

凍結防止剤が散布される高速道路のPC橋におけるグラウト再注入の補修効果

(株)ピーエス三菱 正会員 ○鴨谷 知繁 白水 祐一
西日本高速道路(株) 正会員 松井 隆行 安里 俊則 佐溝 純一

1. はじめに

現在、高速道路の特定更新工事や大規模修繕工事等において、既設ポストテンション方式PC橋(以下、PC橋)のグラウト充填不足に対する補修メニューの一つとして、PCグラウトの再注入(以下、再注入)が行われている。高速道路では、気温が低下する冬季においても利用者が安全・安心に走行できるよう、計画的に塩化ナトリウム等の凍結防止剤を散布している。このような環境の下、高速道路のPC橋にグラウト充填不足が存在する場合、塩化物イオンが路面排水とともにシース内部に多量に侵入し、PC鋼材の腐食が生じる可能性がある。このようなPC橋を対象とした再注入工法の選定では、PC工学会の指針¹⁾に示されるように、充填性、防錆効果、施工性などへの考慮に加え、高濃度の塩化物イオンに起因する再劣化への留意が必要である。

本稿では、高速道路のPC橋を対象に、PC建協の手引き²⁾に記載される再注入工法の一つである40%亜硝酸リチウム水溶液の注入と亜硝酸リチウム添加補修材の充填によるグラウト再注入工法(以下、本工法)を試験的に適用し、補修後の自然電位モニタリング結果に基づいて実橋梁における補修効果について検証したので報告する。

2. 対象橋梁および対象ケーブルの概要

対象橋梁は、1970年に供用開始され、凍結防止剤散布量が年間20t/km程度である高速道路のPC橋である。図-1に示すように桁高1.15mの主桁(T桁)10本により構成されている単純ポストテンション方式PC橋であり、橋長は27.6m、有効幅員13mである。図-2に示すように主桁1本あたり、5本の上縁定着ケーブルと5本の端部定着ケーブル(いずれも12φ7mmシース径45mm)が配置されている。

試験施工という位置づけから補修対象は、点検時に主桁下フランジ部に主ケーブルに沿ったひび割れが確認され、その後のグラウト充填調査で、グラウト充填不足、シース内の滞水およびPC鋼材の腐食が確認された高欄側の耳桁のみとし、2018年1月～2月に充填不足が確認された主ケーブルに対して本工法による補修を実施した。

表-1にモニタリング対象とした上縁定着ケーブルのC1およびC2の起点側ウェブ上方部における補修前の劣化状況を示す。C1、C2ともにPC鋼材に腐食が生じており、精製水を浸み込ませた綿棒によるPC鋼材表面の拭取りと精製水への塩化物の溶出を数度繰り返して作成した検水に含



図-1 対象橋梁の断面図(支間中央部)

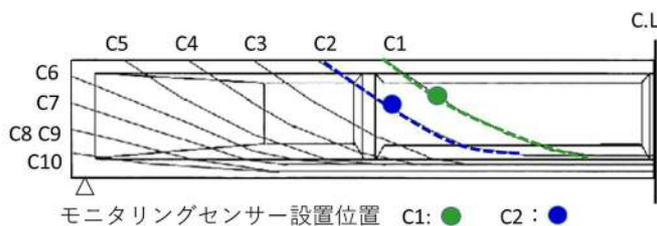


図-2 主ケーブル配置およびセンサー設置位置図

表-1 モニタリング対象ケーブルの劣化状況

No.	補修前の状況	塩化物イオンの有無※ (拭取り法測定値)	検水の塩化物イオン測定状況
C1		有 (75ppm)	
C2		有 (150ppm)	

※判定基準：10ppm以上は有、10ppm未満は微量or無

キーワード 高速道路, グラウト再注入, 亜硝酸リチウム, 凍結防止剤, 腐食

連絡先 〒530-6027 大阪市北区天満橋 1-8-30 株式会社ピーエス三菱大阪支店 TEL 06-6881-1172

まれる塩化物濃度を検知管により測定する方法(拭取り法)により塩化物イオンを測定した結果、雨水に含まれる同イオン濃度(10ppm程度)を大きく上回る値が測定された。この結果より、凍結防止剤が路面排水とともに上縁定着ケーブルの定着部背面コンクリートからグラウト充填不足部へ侵入したことがPC鋼材の腐食の主要因と推察された。

3. 自然電位モニタリングの概要および結果

モニタリング項目はPC鋼材の自然電位をとした。自然電位測定用のモニタリングセンサーは、図-3に示す既報³⁾でも使用した汎用品とし、補修後図-2に示す位置のPC鋼材近傍に埋設した。測定は、図-4に示すように配線配管の設置後、ポテンシオガルバナスタットに接続し補修後900日まで実施した。なお、2018年については季節の影響を把握するため各季節に、2019年と2020年は気温が高く腐食反応が活発化する夏季に測定を実施した。

