

種々の条件を変化させたコンクリート中の鉄筋腐食に関する基礎的研究

東京理科大学	学生会員	○島田 亮佑
東京理科大学大学院	学生会員	加藤 祐彬
東京理科大学大学院	学生会員	染谷 望
東京理科大学	正会員	三田 勝也
東京理科大学	正会員	加藤 佳孝

1.はじめに

コンクリート構造物中の鉄筋の腐食状況を非破壊的に診断する方法として、電気化学に基づいた測定方法が用いられている。電気化学的測定はコンクリートの配合、かぶり、結合材種類、環境などの様々な要因が、測定結果に影響を与えることが知られている¹⁾。

本研究では、電気化学的測定方法の一つである分極曲線の測定を用いて、水結合材比、かぶり、結合材種類、塩化物イオン量、水分供給方法を変化させることで、鋼材腐食の進行に与える影響に関して、基礎的な情報を得ることを目的とした。

2.実験概要

(1)試験体概要

示方配合は水結合材比を 40, 50, 60%とし、結合材は普通ポルトランドセメント(OPC)、高炉セメントB種(BB)、フライアッシュセメントB種(FA)を使用した。進展期を模擬するため供試体にはコンクリート体積あたり、塩化物イオン量として 3.6kg/m^3 , 10.8kg/m^3 となるように練混ぜ水に塩分を混入した。試験体概要を図-1 に示す。供試体は $100\times 160\times 180\text{mm}$ の角柱内部に $\phi 16$ の磨き丸鋼にリード線を設けたものを用いた。かぶりは 20, 50mm とした。試験体は底面を測定面とし、測定面以外の 5 面をエポキシ樹脂で被覆した。

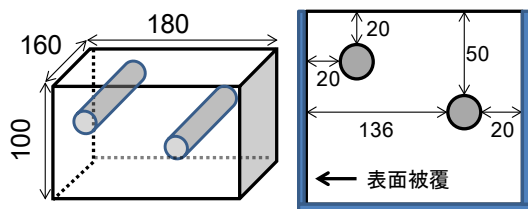


図-1 試験体概要(mm)

(2)養生および水分供給方法

試験体は打設翌日に脱型し、その後 14 日間の水中養生、塩化ナトリウム混入試験体は混入した塩分と同

濃度の塩水にそれぞれ浸漬させた。養生終了後、乾湿繰返しと連続浸せきの 2 種類の環境で水分供給を行った。乾湿繰返しとして温度 20°C 、湿度 60%の環境に 3 日乾燥、4 日塩水浸せきをした。

(3)測定項目および測定方法

ポテンショ・ガルバノスタットを用いて分極曲線の測定を行った。測定条件として、浸せきサイクル終了後の湿潤状態の試験体を用いて、測定環境温度 20°C で測定した。アノード勾配、カソード勾配は分極曲線の Tafel 領域の自然対数の接線から求めた。ここで、アノード勾配を例に挙げると、勾配が小さくなることは、腐食が進行しやすい傾向であることを示している。照合電極は銀塩化銀電極を用いて、掃引速度は 60mV/min とした。なお、測定値は IR ドロップの影響を含んでいる。

3.実験結果および考察

(1)水結合材比の影響

図-2 に分極曲線の傾きと水結合材比の関係を示す。なお、図-2 はかぶり 20mm、塩化物量 10.8kg/m^3 、乾湿繰返し条件下の試験体の結果である。図の凡例は結合材の種類と勾配の種類(A：アノード勾配、C：カソード勾配)を示している。アノード勾配をみると、水結合材比による勾配の変化は小さく、かぶり 20mm程度で鉄筋表面の塩分濃度が同一であれば、水結合材比は腐食進行に与える影響は小さいことが分かる。本研究では練混ぜ水に塩分を混入しているが、実環境下で塩分が外部から供給される場合は、異なる水結合材比の鉄筋表面の塩分濃度が、同材齢で等しくなることは無く、実験で設定した条件は仮想的であることに注意する必要がある。カソード勾配においても、アノード勾配と同様に水結合材比による勾配の変化が小さい結果となった。

(2)塩化物量および環境の影響

図-3, 図-4 はかぶり 20mm, 水結合材比 60%の結果である。

図-3 の乾湿繰返し環境では, OPC と FA は塩化物量の増加に伴いアノード勾配は小さくなった。一方, カソード勾配は塩化物量の変化による, 勾配の変化は見られなかった。

図-4 の連続浸せきの結果では, OPC は塩化物量の増加に伴いアノード勾配が小さくなるのが分かる。BB や FA においては, OPC と比較して勾配の変化は小さかった。これは, 連続浸せきしたことによりコンクリートの水和が進み, BB や FA は OPC よりも組織が緻密になったことで, 水分や酸素の供給が少なくなり勾配が小さくなったと考えられる。カソード勾配は塩化物量の変化による, 勾配の変化は見られなかった。

