

DNT Technical Report on Coatings

DNTコーティング技報

No.20

2020年10月発行

DAI NIPPON TORYO

DNTコーティング技報 No.20

CONTENTS

- 変化し続ける社会環境に適した価値の創造 1
- 特集
 - お客様とともに新たな価値を創造する—
 - 「防食技術センター」「コーティング技術センター」を開設 2~9
 - To Create New Value With Our Client—
 - Opening of Two New Facilities Called
“Protective Coatings Technology Center”
and “Coating Technology Center”
- 技術報文(Technical Reports)
 1. 溶融亜鉛めっき高力ボルトの塗装品質向上に関する検討 10~17
Study on Improvement Coating Quality of Hot-dip Galvanized
High Strength Bolt
 2. 自動車内装用一液1コート金属調塗料の開発 18~23
Development of 1-Component 1-Coat Automotive Interior
Metallic Paint
- 技術解説(Technical Reviews)
 1. 陸上鋼構造物の重防食塗装と近年の技術動向 24~30
Heavy-duty Anticorrosion Coating of Onshore Steel Structures
and Recent Technological Trends
 2. 超低臭形室内用水性塗料「COZY PACK」 31~34
Super Low Odor Water based Paint for Indoor Use “COZY PACK”
 3. マグネシウム合金の腐食特性とその塗装 35~42
Corrosion Properties and Coating of Magnesium Alloys
 4. 常温金属溶射工法における
アルミニウム・マグネシウム合金溶射皮膜の性能評価 43~49
Performance Assessment of the Room Temperature Metal
Spraying Method of Aluminium-Magnesium Alloy Coating
 5. インモールドコーティングプロセスの概要 50~53
Overview of the In-mold Coating Process
- 新商品紹介(New Products)
 1. 高級塗料「EXTRAシリーズ」のラインナップ追加 54~55
Added a Lineup of High-Grade Paint 「EXTRA Series」
 2. 溶剤系ふっ素樹脂塗料のメタリック仕様と比較して大幅な
工程短縮(3C2B⇒1C1B)が可能
「パウダーフロンSELA」ボンディングメタリック 56~57
「Powder Flon SELA」Bonding Metallic
 3. 貼る重防食塗料「メタモルシート#1」 58~59
Stick-Type Heavy Duty Anticorrosive Paint
「Metamoru Sheet #1」
 4. 「DNTデジタルコーティングシステム」 60~61
「DNT Digital Coating System」
 5. 抗菌・抗ウイルス性を有した超低臭水性塗料 62~63
「COZY PACK Air(コージーパック エア)」
Super Low Odor Water-Based Paint with Antibacterial
and Antiviral Properties 「COZY PACK Air」
- 学協会研究発表・技術講演・論文投稿者名と発表タイトル
(2019.7~2020.6) 64~65

変化し続ける社会環境に適した価値の創造



執行役員
技術開発部門長

佐野 秀二

DNTコーティング技報No.20を発刊するに当たり一言ご挨拶申し上げます。本誌はお客様にお役に立てる商品・技術情報・サービスのご提供を第一に考え、2001年にNo.1を発行して以来、20年間継続してまいりました。

本誌においても、鋼構造物の施工・塗料における動向と長耐久化、環境対応化、輸送機器の軽量化に向けた軽量素材の一つとして期待されるマグネシウム合金の動向や繊維強化プラスチックなどへの効率的な塗装方法であるIMC(インモールドコーティング)工法、また臭気を限りなく抑えた超低臭室内用水性塗料技術や省工程に寄与する金属調意匠塗料、そして抗菌・抗ウイルス機能を付与した新製品などを報文、解説、新商品紹介としてご紹介させていただいておりますので、お客様のお困りごとの解決や変化し続ける社会環境に適した価値創造の一助になれば幸いに思います。

今般、さらなる価値創造に向けて、お客様と共同で研究開発を行う「防食技術センター」と「コーティング技術センター」を開設いたしました。

防食技術センターは、大型構造物を想定した構造体に対して、現場環境を模擬した温湿度下での施工性、性能の検証ができる施設であり、多種多様な現場環境に適した塗装仕様、効率的な工法の研究開発や各種促進試験による塗膜下の金属腐食状態評価から塗膜・構造体の寿命予測を行えます。

コーティング技術センターは、大型の被塗物に対して、溶剤系・水系・粉体塗料の塗装、インクジェット加飾、ならびに両者を組み合わせたDNTデジタルコーティングシステム、さらにはIMCの検証ができる施設であり、お客様の塗装ラインを想定した塗装システムや機能性・意匠性の研究開発を行います。両技術センターはいずれもお客様とともにアイデアを具現化し、価値を創造する場としてご活用頂ければと思い、本誌特集として掲載しました。

最後にはなりますが、新型コロナウイルスの一日も早い終息と社会経済の回復を祈願するとともに、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。

特集

—お客様とともに新たな価値を創造する—

「防食技術センター」 「コーティング技術センター」を開設

—To Create New Value with Our Client—

Opening of Two New Facilities Called

“Protective Coatings Technology Center” and “Coating Technology Center”

塗料事業部門
技術開発部門
スペシャリティ事業部門



防食技術センター

当社は、激変する時代のニーズに対応するために、新たな付加価値を創出することを目的とし、塗料に求められる機能や製品・技術・情報・サービスに関するトータルソリューションをお客様とともに開発を行う「防食技術センター」「コーティング技術センター」の2つの技術研究開発施設を開所しました。

「防食技術センター」(PROTECTIVE COATINGS TECHNOLOGY CENTER)は、塗料メーカーで初めて作った「防食技術のための研究開発施設」です。

お客様とともに活用する場として、大型構造物を模擬した構造体に対して、実際の現場に近い作業環境で低温、高温、多湿などの気象条件を設定した施工性・性能の検証ができる施設です。

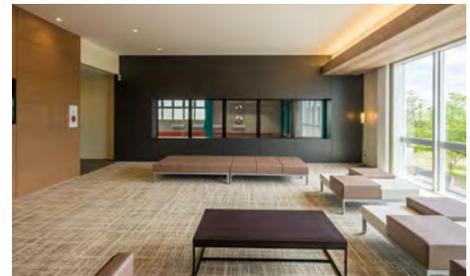


コーティング技術センター

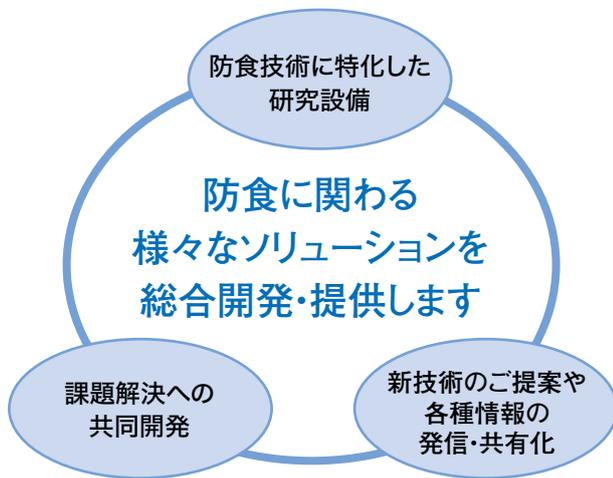
「コーティング技術センター」(COATING TECHNOLOGY CENTER=CTC)では、水性塗料や粉体塗料などの環境対応塗料のほか、インクジェット塗装やインモールドコーティングなど、実際の塗装ラインに近い塗装条件での塗装テストや様々な塗装を組み合わせた複合塗装を行うことができます。

お客様との共同開発や塗装デモ、技術・デザインプレゼンを通じて製品開発力の強化に貢献できる施設です。

1. 防食技術センター

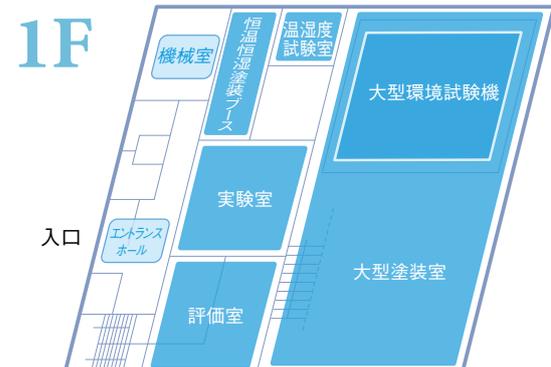
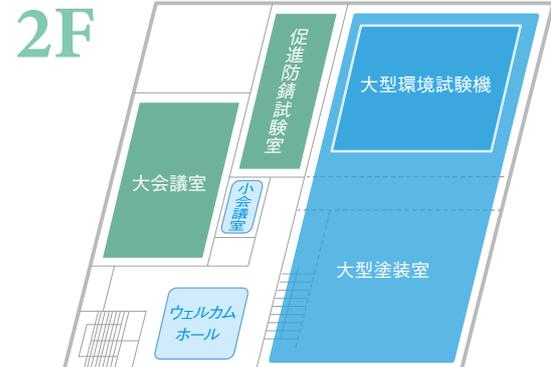


1.1 防食技術センターの取り組み



1.2 施設紹介

フロアー図



1.3 主要設備紹介

1.3.1 大型塗装室



実際の大型構造物を模擬した構造体を用いた塗装試験を行うことができます。また、大型塗装ブースも設置しており、エアレススプレーなどを用いた試験も可能です。

【スペック】

- ・スペース : 幅14m×奥14m×高さ9m
- ・大型塗装ブース : 幅5m×高さ4m
- ・搬入口 : 幅7.9m×高さ3m

1.3.2 大型環境試験機



温度や湿度をコントロールできるため、様々な温湿度環境下で大型の模擬構造体を用いた塗装試験を行うことができます。



【スペック】

- ・スペース : 幅10m×奥10m×高さ4m
- ・温度範囲 : -10~40℃
- ・湿度範囲 : ①湿度30%RH~80%RH(温度 -10~5℃)
②湿度30%RH~90%RH(温度 5~35℃)
③湿度30%RH~80%RH(温度 35~40℃)

1.3.3 恒温恒湿塗装ブース／温湿度試験室



温度および湿度が制御された環境下での試験片の作製を行うことができます。温湿度試験室では最大12水準の温湿度条件における塗膜の乾燥性を同時に確認できます。

【スペック】恒温恒湿塗装ブース

- ・温度範囲：-10～40℃
- ・湿度範囲：①湿度30%RH～70%RH(温度-10～5℃)
②湿度30%RH～80%RH(温度5～40℃)

【スペック】温湿度試験室

- ・温度制御範囲：-40℃～100℃
- ・湿度制御範囲：20%～98%

1.3.4 促進防錆試験室



ISO12944-9付属書Bに準拠したサイクル劣化試験を実施可能である複合サイクル試験機を設置しています。

紫外線照射/結露/塩水噴霧/低温といった屋外環境で想定される複数の劣化要因を含んだ試験が可能です。

1.3.5 大会議室



新技術・新工法のプレゼンや講習会などの情報発信の場として利用できます。また、防食塗料・塗装に関する勉強会などのご要望にも対応可能です。

最大36名を収容できます。

1.4 まとめ

- 防食技術センターでは、下記の活用が可能です。
- ◆大型構造物を模擬した構造体を用いて、実際の環境に近い状態で塗装試験が行えます。
 - ◆屋外環境で想定される複数の塗膜劣化要因を含んだ条件で、塗膜の耐久性が確認できます。
 - ◆新技術のご提案や各種情報の発信・共有化を行います。
 - ◆隣接する施設を含め、各種分析・測定機器を用いて塗料・塗膜の総合的な評価が可能です。

1.5 施設利用について

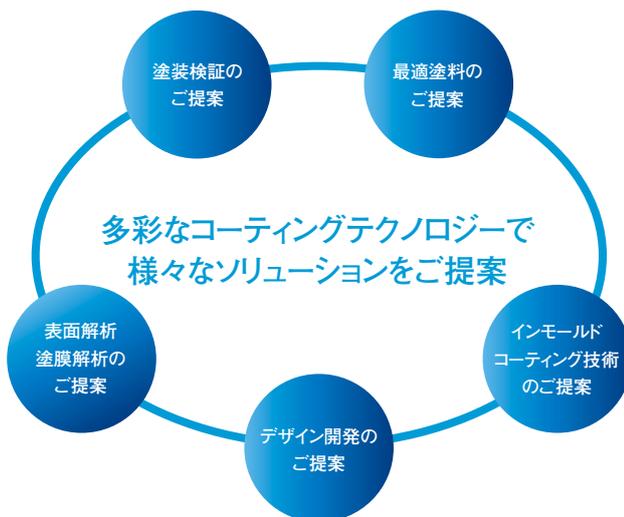
当社との共同作業を前提とし、事前相談の上、案件を進めさせていただきます。

詳しくは、パンフレットおよびホームページをご覧ください。

2. コーティング技術センター(CTC)

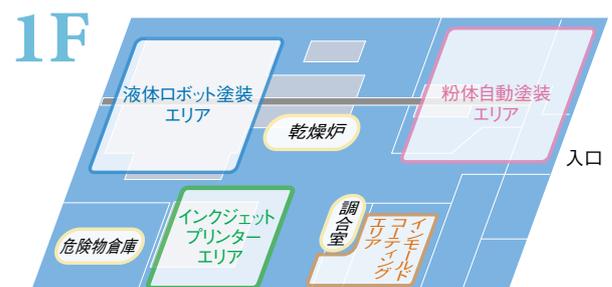


2.1 CTCの取り組み



2.2 施設紹介

フロアー図



2.3 各エリア紹介

2.3.1 液体ロボット塗装エリア



塗装環境(温度、湿度コントロール)による塗装作業性や被塗物形状による最適な塗装ガン(ロボベル・静電ガン・エアガン)選定の検証を行うことができます。さらに、フローコンベアに回転機能を設置しているため、各種塗装機の選択によるライン条件の高い再現性により、実機レベルでのスピンドル塗装の検証も可能です。

最大横3m×高さ1.5mまで塗装可能で、塗装エリアから乾燥炉までコンベアで繋がっているため、実際の基材を使用した様々な検証ができ、塗装条件に適應した塗料のご提案もできます。



乾燥炉

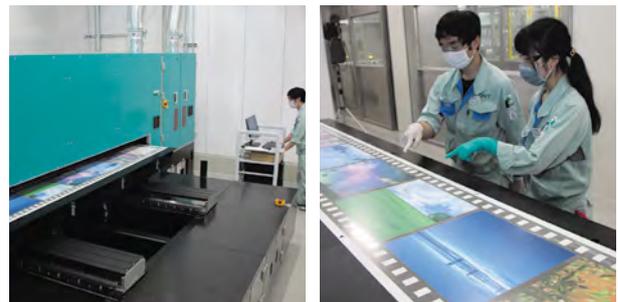
2.3.2 粉体自動塗装エリア



最大横3m×高さ1.5mまで塗装可能なため、実ワークでの塗装が可能です。実際の工場ラインに近い塗装条件での検証が可能のため、箱ものなどのガン距離の異なる部位への塗着性・仕上がりが外観の確認が可能です。さらに、自転しながら塗装が可能のため、ポンベ、消火器などの立体物にも塗装可能です。

また、サイクロン回収装置対応のため、新粉と回収粉の混合比率や被塗物形状に応じた最適粒度の粉体塗料検証を行うことができます。

2.3.3 インクジェットプリンターエリア



プリンターの印刷方法のひとつ。
液状インク粒子を飛ばして非塗物に点(ドット)を形成。
点の集まりで文字や図形を表現する。

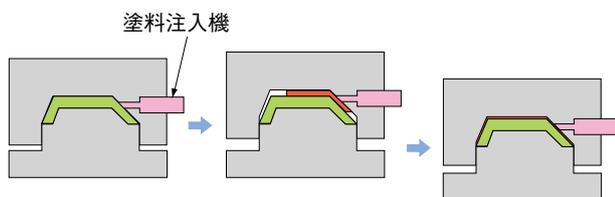


パソコン上(デザインソフトなど)で様々な意匠を検討することができ、UV硬化形インクジェットと塗料の複合塗膜による高意匠化の検証を行うことができます。さらに、加飾部は凹凸表現も可能なため、シボ調・ヘアラインなど質感・触感(手触り感)といった提案もできます。

また、インクと塗料の相互調整の検証、各種基材に適應した塗料(インク受理層)の提案、設備導入の事前検証が可能です。



2.3.4 インモールドコーティングエリア



インモールドコーティング (IMC) とは
プラスチック成型と塗装を同一型内で行うことができる工法

金型内へ塗料注入が可能のため、実機と同程度の仕上がりや塗膜物性の検証を行うことができます。設備導入前に、金型設計データ、プレス機能力、注入機能力など適正データの事前確認や対象基材（熱硬化樹脂）に対して、硬化条件、塗料の注入タイミングなどの塗装最適条件の検証も可能です。

2.3.5 複合塗装



塗装設備は、液体ロボット塗装エリア、粉体自動塗装エリアおよび乾燥炉がコンベアで連結されており、さらに同一フロアーに、インクジェットプリンター、インモールドコーティング装置があるため、

1. 液体+粉体など様々な塗料の複層塗装・複数回数焼付が同一設備内で簡単に実施可能です。
2. 粉体+インクジェット+液体との組み合わせ評価が実施可能です。
3. インモールドコーティング+液体との組み合わせ評価が実施可能です。

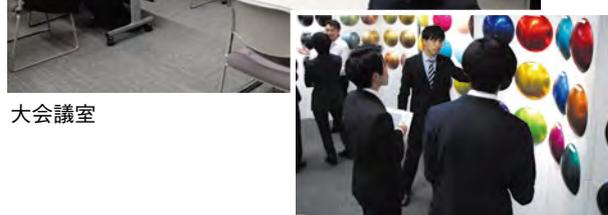
2.3.6 分析エリア



塗料設計、素材分析（解析）、塗装仕様の最適化検証や塗料的要因・塗装から乾燥間での要因・塗膜要因など、それぞれでの不具合要因の分析・解析を行います。

2.4 セミナーエリア

大会議室は最大40名収容でき、セミナー・カラブレゼンテーション・各種講演会などの情報発信の場として利用できます。



大会議室

2.5 まとめ

コーティング技術センターでは、下記の活用が可能です。

- ◆ライン新設や新素材への塗装仕様構築などの事前検証として活用が可能です
- ◆既存塗装ライン条件の高い再現性で、商品開発のスピードアップやライン不具合の解決手段の検証に活用が可能です
- ◆UV硬化形インクジェット塗装、インモールドコーティングと塗料の複合膜による高意匠化で、市場開拓の可能性探索として活用が可能です
- ◆各種分析機器・測定機器類は、塗装時に発生する不具合の解決手段として活用が可能です
- ◆最適ライン設計に適應した塗料提案の場として活用が可能です

お客様には、商品開発の可能性の検証の場として、また市場への新しいご提案の検証の場として、ご活用頂き、一緒に新しい価値を創造していきましょう。

2.6 施設利用について

当社との共同作業を前提とし、事前相談の上、案件を進めさせていただきます。

詳しくは、パンフレットおよびホームページをご覧ください。

溶融亜鉛めっき高力ボルトの塗装品質向上に関する検討

Study on Improvement Coating Quality of Hot-dip Galvanized High Strength Bolt

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

塗装された溶融亜鉛めっき鉄骨の高力ボルト接合部において、溶融亜鉛めっき高力ボルトのナット部分に塗装された塗膜が早期にはく離する事例がある。ナットには安定したトルク係数値を得るための潤滑処理が施されており、この処理に使用される潤滑剤が付着阻害因子となって塗膜のはく離に繋がっていると考えられる。本報では、溶融亜鉛めっき高力ボルト接合部の塗装品質を向上させることを目的として、種々の溶剤を用いて潤滑剤を除去し、塗装後の塗膜性能を評価した。その結果、溶剤の種類によって、塗装後の耐久性に差があることを見出した。

Abstract

There are cases in which the applied coatings peels early its steel structure painted on a nut of a hot-dip galvanized high strength bolt joints. It is considered that this acts as an adhesion inhibitor a nut is lubricated to get a stable torque coefficient value used for this treatment and leads to peeling of a coatings film. In this report, we evaluated film performance after coating and remove the lubricant using various solvents for purpose to improving the coating quality of hot-dip galvanized high strength bolt joints. As a result, we have found that the durability after coating varies depending on the property nature and type of organic solvent.

1. はじめに

1.1 溶融亜鉛めっきへの塗装の目的

溶融亜鉛めっきは、亜鉛の優れた保護被膜作用と犠牲防食作用により、鋼構造物に長期耐久性を付与することができ、LCC(ライフサイクルコスト)の低減に有効な防食工法である。一般に、溶融亜鉛めっきは屋外環境において無塗装で供用されることが多いが、次のような目的では塗装される場合がある¹⁾。

- ① 厳しい腐食環境下における耐久性向上
- ② 環境調和や美観を目的とした意匠性付与
- ③ 注意喚起や安全標識としての着色

このように、溶融亜鉛めっきは様々な目的により塗装される場合があるが、亜鉛特有の性質により塗装後に不具合を生じることがあるため、塗装製品の設置環境や使用条件を考慮して、適切な塗装設計が求められる。

1.2 溶融亜鉛めっき高力ボルトの塗装の不具合事例

亜鉛は化学的に活性が高いため、りん酸塩処理などの素地調整を実施しないで塗装した場合には、塗膜を透過した水分によって、亜鉛めっき面に腐食物質を生成し、体積膨張により塗膜を押し上げてはく離することがある(図1)。



図1 溶融亜鉛めっきにおける塗膜はく離事例

一方、溶融亜鉛めっき高力ボルトにおいては、図2に示すようにナット部分に塗装された塗膜が早期にはく離する事例がある。しかし、ナット表面や塗膜はく離面に亜鉛の腐食物質はほとんど付着していない。溶融亜鉛めっき高力ボルトには、安定したトルク係数値を得るため、図3のように潤滑処理が施されている²⁾。潤滑処理は潤滑剤溶液にナットを浸漬させて行われるため、潤滑剤はナットの内面のみでなく、外面にも付着する。従って、外面に付着した潤滑剤が塗膜の付着阻害因子となっていると推定される。



図2 溶融亜鉛めっき高力ボルトのナット部における塗膜はく離事例



図3 潤滑処理されたナット(左:外面 右:内面)

1.3 本研究の目的

溶融亜鉛めっきに対する塗装において、長期耐久性を確保するには素地調整が重要となる。素地調整としては、建築および土木分野で実施されるようにりん酸塩処理やスリーブブラスト処理が有効であるが、現場において溶融亜鉛めっき高力ボルト接合部にこれらの処理を実施することは困難である。

現場で実施可能な素地調整として、例えば建築工事標準仕様書・同解説 JASS 18 塗装工事では、亜鉛めっき鋼面に対する素地調整2種の油類除去には溶剤ぶきが適用されている³⁾。

本報では、溶融亜鉛めっき高力ボルト接合部の塗装品質を向上させることを目的として、種々の溶剤による

「溶剤ぶき」を実施し、潤滑剤の除去効果を検証し、塗装後の塗膜性能を評価した⁴⁾。

2. 実験

2.1 溶融亜鉛めっき高力ボルト

図4に示すように、実施工で多用されている3種類(A社、B社、C社)の溶融亜鉛めっき高力ボルトのセットを用いた。いずれもナットのみ金属光沢が劣っており、粘稠性のある物質が付着している。

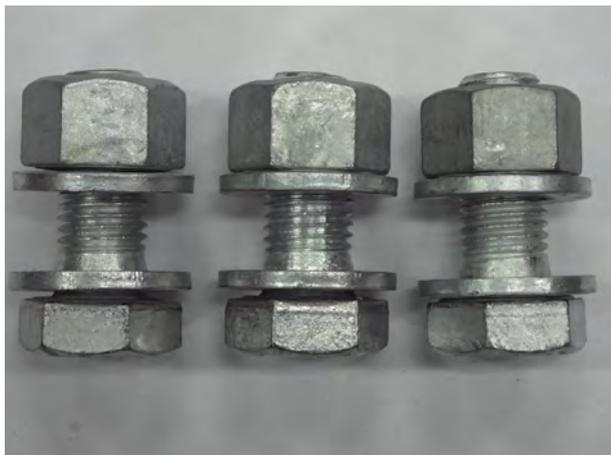


図4 溶融亜鉛めっき高力ボルトのセット
(左からA社、B社、C社)

