

構造物の補修補強対策の 信頼性向上

先端材料資源研究センター
材料資源研究グループ
渡辺博志



既存構造物の長寿命化

- 点検、診断、補修補強対策から構成されるメンテナンスサイクルを確実に
- 補修補強対策は治療に相当
 - 長寿命化実現の鍵を握るプロセス
 - 先端材料資源研究センターでも重要課題
 - 橋梁、トンネル、舗装、河川構造物、ゴム堰等各種構造物対象
- 構造物の種別や使用材料個別に課題はあるが、共通する問題点も
 - 対策実施後の再劣化、信頼性改善余地

再劣化の事例（1）

- 断面修復後も鉄筋腐食が進行し補修材が剥離



再劣化の事例（2）

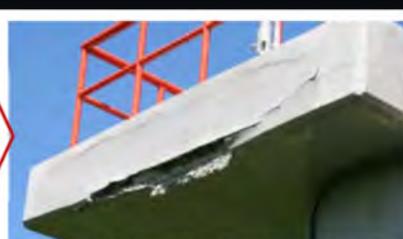
- 補修部分が再損傷



図 16-1 劣化した部位の断面



(補修後 2 年 7 ヶ月)



(補修後 3 年 6 ヶ月)

再劣化を防止するための検討項目

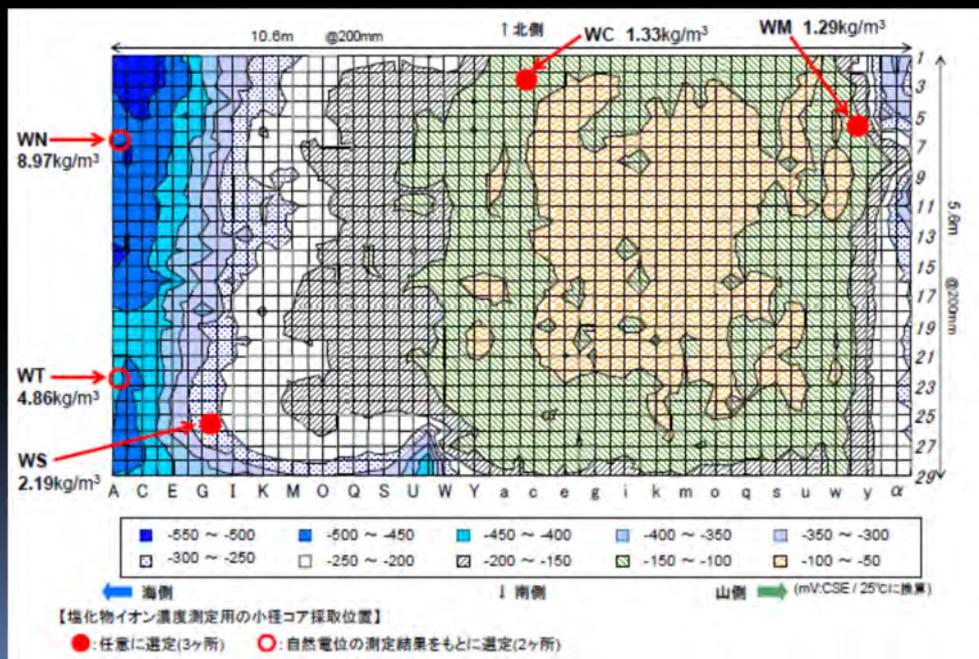
- 補修補強対策の選定（設計）段階
- 補修補強対策の施工段階
- 補修補強対策実施後の維持管理段階
- 補修補強材料工法の要求性能と検証

補修補強対策の選定（設計）段階

- 劣化原因や劣化程度の把握
 - 原因の特定できない変状も多い
- その結果に基づき補修補強対策の目的や求める効果を特定
 - 例えばコンクリート構造物において塩分が浸透する前と後とでは補修対策の目的は変わってくる。
 - 予防的に浸透防止
 - 変状発生後（塩分浸透後）の汚染されたコンクリートの除去
- 目的や求められる効果に適した対策選定

