

部分的損傷を有するエポキシ樹脂塗装鉄筋の電気化学的特性に関する検討

九州大学 学生会員 竹内 悠人 九州大学大学院 学生会員 池田 隆徳
九州大学大学院 正会員 濱田 秀則 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴

1. はじめに

1986年に「エポキシ樹脂塗装を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針(案)」が制定されて以来、エポキシ樹脂塗装鉄筋は過酷な塩分環境下における鉄筋コンクリート構造物の防食手法として用いられている。しかしながら、搬送時、配筋時などにおける鉄筋の予期せぬ損傷により、本来の効果が発揮されないことも考えられる。既往の研究¹⁾において、エポキシ樹脂塗装鉄筋の損傷部の検知手法が検討されており、さらなるデータの蓄積が望まれることから、本研究においても、損傷部の検知手法の開発等を目的とし、損傷を有するエポキシ樹脂塗装鉄筋の電気化学的特性値の挙動について調べた。

2. 実験概要

2.1 使用材料

供試体は鉄筋を埋設したモルタルとし、モルタルには、セメントに普通ポルトランドセメント、細骨材に海砂を使用し、水セメント比は50%、砂セメント比は3.0とした。腐食を促進させるため、モルタル中の塩化物イオン量が 2.4kg/m^3 となるようNaClを練混ぜ時に添加した。

埋設した鉄筋は、損傷大、損傷小をそれぞれ付与したものと、健全なエポキシ樹脂塗装鉄筋(D13)(以下では、「損傷L」、「損傷S」、「健全」と記す)および普通丸鋼($\phi 13$)を使用した。損傷は鉄筋中央部上半面に小型グラインダーを用いて付与した。鉄筋の外観を写真-1に示す。

2.2 供試体概要及び養生方法

供試体に同じ状態の鉄筋を2本ずつ埋設し、かぶりが50mm、損傷面が上向きになるよう配筋した。供試体形状および寸法を図-1に示す。

供試体は材齢28日目までは温度 20°C での水中養生を継続し、それ以降は温度 20°C での2日水中浸漬、5日気中乾燥の乾湿繰返しを行った。

2.3 測定項目及び測定方法

自然電位分布の測定は鉄筋直上を軸方向に15分割し、各点に飽和カロメル電極(vs. SCE)を当てて測定した。測定値は硫酸銅電極(vs. CSE)の値に変換した。また、携帯型腐食診断器((株)四国総合研究所製SRI-CM-III)を用い、交流インピーダンス法により液抵抗を測定した。液抵抗の測定値には、コンクリート抵抗とエポキシ樹脂の抵抗が含まれると考えられる。測定は水中から供試体を引き上げた直後の湿潤状態で、打設面より行った。

3. 実験結果および考察

3.1 自然電位

図-2に材齢75日時点の自然電位分布のうち、代表的なものを示す。端部を除いて鉄筋軸方向に対し、自然電位は、ほぼ一定の値を示し、損傷部の自然電位の値に大きな変化は認められなかった。

自然電位の結果から、部分的な損傷の存在が、ただちに腐食セルの生成につながるものではないことが推察された。今後、鉄筋をはつり出し、実際の腐食状態を検討する必要がある。

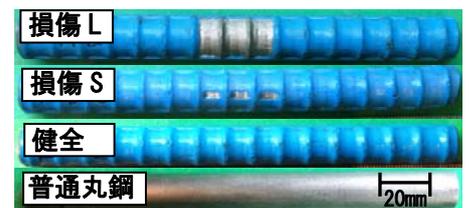


写真-1 鉄筋の外観

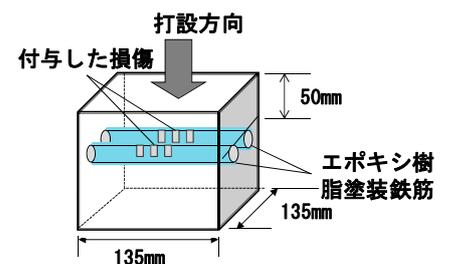


図-1 供試体形状および寸法

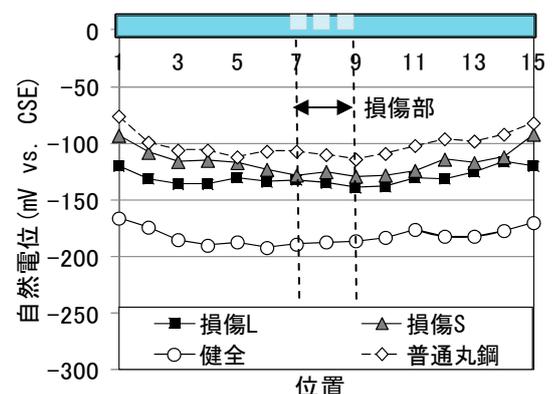


図-2 自然電位分布(材齢75日目)

図-3 に鉄筋端部(位置 3), 図-4 に鉄筋中央部(位置 8)の自然電位経時変化を示す。これらの図より, 経時的な自然電位の変化を着目しても, 損傷部において, 自然電位の測定値に, 特徴的な挙動は認められなかった。また, 普通丸鋼の自然電位の経時変化と比較し, 「健全」は自然電位が-100mV 程度卑な状態を保ちながら-350mV 付近から-200mV 付近まで貴な方向へ変化し, 「損傷 L」「損傷 S」は同程度の自然電位を保ちながら-250mV 付近から-100mV 付近まで貴な方向へ変化した。