2.2 潤滑剤の組成分析

ナット表面に付着した潤滑剤を採取し、フーリエ変換赤外分光光度計(日本分光社製;FT/IR-4600)を用いて分析した結果を図5に示す。いずれのナットの潤滑剤も、主成分がステアリン酸ナトリウムやステアリン酸亜鉛といった脂肪酸の金属塩の混合物であると特定された⁵⁾。

一般に、溶融亜鉛めっきに油性塗料を塗装した場合には、塗料中の脂肪酸と亜鉛の反応により亜鉛めっき層と塗膜の界面に金属石鹸が形成され、塗膜はく離を早期に引き起こすことが知られている⁶⁾。すなわち、ステアリン酸塩系の潤滑剤を除去せずに塗装した場合

においても、亜鉛めっき層と塗膜の界面に脂肪酸の金属塩が介在することとなり、油性塗料のはく離メカニズムと同様に塗膜はく離を引き起こしていることが推察される。

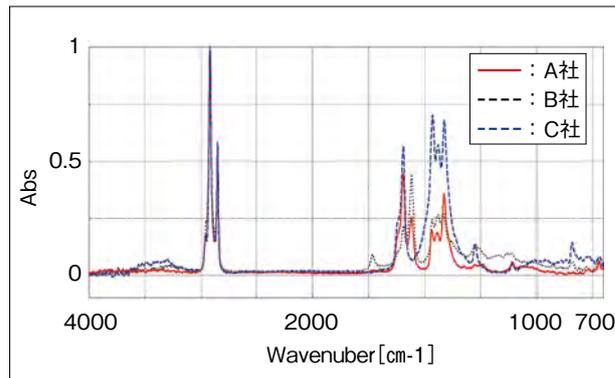


図5 潤滑剤のFT-IR分析結果

2.3 潤滑剤除去に用いる溶剤

潤滑剤の組成分析結果より、潤滑剤が付着阻害因子であることが推察される。したがって、塗装前に潤滑剤を除去することで塗膜はく離を抑制あるいは防止できると考えられる。そこで、潤滑剤を除去するのに適した溶剤を見出すため、汎用的かつ現場で使用可能な表1に示す種々の溶剤を選定し、潤滑剤の除去効果を検討した。また、塗装後の初期付着および耐湿性試験後の二次付着についても評価した。さらに、潤滑剤と溶剤の相溶性を詳細に検証するため、Hansen溶解球法によるHSP値測定を行った。

表1 検討対象とした溶剤

分類	溶剤の種類	略記
アルコール	イソブチルアルコール	IBOH
エーテル	エチレングリコールモノブチルエーテル	EGBE
ケトン	メチルエチルケトン	MEK
エステル	酢酸ブチル	BA
芳香族炭化水素	キシレン	XL
脂肪族炭化水素	ミネラルスピリット	MS

3. 評価方法

3.1 試験体作製

図6に示すように、熔融亜鉛めっき高力ボルトの座金間に塩化ビニル樹脂製パイプを挟んで固定させた試験体を作製した。



図6 試験体

3.2 素地調整

素地調整は、下記に示す3水準で実施した。

- ①無処理
- ②空拭き(ウエス拭き)
- ③溶剤拭き(表1に示した各溶剤を5ml含ませてウエス拭き)

その後、ナットの素地調整前後における表面状態をデジタルマイクロスコープ(キーエンス社製; VHX-5000)によって観察した。

3.3 塗装および養生

素地調整を施した試験体に、JASS 18 M-109に該当する変性エポキシ樹脂プライマーを膜厚が $40\mu\text{m}$ となるように刷毛塗りし、室温 23°C 、相対湿度 $50\%RH$ の屋内で1週間乾燥させた。完成した塗装試験体を図7に示す。



図7 塗装試験体

3.4 付着性評価

塗膜に対して素地に達するX字の切り込み傷を入れ、セロテープはく離により塗膜付着性を評価した。さらに、耐湿性試験(JIS K 5600-7-2:連続結露法)に準じて、槽内温度 50°C 相対湿度 $95\%RH$ 以上に1週間供試した後も同様の付着性評価を行った。

3.5 Hansen溶解球法によるHSP値測定⁸⁾

純溶媒20種に対するステアリン酸ナトリウム(関東化学製;鹿1級)およびステアリン酸亜鉛(関東化学製;鹿1級)の溶解性評価を行った。サンプル瓶に各試料 0.01g を測りとり、純溶媒 10ml を加えて $25^{\circ}\text{C} \times 30$ 分間超音波にて溶解させた。30分間静置後、溶解状態を目視評価し、HSPiP 5.3.02を用いてHansen溶解球法によりHSP値を測定した。

4. 結果と考察

4.1 素地調整前後における表面観察

素地調整前後の観察結果として、A社のナットを一例に選定し、無処理、空拭き、溶剤拭き(EGBE)した表面状態を図8に示す。

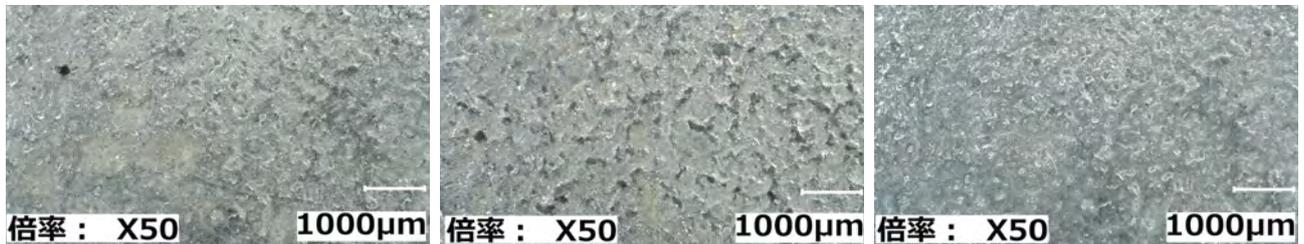


図8 A社のナット表面の拡大像(左:無処理 中央:空拭き 右:溶剤拭き)

無処理では、表面の微細な凹部にまで潤滑剤が入り込んでいるのが分かる。また、空拭き後は、潤滑剤の一定の除去効果が認められるが、不十分な状態である。

一方で、溶剤拭き(EGBE)に関しては、凹部の潤滑剤まで除去され、金属光沢を呈していることから、清浄面になったことが分かる。

4.2 付着性試験

塗膜付着性の評価結果を表2に示す。ナットの種類により塗膜付着性に差は見られるが、無処理では塗膜が全面はく離する傾向があり、溶剤を含まないウエス拭きでも付着性は十分に確保できていない。一方、溶剤拭きでは付着性の向上が認められ、特にEGBE、MEK、BA、MSにおいて良好な付着性を示している。

表2 塗膜付着性の評価結果

ボルトメーカー	付着性		無処理	空拭き	溶剤拭き					
					IBOH	EGBE	MEK	BA	XL	MS
A社	初期	外観								
		評価	×	×	△	○	○	○	△	○
	耐湿性試験後	外観								
		評価	×	○	○	○	△	○	△	△
B社	初期	外観								
		評価	×	△	△	○	○	○	○	○
	耐湿性試験後	外観								
		評価	×	×	△	○	○	○	△	○
C社	初期	外観								
		評価	△	△	×	○	○	○	○	○
	耐湿性試験後	外観								
		評価	△	△	○	○	○	○	○	○

【評価基準】 ○…はく離面積0% △…はく離面積1~20% ×…はく離面積21%以上

4.3 Hansen溶解球法によるHSP値の測定

純溶媒20種に対するステアリン酸ナトリウムおよびステアリン酸亜鉛の目視評価による溶解性の判断基準を表3に示す。ステアリン酸塩に対する良溶媒が少数のため、ここでは溶解性の判断基準を(Score 1:溶解 2:分散 3:膨潤 0:不溶)とし、1および2を良溶媒、3および0を貧溶媒として定めた。

表3 目視評価による溶解性の判断基準

Score	1	2	3	0
溶解状態	溶解	分散	膨潤	不溶
外観				
判定基準	良溶媒		貧溶媒	

この判断基準に基づいて、Hansen溶解球法にて決定したステアリン酸塩のHSP値を3Dグラフにプロットした結果をそれぞれ図9、10に、それぞれのステアリン酸塩のHSP値を表4に示す。図9、10および表4の結果から、いずれのステアリン酸塩も2つの溶解球を有していることがわかる。各ステアリン酸塩の溶解球は、ひとつは疎水性エリア、もうひとつは親水性エリアに位置しており、これはステアリン酸塩が界面活性剤として機能していることが示唆される。

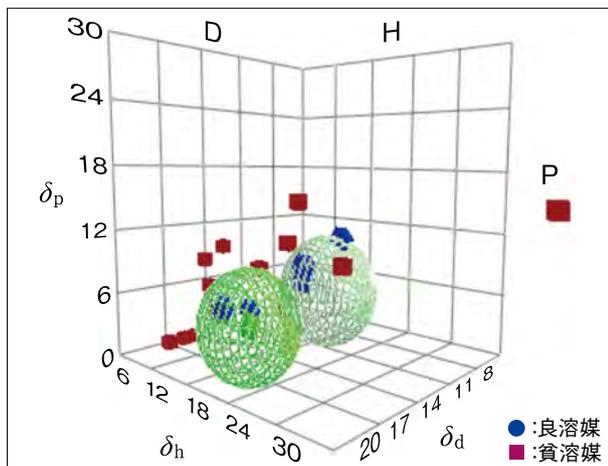


図9 溶解球法によるステアリン酸ナトリウムのHSP値

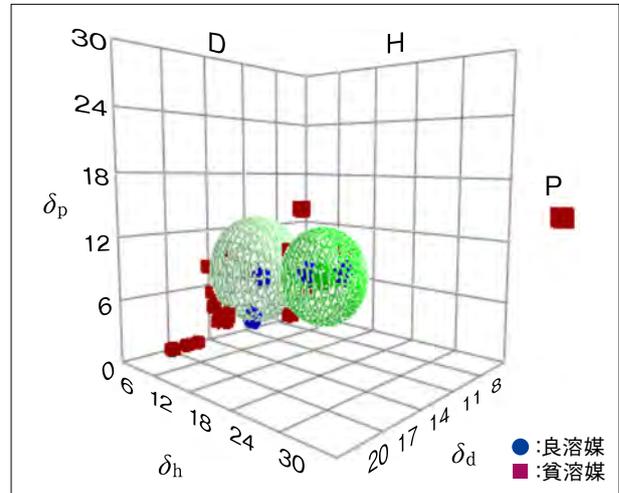


図10 溶解球法によるステアリン酸亜鉛のHSP値

また、表5に潤滑剤除去に用いた溶剤に対するステアリン酸塩のScore判定結果を示す。この結果は表2の付着性試験結果と相関傾向にあり、EGBEは潤滑剤の良溶媒であるため、潤滑剤を効率的に除去でき、良好な塗膜付着性を示したと考えられる。またMEK、BAやMSは潤滑剤を膨潤させる効果があるため、ウエスによる物理的処理が加わることで比較的良好な付着性が確保できたものと思われる。一方で、IBOHやXLにおいては、いずれか一方のステアリン酸塩が完全に不溶であるため、潤滑剤の除去効果が低かったと推察される。

表4 ステアリン酸塩のHansen溶解度パラメータ

種類	溶解球	δ_d [(J/cm ²) ^{1/2}]	δ_p [(J/cm ²) ^{1/2}]	δ_h [(J/cm ²) ^{1/2}]	$\delta_t(=SP値)$ [(J/cm ²) ^{1/2}]	R_o [(J/cm ²) ^{1/2}]	Fiting [-]
ステアリン酸ナトリウム	親水性	15.4	8.1	21.8	27.87	4.5	1.00
	疎水性	17.7	4.8	15.9	24.29	5.0	
ステアリン酸亜鉛	親水性	17.5	10.7	24.4	31.86	3.7	1.00
	疎水性	15.6	9.5	12.1	21.89	4.8	

R_o : Hansen溶解球の相互作用半径

Fiting: 良溶媒と判断された溶媒がHansen溶解球内に含まれる割合

表5 潤滑剤除去に用いた溶剤のステアリン酸塩に対するScore判定

溶剤	Score	
	ステアリン酸ナトリウム	ステアリン酸亜鉛
IBOH	0	3
EGBE	1	2
MEK	3	3
BA	3	3
XL	3	0
MS	3	3

5. 実施工上の留意事項

5.1 マーキングについて

溶融亜鉛めっき高力ボルトの締付け完了後、全てのボルトについて、1次締め後に付したマークのずれにより共回りの有無、ナットの回転量を目視で検査する⁷⁾。

素地調整に用いる溶剤によっては、マークが消えてしまうため、締付け後の検査が完了した後に溶剤拭き作業に入る。

5.2 溶剤拭き作業について

実施工にあたっては、安定した塗装品質を確保するために、下記に留意しながら溶剤拭き作業を行う。

①溶剤拭きに用いるウエスおよび溶剤は、こまめに新

品に取り替える必要がある。汚染されたウエスを使い続けると、潤滑剤の除去効果も低下し、溶剤中に潤滑剤が溶け込み、その状態で溶剤拭きを実施しても清浄面にはならない。

②溶剤拭きの作業で保護手袋を使用する場合は、手袋の素材に注意が必要である。例えば、塩化ビニルやニトリルゴムなどは、耐溶剤性が低いため、成分が溶出し塗装面を汚染する。このため耐溶剤性の高いポリエチレン製などの手袋が推奨される。

6. まとめ

溶融亜鉛めっき高力ボルト接合部における塗装品質向上を目的として、溶融亜鉛めっき高力ボルトのナットに施されている潤滑剤の除去に関し検討を行った。潤滑剤の成分はステアリン酸の金属塩であることがわかり、汎用的かつ現場で使用可能な性質の異なる様々な溶剤による潤滑剤の除去効果を検証した。その結果、EGBE、MEK、BA、MSなどの溶剤が潤滑剤の除去に有効であると判断され、これらの溶剤はHansen溶解球法からも潤滑剤除去に適していることがわかった。これらの溶剤にて潤滑剤を除去した場合は、塗膜の付着性が確保されたため、溶融亜鉛めっき高力ボルト接合部の塗装品質の向上に貢献できるものと考えられる。

7. 謝辞

本検討に際し、ものづくり大学名誉教授 近藤照夫先生には貴重なご意見、ご指導をいただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) (一社)溶融亜鉛鍍金協会:溶融亜鉛めっき上の塗装
 - 2) (一社)日本建築学会:高力ボルト接合設計施工ガイドブック, 2, p.112, 2016
 - 3) (一社)日本建築学会:建築工事標準仕様書・同解説 JASS 18 塗装工事, 8, p.159, 2013
 - 4) 日本建築学会大会講演梗概集:
「溶融亜鉛めっき高力ボルトの塗装品質向上に関する検討」, p.1325-1326, 2018
 - 5) 有機化合物のスペクトルデータベースSDBS:
<http://sdb.sdb.aist.go.jp> (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)
 - 6) 牧島博:色材協会誌, 亜鉛鋼板に対する塗料の密着性に関する研究, 44, 4, p.155-160, 1971
 - 7) (一社)日本建築学会:建築工事標準仕様書・同解説 JASS 6 鉄骨工事, 11, p.38, 2018
 - 8) 接着の技術:「Hansen溶解度パラメタ(HSP値)を用いた溶解性評価」, 第34, 巻3号, p.219-216, 2014
-

自動車内装用一液1コート金属調塗料の開発

Development of 1-Component 1-Coat Automotive Interior Metallic Paint

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
Rolling Stock, Machinery & Plastic Coating Dept.
Automotive & Plastic Coating Technical Support Group



福原 良太
Ryota Fukuhara

要 旨

近年、自動車内外装パーツではこれまでの一般的なメタリックシルバーから、差別化、高級化の中で高輝度金属調のような意匠を求める需要が高まってきている。

また、自動車分野では電動化や燃費向上を目的に金属からプラスチック部品への代替が進んでおり、金属に近い意匠を表現できる金属調塗料の採用拡大が見込まれる。現在、2コート、3コートでは次世代品の開発を進めているが、1コートでは未開発であった。そこで、塗装工数削減を目指し、今まで二液しかなかった金属調を一液1コートで表現できる自動車内装用塗料を開発したので報告する。

Abstract

This report describes how developing 1-component 1-coat automotive interior metallic paint.

In recent years, it has been increasing demand for automotive interior and exterior parts have changed from general metallic silver to high brightness metallic design with the advancement of originality and luxury than ever before. Moreover, those automotive parts are changing from metal to plastic due to the electrification and improvement of fuel efficiency. Thus it is expected that the adoption of high brightness metallic paint which can express a design similar to metal is expanding. We are currently developing next generation products for 2 or 3 coatings other than 1 coating.

Therefore, we developed 1-component 1-coat automotive interior metallic paint to reduce the painting process.

1. はじめに

自動車内装には高級感や上質感がデザインニーズとして求められ、中でもめっきのような金属調意匠を求める需要が高い。湿式めっきや真空蒸着に比べ、塗装による金属調意匠は粒子感や輝度感に劣るものの、素材の形状やサイズによっては工程が簡便で作業性や量産性、コストメリットを生み出しやすい。これらを理由に金属調意匠を付与する加飾技術を塗装で代替したいという要望が強くなっている。一方、塗装現場では塗装の工数を短縮し、生産効率を上げることでコスト低減につながるため、塗装工数の少ない塗料が求められている。また、最近では美や健康への意識から屋外では日焼け止め(サンスクリーン)やそれを含んだ製品を使用する機会が増えている。使用したユーザーが車の内装部品に触れると薬剤が塗装品に付着し、はく離や外観不良の原因となる。このような背景から自動車内装部品に要求されるスペックにも耐サンスクリーン性が求められるようになり、自動車メーカーからも耐サンスクリーン性に優れた塗料の開発要望が多くなっている。¹⁾

本報ではこれらのニーズを背景に、高い耐サンスクリーン性能を持つ内装用一液1コート金属調塗料を開発したため、その検討結果について報告する。

2. 意匠性の検討

金属調のような高い輝度感を実現させるためにはアルミをより均一に配向させ、光を正反射させる必要がある。そのためには樹脂の体積収縮による配向効果および塗膜表面の乾燥性を応用してアルミの配向を上手く制御することが重要である。そこで体積収縮率および乾燥性の高い樹脂を選択し、その樹脂割合が塗着時の乾燥性と輝度感に及ぼす影響を評価した。

2.1 評価方法

輝度感の評価は、乾燥後の塗膜に対して多角度測色

計(BYK-macI:BYK-Gardner社製)を用いて15°、25°、45°、75°、110°の明度(L*)を測定し、フロップインデックス(FI)を用いて評価した。FIの算出式を式1に示す。²⁾

$$FI = 2.69 \times \frac{(L^*_{15^\circ} - L^*_{110^\circ})^{1.11}}{L^*_{45^\circ}{}^{0.86}} \dots (式1)$$

式1 フロップインデックス(FI)の計算式

2.2 結果と考察

アクリル樹脂と硬質樹脂の割合が85:15の塗料Aと70:30の塗料Bの2種類の塗料を用意した。

表1に1分後の塗着NV(乾燥前の塗料分質量に対する乾燥後の塗膜固形分質量の割合)と5分後の塗着NVおよびFI値を示す。

表1 塗着NVとFI値

	塗着NV (1分後)	塗着NV (5分後)	1分-5分	FI値
塗料A	20%	24%	4%	20.95
塗料B	19%	26%	7%	28.08

塗料Aと塗料Bを比較すると塗料Aは塗着NVが1分後から5分後での塗着NV差が4%であったのに対し、塗料Bでは7%と硬質樹脂の割合を増やすことで乾燥性が上がっていることがわかる。また、塗料A、Bの乾燥塗膜から測定したFI値を比較すると大きく上昇していることがわかった。

これは塗着時から乾燥時にかかる単位時間あたりのウェット塗膜体積収縮率が増加し、アルミの対流が抑制され、均一に配向しているものと考えられる。従って、塗料中のアクリル樹脂と硬質樹脂の割合が70:30になるように配合を設計した。

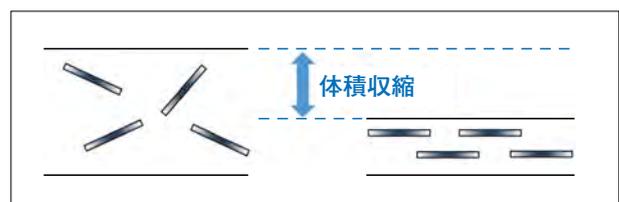


図1 樹脂の体積収縮によるアルミニウムフレークの配向効果³⁾

3. 溶媒の選定

金属調を開発する上では、塗料に使用する溶剤も高い意匠性を出すため、非常に重要になってくる。図2にヌレ性とアルミの配向性のイメージを示す。一般的に被塗物に塗着した時の粘度が低すぎて、ヌレ性が良すぎるとよりウェットな塗膜を形成し、その中で対流が起こり、アルミの配向性が悪くなる。一方、粘度が高すぎてヌレ性が悪すぎると不連続な塗膜を形成し、対流が起こらないため、アルミの配向性が悪くなる。したがって塗着後のウェット膜を最適な流動状態に保ち、適度なヌレ性を付与して配向性を制御することが金属調塗料には必要である。



図2 ヌレ性とアルミの配向性のイメージ

そこで内部溶剤および希釈シンナーの適正化を行うため、まずアクリル樹脂および硬質樹脂の各種溶媒に対する溶解性について評価した。

3.1 評価方法

樹脂1gに対して各種溶媒10mLを加え攪拌した後、目視で白濁や沈殿の発生を確認し、溶解性を評価した。

3.2 結果と考察

アクリル樹脂および硬質樹脂の各種溶媒に対する溶解性の結果を表2に示す。

表2 アクリル樹脂および硬質樹脂の各種溶媒に対する相溶性と物性値

	沸点 (°C)	蒸発速度	表面張力 (dyn/cm)	アクリル樹脂との相溶性	硬質樹脂との相溶性
エステル系A	77	4.20	24.0	○	○
エステル系B	128	1.00	25.2	○	○
エステル系C	173	0.14	27.9	○	○
ケトン系A	80	3.70	24.5	○	○
ケトン系B	118	1.60	24.6	○	○
ケトン系C	170	0.20	23.2	×	×
アルコール系A	83	1.50	20.8	×	×
アルコール系B	108	0.64	25.4	×	×
アルコール系C	118	0.47	24.9	×	△
グリコール系A	120	0.71	25.6	○	○
グリコール系B	171	0.08	26.5	×	△
グリコール系C	229	0.01	28.8	△	×

表2に示す結果よりアクリル樹脂と硬質樹脂はアルコール系全般に溶けにくく、ケトン系Cやグリコール系B、Cにも溶けにくいことがわかった。

従来の一液アクリル樹脂塗料にはエステル系B、アルコール系B、グリコール系A、B、Cを使用していた。しかし、表2からアルコール系Bやグリコール系B、Cなどは今回使用するアクリル樹脂と相溶性が悪いことがわかった。相溶性の悪い溶剤が塗料中に含まれると粘度が高くなる傾向にあり、上述したように粘度が高すぎるとアルミの配向性が悪くなる。そこで、使用する溶剤が粘度と乾燥塗膜のFI値に与える影響を考察するため、従来の一液アクリル樹脂塗料に使用していた溶剤で作成した塗料C(エステル系B、アルコール系B、グリコール系A、B、C)と相溶性が良く、表面張力の比較的低いエステル系Cとケトン系Bを用いて新たに配合した塗料Dを作成し、比較検討した。結果を表3に示す。

