

# 熱浸鍍鋅

趙焜堯題

2025/01

NO.88

<http://www.galtw.org.tw>



中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會  
Galvanizers Foundation of R.O.C.

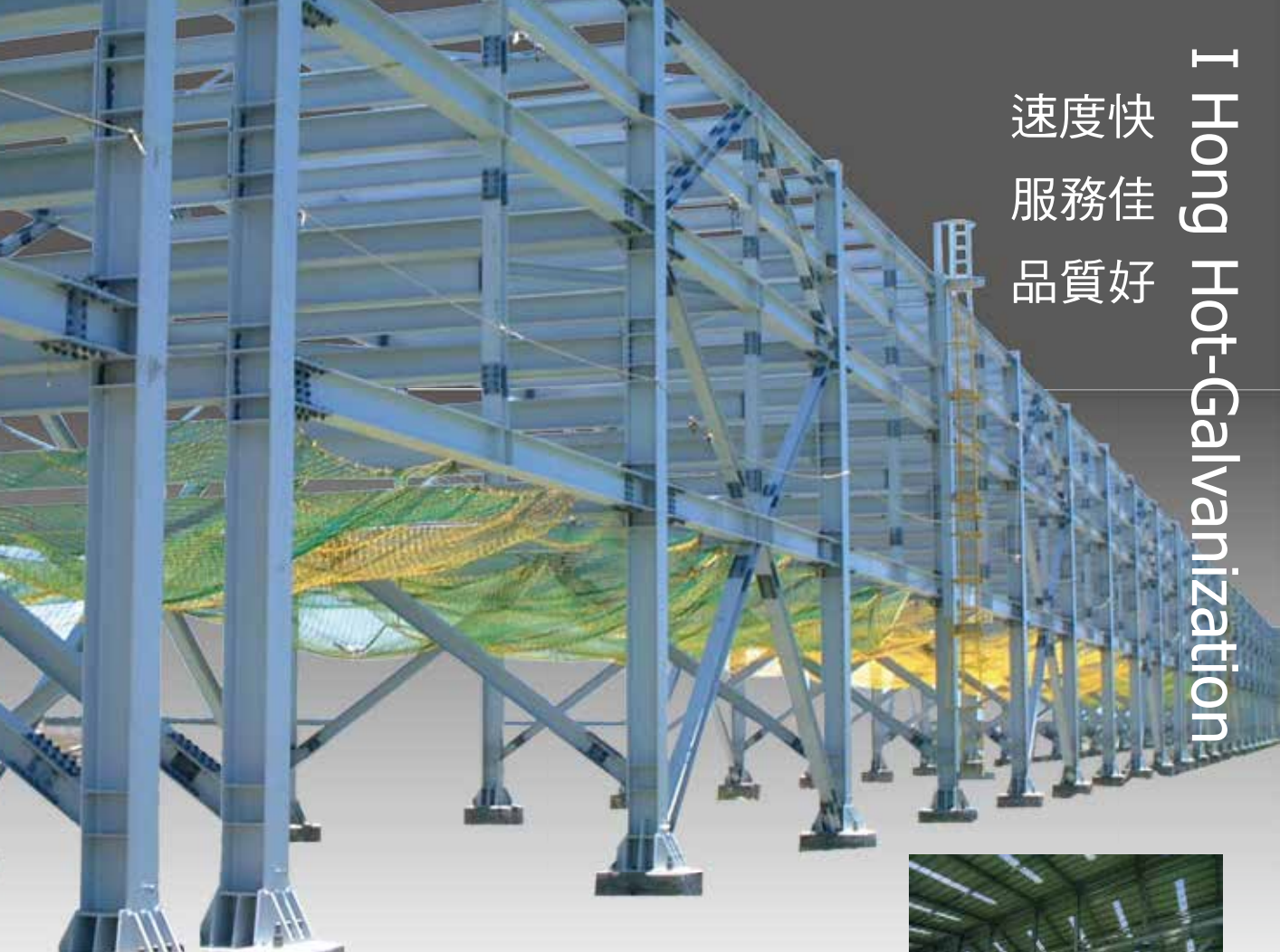
中華民國熱浸鍍鋅協會  
Galvanizing Association of Taiwan

■ 鋼橋、廠房等鋼鐵結構物的最佳防蝕方法

創造熱浸鍍鋅文化 · 維護台灣有限資源



速度快  
服務佳  
品質好



- 鍍鋅爐：長17M×寬1.8M×高3.2M
- 最大鍍鋅構件：30噸
- 最大產能：每月8000噸以上
- 廠區面積：8000坪
- LRQA ISO 9000 · ISO 14001 · OHSAS 18001 認證通過
- 台電 · 中船 · 中鋼 · 中油 · 鐵路局
- 台塑審定合格



## 服務項目

鑄造鍛造 · 型鋼鐵材 · 鋼管鋼材  
養殖農畜 · 鋼架結構 · 公路護欄  
電力電訊



易宏熱鍍鋅工業股份有限公司  
I Hong Hot-Galvanization Industrial Co., Ltd.

高雄市大寮區大發工業區大有三街15號  
No. 15, Dayou 3rd St., Da-Fa Industrial Park, Kaohsiung County  
TEL : 886-7-7873377  
FAX : 886-7-7873380  
E-mail : ihong@ms19.hinet.net

# 熱浸鍍鋅

TGA 中華民國熱浸鍍鋅協會  
Galvanizing Association of Taiwan

## INDEX

- 1 **第一單元** ▶ 活動報導
  - ◎第9屆第3次會員大會
  - ◎金屬工業研究發展中心「點碳成金淨零計畫」
- 3 **第二單元** ▶ 生產技術及防蝕技術專題
  - ◎重鹽害地區鍍鋅鐵配件腐蝕速率探討
  - ◎熱浸鍍鋅鋁鎂合金與再生熱浸鍍鋅
  - ◎錳鋁高強度鋼熱浸鍍Zn-5 wt%Al鍍層合金化組織的分析
- 30 **第三單元** ▶ 工程實績介紹
  - ◎北港溪鐵橋及周邊景觀改善工程
- 39 **第四單元** ▶ 熱浸鍍鋅問答集
- 40 **第五單元** ▶ 本會認證熱浸鍍鋅合格廠商
- 41 **第六單元** ▶ 熱浸鍍鋅結構物設計要點
- 42 **第七單元** ▶ 中華民國熱浸鍍鋅協會簡介及  
中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會簡介

發行者 ■ 財團法人中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會  
協辦單位 ■ 中華民國熱浸鍍鋅協會  
發行人 ■ 魏豐義  
社長 ■ 蕭勝彥  
主編 ■ 黃勝俊  
副主編 ■ 王和源  
編輯委員 ■ 張六文、鄭錦榮、羅俊雄、陳鴻興、黃慶輝  
何芳元、鄭明智、蔡明達  
助理 ■ 賴淑娟  
會址 ■ 806024高雄市前鎮區一心二路33號11樓B2室  
電話 ■ (07)3320958-9  
傳真 ■ (07)3320960  
網址 ■ <http://www.galtw.org.tw>  
電子信箱 ■ [galvanat@ms63.hinet.net](mailto:galvanat@ms63.hinet.net)  
印刷設計 ■ 達利金廣告設計有限公司 0939784123

2025/01  
NO.88



北港溪鐵橋及周邊景觀改善工程

起造單位：嘉義縣文化觀光局  
營造單位：藤途營造有限公司  
監造單位：立建築師事務所  
工程金額：192,500,000元  
鍍鋅單位：台灣鐵塔股份有限公司  
鍍鋅重量：約200公噸

## 廣告索引

- 封底 ▶ 力鋼
- 封面裡 ▶ 易宏
- 封底裡 ▶ 盟雅
- 43頁 ▶ 鋼結構協會
- 44頁 ▶ 現代營建雜誌社
- 45頁 ▶ 前鋒日報社
- 46頁 ▶ 亨欣
- 47頁 ▶ 臺鍍
- 48頁 ▶ 慧鋼

鍍鋅雜誌滿意調查表



您的寶貴意見是我們將內容更完善的原動力！

(請掃描進入填寫，感謝您的支持！)

《創造熱浸鍍鋅文化·維護台灣有限資源》

## 第 9 屆第 3 次會員大會

本會第 9 屆第 3 次會員大會暨熱浸鍍鋅技術研討會將於 114 年 3 月 28 日至 29 日（星期五、六），在石門水庫福華渡假飯店福華廳召開，會中邀請專家作專題演講。請各會員踴躍報名參加。



日期	時間	內容
3 月 28 日 (五)	14:00~14:30	會員報到
	14:30	大會開始
	14:30~14:40	理事長致詞、來賓致詞
	14:40~15:10	會務報告
	15:10~15:30	優良熱浸鍍鋅工程獎頒獎
	15:30~15:40	點心時間
	15:40~16:05	專題演講(一)
	16:05~16:30	專題演講(二)
	16:30~18:00	理監事會議
	18:00~21:00	年會晚會及摸彩
3 月 29 日 (六)	06:30~09:00	早餐及自由活動
	09:20~11:30	旅遊活動
	12:00~14:30	午餐
	14:30	賦歸

## 點碳成金淨零計畫

為引導金屬產業投入淨零減碳，經濟部產發署推動「點碳成金淨零計畫」之金屬產業智慧化與低碳化輔導，計劃由法人、大學校院專家團隊，赴廠協助診斷企業智慧化與碳排量，同時傳承碳排量計算專業技能，並協助企業規劃減碳路徑圖，厚植企業淨零推動能量，加速企業邁向淨零轉型，提升國際市場競爭力。

有關金屬工業研究發展中心執行經濟部產業發展署「點碳成金淨零計畫」，請參考金屬工業研究發展中心下列連結網頁或掃 QR code。



「金屬產業碳盤查輔導」連結：

<https://www.mirdc.org.tw/Page.aspx?ID=a1b4976c-3a91-4a12-bc76-03aebf5cd842>



「金屬產業人培課程」連結：

<https://www.mirdc.org.tw/CounselingCourse.aspx?ID=bbf75d18-8ec6-4209-8662-5cc528c11945&CateID=c8de5704-1267-41b8-aaca-08e6eafd8199>



## 重鹽害地區鍍鋅鐵配件腐蝕速率探討

鄭錦榮<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 前台灣電力公司綜合研究所化學與環境研究室

\* 通訊作者：u630184@gmail.com

### 摘要

熱浸鍍鋅的防蝕效果已廣泛的為大家所熟知，也被大量的應用在電力、電信輸配電線設施及配件遍佈全省，其中沿著台灣西部海岸線，因大部份曝露於高濕度、高鹽分之大氣中，故易發生銹蝕，往往未達預定使用之年限即損毀更換。熱浸鍍鋅的主要缺點是耐鹽害性較差，而熱浸鍍鋁由於氧化層有抑制鹽害腐蝕特性，缺點是犧牲陽極較熱浸鍍鋅為差，當表層有裂痕或鍍層太薄，導致銹點後，氧化膜會產生崩潰失去防蝕功能，因此美、日等國在多年前已分別發展熱浸鍍低鋁鋅防蝕處理，亦針對重鹽害地區輸配電小型鐵配件、公路鐵構件等使用批式熱浸鍍鋁鋅，本文探討鋼材以熱浸鍍鋅、熱浸鍍鋁鋅（一次鍍與二次鍍低鋁鋅的製程）表面處理的耐蝕性比較，選擇重鹽害地區（台中電廠、麥寮橋村變電、台西變電所、七股鹽田南部雷達氣象站）設置腐蝕測試站，定期收取試片，並與實驗室加速模擬試驗比對評估，建立重鹽害地區鍍鋅、鋁鋅等材料之腐蝕速率公式，利用多元線性迴歸方式建立腐蝕速率與氣象、環境因子的關係，使用者透過當地氣候條件（溫度、濕度、降雨量），環境因子（等價鹽量ESDD）輸入便可預估鍍鋅、鋁鋅等材料的使用年限。

關鍵詞：熱浸鍍鋅、大氣腐蝕、大氣鹽害、線性迴歸分析。

## 一、前言

熱浸鍍鋅的防蝕效果已廣泛的為大家所熟知，也被大量的應用在台電公司輸配電材料中，但是，熱浸鍍鋅的主要缺點是耐鹽害性較差。熱浸鍍鋁，由於氧化層有抑制鹽害腐蝕特性，缺點是犧牲陽極較熱浸鍍鋅為差，當表層有裂痕或鍍層太薄，導致銹點後，氧化膜會產生崩潰失去防蝕功能。因此，美、日等國在多年前已分別發展熱浸鍍低鋁鋅防蝕處理，亦針對重鹽害地區輸配電小型鐵配件、公路鐵構件等使用批式熱浸鍍鋁鋅，且經現場曝露試驗及實驗室加速模擬試驗，皆有良好抗鹽害效果。近年來隨著助熔劑的改變及國內外學術單位的研究，亦分別發展出一次鍍與二次鍍低鋁鋅的製程，大幅改善傳統低鋁鋅均一性及鍍層厚度不足的缺陷。

## 二、實驗規劃及設計

### (一) 試驗站布放地區選擇

本研究主要為探討重鹽害地區高壓鐵塔及鐵配件腐蝕防治，鐵塔防蝕材料在重鹽害地區的實際腐蝕速率的腐蝕性比較。分別規劃台中電廠、麥寮橋村變電所、五條港內的台西變電所、七股鹽田內的南部雷達氣象中心等四處曝露試驗站。台中電廠煤場北側距離運煤碼頭約 100 公尺，屬重鹽害與煤塵害加成區，試驗架裝置在煤場北側圍牆邊；麥寮橋村變電所位於台 17 線 72.5 公里處，距離台塑麥寮六輕石化工業區約 5 公里，試驗架裝置在三樓露天天台上；台西變電所位於五條港內，週邊有漁塭，試驗架裝置在室內變電所外壁圍牆，面向海的距離約 3 公里；南部雷達氣象中心位於七股鹽田內，週邊為廢棄鹽田，地域空曠。

