

臺灣腐蝕環境調查及分類系統介紹

羅建明	交通部運輸研究所港灣技術研究中心副研究員
柯正龍	交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員
謝明志	交通部運輸研究所港灣技術研究中心科長
蔡瑞舫	天禾資訊有限公司經理
李晨瑞	天禾資訊有限公司資深工程師

摘要

大氣腐蝕資料是結構物工程設計的重要參考數據，本中心於 105 年度完成臺灣腐蝕環境分類資訊系統更新作業，包括環境影響因子如氣象資料(濕度、溫度、風速、日照)與現地蒐集之氯鹽量、

二氧化硫沉積量與金屬試片腐蝕數據，藉由更新後之系統，介面更新後之功能，將可以圖資方式完整呈現調查分析結果，提供防蝕工程界參酌。

一、緣由與研究目的

臺灣為高溫、高濕、高鹽份的海島環境，造成公共工程結構物腐蝕嚴重。依過去經驗顯示，引用國外大氣腐蝕數據進行腐蝕速率評估與防蝕設計，常有未達設計年限就已銹蝕損壞的情形。有鑑於此，自 2007 年起，交通部運輸研究所港灣技術研究中心與工業技術研究材料與化工研究所共同執行為期兩年的「台灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究」計畫，已初步規劃「大氣腐蝕資料庫與環境分類系統」；2009 年起本所港

灣研究中心繼續執行相關「大氣腐蝕因子調查與環境分類資訊系統」研究，並與中華民國防蝕工程學會等 10 個單位，結合產官學界共同推動為期十年之「金屬材料長期曝放試驗與資料庫建置計畫」研究；2016 年完成擴建臺灣腐蝕環境資訊分類資訊系統，並且將歷年資料全數匯入新資訊系統。期待藉由上述之研究成果能建置完成台灣大氣腐蝕環境分類，以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。

二、環境分類依據

根據依 CNS 13401 (ISO 9223)，大氣腐蝕環境的分類可採用環境因子與試片腐蝕速率量測進行區分；若採環境因子進行分類，選擇的參數則包括濕潤時間(τ)、空氣中的氯鹽沉積速率(S)與二氧化硫沉積量(P)。其中，濕潤時間是以全年中溫度高於 0°C ，相對濕度大於 80% 之小時數或百分比計算，氯鹽沉積速率($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)是以 CNS 13754 (ISO 9225) 濕燭法測量，二氧化硫沉積量則是以 CNS 13754 (ISO9225) 規定之二氧化鉛硫酸化平板量測的沉積速率($\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$)測定或是空氣中的 SO_2 濃量($\mu\text{g}/\text{m}^3$)計算；其中各參數的量測時間均至少為一年以上。表 1 至表 3，分別為 CNS 13401 (ISO 9223) 規範中對濕潤時間、氯鹽沉積速率與 SO_2 沉積速率濃度的分類；將大氣腐蝕環境分為 C1、C2、C3、C4 與 C5 五個等級，C1 表示腐蝕性非常低

(very low)，C2 表示腐蝕性低(low)，C3 表示腐蝕性中等(medium)，C4 表示腐蝕性高(high)，C5 表示腐蝕性非常高(very high)。依據 CNS 與 ISO 規範，若要以腐蝕因子進行大氣腐蝕環境分類，濕潤時間、氯鹽與二氧化硫的沉積速率至少應經過一年以上的連續量測。

若採 CNS 13401 (ISO 9223) 大氣腐蝕性分類可根據標準金屬試片在某環境中進行自然暴露，並以最初第一年的腐蝕率大小來決定大氣腐蝕環境分類，其分類標準如表 4 所示，可分為 C1、C2、C3、C4 與 C5 五個等級；C1 表示腐蝕性非常低(very low)，C2 表示腐蝕性低(low)，C3 表示腐蝕性中等(medium)，C4 表示腐蝕性高(high)，C5 表示腐蝕性非常高(very high)，CX 表示金屬的腐蝕速率已超過 CNS 13401 規範中所規定之 C5 的腐蝕速率。

三、系統建置

3.1 系統功能規劃

大氣腐蝕是結構物工程設計的重要參考數據，在此資料庫系統中會將本計畫之成果及以往相關文獻資料，包括環境影響因子(如氣象資訊濕度、氯鹽量、二氧化硫沉積量等)與現地暴露金屬腐蝕試驗分析數據，進行資料輸入與查詢模組開發，分析結果將以圖資系統配合臺灣地圖導入，提供設計與維護管理人員快速查詢的功能，以擷取所需之本土

