

シラン系含浸材による鉄筋腐食抑制効果と分極抵抗法の適用に関する検討

電力中央研究所 フェロー会員 ○松村卓郎

1. はじめに

原子力・火力発電所の海水取放水系コンクリート構造物の塩害劣化対策として、含浸系鉄筋腐食抑制材（以下、含浸材）の使用が考えられる。しかし、海水路環境下における含浸材の効果は十分に確認されておらず、また、効果を評価できる試験方法も確立されていない。本研究では、干満環境を模擬した劣化実験を約4年間行い、シラン系含浸材の鉄筋腐食抑制効果と分極抵抗法の適用に関する検討を行った。

2. 実験の概要

試験体は、図1に示すように、縦100mm、横376mm、高さ10mmの形状であり、内部に長さ200mmの鉄筋(D19、SD345)、対極、参照電極を配置した。鉄筋のかぶりは30mmであり、対極と鉄筋との距離は約10mmである。コンクリートの水セメント比は56%とし、セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。試験体は打設1日後に脱型し、20℃の水中で4週間の養生を行った後、開放面（鉄筋に最も近い面）以外の5面をエポキシ樹脂でシールした。

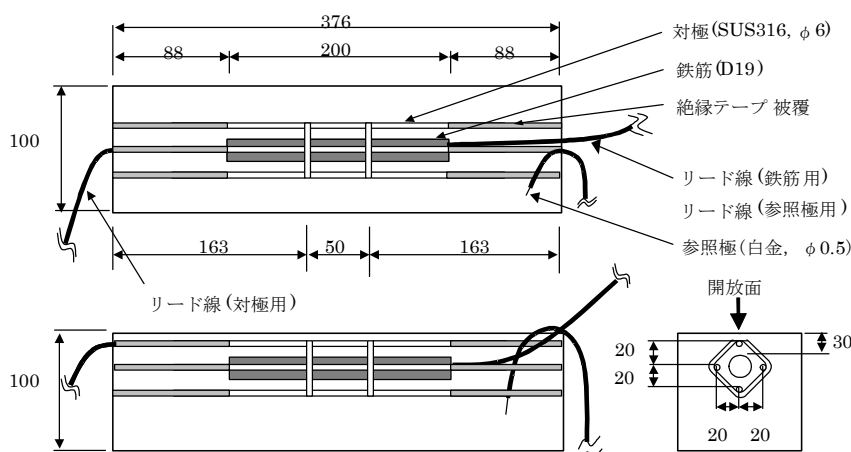


図1 試験体の形状・寸法

含浸材はシラン系表面含浸材（アルキルトリアルコキシシランにアミノ基を結合した主成分の濃度95%以上の市販品）を開放面に規定量塗布した。含浸材を塗布した試験体と塗布していない試験体を干満模擬環境に約4年間曝した。干満模擬環境は気温40℃とし、温度40℃の飽和溶存酸素濃度の3%NaCl水溶液に1日2回30分間（12時間間隔）浸漬とした。約2ヶ月間隔で交流インピーダンス法による分極抵抗の測定を行った。交流インピーダンス法による測定は、周波数範囲を10kHz～1mHz、印加電圧を50mV±自然電位で行った。所定の期間（255日、497日、1056日、1506日）経過した試験体を解体し、鉄筋の腐食減量、コンクリート中の塩化物イオン濃度を測定した。

3. 実験結果および考察

1506日経過後の鉄筋の腐食状況を図2に示す。含浸材を塗布していない試験体では鉄筋全体が著しく腐食しているが、含浸材を塗布した試験体では鉄筋端部にのみ僅かな腐食が認められた。鉄筋端部には鉄筋を固定するための紐が結びつけてあり、腐食の原因になった可能性がある。



図2 鉄筋の腐食状況（左：含浸材有り、右：含浸材無し）

キーワード 鉄筋コンクリート、鉄筋腐食、シラン系含浸材、塩化物イオン、分極抵抗

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 （一財）電力中央研究所 地球工学研究所 TEL 04-7182-1181

腐食速度の指標である分極抵抗の逆数 ($1/R_p$) の経時変化を図 3 に示す。含浸材を塗布していない試験体では $1/R_p$ は時間の経過に伴い増大しているが、含浸材を塗布した試験体では $1/R_p$ はほとんど増大していない。鉄筋の腐食状態と良く整合しており、分極抵抗法により含浸材の効果を評価できる可能性があると考えられる。

コンクリート中の塩化物イオン濃度の深さ方向分布を図 4 に示す。含浸材を塗布していない試験体では、時間経過に伴い塩化物イオン濃度が増大し、鉄筋位置 (30mm) の塩化物イオン濃度は経過時間 1500 日で 10kg/m^3 程度に達するが、含浸材を塗布した試験体では、500 日程度までは時間経過に伴い塩化物イオン濃度は増大するが、それ以降は殆ど増大せず、鉄筋位置の塩化物イオン濃度は経過時間 1500 日で 1kg/m^3 程度である。含浸材により塩化物イオンの浸透が抑制されていることが確認できる。

