

簡単サビ処理の提案

赤錆転換 1 液常温架橋型防蝕水性塗料

chirucoat RC

(Rust Conversion)

RW-30 & RW-33



赤サビとは

鉄が水や空気に触れ、表面が酸化することで発生
放置すると内部までどんどん進行、穴が開いてしまうことも

鉄鉱石(赤サビ)



還元



鉄



酸素+鉄

(鉄にとって安定した状態)

酸素を除去

人工的な物質

(鉄にとって不安定な状態)

酸化

安定した状態に戻ろうと、大気より酸素を取り込もうとする。

従来のサビ処理工法

問題点：“しっかり”サビ処理するためには大きな手間とコストが必要

必要なサビ処理の基準とコスト

種類	作業内容	施工㎡単価（相場）
1種ケレン	ブラスト法を用いてさびや旧塗膜を徹底除去	4000～6000円
2種ケレン	ディスクサンダーなどの動力工具を用いる素地調整	1500～3000円
3種ケレン	健全な膜をを残し、劣化した膜は除去する	500～1500円
4種ケレン	軽く目荒しする清掃ケレン	200～500円

※）価格は錆落とし参考施工単価（税別）

※現場環境や状況によっては、1種ケレン／2種ケレンができないことも

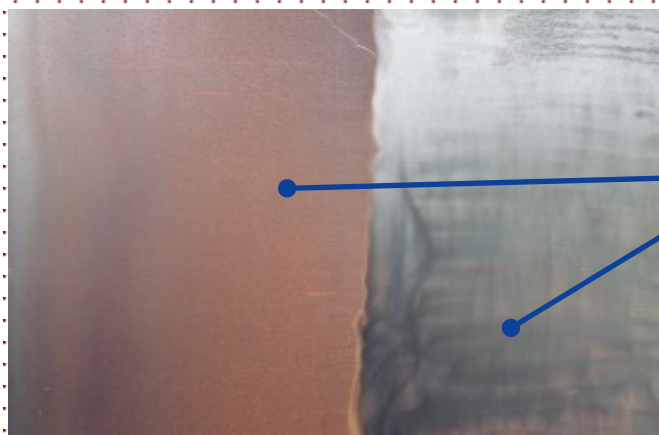
- 住宅地（騒音と飛散錆による「もらいサビ」の配慮）
- 火気厳禁の場所
- 形状が複雑
- 高所や狭隘部
- ケレンによる強度低下

従来のさび止め工法

錆た鉄面を補修する場合、**サビ**を落としてから塗装するのが一般的
下地処理をしっかり行わないと、優れた耐久性を持つ高価な塗料を上塗りしても内部で**サビ**が進行、**直ぐに塗膜剥離に繋がる**



電動工具による**サビ**処理



(左)サビ処理前
(右)サビ処理後

ケレン*1不足による剥がれ



(※1) ケレンとは、塗装前に汚れや**サビ**を落とす作業

最新サビ処理工法の3大特長

1 下地処理（ケレン作業）の低コスト化と工期短縮が可能。

ブラスト処理（※1）やディスクサンダー等の動力工具を用いて錆を除去しなくても、層状などの浮き錆のみの簡易な下地処理後に チルコートRC を塗布で錆処理が可能。

「工期短縮」や「コスト削減」が期待できるほか、電動工具が使用できないところにも有効

2 期待耐用年数は15年以上。

複合サイクル試験（サイクルD）（※2）を3ヶ月間実施。この試験の1ヶ月は海岸部の1年、他の地域の4～5年の耐用年数に相当する試験で「サビ・剥がれ・膨れなし」の結果で海岸部で3年以上 / 他地域12年以上の耐久性が十分に期待できる。

3 汎用性に富む塗装技術。

応急処置用の簡易防錆仕様から、重防食仕様にも対応可能。

チルコートRC（赤錆転換一液常温架橋型防蝕水性塗料）は、引火性のあるものが持ち込めない工業地帯などでも簡単工法で防錆処置・メンテナンスを安全安心に行える。

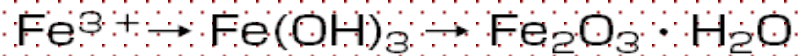
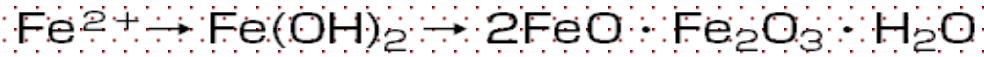
※1：粒子状の研磨材を投射・衝突させて、表面の粗化/研削/研掃等を行う表面処理方法

