



## 岡山県コンクリート診断士会 第16回情報交換会

### 各劣化対策の補修工法の紹介

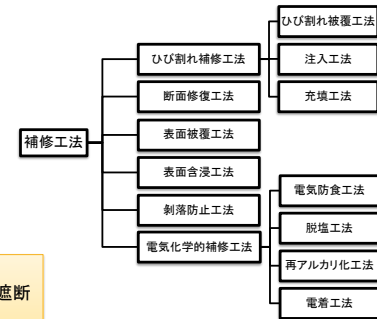
シーカ・ジャパン株式会社  
土木事業部 福家 厚仁  
2024年 11月 8日

BUILDING TRUST



## 各種補修工法と適用の目的

補修工事は、部材または構造物の劣化要因、劣化程度に応じた適切な補修工法や材料を選定して、実施されなければならない。現在実施されている補修工法をまとめると右の図ようになる。通常、これらの工法は、構造物の変状の種類、劣化機構、劣化の程度に応じて、単独もしくはいくつかの工法を併用して実施される。



- ✓ 有害物質の再浸入を防止するための劣化因子の遮断
- ✓ ひび割れ周辺部の劣化進行の抑制
- ✓ 劣化因子を取り込んでしまった劣化因子の除去
- ✓ コンクリートの剥落等による第三者影響の防止

BUILDING TRUST



## ポゾリスがシーカに統合～よりグローバルな製品展開へ～

2024年10月1日にシーカジャパンに統合  
製品ブランド MASTER から Sika へ



2023年5月  
MBCCグループはSIKAグループへ

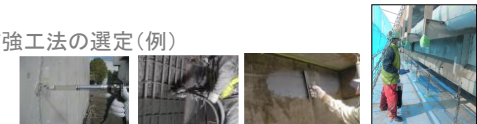
ワンストップ・ソリューション・サプライヤー  
グローバルな製品の展開

BUILDING TRUST



## 各補修工法の提案

シーカ・ジャパンが提案する補修・補強工法の選定(例)



補修・補強項目	潜伏期		進展期		加速期		劣化期	
	適用性	工法	適用性	工法	適用性	工法	適用性	工法
劣化因子の遮断	◎	表面被覆 RTワンガード工法	◎	表面被覆 RTワンガード工法	○	表面被覆 RTワンガード工法	△	表面被覆 RTワンガード工法
	◎	ひび割れ補修 SKグラウトプラグA工法	◎	ひび割れ補修 SKグラウトプラグA工法	○	ひび割れ補修 SKグラウトプラグA工法	△	ひび割れ補修 SKグラウトプラグA工法
劣化速度の抑制	◎	表面含浸 プロテクトシルG100	◎	表面含浸 プロテクトシルGIT	○	表面含浸 プロテクトシルGIT	△	表面含浸 プロテクトシルGIT
	○	断面修復 シーカエマコ	○	断面修復 シーカエマコ	○	断面修復 シーカエマコ	◎	断面修復 シーカエマコ
耐力、変形性能の改善	—	—	—	—	—	—	◎	補強 ハイブリッド・造骨補強工法
	—	—	—	—	—	—	○	打撃丸 (劣化した部材のコンクリートによる打撃丸)

(注)◎:主工法として適用すべき工法 ○:主工法に次いで適用性の高い工法 △:構造物の劣化状況等に応じて適用を検討する工法  
劣化要因によっては、上記の通りではございません。

BUILDING TRUST



## 各補修工法の提案

- ① 断面修復工
- ② ひび割れ修復工
- ③ 表面被覆工・剥落防止工
- ④ 表面含浸工

BUILDING TRUST



## ① 断面修復工

断面修復用ポリマーセメントモルタル シーカエマコシリーズ



塩害等で劣化したコンクリートの修復工事

耐硫酸性修復工事

BUILDING TRUST



## ① 断面修復工

左官工法 吹付け工法 ポリマーセメントモルタル  
シーカエマコ S 990

- ▶▶ 1材型プレミックスタイプ  
水と混ぜるだけ。混和液は不要
- ▶▶ 左官工法と吹付け工法が併用可能  
材料を分けなくて良い
- ▶▶ 厚付け性、耐ひび割れ性に優れる  
付着性が良く、ロスが少ない
- ▶▶ NEXCO3社構造物施工管理要領規格適合品  
左官工法、吹付け工法ともに適合
- ▶▶ 東京港埠頭 断面修復材の品質規格適合品  
耐海水性、塩化物イオン拡散係数などに適合



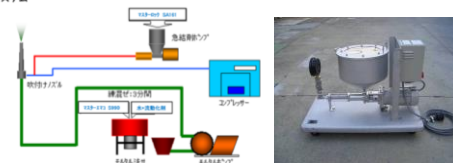
BUILDING TRUST



## ① 断面修復工

急結剤併用湿式吹付け工法 シーカエマコ S 990 + シーカシグニット 5161 AFL

施工機械とシステム



- ▶▶ メリット
  - ・急結剤を使用することで、天井面で150mm程度の厚付けが容易
  - ・湿式吹付けにより粉塵発生、跳ね返り量が少ない。圧送性に優れ品質が安定
  - ・流動化剤を使用する事で、100m程度の長距離圧送が可能になり、先端で急結材を添加する事で厚付け性が改善
- ▶▶ デメリット
  - ・急結材の添加量によっては鉄筋背面の充填性が悪くなる
- ▶▶ 留意するポイント
  - ・機器のメンテナンスが必要

