

# DNTコーティング技報

DNT Technical Report on Coatings

No.17

2017年10月発行

DAI NIPPON TORYO

# DNTコーティング技報 No.17

## CONTENTS

- 持続的成長に向けて技術開発の質的向上と加速に挑む …………… 1
- 技術報文(Technical Reports)
  1. 冬季における水性重防食塗料による鋼道路橋の塗り替え塗装 … 2~11  
Recoat of Steel Road Bridge by Water Borne Heavy Duty  
Anticorrosive Paint during the Winter Season
  2. メタリック塗料に及ぼす塗料対流の影響に関する考察 …………… 12~18  
Consideration about the Influence of the Paint  
Convection to Give to Metallic Paint
  3. 浸透性吸水防止材の既設構造物への適用 …………… 19~24  
The Evaluation of Performance of Hydrophobic Impregnation  
to Existing Concrete Structures
  4. 水道用鋼管外面被覆材100年防食対応への  
塗膜物性面でのアプローチ …………… 25~31  
100 Years Corrosion Protection Approach of Paint Film  
Properties for Waterservice Pipes Steel Outer Materials
- 技術解説(Technical Reviews)
  1. 金属焼付塗料の現状と当社の取り組み …………… 32~36  
Present Situation Future Initiatives of Metal Baking Coatings
  2. 工業製品向け色彩開発の変移 …………… 37~40  
A Shift of Developing Colors for Industrial Products
  3. 特定化学物質障害予防規則について …………… 41~49  
Ordinance on Prevention of Hazards Due to  
Specified Chemical Substances
- 新商品紹介(New Products)
  1. 高摩擦有機ジンクリッチペイント「ゼッターEP-HF」 …………… 50~51  
High Friction Organic Zinc Rich Paint「ZETTAR EP-HF」
  2. ローラー塗装が可能なふっ素樹脂メタリック塗料  
「Vフロン#200スマイルRB メタリック」 …………… 52~53  
Fluorocarbon Polymer Metallic Paint Which Can Be Painted  
With Rollers 「V-FRON#200 SMILE RB METALLIC」
  3. 労働安全衛生法に基づいた、人と環境にやさしいクリヤー  
「Autoブレインクリヤーシリーズ」 …………… 54~55  
Eco Coating System「Auto BRAIN CLEAR Series」
  4. 焼付用エポキシ樹脂下塗塗料「FBプライマーECO」 …………… 56~57  
Baking Epoxy Resin Coating 「FB PRIMER ECO」
  5. ノンスリップ水性蛍光塗料「ルミノグリップ」 …………… 58~59  
Non-Slip Fluorescent Paint 「LUMINO GRIP」
- 学協会研究発表・技術講演・論文投稿者名と発表タイトル  
(2016年7月~2017年6月) …………… 60~61

## 持続的成長に向けて技術開発の質的向上と加速に挑む



取締役 常務執行役員  
塗料事業部門長

里 隆幸

本年も残り数か月で年が暮れようとしています。この間、政治・経済・社会・環境の各方面で、我が国にも少なからず影響を及ぼすような出来事が幾つか生じました。この内、6月1日に世界で二番目のCO<sub>2</sub>排出国である米国がパリ協定を離脱するという声明は世界中に大きな衝撃が走りました。国際社会がパリ協定の発効を受けて、今まさに低炭素化に向けての取り組みを加速させようという時に出されたものであり、既に発生している気候変動の影響に苦しむ人々や次の世代にとっても、極めて遺憾なものであるとの見方が大方であろうと推察いたします。

この様ななかで、当社は「新しい価値の創造を通じて地球環境や資源を護り、広く社会の繁栄と豊かな暮らしの実現に貢献できる企業を目指します。」との経営理念に則り、持続的成長力も持つ企業を目指し、事業展開を図っております。

当社は前中期経営計画期間(2014～2016年度)において、さらなる収益力とグローバル展開力を持つ企業への成長を目指し、コスト競争力の強化や新たなビジネスモデルの構築に取り組んでまいりました。これらの取り組みを継続発展させ、競争の激化が増す経営環境に対処すべく、新中期経営計画(2017～2019年度)を策定し、以下の重点課題および施策、即ち、

①国際的なイベント開催に備えた国内インフラ市場における新設・メンテナンス需要の確実な取り込み、②重防食技術やインクジェット技術など、当社の強みを生かした新規市場開拓の推進、③高付加価値品の販売拡大、製品別に販売戦略の見直しおよび、生産体制の適正化による国内塗料事業のさらなる強化、④強みをもつ分野や地域への集中・特化、および重防食塗料の継続的海外展開による海外塗料事業の継続的・積極的拡大を設定いたしました。

上記課題の解決のためには新技術や新商品の整備が不可欠であり、これまで以上に研究開発の質的水準を高め、加速させてまいります。これにより、当社独自の強みをさらに洗練・発展させることで、将来性のある企業であり続けるべく努めてまいります。

読者の皆様には何卒一層のご支援を賜りますようお願い申し上げます。

# 冬季における水性重防食塗料による 鋼道路橋の塗り替え塗装

Recoat of Steel Road Bridge by Water Borne Heavy Duty  
Anticorrosive Paint during the Winter Season

塗料事業部門 構造物塗料事業部  
テクニカルサポートグループ  
Coating Business Division,  
Protective Coatings Department,  
Technical Support Group



尾田 光  
Akira ODA



桑原 幹雄  
Mikio KUWAHARA

## 要 旨

近年、環境保全および労働安全衛生の観点から、VOC(Volatile Organic Compounds:揮発性有機化合物)の削減効果が高い水性塗料の需要が拡大している。塗料の水性化は、建築分野で早くから取り組まれており、土木構造物の分野においても、水性塗料への積極的な移行が推進されている。

本報では、鋼道路橋に対し、国内で初めて防食下地から上塗りまで水性塗料を適用した事例(DNT水性重防食システム)を紹介する。施工は水性塗料にとって非常に厳しい条件となる冬季に実施され、水性塗料特有の現象も確認された。また、水性塗料の課題である低温環境での塗装作業性および成膜性は、低温対策を講じることにより改善され、溶剤形塗料と遜色ない結果となった。さらに、現地にて同塗装仕様で作製した試験体の促進試験の結果、良好な塗膜性能を発揮した。

## Abstract

Recently, demand for water borne paints which reduce VOC (Volatile Organic Compounds) are expanded from the aspect of environmental protection and Occupational Safety and Health. Water borne paints are applied earlier in the field of architectures and are positively promoted in the field of civil engineering structures.

In this report, we introduce the first case that a steel road bridge which was applied water borne paints from anticorrosive base to top coat(DNT Water Borne Heavy Duty Anticorrosive Coating System). Paint application was carried out in winter season when the condition would be harsh for water borne paints. We confirmed any characteristic phenomena of water borne paints. Also, application workability and film formation property were improved by low temperature countermeasure and these became approximate to comparable solvent-type one. Furthermore, the test piece which was prepared with same

coating system at a field showed fine anticorrosion properties in an accelerated durability test.

## 1. はじめに

近年、VOCによる大気汚染問題や労働安全衛生の観点から、土木構造物の分野においても水性塗料への積極的な移行が推進されている。

その研究事例としては、国立研究開発法人土木研究所と塗料メーカーの共同研究<sup>1)</sup>などがある。実構造物への適用では、水性塗料による塗装仕様が整備され、例えば鉄道関係では、鋼構造物塗装設計施工指針<sup>2)</sup>で新設と塗り替えにおいて、中塗りおよび上塗りに水性塗料を採用している。東京都では、VOC対策ガイド「建築・土木工事編」<sup>3)</sup>を発行し、VOC排出抑制を推進している。

本報では、鋼道路橋に対する水性重防食塗料による塗り替え塗装の実施事例について報告する<sup>4)</sup>。

## 2. 水性重防食塗料

塗料の水性化は、建築分野で早くから取り組まれており、内装の塗装では、ほとんどが水性塗料で実施されている。近年、原材料の技術革新や配合設計の進歩により、土木分野向けでも高性能な水性塗料が開発されている。以下に、当社が有する各水性重防食塗料の特長を述べる。

### 2.1 防食下地

大きな特長としては、重防食塗装では欠かせない防食下地であるジンクリッチペイントの水性化である。図1は、溶剤形ジンクリッチペイント(JIS K 5553 2種:ゼッターEP-2HB)と水性ジンクリッチペイント(水性ゼッターEP-2HB)の防食性評価の結果である。耐中性塩水噴霧性試験(JIS K 5600-7-1)に2000時間供した結果、水性でも同等の犠牲防食作用を発揮している。

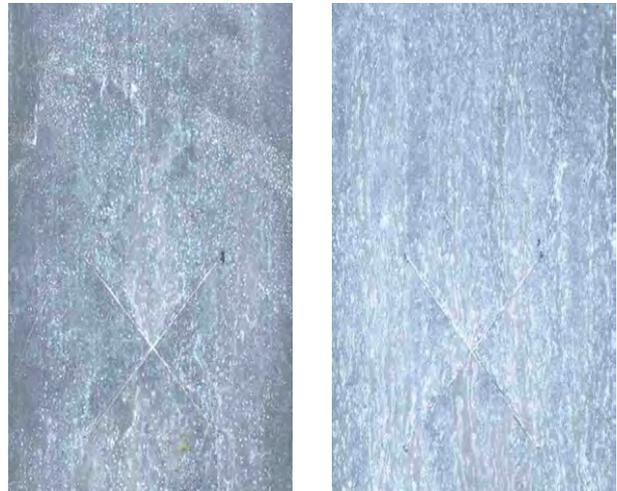


図1 中性塩水噴霧試験結果(左:溶剤形 右:水性)

### 2.2 下塗塗料

変性エポキシ樹脂塗料下塗は、水分や酸素などの腐食因子を遮断し、防食下地の保護と腐食の進行を抑制する役割を担っている。図2は、溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(JIS K 5551 C種 1号:エポオール)と水性変性エポキシ樹脂塗料下塗(水性エポオール)のサイクル腐食試験(JIS K 5600-7-9:Dサイクル)に200サイクル供した結果である。水性塗料でも切り込み傷のさび幅の拡大は見られず、十分な腐食抑制効果を示している。

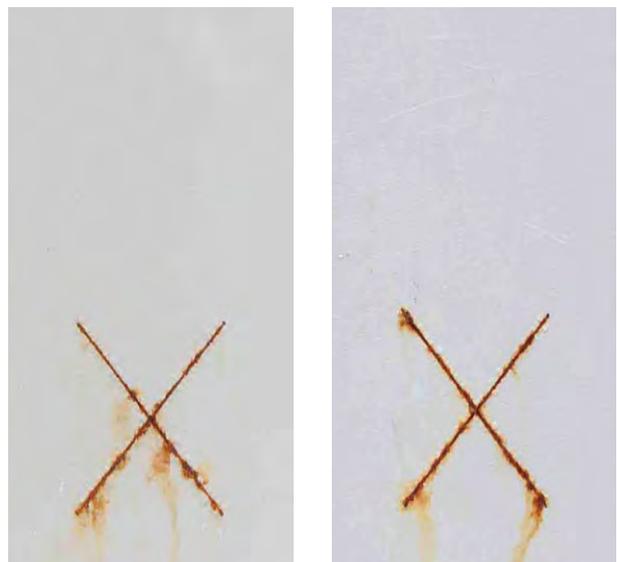


図2 サイクル腐食性試験結果(左:溶剤形 右:水性)

## 2.3 上塗塗料

長期の美観が求められる高耐候性上塗塗料も水性化されている。図3は、溶剤形ふっ素樹脂上塗塗料(JIS K 5659 1級:Vフロン#100H上塗)、水性ふっ素樹脂上塗塗料(水性Vフロン#100H上塗)、溶剤形ポリウレタン樹脂上塗塗料(JIS K 5659 3級:VトップH上塗)、水性ポリウレタン樹脂上塗塗料(水性Vトップ#100H上塗)の促進耐候性試験(JIS K 5600-7-7:サイクルA)の結果である。当然ながら、ふっ素樹脂塗料とポリウレタン樹脂塗料の耐候性の差はあるものの、各々の塗料で溶剤形と水性で差は見られず、水性でも高い耐候性を示している。

以上の通り、当社では従来の溶剤形塗料と同等の性能を示す水性塗料システムを市場に展開している。

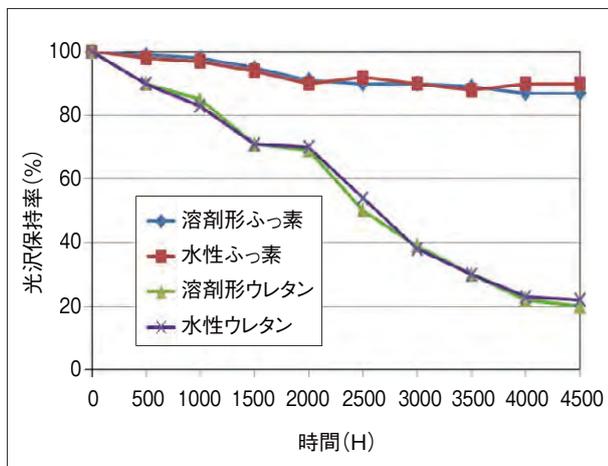


図3 促進耐候性試験結果

## 3. 対象橋梁

### 3.1 橋梁概要

塗り替え塗装を適用した橋梁の外観を図4に、概要を表1に示す。



図4 橋梁の外観

表1 橋梁概要

所在地	長野県長野市信州新町(国道19号)
名称	大原橋
橋長	169m(5径間連続鋼非合成钣桁橋)
架設	1963年(1972年に歩道部を拡幅)

### 3.2 塗り替え塗装前の状態

漏水や凍結防止剤が原因と思われる激しい腐食が所々に見られており(図5)、既存塗膜表面の付着塩分量を計測した結果、下フランジ下面で最多の80mg/m<sup>2</sup>(NaCl換算値)が検出された。また、さび中の塩化物イオン量を分析した結果、下フランジ下面で最多の2370mg/kgが検出された。

また、新設時の塗装系は不明であるが、旧塗膜断面(図6)から、過去に数回の塗り替えが行われ、最下層には鉛丹さび止めペイントが用いられていたと判断される。また、塗装履歴から亜酸化鉛さび止めペイントが塗

装されていることがわかった。

さらに、旧塗膜厚が合計で700 $\mu$ mを超える部分があり、付着性の低下も見られることから、旧塗膜は劣化が進行していると判断し、完全に除去することにした。旧塗膜中の鉛系顔料の飛散防止のため、塗膜はく離剤(水性)の工法が採用された。



図5 腐食の著しい部分

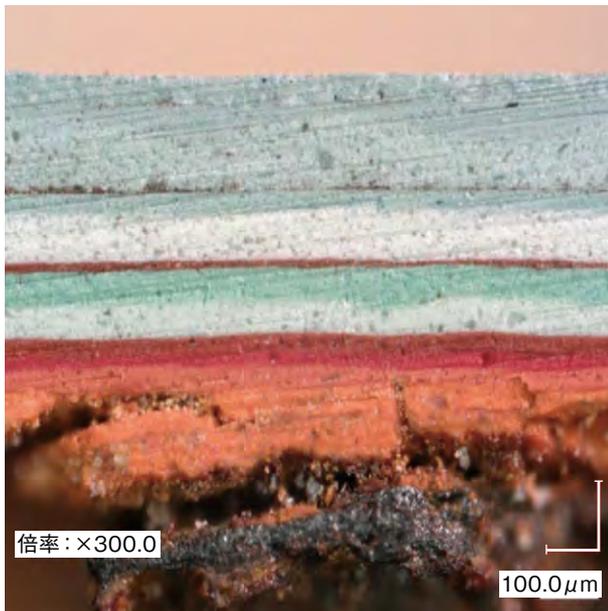


図6 旧塗膜断面

#### 4. 塗装仕様

塗り替え塗装系は、鋼道路橋防食便覧(日本道路協会、平成26年3月)のRc-II塗装系を基本として、溶剤形塗料をそれぞれ対応する水性塗料に置き換えたものと

した(表2)。なお、塗装方法は、エアレススプレー、刷毛およびローラーを部位別に使い分けた。

表2 水性塗料を用いた塗り替え塗装系

塗装工程	工法または一般塗料名	商品名
素地調整	2種(水性塗膜はく離剤+各種工具)	—
防食下地	水性厚膜形エポキシ樹脂 ジンクリッチペイント	水性ゼッターールEP-2HB
防食下地	水性厚膜形エポキシ樹脂 ジンクリッチペイント	水性ゼッターールEP-2HB
下塗り	水性変性エポキシ樹脂下塗塗料	水性エポオール
下塗り	水性変性エポキシ樹脂下塗塗料	水性エポオール
中塗り	水性エポキシ樹脂中塗塗料	水性エポニックス 中塗
上塗り	水性ふっ素樹脂上塗塗料	水性Vフロン#100H 上塗

## 5. 塗装工程

実橋梁に水性重防食塗料を適用した際の対応事例を紹介する。

### 5.1 水性塗膜はく離剤

塗膜はく離剤の塗布後、2日間放置した旧塗膜は大部分が膨潤しはく離した(図7)。図8に示すように、最下層の鉛丹さび止めペイントが部分的に残存したが、次工程の素地調整で除去した。鉛丹さび止めペイントは、塗膜中に四三酸化鉛を約90%含有し、有機物が少ないため、塗膜はく離剤の効果が現れにくかったと推察される。

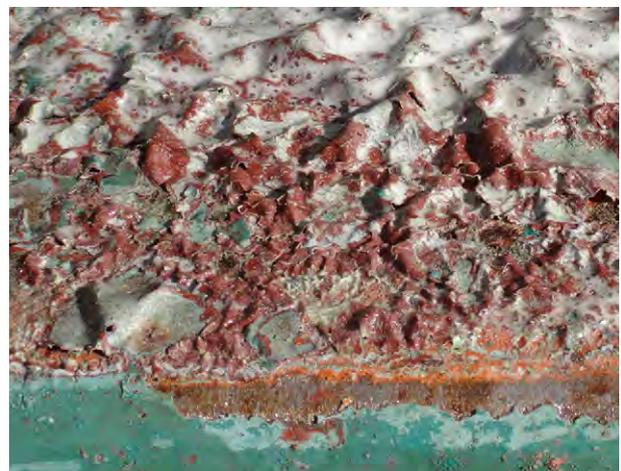


図7 塗膜はく離剤の効果



図8 残存した鉛丹ペイント

## 5.2 素地調整

ディスクサンダーやダイヤモンドホイールなどの各種工具を併用し、黒皮を除去して鋼材面を露出させた(図9)。スカラップ部などの素地調整困難部では、ジェットたがねなども適用し、可能な限りさびを除去した。



図9 素地調整

## 5.3 防食下地

図10にローラー塗装の様子を示す。作業性は、溶剤形塗料と遜色なく、成膜性も良好であった。動力工具による素地調整が十分に行えない部分に塩分潮解と思われる水滴が残存しており(図11)、水性厚膜形エポキシ樹脂ジンクリッチペイント塗装後に若干のフラッシュさびが発生した。塩害腐食と思われる部位は、高圧洗浄を実施することで、フラッシュさびの抑制効果が得られると考えられる。なお、素地調整が実施可能な一般部分では、フラッシュさびは全く発生しなかった。塗装2日後にクロスカット法(5mm幅、9マス目)で付着安定性を評価した結果、異常は認められなかった(図12)。



図10 水性ゼッターールEP-2HB塗装

## 5.4 水性下塗塗装～水性上塗塗装

下塗塗装～中塗塗装～上塗塗装の様子を図13～15に示す。刷毛およびローラー以外にエアレス塗装も行われたが、溶剤形塗料と遜色なく、良好な作業性であった。

上塗り完了後の仕上がり状態を図16に示す。成膜性も溶剤形塗料と遜色なく良好であった。

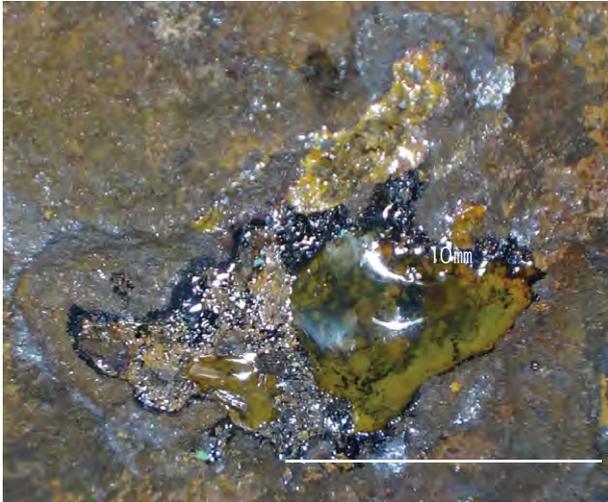


図11 塩分潮解と思われる水滴



図14 水性エポニックス中塗塗装

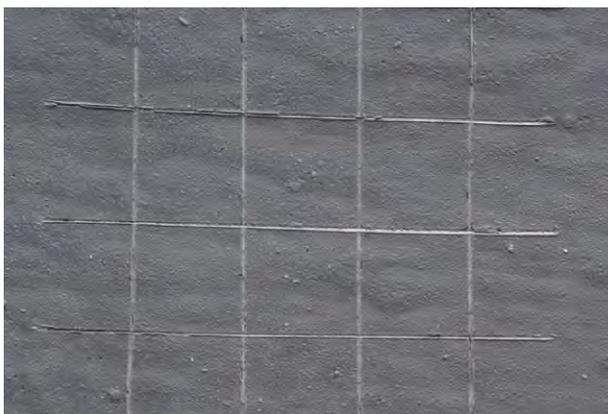


図12 付着安定性試験結果



図15 水性Vフロン#100H上塗塗装



図13 水性エポオール塗装



図16 上塗塗装完了

## 6. 低温対策

塗り替え以外に漏水対策や鋼板補強も行われたため、塗装工程は12月にずれ込んだ。この時期、夜間は氷点下になることが多く、早朝の現場では、霜や凍結も見られた(図17, 18)。また、日中でも気温が5°C前後になることも多く、水性塗料の施工としては、厳しい塗装条件となった。



図17 霜



図18 凍結

日中の気温が5°Cを下回り、夜間に氷点下のおそれがある時は、塗料の乾燥遅延による不具合を防止し、塗装品質を確保するため、ジェットヒーターを導入した(図19)。足場を利用してビニールシートで外気を遮断し、足場内にジェットヒーターからの温風を送るビニールダクト(50m)を設置した(図20)。