※2：この試験の要求性能は「赤錆に直接塗装できる」「施工時間が短い」「長期防錆性」

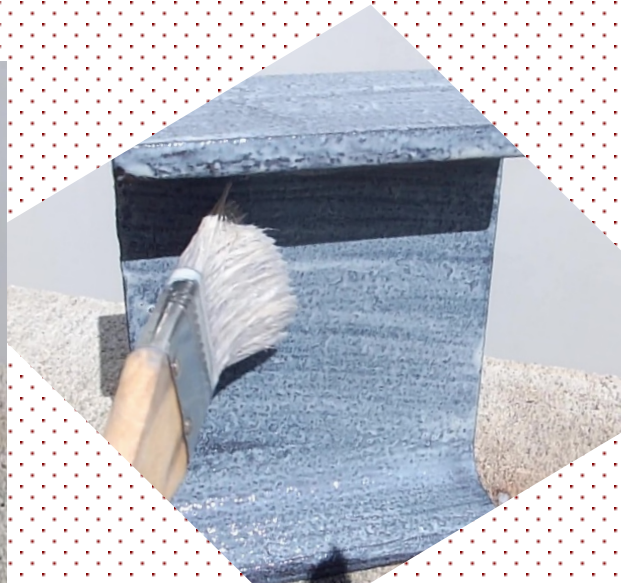
1 サビ落とし不要の最新さび処理工法

放っておくと、どんどん進行する赤サビに直接塗装

この赤サビ自体を 強い結合力と固い被膜で守られた黒錆に転換



ポリフェノール誘導体による還元 $\rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$



直接塗装



1 簡単な下地処理

劣化している旧塗膜や浮きサビは皮スキ等で除去

（浮きサビ以外のサビ処理は不要）

ゴミ、ホコリ等をキレイに除去

油脂類等はシンナー、洗剤等で除去

効率的な下地処理には、高圧水洗浄を推奨

高圧水洗浄後は、多少湿っていても塗装可能



chirucoat RC 塗布前の必要ケレン作業

種類	作業内容
3種ケレン	赤錆と劣化塗膜を除去し鋼面を露出させるが保護膜として機能している旧塗膜（活膜）は残す。
4種ケレン	白亜化で生じた粉化物やその他汚れを除去し、活膜を残す。

1 簡単な下地処理（ポイント）

浮きサビ（層状サビ、こぶ状サビ）の除去（浮きサビ以外のサビ処理は不要）



浮きさび



（拡大）



皮スキ、ワイヤーブラシ等で除去
（サビ層の目安は250μm以下）



均一なサビの状態になれば
大体さび層は250μm以下にな
ります



サビ粉は、ウエス等で除去して
ください



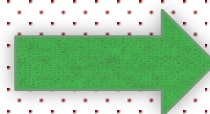
塩害を受けている塗装環境では、水洗が
必要になる場合があります。
水洗後は、多少湿っていても塗装可能

1 工期の短縮

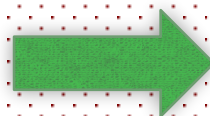
＜塗り替え塗装比較＞

従来塗装系（重防食仕様）

日程	工程	塗料名
1日目	素地調整	1種ケレン 塗装まで（23℃）：4時間以内
	防食下地	有機ジンクリッチペイント 塗装間隔（23℃）：1～10日
2日目	下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 塗装間隔（23℃）：1～10日
3日目	下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 塗装間隔（23℃）：1～10日
4日目	中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 塗装間隔（23℃）：1～10日
5日目	上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂上塗



工期短縮



チルコートRC鉄構造物リニューアル工法

日程	工程	チルコートRC - RW30 仕様
1日目	素地調整	3種ケレン or 4種ケレン 若しくは、高水圧洗浄
	防食下地	RC - RW30 塗装間隔（23℃）：1時間以上
	防食下地	RC - RW30 塗装間隔（23℃）：4時間以上
2日目	トップコート	チルコートRT TO35（ライトグレイ仕上） 塗装間隔（23℃）：10時間以上

※ RW30＝錆転換部分のみ黒色・錆無し部分は無色

日程	工程	チルコートRC - RW33 仕様
1日目	素地調整	3種ケレン or 4種ケレン 若しくは、高圧水洗浄
	防食下地	RC - RW33（全面シルバー色） 塗装間隔（23℃）：1時間以上
	防食下地	RC - RW33（全面シルバー色） 塗装間隔（23℃）：4時間以上

