

2025/11/14

令和7 年度 水利施設保全管理補修部門 中央研修会

# 無機系表面被覆工法の 耐久性評価試験方法および現地適用事例

農研機構 農村工学研究部門  
川邊 翔平

NARO

※ 農研機構（のうけんきこう）は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。

## 本日の話題：農業用開水路の調査技術



表 4. 2-1 本書における補修工法別の基本的性能と個別的性能

基本的性能（○）：標準的な現場に共通して求められる性能。  
個別的性能（□）：施工条件や環境条件等により個々の現場に個別に求められる性能。

要求性能項目		表面被覆工法						ひび割れ補修工法		断面修復工法	目地補修工法
		無機系	有機系	パネル		シート		無機系	有機系		
				接着方式	アンカー固定方式	無機系ライニングシート工法	FRPシート工法				
構造機能	中性化抑止性	○								□	
	耐 候 性		○	○	○		○				○
	付 着 性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	耐 摩 耗 性	○	○	○	○	○	○			□	
	一 体 化 性	○								○	
	寸 法 安 定 性	○								○	
	耐 凍 害 性	□				□				□	
	ひび割れ追従性		○				○		○		
水理機能	通 水 性	□	□	□	□	□	□				
	止 水 性										○

中性化：病気（内科的）  
付 着：事故（外科的）  
摩 耗：寿命

### 要求性能を現地で確認するための調査技術

- コアビット法
- 付着試験
- 摩耗モニタリング

試験方法は  
マニュアル  
掲載済み



<解説動画>  
「農業水利施設の保全管理  
インフラメンテナンスでどんなもの？」

※空欄については、照査を省略できる性能、当該工法には期待できない性能、及び照査方法が未確立な性能が含まれており、現時点においてこれらを明確に整理することができない。

