

110-012-7C34

MOTC-IOT-109- H1CA001e

# 港灣構造物維護策略研析與管理 資訊系統應用推廣



交通部運輸研究所

中華民國 110 年 2 月

110

港灣構造物維護策略研析與管理資訊系統應用推廣

交通部運輸研究所

GPN : 1011000206

定價 100 元

110-012-7C34  
MOTC-IOT-109-H1CA001e

# 港灣構造物維護策略研析與管理 資訊系統應用推廣

著者：黃宇謙

交通部運輸研究所

中華民國 110 年 2 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

臺灣構造物維護策略研析與管理資訊系統應用推廣  
/ 黃宇謙著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸  
研究所，民 110.02  
面；公分  
ISBN 978-986-531-255-8(平裝)

1. 港埠管理 2. 管理資訊系統

557

110001023

臺灣構造物維護策略研析與管理資訊系統應用推廣

著者：黃宇謙

出版機關：交通部運輸研究所

地址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>數位典藏>中心出版品)

電話：(04)2658-7200

出版年月：中華民國 110 年 2 月

印刷者：

版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：100 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話(02)25180207

五南文化廣場：400002 臺中市中山路 6 號•電話(04)22260330

GPN：1011000206

ISBN：978-986-531-255-8 (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。

## 交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：港灣構造物維護策略研析與管理資訊系統應用推廣			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-255-8(平裝)	政府出版品統一編號 1011000206	運輸研究所出版品編號 110-012-7C34	計畫編號 MOTC-IOT-109-H1CA001e
本所主辦單位：港灣技術研究中心 主管：蔡立宏 計畫主持人：黃宇謙 研究人員：王培源、何木火、李春榮 聯絡電話：04-26587119 傳真號碼：04-26564418			研究期間 自 109 年 01 月 至 109 年 12 月
關鍵詞：現況調查、目視檢測、維護機制、港灣設施、資訊系統 摘要： 因為全球暖化緣故，近年來極端天氣事件造成商港之災害頻傳，例如：極端降雨造成商港聯外道路排水不及而溢淹、海平面上升造成金屬設備因海水浸泡加速鏽蝕、強颱風損毀碼頭設施，造成停泊船隻受損等。除上述天然災害外，港灣構造物多長期浸泡於海水下，因檢測困難，易被忽略；各商港碼頭與防波堤等港灣構造物，多數已超過或接近40年等課題極須面對並提出相對應策略。 本研究為4年期計畫之第3年期，主要研究項目為：(1)研析國內外維護管理機制；(2)探討 UAV、AI辨識等新興科技應用於港灣設施巡檢之可行性；(3)辦理專家座談及使用需求訪談；(4)擴充既有港灣構造物維護管理資訊系統並優化功能；(5)港灣構造物維護管理資訊系統推廣應用。 成果效益： 本研究完成精進擴充之管理資訊系統，可提供港務管理單位以更有效率且資訊化方式，辦理檢測維修工作，並針對檢測結果及維修資料進行後續管理，降低社會成本及提高經濟效益。 提供政府單位應用情形： 1.本研究之「港灣構造物維護管理資訊系統」，可提供港務管理單位研擬及推動港灣構造物維護管理政策及實務執行參考應用。 2.建置之資料庫含各港圖文屬性資料，可提供本所及港務單位研究分析、開發規劃之需用。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
110 年 2 月	190	100	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。
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**

<b>TITLE:</b> Research on maintenance strategy of harbor structures and promotion of management information system			
<b>ISBN(OR ISSN)</b> 978-986-531-255-8(pbk)	<b>GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER</b> 1011000206	<b>IOT SERIAL NUMBER</b> 110-012-7C34	<b>PROJECT NUMBER</b> MOTC-IOT-109-H1CA001e
<b>DIVISION:</b> CENTER OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY <b>DIVISION CHIEF:</b> Li-Hung Tsai <b>PRINCIPAL INVESTIGATOR:</b> Yu-Cian Huang <b>PROJECT TECHNICIAN:</b> Pei-Yuan Wang, Mu-Huo Ho, Chun-Rong Li <b>PHONE:</b> 04-26587119 <b>FAX:</b> 04-26564418			<b>PROJECT PERIOD</b> <b>FROM:</b> Jan. 2020 <b>TO:</b> Dec. 2020
<b>KEY WORDS:</b> field surveying, visual inspecting ,maintenance mechanism, port facility, information system			
<b>Abstract:</b> <p>In recent years, extreme weather events have frequently caused disasters in commercial harbors due to global warming. For instance: extreme rainfall caused inadequate drainage on the commercial harbor ground access road, leading to an overflowed and flooded situation, sea level rise caused metal equipment to speedily corrode due to seawater immersion, and the damage to moored ships due to the dock facilities damaged by strong typhoons, etc. In addition to the aforesaid natural disasters, harbor structures which mostly immerse in sea water are difficult to detect and easy to be ignored; harbor structures such as commercial harbors and breakwaters have been in use for a long time, most of which have exceeded or nearly 40 years, wherein the various issues need to be confronted and corresponding strategies shall be proposed.</p> <p>It is the third year of this study which is a four-year (2018-2021) continuation project. The research items are: (1) Research and analysis of domestic and foreign maintenance management mechanisms; (2) Discussing emerging technologies (such as UAV, AI Powered Identification, etc.) feasibility of application to harbor facility inspection; (3) Organizing expert seminars and user demand interviews; (4) Expanding the existing harbor structure maintenance management information system and optimizing its function; (5) Harbor structure maintenance management information system promotion and application.</p>			
<b>Results and Benefits:</b> <p>The project management information system has been advanced, expanded and promoted in a relatively efficient and data-based manner, providing the ports company or its contractors with more convenient and speedy inspections, as well as proceeding with follow-up management of inspection results and maintenance data to reduce social costs and improve economic efficiency.</p>			
<b>Application Availability for the Government:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.The inspection and testing results have been integrated into the “Harbor Structure Maintenance Management Information System”, which is available for port authorities to push forward the maintenance and management policy planning or practical implementation of the harbor structure.</li> <li>2.The established database contains the graphic and text property data of each port, which can be used from time to time for the research and analysis and development planning of the Institute and the port agencies.</li> </ol>			
<b>DATE OF PUBLICATION</b> Feb. 2021	<b>NUMBER OF PAGES</b> 190	<b>PRICE</b> 100	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

# 目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1-1
1.1 研究動機.....	1-1
1.2 研究目的.....	1-2
1.3 研究內容及工作項目.....	1-2
1.4 研究步驟與方法.....	1-2
第二章 文獻回顧.....	2-1
2.1 港灣構造物之維護管理.....	2-1
2.2 維護管理程序.....	2-1
2.3 港灣構造物之新興科技應用案例.....	2-44
第三章 港灣構造物維護管理資訊系統.....	3-1
3.1 系統基本介紹.....	3-1
3.1.1 系統功能介紹.....	3-1
3.1.2 行動應用程式 APP 功能介紹.....	3-13
3.2 會議及教育訓練.....	3-17
3.2.1 需求研商會議.....	3-17
3.2.2 工作會議.....	3-19
3.2.3 專家學者座談會.....	3-19
3.2.4 教育訓練與應用推廣.....	3-22

3.3 精進及擴充系統及 APP 功能 .....	3-24
3.3.1 精進及擴充系統功能.....	3-24
3.3.2 精進及擴充行動應用程式(APP)功能.....	3-36
第 4 章 結論與建議.....	4-1
4.1 結論.....	4-1
4.2 建議.....	4-1
4.3 成果效益與應用.....	4-2
4.4 提供政府單位應用情形.....	4-2
參考文獻.....	參-1
附錄一 期末報告審查委員意見處理情形表.....	附 1-1
附錄二 期末報告簡報資料.....	附 2-1
附錄三 自行研究計畫第 1 次工作會議紀錄.....	附 3-1
附錄四 自行研究計畫第 2 次工作會議紀錄.....	附 4-1
附錄五 自行研究計畫專家學者座談會議紀錄.....	附 5-1

## 圖目錄

圖 1.1 本計畫研究流程圖.....	1-3
圖 2.1 維護管理計畫制定流程圖.....	2-2
圖 2.2 巡查作業流程圖.....	2-17
圖 2.3 港灣構造物巡查及檢測作業流程圖.....	2-21
圖 2.4 性能弱化評估流程.....	2-25
圖 2.5 維護維修工程之實施流程.....	2-43
圖 2.6 無人機形式(左：複合式；右：多旋翼式).....	2-45
圖 2.7 搭載 RTK 之高精度航拍無人機(左)與接收基站(右).....	2-45
圖 2.8 金澤港西防波堤海浪入侵前後上部工的比較.....	2-46
圖 2.9 金澤港西防波堤海浪入侵前後消波塊移動的比較.....	2-47
圖 2.10 使用 UAV 進行現地連續拍攝.....	2-48
圖 2.11 現地三維影像及 TIN 影像圖.....	2-49
圖 2.12 多期影像套疊比對以分析邊坡變形.....	2-50
圖 2.13 橋梁沖刷試驗前後期比對.....	2-50
圖 2.14 市售 ROV(左)；改良後 ROV(右).....	2-52
圖 2.15 ROV 操作畫面顯示.....	2-52
圖 2.16 ROV 調查工作流程圖.....	2-54
圖 2.17 電磁波雷達法作業原理.....	2-55
圖 2.18 手推及車載式電磁波雷達.....	2-57
圖 2.19 電磁波雷達三維處理示範圖.....	2-57
圖 2.20 電磁波雷達成果圖資料處理前(左)資料處理後(右).....	2-58
圖 2.21 蘇澳港南外廓防波堤地點示意圖.....	2-58
圖 2.22 落錘式撓曲儀裝置裝置及人員使用過程.....	2-61

圖 2.23 落錘式撓曲儀裝置調查結果變位圖.....	2-61
圖 2.24 防蝕工法適用範圍(一般情況).....	2-62
圖 2.25 鋼管樁批覆防蝕(左)犧牲陽極防蝕(右).....	2-63
圖 2.26 超音波測厚儀(左)超音波測厚原理示意圖(右).....	2-64
圖 2.27 鋼管樁厚度檢測範例圖.....	2-65
圖 3.1 系統功能模組架構圖.....	3-2
圖 3.2 港灣基本資料.....	3-2
圖 3.3 基本資料填列表格.....	3-3
圖 3.4 設施構件編碼.....	3-3
圖 3.5 巡查資料模組 - 資料建立流程.....	3-4
圖 3.6 填寫基本資料.....	3-5
圖 3.7 產生巡查表 A.....	3-5
圖 3.8 填列巡查意見.....	3-6
圖 3.9 新增劣化紀錄.....	3-6
圖 3.10 新增定期檢測.....	3-7
圖 3.11 新增詳細檢測.....	3-7
圖 3.12 呈核人員資料審核.....	3-8
圖 3.13 送出審核意見.....	3-8
圖 3.14 新增維修紀錄.....	3-9
圖 3.15 必填欄位統計.....	3-10
圖 3.16 APP 下載之 QRcode.....	3-11
圖 3.17 APP 功能模組架構圖.....	3-13
圖 3.18 APP 選擇巡查設施.....	3-14
圖 3.19 填列基本資料.....	3-14
圖 3.20 產製巡查表 A.....	3-15

圖 3.21 新增劣化紀錄.....	3-15
圖 3.22 填寫巡查員意見.....	3-16
圖 3.23 上傳巡查資料.....	3-16
圖 3.24 需求研商會議相片.....	3-17
圖 3.25 教育訓練相關相片.....	3-22
圖 3.26 基本資料圖文列表.....	3-25
圖 3.27 使用狀態圖示.....	3-26
圖 3.28 必填欄位底色提醒.....	3-27
圖 3.29 應填必填欄位查詢.....	3-27
圖 3.30 新增橋梁、道路、高壓設施基本資料欄位.....	3-29
圖 3.31 經常巡查區分碼頭、防波堤及一般設施.....	3-30
圖 3.32 一般設施之巡查欄位調整.....	3-30
圖 3.33 多張照片上傳.....	3-31
圖 3.34 系統登入人次統計.....	3-32
圖 3.35 支援 Excel 檔案匯入輸出.....	3-33
圖 3.36 配合作業要點調整巡查項目.....	3-36
圖 3.37 劣化照片於 Google Map 呈現.....	3-38



## 表目錄

表 2-1 巡查頻率.....	2-3
表 2-2 道路、橋梁及附屬設施巡查表 .....	2-4
表 2-3 碼頭及繫船設施巡查表 .....	2-7
表 2-4 防波堤、海堤及護岸巡查表 .....	2-11
表 2-5 高壓變電站設備巡查表 .....	2-12
表 2-6 碼頭經常巡查表(A).....	2-14
表 2-7 防波堤經常巡查表(A).....	2-15
表 2-8 經常巡查表(B).....	2-16
表 2-9 巡查類別.....	2-17
表 2-10 檢測種類與頻率.....	2-18
表 2-11 檢測項目分類.....	2-19
表 2-12 重力式碼頭檢測標準分類 .....	2-19
表 2-13 板樁式碼頭檢測標準分類 .....	2-20
表 2-14 棧橋式碼頭檢測標準分類 .....	2-20
表 2-15 浮動碼頭檢測標準分類 .....	2-20
表 2-16 防波堤檢測標準分類 .....	2-21
表 2-17 構件劣化度的判定標準 .....	2-22
表 2-18 性能弱化度的評估標準 .....	2-23
表 2-19 碼頭劣化度的判定及性能弱化度的評估標準實施單位 .....	2-23
表 2-20 防波堤劣化度的判定及性能弱化度的評估標準實施單位 ..	2-24
表 2-21 性能弱化的評估方法 .....	2-24
表 2-22 檢測標準—重力式碼頭 .....	2-26
表 2-23 檢測標準—板樁式碼頭 .....	2-28

表 2-24 檢測標準—棧橋式碼頭 .....	2-31
表 2-25 檢測標準—浮動碼頭 .....	2-34
表 2-26 檢測標準—防波堤(沉箱式).....	2-36
表 2-27 檢測標準—附屬設施 .....	2-39
表 2-28 性能弱化評估案例(重力式碼頭).....	2-41
表 2-29 維護維修工程實施時機探討方法 .....	2-43
表 2-30 棧橋上部結構檢查用 ROV 主要規格 .....	2-53
表 2-31 地層電性參數表.....	2-56
表 2-32 透地雷達檢測成果總覽表 .....	2-59
表 2-33 主要被測定材料中之聲速 .....	2-64
表 3-1 需求研商議題整理及回應情形 .....	3-18
表 3-2 專家學者座談課題整理及回應情形 .....	3-21
表 3-3 教育訓練回饋意見整理 .....	3-25
表 3-4 各港務公司檢測權責單位分工表 .....	3-36
表 3-5 各港務公司巡查權責單位分工表 .....	3-37

# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機

近年來因氣候變遷影響，極端天氣事件發生機率增加，強風、強降雨、暴潮及海平面持續上升等，皆對我國商港致生不小災損，例如：颱風挾帶之豪雨及強陣風將可能導致碼頭設施及停泊船隻受損；海平面上升使商港區域易發生淹水，而港區金屬設備易因海水浸泡容易鏽蝕，使維修及維護成本加增，且因潮水帶來之大量淤泥與沉積物，將使航道淤塞及停航。若商港針對災害之應變及調適能力不佳，就容易造成商港系統的運輸服務中斷，增加對旅客及物流不便性。

除了面對極端災害事件的侵襲，港灣構造物隨時間之老劣化問題亦趨嚴重。以臺中港為例，距啟用至今已度過 40 餘年寒暑，以結構物全生命周期觀點，已趨使用年限，有性能降低的狀況，加上相較於其他公共設施，港灣構造物往往處在較為嚴苛的自然環境下，鹽害、浪襲甚至海生物的覆著等，皆是容易造成材料老劣化與構件損傷之因素。目前商港維護單位雖已編列相關維護經費且進行多次維修補強工程，但為減少可能造成的災害損失，仍必須針對碼頭與防波堤等港灣構造物加強風險監管並預謀對策，通盤檢視設施之安全性，建立完善的維護管理機制，應用科技強化巡檢與監測，快速掌握各災害高風險區狀況並縮短災害資訊傳達時間，提高各單位之資訊掌握度及效率。

爰此，本所基於運輸研究業務需要與支援國內重大交通設施之職責，遂辦理 4 年期之「海洋及交通運輸防災技術研究」(107 年~110 年)計畫，並以「精進及擴增港灣構造物維護管理系統，提供港務管理單位應用於其設施維護管理作業需要，確實掌握港灣構造物狀況並排定經費使用優先順序。」為目標，發展相關細部計畫。

本計畫前期相關研究，107-108 年度已彙整研析國內外現有維護管理機制、擴充優化本所開發之港灣構造物維護管理系統功能、並建置行動應用裝置 APP、辦理教育訓練與成果推廣，本(109)年度將除精進過往研究項目與內容外，另針對新興科技應用於港灣構造物巡檢之

可行性進行探討，並配合臺灣港務公司 109 年 1 月新修訂之各港設施巡查、檢測及維護權責作業要點，賡續新增或擴充資訊系統功能模組，使其符合實際需用為重點目標。

## 1.2 研究目的

本計畫藉由研析國內外港灣構造物現行巡檢標準作業程序以及維護、維修計畫，提供交通部航港局、港務公司參採應用，以強化其效能及提升港埠服務品質與作業效率，並賡續精進擴充維護管理資訊系統，藉由實地檢測、舉辦教育訓練及使用者意見回饋等，貼近使用端需求。

## 1.3 研究內容及工作項目

本計畫研究內容為評估現有巡檢標準作業程序與操作方法，輔以滾動式及系統化方式，蒐集相關使用者意見，協助各分公司研擬維護管理制度，並配合前期計畫建置完成之維護管理系統及行動應用程式 APP，擴充並健全、完善其內容，藉由辦理教育訓練、提供操作手冊下載等方式推廣應用，俾邁向構造物檢測及管理自動化作業，提供未來設計與維護之參考依據。

工作項目包括：(1)研析國內外維護管理機制；(2)探討新興科技(例如：UAV、AI 辨識等)應用於港灣設施巡檢之可行性；(3)辦理專家座談及使用者需求訪談；(4)擴充既有港灣構造物維護管理資訊系統並優化功能；(5)港灣構造物維護管理資訊系統推廣應用。

## 1.4 研究步驟與方法

本計畫敘述之工作項目，後續分為(1)蒐集與研析相關文獻資料(2)精進港灣構造物維護管理資訊系統及 APP 並推廣應用，兩大項進行方法擬訂，研究流程如圖 1.1。

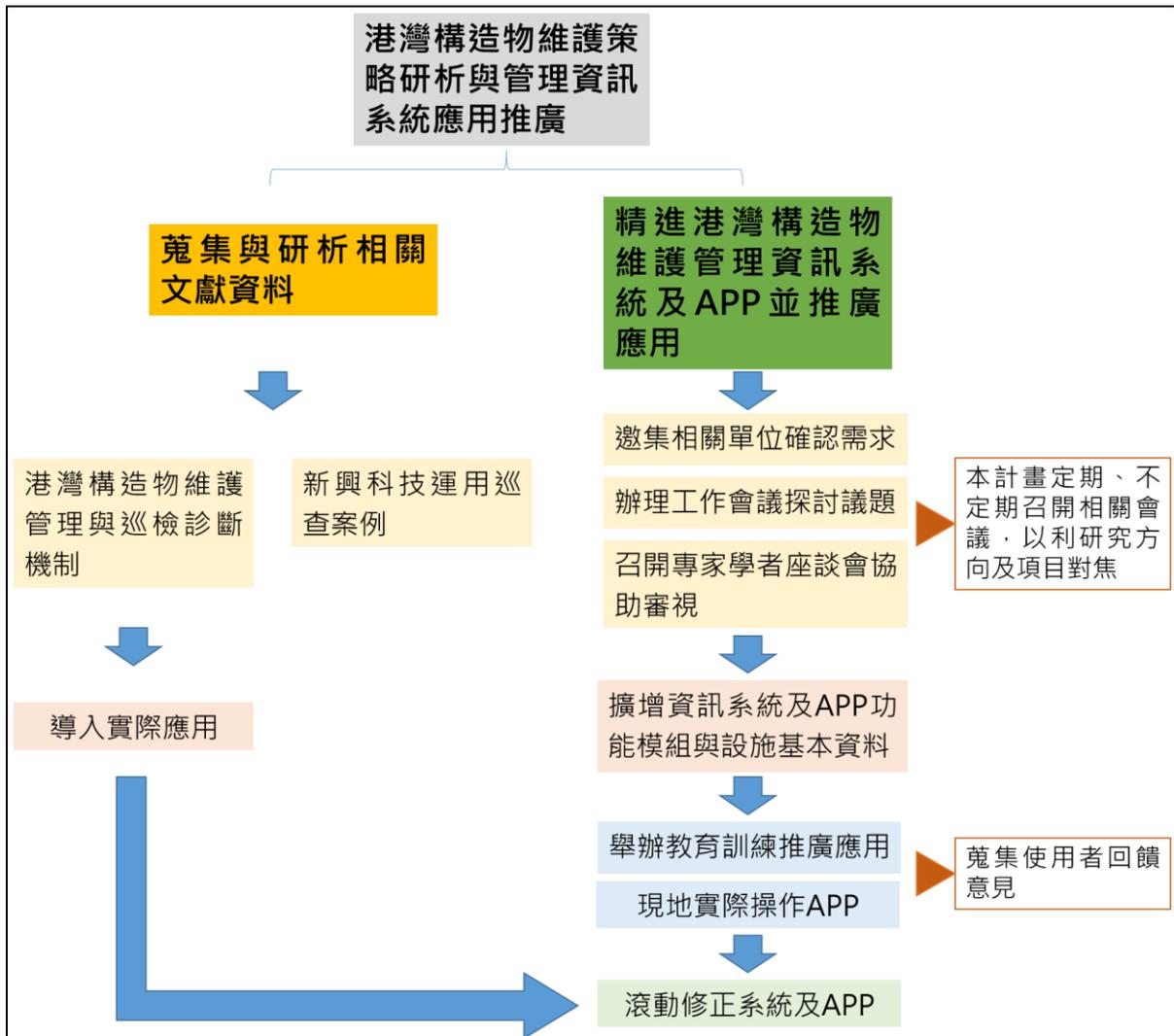


圖 1.1 本計畫研究流程圖

各項目研究方法如下：

### 1. 蒐集與研析相關文獻資料

蒐集與研析港灣構造物目視檢測標準、維護管理程序相關文獻，及探討新興科技應用於港灣設施巡檢之可行性，做為未來研究標的參採，俟累積相關成果後，可逐步導入實際應用，提升設施維運效率。

### 2. 辦理專家座談及需求研商會議

藉由邀集相關單位參加需求研商工作會議，以利研究方向對焦，此外，透過與港灣領域相關專家學者進行座談，探討後續資訊系統及APP擴充精進方向，以強化及完備系統功能。

### **3.擴充既有港灣構造物維護管理資訊系統並優化功能**

依照相關會議確定需求後，擴增系統功能模組與調整架構，並建置各港碼頭與防波堤相關基本資料於維護管理資訊系統，以資訊化及系統化方式記錄碼頭與防波堤基本資料與維修歷程。

### **4.教育訓練及應用推廣**

舉辦系統講座、教育訓練，並以應用單位相關人員(包含主管及承辦人員等)為主要邀集對象，藉以推廣實際使用，另將蒐集使用者回饋意見，滾動修正資訊系統及 APP 功能模組，使貼近需求。

## 第二章 文獻回顧

### 2.1 港灣構造物之維護管理

港灣重大公共工程建設，主要採用材料為鋼筋混凝土與鋼板(管)樁，材料雖甚具耐久性，但受使用環境(諸如海邊高腐蝕性的環境)及超負載等因素之影響，結構甚易受到損壞，其耐久性與安全性必須重視。惟以往我國工程與設施較注重於新建，對於平常之例行維護，相對於前者，編列之經費為少數，然而，此部分卻是結構物生命週期中，影響安全、性能，並至關是否有效延長使用年限之金鑰所在。

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，亟需針對新舊結構物建立結構維護管理及檢測方法，並制訂性能評估制度，如此，不僅能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，使結構物達到安全、經濟、有效益之維護。

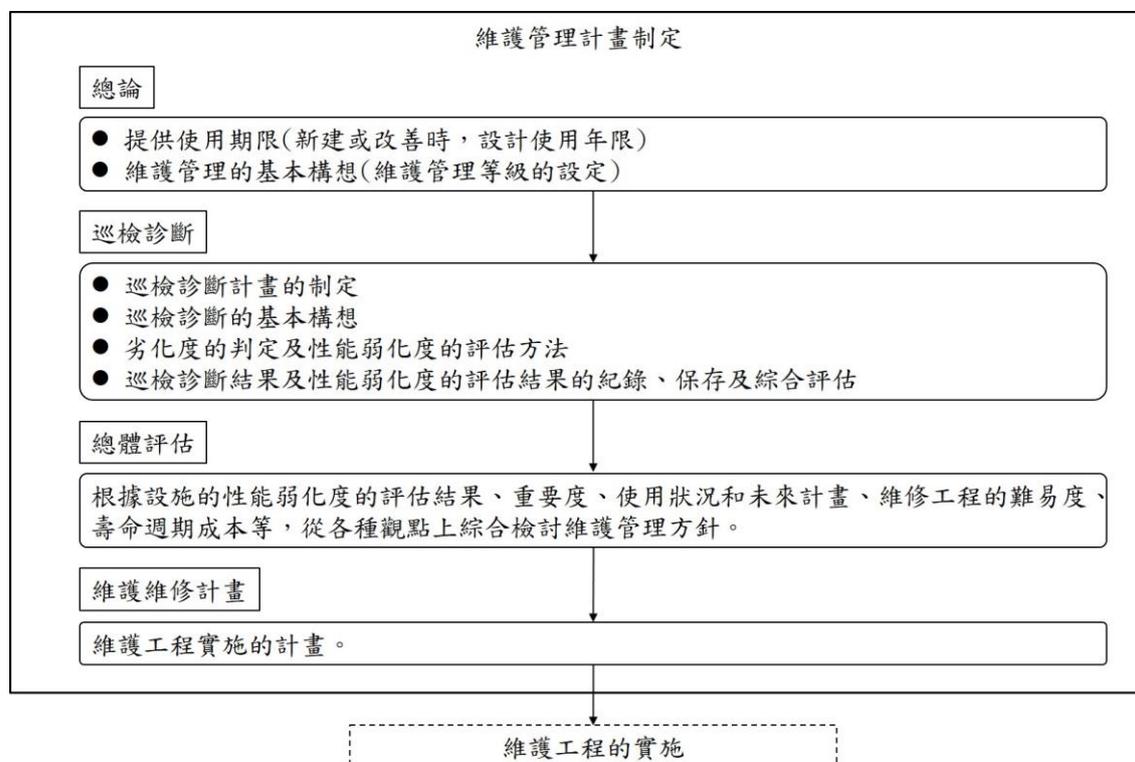
爰此，本章整理國內目前之港區巡查、檢測等構造物維護管理制度現況。

### 2.2 維護管理程序

本節參考臺灣港務公司頒佈之「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點(109.1.7 修訂)」、臺灣海洋工程學會出版之「港灣設施維護管理計畫制定指南」、「港灣設施檢測診斷指南與實施要領彙編」及「港灣設施維護管理計畫制定範例彙編」，以及本所完成之各港之維護管理手冊(109.8) 等，整理國內現行訂定之巡查項目、頻率以及檢測診斷和維護管理計畫等。

## 1. 維護管理計畫制定架構

維護管理之計畫主要項目包括總論、巡檢診斷、綜合評估及維護維修計畫等，其架構如圖 2.1。



資料來源：港灣設施巡檢診斷指南與實施要領彙編(本報告重繪)

圖 2.1 維護管理計畫制定流程圖

## 2. 總論

對於既有或新建構造物提出維護管理之基本計畫，並將構造物之設計條件(計畫目標、使用年限、設計外力、區位環境、地質資料等)、圖說、施工紀錄、材料特性及初次檢測診斷結果等基本資料予以記錄保存，以理解其脈絡。

### 3. 巡檢診斷

主要為決定巡查及檢測之實施頻率、項目、實施方式(例如：目視或能以無人機、無人船等探查)，另包含巡查及檢測後需填列之巡檢表單、相關資料紀錄方式等。

#### (1) 巡查

一般港灣構造物處在嚴峻的自然環境下，材料的劣化、構件的損傷、基礎的沖刷、下陷、掩埋等，都將引起使用期間性能降低之疑慮，故需有一套完善的巡查診斷方法，設法延長其使用年限及安全性。

##### (a) 巡查頻率

依據臺灣港務公司「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」，巡查時機、頻率，依個別設施項目不同而有所差異，簡易整理如表 2-1 所示。

表 2-1 巡查頻率

頻率(/次)	項目	備註
立刻	1. 天然災害發生(如地震震度大於 4 級)、颱風等) 2. 意外災損事故(如意外撞擊、爆炸、無預警損害等)	天然災害之巡查惟注意人身安全
每日	1. 公共設施、作業場所設施 2. 道路、橋梁及其附屬設施	
每週	碼頭及繫船設施	另船舶靠泊繫纜前及解纜時，針對該靠(離)港碼頭檢查 1 次
每半月	其他港區公共基礎設施(應包含公共照明、給水及電力設備、公共綠帶、自由貿易港區之資訊、門哨、管制設施等)	
每月	高壓變電站設備	
每季	防波堤、海堤、護岸	
另外訂之	有另訂巡查頻率者，從其規定(例如：高雄港過港隧道)	

資料來源：臺灣港務公司「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」(本報告整理)

## (b) 巡查項目

依臺灣港務公司「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」，巡查項目針對各港管轄港碼頭及其附屬設施、防波堤、海堤、護岸、公共設施、作業場所、道路、橋梁及其附屬設施、高壓變電站設備及其他港區公共基礎設施。

### ① 道路、橋梁及附屬設施

包括道路鋪面、橋梁(含橋面板、伸縮縫、護欄、橋拱、吊索等)、標誌標線號誌、交通島、照明設施、碰撞緩衝設施、排水溝渠、排水孔及人手孔蓋等。相關設施之詳細巡查項目及初判分類等整理如表 2-2。

表 2-2 道路、橋梁及附屬設施巡查表

巡查設施	巡查頻率	巡查項目	初步判斷分類表
道路、橋梁 及附屬設施	至少每日 一次	剛性鋪面	1. 坑洞、下陷 2. 破裂、龜裂 3. 修補處損傷 4. 人手孔周邊損傷 5. 接縫損傷 6. 鋪面積水 7. 面層粗粒料散失、剝落、或鬆散損傷
	至少每日 一次	柔性鋪面	1. 坑洞、下陷或破洞 2. 破裂、龜裂 3. 修補處損傷 4. 車轍嚴重 5. 鋪面變形推擠 6. 人手孔周邊損傷 7. 管道位置沉陷或損傷 8. 路面粗糙(含冒油、磨損、鬆散) 9. 車道與路肩或側溝高度差 10. 鋪面積水
	至少每日 一次	橋梁- 橋面部分	1. 伸縮縫有異音或高低差 2. 雜物堵塞伸縮縫 3. 欄杆或護欄損傷、腐蝕或脫落 4. 緣石或人行道損傷

巡查設施	巡查頻率	巡查項目	初步判斷分類表
			5. 橋面排水阻塞 6. 鋪面損傷 7. 橋面積水 8. 照明失效
	至少每日一次	橋梁-主體結構	1. 橋墩、橋台或大梁裂縫或遭撞損傷 2. 鋼筋露出或鏽蝕 3. 鋼構件變形、鏽蝕或塗裝剝落 4. 混凝土構件裂縫或剝落 5. 鋼索及錨座外露處嚴重且明顯鏽蝕 6. 鋼索外觀明顯有異狀
	至少每日一次	標誌	1. 標誌牌歪斜、傾倒、損傷、褪色 2. 反光導標斷裂或反光紙脫落 3. 塗裝剝落 4. 鎖固螺栓鬆動、脫落
	至少每日一次	標線	1. 標線磨損 2. 標記脫落 3. 標線高差
	至少每日一次	號誌	1. 號誌運作異常 2. 號誌桿歪斜、損傷 3. 號誌桿塗裝剝落 4. 鎖固螺栓鬆動、脫落
	至少每日一次	交通島	1. 緣石破損、缺漏 2. 反光導標脫落、損傷 3. 鋼筋露出、鏽蝕 4. 緣石臨接鋪面損傷 5. 緣石警示油漆剝落
	至少每日一次	排水設施	1. 鋪面積水 2. 排水溝(孔)損傷、阻塞 3. 蓋板或格柵遺失、鬆脫、跳動 4. 蓋板或格柵鏽蝕、變形、損傷 5. 溝牆與鄰近鋪面高低差
	至少每日一次	人手孔蓋	1. 與路面高低差 2. 人手孔蓋遺失、鬆脫、跳動 3. 人手孔蓋鏽蝕、變形、損傷

巡查設施	巡查頻率	巡查項目	初步判斷分類表
	至少每日 一次	照明	1. 照度減弱、閃爍、異常 2. 燈具或相關零件脫落 3. 燈桿歪斜、鏽蝕、損傷 4. 燈桿塗裝剝落 5. 鎖固螺栓鬆動、脫落 6. 防撞設施脫落、缺損
	至少每日 一次	護欄及欄 杆	1. 混凝土護欄損傷、缺漏 2. 混凝土護欄剝落、損傷、腐蝕、鋼筋 露出 3. 金屬欄杆損傷、缺漏、變形、鏽蝕 4. 鎖固螺栓鬆動、脫落 5. 護欄警示油漆剝落 6. 附掛雜物清除

資料來源：臺灣港務公司各分公司「臺灣構造物維護管理手冊」(109年7月)

## ②碼頭及繫船設施

包括碼頭法線、車擋、繫船柱、防舷材、軌道、鋪面、排水設施、棧橋面板、防颱固定裝置及暴風鎖、末端阻擋器、加水坑及岸電坑、電纜槽、電纜出線口、電信或其他人手孔、電位測試裝置、照明、爬梯等。相關設施之詳細巡查項目及初判分類等整理如表 2-3。

