

# 熱浸鍍鋅

趙焜堦題

2024/04

NO.85

<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.

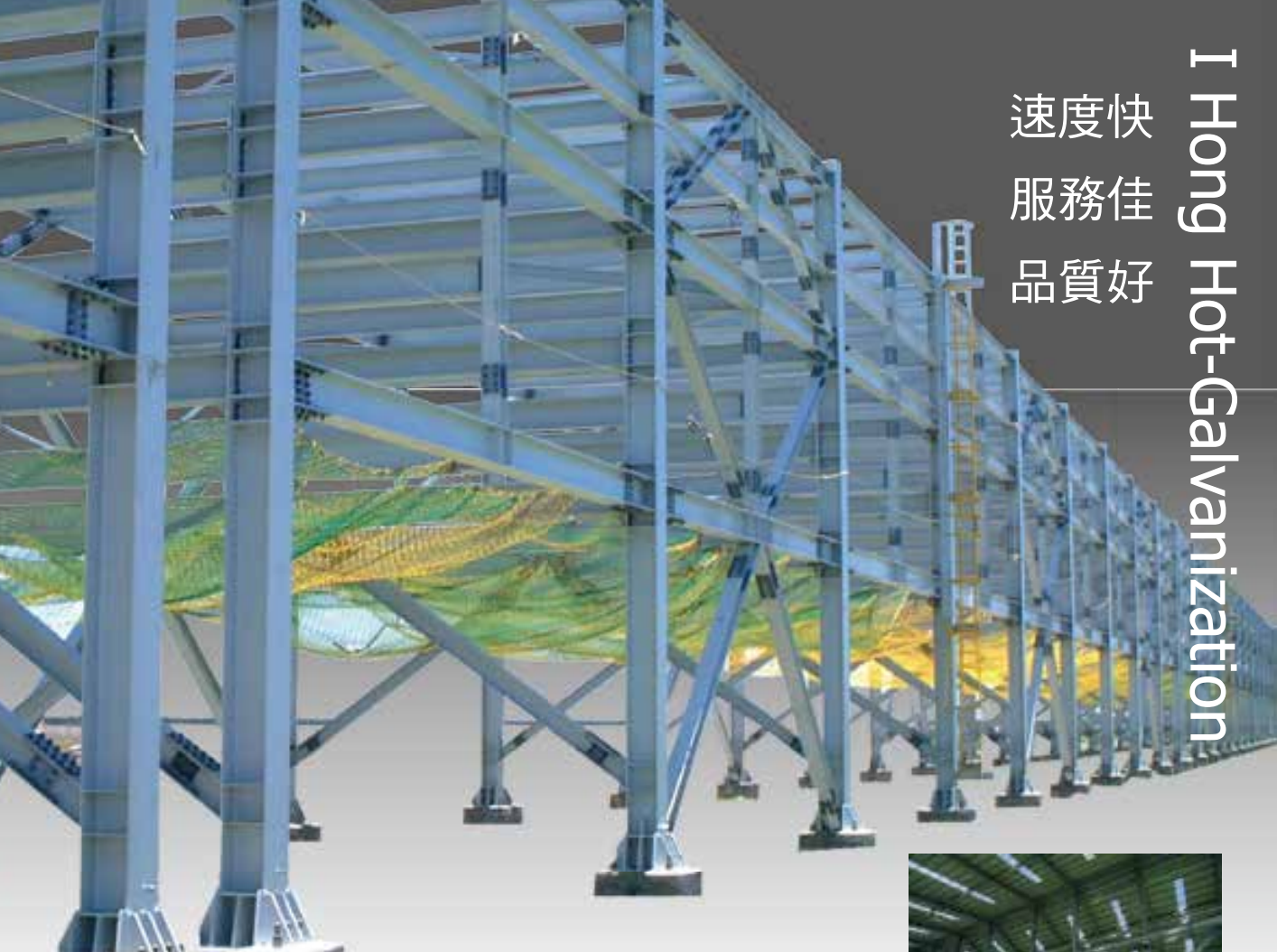
中華民國熱浸鍍鋅協會  
Galvanizing Association of Taiwan

■ 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

## INDEX

- 1 **第一單元** ▶ 活動紀實：
  - ◎ 交通部公路局第769次技術座談會
  - ◎ 熱浸鍍鋅業者座談會
- 4 **第二單元** ▶ 生產技術及防蝕技術專題：
  - ◎ 太陽能支架雙重防蝕系統材料應用於CX環境之二年耐蝕性研究
  - ◎ 臺中市豐原區鐵道路廊跨越臺3線自行車橋工程之耐久性設計
- 33 **第三單元** ▶ 工程實績介紹：
  - ◎ 台糖農業循環豬場改建投資計畫四林豬場新建工程
- 38 **第四單元** ▶ 2023年生產統計表
- 39 **第五單元** ▶ 本會認證熱浸鍍鋅廠合格廠商

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

2024/04  
NO.85



台糖農業循環豬場改建投資計畫  
四林豬場新建工程

業主單位：台灣糖業股份有限公司  
統包單位：大同股份有限公司  
鋼構製造：興燁星企業有限公司  
鍍鋅單位：易宏熱浸鍍鋅工業股份有限公司  
鍍鋅數量：1,500公噸

## 廣告索引

- 封底 ▶ 力鋼
- 封面裡 ▶ 易宏
- 封底裡 ▶ 盟雅
- 40頁 ▶ 鋼結構協會
- 41頁 ▶ 現代營建雜誌社
- 42頁 ▶ 前鋒日報社
- 43頁 ▶ 亨欣
- 44頁 ▶ 臺鍍
- 45頁 ▶ 慧鋼
- 46頁 ▶ 台聯工程
- 47頁 ▶ 新光鋼鐵

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》

## 交通部公路局第 769 次技術座談會

秘書處

交通部公路局於 112 年 11 月 24 日 (星期五) 召開第 769 次技術座談，邀請本會介紹「熱浸鍍鋅防蝕工法」。技術座談由公路局交通管理組謝敏郎副組長主持，全局各組、分局共有 31 位參加。本會由理事長、秘書長及會員劉泉亨一同前往，由秘書長專題演講 2 小時「公路設施生命週期成本與熱浸鍍鋅防蝕」。

交通部公路局第 769 次技術座談會時程表

時間	內容	主講人	主持人
09 : 20~09 : 40	報到		交通管理組 謝敏郎副組長
09 : 40~09 : 50	主持人致詞	交通管理組謝敏郎副組長	
09 : 50~10 : 50	公路設施生命週期成本 與熱浸鍍鋅防蝕	中華民國熱浸鍍鋅協會 蔡明達秘書長	
10 : 50~11 : 00	休息		
11 : 00~12 : 00	公路設施生命週期成本 與熱浸鍍鋅防蝕	中華民國熱浸鍍鋅協會 蔡明達秘書長	



## 熱浸鍍鋅業者座談會

秘書處

本次座談會分為三區舉行，中區於 112 年 12 月 6 日（星期三）在高鐵台中站多功能會議室；北區於 112 年 12 月 12 日（星期二）在臺鍍科技股份有限公司總公司會議室；南區於 112 年 12 月 19 日（星期二）在高雄高鐵站前訓練中心舉行。

### 一、中部業者座談會會議

與會業者提出諸多建議與鍍鋅技術規範之反映，都由出席委員、秘書長及理事長詳細回覆，部份涉及鍍鋅技術相關問題再由技委會研議處理。本會將持續規劃與鍍鋅業者技術需求結合的後續工作，內容針對鍍鋅相關問題、鍍鋅技術、市場開發…等需求作綜合性規劃。

本次出席單位人員為蕭勝彥理事長、蔡明達秘書長、鄭錦榮主任委員、何明錦、林曜滄委員、物格股份有限公司卓宏信總經理、由仁工業股份有限公司葉哲夫特助、金正豐企業有限公司許宸維特助、盟雅工業股份有限公司張旺騰課長、農翼全企業股份有限公司蘇于翔廠務。



### 二、北部業者座談會會議

會議出席人員為蕭勝彥理事長、蔡明達秘書長、鄭錦榮主任委員、王慶一、施漢章委員、台灣鐵塔股份有限公司魏道源課長、臺鍍科技股

份有限公司觀音廠李祐承課長、劉泉享專員。

業者所提小面積螺栓、螺帽在膜厚量測時相關技術問題，已由王委員慶一回覆。其他各委員的建議與問題將交由技委會深入研討。



### 三、南部業者座談會會議

出席人員有蕭勝彥理事長、蔡明達秘書長、鄭錦榮主任委員、林景崎、羅俊雄委員、慧鋼企業股份有限公司沈文德特助、郭健浚經理、亨欣工業股份有限公司黃湘博業務、易宏熱浸鍍鋅工業股份有限公司楊登有副課長、施俊豪業務專員、臺鍍科技股份有限公司高雄廠林麗玉協理、蘇聖翔副課長。

會中所提有關 H 型鋼開孔是否對強度的影響，將由本會交由技術開發委員會蒐集資料探討再提供業者參考。另構件板材單面或雙面膜厚問題，技術開發委員會再於標準修訂草案增加備註說明。



## 太陽能支架雙重防蝕系統材料應用 於 CX 環境之二年耐蝕性研究

呂駿嶸\*、蔡承洋、陳振宇、盧新  
工業技術研究院 材料與化工研究所

\* 通訊作者：RonLu@itri.org.tw

### 摘要

本研究於澎湖科技大學之大氣曝曬試驗平台中，比較雙重防蝕系統（有機塗層＋熱浸鍍鋅）與單獨熱浸鍍鋅於臨海嚴苛腐蝕環境中的耐蝕性差異。結果顯示，在 CX 大氣腐蝕等級的臨海環境中，經過 959 天的曝曬，熱浸鍍鋅鋼板（鍍鋅量  $550 \text{ g/m}^2$ ）無任何紅銹產生，鍍鋅層能夠有效抑制刮痕 2 mm 以內的缺陷產生紅銹，估計熱浸鍍鋅鋼板在該環境中首次修護鍍鋅保護層的壽命約為 10 年，但仍不足以滿足太陽光電系統支架 20 年以上的防蝕需求。CX 雙重防蝕鋼板的採用高厚度塗裝系統搭配熱浸鍍鋅，具有高 EIS 阻抗值，說明塗層具有優良的阻水性。在 959 天的曝曬期間，塗層未發生任何劣化行為。此外，CX 塗裝系統的電化學阻抗譜（Electrochemical Impedance Spectroscopy, EIS）之阻抗值隨著曝曬時間增加，而相對呈現下降速度平緩，說明了厚塗層能夠有效阻隔腐蝕物質與鍍鋅層接觸，延緩腐蝕物質對鍍鋅層的侵蝕。另一方面，鍍鋅層因具犧牲陽極及覆蔽功能，保護塗層受刮痕破壞時，避免紅銹鼓起撐破塗層使其失效。因此，雙重防蝕系統相較於單獨熱浸鍍鋅，在臨海嚴苛腐蝕環境中具有更優異的耐蝕性，進而延長太陽光電系統支架的使用壽命。

