

供用中のプレテンションPC桁橋に対する電気化学的脱塩の適用

国土交通省高田工事事務所

坂上 悟

(株)富士ピー・エス

宮本 正尊

(株)富士ピー・エス

正会員 ○吉田 光秀

電気化学工業(株)

正会員 原 与司人

1. はじめに

弁天大橋は新潟県能生町に位置する17径間のプレテンションT桁橋である(図-1)。本橋は日本海の海岸線に位置し、常時飛来塩分にさらされる環境にある。表-1に弁天大橋の概要を示す。弁天大橋は1972年に架設された。供用開始後10年を経過して以降、塩害による劣化が顕著となり、補修が繰り返されてきた。これは在来工法が既に浸透した塩化物イオンを残したまま補修するために再劣化を生じたものであり、再劣化を繰り返すことによって、橋梁の耐荷力が失われる危険性がある。これらの問題を解決するため、弁天大橋では供用中のPC橋に対して日本で初めて電気化学的脱塩が実施された。本論文では弁天大橋における電気化学的脱塩の要点について紹介する。



図-1 弁天大橋の位置

2. PC桁に対する電気化学的脱塩の問題点

図-2に電気化学的脱塩の模式図を示す。電気化学的脱塩はコンクリート中の鋼材を陰極とし、外側に設けた電解質溶液を陽極として直流電流を通電することにより塩素イオンを電気泳動し、コンクリート外に排出させる工法である。電気化学的脱塩によりコンクリートの腐食性は喪失あるいは低下し、構造物の耐久性が向上する。また、電気化学的脱塩は通電が施工期間内のみで良いメリットがある。

鋼材を陰極として直流電流を通電すると、鋼材表面では水の電気分解により水素と水酸イオンが発生する。鋼材が鉄筋の場合には特に問題を生じないが、PC鋼材に通電した場合は鋼材表面で発生した水素がPC鋼材の格子結晶中に拡散し、内部のトラップサイトに集められ、水素脆化を引き起こす可能性がある。PC鋼材の水素脆化は鋼材中の水素濃度が高まることによって生じやすくなるが[1]、吸蔵された水素は通電を休止することによって、約3日で大半が大気中に拡散し、鋼材中から喪失することが知られている[2]。そこで、弁天大橋では通電サイクルを一週間あたり4.4日通電(月曜朝8:00～金曜夕17:00)、2.6日休止(金曜夕17:00～月曜朝8:00)とし、コンクリート表面積あたり1.0Aの電流を通電するものとした。厳冬期の施工を避けるため、施工期間は10週間(通電44日)とした。

表-1 弁天大橋の概要

橋梁名	弁天大橋
所在地	新潟県西頸城郡能生町大字能生地先
構造	プレテンションT桁
竣工年	1972年(昭和47年)
橋長	340.02m(20.01m+15@20.0m+20.01m)
全幅員	11.353m
今回施工区間	P2～P5径間(3径間)、P10～P11径間の一部
脱塩施工部の補修歴	第一回目: 1982年
	断面修復(エポキシ樹脂注入、樹脂プレキャストコンクリート)
	第二回目: 1991年
	断面修復(ポリマーセメントモルタル)、保護塗装(フッ素樹脂)

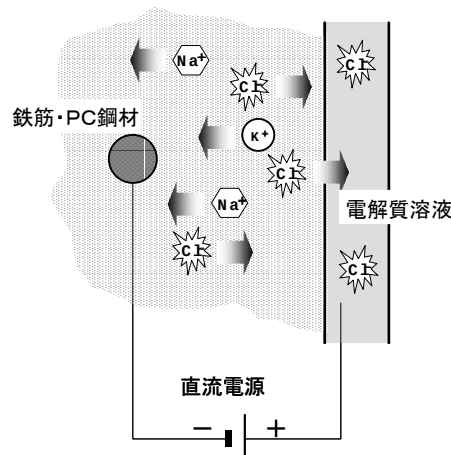


図-2 電気化学的脱塩の模式図

キーワード 電気化学的脱塩, PC橋, 水素脆化, 塩化物イオン濃度, 脱塩率

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋4-24-8 (株)富士ピー・エス技術本部メンテナンス室 Tel 03-3432-0836

3. 電気化学的脱塩の施工

図-3に施工のフローチャートを示す。脱塩の実施に先立ちコンクリートのアルカリ骨材反応性の有無を確認した。弁天大橋のコンクリートは化学法により潜在的な有害性が確認されたため、カナダ法とコアの模擬脱塩を行い、コンクリート残存膨張性が僅かであることを確認した。

脱塩の試験施工はP3～P4 径間のG10桁で行った。脱塩の状況を写真-1に示す。電解質溶液にはホウ酸リチウムを用い、陽極にはチタンメッシュを用いた。主桁は電気抵抗のばらつきがあったため、電解質溶液層を19分割して、各パネルの電流が $1.0 \pm 0.2 \text{ A/m}^2$ に収まるよう