**表 2-3 碼頭及繫船設施巡查表**

巡查設施	巡查頻率	巡查項目	初步判斷分類表
碼頭及繫船設施： 重力式 板樁式 棧橋式 複合式碼頭	至少每週一次	碼頭法線	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 變位外移、下陷</li> <li>2. 冠牆龜裂、損傷</li> <li>3. 冠牆鋼筋外露</li> <li>4. 冠牆接縫錯位</li> <li>5. 混凝土剝落</li> <li>6. 岸肩下陷</li> <li>7. 棧橋面板接縫錯位</li> <li>8. 沉箱或方塊開口、偏差或接縫錯位</li> <li>9. 船舶撞擊痕跡</li> </ol>
	至少每週一次	車擋	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 損傷或變形</li> <li>2. 鋼筋外露</li> <li>3. 警示塗裝剝落</li> </ol>
	至少每週一次	繫船柱	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外殼嚴重鏽蝕</li> <li>2. 破損或斷裂</li> <li>3. 基座破損</li> </ol>
	至少每週一次	防舷材	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 面板破損或缺漏</li> <li>2. 面板鋼架鏽蝕</li> <li>3. 橡膠開裂</li> <li>4. 橡膠肢體變形或</li> <li>5. 橡膠與背襯鋼板剝離</li> <li>6. 鍊條斷裂缺損</li> <li>7. 螺栓鬆脫突起</li> <li>8. 螺栓脫落或斷裂</li> <li>9. 基座混凝土破損</li> </ol>
	至少每週一次	軌道	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鋼軌裂紋</li> <li>2. 鋼軌接縫高低差</li> </ol>

巡查設施	巡查頻率	巡查項目	初步判斷分類表
			3. 鋼軌變形 4. 鋼軌鏽蝕 5. 鋼軌磨損 6. 螺栓外露 7. 排水孔堵塞 8. 混凝土基座破損
	至少每週一次	碼頭鋪面	1. 坑洞、下陷或破洞 2. 破裂、龜裂 3. 修補處破損 4. 車轍嚴重 5. 鋪面變形推擠 6. 人手孔周邊損傷 7. 管道位置沉陷或損傷 8. 車道與路肩或側溝高度差 9. 鋪面積水及方向 10. 接縫破損 11. 路面粗糙(含冒油、磨損、鬆散) 12. 面層粗粒料散失、剝落、或鬆散損傷
	至少每週一次	排水設施	1. 鋪面積水 2. 排水溝(孔)損傷、阻塞 3. 蓋板或格柵遺失、鬆脫、跳動 4. 蓋板或格柵鏽蝕、變形、損傷 5. 溝牆與鄰近鋪面高低差
	至少每週一次	棧橋面板	1. 面板下陷 2. 面板破損 3. 混凝土龜裂 4. 面板破損、剝離 5. 鋼筋外露 6. 面板伸縮縫水平或高低錯位 7. 面板伸縮縫鋼護角鏽蝕
	至少每週一次	防颱固定裝置及暴風鎖	1. 坑內積水 2. 插銷連結固定裝置鏽蝕 3. 插銷連結固定裝置變形 4. 蓋板遺失、鬆脫、跳動

巡查設施	巡查頻率	巡查項目	初步判斷分類表
			5. 蓋板鏽蝕、變形、損傷
	至少每週一次	末端阻擋器	1. 末端阻擋器遺失或變形 2. 基座螺栓鬆弛
	至少每週一次	加水坑及岸電坑	1. 坑內積水 2. 蓋板遺失、鬆脫、跳動 3. 蓋板鏽蝕、變形、損傷
	至少每週一次	電纜槽	1. 電纜槽護角變形 2. 護角摩擦電纜 3. 異物未清除
	至少每週一次	電纜出線口	1. 出線口積水 2. 蓋板遺失、鬆脫、跳動 3. 蓋板鏽蝕、變形、損傷
	至少每週一次	電信或其他人手孔	1. 坑內積水 2. 與路面高低差 3. 人手孔蓋遺失、鬆脫、跳動 4. 人手孔蓋鏽蝕、變形、損傷
	至少每週一次	電位測試裝置	1. 不銹鋼電位量測盤變形 2. 量測盤破損
	至少每週一次	照明	1. 照度減弱、閃爍、異常 2. 燈具或相關零件脫落 3. 燈桿歪斜、鏽蝕、損傷 4. 燈桿塗裝剝落 5. 鎖固螺栓鬆動、脫落 6. 防撞設施脫落、缺損
	至少每週一次	爬梯	1. 本體材質老劣化 2. 本體損傷、脫落 3. 塗裝剝離 4. 外觀鏽蝕、變形、斷裂 5. 鎖固螺栓鬆動、脫落
浮動碼頭	至少每週一次	浮箱外部	1. 鋼材腐蝕、龜裂、損傷 2. 混凝土龜裂、劣化、破損、鋼筋外露、

巡查設施	巡查頻率	巡查項目	初步判斷分類表
			鏽水
	至少每週一次	滾輪	1. 聲音異常 2. 滑動異常 3. 海生物附著
	至少每週一次	固定樁	1. 樁體變形 2. 樁體破損 3. 歪斜 4. 腐蝕 5. 防蝕塗裝剝落 6. 海生物附著嚴重
	至少每週一次	聯絡橋	1. 聲音異常 2. 橋體破損、生鏽 3. 塗裝剝落 4. 欄杆、扶手、防滑保護等安全設施 5. 鉸鏈損傷 6. 螺栓鬆動 7. 滾輪損傷
	至少每週一次	鋪面	1. 鋪面裂紋 2. 鋪面破損
	至少每週一次	防蝕	1. 防蝕塗裝破損、剝落 2. 水面上方防蝕塊脫落

註：船舶靠泊繫纜前及解纜時，針對該靠(離)港碼頭檢查 1 次。

資料來源：臺灣港務公司各分公司「港灣構造物維護管理手冊」(109 年 7 月)

### ③防波堤、海堤、護岸

包括堤面、胸牆、接縫、消波塊等。相關設施之詳細巡查項目及初判分類等整理如表 2-4。

**表 2-4 防波堤、海堤及護岸巡查表**

巡查設施	巡查頻率	巡查項目	初步判斷分類表
防波堤、海堤及護岸： 沉箱或方塊 斜坡式 拋石式 消波塊式 板樁式	至少每季一次	堤面	1. 堤面下陷、塌陷、坑洞 2. 堤線變位外移 3. 鋼筋外露 4. 堤面混凝土龜裂、損傷、剝離 5. 堤面接縫開口、偏差或錯位 6. 船舶撞擊痕跡 7. 胸牆裂紋、缺損、接縫開裂
	至少每季一次	堤前消波塊	1. 消波塊流失 2. 消波塊塌陷 3. 消波塊排列變位或散亂 4. 消波塊體破損
	至少每季一次	堤後背填保護	1. 保護塊石塌陷 2. 保護塊石沖失 3. 背填土壤陷落
	至少每季一次	堤後土地	1. 地面下陷 2. 地面破洞或土砂流失 3. 土壤液化導致地下土砂冒出

資料來源：臺灣港務公司各分公司「港灣構造物維護管理手冊」(109年7月)

#### ④高壓變電站設備

包括高低壓電器設備、電氣室等。相關設施之詳細巡查項目及初判分類等整理如表 2-5。

**表 2-5 高壓變電站設備巡查表**

巡查設施	巡查頻率	巡查項目	初步判斷分類表
高壓變電站設備	至少每月一次	161/69kV 氣體絕緣開關設備點檢	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SF6 氣體壓力</li> <li>2. 油壓力/油位</li> <li>3. 設備外觀構造檢查</li> <li>4. LCC 控制箱</li> </ol>
	至少每月一次	特高壓油浸式變壓器	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 變壓器本體油位計</li> <li>2. OLTC 油位計、油溫溫度</li> <li>3. 一、二次線圈溫度計</li> <li>4. 布氏電驛</li> <li>5. 釋壓裝置檢查</li> <li>6. OLTC 保護電驛</li> <li>7. 衝擊油壓電驛</li> <li>8. 呼吸器檢查</li> <li>9. TR 外觀塗裝及漏油檢查</li> <li>10. 冷卻風扇檢查</li> <li>11. 油流幫浦</li> <li>12. 氫氣壓力表</li> <li>13. TE 溫度電驛檢查</li> </ol>
	至少每月一次	中央監控系統設備	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 控制盤電源及各指示燈是否正常</li> <li>2. 資料伺服器是否正常</li> <li>3. UPS、網路交換器電源、監控系統軟體及顯示器是否正常</li> </ol>
	至少每月一次	其他	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高、低壓配電盤之電壓、電流、電力、功率因數及瓦時計點檢</li> <li>2. 直流充電機檢查</li> <li>3. 空調、通風機檢查</li> <li>4. 消防設備檢查</li> <li>5. 發電機檢查</li> </ol>

資料來源：臺灣港務公司各分公司「港灣構造物維護管理手冊」(109年7月)

### (c) 巡查方式

- ①以直接目視為主，巡查人員以開車或徒步或交通船或其他安全載具盡量靠近巡查標的，若無法接近，可採無人機等間接目視方式辦理。
- ②巡查發現設施有安全疑慮，立即通知負責單位並留書面紀錄(如表 2-6～表 2-8)，並於處置、維護單位到達前，設置阻絕設施，以防意外發生。
- ③巡查發現非屬巡查範圍發生損壞或接獲通報時，亦應主動通知並填單送各負責維護單位檢修養護。
- ④各負責維護單位於接獲檢修通知後，應儘速完成修復工作，並存留書面紀錄回報巡查單位備查。

前述之巡查過程，整理標準作業流程如圖 2.2。

表 2-6 碼頭經常巡查表(A)

巡查日期	年 月 日	巡查天氣	<input type="checkbox"/> 晴 <input type="checkbox"/> 陰 <input type="checkbox"/> 雨
港灣名稱		碼頭編號	
巡查單位		巡查人	
是/否	劣化情形		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否跟原有的使用狀態(貨物的使用形態、車輛的使用等)有很大差異。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否有受到船舶等衝撞的痕跡等情形。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否出現法線的嚴重變位或是接縫處有明顯的高低差異。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否出現前沿鋪面下陷、沉陷的現象。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否出現異常聲響或震動等。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	附屬設施(防舷材、繫船柱、車擋等)是否出現異常情形。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否有使用障礙等情形。		

註：上述劣化情形如有「是」者，請再填寫經常巡查表(B)。

表 2-7 防波堤經常巡查表(A)

巡查日期	年 月 日	巡查天氣	<input type="checkbox"/> 晴 <input type="checkbox"/> 陰 <input type="checkbox"/> 雨
港灣名稱		碼頭編號	
巡查單位		巡查人	
是/否	劣化情形		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否出現防波堤頂部的下陷、法線的變位現象。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否出現消波工的變位、散亂、沉陷情形。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否出現上部結構的損壞現象。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否有受到船舶等衝撞的痕跡等情形。		
<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否有使用障礙等情形。		

註：上述劣化情形如有「是」者，請再填寫經常巡查表(B)。

表 2-8 經常巡查表(B)

巡查日期	年      月      日	巡查天氣	<input type="checkbox"/> 晴 <input type="checkbox"/> 陰 <input type="checkbox"/> 雨		
港灣名稱		設施編號			
巡查單位		巡查人			
設施名稱					
構件名稱	劣化狀況說明	劣化單元	劣化位置 (X, Y)/(編碼)	劣化數量 (m、m <sup>2</sup> 、個)	照片編號
例如： 鋼管樁	防蝕保護套脫落	S2 碼頭	1P52	1 個	
巡查員意見：					

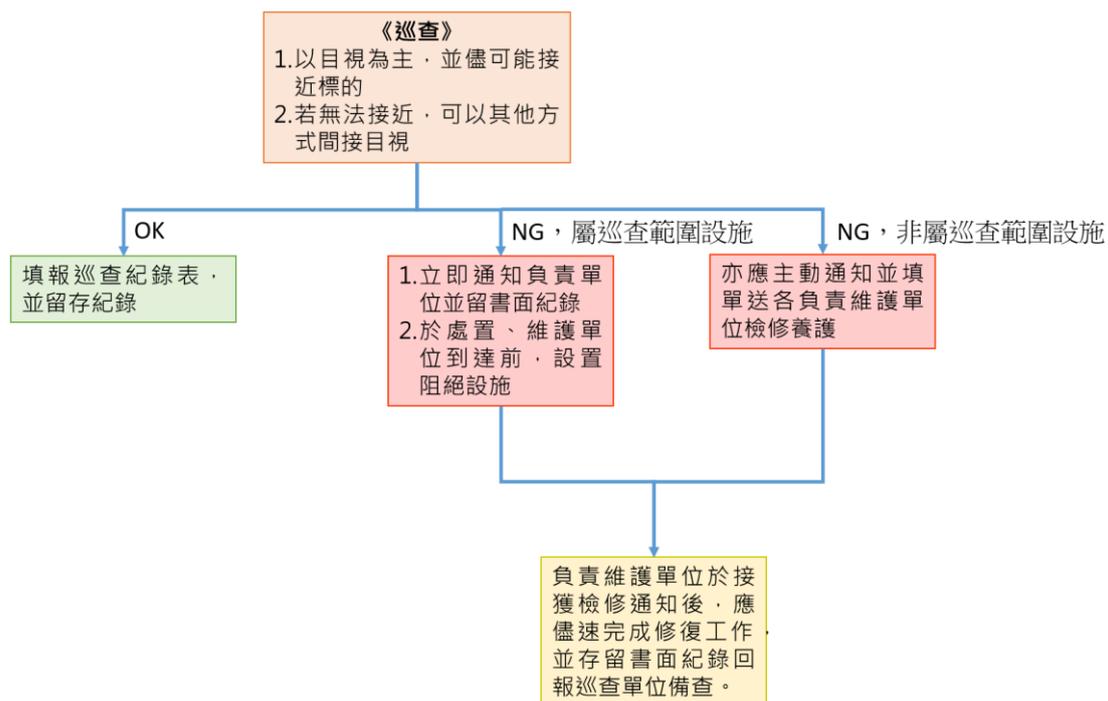


圖 2.2 巡查作業流程圖

(d) 巡查類別

包括經常巡查及特別巡查，其項目及頻率等列如表 2-9。

表 2-9 巡查類別

類別	建議執行單位	項目/頻率		巡檢方式
經常巡查	管理單位	公共設施、作業場所、 道路橋梁及其附屬設施	至少每日一次	目視/岸上/ 交通船
		碼頭及其附屬設施	至少每週一次	
		其他港區公共基礎設施 依需求	至少每半月一次	
		高壓變電站設備	至少每月一次	
		防波堤、海堤、護岸	至少每季一次	
		其他結構物各分公司有另訂巡查頻率者，從 其規定		
特別巡查	管理單位	重大災害或事故發生後(颱風過後或地震震 度大於 4 級)或巡查發現顯著異狀		目視(岸上)

註：新完工構造物，必須保留竣工圖及相關資料，作為日後巡檢的基本資料。

既有結構物，第一次巡檢時，必須建立該構造物之相關資料，作為日後巡檢的依據。

## (2) 檢測

一般檢測可依有無侵入結構物分為破壞性及非破壞性之檢測，和巡查最大不同之處，檢測通常為使用各類儀器，以更詳細、深入的方式調查結構物本身，以了解其實際情形，也因花費時間及經費較多，檢測對於同一結構物之頻率通常會間隔較長，或僅在認為有必要時進行，以釐清設施的劣化狀況。檢測類別、建議執行單位、時機及頻率等，彙整如表 2-10。

表 2-10 檢測種類與頻率

種類	建議執行單位	檢測時機/頻率	檢測方式
定期檢測	委外發包廠商	港灣構造物:至少五年一次 一般橋梁:至少兩年一次 鋼結構、複合結構及特殊性橋梁:一年一次 其它設施依相關規定辦理	目視(包含水下)、依需求配合儀器進行詳細檢測
詳細檢測	委外發包廠商	於經查巡查、特別巡查或定期檢測後，認為有必要時進行之。	目視(包含水下)、依需求配合儀器進行詳細檢測

註：新完工構造物，必須保留竣工圖及相關資料，作為日後檢測的基本資料。

既有結構物，第一次檢測時，必須建立該構造物之相關資料，作為日後檢測的依據。

(a) 檢測項目分類

巡查與檢測項目根據構造物設置各項條件及形式，及影響構造物性能的程度等進行 I、II、III 級之分類，如表 2-11。

表 2-11 檢測項目分類

類別 性能	I 類	II 類	III 類
影響程度	<ul style="list-style-type: none"> <li>對設施性能與安全性產生直接影響的構件</li> <li>設施整體的位移和沉陷</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>對設施性能產生影響的構件</li> <li>鋼鐵構件的防蝕設施</li> <li>防舷材、繫船柱 (使用上安全考量)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>附屬設施</li> <li>防護欄、爬梯等</li> </ul>

依前揭巡查與檢測項目對設施性能、安全性影響及重要性之劃分，以下列出重力式碼頭(表 2-12)、板樁式碼頭(表 2-13)、棧橋式碼頭(表 2-14)、浮動碼頭(表 2-15)以及防波堤(表 2-16)巡查與檢測項目的標準分類供參。

(b) 重力式碼頭

表 2-12 重力式碼頭檢測標準分類

類別 設施	I 類	II 類	III 類
重力式碼頭 (沉箱式或方塊式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>【岸壁法線】凹凸、出入</li> <li>【鋪面】淘出、空洞化、下陷、坍塌</li> <li>【本體結構】沉箱的空洞化、混凝土的劣化、損傷</li> <li>【海底地基】沖刷、土砂的淤積</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【鋪面】混凝土/瀝青鋪面等的劣化、損傷</li> <li>【上部結構】混凝土的劣化、損傷</li> <li>【防舷材、繫船柱】劣化、損傷</li> </ul>	左欄以外

(c) 板樁式碼頭

表 2-13 板樁式碼頭檢測標準分類

類別 設施	I 類	II 類	III 類
板樁式碼頭 (鋼板樁或 RC 板樁)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•【岸壁法線】凹凸、出入</li> <li>•【鋪面】淘出、空洞化、下陷、坍塌</li> <li>•【鋼板樁】鋼材的腐蝕、龜裂、損傷</li> <li>•【海底地基】沖刷、土砂的淤積</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•【鋪面】混凝土/瀝青鋪面等的劣化、損傷</li> <li>•【上部結構】混凝土的劣化、損傷</li> <li>•【鋼板樁】塗裝防蝕工、陰極防蝕工</li> <li>•【防舷材、繫船柱】劣化、損傷</li> </ul>	左欄以外

(d) 棧橋式碼頭

表 2-14 棧橋式碼頭檢測標準分類

類別 設施	I 類	II 類	III 類
棧橋式碼頭	<ul style="list-style-type: none"> <li>•【棧橋法線】凹凸、出入</li> <li>•【鋪面】淘出、空洞化、下陷、坍塌</li> <li>•【鋼管樁】鋼材的腐蝕、龜裂、損傷</li> <li>•【海底地基】沖刷、土砂的淤積</li> <li>•【擋土護岸】淘出、空洞化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•【鋪面】混凝土/瀝青鋪面等的劣化、損傷</li> <li>•【上部結構】混凝土的劣化、損傷</li> <li>•【鋼管樁等】塗裝防蝕工、陰極防蝕工</li> <li>•【渡版】移動、損傷</li> <li>•【防舷材、繫船柱】劣化、損傷</li> </ul>	左欄以外

(e) 浮動碼頭

表 2-15 浮動碼頭檢測標準分類

類別 設施	I 類	II 類	III 類
浮動 碼頭	<ul style="list-style-type: none"> <li>•【鋼製浮箱】鋼材的腐蝕、龜裂、損傷</li> <li>•【混凝土製浮箱】混凝土的劣化、損傷</li> <li>•【FRP 製浮箱】本體破洞、龜裂、損傷</li> <li>•【固定樁】鋼材的腐蝕、龜裂、損傷</li> <li>•【滾輪】滾輪的劣化、損傷</li> <li>•【連絡橋、渡橋】安全性損傷、腐蝕</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•【鋪面】混凝土/瀝青鋪面等的劣化、損傷</li> <li>•【固定樁及浮箱等鋼構材】塗裝防蝕工、陰極防蝕工</li> <li>•【防舷材、繫船柱】劣化、損傷</li> </ul>	左欄以外

(f) 防波堤

表 2-16 防波堤檢測標準分類

類別 設施	I 類	II 類	III 類
防波堤	<ul style="list-style-type: none"> <li>設施整體的位移</li> <li>【堤體】混凝土的劣化、破損、沉箱的空洞化</li> <li>【基礎】移動、下陷、破損</li> <li>【海底地基】沖刷、土砂的淤積</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【上部結構】混凝土的裂化、破損</li> <li>【護基工】移動、散亂、下陷</li> <li>【消波工】移動、散亂、下陷</li> </ul>	-

(3) 巡查與檢測流程

巡查分為經常巡查以及特別巡查，兩者最大之差異在於發動時機和作業頻率；檢測則分定期檢測以及詳細檢測，後者係依經常巡查、特別巡查或定期檢測結果，認為有必要進行，以釐清設施的劣化狀況，爰此，繪製簡易作業流程如圖 2.3。

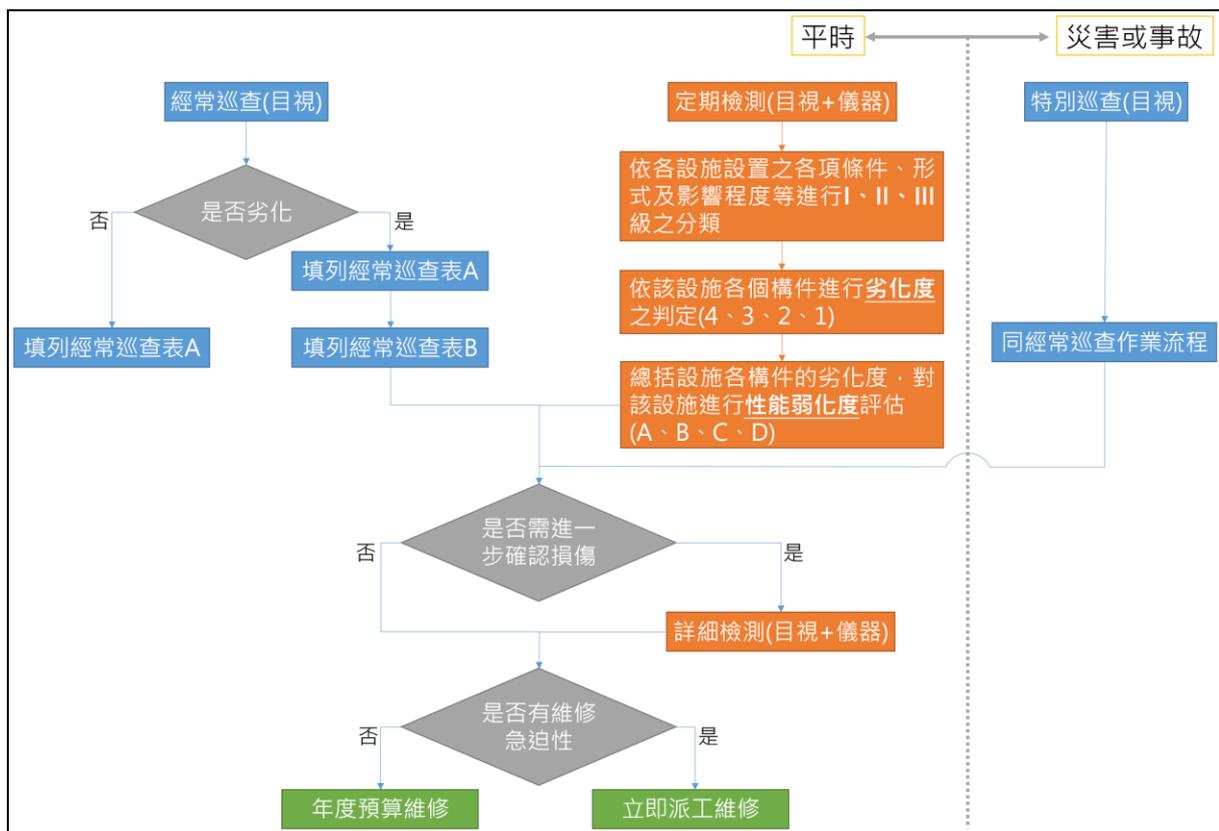


圖 2.3 港灣構造物巡查及檢測作業流程圖

#### 4. 總體評估

針對巡查及檢測結果，整理出構造物之構件及整體發生怎樣的損傷、劣化等異狀及發展到甚麼程度，得出的構造物異狀，根據工程的專業判斷進行評估，作為構造物性能弱化度的指標。

##### (1) 構件劣化度判定標準

劣化度的判定標準，係根據各種設施構件的性能要求來進行，共分1~4級，如表2-17所列。

表 2-17 構件劣化度判定標準

構件的劣化度	劣化度判定標準
4	構材的性能有顯著降低狀態
3	構材的性能呈降低
2	有變化，但是構材的性能沒有降低
1	沒有變化

備註：根據目視進行巡查與檢測，3或2的劣化度判定不確定時，劣化度可判定為3。

## (2) 設施性能弱化度評估標準

在評估性能弱化度時，總括設施構件的劣化度，亦採用 4 個階段的指標(A~D)來表示性能的弱化程度，如表 2-18 所示。

表 2-18 性能弱化度評估標準

性能的弱化度	性能弱化度評估標準
A	性能有顯著弱化情況
B	設施性能有弱化情況
C	有異狀，但還不到設施性能弱化狀態
D	未有異狀，設施性能充分保持的狀態

## (3) 劣化度判定及性能弱化度評估標準實施單位

進行劣化度判定及性能弱化度評估時，要根據設施的種類、構造形式等以制定必要的實施單位。下以碼頭及防波堤為例，見表 2-19、表 2-20。

表 2-19 碼頭劣化度判定及性能弱化度評估標準實施單位

設施種類		劣化度判定 (4、3、2、1)	性能弱化度的評估 (A、B、C、D)
岸壁 卸貨碼頭	重力式	沉箱每 1 座	以每一船席或泊位為標準。 (註：每一設施都是不同構造形式所構成的情況，要根據每一構造形式的實施單位，做適當的設定。)
	板樁式	上部工每 1 跨距	
繫船浮筒		每 1 浮筒	
繫船樁		每 1 樁	
棧橋		上部工每 1 單元	
浮動碼頭		每 1 浮箱	
曳船道		每 15m~20m	

表 2-20 防波堤劣化度判定及性能弱化度評估標準實施單位

設施種類		劣化度判定 (4、3、2、1)	性能弱化度的評估 (A、B、C、D)
防波堤 防砂堤 導流堤 突堤	沉箱式	沉箱每 1 座	以每 1 設施作為標準，設施長度很長的情況，以構造形式和使用期間等作為根據，大致以 200~500m 程度做適當的制定。
	斜坡式	上部工每 1 跨距	
	拋石式	每 15~20m	
	消波塊式		
	樁式	上部工每 1 跨距	
浮式	每 1 浮體		
護岸	沉箱式	沉箱每 1 座	
	斜坡式	上部工每 1 跨距	
	拋石式	每 15~20m	
	消波塊式		
	板樁式	上部工每 1 跨距	
防潮堤、堤防、胸牆	每 1 跨距		
水門、閘門	每 1 構件	每 1 設施	

(4) 評估方法

性能弱化度的評估，不能只根據每個檢測診斷項目的劣化度的判定結果的多少做機械式的評估，也要根據對設施性能的影響作綜合性的評估，評估方法詳見表 2-21，評估流程詳見圖 2.4。

表 2-21 性能弱化評估方法

巡查與檢測 項目分類	每個巡查與檢測項目的性能弱化度				性能弱化度
	A	B	C	D	
I 類	有「4從一個到數個」巡查與檢測項目，設施的性能呈非常弱化的狀態	有「4 且3從一到數個」巡查與檢測項目，設施的性能呈弱化狀態	A,B,D以外	全部是1	每個巡查與檢測項目被評估的性能弱化度當中，最嚴格的判定
II 類	有「許多4且幾乎是4+3」巡查與檢測項目，設施的性能呈非常弱化的狀態	有「數個4且許多4+3」巡查與檢測項目，設施的性能呈弱化狀態	A,B,D以外	全部是1	
III 類	—	—	D以外	全部是1	

[ S T E P 1 ] : 每個巡查與檢測項目的劣化度 ( 4 、 3 、 2 、 1 ) 判定每個劣化度判定的單位，根據表2-17的標準、進行每個巡查與檢測項目的劣化度判定。劣化度判定的單位，可參照表2-19或表2-20。



[ S T E P 2 ] : 每個巡查與檢測項目性能弱化度 ( A 、 B 、 C 、 D ) 的評估，根據表2-18的標準，每個「巡查與檢測項目」性能弱化度可參考表2-21進行評估。



[ S T E P 3 ] : 性能弱化度 ( A 、 B 、 C 、 D ) 的評估在[ S T E P 2 ] 得出的每個巡查與檢測項目評估的性能弱化度中，要把最嚴格的判定作為性能弱化度的評估。

圖 2.4 性能弱化評估流程

### (5) 評估標準

以下說明重力式碼頭、板樁式碼頭、棧橋式碼頭、浮動碼頭、防波堤(沉箱式)及附屬設施等檢測診斷構件劣化度的判定及評估標準(表 2-22~表 2-26)。

表 2-22 檢測標準—重力式碼頭

設施	分類	巡查與檢測項目		方法	劣化度的判定標準	
重力式碼頭	I類	岸壁法線	凹凸、出入	目視 ● 位移量	4	<input type="checkbox"/> 相鄰沉箱間有 20cm 以上的凹凸
					3	<input type="checkbox"/> 相鄰沉箱間有 10 到 20cm 程度的凹凸
					2	<input type="checkbox"/> 上述以外的情況，相鄰沉箱間有 10cm 以內的凹凸
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		鋪面	淘出、空洞化、下陷、坍塌	目視	4	<input type="checkbox"/> 沉箱背後有土砂流出 <input type="checkbox"/> 沉箱背後有土砂下陷 <input type="checkbox"/> 對車輛的通行和步行造成很大障礙
					3	<input type="checkbox"/> 鋪面上有 3cm 以上的下陷 <input type="checkbox"/> 鋪面和背後地面間有大於 30cm 下陷 <input type="checkbox"/> 沉箱接縫處有明顯的開口、偏差
					2	<input type="checkbox"/> 鋪面上有小於 3cm 的下陷 <input type="checkbox"/> 鋪面和背後地面間有小於 30cm 下陷 <input type="checkbox"/> 沉箱接縫處有輕微的開口、偏差
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		本體結構	沉箱的空洞化、混凝土的劣化、損傷	目視 ● 裂紋、剝離、損傷 ● 鋼筋露出 ● 裂化的預兆	4	<input type="checkbox"/> 有使內填料流出的破洞、裂紋和缺損 <input type="checkbox"/> 大範圍鋼筋露出
					3	<input type="checkbox"/> 在多個方向有 3mm 寬度的裂紋
					2	<input type="checkbox"/> 在一個方向有 3mm 寬度的裂紋 <input type="checkbox"/> 局部有鋼筋露出
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		海底地基	沖刷、土砂的淤積	潛水調查 ● 海底面的起伏 ● 沖刷、淤	4	<input type="checkbox"/> 岸壁前有深 1m 以上的沖刷 <input type="checkbox"/> 大範圍鋼筋露出
					3	<input type="checkbox"/> 伴隨著沖刷，可看出對基礎與岸壁本體的影響

			積	2	<input type="checkbox"/> 有深度/高度小於 0.5m 的沖刷或淤積
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
II 類	鋪面	混凝土/ 瀝青鋪 面等的 劣化、損 傷	目視	4	<input type="checkbox"/> 混凝土鋪面裂紋度在 2m/m <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 瀝青鋪面裂紋率在 30%以上 <input type="checkbox"/> 可看到影響車輛通行，步行的裂紋
				3	<input type="checkbox"/> 混凝土鋪面裂紋度在 0.5~2m/m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 瀝青鋪面裂紋率在 20~30%
				2	<input type="checkbox"/> 可看到少許裂紋
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
				4	<input type="checkbox"/> 有弱化碼頭性能的損傷
	上部結構 (有鋼筋 混凝土的 情況)	混凝土 的劣 化、損 傷	目視 ● 裂紋，剝 離、損傷 ● 鋼筋露 出 ● 裂化的 預兆	3	<input type="checkbox"/> 有寬度 3mm 以上的裂紋 <input type="checkbox"/> 大範圍鋼筋露出
				2	<input type="checkbox"/> 寬度小於 3mm 的裂紋 <input type="checkbox"/> 局部鋼筋露出
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
				4	<input type="checkbox"/> 有弱化碼頭性能的損傷
	上部結構 (無筋混 凝土的情 況)	混凝土 的劣 化、損 傷	目視 ● 裂紋，剝 離、損傷 ● 裂化的 預兆	3	<input type="checkbox"/> 有寬度 1mm 以上的裂紋 <input type="checkbox"/> 小規模缺損
				2	<input type="checkbox"/> 寬度小於 1mm 的裂紋
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
				4	<input type="checkbox"/> 有弱化碼頭性能的損傷

表 2-23 檢測標準—板樁式碼頭

設施	分類	巡查與檢測項目		方法	劣化度的判定標準	
板樁式碼頭	I類	岸壁法線	凹凸、出入	目視 ● 位移量 ● 下陷	4	<input type="checkbox"/> 連接上部工間有 20cm 以上凹凸 <input type="checkbox"/> 有損性能的法線崩塌
					3	<input type="checkbox"/> 可看出法線的變位 <input type="checkbox"/> 連接上部工間有 10 至 20cm 的凹凸
					2	<input type="checkbox"/> 除上述情況，接連上部工間有小於 10cm 的凹凸
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		鋪面	淘出、空洞化、下陷、坍塌	目視	4	<input type="checkbox"/> 板樁背後有土砂流出 <input type="checkbox"/> 板樁背後鋪面下陷 <input type="checkbox"/> 對車輛的通行和步行造成嚴重障礙
					3	<input type="checkbox"/> 板樁背後有土砂流出的可能性 <input type="checkbox"/> 鋪面上有大於 3cm 的下陷 <input type="checkbox"/> 鋪面和背後地面間有 30cm 以上高差
					2	<input type="checkbox"/> 鋪面上有小於 3cm 的下陷 <input type="checkbox"/> 鋪面和背後地面間有小於 30cm 高差
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		鋼板樁	鋼材的腐蝕、龜裂、損傷	目視	4	<input type="checkbox"/> 因腐蝕引起的破孔和變形，及其他明顯的損傷
					3	—————
					2	—————
					1	<input type="checkbox"/> 無腐蝕引起的破孔和變形
		海底地基	沖刷、土砂的淤積	潛水調查 ● 海底面的起伏	4	<input type="checkbox"/> 岸壁前面深度 1m 以上的沖刷 <input type="checkbox"/> 伴隨沖刷，可見對基礎和岸壁本體的影響
					3	<input type="checkbox"/> 岸壁前面深度 0.5m 至 1m 的沖刷
					2	<input type="checkbox"/> 深度/高度小於 0.5m 的沖刷或淤積
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化

