

鉄骨製作時に使用される材料へのさび止め塗料の適用性評価

Applicable Evaluation of Anti-corrosive Paint
to Materials are Used at the Time of Steel Frame
Production

技術開発部門 研究部
研究第一グループ防食技術チーム
Technical Development Division,
Research Department Research Group 1,
Protective Coatings Technology Team

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



楠戸 博貴
Hiroki KUSUDO

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
Coating Business Division,
Protective & Decorative
Coatings Department,
Protective Coatings
Marketing Group



桑原 幹雄
Mikio KUWAHARA



増田 清人
Kiyoto MASUDA

要 旨

従来、油性さび止め塗料が使用されていた建築鉄骨分野に水性さび止め塗料が使用され始めており、その需要は年々増加している。建築鉄骨の製作工場では作業効率を向上させるため、さび止め塗料の塗装前に鉄骨へ様々な材料が塗布されている場合がある。これらの材料がさび止め塗料に与える影響についての定量的な報告はされていない。

本研究では、鉄骨製作時に使用される材料が、水性さび止め塗料と油性さび止め塗料の付着性や防食性に与える影響について評価した。スパッタ付着防止剤が残存する場合、水性さび止め塗料は油性さび止め塗料と比べて付着性の許容幅が狭い。一方で、超音波探傷検査用接触媒質が残存する場合では、水性さび止め塗料の方が付着性の許容幅が広い。また、発錆促進剤によるさびが残存する上にさび止め塗料を塗装すると、塗膜性能の低下を引き起こす。これらは、各材料に対する塗料の濡れ性や相溶性によるものであることを検証し、その結果を報告する。

Abstract

Water-based anticorrosive paint begins to be used for the field of building steel frame which oil based anticorrosive paint was used in conventionally, and the demand increases year by year. Various materials are used to improve work efficiency for the production of the steel frame which a lot of oil-based anticorrosive paint are used in. The quantitative report about the influence that these materials give in anticorrosive paint is not done.

In this study, We evaluated the influence that materials used at the time of steel frame production gave adhesion and anticorrosive property of the water-based anticorrosive paint and oil-based anticorrosive paint. When sputtering abhesive remains, as for the water-based anticorrosive paint, the permission width that is more adherent than oil-based anticorrosive paint is narrow. On the other hand, adherent permission width is wider water-based anticorrosive paint when a couplant for examinations of supersonic wave

sounding out wound remains. In addition, We cause a drop of the coating performance when rust by rust accelerator remains and paints anticorrosive paint. We report the result that inspected that these depend on wet characteristics and compatibility of the paint for each material.

1. はじめに

近年、環境保全や健康安全、施工現場の安全性確保などを目的として、水性さび止め塗料が使用され始めており、その需要は年々増加している。当社では、2013年に水性さび止め塗料「水性グリーンボーセイ速乾」を上市、本塗料は2014年にはJIS K 5674:2008「鉛・クロムフリーさび止めペイント 2種」の規格を取得した。

従来、油性さび止め塗料が多く使用される建築鉄骨の製作時には、図1のようにさび止め塗料の塗装前に様々な材料が塗布されることがある。代表的なものとして、スパッタ付着防止剤や超音波探傷検査用接触媒質（以下、接触媒質と記す）、発錆促進剤などがある。スパッタ付着防止剤は、溶接時に発生するスパッタの除去を容易にするために塗布される。接触媒質は、溶接箇所内部欠陥を検査する超音波探傷検査を効率良く行うため使用される。発錆促進剤は、高力ボルト摩擦接合部のすべり摩擦係数確保のため、使用される場合

適用箇所	適用部	塗布材料	効果
溶接部 スパッタ付着防止剤 接触媒質	溶接部	スパッタ付着防止剤	溶接時にスパッタが付着しても、除去が容易となる
		超音波探傷検査用接触媒質	超音波探傷検査の効率向上
高力ボルト接合部 発錆促進剤	高力ボルト接合部	発錆促進剤	・摩擦接合部のすべり係数確保 ・表面粗さの付与

