

鍍轉換型防食塗装工法について

環境を考えるトータルプランナー



株式会社 エコクリーン

～私たちは未来の環境を考える企業です～

【鍍転換型防食塗料】

- ・エポガードシステム® NETIS: CB-080011-VR (活用促進技術)
- ・サビバリヤー® NETIS: CB-170003-A

【水系塗膜剥離剤】

- ・MT-BERON57® NETIS: CB-180012-A



動画の流れ

- 鋳転換型防食塗装工法技術概要について
- 第三者試験機関による試験結果について
- 従来塗装とのコスト比較について
- 追跡調査について
- 塗装時の留意点について

鍍轉換型防食塗装工法技術概要について

鍍轉換型防食塗装工法システム 技術概要

鍍轉換型防食塗装工法システムとは

再塗装時に、ケレンを施しても1種ケレン後の戻り鍍や、3種ケレン後の除去しきれない赤鍍が腐食の進行の原因となっていたが、その赤鍍を塗装により黒鍍へ轉換させることで長寿命化や工程短縮が可能となる素地調整後の鍍轉換下塗り塗装技術。

1. 赤鍍(ヘマタイト)を緻密で安定な黒鍍(マグネタイト)に轉換
→ 高い防食性を発揮
2. 工期短縮
→ 交通規制(渋滞期間)の緩和、仮設費の削減など
3. ライフサイクルコスト(LCC)の低減
→ 基本的に再塗装時では、4種ケレン+中・上塗りの費用のみで、コスト削減
4. 3種ケレン以上で塗装可能
→ 環境問題(粉塵・騒音)への配慮、複雑な形状の構造物に対応
5. 鉛・クロメート・PCB等の有害物質は不使用
→ 安全性

「赤錆」「黒錆」とは

なぜ鉄が錆びるのか？ 錆びる環境は？

○なぜ鉄は錆びるのか？

錆は鉄(Fe)が酸素や水分と合わさって溶け出しイオン化(腐食)することで錆びる(酸化)。

鉄は地球上安定した状態で鉱石として存在していたものを無理やり鉄(Fe)として取り出した状態なので、鉄にとってFeという状態は望ましい状態(安定した状態)ではない為に錆、安定した状態になろうとしている。その状態が所謂「赤錆」という状態である。

つまり鉄はすぐに錆ようと待ち構えており、その状態で酸素や水分の供給があれば錆びてしまう結果となる。

赤錆は鉄にとって… 安定状態

赤錆は我々にとって… 不安定状態

○錆びる環境は？

錆びる環境は基本的に、水分のあるところで起きる「湿食」と水分のないところで起きる「乾食」で、「乾食」は主に600℃以上の高温時に起きる腐食なので主に腐食は「湿食」であるといえる。

・錆びる要素

- ① 溶存酸素
- ② 溶存イオン
- ③ 流速
- ④ 湿度 等々

・錆びる要素の理由

- ① 酸素がイオン化(腐食)の大きな原因である為
- ② イオン化する大きな原因である為
- ③ 水が流れるとその分酸素の供給量が増える為
- ④ 湿度が高ければ高いほど空気中などに水分を含む為
-最新-わかりやすい塗装のはなし 塗る より

つまり！！

**錆びる原因は水分が大きく影響してしまう！！
空気や水分を遮断することが重要！！**

「赤錆」「黒錆」とは

赤錆- Fe_2O_3 (非常に脆く悪性の錆)・・・赤錆は、非常に脆弱で進行性のある悪性錆。鉄は、地球上(地中)に元々存在していた鉱物に多大なエネルギーを加えることで金属として取り出している為、非常に不安定な状態である。そして、鉄は酸化し錆びることにより鉄として安定した状態になろうとすることにより脆弱な赤錆が生まれる。しかし、鉄としての安定は構造物を構築するにあたっては不安定な状態であるといえる。

