

新技術調査表 (1)

掲載No. 0601007

| | | | |
|----|-------------------------|-------|-------------|
| 名称 | デソリート・アルカリート工法 | 作成年月日 | 2006年 3月 3日 |
| | | 更新年月日 | 2020年12月16日 |
| 副題 | コンクリートの電気化学的脱塩・再アルカリ化工法 | 開発年月日 | 1990年10月 日 |

| | | | | | | |
|----|-------------------------------|----------------------|----|---------------------------------------|--------------------------|--|
| 分野 | 1 共通 3 公園 5 海岸 7 その他 | 2 道路 4 河川 6 砂防 | 区分 | 1 材料 2 工法 3 製品 4 機械 5 その他 | 大分類 コンクリート橋上部 橋梁下部 | 特記項目 ・ 塩害劣化補修工法 ・ 中性化劣化補修工法 ・ 耐久性の向上 ・ 非破壊 |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|------|------------|--------------------------------------|--------|-------------------------------|--------------|--|
| 開発会社 | 電気化学工業株式会社 | | | | | |
| 問合せ先 | 会社名 | 株式会社デンカリノテック | 担当部署 | 営業部 | | |
| | 担当者名 | 室川 正範 | TEL | 03-5290-5091 | | |
| | 住所 | 〒100-0006 東京都千代田区有楽町1丁目4番1号 (三信ビル4F) | | FAX | 03-5290-5093 | |
| | ホームページ | www.denka-renotec.co.jp | e-mail | masanori-murokawa@denka.co.jp | | |

【概要】

脱塩・再アルカリ化工法は、コンクリート中の塩化物イオンをコンクリート外へ除去する脱塩工法と中性化したコンクリートを高アルカリ性に回復させる再アルカリ化工法の2つに分けられる。

(脱塩工法)コンクリート表面に取り付けた仮設陽極とコンクリート内部の鋼材との間に1A/m²直流電流を約56日間通電し、劣化因子である塩化物イオンを電気泳動の原理により除去すること且つ、鉄筋近傍での水酸基イオンの発生により高アルカリ雰囲気を作り出し、鋼材腐食を防止させ構造物の耐久性を図る電気化学的補修工法である。

(再アルカリ化工法)コンクリート表面に取り付けた仮設陽極とコンクリート内部の鋼材との間に1A/m²直流電流を約14日間通電し、アルカリ溶液をコンクリート中に電気浸透させ且つ、鉄筋近傍での水酸基イオンの発生により高アルカリ雰囲気を作り出し、鉄筋周囲及びコンクリート中を高アルカリ雰囲気とさせて、構造物の耐久性を図る電気化学的補修工法である。

【特徴】

1. 非破壊による補修工法
2. 工事期間中のみの通電管理
3. 耐久性の向上
4. コストの低減化

脱塩工法

再アルカリ化工法

| 工法 | 通電期間 | 電流密度 | 電解質溶液 |
|----------|---------|-----------------------|------------------|
| 脱塩工法 | 約 56 日間 | 約 1~2A/m ² | ホウ酸カリウム・ホウ酸リチウム等 |
| 再アルカリ化工法 | 約 14 日間 | 約 1A/m ² | 炭酸カリウム等 |