2 評価試験_鉄筋防錆剤の性能照査

規 格： 東日本・中日本・西日本高速道株式会社

構造物施工管理要領

(令和2年7月) III保全編3-3 断面修復 3-3-3 鉄筋防錆剤の性能照査

仕 様： 試験片 コンクリート鉄筋

回数	材料		塗布量 g/m ²	膜厚(Dry) μm	備考
	品名	品番			
1層目	チルコートRC	RW-30	140	34	養生1時間
2層目	チルコートRC	RW-30	160	36	養生4時間
3層目	チルコートRT	TO-35	270	96	

結 果：

試験項目		結 果	規 格
防せい性試験	未処理部	81.4% (合格)	防せい率 -10%以上
	処理部	99.1% (合格)	防せい率 50%以上
鉄筋に対する付着強さ		9.3N/m ² (合格)	7.8N/m ² 以上
耐アルカリ性		塗膜に異常を認めない	塗膜に異常が認められないこと

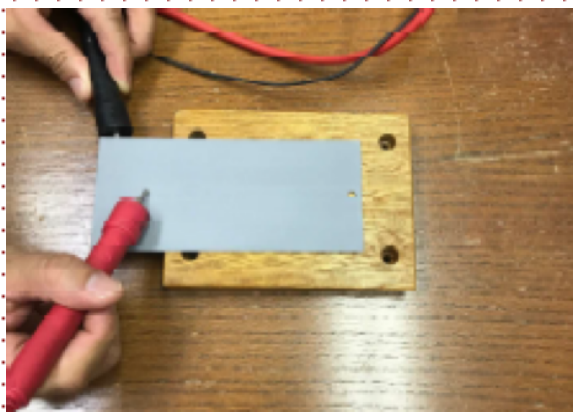
2 評価試験_絶縁性測定

測定器：HIROKI製

SM-8215型



測定開始



サビ鋼板

チルコートRC (RW-30) ×1 回塗り



チルコートRT (TO-35) ×1 回塗り



測定結果

印加電圧DC1000Vに対し、

$90.7 \times 10^5 \text{M}\Omega$

の絶縁抵抗が得られた

サビは腐食電流が流れることで進行します。

サビ鉄構造物工法では塗膜抵抗を極限まで高めて腐食の進行を防ぎます。

2 評価試験_塩水噴霧試験

腐食挙動を短い時間に圧縮して評価することが可能

規格：JIS K 5600-7-1

方法：連続塩水噴霧 **5000時間**

温度35°C/濃度5%NaCl (pH7)

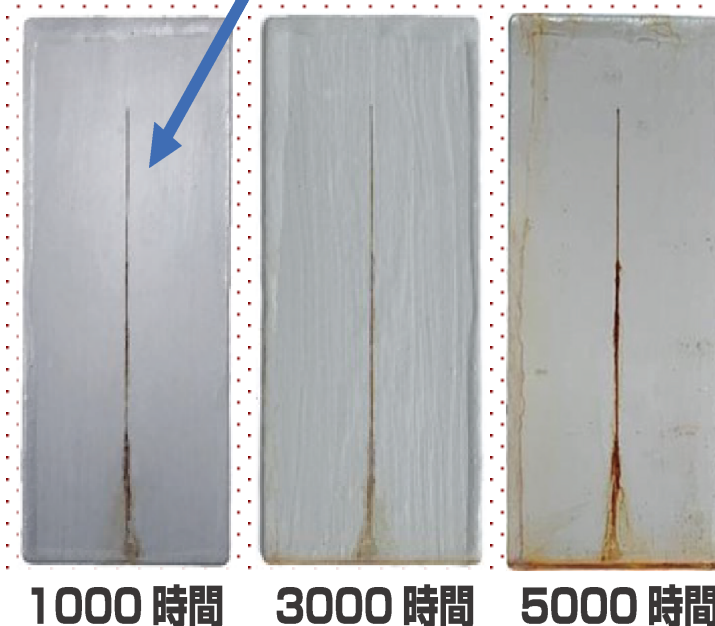
仕様：試験片 **サビ**鋼板

※24ヶ月屋外暴露し、**サビ**が発生した鋼板を使用

結果：**異常なし (サビ・剥がれ・膨れなし)**

回数	材料		塗布量 g/m ²	膜厚(Dry) μm	備考
	品名	品番			
1層目	チルコートRC	RW-30	150	35	養生1時間
2層目	チルコートRC	RW-30	150	35	養生10時間
3層目	チルコートRT	TO-35	280	100	養生10時間
4層目	チルコートRT	TO-35	280	100	