黒錆- Fe_3O_4 (腐食を防ぐ良性の錆)・・・黒錆は、非常に緻密な良性錆。錆として非常に安定している状態。代表的なものに、鉄製品(鍬や南部鉄瓶等)の黒皮(ミルスケール)や鉄棒の持ち手部などが挙げられる。基本的に黒皮は鉄を熱間加工されてでき、黒皮は黒錆であるため赤錆とは違い鋼材の表面を腐食から守ることができる。

しかし、黒皮での黒錆は、あくまで皮で覆われているだけであるので、鋼材と黒皮の付着性が良くないこと等、黒皮では十分な防錆効果は得られない。



錆転換型防食塗装工法なら！

鉄素地や赤錆自体を黒錆へ転換するために、熱間加工の様に製造過程ではなく塗替え時の様に後からでも黒錆をつくりだす事が可能なので様々な鋼構造物に適用しやすく、さらに黒皮の不安要素である付着性も非常に強力な付着性をもつ特徴もある。

つまり、黒錆の良い特徴を伸ばし、欠点も良い特徴へと転換することがエポガーシステムの特徴。

どんなところで鍍転換型防食塗装システムは使われているのか

適用可能な構造物、実績等

- ・鍍転換型防食塗装システムは鍍に対して効果を発揮することによる「鋼構造物専用塗料」である。
- ・3種ケレン以上の素地調整が行える塗替え工事に。

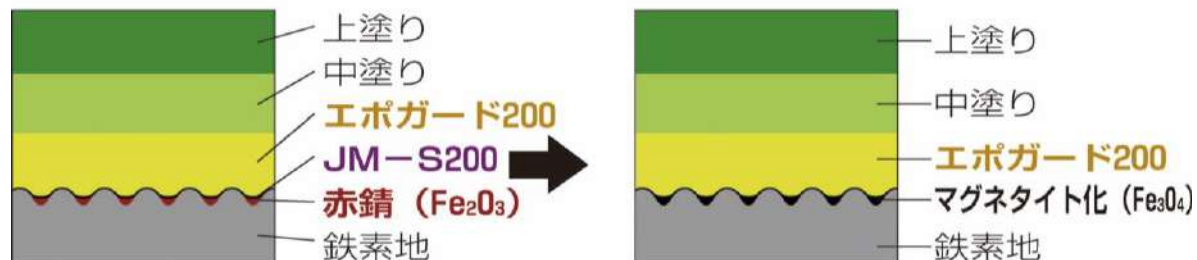
○実績

- ・鋼橋(国土交通省・都道府県・市町村・鉄道関係・本四連絡橋・JAXA) ・道路付帯物(街灯ポール、ガードレール等)計1,300件以上の実績

鍍転換型防食塗装工法 NETIS登録商品

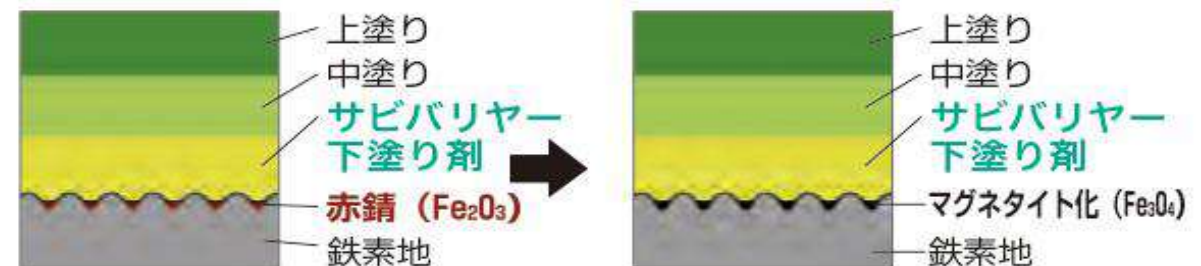
NETIS登録番号:CB-080011-VR

エポガードシステム



NETIS登録番号:CB-170003-A

サビバリヤー



施工実績例



刀水橋



神戸新交通ポートアイランド線
車両基地内分岐器



JAXA(宇宙航空研究開発機構)
屋外キュービクル



西原歩道橋

鍍轉換型防食塗装システム内容について

鍍轉換型防食塗装システムの前に

各従来工法 工程等

Rc-Ⅰ 塗装系

塗装工程	塗料名	標準使用量 (g/m ²)	目標膜厚	塗装間隔
素地調整(1日目)	素地調整程度1種	-	-	4時間以内
下塗(1日目)	有機ジンクリッチペイント	600	75 μm	
下塗(2日目)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	60 μm	1~10日
下塗(3日目)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	60 μm	1~10日
中塗(4日目)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30 μm	1~10日
上塗(5日目)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用上塗	140	25 μm	1~10日

Rc-Ⅲ 塗装系

塗装工程	塗料名	標準使用量 (g/m ²)	目標膜厚	塗装間隔
素地調整(1日目)	素地調整程度3種	-	-	4時間以内
下塗(1日目)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 (鋼材露出部のみ)	(200)	60 μm	1~10日
下塗(2日目)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	60 μm	1~10日
