

コンクリートの中性化・塩害対策

電気化学的  
補修工法

# デнкаテクノクリートシステム

再アルカリ化工法

脱塩工法

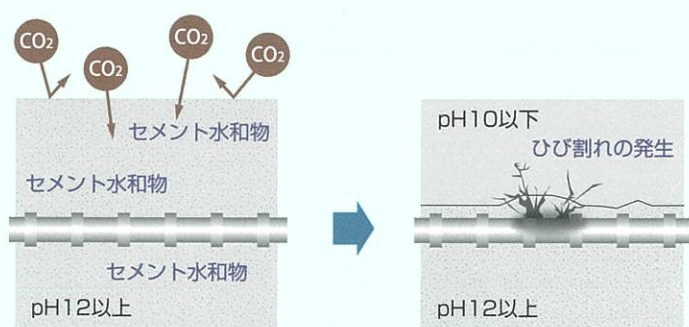


# 再アルカリ化工法とは中性化したコンクリートを健全な状態に再生する工法です

## 再アルカリ化工法

再アルカリ化工法は、中性化したコンクリートにアルカリ性を再付与する電気化学的補修工法です。コンクリート表面に陽極となるアルカリ性電解質を含む外部電極を仮設し、コンクリート中の鉄筋を陰極として直流電流を一定期間流すことで再生します。コンクリート表面のアルカリ性物質は通電により、コンクリート内部に電気浸透するとともに、陰極側（鉄筋）では水の電気分解の反応により水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)が生成しアルカリ性が付与されます。再アルカリ化処理後の鉄筋近傍はアルカリ性物質の浸透と電気分解の反応によりpHが12～13程度まで上昇し、不動態領域であるpH10以上に回復することで鉄筋を再不動態化します。

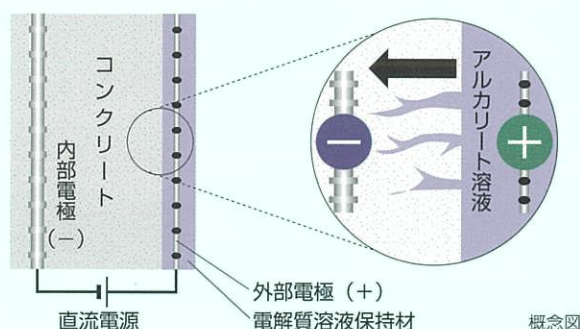
### ●コンクリートの中性化



概念図

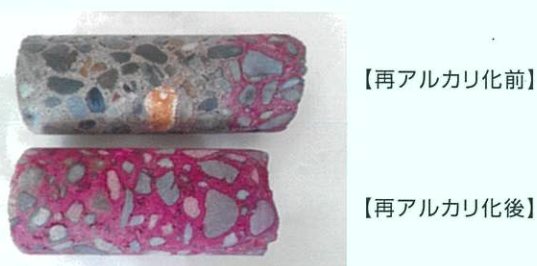
空気中の二酸化炭素や水が、コンクリートの毛細孔・空隙から侵入することにより、水酸化カルシウムが炭酸化しコンクリートのpHを低下させることが原因です。その結果、鉄筋が錆び、その膨張力によってコンクリートを破壊させます。

### ●コンクリート内部にアルカリ性溶液を浸透させて中性化した領域をアルカリ雰囲気にする



概念図

### ●効果確認例



| 中性化対策    |                                                 |
|----------|-------------------------------------------------|
| 目標値      | 中性化深さを0mmにする                                    |
| 効果範囲     | 鉄筋かぶり部分まで<br>(表面側の鉄筋)                           |
| 仮設陽極方式   | 【マット方式】<br>【ファイバー方式】                            |
| 使用陽極材    | スチールメッシュ                                        |
| 電解液保持材   | 【マット方式】<br>保水マット<br>【ファイバー方式】<br>セルロースファイバー     |
| 破損の有無    | ほぼ非破壊                                           |
| 標準通電日数   | 14日間                                            |
| 試験方法     | フェノールフタレイン試験<br>(中性化深さ確認試験)<br>※現場試験            |
| 適用構造物・部位 | 【建築物】<br>基礎、躯体内面・外面<br>(柱・梁・壁・スラブ等)             |
|          | 【土木構造物】<br>橋梁上部工(桁・床版)<br>橋梁下部工、擁壁<br>栈橋、カルバード等 |

詳細は当社ホームページまで!



