

省工程塗料の耐久性試験

首都高速道路(株) 正会員 ○福島 大貴
長崎大学 正会員 中村 聖三 日本エンジニアリング(株) 正会員 政門 哲夫

1. はじめに

首都高速道路では、1㎡以下の小面積（当て板補強部等）における省工程塗料として、超厚膜無溶剤型セラミックエポキシ樹脂塗料を採用している。上記塗料は、1日施工が可能であり長期耐久性が確認されている¹⁾が、施工性等の観点から塗装適用範囲が限られていた。一方、塗装面積が1㎡以上あり、機械足場で施工を余儀なくされる箇所等については、従来の塗装仕様を採用することとなり、1層を施工するたびに1日以上養生時間が必要となるため、施工費や施工日数の増加要因となっているのが現状である。代表的な事例として、図-1のようにダブルデッキ上層の橋脚横梁などはセンターライン上の施工に下層側の本線通行止めを伴うため、限られた時間の中で施工を完了させる必要がある。耐久性を有しつつ施工性の良い材料の開発は今後のメンテナンスにとって非常に重要である。

本稿では、超厚膜無溶剤型セラミックエポキシ樹脂塗料に対して、塗料の粘性を改善する添加物を加えることで施工能率を改善しつつも、従来品と同等の耐久性を有し、厚塗り可能な下塗りの塗料を開発した結果について報告する。

2. 超厚膜無溶剤型セラミックエポキシ樹脂塗料の改良

(1) 既存省工程塗料の課題

超厚膜無溶剤型セラミックエポキシ樹脂塗料は、エポキシ樹脂特有の耐腐食性能とセラミック粉末による耐摩耗性を有する。塗装工程としては、下塗り1層、上塗り1層の合計2層となっている。また、塗装間隔が最短10分であるため、1回の規制の中で施工を完了することが可能である（表-1）。ただし、非常に粘性が高く、可使用時間が短いため、小面積での使用が前提となることが課題である。

(2) 既存省工程塗料の改良概要

小面積に限定された適用範囲を10～100㎡程度の中面積（橋脚横梁等）まで広げることを目的として、粘性の高さや可使用時間の短さを改善するため、粘性向上剤及びダレ防止剤の添加物の改良を行うとともに、硬化剤の改良を行った。

試験項目は、耐久性試験として複合サイクル、屋外暴露、施工性確認として実橋における試験施工を行い、評価した。本稿では、耐久性試験を中心に述べる。

3. 耐久性試験

(1) 試験方法

耐久性試験として、表-2の試験を行った。

(2) 検討ケース

今回開発した超厚膜無溶剤型セラミックエポキシ樹脂塗料改良版の膜厚毎の耐久性を確認するため、素地調整が1種ケレンと2種ケレンの場合において、膜厚を200μm～500μmまで100μm毎に設定し、複合サイクル試験8ケース、屋外暴露試験8ケースの計16ケース行った。

(3) 評価方法

複合サイクル試験の評価方法は、日本鋼構造協会の鋼橋塗膜調査マニュアルに示されている外観評価（さび、はがれ、われ、ふくれ）及び付着力にて行った。外観評価は、試験片を720時間（1ヵ月）経過する毎に試験機から取り出し確認を行った。



図-1 ダブルデッキ上層の橋脚横梁

表-1 小面積塗装仕様²⁾

素地調整	工程	塗料名	塗料規格	使用量 (g/㎡以上)	塗装方法	塗装間隔
1種相当D 2種	下塗り	超厚膜無溶剤型セラミック エポキシ樹脂塗料	SDK P-511	1000	はけ	乾燥後 速やかに
	上塗り	中耐久 or 高耐久	SDK W-531 W-534	120	はけ ローラー	

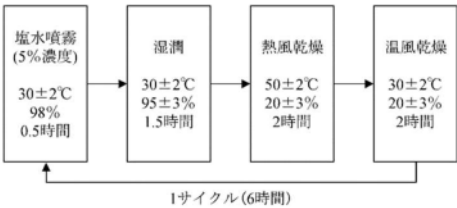


図-2 複合サイクル試験条件

表-2 耐久性試験方法

複合サイクル試験	
試験時間	8,760時間
試験機	スガ試験機(株)CYP-90
試験条件	図-2
屋外暴露試験	
試験時間	17,520時間
試験場所	宮古島
試験条件	図-3