下塗(3日目)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	60 μm	1~10日
中塗(4日目)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	140	30 μm	1~10日
上塗(5日目)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用上塗	120	25 μm	1~10日

※塗装間隔は各メーカーにより異なる

鋼道路橋防食便覧 平成26年3月より

鍍轉換型防食塗装システムについて

エポガードシステム

塗装工程	塗料名	標準使用量 (g/m ²)	目標膜厚	塗装間隔
素地調整(1日目)	素地調整3種ケレン以上	-	-	4時間 以内
脱脂洗浄	ノックロール200	100	-	
下地処理	JM-S200	30	-	
下塗り(1日目)	エポガード200	150	70	1~10日
中塗り(2日目)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗り	140	30	
上塗り(3日目)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗り	120	25	

サビバリアー

塗装工程	塗料名	標準使用量 (g/m ²)	目標膜厚	塗装間隔
素地調整(1日目)	素地調整3種ケレン以上	-	-	4時間 以内
脱脂洗浄	サビバリアー脱脂洗浄剤	50	-	
下地処理	-	-	-	
下塗り(1日目)	サビバリアー下塗り剤	150	70	1~10日
中塗り(2日目)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗り	140	30	
上塗り(3日目)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗り	120	25	

※「エポガードシステム」と「サビバリアー」の違い

- ・サビバリアーは脱脂洗浄の使用量が半分の50g/m²
- ・サビバリアーは下地処理が不要

鍍轉換型防食塗装工法「エポガードシステム」の材料特徴について

工程①脱脂洗浄

材料名：ノンクロール200(ウエス拭き施工)

標準使用量：0.1kg/m²

特徴：素地調整によって生じたケレン粕や油分、排気ガス等の汚れを除去することができる洗浄剤。

効果：洗浄を行うことで錆粉が除去され、もらい錆等の影響を受けないようになる。また、下地が清浄となることで、下地と塗料との密着性が上がる。

工程②下地処理

材料名：JM-S200(ハケ・ローラー施工)

標準使用量：0.03kg/m²(耐候性鋼材、ブラスト面は、0.06kg/m²)

特徴：鉄素地の赤錆に塗布することで、水酸化鉄を酸化鉄に還元することができるキレート剤を配合した還元剤。

効果：鉄部露出のみに塗布し、錆中の水素化合物を還元させることで下塗り「エポガード200」が黒錆轉換の効果を助長することができる。

工程③下塗り

材料名：エポガード200(ハケ・ローラー施工)

標準使用量：0.15kg/m²(支承、耐候性鋼材、ブラスト面は、0.25kg/m²)

特徴：下地処理剤「JM-S200」によって還元した鉄素地面に塗布することで黒錆へ轉換することのできる2液混合のエポキシ樹脂塗料。

効果：キレート剤配合による高い付着力と高密度のエポキシ樹脂塗料により、腐食の原因となる酸素、水分、腐食を促進させる塩化物等を遮断することができ、安定した防食効果を得ることができる。

