

国土交通省

新技術情報提供システム (NETIS)

登録番号 QSK-080005-A

コンクリート構造物の環境に優しい、 寿命延長、維持工法の開発

コンクリート構造物鉄筋防食工法
(GFプロテクト工法)
(スラググリード工法)

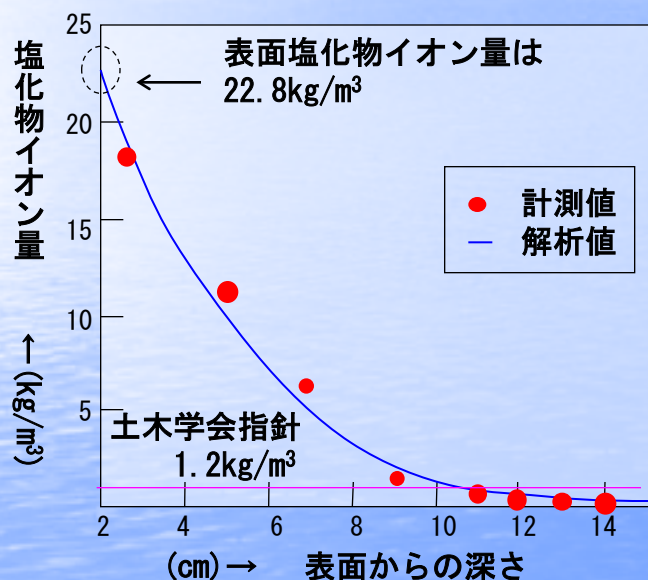
・ 研究開発の要約

塩害を受けたコンクリート構造物の寿命延長の為、亜硝酸塩を用いた鉄筋防食と、埋込型棒等を用いた、断面復旧による構造物の維持を目的とした、環境に優しい補修・補強工法です。

