

土木研究所版 「コンクリート構造物の 補修対策施工マニュアル」 (案) 2022年改訂予定

国立研究開発法人 土木研究所
先端材料資源研究センター (iMaRRC)
寒地土木研究所 耐寒材料チーム

国立研究開発法人 土木研究所



マニュアル (案) の位置づけ

国交省等の技術情報

耐久性総プロ (1985-87)
補修指針 (案)



本マニュアル (案)
・基本理念
・工法選択
・各工法の留意点
(一気通貫)



学協会の指針類

土木学会

・コンクリート標準示方書
[維持管理編]

・表面被覆工指針
・吹付けコンクリート指針

コンクリート工学会

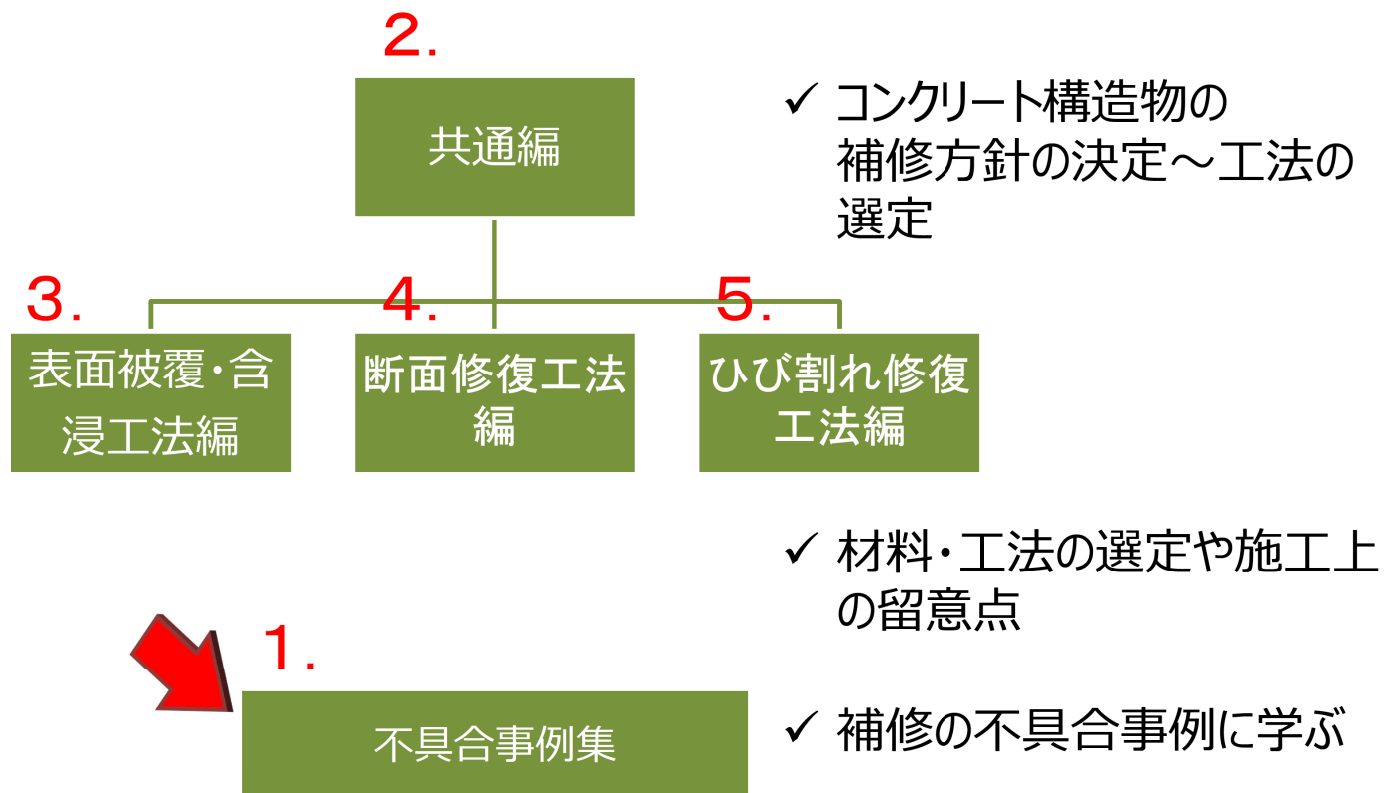
・ひび割れ補修指針

最新の研究成果

国立研究開発法人 土木研究所



マニュアル（案）の構成



1. 不具合事例集

補修後、早期に再劣化の事例(26例)