表3 塗料粘度とFI値

	粘度 (KU)	FI値
塗料C	73	19.73
塗料D	60	28.08

粘度が高い塗料Cでは低いFI値が得られたが粘度の低い塗料Dでは塗料Cに比べて高いFI値を示す結果となった。これは相溶性の悪い溶媒を使用した塗料Cでは塗料粘度が高くなり、塗着時の粘度も高くなるため不連続な膜を形成し、アルミの配向性が悪くなったと考えられる。一方で、相溶性も良く、比較的低い表面張力を有する溶媒を選択した塗料Dでは塗着時の粘度が適正化され、ヌレ広がり、均一な塗膜を形成した。その結果、アルミの配向性が良くなりFI値が向上したと考えられる。

4. 耐サンスクリーン性の検討

サンスクリーンなどの薬品に耐えうる塗膜を形成するためには、一般的に薬品分子が浸透しにくい塗膜を形成させる必要がある。具体的にはそのような塗膜を形成させるためには①樹脂の硬度を上げる手法と②樹脂に架橋構造を形成させる手法が考えられる。しかし、硬化剤を含まない一液塗料では後者は難しいと考える。特にプラスチック用塗料に用いられる二液塗料は主剤にポリオール、硬化剤にイソシアネートを用いるウレタン系のものが多く、この二つが乾燥時に反応することでウレタン結合を形成し、高分子鎖間に架橋構造が形成されることにより、耐サンスクリーン性においても、薬品分子が比較的浸透しにくい構造になる。

しかし、一液塗料では、このような硬化剤による架橋緻密化構造が得られない。そのため、前者である樹脂の硬度を上げる手法すなわちガラス転移点に着目して樹脂を検討することにした。

ガラス転移点(以下、 T_g と略す。)とは、ポリマーの非晶領域において高分子鎖のセグメントがミクロブラウン運動を開始する温度である。ポリマーが T_g 以下ではガラス状態に、 T_g 以上ではゴム状態へと変化するものであり、一般的に T_g が高いほど塗膜の硬度は硬くなるが、もろく密着性や機械的外力には弱くなる傾向にある。そこで、樹脂の T_g が耐サンスクリーン性と密着性に及ぼす影響を評価した。

4.1 評価方法

4.1.1 耐サンスクリーン性⁴⁾

T_g の異なる樹脂で塗料を作製し、ABS板にスプレー塗装した後、 $80^{\circ}\text{C} \times 30$ 分で乾燥させた。乾燥させた塗膜に日焼け止めクリーム0.5gを直接指で塗り、 $55^{\circ}\text{C} \times 4$ 時間で静置した後、磨耗試験を行った。

4.1.2 付着性

一次密着性についてはクロスカット法(1mm幅、100マス目)にて確認し、耐湿付着性については 50°C 、95%RH条件下で240H静置後、クロスカット法(1mm幅、100マス目)にて確認した。

4.2 結果と考察

表2に主要な樹脂の T_g がそれぞれ 60°C 、 70°C 、 95°C の3種類の塗料を用いて作製した塗板の耐サンスクリーン試験結果を示す。

表4 サンスクリーン試験結果1

ガラス転移点 (T_g)	$T_g : 60^{\circ}\text{C}$	$T_g : 70^{\circ}\text{C}$	$T_g : 95^{\circ}\text{C}$
塗膜外観			
状態	跡付き著しい	跡付きが著しい	跡付きなし

T_g が低い樹脂では塗膜の軟化が激しく、耐サンスクリーン性が得られないが、 T_g が高くなるに従い、塗膜の軟化が抑制され、 T_g が 95°C の塗膜では外観変化が全く見られなかった。この結果から樹脂の T_g が耐サンスクリーン性に大きく影響を及ぼすことがわかった。

T_g の高さと密着性について検討するため、今度は T_g が比較的高い 95°C と 90°C の樹脂およびこの T_g 2種類の混合物(配合比1:1)の3種類の塗料について比較検討した。その結果を表3に示す。

表5 サンスクリーン試験結果2

ガラス転移点 (Tg)	Tg: 95°C	Tg: 90°C	混合物 (Tg: 95°C: 90°C = 1:1)
塗膜外観			
状態	跡付きなし	跡付きが著しい	跡付きあり
密着性	合格	合格	合格
耐湿付着性	凝集はく離	合格	合格

Tg95°Cの樹脂では表5で示したように耐サンスクリーン性については最も良好な結果を示したが、耐湿付着性ではく離する結果を示した。一方でTg90°Cの樹脂では耐サンスクリーン性の結果は悪く、耐湿付着性は良好な結果を示した。また、混合物についても耐湿付着性は良好であったが、耐サンスクリーン性についてはTg95°Cに劣る結果であった。

このことからTgの高い樹脂は硬度が上がり、高いサンスクリーン性能を示すようになるが、硬くなるが故に密着性には不利に働いたと考えられる。従って、サンスクリーン性と密着性のバランスをとるためにTgの高い樹脂と低い樹脂の量的適正化、もしくはP/B(顔料と樹脂の割合)を調整する必要がある。この塗料系では耐湿付着試験の結果が付着はく離ではなく凝集はく離であったため、最も耐サンスクリーン性の良かったTg95°Cの樹脂を選択し、P/Bの調整を図ることで付着性への対策を行い、耐サンスクリーン性および付着性にも優れる塗膜を形成することに成功した。

5. 耐つめ傷性の評価

さらに今回開発した塗料は薄膜(10-12μm)であることから耐つめ傷性などの磨耗性への性能が懸念される。そこで添加剤による耐つめ傷性の評価を行った。

5.1 評価方法

5.1.1 試験片の作成

添加剤なしの塗料Eに対してスリップ剤を添加した塗料F、ふっ素パウダーを添加した塗料G、ワックス剤を添加した塗料Hと4水準の塗料を作成した。その後、最も効果のあったワックス剤について添加量2%、4%、6%、8%、10%と試験片を作製し、耐つめ傷性の評価を行った。

5.1.2 耐つめ傷性試験

乾燥後の塗膜に対して、ガラスビーズ2.2kg荷重で50往復磨耗試験を行い、光沢変化率と明度変化量で評価した。(合格域: 光沢変化率: 160%以内、明度変化量: 1以内であること)

5.2 結果と考察

添加剤なしの塗料Eおよびスリップ剤を添加した塗料F、ふっ素パウダーを添加した塗料G、ワックス剤を添加した塗料Hの耐つめ傷性試験結果と輝度感の評価について表6に示す。

表6 耐つめ傷性と輝度感の評価1

		塗料E (添加剤なし)	塗料F (スリップ剤)	塗料G (ふっ素 パウダー)	塗料H (ワックス剤)
耐つめ傷性	光沢変化率 (%)	99.5%	101.0%	101.5%	109.3%
	明度変化量	-17.01	0.95	0.72	0.64
輝度感		○	×	×	×

添加剤なしの塗料Eでは明度変化量が-17と著しくNGであったが添加剤を含む塗料F、G、Hはいずれも良好な結果を示した。しかし、添加剤なしの塗料Eに比べていずれも輝度感が劣る結果を示した。

そこで最も結果の良かったワックス剤の量を2%から10%まで振って検討した結果を表7に示す。

表7 耐つめ傷性と輝度感の評価2

ワックス剤		2%	4%	6%	8%	10%
耐つめ傷性	光沢変化率 (%)	103.0%	107.0%	108.0%	114.0%	109.3%
	明度変化量	-0.74	-0.75	-0.80	-0.32	0.64
輝度感		△	×	×	×	×

ワックス剤2%添加では、塗料Eに比べて輝度感が若干劣るものの、添加量が少ないほど輝度感は良く、耐つめ傷性の評価においても十分な性能を示した。

これらの結果から、本開発塗料では添加剤の使用は塗膜の性能を高めるが、アルミフレークの配向を乱してしまい、輝度感を損なうため添加量と輝度感のバランスを考える必要があることが示唆された。

6. 開発品の性能

6.1 金属調塗料としての意匠性

現状ラインナップとしている各金属調塗料および今回開発した塗料のFI値を以下の表8に示す。

表8 各金属調塗料のFI値

塗料	タイプ	FI値
アクリタンHMG	二液1コート	26.28
アクリタンMY-51	二液2コート	24.90
スーパーブライトNo.2000	二液3コート*	27.41
開発塗料	一液1コート	28.09

開発した一液1コート塗料は、既存の各金属調塗料と同等の輝度感を有することを確認した。

6.2 種々の薬品に対する性能

開発した一液1コート塗料の種々の耐薬品性能を表9に示す。

後述の試験結果よりいずれの薬品試験においても良好な結果を示し、高い耐薬品性を有することを確認した。この結果より、各自動車メーカーの内装スペックに

含まれる特殊な薬品試験にも対応できる十分な品質を有していると判断する。

表9 種々の薬品試験結果

試験項目	条件	結果
耐サンスクリーン性 (耐日焼け止めクリーム)	薬品を塗布し、55℃で4時間静置後、外観が跡付きなく、磨耗試験で素地露出なく、鉛筆硬度が初期からの変化2級以内および付着試験ではがれなきこと。	合格
耐ブラバス性 (耐ヘアリキッド)	薬品を塗布し、80℃で7日間静置後、磨耗試験で素地露出なく付着試験ではがれなきこと。	合格
耐乳酸性 (耐皮脂汚染)	4.5%乳酸溶液をスポイトで滴下し、80℃で24時間静置した後、外観跡付きなく、引っ掻き強度試験で素地露出なし、付着試験ではがれなきこと。	合格
耐オレイン酸性 (耐皮脂汚染)	4.75%オレイン酸溶液をスポイトで滴下し、80℃で24時間静置した後、外観跡付きなく、引っ掻き強度試験で素地露出なし、付着試験ではがれなきこと。	合格

7. まとめ

T_gの高いアクリル樹脂と硬質樹脂の比率を適切にコントロールすることにより、既存の各金属調塗料に劣らない輝度感と各自動車メーカー特有の薬品試験に合格する品質を兼ね備えた内装用一液1コート金属調塗料を開発した。また、開発した塗料は薄膜かつ塗装工数の少ない一液1コートであることから、塗装現場でのコスト低減に有用であると考えられる。

参考文献

- 1) 小田集人:プラスチック用塗料の開発動向と今後の展開, P.87-89 (2016)
- 2) Hans-Joachim Streitberger, Karl-Fredrich: Automotive Paints and Coatings, P.181 (2008)
- 3) 木下拓哉, 井上貴公: DNTコーティング技報 No.19, P27-31 (2019)
- 4) 特開2014-208827

陸上鋼構造物の重防食塗装と近年の技術動向

Heavy-duty Anticorrosion Coating of Onshore Steel Structures
and Recent Technological Trends

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 Div.
Protective Coatings Dept.
Technical Support Group



山内 健一郎
Kenichiro YAMAUCHI

1. はじめに

陸上鋼構造物として代表的な橋梁は、その多くが高度経済成長期に建設され、現在も供用されている。道路橋の場合、高度経済成長期に建設された橋梁が全橋の約40%を占めており、建設後50年以上経過した高齢橋は、2026年度には47%を占めると推計されている。現在のわが国の財政事情を考慮すると、これら的高齢化した橋梁は、適切な維持管理を施し、長期にわたり供用していくことが重要である。2013年には、インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議において、インフラ長寿命化基本計画が策定され、現在は戦略的なインフラの維持管理・更新に向けた取り組みが推進されている。

こうした背景から、「ライフサイクルコスト(LCC)の低減」を目的として、近年の重防食塗装においては高耐久仕様による塗替え周期の延長や塗装工程・工期短縮が進められている。また、もう1つの重要な課題である「環境負荷軽減」の観点では、水性塗料を設定したJIS改正がなされ、重防食分野における水性塗料の実工事も展開され始めている。本報では、陸上鋼構造物に適用される重防食塗装と近年の技術動向について紹介する。

2. 重防食塗装とは

重防食塗装に求められる機能としては、一般には鋼材の腐食を防止することと、構造物(被塗物)に目的の色彩を付与することであり、これらの機能を長期間維持することである。こうした機能を単一の塗膜で満たすことは困難であるため、通常は防食下地、下塗り塗料、中塗り塗料、上塗り塗料のように数種類の塗料を塗り重ねて塗膜全体(塗装系)で目的とする機能の維持を達成している。基本的な重防食塗装の塗膜構成を図1に、塗膜各層の主な役割を表1に示す。

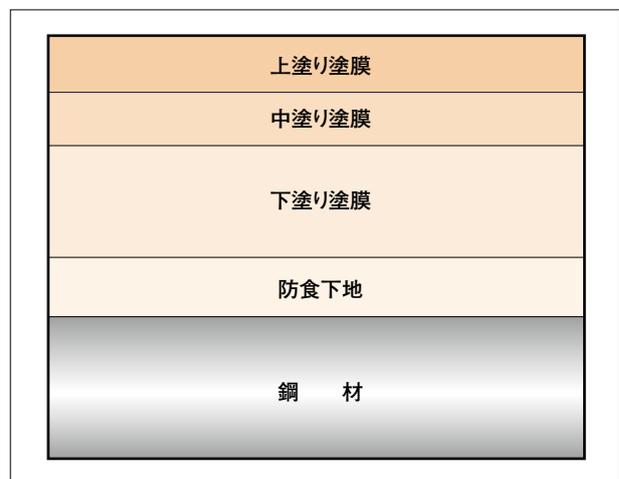


図1 重防食塗装の塗膜構成

表1 塗膜各層の役割

各層	主な役割
防食下地	鋼材に対する良好な付着性、犠牲防食作用、腐食性物質の遮断によって鋼材の腐食を防ぐ。鋼材面と直接接するので防食に対する影響が最も大きい。
下塗り塗膜	防食下地との付着性を確保する。水分や塩類などの腐食性物質の浸透を防ぐ。
中塗り塗膜	下塗り塗膜と上塗り塗膜の付着性を確保する。色相を調整することで、上塗り塗膜の隠蔽性を補助する。
上塗り塗膜	構造物を目的の色彩に着色する。長期間にわたって美観(光沢や色相)を維持する。

なお「重防食塗装」という用語は、過去から用いられていたものの近年まで明確な定義は存在しなかった。

2012年に発刊された「重防食塗装－防食原理から設計・施工・維持管理まで－(一般社団法人日本鋼構造協会編)」において、初めて以下のように定義されている。

【重防食塗装の定義】¹⁾

- (1) 無機ジंकリッチペイント、あるいは有機ジंकリッチペイントの防食下地を有すること。なお、金属溶射皮膜、溶融亜鉛めっき層も防食下地と見なすことができる。
- (2) 腐食因子の遮断性に優れたエポキシ樹脂塗料、弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料、超厚膜形エポキシ樹脂塗料、ガラスフレーク含有エポキシ樹脂塗料などを下塗り塗料とすること。
- (3) 耐候性に優れたポリウレタン樹脂塗料、ふっ素樹脂塗料などを上塗り塗料とすること。
- (4) 合計膜厚は、250～1000 μm 程度であること。
- (5) 新設塗装に期待する耐久性(防食性能と耐候性能)は、厳しい腐食環境で30年以上であること。

*なお、一般塗装系の塗替え塗装時に、旧塗膜を素地調整程度3種で処理して下塗り塗料に変性エポキシ樹脂塗料を、上塗り塗料にふっ素樹脂塗料を適用した場合は、防食下地がないため重防食塗装ではない。

表2には、陸上鋼構造物の代表的な新設塗装仕様である鋼道路橋防食便覧のC-5塗装系を示す。

表2 鋼道路橋防食便覧 C-5塗装系²⁾

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	標準 膜厚 (μm)	塗装間隔	
製鋼工場	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2		4時間以内	
	プライマー	無機ジंकリッチ プライマー	(160) (15)		
橋梁製作工場	2次素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2		6ヶ月以内	
	防食下地	無機ジंकリッチペイント	600	75	4時間以内
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	160	—	2日～10日
	下塗	エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	1日～10日
	中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30	1日～10日
	上塗	ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日

3. 重防食塗装の近年の技術動向

陸上鋼構造物の重防食塗装に関する近年の技術動向(塗料規格・塗装基準動向)を表3に示すとともに、代表例を以下に紹介する。

3.1 部分塗替え塗装

2012年の国土交通省国土技術政策総合研究所資料「道路橋の部分塗替え塗装に関する研究」の附属資料として、「鋼道路橋の部分塗替え塗装要領(案)」³⁾が示されている。

一般に、鋼構造物に塗装された塗膜は種々の要因により一様には劣化せず、限られた範囲で劣化が進行することが多い。また、過去の調査事例においても、鋼橋などにおける防食機能の劣化が著しい部位は、水回りが集中する桁端部など狭隘な空間に集中していることが分かっている。こうした背景から、本要領(案)は腐食の著しい部材または部位のみを対象にして、品質の高い

表3 近年の重防食塗装に関する主な塗料規格および塗装基準

塗料規格・塗装基準	発行年	発行所	内容
鋼道路橋塗装・防食便覧	2005	公益財団法人 日本道路協会	・鋼道路橋を対象とし、-5℃までの低温環境における寒冷地用塗料を用いる塗装工事に適用 ・塗装系、寒冷地用塗料の規格、施工について規定
鋼道路橋防食便覧	2014		・鋼道路橋塗装便覧(1990年)と鋼道路橋塗装・防食便覧(2005年)を統合
道路橋の部分塗替え塗装に関する研究 —鋼道路橋の部分塗替え塗装要領(案)—	2012	国土交通省国土技術 政策総合研究所	・鋼道路橋の部分塗替え塗装についての留意事項などを規定
寒冷地用塗料マニュアル(案)	2015	国立研究開発法人 土木研究所寒地 土木研究所	・鋼道路橋を対象とし、-5℃までの低温環境における寒冷地用塗料を用いる塗装工事に適用 ・塗装系、寒冷地用塗料の規格、施工について規定
鋼橋塗装設計施工要領 SDK塗料規格	2017	首都高速道路株式会社	・新設塗装系(現場継手部)、塗替え塗装系に水性塗料を適用した塗装系を規定 ・下塗り、中塗り、上塗り塗料に水性塗料を適用
	2019		・水性有機ジンクリッチペイントを現場塗装に採用
日本産業規格JIS K 5551 構造物用さび止めペイント	2018	一般財団法人 日本規格協会	・JPMS30(鋼構造物用水性さび止めペイント)を追加して改正 ・水性下塗り塗料を規定
日本産業規格JIS K 5659 鋼構造物用耐候性塗料	2018		・JPMS31(鋼構造物用水性耐候性塗料)を追加して改正 ・水性中塗り、上塗り塗料を規定
HBS塗料規格	2019	本州四国連絡高速道路 株式会社	・高耐久性ふっ素樹脂塗料上塗りの塗料規格を改正 ・省工程形ふっ素樹脂塗料の塗料規格を制定

小規模の塗装が行える部分塗替え塗装を実現することで橋全体の健全性を合理的に維持するとともに、橋の長寿命化にも繋がることを意図して策定された。

適用範囲は、国土交通省および内閣府沖縄総合事務局が管理する一般国道において塗装による防食が施された道路橋の鋼部材を対象としている。

部分塗替えする部位の塗装仕様は、原則として耐久性に優れた重防食塗装への塗替えとし、鋼道路橋防食便覧のRc-I塗装系(表4)に準拠した仕様としている。

表4 鋼道路橋防食便覧 Rc-I塗装系(スプレー)⁴⁾

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔
素地調整	1種		4時間以内
防食下地	有機ジンクリッチペイント	600	1日~10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1日~10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1日~10日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	170	1日~10日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	140	1日~10日

素地調整は素地調整程度1種を原則とし、狭隘な作業条件における素地調整方法として、バキュームブラストなどの記載がなされている。また、新塗膜と旧塗膜の境界には塗り重ね部を設けることとし、その仕様が図解で示されている。

3.2 寒冷地用塗料

寒冷地における冬季の現場施工に関しては、従来の塗料では塗装できる期間が短い。また、塗装した後の乾燥が遅いことから、次工程の塗料を塗装するまでの塗装間隔が長くなる。各塗料の塗装間隔を短くすることができれば、塗装工期の短縮も期待できる。こうした背景から、各塗料メーカーは低温時の施工性および乾燥性に優れた寒冷地用エポキシ樹脂塗料や湿気硬化形ポリウレタン樹脂塗料などの寒冷地用塗料を開発している。

2015年に国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所により、「寒冷地塗料マニュアル(案)」⁵⁾が示されている。本マニュアル(案)は、国立研究開発法人土

木研究所の基盤研究「現場塗装時の外部環境と鋼構造物塗装の耐久性の検討(2010～2014年度)」における室内促進試験、実環境の暴露試験、施工性試験などの研究成果に基づいた内容である。鋼構造物塗装に関わる技術者(管理者、設計者、施工者など)を対象として、寒冷地用塗料を使用する際の留意事項などが記載されている。本マニュアル(案)の概要を以下に紹介する。

(1)適用範囲

道路橋における鋼製の上部構造および橋脚構造の塗装工事のうち、外気の最低気温が-5℃までの低温環境における工事を対象とする。また、本マニュアル(案)に記載されていない事項は、鋼道路橋防食便覧に準拠する。

(2)塗装系

寒冷地用塗料を用いた塗装系として、CRc-I塗装系およびCRc-III塗装系の2種類を規定している。これらはそれぞれ鋼道路橋防食便覧のRc-I塗装系、Rc-III塗装系に対応するものであり、塗装系選定の考え方は鋼道路橋防食便覧と同様としている。いずれの塗装系も塗装方法は原則として、はけ塗りである。表5にCRc-I塗装系を示す。

表5 CRc-I塗装系(はけ)

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	標準 膜厚 (μm)	塗装間隔
素地調整	1種			4時間以内
防食下地	寒冷地用 有機ジンクリッチペイント	600	75	
下塗	寒冷地用塗料下塗	200	60	1日～10日
下塗	寒冷地用塗料下塗	200	60	1日～10日
中塗	寒冷地用塗料中塗	140	30	1日～10日
上塗	寒冷地用塗料上塗	120	25	1日～10日

3.3 水性重防食塗料

塗料の水酸化は火災リスクに対する安全性や作業・周辺環境への環境対策として最も有効な手法である。近年では、鋼構造物塗装においても水性塗料の開発、適用性の検討が実施され、実用化が進められており、水性塗料の規格制定や一部の鋼構造物管理団体においては塗装基準への採用といった動きがある。

3.3.1 日本産業規格(JIS)

2018年に、下塗り塗料を対象としたJIS K 5551(構造物用さび止めペイント)と、中塗りおよび上塗り塗料を対象としたJIS K 5659(鋼構造物用耐候性塗料)が改正され、鋼構造物用途の水性塗料が規格化された。

(1)JIS K 5551:2018

本規格は、JIS K 5551:2008(旧規格)に日本塗料工業会規格JPMS30:2016(鋼構造物用水性さび止めペイント)を追加する形で改正された。水性塗料の種類としてD種、E種が追加されている。D種は乾燥膜厚約30μmの標準形塗料であり、建築金属部の防せい(錆)に用いるものとし、E種は乾燥膜厚約60μmの厚膜形塗料であり、鋼構造物の長期防せい(錆)に用いるものとしている。JIS K 5551D種、E種に規定される塗料品質を表6に示す。

表6 JIS K 5551:2018 D種、E種の塗料品質⁶⁾

項目	D種	E種
容器の中の状態	かくはん(攪拌)したとき、堅い塊がなくて一様になる	
低温安定性(-5℃)	変質しない	
半硬化乾燥性	半硬化乾燥している	
塗装作業性	支障がない	
塗膜の外観	正常である	
ポットライフ	3時間	
たるみ性	—	たるみがない
上塗り適合性	支障がない	
耐おもり落下	割れ及び剥がれがない	
付着性	分類0	分類1又は分類0
耐熱性	塗膜の外観	—
	付着性	—
サイクル腐食性	さび、膨れ、割れ及び剥がれがない	
塗膜中の鉛の定量(質量分率%)	0.06以下	
塗膜中のクロムの定量(質量分率%)	0.03以下	
屋外暴露耐候性	さび、膨れ、割れ及び剥がれがない	

