

さび面補修用塗料

「エスコ ラストフリーザー」

“ESCO RUSTFREEZER”, New Reinforcing Coatings for Corrosion Protection



汎用塗料本部
防食製品技術部
川上 皓史
Koshi
Kawakami

1. はじめに

屋外の大型鋼構造物に塗装する重防食塗料は、様々な環境要因の影響を受けて塗膜の表面劣化、発錆、付着力の低下などが進行するので、構造物を健全な状態で維持管理するためには定期的に塗替塗装によるメンテナンスが必要である。発錆が著しい鋼構造物は、塗替塗装前にブラスト処理、または動力工具処理でさびや劣化塗膜を除去し（研掃作業と呼ぶ）、鋼材面を露出させる程度の素地調整を行うことが望ましい。しかし塗装現場では様々な制約があり、そこまでの素地調整ができないケースもある。例えば、プラント設備の配管やボルト周りなどの入り組んだ狭隘部、騒音・粉塵対策が求められる現場、火災の危険性が非常に高い場所などでは動力工具の使用が困難である。そのため、手工具により表面の浮きさびを落とす程度の素地調整となり、さびが残存した状態（低研掃面）で塗装せざるを得ない。しかしこのような場合は、早期に発錆や塗膜のフクレ・ハガレが生じるリスクがある。

そこで弊社は、このような課題に応えるために低研掃面で優れた防食性を有するさび面補修用塗料「エスコ ラストフリーザー」を開発、上市した。本稿では、「エスコ ラストフリーザー」の特長や各種性能について紹介する。

2. 開発コンセプトと設計の考え方

さびは微細な酸化鉄結晶の堆積層であり、さび内部には数多くの空隙があるため、水分や塩化物イオンなど腐食因子が堆積・濃縮しやすく、また機械的に脆い性質がある。図1で示すように低研掃面に塗装を行った場合、外部から侵入する水分によるさびの進行に伴う体積膨張や脆弱化が進行、また塗膜の硬化過程で発生する収縮応力の影響で塗膜のワレ・剥離が生じ、早期に発錆しやすくなると考えられる。

そこで、低研掃面上で長期間防食性を確保できる塗料を設計するために必要な開発コンセプトを考えた。表1に開発コンセプトを示す。

表1 低研掃面用塗料の開発コンセプト

開発コンセプト	目的
低い水蒸気透過性	・水分の浸入抑制
低い収縮応力	・さび層のワレ、ハガレ抑制
高いさび浸透性	・さび層の固定化 ・腐食因子の浸入抑制

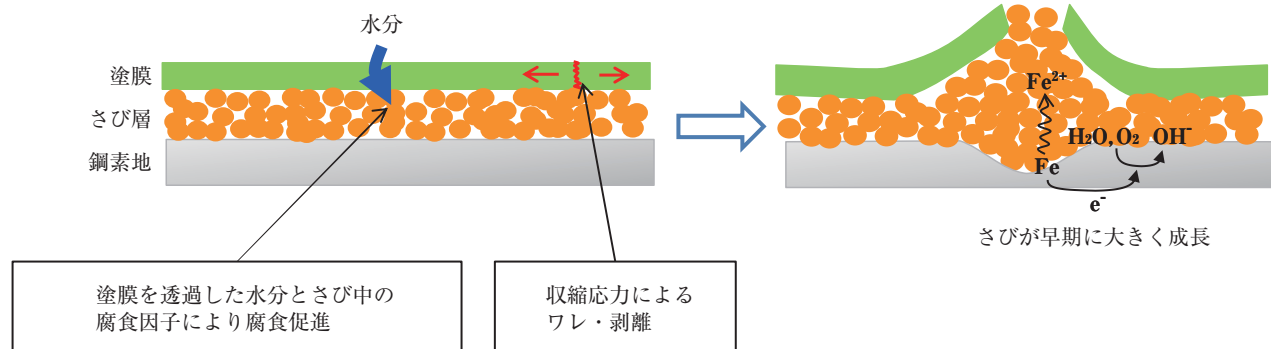


図1 早期発錆メカニズム

開発コンセプトに沿って、3つの重要な機能を持つ塗料の設計を行った。

1. 水蒸気透過性の低い弱溶剤可溶性エポキシ樹脂を選定
2. 顔料組成の最適化および可塑剤添加により収縮応力を低減
3. 塗料の粘性コントロールによりさび浸透性を向上