化資訊。

3.2 系統架構規劃

本系統之架構主要分為資料存取、資料處理與資料查詢三大模組。資料存取主要提供所蒐集資料或數據資料之輸入建檔，資料處理提供數據分析功能、資料查詢提供顯示與列印(含統計查詢)等功能。開發工作及程式撰寫包括資料庫規劃設計、資料處理、查詢使用等介面程式設計。

3.3 電腦環境規劃

為方便管理及整合資料，本系統將採用目前廣為使用的 Microsoft WINDOWS 為作業平台，資料庫系統選用 MS SQL，圖文介面將採用.NET 開發，同時為考慮資料查詢的便利性，本系統將以網路作業方式進行開發。

3.4 系統功能架構：

大氣腐蝕因子資料庫系統架構如(圖 1)所示，系統功能規劃(表 5)，在 Web 網頁提供查詢功能以及後台的資料庫管理功能，系統功能規畫上，除了持續擴充新增加的數據資料，透過 GoogleMap 的整合，加強使用上的便利性。在此資料庫系統中項目說明如下：

3.5 數據與資料

將 2007 年至 2016 年金屬腐蝕試驗及大氣腐蝕劣化因子數據資料建置於資料庫。

3.6 Google Map 整合

為了讓使用者在使用本系統中，觀察數據的使用上更加方便，因此將目前全球通行之 GoogleMap 整合進入本資料庫系統，讓使用介面朝更便利，直覺化的方向發展。

3.7 會員前台作業建置

讓需要查看專業資訊的專家學者或是相關單位可自行申請會員帳號。會員機制包含加入會員、密碼查詢、系統登入／登出、瀏覽權限判斷、會員資料維護等。

3.8 會員管理後台作業

管理者可在管理頁面中，查詢所有會員清單，並對所有會員資料作新增、修改、刪除等動作，並可設定會員權限等級及會員狀態（分未啟用、啟用、鎖

定等）。另外，凡有兩年以上未登入者，系統將定義為逾期未登入帳號，將其帳號狀態設為鎖定。

3.9 圖片資料管理

前台顯示的現地試驗照片設為動態頁面，並可依照年度、試驗點關鍵字查詢腐蝕照片資料。資料由管理者在管理頁面設定季度並上傳圖片。

3.10 資料匯入

建置 Excel 匯入功能，將試驗數據依照金屬類別、環境因子等類型匯入資料庫中。

3.11 Google Map 連結

Google 地圖上的試驗點點開後的檢視增加試驗相片及新增 2017 的數據資料顯示。

表 1 濕潤時間分類

類別	濕潤時間	
	hour/year	%
τ_1	$\tau \leq 10$	$\tau \leq 0.1$
τ_2	$10 < \tau \leq 250$	$0.1 < \tau \leq 3$
τ_3	$250 < \tau \leq 2500$	$3 < \tau \leq 30$
τ_4	$2500 < \tau \leq 5500$	$30 < \tau \leq 60$
τ_5	$5500 < \tau$	$60 < \tau$

表 2 氯鹽沉積速率分類

氯鹽沉積速率 $\text{mg/m}^2/\text{day}$	類別
$S \leq 3$	S_0
$3 < S \leq 60$	S_1
$60 < S \leq 300$	S_2
$300 < S \leq 1500$	S_3

表 3 二氧化硫(SO₂)沉積量分類

SO ₂ 沉積速率 mg/m ² /day	SO ₂ 濃度 μg/m ²	類別
$P_d \leq 10$	$P_c \leq 12$	P_0
$10 < P_d \leq 35$	$12 < P_c \leq 40$	P_1
$35 < P_d \leq 80$	$40 < P_c \leq 90$	P_2
$80 < P_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	P_3

表 4 大氣腐蝕環境分類(以環境因子分類)

碳鋼															
	τ1			τ2			τ3			τ4			τ5		
	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3
P_0-P_1	1	1	1 or 2	1	2	3 or 4	2 or 3	3 or 4	4	3	4	5	3 or 4	5	5
P_2	1	1	1 or 2	1 or 2	2 or 3	3 or 4	3 or 4	3 or 4	4 or 5	4	4	5	4 or 5	5	5
P_3	1 or 2	1 or 2	2	2	3	4	4	4 or 5	5	5	5	5	5	5	5
鋅與銅															
	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3
P_0-P_1	1	1	1	1	1 or 2	3	3	3	3 or 4	3	4	5	3 or 4	5	5
P_2	1	1	1 or 2	1 or 2	2	3	3	3 or 4	4	3 or 4	4	5	4 or 5	5	5
P_3	1	1 or 2	2	2	3	3 or 4	3	3 or 4	4	4 or 5	5	5	5	5	5
鋁															
	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3	S_0-S_1	S_2	S_3
P_0-P_1	1	2	2	1	2 or 3	4	3	3 or 4	4	3	3 or 4	5	4	5	5
P_2	1	2	2 or 3	1 or 2	3 or 4	4	3	4	4 or 5	3 or 4	4	5	4 or 5	5	5
P_3	1	2 or 3	3	3 or 4	4	4	3 or 4	4 or 5	5	4 or 5	5	5	5	5	5

NOTE—Corrosivity is expressed as the numerical part of the corrosivity category code (for example: 1 instead of C1).

