

亜硝酸リチウムを用いたグラウト再注入補修を行った既設 PC 橋における
PC 鋼材の自然電位モニタリング

(株)ピーエス三菱 正会員 ○鴨谷 知繁 石井 浩司
神戸大学大学院 正会員 森川 英典

1. はじめに

近年、既設のポストテンション方式 PC 橋において、凍結防止剤のグラウト未充填部への侵入に起因する PC 鋼材の著しい腐食や破断が報告されている。著者らは、既報においてこのような腐食した PC 鋼材に対して、シース内へ亜硝酸リチウム水溶液を注入後、セメント系の補修材を充填する補修工法を開発し実橋梁への適用を行っている^{例え}ば¹⁾。また一般に補修工法の効果や耐久性については、事前の実験的もしくは解析的検討に基づいて確認されるだけでなく、実構造物への適用後の補修効果の確認が強く望まれている。そこで本稿では、PC グラウト充填不足部を有した既設 PCT 桁橋(2 橋)に対して、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)による補修を実施し、長期的な補修効果の評価を目的に、補修部の PC 鋼材近傍に自然電位を測定できるセンサ(以下、センサ)を設置し鋼材腐食抑制効果に関する電気化学的なモニタリング(以下、モニタリング)を実施したので報告する。

2. モニタリング対象橋梁およびケーブル

モニタリングを実施した橋梁は、写真-1 に示すように、東北地方の H 橋¹⁾と中部地方の S 橋²⁾である。いずれも上縁定着ケーブルにグラウト充填不足が生じていた既設ポストテンション PCT 桁橋であり、H 橋については 2012 年、S 橋については 2013 年に本工法および橋面防水等による補修が実施された。写真-1 に示すようにモニタリング対象ケーブルは、いずれも上縁定着ケーブルで H 橋については P1-P2 径間 G1 桁の C2 ケーブル(終点側)および C3 ケーブル(終点側)の 2 箇所、S 橋については A1-A2 径間 G1 桁の C3 ケーブル(終点側)および C4 ケーブル(終点側)の 2 箇所である。写真-1 に示す位置においてシース内部の調査を行った結果を表-1 に示す。

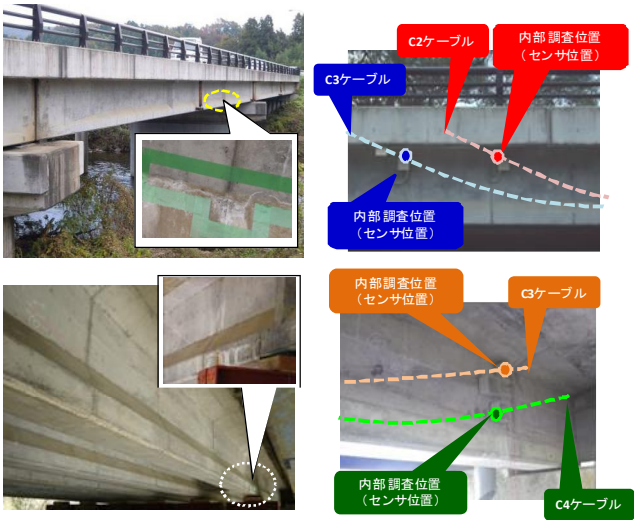


写真-1 対象橋梁の外観とモニタリング対象
ケーブル (上：H橋，下：S橋)

表-1 モニタリング対象ケーブルの内部調査結果

橋梁	ケーブル	補修前の状況	塩化物イオンの侵入	橋梁	ケーブル	補修前の状況	塩化物イオンの侵入
H橋	G1桁 C2ケーブル (終点側)	 腐食軽微	無しまたは微少 〔既設グラウト中の 塩化物イオン量 0.19kg/m ³ 〕	S橋	G1桁 C3ケーブル (終点側)	 著しい腐食	有り 〔拭き取り法 PC鋼材錆層内の 塩化物イオン：有〕
	G1桁 C3ケーブル (終点側)	 著しい腐食	有り 〔既設グラウト中の 塩化物イオン量 1.90kg/m ³ 〕		G1桁 C4ケーブル (終点側)	 著しい腐食	有り 〔拭き取り法 PC鋼材錆層内の 塩化物イオン：有〕

キーワード モニタリング，グラウト再注入，自然電位，亜硝酸リチウム，PC 橋，補修
連絡先 〒104-8215 東京都中央区晴海 2-5-24-3F 株式会社ピーエス三菱技術本部 T E L 03-6385-8054