溶剤形塗料規格(A種、B種、C種)と異なる点を以下に記す。

- 1) 低温安定性(-5°C)を設定
- 2) ポットライフを3時間に設定

(2) JIS K 5659:2018

本規格は、JIS K 5659:2008(旧規格)に日本塗料工業会規格JPMS31:2016(鋼構造物用水性耐候性塗料)を追加する形で改正された。従来の溶剤形塗料をA種とし、水性塗料をB種として追加した。A種、B種それぞれに上塗り塗料1級、2級、3級および中塗り塗料を区分している。JIS K 5659 B種に規定される塗料品質を表7に示す。

表7 JIS K 5659:2018 B種の塗料品質⁷⁾

項目		B 種			
		上塗り塗料			中塗り塗料
		1級	2級	3級	
容器の中の状態		かくはん(攪拌)したとき、堅い塊がなくて一様になる			
低温安定性(-5°C)		変質しない			
表面乾燥性		表面乾燥する			
塗膜の外観		正常である			
ポットライフ		3時間			
隠ぺい率 %	白・淡彩色	≥90			
	鮮明な赤及び黄色	≥50			
	その他の色	≥80			
鏡面光沢度(60度)		≥70			—
上塗り適合性		—			支障がない
耐屈曲性		折曲げに耐える			
耐おもり落下性		塗膜に割れ及び剥がれが生じない			
層間付着性	I	—			異常がない
	II	異常がない			
耐アルカリ性		異常がない			
耐酸性		異常がない			
耐湿潤冷熱繰返し性		湿潤冷熱繰返しに耐える			
加熱残分 %	白・淡彩色	≥40			≥50
	その他の色	≥30			≥40
促進耐候性	照射時間	2000 (500)	1000 (300)	1000 (300)	—
	塗膜の外観	塗膜に割れ、剥がれ及び膨れがない			
	色の变化	大きくない			
	白亜化の等級	1又は0			
	光沢保持率 %	≥80 (≥90)	≥80 (≥90)	≥70 (≥80)	
屋外暴露耐候性	塗膜の外観	塗膜に割れ、剥がれ及び膨れがない			—
	色の变化	大きくない			
	白亜化の等級	1又は0	2,1又は0	3,2,1又は0	
	光沢保持率 %	≥60	≥40	≥30	

溶剤形塗料規格(A種)と異なる点を以下に記す。

- 1) 製品形態は多液形に限定しない(一液形も可)
- 2) 低温安定性(-5℃)を設定
- 3) ポットライフを3時間に設定
- 4) 加熱残分は溶剤形塗料よりも10%低い規格値に設定

3.3.2 鋼橋塗装設計施工要領 (首都高速道路株式会社)⁸⁾⁹⁾

2017年の鋼橋塗装設計施工要領の改訂において、水性塗料を採用した塗装系が設定された。本要領では、周辺環境への影響低減、作業環境の改善、地球環境への影響低減(VOC(Volatile Organic Compounds:揮発性有機化合物)削減)、危険物の削減などの対策として、現場塗装する塗料については、従来の溶剤形塗料でしか品質や機能が確保できない場合を除き、水性塗料を適用した塗装系が採用されている。

水性塗料の適用範囲は、新設塗装系の現場継手部および塗替え塗装系の下塗り、中塗り、上塗り塗料である。

さらに、2019年の本要領改訂においては、水性有機ジンクリッチペイントを現場塗装に採用した。鋼材面に防食下地として直接塗布する有機ジンクリッチペイントに水性塗料を用いるとフラッシュラスト(斑点状のさび)を発生する可能性があるため、塗料の品質規格に耐フラッシュラスト試験を追加規定するとともに、適用する鋼材面の素地調整程度を1種(ブラスト)または1種相当(ブラスト面形成動力工具)に限定する形で運用している。

本要領には、表8に示すような各種水性塗料の塗料規格が規定され、いずれの水性塗料についても揮発性有機溶剂量は10重量%以下、かつ非危険物であることとしている。

表8 鋼橋塗装設計施工要領に規定の水性塗料規格 (SDK塗料規格)

規 格	塗料名
SDK W-512	水性有機ジンクリッチペイント
SDK W-513	水性エポキシ樹脂塗料
SDK W-522	水性エポキシ樹脂塗料中塗
SDK W-531	水性ポリウレタン樹脂塗料
SDK W-534	水性ふっ素樹脂塗料

一般に水性塗料の乾燥性は、溶剤形塗料と比較して塗装時および塗装直後の温度・湿度の影響を大きく受ける。本要領においては、実工事を想定して塗装の可否に関わる気象条件を詳細に規定している。水性有機ジンクリッチペイント、水性エポキシ樹脂塗料ならびに水性エポキシ樹脂塗料中塗の塗装禁止条件は気温10℃以下、湿度85RH%以上、さらに低温時(5~10℃)については湿度70RH%以下を条件に塗装できるものとし、気温5℃以下の条件は湿度に関わらず塗装不可としている。

3.4 高耐久性ふっ素樹脂塗料

従来のふっ素樹脂塗料よりも優れた耐候性を有するふっ素樹脂塗料が開発されている。一般的に、淡彩系の色相は、塗膜中に白色顔料の酸化チタンを多量に配合している。酸化チタンは、紫外線、水、温度や塩分などの環境影響を受けやすく、光触媒作用により上塗塗膜の劣化が想定以上に早いことが課題であった。本州四国連絡高速道路株式会社では、瀬戸大橋で行った実橋試験塗装、宮古島および大鳴門橋暴露試験場における暴露試験結果を踏まえ、2019年に高耐久性ふっ素樹脂塗料上塗(乾燥膜厚25μm)の塗料規格改正、および省工程型ふっ素樹脂塗料(乾燥膜厚55μm)の塗料規格制定を行っている。上記2種類の塗料規格には、下記のように高水準の屋外暴露耐候性が規定されている。

【屋外暴露耐候性の品質】¹⁰⁾

塗膜に膨れ・剥がれ・割れがなく、光沢保持率は(一財)日本ウエザリングテストセンター宮古島試験場での光沢保持率が、暴露期間3年で50%以上および色の変化の程度が見本品に比べて大きくないこと。

4. おわりに

陸上鋼構造物の重防食塗装について、最近10年間の技術動向を紹介した。膨大なインフラの維持管理・更新に貢献する材料には、効率的・経済的であるとともに、安心・安全に使用できることが求められる。将来は、素地調整・塗装作業時および点検・診断時の効率化、省力化まで配慮した材料開発が必要と考える。

本報は、塗装工学Vol.55 No.8(2020)『重防食塗装の近年の技術動向』を基に、著者自ら再構成したものである。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本鋼構造協会：重防食塗装，p.33(2012)
- 2) 公益社団法人日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，p.II-33(2014)
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所：国土交通省国土技術政策総合研究所資料第684号，附属資料，鋼道路橋の部分塗替え塗装要領(案)，(2012)
- 4) 公益社団法人日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，p.II-118(2014)
- 5) 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所：寒冷地塗料マニュアル(案)，(2015)
- 6) 一般財団法人日本規格協会：JIS K 5551:2018
- 7) 一般財団法人日本規格協会：JIS K 5659:2018
- 8) 首都高速道路株式会社：鋼橋塗装設計施工要領，(2017)
- 9) 首都高速道路株式会社：鋼橋塗装設計施工要領，(2019)
- 10) 本州四国連絡高速道路株式会社：HBS塗料規格，pp.101-126(2019)

超低臭形室内用水性塗料「COZY PACK」

Super Low Odor Water based Paint for Indoor Use “COZY PACK”

塗料事業部門 建築塗料事業部
テクニカルサポートグループ
Coating Business Div.
Decorative Coatings Dept.
Technical Support Group



大川 峻平
Shumpei OKAWA

技術開発部門 研究部
研究第二グループ
樹脂合成チーム
Technical Development Div.
Research Dept.
Research Group 2
Resin Synthesis Team



齋藤 磨美
Mami SAITO



早川 哲平
Teppei HAYAKAWA

1. はじめに

近年、建築物内装に対して塗料を用いられる機会が増加している。内装の改修のように屋内で塗料を使用すると、塗料の揮発成分が容易には屋外に放散されず、塗装空間に充満する課題があった。したがって、一般にオフィスや商業施設の内装改修塗装工事の際には、人体に有害であり臭気の原因となるVOC (Volatile Organic Compounds : 揮発性有機化合物)が多く含まれる溶剤系塗料ではなく、VOC量の少ない水性塗料が用いられる。ただし水性塗料にも揮発性中和剤など臭気の原因物質が含まれていることから、塗料臭気への配慮のため周囲に人のいない夜間や休日に工事が行われることが多い。しかしながら、夜間や休日の工事では割増された人件費や施設の管理などにより施工費用が嵩むうえ、人員の確保も難しくなっている。

今後、熟練工の減少も含め、政府主導の「働き方改革」もあり、さらに人員の確保は困難になるものと考えられる。

こうした課題を解決するために、昼間でも改修塗装工事が可能なレベルまで臭気を抑えた水性塗料の開発に着手した。また、周囲に一般の人がいる環境で塗装を行う際、臭気がしないことから一般の人が知らないうちに塗料中のVOCを吸い込んでしまい、シックハウス症候群などの病気を引き起こすことが懸念される。した

がって、臭気を抑えただけでなく、有害物質にもなりうるVOCを全く含まない室内用水系塗料「COZY PACK」を開発した。その結果について報告する。

2. 塗料臭気の低減

これまで、塗料特有の臭気を目立たせなくする手法として、マスキングといった方法がとられている。マスキングとは悪臭と類似の系統の芳香剤を添加することで、芳香剤の強い臭気により悪臭を感じなくさせるといった方法である。しかし、市場では塗装を行っていることが分からないほどの塗料臭気が少ない塗料が求められているため、強い臭気を放つマスキングは不適切である。

したがって、塗料中に臭気の原因物質を持ち込まない、または取り除くことにより塗料の臭気を極限まで抑えることとした。

2.1 塗料中の臭気の原因物質

水性塗料は水、エマルジョン樹脂ワニス(以下、エマルジョンと略す)、顔料、添加剤から構成されている。図1に一般的なエマルジョン内装用塗料の構成原料比を

示す。水、および固体である顔料の臭気は無視できると考えられることから、塗料の27%を占めるエマルジョンとわずかな添加剤の臭気を抑えることが必要である。

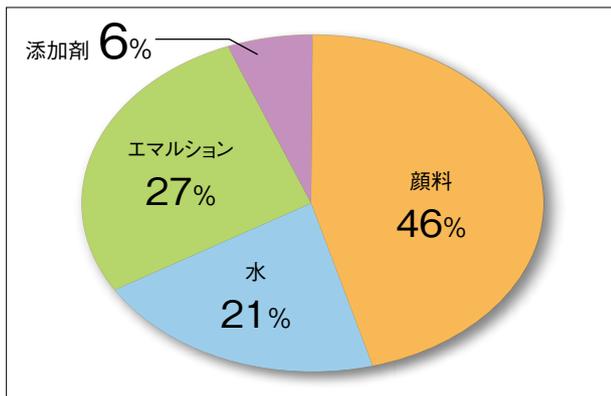


図1 一般的なエマルジョン内装用塗料の構成原料比

2.2 エマルジョンの臭気低減

一般のエマルジョンの臭気の原因物質として、エマルジョン製造時の未反応モノマー、中和剤、原料に含まれる不純物などが挙げられる。特に未反応モノマーと揮発性中和剤は臭気が強いため、これらを対処する必要がある。

本塗料に使用しているエマルジョンは配合、製造技術により未反応モノマーはほとんど含まれていないため、対象となる臭気の原因物質は揮発性中和剤のみとなる。一般的に使用される中和剤は揮発しやすい性質を持つことから、脱気脱臭処理で気化させ留去することができる。しかしながら、エマルジョンをそのまま脱気脱臭処理を行なうと多くの凝集物が発生し、製造時の作業性およびエマルジョンの性能に悪影響を与えていることが分かった。この原因の一端として、脱気脱臭処理中のエマルジョン粒子の不安定化が考えられた。エマルジョン粒子表面は中和剤によりイオン対を形成することで電荷を帯び、静電的相互作用による粒子同士が反発し合う力(斥力)が働くことで粒子同士が凝集することなく、分散安定性を保っている(図2 2)参照)。

しかし、エマルジョンの脱気脱臭処理によって揮発性中和剤が留去されることにより、エマルジョン粒子がイオン対を形成できなくなり粒子間の斥力がなくなってしまうと考えられ、多くの凝集物を発生させた原因である

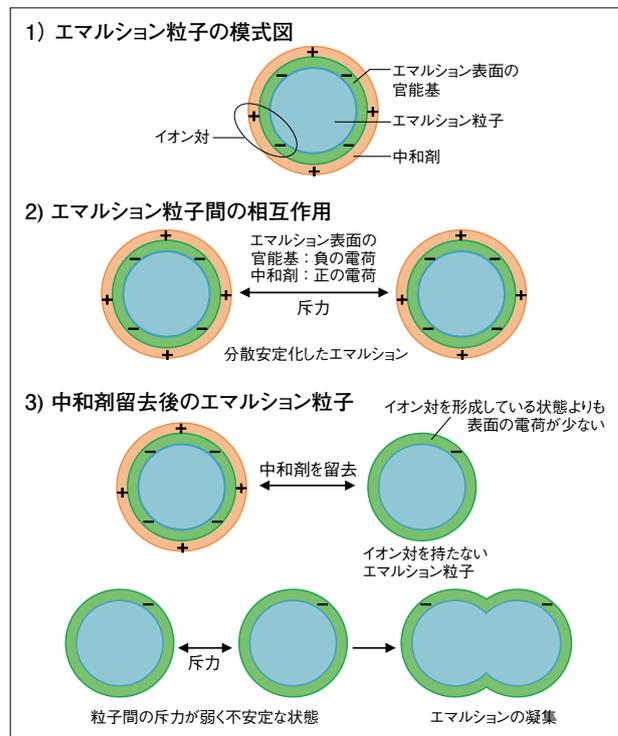


図2 エマルジョン粒子の模式図

と推測した(図2 3)参照)。

次に、エマルジョンを不安定化させず脱気脱臭処理を行うため、揮発性中和剤を不揮発性中和剤に変えエマルジョンへ添加することを試みた。不揮発性中和剤をエマルジョンに加え脱気脱臭処理を行うことで、エマルジョンの不安定化を回避し、凝集物発生量の軽減が確認できた。したがって、上記の操作によってエマルジョンを不安定化させずエマルジョンの臭気低減を行うことができる手法が確立できた。

脱気脱臭処理前後のエマルジョンの臭気を臭気センサ(新コスモス電機社製,XP-329III)を用いて比較したところ、エマルジョンは脱気脱臭処理を行うことにより臭気値が80%も低減されていることが明らかとなった(表1)。また臭気値64は居間などの日常であり臭いを感じない環境と同等の値である。

表1 臭気値

	臭気値
脱気脱臭処理エマルジョン	64
未処理エマルジョン	401

2.3 添加剤の臭気低減

様々な目的で使用される添加剤は、その種類によって含まれる化合物は大きく異なる。したがって、添加剤の種類によっては強い臭気を放ち、添加量が少量であっても塗料の臭気に影響を与える可能性がある。

塗料の臭気に影響を及ぼさない添加剤の選定を行った。選定の際は、臭気センサによる臭気値および人による官能評価で評価を行った(表2)。水性塗料に一般

表2 添加剤の臭気評価結果

添加剤	臭気値	官能評価	評価
増粘剤①	8	気にならない程度	○
増粘剤②	40	甘く不快な臭気	×
防腐剤	15	気にならない程度	○
防かび剤	15	気にならない程度	○
消泡剤①	61	油のような臭気	×
消泡剤②	76	甘く不快な臭気	×
分散剤	22	気にならない程度	○

的な添加剤の中で臭気値、官能評価での評価が悪かった増粘剤②と消泡剤①②について、代替検討を実施した。また開発目標を達成するため、代替品の条件として以下の条件を加えた。

- (1)ゼロVOCであること
- (2)目標とする塗料性能を確保するもの

増粘剤については、一般的に使用されるウレタン会合型の増粘剤は顔料と相互作用をとることで塗料の粘性を変化させる性質を持つため、色分れを起こすものもある。また消泡剤は消泡性とハジキのバランスをとる必要がある。従って(1)を含めたすべての条件を満たした添加剤を選定した。

3. 「COZY PACK」の臭気評価

開発した超低臭塗料について、臭気センサを用いた社内での評価、および外部試験機関での臭気の評価を行った。

3.1 臭気センサでの評価

臭気センサでの塗料臭気の値を図3に示す。比較対象として、一般的なエマルジョン内装用塗料を用いた。「COZY PACK」は一般的なエマルジョン内装用塗料に比べて臭気値が20%以下となっていることを確認できた。

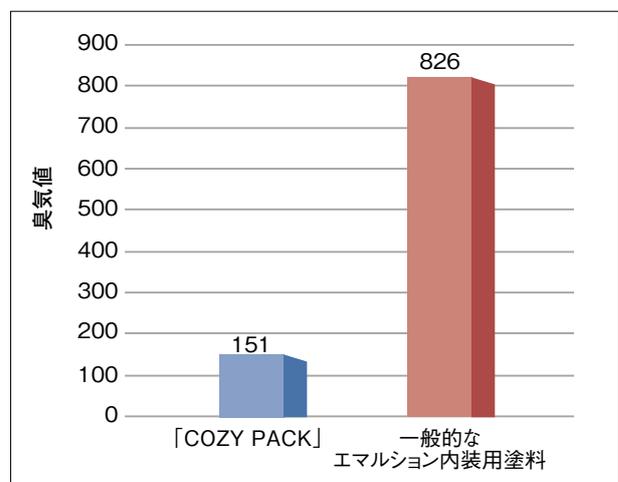


図3 塗料の臭気値

3.2 社外での評価

株式会社環境管理センターで、「COZY PACK」と一般的なエマルジョン内装用塗料について臭気濃度、臭気強度の2項目を評価した。

3.2.1 臭気濃度

臭気濃度とは、においの広がりやすさに着目した数値化手法で、日本では三点比較式臭袋法によって求められる。環境庁が公示する「臭気指数および臭気排出強度の算定の方法」で定められる嗅覚検査に合格したパネル6名以上がトライアングルテストにて判定したにおわなくなるまでの希釈濃度を統計的に数値化する手法であり、再現性や客観性に優れた値が得られる。このにおいが感じられなくなるまでの希釈濃度が臭気濃度である。

臭気濃度は「COZY PACK」が86、一般的なエマルジョン内装用塗料は1400であった。つまり一般的なエマルジョン内装用塗料から「COZY PACK」に切り替え

ることによって臭気は90%以上も低減することが期待できる。

3.2.2 臭気強度

臭気強度とは、においの強さに着目して臭気を数値化する嗅覚測定法の一つであり、日本では6段階臭気強度表示法が広く使用される(図4)。これは、臭気濃度

	0	無臭
	1	やっと感知できるにおい(検知閾値濃度)
	2	何のにおいであるか弱いにおい(認知閾値濃度)
	2.5	
	3	楽に認知できるにおい
	3.5	
	4	強いにおい
	5	強烈なにおい

図4 6段階臭気強度表示法

と同様に、嗅覚検査に合格したパネルが試料の評価する際に感じるにおいを6段階で判定し、その平均値から算出される。

一般的なエマルジョン内装用塗料の臭気強度は3.5であったのに対し、「COZY PACK」の臭気強度は2.4であった。この臭気強度は悪臭防止法において敷地境界線の規制基準として使用されている。ここでは臭気強度が2.5～3.5に対応する物質濃度などが敷地境界線の規制基準の範囲として定められている。「COZY PACK」の臭気強度は規制基準以下の2.4であったことから、「COZY PACK」の臭気は周囲の人々の生活環境を損なわせないような弱い臭気であるといえる。

4. 「COZY PACK」の塗料性状および塗膜評価

合成樹脂エマルジョンペイントの規格であるJIS K 5663の評価項目および評価結果を表3に示す。「COZY PACK」は主に屋外用の規格である1種を満たしていることから、内装用塗料としての性能を十分有するといえる。

表3 JIS K 5663 1種の試験結果

項目	試験条件	結果
隠ぺい率 (白及び淡彩)	93以上	97
塗装作業性	2回塗りで、塗装作業性に支障があってはならない	合格
耐水性	脱イオン水 96時間浸漬	合格
耐アルカリ性	飽和消石灰水 48時間浸漬	合格
耐洗浄性	洗浄試験機 0.5%石けん水溶液 ブラシ500往復の洗浄に耐える	合格
促進耐候性	キセノンアーク灯式(XWOM) 240時間 白亜化等級1以下 はがれおよび割れなし	合格
ホルムアルデヒド 放散量	F☆☆☆☆0.12mg/L以下	検出限界 以下

5. 実績

上市后1年経過したが、大手コンビニエンスストアの内装塗り替え塗料として全店舗での採用が決まった。コンビニエンスストアのような24時間営業の店舗は、内装の塗り替え工事の際に養生や換気のための時間を十分にとることができず、店舗内に塗料臭気がかもってしまいクレームを招くことがあり、「COZY PACK」の採用に至った。また「COZY PACK」の特長であるゼロVOCも相まって、病院や食品工場の内装塗り替え塗料にも採用されている。

6. 総括

エマルジョンの低臭化処理、および添加剤の選定を行うことにより、市場要求に対応した臭気の少ない塗料を開発することができた。今後の展開としては超低臭塗料の適用用途の拡大のため、つや有塗料やシーラー・プライマーを開発することで、超低臭を謳った製品「COZY PACKシリーズ」を充実させていきたい。

マグネシウム合金の腐食特性とその塗装

Corrosion Properties and Coating of Magnesium Alloys

技術開発部門 開発部
技術開発第二グループ
TECHNICAL DEVELOPMENT DIV.
TECHNICAL DEVELOPMENT GROUP 2



山田 晃司 西川 昂志
Koji YAMADA Takashi NISHIKAWA

1. はじめに

マグネシウムの比重は1.7であり、鉄7.9、チタン4.5、アルミニウム2.7と比べても実用金属中で最軽量である。比強度(強度/比重)、比剛性(剛性/密度)の面でもアルミニウムや鉄、樹脂材料よりも高く、さらにマグネシウムは振動吸収性にも優れるといった特長もある。よってその特長を活かし、カメラやパソコンの筐体の他、競技用アルミホイールなどに使用されているケースが多い。但し、燃焼しやすい、腐食しやすいといった欠点も併せ持つ。特に腐食に関しマグネシウムは、金属の中では卑金属の部類に属しイオン化しやすい金属であるため、腐食性に劣る傾向がある。軽量化目的に対し屋外環境への耐性の面では、優れた特性の割にはまだその用途面で市場展開が進んでいない金属でもある。

ここではマグネシウム材の腐食特性と、それに対する塗装と評価を含めた留意点につき述べる。

2. マグネシウムの腐食特性と塗装による耐食性付与手法

2.1 金属イオン化傾向と腐食について

金属のイオン化傾向(列)は、以下である。

(高) $K > Ca > Na > Mg > Al > Mn > Zn > Cr > Fe > Cd > Co > Ni > Sn > Pb > (H) > Cu > Hg > Ag > Au$ (低)

一方で、腐食とは周囲環境(接触金属・気体・水など)との酸化還元反応により表面の金属が電子を失ってイオン化し、金属イオンがその酸化物に置き換わることでさび(腐食生成物の析出)として現れるものである。腐食は上記の「イオン化傾向」と密接な関係にある。すなわち、イオン化傾向の高い金属(卑なる金属)であるほど、腐食しやすい傾向にある。マグネシウムは、アルミニウム・鉄に比べ、イオン化傾向が高いため、腐食しやすい金属であると言える。