**中性化抑止性**：二酸化炭素の侵入を遮断又は抑制する性能

- 部材の中性化の進行を抑制することが求められる
- 規格値の考え方：20年で5mm

**付着性**：補修材が開水路の躯体コンクリートから剥離しない性能

- 付着した状態ではじめてその性能を発揮
- 規格値の考え方：躯体の引張強度と同程度の付着強度

参考) 一体化性：補修材が単独で破壊しない性能

- 標準的な現場打ちコンクリート開水路の設計強度から $21.0\text{N/mm}^2$ 以上

**耐摩耗性**：流水等による摩耗に対する抵抗性

- 溶脱や研磨作用、衝撃力等でコンクリートの断面が欠損していく現象
- 規格値の考え方：20年で5.2mm

出典) 農林水産省 | 農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】，pp.67-78

品質照査（事前評価）は室内試験／本日の話題は現地調査の方法と結果

規格値または期待耐用年数の見直しのためには、現地に施工された補修工法の性能・効果を評価する必要がある

2

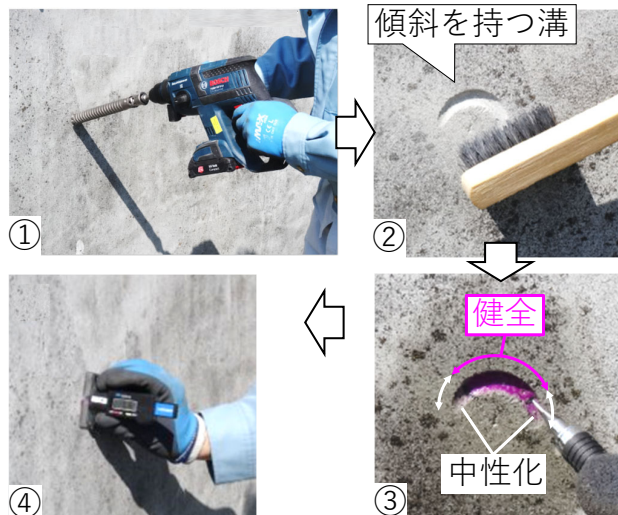
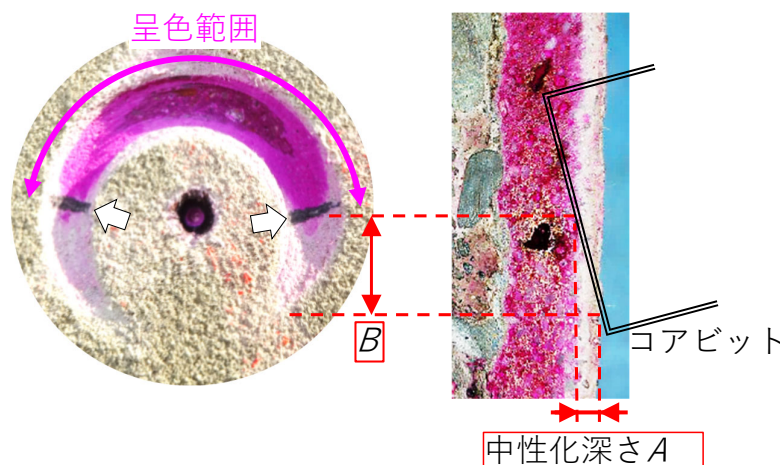
## 無機系表面被覆工の簡易な中性化深さ測定手法「コアビット法」

- 特別な機材・訓練が不要で、現場で容易に実施可能
- 短時間：約3分/箇所、測定誤差は0.3mm未満
- 従来のコア割裂面による手法と同等の測定値
- 構造物の損傷も小さく、調査後の補修も容易



コアビット

[コアビット法の観察面] [被覆材（コア）の断面]



3

- 無機系表面被覆工法 2 工法の中性化深さとばらつき
- 供用約3年後の側壁気中部で 中性化深さ：～2.5mm程度  
 中性化速度係数：0.6～0.9mm/年<sup>0.5</sup>程度  
 （平均の中性化深さに対して）  
 変動係数：20～40%

小口径コア

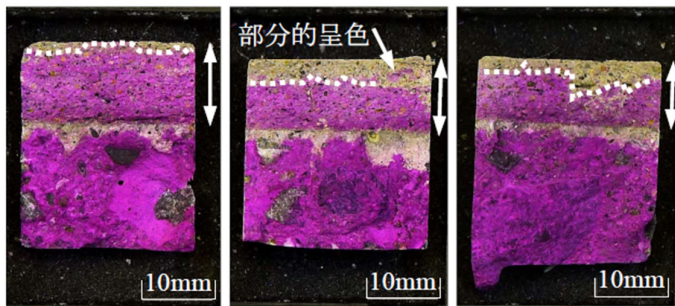
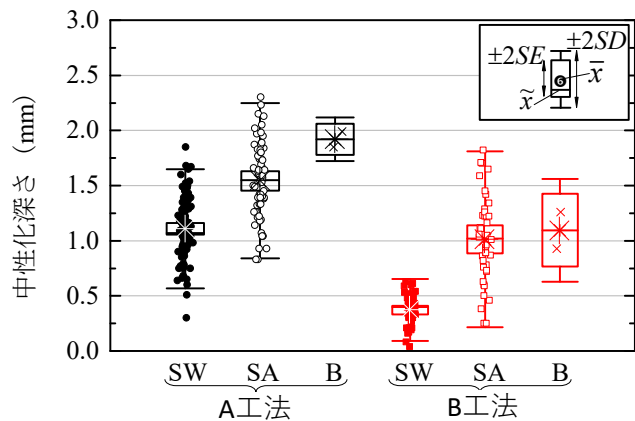