更に、硬化剤をケチミン化するマスキング技術により反応硬化型でありながら1パック化を実現¹⁾、補修用塗料として非常に使い勝手のよい塗料とした。

3. 塗料性能

3.1 水蒸気透過性

水蒸気透過性は、塗膜の水に対する遮断性を示す指標であり、水蒸気透過係数が低い塗膜は、同膜厚でも鉄素地へ水分を透過させにくい。水蒸気透過性の測定結果を図2に示す。「エスコラストフリーザー」は市販されている低研掃面用塗料に比べて水分の遮断性が高く、2液形のエポキシ樹脂塗料と同等以上の水蒸気遮断性を有している。

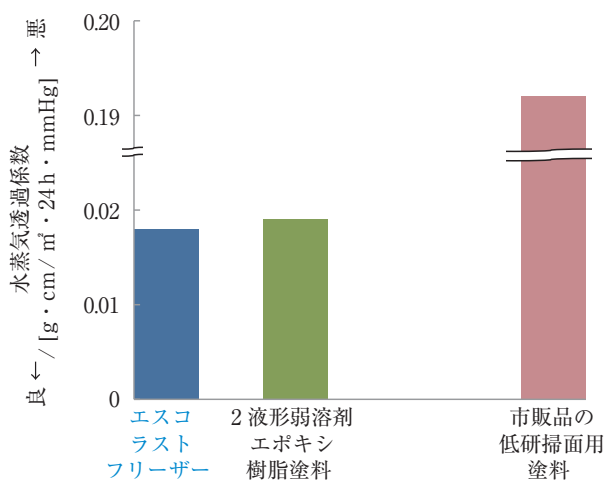


図2 水蒸気透過係数測定結果

3.2 収縮応力

低研掃面上に塗装する塗料は、さび層が脆弱層となるため、前述の通り塗装後に発生する収縮応力は特に小さいことが望ましい。収縮応力を簡易評価するため、厚さ100 μmのポリエステルフィルム上に塗料を塗装（乾燥膜厚40 μm程度）し、40℃、10日間養生した後のシートのそりの高さを測定した結果を図3に示す。収縮応力が大きい塗料を塗装するほどフィルムのそりが大きくなる。「エスコラストフリーザー」は、弱溶剤可溶性エポキシ樹脂や、応力緩和能力が高い体質顔料、可塑剤を配合するなどの設計を行ったことで、一般的な2液形強溶剤エポキシ樹脂塗料と比較して収縮応力が著しく小さいことが分かる。

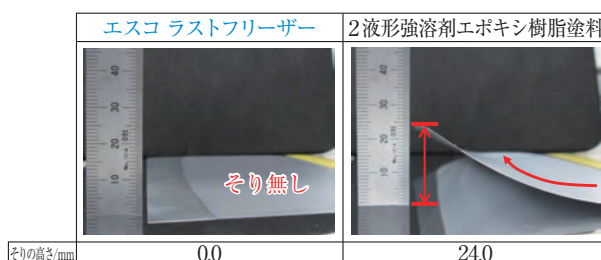


図3 ポリエステルフィルムのそり高さ測定

3.3 さび浸透性

さび浸透性は「エスコラストフリーザー」の大きな特長の一つである。多孔質素材であるケイ酸カルシウム板（ケイカル板）を用いて、浸透性の比較を行った。図4に示すとおり、水性染料を用いて浸透層の厚みを測定した。ケイカル板を塗装後に断面を切り出し、水性染料で染色すると、ケイカル板は水を吸収するため染料によって染色されるが、塗料が浸透している部分は水をはじくため染色されないことを利用した方法である。浸透性は塗料粘度や固形分量にも影響されると考えられるので、粘度と固形分量をできるだけ合わせた状態で試験を行った。結果を図5に示す。「エスコラストフリーザー」は、他の2液形弱溶剤塗料よりも高い浸透性を持つことが確認できた。

