



2023.11.2

港湾施設の維持管理実務技術者講習会

コンクリート構造物の補修工法

■ 構造物の総合メンテナンス企業

ショーボンド建設株式会社

ショーボンドグループ概要

創業以来、一貫して構造物メンテナンス業に携わり、橋梁・トンネル等の道路構造物をはじめとし、鉄道、電力、港湾、建築物の公共・民間インフラ双方を広くカバーし、補修・補強に関する工法/製品開発から、販売、施工までの一貫した体制で、日本の社会資本ストックの長寿命化、老朽化対策の実現に寄与。



構造物の総合メンテナンス企業
日本国内のインフラメンテナンス業界のパイオニア

- ・創業: 1958年
- ・創業者: 上田 昭
(昭=「ショー」 接着剤=「ボンド」が事業の礎)



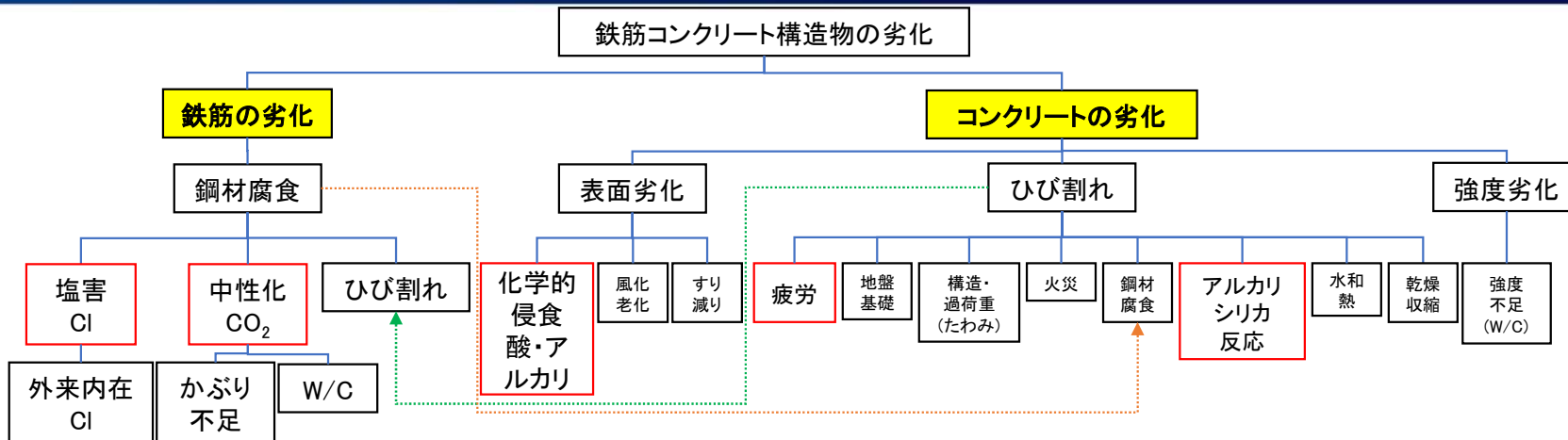
本日の内容

- コンクリートの補修技術の概要
- 各種補修工法の紹介
 - ✓ ひび割れ補修工法
 - ✓ 断面修復工法
 - ✓ コンクリート表面保護工法
 - ✓ はく落対策工法
 - ✓ 背面空洞充填工法

