

アノード律速下のマクロセル回路におけるアノードターフェル勾配の検討

九州工業大学 工学部 学生会員 吉崎 正真

九州工業大学 大学院 正会員 日比野 誠 合田 寛基

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¹⁾が使われており、マイクロセルとマクロセル腐食の間の自然電位と電流密度の傾きがターフェル勾配として示されている。しかし、実験的にこのターフェル勾配を求める場合、マイクロセル腐食とマクロセル腐食では電流密度の導出方法が異なるため、同じ横軸上にプロットすることには疑問がある。そこで、図2、3に示すように、性質の異なる供試体を2つ準備し、接続することでマクロセル回路を形成し、その際の自然電位とマクロセル電流密度の傾きからターフェル勾配の評価を試みた。既報²⁾では、カソード律速となる条件でこの見掛けのターフェル勾配を検討したので、今回の実験では、アノード律速となる条件で見掛けのターフェル勾配を検討した。

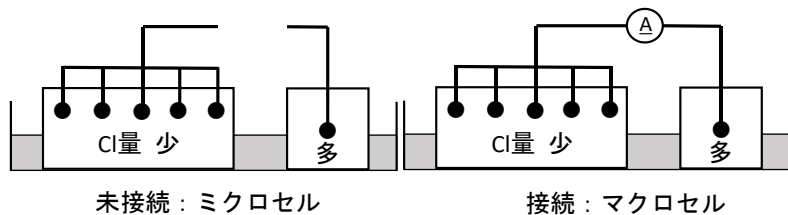


図2 マクロセル回路の形成

2. 実験概要

マクロセル電流量は、カソード反応とアノード反応のうち反応量の小さな方に律速されるため、アノード律速下のアノードターフェル勾配を検討する場合、マクロセル回路はアノード律速となっている必要がある。そこで今回の実験では、アノード律速下のマクロセル回路を成立させるため、対極であるカソード反応を活性化させる必要があった。既報³⁾を参考にし、図4に示すように、カソード側では酸素の供給と消費を増大させる目的で、カソード側の供試体ではアノード側と比較し、W/Cと鋼材の表面積を増加させ、かぶりを減少させた。モルタルの材料には普通ポルトランドセメント（密度 3.13 g/cm³）と海砂（表乾密度 2.54 g/cm³, F.M.2.71）を使用し、アノード側の配合は、W/C=0.4, S/C=2 とし、モルタル体積に対して 22.3 g/L の塩化物イオン濃度となるように食塩を添加した。カソード側では、W/C=0.7, S/C=2 とし、モルタル体積に対して 1.08 ～4.45 g/L の6水準の塩化物イオン濃度となるように食塩を添加した。2週間の湿布養生終了後、図2のようにアノードブロックとカソードブロックを水道水に1.5cmほど浸漬させ、銀塩化銀電極（Ag/AgCl）で未接続状態の自然電位を2週間測定した。その後、鋼材をリード線で接続し、マクロセル電流量とそれぞれの鋼材の自然電位を2週間測定した。ただし、カソード側は、配置した5本の鋼材のうち2本の自然電位を測定し、その平均値を算出した。

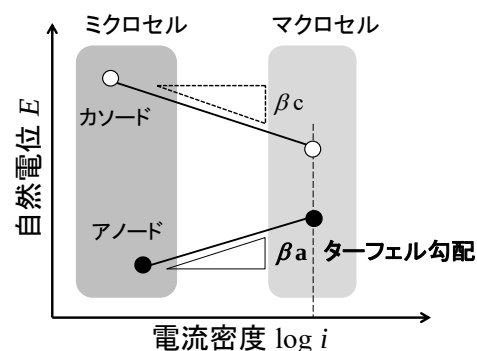


図1 マクロセル腐食のモデル

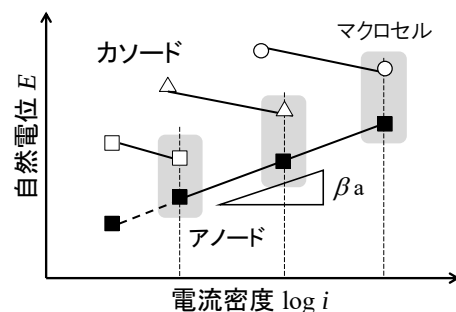


図3 アノード律速下のターフェル勾配

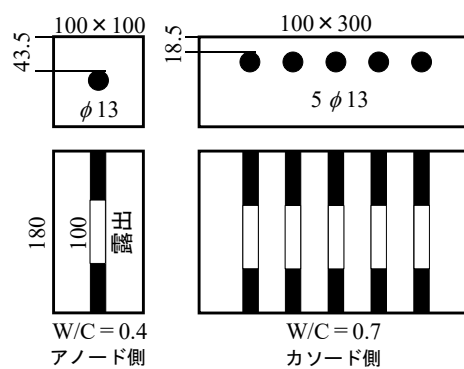


図4 供試体概要

キーワード マクロセル腐食，ターフェル勾配，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：093-884-3146

