

快速量測大氣腐蝕速率之 CLIMAT TEST

楊巨平 陳新北 陳天賜

摘 要

國際標準組織(ISO)於1992年發佈ISO 9223、9224、9225、9226共四項大氣腐蝕環境分類標準規範，即以量化方式來區分腐蝕環境，以解決環境分類不明確，造成研擬防蝕措施之困擾。根據是項規範，以板狀或螺旋狀標準金屬試片量測腐蝕速率，以得到該區之腐蝕環境區分之腐蝕率指標值。其中螺旋狀試片是由貝爾實驗發展出來一種快速，又靈敏的測試方式，在台灣工材所首先在全省裝設此種試片100組，以評估台灣本島的腐蝕狀況，本文特介紹此種測試方式及結果。

關鍵詞彙：伽凡尼腐蝕

ABSTRACT

In 1985, the International Standard Organization (ISO) conducted a global exposure atmospheric corrosion test. There were 13 countries with a total of 47 different locations joining the program. Four classifications (ISO 9223, 9224, 9225, and 9226) of atmospheric corrosion testing specifications were then specified in 1992. According to the specifications, twenty ISO standard atmospheric testing stations and one hundred CLIMAT test stations were established around the Taiwan island in July, 1993. The technique of the CLIMAT test was employed originally by the Bell Lab. It was quickly recognized as an excellent and highly sensitive tool to resolve the problem of identifying and measuring the corrosivity of the atmosphere.

Key words:CLIMAT

一、前言

台灣位處亞熱帶海島型氣候，高溫、高濕與高鹽份，再加上近年來工業的快速發展，如高落產量、工業污染、汽機車排放廢氣之增加、構成台灣地區成爲一高腐蝕性大氣環境。結構材料腐蝕速率與結構物之防蝕壽命是工程設計與材質選用所需要之重要參考數據。由於缺乏正確之大氣

