

改良した犠牲陽極材を用いた電気防食工法の基礎的検討

高知高専 学生会員 ○森岡海星 高知高専 正会員 近藤拓也
 高知高専 正会員 横井克則 デンカ 松久保博敬
 デンカ 正会員 五十嵐数馬

1. はじめに

電気防食工法のうち、陽極材自身が鉄筋に先行して腐食し、防食電流を流すことで腐食を抑制する流電陽極方式の犠牲陽極工法が検討されている。犠牲陽極材を電気防食工法として検討した事例として宮口らの事例があるが²⁾、防食効果を確保できる範囲が小さいため、設置する犠牲陽極材が多くなるのが課題であった。近年、従来の犠牲陽極材からイオン放出出力をより効率的にした犠牲陽極材が開発されたため、設置個数の削減につながり、より経済的で効率的な配置ができると考えられる。そこで本研究では、この犠牲陽極材を利用し電気防食工法として適用した場合の防食効果の把握を目的として、母材コンクリートの NaCl 量をパラメータとして、防食効果に与える影響について検証を行った。

2. 実験方法

防食効果供試体の断面図を図-1 に示す。試験要因及び水準を表-1 に示す。検討供試体は防食効果供試体として角柱供試体（犠牲陽極材設置あり）、角柱供試体（犠牲陽極材設置なし）を各要因につき3体ずつ作製した。供試体は室内環境に設置した。水セメント比は60%とし、NaCl は細骨材置換とした。各測定日に、携帯用無抵抗電流計を用いて鉄筋と犠牲陽極材の電位、直流電流をそれぞれ測定した。電位測定のための照合電極は銅硫酸銅（CSE）電極を使用し、電位・電流測定を約2週間毎に実施した。防食効果供試体では暴露試験約110日後、各要因1体ずつ供試体を解体して鉄筋の腐食面積を測定した。また、防食効果供試体（犠牲陽極材設置あり）のうち各要因1体ずつ、供試体端部から約100mmの部分で切断した1断面について「JSCE-G 574-2013」（案）に基づき、EPMA 法による元素の面分析測定を行った。

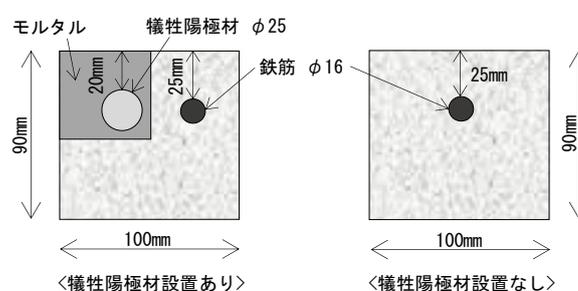


図-1 防食効果供試体 断面図

表-1 試験要因及び水準

試験要因	水準
NaCl 量	3kg/m ³ 、6kg/m ³ 、9kg/m ³ (3種類)
犠牲陽極材の設置	設置あり、設置なし (2種類)

3. 実験結果および考察

3.1 通電電流密度

犠牲陽極材を設置した供試体における鉄筋の電流密度の経時変化を図-2 に示す。NaCl 量 6kg/m³ および 9kg/m³ では、電流密度は初期からほぼ一定の値を示した。これは鋼材腐食の進行により、鉄筋と犠牲陽極材の電位差が小さくなることで防食電流量が小さくなったためだと考えられる。一方で、NaCl 量 3kg/m³ では初期に大きな電流が流れ、その後増加と低減を繰り返す傾向を示した。これは鋼材腐食による腐食電流が比較的小さく、犠牲陽極材の電流出力量が大きかったことにより、電流が安定しなかったものと考えられる。

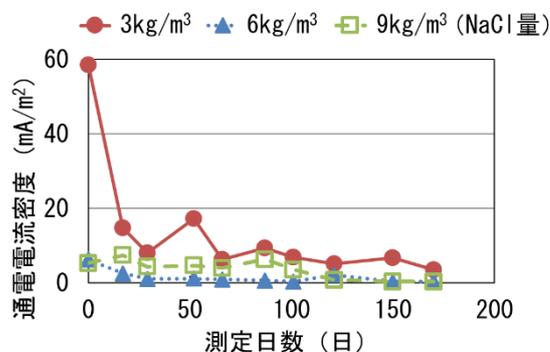


図-2 通電電流密度の経時変化

3.2 復極量

各 NaCl 量の復極量の経時変化を図-3 に示す。図-3 より、測定初期から 170 日まで、復極量は 100mV 以上を示していることが分かる。測定時期による変動はあるものの、復極量は安定した値が得られていると考えられる。したがって、今回の測定期間における防食効果はいずれの NaCl 量供試体でも示したと考えられる。

