

分割鉄筋供試体を用いた電気防食工法における防食電流の評価に関する検討

住友大阪セメント(株) 正会員 ○山本誠 飛島建設(株) 正会員 槇島修
鹿児島大学大学院 学生会員 湯地輝 鹿児島大学大学院 学生会員 大窪彰子
鹿児島大学大学院 正会員 山口明伸 鹿児島大学大学院 正会員 武若耕司

1. はじめに

コンクリート構造物の塩害対策である電気防食工法は、防食電流の供給方式の違いにより外部電源方式と流電陽極方式に大別される。電気防食工法の防食基準は、一般的に「鋼材の電位をマイナス方向に 100mV 以上変化させること」と規定される。しかし、コンクリート表面に設置した金属とコンクリート内部鋼材の電位差を利用して防食電流を供給する流電陽極方式では、防食電流が躯体の温度、水分、塩化物等の条件によって変動するため、防食基準を満足できない可能性がある。このように防食基準を下回る場合には、「防食効果なし」と判定される。しかし、このような場合でも、内部鉄筋に防食電流が供給されていれば腐食電流の抑制効果はあると推察される。そこで、本研究では、分割鉄筋を埋設したコンクリート供試体を用いて防食電流を段階的に上昇させることにより、各分割鉄筋の電位変化量、防食電流の供給状況および腐食電流の変化から防食効果の把握を試みた。

2. 実験概要

本実験では、図-1 に示す 119.5×1280×150mm のコンクリート供試体を用いた。表-1 には、コンクリートの配合を示す。コンクリートの打設では、未補修部と補修部を模擬するため、供試体中央から半分のコンクリートに塩化物イオンを 7.3kg/m³ 混入した。本試験では、コンクリート内部の鉄筋間で生じる腐食電流量と電気防食による防食電流量を把握するため、両端からリード線を出したφ9×100mm の磨き丸鋼で作製した分割鉄筋を 10 本埋め込み、供試体外部でリード線を接続し、電氣的に 1 本の鉄筋となるように接続した。各分割鉄筋間で生じる腐食電流および防食電流の測定は、無抵抗電流計を用いて実施し、図-2 から各鉄筋の腐食電流量および防食電流量を算出した²⁾。また、供試体側面には、各分割鉄筋の電位を測定するためにφ30mm×30mm の測定孔を設けた。内部鋼材への電流の供給は、コンクリート表面にチタンメッシュ陽極をモルタルで被覆し、外部電源装置を用いて実施した。実験では、分割鉄筋 5 の分極量が 100mV 以上となるまで、段階的に防食電流量を増加させ、この時の各鉄筋へ流入する防食電流量および通電遮断直後の電位（以下、INS 電位とする）を測定した。

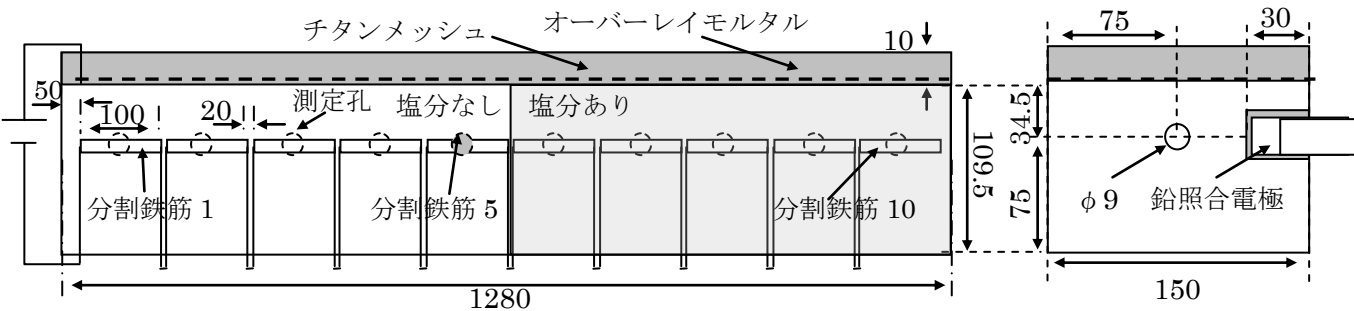


図-1 供試体概要

表-1 コンクリート配合

単位 : kg/m³

W/C(%)	s/a(%)	水	セメント	細骨材	粗骨材	Cl ⁻
60	52.9	208	347	924	832	7.3

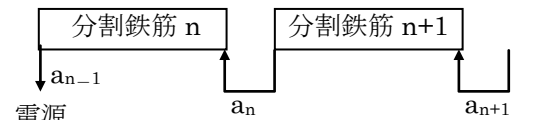


図-2 腐食・防食電流の算出

3. 実験結果

図-3 には、通電直前の自然電位および各防食電流量を供給した時の INS 電位を分割鉄筋ごとに示す。通電直前の自然電位は、塩化物イオンの有無で異なり、塩化物イオンを含有する部分で卑な電位を示した。特に、塩化物イオンの有無の境界面に着目すると、分割鉄筋 5, 6 で自然電位が急激に卑な電位となり、一般的に言われる補修界面で腐食の進行が卓越している状況を確認できる。図-4 には、防食電流量を $12\mu\text{A}$ 、 $65\mu\text{A}$ 供給した時に得られた各分割鉄筋の分極量を示す。この結果から、防食管理鉄筋とした分割鉄筋 5 の分極量は、防食電流量を増加することで、 39mV から 111mV に増加した。これに対して、分割鉄筋 1~4 の分極量は大きく、分割鉄筋 6~10 では小さくなることが確認できる。一方、図-3 に示す各防食電流での INS 電位に着目すると、防食電流を供給することで通電前に生じていたカソード部とアノード部の電位差が小さくなり、防食電流量が大きいほど供試体全体の鉄筋電位が卑な方向へ大きくシフトすることが確認された。