Fig. 5 中性化進行のばらつき  
Variations of neutralization front

コアビット法

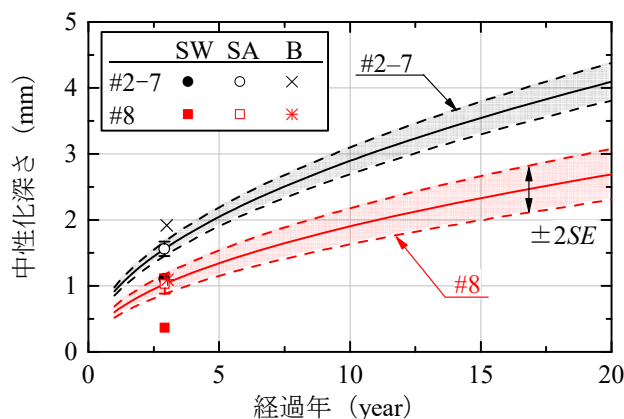


川邊ら (2016) 農業農村工学論文集84(3)  
 川邊ら (2017) 農業農村工学論文集85(1)

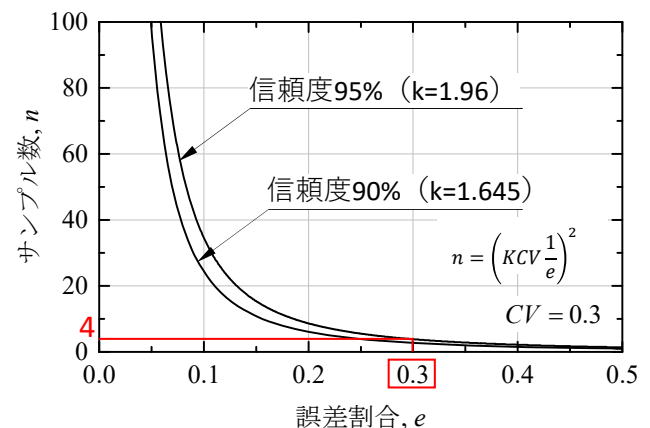
4

- 規格値の考え方：20年で5mm は十分に満足する見込み
- 許容誤差30%で信頼度95%の平均値を得るために必要なサンプル数は4 以上

$\sqrt{t}$ 則による予測



サンプル数と相対誤差



川邊ら (2016) 農業農村工学論文集84(3)  
 川邊ら (2017) 農業農村工学論文集85(1)

5



# 安全、簡単、確実なコンクリート補修材料の 現場付着試験方法

川邊ら（2022）コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集Vol.22



- 作業者の**技量やノウハウに頼らない**試験が可能
- 試験装置が流用可能で、**導入コストが低い**
- 試験値は従来方法と同等で、**長期モニタリングに影響しない**

## ①切込み作業



- 切込み深さを均一にしやすい
- 試験断面形状も均一
- 粉塵の飛散も少ない

## ②ジグの接着



- 余剰接着剤の目視確認
- 硬化中ジグがずれない

## ③補修・美観



- 補修が簡単
- 補修跡もキレイ

引張荷重は  
従来方法と同じ



従来方法  
土のうやモルタルで止水



切込み作業も可能



接着面を保護

## その他



導入コストも  
わずか

# 従来の付着試験の課題



付着試験では切込み深さが試験結果に影響する  
一方で、**切込み深さが不安定になりやすい**



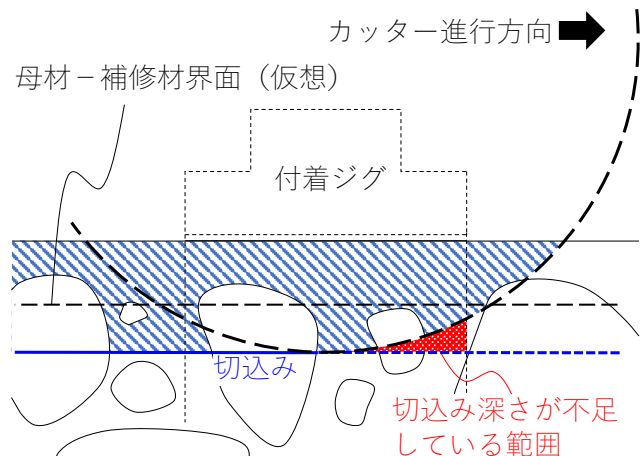
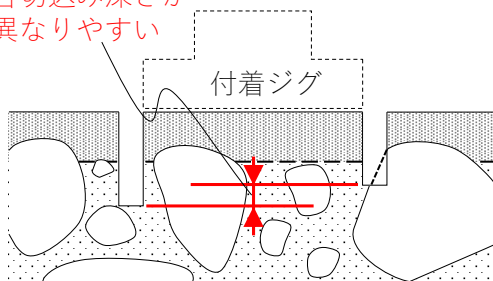
不十分な切込み範囲