カッターナイフで
素地に達する切りキズを入れる



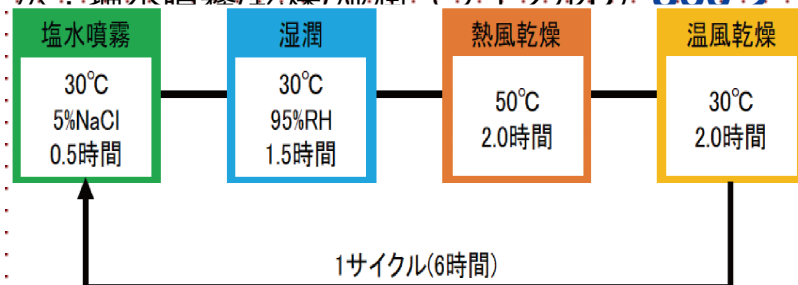
2 評価試験_複合サイクル試験

屋外暴露とのよりよい相関を求め考案された試験

実際に製品が曝される環境条件から腐食因子を特定し、それらを組み合わせ、繰り返し行う

規格：JIS K 5600-7-9

方法：塩水噴霧/乾燥/湿潤（サイクルD）、**360サイクル（3ヶ月）**・確認方法 JIS K 5600-8に準拠



さび		はがれ		膨れ	
さびの等級	さびの面積(%)	はがれの等級	はがれの面積(%)	膨れの等級	膨れの密度
Ri 0	0	0	0	0	なし
Ri 1	0.05	1	0.1	1	—
Ri 2	0.5	2	0.3	2	少ない
Ri 3	1	3	1	3	中
Ri 4	8	4	3	4	中～密
Ri 5	40～50	5	15	5	密

仕様：試験片 **サビ**鋼板・※**サビ**厚 90μm程度、付着塩分量360～660mg NaCl/m²程度

回数	材料		塗布量	膜厚(Dry)	備考
	品名	品番	g/m ²	μm	
1層目	チルコートRC	RW-30	140	34	養生1時間
2層目	チルコートRC	RW-30	160	36	養生4時間
3層目	チルコートRT	TO-35	270	96	