關鍵詞：雙重防蝕系統、熱浸鍍鋅、塗裝、CX 大氣腐蝕等級、太陽光電系統支架。

## 一、前言

政府規劃於 2025 年再生能源發電占比達到 20%，其中太陽光電規劃於 2025 年設立目標裝置容量為 20 GW。此規劃將大幅提升國內太陽光電系統設備量，然而土地取得方面卻面臨困難。為此，配合政府土地活化政策，未來的太陽能電站將大量建立於潮汐區、鹽田及埤塘土地。而台灣是一座海島，位處熱帶 / 亞熱帶，具有高溫、高濕和高鹽分的環境，再加上工業污染的酸雨影響，所以上述區域的大氣腐蝕環境大都屬於 C5~CX 等級<sup>[1]</sup>。太陽光電系統鋼支架極易短期內，即會因高鹽、高濕的腐蝕環境而發生腐蝕導致結構強度劣化，從而無法達到太陽光電系統的 20 年以上使用年限設計要求。這不僅會導致設置業者的運維成本上升，更進而影響太陽能電站的發電量。因此，如何因應 C5~CX 大氣腐蝕環境選擇適合的腐蝕防護，是太陽光電發電系統是否能長時間安全運行的重要關鍵。

熱浸鍍鋅是保護鋼材免受腐蝕並延長其使用壽命的最有效且經濟之工法，藉由鍍鋅層自身腐蝕速率比碳鋼慢 25 倍以上<sup>[2]</sup>，加上犧牲陽極保護 (Sacrificial Anode Protection) 效果，可使熱浸鍍鋅鋼結構具有較長的免維護使用壽命。然而面對 C5~CX 等級的極度惡劣腐蝕環境時，太陽光電系統鋼支架的鍍鋅層厚度至少需達到 200  $\mu\text{m}$  (換算鍍鋅量 1428  $\text{g}/\text{m}^2$ )<sup>[3]</sup> 以上，才能確保其 20 年的免維護使用壽命，但要提高鍍鋅層厚度就必須同時加強鋼板厚度 16  $\text{mm}$ <sup>[4]</sup> 以上，於實際太陽光電系統鋼支架應用上是很難實現的。

因此近年來美國鍍鋅協會 (American Galvanizers Association, AGA) 大力推廣雙重防蝕系統 (Duplex System) 作為一種重要防蝕工法，將鋼結構先實施熱浸鍍鋅作為底層，外層再塗覆有機塗層，兩者具有互補的防蝕效果<sup>[5]</sup>，以延長鋼結構的整體壽命。外層的有機塗裝可提供屏障保護，阻隔水分及腐蝕污染物質，以減緩底層熱浸鍍鋅鍍層的消耗速



度。而外層有機塗裝層一旦發生劣化或刮傷破損，底層的熱浸鍍鋅鍍層除了可提供屏障保護外，另可對鋼結構產生犧牲陽極防蝕效果，防止鋼結構產生大量紅銹，減少有機塗層系統的膜下腐蝕發生，以避免有機塗層輕易分層剝落。從而使鋼結構的首次修護防蝕保護層時間可大幅延長（亦即防蝕保護層壽命），其整體壽命是單獨熱浸鍍鋅層壽命與有機塗層壽命之和的 1.5 至 2.7 倍<sup>[6]</sup>。本報告即針對雙重防蝕系統於 CX 臨海大氣腐蝕環境下進行耐蝕性研究，分析單獨熱浸鍍鋅層樣品與雙重防蝕系統樣品的使用壽命差異。

## 二、實驗方法

### （一）樣品製備

本研究使用 150mm×100mm×5mm 碳鋼鋼板，由熱浸鍍鋅協會以批次熱浸鍍鋅製程，協助製作鍍鋅量 550 g/m<sup>2</sup> 的熱浸鍍鋅鋼板，並搭配 C4 防蝕塗裝與 CX 防蝕塗裝規格，備製雙重防蝕系統之測試樣品，大氣曝曬樣品測試樣品型式共有 3 種，其詳細規格如表 1 所示。

### （二）大氣曝曬試驗規劃

測試樣品於 2020 年 11 月 18 日放置於澎湖科技大學（以下簡稱澎科大）之大氣曝曬試驗平台，定期半年對測試樣品進行耐蝕性能評估，目前已取得曝曬 959 天後的數據。見圖 1，該大氣曝曬試驗平台距離海岸線 50 米處，參照 ASTM G50<sup>[7]</sup>/ISO 8565<sup>[8]</sup> 規範設置試驗架，試驗架的曝曬樣品離地面距離至少 760 mm，以免被地面雨水噴濺。樣品安裝角度與地面水平成 30°，樣品測試面朝向北北東方向，以符合澎湖主要季風方向。依照 ISO 9226<sup>[9]</sup> 標準，在澎科大大氣曝曬試驗平台上放置碳鋼、純鋅、純鋁標準金屬平板試片，曝曬滿一年後，依據 ISO 8407<sup>[10]</sup> 標準，以化學清洗方法去除腐蝕生成物（如表 2 所示）。分析試片重量損失，

並計算第一年腐蝕速率，以此判斷澎科大大氣曝曬試驗平台的大氣腐蝕環境等級。

表 1 測試樣品種類及規格

測試樣品形式		熱浸鍍鋅鋼板	C4 雙重防蝕鋼板	CX 雙重防蝕鋼板
鋼板尺寸 (mm)		150×100×5	150×100×5	150×100×5
鍍鋅量		550 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>	550 g/m <sup>2</sup>
單邊鍍層厚度 (μm)		77	77	77
塗裝規格	面塗	-	PU 漆 60 μm	氟素樹脂漆 30 μm
	中塗	-	環氧樹脂漆 100 μm	第一道： 環氧樹脂漆 160 μm 第二道： 氟素樹脂中塗漆 40 μm
	底塗	-	鍍鋅用環氧漆 20 μm	鍍鋅用環氧漆 50 μm
	總乾膜厚	-	180 μm	280 μm



圖 1 澎科大大氣曝曬試驗平台

表 2 移除大氣腐蝕生成物的化學清洗方法

材質	化學藥品	時間 (min)	溫度 (°C)
鋼	500 ml 鹽酸 + 3.5 g 六亞甲四胺 (Hexamethylenetetramine) 加蒸餾水至 1,000 ml	10	20~25
鋅	250 g 甘胺酸 (NH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH) ，加入蒸餾水配成 1,000 ml	1~10	20~25
鋁	硝酸	1~5	20~25

### (三) 大氣曝曬試驗之測試樣品耐蝕性能評估方法

如表 3 所示，熱浸鍍鋅鋼板使用兩種測試樣品：鍍層銹蝕檢測試片與刮痕試片，進行耐蝕性能評估。鍍層銹蝕檢測試片主要評估方法為目視檢查樣品表面外觀，拍照記錄紅銹出現時間點與起始位置，以影像處理方式計算紅銹面積比率，並根據 CNS 13402<sup>[11]</sup> 針對試片鍍層進行保護分級 (Protection Rating Number, R<sub>p</sub>) 與外觀分級 (Appearance Rating Number, R<sub>A</sub>) 評估，及效能分級 (R<sub>p</sub>/R<sub>A</sub>) 評估。刮痕試片於樣品表面製作一條 2 mm×70 mm 的直線刮痕，該刮痕使用銑床加工至碳鋼基材外露，模擬熱浸鍍鋅層遭受外力破壞產生刮痕等缺陷，後續觀察刮痕鋅白與紅銹的變化，評估刮痕的銹蝕擴張程度，瞭解鍍層對刮痕抑制紅銹的能力。

雙重防蝕鋼板使用兩種測試樣品：塗裝劣化檢測試片與 EIS 試片，進行耐蝕性能評估。塗裝劣化檢測試片，同樣於樣品表面製作一條 2 mm×70 mm 的直線刮痕，且刮痕破壞塗層及鍍鋅層使碳鋼基材外露，針對刮痕處參考 ASTM D1654<sup>[12]</sup> 規範評估測銹蝕擴張程度，而無刮痕完整塗層的劣化程度評估，則依據 ISO 4628-2<sup>[13]</sup>、ISO 4628-3<sup>[14]</sup>、ISO 4628-4<sup>[15]</sup> 及 ISO 4628-5<sup>[16]</sup> 規範進行目視檢查，以塗層之起泡、銹蝕、龜裂及剝落的缺陷數量與尺寸進行分級評估。EIS 試片參考 ISO 16773-2<sup>[17]</sup> 規範，定

期以電化學阻抗譜 (Electrochemical Impedance Spectroscopy, EIS) 監測大氣曝露試驗期間樣品之有機塗層，其低頻總阻抗值 (0.1 Hz) 隨時間增加之變化。現場量測採用工研院開發的可攜式 EIS 分析儀器 (見圖 2)，輔助電極為不銹鋼片，參考電極為銀 / 氯化銀 (Ag/AgCl) 電極，使用高效能海綿吸附 3.5 wt.% NaCl 電解液，以完全潤濕樣品之塗層表面，透過強力磁鐵將探頭吸附於待測物表面，確保現場量測探頭與待測物緊密接觸。

### 三、結果與討論

#### (一) 澎科大大氣曝曬試驗平台的大氣腐蝕環境等級

圖 3(a) 顯示 2021 年及 2022 年碳鋼、鋁與鋅標準金屬平板試片於澎科大大氣曝曬試驗平台的腐蝕速率。其結果對照 ISO 9223 標準金屬曝露不同大氣腐蝕等級的第一年腐蝕率 (見表 4)，碳鋼平板的腐蝕速率非常高，已經達到 CX 大氣腐蝕等級，其中，2021 年碳鋼的腐蝕速率高達  $6,111 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，遠超過 CX 等級的腐蝕速率上限  $5,500 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。這說明了澎科大大氣曝曬試驗平台位於臨海環境，受到強烈季風將海水吹至沿岸，造成大量鹽霧飄浮至測試樣品表面上形成鹽沉積。此外，臨海環境的相對溼度終年皆處於大於 80% RH，導致金屬材料持續遭受嚴重的腐蝕，若鋼結構材料在此嚴苛的腐蝕環境中未做任何防蝕保護，短期內將因腐蝕問題而造成結構強度危害。2021 年鋅平板的腐蝕速率較高，達到 CX 大氣腐蝕等級邊緣 (如圖 3 所示)，平均兩年腐蝕速率為  $53.50 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，約落在 C5 大氣腐蝕等級，雖然腐蝕程度相對碳鋼較不激烈，但在臨海環境中使用鍍鋅技術防護碳鋼基材，若鍍鋅層厚度過薄，將短時間內迅速失去保護功能。2021~2022 年期間的鋁平板腐蝕速率則相對較低，均為 C4 大氣腐蝕等級，平均腐蝕速率為  $3.16 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，這顯示鋁於潮濕高鹽的臨海環境中具有較好的抗蝕性。