	II 類	鋪面 (一般情況)	混凝土/ 瀝青鋪 面等的 劣化、損 傷	目視 ●混凝土 或瀝青 的劣 化、損 傷	4	<input type="checkbox"/> 混凝土鋪面裂紋度 2m/m <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 瀝青鋪面裂紋率 30%以上 <input type="checkbox"/> 對車輛的通行和步行造成障礙的裂紋和損傷	
					3	<input type="checkbox"/> 混凝土鋪面裂紋度 0.5~2m/m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 瀝青鋪面裂紋率 20%到 30%以上	
					2	<input type="checkbox"/> 可看到少數裂紋	
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化	
			鋪面 (貨櫃倉庫 利用限制 嚴重情況)	鋪面高 度差、車 轍、裂紋	目視 ●高度差 ●車轍印	4	<input type="checkbox"/> 對車輛行駛造成危險的高度差，沉陷、車轍、裂紋 <input type="checkbox"/> 有 15mm 以上的高度差 <input type="checkbox"/> 有 10mm 以上車轍印 <input type="checkbox"/> 寬度 3mm 以上的裂紋
						3	<input type="checkbox"/> 10mm 以上的高度差 <input type="checkbox"/> 寬度小於 3mm 的裂紋
						2	<input type="checkbox"/> 小於 10mm 的高度差 <input type="checkbox"/> 小於 10mm 的車轍印 <input type="checkbox"/> 有細小的裂紋
						1	<input type="checkbox"/> 沒有變化

		鋼板樁	塗裝防 蝕工	電位測定 (根據電 極的防蝕 管理電 位) ●飽和甘 汞： -770mV ●海水氣 化銀： -780mV ●飽和硫 酸銅： -850mV	4	<input type="checkbox"/> 未維持在防蝕管理電位
					3	-----
					2	-----
					1	<input type="checkbox"/> 有維持在防蝕管理電位 註：管理電位須小於上述標準值 (如-900mV)
		鋼板樁	陰極防 蝕工(犧 牲陽極)	潛水調查 ●現況的 確認 (全數)	4	<input type="checkbox"/> 陽極塊脫落或全部消耗。 <input type="checkbox"/> 陽極塊連接狀況不佳(搖晃下降)
					3	-----
					2	-----
					1	<input type="checkbox"/> 沒有脫落的異常

表 2-24 檢測標準—棧橋式碼頭

設施	分類	巡查與檢測項目		方法	劣化度的判定標準	
棧橋式碼頭	I類	棧橋法線	凹凸、出入	目視 ●位移量 ●下陷	4	<input type="checkbox"/> 鄰接上部工處有 20cm 以上凹凸
					3	<input type="checkbox"/> 鄰接上部工處有 10 到 20cm 程度凹凸
					2	<input type="checkbox"/> 上述以外的情況，鄰接上部工處小於 10cm 的凹凸
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		鋪面	淘出、空洞化、下陷、坍塌	目視	4	<input type="checkbox"/> 岸肩背後有土砂流出 <input type="checkbox"/> 岸肩背後有鋪面沉陷 <input type="checkbox"/> 對車輛的通行及步行造成重大的障礙
					3	<input type="checkbox"/> 岸肩接縫有顯著的裂開或錯位 <input type="checkbox"/> 鋪面有 3cm 以上的下陷 <input type="checkbox"/> 鋪面和岸肩背後間有 30cm 以上下陷
					2	<input type="checkbox"/> 岸肩接縫有輕微的裂開、錯位 <input type="checkbox"/> 鋪面有小於 3cm 的下陷 <input type="checkbox"/> 鋪面和岸肩背後間有小於 30cm 下陷
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		鋼管樁	鋼材的腐蝕、龜裂、損傷	目視 ●破洞的有無 ●表面損傷狀況	4	<input type="checkbox"/> 由於腐蝕所帶來的破洞、變形及顯著的損傷
					3	-----
					2	-----
					1	<input type="checkbox"/> 無腐蝕引起的破洞和變形
		擋土護岸	淘出、空洞化	透地雷達 ●根據鑽孔目視確認等	4	<input type="checkbox"/> 發生淘出，或有空洞化的可能性 <input type="checkbox"/> 防砂板有破損 <input type="checkbox"/> 有防砂條破損的可能性
					3	<input type="checkbox"/> 有空洞發生的可能性 <input type="checkbox"/> 接縫板有顯著的劣化、裂傷、損傷
					2	<input type="checkbox"/> 接縫板有輕微的劣化、裂傷、損傷
					1	<input type="checkbox"/> 沒有發生淘出現象（沒有空洞化）

II 類	鋪面 (一般情況)	混凝土 或瀝青 的劣 化、損傷	目視 ●混凝土 或瀝青 的劣 化、損傷	4	<input type="checkbox"/> 混凝土鋪面裂紋度 2m/m <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 瀝青鋪面裂紋率 30%以上 <input type="checkbox"/> 對車輛的通行和步行造成障礙的裂紋和損傷
				3	<input type="checkbox"/> 混凝土鋪面裂紋度 0.5~2m/m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 瀝青鋪面裂紋率 20%至 30%
				2	<input type="checkbox"/> 可看到少數裂紋
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
	鋪面 (貨櫃倉庫 利用限制 嚴重情況)	鋪面高 度差、車 轍、裂紋	目視 ●高度差 ●車轍印	4	<input type="checkbox"/> 對車輛行駛造成危險高度差、沉陷、車轍、裂紋 <input type="checkbox"/> 有 15mm 以上的高度差 <input type="checkbox"/> 有 10mm 以上車轍印 <input type="checkbox"/> 寬度 3mm 以上的裂紋
				3	<input type="checkbox"/> 10mm 以上的高度差 <input type="checkbox"/> 寬度小於 3mm 的裂紋
				2	<input type="checkbox"/> 小於 10mm 的高度差 <input type="checkbox"/> 小於 10mm 的車轍印 <input type="checkbox"/> 有細小的裂紋
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
	上部結構 (底面)(PC)	混凝土 的劣 化、損傷	目視 ●裂紋發 生情況 ●銹水發 生情況	4	<input type="checkbox"/> 有裂紋 <input type="checkbox"/> 有銹水
				3	-----
				2	-----
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化

		上部結構 (底面)(RC)	混凝土 的劣 化、損傷	目視 ●裂紋的 方向、條 數、長度 和寬度 ●被覆材 的剝落 情況 ●銹水的 發生狀 況 ●鋼筋的 腐蝕情 況	4	板： <input type="checkbox"/> 構材表面有 50%以上網眼狀的裂紋 <input type="checkbox"/> 有被覆材的剝落 <input type="checkbox"/> 大範圍的銹水 梁、樁帽： <input type="checkbox"/> 寬度 3mm 以上鋼筋軸向的裂紋 <input type="checkbox"/> 有被覆材的剝落 <input type="checkbox"/> 大範圍的鏽水
					3	板： <input type="checkbox"/> 構材表面有小於 50%網眼狀的裂紋 <input type="checkbox"/> 產生一部分鏽水 梁、樁帽： <input type="checkbox"/> 寬度小於 3mm 的鋼筋軸向的裂紋 <input type="checkbox"/> 產生一部分銹水
					2	板： <input type="checkbox"/> 一方向的裂紋若干帶狀或線狀的膠狀 噴出析出物 <input type="checkbox"/> 銹水成點狀產生 梁、樁帽： <input type="checkbox"/> 只有與軸向成直角方向的裂紋 <input type="checkbox"/> 鏽水成點狀產生
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		上部結構 (上、側面)	混凝土 的劣 化、損傷	目視 ●裂紋、剝 離、損傷 ●鋼筋腐 蝕 ●裂化的 預兆等	4	<input type="checkbox"/> 有降低碼頭性能的損傷
					3	<input type="checkbox"/> 有寬度 3mm 以上的裂紋 <input type="checkbox"/> 有大範圍鋼筋露出
					2	<input type="checkbox"/> 有寬度小於 3mm 的裂紋 <input type="checkbox"/> 局部有鋼筋露出
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		渡版	本體的 損傷、塗 裝	目視 ●損傷、裂 紋 ●塗裝的 狀態 ●固定性	4	<input type="checkbox"/> 對車輛的通行和步行帶來重大障礙
					3	<input type="checkbox"/> 可見損傷
					2	<input type="checkbox"/> 可見輕微損傷
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化

表 2-25 檢測標準—浮動碼頭

設施	分類	巡查與檢測項目		方法	劣化度的判定標準	
浮動碼頭	I類	浮箱外部 (鋼製或FRP製)	龜裂、損傷	目視 ●破洞的有無 ●表面損傷的情況	4	<input type="checkbox"/> 破洞、變形，和其他顯著的損傷
					3	-----
					2	-----
					1	<input type="checkbox"/> 無破洞、變形
		浮箱外部 (RC製)	混凝土的劣化、損傷	目視 ●裂紋發生的方向 ●裂紋的條數、長度和寬度 ●保護層的剝落狀況 ●銹水發生情況 ●鋼筋的腐蝕狀況	4	<input type="checkbox"/> 幅度3mm以上的混凝土裂紋 <input type="checkbox"/> 有保護層的剝落 <input type="checkbox"/> 銹水大範圍的產生 <input type="checkbox"/> 裂紋貫穿，恐怕會有沉降
					3	<input type="checkbox"/> 幅度小於3mm的混凝土裂紋 <input type="checkbox"/> 產生一部分鏽水
					2	<input type="checkbox"/> 有輕微的裂紋 <input type="checkbox"/> 銹水成點狀產生
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
					4	<input type="checkbox"/> 有裂紋 <input type="checkbox"/> 有銹水
					3	-----
		浮箱外部 (RC製)	混凝土的劣化、損傷	目視 ●裂紋發生的情況 ●銹水發生情況	4	<input type="checkbox"/> 有裂紋 <input type="checkbox"/> 有銹水
					3	-----
					2	-----
1	<input type="checkbox"/> 沒有變化					
浮箱內部	本體的龜裂、損傷	目視 ●浸水情況	4	<input type="checkbox"/> 可見由於裂紋、龜裂、損傷引起的浸水		
			3	-----		

				2	-----
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		固定樁	磨損、塗裝、腐蝕	目視 ●固定樁的狀態	4 <input type="checkbox"/> 固定樁有變形，顯著的磨損和破洞
				3	<input type="checkbox"/> 固定樁有輕微的變形，顯著的磨損
				2	-----
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		滾輪部	劣化、損傷	異常聲音的有無	4 <input type="checkbox"/> 從滾輪處發出異常聲音
				3	-----
				2	-----
				1	<input type="checkbox"/> 滾輪處無異常聲音
		聯絡橋	安全性、損傷、腐蝕	目視 ●移動的安定性 ●生鏽、有無損傷 ●塗裝	4 <input type="checkbox"/> 連絡橋不安穩，很難移動到浮箱上
				3	-----
				2	<input type="checkbox"/> 可見塗裝的剝離和鏽
				1	<input type="checkbox"/> 未見塗裝的剝離和鏽，連絡橋很安穩
II類		鋪面	混凝土或瀝青的劣化、損傷	目視 ●混凝土或瀝青的裂紋、凹凸、高度差	4 <input type="checkbox"/> 混凝土鋪面之裂紋度達 2m/m <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 瀝青鋪面之的裂紋率達 30%以上 <input type="checkbox"/> 可見對車輛的通行及人行所產生障礙的裂紋和損傷
				3	<input type="checkbox"/> 混凝土鋪面之裂紋度 0.5~2m/m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 瀝青鋪面之的裂紋率達 20%到 30%
				2	<input type="checkbox"/> 可見一些裂紋
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化

表 2-26 檢測標準—防波堤(沉箱式)

設施	分類	巡查與檢測項目		方法	劣化度的判定標準	
防波堤 (沉箱式)	I 類	設施整體	位移	目視(包含根據量尺的測量) ●水平移動量	4	<input type="checkbox"/> 沉箱的一部分偏離拋石基礎
					3	<input type="checkbox"/> 相鄰沉箱間有 40~50cm 的偏差
					2	<input type="checkbox"/> 有小規模移動
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		沉箱	混凝土的劣化、損傷	目視 ●裂紋、剝離、損傷、缺損 ●鋼筋露出 ●劣化的徵兆	4	<input type="checkbox"/> 有使內填料流出的破洞、裂紋、缺損 <input type="checkbox"/> 大範圍鋼筋露出
					3	<input type="checkbox"/> 多數方向有寬度 3mm 寬度的裂紋
					2	<input type="checkbox"/> 單方向有寬度 3mm 寬度的裂紋 <input type="checkbox"/> 局部有鋼筋露出
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		海底地基	沖刷淤積	潛水調查 ●海底面的起伏	4	<input type="checkbox"/> 在護基塊法線前拋石，有 1m 以上的沖刷 <input type="checkbox"/> 因沖刷可看出對拋石基礎和堤體沉箱的影響 <input type="checkbox"/> 沖刷防止襯墊遺失或褶皺
					3	<input type="checkbox"/> 在護基方塊前拋石有深 0.5m 至 1m 的沖刷 <input type="checkbox"/> 沖刷防止襯墊有 50%損傷
					2	<input type="checkbox"/> 有深度/高度小於 0.5m 的沖刷或淤積 <input type="checkbox"/> 沖刷防止襯墊有 10%的損傷
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
	II 類	設施整體	下陷	目視 ●高低差	4	<input type="checkbox"/> 確認有顯著下陷(1m程度)
					3	<input type="checkbox"/> 相鄰沉箱間有數十公分程度的高低差
					2	<input type="checkbox"/> 相鄰沉箱間有數公分程度的高低差
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化

		上部結構	混凝土的劣化、損傷	目視	4	<input type="checkbox"/> 有影響防波堤性能的損傷
				●裂紋、損傷	3	<input type="checkbox"/> 有寬度 1cm 以上的裂紋 <input type="checkbox"/> 有小規模的缺損
				●缺損劣化的預兆等	2	<input type="checkbox"/> 寬度小於 1cm 的裂紋
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		消波工	移動、散亂、下陷	目視	4	<input type="checkbox"/> 在巡檢單位長度內，消波工斷面消波塊減少 1 層以上
				●消波工的堤頂、法線面、法線肩等的變形	3	<input type="checkbox"/> 在巡檢單位長度內，消波工斷面塊在減少中(小於 1 層)
					2	<input type="checkbox"/> 消波塊部分移動、散亂、下陷
				●消波塊的移動、散亂	1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
			損傷，斷裂	目視	4	<input type="checkbox"/> 四分之一以上的消波塊有缺損
				●消波塊的損傷、龜裂	3	<input type="checkbox"/> -----
				●缺損消波塊的個數	2	<input type="checkbox"/> -----
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
護面工	移動、散亂、下陷	潛水調查	4	<input type="checkbox"/> 有受災率 5% 以上的移動、散亂、下陷		
		●平面、肩部、斜面等的變形	3	<input type="checkbox"/> 有受災率 1 至 5% 的移動、散亂、下陷		
			2	<input type="checkbox"/> 有受災率 1% 以下的移動、散亂、下陷		
		●拋石和被覆塊石的移動和散亂狀況	1	<input type="checkbox"/> 沒有變化		

		護基工	移動、散亂、下陷	潛水調查 ● 平面、肩部、底部等的變形 ● 護基塊的移動和散亂	4	<input type="checkbox"/> 在檢測單位長內，有 50%以上大範圍的移動、散亂、下陷
					3	<input type="checkbox"/> 在檢測單位長度內，有 10 到 50%的範圍的移動、散亂
					2	<input type="checkbox"/> 在檢測單位長度內，有少於 10%的移動、散亂
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化

表 2-27 檢測標準—附屬設施

設施	分類	巡查與檢測項目		方法	劣化度的判定標準	
附屬設施	II 類	繫船柱及繫船環	本體的劣化、損傷、塗裝的剝落等情況	目視(包含用尺計量) ●損傷、變形 ●塗裝的狀況	4	<input type="checkbox"/> 由於破損、損傷等造成不能使用狀況
					3	<input type="checkbox"/> -----
					2	<input type="checkbox"/> 繫船柱的損傷和變形、塗裝的剝落等
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		防撞設施	本體的損傷、破損、固定金屬零件的腐蝕等情況	目視 ●橡膠部分的損傷 ●固定金屬零件的銹及損傷	4	<input type="checkbox"/> 本體(橡膠)：發生缺損、永久變形 <input type="checkbox"/> 固定金屬零件：鬆弛，鬆脫，彎曲，切斷
					3	<input type="checkbox"/> -----
					2	<input type="checkbox"/> 本體(橡膠)：缺損、龜裂、破碎 <input type="checkbox"/> 固定金屬零件生鏽
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
	III 類	車擋	本體的損傷、塗裝剝落、腐蝕	目視 ●損傷、變形 ●塗裝的狀況 ●腐蝕	4	<input type="checkbox"/> 有缺損 <input type="checkbox"/> 發生性能障礙的損傷、變形
					3	<input type="checkbox"/> -----
					2	<input type="checkbox"/> 本體的損傷和變形、塗裝的剝落和腐蝕
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
照明設備		燈具、支柱、基底的劣化、損傷等情況	目視 ●鋼材的腐蝕、龜裂、損傷 ●燈具的損傷	4	<input type="checkbox"/> 燈具未點亮 <input type="checkbox"/> 支柱變形	
				3	<input type="checkbox"/> -----	
				2	<input type="checkbox"/> 塗裝剝落，部分生鏽 <input type="checkbox"/> 支柱基底混凝土有些裂紋	
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化	

		排水設施	排水設施的破損、格柵板的變形、腐蝕	目視 ●排水溝的堵塞 ●破損、變形 ●格柵板的腐蝕	4	<input type="checkbox"/> 排水溝有破損 <input type="checkbox"/> 格柵板遺失 <input type="checkbox"/> 格柵板變形，腐蝕顯著，不堪使用
					3	<input type="checkbox"/> —————
					2	<input type="checkbox"/> 格柵板變形、腐蝕
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		爬梯	本體的損傷、塗裝脫落、腐蝕	目視 ●損傷、變形 ●塗裝的狀況 ●腐蝕(鋼製的情況)	4	<input type="checkbox"/> 脫落 <input type="checkbox"/> 損傷，腐蝕顯著，有使用上的危險
					3	<input type="checkbox"/> —————
					2	<input type="checkbox"/> 本體的損傷、變形，塗裝的剝落和生鏽
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化
		標誌	標識板、支柱、柱基底的劣化、損傷等情況	目視 ●鋼材的腐蝕、龜裂、損傷 ●燈具的損傷	4	<input type="checkbox"/> 標識板的確認性顯著變差、造成性能障礙的損傷、及變形 <input type="checkbox"/> 支柱變形
					3	<input type="checkbox"/> —————
					2	<input type="checkbox"/> 塗裝剝落，部分生鏽 <input type="checkbox"/> 支柱基底混凝土有些許裂紋
					1	<input type="checkbox"/> 沒有變化

## (6) 評估案例

下以重力式碼頭做為劣化度及性能弱化度之評估案例(如表 2-28)，供更深了解其運作原理及方式。

表 2-28 性能弱化評估案例(重力式碼頭)

巡查與檢測項目 及劣化樣態		分類	劣化度的判定結果										劣化數目					各項目之 性能弱化度	性能弱化度
			1BL	2BL	3BL	4BL	5BL	6BL	7BL	8BL	9BL	10BL	4	3	2	1	合計		
碼頭 法線	凹凸、不 平整	I 類	4	2	2	3	2	3	2	2	1	1	1	2	5	2	10	B	A
本體 結構	混凝土劣 化、損傷	I 類	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	0	4	6	0	10	C	
碼頭 路面	下陷、損 傷	I 類	1	2	2	2	2	4	3	2	2	3	1	2	6	1	10	A	
	混凝土或 柏油的劣 化、損傷	II 類	1	2	2	2	2	4	4	2	2	2	2	0	7	1	10	B	
海底 地基	侵蝕、砂 石堆積	I 類	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	0	4	6	0	10	C	
上部 結構	混凝土劣 化、損傷	II 類	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	10	0	10	C	
<p><b>說明：</b></p> <p>(1)劣化度的判定結果中，例如 1BL 的「碼頭法線的凹凸、出入 (I 類)」的劣化度判定為「4」，碼頭兩邊對於該<u>碼頭船舶靠離的安全性影響較小</u>，故性能弱化度評估為「B」。</p> <p>(2)劣化度的判定結果中，例如 6BL 的「路面下陷、損傷 (I 類)」的劣化度判定為「4」，因其對在該<u>碼頭的裝卸作業影響很大</u>，故性能弱化度評估為「A」。</p> <p>(3)綜合每個巡查與檢測項目的性能弱化度，整體性能弱化度評估結果為最嚴重「A」級。</p>																			

## 5. 維護維修計畫

根據巡查與檢測及總體評估結果，考量設施的安全性、重要性、維修的難易度和可行性、效果的持續性、維修相關費用等，訂定出維護維修方法和實施時機等。另本報告著力於港灣構造物之巡查與檢測及性能評估，維護維修計畫僅列出基本之構想，後續處置對策建議回歸維管單位本工程及管理專業，判定適用之工法及措施。

### (1) 基本考量

為確保設施的安全性、並提昇經濟性，從設計階段起，就應考量如何實施效率化的維護管理，以制定出有效的維護維修計畫。維修的時機及方法，應考量構件異狀的發展及綜合評估的結果、殘餘使用年限、經濟性、構造物使用狀況、現場的限制條件等，適當訂定之。

### (2) 實施流程

實施維修工程前，一般來說，多半會先進行實地調查、基本設計、細部設計等。經前述階段判定後，再據以實施可行之工法，實施流程如圖 2.5。

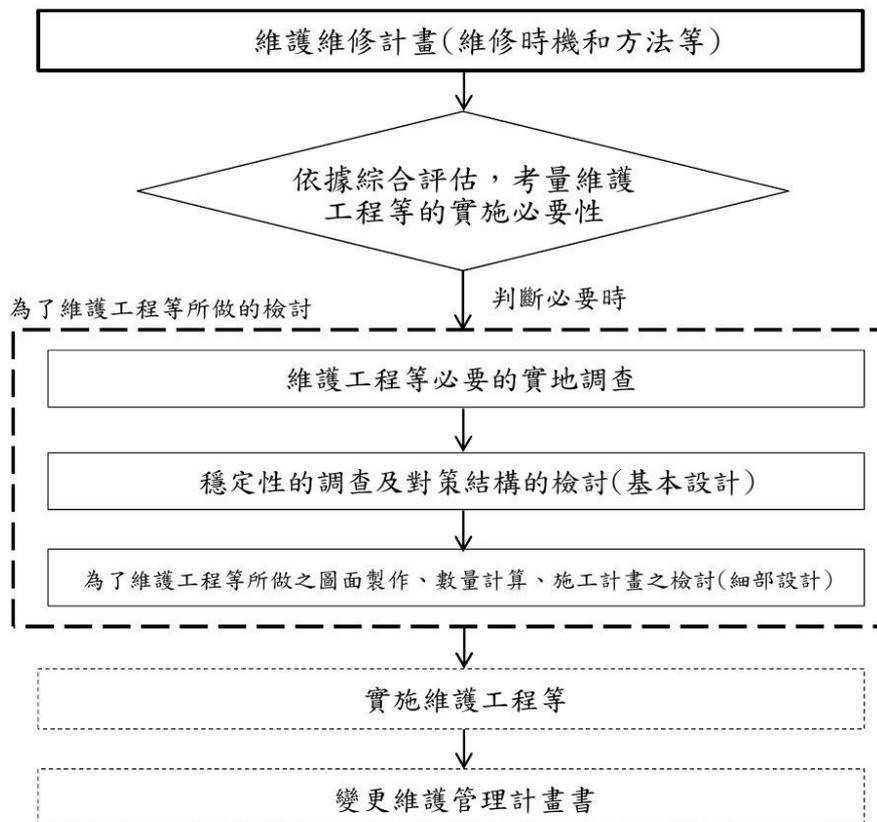


圖 2.5 維護維修工程之實施流程

### (3) 實施時機

維修的實施時機，應考量構件異狀的發展及綜合評估結果、殘餘使用年限、設施使用現況、現場限制條件等，適當制定之。實施時機可用表 2-29 之方法探討。

表 2-29 維護維修工程實施時機探討方法

探討基準	構件例
以劣化預測為準探討	如棧橋式碼頭上部結構
以耐用年限為準探討	如被覆防蝕
探討異狀顯著時應行維修或更換	如附屬設備
有多單元維修方法之構件	如棧橋上部結構等的 RC、PC 等
按照維修材料、條件，概略決定出維修方法的構件	如鋼材的被覆防蝕、電氣防蝕等
異狀顯著時，實施維修或更換的構件	如防眩材、車擋等附屬設備等

## 2.3 港灣構造物之新興科技應用案例

本研究蒐集並彙整相關港灣設施納入新興科技應用巡檢及維護管理相關文獻，引以為鑑，除探討新興科技應用於港灣設施巡檢之可行性，做為未來研究標的參採外，俟累積相關成果後，亦可逐步導入實際應用，提升設施維運效率。

部份科技運用巡檢案例，蒐集自日本国土交通省於2014年7月出版之「港灣の施設の点検診断ガイドライン」(中譯：港灣設施巡檢診斷指南)，內含第一部：總論以及第二部：實施要領，並於今(2020)年3月進行第一次修訂，修訂時特於第一部：總論中納入「積極考慮使用新技術如：使用 UAV、遠距操控無人探查裝置(Remote Operated Vehicle, ROV)等影像或多光束檢測，作為目視檢查及勘測之替代方案。」之字詞，以強調其發展科技巡檢之決心，並於第二部：實施要領中加入日本國內新興科技應用於港灣之案例，主要包含 UAV(無人飛行載具)、ROV(遠距操控無人探查裝置)調查、鋼管樁等鏽蝕劣化巡檢技術以及鋪面簍空調查技術等。此外，本節亦蒐集港灣空港技術研究所(Port and Airport Research Institute)相關科技應用巡檢研究之出版品。

### 1. UAV 運用於巡查

#### (1) 狀況探查

因 UAV 具有移動便捷性，可至人難以抵達或較難進入的空間進行作業，且可擇定機型(如圖 2.6)、客製酬載等，以達到所需之精度及作業需求，目前已廣泛運用於記錄、探查、搜救、載運等各面向，惟飛行時需配合當地飛行法規以及進行事先飛行工作及範圍申請。



圖 2.6 無人機形式(左：複合式；右：多旋翼式)

日本港灣空港技術研究所利用無人機，來探查颱風災害過後金澤港(金沢港)之防波堤之損害情形，並搭配實時動態技術(Real Time Kinematic, RTK)，由地面基準站接收來自衛星的無線電波，再透過相關通訊設備傳送觀測資料至移動站(搭載於無人機上)(圖 2.7)，藉此，移動站可差分計算，獲得即時且精準之定位座標，提高了定位精度。依其報告揭露誤差可達公分級(約為 1.5cm)。



資料來源：網路圖片

圖 2.7 搭載 RTK 之高精度航拍無人機(左)與接收基站(右)

探查後發現，其港西側防波堤之上部工有損壞、消波塊凌亂等情形(如圖 2.8、圖 2.9)



資料來源：日本国土交通省港湾局，点檢診断の効率化に向けた工夫事例集(案)(2020年)，第25頁。

圖 2.8 金澤港西防波堤海浪入侵前後上部工的比較



資料來源：日本国土交通省港湾局，点檢診断の効率化に向けた工夫事例集(案)  
(2020年)，第26頁。

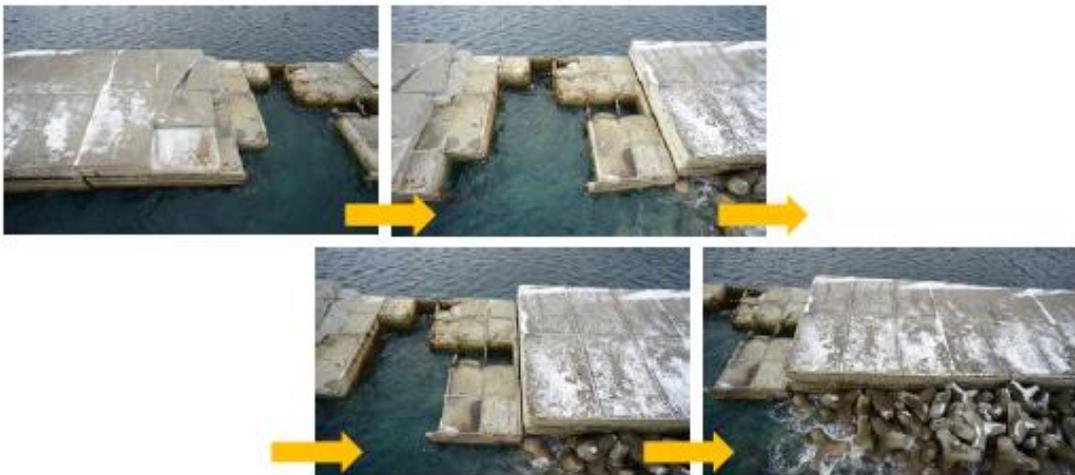
圖 2.9 金澤港西防波堤海浪入侵前後消波塊移動的比較

## (2) 三維影像重建及現況比對

近年來視覺攝影測量(Visual Photogrammetry)興起，相關技術例如：稠密點雲 (Dense point cloud) 技術主要是以面片基礎的多視立體視覺 (Patch-Based Multi- View Stereo, PMVS) 演算法獲取三維表面資訊；表面重建技術則是將點雲經波松表面重建 (Poisson Surface Reconstruction) 及紋理貼圖方式完成三維模型表面重建。

UAV 可配合內建或外部軟體達到航線軌跡、快門時間、相片重疊率等設定，藉由連續影像之拍攝，再經商業軟體如 Bentley® ContextCapture Center、AgiSoft® MetaShape Professional、Pix4D® 等軟體，即可達到影像製圖及三維模型重建。

以下圖例(圖 2.10、圖 2.11)為日本国土交通省於八戶港灣使用 UAV 進行三維影像之重建工作，藉以進行災害狀況之比對。



資料來源：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査報告書」(2016 年)

圖 2.10 使用 UAV 進行現地連續拍攝



資料來源：「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災状況調査報告書」(2016 年)

註：不規則三角形格網(Triangulated Irregular Network，TIN)

圖 2.11 現地三維影像及 TIN 影像圖

本所港研中心現已將前揭三維影像重建以及利用多期稠密點雲影像的套疊，並進行點雲差異分析及計算等技術，運用在現地邊坡巡查以及橋梁沖刷實驗上。點雲差異分析可顯示出兩期的變異區域，並以不同色階進行展示，藉以判讀變位情況(如圖 2.12 ~2.13)。

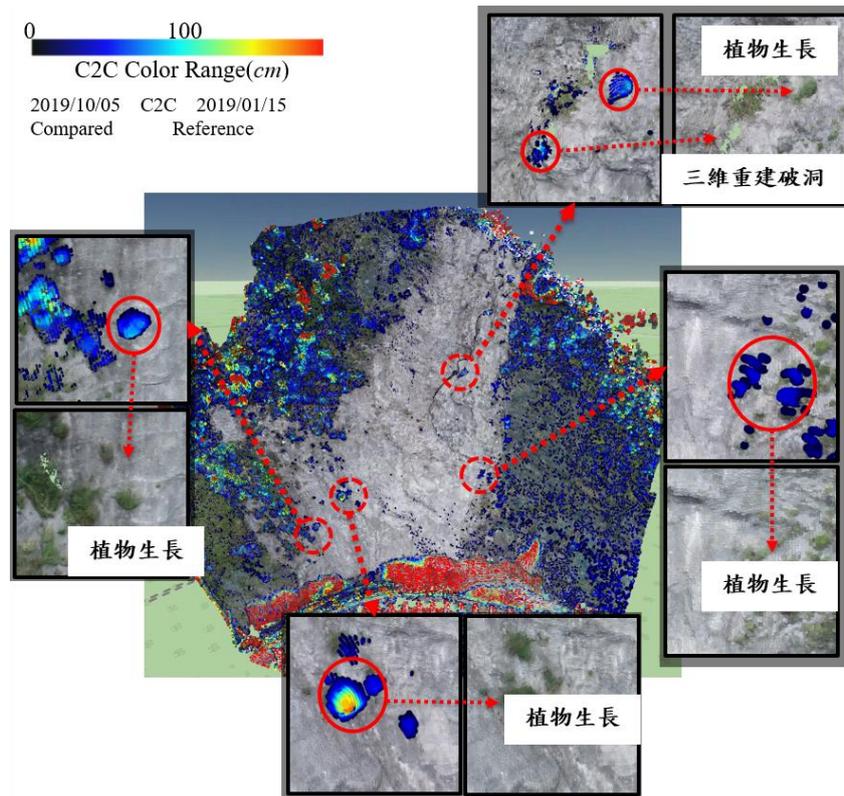


圖 2.12 多期影像套疊比對以分析邊坡變形

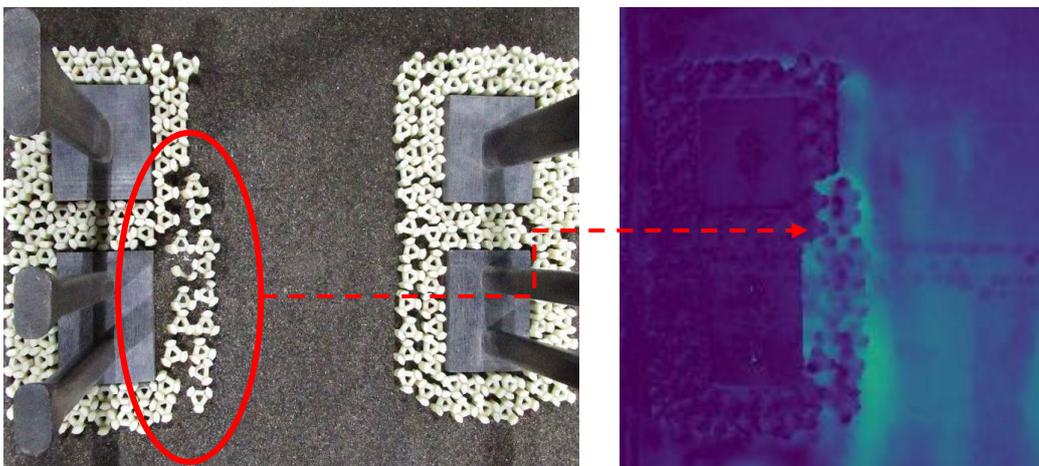


圖 2.13 橋梁沖刷試驗前後期比對

## 2. ROV 運用於巡查

以港灣結構物來說，有許多構件位處於潮間帶或沒於海面底下，惟該構件之狀況實為巡查、檢測之必要項目，例如：碼頭 RC 底板之混凝土剝落、鋼筋鏽蝕情況、鋼管樁腐蝕情形等，目前多是派遣潛水人員，以目視或使用儀器方式進行水下調查，並以防水相機或攝影機進行紀錄。

