

電気防食下におけるモルタル中鉄筋の腐食速度評価に関する検討

(株)ナカボーテック 正会員 ○板屋 隼人 正会員 大谷 俊介 若林 徹 望月 紀保

1. 目的

大気環境下にある鉄筋コンクリート構造物における電気防食の評価基準には復極量管理が採用されており、通電を停止してから24時間後の復極量が100 mV以上あることが必要となる。ここで、鉄の腐食反応におけるアノード反応のターフェル勾配を60 mV/decと仮定すると、復極量100 mVが得られた場合、腐食速度が約1/50に低下したことを意味する。復極量管理に基づいた場合、約1/50以下の腐食速度に至ったか否かの判定は可能であるが、それ以上の具体的な腐食速度の定量評価はできない。また、鉄筋コンクリートが湿った場合、コンクリート内部の細孔が水分で満たされるため、鉄筋表面に達する酸素(酸化剤)の拡散速度が低下する。この現象は復極量管理の妨げとなり、所定の管理時間内では妥当な復極量が確認できず、間違った防食判定を下すことになる。そこで、著者らは直接電気防食適用下における防食対象の腐食速度を求める試みを行っている。その場の腐食速度を求めることによって、復極量管理より詳細な防食判定が可能となる。考案した測定方法を水溶液環境に浸漬させた鋼材に適用したところ、測定で得られた腐食速度から見積もった推定腐食量と質量減から求めた実腐食量との間に良い一致が得られている¹⁾。今回、同測定方法を電気防食適用下のモルタル中鉄筋に応用し腐食速度を評価するとともに、推定腐食量と実腐食量との相関性を確認した。本報告ではその結果について報告する。

2. 試験方法

(1) 通電試験

モルタル試験体の概要を図1に示す。普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比50%、塩化物イオン濃度15 kg/m³として作製したモルタル中に、鉄筋を埋設し試験体とした。試験体はφ50×100 mmの円柱とし、鉄筋はφ14 mmのみがき丸鋼を使用した。丸鋼の供試面積が21.1 cm²になるように鋼材端部を被覆し、試験体の中央に設置した。通電用の陽極には亜鉛テープを使用し、電解質ゲルを介して亜鉛テープを試験体表面に貼り付けた。試験体は、材齢2日まで湿布養生を行い、上下面をエポキシ樹脂で被覆した後、材齢4日から通電試験を開始した。通電試験は定電流制御で行い、カソード電流密度が5~60 mA/m²の範囲で行った。試験期間は約180日とし、その間、任意の間隔で通電電流、鉄筋のオン電位・インスタントオフ電位および復極量を測定した。電位は試験体側面に空けた穴に飽和KCl銀塩化銀照合電極(略称SSE)を差し込んで計測した。電気防食適用下における腐食速度は次節に示す方法によって求めた。

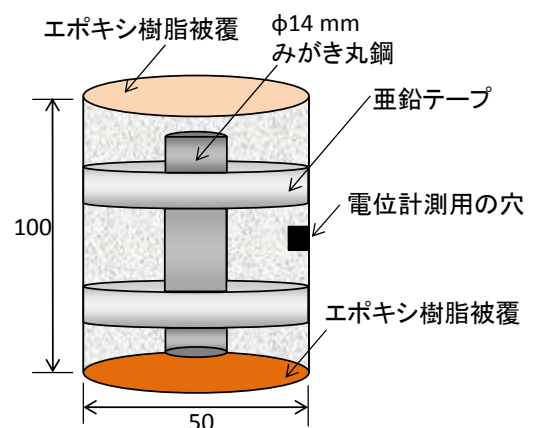


図1 モルタル試験体概要

は定電流制御で行い、カソード電流密度が5~60 mA/m²の範囲で行った。試験期間は約180日とし、その間、任意の間隔で通電電流、鉄筋のオン電位・インスタントオフ電位および復極量を測定した。電位は試験体側面に空けた穴に飽和KCl銀塩化銀照合電極(略称SSE)を差し込んで計測した。電気防食適用下における腐食速度は次節に示す方法によって求めた。

(2) 電気防食適用下の腐食速度測定方法

図2-1に、電気防食適用下の腐食速度を求めるための電流密度と電位の関係を概念図として示す。定電流通電から計測した電気防食時の鉄筋のオン電位による定電位通電に切替え、掃引速度を20 mV/minとしてオン電位からアノード方向に電位掃引を行った(図2-1中①→②→③)。図2-1に示すように、最終電位はカソード電流からアノード電流に切替わる電位(②)から100 mV程度分極した電位(③)とした。得られた測定電位にはIR損が加わっているため、その補正を行った。式(1)に従い照合電極と防食対象(みがき丸鋼)との間の環境抵抗Rを算出した。このRを用いて式(2)に従い測定電位からIR損を減じた。図2-2にIR補正後の電流密度と

キーワード 腐食速度, 電気防食

連絡先 〒362-0052 埼玉県上尾市中新井417-16 (株)ナカボーテック 技術開発センター TEL048-781-5431

電位の関係(概念図)を示す. アノード分極曲線上の②から 30~60 mV 分極したターフェル領域での直線(ターフェル直線)を求める. この直線上, 電気防食時のインスタントオフ電位に対応する電流密度が電気防食適用下における防食対象の腐食速度として求められる.

$$R = \frac{E_{io} - E_{on}}{I} \quad (1)$$

$$E_{t,i} = E_i - I_i \times R \quad (i = 1, 2, 3 \cdots) \quad (2)$$

ここで, 式(1)中の R : 環境抵抗, E_{io} : 電気防食適用下の鉄筋のインスタントオフ電位, E_{on} : 電気防食適用下の鉄筋のオン電位, I : 通電電流であり, 式(2)中の $E_{t,i}$: 真の電位, E_i : 測定電位, I_i : 測定電流である.

