

酸素透過性が鉄筋コンクリートのマクロセル腐食に及ぼす影響

東京工業大学大学院 学生員 柴田常德
東京工業大学工学部 正会員 大即信明
東京工業大学工学部 正会員 長滝重義
東京工業大学大学院 学生員 宮里心一

1. はじめに

近年、塩害による鉄筋コンクリート構造物の劣化が一部で顕著となり、その耐用性が大きな問題となってきた。このような状況に対処するために、健全な部材を打継ぐ断面修復工法が行われてきたが、この工法により生じる構造物中の打継目を境とした腐食の要因となる物質の濃度差が原因となり、マクロセルが発生及び増進し、腐食がさらに増進したという事例がいくつか報告されている。また、実構造物中の鉄筋のマクロセル腐食速度を大きく支配していると考えられる酸素の透過性について知ることは、腐食の進行過程を知る上で大変重要である。

本研究においては、酸素透過性に関する基礎的な材料特性を調査し、酸素供給量の相違がマクロセル腐食に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

実験には図1に示す打継目を持つモルタル円柱供試体を用い、左右で塩化物イオン濃度に差をつけた。ここで、マクロセル腐食を検討する上で塩化物イオン濃度が比較的大きく、自然電位が貴であった左側をカソード側、塩化物イオン濃度が比較的小さく、自然電位が卑であった右側をアノード側と呼ぶことにし、表1に示す配合を用いた。供試体の中心軸には電動ワイヤブラシにより黒皮を剥いた $\phi 9\text{mm} \times 1.9\text{cm}$ の丸鋼を6本配置し、リード線で隣接する鉄筋要素間を接続することにより電気化学的には1本とみなせる鋼材とした。打設方法は、打設時の塩害を避けるため、まず塩化物イオン含有量の少ないカソード側のモルタルを打設し、24時間後にワイヤブラシにより打設面のレイタンスを除去し、アノード側のモルタルを打設した。脱型後、打継目や円柱供試体の両端の面から酸素や水が侵入するのを防ぐために、エポキシ系樹脂でシールした。そして、表1に示す外部環境下において1カ月養生した後、隣接した鉄筋要素間を流れる電流を測定し、各鉄筋要素のマクロセル電流密度を算定した。

3. 実験結果および考察

①カソード側あるいは②アノード側の配合に相違を設けた供試体の各鉄筋要素のマクロセル電流密度を図2に示す。同図より、カソード側の水セメント比が小さくなるとアノード側のマクロセル電流密度が減少する傾向が確認される。また、各配合における全マクロセル電流密度および酸素拡散率の関係を図3に示す。これにより、カソード側のモルタルの水セメント比が小さいほど腐食の進行が遅くなる傾向にあることが分かる。これは、水セメント比が小さいほど、より密実なモルタルとなり、腐食に必要な酸素が透過しにくくなるためと考えられる。従ってマクロセル腐食において、酸素が必要となるカソード側モルタルの水セメント比が大きな影響を与えるものと推測される。

表1 本研究において検討した各種条件

比較項目	水セメント比 (%)		外部環境
	カソード側	アノード側	
①カソード側の配合	30	30	湿润中
	50	30	
	100	30	
②アノード側の配合	30	30	湿润中
	30	50	
	30	100	
③外部環境	100	30	乾燥中
	100	30	湿润中
	100	30	水中

※ 乾燥中(相対湿度37%)、湿润中(同86%)

※※ 水中は相対湿度100%とする。

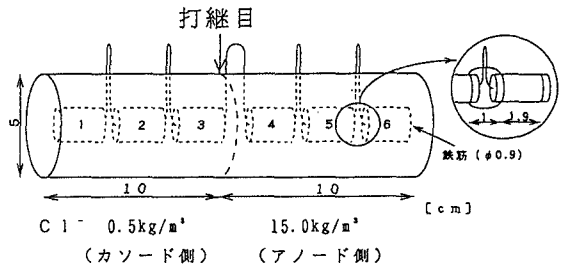


図1 本研究で使用したモルタル供試体

また同様に③外部環境の相違を設けた供試体の各鉄筋要素のマクロセル電流密度を図4に、各外部環境(相対湿度)における全マクロセル電流密度および酸素拡散率の関係を図5にそれぞれ示す。湿潤状態より水中の方が、マクロセル腐食の進行は比較的遅かった。これは、相対湿度が高くなるにつれて、含水率が大きくなり、鉄筋周囲の水膜が厚くなることにより、酸素が透過しにくくなるためと考えられる。また、湿潤空气中よりも乾燥空气中にある方がマクロセル腐食の進行は遅かった。これは、乾燥するにつれて含水率が小さくなり、カソード反応に必要な水分が欠乏するため、またそれにより供試体の溶液抵抗が増大し腐食回路を形成しづらくするためと考えられる。