施工フロー

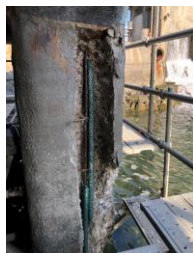


BUILDING TRUST



### ① 断面修復工

急結剤併用湿式吹付工法 施工状況



犠牲陽極材  
ガルバシールドDAS  
取付  
研り深さ = 約150mm



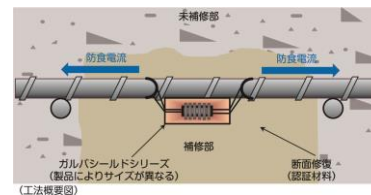
ポリマーセメントモルタル・マスターエマコS990  
+急結剤:マスターロックSA161添加

通常、厚み40mm×4日  
急結剤を添加すると、  
1日で施工可能



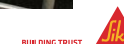
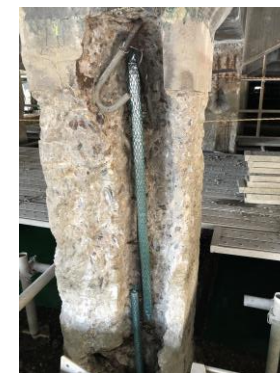
### ① 断面修復工

犠牲陽極材ガルバシールド工法



✓ 塩害・中性化などで劣化したコンクリート構造物の鉄筋に亜鉛を犠牲とした「ガルバシールド」を設置することで、電気化学的作用により、鉄筋腐食反応を抑制し、認証モルタル「シーカエマコ※」にて断面修復を行う工法。

✓※認証モルタルはシーカエマコ S 990, S 5350, S 230, S300



### ① 断面修復工

充填工法 シーカエマコ S230・S240・S300



一般的な充填工法の概念図



施工フロー

- はつり
- 鉄筋の除錆
- 鉄筋防錆材塗布
- プライマー塗布
- 型枠の設置
- 漏れ止めシール
- 断面修復材充填
- 型枠崩型

▶▶ 乾燥収縮が極めて小さい  
 ▶▶ 流動性に優れる  
 ▶▶ ノンブリーディング・適度な膨張性  
 ▶▶ NEXCO3社構造物施工管理要領規格  
 適合品 ※対象製品は、シーカエマコS240



### ① 断面修復工

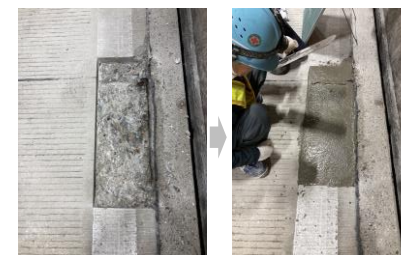
コンクリート用超早強性補修材 シーカクイック SET 45

製品概要

施工状況

- ▶▶ 高速道路のコンクリート補修の断面修復
- ▶▶ 緊急を要するコンクリートの補修工事
- ▶▶ 道路ジョイント部の補修
- ▶▶ 駐車場の補修

- ✓ 施工後45分(20°C)で通行可能
- ✓ 1時間で15N/mm2(20°C)以上の圧縮強度
- ✓ プライマー不要
- ✓ 凝結硬化が早く約15分で硬化
- ✓ 気中養生だけで良く、特殊な養生は不要

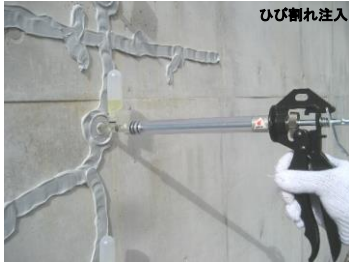


中国自動車道 トンネル内コンクリート補修工事



## ② ひび割れ修復工

SKグラウトプラグA工法の特長

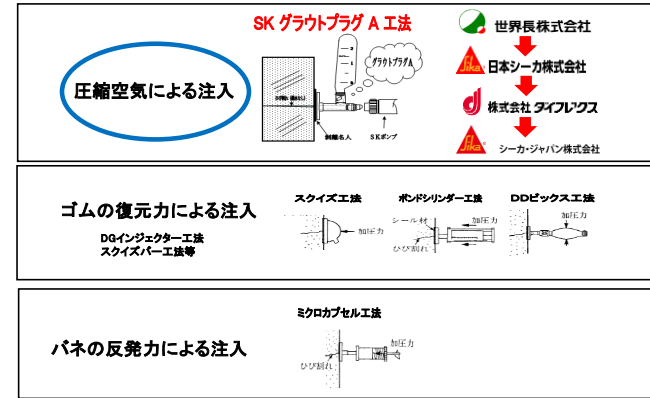


- ・作業効率が良い。
- ・注入量・圧力管理も分かりやすい。  
追加注入が必要な場合、簡単にできる。
- ・微細なひび割れにも注入が可能。
- ・台座が透明な為、ひび割れの中心が  
がわかりやすい。
- ・硬化剤が低臭である。(アミン臭)
- ・低コスト(作業性・製品価格等)