表 3 測試樣品之評估項目

樣品形式	熱浸鍍鋅鋼板		雙重防蝕鋼板	
	鍍層銹蝕 檢測試片	刮痕試片	塗裝劣化 檢測試片	EIS 試片
評估項目	1. 目視檢查 2. 紅銹起始時間 3. 紅銹面積百分比 4. $R_p/R_A$ 效能分級	1. 刮痕鋅白與紅銹變化 2. 刮痕紅銹擴張程度 3. 鍍層抑制刮痕的紅銹能力	1. 塗層起泡評估 2. 塗層銹蝕評估 3. 塗層裂紋評估 4. 塗層剝落評估 5. 刮痕銹蝕擴張評估	1. EIS 電化學 量測

(a)



(b)



圖 2 (a) 可攜式 EIS 分析設備外觀，(b) 大氣曝曬現場量測塗層 EIS



圖 3 澎科大大氣曝曬試驗平台的大氣腐蝕環境等級 (2021~2022 年)

表 4 ISO 9223 標準金屬曝露不同大氣腐蝕等級的第一年腐蝕率







Corrosivity category	Corrosion rates of metals				
	Unit	Carbon steel	Zinc	Copper	Aluminium
C1	g/(m <sup>2</sup> ·a)	$r_{\text{corr}} \leq 10$	$r_{\text{corr}} \leq 0,7$	$r_{\text{corr}} \leq 0,9$	negligible
	µm/a	$r_{\text{corr}} \leq 1,3$	$r_{\text{corr}} \leq 0,1$	$r_{\text{corr}} \leq 0,1$	—
C2	g/(m <sup>2</sup> ·a)	$10 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$0,7 < r_{\text{corr}} \leq 5$	$0,9 < r_{\text{corr}} \leq 5$	$r_{\text{corr}} \leq 0,6$
	µm/a	$1,3 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,7$	$0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,6$	—
C3	g/(m <sup>2</sup> ·a)	$200 < r_{\text{corr}} \leq 400$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 15$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 12$	$0,6 < r_{\text{corr}} \leq 2$
	µm/a	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$0,7 < r_{\text{corr}} \leq 2,1$	$0,6 < r_{\text{corr}} \leq 1,3$	—
C4	g/(m <sup>2</sup> ·a)	$400 < r_{\text{corr}} \leq 650$	$15 < r_{\text{corr}} \leq 30$	$12 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$2 < r_{\text{corr}} \leq 5$
	µm/a	$50 < r_{\text{corr}} \leq 80$	$2,1 < r_{\text{corr}} \leq 4,2$	$1,3 < r_{\text{corr}} \leq 2,8$	—
C5	g/(m <sup>2</sup> ·a)	$650 < r_{\text{corr}} \leq 1\ 500$	$30 < r_{\text{corr}} \leq 60$	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 10$
	µm/a	$80 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$4,2 < r_{\text{corr}} \leq 8,4$	$2,8 < r_{\text{corr}} \leq 5,6$	—
CX	g/(m <sup>2</sup> ·a)	$1\ 500 < r_{\text{corr}} \leq 5\ 500$	$60 < r_{\text{corr}} \leq 180$	$50 < r_{\text{corr}} \leq 90$	$r_{\text{corr}} > 10$
	µm/a	$200 < r_{\text{corr}} \leq 700$	$8,4 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$5,6 < r_{\text{corr}} \leq 10$	—

(二) 熱浸鍍鋅鋼板的鍍層耐蝕性能研究

鍍鋅量 550 g/m<sup>2</sup> 的熱浸鍍鋅鋼板，在 CX 大氣腐蝕等級的澎科大大氣曝曬試驗平台中曝曬 959 天，未發現任何紅銹跡象，紅銹面積百分比為 0%，詳見表 5。曝曬初期 126 天，鍍鋅層表面已生成白色鋅的腐蝕產物，原始鋅花已消失。曝曬 959 天後，鍍鋅層大部分形成緊密附著的腐蝕生成物，未見明顯鬆散腐蝕生成物。根據 CNS 13402，0~959 天的鍍鋅層 R<sub>p</sub>/R<sub>A</sub> 值均獲得 10/0 m C 等級，鍍鋅層能完全保護碳鋼底材防止紅銹發生，因此保護分級 (R<sub>p</sub>) 為最高級數 10。外觀分級 (R<sub>A</sub>) 為 0，表示鍍鋅層外觀產生鋅白腐蝕產物的面積佔比大於 50%。此外，m C 表示為中度程度的陽極性被覆層的腐蝕行為。

根據澎科大大氣曝曬試驗平台的數據，標準鋅平板試片 2 年之平均腐蝕速率為 53.50 g/(m<sup>2</sup>·a)，預估熱浸鍍鋅鋼板的首次修護鍍鋅保護層壽命約為 10 年，屆時鍍鋅層已大部分消耗掉，開始產生紅銹。若以此防蝕規格，無法達到太陽光電系統 20 年以上的使用年限設計要求。

表 5 熱浸鍍鋅鋼板於澎科大大氣曝曬試驗平台的曝曬結果













曝曬天數	0 天	126 天	379 天
外觀			
紅銹占比	-	0%	0%
$R_p/R_A$	-	10/0 m C	10/0 m C
曝曬天數	603 天	770 天	959 天
外觀			
紅銹占比	0%	0%	0%
$R_p/R_A$	10/0 m C	10/0 m C	10/0 m C

### (三) 熱浸鍍鋅鋼板的鍍層抑制刮痕紅銹能力研究

表 6 展示刮痕試片在澎科大大氣曝曬試驗平台上進行 0~959 天曝曬的結果。曝曬初期 (126~379 天)，2 mm 直線刮痕因加工破壞鍍鋅層，導致碳鋼基材外露並產生紅銹。此時，周圍未被破壞的鍍鋅層發揮犧牲

陽極作用，有效抑制紅銹向外擴展。此外，鋅白腐蝕產物覆蓋直線刮痕，隔絕了碳鋼基材與腐蝕物質的接觸。在曝曬第 603 天時，直線刮痕中的紅銹顯著減少，被鋅白腐蝕產物取代。曝曬第 770 天後，直線刮痕中已經無紅銹分布。由此結果表明，熱浸鍍鋅鋼板的鍍鋅層具有抑制 2 mm 以內的刮痕缺陷，防止鋼結構因腐蝕而產生大量紅銹。

表 6 熱浸鍍鋅鋼板之刮痕試片於澎科大大氣曝曬試驗平台的曝曬結果

曝曬天數	0 天	126 天	379 天
外觀			
刮痕處			
曝曬天數	603 天	770 天	959 天
外觀			
刮痕處			



## (四) 雙重防蝕鋼板的耐蝕性能研究

表 7 展示 C4 雙重防蝕鋼板之塗裝劣化檢測試片於澎科大大氣曝曬平台的試驗結果。經目視檢查，0~959 天的 C4 塗層外觀均無任何劣化跡象。根據規範評估：起泡等級皆為 0(S0)；銹蝕等級皆為 Ri0(S0)；裂紋等級皆為 0(S0)；剝離等級皆為 0(S0)。

在曝曬初期（126~379 天），2 mm 直線刮痕處出現輕微的紅銹，但大部分區域仍被鋅白腐蝕產物覆蓋，經過曝曬第 603 天後，直線刮痕處已無紅銹出現。在曝曬 126 天時，刮痕周圍塗層出現輕微起泡，刮痕單側起泡程度約 0.3 mm，參考 ASTM D1654 規範分級為等級 9。在曝曬第 379 天、第 603 天、第 770 天及第 959 天時，直線刮痕處的單側起泡程度分別為 0.6 mm、1.3 mm、1.5 mm 及 2.2 mm，依規範分級為等級 8、等級 7、等級 7 及等級 6。雖然第 959 天的起泡程度已達 2.2 mm，但起泡體積並不明顯，且未發生破裂產生銹蝕，因此目視並不易觀察到起泡現象，需藉由放大鏡輔助檢查。這表明了雙重防蝕鋼板的鍍鋅層有效抑制刮痕處的紅銹產生，避免鬆散的紅銹嚴重鼓起塗層，導致塗層大量起泡破裂及迅速蔓延擴張。

表 8 展示 CX 雙重防蝕鋼板之塗裝劣化檢測試片於澎科大大氣曝曬平台的試驗結果。經目視檢查，0~959 天的 CX 塗層外觀均無任何劣化跡象。根據規範評估：起泡等級皆為 0(S0)；銹蝕等級皆為 Ri0(S0)；裂紋等級皆為 0(S0)；剝離等級皆為 0(S0)。

在曝曬初期（126~379 天），2 mm 直線刮痕處出現輕微的紅銹，但經過曝曬第 603 天後，紅銹已消失。在曝曬第 126 天、第 379 天、第 603 天、第 770 天及第 959 天時，直線刮痕處的單側起泡程度分別為 0.3 mm、0.5 mm、2.3 mm、2.3 mm 及 3.3 mm，依規範分級為等級 9、等級 9、等級 6、等級 6 及等級 5。在曝曬初期，刮痕單側起泡擴張程度與 C4 雙重防蝕鋼板相當，但經過曝曬第 603 天後，刮痕單側起泡擴張程度開始略高於 C4 雙重防蝕鋼板，但差異不顯著。同樣地，刮痕處起泡鼓起

程度不明顯，主要由鍍鋅層產生的腐蝕產物造成，故起泡鼓起程度相較於紅銹所引起的起泡小。

根據 959 天曝曬後的目視檢查結果，C4 雙重防蝕鋼板與 CX 雙重防蝕鋼板於澎科大大氣曝曬平台上，塗層均保持良好狀態，無明顯的劣化行為。這表明高厚度的塗層系統（C4：180  $\mu\text{m}$ 、CX：280  $\mu\text{m}$ ）能夠有效遮蔽隔絕臨海腐蝕嚴苛環境，防止濕氣和腐蝕污染物質與鍍鋅層接觸，從而減緩鋅鍍層的消耗，有效提高鋼鐵結構的耐蝕性及延長使用壽命。