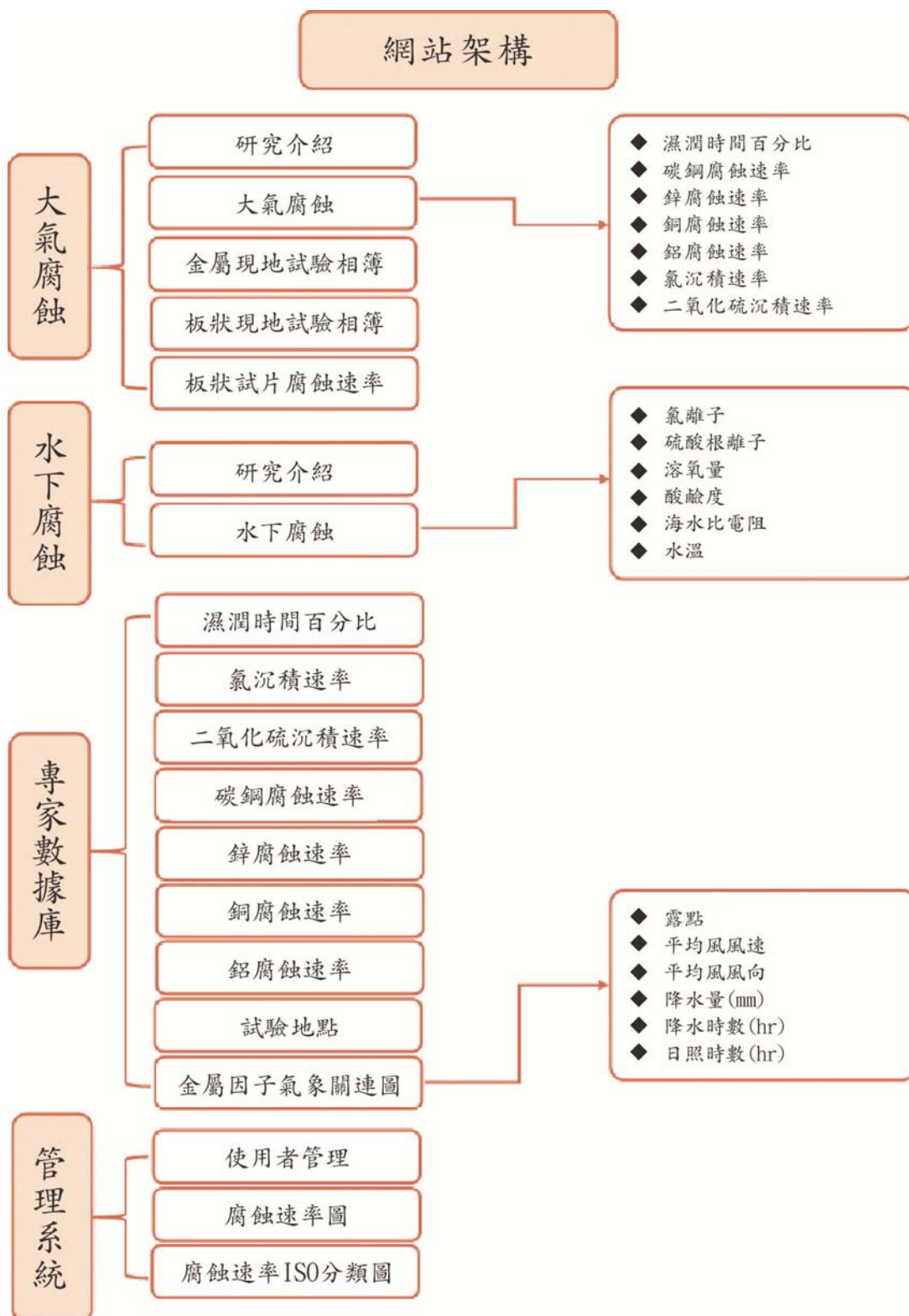


圖 1 資訊系統架構

表 5 系統功能規劃

項目 \ 系統選單	子選單	功能說明
大氣腐蝕	研究介紹 試地導覽 大氣板狀金屬 大氣螺旋金屬 金屬試驗相簿 金屬試驗影片	1.靜態資料 2.與計畫相關之說明 3.Google 街景導覽試驗地點 4.大氣金屬腐蝕速率 5.多媒體資料呈現
水下腐蝕	研究介紹 水下試驗 金屬試驗相簿 金屬試驗影片	1.靜態資料 2.水下金屬腐蝕速率 3.多媒體資料呈現
專家數據庫	環境因子趨勢圖 試驗金屬趨勢圖 金屬氣象關聯圖	1.各現地腐蝕速率與環境因子趨勢圖 2.各試驗金屬趨勢圖 3.腐蝕速率與氣象因子關聯圖
系統管理	使用者管理 影片上傳管理 街景影像管理 腐蝕速率圖 ISO 分類圖	1.使用者註冊管理 2.新增移除各實驗影片 3.編修街景模式實驗地點 4.產出腐蝕速率圖 5.產出 ISO 分類圖

四、數據與資料

目前本資料庫系統數據資料計有：87 個金屬(鋼、鋅、銅、鋁)監測站、51 個(二氧化硫沉積量) 監測站及 61 個(氯鹽沉積量) 監測站。自 2007 年 5 月至 2016 年 12 月季數據與全年期數據資

