

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 2022年版」

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
・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

日本コンクリート工学会

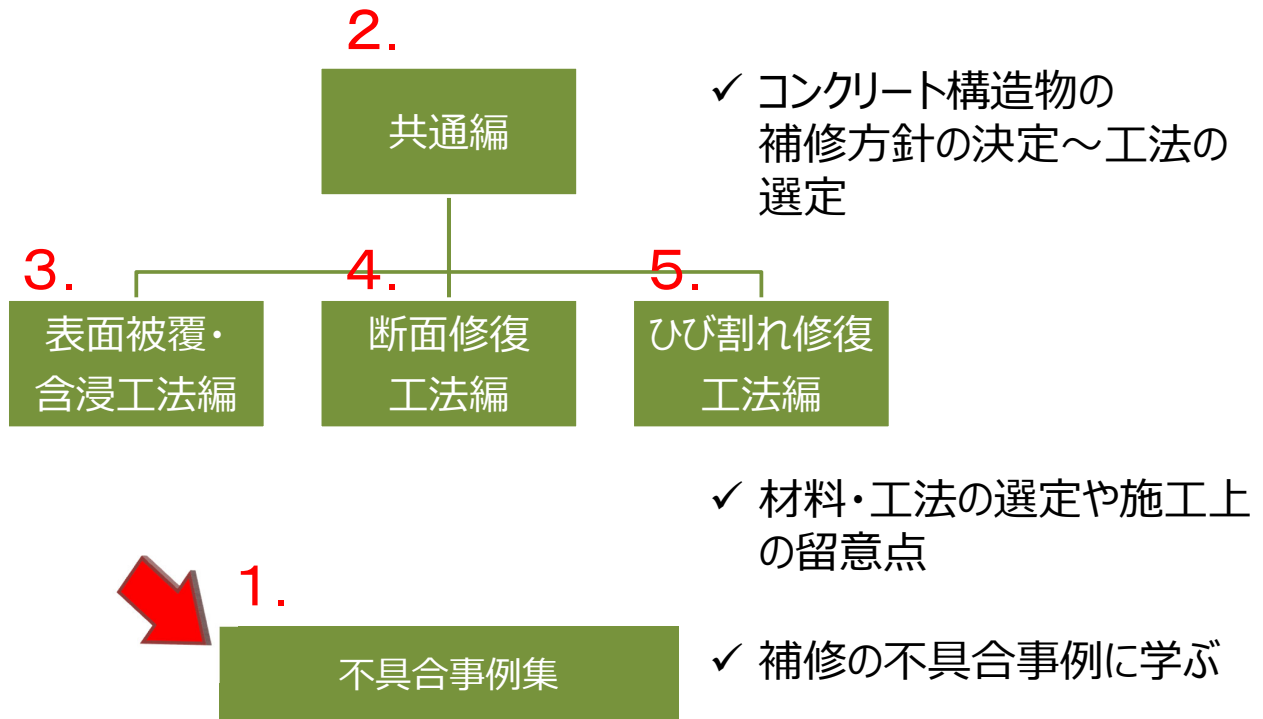
- ・ひび割れ補修指針

土木研究所の最新の研究成果

2016年に作成 → 2022年に改訂(土木研究所資料4433号)



