

港灣構造物安全檢查評估之研究(2/4)

The research of Safety Inspection Assessment for Harbor Structures(2/4)

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 柯正龍¹

Chen, Quei-Ching¹ Ke, Jeng-Loung¹

廖振程² 簡臣佑² 張嘉峰²

Liao, Zhen-Chen² Jian, Chen-You² Chang, Chia-Fong²

財團法人臺灣營建研究院²

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，以提升其服務品質與量能，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，由於鋼筋混凝土材料甚具耐久性，因此甚少需要維護。但如使用環境(諸如腐蝕性的環境)、超載與長期使用等因素之影響，結構甚易老化，其耐久性與安全性將會有所質疑與堪慮。

對「港灣構造物安全檢查評估之研究」今年度乃針對計畫之主軸：檢測作業標準制訂、安全評估方法之檢討與維護管理系統建置進行相關的，工作並針對各主軸之內容，作為修訂碼頭結構物檢測、評估與維護手冊之依據。檢測作業標準主要為延續前一年度成果，修正檢測標準內容與增加檢測圖示，以增加檢測結果的一致性；另外，彙整各儀器檢測技術之「檢測原理」、「檢測程序」、「檢測注意事項」與「檢測內容」，以提供現地工程師參考，並修正構件權重與評估方法，以改善初步檢測安全評估方式。研究產出成果可作為國內主要商港辦理碼頭結構物檢測安全評估分析之依據；建立國內主要商港碼頭維護管理系統，提供各港務局辦理碼頭維護管理之參據；撰寫之碼頭結構物檢測及評估和維護手冊，可提供各港務局針對各港之碼頭設施特性，進行建立檢測與工法之適用制度參考，期能使碼頭設施均可達到或超出設計使用年限，並避免或減少工安事件發生，降低社會成本及提高經濟效益；在經濟效益方面，本計畫在執行過程中可增加海事或水下調查工作經驗，並帶動潛水所需設施產業，促進工程顧問或檢測儀器公司研發與從事檢測作業所需之儀器設備及設計執行動機與能力等。

關鍵詞：港灣構造物、檢測標準、執行程序、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 quality and energy 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.

The three major directions of this research in this year are to modify the standard inspections, to review the method of safety evaluation, and to modify the maintenance management system. According to these directions, this research also modifies the handbook of inspection, evaluation, and maintenance for wharf structure. Modifying the standards of inspections include: 1. Correcting visual inspection standards, and adding visual inspection drawing which can improve consistency for inspection results 、 2. Synthesizing inspection theorem, inspection process, inspection notice, and inspection content for each instrument inspection techniques to improve its workability 、 3. Correcting the weight for each structure elements and the evaluation method which can improve safety evaluation method for visual inspection. The application of research result can not only meet the needs on various fields, but also improve the development of inspection techniques.

Keywords : Harbor Structure, Inspection standard, Inspection procedure, New assessment 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進行維護工作。而英、美、日等先進國家則逐步依設施所處的環境，規劃較為完整之維護計劃，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、港灣構造物檢測作業標準制訂

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，本年度亦針對各劣化異狀繪製圖示(或照片)來做為檢測輔助，如圖 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，本年度亦針對各劣化異狀繪製圖示(或照片)來做為檢測輔助，如圖 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。

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 3 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 4 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 5 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 5 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 6 所示。

3.3 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「港灣構造物安全檢查評估之研究(3/4)」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 4~6 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。

3.4 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 8 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：

四、維護管理系統建置

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，如圖 8 與圖 9 所示。

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，如圖 10 所示。

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 3.3 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，如圖 11 所示。

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。

五、結論

1. 港灣構造物檢測作業標準制訂

- (1) 目視檢測標準修訂：現有目視檢測標準修訂之目的為簡化檢測內容，並藉由圖示輔助增加實用性。
- (2) 儀器檢測適用性探討：依港灣設施組成材料，分類為混凝土與鋼材兩種，各檢測技術內容有「檢測原理」、「檢測程序」、「檢測注意事項」與「檢測內容」。
- (3) 初步檢測安全評估方式研擬：修正單一構件評估與各設施整體狀況的整體評估，並增加構件權重問卷。
- (4) 詳細檢測安全評估方式之研擬：完成以與目視與儀器檢測結果較為相關的碼頭岸肩鋼筋斷面損失進行分析，藉由輸入與檢測結果相關之數據，配合分析流程，檢視原始設計之需求。
- (5) 碼頭結構物檢測評估及維護管理手冊撰寫：本手冊依循原有架構與內容，將本期更新的目視檢測標準、新增的劣化圖示(或照片)與修正的初步檢測安全評估方式彙整於其中。

