

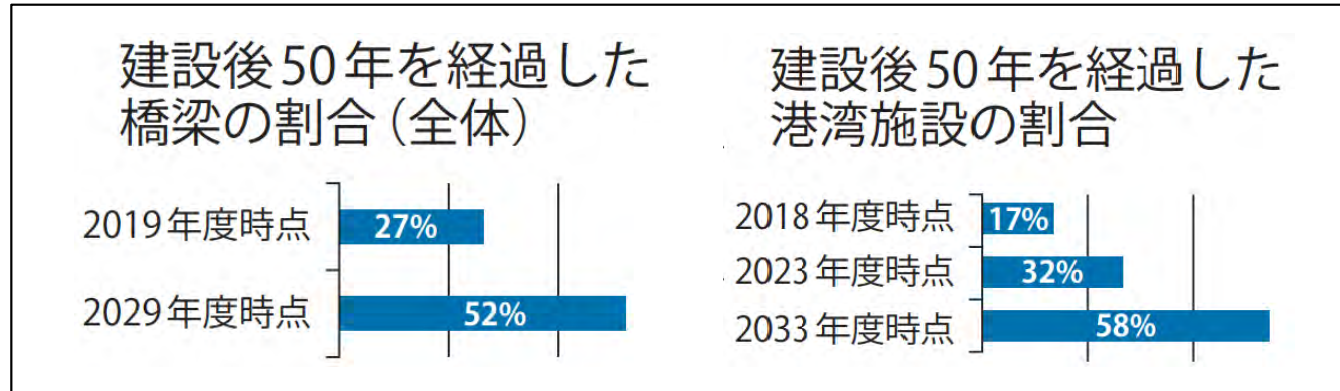


簡易給水方式電気化学的防食工法 「リペアカーテン」による予防保全

安藤ハザマ 技術研究所
林 俊斉

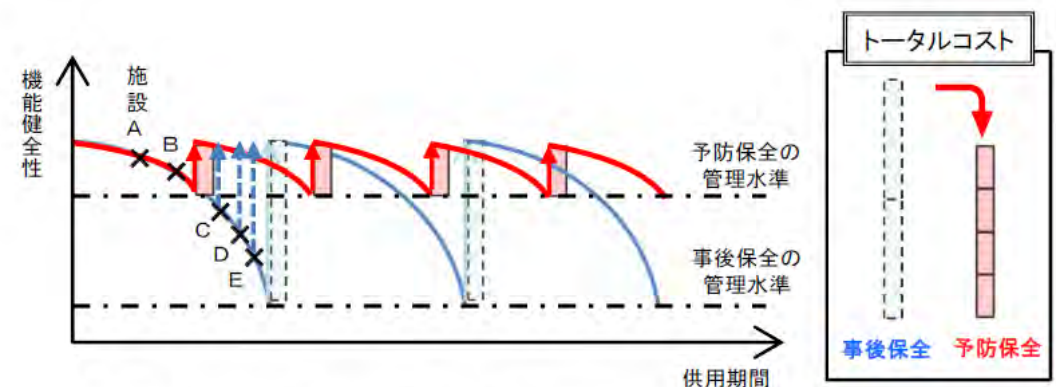
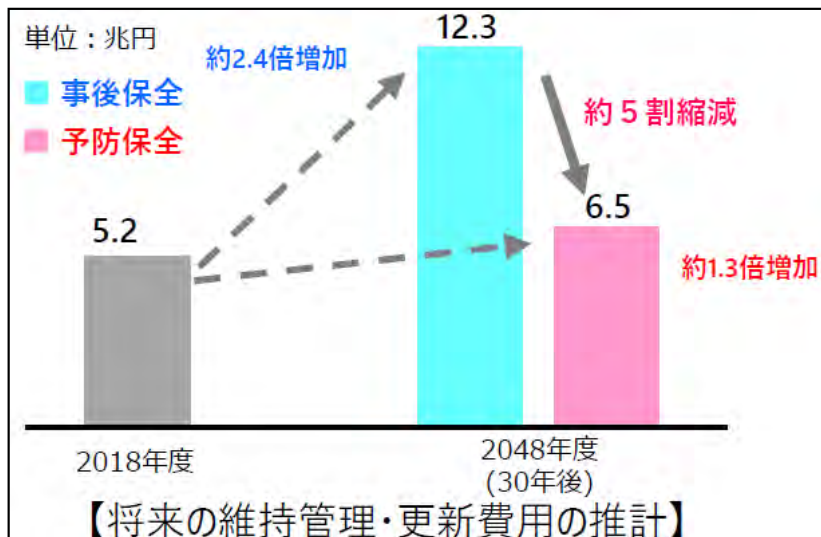
背景

- ・社会資本は高度経済成長期に集中整備
 - ▶同じ時期に老朽化 ⇒ **RC構造物の長寿命化ニーズ**



(出典:国土交通白書2020)

