108-021-7B12
MOTC-IOT-107-H1DA001c

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
中華民國 108 年 2 月

108-021-7B12
MOTC-IOT-107-H1DA001c

臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

著　者：羅建明、黃宇謙

交通部運輸研究所
中華民國 108 年 2 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究 / 羅建明, 黃宇謙著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民108.02
面 ; 公分
ISBN 978-986-05-8373-1(平裝)

1.港埠管理 2.管理資訊系統

557 107023588

臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

著　　者：羅建明、黃宇謙
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網　　址：www.ihmt.gov.tw (中文版＞中心出版品)
電　　話：(04)26587110
出版年月：中華民國 108 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港灣技術研究中心網站
定　　價：200 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880
國家書店松江門市:10485 臺北市中山區松江路 209 號 1F•電話:(02) 25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010800102　　ISBN：978-986-05-8373-1 (平裝)

108

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

GPN：1010800102
定價　200 元

交通部運輸研究所自辦研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN 978-986-05-8373-1 (平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1010800102</td><td>運輸研究所出版品編號
108-021-7B12</td><td>計畫編號
MOTC-IOT-107-H1DA001c</td></tr>
<tr><td colspan="3">本所主辦單位：港灣技術研究中心
主管：朱金元
計畫主持人：羅建明
研究人員：黃宇謙
參與人員：陳亭廷、陳義松、李春榮、何木火、魏瓊蓉、林隆貞、黃如蜜
聯絡電話：04-26587110 傳真號碼：04-26564418</td><td>研究期間
自 107 年 1 月
至 107 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：金屬腐蝕、腐蝕因子、腐蝕環境</td></tr>
</table>

摘要：

臺灣地處亞熱帶，屬高溫、高濕、高鹽的海島型氣候，金屬構件甚易腐蝕。為此，有必要建置屬於本土的水下腐蝕環境資料及腐蝕因子資料庫，以利日後結構物於防蝕設計與維護管理的依據。

本研究主要工作項目包括：1.完成金屬材料水下腐蝕長期暴露試驗，2.建立水下腐蝕資料庫，3.調查數據分析比較，4.臺灣腐蝕環境資訊系統金屬材料水下腐蝕速率資料庫建置。

各港區第1年不同位置金屬腐蝕速率分析調查結果發現，飛沫帶金屬暴露試驗結果，碳鋼介於347~591(μm/yr)，最大腐蝕速率於高雄港#10 591(μm/yr)，低碳鋼介於377~584(μm/yr)，最大腐蝕速率於馬祖福澳港584(μm/yr)。潮汐帶金屬暴露試驗結果，碳鋼介於222~963(μm/yr)，最大腐蝕速率於布袋港963(μm/yr)，低碳鋼介於239~931(μm/yr)，最大腐蝕速率於布袋港931(μm/yr)。水中帶金屬暴露試驗結果，碳鋼介於123~513(μm/yr)，最大腐蝕速率於高雄港#75 513(μm/yr)，低碳鋼介於118~504(μm/yr)，最大腐蝕速率於布袋港504(μm/yr)。

不同金屬材料水下腐蝕速率分析，碳鋼第1年試驗結果，最大腐蝕速率飛沫帶發生於基隆港 871(μm/yr)，潮汐帶於布袋港969(μm/yr)，水中帶於高雄港#75 513(μm/yr)。低碳鋼第1年最大腐蝕速率飛沫帶於基隆港 960(μm/yr)，潮汐帶於布袋港931(μm/yr)，水中帶於基隆港519 (μm/yr)。

研究成果效益及應用單位:提供工務單位瞭解構造物所處之腐蝕環境趨勢與防蝕策略，大氣腐蝕環境分類資訊系統可提供公路總局、國道新建工程局、臺灣高鐵、中華民國防蝕工程學會、經濟部工業局、台塑企業、中國鋼鐵、工程顧問公司等產官學界參考應用。

<table>
<tr><th>出版日期</th><th>頁數</th><th>定價</th><th>本 出 版 品 取 得 方 式</th></tr>
<tr><td>108 年 2 月</td><td>230</td><td>200</td><td>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。</td></tr>
</table>

機密等級：

□密□機密 □極機密 □絕對機密

（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，

□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）

■普通

備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。

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

TITLE: Metal corrosion and its corrosive environmental investigation in Taiwan coast

ISBN	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-05-8373-1 (pbk)	1010800102	108-021-7B12	MOTC-IOT-107 -H1DA001c

DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Chu, Chin-Yuan
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chien-Ming Lo
COMMON INVESTIGATOR: Yu-Qian Huang
PROJECT STAFF: Ting-Ting Chen, Yi-Song Chen, Chun-Rong Li, Mu-Huo Ho, , Chiung Rung-Wei, Lung Chen-Lin, Ju Mi-Huang

PROJECT PERIOD

FROM January 2018
To December 2018

KEY WORDS: METAL CORROSION, CORROSION FACTORS, CORROSIION ENVIRONMENTS

Taiwan is an island and locates at sub-tropic climates with high temperature, high humidity and salinity that are easily corrosive for metal material. Therefore, it is necessary to establish a local fundamental underwater corrosion database, in order to guide structures in anti-corrosion design and maintenance management.

In the study, jobs were included 1) Long-term exposure test of underwater metal materials corrosion, 2) Establishment of underwater corrosion factor database, 3.) Analysis and comparison of research results, 4) Completed the establishing of underwater corrosion rate database of Taiwan Corrosion Environment Information System.

The results of metal corrosion rate analysis in different locations in the first year of each port area found that the metal exposure test results of the carbon steel were between 347 and 591 (μm/yr) and the maximum corrosion rate was in Kaohsiung Port #10 591(μm/yr). The low carbon steel is between 377 and 584 (μm/yr), and the maximum corrosion rate is 584 (μm/yr) in Matsu Fuao Port. Tidal zone metal exposure test results, carbon steel ranged from 222 to 963 (μm/yr), maximum corrosion rate was 963 (μm/yr) in Budai Port, and low carbon steel ranged from 239 to 931(μm/yr), maximum corrosion rate At Budai Port 931 (μm/yr). Metal exposure test results in Underwater, carbon steel ranged from 123 to 513 (μm/yr), maximum corrosion rate in Kaohsiung Port #75 513 (μm/yr), low carbon steel in the range of 118 ~ 504 (μm/yr), Underwater the largest The corrosion rate was 504 (μm/yr) at the port of Budai.

Underwater corrosion rate analysis of different metals, the first year of carbon steel metal exposure test results, the maximum corrosion rate of the splash zone in the base of 871 (μm / yr), the maximum corrosion rate of the tidal zone in the port of 696 (μm/yr), underwater zon`e The maximum corrosion rate is in Kaohsiung Port #75 513(μm/yr). The first year of low carbon steel metal exposure test results, the maximum corrosion rate of the foam zone was 960 (μm/yr) in the Keelung port, the maximum corrosion rate of the tidal zone was 931 (μm/yr) in the port of Budai, and the maximum corrosion rate in the underwater zone was 519 in Keelung port (μm/yr).

Benefits and its application: Results could be offered to maintenance units to realize structures corrosive environmental tendency and its prevention strategy. The atmospheric corrosion and classified environmental information system could be applied in industry, public policy, academic research, such as, The Corrosion Engineering Association of the Republic of China, Taiwan Power Company, Formosa Plastics Group's, China Steel Corporation, Directorate General of Highways, National Expressway Engineering Bureau, Taiwan High Speed Rail.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
February, 2019	230	200	□RESTRICTED □CONFIDENTIAL □SECRET □TOP SECRET ▪UNCLASSIFIED

臺灣沿岸地區金屬材料腐蝕環境調查研究

目 錄

圖 目 錄

表 目 錄

第一章　前 言

1.1 研究目的

本研究主要目的為進行臺灣沿岸地區金屬材料在海水下腐蝕因子之調查試驗研究，建立完整的腐蝕因子資料庫，完成臺灣水下金屬腐蝕資料庫建置，以利日後新建或辦理既有結構物金屬材料之防蝕設計與維護管理的依據。

1.2 金屬材料水下腐蝕重要性

臺灣為四面環海，沿海除了有海港碼頭、防波堤等港工設施外，鑽油平台、跨海大橋等皆處於海洋環境中。而一遇颱風來襲則造成重大損失，如民國 83 年提姆、道格颱風過境，造成花蓮港、蘇澳港、龍洞遊艇港及高雄港等，多處港灣設施發生破損、沈陷等重大損害。顯示出相當部分的港工設施，已面臨或提早到達設計之年限，究其原因，各港工結構面臨險惡之海洋環境而被腐蝕、侵襲，造成材料之彈性疲乏，強度損失，以致使用年限大為縮短應為重要因素之一。

港工結構所使用的材料，除了石料之外、主要為鋼構材料及混凝土或鋼筋混凝土材料為主。其中鋼構材料如鋼板樁、鋼管樁及鋼纜等各型鋼料，材質均有不同。其腐蝕之現象，由於在不同海域環境、季節、深度會產生不同腐蝕速率。根據本所過去所做相關研究報告中，在臺灣各大港口中，使用鋼構材料的碼頭大多為鋼版樁式。發現其鋼版樁有嚴重破損、穿孔之腐蝕現象，以致部分碼頭壁後砂石掏空，岸肩沈陷，嚴重影碼頭之結構安全。如蘇澳港之駁船碼頭，鋼板樁年腐蝕率超過 0.2mm/yr，其他各港口亦有類似現象。隨著時空、氣候變遷，為達到結構物耐久性與防蝕設計須求，若仍引用過時且不完整之調查數據，對結構物之耐久性與腐蝕速率的估算恐會產生過與不及的虞慮；臺灣近 10 年來並無任何單位進行完整性全島區域之水下腐蝕因子之調查與研究，爰此，本研究將彙整歷年相關研究成果，規劃辦理港區水下環境腐蝕因子及金屬材料水下長期曝放試驗與資料庫建置計

畫，作為新建與既有結構物耐久性與防蝕設計及維護管理之參考。

1.3 國內水下腐蝕研究概況

自 1986 年第 3 屆全國科技會議之決議，將腐蝕防蝕工程技術之研究列為國家重點科技，並整體規劃國內相關技術研究能力，以達到更有效處理國內所遭遇到之問題，爰此，本所港灣研究中心與工業技術研究院工材所，中鋼公司及中華民國防蝕工程學會等單位，自 1986 年 7 月至 1991 年 6 月共同合作研究臺灣海域腐蝕特性防蝕設計材料選用及開發特性[1]，各發揮所長共同尋求有效發展防蝕材料與方法。在海洋結構物與鋼筋混凝土材料於各海域腐蝕特性研究，陰極防蝕工程開發設計、防蝕塗料材料、表面被覆構件之腐蝕偵測技術及各種金屬如碳鋼、不銹鋼、鋁合金等水下腐蝕速率比較，並邀請相關國內外學者專家來講述防蝕技術及推廣教育工作並協調相關單位，擬定長期合作計畫。另外自 1986 年 7 月至 1991 年 6 月，提供港灣 R.C 結構物之耐久性[2-3]設計與施工規範，提出港灣鋼筋混凝土結構物耐久性研究計畫，並對各港之 RC 結構物之腐蝕特性作一通盤性之了解，並提供防蝕對策作爲維修參考。於 1988 年進行澎湖跨海大橋腐蝕問題研究調查[4]，剖析跨海大橋腐蝕原因，建立腐蝕調查及研究之邏輯，以澎湖跨海大橋中間段路堤在改建工程未完工前，原橋樑應作修補工作之建議並提供新建工程防蝕對策。提供國內交通橋樑及主要公共措施定期腐蝕調查與安全評估偵測之參考。從早期的調查研究發現，各港口鋼板樁碼頭腐蝕況狀差異極大，因此於 1989 年 7 月至 1994 年 6 月進行港灣鋼結構物耐久性研究[5-8]，了解港灣鋼結構物能在設計使用年限內安全發揮功能，建立定期檢查制度及優先考慮裝設適當之防蝕措施。通盤了解及建立現有各港口鋼結構物耐久性之完整資料，以利日後新建鋼結構或維修現有鋼結構物之規範。但由於海洋結構物修葺較為困難，且效果不彰，經常需再重覆施作，浪費人力、物力，於 1992 年 7 月至 1993 年 6 月進行港灣鋼筋混凝土結構物修理系統評估研究[9]，各大港口鋼筋混凝土結構物之現況作一調查，並對其修理方法作一通盤瞭解並檢討優劣點。在 1995 年 6 月至 1996 年 7 月港灣構造物腐蝕機理與維修防

制之研究[10]為延續港灣鋼結構物之耐久性研究進行高雄港與基隆港之鋼板(管)樁腐蝕調查，探討水文及污損生物對陰極保護、防污塗料、混凝土、不銹鋼、裸鋼等材料腐蝕之影響。1996 年 6 月至 2001 年 7 月現有結構物安全評估及維護研究[11-17]，調查基隆港、蘇澳港、高雄港區內港工結構材料之海生物附著種類，並檢討其對港灣常用材料如碳鋼及混凝土等之腐蝕及海生物附著影響以及探討添加飛灰之混凝土與安裝犧牲陽極材料對於防制海生物附著或材料腐蝕之效果。計畫中建立 R.C.結構物劣化非破壞性檢測技術、電化學維修技術工法、港區內水文與海生物附著對結構體(鋼構物)腐蝕之相互關係，並制定完成港灣結構物陰極防蝕準則草案之訂定(R.C.結構物部份)，建立完善之維護制度，提供各港務單位使用。2001 年 1 月至 2001 年 12 月碼頭鋼板樁現況調查與腐蝕防治研究[18]，進行基隆、花蓮、台中、高雄、蘇澳等五大港口之碼頭鋼板（管）樁調查，藉由對碼頭鋼板（管）樁腐蝕現況之長期監測，得以提供相關之本土資訊，作為設計及維護參考，並整理歸納影響鋼板（管）樁腐蝕之因子探討適用於本島碼頭鋼板（管）樁腐蝕防治方法。

臺灣近 10 年來並無單位針對金屬材料水下腐蝕因子進行調查與研究，參考本所歷年腐蝕相關研究，為建立臺灣地區長期金屬材料水下腐蝕資料庫，以作為新建及既有結構物耐久性與防蝕設計及維護管理之參考需要，於 2015 年起至 2016 年執行金屬材料水下腐蝕環境調查研究，陸續於臺中港、金門水頭與料羅港區、基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港、安平港、布袋港、馬祖福澳港、澎湖龍門尖山港等國內商港安裝水下之試驗架，期能藉此了解在不同環境、金屬材料、海洋生物附著、海水水質等對港區金屬材料腐蝕之 10 年長期暴露研究。在 2017 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究(1/4)逐步進行第一年水下金屬暴露試驗片取樣及金屬腐蝕速率化學分析試驗作業。

相關國內水下研究歷程與研討會主題內容如表 1-1 所示。

表 1-1 臺灣地區水下腐蝕試驗相關研究歷程

研究單位	研究方向	研究說明	研究期間
臺灣省政府交通處 港灣技術研究所 中國鋼鐵公司 工業技術研究所 工材所	臺灣海域腐蝕特性防蝕設計 材料選用及開發特性[1][2]	本研究主要探討海洋結構物與鋼筋混凝土材料於各海域腐蝕特性，開發設計陰極防蝕工程、防蝕塗料材料、表面被覆構件腐蝕偵測技術及比較各種金屬〈如碳鋼、不銹鋼、鋁合金等〉之水下腐蝕速率，並邀請國內外專家學者來講述防蝕技術及推廣教育工作，並協調各施工單位，擬定長期合作計畫。	1986.07-1991.06
臺灣省政府交通處 港灣技術研究所	港灣 R.C 結構物之 耐久性研究[3]	針對港灣 R.C 結構物之耐久性提供良好之設計與施工規範，提出港灣鋼筋混凝土結構物耐久性研究計劃，並對各港之 RC 結構物之腐蝕特性作一通盤性之了解。	1986.07-1991.06
臺灣省政府交通處 港灣技術研究所	澎湖跨海大橋 腐蝕問題研究調查[4]	1986 年中美聯合防蝕研討會會議結論中指出我國交通橋樑及主要公共措施應定期舉行腐蝕調查及安全性評估。會後行政院科技顧問組即指示進行初步調查研究。成果如下: 1 充份了解澎湖跨海大橋腐蝕惡化現象之機理，作為新建工程設計及施工人員應注意防範事項及使用者之維修參考，以提高施工技術及工程品質，減少因腐	1987.01-1987.12

		蝕所造成之損失。 2 增進對鋼筋混凝土等營建材料耐久性之認知，俾提供國內各單位作更進一步相關研究之基礎與方向。 3．使用之調查方法及研究方法，可作為鋼筋混凝土腐蝕偵測之參考。 4 提供修補及防蝕對策。	
臺灣省政府交通處 港灣技術研究所	港灣鋼結構物耐久性研究[5] [6] [7] [8]	1. 了解港灣鋼結構物能在設計使用年限內安全發揮功能，建立定期檢查制度及優先考慮裝設適當之防蝕措施。 2. 建立現有各港口鋼結構物耐久性之完整資料，以利日後新建鋼結構或維修現有鋼結構物之規範。	1989.07-1994.06
臺灣省政府交通處 港灣技術研究所	港灣 R.C 結構物修理 系統評估研究[9]	各大港口 R.C 結構物之現況作一調查，並對其修理方法通盤瞭解並檢討優劣點。	1992.07-1993.06
臺灣省政府交通處 港灣技術研究所 海洋大學	港灣構造物腐蝕機理與 維修防制之研究[10]	延續港灣鋼結構物之耐久性研究進行高雄港與基隆港之鋼板(管)樁腐蝕調查，探討水文及污損生物對陰極保護、防污塗料、混凝土、不銹鋼、裸鋼等材料腐蝕之影響。	1995.06-1996.07
臺灣省政府交通處 港灣技術研究所	水文及污損生物對 材料腐蝕之探討研究[15]	本研究於基隆港碼頭擺放試架觀察海生物附著種類，探討材料(Als11015 碳鋼、Als1304 不銹鋼，防止海生物附著油漆塗料，犧牲陽極)，水深與水文及污損生物之關係。	1995.01- 1995.12

		經過三及六個月之現場浸漬後，發現（1）犧牲陽極及防污塗料均能達到鋼料防蝕之目的，裸鋼腐蝕速率則因水深而異，不銹鋼易因海生物附著而產生孔蝕，且易在海水中造成間隙腐蝕。(2)海生物種類因不同碼頭而異，(3）東2碼頭的兩次附著生物採樣，採獲種類與優勢種則沒有明顯的變化。(4）防污塗料之試片上，附著生物之種類與數量都遠多於其他材料試片；且優勢種都為線蟲與苔蘚蟲。(5）陰極防蝕、不銹鋼、混凝土與裸鋼等四種試片之附著生物種類皆無明顯不同。(6）不同深度的附著生物種類與數量也有所不同，以中間兩層深度之種類與數量較多。	
臺灣省政府交通處港灣技術研究所	現有結構物安全評估及維護研究[11] [12] [13] [14]	調查基隆港、蘇澳港、高雄港區內港工結構材料之海生物附著種類，並檢討其對港灣常用材料如碳鋼及混凝土等之腐蝕及海生物附著影響，以及探討添加飛灰之混凝土與安裝犧牲陽極材料對於防制海生物附著或材料腐蝕之效果。計畫中建立R.C.結構物劣化非破壞性檢測技術、電化學維修工法、港區內水文、海生物附著對結構體(鋼構物)腐蝕之相互關係，並制定完成港灣結構物陰極防蝕準則草案，提供各港務局使用。	1996.06-2001.07

交通部運研所港灣技術研究中心 中山大學	高雄港港工結構材腐蝕與海生物附著研究[17]	調查高雄港區內港工結構材料之海生物附著種類，檢討其對港灣常用材料如碳鋼及混凝土等之腐蝕及附著影響，以及探討添加飛灰之混凝土與安裝犧牲陽極材料對於防制海生物附著或材料腐蝕之效果。	2000.01- 2000.12
交通部運研所 港灣技術研究中心	碼頭鋼板樁現況調查與腐蝕防治研究[18]	進行基隆、花蓮、台中、高雄、蘇澳等五大港口之碼頭鋼板（管）樁調查，藉由對碼頭鋼板（管）樁腐蝕現況之長期監測，得以提供相關之本土資訊，作為設計及維護參考，並整理歸納影響鋼板（管）樁腐蝕之因子探討適用於本島碼頭鋼板（管）樁腐蝕防治方法。	2001.01-2001.12
交通部運研所 港灣技術研究中心	金屬材料腐蝕環境調查研究(1/2) [19] 金屬材料水下腐蝕調查研究(2/2) [20]	建立臺灣地區長期金屬材料水下腐蝕資料庫，以作為新建及既有結構物耐久性與防蝕設計及維護管理之參考需要，安裝水下金屬暴露試驗架於基隆港、蘇澳港、花蓮港、臺中港、高雄港、安平港、布袋港、馬祖福澳港、金門水頭與料羅港區、澎湖龍門尖山港等國內商港，藉此了解在不同環境、金屬材料、海洋生物附著、海水水質等對港區金屬材料腐蝕之長期研究。	2015.01-2016.12
交通部運研所 港灣技術研究中心	臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究(1/4) [21]	進行基隆港、蘇澳港、花蓮港、臺中港、高雄港、安平港、布袋港、馬祖福澳港、	2017～

		金門水頭與料羅港區、澎湖龍門港等國內商港水下試驗架試片第一年取樣作業及水質化學試驗相關分析。	

1.4 計畫工作項目

1. 國內外金屬材料水下腐蝕文獻蒐集整理分析。

2. 水下腐蝕因子調查項目：

包括海水成分中導電度、溶氧量、酸鹼度、溫度、氯鹽、硫酸鹽之水質環境因子等項目調查。

3. 試驗期程:

金屬材料將於第 1 年、第 2 年、第 5 年、第 8 年、第 10 年期程進行暴露試驗。

4. 金屬材料曝放試驗場址：

針對港灣工程結構金屬材料，碳鋼(SM490A)、不鏽鋼(SS316L)、低碳鋼(SS400)三種金屬，選擇臺灣各商港碼頭，於飛沫帶、潮汐帶、水中帶三個位置進行現地暴露試驗，自 2015 年起已陸續完成建置臺北港、基隆港、蘇澳港、花蓮港、臺中港、安平港、布袋港、高雄港#10、高雄港#40、高雄港#75、馬祖福澳港、金門水頭與料羅港區、澎湖龍門港等國內商港水下試驗架與試片安裝，共建置 14 個試驗點(如圖 1.1 所示)。

5. 水質調查與分析：

於基隆港、臺北港、蘇澳港、花蓮港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港、馬祖福澳港、金門水頭與料羅港區、澎湖龍門港等商港碼頭進行每季海水水質量測海水成分中導電度、溶氧量、酸鹼度、溫度、氯鹽、硫酸鹽之水質環境因子等項目試驗分析工作，藉以了解金屬腐蝕、季節與區域之關聯性。

6. 研究成果：

本研究為長達 10 年期暴露試驗，目前水下金屬材料腐蝕已完成臺中港 2 年期、金門水頭與料羅港區 2 年期及基隆港、花蓮港、蘇澳港、高雄港、安平港、布袋港、馬祖福澳港、澎湖龍門港 1 年期

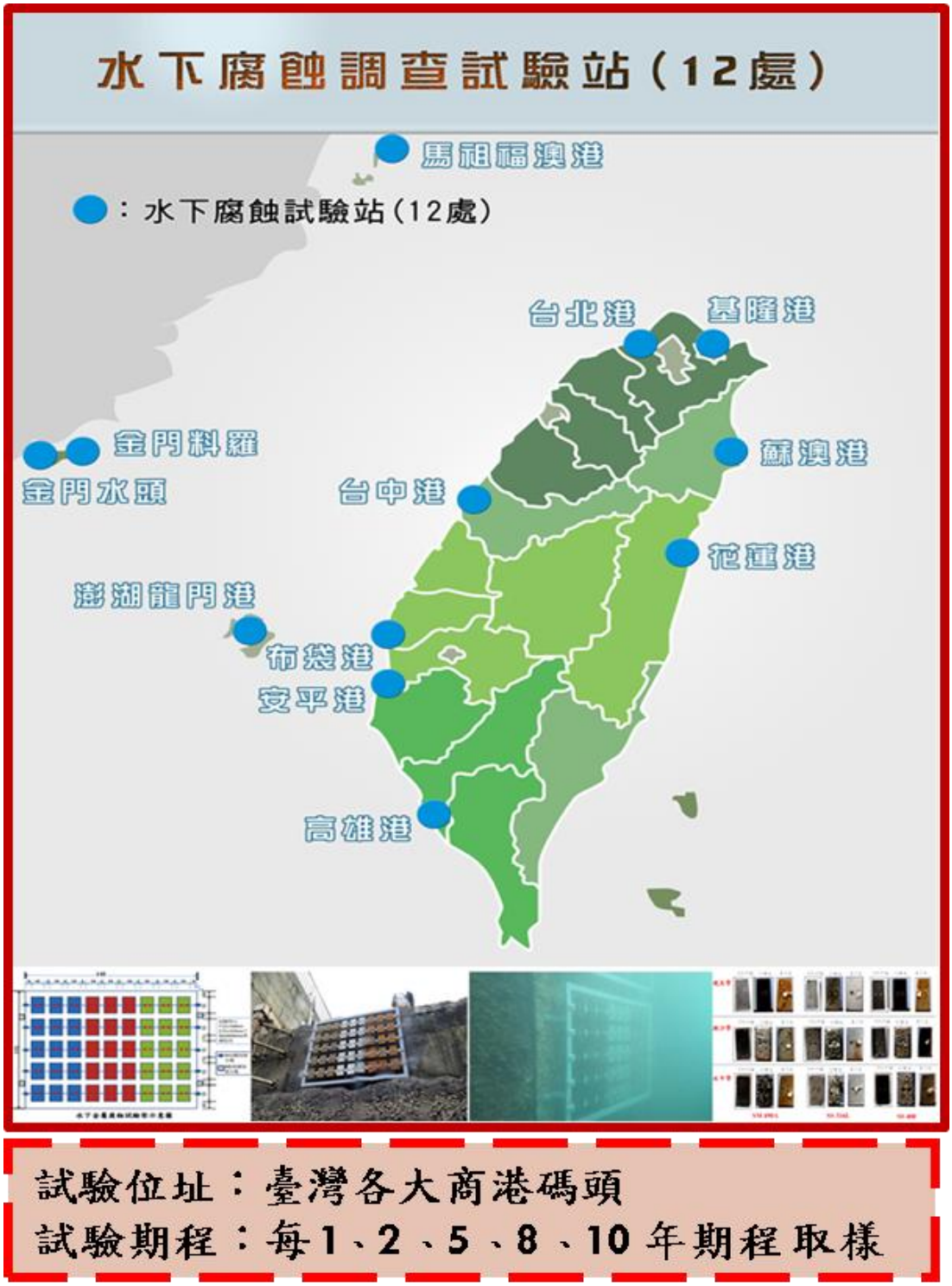
水下金屬材料腐蝕速率分析作業及各季試驗站所調查水質分析，歸納數據整理繪製比較圖，建置於臺灣腐蝕環境分類資訊系統水下腐蝕速率資料庫。

1.5 預期效益及其應用

1.藉由金屬材料水下長期暴露試驗成果，繪製不同金屬於各港之腐蝕趨勢變化圖，瞭解國內金屬材料水下腐蝕與環境因子之關聯性。

2.藉由臺灣沿岸金屬材料在海水腐蝕影響因子之調查與試驗，建立數據資料庫，提供產官學研各界辦理構造物耐久性與防蝕設計之參據。

3.研究成果可提供本所相關研究及研擬臺灣地區防蝕手冊參考應用。



試驗位址：臺灣各大商港碼頭
試驗期程：每1、2、5、8、10年期程取樣

圖 1.1 金屬材料水下腐蝕調查試驗站

第二章 文獻回顧

2.1 鋼材在海水之腐蝕

2.1.1 鋼材之腐蝕機理

金屬發生腐蝕為一自然的反應程序，大多數的金屬材料暴露於宇宙大氣環境下，都會自然發生物質退化，逐漸被腐蝕的現象，尤其是在酸、鹼或海水等環境下，腐蝕更趨嚴重。腐蝕是電化學反應之行為，其間涉及電子的轉移，如金屬由原子狀態因放出電子而變成金屬離子，或金屬離子因獲得電子而成為金屬，因而構成氧化(陽極)及還原(陰極)反應之發生。因此，任何腐蝕的發生，必須具有陽極反應和陰極反應以及能使電子或離子流動轉移之導電途徑(亦即電解質)，形成一封閉的導電迴路，如圖 2.1 所示。

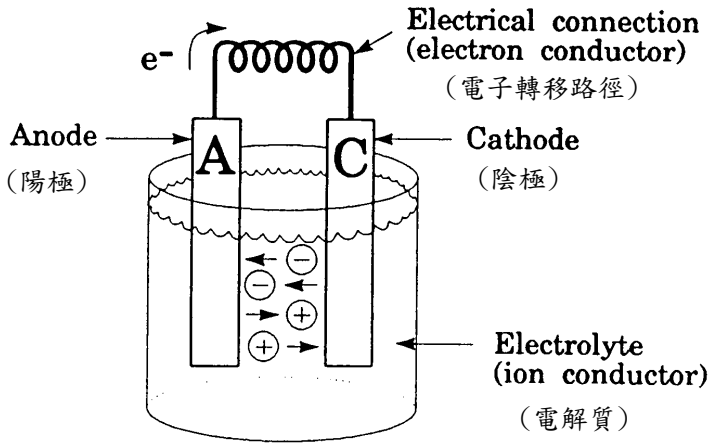


圖 2.1 水溶液系統之腐蝕程序示意圖[22]

海水中之鋼材如鋼板樁之表面，因同時具有許多高活性區域(陽極反應)與鈍化區域(陰極反應)所形成之許多小腐蝕電池(corrosion cell)系統，導致鋼材發生表面腐蝕現象。鋼材在海水中發生腐蝕之電化學反應程序如下：

陽　極：$Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e^{-}$

陰　極：$H_2O + ½O_2 + 2e^- \rightarrow 2OH^-$

總反應：$Fe + H_2O + ½O_2 \rightarrow Fe(OH)_2$

總反應式中之 $Fe(OH)_2$ 繼續反應，生成 $Fe(OH)_3$ 或 $Fe_3O_4 \cdot H_2O$ 產物，其化學反應式如下：

$$4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4Fe(OH)_3 \quad \text{(紅銹)}$$

或

$$3Fe(OH)_2 + H_2O + 1/2O_2 \rightarrow Fe_3O_4 \cdot 4H_2O \quad \text{(黑銹)}$$

2.2 影響鋼板樁腐蝕之因子

2.2.1 曝露區域

從許多調查研究發現，由於彼此接觸(暴露)環境不同，海洋結構物腐蝕的部位及速率有很明顯的差異，其腐蝕形態不同。因此為方便區分與探討，特將海洋環境區分成五個暴露區域，各區域與腐蝕速率之關係如圖 2.2 所示。

1. 大氣帶

這部份之鋼結構物不接觸海水，表面完全暴露接觸大氣中之各種介質，諸如氣體、日照……等大自然介質，由於海洋大氣中含有較高濃度之海鹽粒子，加上濕度大、日照、溫度之變化，致使碳鋼材料外表很容易受到侵蝕，其腐蝕速率為一般內陸地區大氣腐蝕的 2~5 倍。

2. 飛沫帶

自平均高潮位以上至海面大氣帶下端，屬於海洋大氣與海水交界面，鋼板樁暴露於此範圍內時，由於不斷反覆地受到海浪的潑濺以及日曬乾燥，產生乾濕循環作用，致使附著鋼材表面之鹽份及氧氣濃度不斷增濃，腐蝕最為嚴重，腐蝕速率很大，為五個暴露區域

中，腐蝕最嚴重的部位。一般低碳鋼如沒有任何防蝕處理時，其腐蝕速率可達 0.5~1.0mm/yr.，約為海中帶 (海水全浸區)的 5~10 倍。

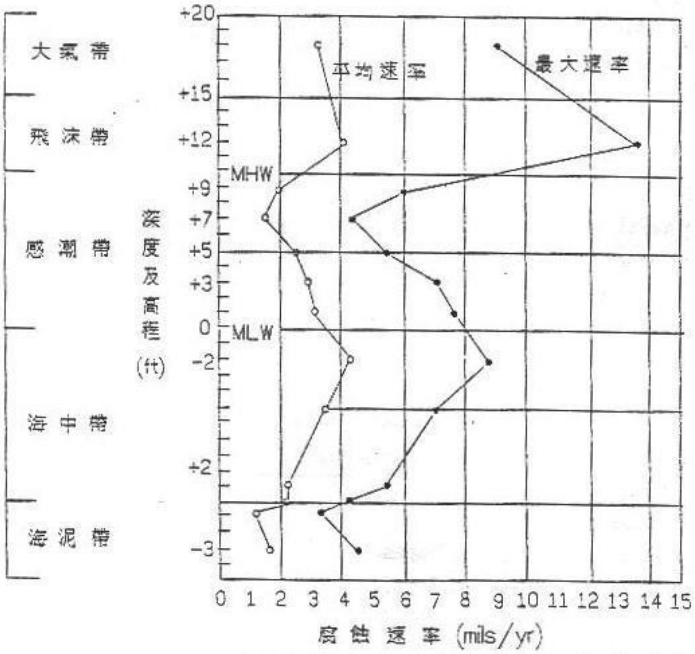


圖 2.2 鋼板樁曝露區域與腐蝕速率之關係[23]

3. 感潮(潮汐)帶

此區域介於高低潮位之間，由於受到海水漲退潮之變化，鋼板樁表面週期性的接觸海水浸泡及暴露於大氣中，猶如進行乾濕循環作用。由於空氣與海水波浪之交夾作用，致使海水中之溶氧濃度高，因而在感潮帶下方緊鄰海中帶之部份，恰可形成一個氧氣濃淡電池作用之現象。因此溶氧量高之感潮帶中之鋼板，可視為一陰極反應面積，腐蝕速率低，而低潮位下約 1 米處(亦即海中帶部份)，因溶氧量低，故可將海中帶內之鋼板當成陽極反應部位，因此腐蝕量較大。由於受到氧氣濃淡電池作用，感潮帶中之腐蝕速率為五個暴露區域中最低者。

4. 水中帶

自低潮位下端至海泥(床)帶間，在此範圍內整個結構體完全浸泡於海水中。此區域之上端邊緣與最低潮位緊鄰的部位，因氧氣濃

淡電池之作用，暴露於水中帶之鋼板可視為一陽極反應區域，因此水中帶上端部位之鋼板腐蝕速率很大，極需做適當的防蝕保護措施。在此區域中，海生物之附著、海流之沖擊、水溫及溶氧量等因素，亦會影響腐蝕速率。海水中鋼鐵之腐蝕速率一般為 0.1~0.2mm/yr.。

5. 海泥(床)帶

鋼板(管)樁埋入於海底土層之部份，由於與海水接觸面較小，鋼材之腐蝕速率相對很小。但是在污染的海域中，如有硫化氫(H_2S)或海泥中有硫酸還原細菌存在的話，則鋼材的腐蝕性會增加，腐蝕速率變大。

2.2.2 海水的性質

海水是一個極複雜的水溶液，為大自然環境下一個包容性非常大的緩衝溶液，碼頭鋼板(管)樁絕大部份(約 80%)都浸泡於海水溶液下，其間金屬材料發生腐蝕之變化很大，因此有關海水之化性、物性及相關影響因素都必須深入探討之。

1. 含鹽量

海水與其它水溶液最大的不同點，即海水含有很高的鹽份(以氯離子濃度或鹽度表示之)，亦是鋼鐵材料最易發生電化學腐蝕反應之環境。在廣闊的大海中，海水中大約含有 3.5%(重量百分比)之氯化鈉(NaCl)或鹽度(Salinity)約介於 32～36 之間。在封閉的海灣水域，由於蒸發作用致使海水鹽度較高，例如紅海其鹽度約為 41，而在有河川流入之海口附近，因受陸地淡水溪流之稀釋，則鹽度較低。

海水中之 Cl^-能穿透破壞鋼鐵表面之鈍化性質或阻止鈍態保護膜之生成，因而使鋼鐵表面發生腐蝕。據美國海軍研究人員 Reinhart 在太平洋海域所做試驗發現，海水含鹽量之多寡與溶氧量、pH 值、溫度、水深等均有相互關係，如圖 2.3 所示。

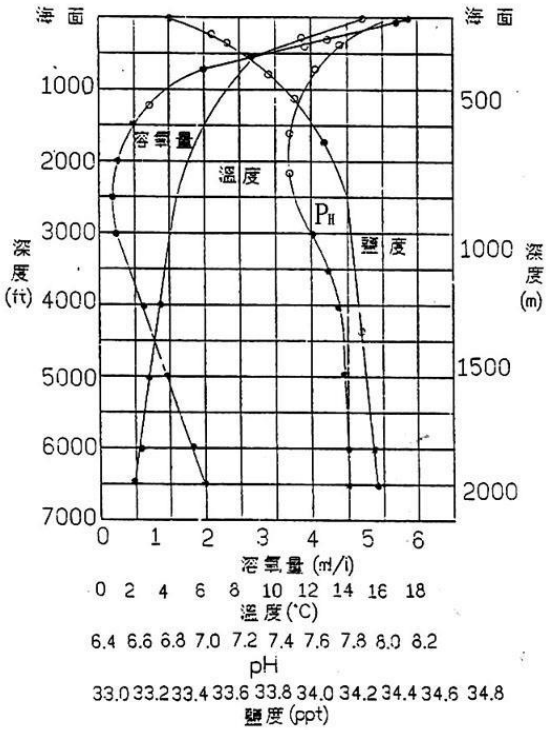


圖 2.3 海水之含鹽量與溶氧量、pH 值、溫度、水深之關係[24]

2. 溫度

海水之表面溫度，通常受到地球上緯度之影響而有所變化。其變化範圍從極地-2℃至赤道 35℃之間。溫度之變化，對海水之化性、物性及海洋（微）生物滋長等都有相當密切關係。因此從金屬材料腐蝕反應觀點下，海水溫度之變化就變成一個極複雜的變數。一般而言，溫度是影響動力學上之反應速率及質量傳送。在動力學理論控制下，溫度每上昇 10˚K，腐蝕速率則增加一倍。當海水溫度升高時，致使鋼材變成為較不貴重電位之金屬，此時鋼材之腐蝕電位開始移向電位更負之方向，亦即鋼材更容易進行腐蝕反應。港灣結構物等開放系統，隨溫度上升，溶氧量減少，鋼鐵之腐蝕速率變大，而如海水管線等密閉系統，雖然沒有溶氧量減少之發生，腐蝕速率仍隨溫度之上升而遞增。

3. pH 值

海水通常為一含鹼性之水溶液，海水之 pH 值是表示海水中多種基本離子與大氣層中之二氧化碳(CO_2)進入海水之量，達成平衡狀況之數值。一般海水之 pH 值正常情況下是介於 8.1 至 8.3 之間。但在停滯不流動之港灣海域中或是海水中之有機物體分解，一方面消耗海水中之溶氧量，一方面受到厭氧細菌作用產生大量之 H_2S 下，亦可能使海水變成較酸性，海水之 pH 值降低至 7.0 以下。但在較接近海水表面之部位，當海水中之植物進行光合作用時，將會消耗海水中之 CO_2 量，此時海水之 pH 值可能增高而超過 9.0 以上。又 pH 值之變化隨著海水之深度、溫度、溶氧量…等因素之不同而異，如圖 2.4 所示[25]。

一般金屬材料在水溶液之腐蝕反應速率與 pH 值有密切關係[17]，但是當 pH 值介於 4～10 之間時，金屬維持一定腐蝕速率如圖 2.4 所示，而僅與氧氣擴散至金屬表面之速率有關。

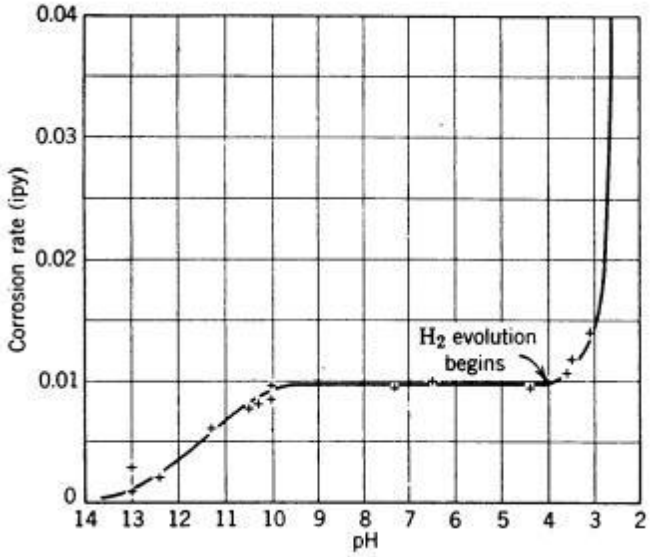


圖 2.4 鋼材腐蝕速率與 pH 值之關係[25]

通常鋼材在海水中極易發生腐蝕，金屬表面生成一層阻礙氧氣擴散之 $Fe(OH)_2$ 膜，隨著腐蝕之進行，此膜不斷的更新滋長，並與鹼性海水接觸，因此鋼鐵表面之 pH 值約為 9.5。當海水 pH 值低於

4 時，鋼材表面之 $Fe(OH)_2$ 鈍態保護膜被溶解，鋼鐵表面之 pH 值降低。鋼材之次表面層不斷地析出且更能直接與海水接觸，腐蝕速率增大約等於氫氣生成與氧氣去極化作用所產生之腐蝕速率。而 pH 值大於 10 時，增加環境之鹼性，亦增加鋼鐵表面之 pH 值，因此鋼鐵表面之鈍態保護膜不易溶解，腐蝕速率大幅降低。

4. 溶氧量

氧是海水中金屬發生腐蝕最主要的催助劑。主要原因乃是鋼材腐蝕電化學反應過程中，氧在陰極半反應部份中與水作用生成 OH^-，OH^- 再與陽極半反應部份中溶解出之 Fe^{+2} 作用，形成 $Fe(OH)_2$ 之腐蝕生成物，如果氧氣供應充足時，則 $Fe(OH)_2$ 繼續繁衍生成各種不同之鐵銹生成物。海水中鋼鐵之腐蝕速率依其表面之溶氧量而定，若海水之溶氧量增加時，則接觸鋼鐵表面之氧量增加，其腐蝕速率增大，相對關係如圖 2.5 所示[26]。在正常的大氣壓下，海水之溶氧量與溫度及鹽度維持一平衡關係。

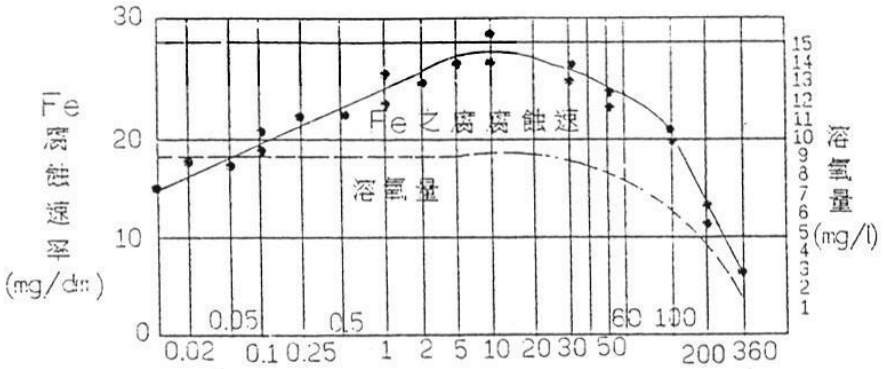


圖 2.5 鋼材之腐蝕速率與溶氧量之關係[26]