日本港灣空港技術研究所以不受海況影響的調查方法、不受使用狀況影響的調查方法、製作調查報告的省力化為開發目標，利用 ROV(遠距操控無人探查裝置)進行棧橋式碼頭下部結構之探查，並以拍攝的圖像要有效地提取變形、判斷劣化並根據圖像生成 3D 數據創建檢查表等為開發重點功能。

市售之相關 ROV，其原始功能不一定皆能符合巡查需求，故港灣空港技術研究所進行相關改良，於上部搭載一臺用於上層結構攝影的數碼單鏡頭反光照相機，以及一臺 GigE(Gigabit Ethernet)工業相機攝影裝置用以操作輔助，並帶有內置之感測器和控制裝置，使設備皆能遠程連接陸上之 PC 進行操作。此外，裝備用於拍攝和與拍攝目標分離的 LED 照明，以及配備了激光測距儀以掌握距離，另外在側面安裝了一個額外的浮體，使其成為半浸沒型，因此在風波潮流等情況下，具有穩定之作用。

為解決 ROV 位於棧橋下方而無法接收 GPS 用於定位之問題，先給定欲探查之標的中，鋼管樁的位置資料，再以安裝在上部結構成像設備上的 LRF(雷射測距儀)，藉由依次比較鋼管樁和用於檢查的 ROV 的相對位置，可以估算出具體的位置，以完整拍攝全貌、足跡追蹤及避免碰撞。實機如圖 2.14，操作畫面如圖 2.15，設備規格如表 2-30。



資料來源：網路圖片(左)；港灣空港技術研究所，「檢測診斷技術重點」(2014年3月)。

圖 2.14 市售 ROV(左)；改良後 ROV(右)



資料來源：日本国土交通省港灣局，点檢診断の効率化に向けた工夫事例集(案)(2020年)，第48頁。

圖 2.15 ROV 操作畫面顯示

表 2.30 棧橋上部結構檢查用 ROV 主要規格

項目	技術指標
相機	<p><u>巡查拍攝用</u></p> <p>數碼單鏡頭反光相機(f=14mm)1 臺</p> <p>GigE 相機(f=3.5mm)1 臺</p> <p><u>操作用</u></p> <p>GigE 相機(f=3.5mm)3 臺(水上前、後，水下前)</p>
推進裝置	水平推進器 4 組(採菱形排列)、懸掛式推進器 2 組
性能	最大前進速度約 1.5kts
傳感設備	雷射測距儀、雷射打標機、陀螺儀、GPS 定位計
其他功能	方位維持，深度維持，避障
尺寸/重量	L1200 x W800 x H925(mm) / 約 100kg

資料來源：日本国土交通省港灣局，点檢診断の効率化に向けた工夫事例集(案)(2020 年)，第 47 頁(本報告整理)。

依日本港灣空港技術研究所揭露資料，首先利用 ROV 拍攝的圖像，透過 SfM(Structure from Motion)軟體，將多張照片拼接後自動生成三維模型，並獲取點雲數據和經由網格生成的紋理圖像，再由以上之相關資料，配合調查標的之相關設施信息(構件尺寸、位置、編號等)，進行展開圖製作。

為達到巡查與檢測之自動化，利用軟體自動辨識棧橋底板所發生之劣化，判斷係屬鋼筋裸露、混凝土開裂、剝落等異狀，並依劣化種類不同，以不同色調進行標示。依照劣化判定指標，設置 4 種檢測參數模型，每種模式以列表顯示方式，將檢測結果進行比較，並選擇最合適的檢測參數進行畸變提取。在人員確定位置和劣化類型後，根據變形的確定輸入劣化程度 a 到 d，後產製出巡檢資料表格。流程圖整理如圖 2.16。

比起傳統做法，此法可簡化業務工作，而且減少確定劣化程度和記錄的工作量，以提升效率。

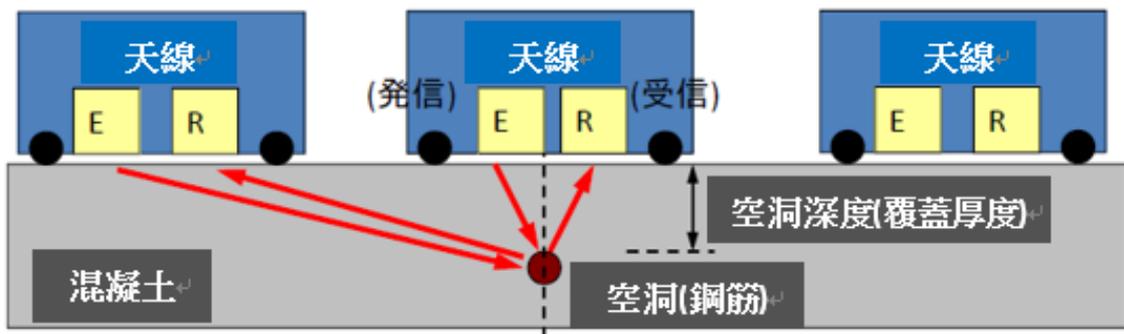


### 3. 鋪面鑿空調查技術

碼頭、道路、橋梁等，皆有可能發生鋪面之空洞化，進而導致經過之人、車受損害，針對本劣化，一般目視巡查以檢查外觀為主，藉由其表面開裂程度、凹凸及落差情形來進行判斷，惟可能表面看似輕微，而內部卻已有鑿空發生。

而以儀器進行之鋪面鑿空檢測，以下面幾種方法較為常見：(1) 錘擊：透過錘擊聲的差異判斷中空部分和非中空部分；(2) 內視鏡探查：通過於鋪面上鑽孔，並放入內視鏡以探查內部情況(3) 局部挖掘：透過局部挖掘相關區域，直接了解空洞的深度、規模。雖可直接確認狀態，但花費之時間人力等成本效益較高，目前嘗試使用電磁波雷達來了解結構周圍的空洞化狀態，以及確認是否存在空洞化之有無，俟確認、定位後再行以開挖等方式進行進一步探查，以減少對結構物之擾動。

電磁波雷達法為一種非破壞檢測方法，主要原理係利用從發射天線發射的電磁波在具有不同電特性(導電率、電阻值等)的材料介面處反射的特性進行調查(圖 2.17)，此方法亦可應用於混凝土中鋼筋位置和深度的推估。



資料來源：港灣空港技術研究所，「檢測診斷技術重點」(2014年3月)，第50頁。

圖 2.17 電磁波雷達法作業原理

電磁波雷達法探測之兩大重要因子為受測物之介電常數與電磁波的衰減常數，當兩物質間的介電常數差值越大時，所顯示的反射面越明顯。導電率越大的物質，因電磁波衰減的緣故，探測深度越淺，一般物質介電常數如表 2-31。

表 2-31 地層電性參數表

介質名稱	電阻率 $\rho$ (Ohm-m)	介電常數 K	速度(m/ns)
乾沙	$10^3 \sim 10^7$	3~6	0.1~0.122
飽合含水沙	$10^2 \sim 10^4$	20~30	0.067~0.055
粉砂	$10^2 \sim 10^3$	5~30	0.134~0.055
頁岩	$10 \sim 10^3$	5~15	0.134~0.077
飽合含水黏土	1~10	5~40	0.134~0.047
溼土	50~100	30	0.055
岩質土	1,000	7	0.113
乾砂質土	7100	3	0.173
濕砂質土	150	25	0.06
乾壤質土	9,100	3	0.173
濕壤質土	500	19	0.069
乾黏土質土	3,700	2	0.021
濕黏土質土	20	15	0.077
溼砂岩	25	6	0.122
乾石灰岩	$10^9$	7	0.113
濕石灰岩	40	4~8	0.15~0.106
濕玄武岩	100	8	0.106
花崗岩	$10^3 \sim 10^5$	4~6	0.15~0.122
淡水	$30 \sim 10^4$	81	0.033
乾雪	$10^5 \sim 10^6$	1	0.3
冰	$10^3 \sim 10^5$	3~4	0.173~0.15
水泥混凝土	0.1~1	6~11	0.09~0.12
空氣	無限大	1	0.3

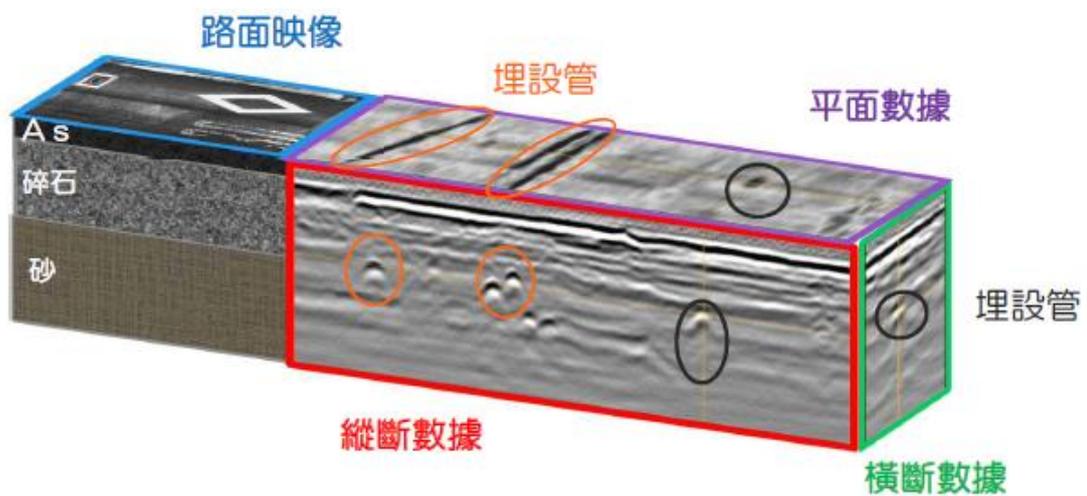
資料來源：交通部運輸研究所，蘇澳港南外廓防波堤透地雷達檢測工作完工報告(2020年9月)。

電磁波雷達可配合欲調查場域，裝載於手推車或汽車上(圖 2.18)，掃描後可產製平面圖、橫斷圖、縱斷圖及三維模型(圖 2.19)等，並經由專業人員進行判讀，判斷成像有異處為空洞或管線等埋設物，其探查深度依裝載之設備功率和欲探查之結構物材質、土質條件等有關，以車載電磁波雷達而言，約可達地面下數米。



資料來源：港灣空港技術研究所，「檢測診斷技術重點」(2014年3月)。

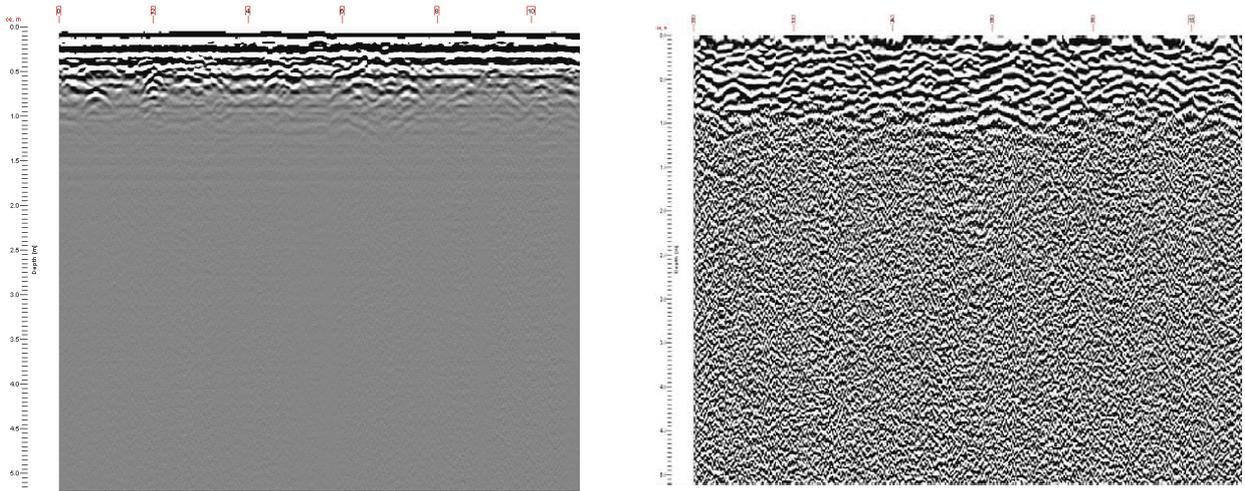
圖 2.18 手推及車載式電磁波雷達



資料來源：港灣空港技術研究所，「檢測診斷技術重點」(2014年3月)。

圖 2.19 電磁波雷達三維處理示範圖

本所港研中心亦於今(109)年 11 月進行蘇澳港南外廓防波堤電磁波透地雷達之檢測工作，採用等間距施測法，就地表下 0~10 公尺進行探測，藉以評估地層反射異常位置。本探測總共探測 102 條測線，探測總長度為 3150.4 公尺。此外，為加強顯像，使用濾波處理器，壓抑背景雜波訊號及增強反射訊號，成果差異如圖 2.20。



資料來源：交通部運輸研究所，蘇澳港南外廓防波堤透地雷達檢測工作完工報告(2020年9月)。

圖 2.20 電磁波雷達成果圖資料處理前(左)資料處理後(右)

本次電磁波透地雷達工作地點如圖 2.21 紅框處。



資料來源：交通部運輸研究所，蘇澳港南外廓防波堤透地雷達檢測工作完工報告(2020年9月)。

圖 2.21 蘇澳港南外廓防波堤地點示意圖

依據探測結果顯示，分析異常孔洞反射位置及成果整理如表 2-32。

表 2-32 透地雷達檢測成果總覽表

編號	測線編號	訊號異常位置(M)	訊號異常深度(M)	評估結果說明
1	測線 A1 高頻段	112.98~120.83	0.71~1.26	裂隙
2	測線 A1 高頻段	360.99~363.26	0.62~0.84	局部孔洞
3	測線 A1 高頻段	670.42~672.64	1.26~1.59	局部孔洞
4	測線 A1 高頻段	683.01~685.65	1.11~1.42	局部孔洞
5	測線 A1 高頻段	692.2~694.32	1.2~1.42	局部孔洞
6	測線 A1 高頻段	770.8~791.02	1.14~1.55	下陷跡象
7	測線 A1 高頻段	806.46~814.68	1.36~1.62	裂隙
8	測線 A1 高頻段	856.9~887.6	1.21~1.52	下陷跡象
9	測線 A1 高頻段	950.12~960.04	0.91~1.09	下陷跡象
10	測線 A1 高頻段	953.81~956.09	1.03~1.24	局部孔洞
11	測線 A1 低頻段	104.86~107.33	2.38~2.86	局部孔洞
12	測線 A1 低頻段	163.74~166.22	1.07~1.59	局部孔洞
13	測線 A1 低頻段	239.63~242.21	1.83~2.29	局部孔洞
14	測線 A1 低頻段	286.38~288.34	1.82~2.29	局部孔洞
15	測線 A1 低頻段	364.39~366.98	1.28~1.76	局部孔洞
16	測線 A1 低頻段	453.77~456.05	0.6~0.89	局部孔洞
17	測線 A1 低頻段	489.14~494.21	0.9~1.41	局部孔洞
18	測線 A1 低頻段	539.86~545.96	1.93~2.64	局部孔洞
19	測線 A1 低頻段	670.14~678.2	1.13~1.59	裂隙
20	測線 A1 低頻段	771.07~773.55	2.36~2.7	局部孔洞
21	測線 A1 低頻段	815.01~817.29	2.38~2.78	局部孔洞
22	測線 A1 低頻段	849.17~851.45	2.33~2.77	局部孔洞
23	測線 A1 低頻段	876.4~878.57	1.35~1.69	局部孔洞
24	測線 A1 低頻段	881.78~884.06	1.01~1.34	局部孔洞
25	測線 A2 高頻段	111.17~118.41	0.15~0.76	裂縫
26	測線 A2 高頻段	466.28~492.24	0.58~1.02	下陷跡象
27	測線 A2 高頻段	578.31~589.88	0.97~1.13	下陷跡象
28	測線 A2 高頻段	749.22~790.59	0.66~1.09	下陷跡象
29	測線 A2 低頻段	28.51~32.85	0.85~1.3	局部孔洞
30	測線 A2 低頻段	60.72~63.2	2.46~2.89	地層局部孔洞

31	測線 A2 低頻段	114.17~116.44	0.84~1.29	局部孔洞
32	測線 A2 低頻段	217.1~219.27	1.39~1.82	局部孔洞
33	測線 A2 低頻段	224.77~226.94	1.93~2.34	局部孔洞
34	測線 A2 低頻段	240.62~243.21	1.56~2.05	局部孔洞
35	測線 A2 低頻段	255.13~257.31	1.42~1.92	局部孔洞
36	測線 A2 低頻段	361.26~363.53	1.65~2.1	局部孔洞
37	測線 A2 低頻段	453.93~456.21	1.12~1.6	局部孔洞
38	測線 A2 低頻段	482.19~484.58	1.19~1.59	局部孔洞
39	測線 A2 低頻段	493.79~496.27	1.25~1.69	局部孔洞
40	測線 A2 低頻段	542.75~545.03	1.66~2.09	局部孔洞
41	測線 A2 低頻段	589.23~591.2	0.99~1.54	局部孔洞
42	測線 A2 低頻段	642.83~646.23	1.19~1.68	局部孔洞
43	測線 A2 低頻段	655.93~658.31	1.86~2.33	局部孔洞
44	測線 A2 低頻段	695.46~697.63	1.24~1.68	局部孔洞
45	測線 A2 低頻段	766.63~771.9	1.03~1.59	局部孔洞
46	測線 A2 低頻段	884.46~886.74	1.1~1.58	局部孔洞
47	測線 A2 低頻段	925.05~927	1.36~1.8	局部孔洞

資料來源：交通部運輸研究所，蘇澳港南外廓防波堤透地雷達檢測工作完工報告（2020年9月）。

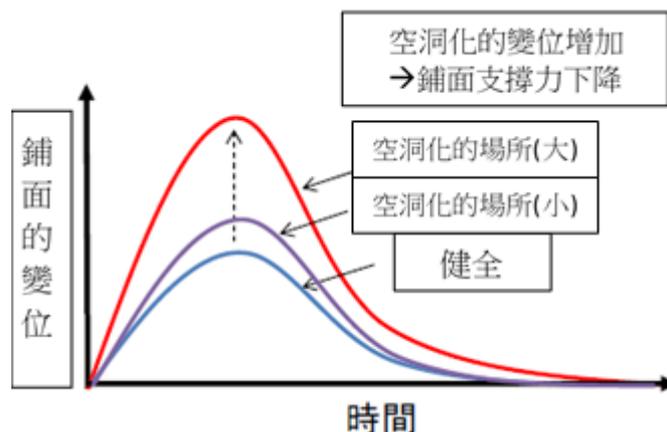
然而，電磁波透地雷達於實務上仍有不適用之場域情形，比如：有積水和地下水位處、埋設管線變化大且多之處、有鋪裝材或覆工板之處等，皆會影響其探測品質和結果，且經掃描後的結果，仍需透過專業訓練之人員進行判斷是否為空洞，若未來有機會結合機器學習達到自動判識，相信更能提高效率及應用。

目前亦有使用落錘式撓曲儀(Falling Weight Deflectometer, FWD)(圖 2.22)來進行混凝土路面的承載力評估，若重錘落下時，造成之變位增加，即有空洞化可能(圖 2.23)。



資料來源：港灣空港技術研究所，「檢測診斷技術重點」(2014年3月)，第57-58頁。

圖 2.22 落錘式撓曲儀裝置及人員使用過程



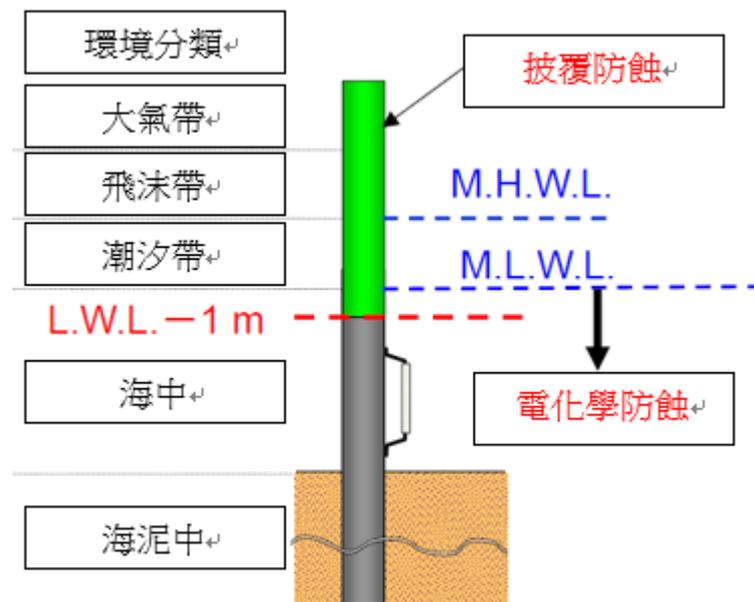
資料來源：港灣空港技術研究所，「檢測診斷技術重點」(2014年3月)，第57頁。

圖 2.23 落錘式撓曲儀裝置調查結果變位圖

#### 4. 鋼結構腐蝕調查技術

港灣鋼構造物主要之防蝕機制可分為(1)犧牲陽極防蝕：電位較負之金屬(如鎂、鋁、鋅等)當為陽極，與被保護體於介質(如土壤、水、混凝土等)中聯結，形成一電化學電池，由於異類金屬相互接觸時，活性較大之金屬(陽極)，會在電化學電池反應中被消耗，而較鈍性的鋼板管樁(陰極)，則會被保護；(2)外加電流防蝕：陽極接於直流電源器之「+」端，而被保護體(金屬)則接於直流電源器的「-」端，並透過向鋼材表面通直流電來抑制腐蝕反應；(3)批覆防蝕：透過鋼材表面的各種材料披覆來阻斷腐蝕環境。

依現行碼頭鋼板(管)樁防蝕方法，潮汐帶、飛沫帶及大氣帶較多採用批覆防蝕工法，而海中及海泥處，則是以電化學相關之防蝕工法居多(圖 2.24、圖 2.25)。



資料來源：港灣空港技術研究所，「檢測診斷技術重點」(2014年3月)，第15頁。

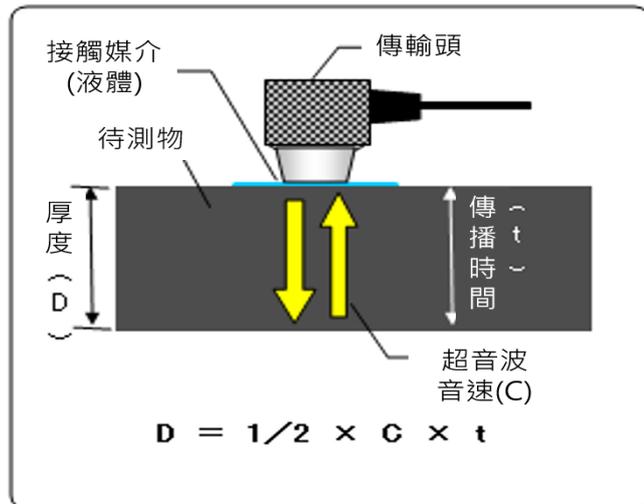
圖 2.24 防蝕工法適用範圍(一般情況)



圖 2.25 鋼管樁批覆防蝕(左)犧牲陽極防蝕(右)

爰此，若需了解鋼結構物之腐蝕情形，除一般目視外，亦可使用非破壞性檢測儀器，來進行厚度量測以推算腐蝕速率，或者進行保護電位之量測。目前保護電位量測方式為使用不同參考電極量測時之標準防蝕電位，來判定其是否有達到所需之保護電位值(依 CNS15993-1 建議，常見之硫酸銅參考電極保護電位標準值至少須為  $-850\text{mV}$ 、海水氯化銀保護電位標準值至少須為  $-780\text{mV}$ 。 )。

日本港灣空港技術研究所運用以水中操作為前提，耐壓水深達  $300\text{m}$  之高性能超音波測厚儀，並可進行船底，橋梁，碼頭，鋼管樁，水下管道等的厚度量測，其測量原理係運用根據超音波被反射的傳播時間  $t$  乘以被測物體的聲速  $C$  即可算出厚度  $D$ (圖 2.26)，表 2-33 整理超音波於主要幾個被測定材料之中之聲速。



資料來源：ダコタ・ジャパン株式会社，www.dakotajapan.com。

圖 2.26 超音波測厚儀(左)超音波測厚原理示意圖(右)

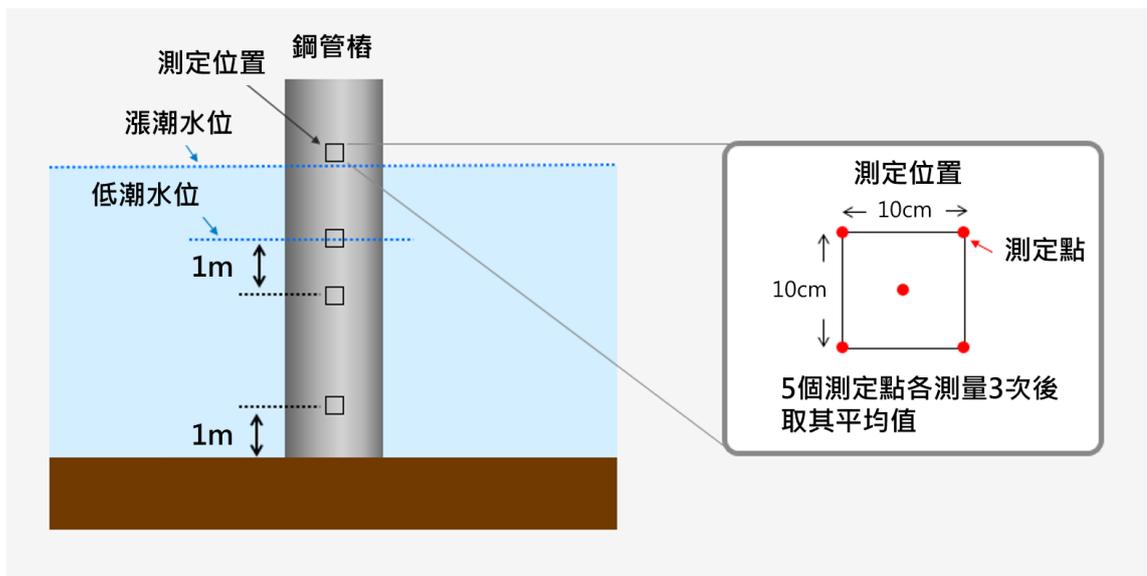
表 2-33 主要被測定材料中之聲速

材料	聲速(m/s)
鋼	5,920
不鏽鋼	5,660
鋁	6380
鑄鐵	4550
塑膠/玻璃	2690
PVC	2390

註：包含氣泡的木材和泡沫塑料之類的材料無法測量，因為超聲波不會穿過氣泡，另外，無法測量如橡膠之類的高衰減材料，在這種材料中，輸出的超聲波會消失。

超音波測厚有兩種於水中測厚之檢測方法，第一為將測厚儀主體留在地面上，然後將帶有長電纜的傳感器(探頭/探針)放入水中進行測量，以進行水下測量，第二為將測厚儀主體和傳感器都放入水中進行測量，此測量方法，可以測量從淺水到 50 m 或更長的深水範圍內的各種水深的厚度。

檢測方法建議為測量不同高度的四個位置，並在每個位置測量五點，各點再測量 3 次，後取其平均值當做目前厚度(圖 2.27)。另外，腐蝕和生物(例如貝類)，會影響水下結構的測量表面，故測量前，需請潛水人員利用鋼絲刷、刮刀等先清潔受檢物之表面，而受測後將水下傳感器(探頭/探針)浸入盛有淡水的桶中，以去除鹽和污垢。依其提供資料，有 4 種測厚模式提供不同之量測應用，比如：一般測厚、膜厚測定等量測。



資料來源：ダクタ・ジャパン株式会社，[www.dakotajapan.com](http://www.dakotajapan.com)。

圖 2.27 鋼管樁厚度檢測範例圖



## 第三章 港灣構造物維護管理資訊系統

### 3.1 系統基本介紹

本系統為本所 102 年「花蓮港碼頭結構檢測評估及維護管理系統建置」計畫配合建置，103~105 年持續改善內容並加入基隆、臺北、蘇澳、金門與馬祖港等應用範圍，106 年度辦理「精進及擴充既有花蓮港港灣構造物維護管理系統」，改善既有之功能模組，107 年度辦理「港灣構造物維護策略與管理系統之研究」案，並開發行動程式 APP 第一版，108 年度辦理「臺中港港灣構造物維護策略探討與管理系統擴建」，持續配合需求單位及使用者意見回饋滾動修正及精進擴充系統功能模組，另亦對去年度正式開發，針對行動裝置的第一版 APP 進行程式的修正跟調整及精進。

港灣構造物維護管理資訊系統及 APP 基本功能，以及過去完成之重點項目臚列如后。

#### 3.1.1 系統功能介紹

目前系統共計有 14 個功能模組，分別為：基本資料模組、巡查資料模組、維修排序模組、維修紀錄模組、資料審核模組、圖文管理模組、統計分析模組、下載專區模組、帳號管理模組、公告管理模組、留言管理模組、系統管理模組、系統通知模組以及資料同步模組，其架構圖如圖 3.1。以下簡要說明功能模組內容及其功能。

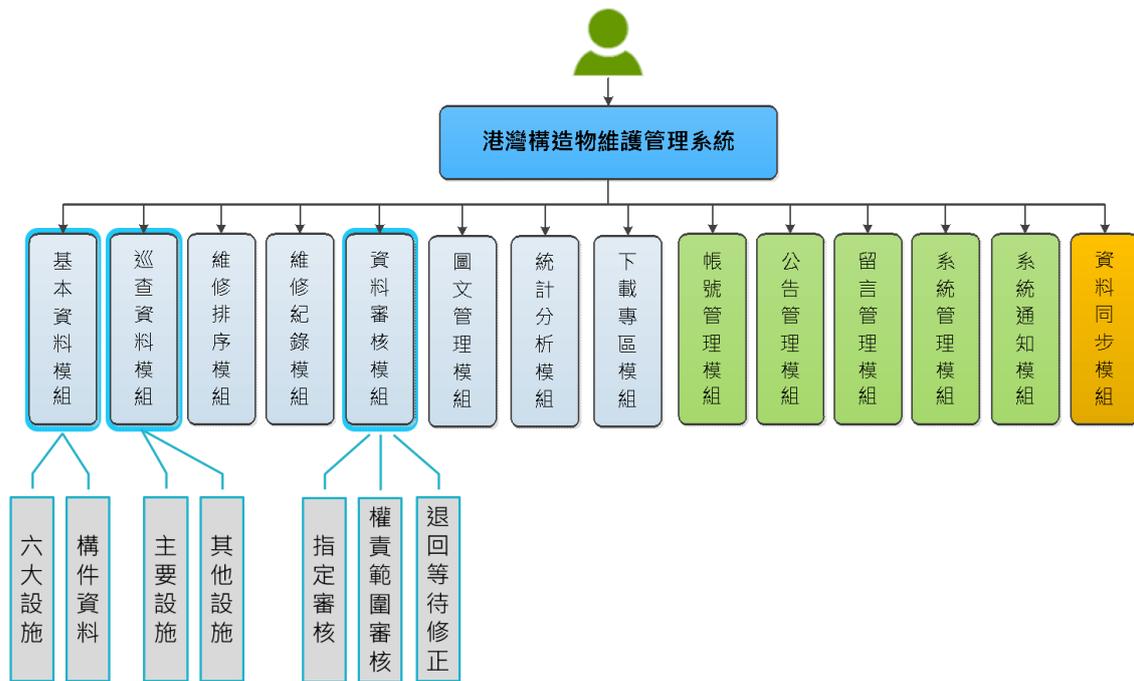


圖 3.1 系統功能模組架構圖

## 1. 基本資料模組

提供港灣基本資料如：照片、簡介等資訊，並可快速檢視各設施(碼頭、防波堤、浮動碼頭)數量統計(圖 3.2)。



圖 3.2 港灣基本資料

另針對不同設施提供不同基本資料填列表格，以碼頭為例，提供碼頭名稱、碼頭長度、碼頭設計水深、碼頭可靠泊水深、泊船噸位、用途說明、單元數量、碼頭型式、建造日期、建造經費等欄位供管理者填列，亦在每個建立的設施資料中，提供圖片等相關資料上傳功能(圖 3.3)。

圖 3.3 基本資料填列表格

此外，使用者可依照各設施類別建立所屬的構件資料與編碼，所建立的構件將會連動產生經常巡查檢核表(圖 3.4)。

圖 3.4 設施構件編碼

## 2. 巡查資料模組

主要提供「經常巡查、特別巡查、定期檢測、詳細檢測」資料之查詢與新增。

### (1) 巡查資料新增

巡查包含經常巡查以及特別巡查，再新增巡查資料前，需先至前一功能模組—基本資料模組中，完成構件之建置，以利系統生成可巡查之構件或項目。

確立設施內各構件建立完畢後，先選擇主要設施(碼頭、防波堤、道路等)或其他設施並填寫相關基本資料，再依巡查之狀況填列巡查表 A，若巡查項目無劣化情形，可直接至下一步驟填列巡查意見後送出，以完成巡查紀錄之新增，若有劣化情形，則須先添加劣化紀錄後，才能再至下一步驟填列意見後送出審核，基本之巡查作業流程如圖 3.5。其他相關步驟操作見圖 3.6~圖 3.9。