- ・予防保全への転換
 - ▶LCCは事後保全よりも予防保全の方が安い

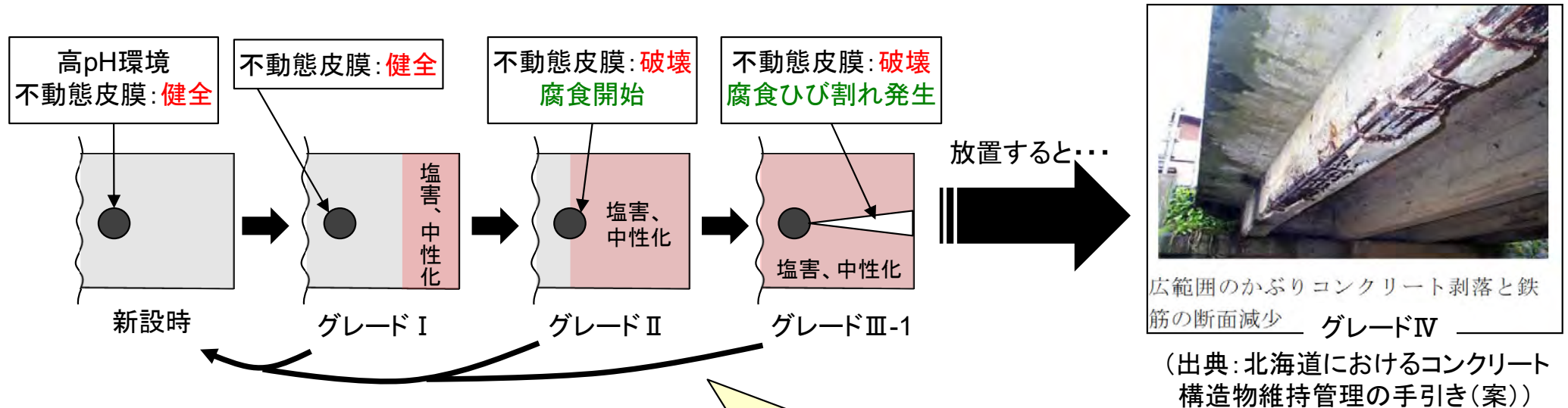


【事後保全と予防保全のメンテナンスサイクル】

(出典:国土交通省 予防保全型のインフラ老朽化対策の推進)

劣化過程と補修方法

- ・RC構造物の劣化は、コンクリート内部**鉄筋の腐食**により進行



剥離・剥落が生じる前に補修すれば構造物として長く使用できる
👉 **予防保全が重要**

- ・物理的方法 (断面修復工法):
塩害・中性化部を取り除いて新コンクリートで修復
- ・電気化学的方法 (脱塩、再アルカリ化、電着工法):
通電で塩害・中性化部を補修

劣化過程・劣化状態に応じた標準的な補修工法

劣化過程	劣化状態	中性化	塩害
潜伏期 (グレードⅠ)	外観上の変状が見られない	表面処理、再アルカリ化、増厚	表面処理
進展期 (グレードⅡ)	外観上の変状が見られないが、腐食が開始	表面被覆、断面修復、再アルカリ化	表面処理、脱塩、電気防食、断面修復
加速期前期 (グレードⅢ-1)	腐食ひび割れが発生	電気防食、再アルカリ化、断面修復、表面被覆	断面修復、脱塩、電気防食、叩き落とし、剥落防止
加速期後期 (グレードⅢ-2)	腐食ひび割れの伸展とともに剥離・剥落が見られる	断面修復、表面被覆	断面修復、鋼材の増設や交換、叩き落とし、剥落防止
劣化期 (グレードⅣ)	腐食ひび割れとともに剥離・剥落が見られる 鋼材の断面欠損が生じている	断面修復、鋼板、FRP接着、巻立て、増厚、表面被覆	断面修復、鋼材の増設や交換、FRP接着、巻立て、増厚、叩き落とし、剥落防止

(出典:土木学会 コンクリート標準示方書 維持管理編)

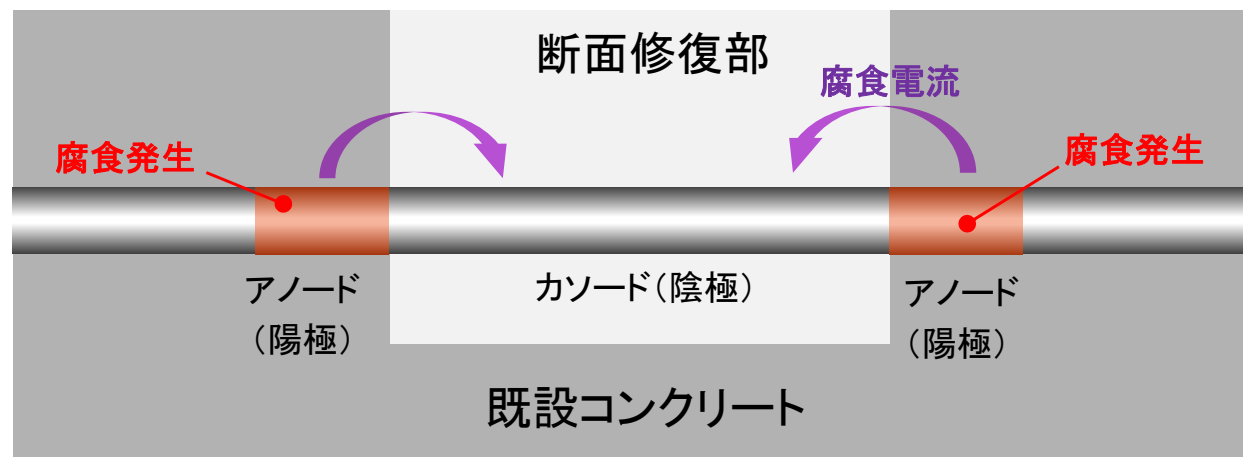
物理的方法 断面修復工法

【工法の特長】

- ・劣化したコンクリートを撤去し、新しく打ち替える
- ・どんな劣化状態でも適用できる、万能な補修方法

【工法の課題】

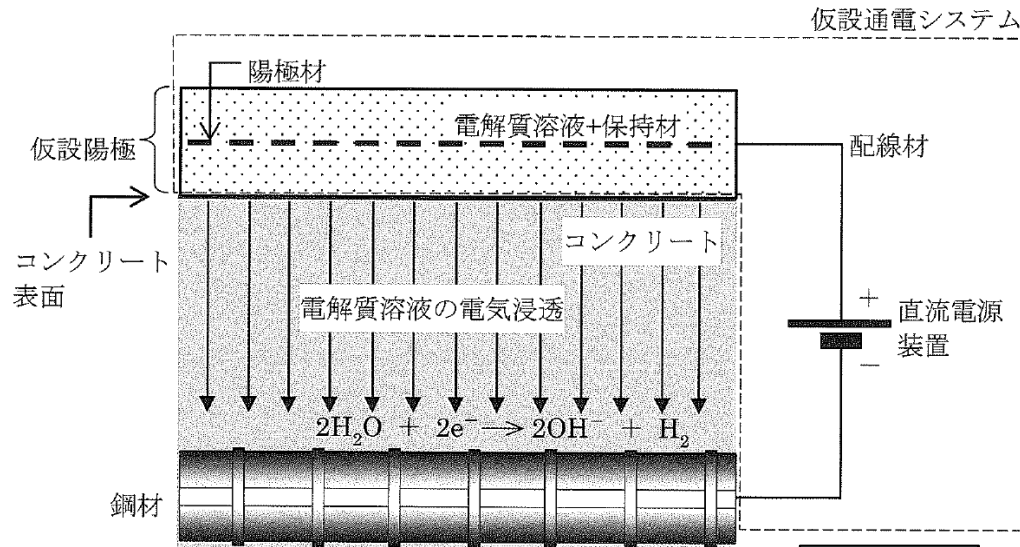
- ・大規模なはつり作業 ⇒ 騒音、粉塵の発生
- ・はつり残し ⇒ マクロセル腐食による急激な劣化