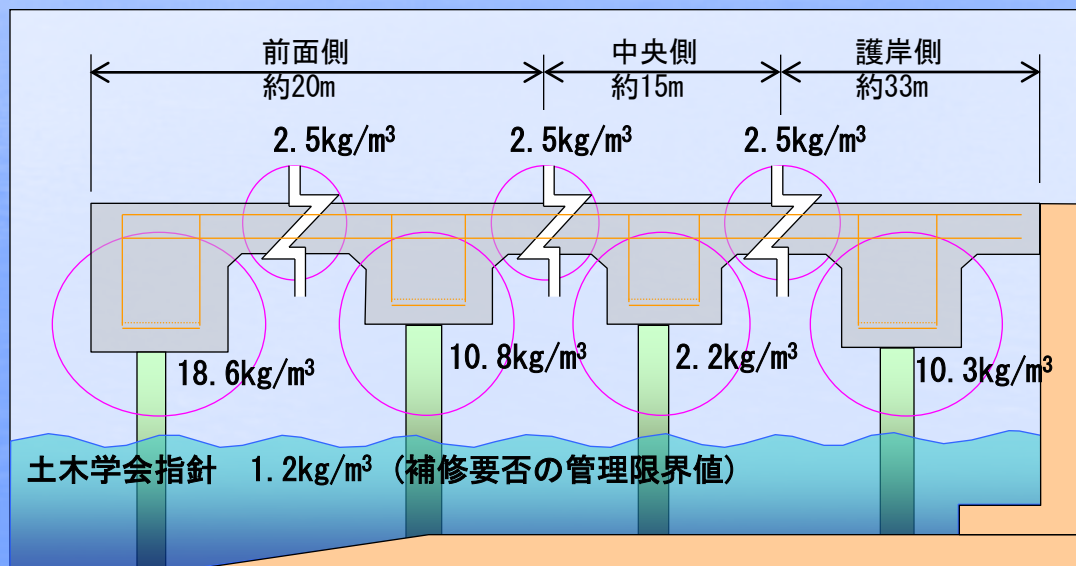
①背景や目的

■鉄筋コンクリート中に塩素イオンがあると、鉄筋の不動態被膜が破壊され、コンクリートの剥落などの、大きな被害が発生しています。

■表面からの深さと塩化物イオン量の関係



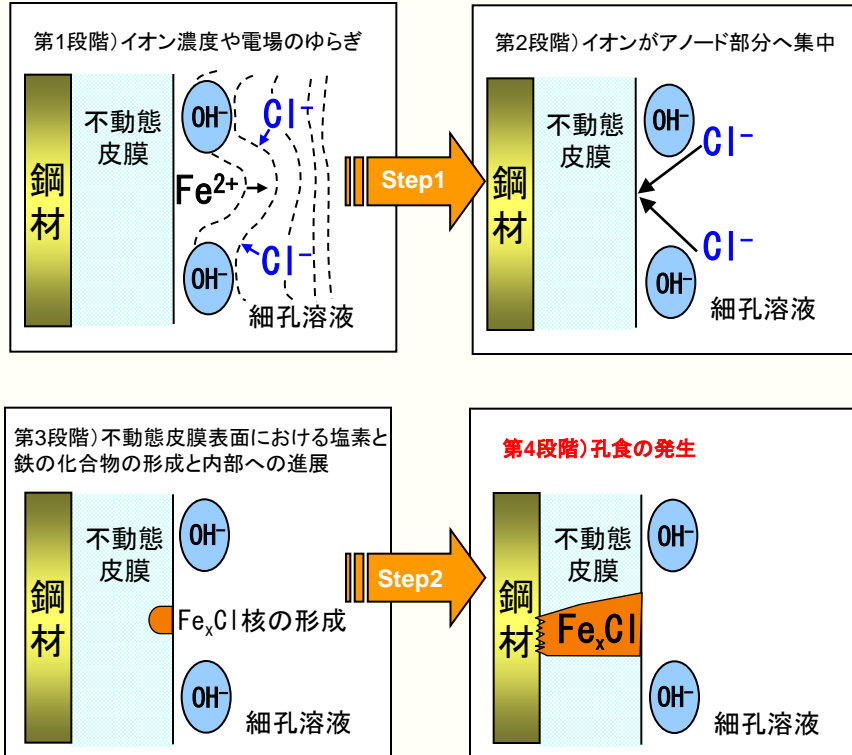
■岸壁(埠頭・棧橋)の表面塩化物イオン量の実例



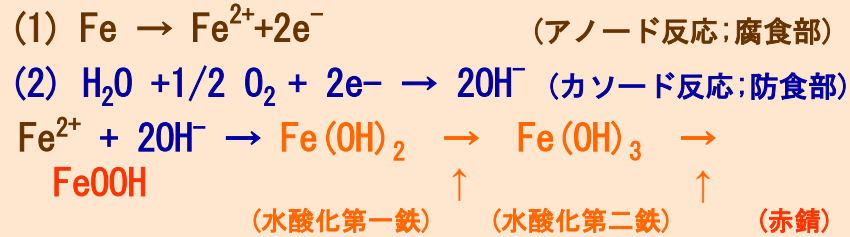
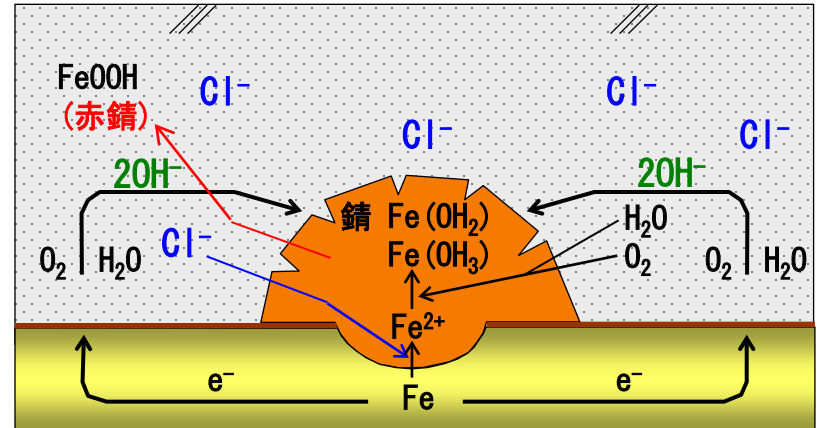
■防錆剤 (亜硝酸塩) 混入モルタル(グラウト)による鉄筋不動態被膜の再構築技を確立し、既存コンクリート構造物の内部に残存する塩素イオンから鉄筋を保護すると共に、外部より新たに浸入する腐食因子を皆無又は少なくする工法を開発しました。

