

平成30年度 北海道開発技術研究発表会

新技術セッション



簡易給水方式による 脱塩、再アルカリ化および電着工法

安藤ハザマ 技術研究所 土木研究部 林 俊斉



要 旨

劣化したRC構造物を補修する際の最も一般的な工法は「断面修復工法」である。劣化したコンクリートを撤去する必要があるため大規模なはつり作業を伴うとともに、はつり残しがあるとマクロセル腐食により激しく腐食が進展する可能性がある。

一方、「電気化学的補修工法」は、中性化や塩害による劣化を受けたRC構造物に直流電流を通電することで、健全な状態に回復できる工法であり、重要文化財にも適用される優れた技術である。陸上のRC構造物に適用する場合は、コンクリート表面への仮設陽極材の保持や電解質溶液の供給が課題となる。

簡易給水方式では、当社独自の給水養生工法である「アクアカーテン」の特長を活かして課題を克服し、電気化学的補修工法の新しい施工方法を確立した。

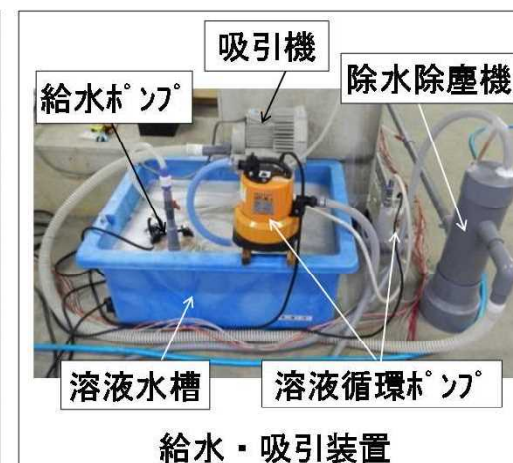


※出典：一般財団法人 建設物価調査会
写真で見る橋梁補修工事の施工手順 橋梁補修の解説と積算

断面修復工法



補修部の外観



給水ポンプ 吸引機 除水除塵機
溶液水槽 溶液循環ポンプ
給水・吸引装置

簡易給水方式による電気化学的補修工法

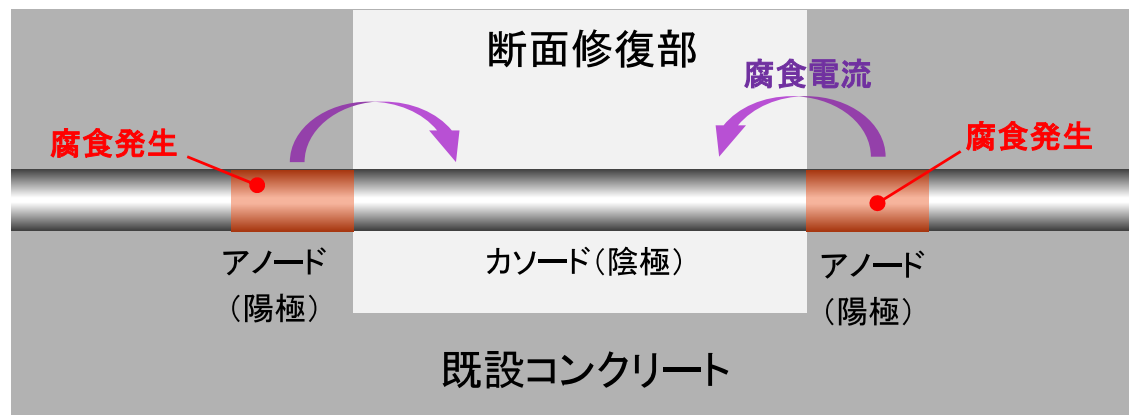


断面修復工法

特長・劣化したコンクリートを撤去し、新しく打ち替える

工法の課題

- ・大規模なはつり作業を伴うため騒音、粉塵が発生し作業環境が悪い。
- ・広範囲の施工は現実的でない。
- ・はつり残しがある場合、マクロセル腐食によって急激に劣化が進行する可能性がある

