

熱浸鍍鋅鋼材的上漆性研究

魏豐義* 譯

摘 要

上漆的熱浸鍍鋅鋼材以鹽霧加速腐蝕試驗顯示乙稀樹脂和氯化橡膠漆對此鋼材有最好的黏附性，環氧樹脂在經適當前處理的熱浸鍍鋅鋼材上也有好的黏附性。T-wash 是最好的前處理，而一些類似之處理亦有良好的表現。對 Technigalva 和 GOB 鍍鋅層施以良好的前處理，均會有良好的上漆附性，前處理前先進行大氣曝露，在此已被證明是不需要的；同時環氧樹脂和氯化橡膠漆中含雲母狀的氧化鐵含量也不必加以考慮，其不會對漆層產生不良的影響，因此較淺色的面漆亦能安全的被使用。上漆之前處理及又經曝露再上漆是否會影響長期的耐候性，則正在被作進步之研究中。

一、前 言

最近熱浸鍍鋅再加上漆處理被認為是相當具經濟效益之保護鋼材的方法，尤其是要使用壽命長者。雖然此一作法有相當好處，可是大部份的工程人員均認為上漆不易，而這又是一個事實，因此就須先進行上漆前處理。選擇適當的漆料和前處理是造成好的上漆性之主要因素。在 BNF 公司即在進行此方面之研究，並完成了三個階段的試驗，現分述如下：

二、熱浸鍍鋅製程、前處理和漆的種類對漆黏附性的效應

1. 實驗過程

厚度為 3mm 之含 0.03% Si 熱軋鋼片（成份如表1所示），經切成 $200 \times 150 \text{mm}^2$ 小後，於含鉛和 0.04% 鋁的鋅液中熱浸出典型的熱浸鍍鋅鋼片 (GOB)，鍍層厚度

為 $80 \pm 5 \mu\text{m}$ ，熱浸後立即經下列一種處理 (a) 空冷；(b) 水淬；(c) 磷酸鹽浴急冷，此用 Adrox Pyrene 公司出品之 Galvobond Q solution，經此處理後，在 110°C 的爐子保持 15 分鐘，以去除殘餘吸附的水氣。

大氣曝露試驗分別在海洋和工業性氣候之地區進行，試片均是經空冷或在鉻酸溶液處理，以避免白銹的生成。Galvobond Q

表 1 西方鍍鋅業採用之鋅液成份 (wt%)

Fe	0.03
Si	<0.005
Mg	<0.001
Cu	0.11
Pb	1.1
Sn	0.07
As	<0.005
Cd	0.003
Al	0.004

* 中鋼公司研究發展處

溶液急冷之試片直接上漆，其它的試片則經清洗劑清洗，再以水清洗，然後進行下列之一種處理，

(a)Etch primer：此為 W&J Leigh & Co 的產品，會產生淡綠色的塗膜，養治 20 小時後，才上漆。

(b)T-wash：此為廣被採用之含銅磷酸鹽處理，亦為 W&J Leigh & Co 的產品，這是刷在鍍鋅鋼材上，再於 20°C 下經 3~4 小時的反應和乾燥。然後上漆。

(c)Galvobond Z：這是 Adrox Pyrene 公司產品，類似 Galvobond Q，其會使鍍鋅表面生成細的晶粒狀磷酸鋅膜，但其不含銅，可避免 Cu/Zn 產生伽凡尼腐蝕。此亦採用塗刷的方式，並在 20°C 下保持 3~4 小時，以進行反應和乾燥再上漆。此產品經稀釋一半來使用最恰當，若未稀釋，則會生成鬆脫的白色粉末於試片表面上。

少部份試片未經上述之任何處理，即上漆。所用之漆類有肆種：環氧樹脂，乙稀基 (Vinyl)，氯化橡膠和醇酸 (Alkyd) 樹脂漆料，其含有之固體量分別為 60%，40%，38%和 55%。所有的塗漆層均允許經 7 天的養生。油漆之乾膜厚度控制在 100~125 μ m。上漆採用無空氣式噴漆，所有漆料均含有雲母狀的氧化鐵顏料，顏色均為黑色。漆膜對熱浸鍍鋅鋼材的黏附性以加速腐蝕和實際曝露試驗來評估。實際曝露試驗於 Avonmouth 進行，其氣氛含有從礦冶工業來的污染和海洋特性，試片均劃一叉形；另有一片依 BS 3900 進行黏附試驗；曝露時，試片和地面成 45° 且面對南方。加速腐蝕試驗，以鹽水噴霧行之，循環試驗之條件設定如下：

