

# 熱浸鍍鋅

趙焜岳題

2018/01

NO.60

<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





大將作箱型樑鍍鋅

# 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.....

..... 大至鋼鐵橋梁、廠房鋼結構 ←

我們的理念是 — 只要有鐵的地方就能夠，也應該做『熱浸鍍鋅表面防蝕處理』



屏東科技大學游泳池



高雄應用科技大學燕巢校區

## 服務項目

結構爐 (16500×1800×3300mm<sup>3</sup>)

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<sup>3</sup>)

- 螺栓、螺帽、鉚釘、墊圈等小型鋼鐵製品及扣件。

我們不誇耀設備的新穎與宏大，我們只強調服務與品質



## INDEX

- 2 第一單元 ▶ 活動紀實
  - ◎ 理事長的話
  - ◎ 遷移公告
  - ◎ 第7屆第2次會員大會訊息公告
  - ◎ 促進熱浸鍍鋅產業發展研討會活動報導
  - ◎ Intergalva 2018國際鍍鋅會議
- 12 第二單元 ▶ 生產技術及防蝕技術專題：
  - ◎ 熱浸鍍鋅鋼材在公路工程之應用
  - ◎ 熱浸鍍鋅性能與生態鈍化處理
  - ◎ 添加鋁鎂元素對熱浸鍍鋅層抗蝕性之影響
- 38 第三單元 ▶ 工程實績介紹：
  - ◎ 台合石化林園廠汽電共生廠
- 43 第四單元 ▶ 本會認證熱浸鍍鋅廠合格廠商  
熱浸鍍鋅加工建議價格表
- 44 第五單元 ▶ 熱浸鍍鋅結構物設計要點
- 45 第六單元 ▶ 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 ■ 陳永昆  
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、陳宗榮、蔡明達  
助理 ■ 賴淑娟  
會址 ■ 80652高雄市前鎮區一心二路33號11樓  
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

2018/01  
NO.60



台合石化林園廠汽電共生廠

業主:台合石化合成股份有限公司 林園廠  
統包承包商:亞通科大能源股份有限公司  
鋼構承包商:竣毅工程有限公司  
熱浸鍍鋅廠商:慧鋼企業股份有限公司  
熱浸鍍鋅鋼重:約1,300噸

## 廣告索引

- 封底 ▶ 力鋼
- 封面裡 ▶ 慧鋼
- 封底裡 ▶ 易宏
- 46頁 ▶ 現代營建雜誌社
- 47頁 ▶ 前鋒日報社
- 48頁 ▶ 亨欣
- 49頁 ▶ 臺鍍

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！)

## 理事長的話

1974~1978年，在台灣中山高速公路全線通車之時，熱浸鍍鋅也趕赴盛會，而螺栓之熱浸鍍鋅在1979年被我引入台灣。今日，這門技術不但成了一個產業，也讓台灣的基礎建設更加穩固，甚至在「螺絲王國」上也盡一份力。因此，特地在此記下入台因由，與諸位後學分享。

早年我幸運獲得扶輪社青睞，獲頒米山獎學金得以赴日攻讀博、碩士，也在閒暇時間，參與扶輪社例會活動。因緣際會擔任日本一家熱浸鍍鋅公司的台灣翻譯，而接觸到此行業。

當時，台電的高壓電塔鐵件、螺栓等必須使用熱浸鍍鋅防蝕，但台灣並沒有相關技術，日本就成了台電的合作夥伴，我不但擔任翻譯，更見識到日本企業做事的嚴謹，日本這家公司多年來都維持零客訴，其中的秘訣就是全品檢，連一個小構件也不放過。

1970年代台灣正進入基礎建設期間，外銷逐漸興盛，台電內部一位經理跟我開玩笑說：「如果蕭博士引進熱浸鍍鋅技術，我們一定會支持的！」。而我一位朋友也告知我，台灣因缺乏熱浸鍍鋅技術，許多國外來詢價螺帽、螺栓的大單都相繼流失。因此，畢業後我即與日本ISK技術合作，回台成立鍍鋅公司主要承接台電電線桿上的鐵配件，因技術佳、鍍面漂亮，於二年後通過台電審核成為國內第一家「專案審查合格之熱浸鍍鋅廠」，並被交付台電其他鐵件合作工廠的熱浸鍍鋅工作，這些工廠須取得我們公司的合作保證後，才能獲得台電合約。

之後，逐漸衍生多家鍍鋅工廠，包含南部現在幾家螺栓熱浸鍍鋅大廠。台灣號稱螺絲王國的同時，在扣件方面也有很好的競爭力，所以扣件經過熱浸鍍鋅後再銷往世界各地。這些扣件有普通螺栓、ASTM A325螺栓、8.8級螺栓、10.9級螺栓、鐵釘等，每年經熱浸鍍鋅的扣件外銷量約有17,000噸（含鐵釘300噸）。



親愛的會員您好：

感謝您多年來對中華民國熱浸鍍鋅協會的支持，本會自107年元月1日起遷移至高雄市前鎮區一心二路33號11樓。遷移期間造成諸多不便，請多包涵。

新會址的地址及電話如下：

地址：高雄市前鎮區一心二路33號11樓

電話：07-3320958~9

傳真：07-3320960

中華民國熱浸鍍鋅協會 敬啓



## 第 7 屆第 2 次會員大會訊息公告

本會第 7 屆第 2 次會員大會謹訂於 107 年 3 月 23、24 日（星期五、六）假渴望會館（桃園市龍潭區渴望路 428 號）舉行，會中將邀請專家學者作專題演說，並印製會員大會專刊供與會者、本會會員及相關單位參考，敬請踴躍報名參加。

- (一) 舉辦日期：107 年 3 月 23、24 日（星期五、六）
- (二) 舉辦地點：渴望會館（桃園市龍潭區渴望路 428 號）
- (三) 預定會程：

日期	時間	內容
3 月 23 日 (五)	14:30~15:00	會員報到、摸彩券(摸彩箱)，辦理進房登記
	15:00	大會開始
	15:00~15:15	理事長致詞
	15:15~15:30	貴賓致詞
	15:30~16:30	會務報告、提案討論、臨時動議
	16:30~16:40	點心時間
	16:40~17:30	專題演講
	17:30~17:40	休息
	17:40~18:30	召開第 7 屆第 5 次理監事會議
	18:30~21:00	年會晚會及摸彩
3 月 24 日 (六)	07:00~09:00	早餐
	09:00~12:00	旅遊活動
	12:00~14:00	午餐
	14:00	歸賦



## 促進熱浸鍍鋅產業發展研討會活動報導

秘書處



中華民國熱浸鍍鋅協會理事長蕭勝彥(左起)、臺北市政府工務局局長彭振聲、東鋼鋼結構公司梁宇宸博士。曹松清/攝影

本會與中華民國防蝕工程學會、中華民國鋼結構協會共同主辦「促進熱浸鍍鋅產業發展研討會」，分北、高舉行二場，台北場 11 月 29 日(星期三)假臺鐵大樓(臺北車站)5 樓第一會議室；高雄場 12 月 6 日(星期三)假蓮潭國際會館 102 會議室舉行。北區實際報到 85 人、南區實際報到 77 人，合計共 162 人次參與。

研討會分別由臺北市政府工務局彭振聲局長、高雄市政府工務局蘇志勳副局長及中華民國防蝕工程學會前魏豐義理事長蒞臨會場指導致詞，本會理事長蕭勝彥於開幕致歡迎詞，並全程在場聆聽。研討會課程邀請東鋼鋼結構公司梁宇宸博士主講「鋼結構生產與應用」、燁輝企業協理楊秉霖主講「預熱浸鍍鋅產品發展與特性應用」(高雄場由燁輝公司林勝志博士主講)、松和工業副總經理張達夫主講「熱浸鍍鋅鋼線鋼纜應用」、臺鍍科技專員李祐承主講「鋼結構熱浸鍍鋅處理與應用」、屹貿公司負

責人朱文生主講「高張力螺栓鎖緊工法探討及直接張力指示器(墊片)工法介紹、永記造漆經理潘宜明主講「熱浸鍍鋅鋼結構之塗裝」。

本會理事長蕭勝彥表示，鋼鐵材料為人類生活不可或缺的重要資源。根據鋼鐵年鑑的統計，2016年台灣粗鋼產量為2180萬公噸，全球排名第12位。鋼鐵雖然是目前最普遍被採用的結構材料，由於本身特性使然，它最大的致命傷就是生鏽腐蝕。

他指出，鏽蝕無時無刻在損耗世界的鋼鐵資源。尤其身處在高溫高濕的亞熱帶地區，加上四面環海的地理因素，台灣面臨的鏽蝕問題遠比世界各國嚴重。根據統計，腐蝕造成的損失在各國每年的GDP中平均都超過3%，例如美國4.2%、歐盟3.8%、印度4.2%、中國5%、日本3.5%。

蕭理事長舉例說，2016年台灣平均每人GDP為728,134元，以總人口2,300萬人概算，總額有16兆7,470億元。若以日本3.5%腐蝕損失概算就超過5,861億。台灣高鐵的建造成本約4,500億，2017年台灣公共建設預算共205項計畫，可支用預算為3,601億。由此各位可知每一年腐蝕損失的金額就足以讓台灣再建造一座高鐵，腐蝕在不知不覺中造成的經濟損失是如此驚人！

他說：「一般社會大眾所熟知的防鏽方法就是塗油漆，隔了一段時間油漆剝落了，除去鐵鏽再一次上油漆。如此反覆施作浪費無數社會成本。至今尚有許多人不知道，熱浸鍍鋅才是當今世上各個先進國家所採用最便宜、最有效果、最具經濟效益的大氣防蝕方法。」

臺北市政府工務局局長彭振聲表示，早期他在高雄市政府新工處服務擔任總工程師時曾承辦數座熱浸鍍鋅橋梁工程。七年後，現在再回到高雄時發現當年所承辦的橋梁沒有甚麼鏽蝕；反觀幾座橫跨愛河的橋梁，興建年份較晚，但部份已有鏽蝕情況發生，找來承辦人一問才知，工程設計沒有納入熱浸鍍鋅。

他說：「現代社會講究綠能、循環經濟。以焚化爐產生的底渣來說，高雄市為台中市處理垃圾解決環保問題，所要求的條件是焚化後的底渣



須運回台中。但台中市對於底渣去路有困難，如此一來幫忙燒垃圾一事就卡住。必須環保局與工務局共同尋求把底渣用在次要道路配級上加上去化，才算是循環經濟的一種。」

「熱浸鍍鋅是相當成熟技術，必須土木技師、結構技師在設計濱海沿海橋梁時加以納入，才能避免嚴重腐蝕。特別是路燈桿以熱浸鍍鋅保護，在颱風來襲時可以避免因銹蝕而倒塌，所以熱浸鍍鋅正是符合循環經濟的精神。」彭振聲說。

他指出，「循環經濟也是以人為本的一種體驗，我去西雅圖、溫哥華參觀時，發現他們為了抵抗極端氣候而減少道路面積 30%，把原本六線道馬路縮減為四線道，但是經過統計發現，原本三萬人/天流量反而增加為六萬人/天。原因是另外兩線道讓人們改以腳踏車通行，減少汽車出門使交通順暢。減少道路面積也使得雨水得以滲入地下補充地下水量。另外是增加透水鋪面，改善道路級配方式，使路上逕流減少 18%，如此在半小時瞬間大雨時不會釀成災害。」

彭振聲以大豆蛋為例說，最近為了復工進行檢查才發現處處銹蝕必須以人工磨除，所以當初若採用熱浸鍍鋅防蝕，目前應無銹蝕現象。熱浸鍍鋅正是符合節能減碳，綠色環保、循環經濟的理念。



臺北市工務局局長彭振聲致詞。曹松清 / 攝影



臺北市政府工務局彭振聲局長致詞



高雄市政府工務局蘇志勳副局長致詞



中華民國防蝕工程學會魏豐義前理事長致詞





中華民國熱浸鍍鋅協會蕭理事長致詞



東鋼鋼結構公司梁宇宸博士專題演講



燁輝企業協理楊秉霖專題演講





燁輝企業技術部林勝志博士專題演講



松和工業副總經理張達夫專題演講



臺鍍科技股份有限公司李祐承業務專員專題演講



屹貿公司負責人朱文生專題演講



永記造漆經理潘宜明專題演講



蘇副局長與蕭理長合照



魏前理事長與林博士合照

## Intergalva2018 國際鍍鋅會議



第 25 屆國際鍍鋅會議 (Intergalva 2018) 將於 2018/06/17-22 在德國柏林的 Estrel Hotel 飯店舉行。參加報名費用及活動行程，如下表：