料。整理相關分析資料，將其繪製濕度、氯鹽沉積量、二氧化硫沉積量及鋼、鋅、銅、鋁四種金屬大氣腐蝕環境分類等值圖及試驗相片。現地試驗資料及相片如(圖 2 至圖 9)所示。

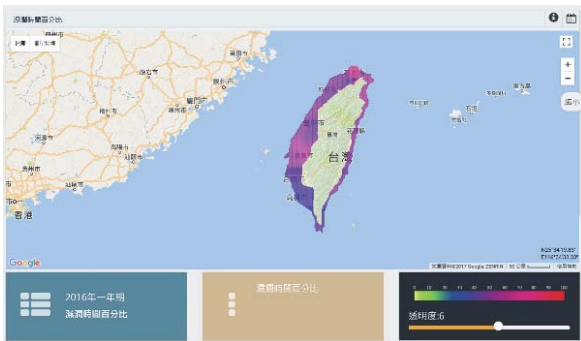


圖 2 濕潤時間百分比



圖 6 鋅(Zn)腐蝕速率

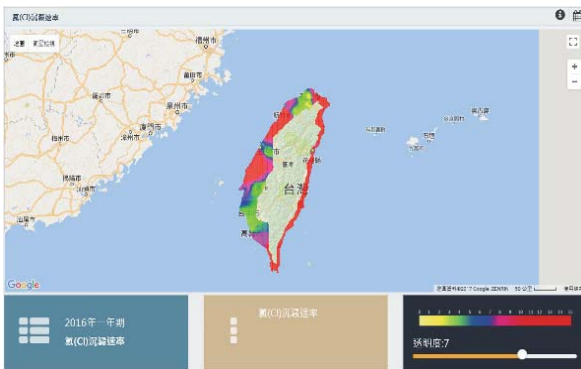


圖 3 氯鹽沉積速率



圖 7 銅(Cu)腐蝕速率



圖 4 二氧化硫沉積速率



圖 8 鋁(Al)腐蝕速率



圖 5 碳鋼(Fe)腐蝕速率



圖 9 金屬現地試驗相片

五、系統功能及模組介紹

5.1 臺灣大氣腐蝕資訊展示模組介紹

臺灣大氣腐蝕資訊展示模組主要是將臺灣全島大氣腐蝕資訊透過網頁圖形視覺化方式呈現，提供使用者能快速獲知各地腐蝕變化，其功能包含：

- (一) 大氣腐蝕資訊圖層展示
- (二) 大氣腐蝕研究背景簡介
- (三) 金屬現地試驗相簿
- (四) 板狀試片現地試驗相簿
- (五) 板狀試片腐蝕速率與腐蝕環境分類紀錄