塩分を含むコンクリートの除去

- コンクリート中の塩分分布はばらつきが大きく、確実に把握することは必ずしも容易ではない。



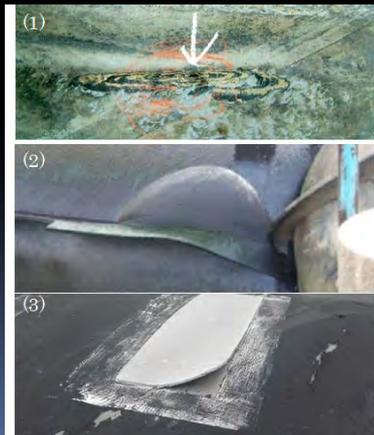
補修補強対策の施工段階

- 施工品質の確保が最重要
 - 施工期間の制約
 - 活線施工、湯水期での施工
 - 狭隘な空間での作業
 - 困難な施工条件
 - 逆打ち, etc
- ともしれば入念な施工およびその管理が難しい状況
- 特に新旧断面（新旧部材）の接着や接合

ゴム引布製起伏堰のゴム袋体補修



全景

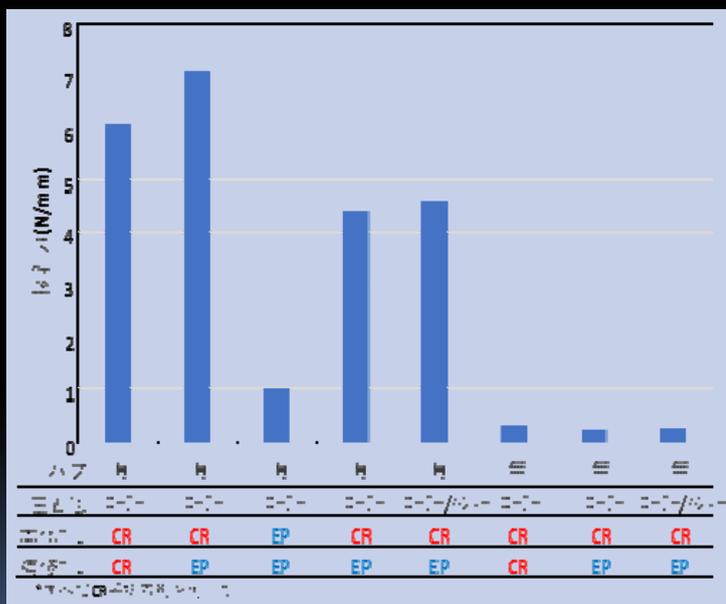


- ゴム堰の損傷・劣化の例
上から
- (1) 摩耗
 - (2) 膨れ
 - (3) ひび割れ(補修箇所)の再劣化



当てゴム補修

当てゴム補修の接着力



◎バフ掛けの有無

◎補修ゴムと本体ゴムの材質（種類）の組み合わせ

によって接着強度は大きく異なる。

CR: ジェンゴム EP: 非ジェンゴム

補修材の打継ぎ界面

- はく離抵抗性試験（実施例）
 - 凍結融解促進試験
 - 施工条件 対象部位：上面／下面
補修厚み：5～25mm
 - はつり方法：WJ相当／チップング／平滑
 - 表面処理：プライマー処理／標準（乾燥）／多湿

WJ相当
(遅延剤洗い出し)



チップング
(ジェットタガネ)

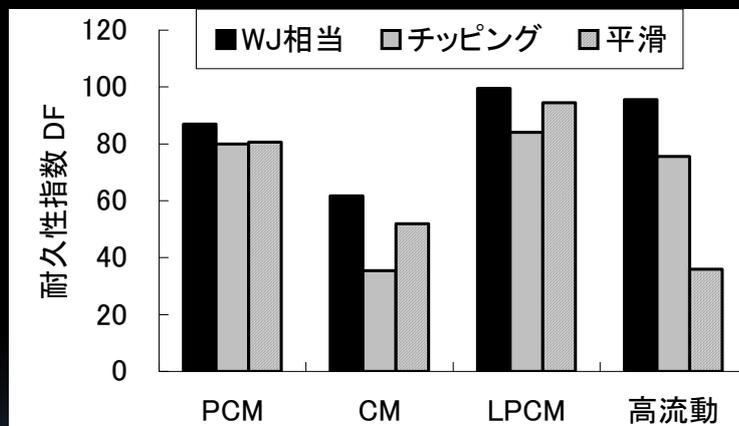


平滑
(サンドペーパー#150)