マニュアルの構成



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

耐凍害性の低い補修材料

③工事管理(施工時など)ミス

結露、養生不足

吹付けモルタルの土砂化→



↑塩分除去不足



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

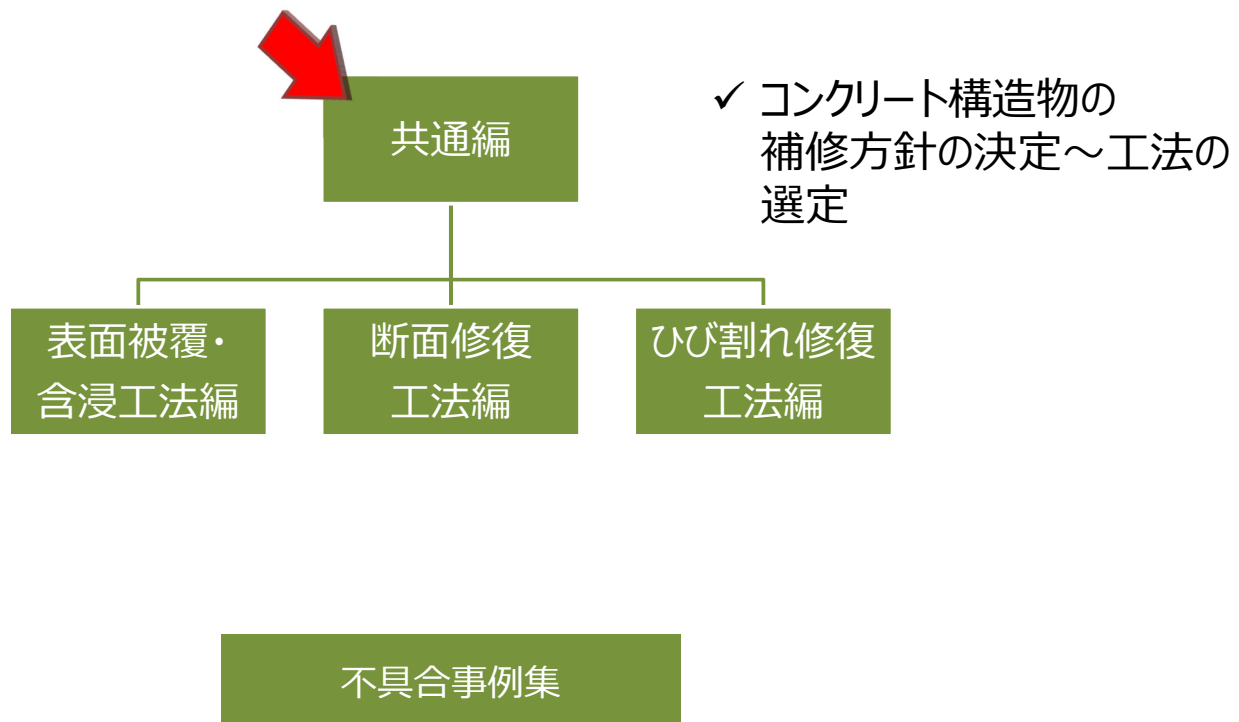
における

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）

マニュアルの構成



共通編 補修方針の選定→補修工法の選定

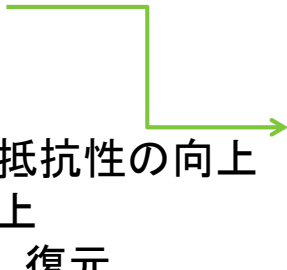
<従来？>

- 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。
 - 補修後は塩化物イオンの侵入を防ごう。
- 
- 塩分の侵入は除去できる範囲に止まっているか？
 - 表面被覆との組合せも想定
 - 施工のしやすさや、既存コンクリートとの一体性確保も必要

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
- | | | |
|---|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">1 劣化要因の遮断2 水分の浸入抑制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 |  | <div>(対策の例)</div> <ol style="list-style-type: none">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 ・劣化を4段階似分類, 劣化状況・補修方針・工法の例

外観の変状無し（塩分量が発錆限界未満）			外観の変状無し（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	補修工法 例	劣化現象	補修方針	補修工法 例	劣化現象	補修方針	補修工法 例	劣化現象	補修方針	補修工 法例
なし （鉄筋位置における塩分量が閾値以下）	劣化因子の侵入防止、水分の浸入抑制	水処理 表面被覆	鉄筋腐食開始、ひび割れ無し	劣化因子の侵入防止、水分の入抑制	水処理 表面被覆	鉄筋腐食、ひび割れ発生	劣化因子の侵入防止、水分の浸入抑制	水処理 表面被覆	鉄筋腐食、ひび割れ進展	劣化因子の侵入防止、水分の浸入抑制	水処理 表面被覆
		表面含浸			表面含浸			表面含*			表面含浸
	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		不動態皮膜の保護・復元	断面修復		不動態皮膜の保護・復元	断面修復
					脱塩			脱塩			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 防せい処理		鉄筋防食	電気防食 防せい処理
						剥落防止	繊維・シート巻立て		剥落防止	繊維・シート巻立て	
						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
									鉄筋の腐食	鉄筋の回復	鉄筋の交換
									耐力の低下	構造的補強	補強、再構築