3.3 鉄筋の腐食面積率

暴露試験約 110 日後における各 NaCl 量の鉄筋の腐食面積率を図-4 に示す。図-4 より、NaCl 量 3kg/m³ および 9kg/m³ の犠牲陽極材を設置した供試体は腐食が発生していなかった。また、いずれの NaCl 量でも、設置した供試体は設置していない供試体と比較して、腐食面積率が小さい傾向を示した。これは、犠牲陽極材により鉄筋に電流が流れることで、設置していない供試体に比べて腐食速度が抑制されたことによる影響と考えられる。また、設置していない供試体においては、NaCl 量が増加するほど腐食面積率が大きい傾向を示した。これは、コンクリート中の NaCl 量が増加するほど鉄筋の腐食速度が大きくなることによる影響と考えられる。

3.4 EPMA 法による元素の面分析

各 NaCl 量の Zn の面分析測定結果を図-5~7 に示す。コンクリート中の NaCl 量が増加するほど、犠牲陽極材近傍に Zn が存在する面積が大きくなっているのが分かる。これはコンクリート中の NaCl 量が増加するほど鉄筋の腐食速度が大きくなるため、それに伴って電流を供給するために犠牲陽極材表面で酸化反応が進んだことにより、Zn がコンクリート中に溶出したことが考えられる。

4. まとめ

今回の測定期間における防食効果はいずれの NaCl 量供試体でも示したが、通電電流密度などの時期による変動が見られた。そのため、長期間における母材コンクリートの NaCl 量が防食効果に与える影響については、今後継続して明らかにする必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会：電気化学的防食工法 設計施工指針（案），コンクリートライブラリー107，2004.8
- 2) 宮口克一，高谷哲，山本貴士，宮川豊章：コンクリート中の塩化物イオン量を考慮した外部設置犠牲陽極材の鉄筋防食性能，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，Vol. 17，pp.219-224，2017.10

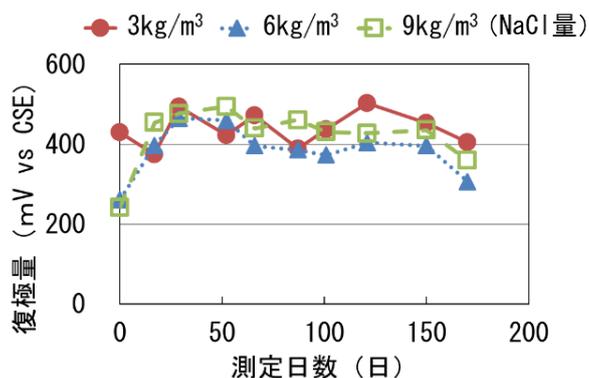


図-3 復極量の経時変化

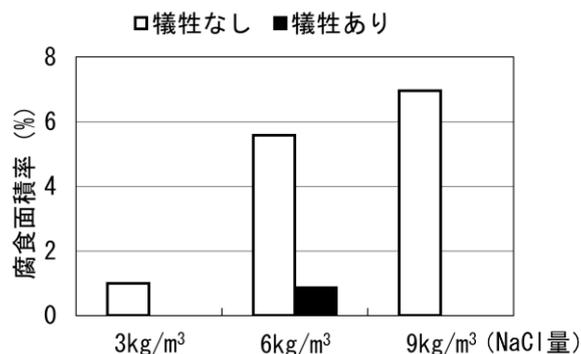


図-4 鉄筋の腐食面積率（暴露試験約 110 日後）

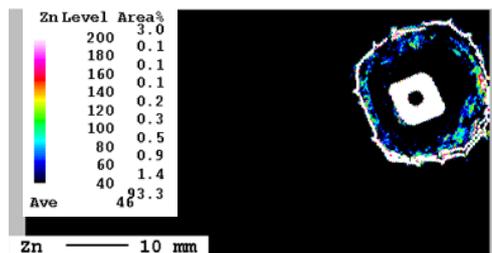


図-5 分析結果 (NaCl 量 3kg/m³) 測定元素 : Zn

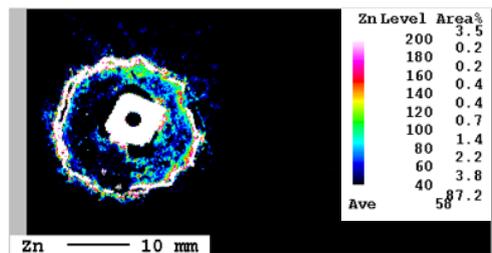


図-6 分析結果 (NaCl 量 6kg/m³) 測定元素 : Zn

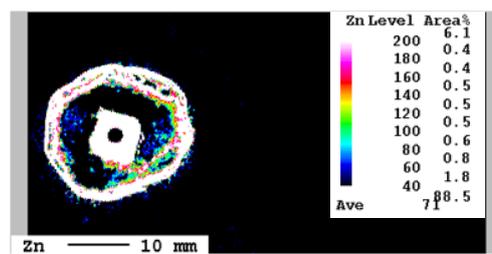


図-7 分析結果 (NaCl 量 9kg/m³) 測定元素 : Zn