鍍転換型防食塗装工法「サビバリヤー」の材料特徴について

工程①脱脂洗浄

材料名：サビバリヤー脱脂洗浄剤(ウエス拭き)

標準使用量：0.05kg/m²

特徴：素地調整によって生じたケレン粕や油分、排気ガス等の汚れを除去することができる洗浄剤。

効果：洗浄を行うことで錆粉が除去され、もらい錆等の効果を受けなくなる。また、下地が清浄となることで、下地と塗料との密着性が上がる。

下地処理(不要)

材料名：-

使用量：-

特徴：-

効果：-

工程②下塗り

材料名：サビバリヤー下塗り剤(ハケ・ローラー施工)

標準使用量：0.15kg/m²(支承、耐候性鋼材、ブラスト面は、0.25kg/m²)

特徴：「JM-S200」に配合されていたキレート剤の他、リン酸成分を配合した2液混合のエポキシ樹脂塗料。

効果：活膜にはイオン結合及び水素結合による付着、鉄素地にはキレート結合及びリン酸成分による錆固定化作用がある。また高密度のエポキシ樹脂塗料により腐食の原因となる酸素、水分、腐食を促進させる塩化物等を遮断することができ、安定した防食効果を得ることができる。

「エポガードシステム：CB080011-VR」とその改良品「サビバリアー：CB170003-A」の違いについて

①脱脂洗剤

「エポガードシステム」のノンクロール200の使用量100g/m²から「サビバリアー」のサビバリアー脱脂洗剤は使用量50g/m²とノンクロール200に比べ使用量が半分になった。

②下地処理

「サビバリアー」は「エポガードシステム」の下地処理剤に含まれているキレート剤を、サビバリアー下塗り剤に配合することに成功し不要となった。

③下塗り

「エポガード200」、「サビバリアー下塗り剤」どちらも2液性の錆転換型特殊エポキシ樹脂塗料で水分や空気等の外的腐食要因を遮断する優れた下塗り塗料であり、どちらもキレート剤を配合している為、錆を還元することにより黒錆へ転換することが可能な能力をもっている。更に、「サビバリアー下塗り剤」はキレート剤の他、リン酸成分を配合したことにより、化学的に錆の動きを固定化させることで、黒錆転換がなされる間(1~2年間)に何らかの原因で赤錆が成長してしまうリスクを軽減することができる。

鍍転換型防食塗装工法に専用の素地調整はない

素地調整程度	鍍面積※1	塗膜異常面積※2	作業内容	作業方法
1種	—	—	鍍、旧塗膜を完全に除去し鋼材面を露出させる。	ブラスト法
2種	30%以上	—	旧塗膜、鍍を除去し鋼材面を露出させる。ただし、鍍面積30%以下で旧塗膜がB、b塗装系の場合はジंकリッチプライマーやジंकリッチペイントを残し、他の旧塗膜を全面除去する。	ディスクサンダー、ワイヤホイールなどの電動工具と手工具との併用
3種A	15～30%	30%以上	活膜は残すが、それ以外の 不良品(さび、割れ、膨れ) は除去する。	ディスクサンダー、ワイヤホイールなどの電動工具と手工具との併用
3種B	5～15%	15～30%		
3種C	5%以下	5～15%		
4種	—	5%	粉化物、汚れなどを除去する。	手工具(ナイロンたわしなど)

※1:さびが発生している場合

※2:さびがなく、割れ、はがれ、膨れ等の塗膜異常がある場合

鋼道路橋防食便覧平成26年3月より

素地調整について

1種ケレン

素地調整程度1種は、ブラスト法によるもので素地調整の効果は最も優れている。ただし、周辺を粉塵で汚すことのないように養生等を十分に行う。

2種ケレン

素地調整程度2種は、動力工具で塗膜及びさびを全面除去して鋼材面を露出させるものである。

3種ケレン

素地調整程度3種は、さび、割れ、はがれ、膨れ等によって死膜部分(塗膜の防錆効果が失われた部分)については劣化塗膜やさびを除去して鋼材面を露出させ、それ以外の活膜部分については、塗膜表面の粉化物や付着物を除去し活膜全体を軽く面粗しするものである。3種は死膜部分の発生比率により作業時間と費用が大きく異なるので、作業内容は同一であるが実用上3段階に細分することが多い。