②鉄筋の腐食電位

健全なコンクリート中における鉄筋は、コンクリートが示す高いアルカリ性により、鉄筋表面に「不動態皮膜」を形成するため、腐食が生じにくい状態にあります。



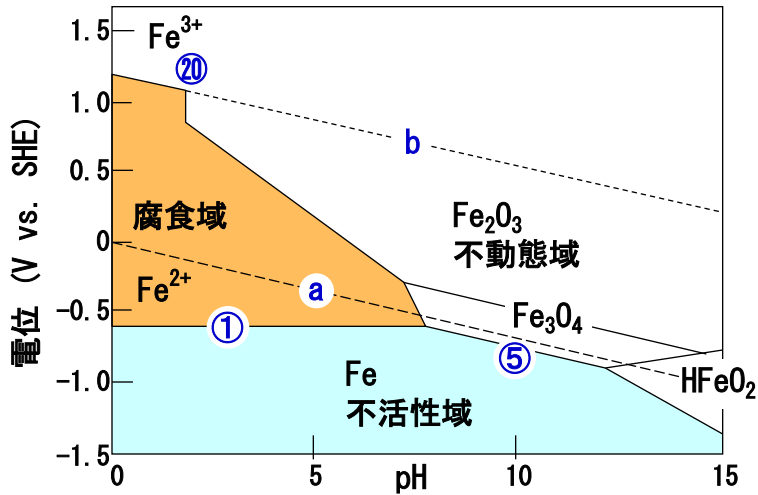
しかし、中性化(コンクリートのpHが低下)や塩害(一定量のCl⁻イオンの存在)により、この不動態皮膜が破壊されることで電気化学的平衡が崩れ、鉄筋の腐食が始まります。



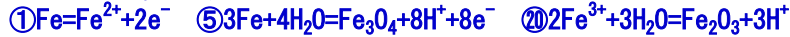
(銅-硫酸銅電極)	(Pb電極)	
-126~-150	+675~+651	90%以上の確率で腐食なし
-151~-175	+650~+626	
-176~-200	+625~+601	
-201~-225	+600~+576	腐食不確定
-226~-250	+575~+551	
-251~-275	+550~+526	
-276~-300	+525~+501	
-301~-325	+500~+476	
-326~-350	+475~+451	90%以上の確率で腐食あり
-351~-375	+450~+426	
-376~-400	+425~+401	
-401~-425	+400~+376	
(mV)	(mV)	

