

腐食の発生している鋼材に対する電気防食の効果

維持管理工学研究室 篠崎瑠

1 研究背景と目的

鉄筋コンクリート中の鋼材の防食工法の1つである電気防食工法は、外部電源方式と犠牲陽極方式の2種類に大別される。外部電源方式では、復極量が100mV以上得られるように電流量の管理が行われている。一方、犠牲陽極方式では、電流量の管理が不可能であり、また、復極量が100mV未満となる可能性があるが、既往の研究において、復極量が100mV未満であっても腐食をある程度抑制することが可能であるとともに、電気防食の効果は鋼材の腐食程度により一定ではなく、鋼材の腐食の進行に伴い防食電流量と復極量との相関が変化することが報告されている。

そこで、本研究では塩分を含有するコンクリートを対象に、低電流量下での外部電源方式および犠牲陽極方式防食効果を確認する。また、鋼材の腐食の有無が電流密度と復極量に与える影響を調査し、復極量を明らかにすることとする。

2 実験概要

コンクリートのW/Cは60%で、Cl濃度は0.8%、1.5%、2.0%（対セメント質量比）である。電気防食を行わない供試体(PLAIN)の他に、陽極材XPT、XP4のいずれかをを用いた犠牲陽極方式（図1）、陽極としてチタンメッシュを埋め込み、防食電流量が鉄筋表面積に対して0.2、1.0、2.0、4.0 mA/m²である外部電源方式の供試体を作製した（図2）。鉄筋、犠牲陽極材及びチタンメッシュのいずれにもリード線を結束し、それを通じて電流を流す。

室温 20°Cの部屋に供試体を静置し実験を行う。電流密度 20mA/m²で電食を9週間行った後、電気防食試験を開始した。電食は1サイクルを2週間の通電、1週間の静置とした。1、2、及び3サイクルの後、事前腐食の確認用供試体を各塩分濃度とも1体ずつ破壊して中の鉄筋を取り出し、事前の腐食状況を確認した。腐食面積率が7割を超えた段階で終了し、電気防食試験へ移行した。

電気防食は2週間を1サイクルとし、12日間通電し、その後2日間電流を停止し、オン電位、インスタントオフ電位、48時間後のオフ電位を測定する。また、犠牲陽極方式のみ通電中の電流量も測定し、PLAINは自然電位も測定する。

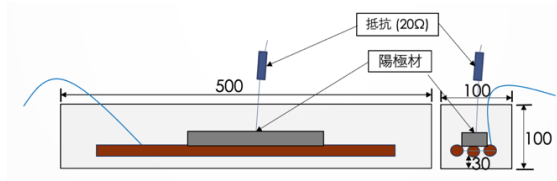


図1 犠牲陽極方式供試体

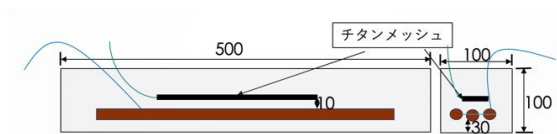


図2 外部電源方式供試体

3 結果と考察

3.1 電流密度の経時変化

事前腐食ありの電流密度を図3に、事前腐食なしの電流密度¹⁾を図4に示す。図4は事前腐食ありと同一条件で実験を行った期間における発生電流密度の経時変化を示している。

どちらの図においても電流密度の経時変化は見られなかった。またそれぞれの図を比較すると、事前腐食のある鋼材への通電量が事前腐食のない鋼材への通電量よりも大きい電流量で推移していることがわかる。加えて、含有亜鉛量の異なるXPTとXP4を用いたが、陽極材の違いによる電流量の大きな差は事前腐食の有無によらず確認できなかった。

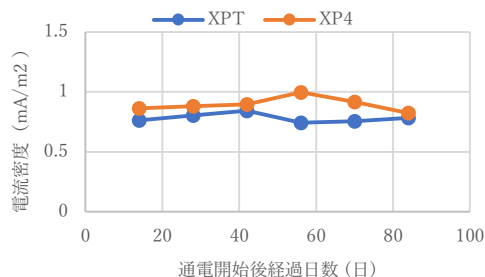


図3 事前腐食あり塩分濃度0.8%犠牲陽極方式供試体における電流密度の経時変化

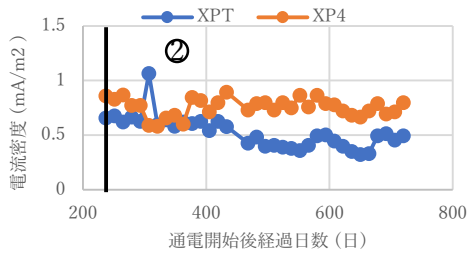


図4 事前腐食なし塩分濃度 0.8%犠牲陽極方式
供試体における電流密度の経時変化¹⁾

3.2 事前腐食の有無と電流密度、復極量

犠牲陽極方式供試体における平均電流密度と復極量の分布を図5に示す。事前腐食なしの場合は電流密度が事前腐食ありよりも少ないにも関わらず 100mV を越える復極量が確認されたが、事前腐食ありの場合はいずれの塩分濃度、陽極材においても復極量 100mV を越えることは確認できなかった