マクロセル腐食

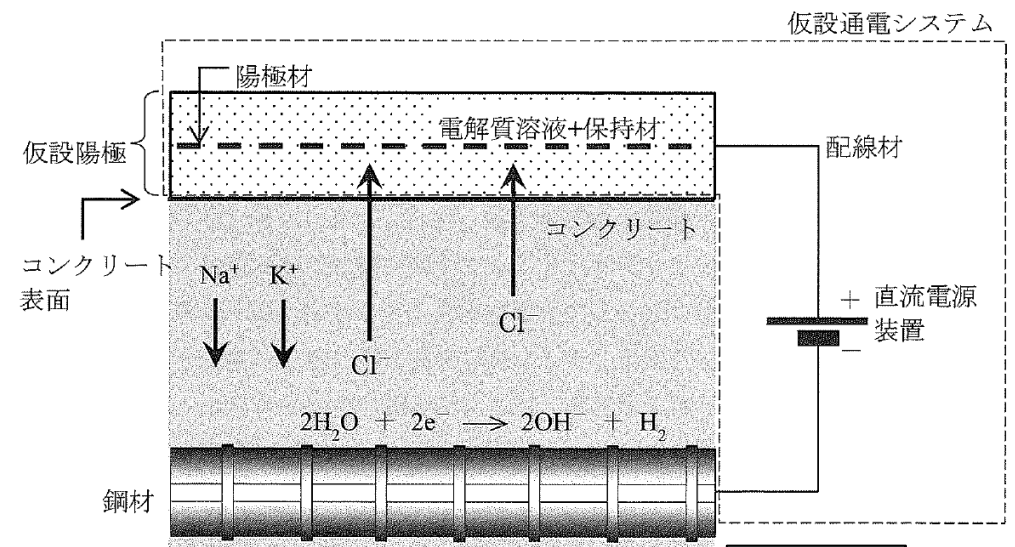
電気化学的方法 技術概要

(出典:土木学会 電気化学的防食工法 設計施工指針(案))