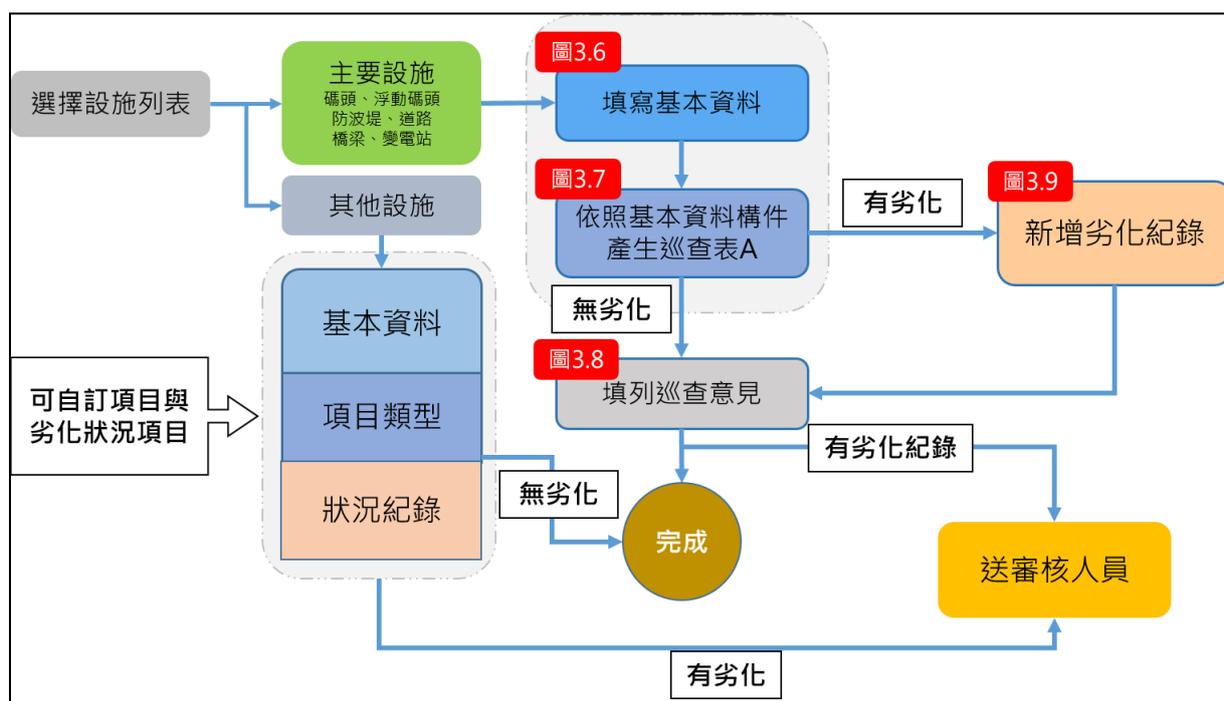


圖 3.5 巡查資料模組 - 資料建立流程

新增經常巡查

高雄港 - 新濱1號, 2號碼頭

\*巡查日期: 2020-06-28 \*天氣: 晴

\*巡查單位: 運輸研究所港研中心

\*巡查人員: 系統管理者 會同人員

\* 查看巡查項目: 巡查設施、頻率、項目、初步判斷分類表  
 \* 以下為目前可巡查構件或項目, 如有缺少構件請至基本資料內設施列表新增  
 \* 請勾選要巡查的構件或項目。

1.車擋  
 2.繫船柱  
 3.軌道  
 4.碼頭鋪面  
 5.排水設施  
 6.棧橋面板  
 7.防鹼固定裝置及暴風鎖  
 8.末端阻擋器  
 9.碼頭法線

填寫完成, 繼續填寫巡查表A

至設施資料

如有缺少的構件或項目可點選此新增

新濱1號, 2號碼頭 類型列表

NO	類型	編號	備註	構件列表	操作
1	主體	1	1	新增構件	刪除 刷新

新濱1號, 2號碼頭 構件編碼 - 類型:主體 編碼:1

N	構件	編號	構件編碼	操作
1	車擋(Cu)	1	1Cu1	刪除 刷新
2	繫船柱(Bo)	1	1Bo1	刪除 刷新
3	梁(B)	2	1B2	刪除 刷新
4	底板(S)	3	1S3	刪除 刷新
5	軌道(Ra)	1	1Ra1	刪除 刷新
6	碼頭鋪面(PPm)	3	1PPm3	刪除 刷新
7	排水設施(Dr)	1	1Dr1	刪除 刷新
8	棧橋面板(D)	1	1D1	刪除 刷新
9	防鹼固定裝置及暴風鎖(Sl)	1	1Sl1	刪除 刷新
10	末端阻擋器(Es)	1	1Es1	刪除 刷新

圖 3.6 填寫基本資料

高雄港 - 新濱1號, 2號碼頭

巡查日期: 2020-06-28

經常巡查表A [前已記錄] 說明

繫船柱					
否/是	前已紀錄	劣化情形	筆數	劣化紀錄	歷次紀錄
<input type="radio"/> 否 <input checked="" type="radio"/> 是	<input checked="" type="checkbox"/>	1.外殼嚴重鏽蝕			6
<input type="radio"/> 否 <input checked="" type="radio"/> 是	<input type="checkbox"/>	2.破損或斷裂	0	添加	1
<input type="radio"/> 否 <input checked="" type="radio"/> 是	<input type="checkbox"/>	3.基座破損	1	添加	

點選此處可以刪除已產生構件巡查表

車擋					
否/是	前已紀錄	劣化情形	筆數	劣化紀錄	歷次紀錄
<input checked="" type="radio"/> 否 <input type="radio"/> 是	<input type="checkbox"/>	1.損傷或變形	0	添加	2
<input checked="" type="radio"/> 否 <input type="radio"/> 是	<input type="checkbox"/>	2.鋼筋外露	0	添加	
<input checked="" type="radio"/> 否 <input type="radio"/> 是	<input type="checkbox"/>	3.警示塗裝剝落	0	添加	6

圖 3.7 產生巡查表 A

高雄港 - 新濱1號, 2號碼頭

\*巡查日期: 2020-06-28 \*天氣: 晴

\*巡查單位: 運輸研究所港研中心

\*巡查人員: 系統管理員 會同人員: \_\_\_\_\_

[劣化紀錄清單] 共: 2筆

構件類型	劣化類型	狀況描述	位置	範圍	已錄
繫船柱	基礎破壞	test			否
繫船柱	外殼嚴重鏽蝕				否

\*巡查員意見: 有異常已記錄

快速輸入:

備註: \_\_\_\_\_

\* 因有劣化紀錄, 點擊完成巡查會將紀錄寄送至核人員

**\*.完成此次巡查紀錄**



高雄港 - 新濱1號, 2號碼頭  
已完成 2020-06-28 經常巡查!!

圖 3.8 填列巡查意見

構件編碼: \_\_\_\_\_

\*構件或項目: 繫船柱

\*劣化類型: 外殼嚴重鏽蝕

狀況描述: \_\_\_\_\_

位置: \_\_\_\_\_

範圍: \_\_\_\_\_

前已紀錄  是 (勾選則不需進行呈核)

詳細診斷  是 (建議此劣化需再詳細診斷)

\*權責範圍: \_\_\_\_\_

備註: \_\_\_\_\_

**新增照片**

照片名稱: \_\_\_\_\_ 檔案:  未選擇任何檔案

\*呈核人員:

\* 因有劣化紀錄, 需填寫呈核人員審核

圖 3.9 新增劣化紀錄

## (2) 檢測資料新增

巡查包含定期檢測及詳細檢測，檢測部分可針對結構形式為鋼板樁可填寫：鋼管樁電位、陽極塊電位、鋼板厚度等量測紀錄(圖 3.10)，另可上傳紀錄詳細檢測作業的檔案報告，供日後查詢下載使用(圖 3.11)。

編輯定期檢測 - 檢測紀錄列表						
高雄港 - 一百一十一號碼頭						
基本資料		檢測紀錄	劣化紀錄	定檢照片	定檢檔案	
新增鋼管樁電位		新增陽極塊電位		新增鋼板厚度		
NO	報表類型	檢測日期	天氣	檢測員	單位	協力廠商
1	鋼管樁電位	2019-11-26	晴	高雄港	test	

圖 3.10 新增定期檢測

高雄港- 設施列表			新增詳細檢測	
<input type="text" value="名稱關鍵字"/> <input type="button" value="查詢"/>			高雄港 - 新濱1號, 2號碼頭	
新增詳細檢測	變電站	高雄變電站	檢測日期	<input type="text"/>
新增詳細檢測	道路	蓬萊路	檢測單位	<input type="text"/>
新增詳細檢測	碼頭	登一碼頭	檢測人員	<input type="text"/>
新增詳細檢測	碼頭	登二碼頭	檔案名稱	<input type="text"/>
新增詳細檢測	碼頭	新濱1號, 2號碼頭	備註說明	<input type="text"/>
新增詳細檢測	浮動碼頭	浮動碼頭	檔案上傳	<input type="button" value="選擇檔案"/> <input type="button" value="未選擇任何檔案"/>
新增詳細檢測	防波堤	kabw_fn1	<input type="button" value="確定新增"/>	
新增詳細檢測	防波堤	kabw_fn2		
新增詳細檢測	防波堤	kabw_fn3		

圖 3.11 新增詳細檢測



#### 4. 維修紀錄模組

此模組提供各港針對維修事件資料之紀錄查詢，可記錄維修合約編號、金額、廠商名稱、使用工法、日期等，以及上傳維修前中後照片及預算書等檔案，供資料保存及查核、分析使用(圖 3.14)。

新增維修紀錄			
合約資料			
合約編號	<input type="text"/>	承辦人員	<input type="text"/>
合約名稱	<input type="text"/>		
廠商名稱	<input type="text"/>		
負責人	<input type="text"/>	聯絡人	<input type="text"/>
廠商所在縣市	<input type="text"/>		
廠商地址	<input type="text"/>		
廠商電話	<input type="text"/>	傳真電話	<input type="text"/>
維修工法	<input type="text"/>		
維修數量	<input type="text"/>	單位	<input type="text"/>
*維修金額	<input type="text"/>		
*維修開工日期	<input type="text"/>	維修完工日期	<input type="text"/>
維修項目說明	<input type="text"/>		

圖 3.14 新增維修紀錄

#### 5. 維修排序模組

此模組提供了需維修設施搜尋與已維修設施搜尋兩功能，需維修設施搜尋功能，主要針對系統內所記錄的劣化狀況 2 以上的劣化紀錄來進行搜尋排序，搜尋出的結果可提供維修相關人員進行維修發包時的參考依據，另已維修設施搜尋功能，則提供以劣化狀況或契約名稱等條件，進行已建立維修紀錄等查詢使用。

## 6. 圖文管理模組

對於港灣內相關的文件檔案可透過此模組上傳紀錄，系統目前有 13 種檔案類型提供選擇紀錄，並提供圖文相關的欄位紀錄，如圖號、統一代碼、版本等讓使用者自行選填紀錄並上傳對應的圖文檔案存放於系統上。

## 7. 統計分析模組

可提供各港必填欄位之統計，供人員查看已填及必填情形，並計算填寫率(圖 3.15)。

臺中港- 設施列表 必填欄位統計									
總設施數: 112 總必填欄位: 1028 總已填欄位: 909 填寫率:88%									
NO	結果	類型	名稱	使用狀態	型式	竣工年月	已填/必填	填寫率	操作
1	✓	道路	中一路	正常使用	無	不詳年/不詳月	7/7	100%	<a href="#">檢視</a> <a href="#">立即填寫</a>
2	✓	道路	中二路	正常使用	無	不詳年/不詳月	7/7	100%	<a href="#">檢視</a> <a href="#">立即填寫</a>

圖 3.15 必填欄位統計

## 8. 下載專區模組

主要提供使用者掃描 QRcode 下載 APP 使用(圖 3.16)，在此功能頁面也提供了主系統與 APP 的使用手冊下載，並將最新的教育訓練使用講義也一併於此提供下載。



圖 3.16 APP 下載之 QRcode

註：(左：Android 版本；右：iOS 版本)提醒安裝 IOS 版本 APP，安裝完成後需至手機內的 [設定]->[裝置管理]->信任此 APP 才可使用。

## 9. 帳號管理模組

此模組僅供系統管理者以及各港灣管理者管理各港灣內的使用帳號，帳號資訊主要包含使用者姓名、單位、帳號、密碼、權限以及可檢視之港區，並開立所轄港灣內的使用帳號，如有開立廠商使用的帳號，亦可設定其使用期限來方便管理。

## 10. 公告管理模組

此模組為系統管理者建立及發佈公告使用，而使用者在登入系統後可以看到相關的公告內容。

## 11. 留言管理模組

使用者可以透過此功能進行留言，詢問系統相關的操作問題或是提供系統改善的建議等等，系統管理者可以針對留言進行回覆或是告知處理進度。

## 12. 系統管理模組

關於管理系統中相關設定會於建立於此功能模組內，其設定權限僅提供系統管理者可進行設定使用，目前可設定範圍為巡查與定檢通知開啟設定，與系統使用的劣化類型清單等匯入作業等，未來將視系統開發需求增加更多的系統設定項目。

## 13. 系統通知模組

此模組為系統後端處理模組，主要針對各劣化建立時或審核狀態改變時通知使用，系統在接收到有使用者建立劣化紀錄時，會依據劣化紀錄上所輸入的所屬單位，進而發送電子郵件通知相關單位人員，收到通知的人員可登入系統進行審核作業進而改變其狀態，依據審核狀態的改變也會一併以電子郵件通知相關人員。

## 14. 資料同步模組

此模組主要提供主系統與 APP 進行資料的交換使用，對於主系統所建立的設施或劣化清單，均透過此模組來進行同步至 APP 作業，而在 APP 上所建立的巡查紀錄、劣化紀錄等資訊，也是藉由此同步模組將紀錄資料同步至主系統中。

### 3.1.2 行動應用程式 APP 功能介紹

行動應用程式 APP 支援雙平台(Android、iOS)，目前共計有 6 個功能模組，分別為：經常巡查模組、特別檢測模組、資料上傳模組、資料審核模組、帳號資料模組、資料同步模組，可達成記錄拍攝照片 GPS 座標、離線使用等功能，其架構圖如圖 3.17。

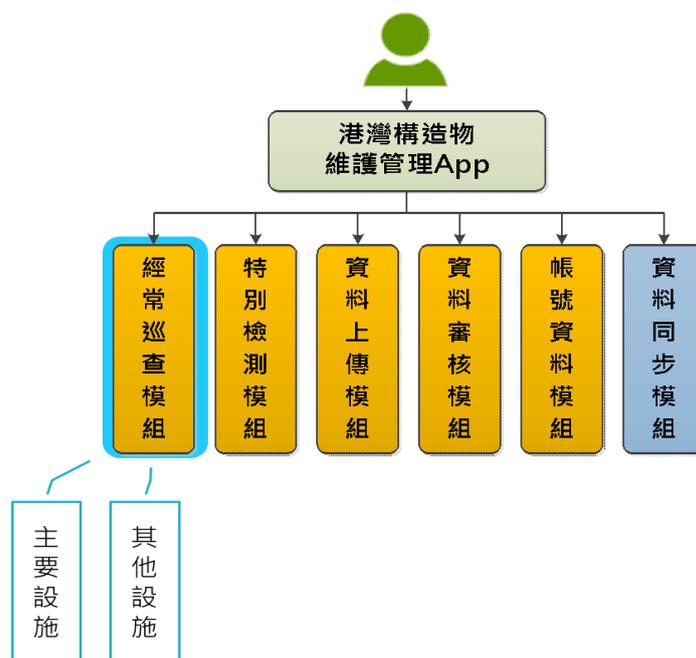


圖 3.17 APP 功能模組架構圖

APP 主要提供使用者利用手機、平板等進行現地巡查作業，提升其方便性及即時性，巡查作業首先先選擇設施類別，分為主要設施與其他設施，主要設施可選擇與資訊系統同步的設施資料來進行填列，其他設施則係直接進行資料輸入(圖 3.18)。

資料填列步驟同維護管理資訊系統，確認設施後填寫巡查基本資料(圖 3.19)，勾選巡查構件項目，若有構件缺少則須回到系統添加再同步，填完基本資料後即可產製巡查表 A(圖 3.20)，若有發現劣化，則添加劣化紀錄(圖 3.21)，之後填寫巡查員意見(圖 3.22)，若確定皆編輯完畢即可點選上傳資料(需有網路)完成巡查(圖 3.23)。



圖 3.18 APP 選擇巡查設施



圖 3.19 填列基本資料



圖 3.20 產製巡查表 A



圖 3.21 新增劣化紀錄



圖 3.22 填寫巡查員意見



圖 3.23 上傳巡查資料

## 3.2 會議及教育訓練

### 3.2.1 需求研商會議

本系統及行動應用程式 APP 主要應用對象為港灣設施之管理單位，其功能之精進與擴充，需符合其需求，故邀集港務公司等共同參與需求研商會議(圖 3.24)，並於會中研討各項功能模組擴充、精進等議題，並做成會議紀錄，以為後續之依據。本年度需求研商會議分別於 3 月 24 日、5 月 27 日辦理，會中研商之需求整理如表 3-1。



圖 3.24 需求研商會議相片

表 3-1 需求研商議題整理及回應情形

項次	討論議題	回應
1	建置基本資料內的相關欄位來填列，並增加圖文資料上傳功能	配合辦理
2	在碼頭資料內增加使用狀態欄位，此狀態資料呈現於 GIS 地圖上	配合辦理
3	統計出各碼頭必填欄位的填列狀況	配合辦理
4	針對巡查檢測及即時通報等部分，依臺灣港務公司"各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點"進行欄位擴充、作業填寫流程，進行整併及修改	配合辦理
5	維修審核的流程會需要多階陳核審查，需再調整權責審核項目	配合辦理
6	針對經常巡查 A 表巡查項目，再帶入劣化記錄時系統預設的 D 值請再依狀況劣化的項目調整為較適合的 D 值(目前預設都是 2)	配合辦理
7	系統防護措施項目之修改及配合事項、APP 推送訊息給審核人員之功能討論	系統防護措施與 APP 推播功能，依港務公司需求辦理，今年未臻完成部分納於明年度辦理
8	針對系統統計項目能以圖表方式顯示	請港務公司提供需顯示統計項目需求後配合辦理
9	系統及 APP 的操作手冊更新	配合辦理
10	基本資料表增列「巡檢頻率」跟「自辦或受託」欄位	配合辦理
11	未來新增檢測、巡查、維修等記錄，表單自動產生一組編號	配合辦理
12	協助辦理教育訓練	配合辦理。亦建議港務公司在各港設立聯絡窗口與種子教官，並建立獎勵措施，藉以提高系統使用率，另可辦理系統雙向溝通之座談會，以得到使用者回饋意見，使系統更佳完善。

### 3.2.2 工作會議

本研究藉由辦理工作會議，邀集相關人員探討後續須精進部分，以利研究方向對焦，今年度工作會議已於 5 月 19 日及 8 月 20 日辦理完成。

### 3.2.3 專家學者座談會

藉由與港灣領域相關專家學者進行座談，確認實際現況及作為，並蒐集會中專家學者建議，以進行系統及 APP 待精進部分之課題彙集(表 3-2)，並做為往後之參考。

表 3-2 專家學者座談課題整理及回應情形

項次	發言內容	回應
一、臺灣港務公司工程處鄭智文副處長		
1	有關港灣構造物維護管理系統，建議可朝直覺化且資訊化的方式，提供巡查及維護人員最簡便的作業方式，以節省人力及有系統的完整保留維護紀錄。	目前系統戮力朝委員建議方向去改善及精進，期能提供應用單位於巡檢維護上有更便捷、效率、精簡人力之方式。
2	有關新興科技應用於港區巡檢案例，在水面及水下部分，建議可考慮納入港區海面油污偷倒之監控系統，及海床高程即時監測系統。	感謝建議，將考量後納於未來研究方向。
二、臺灣港務公司臺中港務分公司朱志光總工程司		
1	中心持續辦理針對港區碼頭與防波堤等港灣構造物進行現況調查與檢測評估，並持續精進擴充既有港灣構造物維護管理系統並優化功能，以利於構造物檢測及管理作業邁向自動化，提供未來設計與維護參考應用，對於港區維護管理單位，實用性非常高，值得肯定的。後續這工作是重要且必要的，順便在此也感謝中心的協助及展現很好的成果供港公司使用，成果如臺中港 8A、30 號碼頭調查。	感謝肯定。

2	<p>提供使用者快速記錄港灣內各項問題及狀況，以利後續查詢及追蹤使用，可快速記錄港灣內各項問題與狀況，巡查或檢測時如有發現相關設施有缺失或問題，可立即使用手機瀏覽器連線至管理系統，建議未來在功能上操作流程設計上以簡單快速紀錄為主。</p>	<p>目前系統及 APP 儘量簡便操作流程，並搭配使用手冊以及舉辦教育訓練，以利現地人員快速上手。</p>
3	<p>對於使用新興科技 UAV、AI 辨識應用於港灣設施巡檢，擴充資訊系統及 App 功能，是否包含水下或機器人？未來可否有影像判斷裂縫寬度及長度，並以高的解析度判斷高低差距離。</p>	<p>感謝建議，將考量後納於未來研究方向。</p>
4	<p>建議研究案報告內容、資訊系統及 App 可多說明人員數之使用有否限制？如何申請及管理？對於無法立即連網於行動應用上，是否可以離線應用？</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目前系統設有帳號管理模組，建議使用單位指派人員擔任系統管理者，如此可方便開設及刪除帳號，以便控管數量及審核申請。</li> <li>2. 現 APP 可先離線操作，待至有網路連線地方，再行上傳相關資料，完成巡查檢測作業。</li> </ol>
5	<p>建議說明系統有無整合做出年度各設施總合輸出統計表：如缺失之金額及件數、整個台中港年度維護支出，另建議未來搭配船席之使用率或裝載方式與缺失發生之關係，未來亦可作為碼頭規劃管理維護評估改善設計依據或管理手段調整。例如使用行為不同於一般碼頭，使用具侵蝕貨類或經常灑水或含水量高導致滲入版筋腐蝕、道路或鋪面損壞。</p>	<p>感謝建議，本年度預計會擴充統計模組，以利管理單位檢視設施情況，後續將考量納於系統精進及擴充方向。</p>
6	<p>本分公司已有委外巡查，對於實務上可請貴中心與本分公司共同搭配，試辦一次放入契約發包內執行。</p>	<p>感謝建議，若有機會本中心定盡力協助。</p>

7	對於訓練部份，因公司內部為讓同仁多方學習專長，常調整工作單位，建議調查港公司需求，辦理訓練。	配合辦理。
8	對於現有各分公司委外巡查、檢測之辦理，另系統功能如何快速介接委外廠商自己系統之調查結果，或統一運用貴中心之系統，建議此部份可辦理座談會邀集承攬商提供建議。	感謝建議，將再與相關單位進行研討。
9	港灣構造物之目視巡查頻率及儀器檢查頻率，兩者之間如何取得平衡，建議可將結構物之全生命週期納入考量。	感謝建議，將考量後納於未來研究方向。
10	港灣構造物維管系統應結合現地需求，並可定期追蹤使用情形。	配合辦理。
三、國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授		
1	探討相關新興科技，如 UAV、AI 等應用於港灣設施巡檢之可行性，是未來的趨勢，方向正確，值得肯定。	感謝肯定。
四、本所港研中心陳桂清前研究員		
1	港灣構造物維護管理系統已陸續建置並辦理教育訓練多年，港務公司使用的情形如何？請說明。	目前經系統統計，今(109)年度截至6月止已有1441人次登入系統，且使用人數較過往顯著提升，顯見本系統在港務公司及本中心之教育訓練等推行下，已逐步有應用成果。
2	本系統與港區工程基本資料庫未來可考慮整合，以利後續執行維護管理決策。	感謝建議，將考量後納於未來研究方向。
3	新的科技設備(UAV、AI 辨識、光達…等)應用於港區設施巡檢，可提升巡檢效力。	感謝建議，將考量後納於未來研究方向。
4	本維護管理系統建議與港務公司相關人員溝通，建立可行、便利、有效的維護管理機制。	配合辦理。

### 3.2.4 教育訓練與應用推廣

本研究舉辦系統講座、教育訓練，並針對實際巡檢作業人員，蒐集系統及應用程式使用心得回饋，確立擴充及精進方向，以貼近需求並推廣實際使用。

今(109)年度已於6月30日、7月3日、7月6日及7月10日，分別至高雄、基隆、臺中、花蓮港務分公司，舉辦港灣構造物維護管理制度與維護管理手冊說明暨港灣構造物維護管理系統教育訓練(圖 3.25)，總參與教育訓練人次統計 138 人，並整理學員回饋意見如表 3-3。



圖 3.25 教育訓練相關相片

表 3-3 教育訓練回饋意見整理

項次	回饋意見	回應
1	建議可現場實作	將配合納入未來教育訓練之編排
2	教室座位太少	未來辦理教育訓練時將會再行考量教室空間及場地適用性
3	建議可結合 excel 或 word 連動匯出、入資料及產出報表	目前已進行需求單位相關輸出、入報表蒐集，系統將盡量配合過往之表單如：派工維修單等，進行欄位建立及報表產製，以減少使用陣痛期，未來亦將視系統開發及使用者需求增加相關功能
4	若可定位至構件上，將有利製作派工單或利於查核人員更了解現況	現使用者可先利用系統建立相關設施構件，並完成編碼圖後，即可在使用 APP 現地巡檢時，直接查看編碼圖，並以影像記錄劣化位置，以便複查人員至現地再次審視，今年度亦預計新增結合 Google Map 呈現 App 巡查所記錄的 GPS 座標位置功能。直接定位構件方式將再與系統維護商研討後納入未來功能之開發
5	場地安排未能依實際人數編排，報名人數大於座位數，建議增加訓練場次，才不會有同仁要參加卻無座位或時間衝突無法參加	未來辦理教育訓練時將會再行考量教室空間及場地適用性，並注意報名人數之狀況，若如高雄或臺北場人數眾多，未來將考慮增加教育訓練場次以紓解人流
6	一人一臺電腦可實際操作較佳，效果及使用者(同仁)可明確熟稔操作流程	未來辦理教育訓練時將會再行考量電腦數量以及報名人數之衡平，以達最佳學習效果
7	APP 之新增經常巡查，其他設施權責單位建議分類	將配合納入未來系統及 APP 精進擴充之考量

### 3.3 精進及擴充系統及 APP 功能

經由梳理需求研商、座談會議及教育訓練等專家委員建議與使用者回饋意見，今(109)年度規劃針對既有系統模組進行功能精進與擴充，並更新維護管理系統資料庫基本資料模組，其他進行更新及強化部分尚有：使用狀態增設、必填欄位增設、巡查作業變更、維修紀錄擴充、統計分析模組、定期檢測資料匯入、權責審核調整等，另行動裝置 APP 部分，則增加防波堤檢測、巡查作業變更並增加系統公告，期以更貼近現地使用需求。相關完成重點之工作項目臚列如后。

#### 3.3.1 精進及擴充系統功能

##### 1. 強化基本資料建置

###### (1) 說明

可將蒐集港灣基本資料內的相關欄位來填列，並增加圖文資料上傳功能，讓基本資料更加完整。

###### (2) 內容

今年度一開發重點在於完善各港灣設施基本資料的完整性，除了既有的欄位資訊外，蒐集整理港灣設施相關資料，擴充對應的紀錄欄位，並整理出各欄位型態以及對應的下拉選項。

現除了依港務公司需求來增設相關的基本資料欄位外，另一部分是讓設計、施工、竣工等相關圖說類型，能透過基本資料內的圖文相關資料上傳功能，將此擴充文件類型增加於系統上，讓使用者可以依據圖文相關資料類型來建檔上傳，方便日後各使用人員在查找設施基本資料時，有對應的相關圖文資料可以查閱(圖 3.26)。

編輯 碼頭資料

基本資料 照片資料 圖文資料

高雄港 - 一百一十一號碼頭

類型 文件資料 名稱  檔案 選擇檔案 未選擇檔案 確定上傳

\* 座標資料將提供

NO.	類型	名稱	檔案	動作
1	座標資料			刪除
2	座標資料	梁		刪除
3	座標資料	附屬設施		刪除

圖 3.26 基本資料圖文列表

## 2. 增加設施使用狀態說明

### (1) 說明

在碼頭資料內增加使用狀態欄位，可設定碼頭是否為正常使用、停用、維修中、租賃等狀態紀錄，並將此狀態資料呈現於系統主頁的 GIS 地圖上，方便快速檢視。

### (2) 內容

在各設施資料中增加使用狀態的紀錄欄位，主要紀錄目前設施的使用狀態，例如：正常使用、維修中、擴建中、停用等各式狀態，使用者可以依據目前設施的狀態做選擇，對於停用的設施也可以增加填寫停用的原因來清楚紀錄。

對於已經填列各設施狀態的碼頭跟防波堤，系統會將使用狀態顯示於 GIS 圖面上，對於以圖示顯示的方式，則增加顏色區分其使用狀態，讓使用者在觀看 GIS 圖面時能更快速掌握各設施的狀態資訊(圖 3.27)。



圖 3.27 使用狀態圖示

### 3. 歸納並標示設施必填欄位

#### (1) 說明

調查各港基本資料內所需的必填欄位資料，如碼頭名稱統一、實際水深、竣工年等，並增加必填欄位統計統計功能，統計出各碼頭必填欄位的填列狀況，方便管理者一目了然。

#### (2) 內容

對於設施基本資料需填寫的欄位主動進行使用者的需求調查與相關人士的建議，歸納出設施資料必填資料欄位，在取得其欄位資訊後，進行系統資料庫以及顯示畫面的欄位新增，而對於必填欄位的部分，系統上也利用鮮明底色清楚標示(圖 3.28)。

此外，新增必填欄位的統計查詢，各港灣可針對設施基本資料的必填欄位進行查詢分析，查詢的結果可清楚呈現各設施必填欄位的填寫比例(圖 3.29)。

基本資料 照片資料 相關資料 構件編碼 單元資料

\*碼頭名稱 1號碼頭 \*編碼 0001

\*碼頭型式  重力式  梭橋式

用途說明

後線土地及設施配置

泊船噸位 (T)

\*設計水深 (M) -2 \*可靠泊水深(M) -2 \*實際水深(M)

繫纜槽喉數 潮位高度

防舷材間距 防舷材型號 防舷材尺寸

建造日期 建造經費 0

是否租賃  否  是 租賃到期 租賃公司

\*經度 119.94209357539 \*緯度 26.159118401852

**必填欄位以底色呈現**

圖 3.29 必填欄位底色提醒

**應填必填欄位查詢**

設施	基本資料			
	全部欄位	已填欄位	應填欄位	應填未填
1號虎碼頭	20	8	5	2
2號虎碼頭	20	12	5	1
3號虎碼頭	20	16	5	0
4號虎碼頭	20	20	5	3
5號虎碼頭	20	20	5	5
6號虎碼頭	20	14	5	0
7號虎碼頭	20	6	5	4

圖 3.30 應填必填欄位查詢

## 4. 整併及調整巡查作業

### (1) 說明

配合臺灣港務公司 109 年 1 月 3 日新修訂之「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」，對於巡查檢測及即時通報等部分，進行欄位擴充、作業填寫流程，進行整併及修改。

### (2) 內容

目前臺灣港務公司已修訂新版「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」，主要定義各設施的巡查頻率，且將巡查項目分為以下大類：(一)道路、橋梁及其附屬設施(二)碼頭及繫船設施(三)防波堤、海堤、護岸(四)高壓變電設備。本次系統依分類的巡查項目擴充建立專屬的基本資料來詳細記錄設施資訊，將其道路、橋梁、高壓變電站等設施，增加於基本資料設施內，並對於增加的設施進行相關基本資料欄位建立(圖 3.30)。

經常巡查紀錄部分，碼頭及防波堤類型的項目仍然使用 A、B 表的巡查及劣化紀錄方式，而其他分類的設施則使用一般設施巡查的紀錄方式(圖 3.31)，為了避免使用者在資料記錄上的混淆，原系統的即時回報模組併入檢測資料模組中的巡查相關功能內，並做適度的欄位調整，讓後續建立的設施可以符合原記錄方式(圖 3.32)。

<p>新增設施</p> <p>新增碼頭</p> <p>新增浮動碼頭</p> <p>新增防波堤</p> <p><b>新增道路</b></p> <p>新增橋梁</p> <p>新增高壓變電站</p>	<h3>新增 道路資料</h3> <p>*道路名稱 <input type="text"/></p> <p>*使用狀況 <input type="text" value="正常使用"/></p> <p>契約編號 <input type="text"/></p> <p>設計單位 <input type="text"/></p> <p>*道路總長 <input type="text"/> 公尺</p> <p>鋪面種類 <input type="text"/></p> <p>*經度 <input type="text"/></p> <p>編碼 <input type="text"/></p> <p>*竣工年月 <input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月</p> <p>竣工圖保存地點 <input type="text"/></p> <p>監造單位 <input type="text"/></p> <p>*總車道數 <input type="text"/></p> <p>排水設施 <input type="text"/></p> <p>*緯度 <input type="text"/></p> <p>*總造價 <input type="text"/> 元 不詳</p> <p>施工單位 <input type="text"/></p> <p>行車方向 <input type="text"/></p>
	<h3>新增 橋梁資料</h3> <p>*橋梁名稱 <input type="text"/></p> <p>*使用狀況 <input type="text" value="正常使用"/></p> <p>契約編號 <input type="text"/></p> <p>設計單位 <input type="text"/></p> <p>*橋梁總長 <input type="text"/> 公尺</p> <p>鋪面種類 <input type="text"/></p> <p>*橋梁型式</p> <p><input type="checkbox"/> 板橋 <input type="checkbox"/> 梁式橋 <input type="checkbox"/> 箱型橋</p> <p><input type="checkbox"/> 拱橋 <input type="checkbox"/> 桁架橋 <input type="checkbox"/> 吊橋</p> <p><input type="checkbox"/> 斜張橋 <input type="checkbox"/> 剛架橋 <input type="checkbox"/> m橋</p> <p><input type="checkbox"/> 空排架橋 <input type="checkbox"/> 背背橋 <input type="checkbox"/> 其他</p> <p>*經度 <input type="text"/></p> <p>*緯度 <input type="text"/></p> <p>編碼 <input type="text"/></p> <p>*竣工年月 <input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月</p> <p>竣工圖保存地點 <input type="text"/></p> <p>監造單位 <input type="text"/></p> <p>*總橋孔數 <input type="text"/></p> <p>排水設施 <input type="text"/></p> <p>*總造價 <input type="text"/> 元 不詳</p> <p>施工單位 <input type="text"/></p> <p>總車道數 <input type="text"/></p> <p>行車方向 <input type="text"/></p>
	<h3>新增 高壓變電站資料</h3> <p>*變電站名稱 <input type="text"/></p> <p>*使用狀況 <input type="text" value="正常使用"/></p> <p>契約編號 <input type="text"/></p> <p>設計單位 <input type="text"/></p> <p>主變裝置容量 <input type="text"/> MAV</p> <p>*經度 <input type="text"/></p> <p>編碼 <input type="text"/></p> <p>*竣工年月 <input type="text"/> 年 <input type="text"/> 月</p> <p>竣工圖保存地點 <input type="text"/></p> <p>監造單位 <input type="text"/></p> <p>主變可靠容量 <input type="text"/> MAV</p> <p>*緯度 <input type="text"/></p> <p>*總造價 <input type="text"/> 元 不詳</p> <p>施工單位 <input type="text"/></p>