腐蝕與防蝕觀念，或是錯誤運用國外數據、在過去公共工程建設與設備維護過程中，我們因此付出慘痛之代價，直到今日仍然持續發生。

二、國際標準組織之環境腐蝕分類

大氣腐蝕測試工作有系統之進行，最早可溯及美國ASTM的D-1及A-1兩委員會，國內最早從事大氣腐蝕測試的台電公司，其後陸續有金工

快速量測大氣腐蝕之CLIMAT TEST

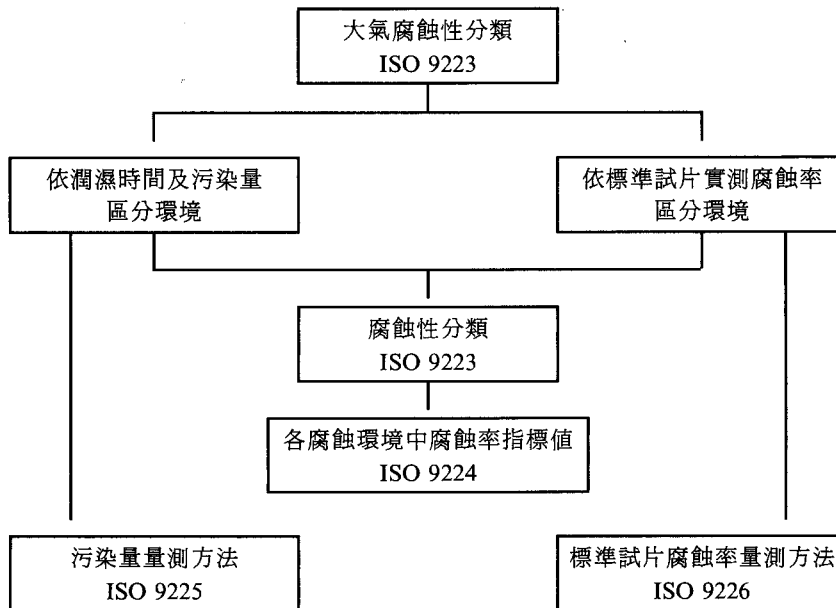


圖 1 ISO 9223系列規範推算長期大氣腐蝕率工作流程

1. 測試方式

CLIMAT的試片由兩種不同異金屬 (Bimetallic)所組成，將細金屬線纏繞在螺桿上組成腐蝕電池，並曝露在大氣環境中約3~6個月後，以細金屬線的重量損失率來評估腐蝕行為。由於細金屬線本身具有較高表面積 / 重量比值以及進行異種金屬偶合伽凡尼反應，因此它具有迅速、高靈敏度的特性。通常金屬線是使用鋁線(AA-1050)纏繞在螺桿上，或者纏繞成螺旋狀，製作規格是螺旋狀直徑為2.5cm、鋁線直徑0.89mm、長度約90cm、螺桿長度10cm、直徑1.27cm、螺牙規格1 / 2UNC。由於鋁線與銅桿在工作性大氣腐蝕環境中有較高的靈敏度，因此取Al-Cu組合為工業性環境腐蝕指標，簡稱I.C.I. (Industrial Corrosivity Indices)。在海洋性大氣腐蝕環境中則以鋁線繞在鐵桿的靈敏度較高，取Al-Fe組合作為海洋性環境腐蝕指標M.C.I. (Marine Corrosivity Indices)，另外Al線纏繞成螺旋狀(Al-Coil)及Al

線纏繞在塑膠螺桿(Al-Plastic)，定為Al線在大氣環境的腐蝕指標(Al-A.C.I.)。每一測試裝置是由Al-Fe、Al-Coil、Al-Plastic、Al-Cu等四個不同組合單元所組成，並且均固定在一方形塑膠板上，如圖 2 所示。

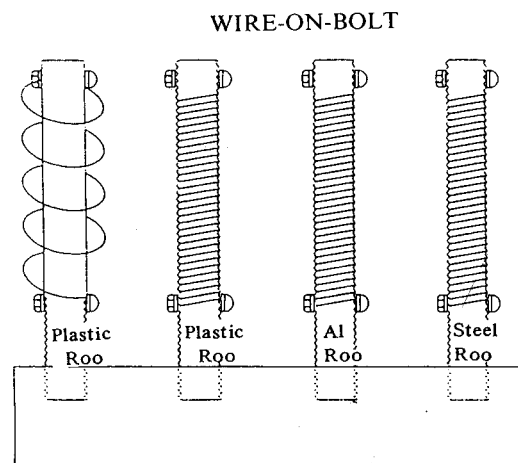


圖 2 CLIMAT TEST組合圖

測試裝置組合後架設在離地約5M高的電線桿上，測試裝置周圍不能有遮蔽物，以確保試片直接曝露在流動的大氣中。

2. 數據之整理與分析

試片經過3~6個月的曝露實驗，取回後在實驗室依據ASTM G1 Standard清洗去除表面氧化物，可得到重量損失量，數據經正常化後得到90天曝露期重量損失。

①初步重量損失 = 測試前重 - 測試後重

②數據正常化

90天的重量損失 = 初步重量損失 ÷ 曝露天數 × 90天

③腐蝕指標

重量損失 % = 90天的重量損失 ÷ 測試前重 × 100 %

(1)腐蝕指標分類

工業性大氣腐蝕指標(I.C.I.)及海洋性大氣環境腐蝕指標(M.C.I.)，一般國外研究機構依據腐蝕指標的高低分“Negligible”，“Moderate”，“Moderate Severe”，“Severe”，“Very Severe”

表 2 腐蝕指標分類

I.C.I	分類	位置特徵
0-1	Negligible	郊區及鄉下
1-2	Moderate	都市住宅區
2-4	Moderate Severe	都市工業區
4-7	Severe	工業區
>7	Very Severe	重工業區