鉄の電位-pHの関係と電気防食の原理

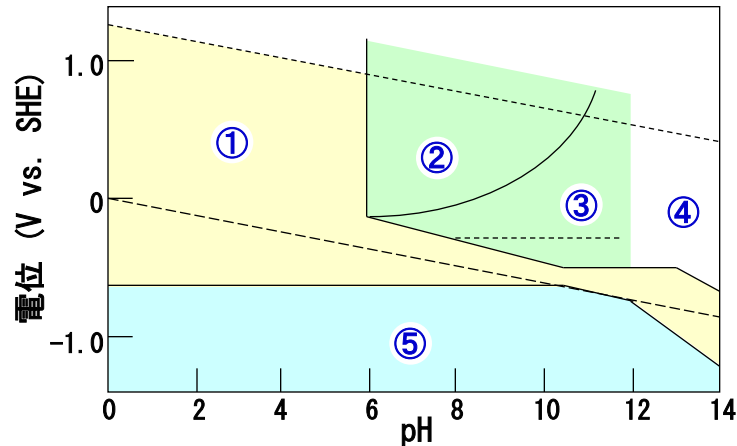
(a) 化学熱力学による計算値



a 水素発生, b 酸素還元



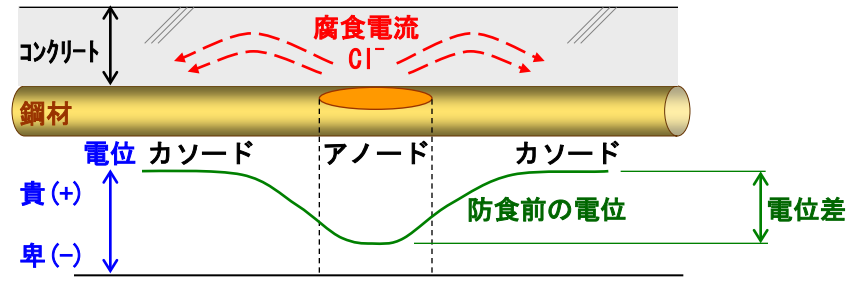
(b) NaClを $10^{-2}M$ 含む環境での局部腐食発生状況



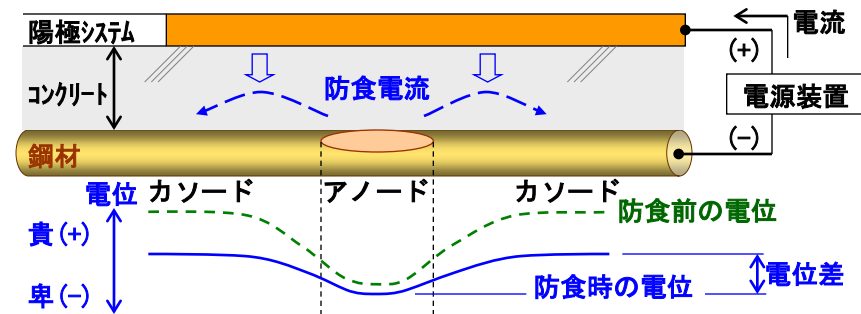
①全面腐食域 ②孔食域 ③不完全不動態域 ④完全不動態域 ⑤不活性域

コンクリート構造物に対する電気化学的応用 1998. 2
早稲田大学 理工学部 教授 関 博

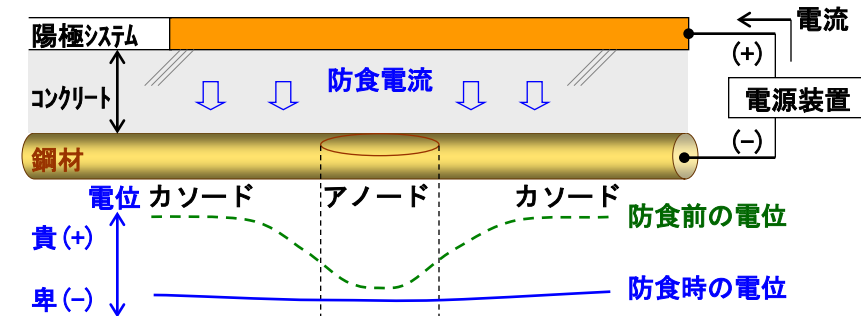
(a) 鋼材の腐食 (防食前)