2. 港灣構造物維護管理建置

- (1) 現有碼頭設施維護管理系統更新：已完成修正系統檢測標準、系統初步檢測安全評估方式與經常巡查輸入。
- (2) 防波堤維護管理系統建置：防波堤因為連續性結構，故以構件拆解方式或以一間距方式進行編碼會較為繁瑣，且不利現場檢測作業，故檢測作業上，以 GPS 記錄劣化位置的方式進行檢測記錄。
- (3) 碼頭設施維護管理系統使用手冊撰寫：依前述之內容將目視檢測標準如何填寫、初步檢測安全評估方式之操作方式與經常巡查表格填寫之內容等撰寫於此中。

參考文獻

1. 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。
2. 交通部基隆港務局，”基隆港東防波堤延伸工程規劃評估”，2005。
3. 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。
4. 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。
5. 李維峰、張嘉峰、簡臣佑等，”北部地區省道公路公共工程(含隧道、橋梁)維護管理制度之研究”，交通部公路總局第一區養護工程處，2008。

6. 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。
7. 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。
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，2004。
9. 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。
10. 褚志鵬，”Analytic Hierarchy Process Theory 層級分析法(AHP)理論與實作”，2009。
11. 鄭文英，”分析層級程序法中屬性權重的統計估計式之探討，國立交通大學管理科學研究所未出版之博士論文”，1983。
12. 鄧振源、曾國雄，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)，中國統計學報，第 27 卷，第 6 期，頁 13707-13724，1989。
13. 鄧振源、曾國雄，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(下)，中國統計學報，第 27 卷，第 7 期，頁 13767-13870，1989。
14. 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。
15. 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。
16. 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。
17. Saaty Thomas L.， Decision Making For Leaders-the analytic hierarchy process for decisions in a complex world， Pittsburgh, PA: RWS Publications， 1990。
18. Saaty Thomas L.， Fundamentals of decision making with the analytic hierarchy process， PA: RWS Publications， 1994。
19. Saaty, Thomas L. and Luis G. Vargas, “The Legitimacy of Rank Reversal,”Omega, Vol.12, No.5, pp.513-516, , 1990。
20. Saaty, Thomas L., The Analytic Hierarchy Process, New York:McGraw-Hill， 1980。
21. Carl A Thoresen， ”Port designer’s handbook- recommendations and guidelines”， 2003。

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	劣化狀況	劣化狀況說明
碼頭本體	岸肩	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 1 cm 以下)
			3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 1 cm 以上)
			4	裂縫擴散至整個岸肩
		剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 ≤ 15 cm, 深度 ≤ 2.5 cm
			3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕, 剝落寬度直徑 ≤ 15 cm, 深度 >2.5 cm 或剝落寬度直徑 >15 cm, 深度 ≤ 2.5 cm
			4	鋼筋混凝土外露腐蝕, 且鋼筋底部混凝土剝落, 且剝落寬度直徑 >15 cm, 深度 >2.5 cm
		沈陷(雨天檢視)	2	岸肩輕微下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)
			3	岸肩明顯下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 >2.5 cm 或面積 >5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)
			4	岸肩嚴重下陷(面積 >5 m ² 、高度 >2.5 cm)

表 2、本研究建置之防波堤設施目視檢測標準(節錄)

構件	劣化類型	劣化程度	劣化程度說明
覆面層	移動、散亂及下滑	2	受損不明顯(護面破壞約 ≤ 3 m ²), 但並未漏砂
		3	明顯受損(護面破壞約 3~12 m ²), 堤面出現孔洞, 但並未漏砂
		4	嚴重受損(護面破壞約 >12 m ²), 背填砂經由大型破洞露出, 或孔內看不到砂
堤前(後)坡	裂縫	2	局部可見到 2~3 個部位有裂縫(裂縫寬度約 1 cm 以下)
		3	局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約 1 cm 以上)
		4	裂縫擴散至整個岸肩
	沈陷	2	輕微下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)
		3	明顯下陷(面積 ≤ 5 m ² 、高度 >2.5 cm 或面積 >5 m ² 、高度 ≤ 2.5 cm)
		4	嚴重下陷(面積 >5 m ² 、高度 >2.5 cm)
	剝落	2	混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出或剝落寬度直徑 ≤ 15 cm, 深度 ≤ 2.5 cm
		3	鋼筋混凝土(或鋼絲網)外露腐蝕, 剝落寬度直徑 ≤ 15 cm, 深度 >2.5 cm 或剝落寬度直徑 >15 cm, 深度 ≤ 2.5 cm
		4	鋼筋混凝土外露腐蝕, 且鋼筋底部混凝土剝落, 且剝落寬度直徑 >15 cm, 深度 >2.5 cm