圖 3.30 新增橋梁、道路、高壓設施基本資料欄位



圖 3.31 經常巡查區分碼頭、防波堤及一般設施

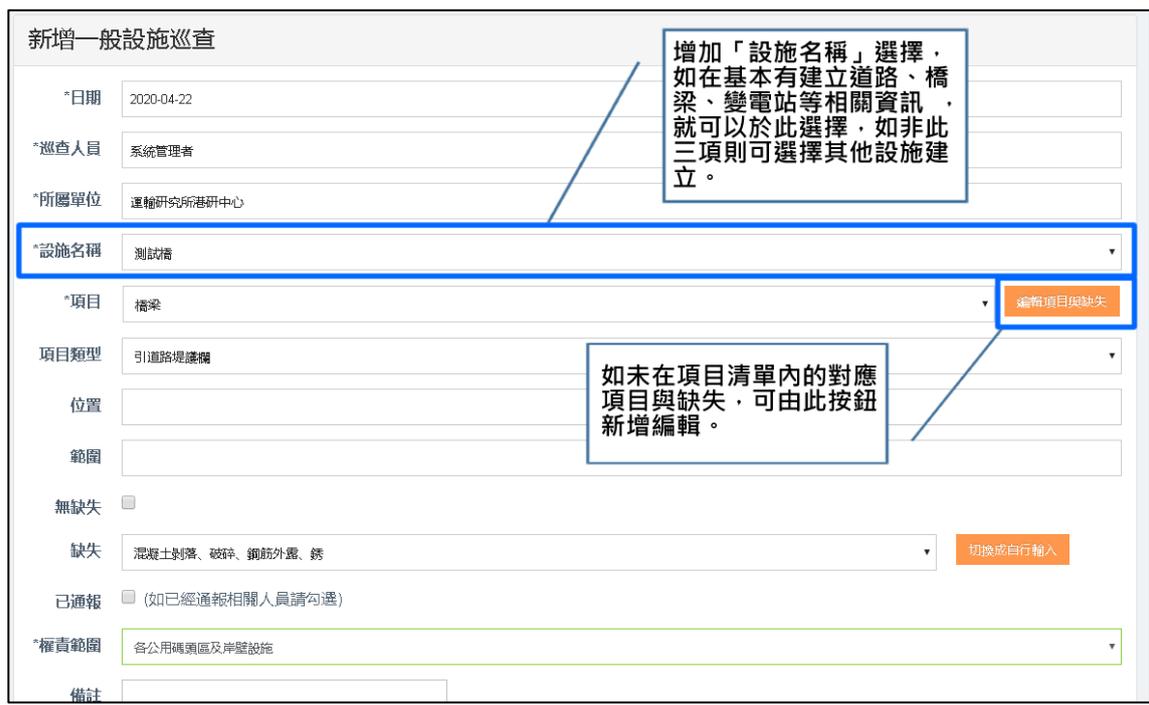


圖 3.32 一般設施之巡查欄位調整

## 5. 擴充維修紀錄

### (1) 說明

過去維修紀錄對單一設施的維修照片，僅能上傳一張維修完成後的照片，現擴充可上傳多張照片，使用者可自行決定上傳多張維修完成照片，來讓紀錄更詳細。

### (2) 內容

過往系統在填寫維修紀錄時，對於各劣化紀錄的維修紀錄照片只能上傳單張維修照片，本次擴充為可上傳多筆維修照片紀錄。使用者可決定上傳的維修照片資料是維修前、中、後等類型，此功能的增設也可依據維護單位的管理辦法，來制訂是否上傳特定的照片紀錄，為維修紀錄的建置保留使用上的彈性(圖 3.33)。

編輯維修紀錄

1. 選擇建議維修工法 2. 填寫合約資料與上傳照片 3. 完成

[2017-04-05][定期檢測] - 新國橋 系統ID: 31311

構件名稱: 橋墩 / 橋梁 [維修照片資訊] 新增照片

U值: 1

損壞位置:

維修工法:

數量:

維修前 / 刪除 / 編輯 維修中 / 刪除 / 編輯 維修後 / 刪除 / 編輯

維修構件照片

新增照片 新增圖片

上傳照片	照片預覽	類型	拍照日期	照片說明	
選擇檔案 未選擇任何檔案		維修前 維修中 維修後 其他			刪除

\*維修工法 9mm厚鋼板及安裝 選擇維修工法 已改建

維修數量 266 單位 平方公尺 \*維修金額 3200

\*維修開工日期 2017-04-17 維修完工日期 2017-08-19

圖 3.34 多張照片上傳

## 6. 擴充統計分析模組

### (1) 說明

可針對碼頭數量統計、基本資料填列狀況統計等進行相關統計分析，未來亦可視應用單位管理需求，增列相關統計資料。

### (2) 內容

開發以下統計分析表單，例如：設施巡檢定檢次數、劣化紀錄已維修未維修統計、資料填列狀態統計、設施使用狀態統計、登入人次統計(圖 3.34)等，對於其他統計項目，也將訪談系統相關使用者需求，視狀況來開發對應的統計分析功能。

使用單位	年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
系統管理者	2019	0	0	0	0	0	11	7	18	3	14	42	26
港灣系統管理者	2019	0	0	0	0	0	12	18	13	2	0	74	83
使用者	2019	0	0	0	0	0	3	38	14	9	72	83	43
委外廠商	2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1
	總計	0	0	0	0	0	26	63	45	14	86	218	153
系統管理者	2020	20	26	51	14	92	86	34	45	118	50	80	87
港灣系統管理者	2020	83	20	15	9	39	221	132	58	112	36	237	100
使用者	2020	15	38	51	9	105	538	506	409	479	823	1347	1479
委外廠商	2020	0	0	8	0	0	1	0	0	0	13	184	2
	總計	118	84	125	32	236	846	672	512	709	922	1848	1668

圖 3.34 系統登入人次統計(統計至 12 月 17 日)

## 7. 匯入(出)定期檢測資料

### (1) 說明

此功能項目主要是對於鋼管樁電位、陽極塊電位與鋼板厚度等量測紀錄所開發，對已有定期檢測的港區的檢測資料，匯入維護管理系統。

### (2) 內容

過去雖已有提供量測記錄的直接輸入方式，但對於所量測回來的數值若非常多，直接在系統上輸入會有些繁瑣，對於此問題系統提供檔案匯入的功能，針對各電位厚度等需求欄位，制訂好制式的 Excel 表單，使用者在檢測作業前，可將 Excel 制式表單下載作為量測的紀錄表單，在制式的表單輸入完所量測的數值後，再透過系統提供的匯入功能來進行匯入，批次完成大量資料的輸入工作(圖 3.35)。

對於已經輸入的電位、厚度等資料，系統也提供匯出資料等功能，主要因應部分單位或外包廠商可能需製作相關的量測報告或文件，讓已經儲存於系統上的量測數據可整批輸出，作為後續使用。



圖 3.35 支援 Excel 檔案匯入輸出

## 8. 調整權責審核

### (1) 說明

因應各港權責審核不同，配合臺灣港務公司整合權責審核項目，提供給各港進行權責設定。

### (2) 內容

配合新作業要點所訂定之新巡查權責單位分工，進行系統權責單位整合後之調整，其各港務分公司更新之檢測權責單位分工如表 3-4，巡查權責單位分工如表 3-5。

3-4 各港務公司檢測權責單位分工表

公共設施巡查 權責範圍	各分公司之巡查權責單位			
	高雄分公司	臺中分公司	基隆分公司	花蓮分公司
橋梁	維護管理處	維護管理處	維護管理處	工程處
港灣構造物	維護管理處， 或依各分公司 分工權責指派 單位辦理	維護管理處， 或依各分公司 分工權責指派 單位辦理	維護管理處， 或依各分公司 分工權責指派 單位辦理	工務處，或依 各分公司分工 權責指派單位 辦理
業者租賃及投資興建 之專用碼頭、場地、房 舍等	由業務處責成 承租公司	由業務處責成 承租公司	由業務處責成 承租公司	由業務處責成 承租公司
高雄港過港隧道	維護管理處	-	-	-

註：1.輔助商港及附屬港部分，依該營運管理單位分工權責辦理

2.其他未列項目，各分公司得參考「港灣構造物維護管理手冊」、「公路橋梁檢測及補強規範」、「建築物公共安全檢查簽證及申報辦法」、「用電場所及專任電氣人員管理規則」等規定，自訂權責單位

資料來源：臺灣港務公司「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」

表 3-5 各港務公司巡查權責單位分工表

公共設施巡查 權責範圍	各分公司之巡查權責單位			
	高雄分公司	臺中分公司	基隆分公司	花蓮分公司
各公用碼頭棧埠作業區(如碼頭面、貨櫃場、庫區房舍、倉儲區及其間道路、水溝等)	棧埠處	棧埠處	棧埠處	業務處
業者租賃及投資興建之專用碼頭、場地、房舍等	由業務處責成承租公司	由業務處責成承租公司	由業務處責成承租公司	由業務處責成承租公司
船修廠區範圍	船機處	維護管理處	維護管理處	工程處
港區道路、橋梁	維護管理處	維護管理處	港務處/維護管理處	工程處
港區排水溝(蓋)	維護管理處	維護管理處	職安處/維護管理處	職安處
港區路燈	各區域管理單位	維護管理處	各區域管理單位	各區域管理單位
各公用碼頭區及岸壁設施(如繫纜樁、碰墊、輪擋、反光板等)	港務處	港務處	棧埠處/維護管理處	港務處
防波堤及護岸	港務處	維護管理處	維護管理處	工程處
高壓變電站等機電設備	維護管理處	維護管理處	維護管理處	工程處
高雄港過港隧道	維護管理處	-	-	-
施工中工程之區域	各管轄之工程單位	各管轄之工程單位	各管轄之工程單位	各管轄之工程單位

資料來源：臺灣港務公司「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」

### 3.3.2 精進及擴充行動應用程式(APP)功能

#### 1. 整併及調整巡查作業

##### (1) 說明

配合臺灣港務公司 109 年 1 月 3 日新修訂之「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」，對於巡查檢測及即時通報等部分，進行欄位擴充、作業填寫流程，進行整併及修改。

##### (2) 內容

APP 的部份亦同系統，配合臺灣港務公司修訂的新版「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」進行調整(圖 3.36)，主要變更的部分也是巡查等相關功能。

碼頭與防波堤的類型設施維持使用 A、B 表進行記錄，其他設施的巡查則使用原本的即時回報表單進行記錄，此部分也調整與主系統相似的操作模式，在進行一般設施巡查時，一併增加讓使用者選擇設施名稱項目及其相關的設施資料列表與對應缺失，此對應資料均由主系統同步至 APP 使用。



圖 3.36 配合作業要點調整巡查項目

## 2. 增加系統公告

### (1) 說明

增設系統公告模組，使用者可在登入使用 APP 後，即可清楚知道目前系統的相關公告內容，無需再登入主系統查閱。

### (2) 內容

過往系統管理者於系統公告時，使用者只能從主系統上來查閱公告內容，如遇到系統等相關維護作業需進行停機公告，使用者無法得知停機時間等相關系統重要訊息。爰此，在 APP 上增加公告模組功能，提供使用者可以直接查閱系統相關公告內容，來掌握各項系統訊息。

## 3. 記錄 GPS 座標位置

### (1) 說明

結合 Google Map 可呈現 App 巡查所記錄的 GPS 座標位置。

### (2) 內容

在主系統已有的查詢功能，加入 GPS 相關資訊的顯示，App 相關拍攝的照片均包含座標的資訊，目前在主系統檢視照片時，可以輔助標示出該些照片所拍攝的地理位置，但此顯示僅支援在檢視各類巡查照片時呈現，現擴充搜尋功能可針對有紀錄座標的照片資訊呈現於 Google Map 上，以檢視照片的角度去查閱所記錄的缺失分布範圍，如此可以讓管理人員更清楚了解照片所描述的狀況及位置(圖 3.37)。

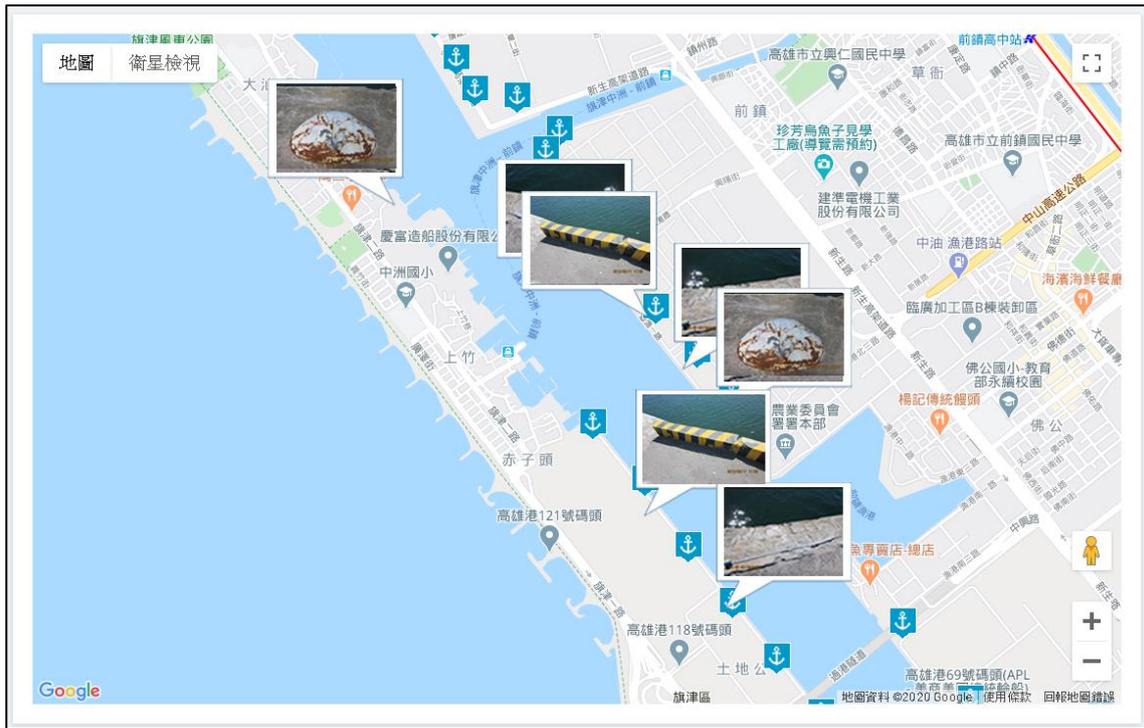


圖 3.37 劣化照片於 Google Map 呈現

## 第四章 結論與建議

科技部「科技發展藍圖」(民國 108 年至 111 年)提到，近年來國際間地震、洪水、颱風等天然災害頻繁產生，對生命與財產造成大規模損失。而對於我國災害防救相關重點措施之一即為：盤點抗災需求，要求重新審視短期天災與長期氣候災害的需求及基礎建設。而對於確保構造物使用安全及延長其使用年限，完善之維護管理機制有其必要。

以往公共工程與重要設施大都較注重興建，一般都要發現嚴重劣化問題後，才開始進行全面維修，造成工程期間營運停頓及經濟損失，此外，對於日常之調查維護作業，僅編列少數或無維護經費，故其維護效益甚低，設施任其持續劣化終致損壞，最後淪為不能使用之命運。

延長現有設施之生命週期，達成其永續經營，以及避免重複修護及龐大重建經費之消耗，建立其構造物維護管理機制，必成為未來各項工程領域刻不容緩之課題。

### 4.1 結論

1. 國內主要國際商港現行維護管理機制，係依據臺灣港務公司所定「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點(109.1.7 修訂)」之規定辦理。
2. 碼頭、防波堤、海堤、護岸等港灣構造物巡查及檢測作業依據，臺灣港務公司已依本所提供之「港灣構造物維護管理手冊」進行修訂，並於 109 年 6 月核定後據以辦理。

### 4.2 建議

1. 各項港灣設施巡查及檢測頻率建議可依實際執行情形、人力配置等，進行滾動式調整。
2. 各項新興科技應用於巡查及檢測案例屢見不鮮，亦是未來之重點目標，建議可持續蒐整科技應用案例，並盤點可實行之標的，於可行

性評估後，進行場域試辦試行。

3. 本所已針對國內各國際商港與主要港口，完成建置港灣構造物維護管理資訊系統及 APP，並提供各港使用，後續將依使用回饋意見，進行系統精進。

### **4.3 成果效益與應用**

1. 本研究成果在施政與實務上，除可提供航港局、港務公司、金門縣政府、連江縣政府等港務管理單位辦理碼頭與防波堤等港灣設施維護管理參考應用外，研究過程採用或建置完成之相關檢測方法、實施流程與成果，亦可提供國內港務單位、工程顧問公司等參用，另可做為本所後續相關研究之重要參據。
2. 在經濟效益上，可藉由掌握碼頭與防波堤之劣化異狀，及時有效維護，減少資源浪費。

### **4.4 提供政府單位應用情形**

1. 完成 4 次相關教育訓練，提供航港局及港務公司等做為推動落實港灣構造物維護管理工作使用。
2. 本計畫建置資料庫含各港圖文屬性資料，可提供本所及港務管理單位進行相關研究與工程規劃設計施工等應用。

## 參考文獻

1. 日本國土交通省港灣局，「港灣の施設の点検診断イドライン 第 1 部 総論」，2020。
2. 日本國土交通省港灣局，「港灣の施設の点検診断イドライン 第 2 部 実施要領」，2020。
3. 日本國土交通省港灣局，「点検診断の効率化に向けた工夫事例集（案）」，2020。
4. 臺灣港務公司，「各項設施之巡查、檢測及維護權責作業要點」，2020。
5. 交通部運輸研究所、臺灣港務公司，「高雄港務分公司-高雄港港灣構造物維護管理手冊」，2020。
6. 日蝕科技股份有限公司，「港灣構造物維護管理系統之行動應用程式與系統擴充」簡報，2020。
7. 賴瑞應，「港灣構造物維護管理制度與巡檢作業介紹」簡報，2020。
8. 日商巨設地工透視科技股份有限公司，臺灣分公司，「港灣設施空洞調查系統」簡報，2020。
9. 交通部運輸研究所，「蘇澳港南外廓防波堤透地雷達檢測工作」完工報告，2020。
10. 交通部，「2020 年版運輸政策白皮書-運輸部門因應氣候變遷調適與防災分冊」，2019。
11. 交通部運輸研究所、日蝕科技股份有限公司，「港灣構造物維護管理系統操作手冊」，2019。
12. 交通部運輸研究所、日蝕科技股份有限公司，「港灣構造物維護管理系統 APP 操作手冊」，2019。
13. 黃宇謙，「臺中港港灣構造物維護策略探討與管理系統擴建」，交通

- 部運輸研究所，2019。
14. 邱永芳、蔡瑤堂，「港灣設施巡檢診斷指南與實施要領彙編」，臺灣海洋工程學會，2018。
  15. 邱永芳、蔡瑤堂，「港灣設施維護管理計畫制定範例彙編」，臺灣海洋工程學會，2018。
  16. 柯正龍、黃宇謙，「港灣構造物維護策略與管理系統之研究」，交通部運輸研究所，2018。
  17. 羅建明、黃宇謙，「臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究」，交通部運輸研究所，2018。
  18. 日本國土交通省港灣局，「平成 27 年度 むつ小川原港外港地区防波堤(東)被災狀況調査報告書」，2016。
  19. 港灣空港技術研究所，「点檢診断の技術的ポイント」簡報，2014。

## 附錄一

### 期末報告審查委員意見處理情形表



## 期末報告審查委員意見處理情形表

項次	委員意見	處理情形
<b>陳桂清委員</b>		
1	港灣構造物維護管理系統建置，使用數據顯示已有 1441 人次登入系統，已初見推廣成效，港研中心之努力與貢獻應於肯定。	感謝委員肯定。
2	建議本系統應與港區工程基本資料庫整合，以提供港務公司管理階層，未來對港灣規劃、設計、建造及防救災等方面之決策應用。	目前規劃於 110 年將港區工程基本資料庫相關資料進行盤點後，納於本系統中。目前系統內亦已介接港區工程基本資料庫網站，可供相關人員查閱使用。
3	本維護管理機制，應結合國內外相關單位資料、研究報告等內容來訂定，以符合國內本土化需求。	今(109)年所蒐集之港灣構造物維護管理機制，其主要係先參採日本做法，再配合國內現況及與商港管理單位討論後所訂定，後續將再行滾動檢討相關維管機制，以符國內本土化需求。
4	檢測頻率、項目及構造物劣化評估標準，應與港務使用單位充分溝通，諸如報告 p. 2-28、p. 2-30 及 p. 2-31 鋼板樁、p. 2-31 擋土護岸等之劣化度判定等。	本報告所列之檢測頻率、項目及構造物劣化評估標準等，係本所港研中心與港務相關單位討論後訂定，將持續滾動檢討相關項目，使更符合實際需用。
5	引進新興科技應用於港灣設施之檢測，有其優勢的地方，諸如可迅速瞭解狀況、克服許多檢測的困難或障礙及節省人力等，但是有些檢測結果之準確性，則須經驗及累積實例來輔助判讀。	新興科技應用可做為輔助相關人員提升效率、降低誤判、減輕工作量等。惟前期之可行性探討、試驗場址選定、實地測試以

		及結果判識，都尚需投入相當時間，亦需經驗豐富的專家們提供建議和指正。
6	報告 p. 2-42 標題「維護維修計畫」建議刪除「維修」二字。	此標題為配合報告 p. 2-2 圖 2.1 維護管理計畫制定流程圖所訂定，建議維持。
7	報告結論 4.1 各重點之文字敘述應扼要精簡，建議刪除結論第四、五項。	遵照辦理。
<b>簡臣佑委員</b>		
1	報告 2.2 節介紹相關檢測技術文獻，並無於報告後續探討可行性，建議修正工作項目名稱或尋找貴所曾執行過之相關案例說明其可行性。	已於本報告第 2 章補充本所港研中心之研究成果及實際使用案例。
2	依報告 p. 2-25 表 2-20 所敘的判定說明，報告 p. 2-41 應將「本體結構」、「海底地基」兩項性能弱化度由判定 B 改為 C 較符合。	已修正。
3	報告 p. 3-4 圖 3.5 中，是由港務公司哪個層級審查？審查內容為何？	依港公司所定作業要點，各分公司現依不同設施交付不同單位本權責進行巡查與檢測分工(如表 3-4、3-5)，現系統審核層級亦配合前揭權責分工表進行設定，現地巡查人員及檢測人員完成作業後，再送至承辦單位長官進行複審並決定後續處置，以利層層把關。
4	報告圖 3.9 與圖 3.21 請完整填列表格，以便使用者了解如何填寫，另「位置」與「範圍」是由使用者自行填寫？實務上是否合適？	「位置」與「範圍」未來希望各港碼頭、防波堤等設施能完成相關編碼，以利更準確記錄位置，俾利後續維修及複查等工作。另圖 3.9 與圖 3.21 表格詳細填列方式將會於教

		育訓練實際操作時告知使用者。
5	系統「統計分析模組」與一般所認知的統計分析模組功能不同，依功能敘述應較類似基本資料統計、檢測資料統計與維修資料等統計，建議修改模組名稱或於未來朝統計分析功能精進。	本系統統計分析模組，目前尚屬陽春，未來會納入使用單位意見，滾動精進統計功能，以符應用。
6	報告圖 3.29 必填欄位除用顏色標示，系統是否有設限未填寫完成無法進行下一步？	是，若未填列必填欄位，系統會偵測並以鮮明紅色提醒使用者，尚有必填欄位需要填列。
7	報告圖 3.36 各港統計「已檢測」、「未檢測」是以今年度來界定？	原圖 3.36 統計資料為廠商教育訓練使用之示意圖，為避免誤會，已將該圖移除。
8	本案有推廣之目的，建議報告附上系統手冊，便於使用者使用，另外可考慮製作多媒體說明檔來說明系統功能，便利使用者了解。	感謝委員建議，因考量本報告閱覽對象為大眾，而系統係專為港務公司港灣構造物維護管理需求開發，故系統手冊不納於本報告中，僅放置於系統下載專區，並於教育訓練加強宣導。
9	報告 2.1 節僅 2.1.1 小節，建議不用再分此小節，另 p. 2-41 表格請編號，還有圖 3.36 應為表，建議修改名稱。	遵照辦理。
<b>陳永祥委員</b>		
1	報告 p. 1-2、p. 1-4、p. 2-1 有文字誤植，再請檢視修正。	遵照辦理。
2	報告 p. 1-3 的圖 1.1，左半邊流程建議增加「導入實際應用」於制度及案例項下，並拉一虛線箭頭至修正系統及 APP，俾完整研究流程。	遵照辦理。
3	報告 p. 1-4 第二行，提到專家學者座談，其非針對使用者需求，建議「以貼近需求」改為「以強化及完備系統功能」。	遵照辦理。

4	報告 p. 1-4 第三行建議修改為「擴增系統功能模組與調整架構」、「以 E 化方式記錄碼頭...」。	遵照辦理。
5	報告 p. 1-4 第四行建議修改為「以應用單位之相關人員(包含主管與承辦人等)」、「以滾動修正... 模組，以貼近需求」。	遵照辦理。
6	報告 p. 2-3 表 2-1 請增加地震(震度大於 4 級)、意外災損事故(…爆炸…)	遵照辦理。
7	報告 p. 2-14 表 2-6、表 2-7 僅列碼頭設施之巡查紀錄表，建議可參維護管理手冊盡量涵蓋其他設施。	因目前系統僅碼頭和防波堤使用巡查 A、B 表，已補充防波堤巡查表，其餘設施之巡查，可參閱港務公司訂定之「港灣構造物維護管理手冊」巡查初步判斷表。
8	報告 p. 2-19~p. 2-21 「巡檢」診斷項目分類，重力式碼頭「巡檢」、板樁式碼頭「巡檢」、「巡檢」診斷流程，建議修改為「檢測」俾利區分。	遵照辦理。
9	報告 p. 2-21 圖 2.3 有關巡查流程，建議移至圖 2.2 整併。	因該章標題為「巡查與檢測流程」，故將巡查和檢測列於同一圖中，以方便檢視及了解，故建議維持。
10	有關無人機及 ROV 之科技運用，請補充國內成功案例或相關研究成果，如公路總局已評估運用無人機巡查公路、港務公司已於 108 年~110 年進行水下 ROV 之研究計畫等。	已於本報告第 2 章補充本所港研中心之研究成果及實際使用案例。
11	有關巡查頻率一節，是否可逐一檢討各項設施之合理頻率並提出建議？	感謝建議，惟目前港務公司修訂之各設施巡查頻率，除橋梁已有法規明文規定外，其餘設施巡查頻率尚需經實際執行後確認成效，並滾動修正檢討，此部分將納於下一年度研究重點。

<b>許義宏委員</b>		
1	港灣構造物維管系統，建議可考慮增加下次巡檢通知功能。	本功能已於系統中建置。
2	透地雷達在港區應用上，今年度有邀請日本技師於臺中港進行實地測試與交流活動，另亦於蘇澳港南堤執行現地檢測工作，建議可補充相關交流及執行情形成果。	已於本報告第 2 章補充相關交流及執行情形成果。
3	考量檢測技術之移植可能性，在文獻回顧中，建議不需侷限在港灣已實際應用之技術，亦可從鐵公路系統或其他工程檢測技術之角度廣泛蒐集，例如，公路系統運用 AI 技術進行鋪面檢測、或者本所軌道扣件 AI 辨識技術等，均可探討未來是否可利用在港區及進行技術移植之評估。	感謝建議，本年度以介紹及蒐集新興科技應用巡檢的案例，下一年度將再探討其可行性部分及評估不同標的之移植應用。
4	在巡檢機制上，考量各港巡查人力配置並不相同，有些項目可能難以每日執行，建議未來可導入風險管理之概念，針對不同區域、設施之重要程度及危險等級，規劃分級巡查頻率或流程機制。	感謝建議，將納於未來研究重點。
5	因應氣候變遷及災害防治，建議未來可考慮建立各種災害及風險潛勢地圖，當發生特定災害時(如颱風、地震)，系統可自動比對相關區域優先巡檢之次序，藉以達到決策支援之功效。	感謝建議，將納於未來研究重點。
<b>蔣敏玲委員</b>		
1	請依本所出版品格式增加中英文摘要。	遵照辦理。
2	有關探討新興科技應用於港灣設施巡檢之可行性，可與本所港研中心第二科後續相關計畫進行探討、交流。	已於本報告第 2 章補充本所港研中心之研究成果及實際使用案例。
3	巡檢頻率建議可再由必要性與經濟性等面向進行更多探討。	感謝建議，將納於下一年度研究重點。
<b>賴瑞應委員</b>		
1	建議巡查表單以本所研擬之 A 表及 B 表來說明，而港公司使用的巡查表單再另外說明，予	感謝建議，惟目前港務公司修訂之各設施巡查表

	以區隔，並加以論述優缺點。	單，尚需經實際執行後確認成效，並滾動修正檢討，此部分將納於下一年度研究重點。
2	報告結論 4.1 第二點建議刪除避免誤解。	已刪除原報告結論 4.1 第二點。
3	報告結論 4.1 第三點建議說明港務公司依本所研提的「港灣構造物維護管理手冊」，經該公司修訂核定後據以辦理港灣構造物的維護管理。	遵照辦理。
4	報告結論 4.1 第四及第五點為今年工作內容，是否適合列為研究的結論請再思考。	已刪除原報告結論 4.1 第四及第五點。
5	請參考書面資料予以修正初稿文字。	遵照辦理。

## 附錄二

### 期末報告簡報資料



# 運輸環境災防技術發展研究(3/4)

子計畫5

## 港灣構造物維護策略研析與 管理資訊系統應用推廣



報告人 黃宇謙 助理研究員

109年12月11日



## 簡報大綱

- 一、前言
- 二、文獻回顧
  - 1 港灣構造物之維護管理
  - 2.新興科技應用巡檢案例
- 三、港灣構造物維護管理系統與APP
- 四、結論與建議



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

# 一、前言

## 研究緣起與目的

- ◆ 國內主要商港碼頭逾齡使用情形普遍，以臺中港為例，碼頭與防波堤等港灣構造物使用時間部分已超過或接近40年
- ◆ 針對老舊及高風險碼頭應加強風險監管，檢視設施之安全性，建立完善的維護管理機制。

項次	碼頭編號	現況用途	長度(m)	寬度(m)	水深(m)	基樁結構	基樁材質	建造年代
1	#5	雜貨	200	23.5	11	直樁	PC	65
2	#6	雜貨	200	23.5	11	直樁	PC	65
3	#7	雜貨	200	23.5	11	直樁	PC	65
4	#8	雜貨	200	23.5	11	直樁	PC	65
5	#8A	快卸碼頭	260	23.5	11	直樁	PC	65
6	#9	雜貨	260	27	14	直樁+斜樁	PC	68
7	#10	貨櫃	320	27	13	直樁+斜樁	PC	68
8	#11	貨櫃	320	27	13	直樁+斜樁	PC	68
9	#12	雜貨	200	24	11	直樁	PC	68
10	#14	雜貨	180	15.75	10	直樁	PC	68
11	#15	雜貨	180	15.75	10	直樁	PC	68
12	#28	大宗	145	24	11	直樁+斜樁	PC	69
13	#31	雜貨	320	28	14	直樁+斜樁	PC	69
14	#32	貨櫃	320	28	14	直樁+斜樁	PC	69



## 研究緣起與目的

- ◆ 極端氣候之影響，極端強降雨、海平面上升及颱風強度的增加，都將對商港帶來更大的衝擊及災害。
- ◆ 強化碼頭維護管理並納入風險評估概念，以及利用新興科技應用巡檢，並以資訊系統協助維護管理決策，提升設施抗災韌性。

### 極端降雨

- 導致商港聯外道路排水不及而淹水，也可能影響港埠營運作業。
- 能見度不佳，致船班航行或設備操作困難。
- 使航道淤塞及停航。

### 海平面上升

- 回水致災可能
- 使商港容易發生淹水、海岸侵蝕等洪災。
- 港區金屬設備易因海水浸泡較容易鏽蝕。
- 污染物、原油等較易流連於海岸地區。

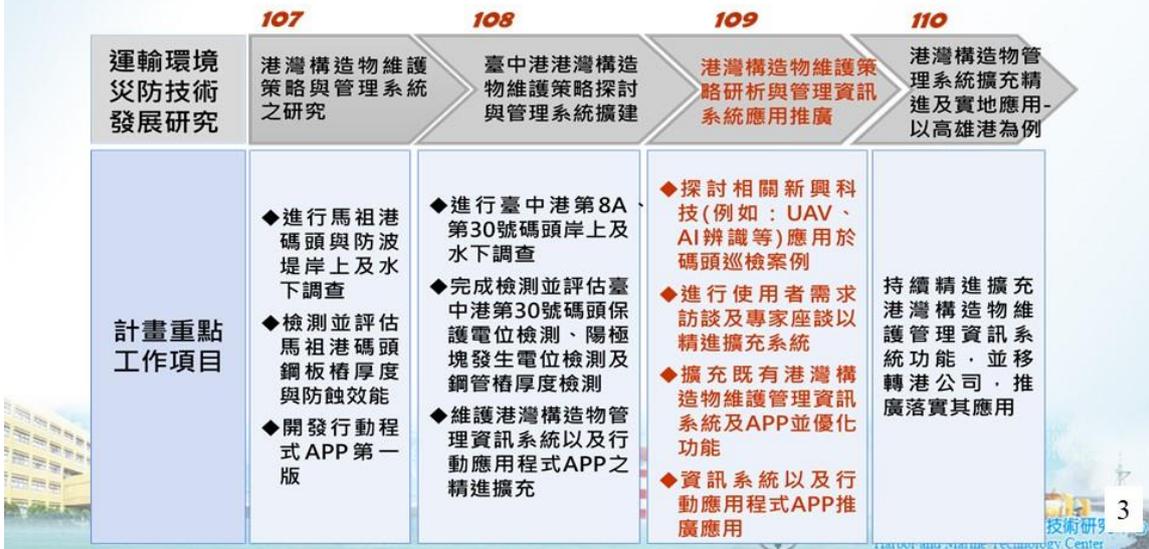
### 颱風強度增加

- 損毀碼頭設施，並造成停泊船隻受損。
- 因暴漲潮水帶來之大量淤泥與沉積物，使港埠需要疏濬。
- 增加斷纜機率，使船隻撞擊碼頭設施及它船。



## 研究緣起與目的

本所基於運輸研究業務需要與支援國內重大交通設施之職責，遂辦理4年期之「海洋及交通運輸防災技術研究」(107年~110年)計畫，並以「精進及擴增港灣構造物維護管理系統，提供港務管理單位應用於其設施維護管理作業需要，確實掌握港灣構造物狀況並排定經費使用優先順序。」為目標，發展相關細部計畫。



