

熱浸鍍鋅

趙焜與題

2023/01

NO.80

<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

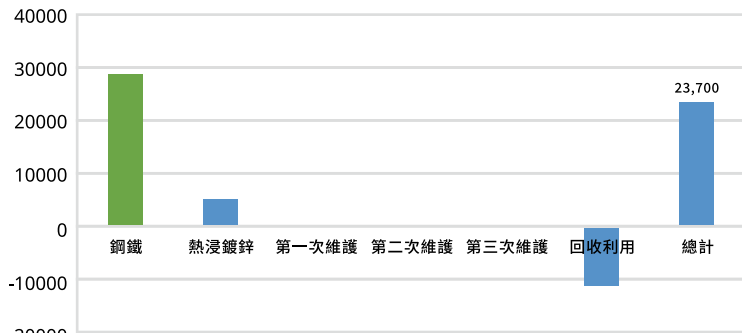




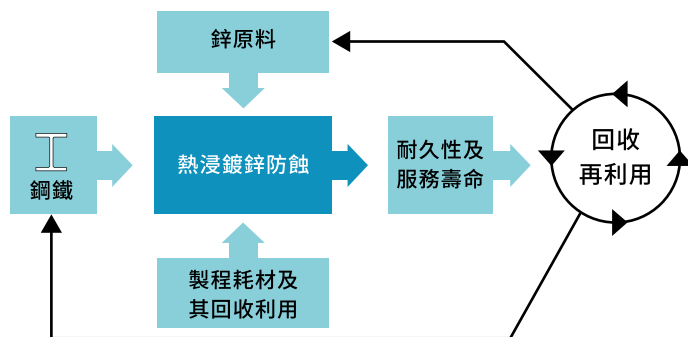
臺鍍科技股份有限公司

tg co., ltd.

一次能源 (Primary Energy)



熱浸鍍鋅陽台60年的能源需求 (Primary energy demand, PED)



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

INDEX

- 1 **第一單元** ▶ 生產技術及防蝕技術專題：
◎ 熱浸鍍鋅鋼結構大樓與廠房之施工及品質管理
- 以鳳山車站聯開大樓及台中港煤倉廠房為例
- 27 **第二單元** ▶ 工程實績介紹：
◎ 石門水庫防淤隧道工程計畫(第一階段)
- 阿姆坪防淤隧道工程
- 37 **第三單元** ▶ 熱浸鍍鋅問答集
- 39 **第四單元** ▶ 本會認證熱浸鍍鋅廠合格廠商
- 40 **第五單元** ▶ 熱浸鍍鋅結構物設計要點
- 41 **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

2023/01
NO.80



石門水庫防淤隧道工程計畫
(第一階段)-阿姆坪防淤隧道工程

起造單位：經濟部水利署北區水資源局
基本設計：中興工程顧問(股)公司
細部設計：黎明工程顧問(股)公司
監造單位：經濟部水利署北區水資源局
施工單位：中華工程(股)有限公司、
三源興(股)公司
鋼構製造：興道企業(股)公司
鍍鋅單位：臺鍍科技(股)公司
鍍鋅總重：約520噸

廣告索引

- 封底 ▶ 力鋼
封面裡 ▶ 臺鍍
封底裡 ▶ 盟雅
4 2 頁 ▶ 鋼結構協會
4 3 頁 ▶ 現代營建雜誌社
4 4 頁 ▶ 前鋒日報社
4 5 頁 ▶ 亨欣
4 6 頁 ▶ 慧鋼
4 7 頁 ▶ 易宏

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！)

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 ■ 戴晉平
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 ■ 806026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
印刷設計 ■ 達利金廣告設計有限公司 0939784123



熱浸鍍鋅鋼結構大樓與廠房之施工及品質管理

王煦崑¹、江明珊²、林曜滄³

¹ 台灣世曦工程顧問股份有限公司 正工程師

² 台灣世曦工程顧問股份有限公司 副理

³ 台灣世曦工程顧問股份有限公司 副總經理

一、前言

隨著經濟發展、科技進步，國內工程建設正如火如荼加速進行著，希望持續提升國人生活的水準，工程建設中包括新建的混凝土構造、鋼構造，到處林立。而在眾多工程建設的耐久性設計與後續維管，是我們要審慎規劃與考量的重點。台灣四面環海，位處亞熱帶海島型氣候，常年高溫多濕及鹽害侵襲，導致構造設施面臨嚴苛的腐蝕環境，而耐久性又與防蝕措施息息相關；鋼結構的防蝕措施可以從鋼構基材的選用，包括一般結構用鋼材（如 ASTM A709、ASTM A36、ASTM A572、CNS 2947 等）及耐候鋼材（如 ASTM A588、ASTM A709-W、CNS 4269、JIS G3114 等），若選擇耐候性鋼材，應依環境腐蝕性配合採用有油漆塗裝處理或無油漆塗裝處理等方式；另外鋼材表面處理可分為油漆塗裝、熱浸鍍鋅、金屬鎔射等，應就鋼構造所處之環境條件、結構特性、防蝕材料的耐用年限、新建或既有構造、維修困難性、施工性及經濟性等加以適當評估後選擇合適之表面防蝕處理方式，甚至可以採用雙重防蝕系統。依照過去經驗，很多構造設施都是因為防蝕措施設計與施工未臻周延，造成後續維護管理的沉重負擔，這些建設在評估過程，可能未將建設的初期成本與維護的成本一起考量，所以我們在工程建設初期，要有全生命週期成本 (LCC) 最小化的分析與評估，才能忠實呈現是否符合經濟、安全、美觀的永續建設目標。

本文將以國內的工程建設實例，闡述防蝕措施設計與施工及品質管

理，提供工程界在耐久性的目標要求下，如何提升防蝕的設計與施工品質，也希望能拋磚引玉，對工程界有所助益，共同為永續工程建設發展盡一份心力。

二、鋼結構大樓熱浸鍍鋅施工品質管理

隨著建築大樓之造型與內部空間之規劃日益新穎多變，鋼構件輕巧、組合彈性、耐震等特性，鋼構建築大樓日益增加，以鳳山車站開發大樓(如圖 1)為例，其設計為 1 幢 2 棟，A 棟為地上 10 層，B 棟為地上 6 層，總樓地板面積約為 42,818m²，工程結構之主柱採 BOX 箱型柱，最大尺寸為 900×900×13,490mm，單件重量約 14.8 噸；橫梁則以 BH 鋼構件為主，最大尺寸為 800×400×12,240mm，單件重量約 3.1 噸，其組合用鋼板均採 CNS SN 490B 規格為主，以 ASTM A572 GR.50 為輔助梁材質。本工程與戶外接觸之鋼結構重約 4,410 噸，採熱浸鍍鋅防蝕再加塗裝之雙重防蝕系統，並搭配 A325 熱浸鍍鋅螺栓 + 直接張力指示器組，室內鋼結構重約 3,471 噸，則未鍍鋅，採塗裝防蝕，搭配 JIS S10T 扭矩型高強度螺栓。鋼構件達 6,000 支以上，故分節利用 BIM 模型進行製造圖繪製，以確保各個接頭型式、位置、角度、開孔大小、接頭開槽尺寸正確。



圖 1 鳳山車站開發大樓完成示意圖

熱浸鍍鋅後的鋼構表面，其含有硬度高且具有韌性的合金層，能降低因搬運及吊裝的撞傷對於防蝕之影響，有效的保護鋼材。茲以鳳山車站開發大樓為例，說明熱浸鍍鋅鋼構大樓之品管作業。

(一) 鋼構材料及材料品管

1. 鋼構件

- (1) 每批鋼料應提送該批鋼料之出廠檢驗合格證明書及無輻射污染證明。
- (2) 19mm 或以上厚度之鋼板，應由原製造商逐片進行超音波探傷檢查並出具檢驗書面報告。
- (3) 鋼構之加工檢驗，除了一般之尺寸量測外、直線性精度要求為 1/1000，開槽銲超音波檢測 (UT) 檢查要求為 100% 自檢，角銲磁粉探傷檢測 (MT) 檢查取 5%。

2. 螺栓

鋼構接合之高強度螺栓 (High Strength Bolts, HSB) 為施工及監督方便以確保工程品質，須採用具有自動控制軸力功能之螺栓，如扭矩控制高強度螺栓、直接張力指示器螺栓組等，就本工程室內鋼構採塗裝防蝕，故選用扭矩控制螺栓應符合 CNS 12209，並要求於工地斷尾鎖斷後須將斷尾處打磨光滑，並搭配鋼構防蝕系統塗上防蝕漆，避免螺栓鏽蝕；室外鋼構採熱浸鍍鋅防蝕，故選用熱浸鍍鋅高強度螺栓，需符合 ASTM A325，並搭配直接張力指示器需符合 ASTM F959 之規定，其中螺栓及螺帽產品鍍鋅附著量須符合 CNS 4237，達 $350\text{g}/\text{m}^2$ 以上。