再アルカリ化工法

pH回復



脱塩工法

Cl⁻低減

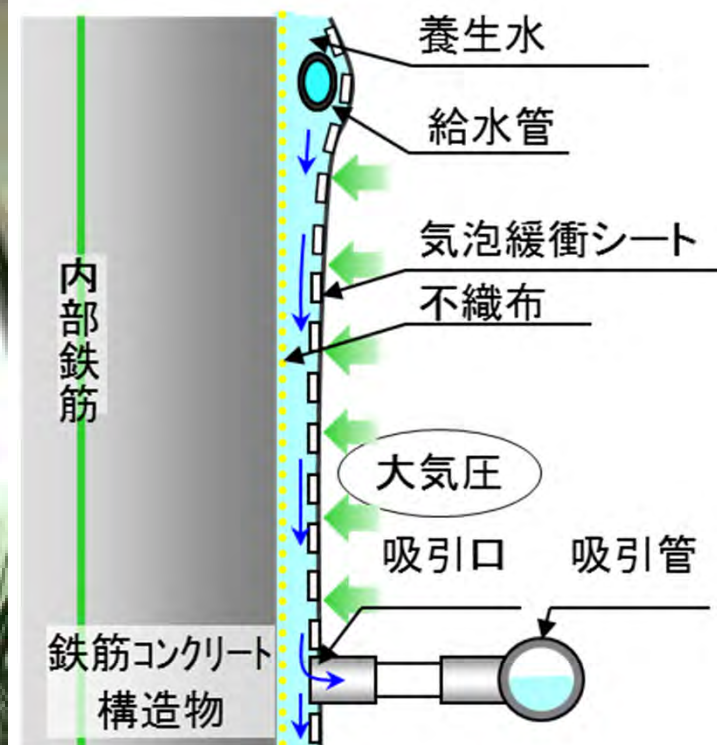


従来の施工技術

簡易給水方式「リペアカーテン」の概要



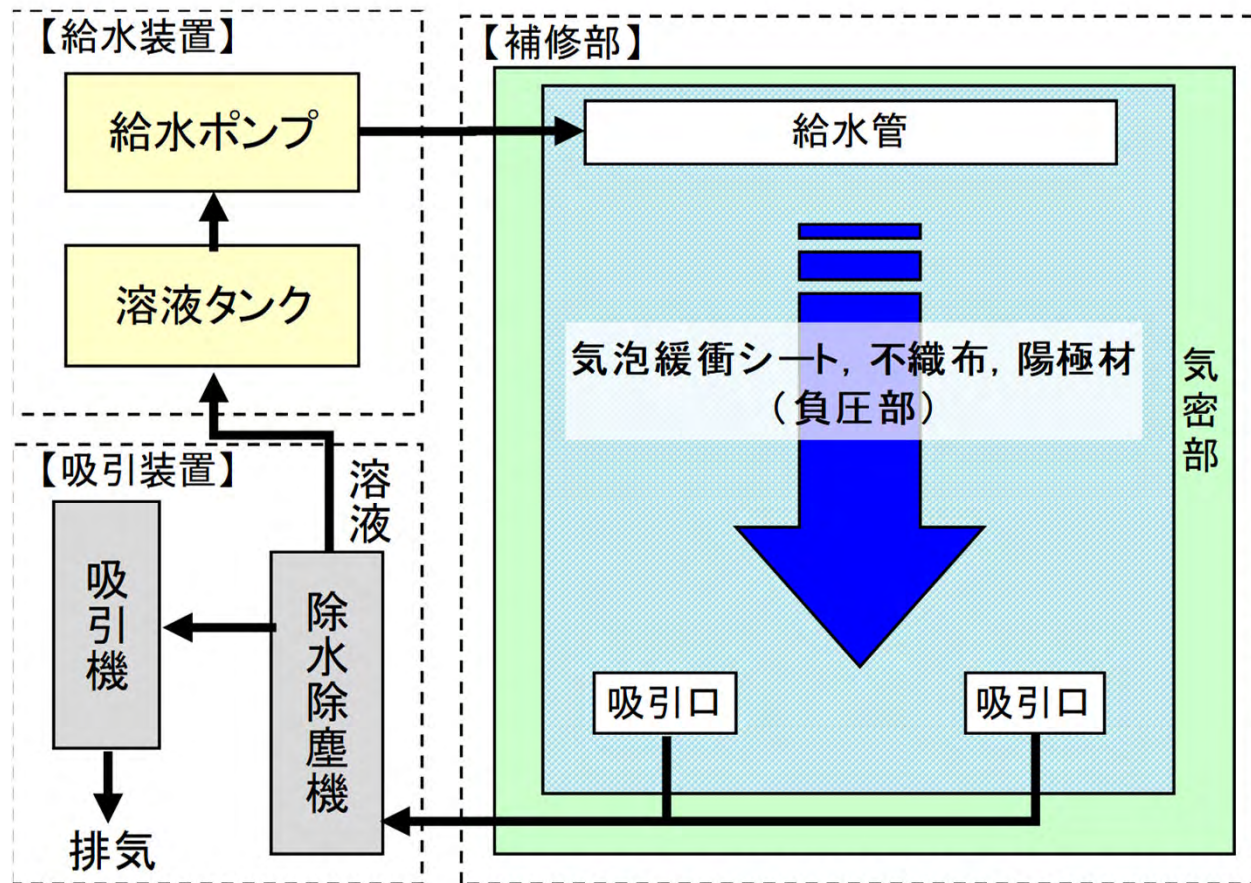
アクアカーテン施工状況



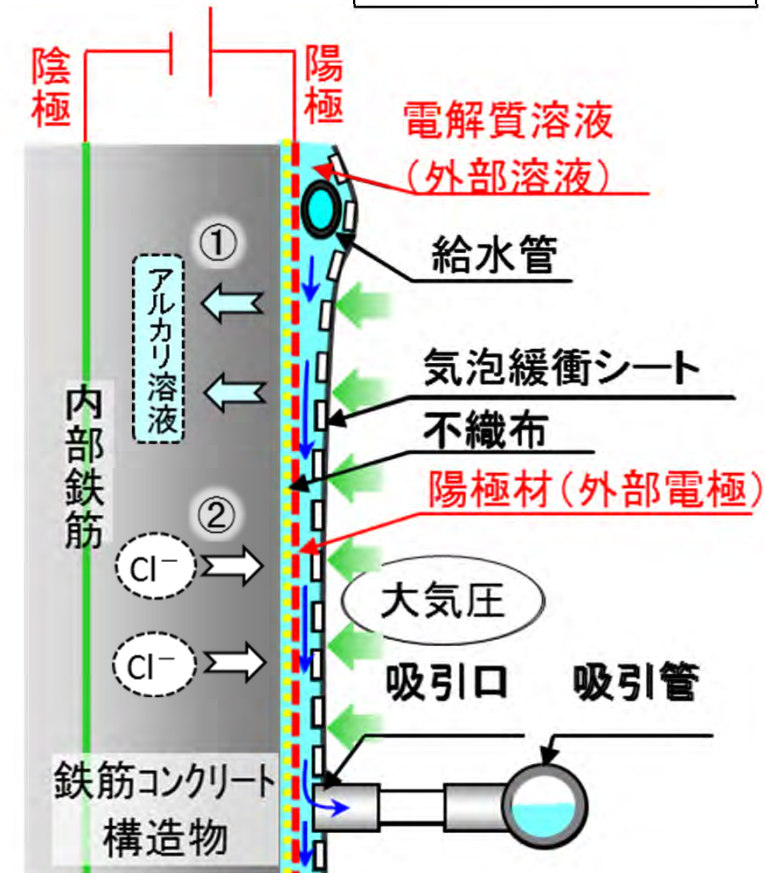