依目視檢測的結果，目前兩者之間的耐蝕性能尚未觀察到明顯差異。然而，隨著曝曬時間的延長，兩者之間的耐蝕性能差異可能會逐漸顯現出來。

#### （五）雙重防蝕鋼板的 EIS 研究

圖 4 為 C4 與 CX 雙重防蝕鋼板於澎科大大氣曝曬平台，經過 0~959 天曝曬後的低頻總阻抗值（0.1 Hz）變化。在曝曬前，兩種雙重防蝕鋼板的 EIS 阻抗值均非常高，分別為  $6.13 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}^2$ 、 $1.00 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}^2$ ，表明塗層具有優良的防蝕性（塗層阻水性）。隨著曝曬時間的增加，塗層內部微結構發生劣化現象，塗層阻水性能下降，腐蝕電解液中的帶電離子相對容易滲透到防蝕塗層至金屬基材表面，因此，兩種雙重防蝕鋼板的 EIS 阻抗值均呈現下降趨勢，而 C4 塗層的 EIS 阻抗值下降速度略快於 CX 塗層。經過曝曬 959 天後，C4 與 CX 雙重防蝕鋼板的 EIS 阻抗值分別下降至  $4.20 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 、 $1.46 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}^2$ ，相差 2 個數量級。

總體而言，CX 塗裝系統的防蝕性能比 C4 塗裝系統優異，主要原因有兩點：（1）CX 塗層的厚度比 C4 塗層厚 100  $\mu\text{m}$ ，因此具有更高的阻水性。（2）CX 塗裝系統的面漆為氟素樹脂漆，耐候性優於 C4 塗裝系統的 PU 漆，更能有效保護環氧樹脂中塗漆，防止環氧樹脂中塗漆粉化而喪失阻水性能。因此，CX 雙重防蝕鋼板相對能長時間應用於臨海嚴苛腐蝕環境，可以有效阻隔腐蝕物質對鋼結構的腐蝕，延長鋼結構的使用壽命。

表 7 C4 雙重防蝕鋼板之塗裝劣化檢測試片於澎科大大氣曝曬平台的試驗結果

曝曬天數	0 天	126 天	379 天
外觀			
起泡等級	-	0(S0)	0(S0)
銹蝕等級	-	Ri0(S0)	Ri0(S0)
裂紋等級	-	0(S0)	0(S0)
剝離等級	-	0(S0)	0(S0)
刮痕處			
刮痕銹蝕擴張	-	0.3 mm / 擴張等級 9	0.6 mm / 擴張等級 8
曝曬天數	603 天	770 天	959 天
外觀			
起泡等級	0(S0)	0(S0)	0(S0)
銹蝕等級	Ri0(S0)	Ri0(S0)	Ri0(S0)



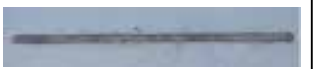












曝曬天數	603 天	770 天	959 天
裂紋等級	0(S0)	0(S0)	0(S0)
剝離等級	0(S0)	0(S0)	0(S0)
刮痕處			
刮痕銹蝕擴張	1.3 mm / 擴張等級 7	1.5 mm / 擴張等級 7	2.2 mm / 擴張等級 6

表 8 CX 雙重防蝕鋼板之塗裝劣化檢測試片於澎科大大氣曝曬平台的試驗結果

曝曬天數	0 天	126 天	379 天
外觀			
起泡等級	-	0(S0)	0(S0)
銹蝕等級	-	Ri0(S0)	Ri0(S0)
裂紋等級	-	0(S0)	0(S0)
剝離等級	-	0(S0)	0(S0)
刮痕處			
刮痕銹蝕擴張	-	0.3 mm / 擴張等級 9	0.5 mm / 擴張等級 9

曝曬天數	603 天	770 天	959 天
外觀			
起泡等級	0(S0)	0(S0)	0(S0)
銹蝕等級	Ri0(S0)	Ri0(S0)	Ri0(S0)
裂紋等級	0(S0)	0(S0)	0(S0)
剝離等級	0(S0)	0(S0)	0(S0)
刮痕處			
刮痕銹蝕擴張	2.3 mm / 擴張等級 6	2.3 mm / 擴張等級 6	3.3 mm / 擴張等級 5

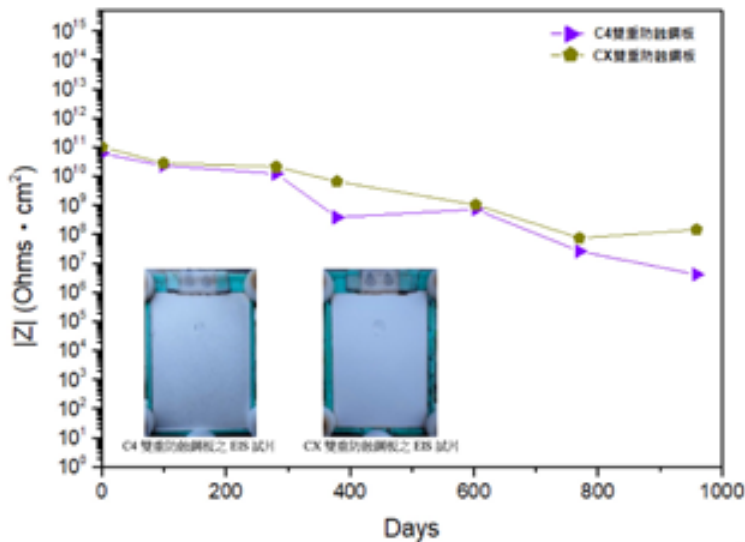


圖 4 0~959 天的 C4 與 CX 雙重防銹鋼板之 EIS 阻抗值變化

#### 四、結論

1. 澎科大大氣曝曬試驗平台位於臨海環境，受到強烈季風、高鹽與高濕度等因素的影響，屬於極度腐蝕環境。該區域碳鋼腐蝕速率達到 CX 大氣腐蝕等級上限，甚至超過該等級的腐蝕速率上限，鋅的腐蝕速率雖低於碳鋼，但也達到 CX 大氣腐蝕等級邊緣。因此，在臨海環境中使用熱浸鍍鋅防護碳鋼基材時，應注意鍍鋅層厚度，避免鍍鋅層過薄而迅速失去保護功能。
2. 於澎湖科技大學大氣曝曬試驗平台（CX 大氣腐蝕等級）進行的 959 天熱浸鍍鋅鋼板（鍍鋅量  $550 \text{ g/m}^2$ ）耐蝕性試驗，結果顯示鋼板無任何紅銹產生，鍍鋅層  $R_p/R_A$  效能分級為 10/0 m C 等級。根據該場域標準鋅平板試片的平均腐蝕速率，估算熱浸鍍鋅鋼板的首次修護鍍鋅保護層壽命約為 10 年。
3. 熱浸鍍鋅鋼板的鍍鋅層抑制刮痕紅銹能力研究結果顯示，直線刮痕於曝曬初期，因加工破壞鍍鋅層，刮痕底部碳鋼基材局部產生紅銹。隨著曝曬時間延長，紅銹逐漸減少，由鋅白腐蝕產物取代。鍍鋅層發揮犧牲陽極作用，有效抑制紅銹產生。因此，熱浸鍍鋅鋼板的鍍鋅層具有抑制 2 mm 以內的刮痕缺陷能力。
4. C4 雙重防蝕鋼板與 CX 雙重防蝕鋼板經曝曬 959 天的研究結果顯示，兩種塗裝系統均外觀表面狀態保持良好，均無任何劣化行為發生。高厚度的塗層系統能夠有效遮蔽隔絕臨海腐蝕嚴苛環境，防止腐蝕污染質與鍍鋅層接觸，減緩鋅鍍層的消耗。另外，鍍鋅層可保護塗層受刮痕破壞時，抑制塗層破壞處的紅銹產生，避免大量紅銹鼓起撐破塗層，導致塗層防蝕防護提前失效。
5. 曝曬 0~959 天的低頻總阻抗值變化研究顯示，CX 雙重防蝕鋼板曝曬前 EIS 阻抗值高達  $1.00 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}^2$ ，表明塗層具有優良的阻水性。此外，CX 塗層內部微結構發生劣化速度相對較平緩，歸因於塗裝厚度高達  $280 \mu\text{m}$  及氟素樹脂面漆的優異耐候性能。因此，雙重防蝕系統（有

機塗層 + 熱浸鍍鋅) 相較於單獨熱浸鍍鋅，在臨海嚴苛腐蝕環境中具有更優異的耐蝕性，藉由厚塗層能夠有效阻隔腐蝕物質與鍍鋅層接觸，防止腐蝕物質對鍍鋅層的侵蝕，進而延長熱浸鍍鋅鋼板的使用壽命。

## 五、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，2022年3月。
2. ISO 9223:2012, “Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation”.
3. ISO 14713-1:2017 “Zinc coatings — Guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and steel in structures — Part 1: General principles of design and corrosion resistance”.
4. ASTM A123/A123M-17, “Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products”.
5. J.F.H. van Eijnsbergen, “Duplex Systems: Hot-dip Galvanizing plus Painting”, Elsevier Science, 1994, (Chapter X).
6. M. van Leeuwen, F. Goodwin, M. Gagné, “When Good Is Not Good Enough Synergistic Effects of Duplex Coatings Result in Extreme Durability”, Proceedings of the 11th Asia Pacific General Galvanizing Conference, Bangkok, Thailand, 23-26 July, (2019).
7. ASTM G50-20, “Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals”.
8. ISO 8565:2011, “Metals and alloys — Atmospheric corrosion testing — General requirements”.
9. ISO 9226:2012, “Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres — Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity”.

10. ISO 8407:2021, “ Corrosion of metals and alloys — Removal of corrosion products from corrosion test specimens”.
11. 中華民國國家標準 CNS 13402：金屬及無機被覆層在金屬底材上之腐蝕試驗法—試片及製品之腐蝕試驗分級評估，2002。
12. ASTM D1654-08, “ Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments”.
13. ISO 4628-2:2016, “ Paints and varnishes — Evaluation of degradation of coatings — Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance — Part 2: Assessment of degree of blistering”.
14. ISO 4628-3:2016, “ Paints and varnishes — Evaluation of degradation of coatings — Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance — Part 3: Assessment of degree of rusting”.
15. ISO 4628-4:2016, “ Paints and varnishes — Evaluation of degradation of coatings — Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance — Part 4: Assessment of degree of cracking”.
16. ISO 4628-5:2016, “ Paints and varnishes — Evaluation of degradation of coatings — Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance — Part 5: Assessment of degree of flaking”.
17. ISO 16773-2:2016, “ Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) on coated and uncoated metallic specimens — Part 2: Collection of data”.