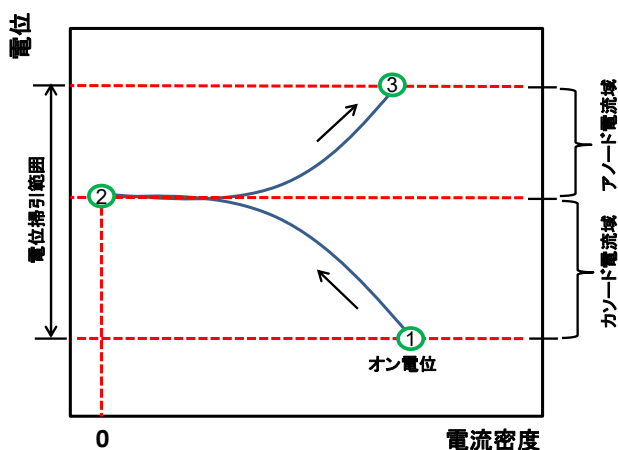


図 2-1 電気防食適用下の腐食速度を求めるための測定概念図

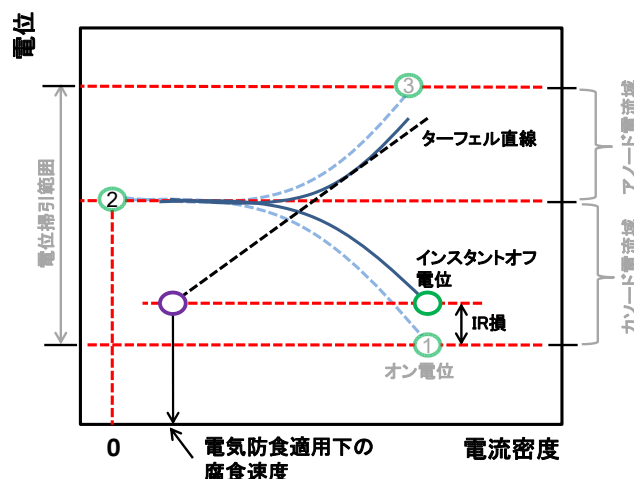


図 2-2 IR 補正後の電流密度と電位の関係

3. 結果

本評価法から求めた電気防食適用下の腐食速度の信頼性を確認するため, 本評価法から見積もった腐食速度を台形則により積分して算出した推定腐食量と質量減から算出した実腐食量とを比較した. 推定腐食量と実腐食量の関係を図 3 に示す. 推定腐食量と実腐食量は相対比: r (推定腐食量 / 実腐食量) がほぼ 1 となる結果が得られ, 腐食速度評価としては概ね良好な対応が取れていることがわかる. この結果から, 本評価法はモルタル中鉄筋の腐食速度を良好に捉えているものと考ええる.

4. まとめ

モルタル中鉄筋に対して本評価法から求めた推定腐食量と質量減から求めた実腐食量との間に比較的良好な相関が得られた. 我々の評価法によって, 今後, 電気防食適用下におけるコンクリート中鉄筋に対しても腐食速度を捉えることができ, 防食効果判定が可能になると考えている.

5. 参考文献

- 1) 塚本ほか, 材料と環境 2014 講演集, D-207 (2014).

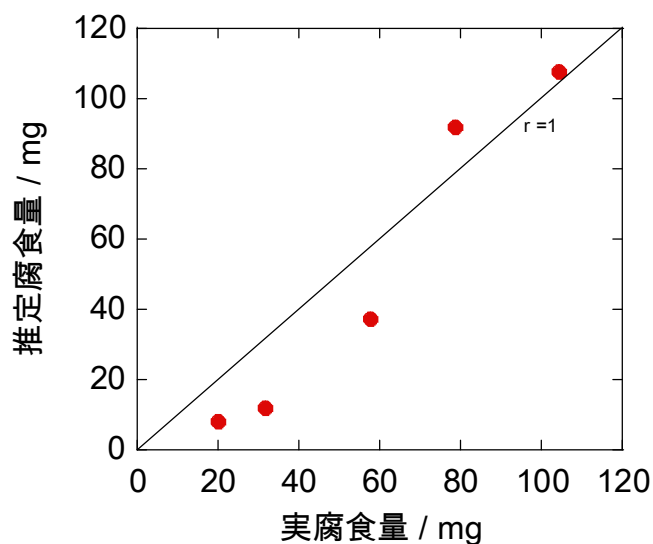


図 3 推定腐食量と実腐食量の相関