はく離抵抗性試験（試験結果）

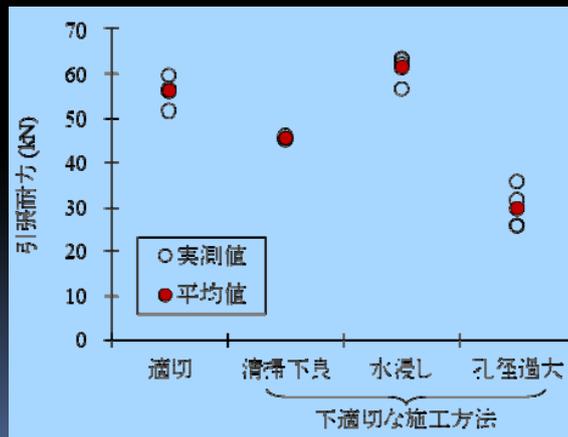
はつり方法の影響



- モルタル系：はつり方法の影響は小さい
→ 目粗しが確実に行われることが重要
- 高流動コンクリート：WJが良好
→ 粗骨材を露出させるのがよい

機械的接合（あと施工アンカー）

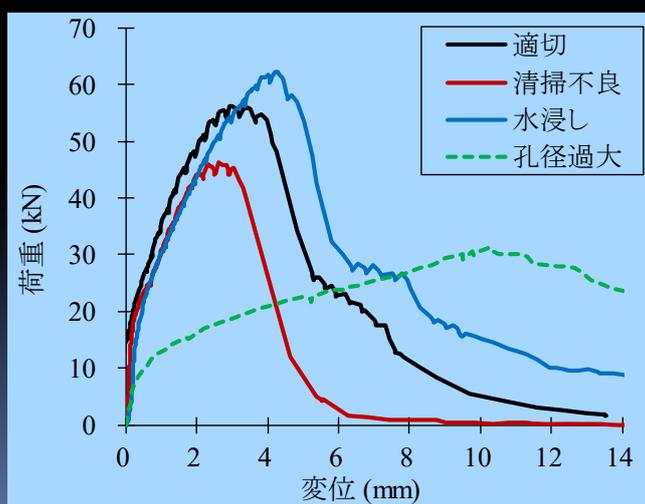
- 金属拡張式あと施工アンカーの定着耐力試験の例



削孔の適切な清掃
削孔径の精度確保
が非常に重要

機械的接合（あと施工アンカー）

- 金属拡張式あと施工アンカーの定着耐力試験の例

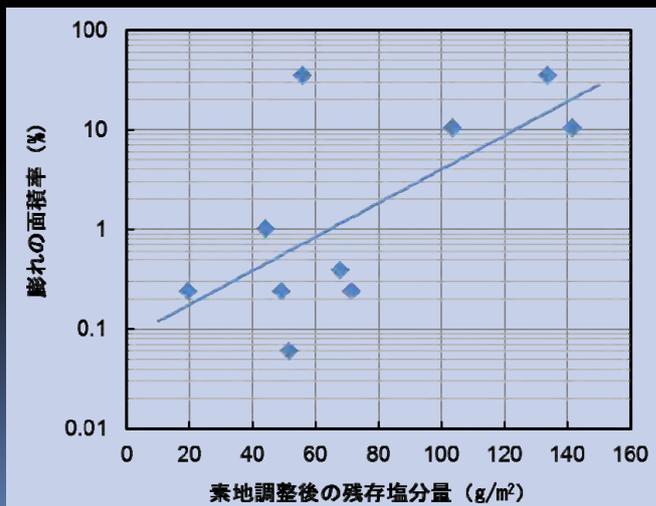


定着強度だけではなく、
引き抜き剛性も大きく
異なる

これ以外にも...