十分な切込み範囲



各切込み深さが  
異なりやすい



- 従来の切込み作業よりも切込み深さのばらつきを低減
- 水路の底版に近いほど付着強さは低い傾向（測点の設定方法に注意）

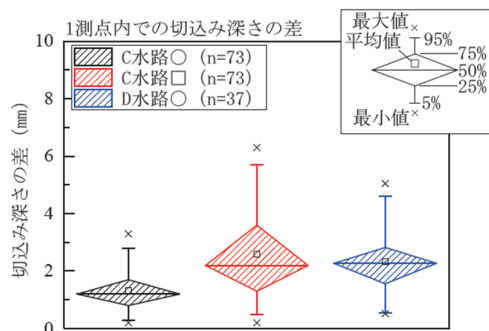


図-8 切込み深さのばらつき

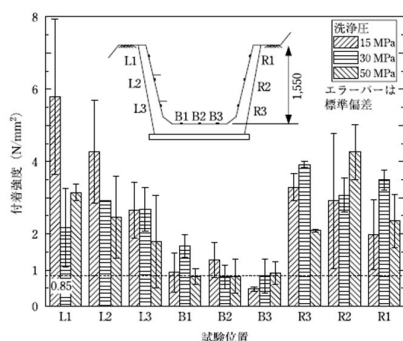
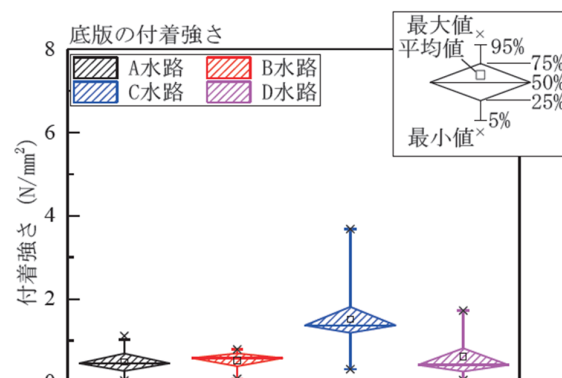
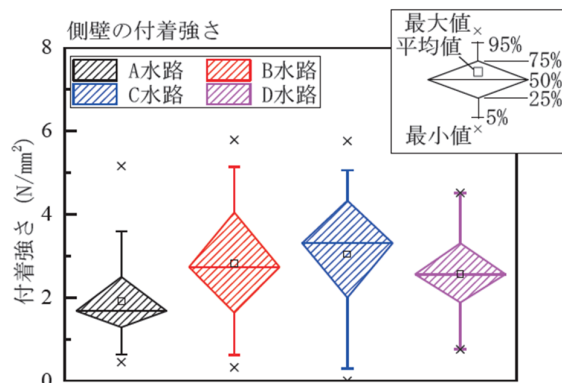