## 工作項目办理流程



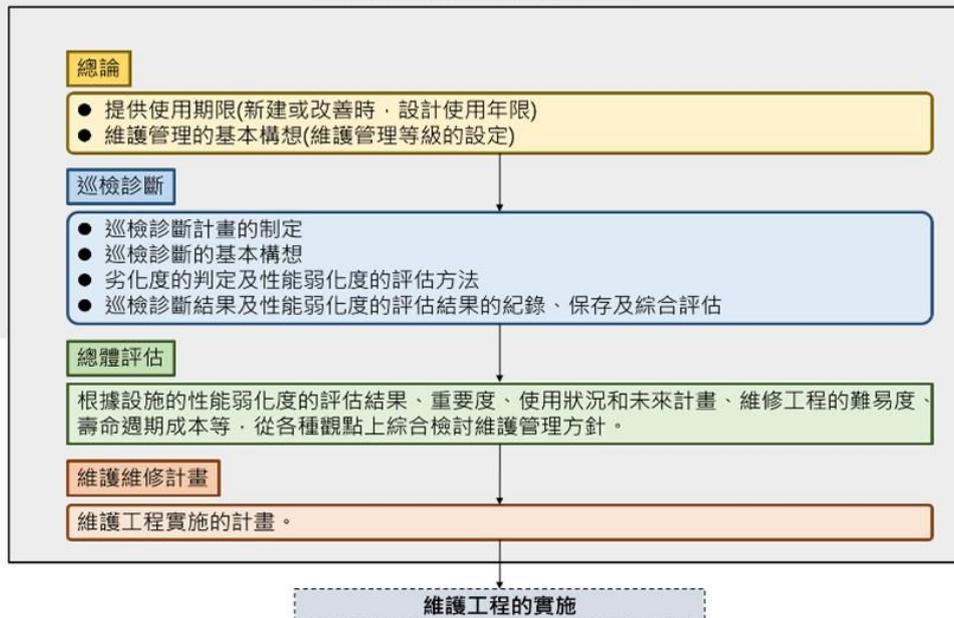


## 二、文獻回顧

### 港灣構造物之維護管理



### 維護管理計畫制定流程圖





## 巡查種類與頻率

類別	建議執行單位	項目/頻率		方式
經常巡查	管理單位	公共設施、作業場所、 <b>道路橋梁</b> 及其附屬設施	至少 <b>每日一次</b>	目視/岸上/ 交通船
		<b>碼頭</b> 及其附屬設施	至少 <b>每週一次</b>	
		其他港區公共基礎設施	至少每半月一次	
		高壓變電站設備	至少每月一次	
		<b>防波堤、海堤、護岸</b>	至少 <b>每季一次</b>	
		其他結構物各分公司有另訂巡查頻率者， 從其規定		
特別巡查	管理單位	<b>重大災害或事故發生後</b> (颱風過後或地震震 度大於4級)或巡查發現顯著異狀		目視(岸上)

註：新完工構造物，必須保留竣工圖及相關資料，作為日後巡檢的基本資料。  
既有結構物，第一次巡檢時，必須建立該構造物之相關資料，作為日後巡檢的依據。

資料來源：臺灣港務股份有限公司「各項設施之巡查、檢測及維護管理作業要點」  

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

 交通部運輸研究所港灣技術研究中心 7



## 巡查項目

頻率	巡查項目	構件	巡查重點
至少每日一次	道路	剛性鋪面	坑洞、下陷、破損、龜裂、積水
		柔性鋪面	坑洞、下陷、破損、龜裂、積水、車轍、鋪面變形推擠
	橋梁	橋面	伸縮縫、排水阻塞、欄杆、護欄、緣石、人行道、鋪面損傷
		主體結構	橋墩、橋台或大梁損傷、鋼構件、鋼索和錨座變形、鏽蝕、損傷
	附屬設施	標誌標線	牌面歪斜、傾倒、反光導標斷裂、標線磨損、脫落、高低差
		號誌	運作異常、歪斜、損傷
		交通島	緣石破損、反光導標脫落
		排水設施	積水、異物阻塞、蓋板遺失、鬆脫
		人手孔蓋	遺失、鬆脫、高低差嚴重
		照明	照度減弱、閃爍、燈具燈桿損傷
	欄杆護欄	護欄損傷、脫落、鏽蝕	

資料來源：臺灣港務股份有限公司，各分公司「港灣構造物維護管理手冊」  

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

 交通部運輸研究所港灣技術研究中心 8



## 巡查項目

頻率	巡查項目	構件	巡查重點
至少每週一次	碼頭 (重力式、 棧橋式、 板樁式、 複合式)	法線	變位、下陷、冠牆損傷、混凝土剝落
		鋪面	坑洞、下陷、龜裂、積水
		棧橋面板	下陷、破損、混凝土龜裂、鋼筋外露
		附屬設施	車擋損傷、繫船柱外觀損傷、防舷材面板、橡膠變形、爬梯劣化
	浮動碼頭	浮箱	外部損傷
		滾輪	異音、海生物覆著嚴重
		聯絡橋	橋體損傷、塗裝剝落
		防蝕	塗裝剝落



資料來源：臺灣港務股份有限公司，各分公司「港灣構造物維護管理手冊」



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

9

## 巡查項目

頻率	巡查項目	構件	巡查重點
至少每季一次	防波堤、 海堤及護 岸	堤面	變位、下陷、混凝土損傷、鋼筋外露、接縫處開裂
		消波塊	流失、塌陷、塊體破損、排列變位、散亂
		堤後背填 保護	保護塊石塌陷、沖失、背填土壤陷落
		堤後土地	地面下陷、破洞、土砂流失、冒出

## 巡查方式

- ◆ 以**直接目視**為主，巡查人員以開車或徒步或交通船或其他安全載具盡量靠近巡查標的，若無法接近，可採**無人機**等**間接目視**方式辦理。



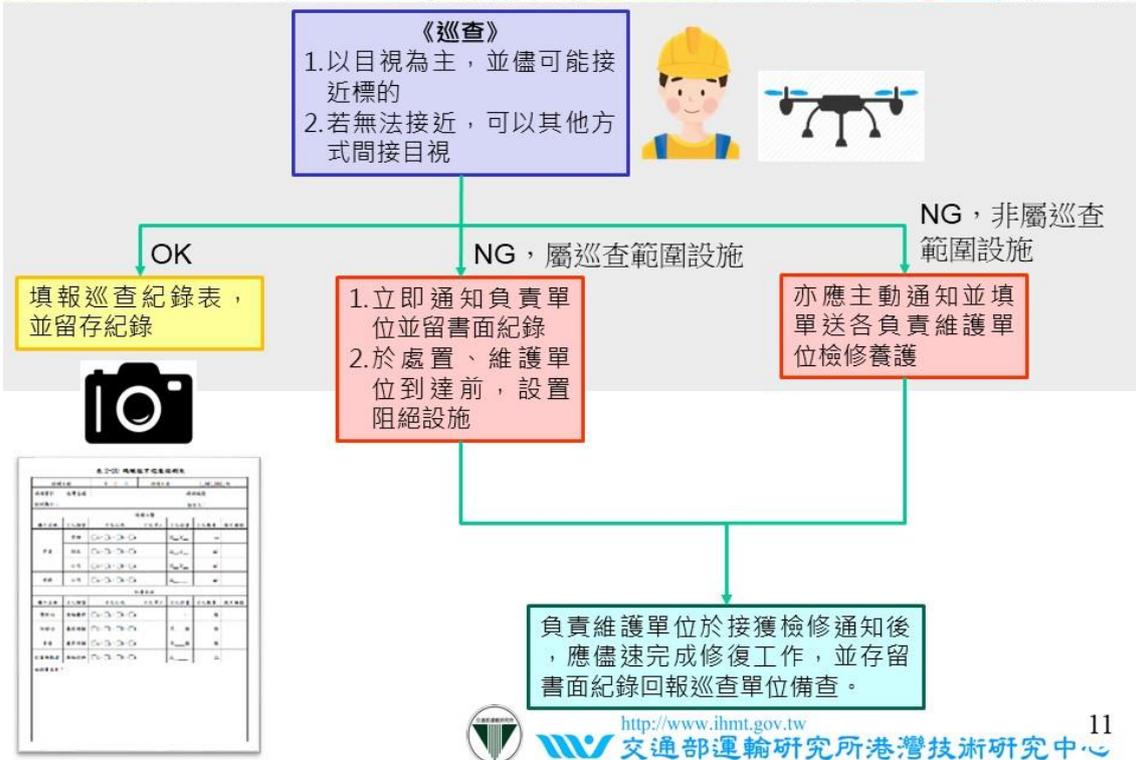
資料來源：臺灣港務股份有限公司，各分公司「港灣構造物維護管理手冊」



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

10



## 檢測種類與頻率

類別	建議執行單位	項目/頻率		方式
定期檢測	委外發包廠商	港灣構造物	至少5年一次	目視(包含水下)、依需求配合儀器進行詳細檢測
		一般橋梁	至少2年一次	
		特殊橋梁(鋼構、複合式等)	至少1年一次	
		其它設施依相關規定辦理		
詳細檢測	管理單位	於經查巡查、特別巡查或定期檢測後，認為有必要時進行之。		目視(包含水下)、依需求配合儀器進行詳細檢測



## 評估方法

	I類	II類	III類
影響程度	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 對設施性能與安全性產生直接影響的構件</li> <li>◆ 設施整體的位移和沉陷</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 對設施性能產生影響的構件</li> <li>◆ 鋼鐵構件的防蝕設施</li> <li>◆ 防舷材、繫船柱</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 附屬設施</li> <li>◆ 防護欄、爬梯等</li> </ul>



## 劣化度判定方法

構材的劣化度	劣化度的判定標準
4	構材的性能顯著降低狀態
3	構材的性能呈降低
2	有變化，但是構材的性能沒有降低
1	沒有變化

設施	巡檢診斷項目分類	巡檢診斷項目	巡檢方法	劣化度的判定標準	
沉箱式碼頭	I類	沉箱	目視 ◆ 裂紋，剝離、損傷 ◆ 鋼筋露出 ◆ 裂化的預兆	4	<input type="checkbox"/> 有使內填料流出的破洞、裂紋和缺損 <input checked="" type="checkbox"/> 大範圍鋼筋露出
				3	<input type="checkbox"/> 在多個方向有3mm寬度的裂紋
				2	<input type="checkbox"/> 在一個方向有3mm寬度的裂紋 <input type="checkbox"/> 局部有鋼筋露出
				1	<input type="checkbox"/> 沒有變化





## 性能弱化度評估方法

巡檢診斷項目分類	每個巡檢診斷項目的性能弱化度				性能弱化度
	A	B	C	D	
I類	有「4從一個到數個」巡檢診斷項目，設施性能呈非常弱化的狀態	有「4且3從一到數個」巡檢診斷項目，設施性能呈弱化狀態	A,B,D以外	全部是1	每個巡檢診斷項目被評估的性能弱化度當中，最嚴格的判定。
II類	有「許多4且幾乎是4+3」巡檢診斷項目，設施性能呈非常弱化的狀態	有「數個4且許多4+3」巡檢診斷項目，設施性能呈弱化狀態	A,B,D以外	全部是1	
III類	-	-	D以外	全部是1	



## 性能弱化度評估方法(案例)

巡檢診斷項目及劣化樣態	分類	劣化度的判定結果										合計		各巡查項目分類分類之性能弱化度	性能弱化度			
		1BL	2BL	3BL	4BL	5BL	6BL	7BL	8BL	9BL	10BL	4	3			2	1	合計
碼頭法線 凹凸、不平整	I類	4	2	2	3	2	3	2	2	1	1	1	2	5	2	10	B	A
本體結構 混凝土劣化、損傷	I類	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	4	6	0	10	B		
碼頭路面 下陷、損傷	I類	1	2	2	2	2	4	3	2	2	3	1	2	6	1	10	A	
碼頭路面 混凝土或柏油的劣化、損傷	II類	1	2	2	2	2	4	4	2	2	2	0	7	1	10	B		
海底地基 侵蝕、砂石堆積	I類	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	0	4	6	0	10	B	
上部結構 混凝土劣化、損傷	II類	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	10	0	10	C		

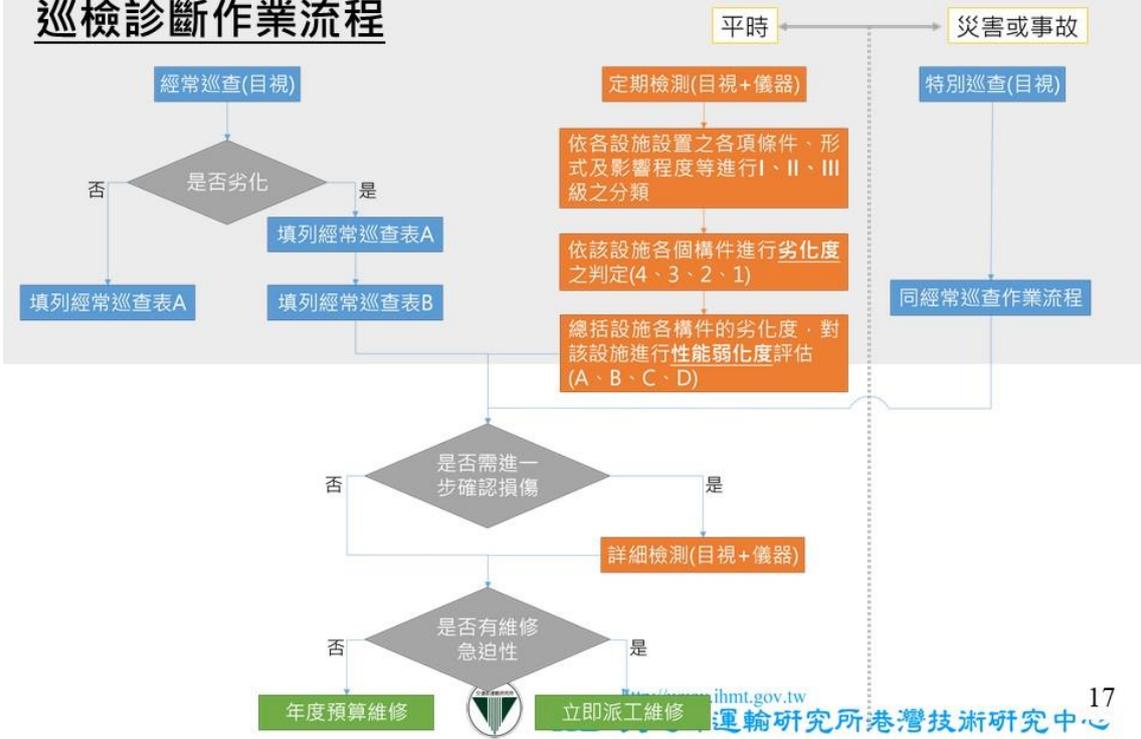
① 劣化度的判定結果中，例如1BL的「碼頭法線」的劣化度判定為「4」，碼頭兩邊對於該碼頭船舶靠離的安全性影響較小，故性能弱化度評估為「B」。

② 劣化度的判定結果中，例如6BL的「路面下陷、損傷」的劣化度判定為「4」，但其對在該碼頭的裝卸作業影響很大，故性能弱化度評估為「A」。

③ 綜合每個巡查診斷項目的性能弱化度，整體性能弱化度評估結果為最嚴重「A」級



## 巡檢診斷作業流程



## 新興科技應用巡檢案例





## 科技巡檢

- ◆ 主要整理 **日本国土交通省** 於 2020 年 3 月修訂出版之「**港灣の施設の点検診断ガイドライン**」(中譯：**港灣設施巡檢診斷指南**)、**港灣空港技術研究所**(Port and Airport Research Institute) 以及其他國內外相關文獻資料。
- ◆ 前揭診斷指南為 2014 年 7 月出版，並於今(2020)年進行第一次修訂。該指南共分 2 部，**第 1 部為總論**、**第 2 部為實施要領**。

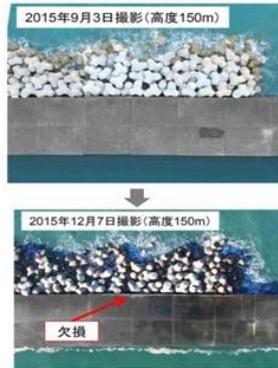
第1部 巡檢診斷指南	第2部 巡檢診斷實施要領
1. 總則 1.1 適用範圍 1.2 用詞定義 2. 巡檢診斷計畫制定 3. 巡檢診斷的基本思考 3.1 巡檢診斷的類型和方法 3.2 巡檢診斷的實施時間 3.3 巡檢診斷的巡檢項目 4. 判定及基於巡檢診斷結果的評估方法 5. 巡檢診斷結果的記錄保存 6. 專業工程師的運用 7. 教育、研修 8. 利用新科技進行巡檢診斷	第1篇 水域設施 第1章 總則 第2章 水域設施的定期巡檢 第2篇 外廓設施 第1章 總則 第2章 沉箱式防波堤的定期巡檢 第3章 其他外部設施的定期巡檢 第3篇 繫泊設施 第1章 總則 第2章 重力式碼頭の定期巡檢 第3章 板橋式碼頭の定期巡檢 第4章 棧橋式碼頭の定期巡檢 第5章 浮動碼頭の定期巡檢 第6章 其他構造形式の定期巡檢 第7章 其他繫泊設施の定期巡檢 第4篇 臨港交通設施 第1章 總則 第2章 道路的定期巡檢 第3章 橋梁の定期巡檢 第4章 隧道的定期巡檢 第5章 其他臨港交通設施 第5篇 其他設施 第1章 總則 第2章 包裝設施の定期巡檢 第3章 保管設施の定期巡檢 第4章 船舶服務設施の定期巡檢 第5章 旅客上下船用固定/移動設施の定期巡檢 第6章 廢棄物填埋場護岸の定期巡檢 第7章 沙灘の定期巡檢 第8章 草地和廣場の定期巡檢

積極考慮使用新技術如：使用 UAV、ROV(遠距操控無人探查裝置)等影像或多光束檢測，作為目視檢查及勘測之替代方案



## UAV運用於巡查

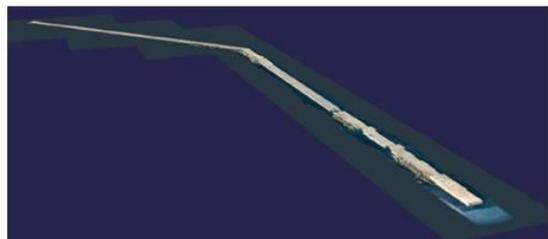
- ◆ UAV 具移動便捷性、客製化酬載、大範圍探查、迅速比對等優點。
- ◆ 搭配**實時動態技術(RTK)**，由地面基準站接收來自衛星的無線電波，再透過相關通訊設備傳送觀測資料至移動站(搭載於無人機上)，藉此，移動站可差分計算，獲得即時且精準之定位座標，提高了**定位精度**。
- ◆ 配合內建或外部軟體達到航線軌跡、快門時間、相片重疊率等設定，藉由連續影像之拍攝，再經商業軟體如 Pix4D 等軟體，即可達到**影像製圖及三維模型重建**，再利用各期影像進行現況比對，提高巡查效率。



利用 UAV 進行大範圍調查



RTK 基準站



三維影像重建

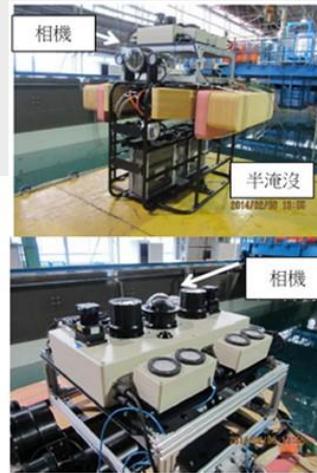




## ROV運用於巡查

- ◆ 以港灣結構物來說，有許多構件位處於潮間帶或沒於海面底下，惟該構件之狀況實為巡查、檢測之必要項目(如底板、鋼管樁)。

項目	技術指標
相機	1.巡查拍攝用(安裝於上層) 2.操作用(水面上一前一後、水面下前置)
傳感裝置	1.接收發射 2.定位(雷射測距儀) 3.避障 4.測距 5.足跡追蹤 6.方位和深度維持
LED	照明
推進系統	移動(水平、懸掛推進器)
浮體	穩定機身



<http://www.ihmt>

改良後ROV

21

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

## ROV調查工作流程

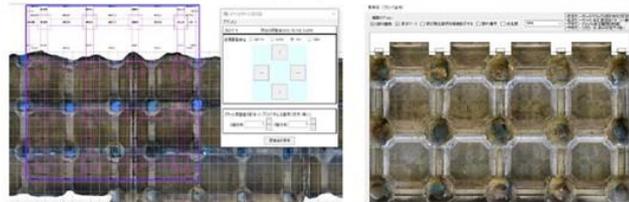
製作三維影像



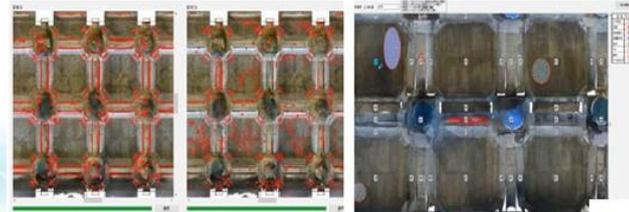
結果輸出報表



依數據及設施資料製作展開圖



自動判定劣化位置、範圍、程度



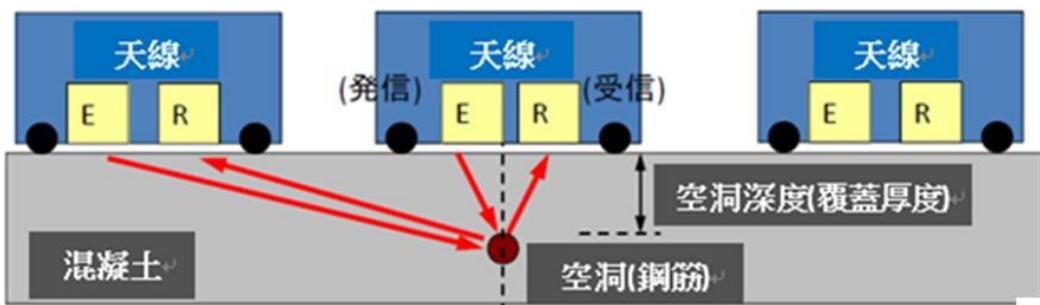
22

交通部運輸研究所港灣技術研究中心  
Harbor and Marine Technology Center



## 鋪面窠空調查

- ◆ 碼頭、道路、橋梁等，皆有可能發生鋪面之空洞化，進而導致經過之人、車受損害，針對本劣化，一般目視巡查以檢查外觀為主，藉由其表面開裂程度、凹凸及落差情形來進行判斷，惟**可能表面看似輕微，而內部卻已有窠空發生**。
- ◆ 電磁波雷達法為一種非破壞檢測方法，主要原理係利用從發射天線發射的**電磁波在不同的材料介面處反射的特性**進行調查



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

23



## 鋪面窠空調查

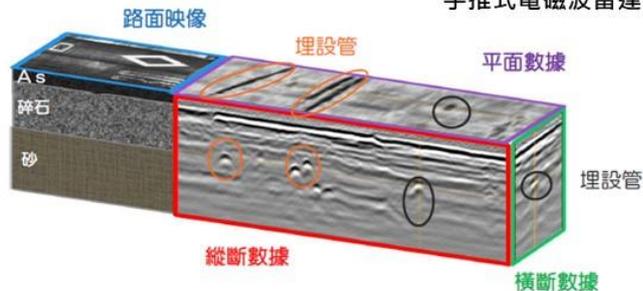
- ◆ 電磁波雷達可配合欲調查場域，裝載於手推車或汽車上，掃描後的成像結果，仍需透過專業訓練之人員進行判斷是否為空洞，若未來有機會**結合機器學習達到自動判識**，相信更能提高此法之效率及應用。



車載陣列雷達



手推式電磁波雷達

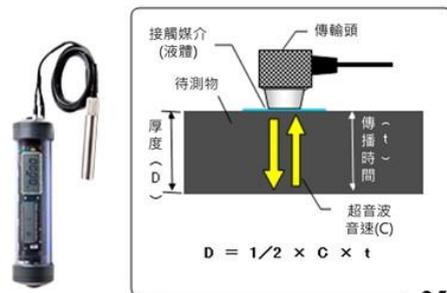
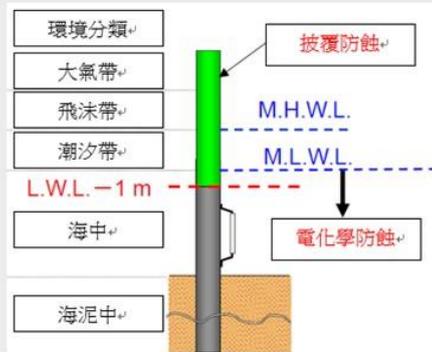


24  
中心



## 鋼結構腐蝕調查

- ◆ 港灣鋼構造物主要之防蝕機制可分為：  
**(1)犧牲陽極防蝕(2)外加電流防蝕(3)披覆防蝕**等，依現行碼頭鋼板(管)樁防蝕方法，潮汐帶、飛沫帶及大氣帶較多採用披覆防蝕工法，而海中及海泥處，則是以電化學相關之防蝕工法居多。
- ◆ 若需了解鋼構造物之腐蝕情形，除一般目視外，亦可使用非破壞性檢測儀器，來進行厚度量測以推算腐蝕速率，或進行保護電位之量測。
- ◆ 日本港灣空港技術研究所運用以水中操作為前提，耐壓水深達300m之**高性能超音波測厚儀**，可進行橋梁，碼頭，鋼管樁等厚度量測，其測量原理係運用根據超音波被反射的傳播時間t乘以被測物體的聲速C即可算出厚度D。



超音波測厚儀

音波測厚原理示意圖

25



## 三、港灣構造物維護管理系統與APP

維管系統與APP基本功能介紹



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

26



## 基本介紹

年度	歷程
100-103	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 辦理四年期「<b>臺灣構造物安全檢查評估之研究</b>」計畫。</li> <li>◆ 以<b>花蓮港</b>為標的，<b>102年</b>建置國內第一個<b>臺灣構造物維護管理系統</b>。</li> <li>◆ 擴充系統，增加<b>基隆與金門港</b>（料羅、水頭及九宮）。</li> </ul>
104-106	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 持續擴充系統，增加<b>蘇澳港、臺北港、馬祖港</b>。</li> <li>◆ 調整系統模組功能，改善操作模式及使用便利性，新增公告管理、留言管理、系統管理及通知模組。</li> </ul>
107	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 增加<b>高雄、臺中與安平港</b>部分。</li> <li>◆ 增加資料審核、即時回報模組。</li> <li>◆ 開發<b>行動應用程式 (APP) 第1版</b>。</li> </ul>
108	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 辦理「<b>臺中港臺灣構造物維護策略探討與管理系統擴建</b>」計畫，持續滾動修正及精進擴充系統和APP功能模組。</li> </ul>



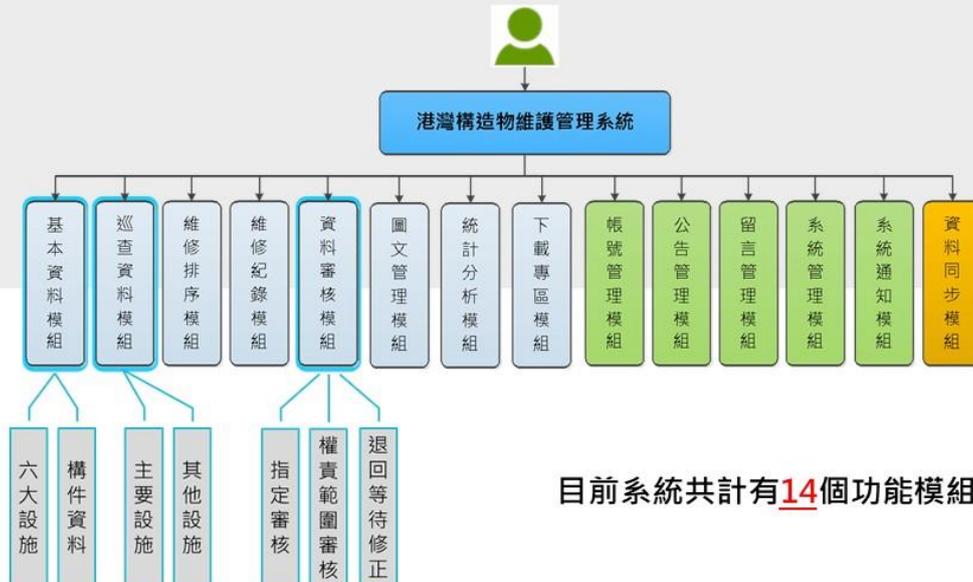
<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

27



## 港灣構造物維護管理系統



目前系統共計有**14**個功能模組



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

28



## 港灣構造物維護管理資訊系統

### 系統架構



29



### 基本資料模組

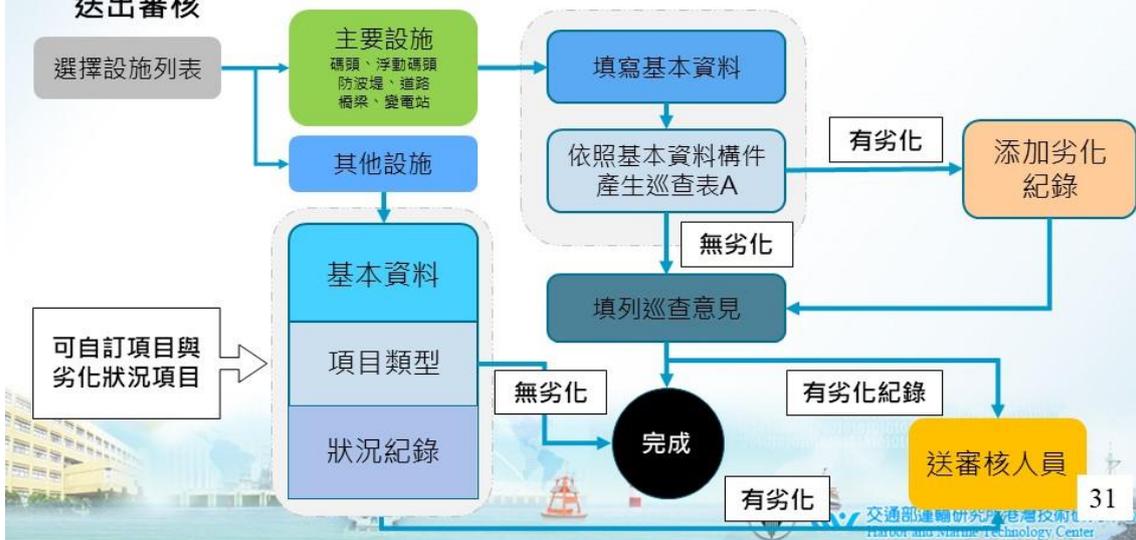
- ◆ 使用者可依照各設施類別建立所屬的構件資料與編碼，所建立的構件將會連動產生經常巡查檢核表。
- ◆ 針對不同設施提供不同基本資料填列表格，以碼頭為例，提供碼頭名稱、碼頭長度、碼頭設計水深、碼頭可靠泊水深、泊船噸位、用途說明、單元數量、碼頭型式、建造日期、建造經費等欄位供管理者填列。



30

## 巡查資料模組(1/2)

- ◆ 主要提供「經常巡查、特別巡查、定期檢測、詳細檢測」資料之查詢與新增。
- ◆ 確立設施內各構件建立完畢後，先選擇主要設施(碼頭、防波堤、道路等)或其他設施並填寫相關基本資料，再依巡查之狀況填列巡查表A，若巡查項目無劣化情形，可直接至下一步驟填列巡查意見後送出，以完成巡查紀錄之新增，若有劣化情形，則須先添加劣化紀錄後，才能再至下一步驟填列意見後送出審核



## 巡查資料模組(2/2)

- ◆ 檢測包含定期檢測及詳細檢測，檢測部分可針對結構形式為鋼板樁可填寫：鋼管樁電位、陽極塊電位、鋼板厚度等。另可上傳紀錄詳細檢測作業的檔案報告，供日後查詢下載使用

編輯定期檢測 - 檢測紀錄列表

高雄港 - 一百一十一號碼頭

高雄港 - 設施列表

NO	報表類型	檢測日期	天氣	檢測員	單位
1	鋼管樁電位	2019-11-26	晴	高雄港	test

新增詳細檢測

高雄港 - 新濱1號, 2號碼頭

檢測日期:

檢測單位:

檢測人員:

檔案名稱:

備註說明:

檔案上傳:  未選擇任何檔案





## 資料審核模組

- ◆ 人員巡查完畢後，若有劣化情形會送至負責之管理人員進行審查，管理人員可再進一步判斷該劣化是否需維修或進行複查等處置機制，後續則再送交相關承接單位。

資料審核

退回等待修正 1

指定待審核 2

查詢審核狀態

NO	類別	類型	日期	備註	劣化/缺失	位置	圖片	動作	變更
1	等待指定審核	結構	2020-06-22	碼頭	倉位外移、下陷	靠近26號碼頭		刪除	退回修正
2	等待指定審核	結構	2020-06-22	碼頭	外殼嚴重鏽蝕			刪除	退回修正
3	等待指定審核	結構	2020-06-22	碼頭	外殼嚴重鏽蝕			刪除	退回修正
4	等待指定審核	結構	2020-06-22	碼頭	外殼嚴重鏽蝕			刪除	退回修正
5	等待指定審核	結構	2020-06-22	碼頭	外殼嚴重鏽蝕			刪除	退回修正
6	等待指定審核	結構	2020-06-22	碼頭	樓梯歪斜、鏽蝕、損傷			刪除	退回修正