(一) 大氣腐蝕資訊圖層展示：

藉由各試驗地點觀測值，透過內插方式計算臺灣全島大氣腐蝕情況。如圖 10 所示。其介面功能如下：

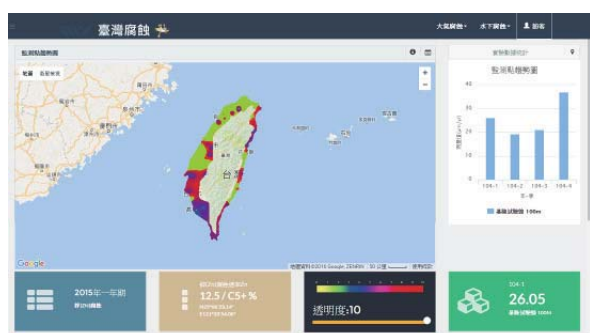


圖 10 各試驗地點觀測值

01.腐蝕資訊切換：使用者可由此處自行選擇觀察的腐蝕資訊。頁面左下腐蝕資訊框會紀錄目前使用者所選擇的腐蝕種類。如圖 11 所示。

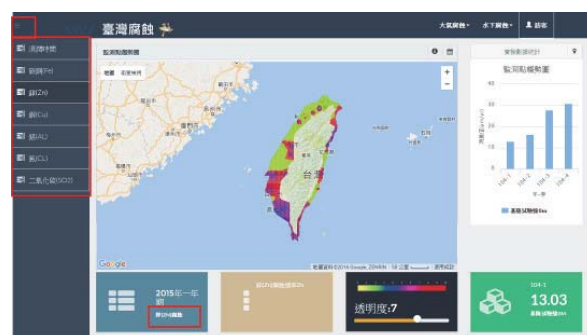


圖 11 腐蝕資訊切換

02.年度與季別切換：使用者可由此處選擇觀察的時間點。頁面左下腐蝕資訊框會紀錄目前使用者所選擇的時間點。如圖 12 所示。

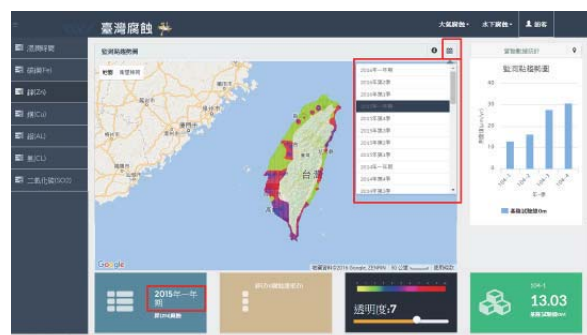


圖 12 年度與季別切換

03.圖層縮放與網格訊息：藉由 + - 調整圖層到觀察的位址，再透過點擊圖層網格取得該網格內腐蝕資訊。腐蝕資訊呈現在下方網格資訊框內，內容包含觀測腐蝕種類、腐蝕值、腐蝕分類及網格中心經緯度。如圖 13 所示。



圖 13 圖層縮放與網格訊息

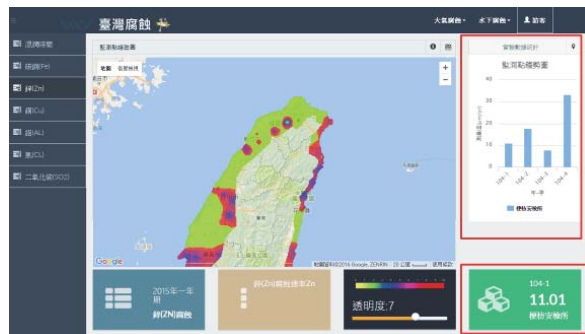


圖 16 監測點腐蝕趨勢圖

04.大氣腐蝕環境分類表：提供目前觀測腐蝕資訊的等級分類表。如圖 14 所示。

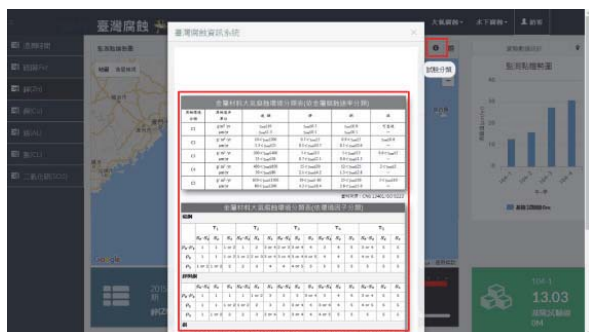


圖 14 大氣腐蝕環境分類表

05.網格色階透明度調整：可透過調整透明度來媒合腐蝕資訊與臺灣地理位址。如圖 15 所示。



圖 15 網格色階透明度調整

06.試驗地點腐蝕趨勢：提供近四季試驗地點腐蝕資訊。如圖 16、17 所示。

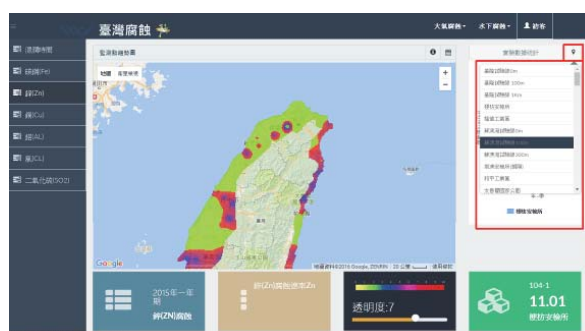


圖 17 各試驗站選擇

(二) 大氣腐蝕研究背景簡介

提供本研究之大氣腐蝕研究背景簡介，內容包含大氣腐蝕因子調查建置、現地暴露試驗、取樣頻率、資料蒐集與分析方法、大氣腐蝕因子資料庫建立流程等資訊。如圖 18 所示。



圖 18 大氣腐蝕研究背景簡介

(三) 金屬現地試驗相簿

在金屬現地試驗相簿，可以透過選擇不同的年度與不同的監測站，取得現地螺旋狀標準試片的腐蝕情況。若未選擇特定試驗站時，系統會呈現各試驗站一年期腐蝕照片；選擇觀測試驗站後，系統會呈現該年度各季腐蝕照片。如圖 19、20 所示。