溶氧量亦隨海水深度而有所差異，主要受到海中植物進行光合作用或有機生物體之分解作用，而致使溶氧量有所消長。在深海處溶氧量低，對大多數之金屬而言，其腐蝕速率相對亦低。溶氧量亦受海水流速之增大而增濃，但受某些好氧細菌之作用(消耗)而降低濃度。

5. 導電度(conductivity)

海水之導電度是決定金屬腐蝕量多寡之一個重要因素，尤其是在有伽仉尼偶合作用(Galvanic coupling)及金屬表面局部有間隙存在的地方。從腐蝕工程師之觀點來看，海水與其它水溶液比較時，最主要的特徵是海水具有很高的比導電度，約比一般水溶液高 250 倍以上。海水之高比導電度容易造成金屬表面大面積的發生腐蝕反應，尤其是金屬表面之陽極面積小而陰極面積大時，腐蝕更是嚴重，最後形成局部孔蝕或間隙腐蝕。導電度之倒數謂之比電阻(resistivity)，為陰極防蝕設計上，陽極材料放電(消耗)大小之主要影響因子之一。

6. 深度

海水深度對金屬腐蝕之影響，現有公開的研究調查資料並不多。美國海軍試驗站研究人員於 1966 年，曾在太平洋的試驗站做深海腐蝕試驗，結果顯示：腐蝕速率隨著深度之增加而呈遞減趨勢，但亦有例外。如深至海床泥土時，若有硫化合物存在時，更能助長厭氧性之硫酸還原菌之滋長，最後更可能加速金屬之腐蝕反應速率。

7. 流速

海水流速對金屬腐蝕速率有多方面的影響，它不但能增加較易到達接觸金屬表面之溶氧量，又能因海流衝擊之機械效應，去除金屬表面鈍態保護膜，更促使氧氣較易對金屬表面進行擴散及濃度極化，造成金屬發生腐蝕。圖 2.6 為腐蝕速率與海水流速之關係。

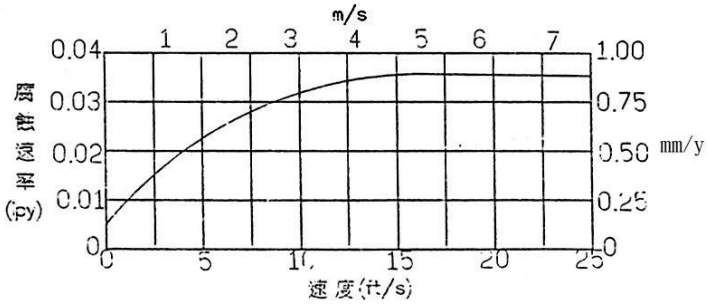


圖 2.6 鋼材腐蝕速率與海水流速之關係[27]

8. 迷失電流

迷失電流乃指不沿正規路徑，而走其它路徑流通之電流謂之。一旦這種迷失電流進入金屬結構物時，在離開結構物之處，會發生電蝕現象並加速腐蝕速率。海洋結構物諸如碼頭鋼板樁、油井平台，船舶停泊港口卸貨或進行電銲維修工程時或安裝防蝕系統(外加電流)時，其供電設備，諸如發電機，直流電源供應器等，可能發生斷路或漏電，這些電流可能經由船殼或直接流入海水中，由於海水是良好之電解質，更容易將這些電流傳導至鋼板樁等金屬結構物，迷失電流一旦進入結構物，則會加速腐蝕速率，碼頭鋼板樁遭受迷失電流襲擊的過程如圖 2.7 所示[28]。通常一片金屬表面，在陽極部位(金屬溶解釋出離子)由於受到迷失電流的影響，所造成腐蝕量可由法拉第定律計算出。例如一安培直流電之迷失電流，流經鋼鐵結構物至海水中，每年將可腐蝕掉結構物約 9.1kg 之鋼鐵。

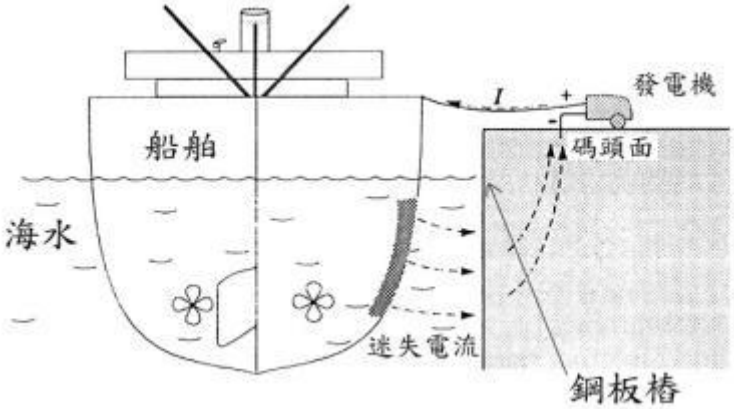


圖 2.7 碼頭鋼板樁遭受迷失電流之情形[28]

9. 海生物附著

海生物附著對鋼鐵之腐蝕，並不是一般腐蝕型態之一。它是一種因海生物有機體附著，致使金屬劣化。海水中包含有許多各種不同的有機生物體等，這些有機生物體有微污生物諸如細菌等，及巨污生物諸如海藻、滕壺、貝類等。海洋結構物浸泡海水中常受到海生物附著所困擾。由於海生物所排放之黏液(slime)容易附著於結構物表面上，接著形成生物黏液膜，萌芽的固著微生物體持久大量的

附著，最後繁殖形成巨大的附著生物體，造成結構體局部的腐蝕劣化及荷重增加。海生物之種類及繁殖受到海水深度、溫度、光度及滋養等因素影響，同時亦因季節、潮汐等變化而異。海生物附著於鋼板樁，其發生腐蝕行為之過程，有下列幾種方式：

(1)直接對陰極或陽極產生去極化作用，影響腐蝕之特性或加速腐蝕速率。

(2)由於生物新陳代謝作用或分泌物釋出有機酸液，製造具腐蝕性之環境，鋼材更易與酸性反應，造成嚴重局部孔蝕。

(3)破壞金屬表面鈍態保護膜。

(4)形成金屬表面有氧氣濃淡電池作用。

(5)在金屬表面附近因有硫化物生成，使硫酸還原菌更具腐蝕侵蝕。

硫酸還原菌對鋼材之腐蝕機理如下：(厭氧性細菌)

$4Fe \rightarrow 4Fe^{+2} + 8e^{-}$ (陽極反應，Fe溶解成Fe^{+2})

$8H \rightarrow 8H^{+} + 8OH^{-}$ (H解離成離子狀態)

$8H^{+} + 8e^{-} \rightarrow 8H$ (陰極反應，H^{+}還原成H原子)

$SO4^{-2} + 8H^{+} \rightarrow S^{-2} + 4H_2O$ (硫酸還原菌對陰極去極化作用)

$Fe^{+2} + S^{-2} \rightarrow FeS$ (腐蝕生成物)

$3Fe^{+2} + 6OH^{-} \rightarrow 3Fe(OH)_2$ (腐蝕生成物)

$4Fe + 4H_2O + SO_4^{-2} \rightarrow 3Fe(OH)_2 + FeS + 2OH^{-}$

第三章 研究方法及進行步驟

持續建立臺灣地區長期金屬材料水下腐蝕資料庫，以作為新建及既有結構物耐久性與防蝕設計及維護管理之參考需要，於 103 年安裝水下金屬曝露試驗架於臺中港、104 年安裝金門水頭及料羅港、105 年安裝基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港、安平港、布袋港、蘇澳港、馬祖福澳港、澎湖龍門港等國內商港，藉此了解港區在不同環境、金屬材料、海洋生物附著、海水水質等對金屬材料腐蝕之長期研究。今將研究方法、規畫、試片設計、與試驗期程如圖 3.1 分述：

3.1 研究方法與規劃

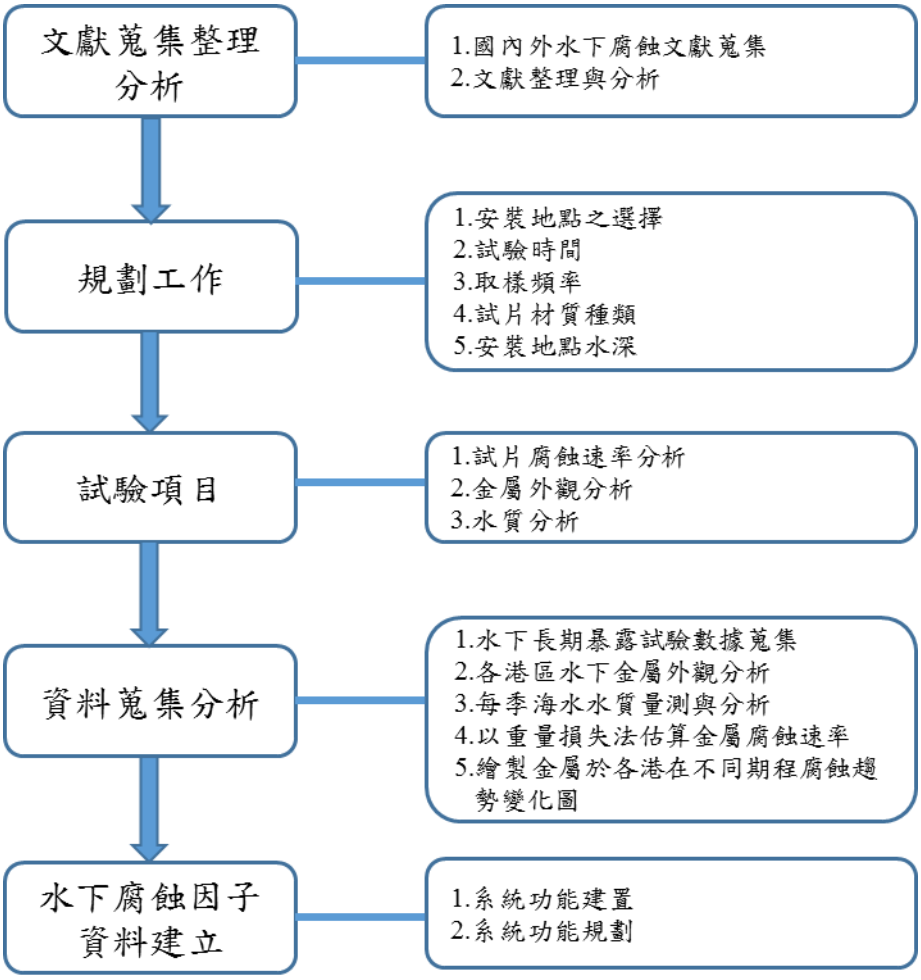


圖 3.1 水下腐蝕研究方法與規劃

3.2 各港區海水下金屬曝露試驗

3.2.1 臺中港試片設計與試驗期程

試片設計屬性與試驗期程如表3-1所示,試片大小,試片架之設計，試片架之安放工作以及各階段分批取樣時程，詳述如後：

1. 試片材質種類: 試片採用港工結構材使用之試片，分三種型式為碳鋼(SM490A)、不鏽鋼(SS316L)、低碳鋼(SS400) 。
2. 試片之大小:為適合海中附生物之附著。軋鋼材質料試片大小均為20~10cm，厚度則分別為碳鋼(SM490A)1.2cm、不鏽鋼(SS316L)2.0cm、低碳鋼(SS400)1.0cm。
3. 試片架設計: 為配合當地港工結構之條件，設計為夾具型式，其中考慮如穩定性、試片置放及取樣難易程度等每一試片皆有兩只通孔，使用不鏽鋼316 外徑M10 以上長120MM 以上外六角螺栓及螺帽，固定於承載試片主架上。螺栓與螺帽使用絕緣材質墊片，以防止電化學腐蝕效應。
4. 試片架的安裝地點水深:分三層佈放於飛沫帶、潮汐帶、水中帶，每層架置72個試片，共216片如圖3.2所示，以膨脹螺絲接合施作於混凝土牆面固定，現場安裝如圖3.5所示。
5. 試驗期程: 依實際需求規劃或10年期。
6. 取樣頻率: 第1、2、3、5、8、10年期等。

表 3-1 臺中港水下金屬腐蝕試片尺寸與安裝試驗期程

放置地點	放置位置	試片材質	試片大小(cm)	安裝日期(年/月/日)	取樣期程
臺中港 #1碼頭西側	飛沫帶	SM490A	20×10×1.2	2014/10/28	1、2、3、5、8、10 年等 6 個期程
		SS316L	20×10×2.0)		
		SS400	20×10×1.0		
	潮汐帶	SM490A	20×10×1.2		
		SS316L	20×10×2.0		
		SS400	20×10×1.0		
	水中帶	SM490A	20×10×1.2		
		SS316L	20×10×2.0		
		SS400	20×10×1.0		

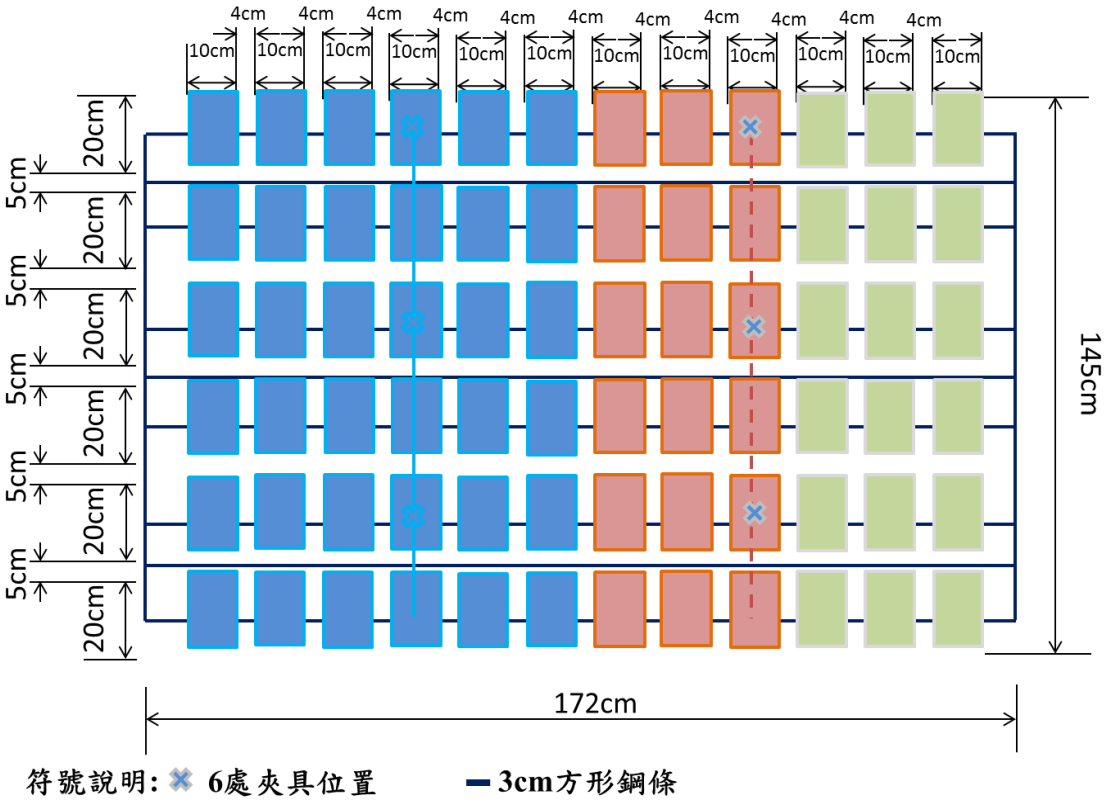


圖 3.2 臺中港水下金屬腐蝕試驗架示意圖

3.2.2 金門港區試片設計與試驗期程

試片設計、屬性與安裝與試驗期程如表 3-2 所示，試片大小，試片架之設計，試片架之安放工作以及各階段分批取樣時程，詳述如後：

1. 材質型式: 試片採用港工結構材使用之試片，分三種型式為碳鋼(SM490A)、不鏽鋼(SS316L)、低碳鋼(SS400) 。
2. 試片之大小:為適合海中附生物之附著。軋鋼材質料試片大小均為15cm×10cm，厚度則分別為碳鋼(SM490A)1.0cm、不鏽鋼(SS316L)1.0cm、低碳鋼(SS400)1.0cm。
3. 試片架設計: 為配合當地港工結構之條件，設計須考慮穩定性、試片置放及取樣難易程度等每一試片皆有兩只通孔，使用不鏽鋼螺栓及螺帽，固定於承載試片主架上，螺栓與螺帽使用絕緣材質墊片，以防止電化學腐蝕效應。
4. 試片架的曝露位置: 安放於料羅與水頭各港區分別於潮汐帶、水中帶兩個位置每層架置 60 個試片，共 240 片如圖 3.3 所示，以膨脹螺絲接合施作於混凝土牆面固定，現場安裝如圖 3.6 所示。
5. 試驗期程: 依實際需求規劃或 10 年期。
6. 取樣頻率: 第 1、2、5、8、10 年期等。

表3-2 金門港區水下金屬腐蝕試片尺寸與安裝試驗期程

放置地點	放置位置	試片材質	試片大小(cm)	安裝日期(年/月/日)	取樣期程
金門料羅港區	潮汐帶	SM490A	15×10×1.0	2015/11/16	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
放置地點	放置位置	試片材質	試片大小	安裝日期(年/月/日)	取樣期程
金門水頭商港	潮汐帶	SM490A	15×10×1.0	2015/11/16	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			

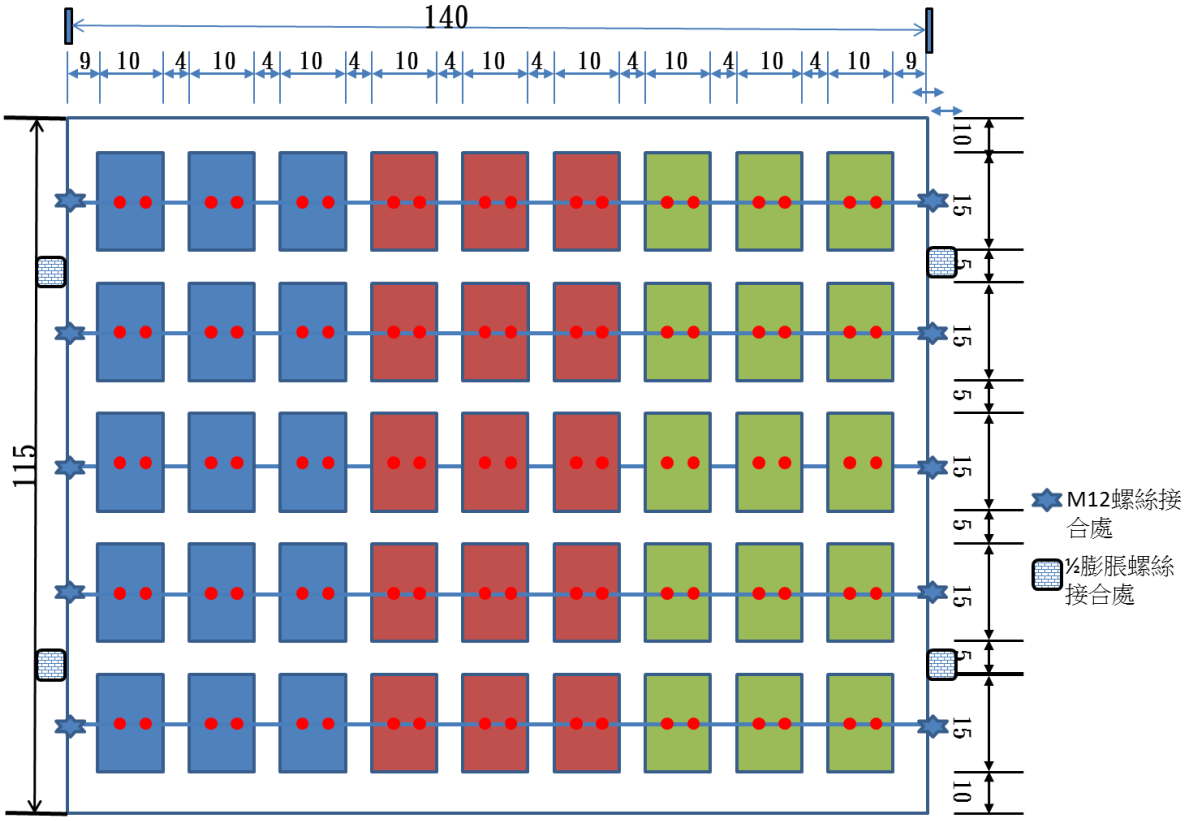


圖3.3 金門港水下金屬腐蝕試驗架示意圖

3.2.3 各港區試片設計與試驗期程

試片設計、屬性與安裝與試驗期程如表 3-3 至 3-6 所示，試片大小，試片架之設計，試片架之安放工作以及各階段分批取樣時程，詳述如後：

1.材質型式: 試片採用港工結構材使用之試片，分三種型式為碳鋼(SM490A)、不鏽鋼(SS316L)、低碳鋼(SS400) 。

2.試片之大小:為適合海中附生物之附著。軋鋼材質料試片大小均為 15cm×10cm，厚度則分別為碳鋼(SM490A)1.0cm、不鏽鋼(SS316L)1.0cm、低碳鋼(SS400)1.0cm。

3.試片架設計:為配合當地港工結構之條件，設計須考慮穩定性、試片置放及取樣難易程度等每一試片皆有兩只通孔，使用不鏽鋼螺栓及螺帽，固定於承載試片主架上，螺栓與螺帽使用絕緣材質墊片，以防止電化學腐蝕效應。

4.試片架的曝露位置:安放於各港區碼頭岸壁分別於飛沫帶、潮汐帶、水中帶 3 個位置，每層架置 45 個試片，共 135 片如圖 3.4 所示，以膨脹螺絲接合施作於混凝土牆面固定。

5.現場施放地點調查及試片架安裝:試片架之安裝經於各港區實地勘察，經協調各港務公司選定港區船隻進出較不妨礙之碼頭為安裝地點，試片架現場安裝時配合潛水人員施工完成，現場安裝如圖 3.7 至圖 3.18 所示。

6.試驗期程: 依實際需求規劃或 10 年期。

7.取樣頻率: 第 1、2、5、8、10 年期等。

表3-3 各港區金屬材料水下腐蝕試片尺寸與安裝取樣期程(1/4)

放置地點	放置位置	試片材質	試片大小(cm)	安裝日期 (年/月/日)	取樣期程
基隆港 西33B碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/09/26	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
蘇澳港 公務船渠	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/06/23	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
花蓮港 西防波堤 燈塔	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/10/03	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			

表 3-4 各港區金屬材料水下腐蝕試片尺寸與安裝取樣期程(2/4)

放置地點	放置位置	試片材質	試片大小(cm)	安裝日期(年/月/日)	取樣期程
臺北港北#2碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/09/26	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
布袋港東#3碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/09/05	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
安平港#7碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/09/06	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			

表 3-5 各港區金屬材料水下腐蝕試片尺寸與安裝取樣期程(3/4)

放置地點	放置位置	試片材質	試片大小(cm)	安裝日期(年/月/日)	取樣期程
高雄港 #10碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/09/08	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
高雄港 #41碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/09/07	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
高雄港 #75碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/09/07	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			

表 3-6 各港區金屬材料水下腐蝕試片尺寸與安裝取樣期程(4/4)

放置地點	放置位置	試片材質	試片大小(cm)	安裝日期(年/月/日)	取樣期程
澎湖龍門港#9碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/09/12	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
馬祖福澳港浮動碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0	2016/08/15	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
港研中心循環水槽	潮汐帶	SM490A	15×10×1.0	2016/09/22	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			

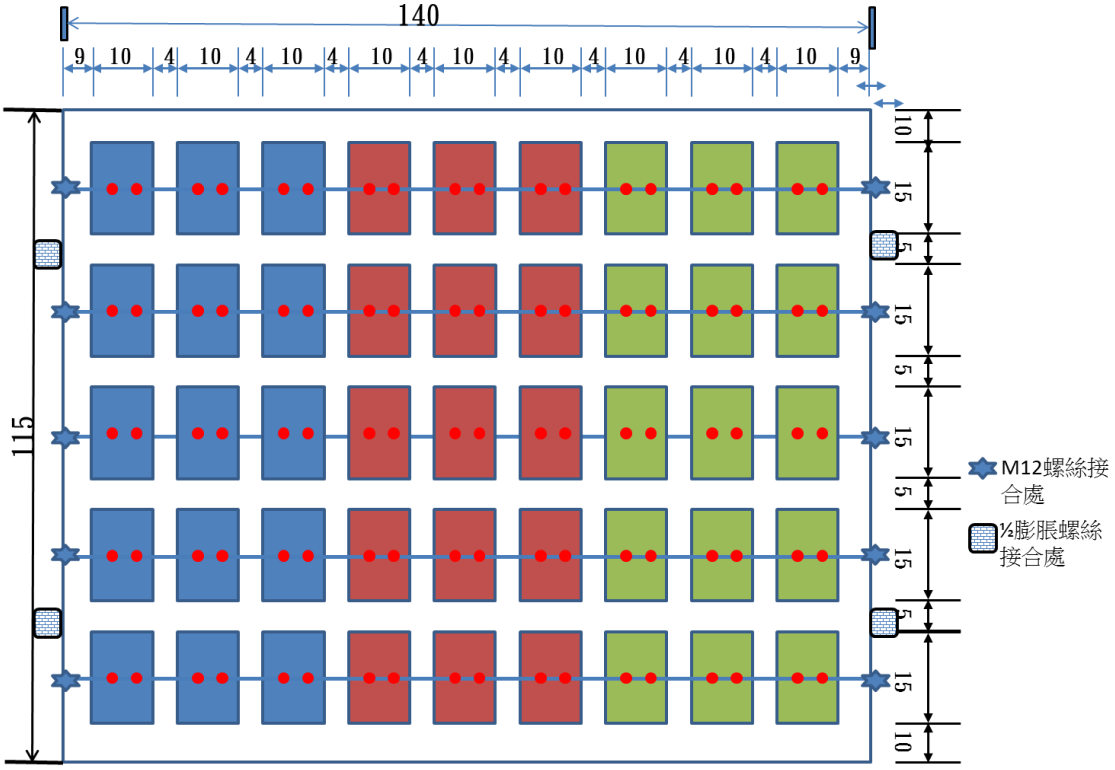


圖3.4.水下金屬腐蝕試驗架示意圖

1.試驗架吊掛

2.試驗架吊掛

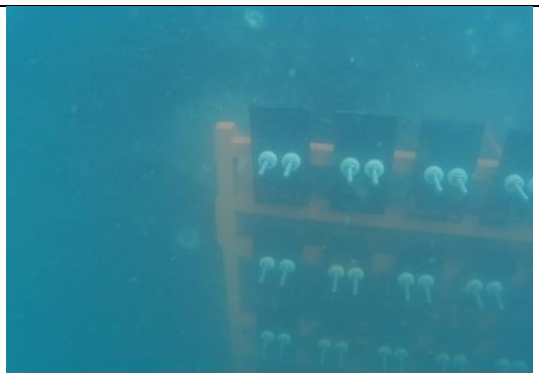
3.海生物刮除

4.試片安裝固定

5.試驗架俯視圖

6 大氣帶

7.潮汐帶



8.水中帶

圖 3.5 臺中港水下金屬曝露試驗架安裝

1.金屬試片分類

2.組裝完成

3.依取樣時間分批依序組裝

4.試驗架岸上繫繩分批吊掛

5.試驗架吊掛

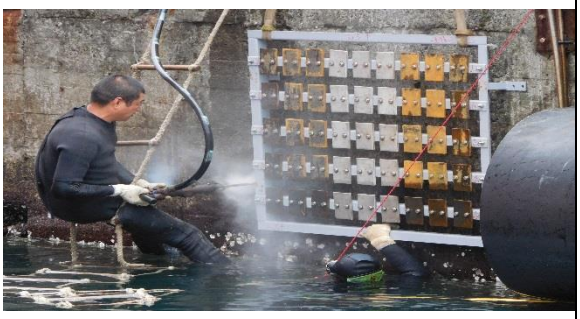
6.安裝位置海生物刮除

7.試驗架氣動鑽孔固定

8.潮汐帶安裝完工圖

圖 3.6 金門料羅港與水頭商港水下金屬曝露試驗架安裝

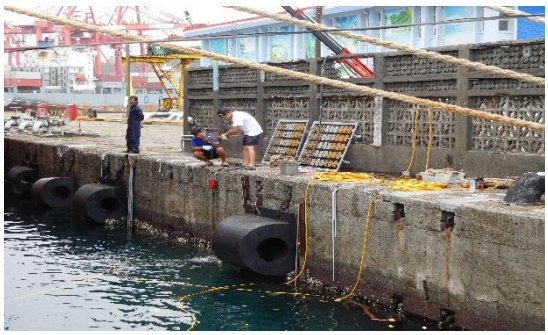
1.水下金屬腐蝕試驗架吊掛



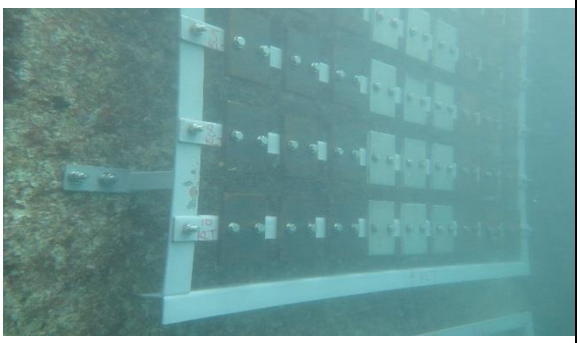
2.潛水員固定飛沫帶試驗架

3.車用吊桿吊放金屬腐蝕試驗架

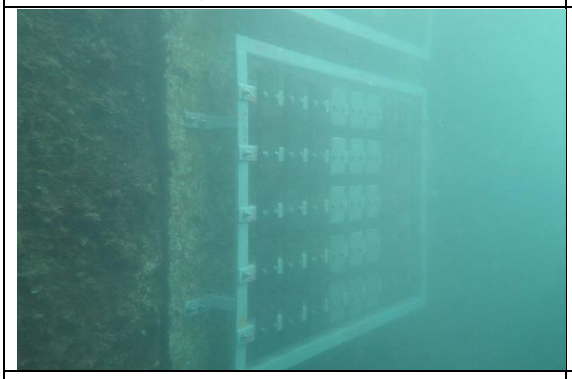
4.金屬腐蝕試驗架微調安裝位置



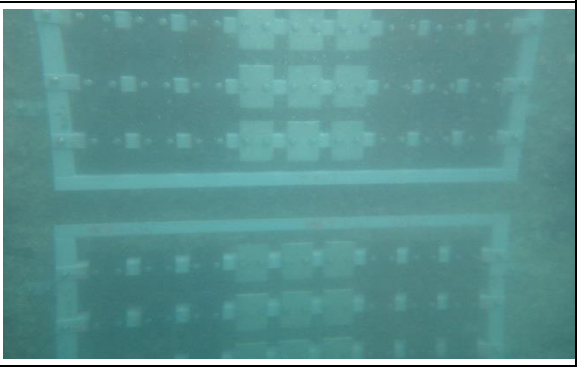
5.水下帶試驗架氣動鑽安裝



6.潮汐帶試驗架安裝完成



7.水下帶試驗架安裝完成



8.基隆港試驗架安裝安成

圖3.7 基隆港水下金屬曝露試驗架安裝

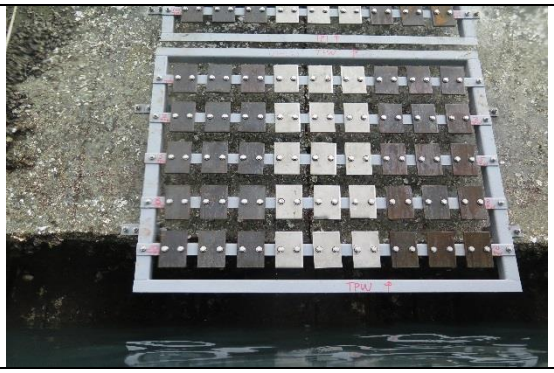
1.金屬腐蝕試驗架置放

2.潛水員固定腐蝕試驗架

3.車用吊桿吊放金屬腐蝕試驗架

4.完成第 2 片潮汐帶腐蝕試驗架

5.潛水員固定水中帶腐蝕試驗架



6.水中帶腐蝕試驗架固定完成

7.金屬腐蝕試驗架組安裝完成 1

8.金屬腐蝕試驗架組安裝完成 2

圖 3.8 臺北港水下金屬曝露試驗架安裝

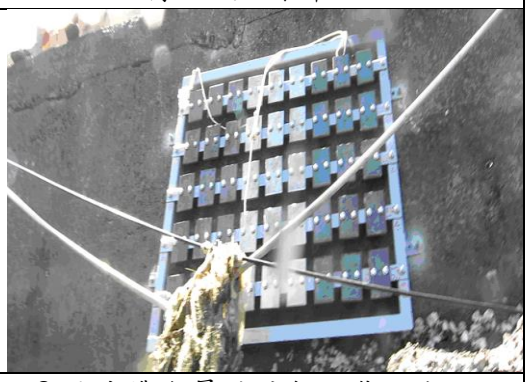
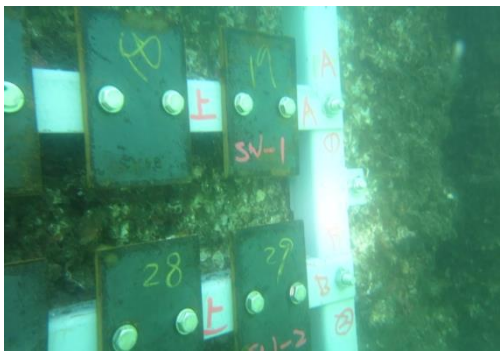
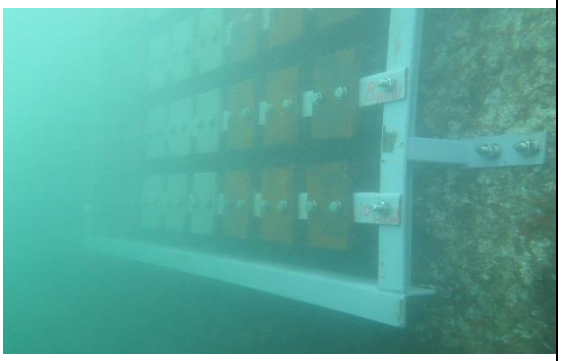
	
1.金屬腐蝕試驗架置放	2.金屬腐蝕試驗架編號確認
	
3.金屬腐蝕試驗架安裝	4.腐蝕試驗架吊放
	
5.飛沫帶金屬試片架安裝	6.飛沫帶金屬試片架安裝完成
	
7.潮汐帶金屬試片架安裝完成	8.水中帶金屬試片架安裝完成

圖 3.9 蘇澳港水下金屬曝露試驗架安裝

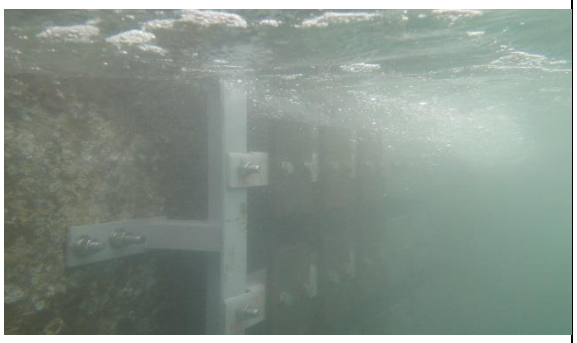
1.花蓮港金屬腐蝕試驗架置放

2.潛水員清除岸壁面海附生物

3.車用吊桿吊放金屬腐蝕試驗架



4.水下帶試驗架氣動鑽安裝完成



5.潮汐帶試驗架組裝完成

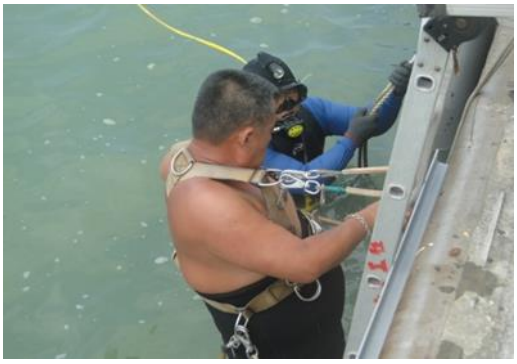
6.飛沫帶試驗架垂降至定位

7.飛沫帶試驗架垂降至定位及安裝

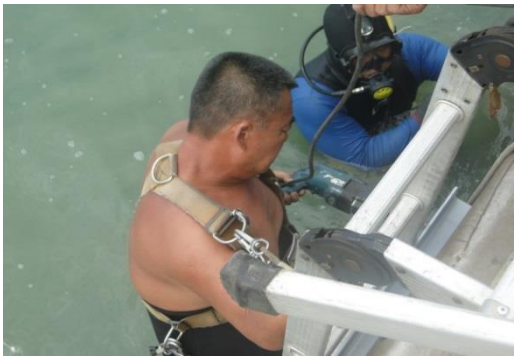
8.花蓮港試驗架安裝完成

圖 3.10 花蓮港水下金屬曝露試驗架安裝

1.腐蝕試驗架試片位置查核



2.潛水員固定腐蝕試驗架



3.金屬腐蝕試驗架固定

4.腐蝕試驗架吊掛

5.潛水員固定腐蝕試驗架

6.潛水員固定腐蝕試驗架

7.金屬腐蝕試驗架組安裝完成

8.金屬腐蝕試驗架組安裝完成

圖 3.11 布袋港水下金屬曝露試驗架安裝

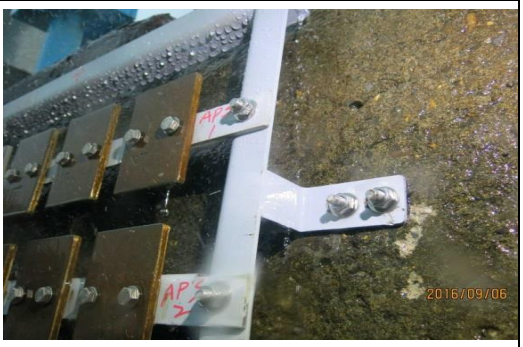
1.安平港水下金屬腐蝕試驗架

2.潛水員固定飛沫帶試驗架

3.車用吊桿吊放金屬腐蝕試驗架

4.金屬腐蝕試驗架微調安裝位置

5.飛沫帶試驗架安裝



6.飛沫帶試驗架安裝完成

7.潮間帶試驗架安裝完成

8.水中帶試驗架安裝安成

圖 3.12 安平港水下金屬曝露試驗架安裝

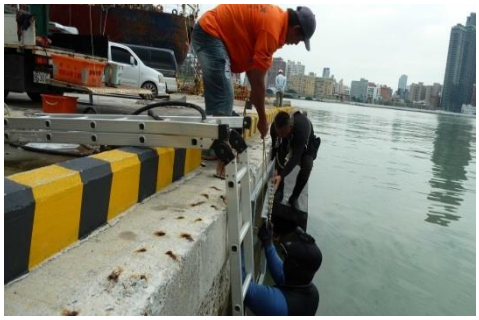
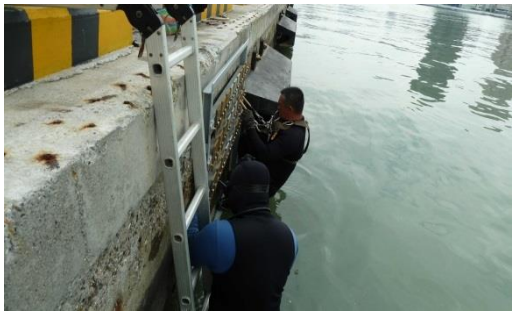
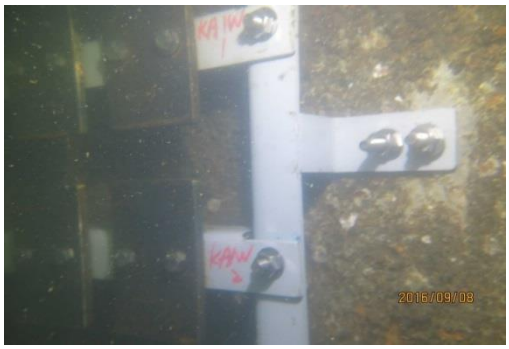
	
1.高雄港#10 金屬腐蝕試驗架	2.金屬腐蝕試驗架安裝
	
3.金屬腐蝕試驗架安裝	4.水下帶試驗架安裝完成
	
5.飛沫帶試驗架組裝完成	6.潮汐帶試驗架安裝完成
	
7.水中帶試驗架安裝完成	8.花蓮港試驗架安裝完成

圖 3.13 高雄港 #10 水下金屬曝露試驗架安裝

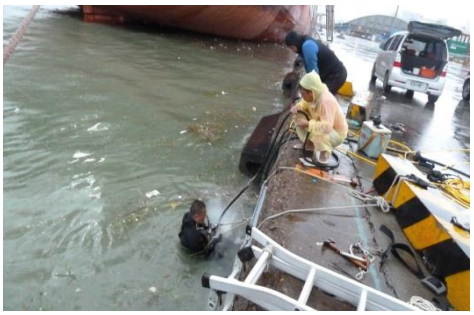
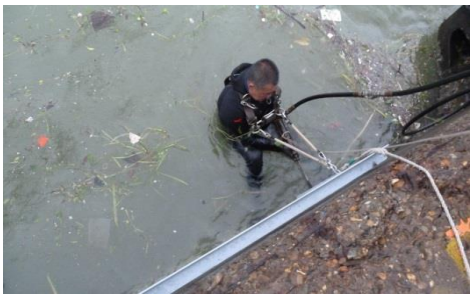
	
1.高雄港#41 金屬腐蝕試驗架	2.金屬腐蝕試驗架安裝
	
3.金屬腐蝕試驗架安裝	4.水下帶試驗架安裝完成
	
5.飛沫帶試驗架組裝完成	6.潮汐帶試驗架安裝完成
	
7.潮汐帶試驗架安裝完成	8.高雄港#40 試驗架安裝完成

圖 3.14 高雄港 #41 水下金屬曝露試驗架安裝

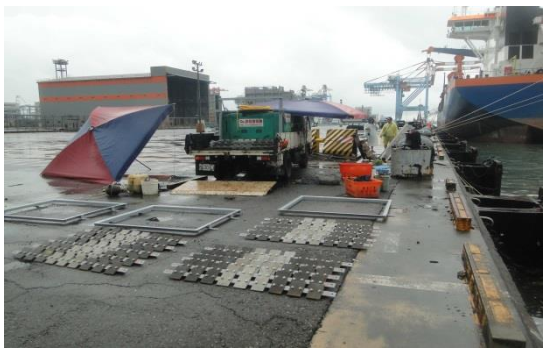
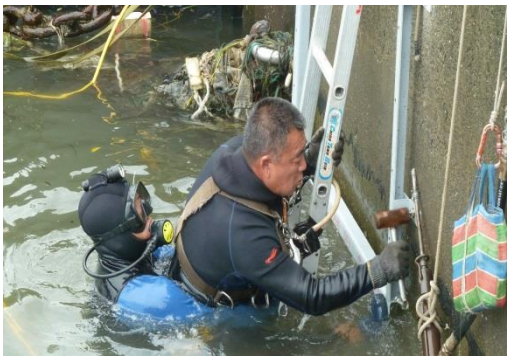
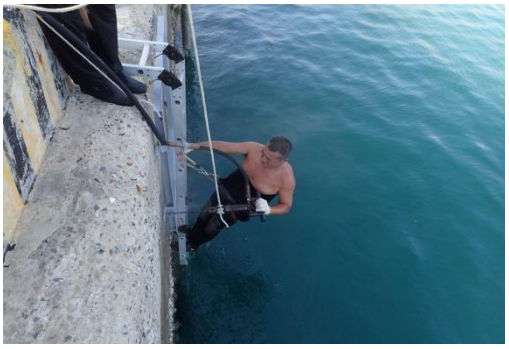
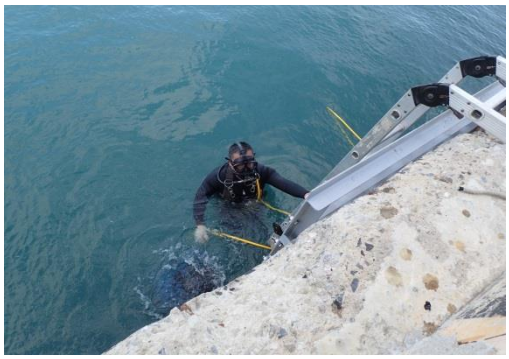
	