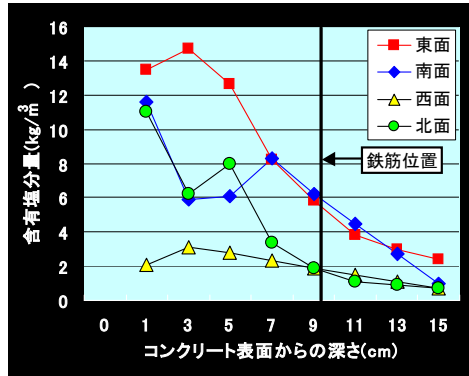
新技術調査表 (2)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|---|-----------------------|-------------------------|------|-------------------|-------|------|--------------|-------|-------------------|-------|------|-----------------|-------|-------------------|-------|------|----------|--------|-------|------|------|-------|-------|-----|-------|------|-----------------|-------|-----|-------|------|------------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-----|-------|------|-----------------------|---------|-----|--|--|-----|
| 実績件数 | 東京都 : 0件 国土交通省 : 7件 その他公共機関 : 20件 民間 : 15件 | 国 土 交 通 省 | 1 技術活用パイロット : 件 2 特定技術活用パイロット : 件 3 試験フィールド : 件 4 リサイクルモデル事業 : 件 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 特 許 | 1 有り | 2 出願中 | 3 出願予定 | 4 無し | (番号 : 3415744 3361387 等 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 実用新案 | 1 有り | 2 出願中 | 3 出願予定 | 4 無し | (番号 :) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 評価 ・証明 | 1 建設技術評価 (番号 :) ・証明年月日 () | | 2 民間開発建設技術 (番号 :) ・証明年月日 () ・証明機関 () | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 新技術情報提供システム[NETIS] (番号 : 登録中) 登録年月日 : 登録中 | | 4 その他 () | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| キーワード | ①安全・安心 2 環境 3 ゆとりと福祉 ④コスト削減・生産性の向上 ⑤公共工事の品質確保・向上 6 リサイクル 7 景観 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 自由記入 非破壊、耐久性の向上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 開発目標 (選択) | 1 省人化 2 省力化 ③作業効率向上 ④施工精度向上 ⑤耐久性向上 6 安全性向上 7 作業環境の向上 8 周辺環境への影響抑制 9 地球環境への影響抑制 10. 省資源・省エネルギー 11. 出来ばえの向上 12. リサイクル性向上 13. その他 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 従来との 比較 | <p>従来の材料名・工法名：断面修復工法</p> <table border="0"> <tr> <td>1 工程</td> <td>①短縮 (脱塩53%再アル79%)</td> <td>2 同程度</td> <td>3 増加</td> <td>】 (全面施工が可能)</td> </tr> <tr> <td>2 省人化</td> <td>①向上 (脱塩16%再アル79%)</td> <td>2 同程度</td> <td>3 低下</td> <td>】 (はつり作業がなくなる)</td> </tr> <tr> <td>3 経済性</td> <td>①向上 (脱塩44%再アル72%)</td> <td>2 同程度</td> <td>3 低下</td> <td>】 (省人化)</td> </tr> <tr> <td>4 施工管理</td> <td>【1 向上</td> <td>②同程度</td> <td>3 低下</td> <td>】 ()</td> </tr> <tr> <td>5 安全性</td> <td>①向上</td> <td>2 同程度</td> <td>3 低下</td> <td>】 (はつり作業がなくなる)</td> </tr> <tr> <td>6 施工性</td> <td>①向上</td> <td>2 同程度</td> <td>3 低下</td> <td>】 (粉塵の低減)</td> </tr> <tr> <td>7 環境</td> <td>【1 向上</td> <td>②同程度</td> <td>3 低下</td> <td>】 ()</td> </tr> <tr> <td>8 汎用性</td> <td>【1 向上</td> <td>②同程度</td> <td>3 低下</td> <td>】 ()</td> </tr> <tr> <td>9 品質</td> <td>①向上</td> <td>2 同程度</td> <td>3 低下</td> <td>】 (電気化学作用のためバラツキが無い)</td> </tr> <tr> <td>10. その他</td> <td>()</td> <td></td> <td></td> <td>()</td> </tr> </table> | | | | | 1 工程 | ①短縮 (脱塩53%再アル79%) | 2 同程度 | 3 増加 | 】 (全面施工が可能) | 2 省人化 | ①向上 (脱塩16%再アル79%) | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (はつり作業がなくなる) | 3 経済性 | ①向上 (脱塩44%再アル72%) | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (省人化) | 4 施工管理 | 【1 向上 | ②同程度 | 3 低下 | 】 () | 5 安全性 | ①向上 | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (はつり作業がなくなる) | 6 施工性 | ①向上 | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (粉塵の低減) | 7 環境 | 【1 向上 | ②同程度 | 3 低下 | 】 () | 8 汎用性 | 【1 向上 | ②同程度 | 3 低下 | 】 () | 9 品質 | ①向上 | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (電気化学作用のためバラツキが無い) | 10. その他 | () | | | () |
| 1 工程 | ①短縮 (脱塩53%再アル79%) | 2 同程度 | 3 増加 | 】 (全面施工が可能) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 省人化 | ①向上 (脱塩16%再アル79%) | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (はつり作業がなくなる) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 経済性 | ①向上 (脱塩44%再アル72%) | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (省人化) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 施工管理 | 【1 向上 | ②同程度 | 3 低下 | 】 () | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 安全性 | ①向上 | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (はつり作業がなくなる) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 施工性 | ①向上 | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (粉塵の低減) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 環境 | 【1 向上 | ②同程度 | 3 低下 | 】 () | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 汎用性 | 【1 向上 | ②同程度 | 3 低下 | 】 () | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 品質 | ①向上 | 2 同程度 | 3 低下 | 】 (電気化学作用のためバラツキが無い) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. その他 | () | | | () | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【歩掛り表】 標準 ・ 暫定</p> <p>【施工単価等】 材工共： (400㎡対象) 脱塩 92,900 円/㎡ (400㎡対象) 再アルカリ化 47,300 円/㎡ [内訳] ファイバー吹付け： (脱塩) 46,600円/㎡ (再アルカリ化) 32,400 円/㎡ 400㎡対象 通電： (脱塩) 34,800円/㎡ (再アルカリ化) 4,400円/㎡ その他： (脱塩) 11,500円/㎡ (再アルカリ化) 10,500円/㎡</p> <p>1. 工程比較 (断面修復工・・・165日 脱塩工・・・77日 再アルカリ化工・・・35日) 2. 省人化 (断面修復工・・・1379人 脱塩工・・・1152人 再アルカリ化工・・・720人) 3. 経済性 (断面修復工・・・166,300円/㎡ 脱塩工・・・92,900円/㎡ 再アルカリ化・・・47300円/㎡)</p> <p>【施工上・使用上の留意点】 ・アルカリ骨材反応が見られる構造物→適用しない。 ・脱塩工法適用する前の調査→アルカリ骨材反応の調査・コンクリートの浮き、ひび割れ調査 ・浮きやひび割れがある部分→導通が得られないので、その部分においては、断面修復する及びひび割れ注入する必要がある。 ・PC構造物 (水素脆化の影響を無くす) →通電方法を断続通電へ (1週間の内5日間通電、2日間通電休止)</p> <p>【参考文献】 ・土木学会コンクリートライブラリー107電気化学的防食工法設計施工指針 (案)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