### (二) 曝露試驗試片評估

本研究曝露所採用之試片，包括熱浸鍍鋅鋼板，一次鍍 5% 鋁鋅、二次鍍 5% 鋁鋅，試片其大小為 150mmx100mmx3mm，供外觀變化之觀

察及腐蝕量測定之用。

### 1. 鍍鋅試片處理

鍍鋅試片基材為 SS400 裸鋼材，熱浸鍍鋅標準的操作程序為脫脂、水洗、酸洗、水洗、熱浸鍍鋅、成品試片，試片大小為 150mmx100mmx3mm，鍍鋅量為 380 g/m<sup>2</sup>，膜厚約 55μm，基材由台電綜研所準備後，委託臺灣鍍鋅公司鍍鋅供曝露之熱浸鍍鋅鋼板，一次鍍 5% 鋁鋅由臺灣鍍鋅公司製造，二次鍍 5% 鋁鋅由百致東工業股份有限公司提供。

### 2. 大氣腐蝕試驗架

各類規格為 150mmx100mmx3mm 素材試片，分別插入於以鍍鋅鋼依 ASTM G50 規範製作的試驗架，距地面約 1.5 公尺，試片以南北傾斜 30° 面向擺放。

### 3. 試驗評估方法

#### (1) 自然曝露

本研究試片依計劃曝露試驗二年，金屬處理試片以 3 個月一期取回，實驗室內進行分析及腐蝕評估分別取樣，每次檢視觀察試片外觀、腐蝕狀況及測定腐蝕率與照相保存，綜合此較分析。

#### (2) 腐蝕之評價標準

為了比較各種材料的腐蝕程度，本研究採用 ASTM G33 為參考標準評價，腐蝕速率預估模式，選擇重鹽害地區（台中電廠、麥寮橋村變電、台西變電所、七股鹽田南部雷達氣象站）設置腐蝕測試站，定期收取試片，另同類現場試驗新試片，由實驗室加速模擬試驗比對評估，建立重鹽害地區鍍鋅、鋁鋅等材料之腐蝕速率公式，利用多元線性迴歸方式建立腐蝕速率與氣象、環境因子的關係，使用者透過當地氣候條件（溫度、濕度、降雨量），環境因子（等價鹽量 ESDD）輸入便可預估鍍鋅、鋁鋅等材料的使用年限。



## 三、結果與討論

### (一) 鍍鋅金屬材料大氣腐蝕與腐蝕速率預估

經由台中電廠、麥寮橋村變電所、五條港內的台西變電所、七股鹽田內的南部雷達氣象中心等四處曝露試驗站大氣腐蝕試驗二年，分別由梧棲氣象中心、南部雷達氣象中心提供氣象資料，綜合研究所高壓室提供等價鹽量資料，詳如圖 1 至圖 4。月平均溫度分佈由冬天 15°C 至夏天 30°C，七股較台中平均溫度為高，月平均相對濕度台中介於 70 至 80 間，七股介於 60 至 70 間，雨量分佈以七股為高，等價鹽量分佈以台中較七股為嚴重，其中以每年 11 月至間年 7 月最顯著。

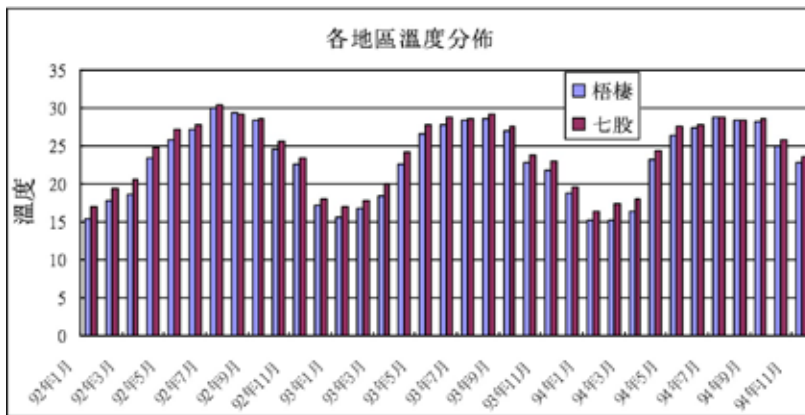


圖 1 梧棲、七股溫度分佈圖

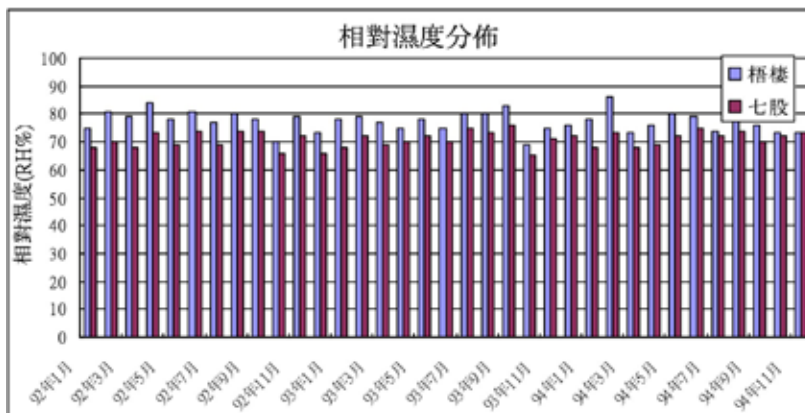


圖 2 梧棲、七股相對濕度分佈圖

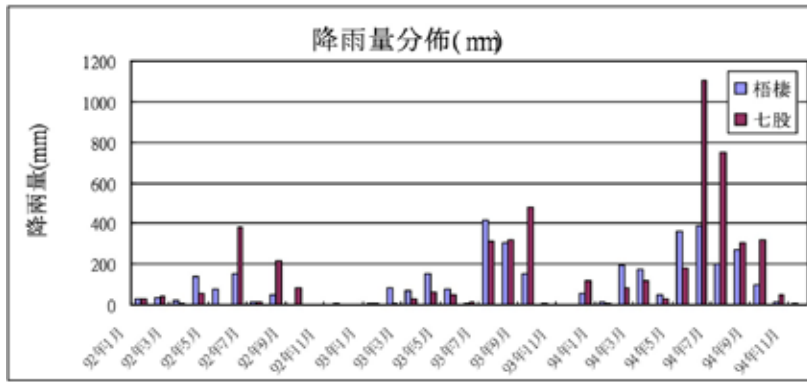


圖 3 梧棲、七股降雨量分佈圖

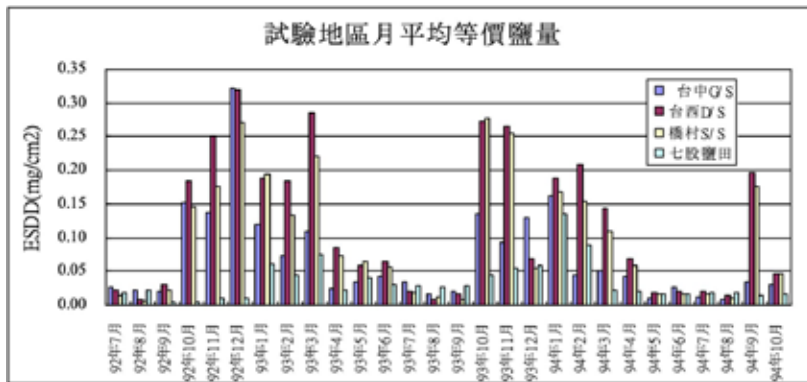


圖 4 梧棲、七股平均等價鹽量分佈圖

分別依腐蝕速率對時間作圖，利用線性迴歸求出腐蝕速率公式如熱浸鍍鋅如圖 5、5%Al-Zn(一次鍍)如圖 6、5%Al-Zn(二次鍍)如圖 7。由腐蝕速率公式  $R^2$ ：決定係數，或稱判定係數 (Coefficient of determination, 記為  $R^2$ )，在統計學中用於度量應變數的變異中可由自變數解釋部分所佔的比例，以此來判斷迴歸模型的解釋力。高於 0.96 以上判斷資料結果有良好線性，三種表面處理皆以台中、七股較台西、橋村試驗點腐蝕速率為嚴重，5%Al-Zn(一次鍍或二次鍍)第一年時均較熱浸鍍鋅腐蝕速率少於一倍，第二年更相差至二倍以上，主要是鋁鋅形成富鋁區域有效抑制鹽與鋅層的繼續反應。

腐蝕速率預估模式選擇重鹽害地區 (台中電廠、麥寮橋村變電、台

西變電所、七股鹽田南部雷達氣象站)設置腐蝕測試站，定期收取試片，並與實驗室加速模擬試驗比對評估，建立重鹽害地區鍍鋅、鋁鋅等材料之腐蝕速率公式，利用多元線性迴歸方式建立腐蝕速率(R)與氣象、環境因子的關係，使用者透過當地氣候條件[溫度(T)、濕度(RH)、降雨量(F)]，環境因子(等價鹽量 ESDD)輸入預估鍍鋅、鋁鋅等材料的使用年限，詳細結果如下式所示，經由下列公式可預估各地區腐蝕因子對材料之影響及預估模式。

(1) 熱浸鍍鋅

$$R=5.46T+0.01F+0.04RH+102.68ESDD+218.05(\text{台中港、七股氣象中心})$$

$$R=4.52T+0.01F+13.02RH+504.84ESDD+1136.61(\text{台西、橋村})$$

(2) 5%Al-Zn(一次鍍)

$$R=0.85T+0.06F+0.3RH+191.06ESDD+44.88(\text{台中港、七股氣象中心})$$

$$R=2.62T+0.14F+10.43RH+67.87ESDD+823.22(\text{台西、橋村})$$

(3) 5%Al-Zn(二次鍍)

$$R=0.37T+0.04F+1.49RH+134.6ESDD+135.88(\text{台中港、七股氣象中心})$$

$$R=1.16T+0.05F+6RH+73.19ESDD+476.1(\text{台西、橋村})$$

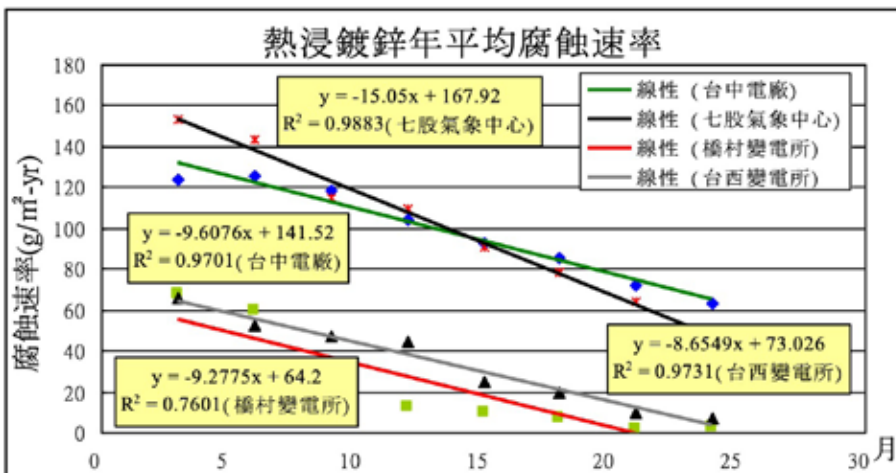


圖 5 熱浸鍍鋅年平均腐蝕速率線性迴歸

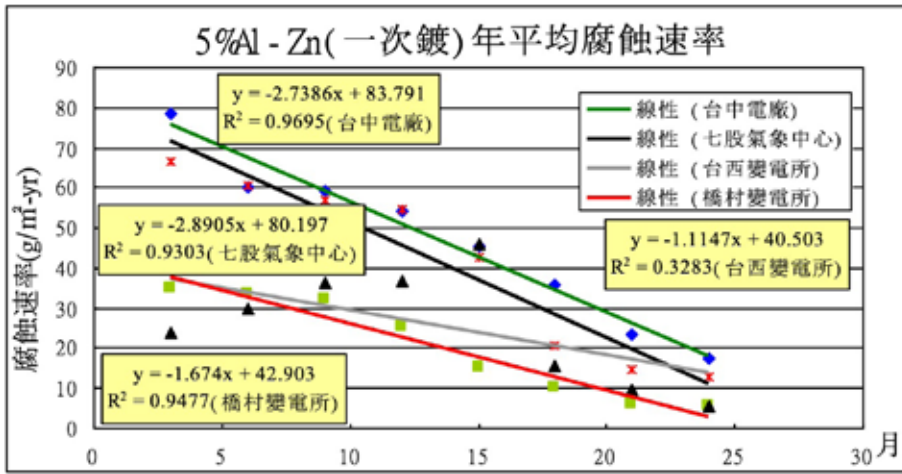


圖 6 5%Al-Zn(一次鍍)年平均腐蝕速率線性迴歸

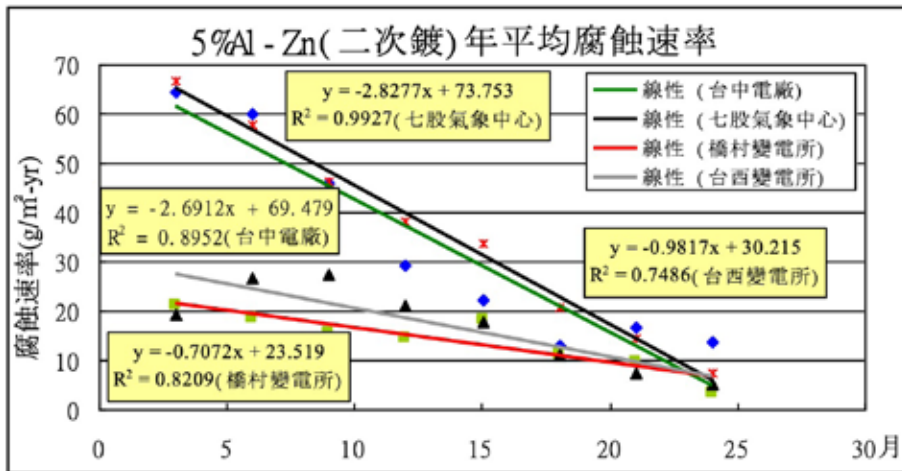


圖 7 5%Al-Zn(二次鍍)年平均腐蝕速率線性迴歸

## (二) 實驗室鹽霧加速腐蝕試驗

本實驗根據 ASTM B117 鹽水噴霧加速腐蝕試驗，分別對熱浸鍍鋅試片進行腐蝕試驗，定時取出拍照記錄。依 ASTM D1654 金屬及塗裝試片評估等級，如表 1 可知熱浸鍍鋅於 250 小時已明顯出現大量白銹，同時部分已有鐵的黃點銹產生。比較熱浸鋅與 5% Al-Zn，可知 5% Al-Zn 鍍層處理後試片經 1,000 小時試驗仍未有腐蝕現象，平均約至 1,200 小