	報名費用		
	2018/03/02 前	2018/03/03-04/17	2018/04/18 後
參加會議者	1095 歐元	1195 歐元	1295 歐元
參加會議者 - 會員	995 歐元	1145 歐元	1295 歐元
伴侶	255 歐元	295 歐元	295 歐元

- <sup>1</sup> 以下身分可享報名費優惠：EGGA 的團體會員或是經過認可的鍍鋅協會。參加會議者之報名費內含：可參加會議、會議紙本資料、6/18-20 會議間休息與午餐、歡迎酒會與展覽交流晚會以及 6/19 晚宴。工廠參觀與專家討論會需要另外收費。
- <sup>2</sup> 伴侶限為參加會議者之配偶，並只能參與指定之社交活動，不是指同公司的第二位參加會議者。伴侶之報名費內含：6/18 歡迎酒會與展覽交流晚會、6/19 晚宴。觀光行程需要另外收費，可自行決定是否參加。
- <sup>3</sup> 以上費用，需另加 19% 消費稅。

日期	活動行程
6/17(日)	報到、展覽佈置
6/18(一)	報到、會議、專家討論會、展覽 歡迎酒會與展覽交流晚會
6/19(二)	會議、專家討論會、展覽、全球鍍鋅頒獎典禮 晚宴
6/20(三)	會議、專家討論會、展覽
6/21(四)	工廠參觀(自由報名)
6/22(五)	工廠參觀(自由報名)



## 熱浸鍍鋅鋼材在公路工程之應用

林志忠<sup>1</sup>、王和源<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 高雄醫學大學總務處營繕組 技佐

<sup>2</sup> 國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所 教授

### 摘要

對於台灣四面環海的高腐蝕環境而言，使用高耐蝕材料已是非常重要的課題。本研究即針對熱浸鍍鋅鋼材在公路工程之應用，從材料特性、熱浸鍍鋅之原理及國內公路工程之熱浸鍍鋅鋼材使用及發展，並以台灣近十年使用熱浸鍍鋅情形及不同產業做分析比較。結果顯示，熱浸鍍鋅使用量有逐年增加趨勢，且在不同產業以營建業使用量最多(65餘萬公噸)，其次為電力能源、石化業，公路也佔了33餘萬公噸之多；而使用熱浸鍍鋅在營建及公路工程即佔整個產業別約39%，並舉工程實例參考，顯示熱浸鍍鋅鋼材在國內的公路工程使用有重要的地位，更彰顯熱浸鍍鋅鋼材具有防止腐蝕的重要貢獻。

### 一、前言

鋼鐵材料為建築結構及設備不可或缺之要件，但「腐蝕」卻嚴重影響鋼鐵材料壽命，尤其臺灣地處高溫高濕的海洋性季風環境，腐蝕問題更為嚴重。據估計，因腐蝕所造成的損失約達國內生產毛額(GDP)的4%，我國每年因腐蝕造成的損失達新台幣數千億元，可知預防腐蝕之重要性。因為冬季東北季風帶來海上鹽分及中國大陸工業污染因子，環境比海島型氣候還嚴苛，所以容易造成鋼鐵材料腐蝕及混凝土結構的侵蝕。熱浸鍍鋅防蝕技術是目前各先進國家使用廣泛且便宜的大氣防蝕方法，可有效保護及延長鋼鐵材料之使用壽命；也是混凝土結構中鋼筋的保護方法之一，具有保護鋼筋生銹、減緩混凝土結構中性化問題<sup>(1)</sup>。鋼鐵材料在空氣和水等自然環境中，容易和介面發生作用，此是鋼鐵材料易於

發生腐蝕的主要原因<sup>(2)</sup>。雖然這些材料長期受混凝土或油漆的保護，但常因其施工性因素而致使防蝕能力略顯不足，因此更需要施工簡單且防蝕性佳的方法，熱浸鍍鋅正是可運用的方法<sup>(3)</sup>。而台灣的公路工程建設頗為發達，尤其是沿海公路及橋梁之耐久性皆受到嚴峻的考驗，因此鍍鋅鋼材在公路工程的應用具有防止腐蝕的具體成效。

## 二、鍍鋅材料之特性

臺灣四面環海呈狹長形，面積約 36,000 平方公里，約 70% 的地形為丘陵及高山，30% 為平地並集中在西部地區，約 70% 的人口居住在西部區。因此，大部分的交通建設都是沿著臺灣西部走廊興建。由於地形建設中的主要構造型式，併有多條省道的部分路段須沿著臨海區域提供當地交通需求。據推估，省道橋梁離海岸線在 1 公里以內約百餘座，其中有約一半在海岸線 300m 以內，大部分橋梁構材是以鋼筋（預力）混凝土為主<sup>(4)</sup>。鋼鐵具省能源、環保、耐震等特性，是土木建築中非常重要的材料。台灣每年可生產約 2,000 萬噸的粗鋼，且運用在建築結構將近 100 萬公噸<sup>(3)</sup>。熱浸鍍鋅是將金屬構件進入熱熔金屬中獲得金屬鍍鋅的一種方法，與電鍍、化學鍍相比，熱浸鍍鋅可獲得較厚的鍍鋅層，作為防護鍍鋅層，其耐腐蝕性能大大提升<sup>(2)</sup>。據統計資料，台灣 2016 年約有 27.8 萬公噸的鋼鐵經熱浸鍍鋅處理，其中公路工程之鋼構造約有 3.0 萬公噸，約佔全部熱浸鍍鋅量的 11%<sup>(3)</sup>。

工業上應用最廣泛的鋼鐵材料，在大氣、海水、土壤或其他特種介質（如有機溶劑、液態金屬）中使用，會發生程度不同的腐蝕。依據過去統計，世界上每年因腐蝕而損失的鋼鐵材料佔總產量的五分之一。為了保證產品的性能，延長產品的使用壽命，幾乎所有的工程部門都要涉及到金屬防護的技術。此外，為了使材料表面具有更多工程上所需的性能，利用各種材料功能性防護層已成為有效的手段之一。金屬材料由於受到介質的作用而發生狀態的變化，轉變成新相，從而遭受破壞的過程稱之為金屬腐蝕，如物理腐蝕、化學腐蝕、電化學腐蝕<sup>(2)</sup>。多年來各國除大量使用熱浸

鍍鋅產品外，對許多金屬成品鍍件方面也有增加的趨勢<sup>(2)</sup>。

在一般工業區和臨海地區環境中，使用壽命可達 20~40 年，在沒有侵蝕性的大環境中可達 50~100 年的使用壽命，使用期間幾乎不需要維修費用<sup>(2)</sup>。但初期之成本往往不能代表各類防銹系統所需之整體花費。維護的費用，可能因系統不同而有顯著之差異。若是再維護時難以靠近工作物，或需停止操作，或是需額外的產品及機械覆蓋作業，或是需要架設鷹架等等，以上種種作業均可使維護之花費大幅增加。防蝕保護系統所需花費的總經費與使用年限、勞力成本、維護工作複雜性之附加費用及利率等因素息息相關。熱浸鍍鋅之初期成本較油漆塗裝費用高，但是長期總防蝕費用卻較油漆塗裝費用低<sup>(5)</sup>。如表 1 所示，以總工程量 4,000 公噸規劃，則初期工程費用依序為以熱浸鍍鋅 + 油漆（3 仟萬元）、熱浸鍍鋅（2 仟萬元）及油漆（1.8 仟萬元）；如假設使用年限為 50 年，則以總防蝕費用以油漆（2 億 2 仟 5 佰萬元）高於熱浸鍍鋅（2 仟萬元），增加約 11 倍多。如以使用年限為 85 年時，總防蝕費用以油漆防蝕（約 4 億元）高於熱浸鍍鋅 + 油漆（3 仟萬元），提高將近 14 倍的防蝕費用。

### 三、熱浸鍍鋅原理

熱浸鍍鋅被廣泛應用是由於鍍鋅層對鋼鐵材料具有隔離保護和陰極保護雙重保護性質。鋅在地殼中的含量約為 0.013%，相對於鋁含量 8.13% 和鐵含量的 5.0% 是較少的，依元素的相對蘊藏量排列居於第 23 位。但是鋅在世界金屬產量消耗量中居第四位，僅僅排列在鐵、鋁和銅之後。鋅的應用可以分為多個方面：塗層、鑄造合金、黃銅、電池和其他合金中的添加元素、鍛造鋅合金、氧化鋅以及含鋅化學品。由於鋅具有大氣中其他環境中出色的耐蝕性，其最重要的應用是用於鋼鐵的防腐蝕。鋅也是最重要的電池材料之一。鋅在金屬元素電位序中的位置決定了鋅是非常好的電極材料和陽極保護材料<sup>(2)</sup>。熱浸鍍鋅的原理，簡單的說即是將已清洗潔淨的鐵件，經由 Flux 的潤濕作用，浸入鋅浴中，使鋼鐵與熔融鋅反應生成一合金化的皮膜。熱浸鍍鋅作業流程，如圖 1 所示<sup>(5)</sup>：



#### 四、熱浸鍍鋅的發展

熱浸鍍鋅可應用在公路、鐵路、電力能源、通訊、石化業、營造、農業、環保、科技、造船、下水道等方面。如表 2 及圖 2 所示，台灣近十年來熱浸鍍鋅產量高達 256 萬餘公噸，而熱浸鍍鋅在各產業之產量依序有營建業工程 65 萬餘公噸（26%）、電力能源 40 萬餘公噸（16%）、石化業 39 萬餘公噸（16%）、公路 33 萬餘公噸（13%），在營建與公路就佔整個產業別約 39%。如以 2016 年熱浸鍍鋅的使用量，如圖 3 所示，營建相關工程使用約 7 萬公噸，公路工程則佔約 3 萬公噸，在該年各佔 25% 及 11%。而熱浸鍍鋅量如以近三年做比較，如圖 4 所示，從 2014 年到 2016 年各產業使用大部分有降低趨勢，整年度比較降低 2 萬 7 千餘公噸（9%），如以公路工程做比較約降低 5,317 公噸（15%）。至於熱浸鍍鋅年產量以十年統計做分析，如圖 5 所示，全盛時期為 2012 年佔約 33 萬公噸之多（13%）；其次為 2014 年約 30.5 萬公噸（12%）及 2015 年 30.3 萬公噸（12%），雖 2012 年比 2014 及 2015 年多，但如以前五年與後五年之產量分析，分別為約 104 萬公噸（41%）及 152 萬餘公噸（59%），也可看出後五年大於前五年，顯示政府對公共工程之建設增加趨勢。最後再以十年前的 2007 年與 2016 年作比較，如圖 6 所示，在各個產業的產量都有成長，如鐵路、電力能源、通訊、石化業、營建、農業、環保、科技、造船等，以 2007 年熱浸鍍鋅量為 22 萬餘公噸及 2016 年為約 28 萬公噸，成長約 6 萬餘公噸之多，顯示大眾也漸漸接受並使用熱浸鍍鋅的鋼材。

#### 五、案例介紹

熱浸鍍鋅在公路工程中主要運用在標示架、路燈、洩水孔、格柵板、護欄支柱、護欄板、伸縮縫、滑板、標示架、速限架、里程架、固定用螺栓、防護架、道路監視系統架、防護網和橋欄杆、隧道照明、線槽架、花板蓋、隔板、隔音牆牆柱等等。茲列舉四個案例介紹。

（一）台 64 線快速道路八里 - 五股段（圖 7 所示）

興建台 64 線八里五股段，總工程經費 190 餘億元，全長 13.7 公里，雙向各 2 車道，從八里鄉台北港可直通中山高速公路五股交流道。設有八里、觀音山、五股一與五股二等 4 處交流道，及銜接中山高五股交流道的匝道。台 64 線 2009.01.12 通車後往西於八里台北港可銜接台 61 西濱快速道路往南至桃園機場、大園、觀音、新竹南寮。（熱浸鍍鋅有標示架、路燈、洩水孔、格柵板、護欄支柱、護欄板、伸縮縫、滑板、速限架、里程架、固定用螺栓、防護架、道路監視系統架、防護網和橋欄杆、隧道照明、線槽架、花板蓋、隔板、隔音牆牆柱等等）<sup>(6)</sup>。

## （二）台 61 西濱快速公路崙尾灣橋（圖 8 所示）

此工程屬於台 61 西濱快速公路 WH48-1 之一部分，位於彰化縣鹿港鎮西側海邊，跨顏厝、洋仔厝溪出海口，緊鄰鹿港彰濱工業區，北起彰濱四號道，主橋跨越崙尾灣橋，南至彰濱五號道，與台十七線並行，工程全部採用二型抗硫酸鹽水泥，崙尾灣橋海上工區 P1 - P32 橋梁下部基礎結構、墩柱、帽梁等使用混凝土添加 F 型強塑劑及採用鍍鋅鋼筋約 4,600 公噸<sup>(7)</sup>。