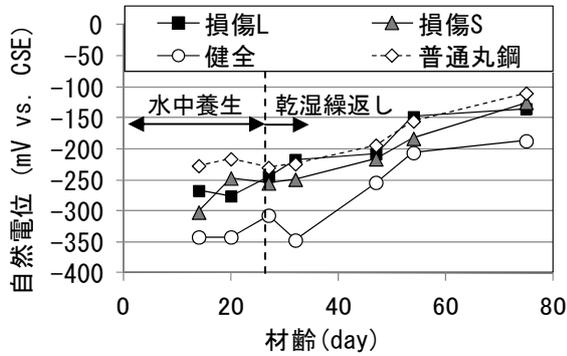


図-3 自然電位経時変化(位置 3)

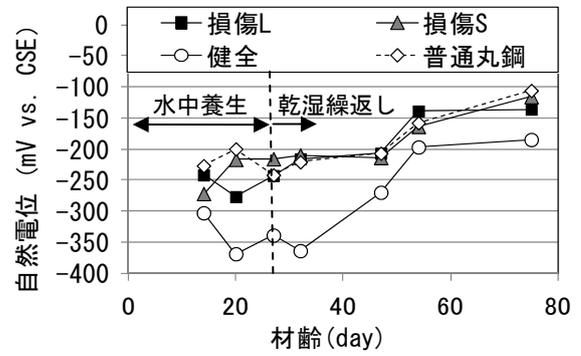


図-4 自然電位経時変化(位置 8)

3.2 液抵抗

図-5 に材齢 75 日時点の液抵抗の測定値のうち, 代表的なものを示す。普通丸鋼が $1\text{k}\Omega$ 程度であるのに対し, 「健全」は, コンクリート抵抗とエポキシ樹脂の抵抗が含まれるため, 液抵抗が大きくなり $50\text{k}\Omega$ 程度となった。「健全」と「損傷 S」では $15\text{k}\Omega$ 程度の差が, 「損傷 S」と「損傷 L」では $5\text{k}\Omega$ 程度の差が示され, 損傷が大きくなるほど, 液抵抗は小さくなった。また, 「健全」と「損傷 S」の差は「損傷 S」と「損傷 L」の差の 3 倍程度であることから, 損傷の有無により液抵抗に明確な違いが生じることが認められた。また, 図-6 に示すように, 液抵抗の大小関係は材齢初期から変化しておらず, 損傷部の検知手法として適用できるものと思われる。

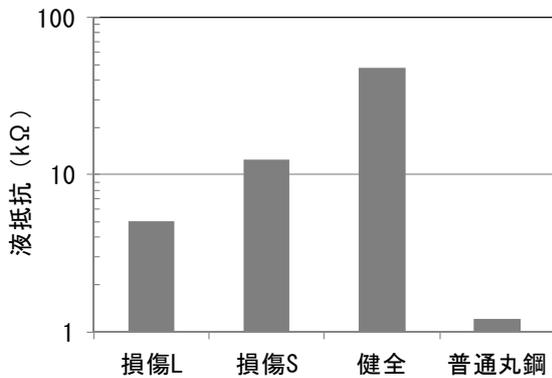


図-5 液抵抗の測定値(材齢 75 日目)

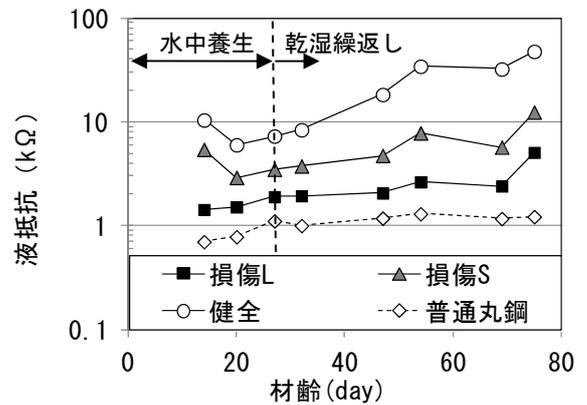


図-6 液抵抗経時変化

4. 結論

- (1) 損傷を有するエポキシ樹脂塗装鉄筋の軸方向の自然電位分布は一様であり, 損傷部での変動は認められなかった。
- (2) 普通丸鋼と比較し, 損傷を付与したエポキシ樹脂塗装鉄筋は, ほぼ同程度の自然電位を示し, 健全なエポキシ樹脂塗装鉄筋は-100mV 程度卑な値を示した。
- (3) 自然電位の結果から, 部分的な損傷の存在がただちに腐食セルの生成につながるものではないことが推察された。
- (4) エポキシ樹脂塗装鉄筋の損傷が大きくなるほど, 液抵抗は小さい値を示し, 損傷の有無により, 液抵抗に明確な違いが認められた。よって, 液抵抗はエポキシ樹脂塗装鉄筋損傷部の検知手法となり得るものと思われる。

【参考文献】1)星野富夫ほか:損傷を付与したエポキシ樹脂塗装鉄筋の電気化学的特性, 土木学会第 57 回年次学術講演会, pp.1035-1036, 2002 年