4種ケレン

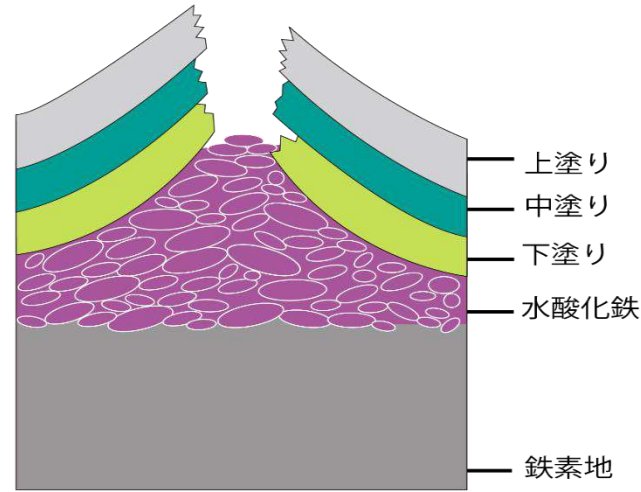
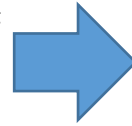
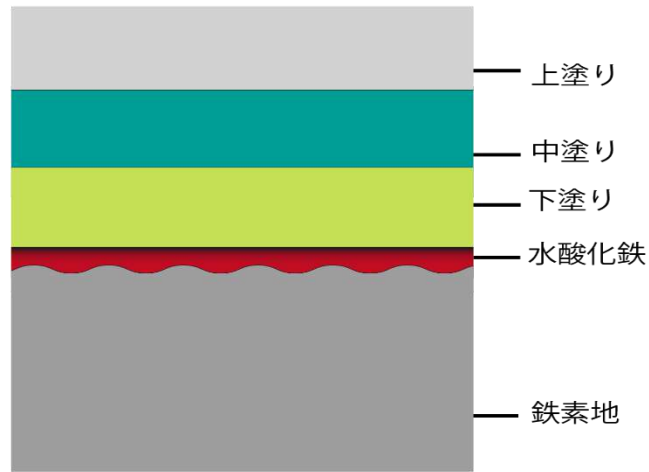
素地調整程度4種は、除せい作業を必要とせず面粗しや清掃を行うものである。塗膜の防せい効果を良好に維持するには、素地調整程度4種が適用できる程度の劣化状態で塗替えを行うことが望ましい。

鋼道路橋防食便覧平成26年3月参照

**つまり！！ 素地調整程度1～3種ケレンは錆を残さないのが大前提！！
本来は4種ケレンで塗替えれる間に塗り替えるのがベスト！！**

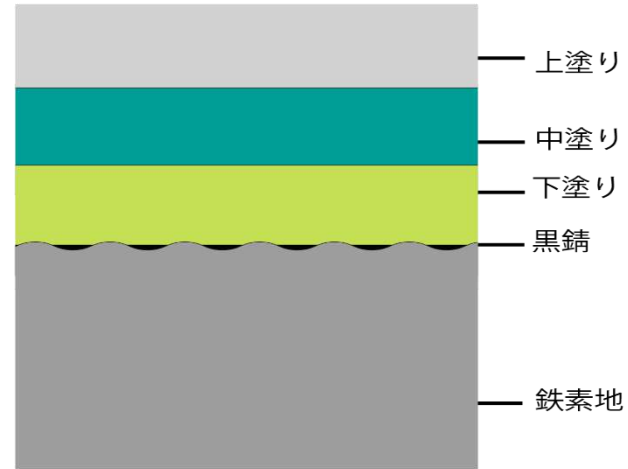
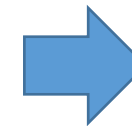
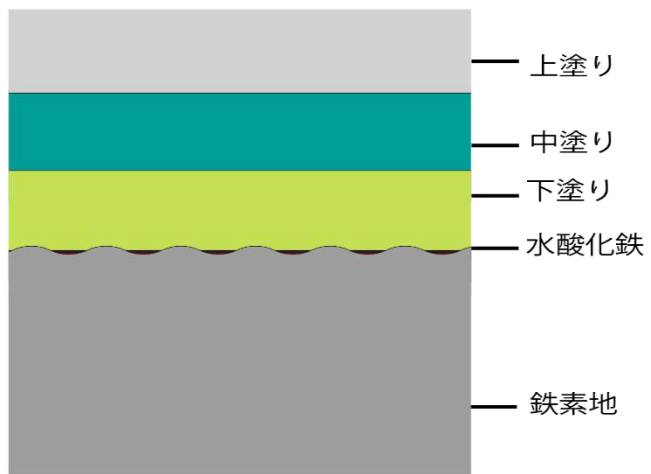
素地調整の重要性について

