

リパッシブ工法の既設 PC 橋における腐食抑制効果 —実構造物における電気化学的モニタリング—

大阪支店
技術本部

開発営業部
技術部

鴨谷知繁
石井浩司

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。当社では、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リパッシブ工法を開発し実橋梁への適用を行っている。また、工法の効果や耐久性については、実験的もしくは解析的検討に基づくだけでなく、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、リパッシブ工法 H グレード(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)による補修を実施した後、長期的な腐食抑制効果の評価を目的に、補修部の PC 鋼材近傍に自然電位をモニタリングできるセンサーを設置し、継続的な鋼材腐食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

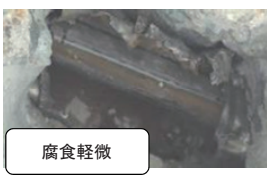
モニタリングを実施した橋梁は、写真-1 に示すように、東北地方にある H 橋と中部地方に S 橋である。いずれも上縁定着ケーブルにグラウト充填不足が生じていた既設ポストテンション PCT 桁橋であり、H 橋については 2012 年、S 橋については 2013 年に本工法お

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。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。



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)

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, S 橋については図-1 に示すような拭き取り法による PC 鋼線表面錆の付着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。



図-1 拭き取り法の概要 (一例)

3. モニタリング概要

リパッシブ工法による補修後, 写真-1 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-2 に示すセンサーの埋設および配線の設置を行い, ポテンショガルバナスタットを用いて PC 鋼材の電気化学的計測を 1 回/年の頻度で測定した。

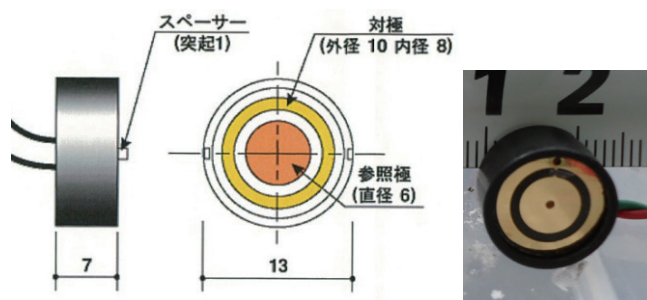


図-2 センサーの概要

4. 試験結果

電気化学的計測の一例として自然電位の測定結果を図-3 に示す。また表-2 に評価指標となる ASTM C 876 による基準(以下, 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 $50 \sim 200$ (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リパッシブ工法により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。

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, リパッシブ工法 (H グレード) によるグラウト再注入補修を行い, 自

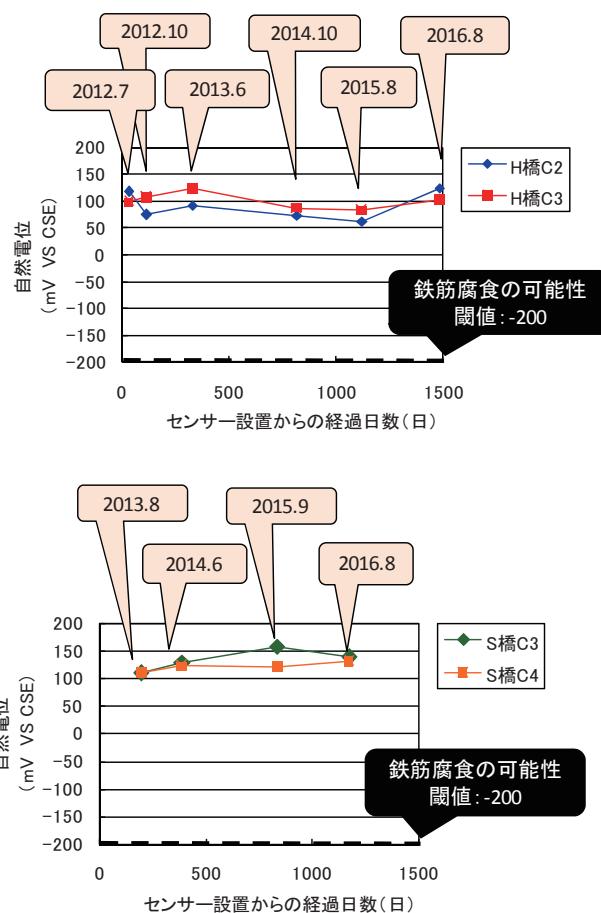


図-3 自然電位の測定結果 (上: H 橋 下: S 橋)

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
$-350 < E \leq -200$	不確定
$E \leq -350$	90%以上の確率で腐食あり

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

実橋モニタリングの実施に際しては, 神戸大学大学院森川英典教授にご指導いただくとともに, 対象橋梁の管理者各位に多大なる御理解と御協力を賜りました。各位に感謝申し上げます。

Key Words: リパッシブ工法, 既設 PC 橋, 電気化学的モニタリング, 自然電位



鴨谷知繁



石井浩司