

DNTコーティング技報

DNT Technical Report on Coatings

No.14

2014年10月発行

DAI NIPPON TORYO

DNTコーティング技報 No.14

CONTENTS

- さらなる技術革新と新商品開発への挑戦……………1
- 技術報文(Technical Reports)
 - 1. 実環境を想定した水性さび止め塗料の適用性評価……………2～7
Applicable Evaluation of Water-Based Anti-Corrosive Paint
in an Expected Real Environment
 - 2. カレントインタラプタ法による屋外暴露塗膜の耐久性評価 …… 8～13
Durability Evaluation of Exposed Coated Steel Panels
Using Current Interrupter Technique
 - 3. ポリエステルとふっ素樹脂からなる混合粉体塗膜の耐候性評価 ……14～19
Weatherability Evaluation for Powder Coating
Contained Polyester and Fluorocarbon
- 技術解説(Technical Reviews)
 - 1. 多彩模様仕上げサイディングのメンテナンス……………20～27
Maintenance of High-grade Design Siding
 - 2. 重防食塗装に関する近年の動向と将来展望…………… 28～35
Recent Trends and Future Prospects of
Heavy-Duty Anti-Corrosive Coatings
 - 3. 有害物ばく露作業報告について …… 36～41
About Harmful Chemical Substance Work Report
 - 4. 染色用水分散蛍光顔料の要求品質……………42～47
Required Quality of Water Dispersed Fluorescence
Dyeing Pigment
- 新商品紹介(New Products)
 - 1. 送電鉄塔用弱溶剤一液形・1コート仕上げ塗料「ソーデントップ」…48～49
Weak Solvent One-Component and One Finishing Coat
for the Transmission Steel Tower 「Soden Top」
 - 2. 弱溶剤形高耐候性シリコン樹脂塗料「Vシリコンスマイル」…………… 50～51
Mild Solvent Thinnable High Durability Silicone Paint
「V-Silicone Smile」
 - 3. 光学調整用高屈折率ナノコーティング材
「DNTナノフェイス OZr-3」…………… 52～53
High Refractive Index Nano Coating Materials
「DNT Nanoface OZr-3」
 - 4. ヘリサイン工程短縮蛍光塗料「ルミノヘリサイン」……………54～55
Heli-Sign Process Shortening Fluorescent Paint
「Lumino Heli-Sign」
- 学協会研究発表・技術講演・論文投稿者名と発表タイトル
(2013.10.1～2014.9.30) …… 56～57

さらなる技術革新と新商品開発への挑戦



執行役員
スペシャリティ事業部門長

須川 哲夫

DNTコーティング技報No.14の発刊にあたりご挨拶申し上げます。

本報では、発刊当初より当社が取り組んできました「環境対応」・「新機能」を中心とした新規技術と新商品をご紹介します。今日では、急激な社会環境の変化に伴い、市場の要求はますます迅速、かつ高度な技術開発が求められています。

当社は、長年培ってきた基盤技術の伝承・強化と共に弛まぬ研究により、社会・市場が要望する技術革新と新商品を生み続け、社会へ貢献することがメーカーとしての命題と捉え、継続して挑戦しております。近年では、重防食塗装において防食下地から上塗塗料までの水性化に成功し、環境負荷物質低減とトータルVOC (Volatile Organic Compounds：揮発性有機化合物)を大きく削減できる、世界初の「DNT水性重防食システム」を上市いたしました。また、塗膜下の金属の腐食状態を、電気化学的に非破壊で測定可能な塗膜下金属腐食診断装置を用い、最適な塗り替え時期と塗り替え仕様を提案する「DNT塗膜診断システム」の事業化を実現しました。

今回の「DNTコーティング技報」No.14では、橋梁などの大型鋼構造物における上記各システムの研究成果・活動状況・将来展望に加え、高層ビル・住宅建材・家電製品といった幅広い塗料事業分野の技術開発、環境への取組み、水系分散技術を取り入れた新蛍光顔料をご紹介します。また、当社が塗料事業以外の新たな分野として育成・強化していますスペシャリティ事業部門からの新商品として、独自のナノ分散技術によるタッチパネルなどのディスプレイ用光学フィルム向け「高屈折率コーティング材」を掲載しています。これらの当社が得意とする技術は、国内社会インフラ老朽化対策の課題解決のみならず、グローバル市場でも社会の一翼を担うことのできる新技術と考えております。

当社は、今後も社員全員が一丸となって技術革新を続け、2020年夏に開催が決定した東京オリンピック・パラリンピックに向けたインフラ整備・ディスプレイ関係においても、時代を先取りした提案型の新商品を創り続けてまいります。本誌が日頃ご愛顧を頂いているユーザーをはじめとした皆さまとのコミュニケーションの場となり、僅かでもお役に立ちお喜び頂きますことを、心より期待しております。

実環境を想定した水性さび止め塗料の適用性評価

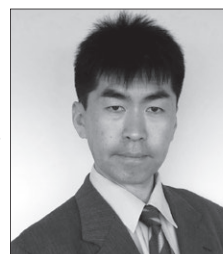
Applicable Evaluation of Water-Based Anti-Corrosive Paint
in an Expected Real Environment

技術開発部門 研究部
Technical Development Division,
Research Development Department



増田 清人
Kiyoto MASUDA

塗料事業部門
建築・構造物塗料事業部
構造物塗料マーケティンググループ
Paint Operating Division,
Architectural and Protective
Coatings Department
Protective Coatings Marketing Group



桑原 幹雄
Mikio KUWAHARA

要 旨

環境保全や健康安全の観点から水性塗料が普及してきているが、一般に水性塗料は、低温時や高湿度下では、塗料の乾燥性が著しく低下し、乾燥が遅れると点さびの発生が懸念される。

本研究では、水性さび止め塗料としてJIS K 5674 2種の品質を有する「水性グリーンボセイ速乾」を用い、塗装時の気温や相対湿度、部材温度が及ぼす乾燥性や外観への影響を実験的に評価した。

水性さび止め塗料の乾燥性は、低温高湿度条件以外では油性さび止め塗料と同等であったが、低温高湿度条件では水性塗料と同じく乾燥性が著しく低下した。しかし、一般的な水性塗料と比較して、点さび発生を抑制する性能を有しており、乾燥性が低下する環境においても塗装直後の点さび発生を抑制することができた。また、部材温度が上昇するとともに、十分なレベリングが得られず塗膜に凹凸が生じやすくなるが、適切な希釈率にすることにより、良好な平滑性が確保できたので報告する。

Abstract

Water-based paint is generally used in light of health and safety environmental protection. However, when it fall in temperature and high humidity, significantly decrease drying in coatings. And then, water-based paint dry slowly, outbreak of the rust is concerned.

In this study, we experimentally evaluating temperature of member, relative humidity and atmospheric temperature in influence on effectively appearance and drying property using of “SUISEI GREEN BOSEI QD” as water-based anti-corrosive paint (having JIS K 5674 Type 2).

Drying of the water-based anti-corrosive paint was equivalent to oil-based anti-corrosive paint all but low temperature condition and high humidity. However, drying of the water-based anti-corrosive paint is significantly reduced in an environment of low temperature and high humidity. But it has a performance of suppressing the generation point rust as compared it with general water-based paint. The more it rise in temperature of member, it is more likely to occur irregularity on film as not provide a sufficient leveling, but it is possible to ensure the same level as leveling by our appropriate dilution.

1. はじめに

昨今、環境保全や健康安全に対する要求を背景として、油性さび止め塗料から水性さび止め塗料へ移行する動きが見られる。当社では、鉛・クロムフリー水性さび止めペイントとして「水性グリーンボーセイ速乾」を上市している。「水性グリーンボーセイ速乾」の品質を表1に示す。本品はJIS K 5674:2008 鉛・クロムフリーさび止めペイント2種の品質を有する。

表1 「水性グリーンボーセイ速乾」の品質
(JIS K 5674:2008 2種に準拠)

項目	品質	試験結果
容器の中の状態	かき混ぜたとき、堅い塊がなく一様になる。	合格
低温安定性 (-5°C)	変質しない。	合格
塗装作業性	支障がない。	合格
表面乾燥性	表面乾燥する。	パロチニ法8時間 : 合格
塗膜の外観	正常である。	合格
上塗り適合性	支障がない。	合格
耐屈曲性	折り曲げに耐える。	円筒形マンドレル法 : 合格
付着安定性	はがれを認めない。	合格
サイクル腐食性	膨れ、はがれ およびさびがない。	合格
加熱残分 (質量分率%)	50以上	70% : 合格
塗膜中の鉛 (質量分率%)	0.06以下	0.06%以下 : 合格
塗膜中のクロム (質量分率%)	0.03以下	0.01%以下 : 合格
防せい(錆)性	防せい(錆)性を持つ。	屋外暴露耐候性 24か月 : 合格
ホルムアルデヒド放散等級	F☆☆☆☆ (0.12mg/L)以下。	0.12mg/L以下

一般に水性塗料は、低温時や高湿度下では、塗料中に含まれる水分の蒸発が阻害され、塗料の乾燥性が著しく低下することは良く知られている。また、乾燥が遅れ

ることで、部材と水分が接触している時間が長くなり、点さびが発生する場合もある。一方、高温時は表面乾燥性が早くなるため、十分なレベリングが得られず、刷毛目状に凹凸が残存し、凹部の薄膜部では早期の発錆が懸念される。

本報は、水性さび止め塗料として「水性グリーンボーセイ速乾」を用い、実環境での使用を想定して、温度や相対湿度が乾燥性に及ぼす影響、被塗物温度が塗膜外観に及ぼす影響などの適用性について報告する。

2. 実験

2.1 供試塗料

水性さび止め塗料として、鉛・クロムフリー水性さび止めペイント「水性グリーンボーセイ速乾」を、比較用の油性さび止め塗料としてJIS K 5674:2008 1種の品質を有する鉛・クロムフリー油性さび止めペイント「グリーンボーセイ速乾」を用いた。

2.2 部材および使用機器

JIS K 5600-1-4の5.1.5研磨による調整を行ったJIS G 3141 冷間圧延鋼板(150×70×0.8mm)を供試部材として用いた。また、一定の乾燥条件による評価には、恒温恒湿槽(楠本化成社製 ETAC TH403E)を用いた。

2.3 乾燥性の評価

水で5%希釈した水性さび止め塗料を、供試部材に乾燥膜厚35 μ mを目標として刷毛塗りし、温度5°C・相対湿度85%および20%、温度35°C・相対湿度85%および30%の条件で乾燥させた。塗装直後から一定時間ごとにJIS K 5600-1-1 4.3.5に規定する指触乾燥および半硬化乾燥に至るまでの時間を測定した。比較として、塗料用シンナーで5%希釈した油性さび止め塗料を、部材に乾燥膜厚35 μ mを目標として刷毛塗りした後、同一条件で乾燥させた。

2.4 点さびの評価

鋼材に塩化物イオンが付着している場合、さびが生じ易い。そこで、2.2に示す供試部材を塩水噴霧試験機(スガ試験機社製 ST-ISO-3)に336時間供して塩化物イオンを付着させたのち、公共建築工事標準仕様書の鉄鋼面の素地ごしらえC種を実施したものについて、水性さび止め塗料と点さび抑制効果のない水性塗料を乾燥膜厚 $35\mu\text{m}$ を目標として刷毛塗りした。気温 5°C ・相対湿度85%の環境で乾燥させた後に、塗膜表面の点さび発生状態を観察した。

2.5 塗料の粘性評価

水性さび止め塗料の希釈率を希釈なし、5%希釈、10%希釈と異なる希釈率とし、それぞれを粘度計(Anton Paar社製 MCR301)を用い、粘度(23°C)のずり速度依存性を測定した。

2.6 平滑性の評価

部材に水性さび止め塗料で、乾燥膜厚 $30\sim 35\mu\text{m}$ を目標として刷毛塗りした。塗装した試験板を $35^\circ\text{C}\cdot 40^\circ\text{C}\cdot 50^\circ\text{C}$ の温度条件で、十分に乾燥させた。なお、この平滑性が問題となる現象は、水性さび止め塗料が部材表面に濡れ広がる前に乾燥することが原因であるため、部材表面温度が高い夏場に発生しやすい傾向がある。従って温度条件は 35°C 以上に設定した。

塗膜が乾燥した後、膜厚計(Elcometer社製 elcometer 456)を用いて、供試部材1枚あたり30箇所膜厚を測定し、平均膜厚・標準偏差を求め、塗膜の平滑性を評価した。

さらに鉄骨製作工場において、一般構造用圧延鋼材で作製された実部材に対して、水性さび止め塗料を刷毛塗りし、合わせて塗膜の平滑性を評価した。

3. 結果と考察

3.1 環境条件が及ぼす乾燥性への影響

温度・相対湿度が異なる環境における乾燥性の評価結果を表2に示す。

その結果、気温 35°C では、水性さび止め塗料、油性さび止め塗料ともに相対湿度に影響されない結果を示した。一方、気温 5°C ・相対湿度20%の条件では両者の

乾燥性に差がないものの、相対湿度85%では油性さび止め塗料と比較して水性さび止め塗料の乾燥性は時間を要するようになった。

これは、水性さび止め塗料が低温高湿度下において、塗料中に含まれる水分の蒸発が阻害されているためと考えられる。

表2 さび止め塗料の乾燥性評価結果

No.	気温 ($^\circ\text{C}$)	相対湿度 (%)	種別			
			水性		油性	
			指触乾燥	半硬化乾燥	指触乾燥	半硬化乾燥
1	5	85	3時間	5時間	30分	1時間
2	5	20	10分	15分	10分	15分
3	35	85	5分	10分	5分	10分
4	35	30	5分	10分	5分	10分

3.2 環境条件が及ぼす点さび発生への影響

2.4の条件で塗装した、水性さび止め塗料と点さび抑制効果のない水性塗料の乾燥後の点さび発生状態を図1に示す。その結果、水性さび止め塗料は、塩化物イオンが付着した悪条件の素地においても、点さび抑制効果のない水性塗料と比較して、点さびの発生がほとんどないことがわかる。このことから水性さび止め塗料は、乾燥性が遅くなる様な環境下においても、点さびの発生抑制効果が期待できる。

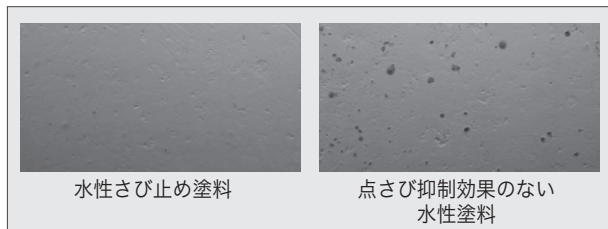


図1 点さびの発生状態

3.3 塗料の粘性

建築工事標準仕様書・同解説 JASS 18 塗装工事には、鉄鋼面のつや有り合成樹脂エマルジョンペイント塗り工程での下塗り1回目および2回目の標準膜厚は、各々30 μm と規定されている。下塗り、すなわち水性さび止め塗料は、スプレー塗装・ローラー塗装・刷毛塗りのいずれにおいても乾燥膜厚30 μm を容易に塗付けることが要求されている。そこで、油性さび止め塗料を使い慣れた塗装施工者が違和感無く使用できるように、水性さび止め塗料には油性さび止め塗料に近いレオロジー特性を付与している。

水性さび止め塗料の希釈率の違いによる粘度(23 $^{\circ}\text{C}$)—ずり速度依存性測定結果を図2に示す。

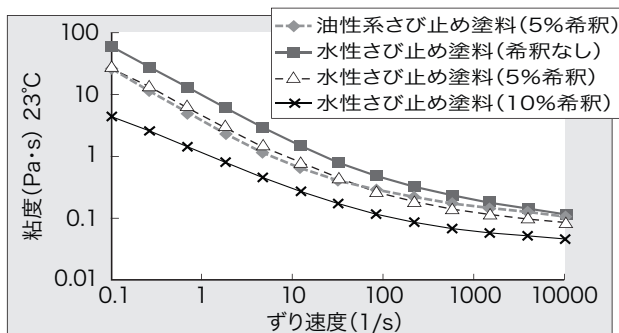


図2 さび止め塗料の粘度—ずり速度測定結果

5%希釈した水性さび止め塗料の粘性挙動は、5%希釈した油性さび止め塗料の粘性とほぼ同様な挙動を示しており、油性さび止め塗料と同様の作業性を有するといえる。また、10%希釈した水性さび止め塗料は、低ずり速度領域での粘性が低下する傾向にあるが、垂直面でも標準膜厚30 μm を十分に確保できる設計としている。ただし、3.4で述べる刷毛塗りでは、被塗物温度により塗膜の平滑性が影響を受け、十分な膜厚を確保できない場合があるため、希釈率については留意が必要である。

3.4 被塗物温度が及ぼす刷毛塗り塗膜の平滑性への影響

塗膜平滑性を評価した結果を表3に示す。比較として、5%希釈した油性さび止め塗料の同一条件における塗膜平滑性の評価結果を表4に示す。

表3 水性さび止め塗料の平滑性評価結果

No.	希釈率 (%)	部材温度 ($^{\circ}\text{C}$)	平均膜厚 (μm)	標準偏差 (μm)
1	0	35	34.7	14.7
2		40	35.3	16.2
3		50	36.5	18.9
4	5	35	31.2	9.8
5		40	32.2	10.7
6		50	34.6	13.3
7	10	35	24.8	9.0
8		40	24.6	9.9
9		50	25.7	11.9

表4 油性さび止め塗料の平滑性評価結果

No.	希釈率 (%)	鋼板温度 ($^{\circ}\text{C}$)	平均膜厚 (μm)	標準偏差 (μm)
1	5	35	34.2	10.8
2		40	35.4	11.8
3		50	36.0	13.2

その結果、水性さび止め塗料は、部材表面温度が上昇するとともに、膜厚のばらつきが大きくなり、塗膜の平滑性が低下する傾向にあった。特に、水で希釈しない場合には、その傾向が顕著となった。これは、通常よりも高い温度域では溶剤系に比べて表面乾燥性が早く、十

分な流動が得られにくいためであると考えられる。このような、膜厚差や細かな凹凸(刷毛目)の発生は、特に、薄膜部において防錆性に影響する。一方、5%希釈した水性さび止め塗料は、同じ希釈率の油性さび止め塗料と同等の平滑性が得られている。10%希釈した水性さび止め塗料では、さらに平滑性が向上するが、目標膜厚が得られにくくなる。従って、表面乾燥性が速い高温環境下での水性さび止め塗料の刷毛塗り塗装では、5%希釈程度が好適と考える。

一般構造用圧延鋼材で作製された実部材を用いた平滑性評価結果を表5および図3に示す。その結果、直射日光により実部材の表面温度は45°Cであったが、5%希釈した水性さび止め塗料は、刷毛塗りで十分な平滑性が得られ、供試部材を用いた実験との整合性を示す結果となった。

表5 実部材を用いたさび止め塗料の平滑性評価

No.	希釈率 (%)	水性		油性	
		平均膜厚 (μm)	標準偏差 (μm)	平均膜厚 (μm)	標準偏差 (μm)
1	0	51.2	18.9	50.5	15.8
2	5	44.1	13.4	42.7	12.3

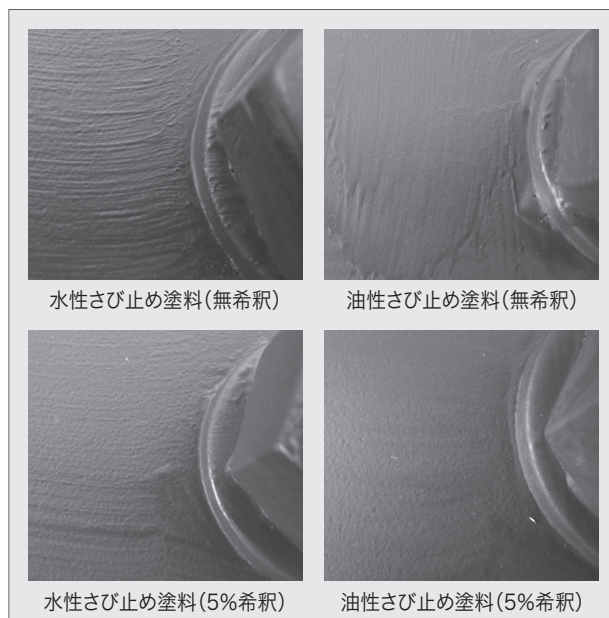


図3 一般構造用圧延鋼材への刷毛塗り試験 (表面温度45°C)

この実部材は、屋外暴露を継続中であり、その状況を図4に示す。屋外暴露6ヶ月経過後においても、水性さび止め塗料は、油性さび止め塗料と同等の防錆性を示している。

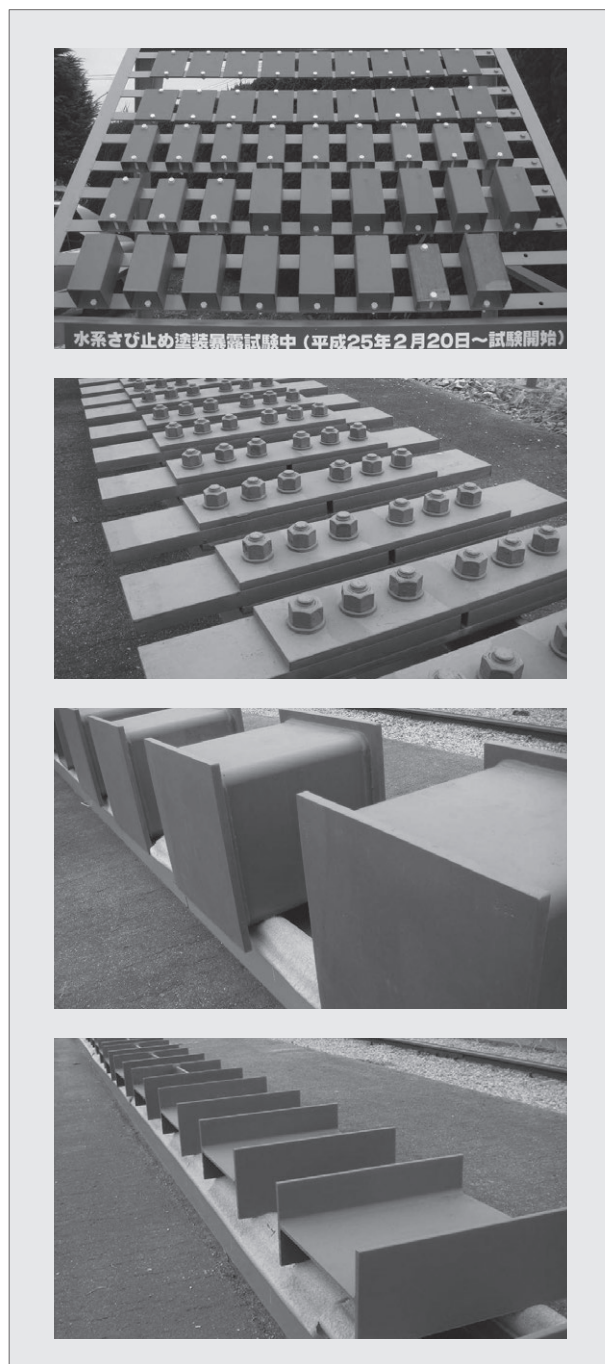


図4 様々な部材形状での水性さび止め塗料屋外暴露試験

4. まとめ

今回評価した、水性さび止め塗料の温度や相対湿度が、乾燥性に及ぼす影響、被塗物温度が塗膜外観に与える影響を以下にまとめる。

- 1) 水性さび止め塗料の乾燥性は、低温高湿度条件を除き、油性さび止め塗料と差がない。低温高湿度条件では時間を要する。そのような環境条件が予測される場合には、なるべく通気を良くし、高湿度になりにくくするよう、留意すべきである。
- 2) 水性さび止め塗料は、一般的な水性塗料と比較して、塗装直後の点さび発生を抑制する性能を有している。
- 3) 水性さび止め塗料は、油性さび止め塗料に近いレオロジー特性を有しており、同様の作業性が期待できる。
- 4) 水性さび止め塗料は、塗装時の部材表面温度が上昇するとともに、塗膜表面に凹凸を生じて、平滑性が低下するが、適切に希釈することにより良好な平滑性を確保できる。

謝辞

本実験にご協力いただいた(株)ムラヤマの村山社長、早坂部長に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 桑原幹雄,近藤照夫:日本建築学会2008年度大会 学術講演梗概集A-1, P435-436 (2008)
- 2) 桑原幹雄,近藤照夫:日本建築学会2009年度大会 学術講演梗概集A-1, P1033-1034 (2009)

カレントインタラプタ法による屋外暴露塗膜の 耐久性評価

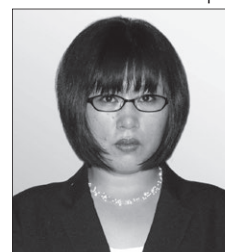
Durability Evaluation of Exposed Coated Steel Panels
Using Current Interrupter Technique

技術開発部門
研究部研究第一グループ
Technical Development Division,
Research Development Department
Research Group 1

塗料事業部門
建築・構造物塗料事業部
構造物塗料テクニカルサポートグループ
Paint Operating Division,
Architectural and Protective Coatings Department
Protective Coating Technical Support Group



堀田 裕貴
Hiroki HOTTA



森田 さやか
Sayaka MORITA

要 旨

塗膜の耐久性評価は、外観観察や付着性試験で行うのが一般的であるが、近年では、さらに塗膜の劣化および塗膜下で生じている金属腐食に関する情報を得るために、電気化学的手法が検討されている。

今回、屋外暴露により劣化させた塗装試験片を用いて、その耐久性を外観観察・付着性・ダメージ部周辺における塗膜下の腐食状況を観察するとともに、電気化学的測定方法のひとつであるカレントインタラプタ法でも評価を行った。カレントインタラプタ法で測定した塗膜下鋼材表面の抵抗値(分極抵抗値)とその他の評価結果から、カレントインタラプタ法が暴露塗膜の耐久性評価に有用であることを確認した。

Abstract

Generally, the durability evaluation of exposed coated steel panels is evaluated by observation of appearance changes and adhesion test. Recently a variety of electrochemical techniques have been used for the measurement of under-film corrosion of coated steel.