塩害によるコンクリートの劣化（梁・床版）

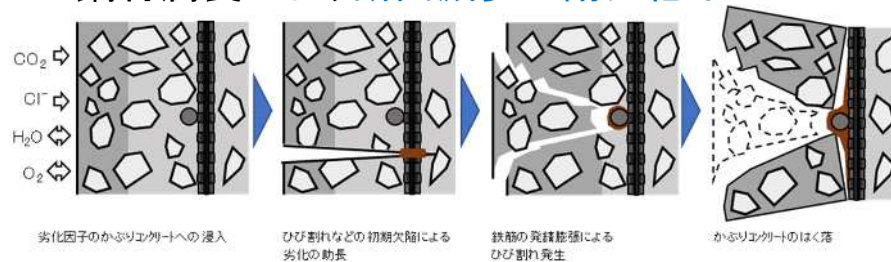


鉄筋コンクリート構造物の劣化



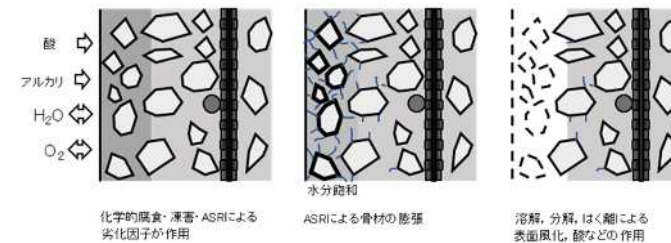
鋼材腐食に伴うひび割れ発生・進展

- ・鋼材腐食には水と酸素が必要
- ・鋼材腐食により体積膨張 約2.5倍
⇒ひび割れ発生
- ・鋼材腐食により断面減少⇒耐力低下



外部からの劣化因子によるひび割れ

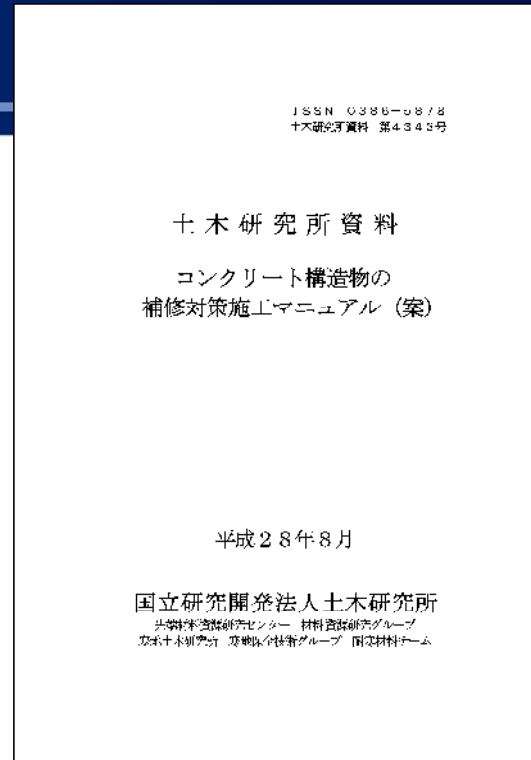
引張が生じると垂直方向にひび割れが発生⇒ひび割れの垂直方向に力が作用



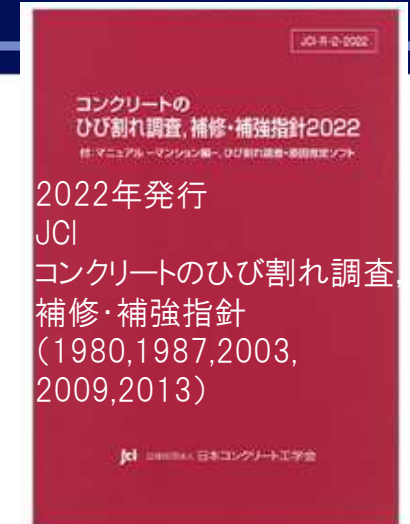
コンクリートの補修



1989年(平成元年)
建設省総合技術開発プロジェクト
「コンクリートの耐久性向上技術
の開発」【総プロ】



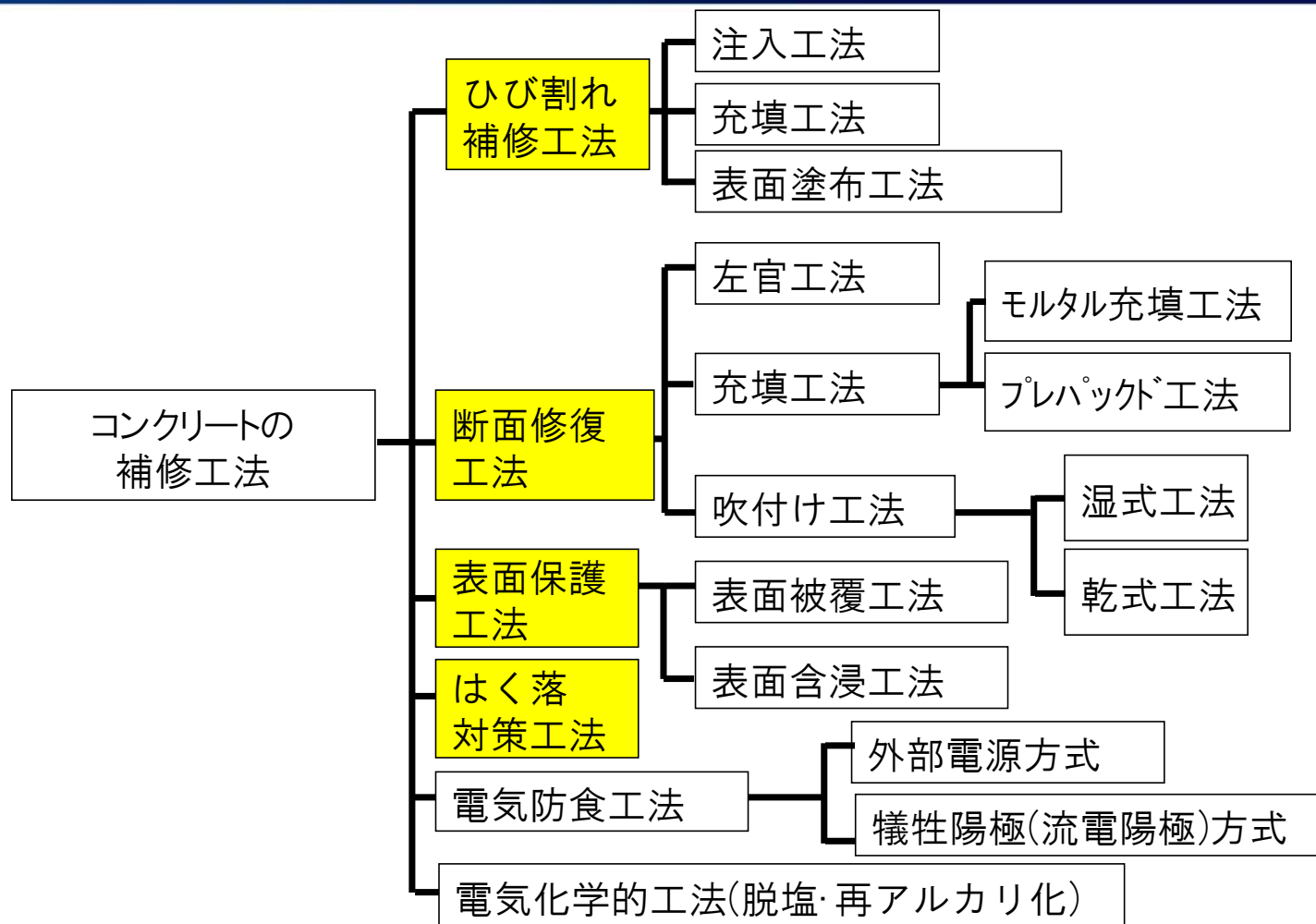
2016年(平成28年)
土木研究所:コンクリート構造物
の補修対策施工マニュアル(案)
Ⅰ 共通編
Ⅱ 表面被覆・含浸工法編
Ⅲ 断面修復工法編
Ⅳ ひび割れ修復工法編
Ⅴ 不具合事例集



本日の内容

- コンクリートの補修技術の概要
- 各種補修工法の紹介
 - ✓ ひび割れ補修工法
 - ✓ 断面修復工法
 - ✓ コンクリート表面保護工法
 - ✓ はく落対策工法
 - ✓ 背面空洞充填工法

コンクリート補修工法の紹介



劣化要因、劣化レベルに応じた補修方針

塩害対策工法の考え方

(飛来塩分・凍結防止剤などの外部から供給、製造時に材料から供給)