時表面才出現微細均勻的白銹。經試驗 3,000 小時後，可明顯看出熱浸鍍鋅已嚴重腐蝕達總面積 75%，5% Al-Zn 腐蝕達總面積維持在 2~10%。

表 1 鍍鋅試片鹽霧腐蝕試驗評估

5%NaCl		時間 (hr) 腐蝕之評價標準								
試片名稱	編號	100	150	200	500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000
鍍鋅試片	Z	8	4	4	4	4	1	0	0	0
鍍鋅 +5%Al-Zn( 一次 )	D	10	10	10	10	10	10	9	8	8
鍍鋅 +5%Al-Zn( 二次 )	A	10	10	10	10	10	9	8	7	6

註：依 ASTM D1654 用於評估暴露於腐蝕性環境的塗漆或塗層樣品的標準測試方法，10 級：無腐蝕、9 級：0~1% 銹蝕面積、8 級：2~3% 銹蝕面積、7 級：4~6% 銹蝕面積、6 級：7~10% 銹蝕面積、4 級：21~30% 銹蝕面積、1 級：56~75% 銹蝕面積、0 級：>75% 銹蝕面積。

### (三) 極化曲線腐蝕速率評估

熱浸鍍鋅與一或二次鍍 5% 鋁鋅經浸於 5% 鹽水中進行極化曲線腐蝕速率試驗，以飽和甘汞為參考電極，石墨棒為輔助電極，試片靜置 5 分鐘後以 -1,200mv 掃至 300mv，掃描速率為 1mv/sec。所得結果如圖 8 至圖 10，三類試片腐蝕電流分別為 0.066 $\mu$ A、0.056 $\mu$ A 及 0.055 $\mu$ A，腐蝕速率分別為 0.78mpy、0.064mpy、0.058mpy，腐蝕電位分別為 -1,041mV、-1,000mV、-995mV 等。由圖 9 陽極極化中可發現產生鈍態現象，在 5% 鹽水中純鋅較鋁鋅有更活性的保護電位，換言之熱浸鍍鋅對鋼鐵之犧牲保護在初始時較鋁鋅為佳，有更高的腐蝕消耗，隨著時效增長純鋅及鋅合金急速消耗，鐵基銹點外露，這亦可解釋為何在鹽霧加速試驗中，鋁鋅腐蝕速率較熱浸鍍鋅低數倍之原因，至於一次或二次鍍 5% 鋁鋅何者為優，因二者膜厚約有 10 $\mu$ m 的差異，尚待後續組織金相及電化學腐蝕評估。

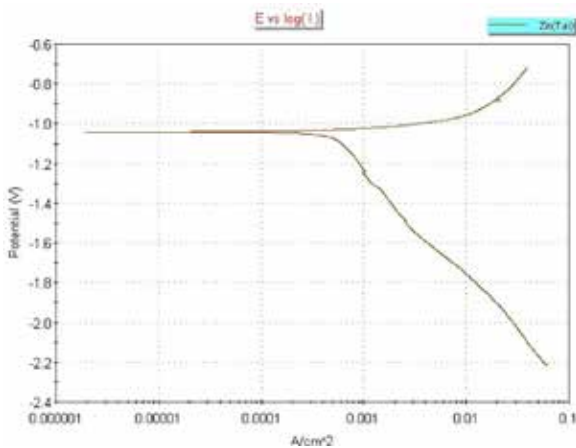


圖 8 熱浸鍍鋅極化曲線圖

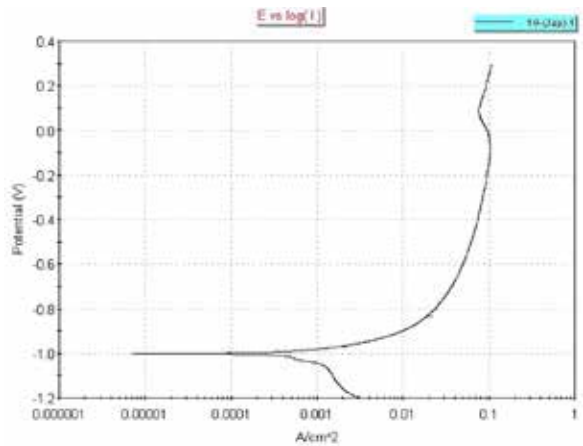


圖 9 5%Al-Zn(一次鍍)極化曲線圖

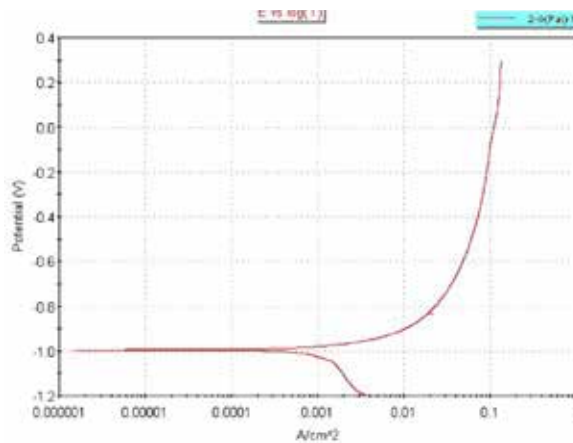


圖 10 5%Al-Zn(二次鍍)極化曲線圖

#### 四、結論

- (一) 月平均溫度分佈由冬天 15°C 至夏天 30°C，七股較台中平均溫度為高，月平均相對濕度台中介於 70 至 80 間，七股介於 60 至 70 間，雨量分佈以七股為高，等價鹽量分佈以台中較七股為嚴重，其中以每年 11 月至隔年 7 月最顯著。
- (二) 腐蝕速率公式  $R^2$  高於 0.96 以上判斷資料結果有良好線性，三種表面處理皆以台中、七股較台西、橋村試驗點腐蝕速率為嚴重。
- (三) 5%Al-Zn(一次鍍或二次鍍) 第一年時均較熱浸鍍鋅腐蝕速率少於

一倍，第二年更相差至二倍以上，主要是鋁鋅形成富鋁區域有效抑制鹽與鋅層的繼續反應。

(四) 依據 ASTM B117 鹽水噴霧加速腐蝕試驗 3,000 小時後，可明顯看出熱浸鍍鋅已嚴重腐蝕達總面積 75%，5% 鋁鋅腐蝕達總面積維持在 2~10%。

## 五、參考文獻

1. L. Allegra and J. Zoccola” Aluminum-zinc Coat Sheet for Automotive Exhaust Applications” Materials Performance, May, 1979,pp.18-21.
2. Electrochemical Corrosion Studies on zinc-Coated steel. Denny A. Jones an N. Ramachandran Nair Corrosion-NACE. Vol 41 No. 6 June 1985,pp, 352-362.
3. Hirose. Y. Dark gray Patina Developed on Galfan Coated Sheet Steel. Private Communication to Galfan Licenses. June, 6, 1985.
4. K-L Lin, C-F Yang and J-T Lee, ”Correlation of Microstructure with Corrosion and Electrochemical Behavior of the Batch-Type Hot Dip Al-Zn Coatings: Part 1. Zn-and 5 % Al-Zn Coatings, Corrosion , Jan 1991, pp9-17.
5. K-L Lin, C-F Yang and J-T Lee, ”Correlation of Microstructure with Corrosion and Electrochemical Behavior of the Batch-Type Hot Dip Al-Zn Coatings: Part 2. 55 % Al-Zn Coatings, Corrosion , Jan 1991, pp17-23.
6. 田中亞鉛鍍金株式會社，熱浸鍍低鋁鋅大氣曝露試驗結果，平成 12 年 7 月。

## 熱浸鍍鋅鋁鎂合金與再生熱浸鍍鋅

諸岡俊彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 株式会社興和工業所

### 摘要

熱浸鍍鋅由於價格低廉且防蝕效果優異，在 1960 年代經濟高速成長時期的日本，已廣泛應用於公路、鐵路、建築等各種鋼結構。但隨著時間的推移，發現安裝在沿海等鹽害地區無法獲得所期待的效果。日本四面環海、濕度高，較難避免受到鹽害。因此，比熱浸鍍鋅耐蝕性更高的鍍層需求日益增加，必須要有新的表面處理工法。

在此狀況下，本公司將鋅中添加鋁和鎂的合金鍍鋅（稱為“SG mekki”）商業化。這種「SG 熱浸鍍鋅」（super galvanize）有以下優點：

- 高耐蝕性 - 在鹽害地區等嚴重腐蝕環境下的耐蝕性提高
- 控制膜厚 - 以 2 浴法可以鍍到比連續式鍍鋅鋼板更厚的鍍層
- 環保 - 對環境有害的物質較少（幾乎不含鉛或鎘）

在鹽害地區有望提高耐蝕性的「SG 熱浸鍍鋅」，應是可以取代熱浸鍍鋅的新型表面處理工法。眾所周知，在鋅中添加鋁可以提高耐蝕性，1970 年代在連續式鍍鋅鋼板領域就已商品化。最近為了更進一步提高耐蝕性，連續式鍍鋅鋁鎂合金鋼板也已商品化了。然而在鋼結構的鍍鋅領域因存在著許多技術問題，所以像鍍鋅鋼板這樣商品化的案例並不多。在此情況下，本公司很早就著眼於熱浸鍍鋅鋁鎂合金，並在大約 40 年前已實際應用於建築、工業機械、交通機關、電力配件等的表面處理。

### 一、前言

鋼鐵是在我們社會生活中不可或缺的材料，應用於各種領域。然而如此珍貴的鋼鐵卻很容易腐蝕，如果腐蝕加劇，各種鋼材及鋼結構的使



用壽命就會結束。也意味著製造鋼鐵時所使用的資源及大量能源也將永遠消失。據說生產 1 噸鋼，會排放 2.3 噸的二氧化碳<sup>(1)</sup>。延長鋼鐵產品的壽命、以及減少二氧化碳排放、有效利用資源及節約能源，不僅是日本的重大課題，也是全球的重大課題。

防止鋼鐵生銹的方法有很多種，熱浸鍍鋅是其中之一。熱浸鍍鋅價格低廉，防銹效果優越，因此在日本 1960 年代經濟高速成長時期，廣泛應用於公路、鐵路、建築等各種鋼結構。株式會社興和工業所成立於 1947 年，一直將熱浸鍍鋅應用於各種產品。

然而隨著時間的推移，發現在沿海等鹽害地區，並沒有達到預期的效果。日本四面環海，濕度高，難免受到鹽害，因此開始思考需要比熱浸鍍鋅具有更高耐腐蝕性的鍍層。

眾所周知，在鋅中添加鋁可以提高耐蝕性，並且在 1970 年左右就已經在連續鍍鋅鋼板領域已商品化。然而，一般的熱浸鍍鋅領域存在著許多技術問題，沒有引起太多關注，本公司是最早關注於熱浸鍍鋅鋁合金技術的。此技術的優點是，在鋅中不僅添加鋁，也添加鎂，目標是進一步提高耐蝕性。我們將這種熱浸鍍鋅鋁鎂合金命名為「SG 熱浸鍍鋅」，並於 1980 年左右開始朝實用化方向開發。此技術可延長鋼結構的使用壽命，這有助於節約資源及能源。

本文將介紹關於新技術「SG 熱浸鍍鋅」，實際應用上所面臨的課題的解決方案及特性，以及實際使用狀況。

## 二、製程的確立

一般的熱浸鍍鋅流程是脫脂和酸洗之後進行「助熔劑處理」，再浸入熱浸鍍鋅浴中。

脫脂 → 酸洗 → 助熔劑 → 熱浸鍍鋅

但是若在熱浸鍍鋅浴中添加鋁，即使添加量為 0.05% 左右，助熔劑

皮膜會被破壞，而發生未鍍、膜厚不穩定等問題。SG 熱浸鍍鋅是一種含有高濃度鋁的合金鍍鋅浴，如果採用與熱浸鍍鋅相同的工法，會完全無法鍍好。這也就是熱浸鍍鋅鋁合金無法在一般熱浸鍍鋅領域普及的原因。(順便一提，因連續式鍍鋅鋼板不需要助熔劑處理，可以直接進行含有高濃度鋁的合金鍍鋅。)

因此，本公司研擬了不直接將鍍件浸入合金鍍鋅浴中，而是先進行熱浸鍍鋅之後，再浸入合金鍍鋅浴的兩階段熱浸鍍鋅工法。這種作法大幅減少了未鍍的情形發生，並且得到膜厚也穩定的結果。

### < SG 熱浸鍍鋅的製程 >

脫脂 → 酸洗 → 助熔劑 → 第1浴 (熱浸鍍鋅) → 第2浴 (熱浸鍍鋅鋁鎂合金)

### 三、問題及解決方案

在開發 SG 熱浸鍍鋅時，遇到了各種問題。對於這些問題一一解決的結果，我們得以將一般鋼結構的熱浸鍍鋅鋁合金商業化。問題點及解決方案如下：

#### 1. 治具的鋅…治具不能重複使用

在第1浴中進行熱浸鍍鋅時，如果把第2浴後的治具再次放入第1浴中，由於附著在治具上的鍍層會溶出鋁，使得鍍浴中的鋁濃度上升，導致在第1浴中發生未鍍。因此，第2浴後必須利用酸去除治具上的鍍層。但去除鍍層所使用過的酸溶液沒有任何用處，必須廢棄。由於本公司早已使用回收設備(將於後面敘述)，因此能夠毫無問題的以2浴法進行治具的特殊處理。