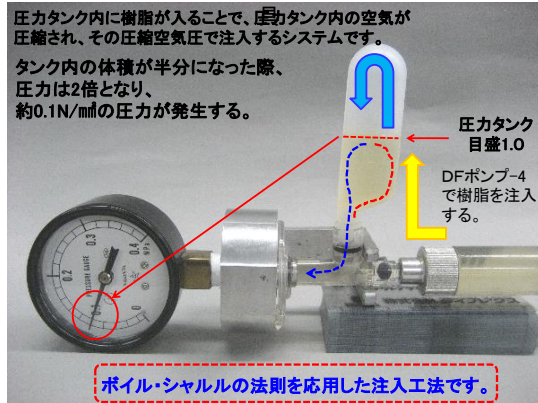
## ② ひび割れ修復工

自動式低圧エポキシ樹脂注入工法の種類と原理



## ② ひび割れ修復工 SKグラウトプラグA工法

圧力タンク内の圧縮空気を応用した注入器



## ② ひび割れ修復工

SKグラウトプラグA工法

エポキシ樹脂

(硬質系: 低粘度・中粘度・高粘度): 5製品  
(軟質系: 低粘度・中粘度・高粘度): 2製品 + 1製品



・JIS A 6024認証製品

硬質系

※ EP-300/総プロ・NEXCO規格認証製品(1種)

・低臭タイプ(アミン)

・防錆材入り

※防錆性能評価は社外試験により100%に近い数値結果が出ている。



軟質系

・総プロ・NEXCO規格認証製品

※ EP-301(3種)/EP-302(2種)

・低臭タイプ(アミン)

・高粘度タイプはEP-600(☺)でカバー。



### ③ 表面被覆工・剥落防止工

RTワンガード工法 概要図と施工工程



before step1 step2

施工前 プライマー塗布

step2 1成分型ウレタン塗布 (1~2回)

step3 after

トップコート塗布 施工完了

トップマイルド 0.15kg/m<sup>2</sup>  
ワンガード 2.5kg/m<sup>2</sup>  
ワンガードプライマー(R1) 0.15kg/m<sup>2</sup>



### ③ 表面被覆工・剥落防止工

RTワンガード工法 施工実績



### ③ 表面被覆工・剥落防止工

RTワンガード工法 施工実績



### ③ 表面被覆工・剥落防止工

RTワンガードクリア工法の概要図と特長



- ✓ 目視により躯体の変状を確認することが出来るコンクリート保護塗装工法
- ✓ 連続繊維シートを使わずに塗るだけで「コンクリート保護」と「はく落防止」に対応
- ✓ 1成分型(1液タイプ)であるため、材料の配合ミスや攪拌不足による未硬化等のヒューマンエラー無し

※「艶消し仕上げ」時オプション (ワンガードクリアトップ 0.15kg/m<sup>2</sup>)

ワンガードクリア 1.2kg/m<sup>2</sup>  
ワンガードクリアプライマー 0.15kg/m<sup>2</sup>

①プライマー塗布 ②ワンガードクリア塗布

③施工完了



### ③ 表面被覆工・剥落防止工

RTワンガードクリア 施工工程



特定化学物質障害  
予防規則非対象



ワンガードクリアプライマー塗布

ワンガードクリア塗布

工程	品名	塗布量	次工程間隔
下地処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>下地の脆弱層、埃等をサンダー、クレンにより除去する。</li> <li>下地のクラック、欠損部はあらかじめ補修しておく。</li> <li>下地に漏れ水がある場合は事前に処理しておく。</li> </ul>		—
プライマー塗布	ワンガードクリアプライマー	0.15kg/m <sup>2</sup>	0.5~3時間 (15℃以上)
主材塗布	ワンガードクリア	1.2kg/m <sup>2</sup>	6~18時間 (15℃以上)

1DAY FINISHが可能



### ③ 表面被覆工・剥落防止工

RTワンガードクリア 施工実績



北海道開発局 一般国道236号 大樹橋補修工事 はく落防止対策工



### ③ 表面被覆工・剥落防止工

RTワンガードクリア 施工実績



### ④ 表面含浸工

シラン系表面含浸材 プロテクトシルCIT・BHN シーカガード 8100

**プロテクトシル CIT の効果**

塩化物防止層の形成

錆防止層の形成

**プロテクトシルBHNの効果**

吸水防止層

**シーカガード 8100の効果**

吸水防止層の形成



#### ④ 表面含浸工

プロテクトシルシリーズの特長

≫ 施工性 (緻密なPC桁における施工事例)



施工時の条件: 晴時々曇 / 気温=19.7度 / 湿度=59% / 風速=2.5m/s

動画をご覧ください(30sec)

- ≫ 水と同程度の粘性で扱いやすい
- ≫ 分子サイズが小さく浸透スピードが速く養生時間も非常に短い  
(P-CIT: 4Hr < 一般シラン系: 12~72Hr)
- ≫ 低粘性のため塗布ムラの懸念が少ない