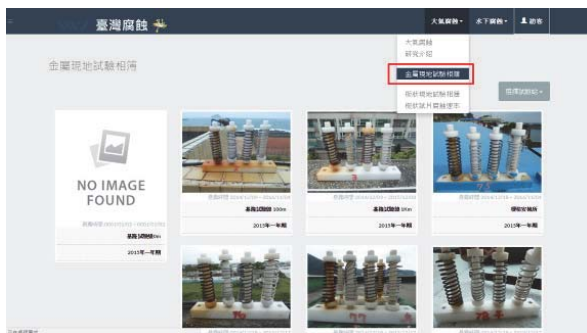


圖 19 金屬現地試驗相簿

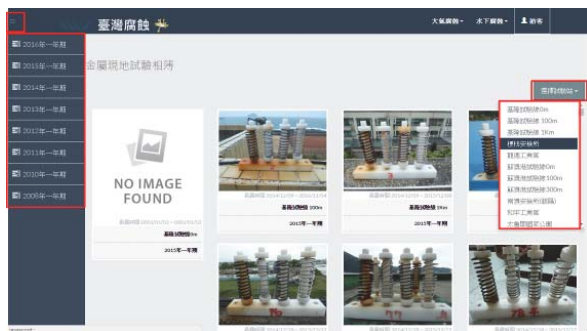


圖 20 金屬現地試驗相簿切換

(四) 板狀試片現地試驗相簿

在金屬板狀試片現地試驗相簿。可以透過選擇不同的年度與不同的試驗站，取得現地金屬板狀試片的腐蝕情況。如圖 21、22 所示。



圖 21 板狀現地實驗相簿



圖 22 板狀現地實驗相簿切換

(五) 板狀試片腐蝕速率與腐蝕環境分類紀錄

由板狀試片腐蝕速率與腐蝕環境分類紀錄表。可顯示板狀試片各年度的腐蝕速率與腐蝕環境分類。如圖 23、24 所示。

臺灣腐蝕										
板狀試片腐蝕速率與腐蝕環境分類紀錄表										
試驗站	第一年度				第二年度				腐蝕環境分類	
	腐蝕速率 (mm/yr)	平均 腐蝕速率 (mm/yr)	ISO 9223 腐蝕速率 分類	腐蝕速率 標準	腐蝕速率 (mm/yr)	平均 腐蝕速率 (mm/yr)	ISO 9223 腐蝕速率 分類	腐蝕速率 標準	腐蝕速率 (mm/yr)	ISO 9223 腐蝕速率 分類
板狀試片 (腐蝕站)	52.6	53.5	C4	2.7	52.7	53.5	C4	2.7	52.7	C4
板狀試片 (腐蝕站)	54.1	54.9	C4	2.7	54.1	54.9	C4	2.7	54.1	C4
板狀試片 (腐蝕站)	223.3	223.3	C5+	1.6	223.3	223.3	C5+	1.6	223.3	C5+
板狀試片 (腐蝕站)	195.5	195.5	C5+	2.5	195.5	195.5	C5+	2.5	195.5	C5+
板狀試片 (腐蝕站)	186.3	186.3	C5	2.3	186.3	186.3	C5	2.3	186.3	C5
板狀試片 (腐蝕站)	134.7	134.7	C5	2.8	134.7	134.7	C5	2.8	134.7	C5
板狀試片 (腐蝕站)	119	119	C5	2.8	119	119	C5	2.8	119	C5
板狀試片 (腐蝕站)	57.5	57.5	C4	1.1	57.5	57.5	C4	1.1	57.5	C4
板狀試片 (腐蝕站)	55.3	55.3	C4	0.9	55.3	55.3	C4	0.9	55.3	C4
板狀試片 (腐蝕站)	49.3	49.3	C4	1	49.3	49.3	C4	1	49.3	C4
板狀試片 (腐蝕站)	62.7	62.7	C4	1.9	62.7	62.7	C4	1.9	62.7	C4
板狀試片 (腐蝕站)	58.5	58.5	C4	2.3	58.5	58.5	C4	2.3	58.5	C4
板狀試片 (腐蝕站)	63.3	63.3	C4	2.3	63.3	63.3	C4	2.3	63.3	C4

