

効率施工型再アルカリ化工法の実構造物への適用性に関する検証

西日本旅客鉄道（株） 正会員○小谷 洋平 西日本旅客鉄道（株） 正会員 渡辺 佳彦
西日本旅客鉄道（株） 正会員 荒巻 智 （株）デンカリノテック 正会員 川口 隆憲

1. はじめに

RC 構造物に対する補修工法の 1 つである再アルカリ化工法について、過去に施工した構造物の現地追跡調査結果¹⁾から、長期にわたって性能が持続できていることを確認しており、さらなる適用拡大に向けて効率施工化の検討を行っている。効率施工化とは、従来の施行仕様である電流密度 1A/m²・通電期間 14 日間（以下、従来施工型という）に対して、積算電流量は同一であるが、電流密度 2A/m²・通電期間 7 日間（以下、効率施工型という）へ仕様変更し、工期の短縮を図るものである。効率施工型については、過去に実施した供試体実験の結果、従来施工型と同等の補修性能が確認できた²⁾³⁾ことから、実構造物への適用を行うこととした。本稿では、効率施工型の再アルカリ化工法を適用した実構造物における補修効果、および施工管理上で確認された課題について報告する。

2. 対象構造物

対象構造物は 1970 年に建設された複線 2 柱式 3 径間ラーメン高架橋である。従来施工型との補修効果の比較を行うため、1 径間目に効率施工型を、3 径間目に従来施工型を施工した。なお、補修に先立ち対象構造物の鉄筋腐食度やコンクリートの健全度等を調査した結果を表-1 に示す。

3. 施工概要

高架橋の中間スラブおよび梁を施工対象とし、ファイバー方式（陽極材に鉄製溶接金網 φ2.6mm-100×100mm、アルカリ性溶液は炭酸カリウム水溶液）により実施した。工程表を図-1、施工状況を写真-1 に示す。従来施工型と効率施工型とでは電流密度と通電期間が異なるのみで、施工に用いる通電システムは同じ仕様としている。

4. 補修効果

4.1 中性化深さ

施工前後で、スラブ下面からコアを採取し、フェノールフタレイン法により中性化深さを測定した。測定結果を写真-2 に示す。従来施工型・効率施工型共に、施工後は施工前に中性化していた領域のアルカリ性が回復していることが確認できる。

4.2 コンクリートの pH

コンクリート内部の pH の変化を確認するため、スラブ下面からコアを採取し、粉末法⁴⁾にて測定を行った。測定結果を図-2 に示す。施工後は、従来施工型・効率施工型共に、鉄筋付近において、pH の上昇が確認でき、また、かぶり位置においても pH が 11 以上に回復していることが確認できた。

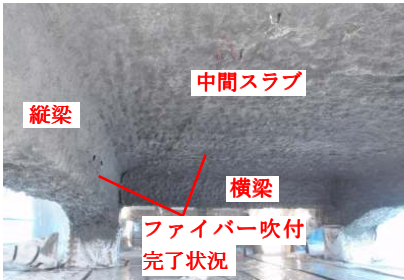


写真-1 施工状況

表-1 補修前調査結果								
工法	電流密度	通電期間	調査位置	鉄筋径	鉄筋腐食度	かぶり (mm)	中性化深さ (mm)	塩化物イオン量 (kg/m ³)
効率施工型	2A/m ²	7日間	中間スラブ	D16 D19	IIa (表面の大部分に腐食) I (部分的に軽微な腐食)	25 41	24.9	0.60
従来施工型	1A/m ²	14日間	中間スラブ	D16 D19	IIa (表面の大部分に腐食) I (部分的に軽微な腐食)	30 46	28.2	0.46

作業名	作業内容	作業日数					
		10	20	30	40	50	60
仮設	足場・電力設備の仮設	●					
劣化・変状調査	変状箇所の確認、補修前調査	●					
下地処理	部分断面修復、導電性異物処理	●	●	●	●	●	●
通電システム組立	電極設置、ファイバー吹付		●	●	●	●	●
通電	通電状況管理、ファイバーの湿潤管理		●	●	●	●	●
通電システム撤去	電極・ファイバー撤去		●	●	●	●	●
全面表面被覆	表面含水率の低下後表面被覆を施工		●	●	●	●	●

図-1 工程表

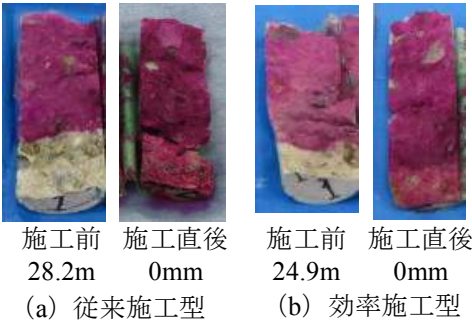


写真-2 中性化深さ測定結果

キーワード 再アルカリ化工法, 中性化, pH, アルカリ濃度分布

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 西日本旅客鉄道（株） 構造技術室 TEL 06-6305-6957

4.3 アルカリ濃度

4.1, 4.2 より, 効率施工型においても, コンクリート中のアルカリ性の回復効果が確認できた. そこで, アルカリ性溶液の浸透状況を確認するため, 施工前後のアルカリ濃度の測定を, 建設省給プロ法「コンクリート中の水溶性アルカリ金属元素の分析方法(案)」に準拠し行った. 測定結果を図-3 に示す. いずれにおいても施工後は, 施工前に比べてアルカリ濃度の上昇が確認され, アルカリ性溶液の浸透が確認できる. 一方, 従来施工型と効率施工型を比較すると, 効率施工型の方が, 特に鉄筋付近でアルカリ濃度が小さいことがわかる. これは効率施工型の方が, コンクリート表面にアルカリ性溶液が接している期間が短いためであると考えられる. この影響による補修効果の持続性については, 今後, 中長期的に追跡確認していく必要があると考えている.