国立研究開発法人 土木研究所



9

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、抜粋）

塩 害				
劣化状態	変状なし（塩分量が発せい限界以下）	変状無し（鉄筋腐食が始まる）	ひび割れや浮き、さび汁	耐力値低下が懸念される劣化
水処理	・実施することが基本	・実施することが基本	・実施することが基本	・補修内容は同左、ただし、延命措置と考慮、再構築を計画する ※表面被覆や断面修復のみでは、長期に効果を期待することが困難
表面被覆	・塗布面以外から水分および塩分の侵入があることに注意が必要 ・施工環境を考慮して、付着性を確保することが必要 ・塗膜が剥がれる等の劣化が生じた場合、劣化部位から劣化因子が侵入	・同左 ・既に内部に入った塩分に対しては効果が無い	・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	
表面含浸	・製品によって性能に差がある ・耐久性の実証データは少ない（15年程度までの実証データあり） ・施工環境を考慮して、含浸性を確保することが必要	・同左 ・既に内部に入った塩分に対しては効果が無い ・目視では施工されているか確認が難しい場合があり、再補修の設計では留意が必要	・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		・はつり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	

国立研究開発法人 土木研究所



10

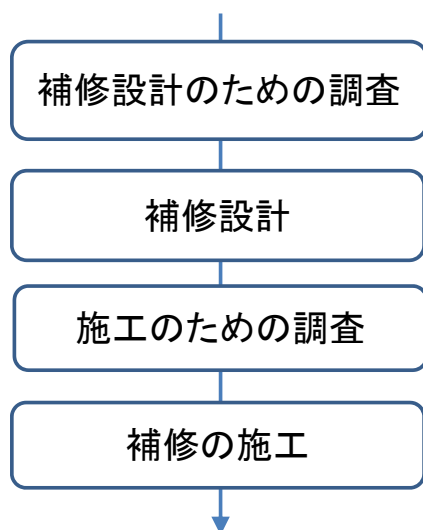
共通編：水処理について

- 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, 僅かな勾配を設置
- 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

※水の供給は, 様々なコンクリート構造物の劣化に影響
※水掛かりを少なくするような対策を行うことは必須

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

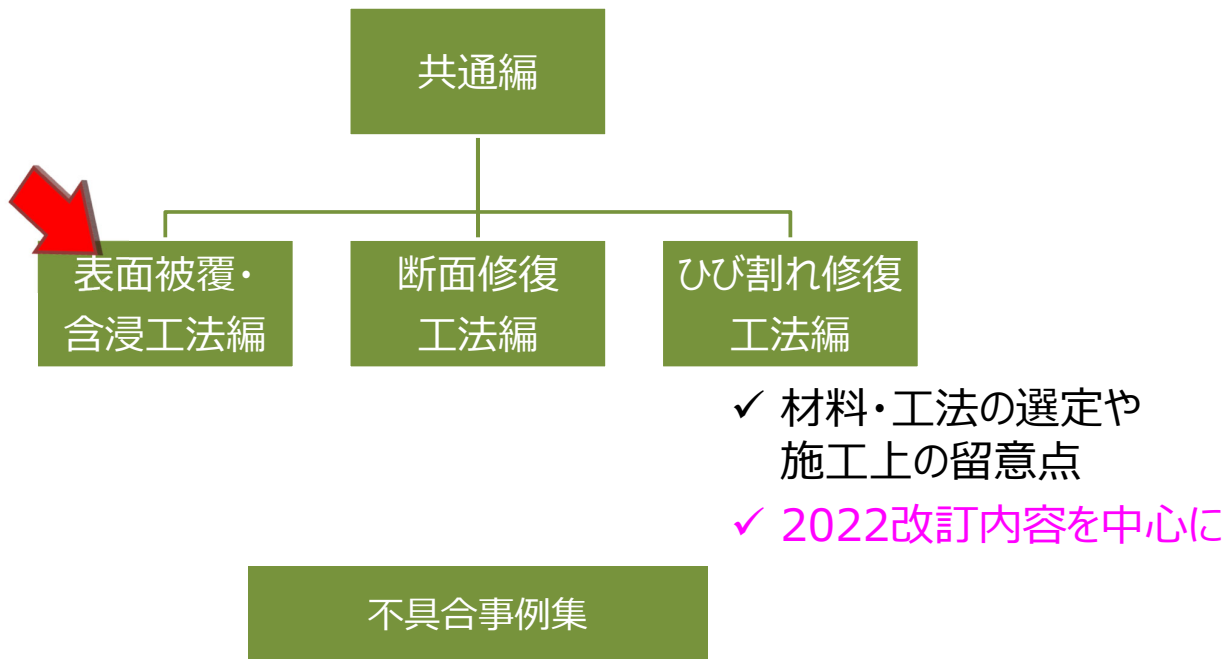
注視すべき項目

- 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

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:

一補修対象部位に供給される水分(塗膜に悪影響)

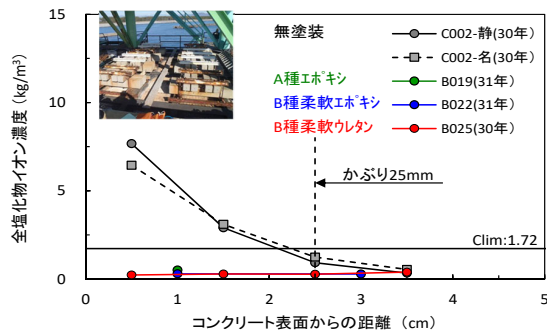
施工管理:

一作業環境: 温湿度、露点温度、含水状態

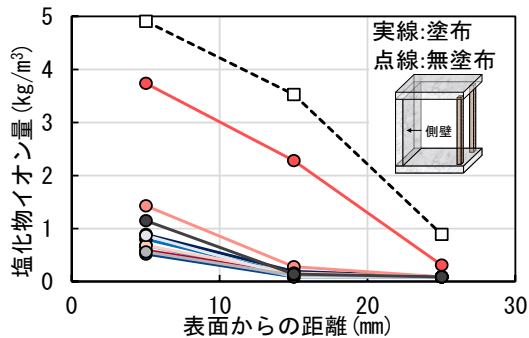
表面含浸材の浸透深さ測定方法等の提案

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



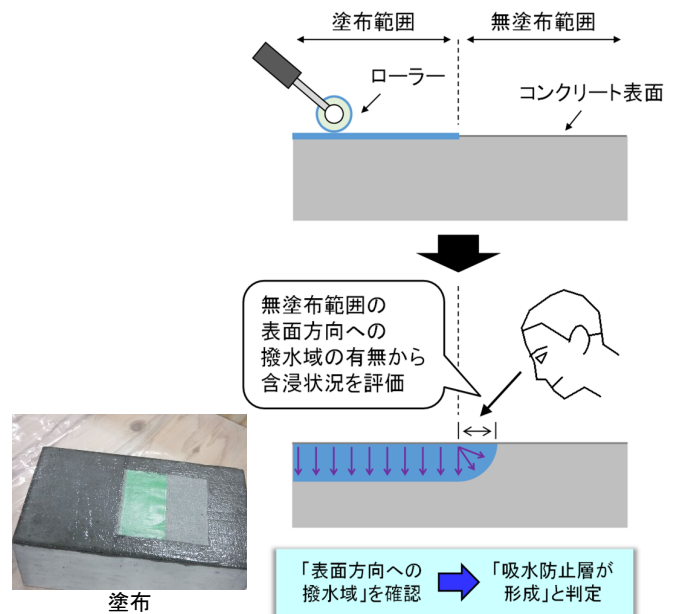
表面被覆・暴露30年目の塩分調査



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充填、③吹付け
- 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