効果としては、日中の気温が3°Cの時、温風を送風したビニールダクト内の温度は、ジェットヒーター直後で57°C、中間で34°C、末端で24°Cであった。この条件で足場内の気温は10°C、この時の鋼材温度は、床版で約10°C、主桁ウェブで約7°Cであり、塗装基準である5°C以上を満足する環境とすることができた。



図19 ジェットヒーター



図20 ビニールダクト設置状況

## 7. 総揮発性有機化合物(TVOC)

環境負荷低減効果の検証のため、塗装中のTVOCを計測した。測定器はRAE Systems社の携帯式揮発性有機化合物モニター「ppbRAE」を用いた。鋼板補強部に鋼道路橋防食便覧の高力ボルト連結部用塗装系(F-11)が適用されたため、これを参考として計測した。

表3の結果から水性塗料のTVOC削減効果の高いことがわかる。

表3 TVOC計測結果(mg/m<sup>3</sup>)

工程	水性塗料	溶剤形塗料(F-11)
防食下地	4~40	—
下塗り	2~20	—
中塗り	7~33	40~199オーバー
上塗り	1~10	60~199オーバー

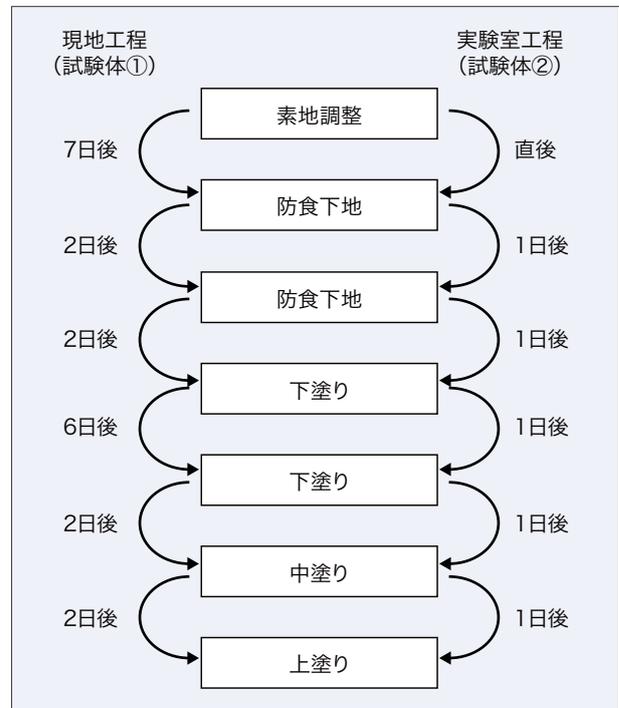
## 8. 塗膜性能

実橋梁では、塗膜性能評価のための促進試験を実施することができないため、現地において同塗装仕様で試験体を作製し、評価を行った。以下に詳細を示す。

### 8.1 試験体の作製

試験片は、旧塗膜で覆われた一般構造用圧延鋼材を用いて、現地にてディスクサンダーを使用し、鋼材を露出させた。その後、鋼材を裸のまま7日間、現場に放置し、表4の塗装工程で刷毛塗装にて試験体を作製した(試験体①)。大原橋の塗装工程では、施工計画や作業の都合上、素地調整してから1週間が経過した部位もあり、その場合、仕上げケレンを実施してから防食下地を施工している。本試験体では、素地調整不足などの悪条件下を想定し、仕上げケレンを行わずに塗装した。比較としては、実験室にてブラスト鋼板に標準的な塗装工程で仕上げた試験体も作製した(試験体②)。

表4 塗装工程



## 8.2 評価項目

### 8.2.1 防食性

作製した試験体①および②の下部に×字の切り込み傷を入れ(カット部)、サイクル腐食試験(Dサイクル)を240サイクル(2ヶ月)実施し、評価を行った。その後も試験を継続し、合計720サイクル(6ヶ月)まで実施した。

### 8.2.2 付着性

サイクル腐食試験720サイクル終了後、試験体①においてクロスカット法(2mm幅・25マス目)およびプルオフ法にて付着性試験を実施した。

## 8.3 結果

### 8.3.1 防食性

図21にサイクル腐食試験後の試験体の外観を示す。サイクル腐食試験240サイクルでは、試験体①および②は一般部、カット部ともにさび、膨れなどの異常は認められず、良好な結果を示した。注目すべきは、試験体①は2種ケレンながらも、1種ケレンの試験体②と同等の防食性を有しているということである。

試験サイクル数	試験体①	試験体②
240サイクル (2ヶ月)		
720サイクル (6ヶ月)		

図21 サイクル腐食試験結果

その後、720サイクルまで試験を継続した結果、試験体①および②は、一般部において良好な防食性を維持している。また、カット部からは素地調整程度の差により、試験体①においてわずかに膨れが認められた。

### 8.3.2 付着性

図22にクロスカット法およびプルオフ法の試験結果を示す。防食性試験後も十分な付着強度、付着安定性を維持している。

項目	クロスカット法	プルオフ法
外観		
評価	25/25	6.0 MPa (素地との接着破壊)

図22 付着性試験結果

## 8.4 塗膜性能まとめ

防食性および付着性試験の結果から、今回のように施工条件が厳しく、十分な素地調整が実施できない場合においても、優れた塗膜性能を発揮するということが示された。

また、塗装現場において塗膜に損傷が生じた場合でも、ジンクリッチペイントの犠牲防食作用により優れた防食性が期待できる。通常、生じた塗膜損傷に対しては補修塗装を行うため、本試験で故意につけたカット部のように実際に鋼材が露出する状況は稀であり、防食性は確保される。

## 9. まとめ

塗装完了後の大原橋を図23に示す。今回の塗り替えは、水性塗膜はく離剤を適用し、防食下地から上塗りまで水性塗料を適用した貴重な施工である。厳しい条件下の塗り替えでもあり、施工面での課題など今後の水性塗料の普及拡大に向けて有用な情報も得られた。今後、定期的に塗膜調査を実施し、水性重防食塗料の耐久性を把握していく。

「DNT水性重防食システム」は、一般社団法人日本塗料工業会JPMS30(鋼構造物用水性さび止めペイント)および31(鋼構造物用水性耐候性塗料)に適合し、また、東京都建設局新技術および国土交通省新技術情報提供システム「KK-130038-A」登録品である。塗

料は、全て非危険物であり、火災に対する安全性も高い。本塗装システムが広く活用され、環境保全および健康安全に対する配慮がさらに推進されることを期待したい。



図23 「DNT水性重防食システム」で塗り替えた大原橋

## 謝 辞

本塗装は、ショーボンド建設(株)の施工技術によるもので、施工中の様々なデータ収集にご協力をいただきました。また、土木研究所の富山様には、貴重なご意見、ご指導をいただきました。併せて謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 鋼構造物塗装のVOC(揮発性有機化合物)削減に関する共同研究報告:土木研究所(2010)
- 2) 鋼構造物塗装設計施工指針:公益財団法人鉄道総合技術研究所(2013)
- 3) 東京都VOC対策ガイド「建築・土木工事編」:東京都環境局(2015)
- 4) 桑原, 尾田, 中山, 金田, 富山: 冬季における水性防食塗料による鋼道路橋の塗り替え塗装, 土木学会第71回年次学術講演会, V-196, pp.391-392, 2016.9

# メタリック塗料に及ぼす塗料対流の影響に関する考察

Consideration about the Influence of the Paint Convection to Give to Metallic Paint

技術開発部門 研究部研究第一グループ  
分析物性チーム

Technical Development Division Research Department,  
Research Group 1,  
Analysis & Physical Properties Team



田邊 祥子  
Shoko TANABE

## 要 旨

メタリック塗料は高意匠性・高級感を付与するために、分野を問わず広く用いられている。その塗装方法は主にスプレー塗装が用いられ、ローラー塗装などの塗装方法では均一かつ高意匠のメタリック感を得ることが難しい。

メタリック感が低い塗料の乾燥過程を観察したところ、塗料の対流によりアルミフレークの配向が乱れることを確認した。本報では、塗料の対流に影響を及ぼす因子を抽出し、アルミフレークの配向性との関係について評価を行った。その結果、塗料の表面張力、顔料濃度、粘弾性特性を制御することが塗料の対流抑制に効果的であり、メタリック感が向上した。

## Abstract

The metallic paint is used widely regardless of a field to give high design characteristics, sense of quality. The spray painting is used for the painting method mainly, and it is difficult to get a metallic feeling of the high design to win uniformly by the painting methods such as the roller painting.

We confirmed that the orientation of the aluminum flake was disturbed by a convection of the paint when a feeling of metallic observed a dry process of low paint. In this report, we extracted the factor which had an influence on the convection of the paint and evaluated relations with the orientation of the aluminum flake. As a result, a metallic feeling improved. It was effective for convection restraint of the paint to control surface tension, pigment concentration and viscoelasticity.

## 1. はじめに

メタリック塗料は、被塗物に高級感や高意匠性を付与する目的で塗装される。メタリック塗料には、鱗片状のアルミフレークが含まれており、角度により反射光強度が異なる塗膜を形成できるため、メタリック感と呼ばれる意匠性を表現できる。高意匠なメタリック塗膜を得るには、アルミフレークを均一に配向させ散乱光を抑えることが必要であり、スプレー塗装においては塗装時の霧化、溶剤揮発による増粘と体積収縮といった過程を経てアルミフレークの配向が制御される。しかし、ローラー塗装などの霧化工程のない塗装方法では塗装過程におけるNV(Non Volatile=不揮発分)の変化が小さく、体積収縮による配向制御がし難いためアルミフレークの配向が乱れる傾向がある。

本報では塗装方法によらず、良好なメタリック感を得るために、アルミフレークの配向に影響を及ぼす因子を抽出し、検証することを目的とした。

## 2. 実験

### 2.1 メタリック塗料における問題点の把握

スプレー塗装用のメタリック塗料をアプリケーションで塗装したところ、塗装直後から数十秒で表面が黒く変色し、メタリック感の低い外観が得られた。このメタリック塗料の乾燥過程をデジタルマイクロスコープ(VHX-500/KEYENCE社製)にて観察したところ、塗料の対流によりアルミフレークが流動している様子が認められた。さらに乾燥塗膜の断面を走査型電子顕微鏡(SU-70/日立ハイテクノロジーズ社製)にて観察したところ、スプレー塗装を行った塗膜に比べてアルミフレークがランダムに配向していた(図1)。

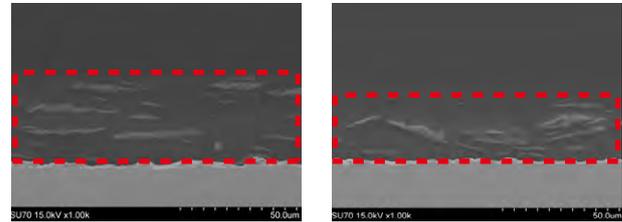


図1 塗装方法によるアルミフレークの配向状態

塗料の乾燥過程における対流については、塗膜表面からの溶剤揮発による対流(ベナードセル<sup>1)</sup>)や、温度差や濃度差による表面張力の不均一による対流(マランゴニ対流<sup>2)3)</sup>)などが知られている。ベナードセルは、発生した対流によって六角形の色むらが生じる現象である。

マランゴニ対流とは式1に示したマランゴニ数(Ma)で表され、このMaが臨界値を超えると静止膜液が不

$$Ma = \frac{\sigma_t \Delta T H}{\rho \nu_0 \kappa} \dots\dots\dots (式1)$$

$\sigma_t$ : 表面張力の温度係数  $\Delta T$ : 温度拡散係数

H: 液柱高さ  $\rho$ : 密度  $\nu_0$ : 動粘性係数

$\kappa$ : 粘性係数

安定化し、対流が発生すると言われている。式1では分子に表面張力の温度係数、分母に密度、動粘性係数、粘性係数が含まれているが、常温における乾燥過程においては温度変化が小さいため、顔料濃度や粘度特性の影響が大きいと推定した。このことから、メタリック塗料の対流に及ぼす因子を以下のように仮定した。

- ① 乾燥過程における塗料中の表面張力の変化
- ② 塗料の顔料濃度
- ③ 塗料の粘弾性特性(レオロジー)

## 2.2 試料

前述の因子について検証を行うため、種類の異なる表面調整剤a-fをそれぞれ添加した塗料A~Fを調製し、表面調整剤を未添加の塗料をブランクとした。また、顔料の濃度を調整した塗料、粘性調整剤により粘度を調整した塗料を別途調製した。アルミフレークはノンリーフイングタイプを用いた。

調製した塗料については、4milのアプリケーター塗装を行い、23°Cで24時間乾燥させることで試料塗膜を作製し、塗料の静的な対流について評価した。さらに、図2のようにアプリケーター塗装後の塗膜に対して垂直方向での流し塗り(フローダウン)を行うことにより、塗料の動的な対流について評価すると共に、塗装方法による塗膜外観の差異を評価した。



図2 アプリケーター/フローダウン塗装によるメタリック感の評価

## 2.3 メタリック配向性の評価

乾燥後の塗膜に対し多角度測色計(BYK-macI: BYK-Gardner社製)を用い、15°、25°、45°、75°、110°の明度(L\*)を測定した。メタリック感はフロップインデックス(FI)にて評価した。FIの算出式を式2に示す。<sup>4)</sup>

$$FI = 2.69 \times \frac{(L^*_{15^\circ} - L^*_{110^\circ})^{1.11}}{L^*_{45^\circ}{}^{0.86}} \quad \dots\dots(式2)$$

## 2.4 静的表面張力測定

表面張力計(CBVP-Z:協和界面科学社製)を用い、白金プレート法による23°Cでの塗料の静的表面張力を測定した。

## 2.5 表面自由エネルギー算出

接触角計(DM 500:協和界面科学社製)を用い、乾燥後の塗膜表面に対する水および流動パラフィンの接触角を測定した。得られた接触角値と液体の表面張力値を用い、式3に示すFowkes式を拡張したOwens式、およびYoung式から表面張力 $\gamma_S (= \gamma_S^d + \gamma_S^p)$ 、その分散成分 $\gamma_S^d$ と極性成分 $\gamma_S^p$ を求めた。<sup>5) 6) 7)</sup>

$$\begin{aligned} \gamma_L(1 + \cos \theta_L) &= 2(\gamma_S^d \times \gamma_L^d)^{1/2} + 2(\gamma_S^p \times \gamma_L^p)^{1/2} \\ \gamma_S &= \gamma_S^d + \gamma_S^p \quad \dots\dots\dots(式3) \end{aligned}$$

水 ( $\gamma_L/\gamma_L^d/\gamma_L^p = 72.8/29.1/43.7\text{mN/m}$ )  
流動パラフィン ( $\gamma_L/\gamma_L^d/\gamma_L^p = 38.1/38.1/0\text{mN/m}$ )

$\gamma_L (= \gamma_L^d + \gamma_L^p)$ : 接触媒体の表面張力

$\gamma_L^d/\gamma_L^p$ : 接触媒体の表面張力分散成分/極性成分

$\gamma_S (= \gamma_S^d + \gamma_S^p)$ : 表面自由エネルギー

$\gamma_S^d/\gamma_S^p$ : 表面自由エネルギー分散成分/極性成分

## 2.6 動的表面張力測定

動的表面張力計(BP2:KRUSS社製)を用い、最大泡圧法にて23°C、界面寿命10~1000msにおける塗料の表面張力を測定した。

## 2.7 レオロジー測定

粘弾性測定装置(MCR-301:Anton-Paar社製)を用い、23°C、ずり速度0.01~1000/sにおける粘度測定を行った。また、23°C、周波数1Hz、歪み0.01~100%における歪み依存測定から $\tan \delta$ (損失正接=損失弾性率G''/貯蔵弾性率G')

### 3. 結果と考察

#### 3.1 乾燥過程における塗料中の表面張力の変化がアルミフレークの配向に及ぼす影響

##### 3.1.1 表面調整剤種が及ぼすFIへの影響

図3にブランク、塗料A～Fにおけるアプリケーション塗装部とフローダウン塗装部のFIを示した。

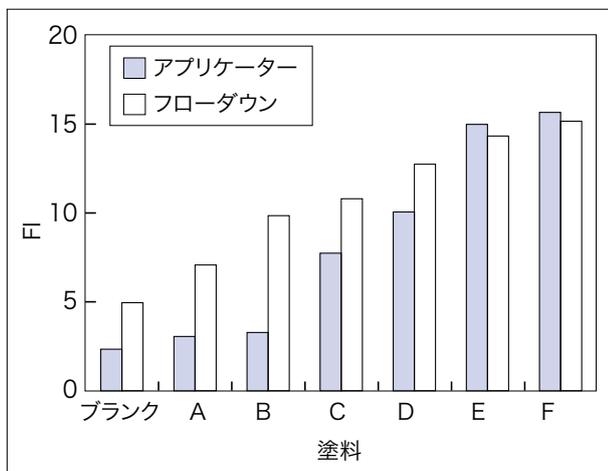


図3 表面調整剤種が及ぼすFIへの影響

ブランク、塗料A～Dではアプリケーション塗装部に比べて、フローダウン塗装部のFIが高い結果を示したが、塗料E、Fではアプリケーション塗装部とフローダウン塗装部におけるFIの差異は認められなかった。フローダウン塗装部のFIがアプリケーション塗装部のFIに比べて高くなる傾向を示す理由として、アプリケーション塗装部では塗装後に対流が生じるためにアルミフレークが流動しやすいのに対し、フローダウン塗装部ではアルミフレークが重力に従って流れる方向に配向しやすいことが考えられる。塗料E、Fでは、アプリケーション塗装においても、塗料の対流が抑制されていることが推測される。実際、塗料の乾燥過程を観察したところ、対流によるアルミフレークの流動は認められなかった。

#### 3.1.2 表面張力に関する考察

前述の結果について、表面張力の観点から考察を試みた。ブランク、塗料A～Fの表面張力、塗膜の表面自由エネルギーを測定した結果を図4に示した。

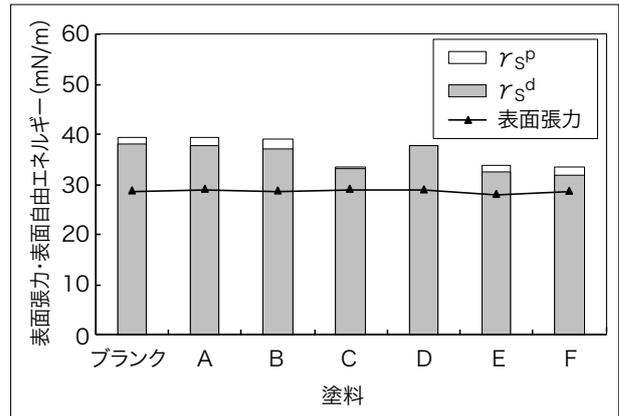


図4 表面調整剤種が及ぼす表面張力と表面自由エネルギーへの影響

塗料の表面張力は表面調整剤の有無、種類に関わらずほぼ同一であり、FIとの相関性は認められなかった。また、塗膜の表面自由エネルギーについては塗料E、Fが低い傾向があるものの、FIとの相関性は認められなかった。次に、FIに影響を及ぼす表面張力のパラメータとして、塗料の動的表面張力に着目した。

図5にブランクと塗料Fの動的表面張力測定結果を示した。

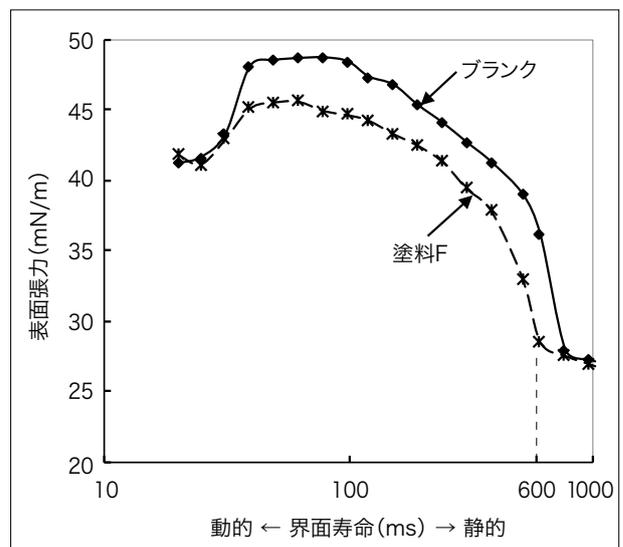


図5 動的表面張力の測定結果

この測定は、界面活性剤が経時で表面へと移行する際の表面張力の変化を測定するものである。図5では静的な表面張力に近い界面寿命1000msでの値はいずれもほぼ同等の値だが、600ms以下における表面張力においてブランクよりも低い値を示し、動的表面張力において差異が認められた。

そこで、塗料の動的表面張力がアプリケーション塗装部のFIに及ぼす影響について考察するため、塗料A～Fの動的表面張力値とFIとの関係を比較した。図6に100msにおける各塗料の動的表面張力値とFIとの関係を示した。

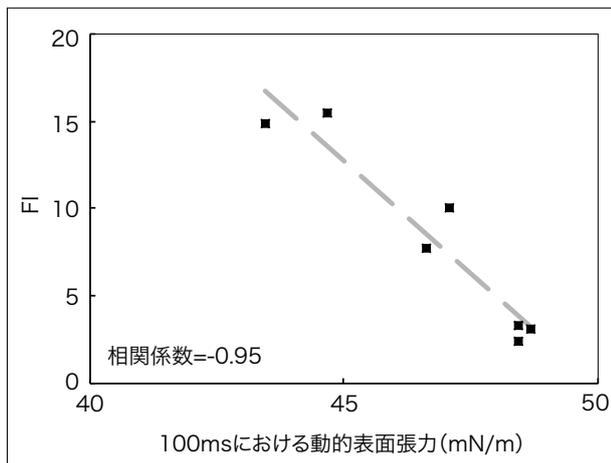


図6 界面寿命100msにおける動的表面張力とFIの相関性評価

このグラフから、動的表面張力とFIは良く相関し、動的表面張力が低い程FIが高い傾向が認められた。これは、表面調整剤の移行速度が速く、塗料表面の表面張力が短時間で低下し、対流が抑制されていると推測される。

