

物理的素地調整法に代わる塗布形素地調整 軽減剤「サビシャット」について

Application-type Surface Preparation
Agent which Replaces the Physical
Surface Preparation Method

一般塗料部 構造物塗料グループ
General Coating Dept. Heavy Duty Coating Group
Anticorrosive paint division



里 隆幸
Takayuki SATO



岩見 勉
Tsutomu IWAMI



山崎 曜
Akira YAMAZAKI

要 旨

従来の物理的な素地調整法を必要としない、あるいは軽減可能な塗布形素地調整軽減剤を開発した。この塗布形素地調整軽減剤は清掃ケレン程度の簡便な前処理の後に塗布するだけで、従来のISO St-3ケレンを施した場合と同等以上の防食下地が形成できる。

Abstract

The age of large-scale social expansion has met the end after such a high economic growth. It sifts to the age of maintenance of the existing social capital in the present century. Reduction of the maintenance costs and minimization of effects of the maintenance of structures on the environment have become important issues.

This is not the exception for the coating and paint industry from the viewpoint of environmental preservation.

The authors developed the application-type surface preparation agent that could replace a conventional physical surface preparation method. It was shown from the experimental results that this newly developed agent was practicable.

Additionally, this preparation agent should not be a substitution of the conventional physical surface preparation method.

1. はじめに

高度経済成長期以降の大規模な社会資本拡充の時代は終焉し、今世紀はいよいよ維持管理の時代を迎える。これにより、維持管理コストの削減並びにその行為を行う際の環境負荷の抑制が極めて重要な課題となってくる。とりわけ鋼構造物塗替塗装の素地調整時に発生する粉塵や騒音の問題に対しては、その対策が今まで以上の水準で求められるようになる。

上記社会動向に鑑み、当社は従来の物理的な素地調整法が不要ないしは軽減可能な塗布形素地調整軽減剤（以下、素地調整剤と記す）を開発したのでその概要を報告する。なお、この素地調整剤はいわゆる“さび止め塗料”に分類されるものではなく、従来のブラストやケレンのような物理的素地調整法を塗布形に転換するものである。

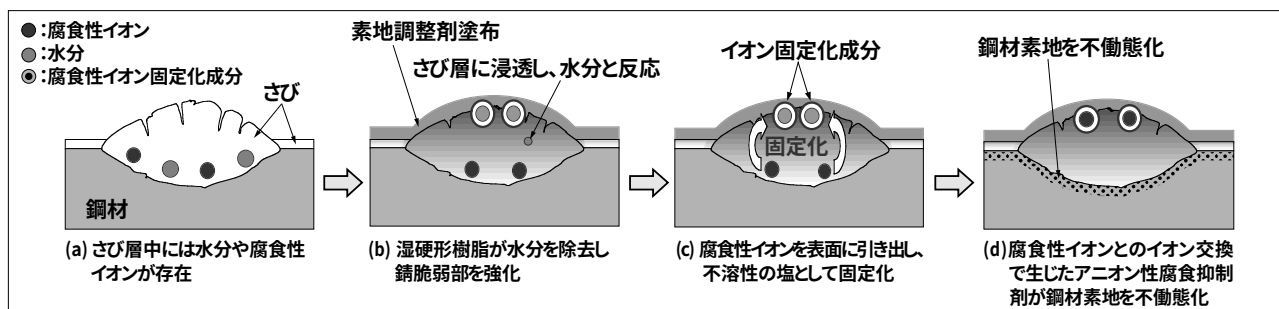


図1 素地調整剤の防錆メカニズム

2. 素地調整剤の概要

2.1 素地調整剤の特徴

- ① 4種(清掃)ケレン程度の前処理との併用で優れた防食下地が得られる。
- ② 粉塵や騒音の発生を低減できる。
- ③ さび層への浸透・強化性に優れている。

2.2 素地調整剤に求められる機能と新しく開発した技術

一般に、鋼材のさびは脆弱で、水分を含み、環境によっては塩化物や硫化物等の腐食性イオンを含んでいる(図1(a))。これらは何れもブラスト工法により、ほぼ完全に除去することが可能であるが、一般的な塗替塗装時の素地調整グレードであるISO St-3程度では完全に除去することは不可能であり、このことが塗替塗膜の寿命が新設塗膜のそれよりも短い所以であるとされている。従来のいわゆる“さび面塗料”の防食性が不十分であるのも、これら要因の何れかの対策が不足しているためであり、換言すれば、これら要因を除去ないしは抑制できれば従来以上の防食性が得られることになる。そこで、表1のような技術を開発し、素地調整剤に適用した。