アクアカーテン断面図

給水養生工法「アクアカーテン」の概要図

簡易給水方式「リペアカーテン」の概要



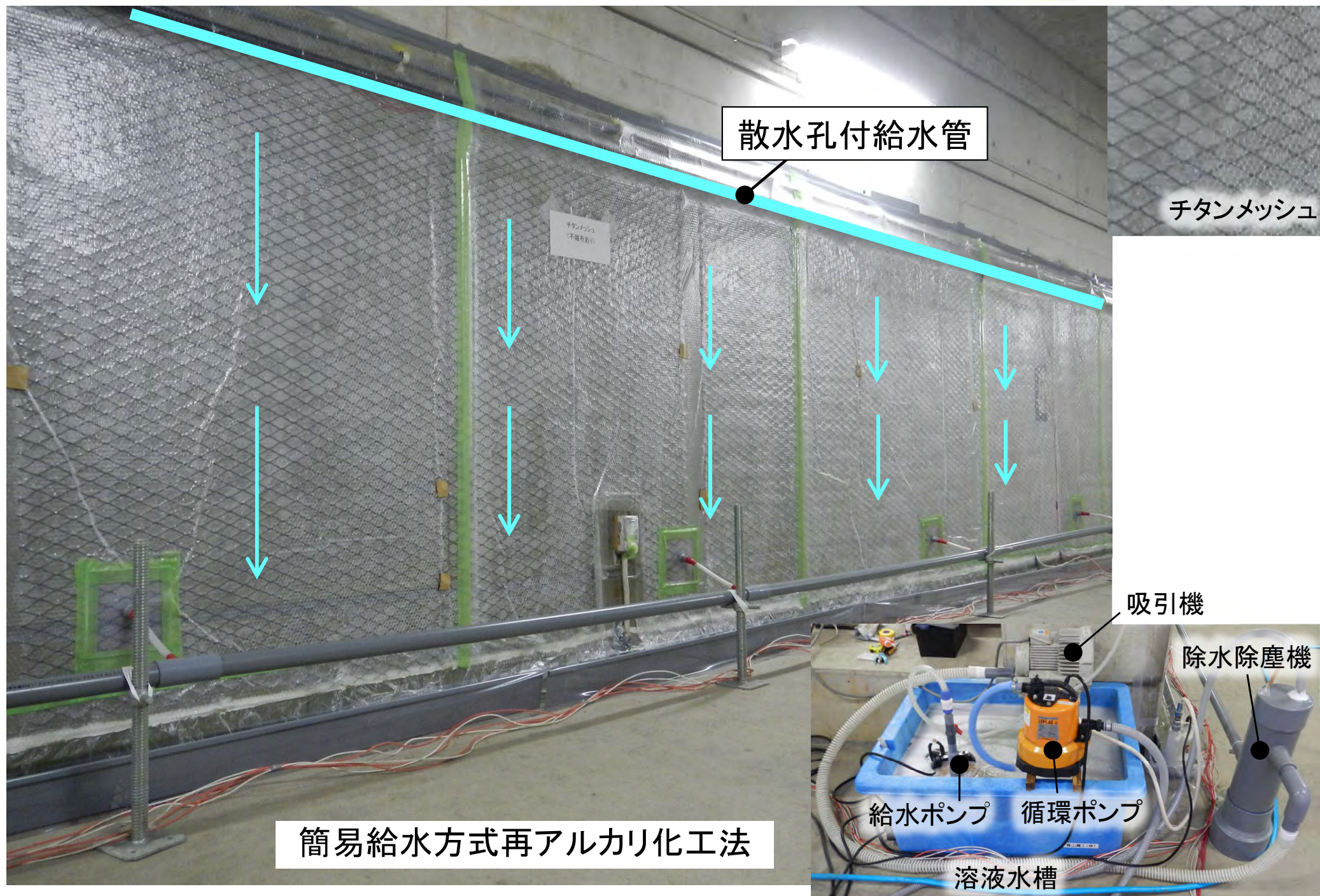
簡易給水方式の仕組み



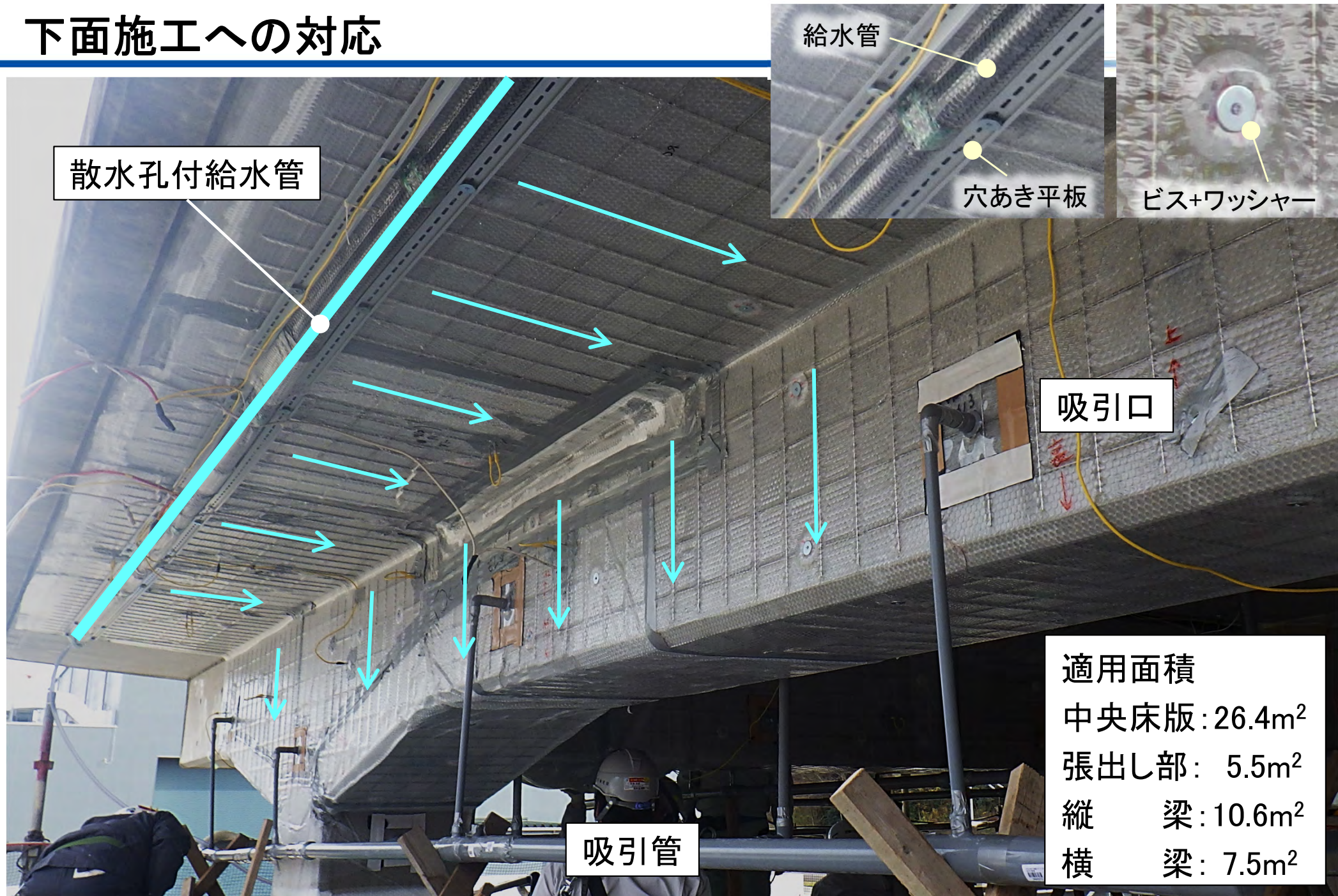
リペアカーテン断面図

簡易給水方式「リペアカーテン」の概要図

簡易給水方式「リペアカーテン」の概要

