

亜硝酸塩の有効的な工法の紹介

(スラグリードSR工法)

高炉スラグを活用した自己修復新規防食塗装材料

(GFプロテクト工法)

高炉スラグを活用したグラウト材と亜硝酸塩と
埋込型枠を用いたコンクリート構造物鉄筋防食工法



エス・エルテック株式会社



ダイキ工業株式会社

池田幹友

◆スラグリードSR工法

高炉スラグを活用した自己修復新規防食塗装材料と工法



スラグリードSR



従来品



従来品

自己修復型防錆塗料/
環境配慮型水系塗料

- ①高炉スラグを活用
- ②高い防錆効果で鋼構造物を長寿命化
- ③下地処理コストとエネルギーを低減可能
- ④溶剤使用を低減可能

構成される材料は・・・

- ①アルカリ粉体
(高炉スラグ配合)

アルカリ雰囲気



鉄鋼業の副産物である水砕スラグを利用した高炉セメント含有。塗膜中をアルカリ雰囲気にする事で錆にくくする。

- ②特殊防錆剤

自己修復機能



価格の高騰の著しい亜硝酸塩での適用技術を確認している。

- ③特殊変性合成樹脂
エマルジョン

付着強度



アルカリ粉体と防錆剤のバインダーとして採用。特に亜硝酸塩を融合させる技術を持っている。

混練

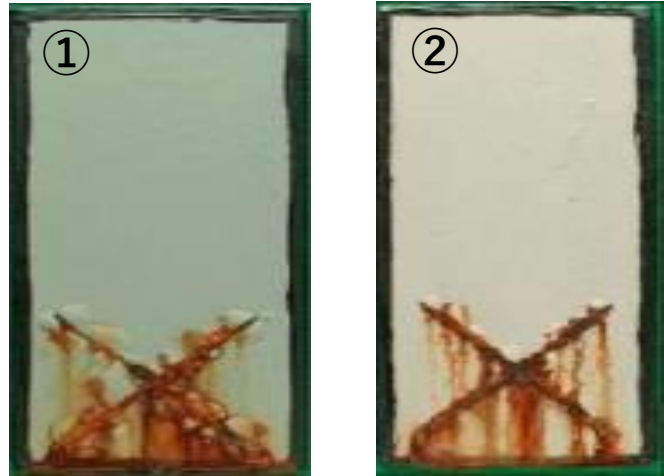


pH13のペースト状

スラグリードSR工法 防食メカニズム

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。

従来技術(傷を受けて錆びる)

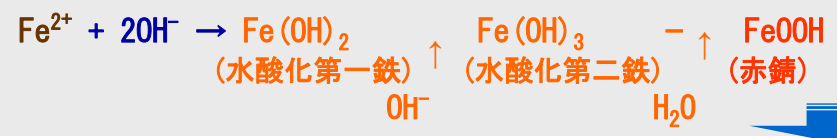
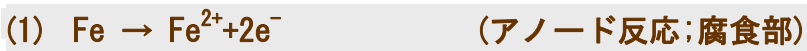
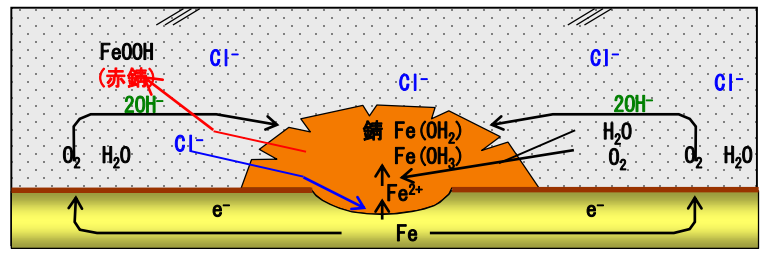