表 3、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 4、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(0.53)	岸肩(0.35)	0.19
	壁體(0.55)	0.29
	後線(0.10)	0.05
海床(0.47)		0.47

表 5、板樁式碼頭權重

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

表 6、棧橋式碼頭權重

第 1 層	第 2 層	各構件分配權重
面版(0.12)	梁(0.58)	0.07
	岸肩(0.20)	0.02
	岸肩底部(0.15)	0.02
	後線(0.08)	0.01
墩柱(0.49)		0.49
拋石護坡(0.24)		0.24
海床(0.15)		0.15

表 7、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

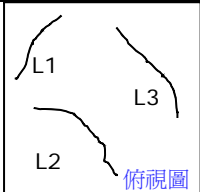
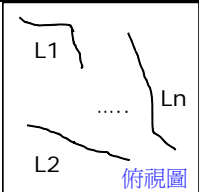
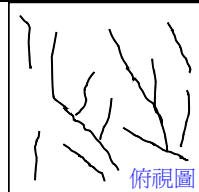
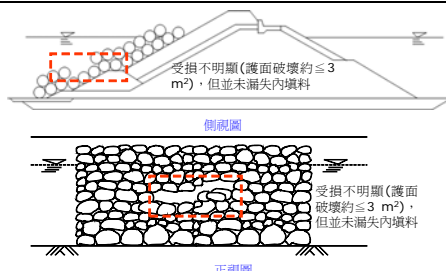
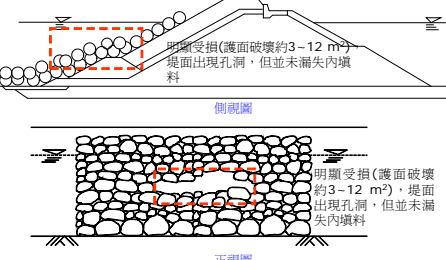
劣化狀況	2	3	4
劣化狀況圖示	 <p>局部可見到2~3個部位有裂縫(裂縫寬度約3mm以下)</p>	 <p>局部可見到數個部位有裂縫(裂縫寬度約3~5mm以內)</p>	 <p>裂縫擴散至整個岸肩(裂縫寬度約5mm以上)</p>

圖 1、重力式碼頭裂縫狀況等級圖示

劣化狀況	劣化狀況圖示
2	 <p>受損不明顯(護面破壞約≤ 3 m²),但並未漏失內填料</p> <p>正視圖</p> <p>側視圖</p> <p>受損不明顯(護面破壞約≤ 3 m²),但並未漏失內填料</p> <p>正視圖</p>
3	 <p>明顯受損(護面破壞約3~12 m²) 堤面出現孔洞,但並未漏失內填料</p> <p>側視圖</p> <p>明顯受損(護面破壞約3~12 m²) 堤面出現孔洞,但並未漏失內填料</p> <p>正視圖</p>

