

# 複合サイクル試験による改良型超厚膜無溶剤型セラミックエポキシ樹脂塗料の 防食性能評価と塗膜寿命の予測法の検討

長崎大学 学生会員○久下祐征 長崎大学大学院 正会員 中村聖三  
長崎大学大学院 正会員 奥松俊博 長崎大学大学院 正会員 西川貴文

## 1. はじめに

超厚膜無溶剤型セラミックエポキシ樹脂塗料は、従来の超厚膜エポキシ樹脂塗料にセラミック粒子を配合したものである。<sup>1)</sup>これまでに 750  $\mu\text{m}$  の膜厚での複合サイクル試験が行われ、3 種ケレンの素地においても高い接着性を発揮する等、高い防食性能を持つことがわかっている。塗装の回数が少なく済み、プライマーを必要としないため施工時間が短く、クロムや鉛などの有害物質も含まないため安全性の高さも併せ持つ塗料である。しかし、粘性が高く中面積以上での施工時間が長い、簡易塗装には扱いにくいという課題がある。本研究では、以前の試験よりも塗膜厚の薄い



図-1 複合サイクル試験機

200~500  $\mu\text{m}$  での試験を中心に、中面積用に改良された新塗料や 4 種ケレン、RC に利用する際などの防食性能評価を行う。また、得られた試験結果をもとに画像処理を使って塗膜劣化度の定量化を行い、塗膜の寿命を予測する方法についての検討も行う。

表-1 試験片の概要

試験片番号	使用塗料	塗膜厚	素地調整	クロスカット
①	超厚膜無溶剤型 セラミックエポキシ樹脂塗料	200 $\mu\text{m}$	2種ケレン (カップブラシ)	有
②	超厚膜無溶剤型 セラミックエポキシ樹脂塗料	200 $\mu\text{m}$	2種ケレン (カップブラシ)	無
③	超厚膜無溶剤型 セラミックエポキシ樹脂塗料	500 $\mu\text{m}$	2種ケレン (カップブラシ)	有
④	超厚膜無溶剤型 セラミックエポキシ樹脂塗料	500 $\mu\text{m}$	2種ケレン (カップブラシ)	無

## 2. 防食性能評価

### 2.1 試験方法

本研究では、2 種類の超厚膜無溶剤型セラミックエポキシ樹脂塗料を、素地、素地調整、クロスカット幅、塗膜厚の条件を変えて塗布した試験片 13 種をクロスカットの有無で 2 枚ずつ、計 26 枚を対象に複合サイクル試験を行い、状態を 1 週間ごとに評価した。また比較対象用として、水性エポキシ樹脂塗料と水性有機ジンクリッチペイントを塗布した試験片の素地調整の違いのもの 2 種計 4 枚を用意し、同様に評価した。

### 2.2 塗膜の評価方法

複合サイクル試験は「JIS K5600-7-9」に記載されているサイクル D に従って行った。試験機が停止する 1 週間ごとに試験片を取り出し、写真撮影、塗膜厚やクロスカット幅の計測を行ったのち、「鋼橋塗膜調査マニュアル」<sup>2)</sup>「塗膜の評価基準」<sup>3)</sup>に記載された基準をもとに目視でさび、われ、はがれ、ふくれ幅、ふくれ密度の評価を行い、等級を付ける。塗膜厚は指定の点を、電磁膜厚計を用いて計測し、平均を算出する。クロスカット幅はクラックスケールを用いて計測する。集まったデータはグラフ化し、その変化を考察する。

### 2.3 防食性能評価結果

2019 年 12 月現在、1944 時間 486 サイクル経過した。本誌では紙面の都合上、試験片①~④(表-1)の結果を記載する。膜厚はすべて上昇傾向にあり、クロスカットのある試験片の膜厚の方が大きいことがわかる(図-2)。

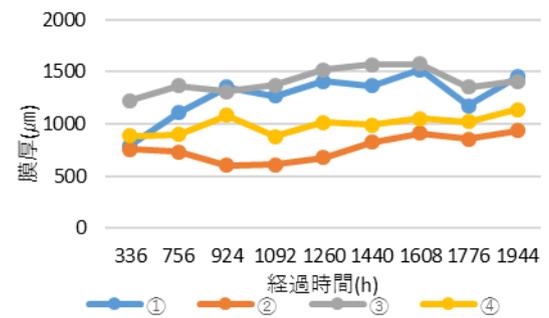


図-2 試験片①~④の塗膜厚

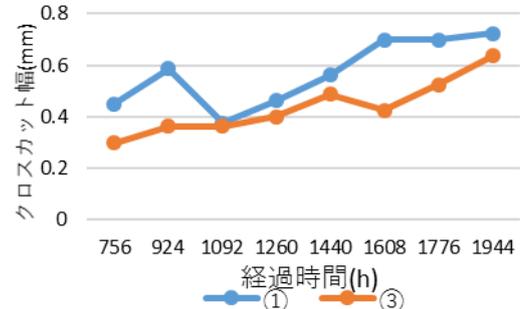


図-3 試験片①,③のクロスカット幅

クロスカット幅も上昇傾向が見られ、塗膜厚 200  $\mu\text{m}$  のものの方が変化も幅も大きい(図-3)。200  $\mu\text{m}$  では腐食が著しいのに対し、500  $\mu\text{m}$  ではさびが発生しているのみであることから、塗膜厚が防食性能に大きく影響していることが考えられる。現時点では全てにさび、①、②に小さなわれ、①のみわずかにはがれが見られ、ふくれについては確認されていない(図-4,5,6,7,8)。