自然電位のモニタリング結果を図-5に、評価指標となるASTM基準⁴⁾を表-2に示す。C1、C2ともに補修直後よりASTM基準で「90%以上の確率で腐食なし」を示す閾値である-200(mV vs CSE)より貴な値を継続しており、一般道のPC橋に対し本工法を適用した結果³⁾と同様の傾向を示した。2018年の測定値に着目すると高温となる7月の夏季に卑化する傾向が認められたものの、それ以降の夏季はC1、C2ともに貴化傾向を示しており、橋面からの漏水や再劣化が想定される卑化傾向は示さなかった。以上より、対象橋梁において本工法による補修効果が良好な状態で確保されていると評価された。

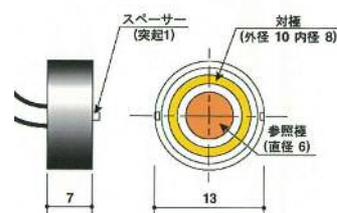


図-3 モニタリングセンサー

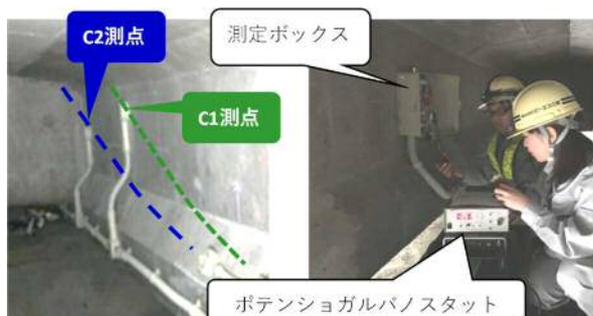


図-4 モニタリング状況

4. まとめ

凍結防止剤を散布する高速道路のPC橋においてグラウト充填不足部に生じたPC鋼材の腐食に対する補修を実施した。40%亜硝酸リチウム水溶液の注入と亜硝酸リチウム添加補修材の充填によるグラウト再注入工法を試験的に適用し、その後の自然電位モニタリングを定期的に行った結果、多量の塩化物イオンのシース内への侵入が確認された上縁定着ケーブルであっても、一般道のPC橋で得られた結果と同様に、ASTM基準で「90%以上の確率で腐食なし」を示す閾値である-200(mV vs CSE)より貴な値を補修後900日間継続して示したことから、本工法は高速道路のPC橋においても良好な補修効果を発揮することが確認された。

参考文献:

- 1) プレストレストコンクリート工学会: 既設ポストテンション橋のPC鋼材調査および補修・補強指針,2016
- 2) プレストレスト・コンクリート建設業協会: プレストレストコンクリート構造物の補修の手引き[PCグラウト再注入工法]
- 3) 鴨谷知繁, 石井浩司, 森川英典, 竹本修: 亜硝酸リチウム水溶液先行注入型補修材充填工法により補修した既設PCT橋の自然電位モニタリング, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.1, pp.1589-1594, 2019
- 4) ASTM C 876-91 : Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete

謝辞: 本工法の開発および実橋における補修効果評価については、神戸大学大学院森川英典教授にご指導いただいた。ここに感謝の意を表します。

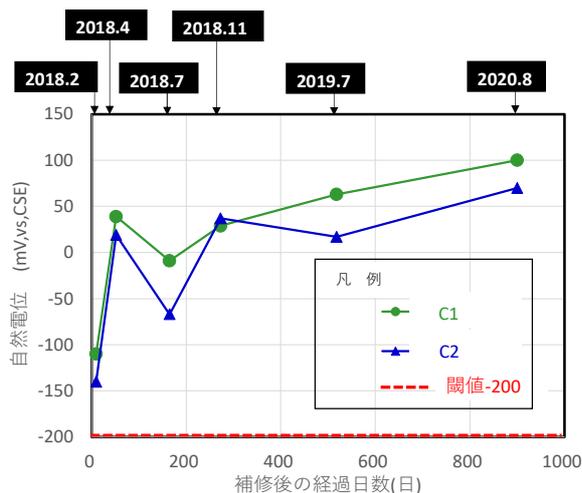


図-5 自然電位モニタリング結果

表-2 ASTM基準

自然電位 (mV vs CSE)	鉄筋腐食の可能性
-200<E	90%以上の確率で腐食なし
-350<E≤-200	不確定
<E≤-350	90%以上の確率で腐食あり