さらに、イオン化傾向の異なる異種の金属が接する場合にも腐食が発生する。

いわゆるガルバニック腐食と呼ばれるもので、互いに接する金属間に電位差が生じる場合に発生する。当然これも留意せねばならない。もちろん、金属自体のイオン化に際し水分(電解質)の関与も無視できない。

2.2 塗装による耐食性付与について

2.2.1 一般論としての耐食性付与方法

金属の腐食に対し塗装による耐食性の付与については、一般的に塗料配合技術として以下の手法を採用する。

①防錆顔料の添加…犠牲防食効果

上述のイオン化傾向を利用し被塗物よりイオン化傾向の高い顔料(防錆顔料)を塗料中に配合し、被塗物(金属)酸化よりも早く塗膜中で安定な酸化物を作り、被塗物金属そのものは酸化(さび)させないという働きを加える手法である。(防錆顔料の例;リン酸アルミ顔料など)

②水分遮蔽効果…イオン化の抑制

金属のイオン化は、濡れ環境において特に促進される。水分を遮断するため、塗膜の水分透過率を下げ水分が金属に直触れぬようにすることも重要である。

③塗膜の付着性向上…塗膜欠陥部からの腐食進行防止

上記対策を施しても、傷などの塗膜欠損部から水分が侵入し塗膜と被塗物との界面を進むことで、傷跡部(非被覆部)腐食が進行拡大する可能性もある。この腐食の進行を抑えることも重要である。

④化成処理技術の適用

素材に施す化成処理皮膜も大きな防錆因子となる。ただし塗膜として化成処理膜とのマッチングをも検討せねば十分な防錆効果が得られない。化成処理は、数十ミクロンに及ぶ塗膜(有機被膜)と異なりナノサイズの結晶物を金属上に付着させるためその防食性能に関して

は「ち密」であることと、加えてその上に塗装される塗膜とのマッチング性も要求される。

よって、①～③までの効果を十分に発揮すべく塗料(塗膜)設計を行い、④化成処理皮膜とのマッチング性評価を考慮することが塗料設計のポイントとなる。

2.2.2 マグネシウム材への耐食性付与方法

それでは、実際にマグネシウム材への塗装は、どうかということになるが、①の防錆顔料による防食対策については、あまり効果が期待できない金属である。マグネシウムのイオン化傾向は被塗物金属の中でも最も大きい部類に属し、一般的な「アルミニウム化合物系防錆顔料」では効果が得られない。イオン化傾向が逆転するためである。マグネシウムよりイオン化傾向の高い金属化合物を使わねばならないという事になれば、その金属種も特殊なCa系防錆顔料などに限られ、一般的なZn系やAl系の防錆顔料などは使用できない。よって、左記②③の効果を最大限に発揮でき、加えて④の化成処理とのマッチング性も十分な塗料設計を必要とする。

具体的には、マグネシウム用プライマーの設計においては、密着力が高く、架橋密度が高い二液のエポキシ樹脂を主体とすることで、水分の遮蔽効果を狙うものとする。また組み合わせる上塗りとしては架橋密度が上がりやすく水分遮蔽性の高い一液メラミン塗料を推奨する。(図1)また、上塗り選択性を克服するために、特に二液ウレタン系上塗でも十分な性能が確保できるマグネシウム用プライマーを現在開発中である。

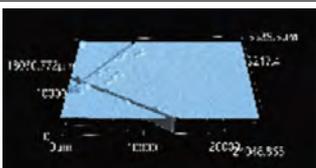
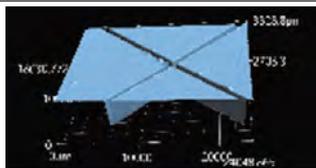
		マグネシウム(AZX611)		
		No.1	No.2	No.3
屋外暴露 3年懸架				
				
塗装仕様	化成処理	化成処理	化成処理	化成処理
	プライマー：一液エポキシ系	プライマー：二液エポキシ系	プライマー：二液エポキシ系(MG用改良品)	
	上塗り：二液ウレタン	上塗り：一液メラミン	上塗り：二液ウレタン	

図1 塗装仕様と腐食状態(沖縄暴露3年)

2.2.3 「マグネシウム」と「マグネシウム合金」

マグネシウム材に対する塗料・塗装設計に対し、我々塗料メーカーや塗装メーカーでは、被塗物の大分類として「アルミニウム」「鉄」「マグネシウム」などの一般的区分で紹介されるのが通例である。ところが、被塗物としてのマグネシウムには「純マグネシウム」はほとんど無く、実際には「マグネシウム合金」であるのが実態である。アルミニウムも同様であるがマグネシウムについても、マグネシウム合金として用途に適合させた合金として各種実部材に採用されている。

純マグネシウム材の機械特性の改質には複数の微量添加金属が添加されるものが多い。各種合金化にあたっては、その種類や組成・製造法によってその種類が細かく分類され、一般的に表現が明瞭なASTM法で表現されている。

表1 マグネシウム合金に使用される表記記号¹⁾

元素名	元素記号	表記記号	添加の目的
アルミニウム	AL	A	鋳造製、機械的性質、耐食性の改善
銅	Cu	C	機械的性質の改善
カルシウム	Ca	X	クリープ強度改善、燃焼防止
亜鉛	Zn	Z	鋳造製、機械的性質、耐食性の改善
トリウム	Th	H	結晶粒の微細化 機械的性質、耐熱強度の改善
ストロンチウム	St	J	耐熱温度の改善
ジルコニウム	Zr	K	結晶粒の微細化、熱間加工性の改善
リチウム	Li	L	軽量化 結晶構造の変換
マンガン	Mn	M	耐食性の改善
ケイ素	Si	S	鋳造製、機械的性質、耐食性の改善
希土類	—	R	機械的性質、耐熱強度の改善
錫	Sn	T	機械的性質、クリープ強度の改善
イットリウム	Y	W	結晶粒の微細化

例えば、AZX***などと記載されるものは、Aはアルミニウム・Zは亜鉛・Xはカルシウムの微量金属を示し、***はそれぞれ添加量の重量パーセント(wt%)を示すものである。例えば、AZX611はアルミニウム6%・亜鉛1%・カルシウム1%を含むマグネシウム合金であるこ

とを示す。

なお、製造法の分類としては、「展伸材(圧延・押し出し)」「鋳造材」「ダイカスト」がある。材料の機械的要求性能や製造時の成型性向上を目的に、こうした「微量添加元素」による合金化がなされ、その添加量も様々な状況である。

2.2.4 「マグネシウム合金」への塗装 (微量添加元素の影響)

ここまで一般的なマグネシウムの特性や塗装について述べてきたが、特筆すべきは、耐食性に関して実際の被塗物としての「マグネシウム合金」については、微量添加元素の影響や製造時における結晶構造などを無視して耐食性を語れないことにある。

例えば微量添加元素として加えられるカルシウム元素などは、マグネシウムよりさらにイオン化傾向は大きく、腐食しやすい傾向にある。これらは塗装品として評価する場合には「糸錆」と呼ばれる糸状の腐食を進行させるおそれがある。通常、さびは面状態で進行するが、微量金属を含む合金の場合は糸錆としてさびが進む場合がある。「美装」を求める塗装に対して糸錆(塗膜浮き)も大敵である。



図2 糸錆の発生状況

いずれにせよ被塗物としてのマグネシウム合金を語る場合には、その合金組成と添加量、場合によっては結晶構造やその分散状態までも留意する必要がある。これらは、一般的にマグネシウムの塗装品につき耐食性評価を行う上で「耐食性能での結果のバラつき」が大きいといわれる一因かもしれない。

3. 最近のマグネシウム合金開発状況 (難燃性マグネシウム)

冒頭に記した様に、マグネシウムは実用金属中で最軽量であるが、「燃えやすい」という欠点から自動車・鉄道車両などの安全性を問われる用途には、あまり積極的に用いられていない。この問題を克服するために開発されたのが各種難燃性マグネシウム合金である。この後の章では屋外用途に供される「難燃性マグネシウム合金」につき、耐食性評価データをもとに説明する。

4. 難燃性マグネシウム合金材の腐食について

一般に市販される難燃性マグネシウム材(AZX611、612など)について、アルミニウム材(A6N01)と比較し、促進試験と屋外暴露の評価および暴露品の腐食生成物の解析より腐食挙動の調査を実施した。

4.1 促進試験でのマグネシウム素材の腐食量評価について

一般的に腐食に関しての評価方法は、JIS規格で定められる塩水噴霧試験(SST)が代表的試験といえるが、マグネシウムの腐食特性を明らかにするには不十分と考えた。そこで、「塩水噴霧試験(SST)」「CASS試験(SST試験溶液に塩化銅を加え、腐食促進を狙う試験)」「塩水浸漬試験(SDT)」、加えて乾燥工程を含む「複合サイクル試験(CCT)」他に「屋外大気暴露」と比較しながらアルミニウム材と共に試験を実施した。

それぞれの結果をその評価条件と比較しながら、その傾向をまとめたものが図3である。

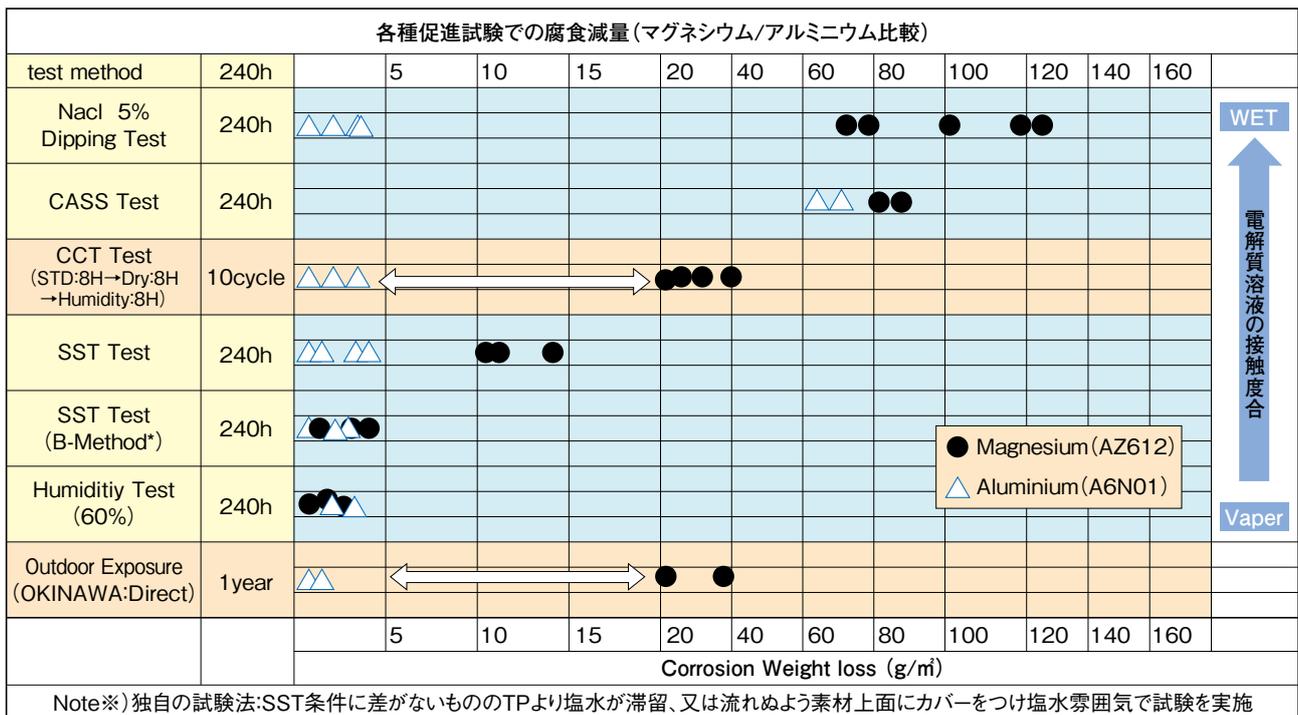


図3 各種試験における腐食減量

縦軸に各種試験(Dipping、CASS、CCT、SST、耐湿、屋外暴露他)とし、横軸に腐食量をプロットし、アルミニウムとマグネシウムを比較した。

なお、塩水噴霧試験(SST)は試験片表面に塩水が滞留した後に、流れ落ちる現象が生じてしまう。この塩水の流れにより腐食生成物も流れ落ちてしまう現象を危惧する。そこで、塩水雰囲気条件のみの確認を目的としてJIS試験にはそぐわないものの、独自にB法として設定した。これは、試験片を水平に保ち、且つ試験片の上部に直接塩水がかからぬ様にした評価方法である。これも通常の塩水噴霧試験と並行しながら実施した。

アルミニウム材と比較すると、マグネシウム材はやはり腐食減量が多い。ただし試験法の種類によってはその腐食量の差が異なるものもあった。マグネシウムの腐食で特長的なのは、各種試験機器による電解質(水分)の

濡れ条件と腐食減量には相関があることである。濡れ条件の大きい試験ほど、腐食減量も大きい。さらに塩水噴霧試験に関しては、試験中は試験片に多量の塩水が付着し、常に流れ落ちる状態にあるが、塩水蒸気雰囲気のみで評価すると腐食減量は低下する。すなわち腐食生成物が溶出し流れ落ちることがなければ、腐食は顕著に進まないといえる。

それでは、この腐食生成物が何か?ということになるが、分析では水酸化マグネシウム(Mg(OH)₂)がほとんどを占めており、酸化物(錆)としてのマグネシウムが水分との反応(MgO(錆)+H₂O⇒Mg(OH)₂)にて針状結晶として生成されたものであり、たやすく水に溶解するものである。

なお、試験片外観(図4)に関しても、濡れ条件の大きい試験法では、腐食生成物である水酸化マグネシウム

試験項目	Dipping(5%)		CASS(5%)		CCT	
試験時間	240h		240h		10cycle	
素材	MG	AL	MG	AL	MG	AL
						
試験項目	SST(5%)		SST(B)		耐湿	
試験時間	240h		240h		240h	
素材	MG	AL	MG	AL	MG	AL
						

図4 各種試験における腐食外観

主体の水和品混合物が溶出している様子がわかる。

さらに屋外大気暴露(沖縄;宮古島)での腐食減量の傾向を比較すると、最も相関があるのが複合サイクル試験(CCT)であると考えられる。このことは、実屋外環境では降雨と乾燥が繰り返される条件であり、やはり本促進試験も乾燥工程を含む試験が相関性の高い結果となった。逆に常時湿潤雰囲気にある試験は腐食を加速するものの、実暴露とは相関性はかけ離れてゆく傾向にあり、その塗装品についてのカット部からの腐食幅でも同じことが言える。

4.2 屋外大気暴露評価における マグネシウム材の腐食について

併行して実施した屋外大気暴露評価は、一般財団法人日本ウエザリングセンター:宮古島暴露試験場(沖縄県宮古島市)および銑子暴露試験場(千葉県銑子市)にて実施した。加えて、「直接暴露」および「遮蔽暴露」の2拠点・2方式の4水準にて暴露を実施した。

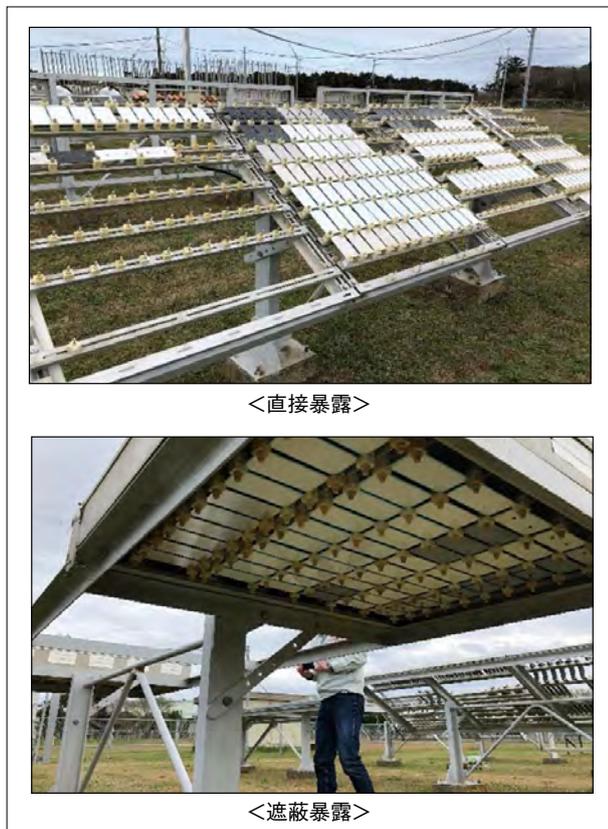


図5 暴露場での腐食試験状況

その結果

- ①当然ではあるが、アルミニウム材に比べ腐食しやすい
- ②直接暴露試験での銑子と沖縄の比較評価では、毎年一定の腐食が各拠点で観察されるが、銑子の方が年間腐食量は大きい
- ③遮蔽暴露は、年次で腐食量が減少方向にある。

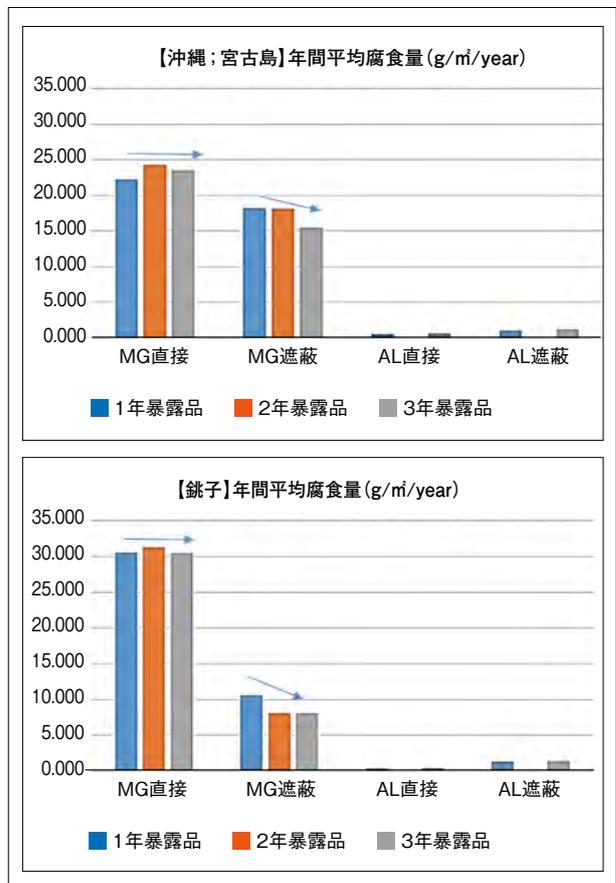


図6 暴露でのマグネシウムの腐食による重量減量

この結果を、以下で考察する。

塗膜評価では沖縄暴露は紫外線・気温の影響を強く受け、厳しいものとして知られているが、金属素材の腐食には気温はもとより、むしろ水分(雨水、結露を含めた濡れ時間)と腐食生成物の流出の影響を受けやすい。

屋外環境における腐食性確認においても、特にマグネシウム合金の場合にはアルミニウムなどの他の金属以上に、著しく水分の影響が大きいといえる。

マグネシウム材の湿潤環境下における『腐食促進と腐食生成物の溶出』は無視できず、塗装品の促進腐食試験評価をする上でも是非とも促進評価方法の選定時の視野には入れるべきであると考えます。

5. マグネシウム合金の 微量添加元素の影響について

各種微量元素が添加された種々のマグネシウム合金の塗装品への腐食の影響につき暴露結果も含め考察する。

5.1 『塗装品』における微量添加元素の 影響について

マグネシウム合金の塗装品の評価については、微量添加元素量の他に別途留意すべき点が存在する。すなわち『美装目的』での塗装の観点からすれば、塗膜欠損部からのさびが著しく進み外観を損ねないことも重要な評価項目に値する。特にマグネシウム合金の塗装品は、防錆性を上げた場合でも、糸状に長く伸びたさびが発生することは2, 2, 4項でも述べた。なお、微量添加元素を含むアルミニウム合金でも同じ現象が起こることも確認される。

一般的に、マグネシウム合金中の微量添加元素は合

金内に均一に分散されているとも限らず、その結晶構造(六方晶)の中に取り込まれ、その『結晶粒界』中に存在することが多い。(図7)合金であるが故にマグネシウムを主体とする母相(α 相)に添加元素を含む合金部の β 相が分散する形態となり、さらに結晶粒界部分にこの β 相が介することが多い。ここは周囲に比べ表面自由エネルギーが高くガルバニック腐食も含め不安定な部分でもある。

しかも、微量添加元素にカルシウムが含まれる場合は、前述の様にカルシウムはマグネシウムよりさらにイオン化傾向が高い金属であるため、ここにカルシウム化合物が偏在すると、ことさら腐食しやすい因子を備えているものと考えられる。

すなわち、金属表面組成中の腐食に弱い部分(マグネシウムの結晶粒界に存在するカルシウム成分部分)を縫うようにして腐食が糸状に進むことにも留意せねばならない。よって、合金中の微量添加元素の種類とその添加量はもとより結晶構造についても、この糸錆を考慮する場合には重要な因子である。

但し、残念ながらこの微量添加元素の分散状態や金属結晶の大きさは、マグネシウムの成型性・強度設計を含めた製造過程や溶接などの熱履歴に左右される場合が多い。よって糸錆に関しては添加元素量のみで一概に語るができないのが通例である。

したがってテストピースのみならず実際の製造成型過程を踏まえ、実部材でも確認することをお勧めする。

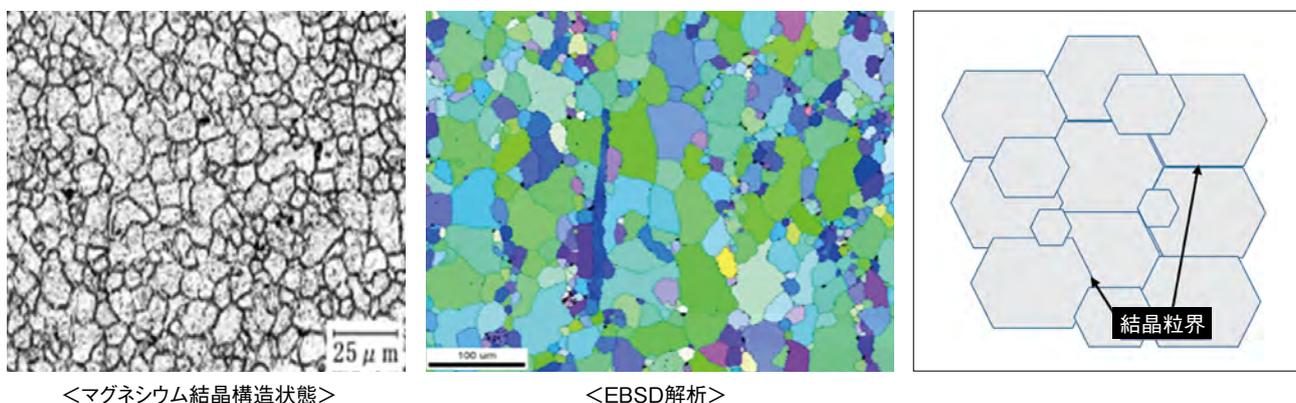


図7 マグネシウム基材の表面状態(結晶構造)

6. まとめ

以上まとめると

①マグネシウムは、他のアルミニウムなどの金属に比べて、水分（電解液）が介するとイオン化傾向が高い金属であるが故に非常に腐食が進みやすい特性がある。また、その評価においても特に塩水噴霧試験（SST）や塩水浸漬試験（SDT）などの常時濡れ状態にある促進暴露試験では、屋外環境試験に比べ大きな腐食傾向の差異が発生するため、評価時には他の金属と比較して実暴露とはズレを生じることもあり留意すべきである。

