

実環境を想定した水性さび止め塗料の適用性評価

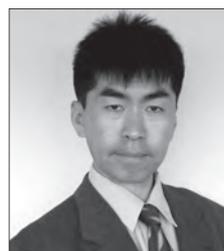
Applicable Evaluation of Water-Based Anti-Corrosive Paint
 in an Expected Real Environment

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



増田 清人
 Kiyoto MASUDA

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



桑原 幹雄
 Mikio KUWAHARA

要 旨

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

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

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

Abstract

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

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

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

1. はじめに

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

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

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

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

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

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

2. 実験

2.1 供試塗料

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

2.2 部材および使用機器

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

2.3 乾燥性の評価

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

2.4 点さびの評価

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

2.5 塗料の粘性評価

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

2.6 平滑性の評価

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

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

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

3. 結果と考察

3.1 環境条件が及ぼす乾燥性への影響

温度・相対湿度が異なる環境における乾燥性の評価結果を表2に示す。

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

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

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

表2 さび止め塗料の乾燥性評価結果

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

3.2 環境条件が及ぼす点さび発生への影響

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



図1 点さびの発生状態

3.3 塗料の粘性

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

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

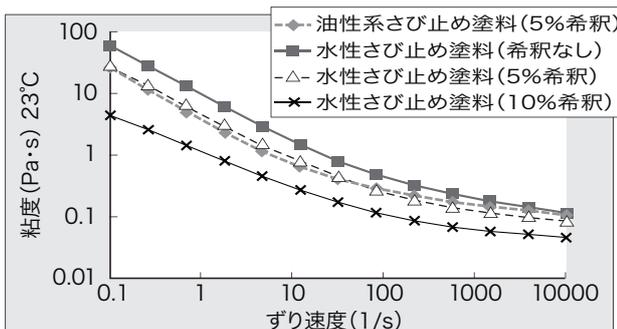


図2 さび止め塗料の粘度—ずり速度測定結果

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

3.4 被塗物温度が及ぼす刷毛塗り塗膜の平滑性への影響

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

表3 水性さび止め塗料の平滑性評価結果

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

表4 油性さび止め塗料の平滑性評価結果

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

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

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

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

表5 実部材を用いたさび止め塗料の平滑性評価

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

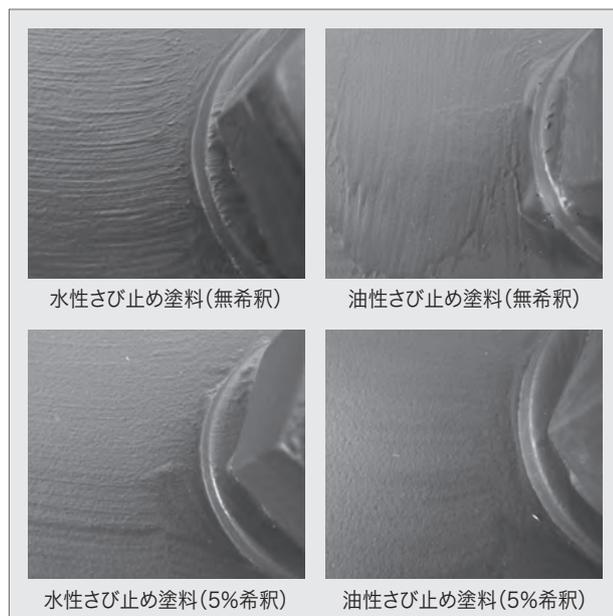


図3 一般構造用圧延鋼材への刷毛塗り試験 (表面温度45°C)

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

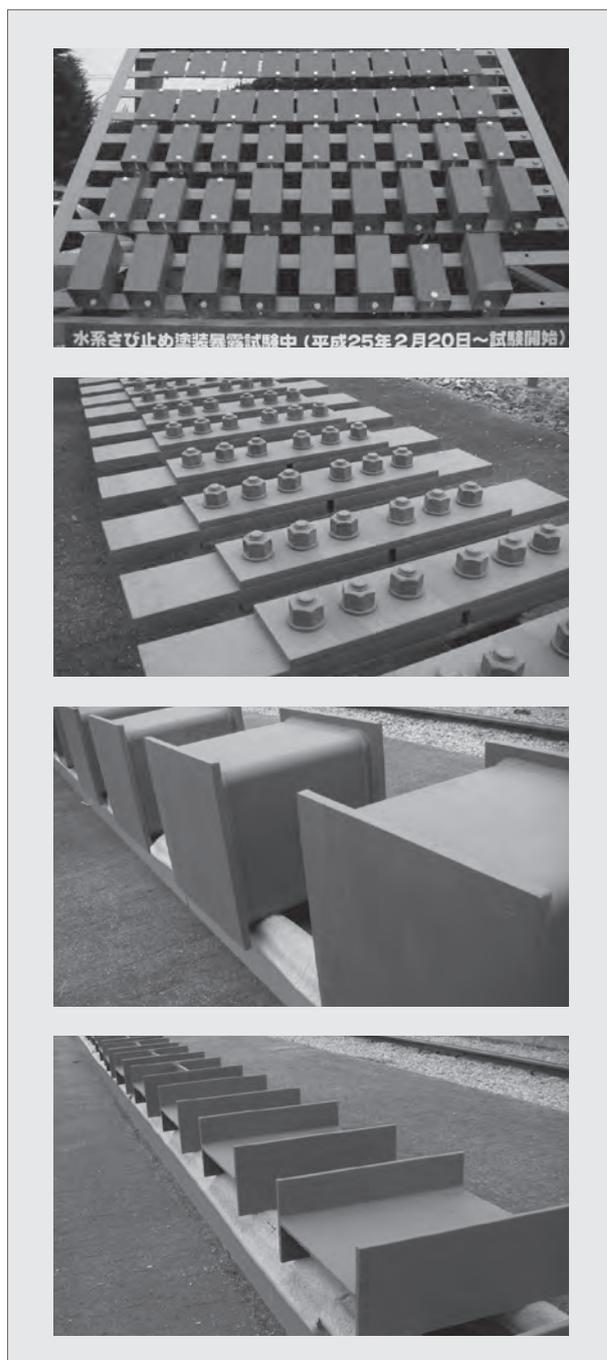


図4 様々な部材形状での水性さび止め塗料屋外暴露試験

4. まとめ

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

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

謝辞

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

参考文献

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