犠牲陽極材の防食性能に関する基礎的研究

(株)四国総合研究所　正会員○横田　優
(株)四国総合研究所　正会員　松場新吾
(株)四国総合研究所　正会員　中川裕之

1. はじめに

鉄筋腐食により，ひび割れやかぶりコンクリートの浮き・剥離等の劣化が見られる RC 構造物の補修方法として，劣化部を除去して断面を修復する補修方法(断面修復工法)が一般的に採用されている。しかし，補修箇所と未補修箇所との境界部において，未補修箇所側の鉄筋をアノードとするマクロセル腐食等による再劣化が懸念されている。この再劣化抑制のための補修方法として，亜鉛を犠牲陽極材とした流電陽極方式の電気防食工法がある。この犠牲陽極材のマクロセル腐食抑制効果についての実験的検討はこれまでにもなされているが，比較的防食対象鉄筋の表面積が小さいものが多い [1,2]。本研究では，実際の使用条件に近づけるため，鉄筋表面積で最大 720cm^2 までの実験を行ったので，その結果を報告する。

2. 実験概要

犠牲陽極材は亜鉛をバックフィル材で包み込んだ市販のもの(寸法：φ60×35mm)を 3 個用意し，同じ専用補修モルタル材中に埋設した。防食対象鉄筋はφ5cm，高さ 10cm の円柱モルタル中央に，両端を塗装した異形棒鋼 D10(未塗装部の長さ 5cm，鉄筋表面積 15cm^2)を 1 本埋め込んだものである。この鉄筋モルタル供試体には，セメント量に対して 2.0%の塩化物を添加したものと塩化物を全く添加していないものの 2 種類のモルタルを用意し，それぞれ 8 個を 1 グループ(鉄筋表面積の総和 120cm^2)として，全体で 6 グループ，計 48 個(鉄筋表面積の総和 720cm^2)の供試体を用意した。

本実験では，**図-1** に示すように，犠牲陽極材と 1 から 6 までの各グループのモルタル供試体中の鉄筋との間を流れる電流量を測定し，防食回路の形成を確認することとした。各グループの鉄筋に電流が流れ込んでいる場合は防食されており，その時の電流量はプラスで表示することとした。

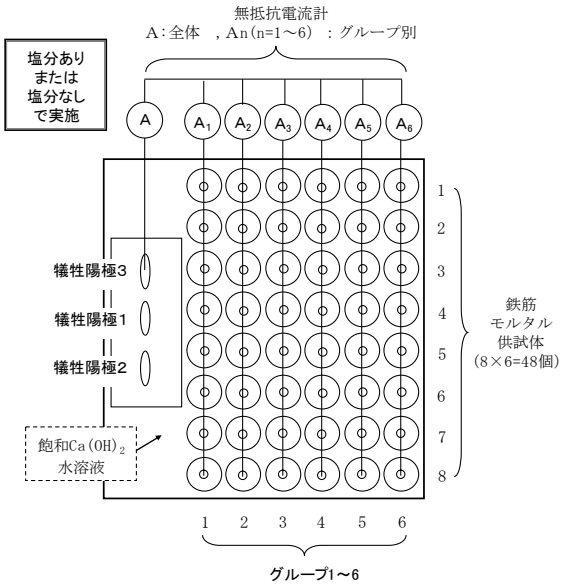

図-1　実験方法の概要

3. 実験結果および考察

図-2 は，犠牲陽極 2 と 3 について，塩化物を含むモルタルと含まないモルタル中にある鉄筋をそれぞれ第 1 から第 6 グループまで 1 グループずつ接続して鉄筋量(表面積)を増加した時の犠牲陽極から流れ出る防食電流量の変化を示している。犠牲陽極によって発生する防食電流量は異なっている。また，いずれの犠牲陽極材も，鉄筋量が少ない場合には，塩化物を含むモルタル中にある鉄筋に対しては，塩化物を含まないモルタル中にある鉄筋に比べて多くの防食電流が流れている。しかし，鉄筋量が多くなると防食電流量は増加するが，鉄筋量がある値を超えると一定値に収

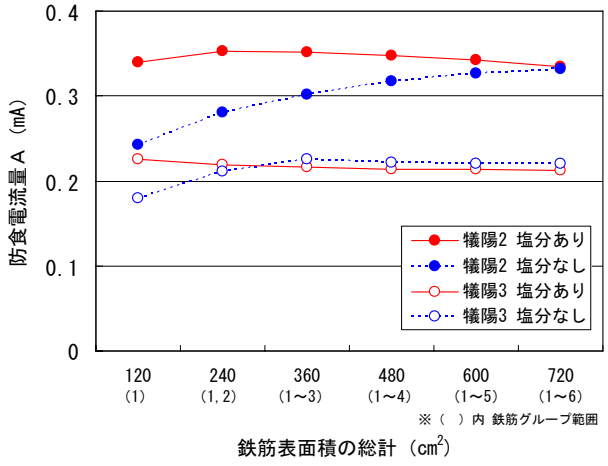

図-2　鉄筋量（表面積）による防食電流の変化

キーワード　鉄筋コンクリート構造物，補修，犠牲陽極，鉄筋量，防食電流
連絡先　〒761-0192　香川県高松市屋島西町 2109 番地 8　㈱四国総合研究所土木技術部　TEL087-844-9215