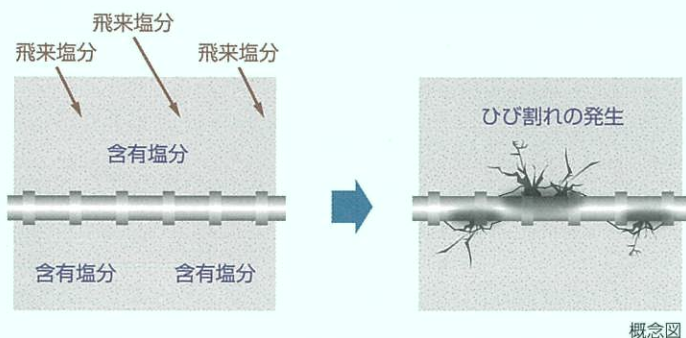


# 脱塩工法とは塩害環境にあるコンクリートを健全な状態に再生する工法です

## 脱塩工法

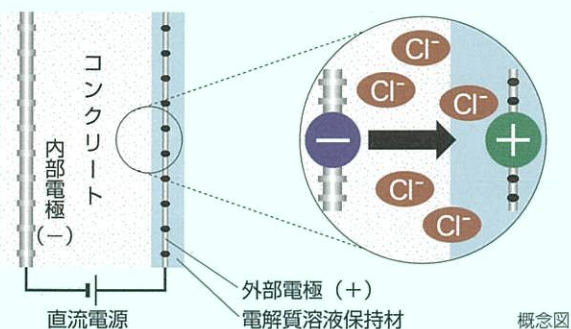
脱塩工法はコンクリート中の塩化物イオンを除去あるいは、低減する電気化学的補修工法です。また、副次的効果として、コンクリート中および鉄筋周囲のアルカリ性を高くし（高アルカリ化雰囲気形成）鉄筋の防食効果を向上させる工法です。内部鉄筋を陰極とし、コンクリート表面に陽極となるアルカリ性電解質を含む外部電極を仮設します。両極間に所定の直流電流を一定期間流すことで、コンクリート中の塩化物イオン( $\text{Cl}^-$ )は外部電極側に泳動します。これにより、コンクリート内部の塩分はコンクリート外に排出されることになります。

### ●コンクリートの塩害

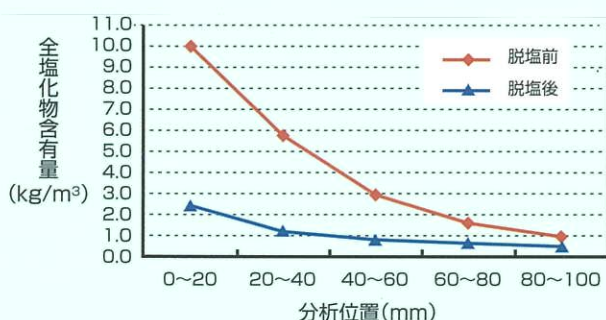


施工時に海砂を使用し、すでに塩分を含有している場合、または海岸近く、あるいは凍結防止剤の使用により、コンクリート中に塩分が侵入した場合、その塩分により鉄筋が錆び、その膨張力によってコンクリートが破壊されます。