■ 目的: 腐食電流を抑制、または消滅させる

- 腐食反応に必要な酸素・水分の侵入を抑制



表面被覆工法

- 腐食の原因となる塩化物イオンを除去する



断面修復工法

- 腐食の原因となる鉄筋の電位差をなくす



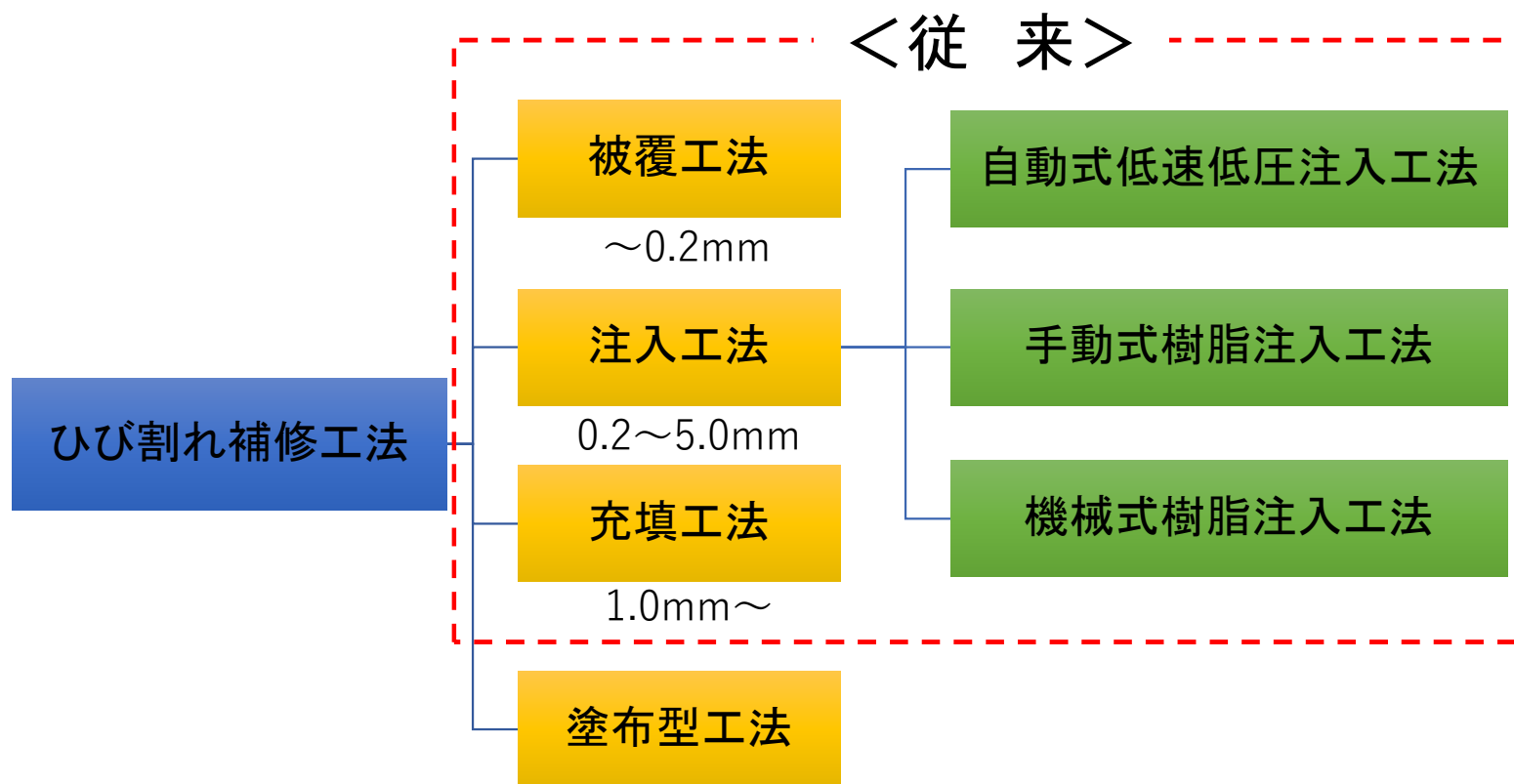
電気防食工法

各種補修工法の紹介

- ひび割れ補修工法
- 断面修復工法
- コンクリート表面保護工法
- はく落対策工法
- 背面空洞充填工法

ひび割れ補修工法

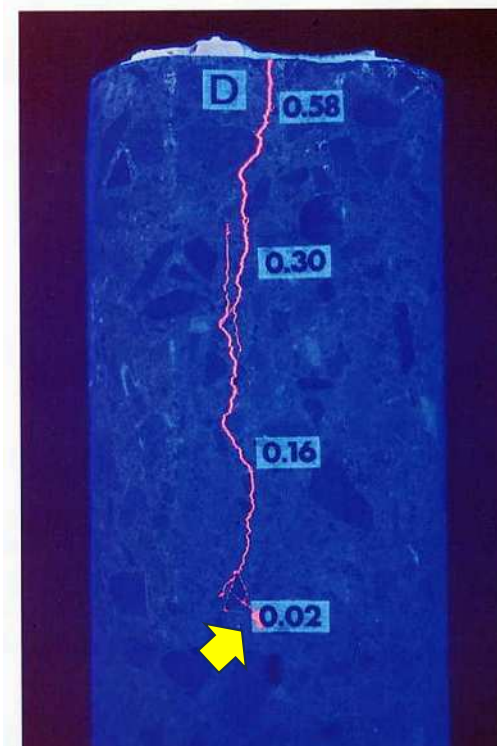
コンクリートに発生したひび割れから劣化因子が侵入しないよう塗膜や注入材でひび割れを補修する。



注入工法（自動式低速低圧注入）



- ・ゴム風船の復元力を利用して、エポキシ樹脂系接着材を低圧で注入
- ・劣化因子を遮断して、劣化・鋼材腐食の防止



- ・0.2～5.0mmのひび割れを対象
- ・ひび割れ先端0.02mmまで注入されている

注入材に関するトピックス

ひび割れ注入材の耐久性調査



1964.6 (昭和39年6月)