図1 鉄骨製作時に使用される材料

がある(図1)。

「建築工事標準仕様書・同解説JASS-18 塗装工事」では、鉄鋼面の素地調整として「溶接のスパッタ、溶接・溶断のスラグおよび鍛造やりベット継ぎなどの箇所に付着した不純物は、動力工具や手工具で十分に除去する」とある。しかし、さび止め塗料を塗装する前に、これらの塗布材料を除去するための素地調整を施したとしても完全に除去することは困難であり、塗布面にはいくらかの量が残存した状態となる。このような状態を考慮し、各塗布材料メーカーはさび止め塗料を塗り重ねることが可能な製品をラインナップしている。ただし、これらの製品は従来主流であった油性さび止め塗料を対象としており、水性さび止め塗料の適用性は未確認なものが多い。今後、水性さび止め塗料が普及していくうえで、これらの材料に対する適用性を把握する必要がある。本報では、鉄骨製作時に使用される材料を溶接部材に塗布し、水性さび止め塗料の適用性を油性さび止め塗料とともに評価した。また、試験片を用いて残存量の影響と水性さび止め塗料と油性さび止め塗料の相違点の原因を解析した。

2. 実験

2.1 試験一覧

試験概要の一覧を表1に示す。施工現場の状況を確認するために溶接部材で評価した。さらに、残存量の影響を定量的に確認するため試験片での評価を行った。

表1 試験一覧

試験目的	評価部材	塗布材料
施工現場の状況確認	溶接部材	スパッタ付着防止剤
		接触媒質
残存量の影響確認	試験片	スパッタ付着防止剤
		接触媒質
		発錆促進剤

2.2 供試材料

試験に使用した塗料と塗布材料を表2と表3に示す。

表2 供試塗料

塗料種別	製品名	品質規格
水性さび止め塗料	水性グリーンポーセイ速乾	JIS K 5674 2種
油性さび止め塗料	グリーンポーセイ速乾	JIS K 5674 1種

表3 供試塗布材料

塗布材料	主成分
スパッタ付着防止剤	二酸化チタンや炭酸カルシウムなどの無機化合物
接触媒質	グリセリン
発錆促進剤	無機酸

2.3 供試部材

溶接部材の形状を図2、3に示す。残存量の影響を確認するための試験片は、耐水研磨紙P280を用いて研磨による調整を行ったJIS G 3141 冷間圧延鋼板を用いた。