3. 鍍鋅及油漆系統

本案規定鋼構件熱浸鍍鋅之附著量為 $500\text{g}/\text{m}^2$ 以上，為順利進行鍍鋅作業，鍍鋅鋼構件需考慮鍍鋅槽之尺寸，本工程鍍鋅廠商擁有全國最大的熱浸鍍鋅結構爐：長 x 寬 x 高為

16.5mx1.8mx3.3m。然部分拱頭尺寸大於鍍鋅槽寬度，故需將拱頭二次銲接，於鍍鋅後再運回鋼構廠加工銲接方式辦理，該銲道位置需先塗上環氧樹脂油漆，保護該銲道位置鍍不上鋅，以方便事後的銲接製程。

在熱浸鍍鋅鋼構件表面加上液態 / 粉體塗料塗層，會形成額外的阻絕層，產生協同效應，使鋼材的腐蝕保護率為單一系統預期壽命總和的 1.5 倍以上。除考慮結構防蝕外，同時亦須考慮結構防火需求。本工程鍍鋅構件於工廠端採環氧樹脂底漆 50 μ m+環氧樹脂磷酸鋅底漆 75 μ m，於現場再噴塗防火漆+環氧樹脂中塗漆 40 μ m+聚胺基甲酸樹脂 PU 面漆 50 μ m。

(二) 鍍鋅鋼構件加工製作

1. 製造流程

工程結構之主柱以 BOX 箱型柱為主，橫梁則以 BH 梁為主，搭配 RH 梁件為輔助梁，雜項構件有樓梯、電梯環梁立柱、戶外抗風梁等。梁柱構件製作流程如圖 2。

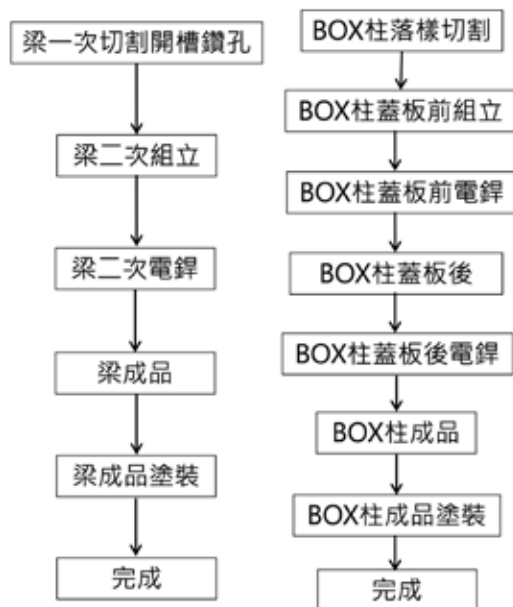


圖 2 梁柱構件製作流程

2. 鍍鋅鋼構件之品管程序

為利高溫之鍍鋅槽鋅液完整浸泡鋼構件，故於鋼構件之製造應注意事項如下：

- (1) 構件加勁板端部應留有適當之預留孔。
- (2) 箱型梁柱端部及隔板處應盡量留有 25-40% 之開口。
- (3) 構件鋼板組合時厚度差不得太大，例如 I 型梁翼板腹板比應小於 3。
- (4) 構件表面不得有油漆殘留。
- (5) 構件表面不得生銹太嚴重而達 D 級，否則應事先以噴砂處理清除銹層。

3. 鋼構熱浸鍍鋅品管

- (1) 熱浸鍍鋅製程：是將除鏽後的鋼件浸入 450°C ~500°C 左右融化的鋅液中，使鋼構件表面附著鋅層，達到防蝕的目的。(鍍鋅流程如圖 3)



圖 3 鋼構件熱浸鍍鋅處理流程

(2) 相關應注意事項

- ① 前置作業：將構件排列成適於鍍鋅作業並排除造成作業不良之因素，如銲渣、開孔不當、局部油漆及貼紙等。
- ② 表面前處理：表面前處理分為脫脂以及酸洗兩步驟。

- A. 脫脂：以熱鹼液去除油脂等妨礙酸洗除銹之污染物。
- B. 酸洗：以鹽酸、硫酸等酸液去除妨礙鍍鋅之鐵銹。
- ③助熔劑處理：以氯化銨及氯化鋅為主之助熔劑促進鐵鋅之反應，並提供短時間防銹之功能，防止在酸洗後鍍鋅前再度生銹。
- ④鍍鋅：構件以適當之角度與速度浸入及取出鍍鋅槽，鍍鋅槽含有熔融鋅液（鋅純度應 97.5% 以上，鉛含量為 0.1% 以下），溫度大約 450~500°C 左右，視構件或鐵件而定。使用之鋅金屬須符合 CNS 9 之 5 號鋅錠以上品質規定，不得使用再製鋅塊。
- ⑤冷卻：以熱水冷卻構件，易變形者應考慮用空冷。
- ⑥整理包裝：整修鍍鋅表面之鋅垂、殘渣修補未鍍點，調運送回工廠做後續塗裝前處理及塗裝作業。

(3) 熱浸鍍鋅檢驗

鍍鋅厚度檢驗，每爐均綁一試片隨同鍍鋅，每 300m² 取一試片進行檢驗。

表 1 鋼構鍍鋅檢驗項目

名稱	檢驗項目	方法	規範之要求	頻率
熱浸鍍鋅構件	外觀	目測	鍍鋅表面平滑實用，無使用上有害之缺陷。	每批 1 次
	鍍層之附著量與均勻性檢驗	CNS 1247	應符合設計圖說及 CNS 10007 規定。	
	鍍層之附著性檢驗		連續之鍍鋅層不得有龜裂、剝離或浮脹現象。	
	鍍層厚度		應符合設計圖說規定	

4. 鍍鋅構件塗裝前之品管

熱浸鍍鋅鋼構件塗油漆前須針對熱浸鍍鋅表面品質進行管制，以增強油漆附著力並延長長期性能。

- (1) 表面平滑處理：構材在鍍鋅過程中，過量的液態鋅流動，在滴垂線邊緣可能會有一些厚 / 粗糙的邊緣，或由鐵、鋅

金屬間之化合物（浮渣）或氧化鋅顆粒，導致鍍層出現突出點。這些突出點和厚 / 粗糙邊緣必須依據 SSPC-SP2 或 SSPC-SP3 規範，使用手工或電動工具進行表面處理，直到與周圍區域平齊，以避免漆膜產生間隙。

(2) 表面清潔：可採鹼性溶液清洗、溶劑清洗及手動或動力工具清潔等方法。

(3) 表面粗糙處理：可採掃砂、表面研磨、磷酸鋅處理、伐銹底漆處理及丙烯酸鈍化 / 預處理等方法。



表面掃砂處理



表面以溶劑清洗



表面以噴氣清潔

圖 4 鍍鋅鋼構件噴漆前表面處理

(三) 鳳山開發大樓之施工規劃及吊裝順序

1. 鋼構工區配置及吊裝規劃

本案因地面一層已供台鐵鳳山車站營運中，且基地南側空地下方為地下停車場，荷重受限，故規劃於工區北側租用土地作為物料堆置場及吊車吊裝站立空間，經檢視作業半徑，最遠吊裝達 60M，如圖 5，爰需搭配鋼構件重量 13.5T 及距離、高度，依吊車能量表選用合適可安全吊裝之 500T 吊車，吊裝順序由東向西吊裝。於吊裝作業規劃每日吊裝須將柱與梁連結閉合，且接合螺栓至少須穿鎖一半以上，避免未完成鋼構柱連結過夜，產生非預期風險。