2014.10調査時

1964年6月新潟地震により落橋した新潟・昭和大橋。
国内で初めてエポキシ樹脂を用いた復旧工事実施。
⇒50年の耐久性を確認



写真2 主桁載荷試験状況

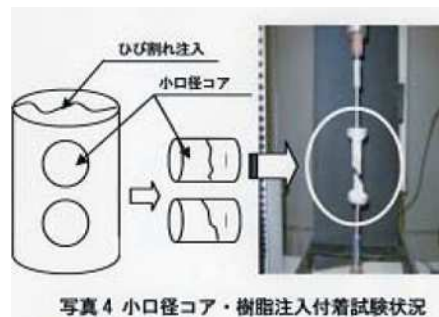


写真4 小口径コア・樹脂注入付着試験状況

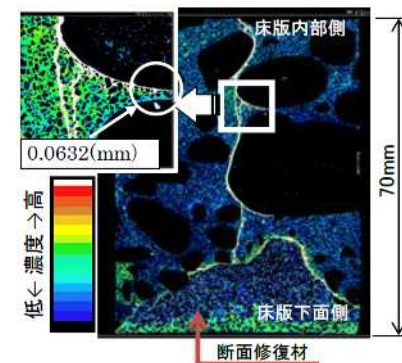


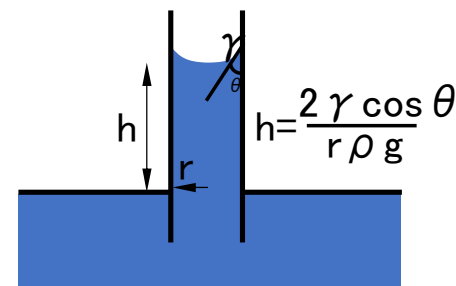
図3 EPMA分析結果 (炭素)

新潟地震・震災復旧後50年を経過した
『昭和大橋』の追跡調査報告
土木学会第70回年次学術講演会 講演概要集

ひび割れ補修工法に関するトピックス

塗布型工法 (CAP工法)