1.高雄港#75 金屬腐蝕試驗架	2.金屬腐蝕試驗架安裝
	
3.金屬腐蝕試驗架安裝	4.水下帶試驗架安裝完成
	
5.飛沫帶試驗架組裝完成	6.潮汐帶試驗架安裝完成
	
7.水中帶試驗架安裝完成	8.高雄港#75 試驗架安裝完成

圖 3.15 高雄港 #75 水下金屬曝露試驗架安裝

1.金屬腐蝕試驗架排列檢視



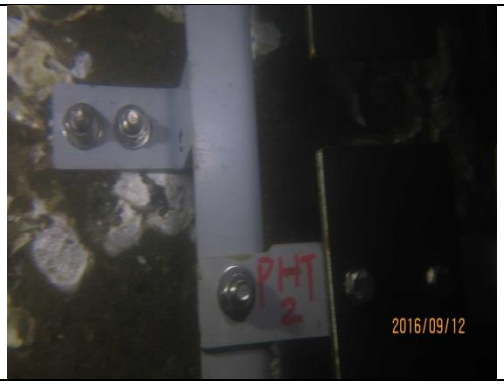
2.金屬腐蝕試驗架安裝



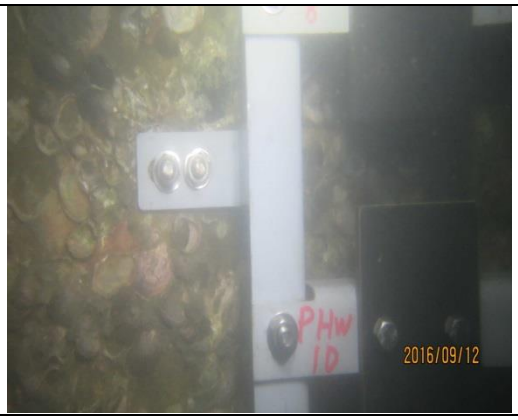
3.金屬腐蝕試驗架安裝

4.試驗架安裝

5.飛沫帶試驗架組裝完成



6.潮汐帶試驗架安裝完成



7.水中帶試驗架安裝完成

8.試驗架安裝完成

圖 3.16 澎湖龍門尖山港水下金屬曝露試驗架安裝

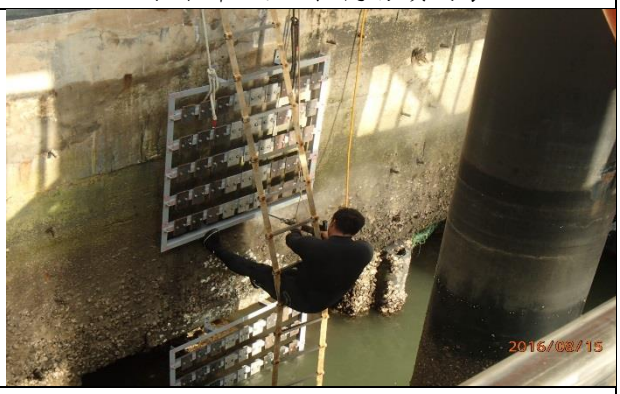
1.福澳港預定位置測量

2.潛水員清除岸壁面海附生物

3.碼頭上組裝試驗架

4.水下帶試驗架氣動鑽安裝

5.潮汐帶試驗架氣動鑽安裝



6.飛沫帶試驗架氣動鑽安裝

7.水中帶試驗架安裝完成

8.試驗架安裝完成

圖 3.17 馬祖福澳港水下金屬曝露試驗架安裝

	
1.金屬腐蝕試驗架排列檢視	2.金屬腐蝕試驗架吊掛
	
3.試驗架安裝	4.試驗架安裝
	
5.試驗架組裝完成	6.試驗架安裝完成

圖 3.18 港研中心循環水槽水下金屬曝露試驗架安裝

3.3試片腐蝕速率分析方法

3.3.1 試片定期採樣之處理分析方法

依規劃時間至安裝現場請潛水人員將試片取出，將樣品收集分類及拍照後，帶回實驗室作進一步海生物清除與腐蝕清洗分析。

3.3.2 試片腐蝕分析步驟

採樣後試片於實驗室中進行腐蝕分析作業流程如圖 3.19，先將將附著海生物刮去處理後，依據 NACE Standard　TM-01-69 方法，以濃鹽酸＋40 g/l $SnCl_2$ 溶液，在室溫下浸泡試片，達到除銹效果，並稱重以量測其平均腐蝕速率（重量損失法）。將試驗點曝放後取回之試片進行腐蝕速率量測。為確保除去腐蝕生成物的化學清洗方法不會損壞底材金屬，先使用腐蝕試片進行重複清洗，以制定檢量線（俟重複清洗後之試片淨重達到一穩定值）。

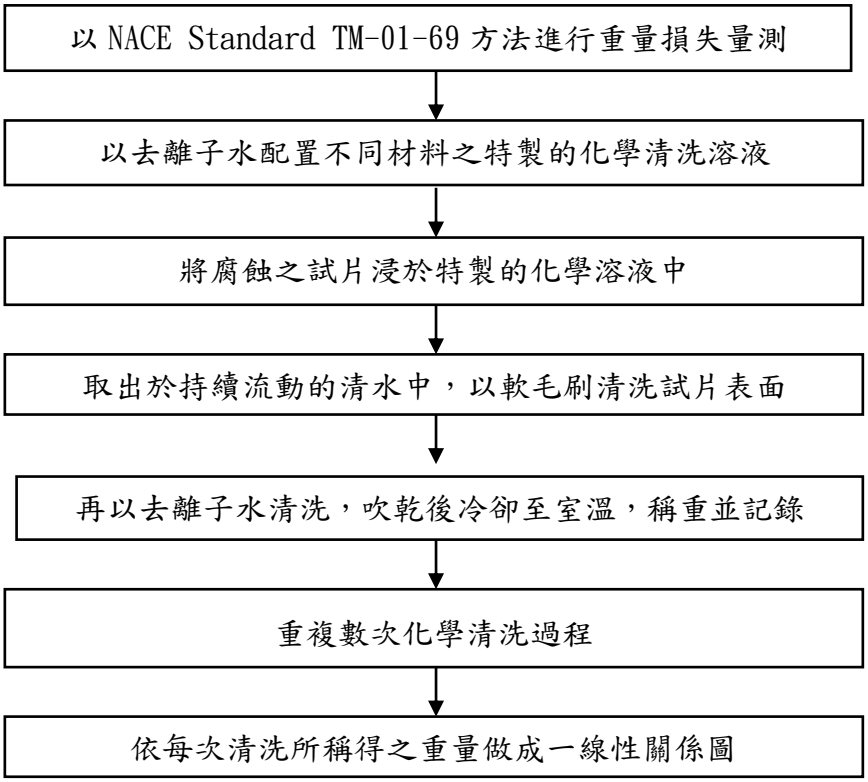


圖 3.19 水下金屬腐蝕生成物清除作業流程圖

3.3.3腐蝕速率計算

板狀試片的腐蝕速率(Rcorr)單位以 μm/yr 表示，計算公式如下：

$R_{corr} = \Delta m / (A \cdot \rho \cdot t)$ ..... (3.1)

式中， Δm=質量損失(g)

A=試片曝露面積(m^2)

t=曝露時間，年(year)

ρ=金屬材料之密度 (g/cm^3)

第四章 金屬材料水下腐蝕速率分析

過去文獻研究報告指出，金屬在海水中的腐蝕行為，會因海水中的 pH 值、氯離子濃度、溫度、溶氧量、水流速度、海生物附著、菌類活動、以及污染程度等參數的影響而產生不同的腐蝕現象。為推估港區內碳鋼腐蝕速率與水深變化的關係，今將不同形式碳鋼(SM490A)、不鏽鋼(SS316L)、低碳鋼(SS400) 三種金屬於不同位置(飛沫帶、潮汐帶與水中帶)採樣試片的腐蝕速率平均，以此平均值代表金屬材料在該碼頭不同位置的腐蝕速率。

4.1 各港區腐蝕速率分析

4.1.1 臺中港腐蝕速率分析

由臺中港第 1 年，第 2 年，第 3 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.1 至圖 4.3 與表 4-1 至 4-3 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年飛沫帶平均腐蝕速率依序為碳鋼 497.3 (μm/yr)，低碳鋼 436.8 (μm/yr)，不鏽鋼 0.4(μm/yr) 。潮汐帶依序為碳鋼 444.6 (μm/yr)，低碳鋼 339.2 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 0.0 (μm/yr)。水中帶依序為碳鋼(SM490A) 186.7 (μm/yr) ，低碳鋼 171.8 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 7.1(μm/yr) 。

第 2 年飛沫帶平均腐蝕速率依序為碳鋼 623.9 (μm/yr)，低碳鋼 577.8 (μm/yr)，不鏽鋼 0.6(μm/yr) 。潮汐帶依序為碳鋼 330.8 (μm/yr)，低碳鋼 216.8 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 0.0 (μm/yr)。水中帶依序為碳鋼(SM490A) 159.7 (μm/yr)，低碳鋼 142.3 (μm/yr) ，不鏽鋼(SS316L) 2.0(μm/yr) 。

第 3 年因飛沫帶、潮汐帶試片遺失，故無數據。水中帶依序為低碳鋼 168.4 (μm/yr) ，碳鋼(SM490A) 128.8 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 1.6(μm/yr) 。

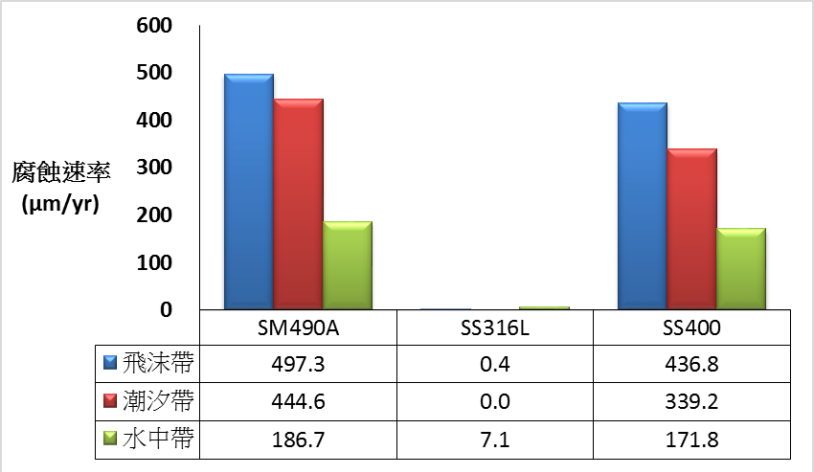


圖 4.1 臺中港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

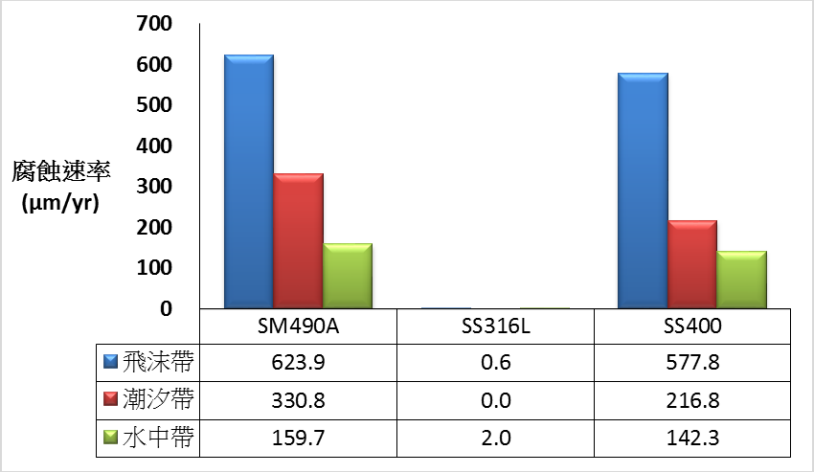


圖 4.2 臺中港第 2 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

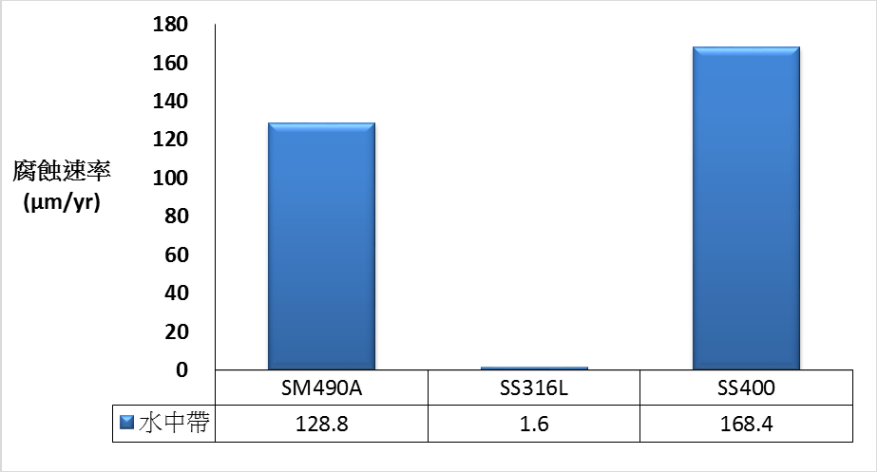


圖 4.3 臺中港第 3 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表4-1 臺中港曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
飛沫帶	460.7	497.3	0.3	0.4	466.5	436.8
	494.9		0.0		430.3	
	486.1		0.8		413.6	
潮汐帶	454.4	444.6	0.0	0.0	366.4	339.2
	439.2		0.0		296.6	
	436.3		0.0		354.5	
水中帶	188.3	186.7	0.0	7.1	179.3	171.8
	174.3		17.3		172.0	
	175.7		4.0		164.2	

表4-2 臺中港曝放2年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
飛沫帶	632.7	623.9	0.6	0.6	573.4	577.8
	624.1		0.0		579.1	
	604.9		1.1		580.8	
潮汐帶	332.9	330.8	0.0	0.0	236.5	216.8
	315.7		0.0		228.0	
	330.0		0.0		185.8	
水中帶	141.0	159.7	1.1	2.0	139.9	142.3
	149.2		0.0		144.7	
	134.9		6.0			

表 4-3 臺中港曝放 3 年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
水中帶	102.8	128.8	0.1	1.6	177.6	168.4
	125.4		0.1		159.1	
	141.2		4.6			

4.1.2 金門港區腐蝕速率分析

由料羅港和水頭港第 1 年、第 2 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.4 至圖 4.7 與表 4-4 至 4-7 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年料羅港潮汐帶依序為低碳鋼 430.1 (μm/yr) ，碳鋼 313.4 (μm/yr)，不鏽鋼 0.1 (μm/yr)。料羅港水中帶依序為碳鋼(SM490A) 284.0(μm/yr) ，低碳鋼 195.7 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 0.1(μm/yr) 。水頭港潮汐帶依序為低碳鋼 412.6 (μm/yr)，碳鋼 337.9 (μm/yr)，不鏽鋼 0.0 (μm/yr)。水頭港水中帶依序為碳鋼 396.4 (μm/yr) ，低碳鋼 117.9 (μm/yr)，不鏽鋼 2.2(μm/yr) 。

第 2 年料羅港潮汐帶依序為低碳鋼 296.8 (μm/yr)，碳鋼 223.0(μm/yr)，不鏽鋼 0.0 (μm/yr)。料羅港水中帶依序為低碳鋼 165.2 (μm/yr) ，碳鋼(162.7 (μm/yr)，不鏽鋼 2.7(μm/yr)。水頭港潮汐帶依序為低碳鋼 245.7 (μm/yr)，碳鋼 208.8(μm/yr)，不鏽鋼 0.1 (μm/yr)。水頭港水中帶依序為低碳鋼 211.9(μm/yr) ，碳鋼 176.8 (μm/yr)，不鏽鋼 (SS316L) 0.2(μm/yr)。

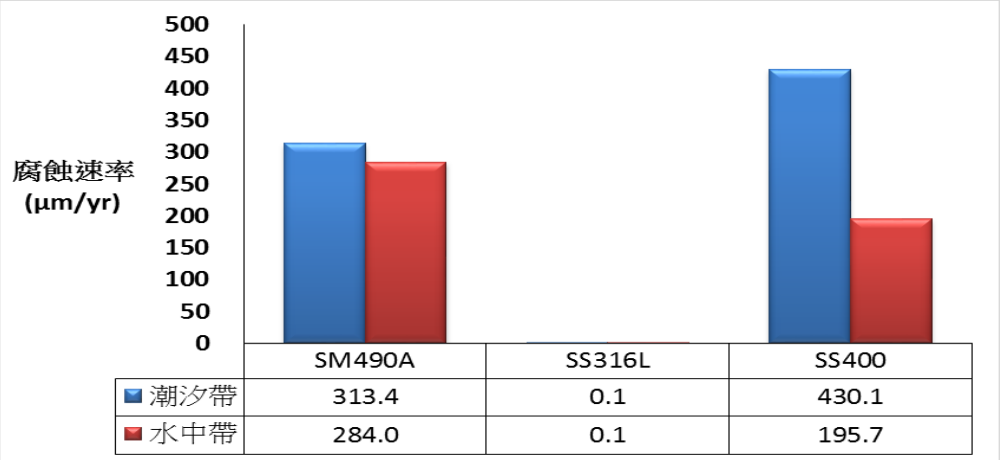


圖 4.4 料羅港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

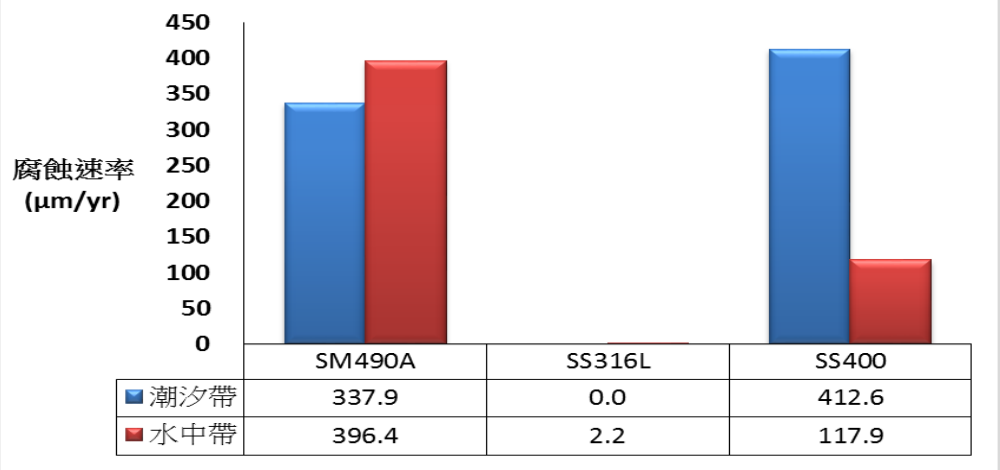


圖 4.5 水頭港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

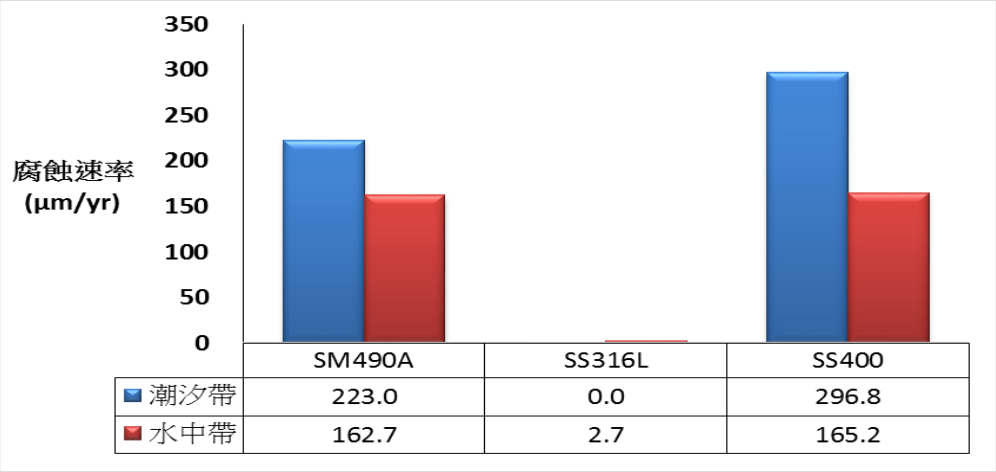


圖 4.6 料羅港第 2 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

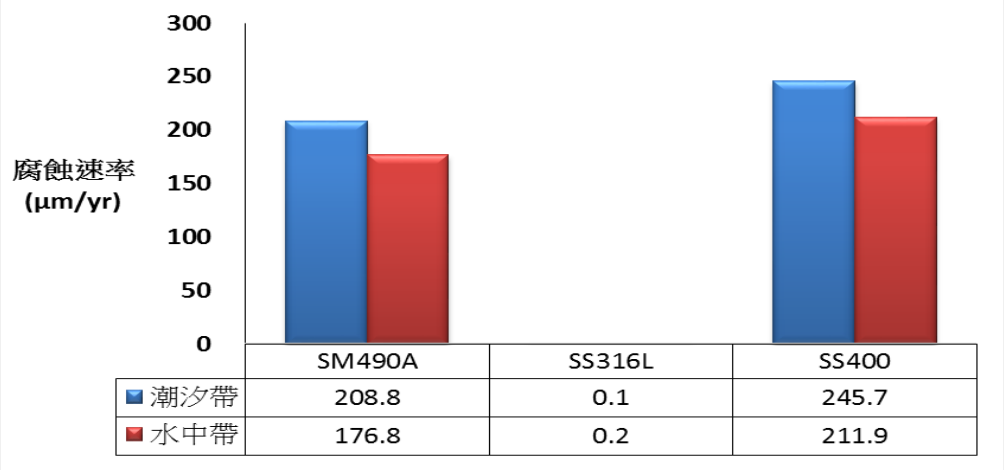


圖 4.7 水頭港第 2 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表 4-4 料羅港曝放 1 年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
潮汐帶	311.3	313.4	0.0	0.1	438.9	430.1
	316.0		0.3		407.6	
	312.9		0.0		443.9	
水中帶	244.1	284.0	0.3	0.1	212.9	195.7
	326.0		0.0		178.5	
	282.0		0.0			

表 4-5 水頭港曝放 1 年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
潮汐帶	337.9	337.9	0.0	0.0	382.3	412.6
	336.3		0.0		459.8	
	339.5		0.0		395.7	
水中帶	436.4	396.4	0.0	2.2	113.5	117.9
	365.7		6.6		109.4	
	387.0		0.0		131.0	

表 4-6 料羅港曝放 2 年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
潮汐帶	227.5	223.0	0.0	0.0	295.8	296.8
	226.4		0.0		311.5	
	215.2		0.0		282.9	
水中帶	153.8	162.7	0.0	2.7	162.6	165.2
	172.7		0.0		200.6	
	161.5		8.0		132.3	

表 4-7 水頭港曝放 2 年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
潮汐帶	235.0	208.8	0.2	0.1	246.4	245.7
	210.1		0.0		259.3	
	181.3		0.2		231.3	
水中帶	151.0	176.8	0.6	0.2	207.1	211.9
	178.1		0.0		158.9	
	201.3		0.0		269.6	

4.1.3 蘇澳港腐蝕速率分析

由蘇澳港第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.8 與表 4-8 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年飛沫帶平均腐蝕速率依序為低碳鋼 610.1(μm/yr)，碳鋼 335.3 (μm/yr)，不鏽鋼 0.0(μm/yr) 。潮汐帶依序為碳鋼 285.6 (μm/yr)，低碳鋼 214.3 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 0.0 (μm/yr)。水中帶依序為碳鋼 (SM490A) 324.6 (μm/yr) ，低碳鋼 212.1(μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 0.0 (μm/yr) 。

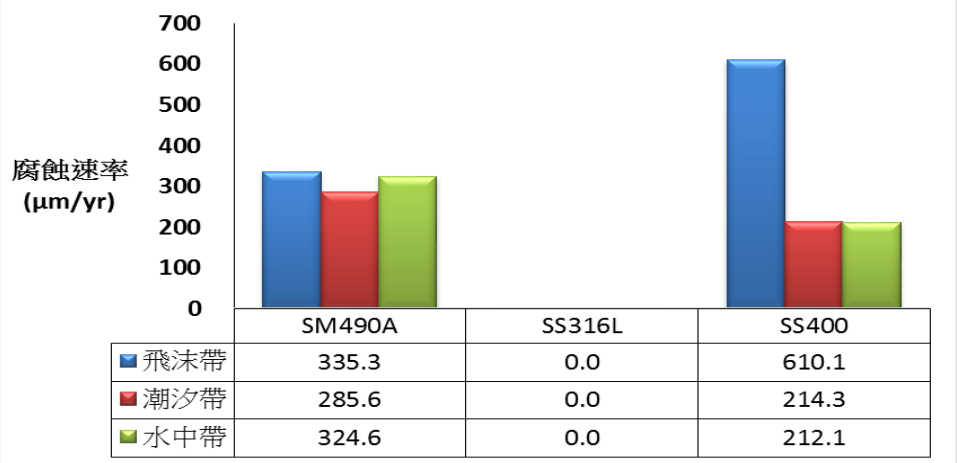


圖 4.8 蘇澳港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表4-8 蘇澳港曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
飛沫帶	349.5	335.3	0.0	0.0	571.6	610.1
	319.5		0.0		644.8	
	336.9		0.0		613.8	
潮汐帶	271.8	285.6	0.0	0.0	213.9	214.3
	313.7		0.0		209.8	
	271.1		0.0		219.0	
水中帶	330.4	324.6	0.0	0.0	201.7	212.1
	334.2		0.0		197.6	
	309.3		0.0		237.1	

4.1.4 臺北港腐蝕速率分析

由臺北港第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.9 與表 4-9 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年飛沫帶平均腐蝕速率依序為碳鋼 661.3 (μm/yr)，低碳鋼 656.9(μm/yr)，不鏽鋼 0.0(μm/yr)。潮汐帶依序為碳鋼 555.4 (μm/yr)，低碳鋼 531.0 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 0.1 (μm/yr)。水中帶依序為低碳鋼 300.5 (μm/yr)，碳鋼(SM490A) 300.2 (μm/yr) ，不鏽鋼(SS316L) 0.5 (μm/yr) 。

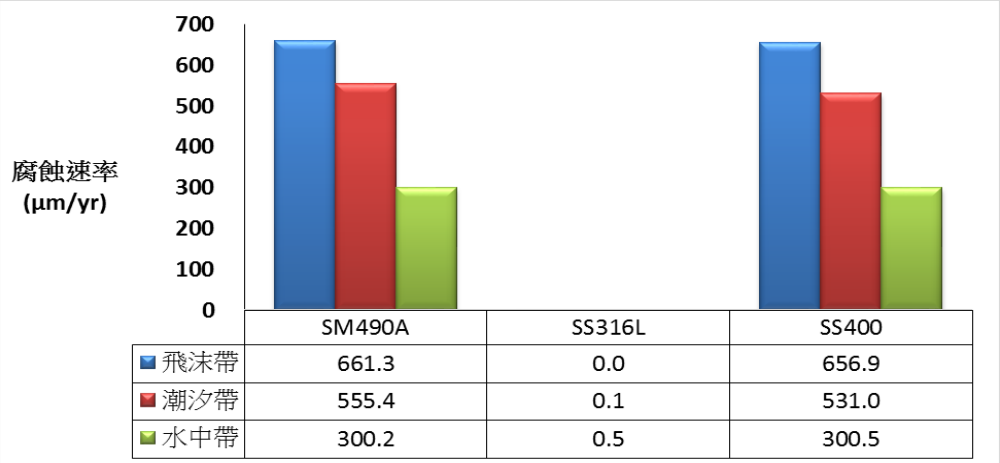


圖 4.9 臺北港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表4-9 臺北港曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)
飛沫帶	668.4	661.3	0.0	0.0	676.8	656.9
	654.1		0.0		637.0	
			0.0			
潮汐帶	540.1	555.4	0.0	0.1	464.6	531.0
	621.2		0.0		581.4	
	504.8		0.3		547.1	
水中帶	270.2	300.2	0.3	0.5	290.9	300.5
	313.6		1.0		309.0	
	316.7		0.0		301.7	

4.1.5基隆港腐蝕速率分析

由基隆港第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.10 與表 4-10 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年飛沫帶平均腐蝕速率依序為低碳鋼 959.5(μm/yr)，碳鋼 870.9 (μm/yr)，不鏽鋼 0.2(μm/yr) 。潮汐帶依序為低碳鋼 381.7 (μm/yr)，碳鋼 269.7 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 1.4 (μm/yr)。水中帶依序為低碳鋼 406.7 (μm/yr)，碳鋼(SM490A) 286.3 (μm/yr) ，不鏽鋼(SS316L) 12.7 (μm/yr) 。

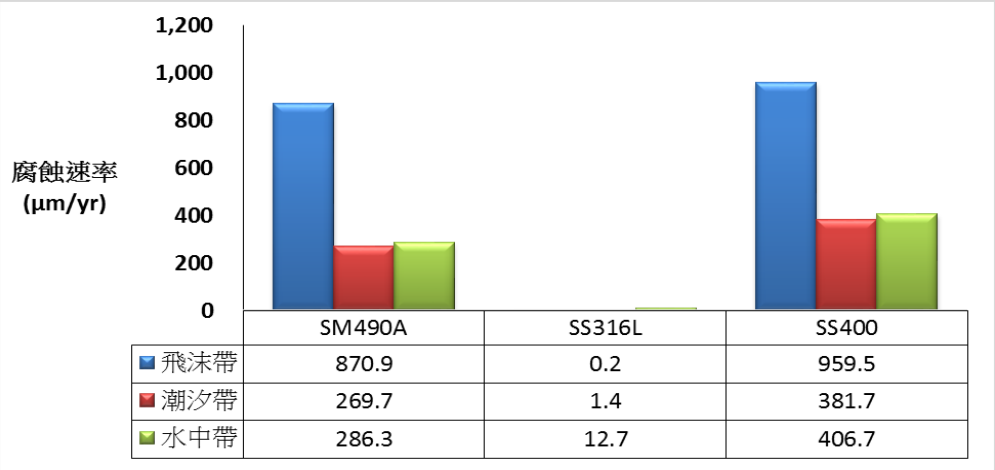


圖 4.10 基隆港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表4-10 基隆港曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)
飛沫帶	888.0	870.9	0.4	0.2	951.6	959.5
	855.3		0.4		996.0	
	869.2		0.0		931.0	
潮汐帶	321.5	269.7	4.3	1.4	493.4	381.7
	247.9		0.0		317.2	
	239.8		0.0		334.6	
水中帶	277.4	286.3	14.2	12.7	390.4	406.7
	347.0		23.8		423.1	
	234.4		0.0			

4.1.6 布袋港腐蝕速率分析

由布袋港第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.11 與表 4-11 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年潮汐帶依序為碳鋼 968.9(μm/yr)，低碳鋼 930.9 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L)0.8(μm/yr)。水中帶依序為低碳鋼 503.9(μm/yr)，碳鋼(SM490A)366.5(μm/yr) ，不鏽鋼(SS316L)0.6(μm/yr) 。

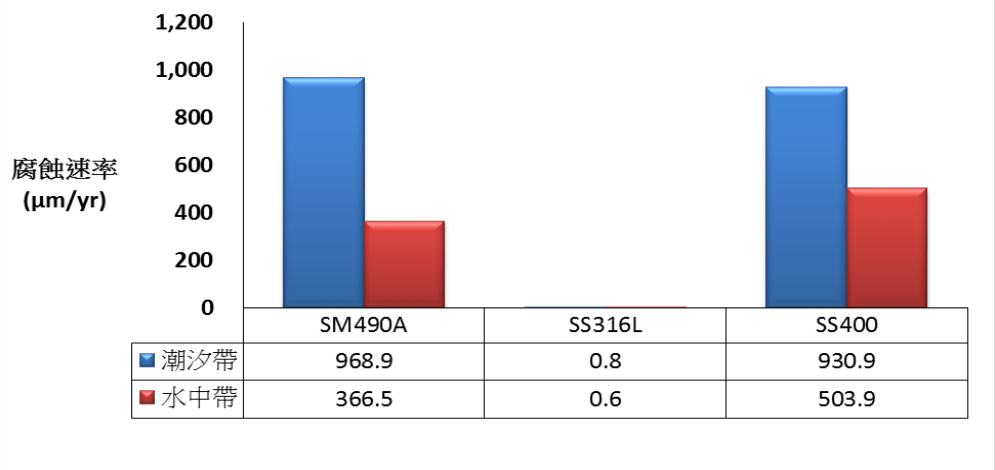


圖 4.11 布袋港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表 4-11 布袋港曝放 1 年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
潮汐帶	988.1	968.9	0.7	0.8	914.1	930.9
	950.4		1.0		935.2	
	968.3		0.7		943.5	
水中帶	368.5	366.5	0.7	0.6	487.1	503.9
	378.7		0.7		512.9	
	352.3		0.3		511.6	

4.1.7 安平港腐蝕速率分析

由安平港第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.12 與表 4-12 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年飛沫帶平均腐蝕速率依序為低碳鋼 489.5(μm/yr)，碳鋼 487.6 (μm/yr)，不鏽鋼 0.9(μm/yr) 。潮汐帶依序為碳鋼 248.6(μm/yr)，低碳鋼 228.0 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 5.8 (μm/yr)。水中帶依序為低碳鋼 242.2 (μm/yr)，碳鋼(SM490A) 223.5 (μm/yr) ，不鏽鋼(SS316L) 22.8 (μm/yr) 。

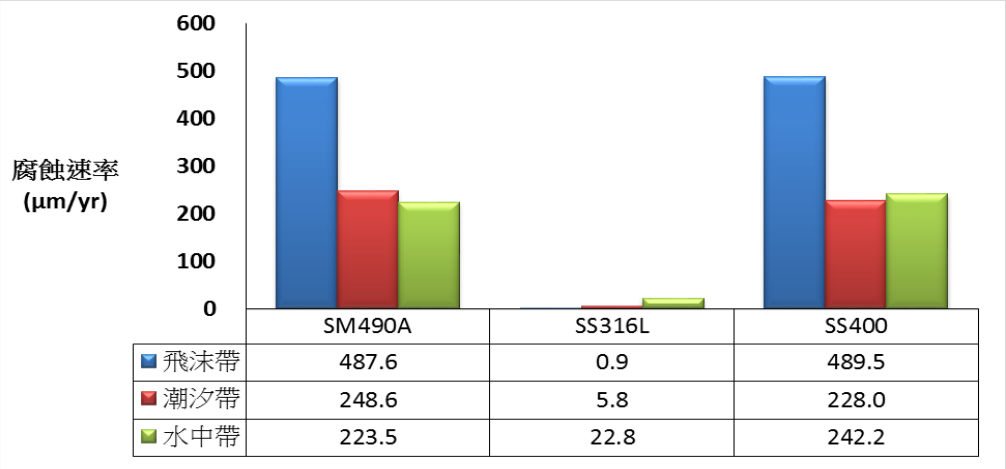


圖 4.12 安平港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表4-12安平港曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)
飛沫帶	457.2	487.6	1.0	0.9	468.9	489.5
	494.4		1.0		493.1	
	493.1		0.7		506.6	
潮汐帶	277.6	248.6	1.7	5.8	216.5	228.0
	223.7		14.9		239.6	
	244.5		1.0			
水中帶	218.1	223.5	30.4	22.8	243.9	242.2
	232.0		23.1		222.7	
	220.4		14.9		260.1	

4.1.8花蓮港腐蝕速率分析

由花蓮港第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.13 與表 4-13 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年飛沫帶平均腐蝕速率依序為低碳鋼 681.7(μm/yr)，碳鋼 643.3 (μm/yr)，不鏽鋼 0.0(μm/yr) 。潮汐帶依序為低碳鋼 503.8 (μm/yr)，碳鋼 251.9(μm/yr)，不鏽鋼 2.7 (μm/yr)。水中帶依序為低碳鋼 284.9 (μm/yr)，碳鋼 240.3(μm/yr) ，不鏽鋼 7.5 (μm/yr) 。

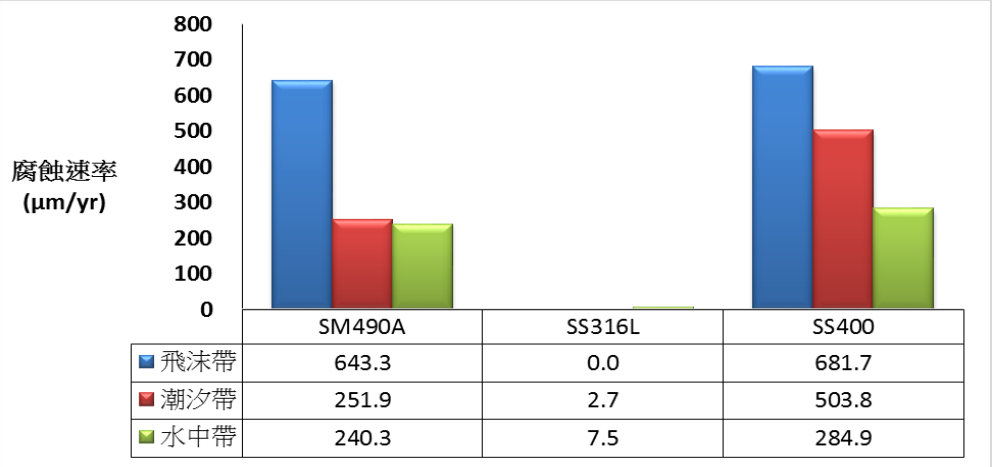


圖 4.13 花蓮港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

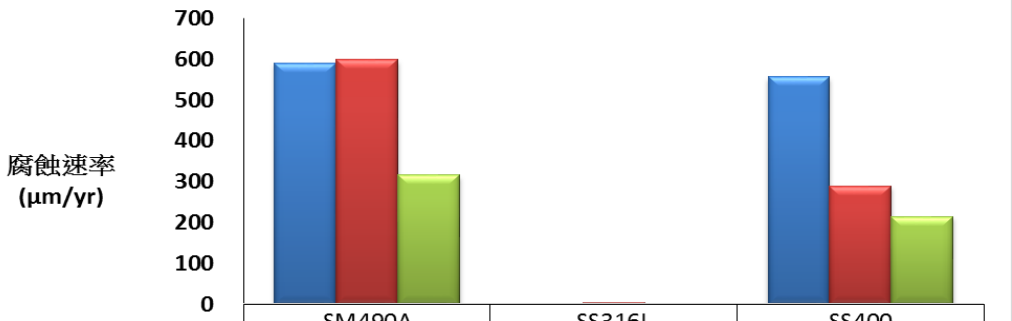
表4-13花蓮港曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)
飛沫帶	617.9	663.3	0.0	0.0	677.8	681.7
	668.8		0.0		694.9	
			0.0		672.3	
潮汐帶	288.8	251.9	0.0	2.7	543.1	503.8
	232.1		0.0		591.0	
	234.6		7.9		377.3	
水中帶	246.2	240.3	10.1	7.5	293.6	284.9
	234.3		0.0		297.8	
			12.3		263.3	

4.1.9高雄港區腐蝕速率分析

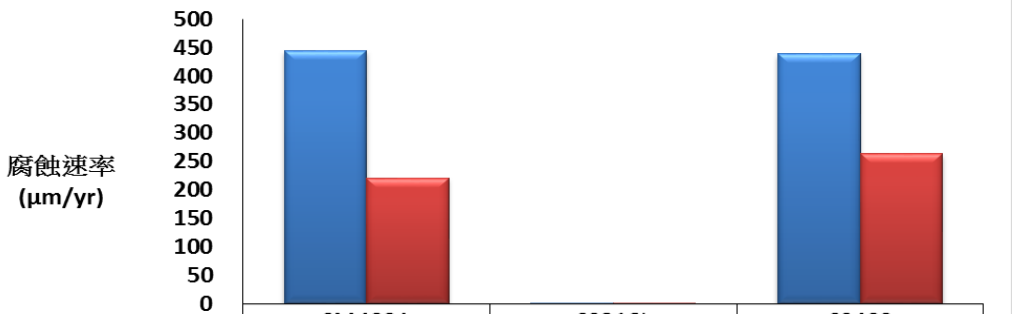
由高雄港#10 碼頭、#41 碼頭和#75 碼頭第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.14 至圖 4.16 與表 4-14 至表 4-16 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年高雄港#10 碼頭飛沫帶平均腐蝕速率依序為碳鋼 591.0(μm/yr)，低碳鋼 556.9(μm/yr)，不鏽鋼 1.2(μm/yr)。潮汐帶依序為碳鋼 599.5(μm/yr)，低碳鋼 290.0 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 5.0 (μm/yr)。水中帶依序為碳鋼(SM490A)316.6(μm/yr)，低碳鋼 215.1(μm/yr)，不鏽鋼(SS316L)0.6 (μm/yr)。高雄港#41 碼頭飛沫帶平均腐蝕速率依序為碳鋼 445.0 (μm/yr)，低碳鋼 439.3 (μm/yr)，不鏽鋼 0.5(μm/yr)。潮汐帶依序為低碳鋼 263.4 (μm/yr)，碳鋼 221.5(μm/yr)，不鏽鋼(SS316L)1.6 (μm/yr)。高雄港#75 碼頭飛沫帶平均腐蝕速率依序為低碳鋼 377.0 (μm/yr)，碳鋼 347.1 (μm/yr)，不鏽鋼 0.7(μm/yr)。潮汐帶依序為碳鋼 441.4(μm/yr)，低碳鋼 417.1 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 0.5 (μm/yr)。水中帶依序為碳鋼(SM490A)459.7(μm/yr) ，低碳鋼 425.5(μm/yr)，不鏽鋼(SS316L)11.6 (μm/yr) 。



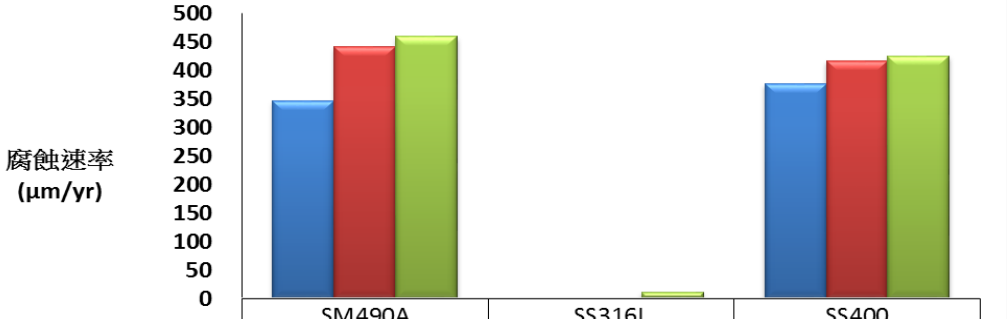
	SM490A	SS316L	SS400
飛沫帶	591.0	1.2	556.9
潮汐帶	599.5	5.0	290.0
水中帶	316.6	0.6	215.1