適切な素地調整
を行わなかった
場合



錆の表面のみ錆転換し層状錆自体は成長してしまう。

適切な素地調整
を行った場合



3種ケレンでは落とさきれずに残った固着した錆は固定化、水酸化鉄(錆)を黒錆へ転換し安定化。

第三者試験機関による試験結果について

試験写真

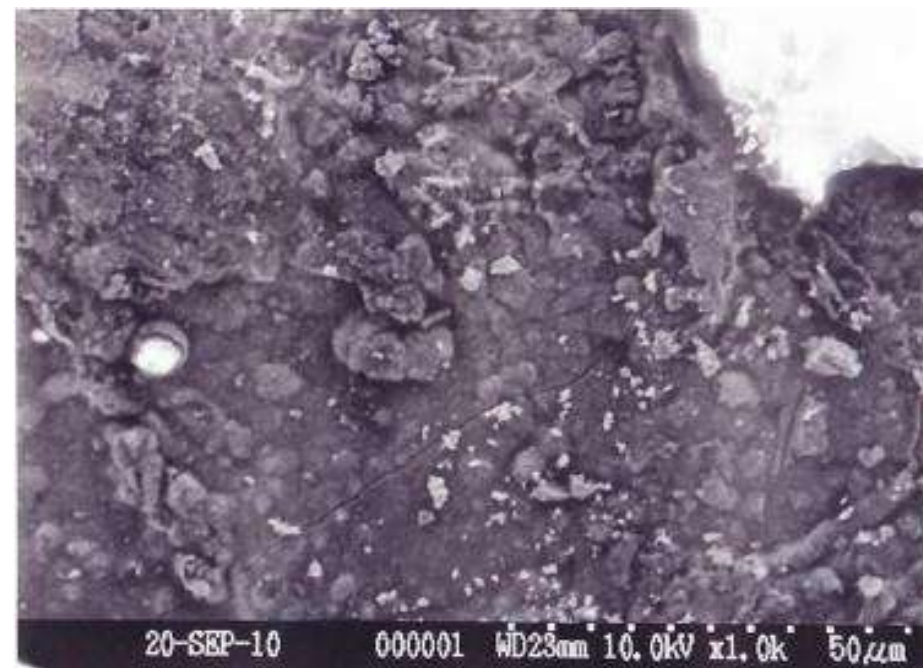
X線回折試験

於 大阪府産業技術総合研究所



赤錆

錆自体が重なり合い非常に脆くポロポロとはがれてしまう不安定な状態。



黒錆

赤錆に比べて非常に緻密で安定している状態。

試験写真

複合サイクル試験

於 日本塗料検査協会

試験項目: 複合サイクル試験 240サイクル(1440時間)

試験方法: JIS K 5600-7-9(サイクルD)※

試験結果: エポガードシステム
サビバリヤー

サイクル: ①塩水噴霧 : 30°C±2°C 0.5時間
条件※ ②湿潤(95±3)%RH: 30°C±2°C 1.5時間
③熱風乾燥 : 50°C±2°C 2時間
④温風乾燥 : 30°C±2°C 2時間
(1サイクル(①~④)6時間)