このような不具合は・・・

- ①劣化状況の判断(調査時など)ミス
塩分浸透範囲の見誤り、劣化の進行
- ②材料選定(設計時など)ミス
耐凍害性の低い吹きつけ(NonAE)
- ③工事管理(施工時など)ミス
結露、養生不足



↑塩分除去不足



吹きつけモルタルの土砂化→

不具合事例に学ぶ

補修を成功させるためには・・・

- ①劣化状況の判断
- ②材料・工法の選定
- ③工事管理

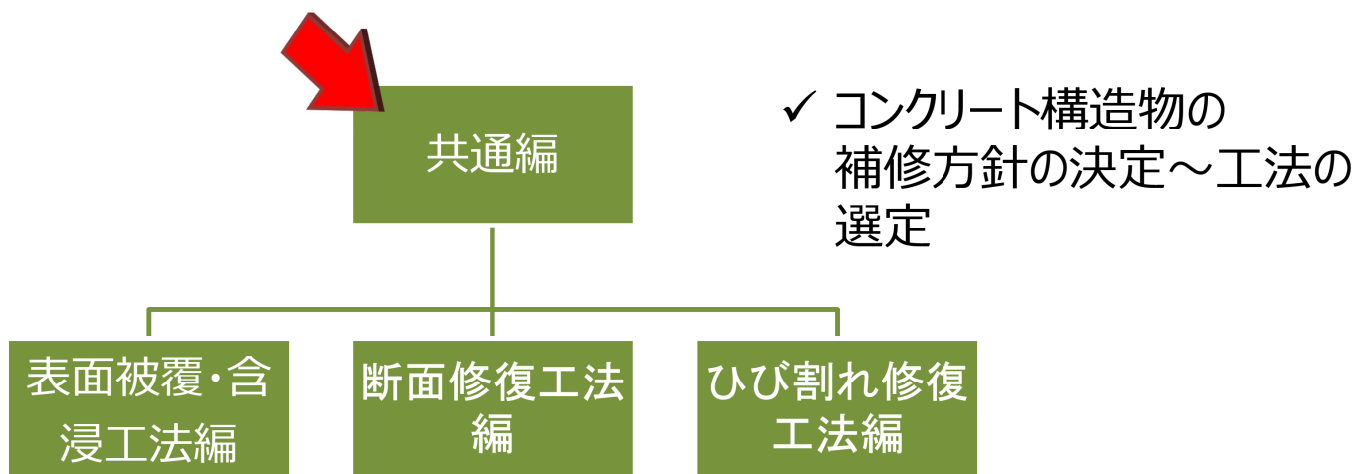
における

判断ミス、選定ミス、管理ミスをなくす。

コンクリート構造物の補修方針
の決定～工法の選定（共通編）

材料・工法の選定や施工上の
留意点（工法別編）

マニュアル（案）の構成




不具合事例集

共通編 補修方針の選定→補修工法の選定

<従来？>

- 既往の実績のみで工法を選定
 - 類似事例で塩害に対する補修として断面修復工法を適用した。
- スペック表で材料を選定
 - AはBよりも強度が10%高いのでAを選定。
 - AはBよりも塩化物イオンの拡散係数が20%小さいのでAを選定。

<望ましい姿>

- **補修方針**を決めて工法を選定
 - 塩害で鉄筋が腐食しているので、塩分量の多いコンクリートを除去しよう。
- 
- 塩分の侵入は除去できる範囲に止まっているか？
 - 修復に用いる補修材に必要な物性は何か？
 - 修復したあとの再劣化対策はどうか？

共通編 補修方針の分類

- コンクリート 構造物の維持管理と補修
ISO 16311 Maintenance and repair of concrete structures
- 補修方針がメカニズムごとに非常に原理的に分類されている

- 1 劣化要因の遮断
- 2 水分の侵入抑制
- 3 コンクリートの復元
- 4 構造的補強
- 5 表面改質／物理的抵抗性の向上
- 6 化学的抵抗性の向上
- 7 不動態皮膜の保護, 復元
- 8 含水率の増加抑制
- 9 カソード抑制
- 10 カソード防食(電気防食)
- 11 アノード域の制御

(対策の例)