3. 結果及び考察

カソード側供試体の塩化物イオン濃度を 2.54g/L としたときの自然電位の経時変化を図 5 に示す。回路を接続した直後にアノード側の自然電位が貴に変化していることが分かる。そこで、既報²⁾を参考にして、回路接続前後の自然電位の変化量から分極の比率 (PR) を求め、律速モードの判定を行った。2 週間分の自然電位を平均し、分極の比率を求めた結果を図 6 に示す。アノード反応の抵抗による分極の比率 (PRa) がカソード反応の抵抗による分極の比率 (PRc) よりも大きくなった場合にアノード律速のマクロセル回路と判断することができる。今回の実験では、カソード側の塩化物イオン濃度が 2.54, 3.82, 4.45g/L の供試体で PRa が大きくなっており、これらの組合せではアノード律速になっていたと考えられる。これらの回路の接続中の自然電位と電流密度の平均値の関係は図 7 のようになり、その傾きから見掛けのアノードターフェル勾配を推計すると 228.27mV/decade が得られた。竹子ら⁴⁾は、10kg/m³の塩化物イオンを含むコンクリートに埋設された鋼材のアノードターフェル勾配を CIPE 法で測定し、飽和湿度中および乾燥環境で 150~200mV/decade の値を得ている。このような結果と比較して、今回提案する方法でも見掛けのアノードターフェル勾配が評価可能と考えられる。

4. まとめ

カソード反応を活性化させたモルタルブロックと接続することでアノード律速となるマクロセル回路を形成し、接続時の自然電位と電流密度の傾きから見掛けのアノードターフェル勾配を推計することができた。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP22K04267 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) 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'09 [基礎編], p.42, 2009
- 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
- 3) 日比野誠ほか：アノード律速となるマクロセル回路の条件, 令和 3 年度土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会講演概要集, V-80, 2021.9
- 4) 竹子賢士郎ほか：コンクリート中鉄筋の腐食速度とターフェル勾配の関係に関する検討, 平成 27 年度土木学会全国大会第 70 回年次学術講演会講演概要集, V-65, 2015.9

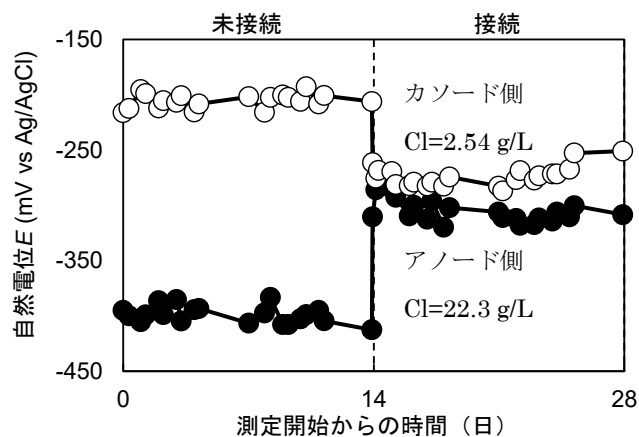


図 5 自然電位の経時変化

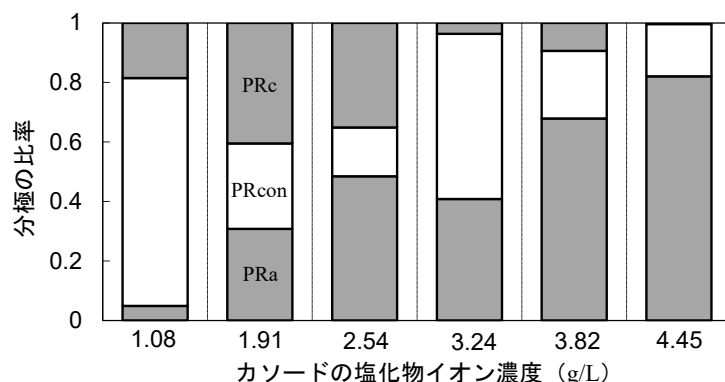


図 6 律速の状況

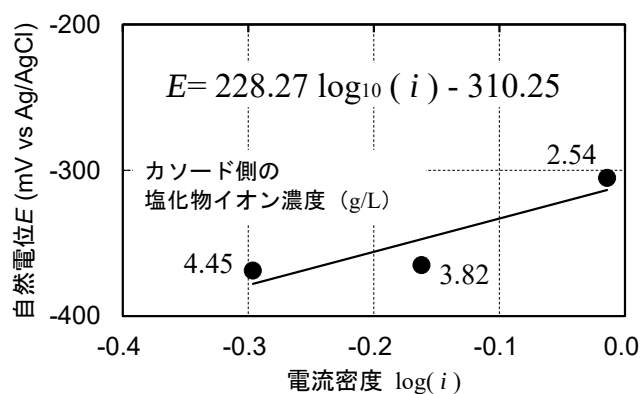


図 7 アノード律速下ターフェル勾配