(a)16 小時曝露於由含 0.41% 硫酸胺和 0.031% 氯化鈉溶液噴出之鹽霧中。

(b)在室溫下經 2 小時的乾燥。

(c)在 -10°C 保持 4 小時。

(d)在室溫下保持 2 小時。

試驗中，試片以旋轉方式保持試驗之均一性，且於上漆後 19 天，才開始進行此試驗，經 25 次循環，即 600 小時後以 BS 3900 進行黏附性評估。

2.結果和討論

實驗結果整理於表 2~5。一般而言，醇酸樹脂漆劣於其它漆料，因它會和鋅產生鹼化作用 (Saponification reaction)，使得漆層分離；然而它卻也成為其它漆料好壞的比較基準，另外亦可清楚的比較出何種前處理較佳，對 Etch primer 之處理效果依鋅層表面狀況而定，對經水淬處理之鍍鋅鋼材有好的黏附性，但對空冷者則黏附性較差，此對所有漆料都有此現象，尤其是醇酸和環氧樹脂漆料。這可能是空冷會生成一較厚的氧化膜，阻此 Etch primer 和鋅反應所致。對水淬和鉻酸急冷之鍍鋅鋼材，Etch primer 均有助於產生很好的黏附性，因表面氧化膜薄；此被建議若使用 Etch primer，表面的清淨度和氧化膜厚度就變得很重要。利用 Galvobond Q 和 Z 進行之磷酸鹽前處理對醇酸樹脂漆料可得好的黏附性，但仍以傳統的 T-wash 處理可得最佳之黏附，但經 T-wash 處理的試片，有較嚴重對鋅腐蝕的情形發生，改以未含銅的 Galvobond Z 則不會發生。此 T-wash 造成對抗腐蝕性反效果的情形在加速實驗中可被明顯觀察到，但在實際曝露中卻不易發覺，可能是生成的白色鋅腐蝕生成物已被雨水沖走，因此需較長的試驗時間才可被偵測出。然而，因 T-wash 有相當好的黏附性，足以彌補其上述之缺點。

表 2 第一部份以醇酸塗料保護之情形

Surface condition	Pretreatment	Adhesion	Degree of corrosion
Non-weathered			
Phosphate quench	—	Fair	Moderate
Water quench	Etch primer	Fair	Slight
Water quench	—	Very poor	Moderate
Water quench	Galvobond Z	Fair	Slight
Water quench	T-wash	Good	Severe
Air cool	—	Very poor	Moderate
Air cool	Etch primer	Fair	Slight
Air cool	Galvobond Z	Fair	Slight
Air cool	T-wash	Quite good	Severe
Marine weathered			
Chromate quench	—	Very poor	Moderate
Chromate quench	Etch primer	Quite good	Slight
Chromate quench	T-wash	Fair	Severe
Air cool	—	Very poor	Moderate
Air cool	Etch primer	Quite good	Slight
Air cool	Galvobond Z	Fair	Moderate
Air cool	T-wash	Quite good	Severe
Industrially weathered			
Chromate quench	—	Very poor	Slight
Chromate quench	Etch primer	Fair	Slight
Chromate quench	Galvobond Z	Poor	Slight
Chromate quench	T-wash	Quite good	Severe
Air cool	—	Very poor	Slight
Air cool	Etch primer	Poor	Slight
Air cool	Galvobond Z	Good	Moderate
Air cool	T-wash	Good	Severe

表 3 第一部份以環氧樹脂塗料保護之情形

Surface condition	Pretreatment	Adhesion	Degree of corrosion
Non-weathered			
Phosphate quench	—	Fair	None
Water quench	Etch primer	Quite good	None
Water quench	—	Very poor	Slight
Water quench	Galvobond Z	Good	None
Water quench	T-wash	Good	None
Air cool	—	Very poor	Slight
Air cool	Etch primer	Poor	None
Air cool	Galvobond Z	Good	None
Air cool	T-wash	Good	None
Marine weathered			
Chromate quench	—	Very poor	None
Chromate quench	Etch primer	Quite good	None
Chromate quench	Galvo-bond Z	Fair	None
Chromate quench	T-wash	Quite good	1 poor 2 none
Air cool	—	Quite good	None
Air cool	Etch primer	Poor	None
Air cool	Galvobond Z	Fair	None
Air cool	T-wash	Quite good	None
Industrially weathered			
Chromate quench	—	Very poor	None
Chromate quench	Etch primer	Quite good	None
Chromate quench	Galvobond Z	Good	None
Chromate quench	T-wash	Good	None
Air cool	—	Very poor	2 none: 1 slight
Air cool	Etch primer	Quite good	None
Air cool	Galvobond Z	Good	None
Air cool	T-wash	Very good	None