②腐食抑制のための塗装については、従来のイオン化傾向を利用した犠牲防食を手法とする各種防錆顔料は大きく効果が期待できず、塗膜の密着力・水分遮蔽性を主目的に設計すべきである。

③一般的にはマグネシウムと一言で語られるが、実際の市場用途では様々な要求物理特性に合わせた微量添加元素を加え調整されたマグネシウム合金での採用であるため、防錆塗膜設計においてはその微量添加元素にも十分に留意すべきであり、かつ厳密にはその製造履歴も含めた結晶中の分散状態にも留意すべきである。

参考資料

- 1) 工業調査会 日本マグネシウム
現場で生かす金属材料 マグネシウム
- 2) (一社)日本マグネシウム協会HP
マグネシウム基礎知識：
<http://magnesium.or.jp/property/>
- 3) (一財)日本ウエザリングテストセンターHP
試験場と気象環境因子：
<http://www.jwtc.or.jp/sikenjo/kankyo.html>

常温金属溶射工法におけるアルミニウム・マグネシウム合金溶射皮膜の性能評価

Performance Assessment of the Room Temperature Metal Spraying Method of Aluminium - Magnesium Alloy Coating



1. はじめに

金属溶射は鋼材よりも電位が卑な金属(亜鉛、アルミニウム、マグネシウムおよびそれらの合金など)を溶融した粒子を鋼材表面に吹き付けて皮膜を形成し、犠牲陽極作用や環境遮断効果により防食する工法である^{1),2)}。

金属溶射の中には亜鉛溶射や亜鉛・アルミニウム擬合金(以下ZnAl擬合金と示す)溶射などがあり、その種類として溶融した金属粒子が高温で皮膜形成するJIS H 8300(亜鉛、アルミニウムおよびそれらの合金溶射)やISO 2063(THERMAL SPRAYING-ZINK, ALUMINIUM AND THEIR ALLOYS)などの工法と、溶融した金属粒子がほぼ常温(40~70°C)まで冷却されて皮膜形成する常温金属溶射システムのMetal Spray工法(以下MS工法と示す)がある(特許公報平3-28507)。MS工法の特長を表1に示す。MS工法は鋼材表面での皮膜形成時の温度が常温であるため、作業性や安全性に優れている³⁾。また粗面形成材(弊社商品名:ブラストン#21)を適用することで、ブラスト処理(Sa2½)だけでなく動力工具処理(St3)においても適用可能となる。

近年では、厳しい腐食環境において高い防食性を示すことからアルミニウム・マグネシウム合金(以下AlMg合金と示す)溶射が海浜地域や橋梁の桁端部などで

適用されている。MS工法においても、AlMg合金溶射を確立した。本報では、その皮膜性能に関して報告する。

表1 MS工法の特長

溶射直後の板温	常温(40~70°C)
粗面形成材の適用	可能
素地調整のグレード	ブラストSa 2 ½* 動力工具処理 St3*
粗面形成材の適用	適用可能
塗装仕様	

* ISO 8501-1:2007で規定

2. 実験

2.1 耐食性試験(耐中性塩水噴霧試験、キヤス試験、耐複合サイクル試験)

(1) 鋼材種

- 炭素鋼(JIS G 3101, 素地調整:グリットブラスト処理 ISO-Sa2½)、t4.5×70×150mm
- 溶融亜鉛めっき鋼材(HDZ55, JIS H 8641)、t4.5×70×150mm

表2 耐食性評価の供試仕様

試験板No.	1	2	3	4
仕様	AlMg合金溶射	ZnAl擬合金溶射	一般外面の塗装仕様 C-5塗装系 ¹⁾	新設溶融亜鉛めっき面用 外面塗装仕様 ZC-I ¹⁾
素地調整	グリットブラスト処理 ISO-Sa2½			—
粗面化処理	粗面形成材		—	—
防食下地	AlMg合金溶射 (100μm以上)	ZnAl擬合金溶射 (100μm以上)	無機ジンクリッチペイント (75μm)	溶融亜鉛めっき HDZ55
封孔処理	封孔処理材			—
ミストコート	—	—	厚膜形エポキシ樹脂系 塗料下塗	—
下塗り	—	—	厚膜形エポキシ樹脂系 塗料下塗 (120μm)	亜鉛めっき用エポキシ樹脂系 塗料下塗 (40μm)
中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗 (30μm)			
上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗 (25μm)			

(2) 供試仕様

耐食性試験の供試仕様を表2に示す。

(3) 耐食性試験方法

1) 耐中性塩水噴霧試験

JIS K 5600 7-1 (耐中性塩水噴霧性) に準拠し、6000時間供試後、一般部およびクロスカット部の評価を行った。試験条件を表3に示す。

表3 塩水噴霧試験の条件

項目	調整の範囲
試験槽温度	35±2℃
試験槽内の相対湿度	98~99%
加湿器の温度	47±1℃
塩水の濃度 (35℃)	50±5 g/l
pH (33~35℃)	6.5~7.2
噴霧用圧縮空気圧力	70~170 kPa
噴霧量	1~2 ml/80cm ² /h

2) キャス試験

JIS H 8502 (めっきの耐食性試験方法) に準拠し、720時間供試後、一般部およびクロスカット部の評価を行った。試験条件を表4に示す。

3) 耐複合サイクル試験

金属溶射面の塗装系における品質規格として、東

表4 キャス試験の条件

項目	調整時	試験中
塩化ナトリウム溶液の濃度	50±5 g/l	50±5g/l
塩化第二銅 (CuCl ₂ ·2H ₂ O) 溶液の濃度	0.26±0.02g/l	—
pH	3.0	3.0~3.2
圧縮空気圧力	—	70~167kPa
噴霧量	—	1.5±0.5ml/80cm ² /h
空気飽和器温度	—	63±2℃
塩水タンク温度	—	50±2℃
試験槽温度	—	50±2℃

日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社から発刊されている構造物施工管理要領において、品質基準が定められている⁴⁾。

品質基準は表5に示す耐複合サイクル試験条件

表5 耐複合サイクル試験の条件

段階	時間	温度	条件
1	0.5h	30±2℃	塩水噴霧
2	1.5h	30±2℃	湿潤 (95±3)%RH
3	2.0h	50±2℃	熱風乾燥
4	2.0h	50±2℃	温風乾燥
5	段階1に戻る。		

に6000時間供試して、下記基準を満たすことが規定されている。

- ①一般部の異常がないこと
- ②カット部変状幅10mm以下であること

(4)耐食性評価方法

試験板の下半分に素地に達するようにプラスチックカッターにてクロスカットを施し、下記の方法にて評価を行った。

一般部評価:ASTM D 610(さび)、ASTM D 714-02(膨れ)に準拠した。

クロスカット部評価:カット部近傍のさび幅、膨れ幅で評価した。

なお、AlMg合金溶射のクロスカットは構造物施工管理要領に規定されている金属溶射の品質規格項に準拠した欠陥(溶射皮膜内に留まる深さ)を施して試験に供した。

2.2 密着力試験

MS工法では粗面形成材を塗布し、表面粗さを確保することで動力工具処理鋼板に対しても密着力を確保している。AlMg合金溶射においても、密着力の管理基準を満たすか確認した。

(1)鋼材種

炭素鋼(JIS G 3101、素地調整:ISOブラスト処理Sa2½、動力工具処理St3)、t6.0×300×300mm

(2)供試仕様

密着力試験の供試仕様を表6に示す。

(3)試験方法

日本建築工学会認定油圧式試験機(サンコーテック

ノ(株)製テクノテスターR-20000ND)を用い、40mm角型治具で試験した³⁾。

(4)評価方法

試験体1体につき9点測定し、9点の密着力の平均値が2.3N/mm²(MPa)以上であることを合格基準とした³⁾。

2.3 すべり試験

AlMg合金溶射およびZnAl擬合金溶射の試験体に対して、すべり試験を実施し、高力ボルト接合面への適用性を評価した。

(1)鋼材種

SM490A(JIS G 3106、孔径24.5mm、素地調整:ISOブラスト処理Sa2½)、t22×95×390mm(母材)、t12×95×390mm(添接板)

(2)供試仕様

すべり試験の供試仕様を表7、摩擦接合面の組み合わせを表8に示す。摩擦接合面として、溶射同士の組み合わせだけでなく、無機ジンクリッチペイントと溶射の組み合わせも評価した。塗装後に母材と添接板を組み立てるまで一定期間経過する条件を想定し、暴露した組み合わせでも評価した。

表7 すべり試験の供試仕様

粗面化処理	粗面形成材	
	AlMg合金溶射	ZnAl擬合金溶射
防食下地	膜厚:100μm以上(母材、添接板ともに)	
封孔処理	なし	
ボルト	溶融垂鉛めつき高力ボルト(F8T M22×85)	

表6 密着性試験の供試仕様

試験板No.	5	6	7	8
素地調整	グリットブラスト処理 ISO-Sa2½	動力工具処理 St3	グリットブラスト処理 ISO-Sa2½	動力工具処理 St3
粗面化処理	粗面形成材			
防食下地	AlMg合金溶射(100μm以上)		ZnAl擬合金溶射(100μm以上)	
封孔処理	なし			

表8 高力ボルト接合面の組み合わせ

試験体 No.	母材	添接板	暴露
A	粗面形成材/ ZnAl擬合金溶射(100 μ m以上)	粗面形成材/ ZnAl擬合金溶射(100 μ m以上)	なし
B	粗面形成材/ AlMg合金溶射(100 μ m以上)	粗面形成材/ AlMg合金溶射(100 μ m以上)	なし
C			あり (沖縄6か月)
D	粗面形成材/ AlMg合金溶射(100 μ m以上)	無機ジンクリッチペイント (75 μ m)	なし
E			あり (沖縄6か月)
F	無機ジンクリッチペイント (75 μ m)	粗面形成材/ AlMg合金溶射(100 μ m以上)	なし
G			あり (沖縄6か月)

(3) 試験方法

1) 試験体の組み立てと高力ボルトの締め付け

試験体3体のうち、1体は片側をすべり側としてワイヤーストレインゲージ(以下WSGと記す)を張付けた高力六角ボルト(F8T)を使用し、反対側を固定側としてWSGを張付けてない高力六角ボルト(F8T)を使用した(図1参照)。残りの2体は全てWSG無の高力六角ボルトとした。日本建築学会編「高力ボルト接合設計施工ガイドブック」(2016)に準じて、試験体を締め付け後、試験に供した⁵⁾。

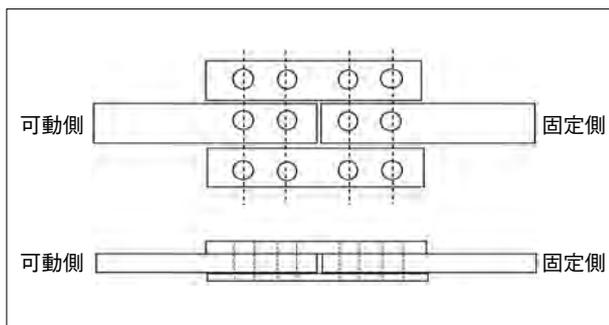


図1 すべり試験体

2) すべり係数試験

試験体(n数=3体)を引張試験機に取付け、荷重を加え、すべりが発生するまで徐々に载荷した。すべり点の確認は、次のいずれかの現象が生じた場合とした。

- ① すべり音が発生したとき
- ② 引張試験機の指針が停止または降下したとき
- ③ 試験体のけがき線がずれたとき

このときのすべり荷重を測定記録し、すべり係数を次式(1)より算出した⁵⁾。

$$\mu = \frac{P}{m \cdot n \cdot N}$$

式(1)

(μ :すべり係数、P:すべり荷重、m:摩擦面数、n:ボルト本数、N:ボルト軸力[kN])

すべり係数 $\mu=0.45$ 以上を合格基準とする。

3) リラクゼーション試験

すべり側にWSG付高力六角ボルトを使用した試験体にて、リラクゼーション試験を行った。測定は、締め付け直後(1分経過後)→30分後→1時間後→3時間後→6時間後→12時間後→24時間→48時間→72時間(以下24時間毎27日間)にて評価した。

3. 試験結果

3.1 耐食性試験結果

3.1.1 耐中性塩水噴霧試験結果

耐中性塩水噴霧試験6000時間供試後の外観写真ときび、膨れの評価結果を表9に示す。

AlMg合金溶射はZnAl擬合金溶射と同等の耐食

性を示し、C-5塗装系や新設溶融亜鉛めっき面用外面塗装仕様(ZC-I)と比較して、良好な耐食性を有している。

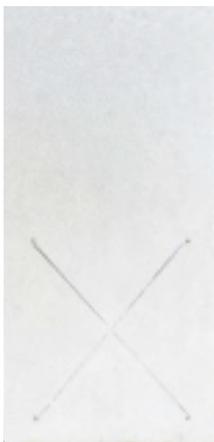
3.1.2 キャス試験結果

キャス試験720時間供試後の外観写真とさび、膨れの評価結果を表10に示す。

表9 耐中性塩水噴霧試験6000時間供試後の評価結果

試験板No.	1	2	3	4
仕様	AlMg合金溶射	ZnAl擬合金溶射	C-5塗装系	ZC-I
外観写真				
一般部さび	10	10	10	10
一般部膨れ	10	10	10	8F
クロスカット部さび[mm]	0.0	0.0	5.0	1.0
クロスカット部膨れ[mm]	0.0	0.0	4.5	9.0

表10 キャス試験720時間供試後の評価結果

試験板No.	1	2	3	4
仕様	AlMg合金溶射	ZnAl擬合金溶射	C-5塗装系	ZC-I
外観写真				
一般部さび	10	10	9P	9P
一般部膨れ	10	10	10	10
クロスカット部さび[mm]	0.0	0.0	5.0	1.0
クロスカット部膨れ[mm]	0.0	1.0	4.0	8.0

キヤス試験においても、AlMg合金溶射はZnAl擬合金溶射と同等の耐食性を示し、C-5塗装系や新設溶融亜鉛めっき面用外面塗装仕様(ZC-I)と比較して、良好な耐食性を有している。

3.1.3 耐複合サイクル試験結果

耐複合サイクル試験6000時間供試後の結果を表11に示す。

表11 耐複合サイクル試験6000時間供試後の評価結果

N数	N1	N2
外観写真		
一般部さび	10	10
一般部膨れ	10	10
クロスカット部さび[mm]	0.0	0.0
クロスカット部膨れ[mm]	0.0	0.0

AlMg合金溶射の仕様において、耐複合サイクル試験6000時間供試後、一般部、カット部ともに変状はみられず、東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社から発刊されている構造物施工管理要領に規定されている品質規格を満たしていることを確認した。

3.2 溶射皮膜の密着力試験結果

グリットブラスト処理鋼板および動力工具処理鋼板に対する、AlMg合金溶射およびZnAl擬合金溶射の密着力測定結果を図2に示す。棒グラフの値は測定した9点の平均値である。

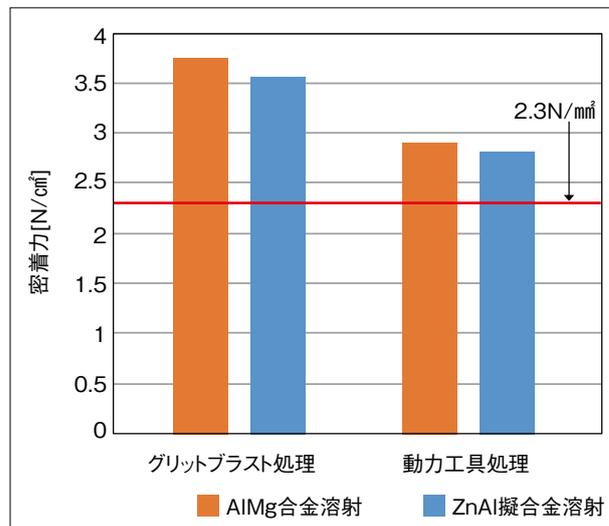


図2 密着力測定結果

AlMg合金溶射、ZnAl擬合金溶射ともに密着力2.3N/mm²以上の値を示し、鋼橋の常温金属溶射設計・施工・補修マニュアルに規定されている密着力の管理基準を満たしていることを確認した。また、動力工具処理鋼板においてもAlMg合金溶射、ZnAl擬合金溶射ともに2.3N/mm²以上の密着力を示した。このため、粗面形成材の塗布により粗面化処理を施すことで、管理基準値以上の密着力を確保できることが示された。

3.3 すべり試験結果

3.3.1 すべり係数試験結果

すべり係数試験結果を表12に示す。式(1)を用いて計算したすべり係数は、すべての接合面の組み合わせで0.45以上の値を示し、めっき高力ボルト接合の設計基準を満たした。

3.3.2 リラクセーション試験結果

72時間までのリラクセーション試験結果を図3、27日間までのリラクセーション試験結果を図4に示す。AlMg合金溶射の組み合わせは、すべて72時間後も導入軸力の残存率の低下は10%未満であった。また27日後において、ZnAl擬合金溶射では導入軸力の残存率の低下は15%程度であったが、AlMg合金溶射では10%未満だった。従って、高力ボルト接合の接合面にAlMg合金溶射を施した場合においても、塗装後に母

材と添接板を組み立てるまで一定期間経過しても、設計上要求される耐力を十分確保できる。

4. まとめ

表12. すべり係数試験結果

試験板 No.	母材	添接板	暴露	すべり係数
A	粗面形成材/ ZnAl擬合金溶射 (100μm以上)	粗面形成材/ ZnAl擬合金溶射 (100μm以上)	なし	0.483
B	粗面形成材/ AlMg合金溶射 (100μm以上)	粗面形成材/ AlMg合金溶射 (100μm以上)	なし	0.660
C	粗面形成材/ AlMg合金溶射 (100μm以上)	粗面形成材/ AlMg合金溶射 (100μm以上)	あり (沖縄6か月)	0.644
D	粗面形成材/ AlMg合金溶射 (100μm以上)	無機ジंकリッチ ペイント (75μm)	なし	0.630
E	粗面形成材/ AlMg合金溶射 (100μm以上)	無機ジंकリッチ ペイント (75μm)	あり (沖縄6か月)	0.633
F	無機ジंकリッチ ペイント (75μm)	粗面形成材/ AlMg合金溶射 (100μm以上)	なし	0.512
G	無機ジंकリッチ ペイント (75μm)	粗面形成材/ AlMg合金溶射 (100μm以上)	あり (沖縄6か月)	0.629

常温金属溶射であるMS工法におけるAlMg合金溶射皮膜の性能を確認した結果、下記のことがわかった。

AlMg合金溶射皮膜の耐食性はZnAl擬合金溶射皮膜と同等で、かつC-5塗装系および新設溶融亜鉛めっき面用外面塗装仕様(ZC-1)より優れることを確認した。また、構造物施工管理要領の金属溶射面の塗装系における品質規格を満たしていることを確認した。クロスカットの傷の到達点の違いが耐食性へ及ぼす影響に関して、詳細な評価を実施中である。

AlMg合金溶射は粗面形成材の塗布により粗面化処理を施すことで、動力工具処理鋼板においても管理基準値以上の密着力を確保でき、また、高力ボルト接合の設計基準値以上のすべり係数を示し、設計上要求される耐力を十分確保できることが示された。

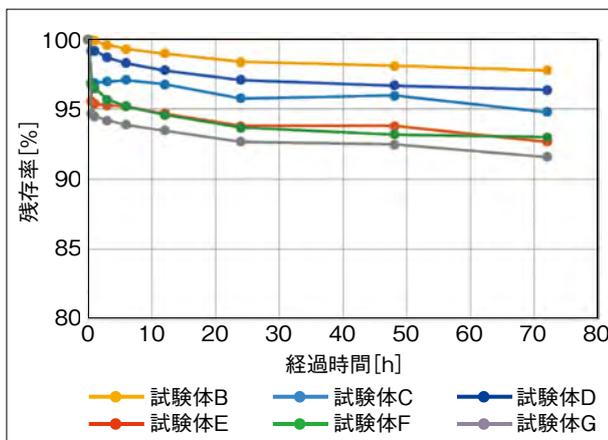


図3 リラクゼーション試験結果(72時間)

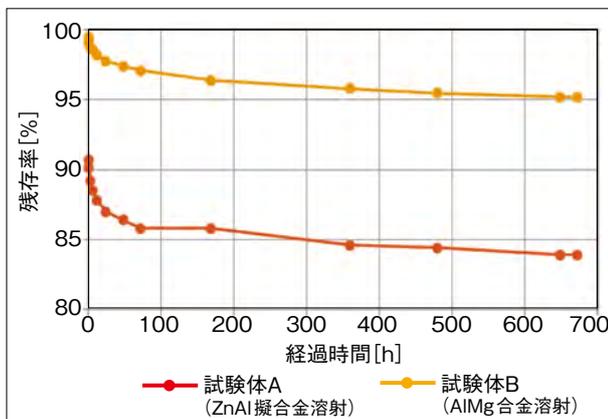


図4 リラクゼーション試験結果(27日間)

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(平成26年3月改定)
- 2) 大柴雅紀、奥野真司: 金属溶射材料の
実暴露における防食性評価
(DNTコーティング技報No.8, 技術解説-5)
- 3) 常温金属溶射設計・施工・補修マニュアル(案)
(改訂版 2018年4月 鋼構造物常温金属溶射研究会)
- 4) 構造物施工管理要領(令和元年7月、
東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会
社、西日本高速道路株式会社)
- 5) 日本建築学会編
「高力ボルト接合設計施工ガイドブック」(2016)

インモールドコーティングプロセスの概要

Overview of the In-mold Coating Process



技術開発部門
研究部 研究第二グループ
Technical Development Div.
Research Dept. Research Group 2

前田 浩志
Hiroshi MAEDA

1. はじめに

近年、環境への関心が高まっており、塗装の分野でも塗装工程の削減や塗装レス化が進められている。プラスチック素材への塗装という面では、プラスチックの成型と塗装を同一金型内で行うインモールドコーティング(IMC)技術(図1)がある。その中には、あらかじめ金型に溶剤系、水系、粉体といった塗料を塗装した後にプラスチック基材を成形する『プリモールドコート法』やプラスチック基材を成型後、金型と基材の間に塗料を流し込む『注入法』がある。

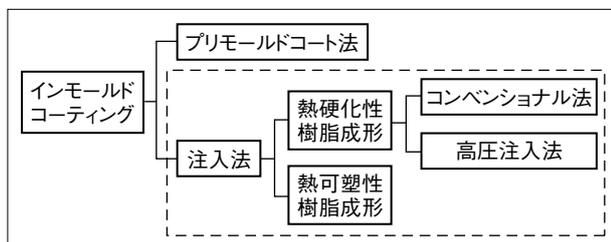


図1 インモールドコーティングの分類

当社では、長年にわたって『注入法』の技術開発を行っており、DNTコーティング技報でも2002年に熱可塑性プラスチック向け、2003年には熱硬化性プラスチック向けと二度にわたってご紹介してきた。本報では、環境への関心、および軽量化へのニーズが高まっている現時点でのIMC技術についてまとめる。

2. IMC技術

IMCの『注入法』は、図2にあるように成型されたプラスチック基材に対して、同一金型内で基材と金型の間に塗料を注入し、塗料に熱と圧力をかけることで塗膜が形成される手法である。IMCの『注入法』についての特長を表1にまとめた。この手法は、①省エネルギーな塗装方法、②高外観塗膜が得られるといった利点が挙げられる。一方、基材成型と塗装を一連で行うために、③専用設備が必要、④製品形状に制限があるという面でノウハウが必要となる

