

コンクリート中の鉄筋のミクロセル腐食速度の測定値に与える要因とそのばらつきについて

金沢工業大学大学院 学生会員 ○花岡 大伸
 東亜建設工業(株) 正会員 網野 貴彦
 東亜建設工業(株) 正会員 羽瀧 貴士
 東亜建設工業(株) 正会員 上村 恭子

1. はじめに

これまで、かぶり、鉄筋径、コンクリートの品質、塩化物イオン濃度、外部環境など様々な要因を考慮した腐食速度式が幾つか提案されているが^{1) 2)}、その精度やばらつきに対する検討はほとんどなされていない。そこで、本稿では、かぶり、鉄筋径、水セメント比、塩化物イオン濃度、環境温度がミクロセル腐食速度(以下、腐食速度)の平均値に与える影響と、同一条件における測定値のばらつきについて検討した結果を述べる。

2. 実験概要

本検討では、長さ 10cm の異形鉄筋を 3 本ずつ所定のかぶり位置に埋設した供試体を使用し、測定用の端子として鉄筋の両端部にステンレス製の端子を取り付けた。また、コンクリートの配合は表-1 に示したものであり、練混ぜ水に塩化ナトリウムを添加することによりコンクリート中の塩化物イオン濃度を変化させた。

検討ケースは表-2 に示すものであり、ケース 2 (W/C=55%, D16, d=5cm) を基準ケースとして、ケース 1, 3 ではかぶり (d=2, 7cm), ケース 4, 5 では鉄筋径 (D10, D25), ケース 6 では水セメント比 (W/C=45%) を変化させた。ケース 1~6 の供試体は打設後 28 日間、温度 20℃、相対湿度 80% の環境で養生を行い、打設 3 ヶ月後に腐食速度の測定を行った。また、ケース 7 の供試体では、環境温度の影響を検討するため、ケース 1~6 の供試体と同様の養生を行った後、所定の温度および湿度の環境下で 2 週間ずつ曝露を行い腐食速度の測定を行った。なお、腐食速度は鉄筋の分極抵抗(二重対極センサーを用いた交流インピーダンス法)を測定し算出した。

3. 腐食速度の平均値に与える要因

かぶり、鉄筋径、環境温度と腐食速度の平均値の関係を図-2 に整理した。この結果によれば、塩化物イオン濃度 4kg/m³ を上回ると、かぶりが小さいほど、細径であるほど、環境温度が高いほど、腐食速度の平均値は大きくなった。一方、2kg/m³ 以下の塩化物イオン濃度ではこれら条件の違いによる影響はほとんど見られなかった。次に、コンクリート中の全塩化物イオン濃度と腐食速度の関係を図-3 に示す。この結果によると、塩化物イオン濃度が 1.0% (W/C=55% で約 3kg/m³) 以上となると、塩化物イオン濃度の増

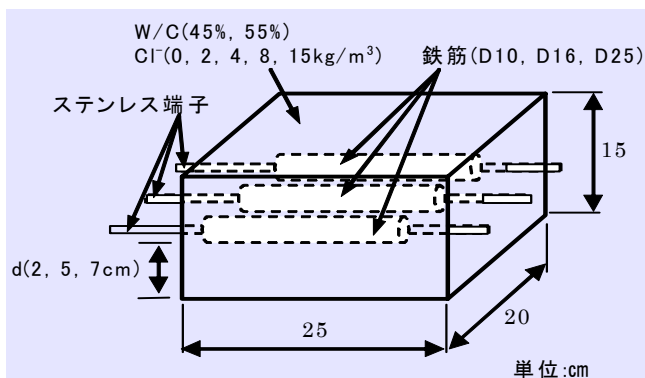


図-1 供試体概要

表-1 コンクリート配合

W/C (%)	単位量(kg/m ³)				
	W	C	S	G	Ad
55	164	294	788	1056	2.94
45	173	406	734	1053	3.53

※ 高炉セメント B 種 (スラグ混入率 40~45%)

※ AE 減水剤を使用

表-2 検討ケース

ケース	W/C (%)	径	かぶり (cm)	曝露環境	塩化物イオン濃度 (kg/m ³)	供試体数 ^{注)}	鉄筋数
1	55	D16	2	20℃ 80%RH	各ケース に対して 0, 2, 4, 8, 15 の 5 種類	15	45
2	55	D16	5			15	45
3	55	D16	7			15	45
4	55	D10	5			15	45
5	55	D25	5			15	45
6	45	D16	5	10, 20, 30, 40℃ の 4 種類 95%RH	各ケース に対して 2, 4, 8 の 3 種類	3	9
7	55	D16	5			3	9