プロテクトシルシリーズは養生時間も短く工期短縮につながる



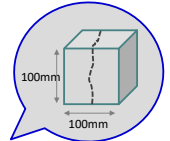
#### ④ 表面含浸工

一般的なシラン系含浸材との違い

- ≫ 分子構造の違い
  - プロテクトシルシリーズ : シランモノマー
  - 水系シラン : シランポリマー
  - シラン・シロキサン系 : モノマーとポリマーの混合物

≫ 撥水の違い

100mm × 100mm 試験体へ塗布、所定の養生を行ったのち割裂  
その後、紫色水性インクを割裂面に吹付けた状況



#### ④ 表面含浸工

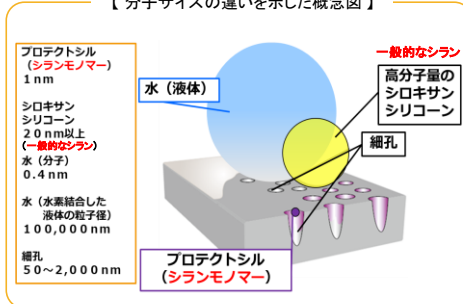
一般的なシラン系含浸材との違い

≫ 分子の違いによる特徴

- 【シランモノマー】※プロテクトシルシリーズ
- ✓ 含浸しやすい
  - ✓ 表面に残らない  
(付着阻害しない/紫外線の影響少ない)
  - ✓ 撥水しにくい

- 【シランポリマー】
- ✓ 含浸しにくい
  - ✓ 表面に残る
  - ✓ 撥水しやすい  
(付着性へ影響する/紫外線劣化する)

【分子サイズの違いを示した概念図】



#### ④ 表面含浸工

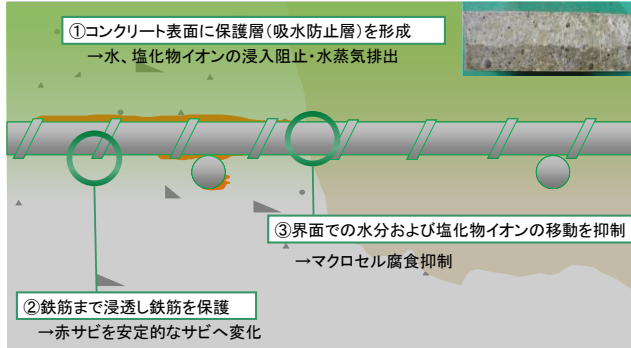
プロテクトシルCITの製品概要

≫ 名称	プロテクトシルCIT (鉄筋腐食抑制タイプ含浸系表面保護材)
≫ 主な特徴	1. 構造物の外観を変えることなくコンクリート構造物への塩化物イオンの浸入抑制 2. コンクリート中の鉄筋周りに保護層を形成して鉄筋腐食を抑制
≫ 主成分	アルキルアルコキシシラン+アミノ化合物
≫ 使用量	600mL/m <sup>2</sup>
≫ 施工方法	ローラー/刷毛/噴霧器
≫ NETIS情報	国土交通省「NETIS」No. HR-060004-VE 設計比較・活用促進技術(掲載期間終了技術)
≫ 規格適合例	東・中・西日本高速道路(株) 「構造物施工管理要領 シラン系コンクリート表面含浸材」適合



#### ④ 表面含浸工

プロテクトシルCITの製品概要

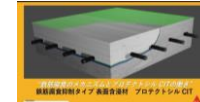
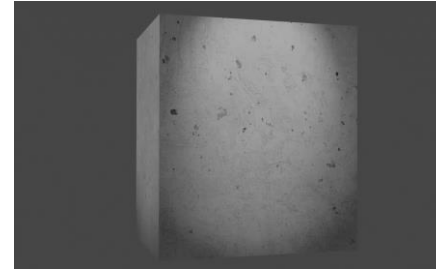


#### ④ 表面含浸工

プロテクトシルCITの腐食抑制機構

動画をご覧ください(3min)

▶ 京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 高谷先生との共同研究により、プロテクトシルCITの腐食抑制機構が明らかとなった



<https://www.youtube.com/watch?v=boTx2N-uxkg>



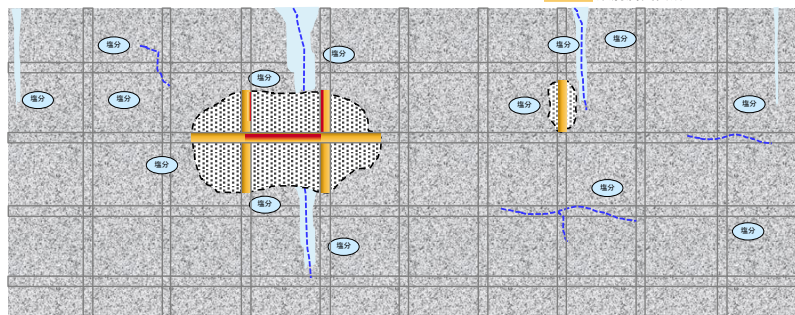
<https://www.youtube.com/watch?v=bR05byvP2NE>