スラグリードSR工法

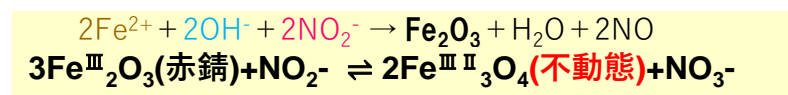
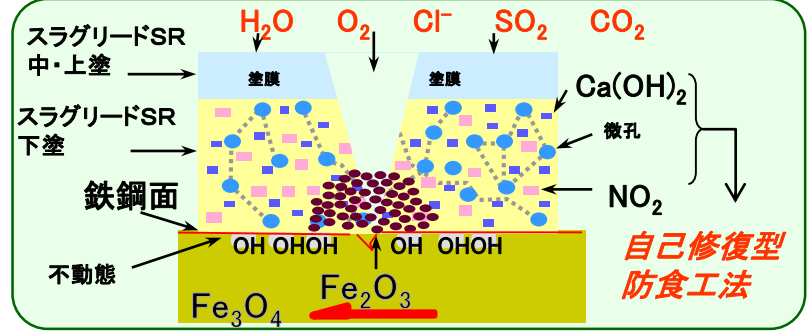
<CASS試験条件>
 pH3のCASS溶液噴霧4Hr
 ↓
 乾燥 2Hr
 (60°C・湿度50%)
 ↓
 耐湿試験 2Hr
 (50°C・湿度95%)
 × 200回



【腐食の原理】



【反応推定図】











鉄の酸化物中の一部の鉄が亜硝酸によって還元され、安定な酸化物不動態になる。

傷を受けても錆ない、目標寿命30年

防錆剤の防錆効果検証

200サイクル=1600時間経過

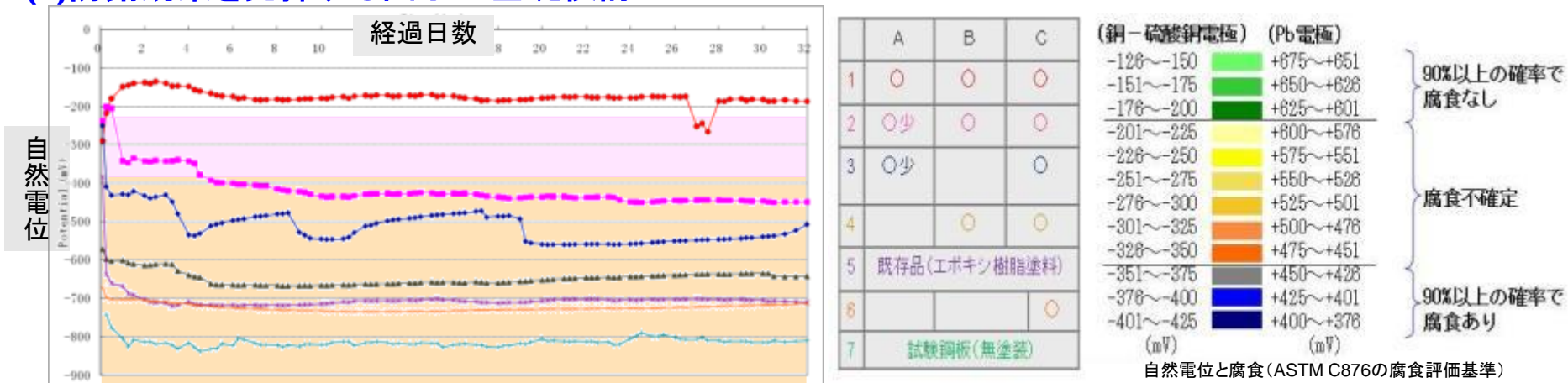
JIS K5600-7-9 サイクルA 塗膜の長期耐久性(中性塩水噴霧サイクル試験)
塩水噴霧(5%NaCl,35°C,2h) → 乾燥(60°C,25%RH,4h) → 湿潤(50°C,98%RH,2h)

	重防食塗料 (変性エポキシ)	複合型自己修復塗料 (スラグリードSR)	複合型自己修復塗料 (防錆剤抜き)
試験前 (40倍)			
試験後			
試験後 (40倍)			