図-4 下地処理後の付着強度

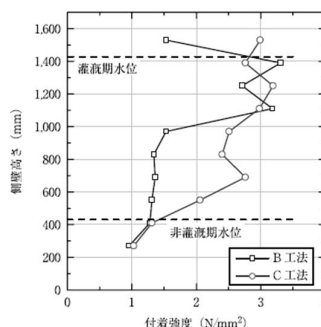


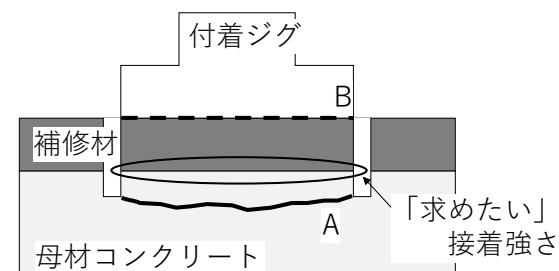
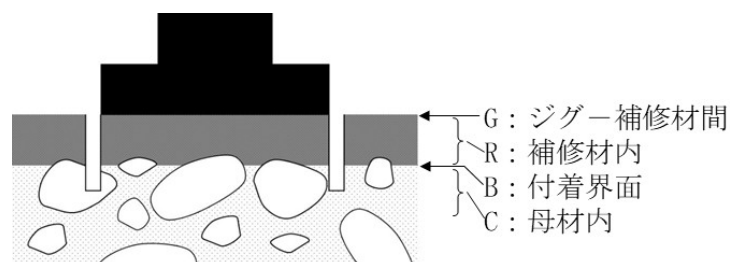
図-5 被覆工側壁の付着強度

川邊ら (2020) 農業農村工学会誌88 (6)

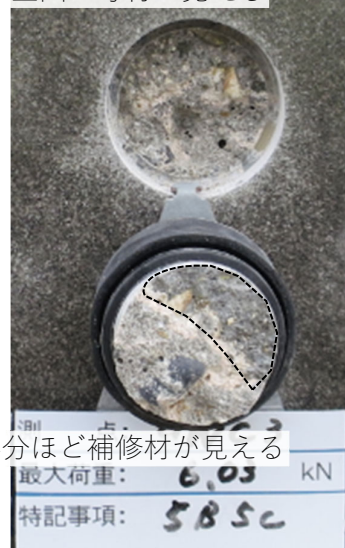
川邊ら (2022) コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集Vol.22

## 付着試験の結果の観察

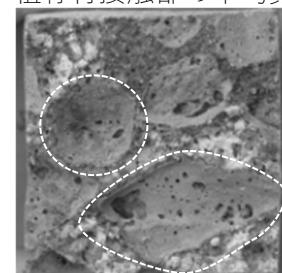
- 破断位置と破断面、母材の観察が大切
- 破断位置：試験値の意味が異なる ただし、十分な切込み深さが前提
- 破断面を観察：湿っている | プライマー | 骨材・モルタルとの接着は？