この結果から、対流抑制には動的表面張力を調整することが効果的であると考えられる。

### 3.2 顔料濃度がアルミフレークの配向に及ぼす影響

ブランクと塗料Fについて、顔料濃度とFIとの関係を図7に示した。

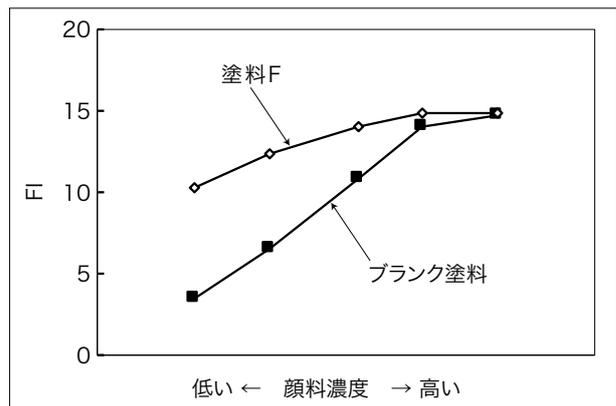


図7 顔料濃度が及ぼすFIへの影響

いずれも顔料濃度の上昇に伴いFIも高くなる傾向を示したが、塗料Fにおいては、顔料濃度が低い場合のFIが向上した。顔料濃度が一定以上である場合には表面調整剤のみを添加した効果はほとんど認められなかった。この結果は、顔料濃度が高い状態ではアルミフレークの流動性が抑制されやすく、塗料の対流の影響を受けにくくなるため、アルミフレークの配向性が良好になったと考えられる。

顔料濃度を7段階、NVを4段階に変化させた塗料のFIを図8に示した。

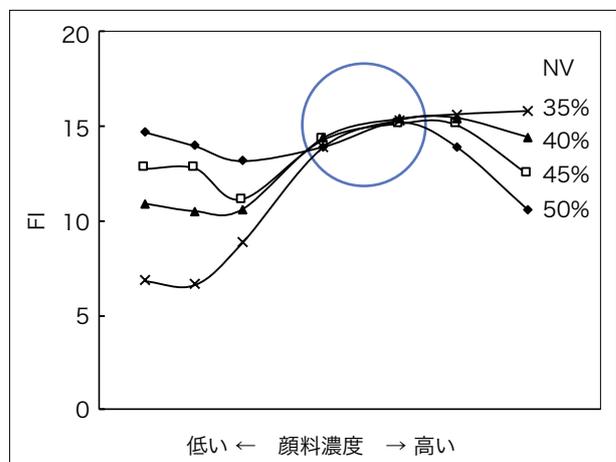


図8 顔料濃度とNVが及ぼすFIへの影響

顔料濃度が低い場合、NVによるFIのばらつきが大きく、NVが低い程アルミフレークが流動しやすいためにFIは低くなる傾向を示した。図8にて丸で囲んだ範囲の顔料濃度においては、NVによるFIへの影響が最も少なかったが、さらに顔料濃度が高くなると再度NVによるFIのばらつきは大きくなる傾向が認められた。これは、顔料濃度およびNVが高い場合、塗膜表面に顔料が多く露出し、FIが低下したものと考えられる。なお、アルミフレークが表面に露出するのは塗膜の物性面からも好ましくない。

以上の結果から、顔料濃度と表面張力による対流抑制のバランスが良い範囲では、NVが低い場合においても対流抑制効果によりアルミフレークの配向が制御され、NVに依存せず一定のFIが得られると考えられる。

### 3.3 塗料レオロジーがアルミフレークの配向に及ぼす影響

粘性調整剤の添加によるFIへの影響を表1に示した。顔料濃度Aの塗料においては、粘性調整剤の添加量が増加するに従い、FIが向上する傾向が認められ、③については、④の顔料濃度がAの2倍である塗料とほぼ同等のFIが得られた。これらの塗料について、ずり速度依存と歪み依存測定を行った結果を図9に示した。

表1 顔料濃度、粘性調整剤が及ぼすFIへの影響

塗料	顔料濃度	粘性調整剤	FI
①	A	—	15.5
②	A	0.25%	16.9
③	A	0.50%	18.5
④	A×2倍	—	19.6

塗料が塗装されて静置されている状態のずり速度は0.1 /s以下と考えられるため、ずり速度が0.1/sの粘度を比較すると、①の粘度が最も低く、粘性調整剤を添加することによりチキソ性が付与され、低ずり速度領域における粘度が上昇した。顔料濃度を上げた④の場合においても低ずり速度領域の粘度が上昇し、顔料濃度が上がることで顔料による相互作用が強まったものと考えられる。また、歪み依存測定における $\tan\delta$ では、FIが高いものは $\tan\delta$ が1より低く弾性支配である傾向が認められた。

この結果から、塗料の粘度および粘弾性はFIと相関し、粘度、特に弾性を向上させることで対流抑制に効果があると期待される。顔料濃度を上げることも弾性を向上させる効果があることがわかった。

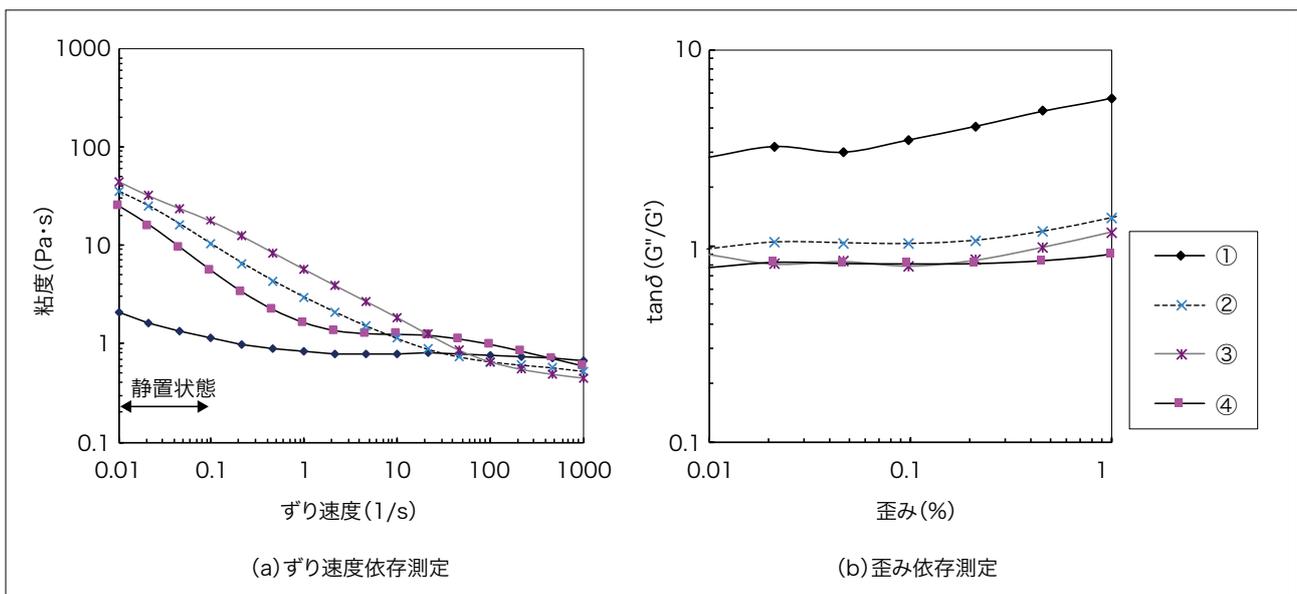


図9 塗料のレオロジー測定

#### 4. まとめ

メタリック塗料に含まれるアルミフレークの配向に影響を及ぼす要因として塗料対流を導き、塗料対流に影響を及ぼす因子として①表面張力、②顔料濃度、③粘度を抽出してその影響を検討した結果、以下の知見が得られた。

- 1) 塗料対流の抑制には静的な表面張力よりも動的な表面張力がよく相関し、動的な表面張力を下げることによって対流が抑制されFIが向上する傾向を示した。
- 2) 顔料濃度の増加に伴い、FIは向上するが限界値が存在する。また、表面張力による対流抑制効果を併用することでNVの影響を受けにくい顔料濃度の範囲が存在することが明らかになった。顔料濃度が低い場合、動的な表面張力による対流抑制効果が顕著に現れるが、顔料濃度が高い場合には顔料濃度が支配的な因子となる。
- 3) 塗料のレオロジー制御において $\tan \delta$ が低い程、すなわち弾性支配とすることで対流は抑制され、FIが向上する傾向を示した。

上記結果から配合の最適化を行い作成した塗料にてローラー塗装を行ったところ、スプレー塗装と変わらない均一なメタリック感の塗膜を作成することができた。このことから、本手法は塗装方法が限定されないメタリック塗料の配向技術として有用であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 坪田実他：塗料入門講座,p.87-90(2011)
- 2) 今石宣之：Int. J. Microgravity Sci, 31, p.5-12(2014)
- 3) 志田健一：第14回数値流体力学シンポジウム (2000)
- 4) Hans-Joachim Streitberger, Karl-Friedrich: Automotive Paints and Coatings ,p.181(2008)
- 5) 河合晃：日本接着協会誌 Vol.31 No.8 (1995)
- 6) 角谷賢二：日本接着協会誌 Vol.18 No.8(1982)
- 7) 川崎祥子、佐野秀二：  
DNTコーティング技報 No.10, p.12-17(2010)

# 浸透性吸水防止材の既設構造物への適用

The Evaluation of Performance of Hydrophobic Impregnation  
to Existing Concrete Structures

塗料事業部門 構造物塗料事業部  
テクニカルサポートグループ  
Coating Business Division,  
Protective Coatings Department,  
Technical Support Group



関 智行  
Tomoyuki SEKI



田邊 康孝  
Yasutaka TANABE



宮下 剛  
Tsuyoshi MIYASHITA

## 要 旨

浸透性吸水防止材であるシラン・シロキサン系表面含浸材は、塩化物イオンや水分、二酸化炭素などの腐食因子を抑制することで、コンクリート構造物の長期耐久性の維持が期待でき、主に新設コンクリート構造物の予防保全として多くの実績がある材料である。近年では、一部既設コンクリート構造物への適用もされているが、既設コンクリート構造物へ適用した際の、耐久性データの報告例は少ない。

本研究では、既設コンクリート構造物を模擬したコンクリート供試体にシラン・シロキサン系表面含浸材を適用し、屋外暴露試験を行い、その耐久性を明らかにすることを目的とした。

本報では、暴露43ヶ月目までの試験結果について報告する。

## Abstract

The silane/siloxane type hydrophobic impregnation is expected to maintain the long-term durability of concrete structures by suppressing corrosive factors such as chloride ion, moisture, carbon dioxide. This material has many achievements as preventive maintenance for newly constructed concrete structures. In recent years, examples of applications with existing concrete structures can be seen, but there are few reports on durability data when applied to existing concrete structures.

In this research, we prepared the concrete specimen simulating existing concrete sample and coated with silan/siloxane type hydrophobic impregnation. The specimen was evaluated for durability by outdoor exposure test for 43<sup>rd</sup> month.

In this paper, we report on these test results.

## 1. はじめに

コンクリートは耐久性の高さから様々な構造物に適用されているが、排気ガスや二酸化炭素などによる中性化、海浜地区の飛来塩分や凍結防止剤の散布による塩害など様々な劣化因子の影響による劣化が明らかになっており、コンクリート構造物の補修、補強、および、保全による延命化が急務となっている。

延命化手法として、塗装やシート類を貼り付け、劣化因子の侵入を防ぐ工法である表面被覆工が一般的である一方、材料がコンクリート内部へ浸透し、劣化因子を遮断する保護層を表層に形成する工法としてシラン・シロキサン系表面含浸材を用いる表面含浸工が目ざれている(図1)。

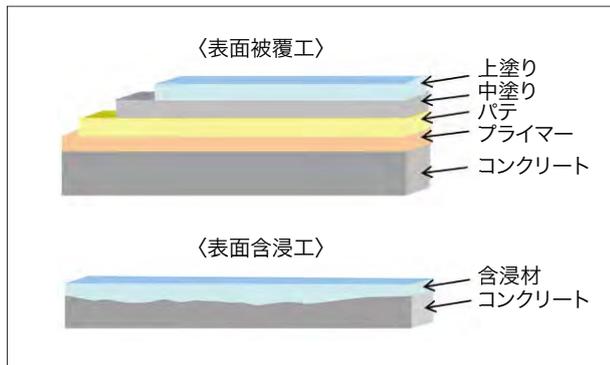


図1 表面被覆工と表面含浸工

シラン・シロキサン系表面含浸材は、塩化物イオンや水分、二酸化炭素などの腐食因子を抑制することで、コンクリート構造物の長期耐久性維持が期待でき、主に新設コンクリート構造物の予防保全として多くの実績がある材料である(図2)。近年、既設コンクリート構造物の一部への適用が散見されるが、既設コンクリート構造物へ適用した際の、耐久性データの報告例は少ない。

今後、シラン・シロキサン系表面含浸材が普及していくうえで、既設コンクリートに対する適用性を把握する必要がある。本報では、既設コンクリートを模擬したコンクリート供試体にシラン・シロキサン系表面含浸材を適用し、屋外暴露試験を行い、その耐久性を評価した。

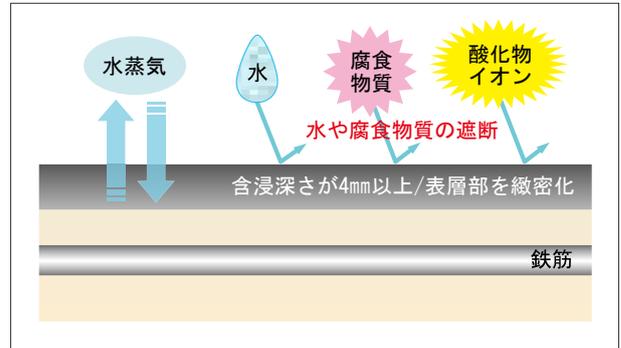


図2 シラン・シロキサン系表面含浸材の機能

## 2. 実験

### 2.1 供試体の形状、寸法

試験に用いるコンクリート供試体の形状および寸法を図3に示す。供試体はA、Bの2種類とした。供試体Aは無筋コンクリートとし、寸法100×100×100mmとした。供試体Bは鉄筋コンクリートとし、寸法300×100×100mm、長手方向中心部に異形棒鋼(D16mm)を一本配置した。また、鉄筋の露出面2面へは無溶剤形エポキシ樹脂系塗料を塗布し保護した。

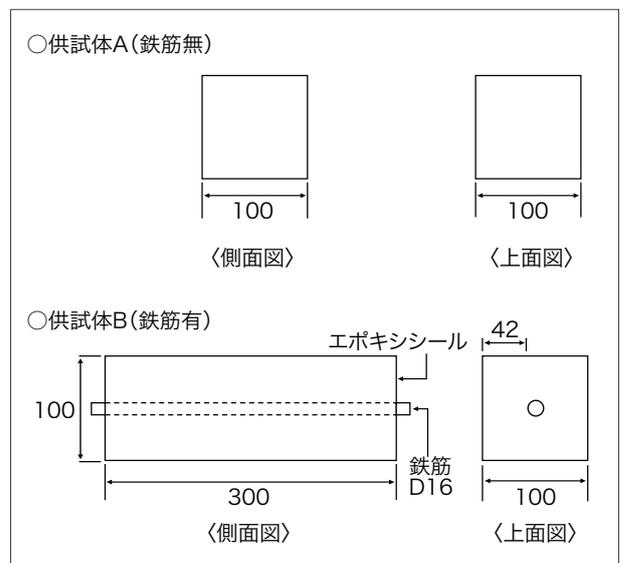


図3 供試体A, Bの形状、寸法

## 2.2 劣化要因と水準

コンクリート供試体は、コンクリート構造物の中性化や含有塩化物イオンが鉄筋腐食などに及ぼす影響を検討するため、劣化した既設コンクリート構造物を模擬し、塩化物イオンの混入、中性化の付与を行った。中性化の付与は炭酸ガス濃度5%の槽内にて10mm以上を目安となるように促進中性化を行った。劣化要因と水準を表1に示す。

## 2.3 コンクリートの配合

コンクリートの配合を表2に示す。コンクリートには、セメントとして普通ポルトランドセメント、細骨材および

表1 劣化要因と水準

要因	水準
塩化物イオン量	0.0、1.2、2.4kg/m <sup>3</sup>
中性化深さ	0、10mm

表2 供試体のコンクリート配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )				塩化物イオン量 (kg/m <sup>3</sup> )	スラブ (cm)	空気量 (%)	28日圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
		水	セメント	細骨材	粗骨材				
60	47	162	270	866	998	0.0	7.5	4.0	43.5
						1.2	8.0	4.8	42.8
						2.4	8.0	4.5	43.0

表3 適用材料の種類および仕様

適用材料	シラン・シロキサン系表面含浸材		表面被覆材 (CC-B塗装系)	未塗布
	含浸材A	含浸材B		
分類	含浸材A	含浸材B	CC-B	未塗布
有効成分 (%)	89	90<	—	—
塗布量 (kg/m <sup>2</sup> )	0.16	0.20	—	—

粗骨材としてそれぞれ静岡県大井川水系陸砂(比重:2.57、吸水率:2.64)、東京都青梅産硬質砂岩碎石粗骨材(比重:2.66、最大寸法:20mm)を使用し、脱型後20±3°C環境下にて28日間気中養生したものをを用いた。

## 2.4 適用材料

適用塗料を表3に示す。シラン・シロキサン系表面含浸材は2種類の材料を適用した。また、比較として、鋼道路橋防食便覧<sup>1)</sup>CC-B塗装系に該当する表面被覆材と未塗布を適用した。

## 2.5 暴露場所

暴露場所は図4に示す、沖縄県うるま市与那城伊計島とした。この暴露場は南端海岸沿い離岸距離20mに位置しており、高温高湿度で海水飛沫を多く受ける極めて厳しい暴露環境である。屋外暴露は2012年9月より開始している。



図4 暴露場所と設置状況

## 2.6 評価項目

評価項目を表4に示す。供試体Aではコンクリートの表面含水率および中性化の変化について評価を行う。供試体Bでは鉄筋の腐食抑制について、外観、鉄筋の電気化学的測定について評価を行う。

表4 評価項目

種類	項目	測定方法
供試体A	含水率の測定	－（高周波容量式水分計による測定）
	中性化測定	JSCE-K 571
供試体B	外観観察	－（目視によるひび割れの有無・幅などの観察）
	鉄筋の電気化学的測定	JSCE-E 601

## 2.7 評価頻度

評価は屋外暴露10年間を計画しており、外観調査、表面含水率測定、鉄筋の電気化学的測定<sup>2)</sup>は年1回程度、解体調査<sup>2)3)</sup>については5年、10年の2回を予定している。但し、解体調査は劣化状況により変動する。

## 3. 結果と考察

### 3.1 外観観察

供試体Bにおける暴露43ヶ月後の最大ひび割れ幅を表5に示す。塩化物イオンを混入していない供試体では、現時点でいずれも外観上の異状は認めなかった。劣化コンクリートを模擬した供試体（塩化物イオン量1.2, 2.4kg/m<sup>3</sup>を混入）では、未塗布で0.3～0.4mmのひび割れ（図5）を認めたが、シラン・シロキサン系表面含浸材を適用した2種（含浸材A・B）、表面被覆材（CC-B）ではひび割れを認めなかった。

一般的にコンクリートのひび割れは、内部鉄筋が腐食することで体積膨張し、コンクリートの曲げ強度を超える内圧がかかった結果、ひび割れを生じることが知られている。

塩化物イオンを混入していない供試体では異状を認めず、塩化物イオンを混入した供試体の一部でひび割れが生じたのは、内部鉄筋が腐食していたためと推察するが、その詳細は「3.4 電気化学的測定」にて解説する。

表5 外観観察  
（暴露43ヶ月経過後の最大ひび割れの幅）

	塩化物イオン量(kg/m <sup>3</sup> )		
	0.0	1.2	2.4
含浸材A	－	－	－
含浸材B	－	－	－
CC-B	－	－	－
未塗布	－	0.3mm	0.4mm

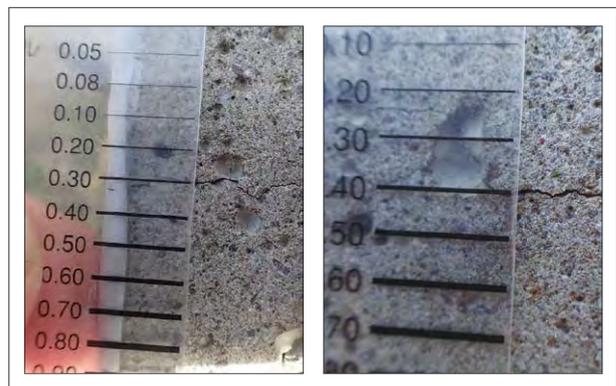


図5 最大ひび割れ幅  
（左：未塗布（1.2kg/m<sup>3</sup>）、右：未塗布（2.4kg/m<sup>3</sup>））

### 3.2 表面含水率の測定

表面含水率の測定は高周波容量式水分計（HI-520：kett社製）を用いて、上面、下面の2面について定期的に測定した。測定結果を図6に示す。上面、下面共に、含浸材を適用することで、未塗布と比べ、特に暴露初期の高い表面含水率からの低下効果が大きい結果となった。

これは、シラン・シロキサン系表面含浸材の特長である外部からの水分を抑制し、内部の過剰な水分を系外へ放出する効果によるものと考えられる。

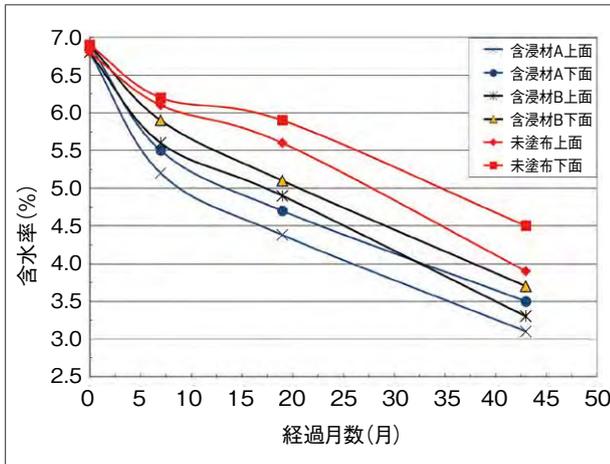


図6 経時での含水率の変化

### 3.3 中性化の測定

供試体Aの中性化測定は、JSCE-K 571<sup>2)</sup>に基づき測定した。

暴露43ヶ月後の測定結果を図7に示す。促進中性化無しの供試体においてシラン・シロキサン系表面含浸材を塗布した供試体は、未塗布供試体に比べ2~3倍の中性化深さを示していた。一方、劣化コンクリートを模擬し深さ10mmの中性化を付与した供試体においては、全体的な傾向としてそれ以上の中性化進行が認められないことが確認された。