### ●コンクリート内部の塩化物イオンを外部に取り出す



### ●塩分分析例



| 塩害対策     |                                                 |
|----------|-------------------------------------------------|
| 目標値      | 鉄筋近傍の塩化物イオン濃度をしきい値以下にする                         |
| 効果範囲     | 鉄筋かぶり部分まで（表面側の鉄筋）                               |
| 仮設陽極方式   | 【マット方式】<br>【ファイバー方式】                            |
| 使用陽極材    | 特殊チタンメッシュ                                       |
| 電解液保持材   | 【マット方式】<br>保水マット<br>【ファイバー方式】<br>セルロースファイバー     |
| 破損の有無    | ほぼ非破壊                                           |
| 標準通電日数   | 56日間                                            |
| 試験方法     | 塩化物イオン量測定<br>※室内試験                              |
| 適用構造物・部位 | 【土木構造物】<br>橋梁上部工（桁・床版）<br>橋梁下部工、擁壁<br>栈橋、カルバード等 |
|          | 【建築物】<br>基礎、躯体内面・外面<br>（柱・梁・壁・スラブ等）             |

詳細は当社ホームページまで！





# 施工概要

(再アルカリ化工法・脱塩工法共通)

## 施工前調査

- ・ ASR反応性の確認
- ・ 中性化深さ確認試験
- ・ 塩化物イオン量測定

## 事前補修

- ・ 内装・仕上げ材の除去
- ・ ひび割れ補修
- ・ 断面修復

## 内部電極設置



## 仮設陽極設置

マット方式

ファイバー方式

## 直流電源装置設置



## 通電

## 効果確認

- ・ 中性化深さ確認試験
- ・ 塩化物イオン量測定

## 仮設陽極撤去

## 施工完了

## 表面被覆

(※必要に応じて)