鉄筋の腐食減量と経過時間の関係を図 5 に示す。含浸材を塗布していない試験体では 500 日以降、腐食減量が増大している (800 日前後で腐食によるひび割れが発生した) が、含浸材を塗布した試験体では 1000 日までは腐食は認められず、1500 日経過時でも腐食減量は 10mg/m^2 程度と僅かであり、腐食によるひび割れは発生しなかった。含浸材による顕著な鉄筋腐食抑制効果が認められる。

鉄筋の腐食減量と、腐食減量の指標である $1/R_p$ の時間積分値の関係を図 6 に示す。データ数は少ないものの、腐食減量の大小関係は $1/R_p$ の時間積分値の大小関係と一致しており、分極抵抗により含浸材の鉄筋腐食抑制効果を分極抵抗法により定量的に評価できる可能性がある。

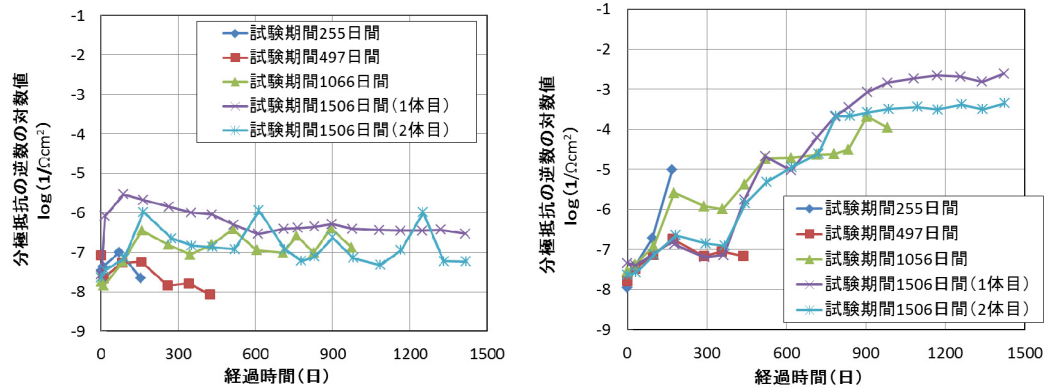


図 3 分極抵抗の逆数の対数値の経時変化 (左: 含浸材有り、右: 含浸材無し)

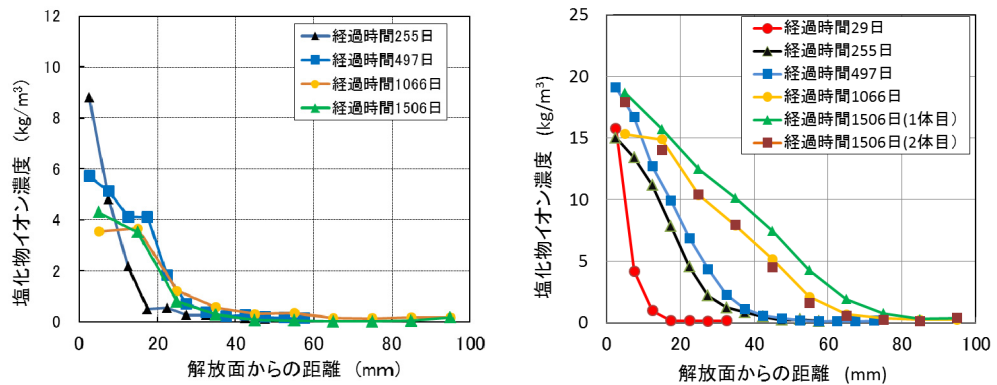


図 4 塩化物イオン濃度の深さ方向分布 (左: 含浸材有り、右: 含浸材無し)

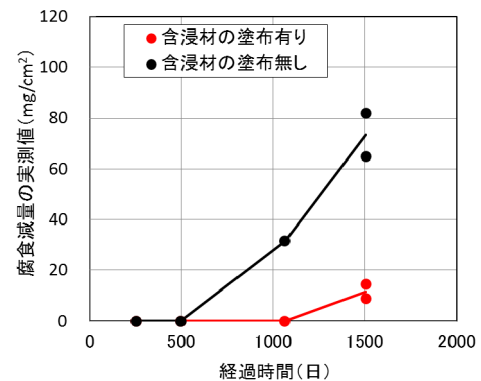


図 5 鉄筋の腐食減量の経時変化

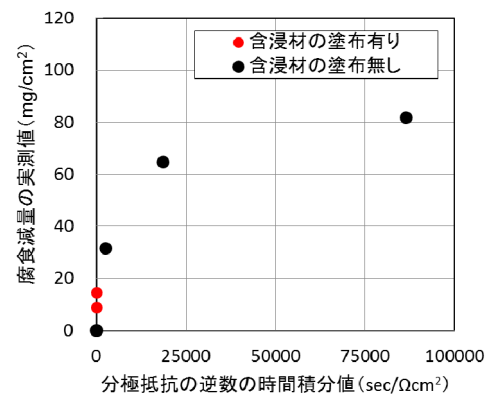


図 6 鉄筋の腐食減量と分極抵抗の逆数の時間積分値の関係