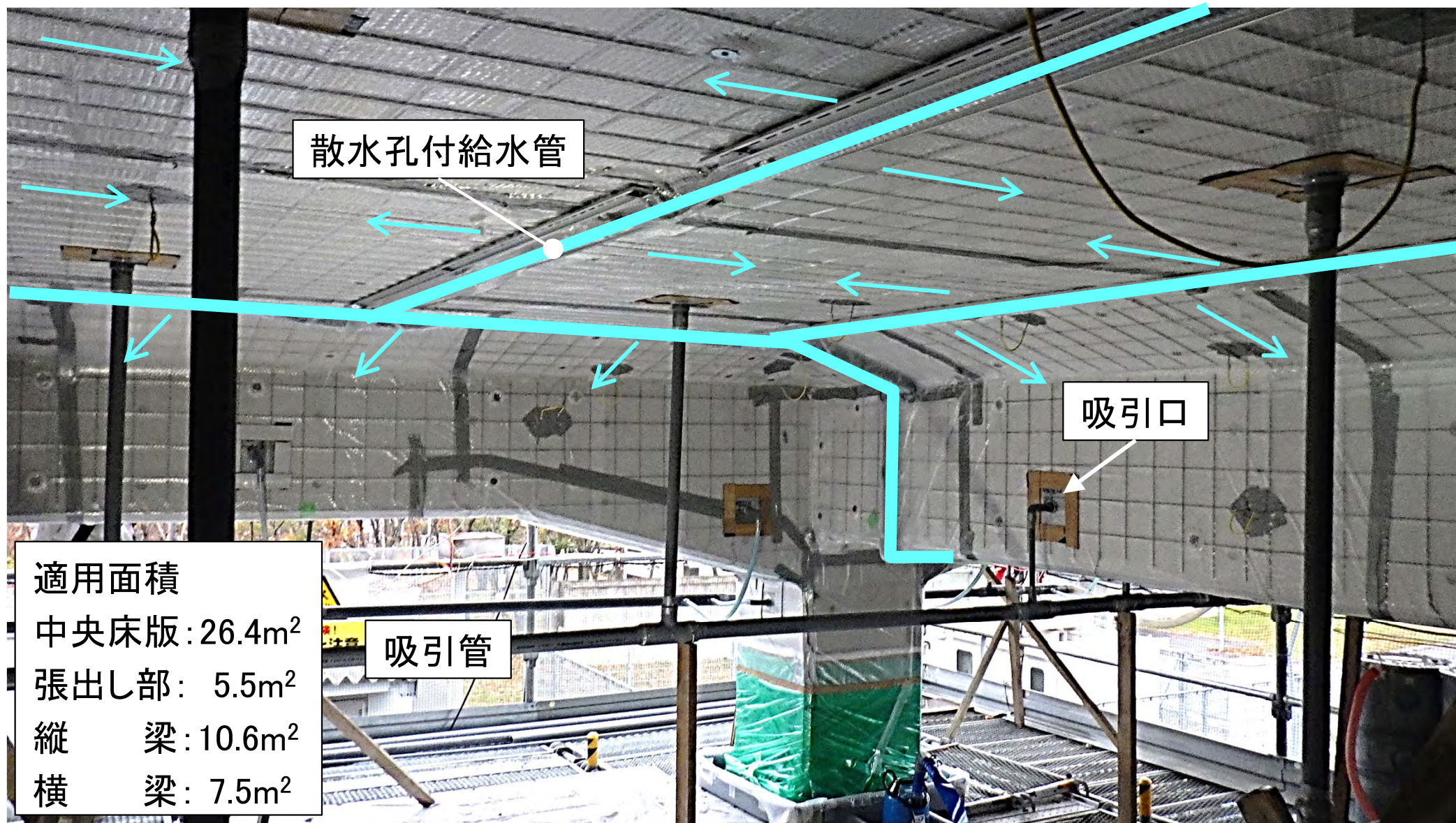


下面施工への対応



実物大模擬高架橋上部工下面への適用状況(張出し部)

下面施工への対応



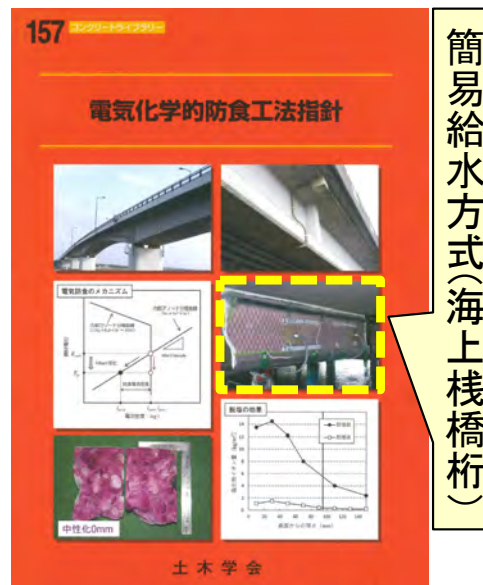
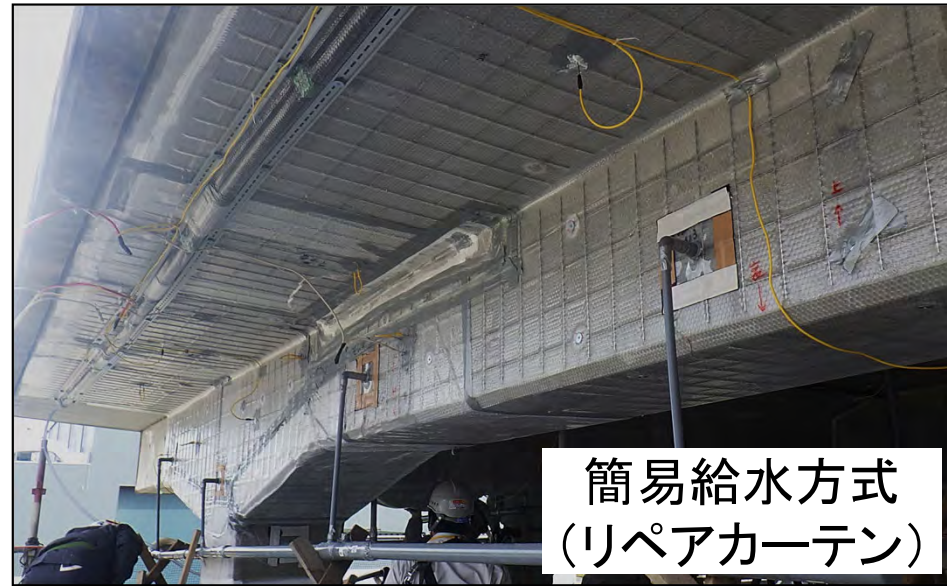
実物大模擬高架橋上部工下面への適用状況(中央床版)