結果：**異常なし（サビ・剥がれ・膨れなし）**

防錆処理後			3ヶ月後（360サイクル）		
	サビ	Ri0		サビ	Ri0
	ハガレ	0		ハガレ	0
	フクレ	0		フクレ	0

※「素地調整」から「下塗り」までの仕様は、国土交通省によるテーマ設定型「露出した鉄筋等に対する除錆・防錆技術」にて、複

合

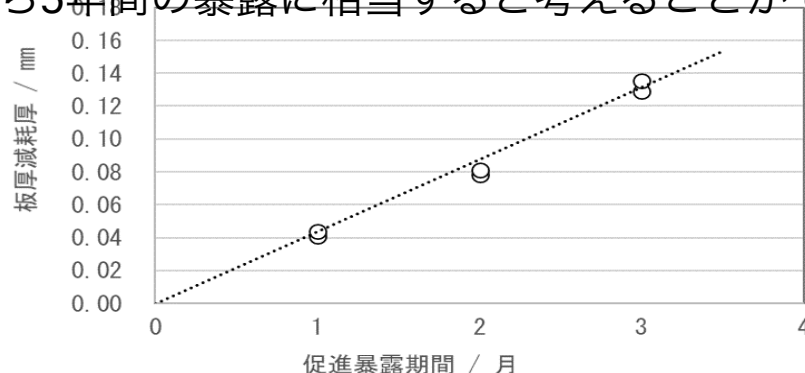
サイクル試験（360サイクル） 実施済み

2 評価試験_複合サイクル試験

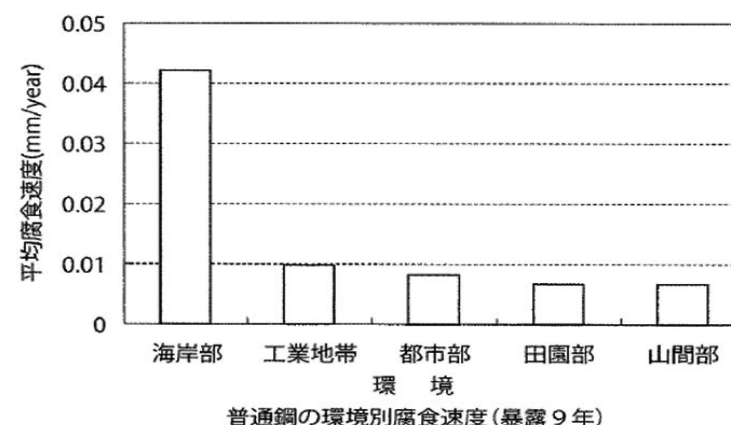
補足

無塗装鋼板を促進条件下(複合サイクル試験)に暴露し、腐食による板厚減耗量(腐食速度)と促進暴露期間の関係を求めた結果を下図(左)に示す。また、代表的な環境毎の一般的な鋼材腐食量(鋼道路橋防食便覧(H26.3)より抜粋)を下図(右)に示す。

- 複合サイクル試験での促進暴露1ヶ月後の板厚減耗量は約0.04mmであり、下図(右)から海岸部での年間腐食量と同程度、他の地域での4年から5年の腐食量に相当している
- 上記より、複合サイクル試験での促進暴露1ヶ月は、海岸部での1年間、他の地域での4年から5年間の暴露に相当すると考えることができる。



複合サイクル試験(サイクルD)での板厚減耗量



普通鋼の環境別腐食速度(暴露9年)

図-1.2.5 環境ごとの鋼材腐食量⁷⁾

結論：チルコートRCのさび処理は、

海岸部3年以上、他地域は12～15年以上の防食性を発揮可能

3 用途に応じて仕様を選択

従来の塗装系は、

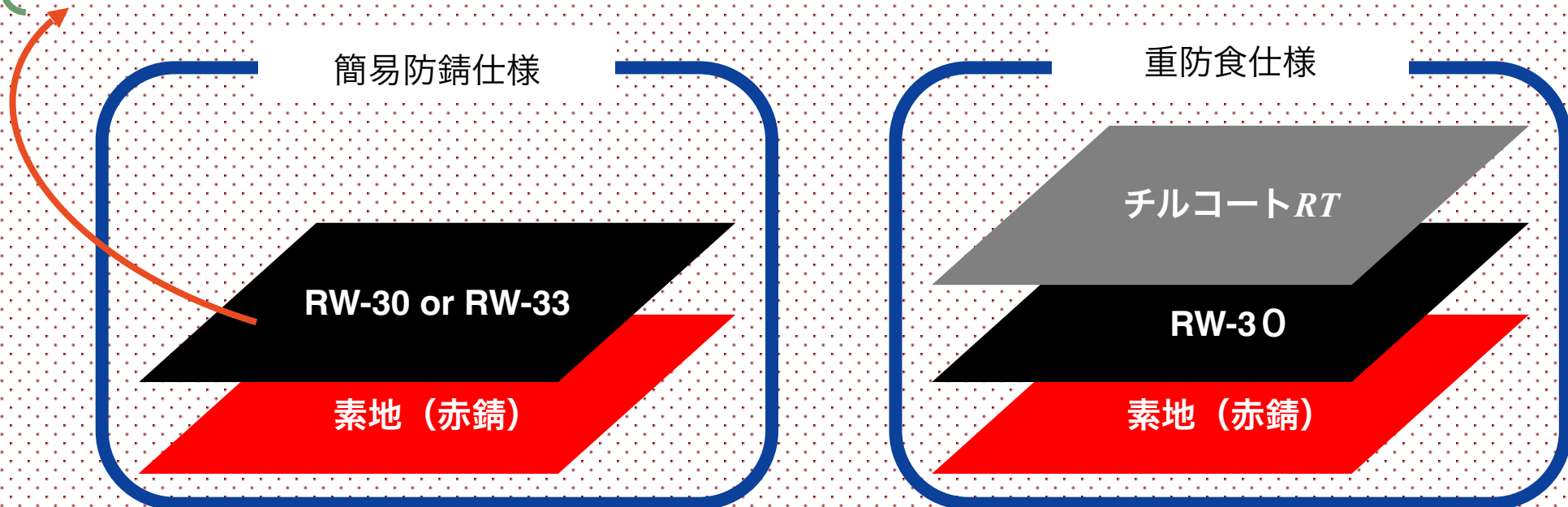
下塗り→中塗り→上塗りと段階的に積層化して、防錆性能と耐候性を発揮

チルコートRCサビ処理工法は、

応急処置用の簡易防錆仕様から、重防食仕様にそれぞれ対応可能。

Point !