### マット方式



【保水マット・メッシュ設置状況例】



【ポリカーボネート板設置状況例】



【壁・柱・梁施工例】\*通電中



【塩化物イオン量測定例】

### ファイバー方式



【メッシュ設置状況例】



【ファイバー吹付状況例】



【床版・桁施工例】\*通電中

【再アルカリ化前】

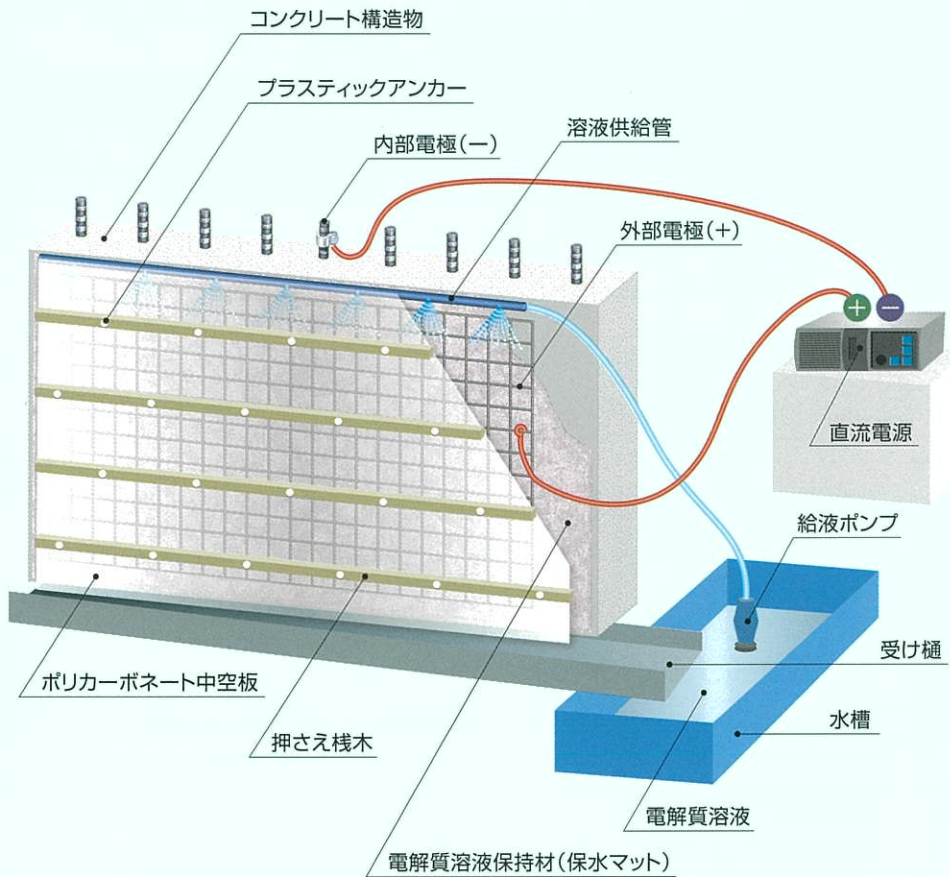


【再アルカリ化後】



## マット方式システム

## MAT SYSTEM



### 特徴

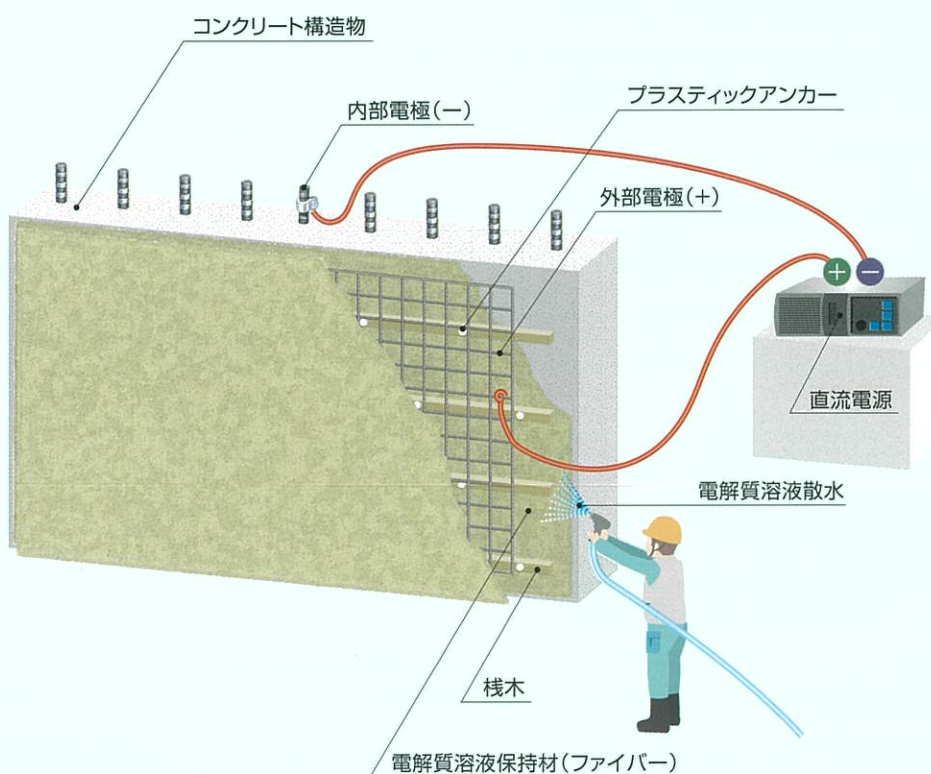
- 電解質溶液はタイマーによる自動運転制御で給液循環し、再利用する。
- 吹付作業が不要でクリーンな作業環境で産廃量を削減し、居ながら改修の実績もあり。



施工例 (橋梁上部工)

## ファイバー方式システム

## FIBER SYSTEM



### 特徴

- ファイバー吹付により、複雑な形状でも施工可能。
- ファイバーは保水性が高く 1日～2日に1回の人力による電解質溶液の散水で施工可能。



施工例 (建築物内部)