ひび割れ表面のコンクリートに浸透しやすい低粘度のエポキシ樹脂を塗布するだけの工法



毛細管現象を
利用

毛細管現象でひび割れに深く浸透するためには、
⇒ひび割れ幅は狭いほど、濡れ性が高いほど、深く浸透

各種補修工法の紹介

- ひび割れ補修工法
- **断面修復工法**
- コンクリート表面保護工法
- はく落対策工法
- 背面空洞充填工法

断面修復工法の種類

- コンクリートの欠損箇所や劣化部分をハツリ除去し、断面修復材にてコンクリート断面を復元する工法。
- かぶり機能の回復。

断面修復工法

左官工法

断面小さい場合
点在している場合

吹付け工法

広範囲の補修
・湿式
・乾式

打込み工法

大断面補修

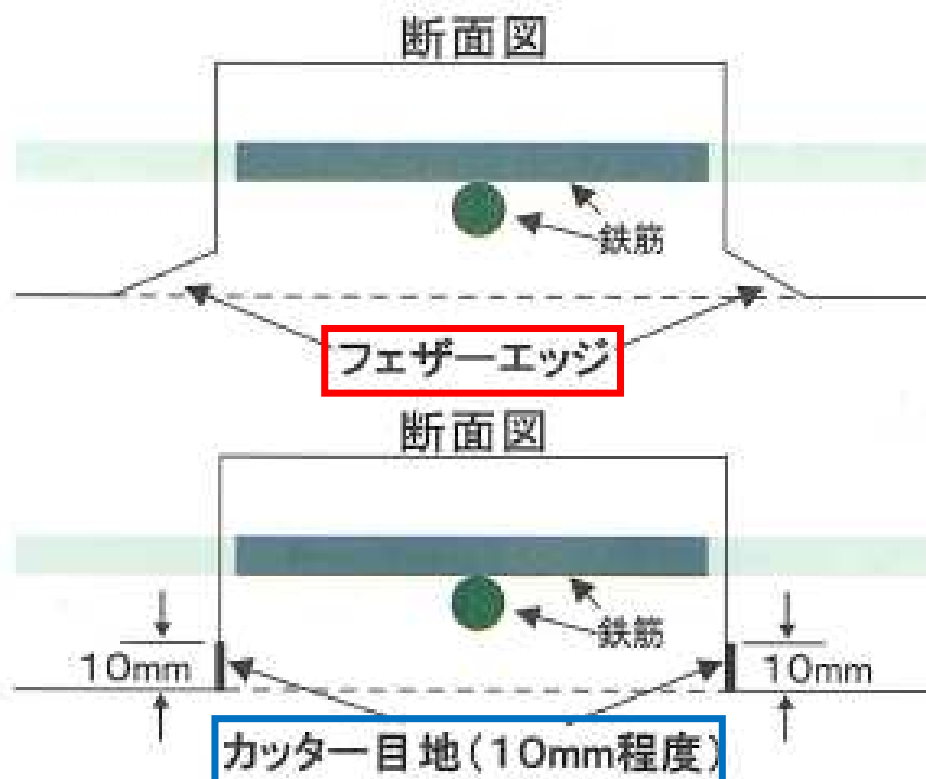


塩害によるコンクリートの劣化



断面修復・表面被覆後のひび割れ

断面修復工法の留意点 〈1〉



上図のようにそのままはつると、端部が薄くなる**フェザーエッジ**となり、将来的に断面修復材がはく離する危険性がある。

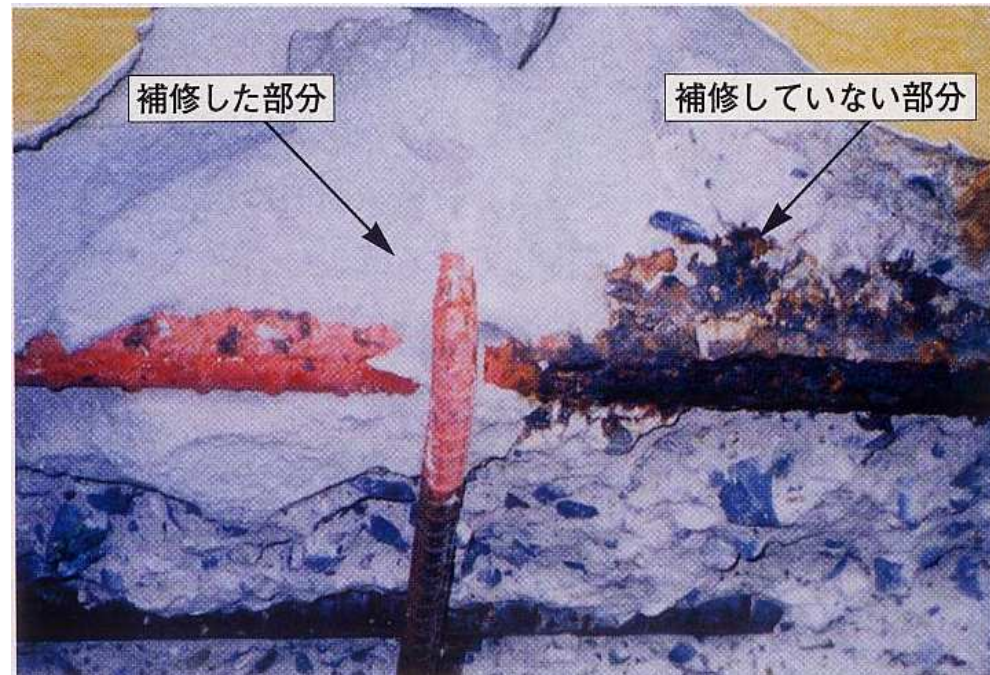
下図のように、はつる部分の両端に10mm程度の**カッター目地**を入れて、はつり作業を行う。

鉄筋が腐食している場合、塩化物イオンが鉄筋まで浸透している場合は、鉄筋背面まではつり、断面修復を行う

断面修復工法の留意点<2>

●マクロセル腐食による再損傷

鉄筋の裏側や周辺の塩化物イオンの浸透しているコンクリートの除去が不十分だった場合、断面修復の補修部と未補修部との間に電位差ができ、**補修した部分の境界部(未補修部)**で鉄筋腐食が**急激に進展**する現象