(b) 防食電流が不十分な場合

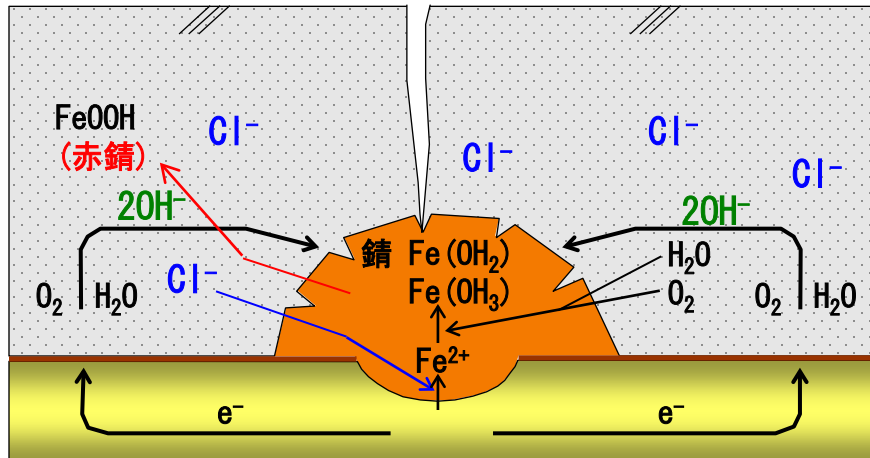


(c) 防食電流が十分な場合

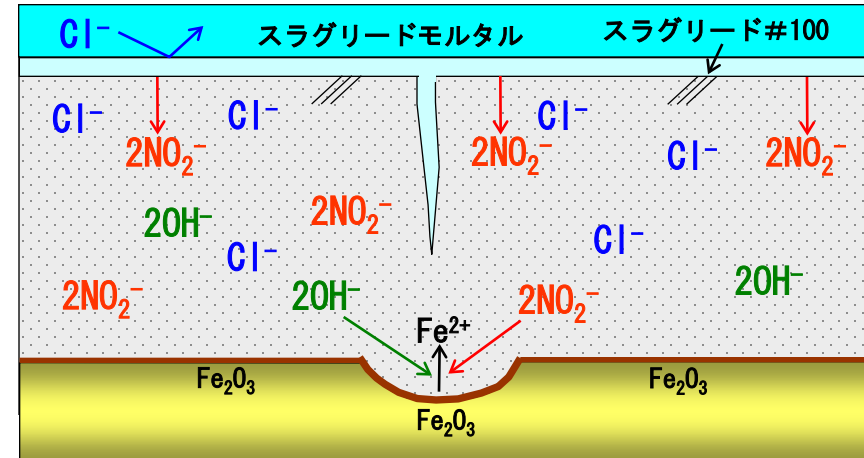


③スラググリード#100・#110の防錆効果

腐食概念

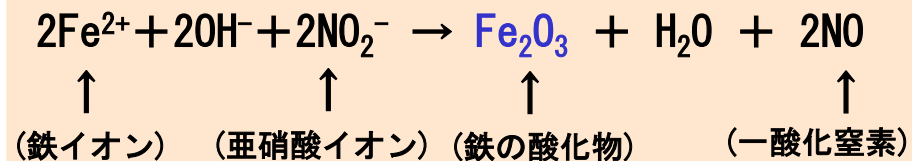
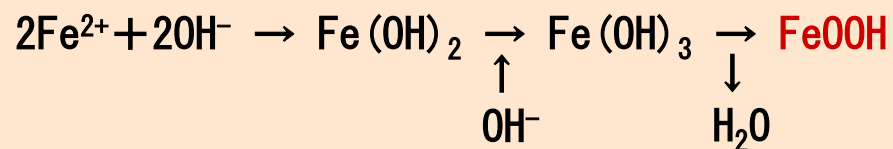
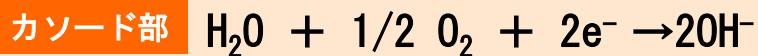
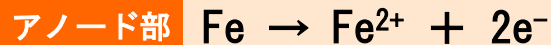