熱 浸 鍍 鋅 鋼 材 的 上 漆 性 研 究

表 4 第一部份以氯化橡膠塗料保護之情形

Surface condition	Pretreatment	Adhesion	Degree of corrosion
Non-weathered			
Phosphate quench	—	Very good (quite good)	None (heavy)
Water quench	Etch primer	Very good (good)	None (moderate)
Water quench	—	Very good (good)	None (slight)
Water quench	Galvobond Z	Very good (quite good)	None (moderate)
Water quench	T-wash	Very good (good)	None (severe)
Air cool	—	Very good (fair)	None (heavy)
Air cool	Etch primer	Very good (quite good)	None (moderate)
Air cool	Galvobond Z	Very good (good)	None (slight)
Air cool	T-wash	Very good	None
Marine weathered			
Chromate quench	—	Good	2 none/1 slight
Chromate quench	Etch primer	Good	None
Chromate quench	Galvobond Z	Very good	None
Air cool	T-wash	Very good	1 none/2 slight
Air cool	—	Very good	None
Air cool	Etch primer	Good	None
Air cool	Galvobond Z	Very good	None
Air cool	T-wash	Very good	1 slight/2 none
Industrially weathered			
Chromate quench	—	Good	1 none/2 slight
Chromate quench	Etch primer	Very good	None
Chromate quench	Galvobond Z	Very good	2 none/1 slight
Chromate quench	T-wash	Very good	2 none/1 slight
Air cool	—	Very good	2 slight/1 none
Air cool	Etch primer	Very good	1 slight/2 none
Air cool	Galvobond Z	Very Good	None
Air cool	T-wash	Very good	1 slight/2 none

表 5 第一部份以乙稀基塗料保護之情形

Surface condition	Pretreatment	Adhesion	Degree of corrosion
Non-weathered			
Phosphate quench	—	Very good	Slight
Water quench	Etch primer	Very good	Slight
Water quench	—	Very good	Slight
Water quench	Galvobond Z	Very good	Slight
Water quench	T-wash	Very good	Moderate
Air cool	—	Very good	Slight
Air cool	Etch primer	Very good	Slight
Air cool	Galvobond Z	Very good	Slight
Air cool	T-wash	Very good	Moderate
Marine weathered			
Chromate quench	—	Good	Severe
Chromate quench	Etch primer	Very good	Slight
Chromate quench	Galvobond Z	Good	Moderate
Chromate quench	T-wash	Very good	Very severe
Air cool	—	Very good	Severe
Air cool	Etch primer	Good	Slight
Air cool	Galvobond Z	Very good	Moderate
Air cool	T-wash	Very good	Very severe
Industrially weathered			
Chromate quench	—	Good	Slight
Chromate quench	Etch primer	Very good	Slight
Chromate quench	Galvobond Z	Good	Moderate
Chromate quench	T-wash	Very good	Very severe
Air cool	—	Fair	Moderate
Air cool	Etch primer	Very poor	Slight
Air cool	Galvobond Z	Very good	Slight
Air cool	T-wash	Very good	Severe

環氧樹脂漆比醇酸樹脂漆有更好的抗腐蝕性，雖然對前處理造成之效應有一致之傾向。在沒有前處理的情況下，這存有應力的環氧樹脂漆膜會完全剝離，主要是其含有高濃度之固體加上它本來的特性所致；即使使用 T-wash 處理，也無法得到非常好的黏附性，當然在前處理前，機械打粗，有改進的效果；而在使用上亦應降低所含固體量，再施以前處理才較合適。

試驗顯示乙烯樹脂和氯化橡膠漆對熱浸鍍鋅鋼材黏附性和前處理及鋅層表面狀況無關；但一般仍認為適當的前處理將增進其長期的抗蝕性。此兩種漆料不會生成硬而易剝離的漆膜，適用於熱浸鍍鋅材上，但在運送和施工上可能易造成缺陷，此時就得考慮用適當的前處理和環氧樹脂漆料。

先行曝露試驗對熱浸鍍鋅鋼材的上漆性沒有很具意義的效應，在本試驗沒有顯示改進上漆性之效用。曝露後仍需有好的前處理才能改進漆的黏附性，當然若生成較多腐蝕生成物或沈積有鹽份，處理前，還需先用水沖洗。鉻酸鹽急冷能防止白銹的生成，但對上漆性沒有影響；然而本試驗僅採用清純的鉻酸鹽，未用有色的進行試驗。