On this report, an exposed coated steel panels wear evaluated by the appearance changes, adhesion test, corrosion status observation of the steel panel corrosion under paint film and one of the electrochemical measurement which is Current interrupter technique. As a result of test using this technique, which is effective on the durability evaluation of the exposed coated steel panels.

1. はじめに

塗膜の耐久性の判定は、目視または拡大鏡を用いてさび・膨れなどの外観変化を評価し、それぞれの面積や進行状況から判断する方法が一般的である。また、素地と塗膜の付着力や塗膜の強度を測定する評価方法もあるが、これらは破壊試験であり、評価部分にダメージを与えることは避けられない。

近年、塗膜に与えるダメージを最小限に抑え、定量的に塗膜の劣化度を判定することができる交流インピーダンス法やカレントインタラプタ法などの電気化学的測定法が提案されている¹⁾²⁾。カレントインタラプタ法は、塗膜下鋼材表面の劣化度を判定することのできる手法の一つである。

本研究では、2年間屋外暴露に供した塗膜を外観観察、カレントインタラプタ法による電気化学的測定、クロスカット法による塗膜の付着性試験、および塗膜を除去した後のさび発生状況で評価した。これらの結果を比較するとともに、カレントインタラプタ法が暴露塗膜の耐久性評価に有用であるかについて確認した。

2. 実験

2.1 塗装試験片の作製および試験方法

本試験では、アルキド樹脂塗料塗装系(下塗り35 μ m/下塗り35 μ m/中塗り30 μ m/上塗り25 μ m,トータル膜厚125 μ m)6種類について試験・評価を実施した。アルキド樹脂塗料塗装系6種類は、それぞれ下塗りに含有される防錆顔料および色相が異なっている。表1に各塗装系下塗塗料に使用した、りん酸系防錆顔料の種類および色相を示す。中塗塗料と上塗塗料に関しては、いずれの塗装系も同一塗料である。各供試塗料を100 \times 100 \times 1.6mmtの普通鋼にエアースプレーで塗装し、塗装後の試験片を室温で2週間養生させた後、沖縄県伊計島にて2年間暴露した。なお、試験片の暴露位置は離岸距離10mの厳しい腐食環境であり、試験片は25度の角度で暴露した。

表1 本試験で使用した各塗装系下塗塗料の防錆顔料の種類および色相

塗装系 NO.	1	2	3	4	5	6
防錆顔料	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
色相	グレー	赤さび	赤さび	グレー	グレー	赤さび

2.2 塗装試験片の評価

沖縄暴露試験2年後に試験片を回収し、目視による外観(さび・膨れ)観察、カレントインタラプタ法による電気化学的測定、クロスカット法による付着性試験を行い、各試験後に塗膜を強制的にはく離し、塗膜下のさび発生状況を観察した。

外観観察の判定に関しては、一般部の劣化をASTM D610-01(さび)、ASTM D714-02(膨れ)の基準に従って評価し、カット部の劣化をカット部からのさび幅・膨れ幅で評価した。

カレントインタラプタ法による電気化学的測定は、塗装鋼板に微小電流(最小で1.46pA)を流し、放電電流を切断した際に生じる放電現象(電位減衰現象)を解析することにより、塗膜下金属の劣化度および塗膜の劣化度を判定する³⁾。このカレントインタラプタ法による電気化学的測定で分極抵抗値、分極容量値、塗膜抵抗値、塗膜容量値が算出されるが、本報では塗膜下金属表面の抵抗を表す分極抵抗値を種々の評価結果と合わせて考察した。カレントインタラプタ法による分極抵抗値測定には、北斗電工(株)製の塗膜下金属腐食診断装置HL201を用いた。

クロスカット法による付着性は、JIS K 5600-5-6に準じ、素地表面に達する碁盤目状の切り込みを入れた後、セロハンテープを塗膜に付着し引きはがすことで評価した。

3. 結果と考察

3.1 外観観察評価結果

表2に、沖縄暴露2年後の塗膜外観写真、外観(一般部、カット部のさび・膨れ)観察結果、カレントインタラプタ法による分極抵抗値測定結果を示す。

一般部では、いずれの塗装系でもさび・膨れの発生がなく、分極抵抗値測定部も目視では健全な状態であった。

カット部においては、全ての塗装系でさび・膨れの発生が認められた。さびに関しては、いずれも2.0mm程度の発生であり、塗装系の違いによる差は確認できなかった。カット部の膨れ幅に関しては、塗装系によって差が認められた。特に膨れが目立ったのはNo.1とNo.6であり、No.1は膨れ幅が5.0mmと最も大きかった。No.6は膨れ幅は1.0mmと最も小さかったものの、測定部近傍にまで進行している糸状膨れがあった。

3.2 カレントインタラプタ法による分極抵抗値測定結果

カレントインタラプタ法により算出された分極抵抗値は、塗膜下金属表面の抵抗を示しており、抵抗値が高いほど健全で低いほど劣化が進行していることを示す。No.2、No.3、No.4、No.5の塗装系では、 $10^9 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}^2$ オーダーの分極抵抗値を示したのに対し、最もカット部からの膨れが進行していたNo.1は $10^7 \Omega \cdot \text{cm}^2$ オーダー、カット部から測定部近傍まで糸状膨れが進行していたNo.6は $10^6 \Omega \cdot \text{cm}^2$ オーダーの低い値を示した。この結果より、No.1、No.6の塗装系では、塗膜下金属腐食が進行していると推測される。

以上の測定結果より、塗装系によって分極抵抗値に差があることがわかった。しかしながら、外観観察結果ではいずれの塗装系でも分極抵抗値測定部を含めて、一般部の劣化は認められず、目視外観とカレントインタラプタ法による分極抵抗値測定結果との相関性を確認することはできなかった。

表2 沖縄暴露2年後の外観(さび・膨れ)観察およびカレントインタラプタ法による分極抵抗値測定結果

外観評価結果	一般部		カット部		一般部		カット部		一般部		カット部	
	膨れ (ASTM)	さび (ASTM)	膨れ [mm]	さび [mm]	膨れ (ASTM)	さび (ASTM)	膨れ [mm]	さび [mm]	膨れ (ASTM)	さび (ASTM)	膨れ [mm]	さび [mm]
	10	10	5.0	2.0	10	10	3.0	2.0	10	10	2.0	1.0
沖縄暴露 2年後外観												
分極抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)	$10^{7.0}$				$10^{9.5}$				$10^{10.0}$			
外観評価結果	一般部		カット部		一般部		カット部		一般部		カット部	
	膨れ (ASTM)	さび (ASTM)	膨れ [mm]	さび [mm]	膨れ (ASTM)	さび (ASTM)	膨れ [mm]	さび [mm]	膨れ (ASTM)	さび (ASTM)	膨れ [mm]	さび [mm]
	10	10	4.0	2.0	10	10	3.0	1.0	10	10	1.0	2.0
沖縄暴露 2年後外観												
分極抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)	$10^{9.7}$				$10^{10.8}$				$10^{6.1}$			

※白の点線：カレントインタラプタ法による分極抵抗値測定部

※カット部のさび・膨れはカット部からの最大幅を示す

3.3 クロスカット法による付着性試験結果

表3に、クロスカット法による付着性試験結果を示す。素地の露出度に関しては、目視で観察した結果を点数化した。点数化の基準は、表欄外に記載している。

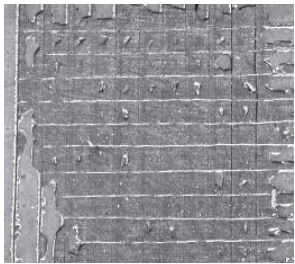
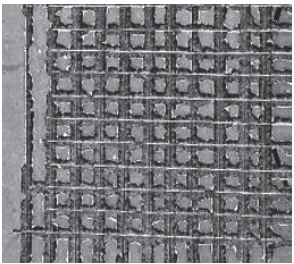
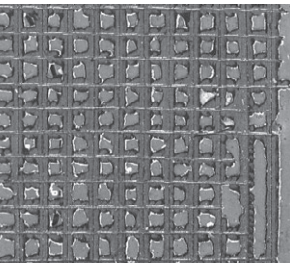
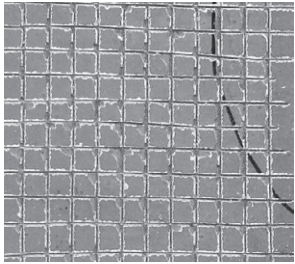
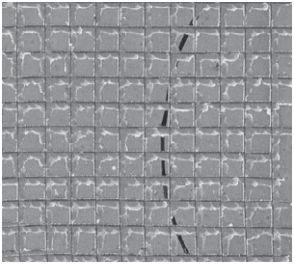
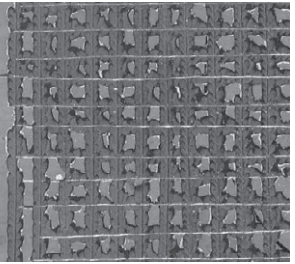
No.4は、はく離がほとんどなく、No.5もはく離がわずかに認められる程度であった。これらは、カレントインタラプタ法による分極抵抗値測定結果でも $10^9 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ オーダーの高い分極抵抗値を示しており、外観、付着性試験、カレントインタラプタ法による分極抵抗値測定の全てで良好な結果を示した。

一方、付着性試験で最も塗膜がはく離した塗装系はNo.1であった。No.1は、ほとんどが素地と下塗りの界面でのはく離であり、素地との付着力が低下していることがわかった。また、No.1の分極抵抗値は $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ オ

ーダーと、他の仕様と比べて低い数値を示していることから、塗膜下金属の劣化が進行していると考えられる。No.1の次に塗膜のはく離が激しかった塗装系はNo.6であった。No.6のはく離位置は素地と下塗りの界面または下塗りと中塗りの界面のはく離で、素地が約50%露出している状況であった。No.6もNo.1と同様に分極抵抗値が低かった塗装系であり、付着性試験と分極抵抗値の結果から、塗膜および塗膜下金属の劣化が進行していることを確認できた。

以上の付着性試験の結果より、分極抵抗値の低かったNo.1とNo.6の塗装系で素地の露出度が高くなっており、カレントインタラプタ法により算出した分極抵抗値と素地の露出度には高い相関性があることがわかった。

表3 クロスカット法による付着性試験結果

	No.1	No.2	No.3
クロスカット試験箇所 拡大写真			
主なはく離位置	素地と下塗りの界面	素地と下塗りの界面 下塗りと中塗りの界面	素地と下塗りの界面 下塗りと中塗りの界面
素地の露出度	5	2	3
	No.4	No.5	No.6
クロスカット試験箇所 拡大写真			
主なはく離位置	下塗りと中塗りの界面	下塗りと中塗りの界面	素地と下塗りの界面 下塗りと中塗りの界面
素地の露出度	1	1	4

※素地の露出度の基準

- 1：素地の露出はほとんどない
- 2：素地の約10%～約25%程度が露出
- 3：素地の約25%～約50%程度が露出
- 4：素地の約50%以上が露出。
- 5：素地がほぼ露出している

3.4 塗膜下のさび発生状況の観察

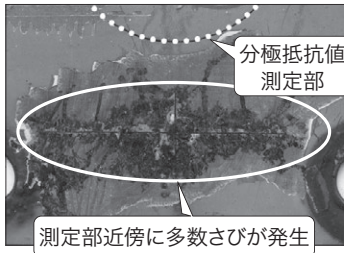
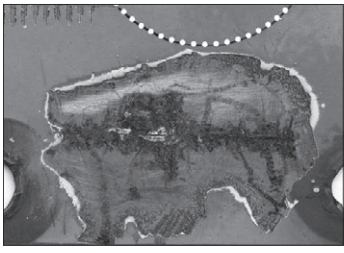
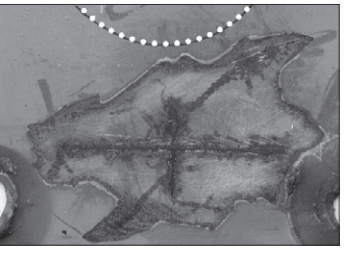
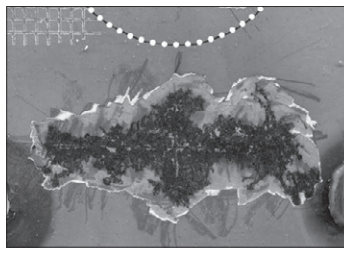
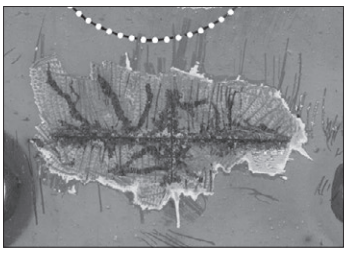
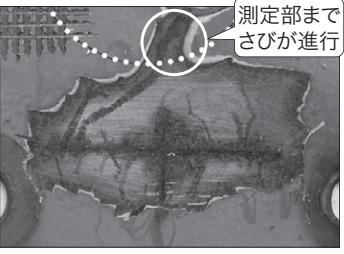
カッターナイフを用いてカット部周辺の塗膜を強制的にはく離し、塗膜下のさび発生状況を観察した。表4にカット部周辺の塗膜を除去した後の各塗膜下外観を示す。

表4の結果より、カレントインタラプタ法による分極抵抗値測定において低い値を示したNo.6では、測定部の塗膜下にさびが発生しており、このさびの影響で低い分極抵抗値を示したと考えられる。同様に低い分極抵抗値を示したNo.1では、測定部まで腐食は進行してい

なかつたが、測定部近傍およびカット部近傍で、多数のさびの発生が確認できた。一方、高い分極抵抗値を示したNo.2、No.3、No.4、No.5では、測定部の塗膜下にさびの発生がなく、No.1やNo.6と比較しても、カット部からのさび発生量も少ない傾向にあった。

これらの結果から、カレントインタラプタ法による分極抵抗値測定によって、目視では確認できない塗膜下の劣化状況が判断でき、実際の塗膜下腐食と分極抵抗値には相関があることがわかった。

表4 塗膜を除去した後の塗膜下外観

	No.1	No.2	No.3
塗膜はく離後の外観			
	No.4	No.5	No.6
塗膜はく離後の外観			

※白の点線:カレントインタラプタ法による分極抵抗値測定部

4. まとめ

沖縄に2年間暴露した試験片において、外観(さび・膨れ)評価、カレントインタラプタ法を用いた分極抵抗値測定、クロスカット法による付着性試験および塗膜下のさび発生状況の確認を行い、分極抵抗値と種々の評価結果に相関があることを確認できた。

従って、カレントインタラプタ法を用いた電気化学的測定を行うことによって、目視では確認できない塗膜下金属の劣化状況を判定することができる。

参考文献

- 1) 永井昌憲, 中山俊介, 田邊弘住 :
第16回防錆技術発表大会予稿集P165-170
- 2) 岩瀬嘉之, 相澤匡, 田邊弘住, 河合登 :
第35回鉄鋼塗装技術討論会予稿集(2012)
- 3) 田邊弘住 : 表面技術, 45, 10, p.43(1994)

ポリエステルとふっ素樹脂からなる混合粉体塗膜の耐候性評価

Weatherability Evaluation for Powder Coating
Contained Polyester and Fluorocarbon

塗料事業部門
金属焼付塗料事業部
テクニカルサポートグループ
Paint Operating Division,
Metal Baking Coating Department
Technical Support Group



北川 将司
Masashi KITAGAWA

要 旨

金属外装建材分野(カーテンウォール)でのアルミニウム合金材料の表面仕上げには、長年にわたって、溶剤系ふっ素樹脂塗料が採用されてきた。しかし、近年の環境問題への関心の高まりから粉体塗料への置換えが検討されている。

本報では、樹脂特性が異なるポリエステルとふっ素樹脂を混合配合させることで得られた、自己組織化の特殊層構成塗膜は、促進耐候性試験および屋外暴露耐候性試験結果から、ふっ素樹脂粉体塗膜と同等以上の耐候性性能を示すことを見いだしたので、これを報告する。

Abstract

For many year, solventborne fluoro resin coating had been adopted in surface finish of aluminium alloy material for metal exterior buildings (a curtain wall fields). But it is considered replacement powder coating from it as surge of concern about environment issue in recent years.

It is provided self-organization special layer structure film with blending and combination different polyester and the fluoro resin which resinous characteristic. In this report, we find it from weathering test and exposure weathering test result shows weathering performance more than fluoro resin series powder film and the same class.

1. はじめに

現在、地球規模での環境問題への急速な関心の高まりから、各分野において環境に配慮した商品開発や技術革新が進められている。この動きは、塗料業界においても決して例外ではなく、従来の溶剤系塗料からVOC (Volatile Organic Compounds：揮発性有機化合物)の含有量が少ない水系塗料、ハイソリッド塗料や粉体塗料への転換が活発になっている。

その中でも、粉体塗料は①VOCを含有しない無溶剤系塗料である②塗料の回収再利用が可能のため廃棄物が大幅に削減できる③水質汚濁の原因となる排水が発生しないなどの利点から、溶剤系塗料に代わる環境配慮形塗料として期待が寄せられている。

金属外装建材分野(カーテンウォール)で用いられているアルミニウム合金材料の表面仕上げには、工場における加熱硬化形塗装が施されてきたが、近年では特に粉体塗料の適用が検討されており、その研究成果が多数報告されている^{1~20)}。

当社でも、この分野での従来の溶剤系塗装から粉体塗装への置換えを進めており、各種商品をラインナップしている。

表1に、当社の主な金属外装建材分野向けの高耐候性塗料を示す。

表1 金属外装建材分野向け塗料の概要

塗料名称	塗料タイプ	期待耐用年数 [※]
Vフロン#2000	溶剤系熱硬化形ふっ素樹脂塗料	20年以上
デュフナー#100S	溶剤系熱可塑性ふっ素樹脂塗料	20年以上
V-PET#4500SW	イソシアネート硬化形ポリエステル粉体塗料	12年
パウダーフロンCW	熱硬化形ふっ素樹脂粉体塗料	20年以上

※期待耐用年数：色相、光沢変化、エロージョン(チョーキング、摩耗)などにより、塗り替え作業が必要となるまでの年数

溶剤系ふっ素樹脂塗料であるVフロン#2000(熱硬化形ふっ素樹脂塗料)やデュフナー#100S(熱可塑性ふっ素樹脂塗料)は、いずれも20年以上の期待耐用年数を示しており、これまで国内外の多くの物件で採用実績がある。

これに対して、イソシアネート硬化形ポリエステル粉体塗料であるV-PET#4500SWは期待耐用年数が12年程度であることから、従来の溶剤系ふっ素樹脂塗料からの置換えを図るには、長期耐久性が不十分である。

当社は、熱硬化形ふっ素樹脂粉体塗料パウダーフロンCWを上回る高耐久性塗膜形成を目指すために、樹脂特性の異なるポリエステルとふっ素樹脂を混合することで、様々な層構成を有する塗膜が形成されることに成功している。

本報では、この様々な層構成塗膜に対して促進耐候性試験および屋外暴露耐候性試験を行い、耐候性評価を実施した結果、高耐久性の可能性を見いだしたので報告する。

2. 実験

2.1 サンプル①～③の層構成と耐候性評価

2.1.1 試験片の作製

作製したサンプルの概要を表2に示す。

表2 サンプル①～③の概要

サンプル	樹脂構成
①	ポリエステル 1 ふっ素樹脂 ブロックイソシアネート
②	ポリエステル 2 ふっ素樹脂 ブロックイソシアネート
③	ポリエステル 3 ふっ素樹脂 ブロックイソシアネート

樹脂特性の異なるポリエステルとふっ素樹脂を混合して練り合わせるにより、3種類のサンプルを作製した。六価クロム系化成皮膜処理を施したアルミニウム合金板材A1100Pに、膜厚が $60 \pm 10 \mu\text{m}$ になるようにサンプル①～③を静電塗装し、 $190^\circ\text{C} \times 20$ 分の加熱硬化条件で試験片を作製した。

2.1.2 層構成の観察

サンプル①～③の試験片における層構成観察は、走査型電子顕微鏡(SEM、日立ハイテクノロジーズ社製超高分解能分析走査SU-70型)で実施した。

2.1.3 耐候性試験

サンプル①～③の試験にあたり、熱硬化形ふっ素樹脂粉体塗料であるパウダーフロンCWと、イソシアネート硬化形ポリエステル粉体塗料であるV-PET#4500SWを比較として評価した。

促進耐候性試験としては、サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験(以降はSWOMと記載)と紫外線蛍光ランプ式耐候性試験(以降はQUVと記載)を適用して、試験後の光沢保持率と外観観察で評価した。