スラググリードの防錆概念



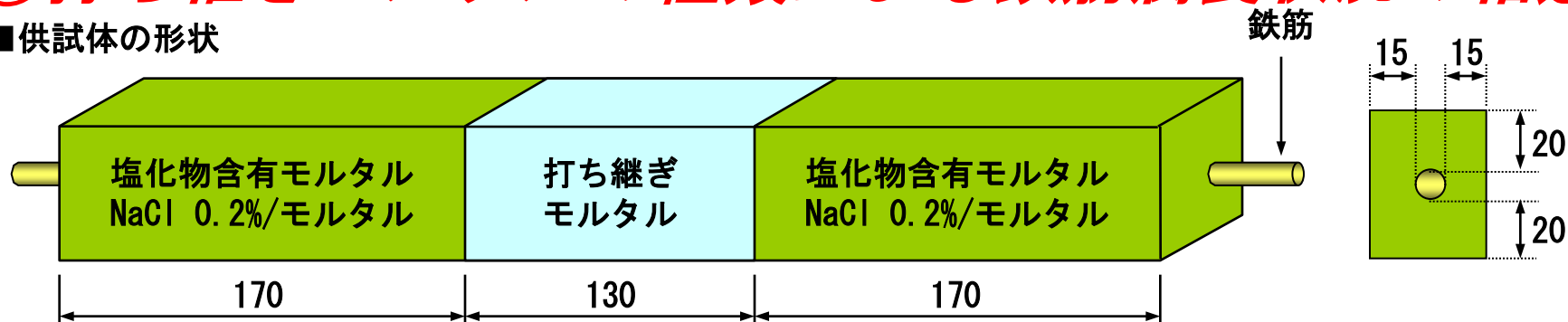
スラググリード#100・#110の防錆効果

不動態被膜は緻密な鉄の酸化物 (Fe_2O_3) であり、塩化物イオン (Cl^-) は不動態被膜、更にはメタルの鉄を溶解させ (2価の Fe^{2+} として溶出する) 亜硝酸イオン (NO_2^-) は2価の Fe^{2+} と反応して、不動態被膜を再生 ($2Fe^{2+} + 2OH^- + 2NO_2^- \rightarrow Fe_2O_3 + H_2O + 2NO$) とします。



④打ち継ぎモルタルの種類による鉄筋腐食状況の相違

■ 供試体の形状



■ 試験内容

打ち継ぎモルタルの種類を変えることによって、鉄筋の腐食及びその抑制状況を比較する。

打ち継ぎモルタル

- A. 塩化物含有モルタル (NaCl 0.2%/モルタル)
- B. 普通セメントモルタル
- C. ポリマーセメントモルタル
- D. 防錆剤混入モルタル

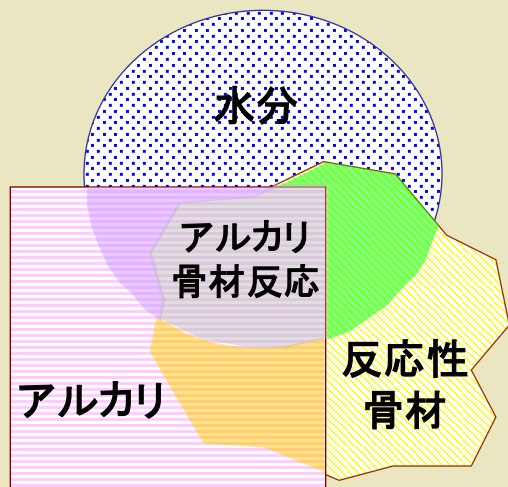
■ 試験結果

打ち継ぎモルタル	鉄筋の腐食状況			腐食面積率%		
	左	中	右	左	中	右
塩化物含有モルタル NaCl 0.2%/モルタル				100	81	79
普通セメントモルタル				99	23	100
ポリマーセメントモルタル				72	13	97
防錆剤混入モルタル スラグリード#100 #450				0	0	41

(70℃ - 相対湿度90%以上 - 48hr/15℃ - 相対湿度60% - 48hr) × 15サイクル後の鉄筋の腐食状態

⑦アルカリ骨材反応調査例

アルカリ骨材反応の発生



※有害な反応性骨材
オパール 玉髓 クリストパライト
トリジマイト 火山性ガラスなど

●アルカリ骨材反応

コンクリート中のアルカリ金属イオン (Na^+ , K^+) が骨材に含まれるシリカ鉱物と下記のように反応し、珪酸ソーダを生成します。

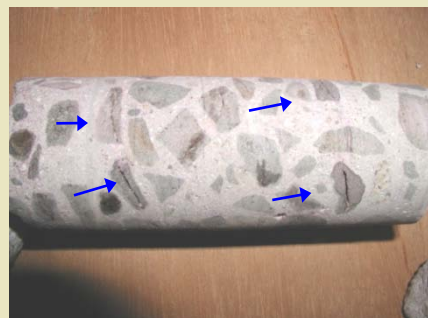
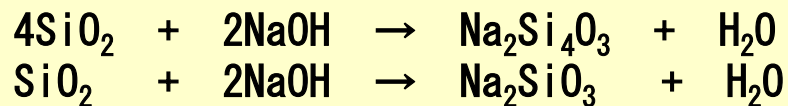