👉 下面施工でも問題なく施工できることを確認

参考文献

(齋藤ら: 鉄筋防錆材の電気化学的注入工法の簡易給水方式による試験施工, コンクリート工学年次論文集, Vol.42, No.1, 2020)

電気化学的防食工法指針



各工法の施工技術(土木学会指針抜粋)

施工技術の名称	脱塩	再アルカリ化	電着
簡易給水方式	○	○	○
ファイバー方式	○	○	—
パネル方式	○	○	—
ポンディング方式	○	○	—
吸水マット方式	○	○	—
水中施工方式	—	—	○
給水施工方式	—	—	○

NETIS登録状況

KT-190114-A (塩害対策) / KT-190115-A (中性化対策)

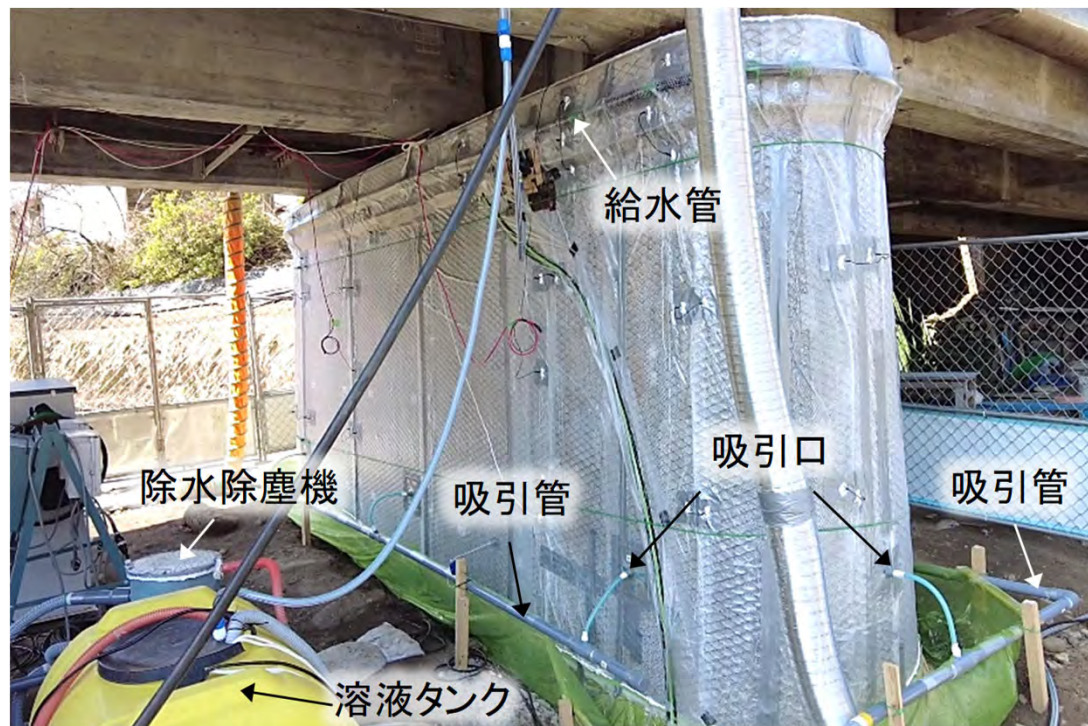
簡易給水方式による再アルカリ化工法 施工事例

【構造物の概要】

- ・ 5径間鉄筋コンクリートT桁橋の壁式橋脚1基
- ・ 補修面積は約30m²（幅5.5m、厚さ1.1m、高さ2.5m）
- ・ 中性化深さ最大28.5mm、平均17.9mm（純かぶり約100mm）

【通電条件】

- ・ 電解質溶液：飽和炭酸リチウム水溶液
- ・ 電流密度：1.0A/m²で2週間の通電



簡易給水方式による再アルカリ化工法 施工事例

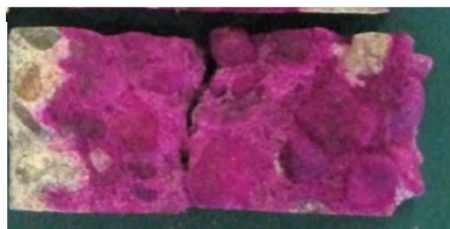
【適用結果】

- ・中性化深さ0mmに回復
- ・外観に変状無し
- ・残存膨張率は通電前後で同程度

外観にASR特有の変状は無いが、
残存膨張率(カナダ法)が無害判定の
0.1%を超過(促進期間14日間)

通電前0.116% → 通電後0.114%

適用前
(最大28.5mm)



適用後
(0mm)