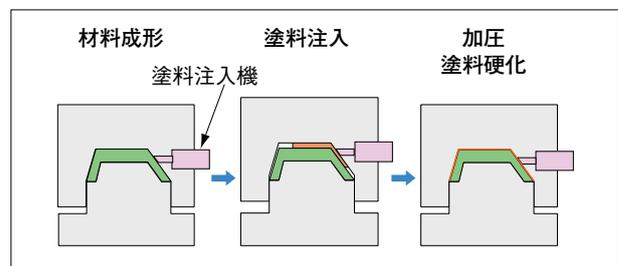


図2 インモールドコーティング『注入法』の工程

省エネルギーである要因としては、プラスチック基材の成型で使用している熱エネルギーを使用している面と別途塗装するに当たって必要な塗装ブース、乾燥炉を必要としないことが挙げられる。高外観が得られる要因としては、金型の仕上げ面を忠実に再現するため

表1 インモールドコーティング『注入法』の特長

特徴	内容
① 省エネルギーな塗装方法	基材成型で使用している熱を使用して塗膜化が可能 塗装ブース、乾燥炉を必要としない
② 高外観塗膜が得られる	金型の仕上げ面がそのまま塗膜表面に転写される 系外からのごみブツが入らない
③ 専用設備が必要	液体状の塗料に熱および、圧力がかかるように金型設計が重要 ※塗料のものを抑える構造にする 塗料注入機および金型に注入口を用意する必要がある
④ 製品形状に制限がある	塗料を注入する隙間の確保および塗料に圧力をかけられる形状にする ※金型の面に垂直な立ち面への塗装は不可能

あり、さらに表面状態の再現性も高い。また、基材の成型から塗装まで開放しないため、系外からごみブツが混入し難いことも外観が向上する要因となる。但し、金型については、専用の設計が必要である。これは、基材成型時の樹脂に比べてIMC塗料の方が粘度が低く流動性が高いため、金型からの塗料もれを防ぐためである。また、塗料注入機が別途必要となる面でも専用設備が必要な理由である。製品形状に制限があるというのは、図3のように(a)隙間が空けられず塗料が注入できない部分や(b)隙間があっても圧力が確保できない部分を避ける必要があるためである。なお、一般的には、塗料に10Kgf/cm²以上の圧力が必要となる。

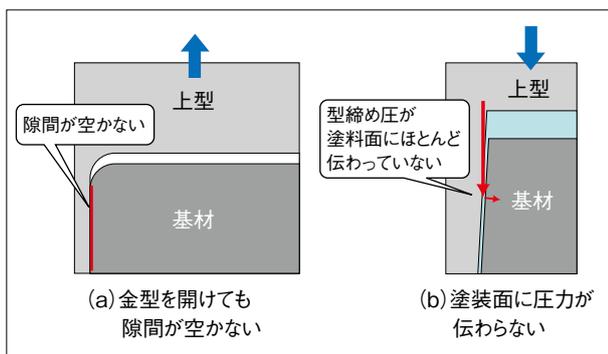


図3 IMC塗装が不可能/困難な製品形状

使用される塗料系の条件としては、金型内の密閉系で硬化させるため無溶剤形である必要があり、且つ、高温の金型から脱型しなければならないため熱硬化形である必要がある。そのため、ポリオール+ポリイソシアネ

ートの二液硬化形のウレタン樹脂系やラジカル重合系オリゴマー/モノマーと過酸化化物との組み合わせでのアクリル樹脂系が塗料系として選ばれる。このうち、当社はアクリル樹脂系で塗料設計を行っており、ウレタン樹脂系が比較的軟質の塗膜が得られる一方で、硬質の塗膜が得られやすい傾向がある。溶剤を使用していないため、いずれの場合も基材への付着性が安定しないことが多く、基材の成分、成型条件に合わせて塗料の配合、硬化条件を最適化する必要がある。

3. IMC塗料

当社が塗料設計しているアクリル樹脂系塗料について、主な使用原料を表2に示す。IMC特有の塗料添加剤として金型との離型性を確保するために、離型剤を配合している。また、硬化性を調整するために硬化促進剤や硬化遅延剤を使用する場合がある。

表2 IMC塗料に使用する主原料

機能	原料	
主剤	樹脂成分 オリゴマー (エポキシアクリレート、ウレタンアクリレート他) 反応性希釈剤(モノマー)	
	顔料 着色顔料、体質顔料、導電性顔料	
	添加剤など	硬化調整剤(硬化促進剤・硬化遅延剤)
		内部離型剤 その他添加剤 (顔料分散剤、消泡/脱泡剤、光安定剤など)
硬化剤	有機過酸化物	

IMC塗料に特有な性状としては、金型温度での硬化に要する時間がある。塗料が金型内を流動する時間を確保する一方で、硬化にかかる時間を短縮化することが生産性を高めるために必要となる。この流動時間を評価する方法としては、プレートゲルタイムがある。プレートゲルタイムは、金型温度で保持した熱盤上にウェット膜厚200μmとなるようアプリーケーターで塗布し、連続的にスパチュラでIMC剤を掻き取り、引っかかりの

きる時間で評価している。プレートゲルタイムは、金型の大きさ、形状に従って最適値が異なり、硬化促進剤、遅延剤のバランスで調整する。

本塗料は、熱重合開始剤として金型温度に合った過酸化合物を使用しているため、常温での反応は非常に遅く、長いものは硬化剤配合後1週間以上液体を維持しているものもある。但し、常温でも反応が進む可能性もあるため、24時間以内の使用を推奨している。なお、有機過酸化合物に関しては、メーカー指示に従った保管が必要である。

4. 各種プラスチック向けIMC工法

4.1 熱可塑性プラスチック向けIMC工法

熱可塑性プラスチック基材は、射出機を用いて溶融した樹脂を溶融温度から十分に低い温度の金型に射出・圧入することで冷やし固めるものである。

熱可塑性プラスチック基材の成型は、ガラス転移温度や結晶融点をまたいで冷却されるため、成型時の特に厚肉部でヒケが大きい。IMC塗装後の熱履歴では収縮が少ないため、IMCによる平滑性の効果が見込める。

熱可塑性プラスチックは、様々な種類があるため、樹脂の溶融温度や金型設定温度は異なる。IMC塗料を用いるに当たっては、塗料が硬化するために金型温度を90～100℃に設定する必要がある。そのため、汎用的に使用されるABS樹脂を基材として用いる場合は、耐熱性ABS樹脂を使用する必要がある。また、一般的な塗料と同様にポリプロピレンのようなポリオレフィン系プラスチックは、付着性を確保することは困難である。このように、プラスチック基材の種類によっては、IMCに適用ができないものがある。

4.2 熱硬化性プラスチック向けIMC塗料

IMC工法の適用事例が最も多い基材は、FRP(繊維強化プラスチック)のI形態であるSMC(Sheet Molding Compound)であり、樹脂系としては熱硬化性プラスチックである。一定の長さに切断したガラス繊維や炭素繊維に未硬化の不飽和ポリエステル樹脂や、ビニルエステル樹脂に硬化剤(有機過酸化合物)、増粘剤、充填剤、離型剤などを充填したシート状の基材である。このシートを金型内に充填し、熱と成型圧をかけることでラジカル重合により、成形される(図4)。

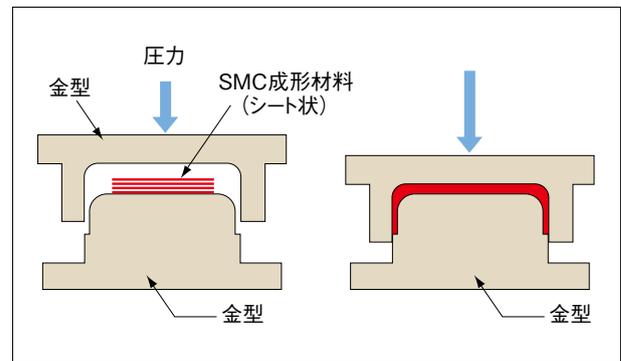


図4 SMC材の成型方法

熱可塑性プラスチックの場合、基材成型後(金型温度まで冷却後)に注入すれば良いが、熱硬化性プラスチックの場合、IMC塗料注入タイミングは基材が完全に硬化してしまうとIMC塗料の付着性が低下する傾向にある。そのため、注入時の基材硬化状態が重要になる。注入タイミングはSMC成形時の金型内樹脂圧力または金型変位の測定から、SMC基材の硬化特性を捉え決定することができる。図5に樹脂圧力、金型変位と時間との関係を示す。好ましい注入タイミングはSMC基材の硬化のピークを過ぎ収縮に移行した時点以降である。また、図6には成形パターンを示す。成型には、多段階圧力制御が必要であり、注入時に金型をわずかに開き、注入するコンベンショナル法(図6(a))と、注入時に金型を開かずに型締め圧に勝る非常に高い塗料注入圧で塗料を流し込む高压注入法(High Pressure Injection Process, HPIP)(図6(b))がある。HPIPの方が塗料に空気や基材のバリを巻き込み

にくく、高外観な塗膜が得られやすい利点があるが、基材種や基材形状によっては塗料注入圧を上げて塗料を流し込むことができない場合がある。その場合は、コンベンショナル法で行う。

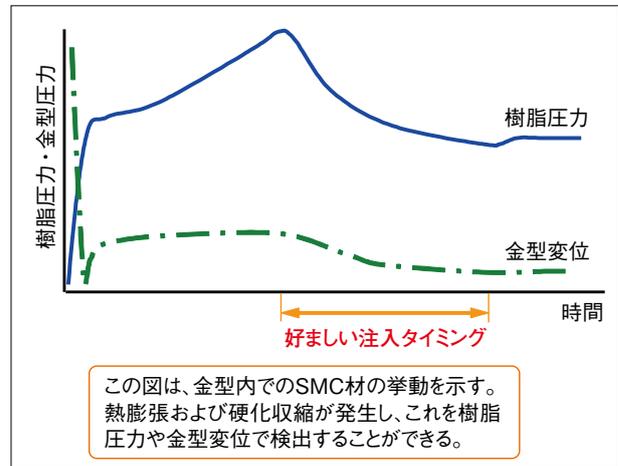


図5 IMC注入のタイミング

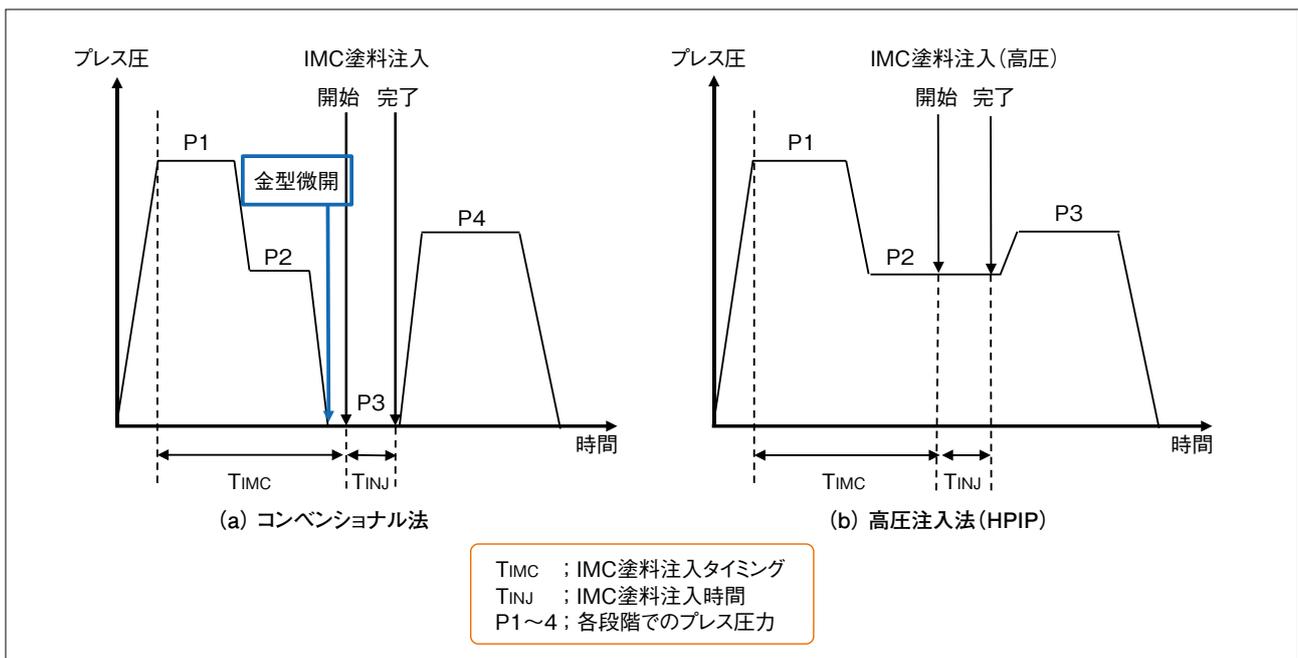


図6 IMCの成形パターン

5. おわりに

環境への意識が高まる中、プラスチック基材の成型と塗装を同一金型内で行うことができるIMC工法は、今後より注目される塗装技術と考えている。当社は、IMC塗料の性能向上および各種基材に対して塗料配

合、塗装条件を最適化するなど技術向上に努めることで、お客様の塗装効率化ひいては環境負荷低減に貢献してゆきたい。

新商品紹介-1

New Products

高級塗料「EXTRAシリーズ」のラインナップ追加

Added a Lineup of High-Grade Paint 「EXTRA Series」

塗料事業部門
建築塗料事業部

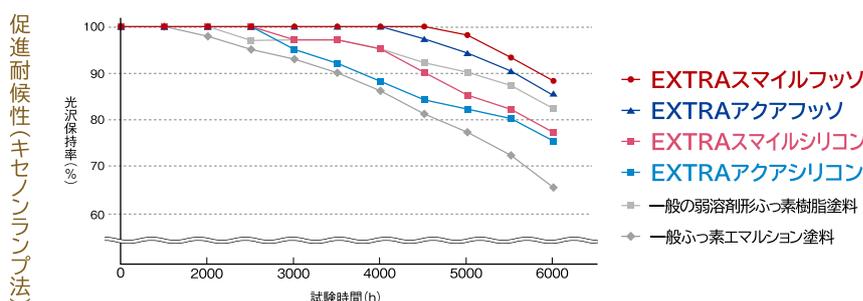
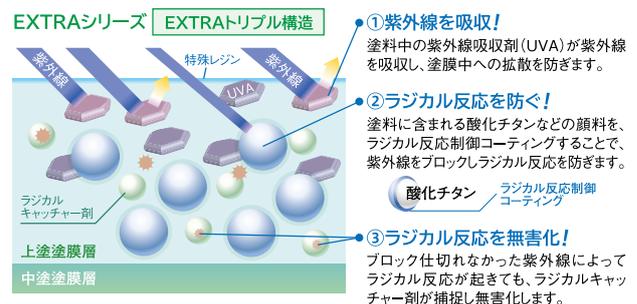
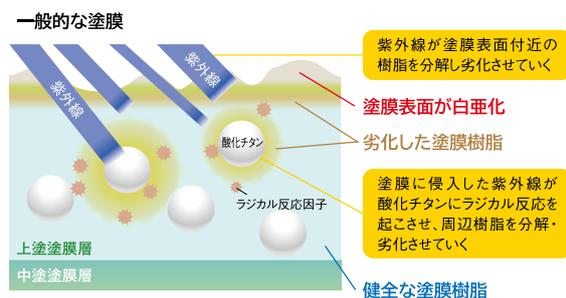
2017年に高級塗料「EXTRAシリーズ」の第一弾として「EXTRAアクアシリコン」を発売し、以降シリコン・ふっ素樹脂系上塗塗料を追加し、戸建住宅の塗り替え物件を中心に多くのお客様にご採用頂いてきた。以前より、お客様からの要望であった「下塗り～上塗りまで同一シリーズ化した商品提案」に応え、2020年、この「EXTRAシリーズ」に下塗塗料とさび止めペイントが追加され、これにより下塗りから上塗りまで同一ブランドの商品ラインナップとなった。

またトタン屋根用ペイント「ルーベンシリーズ」においても、要望であった「フッソルーベン二液EXTRA」と「シリコンルーベン一液EXTRA」を新発売した。

EXTRAシリーズの特長

- 住宅の外壁・屋根のみならず、あらゆる部位に対応可能
- 上塗塗料は市場の高耐久志向に沿って、シリコン樹脂系とふっ素樹脂系を設定
- 下塗塗料は無機素材・鉄・非鉄金属などの幅広い素材に適用可能

特殊レジン表面保護システムで超耐候性・高耐久性を実現



EXTRAシリーズの商品ラインナップ

2020年新発売	種別	商品名	区分	樹脂系	容姿	色	容量
	上塗り	EXTRAスマイルフツ	弱溶剤	ふっ素樹脂塗料	二液	各色	4kgセット 15kgセット
	中塗り	EXTRAスマイルフツ中塗	弱溶剤	ふっ素樹脂塗料用中塗	二液	各色	4kgセット 15kgセット
	上塗り	EXTRAアクアフツ	水性	ふっ素樹脂塗料	一液	白 各色	4kg 15kg
	中塗り	EXTRAアクアフツ中塗	水性	ふっ素樹脂塗料用中塗	一液	各色	4kg 15kg
	上塗り	EXTRAスマイルシリコン	弱溶剤	シリコン樹脂塗料	二液	白 各色	4kgセット 15kgセット
	上塗り	EXTRAアクアシリコン	水性	シリコン樹脂塗料	一液	白 各色	4kg 15kg
新発売	上塗り	リフレッシュシリコンEXTRA	弱溶剤	シリコン樹脂塗料	二液	標準色	15kgセット
新発売	上塗り	フッソルーベン二液EXTRA	弱溶剤	ふっ素樹脂塗料	二液	標準色	15kgセット
新発売	上塗り	シリコンルーベン二液EXTRA	弱溶剤	シリコン樹脂塗料	二液	標準色	15kgセット
新発売	上塗り	シリコンルーベン一液EXTRA	弱溶剤	シリコン樹脂塗料	一液	標準色 (シルバーを除く)	15kg
新発売	下塗り	EXTRA万能スマイルシーラー	弱溶剤	エポキシ樹脂塗料	二液	白 クリアー	15kgセット
新発売	下塗り	EXTRA万能アクアシーラー	水性	特殊エマルジョン	二液	白 クリアー	15kgセット
新発売	下塗り	EXTRAアクアカチオンシーラー	水性	エマルジョン樹脂 (カチオン系)	一液	クリアー	15kg
新発売	下塗り	EXTRA一液エポシーラー	弱溶剤	エポキシ樹脂塗料	一液	クリアー	15kg
新発売	さび止め	EXTRAエポプライマーUNI	弱溶剤	エポキシ樹脂塗料	一液	赤さび色 ブラック グレー ホワイト ブルー	16kg
新発売	さび止め	EXTRAエポプライマー二液	弱溶剤	エポキシ樹脂塗料	二液	赤さび色 ブラック	18kgセット

EXTRAシリーズ下塗り・さび止め商品の素材適用一覧

商品名	素地	無機系素材			サイティングボード			鉄・非鉄金属・その他							屋根			
		・コンクリート	・カルシウム板	・プラスチックボード	・通常塗装板	・ふっ素塗装板 ※1	・無機系サイティング ※1	・光触媒コーティング ※1	・一般鉄部	・アルミニウム	・ガルバリウム	・めっき溶融亜鉛 ※2	・めっき電気亜鉛	・硬質塩ビ	・FRP	・木部	・新生屋根	・鋼板(カラータタン)
EXTRA万能スマイルシーラー	白	○	—	○	○	○	○	—	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○
	クリアー	○	○	○	○	○	△	—	○	○	×	—	○	○	○	○	○	—
EXTRA万能アクアシーラー	白	○	—	○	○	○	○	△ 屋内	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○
	クリアー	○	○	○	○	○	△	×	○	○	×	—	○	○	○	○	○	—
EXTRAアクアカチオンシーラー	クリアー	○	△ 内装	○	○	×	×	×	—	—	×	—	—	—	○	○	—	
EXTRA一液エポシーラー	クリアー	○	○	○	○	—	×	—	—	—	×	—	—	—	○	○	—	
EXTRAエポプライマーUNI	赤さび色 ブラック グレー ホワイト ブルー	—	—	—	—	—	—	○	—	—	×	—	—	—	—	—	○	
EXTRAエポプライマー二液	赤さび色 ブラック	—	—	—	—	—	—	○	—	—	×	—	—	—	—	—	○	

○:最適 △:条件付きで塗装可能 ×:不適 —:一般的に塗装しない

※1 エナメル仕上げに限りです。

※2 溶融亜鉛めっき面(ドブ付け)は、弱溶剤形変性エポキシ樹脂プライマー「エポティ」をご使用下さい。

新商品紹介-2

New Products

溶剤系ふっ素樹脂塗料のメタリック仕様と比較して 大幅な工程短縮(3C2B⇒1C1B)が可能 「パウダーフロンSELA」ボンディングメタリック

「Powder Flon SELA」 Bonding Metallic

塗料事業部門
金属焼付塗料事業部

今回開発されたパウダーフロンSELAのボンディングメタリックは以下の特長を持つ。

- 1 表層に形成されたふっ素樹脂のクリアー層でアルミニウム顔料を保護することで変色を抑制
 - 2 アルミニウム顔料と粉体塗料粒子を接着(ボンディング)させることで、ムラの少ない塗装が可能
- 本製品を採用することで、従来の溶剤系ふっ素樹脂塗料でのメタリック仕様(3C2B)と比較して、大幅な工程短縮(1C1B)が可能となります。

特長

(1) 層分離構造

塗膜表層にふっ素樹脂成分を配向させた二層分離構造を形成。

(2) 1コートで美しいメタリック仕上げ

アルミニウム顔料と粉体塗料粒子を接着させる技術により、1コートでムラなく美しいメタリック仕上げが可能。

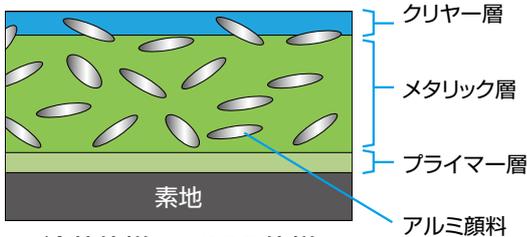
(3) 優れた耐薬品性

ふっ素樹脂のクリアー層を形成することにより、アルミニウム顔料を保護。

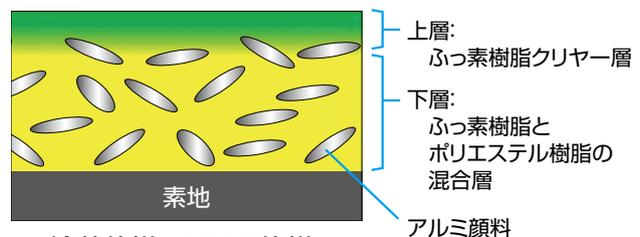
(4) 回収再利用が可能

工程短縮

従来の溶剤系ふっ素樹脂塗料



パウダーフロンSELA ボンディングメタリック



DNT独自の二層分離技術により、塗装仕様：1C1Bでの塗装が可能

標準塗装仕様

工 程	作 業 内 容	備 考
1 素地調整	脱脂-化成皮膜処理 または塗装用陽極酸化皮膜処理	化成皮膜処理は、クロム酸塩系化成皮膜処理剤 またはクロムフリー系化成皮膜処理剤が対象
2 エアブロー	塗装面をエアブローし、ゴミなどを除去	—
3 パウダーフロンSELA ボンディングメタリック (指定色)	静電粉体塗装機で塗装	標準膜厚: 50μm
4 補正塗装	自動塗装で塗装しにくい箇所や膜厚不足 箇所を手吹静電塗装ガンで補正塗装	ライン構成により、自動塗装の前に設定される 場合もある。
5 焼付乾燥	190℃×20分 (素地温度)	被塗物表面の温度で管理