屋外暴露耐候性試験は、当社の沖縄県伊計島暴露試験場にて、24ヶ月間実施した。

2.2 サンプル④の層構成と耐候性評価

2.2.1 試験片の作製

サンプル①～③の耐候性評価結果を受けて、サンプル③の促進耐候性試験における光沢保持率向上を目的として、サンプル④を追加作製している。その概要と塗膜作製条件を表3に示す。

表3 サンプル④の概要

サンプル	樹脂構成
④	ポリエステル 4 ふっ素樹脂 ブロックイソシアネート

注1. 加熱硬化条件:190°C×20分

注2. 六価クロム系化成皮膜処理アルミニウム合金板材A1100P

注3. 膜厚:60±10μm

2.2.2 層構成の観察

サンプル④の試験片における層構成観察は、走査型電子顕微鏡(前述)で実施した。

2.2.3 耐候性試験

サンプル③および④の促進耐候性試験として、SWOM試験を適用して評価した。その際、パウダーフロンCWを比較として評価した。

2.2.4 塗膜表面の観察および元素分析

サンプル④とパウダーフロンCWの塗膜表面を走査型電子顕微鏡(前述)で実施して、元素分析(EDX分析)により、ふっ素およびチタン元素の分布を確認した。

3. 結果と考察

3.1 サンプル①～③の層構成と耐候性評価結果

3.1.1 層構成の観察結果

図1にサンプル①～③の層構成を観察した結果を示す。

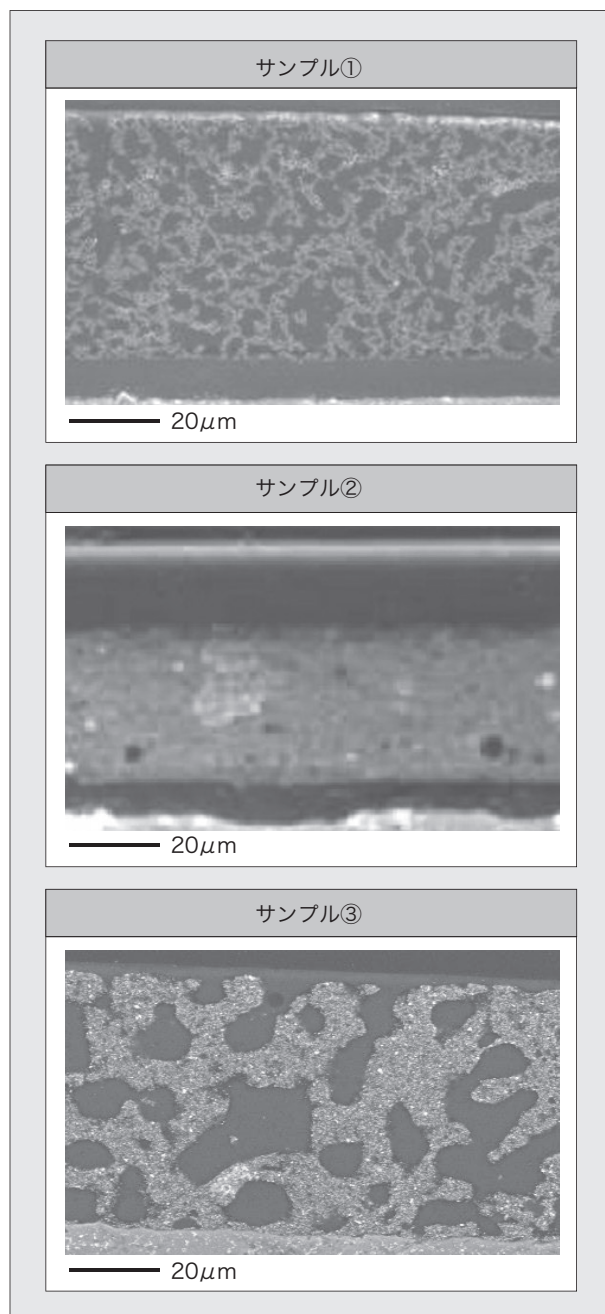


図1 サンプル①～③の硬化塗膜の断面観察写真

サンプル①の試験片は、ポリエステルとふっ素樹脂が塗膜全体に不均一に分散した層構成となっている。

一方、サンプル②の試験片では、塗膜表層部にふっ素樹脂のクリアー層が厚さ20 μ m程度で形成され、塗膜下層部に顔料を含んだポリエステル層が形成された層構成が観察される。

サンプル③の試験片は、塗膜表層部にふっ素樹脂のクリアー層が厚さ2 μ m程度で形成されており、塗膜下層部には顔料を含んだポリエステルとふっ素樹脂からなる混合層が形成されている。

3.1.2 耐候性試験結果

図2にSWOM試験6000時間における試験片の光沢保持率変化を示す。

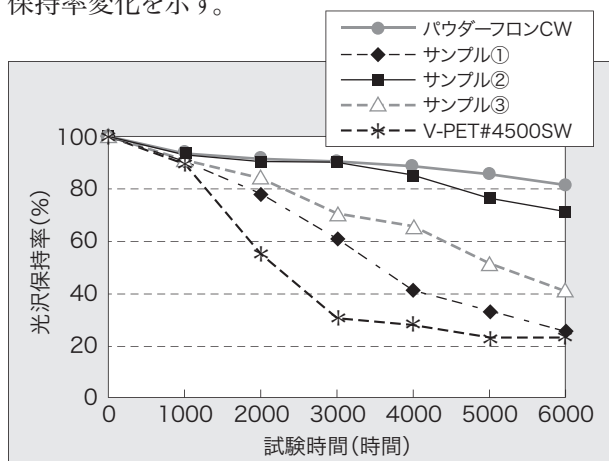


図2 SWOM試験による光沢保持率変化

サンプル①の試験片は3000時間経過後から顕著な光沢低下が確認されており、6000時間経過時で光沢保持率20%近傍まで低下している。サンプル②の試験片は、6000時間経過時においてもパウダーフロンCWと同等程度の高い光沢保持率(70%以上)を示している。

一方、サンプル③の試験片は、6000時間経過後においても光沢を維持している(光沢保持率40%)ものの、サンプル②やパウダーフロンCWと比較すると低い値となっている。

SWOM試験の結果から、光沢保持率の低下が顕著であったサンプル①は以後の評価対象から除外した。

図3にQUV試験3000時間における試験片の光沢保持率変化を示す。

サンプル②は、2000時間経過後においても光沢保

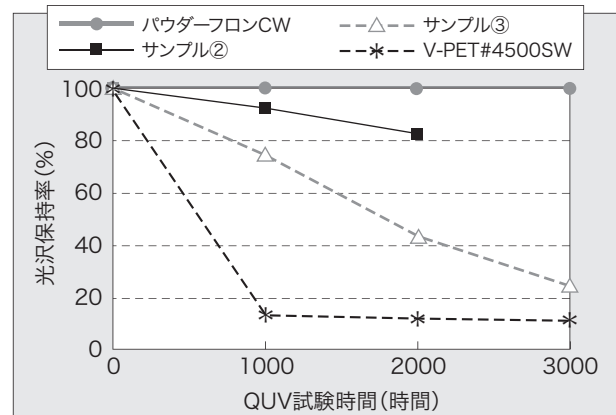


図3 QUV試験による光沢保持率変化

持率80%以上の高い値を示している。しかし、試験片の外観確認により、塗膜表層部のふっ素樹脂層と塗膜下層部のポリエステル層の間ではく離が確認された。

一方、サンプル③は、2000時間を経過した試験片の光沢保持率が40%まで低下しているものの、塗膜表層部のふっ素樹脂層と塗膜下層部のポリエステルとふっ素樹脂の混合層との間ではく離は認められない。

図4に沖縄県伊計島で実施した屋外暴露試験24ヶ月における試験片の光沢保持率変化を示す。

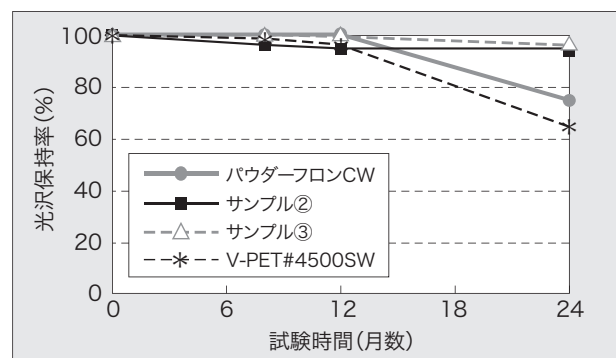


図4 沖縄暴露試験による光沢保持率変化

パウダーフロンCWは24ヶ月の暴露により、光沢保持率80%程度を示しており、V-PET#4500SWは光沢保持率が60%近傍まで低下している。

一方、サンプル②と③は、いずれも光沢保持率が95%以上を示しており、顕著な光沢低下が認められない。

以上の評価結果から、サンプル③の塗膜構造において、表層に形成されるふっ素樹脂のクリアー層を厚膜化させる検討を実施し、サンプル④を追加作製している。

3.2 サンプル④の層構成と耐候性評価結果

3.2.1 層構成の観察結果

図5にサンプル④の層構成を観察した結果を示す。

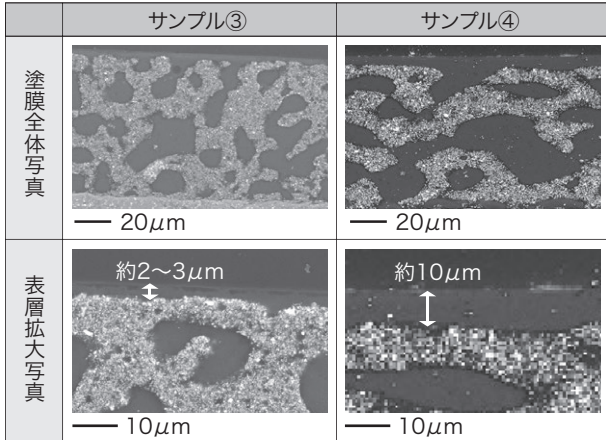


図5 サンプル③および④の硬化塗膜の断面観察写真

ふっ素樹脂のクリアー層は厚さ10μm程度で形成されており、サンプル③と比較してクリアー層の大幅な厚膜化が確認されている。一方、塗膜下層部にはサンプル③と同様に顔料を含んだポリエステルとふっ素樹脂からなる混合層が形成されている。

3.2.2 耐候性試験結果

図6にSWOM試験4000時間における試験片の光沢保持率変化を示す。

SWOM4000時間を経過後のサンプル④の試験片は、光沢保持率80%以上とパウダーフロンCWと同等程

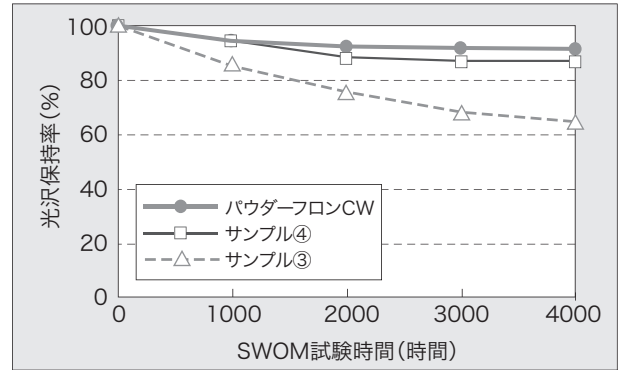


図6 SWOM試験による光沢保持率変化

度での値を示しており、サンプル③よりも高い値となっている。

以上の結果から、表層に形成されるふっ素樹脂のクリアー層を厚膜化させることで、促進耐候性が向上すると考えられる。

3.2.3 塗膜表面の観察および元素分析結果

図7にサンプル④およびパウダーフロンCWによる塗膜表面のSEM観察画像およびその元素マッピング結果を示す。

サンプル④はパウダーフロンCWと同様に、ふっ素元素が塗膜表面に均一に分布している。一方、顔料由来であるチタンは、ほとんど分布していない。

以上の観察結果から、サンプル④は塗膜表面全体にふっ素樹脂のクリアー層が形成されていることから、パウダーフロンCWを上回る優れた耐久性が期待される。

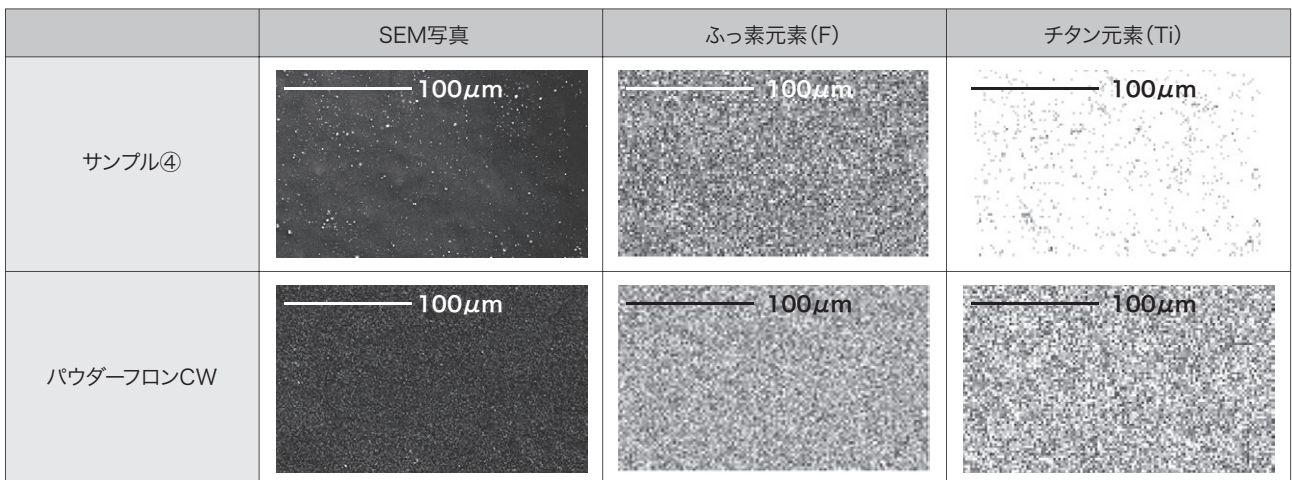


図7 サンプル④およびパウダーフロンCWの硬化塗膜の塗膜表面観察および元素分析結果

4. まとめ

ポリエステルとふっ素樹脂を練り合わせるにより作製した粉体塗料の硬化塗膜を、促進耐候性試験と屋外暴露試験によって耐候性を評価した結果から、以下の結論が示される。

- 1) 4000時間までのSWOM試験においては、塗膜表層に10 μ m以上のふっ素樹脂層が形成された硬化塗膜は、高い光沢保持率を示す。
- 2) 塗膜表層部にふっ素樹脂のクリアー層が形成され、塗膜下層部が顔料を含んだポリエステル層のみで形成される層構成の硬化塗膜は、2000時間までのQUV試験において、はく離が認められる。
- 3) 沖縄県における24ヶ月までの屋外暴露試験では、塗膜表層部にふっ素樹脂のクリアー層が形成された硬化塗膜は、熱硬化形ふっ素樹脂粉体塗料パウダーフロンCWの硬化塗膜より、高い光沢保持率を示している。

以上のような実験的検討結果に基づいて、塗膜表層には耐候性に優れるふっ素樹脂のクリアー層が厚さ10 μ m程度で形成され、下層には塗膜物性に寄与するポリエステルとふっ素樹脂の混合層が形成されているサンプル④を作製している。

今後、粉体塗膜の層構成と耐候性の関係について、実験的な評価を継続していく予定である。

参考文献

- 1) 木口, 安藤 : 塗装工学 Vol.47 No.8(2012), p250-257
- 2) 近藤 : 日本建築学会大会2008年大会 学術講演便概集 A-1, p469-470
- 3) 近藤, 矢島, 鈴木 : 日本建築学会2010年大会 大会学術講演便概集 A-1, p319-320
- 4) 村井, 近藤, 後藤, 鈴木, 浅野 : 日本建築学会 2010年大会学術講演便概集 A-1, p321-322
- 5) 鈴木, 近藤, 後藤 : 日本建築学会2010年大会 学術講演便概集 A-1, p323-324
- 6) 浅野, 近藤, 鈴木, 後藤 : 日本建築学会 2010年大会学術講演便概集 A-1, p325-326
- 7) 鈴木, 近藤, 後藤 : 日本建築学会 2011年大会学術講演便概集 A-1, p117-118
- 8) 竹内, 近藤, 後藤 : 日本建築学会 2011年大会学術講演便概集 A-1, p119-120
- 9) 伊井, 近藤, 郷田 : 日本建築学会2011年大会 学術講演便概集 A-1, p121-122
- 10) 近藤, 村井, 郷田 : 日本建築学会2011年大会 学術講演便概集 A-1, p123-124
- 11) 近藤, 泉 : 日本建築仕上学会2008年大会 学術講演会研究発表論文集, p239-242
- 12) 近藤, 鈴木, 三宅, 後藤 : 日本建築仕上学会2009年 大会学術講演会研究発表論文集, p207-210
- 13) 近藤, 鈴木, 後藤, 近藤, 弓座 : 日本建築仕上学会 2010年大会学術講演会研究発表論文集, p227-230
- 14) 近藤, 鈴木, 浅野, 中野 : 日本建築仕上学会 2010年大会学術講演会研究発表論文集, p231-234
- 15) 近藤, 増田, 鈴木, 近藤, 弓座 : 日本建築仕上学会 2010年大会学術講演会研究発表論文集, p239-242
- 16) 近藤, 矢島, 鈴木晃, 鈴木誠 : 日本建築仕上学会 2010年大会学術講演会研究発表論文集, p247-250
- 17) 鈴木, 近藤, 村井 : 日本建築仕上学会2010年大会 学術講演会研究発表論文集, p251-254
- 18) 浅野, 近藤, 田中, 村井, 大田, 藤岡 : 日本建築仕上学会2010年大会学術講演会研究発表論文集, p255-258
- 19) 鈴木, 近藤, 村井 : 日本建築仕上学会2010年大会 学術講演会研究発表論文集, p259-262
- 20) 北川, 近藤, 木口 : 日本建築仕上学会2013年大会 学術講演会研究発表論文集, p193-196

多彩模様仕上げサイディングのメンテナンス

Maintenance of High-grade Design Siding

塗料事業部門
建築・構造物塗料事業部
建築塗料テクニカルサポートグループ
Paint Operating Division,
Architectural and Protective
Coatings Department
Architectural Coatings Technical Support Group



市村 道春
Michiharu ICHIMURA



常盤 勇斗
Hayato TOKIWA



松野 英則
Hidenori MATSUNO

1. はじめに

国内の戸建て住宅市場は、2006年までは大きな伸びを示していたが、2007年以降は建築基準法改定に伴う審査基準の変更、米国のサブプライムローン問題および原油価格の上昇に伴う建築資材の高騰の影響で、新設住宅着工数が右肩下がり減少している。(図1)このような市場動向の中、建築業界では住宅リフォームに注力することで、業績を伸ばしてきた。将来的には10兆円規模になると予想されている。その中でも注目すべき市場は、戸建て住宅の外壁塗り替え需要である。戸建て・低層住宅の外壁材の大半は窯業系サイディングが占めている。近年では外壁材の7割は窯業系サイディングが使われており、レンガ調など、高意匠で多彩模様の美しいサイディングが増えてきている。戸建て住宅に使用されているサイディングの意匠性も、フラットから高意匠へ移り変わり、塗料の役割も「素材の保護」だけでなく、「多彩模様仕上げによる美観」が求められている。

高意匠の多彩模様仕上げサイディングは、多彩模様のエナメル層の上にクリアー層を塗装することによって保護されている。このような多彩模様仕上げサイディングを長期に保護するメンテナンスとして、クリアー層が劣化しエナメル層が露出する前に、耐候性および付着性に優れたクリアー塗料を塗装する方法がある。

本報では、このような多彩模様仕上げサイディングを長期に保護するメンテナンス方法として、アクリルシリコン樹脂クリアー塗料を補修塗装する施工方法を提案する。また、施工環境によって選択できる水系システムと弱溶剤系システムを紹介する。

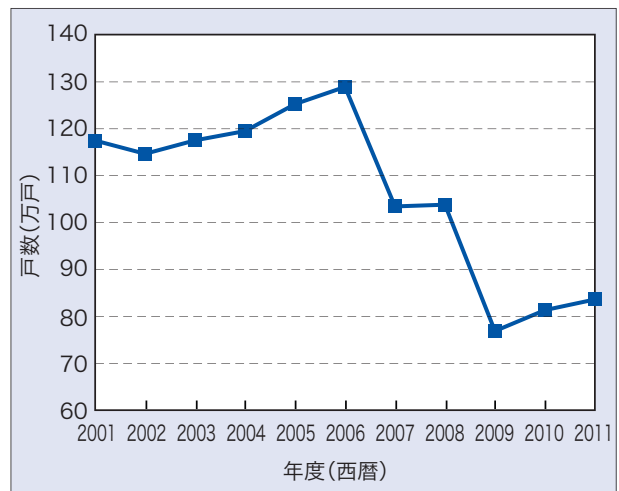


図1 新築住宅着工戸数推移

2. 窯業系サイディングの歴史

窯業系サイディングの歴史は比較的新しく、1970年半ばに商品化が本格化した。窯業系サイディングの主原料はセメント質原料や繊維質原料を成型し、養生・硬化させたものが一般的であり、組成的には木繊維補強セメント板系、繊維補強セメント板系および繊維補強セメント・珪酸カルシウム板系がある。1980年代までは、基材に下塗塗装を施しただけのシーラー板と呼ばれるものが主流であったが、1980年以降は上塗塗料を塗装したものがモノトーン調から始まり、その後、ツートンカラー調によるタイルやレンガ柄の模様が活況を呈した。さらに1990年以降は、スパッタ塗装、グラビア印刷、フレキシ印刷、インクジェットプリンター印刷などの部分異色塗装が出現して、意匠性は飛躍的な向上を遂げた。(表1)

多彩模様仕上げサイディングには、レンガ・タイル柄などの凸部と目地部を異なる色で仕上げるツートン塗装や骨材使用塗装、部分異色塗装、スパッタ、多色部分塗り、印刷などがある。(図2)

表1 窯業系サイディングの意匠と塗装方法

意匠種類	塗装方法
モノカラー	基材全面に単一塗料を塗装し、均一な単一色に仕上げる方法。
ツートンカラー	基材柄の板厚の違いを利用し、2色に塗り分ける方法。凸部のみをロールコーターで塗装し、凹部と凸部を異なる色に仕上げる。 (タイル調・レンガ調に利用することが多い)
部分異色	幾つかの異色塗料を塗り重ね、基材の部分で塗り分ける方法。 ①スパッタ塗装仕上げ…異色塗料を専用塗装機で斑点状に塗装し、多色模様を表現。 ②グラビア印刷、フレキシ印刷仕上げ…専用印刷機を用いて、多色模様を表現。 ③インクジェットプリンター仕上げ…コンピューター制御でジェットインクを塗布し、多色模様を表現。