チルコートRC (RW-30 & RW-33) は水性塗料のため引火性のあるものが持ち込めない現場などに対し、簡易的な防錆処置・メンテナンスを安全で手軽に導入できる。

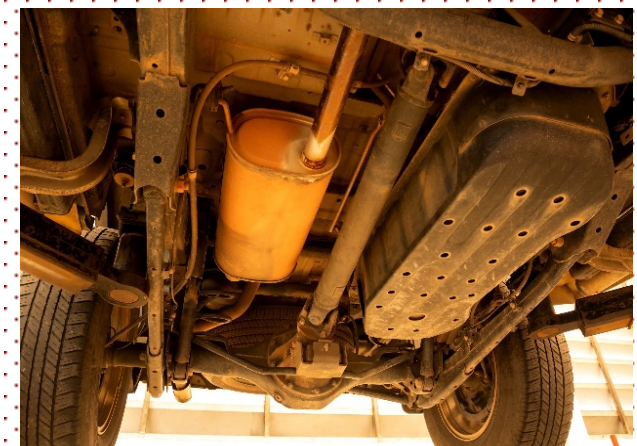


3 提案箇所

鉄製の門扉・柵・手すり・機械器具・鉄骨などの構造物、

橋梁 鉄塔、燃料施設、ハイズ配管、鉄道、船舶、車両等の錆びた鉄部・鉄製品

※RC単体の場合は、絶えず水がかかったり水につかる場所や、いつも湿っているところには適しません。



RC (赤錆転換 1 液常温架橋型防食シリコンアクリル樹脂水性塗料)

品 名 : **chirucoat RC**
(*Rust Conversion*)

品 番 : **RW-30**

- ※ 赤錆面のみ黒錆転換 → 黒色仕上がり
- ※ 錆の無いところはクリアー仕上がり

特 長 :

- サビを取らずにそのまま塗装するだけで、錆びと反応して優れた防錆効を発揮
- サンドブラストや研磨材などによるサビ取りの手間が省け、大幅に作業効率がUP
- 鉄面が湿っていても塗装できるので高圧水洗すれば素地調整が省略化できます。
- 水性タイプのため塗りやすく、取り扱いも簡単で 安全安心です。
- サビは安定な黒錆（黒色不動態化）になります。



RC (赤錆転換 1 液常温架橋型防食シリコンアクリル樹脂水性塗料)

品 名 : **chirucoat RC (Rust Conversion)**

品 番 : **RW-33**

※ 赤錆面のみ黒錆転換 → メタルシルバー仕上がり

※ 塗布面全面メタルシルバー仕上がり

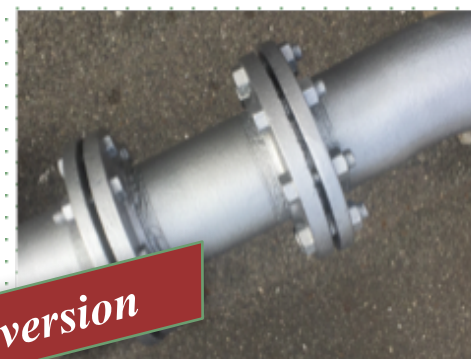
赤錆



塗 布



錆転換



Rust Conversion

特 長 :

- サビを取らずにそのまま塗装するだけで、錆びと反応して優れた防錆効を発揮
- サンドブラストや研磨材などによるサビ取りの手間が省け、大幅に作業効率がUP
- 鉄面が湿っていても塗装できるので、高圧水洗すれば素地調整が省略化できます。
- 水性タイプのため塗りやすく、取り扱いも簡単で安全安心です。
- サビは安定な黒錆（黒色不動態化）になります。

RT (弱溶剤型エポキシ樹脂塗料)

品 名 : ***chirucoat RT***

品 番 : ***TO-35***

色 名 : ライトグレー

仕 様 : 2液混合 (主剤5 : 硬化剤1)

- 特 長 :
- 赤サビを黒色被膜に転換する”***RC***”との相乗効果で、鍍鋼板・新鋼板も強靱な不導体被膜が形成されます。
 - ケレン（サビ除去）作業が十分に出来ない環境下でも”***RC***”の併用効果と抜群の密着力と塗膜強度に於いて赤サビの発生・進行を強力に防止します。
 - 速乾性で塗りやすい防錆塗料です。
 - どの様な上塗り塗料にも相性がよく塗装できます。
 - 鉛・クロムフリー、トルエン・キシレンフリーで、人と環境にやさしい安全・安心な塗料です。