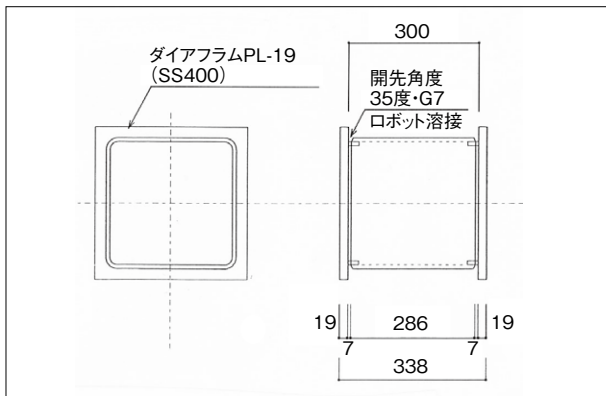


図2 箱形鋼の形状

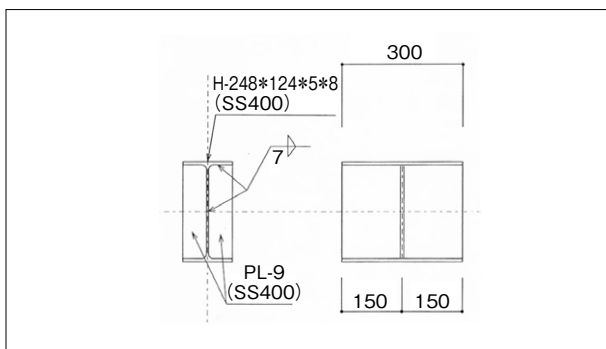


図3 H形鋼の形状

2.4 塗装方法

水性さび止め塗料は水道水にて、油性さび止め塗料は塗料用シンナーにて、それぞれ5%希釈した。塗装は乾燥膜厚35 μ mを目標としてエアスプレーを用いて行った。

2.5 養生環境

溶接部材を用いた付着性試験は、降雨の当たらない半屋外の塗装ヤードにて養生した。また、試験片を用いた各種試験は23°C、50%RHの環境にて養生した。

2.6 付着性評価

各塗料の乾燥塗膜に対して、JIS K 5600-5-6に準じてカット2mm間隔25マスにて試験を実施し、同規格に準じて分類した。

2.7 溶接部材を用いた付着性評価

実施工に使用される部材での評価を行うため、溶接加工した一般構造用圧延鋼材SS400の箱形鋼とH形鋼を供試部材として、隅肉溶接部とその周辺に、スパッタ付着防止剤または接触媒質を塗布した。その後、スパッタ付着防止剤は手工具処理、または水洗により除去し、接触媒質はウエスでの乾拭き、または水洗により除去した。素地調整を施した供試部材に、さび止め塗料をエアレススプレーで塗装した。塗装7日後に図4に示す箇所についてクロスカットを施し、セロハンテープにより付着性を評価した。

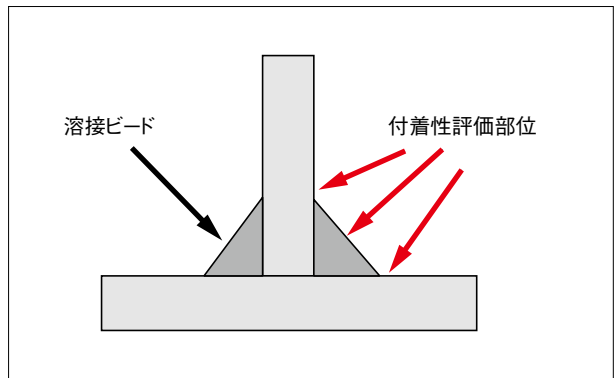


図4 溶接部付着性評価部位

2.8 試験片を用いた付着性評価

2.8.1 スパッタ付着防止剤の影響確認方法

試験片にスパッタ付着防止剤を現場での塗布量を想定した24g/m²、素地調整を施した後の残存量を想定した7g/m²、3g/m²の3水準で塗布した。スパッタ付着防止剤を塗布した後に、さび止め塗料を塗装し3日後、7日後に付着性を評価した。

2.8.2 接触媒質の影響確認方法

試験片に接触媒質を現場での塗布量を想定した28g/m²、素地調整を施した後の残存量を想定した10g/m²、4g/m²の3水準で塗布した。接触媒質を塗布した後に、さび止め塗料を塗装し3日後、7日後に付着性を評価した。

2.9 発錆促進剤の影響確認方法

試験片にpH2~3程度の発錆促進剤を80g/m²で塗布した後に、7日間乾燥させて鋼板表面を発錆させた。発錆した供試部材を、不織布による手工具処理とディスクサンダーによる動力工具処理にて素地調整を施した後に、さび止め塗料を塗装し7日後に付着性を評価した。素地調整後の表面状態を図5に示す。また、同方法にて作製した試験板をJIS K 5600-7-9のサイクルDにて、36サイクルの腐食性試験に供し、防食性を評価した。

