

無機ジンクリッチペイントの剥離に関する調査研究

本州四国連絡高速道路株式会社 正会員 ○長尾 幸雄
 本州四国連絡高速道路株式会社 小林 克己

1. 概要

本州四国連絡橋の海峡部橋梁は厳しい腐食環境下にあるため、無機ジンクリッチペイント（以下「無機ジンク」という）を下地とした長期防錆型塗装系が施されている。長期防錆型塗装系の維持管理においては、下塗りを保護層として下地の無機ジンクを健全な状態に保つという「予防保全」を基本方針としている。

近年、供用後 20 年を経過した因島大橋の一部鋼床版に無機ジンク層からの塗膜剥離（凝集破壊）が発生した。この剥離箇所とその周囲の塗膜片を採取し、SEM（走査型電子顕微鏡）観察を行った結果、凝集破壊の一つの原因と推測される無機ジンク内の亜鉛粒子の酸化が確認された。

長期防錆型塗装系の予防保全は、下地の無機ジンクの長期にわたる健全性が大前提である。このため、凝集破壊の原因と推定される無機ジンク内の亜鉛粒子の酸化がないかどうか実橋塗膜調査を行うとともに酸化原因を特定するため、室内再現試験を実施してきた。

本報告では、これまでに実施してきた実橋塗膜調査と室内再現試験について述べる。



写真—1 塗膜剥離(鋼床版)

2. 実橋塗膜調査

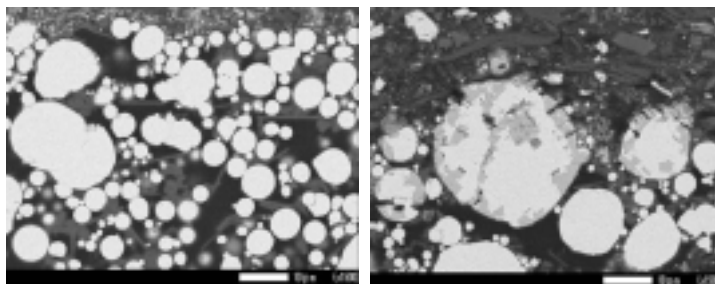
実橋塗膜調査は、経過年数の違いによる無機ジンク内の亜鉛粒子の酸化を比較観察するため、施工時期の異なる複数の橋梁の部位から塗膜片を採取し、SEM 観察を行った。その結果、一部に軽微な亜鉛粒子の酸化が確認されたが、経過年数及び部位による差異は見られなかった。各橋梁の調査位置を表—1 に示す。

表—1 実橋塗膜調査位置

調査橋梁	主構			小組トラス	箱桁		塔	合計
	上弦材 (上面)	下弦材 (下面)	斜材 (上面)	鋼床版 直 下	下面	側面	2P 南・北 垂直面	
明石海峡大橋 (H10.4供用、5年経過)	1	1	1	1			1	5
大鳴門橋 (S60.6共用、18年経過)	1	1	1	1			1	5
瀬石島橋 (S63.4共用、15年経過)	1	1	1	1			1	5
生口橋 (H13.12共用、12年経過)					2	4	1	7
合 計	3	3	3	3	2	4	4	22

3. 室内再現試験

室内再現試験は、無機ジンク粉末の塗料生成段階での温湿度、建設時の鋼床版舗装（グースアスファルト）の高温、供用後の鋼床版裏面の温度変化の影響により無機ジンク内の亜鉛粒子が酸化し、塗膜剥離に至るという機構を想定し、無機ジンク材料の変質による影響、舗装施工による影響、気温等の変化による影響、高温高湿度を検討項目として室内再現試験を実施した。それぞれの検討項目の試験体、試験方法・条件、SEM 観察による亜鉛粒子の酸化有無について整理したものを表—2 に示す。



(健全な亜鉛粒子)

(酸化した亜鉛粒子)

写真—2 SEM 観察写真

材料の変質による影響、舗装施工による影響、気温等の変化による影響を検討項目とした試験では、無機ジンク内の亜鉛粒子の酸化は見られなかった。このため、継続して、舗装施工の影響及び気温等の変化による影

キーワード 長期防錆型塗装, 凝集破壊, 無機ジンクリッチペイント内の亜鉛粒子の酸化

連絡先 〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22 アーバンエース三宮ビル TEL 078-291-1000

響の再現試験の試験体（熱履歴試験体）を高温（90℃）・高湿度（100%）下で促進させた。併せて熱履歴のない暴露試験体も同時に促進させた。その結果、熱履歴（160℃で加熱保持且つ冷熱繰り返し）の有る無機ジンク塗布鋼板、無機ジンク+エポキシ樹脂塗料塗布鋼板の試験体で亜鉛粒子の酸化が見られた。無機ジンク内の亜鉛粒子の SEM 観察写真を写真-2 に示す。