M.C.I	分類	位置特徵
0-2	Negligible	可居住地
2-5	Moderate	海邊
5-10	Moderate Severe	海邊稍微突出
10-20	Severe	突出海岸
>20	Very Severe	突出海岸風砂吹襲

等五級，其位置特徵如表 2。

(2)數據分析

由於CLIMAT TEST所得到的腐蝕指標並不是真正的腐蝕速率，但從實驗數據發現，線狀試片之A.C.I與板狀試片的腐蝕速率呈線性關係。⁽⁴⁾

$$Y = A_1 B_1 X \dots \dots \dots (1)$$

$$Y = \text{板狀試片腐蝕速率} \mu\text{m} / \text{YR}$$

$$X = \text{A.C.I.}$$

以及I.C.C與A.C.I之間亦呈線性關係

$$Y_1 = A_2 B_2 X \dots \dots \dots (2)$$

$$Y_1 = \text{I.C.I.}$$

結合(1)式及(2)式

$$Y = A_0 B_0 Y_1 \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{此處 } A_0 = A_0 - \frac{B_1}{B_2} A_2$$

$$B_0 = \frac{B_1}{B_2}$$

因此，可從A.C.I及I.C.I得到真正的腐蝕速率。再利用ISO 9223環境分類標準，加以區分，就可得到該地區的腐蝕環境，而採取適當的防蝕措施。而從M.C.I的腐蝕指標發現與離海岸距離有密切的關係，國外的研究結果亦顯示M.C.I與離海岸距離有下列關係。

$$Y^k + Y^k = K$$

$$X = \text{M.C.I.}$$

$$Y = \text{離海岸距離}$$

$$K = \text{常數}$$

K (常數) 則與該區地形反位置有關，因此從實驗所求得K後，就可預估，其它位置的M.C.I。

四、實驗結果

本實驗是在經濟部計畫支持下，分別在全省各地裝設測試裝置。裝設方式採縱向每20公里一組，橫向每10公里一組，總共裝設約100組。實驗的結果如表3~表6，為西部海岸及東海岸縱向各季的實驗結果，從實驗數據顯示，在冬季的

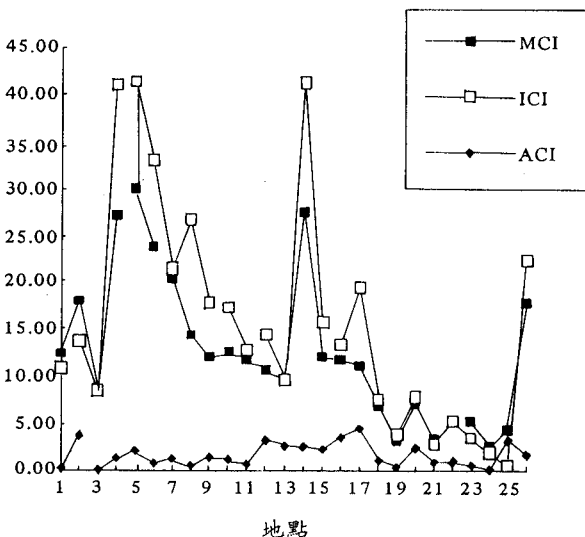
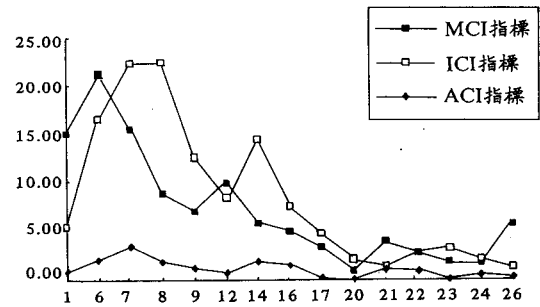
快速量測大氣腐蝕之CLIMAT TEST