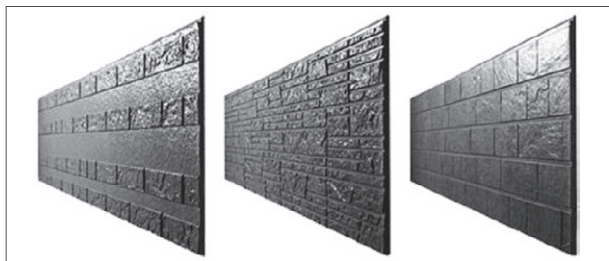


図2 各種サイディングの外観

左記でも説明したとおり、近年では戸建て・低層住宅の外壁の約7割は窯業系サイディングが使用されており、2000年度の窯業系サイディング出荷数量は、およそ122,660千㎡であり、さらにその約半数は多彩模様仕上げサイディングである。以下図3に、2008年時の外壁素材別シェアを示す。

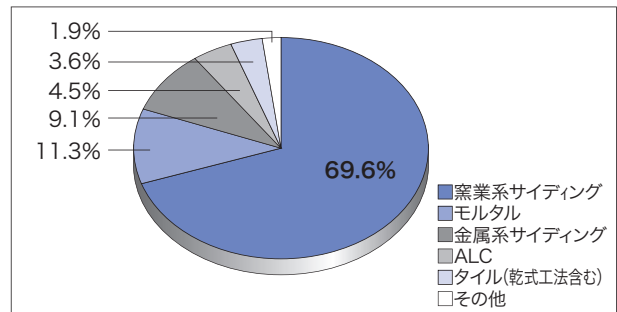


図3 外壁材素材別シェア
 【2008年版外壁市場調査, 矢野経済研究所】

3. 窯業系サイディングのメンテナンス

3.1 劣化の形態とメンテナンス時期

建物の外壁に使用されているサイディングは、紫外線(太陽光)・降雨・寒暖(気温)などの影響を受けて、経年で図4に示すような劣化が進行する。前期では塗膜表面から樹脂の劣化が始まり、光沢の低下が生じる。中期では塗膜の樹脂劣化が進み、塗膜表面にチョーキング(白亜化)が始まり、変退色が少しずつ進行する。指触観察により指に塗装色が多く付着するようになるとメンテナンスが必要となる。後期では塗膜の劣化がさらに進み、塗膜の浮き・膨れ・はがれが起り始める。その後、基材が露出した部分から、基材が吸水しやすくなり、基材そのものの劣化や変形などが現れる。

建物の外壁に使用されるサイディングを長期に保護するためには、定期的に目視や指触による検査を行い、塗膜表面のチョーキング・変退色・つや引けなどが見られる前に、さらには塗膜に割れ・膨れ・はがれなどが発生する前に、塗り替え塗装をして基材劣化させないことが重要である。

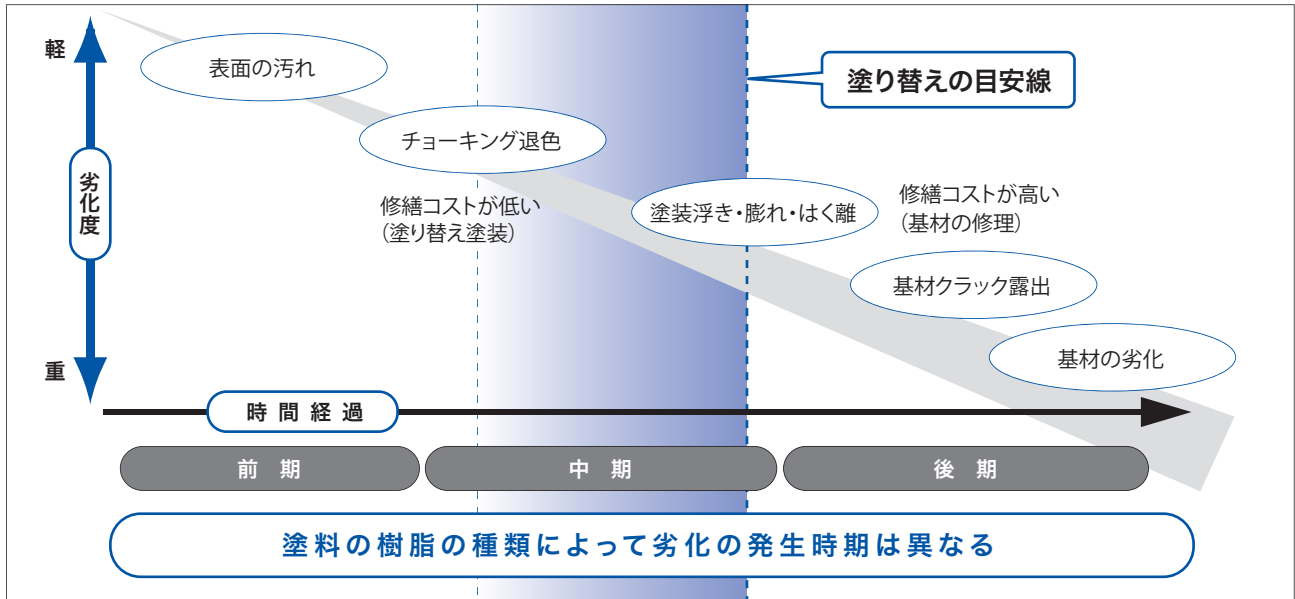


図4 塗膜の劣化とメンテナンス時期

3.2 多彩模様仕上げサイディングのメンテナンス

多彩模様仕上げサイディングは図5に示すように、基材の上にエナメルの上塗塗料で多彩模様が塗装され、さらにその上にクリアー塗装が施されており、クリアー塗膜がエナメル塗装で描かれた多彩模様を紫外線や

水分による退色、劣化から護っている。

そのため、クリアー層が経年で劣化し、エナメル層が露出する前に高意匠サイディング用クリアーを塗装することで、従来の多彩模様の美しさをそのままに、長期間サイディングを保護することが可能となる。

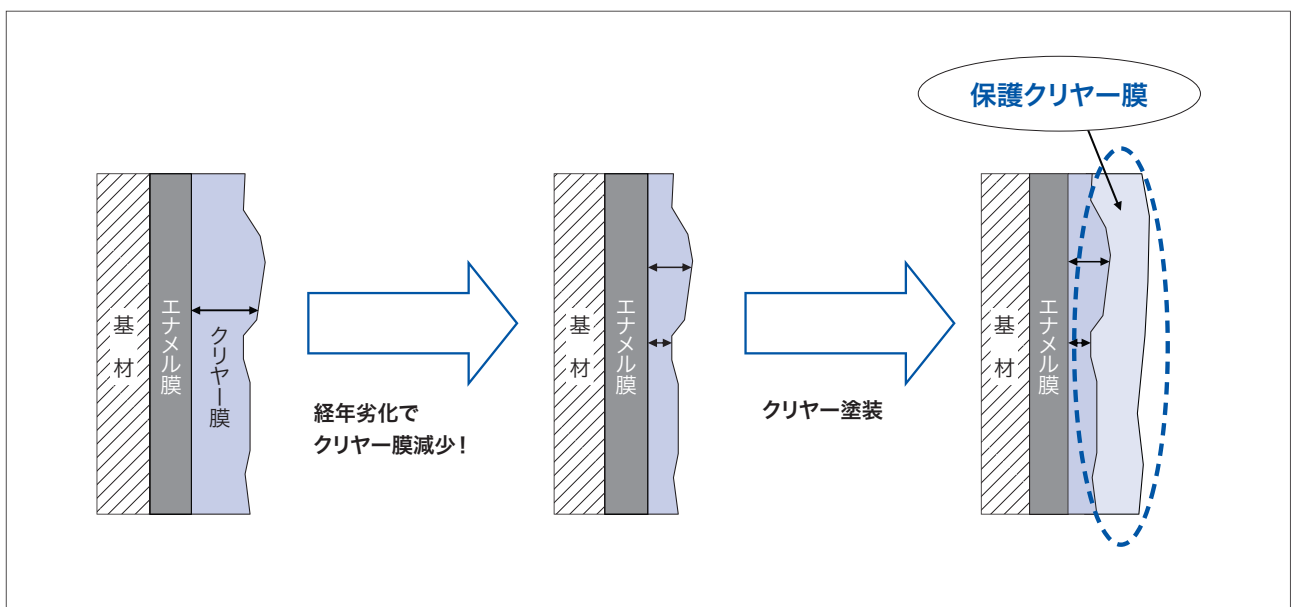


図5 多彩模様仕上げサイディング表面の塗膜層モデル図

4. アクリルシリコン樹脂クリアー塗料による補修塗装工法

4.1 開発塗料の塗装仕様

表2に施工性・乾燥性に優れた弱溶剤系補修塗装仕様を示し、表3に低臭で人と環境に優しい水系補修塗装仕様を示す。

表2 弱溶剤系クリアー補修塗装仕様

工 程	塗料名称	塗回数	混合比率 (重量比)	希釈剤	標準使用量 (kg/m ² /回)	塗装間隔
上塗り一層目	弱溶剤系アクリルシリコン樹脂 クリアー塗料	1	主 剤 95 硬化剤 5	塗料用 シンナー	0.08~0.12	6時間以上 7日以内
上塗り二層目	弱溶剤系アクリルシリコン樹脂 クリアー塗料	1	主 剤 95 硬化剤 5	塗料用 シンナー	0.08~0.12	—

表3 水系クリアー補修塗装仕様

工 程	塗料名称	塗回数	混合比率 (重量比)	希釈剤	標準使用量 (kg/m ² /回)	塗装間隔
下塗り	水系アクリルシリコン樹脂 クリアーシーラー	1	主 剤 95 硬化剤 5	水道水	0.08~0.10	16時間以上 7日以内
上塗り	水系アクリルシリコン樹脂 クリアー塗料	1	一液	水道水	0.10~0.12	—

4.2 評価方法

試験板の作製条件は、付着性試験では各種工場塗装サイディングの上に表2,3の塗装を施した。表4に各評価方法の試験条件を示す。

表4 評価方法と試験条件

試験項目	条 件	評価方法および基準
付着性、2次付着性	クロスカット法(2mm間隔、25升目) JIS K 5600-5-6	—
促進耐候性	キセノンランプ法 × 9000時間 JIS K 5600-7-7	光沢保持率、色差
屋外暴露耐候性	沖縄暴露 × 3年、傾斜角45°	光沢保持率、色差
耐湿性	(50°C, 98%RH) × 500時間	外観および、2次付着性
耐凍害性	(気中凍結 × 3時間)・(水中融解 × 1時間) × 200サイクル	外観および、2次付着性
耐温水徐冷性	(50°C温水 × 24時間) / (徐冷 × 24時間) × 1サイクル	外観および、2次付着性

※耐温水徐冷性 = 試験板を50°C温水に24時間浸漬後、試験板を浸漬したまま24時間かけて室温に戻し、外観評価する試験方法。

4.3 各種サイディングとの付着性試験結果

塗料系別の各種サイディングとの付着性試験結果を表5に示す。弱溶剤系クリアーは、ほとんどのサイディングに付着するが、水系クリアーは、無機系およびふっ素系塗装サイディングには適用できない。また、光触媒無機系への付着性は双方の仕様ともに適さない。

表5 各種サイディングに対する付着性結果

サイディングの塗装仕様		付着性評価結果	
サイディングの塗料系	仕様	弱溶剤系 アクリルシリコン 樹脂クリアー	水系 アクリルシリコン 樹脂クリアー
無機系	クリアー	○	×
ふっ素系		○	×
アクリルシリコン系		○	○
アクリルウレタン系		○	○
アクリル エマルジョン系	エナメル	○	○
	クリアー	○	○
アクリルシリコン エマルジョン系	エナメル	○	○
	クリアー	○	○
光触媒無機系	クリアー	×	×

○ = 25升目にて付着性が95%以上
 △ = 25升目にて付着性が70%~95%
 × = 25升目にて付着性が70%以下

4.4 促進耐候性試験結果

弱溶剤系アクリルシリコン樹脂クリアー、水系アクリルシリコン樹脂クリアーおよび比較として弱溶剤系アクリルウレタン樹脂クリアーの促進耐候性試験結果を図6に示す。比較の弱溶剤系アクリルウレタン樹脂クリアーは、促進耐候性試験4000時間を過ぎると光沢保持率の著しい低下が認められるが、開発塗料の弱溶剤系アクリルシリコン樹脂クリアー、水系アクリルシリコン樹脂クリアーは共に9000時間でも光沢低下は少ない。

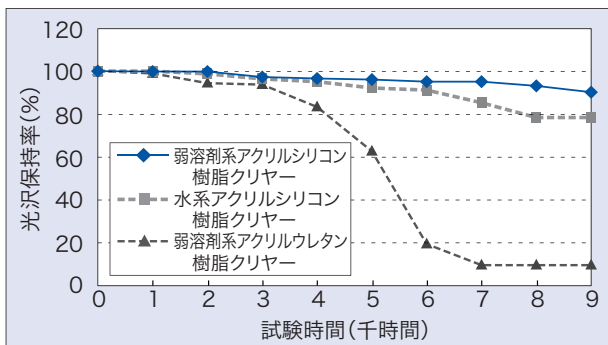


図6 促進耐候性試験結果 (キセノンランプ法)

4.5 沖縄暴露試験結果

弱溶剤系アクリルシリコン樹脂クリアーと水系アクリルシリコン樹脂クリアーおよび比較として水系アクリルシリコン樹脂エナメル(一般品)の沖縄暴露試験結果を図7に示す。比較の水系アクリルシリコン樹脂エナメルは、沖縄暴露試験3年で光沢保持率の低下が認められるが、開発塗料の弱溶剤系アクリルシリコン樹脂クリアー、水系アクリルシリコン樹脂クリアーは沖縄暴露試験3年でも光沢の低下は少ない。また、外観上も変退色・割れ・膨れなどの異常について認められなかった。

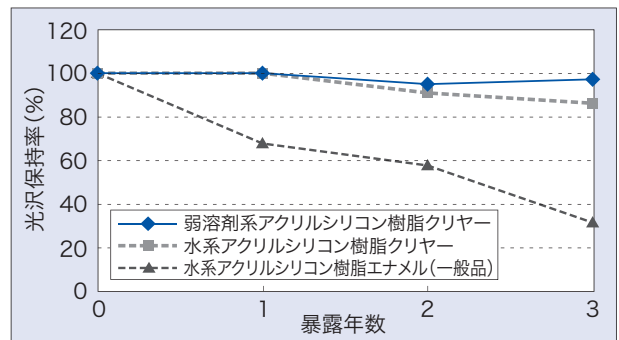


図7 沖縄暴露試験結果

4.6 塗膜の耐水性能試験結果

表6に耐湿性・耐凍害性・耐温水徐冷性の各試験結果を示す。弱溶剤系アクリルシリコン樹脂クリアーと水系アクリルシリコン樹脂クリアー共に、塗膜外観は白化・割れ・膨れなどの異常および試験後の2次付着性試験においても、はがれは認められず十分な性能を示している。

表6 塗膜の耐湿性・耐凍害性・耐温水徐冷性試験結果

試験結果	耐湿性	耐凍害性	耐温水徐冷性
弱溶剤系 アクリルシリコン 樹脂クリアー	外観 : 異常なし	外観 : 異常なし	外観 : 異常なし
	2次付着性 : 25/25	2次付着性 : 25/25	2次付着性 : 25/25
水系 アクリルシリコン 樹脂クリアー	外観 : 異常なし	外観 : 異常なし	外観 : 異常なし
	2次付着性 : 25/25	2次付着性 : 25/25	2次付着性 : 25/25

5. 評価のまとめ

前項結果から、開発したアクリルシリコン樹脂クリアー塗料は、弱溶剤系・水系共に優れた耐候性を示し、塗膜の耐水性能を兼ね備えているので、多彩模様仕上げサイディングのメンテナンスに有効な補修塗装工法として推奨できる。

水系補修塗装仕様では、旧塗膜への付着性の観点から適用できないサイディング種がある。そのため、施工前の物件調査を実施した上で、水系が適用できない場合は、弱溶剤系補修塗装仕様を提案することで対応する。

6. 施工要領

6.1 施工前診断

アクリルシリコン樹脂クリアー塗料の塗膜は、透明塗膜であるため、本補修塗装工法は、下地調整がそのまま反映される。施工前診断では、塗装ムラや付着性不良・白化・はがれの原因になるチョーキング、エフロレッセンスの有無(程度)を調査することが重要となる。以下に、診断手順を示す。

- ①外壁表面にテープ(市販のセロハンテープ)を貼り、強く押し付け、指でこする。
- ②テープを勢い良くはがし、テープに付いた付着物がはっきり見えるように黒い紙の上に置き、白亜化のレベルを評価する。
- ③評価基準は、JIS K 5600-8-6に準拠する。JISハンドブックの「数値化した白亜化評価等級1～5の標準画像」と比較し、評価する。
- ④等級2以上までは適用可能な表面状態だが、等級3以下の場合は、付着性不良・白化・はがれなどの原因となるため、本補修塗装工法は適用しない。

6.2 素地調整

サイディング面の汚れ落としには、下記の①または②の水洗を実施する。必要に応じて、クリアー塗装工事前にサイディング表面のクラックや傷の補修、目地やシーリング部分の補修などの下地改修工事を実施する。

- ①ウエスで水拭きの場合は、縦方向・横方向に2回行う。パネル単位で一定に縦・横方向で拭き取る。
- ②高圧洗浄の場合は、多彩模様仕上げ面の保護のため、低圧から洗浄し始め、問題がなければ水圧10 Mpa程度まで上げ、ゴミ・ホコリ・汚れなどの付着物を除去する。残存した水滴をウエスなどで空拭きして、下地塗膜を十分に乾燥させる。

6.3 塗装方法

刷毛・ローラー・スプレーで塗装が可能である。クリアー塗料の塗り残り対策として、塗装作業はサイディングの1パネル毎に実施する。

6.4 施工例

下記の図8に、弱溶剤系のアクリルシリコン樹脂クリアー塗料を実際の物件に塗装施工している事例を示す。図8の外観写真において、右半分が塗装実施部分で、左半分が未塗装部分である。

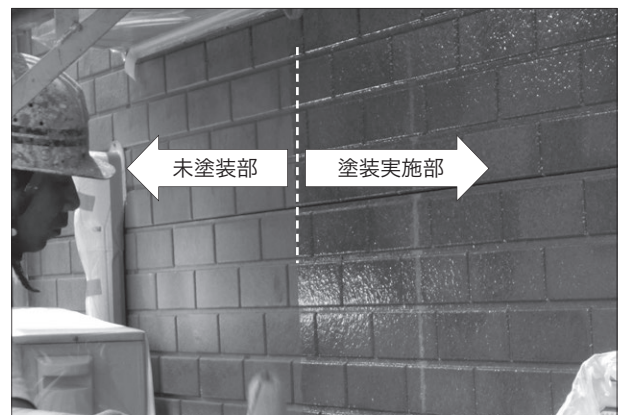


図8 施工事例

7. クリヤー塗料補修塗装工法の課題

外壁の退色が著しく進行すると、クリヤー塗料補修塗装工法のみでは、元の状態へ戻すのが困難な物件がある。図9に、経年により劣化した外壁の事例を示す。

著しい退色箇所や、外壁の張替えによる色相差を解消する手段として、以下の工法が最適である。

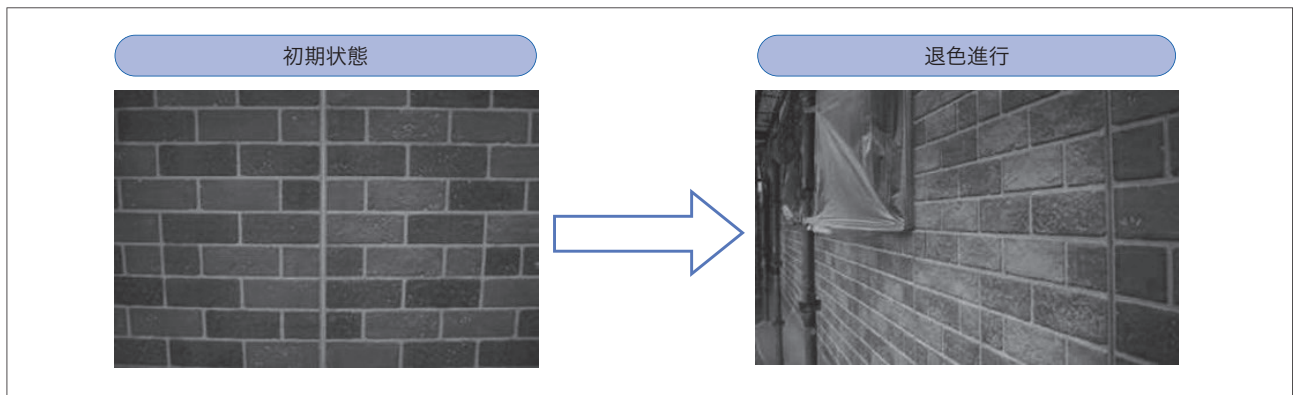


図9 経年劣化した外壁の事例

8. カラークリヤー塗料による補修塗装工法

8.1 カラークリヤー塗料の調合

前述に説明した、弱溶剤系アクリルシリコン樹脂クリヤー塗料100重量部に対して、新設時の外壁凸部に近

似した同系のアクリルシリコン樹脂エナメル塗料を1～5重量部添加して、図10の要領で調合する。



図10 カラークリヤー塗料の調合方法

8.2 カラークリヤー塗料の塗装における注意点

- ①図11に示す通り、塗装には短毛ローラーを使用して外壁の凸部のみをカラークリヤー塗料で塗装する。
- ②カラークリヤー塗料が外壁の目地部に入り込んだ場合は、乾燥する前にウエスで拭き取る。
- ③カラークリヤー塗料にて退色した外壁凸部を塗装後、弱溶剤系アクリルシリコン樹脂クリヤー塗料にて、全面をオーバーコートする。



図11 カラークリヤー塗装工具と施工例

8.3 カラークリヤー塗料による補修塗装のメリット

- ①著しく退色した外壁材に対して、新設時同様の意匠性の復元が可能となる。
- ②一部、反りなどの原因で張替えを行った新規のパネルと他のパネルとの外観上の色相差をなくすことができる。

9. おわりに

開発したアクリルシリコン樹脂クリヤー塗料は、弱溶剤系・水系共に2010年より販売を開始しており、売り上げを伸ばしている。また、カラークリヤー塗料においても、ハウスメーカーの認定を受け、実績を増やしている。

本報で紹介した塗膜性能は、サイディングメーカーの工場塗装品の品質規格に合格しており、サイディングメーカー、ハウスメーカーのリフォームおよびメンテナンス事業の拡大に塗り替え工法として貢献できるものと考えられる。環境に配慮した水系仕様については、旧塗膜との付着性を改善して適用範囲を広くする検討を継続しているため、ご期待頂きたい。

参考文献

- 1) 国土交通省総合政策局 建設統計室：
建築着工 統計調査報告[平成23年度計]，p.2-3
- 2) 松田安廣：月刊「JETI」ジェティ，9月，p.98(2009)
- 3) 日本窯業外装材協会ホームページ
- 4) 矢野経済研究所：2008年版外壁市場白書
- 5) 日本窯業外装材協会：サイディングの維持管理はどうするの，p.5,p.6(2011)
- 6) 市村道春：塗料と塗装、塗料出版社，p.16(2010)

重防食塗装に関する近年の動向と将来展望

Recent Trends and Future Prospects of Heavy-Duty Anti-Corrosive Coatings

塗料事業部門
建築・構造物塗料事業部
構造物塗料テクニカルサポートグループ
Paint Operating Division,
Architectural and Protective
Coatings Department
Protective Coating Technical Support Group



