

アノード律速となるマクロセル回路の条件

九州工業大学 大学院 日比野誠 合田寛基
九州工業大学 工学部 吉浦 里

1. はじめに

マクロセル腐食のメカニズムを説明する際、図1のような模式図が使われる。マイクロセルからマクロセルに移行する際の直線の傾きは、マクロセル回路が形成されるときに分極の傾きを示しており、コンクリート中の鉄筋のマクロセル腐食の速度を予測するときには、マイクロセル回路におけるターフェル勾配を延長してモデル化されている¹⁾。

これに対して著者らは、図2, 3に示すように性質の異なる鉄筋コンクリートのブロックを2つ準備し、接続と切断を繰り返すことでマクロセル回路を形成し、自然電位とマクロセル電流量の変化からマクロセル腐食が生じるときの分極の傾きを評価することを試みた。既報²⁾では、カソード律速となる条件下でカソード側の鉄筋が分極する状況の評価を行った。今回は、アノード側の分極の傾向を評価するための準備として、アノード律速となるマクロセル回路の条件について検討を行った。

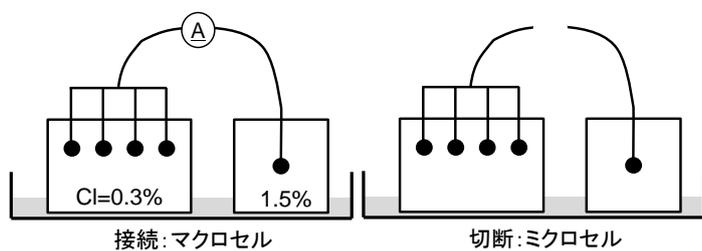


図2 マクロセル回路の形成

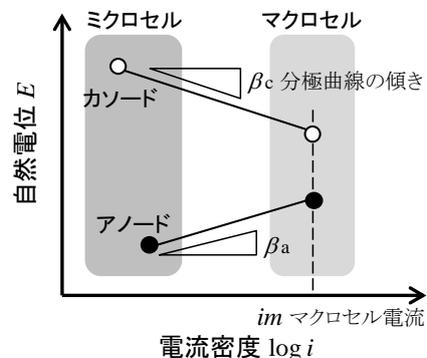


図1 マクロセル腐食のモデル

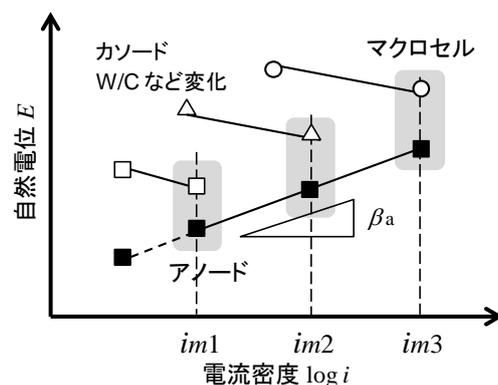


図3 アノード律速となるマクロセル回路

2. 実験概要

酸素消費型のカソード反応では、コンクリート中の酸素の拡散が全体の反応を律速する要因になっているため、一般にカソード律速となる。そこで今回は、カソード反応を活性化させることを目的とし、鉄筋本数の増加、かぶりの減少、W/Cの増加に加え、塩分も少量添加し、供試体を作製した。図4に示すように、アノードブロックとなるタイプAの供試体と鉄筋を4本、5本配置したカソードブロックとなるタイプB, Cを準備した。タイプB, Cの供試体は、上面のかぶりを18.5mmに減少させている。

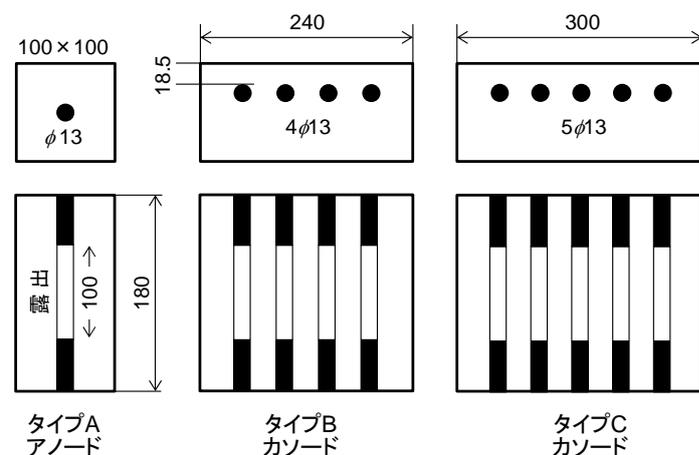


図4 供試体

モルタルの材料には普通ポルトランドセメント (密度 3.15g/cm^3)、海砂 (表乾密度 2.59g/cm^3 、粗粒率 2.95)

キーワード: マクロセル腐食, アノード律速

連絡先 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 建設社会工学科 Tel:093-884-3114