塗膜性能

性 能 項 目	塗 膜 性 能	備 考
色	各色	特注色は別途、ご相談願います。
鏡面光沢度	3分つや	—
引っかき硬度	H以上	JIS K 5600-5-4(鉛筆法)
付着性(1mm)	100/100	JIS K 5600-5-6(クロスカット法)
耐沸騰水性	異常なし	5時間浸漬
耐おもり落下性	異常なし	デュボン式耐おもり落下性試験 1/2"φ×500g(300mm以上) JIS K 5600-5-3
耐酸性	異常なし	5%硫酸水溶液 20℃ 72時間リングテスト
耐アルカリ性	異常なし	5%苛性ソーダ水溶液 20℃ 72時間リングテスト
耐モルタル性	異常なし	AAMA規格に基づく社内試験
耐塩酸性	異常なし	AAMA規格に基づく社内試験
耐洗剤性	異常なし	AAMA規格に基づく社内試験
耐湿性	異常なし	AAMA規格に基づく社内試験
耐中性塩水噴霧性	異常なし	AAMA規格に基づく社内試験
促進耐候性	光沢保持率 70%以上	サンシャインウエザオメーター 8000時間
屋外暴露 (沖縄県伊計島)	光沢保持率 70%以上	日本建築仕上学会 粉体塗装仕様標準指針による(A種 沖縄2年:50%以上)

*上記性能は、6価クロム系化成皮膜処理アルミニウム板(t=2.0mm)での標準仕様に基づきます。

*耐中性塩水噴霧性試験は、水洗後に評価しました。

*塗膜性能については、あくまで標準値であり、色などによって異なる場合があります。

新商品紹介-3

New Products

貼る重防食塗料
「メタモルシート#1」

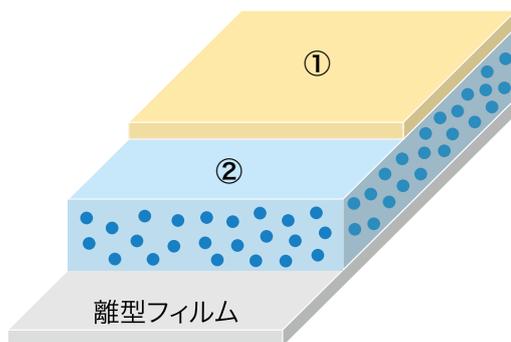
Stick-Type Heavy Duty Anticorrosive Paint 「Metamoru Sheet #1」

塗料事業部門
構造物塗料事業部

鋼構造物の防食手法として一般的に塗装が用いられている。しかしながら、塗膜は様々な環境要因によって劣化するため、定期的なメンテナンスを必要とする。近年、メンテナンス需要の増大により十分な対策ができていない事例があり、施工の省工程・省力化の要求がある。また、「鋼道路橋の部分塗替え塗装要領(案)」において「部分塗替え塗装は、部分的に劣化が進行した部材・部位を塗替えることにより、塗膜全体の防食機能の維持と腐食の進行防止を図ることを目的とする」とあるように部分塗替えの適用による橋梁の延命化が今後重要となってくる。しかし、従来の塗装による部分塗替えには4～6日の施工日数が必要であるため、より簡便な補修方法が必要とされている。

上記の背景より、従来の重防食塗装と同等な防食性能を有する粘着シート「メタモルシート#1」を開発した。

「メタモルシート#1」の構成



① バリアフィルム

- ・上塗りとの密着性に優れる
- ・腐食因子の遮断性に優れる

② 亜鉛末含有粘着層

- ・犠牲防食機能を有する
- ・腐食因子の遮断性に優れる

「メタモルシート#1」の特長

◇犠牲防食機能

粘着剤層に亜鉛末を含有しており、ジंकリッチペイントと同様の防食機能を持ち、長期耐久性に優れる

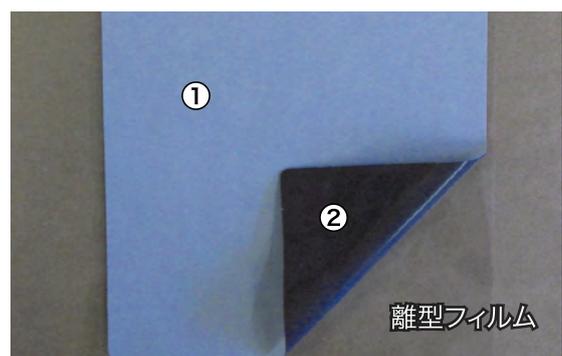
◇省工程・省力化

【貼る】だけで従来の重防食塗装と同等の防食性能

◇自己修復機能

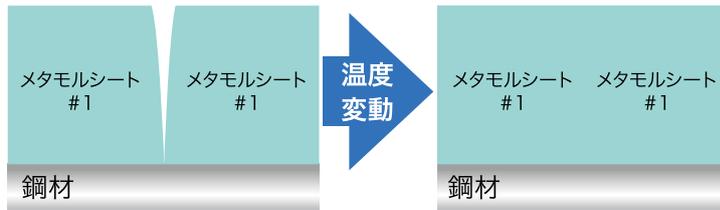
傷が入った場合でも元に戻る事が可能

製品外観



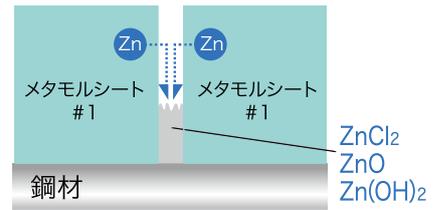
自己修復機能と犠牲防食機能の併用効果

施工された環境の温度変動時、自己修復機能(温度変動による膨潤状態での再接着。)により欠陥部を埋めるように元に戻る。仮に自己修復機能を越える欠陥状態となった場合、粘着層中に含まれる亜鉛末の犠牲防食機能によって鋼材を保護することが期待できる。



自己修復機能によって元に戻る

※シートに傷(鋼材に達する傷)が入った場合



犠牲防食作用の働きで鋼材を保護

防食性

◇複合サイクル腐食試験・耐水性試験

複合サイクル試験・耐水性試験			
試験項目	試験前	耐複合サイクル	耐水性
試験時間		6000時間	6000時間
一般部	—	異常なし	異常なし
カット部	—	異常なし	異常なし
外観写真			

複合サイクル腐食試験(JIS K5600-7-9:2006 サイクルD)・耐水性試験を6000時間実施した。6000時間後のカット部、一般部に異常は認めなかった。また、試験後のメタモルシート#1の端部などに剥がれは認められなかった。

粘着力

各種条件における粘着力試験結果

(試験方法はJIS Z0237:2009準拠)

測定項目	粘着力 測定結果 (N/25mm)
初期(23°C、3日後)	55.2
低温環境(0°C、7日後)	35.0
耐複合サイクル防食性試験(20日後)	55.7
耐水性試験(10日後)	42.4
耐湿潤冷熱繰返し性試験(10サイクル後)	55.8
耐熱性試験(150°C30分間後)	62.5

施工上の注意事項

- ① 被着面のさびを除去し、平滑にする
- ② 被着面の汚れ・埃・油・水分などは、十分除去する
- ③ テープの貼り直しは極力避ける
- ④ 貼り付け作業は0°C以上95%RH以下の環境で実施する

新商品紹介-4

New Products

「DNTデジタルコーティングシステム」

「DNT Digital Coating System」

スペシャリティ事業部門
デジタルコーティング事業部

「優れた塗膜性能を有する“塗料”と「様々な意匠表現が可能な“インクジェットインク”」この2つを組み合わせることで、それぞれの欠点を克服した今までにない高品質・高意匠な製品開発を可能に。

塗料メーカーでありインクメーカーでもある当社だから提案できる「DNTデジタルコーティングシステム」について紹介する。

特長

(1) インクジェットインクのカスタマイズ

加工性や耐候性などの製品要求に合わせ、インク配合を決定

(2) 既存塗料との組み合わせ

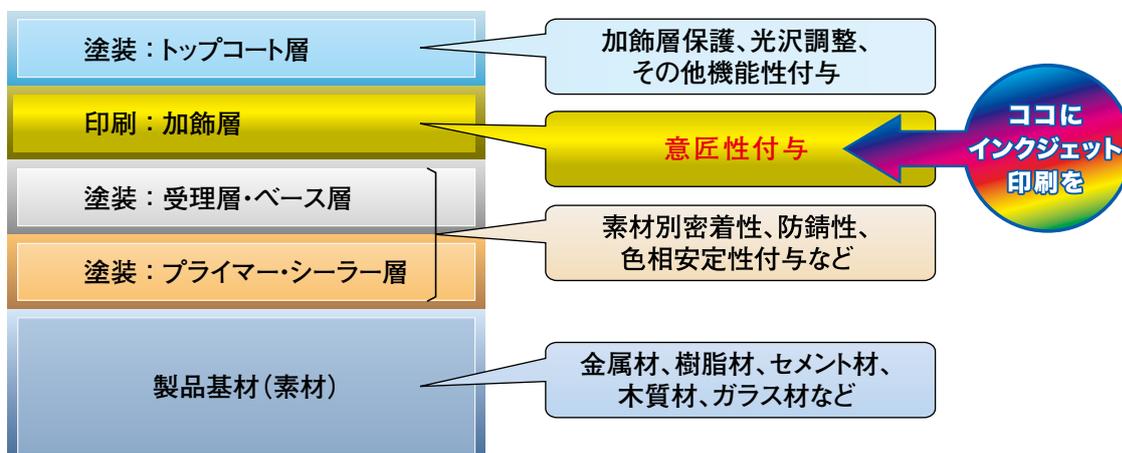
各業界で採用実績のあるプライマー塗料やトップコート塗料を選定し、インクとのマッチング、複合塗膜としての性能を確認

(3) 装置メーカーとの連携

生産速度や要求画質に応じて、プリンターなどの装置メーカーと連携し、最適なシステムを提案

システム層構成イメージ

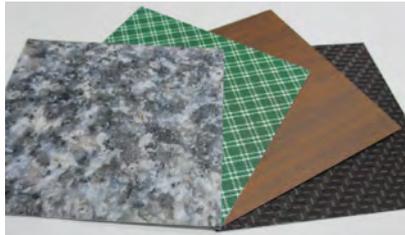
一般的な塗料の層構成中に、インクによる加飾層を挟み込み、複合塗膜を形成



システム仕様例

仕様	ポストコート		プレコート	
基材	鉄	ステンレス	アルミニウム	亜鉛めっき鋼板
表面処理	化成処理 (要求性能によっては研磨のみでも可)		化成処理	
プライマー	FBプライマー	CFプライマー	Vニット #163プライマー	Vニット #156プライマー
ベースコート	IJベースDMS		IJベースVNR	
インク	UV硬化形インクジェット			
トップコート	デュラクロンCW Vフロン#2000 Vクロマ#100S Vハード#500		Vニット#7530 Vニット#5700 Vニット#3721 Vフロン#5000	

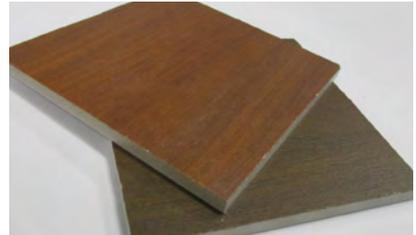
金属系基材以外にも、樹脂系基材など多様な基材への対応が可能



金属系基材



樹脂系基材



セメント系基材

導入メリット

本システム導入により、塗料だけでは表現できない様々な意匠表現が可能となり、インクだけでは不十分な塗膜性能を塗料により補い、
 ⇒高品質・高意匠な製品開発を可能に

インクジェット印刷であることにより、画像データを元に印刷するため、少量多品種への対応が可能
 製品在庫を最小限に抑え、加飾フィルムや版の管理が不要



意匠表現例



木目調



カーボン調



革調



グラデーション



幾何学模様

高精細な表現に加え、触感(凹凸感)付与も

新商品紹介-5

New Products

抗菌・抗ウイルス性を有した超低臭水性塗料
「COZY PACK Air(コージー パック エア)」Super Low Odor Water-Based Paint with Antibacterial and Antiviral Properties
「COZY PACK Air」一般塗料部門
建築塗料事業部

新型コロナウイルスの感染拡大を受け、休業が相次ぐ飲食店や商業施設を中心に、学校や病院、老人ホームといった人が多く集まる施設において、「クリーンな環境」という意識が強まっている。

こうしたニーズに対応し、抗菌・抗ウイルス効果を備え、かつ、においがほとんどない水系塗料を開発した。

この塗料を壁面や天井などに塗装することで室内環境をクリーンに保ち、万人に安心感のある空間を提供することができる。

特長

(1) 抗菌・抗ウイルス効果を備えたクリーンな塗料

室内照明の光によって塗膜表面において光触媒機能を発揮し、菌やウイルスを短時間で不活性化する効果を発揮する。

(2) 超低臭かつ消臭効果を有する塗料

塗料自体に“におい”がほとんど無いことに加え、消臭効果を有しているため、室内の空気清浄が期待できる。

(3) ゼロVOCで塗装作業者にとっても安心・安全に扱える塗料

VOCを一切含有しないため、シックハウス症候群の心配もなく、狭い空間での塗り替え作業ができる。営業中の店舗や執務中のオフィス、個人の居宅、トイレなど狭い空間でも安心・安全に塗装ができる。

抗菌・抗ウイルス性詳細 ～試験方法～

抗ウイルス性試験

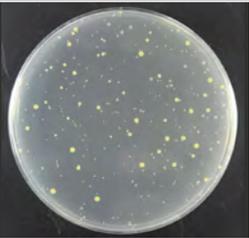
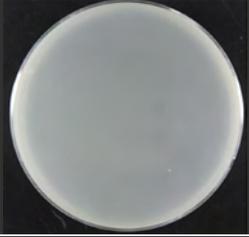
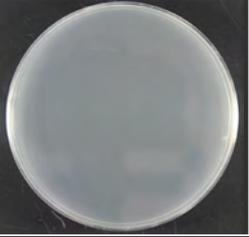
試験規格	JIS R 1756 :2020 (可視光応答形光触媒、抗ウイルス、フィルム密着法)を参考
試験ファージ	バクテリオファージQβ(ノロウイルスの代替)
光源の種類	白色蛍光灯 FL20SSW/18
照射条件	可視光 500lx
	照射時間 4時間

抗菌性試験

試験規格	JIS R 1752 :2020 (可視光応答形光触媒、抗菌、フィルム密着法)を参考
試験ファージ	黄色ブドウ球菌、大腸菌
光源の種類	白色蛍光灯 FL20SSW/18
照射条件	可視光 500lx
	照射時間 8時間

● 抗菌・抗ウイルス性詳細 ～試験結果～

抗菌性・抗ウイルス性試験～外観状態～

対象	ウイルス	黄色ブドウ球菌	大腸菌
光源の種類	白色蛍光灯 FL20SSW/18		
照射条件	500lx / 4時間	500lx / 8時間	500lx / 8時間
照射前			
照射後			
不活性化率	99.99%	99.99%	99.99%

試験の結果、菌やウイルスを規定時間の照射により不活性化させることを確認した。

● 6. 塗料性状

項目		内容		
容姿		一液性		
荷姿		16kg、4kg		
色相		白、各色		
光沢		つや消し		
密度 (23℃)	塗料	1.20～1.55		
	揮発分	1.00		
粘度(23℃)		80～95KU		
加熱残分		50～65%		
乾燥時間	温度	5℃	20℃	30℃
	指触	3時間	30分	15分
	半硬化	4時間	40分	20分
標準膜厚		20～30μm/回		
対象被塗物		内壁(壁紙)・天井など		

● 標準塗装仕様

工程	商品名	塗装方法	希釈(%)	標準使用量(kg/m ² /回)	塗装間隔(20℃)
下地調整	清掃	1. 汚れなどを、ブラシ・ホウキ・ウエスなどで乾拭きを行い、洗浄面とする。 2. 壁紙を塗装する場合は、ウエスなどを水に濡らし、良く絞った後で壁紙を拭き汚れを落とすこと。 拭き掃除後は壁紙表面を良く乾かすこと。			
	除菌を行う場合	1. エタノール系又は次亜塩素酸ナトリウム系の消毒液をペーパータオルなどに染み込ませて拭き取る。			
上塗り	COZY PACK Air	刷毛・ローラー	水道水(0～3)	0.12	2時間以上

※吸い込みのある面には、塗料を水道水で40%希釈し、シーラーとして使用する。

学協会研究発表・技術講演・論文投稿者名と発表タイトル(2019.7～2020.6)

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2019年7月から2020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 2019年7月～2020年6月

氏名	発表テーマ	掲載紙名	団体・協会・出版
馬場 亮多	我が社の粉体塗料の開発動向と用途展開	「塗装技術」2019年10月号増刊	(株)理工出版社
大川 峻平	極限までにおいを抑え、揮発性有機化合物を全く含まない水性塗料の開発	「建築仕上技術」2020年1月号	(株)工文社
木口 忠広	創立70周年記念号 第2部 最近の技術の進歩 4. 塗料・塗装 4.1 粉体塗装	「表面技術」71巻2号	(一社)表面技術協会
木口 忠広	「塗料・塗装・粉体塗装」の最新技術の進歩	「表面技術」71巻2号	(一社)表面技術協会
山田 晃司	マグネシウム合金への塗装(マグネシウムの合金の腐食とその対策、及び直近の課題動向について)	「表面技術」71巻3号	(一社)表面技術協会
八木 孝明	木床スポーツフロア ハイブリッド塗装仕様	「建築仕上技術」2020年4月号	(株)工文社
古泉 雅史	「新商品紹介-1 非水系低臭気ふっ素樹脂塗料 「Vフロン#201 ニオイの少ないタイプ」	「JETI」(ジェティ) 2020年5月号	(株)日本出版制作センター
鈴木 重明	「パラジウム被覆金ナノロッド粒子を用いたセンシング技術」	「JETI」(ジェティ) 2020年6月号	(株)日本出版制作センター
松井 敏則	耐食金属材料、防食法における耐食性試験 塗装(建設)	「防錆管理」2020年2月号	(一財)日本防錆技術協会

口頭発表リスト 2019年7月～2020年6月

氏名	発表テーマ	発表先	主催団体・協会
田邊 康孝	粘着テープを用いた防食工法の開発	第39回防錆防食技術発表大会	(一社)日本防錆技術協会
加藤 瑞樹	低線膨張係数を有する弱溶剤形 変性エポキシ樹脂塗料の性能評価	第39回防錆防食技術発表大会	(一社)日本防錆技術協会
桑原 幹雄	耐火塗料施工後7年が経過した鋼鉄道橋の 塗膜状態の評価	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
桑原 幹雄 尾田 光	鋼鉄道橋の耐火塗料施工箇所における 補修工法の省工程化について	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
吉田 新 田邊 康孝 関 智行	シラン・シロキサン系表面含浸材を適用した劣化 コンクリートの内部鉄筋の腐食状態(43ヶ月後)	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会

氏名	発表テーマ	発表先	主催団体・協会
関 智行 田邊 康孝 吉田 新	シラン・シロキサン系表面含浸材を適用した劣化コンクリートの外観観察と電気化学的測定結果の経年変化(77ヶ月後)	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
関 智行	コンクリートの表面特性に及ぼす新型ハイブリッド被膜養生剤の影響に関する研究	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
田邊 康孝 山内 健一郎	犠牲防食作用を有する粘着テープを用いた防食工法の開発	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
田邊 康孝 山内 健一郎	犠牲防食作用を有する粘着テープを用いた防食工法の性能評価	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
作 周平 関 智行	省工程防水塗装材料の開発	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
桑原 幹雄	鋼鉄道橋に施工した耐火塗料の暴露試験体の燃焼試験について	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
尾田 光 桑原 幹雄	新規開発した不めっき塗料の適用性評価	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
山内 健一郎	塗膜剥離の支配的要因について	土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会	(公社)土木学会
楠戸 博貴 桑原 幹雄	水系塗料を塗装した直後の鋼材発錆に関する分析	2019年度日本建築学会 大会 学術講演会	(一社)日本建築学会
古泉 雅史	常温乾燥形ふっ素樹脂塗料に対する低臭化方法の検討	2019年度日本建築学会 大会 学術講演会	(一社)日本建築学会
加藤 瑞樹	亜鉛めっき適性を有する弱溶剤形変性エポキシ樹脂プライマーの性能評価	2019年度日本建築学会 大会 学術講演会	(一社)日本建築学会
山内 健一郎 松本 剛司 藪見 尚輝	Life cycle cost calculation of high durability coating systems considering the ISO 12944 standard	EUROCORR 2019	The European Corrosion Congress
北村 瑠里 田邊 祥子 北川 将司	層分離メタリック粉体塗料の開発	2019年度色材協会研究発表大会	(一社)色材協会
清水 悠平 松本 剛司 宮下 剛	技術賞「塗膜の線膨張係数に着目した剥離抑制型下塗塗料の開発」	2019年度色材協会研究発表大会	(一社)色材協会
北川 将司	二層分離構造をもつ複合樹脂粉体塗料の耐候性評価 その4 アルミニウム顔料を混合した粉体塗膜の層構成	2019年度大会学術講演会 研究発表論文集 日本建築仕上学会	日本建築仕上学会
古泉 雅史	常温乾燥形ふっ素樹脂塗料の低臭化	2019年度大会学術講演会 研究発表論文集 日本建築仕上学会	日本建築仕上学会
伊郷 宗一郎	TOFMSおよびKMDプロット法を用いた反応性乳化剤の分析	第24回高分子分析討論会	(公社)日本分析化学会 高分子分析研究懇談会
堀田 裕貴 松本 剛司 松野 英則	鋼橋に適用された常温金属溶射システムの劣化要因	第42回鉄構塗装技術討論会	(一社)日本鋼構造協会
心光 秀忠	粉体塗料と塗装について	名古屋市工業研究所にて講演発表	名古屋市工業研究所 技術支援室
八尾 允康	焼付塗料と塗装について	名古屋市工業研究所にて講演発表	名古屋市工業研究所 技術支援室

DNT 大日本塗料株式会社

本社・大阪事業所 ☎06-6266-3100 〒542-0081 大阪市中央区南船場1-18-11 (SRビル長堀)
 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 小牧市大字三ッ淵字西ノ門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

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)
 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)
 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ynes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 (トラスト・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

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
 大阪営業所 ☎06-6266-3116 〒542-0081 大阪市中央区南船場1-18-11 (SRビル長堀)
 京滋営業所 ☎075-595-7761 〒607-8085 京都市山科区竹鼻堂ノ前町46-1 (大樹生命京都山科ビル)
 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 ☎086-242-1850 〒700-0953 岡山市南区西市801-2
 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 (サンフラー通り東ビルI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)

●フリーコール

塗料相談室 0120-98-1716 いーないろ
 住まいの塗り替えハロービュー事務局 0120-95-8616 ハローいろ

●ホームページ

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

●表紙について

DNT及びDEVELOP(開発する)の「D」に希望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.20

- 発行日 2020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 06-6266-3141

禁無断転載

菌・ウイルスを退治!!!

抗菌
抗ウイルス

蛍光灯の明るさで菌やウイルスを短時間で不活性化します。

超低臭

においが気にならないので、病院や空港などの24時間稼働施設やオフィスビル・ミュージアムなどの空調一括管理施設にも安心・安全

ゼロVOC

VOC(揮発性有機化合物)を含有していないのでシックハウス対策にもバッチリ

消臭

室内の嫌なにおいを吸着します。

Cozy Pack
Air

塗るだけでOK!



F☆☆☆☆ 抗菌・抗ウイルス室内用水性塗料
コージーパックエア

除去率

ウイルス

◎ (99.99%)

黄色ブドウ球菌

◎ (99.99%)

大腸菌

◎ (99.99%)

蛍光灯で光触媒効果!

ウイルスを4時間で

菌を8時間で

99.99%

不活性化することができます

※LEDでも同様の効果があります。



コージーパックエア



お問い合わせは — 建築塗料事業部 大阪 ☎06-6266-3117 東京 ☎03-5710-4503

DNT 大日本塗料株式会社

DNT

DAI NIPPON TORYO

大日本塗料株式会社

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



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。