## （三）國道 2 號高速公路拓寬工程（圖 9 所示）

國道 2 號拓寬工程內容西起桃園機場端，東迄鶯歌系統交流道（全長 20.4km），主線拓寬工程，機場端至大園交流道維持原雙向 4 車道 - 大園交流道至機場系統交流道採雙向 8 車道拓寬機場系統，交流道至鶯歌系統交流道採雙向 6 車道拓寬大園、機場系統、南桃園、大湳及鶯歌系統等 5 處，交流道改善大園交流道新增連絡道至台 15 省道，約 2.3km 橋梁耐震補強（配合 921 耐震設計修正）規範，拓寬工程 H42 標，總工程費 11.42 億元，橋墩耐震補強鋼板，鍍鋅鋼重 158.52 公噸<sup>(8)</sup>。

## （四）台中市松竹五路跨越旱溪自行車道橋新建工程（海天橋）（圖 10 所示）

本工程使用熱浸鍍鋅 550 噸（橋梁長度為 110 公尺、寬度 30 公尺），工程總經費約為 1 億 8 仟萬元，位於台中市 10 期重劃區內松竹五路，南北連結旱溪東路三段與松竹路一段，松竹五路海天橋，除主橋長度 110 公尺、寬度 30 公尺外，旁有設置自行車專用車道，寬約 3.8 公尺。自行

車專用車道橋梁結構係採拱肋桁架及吊索組成，橋梁設計引入景觀特色，橋身由 LED 藍光投射燈點綴，夜間像是一條橫跨旱溪的藍色寶石腰帶，與大坑山的山嵐、雲霧相呼應<sup>(9)</sup>。

### 六、結論及建議

熱浸鍍鋅防蝕用於公共工程之成效已有相當多的案例，日常生活中常見被廣泛使用並且即有效的成熟技術，運用在公路工程上也在相當大比例，防止生鏽、腐蝕，可增加耐久性。公路工程使用熱浸鍍鋅包括有標示架、路燈、洩水孔、格柵板、護欄板、伸縮縫、滑板、標示架、速限架、里程架、固定用螺栓、防護架、道路監視系統架、防護網和橋欄杆、隧道照明、線槽架、花板蓋、隔板、隔音牆牆柱、護欄支柱等等。公路在各產業類別中也佔第四位 13%（33 萬餘公噸），其他如鐵路、電力能源、通訊、石化業、營建業、農業、環保等，鍍鋅是一種工法簡單且具有良好的鋼鐵防護工法，在近十年來熱浸鍍鋅產量也都有相對增加。目前台灣熱浸鍍鋅已有數十年的歷史，驗證使用熱浸鍍鋅的防蝕方式可延長結構的使用壽命，每年更可節省難以估計的維修費用；在台灣四面環海的高腐蝕環境，期待熱浸鍍鋅使用於公路工程的防蝕效益能更具體的推廣應用。

### 參考文獻

1. 陳育聖，台灣混凝土橋腐蝕調查與分析（簡報），熱浸鍍鋅鋼筋在土木建築之應用研討會，台灣大學應用力學研究所，2015。
2. 胡文虎，熱浸鍍鋅技術手冊，中華民國熱浸鍍鋅協會，2016。
3. 蔡明達、李祐承，熱浸鍍鋅在土木建築之應用概況，社團法人中國土木工程學會會刊，第四十三卷，第四期，第 31~38 頁，2016。
4. 廖肇昌，熱浸鍍鋅鋼材於橋梁應用案例簡介，中華民國熱浸鍍鋅協會，熱浸鍍鋅會刊，第 56 期，第 5~19 頁，2017。
5. 中華民國熱浸鍍鋅協會官網之熱浸鍍鋅介紹，2017。



6. 熱浸鍍鋅案例，台 64 線快速道路八里 - 五股段，臺鍍科技股份有限公司，簡報檔，2009。
7. 熱浸鍍鋅鋼筋案例，台 61 西濱快速公路崙尾灣橋，臺鍍科技股份有限公司，簡報檔，2008。
8. 熱浸鍍鋅案例 - 橋墩耐震補強鋼板，臺鍍科技股份有限公司，簡報檔，2012。
9. 中華民國熱浸鍍鋅協會官網之工程案例，2017。

表 1、鋼結構熱浸鍍鋅與油漆之經濟效益比較工程量

工程量：4000 噸		熱浸鍍鋅	熱浸鍍鋅 + 油漆 <sup>※</sup>	油漆 <sup>※※</sup>	
1	期初費用	單價	5,000 元 / 噸	5,000 + 2,500 元 / 噸	
		工程費	2,000 萬元	3,000 萬元	
2	覆蓋膜厚	80 $\mu$ m	80 $\mu$ m + 油漆	150 $\mu$ m	
3	免維護使用年限	50 年	85 年	5 年	
4	假設使用年數	50 年	85 年	50 年	85 年
5	全部維護次數	0	0	9 次	16 次
6	每次維護費用	0	0	2,500 萬元	2,500 萬元
7	總計維護費用	0	0	2 億 2,500 萬元	4 億
8	總防蝕費用	2,000 萬元	3,000 萬元	2 億 4,300 萬元	4 億 1,800 萬元
9	費用差異比率	A	B	較 A 增加 2 億 2,300 萬元	較 B 增加 3 億 8,800 萬元
10	使用後情況	視情況考慮油漆		可能需重建	

註：

1. 油漆用於鋼構，在台灣施工品質控制問題，2 年即開始局部腐蝕，5~6 年內即需重新維修。
2. 隨社會變遷缺工問題日益嚴重，油漆塗裝之發包可能愈趨困難且價格昂貴。
3. 熱浸鍍鋅加油漆之防蝕年限依相關文獻數據，可達兩者壽命和之 1.5~2.3 倍。
4. 以一車鋼構為例之施工期比較，熱浸鍍鋅為 3 天、油漆 5 天。

※：合金用底漆 + 兩道 PU 面漆  
 ※※：噴砂 + 無機鋅粉 + 兩道中途漆 + 兩道 PU 面漆

資料來源：中華民國熱浸鍍鋅協會網站

表 2、台灣各產業的熱浸鍍鋅近十年使用量

單位：公噸

類別年	公路	鐵路	電力能源	通訊	石化業	營建	農業	環保	科技	造船	下水道工程	其他	合計
2007 年	34,160	6,936	37,546	3,372	35,732	57,003	4,652	4,438	6,234	3,353	10,290	18,163	221,879
2008 年	28,370	4,340	33,066	4,622	34,128	48,471	3,643	4,853	10,893	3,294	9,613	16,128	201,421
2009 年	28,995	7,719	33,854	5,611	25,805	60,134	4,310	5,319	8,124	3,393	7,333	17,802	208,399
2010 年	32,029	6,685	31,634	5,186	29,605	54,135	5,156	5,898	10,236	3,240	6,518	18,840	209,162
2011 年	29,597	6,636	30,316	5,169	27,106	51,182	5,126	5,863	8,981	2,739	6,518	17,111	196,344
2012 年	47,743	16,018	39,727	6,706	73,784	81,404	6,780	7,601	14,404	4,397	7,313	32,357	338,234
2013 年	37,022	23,032	41,910	6,527	42,460	78,324	8,500	6,967	10,552	3,799	6,790	32,053	297,936
2014 年	35,296	15,312	56,744	5,584	38,507	81,740	7,868	7,066	12,907	4,271	7,302	32,935	305,532
2015 年	31,631	15,983	54,195	7,667	46,546	72,705	7,288	7,852	17,780	3,905	7,806	29,757	303,115
2016 年	29,979	16,402	42,103	6,915	46,106	69,460	7,252	6,614	15,879	3,538	7,911	25,888	278,047
合計	334,822	119,063	401,095	57,359	399,779	654,558	60,575	62,471	115,990	35,929	77,394	241,034	2,560,069