表 3 西部海岸佈放點及腐蝕指標

X	Y	地 點	MCI	ICI	ACI
1	1	基隆市	12.50	10.95	0.37
1	2	台北金山	18.05	13.83	3.80
1	3	八里	8.79	8.44	0.16
1	4	林口電廠	27.14	40.92	1.41
1	5	沙崙油庫	29.91	41.21	2.20
1	6	桃園觀音	23.78	32.89	0.81
1	7	新豐海邊	20.47	21.58	1.37
1	8	新竹浸水	14.44	26.62	0.61
1	9	竹南漁港	12.14	17.86	1.52
1	10	後龍	12.69	17.28	1.23
1	11	台中通宵	11.86	12.83	0.75
1	12	大甲橋	10.73	14.45	3.27
1	13	台中港	9.37	9.58	2.64
1	14	鹿港海濱	27.36	40.99	2.54
1	16	金湖	12.02	15.76	2.20
1	17	布袋	11.76	13.33	3.50
1	18	南鯤鯓	11.13	19.41	4.43
1	19	台南鹿耳門	6.83	7.47	1.12
1	20	台南安平	3.20	3.84	0.38
1	21	高雄興達	7.00	7.79	2.45
1	22	高雄漁港	3.16	2.71	0.87
1	23	高雄林園	5.00	5.19	0.93
1	24	高雄林邊	5.14	3.40	0.56
1	25	屏東加錄堂	2.57	1.75	0.12
1	26	屏東楓港	4.25	0.55	3.27
1	27	鵝鑾鼻	17.84	22.33	1.67

表 4 離海岸10KM之佈放點及腐蝕指標

X	Y	MCI指標	ICI指標	ACI指標	地 點
2	4	14.99	5.41	0.87	台北林口
2	6	21.34	16.55	2.09	新屋
2	7	15.46	22.28	3.46	新豐鄉
2	8	8.87	22.42	1.93	新竹市
2	9	7.00	12.54	1.25	竹南鎮
2	12	9.92	8.35	0.74	幼獅工業區
2	14	5.80	14.36	1.89	彰化和美
2	16	4.99	7.45	1.51	北港
2	17	3.39	4.71	0.26	新營
2	20	0.94	2.14	0.04	台南崑中
2	21	3.93	1.37	1.05	路竹
2	22	2.76	2.81	0.88	楠梓
2	23	1.82	3.17	0.09	高雄大同
2	24	1.70	2.07	0.50	高雄小港
2	26	5.56	1.29	0.24	南迴公路



海洋性大氣環境腐蝕指標(M.C.I.)，北部地區遠高於南部，此種結果與南部地區在冬季較乾燥是相同的，但是在工業性大氣腐蝕指標(I.C.I.)，北部林口觀音一帶特別高，甚至超過M.C.I.指標，中部地區的鹿港以南亦有類似情況，此兩處地理位置有一共同特徵即位於電廠南部，因此其I.C.I.指標是否與電廠有關須進一步研究。

表 7 是全省幾個重要工業區的腐蝕指標，也是北部工業區有較高的腐蝕指標，另外表 3~表 7 的數據亦發現有一共同特徵；不管在海岸、內陸、北部或南部，工業性大氣腐蝕指標I.C.I.皆

表 5 離海岸25KM之佈放點及腐蝕指標

X	Y	MCI指標	ICI指標	ACI指標	地 點
3	4	13.59	19.93	1.34	長庚
3	5	8.22	10.45	0.62	桃園
3	7	7.27	7.54	1.15	新竹新埔
3	7	7.32	13.42	2.56	關西
3	8	10.28	8.97	1.13	工研院
3	9	6.74	9.67	3.91	頭份工業區
3	10	4.48	7.04	0.30	苗栗
3	10	4.83	7.38	0.10	苗栗市
3	13	1.31	1.44	-0.05	台中惠來路
3	14	8.50	10.25	3.20	蘆桐
3	17	0.57	0.55	0.01	玉井郵局
3	20	1.25	1.37	0.07	台南新化
3	23	2.30	2.63	0.42	高雄鳳山