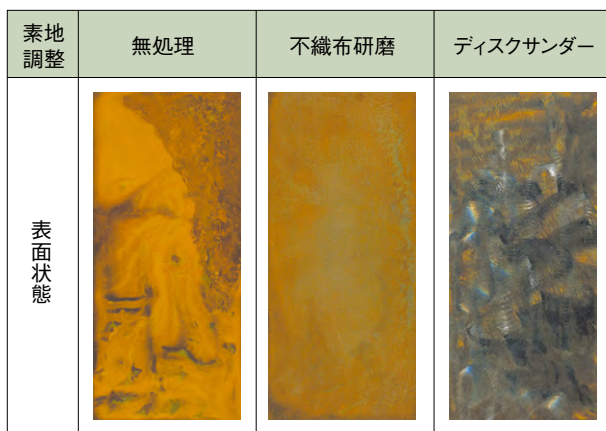


図5 発錆した試験片への素地調整後の表面状態

3. 結果と解析

3.1 溶接部材を用いた付着性評価結果

隅肉溶接部に対する付着性評価結果を表4に示す。溶接のままで素地調整を施さない場合には、さび止め塗料の種類に関係なく十分な付着性が確保された。水性さび止め塗料では、スパッタ付着防止剤を塗布して手工具で処理した場合には、付着性が不十分であった。油性さび止め塗料においても、接触媒質を塗布して乾拭きした場合には付着性が不十分であった。以上の結果より、水性さび止め塗料は油性さび止め塗料と比べて接触媒質への付着性の許容幅は広いが、スパッタ付着防止剤への許容幅は狭いことがわかった。

表4 隅肉溶接部に対する付着性評価結果

供試体	表面状態	素地調整	備考	付着性	
				水性	油性
箱形鋼	溶接のまま	無処理	防錆油付着※1	○	○
	接触媒質塗布	乾拭き	接触媒質残存	○	×
	接触媒質塗布	水洗	※1と同様の状態	○	○
	スパッタ付着防止剤塗布	手工具処理	スパッタ付着防止剤残存	×	○
	スパッタ付着防止剤塗布	水洗	※1と同様の状態	○	○
H形鋼	溶接のまま	無処理	防錆油付着※2	○	○
	接触媒質塗布	乾拭き	接触媒質残存	○	×
	接触媒質塗布	水洗	※2と同様の状態	○	○
	スパッタ付着防止剤塗布	手工具処理	スパッタ付着防止剤残存	×	○
	スパッタ付着防止剤塗布	水洗	※2と同様の状態	○	○

3.2 スパッタ付着防止剤の残存量の影響

3.2.1 スパッタ付着防止剤上の付着性評価

スパッタ付着防止剤上にさび止め塗料を塗装した際の付着性の評価結果を表5に示す。水性さび止め塗料では、スパッタ付着防止剤の塗布量や乾燥時間が付着性に影響を及ぼした。スパッタ付着防止剤の塗布量が7g/m²以下の場合には、安定した付着性を示している。スパッタ付着防止剤の塗布量が24g/m²の場合には、塗装3日後では付着性が不十分であるが、7日後には図6に示すように付着性を確保している。一方、油性さび止め塗料では、スパッタ付着防止剤の塗布量が24g/

m²であっても、図7に示す通り十分な付着性を確保している。

表5 スパッタ付着防止剤上の付着性評価結果

塗料	スパッタ付着防止剤塗布量(g/m ²)	塗装3日後付着性分類	塗装7日後付着性分類
水性さび止め塗料	3	0	0
	7	0	0
	24	5	1
油性さび止め塗料	3	0	0
	7	0	0
	24	0	0

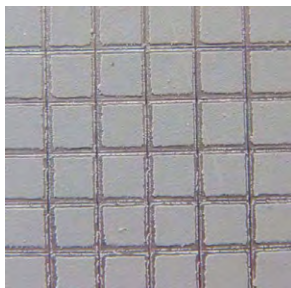


図6 水性さび止め塗料塗装7日後付着性評価結果

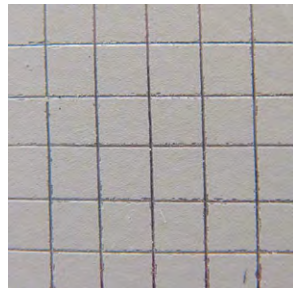


図7 油性さび止め塗料塗装7日後付着性評価結果

3.2.2 スパッタ付着防止剤の付着性への影響

水性さび止め塗料と油性さび止め塗料で、スパッタ付着防止剤に対する適用性が異なる原因究明を試みた。

図8に示す付着性評価後の塗膜片を観察した。水性さび止め塗料の塗膜裏面にはスパッタ付着防止剤が確認できる。つまり、水性さび止め塗料とスパッタ付着防止剤が馴染んでおらず、塗料が部材へ達していないことがわかる。一方、油性さび止め塗料では、塗料成分がスパッタ付着防止剤に浸透し、鋼材素地に達して付着性を確保すると考えられる。スパッタ付着防止剤上に水性さび止め塗料と油性さび止め塗料を滴下すると、図9に示す状態となる。水性さび止め塗料の接触角を算出すると59.5°であった。一方、油性さび止め塗料は42.3°であり、水性さび止め塗料よりもスパッタ付着防止剤に対して濡れやすいことがわかる。したがって、スパッタ付着防止剤への濡れ性や浸透性が、さび止め塗料の付着性へ影響したと考えられる。