注) ケース 1~5: 塩化物イオン濃度の 5 種類×各 3 体
 ケース 6~7: 塩化物イオン濃度の 3 種類×各 1 体

キーワード: ミクロセル腐食速度, かぶり, 鉄筋径, 塩化物イオン濃度, 環境温度

連絡先 〒 921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 TEL 076-248-1305

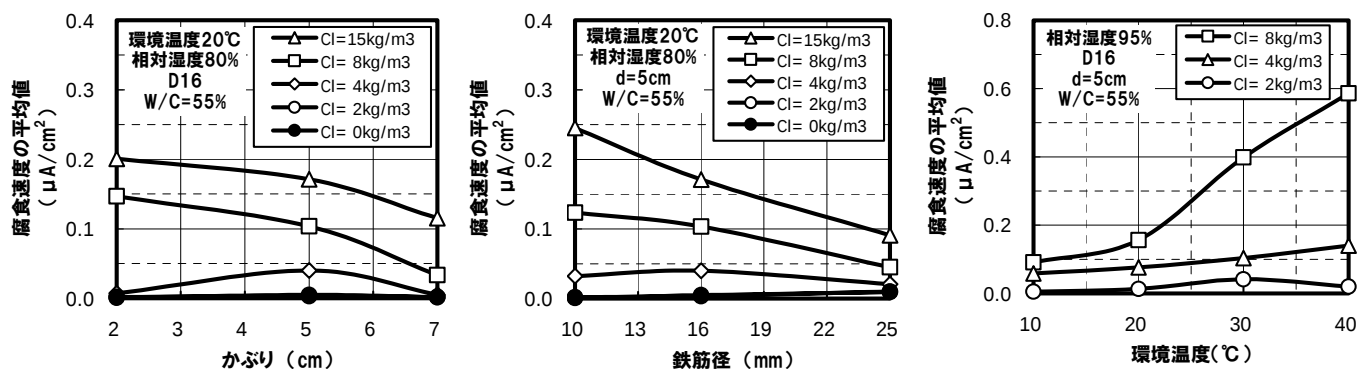


図-2 かぶり，鉄筋径，環境温度と腐食速度の平均値の関係

加とともに腐食速度の平均値もほぼ直線的に増加する傾向が見られた。なお，他のケースにおいても図-3と同様の傾向が確認されている。以上から，平均的な腐食速度はかぶり，鉄筋径，配合，環境温度などの条件に大きく影響するため，種々の条件を考慮した腐食速度の構築が重要であることが分かった。今後，湿度の違いやマクロセルの影響に関する検討を追加し，これらの条件を考慮できる平均的な腐食速度式の構築を検討する予定である。

4. 同一条件で測定された腐食速度のばらつき

図-3によると，個々の鉄筋に対する腐食速度の測定値は塩化物イオン濃度の増加に伴って大きくばらつく傾向を示している。この傾向は他のケースでも同様であり，文献3)で得られた知見と同様，今回の検討においても腐食速度の平均値が大きいほどそのばらつきも大きい結果となった。そこで，かぶり，鉄筋径，水セメント比，塩化物イオン濃度，環境温度の全ての条件が同一である鉄筋に分類して，それらの中での腐食速度の平均値と変動係数の関係を図-4に整理した。これによると，腐食速度の平均値が大きいほど変動係数は小さくなり，変動係数は概ね0.5程度であった。ただし，この結果は条件が十分に管理された室内実験によるものであるので，実構造物での調査結果を追加して腐食速度のばらつきについて再検討する必要があるものと考えられる。

5. まとめ

本検討を通じて，コンクリート中の鉄筋のミクロセル腐食速度は，かぶり，鉄筋径，環境温度，コンクリート中の塩化物イオン濃度などの条件に大きく影響され，種々の条件を考慮できる腐食速度式の構築が必要であることが分かった。また，それらの条件が十分に管理された室内実験でのミクロセル腐食速度の測定値の変動係数は概ね0.5程度と比較的小さいものであることが確認された。

参考文献

- 1) 森永繁:鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究, 東京大学学位論文, 1986.11
- 2) 西田ら: 材料分離の影響を受けたコンクリート中鉄筋の腐食速度の温度依存性, 土木学会論文集, No.781/V-66, pp.75-87, 2005.2
- 3) 堤ら: 塩害劣化に関する影響要因の実データに基づく定量評価, 土木学会論文集, No.544/V-32, pp.33-41, 1996.8

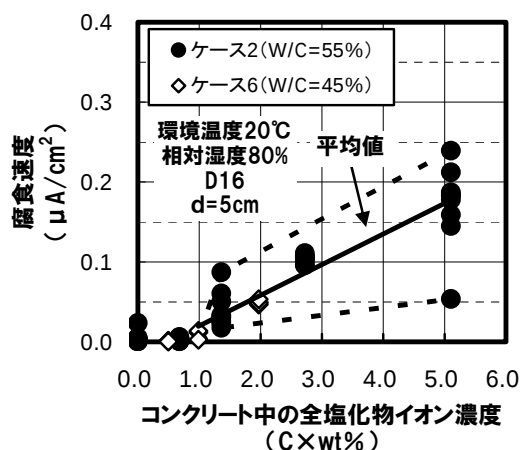


図-3 塩化物イオン濃度と腐食速度の関係

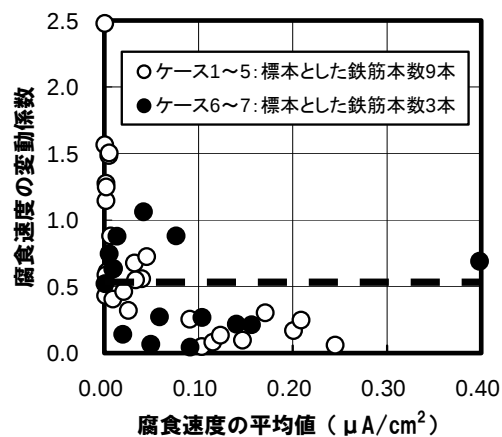


図-4 腐食速度の平均値と変動係数の関係