有接縫開裂但沒有滲水現象
		3	由於位移使得接縫變大。接縫有滲水現象
		4	有傾倒或嚴重破損情形
	剝離、損傷	2	大範圍表面剝離損傷
		3	發生淺層至深層的剝離損傷
		4	發生大範圍且深層的剝離損傷

表 3、檢測作業種類比較

種類	負責單位	檢測時機	檢測方式
經常巡檢	管理使用單位	日常 (每月一次)	目視巡檢(岸上)
定期巡檢	工程顧問公司 (建議)	固定時間 (每兩年一次)	目視巡檢(包含水下)、簡單儀器、 依需求配合詳細儀器檢測
特別巡檢	工務權責單位	重大災害、事故發 生後	目視巡檢(岸上)

表 4、重力與板樁式碼頭劣化位置描述說明

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化位置描述
碼頭本體	岸肩	紀錄 X、Y 值(如圖 5 所示)
	壁體	紀錄 X、Z 值(如圖 6 所示)
	法線	紀錄 X 值(如圖 5 所示)
	後線	紀錄 X 值(如圖 5 所示)
海床		紀錄 X 值(如圖 6 所示)
附屬設施	車擋	以整體性描述
	繫船柱	編號(如圖 6 所示)
	防舷材	編號(如圖 6 所示)
	吊車軌道	以整體性描述

表 5、重力式碼頭權重

構件名稱	第 2 層	各構件分配權重
碼頭本體(0.54)	岸肩(0.23)	0.12
	壁體(0.42)	0.22
	法線(0.28)	0.15
	後線(0.07)	0.05
海床(0.46)		0.46

表 6、板樁式碼頭權重

第 1 層	第 2 層	各構件分配權重
碼頭本體(0.51)	岸肩(0.23)	0.12
	壁體(0.41)	0.20
	法線(0.28)	0.15
	後線(0.07)	0.04
海床(0.49)		0.49

表 7、棧橋式碼頭權重

第 1 層	第 2 層	各構件分配權重
面版(0.1)	梁(0.41)	0.04
	岸肩(0.09)	0.01
	岸肩底部(0.13)	0.01

第 1 層	第 2 層	各構件分配權重
	冠牆(0.12)	0.01
	法線(0.19)	0.02
	後線(0.06)	0.01
墩柱(0.56)		0.56
拋石護坡(0.16)		0.16
海床(0.18)		0.18

表 8、單一構件設施評價說明

單元編號	構件名稱	劣化類型	劣化位置	劣化程度	採用	權重	結果
B11	面板-梁	裂縫	B1	3	3	0.04	0.12
B11	面板-梁	腐蝕	B1	2			
B11	面板-梁	腐蝕	B2	2			
B12	面板-岸肩底部	腐蝕	S1	2	2	0.01	0.02
B12	面板-岸肩底部	腐蝕	S2	2	2		0.02

表 9、重力式碼頭劣化異狀與處置對策(節錄)

第 1 層構件	第 2 層構件	劣化類型	劣化程度	劣化程度說明	建議處置對策
碼頭本體	岸肩	龜裂	2	鋪面產生輕微裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 0.5m/m ² 以下、瀝青鋪面龜裂率目測約 20% 以下)	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
			3	鋪面產生明顯裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 0.5~2m/m ² 、瀝青鋪面龜裂率目測約 20~30%)	樹脂砂漿塗抹工法(C1)
			4	鋪面產生嚴重裂縫(混凝土鋪面龜裂率目測約 2m/m ² 、瀝青鋪面龜裂率目測約 30% 以上)	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性,再進行結構補強
		腐蝕	2	局部可見鏽水	修補水泥砂漿工法(C3)
			3	局部可見較多鏽水、鋼筋露出但未見腐蝕	混凝土及鋼筋修補(C4)
			4	鋼筋露出且已腐蝕,可見鏽水顯著	需進行結構分析瞭解成因與是否影響安全性,再進行結構補強