スラグリードSRは、アルカリ雰囲気・防錆剤が、耐食性を発揮。

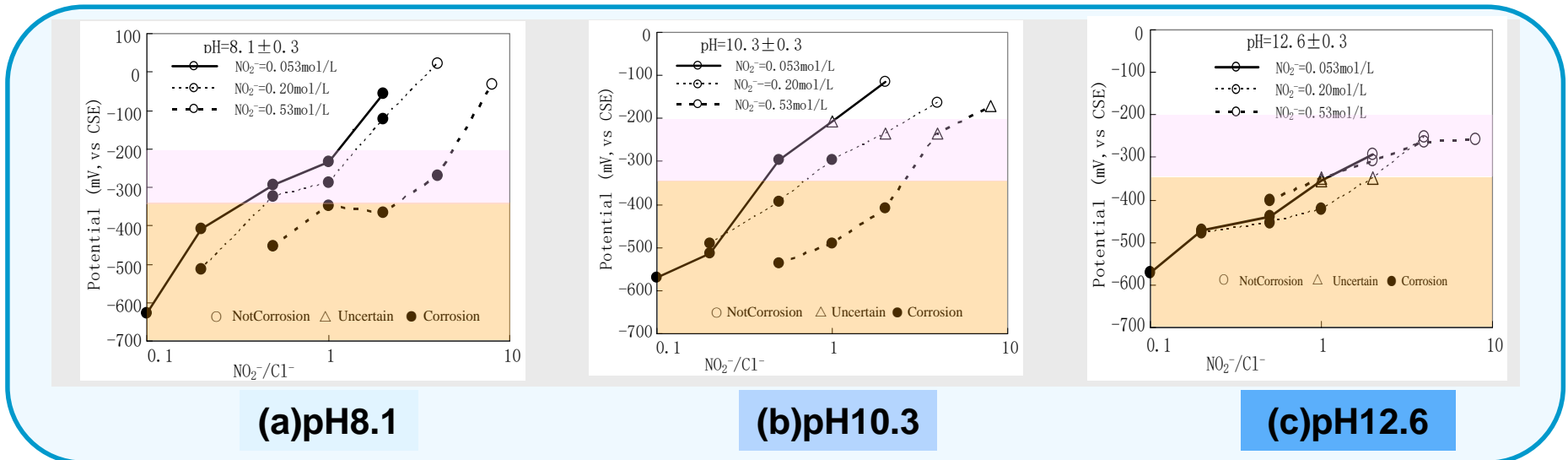
防錆メカニズムの解明

(1) 防錆効果を発揮する因子の基礎検討



・自然電位測定により開発品の防錆効果の優位性を確認できた。

(2) NO₂⁻/Cl⁻のモル比とpH環境による影響



・特殊防錆剤の防錆効果は、強アルカリ(pH ≥ 10)でかつNO₂⁻/Cl⁻ ≥ 1で、最も大きい。

■スラグリードSR工法 施工実績

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



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

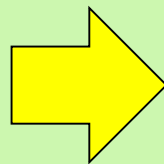


■スラググリードSR工法 施工実績

某製鉄所-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

■スラグリーンドSR工法 施工実績

支承部 塗装①

塗装箇所：高速道路公社



着工前



塗装完了

支承部 塗装①

塗装箇所：モノレール



着工前



塗装完了

■スラグリードSR工法 施工実績

北九州市内 PC桁橋 施工3年後



橋全景



補修箇所



補修箇所拡大

—補修3年後—



補修箇所



補修箇所拡大



◆ GFプロテクト工法

実海域実験工事

施工場所:

佐賀県唐津港(東港地区)埠頭用地(-0.9m)岸壁No.12棧橋一部

工事期間:

平成15年7月1日~8月31日(62日間)

監督元:

国土交通省 九州地方整備局 唐津港湾事務所

工法共同開発グループ

実施者:

九州工業大学

ダイキ工業株式会社

エス・エルテック株式会社

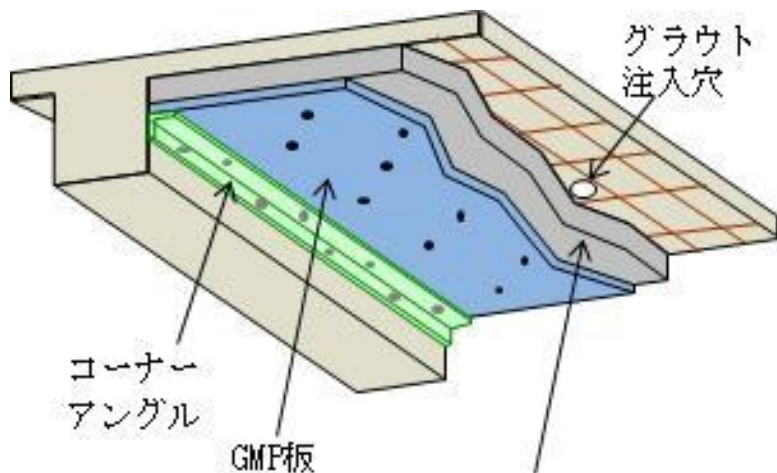
新日鐵高炉セメント株式会社

◆実海域実験目的:

「塩害対策鉄筋防錆工法」

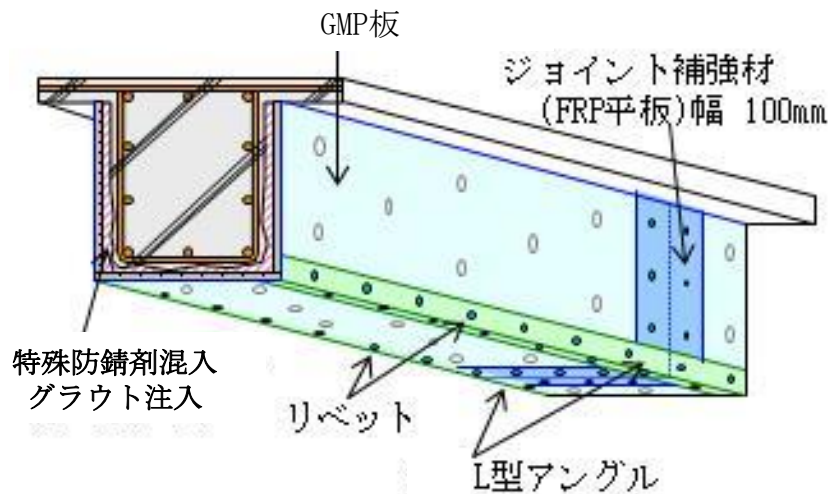
中性化又は塩害を受けたコンクリート構造物寿命延長のため、亜硝酸塩を用いた鉄筋防食と、埋込型枠を用いた断面復旧による構造物の維持を目的とした、環境に優しい補修、補強工法の開発を目指したものである。

本実験では、実現場で損傷を受けたコンクリートの鉄筋防食、断面復旧、表面保護を行い、塩害を受けたコンクリート構造物の補修工法としての適用の実用を目指したものである。



特殊防錆剤混入グラウト注入

埋込型枠工法(大きく露筋している箇所)