全面に母材が見える



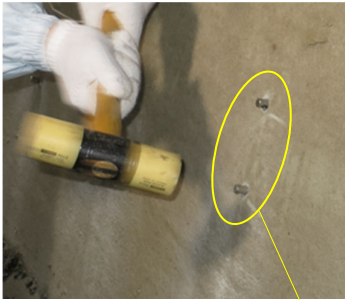
粗骨材接触部の不均質層





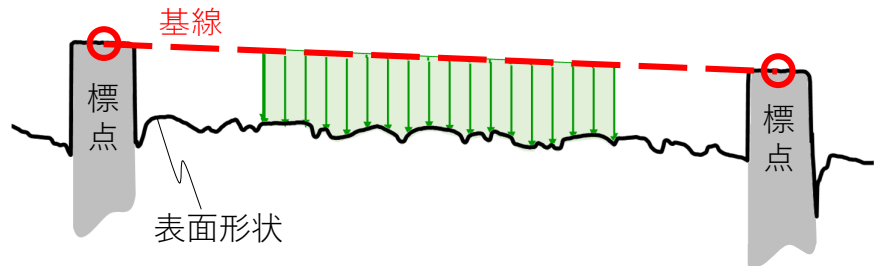
- 摩耗量：不動点（標点）から材料表面までの距離の変化

## ①標点の設置

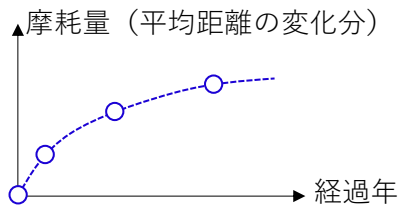


標点（ステンレス製アンカー）

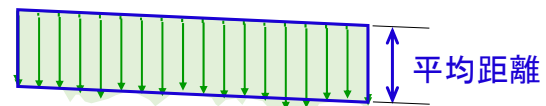
## ②表面形状（材料表面までの距離）を計測



## ④平均距離の経年変化を摩耗量としてモニタリング



## ③基線から材料表面までの平均距離を計算



10

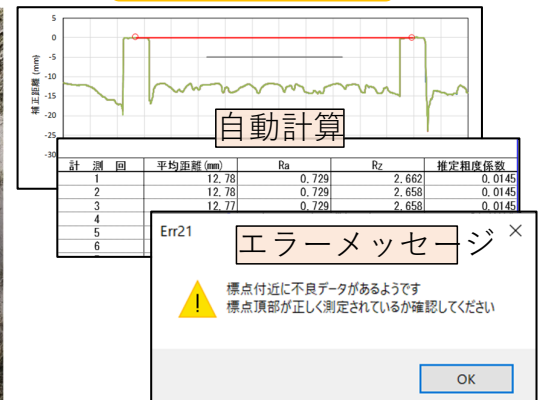
# レーザー変位計による凹凸形状の取得

- レーザー変位計で、水路表面の凹凸を詳細に取得
- 摩耗モニタリングに必要な「平均距離」を自動計算

## 測定装置



## 解析用プログラム



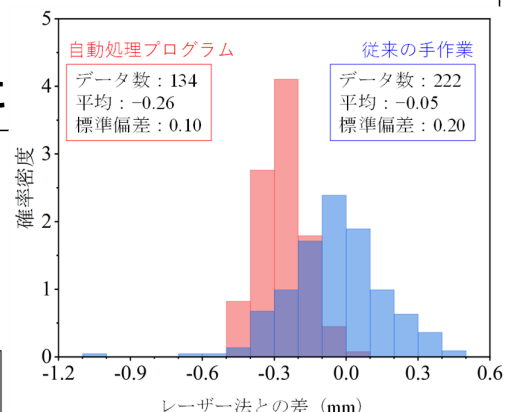
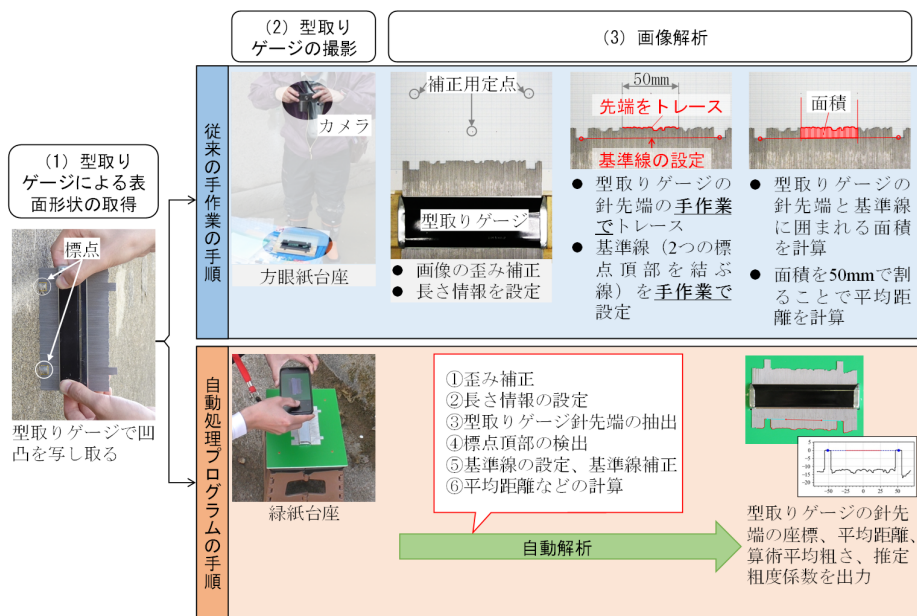
動画