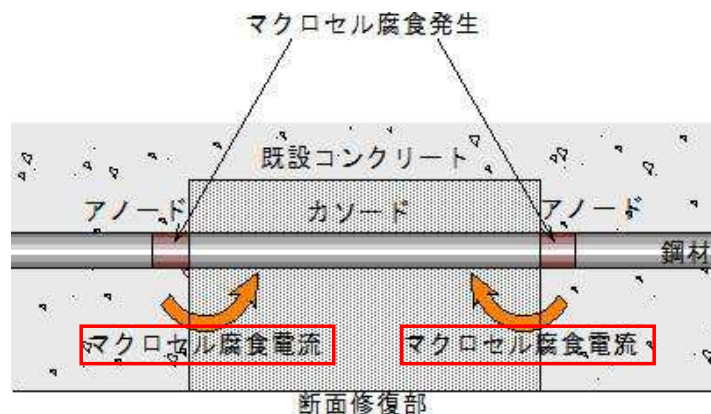


マクロセル腐食の防止

●マクロセル腐食防止用犠牲陽極材



犠牲陽極材により防食電流が発生して、マクロセルによる鉄筋の腐食を防止する。



犠牲陽極材なし



犠牲陽極材あり

各種補修工法の紹介

- ひび割れ補修工法
- 断面修復工法
- **コンクリート表面保護工法**
- はく落対策工法
- 背面空洞充填工法

コンクリート表面保護工法

コンクリート表面を補修材料で保護することにより、劣化因子がコンクリート内部へ侵入することを防止し、劣化の発生・進行を防止・抑制する。

表面保護工法

表面被覆工法

コンクリート表面に塗膜を形成

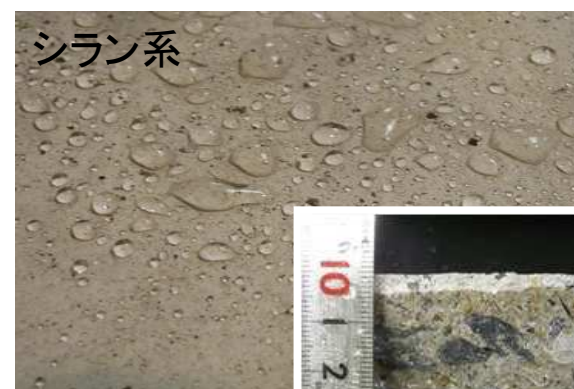
表面含浸工法

コンクリートに浸透し吸水防止層を形成

有機系

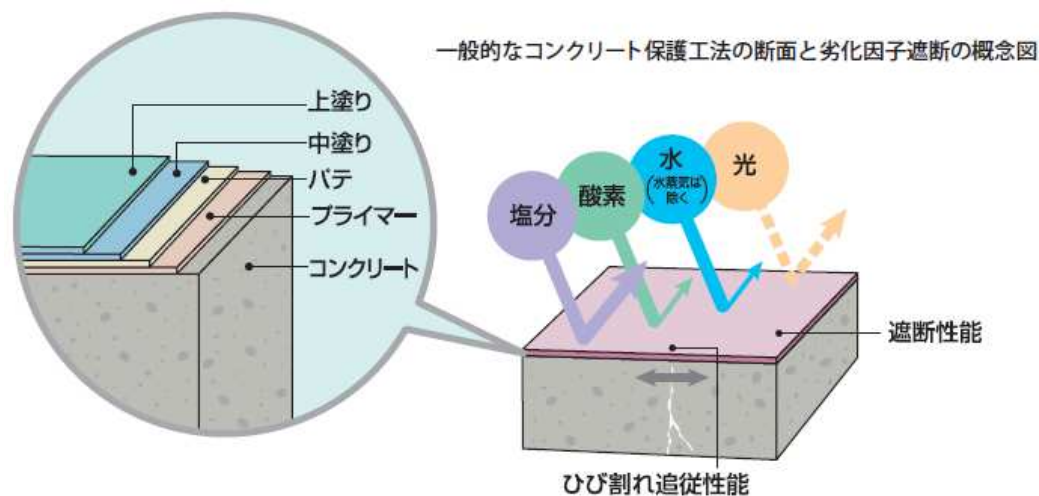


シラン系



表面被覆工法

コンクリート表面を塗膜で表面被覆することにより、劣化因子がコンクリート内部へ侵入することを防止し、劣化の発生・進行を防止・抑制する。



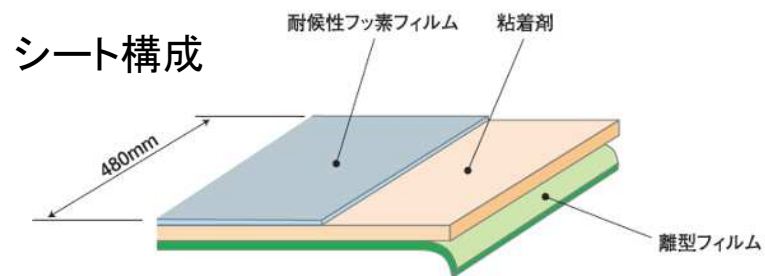
<要求性能>

- ・劣化因子の遮断
- ・付着性
- ・ひび割れ追従性
- ・耐アルカリ性
- ・耐候性

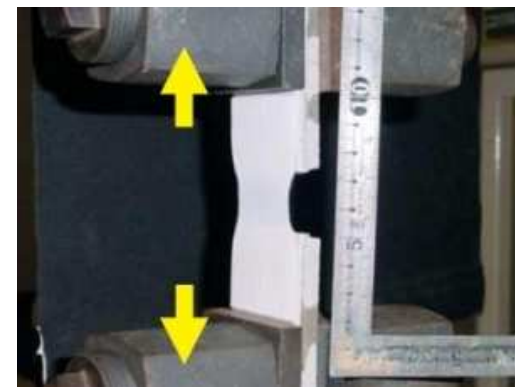
表面被覆工法に関するトピックス

RACシート工法

特殊な粘着シートを用いたコンクリートの高機能劣化防止工法