図-5 には、通電直前の各鉄筋で生じる腐食電流量と各鉄筋に供給される防食電流量を示す。ここで、腐食電流量の符号が「+」を示した場合に対象の鉄筋はカソード、「-」を示した場合にアノードと評価できる。また、防食電流を供給している状況で、符号が「+」を示した場合は防食電流が腐食電流を消滅させ、「-」を示した場合は腐食電流が残存していると評価できる。まず、無防食時点での塩化物イオンの有無による違いに着目すると、塩化物イオンを含まない領域にある分割鉄筋 1~5 の腐食電流量は、塩化物イオンを含む分割鉄筋 6~10 と比較すると非常に小さい。この時、塩化物イオンの有無の界面である分割鉄筋 5 はカソード (+)、分割鉄筋 6 はアノード (-) を示し、界面での腐食の進行が確認できる。また、分割鉄筋 8, 9, 10 では塩化物イオンの存在により大きな腐食電流が相互に供給され腐食の進行が著しいことも確認した。

この内部鉄筋に対して防食電流を供給するとその量に従って符号が「+」側にシフトし、腐食電流が低減することが確認できる。特に、分割鉄筋 5 が防食基準を満足した防食電流量 $65\mu\text{A}$ では、全ての分割鉄筋の防食電流の符号が「+」となり腐食電流の完全な消滅を確認した。これらから、仮に現在の防食基準を満足しない場合でも防食電流を供給することで、内部鉄筋の腐食電流を低減できることを確認した。

4. まとめ

本実験の範囲内から、現在の防食基準を満足することによって塩化物イオンの有無に関わらず鉄筋の腐食電流を消滅させることが可能であることを確認した。また、防食基準を満足しない場合でもコンクリート内部鉄筋へ防食電流を供給することで、腐食電流を低減できることが確認できた。さらに、防食状況を把握するための一手法として分割鉄筋を用いることが有効であると考えられる。今後は、継続的な通電、管理箇所の違いあるいは管理基準値の違い等の諸条件が、防食効果へ与える影響に関して検討を行う予定である。

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)，平成 13 年，pp67
- 2) 芦田公伸，山本 賢司，松久保 博敬，上村 豊：コンクリート試験壁に適用した亜鉛・アルミ擬合金溶射による犠牲陽極工法の防食性能，コンクリート工学年次論文集，Vol.32，No.1，2010

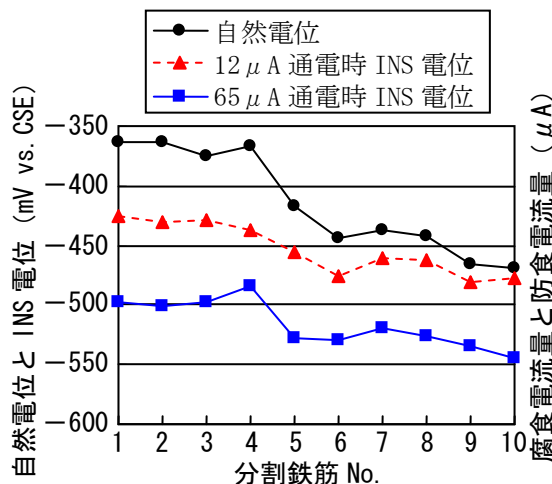


図-3 自然電位と INS 電位

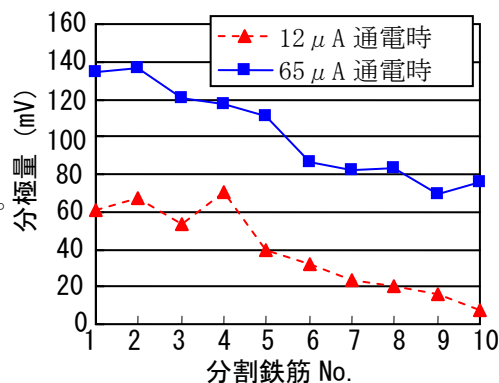


図-4 各分割鉄筋の分極量

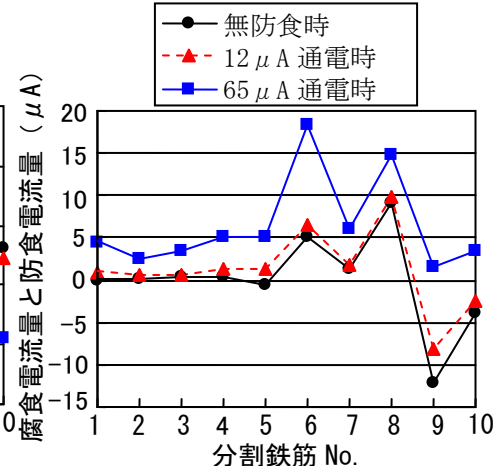


図-5 腐食電流量と防食電流量