特殊防錆剤混入
グラウト注入

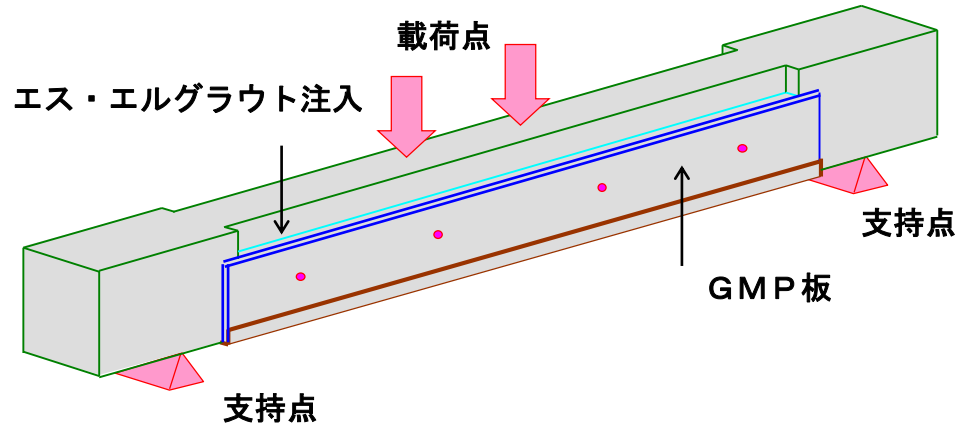
リベット

L型アングル

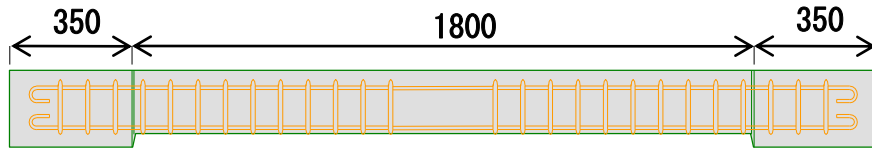
GFプロテクト工法による曲げ試験

・ GMP板で補修した梁の曲げ载荷試験

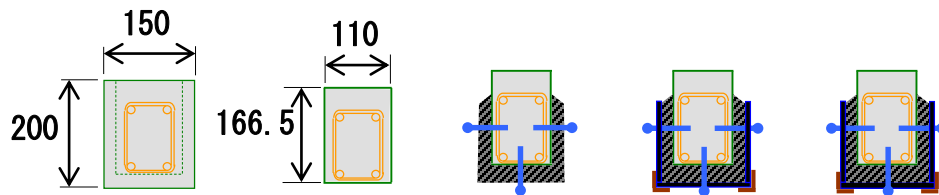
<载荷方法>



<梁の長さ>



<梁の断面>



Case A
健全な供試体

Case B
CaseAの
一部欠損

Case C
CaseBに
グラウト補修

Case D
CaseCに
GMP板7mm

Case E
CaseCに
GMP板8mm

供試体概要

九州工業大学 建設社会工学科
名誉教授 出光隆



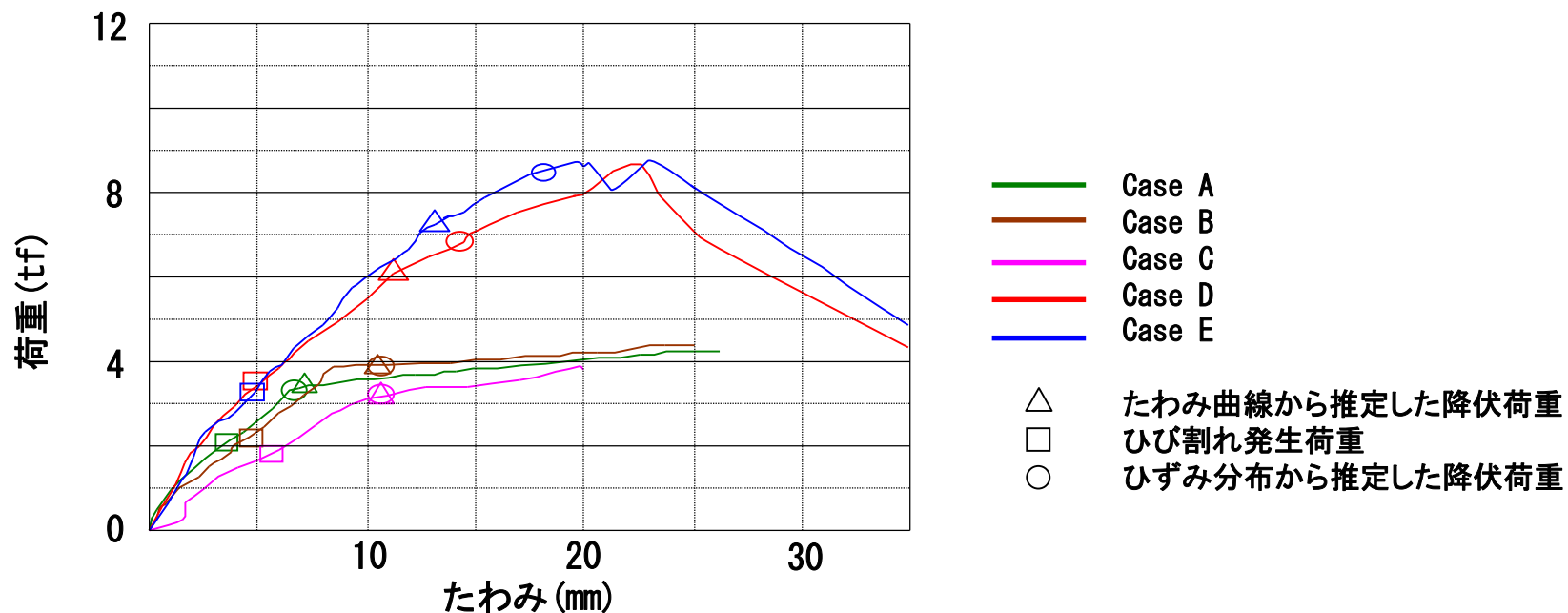
供試体



ひずみゲージ取付け 曲げ試験中

<曲げ試験結果>

供試体		破壊荷重 (t f)	ひび割れ状況
Case A	健全な供試体	4.09	破壊時 4.0mm
Case B	CaseAの一部が欠損した供試体	3.96	破壊時 1.4mm
Case C	CaseBにグラウトのみの補修をした供試体	3.63	破壊時 3.0mm
Case D	CaseCにGMP板7mm使用した供試体	8.81	GMP板 ひび割れ発生なし
Case E	CaseCにGMP板8mm使用した供試体	8.70	GMP板 ひび割れ発生なし