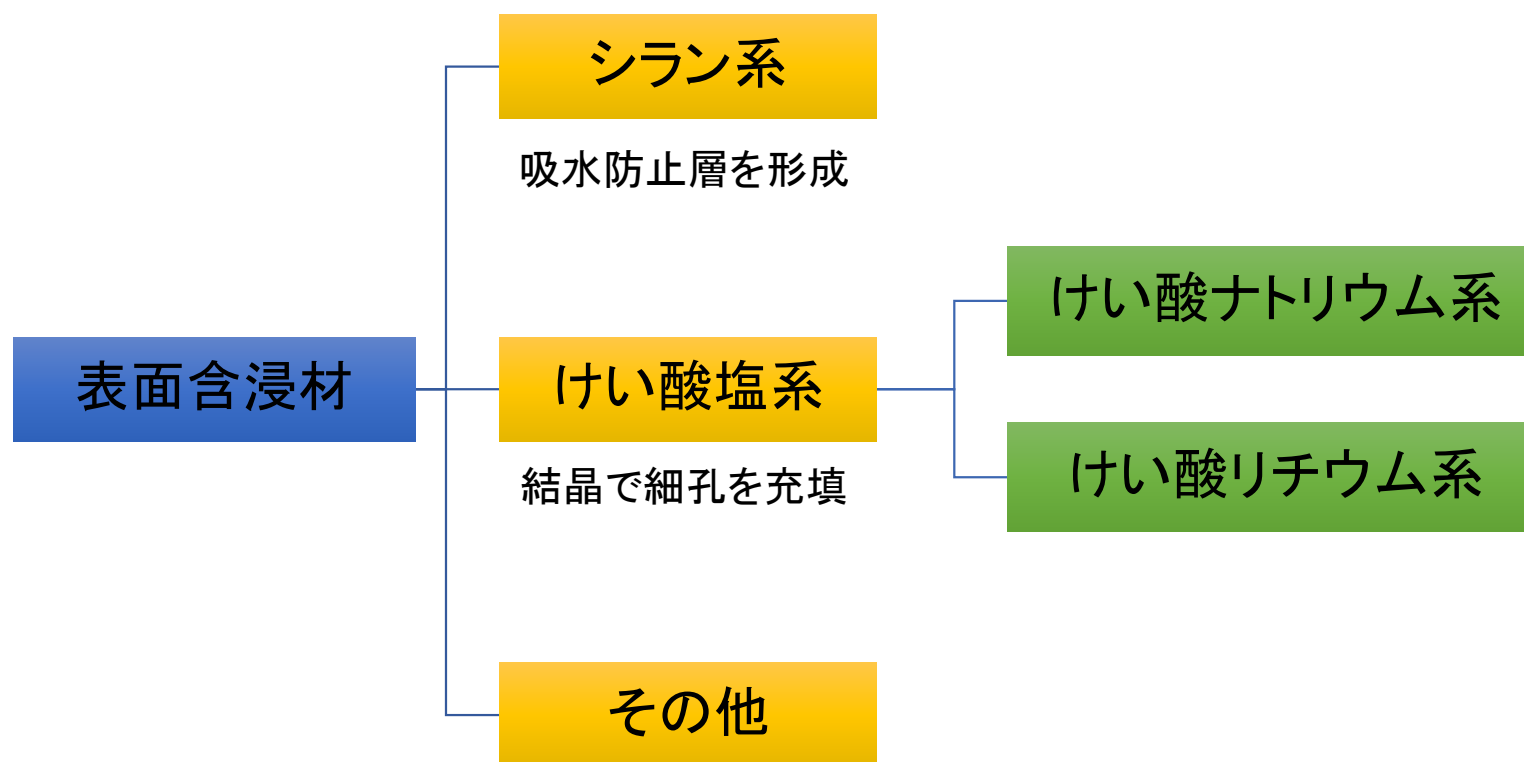


- 特殊粘着シートを用いるため、伸縮性に優れており、低温環境下でもひび割れの動きに追従。
- 鉄道高架橋のような、振動でひび割れが開閉する場所にも適用可。



表面含浸工法

コンクリート内部に、吸水防止層を形成することで、塩化物イオン、水分など鉄筋に有害な物質の浸入を遮断し、劣化進行を抑制する予防保全的な工法。



表面含浸材に関するトピックス

シラン系表面含浸材の耐久性調査



1985.8



補修後
劣化なし



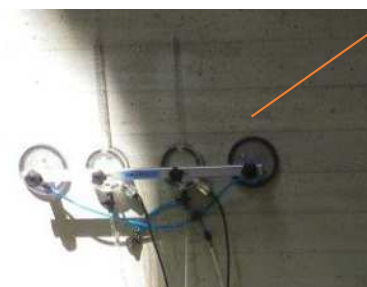
2005.5



2015.5

- 1962年 竣工
- 1985年8月 表面含浸材施工
- 2015年5月 30年目調査

30年の耐久性を確認



2015.5

表面吸水試験
SWATにより、吸水
抑制効果を確認

施工後30年を経過した反応性シラン系表面含浸材の撥水性効果
土木学会第71回年次学術講演会 講演概要集

各種補修工法の紹介

- ひび割れ補修工法
- 断面修復工法
- コンクリート表面保護工法
- **はく落対策工法**
- 背面空洞充填工法

はく落対策工法

連続繊維シート等を既設コンクリート構造物の表面に接着し、**コンクリート片の剥落を未然に防ぎ、第三者災害を防止する。**



貼付け状況



完成

連続繊維シートの種類

はく落対策工法

クロスシート

ガラス繊維
ビニロン繊維
カーボン繊維



メッシュシート

ビニロン繊維
ナイロン繊維
アラミド繊維



ラミネートシート

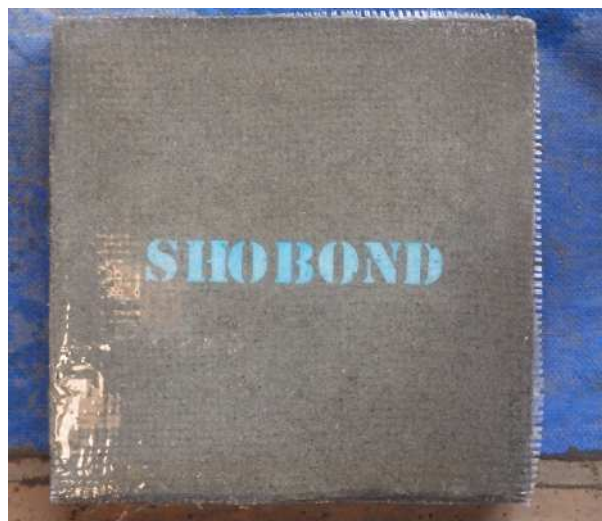