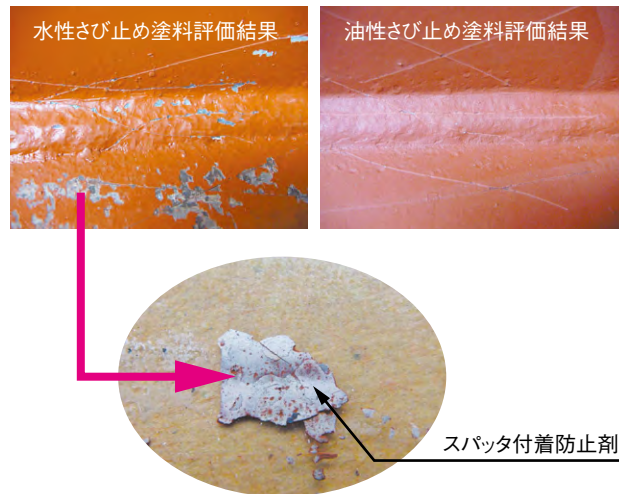


図8 スパッタ付着防止剤が残存する隅肉溶接部に対する付着性

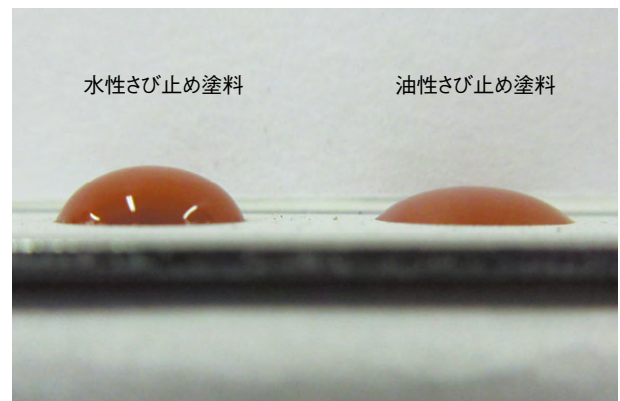


図9 スパッタ付着防止剤へのさび止め塗料の滴下

3.3 接触媒質の残存量の影響

3.3.1 接触媒質上の付着性評価

接触媒質上にさび止め塗料を塗装した際の付着性の評価結果を表6に示す。水性さび止め塗料は、接触媒質の塗布量が増加しても塗装後の時間が経過すれば、十分な付着性を示している。接触媒質の塗布量を28g/m²とした場合の塗装7日後における塗膜の付着状態を図10に示す。一方、油性さび止め塗料は、接触媒質の塗布量が増えると、塗装7日後においても図11に示すように付着性を十分に確保することが困難である。

表6 接触媒質上の付着性評価結果

塗料	接触媒質 塗布量 (g/m ²)	塗装3日後 付着性分類	塗装7日後 付着性分類
水性さび止め塗料	4	1	0
	10	1	0
	28	2	0
油性さび止め塗料	4	0	0
	10	0	0
	28	3	3