表1 素地調整剤に必要な機能と素地調整剤で開発した技術

必要な機能	開発した技術
①さび層への浸透・強化性	低粘度・低分子樹脂および錆湿潤剤の適用
②さび層中の水分の除去	湿気硬化樹脂の適用
③腐食性イオンの無害化	イオン交換形腐食性イオン固定化剤の適用
④鋼材表面の不働態化	高性能・無公害防錆剤の適用

2.3 素地調整剤の防錆メカニズム

図1に、素地調整剤の防錆メカニズムを示した。その概要は以下のとおりである。まず、さび層に塗布された素地調整剤はその脆弱部分に含浸し、湿気硬化樹脂が水分を取り込んでさび層の凝集力を高める(図1(b))。

そして、鋼材に対しアノードとなる金属を含みりん酸塩系防錆顔料がさび層中の塩化物イオンや硫酸イオン等の腐食性イオンを表面に引き出し、同時に鉄イオンをキレート化して不活性にする。さらに、アニオン交換形腐食性イオン固定化剤(以下、イオン固定化剤と記す)がさび層中の腐食性イオンを不溶性の塩の形態で固定化する(図1(c))と同時に、腐食性イオンとのイオン交換によって放出されたアニオン性腐食抑制剤が鋼材を不働態化する(図1(d))。

3. 素地調整剤の性能

3.1 さび強化性能

図2は6ヶ月間の屋外暴露によって発錆させた鋼板に素地調整剤および浸透性変性エポキシ樹脂塗料を塗布した場合のさび層の凝集力の相違を比較した結果である。この結果から、浸透性変性エポキシ樹脂塗料は、さびの凝集力向上にまったく効果がないのに対し、素地調整剤はさびの凝集力を1.5倍ほど強化していることがわかる。

また、図3は上記素地調整剤を塗布したさび鋼板断面の元素の分布状態を電子線マイクロアナライザー(以下、EPMAと記す)で分析したマッピング像である。

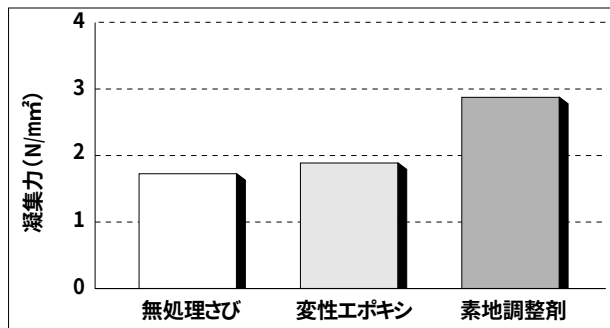


図2 さび強化性試験の結果

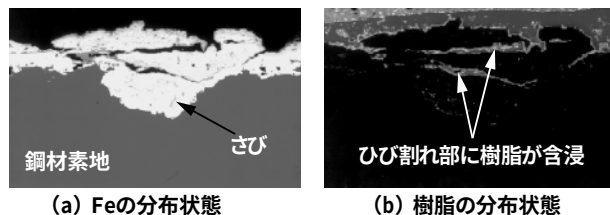


図3 塗膜断面のEPMAによる元素マッピング

図3から、さび層には微細なひび割れが多数存在しているが(図3(a))、そのひび割れ部に素地調整剤の湿気硬化形樹脂が含浸している様子が確認できる(図3(b))。

3.2 防食性能

ここでは、清掃ケレン程度の前処理で処理した後さび鋼板に素地調整剤を塗布した試験片と、ISO St-3程度まで素地調整した試験片に、各々変性エポキシ樹脂塗料下塗およびポリウレタン樹脂塗料上塗を塗装し、これらの防食性を比較検討した結果を述べる。