- 2.1 撥水系表面含浸
- 2.2 表面含浸
- 2.3 表面被覆
- 2.4 外部パネルの設置
- 2.5 電気化学的処理

共通編 劣化要因や程度に応じた補修方針・補修工法（例）

塩害の例 ・劣化の段階を4段階

・劣化状況・補修方針・補修方法を対応化

外観変状なし (塩分量が発錆限界以下)			外観変状なし (鉄筋腐食が始まる)			ひび割れや浮き、錆汁			耐力低下が懸念される劣化		
劣化現象	補修方針	補修方法例	劣化現象	補修方針	補修方法例	劣化現象	補修方針	補修方法例	劣化現象	補修方針	補修方法例
なし (鉄筋位置における塩分量が閾値以下)	劣化因子の遮断	水処理	鉄筋腐食開始、ひび割れ無し	劣化因子の遮断	水処理*	鉄筋腐食、ひび割れ発生	劣化因子の遮断、水分の浸入抑制	水処理*	鉄筋腐食、ひび割れ進展	劣化因子の遮断、水分の浸入抑制	水処理*
		表面含浸			表面含浸*			表面含浸*			表面含浸*
		表面被覆			表面被覆*			表面被覆*			表面被覆*
	不動態皮膜の保護・復元	脱塩		不動態皮膜の保護・復元	断面修復 脱塩		不動態皮膜の保護・復元	断面修復 脱塩			
鉄筋防食	電気防食		鉄筋防食	電気防食		鉄筋防食	電気防食 防錆剤	鉄筋防食	電気防食 防錆剤		
同一構造物の他の部位で変状が確認された場合、あるいは予防保全として実施			*断面修復が行われる場合は、その後に実施			剥離、剥落	コンクリートの復元	断面修復	剥離、剥落	コンクリートの復元	断面修復
						*断面修復が行われる場合は、その後に実施			鉄筋の腐食	鉄筋の回復	鉄筋の交換

共通編：選定上の留意点

・ どの工法を選択するか？選定上の留意点（塩害の例）

塩害

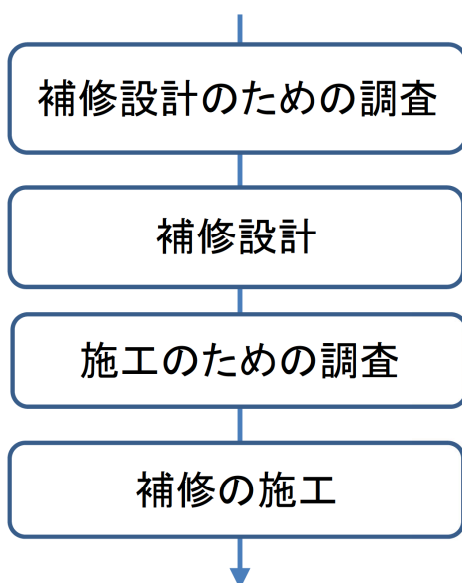
劣化状態	変状なし (塩分量が発錆限界以下)	変状無し (鉄筋腐食が始まる)	ひび割れや浮き、錆汁	耐力値低下が懸念される劣化
水処理	・ 実施が基本	・ 実施が基本	・ 実施が基本	・ 補修内容は同左、ただし、延命措置と考え、再構築を計画する
表面含浸	・ 全ての面を覆う必要あり ・ 表面被覆に比べ遮断性は低い ・ 性能に差がある ・ 耐久性の実証データは少ない ・ 表面被覆や断面修復の付着性を阻害する可能性	・ 同左 ・ 既に内部に入った塩分に対しては効果が無い（内部拡散の可能性）	・ 同左 ・ 断面修復工法が行われる場合には、断面修復後に実施	
表面被覆	・ 全ての面を覆う必要あり ・ 定期的な塗り替えが必要、被覆材が劣化すると滞水が生じ塩分浸透が促進	・ 同左 ・ 既に内部に入った塩分に対しては効果が無い（内部拡散の可能性）	・ 同左 ・ 断面修復工法が行われる場合には、断面修復後に実施	
断面修復		・ ハツリ規模に対する耐力の照査が必要 ・ 第三者被害が想定される箇所では剥落防止対策が必要	・ 同左	

共通編：水処理について

- 排水溝，排水管の清掃
(ゴミ，落ち葉，土砂の排除)
- 構造物の上面に，
僅かな勾配を設ける。
- 水切りの設置
- 配水管の位置，径，長さ，向きの工夫
- 橋梁の桁間，桁端から下部工への雨水の落下
対策
- 道路床版における表面防水層の設置