適用前

適用後

簡易給水方式による脱塩・電着工法 施工事例

【構造物の概要】

- ・建設後約37年経過した栈橋の梁(約7m²)
- ・塩化物イオン量: 最大16.9kg/m³、ひび割れ: あり

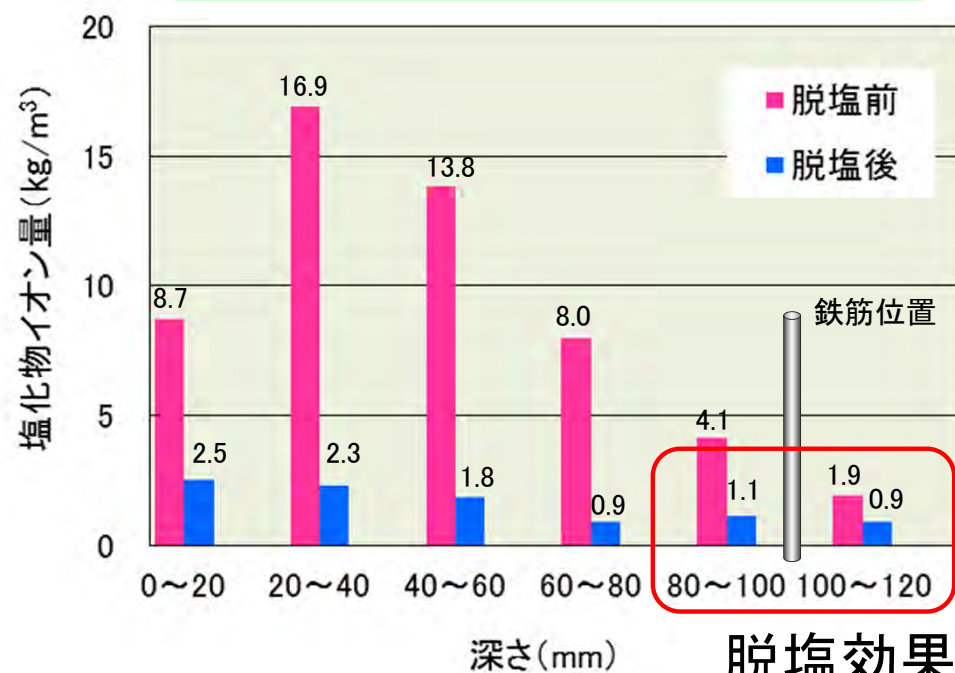
【通電条件】

- ・電解質溶液: 海水
- ・電流密度: 2.0A/m²で2ヶ月の通電



施工状況

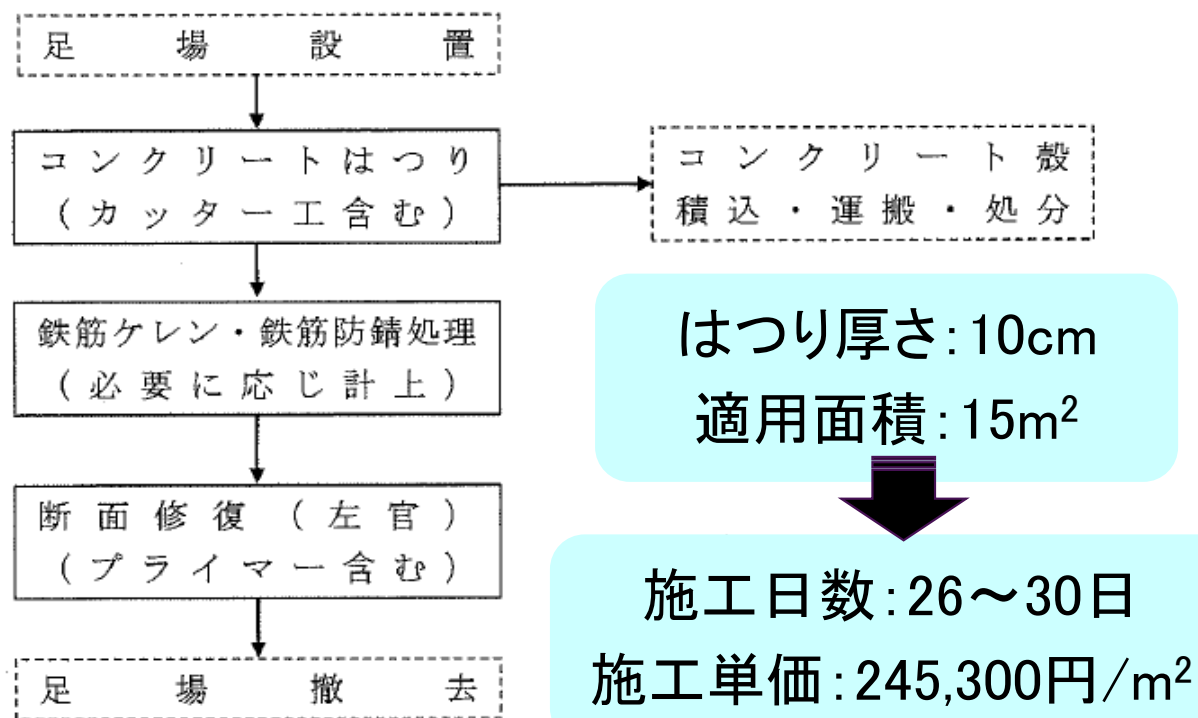
最大で14.6kg/m³低減
鉄筋位置: 発錆限界濃度以下
2か月間シートの脱落など無し



脱塩効果
施工前後の塩化物イオン量

断面修復工法の場合

適用範囲: 橋梁の断面修復における1橋当りの左官作業(体積 1.5m^3 以下)に適用する。



(注) 本歩掛で対応しているのは、実線部分のみである。

図2-1 施工フロー

(出典: 国交省土木工事積算基準)

電気化学的補修工法の場合

施工日数(標準):

再アルカリ化 14日通電

脱塩 56日通電

+ 設置・撤去1週間

施工条件(標準):

壁面(鉛直面) 400m²以上

再アルカリ化工法:

50,000円/m²程度

脱塩工法:

100,000円/m²程度

- ▶ 簡易給水方式「リペアカーテン」は、電解質溶液を効率的に循環し、良好な作業環境を提供できる。
- ▶ 施工後、不織布、気泡緩衝シート、配管類および電解質溶液を分別回収し、産廃コストを抑制できる。
- ▶ シートの脱落防止措置をとっており、下面に限らず安全に施工できる。
- ▶ 仮設陽極をコンクリートに密着させることで通電が容易となり、再アルカリ化効果、脱塩効果が確実に得られる。



ご清聴ありがとうございました