3.2.1 試験概要

(1) 試験片

寸法70×150×1.6mmサンドブラスト鋼板に、表2の塗装仕様を図4のフローで塗布し試験片を作製した。なお、素地調整剤の配合は表3のとおりであり、本検討ではイオン固定化剤が防食性に及ぼす効果についても調べた。また、一部の試験片には試験片のさび重量に対し塩化物イオンを0.2wt% (373.2mg/m²)、硫酸イオンを4wt% (7464mg/m²)塗布した。このうち、塩化物イオンの塗布量は既往の研究¹⁾調査から、一般的な都市環境で形成されるさび中の塩化物イオン量の約10倍に相当する量である。

表2 塗装仕様

工程	検討仕様	比較仕様
素地調整	清掃ケレン(マジクロン)	ISO St-3
素地調整剤	塗布(0.07kg/m ²)	—
下塗	変性エポキシ樹脂塗料(50μm)	
上塗	ポリウレタン樹脂塗料(30μm)	

表3 素地調整剤の配合

配合原料	固定化剤あり	固定化剤なし
湿気硬化形ポリウレタン樹脂	○	○
腐食性イオン固定化剤	○	—
りん酸塩系防錆顔料	○	○
添加剤	○	○
溶剤	○	○

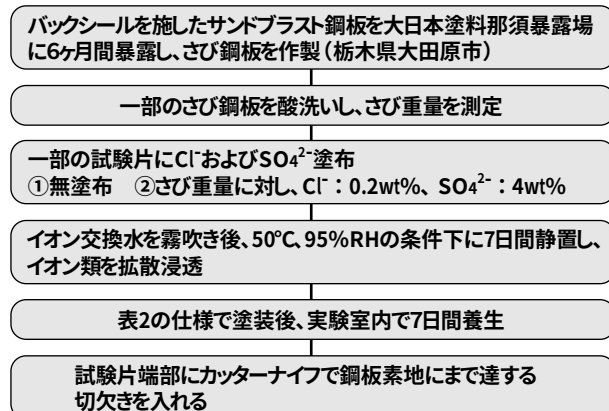


図4 試験片作製フロー

(2) 防食性試験

JIS K 5621に規定する耐複合腐食サイクル試験(以下、CCTと記す)を800サイクル実施した。

(3) 調査項目および方法

CCT800サイクル終了後の試験片に対し、以下の調査を実施し、素地調整剤の防食性を評価した。

a) 外観観察

一般部および切欠き導入部の外観変化を目視により観察し、一部の試験片について切欠き部の写真撮影も実施した。

b) 塗膜下腐食状況

CCT800サイクル終了後の試験片を3wt%の食塩水中に48時間浸漬後、カレントインタラプタ法塗膜下金属

腐食診断装置²⁾を用いて、塗装鋼板の分極抵抗値および分極容量値を測定し、塗膜下鋼板の腐食状況を調べた。

3.2.2 結果および考察

(1) 外観観察結果

表4にCCT800サイクル後における各試験片の塗膜外観を一覧で示した。また、写真1には腐食性イオンを塗布した試験片のうち、イオン固定化剤配合素地調整剤を塗布したもの、およびISO St-3程度の素地調整を施した試験片の切欠き部における腐食状況を示した。

これらの結果から、全般的に腐食性イオンを塗布した試験片の外観変化はそれを塗布していない場合よりも著しいことが判る。ここで、腐食性イオンを塗布した試験片において、外観劣化に及ぼすイオン固定化剤配合の効果を見ると、イオン固定化剤を配合した素地調整剤の外観変化はそれを配合していないものに比べて明らかに小さく、その効果が顕著に認められた。また、イオン固定化剤配合素地調整剤を塗布したものとISO St-3程度の素地調整を施したものとを比較すると、一般部および切欠き部ともに前者の方が外観劣化は小さいことがわかる。