圖 4.14　高雄港#10 碼頭第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖



	SM490A	SS316L	SS400
飛沫帶	445.0	0.5	439.3
潮汐帶	221.5	1.6	263.4

圖 4.15　高雄港#41 碼頭第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖



	SM490A	SS316L	SS400
飛沫帶	347.1	0.7	377.0
潮汐帶	441.4	0.5	417.1
水中帶	459.7	11.6	425.5

圖 4.16　高雄港#75 碼頭第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表4-14 高雄港#10碼頭曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)
飛沫帶	600.8	591.0	1.3	1.2	551.2	556.9
	562.5		1.3		552.2	
	609.7		1.0		567.4	
潮汐帶	660.6	599.5	6.6	5.0	317.2	290.0
	707.9		4.3		262.7	
	429.9		4.0			
水中帶	325.8	316.6	0.7	0.6	195.0	215.1
	423.3		0.7		220.1	
	200.6		0.3		230.3	

表4-15 高雄港#41碼頭曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)
飛沫帶	426.9	445.0	0.7	0.5	435.8	439.3
	456.9		0.7		430.2	
	451.3		0.3		451.9	
潮汐帶	234.4	221.5	2.6	1.6	245.6	263.4
	198.8		0.3		264.0	
	231.4		2.0		280.5	

表4-16 高雄港#75碼頭曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)	各試片腐蝕速率(μm/yr)	平均腐蝕速率(μm/yr)
飛沫帶	345.5	347.1	0.7	0.7	334.6	377.0
	344.2		0.7		332.9	
	351.7		0.7		463.5	
潮汐帶	450.0	441.4	0.3	0.5	414.4	417.1
	437.1		0.7		426.9	
	437.1		0.7		410.1	
水中帶	479.0	459.7	9.2	11.6	425.2	425.5
	440.4		14.5		420.3	
			11.2		430.8	

4.1.10澎湖龍門港腐蝕速率分析

由龍門港第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.17 與表 4-17 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年潮汐帶依序為低碳鋼 353.0(μm/yr) ，碳鋼 263.5 (μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 0.8 (μm/yr)。水中帶依序為低碳鋼 156.1(μm/yr)，碳鋼(SM490A) 123.4(μm/yr) ，不鏽鋼(SS316L) 2.0(μm/yr) 。

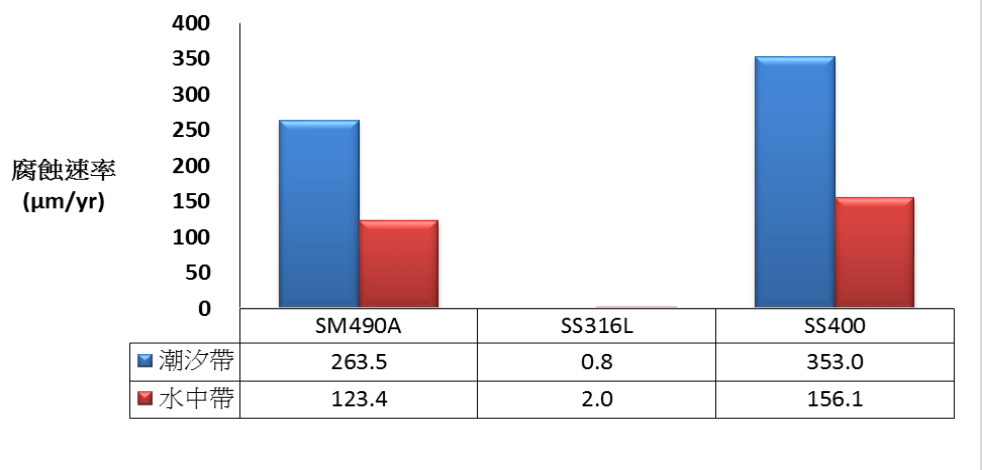


圖 4.17　澎湖龍門港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表 4-17 澎湖龍門港曝放 1 年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
潮汐帶	229.8	263.5	0.7	0.8	341.1	353.0
	271.7		1.0		358.7	
	288.9		0.7		359.4	
水中帶	133.8	123.4	1.0	2.0	170.7	156.1
	109.9		4.3		158.4	
	126.5		0.7		139.2	

4.1.11馬祖福澳港腐蝕速率分析

由福澳港第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.18 與表 4-18 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年飛沫帶平均腐蝕速率依序為低碳鋼 470.4(μm/yr)，碳鋼 415.0(μm/yr)，不鏽鋼 0.0(μm/yr)。潮汐帶依序為碳鋼 255.1 (μm/yr)，低碳鋼 238.9(μm/yr) ，不鏽鋼(SS316L)0.0(μm/yr)。水中帶依序為低碳鋼 558.0(μm/yr)，碳鋼(SM490A) 167.5(μm/yr)，不鏽鋼(SS316L) 6.1(μm/yr)。

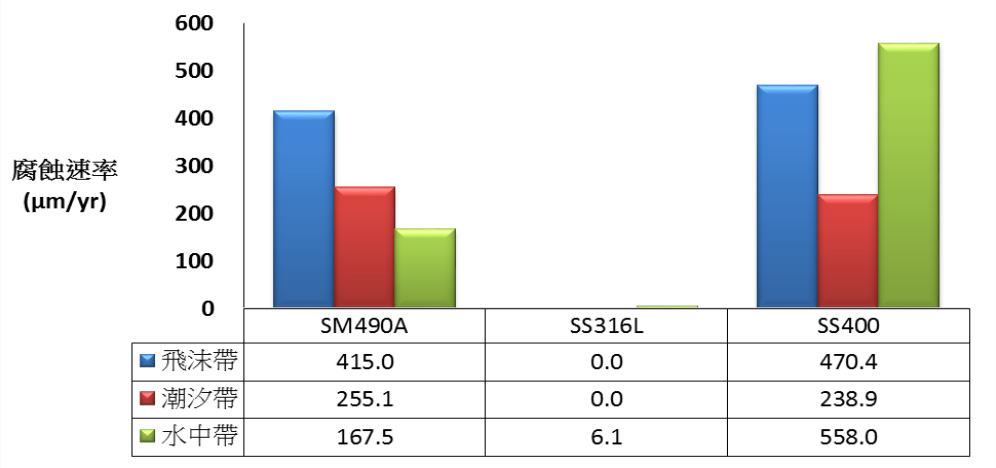


圖 4.18　馬祖福澳港第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表4-18 馬祖福澳港曝放1年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
飛沫帶	408.1	415.0	0.0	0.0	510.0	470.4
	413.8		0.0		430.7	
	423.1		0.0			
潮汐帶	265.4	255.1	0.0	0.0	243.7	238.9
	246.3		0.0		232.9	
	253.6		0.0		240.2	
水中帶	169.2	167.5	0.0	6.1	616.1	558.0
	159.0		0.0		499.9	
	174.3		18.2			

4.1.12港研中心循環水槽腐蝕速率分析

由港研中心循環水槽第 1 年金屬暴露試驗結果，如圖 4.19 與表 4-19 之試片平均腐蝕速率，可發現

第 1 年潮汐帶依序為低碳鋼 260.7 (μm/yr)，碳鋼 197.6 (μm/yr)，不鏽鋼 11.3(μm/yr)。

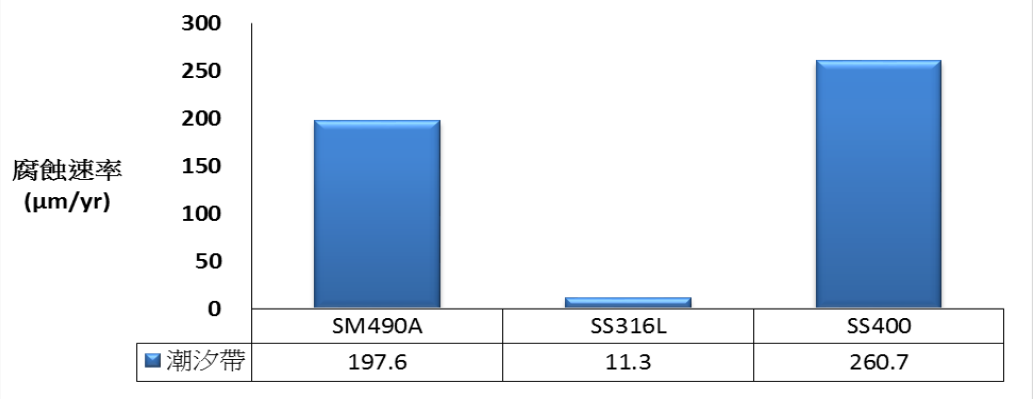


圖 4.19 港研中心循環水槽第 1 年金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

表 4-19 港研中心循環水槽曝放 1 年後試片腐蝕速率

曝放地點	SM490A		SS316L		SS400	
	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)	各試片腐蝕速率 (μm/yr)	平均腐蝕速率 (μm/yr)
潮汐帶	122.6	197.6	0.3	11.3	242.1	260.7
	272.5		7.5		279.4	
			26.0			

4.2 各港區第一年不同位置金屬腐蝕速率分析

4.2.1各港區第一年飛沫帶金屬腐蝕速率分析

由各港區第 1 年飛沫帶金屬暴露試驗結果，如圖 4.20 試片平均腐蝕速率，可發現碳鋼介於 335~871(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於基隆港，低碳鋼介於 377~960(μm/yr)，最大腐蝕速率也發生於基隆港。

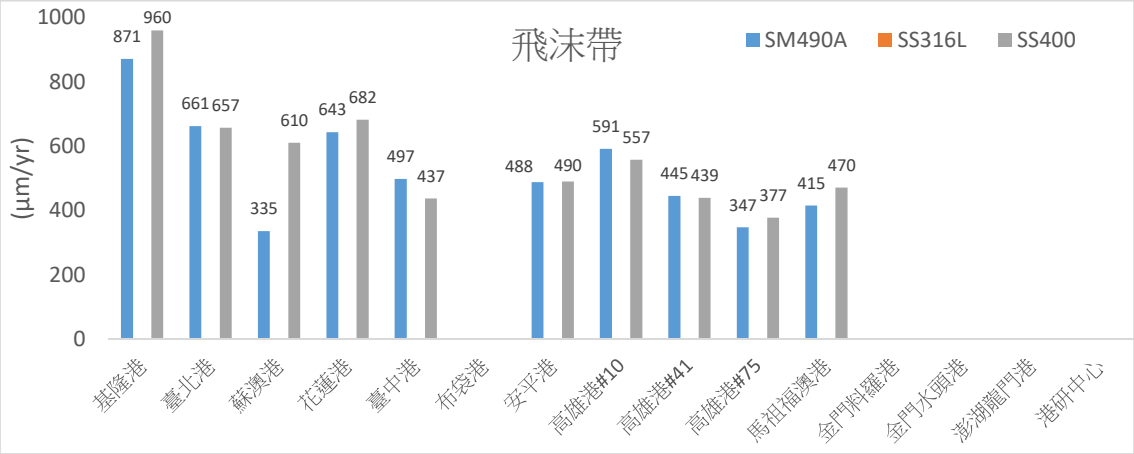


圖 4.20 各港區第一年飛沫帶金屬腐蝕速率分析

4.2.2各港區第一年潮汐帶金屬腐蝕速率分析

由各港區第 1 年潮汐帶金屬暴露試驗結果，如圖 4.21 試片平均腐蝕速率，可發現碳鋼介於 198~969(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於布袋港，低碳鋼介於 214~931(μm/yr)，最大腐蝕速率也發生於布袋港。

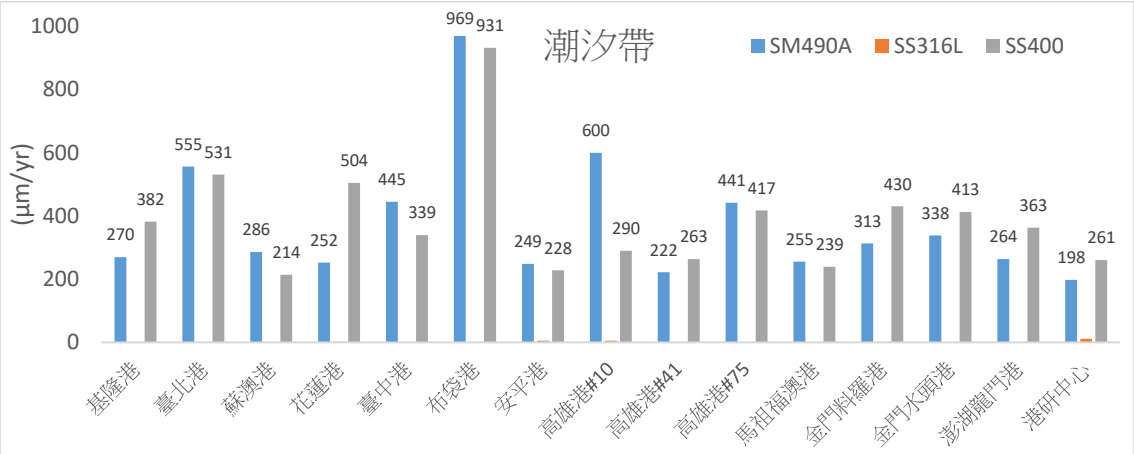


圖 4.21 各港區第一年潮汐帶金屬腐蝕速率分析

4.2.3各港區第一年水中帶金屬腐蝕速率分析

由各港區第 1 年水中帶金屬暴露試驗結果，如圖 4.22 試片平均腐蝕速率，可發現碳鋼介於 123~460(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於高雄港#75，低碳鋼介於 118~558(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於馬祖福澳港。

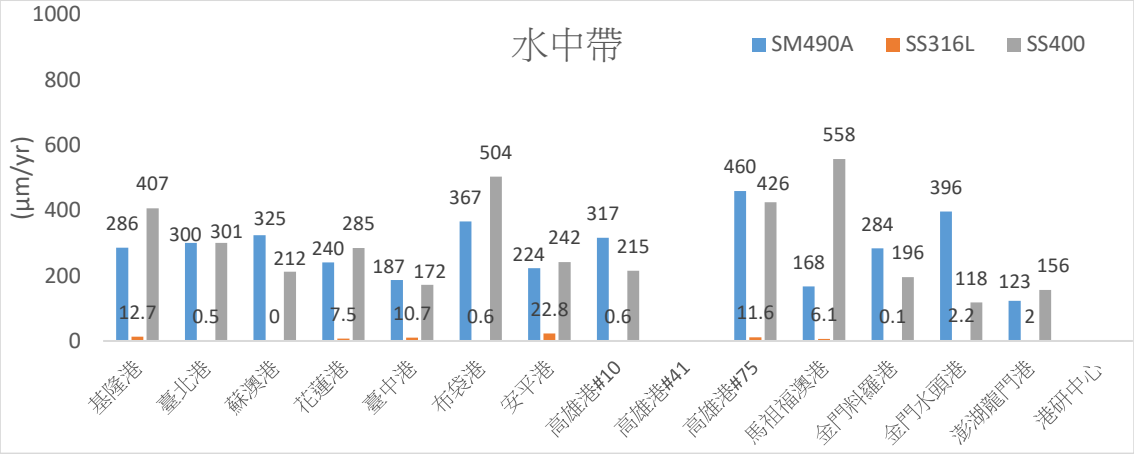


圖 4.22 各港區第一年水中帶金屬腐蝕速率分析

4.3 各港區第一年不同金屬水下腐蝕速率分析

由各港區第 1 年碳鋼金屬暴露試驗結果，如圖 4.23 試片平均腐蝕速率，可發現，飛沫帶最大腐蝕速率發生於基隆港 871(μm/yr)，潮汐帶最大腐蝕速率發生於布袋港 969(μm/yr)，水中帶最大腐蝕速率發生於高雄港#75 460(μm/yr)。

由各港區第 1 年低碳鋼金屬暴露試驗結果，如圖 4.24 試片平均腐蝕速率，可發現，飛沫帶最大腐蝕速率發生於基隆港 960(μm/yr)，潮汐帶最大腐蝕速率發生於布袋港 931(μm/yr)，水中帶最大腐蝕速率發生於馬祖福澳港 558 (μm/yr)。

由各港區第 1 年不銹鋼金屬暴露試驗結果，如圖 4.25 試片平均腐蝕速率，可發現，飛沫帶最大腐蝕速率發生於高雄港#10 1.2(μm/yr)，潮汐帶最大腐蝕速率發生於港研中心 11.3(μm/yr)，水中帶最大腐蝕速率發生於安平港 22.8 (μm/yr)。

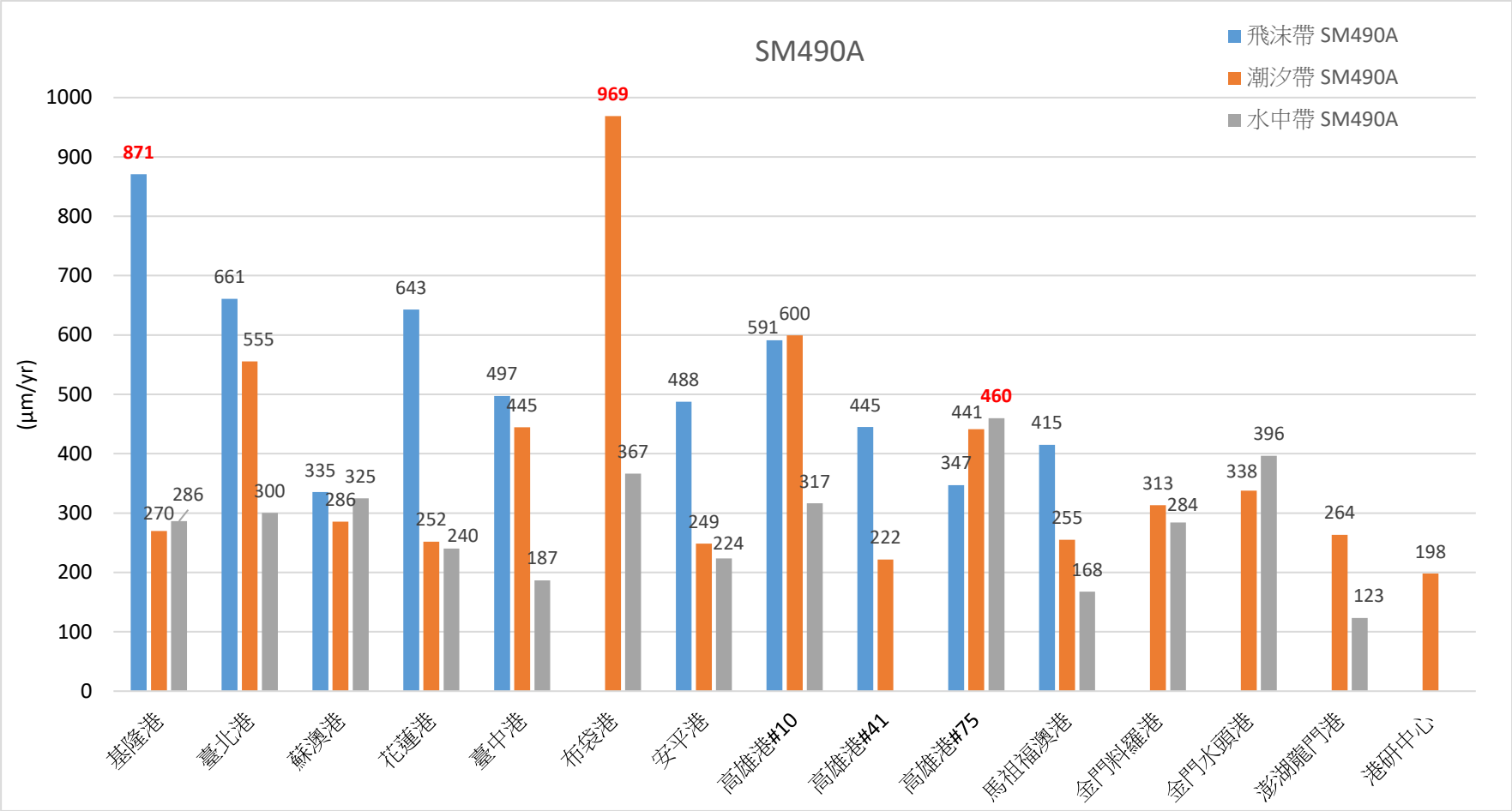


圖 4.23 各港區第一年碳鋼金屬水下腐蝕速率分析

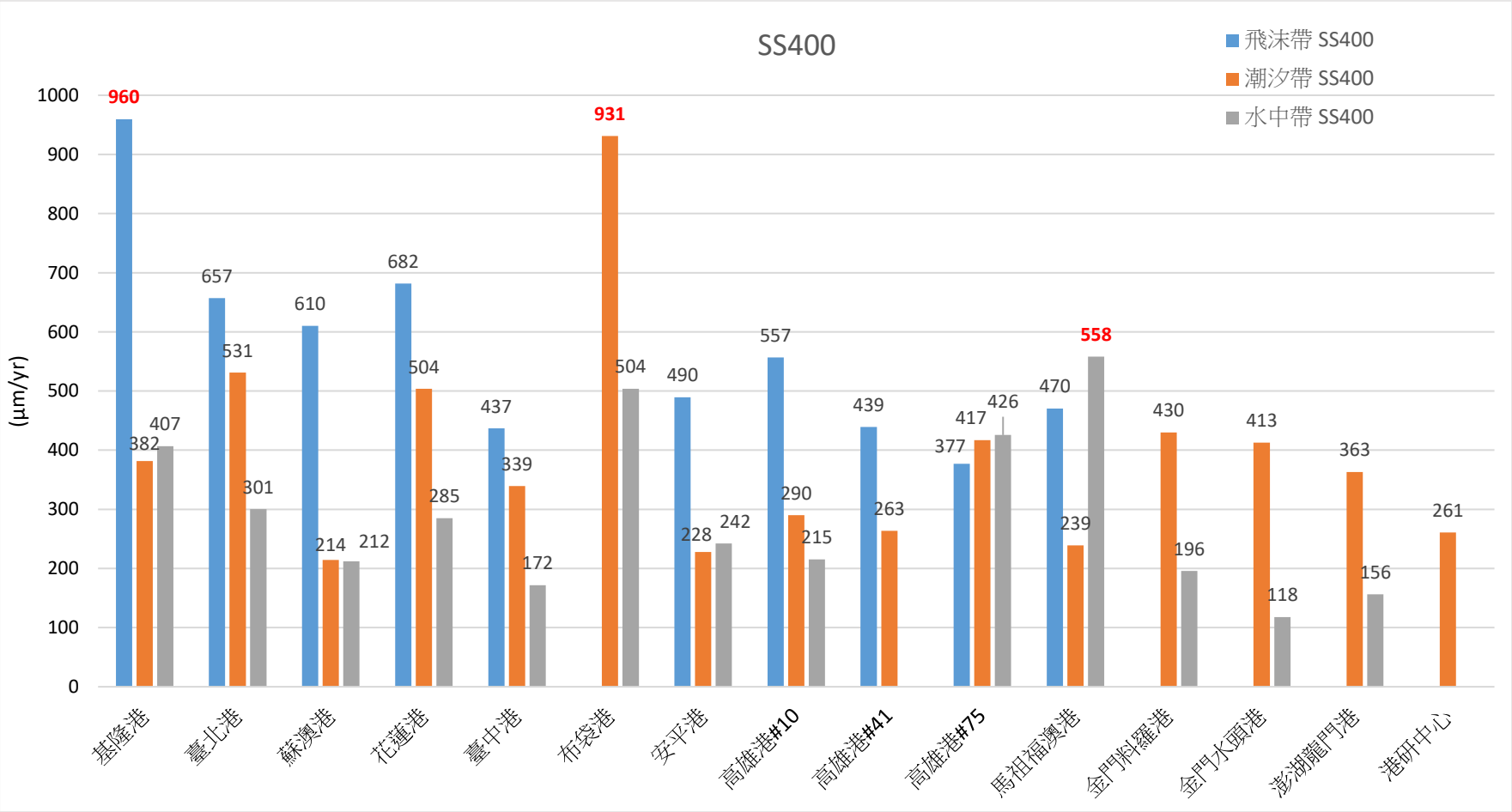


圖 4.24 各港區第一年低碳鋼金屬水下腐蝕速率分析

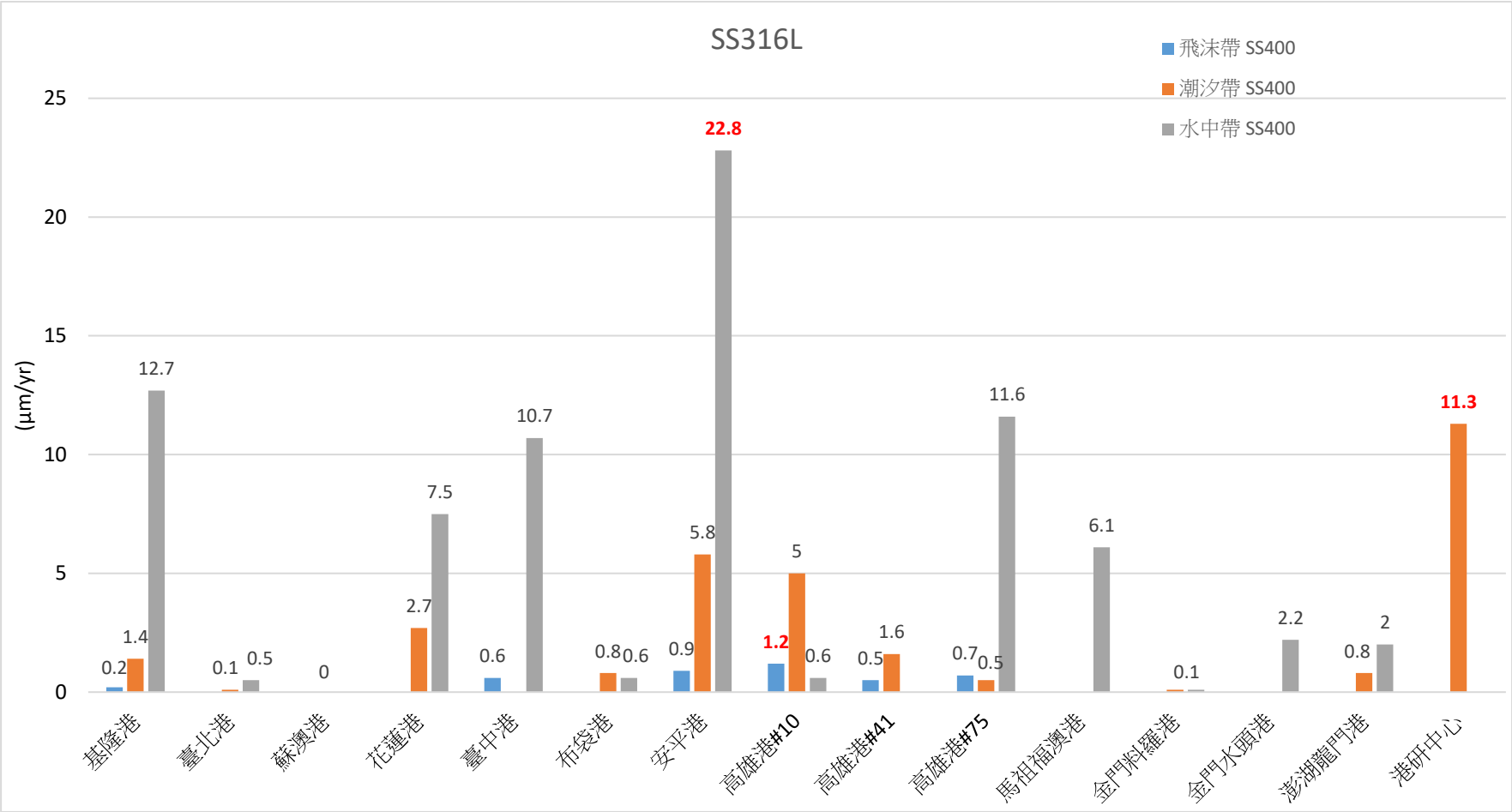


圖 4.25 各港區第一年不銹鋼金屬水下腐蝕速率分析

原始重量(g)	1852
腐蝕後實際重量(g)	1672
重量變化(g)	180
表面積(cm^2)	472
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.461
腐蝕速率(μm/year)	460.7

材質:鋼材 SM490A
代號: 1-1-1

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	3286
腐蝕後實際重量(g)	3286
重量變化(g)	0
表面積(cm^2)	520
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.0003
腐蝕速率(μm/year)	0.3

材質:鋼材 SS316L
代號: 1-1-7

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1523
腐蝕後實際重量(g)	1346
重量變化(g)	177
表面積(cm^2)	460
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.467
腐蝕速率(μm/year)	466.5

材質:鋼材 SS400
代號: 1-1-10

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.26 臺中港區飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1851
腐蝕後實際重量(g)	1674
重量變化(g)	177
表面積(cm^2)	472
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.454
腐蝕速率(μm/year)	454.4

材質:鋼材 SM490A
代號: 2-1-1

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	3282
腐蝕後實際重量(g)	3282
重量變化(g)	---
表面積(cm^2)	520
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	---
腐蝕速率(μm/year)	---

材質:鋼材 SS316L
代號: 2-1-7

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1539
腐蝕後實際重量(g)	1400
重量變化(g)	139
表面積(cm^2)	460
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.366
腐蝕速率(μm/year)	366.4

材質:鋼材 SS400
代號: 2-1-10

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.27 臺中港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1859
腐蝕後實際重量(g)	1786
重量變化(g)	73
表面積(cm^2)	472
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.188
腐蝕速率(μm/year)	188.3

材質:鋼材 SM490A
代號: 3-1-1

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	3295
腐蝕後實際重量(g)	3295
重量變化(g)	---
表面積(cm^2)	520
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	---
腐蝕速率(μm/year)	---

材質:鋼材 SS316L
代號: 3-1-7

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1533
腐蝕後實際重量(g)	1465
重量變化(g)	68
表面積(cm^2)	460
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.179
腐蝕速率(μm/year)	179.3

材質:鋼材 SS400
代號: 3-1-10

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.28 臺中港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1840
腐蝕後實際重量(g)	1332
重量變化(g)	508
表面積(cm^2)	472
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.633
腐蝕速率(μm/year)	632.7

材質：鋼材 SM490A
代號：1-2-1

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	3305
腐蝕後實際重量(g)	3305
重量變化(g)	0
表面積(cm^2)	520
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.001
腐蝕速率(μm/year)	0.6

材質：鋼材 SS316L
代號：1-2-7

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	1532
腐蝕後實際重量(g)	1083
重量變化(g)	449
表面積(cm^2)	460
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.573
腐蝕速率(μm/year)	573.4

材質：鋼材 SS400
代號：1-2-10

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

圖 4.29 臺中港區飛沫帶金屬試驗分析結果(2 年期)

原始重量(g)	1826
腐蝕後實際重量(g)	1559
重量變化(g)	267
表面積(cm^2)	472
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.333
腐蝕速率(μm/year)	332.9

材質：鋼材 SM490A
代號：2-2-1

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	3252
腐蝕後實際重量(g)	3252
重量變化(g)	0
表面積(cm^2)	520
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0
腐蝕速率(μm/year)	0

材質：鋼材 SS316L
代號：2-2-7

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	1536
腐蝕後實際重量(g)	1351
重量變化(g)	185
表面積(cm^2)	460
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.237
腐蝕速率(μm/year)	236.5

材質：鋼材 SS400
代號：2-2-10

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

圖 4.30 臺中港區潮汐帶金屬試驗分析結果(2 年期)

原始重量(g)	1856	原始重量(g)	3302	原始重量(g)	1536
腐蝕後實際重量(g)	1743	腐蝕後實際重量(g)	3301	腐蝕後實際重量(g)	1427
重量變化(g)	113	重量變化(g)	1	重量變化(g)	110
表面積(cm^2)	472	表面積(cm^2)	520	表面積(cm^2)	460
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.141	腐蝕速率(mm/year)	0.001	腐蝕速率(mm/year)	0.140
腐蝕速率(μm/year)	141.0	腐蝕速率(μm/year)	1.1	腐蝕速率(μm/year)	139.9
材質：鋼材 SM490A 代號：3-2-1		材質：鋼材 SS316L 代號：3-2-7		材質：鋼材 SS400 代號：3-2-10	
					
第 2 年取樣後		第 2 年取樣後		第 2 年取樣後	
					
第 2 年清洗後		第 2 年清洗後		第 2 年清洗後	

圖 4.31 臺中港區水中帶金屬試驗分析結果(2 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1855.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1740.4</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>114.6</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>472</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.103</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>102.8</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>3294.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>3293.9</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>520</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.1</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1536.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1343.1</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>192.9</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>460</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.178</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>177.6</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：3-3-1</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：3-3-7</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：3-3-10</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 3 年清洗後</td><td>第 3 年清洗後</td><td>第 3 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.32 臺中港區水中帶金屬試驗分析結果(3 年期)

原始重量(g)	1179
腐蝕後實際重量(g)	1079
重量變化(g)	100
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.311
腐蝕速率(μm/year)	311.3

材質：鋼材 SM490A
代號：KRT1-1

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1156
腐蝕後實際重量(g)	1156
重量變化(g)	0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0
腐蝕速率(μm/year)	0

材質：鋼材 SS316L
代號：KRT1-4

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1133
腐蝕後實際重量(g)	993
重量變化(g)	140
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.439
腐蝕速率(μm/year)	438.9

材質：鋼材 SS400
代號：KRT1-7

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.33 料羅港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1179
腐蝕後實際重量(g)	1100
重量變化(g)	79
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.244
腐蝕速率(μm/year)	244.1

材質：鋼材 SM490A
代號：KRW1-1

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1169
腐蝕後實際重量(g)	1169
重量變化(g)	0.1
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0
腐蝕速率(μm/year)	0.3

材質：鋼材 SS316L
代號：KRW1-4

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1138
腐蝕後實際重量(g)	1070
重量變化(g)	68
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.213
腐蝕速率(μm/year)	212.9

材質：鋼材 SS400
代號：KRW1-7

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.34 料羅港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1181.3
腐蝕後實際重量(g)	1059.7
重量變化(g)	121.6
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.228
腐蝕速率(μm/year)	227.5

材質：鋼材 SM490A
代號：KRT2-1

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	1175.0
腐蝕後實際重量(g)	1175.0
重量變化(g)	0.0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.0
腐蝕速率(μm/year)	0.0

材質：鋼材 SS316L
代號：KRT2-4

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	1141.0
腐蝕後實際重量(g)	982.9
重量變化(g)	158.1
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.296
腐蝕速率(μm/year)	295.8

材質：鋼材 SS400
代號：KRT2-7

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

圖 4.35 料羅港區潮汐帶金屬試驗分析結果(2 年期)

原始重量(g)	1179.3
腐蝕後實際重量(g)	1097.1
重量變化(g)	82.2
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.154
腐蝕速率(μm/year)	153.8

材質：鋼材 SM490A
代號：KRW2-1

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1159.2
腐蝕後實際重量(g)	1159.2
重量變化(g)	0.0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.0
腐蝕速率(μm/year)	0.0

材質：鋼材 SS316L
代號：KRW2-4

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1140.3
腐蝕後實際重量(g)	1053.4
重量變化(g)	86.9
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.163
腐蝕速率(μm/year)	162.6

材質：鋼材 SS400
代號：KRW2-7

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.36 料羅港區水中帶金屬試驗分析結果(2 年期)

原始重量(g)	1180	原始重量(g)	1160	原始重量(g)	1143
腐蝕後實際重量(g)	1072	腐蝕後實際重量(g)	160	腐蝕後實際重量(g)	1020
重量變化(g)	108	重量變化(g)	0	重量變化(g)	123
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.388	腐蝕速率(mm/year)	0	腐蝕速率(mm/year)	0.382
腐蝕速率(μm/year)	337.9	腐蝕速率(μm/year)	0	腐蝕速率(μm/year)	382.3
材質：鋼材 SM490A 代號：KWT1-1		材質：鋼材 SS316L 代號：KWT1-4		材質：鋼材 SS400 代號：KWT1-7	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.37 水頭港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1181	原始重量(g)	1160	原始重量(g)	1140
腐蝕後實際重量(g)	1041	腐蝕後實際重量(g)	1160	腐蝕後實際重量(g)	1104
重量變化(g)	140	重量變化(g)	0	重量變化(g)	36
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.436	腐蝕速率(mm/year)	0.000	腐蝕速率(mm/year)	0.113
腐蝕速率(μm/year)	436.4	腐蝕速率(μm/year)	0.0	腐蝕速率(μm/year)	113.5
材質：鋼材 SM490A 代號：KWW1-1		材質：鋼材 SS316L 代號：KWW1-4		材質：鋼材 SS400 代號：KWW1-7	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.38 水頭港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1180
腐蝕後實際重量(g)	1072
重量變化(g)	108
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.388
腐蝕速率(μm/year)	337.9

材質：鋼材 SM490A
代號：KWT2-1

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	1160
腐蝕後實際重量(g)	160
重量變化(g)	0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0
腐蝕速率(μm/year)	0

材質：鋼材 SS316L
代號：KWT2-4

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	1143
腐蝕後實際重量(g)	1020
重量變化(g)	123
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.382
腐蝕速率(μm/year)	382.3

材質：鋼材 SS400
代號：KWT2-7

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

圖 4.39 水頭港區潮汐帶金屬試驗分析結果(2 年期)

原始重量(g)	1181
腐蝕後實際重量(g)	1041
重量變化(g)	140
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.436
腐蝕速率(μm/year)	436.4

材質：鋼材 SM490A
代號：KWW2-1

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	1160
腐蝕後實際重量(g)	1160
重量變化(g)	0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.000
腐蝕速率(μm/year)	0.0

材質：鋼材 SS316L
代號：KWW2-4

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

原始重量(g)	1140
腐蝕後實際重量(g)	1104
重量變化(g)	36
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.113
腐蝕速率(μm/year)	113.5

材質：鋼材 SS400
代號：KWW2-7

第 2 年取樣後

第 2 年清洗後

圖 4.40 水頭港區水中帶金屬試驗分析結果(2 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1131</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1029</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>103</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>0.035</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.349</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>349.5</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1142</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1142</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>0.035</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1119</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>951</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>168</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>0.035</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.572</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>571.6</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：SS1-1</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：SS1-4</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：SS1-7</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.41 蘇澳港區飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

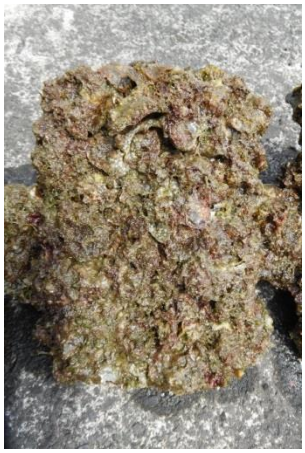
<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1137</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1057</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>80</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>0.035</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.272</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>271.8</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1154</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1154</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>0.035</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1144</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1081</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>63</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>0.035</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.214</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>213.9</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：ST1-1</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：ST1-4</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：ST1-7</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.42 蘇澳港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1130	原始重量(g)	1133	原始重量(g)	1103
腐蝕後實際重量(g)	1033	腐蝕後實際重量(g)	1133	腐蝕後實際重量(g)	1044
重量變化(g)	97	重量變化(g)	0	重量變化(g)	59
表面積(cm^2)	0.035	表面積(cm^2)	0.035	表面積(cm^2)	0.035
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.330	腐蝕速率(mm/year)	0	腐蝕速率(mm/year)	0.202
腐蝕速率(μm/year)	330.4	腐蝕速率(μm/year)	0	腐蝕速率(μm/year)	201.7
材質：鋼材 SM490A 代號：SW1-1		材質：鋼材 SS316L 代號：SW1-4		材質：鋼材 SS400 代號：SW1-7	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.43 蘇澳港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1120.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>928.8</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>191.2</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>668.4</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.668</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1146.1</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1146.1</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.0</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1117.3</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>923.7</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>193.6</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.677</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>676.8</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：TPS12</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：TPS14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：TPS17</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.44 臺北港區飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1114.3</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>959.8</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>154.5</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.540</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>540.1</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1147.8</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1147.8</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.0</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1102.1</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>969.2</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>132.9</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.465</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>464.6</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：TPT11</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：TPT14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：TPT17</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.45 臺北港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1114.4</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1037.1</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>77.3</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.270</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>270.2</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1145.2</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1145.1</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.3</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1119.6</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1036.4</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>83.2</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.291</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>290.9</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：TPW11</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：TPW14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：TPW17</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.46 臺北港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1113.7	原始重量(g)	1143.7	原始重量(g)	1110.9
腐蝕後實際重量(g)	863.7	腐蝕後實際重量(g)	1143.6	腐蝕後實際重量(g)	843.0
重量變化(g)	250.0	重量變化(g)	0.1	重量變化(g)	267.9
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.888	腐蝕速率(mm/year)	0.0	腐蝕速率(mm/year)	0.952
腐蝕速率(μm/year)	888.0	腐蝕速率(μm/year)	0.4	腐蝕速率(μm/year)	951.6
材質：鋼材 SM490A 代號：KLS11		材質：鋼材 SS316L 代號：KLS14		材質：鋼材 SS400 代號：KLS17	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.47 基隆港區飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1120.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1029.5</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>90.5</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.321</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>321.5</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1145.7</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1144.5</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.004</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>4.3</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1145.6</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1007.6</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>138.9</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.493</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>493.4</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：KLT11</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：KLT14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：KLT17</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.48 基隆港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1119.2</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1041.1</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>78.1</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.277</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>277.4</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1146.8</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1142.8</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>4.0</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.014</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>14.2</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1115.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1005.1</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>109.9</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.390</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>390.4</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：KLW11</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：KLW14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：KLW17</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.49 基隆港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1164.7	原始重量(g)	1137.5	原始重量(g)	1132.2
腐蝕後實際重量(g)	865.7	腐蝕後實際重量(g)	1137.3	腐蝕後實際重量(g)	855.6
重量變化(g)	299.0	重量變化(g)	0.2	重量變化(g)	276.6
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.988	腐蝕速率(mm/year)	0.001	腐蝕速率(mm/year)	0.914
腐蝕速率(μm/year)	988.1	腐蝕速率(μm/year)	0.7	腐蝕速率(μm/year)	914.1
材質：鋼材 SM490A 代號：BDT11		材質：鋼材 SS316L 代號：BDT14		材質：鋼材 SS400 代號：BDT17	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.50 布袋港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1159.3</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1147.8</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>111.5</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.368</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>368.5</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1136.7</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1136.5</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0.2</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.001</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.7</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1139.8</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>992.4</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>147.4</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.487</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>487.1</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：BDW11</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：BDW14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：BDW17</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.51 布袋港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1172.1	原始重量(g)	1153.6	原始重量(g)	1138.8
腐蝕後實際重量(g)	1028.3	腐蝕後實際重量(g)	1153.3	腐蝕後實際重量(g)	996.9
重量變化(g)	143.8	重量變化(g)	0.3	重量變化(g)	141.9
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.475	腐蝕速率(mm/year)	0.001	腐蝕速率(mm/year)	0.469
腐蝕速率(μm/year)	475.2	腐蝕速率(μm/year)	1.0	腐蝕速率(μm/year)	468.9
材質：鋼材 SM490A 代號：APS11		材質：鋼材 SS316L 代號：APS14		材質：鋼材 SS400 代號：APS17	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.52 安平港區飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

