

カソードに含まれる塩化物イオンがマクロセル腐食に及ぼす影響

九州工業大学 大学院 学生会員 ○ 野下大地
九州工業大学 大学院 正会員 日比野誠 合田寛基
九州工業大学 工学部 佐々木諒

1. はじめに

著者らはマクロセルに関する一連の検討の中で、アノード律速のマクロセルを再現するには、カソード反応を活性化させる必要があることを見出している¹⁾。カソード部に含まれる塩化物イオン量がゼロだと不動態被膜の効果により、カソード反応が抑制されると考えられる。その一方で、塩化物イオン量をアノード部と同量まで増加させると電位差が小さくなり、マクロセル電流も抑制されると予想される。このような状況を鑑み、今回はカソード部における塩化物イオン量がマクロセル電流に及ぼす影響を検討した。

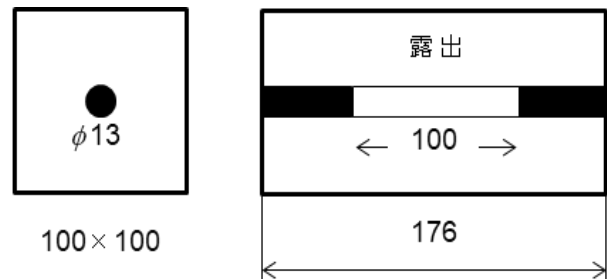


図1 供試体形状 (mm)

2. 実験概要

供試体の形状を図1に示す。モルタルの角柱(100×100mm)の中心にφ13の丸鋼を配置した。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2.57 g/cm³, F.M. 2.95)を使用し、配合はW/C = 0.4, S/C = 2とした。また、供試体には塩化物イオン量がセメント質量比で0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0, 2.4%

となるように食塩を添加した。供試体作製後、塩化物イオン量の異なる2体の供試体を下面15mmが浸るまで水道水に浸漬させ、20°Cの室内で2週間自然電位を測定した。その後、2体のコンクリートブロックを接続し自然電位とマクロセル電流を2週間測定した。未接続状態と接続状態で合計4週間で1サイクルとし、一方の塩化物イオン量を2.4%で固定し、もう片方のブロックの塩化物イオン量を0~1.6%まで4水準に変化させた。

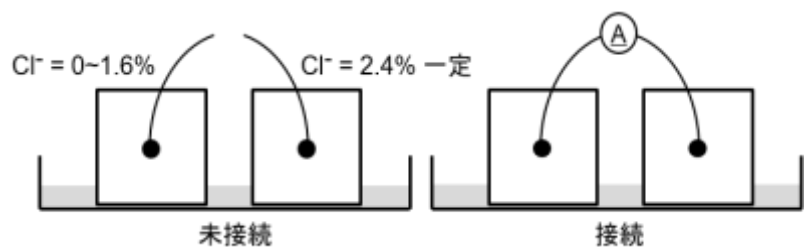


図2 接続方法

3. 実験結果および考察

供試体中の塩化物イオン量を0~2.4%まで増加させた場合の自然電位の変化を図3に示す。自然電位は、未接続状態で2週間測定した結果の平均値である。塩化物イオン量の増加に伴い不動態被膜が損傷し、自然電位が卑側に増加していることが分かる。このように供試体に添加する塩化物イオン量を調整することでカソード部とアノード部の電位差を人為的に調整することが可能である。

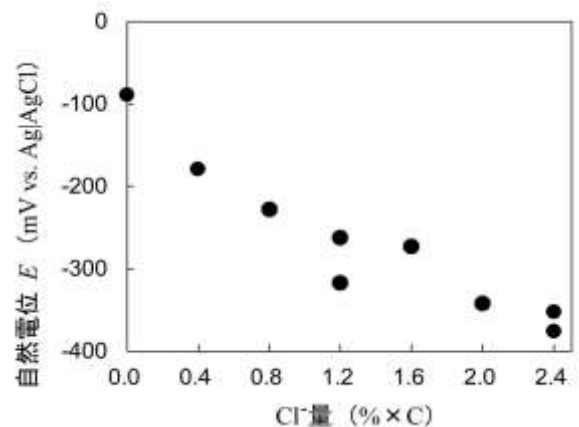


図3 塩化物イオン量と自然電位の関係

キーワード：マクロセル腐食，カソード

連絡先 〒804-8550 福岡県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

アノード側の塩化物イオン量を 2.4%とし、カソード側に塩化物イオン量 0.4%のブロックを接続した結果を図 4 に示す。前半 2 週間の未接続期間では約 200mV の電位差が形成されていることが分かる。14 日目に 2 つのブロックを接続すると卑側の塩化物イオン量 2.4%の供試体の鋼材電位はほとんど変化せず、貴側の鋼材電位が瞬時に大きく卑側に变化し、その後は一定の電位を保っていることが見て取れる。したがってカソード律速となるマクロセル回路が形成されたものと考えられる。一方、カソード側の塩化物イオン量を 1.2%とした結果を図 5 に示す。アノード側との塩化物イオン量の差が小さくなり、結果として未接続期間中の電位差も約 50mV と小さくなっていることが確認できる。14 日目に供試体を接続したときも貴側の電位の変化も小さく、明瞭な分極の傾向は確認できず、律速の形態も不明確である。加えて今回の実験では、カソード側の塩化物イオン量を 1.6%とした場合でも自然電位の変化は 1.2%の場合と同様な傾向を示していた。