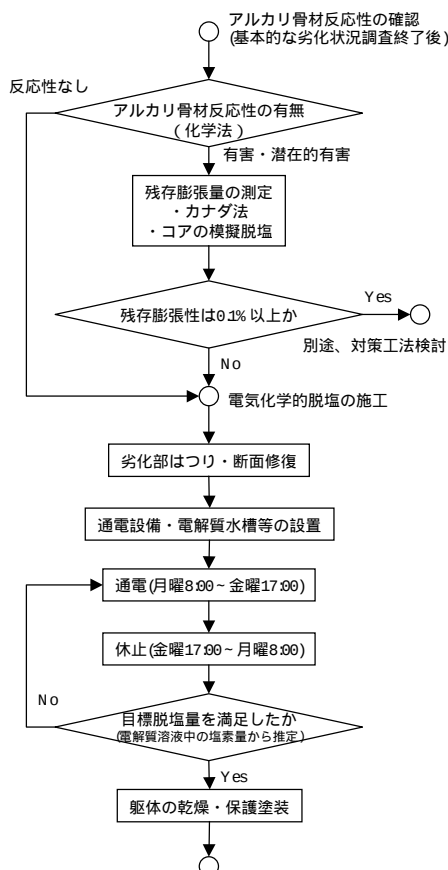


図-3 施工のフローチャート

う管理した。脱塩中の脱塩量管理は電解質溶液中の塩素イオン濃度により管理した。脱塩率推定値の推移を図-4に示す。脱塩の進行とともに塩素イオンが増加したが、本施工期間内では脱塩の限界を示す脱塩速度の低下は見られなかった。このことから、施工期間を長くすればさらに脱塩が可能であったと考えられる。新たな塩分の進入を阻止するため、脱塩終了後、躯体を乾燥させたのち保護塗装を行った。

図-5に支間中央山側下フランジにおける脱塩前後の全塩化物イオン濃度分布を示す。中性化フロント付近の脱塩率は小さくなっているが、内部ではほぼ図-4の推定値に等しくなった。鋼材位置(40mm付近)の塩化物イオン濃度は約 2 kg/m^3 であり、一般に腐食限界塩化物イオン濃度と言われる 1.2 kg/m^3 を上回ったが、補修の必要が無いとされる塩化物イオン濃度 2.5 kg/m^3 を満足しており[3]、腐食速度は大幅に低下したと考えられる。

4. まとめ

弁天大橋では我が国で初めて供用中のPC橋に対する電気化学的脱塩を実施したが、特別な異常もなく、無事竣工することができた。なお、脱塩に伴う耐荷力の変化等については、別途、長岡技術科学大学において模型PC桁の静的載荷試験と動的載荷試験を行い、問題が無いことを確認した。最後に、高田工事事務所橋梁塩害対策検討委員会(委員長：丸山久一長岡技術科学大学教授)委員各位には終始貴重な御助言を賜わり、また、長岡技術科学大学の日比野助手と学生諸士には実験遂行に尽力を頂いたことを付記し、深謝の意を表します。

参考文献

- [1] 電気防食によるコンクリート構造物の塩害補修に関する研究：川俣孝治，鹿児島大学博士論文
- [2] 電気化学的な手法によるコンクリートの脱塩処理技術に関する研究：芦田公伸，京都大学博士論文，1999.12
- [3] 建設省総合技術開発プロジェクトコンクリートの耐久性向上技術の開発：(財)土木研究センター，1989.5



写真-1 電気化学的脱塩の状況

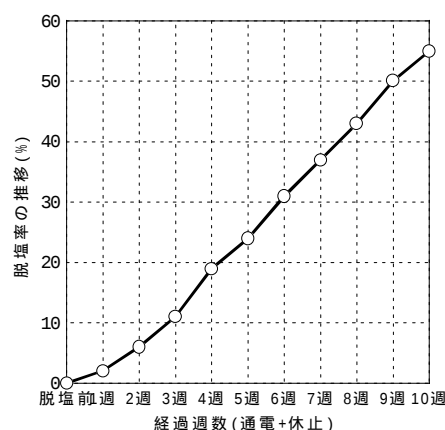


図-4 脱塩率推定値の推移

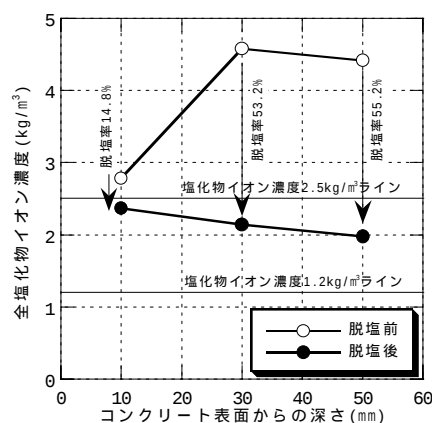


図-5 脱塩前後の全塩化物イオン濃度分布 (支間中央部山側下フランジ)