4. まとめ

防錆効果に優れているという特徴を有する長期防錆型塗装系の無機ジンクは、熱履歴があり、高温高湿度状態であれば亜鉛粒子が酸化する可能性があることが今回の室内再現試験で明らかになった。

しかし、熱履歴+高温高湿度（90%、100%RH）と実環境との相関は明らかにできなかった。なお、熱履歴のある試験体を高温高湿度状態にすることで亜鉛粒子は酸化することから、鋼床版舗装における熱影響は無機ジンク内の亜鉛粒子を酸化させる一つの要因と推定される。

今後、鋼床版は、定期的な塗膜点検により注視するとともに無機ジンクの劣化箇所の補修塗装仕様についても検討を進めていく予定である。

表-2 室内再現試験結果

検討項目	試験体	試験方法・試験条件	亜鉛粒子の酸化有無
材料の変質による影響	① Z P 粉末	・熱重量／示差熱分析 ・大気湿度(200℃まで)及び高湿度(300℃まで)での加熱	酸化なし
	② Z P 塗膜粉末		酸化なし
舗装施工による影響	③ Z P (75 μ m)	・耐熱性試験(160℃で30分加熱保持後、放冷)	酸化なし
	④ Z P (75 μ m) + E P (60 μ m)		酸化なし
気温等の変化による影響	⑤ Z P (試験済みの③を使用)	・高湿度(45～90%)下での冷熱繰り返し試験(10℃←→60℃) ※試験期間は1サイクル30分で2週間	酸化なし
	⑥ Z P (試験済みの③を使用)	・大気湿度(10～40%)下での冷熱繰り返し試験(10℃←→60℃) ※試験期間は1サイクル30分で2週間	酸化なし
	⑦ Z P + E P (試験済みの④を使用)	・高湿度(45～90%)下での冷熱繰り返し試験(10℃←→60℃) ※試験期間は1サイクル30分で2週間	酸化なし
	⑧ Z P + E P (試験済みの④を使用)	・大気湿度(10～40%)下での冷熱繰り返し試験(10℃←→60℃) ※試験期間は1サイクル30分で2週間	酸化なし
高温高湿度	⑨ Z P 粉末	・大気湿度(200℃まで)及び高湿度(300℃まで)での加熱 ・高温高湿度(90℃, 100%RH) ※試験期間は3ヶ月。	酸化なし
	⑩ Z P (1.7年暴露材：塗布時湿度70%)	・高温高湿度(90℃, 100%RH) ※試験期間は3ヶ月。	酸化有り (多い)
	⑪ Z P + E P (1.7年暴露材：塗布時湿度35%)	・高温高湿度(90℃, 100%RH) ※試験期間は3ヶ月。	酸化なし
	⑫ Z P + E P (1.7年暴露材：塗布時湿度70%)	・高温高湿度(90℃, 100%RH) ※試験期間は3ヶ月。	酸化なし
	⑬ Z P (試験済みの⑤を使用)	・熱履歴有り (加熱保持後高湿度下且つ冷熱繰り返し) ・高温高湿度(90℃, 100%RH) ※試験期間は3ヶ月。	酸化有り (多い)
	⑭ Z P (試験済みの⑦を使用)	・熱履歴有り (加熱保持後高湿度下且つ冷熱繰り返し) ・高温高湿度(90℃, 100%RH) ※試験期間は3ヶ月。	酸化有り (多い)
	⑮ Z P + E P (試験済みの⑥を使用)	・熱履歴有り (加熱保持後高湿度下且つ冷熱繰り返し) ・高温高湿度(90℃, 100%RH) ※試験期間は3ヶ月。	酸化有り (少ない)
	⑯ Z P + E P (試験済みの⑧を使用)	・熱履歴有り (加熱保持後高湿度下且つ冷熱繰り返し) ・高温高湿度(90℃, 100%RH) ※試験期間は3ヶ月。	酸化有り (少ない)

Z P : 無機ジンクリッチペイント、E P : エポキシ樹脂塗料下塗り

参考文献

- 1) 杉本・帆足・斎藤・小林：無機ジンクリッチペイントの劣化要因に対する一考察，土木学会第 60 回年次学術講演会、平成 17 年 9 月
- 2) 大塚・末廣・熊井：鋼床版塗膜の凝集破壊，土木学会第 59 回年次学術講演会、平成 16 年 9 月