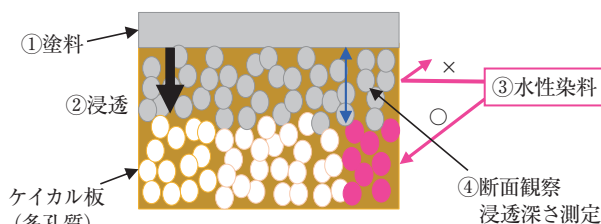


図4 ケイカル板を用いた浸透性評価方法

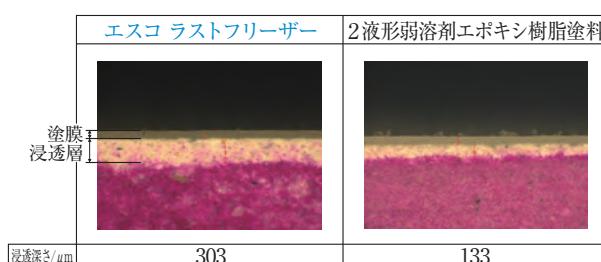


図5 浸透性測定結果

次に、実際のさび面上に塗装し、プルオフ式附着性試験によるさび面浸透性の評価を行った結果を図6に示す。さび板は、千葉県南房総市の太平洋沿岸にある弊社千倉海浜バクロ上で黒皮鋼板を4ヶ月間ばくろしたものをを使用した。一般の2液形エポキシ樹脂塗料は付着力が低く、破断層は100%さび層の凝集破壊であった。「エスコラストフリーザー」は付着力が高く、破断層の60%は塗膜の凝集破壊であった。この差は、「エスコラストフリーザー」が脆弱なさび層に浸透し、固定化したためであると考えられる。

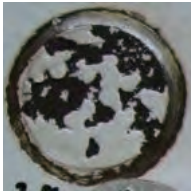
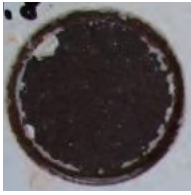
	エスコラストフリーザー	2液形弱溶剤エポキシ
試験後外観		
付着力 / MPa	2.8	0.8
破断面	さび層凝集破壊 40% 塗膜凝集破壊 60%	さび層凝集破壊 100%

図6 プルオフ式付着性試験結果

また、レオメーターを用いてせん断速度を変えたときの粘性挙動を図7に示す。「エスコラストフリーザー」は、他の弱溶剤エポキシ樹脂塗料と比較して低せん断速度での粘度が低いことが分かる。図8は、ハケ塗りを模した高せん断速度を加え、構造粘性を破壊した後の粘性回復を評価したものである。高せん断速度を与えた後、粘度が低い状態が続いているため、他の変性エポキシ樹脂塗料と比較して、塗装後さび層に時間をかけて浸透しやすくなっていると考えられる。

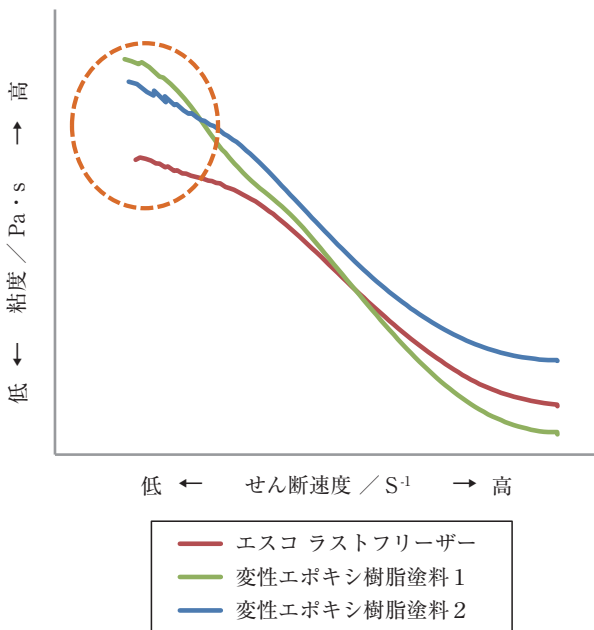


図7 粘性挙動の比較

3.4 防食性

弊社千倉海浜バクロ場で6ヶ月間ばくろ試験を実施した結果を図9に示す。試験板の塗装仕様を表2に示すが、防食性の差を見やすくするため、後述する標準塗装仕様から一部変更している。さび面補修及び下塗に「エスコラストフリーザー」を適用した仕様は、一般部からの発錆がほとんどなく、一般的な2液形弱溶剤エポキシ樹脂塗料を用いた仕様と比べて、良好な防食性を有していることを確認した。