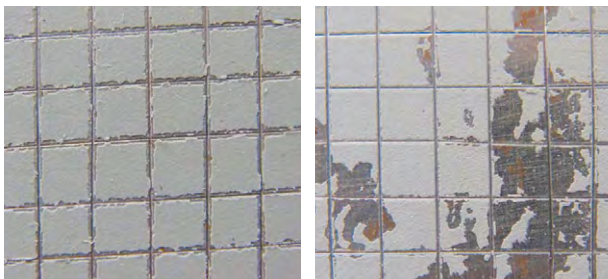


図10 水性さび止め塗料 塗装7日後付着性評価結果

図11 油性さび止め塗料 塗装7日後付着性評価結果

3.3.2 接触媒質の付着性への影響

水性さび止め塗料と油性さび止め塗料で、接触媒質に対する適用性が異なる原因究明を試みた。

図12に示す付着性評価後の塗膜片を観察した。油性さび止め塗料の塗膜はく離面と部材に接触媒質が付着していることを確認した。水性さび止め塗料の溶媒である水と、油性さび止め塗料の溶媒であるミネラルスピリットを接触媒質と混合すると図13に示す状態となる。接触媒質は水と相溶し、ミネラルスピリットとは相溶しない。つまり、水性さび止め塗料は接触媒質と相溶し部材へ達することで付着性を示すが、油性さび止め塗料は十分に相溶していないため、塗膜と鋼材表面の界面に接触媒質が滞留して付着阻害因子となり、はく離が生じたと考えられる。

水性さび止め塗料では付着性を確保したものの、接触媒質の過剰な残存は乾燥遅延、塗膜性能の低下を引き起こすため、従来通りの除去が必要である。

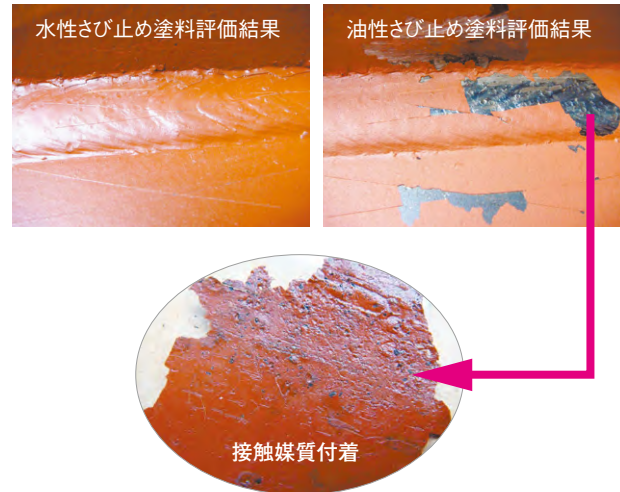


図12 接触媒質が残存する隅肉溶接部に対する付着性

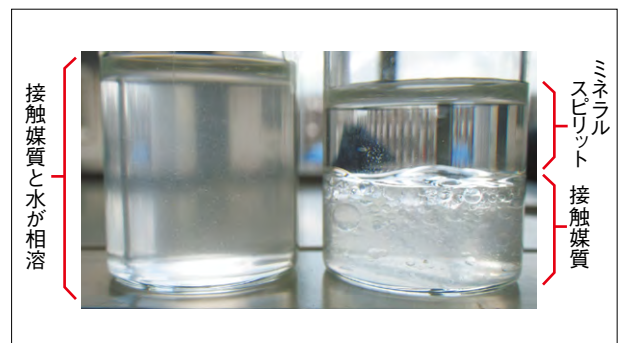


図13 水、ミネラルスピリットと接触媒質の混合

3.4 発錆促進剤の残存量の影響

3.4.1 発錆促進剤塗布面の付着性と防食性評価

発錆促進剤を塗布し、表面が発錆している鋼材にさび止め塗料を塗装した際の付着性と防食性の評価結果を図14に示す。油性さび止め塗料は、発錆促進剤によるさびが残存していても十分な付着性を確保している。一方、水性さび止め塗料は、素地調整を施すことで安定した付着性を示しているが、素地調整を施していない場合は、点線に示すさびの凝集破壊による塗膜のはがれが認められた。また、発錆促進剤が塗布された試験片の防食性を評価した結果、さび止め塗料の種類に関係なく発錆することを確認した。

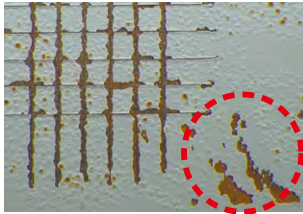
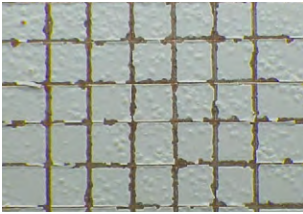
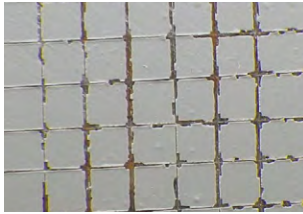