另於鋼構吊裝時常有鍍鋅構件碰撞損傷鍍鋅層，修補方式一般採鍍鋅層受損表面清除乾淨，以高鋅成分(90%以上)之鋅漆修補，其厚度應達原鍍鋅厚度。

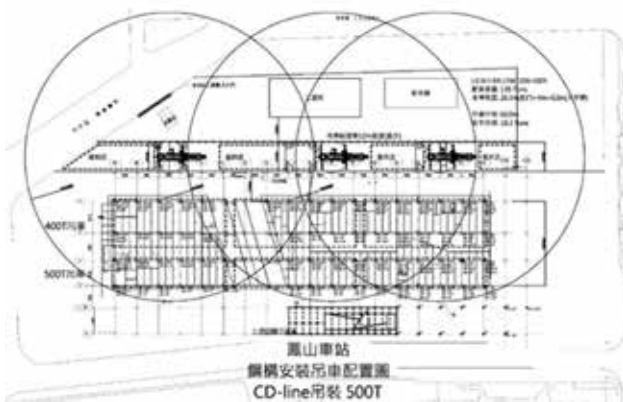


圖 5 鋼構安裝吊車配置圖

2. 構件安裝品質管制項目

- (1) 安裝精度管制。
- (2) 高強度螺栓材質規格管制，及倉儲管理確保不受潮及油漬。
- (3) 螺栓接合面表面處理與平整密接，鋼構螺栓接合面需粗糙不得有油漆或鍍鋅層、油漬等不清潔面。
- (4) 高強度螺栓鎖緊後檢測。
- (5) 工地電銲條件與注意銲接材料規格並須完成檢驗材料。
- (6) 依契約規定辦理非破壞檢測，銲接缺陷依規定剷除及重新銲接。
- (7) 表面處理與外觀檢查：施工時造成鍍鋅構件之鍍鋅層損傷，將鍍鋅層受損表面清除乾淨，以高鋅成分(90%以上)之鋅漆修補，其厚度應達原厚度。工地安裝完成後，對於運輸及吊裝中之漆膜損傷處，應先用電動砂磨做表面處理，再用工廠塗裝油漆系統實施塗裝工作。

3. 鍍鋅鋼構件之接合

於鍍鋅鋼構件連結螺栓，本工程係選用 A325 熱浸鍍鋅螺栓搭配直接張力指示器，以利快速正確審視螺栓鎖固情形。茲就直接張力指示器使用之經驗分享如後。

- (1) 直接張力指示器為具有數個如半月形壟起凸塊的墊圈如圖 6 正面所示。在螺栓鎖緊作業過程中，螺栓的拉力逐漸增加，墊圈的壟起凸塊受到上方壓力的擠壓而逐漸變形既被壓扁，當縫隙厚度規無法置入螺栓頭（或螺母端加墊片）與墊圈間之縫隙時，既表示墊圈壟起凸塊之變形達到所需之量，亦即螺栓預拉力達到設計值。
- (2) 直接張力指示器，為進口材料，台灣代理商僅有少量存貨，爰需提前採購、送審，預留進口時間。
- (3) 直接張力指示器應符合 ASTM F959 之規定。經查國內試驗室並無依 ASTM F959 試驗直接張力指示器之 TAF 認證項目，且僅有台北 SGS 試驗室有相關經驗。
- (4) 史奎特® 直接張力指示器 於 1996 年取得專利，在凸塊背面的凹槽內填入軟性橘色矽利康膠並有一排出溝槽如圖 6 反面所示。當墊圈的壟起凸塊被逐漸壓扁時凹槽內的橘色矽利康膠沿著溝



圖 6 直接張力指示器

槽排出呈現在張力指示器的四周，使得張力指示器的變形量確認及檢驗目視即可得知。

- (5) 本工程針對直接張力指示器於螺栓鎖固後須展現之效能，於現地進行螺栓試鎖，依據 ASTM F959-17a 附錄規定以 A325 高張力螺栓最小預拉值 (螺栓最低抗拉強度的 70%) 再加 10% 為試鎖校準值，以檢視直接張力指示器是否能準確判別螺栓設計接合張力值達標準以上。
- (6) 經試鎖達預定扭力值時，發現華司墊片與直接張力指示器凸塊已一起壓縮密合 (如圖 7)，惟矽膠仍無法擠出，經檢討應為鍍鋅華司之硬度較低，熱浸鍍鋅墊圈需特別處理，經採用硬度較高之墊圈，鍍完後硬度仍在 38 以上，搭配直接張力指示器測試，橘色矽膠可順利擠出，顯示直接張力指示器之功能正常。
- (7) 檢討本案除檢視史奎特® 直接張力指示器橘色矽膠是否擠出外，另可採用原廠建議之 0.015”(0.38mm) 縫隙厚度規，檢視張力指示器凸塊是否密合。再輔以扭力扳手隨機檢測螺栓扭力值之方式複測，確保能符合鎖固扭力需求。(詳圖 7 及圖 8)

4. 鋼構柱之吊裝與接合

鋼構柱之吊裝組立，固定工法採用無鋼索吊裝工法 (ACE-UP 工法) 施作吊裝固定，以增加吊裝之安全。茲介紹該工法如后。



圖 7 直接張力指示器組螺栓，扭力鎖固驗證，華司壓縮



圖 8 螺栓現場鎖固及查驗

ACE-UP 工法無需使用防止傾倒及調整垂直度之鋼索，利用夾具將上、下節鋼構柱鎖固後柱即可自立，避免在安裝鋼梁時與鋼索衝突產生危險，另因減少鋼索工序，吊車可快速進行下一支鋼構柱吊裝加速工進，其具有導向功能（早期鬆解起重機）、傾倒防止、柱位偏差調整、垂直度調整、水準高程調整等功能。（詳圖 9～圖 11）

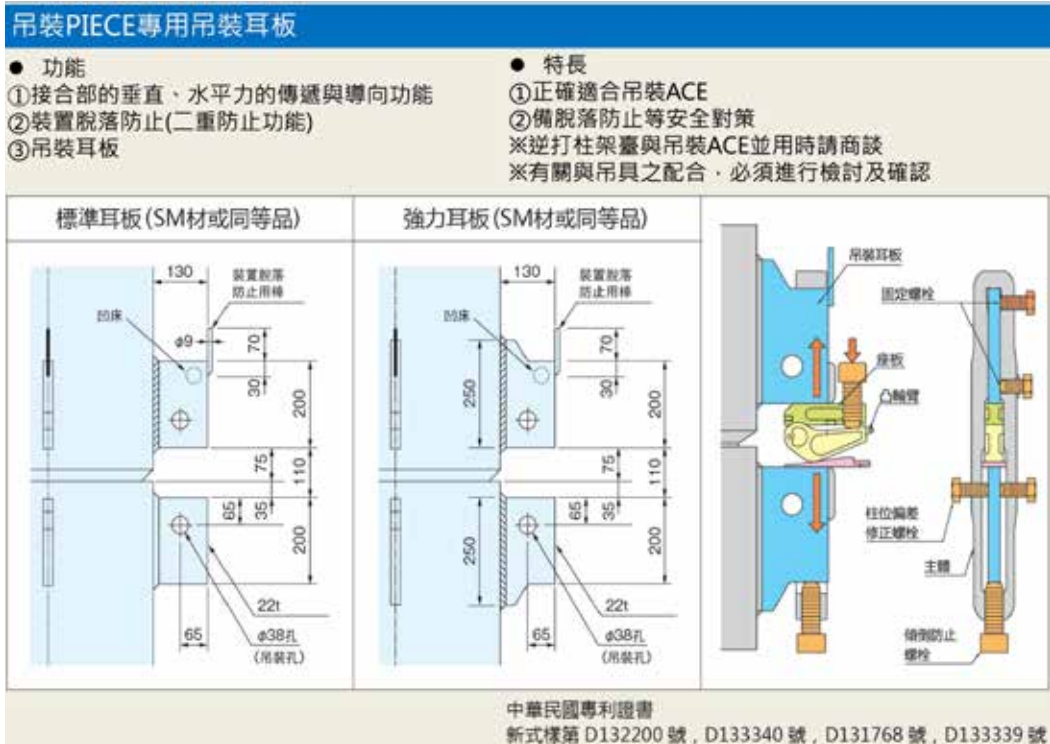


圖 9 吊裝夾具及耳板配置示意圖



圖 10 鋼構柱吊裝續接



圖 11 ACE-UP 夾具鎖固

本案於鋼構製造規劃即選用此工法，依據結構圖之鋼柱分節長度、尺寸與重量，自鋼構廠繪製製造圖之前開始，由吊裝夾具產品供應商，計算所需承受之垂直載重，及可能發生之風力與地震力，以決定吊裝耳板強度，提供資料給鋼構廠繪製製造圖，以便工廠鋼柱製造時，將吊裝耳板銲於鋼柱上。鋼構柱吊裝時先用水準尺初步檢測垂直度後鎖固，再藉由板手調整四面夾具之上、下螺栓可控制鋼構柱之垂直、水平及高度，以達到本工程之精度要求(鋼構柱垂直度 $<L/1000$ 、相鄰四支鋼柱頂板中心內柱對角線距差 $<3\text{mm}$ ，外柱對角線距差 $<6\text{mm}$ 、相鄰柱頂高度差 $<3\text{mm}$)，藉此工法避免柱位校正調整修正之高風險作業，大量減少勞工高空作業時間。