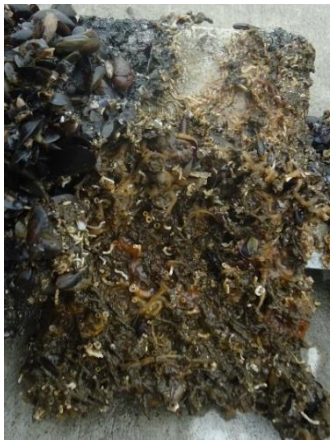
<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1165.6</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1081.6</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>84.0</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.278</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>277.6</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1165.7</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1165.2</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.002</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>1.7</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1138.6</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1073.1</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>65.5</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.216</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>216.5</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：APT11</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：APT14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：APT17</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.53 安平港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1163.8
腐蝕後實際重量(g)	1097.8
重量變化(g)	66.0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.218
腐蝕速率(μm/year)	218.1

材質：鋼材 SM490A
代號：APW11

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1147.3
腐蝕後實際重量(g)	1138.1
重量變化(g)	9.2
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.030
腐蝕速率(μm/year)	30.4

材質：鋼材 SS316L
代號：APW14

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1124.0
腐蝕後實際重量(g)	1050.2
重量變化(g)	73.8
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.244
腐蝕速率(μm/year)	243.9

材質：鋼材 SS400
代號：APW17

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.54 安平港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1111.5	原始重量(g)	1148.6	原始重量(g)	1119.7
腐蝕後實際重量(g)	934.3	腐蝕後實際重量(g)	1148.6	腐蝕後實際重量(g)	925.3
重量變化(g)	177.2	重量變化(g)	0.0	重量變化(g)	194.4
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	617.9	腐蝕速率(mm/year)	0.0	腐蝕速率(mm/year)	0.678
腐蝕速率(μm/year)	0.618	腐蝕速率(μm/year)	0.0	腐蝕速率(μm/year)	677.8
材質：鋼材 SM490A 代號：HLS12		材質：鋼材 SS316L 代號：HLS14		材質：鋼材 SS400 代號：HLS17	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.55 花蓮港區飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1108.6
腐蝕後實際重量(g)	1025.8
重量變化(g)	82.8
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.289
腐蝕速率(μm/year)	288.8

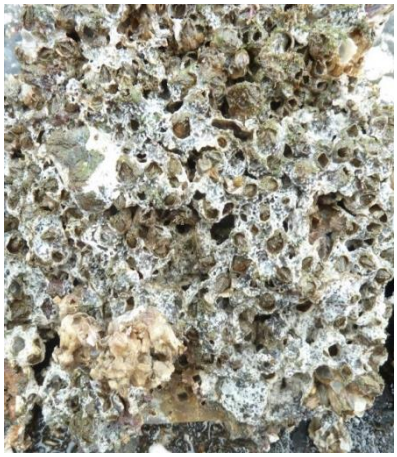
材質：鋼材 SM490A
代號：HLT11

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1145.3
腐蝕後實際重量(g)	1145.3
重量變化(g)	0.0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.0
腐蝕速率(μm/year)	0.0

材質：鋼材 SS316L
代號：HLT14



第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1118.8
腐蝕後實際重量(g)	963.0
重量變化(g)	155.8
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.543
腐蝕速率(μm/year)	543.1

材質：鋼材 SS400
代號：HLT17

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.56 花蓮港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1099.4
腐蝕後實際重量(g)	1028.8
重量變化(g)	70.6
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.246
腐蝕速率(μm/year)	246.2

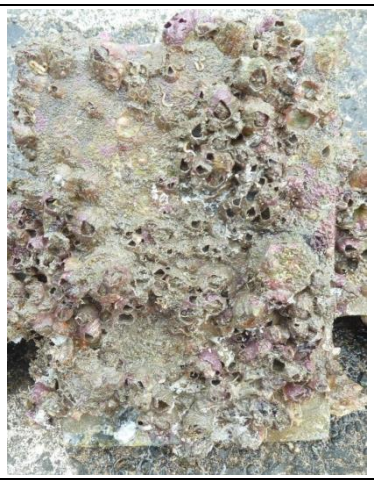
材質：鋼材 SM490A
代號：HLW11

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1153.8
腐蝕後實際重量(g)	1150.9
重量變化(g)	2.9
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.010
腐蝕速率(μm/year)	10.1

材質：鋼材 SS316L
代號：HLW14



第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1119.4
腐蝕後實際重量(g)	1035.2
重量變化(g)	84.2
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.294
腐蝕速率(μm/year)	293.6

材質：鋼材 SS400
代號：HLW17

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.57 花蓮港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1157.8
腐蝕後實際重量(g)	976.0
重量變化(g)	181.8
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.601
腐蝕速率(μm/year)	600.8

材質：鋼材 SM490A
代號：KA1S11

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1137.8
腐蝕後實際重量(g)	1137.4
重量變化(g)	0.4
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.001
腐蝕速率(μm/year)	1.3

材質：鋼材 SS316L
代號：KA1S14

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1132.1
腐蝕後實際重量(g)	965.3
重量變化(g)	166.8
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.551
腐蝕速率(μm/year)	551.2

材質：鋼材 SS400
代號：KA1S17

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.58 高雄港#10 碼頭飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1156.5
腐蝕後實際重量(g)	956.6
重量變化(g)	199.9
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.661
腐蝕速率(μm/year)	660.6

材質：鋼材 SM490A
代號：KA1T11

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1138.3
腐蝕後實際重量(g)	1136.3
重量變化(g)	2.0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.007
腐蝕速率(μm/year)	6.6

材質：鋼材 SS316L
代號：KA1T14

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1141.1
腐蝕後實際重量(g)	1045.1
重量變化(g)	96.0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	317.2
腐蝕速率(μm/year)	0.317

材質：鋼材 SS400
代號：KA1T18

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.59 高雄港#10 碼頭潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1152.1
腐蝕後實際重量(g)	1053.5
重量變化(g)	98.6
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.326
腐蝕速率(μm/year)	325.8

材質：鋼材 SM490A
代號：KA1W11

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1144.5
腐蝕後實際重量(g)	1144.3
重量變化(g)	0.2
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.001
腐蝕速率(μm/year)	0.7

材質：鋼材 SS316L
代號：KA1W14

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1135.3
腐蝕後實際重量(g)	1076.3
重量變化(g)	59.0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.195
腐蝕速率(μm/year)	195.0

材質：鋼材 SS400
代號：KA1W17

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.60 高雄港#10 碼頭水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1153.2	原始重量(g)	1121.2	原始重量(g)	1089.8
腐蝕後實際重量(g)	1023.7	腐蝕後實際重量(g)	1121.0	腐蝕後實際重量(g)	957.6
重量變化(g)	129.5	重量變化(g)	0.2	重量變化(g)	132.2
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.407	腐蝕速率(mm/year)	0.001	腐蝕速率(mm/year)	0.436
腐蝕速率(μm/year)	426.9	腐蝕速率(μm/year)	0.7	腐蝕速率(μm/year)	435.8
材質：鋼材 SM490A 代號：KA2S11		材質：鋼材 SS316L 代號：KA2S14		材質：鋼材 SS400 代號：KA2S17	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.61 高雄港#41 碼頭飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1155.1</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1084.0</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>71.1</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.234</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>234.4</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1151.2</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1150.4</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0.8</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.003</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>2.6</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1138.3</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1063.8</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>74.5</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.246</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>245.6</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：KA2T11</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：KA2T14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：KA2T17</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.62 高雄港#41 碼頭潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1160.7	原始重量(g)	1157.0	原始重量(g)	1139.0
腐蝕後實際重量(g)	1055.9	腐蝕後實際重量(g)	1156.8	腐蝕後實際重量(g)	1037.5
重量變化(g)	103.8	重量變化(g)	0.2	重量變化(g)	101.5
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.345	腐蝕速率(mm/year)	0.001	腐蝕速率(mm/year)	0.335
腐蝕速率(μm/year)	345.5	腐蝕速率(μm/year)	0.7	腐蝕速率(μm/year)	334.6
材質：鋼材 SM490A 代號：KA3S11		材質：鋼材 SS316L 代號：KA3S14		材質：鋼材 SS400 代號：KA3S17	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.63 高雄港#75 碼頭飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1162.5	原始重量(g)	1155.7	原始重量(g)	1143.1
腐蝕後實際重量(g)	1026.0	腐蝕後實際重量(g)	1155.6	腐蝕後實際重量(g)	1017.4
重量變化(g)	136.5	重量變化(g)	0.1	重量變化(g)	125.7
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.450	腐蝕速率(mm/year)	0.0	腐蝕速率(mm/year)	0.414
腐蝕速率(μm/year)	450.0	腐蝕速率(μm/year)	0.3	腐蝕速率(μm/year)	414.4
材質：鋼材 SM490A 代號：KA3T11		材質：鋼材 SS316L 代號：KA3T14		材質：鋼材 SS400 代號：KA3T17	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.64 高雄港#75 碼頭潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1146.1
腐蝕後實際重量(g)	1000.8
重量變化(g)	145.3
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.479
腐蝕速率(μm/year)	479.0

材質：鋼材 SM490A
代號：KA3W11

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1150.0
腐蝕後實際重量(g)	1147.2
重量變化(g)	2.8
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.009
腐蝕速率(μm/year)	9.2

材質：鋼材 SS316L
代號：KA3W14

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1140.7
腐蝕後實際重量(g)	1011.7
重量變化(g)	129.0
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.425
腐蝕速率(μm/year)	425.2

材質：鋼材 SS400
代號：KA3W17

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.65 高雄港#75 碼頭水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1155.2
腐蝕後實際重量(g)	1086.0
重量變化(g)	69.2
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.230
腐蝕速率(μm/year)	229.8

材質：鋼材 SM490A
代號：PHT11

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1135.4
腐蝕後實際重量(g)	1135.2
重量變化(g)	0.2
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.001
腐蝕速率(μm/year)	0.7

材質：鋼材 SS316L
代號：PHT14

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1129.6
腐蝕後實際重量(g)	1026.9
重量變化(g)	102.7
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.341
腐蝕速率(μm/year)	341.1

材質：鋼材 SS400
代號：PHT17

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.66 澎湖龍門港潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1154.4
腐蝕後實際重量(g)	1114.1
重量變化(g)	40.3
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.134
腐蝕速率(μm/year)	133.8

材質：鋼材 SM490A
代號：PHW11

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1130.6
腐蝕後實際重量(g)	1130.3
重量變化(g)	0.3
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.001
腐蝕速率(μm/year)	1.0

材質：鋼材 SS316L
代號：PHW14

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

原始重量(g)	1142.2
腐蝕後實際重量(g)	1090.8
重量變化(g)	51.4
表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.171
腐蝕速率(μm/year)	170.7

材質：鋼材 SS400
代號：PHW17

第 1 年取樣後

第 1 年清洗後

圖 4.67 澎湖龍門港水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1106.6	原始重量(g)	1152.1	原始重量(g)	1113.6
腐蝕後實際重量(g)	973.5	腐蝕後實際重量(g)	1152.1	腐蝕後實際重量(g)	953.5
重量變化(g)	128.1	重量變化(g)	0.0	重量變化(g)	160.1
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.408	腐蝕速率(mm/year)	0.0	腐蝕速率(mm/year)	510.0
腐蝕速率(μm/year)	408.1	腐蝕速率(μm/year)	0.0	腐蝕速率(μm/year)	0.510
材質：鋼材 SM490A 代號：MS11		材質：鋼材 SS316L 代號：MS14		材質：鋼材 SS400 代號：MS18	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.68 馬祖福澳港飛沫帶金屬試驗分析結果(1 年期)

原始重量(g)	1110.6	原始重量(g)	1150.1	原始重量(g)	1119.0
腐蝕後實際重量(g)	1027.3	腐蝕後實際重量(g)	1150.1	腐蝕後實際重量(g)	1042.5
重量變化(g)	83.3	重量變化(g)	0.0	重量變化(g)	76.2
表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350	表面積(cm^2)	350
密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85	密度(g/cm^3)	7.85
腐蝕速率(mm/year)	0.265	腐蝕速率(mm/year)	0.0	腐蝕速率(mm/year)	0.244
腐蝕速率(μm/year)	265.4	腐蝕速率(μm/year)	0.0	腐蝕速率(μm/year)	243.7
材質：鋼材 SM490A 代號：MT11		材質：鋼材 SS316L 代號：MT14		材質：鋼材 SS400 代號：MT17	
					
第 1 年取樣後		第 1 年取樣後		第 1 年取樣後	
					
第 1 年清洗後		第 1 年清洗後		第 1 年清洗後	

圖 4.69 馬祖福澳港港區潮汐帶金屬試驗分析結果(1 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1119.9</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1066.8</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>53.1</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.169</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>169.2</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1149.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1149.0</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.0</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1101.2</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>907.8</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>193.4</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.616</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>616.1</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：MW11</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：MW14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：MW17</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.70 馬祖福澳港港區水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

<table>
<tr>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1141.7</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1105.9</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>35.8</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>122.6</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.123</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1132.6</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1132.5</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.3</td></tr>
</table>
</td>
<td>
<table>
<tr><td>原始重量(g)</td><td>1135.5</td></tr>
<tr><td>腐蝕後實際重量(g)</td><td>1064.8</td></tr>
<tr><td>重量變化(g)</td><td>70.7</td></tr>
<tr><td>表面積(cm^2)</td><td>350</td></tr>
<tr><td>密度(g/cm^3)</td><td>7.85</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(mm/year)</td><td>242.1</td></tr>
<tr><td>腐蝕速率(μm/year)</td><td>0.242</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td>材質：鋼材 SM490A
代號：KA2W12</td><td>材質：鋼材 SS316L
代號：KA2W14</td><td>材質：鋼材 SS400
代號：KA2W18</td></tr>
<tr><td>無</td><td>無</td><td>無</td></tr>
<tr><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td><td>第 1 年取樣後</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td><td>第 1 年清洗後</td></tr>
</table>

圖 4.71 港研中心水槽水中帶金屬試驗分析結果(1 年期)

4.4 海水水質分析

為了解金屬材料於海水中之變化，於每季進行全島商港海水水質取樣，利用水質檢測儀器測定鹽度、水溫、pH 值、溶氧量、導電度等，並使用離子分析儀分析海水中 Cl^-及 SO_4^{-2} 含量。

表 4-20 臺中港碼頭水質量測分析結果(104 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值(-)	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
6/23	臺中港1#	0	30.6	52.4	30.7	8.55	7.85	15761	1960
		3	31.0	52.9	30.5	8.55	7.92	16384	2039
		6	30.9	52.8	30.7	7.93	7.86	17950	2148
	臺中港30#	0	29.9	51.2	30.6	7.85	7.75	13405	1690
		3	30.7	52.4	30.6	7.96	7.83	17326	2039
		6	30.8	52.6	30.7	8.04	7.77	16479	2094
10/1	臺中港1#	0	29.7	49.5	30.2	7.41	7.61	18282	2018
		3	29.9	49.3	28.7	7.61	7.74	18123	1985
		6	30.2	49.6	28.4	7.75	7.73	17812	2011
	臺中港30#	0	30.2	49.2	27.9	7.79	7.62	17500	1907
		3	30.2	49.3	27.9	7.79	7.71	17674	1957
		6	30.5	49.6	27.9	7.75	7.79	17795	1977
12/28	臺中港1#	0	31.1	42.5	19.4	9.44	7.27	17350	2137
		3	31.1	42.5	19.4	9.3	7.53	17495	2066
		6	31.0	42.4	19.4	9.36	7.49	17534	2090
	臺中港30#	0	30.6	42.2	19.7	9.43	6.28	17343	2125
		3	31	42.7	19.6	9.21	7.27	17554	2070
		6	31	42.8	19.8	9.27	7.48	17518	2060

表 4-21 臺中港碼頭水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值 (-)	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
3/28	臺中港1#	0	31.7	44.9	21	8.77	7.69	19055	2108
		3	30.8	43.2	20.6	8.84	7.01	13496	1527
		6	32.0	44.6	20.4	8.85	7.55	18998	2171
	臺中港30#	0	31.2	44.7	21.2	8.95	7.59	14871	1742
		3	31.6	44.2	20.8	8.89	7.56	18856	2132
		6	31.9	44.5	20.4	8.88	7.60	19512	2215
6/1	臺中港1#	0	31.6	53.4	29.8	8.49	7.27	20268	2214
		3	31.7	53.6	30.0	8.38	7.46	17889	2037
		6	31.5	53.1	29.9	8.18	7.46	17770	2050
	臺中港30#	0	32.00	53.80	29.6	8.47	7.62	20351	2257
		3	32.00	53.80	29.9	8.31	7.57	20387	2774
		6	32.00	53.90	29.9	8.15	7.60	18051	2439
8/31	臺中港1#	0	31.4	52.4	29.4	7.95	7.78	16779	2013
		3	31.4	52.3	29.3	7.56	7.65	16875	2034
		6	31.5	52.3	29.2	7.18	-	-	-
	臺中港30#	0	31.40	52.90	30.40	7.05	7.65	17724	2092
		3	31.40	52.30	29.40	7.19	7.78	17671	2130
		6	31.40	52.30	29.40	7.17	7.78	16726	1999
12/6	臺中港1#	0	31.30	45.60	22.20	8.78	7.89	16742	1898
		3	31.30	45.70	22.40	8.70	8.07	16881	1951
		6	31.20	45.60	22.50	8.68	8.11	16437	1877
	臺中港30#	0	31.20	45.50	22.40	8.78	7.87	16529	1925
		3	30.70	44.70	22.10	8.71	8.08	16631	1918
		6	31.30	45.30	22.10	8.70	8.10	17085	1967

註： - 為樣品遺失，故無資料

表 4-22 臺中港碼頭水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值(-)	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/27	臺中港1#	0	32.10	76.78	21.75	7.85	8.10	25037	3023
		3	32.20	76.13	21.90	7.85	8.19	20188	2396
		6	32.20	74.49	21.88	7.85	8.20	22818	2741
3/29	臺中港30#	0	32.30	64.23	22.20	7.64	8.04	17319	2177
		3	32.00	68.69	21.10	7.73	8.18	18027	2283
		6	32.00	68.61	21.10	7.75	8.19	17761	2302
6/26	臺中港1#	0	27.20	56.53	27.89	7.32	8.18	17354	2061
		3	26.80	59.22	28.80	7.13	8.15	16775	1930
		6	26.80	59.32	28.75	7.03	8.16	15761	1887
	臺中港30#	0	27.00	59.35	27.90	7.34	8.07	17755	2076
		3	27.30	60.03	28.60	7.37	8.15	18462	2148
		6	27.40	60.27	28.60	7.27	8.16	18825	2237
9/30	臺中港1#	0	26.00	48.49	24.45	7.21	8.27	18138	2079
		3	25.30	56.97	29.13	6.85	8.28	18597	2148
		6	25.40	57.13	29.40	6.77	8.28	19038	2213
	臺中港30#	0	22.80	52.50	28.50	6.86	7.90	15762	1850
		3	23.80	54.43	29.40	6.45	8.09	16569	1927
		6	24.10	54.97	29.50	6.15	8.15	15636	1860
12/25	臺中港1#	0	23.80	49.53	18.10	8.40	7.25	16334	1965
		3	23.20	48.58	18.10	8.44	7.48	16056	2028
		6	23.30	48.49	18.30	8.51	7.26	16683	2032
	臺中港30#	0	23.10	48.00	16.90	8.60	7.71	15957	1946
		3	23.10	48.15	17.70	8.55	8.00	16481	2047
		6	23.20	48.28	17.70	8.63	7.70	16938	2124

表 4-23 金門港區水質量測分析結果(104 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
6/3	水頭港	0	28.8	46.2	26.9	8.10	7.60	16127	1999
		3	28.6	46.2	27.2	8.25	7.67	15877	1969
6/2	料羅港	0	29.8	48.7	27.1	10.28	7.63	16951	2175
		3	29.7	47.2	26.9	10.01	7.53	17004	2068
		6	29.9	47.3	26.4	9.15	7.60	12448	1621
6/3	九宮港	0	28.7	46.0	26.7	8.24	7.64	15782	1995
		3	28.7	46.0	26.8	8.24	7.59	15737	1986
9/9	水頭港	0	29.2	46.7	26.6	7.97	7.60	18105	2061
		3	29.3	47.6	26.7	7.90	7.70	17757	2021
		4	29.3	47.0	26.8	7.92	7.44	15036	1711
9/8	料羅港	0	30.1	49.3	28.1	10.47	7.68	16339	1836
		3	30.0	48.9	27.9	11.06	7.69	18426	2087
		5	30.4	48.6	27.0	8.03	7.38	18294	1969
9/9	九宮港	0	29.1	47.2	27.6	7.73	7.54	18162	1996
		3	29.1	47.1	27.4	7.51	7.55	17817	2055
		5	29.1	46.9	27.2	7.36	7.48	18464	2374
11/16	水頭港	0	28.0	43.0	24.7	8.30	7.65	14748	1826
		3	28.1	42.7	23.9	8.31	7.68	15828	1918
	料羅港	0	28.6	43.2	23.8	8.20	7.68	13938	1681
		3	28.4	42.9	23.6	8.46	7.68	15425	1930
		6	28.4	42.8	23.6	8.63	7.46	15733	1892
	九宮港	0	27.9	42.7	24.3	8.06	7.69	15411	1867
		3	27.9	42.6	24.1	8.25	7.69	16063	1859
		6	28.0	42.6	23.9	8.16	7.69	14998	1824

表 4-24 金門港區水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
3/30	水頭港	0	25.3	32.5	15.6	9.61	7.49	15232	1730
		3	25.8	32.8	15.2	9.78	7.63	15757	1816
		6	25.8	32.8	15.3	9.68	7.54	15771	1828
	料羅港	0	27.6	36.2	16.8	10.01	7.63	16253	1882
		3	27.7	34.8	15.0	9.76	7.68	17073	1995
		6	27.8	34.9	14.8	9.90	7.62	16177	1902
	九宮港	0	25.8	33.2	15.8	9.63	7.59	16845	1952
		3	25.8	32.9	15.4	9.64	7.56	14736	1747
6/14	水頭港	0	28.3	44.0	27.7	6.64	8.16	15811	2179
		3	28.2	43.9	27.1	6.86	8.23	15688	1858
		6	28.6	44.5	26.4	5.89	8.20	15928	1868
	料羅港	0	30.0	46.3	26.0	6.45	8.22	17088	2020
		3	30.3	46.7	25.5	5.81	8.24	17717	-
		6	30.6	47.1	25.5	6.09	8.25	17167	1991
	九宮港	0	28.4	44.2	26.9	6.30	8.20	15803	1860
		3	28.4	44.2	26.7	6.34	8.22	15564	1839
9/19	水頭港	0	28.1	46.6	28.6	6.76	7.52	14320	1747
		3	28.0	46.2	28.2	6.66	7.78	14221	1730
		6	28.2	46.3	28.0	6.70	7.70	14151	1724
	料羅港	0	28.7	49.4	30.6	7.06	7.79	15805	1849
		3	28.9	48.5	29.3	7.32	7.81	15161	1879
		6	28.9	48.1	28.8	6.92	7.82	15095	1835
	九宮港	0	27.4	46.6	29.6	7.09	7.85	14408	1750
		3	27.6	46.2	28.8	6.92	7.83	14743	1791

註： - 為樣品遺失，故無資料

表 4-25 金門港區水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
1/18	水頭港	0	26.30	34.40	16.80	9.47	7.99	12234	1557
		3	27.20	35.20	16.40	9.52	8.12	12565	1561
		6	27.20	35.20	16.20	9.57	8.10	13348	1650
	料羅港	0	27.40	35.50	16.40	9.45	8.18	12852	1605
		3	27.40	35.30	16.10	9.58	8.20	13032	1642
		6	27.40	35.30	16.00	9.55	8.18	10493	1594
	九宮港	0	26.70	34.90	16.90	9.48	7.97	13188	1607
		3	26.70	34.70	16.40	9.48	8.09	12321	1497
3/20	水頭港	0	27.30	50.82	22.28	7.71	7.85	14397	1748
		3	27.20	53.11	16.95	8.54	7.98	13413	1658
		5	27.10	54.02	15.33	8.84	8.00	14683	1717
	料羅港	0	27.70	54.84	17.40	8.39	7.01	13896	1754
		3	28.10	55.89	15.00	8.84	7.80	14756	1876
	九宮港	0	27.40	47.79	22.30	7.45	8.03	14226	1772
		3	27.50	51.98	16.30	8.63	8.04	14000	1750
		4.5	27.50	52.84	15.30	8.74	8.04	13928	1715
6/12	水頭港	0	27.50	59.76	33.25	7.24	7.83	17647	2094
		3	29.00	62.18	28.45	7.58	7.97	16586	2035
		6	29.40	63.01	27.58	7.49	8.00	16417	1956
	料羅港	0	29.60	63.25	32.03	7.74	7.85	16297	1973
		3	30.70	64.92	28.50	8.20	8.11	16306	1962
		6	31.40	65.96	27.35	7.59	8.08	16244	1911
	九宮港	0	28.10	60.64	30.18	6.85	7.79	16608	1958
		3	29.30	62.75	27.60	7.08	7.97	16034	1900

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
9/12	水頭港	0	29.49	45.46	28.90	6.61	8.71	16788	1937
		3	29.70	45.83	28.90	6.48	8.71	16798	1971
		6	29.95	46.13	28.80	6.42	8.68	17975	2071
	料羅港	0	29.15	44.72	29.00	6.95	8.88	16698	1925
		3	29.36	45.36	28.50	6.87	8.47	16330	1903
		5	29.20	45.13	28.50	6.74	8.45	-	-
	九宮港	0	29.10	45.02	30.15	6.92	8.73	16493	1888
		3	29.00	44.90	28.80	6.58	8.72	16256	1884
		4.5	29.25	45.70	28.70	6.46	8.78	17054	1974
12/27	水頭港	0	29.77	45.01	20.65	8.25	7.98	14657	1743
		3	31.14	47.51	15.03	9.38	7.45	14609	1813
	料羅港	0	29.83	44.42	21.35	8.15	7.74	14317	1753
		3	31.06	47.32	15.15	9.11	7.77	14445	1905
	九宮港	0	29.14	44.60	20.45	8.26	7.41	14655	1774
		3	30.83	47.22	16.15	9.18	7.17	14652	1771

註： - 為樣品遺失，故無資料

表 4-26 臺北港區水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
3/8	臺北港 E1	0	28.9	40.7	20.4	10.43	7.66	17607	1981
		3	29.7	40.5	19	10.76	7.68	17430	1970
		6	30.3	40.5	18.2	9.33	7.75	18392	2071
	臺北港 E3	0	30.0	40.7	18.4	11.42	7.67	17343	1972
		3	30.1	40.1	18.1	9.93	7.75	17431	2031
		6	30.4	40.2	17.8	10.85	7.81	18016	2308
6/14	臺北港 E1	0	28.0	44.1	26.7	6.58	7.94	17149	3195
		3	29.3	45.6	27.3	6.53	7.96	16415	2393
		6	29.6	45.9	27.6	6.62	7.97	17346	4258
	臺北港 E3	0	27.9	43.7	27.2	6.73	7.97	15616	1806
		3	29.3	45.4	27.4	6.55	7.95	15849	1728
		6	29.7	45.9	27.6	6.56	7.95	17497	4296
9/6	臺北港 E1	0	31.9	45.5	24.5	6.62	8.07	16180	1940
		3	32.1	46.0	27.9	5.94	8.09	16906	2006
		6	31.9	45.7	28.4	5.82	8.09	16314	1962
	臺北港 E3	0	31.7	45.6	27.5	6.48	8.10	16390	1926
		3	31.7	45.6	28.4	5.99	8.08	16054	1892
		6	32.0	46.1	28.4	5.66	8.07	16835	2019
12/13	臺北港 N2	0	30.10	44.70	24.80	8.32	7.83	15488	1819
		3	30.50	44.50	23.20	8.70	7.92	15664	1813
		6	30.60	44.40	22.50	8.76	8.00	16315	1843
	臺北港 E3	0	30.50	44.20	22.30	8.80	8.02	15616	1839
		3	30.70	44.10	21.90	8.86	8.14	15442	1836
		6	30.80	44.10	21.70	8.86	8.15	16023	1899

表 4-27 臺北港區水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/7	臺北港N2	0	30.50	39.20	16.50	9.61	7.95	16804	2032
		3	30.40	39.20	16.60	9.64	8.09	17452	2156
		6	30.40	39.30	16.70	9.57	8.12	17124	2064
	臺北港E3	0	30.40	39.30	16.60	9.67	8.08	17099	2072
		3	30.40	39.20	16.60	9.63	8.12	17194	2050
		6	30.40	39.30	16.70	9.62	8.14	17809	2262
6/6	臺北港N2	0	25.30	56.20	27.01	6.89	8.00	14718	1804
		3	25.70	56.30	27.07	6.75	8.00	14739	1773
		6	26.60	57.09	26.80	6.89	8.00	14591	1774
	臺北港E3	0	26.50	58.50	27.50	6.80	7.90	14140	1690
		3	26.50	57.00	27.80	6.40	8.00	14809	1781
		6	27.60	59.00	26.50	6.30	-	14377	1726
9/5	臺北港N2	0	25.30	57.18	28.60	6.54	7.95	16684	2022
		3	25.70	57.25	29.35	6.08	8.15	16409	1923
		6	25.90	57.46	28.60	5.99	8.19	16475	1925
	臺北港E3	0	25.60	57.35	28.90	6.43	8.23	16357	1905
		3	25.70	57.30	29.20	6.24	8.22	16311	1940
		6	25.90	57.60	29.00	6.19	8.21	16776	1967
12/5	臺北港N2	0	20.90	45.07	19.70	7.96	7.97	21403	3415
		3	21.00	45.45	20.30	7.96	8.10	21646	3374
		6	21.20	45.62	20.40	7.89	8.11	21261	3210
	臺北港E3	0	21.30	45.86	20.10	7.92	8.11	21138	3757
		3	21.40	46.12	20.30	7.90	8.12	19984	3204
		6	21.50	46.16	20.30	7.88	8.11	20665	3205

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-28 基隆港區水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
3/8	基隆港 E5	0	30.3	41.7	19.5	7.72	7.60	17152	1964
		3	30.3	41.9	19.8	7.78	7.64	17293	2004
		6	30.8	42.0	19.2	7.87	7.54	17687	1974
	基隆港 E2	0	29.7	41.3	19.9	7.70	7.60	16969	1925
		3	30.8	41.9	19.1	8.62	7.70	17886	2055
		6	31.0	42.0	18.9	8.46	7.73	17860	2034
	基隆港 W5	0	30.2	41.5	19.5	7.76	7.64	18571	2107
		3	30.5	41.8	19.3	8.24	7.69	18132	2121
		6	30.7	41.8	19.2	8.66	7.73	17948	2050
	基隆港 W2	0	29.8	40.9	19.3	8.28	7.63	18119	2093
		3	30.5	41.8	19.1	9.06	7.67	17664	1982
		6	30.8	41.8	18.9	8.57	7.68	18162	2019
6/14	基隆港 E5	0	30.8	47.5	25.4	6.15	7.80	16412	2210
		3	30.9	47.7	25.5	4.48	7.94	17865	2047
		6	31.1	47.9	25.5	4.52	7.96	13802	2162
	基隆港 E2	0	30.3	47.0	25.4	4.50	7.87	16945	2044
		3	30.3	46.9	25.4	4.34	7.92	17214	1982
		6	30.9	47.7	25.5	4.49	7.93	16760	1941
	基隆港 W5	0	29.2	45.2	25.7	5.01	7.83	16726	1920
		3	30.9	47.5	25.4	5.30	7.91	17577	2109
		4.3	31.2	47.9	25.5	5.51	7.95	17557	2428
	基隆港 W2	0	27.3	42.5	25.5	3.85	7.76	15031	1759
		3	30.8	47.3	25.3	4.75	7.87	18186	2080
		6	-	-	25.5	5.30	7.92	-	-

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
9/6	基隆港 E5	0	30.4	43.9	27.3	3.22	7.72	15756	1903
		3	31.1	44.9	27.1	4.29	7.94	15772	1877
		6	31.5	45.4	26.9	4.85	8.00	16681	1976
	基隆港 E2	0	30.2	43.7	26.9	3.45	7.65	16189	1921
		3	31.3	45.2	26.9	4.14	7.94	16182	1989
		6	31.6	45.5	26.7	4.85	8.00	16703	1995
	基隆港 W5	0	29.5	42.8	26.2	4.33	7.80	14898	1772
		3	30.6	44.1	26.8	4.40	7.92	15786	1901
		6	31.6	45.5	26.9	5.05	8.03	16409	2009
	基隆港 W2	0	30.7	44.4	26.9	4.31	7.87	16017	1908
		3	31.4	45.5	27.0	4.38	8.00	16218	1985
		6	31.7	45.7	26.9	5.01	8.05	16566	1922
12/13	基隆港西 33	0	29.70	43.60	22.60	7.47	8.03	15358	1920
		3	30.70	43.90	21.30	8.15	8.03	16045	1889
		6	31.20	44.30	21.10	8.36	8.11	15885	1852
	基隆港 E2	0	28.30	41.00	21.50	7.07	7.86	14182	1714
		3	30.40	43.10	21.00	7.50	7.96	15788	1846
		6	30.80	43.40	20.70	7.65	8.00	17788	1865

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-29 基隆港區水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/7	基隆港W33	0	29.70	39.00	17.30	8.72	7.72	15820	1931
		3	30.50	39.60	16.90	8.42	7.74	16900	2058
		6	30.50	39.50	16.80	8.42	7.77	16595	1986
	基隆港E2	0	24.50	32.50	17.00	7.39	7.86	12473	1601
		3	29.80	38.90	17.10	7.94	7.95	15582	1842
		6	30.30	39.50	17.10	8.23	8.03	16273	2015
6/6	基隆港W33	0	23.10	50.14	25.90	5.92	7.90	14625	1762
		3	29.30	61.60	25.40	5.68	8.00	15973	1900
		6	30.20	63.00	24.90	6.04	8.00	16553	1996
	基隆港E2	0	21.70	49.27	25.60	-	7.50	17121	2016
		3	28.50	59.97	25.10	-	7.90	16441	1950
		6	29.40	60.72	24.80	-	8.00	16179	1904
9/5	基隆港W33	0	29.10	63.62	27.60	5.33	8.32	15979	1881
		3	31.20	66.17	27.70	5.39	8.33	17724	2005
		4.3	29.20	62.71	27.60	5.43	8.31	15701	1937
	基隆港E2	0	29.30	46.21	27.70	3.33	8.04	15621	1970
		3	30.20	64.17	28.18	3.78	8.18	15522	1841
		6	31.10	65.77	27.80	4.55	8.24	16298	1898
12/5	基隆港W33	0	-	41.62	19.90	7.43	7.94	14956	1834
		3	21.30	45.40	19.80	7.10	8.05	15210	1858
		6	22.30	47.59	19.70	7.14	8.07	15888	2035
	基隆港E2	0	-	35.68	19.38	6.78	7.93	13081	1664
		3	20.10	42.51	19.70	6.30	7.93	14538	1769
		6	22.50	47.50	19.80	6.50	8.04	15627	1957

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-30 花蓮港區水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
3/16	花蓮港 4#	0	27.7	40.2	21.8	8.90	7.45	17815	1978
		3	39.4	42.6	21.8	8.74	7.45	16859	1952
		6	30.8	44.4	21.8	8.49	7.59	18446	2035
	花蓮港 23#	0	28.3	42.1	23.0	8.83	6.73	16361	1922
		3	30.3	44.5	22.7	8.76	7.07	17637	2064
		6	31.2	45.8	22.8	8.76	7.84	18251	2014
	花蓮港航道 150#	0	28.4	41.5	22.2	8.96	7.71	16463	1865
		3	28.9	42.1	22.0	8.98	7.67	16927	1904
		6	30.5	44.1	22.0	8.69	7.63	17811	1997
7/4	花蓮港 4#	0	29.9	45.4	29.1	7.14	7.97	17850	1792
		3	30.3	46.0	28.6	7.36	8.04	17579	2023
		6	30.4	46.1	27.9	6.95	8.01	19307	2055
	花蓮港 23#	0	29.5	44.9	27.8	6.63	7.92	16696	1928
		3	29.9	45.4	27.6	6.94	8.01	17698	2054
		6	31.1	47.0	27.3	6.93	8.01	18004	2063
	花蓮港航道 150#	0	27.4	42.0	29.1	7.02	7.75	15344	1792
		3	29.6	45.1	29.2	6.80	7.76	17566	2023
		6	30.3	46.0	28.0	6.29	7.83	17770	2055
9/21	花蓮港 4#	0	27.1	40.1	26.0	7.20	7.96	13696	1669
		3	29.1	42.9	26.3	6.90	8.15	15012	1810
		6	29.7	43.7	26.6	6.70	8.15	15208	1882
	花蓮港 23#	0	24.8	36.9	25.5	7.35	8.13	12562	1557
		3	28.8	42.4	25.9	7.10	8.16	14521	1803
		6	29.8	43.8	26.1	7.50	8.05	15243	1829
	花蓮港航道 150#	0	26.2	38.9	26.1	7.10	8.15	12684	1550
		3	29.6	43.5	26.2	6.90	8.14	15220	1845
		6	30.1	44.1	26.6	6.80	8.16	15339	1880

12/21	花蓮港 4#	0	29.80	45.90	24.90	8.92	8.21	15372	1750
		3	29.80	45.50	24.60	8.96	8.29	15754	1782
		6	30.70	46.70	24.40	8.83	8.26	15483	1777
	花蓮港 23#	0	28.90	44.60	24.70	8.95	8.12	14901	1706
		3	29.80	44.80	24.30	8.77	8.21	15233	1739
		6	30.40	45.90	24.20	8.50	8.20	15530	1805

表 4-31 花蓮港區水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/15	花蓮港4#	0	32.10	-	22.50	8.66	8.06	16779	2134
		3	32.10	46.20	21.90	8.49	8.12	16565	2031
		6	32.50	47.40	22.60	9.05	8.18	16267	2016
	花蓮港23#	0	32.50	46.50	21.70	8.87	8.14	16767	2089
		3	32.30	47.00	22.50	8.59	8.18	16304	2026
		6	32.20	47.10	22.50	8.62	8.15	16362	2039
6/14	花蓮港4#	0	22.50	49.50	26.00	6.89	8.08	14470	1740
		3	24.60	54.23	26.10	6.65	8.11	15910	1965
		6	25.20	54.93	26.20	6.56	8.13	16134	1934
	花蓮港23#	0	20.90	49.07	26.00	7.70	8.05	16212	1921
		3	23.50	52.41	26.00	7.36	8.11	18541	2184
		6	24.40	53.85	26.30	7.27	8.13	17751	2085
9/27	花蓮港4#	0	25.60	56.51	27.60	7.43	8.12	16573	1930
		3	27.50	59.70	28.13	7.43	8.24	16568	1944
		6	29.20	62.03	27.53	7.23	8.26	15663	1858
	花蓮港23#	0	28.50	54.48	28.60	7.77	8.40	15234	1817
		3	26.70	58.56	29.35	7.68	8.34	15856	1856
		6	28.40	60.92	27.75	6.74	8.28	15501	1811
12/13	花蓮港4#	0	22.40	47.71	21.30	7.62	8.12	16495	2074
		3	23.20	49.91	22.10	7.34	8.15	16253	1993
		6	23.40	50.42	22.50	7.32	8.15	16652	2136
	花蓮港23#	0	22.80	48.67	22.50	7.50	7.63	16548	2016
		3	23.70	50.99	22.70	7.45	8.07	16860	2021
		6	23.60	50.77	22.70	7.47	8.03	16638	1968

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-32 蘇澳港區水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
3/17	蘇澳港駁船	0	30.3	43.0	21.0	-	7.53	18218	2123
		3	31.3	44.2	20.9	-	7.65	17830	2050
		6	30.8	43.5	20.9	-	7.69	17787	2029
	蘇澳港7#	0	29.7	42.3	21.1	-	7.60	16744	1944
		3	31.2	44.1	20.9	-	7.69	17797	2005
		6	31.7	44.6	20.8	-	7.68	18592	2080
	蘇澳港10#	0	30.5	43.0	20.8	-	7.66	17840	2032
		3	31.4	44.0	20.6	-	7.73	18942	2137
		6	31.7	44.4	20.6	-	7.74	19131	2114
	蘇澳港13#	0	30.3	43.3	21.8	8.51	7.63	17173	1953
		3	31.5	44.3	21.0	8.31	7.69	18434	2107
		6	31.8	44.6	20.8	-	7.64	19969	2209
6/22	蘇澳港駁船	0	28.1	42.9	28.0	8.02	8.13	15619	1834
		3	29.4	44.9	27.9	8.36	8.16	17772	2037
		6	29.7	45.2	27.4	7.53	8.11	17602	2011
	蘇澳港7#	0	30.3	45.9	27.4	8.49	8.35	18091	2092
		3	30.6	46.3	28.0	8.55	8.29	17995	2050
		6	31.1	47.1	27.7	7.99	8.21	18723	2142
	蘇澳港10#	0	30.2	45.8	28.0	7.37	7.95	20120	2273
		3	30.3	46.0	28.3	7.27	8.18	18725	2162
		6	31.6	47.8	27.8	6.90	8.20	18890	2147
	蘇澳港13#	0	30.7	46.5	27.6	7.02	8.12	20821	2334
		3	31.0	47.0	27.3	6.72	8.20	17726	2044
		6	31.9	48.1	26.8	6.53	8.21	17962	2073

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
9/22	蘇澳港駁船	0	29.4	42.8	25.8	7.40	7.93	15182	1842
		3	29.9	43.2	25.9	7.20	8.08	15752	1910
		6	29.9	43.0	25.7	6.90	8.02	15399	1853
	蘇澳港7#	0	29.3	42.5	25.7	7.20	7.99	15391	1827
		3	30.8	44.5	25.7	6.80	8.10	16110	1921
		6	30.6	44.3	25.5	6.70	8.07	15626	1877
	蘇澳港10#	0	30.0	43.4	24.5	6.60	7.89	15921	1895
		3	30.3	44.0	25.5	6.20	8.00	15827	1936
		6	30.9	45.0	25.5	6.20	8.01	16263	1904
	蘇澳港13#	0	29.9	43.7	25.4	6.90	7.98	15796	1868
		3	30.0	43.9	25.5	6.50	8.00	15272	1862
		6	30.3	44.4	25.5	6.50	7.89	15670	1893
12/22	蘇澳公務船渠	0	30.40	46.10	24.30	8.42	7.93	16052	1859
		3	30.80	46.30	24.00	8.37	7.81	15756	1787
		6	30.90	46.30	23.70	8.26	7.90	15907	1789
	蘇澳港6#	0	29.80	45.60	24.60	8.55	7.91	15391	1773
		3	30.20	45.40	23.90	8.29	8.03	15599	1745
		6	30.30	45.40	23.60	8.33	8.06	15568	1772

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-33 蘇澳港區水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/16	蘇澳公務船渠	0	32.30	46.30	21.60	8.52	7.91	15867	1941
		3	32.10	46.10	21.80	8.62	7.87	17478	2115
		6	32.10	46.20	22.10	8.72	8.02	17667	2149
	蘇澳港6#	0	29.60	43.00	21.90	9.23	7.97	17386	2093
		3	31.90	46.20	22.30	8.86	8.02	18109	2148
		6	32.00	46.20	22.50	8.75	8.04	18635	2238
6/15	蘇澳公務船渠	0	22.10	47.90	23.53	7.50	7.60	15925	1899
		3	27.90	59.40	24.85	7.21	7.95	16405	1976
		6	28.00	59.66	25.65	7.21	7.67	16347	1974
	蘇澳港6#	0	26.50	56.90	24.70	6.78	7.90	15086	1794
		3	27.80	59.12	25.40	6.69	7.90	15747	1872
		6	28.40	60.20	25.50	6.77	8.07	16114	1904
9/28	蘇澳公務船渠	0	27.50	59.49	27.35	6.74	8.14	16539	1896
		3	28.40	61.06	27.40	7.03	8.21	16100	1908
		6	28.80	61.67	27.18	6.85	8.19	16354	1943
	蘇澳港6#	0	26.40	57.79	27.20	7.87	8.13	19308	2235
		3	27.70	60.00	28.00	7.78	8.18	16057	1844
		6	27.90	60.32	27.75	7.29	8.18	16073	1847
12/14	蘇澳公務船渠	0	22.40	47.71	21.30	7.62	8.12	16495	2074
		3	23.20	49.91	22.10	7.34	8.15	16253	1993
		6	23.40	50.42	22.50	7.32	8.15	16652	2136
	蘇澳港6#	0	22.80	48.67	22.50	7.50	7.63	16548	2016
		3	23.70	50.99	22.70	7.45	8.07	16860	2021
		6	23.60	50.77	22.70	7.47	8.03	16638	1968

