

コンクリートの W/C が通電後の補修効果と表面保護に与える影響

徳島大学大学院 賛助会員 ○リベロブルノ 徳島大学大学院 正会員 上田隆雄
徳島大学大学院 学生会員 中山一秀 デンカ 正会員 七澤 章

1. はじめに

電気化学的防食工法適用後に表面保護工法を適用した場合、通電後のコンクリート内部からの高アルカリ性電解液供給の影響により表面保護材料が早期に劣化する場合がある。コンクリートの水セメント比が異なることで、通電後コンクリートが表面保護材に与える影響も変化することが考えられる。そこで本研究では、水セメント比が異なる鉄筋コンクリート供試体に通電後各種表面保護を施し、表面保護材料の耐久性とコンクリート中の鉄筋防食効果について実験的検討を実施した。

2. 実験概要

本実験で用いたコンクリートの W/C は 45% と 60% の 2 水準とした。コンクリート中には、厳しい鉄筋腐食環境を想定し 8.0 kg/m^3 の Cl^- 量となるように NaCl を練混ぜ水に溶解して混入した。セメントは普通ポルトランドセメント（密度： 3.16 g/cm^3 ），細骨材は徳島県阿波市市場産砕砂（密度： 2.57 g/cm^3 ），粗骨材は徳島県板野町大坂産砕石（密度： 2.57 g/cm^3 ， G_{max} ：15 mm）を用いた。

本研究で作製した鉄筋コンクリート供試体のコンクリート部分は $100 \times 100 \times 300 \text{ mm}$ とし、正方形断面の中央部分に鉄筋 D13 SD295A を 1 本配した。これらの供試体は、コンクリート打設日翌日に脱型し、 20°C の恒温室中で 28 日間の封緘養生を行った後に、通電面 1 面を除いて、他の 5 面についてはエポキシ樹脂を塗布して絶縁処理を行った。エポキシ樹脂塗布後に実施した通電処理は陽極材にチタンメッシュ、陰極をコンクリート中の鉄筋として直流電流を供給した。電流密度は 1.0 A/m^2 ，通電期間は 8 週間とし、電解液は 0.1N の Li_3BO_3 溶液を用いた。なお、コンクリートの W/C が 60% の場合のみ、無通電供試体も作製し、通電期間中は 20°C 恒温室中で湿空状態として保管した。

コンクリート表面含水率が 10% 程度になった後、エポキシ樹脂を塗布されていた 5 面以外の通電面 1 面に対し、シラン系含浸材、ポリマーセメントモルタル、エポキシ樹脂の 3 種類の表面保護工を施工した。また、保護を行わない供試体も別途設けた。表面保護工を施工した供試体は 40°C 恒温環境に保管した。

3. 実験結果および考察

シラン系含浸材を塗布した供試体について、保護面から測定したかぶり部分のコンクリート抵抗および含浸面に落とした水滴接触角の経時変化を図-1 に示す。以下の図中に示す凡例において、表面保護種類の後の括弧中は、コンクリートの W/C と通電の有無を示している。D は通電有、N は通電無を表す。図-1 上図によると、コンクリートの W/C によらず、シラン系含浸材を塗布した供試体は保護なし供試体よりも大きなコンクリート抵抗を示しており、シラン系含浸材による表面保護効果を示している。また、保護なし供試体の場合には、W/C が 45% のコンクリート抵抗の方が 60% の場合より大きいのに対して、シランを塗布した場合には、W/C が 45% の方が小さくなっている。これは、W/C が 45% の場合の方が 60% の場合より、含浸深さが小さくなったことが原因と考えられる。

図-1 より、シラン系含浸材を塗布した供試体について、コ

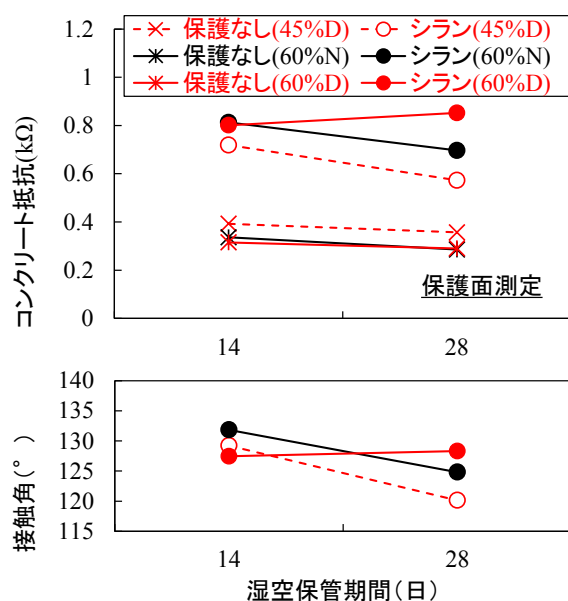


図-1 表面保護施工後のコンクリート抵抗（保護面測定）および含浸材塗布面水滴接触角の経時変化

ンクリート抵抗および接触角の経時変化を見ると、W/C が 60%の通電供試体はコンクリート抵抗、接触角ともに大きな変化は見られないが、W/C が 60%の無通電供試体と 45%の通電供試体はコンクリート抵抗、接触角ともに低下する傾向が見られる。著者らの既往の検討では、再アルカリ化処理を行った供試体は、脱塩処理を行った供試体と比較して、通電に伴う接触角の低下が顕著に見られた。これは、再アルカリ化の場合、電解液からの K^+ の浸透等によるコンクリート表面付近でのアルカリ性上昇が大きいことが一因と考察した。本研究で W/C が 45%の場合は、アルカリ集積位置が 60%の場合よりもコンクリート表面に近いことと、前述したようにシラン系含浸材の含浸深さが比較的小さかったことにより、通電による影響を受けやすかったものと推定される。