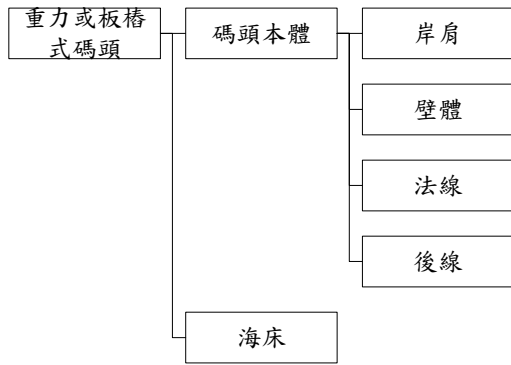


圖 1、重力或板樁式構件層級

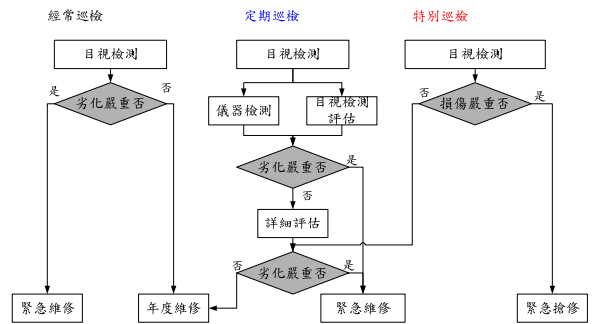


圖 2、碼頭設施維護管理程序

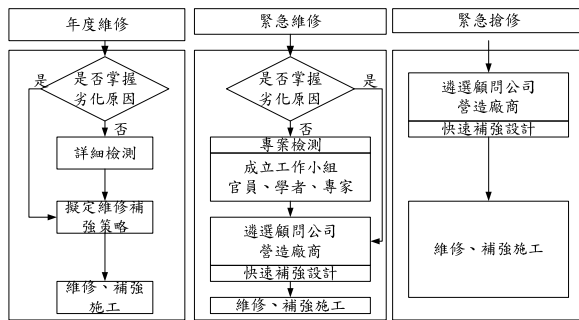


圖 3、港灣設施各類型維修程序

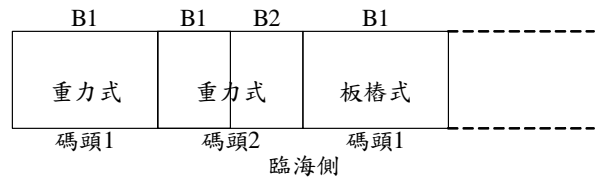


圖 4、重力與板樁式碼頭編碼示意

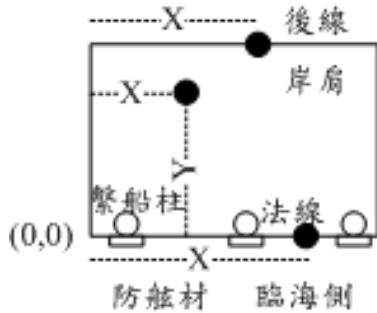


圖 5、重力或板樁式碼頭俯視圖

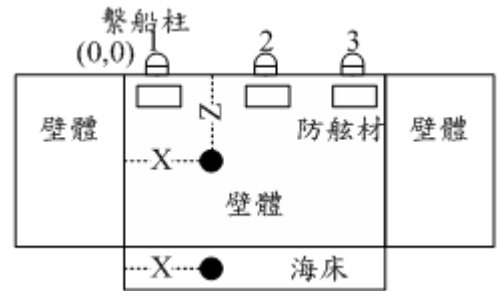


圖 6、重力或板樁式碼頭正視圖

重力式碼頭	土堤	岸肩	權重 0.12	判定 3	評價 0.36
		壁體	0.22	1	0.22
		法線	0.15	2	0.30
		後線	0.05	1	0.05
	海床	0.46	1	0.46	
					Sum 1.39

圖 7、整體設施評價說明