宮下 剛
Tsuyoshi MIYASHITA

1. はじめに

日本は現在、2020年東京オリンピック開催が決定され、アベノミクスによる円安・株高に伴う好景気の波に乗っていると言えよう。1964年に開催された前回の東京オリンピック以来、社会インフラは整備され続けてきたが、一方で現状は老朽化に伴うメンテナンスの時代が到来したとも言える。安心・安全を第一にこれら社会インフラの耐力を維持するために、“防食”の担う役割は今後、益々増大すると考える。

塗料は“塗る”という行為によって被膜を形成し、美装や保護を比較的簡単かつ経済的にできる材料として様々な方面で利用されている。とりわけ社会インフラを形成する鋼材やコンクリートなどの複合材の環境遮断に際しては、過去より様々な材料を適用し、その時代時代のニーズに合った変遷により進化し、次々と新しい提案がなされてきた。

“重防食塗装”という言葉が使われ始めたのはまだ歴史は浅く、また、はっきりとした定義づけを行った著書は『重防食塗装の実際』日本鋼構造協会編(1988年)¹⁾が最初であろう。ここでは重防食塗装系を『海岸または海面上のような厳しい腐食環境に建設される鋼構造物の塗り替え周期が10年以上となる性能を有する塗装系をいう』と定義づけしている。ここに至る過程において亜鉛を高濃度に用いた防食下地と呼ばれる塗

料(のちにジンクリッチペイントと呼ばれる)の発明は革新的であり、これまでの防食で主に行われてきた“遮断”と“抑制”とは異なる亜鉛を犠牲陽極とする積極的な防食法として、今日までその基礎を担っている。

本報では主に1980年以降の内容を中心に重防食分野における近年の市場要望と材料変遷を解説し、将来に向けた展望を述べてみたい。

2. 重防食塗装のはじまり

重防食塗装を達成するうえで、ジンクリッチペイントは非常に重要な材料である。

ジンクリッチペイントは、1937年オーストラリアのダイメット社が初めて塗料化に成功した。日本では海軍技術研究所において、宮川秀人が水ガラスを用いた金属亜鉛末塗料を開発し、1943年に特許が登録されている。しかしながら、当時はまだ広く応用されるには至らなかった。日本国内においては、1970年代に亜鉛メタリコンとフェノールMIOを利用した重防食塗装系が採用されている(例えば関門橋(1973年))。1980年代になるとジンクリッチプライマーを採用し、エポキシ樹脂系下塗にウレタン樹脂塗料上塗を組み合わせ、現在の原型となる重防食塗装系が、特にメンテナンス周期を延ばしたい長大橋(例えば大鳴門橋(1985年)など)に積

表1 わが国の防食塗装の変遷(抜粋)

西 暦	和 暦	主な社会背景および周辺技術	塗装系の変遷
1854	安政元年	ペリー再来	
1868	明治元	日本初の鋼橋「くろがね橋」架設	
1881	14	茂木重次郎「光明社」設立 日本の塗料工業の起源となる	
1885	18	堀田瑞松「堀田さび止め塗料および塗装」特許第一号登録	
1920	大正9	島津源蔵「易反応性鉛粉製造法」特許登録	
1923	12	根岸信「鉛粉さび止め塗料」の研究開始	
1928	昭和2	亜酸化鉛さび止め塗料が世界8ヶ国の特許を取得	
1937	12	ダイメット社による無機ジंकリッチペイントの発明	
1943	18	宮川秀人による水ガラスを用いた高濃度亜鉛末塗料の特許登録	
1951	26		裸鋼材を手工具・電動工具ケレン後、現場調合鉛丹ペイント+調合ペイント
1953	28	エアレス塗装機を米国から輸入	
1957	32	エアレス塗装機の国産化始まる 大規模石油精製プラント、備蓄タンク建設始まる	同上ケレン+既調合鉛丹ペイント+長油性フタル酸樹脂 中塗・上塗
1960	35	ショッププライマー(W/P)の普及	[工場]W/P+鉛系さび止め(含鉛丹) [現地]長油性フタル酸樹脂 中塗・上塗
1961	36		内面:鉛丹ペイント+またはシルバーから徐々にタールエポキシへ移行
1964	39	東京オリンピック、東海道新幹線開通 重防食用エポキシ樹脂系防食塗料 重防食用ジंकリッチペイント開発	
1965	40	大気汚染広がる 橋梁規模の大型化(工場-現地塗装間隔長期化)	
1966	41		内面:タールエポキシ塗装系が主流となる
1967	42	鋼床板構造始まる	
1968	43		塩化ゴム系塗料採用始まる ジंक+油性さび止め層間はく離(東名高速)
1970	45	大阪万国博、自動車公害	ジंक+塩化ゴム塗装系採用(現 NEXCO)
1971	46	『鋼道路橋塗装便覧』発刊	
1972	47	山陽新幹線開通	鉛さび止め+MIO+塩化ゴム
1973	48	第一次オイルショック 海上長大橋ラッシュ	関門橋 亜鉛溶射+フェノールジंकクロメート+フェノールMIO+塩化ゴム中塗・上塗
1976	51	海外物件の増加、石油備蓄法制定	
1978	53	本州四国連絡橋塗装開始	
1979	54	第二次オイルショック	
1981	56	造船不況	箱桁内面塗り替えに無溶剤タールエポ採用(阪神高速、JR)
1983	58		因島大橋 無機ジंकリッチ+エポキシ樹脂下塗+ポリウレタン樹脂中塗・上塗
1985	60	重防食塗装系および工場仕上げの増加	大鳴門橋 無機ジंकリッチ+エポキシ樹脂下塗+エポキシ樹脂MIO+ポリウレタン樹脂上塗
1986	61		大型海上橋にふっ素樹脂塗料採用(首都高速 葛飾ハープ橋)
1987	62	関西新空港連絡橋塗装開始、橋脚:超厚膜形エポキシ塗料採用	葛飾ハープ橋 無機ジंकリッチ+エポキシ樹脂下塗+ふっ素樹脂中塗・上塗
1988	63	本州四国連絡橋Dルート全線開通	瀬戸大橋 無機ジंकリッチ+エポキシ樹脂下塗+ポリウレタン樹脂中塗・上塗
1989	平成元		海上長大橋ふっ素塗装系全面採用(長崎県 生月大橋)
1990	2	『鋼道路橋塗装便覧』全面改訂	
1991	3	バブル景気崩壊	生月大橋 無機ジंकリッチ+エポキシ樹脂下塗+ふっ素樹脂中塗・上塗
1994	6	関西新空港開港	
1995	7	阪神・淡路大震災、橋脚耐震補強工事各地で開始	
1997	9	温室効果ガスの排出削減義務を定めた京都議定書採択	東京湾アクアライン 無機ジंकリッチ+エポキシ樹脂下塗+ふっ素樹脂中塗・上塗
1998	10		明石海峡大橋 無機ジंकリッチ+エポキシ樹脂下塗+ふっ素樹脂中塗・上塗
1999	11	化学物質管理促進法制定	来島第三大橋 無機ジंकリッチ+エポキシ樹脂下塗+ふっ素樹脂中塗・上塗
2001	13	グリーン購入法制定	
2003	15	建築基準法改正、イラク戦争開戦	
2004	16	原油価格高騰、大気汚染防止法改正	
2005	17	中部国際空港開港、『鋼道路橋塗装・防食便覧』発刊	
2006	18	しまなみ海道(西瀬戸自動車道)全線開通	
2008	20	リーマンショック	
2010	22	羽田空港D滑走路供用開始	羽田空港D滑走路 耐海水ステンレス被覆+C-5、D-5 塗装系
2011	23	東北地方太平洋沖地震、福島第一原子力発電所事故	
2012	24	東京スカイツリー完成 東京ゲートブリッジ完成	東京スカイツリー 有機ジंकリッチ+厚膜形エポキシ樹脂下塗+厚膜形ふっ素樹脂上塗 東京ゲートブリッジ C-5 塗装系

表2 一般外面の塗装仕様 C-5塗装系

塗装工程		塗料名	使用量 (g/m ²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔 (20°C)
製鋼工場	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 ½			4時間以内
	プライマー	無機ジंकリッチプライマー (ゼッターOL)	160	15	6か月以内
橋梁製作工場	2次素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 ½			4時間以内
	防食下地	無機ジंकリッチペイント (ゼッターOL-HB)	600	75	2日~10日
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗 (エポニックス#30 下塗 HB)	160	-	1日~10日
	下塗り	エポキシ樹脂塗料下塗 (エポニックス#30 下塗 HB)	540	120	1日~10日
	中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗 (Vフロン#100H 中塗)	170	30	1日~10日
	上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗 (Vフロン#100H 上塗)	140	25	-

※塗料名()内は、当社製品名

極採用されるようになった。その後、塗料の改良により75~100μmでも塗膜の割れが発生しない厚膜形ジंकリッチペイントが開発され、普及することとなる。エポキシ樹脂の厚膜化技術も塗装作業性のバランスを鑑みつつ発展してきた結果、橋梁では鋼道路橋塗装便覧に代表する総膜厚250μmのポリウレタン樹脂塗料を上塗りとした塗装系が、塩害など厳しい環境へ適用されてきた。

1980年代後半になると、さらなる塗り替え周期の延長を期待したふっ素樹脂塗料上塗の採用が始まる。

1991年にふっ素樹脂塗料上塗が全面的に適用された生月大橋は、当時の様々な施工性に関する確認による適切な施工管理基準の制定²⁾により、ふっ素樹脂塗料の実力を立証し、20年以上の耐久性が確認されており³⁾、塗り替え周期の延長が実現している。表1にこれらの変遷を抜粋し、まとめた。

2005年公益社団法人日本道路協会より発刊された鋼道路橋塗装・防食便覧⁴⁾において、新たに建設される道路橋は、表2に示すC-5塗装系を適用することが望ましいとした。C-5塗装系は、エポキシ樹脂塗料下塗を1回で120μm塗装することで省工程化を図っており、また、上塗塗料をふっ素樹脂塗料とすることで塗り替え周期の延長を図ることが可能となり、LCC(ライフサイクルコスト)の低減を果たしている。

3. 近年の重防食塗装のトレンド

3.1 環境負荷低減

近年、環境問題をめぐる内外の情勢は大きな変革の時期を迎え、地球の温暖化、オゾン層の破壊、緑地の砂漠化、環境の酸性化、ダイオキシンや環境ホルモン汚染といった広域規模の現象に社会の関心が高まり、政治・経済上の重要な課題として国際的な取り組みの必要性が求められるようになってきた。

このことは、塗料および塗装の分野においても例外ではなく、最近では2001年より人の健康や生態系に有害のおそれのある化学物質について、事業所からの環境(大気・水・土壌)への排出量および廃棄物の事業所外への移動量を事業者が自ら把握し、国に対して届けるとともに、国は届出データや推計に基づき、排出量・移動量を集計し、公表する制度としてPRTR(Pollutant Release and Transfer Register: 化学物質排出移動量届出)制度が運用された。PRTR制度「第一種指定化学物質」の対象となるのは現時点で462物質である。

これと並行して、GHS(Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals: 化学品の分類および表示に関する世界

調和システム)導入の活動がなされ、現在では、労働安全衛生法の一部改正も伴い、製品ラベルの適正化およびSDS(Safety Data Sheet:安全データシート)の発行により、化学品の危険有害性に関する情報を提供し、取り扱う全ての人々に正確に伝えることによって、人の安全・健康および環境を保護することを目的とした活動が行われている。

これ以外にも、2003年に改正された建築基準法によるシックハウス症候群対策としてのホルムアルデヒドおよびクロルピリホスの規制や、2004年に改正された大気汚染防止法による揮発性有機化合物(VOC)削減など、塗料および塗装を取り巻く環境問題は益々厳しくなる方向にある。

3.1.1 VOC(Volatile Organic Compounds:揮発性有機化合物)削減塗料 〈無溶剤形、低VOC、水系塗料〉

有機溶剤による地球温暖化などの環境影響に配慮し、欧米では厳しいVOC排出規制がある⁵⁾。VOC規制は地球規模での環境保全対策の必要性からより強化される方向にあり、わが国でも2004年の大気汚染防止法の改正において、塗料および塗装産業も規制の対象となっている。この動向を受け、日本塗料工業会では2003年の排出量を基準に3年後に30%、5年後に50%のVOC削減目標を掲げ、積極的に取り組んできた結果、一定の成果を上げている。

塗料におけるVOC対策としては、無溶剤形塗料や水系塗料の適用が有効である。構造物塗料分野における無溶剤形塗料は、鋼製橋脚内面などで実績のある変性エポキシ樹脂塗料や海上橋の橋脚部・海洋構造物の干満帯などに適用されている超厚膜形エポキシ樹脂塗料・ポリウレタンエラストマー塗料、原油タンク内面に使用されているガラスフレーク含有塗料などがあり、専用塗装機の開発と相まって実用化されている。これらの塗料は比較的過酷な腐食環境に対して、今後VOC対策材料として需要が高まっていくものと考えられる。

今後、他の樹脂系塗料や他の分野に対しても無溶剤化・低VOC化(ハイソリッド化)が進むであろうと予測される。

水系塗料は建築用途、一部の自動車用途および工

業用途などで既に実用化されているが、重防食塗装分野においては徐々に市場に浸透してきた段階にある。現在、実構造物や模擬構造物に対する試験施工も実施され、その性能や課題も明確になりつつあり、材料面・施工面での歩み寄りにより市場への展開が期待される。

3.1.2 環境に優しい塗り替え用塗料

高度経済成長期以降、わが国では猛烈な勢いで社会資本が整備された。その結果、近年では膨大な社会資本ストックに対する維持管理業務(塗り替え塗装)が増大し、その際の塗料の環境負荷低減、周辺地域への臭気対策が今まで以上に強く求められるようになっていく。エポキシ樹脂やポリウレタン樹脂塗料・ふっ素樹脂塗料に含有される溶剤はこれまではそのほとんどが第2種有機溶剤(トルエン・キシレン・アルコール類・ケトン類など40品種)に分類される溶剤であり、これらの溶剤は溶解力が強い反面、引火性および有害性が高い。

そこで、これらの第2種有機溶剤に溶解していた塗料用樹脂を改良することにより、溶解力は弱いが引火性および有害性のより低い第3種有機溶剤(ミネラルスピリット・石油ナフサ・石油ベンゼンなど7品種)でも溶解し、希釈が可能な弱溶剤形塗料が開発され、実用化されている。

第3種有機溶剤を使用するメリットとしては、①溶解力が低いため旧塗膜への影響が少なく、作業時の溶剤臭気が少なく感じられる。②大気に揮散するVOC量が同じ場合、従来の芳香族系有機溶剤と比べ発生するオゾン生成能が低いとされており、その結果、光化学オキシダント濃度を低くすることが知られている。

VOCのオゾン生成能評価の一つとして用いられるMIR(Maximum Incremental Reactivity)の値を

表3 各種溶剤のMIR値比較

化学種	MIR値	種別
トルエン	3.93	第2種有機溶剤
o-キシレン	7.58	
m-キシレン	9.73	
p-キシレン	5.78	
n-ブチルアルコール	2.77	
メチルエチルケトン	1.45	第3種有機溶剤
ミネラルスピリット	1.06~1.73	

表3⁶⁾に示す。この表からも、従来用いてきた第2種有機溶剤よりもミネラルスピリットを代表した第3種有機溶剤の方が、オゾン生成能が低いことがわかる。

3.2 LCC(ライフサイクルコスト)の低減

LCCとは、建設から供用を終えるまでの総費用(初期投資費+維持管理費+解体撤去費)を意味する言葉である。近年、これを算出し、最も経済的な手段を講じることが望まれており、製作される重要大型構造物は計画的な維持管理を義務付けている場合もある⁷⁾。

LCCを低減する手法として

- (1) 耐久性の高い材料の適用により、次回のメンテナンスまでの期間を延長する方法
- (2) 従来の工程を省略できる材料の適用により、一回の施工コストを削減する方法
- (3) 施工上の工夫により耐久性を上げる、あるいは工程を短縮し、結果としてLCCを低減する方法
- (4) 塗膜診断などを活用し、適正な塗り替え周期を把握する方法

が挙げられる。以下にこの4つの手法を解説する。

3.2.1 高耐久性材料の適用

既述の通り、LCCを低減するには高耐久性材料の適用により、塗り替え周期を長くするのが効果的である。一方、重防食塗装の場合、この性能を最大限に発揮するためには無機ジンクリッチペイント塗膜を健全な状態に維持しなければならない。

従って、塗装系の上塗りおよび中塗りの消耗速度が塗り替え周期を左右する大きな要素となる。山本ら⁸⁾や横地ら⁹⁾によれば、ポリウレタン樹脂塗料上塗の消耗速度は $2\mu\text{m}/\text{年}$ であり、ふっ素樹脂塗料とポリウレタン樹脂塗料の消耗速度の比率は光沢保持率の対比が1:4であることから、ふっ素樹脂塗料の消耗速度は $0.5\mu\text{m}/\text{年}$ と報告している¹⁰⁾。

ふっ素樹脂塗料上塗は、分子間の結合エネルギーが高く、紫外線の劣化を受けにくいいため、橋梁に使用されて20年以上経過している今日においても良好な耐候性を示している。『重防食塗料ガイドブック』¹¹⁾では、塗膜の消耗は光沢低下が始まった時点から起こるとして

いるが、海洋施設での暴露試験結果から、光沢低下が始まるまでの期間(誘導期間)は図1のようにふっ素樹脂塗料上塗の場合で7年、ポリウレタン樹脂塗料上塗では2年となる。

一方、ふっ素樹脂塗料上塗の消耗速度は同場所で $0.33\sim 0.43\mu\text{m}/\text{年}$ であり、安全サイドの数値を採用しても $0.5\mu\text{m}/\text{年}$ となる。塗膜厚のばらつきから有効膜厚は標準膜厚の80%と考えると、ポリウレタン樹脂塗料上塗の消耗期間は2(誘導期間)+ $25(\text{膜厚})\times 0.8(\text{有効膜厚係数})\div 2(\text{消耗速度})\div 2(\text{消耗速度})=12$ 年となる。

同様に、ふっ素樹脂系上塗の消耗期間は $7+25\times 0.8\div 0.5=45$ 年となり、ふっ素樹脂塗料上塗を適用すれば40年以上の耐久性が期待できることになる。

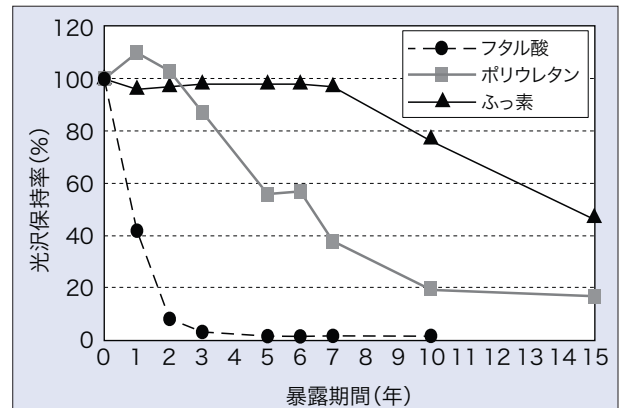


図1 駿河湾海上暴露試験結果(色相:グリーン)

3.2.2 省工程形塗料の適用

重防食塗装の分野においても施工コストの削減が強く求められているが、その手段の一つとして省工程化による塗装工期の短縮が挙げられる。

塗料および塗装技術の進歩により、一層当たりの塗膜厚を大きくすることが可能となったことで、塗装回数を削減する省工程システムが確立され、従来2回で塗装していた膜厚を1回で塗装可能な厚膜形塗料、下中兼用塗料、中上兼用塗料あるいは下上兼用塗料といった塗料が開発されている。

これらの塗料を塗装仕様に組み込むことで、従来5工程であったものを3工程に短縮し、1回の施工コストを削減することでLCCの低減が可能となった。

これらの塗料は一度に多くの膜厚をつける都合上、

有効成分量も多く、結果としてVOC排出量が少なくなるため環境負荷低減にも一役かっているものが多い。

3.2.3 施工上の工夫によるLCC低減

構造物を長期に渡り保護する場合、その構造から比較的早期発錆する弱点部が従前の塗膜調査や模擬桁の暴露試験などより確認されている。

弱点部となる部位は

- ①ボルト接合部やフランジのエッジなどの隅角部の多い構造
- ②腐食促進物質である塩化物イオンなどが堆積しやすく、雨がかりがし難く、容易に洗い流されないような下フランジ下面
- ③水分影響を長期間うける支承部周辺

などが挙げられる。

こういった弱点部に対して、予め十分な防食性を有する適切な塗装仕様を適用し、全体的な発錆を抑制する工夫がなされている。また、フランジなどエッジ処理についても鋼道路橋塗装・防食便覧で規定されている例を代表として2Rの面取り加工がなされており、これによる膜厚不均一を極力避け、局部劣化が発生し難い構造となっている。

その他の弱点部に対しても、例えば溶接線周りの塗装前処理の適正化、構造的に結露水が堆積しない、あるいは高湿度とならないような内面構造や内面空調管理などが挙げられ、設計・施工側面における早期発錆の抑制に対する工夫が随所に垣間見られる。近年、建設あるいは補修される橋梁では、LCCの低減に対してこの施工上の工夫も重要な要素であり、防食材料との相乗効果により、より良い防食状態を長期間維持している。

3.2.4 塗膜診断による適正な塗り替え時期の把握

鋼構造物の防食状態を正しく把握し、塗り替え時期を適正化するために塗膜診断が活用されている。塗膜診断はこれまで、外観観察・付着性試験・色調・光沢の記録などを行うことで判断されてきた。近年では、塗膜下の鋼材の状態を非破壊で確認できるカレントインタラプタ法¹²⁾(ISO 13129)を用いた塗膜診断も提唱され、見た目とともに鋼材の健全度を数値化評価すること

で構造物の防食状態の健全性を担保する技術も活用され始めている。

適切な塗り替え時期を判断し、最も経済的な塗り替え時期に、環境に合った補修を行うことで、LCCを低減することが可能となる。

4. 重防食塗装の展望

2008年5月『道路橋の予防保全に向けた有識者会議』³⁾が行われた。ここでは、将来に向けた国民の貴重な共有資産である道路橋の予防保全に関する以下の5つの方策を提言している。

- ①点検の制度化
- ②点検および診断の信頼性確保
- ③技術開発の推進
- ④技術拠点の整備
- ⑤データベースの構築と活用

今後、これらを実際に運用するための合理的かつ経済的な方策が期待される。この背景の一例として、2007年に米国のミネソタ州で発生した鋼材の腐食に伴う崩落事故などの痛ましい事故が紹介されている。このような重大事故を起こさないためにも、重防食分野の担う責は大きいと考える。

4.1 材料開発の側面

本報は、ここまで塗装に限った記載をしてきたが、本来重防食を考えた場合、耐食性金属被覆や電気防食、溶射なども重要な技術である。塗装は、比較的安価で経済性の高い材料として利用されてきたが、今後は特にメンテナンスのし難い場所においてはLCCの観点より、初期投資費用が高くとも耐久性の高い材料の適用が望まれると考える。そのためには材料開発もさることながら、新しい耐食性材料を適切に評価する方法、実績を追跡し実証していく活動、耐食性材料の持つ弱点の克服と適切な適用も重要な課題になると考える。