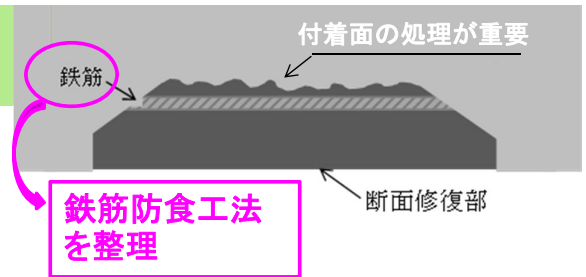
吹付け工法(湿式、乾式)の供試体作製方法、評価方法の留意点

●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

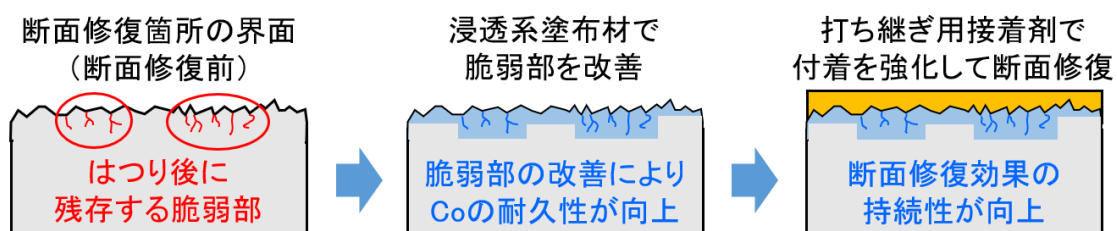
断面修復工法：2022改訂概要

各種鉄筋防食工法の特徴と留意点を整理

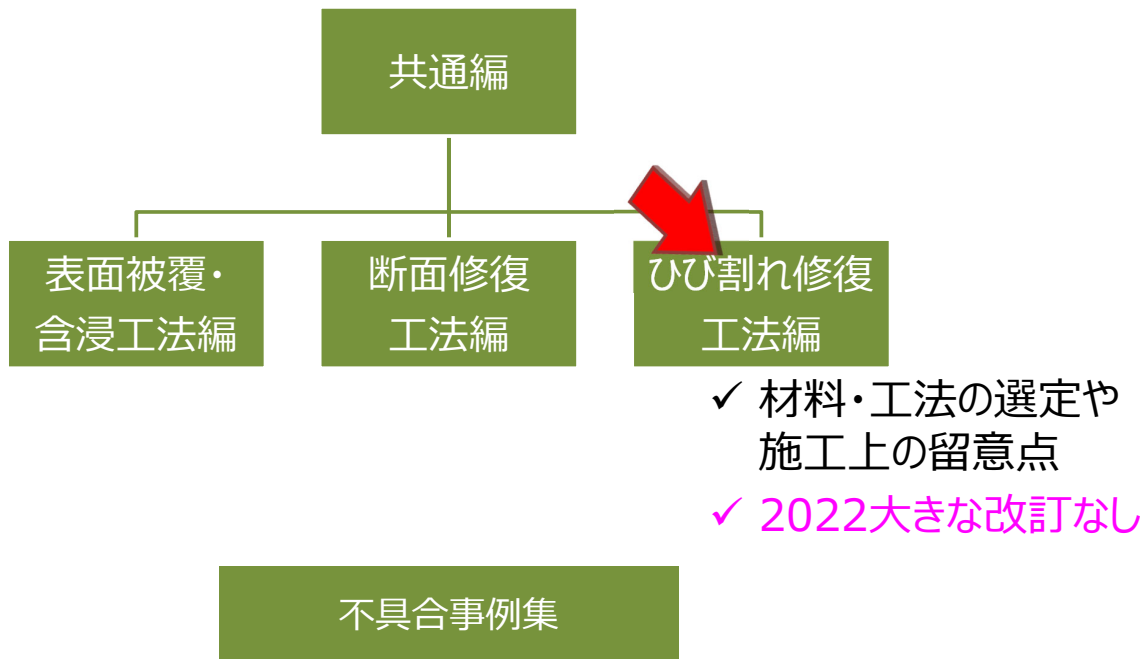
無処理	鉄筋防せい剤	塩分吸着剤	犠牲陽極

母材コンクリートの脆弱部を改善する方法を提案

積雪寒冷地等で脆弱部からの再劣化が懸念される場合に適用



マニュアルの構成

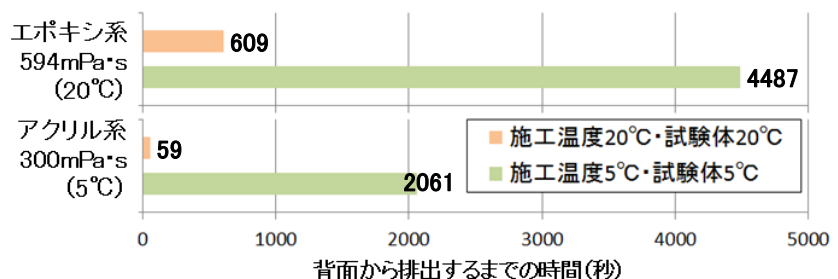


ひび割れ修復工法 ひび割れ注入材の性質

- ・注入材は施工温度の影響を受け易い
→ 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
φ10×20cm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



21

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
 - － 失敗事例からの学び
 - － 補修計画の確認(施工方法など)
 - － 使用材料選定の参考
- ・ ダウンロード(無料)
 - － <http://www.pwri.go.jp/team/imarrc/research/tech-info.html>

ぜひ、ご活用下さい



22