写真1
アルカリ骨材反応による
骨材の亀裂



写真2
アルカリ骨材反応による
黒色環(リム)の発生



写真3
フープ筋膨張による梁のコンクリートの亀裂

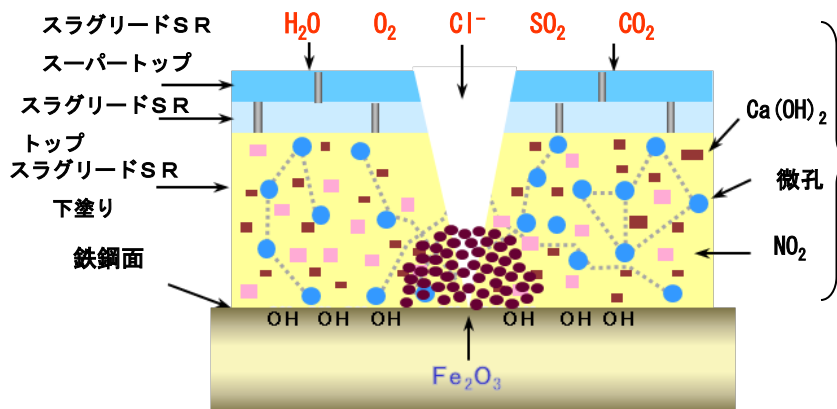
アルカリ骨材反応は、コンクリート中のアルカリ量の調査、偏光顕微鏡による骨材の岩種、コア抜きした試験体には膨張量の測定など、いくつかの測定をしなければアルカリ骨材反応と判断することは出来ない。

⑩スラグリードSR工法

■スラグリードSR工法の特徴

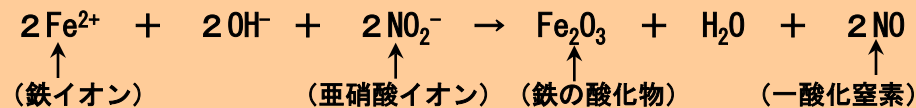
塗膜中にセメントと無機系粉体及び亜硝酸塩を含み、アルカリ防食と自己修復防食作用が同時に進行し、防食性を飛躍的に高めている。