# デンカテクノクリートシステムは コンクリート構造物の長寿命化に貢献しています



【脱塩工法 施工例】



【再アルカリ化工法 施工例】



【再アルカリ化工法 施工例】



【再アルカリ化工法 施工例】



【脱塩工法 施工例】



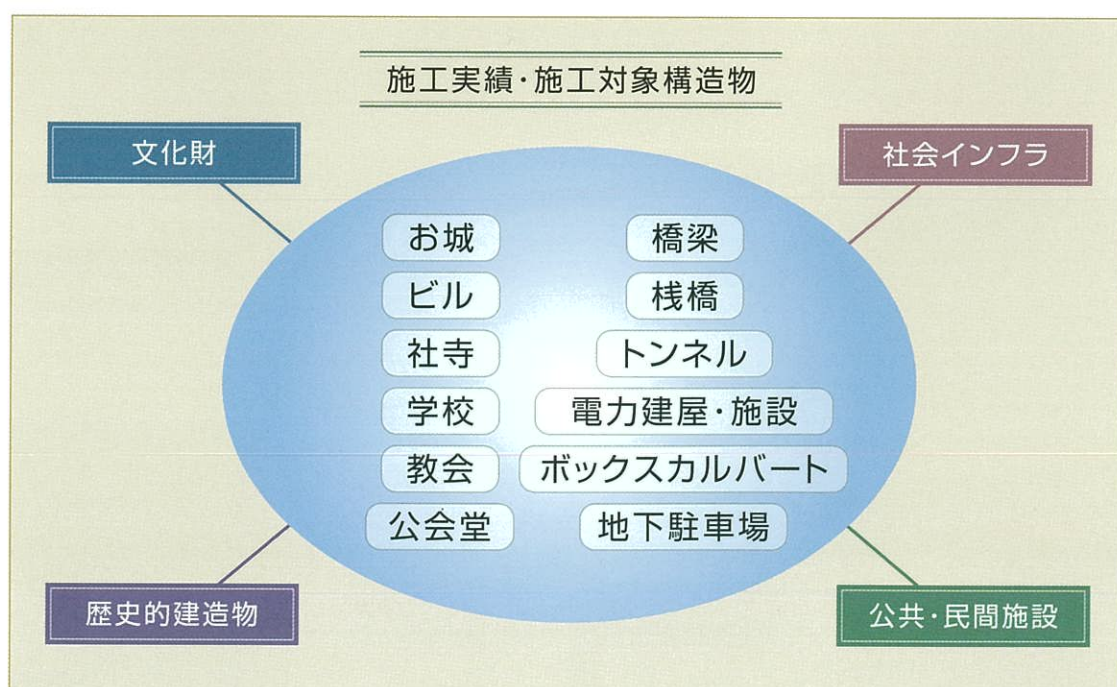
【再アルカリ化工法 施工例】



【脱塩工法 施工例】



【再アルカリ化工法 施工例】





# 工法選定・補修計画につきて

電気化学的脱塩および再アルカリ化工法は、1970年代にノルウェーで開発され、主に北米や欧州で使われ始めて、日本には1992年より導入され、これまで土木・建築分野で豊富な施工実績があります。

劣化または劣化が予測される鉄筋コンクリート構造物に対して一定期間、仮設システムを構築し、通電することで、ほぼ非破壊で外観を変えることなく鉄筋を再不動態化させ、耐久性を大幅に向上させる事が最大の特徴です。また、取り壊しを伴う工法に比べてコスト低減が可能で、効果的かつ環境への負荷も少なくSDGsへの貢献も果たせる社会インフラ維持に欠かせない技術として確立しました。

再アルカリ化工法の適用後は、化学的に安定(平衡)したアルカリ性を長期にわたり維持し、耐久性の高さが確認されています。脱塩工法においては塩害環境下でも鋼材防食環境が長期間維持されており、補修効果の持続性が検証されています。これらについては、各機関における研究成果や論文、報告等が多数寄稿されています。

工法選定や補修計画にあたっては、下表に掲げる各機関から出版されている基準書等を参考にいただけます。弊社では、コンクリート構造物の調査診断、各種試験および補修設計も行っております。