#### 2. 鍍鋅鍋…一般熱浸鍍鋅用的鍋體材料較不耐用。

如果將一般熱浸鍍鋅所使用的鐵製鍍鋅鍋，應用於SG熱浸鍍鋅，受到添加鋁、鎂的影響，鍋體材料會被嚴重侵蝕，無法長久使用，因此

需要頻繁更換，鍍鋅鍋也可能因腐蝕而形成孔洞，總是存在著熔融金屬流出的風險。並且也無法忽視隨著鍋體材料腐蝕與熱浸鍍鋅之間的反應所產生的浮渣對於產品的影響。本公司在實際使用測試中已經充分掌握了在熱浸鍍鋅浴中使用鐵製鍍鋅鍋而造成的負面影響。

因此，認為若要進行 SG 熱浸鍍鋅，就需要替代鐵製鍍鋅鍋的新的材料，並關注於在一般熱浸鍍鋅領域並不常見的陶瓷爐。在初期階段也曾有過因燃燒管破裂而煩惱的情形，但陶瓷爐可避免更換鍍鋅鍋和熔融金屬流出的事故。且因鍍鋅浴與鍍鋅鍋之間沒有反應，因此也能夠抑制浮渣產生。

### 3. 鍍鋅浴管理

由於在第 2 浴鍍鋅過程中的特殊反應，鋁和鎂的濃度容易變得不穩定。因此有時會發生鍍層外觀極差的現象。

本公司了解管理鍍鋅浴的重要性，因此研究了補充金屬濃度的調整方法，並確立了可以讓鍍鋅浴管理穩定的補充方法。結果鍍鋅浴可以保持乾淨，成功的大幅抑制了浮渣的產生及外觀不良。

## 四、SG 熱浸鍍鋅的優點

### 1. 提高耐蝕性

熱浸鍍鋅在腐蝕過程中會產生腐蝕生成物。這種腐蝕生成物防蝕性較差，隨著時間變遷不斷重複生成→消滅→生成→消滅…的循環。由於腐蝕生成物主要成分鍍鋅層中的鋅逐漸被消耗，保護鋼鐵的功能逐漸喪失，進而腐蝕。SG 熱浸鍍鋅雖與熱浸鍍鋅一樣會產生腐蝕生成物，但鍍鋅層中的鋁和鎂可使腐蝕生成物穩定並使其難以消滅。因此，生成→消滅→生成→消滅…的循環變得非常緩慢，結果鍍層的消耗被抑制，腐蝕也被抑制。並且由於腐蝕生成物可以穩定存在，這個生成物成為保護層，進而抑制腐蝕進行。

從鹽水噴霧試驗的結果可以明顯看到，熱浸鍍鋅在 1,000 小時出現紅銹，但 SG 熱浸鍍鋅即使在 15,000 小時也不會出現紅銹，已證明腐蝕生成物是有益的，如圖 1 所示。

在非常靠近海岸的地方進行大氣暴曬測試，15 年來暴曬的熱浸鍍鋅與 SG 熱浸鍍鋅的每年腐蝕耗損，如圖 2 所示。腐蝕耗損遠小於熱浸鍍鋅，證明了 SG 熱浸鍍鋅的高耐蝕性。因此認為 SG 熱浸鍍鋅在高腐蝕環境下可以發揮其威力。



圖 1 鹽水噴霧試驗

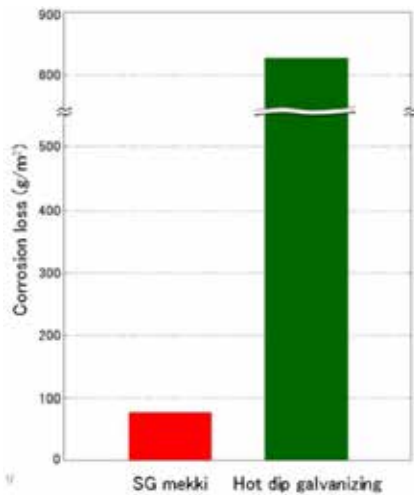


圖 2 十五年的腐蝕耗損量

## 2.SG 熱浸鍍鋅層的組織

使用金相顯微鏡觀察熱浸鍍鋅（1 浴鍍後）和 SG 熱浸鍍鋅的鍍層組織，以及用 EPMA 分析的鍍鋅層中各成分的分佈，如圖 3、圖 4 所示。

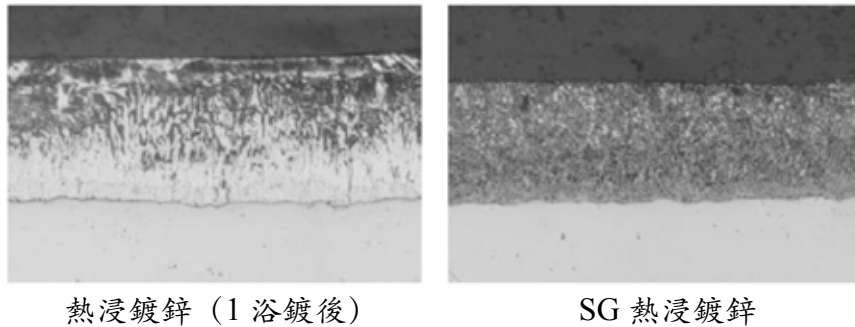


圖 3 金相顯微組織

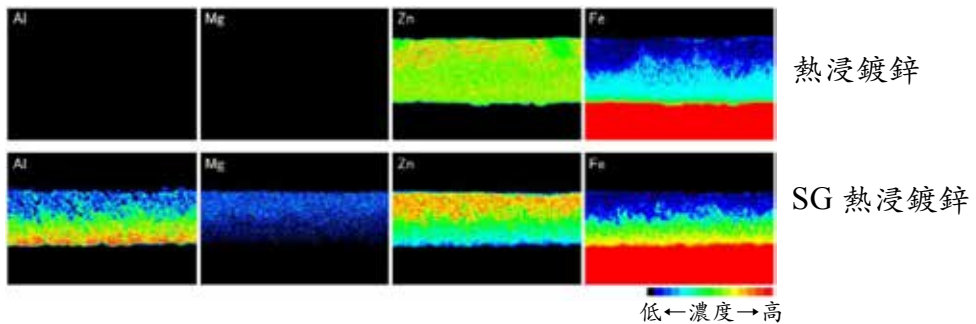


圖 4 EPMA 分析的成分分佈

第 1 浴鍍鋅後的組織與熱浸鍍鋅同樣，有與鐵基接觸的鐵鋅合金層，且上層（皮膜表面側）為純鋅層；SG 熱浸鍍鋅的結構是鋁和鎂擴散並滲透到第 1 浴中形成的 Fe-Zn 合金層中合金化，並且也在上層形成鍍浴成分層（Zn-Al-Mg）。SG 熱浸鍍鋅雖為 2 浴法，但 SG 熱浸鍍鋅的組織與熱浸鍍鋅同樣是兩層結構（合金層 + 鍍浴成分層）。

此外，由熱浸鍍鋅組織的成分分佈結果得知，Al 的分佈是特殊的。越靠近基材，鋁的分佈越濃，整個鍍層中鋁的濃度約為 10%~13%。鋁的這種特殊分佈進一步穩定了腐蝕生成物，這是顯示高耐蝕性的很重要的一點。

並且，SG 熱浸鍍鋅層是在第一浴熱浸鍍鋅層的鐵鋅合金層上形成。如果能夠控制第 1 浴的鐵 - 鋅合金層的厚度，就可以厚膜化。目前 SG 熱浸鍍鋅的膜厚可鍍到 50 $\mu$ m，可比連續式鍍鋅鋼板鍍到更厚的鍍層，如圖 3 及圖 4 所示。

### 3. 環保

SG 熱浸鍍鋅的第 1 浴和第 2 浴均使用高純度的鋅。幾乎不含一般熱浸鍍鋅所含有的鉛、鎘等有害物質。SG 熱浸鍍鋅是不含有害物質的環保的鍍層，如表 1 及表 2。

表 1 高純度的鋅材料

成分	化學成分 (wt.%)						
	Zn	Pb	Fe	Cd	Sn	Al	Cu
含量	≥99.995	≤0.003	≤0.002	≤0.002	≤0.001	≤0.001	≤0.001

表 2 SG 熱浸鍍鋅鍍層

化學成分 (wt.%)					
Al	Mg	Fe	Pb	Cd	Zn
11.6	0.93	4.61	0.002	<0.001	82.5

### 五、再生熱浸鍍鋅

去除已生鏽的鋼結構表面的鏽和殘餘的鍍鋅皮膜，形成乾淨的鋼結構表面後，重新進行熱浸鍍鋅及 SG 熱浸鍍鋅的做法，本公司已商業化。

以往生鏽和腐蝕的鋼結構都要被新製作的鋼結構取代，原本生鏽的鋼結構就要廢棄。然而在環境問題備受關注的當今世界，必需形成循環型社會，不輕易廢棄鐵製品，盡可能回收再利用的做法變得非常重要。若以 SG 熱浸鍍鋅進行再生熱浸鍍鋅，可活用既有鐵製品，只需重新進行表面處理，就可使既有鋼鐵製品煥然如新，還可以延長壽命。如此一

來就不需重新製作，因無需處分舊結構，也可以降低二氧化碳的排放及生命週期成本。

舊的鋼結構 → 去除銹、鋅 → 鋼結構（更新）

## 六、鋅的回收

熱浸鍍鋅時，需要定期去除附著在治具上的鋅。除鋅時需使用酸，去除後的酸溶液通常作為事業廢棄物處理。但我們很早就關注於節省資源和循環再利用，因此從去除鍍層的酸液中回收鋅之後再利用，並且也開發了回收的酸溶液也可以再利用的回收再利用設備，這些已在 40 多年前就開始運用。另外，附著在 SG 熱浸鍍鋅治具上的鍍鋅皮膜也是利用該設備去除，去除的鋅也會回收，如圖 5 及圖 6 所示。



圖 5 回收設備



圖 6 回收的鋅

生銹的鋼結構若要進行再生熱浸鍍鋅，必須先去除銹和舊的鍍層。要去除這些，就要與治具同樣使用酸。因此，只要使用此回收設備，去除的舊鍍層中的鋅就可以回收。如此以來，以往因成本考量難以實現的「再生熱浸鍍鋅事業」就變成可能了。再生熱浸鍍鋅，可應用於各種地方。鹽害環境的應用案例，如圖 7~圖 10。



圖 7 通訊鐵塔



圖 8 高處狹窄通道 (重新鍍鋅)



圖 9 格柵板

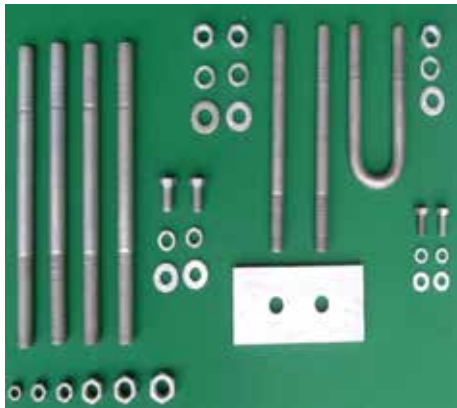


圖 10 螺栓螺帽

## 七、結語

本公司不僅確立了熱浸鍍鋅鋁鎂合金可應用於一般鋼結構的技術，也已商業化成功。SG 熱浸鍍鋅是從延長生命週期等維護的觀點，重視耐蝕性的地方受到關注。在腐蝕嚴重區域已成為可替代熱浸鍍鋅的表面處理工法。



並且近年來在連續式鍍鋅鋼板領域添加鎂的鋅-鋁-鎂合金鋼板已商品化。這是為了進一步提高耐蝕性，這項技術在連續鍍鋅鋼板領域也受到關注，證明目標是沒有錯的。

透過再生熱浸鍍鋅的商業化，不須更換鋼結構，只要重新進行表面處理即可，甚至從構件中去除的鋅也可以回收、再利用。如此就可以同時實現再利用、延長壽命以及減少二氧化碳及降低廢棄物。

「鋼鐵」是社會上不可或缺的材料。然而，生鏽造成的經濟損失是無法估計的。保護鋼鐵不生鏽並延長壽命，透過節約資源和減少二氧化碳排放，為實現永續發展目標做出貢獻，這是未來社會的重要目標。「SG熱浸鍍鋅」和「再生熱浸鍍鋅」是可以實現這一目標的表面處理工法。

## 八、參考文獻

1. 日本製鐵株式會社 永續發展報告 2023
2. 土木學會年次學術講演會講演概要集 72 卷 V-598 (2017)

本文由臺鍍科技股份有限公司王麗君經理編譯自諸岡俊彥 (Morooka Toshihiko) 先生著作「溶融亜鉛アルミニウムマグネシウム合金めつきと再生めつき」一文(發表於 2023 年第 12 屆亞太熱浸鍍鋅會議)，經作者同意翻譯轉刊登於本雜誌。

## 錳鋁高強度鋼熱浸鍍 Zn-5 wt%Al 鍍層合金化組織的分析

王光國<sup>1</sup>、許瓊文<sup>2</sup>、張六文<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 中山大學材料與光電科學學系

<sup>2</sup> 中山科學院材料暨光電研究所

### 摘要

本研究利用 X 光繞射儀與掃描式電子顯微鏡，探究錳鋁第三代先進高強度鋼浸鍍於 Zn-5wt%Al 鋅浴後的合金化反應，分析其表面所形成的合金化層顯微組織。研究結果可證實錳鋁高強度鋼熱浸鍍 Zn-5wt%Al 鍍層在 530-550°C 的溫度可獲得類似 IF 鋼合金化鍍層結構。唯一的差異在於合金層表面除了  $\delta$  相以外，其餘係由鐵鋁相 ( $\eta+\phi$ ) 所組成，但整體合金層比例仍以  $\delta$  相為主。然而，隨著合金化溫度增加到 570°C 後， $\phi$  相與  $\eta$  相比比例與覆蓋率也逐漸增加，合金層厚度落差也趨於顯著。再者， $\Gamma_2$  相的生成也不利於鍍層與底材的結合性，這將會惡化鍍層機械特性。因此，根據實驗結果顯示 530-550°C / 20s 為錳鋁鋼材熱浸鍍鋅 -5wt% 鋁鍍層比較理想的合金化條件。