表面保護施工後の 40℃湿空環境保管期間中における電気化学的腐食指標経時変化を図-2 に示す。なお、これらのデータは供試体側面に設けた測定窓から測定したものである。

W/C が 60%の無通電供試体については、 8.0 kg/m^3 の初期混入 Cl^- を含有したまま、表面保護を施工しているので、表面保護下で鉄筋腐食が進行する。自然電位の経時変化では、エポキシ樹脂で保護した場合に、電位が卑化している。これは、エポキシ樹脂は他の保護材より酸素透過性が低いため、外部からの酸素供給量が小さく、鉄筋の腐食反応でコンクリート中の酸素が消費されると、コンクリート中が貧酸素状態となったことが原因と考えられる。分極抵抗は経時的な変動が大きいが、シラン系含浸材を塗布した場合が他の場合よりも分極抵抗が大きく、比較的腐食速度が抑制されているようだ。これに対して、通電供試体の自然電位と分極抵抗については、通電の影響が表面保護施工後も持続しており、全体的に低い値を示しているが、4 週保管後の通電供試体の中では、保護なし供試体やシラン系含浸材塗布供試体は、保護面からの酸素供給量が大きいかから、比較的高い分極抵抗を示している。測定窓から測定したコンクリート抵抗は、保護面からの測定のように表面保護効果を含まないコンクリートの電気抵抗となる。このため、表面保護種類によらず W/C が 45%の方が 60%の場合より大きな値を示しており、水和反応による経時的な値の増大も大きくなっている。W/C が 60%の場合には、通電の有無によるコンクリート抵抗の差は小さいが、いずれの場合も、供試体からの水分蒸発が容易な、保護なしおよびシラン系含浸材塗布供試体が比較的大きなコンクリート抵抗を示している。

4. まとめ

本研究の結論を挙げると次のようになる。

- (1) シラン系含浸材塗布面から測定したコンクリート抵抗、および、水滴接触角は、W/C が 45%の通電供試体の場合に、塗布後経時的に低下する傾向を示した。
- (2) 通電後 4 週までのコンクリート中鉄筋の分極抵抗値は、表面保護なし、シラン系含浸材塗布のような酸素透過性の高い表面保護を行った場合に比較的大きな値を示した。

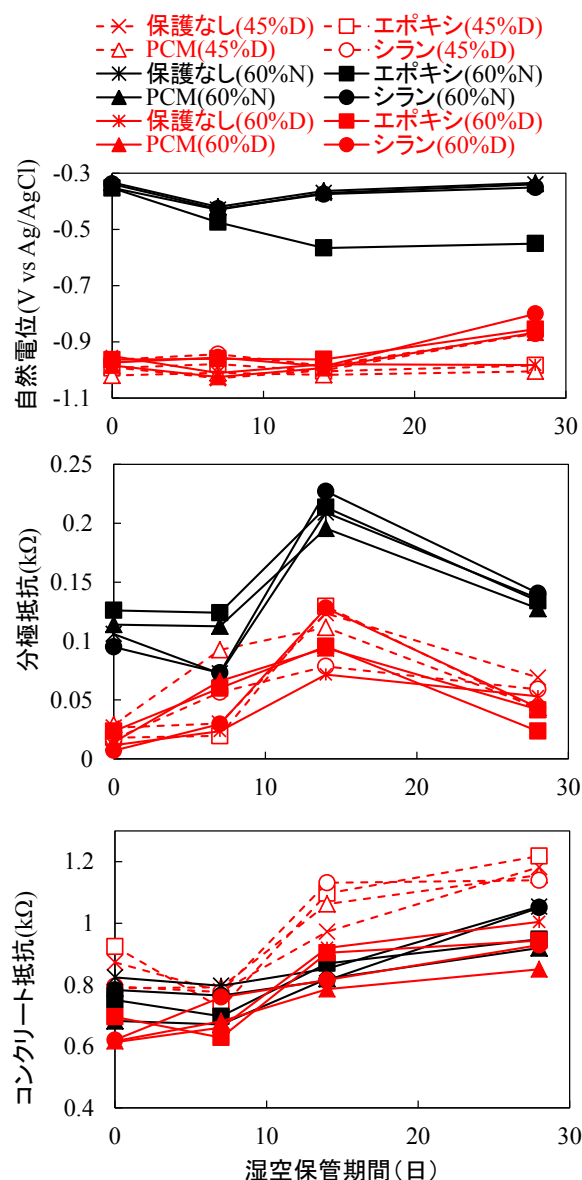


図-2 表面保護施工後の電気化学的腐食指標経時変化
(測定窓測定)