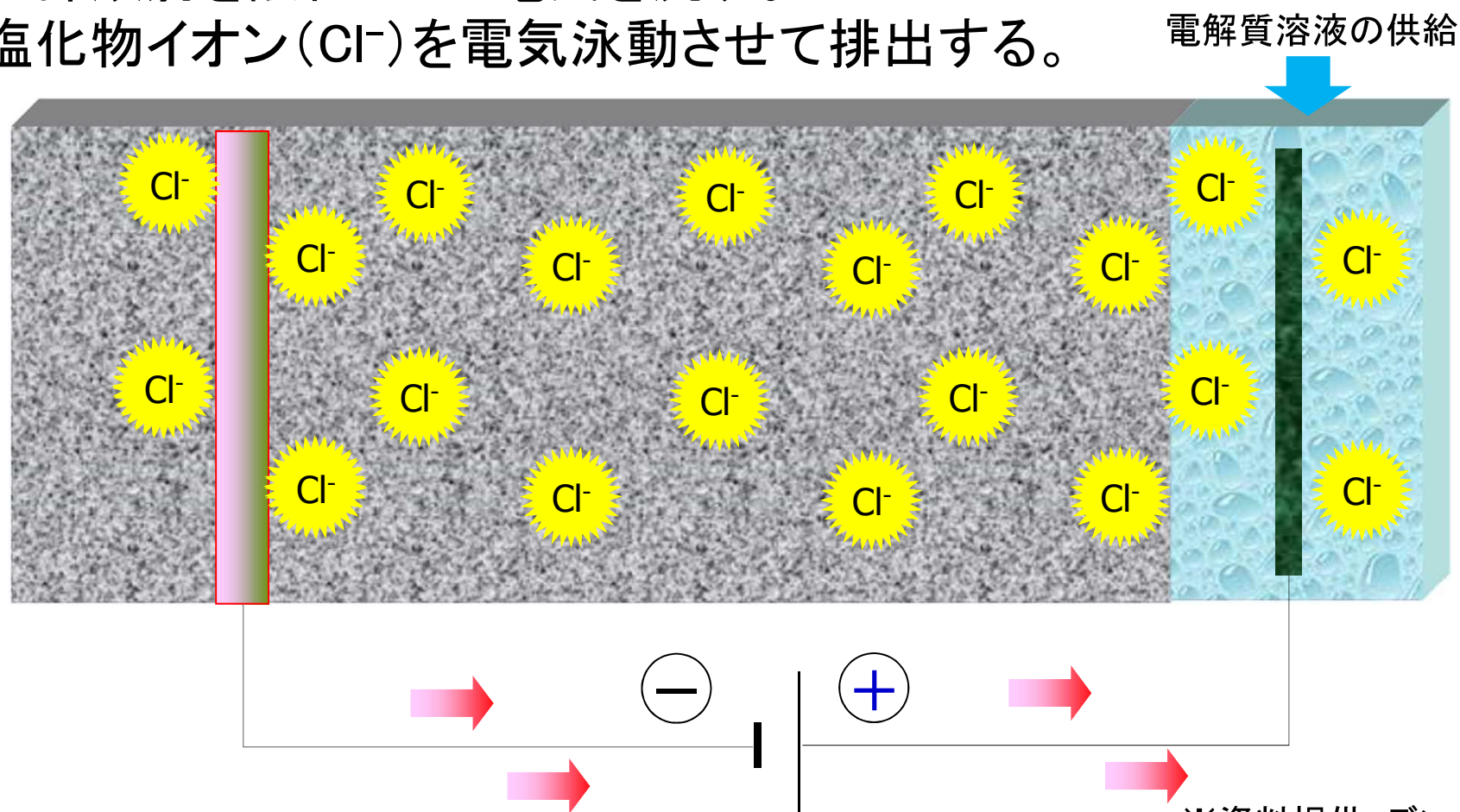


マクロセル腐食



電気化学的補修工法(脱塩)の原理

- ・コンクリート表面に仮設陽極を設けて電解質溶液を供給する。
- ・内部鉄筋を陰極として電気を流す。
- ・塩化物イオン(Cl^-)を電気泳動させて排出する。

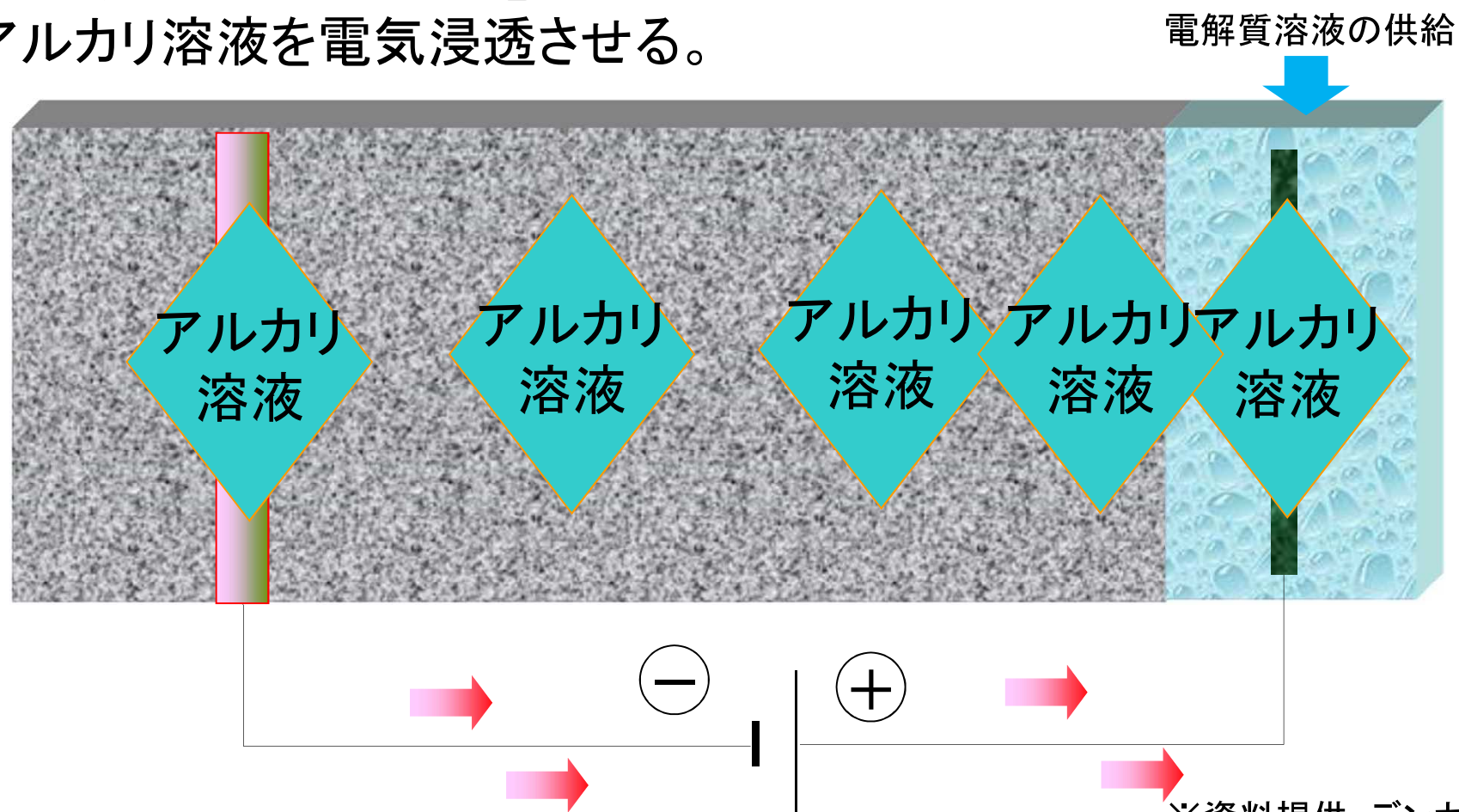


※資料提供: デンカ(株)



電気化学的補修工法(再アルカリ化)の原理

- ・コンクリート表面に仮設陽極を設けて電解質溶液を供給する。
- ・内部鉄筋を陰極として電気を流す。