加速腐蝕試驗對不同漆料和前處理的效用，有如下之結果：

抗蝕性：

(a) 氯化橡膠漆 = 環氧樹脂漆 > 乙稀樹脂漆 > 醇酸樹脂漆。

(b) T-wash 前處理促進底材的腐蝕。

漆的黏附性：

(a) T-wash > Galvobond Z > Galvobond Q > Etch primer > 未處理者。

(b) 氯化橡膠漆 = 乙稀樹脂漆 > 環氧樹脂漆 > 醇酸樹脂漆。

3. 結 論

加速腐蝕試驗有、無先經曝露之試片，結果如下：

- (1) 對熱浸鍍鋅鋼材而言，乙稀樹脂和氯化橡膠漆有最佳之黏附性。
- (2) 對漆的黏附而言，T-wash 是最佳的前處理，Galvabond 凡亦有好的效果。
- (3) T-wash 前處理會加速鋅的腐蝕。
- (4) 氯化橡膠和環氧樹脂漆有最好的抗蝕性。使用環氧樹脂漆需有好的前處理配合。
- (5) Etch primer 須有良好的鋅層表面配合，因此不建議來採用。
- (6) 先經曝露的鍍鋅鋼材，無法改進其上漆黏附性，仍需再使用適當之前處理。

三、鋼中矽含量和鍍浴成份對上漆黏附性的影響

鋼中含有相當量的矽會促進鍍層的厚度，同時生成相當厚的鐵—鋅合金層，為克服此一問題，因此採用含約 0.1% Ni 的鍍液（稱為 Technigalva）來控制鍍層厚度，生成亮而合金層薄之鍍層，但經此熱浸鍍鋅後，被認為不利上漆性，因而進行此研究。

1. 實驗過程

含 0.03% 或 0.04% Si 的鋼材採用 Technigalva 法，含 0.16 到 0.25% Si 則用傳統的 GOB 鍍鋅。兩者的鍍液均含有亮光用之鋁。使用 GOB 鋅液生成之鍍層不全是灰色，有部份為富含鋅之亮區；大部份試片採空冷，少部份在 0.8% 鉻酸鈉溶液中急冷以產生淡黃色的鉻酸鹽在鋅層表面；部份低矽含量 (0.03 or 0.04% Si) 試片亦於含 Al 之 GOB 鋅液熱浸，再經空冷。

低矽 (0.03 或 0.04% Si) 鋼材之熱浸鍍鋅，經兩種不同的 Technigalva 槽。上漆前不經大氣曝露者在含 0.07% Ni 的鍍液進

行，再空冷，可得光亮之表面；先經大氣曝露者於含 0.11%Ni 之鍍液熱浸，部份經空冷，部份於 0.1% 鉻酸鈉溶液中急冷，亦均得光亮表面。

試片在熱浸鍍鋅完即進行上漆，或於海洋氣候 Hayling Island 曝露 5 個月才上漆。試片上漆前先經清洗劑清洗和水清洗，部份經 T-wash 或 Galvobond Z 處理。部份未經大氣曝露而經 0.8% 鉻酸鈉溶液急冷者（前節之試片），亦再經 Galvobond Z 溶液處理，以再和鋅作用，生成晶粒狀的磷酸鹽。三種漆料在此被採用，前節所用之含多量固體的環氧樹脂和氯化橡膠漆，以及含 40% 固體之環氧樹脂漆。所有漆料均含 80% 之雲母狀氧化鐵且為黑色。漆料噴塗方式和黏附性評估方法，如前節所述。

2. 結果與討論

表 6 和 7 為試驗之結果，一般而言，和前節所得結果一致，改變部份條件並未大

幅改變前節所得之結論。在使用稀釋一半之 Galvobond Z 處理顯示效果不是很良好，未稀釋的效果也比 T-wash 差。在使用 Galvobond Q 溶液急冷之試片適於環氧樹脂漆之噴塗。可見 Galvobond Q 比 Galvobond Z 要有更好的效果。

Technigalva 的上漆性和 GOB Zinc 相似，雖然前者表面一般較光亮，而被認為上漆性會較差。T-wash 前處理對 Technigalva 表面，再上含高濃度固體之環氧樹脂漆，亦顯示有良好的黏附性。Technigalva 未經前處理，噴塗氯化橡膠漆亦有良好的黏附性，當然若先經 T-wash 處理，黏附性更佳。先經大氣曝露之 Technigalva 未見有改善其上漆性，雖然曝露前均已經鉻酸鹽急冷以抑制白銹的生成，因此上含高濃度固體之環氧樹脂漆 (high-solids epoxy paint)，仍需再有前處理，此結果和前節所得之 GOB Zinc 結果一致。