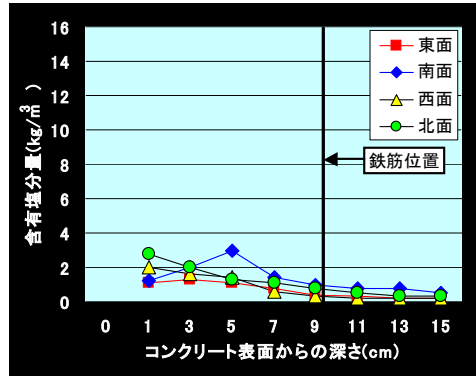
新技術調査表 (3)

脱塩工法による塩化物量の除去量と10年後の外観状況写真を示す。

(旧国道8号線洞川橋橋脚)



脱塩前の塩化物量



脱塩後の塩化物量



脱塩を適用しなかった橋脚の状況
旧国道8号線洞川橋経年比較

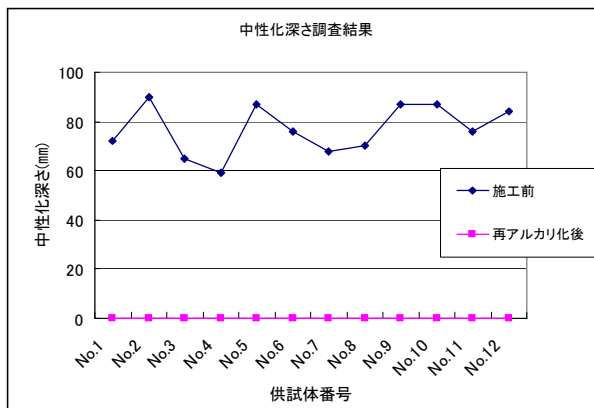


脱塩を適用した橋脚の状況
旧国道8号線洞川橋経年比較

検査・試験データ等

・脱塩工法の適用により耐久性の向上を図ることが確認出来た。

再アルカリ化工法（再アルカリ化工法適用後の中性化深さの結果を示す。）



再アルカリ化工法適用後の中性化深さ



フェノールフタレイン法による結果

・再アルカリ化工法の適用により、鉄筋周囲及びコンクリート中をアルカリ性に回復させることが可能となり、鉄筋近傍で不動態被膜を再生させる。

建設局事業への適用性

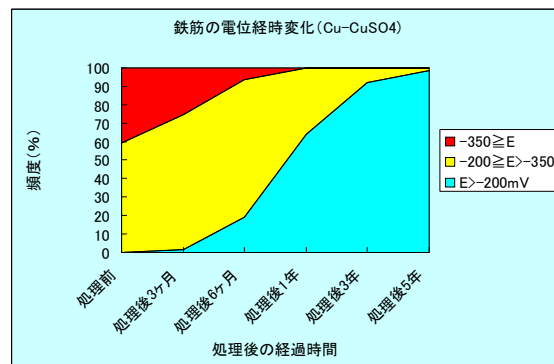
- ・海洋環境下若しくは海岸沿いにある塩害劣化を受けているPC・RC・SRC構造物（橋梁上部工、橋脚、橋台等）。
- ・中性化による劣化を受けているPC・RC・SRC構造物。