複合型（自己修復）防食工法

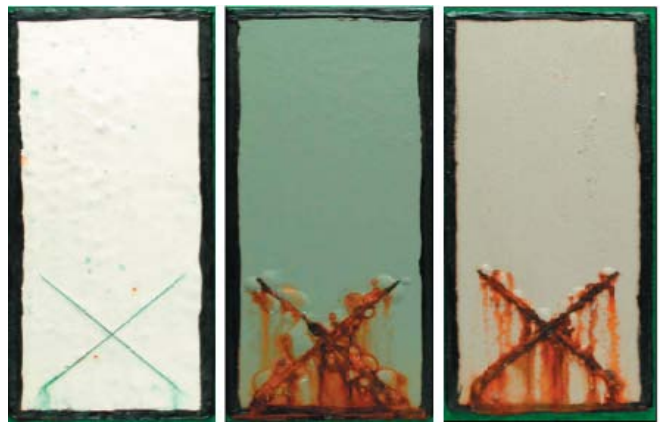


複合型
（自己修復）
防食工法

塗膜にキズを受けても錆が出ない

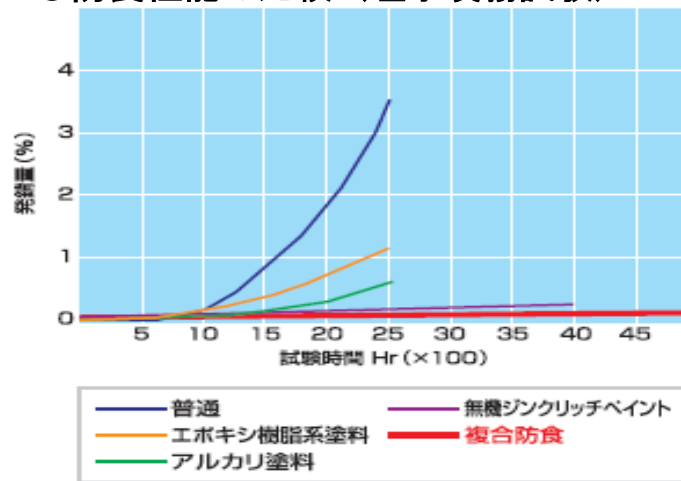


■CASS試験（200回×8時間＝1600時間）
 ※CASS溶液噴霧4Hr、乾燥（60℃・湿度50%）2Hr
 耐湿試験（50℃・湿度95%）2Hr



複合防食 アルカリ塗料 エポキシ樹脂系塗料

●防食性能の比較（塩水噴霧試験）



※本試験結果は社内試験データに基づくもので品質を保証するものではありません。

■他工法 施工実績

施工前(全体像)



完成直後



完成から12年後



施工前(代表部位)



完成直後



完成から12年後



福岡北九州高速道路公社 北九州道路 壁高欄補修工事

鉄筋防錆剤スラグリード#100塗布



はつり状況



スラグリード#100・#450充填状況



断面修復完了



スラグリード#100・#450

塩分対策モルタル完了



表面保護塗装B仕様完了



■唐津港棧橋■

施工前



施工前



施工中



施工中



施工中



完成



■施工例■

施工前



完成

施工前



完成

施工前



完成

■施工例■

施工中



完成

施工前



完成

施工中



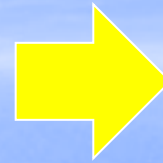
完成

■ 施工実績

八幡製鉄所-スタッカークレーン



施工前



施工後

中国/大連にて施工



下塗材塗布状況



上塗材 塗装状況



輸送状況

■ 施工実績

NYB 屋外排気設備
施工前



セメントサイロ
施工前



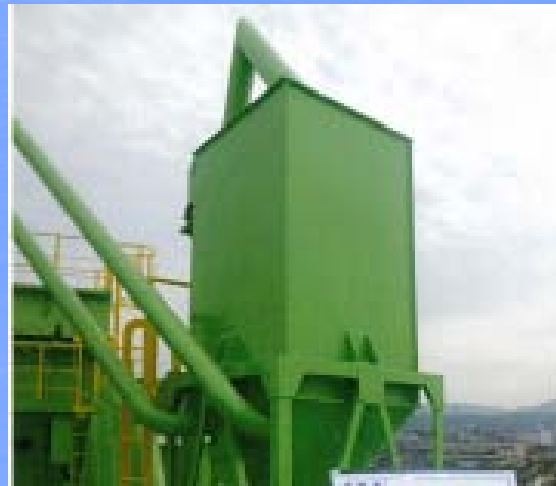
化学工場
施工前



NYB 屋外排気設備
施工3年後



セメントサイロ
施工後



化学工場
施工後



■ 施工実績

モノレール-可動支承

施工前



下塗塗布後

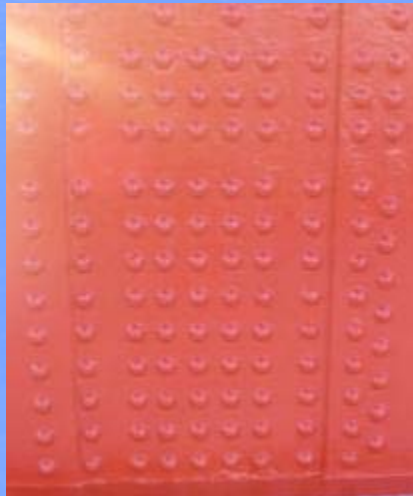


若戸大橋-側橋脚

施工前



施工後



北九州空港 テント広場

施工直後



施工2年後



お問い合わせ

⊕ ダイキ工業株式会社

福岡県北九州市小倉北区赤坂五丁目6番64号

TEL:093-541-6081

FAX:093-541-6516

Email : info@daiki-kogyo.co.jp

⊕ エス・エルテック株式会社

福岡県北九州市小倉北区赤坂五丁目6番64号

TEL:093-541-6101

FAX:093-541-6120

E-mail : info@sl-tech.co.jp

⊕ 日星産業株式会社

東京都中央区日本橋本町1丁目10番5号

TEL: 03-3241-0205

FAX: 03-3241-6748