### 一、前言

因應未來汽車車體（身）持續減重的需求，全世界各大鋼廠與學術界均致力於開發高強度 (>1,000 MPa) 和高延伸率 (>20%) 的第三代先進高強度鋼。第三代先進高強度鋼添加大量的錳、鋁或矽等合金元素，以得到次微米的雙相組織，使鋼材擁有優異的強延積。然而，在連續退火時，大多數的合金元素會在鋼材表面優先氧化，形成厚且緻密的氧化層。在熱浸鍍鋅處理時，容易出現鋅層潤濕性不良，導致鍍覆不均和大量未鍍點出現的現象。為了克服此一問題，提高鋅浴鋁含量，利用鋁熱還原反應加速氧化層還原是可行的對策之一。根據先前的研究已經證實 Zn-5

wt%Al 鍍層能成功鍍覆在第三代先進高強度鋼表面<sup>(1)</sup>。然而，過去文獻對於高鋁含量鍍層的合金化反應研究亟為有限。有鑒於此，本研究將進一步針對鍍覆 Zn-5 wt%Al 鍍層進行合金化反應，藉以瞭解鍍覆於第三代先進高強度鋼表面的 Zn-5 wt%Al 鍍層經過合金化後鍍層顯微組織與一般傳統 IF 鋼合金化鍍層的異同。

## 二、鋼材與研究方法

本研究使用錳鋁總含量高於 6wt% 的冷軋錳鋁鋼(約 1.5 mm 厚)為底材，將鋼材裁切成 200 mm x 120 mm 的試片，經清洗後再利用熱浸鍍鋅模擬器 (Iwatani HDS) 進行連續退火與鍍鋅實驗。試片在露點 -30°C 的氣氛 (95 vol.% N<sub>2</sub>+5 vol.% H<sub>2</sub>) 中，先以每秒 5°C 速率升溫至 800°C，恆溫退火 60 秒，再以每秒 15°C 速率降溫至 460°C，持溫 60 秒後，浸入鋁含量為 5 wt% 的鋅浴中停留 3 秒，之後試片立即抽離鋅槽，並利用高壓氮氣將多餘的鋅液吹除，以控制鍍鋅層厚度(約 10 μm)。之後將鍍鋅試片裁切成 200 mm x 10 mm，以熱機模擬儀 (Gleeble 1500) 進行合金化處理 (Galvannealing, GA)。合金化處理的模擬製程，係以每秒 5°C 速率將試片升溫 440°C 並持溫 60 秒，進行合金化預熱處理。緊接著再以每秒 30°C 速率升溫至 530、550 及 570°C 後，並持溫時間 20 秒，予以進行合金化反應，隨後空冷至室溫。試片將以 X 光繞射儀 (Bruker-AXS D8 Discover) 低掠角模式進行合金層的合金相分析。同時再利用掃描式電子顯微鏡 (SEM, Zeiss SUPRA 55) 觀察合金層表面和橫截面顯微組織，並搭配能量散射光譜儀 (Energy Dispersive Spectrometer, EDS) 鑑別合金相組織。

## 三、結果與討論

### (一) 錳鋁鋼熱浸鍍鋅鋁合金化鋼片外觀

圖 1 為錳鋁鋼片熱浸鍍鋅外觀照片 (每一試片中心位置為熱電偶接點)，分別從上到下為合金化不同的反應溫度。隨著持溫時間增加，觀察到合金化範圍逐漸變寬。在  $530^{\circ}\text{C}$  反應後的合金層以灰白色呈現為主，並伴隨些許灰色色澤。隨合金化溫度增加至  $550^{\circ}\text{C}$ ，灰白色澤逐漸漸少。反觀，灰色色澤取而代之。當溫度增加到  $570^{\circ}\text{C}$  後，灰色成為主要外觀。根據表面色澤變化可推測合金層的組織隨溫度高低產生不同的比例分布。

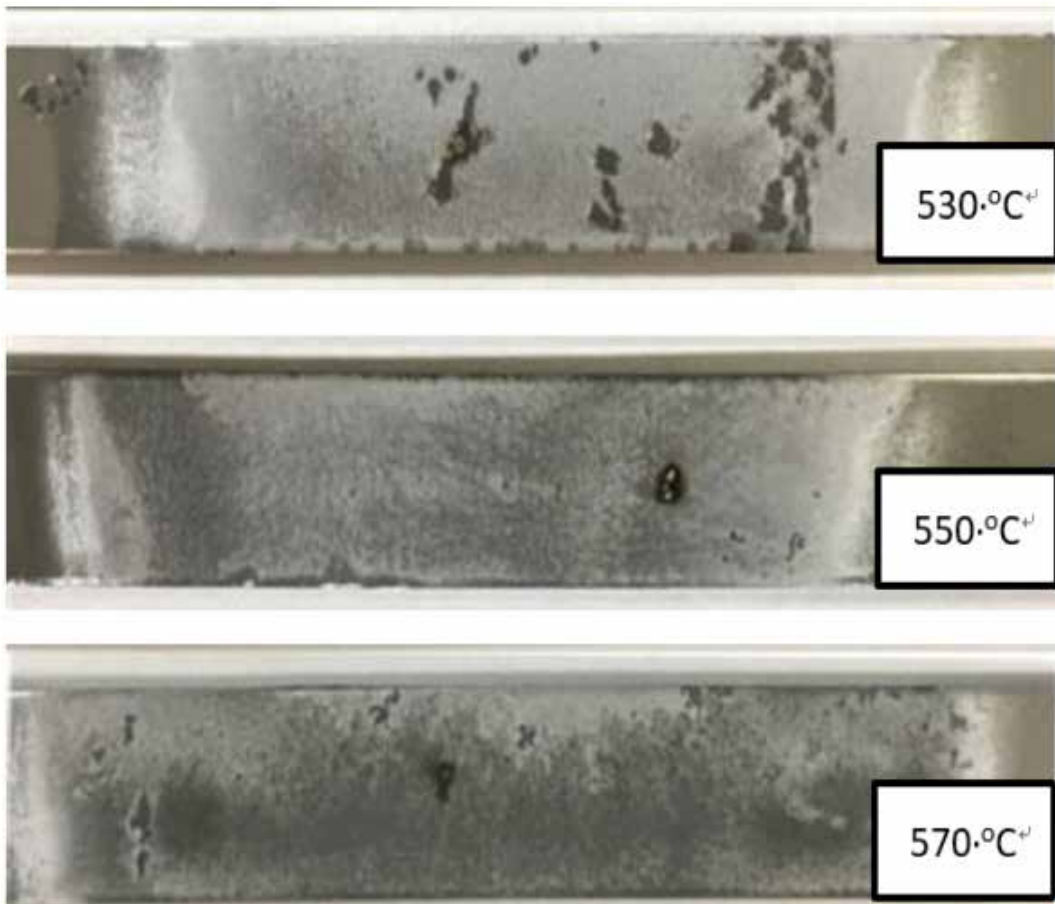


圖 1 錳鋁鋼熱浸鍍鋅在不同溫度合金化的表面外觀

### (二) 錳鋁鋼熱浸鍍鋅鋁合金化相鑑定

圖 2 為錳鋁鋼熱浸鍍鋅在不同溫度合金化後的 XRD 圖譜。從這

三個合金化溫度結果觀察到鍍鋅層皆已完全反應合金相。在合金化溫度 530 °C 下，分析結果主要生成相以 FeZn<sub>10</sub>(δ) 相為主，以及少量的 Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub>Znx(η) 和 FeAl(φ) 相組成，而幾乎沒有 FeZn<sub>13</sub>(ζ) 相。這與傳統 IF 鋼生成的合金相以鐵鋅相為主有明顯差異。隨著溫度增加到 550 °C 後，其合金相組成仍是 δ 相為主，φ 相也明顯增加，唯一差異是 η 相有些微降低。此外，Fe<sub>3</sub>Zn<sub>10</sub>(Γ<sub>1</sub>) 相也開始生成，而 Fe<sub>11</sub>Zn<sub>40</sub>(Γ<sub>2</sub>) 相尚未生成。當溫度增加到 570 °C 時，反應主要生成相置換成 δ 與 φ 兩相為主。值得注意的是 η 相含量在這個溫度有突然增加的現象，但是整體合金相的比例仍以 δ 與 φ 兩相為主。除此之外，Γ<sub>2</sub> 相在這溫度開始生成，Γ<sub>1</sub> 相的比例也有些微增加的趨勢。

根據 XRD 的結果，發現傳統 (低鋁 <0.2 wt% 鍍鋅層) 的合金化反應溫度 (520-540 °C) 也可以使用在錳鋁鋼材的 5 wt%Al 鋅層。在 530 °C 已完全反應生成以 δ 相為主的合金層結構，同樣的結果也發現在 550 與 570 °C，只是 φ 相會隨著溫度上升而增加。這可推測錳鋁鋼材在鐵鋅界面上的氧化物可被高鋁鋅浴還原，因此合金化反應溫度降低到 530 °C。

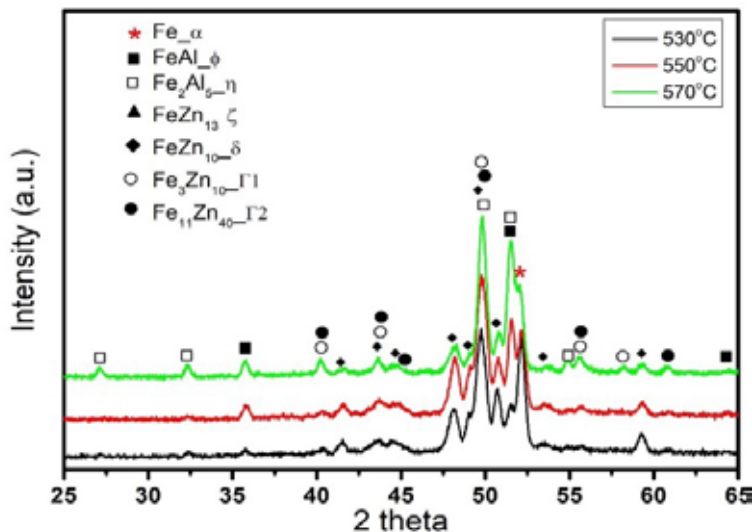


圖 2 錳鋁鋼熱浸鍍鋅在不同溫度合金化後的 XRD 圖譜

### (三) 錳鋁鋼熱浸鍍鋅鋁合金化鋼片表面顯微鏡組織

對照 XRD 的結果，進一步的觀察合金層表面顯微組織以了解合金化反應後的鐵鋁相分布狀況。圖 3 為熱浸鍍鋅錳鋁鋼在 530 °C 合金化反應的表面影像，從圖 3(a) 低倍 (x200) 可以觀察到表面生成 5-20 $\mu\text{m}$  的山丘狀形貌，部分區域有較大的厚度落差，且隱約觀察到較細小的球狀晶粒 (白色圓圈處)。當放大倍率 (x2000) 來觀察，如圖 3(b) 所示；根據 EDS 的成分分析可以辨識出大顆 (>1  $\mu\text{m}$ ) 分散多面體為  $\eta$  相，連續緻密小顆 (<1 $\mu\text{m}$ ) 多面體為  $\delta$  相，並伴隨少部分大顆的  $\delta$  相。而附著在  $\delta$  相表面上球狀細小晶粒則為  $\phi$  相 (<1 $\mu\text{m}$ )。圖 4 為 550 °C 合金化溫度，從低倍影像一樣呈現山丘狀，尺寸大小近似 530 °C，但厚度高低落差縮小，且清楚觀察到分布  $\phi$  相比比例增加。再從高倍率影像可以發現  $\delta$  相的形貌上則無明顯變化，但是粒徑有粗化現象 (最大約 5 $\mu\text{m}$ )。 $\phi$  相同樣附著在  $\delta$  相表面上，其粒徑只有些微粗化現象。當合金化溫度增加到為 570 °C 後，如圖 5 所示；從低倍影像一樣呈現山丘狀形貌，厚度落差更顯著。高倍影像觀察到表面上幾乎完全由球狀 (約 1 $\mu\text{m}$ ) 的  $\phi$  相與不規則外形  $\eta$  相所覆蓋，少部分才有裸露  $\delta$  相晶粒 (2-5 $\mu\text{m}$ )。

根據上述顯微組織觀察與 XRD 分析的結果，錳鋁鋼合金化生成由鐵鋁相與鐵鋅相所組成，其反應生成順序與分布與傳統 IF 鋼材的合金化結果一致。唯一差異在於表面是由  $\eta$  相與  $\phi$  相取代成  $\zeta$  相，其覆蓋率會隨著溫度上升而增加。因此，合金化反應溫度對於合金層的相組成扮演著關鍵的因素，尤其對鐵鋁相 ( $\eta+\phi$ ) 的比例與覆蓋率有著極大的影響。依目前這三個溫度的合金化鍍層組織來看，530 和 550 °C 的合金化溫度條件是最近似 IF 鋼反應生成的組織結構。