現時点では解明できるデータではないことから、中性化傾向については今後試験を継続していくことで明らかになるものとする。

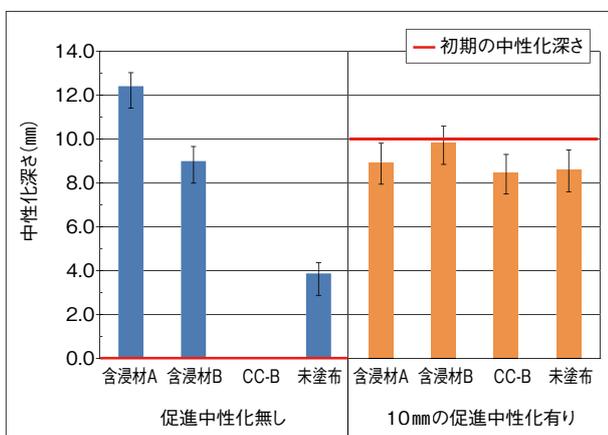


図7 中性化深さの変化

### 3.4 鉄筋の電気化学的測定

自然電位の測定は、JSCE-E 601<sup>2)</sup>に基づき測定を行い、(国研)土木研究所の定める基準<sup>3)</sup>(表6)に基づき判定した。測定結果を図8に示す。43ヶ月後、塩化物イオンを混入していない供試体および劣化コンクリートを模擬し塩化物イオンを1.2kg/m<sup>3</sup>混入した供試体では、シラン・シロキサン系表面含浸材を適用した2種で健全な状態であったが、未塗布の供試体は既に腐食領域であった。塩化物イオン2.4kg/m<sup>3</sup>混入した供試体では、シラン・シロキサン系表面含浸材を適用した2種では軽微な腐食状態であるものの、未塗布では自然電位が大きく下がり、腐食が進行している状況が伺えた。

表6 判定基準

No.	自然電位 E(Mv:CSE)	鋼材の腐食しやすさ
①	$E > -150$	なし
②	$-150 \geq E > -250$	軽微
③	$-250 \geq E > -350$	やや大
④	$-350 \geq E$	大

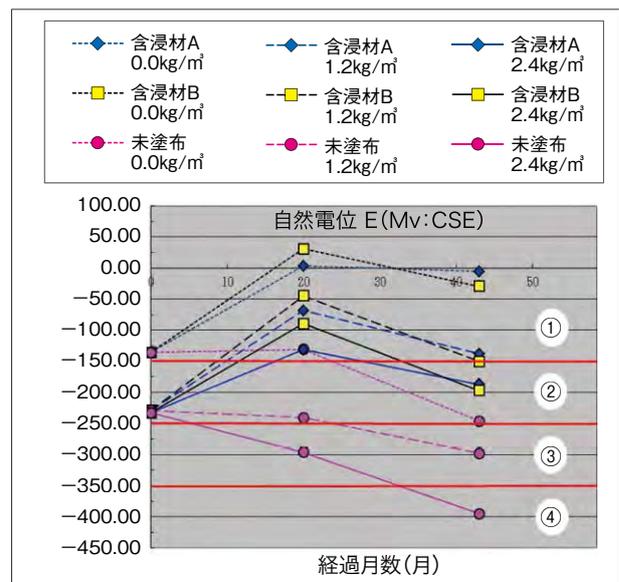


図8 自然電位の測定結果

## 5. まとめ

今回検討した、既設コンクリート構造物を模擬した供試体へシラン・シロキサン系表面含浸材を適用した際の暴露43ヶ月後の影響を以下にまとめる。

- 1) シラン・シロキサン系表面含浸材を塗布することで、外部からの水分を抑制し、内部の過剰な水分を系外へ放出する機能により、未塗布よりも表面含水率が低下し易いことが確認された。
- 2) 中性化の測定結果より、暴露43ヶ月目の試験データでは、促進中性化無しの供試体においてシラン・シロキサン系表面含浸材を適用することで2～3倍の中性化深さとなることが確認された。一方、劣化コンクリートを模擬し深さ10mmの中性化を付与した供試体においては中性化の進行は認められないことが確認された。促進中性化有無による傾向については今後試験を継続していくことで明らかになるものと考えられる。
- 3) 外観観察より、劣化コンクリートへシラン・シロキサン系表面含浸材を塗布することで、未塗布と比べ、ひび割れ発生の抑制が確認された。
- 4) 電気化学的測定より、劣化コンクリートに対してシラン・シロキサン系表面含浸材を適用することで、内部鉄筋の塩害環境における自然電位が未塗布と比べいずれの塩化物イオン量においても貴な状態へ変化することがわかった。
- 5) 43ヶ月後の時点では中性化および塩害を受けたコンクリートに対しても、シラン・シロキサン系表面含浸材を塗布することにより、劣化を抑制し延命効果を期待できることがわかった。

## 参考文献

- 1) 公益社団法人 日本道路協会 鋼道路橋防食便覧 (2014)
- 2) 公益社団法人 土木学会 コンクリート標準示方書 基準編 (2013)
- 3) 独立行政法人 土木研究所 非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル (2003)

# 水道用鋼管外面被覆材100年防食対応への塗膜物性面でのアプローチ

100 Years Corrosion Protection Approach of Paint Film Properties for Waterservice Pipes Steel Outer Materials



日塗化学株式会社  
技術部 塗料技術グループ  
NITTO CHEMICAL CO., LTD.  
Technical Department,  
Paint Technical Group

浦田 信也  
Shinya URATA

## 要 旨

近年、水道事業体の管路更新率は毎年1%程度で推移している。これにより水道管の内外面の防食材料に100年以上の耐用が可能な防食仕様が求められ、規格の整備がすすめられた。その結果、塗覆装鋼管の規格として、2009年にISO 21809「ポリエチレン塗覆装」が制定され、このISO規格を参考にJIS G 3477「ポリエチレン被覆鋼管」が制定された。「ポリウレタン被覆鋼管」については、長寿命化への対応およびISO規格との整合性を図る目的で、2014年にJIS G 3443-3:2014「水輸送用塗覆装鋼管」が制定され、形式試験の性能試験が必要になった。形式試験とは、鋼管メーカーの製造ラインで塗装した被覆材の性能を評価する試験である。特に形式試験の耐曲げ性および耐陰極はく離性については、施工環境や条件によって影響を受ける場合があり、益々鋼管メーカーの施工条件の管理が重要になった。

本報では、耐曲げ性および耐陰極はく離性に影響を及ぼす施工条件を検証した結果を報告する。

## Abstract

In recent years, the pipeline renewal rate of the water supply business is about 1% every year. As a result, corrosion prevention materials capable of anticorrosive materials on the inside and outside surfaces of water pipes for more than 100 years are required, and standards have been improved. ISO 21809, which was established as a standard "Two layer polyethylene coatings" in 2009, and JIS G 3477 "Polyethylene coated steel pipes" was established in relation to this ISO standard. With respect to "Polyurethane-coated steel pipes", in accordance with JIS G 3443-3:2014, in order to ensure long life and consistency with ISO standards, "Coated steel pipes for waterservice" was installed in 2014 and performance test Has been added.

The formal test is a test to evaluate the performance of a coating material painted in a steel pipe manufacturer's production line. In particular, the bending resistance and cathode peeling resistance of form tests may be influ-

enced by the construction environment and conditions, and it became increasingly important to control the construction conditions of steel pipe manufacturers.

In this study, we report the results of verification of construction conditions which affect bending resistance and cathode peeling resistance of formal test.

## 1. はじめに

近年、老朽化した水道鋼管が社会問題となっている。各自治体では適切な維持管理を行っているものの、各地で漏水事故が発生しており、将来に向けた水の安定供給のためには、長期間にわたり事故を未然に防ぐ鋼管の長寿命化の取り組みが必要である。現在、日本の水道鋼管は戦後の高度成長期に布設されたものが多く、これらは水道管の法定耐用年数である40年を超えて使用されている。水道事業体の管路更新率は毎年1%程度で推移しており、このままのペースの劣化更新では、さらに各所での漏水事故を引き起こすおそれがある。このような背景から水道管の内外面の防食材料に100年以上の耐用が可能な防食仕様が求められ、規格の整備がすすめられた。<sup>1)</sup>

塗覆装鋼管の規格として、2009年にISO 21809「ポリエチレン塗覆装」が制定され、国内においても、このISO規格を参考にJIS G 3477「ポリエチレン被覆鋼管」が制定された。また、JIS G 3443-3「水輸送用塗覆装鋼管」の規格改訂時にも、ISO規格と整合化させる形で改正がすすめられ、2014年にJIS G 3443-3「水輸送用塗覆装鋼管-第3部:長寿命形外面プラスチック被覆」と改正された(図1)。当社では、JIS G 3443-3に適合する鋼管外面用ウレタンエラストマーを開発したので、その概要を報告する。

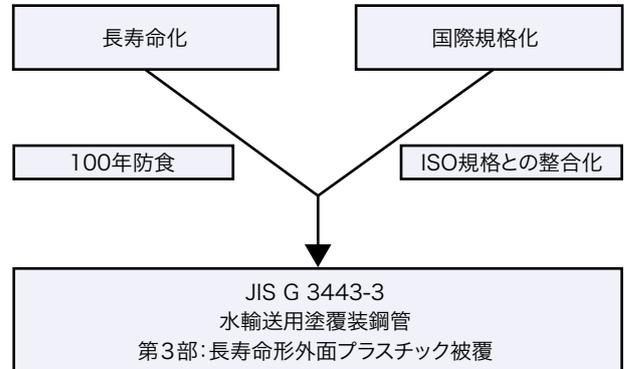


図1 JIS G 3443-3改正の流れ

## 2. JIS G 3443-3について

改正されたJIS G 3443-3「水輸送用塗覆装鋼管」のポリウレタン被覆の防食被覆仕様を表1に示す。ブラスト処理による素地調整が施された基材を用いて、1層目にプライマーを、2層目にポリウレタン材料を被覆する仕様である。ここでのポリウレタン被覆の膜厚は2mm仕様のI形、3mm仕様のII形の2仕様あり、使用環境に応じて選定される。

表1 JIS G 3443-3「水輸送用塗覆装鋼管」の防食被覆仕様

塗装工程		標準膜厚 <sup>※1</sup>	
ブラスト処理による素地調整 (ISO Sa 2½以上の除錆度)		—	
1層目	プライマー	25μm	
2層目	ポリウレタン被覆	タイプ	I形:2.0mm +規定なし -0.5
			II形:3.0mm +規定なし -0.5

※1 ポリウレタン被覆の膜厚にはプライマーも含む

長寿命規格となったJIS G 3443-3「水輸送用塗覆装鋼管」では、従来品質に加えて、被覆の物理的および化学的性能をさらに厳しく評価する形式試験が設けられた。

この形式試験とは、塗料メーカーが通常行う試験(JIS G 3443-3 附属書A「ポリウレタン被覆材料」)以外に、鋼管メーカーが実際に塗覆装を行う工場で作製

した被覆材の品質が、設計品質を満足するかどうかを判定するために実施する試験である。

試験項目としては、プルオフ付着強度、耐衝撃性、押し込み深さ、耐曲げ性、耐陰極はく離性、耐熱水浸せき性の6項目がある。なお、この形式試験は、初回製造時および性能に影響を及ぼすような製造条件の変更があった場合に鋼管メーカー各社が実施することとなっている。

表2 形式試験

項目	性能	試験条件
プルオフ付着強度 MPa	平均3以上	23°C
	平均1以上	60°C
耐衝撃性	ピンホールを検出しない	I形:23°C、11J
		II形:23°C、18J
押し込み深さ mm	平均0.4以下	23°C、25N
	平均0.6以下	60°C、25N
耐曲げ性	割れがない	I形:0°C、角度2度
		II形:0°C、角度2度
耐陰極はく離性 mm	平均7以下	23°C×28日
	平均20以下	40°C×28日
耐熱水浸せき性 mm	平均2以下 最大3以下	80°C×48時間

### 3. 形式試験での問題点

各鋼管メーカーにおいて、形式試験を実施したところ、耐曲げ性や耐陰極はく離性が不合格となるケースがあった。施工環境や施工方法が異なることが原因であると思われるものの、技術者が立会のもとで試験片を作成していることから、不合格の原因が分からないところがあった。

本報では、鋼管メーカーの施工条件を検討した結果、品質に影響を及ぼす要因についての具体例を特定したので報告する。

表3 同一塗料、同一塗装仕様での各鋼管メーカーによる形式試験結果

項目	性能	鋼管メーカー				
		A社	B社	C社	D社	E社
耐曲げ性(II形)	割れがないこと	合格	合格	不合格	合格	合格
耐陰極はく離性(23°C×28日)	平均7mm以下	合格	合格	合格	不合格 平均7.8mm	合格

## 4. 耐曲げ性

### 4.1 試験方法

塗装工場によっては、工場稼働時間帯は空調で適度な塗装環境であっても、空調が停止する夜間には氷点下となり、翌朝太陽光が差し込み始めると急な温度上昇により結露することもある。今回、耐曲げ性試験において不合格になったC社は、このような環境で施工を行ったことから、層間密着において厳しいと思われる0°C低温環境、高湿度環境に加えて、現地での温度環境にあわせた温湿度でプライマー塗装を行ったうえで試験片作成を行った。

試験体の基材にはSS400鋼板(150mm×250mm×t3.2mm)にISO Sa 2 1/2以上の除錆度(NEAR-WHITE BLAST CLEANING)となるようにブラスト処理を施したものを、エアレス塗装機を使用して膜厚が約25μmになるようにプライマーを塗装した。プライマー塗装後の試験体は表4に示す4水準の環境にて養生させた。その後、二液内部混合形塗装機を使用して膜厚が約3mmになるようにポリウレタン材料を被覆した。被覆後の試験体は23°C2週間養生させ、被覆鋼板を作製した。作製した被覆鋼板は耐曲げ性の評価に用いた。

表4 プライマーの養生条件

	水準 1	水準 2	水準 3 <sup>※1</sup>	水準 4
養生条件	10°C 85% 24時間	10°C 50% 24時間	10°C 50% →-3°C →10°C 50%	0°C 20% 24時間

※1 耐曲げ性で不合格となったC社の施工条件を参考に設定した条件。  
10°C50%から-3°Cまでは16時間かけて、-3°Cから10°C50%までは8時間かけて徐々に温度を変化させた。

曲げ試験では、評価時の試験片温度を0°C±3°C以下とするために、あらかじめ試験片を-5°C以下に設定し

た冷凍庫中に24時間以上保持し、冷凍庫から取り出した試験片を、被覆面を曲げの外側となるよう曲げ試験機に装着し、曲げ角度2度となるよう半径90.08mmのマンドレルに沿って試験片を曲げた(写真1)。曲げ終了後、 $23^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ で2時間以上保持したのち、被覆膜の割れの有無を調べた。

写真1 曲げ試験状況



※ 曲げ開始から曲げ終了までの時間:60秒

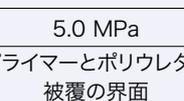
#### 4.2 試験結果および考察

水準1、水準2、水準4の被覆鋼板は合格することがわかった。一方、C社の施工環境を参考にした水準3の被覆鋼板には割れが発生し、不合格となった。

割れが発生した試験体の密着性について、アドヒージョンテスターを用いて評価したところ、付着力は標準的な試験体と比べて低く、破壊箇所はプライマーとポリウレタン被覆の界面となり、ポリウレタン膜の密着性が低下していることがわかった。

水準3は、塗装後水点下まで気温が低下し、その後

表6 密着性試験後のはく離界面状況

	標準的な試験体	割れが発生した試験体
プライマー養生条件	$23^{\circ}\text{C}$ 50% 24時間	$10^{\circ}\text{C}$ 50%(16時間かけて) → $-3^{\circ}\text{C}$ (8時間かけて) → $10^{\circ}\text{C}$ 50%
破壊箇所		
ドーリー		
付着力	13.7 MPa	5.0 MPa
破壊箇所	ポリウレタン被覆	プライマーとポリウレタン被覆の界面

昇温されるため、プライマー表面に硬化完了前に結露が発生した可能性がある。プライマー表面が結露すると、表層にイソシアネートと水の反応物である炭酸塩が形成され、ポリウレタン膜との密着性は弱くなる。この脆弱層の形成が曲げ応力に耐え切れず、割れが発生したと推定される。

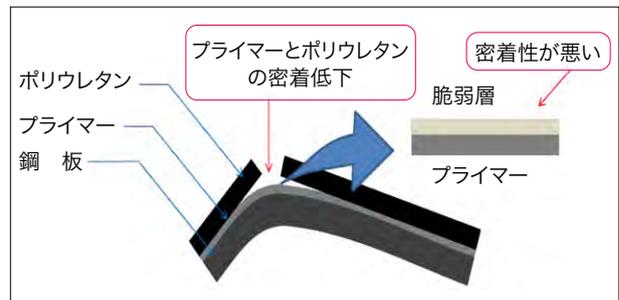


図2 割れが発生した試験体イメージ

表5 耐曲げ性II形の試験結果

	水準 1	水準 2	水準 3 <sup>*1</sup>	水準 4
プライマー養生条件	$10^{\circ}\text{C}$ 85% 24時間	$10^{\circ}\text{C}$ 50% 24時間	$10^{\circ}\text{C}$ 50% → $-3^{\circ}\text{C}$ → $10^{\circ}\text{C}$ 50%	$0^{\circ}\text{C}$ 20% 24時間
結果	合格	合格	不合格	合格
試験体				

※1  $10^{\circ}\text{C}$ 50%から $-3^{\circ}\text{C}$ までは16時間かけて、 $-3^{\circ}\text{C}$ から $10^{\circ}\text{C}$ 50%までは8時間かけて徐々に温度を変化させた。

## 5. 耐陰極はく離性

### 5.1 試験方法

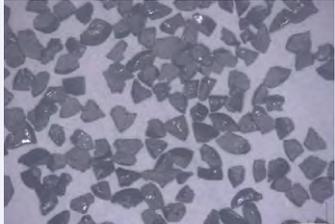
陰極はく離試験では、D社のみが研削材にスチールグリットではなくスチールショットを使用していたことから、研削材の種類に着目して陰極はく離性への影響調査を実施した。鋼管メーカーでは、ブラスト研削材として一般に粒径の大きいスチールグリットやスチールショットが使用される。耐陰極はく離性に影響を及ぼすと考えられる素地と塗膜の密着性は、素地の表面粗さや形状にも関係し、研削材の種類によってもそれらは異なってくる。粒径が大きい研削材では表面粗さが大きくなり、スチールグリットでは形状が鋭角的に、スチールショットでは比較的滑らかになる傾向がある。本報告では表7に示す研削材を用いて耐陰極はく離性への影響を調

査した。

試験体の基材にはSS400鋼板(70mm×150mm×t3.2mm)に、表7に示す研削材を使用してISO Sa 2½以上の除錆度(NEAR-WHITE BLAST CLEANING)となるようにブラスト処理を施したものをを用いた。次に、エアレス塗装機を使用して膜厚が約25μmになるようにプライマーを塗装し、23°C24時間養生させた。その後、二液内部混合形塗装機を使用して膜厚が約3mmになるようにポリウレタンを塗装し、23°C2週間養生させ、被覆鋼板を作製した。作製した被覆鋼板は耐陰極はく離性の評価に用いた。

試験装置を図3に示す。はじめに、試験片にドリルを用いて、鋼面に達する直径6mmの人工欠陥を試験片の中央部に導入した。次に円筒状の試験片セルを人工欠陥が円筒の中心となるように試験片の上に立て、耐水性シーラントでシーリングした。試験片セルに70mm以上

表7 使用した研削材

粒度番号	G100	G170	S170*1
外観(20倍)			
形状	スチールグリット	スチールグリット	スチールショット
主要粒度	0.71mm ~ 1.18mm	1.40mm ~ 2.00mm	1.40mm ~ 2.00mm

※1 耐陰極はく離性で不合格となったD社で使用していた研削材。

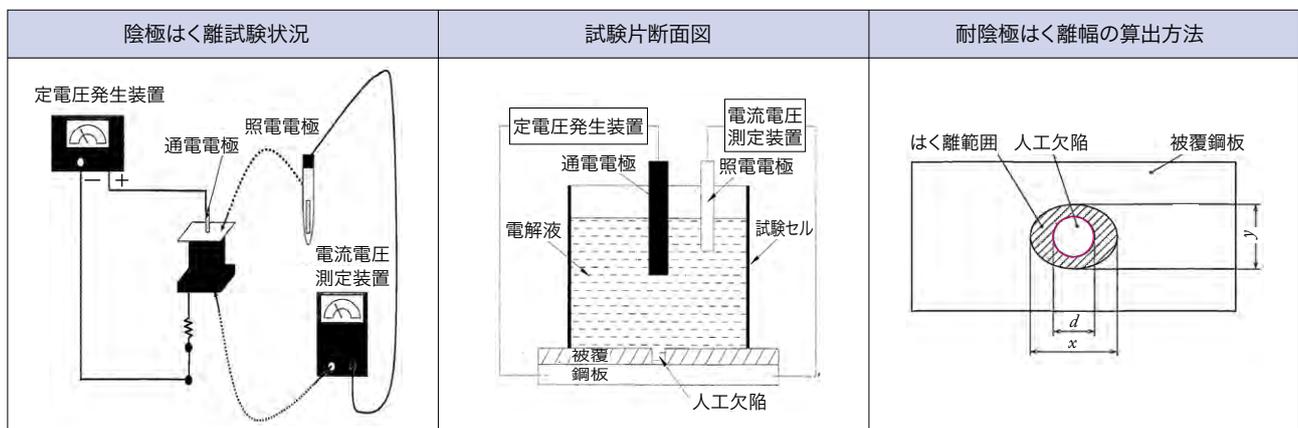


図3 耐陰極はく離性の試験方法<sup>2)</sup>

の深さになるよう電解液(30g/L塩化ナトリウム水溶液)を満たした。通電電極を電解質中に入れ、定電圧発生装置と通電電極を接続した。試験片の円筒外部分の鋼面と電圧電流測定装置とを同線で接続した。照合電極である飽和カロメル電極に対し、-1.5Vとなるよう定電圧発生装置を設定し、23°Cで28日間試験を行った。試験終了後、1時間以内に、人工欠陥部から被覆下にたがねを挿入し、掘り起し、人工欠陥端部の被覆のはく離距離(L)を算出した(式1)。

$$L = \frac{x + y - 2d}{4} \quad \dots\dots(式1)$$

5.2 試験結果および考察

素地調整で使用した研削材と耐陰極はく離性(23°C×28日)の関係を調査した結果、G100、G170、S170の順に耐陰極はく離性は良好になり、D社が使用していたスチールショットのS170は最も悪かった。