- ・アルカリ溶液を電気浸透させる。



※資料提供: デンカ(株)



電気化学的補修工法

特長・鉄筋周囲を確実に補修でき、外観変化が少ない

文化財等(大阪城、富山城、横浜市情報文化センター等)に適用

陸上RC構造物に適用する場合の課題

- ・コンクリート表面への**仮設陽極材の保持**
- ・コンクリートと仮設陽極材の間への**電解質溶液の供給**



ファイバー方式



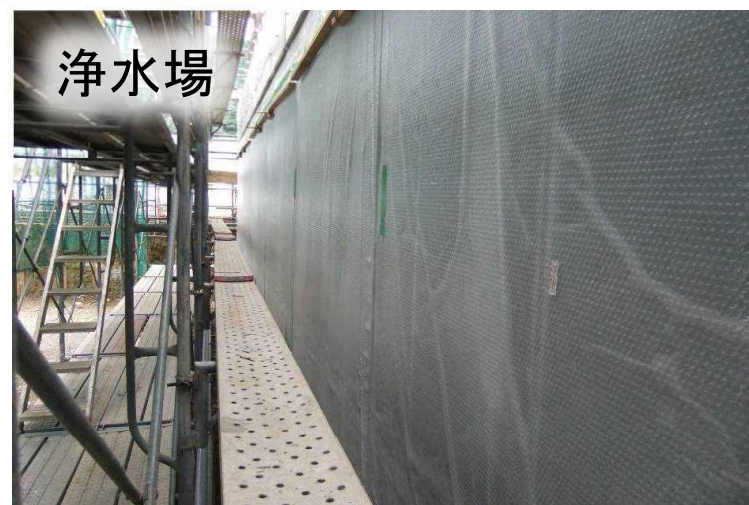
パネル方式



ポンドイング方式

従来の施工方法(陸上RC構造物)