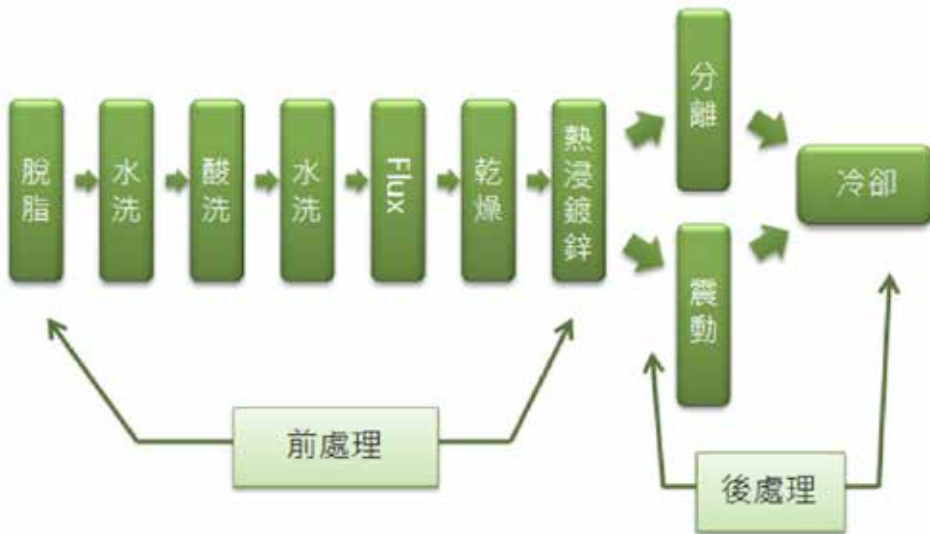


圖 1、熱浸鍍鋅作業流程<sup>(5)</sup>

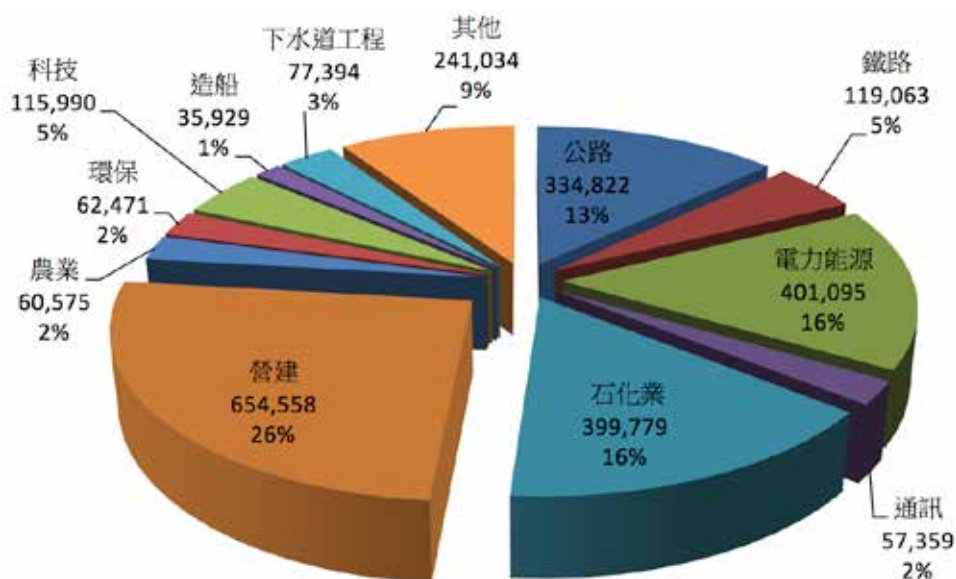


圖 2、台灣不同產業熱浸鍍鋅近十年的使用量 單位：公噸

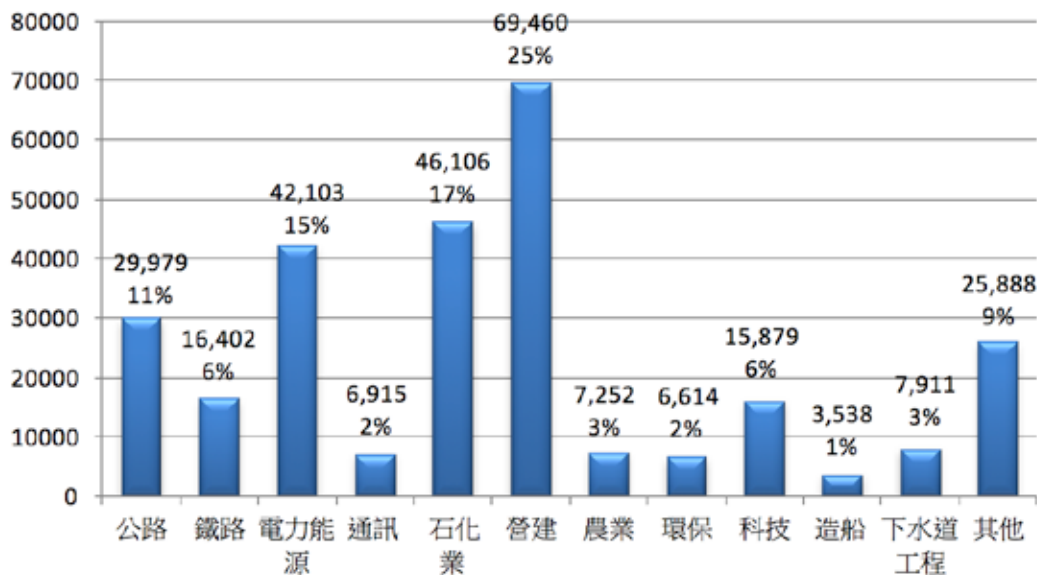


圖 3、台灣 2016 年不同產業之熱浸鍍鋅使用量統計 單位：公噸



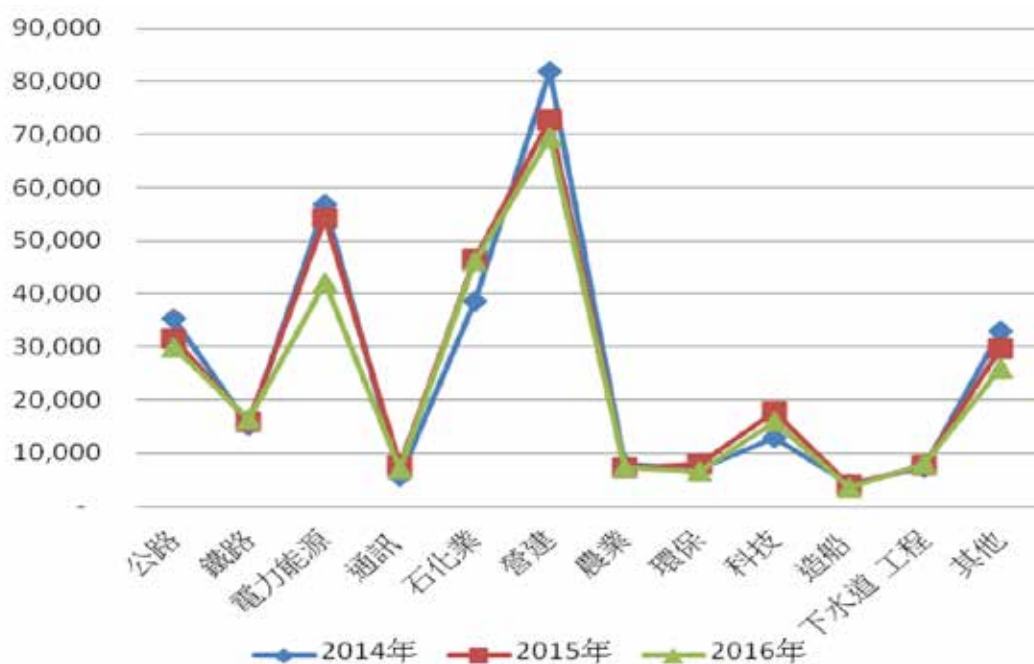


圖 4、台灣近三年使用熱浸鍍鋅於不同產業統計圖 單位：公噸

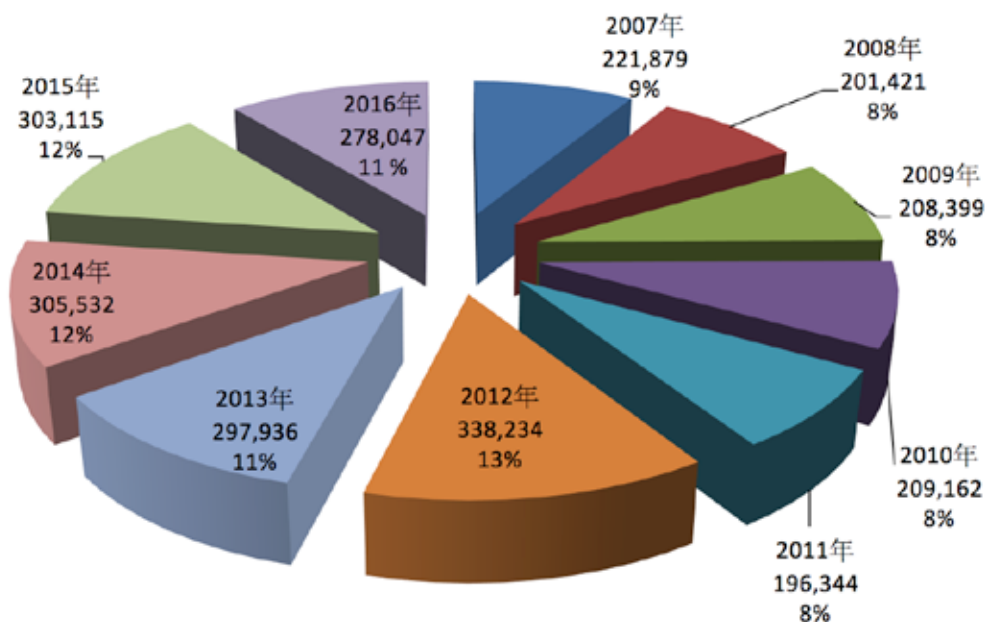


圖 5、台灣近十年熱浸鍍鋅使用量 單位：公噸

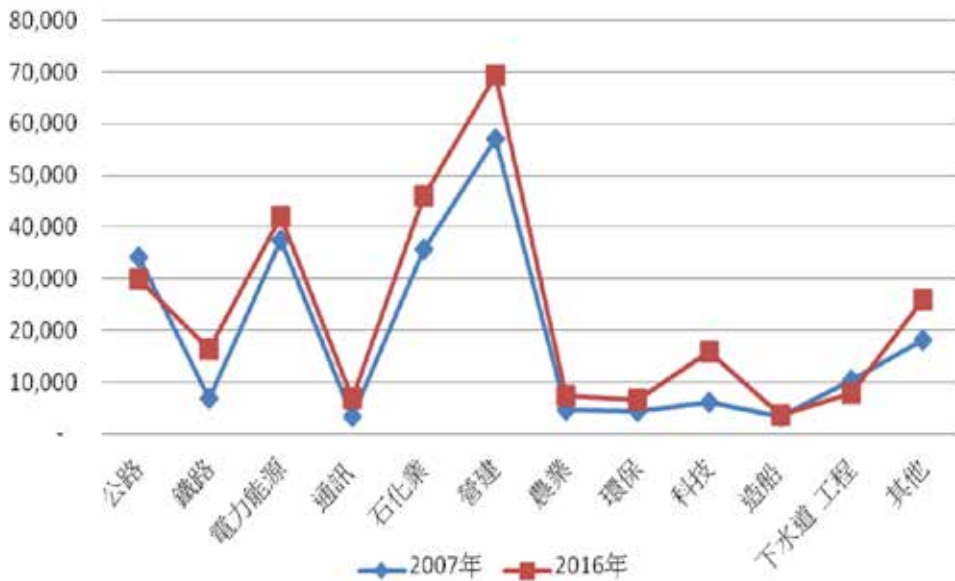


圖 6、台灣熱浸鍍鋅十年前後的使用量比較 單位：公噸



台 64 線快速道路八里 - 五股段  
防護網和橋欄杆<sup>(6)</sup>



台 64 線快速道路八里 - 五股段  
伸縮縫<sup>(6)</sup>

圖 7、台 64 線快速道路八里 - 五股段



台 61 西濱快速公路崙尾灣橋工程施工<sup>(7)</sup>

台 61 西濱快速公路崙尾灣橋工程完工<sup>(7)</sup>

圖 8、台 61 西濱快速公路崙尾灣橋



國道 2 號拓寬工程熱浸鍍鋅補強鋼板<sup>(8)</sup>

國道 2 號拓寬工程施工照片<sup>(8)</sup>

圖 9、國道 2 號高速公路拓寬工程





松竹五路～海天橋工程施工<sup>(9)</sup>



松竹五路～海天橋工程完工外觀<sup>(9)</sup>

圖 10、台中市松竹五路跨越旱溪自行車道橋新建工程（海天橋）

## 熱浸鍍鋅性能與環保鈍化處理

Jaume Grau<sup>1</sup>、劉至誠<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ProCoat Surface Treatments

<sup>2</sup>厚誠貿易有限公司

通訊作者：tonyliu@lube.com.tw

### 摘要

熱浸鍍鋅工件應該是持續亮麗外觀的，不是只有短暫幾天甚而幾小時。環保鈍化 (Ecological Passivation) 處理可以讓熱浸鍍鋅亮麗外觀更持久，更容易塗裝、更為環保。不再因為潮濕環境造成鍍鋅工件提早產生白銹，及造成後續塗裝不完整。

關鍵詞：六價鉻、表面處理、鈍化、三價鉻、白銹 (White Rust)

### 一、前言

所有剛從熱浸鍍鋅槽中吊升上來的材料，都是白亮光澤美麗外觀，然而不出幾天 (快的幾小時) 就光澤消失。為維持亮麗外觀，目前在東南亞 (泰國、馬來西亞、印尼) 仍舊使用六價鉻，然而六價鉻 (Hexavalent chromium) 對人體有潛在的致癌性，高濃度的六價鉻會傷害鼻子及造成癌症，食入後也會造貧血或腸胃的損傷<sup>(1)(2)(3)</sup>。在日本也仍舊使用六價鉻或水性樹脂作為熱浸鍍鋅後的表面處理鈍化，然而對於操作人員安全及環境上仍舊是危害。在台灣，環保署也將六價鉻作為工廠排放監測要求，從六價鉻採購、使用到排放皆列為監測範圍，以防止環境二次污染。

六價鉻 (Hexavalent chromium,  $\text{Cr}^{6+}$ )，其為吞入性毒物／吸入性極毒物，皮膚接觸可能導致敏感；更可能造成遺傳性基因缺陷，吸入可能致癌，對環境有持久危險性。但這些是六價鉻的特性，鉻金屬、三價或

四價鉻並不具有這些毒性。六價鉻是很容易被人體吸收的，它可透過消化、呼吸道、皮膚及粘膜侵入人體。據報導，通過呼吸空氣中含有不同濃度的鉻酸酐時會有不同程度的沙啞、鼻粘膜萎縮，嚴重時還可使鼻中隔穿孔和支氣管擴張等；若經消化道侵入時可引起嘔吐、腹疼；而經皮膚侵入時會產生皮炎和濕疹。危害最大的是長期、短期接觸或吸入，會有致癌危險<sup>(4)</sup>。

## 二、鈍化處理

鋅是對於鐵材最好的保護，然而會依據存放、運輸及環境因素而影響其使用壽命。熱浸鍍鋅材會因為環境濕度、溫度、酸鹼及氧化造成眾所周知的腐蝕現象，也會因鍍鋅後構件立即淋雨或儲放於不通風下而表面生成白色粉狀物，也就是白銹 (White Rust)。白銹是鋅氧化所形成，在熱浸鍍鋅工件表面上形成許多白點，而這白點往往造成塗裝問題及客戶投訴不接受這樣表面，為了解決這樣的外觀問題，有效的鈍化處理是必要的。且鍍鋅鋼筋在經過鈍化處理後比沒處理的鍍鋅鋼筋有更好的水泥結合性。<sup>(5)</sup>



圖 1、熱浸鍍鋅產品浸漬環保鈍化處理槽



因此，環保鈍化處理也因應市場要求而產生，尤其在歐洲歐盟 (EU) 要求 Directive 2011/65/EU RoHS 2.0(六價鉻是必要檢測項目)，也是禁用物質<sup>(6)</sup>。歐洲熱浸鍍鋅協會在 2007 年會中早已探討“熱浸鍍鋅廠替換成非六價鉻的工件產品表面鈍化處理以符合 WEEE 及 ELV 要求”<sup>(7)</sup>。良好的環保鈍化處理劑也必須要有方便的操作性、容易的槽液控制、寬廣的槽液工作溫度、不含氟化物，且相較於六價鉻有更加的抗腐蝕性及更好的可塗裝性。此項技術為奈米科技，更具有長達 5 年的槽液壽命，如圖 1 所示，也可大幅降低生產操作成本。

