

次世代環境対応形「水性ふっ素樹脂塗装システム」について

一般塗料部門
構造物塗料事業部
開発グループ
General Coating Division
Heavy Duty Dept.
Business Development Group

Development of Next Generation
Environmentally Friendly Coating System
“Water-borne Fluoropolymer
Coating System”

技術開発部門 要素技術開発室
第2チーム、第1チーム
Technology Division
Core Technology Laboratory 2nd team, 1st team



坂井 勝也
Katsuya SAKAI



大柴 雅紀
Masaki OHSHIBA



山本 基弘
Motohiro YAMAMOTO

1. はじめに

塗料の主な機能は被塗物の保護と美観の付与であると言われ、実際には鋼構造物分野においては鋼の腐食を防ぎ、色彩を付与して周辺環境との調和を図ることのできる材料として、今日まで社会基盤の維持管理に大きく貢献してきた。最近では、高耐久性や高意匠性などの保護、外観の付与などに対する塗料・塗装への様々な技術が開発されてきたが、塗装による要求が多岐にわたるようになり、より多くの機能が求められるようになっている。

近年では、「大気汚染防止法」、「グリーン購入法」の制定や建築基準法の改正にみられるように、環境に対する関心が高くなってきている。特に塗料に対しては、環境に負荷を与える物質が多く含まれており、その対策が急務となっている。塗料業界において、環境保全に対する取り組みは重要な課題であり有害物質を低減化した塗料、即ち鉛・クロムなどの有害重金属フリー化やVOC (Volatile Organic Compounds:揮発性有機化合物) 削減を目的とした塗料の開発が進められている。一方、鋼橋に代表される大型鋼構造物を中心にLCC (ライフサイクルコスト) 低減化の観点から、例えばふっ素樹脂塗料に代表されるような長期耐久性を有する塗料の採用が増加してきている。この長期耐久性塗料の適用は、環境保全にも貢献している。即ち、鋼構造物の供用期

間における塗替え回数が少なくなることで、その期間中に排出するVOCも削減できるからである。

上述のように現行のふっ素樹脂塗料を上塗りに用いた塗装システムは、ふっ素樹脂塗膜の優れた耐候性とエポキシ樹脂塗料の優れた防食性および付着性により長期間鋼構造物を保護してきた。しかし、これまで使用されてきた塗料の多くは強溶剤系塗料であり、排出されるVOCの大幅な削減は困難であった。

以上の点に鑑み、前報ではVOC排出量を大幅に減らし、長期耐久性を有する環境対応形防食塗料「水系ポリウレタン塗装システム」について報告した。

本報では、高耐候性の次世代環境対応形塗料としてふっ素樹脂を用いた水性ふっ素樹脂塗装システムについて報告する。

2. 塗料・塗装を取り巻く環境問題への対応

近年、環境問題をめぐる情勢は大きな変革の時期を迎え、地球の温暖化、オゾン層の破壊、緑地の砂漠化、環境の酸性化、ダイオキシンや環境ホルモン汚染といった広域規模の減少に社会の関心が高まり、国際的な取り組みの必要性が求められるようになってきている。

塗料・塗装分野における最近の環境問題への取り組みとしては、1999年に「特定化学物質の環境への排出

量の把握等および管理の改善の促進に関する法律（化学物質管理促進法）が制定された。その一つにPRTTR（Pollutants Release and Transfer Register:有害化学物質排出・移動登録）制度があり、有害化学物質を含む製品などを製造、加工または利用する業者に対し、取り扱った有害化学物質の環境への排出量や事業所以外への移動量を計測して報告することを義務付けている。現在におけるPRTTR制度の対象となるのは「第1種指定化学物質」354物質である。

これに準拠して、2003年に労働安全衛生法の一部改正により、MSDS（Material Safety Data Sheet:製品安全データシート）の発行が義務付けられた。また、2001年に「国等による環境物品等の調達の推進に関する法律」（グリーン購入法）が施行され、2002年4月から適用する品目に塗料として初めて「下塗り塗料（重防食）」（鉛、クロム等の有害重金属を含む顔料を配合していないこと）が公共事業の分野で指定された。

