

表面設置型点状流電陽極工法を用いた既設 PCT 橋ウェブに生じた局所的塩害の補修

(株)ピーエス三菱 正会員 ○鴨谷 知繁 池田 政司 石井 浩司

1. はじめに

寒冷地に建設された道路橋では、凍結防止剤に起因する局所的な塩害劣化が点在して発生することが多い。補修後の耐久性を確実に確保する対策の一つとして電気防食工法があり、著者らは点在した劣化部に対してコスト的に有利となる流電陽極方式に着目し、取付け・取替えが容易で、外観目視による点検を妨げず、陽極設置において制約の少ない表面設置型点状流電陽極工法(以下、本工法)を開発した。本稿では本工法を既設 PCT 橋のウェブに生じた局所的な塩害劣化部の耐久性確保を目的に適用した事例について報告する。

2. 対象構造物の概要および塩害劣化状況

対象構造物は、凍結防止剤散布路線に位置し、図-1 に示すように、ウェブ部において上縁定着ケーブルに沿ったひび割れおよびコンクリートの浮きが確認されたポストテンション方式 PCT 桁橋である。当該部では、図-2 に示すように①凍結防止剤に起因する塩化物イオンが路面水とともに上縁定着部ケーブルのグラウト充填不足部に侵入し、②シースおよび PC 鋼材の腐食が生じ、③シースの劣化やシースに沿ったひび割れが発生し、④シース内に侵入した塩化物イオンがそれらを通じてコンクリートに浸透・拡散してシース外側に位置する鉄筋が腐食し、⑤コンクリートの浮きが発生すると推察されるメカニズムにより、局所的な塩害劣化が生じていた。断面修復、ひび割れ注入および亜硝酸リチウム水溶液先行注入型グラウト再注入工法による補修を実施した後の自然電位調査で、図-3 に示すようにシースに沿ったひび割れ近傍の鉄筋は「90%以上の確率で腐食あり」と判定され、将来的に鉄筋腐食の進行が考えられたため、耐久性の確保を目的に本工法を適用した。

3. 本工法の特徴および対象構造物における配置方法

点状流電陽極は、外寸φ140mm×t30mm の塩化ビニール製カバーの中に防食亜鉛を配置し、防食亜鉛とカバーとの隙間にバックフィルを充填したものである。陽極の取替えの容易さへの配慮からバックフィルには付着の小さなベントナイト系材料を使用し、乾燥による通電性能の低下を抑制することを目的に電解質溶液には亜硝酸リチウム水溶液を使用した。図-4 に流電陽極材の配置状況を示す。流電陽極材の設置範囲は、自然電位測定で「90%以上の確率で腐食あり」と判断された領域とし、配置間隔は縦300mm ピッチ、横400mm ピッチとした。図-4 に示す通り、陽極設置後も構造物表面全体を覆うことができなく、目視点検による維持管理が容易である。各流電陽極材および排

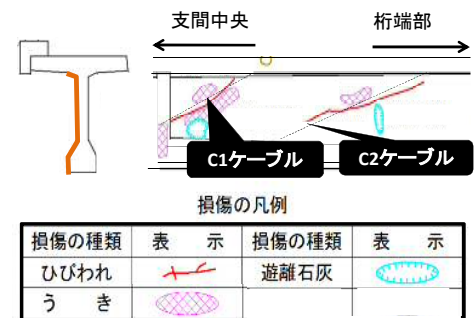


図-1 対象構造物の劣化状況

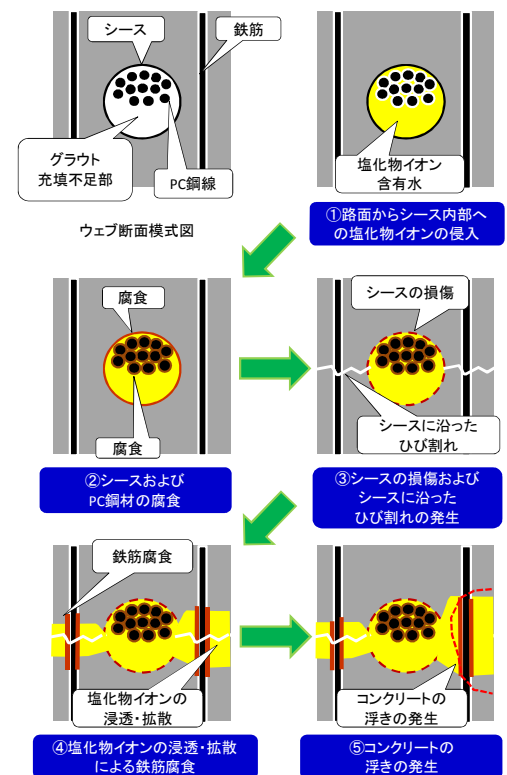


図-2 塩害劣化メカニズム

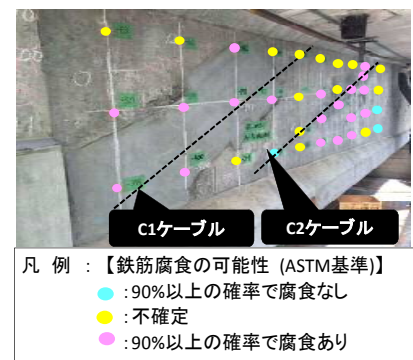


図-3 自然電位調査結果

キーワード 塩害, 流電陽極, 補修, PC 橋, 凍結防止剤

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

流点に接続した電線を配管内部に設置し、モニタリングボックスで接続することで、各流電陽極の発生電流量を測定可能とした。

4. 計測結果および本工法の腐食緩和効果

本稿では、電気防食工法における防食効果の閾値が復極量 $100\text{mV}^{1)}$ であり、比較的劣化環境が緩やかな条件において LCC を勘案し腐食速度を低下させる目的で流電陽極工法を適用する場合の基準として復極量 50mV が提案されている²⁾。また、復極量 50mV での防食率は復極量 100mV の 80% 程度であると報告されており³⁾、復極量 50mV 以上で腐食緩和効果が発揮され、復極量 100mV 以上で防食効果が発揮されているものとして評価を行った。