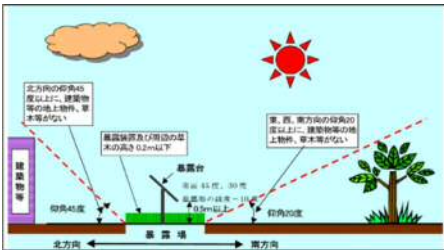


図-3 屋外暴露試験条件

表-3 試験結果一覧表

No.	試験	素地調整	下塗り膜厚	試験片数	試験結果（上段：評価項目、下段：合否判定基準）								判定
					さび	はがれ	われ	ふくれ密度	ふくれ幅	クロス カット幅	付着力	さび浸透性	
					評価2以下	評価8以上	評価8以上	評価8以上	評価8以上	4mm以下	2.0MPa以上	有無	
1	複合 サイクル 試験	1種ケレン	200 μ m	2	3 ×	8 ○	4 ×	0 ×	0 ×	0.9 ○	3.17 ○	全面浸透 ×	×
2			300 μ m	2	2 ○	8 ○	8 ○	10 ○	10 ○	1.1 ○	11.23 ○	無 ○	○
3			400 μ m	2	1 ○	10 ○	10 ○	10 ○	10 ○	0.8 ○	10.84 ○	無 ○	○
4			500 μ m	2	1 ○	8 ○	8 ○	10 ○	10 ○	1 ○	11 ○	無 ○	○
5		2種ケレン	200 μ m	2	5 ×	2 ×	2 ×	0 ×	0 ×	0.8 ○	— ×	全面浸透 ×	×
6			300 μ m	2	3 ×	4 ×	6 ×	2 ×	0 ×	0.8 ○	— ×	全面浸透 ×	×
7			400 μ m	2	4 ×	2 ×	6 ×	2 ×	0 ×	4 ○	0.21 ×	全面浸透 ×	×
8			500 μ m	2	1 ○	10 ○	10 ○	10 ○	10 ○	4 ○	3.16 ○	無 ○	○
9	屋外 暴露 試験	1種ケレン	200 μ m	2	0 ○	10 ○	10 ○	10 ○	10 ○	— ○	8.12 ○	無 ○	○
10			300 μ m	2	0 ○	10 ○	10 ○	10 ○	10 ○	— ○	10.29 ○	無 ○	○
11			400 μ m	2	0 ○	10 ○	10 ○	10 ○	10 ○	— ○	13.10 ○	無 ○	○
12			500 μ m	2	0 ○	10 ○	10 ○	10 ○	10 ○	— ○	10.95 ○	無 ○	○
13		2種ケレン	200 μ m	2	2 ○	10 ○	10 ○	10 ○	10 ○	— ○	0.71 ×	全面浸透 ×	×
14			300 μ m	2	3 ×	10 ○	10 ○	2 ×	2 ×	— ○	0.46 ×	全面浸透 ×	×
15			400 μ m	2	2 ○	10 ○	10 ○	10 ○	10 ○	— ○	0.31 ×	全面浸透 ×	×
16			500 μ m	2	2 ○	10 ○	10 ○	10 ○	10 ○	— ○	0.24 ×	全面浸透 ×	×

4. 試験結果

複合サイクル試験（12 か月）の試験終了後の結果を確認した。また、屋外暴露試験については、試験途中（12 か月経過）の状況を確認した。

試験結果一覧及び外観状況（抜粋）を表-3、図-4に示す。合否判定基準は評価項目毎に設定しており、合否を○×で示している。すべての試験に合格した試験片は、複合サイクル試験で1種ケレンの膜厚300 μ m～500 μ m（試験片No.2～4）、2種ケレンの膜厚500 μ m（試験片No.8）、屋外暴露試験で1種ケレンの膜厚200 μ m～500 μ m（試験片No.9～12）であった。ただし、試験片No.16の右上に見受けられるようなピンホールの発生やシール不良など、試験片の製作状況による影響があるものも見受けられた。



図-4 外観状況（試験片No.2, 8, 10, 16 抜粋）

5. おわりに

今回開発した超厚膜無溶剤形セラミックエポキシ樹脂塗料（改良版）の複合サイクル試験結果及び屋外暴露試験の途中結果より、素地調整1種ケレン相当（ブラスト面形成動力工具）の300 μ m以上とすることで長期耐久性を確保できることが確認できた。また、屋外暴露試験の結果では、試験片の不良により付着力が確認できなかったが、素地調整2種ケレンの500 μ mについても複合サイクル試験から長期耐久性は確保できると考えられる。今回開発した塗料が、橋脚横梁のような規制条件の厳しい箇所等の補修において、施工費および規制費の削減や工程短縮の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 石橋正博ら：省工程防食材料の比較検証試験，（一社）日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会 第19回技術発表大会，H28.5
- 2) 首都高速道路㈱：鋼橋塗装設計施工要領 2019年7月