## 臺中市豐原區鐵道路廊跨越臺3線自行車橋工程 之耐久性設計

宋昌國、劉祖价、王以軒

彗盛工程顧問有限公司



工程名稱：鐵道路廊跨越臺3線自行車橋工程  
業主：臺中市新建工程處  
設計單位：彗盛工程顧問有限公司  
監造單位：彗盛工程顧問有限公司  
施工廠商：泰有營造股份有限公司  
鋼構工程：世均工業有限公司  
熱浸鍍鋅廠商：物格股份有限公司  
鍍鋅鋼構總量：152公噸  
工程經費：39,664,203元  
開工日期：111年9月28日  
竣工日期：112年9月18日

### 摘要

豐原區綠空廊道受臺3線圓環東路橫交阻隔，形成自行車道斷點，故採新建自行車跨橋串連綠空廊道，跨橋及引橋除採用鋼構橋梁型式外，橋面板更採 SC Deck 工法增加結構效率，以利減少板厚並壓縮大梁深度，並大幅降低職安風險，鋼構防蝕系統採用熱浸鍍鋅(鍍鋅量 $\geq 550\text{g/m}^2$ ) + 塗裝雙重防蝕，以延長橋梁壽命。

#### 一、前言

臺中鐵路高架化於2009年動工，2016年通車，臺中市政府針對全線高架段約21.7公里活化再利用，推動「綠空鐵道軸線計畫」，利用鐵路高架橋下空間，打造自行車廊道，北起豐原南至大慶，綠空鐵道軸線計畫包括綠空廊道工程、綠空鐵道軸心計畫、鐵道綠廊潭心計畫與鐵道綠廊景觀風貌重塑計畫。民眾按指標騎乘，可一路銜接東豐、后豐自行車道，成為最具亮點的單車路線。

然而豐原區綠空廊道與臺3線原來之立交路口，因臺3線圓環東路地下道填平後，形成平面路口，阻礙廊道順暢安全之動線，需採指示牌面引導民眾繞行通過，除路線不明朗外，繞行距離長且週邊交通量大，為改善繞行所造成不便及降低潛在交通風險，交通部公路局於民國109年至113年推動之「環島自行車道升級暨多元路線整合推動計畫」中，補助臺中市政府辦理「鐵道綠廊跨越臺3線自行車橋工程」，進一步優化綠空廊道自行車友善環境，縫合自行車道斷鏈，提供市民更友善、舒適的自行車路線，吸引更多民眾使用。本工程由臺中市新建工程處於民國111年3月著手辦理，業於民國112年9月完工。

#### 二、結構工程內容介紹

本工程規劃設計階段評估項目包含結構可行性、施工安全性、工程經費、施工工期、景觀美學及維護成本等六項，最終機關決議臺3線跨

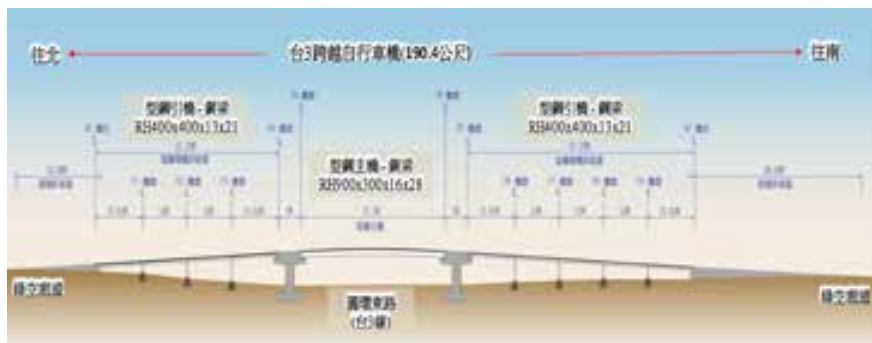


圖 1 鐵道線廊跨越臺 3 線自行車橋工程縱斷面

橋及南北端斜坡道引橋採用型鋼梁橋方案(主橋段橋長 32.5 公尺、南端引橋長 51.25 公尺、北端引橋 41.25 公尺，全寬 4.5 公尺)，其餘斜坡道高度未達 1.5 公尺範圍則採混凝土路堤與廊道平面銜接(圖 1)，因鋼構材料及結構特性，構件輕量化耐震性佳，並可採鋼梁預拱塑造景觀特性，此外為邁向 2050 淨零碳排趨勢，鋼構材屬綠建築材料之一且可再生利用，符合節能減碳的環保理念，並採熱浸鍍鋅及塗裝雙重防蝕提升耐久性。

依據公路橋梁設計規範之規定，鋼橋簡支系統上構深度與跨徑比，宜不小於 1/25，惟主橋段跨越臺 3 線道路，橋下淨高應以 4.9 公尺為宜，且廊道多有民眾休憩活動，應減少因斜坡道設置所造成之影響，故以降低設計高程為原則規劃，提出主橋 RH 型鋼大梁搭配 SC Deck 方法增加結構效率，以利減少板厚並壓縮大梁深度，說明如下：

## (一) 橋面板採 SC Deck

SC Deck(鋼結構混凝土合成橋面板)與一般 RC 橋面板相比，以鋼板(採鍍鋅塗裝增加耐久性)取代橋面板下層鋼筋，更有效地提供拉力強度，進而縮減橋面板厚度並達到減輕自重效果，此外橋梁跨越車水馬龍之省道，若採傳統鋼承板或木模作為橋面板底模，須於鋼梁下方掛設安全網，將導致橋下淨高不足影響車輛通行。爰採 SC Deck 作為橋面板結構兼底模，無需搭設施工架或支撐架，再搭配兩側安全欄杆先行及整體單元吊裝，營造無缺口施工空間，降低職安物體飛落、人員墜落風險，提升作業安全(圖 2)。

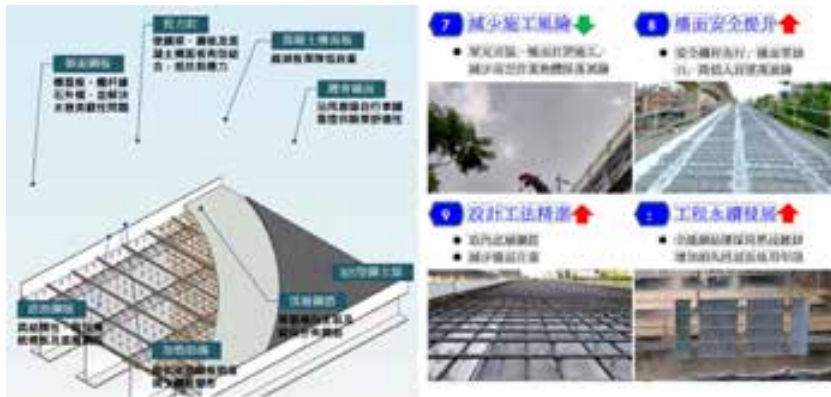


圖 2 SC Deck(鋼結構混凝土合成橋面板)

### (二) RH 型鋼

本工程橋梁為供自行車及行人使用，活載重遠較一般公路橋梁低，且搭配 SC Deck 降低靜載重（混凝土用量約一般 70%），此荷載條件及橋梁跨距經結構分析，主橋鋼梁採 RH900x300x16x28，引橋鋼梁採 RH400x400x13x21 即可滿足結構應力及撓度需求，此外鋼梁使用熱軋型鋼 (RH 型鋼) 除減少鋼板銲接加工缺失，搭配鍍鋅及塗裝雙重防蝕，可大幅提升鋼橋耐久性 (圖 3)。

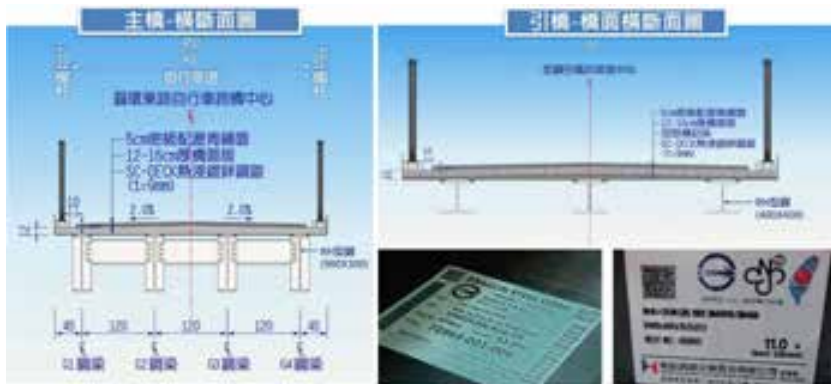


圖 3 鋼梁採用熱軋型鋼 (RH 型鋼)

### 三、永續設計內容介紹

因應國內缺工缺料導致營建成本上揚的工程環境，於設計階段投入適當成本規劃良善設計，除了能有效降低未來管養維護費用，亦能提升耐久性延長使用年限，因此從材料性質、結構型式、幾何條件、附加措

施等面向著手，以達到工程永續發展之精神，本工程相關永續設計說明如下：

## (一) SN 耐震鋼材

依據公路橋梁設計規範，鋼結構材料規格原則須符合 AASHTO M270 規定，規格等同於 ASTM A709。鋼橋設計往往受上部結構疲勞載重所控制，為避免鋼橋發生疲勞斷裂問題，對於受拉構件應採用具有衝擊試驗要求之鋼材，本工程採用 CNS SN490B 耐震鋼材，雖然 SN 耐震鋼材目前歸類在「建築結構用軋鋼料」，惟其針對碳當量、降伏比及衝擊韌性值皆有規範，且硫、磷等含量低，鋼材機械性質佳，相較於 ASTM A709 鋼材更適用於鋼結構橋梁。

## (二) 引橋橋台淨高及橋下規劃

規劃引橋橋台處淨高約為 1.5 公尺(圖 4)，可提供橋檢人員方便檢視引橋橋台支承狀況及預留維修作業空間，且可避免鋼梁因橋下淨高不足受乾濕交替環境而鏽蝕，並將橋下規劃卵石、斬石子鋪面營造景觀性，取代橋下日照不足不易生長之草皮，利於後續廊道管養。



圖 4 引橋橋台淨高及橋下規劃

## (三) 橋面排水規劃

考量本工程主橋跨越道路，引橋下方為斬石子鋪面步道供民眾通行，為避免洩水孔滲漏影響人車通行、因乾溼交替降低鋼構耐久能力及增加未來管養問題，本工程橋面採無洩水孔設計，而另於橋面兩側設置縱向排水槽，為避免排水槽經過伸縮縫造成滲漏水，於伸縮縫位置採滑

鈹縫導引水流；此外欄杆緣石設置向橋面側之洩水坡度，避免垂流影響美觀及欄杆緣石積水導致水分由緣石與側向鋼板縫隙滲入，最後於斜坡道終點埋設橫向截水溝截流橋面排水，導入既有廊道暗溝(圖5)。