重防食塗装材料の側面においては、現在最も依存している亜鉛の代替を考慮しておく必要がある。亜鉛は、

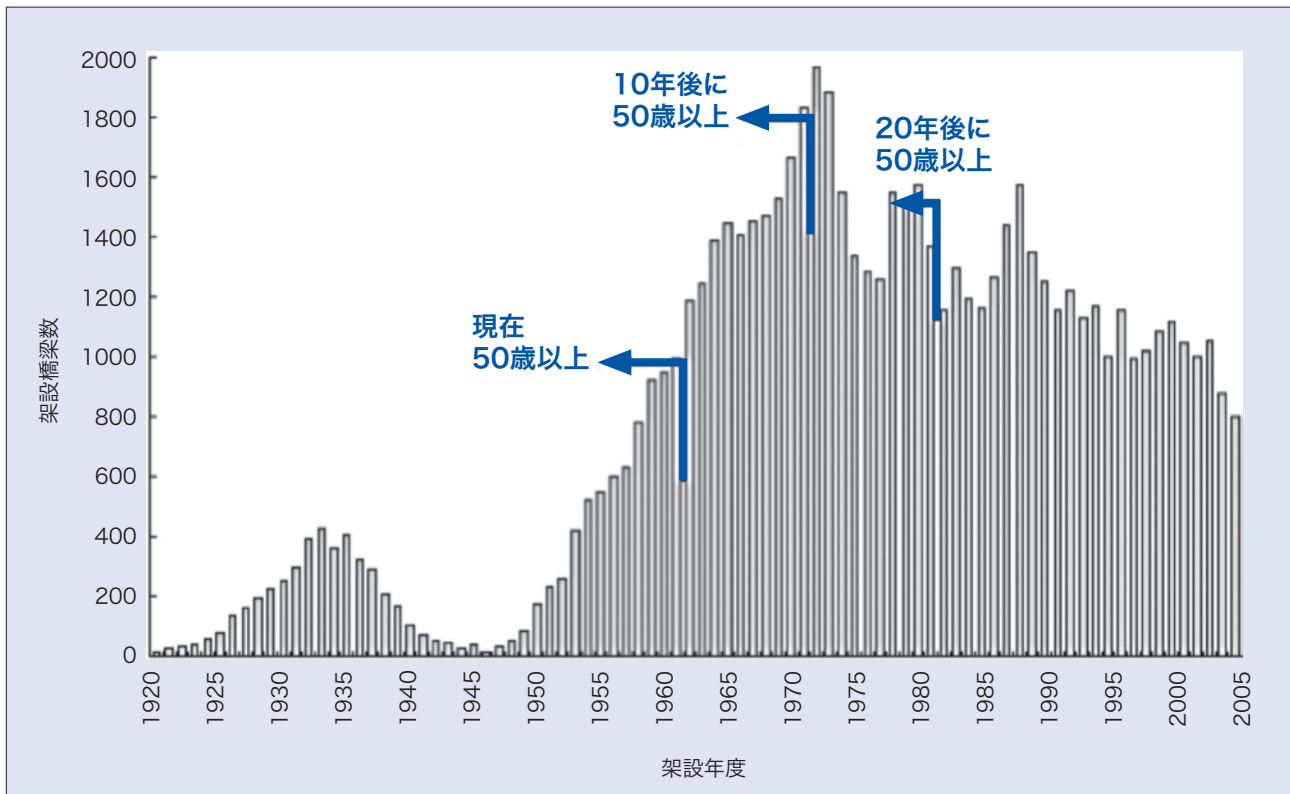


図2 道路橋整備の経年分布(国土交通省資料による)³⁾

現在確認されている埋蔵量と消費量の関係より、約20年程度が枯渇の目安となっている¹³⁾。鉄に電子を与え犠牲防食作用のある現在の重防食の考えを踏襲可能な新たな防食下地を開発するか、全く異なる方法で長期耐久性を示す材料開発が望まれる。

一方、図2³⁾に示す通り、今後50年を超える架設橋梁数は現在でも増加傾向にあり、膨大な社会資本ストックに対して、より経済的なメンテナンス方法の開発、より良い材料開発が求められる。とりわけ鉄が塩化物イオンの影響を受け、さびた状態に対してどのようにメンテナンスを行うことが最良なのかは、現時点では、まだ開発途上であり、今後の補修材料の革新が期待される。

4.2 設計・施工技術の側面

設計・施工技術は、防食を効果的に発揮させるためになくしてはならない防食材料のパートナーであり、これまでの経験や知識を次世代に向け伝承し、継続的に進化することが望まれる。構造設計の過程で、より腐食しない構造物の設計を考えると製作過程における適切な処理技術、検査技術の進化により、構造上の弱点部を補い、さらなる長期耐久性の向上に向けた活動が期待される。

5. おわりに

今後も環境に配慮したLCCの低減が可能な技術を軸に、防食分野は発展していくと思われる。とりわけこれまで建設された膨大な社会資本ストックをどのように護っていくかは今後の最重要テーマになると考えられ、鉄・コンクリートを問わず躯体の健全な耐力を維持するために、防食技術の重要性は益々高まることが予測される。今後も防食材料の開発に携わりながら社会資本の長寿命化に貢献したい。

本報は、塗装工学Vol.48 NO.11『重防食塗装に関する近年の動向と将来展望』536(130)を元に、著者自ら再構成したものである。

参考文献

- 1) (社)日本鋼構造協会編：
『重防食塗装の実際』, 山海堂 (1990)
- 2) 犬東洋志ほか：長大トラス橋生月大橋へのふっ素樹脂塗装全面採用の考察, 土木学会論文集No.522 /VI-28, 69-76 (1995)
- 3) (社)日本鋼構造協会：
『重防食塗装』, 技報堂(2012)
- 4) (社)日本道路協会編：
鋼道路橋塗装・防食便覧 (2005)
- 5) 北島道治：揮発性有機化合物(VOC)大気排出抑制に係わる海外法規制, 塗料の研究 No.145 Mar.2006
- 6) (公財)鉄道総合技術研究所：
鋼構造物塗装設計施工指針(2013)
- 7) (財)港湾空港建設技術サービスセンター発行：
港湾の施設の維持管理計画書作成の手引き, 平成19年
- 8) 山本紀夫ほか：因島大橋塗膜調査, 本四技報, Vol.16, No.61 (1992)
- 9) 横地忠五ほか：海浜暴露による塗膜の衰耗速度を求める方法に関して, 防錆管理, Vol.32, No.3 (1988)
- 10) (社)日本鋼構造協会：『鋼橋塗装のLCC低減のために』, JSSCテクニカルレポート, No.55 (2002)
- 11) (一社)日本塗料工業会：
『重防食塗料ガイドブック第4版』(2013)
- 12) 堀田ほか：カレントインタラプタ法による屋外暴露塗膜の耐久性評価, 第33回防錆防食技術発表大会, (一社)日本防錆技術協会(2013)
- 13) 資源・素材学会経済部門委員会編：
世界鉱物資源データブック, オーム社(1998)

有害物ばく露作業報告について

About Harmful Chemical Substance Work Report



管理本部
環境品質保証部
Administration Division,
Environment and Quality Assurance Department

加藤 伸佳
Nobuyoshi KATO

1. はじめに

「有害物ばく露作業報告制度」とは、労働安全衛生法第100条および、労働安全衛生規則第95条の6の規定に基づいて設けられた制度である。

本制度は、労働者が有害物にさらされる(ばく露)状況を把握することで労働者に重い健康障害を及ぼすおそれのある化学物質について、リスク評価を行うことを目的としている。厚生労働大臣が定めた対象の化学物質(単体にて換算)を単一の事業場にて、年間500kg以上取り扱った際には、所轄の労働基準監督署に届け出を行わなければならない。

しかし、顧客を含めて業界関係者でも、この制度を十分に理解されていないケースがあり、今後も続く本制度に対する理解を高めるために、解説を行う。

2. 対象化学物質の選定基準

有害物ばく露作業報告の対象物については、毎年、労働安全衛生規則第95条の6の規定に基づき、厚生労働省が定めて指定している。毎年選定される化学物質の主な選定基準としては、以下の項目などが挙げられる。

- 1) 施行令別表第9に掲載されていること(SDS〈安全データシート〉により通知する義務のある化学物質)。
- 2) 特化則などで規制がないこと。
- 3) IARC(国際がん研究機関)による発がん性の分類が1, 2A, 2Bである化学物質に該当すること。
- 4) EU発がん性分類が1または2であること。
- 5) GHS(化学品の分類および表示に関する世界調和システム)において、発がん性の危険有害性区分1や神経毒性の危険有害性区分1に該当する化学物質。

3. 各年の対象化学物質

平成21年～平成27年の対象化学物質を表1～6に示す。

表1 平成21年報告対象物質

	化学物質の名称
1	アクリル酸エチル
2	アセトアルデヒド
3	アンチモン及びその化合物
4	インジウム及びその化合物
5	エチルベンゼン
6	カテコール
7	キシリジン
8	コバルト及びその化合物
9	酢酸ビニル
10	酸化チタン(IV)
11	一・三-ジクロロプロペン
12	ジメチル-二・二-ジクロロビニルホスフェイト(別名DDVP)
13	テトラニトロメタン
14	ナフタレン
15	ニトロベンゼン
16	ニトロメタン
17	パラ-ジクロロベンゼン
18	四-ビニル-一-シクロヘキセン
19	四-ビニルシクロヘキセンジオキシド
20	ヘキサクロロエタン

表2 平成22年報告対象物質

	化学物質の名称
1	二-アミノエタノール
2	アルファ・アルファ-ジクロロトルエン
3	アルファ-メチルスチレン
4	一酸化二窒素
5	ウレタン
6	二-エチルヘキサン酸
7	エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート
8	エチレンクロロヒドリン
9	クメン
10	グルタルアルデヒド
11	クロロメタン(別名塩化メチル)
12	ジアゾメタン
13	二・四-ジアミノアニソール
14	四・四'-ジアミノジフェニルスルフィド
15	一・二-ジプロモ-三-クロロプロパン
16	N・N-ジメチルアセトアミド
17	ジメチルカルバモイル=クロリド
18	N・N-ジメチルニトロソアミン
19	タリウム及びその水溶性化合物
20	デカボラン
21	一・四・七・八-テトラアミノアントラキノン(別名ジスパースブルー)
22	N-(一・一・二・二-テトラクロロエチルチオ)-一・二・三・六-テトラヒドロフタルイミド(別名キャプタフォル)
23	テトラニトロメタン
24	二硝酸プロピレン
25	五-ニトロアセナフテン
26	二-ニトロプロパン
27	パラ-フェニルアゾアニリン
28	四-ビニルシクロヘキセンジオキシド
29	フタル酸ビス(二-エチルヘキシル)(別名DEHP)
30	弗化ナトリウム
31	フルオロ酢酸ナトリウム

表3 平成23年報告対象物質

	化学物質の名称
1	アジピン酸
2	アセトニトリル
3	アニリン
4	三-(アルファーアセトニルベンジル)-四-ヒドロキシクマリン
5	イブシロン-カプロラクタム
6	N-エチルモルホリン
7	塩化アリル
8	オルト-フェニレンジアミン
9	ジエチレントリアミン
10	一、二-ジクロロプロパン
11	ジボラン
12	水素化リチウム
13	ノルマル-ブチル-二、三-エポキシプロピルエーテル
14	パラ-ターシャリー-ブチルトルエン

表4 平成24年報告対象物質

	化学物質の名称
1	アクリル酸メチル
2	アセチルサリチル酸
3	イソシアン酸メチル
4	エチレングリコールモノエチルエーテル
5	エチレングリコールモノメチルエーテル
6	塩化ホスホリル
7	クロロエタン
8	二-クロロフェノール
9	酢酸イソプロピル
10	臭素
11	二硝酸プロピレン
12	ピリジン
13	フルオロ酢酸ナトリウム
14	メタクリル酸
15	メタクリル酸メチル

表5 平成25年報告対象物質

	化学物質の名称
1	カーボンブラック
2	クロロホルム
3	四塩化炭素
4	一、四-ジオキサン
5	一、二-ジクロロエタン
6	ジクロロメタン(別名二塩化メチレン)
7	ジボラン
8	N, N-ジメチルホルムアミド
9	スチレン
10	テトラクロロエチレン(別名パークロロエチレン)
11	一、一、一-トリクロロエタン
12	トリクロロエチレン
13	パラ-クロロアニリン
14	パラ-ニトロクロロベンゼン
15	ビフェニル
16	二-ブテナール
17	メチルイソブチルケトン

表6 平成26年報告対象物質

	化学物質の名称
1	エチレングリコール
2	エリオナイト
3	過酸化水素
4	四-クロロ-オルト-フェニレンジアミン
5	一・二-酸化ブチレン
6	ジエタノールアミン
7	ジエチルケトン
8	シクロヘキサリルアミン
9	ジフェニルアミン
10	[四-[[[四-(ジメチルアミノ)フェニル][四-[エチル(三-スルホベンジル)アミノ]フェニル]メチリデン]シクロヘキサ-二・五-ジエン-一-イリデン](エチル)(三-スルホナトベンジル)アンモニウムナトリウム塩(別名:ベンジルバイオレット4B)
11	ジメチルアミン
12	ジルコニウム化合物(二塩酸化ジルコニウムに限る)
13	テトラエチルチウラムジスルフィド(別名:ジスルフィラム)
14	一、一、二、二-テトラクロロエタン(別名:四塩化アセチレン)
15	テトラナトリウム=三・三'-[[三・三'-ジメトキシ-四・四'-ビフェニレン]ビス(アゾ)]ビス[五-アミノ-四-ヒドロキシ-二・七-ナフタレンジスルホナート](別名:Clダイレクトブルー-15)
16	テトラフルオロエチレン
17	トリエチルアミン
18	トリクロロ酢酸
19	ニッケル(金属及び合金)
20	一・三-ビス[(二・三-エポキシプロピル)オキシ]ベンゼン
21	ビニルトルエン
22	一・四・五・六・七・七-ヘキサクロロビスクロ[二・二・一]-五-ヘプテン-二・三-ジカルボン酸(別名:クロレンド酸)
23	メチレンビス(四、一-シクロヘキサレン)=ジイソシアネート
24	硫酸ジイソプロピル
25	りん酸トリ(オルト-トリル)
26	レソルシノール

4. 報告までの流れ

4.1 報告が必要な事業者

報告の対象となる対象物質を500kg以上製造、または取扱った場合に報告が必要となる。取扱い量については、企業の合計値ではなく各事業場単位であり、該当となった際には、所轄の労働基準監督署への報告が必要となる。

4.2 報告の対象期間

毎年1月1日から12月31日の1年間が対象期間となる。なお、この対象期間にて報告が該当する際には、翌年の1月1日から3月31日までが所轄労働基準監督署への報告書提出期間となる。

4.3 報告の手順

報告書の様式は、厚生労働省ホームページまたは労働基準監督署にて入手することができる。毎年、厚生労働省から発行される「有害物ばく露作業報告書の書き方」(インターネットにて入手可能)の内容に基づいて、報告書を作成する。

4.4 報告書の記載内容

事業の種類、ばく露作業報告対象物の名称、対象物などの用途、ばく露作業の種類、年間製造・取扱い量、作業1回当たりの製造・取扱い量、作業物などの温度、発散抑制装置の状況、ばく露作業従事者数、1日当たりの作業時間が報告書への記載項目となっている。各報告項目については、選択肢から該当する番号を選んで回答を行う。

5. ばく露調査

所轄の労働基準監督署に、ばく露報告を行った後、ばく露レベルが高いと推定される各事業場などについては、厚生労働省から調査の協力を求められ、厚生労働省から委託された調査機関により、ばく露調査が実施される。その際、ばく露調査は、事前に調査票を配付して報告を求める作業実態調査(1次調査)と、事業場などに立ち入って調査するばく露実態調査(2次調査)を行う。

5.1 1次調査

1次調査においては、ばく露報告のあった事業場のうち、報告対象物に関して、対象化学物質の取扱い量または用途からばく露レベルが高いと推定される事業場、対象化学物質を特殊な用途や作業に用いている事業場などについて、その作業実態・作業環境に関わる調査を行う。

まず、ばく露報告があった対象物質の製造・取扱い作業を分類する。ただし、作業のグループ化ができない特殊な作業がある場合には、当該作業をその他として分類する。

次に、ばく露レベルを予測する。予測手順としては、
 固体の場合：当該物質の形状、使用量、ばく露時間および制御措置

液体の場合：沸点、作業温度、蒸気圧、使用量、ばく露時間および制御措置など

の項目を入力し、ばく露濃度の範囲を導出する。

導出されたばく露レベルの高い順に1次調査対象事業場リストを作成し、対象事業場を選定する。なお、1次調査が必要な事業場数は、表7に示す通りである。

表7 1次調査対象事業場数

ばく露報告があった事業場数	1次調査が必要な事業場の割合	備考
1~3	全数	対象化学物質を特殊な用途、または作業に用いている事業場については、ばく露報告のあった事業場数に関係なく、1次調査の対象とする。
4~10	60%	
11~20	45%	
21~50	30%	
51~100	15%	
101~200	8%	
201~500	5%	
501~1000	3%	
1001~	2%	

5.2 2次調査

1次調査などにより収集されたデータを基に、特にばく露レベルが高いと推定される事業場は、ばく露推定モデルを用い選定し、2次調査を行う。また、対象化学物質を特殊な用途または作業に用いている事業場は、1次調査を踏まえ2次調査を実施する。

特に、ばく露レベルが高いと推定される事業場については、対象物質の製造・取扱い作業について、1次調査により収集されたデータなどにに基づき分類を調整し、優先順位に従って調査協力を求める。なお、選定すべき調査事業場数は、当該物質について個人ばく露測定対象者を20人程度確保できることとし、2次調査対象事業場数の目安は表8に示す通りである。

表8 2次調査対象事業場数

1次調査対象事業場数	2次調査対象事業場数の目安	備考
~5	全数	左記の目安については、個人ばく露測定者の数が確保できる場合には、目安はこの割合を下回ることができる。特殊な作業については、左記目安の割合に関係なく、ばく露調査を実施することとする。
6~10	60%	
11~20	40%	
21~30	30%	
31~	20%	

ばく露実態調査は、作業実態のヒアリング(事前調査)と、ばく露濃度の実測の2段階で行う。

5.2.1 作業実態のヒアリング(事前調査)

事前調査については、調査員が実際に事業場に入り、ばく露の高い作業者・作業の推定およびばく露要因の分析が可能となるよう、作業環境・作業内容・業時間・保護具の使用などについて、聞き取りなどにより調査を実施する。具体的な調査項目については以下の通りとする。

5.2.2 調査項目

- ①1次調査の内容の確認
- ②作業環境の状況(作業環境の概要、発散抑制装置の稼働状況/保守点検状況/配置、関連施設(洗浄設備、休憩室など)の状況など)
- ③作業者の勤務体系(勤続年数、勤務シフトの状況)
- ④作業従事状況(1シフトにおける作業者の従事作業/作業時間など)
- ⑤保護具(種類、性能、装着・取扱い状況)
- ⑥個人ばく露測定対象者の選定
- ⑦作業環境測定実績の確認
- ⑧設備の保守・点検の頻度
- ⑨設備の清掃、修繕など非定常作業の作業概要(次回非定常作業の予定時期)

6. リスク評価

リスク評価を実施するに当たっては、国の統計、既存文献、関係業界団体などからの情報、ばく露報告によるデータ、その他から情報収集を行い、ばく露評価のための基礎資料を収集する。

リスク評価では、ばく露調査から得られたばく露濃度の最大値と、「有害性評価」から得られた評価値を比較して問題となるリスクがあるかどうかを評価する。問題となるリスクが確認された場合には、その化学物質について、健康障害防止措置などの導入を検討する。

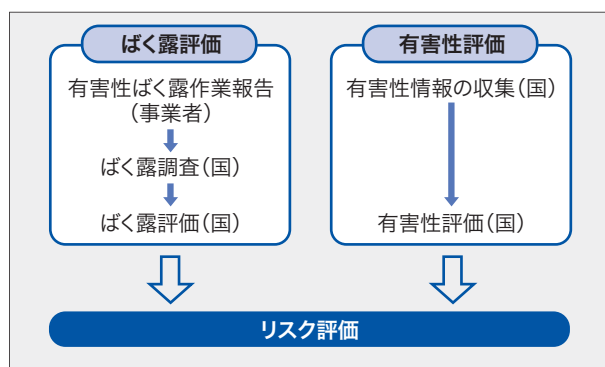


図1 化学物質による労働者の健康障害についての「リスク評価」のしくみ

本制度を基に、特定の化学物質が規制された事例としては、平成25年1月より「インジウム化合物」「コバルト及びその無機化合物」「エチルベンゼン」(平成21年調査対象物質)が、特定化学物質の管理第2物質に指定され、特定化学物質障害予防規則の適用を受けるようになり、

- ・ 作業環境測定の実施(記録30年間保管)
- ・ 特殊健康診断の実施(記録30年間保管)
- ・ 作業記録の保管(記録30年間保管)

などの規制を受けることになったことは、記憶に新しい。

7. おわりに

化学物質は、さまざまな用途で使用され、化学産業を支えて今日の豊かで快適な生活を築く上で重要な役割を担い、必要不可欠であることは言うまでもない。しかし、一方では、近年、印刷業界で起こった作業者の胆管がん発症など、化学物質使用は使用方法が適切でなければ人体に悪影響をもたらす可能性があることも分かってきている。

高度成長期の大量生産、大量廃棄の時代とは異なり、今後は製品の設計から廃棄に至るまでのLCA(ライフサイクルアセスメント)が重要である。

これら多種多様に使用される化学物質の重要性とリスク面などを理解した上で、正しく化学物質とつきあっていくことが必要であるが、化学物質のリスクは、必ずしも全て科学的に解明されていないのが現状であり、世界的に見ても規制の尺度にバラツキがある。化学物質がもたらす有害性(ハザード)とリスクを適切に管理するべく、行政や日本化学工業協会、日本塗料工業会などの業界団体との適切なコミュニケーションが重要となる。

参考文献

- 1) 労働者の有害物によるばく露評価ガイドライン
(化学物質のリスク評価検討会ばく露評小検討会)
- 2) 「有害物ばく露作業報告」の手引き(厚生労働省)

染色用水分散蛍光顔料の要求品質

Required Quality of Water Dispersed Fluorescence Dyeing Pigment

シンロイヒ株式会社 技術部
SINLOIHI Co. Ltd.