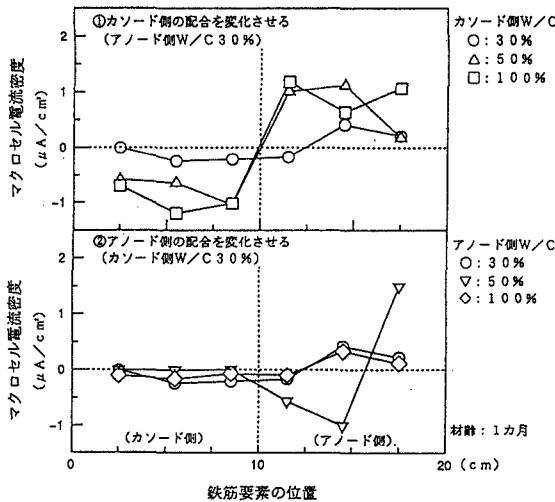


図2 配合の相違がマクロセル腐食に及ぼす影響

4. 結論

本研究から得られた結論は以下のとおりである。

- (1) モルタル内部の鉄筋への酸素透過量は、水セメント比が小さいほど、また水分を含む環境下にあるほど少なくなる傾向が確認された。
- (2) 打継目をもつモルタル内部の鉄筋のマクロセルによる腐食の進行は、酸素透過量に影響を与えるカソード側の水セメント比が小さいほど遅くなる傾向にある。
- (3) マクロセル腐食は水中では酸素透過量が律速となり、また乾燥空气中では溶液抵抗が律速となるため、本研究の範囲では、十分な酸素と水分を含む湿潤空气中(湿度80%～90%程度)で、腐食の進行は、最も速くなった。

最後に本研究の実施にあたり、多くの御助言をいただきました東亜建設工業株式会社の守分敬郎氏に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 小林、宮川：耐久性設計の手法に基づいた鉄筋コンクリート部材の表面処理効果の評価 土木学会論文集 第390号 p151～160 1988

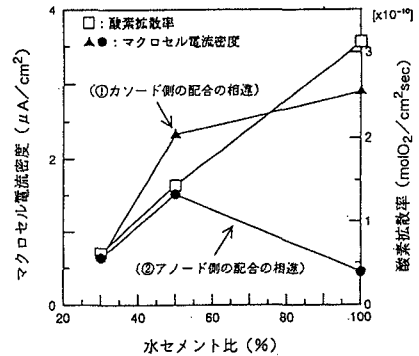


図3 各配合における酸素拡散率とマクロセル腐食の関係

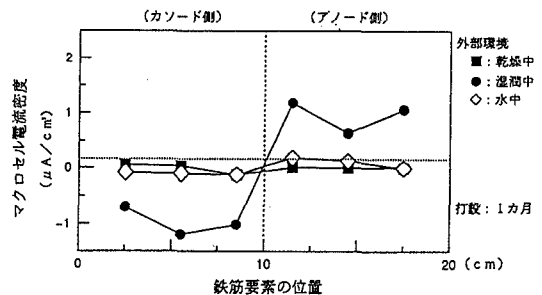


図4 外部環境の相違がマクロセル腐食に及ぼす影響
(カソード側W/C 1.00% アノード側W/C 3.0%)

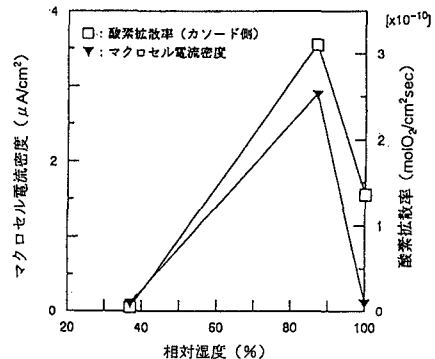


図5 各環境下における酸素拡散率とマクロセル腐食の関係