圖 5 橋面排水規劃

#### (四) 安全欄杆基座

工程管養維護階段時常面臨假設工程難以施作，導致假設工程費用占維護總工程費比例過高情形，因此於設計階段規劃未來假設工程可再利用措施，以降低維護成本，提升工程效益；本工程採 SC Deck 側面鋼板內緣銲接安全欄杆基座後整體鍍鋅，運至工地吊裝 SC Deck 單元時將安全欄杆先行固定於基座，待橋面景觀欄杆安裝完成後拆除安全欄杆，維持無缺口施工作業環境，未來若需維修汰換景觀欄杆，僅需再利用此基座架設安全欄杆(圖6及圖7)，施工過程皆可在橋面完成，無須搭架或利用高空作業車，施工安全性及效率大幅提升。

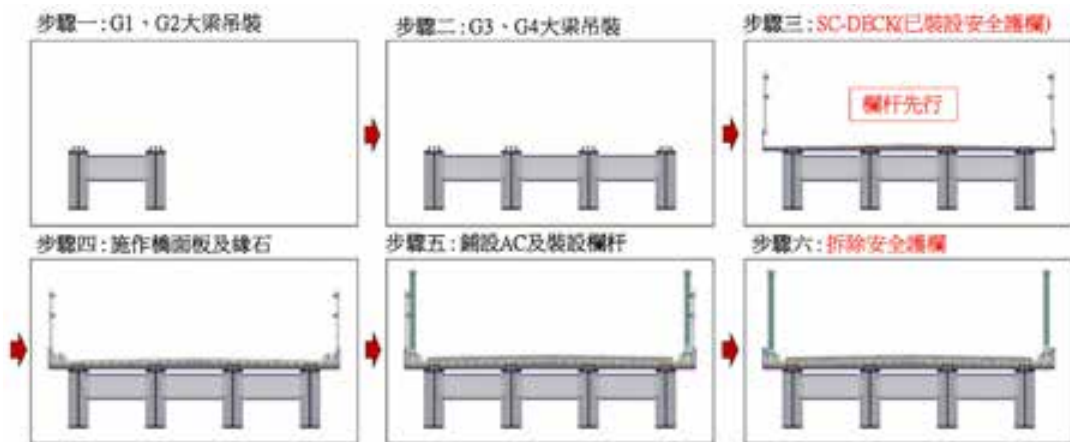


圖 6 橋面施工安全欄杆規劃



圖 7 SC Deck 安全欄杆先行及欄杆底座

## (五) 鋼構防蝕措施

計畫工址位於臺中市豐原區，經查 ISO 9003 及「港灣環境資訊圖臺」屬於高腐蝕環境(圖 8)，表面塗裝系統採用熱浸鍍鋅+油漆塗裝雙重防蝕，熱浸鍍鋅後鍍鋅量不小於  $550\text{g}/\text{m}^2(76\mu\text{m})$ ；油漆塗裝膜厚不小於  $120\mu\text{m}$ ，設計初期即考慮構件須符合坊間鍍鋅槽之尺寸先行規劃(圖 9)，並於鍍鋅作業前確認構件及銲道尺寸符合設計需求(圖 10)，鍍鋅作業完成後除針對鍍鋅量量測是否符合設計需求外(圖 11)，鋼材表面亦會產生鋅渣及鋅灰，為利後續塗裝作業表面鋅渣清除後依據 SSPC-SP16 規範進行掃砂，表面粗糙度  $19\sim 25\mu\text{m}$ (圖 12)。



圖 8 工址周邊腐蝕環境調查

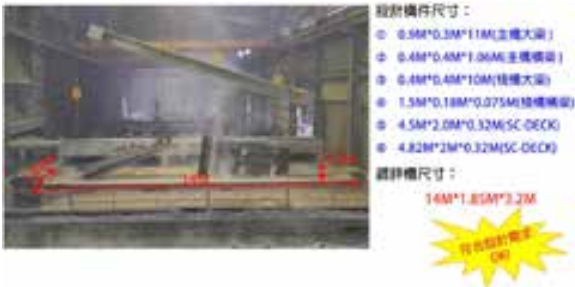


圖 9 鍍鋅槽與設計構件尺寸確認調查



圖 10 設計構件及銲道尺寸查驗



圖 11 鍍鋅量查驗

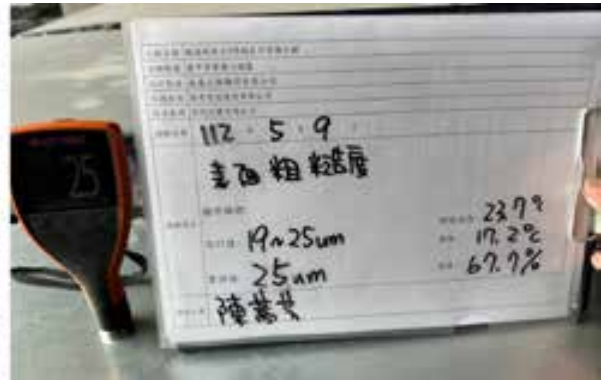


圖 12 掃砂表面粗糙度查驗

#### 四、景觀工程內容介紹

本工程位於綠空廊道，且鄰近台鐵高架橋，兩側市場及住宅林立，景觀設計應以融入當地環境為原則，並建立完整行人及自行車動線系統(圖 13)。

##### (一) 主橋造型

本工程旁既有台鐵高架橋為變斷面預力箱型梁設計，為使主橋與其梁下緣弧線相呼應，主橋鋼梁透過預拱方式塑造，整體跨橋由遠方觀望形成如彩虹般優美弧線。

##### (二) 色彩美學

將綠空廊道色彩語彙延伸，橋墩及斜坡道路堤採用混凝土材質，以清水模板取代鋁板、貼磚，易於管養，混凝土的灰為廊道最大宗色彩；本工程主橋為跨路橋，不宜採過度鮮明顏色影響用路人視覺，因此鋼構採用白色，柔和色調營造安全明亮；燈桿與廊道色澤一致，點綴白與灰。



### (三) 鋪面元素

為利於後續管養，延續廊道既有鋪面元素，以水泥刷毛、水泥磚及斬石子規劃跨橋兩側及橋下行人動線，跨橋鋪面則採瀝青混凝土，行走騎乘舒適性佳，與前後自行車道鋪面串連。



圖 13 工程景觀美學

### 五、施工過程說明

本工程施工期間除了落實辦理施工中的台鐵橋墩監測外，與台鐵單位建置緊急應變機制，於鋼橋安裝期間嚴格執行專人監看及橫向通報聯繫，確保台鐵行車安全，此外，尚需兼顧傳統早市及周邊住戶生活作息如常，協助施工界面問題排除，做好敦親睦鄰已是每日工作的日常。鋼構橋梁製程品質確實及防蝕面加強處理，本工程執行成效得以順利推展完竣。

#### (一) 人本環境管理

改道導引完善 / 工區粉塵控制 / 施工噪音管制 / 人員休息空間 / 夜間照明安全 / 降低周邊影響 / 合乎人本需求等 (圖 14)。

#### (二) 落實品質管理

落實施工前會議 / 材料品質抽查 / 鋼構製程管理 / 鍍鋅噴砂處理 / 塗裝環境條件 / 鋼橋安裝精準度 / 橋面混凝土平整度 / 橋梁整體美觀等 (圖 15)。



圖 14 人本環境管理圖例

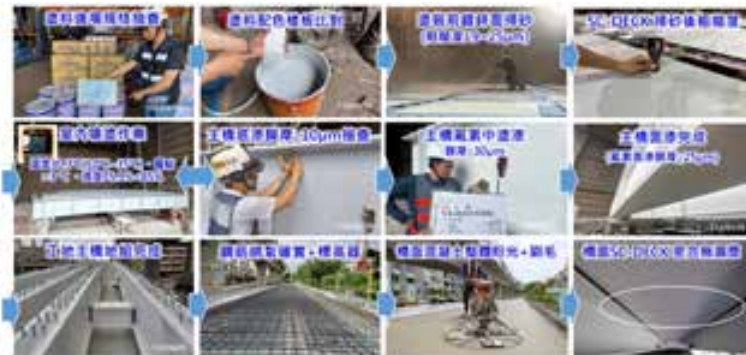


圖 15 落實品質管理圖例

### (三) 職災安全防護

落實職安風險評估 / 人員教育訓練 / 工安防護設施 / 落實危害告知 / 個人防護檢查 / 高風險監督查核 / 交通安全導引 / 緊急救護機制 / 建置台鐵通報機制 / 台鐵橋墩監測等 (圖 16)。

### (四) 工程執行成效

交維計畫核定程序完備 / 落實改道便民措施 / 夜間吊裝作業降低交通衝擊 / 即時處理里民反映意見 / 敦親睦鄰視如己親 / 達成進度里程碑 / 獲得機關及民意代表肯定嘉許 (圖 17)。

## 四、結論

原豐原區綠空廊道受臺 3 線圓環東路阻隔，民眾無法通行需以繞道方式，因此採跨橋串連南北廊道；跨橋梁下淨高須符合規範及通行需求，為避免橋面過高影響既有之廊道設施，包括鋪面、植栽、照明及街道家具等，應盡可能壓縮上部結構深度、降低橋面高程，故跨橋採用鋼結構



圖 16 落實職業安全管理圖例



圖 17 工程執行成效

橋梁搭配 SC Deck，降低整體上部結構靜載重並提升結構效率，以達到降低橋面高程之目標。人行、自行車橋常採用鋼結構，主要係鋼結構質量輕、構材尺寸可塑性高，利於營造景觀美學，惟伴隨的是鏽蝕問題導致耐久性低於傳統混凝土結構，增加管養單位後續維護經費及人力，為提升耐久性達到工程永續發展，設計階段即考量採機械性質更佳的 SN 鋼材，且以 RH 型鋼減少銲接缺失，塗裝部分則利用熱浸鍍鋅 + 油漆塗裝雙重防蝕，同時透過結構型式、幾何條件及附加措施，避免乾濕交替環境，排除鏽蝕因子，延長鋼結構使用年限，降低未來維護成本。

## 致謝

感謝主辦機關臺中市新建工程處及泰有營造股份有限公司、世均工業有限公司、物格股份有限公司…等施工團隊，於工程期間提供協助，使得本工程如期如質順利完成。

## 台糖農業循環豬場改建投資計畫四林豬場新建工程

何芳元

易宏熱鍍鋅工業股份有限公司 協理



業主單位：台灣糖業股份有限公司  
統包單位：大同股份有限公司  
鋼構製造：興燁星企業有限公司  
鍍鋅單位：易宏熱鍍鋅工業股份有限公司  
鍍鋅數量：1,500 公噸