調査や補修計画、技術的な相談については、弊社にお問い合わせください。

## 脱塩および再アルカリ化工法の基準書、マニュアル類 (2022年9月現在)

| 名 称                                 | 発 行 者                    | 出版年    | 概 要                                                    |
|-------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------------------------------------|
| 電気化学的防食工法指針(コンクリートライブラリー 157)       | 土木学会                     | 2020   | 工法設計、施工、維持管理等に関する総合マニュアル。                              |
| 電気化学的防食工法指針(コンクリートライブラリー 157) 附属資料  | 土木学会                     | 2020   | 工法選定の調査、工法選定、LCC等に関する資料や施工事例など関連情報が掲載。                 |
| コンクリート標準示方書(維持管理編)                  | 土木学会                     | 2018   | 劣化への抵抗性の改善を目的として、脱塩・再アルカリ化工法が示されている。                   |
| JAMS4-RC補修・改修設計基準                   | 建築学会                     | 2021   | 脱塩・再アルカリ化工法が予防保全を含め、劣化の進展度合いを問わず適用可能とされている。            |
| JAMS5-RC補修・改修工事標準仕様書                | 建築学会                     | 2021   | 脱塩・再アルカリ化工法が断面修復や表面被覆、表面含浸工法では対応できない場合の特殊工法として推奨されている。 |
| 鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説 | 建築学会                     | 1997   | 特殊工法として脱塩・再アルカリ化工法の原理と適用方法について解説されている。                 |
| 学校施設の長寿命化改修の手引 H26 (耐久性向上編)         | 文部科学省                    | 2014   | 鉄筋の腐食が軽度でひび割れが生じていない場合には再アルカリ化工法および脱塩工法が有効とされている。      |
| 設計要領 第二集 橋梁保全編                      | (株)高速道路総合技術研究所           | 2020   | 鋼材の腐食環境を改善する目的で表面被覆を併用した脱塩工法が推奨されている。(NEXCO各社)         |
| 塩害橋梁維持管理マニュアル(案)                    | 橋梁塩害対策検討委員会 (国交省)        | 2008   | 耐久性を向上させる工法として、鋼材腐食による劣化抑制効果のある再アルカリ化および脱塩工法が紹介されている。  |
| 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     | 土木研究所他                   | 2008   | 脱塩工法による補修計画、設計、施工についての参考ガイドライン。                        |
| コンクリート診断技術                          | 日本コンクリート工学会              | 2020   | 劣化因子の除去と鋼材の不動態化を目的に脱塩・再アルカリ化工法が解説されている。                |
| 歴史的土木構造物の保全                         | 土木学会 歴史的構造物保全技術連合小委員会    | 2010   | RC構造物の修復において脱塩・再アルカリ化工法が有望な手法として、海外での適用事例とともに紹介されている。  |
| ASRに配慮した電気化学的防食工法の適用に関する講習会(資料)     | 日本材料学会                   | 2007   | ASRに配慮した電気化学的防食工法の適用に関するガイドライン(案)が記載されている。             |
| 各種論文、報告書、記事等                        | 土木学会、建築学会、材料学会、コンクリート工学会 | 1992 ~ | 脱塩・再アルカリ化工法の適用性や効果、追跡調査等に関する報告、技術研究、技術的課題等。            |





## 株式会社デンカリノテック

本社 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町1-5-11 日本橋ライフサイエンスビルディング11F TEL.03-5290-5362 / FAX.03-5290-5093

本 社 〒103-0024 東京都中央区日本橋小舟町11-7 ダイセンビルディング4F TEL.03-6328-0660 / FAX.03-6328-0666

大阪営業所 〒530-0017 大阪市北区角田町8番1号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース25F TEL.06-7176-7485

名古屋営業所 〒450-0003 名古屋市中村区名駅南1-24-20 名古屋三井ビルディング新館6F TEL.052-571-4514

九州営業所 〒812-0039 福岡市博多区冷泉町5-35 福岡祇園第一生命ビル6F TEL.092-263-0840

札幌営業所 〒060-0062 札幌市中央区南二条西2-18-1 NBF札幌南二条ビル4F TEL.011-281-2301

町田試験室 デンカ株式会社 デンカイノベーションセンター内 〒194-8560 東京都町田市旭町3-5-1 TEL.042-721-3660

青海試験室 デンカ株式会社 青海工場内 〒949-0393 新潟県糸魚川市大字青海2209 TEL.0255-62-6306

大阪試験室 〒561-0841 大阪府豊中市名神口3-10-5 TEL.06-6333-7717

<http://www.denka-renotec.co.jp>

(株)デンカリノテックはデンカ(株)の100%出資会社です。

再アルカリ化工法・脱塩工法についてのお問合せは

**03-5290-5362**

または当社ホームページ「お問合せフォーム」から 

