

模擬鉄筋コンクリート試験体を用いた 流電陽極方式電気防食工法の防食効果に関する実験的検討

東京理科大学 学生会員 ○橋本 永手
東京理科大学院 学生会員 染谷 望
東京理科大学 正会員 加藤 佳孝

1. はじめに

電気防食工法は、継続的な通電を行うことによってコンクリート中の鉄筋の腐食反応を電気化学的に制御し、鉄筋腐食による劣化の進行を抑制することで、コンクリート構造物の耐久性を向上させることを目的とした工法である¹⁾。電気防食工法は、電気の供給方法により外部電源方式（以下、外電）と、流電陽極方式（以下、流電）の2つに大別される。外電は、直流電源装置を用いて鉄筋に防食電流を流すシステムであり、流電は、コンクリート表面に鉄筋よりも腐食性の高い金属を陽極として設置し、鉄筋と陽極間で腐食電池を形成することで防食電流を流す方法である。流電は、外部電源を用いて制御する外電とは異なり、かぶりコンクリートの厚さや飽和度、および塩化物イオン濃度が防食効果に影響を与えることが知られている²⁾。ここで鉄筋コンクリート試験体を用いて、かぶりコンクリートの飽和度が防食効果に与える影響を検討する場合、鉄筋の状態も同時に変化するため、かぶりコンクリートの影響を分離して把握することが難しい。

本研究では、かぶりコンクリートの飽和度や鉄筋表面の塩化物イオン濃度が、防食効果に与える影響を把握するため、鉄筋の状態変化とかぶりコンクリートの影響を分離可能な模擬鉄筋コンクリート試験体³⁾を用いて検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

図-1に試験体概要を示す。コンクリートの細孔溶液を模擬した飽和水酸化カルシウム水溶液（以下、溶液）に鉄筋を浸せきさせ、かぶりコンクリート版を設置した。さらに、陽極システムを設置し鉄筋と短絡することで、かぶりコンクリート版を介した流電による電気防食をした。

2.2 使用材料

かぶりコンクリート版は、普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比は55%とした。使

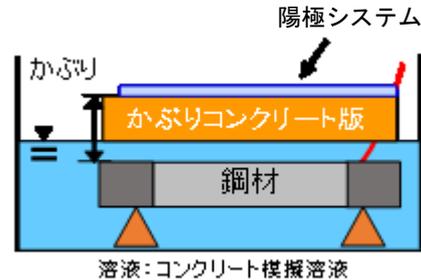


図-1 試験体概要

用した鉄筋は、φ16の磨き丸鋼の端部にリード線を接続し、絶縁テープで防水処理をした。

2.3 実験方法

鉄筋に接続したリード線と溶射版を短絡させ、24時間の通電をした（分極過程）。その後、短絡を解除し24時間復極させた（復極過程）。分極過程および復極過程の電位は、データロガーを用いて経時的に測定した。また、100Ωのシャント抵抗を用いて、通電時の電位から防食電流密度を求めた。

2.4 実験水準

本実験では、防食効果に与える影響要因や影響程度を把握するため、コンクリート版の飽和度を100, 85%（以下、飽和、乾燥）、溶液中の塩化物イオン濃度を0, 1.8kg/m³（以下、塩分なし、塩分あり）と変化させた。

3. 実験結果および考察

図-2に、鉄筋の電位および防食電流密度の経時変化を示す。流電は、鉄筋と陽極の電位差を起電力として通電し、鉄筋の電位が卑化することで防食される。山本ら²⁾は、マクロセルが発生しない環境下では、自然電位から100mV以上の電位シフト量の防食率は100%に近く、50mVの電位シフト量の防食率は50%程度が期待できると報告している。今回の測定系ではマクロセル腐食は生じていないため、この数値を参考に効果を検討する。

塩分なしの飽和コンクリート版の試験体は、電防開始9h以降に防食電流が流れ始め、600mV以上

キーワード：流電陽極方式電気防食、分極量、復極量、防食電流密度、分極曲線

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL.04-7124-1501 E-mail:nagatexxx@gmail.com

の卑な方向への電位シフトがあり、十分に防食効果がある。また、塩分ありの飽和コンクリート版は、防食開始 3h 以降に防食電流が流れ始め、電位のシフト量が 150mV 程度となり、防食効果があると考えられる。両者を比較すると、電流密度は同程度であるにもかかわらず、塩分ありの電位シフト量は、塩分なしよりも小さくなっている。このことは、塩化物イオンの混入により、鉄筋の不動態被膜が破壊され、アノード分極抵抗が小さくなったためと考えられる（図-3 参照）。塩分なしのアノード曲線は赤線、塩分ありのアノード曲線は青線とし、カソード曲線（黒線）との交点の電位を E_{corr1} 、 E_{corr2} とする。 E_{corr1} は分極抵抗が大きいいため貴な電位、 E_{corr2} は分極抵抗が小さいため卑な電位となる。ここで、同一の電流密度 ($\Delta i_1 = \Delta i_2$) に対する電位シフト量は、塩分なしは ΔE_1 、塩分ありは ΔE_2 となり、図-2 の測定結果で見られた通り塩分なしの電位シフト量が大きくなる。さらに流電は、鉄筋の腐食電位と、陽極の腐食電位の電位差を起電力として電流を供給するため、塩分ありは鉄筋の腐食電位が卑であることから起電力は小さくなり、結果として得られる電位シフト量は小さくなる。以上のことから、塩分の混入によるアノード分極曲線の違いが、得られる電位シフト量が 600mV と 150mV と大きく異なった理由であると言える。