#### 従来工法との違い(予防保全型工法のご提案)

▶ 剥落や浮き、クラックなど顕在化した箇所の補修が計画される

--- 黒線は顕在化した損傷(浮き/剥落)  
--- 青線は顕在化したクラック  
--- 鉄筋腐食箇所



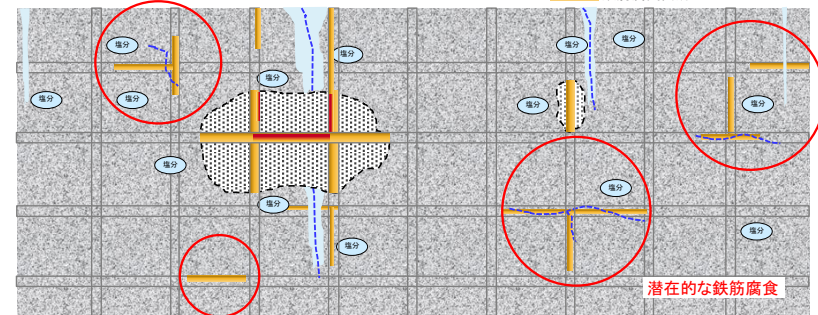
補修前の損傷イメージ



#### 従来工法との違い(予防保全型工法のご提案)

▶ 塩害劣化が顕在化した周囲では潜在的な腐食や要因に留意

--- 黒線は顕在化した損傷(浮き/剥落)  
--- 青線は顕在化したクラック  
--- 鉄筋腐食箇所



補修前の損傷イメージ

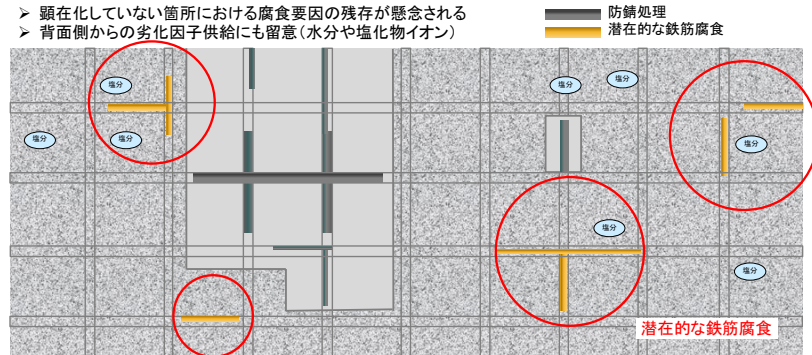
潜在的な鉄筋腐食





### 従来工法との違い(予防保全型工法のご提案)

- 顕在化していない箇所における腐食要因の残存が懸念される
- 背面側からの劣化因子供給にも留意(水分や塩化物イオン)

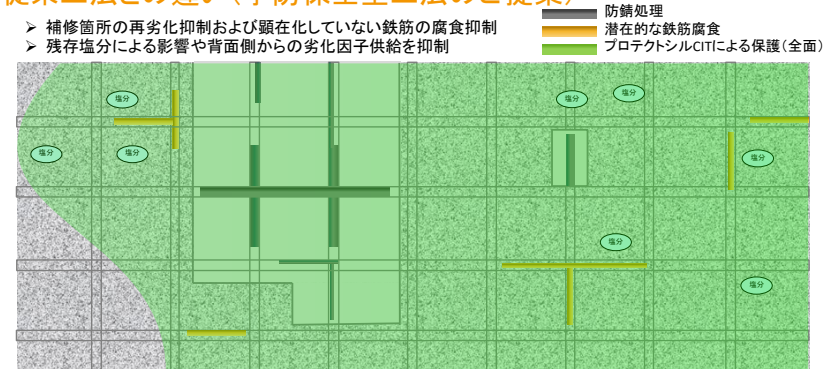


一般的な補修後(断面修復/クラック補修→事後保全型)のイメージ



### 従来工法との違い(予防保全型工法のご提案)

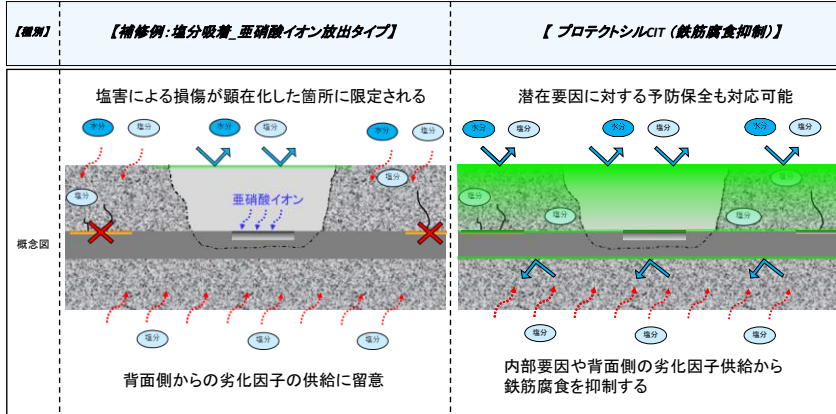
- 補修箇所の再劣化抑制および顕在化していない鉄筋の腐食抑制
- 残存塩分による影響や背面側からの劣化因子供給を抑制