## 一、前言

台糖公司認為畜殖事業必須轉型為現代化經營，隨著環境保護、動物福祉及資源循環再利用意識的普及與重視，因此規劃提出總投資 107 億元，將原舊有豬場改建為新型綠能豬場，以改善養殖環境、增進產能、降低異味產生與提升動物福祉，並穩定提供充足、安全及衛生的肉品給社會大眾。

預期效益：

1. 使畜牧業蛻變為「友善空間、環保養豬、綠能產業」。
2. 沼氣發電量目標 780 萬度 / 年，太陽能發電量目標 4,800 萬度 / 年。
3. 建立現代化養豬模式、創造就業機會、提升青農收入。
4. 新式負壓水簾豬舍相比傳統式畜舍，廢水量可減少 75% 以上。

## 二、工程概述

台糖公司目前國內擁有 17 座畜殖場 (1 座農業循環園區、13 座畜殖場、1 座育種場及 2 座繁殖場)，本農業循環豬場改建投資計畫，共投資 107 億元，預定於 113 年完成 13 座畜殖場現代化畜舍改建，經試營運後於 114 年全能量產。

目前執行狀況：

1. 第一期 6 豬場改建工程均已決標動工興建，虎尾畜殖場於 111 年 12 月 10 日已經開始試營運，另 5 場豬場各項工程均在進行中。
2. 第二期 7 豬場改建皆已取得建造，各項工程亦已在進行中。

## 三、熱浸鍍鋅加工

本案鋼構件全數採用熱浸鍍鋅加工表面防蝕處理，並為確保鍍鋅層厚度，在送熱浸鍍鋅廠前，先經表面噴砂處理加強表面粗糙度，增加表面附鋅量，提升鋼材的耐用年限。但輕型鋼部分則採用鍍鋅鋁鎂加工

成形，切口部分再以鋅漆修補。標準熱浸鍍鋅程序為依據 CNS 8503 H 3102 熱浸鍍鋅作業方法之規定，作業流程包括脫脂、酸洗除銹、水洗、助熔劑處理、鍍鋅、冷卻及後處理包裝等程序。鋼構件經切割、銲接加工完成，再送熱浸鍍鋅廠進行熱浸鍍鋅；可一體一次性無切割全面性完整覆蓋表面，達到完整的防蝕目的。但本案設計時有些梁柱採現場銲接方式處理，為提升工地銲接效能及改善鍍鋅面研磨不完全所產生之銲接品質不良，銲接部位在鍍鋅前先做不鍍面處理（如圖 1），鋼構件送達工地後即可施工銲接，以節省工時。銲接部位再依據 CNS 15257 熱浸鍍鋅層損傷及裸點修補標準之規定進行補修。



圖 1 鋼構件不鍍面處理

#### 四、熱浸鍍鋅加工品質

鋼構件鍍鋅使用年限可以用施工地點之腐蝕速率與鋼構件之鋅附著量加以推估。本案規定鋼構件之附著量為  $610\text{g/m}^2$  以上。

經現場隨機以膜厚計直接量測得到結果，如以圖 2、3、4、5。平均測得膜厚為  $270.5\mu\text{m}$ ，換算成附著量為  $1,947.6\text{g/m}^2$  ( $1\mu\text{m}=7.2\text{g/m}^2$ )，高於本案規定鋼構件之附著量  $610\text{g/m}^2$  以上。



圖 2 量測膜厚 1



圖 3 量測膜厚 2



圖 4 量測膜厚 3



圖 5 量測膜厚 4

## 五、結語

由測得鍍鋅層平均膜厚為  $270.5\mu\text{m}$ ，換算成平均附著量為  $1,947.6\text{ g/m}^2$ ，依據 ISO 9223-2012 與 9224-2012 鋅的大氣腐蝕等級分類如 (表 1)。

表 1 鋅的大氣腐蝕等級分類。

腐蝕等級	第一年腐蝕率 ( $\text{g/m}^2/\text{y}$ )	10 年平均腐蝕率 ( $\text{g/m}^2/\text{y}$ )	30 年平均腐蝕率 ( $\text{g/m}^2/\text{y}$ )	腐蝕性
C1	$r_{\text{corr}} \leq 0.7$	$r_{\text{av}} \leq 0.5$	$r_{\text{lin}} \leq 0.36$	非常低
C2	$0.7 < r_{\text{corr}} \leq 5$	$0.5 < r_{\text{av}} \leq 3.6$	$0.36 < r_{\text{lin}} \leq 2.86$	低
C3	$5 < r_{\text{corr}} \leq 15$	$3.6 < r_{\text{av}} \leq 10$	$2.86 < r_{\text{lin}} \leq 7.85$	中等
C4	$15 < r_{\text{corr}} \leq 30$	$10 < r_{\text{av}} \leq 20$	$7.85 < r_{\text{lin}} \leq 15.7$	高
C5	$30 < r_{\text{corr}} \leq 60$	$20 < r_{\text{av}} \leq 40$	$15.7 < r_{\text{lin}} \leq 31.4$	非常高
CX	$60 < r_{\text{corr}} \leq 180$	$40 < r_{\text{av}} \leq 114$	$31.4 < r_{\text{lin}} \leq 92.8$	極嚴重

當不同的附鋅量在各種腐蝕環境下之耐用年限如(表2)，由表二得知，當在CX腐蝕環境下使用壽命可達20年以上。

表2 附鋅量在各種腐蝕環境下之耐用年限。

腐蝕性分類	30年平均腐蝕速率 ( $r_{lin}$ , g/m <sup>2</sup> /y)	耐用年限(年)		
		600g/m <sup>2</sup>	550g/m <sup>2</sup>	1,947.6g/m <sup>2</sup>
C1	$r_{lin} \leq 0.36$	> 100	> 100	> 100
C2	$0.36 < r_{lin} \leq 2.86$	> 100	> 100	> 100
C3	$2.86 < r_{lin} \leq 7.85$	> 76	> 70	> 100
C4	$7.85 < r_{lin} \leq 15.7$	38 ~ 76	35 ~ 70	> 100
C5	$15.7 < r_{lin} \leq 31.4$	19 ~ 38	17 ~ 35	62 ~ 100
CX	$31.4 < r_{lin} \leq 92.8$	6.5 ~ 19	6 ~ 17	21 ~ 62



## 2023 年度熱浸鍍鋅產量統計表（產業別）

類別 年月	生 產 類 別 (單位:噸)													合計
	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		
2023年1月	2,217	1,301	2,801	508	3,490	4,168	425	362	1,598	200	329	2,387	19,786	
2023年2月	1,961	1,299	3,141	584	4,279	4,765	508	482	2,142	233	424	2,684	22,502	
2023年3月	2,446	1,763	4,246	860	5,561	6,412	659	813	2,444	331	709	4,465	30,709	
2023年4月	1,741	1,256	3,257	694	4,138	5,752	556	555	2,252	249	470	3,050	23,970	
2023年5月	2,433	1,853	4,278	843	5,384	5,935	654	645	2,100	262	589	4,080	29,056	
2023年6月	1,793	1,282	3,142	635	4,637	5,423	526	499	2,280	239	482	3,247	24,185	
2023年7月	1,746	1,279	3,331	601	4,530	4,935	888	511	1,557	181	522	2,800	22,881	
2023年8月	2,315	1,425	4,028	751	5,648	5,715	902	586	1,485	246	587	3,267	26,955	
2023年9月	2,200	1,340	4,063	628	4,381	5,346	744	614	1,354	229	607	3,263	24,769	
2023年10月	1,703	1,226	3,200	560	5,389	5,041	659	453	1,411	173	509	2,906	23,230	
2023年11月	1,686	1,231	4,220	600	4,755	5,550	767	645	1,456	242	651	3,670	25,473	
2023年12月	1,657	1,153	3,624	388	4,619	5,473	684	579	1,318	224	583	3,012	23,314	
合計	23,898	16,408	43,331	7,652	56,811	64,515	7,972	6,744	21,397	2,809	6,462	38,831	296,830	
月平均	1,992	1,367	3,611	638	4,734	5,376	664	562	1,783	234	539	3,236	24,736	

## 2023 年度熱浸鍍鋅產量統計表（產品別）

類別 年月	生 產 類 別 (單位:噸)																				合計						
	H型鋼	鋼管	鋼橋	花板	角鋼	護欄板	槽鋼	線槽	鋼網	C型鋼	鐵板	欄杆	彎頭及配件	燈管	輕鋼橫樑	格柵板	鋼筋	電力配件	電信配件	鍛造花窗		螺帽	螺栓	華司	鏈條	鐵配件	其他
1月	6,396	2,522	406	616	1,086	16	992	169	207	587	494	483	270	420	103	1,455	729	286	163	290	148	266	35	22	353	1,272	19,786
2月	7,157	3,091	406	658	1,287	33	1,020	253	231	869	535	642	398	415	118	1,391	609	280	193	370	173	266	32	25	563	1,487	22,502
3月	10,963	3,644	793	788	1,818	40	1,522	375	331	985	783	839	527	437	134	1,594	1,017	411	273	496	235	379	71	31	668	1,555	30,709
4月	8,089	2,885	275	534	1,550	30	1,260	273	241	829	703	675	411	355	110	1,381	1,330	401	224	338	208	270	18	12	460	1,108	23,970
5月	10,430	3,410	354	639	1,688	36	1,477	337	294	985	781	773	484	554	148	1,578	1,313	386	292	446	228	353	45	31	587	1,407	29,056
6月	8,065	2,623	405	586	1,568	29	1,288	287	273	1,424	574	667	341	362	150	1,385	1,094	357	193	407	183	317	78	28	464	1,037	24,185
7月	8,029	2,875	315	615	1,512	25	1,109	254	209	820	613	580	288	383	138	1,050	746	336	263	401	164	277	51	22	586	1,220	22,881
8月	9,711	3,579	424	605	1,732	25	1,158	283	265	1,081	726	615	366	377	212	1,184	972	309	202	400	323	325	65	28	613	1,375	26,955
9月	8,980	2,935	375	598	1,702	28	1,343	309	280	930	786	697	334	398	158	1,059	891	270	214	435	309	254	45	2	418	1,019	24,769
10月	8,893	2,601	393	602	1,545	18	785	212	257	806	666	533	268	437	134	1,231	547	213	210	326	275	231	44	42	659	1,302	23,230
11月	10,026	3,109	220	572	1,767	31	916	302	310	967	618	664	373	424	157	865	465	334	252	417	409	334	62	26	491	1,362	25,473
12月	9,310	2,611	168	578	1,245	28	683	280	278	669	572	647	318	366	122	1,279	1,220	294	172	362	266	356	53	24	321	1,092	23,314
合計	106,049	35,885	4,534	7,391	18,500	339	13,553	3,334	3,176	10,952	7,851	7,815	4,378	4,928	1,684	15,452	10,933	3,877	2,651	4,688	2,921	3,628	599	293	6,183	15,236	296,830
月平均	8,837	2,990	378	616	1,542	28	1,129	278	265	913	654	651	365	411	140	1,288	911	323	221	391	243	302	50	24	515	1,270	24,736