### 3. 塗膜寿命の予測

#### 3.1 概要

文献 4) に基づき、画像処理を用いて塗膜の劣化度を定量化し、その変化から塗膜の寿命を予測する曲線を作ることを検討する。画像のうち、劣化部の塗膜は周りに比べて色の濃淡が暗くなることを利用し、各塗膜に「濃淡モーフォロジー」という処理を行うことで劣化部を可視化する。その面積率を求め、これを「劣化面積率」とする。この劣化面積率をグラフ化し変化を考察する。本研究においては塗膜の寿命を塗り替えが必要になった時点としており、その時点は「劣化面積率 5%」に達した時とする。グラフにおいて劣化面積率が 5% に達していない場合はグラフの変化を予測し、5% の点を考察する。

#### 3.2 寿命の予測法

画像処理は、Image J を使用して行う。性能評価時に撮影した写真をモノクロ画像に変換して処理する。「濃淡モーフォロジー」は、画像に最大値フィルタをかけ、さらに最小値フィルタをかけてできた画像と原画像との差をとる処理である。劣化部は相対的に暗いため、他の部分と違い両フィルタを通しても元に戻らないことを利用している。フィルタサイズは劣化部の大きさや、はみ出たシーリングやさび汁などを劣化部として抽出しないことを考慮しながら 5~10 ピクセルに設定する。劣化面積率の分析はまだ完了していないため、当日発表予定である。

### 4. まとめ

現在は、膜厚 200  $\mu\text{m}$ ~400  $\mu\text{m}$  のものより 500  $\mu\text{m}$  のものの防食性能が高く、腐食が激しいものは主に 2 種ケレンのものになっている。試験は継続中であり、今後は現時点の考察から変動することも予想される為、引き続き評価を行い考察する予定である。

#### 参考文献

- 1) 株式会社 ITW パフォーマンスポリマーズ&フルイズジャパン,  
Devcon HP : <http://www.itwppfjapan.com>
- 2) 社団法人 日本鋼構造協会: 鋼橋塗膜調査マニュアル JSS IV 03-1993,  
1993.9.
- 3) 財団法人 日本塗料検査協会: 塗膜の評価基準, 2003.
- 4) 藤原博, 三宅将: 鋼橋塗膜の劣化度評価と寿命予測に関する研究, 土木学会論文集 NO.696/I-58, 111-123, 2002.1.

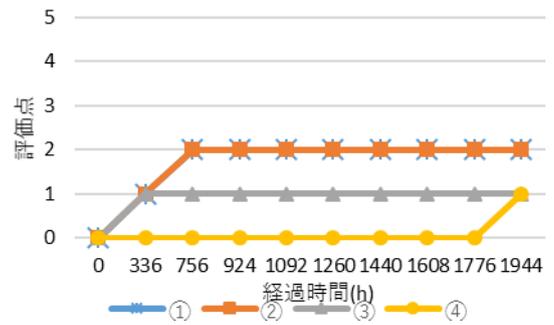


図-4 試験片①~④のさび評価

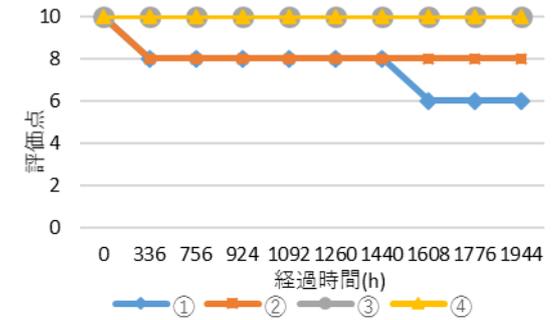


図-5 試験片①~④のわれ評価

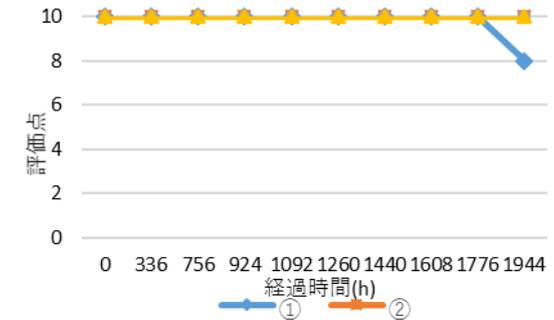


図-6 試験片①~④のはがれ評価

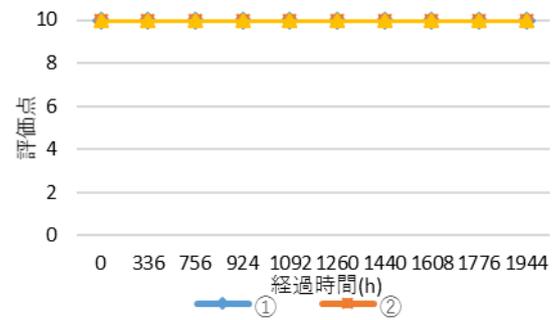


図-7 試験片①~④のふくれ密度評価

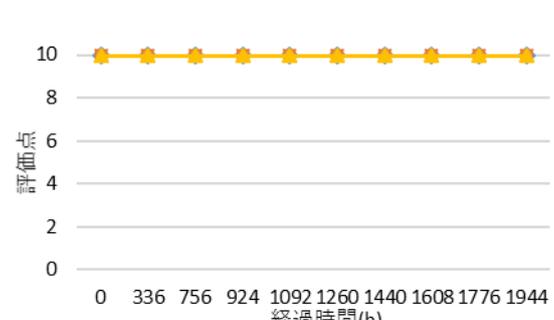


図-8 試験片①~④のふくれ幅評価