5. 施工管理(通電中の電圧管理)状況

一般的に再アルカリ化工法では, 通電中は一定期間(従来施工型では1回/2日)ごとにアルカリ性溶液を散布することで, アルカリ性溶液をコンクリート内部に十分浸透させるとともに, ファイバーおよびコンクリート表面を湿潤状態に保つことで, 通電中の電圧を安定させている. 今回の施工における, 通電期間中の電圧の推移を図-4 に示す. 従来施工型では通電期間中を通して電圧が安定しているが, 効率施工型では, 電圧が安定しなかったために, アルカリ性溶液の散布頻度を高めて(1回以上/1日), 電圧の管理を行う必要性が生じ, 結果としてアルカリ性溶液の総散布量は従来施工型とほぼ同量となった. この原因として, 効率施工型では, 単位時間当たりに陽極材に流れる電流量が大きかったため, 陽極材が電熱線のように熱を帯びてファイバーやコンクリートが乾燥したこと, また通電期間中に陽極材に錆(写真-3)が発生したことによって, 通電抵抗が上がったためであると考えられる. この点については今後改善の余地があると考えている.

6. まとめ

電流密度 $2\text{A}/\text{m}^2$ ・通電期間 7 日間とする効率施工型の再アルカリ化工法を実構造物に施工した結果, 以下のことが分かった.

- (1) 中性化深さ測定, コンクリートの pH 測定結果より, アルカリ性の回復効果を確認した.
- (2) アルカリ濃度の測定結果より, 施工前に比べてアルカリ濃度の上昇が確認できたものの, 従来施工型に比べると, コンクリート表面からの深さ方向で違いが見られたため, 今後中長期的に補修効果の持続性を追跡確認していく必要があると考えている.
- (3) 今回の施工では, 通電期間中に電圧が不安定となり, 従来施工型以上の頻度でアルカリ性溶液の散布による電圧管理を行う必要性が生じた. この施工管理上の課題については, 今後改善の余地があると考えている.

参考文献:

- 1) 野村倫一 他: 17 年経過した脱塩, 再アルカリ化工法の検討, コンクリート工学年次論文集, vol.34, No.1, pp.1672-1677, 2012.7
- 2) 野村倫一 他: 再アルカリ化処理されたコンクリート中のアルカリ濃度分布, 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, 第 13 巻, pp.523-528, 2013.11
- 3) 笠松大輔 他: 電流密度の異なる再アルカリ化工法における付着応力に関する検討, コンクリート工学年次論文集, vol.37, No.1, pp.1537-1542, 2015.7
- 4) 野村倫一 他: 約 10 年経過した再アルカリ化工法の追跡調査, 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, 第 4 巻, pp.43-46, 2004.10

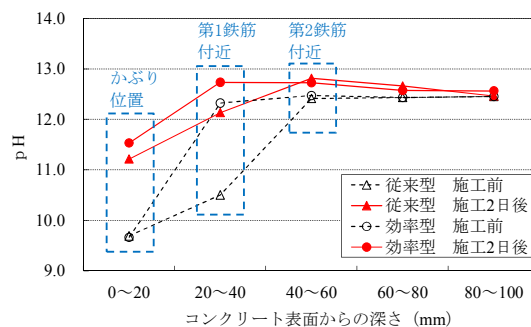


図-2 pH の測定結果

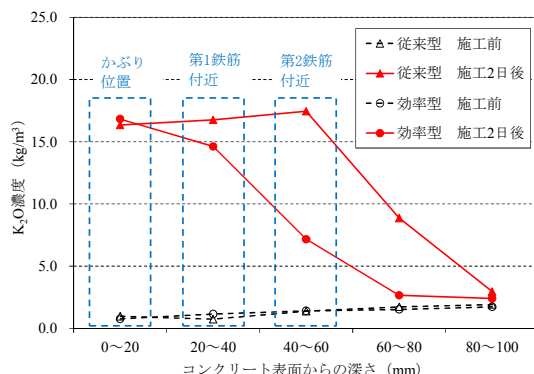


図-3 アルカリ濃度の測定結果

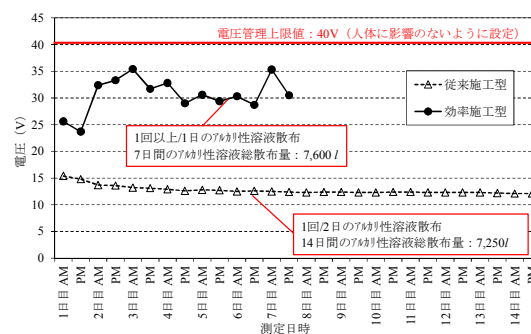


図-4 通電中の電圧測定結果



写真-3 陽極材の錆発生状況 (効率施工型でのみ発生)