

凍結防止剤散布環境下の高速道路におけるリパッシブ工法の補修効果

大阪支店	土木営業部	鴨谷知繁
大阪支店	土木技術部	岡下裕一
大阪支店	土木技術部	武智愛
大阪支店	土木技術部	山村智

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対策として、PC グラウト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走行車両が安全・安心に走行できるよう、気象変化に応じて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 PC グラウト再注入工法の選定では、PC 工学会の指針に示されるように、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 建協の手引きに記載される PC グラウト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工法(以下、リパッシブ工法)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、写真-1 に示すような 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。

補修対象は、試験施工という位置づけから点検時に写真-2 に示すような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た。本工法による補修は 2018 年 1 月～2 月に実施した。

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。



写真-1 対象橋梁の外観

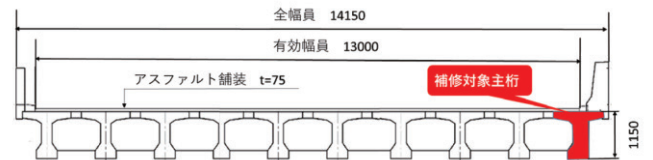


図-1 PC 対象橋梁の断面図(支間中央部)

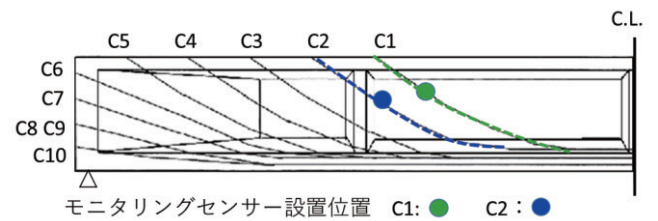


図-2 主ケーブル配置およびセンサー設置位置図



写真-2 対象主桁下フランジの変状

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、**写真-3**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と考えられ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-4**に、評価指標となる ASTM 基準を表-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と同様の傾向を示した。2018 年に着目すると、夏季 7 月の値がその前後と比較してやや卑な値となっており、夏季のモニタリングが安全側の評価となることが確認できた。夏季の測定結果に着目すると 2018 年から 2020 年にかけて 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、対象橋梁においてリパシブ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。

4. おわりに

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。リパシブ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、同工法を一般道の PC 橋に適用し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、リパシブ工法は高速道路の 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。

本稿が、凍結防止剤を散布する高速道路のグラウト充填不足を有する PC 橋の健全性の確保と長寿命化に向けて、参考となれば幸いである。

謝辞

リパシブ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。

Key Words: リパシブ工法, 高速道路, 補修効果, 自然電位



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未満は微小or無

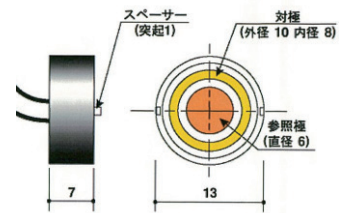


図-3 モニタリングセンサー

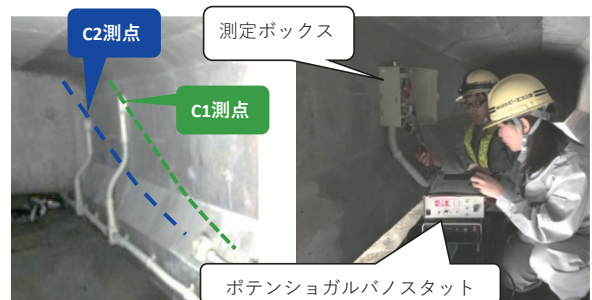


写真-3 モニタリング状況

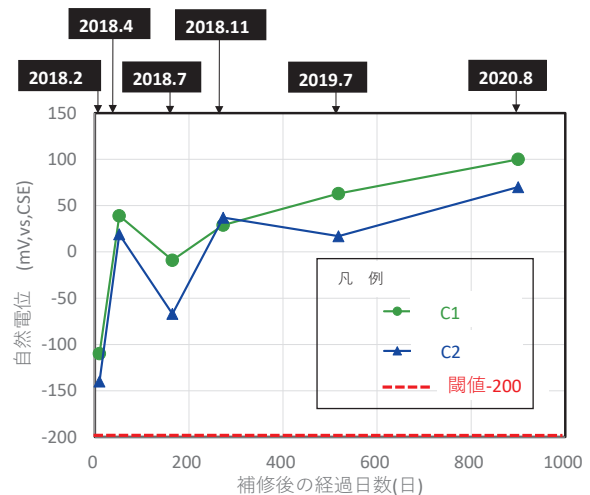


図-4 自然電位モニタリング結果

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