プロテクトシルCITIによる補修イメージ(断面修復(事後保全)+鉄筋腐食抑制対策(予防保全))



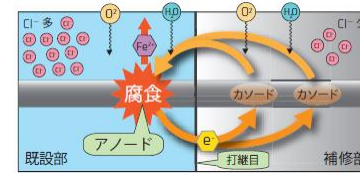
### 従来工法との違い(予防保全型工法のご提案)



### 従来工法との違い(予防保全型工法のご提案)

#### ➢ マクロセル腐食抑制対策

- 断面修復によるマクロセル腐食による再劣化の懸念
- 断面修復部と未補修部で流れる腐食電流により未補修部が劣化
- 未補修部分のコンクリートの塩分含有量によってさらに加速する



## 従来工法との違い(予防保全型工法のご提案)

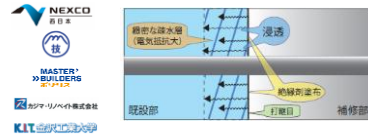
### 遮蔽型マクロセル腐食対策工法\*

「遮蔽型マクロセル腐食対策工法」は、劣化損傷が進行した塩分を多く含有するコンクリート構造物において有効な鉄筋防食工法です。

損傷箇所の劣化コンクリートを除去し新設コンクリートで断面修復する場合、打継目周辺にあるコンクリートの塩分濃度差により、打継目近傍の鉄筋にマクロセルが形成され、腐食の進行が加速します。

そこで、打継目に遮蔽型マクロセル腐食対策工法を実施することで、新旧コンクリート間に絶縁層を形成させ、打継目付近の塩分濃度差によるマクロセルの形成を抑制することができます。

本工法は、2005年版和自動車道松島高架橋補修工事で採用された工法です(絶縁層にプロテクトシルCIT使用)。



**広島県建設分野の革新技術活用制度**

広島県建設分野の革新技術活用制度  
技術名称：遮蔽型マクロセル腐食対策工法

■技術概要・ポイント(写真・図解等を適宜添付)  
塩分を多く含む旧設コンクリートを取り除き新たに新設した場合は、腐食の進行が抑制されるが、新旧コンクリートの塩分濃度差により、打継目近傍の鉄筋にマクロセルが形成され、腐食の進行が加速する。そこで、打継目に遮蔽型マクロセル腐食対策工法を実施することで、新旧コンクリート間に絶縁層を形成させ、打継目付近の塩分濃度差によるマクロセルの形成を抑制することができる。

■適用条件等(自然条件・環境条件等の適用上の留意点)  
① 塩分濃度差が大きい場合、絶縁層の厚さを調整する。  
② コンクリート中の塩分濃度は、コンクリートの含水率の約7%以内で施工可能なもの。  
③ 新旧コンクリートの塩分濃度差が大きい場合は、絶縁層の厚さを調整する。  
④ 絶縁層材料は、鉄筋との密着性がよいもの。

■鉄筋腐食抑制タイプ  
**プロテクトシル CIT**

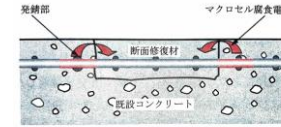
■鉄筋の腐食抑制  
プロテクトシルCITは、鉄筋表面に形成される絶縁層が、鉄筋とコンクリートとの密着性を高め、鉄筋の腐食を抑制する。また、コンクリート中の塩分濃度を低減させる効果がある。

■鉄筋の腐食抑制タイプ  
**プロテクトシル CIT**

■鉄筋の腐食抑制タイプ  
**プロテクトシル CIT**

■鉄筋の腐食抑制タイプ  
**プロテクトシル CIT**

## 従来工法との違い(予防保全型工法のご提案)



解説図-6.3.11 マクロセル電流による鋼材腐食

～ 抜粋 ～

また、これに加えて母材コンクリートと断面修復材との打継目から劣化因子が侵入しない為の配慮として、取縮量の小さい断面修復材を選定することや打継処理の実施を計画するとよい。**マクロセル腐食による影響を低減させる対策として、打継目へあらかじめシラン系含浸材を塗布することで、マクロセル腐食の電気回路の形成を困難にする遮蔽型対策工法の検討が実施されている。この工法の特性を理解した上で、補修効果および施工の確実性が確認できている材料を選定することが必要である。**



コンクリートのひび割れ調査・補修・補強指針2022  
P.127~128より抜粋

## ④表面含浸工-複合工法のご提案-

≫ 繊維補強工法への適用(ハイブリッド塩害補強工法)

繊維補強工法 × プロテクトシルCIT

塩害補強という新しい選択  
**ハイブリッド・塩害補強工法**  
CIT工 + CFRP

NETIS  
Nippon Engineering Technology Institute  
【特許 第6961190号】  
ハイブリッド・塩害補強工法  
Master No. 001-02 塩害補強工法  
塩害補強工法  
塩害補強工法  
塩害補強工法