表 6 第二部份以加速腐蝕試驗 Technigalva Coatings 之結果

Paint	Condition of Zinc Surface	Pretreatment	Adhesion	Corrosion
Chlorinated Rubber	Air cool, not weathered	None	Good	Trace
Chlorinated Rubber	Air cool, not weathered	Galvobond Z	Quite good	None
Chlorinated Rubber	Air cool, not weathered	T-wash	Very good	Trace
High Solids Epoxy	Air cool, not weathered	None	Very poor	None
High Solids Epoxy	Air cool, not weathered	Galvobond Z	Very poor	None
High Solids Epoxy	Air cool, not weathered	T-wash	Good	None
Low Solids Epoxy	Air cool, not weathered	None	Fair	Slight
Low Solids Epoxy	Air cool, not weathered	Galvobond Z	Poor/Fair	Slight
Low Solids Epoxy	Air cool, not weathered	T-wash	Very good	Trace
Low Solids Epoxy	Air cool, weathered	None	Good	Trace
High Solids Epoxy	Air cool, weathered	None	Poor	None
High Solids Epoxy	Air cool, weathered	T-wash	Good	None
High Solids Epoxy	Chromate quench weathered	None	Fair/poor	None
High Solids Epoxy	Chromate quench weathered	Galvobond Z	Good	None
High Solids Epoxy	Chromate quench weathered	T-wash	Very good/good	None

表 7 第二部份以加速腐蝕試驗 G.O.B. Zinc 在含矽鋼片之結果

Paint	Condition of Zinc Surface	Pretreatment	Adhesion	Corrosion
Chlorinated Rubber	air cool, not weathered	None	Good	None
Chlorinated Rubber	air cool, not weathered	Galvobond Z	Good/very good	None
Chlorinated Rubber	air cool, not weathered	T-wash	Good	None
High Solids Epoxy	air cool, not weathered	None	Very poor	None
High Solids Epoxy	air cool, not weathered	Galvobond Z	Poor/fair	None
High Solids Epoxy	air cool, not weathered	Galvobond Z	Poor/fair	None
High Solids Epoxy	air cooled, not weathered	T-wash	Good	None
Low Solids Epoxy	air cool, not weathered	None	Good/fair	Trace
Low Solids Epoxy	air cool, not weathered	Galvobond Z	Fair/poor	Trace
Low Solids Epoxy	air cool, not weathered	T-wash	Good	None/ slight
High Solids Epoxy	chromate quench weathered	None	Fair	None
High Solids Epoxy	chromate quench weathered	Galvobond Z	Fair/good	None

經 GOB Zinc 和 Technigalva 熱浸之含矽鋼材之上漆性均非常相似，且兩者均需進行前處理才能使含高濃度固體的環氧樹脂漆黏附良好。T-wash 是改進漆黏附最好的前處理方法；經 GOB Zinc 熱浸而於 0.8% 鉻酸鈉溶液急冷者會產生淺黃色表面，此雖有助上漆性，但仍需再經前處理才可上 high-solids epoxy paint，也就是僅簡單的鉻酸鹽處理是不夠的。

低濃度固體的環氧樹脂漆較高濃度者對熱浸鍍鋅鋼材有較好的黏附性，可能是前者生成之漆膜較軟，但仍需有前處理。然而經加速腐蝕試驗顯示前者稍微較差的抗蝕性，可能在配方上和高濃度者稍有不同。

3. 結 論

- (1) 此部份之結果和前節者一致。
- (2) 經 Technigalva 熱浸鋼材之上漆性相似於經 GOB Zinc 者。
- (3) 經 GOB Zinc 熱浸之高含矽鋼與低含矽

鋼之上漆性相似。

- (4) 噴塗環氧樹脂漆必須要有好的前處理。
- (5) 未經前處理，噴塗氯化橡膠漆仍有好的黏附性，但經前處理者，黏附性會更好。
- (6) T-wash 是改進漆黏附的最好前處理方法；而以稀釋一半的 Galvobond Z 時常無法獲得良好的漆黏附性。
- (7) 噴塗含低濃度固體的環氧樹脂漆對漆膜剝離敏感性較噴塗高濃度者低，但仍均需有良好的前處理，才有好的漆膜黏附性。