金属腐食の要因、防錆塗料の変遷及び「チルコートRC」の有効性について

1 金属腐食の要因等

金など一部の例外はあるものの、自然界において金属が単体で存在することは稀である。多くの場合、酸化物や塩化物などの化合物の状態が存在する。鉄の原料である鉄鉱石は、自然界においては、主として鉄と酸素からなる安定した酸化物として産出される。この鉄鉱石から酸素を分離し精錬された鉄は、温度、湿度等の環境の影響を受けやすく、安定した元の酸化物に戻ろうとし、この酸化物が錆と言われる物である。しかし、鉄を自然界に放置すれば必ず錆びるというものではなく、錆びるには空気（酸素）と水の両方が存在することが必要である。ちなみに鉄片を「乾いた空気中」や「あらかじめよく煮沸させて水中の酸素を追い出した純水中」に浸しても、鉄片は光沢が保たれ錆びないことが認められる。

2 金属腐食のメカニズム等-1

鉄は水に接するとイオン化し、水に溶け込もうとする。この時、金属中に電子が取り残され、この電子が取り除かれれば、前述の反応は進行する。自然界においては、この電子は溶存酸素によって取り除かれ、水酸化イオンに変化する反応が起きている。この水酸化イオンは鉄イオンと反応して水酸化第一鉄の白濁物となり、さらに酸化され水酸化第二鉄の赤褐色の沈殿となる。この沈殿はコロイド状粒子の集合体をなし、いわゆる赤錆と呼ばれている状態となる。赤錆は衝撃や摩擦等で簡単に剥げ落ちてしまい、水にも溶けやすいため、再びその部分に新たな水酸化イオンが生成され、これを繰り返すことで鉄は次第に消耗される。

このように赤錆は鉄の表面に密着することではなく、鉄表面を保護する効果（力）がないために、新しい鉄の表面は、継続して、このような酸素と水との反応を繰り返すこととなる。すべての鉄が錆びるまで、或いは、酸素と水が存在する限り錆は進行することになる。

3 金属腐食のメカニズム等-2

自然界に存在する金属の大部分は、酸化物超薄膜といわれる酸化皮膜に覆われている。

この酸化皮膜は金属の種類によって、次の三種類の化合物に変質する。

第一は、前述の赤錆のように進行性のある、内部腐食に至る錆の例である。

第二は、化成皮膜と呼ばれる塩基性の錆で、銅や亜鉛、ニッケルなどに生成される。

銅の錆として緑青などはこれに分類される。

第三は、水酸化物を含んだ不動態皮膜と呼ばれるもので、ステンレスやチタン、アルミニウムなどの金属表面に生成される。これらの金属は、このような酸化超薄膜に覆われることで内部が保護され

4 防錆塗料の変遷—古典的な防錆顔料を含有する防錆塗料

防錆塗料が錆を防ぐ仕組みは大きく分けて2つある。

ひとつは塗料の顔料として防錆効果を期待できる物質を含有するもの、もうひとつは水や酸素を強い塗膜によって遮断することを主眼としたものである。

塗料は主に顔料、展色剤、溶剤で構成されている。古典的な防錆塗料では、この顔料に防錆効果を持った物質を使用することで、塗料に防錆効果を持たせている。防錆顔料のうち、アルカリ性の塗膜を形成することで、腐食反応を止める働きを持つのが、一般に鉛系塗料といわれる防錆塗料である。顔料としては、鉛丹（pH 8.3）を使用する。鉛丹は英語にすると R e d R e a d つまり光明丹である。鉛系防錆塗料は鉄鋼などに塗布される赤錆色の防錆塗料として普及した。ただし、同じ赤錆色の塗料でもベンガラを顔料としたものもあり、こちらは酸性塗料である。ベンガラは対紫外線性に優れ、これによって樹脂を保護することで塗膜の性能をあげている。