含浸材塗布面に炭素繊維補強が可能  
高付着性シラン用プライマーにより、含浸材塗布面でもシートが確実に付着します。また、コンクリートの劣化・炭化の腐食進行を予不入り的に抑えます。

抜群の施工性で従来補強設計にも対応  
軽量かつ高強度・高弾性なFRPシート・FRPシートとプロテクトシルCITを併用し、従来の炭化コンクリートの設計に準拠した補強設計が可能です。

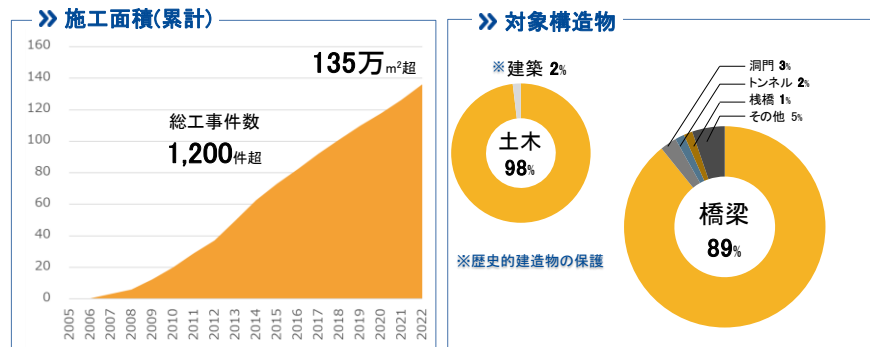
耐久性に優れたコストダウンを実現  
塩害を受けた鉄骨造のライフサイクルコスト、修繕費用が削減されます。

連続施工が可能  
補強性能はその他家  
RC設計法に準拠

■日鉄ケミカル&マテリアル株式会社  
〒103-8527 東京都中央区本町4-1-1 本町ビル4F  
■ボリスソリューションズ株式会社  
〒213-0291 神奈川県茅ヶ崎6-1-1 茅ヶ崎ビル2F  
■株式会社レックス  
〒930-0127 新潟県中越区長岡1-1-1 長岡ビル1F

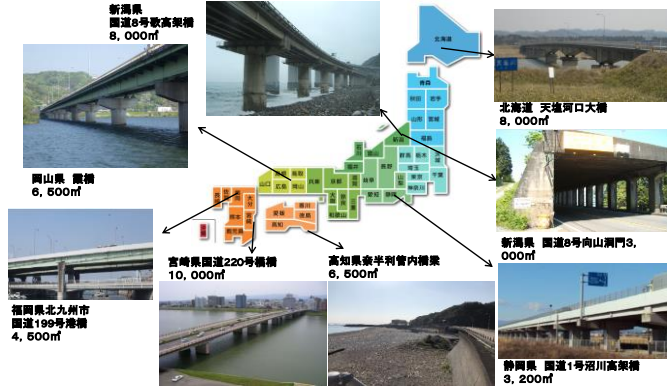
## ④表面含浸工

プロテクトシルCIT 施工実績および施工事例



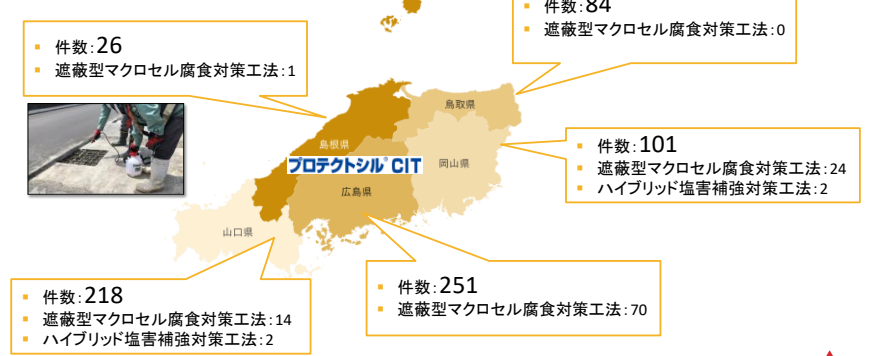
#### ④ 表面含浸工

プロテクトシルCIT 国内施工実績および施工事例



#### ④ 表面含浸工

プロテクトシルCIT 中国地方 施工実績および施工事例

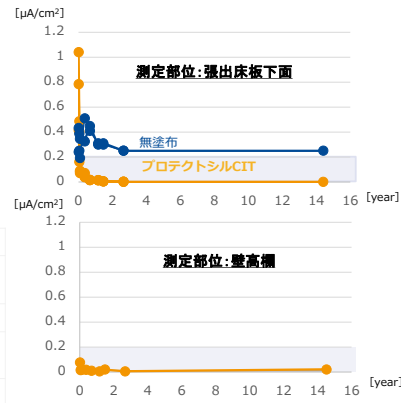


#### ④ 表面含浸工

広島県 中国自動車道 藤巻橋の例(塗布14.5年)