表8 耐陰極はく離性の試験結果

使用した研削材	G100	G170	S170
はく離箇所			
はく離幅	1.5mm	3.1mm	4.0mm

ブラスト後の鋼材表面や断面曲線から、G100が最も凹凸間の距離(Sm:粗さ曲線要素の平均長さ)は小さく、粗さは細くなり、鋼材の表面積は大きいことがわかる。鋼材の表面積が大きいほど、基材とプライマーの密着性は良くなるものと推定される。また、鋼材の表面積との関係が大きいSm/Rz<sub>JIS</sub>比率を使用して、今回の結果をプロットすると、図4のようになっており、G100、G170、S170の順にはく離幅が小さくなった。これまで塗装前の素地状態を判断するためにRz<sub>JIS</sub>を重視することが多かったが、Sm/Rz<sub>JIS</sub>も重要であることがわかった。

表9 素地調整方法と耐陰極はく離性の関係

使用した研削材		G100	G170	S170
ブラスト後の鋼材表面				
断面曲線※1				
表面粗さパラメーター	十点平均粗さRz <sub>JIS</sub> ※2	42μm	51μm	46μm
	粗さ曲線要素の平均長さSm※2	360μm	615μm	778μm
	Sm/Rz <sub>JIS</sub> ※3	8.6	12.1	16.9
耐陰極はく離性の理由	素地とプライマーの密着性	◎	○	△
	概念図			

※1 断面曲線: 試料の実表面上を指定された垂直平面で切断したとき、その切り口に現れる曲線  
 ※2 JIS B 0601:1994「製品の幾何特性仕様(GPS)-表面性状-輪郭曲線方式-用語、定義および表面性状パラメーター」  
 ※3 Sm/Rz<sub>JIS</sub>: 密着性に影響する表面粗さパラメーター<sup>3)</sup>

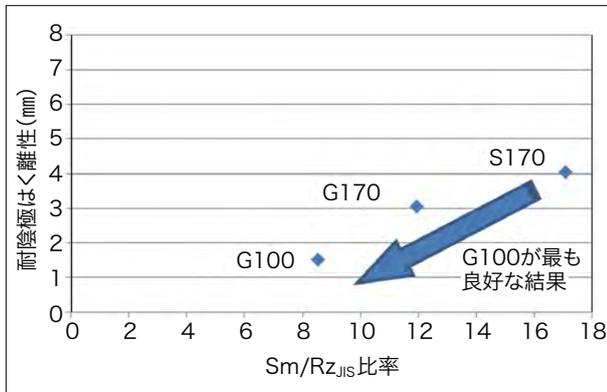


図4 Sm/Rz<sub>JIS</sub>比率に対する耐陰極はく離性のプロット図

## 6. まとめ

ウレタンエラストマーは、同じ材料であっても施工環境や条件によって試験結果への影響が大きく、これらの管理が重要であるということが明らかになった。施工面で大切な点は以下のとおりである。

### ①耐曲げ性について

プライマーの施工環境において、硬化前に結露が発生しやすい環境では耐曲げ性の試験結果に影響があることが判明した。

### ②耐陰極はく離性について

素地調整で使用する研削材の種類が耐陰極はく離性に影響することがわかった。形状はスチールショットよりスチールグリットが良く、粒径が小さいG100が最も良好であった。鋼材の表面積を表すSm/Rz<sub>JIS</sub>も施工管理において重要な因子であることが判明した。

以上の結果をふまえ、JIS G 3443-3:2014形式試験に合格できる要領を把握することができた。

## 謝辞

本研究にご協力いただいた関係各社様に感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 佐々木徹：水道用塗覆装鋼管の長寿命化への動向，DNTコーティング技報No.13 技術解説-3
- 2) 鋼構造物常温溶射研究会：  
鋼橋の常温金属溶射設計・施工・補修マニュアル  
(案) (改訂版) (2009年4月)

# 金属焼付塗料の現状と当社の取り組み

Present Situation Future Initiatives of Metal Baking Coatings

塗料事業部門 金属焼付塗料事業部  
液体塗料テクニカルサポートグループ  
Coating Business Division,  
Metal Baking Coatings Department,  
Liquid Coatings Technical Support Group



八尾 允康  
Michiyasu YAO

## 1. はじめに

近年世界的に環境問題への意識が高まるなか、RoHS指令(電気電子機器特定有害物質使用禁止指令)、ELV指令(廃自動車指令)、REACH規制(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals)に加え、労働安全衛生法施行令および特定化学物質障害予防規則(以下、特化則)などの改正が行われた。塗料業界においても塗料、塗装環境下ではより厳しい管理が必要となった。

2006年7月1日から施行されたRoHS指令はEU市場に投入される電気・電気機器を対象に適用され、2007年7月欧州市場で販売される自動車も通関車から適用されている。ELV指令においては鉛や6価クロムなどを規制する動きがあり、世界的に環境に悪影響を及ぼす特定化学物質の有害重金属について廃止の動きが高まるなか、金属焼付塗料も環境に配慮した塗料の開発を取り組み、特定化学物質の有害重金属を廃止し、有害重金属を含まない環境対応形塗料へと切り替えを行っている。

加えて、労働安全衛生法施行令(有機溶剤中毒予防規則)および特化則により、塗装を含む作業現場でのVOC(Volatile Organic Compounds:揮発性有機化合物)を取り扱う上で、設備の整備や記録の保管など

の対応も必要となる。

そこで当社はユーザー負担の低減のためにも有機溶剤を削減した水溶性塗料や、有機溶剤を含まない粉体塗料を提案し、VOCの削減を提案してきた。

本報では、金属焼付塗料の現状と当社の取り組みについて環境対応形塗料を中心に紹介する。

## 2. RoHS指令、ELV指令、REACH規制への対応

### 2.1 RoHS指令、ELV指令について

#### 2.1.1 RoHS指令、ELV指令の概要

RoHS指令の概要と閾値、ELV指令の概要と閾値につき表1に示す。

RoHS指令、ELV指令の対象となる規制物質の中で塗料原料として過去使用されていた物質は「鉛」、「6価クロム」の2物質である。同じく規制物質となっているカドミウム、水銀については塗料原料として使用されていない。また、RoHS指令のみ規制されるPBB(ポリ臭化ジフェニル)、PBDE(ポリ臭化ジフェニルエーテル)、DEHP(フタル酸ジ-2エチルヘキシル)、DBP(フタル酸ジブチル)、DIBP(フタル酸ジイソブチル)、BBP(フタル酸ブチルベンジル)も塗料原材料として使用さ

表1 RoHS指令とELV指令の概要と閾値

規制物質と最大許含有量(閾値)	RoHS	ELV
カドミウム(Cd)	100ppm	100ppm
鉛(Pb)	1000ppm	1000ppm
水銀(Hg)	1000ppm	1000ppm
6価クロム(Cr6+)	1000ppm	1000ppm
ポリ臭化ビフェニル (PBB:Poly Brominated Biphenyls)	1000ppm	規制対象外
ポリ臭化ジフェニルエーテル (PBDE:Poly Brominated Di-phenyl Ethers)	1000ppm	規制対象外
フタル酸ジ-2エチルヘキシル (DEHP:Bis(2-ethylhexyl)phthalate))	1000ppm	規制対象外
フタル酸ジブチル (DBP:Dibutyl phthalate)	1000ppm	規制対象外
フタル酸ジイソブチル (DIBP:Diisobutyl Phthalate)	1000ppm	規制対象外
フタル酸ブチルベンジル (BBP:Bis(butylbenzyl) phthalate)	1000ppm	規制対象外

RoHS指令: 2006年7月に実施。対象となる電気電子機器の部品・材料に対する規制物質の使用を禁止する。

ELV指令: 2003年7月に実施。自動車の材料および、部品に規制物質が含まれていないこと。

れていない。

よって、金属焼付塗料としては鉛、クロムの2物質を廃止する取り組みを行う必要があった。

### 2.1.2 RoHS指令、ELV指令への対応 (鉛・6価クロム廃止)

鉛、6価クロムを含有する塗料原料としては、着色顔料、防錆顔料、ドライヤーが挙げられる。

着色顔料については、例えば黄鉛(PbCrO<sub>4</sub>)を無機顔料の黄土(イエローオーカー)、ビスマスバナジウムイエロー、有機顔料のベンズイミダゾロンイエロー、イソインドリノンイエローへ置き換えることで対応を行った。また、オレンジのクロムバーミリオンは、ベンズイミダゾロンへ置き換えることで対応を行った。

防錆顔料では、鉛、6価クロムを含有する防錆顔料、例えばジンクロメート〔塩基性クロム酸亜鉛カリウム(ZPC):K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>・ZnCrO<sub>4</sub>・ZnOなど、四塩基性クロム酸亜鉛(ZTO):ZnCrO<sub>4</sub>・Znなど〕を、鉛、6価クロムを含有しない防錆顔料、例えばりん酸亜鉛〔Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>・4H<sub>2</sub>O〕、モリブデン酸亜鉛〔ZnMoO<sub>4</sub>〕へ置き換えることで対応を行った。

鉛を含有するドライヤーは、例えばナフテン酸鉛〔Pb(CnH<sub>2n-1</sub>COO)<sub>2</sub>〕などを使用せずに、ナフテン酸コバルト〔Co(CnH<sub>2n-1</sub>COO)<sub>2</sub>〕へ置き換えることで対応を行った。

この結果、「鉛」「6価クロム」を含む塗料原料を非含有の原料へと置き換えることにより、RoHS指令、ELV指令に対応した。

## 2.2 REACH規制について

REACH規制は、化学物質の総合的な登録・評価・認可・制限に関する規則であり、その中でもSVHC(高懸念物質)としての対象品は逐次追加される。直近では、2017年1月12日第16次の候補を加え合計で173物質となった。この173物質については、塗料原料としての現在採用事例は無いが、今後REACH規制対象となるため、注意が必要である。

REACH規制の概要を表2に示す。

表2 REACH規制の概要

登録	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年間1t以上製造・輸入する場合、事業者毎に物質を登録。登録情報は数量に応じ段階的に増加。</li> <li>・一定条件を満たす成形品中の物質も対象。</li> <li>・試験データの共有を義務づけ。</li> <li>・一部、対象外、適用除外、軽減免除措置あり。</li> </ul>
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当局が登録情報の適合性の確認、試験提案の評価を行い、必要に応じて産業界に追加情報を要請。</li> </ul>
認可	<ul style="list-style-type: none"> <li>・極めて懸念が高い物質(発がん性、変異原性、生殖毒性など)の中から認可対象物質が選定。</li> <li>・対象物質は原則販売禁止とし、用途ごとに申請して個別に認可を受ける(リスクが小さいことを産業界が証明)。</li> <li>・代替の可能性、代替計画が必要。</li> </ul>
制限	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制限対象物質は、登録要否に係わらず、いかなる物質も、人や環境に許容しがたいリスクがある場合、製造、販売、使用について制限。</li> <li>・禁止、特定用途、条件付き許可(社会経済的影響分析、代替品の有無を考慮)。</li> </ul>

欧州の新たな化学品規制(REACH規制)の概要と状況について  
 (経済産業省 製造産業局 化学課 機能性化学品室)より

### 3. 有機溶剤削減の取り組み

#### 3.1 水性塗料および粉体塗料の提案

金属焼付塗料分野は、有機溶剤を含有する商品が数多く存在する。有機溶剤削減の取り組みから年々減少傾向にあるが、設備投資によるコスト面・作業性面などの制約により、有機溶剤形塗料の使用は継続することも考えられる。一方で、今後さらなる有機溶剤の削減が求められるようになれば塗料系を水性塗料、粉体塗料に置き換えるといった対応が必要となってくる。

水性塗料は、有機溶剤を含む塗料とは異なり、塗装時の主溶媒が水であるため、塗装環境温度、湿度の影響を大きく受ける。そのため、空調設備で塗装環境を一定に保つ必要がある。また、焼付前のプレヒート工程も必要になる場合もあり、プレヒート用の乾燥設備設置が要求される。このような設備面を変更するため、当社では有機溶剤を使用しない粉体塗料への切り替えを提案している。既に、粉体塗料への切り替えが進むユーザー様も存在し、益々有機溶剤の削減が進むものと考えられる。

#### 3.2 環境対応商品

有機溶剤に関して環境に即した各種法令が改正されていくなか、塗料設計に関しても、「より人と環境に優しい」配合設計が必要となっている。

これまでも当社商品の「各種DNT ECOシリーズ」は、RoHS指令・ELV指令対象規制物質を含有していない環境対応形商品として上市してきたが、新たに施行された労働安全衛生法施行令および特化則などの度重なる改正に伴い、スチレン・ナフタレン・MIBKなどの物質が対象規制物質に追加された。これに呼応して当社は、特化則にも対応できる「FBプライマーECO」「デリコンECO」「NEWアクローゼ」を新「DNT ECOシリーズ」として設定した。(体系を表3に示す。)

また、希釈シンナーにおいても、ナフタレンの対応ができていなかったため、新たに特化則対応シンナーとして「DNT焼付用ECOシンナー」を上市した。

但し、下塗りの「FBプライマーECO」については、「DNT焼付用ECOシンナー」が適用できないため、新たに「FBプライマーECOシンナー」を設定した。

表3 新「DNT ECOシリーズ」

商品名	FBプライマーECO	デリコンECO	NEWアクローゼ
樹脂系	特殊変性エポキシ樹脂系	アルキドメラミン	アクリルメラミン
下塗り/上塗り	下塗り	上塗り	上塗り
色相	白・ライトグレー	白・各色	白・各色・メタリック
ホルムアルデヒド 放散等級相当レベル	F☆☆☆☆	F☆☆☆☆相当	F☆☆☆☆相当
重金属	配合せず	配合せず	配合せず
焼付条件	常温乾燥～180℃×20分	130℃×20分	150℃×20分
希釈シンナー	FBプライマーECOシンナー	DNT焼付ECOシンナー	DNT焼付ECOシンナー
標準膜厚(μm)	10～60*	25 ± 5	25 ± 5

※20μm以上の厚膜塗装の場合は最終工程の乾燥を十分に確保して下さい。

### 3.2.1 特化則対応商品(上塗り)

当社商品「アクローゼ#6000」「アクローゼECO」の環境対応形商品として、統合を行なったのが「NEWアクローゼ」、低温焼付タイプの「NEWアクローゼLB」

である。

表4、図1に「NEWアクローゼ」と「アクローゼ#6000」「アクローゼECO」の塗料性状および塗膜性能比較を示す。

表4 「NEWアクローゼ」と「アクローゼECO」「アクローゼ#6000」の比較

試験項目	塗料名	NEWアクローゼ	アクローゼECO	アクローゼ#6000	備考
粘度(KUor秒) ストーマorFC#4		85KU ストーマ	85KU ストーマ	95秒 FC#4	
比重		1.38 ± 0.03	1.38 ± 0.03	1.24 ± 0.03	
加熱残分(%)		68 ± 2	68 ± 2	60 ± 2	
膜厚(μm)		25 ± 5	25 ± 5	25±5	JIS K5600 1.7
鏡面光沢度		85以上	85以上	85以上	JIS K5600 4.7
引っかき硬度(鉛筆法)		2H	2H	2H	JIS K5600 5.4
付着性(クロスカット法)		100/100(分類0)	100/100(分類0)	100/100(分類0)	JIS K5600 5.6
耐カッピング性		4.5-5.0mm	4.5-5.0mm	4.5-5.0mm	JIS K5600 5.2
衝撃性 500g×30cm		異常なし	異常なし	異常なし	JIS K5600 6.2
耐沸騰水性 2時間		異常なし	異常なし	異常なし	97°C以上
耐アルカリ性 5% NaOH		異常なし	異常なし	異常なし	JIS K5600 6.1
耐酸性 5% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		異常なし	異常なし	異常なし	JIS K5600 6.1
耐湿性(連続結露法) 240時間		異常なし	異常なし	異常なし	JIS K5600 7.2
耐中性塩水噴霧性 240時間		0-2mm以内	0-2mm以内	0-3mm以内	JIS K5600 7.1
促進耐候性 1000時間 光沢保持率(%)		70	70	50	サンシャイン カーボンアーク灯式 耐候性試験(SWOM)

※供試塗板:りん酸亜鉛処理鋼板 標準塗装仕様:1C1B(色相:白)

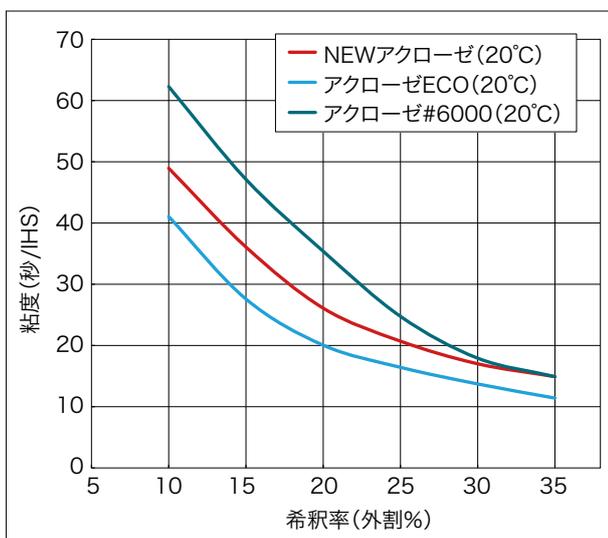


図1 希釈率・粘度曲線

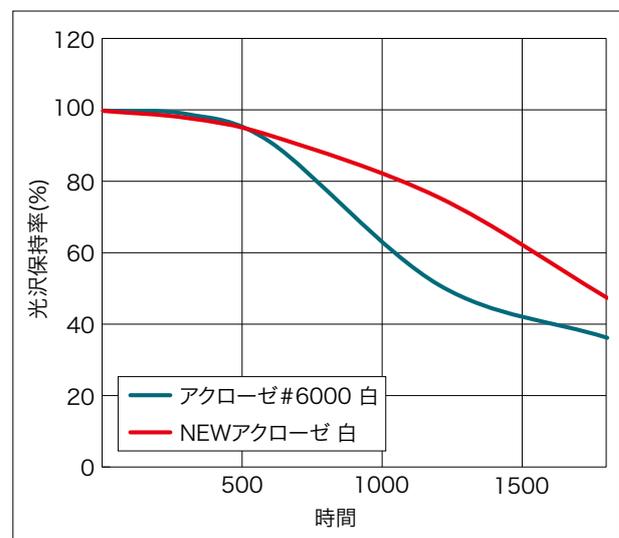


図2 促進耐候性試験(SWOM)

特に「NEWアクローゼ」は特化則に対応しつつも、「アクローゼ#6000」と比較すると、塗膜性能を維持しながらも、さらに促進耐候性を向上させた商品である(図2)。加えて、ハイソリッド商品でもあり有機溶剤の削減にもつながる。

### 3.2.2 特化則対応商品(下塗り)

エポキシ樹脂系汎用下塗塗料である「FBプライマー」は、RoHS指令・ELV指令対応に加え、消防法「第四類 第1石油類」であったが、この度、開発を行った「FBプライマーECO」は、特化則に対応でき、さらに、危険性や法規上保管できる量が多く取れる消防法「第四類 第2石油類」に対応した商品である。(詳細については、新商品紹介の「FBプライマーECO」を参照。)

## 4. おわりに

環境に対する意識は益々高くなり、有機溶剤についてもさらに厳しく管理されると予測される。

当社は、これまで粉体塗料の提案で有機溶剤削減の提案をしてきたが、これからも、まだ継続して使用される溶剤形の塗料に関しても「FBプライマーECO」を開発したことで、下塗り・上塗り共に『特化則対応商品仕様』を提案していく。

今後も環境に対する市場動向や改訂される法規制にあわせ、「より人と環境に優しい」商品を開発していく所存である。

# 工業製品向け色彩開発の変移

A Shift of Developing Colors for Industrial Products

塗料事業部門  
車輛産機・プラスチック塗料事業部  
自動車プラスチックテクニカルサポートグループ  
Coating Business Division,  
Rolling Stock, Machinery & Plastic Coatings Department,  
Automotive & Plastic Coatings Technical Support Group

塗料事業部門 塗料事業企画室  
カラーセンター  
Coating Business Division,  
Coating Business Planning Department,  
Color Center



山岡 伸好  
Nobuyoshi YAMAOKA



宮永 浩一  
Koichi MIYANAGA



市川 貴士  
Takashi ICHIKAWA

## 1. はじめに

従来の塗料における色彩開発は、工業製品デザイナーが持つカラーイメージを、着色顔料や光輝材料を用いて色調や光輝感の調整を行う方法が一般的であった。また、以前は塗料材料メーカーから新しい着色顔料や光輝材料などの紹介が頻繁に行われていたため、多種多様な色彩開発にも対応できた。しかし近年では、塗料材料メーカーからの新しい材料紹介が乏しく、新規性のある色彩開発が困難となっており、デザイナーを満足させることが難しくなっている。

このような理由もあり、近年の色彩開発において、デザイナーの要望を満足させるために、塗料自体を一から見直し、従来には表現できなかった色調や光輝感および塗膜表面の質感に至るまでそのまま改良することになった。

そこで本報では、近年、デザイナーから好評を得ている新規の意匠開発および機能に特化した高付加価値商品の色彩開発について報告する。

## 2. 新規の意匠提案

当社において、デザイナーから高く評価を受けている新規性のある意匠提案の中に、視覚的・触覚的に塗膜表面の肌合いを鏡面に仕上げた金属調塗料や、様々な肌触り感の違いを表現するつや消し塗料がある。

### 2.1 金属調塗料

金属調塗料とは、一般的なメタリック塗料とは異なり、アルミ粒子を感じさせない微粒子のアルミを平滑に並べることで、その塗膜表面で光を反射させ、鏡のように人や物を映すことを特長とする。クロムめっきに似た質感を持っていることから、めっき調塗料とも呼ばれている。

当社の商品では、「アクリタンMY-51」や「スーパーブライトシルバー」がそれにあたる。

#### 2.1.1 金属調塗料の光輝材料とその特長

金属調塗料に使用される光輝材料の特長について、以下に述べる。各光輝材料は、図1の写真に示す形状である。

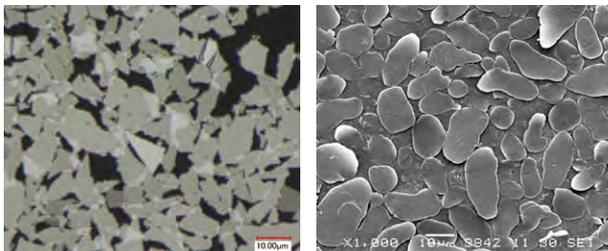
<粉碎アルミニウム顔料>

純度の高いアルミ粉や箔を主原料に粉碎・研磨し、非常に薄い鱗片状にしたアルミフレーク顔料を指す。これらの中には様々なタイプのものであるが、金属調で使

用されるタイプは、その中でもフレークの一つ一つの形状ならびに表面の平滑性を均一化した高品質なものが使用されている。

#### <蒸着アルミニウム顔料>

真空状態でアルミを加熱蒸発させ、その蒸気をフィルム表面に当てて薄膜を形成した後、その薄膜(蒸着フィルム)からアルミニウム膜をはく離・粉碎したものを蒸着アルミニウム顔料という。