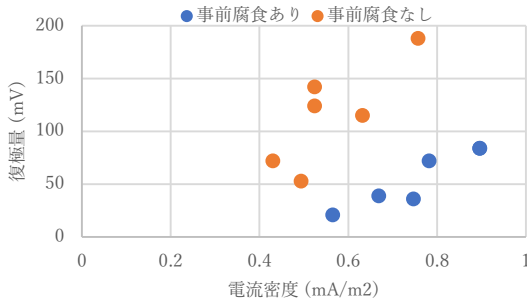


図5 犠牲陽極方式における電流密度と復極量

3.3 電源方式の違いと電流密度、復極量

事前腐食あり供試体における平均電流密度と平均復極量を図6に示す。犠牲陽極方式の方が電流密度の増加に対する復極量の増加が多い。また、同じ電流密度で比較すると、犠牲陽極方式の方が復極量が大きいことから、低電流における防食効果は犠牲陽極方式の方が優れているといえる。

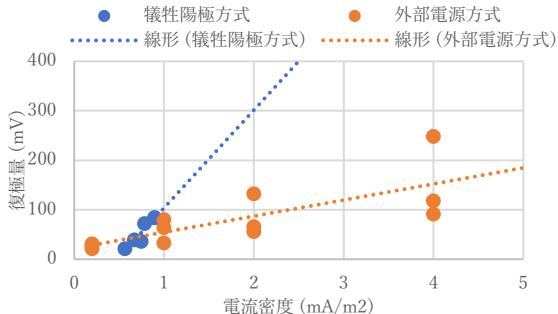


図6 事前腐食ありにおける電流密度と復極量

3.4 塩分濃度の違いと電流密度、復極量

犠牲陽極方式における塩分濃度と平均復極量

を図7に、外部電源方式における塩分濃度と平均復極量を図8に示す。事前腐食の有無や防食方式の種類によらずコンクリート中の含有塩分量が多いほど復極量も小さい。そのため、含有塩分量が多いコンクリートに防食を施す場合、より多くの電流を流す必要がある。また、沿岸部などコンクリート中の塩分量が増える可能性のある環境下では電流量の管理が容易な外部電源式を用いた方が良いといえる。

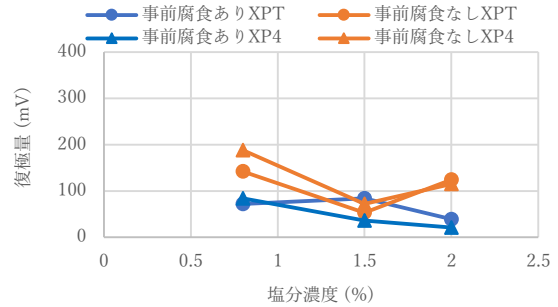


図7 犠牲陽極方式における塩分量と復極量

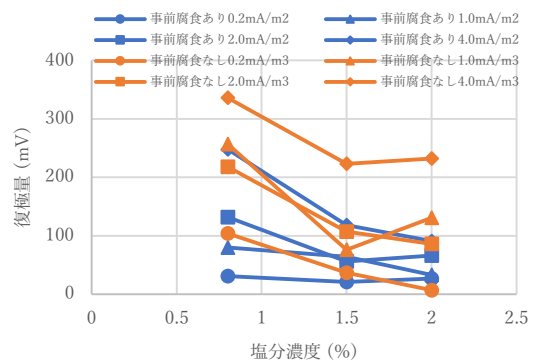


図8 外部電源方式における塩分量と復極量

4 結論

- ① 既に腐食の発生している鋼材に対して、犠牲陽極方式により電気防食を行う場合、より性能の高い陽極材を用いる必要がある。
- ② 事前腐食の有無によらず犠牲陽極方式の方が外部電源方式よりも電流密度の増加に対する復極量の増加が多い。
- ③ 腐食の有無や防食方式の種類によらずコンクリート中の含有塩分量が多いほど復極量が小さくなることから、含有塩分量が多いコンクリートに防食を施す場合には、より多くの電流を流す必要がある。

参考文献

- 1) 米窪祥平：犠牲陽極方式による鋼材防食の低電流下での効果，岐阜大学修士論文，令和3年1月29日