在台灣，化學品標示 GHS 及產品物性安全資料 SDS 是必須標示於產品及儲存場所。環保鈍化處理劑是無毒性的。

### 三、環保鈍化處理劑試驗

在台灣多雨潮濕的氣候，往往熱浸鍍鋅工件很快的產生白銹，為理解這類環保鈍化的耐候性，特別在法國的 PSA 標緻雪鐵龍汽車集團的腐蝕測試中心 (PSA Corrosion Center (Peugeot-Citroen) in Palavas –France.) 進行大氣耐候測試，測試環境為在 ISO 9223 分類下的 C4 / C5，每季觀察一次，如圖 2 所示。經暴露 28 個月後，發現經浸泡環保鈍化處理劑仍然光澤亮麗；無浸泡的熱浸鍍鋅鋼管則有明顯的白銹存在，如圖 3 所示。另外，利用高速公路護欄於現地測試一年，也發現經環保鈍化處理者仍保持亮麗外觀，而無鈍化處理者則已經產生白銹，如圖 4 所示。



圖 2、法國 PSA 標緻雪鐵龍汽車集團腐蝕測試中心



圖 3、環保鈍化處理後 28 個月，左邊外觀亮麗，右邊明顯白銹。



圖 4、高速公路護欄經測試一年後之外觀

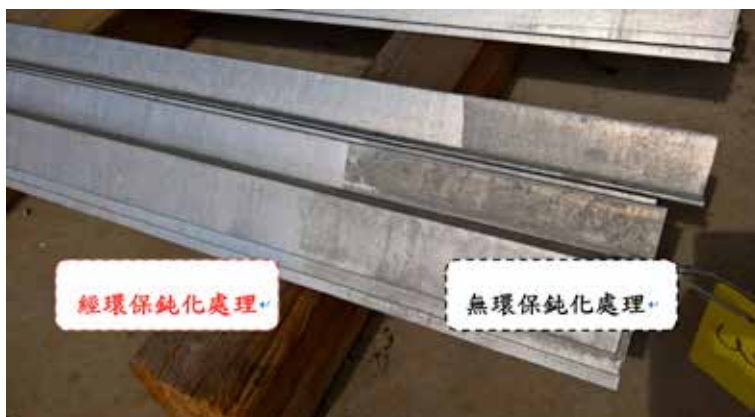


圖 5、左邊環保鈍化處理面仍舊保持亮麗，右邊則呈現白銹及黯淡顏色。

另外，在熱浸鍍鋅工廠進行簡易的測試，將環保鈍化劑以 5~8% 比例倒入純水中簡易攪拌後將鍍鋅工件浸泡 20 秒。經六周後明顯發現，有環保鈍化處理面則仍舊保持亮麗外觀，無處理的面則是呈現白銹及黯淡顏色外觀，如圖 5 所示。

#### 四、工廠環保鈍化處理流程

在台灣常見的熱浸鍍鋅工廠流程，如圖 6 所示，鋅浴槽後僅一冷卻槽，用以快速冷卻工件，加速處理速度，然而此冷卻槽非常容易被污染及水溫升高，故生產線常用流動的水來降溫，同時過濾處理雜質。

圖 7 為環保鈍化處理生產線，通常建議使用在第二冷卻槽，此時工

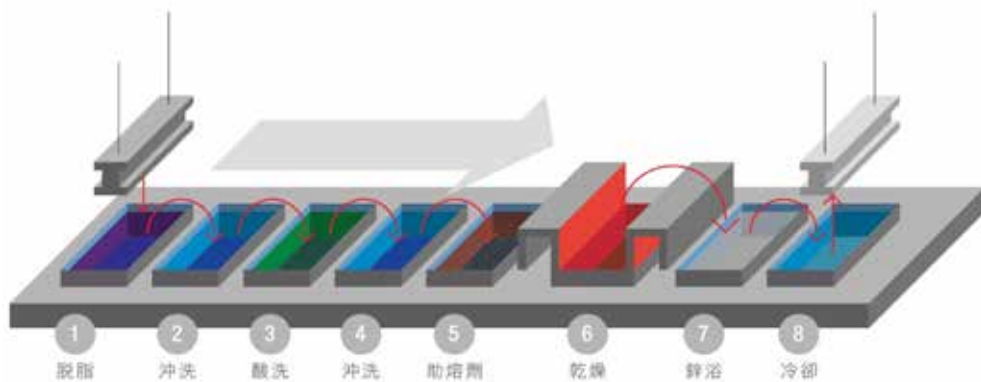


圖 6、常見的熱浸鍍鋅工廠流程

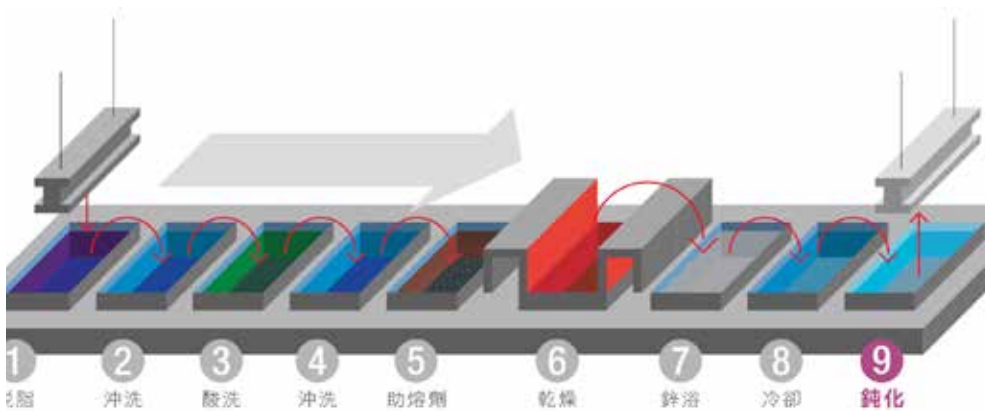


圖 7、環保鈍化處理生產線



件溫度最合適鈍化處理，也最節省成本，因為第一冷卻槽已將工件冷卻及污染雜質留在槽中，所以第二冷卻槽不需要隨時隨刻添加冷卻水，此環保鈍化劑用在此槽中其使用壽命可達五年以上，平日只需添加補充。依據西班牙、法國熱浸鍍鋅廠的經驗值，因為水的蒸發及工件帶走之緣故，因此每年須補充大約 10% 比例（調配後的環保鈍化劑）。

## 五. 結論

如何在環保要求與市場需求做一選擇？當白銹產生再用化學藥劑去除後再塗裝，在在都是更多的污染<sup>(8)</sup>。熱浸鍍鋅的鋅花是現代美學，但用油漆遮蓋過後也失去其鋅花之美。藉由環保鈍化處理提高更高的抗腐蝕性、更容易的塗裝性及更亮麗的外觀，不僅僅是亞洲熱浸鍍鋅廠的選擇，更已經是歐洲熱浸鍍鋅廠的標準鈍化處理過程。

## 文獻參考

1. 國家環境毒物研究中心 [http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/toxfaq\\_detail\\_mobile.php?id=49](http://nehrc.nhri.org.tw/toxic/toxfaq_detail_mobile.php?id=49)
2. 美國衛生及公共服務部之國家毒物計畫 [https://www.niehs.nih.gov/health/materials/hexavalent\\_chromium\\_508.pdf](https://www.niehs.nih.gov/health/materials/hexavalent_chromium_508.pdf)
3. 美國勞工部 職業安全與健康管理局 [https://www.osha.gov/OshDoc/data\\_General\\_Facts/hexavalent\\_chromium.pdf](https://www.osha.gov/OshDoc/data_General_Facts/hexavalent_chromium.pdf)
4. 原文出處：ATSDR(Agency for Toxic Substances and Disease Registry)  
原文連結：<http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=61&tid=17>
5. 美國熱浸鍍鋅協會 <https://www.galvanizeit.org/specification-and-inspection/post-hdg-considerations/passivation>
6. [http://rohs.exemptions.oeko.info/fileadmin/user\\_upload/DEPA\\_SBAA/SBAA\\_Evaluation\\_Guidance\\_Document\\_20160922a.pdf](http://rohs.exemptions.oeko.info/fileadmin/user_upload/DEPA_SBAA/SBAA_Evaluation_Guidance_Document_20160922a.pdf)
7. [https://www.astm.org/IMAGES03/A05Presentation\\_2.ppt](https://www.astm.org/IMAGES03/A05Presentation_2.ppt)
8. 百度 中國對六價鉻的要求及使用 <https://wapbaike.baidu.com/item/%E5%85%AD%E4%BB%B7%E9%93%AC?adapt=1>

## 添加鋁鎂元素對熱浸鍍鋅層抗蝕性之影響

沈宗翰<sup>1</sup>、林招松<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 台灣大學材料科學與工程學系暨研究所

### 一、前言

臺灣地處亞熱帶海島型氣候區域，終年處於高溫、高濕及高鹽分的大氣環境下，大部分沿海地區皆為 C5 等級<sup>[1]</sup>。如何因應不同的大氣環境做出適當的腐蝕防護，是減少腐蝕所帶來經濟損失的重要課題。

鍍鋅是鋼鐵材料上最常運用的腐蝕防護工法之一，鋅可以提供鋼鐵材料障蔽保護 (barrier protection) 以及犧牲保護 (sacrificial anode protection) 兩種效果。雖然熱浸鍍鋅鍍層之開發及使用之歷史已相當久遠，到目前為止，熱浸鍍鋅鍍層能適用於廣大的需求領域，但鍍層較快的腐蝕速率致使熱浸鍍純鋅鍍層無法運用在較嚴苛的腐蝕環境下。因此添加合金元素至鍍鋅層中以提升鍍層性能就變成一個重要的課題，而其中鋁就是最常添加至鍍鋅層的元素。

在鋅浴中添鋁主要有四個作用<sup>[2]</sup>：(1) 增加鍍鋅層的光澤，在鋅浴內添加少量的鋁便可以增加鍍層表面的亮度，這是因為鋁會在鍍層表面生成一連續的氧化鋁層，此層具有障蔽保護的效果使得氧化反應不會繼續進行。(2) 減少鋅浴的氧化，(3) 抑制鐵鋅介金屬化合物的成長，增加鍍層的延展性，(4) 增加抗蝕性<sup>[3,4]</sup>。而近 20 年來為了近一步的提升鍍層抗蝕性，又開發出了鋅鋁鎂的三元熱浸鍍層<sup>[5,6]</sup>。本次報告就是針對不同鋁鎂含量的熱浸鍍鋅層進行抗蝕性的檢測，同時也會將鍍層進行合金化處理，最後分析鋁、鎂及鐵在加入鍍層後對鍍層抗蝕性質的影響。

### 二、實驗步驟

實驗步驟如圖 1 所示，我們將針對熱浸鍍鋅鋼板的合金化 (使鍍層成為鐵鋅相)、添加鋁及添加鋁鎂三個部分討論。抗蝕性測試分為鹽霧試

驗以及電化學試驗，鹽霧試驗的測試溶液為 5 wt.% 氯化鈉水溶液，測試時間為 48 小時。電化學試驗使用動電位極化曲線，以量測材料的腐蝕電位及腐蝕電流密度，用來判斷其抗蝕性的好壞。由於各成分試片的製程（商用產品和模擬器製造）和厚度有所不同，因此若是因製程或厚度差異而造成分析上的差異，在此便無法詳細討論。

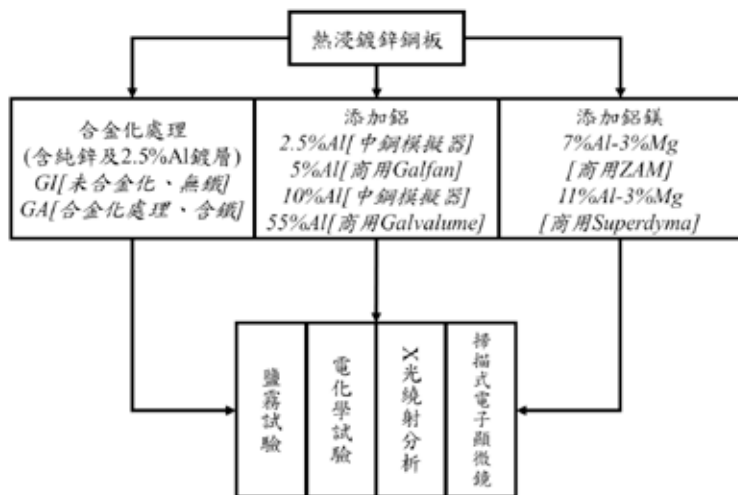


圖 1、實驗流程設計圖

### 三、實驗結果

圖 2 為熱浸鍍純鋅試片鹽霧試驗後之試片表面圖，可以發現在 GI 試片表面上有白鏽（鋅的腐蝕產物）生成，而 GA 試片相對於 GI 試片，因為鍍層內部組織為鐵鋅相，因此可在試片表面發現紅鏽（鐵的腐蝕產物）的產生。圖 3 為 2.5%Al 熱浸鍍鋅試片鹽霧試驗後之形貌，結果和熱浸鍍純鋅的試片相當類似，在 GI 試片觀察到白鏽，而 GA 試片上則有紅鏽生成，整體而言，純鋅鍍層的腐蝕情形較 2.5% 鋁之鍍層嚴重。