表4 CCT800サイクル後における外観観察結果

腐食性 イオン	観察場所	検討仕様		比較仕様
		固定化剤なし	固定化剤配合	(ISO St-3)
無塗布	一般部	何れも変化なし		
	切欠き部	何れも腐食は認められるものの、ふくれはなし		
塗 布	一般部	ふくれ約 20%	変化なし	ふくれ約 30%
	切欠き部	ふくれ幅 10mm	ふくれ幅＜1mm	ふくれ幅 2mm

(2) 塗膜下腐食の状況

図5にCCT800サイクル終了後試験片におけるカレントインタラプタ法による分極抵抗測定結果を、図6には同試験片の分極容量測定結果を示す。なお、腐食の電気化学的見地からは分極抵抗が小さいほど、また、分極容量が大きいほど腐食傾向が高い(即ち防食性が低い)ことが知られている。

図5および図6の結果から以下のことがわかる。

①全般的な傾向として、腐食性イオンを塗布した試験

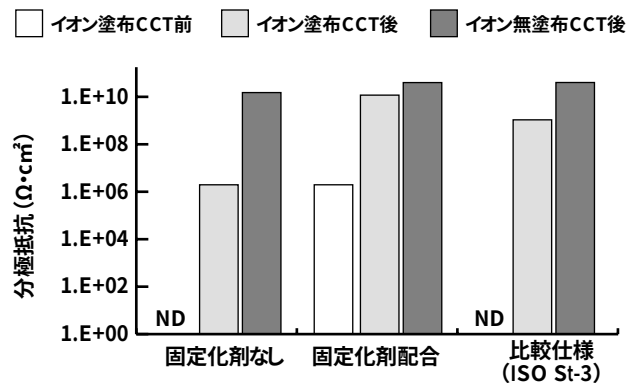


図5 分極抵抗測定結果

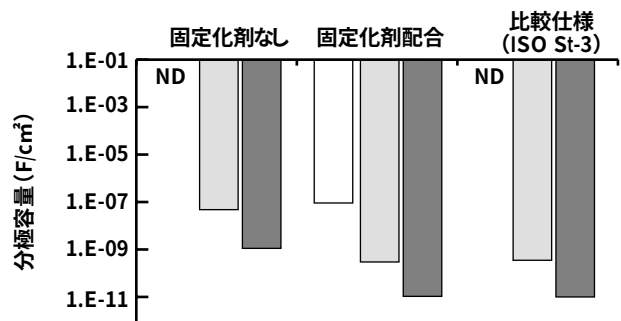


図6 分極容量測定結果

片の腐食傾向はそれを塗布していない場合よりも著しく高い。

②一方、腐食性イオンを塗布した試験片において、防食性に及ぼすイオン固定化剤配合の効果を見ると、イオン固定化剤を配合した素地調整剤の腐食傾向は、それを配合していないものに比べて明らかに小さく、その効果が顕著に認められた。

③イオン固定化剤配合素地調整剤を塗布したものとISO St-3程度の素地調整を施したものとを比較すると、前者の方が特に分極抵抗が高く、ISO St-3程度の素地調整を施した場合と同等以上の防食性が確認された。

④さらに注目すべきは、腐食性イオンを塗布したさび鋼板にイオン固定化剤配合素地調整剤を塗布した試験片において、CCT後の方がCCT前よりも分極抵抗が高く、かつ分極容量も小さくなっていることである。この結果は2.3で述べたように、イオン固定化剤がさび層中の腐食性イオンを不溶性の塩の形態で固定化する(図1(c))と同時に、腐食性イオンとのイオン交換によって放出したアニオン性腐食抑制剤が鋼材を不動態化(図1(