四、顏料濃度和氣候對經前處理之熱浸鍍鋅鋼材上漆黏附性之效應

前二節試驗所用的漆料均含 80% 雲母狀氧化鐵 (m.i.o.) 為其主要之固體 m.i.o. 是

一很好的顏料，其可用於鋅層上，同時因低的透水性，而有好的抗蝕性，但於高濃度下為黑色是其一限制，因此只適合當底漆或中塗漆。若只上一層漆，則必須用含 m.i.o. 較少的漆，使得顏色變得較淺，因此顏料濃度對漆黏附性的效應就需進一步研究，藍色和白色的環氧樹脂和氯化橡膠漆分別含有 40% 和 0% 的 m.i.o.，在本實驗中和含 80% 者進行比較。另外前處理後經放置一段時間再上漆是否仍具同樣增進上漆黏附的效果，在本試驗中亦加以研究。

1. 實驗過程

試驗之試片為經含 0.07%Ni 之 Technigalva 熱浸和空冷的一種低矽含量鋼片。試片先經去脂，一半再經 T-wash 處理，另一半未再經前處理，漆料採用氯化橡膠和環氧樹脂漆，漆料分別含有 80%, 40% 和 0% 的 m.i.o.。上漆後之試片一半進行實際曝露，另一半進行加速腐蝕試驗。

含 0.04%Si 的低矽鋼材亦分別經含 0.005%Al 進行 GOB 熱浸和含 0.07%Ni 及 Technigalva 熱浸。部份試片以 T-wash 或 galvobond Z 進行前處理。氣候的效應以噴雨水來模擬，部份試片以雨水噴一次，再晾乾後上漆，另一部份進行兩次此種試驗再上漆，再和未經此處理的試片比較。

2. 結 果

(1) 顏料濃度的效應 (表 8)

上漆後之試片以目視觀察發現所有上環氧樹脂漆者均黏附良好，但對氯化橡膠漆，於含 80% m.i.o. 時，有很好的黏附；但在 40% 時，即顯示黏附不好；在 0% 時，黏附變得很差。即使在先經 T-wash 處理也是有同樣的結果，因此在以下之試驗中改用重新配的氯化橡膠漆。上含不同濃度顏料的漆，再經加速腐蝕試驗之結果整理於表 8。

即使未經前處理，上含 80% m.i.o. 之新氯化橡膠漆亦有好的黏附性，但隨着此顏料含量的降低，黏附性逐漸變差，至 40% 時，即有漆剝離的現象；在 0% 時，漆可從未處理之鋅表面整個剝離。未經前處理之環氧樹脂漆無論含有多少顏料，黏附性均不好，在含 80% m.i.o. 即會產生剝離，至 0% 時，整個鋅層會剝落。

經 T-wash 處理可大幅增進漆的黏附，未有試片經加速腐蝕試驗後會產生大幅剝離的現象；在含 0% m.i.o. 時，亦仍有好的黏附，雖然對氯化橡膠漆未能如同環氧樹脂漆那麼好。在前節談到 T-wash 處理會造成造成腐蝕，但此白色的腐蝕產物並未妨礙上漆性。

(2) 上漆前的大氣曝露效應 (表 9)

經前處理的表面很容易被雨水潤濕，要經幾小時後才能晾乾。晾乾後，於經 T-wash 處理之表面會產生白色腐蝕生成物，經 Galvobond Z-wash 者也是如此，雖然後者之顏色較模糊；然而此種腐蝕生成物很容易以乾布抹除，以進行上漆。而未經前處理的表面不易被雨水潤濕，因此即使經兩次的濕乾處理亦大部份無腐蝕生成物於表面生成。

腐蝕試驗前，環氧樹脂漆之黏附性似乎很好，但經加速腐蝕試驗後，卻有許多試片產生剝離之現象。經前處理，再經濕乾之試驗，然後上環氧樹脂漆之結果，如表 9 所示。表中再次顯示 T-wash 前處理的好處；對以 Techigalva 和 GOB 鋅層經兩次濕乾循環，再上環氧樹脂漆，均顯示有良好的黏附。經 Galvobond Z 處理之 Technigalva 鋅層亦有同樣之結果，但對 GOB 鋅層，再經加速腐蝕試驗後，有些地方，漆的黏附性已變差。