エポガードシステム



サビバリヤー

試験写真

引張付着性試験試験

於 日本塗料検査協会

引張付着試験(アドヒージョンテスト)を実施する理由

錆の上に塗膜を形成するうえで重要なのは、塗膜をしっかりと母材に付着させ錆を固定化させることである。

それにより発錆の原因となる空気や水を遮断することができ、防錆効果が期待できる。

アドヒージョン試験は具体的数値として示すことができ数値表を下記に表す。

測定値がばらつき判断に困る場合が多いので、3個以上の測定を行い、その平均値で評価する。

※測定値に極端に低い異常値が含まれている場合は、その値を除き平均する。

試験方法: JIS K 5600-5-7

数
値
表

評価点	引張付着力(Mpa)
3	$2.0 \leq X$
2	$1.0 \leq X < 2.0$
1	$0.0 < X < 1.0$
0	$X = 0$

品名	測定箇所No	破壊強さ Mpa
サビバリヤー	1	7.52
	2	7.65
	3	※3.7
	平均	※7.58

品名	測定箇所No	破壊強さ Mpa
エポガードシステム	1	7.76
	2	7.37
	3	※4.13
	平均	※7.56

—最新—わかりやすい塗装のはなし より

従来塗装とのコスト比較について

従来塗装とのコスト比較(1000㎡以上の場合)

従来技術

従来塗装 (Rc-III 塗装系：はけ・ローラー塗装) 東京都

初期塗替時単価 (円/㎡) 再塗替時も初期と同様の仕様 (耐用年数10年)

塗装工程	塗料名	単位	数量	単価	金額	工期
素地調整工	3種ケレンB	㎡	1	1,005	1,005	1日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂下塗り	㎡	1			
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂下塗り	㎡	1	729	729	1日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂下塗り	㎡	1	729	729	1日
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗り(濃彩)	㎡	1	736	736	1日
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗り(濃彩)	㎡	1	1,185	1,185	1日
					4,383	5日間

従来塗装 (Rc-I 塗装系：スプレー塗装) 東京都

初期塗替時単価 (円/㎡) 再塗替時も初期と同様の仕様 (耐用年数30年)

塗装工程	塗料名	単位	数量	単価	金額	工期
素地調整工	1種ケレン	㎡	1	5,890	5,890	1日
下塗り	有機ジンクリッチペイント	㎡	1	1,077	1,077	
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂下塗り	㎡	1	610	610	1日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂下塗り	㎡	1	610	610	1日
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗り(濃彩)	㎡	1	623	623	1日
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗り(濃彩)	㎡	1	1,136	1,136	1日
					9,945	5日間

鍍転換型防食塗装工法

エポガードシステム (はけ・ローラー塗装) 東京都

初期塗替時単価 (円/㎡) (耐用年数30年)

塗装工程	塗料名	単位	数量	単価	金額	工期
素地調整工	3種ケレンB	㎡	1	1,005	1,005	
下塗り	脱脂洗浄 ノンクロール200					1日
エポガードシステム	下地処理 JM-S200	㎡	1	3,823	3,823	
	下塗り エポガード200					
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗り(濃彩)	㎡	1	736	736	1日
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗り(濃彩)	㎡	1	1,185	1,185	1日
					6,749	3日間

サビバリアー (はけ・ローラー塗装) 東京都

初期塗替時単価 (円/㎡) (耐用年数30年)

塗装工程	塗料名	単位	数量	単価	金額	工期
素地調整工	3種ケレンB	㎡	1	1,005	999	
下塗り	脱脂洗浄 サビバリアー脱脂洗浄剤	㎡	1	3,630	3,630	1日
サビバリアー	下塗り サビバリアー下塗り剤					
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗り(濃彩)	㎡	1	736	736	1日
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗り(濃彩)	㎡	1	1,185	1,185	1日
					6,550	3日間