d))していることを示唆する。なお、上記のうち①～③の腐食傾向に関する結果は、外観観察結果と明確な相関を示す。

4. 塗装工程

素地調整剤を用いる場合の塗装工程は次の通りである。なお、素地調整剤塗布後の塗装系は、鋼構造物の塗替塗装で適用されている塗装系であれば何れも適用できる。

4.1 前処理

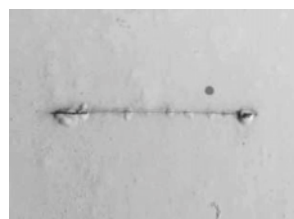
- ①付着力の低い浮きさびをスコッチブライト等で除去する。
この時、1点式電磁膜厚計を用い、30×30cmの範囲のさび層の厚みを9点測定し、その最大値が100μmを越える場合はディスクサンダーを併用する。これは、さび層が厚すぎて素地調整剤中の樹脂の含浸が不十分になることを避けるためである。
- ②油状物質はシンナーで拭き取る。

4.2 素地調整剤塗布

- ①A液とB液を混合・攪拌する(質量比でA:B=10:2)。
- ②ローラーまたは刷毛で100g/m²塗布する。
- ③塗布後3時間以上乾燥させる(20℃の場合)。
- ④3日以内に次工程の下塗塗装を行う。

4.3 下塗～上塗塗料塗布

- ①一般的な素地調整工法を適用した場合と同様に、各塗装系の工程に従って塗料を塗布する。



(a) 素地調整剤塗布の場合



(b) ISO St-3ケレンの場合

写真1 耐複合腐食サイクル試験800サイクル後の外観

5. 素地調整剤の適用箇所および用途

- ①各種プラント設備外面の防食
- ②鉄骨・鉄鋼構造物外面の防食
- ③水管橋・水圧鉄管・水門外面の防食
- ④海洋構造物外面の防食

6. おわりに

本報で紹介した塗布形素地調整剤は、ようやく実用化の可能性が見出された段階にある。本格的な実用化に向けては、

- ①腐食性イオン固定化限界量の把握
- ②発錆程度と防食性の関係(発錆限界)

など使用環境や使用条件を考慮した検討が必要である。これらの課題を早期に解決して維持管理の時代に貢献したい。

文 献

- 1) 松島巖, さびおよびさびた鋼板の性質: 色材, **49**(11), 669(1976)
- 2) 例えば、田邊弘往, カレントインタラプタ法による塗膜下腐食測定: 表面技術, **45**(109), 1009(1994)
- 3) 里隆幸ほか, 物理的素地調整法に替わる塗布形素地調整剤について: 第24回鉄鋼塗装技術討論会発表予稿集, 104(2001)

新商品紹介-2

New Products

塗布形素地調整軽減剤
「サビシャット」Application-type Surface Preparation Agent
「SABI SHUT」塗料事業部門
建築・構造物塗料事業部

防食塗装を施すうえで最も重要な素地調整は、「削る」という作業により粉塵や騒音などの課題があり、また労力も大きい。これらを軽減したいという要望のもと、人と環境に優しい工法が求められている。当社ではそれらの要求に応え、これまでの物理的な素地調整法を不要ないしは軽減できる塗布形素地調整軽減剤「サビシャット」を提案している。