5. 工地電銲作業

(1) 電銲準備工作：電銲作業中應就下列項目管理檢查

- ① 銲接程序：廠商應提送銲接程序書，並依核定程序書辦理。
- ② 電銲工之資格：提送銲工名冊，於工地進行銲工考試(詳圖 12)，檢查銲工工藝。

(2) 工地電銲方式(詳圖 13、圖 14)

- ① 本工程工地電銲採用包藥銲線(FACW)或金屬電弧銲接方式銲接。銲線須合乎 AWS A5.20 之規定為高張力鋼銲線，合乎



圖 12 銲工考試



圖 13 鋼構柱銲接



圖 14 鋼構梁銲接



圖 15 鋼構梁銲接 UT 檢測

E70XX 或 E71T 等級。並以保護氣體 (CO₂) 為遮護效果，其流量每分鐘約需 15~20 公升。

- ② 銲接時電流設定為直流正極 DCEP/220~300A，電壓約為 26~32V。
- ③ 工地電銲必須有適度的防風措施，鋼柱電銲時應有防風架，以維護品質。

(3) 起收弧工法及銲道間隙處理

- ① 本案梁柱接頭 T 接銲道，為避免高樓切除起收弧板，造成工安及成本遽增，將以銅導塊架設於兩側，進行電銲。如遇鋼梁單邊與柱邊切齊時，則採用平面之陶瓷襯板，背襯板保留，不予切除。

②根部間隙 $> 5\text{mm}$ ，如經校正調整後，使銲道根部間隙 $< 5\text{mm}$ 時，於電銲前先行以碳晶棒吹蝕方式，將開槽面依 30° 剷修至間隙 $> 5\text{mm}$ ，再行電銲。

(4) 銲接檢驗頻率

①所有銲道應做 100% 目視檢查。

②開槽電銲應作 N.D.T(U.T) 檢驗並提送 100% 檢驗報告。(詳圖 15)



圖 16 2022/1/30 工地施工現況照片

三、鋼結構廠房熱浸鍍鋅施工品質管理

本廠房工程案例為台中港工業專業區 II 灰塘區之煤倉主廠房在建工程，為寬 112 公尺，總長度 400 公尺的山型鋼構廠房(圖 17)，施作廠商為山發營造股份有限公司及俐煒機械工程有限公司，熱浸鍍鋅廠商為臺鍍科技股份有限公司及物格股份有限公司。



圖 17 煤倉主體鋼構工程

由於工程基地隔著馬路對面即是卸煤碼頭，緊臨海邊，且臨近地區皆為工業用地，依據 ISO 12944-2 腐蝕環境分類，屬於 C4(高) ~ C5(非常高) 腐蝕環境，故綜合考量經濟性、工期、維護等，鋼構造最終採取熱浸鍍鋅作為本工程之防蝕方案。

表 2 大氣腐蝕分類表

Table 1 – Atmospheric-corrosivity categories and examples of typical environments						
Corrosivity category	Mass loss per unit surface/thickness loss (after first year of exposure)				Examples of typical environments (informative only)	
	Low-carbon steel		Zinc		Exterior	Interior
	Mass loss g/m ²	Thickness loss μm	Mass loss g/m ²	Thickness loss μm		
C1 very low	≤10	≤1.3	≤0.7	≤0.1	-	Heated buildings with clean atmospheres, e.g. offices, shops, schools, hotels
C2 low	>10 to 200	>1.3 to 25	>0.7 to 5	>0.1 to 0.7	Atmospheres with low level of pollution : mostly rural areas	Unheated buildings where condensation can occur, e.g. depots, sports halls
C3 medium	>200 to 400	>25 to 50	>5 to 15	>0.7 to 2.1	Urban and industrial atmospheres, moderate sulfur dioxide pollution; coastal areas with low salinity	Production rooms with high humidity and some air pollution, e.g. food-processing plants, laundries, breweries, dairies
C4 high	>400 to 650	>50 to 80	>15 to 30	>2.1 to 4.2	Industrial areas and coastal areas with moderate salinity	Chemical plants, swimming pools, coastal ship and boatyards
C5 very high	>650 to 1500	>80 to 200	>30 to 60	>4.2 to 8.4	Industrial areas with high humidity and aggressive atmosphere and coastal areas with high salinity	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution
CX Extreme	>1500 to 5500	>200 to 700	>60 to 180	>8.4 to 25	Offshore areas with high salinity and industrial areas with extreme humidity and aggressive atmosphere and subtropical and tropical atmospheres	Industrial areas with extreme humidity and aggressive atmosphere

Note The loss values used for the corrosivity categories are identical to those given in ISO 9223

關於本案之熱浸鍍鋅品質管制，可分為設計、施作至品質檢驗、品質管理幾個部分，分別說明如下。

(一) 熱浸鍍鋅之設計

本工程在設計針對幾個影響整體熱浸鍍鋅鋼材品質的問題，以及解決方案說明如下。

1. 鍍鋅鋼材銲接產生銲縫氣孔缺陷

由於鋼材鍍鋅層在銲接時 787° C 便開始熔融為鋅液，1663° C 沸騰為氣體，而鋼材的熔點則為 1500° C 左右，熔池溫度約

1800°C，所以這些氣體若未成功使其溢散，部分將伴隨捲入鋼材熔池形成氣孔，甚至產生裂縫。故鍍鋅鋼材若要銲接需更細膩之銲接工藝及更高檢查頻率來把關，或者乾脆將銲道的鍍鋅層徹底磨除再來施作銲接。本工程之設計階段考量銲接問題，除在結構本體全數採螺栓接合避免銲接之使用外，另外由於本工程案例之鋼構上方設有輸煤設備，故另外設置設備基座並開設槽孔(圖 18)，以提供設備裝設時能夠調整至其要求精度，避免結構與設備互制無法匹配，欄杆等附屬設施等亦皆採用模組化施工，不進行現場銲接。(圖 19)



圖 18 設備基座



圖 19 欄杆模組

2. 電位差導致之異金屬腐蝕

電位差腐蝕又稱為加凡尼腐蝕 (Galvanic corrosion)，因金屬活性不同產生電位差，加速腐蝕電流流向，而不鏽鋼屬於較不活潑者，鋅、鋁、鋼屬於較為活潑者，故本工程在屋牆面大範圍面積之鎖固，係採用電鍍鋅螺身，不鏽鋼帽之自攻螺絲，與浪板之間並以 EPDM 不導電絕緣墊片隔離 (圖 20)，以避免不鏽鋼螺絲加速屋牆面及鋼構本體之腐蝕。

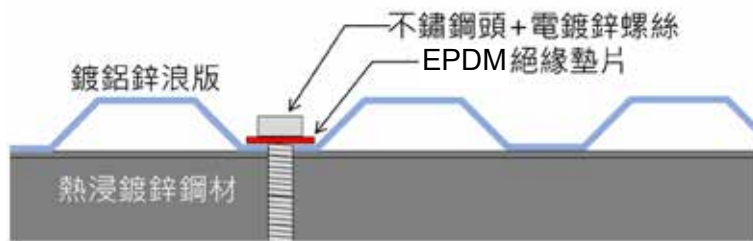


圖 20 熱浸鍍鋅屋牆面鎖固示意圖

3. 鍍層厚度設計

依據 ASTM A123 規定，鍍膜厚度會隨鋼材厚度變化 (表 3~4)，而設計上為求簡化常採單一膜厚設計。雖實務上因熱軋鋼材及鋼板厚度通常大於 6mm，所以產生疑義機會不大，但在過往案例中，仍聽聞有 6mm 以下鋼材之鍍鋅案例，因鍍層膜厚與監造者產生認知差異。而本案因使用之鋼料厚度多樣且變化大，為避免困擾，故本工程之膜厚設計採 ASTM A123 厚度等級規定辦理。

表 3 鋼材種類與鍍層厚度等級表

材料種類 in(mm)	1/16 以下 (1.6)	1/16~1/8(3.2) 以下	1/8~3/16 (4.8)	3/16 以上 ~1/4 (6.4) 以下	1/4 以上 (6/4)
結構構件	45	65	75	85	100
鋼板	45	65	75	85	100
鋼管	45	45	75	75	75
鋼線	35	50	60	65	80