圖 4 為鹽霧試驗前後之極化曲線圖，純鋅 GI 試片和 GA 試片在試驗後曲線都向右方移動，腐蝕電流密度大幅上升，GI 和 GA 試片分別從  $5.59 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$  和  $6.93 \times 10^{-6} \text{ A/cm}^2$  上升至  $5.92 \times 10^{-5} \text{ A/cm}^2$  和  $6.02 \times 10^{-5} \text{ A/cm}^2$ ，GA 試片由於鍍層成分為鐵鋅相，因此腐蝕電位較 GI 高。而 2.5%Al 的 GI 試片在經過試驗 24 時及 48 小時之曲線十分接近，



表示經過腐蝕後，試片表面沒有隨著腐蝕時間增長而發生顯著改變，從電化學的分析來看，添加鋁可以使 GI 鍍層的抗蝕性提升，可是對合金化後的鍍層就沒有明顯的影響。

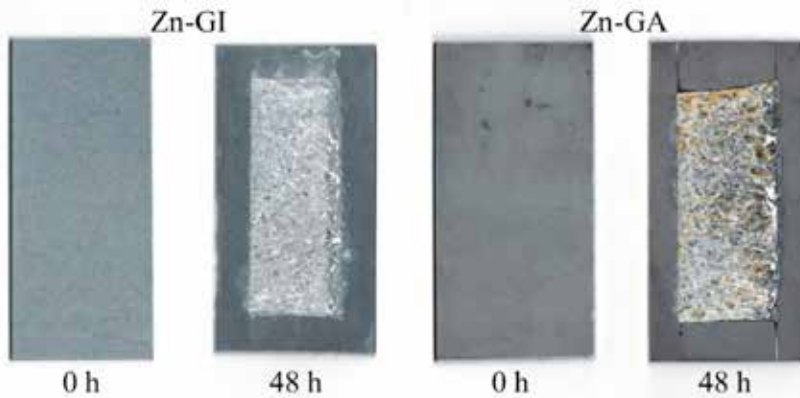


圖 2、熱浸鍍純鋅試片鹽霧試驗前 (0h)、後 (48h) 之試片表面圖

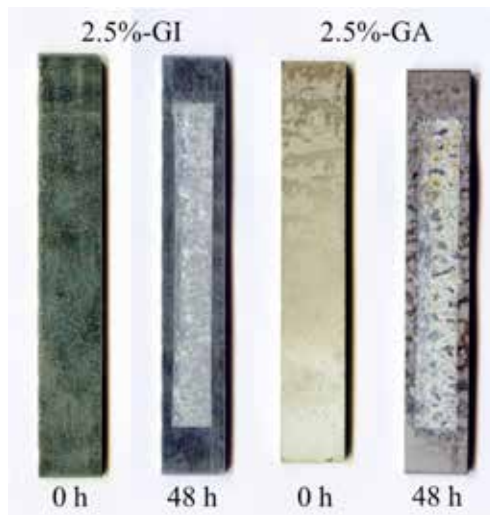


圖 3、2.5 wt% 鋁熱浸鍍鋅試片鹽霧試驗前 (0h)、後 (48h) 之試片表面圖

圖 5 為 2.5% 鋁鹽霧試驗前後 XRD 分析圖，可以看出 GI 的試片在試驗前後的差異不大，大多為純鋅的訊號，而 GA 試片卻有著明顯的改變，從原先大多為鐵鋅  $\delta$  相的訊號，增加了許多腐蝕產物的特徵峰值，如氧化鐵及氧化鋅。圖 6 為鹽霧試驗後 2.5% 鋁鍍層之 SEM 橫截面形貌，GI 鍍層仍然保持均勻，還有部分區域仍有尚未腐蝕的鍍鋅層；而 GA 鍍層

不僅分布不均，且鍍層幾乎被消耗殆盡。由上面各種分析推論，在合金化後，鐵會擴散進入鍍層，降低了鋅鋁二元鍍層的抗蝕能力。

圖 7 為不同鋁含量鍍層鹽霧試驗後之試片表面圖，在鋁含量 2.5-10% 的試片，經過鹽霧試驗後其表面性貌均十分相似，有著明顯的白鏽生成；

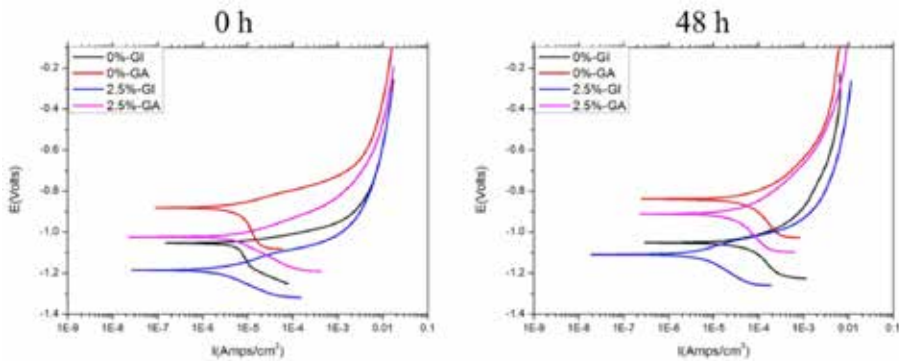


圖 4、熱浸鍍鋅試片鹽霧試驗前(左)、後(右)之極化曲線圖

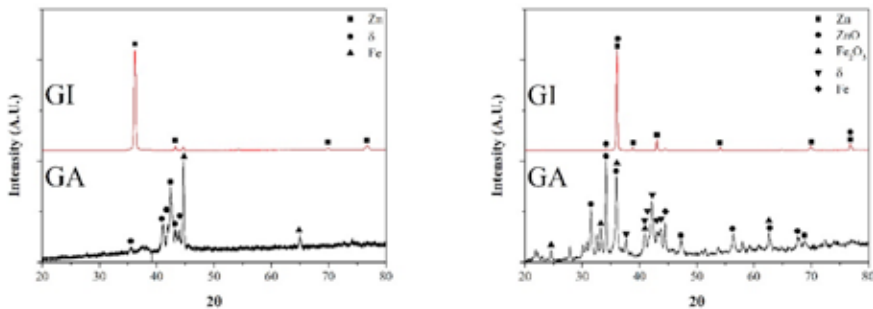


圖 5、鹽霧試驗前(左)、後(右)2.5% 鋁鍍層 XRD 分析圖

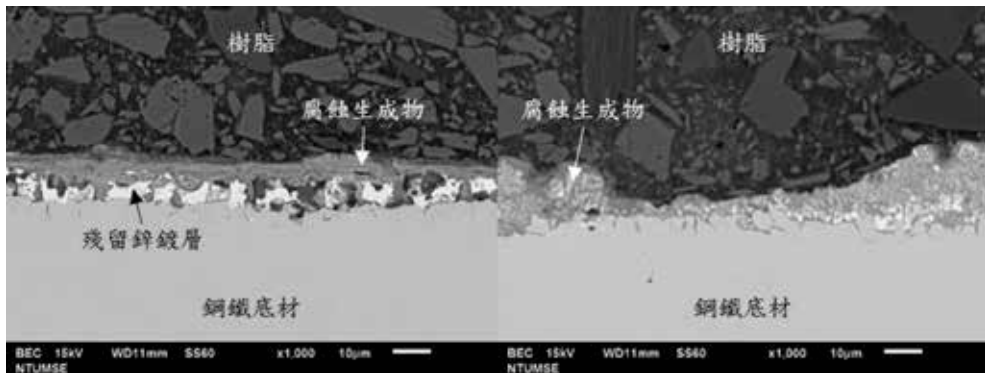


圖 6、鹽霧試驗之後 2.5% 鋁 GI 鍍層(左)及 GA 鍍層(右)之 SEM 橫截面形貌

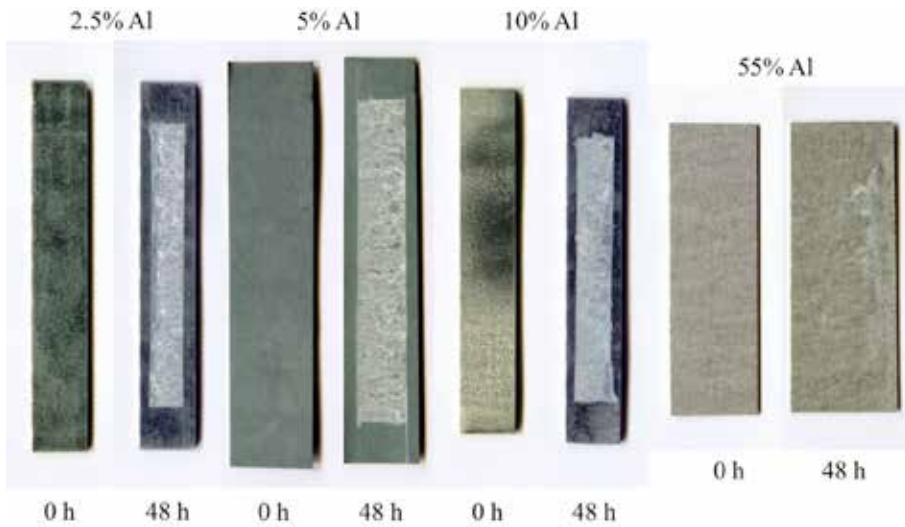


圖 7、不同鋁含量鍍層鹽霧試驗前 (0h)、後 (48h) 之試片表面圖

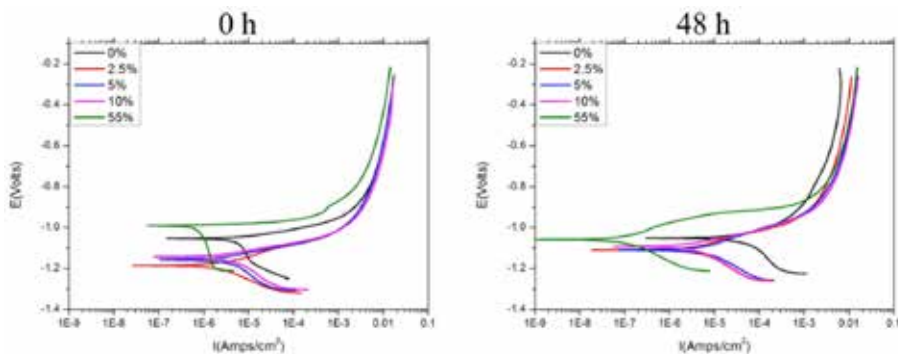


圖 8、不同鋁含量鍍層鹽霧試驗前 (左)、後 (右) 之極化曲線圖

而 55%Al 的試片表面幾乎完全沒有腐蝕發生，顯示其鍍層抗蝕能力十分優秀。圖 8 為不同鋁含量鍍層鹽霧試驗後之極化曲線圖，在鋁含量 2.5-10% 的試片在尚未進行試驗時曲線行為略顯不同，而經過鹽霧試驗 48 小時之曲線則逐漸靠近，表示經過腐蝕後，試片表面比未經過鹽霧試驗之表面更為相似；55%Al 的試片在試驗前後的腐蝕電流密度都較其他試片低許多，在試驗後試片表面可能發生鈍化，使腐蝕電流密度下降至  $1.14 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$ ，為其他試片鹽霧試驗後腐蝕電流密度之 2% 左右。

圖 9 為鋅鋁鎂三元鍍層 ZAM 及 SUPERDYMA 鹽霧試驗後之試片形貌，ZAM 經過試驗後的試片表面腐蝕性貌鋅鋁二元鍍層相似，有明顯白



鏽生成；而 SUPERDYMA 的試片表面幾乎完全沒有腐蝕發生，顯示其鍍層抗蝕能力十分優秀。圖 10 為不同鋁及鎂含量鍍層鹽霧試驗後之極化曲線圖，SUPERDYMA 在尚未進行試驗時曲線行為與其他試片不同，而在