国土交通省の新技术登録情報システム(NETIS)において、平成27年度の推奨技術として選定された本商品の有用性を紹介する。

特 長

1. 粉塵や騒音発生を低減

清掃ケレン程度の素地調整で、従来の2種ケレンと同等以上の下地を形成

2. 高い信頼性

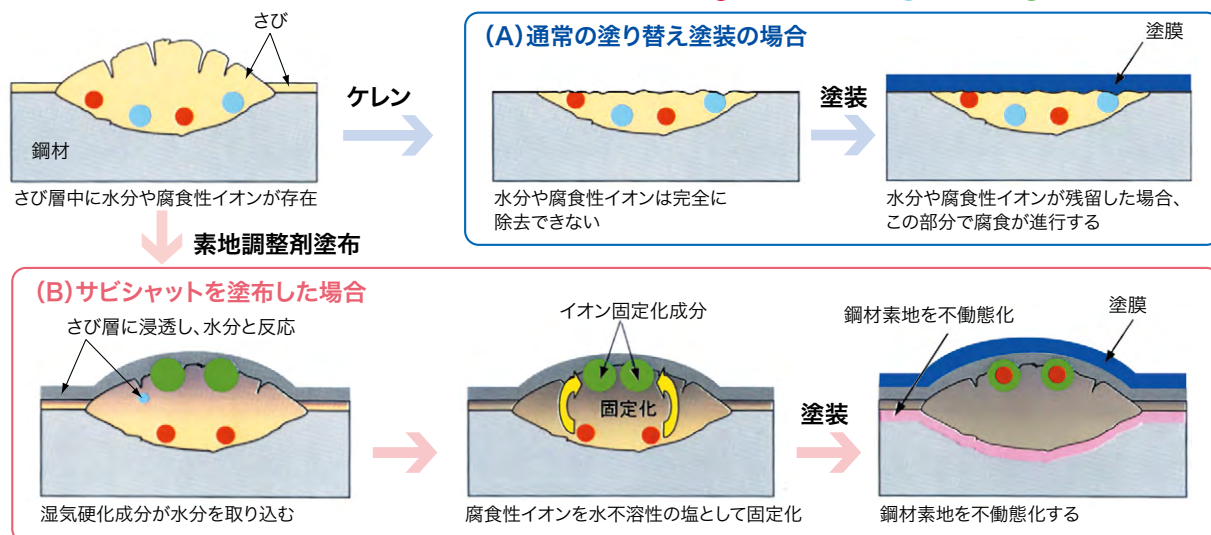
- 国土交通省の新技术情報提供システム(NETIS)に登録されている
- 1000件以上の採用実績がある

3. NETIS平成27年度推奨技術に選定

推奨技術を活用することで、工事成績評定点の更なる加点対象となる

塗布形素地調整剤のメカニズム

●：腐食性イオン ●：水分 ●：イオン固定化成分



推奨適用箇所

- 素地調整困難箇所
(ボルト継手部、溶接部、桁端部、狭隘部など)
- 環境上の制約場所
(火花を発生できない化学工場、病院周辺など)



サビシャットの効果(防錆性の向上)

さび鋼板を条件①～③で作成し、塩水噴霧試験2500時間の防錆性試験を行った結果、②のサビシャットを塗布した場合、防錆性の向上が確認できる。

	条件①	条件②	条件③
素地調整	ISO-St3	清掃ケレン	清掃ケレン
素地調整剤	—	サビシャット(0.10kg/㎡)	—
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料(50μm)		
評価結果 (塩水噴霧試験 2500時間)			
	一般部: 発錆なし カット部: 膨れなし	一般部: 発錆なし カット部: 膨れなし	一般部: 著しい発錆 カット部: 著しい膨れ

性状

項目		内容			
容姿		二液性			
色相		乳褐色			
密度 (23℃)	塗料	1.08			
	揮発分	0.87			
加熱残分		55%			
乾燥時間	温度	5℃	20℃	30℃	
	指触	2時間	1.5時間	1時間	
	半硬化	5時間	3時間	2時間	

塗布基準

項目		内容			
下地処理		4種ケレン(浮きさび・塵埃・付着物などをマジクロン・ダスター刷毛・皮スキなどで除去する。)			
塗布方法	塗布方法	刷毛・ローラー			
	標準使用量	0.10kg/㎡/回			
	標準膜厚	—			
塗装間隔	温度	5℃	20℃	30℃	
	最小	5時間	3時間	2時間	
	最大	3日	3日	3日	

塗装仕様例(省工程仕様)

工程	商品名	標準使用量 (kg/㎡/回)	標準膜厚 (μm/回)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	4種ケレン(清掃ケレン) (浮きさび・塵埃・付着物などをマジクロン・ダスター刷毛・皮スキなどで除去する。)			4時間以内
素地調整剤	サビシャット	0.10	—	3時間以上 3日以内
補修	Vグラン下塗	(0.15)	(50)	4時間以上 1ヶ月以内
下塗り	Vグラン下塗	0.15	50	4時間以上 1ヶ月以内
上塗り	Vシリコンスーパー	0.24	80	—