ビニロン繊維と
フッ素樹脂シートの複合



下地の見えるはく落対策工法

繊維の存在を感じさせない透明なはく落対策工法

はく離やひび割れが発生すると白くなり、遠方より状況を観察できる



コンクリート表面の文字も明瞭



変状の発生状況

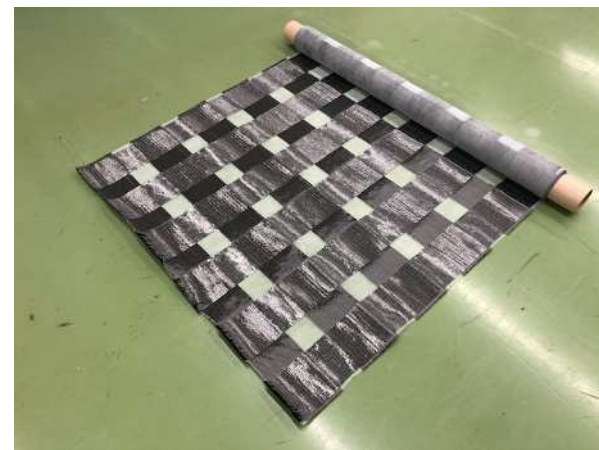
はく落対策工法に関するトピックス

PVM II 工法

床版の変状進行を目視確認できる補修・補強工法



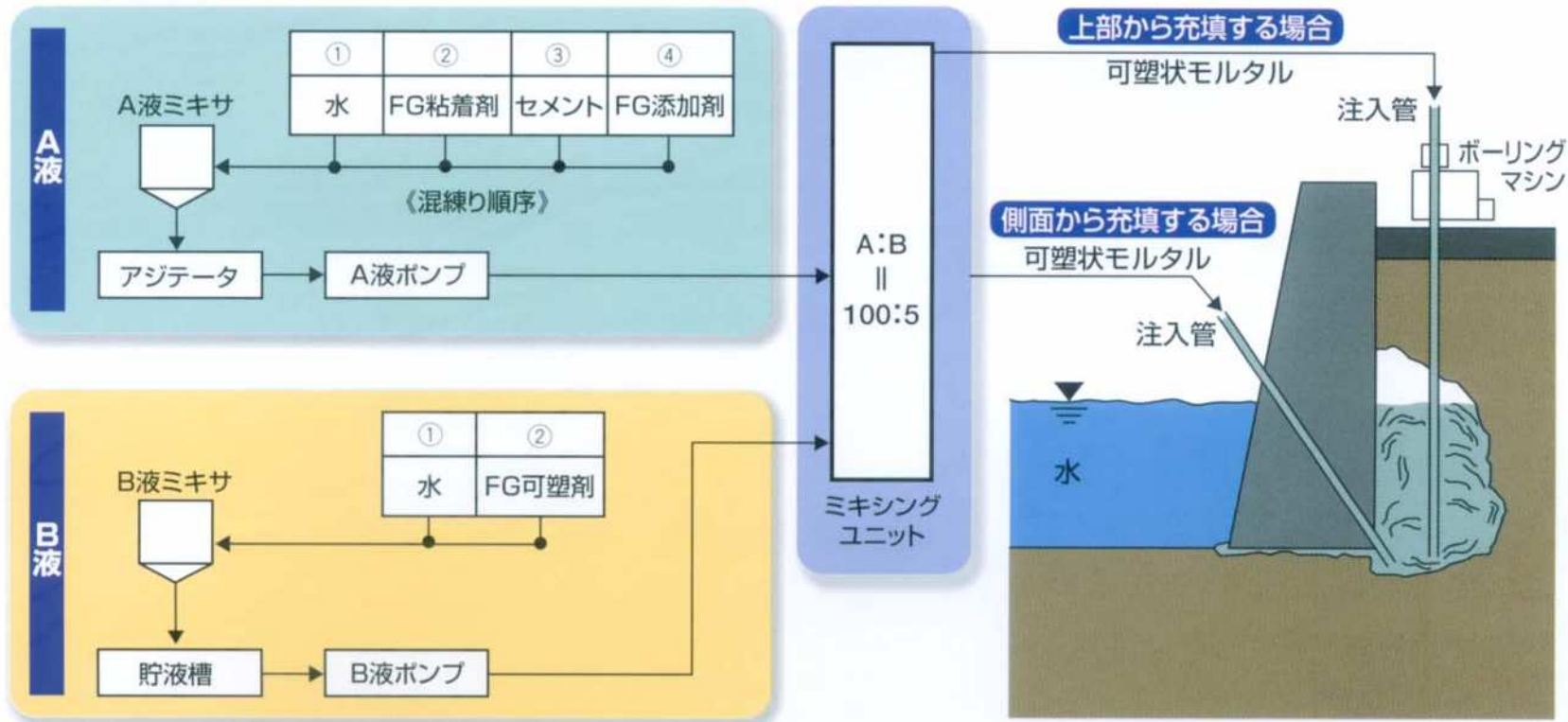
- 2方向の炭素繊維連続シートを一度に施工できる。
- 目付量200g/m²、2方向分の補強効果
- はく落防止効果あり
- ひび割れの進展が確認できる。



各種補修工法の紹介

- ひび割れ補修工法
- 断面修復工法
- コンクリート表面保護工法
- はく落対策工法
- 背面空洞充填工法

背面空洞充填工法



- ✓ 水に希釈されない
- ✓ 隙間からの漏出がない
- ✓ 水質汚濁がない



可塑状グラウト

可塑状グラウト



背面空洞充填状況

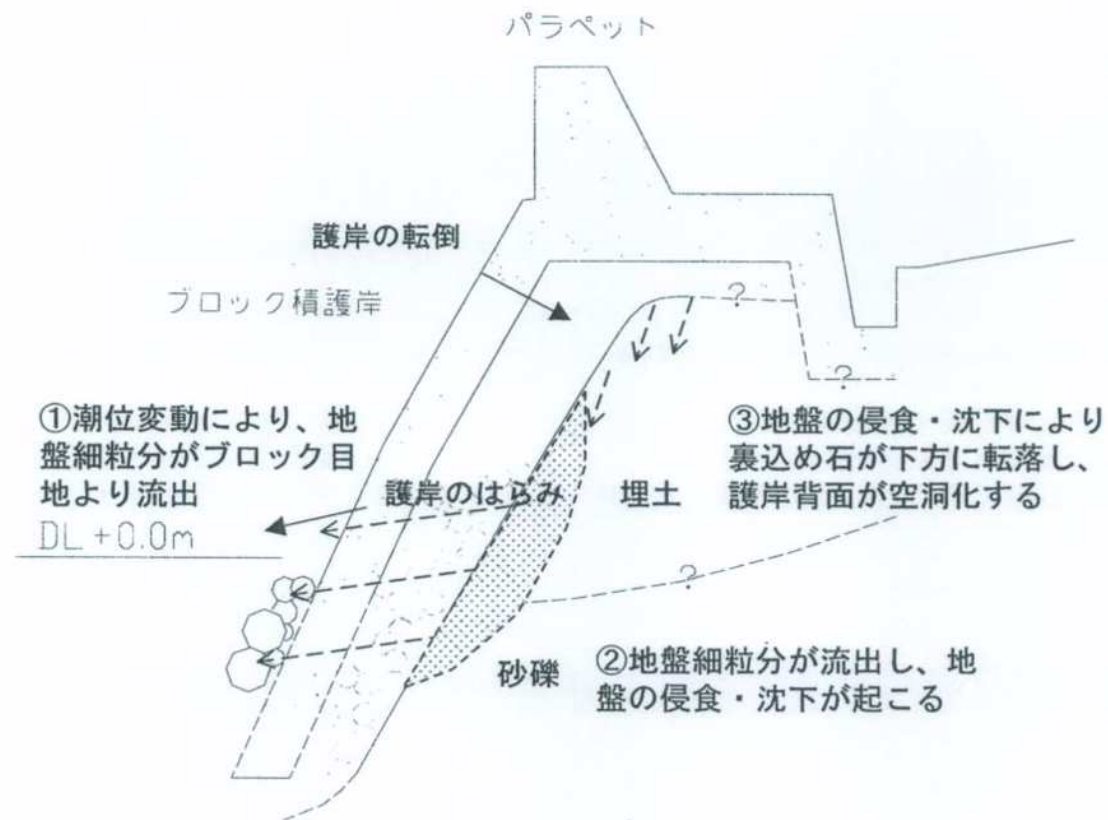


図 4.3 護岸背面空洞化メカニズム

おわりに

★計画的維持管理へ

点検の充実

損傷(健全度)の定量的評価 → 将来予測

維持管理計画に基づく対策の実施

(事後保全から予防保全へ)

★課題(問題点)

施工に起因する損傷への対応(予測不可) → 点検しかない

構造物の現状把握技術の開発



SHO-BOND CORPORATION