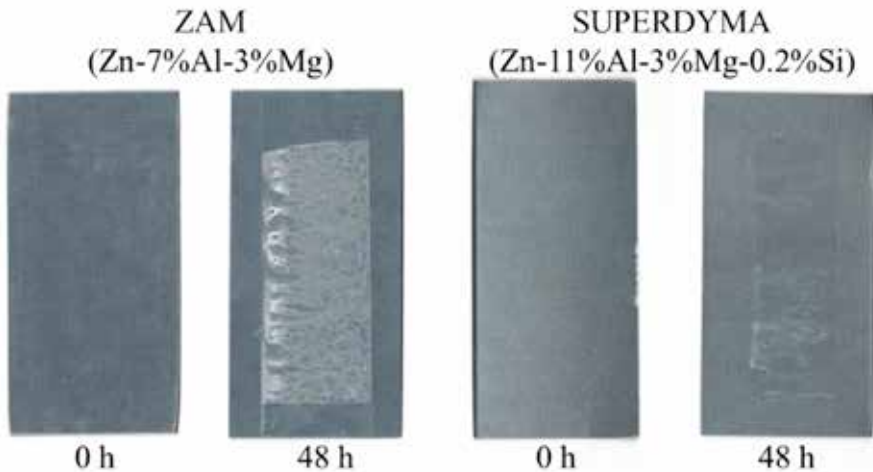


圖 9、鋅鋁鎂三元鍍層鹽霧試驗前 (0h)、後 (48h) 之試片表面圖

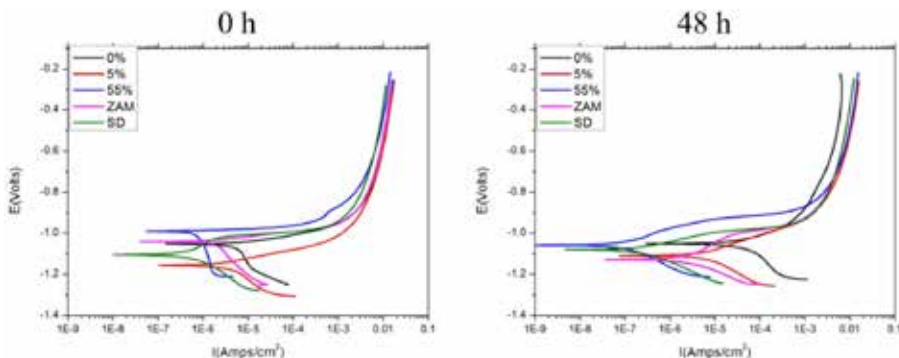


圖 10、不同鋁鎂含量鍍層鹽霧試驗前 (左)、後 (右) 之極化曲線圖

經過鹽霧試驗 48 小時候之曲線向左邊移動，表示在鹽霧試驗後試片表面可能發生鈍化，腐蝕電流密度下降至  $2.44 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2$ 。

#### 四、結語

我們利用鹽霧實驗前後的鍍層表面形貌以及電化學試驗中量測到的腐蝕電流密度，可以評估對鍍層在含氯離子的環境下腐蝕之後其抗蝕性

的改變，若鍍層的表面形貌改變不大，且腐蝕電流密度沒有上升甚至下降，就表示鍍層在此環境下可以持續保持良好的抗蝕性。經過實驗後可以發現，在鍍層內部添加鋁和鎂可使抗蝕能力提升，而合金化造成鐵進入鍍層形成鐵鋅相則會使得二元鋅鋁鍍層的抗蝕性下降，在鋁含量 2.5%-10% 間鍍層的抗蝕性沒有顯著的改變，而 55%Al 及鋅鋁鎂三元鍍層的抗蝕性明顯較前者們優異。

### 參考文獻

1. 羅建明、陳桂清、柯正龍，”大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究”，交通部運輸研究所，2012 年 3 月。
2. Marder, A. R. “The metallurgy of zinc-coated steel.” *Progress in materials science* 45.3 (2000): 191-271.
3. Zhang, Xian, Christofer Leygraf, and Inger Odnevall Wallinder. “Atmospheric corrosion of Galvan coatings on steel in chloride-rich environments.” *Corrosion Science* 73 (2013): 62-71.
4. Li, Yan. “Corrosion behaviour of hot dip zinc and zinc-aluminium coatings on steel in seawater.” *Bulletin of Materials Science* 24.4 (2001): 355-360.
5. Schuerz, S., et al. “Corrosion behaviour of Zn–Al–Mg coated steel sheet in sodium chloride-containing environment.” *Corrosion Science* 51.10 (2009): 2355-2363.
6. Komatsu, Atsushi, et al. “Corrosion resistance and protection mechanism of hot-dip Zn-Al-Mg alloy coated steel sheet under accelerated corrosion environment.” *Tetsu-to-Hagane* 86.8 (2000): 534-541.

### 致謝

本實驗為執行中鋼公司產學合作計畫的部份成果，感謝中鋼公司在研究經費及熱浸鍍鋅技術上所提供的援助，並特別感謝中鋼研發處鄭維仁博士與林傑山先生的幫助。

## 台合石化林園廠汽電共生廠

陳鴻興 / 慧鋼企業股份有限公司 經理



業主：台灣石化合成股份有限公司 林園廠  
統包承包商：亞通科大能源股份有限公司  
鋼構承包商：竣毅工程有限公司  
熱浸鍍鋅廠商：慧鋼企業股份有限公司  
熱浸鍍鋅鋼重：約 1,300 噸



## 一、前言

台合石化(台灣石化合成股份有限公司,TASCO)成立於1982年,為一家技術導向的石化公司,致力開發、生產碳四相關的化學產品,例如丁酮(MEK)、馬林酸酐(MA)、甲基第三丁基醚(MTBE)、丁烯-1(B-1)、二異丁基苯酚(DTBP)。主要生產工廠位於高雄林園工業區,產品供應鏈遍佈全球。

## 二、工程簡述

台合石化公司於105年10月動工增設75/H\*10MW汽電共生廠,工程採統包方式施工,包含有汽機廠房及鍋爐島鋼構工程、IPHO製程區鋼構工程,其中鍋爐島鋼構、IPHO製程區鋼構採用熱浸鍍鋅工法防蝕。

台灣石化合成股份有限公司林園廠位於高雄市林園工業區內,該區域石化廠林立屬於「重工業地區」。該工業區為我國最大規模的石化中間原料產地,然而在生產過程中會排放出硫氧化物(SO<sub>x</sub>)及氮氧化物(NO<sub>x</sub>)等酸性腐蝕性氣體與大氣中水氣結合形成「酸雨」,對鋼鐵結構物的使用壽命影響很大。所以,本工程採用熱浸鍍鋅防蝕工法,工程總重量約有1,300噸,如圖1~圖4所示。

表1、CNS 13401 碳鋼與鋅之穩定態( $\gamma_{lin}$ )腐蝕速率

腐蝕環境分類	腐蝕速率	
	碳鋼 ( $\mu\text{m/a}$ )	鋅 ( $\mu\text{m/a}$ )
C1	$\gamma_{lin} \leq 0.1$	$\gamma_{lin} \leq 0.05$
C2	$0.1 < \gamma_{lin} \leq 1.5$	$0.05 < \gamma_{lin} \leq 0.5$
C3	$1.5 < \gamma_{lin} \leq 6$	$0.5 < \gamma_{lin} \leq 2$
C4	$6 < \gamma_{lin} \leq 20$	$2 < \gamma_{lin} \leq 4$
C5	$20 < \gamma_{lin} \leq 90$	$4 < \gamma_{lin} \leq 10$

註：腐蝕速率單位  $\mu\text{m/a}$  為微米/年。

熱浸鍍鋅運用在工程鋼構上時，安裝後熱浸鍍鋅層即與空氣中氧、水及二氧化碳反應，一開始鋅層反應較快，但經一段時間形成穩定態後，在大氣中的消耗是非常緩慢的，表 1 為 CNS 13401 標準對大氣腐蝕性分類定義碳鋼與鋅在各種環境下之腐蝕速率，其中可顯示鋅穩定態之耐蝕能力約是碳鋼的 2~9 倍；而若以第一年之腐蝕速率比較，更高達 13~24 倍。

### 三、結語

本工程設計鍍鋅量為  $600 \text{ g/m}^2$ ，若依表 2 熱浸鍍鋅在各種環境的腐蝕速率計算，該工程設計使用年限約可達 16 年。但工程實際量測鍍鋅層附著量約為  $770 \text{ g/m}^2 \sim 1050 \text{ g/m}^2$ ，所以預估本工程熱浸鋅鋼鐵結構物使用年限至少可達 20 年以上免維護。

表 1、CNS 13401 碳鋼與鋅之穩定態 ( $\gamma_{lin}$ ) 腐蝕速率

暴露環境	腐蝕速率 ( $\text{g/m}^2/\text{年}$ )	平均 ( $\text{g/m}^2/\text{年}$ )	耐用年限(註) 平均
重工業地區	28~40	34	16
都市地區	12~18	15	36
海岸地區	11~14	13	42
田園地區	5~12	9	60
山間地區	3~8	6	90
乾燥地區	2~5	4	135

註：1. 以附著量  $600 \text{ g/m}^2$  來估計。  
2. 參考日本熱浸鍍鋅環境。

摘錄自中華民國熱浸鋅協會 網站



圖 1、鍋爐島鋼構工程暨 IPHO 製程區鋼構工程現場丈量作業



圖 2、鍋爐島鋼構工程暨 IPHO 製程區鋼構工程現場～外觀一





圖 3、鍋爐島鋼構工程暨 IPHO 製程區鋼構工程現場～外觀二



圖 4、鍋爐島鋼構工程暨 IPHO 製程區完成外貌(摘錄自台灣石化合成股份有限公司網站)

## 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	連絡電話	有效期限
1	台灣鐵塔股份有限公司	14.0×1.8×2.2	325桃園市龍潭區八德里湧光路一段136號	03-4792201	107.09.30
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	107.09.30
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	107.09.15
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	107.09.15
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	107.09.30
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	108.01.15
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	108.01.15
8	盛貽熱浸鋅企業(股)公司	10.0×1.6×2.5	928屏東縣里港鄉三和路119-86號	08-7733911	108.01.15
9	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	108.01.15
10	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	108.05.15
11	邦凱工業股份有限公司	13.2×1.6×2.5	328桃園市觀音工業區工業二路26號	03-4837373	108.06.15

※說明：

- 1、本表熱浸鍍鋅合格廠係由本會熱浸鍍鋅合格認證委員會委員，依據熱浸鍍鋅合格認證制度規程及合格認證基準審查通過，認定為本會熱浸鍍鋅合格廠，每次認證期限為2年，2年後得更新提請認證。
- 2、本表將於本會網站及每期熱浸鍍鋅雜誌刊登。
- 3、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	胡文虎	前內政部營建署材料試驗室主任
委員	陳嘉昌	財團法人金屬工業研究發展中心組長
委員	羅俊雄	工業技術研究院資深工程師

### 熱浸鍍鋅加工建議價格表

項目 單價	橋梁		鋼筋	廠房 結構	格柵板	鋼材 (標準尺寸)	護欄板	標誌架
	箱型	H型						
單價 (元/公斤)	8~10	8~10	10~11	8~10	12~15	10~12	12~15	10~12

備註：

- 1、本建議價格將在本會網站及每期鍍鋅雜誌刊登，係以當時鋅原料價格加上合理利潤算出。
- 2、本建議價格包含熱浸鍍鋅前處理部份，並以一次鍍作完成為準，不包含額外包裝及運輸費用。

## 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

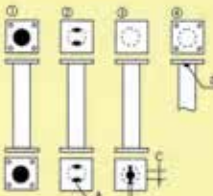
中空型之製品，有密閉和未密閉空氣流通之構造物，鍍液在(440℃)之密度約 $6.7g/cm^3$ ，鍍液在此時浮力最大，所以結構物無法作業。

### 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個氣壓以上，也就是說會產生「水蒸氣爆炸」，零件會發生破裂，對鍍液會飛到工人身上，而造成工作人員之危險。

### 管件加工品

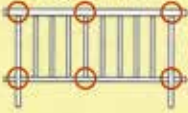
#### 管狀加工品



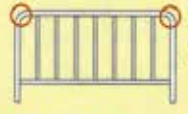
- ①: 最好精確均開孔。
  - ②③: 切割大小面積30%以上釋放，管徑如果未達到76mm以下，則必須釋放45%以上。
  - ④: ②及③狀況時，則在本體180°之位置切割。
- 切割之方法:  
例: 直徑152cm  
A=半徑44mm      B=寬度19mm  
C=直徑76mm      D=半徑41mm