塗膜の例

- 塗替え塗装では
 - 膜厚の管理
 - 素地調整（残留塩分量、素地面の粗さなど）



素地調整後の残留塩分量を制限することは重要であるが、それだけではなく、別の要因（素地面の粗さ）も影響する。

施工品質確保に向けて

- 完了後の検査は必ずしも容易ではない
- 完了後の検査によれない場合は施工プロセスのチェック。
- 下記の項目の事前確認
 - どの工程が重要か、影響の大小
 - どのような程度に管理すればよいか
- 施工品質に大きく依存しすぎない（過度に綿密な管理を要しない）対策方法の開発に期待

対策後の効率的な維持管理手法

- 万全を期した対策選定、施工管理でも、完全ではない
- 対策実施後の維持管理も重要
 - 期待する効果が得られているか
 - 不具合が発生していないか
 - 点検確認手法 ⇒ できるだけ簡易に実施
- 例えば、不透明の被覆材による対策実施では、以後の目視点検が困難

電気防食工法の例

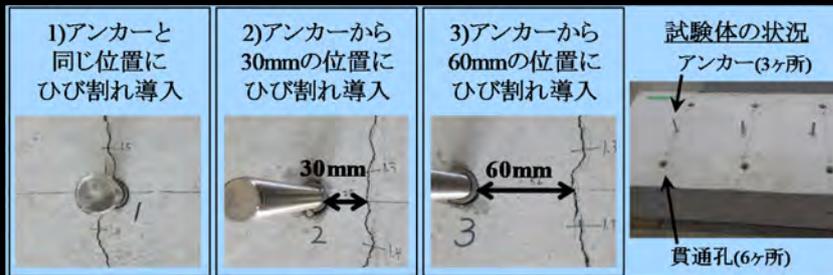
- 塩害を生じたコンクリート構造物において、塩分が存在していても適用可能
- 電気防食システムを構成する、装置、陽極材、配線等が適切に機能する必要



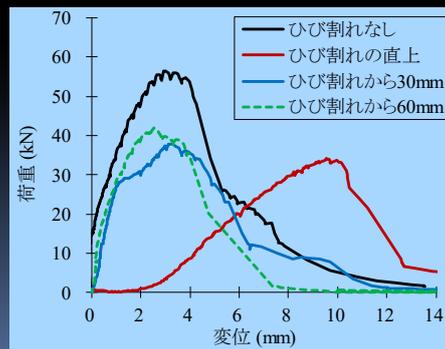
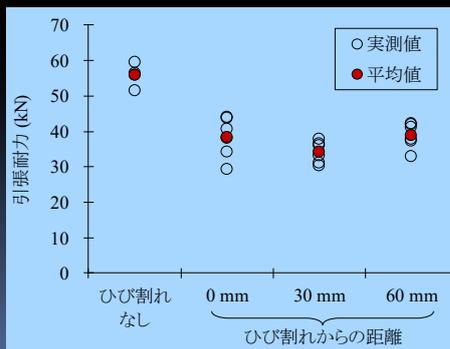
日常管理における通電の確認を支援する例

あと施工アンカーの例

■ コンクリートひび割れの影響



あと施工アンカーの施工後のひび割れに要注意



補修補強対策実施後の点検手法

- 対策工法に適した点検項目、着眼点の整理、場合によっては点検が困難になることも
- 対策工法の新技術では、適用後の維持管理手法の合理化も含めた開発が必要
- 不透明の被覆材を施工した時の母材コンクリートのひび割れを簡易に検出できる技術を開発中

補修補強用材料工法の要求性能と 検証方法の確認手法

- 補修補強用材料や工法システムに関するJIS規格などの標準化は未発達
- 材料の成分や構成などの内訳（仕様）が示されることは稀
- 材料試験による試験成績から判断する必要
 - 促進試験の妥当性、促進倍率？
 - 要求性能（工学的な指標）の項目や水準の設定できるか？

まとめ

- 現場での試行や適用後の日々の点検によって得られた知見のフィードバックが重要
- 材料の知識、設計技術、維持管理業務から蓄積されたノウハウ、が開発から適用後まで共有されることが望まれる。

ご清聴ありがとうございました。