

カソード領域がマクロセル腐食速度に及ぼす影響

芝浦工業大学 学生会員 ○村上 拓
東京大学生産技術研究所 正会員 加藤佳孝

東京大学大学院 学生会員 Nanayakkara Ominda
芝浦工業大学 フェロー会員 魚本健人

1. はじめに

鋼材腐食は塩害環境下において RC 構造物の代表的な劣化原因の1つであり、特に、マクロセル腐食が生じた場合には鋼材の腐食速度が速く、急激に劣化が進行することが知られている。

ここで、マクロセル腐食が発生している試験体を、非破壊試験である自然電位法により計測した例を図-1に示す。電位は全体的に卑な値を示していることから、全体的に同じような腐食が生じている可能性があることになる。しかし実際は、局所的な腐食であるマクロセル腐食が発生している箇所が2箇所あり、自然電位法では、このような腐食状況を適切に評価できていないことがわかる。

以上のように、実構造物に適用される非破壊試験の精度向上のためには、マクロセル腐食の機構解明が不可欠であると考えられる。ここで、マクロセル腐食の腐食速度はアノード部 (Aa) とカソード部 (Ac) の表面積比 (以下 Ac/Aa と表現する) によって支配されるとされているが、実際の腐食速度との関係は明らかにされていない。そこで本研究では、マクロセル腐食が生じた試験体の Ac/Aa が、マクロセル腐食の進行速度に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

配合条件を表-1に示す。また、実際の塩害環境を想定し、NaCl水溶液を用いた乾湿繰り返し試験を行った(試験条件の詳細は図-2参照)。塩分の浸透は1面浸透とし、それ以外の5面はエポキシ樹脂を塗布した。マクロセル腐食の発生の判断およびマクロセル腐食電流の計測は、図-2に示す分割鉄筋¹⁾を埋設した試験体を用いて行った。さらに、分割鉄筋間を接続しているワイヤーを接続/分離することで、Ac/Aaの変化がマクロセル腐食速度に及ぼす影響を実験的に把握した。

鉄筋要素間を流れるマクロセル電流をデータロガーで測定した。表-2に、マクロセル腐食が生じた試験体

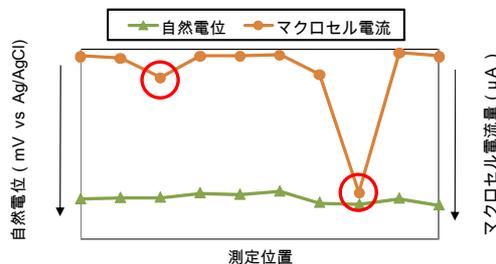


図-1 自然電位とマクロセル電流の値

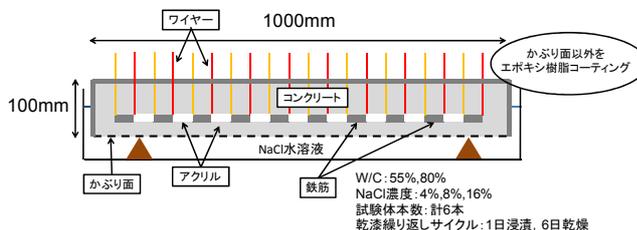


図-2 試験体形状

表-1 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単体量 (kg/m ³)				AE 剤 (%×C)
		W	C	S	G	
55	45	190	345	770	966	0.008
80	45	203	254	789	990	0.008

普通ポルトランドセメント, 最大骨材寸法 15mm

表-2 試験体とアノード部

試験体記号	A	B	C	D
試験体条件	W/C=55% NaCl濃度 16%	W/C=80% NaCl濃度 8%	W/C=80% NaCl濃度 16%	W/C=80% NaCl濃度 16%
アノード部	要素5	要素6	要素3	要素8

条件と、その試験体のアノード位置を示す。また、Ac/Aaの影響を把握するための接続例を図-3に示す。計測したマクロセル電流は、アノード鉄筋の表面積(周長 1.6cm×長さ 5cm)で除することによりマクロセル腐食電流密度(以下、電流密度と称す)に換算した。なお、測定時のコンクリートは湿潤状態を保った。W/C=80%, NaCl濃度 16%では、アノード部が2カ所存在したため、1つのアノード部に着目した時は、他方のアノード部は接続していない。