#### 平面的加工品

每一組合部位，須有預留孔。



每一組合部位，須有預留孔。

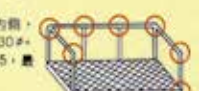


預留孔應可能的在組合內側，

直徑之大小可留孔 $8-30\#$ ，孔徑之大小=直徑 $\times 0.25$ ，最低以 $8\#$ 以上。

#### 立體的加工品

立體與平面加工部份，和直角均應預留孔。



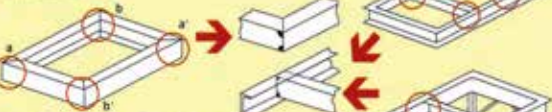
### 型鋼加工品

#### H型鋼加工品



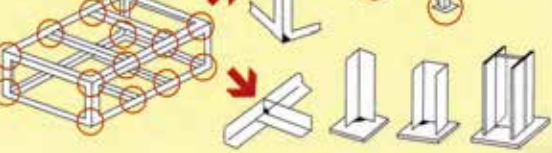
鋼線加勁板切割角之大小為 $15R-35R$ 左右(僅限於H-100-H-300之型鋼)

#### 平面的加工品



上面之例，在每一轉角處，因會積留空氣各銹液，故在a-a'和b-b'之處開通氣孔。

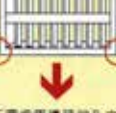
#### 立體的加工品



### 角管加工品

#### 平面的加工品

預留孔必須儘可能接近轉角處



下圖為兩種預留孔之例



在轉角之位置預留孔

各組合部位預留孔位置之例

#### 立體的加工品

預留孔必須儘可能接近轉角處



組合部位內部也須預留孔



上圖之位置預留孔位置

另一方法

各組合部位預留孔位置之例

### 重疊接合的製品

點銲時，銲接部位的縫隙，銲孔，會因水份滲入，而在熱浸鍍鋅時產生銹不上。銹水會滲出表面的現象，且更會因所滲之水份而造成爆炸之現象，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，而以全周銲接合，另外重疊二片鋼板之接合時，如因不同厚度之關係，銲接後可能會發生變形、龜裂之現象。



### 角箱和桶類之製品

視箱之大小，來決定預留孔孔徑、數量、大小之不同；另須銲接角耳，以和熱浸鍍鋅之作業



### 管徑內有補強板之製品

預留孔必須儘可能接近轉角處



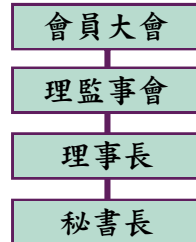


## 中華民國熱浸鍍鋅協會簡介

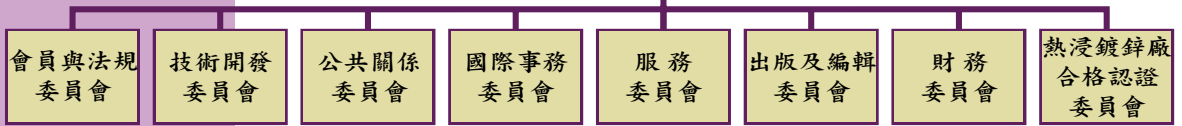
### 財團法人中華民國熱浸鍍鋅防蝕技術研究基金會簡介

#### 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

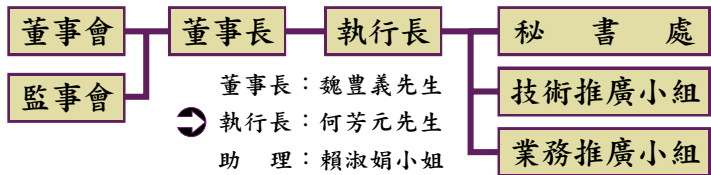


#### 三、第七屆理監事名單：

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	石磊	理事	15	林招松	理事	22	彭振聲	監事
2	陳麒文	常務理事	9	李家順	理事	16	張文川	候補理事	23	吳福祥	監事
3	梁銘倫	常務理事	10	楊松隆	理事	17	陳益勝	候補理事	24	胡文虎	監事
4	魏豐義	常務理事	11	楊木榮	理事	18	呂永瑞	候補理事	25	歐建宗	監事
5	戴晉平	常務理事	12	楊聰仁	理事	19	葉乙平	候補理事	26	羅俊雄	候補監事
6	施漢章	理事	13	王慶一	理事	20	許能通	候補理事	27	鄭添富	榮譽理事長
7	鄭旭成	理事	14	李文隆	理事	21	鄭錦榮	常務監事	28	陳麒文	榮譽理事長

#### 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：何芳元先生  
 助理：賴淑娟小姐

#### 三、第九屆董監事名單：

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	魏豐義	董事長	5	周益祥	董事	9	歐建宗	董事	13	鄭錦榮	監察人
2	李文隆	董事	6	陳麒文	董事	10	吳福祥	董事	14	鍾自強	監事
3	蔡圖晉	董事	7	張信	董事	11	戴晉平	董事	15	彭振聲	監事
4	鄭添富	董事	8	呂永瑞	董事	12	施漢章	董事			

#### 協會、基金會聯絡處

住址：80652 高雄市前鎮區一心二路33號11樓 電話：07-3320958~9 傳真：07-3320960  
 Email：galvanat@ms63.hinet.net 網址：http://www.galtw.org.tw

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



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 432 元、二年加收 864 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、銲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。

訂閱專線：(02)2551-8906 劃撥 01510899 現代營建雜誌社



# 前鋒日報

## 2018 訂戶預繳報費優惠專案

### 厚釜

鑄造直型 不沾砂鍋

20cm 鈦合金 台灣製造

電視購物百貨公司特價990元  
**讀者會員價660元**

兼具燒、烤、燜、滷、炸等功能  
可當砂鍋、三杯鍋、石頭火鍋使用

恆溫 儲溫 無油煙



訂戶預繳一年報費9000元，即贈台灣製造直徑 20cm 鈦合金 厚釜不沾砂鍋一只

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>

### 前鋒日報 訂閱單

(報費每月750元)

送報日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

訂戶名稱：\_\_\_\_\_ 聯絡人：\_\_\_\_\_

聯絡電話：\_\_\_\_\_ 行動電話：\_\_\_\_\_

送報地址：\_\_\_\_\_

#### 付 款 方 式

1. 銀行匯款	遠東國際商業銀行新店分行(銀行代碼 805) 戶名:前鋒招標日報社 帳號:028-001-00006999
2. 郵政劃撥	戶名:前鋒招標日報社 劃撥帳號:19906667

訂戶刊登商品廣告、法院公告等另有優惠。請洽客服人員

公告刊登專線：02-82192298(158) 傳真：02-82192286



# 亨欣工業股份有限公司

HENCEFORTH SHINE INDUSTRY CORP

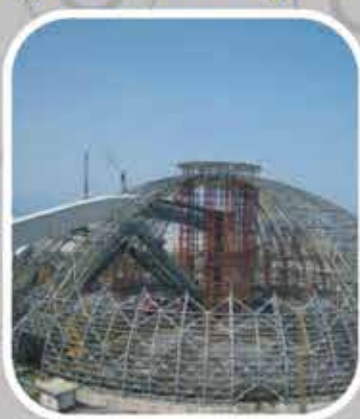


- 鍍鋅槽：W1.8M H3.3M L13M
- 每月產能5000噸
- 單一構件最大負重14噸
- 自結構物到鋼管，各種形狀的鍍鋅構件都可以鍍作

**ISO 9001(2000年版)國際品質保證**



天恩寺



花蓮和平電廠



公共管架



台塑德州案鍋爐鋼構工程

高雄市小港區永光街2-2號

TEL:886-7-8068007 FAX:886-7-8062466

ADD:NO. 2-2 Yung-Kwang st. Kaohsiung Taiwan R.O.C.

E-mail:hen.shin@msa.hinet.net





# 臺鍍科技股份有限公司

## tg co., ltd.

防蝕專家 三重保證—品質、服務、創新



鹿港福興橋



桃園展演中心



台灣歷史博物館  
光電雲牆



真理大學  
體育館

### 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 / 3.7m×0.8m×1.2m

單件最大荷重能力→桃園廠：40噸 / 高雄廠：10噸

本公司榮獲 ISO 9001 品質認證專業熱浸鍍鋅廠商

#### 熱浸鍍鋅特點：

- 耐腐蝕性強
- 經濟效益高
- 耐用年限長
- 省時又省力

#### 適用範圍：

鋼構橋梁、鋼構廠房、道路護欄板、  
格柵板、路燈、標誌桿、螺絲、螺帽  
、華司及其他鋼鐵配件。



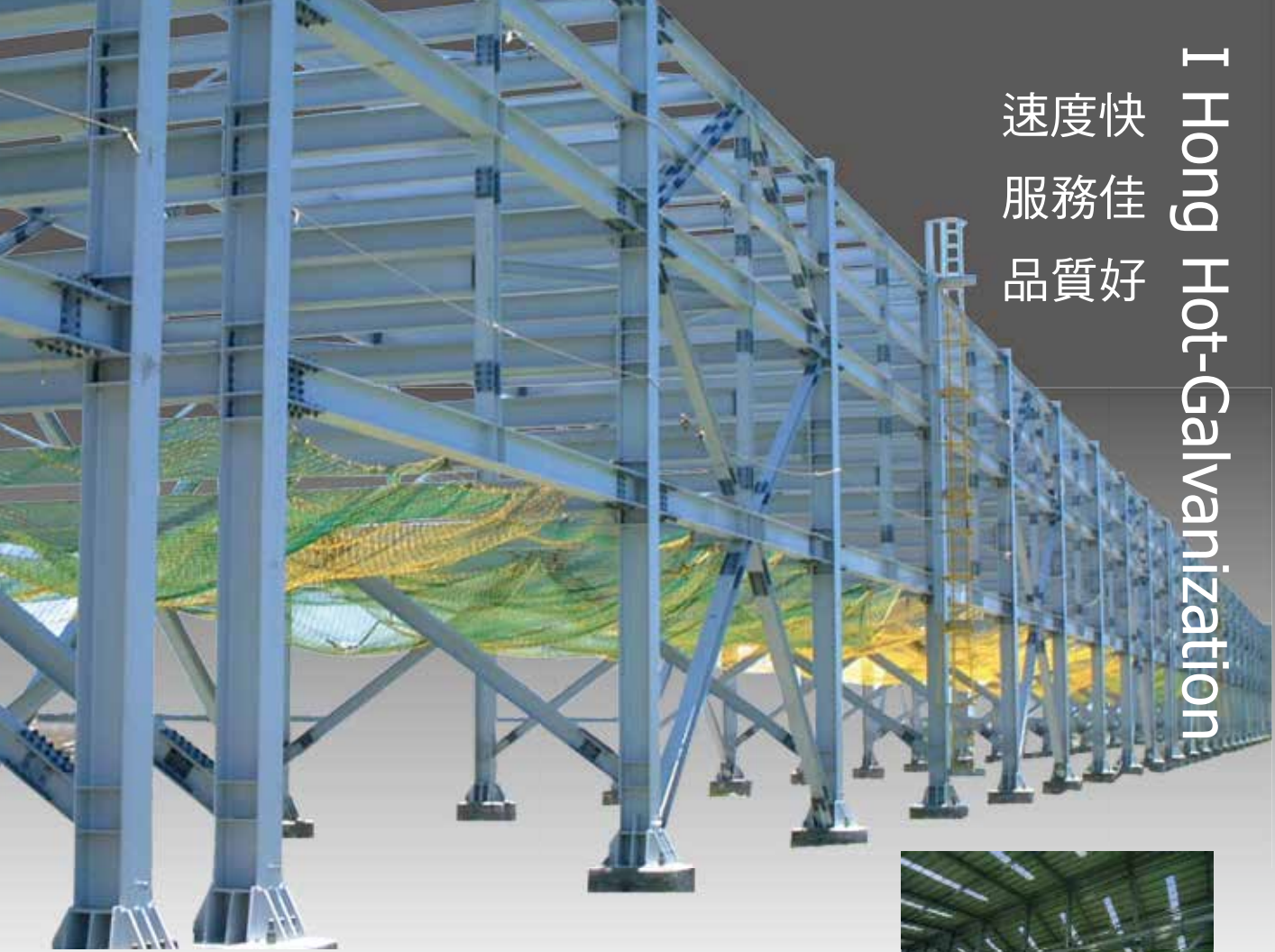
總公司：台北市松山區南京東路三段287號5樓  
Tel：02-25617665 Fax：02-27123686  
網址：<http://www.tgnet.com.tw>  
E-mail：tgpark@ms32.hinet.net

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：tg01@ms24.hinet.net

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：hyg@tgnet.com.tw

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 · OSAS 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



# 信譽的標誌 鐵塔 · 橋樑名廠

 株式会社 サンテツ  住電朝日精工株式会社 SUMIDEN ASAHI INDUSTRIES, LTD.  株式会社 トモエ 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