落合 一仁
Kazuhito OCHIAI



後藤 住世
Sumiyo GOTO

1. はじめに

当社の主力製品のひとつであるSW-100シリーズは、主に綿製品の染色に使用されている水分散タイプの蛍光顔料で、1972年の開発以来40年以上に渡って高い信頼を得ている製品である。現在では繊維加工、特に染色加工はほとんどが海外で行われているため、生産量のうち大部分は海外向けが占めている。海外市場にはSWシリーズより安価な他社製競合品も多数存在するが、有名ブランド品など、先進国向け衣類用途では競合品に負けない競争力を持っている。

その理由は、鮮やかな色・耐光性および洗濯堅ろう度などの性能が優れていることに加えて、安定した品質・各種法規制・自主規制への対応において、高い評価を得ていることによる。

本報では、繊維用途における要求品質・試験方法・各種規制について紹介する。

2. 蛍光顔料について^{1) 2)}

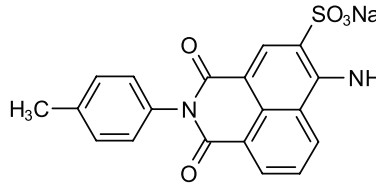
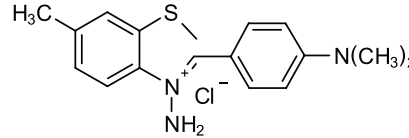
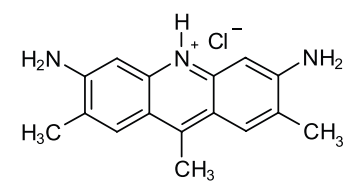
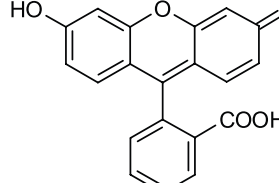
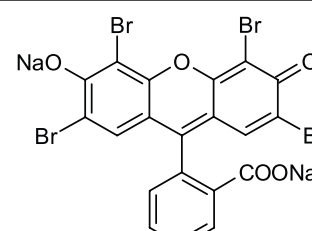
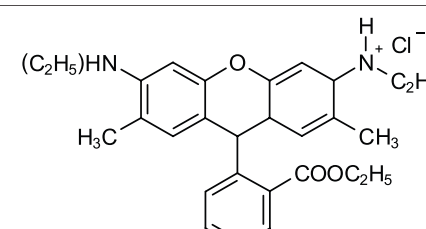
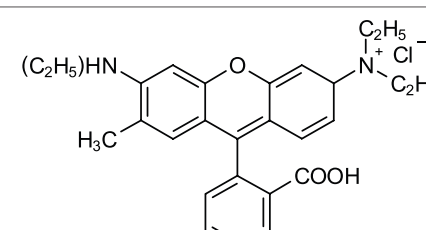
蛍光顔料は、一般色(非蛍光色)の塗料などに使われる単一成分からなる顔料とは異なり、基体樹脂である合成樹脂を蛍光染料で染着した組成となっている。このため、物理的な性質は合成樹脂に準じ、色相は染料に依存する。蛍光顔料に使用される蛍光染料、合成樹脂および代表的製法を紹介する。

2.1 蛍光染料の種類

蛍光顔料で使われている蛍光染料には、一般の染料と同様に塩基性・酸性・分散・ソルベントなどのタイプがあり、この中から顔料の用途に応じて必要な性能・色相により選択される。代表的な蛍光染料の名称と構造を表1に示す。

蛍光染料は、光によって励起されやすい化学構造・電子状態を有しており、担体となる合成樹脂(基体樹脂)への染着により非常に鮮やかな色彩を呈するが、概して光に対して不安定な有機化合物である。蛍光顔料が一般顔料と比較して色相が非常に鮮明であるものの、耐光性が劣っているのは蛍光染料の性質が主な原因である。

表1 代表的な蛍光染料

染料名	構造	昼光色	蛍光色
Brilliantulflojavine FF C.I.56205		黄	緑～黄緑
Thioflavine C.I.49005		黄	緑～黄緑
Basic Yellow HG C.I.46040		黄	黄緑～黄
Fluorescein C.I.45380		黄	緑～黄緑
Eosine C.I.45380		赤	黄～橙
Rhodamine 6G C.I.45160		赤	黄～橙
Rhodamine B C.I.45170		ピンク	橙～赤

※蛍光色 = 蛍光成分の色相、C.I. = Color Index

2.2 蛍光顔料の合成

蛍光顔料に基体樹脂として使用されている合成樹脂は、主にアミノ樹脂・アクリル樹脂・ポリエステル樹脂・ポリアミド樹脂で、使用用途あるいは必要性能によって選択されている。蛍光顔料の合成は、基本的に上記樹脂の合成法に準じるが、染色工程を経て最終的に微粒子化する点が特長である。代表的な蛍光顔料合成方法を表2に示す。

表2 代表的な蛍光顔料の製法

タイプ	基体樹脂	製法	平均粒子径	粒子形状
水分散	アクリル樹脂	乳化重合法	0.1~1 μ m	球形
粉末	アミノ樹脂	付加縮合塊状樹脂粉碎法	3~5 μ m	不定形
		懸濁重合法	3~5 μ m	球形
	アクリル樹脂	乳化重合法	0.5~1 μ m	球形
		懸濁重合法	3~5 μ m	球形

2.2.1 乳化重合法

基体樹脂モノマーに蛍光染料を添加した上で、乳化重合反応により着色樹脂粒子を生成させる方法と、乳化重合した基体樹脂分散物に蛍光染料を添加して着色する方法がある。平均粒子径は1 μ m以下である。

本報で紹介するSW-100シリーズをはじめ、水分散タイプの微粒子アクリル樹脂系蛍光顔料は、この方法で生産されている。

2.2.2 付加縮合塊状樹脂粉碎法

基体樹脂の重合過程、あるいは加熱による熔融状態で蛍光染料を添加し、着色後に固化することで着色塊状樹脂とし、粗砕・微粉碎の工程を経て、平均粒子径が数 μ mの粉末を得る。

現在一般に流通している粉末タイプの蛍光顔料は、ほとんどがこの製法で生産されている。

2.2.3 懸濁重合法

基体樹脂モノマーを分散媒中で強力な攪拌により懸濁状態とし、重合過程あるいは重合後に蛍光染料を添加し粒子を着色する。固液分離・乾燥後、必要に応じて解砕工程を経て、平均粒子径数 μ mの真球状の粉末を得る。

アミノ樹脂系蛍光顔料の一部、アクリル樹脂系蛍光顔料の一部でこの生産方法がとられている。

3. 染色用水分散蛍光染料の要求品質

3.1 出荷時の品質検査

SWシリーズは、蛍光色という特殊色の色材であるため、最も重要な品質は色相/濃度である。当社出荷時には色相/濃度、染色時の熱処理に対する安定性、および分散液の基本的物理特性(NV(Nonvolatile Matter:不揮発分)・粘度・pH)について試験を実施する。必要時には上記試験に加えて粒度分布・粗粒分・比重などの測定、および染色布の堅ろう度試験を行い、最終製品品質への影響を確認する。

3.2 要求品質および試験方法

3.2.1 性能試験

本項では、実際の使用時に最も重要である染色布の堅ろう度試験について述べる。堅ろう度試験は、社内および外部試験機関にて実施する。SW-100シリーズ染色布の堅ろう度試験項目および適用規格を表3に示す。

堅ろう度試験の評価はグレースケールで行い、1級~5級および各級の間(4-5級など)の9段階となる。耐洗濯・耐汗・耐水の各試験は染色布に添付布を付けて試験を行い、添付布の汚染も評価対象となる。添付布の材質によって結果が異なるため、汚染は各種繊維それぞれに対して評価する。対象繊維が特定されておらず、多くの繊維に対して試験する必要がある場合には「多繊維交織布」と呼ばれる、数種類の繊維が織り込まれた試験用の布が用いられることもある。

社内で品質確認のために行う洗濯堅ろう度試験は、表3のJIS L 0844「洗濯に対する染色堅ろう度試験方法：Test methods for colour fastness to washing and laundering」B-4(ISO 105-C05 B1S)法よりも厳しい、JIS L 0844 A-4(対応ISOなし)法で実施している。より厳しい条件で試験をすることにより、品質の許容幅を広くしておくことができる。

表3 SW-100シリーズ染色布の堅ろう度試験項目および適用規格

試験項目	試験方法		判定 (グレースケール・1～5級)		
	ISO	JIS			
耐光	ISO 105 B02	JIS L 0843	退色		
洗濯	ISO 105 C06 B1S	JIS L 0844 B-4	変色		
			汚染	毛	
				アクリル	
				ポリエステル	
				ナイロン	
				綿	
アセテート					
汗	ISO 105 E04	JIS L 0848	変色		
			酸	汚染	毛
					アクリル
					ポリエステル
					ナイロン
					綿
			アセテート		
			変色		
			アルカリ	汚染	毛
					アクリル
					ポリエステル
ナイロン					
綿					
アセテート					
水	ISO 105 E01	JIS L 0846	変色		
			汚染	毛	
				アクリル	
				ポリエステル	
				ナイロン	
				綿	
アセテート					
摩擦	ISO 105 X12	JIS L 0849	乾		
			湿		

性能評価は、当社処方で作成した染色布を用いる。SWシリーズは様々な染色方法に使用されているが、最も多いのは捺染であるため、堅ろう度試験は捺染布で行う。

捺染とは、印刷でいうシルクスクリーン方式で、型抜きしたスクリーンを使用して布地に文字や絵柄などをプリントする染色方法である。捺染糊(インキ)の配合はバ

インダー(アクリル・ウレタンなどのエマルジョンが主流) + レジューサー(捺染糊の粘度調整・増量剤)に色材(SWシリーズ)を加えたものである。当社標準捺染処方を表4に示す。バインダーはアクリルエマルジョン、レジューサーは石油系溶剤含有タイプを使用している。性状はハンドクリーム近似である。

これをスクリーンに乗せ、スキージ(ゴム製のブレー

ド)で余分なインキをしごき落として模様などを染め付ける。その後、布へ定着させるための熱処理(120～160°C)を行い、完成となる。

表4 シンロイヒ標準捺染処方

	成分	配合量
配合	SW-100	20
	アクリルバインダー	20
	レジューサー	60
	合計	100
熱処理条件	150°C × 3分	

実使用時の配合/熱処理条件は顔料濃度(=色濃度)、染色布の風合い(手触り感=バインダーの種類で調整)などユーザー独自でそれぞれの用途に合わせて決められるため、使用方法によっては当社試験結果と差が出ることがある。その際にはユーザーの使用条件にて、当社で再現試験を行い、差異の原因を確認している。

3.2.2 各種規制への対応

当社製品がグローバルに流通するためには、安全データシート(SDS<Safety Data Sheet>)が必要で、さらに通関時に必要となる各含有成分のCAS No. (Chemical Abstracts Service registry number)リスト、REACH(Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals : 化学物質の登録・評価・認可および制限=欧州連合(EU)の規則)対応、TSCA(US Toxic Substances Control Act : アメリカ有害物質規制法)対応など輸出先各国・地域の化学製品登録への対応は最低限必要である。

ユーザーに対しては、SVHC(Substances of Very High Concern : 高懸念物質)、EN-71規格(European Norm=European Standards : 欧州規格)の規制物質含有の有無など、要求に応じて証明書類を発行している。

また、繊維業界の安全性認証制度であるエコテックス(OEKO-TEX®)、あるいは最終製品の販売元となるブランド各社によるRSL(Restricted Substances List : 各社規制物質リスト)への対応証明を求められる。

(1) エコテックス(OEKO-TEX®)³⁾

素材品質の信頼性・安全性を保証するため、繊維に含まれて問題となりうる物質の評価を目的とするものである。

OEKO-TEX®ラベルは、意識が高い最終消費者に向けて、衣料やそれ以外の繊維製品が素肌にやさしく、安全性を確認済みということを示すものである。

用途に応じて製品分類I(乳幼児用・36ヶ月未満)、II(肌接触大・肌着など)、III(肌接触小・外衣など)、IV(装飾用・インテリア)の区分がある。表5に主な規制物質、堅ろう度規制の項目を挙げる。詳細は割愛するが、規制物質はほとんどが使用禁止、もしくはmg/kg(=ppm)単位未満とされている。

基本的には最終製品で試験を行うが、使用素材にも

表5 エコテックスで定められている主な規制項目

項目	対象、規制値
pH値	4.0-9.0(分類III・IV)
ホルムアルデヒド	<300ppm(分類III・IV)
溶出重金属	Hg他、全10種
含有重金属	Pb、Cd
残留農薬	DDT他、全60種
フェノール類	塩素化フェノールおよびOPP
フタレート(可塑剤)	DPP他、全12種
有機スズ化合物	TBT、DBT
着色剤	発がん性芳香族アミン24種
	発がん性染料9種
	アレルギー誘発性染料20種
	その他分散染料2種
塩素化ベンゼン・トルエン	
フッ素系撥水/撥油剤	PFOS他、全6種
多環芳香族炭化水素PAH	ナフタレン他、全24種
抗菌剤	エコテックス認可品以外禁止
難燃剤	SCCP他、全9種
残留有機溶剤	NMP、DMAc、DMF
残留界面活性剤	ノニル/オクチルフェノール、他
染色堅ろう度	汚染・水
	汗
	乾摩擦
	乳幼児唾液
揮発性有機化合物VOC	トルエン、スチレン、他
臭気	異常な臭気のない事
禁止繊維(アスベスト)	

同様の規制が求められる場合があるため、SW-100シリーズについても規制物質の調査を実施している。

なお、最終製品にエコテックス認証ラベルを付けるためには、エコテックス協会に承認を受けた検査機関での試験が必要で、日本国内での認証検査機関は一般社団法人ニッセンケンのみである。

(2)RSL

服飾ブランド各社は、独自に規制物質リストを作成している。エコテックスでの規制物質に加え、展開している各国・各自治体の排出規制なども包括するため、対象物質はより多くの範囲に及ぶ。さらに、衣料など生産時の環境への影響低減も要求する場合がある。

4. おわりに

先進国はもちろん発展途上国でも、環境保護・安全性への関心の高まりとともに、化学品に対する規制が厳しくなっている。繊維加工はコスト重視の産業となっているため、SW-100シリーズなどの色材を直接使用するのは発展途上国が大部分である。しかしながら染色した衣料品などの最終ユーザーは先進国であり、衣料ブランド各社による環境保護要求により、規制が比較的緩い国向けであっても、高いレベルの安全性が求められる。従って、高品質な製品を安定して供給するとともに、規制への対応と同時に高い安全性を確保することが極めて重要である。このため、関係各部署が連携して速やかなデータ提出に努めている。

今後ともユーザーの信頼に応えられるよう、きめ細かな対応を行うとともに、より高レベルの安全性を達成しつつ、高品質な製品開発を目指していきたい。

参考文献

- 1) 宮原貞泰：色材，58 (2) 73 (1985)
- 2) 落合一仁、他：蛍光体の基礎および用途別最新動向 (情報機構、2005)
- 3) エコテックス協会および一般社団法人ニッセンケン Webサイト、エコテックスパンフレット

新商品紹介-1

New Products

送電鉄塔用弱溶剤一液形・1コート仕上げ塗料「ソーデントップ」

Weak Solvent One-Component and One Finishing Coat
 for the Transmission Steel Tower 「Soden Top」

塗料事業部門
 建築・構造物塗料事業部

亜鉛めっき鋼材を用いている送電鉄塔は無塗装での建設が多く、近年、亜鉛めっき鋼材の劣化の進行が確認され始め、塗装によるメンテナンスが急務となっている。

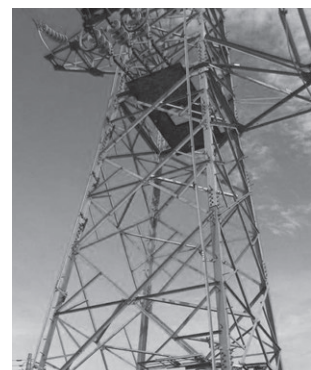
そこで当社では、高耐候性・優れた防錆性を兼ね備え、塗り替え塗装に適した弱溶剤タイプの一液形・1コート仕上げ塗料「ソーデントップ」を上市した。

特長

- 1) 塗料のレオロジーを追求することにより
優れた塗装作業性・低飛散性を実現
- 2) 1コート仕上げで高耐候性
- 3) 塩化ゴム系塗料の塗り替えも可能な
塗り替え塗装幅が広い弱溶剤形
- 4) 亜鉛めっきに対する良好な付着性・防錆性
(期待耐用年数15年以上)

用途

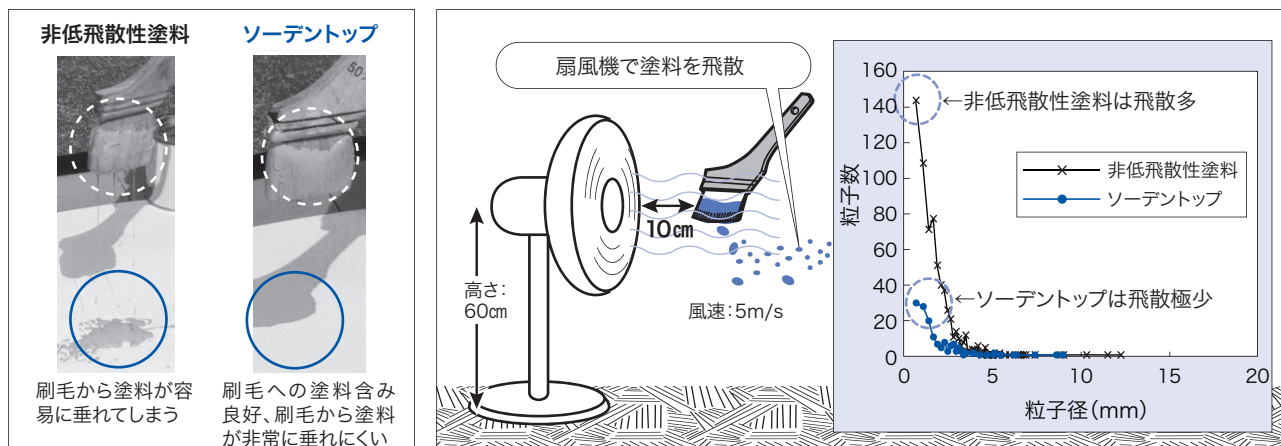
送電鉄塔



低飛散性

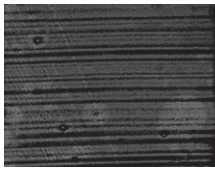
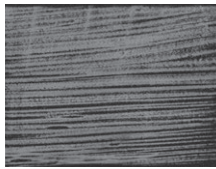
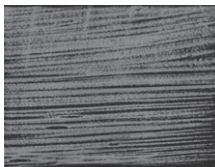
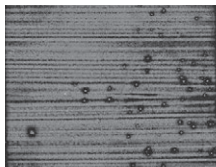
刷毛への塗料含みが良好で、非常に垂れにくい

飛散が非常に少ない



耐候性

ソーデントップは白亜化が低い⇒高耐候性

	沖縄暴露	
	6ヶ月後	12ヶ月後
ソーデントップ		
他社品		

白亜化評価結果(テープ圧着法)

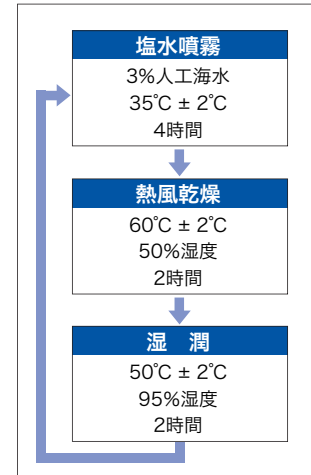
亜鉛めっきに対する防錆性

カット部片側さび幅は1mm以下で、防錆性は極めて良好



サイクル腐食性試験結果
(200サイクル)

1サイクル試験条件



塗料性状

項目	内容				
容姿	一液性				
荷姿	16kg				
色相	航空標識の白・黄赤、グレー(N-7)、環境調和色				
光沢	つや消し				
密度 (23°C)	塗料	1.22g/cm ³			
	揮発分	0.79g/cm ³			
加熱残分	61%				
乾燥時間	温度	5°C	10°C	20°C	30°C
	指触	3時間	2時間	1時間	30分
	半硬化	8時間	6時間	3時間	2時間

塗装基準

項目	内容				
下地処理	3種ケレン以上				
希釈剤	—				
塗装法	塗装方法	刷毛塗り			
	希釈率	原則希釈しない			
	標準使用量	240g/m ²			
	標準膜厚	60μm			
	ウェット管理膜厚	150μm			
塗装間隔	温度	5°C	10°C	20°C	30°C
	最小	24時間	24時間	8時間	8時間
	最大	7日	7日	7日	7日

標準塗装仕様

工程	塗料名	塗装方法	標準使用量 (g/m ² /回)	標準膜厚 (μm)	塗装間隔 (20°C)
現地	下地調整	3種ケレン以上 さび・劣化塗膜は除去し鋼材面を露出させる。但し、劣化していない塗膜(活膜)は残す。 油分・塵埃・白亜物は十分に拭き取る。			
	上塗り	ソーデントップ	刷毛	240	60

新商品紹介-2

New Products

弱溶剤形高耐候性シリコン樹脂塗料
「Vシリコンスマイル」Mild Solvent Thinnable High Durability Silicone Paint
「V-Silicone Smile」塗料事業部門
建築・構造物塗料事業部

「Vシリコンスマイル」は、当社商品である「Vシリコンマイルド」よりも耐候性に優れた弱溶剤形の上塗塗料である。塗料用シンナーで希釈でき、刷毛塗り・ローラー塗り時の塗装作業性に優れる。また、塗膜性能面においても、ふっ素樹脂塗料と同等の耐候性を有している。

特長

○優れた塗膜性能

耐候性に優れたアクリルシリコン樹脂を使用し、ふっ素樹脂塗料並みの光沢保持率を有する。また、耐アルカリ性・凍結融解性などの物性にも優れる。

○幅広い重ね塗り適性

塗料用シンナーで希釈できるため、下地を侵すことがほとんどなく、各種下塗りおよび各種旧塗膜に対する付着性に優れる。

○乾燥性に優れる

低温(5°C)でも塗り重ね間隔が最短6時間のため、1日2回塗りが可能である。

○塗装作業性に優れる

スプレー時の糸引きや刷毛塗り・ローラー塗り時の引っ張りが無く、塗装作業性に優れる。さらに、独特の粘性を持つNAD樹脂を使用しているため、ダレにくく、美しい光沢が得られる。

○安全性に優れる

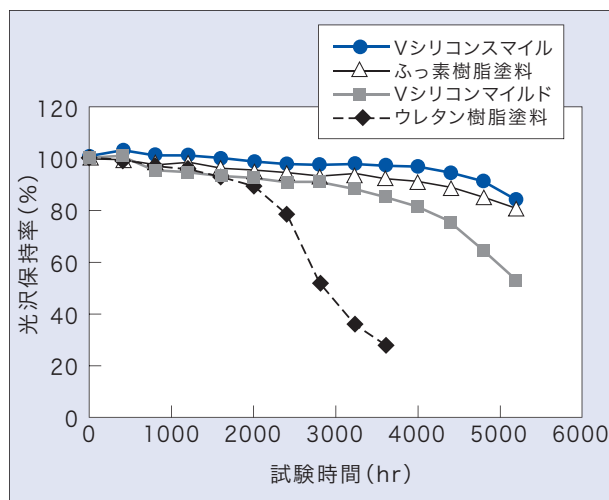
環境にやさしい弱溶剤形塗料のため、刺激臭が少ない。

優れた耐候性

○促進耐候性試験結果

(キセノンアーク灯式耐候性試験: XWOM)

Vシリコンスマイルは、XWOMによる促進耐候性試験において、従来のVシリコンマイルド以上の光沢保持率を示し、ふっ素樹脂塗料と比較しても同等の性能を有している。

促進耐候性試験
(キセノンアーク灯式耐候性試験)