共通編：補修工事前の調査

- **構造物の現況と補修設計条件の整合を確認することが重要**



期間が経過した場合、
構造物の劣化が進行
する恐れ

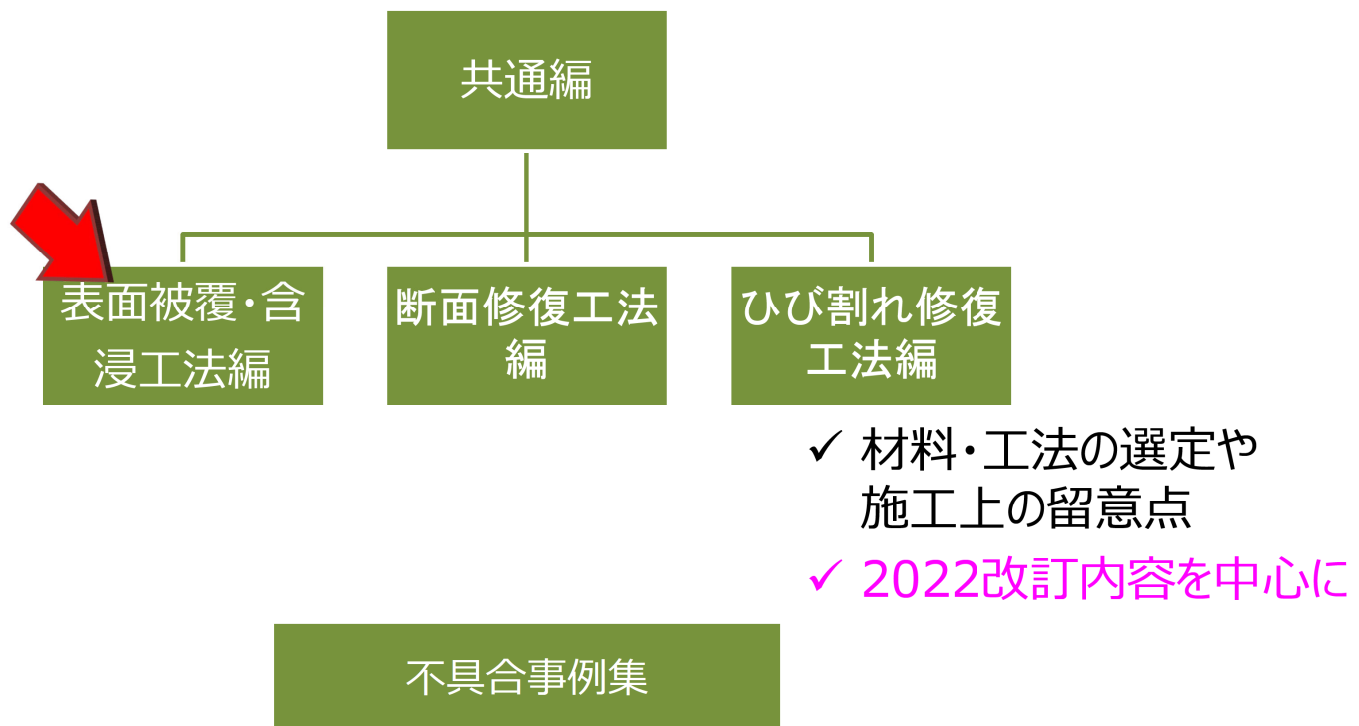
注視すべき項目

- ひび割れの有無やひび割れ幅
- ひび割れからの漏水(漏水跡)，析出物や錆汁の有無
- 浮き，剥離，剥落の発生範囲



- 設計条件と施工条件とが整合しない場合，補修設計を変更

マニュアル（案）の構成



表面被覆・含浸工法：概要

■ 研究対象

- 工法：①表面被覆工法、②表面含浸工法

2022 耐久性のデータを充実

■ マニュアル（案）における提案

- 施工に着目

施工のための調査：

- － 補修対象部位に供給される水分（塗膜に悪影響）

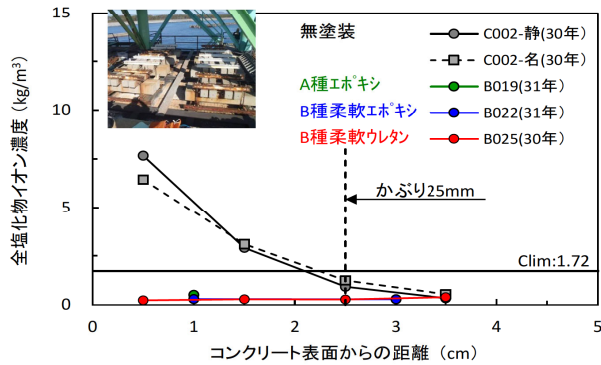
施工管理：

- － 作業環境：温湿度、露点温度、含水状態

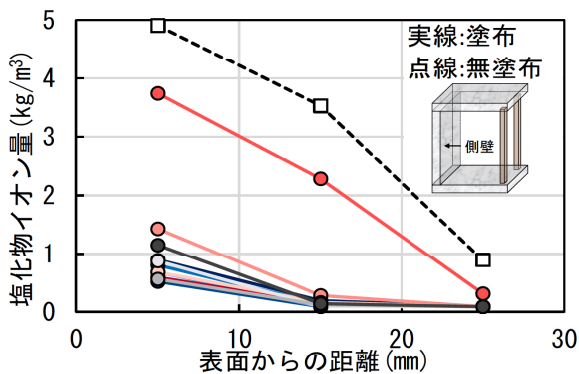
表面含浸材の浸透深さ測定方法等の提案

表面被覆・含浸工法：2022改訂概要

実環境での長期耐久性試験結果



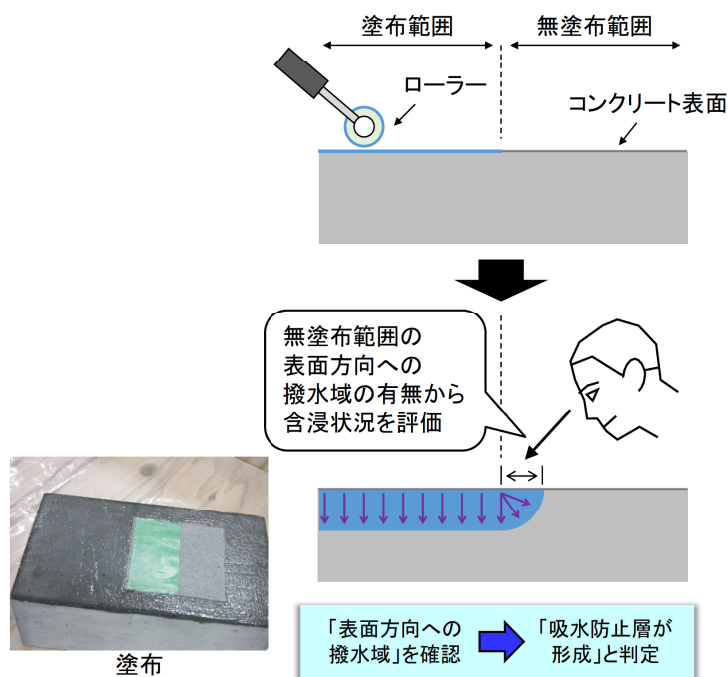
表面被覆・暴露30年目の塩分調査



シラン系表面含浸材 新潟県沿岸部暴露実験5年

シラン系表面含浸材の 施工の留意点を整理

シラン系 含浸深さ測定方法の提案



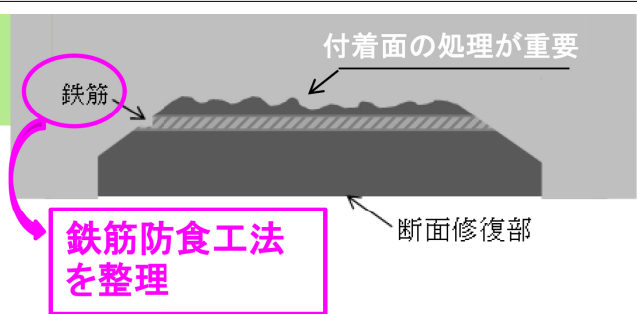