給水養生工法アクアカーテン[HR-110011-VE]



適用面積が200万m²突破(2019年1月)

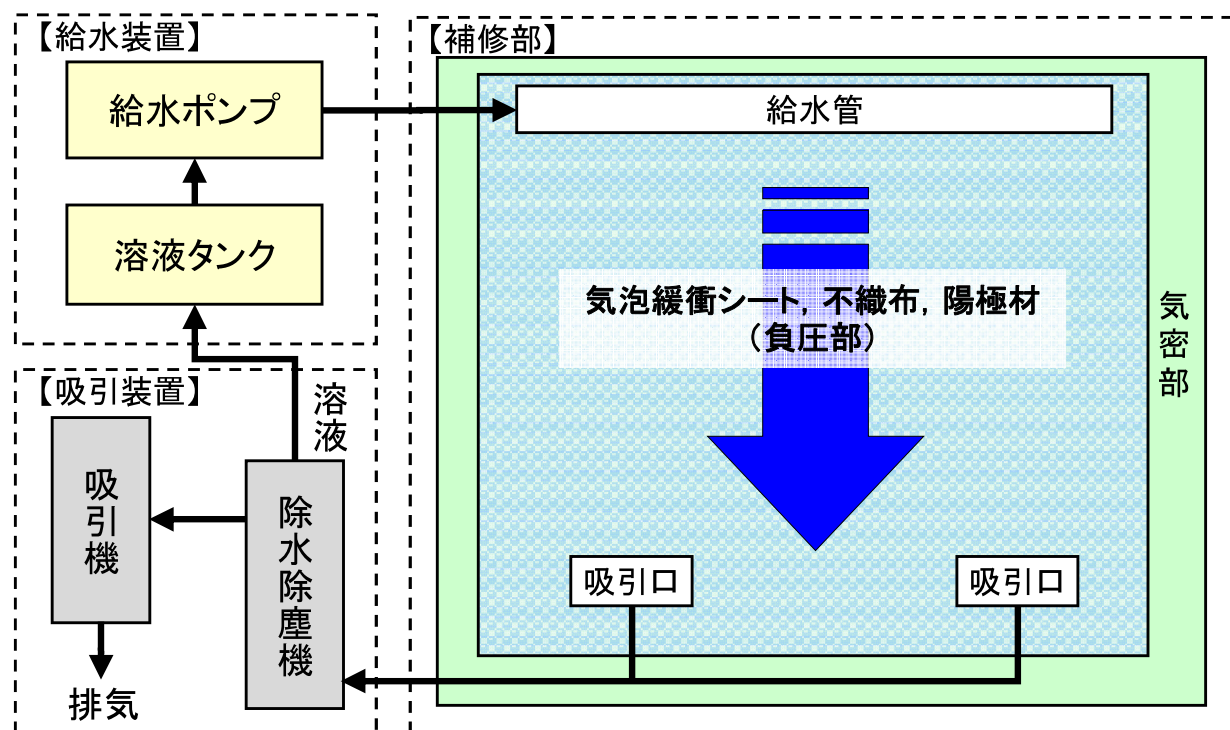


アクアカーテンを応用した施工方法(簡易給水方式)