【考察】

ひび割れについては、GMP板を用いていない供試体は、普通のRC梁であるから、低荷重時から引張部に多数のひび割れが生じ、それぞれの幅が拡大していくのに対し、GMP板合成梁は、最大荷重に達する直前の破壊時までGMP板にひび割れは発生せず、最大荷重時にGMP板が破断して急激に荷重が低下するという経過をたどる。コンクリートと補修部との間の剥離については、コンクリート表面に施したチップング処理の効果で、いずれの供試体についても全く見られなかった。

◆実験場所の現状



実海域実験施工

スラブの劣化

梁の劣化

◆埋込型枠工法(大きく露筋している箇所)



鉄筋新設

埋込型枠加工取付(GMP板=7mm)



端部アングル取付

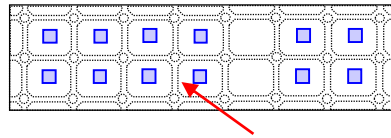
グラウト充填(t=70mm)

天井部 GFプロテクト施工

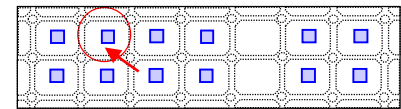
実海域実験施工5年後 躯体接着調査



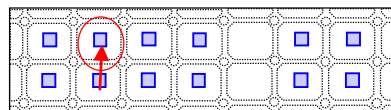
撮影位置



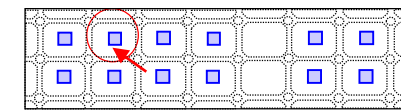
撮影位置



撮影位置



撮影位置



GFプロテクト工法 実績

施工前(全体像)



完成直後



完成から20年後



施工前(代表部位)