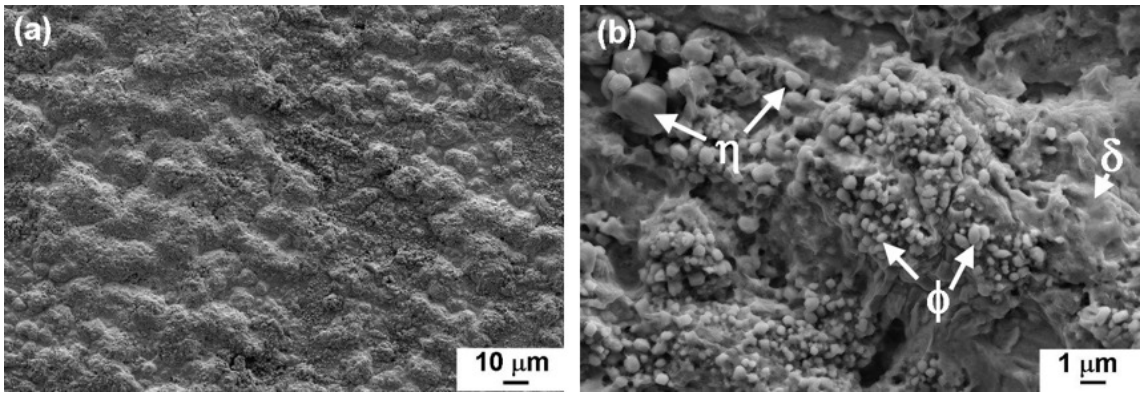


圖 3 錳鋁鋼熱浸鍍鋅在 530°C 合金化反應的表面影像

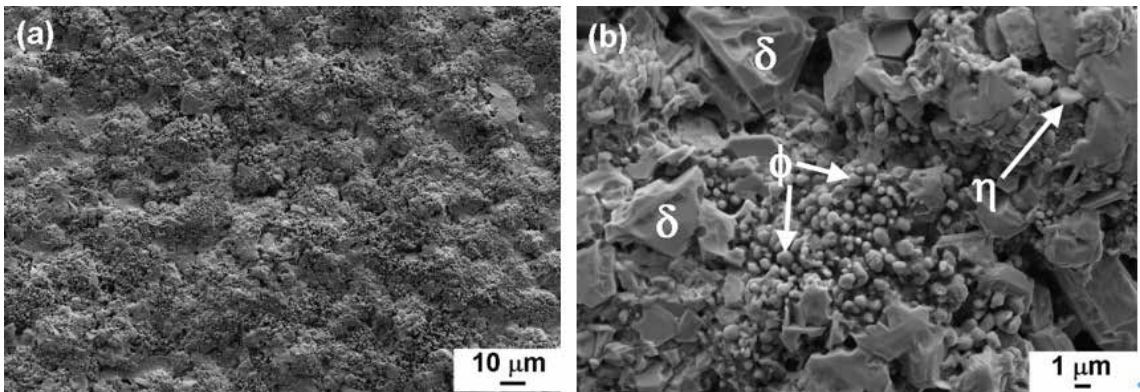


圖 4 錳鋁鋼熱浸鍍鋅在 550°C 合金化反應的表面影像

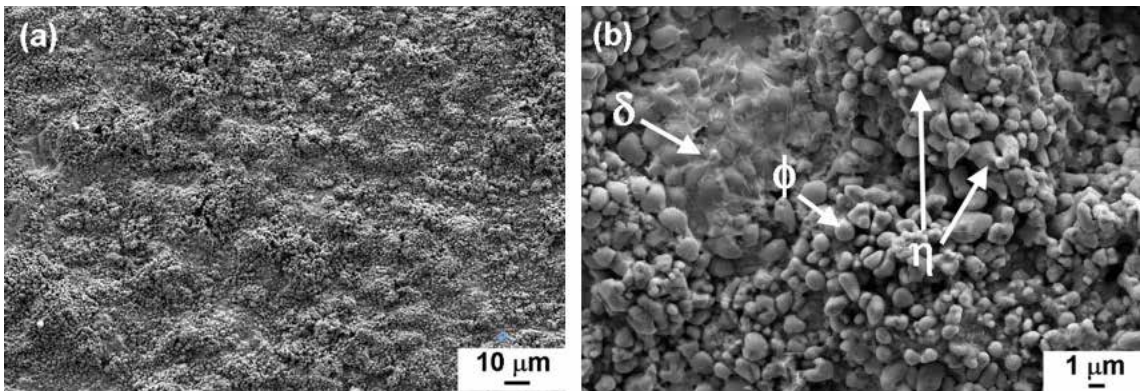


圖 5 錳鋁鋼熱浸鍍鋅在 570°C 合金化反應的表面影像

#### 四、結論

本研究主要針對錳鋁鋼材熱浸鍍鋅 -5wt% 鋁鍍層合金化反應進行研究，建立鋼材較佳合金化製程溫度，藉此基礎知識俾利能應用於第三代高強度鋼在熱浸鍍鋅 -5wt% 鋁鍍層的最佳合金化參數與鍍層結構。據目前的研究結果可以確認傳統 IF 鋼的合金化溫度可以適用於錳鋁鋼材。在 530-550°C 的溫度生成與 IF 鋼的合金化鍍層結構相似，唯一的差異在於合金層表面除了  $\delta$  相以外，其餘係由鐵鋁相 ( $\eta+\phi$ ) 所組成，不同於 IF 鋼的合金化鍍層表面係由  $\zeta$  相與  $\delta$  相所組成。但整體合金層比例仍由  $\delta$  相為主。但是，隨著溫度增加到 570°C 時， $\phi$  相與  $\eta$  相比例與覆蓋率也逐漸增加，合金層厚度落差越來越明顯，顯然為不利之結果。再者， $\Gamma_2$  相的生成亦不利於鍍層與底材的結合性，這結果將會惡化鍍層機械特性。因此，依總結目前實驗結果，530-550°C / 20s 為錳鋁鋼材熱浸鍍鋅 -5wt% 鋁鍍層比較理想的合金化條件。

#### 五、致謝

本研究由中鋼鄭維仁博士提供鋼材與協助製備熱浸鍍鋅試片，特此致謝。

#### 六、參考文獻

1. 王光國，許瓊文，張六文，錳鋁高強度鋼熱浸鍍 Zn-5 wt%Al 鍍層組織的分析，熱浸鍍鋅協會，第 81 期，第一單元，第 1-18 頁，2023.04。



## 北港溪鐵橋及周邊景觀改善工程

魏道源<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 台灣鐵塔股份有限公司 鍍鋅課長



起造單位：嘉義縣文化觀光局

營造單位：藤淦營造有限公司

監造單位：立建築師事務所

工程金額：192,500,000 元

鍍鋅單位：台灣鐵塔股份有限公司

鍍鋅重量：約 200 公噸

## 一、前言

北港溪鐵橋，原為木橋220公尺長，1909年開工1911年（明治44年）啟用，用途為運搬甘蔗、肥料及工廠副品。1943年北港至灣仔內間木橋沖毀，於1951年修復並定名為「復興鐵橋」，1968年11月配合加高北港溪鐵橋並向東延建約600公尺，橋梁總長變為878.63公尺，後來連接縱貫線負擔起拖運農產品、生活用品等任務。嘉義北港線隨著北港朝天宮與新港奉天宮的香火鼎盛，而成為糖廠鐵路的黃金路線，也是沿線居民出入的重要交通工具。後於1982年8月17日停辦嘉北線客運業務，更於1998年終止北港糖廠往東方向的鐵道運輸而停駛。

因年久失修及颱風沖毀等因素原復興鐵橋已停用，但因其連接嘉義縣新港鄉和雲林北港鎮的歷史建築，被雲林縣政府及嘉義縣政府列為歷史建築，在地方文史工作者的力推保存及縣政府的努力，成功向中央政府爭取補助經費1億8,000萬元支援北港鐵橋重建暨修復工程，於2023年5月9日開工，原預計2024年10月完工但因颱風等因素而展延。計畫範圍如圖1所示<sup>(1)</sup>。

## 二、工程概述

1909年開工興建之北港溪橋最初為木構造，約220公尺跨雲林縣及



圖1 北港溪鐵橋及周邊景觀改善工程示意圖<sup>(1)</sup>

嘉義縣，隸屬台糖嘉北線（嘉義 - 北港），在台糖公司稱為「北港溪 11 號橋」。木橋一直維持至 1943 年被沖毀斷橋，1954 年重建與 1969 年擴建時期，則一併改為混凝土排架、混凝土樁及上部鋼 I 梁構造，因此現今鐵橋之狀況皆為後兩者年代。鐵橋全長 878.63 公尺及現況 76 座橋墩，分別於 1954 年及 1969 年興建，至今經過數次修繕，因此橋墩形態呈現多種不同之類型。76 座橋墩，包含 RC 排架式橋墩 74 座、重力式橋墩 2 座（靠近北港端）。排架式橋墩又分為 A 字型單數排架墩（53 座，靠新港端）、三基樁型單數排架墩、複數排架墩（第 63、68、73 號橋墩）等型式。至於上部結構有 74 跨為鋼 I 梁組合梁及 2 跨下承式鋼板梁。下承式鋼板梁其側面尚保有製造銘版，標示「PATENT SHAFT & AXLETREE Co Ld ENGINEERS 1899 WEDNESBURY」英文字樣。該板梁為英國製造原先使用於台鐵，淘汰後轉售予台糖公司改造為下承式板梁架設於北港溪鐵橋，如圖 2 所示<sup>(2)</sup>。

北港溪鐵橋及周邊景觀改善工程，結合雲林縣已竣工之第一期工程 - 女兒橋、第二期工程 - 跨防汛道路及天空之橋及第三期工程 - 跨文化路人行景觀，與嘉義縣新港鄉周邊南笨港古街道遺址、板頭村交趾陶藝術村及在地農特產，規劃多樣化觀光休閒廊道成為人行步道及自行車道，賦予舊鐵道橋新生命，如圖 3 所示<sup>(1)</sup>，成為跨縣連結北港鎮及新港鄉的重要景點。本計畫著重在修復北港溪鐵橋再利用工程及周邊水環境、生態環境改善作業實施。北港溪鐵橋上部結構鋼梁拆除後經熱浸鍍鋅處理，再配合橋墩整修後吊裝組裝成人行步道及自行車道。

鐵道橋因屬歷史文物，原鋼 I 梁以鉚釘鉚合組立而成，如圖 4 所示，自 1969 年興建至今已逾 55 年，因腐蝕已有多處銹蝕穿孔（原為油漆保護），為保求歷史痕跡，該鋼梁先經噴砂將銹蝕穿孔部分清潔及部分必要補強後，轉送鍍鋅廠鍍鋅，如圖 5 所示。

本計畫工程鍍鋅構件除原鐵道橋鋼 I 梁本體外，尚有新增矩形管、

槽鋼、角鋼及 H 型鋼等新材料，重量共約 200 公噸，H 型鋼與原鐵道橋本體（經鍍鋅）於廠內銲接組合（角鋼斜撐則利用 F10T 烘覆型高強度螺栓）成一體再搬運至現場吊裝（其它新增鋼材以不銹鋼螺栓與 H 型鋼組合），如圖 6 及圖 7 所示，完工後如圖 8 所示<sup>(5)</sup>。構件經脫脂、酸洗除銹後鍍鋅，其鍍層厚度除原鐵道橋鋼 I 梁達 400 $\mu\text{m}$  外，其餘皆達 85 $\mu\text{m}$  以上（H 型鋼約 120 $\mu\text{m}$ ）。原鐵道橋鋼 I 梁鍍層厚度達 400 $\mu\text{m}$  是因鋼梁表面銹蝕粗糙及早期煉鋼技術矽、磷含量可能偏高因素造成。



圖 2 鐵道橋原貌<sup>(2)</sup>

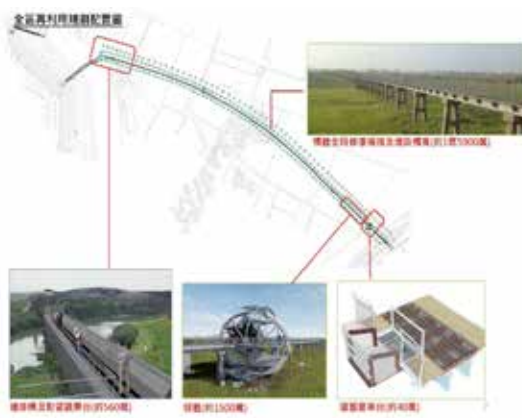


圖 3 計畫示意圖<sup>(1)</sup>



圖 4 鋼 I 梁鉚釘組合（已噴砂）



圖 5 鋼梁局部銲接補強（未鍍鋅）



圖 6 新增材料與原鐵道橋本體組合



圖 7 鐵道橋本體組合後至現場待吊裝



圖 8 北港溪鐵橋改善工程完工示意圖<sup>(5)</sup>

### 三、鐵道橋本體鍍鋅狀況與探討

計畫工程中，鍍鋅構件有原鐵道橋鉚合鋼 I 梁舊料本體，與新增矩形管、槽鋼、角鋼及 H 型鋼等新鋼材（無鍍鋅品質異常）。本工程舊鐵道橋本體鍍鋅品質分鍍層厚度與外觀兩方面探討。

#### （一）鍍層厚度

工程鍍鋅構件設計之附著量為  $600\text{g/m}^2$ （鍍層厚度為  $85\mu\text{m}$ ）以上。鐵道橋鉚合鋼 I 梁本體與新增鋼材（矩形管、槽鋼、角鋼及 H 型鋼）之鍍層厚度皆達  $85\mu\text{m}$  以上，符合原設計。唯原鐵道橋鉚合鋼 I 梁本體鍍層

厚度有偏高及不均之現象，因本體結構件為舊鋼材有另銲接補強鋼板，材料新舊及大小不一造成膜厚不均，如圖 9 所示。本體舊料為 55 年前之鋼材是早期煉鋼技術對鋼材成分控制不如現今，且銹蝕表面粗糙，所以鍍層厚度偏高（舊角鋼達 754 $\mu\text{m}$ ）。



圖 9 原鐵道橋鉚合鋼 I 梁本體鍍鋅後外觀

## (二) 外觀

經熱浸鍍鋅後，鐵道橋鉚合鋼 I 梁本體與新增鋼材（矩形管、槽鋼、角鋼及 H 型鋼）之外觀差異現象。矩形管、槽鋼、角鋼及 H 型鋼等新增鋼材之外觀品質是良好，成鮮亮銀灰色；而鉚合鋼 I 梁本體則有積鋅、鋅渣、未鍍點修補、銹水等現象。鐵道橋本體結構與鍍鋅設計要領有差異，在鍍鋅時受多重限制，導致鍍鋅後有上述現象。假設，鉚合鋼 I 梁本體可拆解為個體，分別進行熱浸鍍鋅則將不致產生上述現象。