表 4 鍍層厚度等級對應表

厚度等級	Mils	Oz/ft ²	μm	g/m ²
35	1.4	0.8	35	245
45	1.8	1.0	45	320
50	2.0	1.2	50	355
55	2.2	1.3	55	390
60	2.4	1.4	60	425
65	2.6	1.5	65	460
75	3.0	1.7	75	530
80	3.1	1.9	80	565
85	3.3	2.0	85	600
100	3.9	2.3	100	705

4. 鍍層構件尺寸訂定

設計時應詳加考量並調查案場臨近鍍鋅廠商之鍍鋅槽尺寸是否可容納設計之構件，而鍍鋅槽尺寸並非實際可容納尺寸，故構件設計時應保留一定餘裕，以免發生構件雖尺寸小於槽標稱尺寸，卻無法容納施作問題。因鍍鋅槽內部有加熱器，故長度應保留前後各 50cm，寬度考量碰撞接觸為 5cm 以上，高度則保持 30cm 以上餘裕以完全浸置。

(二) 熱浸鍍鋅之施作流程

鍍鋅之步驟繁多，係因構材加工出廠至排隊鍍鋅過程多已經氧化反應，運送過程也會有沾付殘留附著物，不論氧化層、油膜、塗層、砂塵雜物都會影響鍍鋅品質，故需加以多道前置處理才能取得良好之鍍層效果，以下針對鍍鋅施作流程及其細節說明如下。

前置作業 → 脫脂 → 水洗 → 酸洗 → 水洗 → FLUX → 鍍鋅 → 冷卻 → 後處理

1. 前置作業：前處理主要為構件吊掛的前置處理，如在吊掛孔綁上鐵絲及麻繩，若為鐵板、角鐵、圓管等細構件，則會置放於吊具中。有置具者則構材不需吊掛孔。



圖 21 細構件置具 (照片物格公司提供)

2. 脫脂：鹼洗槽主要目的在將構件上的防鏽油、脫模劑等會影響酸洗除鏽之油膜或汙染物去除，成分為 5%NaOH+ 介面活性劑，但 NESS(防鏽塗層)無法在此槽中去除，浸泡時間約 10 分鐘，如有 NESS 之構件 (特別是進口材) 須於噴砂場把 NESS 噴除再進場。

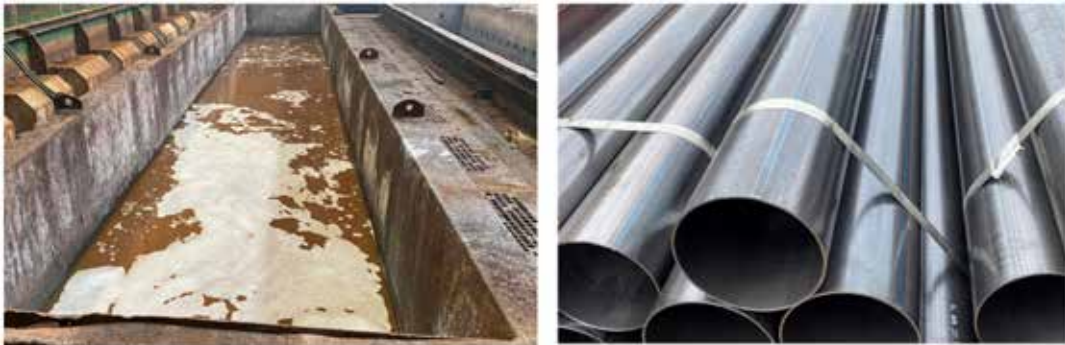


圖 22 鹼洗脫脂槽 (照片為物格公司提供)

3. 酸洗：酸洗主要去除氧化層級鐵鏽，成分為 12%HCl+ 腐蝕抑制劑，浸泡時間視構件狀況而定，時間約 20~40 分鐘左右。



圖 23 酸洗槽 (照片為物格公司提供)

4. 助鍍劑 FLUX 浸泡：顧名思義為增加鍍鋅附著力的藥劑，成分為氯化鋅 + 氯化銨，並可短時間防止生鏽，浸泡一下即可馬上拉起進入鍍鋅前準備。
5. 鍍鋅：鍍鋅槽溫度 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，鍍鋅槽含有熔融鋅液，並定時投入高純鋅塊，超大構件於置入前應妥善規劃浸入角度及方向，以適當速度置入後浸泡適當時間取出，利用浸泡時間控制其鍍鋅量。
6. 冷卻：以熱水冷卻構件，稍作浸泡即可吊起，易變形者應考慮用空冷。



圖 24 冷卻槽 (照片為物格公司提供)

7. 後處理：從生產線出來的構件會將不平整表面拋光打磨並補上高鋅漆，之後包裝出貨。

(三) 熱浸鍍鋅之品質檢驗

熱浸鍍鋅之防鏽原理，係藉由鍍鋅層之氧化犧牲來取代底材鋼構之腐蝕，故其附著量越高壽命越長，為確保鍍鋅層厚度是否符合設計標準，則需透過試驗方式得知。主要的試驗項目及方法係依據 CNS10007『鋼鐵之熱浸鍍鋅』及 CNS1247『熱浸鍍鋅檢驗法』之相關規定辦理，本工程檢試驗主要要求之性質之試驗方式如下。

1. 鍍鋅層附著量檢驗：鍍鋅層之厚度應符合設計要求，其試驗係採間接法，以試驗液溶解去除試片鍍鋅層，由溶解前後質量之減少，求得鍍鋅附著量。



圖 25 鍍鋅層附著量檢驗

2. 鍍鋅層均勻性檢驗：除厚度外，應試驗確保鍍鋅層是否均勻，而非集中在一處，均勻性係將鍍鋅試片在硫酸銅溶液浸泡，並依 CNS10007 規定之次數進行試驗，以目視觀察試片表面是否析出銅為判定。
3. 鍍鋅層附著性檢驗：此檢驗係為要求塗層具一定強度抵抗剝落，若附著性不佳導致鍍鋅脫落，將無法持續保護底材。試驗係採槌擊試驗，以槌擊試驗裝置槌擊後觀察有無龜裂或剝離。



圖 26 鍍鋅層均勻性檢驗



圖 27 鍍鋅層附著性檢驗

4. 膜厚現場檢驗：於現場採磁性式膜厚計進行膜厚檢查



圖 28 膜厚計檢驗

(四) 熱浸鍍鋅之品質管理

在國內相較油漆等防蝕塗裝方式，熱浸鍍鋅屬造價相對高之防蝕方案，為取得對應品質，現場監造作業需加以把關，以免花了錢卻得不到對應效果。故除了品質之確保外，亦須要求廠商謹守施工規定。對於熱浸鍍鋅構材之現場品質管理，分為下列幾點要求。

1. 構材保存置放：鍍鋅雖為優秀防蝕措施，但無法抵抗不正常之腐蝕狀況，例如長時間積水、異材質電位差等，故鋼材之置放應置於墊材上方，不得隨地放置，亦不得隨意置放不鏽鋼或其他金屬材質於鍍鋅構材上。



圖 29 鋼材置放

2. 構材不得任意切割銲接：鋼材到現場幾乎沒有切割之可能，較常發生者，為屋牆面浪板，故以本場鍍鋅浪板現場之裁剪為例，不得採用砂輪機切割，會將切口附近鍍層及塗層大面積摧毀，需用具有利刃之專用電剪或手動剪，使切口裁切整齊。銲接之部分，因考量鍍鋅銲接需較高銲接工藝及規劃，且現場位於海邊施作變數多，包括風速、砂塵等環境因素難以掌握，故除另有計畫者（本案場卸煤機鋼軌因線型精度考量，其基板扣件需採現場銲接方式辦理，將鋼梁表面鍍層磨除後銲接，外露鋼材銲接後補漆），其餘原則上禁止現場銲接作業。
3. 鍍鋅層保護：吊裝過程事先規劃並提供施工吊裝計畫，避免吊裝過程發生碰撞，若發生鍍層碰撞脫落，應施以高鋅漆修復，修復漆之純鋅含量應達 90% 以上，膜厚應達原鍍鋅層厚度。
4. 防蝕螺栓施工規定：本工程採 S10T 烘覆型鍍鋅酪酸鹽高強度螺栓，因螺栓採扭力控制型斷尾螺栓，扭斷後防鏽鍍層將消失，而呈現底材外露情形失去防蝕能力，故規定施以 90% 以上高鋅漆修補（圖 31），膜厚為 75 μm 。

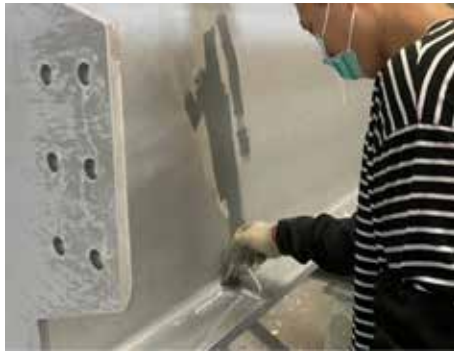


圖 30 高鋅漆修復 (照片為物格公司提供)