さらに、2004年にはVOCの排出量抑制を目的とする「大気汚染防止法」が改正された。VOC（塗料では溶剤等）は、光化学オキシダント（大部分はオゾン）および浮遊粒子状物質の原因物質の一つであると考えられており、欧米では厳しいVOC排出規制がある。（社）日本塗料工業会では、2003年を基準として3年後に30%、5年後に50%削減の目標値を立て、VOCの削減に積極的に取り組んでいる。

3. 水性ふっ素樹脂塗装システムについて

3.1 水性ふっ素樹脂塗料の概要

水性ふっ素樹脂塗料上塗は、水酸基を付与したふっ素樹脂エマルジョンをベースとした主剤に水分散型イソシアネートを硬化剤として適用した2液反応硬化形の塗料である。主剤のふっ素樹脂エマルジョンはビニルエーテル単位とフルオロオレフィン単位がほぼ交互に並び、分解が非常に起きにくい構造となっている。また樹脂骨格に配置された水酸基と硬化剤の水分散型イソシアネートが塗膜の乾燥過程で架橋反応し、高性能な均一塗膜

を形成する。そのため得られた塗膜は従来の溶剤系ふっ素樹脂塗料に匹敵する耐久性を有している。

3.2 塗装システムのVOC量

水性ふっ素樹脂塗装システムと溶剤系ふっ素樹脂塗装システムとのVOC量の比較を表1および図1に示す。水性ふっ素樹脂塗装システムの全VOC計算値は7g/m²となり、現行の溶剤システム（232g/m²）より97%のVOCが削減された。

表1 塗装システムのVOC量

水性ふっ素システム	膜厚(μm)	VOC量(g/m ²)
水性エポキシ樹脂塗料下塗	下塗 60	0
水性エポキシ樹脂塗料下塗	下塗 60	0
水性ふっ素樹脂塗料用中塗	中塗 30	0
水性ふっ素樹脂塗料上塗	上塗 25	7
計	175	7
現行溶剤系ふっ素システム	膜厚(μm)	VOC量(g/m ²)
エポキシ樹脂塗料下塗	下塗 60	72
エポキシ樹脂塗料下塗	下塗 60	72
ふっ素樹脂塗料用中塗	中塗 30	45
ふっ素樹脂塗料上塗	上塗 25	43
計	175	232

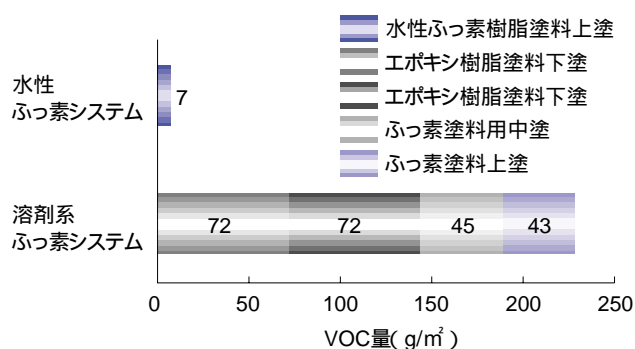


図1 塗装システムのVOC量

3.3 システムの塗膜性能

水性ふっ素樹脂塗料上塗を用いた標準塗装仕様を表2に、現行溶剤系のふっ素樹脂塗料との性能比較を表3に示す。

表2 塗替え塗装時の標準塗装仕様

工程	塗料	色相	塗装方法	標準使用量 (g/m ²)	標準膜厚 (μm)	塗装間隔 (20)
素地調整	3種ケレン:さび、劣化塗膜を除去し鋼材面を露出させる。但し劣化していない塗膜(活膜)は残す。					
下塗1層目	水性エポキシ樹脂塗料下塗	さび	刷毛、ローラー	200	60	24時間~7日
下塗2層目	水性エポキシ樹脂塗料下塗	赤さび	刷毛、ローラー	200	60	24時間~7日
中塗	水性ふっ素樹脂塗料用中塗	指定色淡目	刷毛、ローラー	140	30	24時間~7日
上塗	水性ふっ素樹脂塗料上塗	指定色	刷毛、ローラー	120	25	