**\*.點選資料審核**

**變更狀態**

目前狀態 等待指定審核

狀態變更為

▼

退回修正

**審核完成, 繼續巡查**

審核完成, 暫不維修

審核完成, 等待合併維修

審核完成, 送至維修

不需審核

結束

確定送出

33



## 維修紀錄模組

- ◆ 提供各港針對維修事件資料之紀錄查詢，可記錄維修合約編號、金額、廠商名稱、使用工法、日期等，以及上傳維修前中後照片及預算書等檔案，供資料保存及查核、分析使用。

## 維修排序模組

- ◆ 提供了**需維修設施與已維修設施**搜尋兩功能，需維修設施搜尋功能，主要針對系統內所記錄的劣化狀況2以上的劣化紀錄來進行搜尋排序，搜尋出的結果可提供維修相關人員進行維修發包時的參考依據。另已維修設施搜尋功能，則提供以劣化狀況或契約名稱等條件，進行已建立維修紀錄等查詢使用。

**新增維修紀錄**

合約編號  承辦人員

合約名稱

廠商名稱

負責人  聯絡人

廠商所在縣市

廠商地址

廠商電話  傳真電話

維修工法

維修數量  單位

維修金額

維修開工日期  維修完工日期

維修項目說明

34



模組名稱	功能簡述
統計分析模組	提供各港 <b>必填欄位之統計</b> ，供人員查看已填及必填情形，並計算填寫率
圖文管理模組	上傳相關文件、圖說、檔案等紀錄
帳號管理模組	供系統以及各港灣管理者進行各港灣內的使用帳號管理
公告管理模組	建立及發佈公告使用
留言管理模組	使用者可以透過此功能進行留言，管理者可以對留言進行回覆
系統管理模組	管理系統中相關設定
系統通知模組	系統後端處理模組
資料同步模組	提供主系統與APP進行資料的交換使用
下載專區模組	提供使用者掃描QRcode下載APP使用，在此功能頁面也提供了主系統與APP的使用手冊下載



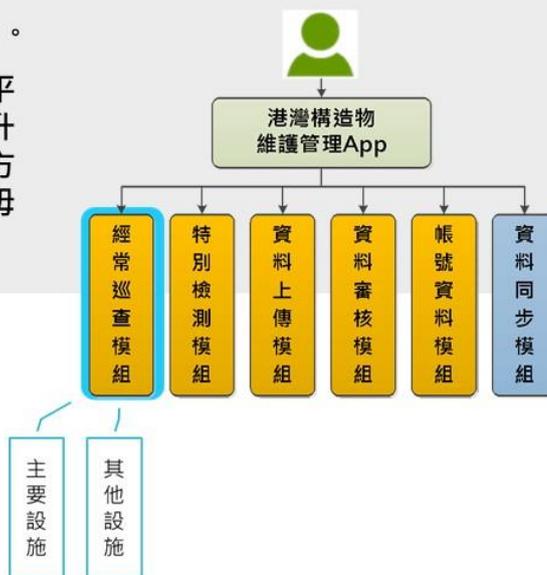
<http://www.交通.gov.hk>

35



## 行動應用程式APP

- ◆ 目前APP共計有**6**個功能模組。
- ◆ 主要提供使用者利用手機、平板等進行現地巡查作業，提升其方便性及即時性，其填列方式同系統流程，故巡查人員毋需再熟悉操作。



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

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

36



## 今(109)年度擴充及精進項目說明



### 辦理過程

- ◆ 於3/24、5/27邀集港務總公司相關人員召開需求研商會議。
- ◆ 於5/19、8/20召開自行研究計畫第1次及第2次工作會議。
- ◆ 於6/23召開自行研究計畫專家學者座談會議。
- ◆ 於6/30、7/3、7/6及7/10，分別至高雄、基隆、臺中、花蓮港務分公司，舉辦港灣構造物維護管理制度與維護管理手冊說明暨港灣構造物維護管理系統教育訓練，並蒐集相關使用者意見(總參與教育訓練人次統計138人)。









## 擴充APP功能

### 增加防波堤檢測

- ◆ 因防波堤檢測的表單與碼頭不同，在行動裝置上增加防波堤檢測的輸入方式，以利檢測人員使用。

### 整併及調整巡查作業

- ◆ 配合系統進行相對應巡查作業調整。

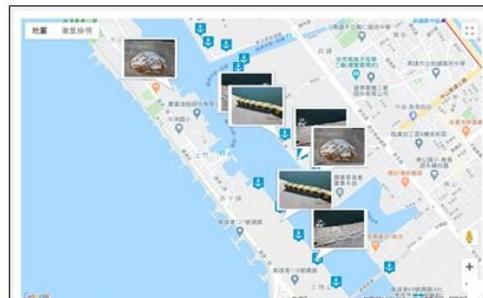


### 增加系統公告

- ◆ 於APP上即可清楚知道目前系統的相關公告內容，無需再登入主系統查閱。

### 記錄GPS座標位置

- ◆ 結合Google Map可呈現App巡查所記錄的GPS座標位置。



## 四、結論與建議

- ◆ 各項港灣設施巡查與檢測頻率建議可依實際執行情形、人力配置等，進行滾動式調整。
- ◆ 現各項新興科技應用於巡查與檢測案例屢見不鮮，亦是未來之重點目標，建議可持續蒐整科技應用案例，並盤點可實行之標的，於可行性評估後，進行場域試辦試行，俟累積相關成果後，亦可逐步導入實際應用，提升設施維運效率。
- ◆ 港灣構造物維護管理資訊系統及APP尚需完善其各港基本資料建置，並於各港巡檢人員使用後，提供回饋意見，再依其狀況進行滾動式修正，俾利系統持續精進且以符合實際需用為重點。
- ◆ 持續辦理系統講座、教育訓練，並以應用單位主管為主要邀集對象，期由上至下改變整體思維及機制，以推廣實際使用。



# 簡報完畢 敬請指教



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

## 附錄三

### 自行研究計畫第 1 次工作會議紀錄



## 交通部運輸研究所臺灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所港研中心第一科自行研究計畫第1次工作會議

二、時間：109年5月19日(星期二)下午2時

三、地點：本所港研中心五樓第一會議室

四、主持人：蔡立宏主任

紀錄：莊凱迪

五、出(列)席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

(一)工作進度說明：

1.地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

(1)完成大甲溪下游國3大甲溪橋基本資料蒐集。

(2)完成地工織布現地試驗規劃。

(3)完成國3大甲溪橋P27墩之地工織布現地鋪設。

2.109年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

(1)完成第1季大氣腐蝕因子調查與金屬材料現地暴露試驗。

(2)完成2019年臺灣大氣腐蝕劣化因子調查年報。

3.109年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

(1)持續維護各港區地震災況速報系統及地震監測站儀器，使其能正常運作。

(2)於2月及5月完成第1、2季各地區地層分層沉陷及水位量測。

(3)預計於7月辦理第1次各港地震及動態水壓即時監測系統維護保養工作，驗收及付款事宜。

4.臺北港港區工程基本料庫擴建及網頁查詢模組建置

(1)網頁版港區工程基本資料查詢系統之架構建置。

(2)臺北港區港埠規劃圖資蒐集與查詢模組建置。

(3)臺北港碼頭與堤防設施斷面圖資蒐集與網頁展示模組建置。

#### 5.港灣構造物維護策略研析與管理系統應用推廣

(1)國內外港灣構造物維護管理機制相關文獻研析。

(2)國內外港灣構造物新興科技運用巡檢案例蒐整。

(3)3月24日邀集港公司辦理第1次需求諮商會議。

#### 6.離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)

(1)持續辦理金屬材料腐蝕現地暴露試驗。

(2)定期觀測與鑑別金屬試片附著海生物之種類與分佈情形。

(3)進行臺中港4號碼頭海域水質連續監測及採樣調查分析。

### (二)針對目前研究方向與執行情形進行討論：

#### 1.地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

(1)後續室內水工模型試驗執行方式討論。

(2)後續地工織布保護成效觀測方式的討論。

(3)地工織布的抗紫外線及耐久性問題討論。

#### 2.109年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

(1)後續進行全島109年第2季、第3季及第4季大氣腐蝕劣化因子調查試驗設備取樣維護及化學分析試驗的方式討論。

(2)精進及擴充臺灣腐蝕環境分類資訊系統資料庫的方式討論。

(3)辦理部屬單位教育訓練或腐蝕資訊系統教育訓練期程討論。

#### 3.109年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

(1)港區震災速報系統移轉港務公司之問題討論。

(2)速報系統簡訊傳送內容修改討論。

#### 4.臺北港港區工程基本料庫擴建及網頁查詢模組建置

(1)港區工程基本資料查詢系統之建置討論。

(2)臺北港工程基本資料的蒐集與地質資料模組建置討論。

(3)後續公共設施管線查詢模組的討論。

5.港灣構造物維護策略研析與管理資訊系統應用推廣

(1)後續需求研商工作會議時程及內容討論。

(2)港灣構造物維護管理資訊系統後續擴充及精進內容討論。

(3)教育訓練及應用推廣討論。

6.離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)

(1)金屬試片取樣作業後續工作討論。

(2)金屬試片附著生物調查試驗後續工作討論。

(3)臺中港鄰近海域水質連續監測採樣調查分析試驗，監測項目討論。

七、結論：

(一)土工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

1.針對後續室內水工模型試驗請依期程完成。

2.土工織布保護成效觀測方式是否能於現地增設攝影設備，以利觀測颱風之水流變化及鼎塊保護工之變位情形，請納入後續觀測之評估項目。

(二)109年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

1.請持續建立臺灣地區構造物腐蝕環境潛勢分析之完整數據資料庫。

2.請加強推廣於交通部、公路總局、高速公路局、港務公司及顧問公司等選用金屬材料及防蝕工法參考應用，確保公共工程如橋梁、碼頭等構造物，能達到或超過設計使用年限。

(三)109年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

1.執行期程於110年結束，請提早準備未來與港務公司合作研究相關資料，安排時間討論。

2.速報系統簡訊傳送內容修改，增加「建議港務公司派員

巡查，僅供參考」，以釐清權責歸屬問題。

3.請持續維護各港地震災況速報系統，使其能正常運作。

(四)臺北港港區工程基本料庫擴建及網頁查詢模組建置

1.針對後續各項網頁查詢模組請依期程完成。

2.請針對港區工程基本資料查詢系統之臺北港地質資料與公共設施管線資料的網頁查詢進行更新與建置。

(五)港灣構造物維護策略研析與管理資訊系統應用推廣

1.請於5月底前再次邀集港公司代表，進行第2次需求諮商會議討論。

2.整理之港灣構造物維護管理機制，可歸納並做為後續檢測標準訂定之參採。

3.請依預定進度甘梯圖規劃，至各港分公司進行維護管理資訊系統介紹及相關需求諮商，以做為後續系統擴充及精進內容之方向。

(六)離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)

1.後續進行金屬試片取樣及金屬試片附著生物調查試驗作業請依期程完成。

2.請彙整金屬試片腐蝕速率、附著生物數量與連續水質參數資料以統計分析探討其關聯性變化。

八、散會：下午5時30分。

### 會議簽到表

會議名稱：本所港研中心第一科自行研究計畫第 1 次工作會議

時間：109 年 5 月 19 日(星期二)下午 2 時

地點：本所港研中心五樓第一會議室

主持人：蔡立宏主任 蔡立宏

單位	簽名
一科	柯正龍 張道光 賴沛尊 張建明 林雅雯 曾文序 黃宇強 胡啟文 謝外屏
二科	齊育和 黃茂信
三科	李修穎 蔣敏玲



## 附錄四

### 自行研究計畫第 2 次工作會議紀錄



## 交通部運輸研究所臺灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所港研中心第一科自行研究計畫第2次工作會議(第2場次)

二、時間：109年8月20日(星期四)上午9時

三、地點：本所港研中心五樓第一會議室

四、主持人：蔡主任立宏

紀錄：莊凱迪

五、出(列)席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

### (一)工作進度說明：

#### 1.臺北港港區工程基本資料庫擴建及網頁查詢模組建置

- (1)臺北港區港埠規劃圖資蒐集與查詢模組建置。
- (2)臺北港碼頭設施斷面圖資蒐集與網頁展示模組建置。
- (3)臺北港區地質資料蒐集與查詢展示模組建置。

#### 2.港灣構造物維護策略研析與管理資訊系統應用推廣

- (1)研析國內外港灣構造物維護管理機制相關文獻。
- (2)蒐整國內外港灣構造物新興科技運用巡檢案例。
- (3)目前教育訓練與應用推廣情形。

#### 3.離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)

- (1)金屬試片取樣作業:分別於109年3月14日及6月5日,完成第1次及第2次金屬試片取樣試驗作業,並進行周邊水下海生物清理及水下照相工作。
- (2)金屬試片附著生物調查試驗:109年4月及7月,完成第1次及第2次金屬試片附著生物調查、金屬酸洗試驗及速率分析。
- (3)港區水質連續監測調查:持續蒐集臺中港4號碼頭水質連續監測調查分析資料,監測項目包括:鹽度、溶氧、導電度、酸鹼度、水溫、濁度等。

### (二)針對目前研究方向與執行情形進行討論：

- 1.臺北港港區工程基本資料庫擴建及網頁查詢模組建置
  - (1)碼頭與堤防設計查詢模組之資料斷面圖資之建置討論。
  - (2)鑽探資料查詢模組之液化分析與地質資料之建置討論。
  - (3)後續公共設施管線查詢模組之資料蒐集與模組之建置討論。
- 2.港灣構造物維護策略研析與管理資訊系統應用推廣
  - (1)維護管理機制、科技應用案例等相關文獻之蒐整及後續應用。
  - (2)港灣構造物維護管理資訊系統後續擴充及精進內容討論。
  - (3)教育訓練及應用推廣使用者意見回饋討論。
- 3.離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)
  - (1)金屬材料腐蝕現地暴露試驗現階段成果討論。
  - (2)金屬試片附著海生物之種類與分佈情形討論。
  - (3)臺中港 4 號碼頭海域水質連續監測數據討論。

#### 七、結論：

- (一)臺北港港區工程基本資料庫擴建及網頁查詢模組建置
  - 1.請依預定進度，完成各項網頁查詢模組之建置。
  - 2.請針對碼頭與堤防設計查詢模組與地下管線查詢模組之圖資資料更新建置。
- (二)港灣構造物維護策略研析與管理資訊系統應用推廣
  - 1.後續請再邀集港務公司進行維護策略研商會議，以符實務需求。
  - 2.後續規劃請擇定 1 座或數座碼頭，實際至現地進行港灣構造物管理資訊系統及 APP 巡檢測試。
  - 3.請惠整教育訓練使用者回饋意見整理成表，並列出意見回復。
- (三)離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)
  - 1.請持續進行金屬腐蝕試驗試片取樣及試片海生物附著調查，並加強資料品管。
  - 2.請彙整金屬試片腐蝕速率、海生物附著數量與連續水質監測調查資料，並分析統計探討其交互關聯性。

八、散會：上午 11 時 30 分。

### 會議簽到表

會議名稱：本所港研中心第一科 109 年度自行研究計畫第 2 次工作會議(第 2 場次)

時間：109 年 8 月 20 日(星期四)上午 9 時

地點：本所港研中心5樓第一會議室

主持人：蔡主任立宏 蔡立宏

單位	簽名
港研中心本部	蔡立宏      柯正龍
港研中心第一科	賴瑞堯      張光明 謝幼屏      曾文傑 莊凱迪      張曉      黃子蕩
港研中心第二科	蔡立宏
港研中心第三科	李俊穎



## 附錄五

### 自行研究計畫專家學者座談會議紀錄



## 交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

- 一、會議名稱：本所港研中心第一科109年自行研究計畫專家學者座談會議
- 二、時間：109年6月23日(星期二)上午10時
- 三、地點：本所港研中心2樓簡報室
- 四、主持人：蔡立宏主任 紀錄：林雅雯
- 五、出(列)席人員：如後附簽到表
- 六、主席致詞：略。
- 七、研究單位簡報：略。
- 八、與會委員與相關人員評論：

### (一)地工織布應用於橋墩基礎保護之沖刷模擬研究

#### 1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

- (1)有關地工織布在橋墩基礎沖刷保護之應用，雖然沈箱保護與橋墩保護之力量來源、作用力方向、淘刷發生機制等不盡相同，但其構想來自港灣工程沈箱或海堤前緣之防淘刷保護，以地工織布保護橋墩基礎應屬合理之方向。
- (2)有關織布之鋪設範圍及鋪設方向可再研究其最佳效果，另織布上方可否考慮比照拋石堤及沈箱提，填以堤心石在鼎型塊下方，可進一步保護織布及下方河床防淘刷。

#### 2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

- (1)本研究案對於道路橋梁基礎安全如何加強，是非常正面的，予以肯定。
- (2)地工織物:如何鋪設、多大面積、如有經驗案例可參考最好，如無，建議對於沖刷侵蝕之現有資料多予整理分類分析，對於試驗之規劃有所助益，本案是否只作一處，是否在後期增加其他橋段試驗數量資料，可作為實証效果，推廣於他處。
- (3)建議一般橋梁之常用基礎型式可簡單介紹，對於鐵路及公路、國道橋梁其易沖刷段是位於河川之上、中、下游或何處，或對於舊型橋墩較易於產生沖刷破壞，對於台灣河流短急坡降大及邊坡易坍之環境，其不利因素建議說明。

- (4)建議對現地表面或地質作一簡述，對應方案之沖刷效應，過去經驗之一般工法如何，為何效果不彰？
- (5)建議說明選擇大甲溪國道三號、鐵路橋下游進行現地鋪設之理由及原因。
- (6)使用織布是創新或是新工法，對於使用方式可以做一簡述，其主要之功能及目的、效果之設想，試驗之印証建議可以圖說說明。
- (7)因應基礎保護之型式是否會有不同之方法及位置，如橋台、橋墩、週邊範圍大約是基礎寬或深度之幾倍、消波塊、鼎塊與織布疊放方式，建議未來於報告中可稍加說明，試驗完成亦可探討假設條件與成果間之異同處。
- (8)室內水工如何模擬水流及濁度、土工織物如何模擬，其比例及特性、相關性及相似性如何建議稍加說明。
- (9)對於洪水刷深之抵抗，未來是否會對於橋梁規範做一些建設性的建議，如在多大的河川或定性下哪些河川、在何位置必須考慮增加類似此工法。
- (10)每月近景攝影，河床變化、鼎塊變位或流失，與附近基礎比較裸露深度等，建議設置監測系統或監視器以作觀察，有無考量用光達測量。

### 3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

- (1)現地試驗是一最直接可靠的辦法，值得肯定。今年已完成現場鋪設，預計明年才進行觀測，建議若有洪水發生即隨時觀測。
- (2)水工模型試驗可用較少的經費做多種方案比較，為其優點，但土工織布的強度及泥沙沖刷在縮尺上仍有困難，因此其結果是屬定性而非定量，故與現場試驗做比較可能會有些出入。

### 4.交通部高速公路局大甲工務段饒書安段長

- (1)本計畫之成效追蹤建議就定期及不定期分別辦理，並就河川流量(不定期、災害)及鼎塊影響沉陷範圍予以同步紀錄。
- (2)建議未來可就鼎塊串聯繩索併入研究探討，因鼎塊串結亦是影響鼎塊穩定之重要因素。
- (3)建議增加現地水文、水理介紹、沖刷侵蝕(過去沖刷歷史介紹)之蒐集。

### 5.本所港研中心賴聖耀前研究員

- (1)本研究計畫以現地試驗鋪設驗證保護工法成效，研究計畫必須且實用，值得肯定。
- (2)在水工模型試驗中，很容易嘗試各種土工織布的鋪設方式，以探討保護工法的成效，在現地如何規劃各種鋪設方式？

#### 6.本所港研中心陳桂清前研究員

- (1)計畫很實務性，如果成效良好，可應用推廣。
- (2)預定甘梯圖中鋪設土工織布時間恰逢颱風季節，是否適當，請可斟酌。
- (3)保護成效觀測，鋪設織布之基樁與進行比對之基樁，其兩者條件是否相當？
- (4)各種土工織布、工法、施工成本…等分析，建議探討。

### (二)109年港區震災速報系統維護及地層下陷調查分析研究

#### 1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

- (1)有關港區震災速報系統，其提供港區地震震度與可能發生災害類型評估，建議可配合港區港灣構造物改建，適時更新通報範圍及災害評估。
- (2)有關地層下陷調查分析研究，海岸線之地層下陷其範圍大，且時程長，應進行長期之資料蒐集及分析，未來可結合水利署之海岸管理，一併提供研擬海岸下陷及氣候暖化，海平面上升之防制對策。

#### 2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程師

- (1)本項維護及研究案，已逐步建置長期觀測資料，有系統的統計分析、整理是值得肯定的，對於港區哪些區位易於液化及對於歷史地震、水位資料、工程基本資料資料庫擴建及網頁查詢建置是重要及必要的，可提供港灣工程規劃設計、廠商建置設施之重要參考依據，對於中心此項工作予以肯定。
- (2)地層下陷大區域之相對位置高程是否可以有三度空間的圖形立體呈現或時間歷程與沉陷量的展示。
- (3)對於結構物所在位置之下陷量與鄰近或遠一點之沈陷量相對比較，或許可得到差異沈陷量，大區域之填土區已設置基礎設施，如防波堤頭、堤身、堤根，排水設施、箱涵、建物、地下結構物

等，其興建期與現今、未來之下陷量比較，與貴中心之潮汐潮位、暴潮位、附近地面之高程，可否有防災預警系統，如淹水、暴雨、颱風大潮時，地面沈陷量大的地方造成排水系統水頭差不足而積水，碼頭高程不足、越波量大於設計量等，布袋港即有多次情況。

(4)有些地區、港區下陷狀況較為嚴重，且如有不均下陷發生，對於原設計設施或結構物基礎等之水平高程，大區域或局部排水系統會造成嚴重的影響，因此對於觀測結果，如何能適當的運用在管理面上是重要的，例如在平面上之觀測結果沈陷速率，提供未來新填地填土高程、排水系統、土木、建物、道路高程等規劃設計參考依據。

(5)對於易下陷地區，港公司應有歷年測量高程資料，但對於港區地面高程逐年小幅沈陷變化量，並不足以示警，目前亦尚無對於整區下陷之預警及未來到何程度需先辦理超前佈署之因應措施，建議此部份如可能的話，可以在本研究案內或下次研究案內予以納入研究，未來可提出對港公司維管之建議。

### 3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

(1)本計畫為連續性計畫，已執行多年，建議鼓勵港務機關多使用，並把使用心得回饋，使系統更可靠好用。

### 4.本所港研中心賴聖耀前研究員

(1)震災速報系統建議定期以新的調查資料和研究成果更新液化模組。

## (三)臺北港港區工程基本資料庫擴建及網頁查詢模組建置

### 1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

(1)有關臺北港港區工程基本資料庫建置，建議可結合港灣構造物維護管理系統，未來港區巡查及維修照片均加入 GPS 座標系統，將港區維護管理及維修紀錄與圖形化及 GIS 資料結合。

(2)亦可納入 3D 港區管線資訊系統，一併管理及顯示。

### 2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程師

(1)本項臺北港港區工程基本資料庫擴建及網頁查詢建置是重要及必要的，可提供港灣工程規劃設計、廠商建置設施之重要參考依據，對於中心此項工作予以肯定。

- (2)建議針對該港填土之來源及後續填築完成之土質資料搜集後做一補充，填築時間、完成時間、地表沈陷量、水位、臺北港監測資料等，未來可提供投資商評估地質條件之參考。
- (3)對於原有海床與人工填築高度等資料多搜集，基港分公司可多予提供，以完整資訊系統。
- (4)土壤參數、相關試驗值愈多愈好，離岸風電國外廠商港區或海床地質，有偏好採用荷式錐貫入試驗結果，因此對於與 N 值之試驗結果，建議未來可以試做比較研究，將研究結果供大家參考。

### 3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

- (1)本計畫為連續性計畫，已執行多年，建議已建置完成之港區把使用心得回饋，使本系統更可靠好用。

### 4.本所港研中心陳桂清前研究員

- (1)港區工程基本資料庫系統已陸續建置多年，過去的基本資料如港區地層鑽探、地下水位變化、鋼板樁厚度及腐蝕速率等，都由本所執行現地調查取得，未來相關資訊可否藉由港務公司取得？
- (2)輔助港及離島地區之港區是否有考慮納入本系統之建置與查詢？
- (3)顧問公司及港務公司運用本資料庫的情形為何？請說明之。

## (四)港灣構造物維護策略研析與管理系統應用推廣

### 1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

- (1)有關港灣構造物維護管理系統，建議可朝直覺化且資訊化的方式，提供巡查及維護人員最簡便的作業方式，以節省人力及有系統的完整保留維護紀錄。
- (2)有關新興科技應用於港區巡檢案例，在水面及水下部分，建議可考慮納入港區海面油污偷倒之監控系統，及海床高程即時監測系統。

### 2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

- (1)中心持續辦理針對港區碼頭與防波堤等港灣構造物進行現況調查與檢測評估，並持續精進擴充既有港灣構造物維護管理系統並優化功能，以利於構造物檢測及管理作業邁向自動化，提供未來設計與維護參考應用，對於港區維護管理單位，實用性非常高，值得肯定的。後續這工作是重要必要的，順便在此也感謝中心的

協助及展現很好的成果供港公司使用，成果如中港 8A、30 號碼頭調查。

- (2)提供使用者快速紀錄港灣內各項問題及狀況，以利後續查詢及追蹤使用，可快速紀錄港灣內各項問題與狀況，巡查或檢測時如有發現相關設施有缺失或問題，可立即使用手機瀏覽器連線至管理系統，建議未來在功能上操作流程設計上以簡單快速紀錄為主。
- (3)對於使用新興科技 UAV、AI 辨識應用於港灣設施巡檢，擴充資訊系統及 App 功能，是否包含水下或機器人，未來可否有影像判斷裂縫寬度及長度，以高的解析度判斷高低差距離。
- (4)建議研究案報告內容、資訊系統及 App 可多說明人員數之使用有否限制，如何申請及管理，對於無法立即連網於行動應用上，是否可以離線應用。
- (5)建議說明系統有否整合做出年度各設施總合輸出統計表:如缺失之金額及件數、整個台中港年度維護支出，另建議未來搭配船席之使用率或裝載方式與缺失發生之關係，未來亦可作為碼頭規劃管理維護評估改善設計依據或管理手段調整。例如使用行為不同於一般碼頭，使用具侵蝕貨類或經常灑水或含水量高導致滲入版筋腐蝕、道路或鋪面損壞。
- (6)本分公司已有委外巡查，對於實務上可請貴中心與本分公司共同搭配，試辦一次放入契約發包內執行。
- (7)對於訓練部份，因公司內部為讓同仁多方學習專長，常調整工作單位，建議調查港公司需求，辦理訓練。
- (8)對於現有各分公司委外巡查、檢測之辦理，另系統功能如何快速介接委外廠商自己系統之調查結果，或統一運用貴中心之系統，建議此部份可辦理座談會邀集承攬商提供建議。

### 3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

- (1)探討相關新興科技，如 UAV、AI 等應用於港灣設施巡檢之可行性，是未來的趨勢，方向正確，值得肯定。

### 4.本所港研中心陳桂清前研究員

- (1)港灣構造物維護管理系統已陸續建置並辦理教育訓練多年，港務公司使用的情形如何？請說明。
- (2)本系統與港區工程基本資料庫未來可考慮整合，以利後續執行維護管理決策。

(3)新的科技設備(UAV、AI 辨識、光達…等)應用於港區設施巡檢，可提升巡檢效力。

(4)本維護管理系統建議與港務公司相關人員溝通，建立可行、便利、有效的維護管理機制。

#### (五)109 年臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

##### 1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

(1)有關臺灣沿岸地區腐蝕環境調查研究，建議可納入海氣象觀測資訊系統，即時顯示腐蝕程度，並可紀錄進行長期回歸分析，找出各港區各水域之長期腐蝕程度，提供耐腐蝕設計之參考。

(2)港區鋼構造物之耐腐蝕，包括潮間帶及水下部分，是否有其他新興科技可提供作為防腐蝕作為，例如新興材料、電氣防蝕等。

##### 2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

(1)臺灣處亞熱帶飛沫帶、潮汐帶、水中帶三位置進行暴露 3 次，9 月 12 月 15 月(附著生物分析)是有必要的，可與港之水質調查資料結合，提供防蝕設計參考、選用金屬材料依據、確保達到設計年限、降低社會成本、提高經濟效益，這項研究是有其重要性及必要性。

(2)對於大氣腐蝕影響有個案例，如自動機器手臂之工廠設置或組裝，考慮其精密性，其位於港區，設置成本及維護成本考量，鹽害較一船倉庫高，因此建議考量如何設置或設綠帶、施做林地、隔離海鹽，是否有具成效之對策，可供港務公司及投資商之成本評估參考。

(3)對於耐侯 304 常用，但常出現銹斑，316 情況亦同，同樣位於高鐵站室外，情況就好許多，因此對於港區內選用之材料是否需另作表面處理，及其防蝕效果如何，建議可考量納入探討，例如：對於工程之設計，其鋼材厚度需加厚，因此費用亦會隨之提高。另如何透過這研究成果，作一防蝕設計依據，避免設資商或工程標案之投標商對於設計規範有所質疑，為何鋼板要加厚：例如臺中分公司有一倉庫標案，彩色鋼板設計要耐厚一點，投標廠商說綁標等。

(4)2019 調查報告中，各材料腐蝕速率以中部及鄰近試驗結果值較高，北、南部較低，這部份是否有什麼解釋或未來會更進一步的深入

研究有那些相關影響因子，與空氣品質是否有相關，或水中溶解之空氣二氧化碳有相關。

(5)對於試驗結果值與地域、氣候條件、或環境空氣中化學成份條件相關性之分析，是否有做?建議稍作說明。

### 3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

(1)96年開始金屬材料腐蝕環境調查，104年開始水下長期金屬腐蝕暴露試驗，都已經累積可觀的寶貴資料，建議建立向使用單位推廣的機制，讓使用單位能充分使用這些資料。

### 4.本所港研中心陳桂清前研究員

(1)本計畫已進行多年，成果相當豐碩，在國內為金屬腐蝕基礎資料最完整的資訊，但歷年來增加的試驗點不多，涵蓋的面積仍有不足，建議後續可考慮增加若干試驗點，同時可考慮增加離島地區。

(2)計畫名稱敘及「沿岸」地區，與內容相照，似有不相稱，建議後續計畫在名稱上應妥適修正，以符內容。

(3)本計畫包括有大氣與水下腐蝕環境的調查，歷年數據相當完整，建議後續可朝環境因子關聯性探討。

(4)建議統計使用本基本數據的單位、次數，以彰顯推廣成果。

## (六)離岸風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查(2/2)

### 1.臺灣港務股份有限公司工程處鄭智文副處長

(1)有關離案風電基地母港與鄰近海域腐蝕因子調查，是否有包括離岸風機設置海域之腐蝕因子調查，是否有包括水上大氣腐蝕因子分析。

(2)本案可考慮離岸風機水下防蝕及大氣防蝕對策之研究。

### 2.臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司朱志光總工程司

(1)本案因國外環境不同，腐蝕防治規範不一定適用，且缺乏本土化海上風力發電相關防蝕設計研究，有必要進行本土海域腐蝕因子調查，以利防蝕工法設計，可避免或降低工程災損，此研究是重要的，未來離岸風電生產、組裝、維管均需本土化，如何降低本土廠商之成本，亦是必要的研究。

(2)港之水質調查資料，每個港地形及水質條件不同，建議可以論述對於高雄港、台中港、基隆港，各港區均有市區大排排入，水質

會受影響，這類對金屬材料腐蝕之關聯性是否有影響，可以說明在鹽度、溶氧、導電度(中龍)、酸鹼度、水溫、總溶解固體量、濁度、水質變化趨勢與影響，研究結果可提供不同港區環境條件下之防蝕設計參考、選用金屬材料依據、確保達到設計年限、降低社會成本、提高經濟效益。

- (3)本次研究期間 15 月(附著生物分析)但工作預定進度表只有 12 個月，建議說明。
- (4)本次與 108 年於台中港 4 號碼頭飛沫帶、潮間帶、水中帶 6 個週期-2 次取樣-2 次向光背光，109 年有 3 次，多 1 次，建議可說明為何?為何增加次數。
- (5)有無考量對各區之海水內含微生物量之分析與附著生物之關係。
- (6)有無考量與台電、中鋼合作在海外風機上做調查研究。

### 3.國立臺灣海洋大學河工系蔡瑤堂兼任教授

- (1)台中港離岸風電碼頭:#2、#5A、#5B、#36 及#106，本計畫在#4 碼頭，而水下金屬腐蝕試驗在#1 碼頭，後者試驗時間較長，建議兩者互相印證並互補。
- (2)水質監測範圍建議盡量涵蓋未來離岸風場。

### 4.本所港研中心陳桂清前研究員

- (1)海生物對金屬的腐蝕機制、影響比例等相當複雜、不易釐清，如果經費不足，建議暫不納入探討範圍。
- (2)試驗材料、成份是否與現地風機設備相近?
- (3)建議在風機基地架設試驗點，擷取現地實際環境下之腐蝕狀況。
- (4)建議可增加防蝕工法的試驗(例如塗裝、陰極防蝕...等)。
- (5)本計畫中之水質監測(臺中港#4 碼頭)與實際風機基地海域如何比對?

九、主席裁示：專家學者所提意見，請研究單位列入計畫之研究方向及內容修訂辦理。

十、散會：中午 12 時 10 分。

### 會議簽到表

會議名稱：本所港研中心第一科109年自行研究計畫專家學者座談會議

時間：109年6月23日(星期二)上午10時

地點：港灣技術研究中心2樓簡報室

主持人：蔡立安

紀錄：林雅雯

單位	簽名
國立臺灣海洋大學河工系 蔡瑤堂兼任教授	蔡瑤堂
臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司 朱志光總工程司	朱志光
臺灣港務股份有限公司工程處 鄭智文副處長	鄭智文
交通部高速公路局大甲工務段 饒書安段長	饒書安
本所港研中心賴聖耀前研究員	賴聖耀
本所港研中心陳桂清前研究員	陳桂清
本所港研中心柯副主任正龍	柯正龍
本所港研中心第一科賴科長瑞應	賴瑞應
本所港研中心第一科張研究員道光	張道光
本所港研中心第一科曾研究員文傑	曾文傑
本所港研中心第一科羅副研究員建明	羅建明
本所港研中心第一科黃助理研究員宇謙	黃宇謙