圖 31 高強度螺栓高鋅漆修復

四、結論與展望

本文提供二個不同鋼結構型式的在建工程案例，目前一個竣工，一個仍在施工中，預計 2024 年完工，對於防蝕措施的考量及應用，係依照所處之環境條件、結構特性、防蝕材料的耐用年限、維修困難性、施工性及經濟性等加以適當評估後，選擇合適之表面防蝕處理方式，鳳山車站開發大樓室外外露鋼材，甚至採用熱浸鍍鋅再加塗裝系統之雙重防蝕系統，對於熱浸鍍鋅設計、施工、品質管理，熱浸鍍鋅後再加塗裝施工的作法提供實務經驗，希望有助於鋼結構工程界在耐久性設計之參考。

永續發展、淨零碳排、氣候變遷、溫室效應等國際議題，都牽涉到我們的環境、我們的生活，因此國內相關工程建設從規劃、設計、施工



圖 32 2022/2/18 工地施工現況照片

到營運，都要去探討工程對環境的影響，規劃時對敏感地區環境要能夠迴避、縮小、減輕、補償，對生態的調查、保育、監測等都要落實執行，以及工程設施是否可以採用綠色工法、綠色材料，導入循環經濟的概念，節能、減碳、減廢、保水、耐久、防災、安全等，在建設過程也要重視公民參與、資訊揭露，才能真正落實及符合永續工程建設與發展的精神。

我們只是地球上的一個成員，為了讓後代子孫可以持續在有限的資源環境，滿足未來的生活需求，資源能夠生生不息，我們一定要注意現在建設的同時，注意永續發展議題，努力實現環境保護、經濟成長和永續

發展的目標：「既能滿足我們現今的需求，又不損害子孫後代，能滿足他們的需求的發展模式」。

參考文獻

1. A421 標鳳山車站暨開發大樓新建工程設計圖說第一冊，2020.11。
2. A421 標鳳山車站暨開發大樓新建工程施工技術規範 05081、05124、09910 章，2020.11。
3. ACEUP 無鋼拉索吊裝工法介紹型錄。
4. 熱浸鍍鋅第 74 期 直接張力指示器 (DTIs, Direct Tension Indicators) 使用指引與施工探討，2021.07。
5. ASTM F959/F959M Standard Specification for Compressible-Washer-Type Direct Tension Indicators for Use with Structural Fasteners, Inch and Metric Series.
6. 台中港工業專業區 (II) 灰塘區煤倉及輸煤設施工程設計圖說，2020.02。
7. 台中港工業專業區 (II) 灰塘區煤倉及輸煤設施工程施工技術規範 05062、05181 章，2020.02。
8. ISO 12944-2 : 2017 Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Part 2 : Classification of environments , 2017。
9. 永續發展 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%AF%E6%8C%81%E7%BB%AD%E5%8F%91%E5%B1%95>

石門水庫防淤隧道工程計畫 (第一階段)- 阿姆坪防淤隧道工程

李祐承¹、李開志²

¹ 臺鍍科技股份有限公司 課長

² 臺鍍科技股份有限公司 副總經理



起造單位：經濟部水利署北區水資源局
基本設計：中興工程顧問(股)公司
細部設計：黎明工程顧問(股)公司
監造單位：經濟部水利署北區水資源局
施工單位：中華工程(股)有限公司、三源興(股)公司
鋼構製造：興道企業(股)公司
鍍鋅單位：臺鍍科技(股)公司
鍍鋅總重：約 520 噸

一、計畫緣由

石門水庫於民國 53 年完工，營運至今已逾 50 年，是北部地區關鍵水資源設施。但因集水區地形陡峭、地質軟弱，在颱風暴雨期間強勁雨勢帶來大量泥砂，造成水庫原水高濁度及水庫淤積。特別在民國 93 年艾利颱風重創石門水庫，大量泥砂造成約 2,800 萬立方公尺淤積；石門水庫至今已累計淤積約有 1/3 庫容。

為挽救石門水庫自民國 95 年起推動「石門水庫及其集水區整治計畫」，除上游集水區保育及下游自來水系統改善外，並由水利署北區水資源局於石門水庫進行大改造，包括發電鋼管改為排砂隧道、新建分層取水工及中庄調整池等，這些改造工作雖能克服原水高濁度的影響，但對於淤積問題則是效能有限。

為完善處理石門水庫泥砂問題，水利署北區水資源局規劃了兩條防淤隧道：阿姆坪（第一階段）及大灣坪案（第二階段）。考量配合石門水庫營運及隧道施工可行性，決定優先推動阿姆坪案。於 103 年 9 月奉行政院核定，106 年 7 月配合前瞻基礎建設計畫，納入其中的水環境建設計畫。

二、工程概要

- (一) 主線工程 - 進水口段 (80 公尺)、隧道段 (3702.2 公尺)、出水口段 (83 公尺)，主線全長 4486.5 公尺。
- (二) 附屬工程 - 通達道路、橫坑、淤泥貯留設施及新建大漢溪堤防。(本次介紹工程為沖淤池維修走道鋼梁，如圖 1)

三、防蝕設計

因該環境濕度高，故對防蝕相當重視，而本工程中沖淤池維修走道鋼梁，主結構 H 型鋼鉸採用 SN400B 鋼材，如圖 2、圖 3 所示，加工完



圖 1 地理位置圖 (照片來源經濟部水利署北區水資源局)

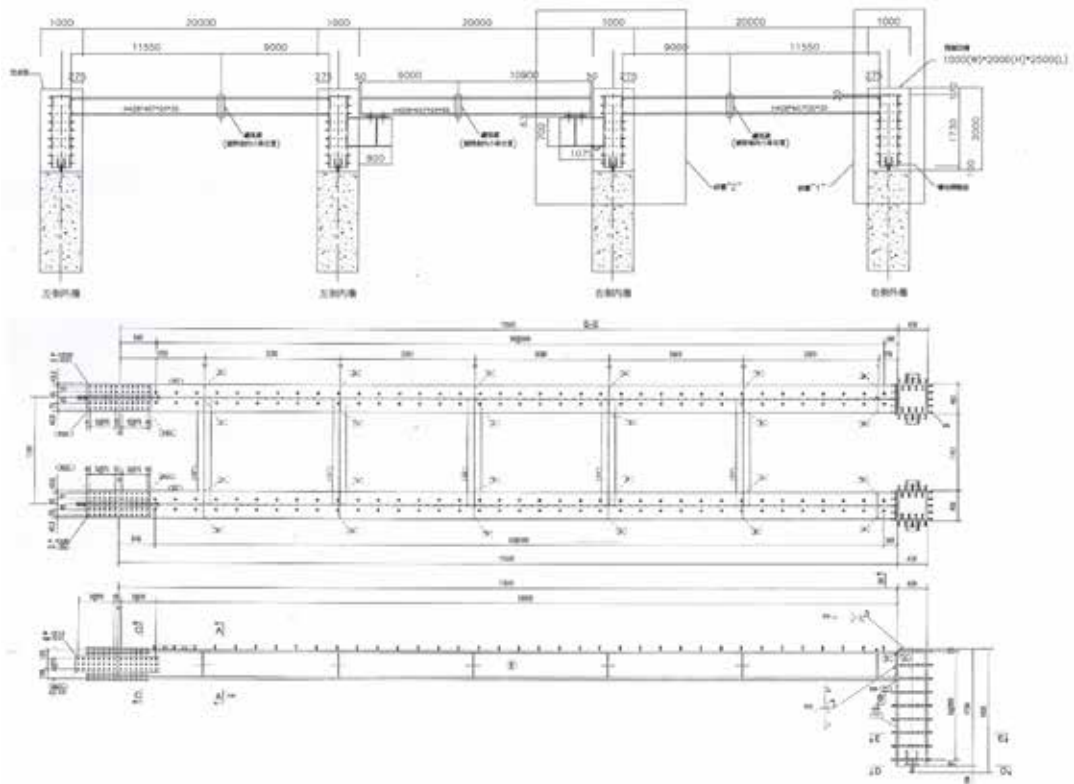


圖 2 沖淤池維修走道示意圖

成後皆作熱浸鍍鋅防蝕處理，如圖 4~圖 6 所示，螺栓部分則採用 A325 高張力熱浸鍍鋅螺栓，經鎖緊後再以扭力扳手檢測，如圖 7~圖 10 所示。維修走道鋼梁吊裝組合，如圖 11~圖 13。