蒸着アルミニウム顔料

粉碎アルミニウム顔料

図1 光輝材料のSEM写真

写真提供:東洋アルミ株式会社

### 2.1.2 当社 金属調塗料の特長について

当社の金属調塗料を一般的なメタリック塗料と共に表1、図2に示した。

#### <アクリタンMY-51>

一般的なメタリック塗料に使用されている粉碎アルミニウム顔料のなかでも、粒度分布がシャープで、厚みが薄いものを用いているため、強い輝きが特長である。そのため、よりめつき調に近い金属感を表現することができる。

#### <スーパーブライトシルバー>

特殊な蒸着アルミニウム顔料を使用することで得られる鏡面仕上げの輝きが特長で、表1に示す金属調塗料の中で、最も強い輝きを持っている。また、一般的なメタリック塗料と違い、蒸着アルミニウム顔料を使用しているため、塗膜性能を維持するには専用の下塗りとう塗りを使用した、3C3Bの工程となる。

表1 一般的なメタリック塗料と金属調塗料

	工 程	輝度 (FF値)	光輝材料
一般的なメタリック塗料	2C1B	16.5	粉碎アルミ
アクリタンMY-51	2C1B	23.3	粉碎アルミ
スーパーブライトシルバー	3C3B	27.3	蒸着アルミ

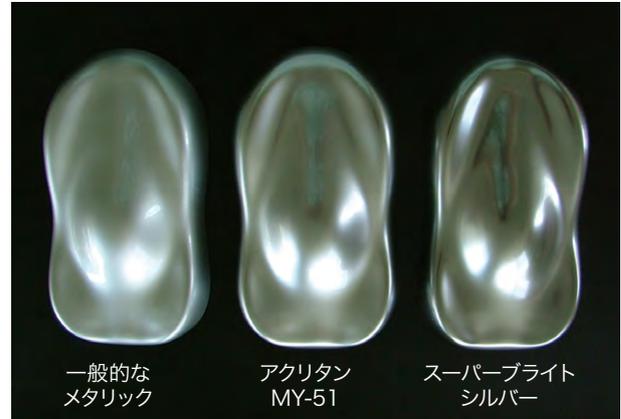


図2 金属調塗料の塗装見本

### 2.1.3 金属調塗料の工法とその特長

金属感の強い仕上がりを得るために、アルミ粒子の粒度分布がシャープかつ厚みが均一なアルミを使用する。また、アルミの配向性を良好にするために、体積収縮率が高い樹脂を選択し、塗膜表面の乾燥性を速くすることが重要である(図3)。

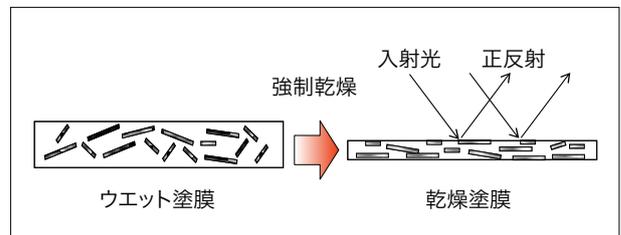


図3 体積収縮によるアルミ配向性向上の機構

今後、「アクリタンMY-51」および「スーパーブライトシルバー」は共に塗装作業性のさらなる改善を行いながら、よりめつき調に近い金属感を表現することを目標として日々検討を行っている。

## 2.2 つや消し塗料

つや消し塗料とは、トップクリヤーの中にシリカやアクリルビーズなどを投入することで光が乱反射を起こし、塗膜表面では低い光沢を持つことを特長としている。

その肌触り感は、塗料に入れるつや消し材の種類によって、シルクのようなスベスベとしたものからサメ肌のようなザラザラとしたものまで、幅広い触感を表現することができる。

また、つや有り塗料は、高級感のあるシャープなイメージだが、汚れが目立つといった問題がある。一方、つや消し塗料は、上品でシックなイメージとなり、汚れも目立ちにくくすることができる(図4)。



図4 触感表現の見本

### 2.2.1 つや消し材料の種類と特長

以下に代表的なつや消し材料を紹介する。

#### <シリカ>

幅広く塗料のつや消し剤として用いられ、塗膜の質感を平滑にしたまま光沢を落とすことが可能である。大粒径のものから小粒径のものまでバリエーションが豊富な材料として提供されている。

#### <アクリルビーズ>

塗膜表面にビーズを突出させることで、塗膜にシボを形成し、ザラザラ肌を作り出すことができる。粒子径が大きくなればなるほど、より粗いシボを形成することが可能である。光沢の低下はシリカに比べて少ない。

どのつや消し材料を使用するかは、求められる外観や塗膜性能に応じて選択していくことが重要である。

## 3. 新規の機能性提案

デザイナーから高く評価を受けているもう一つの開発が機能性である。当社では、自己修復塗料が挙げられる。元々は、自動車内外装部品・家電・IT機器用に開発された。特に携帯電話機器は、擦り傷が付くと商品価値が損なわれるため、傷が残りにくくするためである。

### 3.1 自己修復塗料

柔軟性と強靭性を兼ね備えた高弾性塗膜であり、外部からの力で傷が付いても自己回復能力により、元の塗膜に修復される機能を示す。当社の商品では、プラニット#1600クリヤーがこれにあたる。

#### <プラニット#1600クリヤー>

自己修復を行うために、柔軟性を有する樹脂および硬化剤を併用し、外部からの力を緩和するかつ主樹脂の架橋密度を上げ、自己回復能力を促進するように設計されている(図5)。

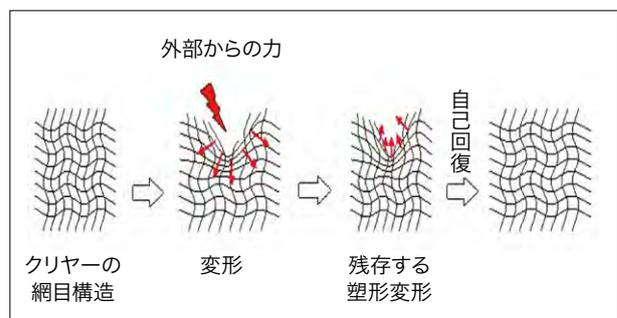


図5 自己修復の機構

耐洗車機試験器を用いて、付いた傷の回復性能を評価した。試験方法は、洗車ブラシ法により50サイクルを実施し、付いた傷の程度を経時で追跡する方法であり、傷の評価は $\Delta L$ 値で行った。 $\Delta L$ 値が大きいほど、より傷が付いていると評価できる。

表2、図6にプラニット#1600クリヤーと自動車外装用に実績のあるプラニット#1000クリヤーの傷回復性能を示した。また、その時の表面状態(拡大写真)を図7に示した。プラニット#1600クリヤーの傷の付きにくさと回復速度の速さがわかる。

表2 洗車試験結果

経過時間 (H)	プラニット#1000クリヤー (ΔL)	プラニット#1600Lクリヤー (ΔL)
1	40.3	28.7
3	38.5	27.6
5	38.6	25.3
24	36.4	22.4
48	36.4	19.2
72	38.2	17.6

## 4. おわりに

今後の工業製品向けの色彩開発においては、市場の競争が益々激化し、求められる意匠性もさらに高いレベルへと導かれるのは容易に予測できることから、当社も、その流れに遅れることなく、事前の準備を進め、デザイナーからのあらゆる要望にも対処できるよう、一丸となって取り組んでいく所存である。

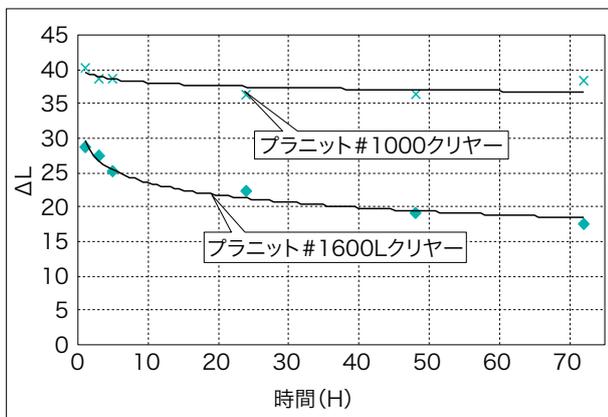


図6 洗車試験経過時間とΔLとの相関図

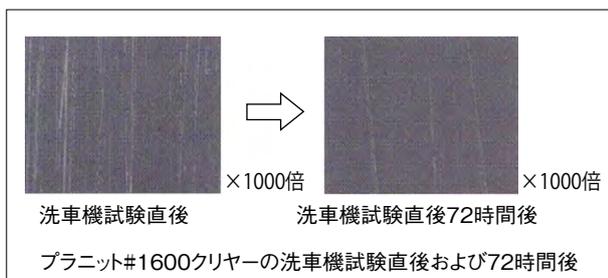


図7 表面状態の回復状況

このような試験結果からプラニット#1600クリヤーは、今までにない新しい質感および機能を持つ塗料であると言える。

# 特定化学物質障害予防規則について

Ordinance on Prevention of Hazards Due to Specified Chemical Substances

管理本部 環境品質保証部  
Administrative Division,  
Environment & Quality Assurance Department



春名 優子  
Yuko HARUNA



加藤 伸佳  
Nobuyoshi KATO

## 1. はじめに

「特定化学物質障害予防規則」(以下、特化則)とは、労働安全衛生法、労働安全衛生法施行令の規定に基づき定められた。まだ記憶に新しいと思われるが、平成24年5月に大阪府内の印刷事業場にて印刷機の洗浄用溶剤として使用していた1,2-ジクロロプロパンを日常的に吸入していたことに起因して発生した胆管がんにより死亡者が出た労働災害以降、特化則対象物質とされる化学物質が年々追加され、化学物質の取り扱いの規制が加速している。「特化則」は定められたルール通りの運用を行えば、取り扱い量の制約はなく、使用が可能であるが、業界関係者においても取り扱う上でのルールを理解していない、または、運用が不十分なケースが見られる。今後とも対象物質が増加していく本規則に対する理解を高めるために、当技報にて解説を行う。

## 2. 特定化学物質障害予防規則の目的

詳細な運用については後述するが、本規則の目的は第一条に示されている。

### 第一条 事業者の責務

事業者は、化学物質による労働者のがん、皮膚炎、神経障害その他の健康障害を予防するため、使用する物質の毒性の確認、代替物の使用、作業方法の確立、関係施設の改善、作業環境の整備、健康管理の徹底その他必要な措置を講じ、もって、労働者の危険の防止の趣旨に反しない限りで、化学物質にばく露される労働者の人数並びに労働者がばく露される期間及び程度を最小限度にするよう努めなければならない。

### 3. 物質の追加などによる最近の特定化学物質障害予防規則の改正について

最近の追加物質などを下記に示す。

- ・平成20年3月1日施行  
ホルムアルデヒド、1,3-ブタジエン、硫酸ジエチル
- ・平成21年4月1日施行  
ニッケル化合物(ニッケルカルボニルを除き、粉状の物に限る。)  
砒素およびその化合物(アルシンおよび砒化ガリウムを除く。)
- ・平成23年4月1日施行  
酸化プロピレン、1,1-ジメチルヒドラジン、1,4-ジクロロ-2-ブタンテン、1,3-プロパンスルトン
- ・平成25年1月1日施行  
インジウム化合物、エチルベンゼン並びにコバルトおよびその無機化合物
- ・平成25年10月1日施行  
1,2-ジクロロプロパン(胆管がん事案)  
過去に業務従事していた労働者も健康管理が必要
- ・平成26年11月1日施行  
ジメチル-2,2-ジクロロビニルホスフェイト(DDVP)とクロロホルムほか9物質が追加  
(クロロホルムほか9物質については有機溶剤中毒予防規則の対象物質から特化則対象の特定化学物質へ移行された。)  
(メチルイソブチルケトン、スチレンや胆管がん事案のジクロロメタン含む)
- ・平成27年11月1日施行  
ナフタレン、リフラクトリーセラミックファイバー
- ・平成29年1月1日施行  
オルト-トルイジン
- ・平成29年6月1日施行  
三酸化二アンチモン

### 4. 特定化学物質の種類と有害性について

- 1) 第一類物質・・・がん等の慢性障害を引き起こす物質のうち、特に有害性が高く、製造工程で特に厳重な管理(製造許可)を必要とするもの(表1)
- 2) 第二類物質・・・がん等の慢性障害を引き起こす物質のうち、第一類物質に該当しないもの(表2)
  - ① 特定第二類物質・・・第二類物質のうち、特に漏えいに留意すべき物質
  - ② 特別有機溶剤等・・・発がん性のおそれが指摘される物で有機溶剤と同様に作用し、蒸気による中毒を発生させるおそれのあるもの  
※エチルベンゼン等(塗装業務)、  
1, 2-ジクロロプロパン等(洗浄・払拭業務)、  
クロロホルム等(有機溶剤業務)
  - ③ オーラミン等・・・尿路系器官にがん等の腫瘍を発生するおそれのある物質
  - ④ 管理第二類物質・・・①～③以外の物質
- 3) 第三類物質・・・大量漏えいにより急性中毒を引き起こす物質(表3)
- 4) 特別管理物質・・・第一類物質と第二類物質のうち、がん原性物質またはその疑いのある物質

(表1、表2の☆を付した特別管理物質については、過去従事労働者に対しても特定化学物質にかかる健康診断が必要。)

表1 第一類物質

第一類物質	主な有害性	特別管理物質
ジクロルベンジジンおよびその塩	膀胱がん	☆特別管理物質
アルファ-ナフチルアミンおよびその塩	発がん性有、泌尿器系障害	☆特別管理物質
塩素化ビフェニル(別名PCB)	皮膚障害、肝臓障害	—
オルト-トリジンおよびその塩	発がん性有、泌尿器系障害	☆特別管理物質
ジアニシジンおよびその塩	発がん性有、泌尿器系障害	☆特別管理物質
ベリリウムおよびその化合物	呼吸困難、肺肉芽腫等	☆特別管理物質
ベンゾトリクロリド	皮膚刺激性、白血球症状等	☆特別管理物質

表2 第二類物質

第二類物質	主な有害性	区分	特別管理物質
アクリルアミド	皮膚障害、神経障害	特定第二類	—
アクリロニトリル	神経系、皮膚障害等	特定第二類	—
アルキル水銀化合物(アルキル基がメチル基またはエチル基である物に限る。)	中枢神経系の障害、皮膚障害	管理第二類	—
インジウム化合物	発がん性のおそれ、間質性肺炎等	管理第二類	☆特別管理物質
エチルベンゼン	発がん性のおそれ、肝機能障害等	特別有機溶剤等(エチルベンゼン等)	☆特別管理物質
エチレンジイミン	皮膚障害、呼吸器障害等	特定第二類	☆特別管理物質
エチレンオキシド	発がん性、目・皮膚障害等	特定第二類	特別管理物質
塩化ビニル	麻酔、肝がん等	特定第二類	☆特別管理物質
塩素	呼吸困難、皮膚炎症	特定第二類	—
オーラミン	膀胱がん	オーラミン等	☆特別管理物質
オルト-トルイジン	膀胱がん	特定第二類	☆特別管理物質
オルト-フタロジニトリル	頭痛、嘔吐、けいれん発作	管理第二類	—
カドミウムおよびその化合物	気管支炎、肺気腫	管理第二類	—
クロム酸およびその塩	皮膚炎、肺がん等	管理第二類	☆特別管理物質
クロロホルム	麻酔性、肝・腎障害等、発がん性	特別有機溶剤等(クロロホルム等)	特別管理物質
クロロメチルメチルエーテル	肺気腫、肺がん(疑)等	特定第二類	☆特別管理物質
五酸化バナジウム	呼吸困難、皮膚障害等	管理第二類	—
コバルトおよびその無機化合物	発がん性のおそれ、呼吸器障害等	管理第二類	☆特別管理物質
コールタール	皮膚炎、光過敏症、肺がん	管理第二類	☆特別管理物質
酸化プロピレン	眼、上気道、皮膚障害等	特定第二類	☆特別管理物質
三酸化ニアンチモン	発がん性のおそれ	管理第二類	☆特別管理物質
シアン化カリウム	中枢神経麻痺	管理第二類	—
シアン化水素	綻皮吸入、猛毒	特定第二類	—
シアン化ナトリウム	嘔吐、呼吸麻痺	管理第二類	—
四塩化炭素	肝・腎障害、消化器障害等、発がん性	特別有機溶剤等(クロロホルム等)	特別管理物質
1,4-ジオキサン	中枢神経障害、肝・腎障害、発がん性	特別有機溶剤等(クロロホルム等)	特別管理物質

第二类物質	主な有害性	区 分	特別管理物質
1,2-ジクロロエタン(別名二塩化エチレン)	呼吸器障害、皮膚障害等、発がん性	特別有機溶剤等 (クロロホルム等)	特別管理物質
3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン	血尿、肝臓がん(動物)	特定第二类	☆特別管理物質
1,2-ジクロロプロパン	胆管がん	特別有機溶剤等 (1,2-ジクロロプロパン等)	☆特別管理物質
ジクロロメタン(別名二塩化メチレン)	麻酔性、発がん性のおそれ	特別有機溶剤等 (クロロホルム等)	☆特別管理物質
ジメチル2,2-ジクロロビニルホスフェイト(別名DDVP)	発がん性、呼吸困難等	特定第二类	☆特別管理物質
1,1-ジメチルヒドラジン	眼、上気道刺激症状、肝障害	特定第二类	☆特別管理物質
臭化メチル	神経障害、経皮吸収等	特定第二类	—
重クロム酸およびその塩	鼻中隔穿孔、肺がん等	管理第二类	☆特別管理物質
水銀およびその無機化合物(硫化水銀を除く。)	中枢神経系障害、腎障害	管理第二类	—
スチレン	皮膚障害、多発性神経炎、発がん性	特別有機溶剤等 (クロロホルム等)	特別管理物質
1,1,2,2-テトラクロロエタン(別名四塩化アセチレン)	麻酔性、肝・腎障害等、発がん性	特別有機溶剤等 (クロロホルム等)	特別管理物質
テトラクロロエチレン(別名パークロルエチレン)	麻酔性、皮膚・肝・腎障害等、発がん性	特別有機溶剤等 (クロロホルム等)	特別管理物質
トリクロロエチレン	皮膚炎、貧血、肝障害等、発がん性	特別有機溶剤等 (クロロホルム等)	特別管理物質
トリレンジイソシアネート	呼吸器障害、眼・視力障害等	特定第二类	—
ナフタレン	溶血性貧血、発がん性	特定第二类	☆特別管理物質
ニッケル化合物(粉状の物に限る。)	肺がん、鼻腔がん等	管理第二类	☆特別管理物質
ニッケルカルボニル	中枢神経障害、呼吸器障害	特定第二类	☆特別管理物質
ニトログリコール	中枢、末梢神経障害、血管等障害	管理第二类	—
パラ-ジメチルアミノアゾベンゼン	泌尿器系障害、発がん性のおそれ	特定第二类	☆特別管理物質
パラ-ニトロクlorルベンゼン	中枢神経障害、血管等障害	特定第二类	—
砒素およびその化合物 (アルシンおよび砒(ひ)化ガリウムを除く。)	消化器障害、知覚異常等	管理第二类	☆特別管理物質
弗化水素	呼吸器障害、眼障害、皮膚障害等	特定第二类	—
ベータープロピオラクトン	呼吸器障害、皮膚障害	特定第二类	☆特別管理物質
ベンゼン	中枢、末梢神経障害、造血系障害	特定第二类	☆特別管理物質
ペンタクロルフエノール(別名PCP) およびそのナトリウム塩	呼吸器障害、消化器障害等	管理第二类	—
ホルムアルデヒド	呼吸器障害等、発がん性	特定第二类	特別管理物質
マゼンタ	泌尿器系障害	オーラミン等	☆特別管理物質
マンガンおよびその化合物(塩基性酸化マンガンを除く。)	呼吸器障害、中枢神経障害	管理第二类	—
メチルイソブチルケトン	皮膚障害、麻酔性、発がん性	特別有機溶剤等 (クロロホルム等)	特別管理物質
沃(よう)化メチル	中枢神経障害、皮膚障害	特定第二类	—
リフラクトリーセラミックファイバー	皮膚炎、発がん性、呼吸器へ影響	管理第二类	☆特別管理物質
硫化水素	呼吸器障害、中枢神経障害等	特定第二类	—
硫酸ジメチル	呼吸器障害、眼、皮膚障害	特定第二类	—

表3 第三類物質

第三類物質	主な有害性
アンモニア	肺水腫、皮膚等に対する強い刺激、腐食性
一酸化炭素	血中ヘモグロビン結合による酸素欠乏
塩化水素	眼・皮膚炎、肺水腫
硝酸	激しい葉傷、歯牙酸食、肺水腫
二酸化硫黄	歯牙酸食・気管支炎、胃腸障害等
フェノール	葉傷、不眠症、肺水腫等
ホスゲン	猛毒、呼吸中枢の刺激で肺胞まで侵す
硫酸	歯牙酸食、肺炎、肺水腫等

## 5. 主な措置の概要

特化則に指定された化学物質は、事業者による使用が禁止されるわけではなく、法令に基づいたルールに則って運用を行えば使用が可能である。有機溶剤中毒予防規則(有機則)にて義務づけられている作業環境測定、健康診断は特化則でも求められる。作業環境測定、健康診断の記録の保管について、特別管理物質に該当している物質は、実施した記録を30年間保管することが義務づけられている。