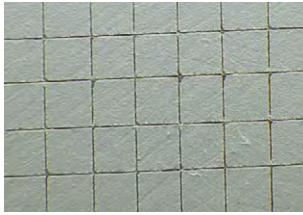
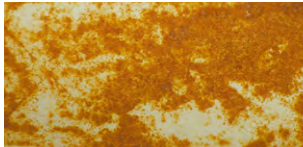


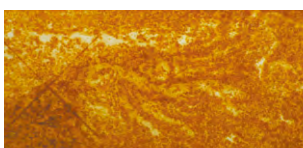


		素地調整	無処理	不織布研磨	ディスクサンダー
付着性評価結果	水性さび止め塗料				
	油性さび止め塗料				
防食性評価結果	水性さび止め塗料				
	油性さび止め塗料				

図14 発錆促進剤上の評価結果

3.4.2 発錆促進剤の影響

水性さび止め塗料と油性さび止め塗料で、発錆促進剤による発錆鋼材面に対する適用性が異なる原因究明を試みた。

水性さび止め塗料の溶媒である水と、油性さび止め塗料の溶媒であるミネラルスピリットの発錆鋼材面に対する接触角測定結果を図15に示す。水は接触角が 21.7° であるのに対して、ミネラルスピリットの接触角は 0° である。溶媒がさび面に濡れやすい油性さび止め塗料は、さび層中に浸透して、鋼材素地に塗料が達することで付着性が確保される。濡れ性の劣る水性さび止め塗料は、さび層中への浸透も劣り、付着性が劣る結果となったと考えられる。したがって、高力ボルト接合部に対して発錆促進剤を塗布する際には、必要箇所に必要最小限の塗布量とすることが、耐久性上重要である。また、さび止め塗料を塗装する面に発錆促進剤が付着した場合には、直

ちにふき取る必要があり、発錆した場合にはさびを除去する必要がある。

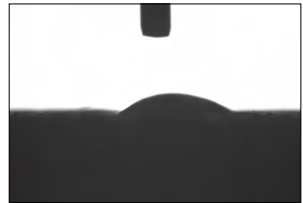

溶媒	接触角	
	θ ($^\circ$)	写真
水	21.7	
ミネラルスピリット	0	

図15 発錆鋼材面に対する接触角

5. まとめ

今回検討した、鉄骨製作時に塗布される材料が水性さび止め塗料の付着性や防食性に与える影響を以下にまとめる。

- 1) スパッタ付着防止剤が残存した鋼材面に水性さび止め塗料を塗装した場合、塗布面への塗料の浸透性が低いことにより付着性が低下する。残存量の許容幅が油性さび止め塗料と比べて狭いため、入念な素地調整が重要となる。
- 2) 接触媒質が残存した鋼材面に水性さび止め塗料を塗装した場合、水と接触媒質の相溶性により油性さび止め塗料よりも残存量の許容幅はある。ただし、接触媒質の残存はさび止め塗料の乾燥遅延、塗膜性能の低下の原因となるため、従来通りの除去が必要である。
- 3) 発錆促進剤により多量に発錆した鋼材面に水性さび止め塗料を塗装した場合、油性さび止め塗料と同様に塗膜性能の低下を早期に引き起こす。

6. 今後の展開

今回の評価により、水性さび止め塗料と油性さび止め塗料では、塗布材料の種類によって適用性が異なることがわかった。それぞれの材料の特性を十分に理解し、使用することが重要である。鉄骨製造工場においては塗装前の素地調整の軽減が求められているため、さらに適用幅の広い水性さび止め塗料の開発を進めたいと考えている。

謝 辞

本実験の監修をしていただいた、ものづくり大学の近藤名誉教授と本実験にご協力いただいた、(株)ムラヤマの村山社長、早坂技師長に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 桑原幹雄, 近藤照夫: 日本建築仕上学会2013年度大会学術研究発表論文集 P209-212 (2013)
- 2) 増田清人, 近藤照夫, 桑原幹雄: 日本建築仕上学会2014年度大会学術研究発表論文集 P167-170(2014)