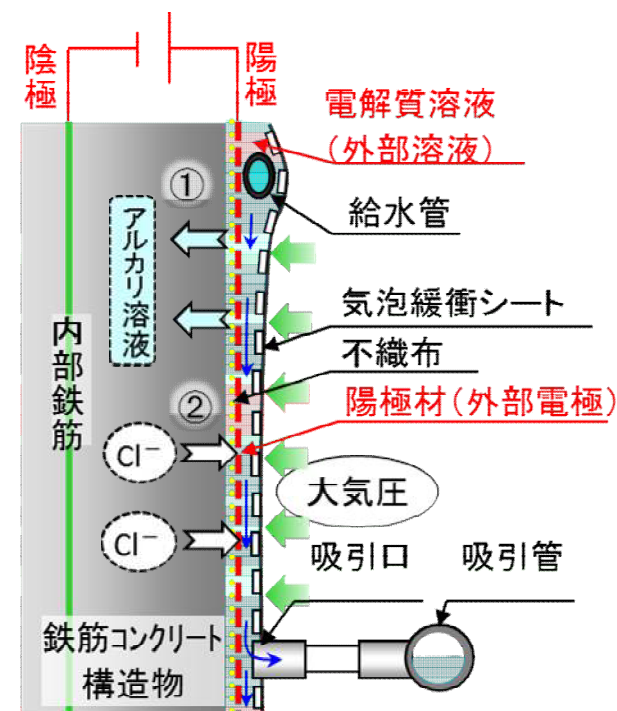
電解質溶液の安定供給、陽極材の安定保持の実現

- ・給水養生装置の改良(除水除塵機による気液分離等)

負圧と給水量を向上



簡易給水方式の仕組み

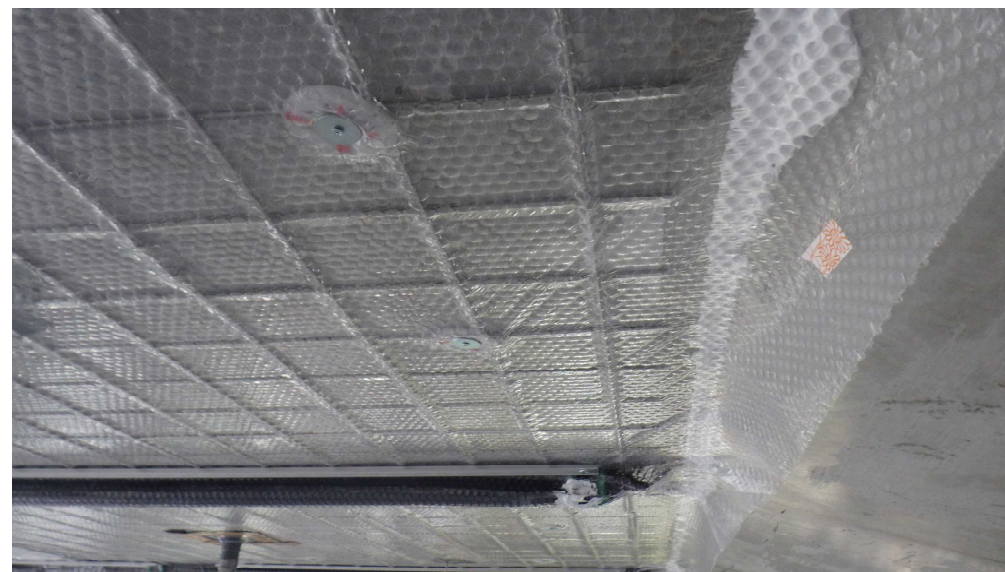
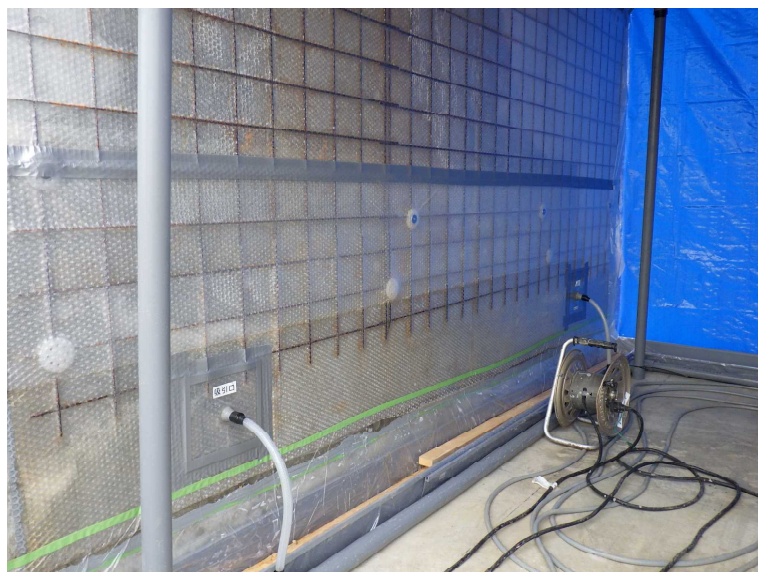