### 1. 積鋅、鋅渣

鉚合鋼 I 梁，因形成桁架結構有豎向加勁板、槽鋼等死角，加上鍍鋅為單向浸鍍無法讓鋅液暢通無阻而有滯留積鋅及鋅渣現象，如圖 10 所示。

### 2. 未鍍點修補

鉚合鋼 I 梁為桁架結構鍍件大且單向浸鍍，無流鋅孔之死角處空氣滯積於角落，導致未鍍點產生。另，有部分因增加補強板銲道局部小缺陷所導致，但在標準允許修補範圍內。

### 3. 銹水流出

舊鐵道橋鉚合鋼 I 梁，在角鋼及 I 梁鉚合處原始鉚合前並無任何表處理及防銹，鉚合後整體桁架結構物進行熱浸鍍鋅，在鉚合面間鋅液無法進入達到鍍鋅效果，如圖 11 所示，於鍍鋅完後冷卻及冷卻後空氣濕度因素導致銹水流出，污染周圍原鍍鋅表面，容易令人誤解為鍍鋅缺陷。

縱使，本工程在鍍層厚度與外觀方面有上述一些異常現象，但仍在 CNS 10007 標準允收標準內，例如在端部或局部表面有明顯的垂流狀鋅附著或懸浮物質（鋅渣，dross），如不影響使用，宜維持原狀。從鍍層厚度來看，鍍鋅層厚度皆達  $85\mu\text{m}$  以上符合附著量  $600\text{g}/\text{m}^2$  設計之規定。依地理位置及腐蝕環境及別來看，嘉義縣新港鄉、雲林縣北港鄉

屬低度污染的 C3 環境 (麥寮工業區 10 年腐蝕速率  $1.097\mu\text{m}/\text{yr}$ <sup>(6)</sup>)。參考 CNS 16238 標準附錄 B 之鋅在 C3 環境第一個 30 年內腐蝕速率  $0.4 < r_{\text{lim}} \leq 1.1(\mu\text{m}/\text{yr})$ <sup>(7)</sup>，以最大腐蝕速率  $1.1\mu\text{m}/\text{yr}$  推算本工程新增連接板最低度層厚度  $126\mu\text{m}$ ，至少可耐用 144 年以上不生銹。

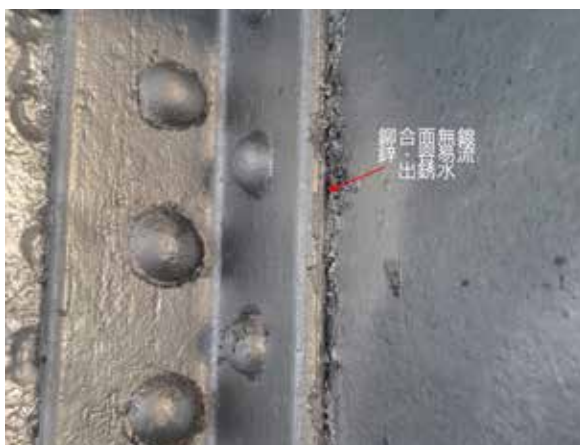


圖 10 鉚合鋼 I 梁豎向加勁板處積鋅、鋅渣 圖 11 鉚合面鋅液進不去無鍍鋅，容易流出銹水

#### 四、結語

北港溪鐵橋，為百年文物具歷史意義。嘉義縣政府為保存歷史結合嘉義縣新港鄉和雲林北港鎮的歷史建築，利用北港溪鐵橋及周邊景觀改善工程修復北港溪鐵橋，經熱浸鍍鋅、再利用及活化，成為人行步道及自行車道，完工後將成為打卡、拍照新景點，促進觀光為地方帶來活力。

百年鐵橋搭配熱浸鍍鋅百年耐蝕工法，相信 2124 年仍能看見鍍鋅的北港鐵橋屹立不搖。

#### 五、參考文獻：

1. 嘉義縣政府，北港溪鐵橋及周邊景觀改善工程工作計畫書，中華民國 111 年 05 月。
2. 北港溪鐵橋 - 維基百科，取自 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8C%>



97%E6%B8%AF%E6%BA%AA%E9%90%B5%E6%A9%8B

3. 文化部文化資產局，國家文化資產網，取自 <https://nchdb.boch.gov.tw/assets/overview/historicalBuilding/20011031000007>
4. 嘉義縣全球資訊網，取自 [https://www.cyhg.gov.tw/News\\_Content.aspx?n=20C1A3DAF6A74FCE&sms=CA3FB4291106E1D9&s=F7D5B1EC172E617E](https://www.cyhg.gov.tw/News_Content.aspx?n=20C1A3DAF6A74FCE&sms=CA3FB4291106E1D9&s=F7D5B1EC172E617E)
5. 立建築師事務所，取自 <https://ambi.com.tw/>
6. 中華民國防蝕工程學會、交通部運輸研究所港灣研究中心，金屬材料長期大氣曝放試驗與資料庫建置計畫地 10 年報告，中華民國 109 年 05 月。
7. 中華民國國家標準 CNS 16238:2024 金屬及合金之腐蝕－大氣腐蝕性－腐蝕性級別的指引值。

## 熱浸鍍鋅問答集

問題 42. 照片案例的失敗成因？



- 答：1、照片中方管支桿似防火逃生用吊掛架。  
 2、可發現嚴重銹蝕位置是在內外斜角接合部位。  
 3、管架是以兩方管斜切銲接而成，接合部位銲接品質應不良，可能有氣孔及漏鋸之孔隙存在，造成無法鍍上鋅層之缺陷存在，易造成生銹之主因。  
 4、管頂口似未完全密封，又有電線孔存在，雨水可由該處進入而造成管內長期積水，以致在未鍍鋅的銲接位置上開始生銹而逐漸擴大。  
 5、另外，亦可能是利用裁切的鍍鋅方管銲接成結構物，銲接後其銲接位置未以正確方法修補而產生銹蝕。

## 中華民國熱浸鍍鋅協會合格熱浸鍍鋅廠商名冊

編號	公司名稱	鍍鋅爐尺寸	通訊住址	聯絡電話	有效期限
1	台灣鐵塔股份有限公司	14.0×1.6×2.0	325 桃園市龍潭區八德村八張犁 55-4 號	03-4792201	115.09.30
2	臺鍍科技股份有限公司觀音廠	16.0×1.8×3.0	328 桃園市觀音區成功路 2 段 919 號	03-4837966	115.09.30
3	臺鍍科技股份有限公司高雄廠	12.5×1.5×2.3	821 高雄市路竹區中山路 259 號	07-6973181	115.09.15
4	慧鋼企業股份有限公司	16.5×1.8×3.3	820 高雄市岡山區嘉新東路 2 號	07-6226978	115.09.15
5	力鋼工業股份有限公司	12.5×1.8×2.5	324 桃園市平鎮區東勢里 19 鄰快速路一段 246 巷 158 號	03-4503511	115.09.30
6	易宏熱鍍鋅工業股份有限公司	17.0×1.8×3.2	831 高雄市大發工業區大有三街 15 號	07-7873377	114.01.15
7	亨欣工業股份有限公司	13.0×1.8×3.3	812 高雄市小港區永光街 2-2 號	07-8068007	114.01.15
8	盟雅工業股份有限公司	14.0×1.9×3.2	521 彰化縣北斗鎮四海路二段 1 號	04-8880775	114.01.15
9	尚燁工業股份有限公司	13.0×2.0×3.2	338 桃園市蘆竹區蘆竹里蘆竹街 147 號	03-3221411	114.05.15
10	由仁工業股份有限公司	13.0×1.85×2.7	507 彰化縣線西鄉寓埔村彰濱東八路 7 號	04-7910255	114.05.23
11	邦凱工業股份有限公司	13.2×1.6×2.5	103 台北市忠孝東路二段 19 號 4 樓	03-4837373	114.06.15
12	物格股份有限公司	14.0×1.85×3.2	505 彰化縣鹿港鎮工業西六路 25 號	04-7810326	115.11.30
13	金正豐企業有限公司	13.0×1.6×3.2	505 彰化縣鹿港鎮鹿工南三路 28 號	04-7811998	115.02.22

### ※說明：

- 1、熱浸鍍鋅合格廠係由本會熱浸鍍鋅合格認證委員會委員審查通過，每次認證期限為 2 年，2 年後得更新提請認證。
- 2、本會熱浸鍍鋅合格認證委員會成員如下：

### 本會熱浸鍍鋅合格認證委員會成員

主任委員	陳嘉昌	財團法人金屬工業研究發展中心組長
副主任委員	羅俊雄	前工業技術研究院正工程師
委員	鄭錦榮	前台灣電力公司綜合研究所主任

GALVANIZING  
ASSOCIATION

徵稿

- ※市場活動專述
- ※新產品、新觀念
- ※技術交流園地
- ※鍍鋅產業資訊
- ※鍍鋅專題報告

刊登  
廣告

- 封底：費用一萬八千元
- 封面裏：費用一萬五千元
- 封底裏：費用一萬二千元
- 內頁：費用一萬元

中華民國熱浸鍍鋅協會

TEL:(07)3320958

FAX:(07)3320960

E-mail:galvanat@ms63.hinet.net

## 熱浸鍍鋅結構物設計要點

### 密閉結構物無法進行熱浸鍍鋅作業

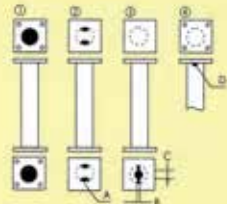
中空型之製品，有密閉和未密閉空氣流通之構造物，鍍鋅在(440℃)之密度約6.7g/cm<sup>3</sup>，鍍鋅在此時浮力最大，所以結構物無法作業。

### 密閉結構物會產生爆炸之危險

焊接有缺陷之地方，水份會滲入內部後，在熱浸鍍鋅時其體積會膨脹到3000倍以上，內部壓力會一瞬間上升到10個大氣壓以上，也就是說會產生「水高氣爆炸」，零件會發生破損，爆炸波會飛到人員身上，而造成工作人員之危險。

### 管加工品

#### 管加工品



- ①: 最好用塗油釋放。
  - ②: 切管大小面積30%以上釋放，直徑90mm未達到76mm以下，則必須釋放45%以上。
  - ③: ②及④狀況時，則在本體180°之位置切角
- 切角之方法：  
例：直徑152cm  
A=半徑44mm B=寬度19mm  
C=直徑76mm D=半徑41mm

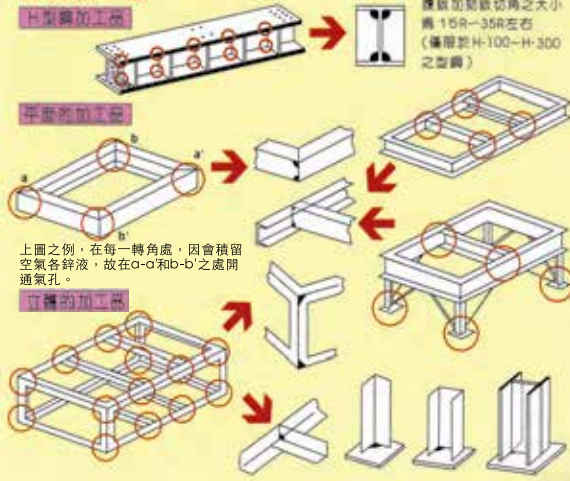
### 平面的加工品



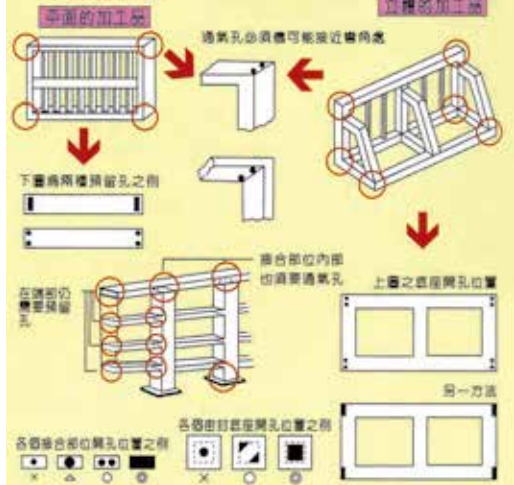
### 立體的加工品



### 型鋼加工品



### 角管加工品



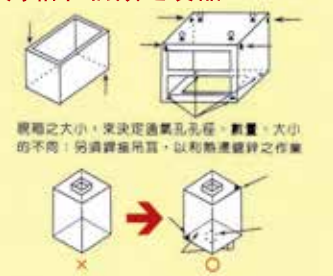
### 重疊接合的製品

對銲時，銲接部位的開孔，銲孔，會因水份滲入，而在熱浸鍍鋅時產生銲不上，結水滲出界面的現象，且更會因所滲之水份而變成爆炸之現象，致使銲接部位因而產生裂解。

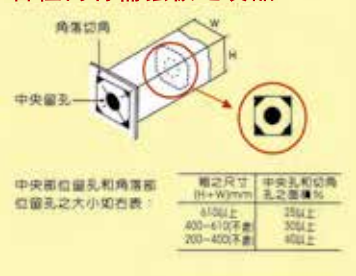
所以平面的接合部位，必須清除全部的水氣，而以金屬銲接合，另外重疊二片鋼板之接合時，如因不同厚度之關係，銲銲後可能發生變形，龜裂之現象。