表 4-34 高雄港區水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
3/23	10# 碼頭	0	31.9	49.7	25.9	7.68	7.65	18814	2101
		3	31.8	49.8	26.1	7.45	7.72	18273	2094
		6	31.9	49.8	26	7.66	7.73	18419	2114
	33# 碼頭	0	31.8	50.8	27.2	7.57	7.67	17964	2309
		3	31.8	50.8	27.2	7.57	7.74	19353	2170
		6	31.8	50.6	27.1	7.70	7.73	18379	2148
	51# 碼頭	0	31.0	48.7	26.2	7.57	7.69	18273	2168
		3	31.3	48.7	25.8	7.85	7.71	18414	2085
		6	31.4	48.6	25.6	7.84	7.74	18434	2112
	68# 碼頭	0	31.2	49.3	26.4	7.87	7.67	18222	2105
		3	31.6	49.2	25.5	7.60	7.68	19014	2158
		6	31.9	49.2	25.4	7.71	7.74	18568	2140
	118# 碼頭	0	31.0	49.0	26.1	7.19	7.52	18701	2090
		3	31.3	48.7	25.7	6.98	7.68	20181	2337
		6	31.7	48.8	25.2	7.83	7.72	20251	2295
6/27	10# 碼頭	0	30.6	47.9	33.3	8.15	8.19	18106	2116
		3	30.7	48.2	31.8	7.99	8.23	17496	2056
		6	30.5	48.2	31.4	7.94	8.27	18448	2139
	33# 碼頭	0	30.6	48.5	30.8	5.86	8.10	17441	2005
		3	30.6	48.6	31.1	5.83	8.21	17742	2068
		6	30.6	48.4	31.0	5.98	8.25	18034	2108
	51# 碼頭	0	29.8	47.2	32.0	6.00	8.15	17547	2104
		3	29.9	47.3	30.4	6.23	8.21	16977	2015
		6	30.0	47.4	30.0	6.13	8.24	18265	2093
	68# 碼頭	0	30.8	48.4	29.7	6.21	8.30	18171	2106
		3	30.7	48.4	29.5	6.23	8.30	17365	1994
		6	30.8	48.5	29.5	6.25	8.30	17466	2021
	118#	0	30.7	48.4	28.5	7.94	8.30	17782	2041

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
	碼頭	3	30.7	48.3	29.7	7.91	8.31	12820	1518
		6	30.8	48.5	29.6	7.83	8.30	17821	2024
10/6	10# 碼頭	0	-	25.4	26.3	5.60	7.80	12876	1624
		3	26.1	38.6	28.0	4.60	7.80	14982	1851
		6	28.3	41.5	28.6	4.81	7.96	14825	1839
	39# 碼頭	0	28.6	41.8	27.8	6.20	7.90	-	-
		3	29.0	42.6	28.0	5.83	8.02	13296	1642
		6	29.3	42.8	28.1	5.76	8.05	14545	1795
	75# 碼頭	0	24.8	36.7	29.5	4.76	7.87	14591	1778
		3	26.9	31.6	29.0	4.91	7.88	14467	1727
		6	28.4	41.6	29.5	5.04	7.91	14604	1744
12/28	10# 碼頭	0	32.70	49.30	22.60	7.90	7.81	16320	1830
		3	32.30	49.60	22.80	8.23	8.14	16561	1929
		6	32.00	49.60	22.90	8.25	8.15	16752	1868
	39# 碼頭	0	32.00	48.40	23.10	8.13	7.89	16611	1895
		3	31.90	48.40	25.30	7.94	7.79	16367	1911
		6	29.20	44.70	25.50	-	-	15504	1750
	75# 碼頭	0	32.40	48.40	24.00	8.12	8.06	16639	1892
		3	32.10	48.10	24.40	8.22	8.18	16746	1930
		6	32.20	48.70	24.50	8.29	8.23	16403	1841

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-35 高雄港區水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/21	10#碼頭	0	28.70	61.04	26.90	6.56	7.99	16060	1962
		3	29.40	62.28	26.30	6.61	8.05	17515	2134
		6	29.60	62.54	26.10	6.63	8.06	16183	1976
	39#碼頭	0	29.80	62.71	26.30	6.82	8.03	16201	2006
		3	30.30	63.76	26.10	6.81	8.08	16594	2006
		6	30.70	64.13	25.40	6.82	8.10	16275	1960
	75#碼頭	0	27.20	58.02	25.80	7.25	8.21	17522	2131
		3	28.90	60.98	25.20	7.22	8.21	17097	2032
		6	29.10	61.30	25.05	7.23	8.20	16344	2008
6/20	10#碼頭	0	-	48.97	29.95	10.41	8.44	15769	1845
		3	23.40	54.91	31.53	8.04	8.07	15114	1829
		6	23.90	55.15	30.95	6.48	8.04	16163	1955
	39#碼頭	0	23.10	54.46	30.45	9.01	8.31	15420	1850
		3	23.60	54.65	31.60	7.88	8.08	16454	1962
		6	24.20	55.41	30.30	6.69	8.06	15351	1866
	75#碼頭	0	24.20	54.85	27.45	5.65	8.05	16804	1959
		3	24.30	54.95	28.70	5.65	8.07	16020	1976
		6	24.40	55.01	28.60	5.77	8.08	16289	1908
9/19	10#碼頭	0	23.90	55.40	29.80	5.80	7.32	16889	1829
		3	24.10	56.00	31.20	5.84	7.30	16237	1857
		6	24.30	56.00	30.90	5.76	7.40	18225	2019
	39#碼頭	0	23.60	54.90	28.50	7.07	7.35	16103	1835
		3	24.20	56.00	30.90	6.35	7.34	16631	1957
		6	24.30	55.80	30.70	6.10	7.35	15664	1849

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
	75#碼頭	0	22.20	51.60	29.20	4.88	7.35	16119	1898
		3	23.70	54.22	29.50	5.58	7.36	15944	1856
		6	24.10	55.00	29.40	5.65	7.35	16588	1938
12/19	10#碼頭	0	23.00	49.60	22.90	6.71	8.12	16299	1950
		3	23.40	50.90	23.90	6.54	8.10	16735	2119
		6	23.70	51.40	23.90	6.50	8.10	16746	1985
	39#碼頭	0	23.00	50.33	23.20	6.97	8.11	16661	2019
		3	23.40	51.10	24.20	6.70	8.11	16483	2017
		6	23.60	51.60	24.50	6.50	8.09	17323	2290
	75#碼頭	0	23.80	51.10	22.50	7.52	8.16	16883	2024
		3	24.40	52.40	23.70	7.02	8.15	16915	2001
		6	24.80	53.10	23.60	6.87	8.13	16504	1957

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-36 安平港區水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
3/21	安平 3#	0	30.8	44.2	22.0	8.92	7.55	17959	2010
		3	30.3	45.5	22.4	8.70	7.63	17669	2042
		6	31.2	45.8	22.4	8.67	7.67	18244	2066
	安平 4#	0	30.5	44.5	22.3	8.13	7.75	20349	2439
		3	30.4	44.4	22.4	8.69	7.58	18179	2063
		6	31.3	45.8	22.5	8.17	7.62	18651	2150
6/27	安平 3#	0	23.6	37.7	32.0	5.42	8.11	12814	1553
		3	27.5	43.3	31.6	5.28	8.33	15183	1769
		6	28.9	45.4	30.7	5.27	8.31	15939	1850
	安平 4#	0	26.9	42.5	31.4	4.59	8.11	15135	1730
		3	29.0	45.5	31.9	4.99	8.32	16245	1854
		6	30.1	47.1	31.1	4.72	8.24	16931	1974
9/8	安平 7#	3	29.4	43.3	22.7	-	7.43	15153	1888
		6	29.5	43.2	22.7	-	7.45	15757	1947
12/27	安平 7#	0	31.30	45.50	22.60	8.21	7.92	15723	1814
		3	31.10	45.80	22.80	8.14	7.90	15838	1793
		6	31.20	45.80	22.90	8.15	7.96	15189	1763

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-37 安平港區水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/22	安平7#	0	27.80	54.30	25.23	7.61	7.67	14298	1802
		3	32.10	66.20	25.30	7.22	7.88	16604	2003
		6	32.70	66.51	24.23	6.76	7.92	16181	1906
6/21	安平7#	0	-	43.71	29.73	11.65	8.35	16031	1904
		3	23.70	53.90	30.43	9.13	8.04	15838	1925
		6	24.00	54.46	29.00	7.23	8.05	15762	1864
9/18	安平7#	0	-	45.60	28.20	9.60	8.40	15159	1810
		3	23.90	54.60	31.30	7.80	8.30	15648	1834
		6	24.80	55.90	29.60	5.90	8.20	16036	1907
12/20	安平7#	0	-	42.20	20.50	7.56	7.80	15492	1883
		3	22.00	47.20	21.00	7.00	7.90	15830	1917
		6	22.50	48.20	20.90	6.90	7.90	16150	1929

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-38 布袋港水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
9/5	布袋港E3	0	25.7	38.4	30.4	-	8.24	13698	1763
		3	28.5	42.2	29.4	-	8.24	15547	1968
12/27	布袋港E3	0	31.20	44.60	23.90	9.00	7.94	15864	1868
		3	31.40	44.80	24.00	8.40	8.07	15560	1797

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-39 布袋港水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/20	布袋港E3	0	30.90	61.51	23.95	7.65	7.84	16920	2096
		3	33.20	67.42	22.50	7.50	8.12	16735	2021
6/19	布袋港E3	0	-	42.66	27.50	6.94	7.80	12752	1582
		3	22.90	52.25	27.60	5.69	7.96	14703	1812
		6	22.10	50.40	27.80	5.39	7.98	14233	1721
9/18	布袋港E3	0	22.60	52.24	30.10	6.63	8.30	16203	1911
		3	23.10	53.60	30.10	6.60	8.30	16919	1963
12/18	布袋港E3	0	22.5	46.5	17.53	8.55	8.00	16502	1949
		3	23.2	47.7	17.50	8.48	8.10	15910	2003

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-40 澎湖龍門港水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
8/16	馬公港	0	31.9	46.9	23.2	-	7.88	16493	2002
		3	31.8	46.9	23.2	-	7.71	16029	1936
12/28	馬公港	0	35.70	68.38	17.18	8.16	7.88	16491	1883
		3	36.30	70.45	18.53	7.74	8.12	16503	1938
		6	36.60	71.08	18.70	7.63	8.48	16685	1960
	龍門港	0	35.60	69.69	19.60	7.67	8.11	16838	1963
		3	35.50	69.77	19.80	7.64	8.17	17379	1980
		6	35.60	69.81	20.00	7.55	8.18	16855	1906

註： - 為電極異常，故無資料

表 4-41 澎湖龍門港水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/07	馬公港	0	33.20	65.82	20.50	7.79	7.09	17817	2258
		3	33.20	66.23	20.50	7.62	7.99	17392	2150
		6	32.90	65.81	20.60	7.59	8.09	17094	2108
	龍門港	0	32.50	57.56	18.68	8.12	7.43	18183	2268
		3	32.50	58.01	21.28	7.67	8.09	17298	2166
6/06	馬公港	0	27.60	60.72	30.70	6.82	7.78	17886	2149
		3	29.00	61.74	27.20	6.60	8.00	19981	2484
		6	28.80	60.97	26.05	6.57	8.04	18047	2150
	龍門港	0	27.30	60.19	30.38	7.37	7.90	17515	2106
		3	29.50	62.43	28.95	7.14	8.13	18322	2251
		4	30.30	63.38	26.15	7.17	8.13	19253	2377
9/7	馬公港	0	33.77	51.02	28.25	6.37	7.64	17668	2101
		3	35.06	52.03	28.20	6.22	7.67	17323	1969
		6	35.10	53.18	28.30	6.36	8.15	16358	1917
9/6	龍門港	0	31.07	47.36	32.25	6.53	8.53	16720	1966
		3	31.54	48.44	29.15	6.97	8.21	16271	1909
		6	31.83	48.69	28.10	7.01	8.44	16076	1896
12/5	馬公港	0	26.40	54.57	21.03	7.89	6.33	17105	2022
		3	26.50	55.03	20.80	7.94	6.46	16701	2105
		6	26.40	55.06	20.75	7.95	6.30	16890	1990
	龍門港	0	29.70	59.91	20.40	7.92	6.63	17067	2039
		3	26.90	56.30	20.60	8.39	6.79	17043	2099
		6	25.70	53.97	20.60	7.90	6.51	17021	2020

表 4-42 馬祖福澳港水質量測分析結果(105 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
8/16	福澳港	0	31.2	51.5	29.0	6.65	7.63	16429	1971
		3	31.1	51.8	29.5	6.90	7.70	16441	1986
		6	31.2	51.6	28.9	7.19	7.76	16214	1961
12/21	福澳港	0	36.31	54.69	16.80	8.60	7.95	13433	1609
		3	35.65	54.12	16.50	8.74	8.03	12813	1529
		6	35.76	54.29	16.50	8.73	8.05	13054	1557
12/22	白沙港	0	37.71	56.32	16.90	8.51	7.98	13462	1554
		3	37.82	56.81	16.50	8.55	8.07	12934	1541

表 4-43 馬祖福澳港水質量測分析結果(106 年)

取樣日期	地點	水深(m)	鹽度(0/00)	導電度(ms/cm)	溫度(℃)	溶氧量(mg/L)	pH 值	氯離子(mg/L)	硫酸根離子(mg/L)
3/13	福澳港	0	34.50	66.04	14.88	8.82	7.91	15934	1948
		3	29.20	57.61	12.60	9.47	8.08	16805	2076
		6	27.80	54.99	12.40	9.55	8.11	16514	2016
3/14	白沙港	0	29.90	57.82	14.25	9.19	7.61	17211	2099
		3	30.70	59.55	12.40	9.43	8.01	15808	1922
		6	31.10	60.03	12.20	9.41	8.07	16418	1995
6/20	福澳港	0	28.40	65.19	23.50	6.88	8.21	16849	1985
		3	28.60	67.48	23.50	6.65	8.23	15166	1835
	白沙港	0	29.50	44.97	25.00	7.20	8.21	11617	1407
		3	35.28	53.34	23.80	7.19	8.21	13630	1600
9/27	福澳港	0	26.42	41.23	28.18	7.14	8.86	15836	1831
		3	26.15	40.84	28.58	7.14	8.63	15093	1774
		6	26.28	40.96	28.60	7.08	8.09	15207	1772

取樣日期	地點	水深 (m)	鹽度 (0/00)	導電度 (ms/cm)	溫度 (℃)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	氯離子 (mg/L)	硫酸根離子 (mg/L)
9/27	白沙港	0	23.30	36.67	30.85	7.20	7.86	14914	1742
		3	24.35	38.19	28.88	7.19	8.08	14866	1770
		6	25.08	39.16	28.15	7.10	8.16	15092	1773
12/20	福澳港	0	30.83	48.79	12.60	9.90	8.30	13506	1648
		3	30.82	47.32	12.90	9.65	7.72	13983	1786
	白沙港	0	28.79	43.86	16.00	9.07	8.06	13446	1654
		3	29.74	45.86	13.45	9.52	7.76	13594	1691
		6	29.98	46.17	13.20	9.58	7.77	12976	1618

第五章 結 論

臺灣為一海島，四面環海，高溫、高濕與高鹽份的環境，腐蝕環境嚴重。歷年來公共工程建設常引用國外腐蝕數據進行腐蝕速率評估與防蝕設計，結果常有未及設計年限就已銹蝕損壞的情形；有鑑於此，腐蝕因子的調查與掌握對金屬與鋼筋混凝土結構物耐久性防蝕設計的影響，有其重要性。

本計畫目標包括：1.水下金屬材料腐蝕長期暴露試驗，2.建立水下腐蝕因子資料庫，3.研究成果分析比較，4 完成臺灣腐蝕環境資訊系統水下腐蝕速率資料庫之工作。

在此目標下，本計畫蒐集水下金屬材料腐蝕速率分析作業及各季試驗站所調查水質分析，歸納數據整理繪製比較圖，建置於臺灣腐蝕環境分類資訊系統水下腐蝕速率資料庫，提供工程單位做為材料設計選用及防救災決策支援使用。

5.1 結 論

1. 各港區第 1 年不同位置金屬腐蝕速率分析調查結果發現，由第 1 年飛沫帶金屬暴露試驗結果，碳鋼介於 335~871(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於基隆港 871(μm/yr)，低碳鋼介於 377~960(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於基隆港 960(μm/yr)。
2. 各港區潮汐帶金屬暴露試驗結果，碳鋼介於 198~969(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於布袋港 969(μm/yr)，低碳鋼介於 214~931(μm/yr)，最大腐蝕速率也發生於布袋港 931(μm/yr)。
3. 各港區水中帶金屬暴露試驗結果，碳鋼介於 123~460(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於高雄港#75 460(μm/yr)，低碳鋼介於 118~558(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於馬祖福澳港 558(μm/yr)。
4. 各港區第 1 年不同金屬水下腐蝕速率分析，由各港區第 1 年碳鋼金屬(SM490)暴露試驗結果，飛沫帶最大腐蝕速率發生於基隆港

(μm/yr) 871(μm/yr)，潮汐帶最大腐蝕速率發生於布袋港 969 (μm/yr)，水中帶最大腐蝕速率發生於高雄港#75 460(μm/yr)。

5. 由各港區第 1 年低碳鋼金屬暴露試驗結果，飛沫帶最大腐蝕速率發生於基隆港 960(μm/yr)，潮汐帶最大腐蝕速率發生於布袋港 931(μm/yr)，水中帶最大腐蝕速率發生於馬祖福澳港 558 (μm/yr)。

6. 各港區第 1 年不銹鋼金屬水下腐蝕速率分析，可發現，飛沫帶最大腐蝕速率發生於高雄港#10 1.2(μm/yr)，潮汐帶最大腐蝕速率發生於港研中心 11.3(μm/yr)，水中帶最大腐蝕速率發生於安平港 22.8 (μm/yr)。

7. 由水下金屬腐蝕調查結果可得，隨著暴露時間增加在飛沫帶、潮汐帶與水中帶金屬腐蝕速率皆有降低趨勢，推估應該是水中海生物附著形成保護膜，避免海水流速衝擊及海水環境因子影響。

5.2 研究成果之效益

1. 學術效益，發表論文 1 篇

   2017 年第 39 屆海洋工程研討會論文集，發表「臺灣商港水下金屬材料腐蝕調查研究」1 篇。

2. 社會環境安全影響：本計畫建立臺灣水下腐蝕資料庫於臺灣腐蝕環境分類資訊系統，目前全島建置 14 處水下金屬長期腐蝕試驗，藉由調查，了解金屬構造物劣化情形及探討其發生機理，並依腐蝕特性，選用適當之維修材料與工法，以提升我國之整體防災能力及環境之安全與資源之永續利用。

3. 資料庫建置效益：逐年完成臺灣地區構造物腐蝕環境分類數據資料庫的建立且發行臺灣大氣腐蝕劣化因子調查資料年報提供工程單位瞭解金屬構造物在臺灣各腐蝕環境中的耐久性與其防蝕控制之須要可作為港灣地區之地震災前預防、災時應變計畫與決策之參考依據。

5.3 提供政府單位應用情形

1. 計畫成果已建置於「臺灣腐蝕環境分類資訊系統」內並出版年報，提供公民營事業單位營運安全防護採用。
2. 完成國內水下金屬材料腐蝕資訊提供產官學各界參考應用。如: 臺灣港務公司、中華民國防蝕工程學會、經濟部工業局、中國鋼鐵公司、顧問公司等。

參考文獻

1. 林維明、饒正等「臺灣海域之腐蝕特性防蝕設計及材料選用與開發」，港灣技術研究所研究報告，1991。
2. 林維明、饒正「基隆港碼頭鋼板樁腐蝕調查研究」，港灣技術研究所專刊第 59 號，1990。
3. 饒正、林維明、陳桂清，「港灣 R.C 結構物修理系統評估研究」，港灣技術研究所研究報告，1994。
4. 林維明、饒正「澎湖跨海大橋腐蝕調查研究」，港灣技術研究所專刊第 41 號，1987。
5. 林維明、饒正等「港灣鋼構造物耐久性研究第一年報告」，港灣技術研究所，1990。
6. 饒正、柯正龍等「港灣鋼構造物耐久性研究第二年報告」，港灣技術研究所，1991。
7. 陳桂清、饒正、柯正龍等「港灣鋼構造物耐久性研究第三年報告」，港灣技術研究所，1992。
8. 陳桂清、饒正、柯正龍「港灣鋼構造物耐久性研究第四年報告」，1993。
9. 饒正、柯正龍等「港灣鋼筋混凝土結構物耐久性研究」，港灣技術研究所研究報告，1991。
10. 饒正、林維明，「港灣構造物腐蝕機理與維修防制之研究」，港灣技術研究所研究報告，1996。
11. 饒正、陳桂清、柯正龍、羅建明，「現有結構物安全評估及維護研究(一) 」港灣技術研究所，1997。
12. 陳桂清、饒正、張道光、羅建明，「現有結構物安全評估及維護研究(二) 」港灣技術研究所，1998。

13. 饒正、李賢華、宋克義、羅俊雄，「現有結構物安全評估及維護研究(三) 」港灣技術研究所，1999。

14. 饒正、陳桂清、李釗、李賢華，「現有結構物安全評估及維護研究(四) 」交通部運輸研究所，2000。

15. 饒正、柯正龍，「水文及污損生物對材料腐蝕之探討研究」，港灣技術研究所研究報告，1995。

16. 饒正、陳桂清、李賢華、羅俊雄，「高雄港工結構材料海生物附著與對策研究」，港灣技術研究所，1997。

17. 饒正、陳桂清、李賢華、羅俊雄，「高雄港港工結構腐蝕與海生物附著研究」，港灣技術研究所，1999。

18. 饒正、陳桂清、柯正龍、張道光，「碼頭鋼板樁現況調查與腐蝕防治研究」，交通部運輸研究所，2002。

19. 羅建明、陳桂清、柯正龍、「金屬材料腐蝕環境調查研究(1/2)」，交通部運輸研究所，2015。

20. 羅建明、陳桂清、柯正龍、「金屬材料腐蝕環境調查研究(2/2)」，交通部運輸研究所，2016。

21. 羅建明、陳桂清、柯正龍、「臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查研究(1/4)」，交通部運輸研究所，2017。

22. Metals Handbook- Corrosion, Metals Handbook Ninth Ed., Vol. 13, ASM International, Ohio, 1988.

23. K.O.Gray "Enviroment of Deep Ocean Test Site, U.S.Navel Civil Engineering Laboratory, Technical Note ,N-657",p41, 1965。

24. W.Whitman, R.Russll, V.Altieri, "Industrial Engineering Chemistry", Vol.16, P665, 1924。

25. F.W. Fink, "Corrosion of Metals in Seawater", U.S. Department of the Interior, Office of Saline Water, Research and Development Progress Report, No.46. 1960。

26. Uhlig H. H., “The Corrosion Handbook,” (La Que), John Wiley and Sons, Inc., New York, P.387-388, 1948.

27. Samuel A. Bradford H.H. "Corrosion Control", Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A. 1993。

28. LaQue, F. L., Marine Corrosion cause and Prevention, John Wiley& Sons, New York, 1975.

附錄一
腐蝕速率試驗分析結果

臺中港第1年腐蝕速率試驗分析結果(1/3)

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量損失(g)	表面積(cm^2)	密度(g/cm^3)	腐蝕速率(μm/year)
大氣帶	**SM490A**	1-1-1	1852	1672.4	179.6	472	7.85	460.7
		1-1-2	1844	1651.1	192.9	472	7.85	494.9
		1-1-3	1825	1635.5	189.5	472	7.85	486.1
		1-1-4	1836	1628.6	207.5	472	7.85	532.2
		1-1-5	1846	1646.9	199.1	472	7.85	510.9
		1-1-6	1838	1643.5	194.5	472	7.85	499.1
	SS316L	1-1-7	3286	3285.9	0.1	520	7.85	0.3
		1-1-8	3293	3293.2	0.0	520	7.85	0.0
		1-1-9	3215	3214.6	0.4	520	7.85	0.8
	SS400	1-1-10	1523	1345.8	177.2	460	7.85	466.5
		1-1-11	1534	1370.5	163.5	460	7.85	430.3
		1-1-12	1539	1381.9	157.1	460	7.85	413.6
潮汐帶	**SM490A**	2-1-1	1851	1673.9	177.1	472	7.85	454.4
		2-1-2	1805	1633.8	171.2	472	7.85	439.2
		2-1-3	1848	1677.9	170.1	472	7.85	436.3
		2-1-4	1850	1671.5	178.5	472	7.85	458.0
		2-1-5	1845	1670.2	174.8	472	7.85	448.3
		2-1-6	1868	1700.0	168.1	472	7.85	431.1
	SS316L	2-1-7	3282	3282.0	0.0	520	7.85	0.0
		2-1-8	3320	3320.0	0.0	520	7.85	0.0
		2-1-9	3259	3259.0	0.0	520	7.85	0.0
	SS400	2-1-10	1539	1399.8	139.2	460	7.85	366.4
		2-1-11	1525	1412.3	112.7	460	7.85	296.6
		2-1-12	1530	1395.3	134.7	460	7.85	354.5
水中帶	**SM490A**	3-1-1	1859	1785.6	73.4	472	7.85	188.3
		3-1-2	1863	1795.1	67.9	472	7.85	174.3
		3-1-3	1865	1796.5	68.5	472	7.85	175.7
		3-1-4	1850	1796.8	53.2	472	7.85	136.6
		3-1-5	1833	1754.8	78.2	472	7.85	200.7
		3-1-6	1840	1744.7	95.3	472	7.85	244.5
	SS316L	3-1-7	3295	3295.0	0.0	520	7.85	0.0
		3-1-8	3302	3294.6	7.4	520	7.85	17.3
		3-1-9	3298	3296.3	1.7	520	7.85	4.0
	SS400	3-1-10	1533	1464.9	68.1	460	7.85	179.3
		3-1-11	1539	1473.7	65.3	460	7.85	172.0
		3-1-12	1526	1463.6	62.4	460	7.85	164.2

臺中港第2年腐蝕速率試驗分析結果(2/3)

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
大氣帶	**SM490A**	1-2-1	1840	1332.0	508.0	472	7.85	632.7
		1-2-2	1853	1351.9	501.1	472	7.85	624.1
		1-2-3	1845	1359.3	485.7	472	7.85	604.9
		1-2-4	1859	1339.9	519.1	472	7.85	646.5
		1-2-5	1850	1345.9	504.1	472	7.85	627.8
		1-2-6	1842	1354.2	487.8	472	7.85	607.5
	SS316L	1-2-7	3305	3304.5	0.5	520	7.85	0.6
		1-2-8	3277	3277.0	0.0	520	7.85	0.0
		1-2-9	3265	3264.0	1.0	520	7.85	1.1
	SS400	1-2-10	1532	1083.3	448.7	460	7.85	573.4
		1-2-11	1533	1079.8	453.2	460	7.85	579.1
		1-2-12	1540	1085.5	454.5	460	7.85	580.8
潮汐帶	**SM490A**	2-2-1	1826	1558.7	267.3	472	7.85	332.9
		2-2-2	1851	1597.5	253.5	472	7.85	315.7
		2-2-3	1869	1604.0	265.0	472	7.85	330.0
		2-2-4	1868	1590.0	278.0	472	7.85	346.2
		2-2-5	1825	1560.8	264.2	472	7.85	329.0
		2-2-6	1870	-	-	472	7.85	-
	SS316L	2-2-7	3252	3252.0	0.0	520	7.85	0.0
		2-2-8	3296	3296.0	0.0	520	7.85	0.0
		2-2-9	3303	3303.0	0.0	520	7.85	0.0
	SS400	2-2-10	1536	1350.9	185.1	460	7.85	236.5
		2-2-11	1524	1345.6	178.4	460	7.85	228.0
		2-2-12	1536	1390.6	145.4	460	7.85	185.8
水中帶	**SM490A**	3-2-1	1856	1742.8	113.2	472	7.85	141.0
		3-2-2	1859	1739.2	119.8	472	7.85	149.2
		3-2-3	1832	1723.7	108.3	472	7.85	134.9
		3-2-4	1844	1692.7	151.3	472	7.85	188.4
		3-2-5	1856	1719.8	136.2	472	7.85	169.6
		3-2-6	1879	1738.2	140.8	472	7.85	175.4
	SS316L	3-2-7	3302	3301.0	1.0	520	7.85	1.1
		3-2-8	3282	3282.0	0.0	520	7.85	0.0
		3-2-9	3267	3261.7	5.3	520	7.85	6.0
	SS400	3-2-10	1536	1426.5	109.5	460	7.85	139.9
		3-2-11	1538	1424.8	113.2	460	7.85	144.7

臺中港第3年腐蝕速率試驗分析結果(3/3)

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
水中帶	**SM490A**	3-10-1	1855	1740.4	114.6	472	7.85	102.8
		3-10-2	1838	1698.2	139.8	472	7.85	125.4
		3-10-3	1853	1695.6	157.4	472	7.85	141.2
		3-10-4	1845	1680.3	164.7	472	7.85	147.8
		3-10-5	1862	1712.8	149.2	472	7.85	133.9
		3-10-6	1852	1716.6	135.4	472	7.85	121.5
	SS316L	3-10-7	3294	3293.9	0.1	520	7.85	0.1
		3-10-8	3293	3292.9	0.1	520	7.85	0.1
		3-10-9	3268	3262.4	5.7	520	7.85	4.6
	SS400	3-10-10	1536	1343.1	192.9	460	7.85	177.6
		3-10-12	1534	1361.2	172.8	460	7.85	159.1

金門港區料羅港第1年腐蝕速率試驗分析結果(1/2)

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
潮汐帶	**SM490A**	KRT1-1	1179.0	1079.4	99.6	350	7.85	311.3
		KRT1-2	1179.4	1078.3	101.1	350	7.85	316.0
		KRT1-3	1181.2	1081.0	100.1	350	7.85	312.9
	SS316L	KRT1-4	1156.3	1156.3	0.0	350	7.85	0.0
		KRT1-5	1172.0	1171.9	0.1	350	7.85	0.3
		KRT1-6	1173.1	1173.1	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	KRT1-7	1133.1	992.7	140.4	350	7.85	438.9
		KRT1-8	1142.9	1012.5	130.4	350	7.85	407.6
		KRT1-9	1139.0	997.0	142.0	350	7.85	443.9
水中帶	**SM490A**	KRW1-1	1178.5	1100.4	78.1	350	7.85	244.1
		KRW1-2	1178.9	1074.6	104.3	350	7.85	326.0
		KRW1-3	1174.5	1084.3	90.2	350	7.85	282.0
	SS316L	KRW1-4	1169.4	1169.3	0.1	350	7.85	0.3
		KRW1-5	1173.1	1173.1	0.0	350	7.85	0.0
		KRW1-6	1159.8	1159.8	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	KRW1-7	1138.1	1070.0	68.1	350	7.85	212.9
		KRW1-9	1139.2	1082.1	57.1	350	7.85	178.5

金門港區水頭港第1年腐蝕速率試驗分析結果(2/2)

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
潮汐帶	**SM490A**	KWT1-1	1180.3	1072.2	108.1	350	7.85	337.9
		KWT1-2	1178.7	1071.1	107.6	350	7.85	336.3
		KWT1-3	1177.1	1068.5	108.6	350	7.85	339.5
	SS316L	KWT1-4	1159.7	1159.7	0.0	350	7.85	0.0
		KWT1-5	1177.7	1177.7	0.0	350	7.85	0.0
		KWT1-6	1173.3	1173.3	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	KWT1-7	1142.5	1020.2	122.3	350	7.85	382.3
		KWT1-8	1140.8	993.7	147.1	350	7.85	459.8
		KWT1-9	1143.9	1017.3	126.6	350	7.85	395.7
水中帶	**SM490A**	KWW1-1	1180.8	1041.2	139.6	350	7.85	436.4
		KWW1-2	1180.5	1063.5	117.0	350	7.85	365.7
		KWW1-3	1181.4	1057.6	123.8	350	7.85	387.0
	SS316L	KWW1-4	1160.2	1160.2	0.0	350	7.85	0.0
		KWW1-5	1175.9	1173.8	2.1	350	7.85	6.6
		KWW1-6	1176.0	1176.0	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	KWW1-7	1140.1	1103.8	36.3	350	7.85	113.5
		KWW1-8	1140.8	1102.8	35.0	350	7.85	109.4
		KWW1-9	1142.0	1100.1	41.9	350	7.85	131.0

金門港區料羅港第2年腐蝕速率試驗分析結果(1/2)

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
潮汐帶	**SM490A**	KRT2-1	1181.3	1059.7	121.6	350	7.85	227.5
		KRT2-2	1179.6	1058.6	121.0	350	7.85	226.4
		KRT2-3	1178.7	1063.7	115.0	350	7.85	215.2
	SS316L	KRT2-4	1175.0	1175.0	0.0	350	7.85	0.0
		KRT2-5	1173.8	1173.8	0.0	350	7.85	0.0
		KRT2-6	1176.3	1176.3	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	KRT2-7	1141.0	982.9	158.1	350	7.85	295.8
		KRT2-8	1137.5	971.0	166.5	350	7.85	311.5
		KRT2-9	1139.7	988.5	151.2	350	7.85	282.9
水中帶	**SM490A**	KRW2-1	1179.3	1097.1	82.2	350	7.85	153.8
		KRW2-2	1178.6	1086.3	92.3	350	7.85	172.7
		KRW2-3	1179.2	1092.9	86.3	350	7.85	161.5
	SS316L	KRW2-4	1159.2	1159.2	0.0	350	7.85	0.0
		KRW2-5	1156.8	1156.8	0.0	350	7.85	0.0
		KRW2-6	1160.2	1155.9	4.3	350	7.85	8.0
	SS400	KRW2-7	1140.3	1053.4	86.9	350	7.85	162.6
		KRW2-8	1138.3	1031.1	107.2	350	7.85	200.6
		KRW2-9	1144.1	1073.4	70.7	350	7.85	132.3

金門港區水頭港第2年腐蝕速率試驗分析結果(2/2)

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
潮汐帶	**SM490A**	KWT2-1	1183.2	1057.6	125.6	350	7.85	235.0
		KWT2-2	1177.6	1065.3	122.3	350	7.85	210.1
		KWT2-3	1178.0	1081.1	96.9	350	7.85	181.3
	SS316L	KWT2-4	1175.3	1175.2	0.1	350	7.85	0.2
		KWT2-5	1176.6	1176.6	0.0	350	7.85	0.0
		KWT2-6	1176.0	1175.9	0.1	350	7.85	0.2
	SS400	KWT2-7	133.7	1002.0	131.7	350	7.85	246.4
		KWT2-8	1141.5	1002.9	138.6	350	7.85	259.3
		KWT2-9	1140.3	1016.7	123.6	350	7.85	231.3
水中帶	**SM490A**	KWW2-1	1180.7	1100.0	80.7	350	7.85	151.0
		KWW2-2	1176.1	1080.1	95.2	350	7.85	178.1
		KWW2-3	1179.6	1072.0	107.6	350	7.85	201.3
	SS316L	KWW2-4	1157.3	1157.0	0.3	350	7.85	0.6
		KWW2-5	1175.8	1175.8	0.0	350	7.85	0.0
		KWW2-6	1172.0	1172.0	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	KWW2-7	1141.3	1030.6	110.7	350	7.85	207.1
		KWW2-8	1139.5	1054.6	84.9	350	7.85	158.9
		KWW2-9	1140.5	996.4	144.1	350	7.85	269.6

蘇澳港區第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
飛沫帶	**SM490A**	SS1-1	1131.3	1028.7	102.6	350	7.85	349.5
		SS1-2	1135.1	1041.3	93.8	350	7.85	319.5
		SS1-3	1132.5	1033.6	98.9	350	7.85	336.9
	SS316L	SS1-4	1142.0	1142.0	0.0	350	7.85	0.0
		SS1-5	1155.3	1155.3	0.0	350	7.85	0.0
		SS1-6	1156.3	1156.3	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	SS1-7	1118.7	950.9	167.8	350	7.85	571.6
		SS1-8	1127.1	937.8	189.3	350	7.85	644.8
		SS1-9	1125.3	945.1	180.2	350	7.85	613.8
潮汐帶	**SM490A**	ST1-1	1137.2	1057.4	79.8	350	7.85	271.8
		ST1-2	1138.4	1046.3	92.1	350	7.85	313.7
		ST1-3	1133.2	1053.6	79.6	350	7.85	217.1
	SS316L	ST1-4	1154.3	1154.3	0.0	350	7.85	0.0
		ST1-5	1139.9	1139.9	0.0	350	7.85	0.0
		ST1-6	1157.6	1157.6	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	ST1-7	1143.7	1080.9	62.8	350	7.85	213.9
		ST1-8	1097.2	1035.6	61.6	350	7.85	209.8
		ST1-9	1165.0	1100.7	64.3	350	7.85	219.0
水中帶	**SM490A**	SW1-1	1130.1	1033.1	97.0	350	7.85	330.4
		SW1-2	1137.7	1039.6	98.1	350	7.85	334.2
		SW1-3	1137.6	1046.8	90.8	350	7.85	309.3
水中帶	**SS316L**	SW1-4	1133.1	1133.1	0.0	350	7.85	0.0
		SW1-5	1150.6	1150.6	0.0	350	7.85	0.0
		SW1-6	1138.1	1138.1	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	SW1-7	1102.9	1043.7	59.2	350	7.85	201.7
		SW1-8	1122.7	1064.7	58.0	350	7.85	197.6
		SW1-9	1113.8	1044.2	69.6	350	7.85	237.1

台北港區第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
飛沫帶	**SM490A**	TPS1-2	1120.0	928.8	191.2	350	7.85	668.4
		TPS1-3	1115.1	928.0	187.1	350	7.85	654.1
	SS316L	TPS1-4	1146.1	1146.1	0.0	350	7.85	0.0
		TPS1-5	1147.2	1147.2	0.0	350	7.85	0.0
		TPS1-6	1152.6	1152.6	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	TPS1-7	1117.3	923.7	193.6	350	7.85	676.8
		TPS1-8	1124.8	942.6	182.2	350	7.85	637.0
潮汐帶	**SM490A**	TPT1-1	1114.3	959.8	154.5	350	7.85	540.1
		TPT1-2	1123.7	946.0	177.7	350	7.85	621.2
		TPT1-3	1102.5	958.1	144.4	350	7.85	504.8
	SS316L	TPT1-4	1147.8	1147.8	0.0	350	7.85	0.0
		TPT1-5	1139.3	1139.3	0.0	350	7.85	0.0
		TPT1-6	1143.3	1143.2	0.1	350	7.85	0.3
	SS400	TPT1-7	1102.1	969.2	132.9	350	7.85	464.6
		TPT1-8	1121.5	955.2	166.3	350	7.85	581.4
		TPT1-9	1120.7	946.2	156.5	350	7.85	547.1
水中帶	**SM490A**	TPW1-1	1114.4	1037.1	77.3	350	7.85	270.2
		TPW1-2	1112.0	1022.3	89.7	350	7.85	313.6
		TPW1-3	1120.2	1029.6	90.6	350	7.85	316.7
水中帶	**SS316L**	TPW1-4	1145.2	1145.1	0.1	350	7.85	0.3
		TPW1-5	1148.9	1148.6	0.3	350	7.85	1.0
		TPW1-6	1145.2	1145.2	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	TPW1-7	1119.6	1036.4	83.2	350	7.85	290.9
		TPW1-8	1115.2	1026.8	88.4	350	7.85	309.0
		TPW1-9	1107.4	1021.1	86.3	350	7.85	301.7

基隆港區第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
飛沫帶	**SM490A**	KLS1-1	1113.7	863.7	250.0	350	7.85	888.0
		KLS1-2	1108.8	868.0	240.8	350	7.85	855.3
		KLS1-3	1125.9	881.2	244.7	350	7.85	869.2
	SS316L	KLS1-4	1143.7	1143.6	0.1	350	7.85	0.4
		KLS1-5	1150.7	1150.6	0.1	350	7.85	0.4
		KLS1-6	1148.1	1148.1	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	KLS1-7	1110.9	843.0	267.9	350	7.85	951.6
		KLS1-8	1122.3	841.9	280.4	350	7.85	996.0
		KLS1-9	1108.4	846.3	262.1	350	7.85	931.0
潮汐帶	**SM490A**	KLT1-1	1120.0	1029.5	90.5	350	7.85	321.5
		KLT1-2	1124.1	1054.3	69.8	350	7.85	247.9
		KLT1-3	1123.6	1056.1	67.5	350	7.85	239.8
	SS316L	KLT1-4	1145.7	1144.5	1.2	350	7.85	4.3
		KLT1-5	1149.1	1149.1	0.0	350	7.85	0.0
		KLT1-6	1156.4	1156.4	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	KLT1-7	1145.6	1007.6	138.9	350	7.85	493.4
		KLT1-8	1118.1	1028.8	89.3	350	7.85	317.2
		KLT1-9	1125.2	1031.0	94.2	350	7.85	334.6
水中帶	**SM490A**	KLW1-1	1119.2	1041.1	78.1	350	7.85	277.4
		KLW1-2	1108.9	1011.2	97.7	350	7.85	347.0
		KLW1-3	1105.0	1039.0	66.0	350	7.85	234.4
	SS316L	KLW1-4	1146.8	1142.8	4.0	350	7.85	14.2
		KLW1-5	1148.3	1141.6	6.7	350	7.85	23.8
		KLW1-6	1148.2	1148.2	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	KLW1-7	1115.0	1005.1	109.9	350	7.85	390.4
		KLW1-9	1105.0	985.9	119.1	350	7.85	423.1

布袋港區第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
潮汐帶	SM490A	BDT1-1	1164.7	865.7	299.0	350	7.85	988.1
		BDT1-2	1160.8	873.2	287.6	350	7.85	950.4
		BDT1-3	1170.0	877.0	293.0	350	7.85	968.3
	SS316L	BDT1-4	1137.5	1137.3	0.2	350	7.85	0.7
		BDT1-5	1127.0	1126.7	0.3	350	7.85	1.0
		BDT1-6	1117.7	1117.5	0.2	350	7.85	0.7
	SS400	BDT1-7	1132.2	855.6	276.6	350	7.85	914.1
		BDT1-8	1136.9	853.9	283.0	350	7.85	935.2
		BDT1-9	1138.8	853.3	285.5	350	7.85	943.5
水中帶	SM490A	BDW1-1	1159.3	1147.8	111.5	350	7.85	368.5
		BDW1-2	1154.6	1040.0	114.6	350	7.85	378.7
		BDW1-3	1160.2	1053.6	106.6	350	7.85	352.3
	SS316L	BDW1-4	1136.7	1136.5	0.2	350	7.85	0.7
		BDW1-5	1129.2	1129.0	0.2	350	7.85	0.7
		BDW1-6	1128.7	1128.6	0.1	350	7.85	0.3
	SS400	BDW1-7	1139.8	992.4	147.4	350	7.85	487.1
		BDW1-8	1138.6	983.4	155.2	350	7.85	512.9
		BDW1-9	1140.3	985.5	154.8	350	7.85	511.6