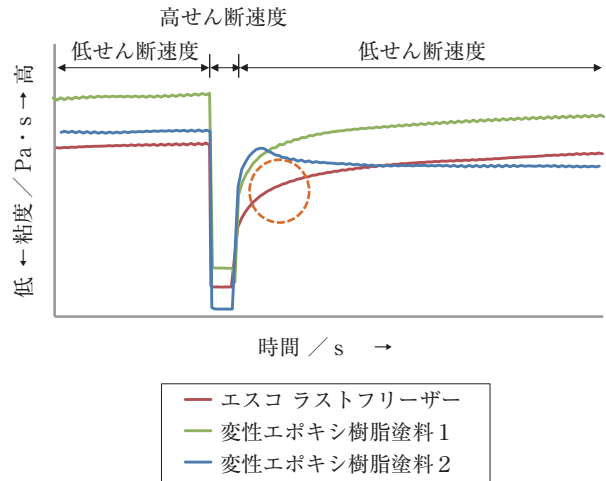


図8 粘性回復の比較

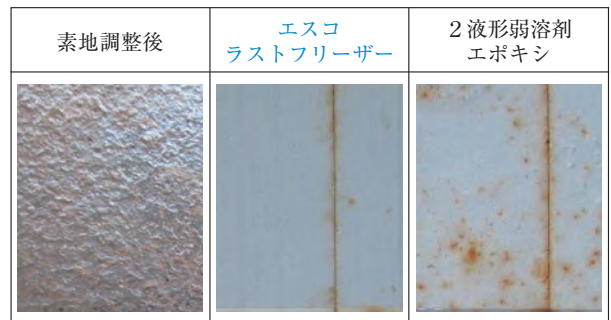


図9 千倉屋外ばくろ6ヵ月後の比較

表2 素地調整および塗装仕様

試験板	エスコラストフリーザー	2液形弱溶剤エポキシ	膜厚 (μm)
素地調整	さび板*をカップワイヤによる動力工具処理		—
さび面補修/下塗	「エスコラストフリーザー」	2液形弱溶剤エポキシ樹脂塗料	60
中塗	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗		30
上塗	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗		25

※：黒皮鋼板を千倉海浜ばくろ場で4ヶ月ばくろして作成

新技術

表3 標準塗装仕様

工程	塗料と処置	塗付量 (g/m ²)	標準膜厚 (μm)	塗装方法	塗装間隔(20℃)
素地調整	浮きさびや層さび、健全でない旧塗膜は手工具等で完全に除去すること。 又、油脂類はシンナーで拭き取り、全面が十分処理されていること。				
さび面補修用	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 「エスコラストフリーザー」	200	—	ハケ	8時間 - 10日
下塗 ^{*1}	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 「エスコ NB セーフティ」	200	60	ハケ	8時間 - 10日
下上兼用 ^{*2}	アクリル変性エポキシ下塗上塗兼用塗料 「ユニテクト 20 セーフティ」	190	60	ハケ	—

※1：下塗に「エスコラストフリーザー」を適用することも可能。

※2：セラテクトマイルド中塗 (E) (30 μm) ~ セラテクトUマイルド上塗 (25 μm) なども適用可能。

4. 標準塗装仕様

表3に「エスコラストフリーザー」を用いた塗装仕様の一例を示す。動力工具、手工具などを用い、浮きさび、層さび等の表層の厚いさび層を除去した後、発錆部のみ「エスコラストフリーザー」で先行塗装を行い、その後全面を一般の下塗塗料で塗装する。さび面への塗装では電磁膜厚計やウェット膜厚ゲージが使用できないため、標準膜厚は規定していないが、標準塗布量 200 g/m² は、乾燥膜厚 60 μm 程度に相当する。

5. おわりに

プラント設備のメンテナンスでは、低研掃面で塗装しなければならないケースがあり、その場合は塗替え後も比較的早期にさびが発生してしまうことがあるが、これらは「エスコラストフリーザー」を使用すれば解決可能である。

プラント設備以外にも軽防食、建築市場など多岐にわたり潜在需要があると思われる。今後、「エスコラストフリーザー」が、様々な市場で普及していくことを期待する。

参考文献

- 1) 安達良光、松田光司：塗料の研究、132、65-72 (1999)