表 8 第三部份之顏料濃度對塗料黏附之效應

Paint	Pigmentation		Pretreatment	Adhesion	Degree of Corrosion
	Level	Colour			
Chlorinated Rubber	80% mio	Black	None	Good	None
Chlorinated Rubber	40% mio	Blue	None	Poor	Slight
Chlorinated Rubber	40% mio	Off White	None	Quite Good	None
Chlorinated Rubber	0% mio	Blue	None	Poor	None
Chlorinated Rubber	0% mio	White	None	Very Poor	None
Chlorinated Rubber	80% mio	Black	T-wash	Very Good	None
Chlorinated Rubber	40% mio	Blue	T-wash	Good	None
Chlorinated Rubber	40% mio	Off White	T-wash	Good	None
Chlorinated Rubber	0% mio	Blue	T-wash	Good	Slight
Chlorinated Rubber	0% mio	White	T-wash	Quite Good	Slight
Epoxy	80% mio	Black	None	Poor	Slight
Epoxy	40% mio	Blue	None	Very Poor	Slight
Epoxy	40% mio	Off White	None	Very Poor	None
Epoxy	0% mio	Blue	None	Very Poor	None
Epoxy	0% mio	White	None	Very Poor	None
Epoxy	80% mio	Black	T-wash	Very Good	None
Epoxy	40% mio	Blue	T-wash	Very Good	None
Epoxy	40% mio	Off White	T-wash	Very Good	None
Epoxy	0% mio	Blue	T-wash	Very Good	None
Epoxy	0% mio	White	T-wash	Very Good	slight

表 9 第三部份在前處理後進行大氣曝露對塗料黏附之效應

Galvanised		Weathering after		
Coating	Pretreatment	Pretreatment	Adhesion	Corrosion
Technigalva	None	1 rain water wash	Very poor	None
Technigalva	None	2 rain water washes	Very poor	None
Technigalva	T-wash	1 rain water wash	Very good	Slight
Technigalva	T-wash	2 rain water washes	Very good	Slight
Technigalva	Galvobond Z	1 rain water wash	Very good	Slight
Technigalva	Galvobond Z	2 rain water washes	Very good	Slight
GOB	None	1 rain water wash	Good	Slight
GOB	None	2 rain water washes	Quite good	Slight
GOB	T-wash	1 rain water wash	Very good	Moderate
GOB	T-wash	2 rain water washes	Very good	Slight
GOB	Galvobond Z	1 rain water wash	Quite good	Slight
GOB	Galvobond Z	2 rain water washes	Poor	None
GOB	None	None	Very poor	None
GOB	T-wash	None	Good	Moderate
GOB	Galvobond Z	None	Poor	Slight

表 7 第二部份以加速腐蝕試驗 G.O.B. Zinc 在含矽鋼片之結果

Paint	Condition of Zinc Surface	Pretreatment	Adhesion	Corrosion
Chlorinated Rubber	air cool, not weathered	None	Good	None
Chlorinated Rubber	air cool, not weathered	Galvobond Z	Good/very good	None
Chlorinated Rubber	air cool, not weathered	T-wash	Good	None
High Solids Epoxy	air cool, not weathered	None	Very poor	None
High Solids Epoxy	air cool, not weathered	Galvobond Z	Poor/fair	None
High Solids Epoxy	air cool, not weathered	Galvobond Z	Poor/fair	None
High Solids Epoxy	air cooled, not weathered	T-wash	Good	None
Low Solids Epoxy	air cool, not weathered	None	Good/fair	Trace
Low Solids Epoxy	air cool, not weathered	Galvobond Z	Fair/poor	Trace
Low Solids Epoxy	air cool, not weathered	T-wash	Good	None/slight
High Solids Epoxy	chromate quench weathered	None	Fair	None
High Solids Epoxy	chromate quench weathered	Galvobond Z	Fair/good	None

經 GOB Zinc 和 Technigalva 熱浸之含矽鋼材之上漆性均非常相似，且兩者均需進行前處理才能使含高濃度固體的環氧樹脂漆黏附良好。T-wash 是改進漆黏附最好的前處理方法；經 GOB Zinc 熱浸而於 0.8% 鉻酸鈉溶液急冷者會產生淺黃色表面，此雖有助上漆性，但仍需再經前處理才可上 high-solids epoxy paint，也就是僅簡單的鉻酸鹽處理是不夠的。

低濃度固體的環氧樹脂漆較高濃度者對熱浸鍍鋅鋼材有較好的黏附性，可能是前者生成之漆膜較軟，但仍需有前處理。然而經加速腐蝕試驗顯示前者稍微較差的抗蝕性，可能在配方上和高濃度者稍有不同。