四、結語

本工程之效益，除了提升石門水庫防淤能力、減少水庫淤積、提升水庫排洪能力外，更能延長水庫使用壽命。相對的，在鋼構與螺栓防蝕設計，選用了熱浸鍍鋅防蝕，防蝕效果佳外，還可避免爾後所產生異金屬腐蝕問題，更能減少未來養護維修之費用、增加其使用壽命，實屬最明智的選擇。



圖 3 H 型鋼鋁 428x407x35mmx9m-11.5m 採用 SN400B 鋼材



圖 4 熱浸鍍鋅前，單重約 6.8 噸



圖 5 熱浸鍍鋅



圖 6 因箱型梁為水泥灌漿，故不熱浸鍍鋅，單重約 1.04 噸



圖 7 工地安裝 - 螺栓採用 A325 高張力熱浸鍍鋅螺栓



圖 8 A325 高張力熱浸鍍鋅螺栓



圖 9 螺栓扭力測試



圖 10 螺栓扭力測試



圖 11 工地一隅，因箱型梁為水泥灌漿，故不熱浸鍍鋅



圖 12 吊裝作業



圖 13 吊裝作業



圖 14 空拍圖 (照片來源經濟部水利署北區水資源局)



圖 15 竣工



圖 16 空拍圖 (照片來源經濟部水利署北區水資源局)

熱浸鍍鋅問答集

問題 17. 混凝土中之鋼筋是否適用於熱浸鍍鋅？

答：沿海地區之鋼筋混凝土結構，因易受離子之侵蝕而導致鋼筋銹蝕，鋼筋體積膨脹而使混凝土發生破裂。故大量的以熱鍍鋅鋼筋為防蝕之對策。

採用鍍鋅鋼筋之爭論點係擔心降低與混凝土之握裹力問題，但試驗顯示其握裹力並不比黑皮鋼筋差，且長期使用後，甚至有超越黑皮鋼筋之趨勢。另外，鋼筋之彎曲加工可參考 CNS 14771 標準之規定。

問題 18. 如何使鋼材在熱浸鍍鋅時變形減至最少？變形程度與鋼材形狀有關嗎？

答：鋼鐵製品經熱浸鍍鋅後不易發生變形，只要變形程度在容許限度內且不影響其實用性，是可不需變形矯正，視製品之品質需求度而異。發生變形主要在於鋼鐵製品形狀、厚度、尺寸、構造、銲接方法、鍍鋅條件等多項因素，事前要掌握其變形量會有相當困難度。一般，變形發生的趨勢如下：

A. 構造：

左右對稱的構造不易變形，銲接點少者只會發生單純變形，而一般補強構造物變形量少。

B. 銲接方法：

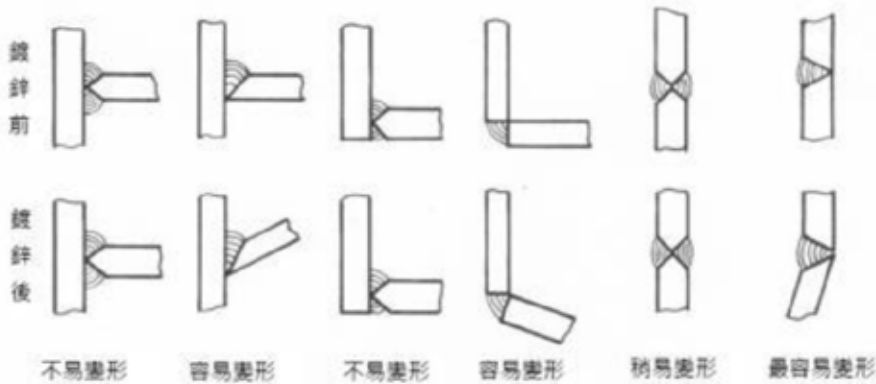
銲接方法如附圖，為其基本方法。但在整體的構造及銲接情況下，也有可能不發生變形。

C. 鋼材之變形：

1、同一形狀者，較厚、較短者較不易變形。

2、同一厚度、長度，依平板、角鋼、槽鋼、H 型鋼之順序，變形發生漸少。

3、對同一長度鋼管來說，管徑越大越不易變形，但正圓度可能會受影響。



問題 19 熱浸鍍鋅所發生之鋼材變形如何矯正？

答：對於鋼鐵廠生產之各類型鋼因是一次成型之製品，無所謂殘餘應力存在的問題，故單純在熱浸鍍鋅槽浸鍍時無殘餘應力可釋出，無產生變形之問題存在。除非與其他之型鋼或構件銲接接合。

對於經銲接組合之構件，因經銲接程序接合，銲道與兩側構材會有殘餘應力存在，如未經消除殘餘應力而即進行熱浸鍍鋅作業，則於浸鍍鋅槽之高溫下，銲道與兩側構材可能會因釋出殘餘應力而變形。故構件經銲接後，鍍鋅前於兩側應以乙炔焰熱整形或以油壓機整形消除殘餘應力，以降低熱浸鍍鋅之變形量。

如經以上程序後仍有微量變形者，得借由油壓工具做不損及鍍鋅層之整形處理。否則應在熱浸鍍鋅前在大的口部位先預設臨時固定構架，預防其變形。

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	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	112.01.15
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	112.01.15
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	112.01.15
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	112.05.15
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	112.05.23
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	112.06.15
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	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	工業技術研究院正工程師

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

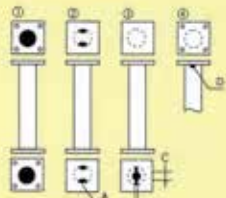
中空之製品，有密閉和未密閉空氣流通之構造物，鍍液在(440℃)之密度約6.7g/cm³，鍍液在此時浮力最大，所以結構物無法作業。

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」鍍件會發生破裂，碎片可能會飛到人員身上，而造成工作人員之危險。

管件加工品

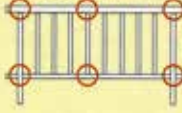
管件的加工品



- ①：最好精確均釋放。
- ②③：切管大小面積30%以上開放，直徑如果未達到76mm以下，則必須釋放45%以上。
- ④：②及③狀況時，則在本層180°之位置切角切角之方法：
有：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



每一轉角部位，須有預留孔



預留孔應可能的在轉角內側，依直徑之大小預留孔8~30*，孔徑之大小=直徑×0.25，最低以8#以上。

立體的加工品

立體與平面加工部份，和這均應預留孔



預留孔應可能的在轉角內側，依直徑之大小預留孔8~30*，孔徑之大小=直徑×0.25，最低以8#以上。

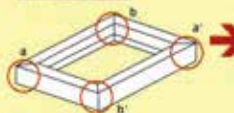
型鋼加工品

工型鋼加工品



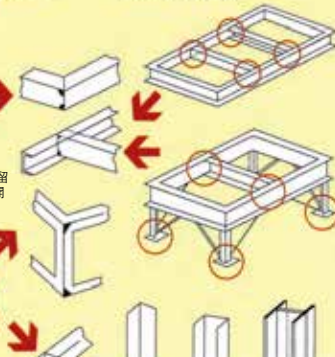
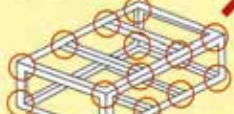
鋼板加緊切角之大小為15R~35R左右(僅限於H=100~H=300之型鋼)

平面的加工品



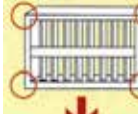
上面之例，在每一轉角處，因會積留空氣各銹液，故在a-a和b-b'之處開通氣孔。

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

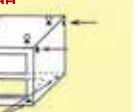
下層角兩側預留孔之例



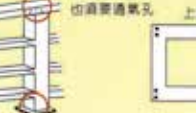
左側角仍應預留孔



各層組合部位預留孔位置之例



組合部位內部也須預留孔



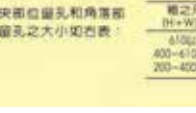
上層之底層預留孔位置



另一方法



各層密封處預留孔位置之例



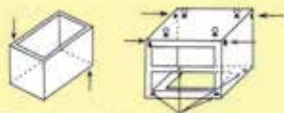
重疊接合的製品

點銲時，銲接部位的縫隙，鍍液，會因水份滲入，而在熱浸鍍鋅時產生滲不上，銹水會溢出表面現象，且更會因所含之水份而造成爆炸之現象，致使銲接部位因而產生裂縫。

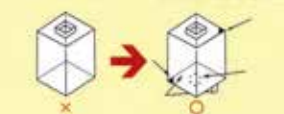
所以平面的接合部位，必須清除全部的水氣，而以全周銲接合，另外重疊二片鋼板之接合時，如因不同厚度之鋼板，銲接後可能會發生變形，龜裂之現象。