マニュアル（案）の構成



✓ 材料・工法の選定や
施工上の留意点

不具合事例集

断面修復工法：概要



■ 研究対象

- 工法: ①左官、②吹付け、③充填
- 材料: ①セメントモルタル、②ポリマーモルタル、③ポリマーセメントモルタル、④高流動コンクリート

■ マニュアルにおける提案

● 断面修復材単体の性能評価方法

強度、耐凍害性、中性化、塩分浸透

吹付け工法(湿式、乾式)の供試体作製方法、評価方法の留意点

● 下地コンクリートとの付着性状評価方法

下地処理(水湿し、プライマー)とセットで評価

付着試験方法、一般、水中環境での耐久性評価法の提案

● 養生の重要性

付着面改善処理

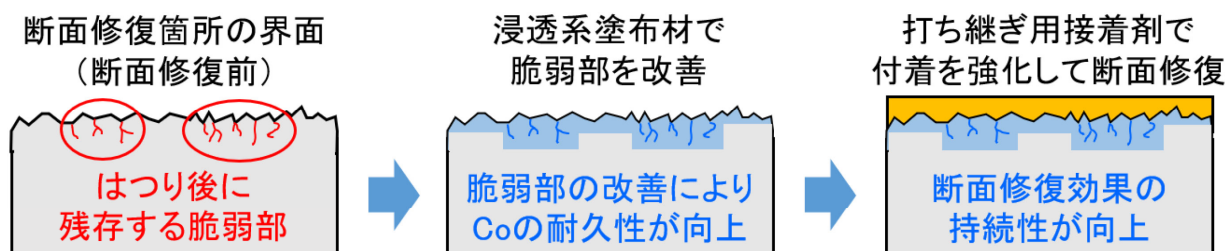


断面修復工法：2022改訂概要

各種鉄筋防食工法の特徴と留意点を整理

無処理	鉄筋防せい剤	塩分吸着剤	犠牲陽極

母材コンクリートの脆弱部を改善する方法を提案



マニュアル（案）の構成



- ✓ 材料・工法の選定や施工上の留意点
- ✓ 2022大きな改訂なし

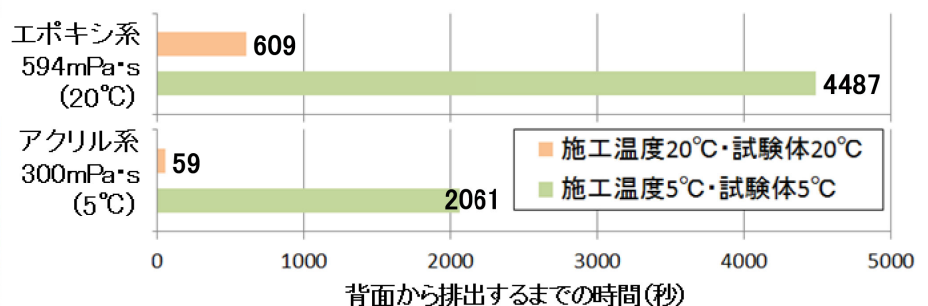
不具合事例集

ひび割れ修復工法 ひび割れ注入材の性質

- ・注入材は施工温度に影響し易い
→ 粘性や硬化時間が温度によって変化する
- ・粘度が低いと注入し易く、粘度が高いと注入し難い
→ 粘度の低い注入材は、ひび割れ幅が広いと流下しやすい
