

塩害を生じた鉄筋コンクリート構造物の 断面修復後の鉄筋腐食抑制効果に関する研究

東北学院大学 学生会員 ○鈴木 和也
東北学院大学 正会員 武田 三弘

1. はじめに

塩害が生じた場合には、断面欠損部もしくは補修・補強工事に伴い除去された部分を当初の形状に修復するために断面修復工法が補修方法の一つとして用いられている。しかし、塩化物イオンを含む既設コンクリート側の鋼材と、修復した部分と鋼材との間に腐食電流が流れ、既設コンクリート側の鋼材が急速に腐食する現象が起きる場合がある。そこで実験では、塩害により劣化した既設コンクリート構造物の補修を想定し、塩化物を含むコンクリートの上に、丸鋼を設置し、防錆剤として期待される材料を断面修復材として用いた2層のコンクリート供試体を作製し、供試体には乾湿繰返し法により促進腐食実験を行い、どの材料が防錆に対する効果が高いのかを検証した。

2. 実験概要

2.1 実験材料

鉄筋にはみがき丸鋼を使用した。セメントは早強ポルトランドセメント、骨材は砕石を使用し、細骨材は陸砂を用いた。W/Cは45%とした。防錆処理の材料としては撥水作用と凍結融解抵抗性のある Organo-modified reservoir sldge (以下 OMRS と称す) と亜硝酸リチウムを使用した。供試体の条件を表-1に示す。

2.2 供試体概要

供試体 (200×80×120 mm) 中央にみがき丸鋼を配し、**図-1**に示すように下層 25 mmにコンクリート (内在塩分量 10kg/m³) を打設した。下層の硬化後、上層 55 mmには**表-1**に示す条件の材料を用いて鉄筋を覆うように断面修復を行った。供試体には脱型後、側面および下面にエポキシ樹脂をコーティングした。腐食ありの鉄筋にはあらかじめ塩水を噴霧し、0.1mg/cm²腐食させたものを用いた。

2.3 実験方法

供試体を JCI-SC3 に準拠し、湿潤 (温度 65℃、湿度 90% 以上) 状態で3日間、乾燥 (温度 20℃、湿度 60%) 状態で4日間を1サイクルとして乾燥終了後に鉛照合電極で自然電位 (E_n) を測定した。測定は上面の中央部とした。また20サイクル終了後、供試体を割裂して鉄筋の腐食量を調べた。

3. 実験結果および考察

補正自然電位 (E) と腐食度の関係を**表-2**に示す。**図-2**は補正自然電位と乾燥湿潤サイクル数との関係を表したものである。また、**表-3**は20サイクル乾湿繰返し後の鉄筋の腐食量を示したものである。

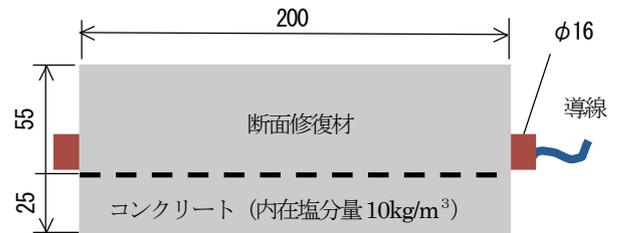


図-1 供試体概要

表-1 供試体の条件

供試体名	鉄筋	断面修復方法	下層
SR-1	腐食あり	コンクリート (内在塩分量10kg/m ³)	コンクリート (内在塩分量10kg/m ³)
SR-2*1	腐食あり		
S-1	腐食なし	コンクリート	
S-2	腐食なし	OMRS (細骨材の5%置換)	
S-3	腐食なし	LiNO ₂ *2	
S-4	腐食なし	OMRS 5%+LiNO ₂ *2	
S-5	腐食なし	鉄筋表面にLiNO ₂ 塗布後コンクリートで断面修復	
S-6	腐食なし		