キーワード マクロセル腐食 カソード アノード

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 複合材料研究室 TEL 03-5859-8358

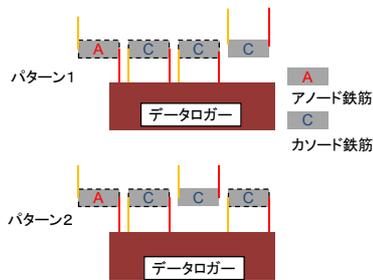


図-3 Ac/Aa=2 の場合の接続例

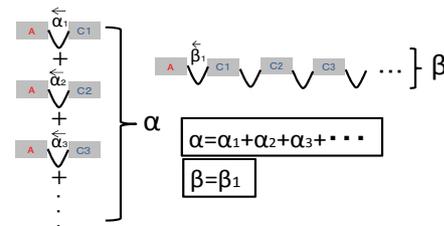


図-4 α と β の概念図

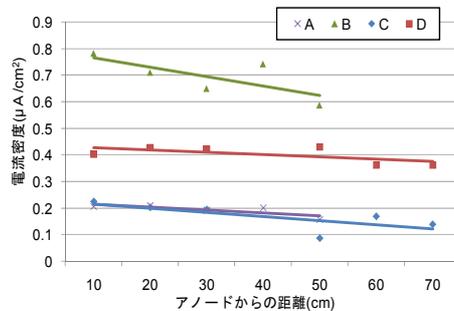


図-5 Ac/Aa=1 の電流密度

3. 実験結果と考察

カソード領域が電流密度に及ぼす影響は、アノードからの距離とカソード要素間の影響が考えられる。ここで、カソード要素間の影響とは、図-4に示すように、アノードと対象とするカソードを個別に接続した (Ac/Aa=1) 場合の電流密度の総和を α 、対象とするカソード全てと接続した場合の電流密度を β と定義すると、 α と β の違いを意味する。距離の影響は、カソード領域の大きさを固定したとき(本研究では Ac/Aa=1)の、電流密度の変化により把握でき、カソード要素間の影響は、 α と β の違いを検討することで把握できる。

3.1 アノードからの距離の影響

図-5 は、Ac/Aa=1 の時のアノードからの距離と電流密度の関係を示したものである。若干ではあるが、電流密度はアノードからの距離の増加にともない低下している。これは、マクロセル腐食の回路が、抵抗となるコンクリートを介して形成されているためであると考えられる。

3.2 カソード要素間の影響

全ての試験体で同様の挙動が観察できたため、試験体 B の結果を一例として図-6に示す。図より、Ac/Aa の増加に伴う α と β の増加傾向は異なる。すなわち、前述したカソード要素間の影響は存在することになる。

そこで、 α と β の関係性を考察するために、 α - β (α と β の差) と Ac/Aa の関係を図-7に、 β/α (α と β の比) と Ac/Aa の関係を図-8に示す。図から明らかのように、異なる試験体条件であっても、 β/α と Ac/Aa の関係は、ほぼ一定の関係を示しており、Ac/Aa の増加に伴い、 β/α は低下することが分かる。すなわち、カソード要素数の増加にともない要素間の影響が増加し、要素の総和の電流密度 (α) に比べて電流密度 (β) は低下するが、その比率は試験体条件に依存しない結果となった。

4. まとめ

カソード領域が、マクロセル腐食の進行に及ぼす影

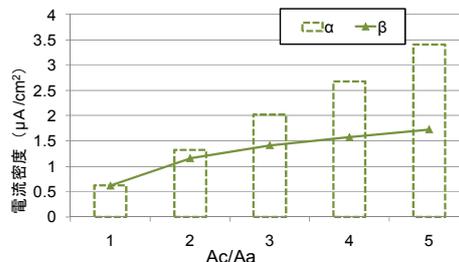


図-6 試験体 B における α , β

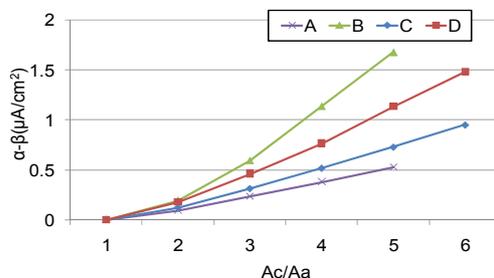


図-7 α - β と Ac/Aa の関係

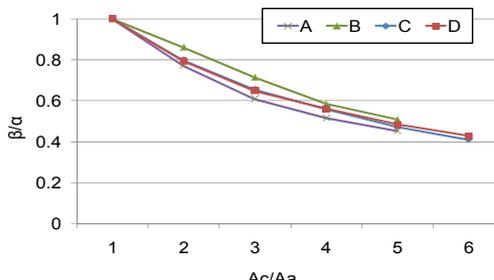


図-8 β/α と Ac/Aa の関係

響について検討した結果、アノードからの距離の影響とカソード要素間の影響を確認した。カソード要素数の増加にともない要素間の影響が増加し、マクロセル腐食電流密度は低下するが、その比率は試験体条件に依存しない結果となった。

謝辞：本研究を行うにあたり、研究室各位の協力を得た。ここに記して、感謝の意を表す。

参考文献

1)宮里心一, 大即信明, 小長井彰祐: 分割鉄筋を用いたマクロセル電流測定方法の実験的・論理的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No2, 2001