→ 粘度の高い注入材は、ひび割れ幅が狭いと入りにくい



割裂ひび割れを入れた
 $\phi 10 \times 20$ cm円柱供試体に
樹脂系注入材を注入



常温環境と低温環境では、
注入材の粘性と硬化時間が変化するため、
注入完了までの時間が異なる

ひび割れ修復工法 ひび割れ注入材の選定の留意点

現在の材料選定の目安

建設省総プロ(S63)やJIS規格、
ひび割れ補修指針(JCI)など

ひび割れ幅や深さ	・低粘度or中粘度or高粘度
挙動の有無	・有機or無機 ・軟質or硬質
施工環境(寒冷)	・冬用 ・低粘度
施工環境(湿潤)	・有機湿潤用or無機
劣化原因	

本マニュアルにおける材料選定の
目安(従来より細かく提案)

ひび割れ幅や深さ(貫通)	・有機or無機 ・超低粘度or低粘度or中粘度or高粘度
挙動の有無	・有機or無機 ・軟質or硬質
施工環境(寒冷)	・有機or無機 ・超低粘度or低粘度 ・一般用or冬用
施工環境(湿潤)	・有機or無機 ・一般用or湿潤用
劣化原因	・有機or無機 ・軟質or硬質



活用例 (補修対策施工マニュアル)

- 発注者, 受注者の方
 - 研修等での使用
 - 補修計画の確認(施工方法など)
 - 失敗事例からの学び
 - 使用材料選定の参考
- 土木研究所のホームページからダウンロードできます(無料)。
 - <http://www.pwri.go.jp/team/imarrc/research/tech-info.html>

2022年中に改訂予定

ぜひ、ご活用下さい