電気化学的補修断面図



簡易給水方式の施工実績

| No. | 工法 | 種別 | 施工面積 | 施工年 |
|-----|--------|-------|------------------|-------|
| 1 | 再アルカリ化 | 建物壁面 | 50m ² | 2015年 |
| 2 | 再アルカリ化 | 建物天井面 | 2m ² | 2016年 |
| 3 | 脱塩 | 棧橋梁部 | 7m ² | 2018年 |
| 4 | 再アルカリ化 | 床版下面 | 39m ² | 2018年 |



簡易給水方式の施工状況



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

- ・1988年に竣工した建物内の壁面（供用年数27年）
- ・中性化深さ：最大30mm、ひび割れ：無し

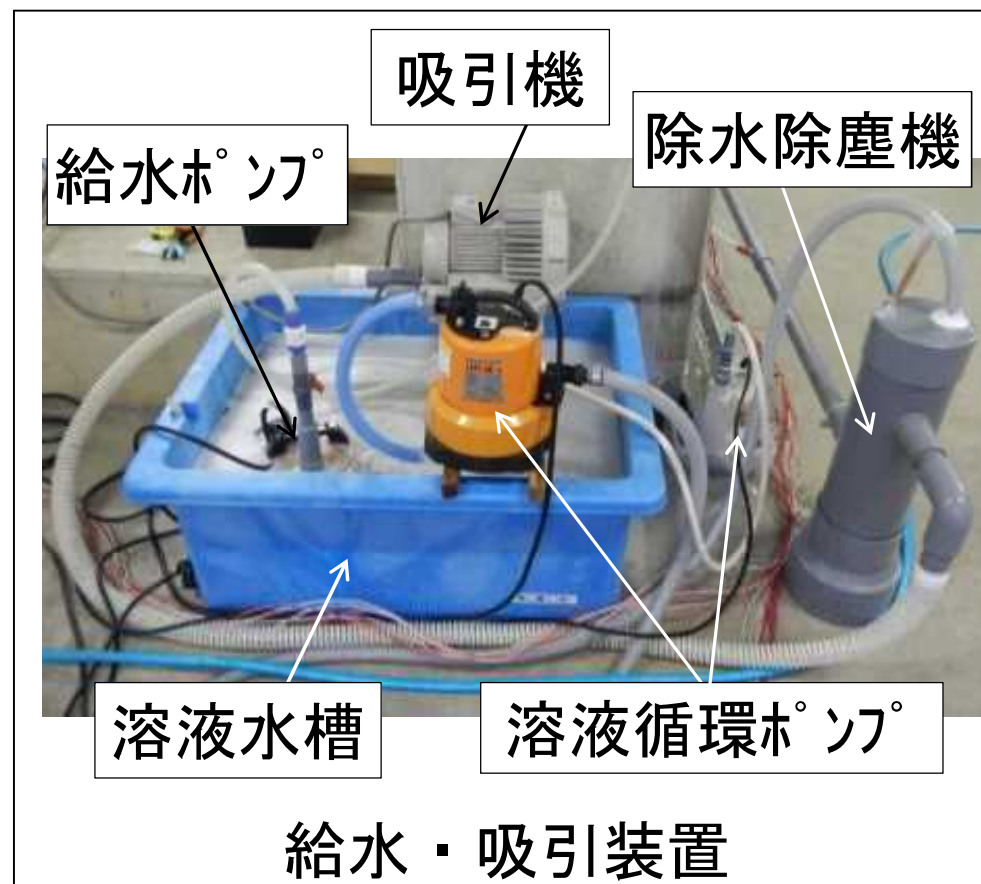
アクアカーテンを用いた再アルカリ化工法を施工
（施工範囲：高さ1.7m，延長30m）

通電条件

- ・電解質溶液：1.2mol/l炭酸カリウム水溶液
- ・電流密度：1.0A/m²で2週間の通電
- ・陽極材：チタンメッシュ
- ・陽極距離：0mm（不織布挿入）

実施工での
一般的な条件

簡易給水方式による再アルカリ化工法 施工事例



良好な作業環境を実現
(粉塵の発生や電解質溶液の飛散が無い)



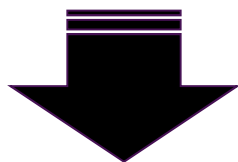
簡易給水方式による再アルカリ化工法 施工事例

施工状況

- ・一般作業員4名で、設置2日、撤去1日で実施
- ・2週間の連続通電実施（シート脱落や漏水など無し）
- ・電解質溶液は、3日に1回の頻度で溶液水槽に補充

再アルカリ化効果

- ・補修前：中性化深さ 30mm



補修後：中性化深さ 0mm



屋内壁面の中性化深さ



簡易給水方式による脱塩工法 施工事例

構造物の概要

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

アクアカーテンを用いた脱塩工法を施工
(施工範囲：約7m²)