また、特別管理物質を製造し、または取り扱う作業場において常時作業に従事している労働者が作業を実施した記録を30年間保管しなければならない。

これらの記録の保管は、特定の化学物質と胆管がんなど人体への影響に因果関係が生じた際に、事業場の環境や取り扱いの実態を解析する際に役立つためと考える。

### 1) 発散抑制措置(第一類、第二類物質)

特定化学物質のガス、蒸気または粉じんの発生源の密閉化、局所排気装置の設置、プッシュプル型換気装置の設置などによる空気中への発散の抑制を行う。

### 2) 漏えいの防止措置(第三類物質など)

第三類物質を製造・取り扱う設備の腐食防止、バル

ブなどの開閉方向の表示、送給原材料の表示、計測装置・警報設備の設置などによる漏えい防止措置を行う。

### 3) 作業主任者の選任(第一類、第二類、第三類物質)

一定の資格を有する特定化学物質作業主任者による作業方法の決定、労働者の指揮、排気装置などの点検、保護具の使用状況の監視などの職務を実施する。

### 4) 作業環境測定の実施(第一類、第二類物質)

6か月ごとに1回、特定化学物質の空気中の濃度を測定・評価し、作業環境の状況に応じて必要な改善措置を実施する。

### 5) 特殊健康診断の実施(第1類、第2類物質)

雇入れまたは配置換えの際およびその後6か月ごとに、特定化学物質の種類に応じた検診項目について特殊健康診断を実施する。

### 6) 作業記録の保管(特別管理物質)

常時\*作業に従事する労働者について、1ヶ月以内ごとに次の事項を記録、30年間保管をする。

- ・労働者の氏名
- ・従事した作業の概要と従事期間
- ・著しく汚染されたとき、その概要と事業者が講じた応急措置

※常時とは：継続して当該業務に従事する労働者のほか、一定期間ごとに継続的に行われる業務であってもそれが定期的に反復される場合には該当する。記録様式として特に定まった様式はない。

### 7) その他の措置(第一類、第二類物質)

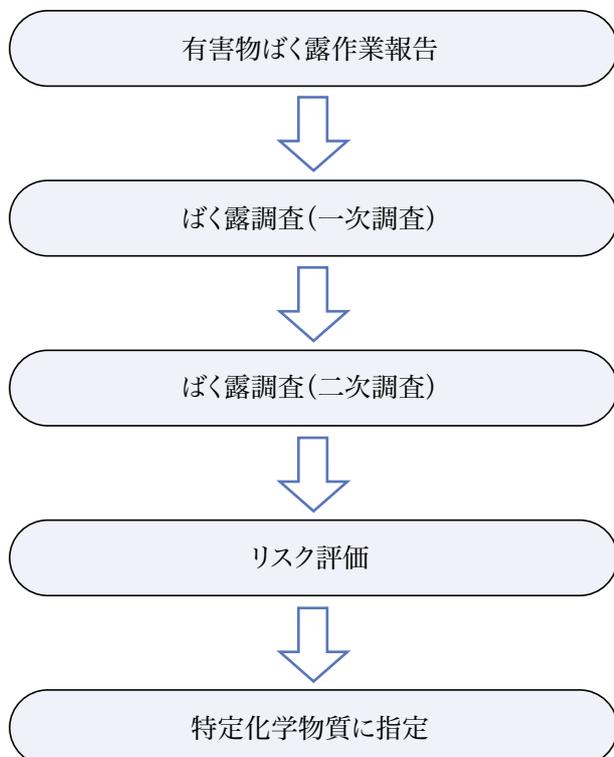
- ・作業場での喫煙飲食の禁止  
(特化則38条の2 看板などによる表示が必要)  
休憩室の設置(特化則37条)  
スチレンとメチルイソブチルケトンに関しては、「休憩室の設置」、「作業場での喫煙飲食の禁止」(看板などによる表示)が除外されている。
- ・洗浄洗濯設備の設置(特化則38条)が義務

### 8) その他の措置(特別管理物質)

- ・名称、注意事項などの掲示(特化則38条の3)
- ・空気中濃度の測定結果と労働者の作業や健康診断の記録を30年間保存(特化則38条の4)

## 6. 特定化学物質として指定されるまでのプロセスについて

近年、塗料業界と関連がある化学物質として、平成25年に指定されたエチルベンゼンをはじめ、コバルトおよびその無機化合物、メチルイソブチルケトン、スチレン、ナフタレンなどが挙げられるが、これらの化学物質が特定化学物質に指定されるまでは、労働安全衛生規則第95条の6の規定に基づいた「有害物ばく露作業報告」が出発点となっている。その後、詳細調査が必要と判断された事業場に関しては、厚生労働省より詳細なばく露調査への協力を求められ、厚生労働省から委託された機関にてばく露調査を行う。これらの結果や対象化学物質の有害性などを厚生労働省および有識者にて評価を行い、必要と判断された化学物質について特定化学物質として指定される。



### 1) 有害物ばく露作業報告

有害物ばく露作業報告における対象の化学物質については、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が異なっており、各事業場において対象化学物質を500kg以上取り扱っている場合は、所定の様式に基づき所轄の労働基準監督署に提出する。

有害物ばく露作業報告の対象として選定される化学物質は、下記の項目に該当しているものである。

- ① 施行令別表第9に掲載されていること「安全データシート(SDS)」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 GHS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

### 2) ばく露調査(一次調査)

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。

一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、対象化学物質の取り扱い量、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。

ばく露報告があった対象物質の製造・取り扱い作業を分類する。

### 3) ばく露調査(二次調査)

一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、二次調査を行う。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一次調査を踏まえ二次調査を実施する。

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・取り扱い作業について、一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、各化学物質は、パブリックコメントなどの意見募集の際に運用方法を具体的に定義される場合がある。塗料業界にて関連のある化学物質の運用については、表4の条件が定義されている。

表4 特定化学物質と定義された条件

特定化学物質の種類	定義された条件
エチルベンゼン	屋内作業場における塗装業務が対象
コバルトおよびその無機化合物	屋内外問わず対象
スチレン	屋内の有機溶剤業務が対象
メチルイソブチルケトン	屋内の有機溶剤業務が対象
ナフタレン	屋内外問わず液体状のナフタレンを常温より超えた温度で取り扱う業務が対象

## 7. 取り扱い量による特定化学物質の適用除外について

有機溶剤中毒予防規則同様に、エチルベンゼンなどの特定化学物質も取り扱い量により、所轄労働基準監督署長の適用除外認定を受ければ、作業環境測定、特殊健康診断などの適用除外を受けることができる。適用除外を受けるための条件を表5に示すが、塗料業界における一般的な事業活動においては、条件への該当は極めて難しいと考えられる。

表5 取り扱い量による適用除外の条件

消費する有機溶剤などの区分	有機溶剤などの許容消費量
第1種有機溶剤など	$W=1/15 \times A$
第2種有機溶剤など	$W=2/5 \times A$
第3種有機溶剤など	$W=3/2 \times A$

W=有機溶剤などの許容消費量(単位グラム)  
 A=作業場の気積(床面から4mを超える高さにある空間を除く。単位 $m^3$ )。  
 ただし、気積が $150m^3$ を超える場合は、 $150m^3$ とする。  
 屋内作業場：作業時間1時間に消費する有機溶剤などの量が、許容消費量以下  
 タンクなど内部：1日に消費する有機溶剤などの量が、許容消費量以下

## 8. 経皮吸収対策の強化 (平成29年1月1日施行)

福井県の化学工場における膀胱がん発症事案に関する調査などにおいて、オルト-トルイジンが労働者の皮膚から吸収されていたことが示唆されたことを踏まえ、経皮吸収によって健康影響を及ぼす可能性が高いとされている物質による職業がん発生を防止するため、必要な改正が行われた。保護衣など(保護眼鏡、保護衣、保護手袋、保護長靴)の着用、洗浄設備の設置が義務となった。

改正の内容

1) 保護衣などの着用が義務化された。内容は下記の通りである。

- ① 事業者は、当該物質を製造し、若しくは取り扱う作業、またはこれらの周辺で行われる作業であって、皮膚に障害を与え、若しくは皮膚から吸収されることにより障害をおこすおそれがあるものに、労働者を従事させるときには、当該労働者に保護眼鏡並びに不浸透性の保護衣、保護手袋および保護長靴を使用させること。
- ② 労働者は、事業者から使用を命じられたときは、これらの保護具を使用すること。

- ③規制の対象物質:特化則の第一類および第二類物質のうち経皮吸収の疑いのある物質  
(特化則第2条2で除外されている業務も対象)

#### 第一類物質

ジクロロベンジジンおよびその塩、塩素化ビフェニル(PCB)

オルト-トルリジンおよびその塩、ベリリウムおよびその化合物、ベンゾトリクロリド

#### 第二類物質

アクリルアミド、アクリロニトリル、アルキル水銀化合物(アルキル基がメチル基またはエチル基である物に限る。)

エチレンイミン、オルト-トルイジン、オルト-フタロジニトリル、クロロホルム、シアン化カリウム、シアン化水素、シアン化ナトリウム、四塩化炭素 1, 4-ジオキサソラン、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン(MOCA)

ジクロロメタン(二塩化メチレン)、ジメチル-2, 2-ジクロロビニルホスフェイト(DDVP)

1, 1-ジメチルヒドラジン、臭化メチル、水銀およびその無機化合物(硫化水銀を除く)、スチレン、

1, 1, 2, 2-テトラクロロエタン(四塩化アセチレン)テトラクロロエチレン(パークロルエチレン)、トリレンジイソシアネート、ナフタレン、ニトログリコール、パラ-ニトロクロロベンゼン、弗化水素、ベンゼン、ペンタクロロフェノール(PCP)、マンガンおよびその化合物(塩基性酸化マンガンを除く)のうち、シクロペンタジエニルトリカルボニルマンガンまたは2-メチルシクロペンタジエニルトリカルボニルマンガンに限る。

沃化メチル、硫酸ジメチル

- 2) 洗浄設備の設置が義務化された。内容は下記の通りである。

- ①事業者は、第一類物質又は第二類物質を製造し、又は取り扱う作業に労働者を従事させるときは、洗眼、洗身、又はうかひの設備、更衣設備及び洗たくのための設備を設けなければならない。
- ②事業者は、労働者の身体が第一類物質又は第二類物質により汚染されたときは、速やかに、労働者に身体を洗浄させ、汚染を除去させなければならない。
- ③労働者は、前項の身体の洗浄を命じられたときは、その身体を洗浄しなければならない。
- ④規制の対象物質:特化則の第一類及び第二類物質(ただし、特化則第2条の2で除外されている業務は規制対象から除かれる。)表1、表2参照。

## 9. おわりに

化学物質はさまざまな用途で使用され、化学産業を支えてきたとともに私たちの今日における豊かで快適な生活を支えてきた上で重要な役割を担ってきたことは言うまでもない。しかし、化学物質は作業員を取り巻く環境やばく露状況などで、人体に悪影響を及ぼすことが明確になった結果が認められていることも事実である。

建築基材などに使用されていたアスベストによる肺気腫や近年で言えば、印刷業界にて洗浄で使用した塩素系有機溶剤による胆管がん、オルト-トルイジンの使用による膀胱がんがその例である。これらの状況のもとで厚生労働省は特化則対象物質の追加や、平成28年6月1日からは事業者による「化学物質のリスクアセスメント」の実施を義務づけている。

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、行政や日化協、日塗工などの業界団体との適切なコミュニケーションが重要である。

---

## 新商品紹介-1

New Products

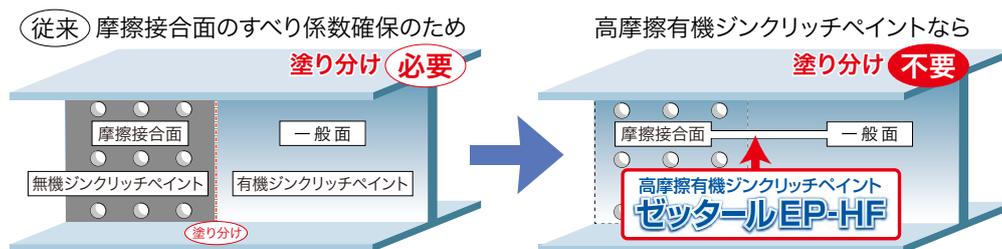
高摩擦有機ジンクリッチペイント  
「ゼッタールEP-HF」High Friction Organic Zinc Rich Paint  
「ZETTAR EP-HF」塗料事業部門  
構造物塗料事業部

橋梁など鋼構造物や長期美観性を求められる大型建築物は、摩擦接合面の防錆処理として無機ジンクリッチペイントが適用されている。形状の複雑な鋼材を用いる建築分野においては、摩擦接合面以外の一般面には有機ジンクリッチペイントが適用されている。この場合に、一般面と摩擦接合面の塗り分けが必要となり、作業上の課題があった。この課題を解決するために、摩擦接合面に必要なすべり係数「0.45以上」を確保できる高摩擦有機ジンクリッチペイント「ゼッタールEP-HF」を開発した。

## 特長

## 1. 作業性の向上・工数の削減

- 摩擦接合面のすべり係数0.45以上を確保できる有機ジンクリッチペイント。
- 摩擦接合面と一般面を同時に塗装でき、塗り分けのための養生が不要。
- 無機ジンクリッチペイントを適用した場合に必須となるミストコート工程は不要、塗装工程の短縮ができる。



## 2. 優れた防食性

- 従来の有機ジンクリッチペイントと同等の防食性能を有し、重防食塗装系の防食下地として適用できる。

## 3. 塗料の低比重化による使用量の削減

- 従来の有機ジンクリッチペイントから低比重化を実現したことで、少ない塗料使用量で規定膜厚を確保できる。

## 推奨適用箇所

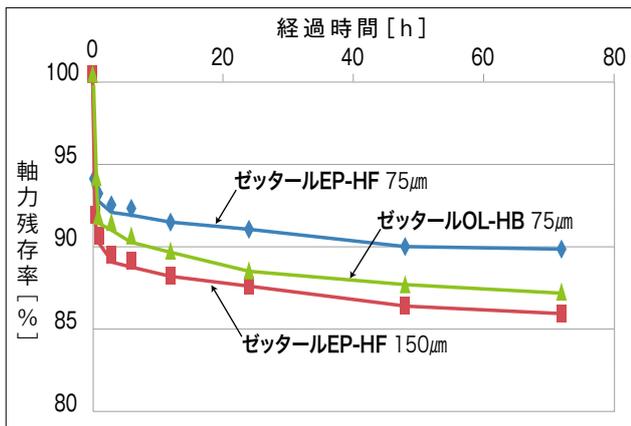
- スタジアム屋根や大空間建築物の半屋外および屋外鉄骨
- 屋内プール鉄骨や海岸地域の鋼構造建築物
- プラント設備などですべり係数が0.45以上必要な鋼構造物



## 各種ジンクリッチペイントの性能比較

試験項目		高摩擦有機ジンクリッチペイント「ゼッタールEP-HF」		有機ジンクリッチペイント「ゼッタールEP-2HB」	無機ジンクリッチペイント「ゼッタールOL-HB」
すべり性試験	膜厚	75μm	150μm	75μm	75μm
	すべり係数	0.54	0.51	0.34	0.57
塗装作業性		○		○	△
素地への付着性		◎		◎	○
ミストコート		不要		不要	必要
耐塩水噴霧性		1500時間異常なし		1500時間異常なし	1500時間異常なし
耐水性		1500時間異常なし		1500時間異常なし	1500時間異常なし

## リラクセーション試験結果



## すべり性試験状況



※すべり性試験には、鋼材：SM490A/グリッドプラスト鋼板、ボルト：M22/S10Tを使用

## 塗料性状

項目	内容				
荷姿	20kgセット (主剤：18.8kg、硬化剤：1.2kg)				
色相	グレー				
密度 (23°C)	塗料	2.04			
	揮発分	0.87			
加熱残分	80%				
乾燥時間	温度	5°C	20°C	30°C	40°C
	指触	60分	20分	10分	5分
	半硬化	8時間	3時間	2時間	1時間

## 塗装基準

項目	内容				
下地処理	ISO Sa2 1/2 (SSPC-SP-10)				
塗装方法	エアレス				
希釈率	0~10%				
標準使用量	0.49 kg/m <sup>2</sup>				
標準膜厚	75μm				
ウェット管理膜厚	150μm				
塗装間隔	温度	5°C	20°C	30°C	40°C
	最小	48時間	24時間	16時間	12時間
	最大	6ヶ月	6ヶ月	6ヶ月	6ヶ月

※塗装仕様および摩擦接合面への適用時の注意事項については、弊社までお問い合わせ下さい。

## 新商品紹介-2

New Products

# ローラー塗装が可能なふっ素樹脂メタリック塗料 「Vフロン#200スマイルRB メタリック」

Fluorocarbon Polymer Metallic Paint Which Can Be Painted With Rollers  
「V-FLON#200 SMILE RB METALLIC」

塗料事業部門  
建築塗料事業部

現代の中・高層建築物は「カーテンウォール工法」が多く用いられている。カーテンウォール工法では、基材の大部分にアルミニウム合金が用いられ、その表面は陽極酸化皮膜処理(自然・電解発色。通称「アルマイト」)やメタリック塗装が主流となっている。しかしその一方で塗り替えとなると、メタリック塗装のような高い意匠性を実現できる工法が確立されていなかった。

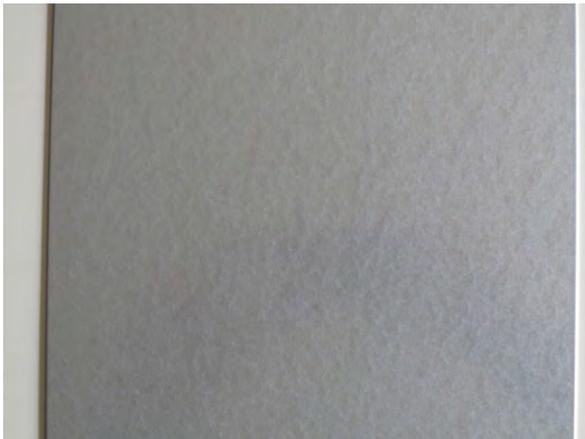
そこで、これまでスプレー塗装のみに限られていた高意匠性メタリックを、刷毛またはローラーで実現できる「Vフロン#200スマイルRB メタリック」を開発した。

### 特長

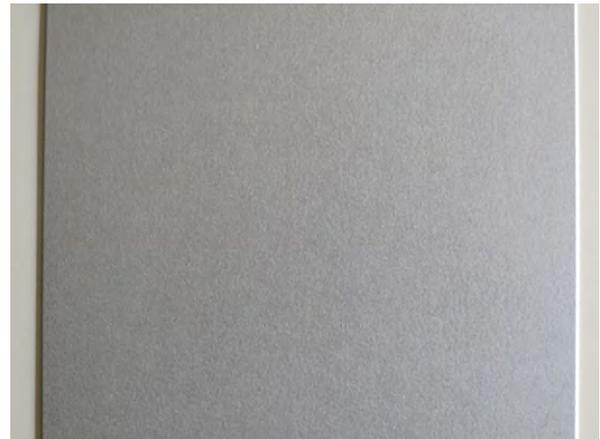
#### ●ローラーで塗装可能なメタリック塗料

ローラー塗装でもアルミ顔料が均一に配向できるよう設計を行うことにより、従来のメタリック塗料(ローラー塗装)に比べ、ムラになり難く、均一なメタリック塗装が可能。

従来のメタリック塗料と本商品とのローラー塗装による外観比較



〈従来のメタリック塗料〉  
アルミ顔料の配向ムラが目立つ



〈Vフロン#200スマイルRB メタリック〉  
均一できれいな仕上がり

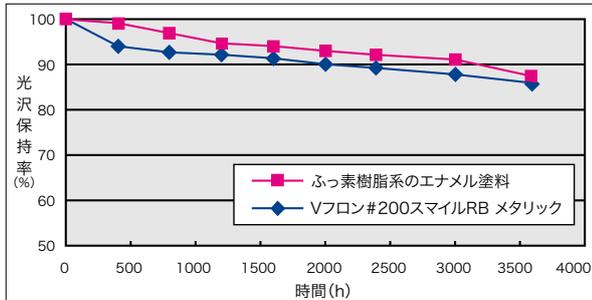
#### ●幅広い適用性

各種下地に適合した下塗塗料を選択することにより、様々な素材に塗装できる。

- 発色アルマイト
- アルミニウム合金
- PC板
- コンクリート
- 鉄部 など

### ● 耐候性、耐久性に優れる

キセノンによる促進耐候性評価の結果、市場で20年以上実績のある外装用ふっ素樹脂系のエナメル塗料と同等以上の耐候性を有する。



キセノンによる促進耐候性結果

試験項目	試験条件	結果
耐アルカリ性	飽和消石灰水浸漬 240時間	異常なし
耐酸性	5%硫酸水溶液浸漬 240時間	異常なし
耐温水性	40°C温水浸漬 240時間	異常なし
耐湿性	50°C・95%RH 1,000時間	異常なし
耐沸騰水性	沸騰水浸漬 7時間	異常なし
耐湿潤冷熱繰返し性	23°C水中18時間 → -20°C気中3時間 → 50°C気中3時間 を10回繰返し	異常なし

### 標準塗装仕様 (アルミニウム合金カーテンウォール)

工程	商品名	塗回数	色相	混合比率 (重量比)	希釈率 (%) (重量比)	塗装方法	標準使用量 (kg/m <sup>2</sup> /回)	塗装間隔 (20°C)
下地調整	1.表面付着物はナイロン研磨布などを用いて除去する。 2.劣化塗膜が存在する場合についてもナイロン研磨布などを用いて脆弱な層を除去し、活膜部は軽く目粗しする。 3.付着したごみ・埃などはウエスなどを用いて拭き取る。 4.油脂分はシンナーなどを用いて除去し、清浄な面とする。 5.シーリング材の流出汚染は適切なシンナー、入念な研磨により除去する。							
下塗り	Vフロン#200スマイルRB プライマー	1	白	主剤90 硬化剤10	5~10	ローラー 刷毛	0.10	16時間以上 7日以内
中塗り	Vフロン#200スマイルRB 中塗	1	淡彩色	主剤90 硬化剤10	5~10	ローラー 刷毛	0.10	16時間以上 7日以内
メタリック	Vフロン#200スマイルRB メタリック	1	プラチナシルバー シャンパンゴールド	主剤14 硬化剤1	0~10	ローラー 刷毛	0.09	16時間以上 7日以内
クリアー	Vフロン#200スマイルRB クリアー 3分艶または艶有	1	クリアー	主剤14 硬化剤1	0~5	ローラー 刷毛	0.07	—

### 塗装実績

神戸国際交流会館の外壁改修工事にて採用。(2017年3月完工)