### 角箱和桶類之製品



### 管徑內有補強板之製品

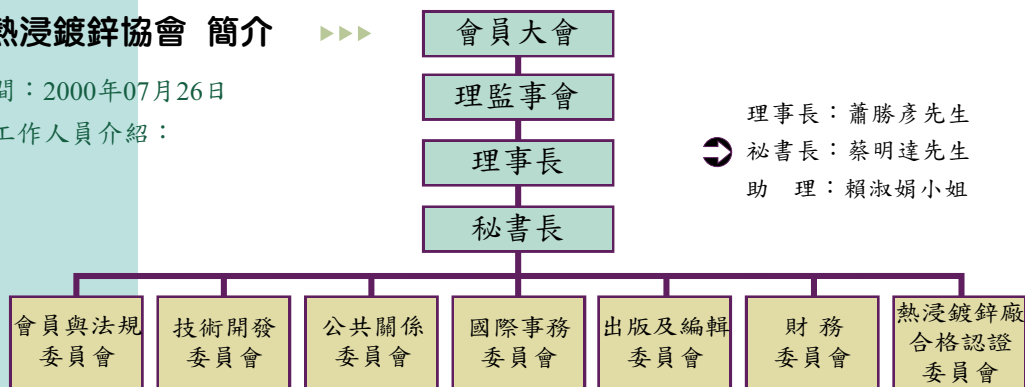


## 中華民國熱浸鍍鋅協會簡介

## 財團法人中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會簡介

### 中華民國熱浸鍍鋅協會 簡介

- 一、成立時間：2000年07月26日
- 二、組織及工作人員介紹：



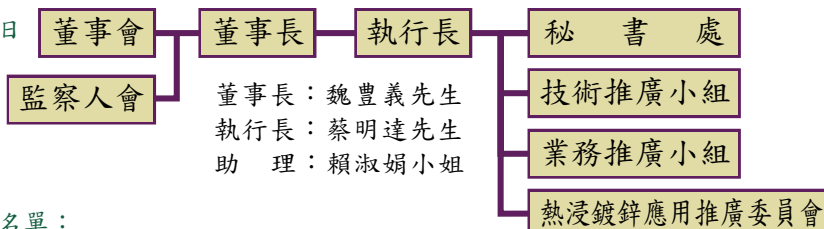
理事長：蕭勝彥先生  
 秘書長：蔡明達先生  
 助理：賴淑娟小姐

### 三、第九屆理監事名單：

編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱
1	蕭勝彥	理事長	8	李家順	理事	15	邱琳濱	理事	22	王慶一	監事
2	戴晉平	常務理事	9	許皇義	理事	16	廖肇昌	候補理事	23	李文隆	監事
3	陳麒文	常務理事	10	彭振聲	理事	17	羅俊雄	候補理事	24	葉乙平	監事
4	梁銘倫	常務理事	11	林曜滄	理事	18	陳嘉昌	候補理事	25	陳益勝	監事
5	鄭錦榮	常務理事	12	鄭書恒	理事	19	卓宏信	候補理事	26	潘錫富	候補監事
6	鄭旭成	理事	13	宋昌國	理事	20	石建愉	候補理事			
7	石磊	理事	14	劉育明	理事	21	魏豐義	常務監事			

### 財團法人中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會簡介

- 一、成立時間：1989年07月07日
- 二、組織及工作人員介紹：



董事長：魏豐義先生  
 執行長：蔡明達先生  
 助理：賴淑娟小姐

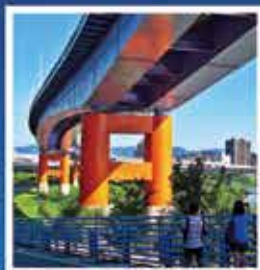
### 三、第十一屆董事（監察人）名單：

編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱	編號	姓名	職稱
1	魏豐義	董事長	5	陳麒文	董事	9	戴晉平	董事	13	彭振聲	董事
2	李文隆	董事	6	潘錫富	董事	10	施漢章	董事	14	李家順	常務監察人
3	鄭添富	董事	7	蕭勝彥	董事	11	鄭錦榮	董事	15	胡文虎	監察人
4	鄭旭成	董事	8	王和源	董事	12	鍾自強	董事	16	張信	監察人

### 協會、基金會聯絡處

住址：806024 高雄市前鎮區一心二路33號11樓B2室 電話：07-3320958~9 傳真：07-3320960  
 Email：galvanat@ms63.hinet.net 網址：http://www.galtw.org.tw

# 綠色建築 · 永續經營



## 鋼結構特點

- ★ 適合大跨距結構。
- ★ 施工迅速容易，工期短、成本回收快。
- ★ 高韌性，高展延性。
- ★ 重量輕，構材斷面小，使用空間面積大。
- ★ 產業結構健全，材料加工品質嚴密。
- ★ 材料可回收使用，與綠建築-地球資源有效利用，減少廢棄物及生態環境衝擊之理念吻合。
- ★ 接合拆除容易。

## TISC

中華民國鋼結構協會

10477台北市中山區民權東路三段58號10樓

電話：(02) 2502-6602

傳真：(02) 2517-2526

<http://www.tiscnet.org.tw>

43-mail:cisc@ms13.hinet.net



一份真正屬於工程界的專業雜誌

創於 1980 年

**現代營建雜誌** 每月發行

創刊42週年 1980~2022



每期內容涵括建築、土木專業性文章報導，有土木技術、大地工程、建築技術與設計、結構設計、工程法務、營建管理、房地產行情及營建類股變動分析等專欄，理論與實務兼具，是工程師、建築師、營造建設業等從業人員不可或缺的良師益友。

**多一份資訊 就是多一份力量**  
**現在訂閱 永不嫌遲**

零售每本 150 元

訂閱一年(12期) **1500 元**      訂閱二年(24期) **2900 元**

★★★若需掛號寄書一年加收 420 元、二年加收 840 元★★★

★★★相關科系學生訂閱有特價優惠，請附學生證影本★★★

歡迎試閱，來電或傳真相關資料即贈閱當期月刊壹本。

試閱專線(02)2551-8906      傳真(02)2571-9333

### 優惠協會會員

訂閱一年 12 期 **8折** 1200 元 · 訂閱二年 24 期 **8折** 2300 元

如需掛號寄書一年加收 432 元，二年加收 864 元

## 大樓鋼構工程施工及管理要領

馮春源 編著 定價500元(精裝/16開/398頁)

台灣大樓鋼結構工程雖然已有十幾年之歷史，但國內有關大樓鋼結構工程管理的中文資料極為缺乏。編者歷經十幾年之施工管理實務經驗，在工作之餘，將以日常用之管理手法整理成冊。本書依工程作業流程編排並分為規劃管理、工廠製造管理、工地安裝管理等三部份，另將非破壞檢測、鋸工檢定及品質管理要領書、世界各主要規格對照表作為附錄。內容均依作業程序另加說明，並將常用之管理重點摘要為管理要領，希望對同業與學界之朋友能有參考價值。

現代營建雜誌社

電話：(02)2551-8906  
郵撥帳號：01510899

傳真：(02)2571-9333  
戶名：現代營建雜誌社





立夏

## 『二十四』插畫展

展期：2020/0222-0322

地點：板橋435藝文特區

小滿



『二十四』插畫展 -- 即將於本月底假板橋435藝文特區舉辦，展出者是本名楊佳運的年輕插畫師，在2018年3月21日起，便以「二十已」這個稱號誕生了。

二十已作品風格細膩、寫實，白紙上除了黑色墨水勾勒而成的點、線、面以外，也伴隨著深刻且蘊含寓意的文字，作品多以隱晦、象徵性的元素來傳達作者的想法，略帶的悲傷是創作者本身對事物的觀點也是現實中所面臨的真相。

本展覽由新北市政府、新北市政府文化局、板橋435藝文特區、海峽前鋒文化共同主辦，並由海峽畫報發起及協辦，獨立策展人郭芷芸策展。

## 2025 訂戶預繳報費優惠專案



### 【莊園級/呼叫咖啡】

呼叫咖啡是來自雪山山脈，位於1200-1680公尺山谷的雲南莊園的咖啡豆，在得天獨厚的氣候和地形條件中栽種的阿拉比卡原豆，並採用有機栽種，經48小時熟成、發酵、水洗、日曬，提供給喜愛咖啡的人士高品質的精品咖啡。

創新包裝的浸泡式咖啡(中度烘焙)，特別適合講究品味的商務人士，內容量達13g/包(一般商品僅8g)

訂戶讀者會員價315元/盒  
(3盒免運費)



規格：13g/包x10包/盒  
保存期限：24個月

訂戶預繳一年報費9000元，即贈【莊園級/呼叫咖啡】三盒。市價逾一千元

或 選擇優惠折扣價8500元 (優惠二選一)

服務專線：02-82192298(158) 傳真：02-82192286

總管理處：新北市新店區建國路257號五樓之12 電子報網址：<http://www.cfnews.com.tw>





# 亨欣工業股份有限公司

HENCEFORTH SHINE INDUSTRY CORP

ISO 9001(2015年版)國際品質保證

- 高雄市小港區永光街2-2號  
ADD:NO, 2-2 Yung-Kwang st. Kaohsiung Taiwan R.O.C.
- TEL:886-7-8068007 FAX:886-7-8062466
- E-mail:hen.shin@msa.hinet.net

- 鍍鋅槽尺寸：長13.0M × 寬1.8M × 高3.3M
- 處理能力：每月產能5000噸 單一構件最大負重15噸
- 自結構物到鋼管，各種形狀的鍍鋅構件都可以鍍作

岡山之眼



大連案

流行音樂中心

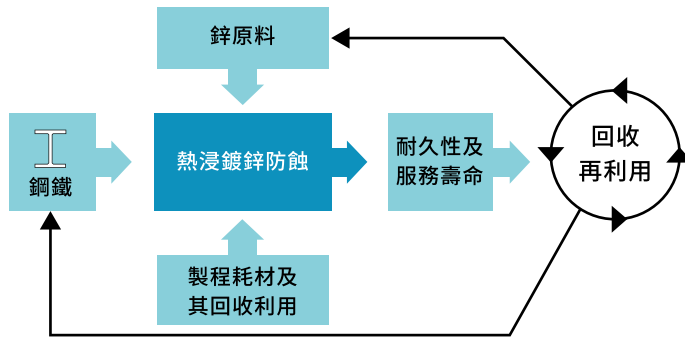
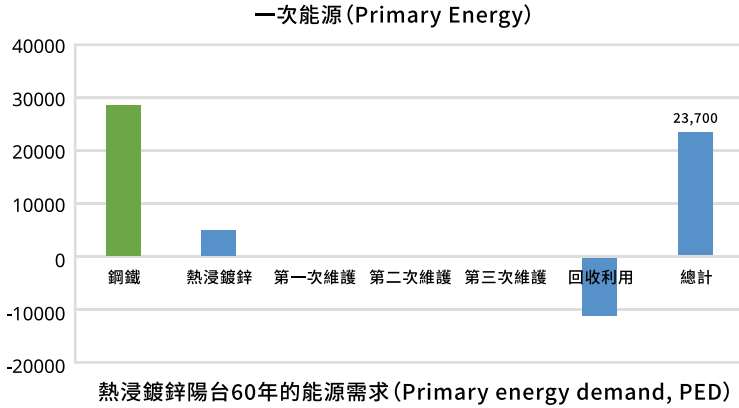


長光部落風雨球場



# 臺鍍科技股份有限公司

tg co., ltd.



品質

服務

創新



## 鍍鋅爐尺寸

桃園廠: 16m × 1.8m × 3.0m  
 3.0m × 0.7m × 1.0m  
 高雄廠: 12.5m × 1.5m × 2.3m  
 台南廠: 4.5m × 1.2m × 1.8m  
 3.8m × 0.8m × 1.2m

## 單件最大荷重能力

桃園廠: 40噸 / 高雄廠: 10噸

耐用年限長

經濟效益高

熱浸鍍鋅  
特點

週期成本低

環境衝擊少



總公司

台北市大安區和平東路一段117號2樓  
 Tel: 02-25617665 Fax: 02-27123686  
 網址: <http://www.tgnet.com.tw>  
 E-mail: info.tg@tgnet.com.tw

桃園廠

桃園市觀音區成功路二段919號  
 Tel: 03-4837966 Fax: 03-4837735  
 E-mail: tg.ky@msa.hinet.net

高雄廠

高雄市路竹區中山路259號  
 Tel: 07-6973181 Fax: 07-6966311  
 E-mail: emily.chen@tgnet.com.tw

台南廠

台南市山上區明和里北勢洲76號  
 Tel: 06-5783702 Fax: 06-5783550  
 E-mail: simon.chen@tgnet.com.tw



MIRDC  
ISO 9001



MIRDC  
ISO 14001

## 熱浸鍍鋅 — HOT DIP GALVANIZING

鋼鐵製品之最佳防蝕處理！

小自螺絲、螺帽及其他零組件

大至鋼鐵橋樑、廠房鋼結構

我們的理念 — 只要有鐵的地方就能夠，也應該做『熱浸鍍鋅表面防蝕處理』



高雄海洋文化及流行音樂中心



中油林園新六輕廠房結構

## 服務項目

結構爐 (16500×1800×3300mm)

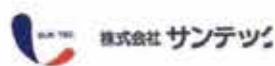
最大載重能力：30噸

- 路燈、標誌桿、護欄板、鋼管、格子板、水溝蓋、熱交換器、桁架、鐵塔、電力電信構件、橋梁廠房等各類鋼構物。

配件爐 (3000×1000×1200mm)

- 螺栓、螺帽、鉚釘、墊圈等小型鋼鐵製品及扣件。

# 信譽的標誌 鐵塔 · 橋樑名廠



住電朝日精工株式会社  
SUMIDEN ASAHI INDUSTRIES, LTD.



株式会社 巴コーポレーション  
TOMOE CORPORATION



佐賀工業株式会社



高鐵車站天花板



輸電鐵塔



太魯閣砂卡礑溪鐵橋



防止墜落裝置



高鐵輸配電鋼架



大型鋁合金太陽光電板架



高鐵隧道內外鋼模台車



板橋國中太陽光電結構

## 營業項目：

1. 輸電鐵塔、微波鐵塔、鋼管樁、鋼骨結構、各類鐵塔
2. 輸送機械、停車塔、標準廠房、空間桁架、拱橋
3. 隧道棧橋、防水布台車、鋼筋台車、鋼模作台車、棧橋
4. 鐵路及高鐵輸配電鋼構、防音構造、其他鐵件製品
5. 防墜裝置、電器承裝、太陽光電板架及熱浸鍍鋅加工等。



力鋼工業股份有限公司  
LIH KANG INDUSTRIAL CO., LTD



1996通過  
國際品質標準  
ISO9001認證

總公司：台北市士林區社中街76號

工廠：桃園市平鎮區東勢里19鄰快速路一段246巷158號

Http://www.lihkang.com.tw

TEL：(02)28118101(5線) FAX：(02)28123974

TEL：(03)4503511(7線) FAX：(03)4503518

E-mail：lihkang@ms34.hinet.net