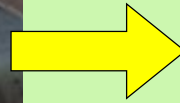
完成直後

完成から20年後

GFプロテクト工法 実績



施工前



完成



鉄筋組立



型枠組立



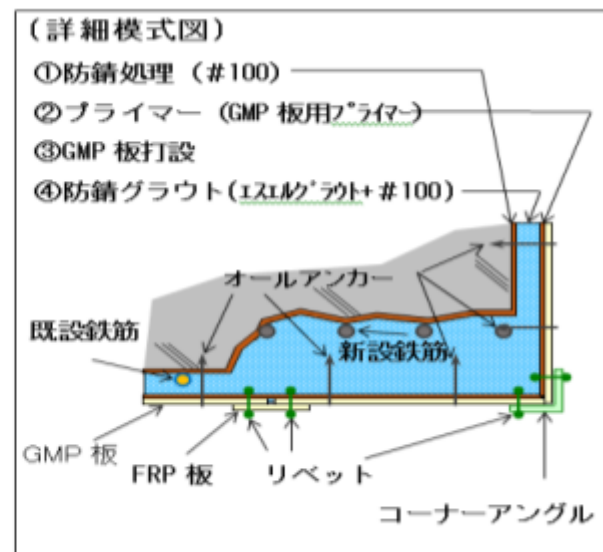
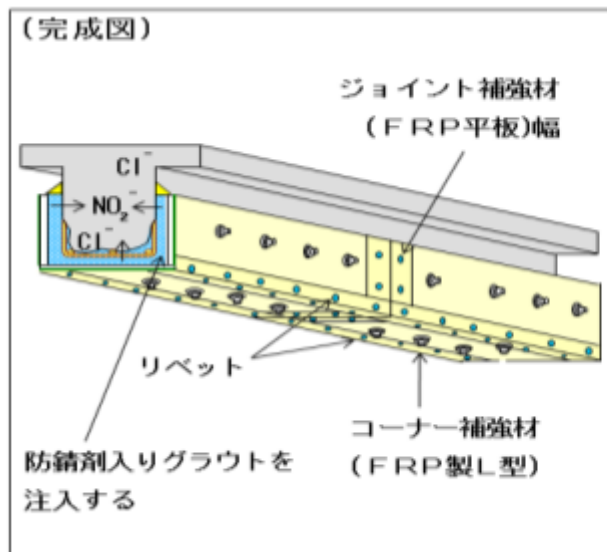
グラウト注入

港湾施設の点検・補修技術ガイドブック（改定版：2019年春）

発刊元：一般財団法人 港湾空港総合技術センター（SCOPE）

<掲載内容>

- ・本工法は、自立型埋込型枠と高流動モルタルの組合せで躯体コンクリートと一体断面を構築する工法である。
- ・特徴の一つは、自立式の埋込型枠である。従来の埋込型枠は大型で重量があり、重機使用が一般的で且つ、支保工を必要としていた。
本工法は、工場でFRPとボードを圧着、成型した、軽量で剛性の高い製品である。この製品を現地サイズに加工し、組み立てる型枠である。
- ・二つ目は、自立式埋込型枠に適した高炉スラグを活用した高流動モルタルを開発すると同時に、亜硝酸塩混入モルタル(グラウト)による鉄筋不動態被膜を再構築することにより、既存コンクリート 構造物の内部に残存する、塩素イオンの影響から鉄筋を保護すると共に、外部より新たに滲入する 塩素イオンを皆無又は少なくする工法である。



問い合わせ先：一般社団法人 コンクリートメンテナンス協会

●お問い合わせ先●



一般社団法人 コンクリートメンテナンス協会

〒730-0053 広島県広島市中区東千田町2-3-26

TEL・FAX: 082-541-0133

E-mail: info@j-cma.jp

製造元:



エス・エルテック株式会社



ダイキ工業株式会社

〒802-0032 福岡県北九州市小倉北区赤坂5-6-64