構造物の概要	PC橋
環境	中国地方山間部で冬季には積雪があり、凍結防止剤が散布される
CIT施工年	2008年(供用年数:30年目)
施工部位	張出床板下面、壁高欄(3000m <sup>2</sup> )
鉄筋かぶり	40mm、20'40mm
その他	浮き剥離部を除去した面と未損傷部を含めた全面について、CIT塗布後に断面修復材による補修を実施(壁高欄:Cl=3kg/m <sup>3</sup> )



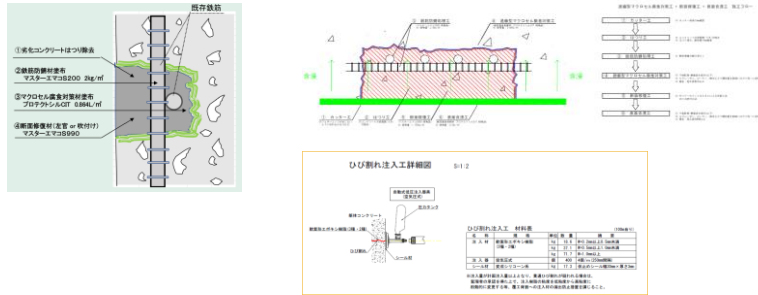
#### 各補修工法提案 経済性比較表(自社製品比較)

工法概要	新築標準工法(一般的な補修)	新築標準工+表面補修工	新築標準工+表面補修工	遮蔽型マクロセル腐食対策工+新築標準工+表面補修工	橋桁補修工法	塩分吸着、蒸発剤イオン放出工法	
概要	コンクリート表面からの塩化イオンを抑制する工法。鉄筋の腐食を抑制する工法。	コンクリート表面からの塩化イオンを抑制する工法。鉄筋の腐食を抑制する工法。	コンクリート表面からの塩化イオンを抑制する工法。鉄筋の腐食を抑制する工法。	遮蔽型マクロセル腐食対策工によるコンクリート中の塩化イオン濃度を抑制する工法。	コンクリート中の塩化イオンを吸着する工法。イオン交換樹脂による塩化イオンを吸着して鉄筋を保護する工法。	コンクリート中の塩化イオンを吸着する工法。イオン交換樹脂による塩化イオンを吸着して鉄筋を保護する工法。	
概算単価	600,000円/㎡	330,000円/㎡	440,000円/㎡	375,000円/㎡	600,000円/㎡	480,000円/㎡	
ライフサイクルコスト(60年モデル)	600,000円/㎡	330,000円/㎡	440,000円/㎡	375,000円/㎡	600,000円/㎡	480,000円/㎡	
コメント	一般的な工法。鉄筋が腐食する。コンクリート中の塩化イオン濃度が高くなる。鉄筋の腐食が進行する。	一般的な工法。鉄筋が腐食する。コンクリート中の塩化イオン濃度が高くなる。鉄筋の腐食が進行する。	一般的な工法。鉄筋が腐食する。コンクリート中の塩化イオン濃度が高くなる。鉄筋の腐食が進行する。	遮蔽型マクロセル腐食対策工によるコンクリート中の塩化イオン濃度を抑制する工法。鉄筋の腐食を抑制する工法。	遮蔽型マクロセル腐食対策工によるコンクリート中の塩化イオン濃度を抑制する工法。鉄筋の腐食を抑制する工法。	遮蔽型マクロセル腐食対策工によるコンクリート中の塩化イオン濃度を抑制する工法。鉄筋の腐食を抑制する工法。	遮蔽型マクロセル腐食対策工によるコンクリート中の塩化イオン濃度を抑制する工法。鉄筋の腐食を抑制する工法。



## 各補修工法提案

CAD図・標準図の提供



## シーカ・ジャパンのトータルソリューション

下地から上塗りまで、セメント系から樹脂系までのトータルソリューションを提供

鉄筋防錆剤

プライマー、遮蔽材

事後保全

事後保全

予防保全

予防保全

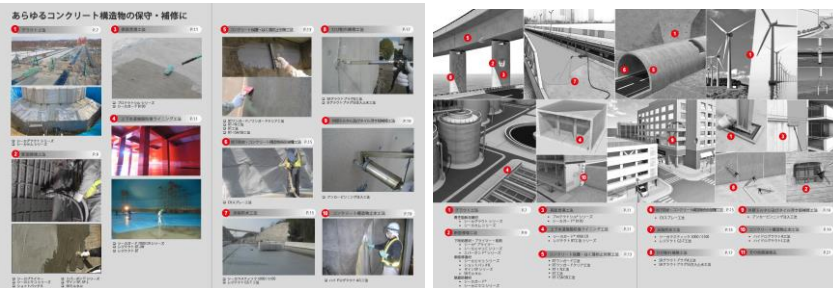
事後保全

表面含浸材  
表面被覆材・剥落防止材  
床板防水材・防食被覆材

ひび割れ補修材  
断面修復材  
無収縮グラウト材



## シーカ・ジャパンのトータルソリューション



シーカ・ジャパンは総合化学メーカーとして土木建設向けに様々な用途と工法向けに幅広い製品ポートフォリオを有し、あらゆる新築・保守・改修へのニーズにお答えします



ご清聴ありがとうございました