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
- ・陽極材：チタンメッシュ
- ・陽極距離：0mm(不織布挿入)

海上施工

溶液の給排水を効率的に実施

簡易給水方式による脱塩工法 施工事例



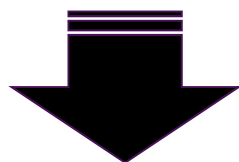
施工状況

- ・フロート足場上で適切な潮位の時間帯のみ作業
- ・2ヶ月間の通電実施
(シートの脱落など無し)

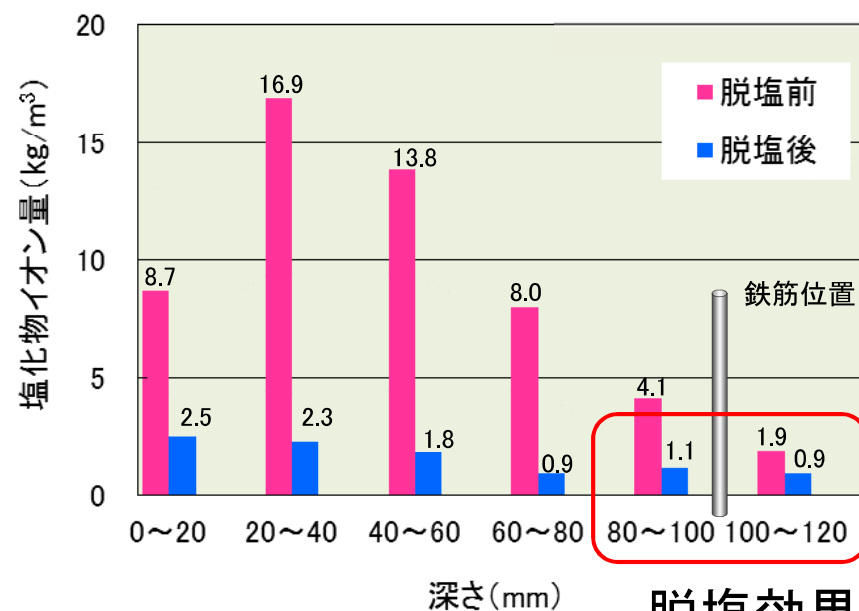


脱塩効果

- ・補修前: 最大16.9kg/m³



補修後: 最大2.5kg/m³
鉄筋周辺約1kg/m³に低減



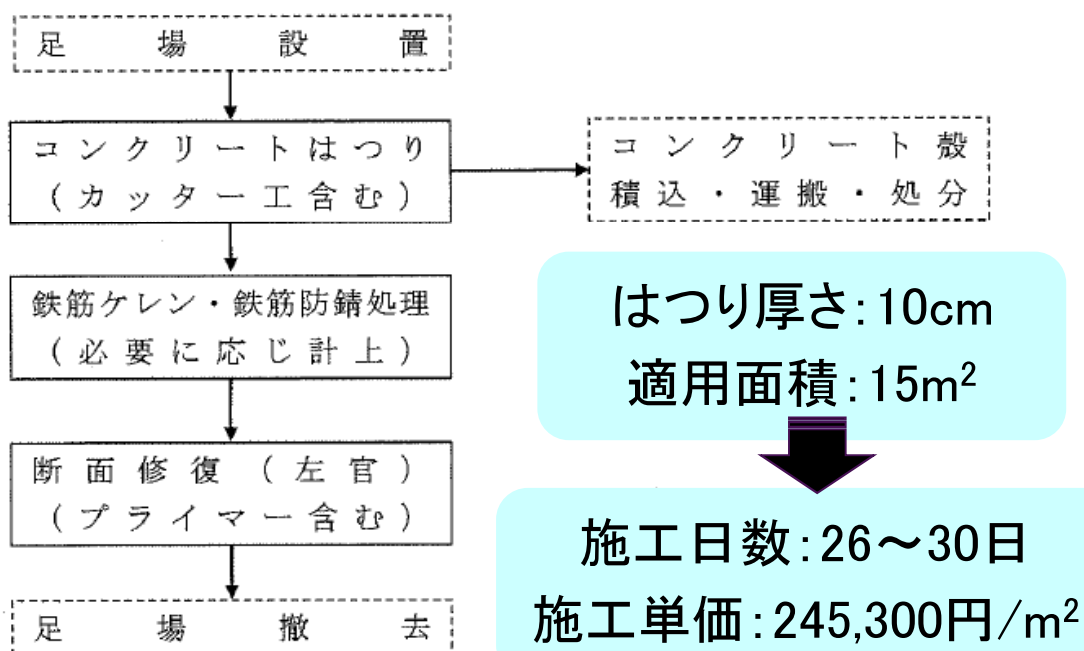
脱塩効果



コスト

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1.5m³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

