

断面修復部周囲の鉄筋の分極特性がマクロセル腐食に与える影響

京都大学 学生会員 ○井関 宏崇 JR 西日本 正会員 吉田 隆浩
 京都大学 正会員 高谷 哲 京都大学 正会員 山本 貴士
 京都大学 フェロー 宮川 豊章

1. 研究目的

本研究では、コンクリートにポリマーセメントモルタルを打ち継ぐことで、部分断面修復を模擬した供試体を作製し、鉄筋の分極特性の違いがマクロセル腐食に与える影響を評価した。

2. 実験概要

2.1 供試体の概要

供試体の概略図を図-1 に示す。供試体の寸法は 100×100×400mm で、[A]部はポリマーセメントモルタル(VeoVa 系, P/C 6.0%), [B]部は W/C 70%の塩化物イオンを含んだコンクリートである。塩化物イオンは塩化ナトリウムを細骨材の内割りで添加した。また、かぶり 25mm の位置に長さ 170mm, 直径 28mm の市販の磨き丸鋼を分割鉄筋として配置し、リード線 2 本で導通した。供試体は、2.2 に示す各要因の組み合わせにつき 1 体ずつ、計 10 体作製した。作製した供試体は、材齢 28 日まで湿布養生し、その後温度 20℃の恒温室に材齢 75 日まで静置した¹⁾。材齢 76 日以降は、2.2 に示すように供試体毎に設置環境を変化させた。本稿では、材齢 76 日以降の実験結果を評価した。

2.2 実験要因

実験要因は、コンクリート中の塩化物イオン量と材齢 76 日以降の供試体の設置環境とした。塩化物イオン量は、コンクリート 1m³中に 1kg, 2kg, 3kg, 6kg, 9kg の 5 水準を、供試体の設置環境は表-1 に示すように 2 水準設定した。なお、本研究では、コンクリート中の塩化物イオン量と供試体の設置環境の影響のみを評価するために、断面修復材の種類やコンクリートの配合等はすべての供試体で同一とした。

2.3 測定項目および測定方法

測定項目は、分割鉄筋間を流れるマクロセル電流²⁾、[A]部の鉄筋のカソード分極曲線、[B]部の鉄筋のアノード分極曲線、[A]部、[B]部の比抵抗とした。マクロセル電流は無抵抗電流計を用いて測定した。鉄筋の分極曲線はガルバノスタットを用いて電流を印加し、電位の変化を IR 補正機能を有する装置で測定した³⁾。また、比抵抗の測定には分極抵抗測定装置を用いた。なお、測定はすべて 20℃の恒温環境で行った。

3. 実験結果および考察

3.1 マクロセル腐食速度

材齢 296 日におけるマクロセル腐食速度(以下、 I_{macro})を図-2 に示す。なお、 I_{macro} は、測定したマクロセル電流量を鉄筋の表面積で除して算出し、[B]部がマクロアノードとなる電流を正とした。図より、 I_{macro} は、塩化物イオン量が多いほど大きく、また、コンクリート中の塩化物イオン量 6kg/m³以上の供試体では条件 1 の供試体よりも高温多湿環境に設置された条件 2 の供試体の方が大き

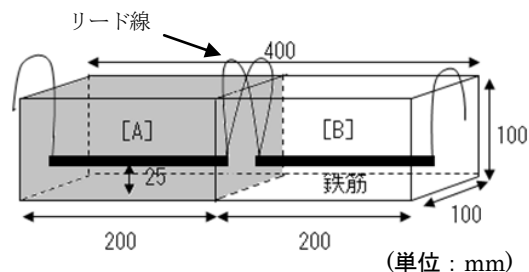


図-1 供試体概略図

表-1 材齢 76 日以降の供試体の設置環境

条件	設置環境
1	20℃恒温環境
2	40℃, 95%R.H.(3日間)⇔20℃恒温環境(4日間)

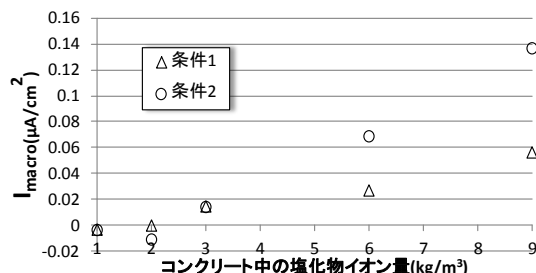


図-2 マクロセル腐食速度

キーワード 塩害, 断面修復, マクロセル腐食, 腐食速度, 分極曲線

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-458 TEL: 075-383-3173 FAX: 075-383-3177

かった。塩化物イオン量 2kg/m^3 以下の供試体では、設置環境によらず I_{macro} が非常に小さいことから、マクロセルが形成されているが有意ではないと考えられる。