圖 23 板狀試片腐蝕速率與腐蝕環境分類(第 1 年期)

臺灣產樹										大氣候、土壤、產量、產值									
期	第一分區	第二分區												期	第三分區				
		橡膠						橡											
期	第二分區	橡膠產值 (萬台幣)	橡膠產值 (萬台幣)	合計 產值 (萬台幣)	橡膠產值 (萬台幣)	橡膠產值 (萬台幣)	合計 產值 (萬台幣)	橡膠產值 (萬台幣)	橡膠產值 (萬台幣)	合計 產值 (萬台幣)	橡膠產值 (萬台幣)	橡膠產值 (萬台幣)	合計 產值 (萬台幣)	期	第三分區				
期	第二分區	26.1												期	第三分區				
期	臺灣(南)	28	26.3	C3	1.9	1.56	C3	7.6	7.4	C5+	3.9	3.71	C4						
期	臺灣(中)	249			1.1			7.2			1.9								
期	臺灣(北)	284.3			0.3			1.8			0.7								
期	臺灣(南)	154.4	165.8	C5	0.4	0.33	C2	1.4	3.5	C5	1.3	1.26	C3						
期	臺灣(中)	158.5			0.3			1.6			0.7								
期	臺灣(北)	80.8			1.5			1.3			1.9								
期	臺灣(南)	72.9	76	C4	1.6	1.56	C3	1.7	1.6	C4	1.8	1.9	C3						
期	臺灣(中)	80.5			1.6			1.5			2.2								
期	臺灣(北)	14.7			0.7			2.9			0.6								
期	臺灣(南)	17.2	15.4	C2	0.7	0.7	C2	2.9	2.9	C5	0.6	0.56	C2						
期	臺灣(中)	14.3			0.7			2.8			0.5								
期	臺灣(北)	11.6			2			1.7			0.2								
期	臺灣(南)	13.6	14.6	C2	1.8	1.8	C3	1.8	1.73	C4	0.3	0.26	C2						
期	臺灣(中)	13.6			1.7			1.7			0.2								
期	臺灣(北)	-	-	C5+	0.3	0.23	C2	1.3	1.26	C3	0.4	0.26	C2						
期	臺灣(南)	-	-		0.2			1.2			0.1								
期	臺灣(中)	12.5			0.2			2.8			1.2								
期	臺灣(北)	20.5			0.2			2.7	2.76	C4	0.5	0.73	C3						
期	臺灣(南)	20.4			0.3			2.8			0.5								

圖 24 板狀試片腐蝕速率與腐蝕環境分類(第 3 年期)