図-3, 図-4 から, アノード勾配は, 乾湿繰返し環境において, 塩化物量が増加することで勾配がより小さくなり, 腐食が進行しやすい環境であることが分かる。一方, カソード勾配は水分供給環境が変化しても, 変化は見られなかった。

(3)乾燥がカソード勾配に及ぼす影響

前記の水分供給環境の変化では, カソード勾配の変化は見られなかったため, 乾燥期間がカソード勾配の変化に与える影響について検討した。図-5 に乾燥によるカソード勾配の変化を示す。凡例は塩化物量(kg/m^3) - かぶり(mm)を示し, 水結合材比 60%のOPC試験体の結果を示す。測定は湿潤状態の試験体を乾燥させて行った。乾燥期間が長くなると, カソード勾配は一定値に収束していることがわかる。また, かぶりの違いによるカソード勾配の変化は小さく, カソード勾配は乾燥させても, 変化は小さいことが分かった。

4.まとめ

- 1)塩化物量が増加することにより, アノード勾配は小さくなり, 腐食が進行しやすくなることが分かった。
- 2)コンクリート中のカソード勾配は変化が小さいことが分かった。

参考文献

- 1)鈴木僚ほか：測定環境条件が電気化学的測定結果に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.29, No.2, pp.751-756, 2007.9

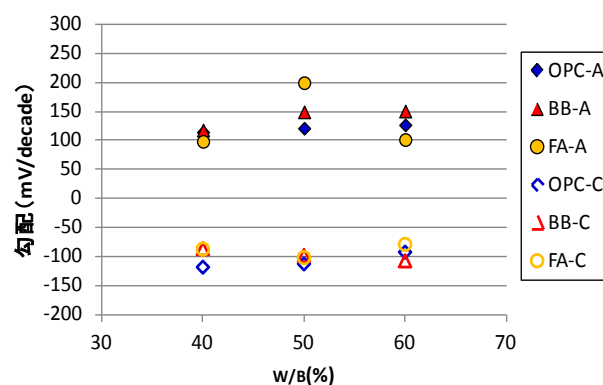


図-2 水結合材比による勾配の変化

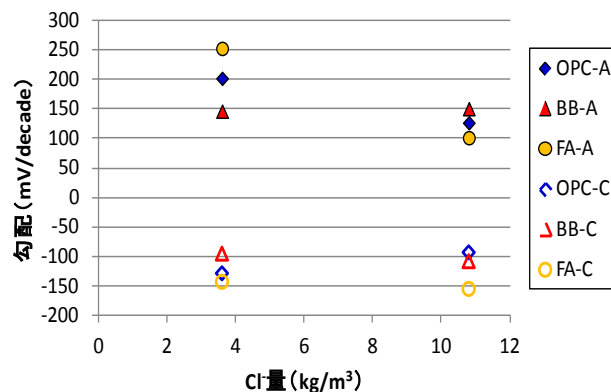


図-3 塩分量による勾配の変化（乾湿繰返し）

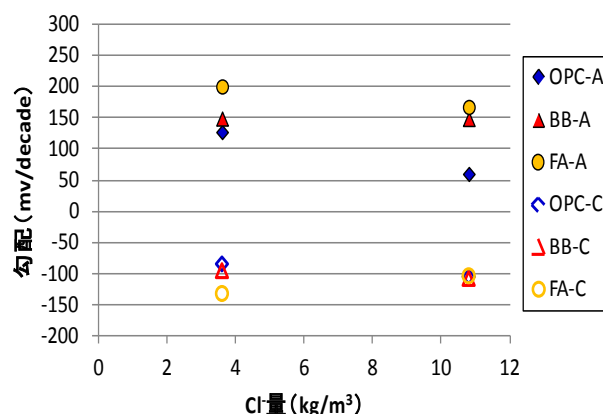


図-4 塩分量による勾配の変化（連続浸せき）

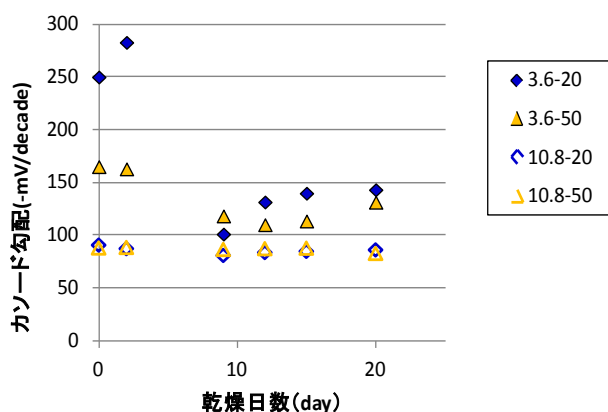


図-5 乾燥によるカソード勾配の経時変化