

練混ぜ水の溶存酸素量を変化させたモルタル中のみがき鋼棒の腐食速度について

鉄道総研 正会員 ○飯島 亨
 鉄道総研 正会員 上田 洋

1. はじめに

著者らは、コンクリート中の鉄筋の腐食速度に及ぼす諸要因の影響について検討し、コンクリートの含水率、中性化残り、コンクリートの塩化物イオン量および気温から腐食速度を推定する式を提案してきた¹⁾。今回は、さらに、酸素濃度が鉄筋腐食に及ぼす影響を知るための基礎的な試験として、練混ぜ水の溶存酸素量を変化させたモルタル中のみがき鋼棒の腐食速度を検討したので、その結果を報告する。また、鉄筋の腐食速度の算出にあたり、鉄筋の重量測定から求めた腐食量と分極抵抗法²⁾から求めた腐食量の関係についても求めた。

2. 試験概要

試験に用いたモルタル供試体の配合は、表1に示すとおりで、モルタル中の塩化物イオン量を0から10kg/m³まで、練混ぜ水の溶存酸素量を1~7mg/l程度まで変化させた。供試体の寸法は100×100×140mmとした。みがき鋼棒(φ10×120mm)は、大気からの溶存酸素の浸入の影響を極力避けるために供試体の中心とし、鉄筋かぶりを45mmとした。モルタル供試体は、気温20℃湿度、60%の恒温室に入れ、材齢7日に脱型し、その後同恒温室で養生した。

表1 モルタル供試体の配合

水セメント比(%)	50、60
セメント細骨材比	1:3
塩化物イオン量(kg/m ³)	0、1.2、5、10
練混ぜ水の溶存酸素量(mg/l)	1~3、3~5、5~7程度に調整

材齢7日、28日、63日、112日の鉄筋腐食速度を分極抵抗から求めた。分極抵抗は、鉄筋腐食診断器SRI-CM-IIIを用いて、10Hzと20mHzの2周波数の交流インピーダンス値から見かけの分極抵抗Rp'(Ω)を求め、それに鉄筋の表面積を乗じて真の分極抵抗Rp(Ωcm²)を算出した。鉄筋腐食速度は測定した分極抵抗を用いて腐食電流密度Icorr(A/cm²)を算出し、さらにファラデーの第2法則から年間の単位表面積あたりの腐食減量(mg/cm²/年)として求めた。また、材齢112日後にモルタル供試体からみがき鋼棒を取り出して、重量減量から腐食量の測定も実施した。

3. 試験結果

(1)鉄筋の重量測定から求めた腐食量と分極抵抗法から求めた腐食量の関係

モルタル供試体の鋼材腐食試験(鉄筋かぶり45mm)で、分極抵抗法から求めた腐食量と鋼材の重量測定した値から求めた腐食量を図1に示す。分極抵抗法から算出した腐食量は、各経時の腐食速度とその期間を積算して求めた。さらに、この図には以前に実施した鉄筋かぶり20mmの結果¹⁾も併記した。この図から、鉄筋かぶり20mmでは、分極抵抗法から算出した腐食量と重量測定から算出した結果が一致しているが、鉄筋かぶり45mmでは、分極抵抗法から算出した腐食量は、重量測定から算出した結果の32%となった。このことから、鉄筋かぶり45mmでは分極抵抗で測定される面積がかぶり20mmの約1/3であり、分極抵抗から腐食速度を算出する場合には補正が必要であることがわかる。

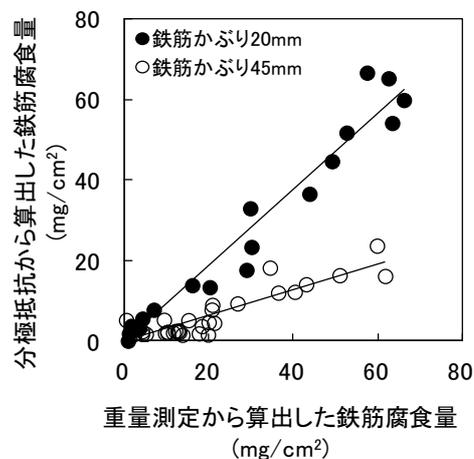


図1 重量測定による腐食量と分極抵抗から算出した腐食量

キーワード コンクリート, モルタル, 鉄筋, 溶存酸素, 塩化物イオン, 腐食速度, 分極抵抗

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7338

(2) 鉄筋腐食に及ぼす溶存酸素の影響

鋼材の腐食速度は、分極抵抗による測定面積が全面積の 32%であることから、補正值 (1/0.32=3.1) を用いて算出した。練混ぜ水の溶存酸素と鋼材の腐食速度の関係を図 2 に示す。なお、練混ぜ水の溶存酸素は鋼材腐食に伴い消費されることから、図には初期溶存酸素と記載した。