*1: コンクリート表面に含浸性吸水防止材を塗布
*2: 濃度40%水溶液をコンクリート1ℓに対し37mlの水と置換

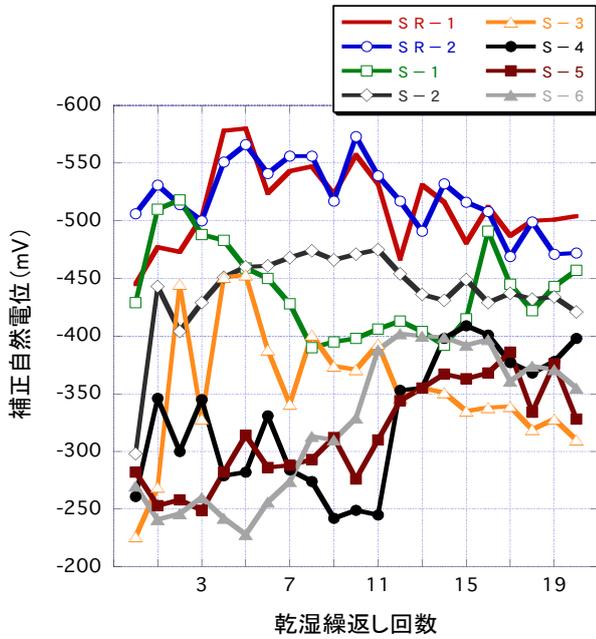


図-2 自然電位のグラフ

図-2よりSR-1、SR-2、S-1は初期値の段階で補正自然電位が400以下から始まっている。SR-1とSR-2は元から錆びている鉄筋を用いている為に腐食領域から進行したと思われる。S-1に関しては、断面修復材の塩分が腐食限界量1.2kgを越えている為、供試体を打設し、養生している間に鉄筋が錆びたものと考えられる。SR-1よりSR-2の方が腐食量が多くなっているが、これは含浸性吸水防止材を塗布した影響で水分が抜けづらくなり腐食が進行した可能性が考えられる。

S-2よりも撥水性を期待したS-3の方が腐食量が多くなった理由は、OMRSを用いたことにより上面側のコンクリートの透水性が低くなったため、含浸性吸水防止材と同様の作用により、下面側だけの鉄筋の腐食が進んだものと考えられる。また、この腐食による体積膨張により、鉄筋の下面側を覆っている断面修復材にひび割れが入り、さらに腐食が促進してしまったと考えられる(図-3)。図-2では、S-3が20サイクルを迎えた段階で一番電位が低い、表-3から見てわかるように腐食量ではS-2～S-6の中では最も多い結果になった。これは、S-3の自然電位の測定位置が腐食していない上面側であったためだと考えられる。

亜硝酸リチウムを用いた供試体であるS-4、S-5、S-6では腐食は見られなかった。今回の実験では凍結融解抵抗性の試験は行っていないが、S-5より混和剤(特に強酸性)と混合が難しい亜硝酸リチウムはOMRSと組み合わせる事により、防錆性と耐凍害性を有するコンクリートとすることが出来るものと思われる。

今回の実験では、20サイクルを終了した段階で供試体表面にひび割れが発生したものはSR-1、SR-2、S-1、S-3であり、ひび割れ発生のための最小鋼材腐食量は約24mg/cm²であった。

4. まとめ

(1) 含浸性吸水防止材を塗った条件で乾燥湿潤繰返しを行った供試体は、無塗布のものに比べて、鉄筋の腐食量は上昇する傾向がみられた。

(2) 亜硝酸リチウムを用いた条件では防錆性に優れておりコンクリートに練り混ぜても鉄筋に塗布しても十分に効果が発揮される事が確認できた。

(3) 今回の実験では鋼材の腐食量が24mg/cm²以上になった条件で供試体表面にひび割れが発生した。

表-2 補正自然電位と腐食度の関係

補正自然電位	鉄筋腐食度
$-250\text{mV} < E$	腐食がない
$-350\text{mV} < E \leq -250\text{mV}$	鉄筋表面に僅かな点錆
$-450\text{mV} < E \leq -350\text{mV}$	鉄筋に薄い浮き錆、コンクリートに錆が付着
$E \leq -450\text{mV}$	脆弱性の錆が生じ、断面が次損している状態

$$E = E_M - 800(\text{mV}) \text{ (自然電位の補正式)}$$

表-3 腐食量 (mg/cm²)

供試体名	腐食量 (mg/cm ²)
SR-1	71.62
SR-2	81.57
S-1	64.45
S-2	12.41
S-3	24.17
S-4	0
S-5	0
S-6	0



図-3 S-3の鉄筋写真