3.2 鉄筋の分極曲線

図-3 は、[B]部の鉄筋のアノード分極曲線の塩化物イオン量による違いを、図-4 は、同分極曲線の設置環境による違いを示している。これより、コンクリート中の塩化物イオン量が多いほど、また、条件1の供試体よりも条件2の供試体の方が、同一塩化物イオン量におけるアノード分極曲線は電位が低かつ電流密度が大きくなる方へシフトしている。一方、図-5 に示すように[A]部の鉄筋のカソード分極曲線には、[B]部のコンクリートの塩化物イオン量、供試体の設置環境による明確な違いは認められなかった。これは、図-6 に示す通り、[A]部の比抵抗は[B]部の比抵抗と比較して非常に大きいことから、本研究で使用するポリマーセメントモルタルは、設置環境の違いによらず、鉄筋表面への溶存酸素の供給速度が小さいことが要因と考えられる。ここで、一般に、分極曲線において、マクロセル腐食はカソード部のカソード分極曲線とアノード部のアノード分極曲線の交点で生じるとされている⁴⁾。以上より、図-7 に示す模式図からわかるように、本研究では、断面修復部のカソード分極曲線には、設置環境による変化はほぼ認められなかった。そのため、コンクリート中の鉄筋のアノード分極曲線が、塩化物イオン量と設置環境によって電位が低かつ電流密度が大きくなる方へシフトしたことで、3.1 で述べたようなマクロセル腐食速度の違いが生じたと考えられる。

4. 結論

本研究で得られた主な結果をまとめて結論とする。

- (1) マクロセル腐食速度はコンクリート中の塩化物イオン量、供試体の設置環境によって変化する。
- (2) 断面修復材に比抵抗の大きな材料を用いると、断面修復部のカソード分極曲線は設置環境によらずほぼ変化しない。
- (3) 鉄筋の分極特性に着目することで、マクロセル腐食速度の変化を定性的に明らかにすることができた。

謝辞 実験の遂行にあたり、BASF ジャパン株式会社、株式会社ナカボーテックにご協力頂きました。関係各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1)井関宏崇ら：断面修復部近傍のマクロセル腐食が鉄筋の腐食速度に与える影響，土木学会年次学術講演会概要集，V-215,pp.429-430,2013
- 2)宮里心一ら：分割鉄筋を用いたマクロセル電流測定方法の実験的・理論的検討，コンクリート工学年次論文集，vol.23, No.2, pp.547-552, 2001
- 3)田中一弘ら：電気防食を適用した鉄筋のインスタントオフ電位に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.33, No.1, 2011
- 4)Hsu, K.L. and Maruya, T.:Modeling time—dependent response of chloride—Induced macrocell corrosion of steel in concrete, Proc. JCI, Vol.21, No.2, pp.1009~1014, 1999

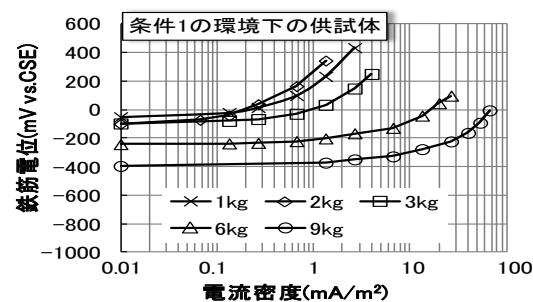


図-3 塩化物イオン量によるアノード分極曲線の違い

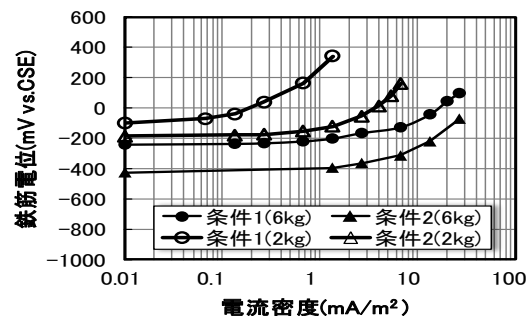


図-4 設置環境によるアノード分極曲線の違い

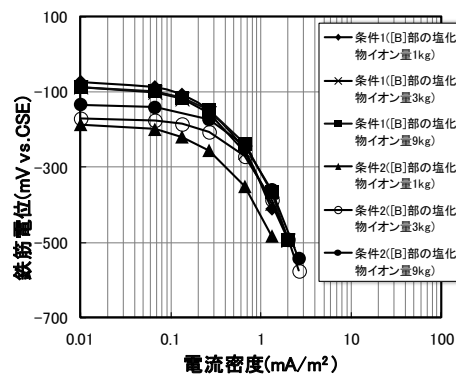


図-5 [A]部の鉄筋のカソード分極曲線

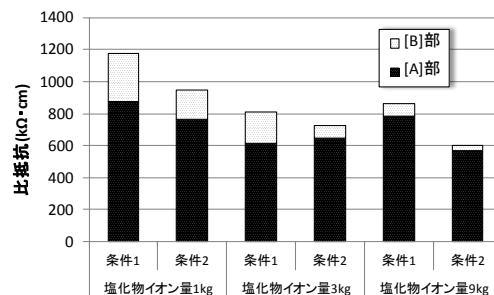


図-6 [A]部，[B]部の比抵抗

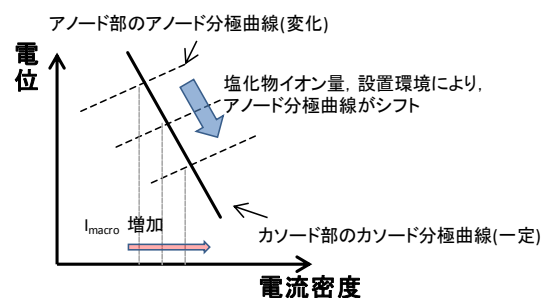


図-7 分極曲線の変化に伴う I_{macro} の変化