図-5 に示すように、②-1～②-9、③-1～③-8 のように流電陽極に比較的近い測点では、復極量が 50mV 以上の値となり腐食緩和効果が発揮されていることが確認され、さらに②-8、②-9 以外では復極量が 100mV 以上の値となり、電気防食工法と同等の防食効果が発揮されていると判断された。

一方、①行および③-9 のように流電陽極からの離隔が大きい測点については、腐食緩和効果が発揮されない場合や防食効果が発揮される場合など復極量に大きなばらつきが生じた。本条件下で腐食緩和効果が得られるのは流電陽極からの離隔が 350mm 程度以下の範囲と考えられ、劣化範囲に応じて流電陽極の配置範囲を適切に設定することが重要と考えられる。

各流電陽極の発生電流量は、シースに沿ったひび割れ部近傍に配置された No. 2, No. 6, No. 7 で大きくなる一方、それ以外で小さくなる傾向を示し、概ね $0.4\text{mA} \sim 1.2\text{mA}$ の範囲で相違した。この相違は各流電陽極材の寿命が相違することを示しており、設置時に発生電流量が大きい陽極を特定し、発生電流量や電位のモニタリング等により寿命を把握し、適切な時期に取替えを行うことが耐久性およびコストの上で合理的な対策となると考えられる。

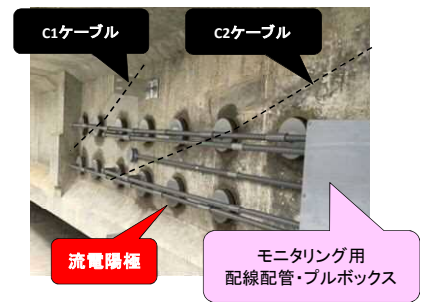


図-4 流電陽極材の配置状況

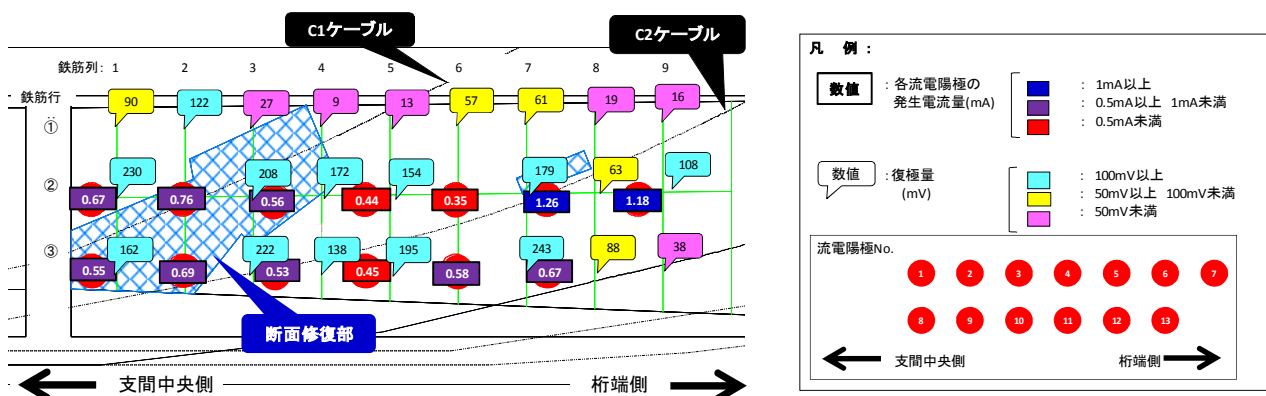


図-5 各流電陽極の発生電流量と各測点の復極量

5. まとめ

既設 PCT 橋のウェブに生じた局所的な塩害劣化部の耐久性の確保を目的に表面設置型点状流電陽極工法適用した結果、流電陽極近傍では復極量 50mV 以上となり腐食緩和効果が発揮され、さらに一部では復極量 100mV 以上となり電気防食工法と同等の防食効果が発揮されたことから、本工法が有効であることを確認した。今後、定期的なモニタリングを実施し、腐食緩和効果の継続性を確認する予定である。

謝辞： 本稿の検討では、対象橋梁の管理者各位に多大なるご協力いただいた。また使用した表面設置型点状流電陽極工法は、SIP 戦略的イノベーション創造プログラム、インフラ維持管理・更新・マネジメント技術、「コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントの開発（研究開発責任者：鳥居和之 金沢大学理工学域）」の一環で開発されたものであり、適用に際して貴重なご意見をいただいた。ここに関係各位に感謝申し上げる次第である。

参考文献： 1) 土木学会：電気化学的防食工法設計施工指針(案)，2001

2) 吉田隆浩：流電陽極法を用いた鉄筋コンクリート構造物の維持管理に関する研究，京都大学博士論文，2015

3) 日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の電気防食法 研究委員会報告書，pp157，1994