表3 性能比較表

項目	溶剤系ふっ素樹脂塗装システム	水性ふっ素樹脂塗装システム
鏡面光沢度(60°)	80	78
ポットライフ	5時間	4時間
乾燥時間(指触)	23 15分、5 30分	23 30分、5 90分
付着性・基盤目テープ法 (2mm×2mm)	100/100	100/100
耐衝撃性・デュポン式 (1/2in × 500g×50cm)	良好	良好
耐屈曲性 (直径10mm折り曲げ)	異常なし	異常なし
耐薬 (5%硫酸、7日浸漬)	合格	合格
品性 (5%苛性ソーダ、7日浸漬)	合格	合格
促進耐候性(SWOM) 4000時間光沢保持率	90%	88%

3.3.1 耐水性および防食性¹⁾

表4に各塗膜によるシステム塗装膜および単離膜による透湿性試験の結果を、図2に単離膜による吸水率試験の結果を示す。表4および図2の試験結果より、水性ふっ素樹脂塗料上塗は水性ウレタンおよび溶剤系ふっ素とほぼ同等の性能を有していることが確認できた。

さらに、水性ふっ素樹脂塗装システムおよび溶剤系ふっ素樹脂塗装システムをサンドブラスト鋼板(JIS G 3101)に塗装し、塩水噴霧試験および耐湿試験を行った。その結果を図3に示す。

これらの結果より、水性ふっ素樹脂塗装システムは溶剤系ふっ素樹脂塗装システムと同等の耐水性および防食性を有していることが確認できた。

表4 各塗膜の透湿量(g/m²/day)

項目	水性ふっ素	溶剤系ふっ素	水性1液ふっ素	水性2液ウレタン
システム塗装膜	5.18	2.23	9.21	5.80
単離膜	96.67	12.75	580.00	52.73

標準塗布量にて塗装

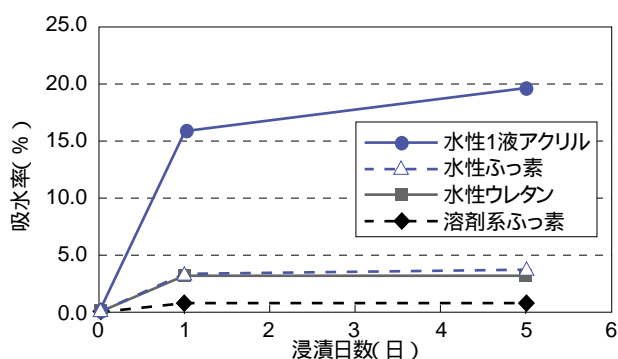


図2 塗膜の吸水率

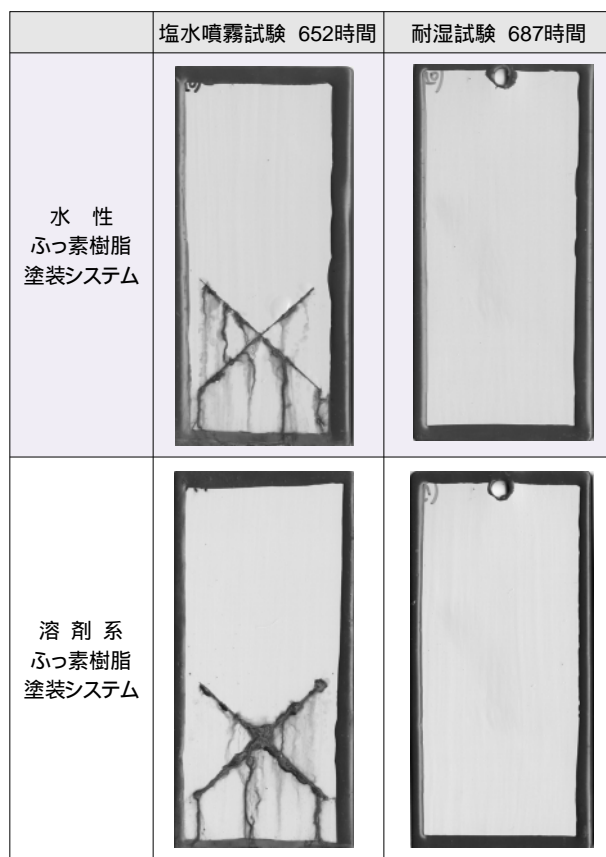


図3 塗装システムによる試験結果

3.3.2 耐候性

水性ふっ素樹脂塗装システムおよび溶剤系ふっ素樹脂塗装システムをサンドブラスト鋼板(JIS G 3101)に塗装し、サンシャインウエザオメーターによる促進耐候性試験を行った。その結果を図4に示す。図4の結果より水性ふっ素樹脂塗料上塗は溶剤系ふっ素樹脂塗料上塗とほぼ同等の光沢保持性を示しており、高い耐候性を有していることが明らかとなった。