追跡調査について

追跡調査写真

徳島県吉野川橋梁補修工事

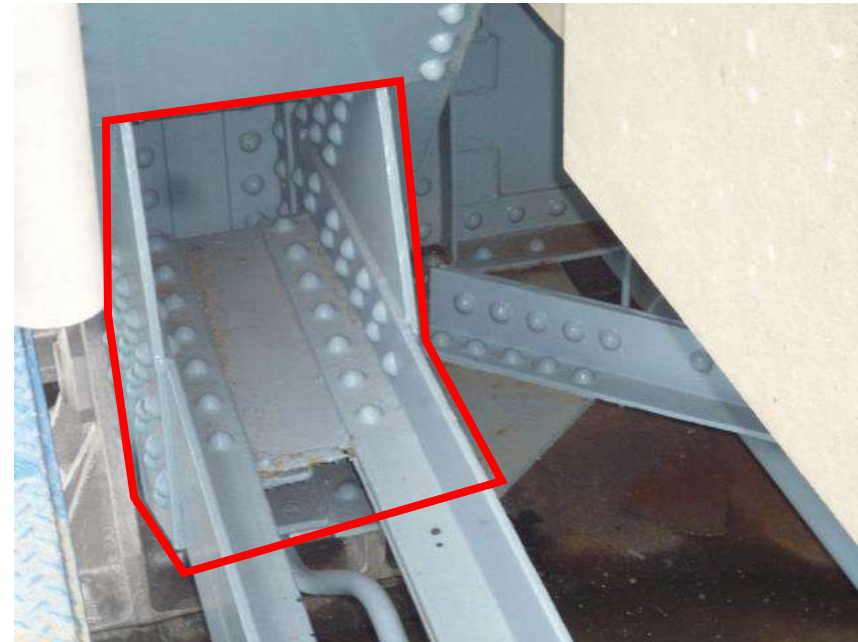
2007年(平成19年) 3月 施工

調査日：2018年(平成30年) 3月 ※施工後 11年経過

2007年



2018年



赤枠内施工箇所：ガセットプレートのみ施工

追跡調査写真

国道42号大台管内道路修繕工事【栃原橋】

工期開始日：2011年(平成23年) 1月 13日 / 工期終了日：2011年(平成23年) 1月 22日

調査日：2017年(平成28年) 9月 5日 ※施工後 6年7ヶ月経過

2011年



2017年



塗装時の留意点について

塗装時の留意点について

付着塩分について

塩分が $50\text{mg}/\text{m}^2$ 以上の時は水洗いをする必要がある。(鋼道路橋防食便覧より)

方法 : 高圧水洗、スチーム洗浄等

除去理由 : ①塗膜の層間付着性が低下する為 ②塩水は電流が流れやすく腐食の進行を加速させる為

③塩分には潮解性があり塗膜の膨れ等の現象を招く為

※潮解性とは、空気中の水蒸気を吸って溶液になりやすい性質のこと

(例: 台所に放っておいた塩がベタベタになってしまう等)

橋梁で塩分が検出される理由: ①海水からの飛来塩分 ②冬季に撒かれる融雪剤

塩分飛来距離: 海岸から10km、それ以上は飛来塩分は少なくなる

塗装できない環境条件について

塗装できない環境条件:

①付着塩分が $50\text{mg}/\text{m}^2$ 以上ある時 ②気温が 5°C 以下、湿度が85%以上の時

③塗装時又は塗装後すぐに降雨・降雪が予想される時

理由:

①塩分には潮解性による塗膜へのダメージリスクと腐食促進効果がある為

②結露などにより水分と硬化剤に含まれる「アミン」が反応しアミンブラッシングという現象が起きる為

③「②」と同様

※アミンブラッシングの対処法: #180~240のサンドペーパーで軽く面粗しを行い再度下塗りを塗装する

解決策:

①高圧水洗等により $50\text{mg}/\text{m}^2$ 未満まで塩分を除去する ②足場内の加温、除湿を行う

③その日の施工を見送り天候の回復を待つ

 株式会社 **エコクリーン**

<http://www.ecoclean-mie.co.jp>