5 防錆塗料の変遷—鉄の犠牲となる犠牲陽極タイプ

亜鉛めっき鋼材や亜鉛めっき鋼板（トタン板）や亜鉛粉末を含有した顔料を使用した防錆塗料がこのタイプである。鉄よりもイオン化傾向の大きな亜鉛を使用することで、亜鉛が先に陽極化し、鉄が腐食するのを電氣的に食い止めようとする仕組みである。亜鉛が鉄の身代わりになることから、犠牲陽極とも言われる。この防錆塗料は海洋などの厳しい環境下でも優れていることから、橋梁などの重防食塗料の下塗り塗料として普及した。このタイプでは、亜鉛粉末を使って電氣的に防錆するものなので、鉄と亜鉛が密着して電氣的に導通していることが、防錆効果を発揮するためのポイントとなる。リン酸塩皮膜も不良導体であり、これによる下地処理後の中塗りとして使用しても効果が期待できない。ブラスト又はペーパーなどによる下地調整、サビ落としをしたあとで、直接鉄の表面に付着させる形で施工する必要がある。

また、すでに錆の発生している表面に対しては、あまり効果を期待できない。

6 防錆塗料の変遷—人工的な化成皮膜を形成する防錆塗料

3項の第二のように、金属の表面に人工的に錆を形成させて、それによって防錆効果を期待するという考え方がある。リン酸を主体とする溶剤や有機溶剤、界面活性剤などからなる防錆塗料がある。リン酸は鉄と反応してリン酸第二鉄の皮膜を形成する。この皮膜は水に溶けないので、処理後水洗いが可能であり、洗浄後空気や湿気にさらされても錆が発生しにくくなる。ところで、鉄が酸と反応するときに水素を発生する。この際発生した水素が鉄に吸収されると水素脆性と言う現象を引き起こす。鉄の組織内に原子状水素を取り込むことにより、鉄が脆くなってしまう。この現象は強度を必要とする高張力鋼や炭素鋼ほど起こりやすいので注意を要する。

7 防錆塗料の変遷—最新の技術、錆転換剤による防錆塗料チルコートRC

3項の第一のような赤錆を3項の第三のような酸化超薄膜に転換して防錆効果を発揮するという考え方から生まれた最新技術に基づく防錆塗料である。近代の高炉製鉄に多く利用される鉄鉱石は赤鉄鉱石や褐鉄鉱石であり、赤錆と同様の性質を有する原料である。（赤錆と同じ分子構造を有する。）一方で、古代の鉄器時代以降の製鉄に利用された鉄鉱石は磁鉄鉱石（この粒状化したものが砂鉄）であり、海岸線などの砂に含有される例が多い。砂鉄は、電解質の多い海岸線においても、水に溶けることなく、かつ変質することなく、極めて安定した状態を維持している。

（一般的に黒錆と呼ばれる。）このように、黒錆は水溶化しない性質と鉄の表面に密着して、鉄表面を保護する効果（力）が大きいために、チタンやアルミニウムなどと同様に、黒錆（酸化皮膜）によって保護されて、錆が内部に進行しにくい、錆が発生しにくいということになる。

一般に、サビ転換剤の方が樹脂成分を含有する分、リン酸系化成皮膜に比べて、そのまま放置した場合でも、錆の発生はしにくい。しかし、これらの場合であっても、上塗りした方が防錆効果を大きく期待できるため、標準塗装仕様では上塗りを指定している。

ただし、上塗り塗料の付着性に関しては、サビ転換剤の表面は樹脂コーティングのために平滑であり、リン酸系化成皮膜が発生する水素ガスによるエッチング効果があるのに比べ、劣っているといわれる。

8 RCの有効性

船舶においては、従来からブラストやサンダーなどを使用して下地調整後、鉛丹系防錆塗料を塗装したうえで、フタル酸系塗料を上塗りしている。甲板上の赤錆は完全には除去できないために、1年経過時点においては、赤錆色に変色する部分が散見された。しかしながら、RCを防錆塗料として試行した部分においては、赤錆色に変色する部分は皆無であり、RCは防錆塗料として極めて有効であるものと思料される。

また、海岸線に隣接するカラートタン屋根に対して遮熱塗料を塗装する際の下地処理に、RCを使用した実績がある。点蝕のような赤錆をケレンすることが困難な状況において、高価な遮熱塗料を塗装しても、内部からの塗膜破壊（損傷）があれば、遮熱塗料の効果が発揮できなくなる可能性が懸念されたために、クライアントからの要求に基づき施工された経緯もある。



chirumon



chirucoat®



chirumon



CHIRUCOAT, INC.

株式会社チルコート

Email : info@chirucoat.com

URL : <https://chirucoat.com>