11

# 型取りゲージを用いた簡易手法

- レーザー変位計の代わりとして型取りゲージを利用
- 従来の手作業による方法よりも、測定値のばらつきは約半分
- 「実行ファイルと入出力用エクセル」を提供中
- Webアプリとして提供開始

補修補強マニュアルの調査方法が誰でも簡単に



数年ごとの計測で  
よければ型取り  
ゲージでも十分

\*粗度係数の推定も可能

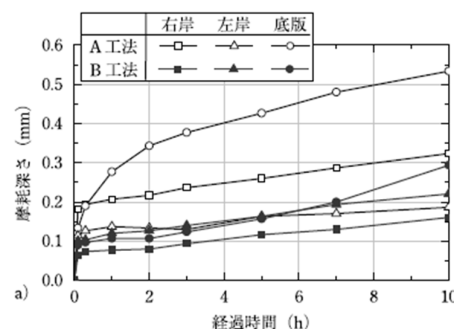
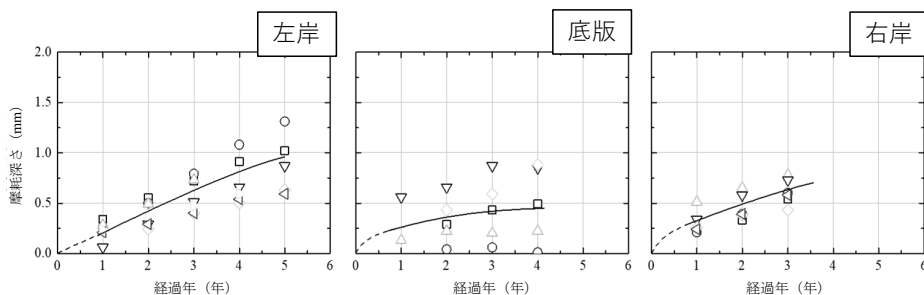
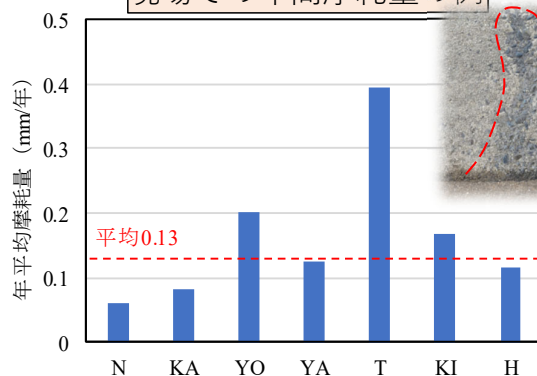
金森ら (2023) コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告集Vol.23 を基に作成

12

## 無機系表面被覆工法の摩耗

- 年間摩耗量は 0.2mm程度未満 (ただし材料による)
- 早急に対策が必要になることは少ない
- 摩耗進行が速ければ 早期に対策 遅ければ先送りに 施設条件に合わせた維持管理

同一補修工法の  
現場での年間摩耗量の例



コアの促進摩耗試験: ごく表層が弱い

農業水利施設の機能保全の手引き 2007年策定

農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】 2015年策定

施工後10年、20年（試験施工も含む）経過する施設が出てきた  
モニタリングや施工の再評価によって、

**品質規格値の見直し**

**標準期待耐用年数の見直し**

あるいは工法ごとの実績に基づいて設定

**合理的な保全計画**

**合理的な長寿命化コスト削減**（製品開発・補修工事含む） を目指せる

ただし、きちんと施工がなされていれば

早期変状・早期再劣化を低減するためには**施工管理**（または**施工環境・条件に依存しにくい工法**）も**大切**