斂し，両者の値もほぼ同じになっている。個々の犠牲陽極材から発生する防食電流量(アノード電流量)の最大値は,陽極材を取り巻く環境(バックフィル材も含めて専用補修モルタルのpHや電気抵抗等)に応じてほぼ決まっているようである。腐食反応はアノード反応とカソード反応が同時に同量進行することから，鉄筋量が少ない場合はカソード反応律速となり，鉄筋量が多い場合には犠牲陽極材のアノード反応律速になっていることが分かる。

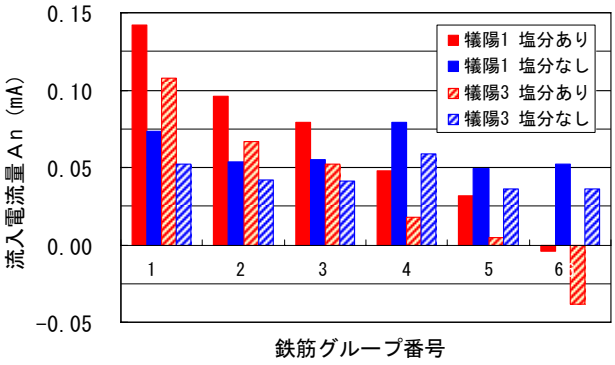

図-3 全てを接続した時(表面積 720cm²)の各グループの鉄筋に流れ込む電流量

図-3 は，犠牲陽極 1 と 3 について，塩化物を含むモルタルと含まないモルタル中にある鉄筋に対して，6 つのグループの鉄筋を全て接続した時の各グループの鉄筋に流れ込む電流量を示している。値がマイナスのグループは電流が流れ出ており防食できていないことを表している。塩化物を含まないモルタル中にある鉄筋については，犠牲陽極に近い第 1 グループの鉄筋から最も遠い第 6 グループの鉄筋までほぼ同量の防食電流が流れ込んでいる。一方，塩化物を含むモルタル中にある鉄筋については,犠牲陽極に近いグループの鉄筋ほど多くの防食電流が流れ,遠いグループの鉄筋まで到達する防食電流は徐々に減少し，第 6 グループの鉄筋ではマイナスの値をとっている。すなわち，今回の実験では塩化物を含むモルタル中にある鉄筋については,犠牲陽極から最も離れている第 6 グループの鉄筋は防食できていないことが分かる。

次に，犠牲陽極材によって第 5 グループまでの鉄筋が防食されているか否かを検討した。**図-4** は，犠牲陽極材 3 について，塩化物を含むモルタル中にある鉄筋に対して，第 1 から第 6 グループまで 1 グループずつ接続して鉄筋量(表面積)を増加した時の各グループの鉄筋に流れ込む電流量を示している。図より，第 5 グループの鉄筋を接続した時に初めて電流値がマイナスになっていることから，本ケースにおいては，犠牲陽極材 3 は第 4 グループまでの鉄筋(表面積量 480cm²)を防食しているが，第 5 グループの鉄筋までは防食できていないことが分かる。因みに，第 6 グループの鉄筋を接続すると，第 5 グループの鉄筋への電流量がプラスに転じているのは，犠牲陽極材 3 では防食できない第6グループの鉄筋が犠牲陽極3と同様な働きをし，第 6 グループの鉄筋をアノードとするマクロセル腐食電流が隣の第 5 グループの鉄筋に多く流れ込んで，第 5 グループの鉄筋を防食しているためである。

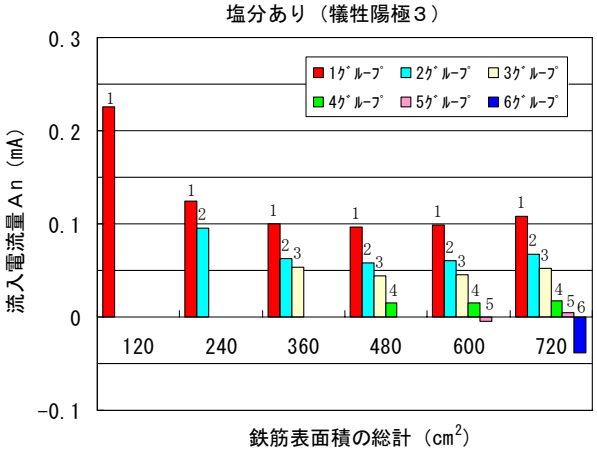

図-4 1 グループずつ鉄筋量を増加した時の各グループの鉄筋に流れ込む電流量

4. まとめ

実際の構造物に犠牲陽極材を 1 個のみ埋設した時に発生する防食電流は次にように考えられる。

1) 犠牲陽極材から発生する防食電流量は，個々の陽極材によって異なり，防食対象鉄筋の腐食の有無(腐食状態)の影響は受けない。
2) 犠牲陽極材から発生する防食電流の及ぶ範囲は，防食対象鉄筋が腐食状態にある場合には狭く，非腐食状態にある場合には広い。

参考文献

1) 平石剛紀，新井淳一，坂田昇，須田久美子：犠牲陽極材のマクロセル腐食抑制効果に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，pp.1431-1436，2002
2) 松久保博敬，真下昌章，芦田公伸，審良善和，濱田秀則：海洋環境下における犠牲陽極材料の腐食抑制効果，コンクリート構造物の長期性能照査支援モデルに関するシンポジウム，pp.357-362，2004.10