材齢 7 日、28 日、63 日、112 日のいずれも、塩化物イオン量が 5 および 10kg/m³ のモルタルでは、初期溶存酸素が増加するにつれて一次関数的に鋼材の腐食速度が速くなることがわかる。しかし、塩化物イオン量が 0 および 1.2kg/m³ のモルタルでは、初期溶存酸素が増加しても鋼材の腐食速度は変わらず、極めて遅い腐食速度 (1.8mg/cm²/年未満) であった。初期溶存酸素が 2 および 5mg/l の場合の塩化物イオン量が 5 および 10kg/m³ のモルタル中の材齢毎の鋼材の腐食速度を図 3 に示す。なお、各初期溶存酸素に対する腐食速度は、図 2 で初期溶存酸素と腐食速度が直線関係であったことから、この関係を用いて算出した。図 3 から、塩化物イオン量が 5kg/m³ の場合、腐食速度は材齢初期に速く、材齢が経過するにつれて遅くなり、材齢 112 日の腐食速度は、初期溶存酸素が 2 と 5mg/l のいずれも 5mg/cm²/年程度となる。一方、塩化物イオン量が 10kg/m³ の場合、腐食速度が材齢初期に速く、材齢が経過するにつれて遅くなる傾向は、塩化物イオン量が 5kg/m³ の場合と同様であるが、材齢 112 日の腐食速度は初期溶存酸素量により異なり、初期溶存酸素が 2 mg/l で約 7mg/cm²/年に対し、初期溶存酸素が 5 mg/l では約 15mg/cm²/年と約 2 倍となることがわかった。

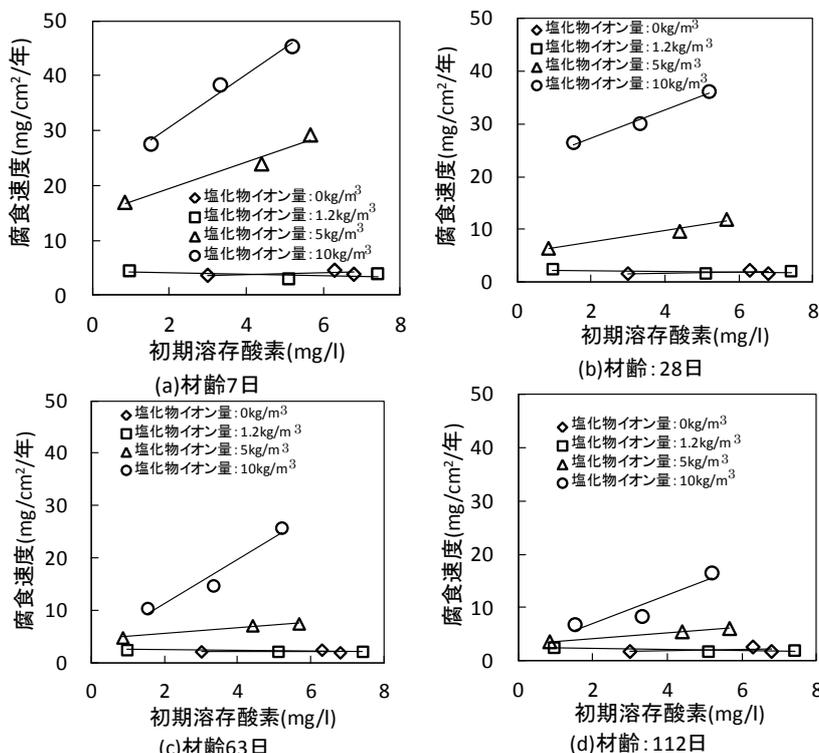


図 2 練混ぜ水の溶存酸素と鋼材の腐食速度の関係

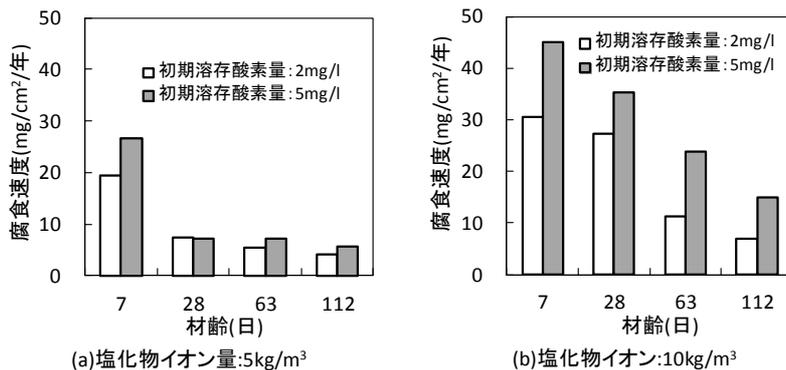


図 3 鋼材の腐食速度の経時変化

4. まとめ

- 1) 鉄筋かぶりが大きくなると、分極抵抗による鉄筋の測定面積が小さくなることがわかった。
- 2) 鉄筋腐食に及ぼす酸素の影響は、塩化物イオン量が 5 および 10kg/m³ のモルタルでは初期溶存酸素の増加に伴い、腐食速度は一次関数的に速くなるが、塩化物イオン量が 0 および 1.2kg/m³ では初期溶存酸素が増加しても腐食速度は変わらず、極めて遅い腐食速度 (1.8mg/cm²/年未満) であることがわかった。

参考文献

- 1) 飯島亨, 工藤輝大, 玉井譲: コンクリート中の鉄筋の腐食速度に及ぼす気温の影響, 鉄道総研報告, Vol.23, No.6, pp.11-16, 2009.6
- 2) 土木学会コンクリート委員会: コンクリート中の鋼材の腐食性評価と防食技術研究小委員会 (338委員会) 成果報告書 (その 2) およびシンポジウム論文集, コンクリート技術シリーズNo.99, pp.196-203, 2012.10