を用いた。配合は、W/C=40%、S/C=2とし、アノードブロックにはセメント質量に対して1.5%の塩化物イオン量となるように食塩を添加した。カソードブロックにもカソード反応を促進する目的でC×0.3%の食塩を添加した。さらにカソード側の供試体では、酸素の拡散を助長するためにW/C=70%とした配合を準備した。添加した塩化物イオン量はW/C=40%の配合と同量である。

3. 結果および考察

まず、カソードブロックのW/Cの影響を確認した。切断時と接続時の自然電位の測定結果を図5に示す。測定開始14日でブロックを接続しており、その直後から両方のブロックの電位が変化していることが分かる。カソードブロックをW/C=40%とした場合、接続後もアノードの自然電位(●)の変化は小さく、カソード側の電位(○)が大きく卑側に移行している。これに対して、カソードブロックのW/Cを70%とした場合、アノードブロックの電位(▲)が貴側に大きく移行していることが分かる。W/Cの増加により酸素の供給量が増加し、カソード反応がアノード反応を上回ったため、律速のモードが入れ替わったと考えられる。

次にW/Cを70%として鉄筋の本数に着目し、同様な測定を行った。律速の状況を判定するため、図6のように回路の接続前後で自然電位の変化量を分極の比率pRとして表すこととした²⁾。

$$pR_c = \frac{E_c}{E_o}, \quad pR_{con} = \frac{E_{con}}{E_o}, \quad pR_a = \frac{E_a}{E_o}$$

図7に示すように鉄筋が1本の場合はカソード側の分極の比率(pRc)が大きくカソード律速であるが、2本ではカソード側、アノード側の分極の比率が同程度の混合律速、4本ではアノード側の分極の比率(pRa)が卓越し、アノード律速に移行していることが見て取れる。

4. まとめ

モルタルのW/Cと鉄筋の本数に着目し、アノード律速のマクロセル回路が形成される条件について検討を行ったところ、今回の条件では、W/Cの影響が大きく、W/Cを70%とし、鉄筋の本数を4本以上にすればアノード律速のマクロセル回路を形成できることが分かった。

謝辞：本研究はJSPS 科研費JP19K0455の助成を受け行ったものです。付記し、謝意を表します。

参考文献：

- 1)丸屋剛ほか：コンクリート中の鋼材のマクロセル腐食に関する解析手法の構築，土木学会論文集E, Vol.62, No.4, pp.757-776, 2006.11
- 2)日比野誠ほか：マクロセルにおけるカソード分極抵抗の検討，令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会講演概要集, V-319, 2020.9

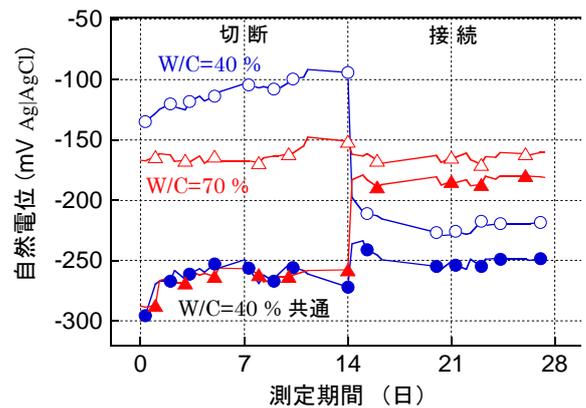


図5 自然電位の経時変化

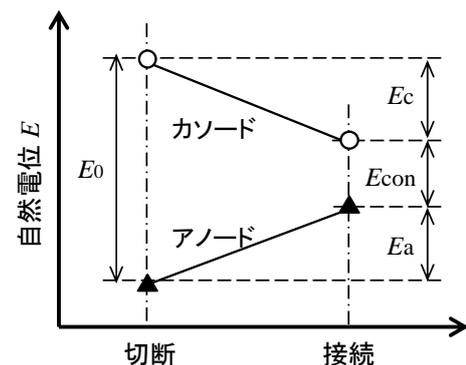


図6 分極の比率

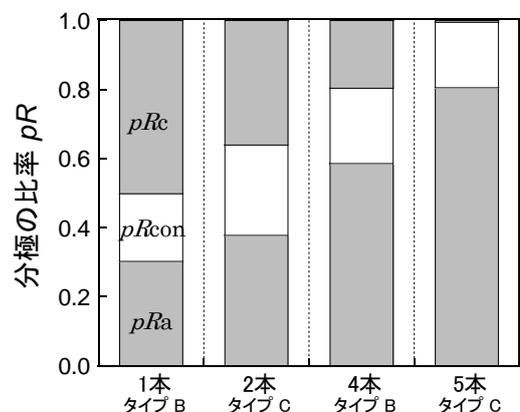


図7 鉄筋本数の影響 (W/C=70%)