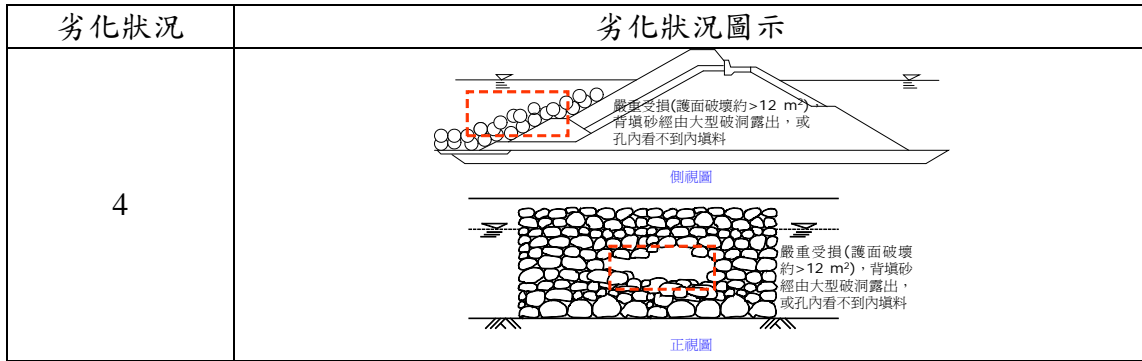


圖 2、防波堤覆面層-移動、散亂及下滑狀況等級圖示

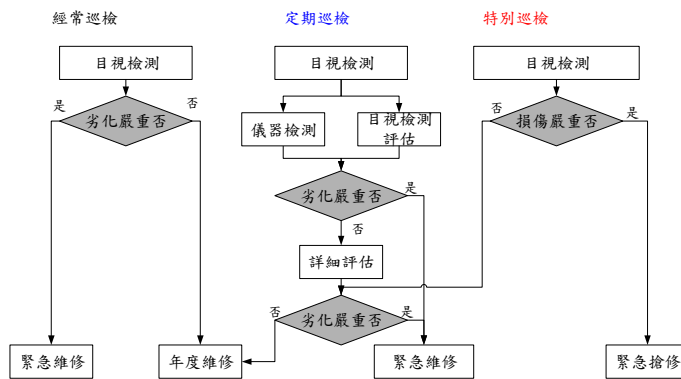


圖 3、碼頭設施維護管理程序

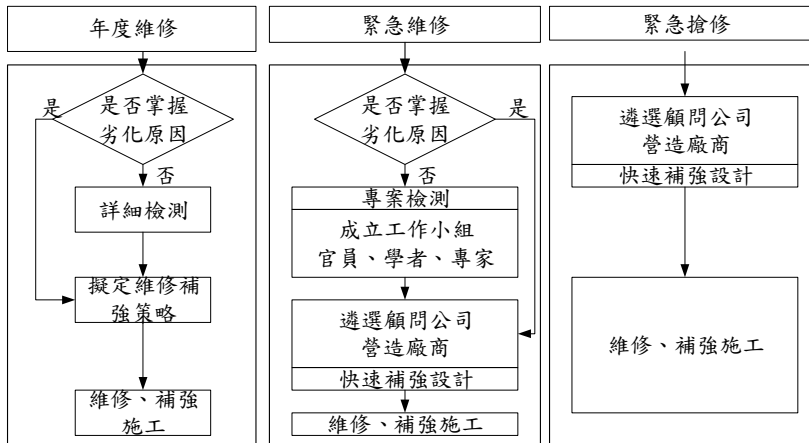


圖 4、港灣設施各類型維修程序

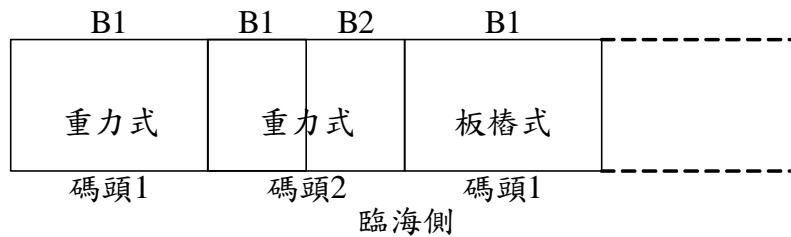


圖 5、重力與板樁式碼頭編碼示意

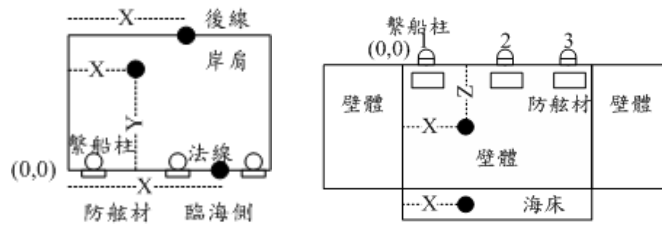


圖 6、重力或板樁式碼頭正視圖與側視圖

棧橋式碼頭		權重	判定	評估
面版	梁	0.07	4	0.28
	岸肩	0.02	3	0.06
	岸肩底部	0.02	4	0.08
	後線	0.01	1	0.01
墩柱		0.49	3	1.47
拋石護坡		0.24	1	0.24
海床		0.15	1	0.15
Sum				2.29

圖 7、整體設施評價說明

港灣設施維護管理系統

使用者: mochiu

交通運輸研究所港灣技術研究中心
Marine & Harbor Technology Research Center, M.H.T.C.