安平港區第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
飛沫帶	**SM490A**	APS1-1	1172.1	1028.3	143.8	350	7.85	475.2
		APS1-2	1154.4	1004.8	149.6	350	7.85	494.4
		APS1-3	1149.2	1000.0	149.2	350	7.85	493.1
	SS316L	APS1-4	1153.6	1153.3	0.3	350	7.85	1.0
		APS1-5	1193.6	1193.3	0.3	350	7.85	1.0
		APS1-6	1127.7	1127.5	0.2	350	7.85	0.7
	SS400	APS1-7	1138.8	996.9	141.9	350	7.85	468.9
		APS1-8	1141.8	992.6	149.2	350	7.85	493.1
		APS1-9	1139.8	986.5	153.3	350	7.85	506.6
潮汐帶	**SM490A**	APT1-1	1165.6	1081.6	84.0	350	7.85	277.6
		APT1-2	1149.8	1082.1	67.7	350	7.85	223.7
		APT1-3	1145.5	1071.5	74.0	350	7.85	244.5
	SS316L	APT1-4	1165.7	1165.2	0.5	350	7.85	1.7
		APT1-5	1124.2	1119.7	4.5	350	7.85	14.9
		APT1-6	1148.6	1148.3	0.3	350	7.85	1.0
	SS400	APT1-7	1138.6	1073.1	65.5	350	7.85	216.5
		APT1-8	1136.1	1063.6	72.5	350	7.85	239.6
水中帶	**SM490A**	APW1-1	1163.8	1097.8	66.0	350	7.85	218.1
		APW1-2	1152.4	1082.2	70.2	350	7.85	232.0
		APW1-3	1166.4	1099.7	66.7	350	7.85	220.4
水中帶	**SS316L**	APW1-4	1147.3	1138.1	9.2	350	7.85	30.4
		APW1-5	1149.6	1142.6	7.0	350	7.85	23.1
		APW1-6	1141.8	1137.3	4.5	350	7.85	14.9
	SS400	APW1-7	1124.0	1050.2	73.8	350	7.85	243.9
		APW1-8	1139.3	1071.9	67.4	350	7.85	222.7
		APW1-9	1139.4	1060.7	78.7	350	7.85	260.1

花蓮港區第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
飛沫帶	**SM490A**	HLS1-2	1111.5	934.3	177.2	350	7.85	617.9
		HLS1-3	1121.4	929.6	191.8	350	7.85	668.8
	SS316L	HLS1-4	1148.6	1148.6	0.0	350	7.85	0.0
		HLS1-5	1145.0	1145.0	0.0	350	7.85	0.0
		HLS1-6	1158.8	1158.8	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	HLS1-7	1119.7	925.3	194.4	350	7.85	677.8
		HLS1-8	1121.0	921.7	199.3	350	7.85	694.9
		HLS1-9	1115.5	922.7	192.8	350	7.85	672.3
潮汐帶	**SM490A**	HLT1-1	1108.6	1025.8	82.8	350	7.85	288.8
		HLT1-2	1113.4	1046.8	66.6	350	7.85	232.1
		HLT1-3	1102.1	1034.8	67.3	350	7.85	234.6
	SS316L	HLT1-4	1145.3	1145.3	0.0	350	7.85	0.0
		HLT1-5	1148.5	1148.5	0.0	350	7.85	0.0
		HLT1-6	1153.3	1151.0	2.3	350	7.85	7.9
	SS400	HLT1-7	1118.8	963.0	155.8	350	7.85	543.1
		HLT1-8	1109.5	940.0	169.5	350	7.85	591.0
		HLT1-9	1119.1	1010.9	108.2	350	7.85	377.3
水中帶	**SM490A**	HLW1-1	1099.4	1028.8	70.6	350	7.85	246.2
		HLW1-3	1119.0	1051.8	67.2	350	7.85	234.3
	SS316L	HLW1-4	1153.8	1150.9	2.9	350	7.85	10.1
		HLW1-5	1148.2	1148.2	0.0	350	7.85	0.0
		HLW1-6	1146.5	1143.0	3.5	350	7.85	12.3
	SS400	HLW1-7	1119.4	1035.2	84.2	350	7.85	293.6
		HLW1-8	1122.2	1036.8	85.4	350	7.85	297.8
		HLW1-9	1114.0	1038.5	75.5	350	7.85	263.3

高雄港區#10碼頭第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
飛沫帶	**SM490A**	KA1S1-1	1157.8	976.0	181.8	350	7.85	600.8
		KA1S1-2	1153.8	983.6	170.2	350	7.85	562.5
		KA1S1-3	1156.6	972.1	184.5	350	7.85	609.7
	SS316L	KA1S1-4	1137.8	1137.4	0.4	350	7.85	1.3
		KA1S1-5	1146.7	1146.3	0.4	350	7.85	1.3
		KA1S1-6	1133.8	1133.5	0.6	350	7.85	1.0
	SS400	KA1S1-7	1132.1	965.3	166.8	350	7.85	551.2
		KA1S1-8	1109.6	942.5	167.1	350	7.85	552.2
		KA1S1-9	1130.6	958.9	171.7	350	7.85	567.4
潮汐帶	**SM490A**	KA1T1-1	1156.5	956.6	199.9	350	7.85	660.6
		KA1T1-2	1158.2	944.0	214.2	350	7.85	707.9
		KA1T1-3	1160.4	1030.3	130.1	350	7.85	429.9
	SS316L	KA1T1-4	1138.3	1136.3	2.0	350	7.85	6.6
		KA1T1-5	1155.8	1154.5	1.3	350	7.85	4.3
		KA1T1-6	1133.0	1131.8	1.2	350	7.85	4.0
	SS400	KA1T1-8	1141.1	1045.1	96.0	350	7.85	317.2
		KA1T1-9	1141.5	1062.0	79.5	350	7.85	262.7
水中帶	**SM490A**	KA1W1-1	1152.1	1053.5	98.6	350	7.85	325.8
		KA1W1-2	1164.1	1036.0	128.1	350	7.85	423.3
		KA1W1-3	1156.5	1095.8	60.7	350	7.85	200.6
	SS316L	KA1W1-4	1144.5	1144.3	0.2	350	7.85	0.7
		KA1W1-5	1147.3	1147.1	0.2	350	7.85	0.7
		KA1W1-6	1136.6	1136.5	0.1	350	7.85	0.3
	SS400	KA1W1-7	1135.3	1076.3	59.0	350	7.85	195.0
		KA1W1-8	1140.1	1073.5	66.6	350	7.85	220.1
		KA1W1-9	1143.4	1073.7	69.7	350	7.85	230.3

高雄港區#41碼頭第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
飛沫帶	**SM490A**	KA2S1-1	1153.2	1023.7	129.5	350	7.85	426.9
		KA2S1-2	1161.0	1022.4	138.6	350	7.85	456.9
		KA2S1-3	1164.0	1027.1	136.9	350	7.85	451.3
	SS316L	KA2S1-4	1121.2	1121.0	0.2	350	7.85	0.7
		KA2S1-5	1145.3	1145.1	0.2	350	7.85	0.7
		KA2S1-6	1123.5	1123.4	0.1	350	7.85	0.3
	SS400	KA2S1-7	1089.8	957.6	132.2	350	7.85	435.8
		KA2S1-8	1135.9	1005.4	130.5	350	7.85	430.2
		KA2S1-9	1140.7	1003.6	137.1	350	7.85	451.9
潮汐帶	**SM490A**	KA2T1-1	1155.1	1084.0	71.1	350	7.85	234.4
		KA2T1-2	1166.2	1105.9	60.3	350	7.85	198.8
		KA2T1-3	1158.4	1088.2	70.2	350	7.85	231.4
	SS316L	KA2T1-4	1151.2	1150.4	0.8	350	7.85	2.6
		KA2T1-5	1131.2	1131.1	0.1	350	7.85	0.3
		KA2T1-6	1124.9	1124.3	0.6	350	7.85	2.0
	SS400	KA2T1-7	1138.3	1063.8	74.5	350	7.85	245.6
		KA2T1-8	144.9	1064.8	80.1	350	7.85	264.0
		KA2T1-9	1139.0	1053.9	85.1	350	7.85	280.5

高雄港區#75碼頭第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
飛沫帶	**SM490A**	KA3S1-1	1160.7	1055.9	103.8	350	7.85	345.5
		KA3S1-2	1162.7	1058.3	104.4	350	7.85	344.2
		KA3S1-3	1168.1	1061.4	106.7	350	7.85	351.7
	SS316L	KA3S1-4	1157.0	1156.8	0.2	350	7.85	0.7
		KA3S1-5	1163.8	1163.6	0.2	350	7.85	0.7
		KA3S1-6	1136.6	1136.4	0.2	350	7.85	0.7
	SS400	KA3S1-7	1139.0	1037.5	101.5	350	7.85	334.6
		KA3S1-8	1127.2	1026.2	101.0	350	7.85	332.9
		KA3S1-9	1139.4	998.8	140.6	350	7.85	463.5
潮汐帶	**SM490A**	KA3T1-1	1162.5	1026.0	136.5	350	7.85	450.0
		KA3T1-2	1158.6	1026.0	132.6	350	7.85	437.1
		KA3T1-3	1165.8	1033.2	132.6	350	7.85	437.1
	SS316L	KA3T1-4	1155.7	1155.6	0.1	350	7.85	0.3
		KA3T1-5	1132.6	1132.4	0.2	350	7.85	0.7
		KA3T1-6	1127.9	1127.7	0.2	350	7.85	0.7
	SS400	KA3T1-7	1143.1	1017.4	125.7	350	7.85	414.4
		KA3T1-8	1142.9	1013.4	129.5	350	7.85	426.9
		KA3T1-9	1143.3	1018.9	124.4	350	7.85	410.1
水中帶	**SM490A**	KA3W1-1	1146.1	1000.8	145.3	350	7.85	479.0
		KA3W1-3	1148.0	1014.4	133.6	350	7.85	440.4
	SS316L	KA3W1-4	1150.0	1147.2	2.8	350	7.85	9.2
		KA3W1-5	1158.0	1153.6	4.4	350	7.85	14.5
		KA3W1-6	1125.9	1122.5	3.4	350	7.85	11.2
	SS400	KA3W1-7	1140.7	1011.7	129.0	350	7.85	425.2
		KA3W1-8	1138.5	1011.0	127.5	350	7.85	420.3
		KA3W1-9	1143.4	1012.7	130.7	350	7.85	430.8

澎湖龍門港第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
潮汐帶	**SM490A**	PHT1-1	1155.2	1086.0	69.2	350	7.85	229.8
		PHT1-2	1166.4	1084.6	81.8	350	7.85	271.7
		PHT1-3	1161.9	1074.9	87.0	350	7.85	288.9
	SS316L	PHT1-4	1135.4	1135.2	0.2	350	7.85	0.7
		PHT1-5	1119.6	1119.3	0.3	350	7.85	1.0
		PHT1-6	1132.2	1132.0	0.2	350	7.85	0.7
	SS400	PHT1-7	1129.6	1026.9	102.7	350	7.85	341.1
		PHT1-8	1138.0	1030.0	108.0	350	7.85	358.7
		PHT1-9	1140.3	1032.1	108.2	350	7.85	359.4
水中帶	**SM490A**	PHW1-1	1154.4	1114.1	40.3	350	7.85	133.8
		PHW1-2	1154.5	1121.4	33.1	350	7.85	109.9
		PHW1-3	1162.2	1124.1	38.1	350	7.85	126.5
	SS316L	PHW1-4	1130.6	1130.3	0.3	350	7.85	1.0
		PHW1-5	1136.3	1135.0	1.3	350	7.85	4.3
		PHW1-6	1142.6	1142.4	0.2	350	7.85	0.7
	SS400	PHW1-7	1142.2	1090.8	51.4	350	7.85	170.7
		PHW1-8	1136.9	1089.2	47.7	350	7.85	158.4
		PHW1-9	1139.0	1097.1	41.9	350	7.85	139.2

馬祖福澳港第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
飛沫帶	**SM490A**	MS1-1	1106.6	973.5	128.1	350	7.85	408.1
		MS1-2	1111.5	981.6	129.9	350	7.85	413.8
		MS1-3	1112.7	979.9	132.8	350	7.85	423.1
	SS316L	MS1-4	1152.1	1152.1	0.0	350	7.85	0.0
		MS1-5	1148.2	1148.2	0.0	350	7.85	0.0
		MS1-6	1150.2	1150.2	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	MS1-8	1113.6	953.5	160.1	350	7.85	510.0
		MS1-9	1118.7	983.5	135.2	350	7.85	430.7
潮汐帶	**SM490A**	MT1-1	1110.6	1027.3	83.3	350	7.85	265.4
		MT1-2	1108.6	1031.3	77.3	350	7.85	246.3
		MT1-3	1112.5	1032.9	79.6	350	7.85	253.6
	SS316L	MT1-4	1150.1	1150.1	0.0	350	7.85	0.0
		MT1-5	1150.9	1150.9	0.0	350	7.85	0.0
		MT1-6	1147.4	1147.4	0.0	350	7.85	0.0
	SS400	MT1-7	1119.0	1042.5	76.2	350	7.85	243.7
		MT1-8	1116.9	1043.8	73.1	350	7.85	232.9
		MT1-9	1117.9	1042.5	75.4	350	7.85	240.2
水中帶	**SM490A**	MW1-1	1119.9	1066.8	53.1	350	7.85	169.2
		MW1-2	1102.4	1052.5	49.9	350	7.85	159.0
		MW1-3	1114.2	1059.5	54.7	350	7.85	174.3
	SS316L	MW1-4	1149.0	1149.0	0.0	350	7.85	0.0
		MW1-5	1149.6	1149.6	0.0	350	7.85	0.0
		MW1-6	1150.8	1145.1	5.7	350	7.85	18.2
	SS400	MW1-7	1101.2	907.8	193.4	350	7.85	616.1
		MW1-9	1120.1	963.2	156.9	350	7.85	499.9

港研中心循環水槽第1年腐蝕速率試驗分析結果

試片環境	試片材質	試片編號	原始重量(g)	腐蝕後實際重量(g)	重量變化(g)	表面積(cm2)	密度(g/cm3)	腐蝕速率(μm/year)
潮汐帶	**SM490A**	KA2W1-2	1141.7	1105.9	35.8	0.035	7.85	122.6
		KA2W1-3	1167.8	1088.2	79.6	0.035	7.85	272.5
	SS316L	KA2W1-4	1132.6	1132.5	0.1	0.035	7.85	0.3
		KA2W1-5	1133.3	1131.1	2.2	0.035	7.85	7.5
		KA2W1-6	1141.9	1134.3	7.6	0.035	7.85	26.0
	SS400	KA2W1-8	1135.5	1064.8	70.7	0.035	7.85	242.1
		KA2W1-9	1135.5	1053.9	81.6	0.035	7.85	279.4

附錄二

期末審查意見及辦理情形說明表

期末審查意見及辦理情形說明表

審查委員	審查意見	處理情形
汪俊延委員	1.建議各階段試片取出，完成腐蝕速率量測後，可針對各試片製作拉伸試片，可獲各腐蝕階段的機械性質，有利於結構強度設計及學術研究。	謝謝委員指教。將於未來研究參酌。
	2. 試片長期實驗，特別獨特與珍貴，建議提供學術界，進行深入研究。	謝謝委員指教。將於未來研究參酌。
	3. 承 1.316L corrosion rate 很低，但可能 Cl- pitting 很嚴重，機械性質可能很差。避免結構強度設計誤判	謝謝委員指教。將於未來研究參酌。
林佑任委員	1.本研究甚有價值與前瞻性，不論對於以往的港口設施之鋼材的維護或未來設計，以及目前受關心的離岸風電鋼結構議題，將能提供很好的參考應用。	謝謝委員指教。
	2.有關試驗架脫落事件，建議選擇如防舷材旁等有隔離阻擋功能的區域，以避免未來再發生。	謝謝委員指教。將於未來研究參酌。
	3.本試驗架尺寸甚大，且由於碰到水整個架子都可導電，因此即便在潮差大之港口亦不容易區隔清楚飛沫帶與潮差帶，甚至水中帶，何況潮差小的港口，亦因此可能會造	謝謝委員指教。將於未來研究參酌。

審查委員	審查意見	處理情形
	成各區實際腐蝕情形與各區理論腐蝕趨勢有所差異，甚至可能成相反的結果。 4. P4-4 有關臺中港看起來腐蝕速率之趨勢明顯為不論哪一區哪一年碳鋼腐蝕速率均大於低碳鋼，但為何料羅港及水頭港則多為碳鋼腐蝕速率小於低碳鋼感覺完全相反的結果，似乎與材料的特性不符。 5.P4-72 有關臺中港碼頭水質量測分析部分，3/28 有最高之 DO 並有最低之 PH，而於 9/30 則有最低之 DO 與最高之 PH，指標間是否有何關聯性？對於腐蝕速率有何影響。持續追蹤觀察。	謝謝委員指教。將於未來研究參酌。 謝謝委員指教，後續追蹤觀察。
陳桂清委員	本計畫為長達 10 年期之研究案，擬建置本土性海水環境下金屬腐蝕基礎數據應給予肯定與支持。目前計畫初期執行項目外，仍有很大的空間，諸如其他類別金屬、塗裝材料…等議題，均可考慮加入。報告內容有下列意見請參酌： 1.p1-9 第 5 行，“海生物之調查”，如無執行，建議刪除。第 9 行，小標題建議修正為“金屬材料曝放試驗場址”。第 15 行，試驗點數是	謝謝委員指教。

審查委員	審查意見	處理情形
	與p1-11圖1.1圖示說明數量不一致，請查核更正。	
	2.SS316L 腐蝕數據差異很大，數據取捨應謹慎，不合理數據應以剔除，避免造成腐蝕速率失真。如 p4-1 表 4-1~表 4-3，p4-13 表 4-13…其餘未列出之表格，請祥核後更正之。	謝謝委員指教，已更正辦理。
	3.P4-31 及 p4-70，建議刪除“空白無圖片”之圖框。	謝謝委員指教，已更正辦理。
	4. P4-33，p4-35，p4-46，p4-63，p4-70，SS316L 腐蝕速率有誤，請更正。	謝謝委員指教，已更正辦理。
	5. P4-3 表 4-1，SS316L 飛沫帶之數據與附錄 1-2 數據有誤，查核更正。	謝謝委員指教，已更正辦理。
蔡明達委員	1.1-9 頁 4. 可以的話，建議那些設施或結構會用到這 3 種材料！是否考慮增加其他材料例如離岸風機用鋼材。	謝謝委員指教，將於未來研究參酌。
	2.5-2 頁 結論 7，飛沫帶應該是腐蝕生成物形成有關，無水中海生物附著無關。。	已更正辦理。
	3.(圖 4.16)是否增加說明高雄港#75 碼頭第一年數據為何水中與飛沫帶腐蝕大(馬祖、基隆 SS400)(水頭港、蘇澳 SM490A) 。	已更正辦理。
	4.圖 4.1~4.19 縱座標是否多了	已更正辦理。

審查委員	審查意見	處理情形
	“碳鋼”。	
	(7)4-19 頁 4.2.1 圖 4.20 少花蓮、基隆、台中、蘇澳資料。	已更正辦理。
	(8)4-19 頁 4.2.2 二行 222~963 與圖 4.21 不符。	已更正辦理。
	(9)4-20 頁 4.2.3 圖 4.22 少花蓮、基隆、蘇澳資料。	已更正辦理。
	(10) 4-21 頁圖 4.23 抬頭應為 SM490“A”圖 4.24 S316“L”	已更正辦理。
	(11)所有不鏽鋼應為 Sus316L。	已更正辦理。
	(12) 3-6 頁 3-2-3 SM490A 中文不一，有銲接結構用鋼，其餘為碳鋼。	已更正辦理。
柯正龍委員	1.配合研究題目名稱，報告內有關「水下金屬腐蝕」建議改為「金屬材料水下腐蝕」。	謝謝委員指教，已更正辦理。
	2.第一章前言部分敘述，建議應予潤飾並修改錯別字。	已更正辦理。
	3.表 1-1 建議改為直式版面，俾利閱讀；另研究說明之內容，建議可再精簡陳述。	已更正辦理。
	4.附錄一表格建議改為直式呈現，腐蝕速率包含 mm/year 及 μm/year 兩個欄位，建議擇一表示即可；重量變化欄位建議改為重量損失，較為合理。	已更正辦理。

審查委員	審查意見	處理情形
林雅雯委員	1.本研究水下腐蝕調查 12 試驗站，每季進行全島商港海水水質取樣，工作量大，調查結果實用性高，值得肯定。	謝謝委員指教。
	2.建議後續年度針對各港自己不同年期結果進行比較分析，以利了解趨勢。	謝謝委員指教，將於未來研究參酌。
	3.水下腐蝕調查與水質取樣分析結果關聯性為何？有無可能後續計畫進行相關分析。	謝謝委員指教，將於未來研究參酌。
	4.P3-1 圖 3.1 字型建議改為標楷體，p4-7~4-12，腐蝕速率分析第一段「可發現」，與下一段文字建議銜接。	已更正辦理。
	5..P4-30、p4-31 圖 4.31 及 4-32 表格欄位材質標示有 2 個鋼材 SS316L，建議修改。	已更正辦理。

附錄三
期末報告簡報資料

簡報大綱

1.研究目的
2.水下腐蝕之重要性
3.研究方法與規畫
4.水下金屬腐蝕速率分析與討論
5.海水水質分析
6.結語

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

1. 研究目的

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

1. 研究目的

- 建立金屬於大氣與水下腐蝕速率資料庫，瞭解國內金屬材料與環境因子之關聯性
- 建立臺灣地區構造物腐蝕環境潛勢分析資料庫，提供產官學界辦理構造物耐久性與設計之參據。
- 研擬臺灣地區防蝕手冊參酌。

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

2. 水下腐蝕重要性

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

臺灣地區水下腐蝕試驗相關研究歷程

研究單位	研究方向	研究期間
交通處港灣技術研究所 中國鋼鐵公司,工研院工材所	台灣海域腐蝕特性防蝕設計材料選用及開發特性	1986.07-1991.06
交通處港灣技術研究所	港灣R.C結構物之耐久性研究	1986.07-1991.06
交通處港灣技術研究所	澎湖跨海大橋腐蝕問題研究調查	1987.01-1987.12
交通處港灣技術研究所	港灣鋼結構物耐久性研究	1989.07-1994.06
交通處港灣技術研究所	港灣R.C結構物修理系統評估研究	1992.07-1993.06
交通處港灣技術研究所 海洋大學	港灣構造物腐蝕機理與維修防制之研究	1995.06-1996.07
交通處港灣技術研究所	水文及污損生物對材料腐蝕之探討研究	1995.01- 1995.12
交通部運研所港灣技術研究中心	現有結構物安全評估及維護研究	1996.06-2001.07
交通部運研所港灣技術研究中心 中山大學	高雄港港工結構材腐蝕與海生物附著研究	2000.01- 2000.12
交通部運研所港灣技術研究中心	碼頭鋼板樁現況調查與腐蝕防治研究	2001.01-2001.12

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

3.研究方法與規畫

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

3. 水下腐蝕試驗規畫

文獻蒐集整理分析
- 國內外水下腐蝕文獻蒐集
- 文獻整理與分析

規劃工作
- 安裝地點水深、取樣頻率
- 水下金屬材料選擇
- 安裝地點之選擇、試驗時程

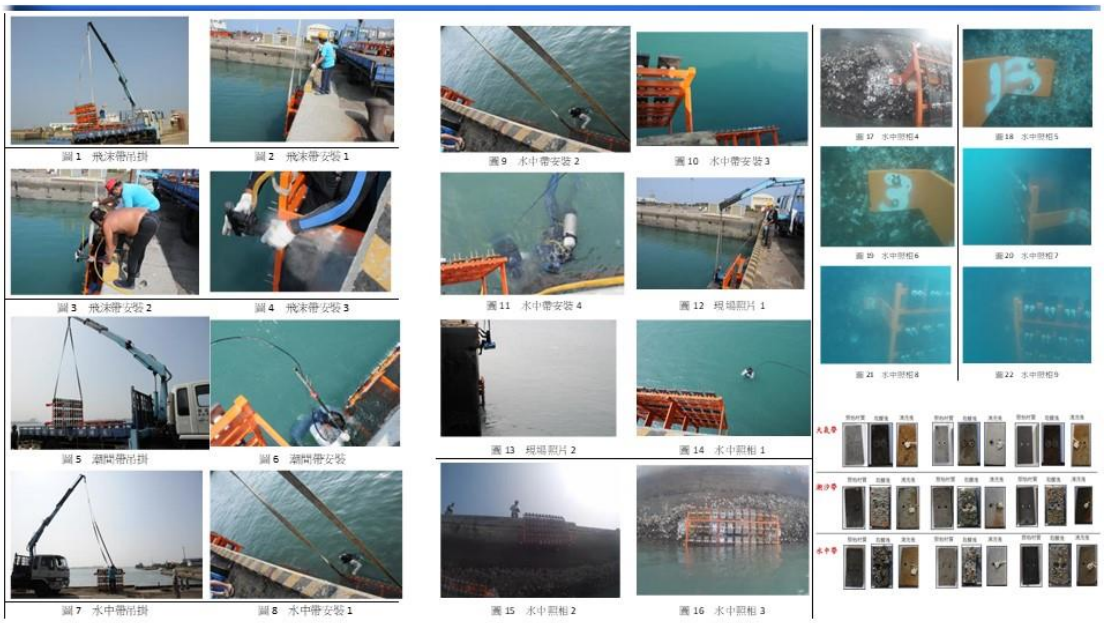
試驗項目
- 試片腐蝕速率分析
- 金屬外觀分析
- 水質分析

資料蒐集分析
- 水下長期暴露試驗數據收集
- 各港區水下金屬外觀分析
- 每季海水水質量測與分析
- 以重量損失法估算金屬腐蝕速率
- 繪製金屬於各港在不同期程腐蝕趨勢變化圖

水下腐蝕因子資料建立
- 系統功能建置
- 系統功能規劃

Harbor and Marine Technology Center

4. 金屬材料水下腐蝕調查研究



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

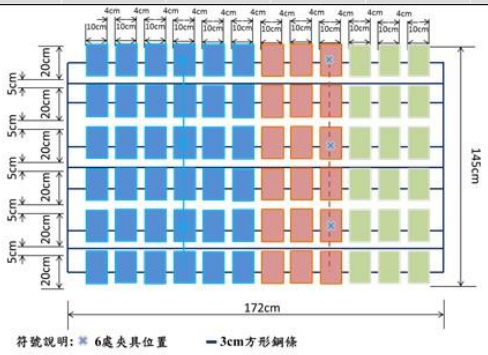
臺灣水下腐蝕試驗站

放置地點	放置位置	試片材質	試片大小	安裝時間	試驗期程
基隆港區西33B碼頭	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0(cm)	2016/09/26	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
蘇澳港區公務船渠	飛沫帶	SM490A	15×10×1.0(cm)	2016/06/23	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A			
		SS316L			
		SS400			

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

水下金屬曝露試驗架安裝（臺中港）

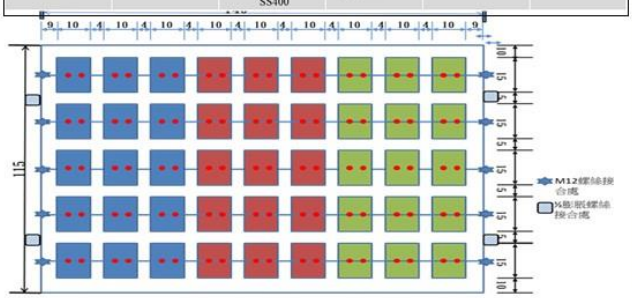
放置地點	放置位置	試片材質	試片大小	安裝時間	試驗期程
臺中港 #1碼頭西側	大氣帶	SM490A	20cm×10cm，厚度為1.2cm	2014/10/28	1、2、3、5、8、10年等6個期程
		SS316L			
		SS400			
	潮汐帶	SM490A	20cm×10cm，厚度為2.0cm		
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A	20cm×10cm，厚度為1.0cm		
		SS316L			
		SS400			



港灣技術研究中心 #14
Harbor and Marine Technology Center

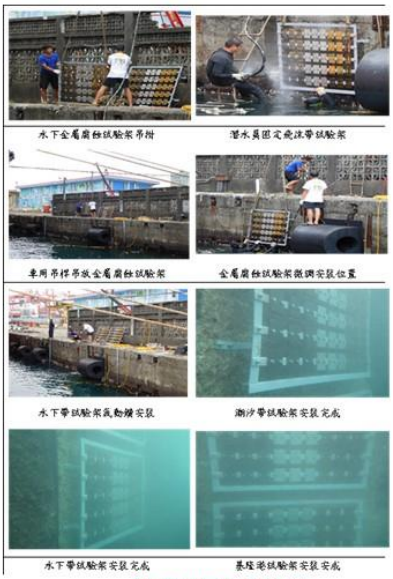
水下金屬曝露試驗架安裝（金門料羅港與水頭商港）

放置地點	放置位置	試片材質	試片大小	安裝時間	試驗期程
金門 料羅港區	潮汐帶	SM490A	15cm×10cm，厚度為1.0cm	2015/11/16	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A	15cm×10cm，厚度為1.0cm		
		SS316L			
		SS400			
放置地點	放置位置	試片材質	試片大小	安裝時間	試驗期程
金門 水頭商港	潮汐帶	SM490A	15cm×10cm 厚度為1.0cm	2015/11/16	1、2、5、8、10年等5個期程
		SS316L			
		SS400			
	水中帶	SM490A	15m×10cm 厚度為1.0cm		
		SS316L			
		SS400			



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

水下金屬曝露試驗架安裝
（基隆港 臺北港）

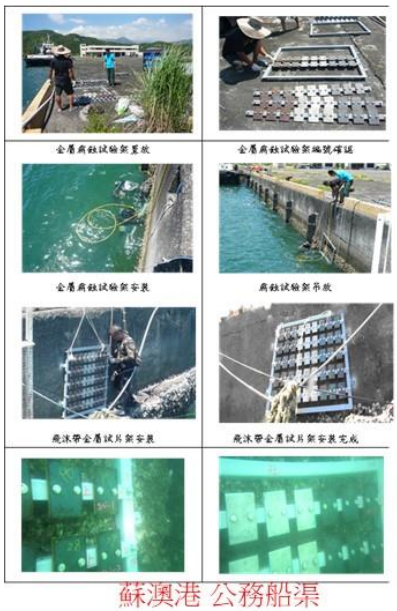


基隆港西#33 B

臺北港北#2

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

水下金屬曝露試驗架安裝
（蘇澳港 花蓮港）



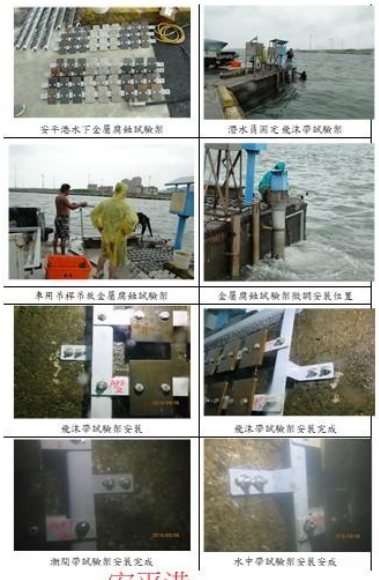
蘇澳港 公務船渠

花蓮港西防波堤燈塔旁

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

水下金屬曝露試驗架安裝
（布袋港 安平港）

布袋港



安平港

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

水下金屬曝露試驗架安裝
（高雄港 #10 #40 #75）

高雄港 #10

高雄港 #40

高雄港 #75

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

水下金屬曝露試驗架安裝
（馬祖福澳港 澎湖龍門港）

澎湖 龍門港 #9　　馬祖 福澳港

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

水下金屬曝露試驗架安裝
（港研中心）

港研中心 試驗水槽

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

水下金屬腐蝕生成物清除作業流程圖

以NACE Standard TM-01-69方法進行重量損失量測

↓

以去離子水配置不同材料之特製的化學清洗溶液

↓

將腐蝕之試片浸於特製的化學溶液中

↓

取出於持續流動的清水中，以軟毛刷清洗試片表面

↓

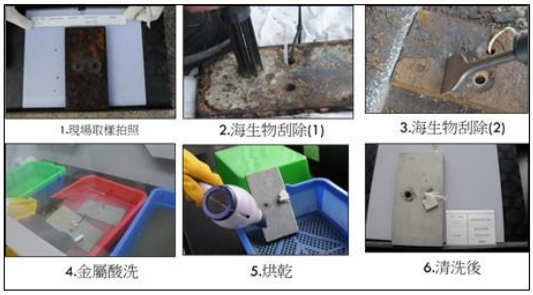
再以去離子水清洗，吹乾後冷卻至室溫，稱重並記錄

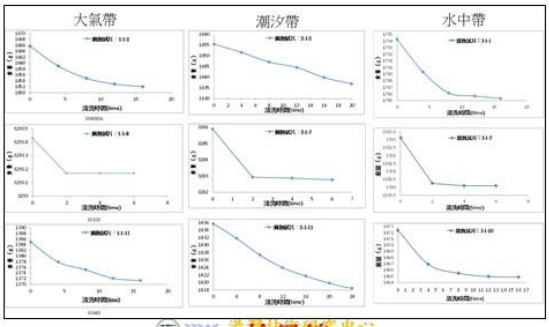
↓

重複數次化學清洗過程

↓

依每次清洗所稱得之重量做成一線性關係圖





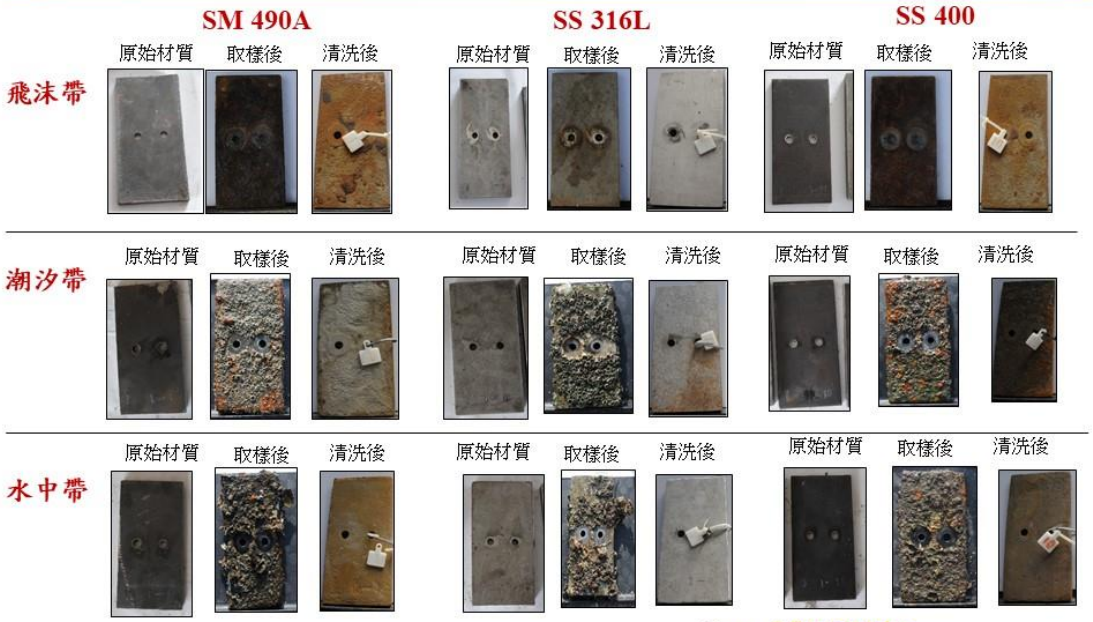
檢量線

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

4. 水下金屬腐蝕速率分析與討論

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

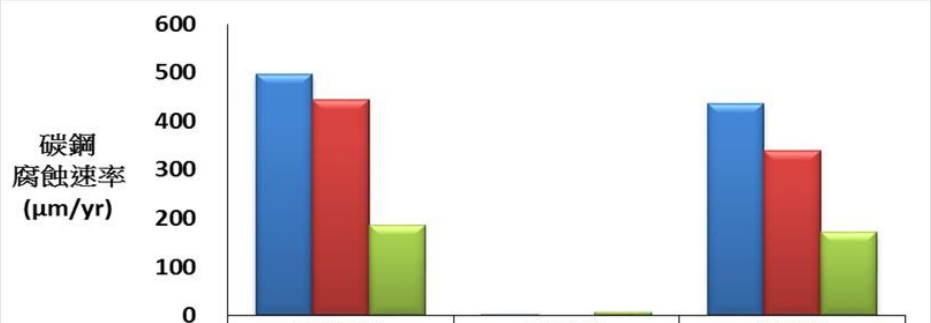
臺中港區水下金屬試驗分析結果
(1年期)



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

臺中港金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

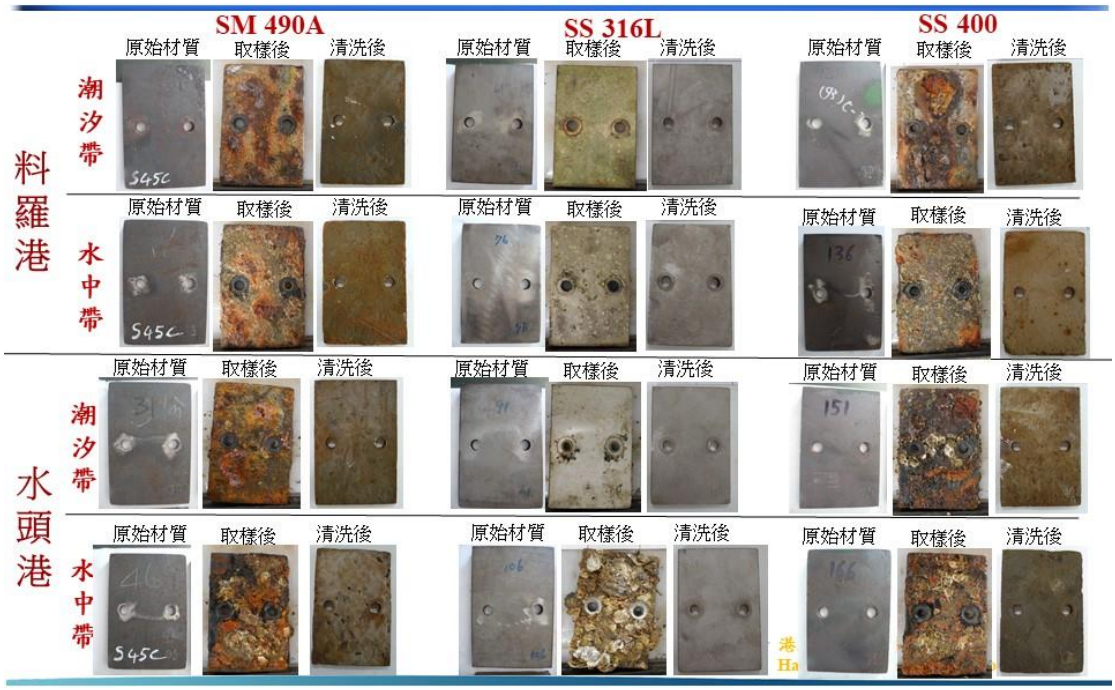
(第一年)



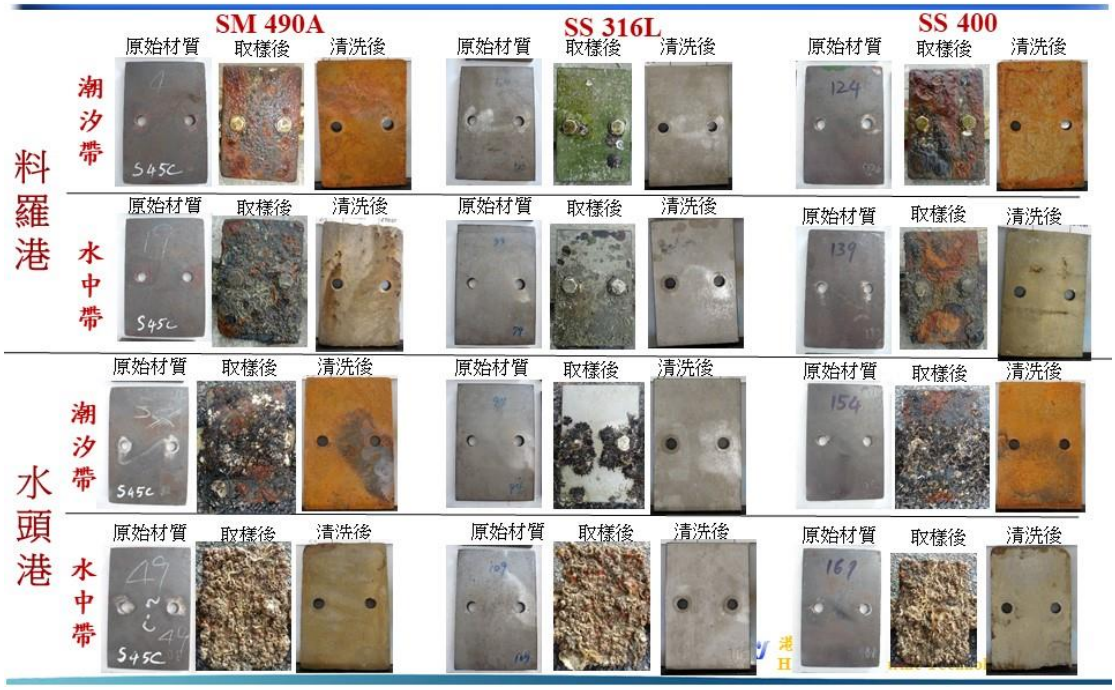
	SM490A	SS316L	SS400
飛沫帶	497.3	0.4	436.8
潮汐帶	444.6	0.0	339.2
水中帶	186.7	7.1	171.8

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

金門料羅港與水頭港水下金屬試驗分析結果
(1年期)

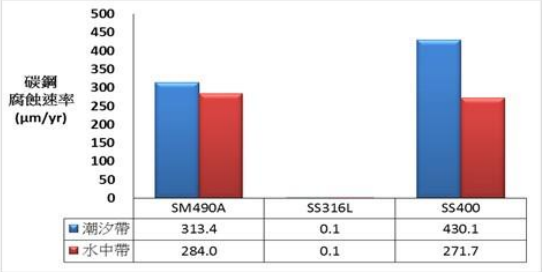


金門料羅港與水頭港水下金屬試驗分析結果
(2年期)