塗膜性能

試験項目	試験条件	結果
耐水性	水道水浸漬 1000時間	異常なし
耐温水性	40°C温水浸漬 500時間	異常なし
耐湿性	耐湿試験機 1000時間	異常なし
凍結融解性	-20°C×3時間→ 10°C×3時間×100サイクル	異常なし
耐温冷 繰り返し性	-20°C(気中)×16時間→ 60°C(気中)×8時間×20サイクル	異常なし
耐アルカリ性	飽和Ca(OH) ₂ 水溶液 ×500時間没水	異常なし

塗装基準

項目	内容			
配合比(重量比)	主剤 90部 : 硬化剤 10部			
乾燥 時間	温度	5°C	20°C	30°C
	指触	1時間	30分	20分
	半硬化	2時間	1時間	40分
可使時間	5°C:8時間	20°C:7時間	30°C:6時間	
希釈剤	塗料用シンナー			
塗装方法	刷毛・ローラー		エアレス	
希釈率	5~10%		15~20%	
使用 標準 量準	平滑面	0.11kg/m ² /回		0.13kg/m ² /回
	凹凸面	0.16kg/m ² /回		0.20kg/m ² /回
標準膜厚	25μm/回			
塗装 間隔	温度	5°C	20°C	30°C
	最小	6時間	4時間	3時間
	最大	7日	7日	7日

標準塗装仕様

工程	商品名	塗装回数	混合比率(重量比)	塗装方法	希釈剤	希釈率(%) (重量比)	塗装間隔 (20°C)
素地調整	コンクリート・モルタル など 1. 含水率10%以下、pH10以下とする。 2. 汚れ・脆弱な層などを適切な工具を用いて除去する。 3. ブラシ・ホウキなどを用いて、ゴミ・埃・汚れ・その他有害な付着物などを取り除き、清浄な面とする。						
	鉄部 1. サンドペーパー・電動工具などの適切な工具を用いて、汚れ・劣化塗膜やその他の有害な付着物などを除去する。 2. 付着したゴミ・埃などは、ウエスなどを用いて拭き取る。 3. 油分はシンナーを用いて除去し、清浄な面とする。						
下塗り	各種下塗り	1	各種下塗りのカタログを参照して下さい。				
上塗り	Vシリコンスマイル	2	主 剤 : 90部 硬化剤 : 10部	刷毛・ローラー	塗料用シンナー	5~10	4時間以上 7日以内
				エアレス		15~20	

新商品紹介-3

New Products

光学調整用高屈折率ナノコーティング材
「DNTナノフェイス OZr-3」High Refractive Index Nano Coating Materials
「DNT Nanoface OZr-3」スペシャリティ事業部門
スペシャリティ事業部
機能材開発グループ

無機酸化物を当社独自の分散技術で微細分散した、高屈折率コーティング材「DNTナノフェイスOZr-3」を開発した。

無機酸化物には酸化ジルコニウム (ZrO_2) を使用し、各種光学フィルムの屈折率調整材として使用可能。

特長

○高屈折率付与

屈折率が高く、物理的・化学的に安定な酸化ジルコニウム (ZrO_2) を紫外線硬化型コーティング材化し、成膜時の屈折率を1.52~1.75の範囲で制御可能。

○高透明性

酸化ジルコニウムを数ナノメートルまで安定分散しているため、膜の可視光透過率が高く、色味を持たない。

○膜厚制御

用途に合わせて幅広い膜厚の対応ができ、「OZr-3 HD (高分散タイプ)」は50nm以下での成膜が可能。

○高い密着性と膜硬度

基板や各種フィルムに対して、高い密着性とハードコート性を付与することが可能。

○高機能化

他の無機酸化物微粒子との複合化により、さらなる高機能化が可能。

用途

- フラットパネルディスプレイ向け反射防止膜
- タッチパネル向け屈折率調整膜



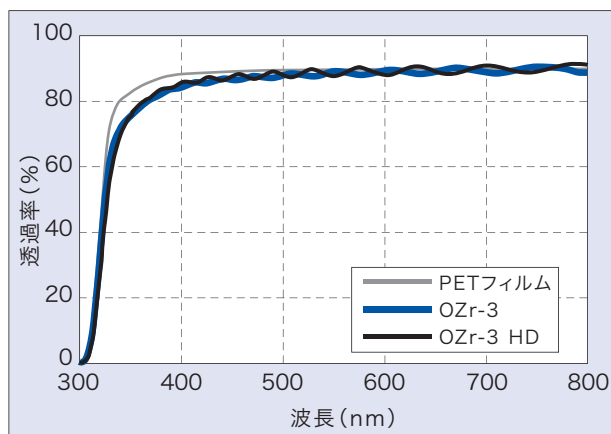
高屈折率ナノコーティング材
(左: OZr-3, 右: OZr-3 HD)

組成・コーティング膜性能

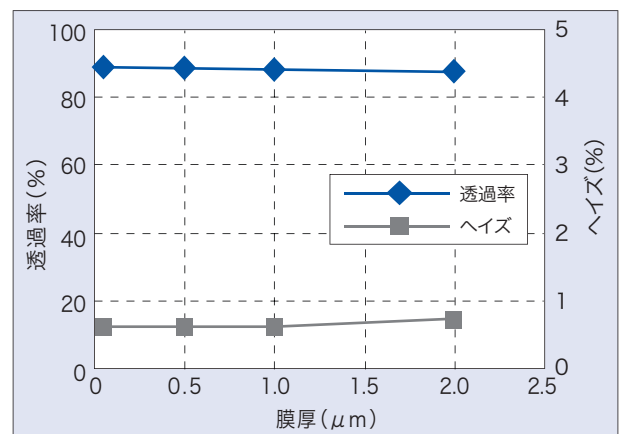
項目		製品名	DNTナノフェイス OZr-3	DNTナノフェイス OZr-3 HD (高分散タイプ)
無機酸化物			ZrO ₂	ZrO ₂
溶媒組成			MIBK/iBOH	MIBK/iBOH
固形分濃度 (wt%)			40	40
膜屈折率	アッペ屈折率計		1.52~1.75	1.52~1.75
硬化方法	UV照射 (400mJ/cm ²)		UV硬化	UV硬化
透過率 (%)	JIS K 7361-1		88	89
ヘイズ (%)	JIS K 7136		0.6	0.6
鉛筆硬度	JIS K 5600-5-4		2H	2H
耐スチールウール	#0000 250g 10times		傷なし	傷なし
密着性	クロスカット		良好	良好

膜特性: 100 μ mPETフィルム/屈折率=1.65/膜厚=1 μ m

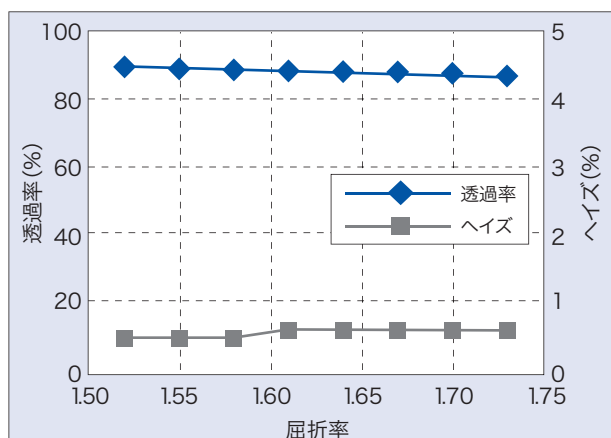
コーティング膜の分光特性



コーティング膜の膜厚依存性 (OZr-3 HD)



コーティング膜の屈折率依存性 (OZr-3 HD)



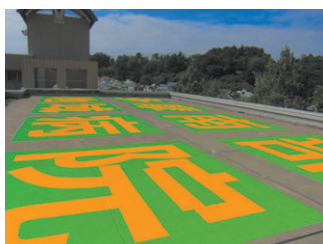
新商品紹介-4

New Products

ヘリサイン工程短縮蛍光塗料
「ルミノヘリサイン」Heli-Sign Process Shortening Fluorescent Paint
「Lumino Heli-Sign」シンロイヒ株式会社
SINLOIHI CO.,LTD.

■ ヘリサインとは

緊急時や災害時に救援物資を搬送するヘリコプターが、現在地または目的地を判別するために、役所や学校・消防署など公共施設の屋上に施設名称を塗装する『対空表示』と呼ばれる目印のこと。首都圏を中心に広まっており、平成25年度は、当社の蛍光塗料で100件程度が施工された。



● 開発目的

現行のヘリサイン塗装は、コンクリートや防水面・折板など様々な下地に対応する塗装仕様で施工している。それらの仕様の中で、ウレタン防水塗膜やシート防水といった弾性のある材料への塗装は、その材料に追従する性能を有する、塗装間隔が長い塗料を使用するため、施工日数が非常に長くなってしまふ。

本物件は施工期間が限られる事が多く、施工業者より少しでも施工日数を減らせないかという要望が多数寄せられた。そこで、今後もこの事業が継続されることから、施工日数を半分に減らし、塗膜性能・乾燥性・耐候性に優れた新製品「ルミノヘリサイン」を開発した。

● 特長

多層塗りの仕上げが必須のヘリサイン蛍光塗料は、現状のウレタン仕様だと7日～8日の工期がかかるのが通常であるが、ルミノヘリサインは4日間で塗装が完了する画期的な塗料である。

既存の使用塗料

乾燥時間が長く、作業効率が悪い。
全体の施工日数が長くなり、人工代が多くかかる。

・総施工日数

8日

約半分の
施工日数

ルミノヘリサイン(工程短縮蛍光塗料)

乾燥時間が早く、塗装効率UP。
施工日数が約半分と大幅に短縮でき、人工代の削減にもつながる。

・総施工日数

4日

塗料性状

項目	内容	
	ルミノヘリサイン	ルミノヘリサイン クリヤー
容姿	二液性	
樹脂	アクリルウレタン樹脂系	
色相	下塗グリーン、下塗イエロー 蛍光グリーン、蛍光イエロー 一般色グリーン	クリヤー
密度(23℃)	1.10 ± 0.05	0.99 ± 0.05
粘度(23℃)	90 ± 5KU	90 ± 5KU
加熱残分	56 ± 3%	39 ± 3%

塗装基準

項目	内容						
	ルミノヘリサイン			ルミノヘリサイン クリヤー			
塗装方法	刷毛・ローラー						
混合比(重量比)	主剤：硬化剤 = 95：5			主剤：硬化剤 = 75：25			
可使時間	8時間			6時間			
希釈剤	ルミノヘリサインシンナー						
希釈率	0～10%			0～10%			
標準使用量	0.13～0.15kg/m ² /回			0.12～0.13kg/m ² /回			
標準膜厚	40～45μm/回			25～30μm/回			
塗装間隔	温度	5℃	20℃	30℃	—	—	—
	最小	3時間	2時間	1.5時間	—	—	—
	最大	7日	7日	7日	—	—	—

標準塗装仕様例

工程	商品名	色相	塗装間隔(20℃)
1	素地調整	手動・電動工具を用いてケレン後、ゴミ・水分などをウエス・シンナーなどで除去し、乾燥した清浄な面とする。	
2	シーラー	専用プライマー	クリヤー 24時間以上 7日以内
3	下塗り	ルミノヘリサイン	下塗グリーン 2時間以上 7日以内
4	中塗り第一層		蛍光グリーン 2時間以上 7日以内
5	中塗り第二層		蛍光グリーン 2時間以上 7日以内
6	文字部分下塗り		下塗イエロー 2時間以上 7日以内
7	文字部分中塗り第一層		蛍光イエロー 2時間以上 7日以内
8	文字部分中塗り第二層		蛍光イエロー 16時間以上 7日以内
9	上塗り	ルミノヘリサイン クリヤー	クリヤー —

学協会研究発表・技術講演・論文投稿者名と発表タイトル(2013.10.1~2014.9.30)

大日本塗料は各種学協会に参加し、積極的に研究発表を行っています。
ここに2013年10月から2014年9月までの主な講演・発表内容を紹介します。

投稿リスト 2013年10月~2014年9月

(発行順)

氏名	発表テーマ	発表先/投稿紙名	団体・協会・新聞・出版
相澤 匡 岩瀬 嘉之	ISO 20340 による各種重防食塗装の性能評価	「防錆管理」Vol..57 No10 2013	(一社)日本防錆技術協会
山本 基弘	ふっ素樹脂塗料の高耐久性とその進展	月刊「ファインケミカル」 2013年10月号	(株)シーエムシー出版
宮下 剛	重防食塗装に関する近年の動向と将来展望	「塗装工学」 2013/VOL.48 NO.12	日本塗装技術協会
鎌田 由佳 赤沼 史子 山内健一郎	送電鉄塔用一液形、1コート仕上げ塗料の開発	月刊「JETI」2013年12月号	(株)ジェティ
増田 清人 桑原 幹雄	水性さび止め塗料の塗装環境と成膜性	月刊「リフォーム」2014年2月号	(株)テツアドー出版
桑原 幹雄 増田 清人	水性さび止め塗料の適用性評価	月刊「リフォーム」2014年2月号	(株)テツアドー出版
小林 稔幸	耐チップング性に優れた樹脂クロムめっき用 塗装システムの開発	月刊「JETI」2014年2月号	(株)ジェティ
吉岡 環	塗料色彩で快適な暮らしを創る。	月刊「建築仕上技術」 2014年3月号	(株)工文社
和田 公輝 堀田 裕貴 為 信一郎	海洋構造物の耐久性向上技術に関する研究 新規曝露試験記録	「2013年度 報告書」	(一社)日本鉄鋼連盟
山内健一郎	ふっ素樹脂塗料の耐久性と厚膜形ふっ素樹脂塗料	月刊「JETI」2014年3月号	(株)ジェティ
北川 将司	二層分離形ふっ素樹脂粉体塗料 (パウダーフロンSELA)の開発	月刊「アルトピア」H26年3月号	カロス出版(株)
里 隆幸	from members「得意な事業分野を生かして、 社会に貢献していきたいと考えています」	Responsible Care News 2014春季号	(一社)日本化学工業協会
岩瀬 嘉之	DNT塗膜診断システムについて	「塗装技術」2014年5月 臨時増刊号	(株)理工出版社
宮川 有司	我が社の蛍光・蓄光塗料の動向と用途展開	「塗装技術」2014年5月 臨時増刊号	(株)理工出版社
大柴 雅紀	「DNT水性重防食システム」の開発	「塗装技術」2014年5月号	(株)理工出版社
岩瀬 嘉之	DNT塗膜診断システムについて	「塗装技術」2014年6月号	(株)理工出版社
山本 康人	油性さび止めペイントの屋外暴露による 防錆性評価	月刊「JETI」2014年6月号	(株)ジェティ
福田 訓之	粉体塗料について(1):粉体塗料の現状と特徴	「講演会」	日本ばね学会
福田 訓之	粉体塗料について(2): 粉体塗料の製造方法と種類、塗膜性能	「会報誌」	日本ばね学会

口頭発表リスト 2013年10月~2014年9月

(発行順)

氏名	発表テーマ	発表先/投稿紙名	団体・協会・新聞・出版
為 信一郎	各種鋼橋防食工の補修塗装に関する検討(2) -暴露試験7年目の評価結果-	第36回鉄構塗装技術討論会	(一社)日本鋼構造協会
木口 忠広	ポリエステルとふっ素樹脂を混合した粉体塗膜の性能評価	色材協会誌 創立85周年記念会議	(一社)色材協会
木口 忠広	ポリエステルとふっ素樹脂を混合した粉体塗膜の性能評価	表面処理技術協会 第15回関西表面技術フォーラム	(一社)表面処理技術協会
八尾 允康 福田 訓之	焼付塗料と塗装	講演発表	名古屋市工業研究所
福田 訓之	粉体塗料について	講演会	日本ばね学会
青木 隆一	塗料はどのような樹脂が使われるか	色材協会 塗料入門講座	(一社)色材協会
櫻田 将至	塗料・塗装の基礎<初級編>	2014年夏季セミナー 表面処理基礎講座(1)	(一社)表面処理技術協会
木口 忠広	塗膜の耐久性(耐候性)	第47回 塗料基礎講座	(一社)色材協会
北川 将司	ポリエステルとふっ素樹脂を混合した粉体塗膜の耐候性評価	2013年度日本建築仕上学会大会 学術講演会	(一社)日本建築仕上学会
増田 清人 桑原 幹雄	水系さび止め塗料の塗装環境と成膜性	2013年度日本建築仕上学会大会 学術講演会	(一社)日本建築仕上学会
増田 清人 桑原 幹雄	水系さび止め塗料の適用性評価	2013年度日本建築仕上学会大会 学術講演会	(一社)日本建築仕上学会
堀田 裕貴 為 信一郎 森田さやか	Durability evaluation of exposed coated steel panels using current interrupter technique	NACE International East Asia & Pacific Rim Area Conference & Expo 2013	NACE (National Association of Corrosion Engineers)
田邊 弘往	Standardisation of test methods for rotor blade coatings	NACE International East Asia & Pacific Rim Area Conference & Expo 2013	NACE (National Association of Corrosion Engineers)
岩瀬 嘉之 相澤 匡	Evaluation and analysis of protective coatings performance after durability test according to ISO 20340	NACE International East Asia & Pacific Rim Area Conference & Expo 2013	NACE (National Association of Corrosion Engineers)
里 隆幸	Overview of High Durable Anti-Corrosion Coating System Applied the Fluorocarbon Polymer Coating and Introduction of Application Examples of this Coating System in Japan	NACE International East Asia & Pacific Rim Area Conference & Expo 2013	NACE (National Association of Corrosion Engineers)
南 和男	アルミ合金製燃料電池セパレータの開発	第125回 軽金属学会秋季大会	(一社)軽金属学会
桑原 幹雄	構造物の低VOC塗装事例について	東京都環境局	東京都 (一社)日本塗料工業会
堀田 裕貴 岩瀬 嘉之 定石 圭司	熱帯地域における塗膜耐久性の評価	日本防錆技術協会 防錆防食技術発表大会	(一社)日本防錆技術協会
木口 忠広	粉体塗料の技術動向 (層分離粉体塗料とエポキシ樹脂粉体塗料)	第38回 公開技術講座	エポキシ樹脂技術協会
桑原 幹雄 増田 清人	水系さび止め塗料の屋外暴露試験による評価	2014年度日本建築学会大会 学術講演会	(一社)日本建築学会
北川 将司	ポリエステルとふっ素樹脂を混合した粉体塗膜の層構成と耐候性	2014年度日本建築学会大会 学術講演会	(一社)日本建築学会
山本 康人 桑原 幹雄 増田 清人	亜鉛めっき鋼材や旧塗膜に対する水系さび止め塗料の適用性	2014年度日本建築学会大会 学術講演会	(一社)日本建築学会
増田 清人 山本 康人 桑原 幹雄	悪条件の作業環境における水系さび止め塗料の性能評価	2014年度日本建築学会大会 学術講演会	(一社)日本建築学会

DNT 大日本塗料株式会社

本社 ☎06-6466-6661 〒554-0012 大阪市此花区西九条6-1-124
 大阪事業所 ☎06-6466-6661 〒554-0012 大阪市此花区西九条6-1-124
 那須事業所 ☎0287-29-1611 〒324-8516 大田原市下石上1382-12
 小牧事業所 ☎0568-72-4141 〒485-8516 小牧市三ッ淵字西ノ門878
 北港事業所 ☎06-6466-6618 〒554-0052 大阪市此花区常吉2-12-7
 相模製造所 ☎046-246-1361 〒243-0801 厚木市上依知1043
 滋賀製造所 ☎0748-77-5428 〒520-3114 滋賀県湖南市石部口3-3-1
 東京営業本部 ☎03-5710-4501 〒144-0052 東京都大田区蒲田5-13-23(TOKYU REIT 蒲田ビル)

●東日本販売部

東京営業所 ☎03-5710-4501 〒144-0052 東京都大田区蒲田5-13-23(TOKYU REIT 蒲田ビル)
 札幌営業所 ☎011-822-1661 〒003-0012 札幌市白石区中央二条1-5-1
 仙台営業所 ☎022-236-1020 〒983-0034 仙台市宮城野区扇町5-6-20
 北関東営業所 ☎0285-24-0123 〒323-0025 小山市城山町2-10-14(日光堂ビル)
 埼玉営業所 ☎048-601-0711 〒330-0843 さいたま市大宮区吉敷町4-261-1
 新潟営業所 ☎025-244-7890 〒950-0087 新潟市中央区東大通1-4-1(マルタケビル)
 千葉営業所 ☎043-225-1721 〒260-0015 千葉市中央区富士見2-7-5(富士見ハイネスビル)
 神奈川営業所 ☎042-246-1362 〒243-0801 厚木市上依知1043
 静岡営業所 ☎054-254-5341 〒420-0857 静岡市葵区御幸町8(静岡三菱ビル)

●西日本販売部

大阪営業所 ☎06-6466-6618 〒554-0012 大阪市此花区常吉2-12-7
 名古屋営業所 ☎052-332-1701 〒460-0022 名古屋市中区金山1-12-14(金山総合ビル)
 富山営業所 ☎076-451-9470 〒930-0997 富山市新庄北町5-1
 京滋営業所 ☎075-595-7761 〒607-8085 京都市山科区竹鼻字ノ前町46-1(三井生命京都山科ビル)
 神戸営業所 ☎078-362-0091 〒650-0025 神戸市中央区相生町1-2-1(東成ビル)
 岡山営業所 ☎086-255-0151 〒700-0034 岡山市北区高柳東町13-5
 広島営業所 ☎082-286-2811 〒732-0802 広島市南区大州3-4-1
 高松営業所 ☎087-823-5591 〒760-0064 高松市朝日新町7-8
 福岡営業所 ☎092-938-8222 〒811-2312 福岡県糟屋郡粕屋町大字戸原字ハル142
 長崎営業所 ☎095-824-3457 〒850-0033 長崎市万才町3-4(長崎ビル)

●フリーコール

塗料相談室フリーコール ^{いろいろ}0088-22-1641
^{ハローイロ}
 住まいの塗りかえハロービュー事務局 0088-22-8616
<http://www.dnt.co.jp/>

●表紙について

DNT及びDEVELOP(開発する)の「D」に未来の光をイメージしてデザインしました。

DNTコーティング技報 No.14

- 発行日 2014年10月10日
- 発行人 江藤 史雄
- 発行 大日本塗料株式会社 管理本部 総務部
- 編集 同 技術開発部門 技術企画室
TEL 06-6466-6644

禁無断転載

独創的な総合塗膜下診断システムが

最適な塗り替え仕様を選定

塗膜診断・塗り替え仕様選定システム

DNT塗膜診断システム

ISO認定 (ISO 13129)

カレントインタラプタ(CI)法による
塗膜下金属腐食診断装置を採用

特許取得

塗膜下金属腐食診断装置の特許:特許 3651601
塗膜診断システムの特許:特許 5077960

社会資本の維持管理の時代を迎えようとしています。構造物管理者からのL.C.C.(ライフサイクルコスト)低減要求に対し、塗り替え塗装費の経済性を高めることを目的に塗膜診断・塗り替え仕様選定システム『DNT塗膜診断システム』を開発しました。

システムのフロー



DNT

DAI NIPPON TORYO

<http://www.dnt.co.jp/>

大日本塗料株式会社

建築・構造物塗料事業部 構造物塗料

大阪 ☎06-6466-6626

東京 ☎03-5710-4502

塗料相談室フリーコール 0088-22-1641



地球環境への負荷軽減のために、
植物油インキを使用しています。