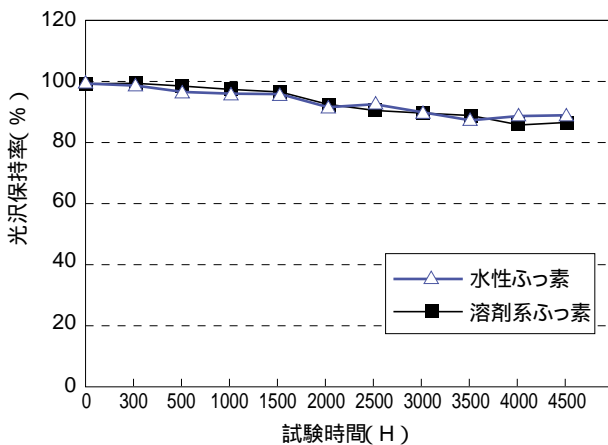


図4 促進耐候性試験による光沢保持率

3.3.3 耐汚染性

近年、ふっ素樹脂塗装システム等の耐候性に優れた外装仕上げ材を用いて塗装を行っても、工場や自動車などの排気ガスに代表される汚染環境下では、鋼構造物の外壁の汚れにより初期の美観を維持できず、都市景観の悪化、生活環境の低下に至る事例が散見されている。

上記のような背景より、ここでは水性ふっ素樹脂塗装システムと溶剤系ふっ素樹脂塗装システム(従来品および汚れ防止形商品)との耐汚染性評価を行った。表5に、塗膜に対する水の接触角の結果を、写真1に屋外暴露による耐雨筋汚染性の結果を示す。雨筋汚染試験は当社那須工場の敷地内において1年間試験を行った。

表5および写真1の結果より水性ふっ素樹脂塗料上塗は汚れ防止形の溶剤系ふっ素樹脂塗料上塗とほぼ同等の耐汚染性を示しており、高い防汚効果を有していることが確認できた。

表5 水との接触角(°)

溶剤系ふっ素樹脂塗料 (汚れ防止形商品)	水性 ふっ素樹脂塗料	溶剤系 ふっ素樹脂塗料
63.5	62.2	95.3

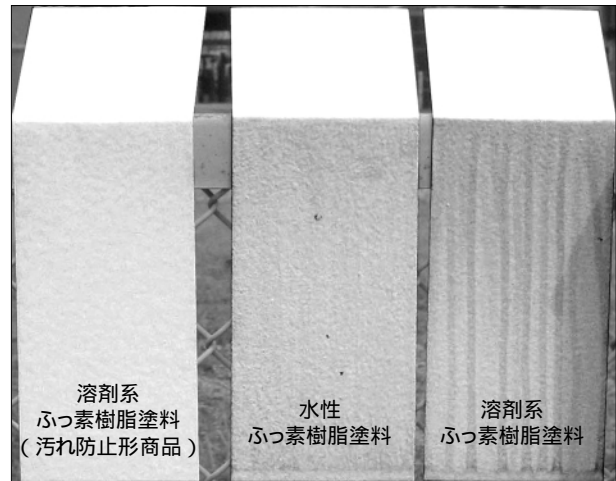


写真1 雨筋汚染性試験の結果(1年)

4. おわりに

今後、塗料分野における環境対策は、益々重要視されていくものと思われる。特に水性化への転換は塗装作業者の健康管理の面からも重要になっていく。新商品の開発および販売を通じて、地球環境の保護並びに作業環境の改善に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 山本 基弘、宮下 剛、大柴 雅紀：DNTコーティング技報, No.5, 27 (2005)