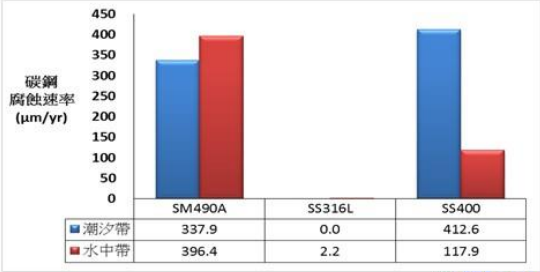


金門港區金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

（料羅港第一年）

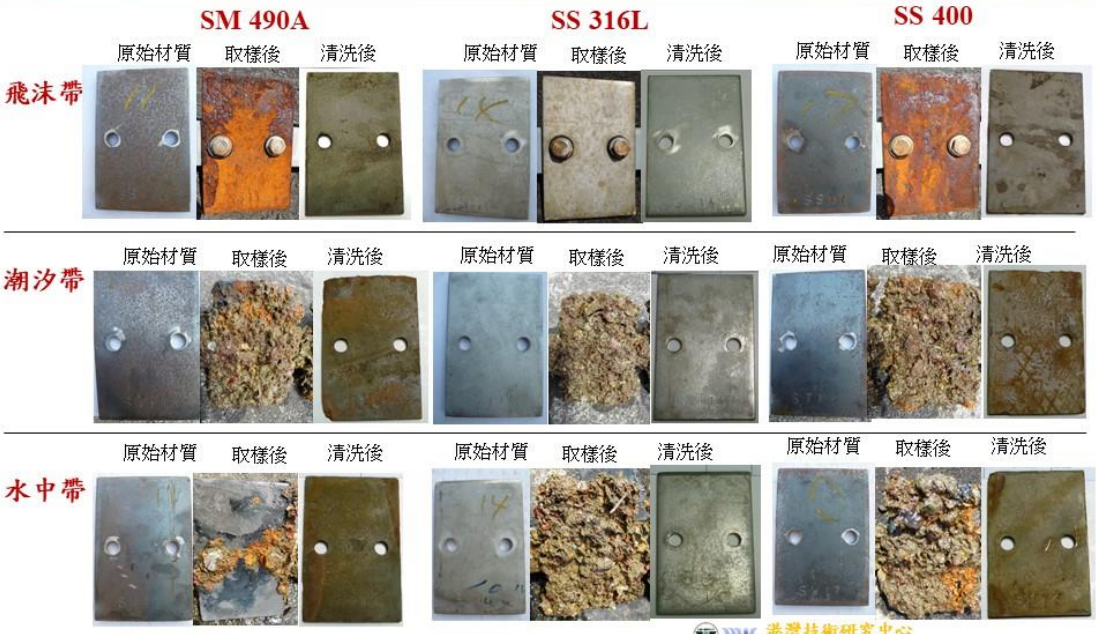


（水頭港第一年）



技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

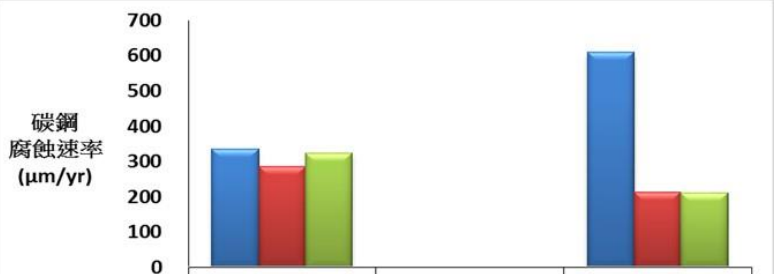
蘇澳港水下金屬試驗分析結果（1年期）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

蘇澳港金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

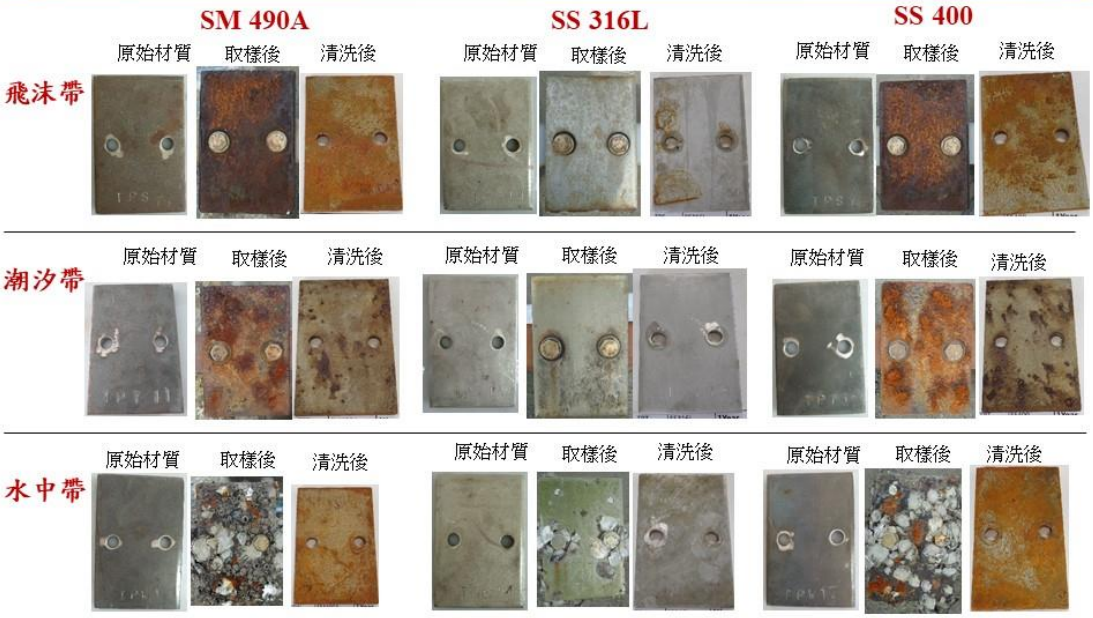
（蘇澳港第一年）



	SM490A	SS316L	SS400
飛沫帶	335.3	0.0	610.1
潮汐帶	285.6	0.0	214.3
水中帶	324.6	0.0	212.1

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

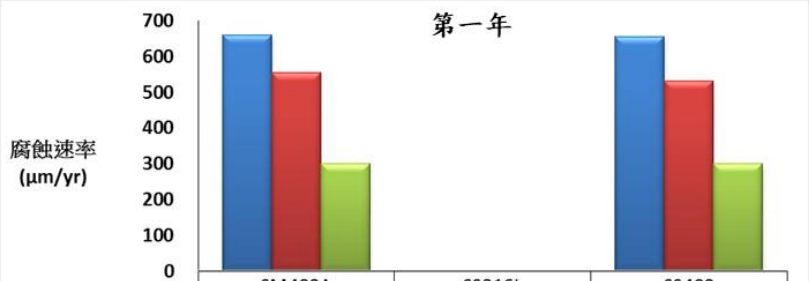
臺北港水下金屬試驗分析結果（1年期）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

臺北港金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

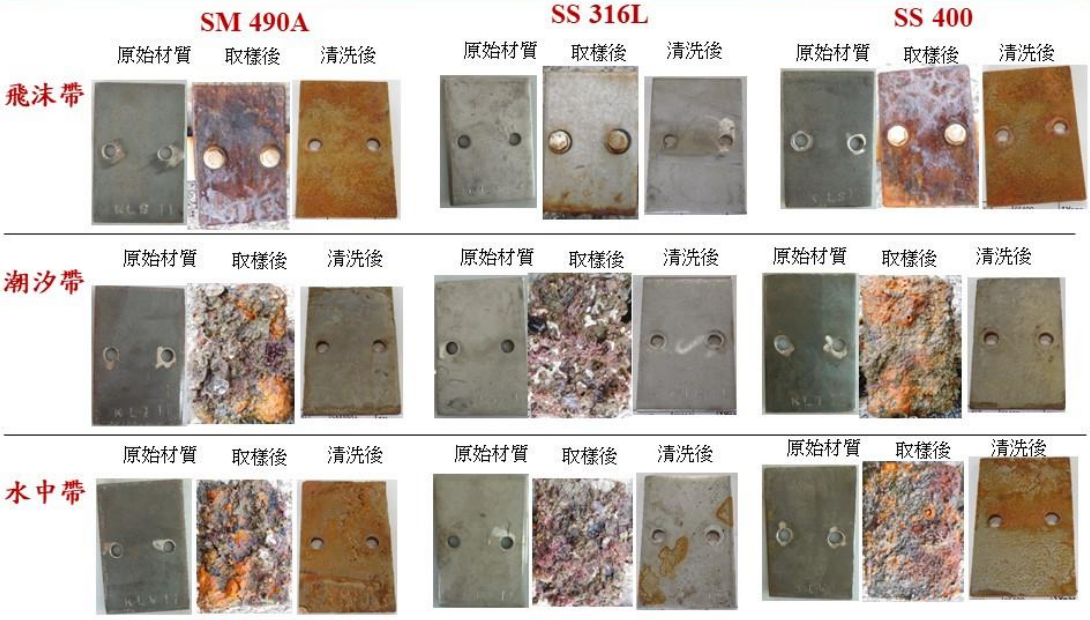
（臺北港第一年）



	SM490A	SS316L	SS400
飛沫帶	661.3	0.0	656.9
潮汐帶	555.4	0.1	531.0
水中帶	300.2	0.5	300.5

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

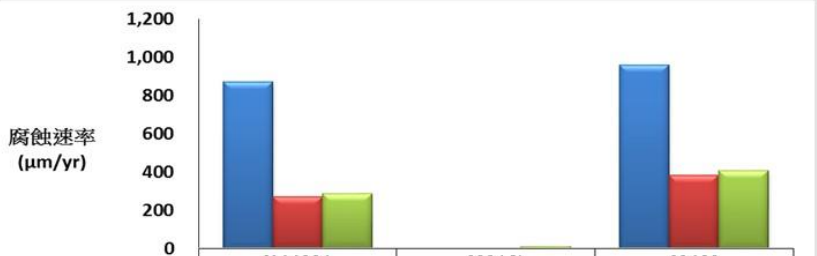
基隆港水下金屬試驗分析結果
（1年期）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

基隆港金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

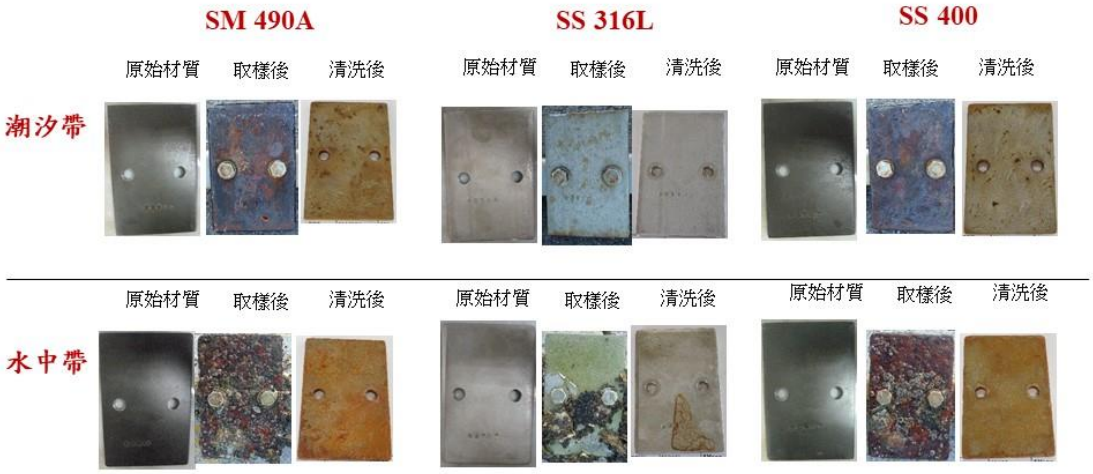
（基隆港第一年）



	SM490A	SS316L	SS400
飛沫帶	870.9	0.2	959.5
潮汐帶	269.7	1.4	381.7
水中帶	286.3	12.7	406.7

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

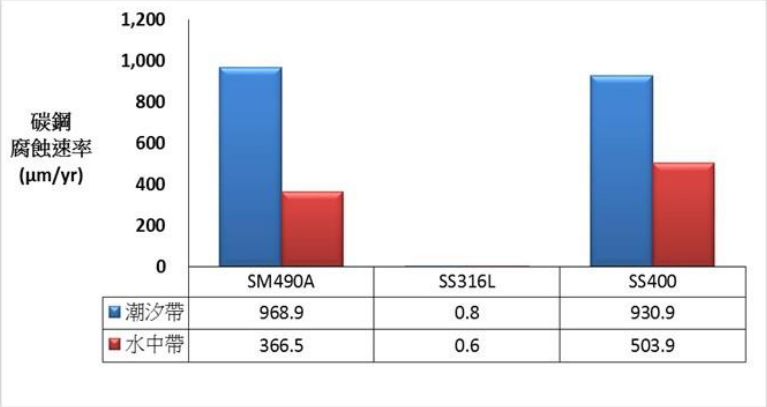
布袋港水下金屬試驗分析結果
（1年期）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

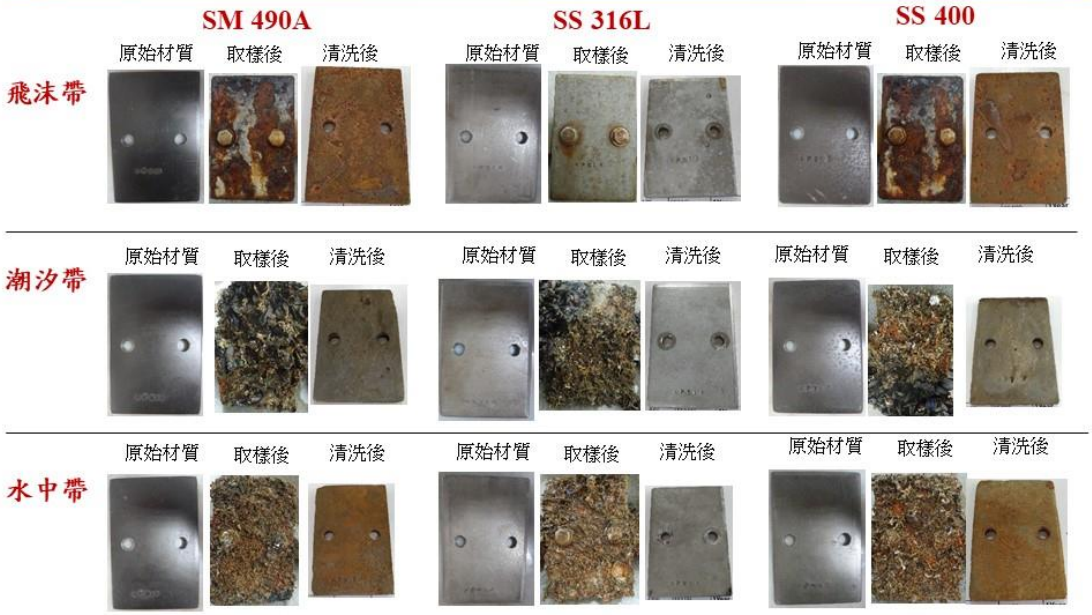
布袋港金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

（布袋港第一年）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

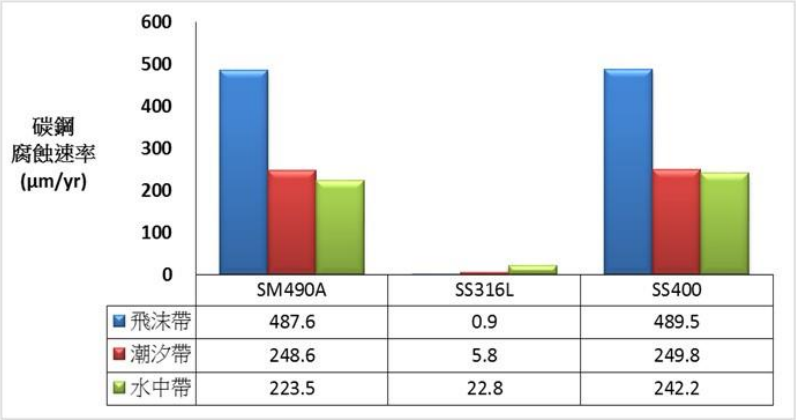
安平港水下金屬試驗分析結果（1年期）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

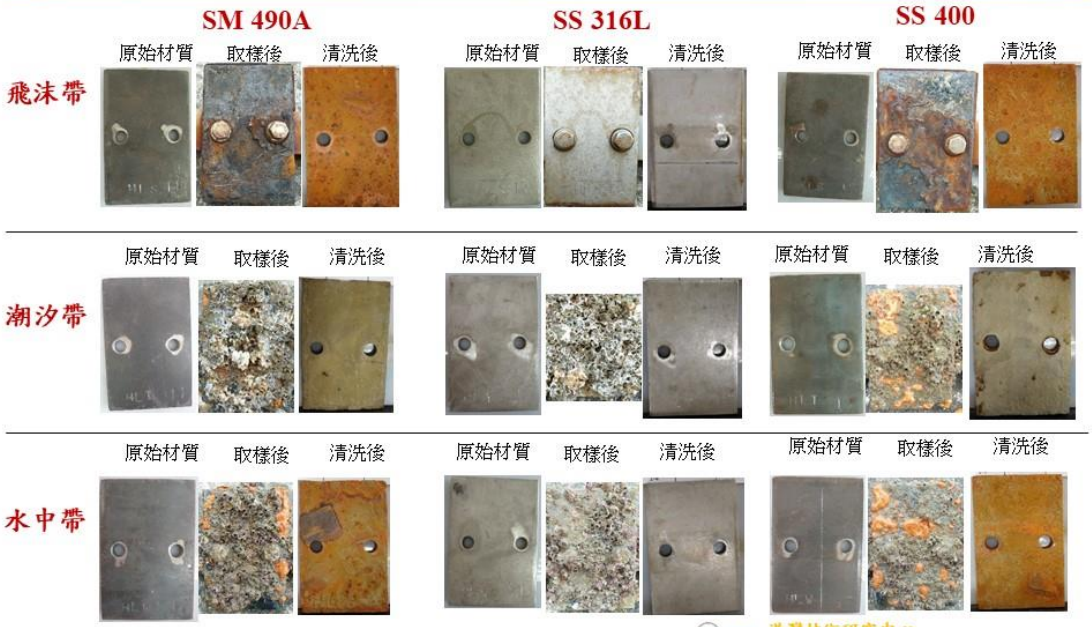
安平港金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

（安平港第一年）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

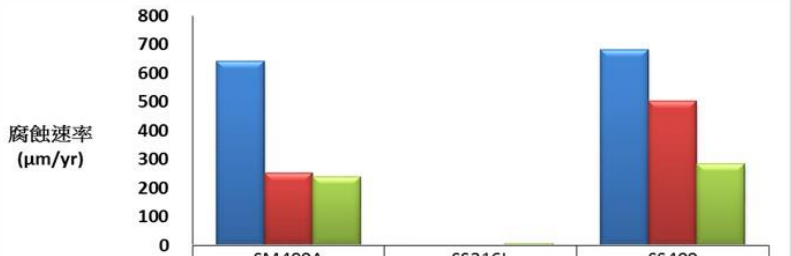
花蓮港水下金屬試驗分析結果（1年期）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

花蓮港金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

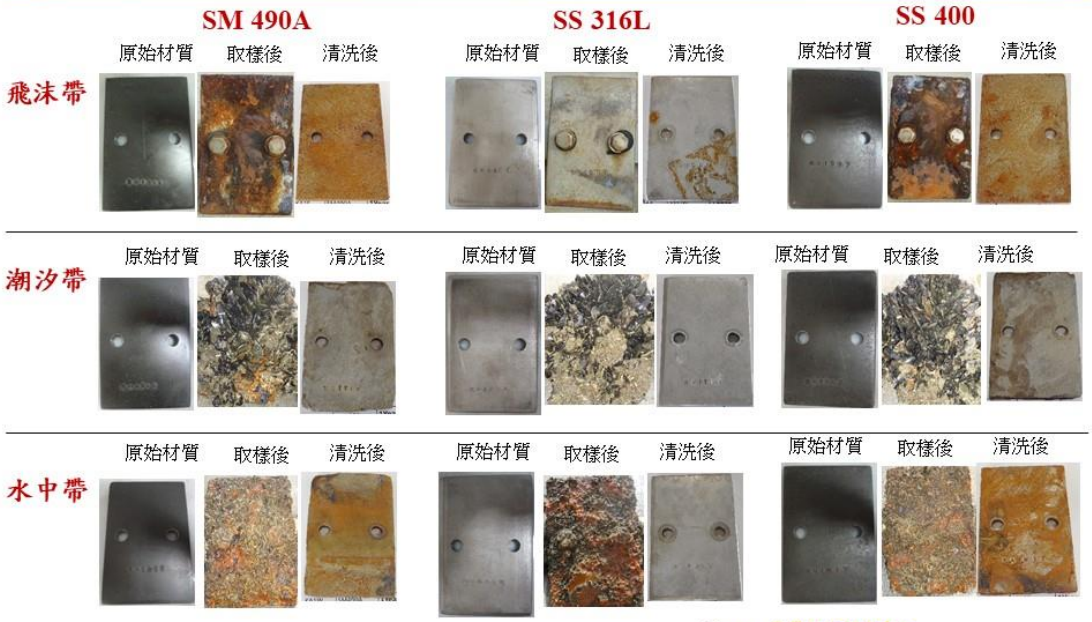
（花蓮港第一年）



	SM490A	SS316L	SS400
飛沫帶	643.3	0.0	681.7
潮汐帶	251.9	2.7	503.8
水中帶	240.3	7.5	284.9

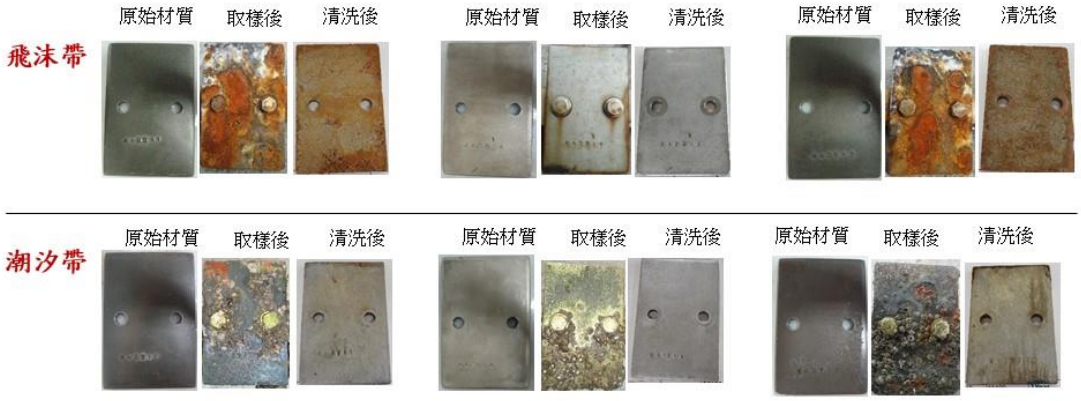
港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

高雄港#10碼頭水下金屬試驗分析結果（1年期）



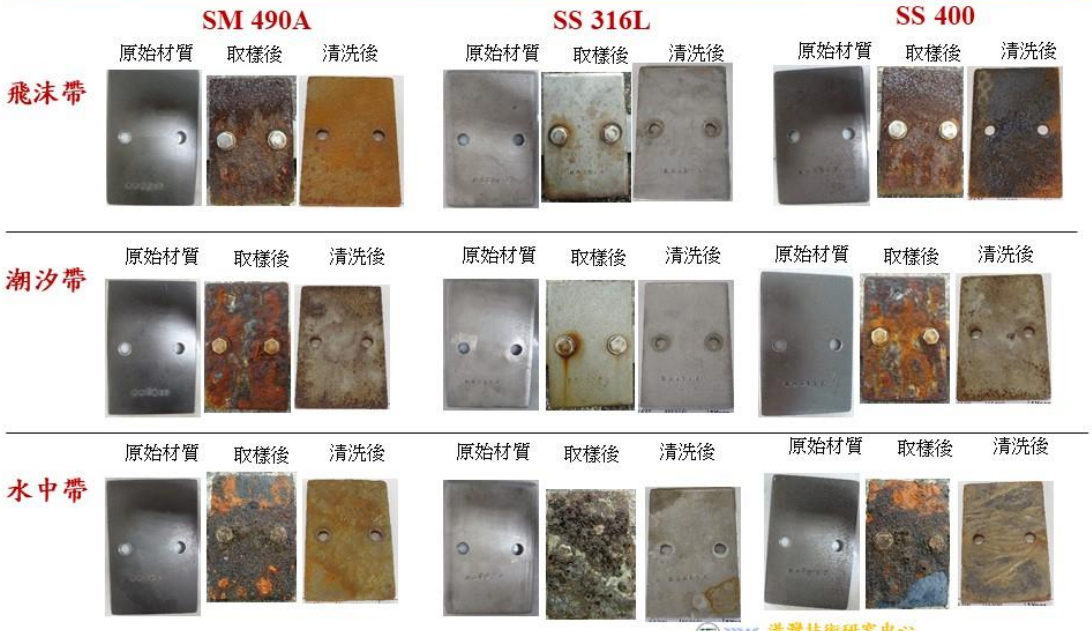
港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

高雄港#41碼頭水下金屬試驗分析結果（1年期）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

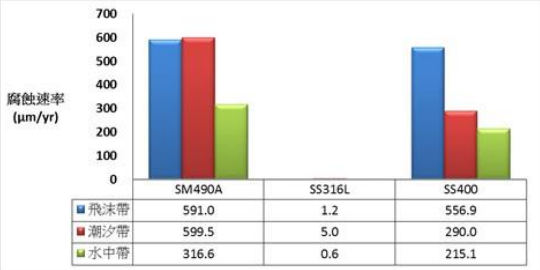
高雄港#75碼頭水下金屬試驗分析結果（1年期）



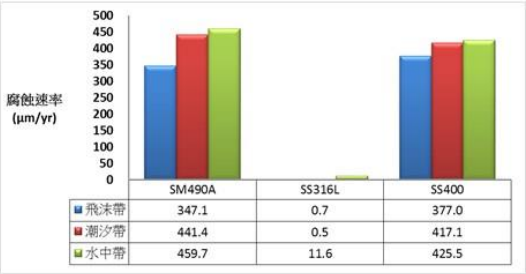
港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

高雄港區金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

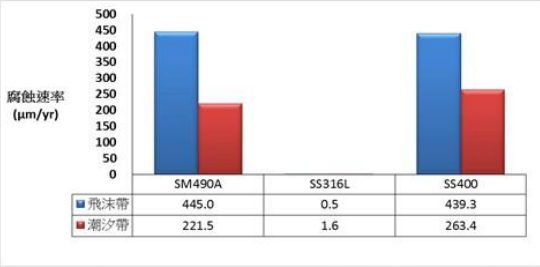
（高雄港#10碼頭第一年）



（高雄港#75碼頭第一年）



（高雄港#41碼頭第一年）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

澎湖龍門港水下金屬試驗分析結果（1年期）

SM 490A **SS 316L** **SS 400**

潮汐帶

原始材質 取樣後 清洗後

原始材質 取樣後 清洗後

原始材質 取樣後 清洗後

水中帶

原始材質 取樣後 清洗後

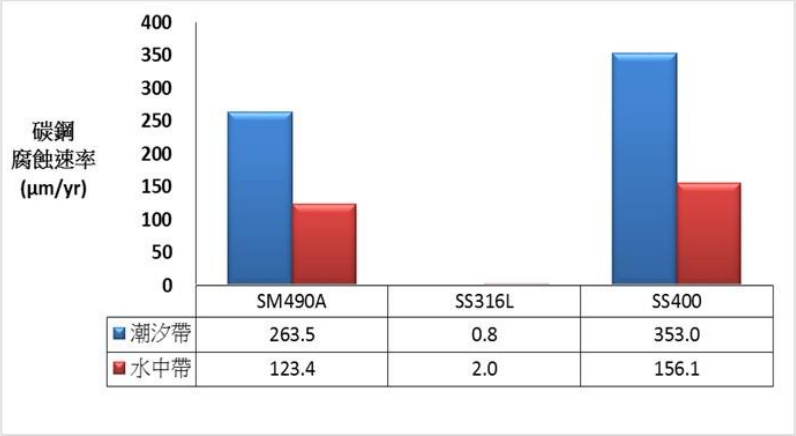
原始材質 取樣後 清洗後

原始材質 取樣後 清洗後

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

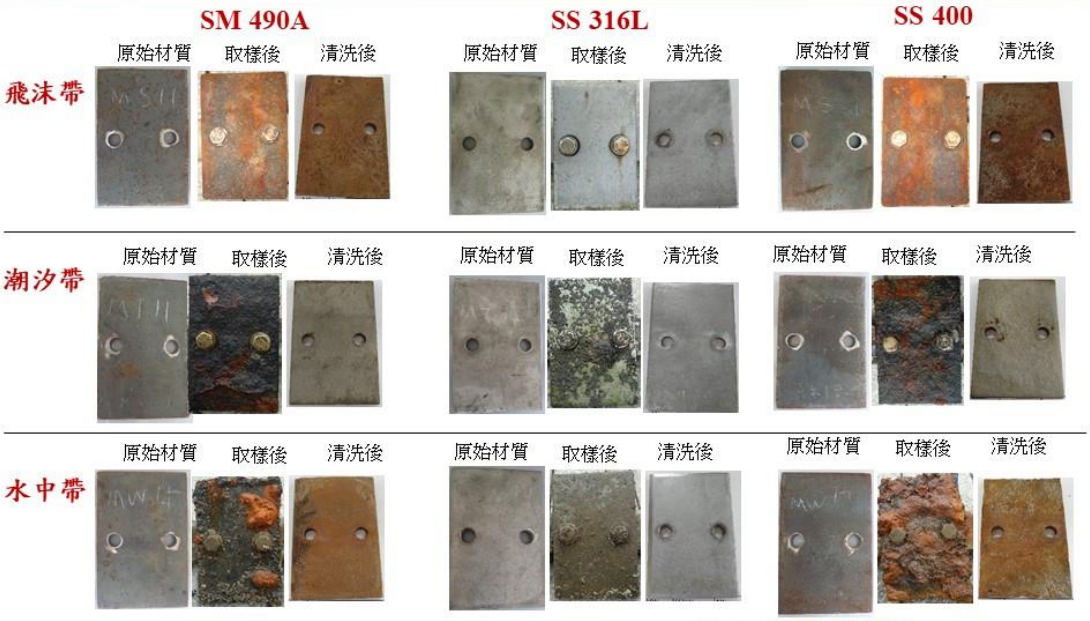
澎湖龍門港金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

（澎湖龍門港第一年）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

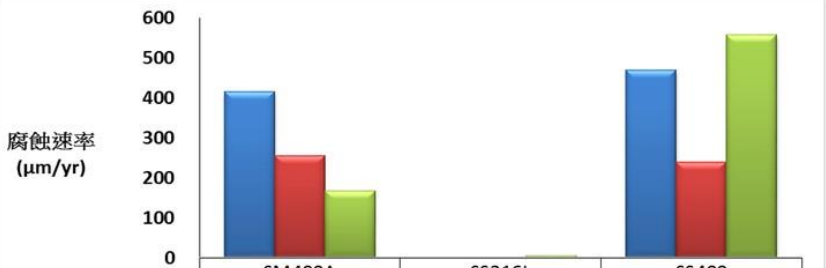
馬祖福澳港水下金屬試驗分析結果（1年期）



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

馬祖福澳港金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

（馬祖福澳港第一年）



	SM490A	SS316L	SS400
飛沫帶	415.0	0.0	470.4
潮汐帶	255.1	0.0	238.9
水中帶	167.5	6.1	558.0

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

港研中心循環水槽金屬試驗分析結果（1年期）

SM 490A **SS 316L** **SS 400**

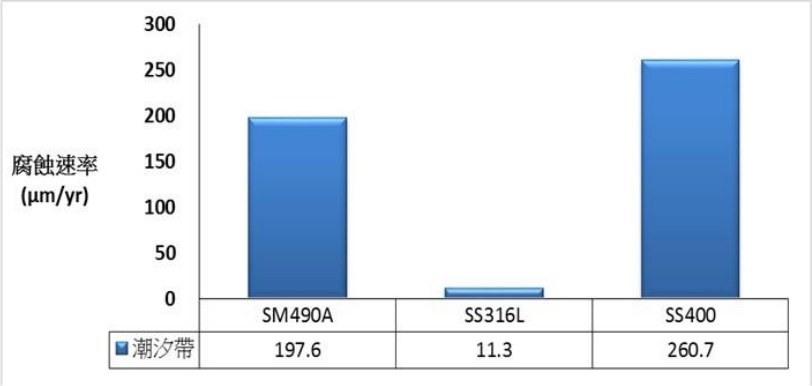
原始材質 清洗後 原始材質 清洗後 原始材質 清洗後

潮汐帶

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

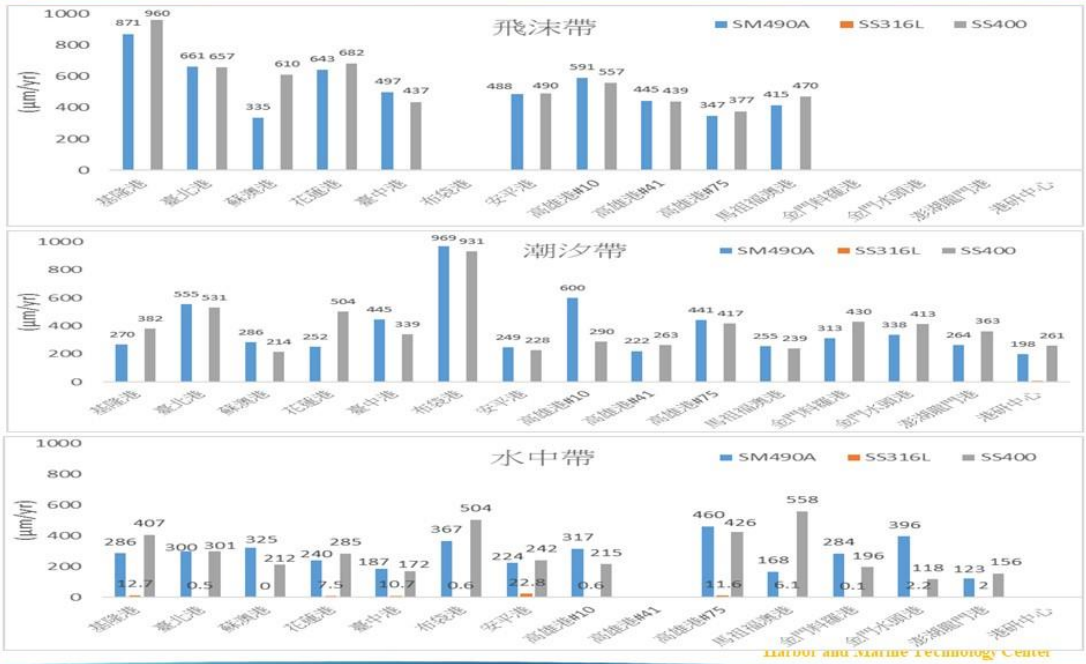
港研中心循環水槽金屬試片腐蝕速率與佈放位置比較圖

港研中心循環水槽
(潮汐帶第一年)

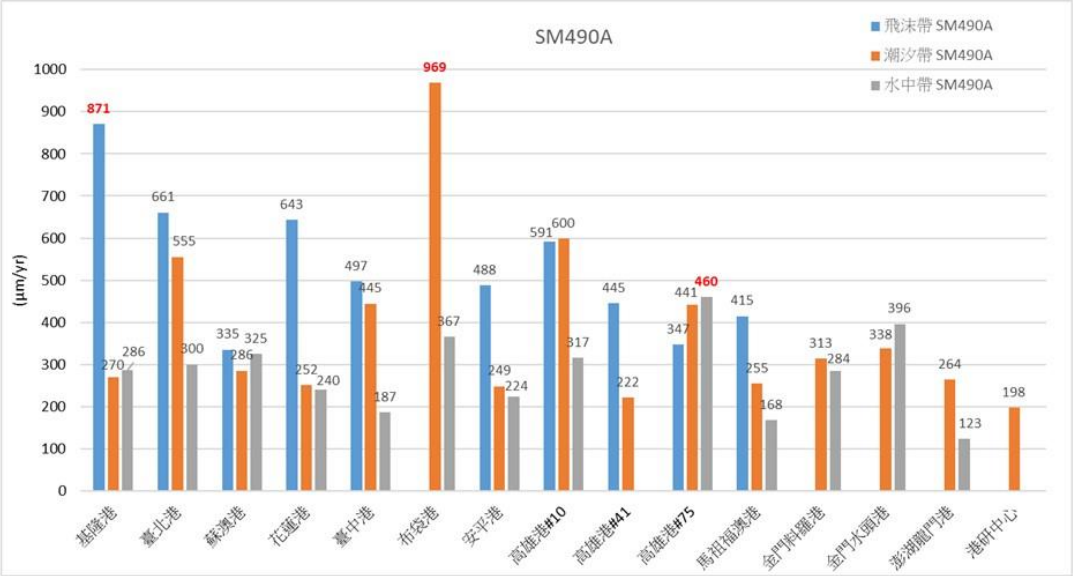


港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

各港區第一年不同位置金屬腐蝕速率分析

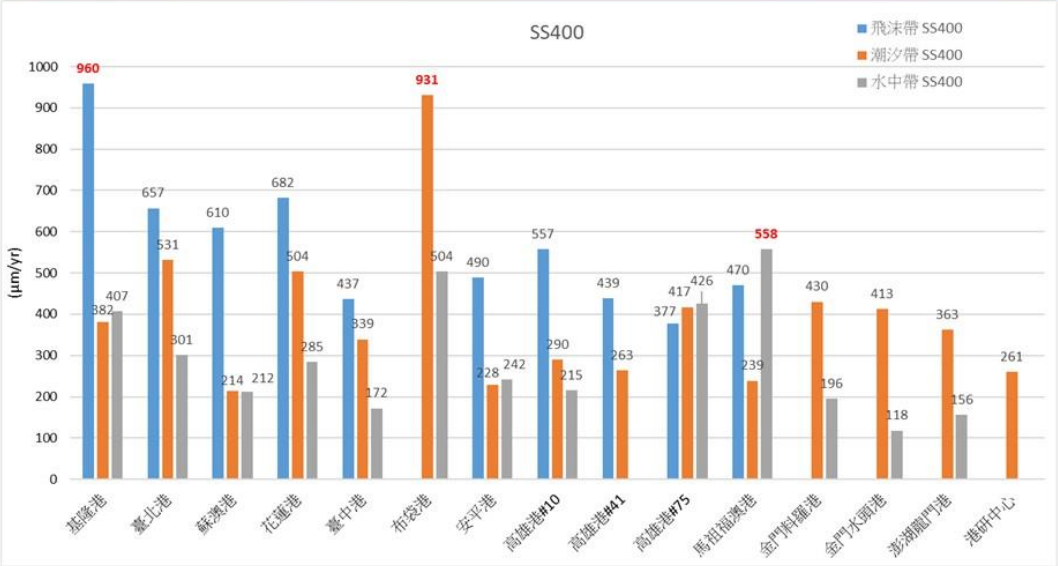


各港區第一年碳鋼金屬水下腐蝕速率分析



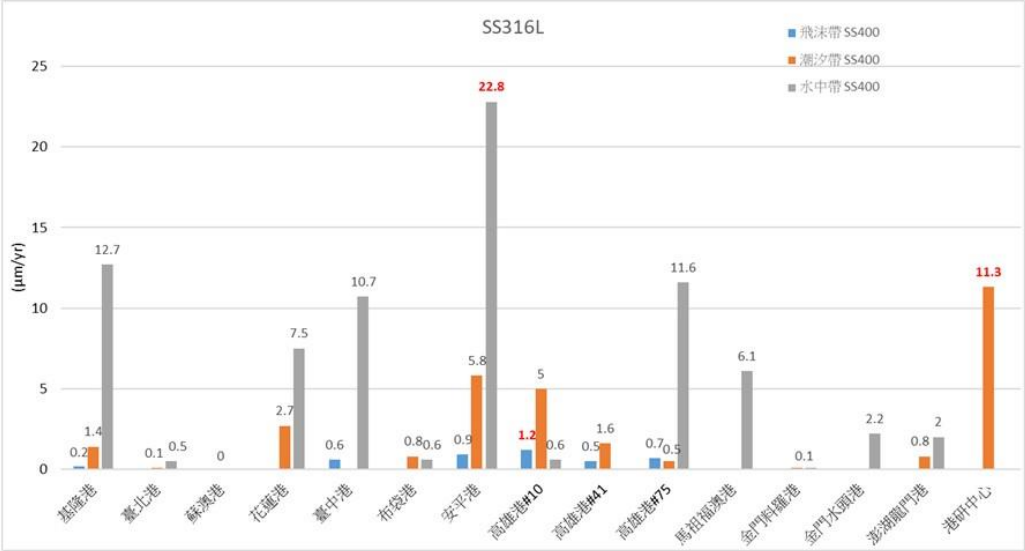
港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

各港區第一年低碳鋼金屬水下腐蝕速率分析



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

各港區第一年不銹鋼金屬水下腐蝕速率分析



港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

5.海水水質分析

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center


2017年 臺灣各商港不同季節
氯離子趨勢變化
氯離子 Cl
2017年第1季
2017年第2季
2017年第3季
2017年第4季
水下比較趨勢圖
監測點趨勢圖
港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center


2017年 臺灣各商港不同季節
硫酸根離子趨勢變化
硫酸根離子 SO4
2017年第1季
2017年第2季
2017年第3季
2017年第4季
水下比較趨勢圖
監測點趨勢圖
Harbor and Marine Technology Center


2017年 臺灣各商港不同季節
溶氧量趨勢變化
溶氧量 DO
2017年第1季
2017年第2季
2017年第3季
2017年第4季
水下比較趨勢圖
監測點趨勢圖
港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center


2017年 臺灣各商港不同季節
酸鹼度趨勢變化
酸鹼度 PH
2017年第1季
2017年第2季
2017年第3季
2017年第4季
水下比較趨勢圖
監測點趨勢圖
港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center


2017年 臺灣各商港不同季節
海水比電阻趨勢變化
海水比電阻紀錄 EC
2017年第1季
2017年第2季
2017年第3季
2017年第4季
水下比較趨勢圖
監測點趨勢圖
港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center


2017年 臺灣各商港不同季節
海水水溫趨勢變化
水溫 TE
2017年第1季
2017年第2季
2017年第3季
2017年第4季
水下比較趨勢圖
監測點趨勢圖
Harbor and Marine Technology Center

6. 結語

1. 各港區第1年不同位置金屬腐蝕速率分析調查結果發現，由第1年飛沫帶金屬暴露試驗結果，碳鋼介於335~871(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於基隆港871(μm/yr)，低碳鋼介於377~960(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於基隆港960(μm/yr)。

2. 各港區潮汐帶金屬暴露試驗結果，碳鋼介於198~969 (μm/yr)，最大腐蝕速率發生於布袋港963(μm/yr)，低碳鋼介於241~931(μm/yr)，最大腐蝕速率也發生於布袋港931(μm/yr)。

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

6. 結語

3. 各港區水中帶金屬暴露試驗結果，碳鋼介於123~460(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於高雄港#75 460(μm/yr)，低碳鋼介於118~558(μm/yr)，最大腐蝕速率發生於馬祖福澳港558(μm/yr)。

4. 各港區第1年不同金屬水下腐蝕速率分析，由各港區第1年碳鋼金屬(SM490)暴露試驗結果，飛沫帶最大腐蝕速率發生於基隆港871(μm/yr)，潮汐帶最大腐蝕速率發生於布袋港969(μm/yr)，水中帶最大腐蝕速率發生於高雄港#75 460(μm/yr)。

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

6. 結語

5. 由各港區第1年低碳鋼金屬暴露試驗結果，
飛沫帶最大腐蝕速率發生於基隆港 960(μm/yr)，
潮汐帶最大腐蝕速率發生於布袋港931(μm/yr)，
水中帶最大腐蝕速率發生於基隆港558 (μm/yr)。

6. 各港區第1年不銹鋼金屬水下腐蝕速率分析，
可發現，飛沫帶最大腐蝕速率發生於高雄港
#10 1.2(μm/yr)，潮汐帶最大腐蝕速率發生於港
研中心11.3(μm/yr)，水中帶最大腐蝕速率發生
於安平港22.8 (μm/yr)。

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

簡報結束

恭請指正

港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center