首頁 基本資料模組 檢測資料模組 狀況排序模組 維修紀錄模組 權限管理模組

基隆港基本資料

港灣基本資料展示

港灣編號	KLH
港灣名稱	基隆港
碼頭數量	64

港灣介紹

基隆港為國際港埠，肩負促進國際貿易及發展航運之重責大任，尤其接近政油、經濟中心之大台北都會區，都會經濟又提供各類型工業區，腹地廣大，人口稠密，資源豐富，向為台灣經濟價值與吞吐量主要之門戶，港埠地位甚為重要，為突破發展瓶頸，積極改善對外捷運系統，進行台北港之興建及基隆新港之規劃，為當前首要的工作。

地圖 衛星影像 透視地圖 地形圖

Step 3. 選擇碼頭

圖 8、港灣基本資料展示

港灣設施維護管理系統 使用者: mochiu [登出](#)

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

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

基隆港西14碼頭基本資料

● 港灣編號: KLH ● 港灣名稱: 基隆港
 ● 碼頭編號: W14 ● 碼頭名稱: 西14
 ● 碼頭型式: 重力式碼頭 ● 所在縣市: 基隆市
 ● 管理機關: 基隆港務局 ● 碼頭管理處: 西濱
 ● 竣工日期: 無資料 ● 啟用日期: 無資料
 ● 工程經費: 無資料 ● 碼頭用途: 貨運
 ● 碼頭長度: 362.06m ● 助進長度: 無資料
 ● 碼頭寬度: 362.06m ● 助進寬度: 無資料
 ● 岸線長度: 5.00m ● 岸線岸程: 無資料
 ● 繫船柱數量: 無資料 ● 泊位: 無資料
 ● 設計堆棧數量: 無資料 ● 設計長度: 無資料
 ● 設計水深: 無資料 ● 離岸水位: 無資料

碼頭基本資料展示

碼頭單元基本資料展示

基隆港西14碼頭單元基本資料

單元編號	結構型式	縱向堆棧數量	橫向堆棧數量	單元長度	助進長度	助進寬度	岸線岸程	繫船柱數量	設計堆棧數量
B1	橋樑式	9	5	5.7	9			1	1
B2	橋樑式	9	5	5.62	9			1	1
B3	橋樑式	9	5	5.71	9			1	1
B4	橋樑式	9	5	5.76	9			1	1
B5	橋樑式	9	5	5.51	9			1	1
B6	橋樑式	0	0	5.72	9			1	1
B7	重力式	0	0	16.36	0			2	2
B8	橋樑式	9	5	5.72	9			1	1
B9	橋樑式	9	5	5.51	9			1	1
B10	橋樑式	9	5	5.72	9			1	1

圖 9、碼頭與單元基本資料展示

港灣設施維護管理系統 使用者: mochiu [登出](#)

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

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

基隆港西14碼頭定期檢測資料-新增

● 功能選單
 例行檢測
 定期檢測
 特別檢測

● 檢測單位: TCRI ● 填表人員: 邱信諤
 ● 檢測日期: 2010/9/28 ● 天候狀況: 晴
 ● 港灣編號: KLH ● 碼頭編號: W14
 ● 單元編號: B2 ● 劣化構件: 褥床
 ● 劣化類型: 沖刷 ● 劣化位置: X30
 ● 劣化程度(D): 2 ● 劣化範圍(E): 2
 ● 劣化數值: 20 ● 單位: 面積
 ● 照片:

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

圖 10、檢測資料輸入

單元編號	劣化構件	劣化類型	劣化位置	狀況指標	維修工法	劣化數值	維修金額
B3	面板-梁	腐蝕	B9	43.75	混凝土及鋼筋修補	1.5	1.5
B5	面板-岸角底部	腐蝕	S8	43.75	混凝土及鋼筋修補	1.6	1.6
B4	面板-岸角底部	腐蝕	S8	43.75	混凝土及鋼筋修補	2.4	2.4
B4	面板-梁	裂縫	B1	43.75	灌注環氧樹脂工法	0.6	0.6
B6	面板-梁	裂縫	B4	43.75	灌注環氧樹脂工法	1.1	1.1
B6	面板-梁	裂縫	B1	62.5	灌注環氧樹脂工法	0.8	0.8
B5	面板-梁	裂縫	B1	62.5	灌注環氧樹脂工法	0.8	0.8
B5	面板-梁	裂縫	B8	62.5	灌注環氧樹脂工法	0.8	0.8
B5	面板-梁	裂縫	B3	62.5	灌注環氧樹脂工法	0.9	0.9
B6	面板-梁	裂縫	B3	62.5	灌注環氧樹脂工法	0.8	0.8

單一碼頭狀況指標

單一碼頭構件單元狀況排序

單一碼頭構件單元狀況排序即以劣化程度(D)進行排序。而碼頭狀況指標則選擇各構件最嚴重值配合權重進行計算

劣化構件	狀況指標	權重計算	分數
面板-梁	25	2	
面板-岸角	100	8	
面板-岸角底部	43.75	3.5	
面板-冠牆	100	8	
面板-法線	100	4	89.5
面板-後線	100	4	
墩柱	100	30	
拋石護坡	100	10	
海床	100	20	

圖 11、系統維修排序結果展示