調查單位：中華民國熱浸鍍鋅協會

提供單位：臺鍍觀音廠、力鋼、邦凱、台塔、尚燁、昕一、盟雅、由仁、物格、臺鍍台南廠、臺鍍高雄廠、慧鋼、易宏、亨欣、慈陽等共計 15 家工廠。

## 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	14.0×1.6×2.0	325桃園市龍潭區八德里湧光路一段136號	03-4792201	113.09.30
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	113.09.30
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	113.09.15
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	113.09.15
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	113.09.30
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	尚輝工業股份有限公司	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8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	328桃園市觀音工業區工業二路26號	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	113.11.30

※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	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	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

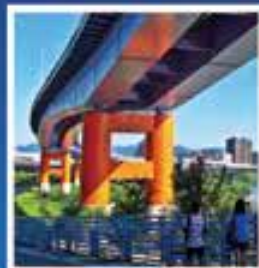
中華民國熱浸鍍鋅協會

TEL:(07)3320958

FAX:(07)3320960

E-mail:galvanat@ms63.hinet.net

# 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>

E-mail: [cisc@ms3.hinet.net](mailto:cisc@ms3.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，將以往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、鉦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

「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「二十己」這個稱號誕生了。

二十己作品風格細膩、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。

小滿



## 2024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

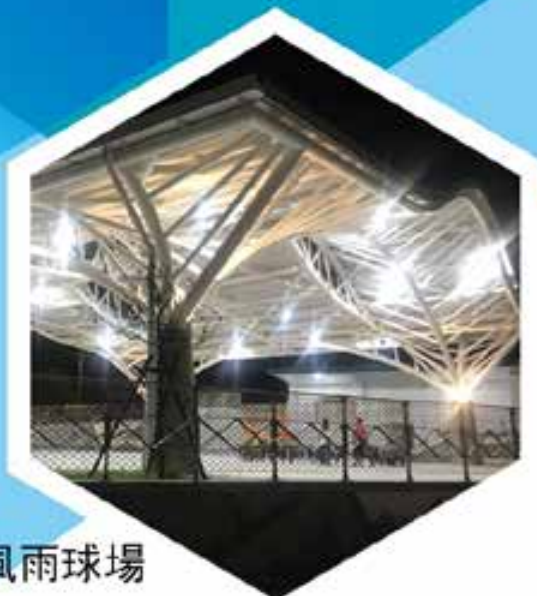
- 鍍鋅槽尺寸：長13.0M × 寬1.8M × 高3.3M
- 處理能力：每月產能5000噸 單一構件最大負重15噸
- 自結構物到鋼管，各種形狀的鍍鋅構件都可以鍍作

岡山之眼



大連案

流行音樂中心

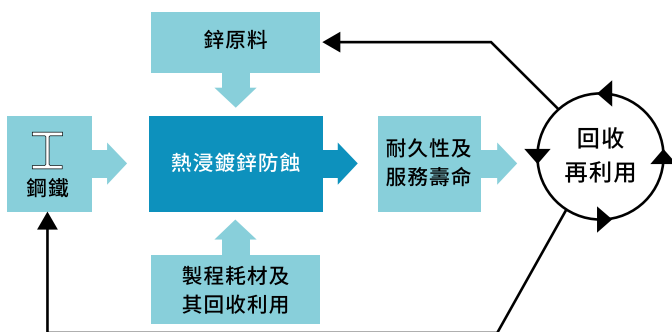
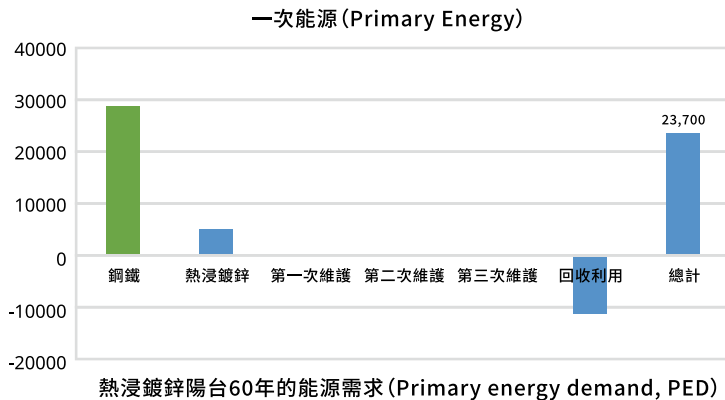


長光部落風雨球場



# 臺鍍科技股份有限公司

tg co., ltd.



## 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

品質

服務

創新



**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



## 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』



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)

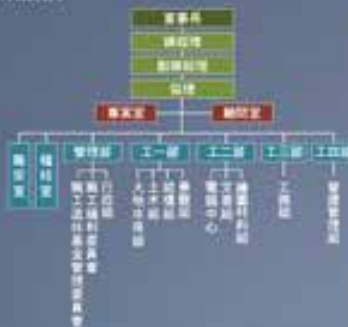
- 螺栓、螺帽、鉚釘、墊圈等小型鋼鐵製品及扣件。

我們不誇耀設備的新穎與宏大，我們只強調服務與品質



台聯工程顧問成立於民國79年，具30年以上公共工程執行經驗，秉持「堅忍敬業」、「專業技術」、「業主滿意」、「永續經營」的工作態度及客觀公正的專業精神。

擁有各類專業技術，如土木、結構、大地、交通、機電、環工、水利、景觀和營建管理等，參與國內公共工程及民間工程，提供優良的專業技術服務。



**雲林·站區北側道路改善工程**

**金安獎、金質獎**

2019 第13屆公共工程 金安獎 優等  
2019 第19屆公共工程 金質獎 佳作



**臺南市·長勝營區市地重劃工程**

**金質獎**

2020 第20屆公共工程 金質獎 土木工程類 佳作  
2020 臺南市公共建築景觀類建築 園治獎  
2020 國家卓越建設獎 最佳環境文化類 金質獎  
2019 臺南市政府第1屆公共工程監造及設計 優質獎 入圍



**桃園·市立綜合體育館屋頂薄膜結構修繕**

**金安獎**

2020 第14屆公共工程 金安獎 佳作  
2020 桃園市政府公共工程建築類專案管理及監造 金品獎 優等



**桃園·臺灣客家茶文化館暨周邊景觀新建工程**

**金安獎**

2020 第14屆公共工程 金安獎 佳作



**臺中市·新市政中心市議會大樓**

2012 全球卓越建設獎 公部門基礎建設 首獎  
2012 國家卓越建設獎 最佳施工品質類 金質獎  
2011 國家卓越建設獎 最佳規劃設計類 特別獎



**新北·陽光橋**

2012 國家卓越建設獎 最佳規劃設計類 優質獎  
2011 第13屆國家建築 金質獎

**新北·辰光橋**

新北市政府「107年公共工程」優質獎

**高雄·顯景橋**

2012 國家卓越建設獎 最佳規劃設計類 金質獎  
2010 國家卓越建設獎 最佳規劃設計類 優質獎



## 加值整合服務

高階鋼材客製化切割與物流  
鋼結構件(BOX、BH)加工與安裝  
鋼管工程、構件加工與安裝  
供應鏈與產銷履歷管理  
太陽能光電系統整合與開發  
彩色鋼板工程與修繕  
優質營造團隊推薦  
專案特殊用途鋼材開發



## 商品材料買賣

各式用途中厚鋼板(壓力容器、結構、耐磨等)·  
熱、冷軋、酸洗、花紋鋼捲板·熱浸鍍鋅鋼捲板·  
電氣鍍鋅鋼捲板·鍍鎂鋁鋅鋼捲板·烤漆鋼捲·  
烤漆浪板·S50C中碳鋼板·合金鋼板·模具鋼板·  
合金圓棒·不鏽鋼·RH型鋼·角鐵·槽鐵·  
高耐候/腐蝕金屬建材·特殊規格、材質之鋼材進口業務·  
離岸風場用鋼·結構鋼管·盤式支承·覆工板·  
提供一站購足所需之各式鋼材。

### 新光鋼鐵總公司

**觀音廠** 面積：29,000坪  
鋼板裁剪、不鏽鋼裁剪、  
鍍鋅鋼板裁剪、熱軋鋼捲裁剪中心、  
橋樑與建築隔震支承製造中心

**彰濱廠** 面積：15,000坪  
風電水下基礎基樁直管工藝設計研發  
中心、大口徑鋼直管產製中心、鋼捲  
裁剪、圓棒物流中心

**台南廠** 面積：4,000坪  
特殊鋼剪裁及物流中心

**高雄廠** 面積：8,000坪  
鋼結構構件製造中心、  
新型高耐腐蝕性建材裁剪中心



總公司地址：(241) 新北市三重區重新路四段97號25樓

網址：www.hkssteel.com.tw

總公司電話：02-2978-8888 FAX：02-2978-3168

E-MAIL：hkssteel@ms4.hinet.net

觀音廠電話：03-483-8895 FAX：03-483-7975

財團法人  
新光鋼鐵添澄慈善基金會

彰濱廠電話：04-758-3113 FAX：04-758-5368

E-MAIL：trickle.chang@msa.hinet.net

高雄廠電話：07-623-2325 FAX：07-624-1663

## 熱浸鍍鋅專業處理



日月潭纜車鋼結構



台北捷運內湖車站



台中大肚溪水管橋



台塑六輕輸油管架

### 公司簡介

- 鍍鋅爐：長14米、寬1.9米、深3.2米
- 最大產能：每月5000公噸
- ISO 9001：國際品質認證

### 服務項目

- 鋼構廠房、鋼構橋樑
- 型鋼鐵材、農業溫室
- 公共工程、電信電力

地址：彰化縣北斗鎮四海路二段一號(北斗工業區) 服務電話：04-8880775~7 傳真：04-8872307

安全第一 品質至上 技術為先

# 信譽的標誌 鐵塔 · 橋樑名廠



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



株式会社 トモエコーポレーション  
TOMOE CORPORATION



佐賀工業株式会社



高鐵車站天花板



輸電鐵塔



太魯閣砂卡槽溪鐵橋



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、鋼管桿、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@rms34.hinet.net