3. 結 論

- (1)此部份之結果和前節者一致。
- (2)經 Technigalva 熱浸鋼材之上漆性相似於經 GOB Zinc 者。
- (3)經 GOB Zinc 熱浸之高含矽鋼與低含矽

鋼之上漆性相似。

- (4)噴塗環氧樹脂漆必須要有好的前處理。
- (5)未經前處理，噴塗氯化橡膠漆仍有好的黏附性，但經前處理者，黏附性會更好。
- (6)T-wash 是改進漆黏附的最好前處理方法；而以稀釋一半的 Galvobond Z 時常無法獲得良好的漆黏附性。
- (7)噴塗含低濃度固體的環氧樹脂漆對漆膜剝離敏感性較噴塗高濃度者低，但仍均需有良好的前處理，才有好的漆膜黏附性。

四、顏料濃度和氣候對經前處理之熱浸鍍鋅鋼材上漆黏附性之效應

前二節試驗所用的漆料均含 80% 雲母狀氧化鐵 (m.i.o.) 為其主要之固體 m.i.o. 是

3. 討 論

前兩節所得之 T-wash 和 Galvobond Z 前處理是造成漆黏附性良好的關鍵，在本節中亦加以証實，此前處理對 Techni-galva 和 GOB 鍍鋅層和乙烯樹脂，環氧樹脂，氯化橡膠漆均有效，但對醇酸樹脂漆則不然。本節結果亦顯示要有好的漆膜，不需一定要用含高濃度 m.i.o. 的漆料，因此也就不必被局限於使用黑色漆料，藍色和白色者亦可被採用；另外前處理是必須，尤其在含低濃度 m.i.o. 時，雖然在上含 80% m.i.o. 之氯化橡膠和乙稀樹脂漆不必前處理，亦可得良好的黏附性，但此仍具冒險性。

模擬前處理完至上漆期間的屋外曝露，對環氧樹脂漆並沒有很大的影響，但有、無前處理，則是決定漆膜是否經黏附良好的主要因素。另外環氧樹脂漆對 Technigalva 鍍鋅表面比對 GOB 鋅層表面有較好的原因，無法被滿意的解釋（此可能是前者產生之鐵、鋅合金層薄，鍍層內存在之應力較低，因此在釋放或消除此應力時，不會對此較硬的環氧樹脂漆膜造成剝離現象）。使用 Galvobond Z 來取代 T-wash 處理在一些試片上顯示漆的黏附有較差的現象，雖然在加速腐蝕試驗後，還不致於產生漆膜剝離，此現象僅在完全未作前處理時才會發生。

在本試驗中已証實前處理至少對含 80% m.i.o. 之環氧樹脂漆的黏附沒有影響，但對其它較低 m.i.o. 含量的各種漆，以及分別可忍受的曝露期間，仍需進一步研究。

4. 結 論

- (1)只要有經前處理，環氧樹脂和氯化橡膠漆的雲母狀氧化鐵含量可降低或省略，也不會對漆的黏附性造成不利，因此較淺顏色的漆料可安全被使用。
- (2)未經前處理，則低含量 m.i.o. 之環氧樹脂和氯化橡膠漆均不可被使用，尤其是前者會產生大量的剝離現象。
- (3)前處理後，經兩次的濕乾循環，未對含 80% m.i.o. 之環氧樹脂漆料之黏附性造成影響。

（本文譯自：D. G. Jones; "Painting of Galvanized Steel-A Fourth Phase?", Industrial Corrosion, Vol. 7, No. 5, (1989) 15-21.)

後 記

熱浸鍍鋅後再塗裝的耐蝕壽命，一般均超過鍍鋅及塗裝各別壽命和之 1.5~2.3 倍，因此值得加以正視，尤其在嚴苛之海邊環境，可運用此雙層保護系統。在“熱浸鍍鋅”-雜誌亦已刊登數篇文章，可供讀者參考：(1)顏秀崗譯“油漆鍍鋅結構鋼”，No. 4, (1988) 37~50; No. 6, (1988) 42~57。(2)魏豐義編譯“熱浸鍍鋅鋼材上漆易失黏附性之原因”，No. 5, (1988) 42~49。(3)鄭錦榮，郭麗雯，郭淑德著“重監害地區熱浸鍍鋅鋼結構上塗漆之研究”，No. 10, (1988) 25~32。(4)張慶華編譯“鍍鋅之後處理—鍍鋅鋼鐵之塗裝”，No. 15, (1991) 1~6。(5)周明發譯“熱浸鍍鋅鋼鐵材料的塗裝方法之研究”，No. 15(1991) 7~30。