5.2. 臺灣水下腐蝕資訊展示模組介紹

臺灣水下腐蝕資訊展示模組主要是提供使用者能快速獲知各港水下腐蝕因子變化，其功能包含：

- (一) 水下腐蝕資訊趨勢圖展示
- (二) 水下腐蝕研究背景簡介

(一) 水下腐蝕資訊趨勢圖展示

藉由各試驗地點觀測值，提供使用各試驗地點趨勢圖比較。如圖 25 所示。其介面功能如下：



圖 25 水下腐蝕各試驗地點趨勢圖

01.水下腐蝕資訊切換：各腐蝕資訊可切換。趨勢圖上方會紀錄目前觀測的腐蝕資訊。如圖 26 所示。



圖 26 水下腐蝕資訊切換

02.年度與季別切換：自行選擇觀察的年度與季別。如圖 27 所示。



圖 27 水下腐蝕資訊年度與季別切換

3.監測點趨勢圖水深切換：透過點選水深圖示，切換趨勢圖各水深腐蝕資訊，比較各監測點腐蝕變化。如圖 28 所示。

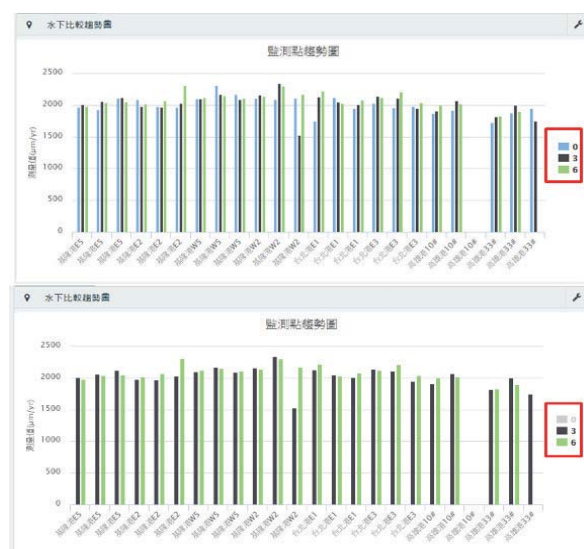


圖 28 監測點趨勢圖水深切換

04.水下腐蝕資訊呈現：介面右側提供各試驗點相對應水深的腐蝕資訊，也可以藉由移動滑鼠到趨勢圖上方獲的資訊。如圖 29 所示。



圖 29 水下腐蝕資訊呈現

(二) 水下腐蝕研究背景簡介

系統頁面會切換至水下腐蝕研究背景簡介，內容包含水下腐蝕環境調查建置、調查項目、資料蒐集與分析方法、

大氣腐蝕因子資料庫建立流程等資訊。如圖 30 所示。



圖 30 水下腐蝕研究背景簡介

六、系統功能展望

大氣腐蝕因子資料庫系統，在實驗數據資料的更新、資料庫欄位擴充/程式調整及 Google Map 的整合上，已經趨於完整；在資訊系統的功能服務方面，仍有許多未來的可能性足已開發，茲將系統功能未來可能發展的方向一一做說明

- 1.腐蝕速率分析：透過各個測站統合至資料庫的大數據資料，系統及網站可加入相關的分析模組，可供使用者針對其所需求，自行選擇資料及分析方式，進行資料分析。
- 2.增加腐蝕速率統計模組：

(1)回歸分析模組：

選取環境影響因子(如氣溫、風速、風向、降水量、降水時數、日照時數…等)與金屬腐蝕速率值依照各年度及季度繪出迴歸關係曲線。

(2)盒鬚圖模組：

選取環境影響因子(如氣溫、風速、風向、降水量、降水時數、日照時數…等)與金屬腐蝕速率值依照各年度及季度繪出盒鬚圖。

3.中央氣象局氣象資料匯入模組：對

應中央氣象局測站之相關統計資料，並匯入至資料庫，周含(濕潤時間、相對溼度百分比、氣溫、露點、平均風速、平均風向、日照時數、降水量、降水時數、Fe、Zn、Cu、Al...等等)。

4.金屬腐蝕速率資訊管理模組開發：整合型管理模組，可編修各測站腐蝕資訊、試驗時間設置、試驗相簿、影片編修及測站基本資訊編修功能。

5.大氣腐蝕試驗場址環景導覽系統：結合 GoogleMap 圖層，提供使用者上傳環景照片功能，並依使用者上傳之照片建立 360 度環景導覽圖像提供者各種操縱圖像之功能，可以

放大縮小，各個方向移動觀看場景，以達到模擬和再現場景的導覽真實環境功能。

6.網站流量分析模組：透過 Google Analytics 收集使用者瀏覽習慣，透過報表我們可以清楚了解訪客在網站內的動向了解需求擴建網站內容。

針對未來開發的方向的展望。相信若能往這個方向進行系統的建置與開發，對大氣腐蝕因子數據資料庫網站的發展，會更有意義；透過大量的數據資源集中，大批會員/使用者互動，期許使這個系統能在大氣腐蝕研究這塊領域，成為一個新的指標性網站。

參考文獻

1. ISO 9223/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification.
2. ISO 9224/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres- Guiding values for the corrosivity categories.
3. ISO 9225/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Measurement of pollution.
4. ISO 9226/1992: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity.
5. ISO 8565/1992: Metals and alloys - Atmospheric corrosion testing - General requirements for field tests.
6. I. Odnevall and C. Laygraf, "Atmospheric corrosion", ASTM STP 1239, W.W. Kirk and Herbert, H. Lawson, Eds., Philadelphia, 1995.
7. Metals Handbook- Corrosion, Metals Handbook Ninth Ed., Vol. 13, ASM International, Ohio, 1988.
8. ASTM G116: Standard Practice for Conducting Wire-on-Bolt Test for Atmospheric Galvanic Corrosion, 1999.
9. "Outdoor atmospheric corrosion", ASTM STP 1421, H.E. Townsend Ed., West Conshohocken, PA, 2002.

10. 中華民國國家標準 CNS 13401 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性之分類，民國 83 年 6 月。
11. 中華民國國家標準 CNS 13754 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(污染之測定)，民國 85 年 7 月。
12. 中華民國國家標準 CNS 14122 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕-試片腐蝕生成物清除法，民國 87 年 3 月。

13. 中華民國國家標準 CNS 13753 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕性(測定標準試片之腐蝕速率以評估腐蝕性)，民國 94 年 4 月。
14. 中華民國國家標準 CNS14123 金屬及合金之腐蝕-大氣腐蝕測試(現場測試之一般要求)，民國 95 年 10 月。