H 橋の C2 ケーブル(終点側)では腐食が確認されなかったが、その他 3 ケーブルでは著しい腐食が確認された。著しい腐食の発生要因の推定を目的に H 橋については既設グラウト中の塩化物イオン量調査¹⁾、S 橋については抜き取り法³⁾による PC 鋼線表面錆層内部の塩化物イオン調査を実施した結果、凍結防止剤に起因する塩化物イオンのグラウト充填不足部への侵入が確認された。

3. モニタリング概要

本工法による補修後、写真-2 に示す位置において亜硝酸リチウム添加補修材を PC 鋼材近傍まで除去し、図-1 に示すセンサの埋設および配線の設置を行い、ポテンショガルバノスタットを用いて PC 鋼材の自然電位を 1 回/年の頻度で測定した。

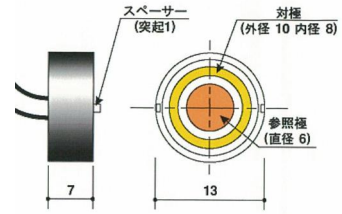


図-1 センサの概要

4. 試験結果

自然電位の測定結果を図-2 に示す。また表-2 に評価指標となる ASTM 基準を示す。S 橋、H 橋の全ケーブルの自然電位は腐食の程度に関わらず、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) より大幅に貴な値である 50~200 (mV vs CSE) で推移し、橋面からの漏水や再劣化に起因するような経年的な卑化傾向も示さなかった。以上より、モニタリング対象ケーブルにおいては本工法による補修直後に得られた補修効果が良好な状態で確保されていると評価された。

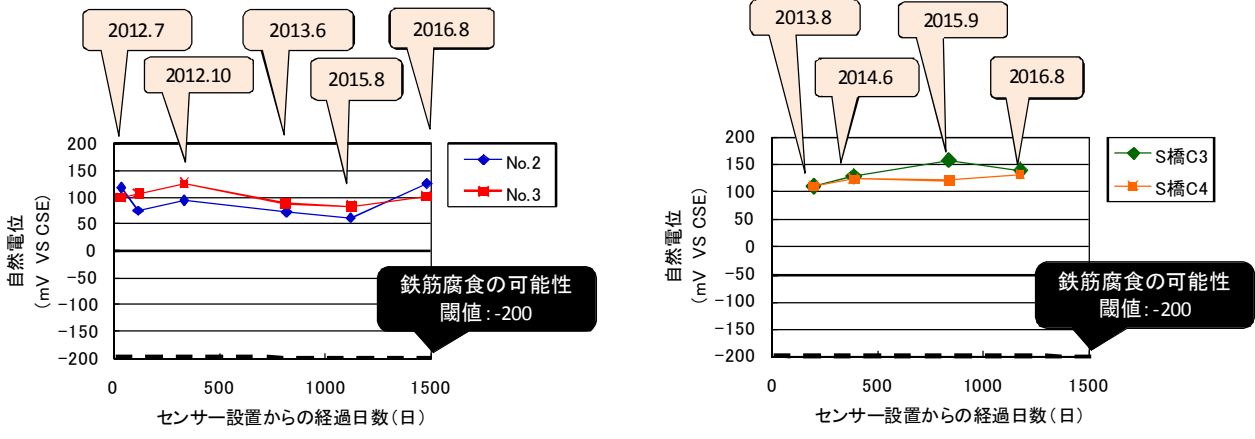


図-2 自然電位の測定結果（左：H橋 右：S橋）

5. まとめ

凍結防止剤に起因すると推察される著しい腐食を生じた既設ポストテンション PCT 桁橋の PC ケーブルに対し、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補修を行い、自然電位を定期的に 3~4 年間測定した結果、補修効果が良好な状態で確保されていると評価された。

謝辞

本モニタリングの実施に際し、御理解と御協力を頂きました対象橋梁の管理者各位に感謝申し上げます。

参考文献

1) 鴨谷，蝦名，青山，森川：亜硝酸リチウムを用いた PC グラウト充填不足部の新しい補修方法の腐食抑制効果と実橋への適用事例，コンクリート工学，Vol.50，No.12，pp.1084-1091，2012
2) 鴨谷，岡林，飯塚，飯田：グラウト充填不足を有する PC 橋の長寿命化-亜硝酸リチウム水溶液を用いた新技術の適用-，プレストレストコンクリート，Vol.56，No.1，pp.17-22，2014
3) 鴨谷，中司，石井，森川：グラウト充填不足部の亜硝酸リチウム水溶液注入補修の品質管理に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.907-912，2015

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