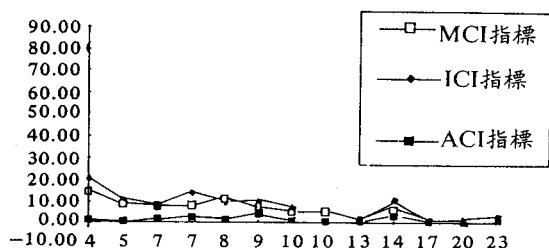


表 6 花東海岸的腐蝕指標

X	Y	MCI指標	ICI指標	ACI指標	地 點
9	1	14.39	12.41	1.22	台北鹽寮
9	3	13.36	11.71	0.28	頭城北關
9	5	5.88	4.73	0.09	東澳
9	7	2.65	2.86	0.13	花蓮和平
9	9	7.98	8.13	0.32	花蓮新城
9	11	25.34	39.41	1.06	花蓮漁港
9	13	15.26	17.12	0.92	花蓮靜浦
9	15	6.80	8.18	0.60	台東三仙台
9	17	10.20	9.87	0.42	台東隆昌
9	19	5.88	6.79	0.43	台東海濱
9	21	19.43	27.97	0.61	台東大武

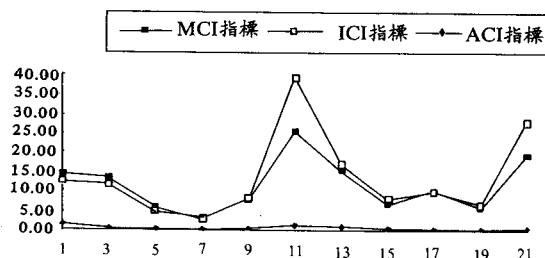
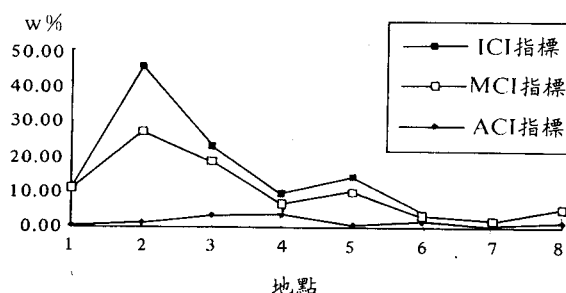


表 7 工業區腐蝕指標

X	Y	地 點	ICI指標	MCI指標	ACI指標
0	1	土城	11.37	10.72	0.67
0	2	觀音工業	45.77	27.21	1.17
0	3	湖口南	23.08	18.71	3.37
0	4	頭份工業區	9.67	6.74	3.91
0	5	幼獅工業區	14.36	9.92	0.74
0	6	台南安平	3.84	3.20	1.66
0	7	高雄小港	1.29	1.70	0.50
0	8	高雄林園	5.19	5.14	1.36



高於M.C.I.的腐蝕指標，這可能因為台灣全島皆有酸雨污染，才會造成I.C.I.指標較高。

另外由於板狀試片的實驗數據需時一年，因此CLIMAT腐蝕指數與板狀試片腐蝕速率之關係，尚未有結果。

五、結論

1. CLIMAT TEST是量測大氣腐蝕性相當良好的方法，其具迅速、準確、靈敏等特色。
2. 在台灣冬季的腐蝕指標，主要是受本島氣候影響，北部冬季較潮濕，因此腐蝕指標較高。
3. 在實驗數據中皆發現I.C.I.指標有偏高的現象，其原因是否為台灣本島工作污染大氣腐蝕

快速量測大氣腐蝕之CLIMAT TEST

性日益嚴重所致，須進一步探討。

參考文獻

1. ISO P223, Corrosion of Metals and Alloys-Corrosivity of Atmosphere-classification.
2. ASTM G50-76, Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals.
3. ASTM G116-93.
4. D.P. Doyle and T.E. Wright, Repel Methods for Determining Atmospheric Corrosivity and Corrosion Resistance.