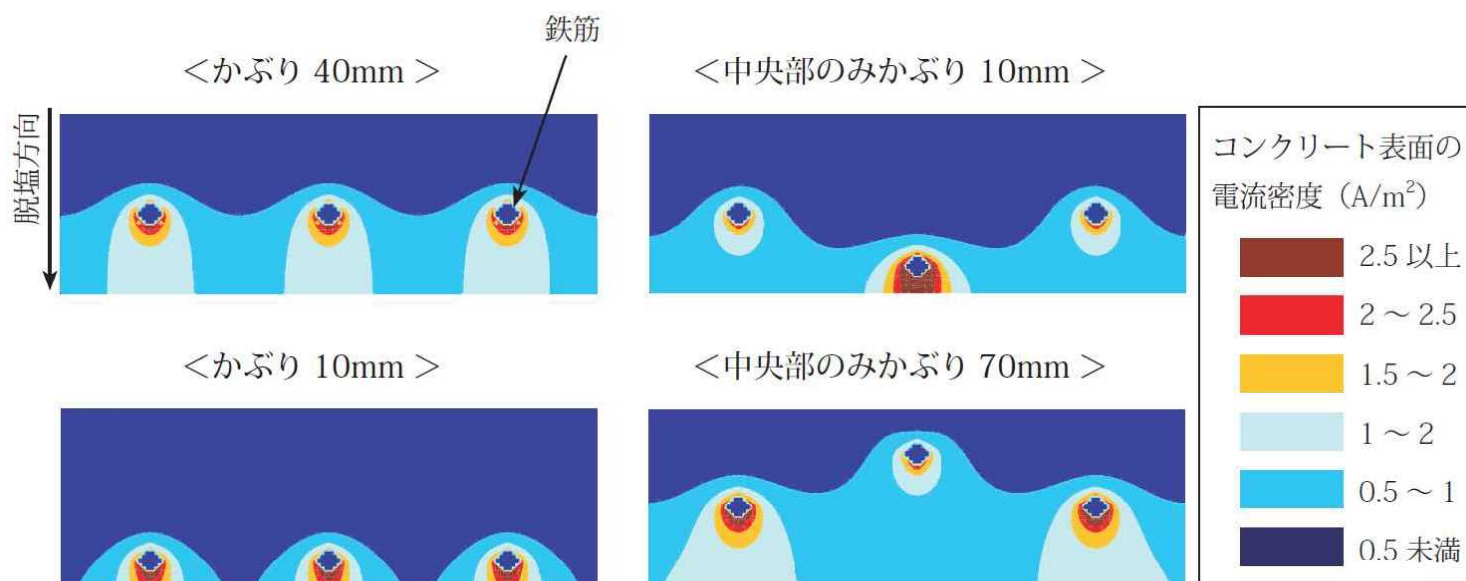
脱塩工法:

100,000円/m²程度



工法の留意点

- ・通電時の電流密度分布は下図のようになり、内部陰極となる鉄筋の配置によって効果に差がある。
- ・脱塩工法の目標は、鋼材近傍の塩化物イオン濃度が腐食発生限界塩化物イオン濃度以下になることである。



※脱塩面の電流密度が平均で $1A/m^2$ になるようにした（解析方法については、付属資料 A 参照）。

かぶりの変化が電流密度分布に与える影響

※出典：土木研究所 塩害を受けたコンクリート構造物の脱塩工法に関する共同研究報告書（平成20年3月）



施工の留意点

- ・アルカリ骨材反応による劣化が懸念されるコンクリート構造物へ電気化学的補修工法を適用する場合には、注意が必要である。
- ・再アルカリ化で約2週間、脱塩で約2ヶ月連続通電するため、商用電源が必要。
- ・適用面に被覆材、絶縁材がある場合は、撤去する必要がある。
- ・再劣化を防ぐためには、表面処理が必要。



ご清聴ありがとうございました



問合せ先



株式会社 安藤・間

(呼称:安藤ハザマ)

技術研究所 土木研究部

〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1

電話:029-858-8813

FAX:029-858-8840

齋藤 淳 atsushi.saito@ad-hzm.co.jp

林 俊斉 hayashi.toshinari@ad-hzm.co.jp