各組合せで未接続期間の電位差の平均値と接続後 2 週間のマクロセル電流密度の関係を図 6 に示す。電流密度は測定した電流量を鋼材の露出面積で除しており、プロットは平均値、エラーバーは測定期間中の最大、最小値を表している。アノード側の塩化物イオン量は 2.4%で一定なため、カソード側の塩化物イオン量がゼロの組合せで未接続期間の電位差が最大となっているが、鋼材表面は不働態被膜で保護されているため、カソード反応が抑制され、マクロセル電流量は小さくなっていると考えられる。塩化物イオン量が 1.2%まで増加すると両ブロック間の電位差は小さくなるが、カソード側の不働態被膜が損傷したこととコンクリートの電気抵抗が小さくなったことによって電流量が増加したものと考えられる。ただし、カソード側の塩化物イオン量が 0.4%のときは分極の傾向が明らかであったが、1.2%の場合ではこれが不明瞭になっていた。さらに塩化物イオンを 1.6%まで増加させた場合は、電位差が若干大きくなるものの、電流密度が小さくなる傾向を示した。

4. まとめ

カソード側に添加された塩化物イオンがマクロセル腐食に及ぼす影響を調べるために、異なる塩化物イオン量のブロックを電氣的に接続し、自然電位と電流量を測定した。今回の実験で明らかとなったことを以下に示す。

- (1) カソード側の塩化物イオン量が増加するとアノード側との電位差が小さくなるが、マクロセル電流は増加する。
- (2) ただし、カソード側の塩化物イオン量がある値を超えるとマクロセル電流が減少する。

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) 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，V-80，2021.9

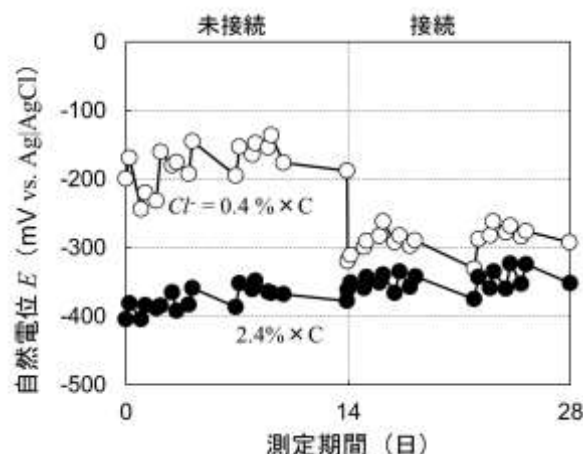


図 4 自然電位の経時変化
(カソード $Cl^- = 0.4\% \times C$)

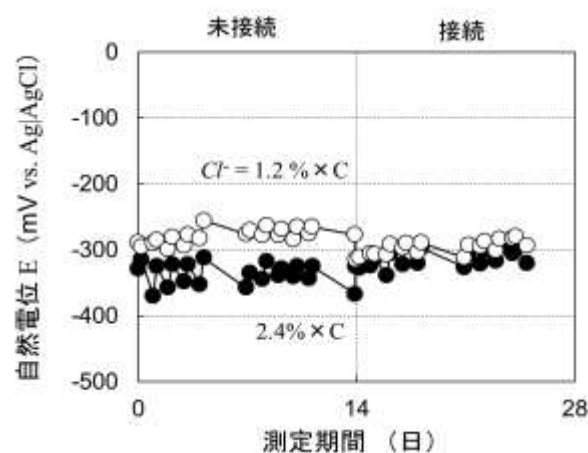


図 5 自然電位の経時変化
(カソード $Cl^- = 1.2\% \times C$)

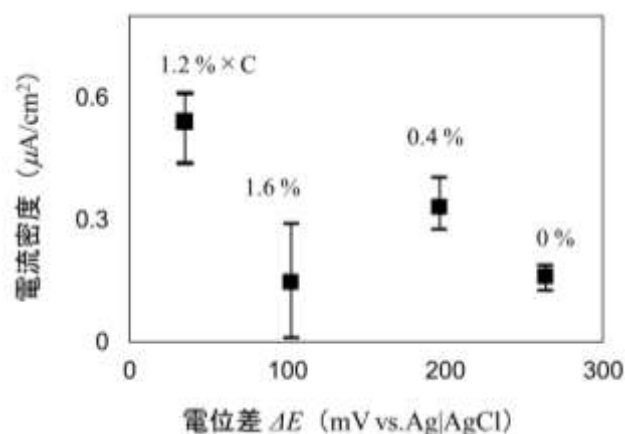


図 6 マクロセル電流