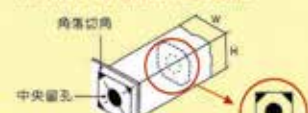
角箱和桶類之製品



視箱之大小，決定預留孔孔徑，數量，大小之不同；另須預留吊耳，以和熱浸鍍鋅之作業



管徑內有補強板之製品



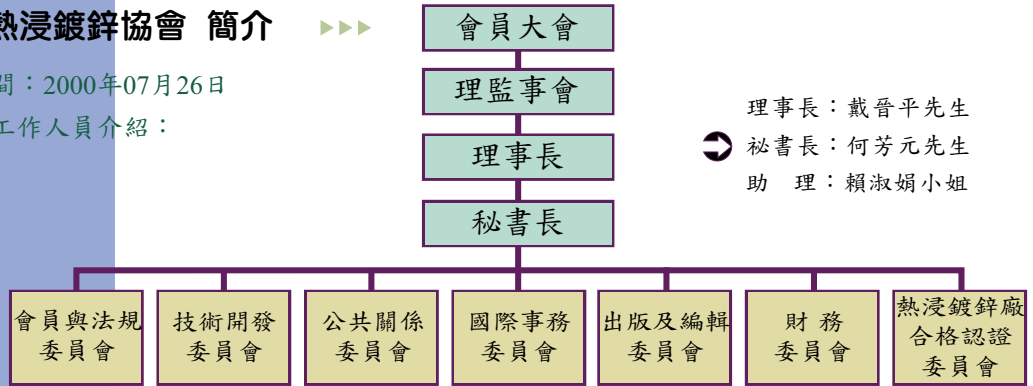
中央預留孔和角部預留孔之大小如右表：

補強板之尺寸(H×W)	中央孔和切角孔之直徑%
400以上	25以上
400-400不敷	30以上
200-400不敷	40以上

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：



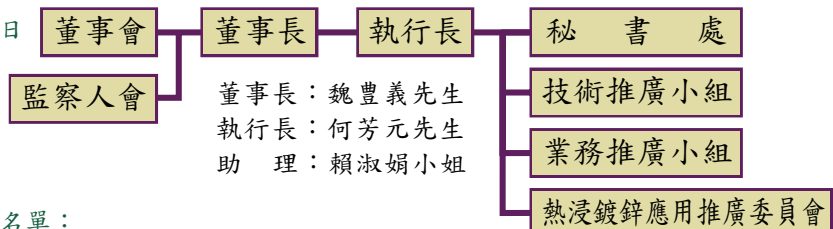
理事長：戴晉平先生
秘書長：何芳元先生
助理：賴淑娟小姐

三、第八屆理監事名單：

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	戴晉平	理事長	8	石磊	理事	15	張文川	理事	22	李文隆	監事
2	蕭勝彥	常務理事	9	李家順	理事	16	廖肇昌	候補理事	23	楊聰仁	監事
3	陳麒文	常務理事	10	王慶一	理事	17	林曜滄	候補理事	24	楊松隆	監事
4	梁銘倫	常務理事	11	彭振聲	理事	18	羅俊雄	候補理事	25	葉乙平	監事
5	鄭錦榮	常務理事	12	許皇義	理事	19	陳益勝	候補理事	26	楊木榮	候補監事
6	施漢章	理事	13	吳福祥	理事	20	黃文忠	候補理事	27	鄭添富	榮譽理事長
7	鄭旭成	理事	14	邱琳濱	理事	21	魏豐義	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

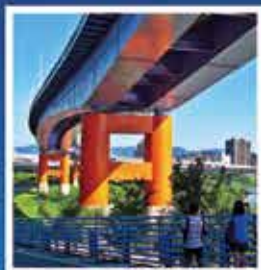
三、第十一屆董事（監察人）名單：

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：806026 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>

Email: 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、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。

現代營建雜誌社

電話：(02)2551-8906

傳真：(02)2571-9333

郵撥帳號：01510899

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。

2023訂戶預繳報費優惠專案



【莊園級/呼叫咖啡】

呼叫咖啡是來自雲山山脈，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)



【呼叫咖啡】 浸泡式咖啡(中度烘焙)

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

高雄市岡山區嘉新東路2號
NO.2 Chiahsin East Road, Kangsnan Kaohsiung Taiwan
TEL : (07)6226978 FAX : (07)6221774



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)

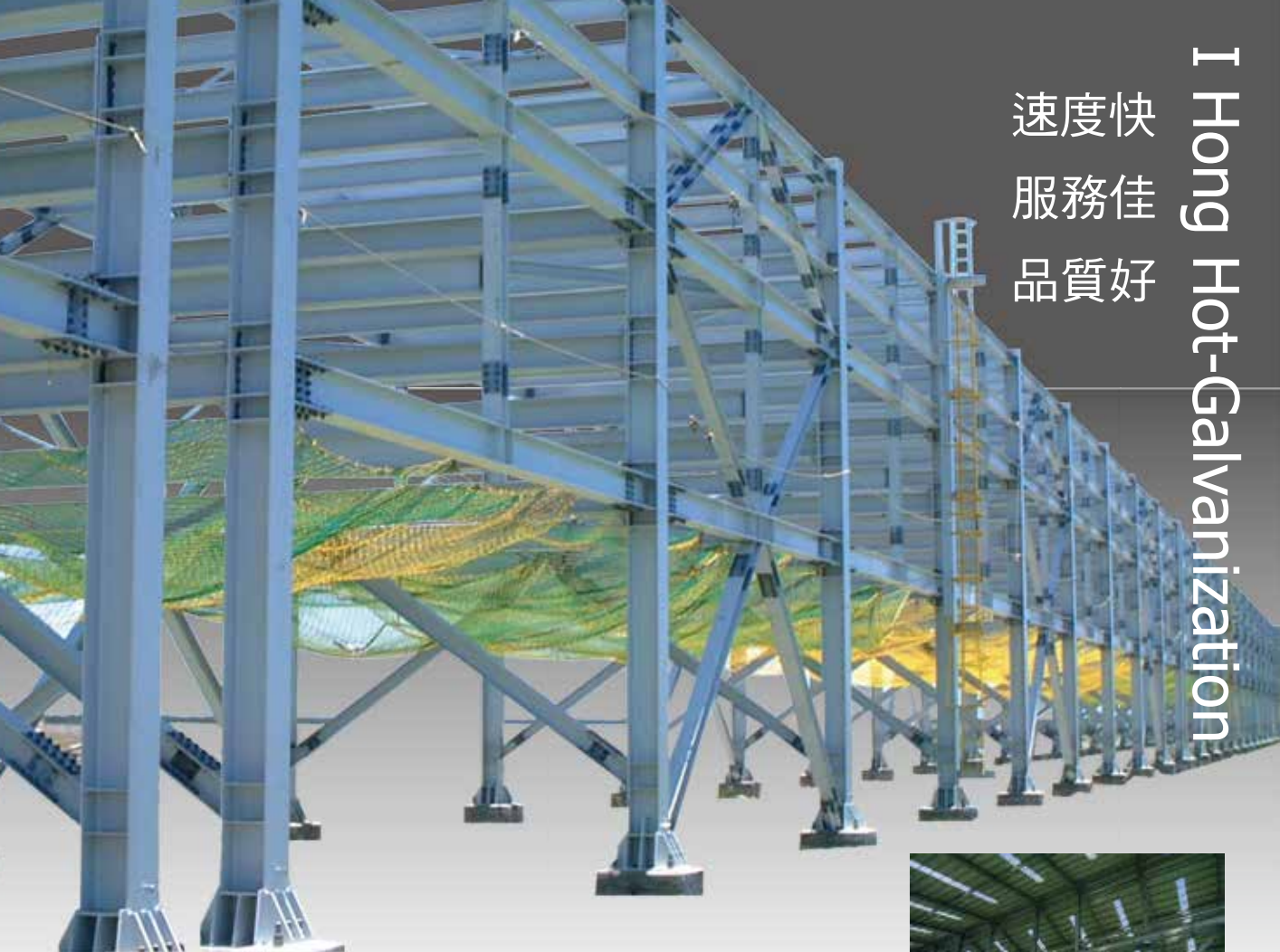
最大載重能力：30噸

- 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。

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

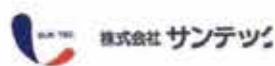
服務項目

- 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 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