塗り替え前



塗り替え後



# 新商品紹介-3

New Products

## 労働安全衛生法に基づいた、人と環境にやさしいクリアー 「Autoブレインクリアーシリーズ」 エココーティングシステム

ECO Coating System

「Auto BRAIN CLEAR Series」

塗料事業部門  
車輛産機・プラスチック塗料事業部

地球環境への配慮はもちろんのこと、幅広いニーズに応えるため、「Autoブレインクリアーシリーズ」では用途や被塗物などのさまざまな塗装条件に対応できる環境対応型クリアーを5つラインナップしている。

組み合わせの硬化剤および希釈剤も、すべて環境対応型塗料として塗装環境(温度や塗装面積など)に適応できる。

### 環境対応型クリアー (特化則対応品<sup>※</sup>)<sup>※2017年4月末時点</sup>

トルエン、キシレン、エチルベンゼン、メチルイソブチルケトン、スチレンを含まない。

# Auto BRAIN CLEAR

オートブレインクリアー

				
				
環境対応型超高級仕上げ <b>3 : 1</b> クリアー	環境対応型最高級仕上げ <b>4 : 1</b> クリアー	環境対応型 高級ハイソリッド仕上げ <b>4 : 1</b> クリアー	環境対応型ハイポリッシュ仕上げ <b>5 : 1</b> クリアー	環境対応型 <b>速乾</b> 仕上げ <b>10 : 1</b> クリアー
高外観・耐スリ高機能	高作業性・高品質	大型車輛用	仕上がり性・作業性	速乾タイプ

## ラインナップ (選択のポイント)

品名	特長	用途	対応ベースコート	硬化剤	配合比	シンナー希釈率	
	①特に仕上がり・光沢に優れる ②耐スリ傷性が高い ③タレにくい ④塗膜が硬い	乗用車向け 超高級仕上げ	一液型 ベースコート 二液型 ベースコート	Auto ウレタン硬化剤	3:1	Auto ウレタンシンナー ECO 0~30%	
	①なじみやすく、塗りやすい ②乾燥性に優れる ③磨きやすい ④透明感に優れた仕上がり	乗用車向け 最高級仕上げ			4:1		
	①肉持ち重視、大型車両向け ②乾燥は遅めだが、芯シマリは速い ③つなぎ目の馴染みが良好 ④滑らかな仕上がり	大型車両・乗用車向け 主に広い面積の塗装向け			4:1		
	①磨き性に優れ、必要な光沢が短時間で得られる ②作業性・仕上がり性のバランスが優れたクリアー ③一液ベースコート、二液ベースコート各種塗装可	乗用車向け 標準塗装向け			5:1		Auto ウレタンシンナー ECO 0~20%
	①速乾タイプで、塗りやすい ②簡易ブース塗装良好 ③自然乾燥性良好 ④硬化剤の使い分けで、全塗装も対応可能	乗用車・商用車向け 車輦内板の仕上げ塗装向け			二液型 ベースコート		Auto HS硬化剤

低温時～高温時、小面積～広い面積まで、幅広い要求に適応

「Autoウレタン硬化剤」5種類の中から、塗装条件に適した硬化剤を選択でき、あらゆる塗装条件でも、きめ細かい塗装が可能なマルチタイプクリアーです。

硬化剤

希釈剤

**Autoウレタン硬化剤** #05、#10、#20、#30、#40

**AutoウレタンシンナーECO** #50、#100、#200、#300、#400

配合比率 主剤:硬化剤  
EX 3:1 / MX 4:1 / LG 4:1 / SF 5:1

標準希釈率 (塗装機/塗装設備によって異なります)  
EX・MX・LG 0~30% / SF 0~20%



低温時～高温時まで、幅広い要求に適応

「AutoHS硬化剤」3種類の中から、塗装条件に適した硬化剤を選択でき、あらゆる塗装条件でも、きめ細かい塗装が可能なマルチタイプクリアーです。

硬化剤

希釈剤

**AutoHS硬化剤** スロー、スタンダード、クイック

**AutoウレタンシンナーECO** #50、#100、#200、#300、#400

配合比率 主剤:硬化剤 10:1

標準希釈率 0~30% (塗装機/塗装設備によって異なります)

※JTのみ硬化剤が異なりますので、ご注意ください。

# 焼付用エポキシ樹脂下塗塗料 「FBプライマーECO」

Baking Epoxy Resin Coating  
「FB primer ECO」

塗料事業部門  
金属焼付塗料事業部

近年、特定化学物質障害予防規則(以下、特化則)の改正が行われるなど、塗料・塗装を取り巻く環境では化学物質の厳しい管理が求められている。

従来の「FBプライマー」の塗膜性能や幅広い素材適用性をそのままに、特化則規制対象外とし、第4類第2石油類に変更するなどの進化を遂げた焼付形エポキシ樹脂塗料「FBプライマーECO」を上市した。

本商品と既に上市している特化則規制対象外の当社上塗塗料(「デリコンECO」、「NEWアクローゼ」)を組み合わせることにより、特化則対応の塗装仕様が可能となる。

## 環境対応商品

特化則に規制された商品を取り扱う際に、作業環境測定結果や健康診断結果の保存、作業記録表の作成などの措置を講じる必要があるが、FBプライマーECOなどの特化則規制対象外の商品を用いれば、これらの措置が不要となる。

表1. 従来品との法規対応比較

	FBプライマー ECO	FBプライマー(従来品)
特化則(H29.6.1) 作業記録の30年間保管 健康診断個人票の30年間保管	規制対象外 不要 不要	規制対象 必要 必要
消防法	第4類第2石油類	第4類第1石油類
ホルムアルデヒド放散等級	F☆☆☆☆	F☆☆☆☆
トルエン	非含有	含有
キシレン	非含有	含有

## 各種素材に適用

従来の「FBプライマー」同様に、各種金属素材に適用できる。

## 優れた塗装作業性

- 加熱乾燥、自然乾燥いずれにも適用可能。
- 10～60 $\mu$ mまでの膜厚で塗装可能(垂直面の塗装タレ限界:60 $\mu$ m)
- エアスプレー、静電塗装、はけ塗りで塗装可能。

## 各種上塗塗料に適用

加熱乾燥タイプから自然乾燥タイプまで、各種上塗塗料の下塗塗料として使用可能。

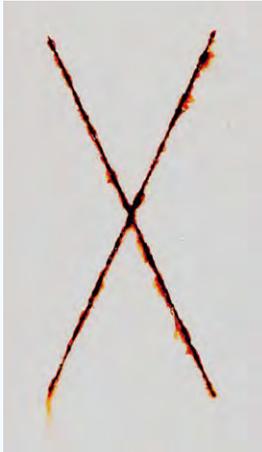
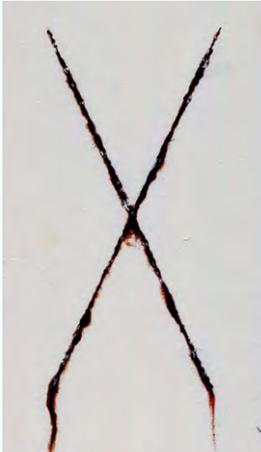
表2. 適用可能な上塗塗料一覧

塗料種	樹脂系	当社商品例
溶剤系焼付塗料	メラミン	デリコンECO、デリコン#300
	アクリル	NEWアクローゼ、デュラクロン
	ウレタン	Vクロマ#100ECO、Vクロマ#100CW
粉体塗料	ポリエステル	V-PET#4000、V-PET#4500SW
溶剤系常乾塗料	アクリル	アクローゼスーパーECO
	フタル酸	タイコーマリン
	ポリウレタン	Vトップ

## 特化則対応塗装仕様例

デリコンECO、NEWアクローゼは特化則規制対象外の上塗塗料であり、FBプライマーECOと併せて使用することで、特化則対応の塗装仕様とすることができ、従来の塗装仕様と同等の塗膜性能が得られる。

表3. 塗装仕様例と塗膜性能

工程、塗膜性能		塗装仕様	特化則対応仕様	従来仕様
基材			りん酸亜鉛処理鋼板	りん酸亜鉛処理鋼板
下塗り			FBプライマーECO	FBプライマー
上塗り			NEWアクローゼ	アクローゼ#6000
塗装工程			2コート1ベイク	2コート1ベイク
塗装 エアスプレー	下塗り 塗装膜厚		15~20 $\mu$ m	15~20 $\mu$ m
	上塗り 塗装膜厚		20~30 $\mu$ m	20~30 $\mu$ m
セッティング			10分以上(室温)	10分以上(室温)
標準焼付温度(被塗物表面温度)			150°C×20分	150°C×20分
付着性			100/100	100/100
引っかき硬度			2H	2H
耐湿性 500時間	外観		異常なし	異常なし
	腐食幅(mm)		1.5以下	1.5以下
耐中性塩水噴霧性 500時間	外観			

## 新商品紹介-5

New Products

ノンスリップ水性蛍光塗料  
「ルミノグリップ」Non-Slip Fluorescent Paint  
「Lumino Grip」シンロイヒ株式会社  
SINLOIHI CO.,LTD.

ルミノグリップは、視認性の良い蛍光色と滑り止めの効果を組み合わせた、安全防災用途に最適な蛍光塗料である。また、環境にやさしい水性タイプの蛍光塗料のため、屋内で安全に使用できる。階段やスロープなどの滑りやすい面に塗装することで、視覚的にも体感的にも大きな効果を発揮する。

## 特長

- 環境に優しい水性蛍光塗料
- 乾燥性が良く、作業性に優れている
- 蛍光色なので視認性が良い
- ノンスリップ仕様になっている
- 多様な下地に対応している
- テープに比べて剥がれにくく、補修も容易である
- 既塗装面へも塗り重ねが可能

## 用途

階段、スロープ、玄関、廊下に使用している金属面、またグレーチング面などの滑りやすいところの滑り止めに

## 色名

グリーン、レッド、オレンジ、レモン、イエロー

## 適用下地

コンクリート面、ガラス面、御影石面、ステンレス面、アルミ面、FRP面など

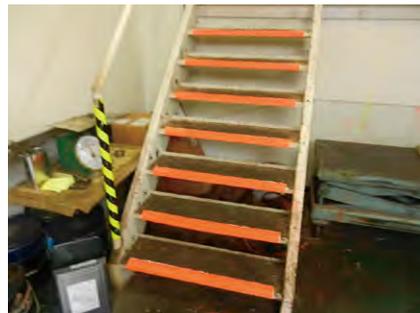
※コンクリート面へ施工される際には、必ず「ルミノグリップ コンクリートシーラー」を使用。

その他の下地については、ルミノグリップから塗装可能。

## 使用実績例



工場内出入口



工場内階段



マンション出入口階段

## 標準塗装仕様例 ※下地の素材:コンクリートの場合

工程	商品名	色相	塗回数	塗装間隔 (20℃)
素地調整	砂塵・セメント粉末・ゴミ・油脂分などの付着物をワイヤーブラシ・サンドペーパー・ウエス・シンナーなどで除去し、乾燥した清浄な面とする。			
シーラー	ルミノグリップ コンクリートシーラー	白	1	2時間以上7日以内
上塗り	ルミノグリップ	蛍光各色	2	2時間以上
クリヤー	ルミノグリップ クリヤー	—	1	2時間以上

## 塗装基準

項目		ルミノグリップ	ルミノグリップ クリヤー	ルミノグリップ コンクリートシーラー
塗装方法		刷毛、ローラー	刷毛、ローラー	刷毛、ローラー
乾燥時間 (20℃)	指触	30分	15分	30分
	半硬化	1時間	30分	1時間
標準膜厚(μm)		300(2回塗り)	—	—
希釈剤		水道水	—	水道水
希釈率(%)		0~10	—	—

※被塗面の状態や気象条件により数値が異なる場合があります。

## 塗料性状

項目	ルミノグリップ	ルミノグリップ クリヤー	ルミノグリップ コンクリートシーラー
樹脂系	アクリル樹脂系	アクリル樹脂系	アクリル樹脂系
塗料区分	水性	水性	水性
容姿	一液性	一液性	一液性
色相	グリーン、レッド、オレンジ、 レモン、イエロー	クリヤー	白
密度(20℃)	1.35±0.05	1.03±0.05	—
粘度(25℃)	115±5KU	—	—
加熱残分(%)	54±3%	17±3%	60±3%
危険物分類	非危険物	非危険物	非危険物

## 学協会研究発表・技術講演・論文投稿者名と発表タイトル(2016.7～2017.6)

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2016年7月から2017年6月までの主な講演・発表内容を紹介します。

### 投稿リスト 2016年7月～2017年6月

氏名	発表テーマ	発表先/投稿紙名	団体・協会・新聞・出版
溝口 大剛	異方性貴金属ナノ粒子介	月刊誌「JETI」2016年7月号	(株)ジェティ
宮下 剛	重防食塗装に関する近年の動向と将来展望	月刊「配管技術」2016年8月号	日本工業出版(株)
宮下 剛	弱溶剤厚膜形シリコン変性エポキシ樹脂系下上兼用塗料「Vシリコンスーパー」のリニューアル	月刊誌「JETI」2016年8月号	(株)ジェティ
堀田 裕貴 岩瀬 嘉之 森田 さやか	塗膜の防食性に及ぼす環境因子の影響	月刊誌「JETI」2016年9月号	(株)ジェティ
石川 仁史 宮川 有司	再帰同色反射塗料「ビームライトエース」の塗膜構造と反射メカニズム	月刊誌「JETI」2016年9月号	(株)ジェティ
櫻田 将至	建造物における温度上昇抑制技術「高日射反射率塗料」	「色材協会誌」2016年9月号	(一社)色材協会
岩瀬 嘉之	塗膜の防食性に及ぼす環境因子の影響	月刊誌「JETI」2016年9月号	(株)ジェティ
関 智行	インフラ維持保全に貢献する補修材・仕上材	月刊誌「建築仕上技術」 2016年10月号	(株)工文社
宮下 剛	コンクリート用防食材料	月刊誌「防錆管理」2016年12月号	(一社)日本防錆技術協会
堀田 裕貴	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	月刊誌「塗装技術」2016年12月号	(株)理工出版社
心光 秀忠	粉体塗料の特長と市場動向	月刊誌「JETI」2016年12月号	(株)ジェティ
櫻田 将至	建造物における温度上昇抑制技術 「高日射反射率塗料」	月刊誌「JETI」12月臨時増刊号	(株)ジェティ
北川 将司	環境保全に配慮した焼付け塗装仕様の検討 その27 粉体塗料を塗布した屋外暴露試験片の分析	月刊誌「リフォーム」2017年1月号	(株)テツアドー出版
北川 将司	二層分離形構造をもつ複合樹脂粉体塗料の耐候性評価 その2 屋外暴露試験片の表面分析	月刊誌「リフォーム」2017年1月号	(株)テツアドー出版
楠戸 博貴	鉄骨製作時に使用される材料へのさび止め塗料の適用性評価	月刊誌「JETI」2017年3月号	(株)ジェティ
坂口 真哉	塗料用エマルションとその動向	月刊誌「JETI」2017年3月号	(株)ジェティ

## 口頭発表リスト 2016年7月～2017年6月

氏名	発表テーマ	発表先/投稿紙名	団体・協会・新聞・出版
松本 剛司 山内 健一郎 藪見 尚輝 宮下 剛 田邊 弘往	Environmentally Friendly Protective Coating System Using Water-borne Fluoropolymer Topcoat	NACE East Asia and Pacific Area Conference 2016	NACE
山田 雅隆	陽極酸化皮膜アルミニウム合金材料に対する塗装改修仕様の検討	日本建築仕上学会大会 2016年大会	(一社)日本建築仕上学会
楠戸 博貴 桑原 幹雄	暴露環境で冬季施工における水系さび止め塗料と油性系さび止め塗料の比較	日本建築学会大会 学術講演会	(一社)日本建築学会
桑原 幹雄	沿岸地域で腐食した垂鉛めっき鋼材に対する塗装に関する一考察	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 岩瀬 嘉之	高塩分環境下における腐食性イオン固定化剤入り有機ジンクリッチペイント有効性評価	第36回防錆技術発表大会	(一社)日本防錆技術協会
岩瀬 嘉之 森田 さやか	26年経過した超厚膜形エポキシ樹脂被覆の防食性能	第36回防錆技術発表大会	(一社)日本防錆技術協会
岩瀬 嘉之	塗膜劣化の評価と判定技術の可能性	日本塗装技術協会 第2回講演会	(一社)日本塗装技術協会
心光 秀忠	粉体塗料の新たな展開について	粉体塗装研究会主催 平成29年第1回研究セミナー	日本パウダーコーティング 協同組合・粉体塗装研究会
宮下 剛	重防食塗装系の耐候性に関する変遷 —主に上塗り塗料について—	平成28年度橋梁技術発表会 及び講演会	(一社)日本橋梁建設協会
岩瀬 嘉之 森田 さやか	超厚膜形エポキシ樹脂塗膜の健全性評価	第63回材料と環境討論会	(公社)腐食防食学会
木口 忠広	塗膜の耐久性(耐候性)	第49回塗料基礎講座	(一社)色材協会
岩瀬 嘉之 増田 清人	腐食性イオン固定化剤入り有機ジンクリッチペイントの塩分作用下における防錆効果	第39回鉄構塗装技術討論会	(一社)日本鋼構造協会
松本 剛司 奥野 眞司 桑原 幹雄	金属溶射材料の種類と防食機構 —海浜暴露試験15年評価結果—	第39回鉄構塗装技術討論会	(一社)日本鋼構造協会
岩瀬 嘉之 増田 清人	塗膜の劣化判定における電気化学的手法の有効性の評価	第62回材料と環境討論会	(公社)腐食防食学会
桑原 幹雄	東海道新幹線鋼橋(高速道路交差区間)への耐火塗料の適用	第71回年次学術講演会	(公社)土木学会
松本 剛司 山内 健一郎 藪見 尚輝 宮下 剛 田邊 弘往	Environmentally Friendly Protective Coating System Using Water-borne Fluoropolymer Topcoat	SSPC2017	SSPC
藪見 尚輝 松本 剛司 山内 健一郎 宮下 剛 田邊 弘往	水性重防食塗料の市場展開	材料と環境2017	(公社)腐食防食学会
増田 清人 田邊 康孝 堀田 裕貴 宮下 剛 里 隆幸	塗付形素地調整軽減剤の開発	材料と環境2017	(公社)腐食防食学会

# 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 小牧市大字三ツ淵字西ノ門878  
 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(キャピタルビル)  
 新潟営業所 ☎025-244-7890 〒950-0912 新潟市中央区南笹口1-1-54(日生南笹口ビル)  
 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 ☎042-786-1831 〒252-0233 神奈川県相模原市中央区鹿沼台1-7-7(トラス・テック相模原ビル)  
 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 大阪市此花区西九条6-1-124  
 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 京都市山科区竹鼻堂ノ前町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 ☎087-869-2585 〒761-8075 高松市多肥下町1511-1(サンフラワー通り東ビルビル)  
 福岡営業所 ☎092-938-8222 〒811-2317 福岡県糟屋郡粕屋町長者原東3-10-5  
 長崎営業所 ☎095-824-3457 〒850-0033 長崎市万才町3-4(長崎ビル)

## ●フリーダイヤル

塗料相談室フリーダイヤル 0120-98-1716 いーないる

ハロービュー事務局フリーダイヤル 0120-95-8616 ハローーいる

<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.17

●発行日 2017年10月10日

●発行人 小島 英嗣

●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

# 重防食塗装すべてが水性に。 DNT水性重防食システム

MAKING  
LEGEND  
WATER

非危険物

JPMS 30.31 適合品

STRONG  
PERFOR  
MANCE

特許取得品

東京都建設局  
新技術登録品

新設・塗り替えに共にジंकリッチペイントからの重防食塗装システムが可能

水性ポリウレタンシステム 水性ふっ素システム

防食下地	水性厚膜形エポキシ樹脂ジंकリッチペイント	水性ゼッタールEP-2HB
下塗り	水性変性エポキシ樹脂下塗塗料	水性エポオール
中塗り	水性エポキシ樹脂中塗塗料	水性エポニックス 中塗
上塗り	水性ポリウレタン樹脂上塗塗料 水性Vトップ#100H 上塗	上塗り 水性ふっ素樹脂上塗塗料 水性Vフロン#100H 上塗

お問い合わせは—— 構造物塗料事業部 大阪 ☎06-6466-6626 東京 ☎03-5710-4502

人の手が触れる箇所の皮脂による汚れ・塗膜軟化対策に

F☆☆☆☆

リベット構造型水性硬質塗料

## アクアマリンタックレス

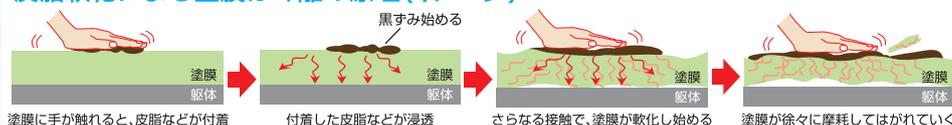
特長

- 皮脂による塗膜軟化や汚れに強いです。
- 水系で環境に優しい塗料です。【放散等級 F☆☆☆☆】
- 粘性(タック)のない塗膜を形成します。
- 作業性に優れ、仕上がり性が良好です。
- 耐水性に優れています。
- 強溶剤ポリウレタン樹脂塗料以上の塗膜硬度を有します。

「塗膜の皮脂軟化」とは？

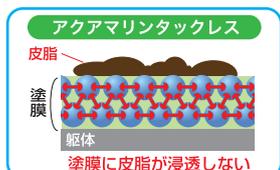
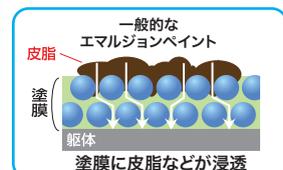
人が出入りする際に触れやすい扉・手摺りなどに付着した手の皮脂などが塗膜内に浸透していきます。すると塗膜が徐々に軟化し、塗膜表面が黒ずみ始めます。さらに繰り返される手の接触で軟化が進み、塗膜のはく離がおきます。

皮脂軟化による塗膜はく離の原理(イメージ)

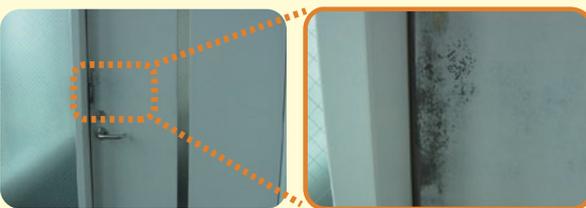


耐皮脂軟化メカニズム

リベット構造の樹脂が強固な塗膜を形成。皮脂の侵入を防ぎます。



《皮脂軟化による塗膜はく離の事例》



お問い合わせは—— 建築塗料事業部 大阪 ☎06-6466-6624 東京 ☎03-5710-4503



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。