乾燥コンクリート版は、塩分の有無に関わらず電位のシフト量が小さく、防食電流も供給できていない。このことは、コンクリート版が乾燥しており、陽極表面に水分が供給されず陽極の腐食反応が進行しなかったためと考えられる。また、乾燥したコンクリートは比抵抗が大きく、防食電流が流れにくいことも考えられた。

4. まとめ

- 1) 模擬鉄筋コンクリート試験体を用いて、流電陽極方式電気防食を再現できた。また、模擬鉄筋コンクリート試験体を用いることで、鉄筋表面の状態変化と、かぶりコンクリートの要因を分離して検討することができた。
- 2) 塩化物イオンが混入すると、鉄筋は卑な電位となり、アノード分極抵抗も小さくなるため、電位のシフト量は小さくなる。
- 3) 乾燥したかぶりコンクリートでは陽極システムに水分が供給されず、陽極の反応 (=溶解) が生じていない可能性がある。また、かぶりの比抵抗が大きいため、防食電流が小さくなり防食効果が小さくなる。

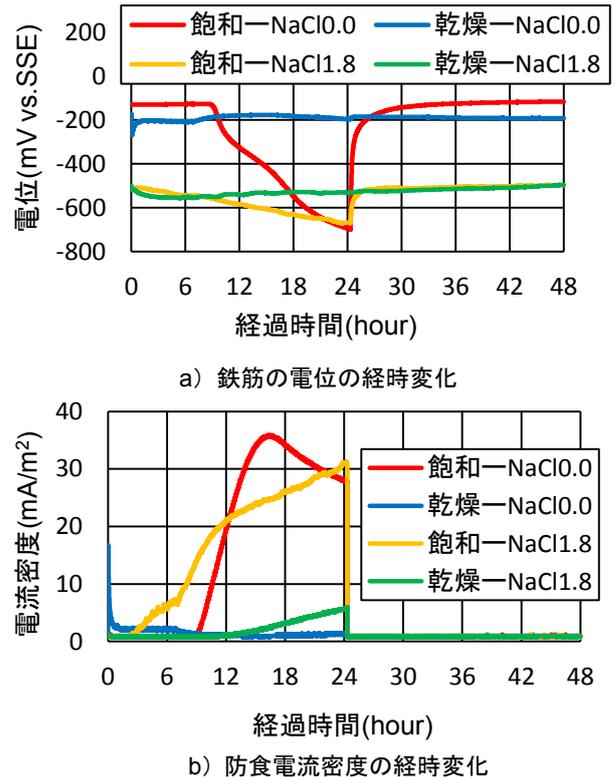


図-2 流電による電位や防食電流密度の経時変化

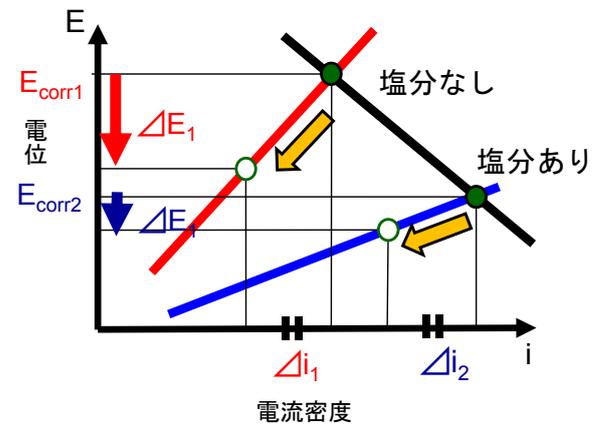


図-3 アノード分極抵抗の変化

参考文献

- 1) コンクリートライブラリ 107 電気化学的防食工法 設計施工指針 (案), 土木学会, 2001
- 2) 山本誠: 鉄筋コンクリート構造物に用いる溶射型流電陽極方式電気防食における被膜電極の性能評価とその防食設計に関する基礎研究, 鹿児島大学学位論文, 2015.3.
- 3) 染谷望, 加藤佳孝: 模擬鉄筋コンクリートのかぶりが電気化学測定結果に与える影響の検討, 土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集, pp.891-892, 2014.9