新技術調査表 (4)

【脱塩工法の効果】

右図は、実橋における脱塩前・後の鉄筋の電位変化状態を示したものである。

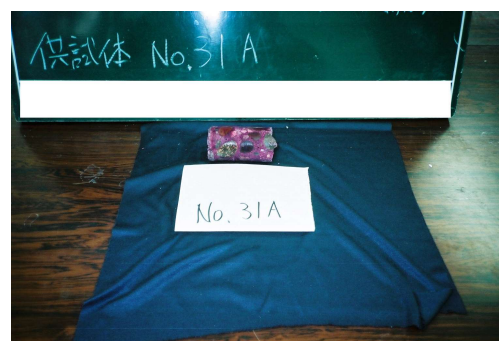
鉄筋の自然電位は、徐々に電位が貴な方向へ移動しており、約5年後には鉄筋電位が全ての部分で -200mV 以上を示した(ASTM-C876の評価では、90%以上の確率で腐食していないこととなる)。この結果、鉄筋に不動態被膜が形成され、防食環境に改善されたことを意味する。



【再アルカリ化工法の効果】



施工前



施工後

上写真は、再アルカリ化の効果確認を実施したものである。再アルカリ化前は、中性化した部分(中性化領域)が約 50mm 程度あったが、再アルカリ化後においては全ての部分でフェノールフタレインに反応し、アルカリ性が回復した。

従来工法との比較 (断面修復工法)

従来技術の問題点

- ① 従来工法は、構造部をはつり取り、劣化因子や中性化している部分を除去するため、構造物を損傷させてしまう(特にPC構造物)。
- ② はつり深さが深くなると、荷重を受けもてなくなったりして、供用しながらの施工が出来なくなる。
- ③ 構造物全面から劣化因子を除去しなければ、マクロセルによる早期再劣化が懸念される。

新技術による改善点

- ① 新技術工法は、非破壊で劣化因子を除去したり、中性化している部分のアルカリ性を回復することが出来るため、構造物を傷めない(プレストレスを解放させない)。
- ② はつりが無いため、供用しながらの施工が可能。
- ③ 構造物全面から劣化因子を除去することが出来るため、マクロセル腐食が無くなる。

新技術調査表(5) 《実績表》

| | 局名 | 事務所名 | 工事件名 | 施工期間 | CORINS 登録 No | |
|--|--|-----------------------|----------------|-------------|--------------|--|
| 東京都における施工実績 | | | | | | |
| | 【評価等がある場合、その内容】 | | | | | |
| 東京都以外の施工実績 (国土交通省・地方自治体・民間等) | 発注者 | 工事件名 | 施工期間 | CORINS 登録No | 区分 | |
| | 北陸地方整備局 | 洞川橋塩害対策試験工事 | H5年6月～H6年8月 | | 1 | |
| | 日本道路公団 | 道路橋塩害対策工事 | H7年9月～H8年3月 | | 1 | |
| | 日本道路公団 | 北陸自動車道牛の谷高架橋 | H8年11月～H9年3月 | | 1 | |
| | 青森県 | 床版補修工事 | H13年4月～H13年7月 | | 1 | |
| | 富山県 | 蟹田橋下部工改修工事 | H16年2月～H16年4月 | | | |
| | 鉄道会社 | 富山民族資料館補修工事 | H15年11月～H16年3月 | | 1 | |
| | 電力会社 | 鉄道高架橋補修工事 | H15年4月～H15年4月 | | 1 | |
| | 日本道路公団 | 某発電所補修工事 | H16年4月～H16年11月 | | 1 | |
| | 日本道路公団 | 親不知海岸高架橋下り線 予防保全工事 | H16年4月～H16年11月 | | 1 | |
| 土木研究所 | 親不知海岸高架橋上り線 予防保全工事 塩害対策試験工事 | H15年4月～H15年7月 | | 1 | | |
| 区分 | 1一般工事 2技術活用パイロット 3特定技術活用パイロット 4試験フィールド 5リサイクルモデル事業 | | | | | |
| <p>【評価等がある場合、その内容】 (JCI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, 2003)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1A/m²の電流密度による脱塩で塩化物量を54%程度低減、2A/m²の電流密度で71%程度低減した。 脱塩によるPCT桁の耐荷力への影響は無かった。 脱塩によるPC鋼材の引張り強度の低下は無かった。 | | | | | | |