

RFID 腐食環境検知システムによる塩分吸着材を用いた断面修復工の健全性評価の検討

太平洋セメント株式会社	正会員	○江里口 玲
株式会社構研エンジニアリング	正会員	京田 英宏
株式会社構研エンジニアリング		山本 和敏
株式会社太平洋コンサルタント		小林 信一
株式会社太平洋コンサルタント		宮崎 昇

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の鉄筋腐食は、その劣化損傷がコンクリート表面に顕在化した時点で、本来、構造物が持っている耐力を大きく損なっている可能性があり、機能回復のための補修、補強に多大なコストを要することが少なくない。そのため、鉄筋腐食による劣化が進展する前に、その兆候を把握することが強く望まれている。RFID 腐食環境検知システムは、従来の自然電位法のように鉄筋自身の変状を捉える手法ではなく、模擬鉄筋であるセンサの腐食を無線で計測する新しい非破壊検査技術である¹⁾。このシステムは鉄筋周辺の環境変化を捉えることにより、鉄筋腐食の可能性を検知できるため、予防保全技術として実用性が期待できる。

本研究では、RFID 腐食環境検知システムを塩分吸着材による断面修復工を行った既設構造物に適用し、従来手法である自然電位法と分極抵抗法による結果と比較評価を行い補修効果の確認手法として検討を行った。

2. RFID 腐食環境検知システムの概要

図-1 に RFID 腐食環境検知システムの概要を示す。本システムは腐食環境センサと計測用リーダーライター、制御ソフトウェアで構成されている。埋設した腐食環境センサの通信部 (RFID タグ) にリーダーライターから発信する電波をコンクリート表面から与えることで、検知部の状態を無線で確認する非破壊検査システムである。図-2 に示す腐食環境センサの検知部は、鉄筋と同じ鉄を主成分とした箔状のセンサで構成されており、腐食因子の浸透によるセンサ自身の腐食で電気抵抗が上昇する。一定の電気抵抗以上に到達した時点で鋼材が腐食する環境に達したと判定する。

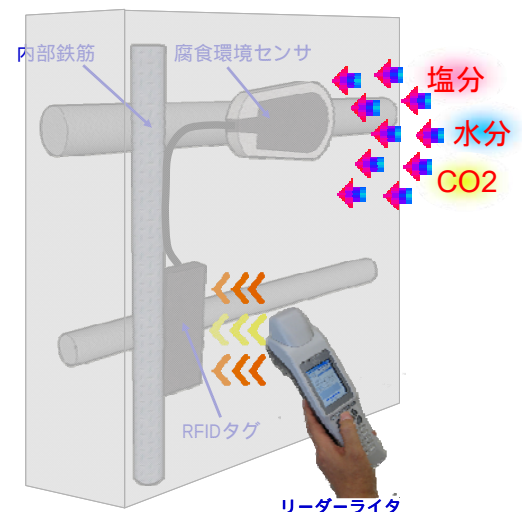


図-1 RFID 腐食環境検知システムの概要

3. センサ設置構造物の概要

センサを設置した構造物は、北海道の海岸線に位置する建設後 40 年経過した橋梁の橋脚である。過去、ひび割れ、うき、剥離、鉄筋露出等の劣化が確認されており断面修復を実施しているが、補修後 2 年目の詳細調査において鉄筋位置で 1.2kg/m^3 を超える塩分量が確認され再劣化が確認されている。そのため、塩分吸着材を配合した補修材料により断面修復を対策工法として実施し、工法の効果把握を目的として、自然電位法、分極抵抗法に加えて RFID 腐食環境検知システムにより経過計測を行った。

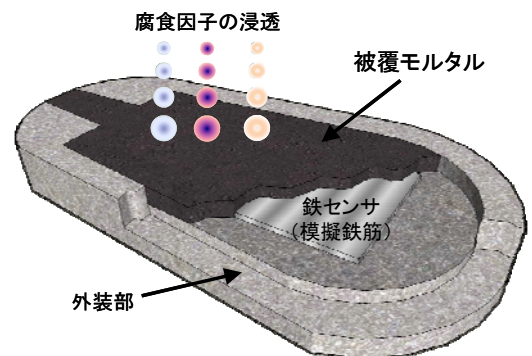


図-2 腐食環境センサの構造

キーワード 補修、再劣化、鉄筋腐食、塩害、RFID、自然電位法、分極抵抗法

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント（株）中央研究所 TEL043-498-3928

4. センサ設置位置

図-3 に RFID 腐食環境センサと電位計測用端子の設置位置を示す。各センサと電位計測用端子は立地条件による腐食状況の違いを確認するため、海側(S)、中央(C)、山側(M)の3箇所にそれぞれ設置した。また、RFID 腐食環境センサについては図-4 に示すとおり、かぶり方向の劣化因子の浸透度合いを把握する目的で、かぶり 4cm、8cm の位置に設置した。

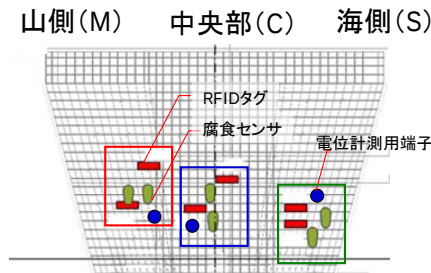


図-3 センサと電位計測端子位置

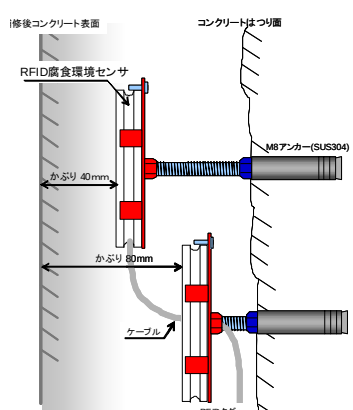


図-4 腐食環境センサの設置位置

5. 各計測手法による計測結果

5.1 RFID 腐食環境検知システムによる計測結果

RFID 腐食環境検知センサはセンサの抵抗値より腐食環境の状態を評価する。鉄筋より表面に近い位置に設置しているセンサも含め、680 日経過時点まで全てのセンサにおいて、いずれも数 Ω 以下を示し健全状態であることが確認できた。

5.2 自然電位法による計測結果

鉛照合電極を用いて計測した各箇所の自然電位を図-5 に示す。いずれの測定箇所についても自然電位は $-350 \sim -200 \text{ mV vs CSE}$ の範囲であり、ASTM C876 の腐食判定基準では、腐食確率が「不確定」と評価された。しかし、日数の経過に伴い電位が上昇する傾向であることより腐食の進行はないと推察される。

5.3 分極抵抗法による計測結果

図-6 に分極抵抗の計測結果、図-7 に腐食速度の計測結果を示す。すべての測定箇所において、分極抵抗は $130 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 以上の結果を示し、腐食速度は $0.0023 (\text{mm/year})$ 以下であった。この結果は、CEB (European Committee for Concrete) の基準では「腐食なし」に該当することから、680 日経過時点で各補修部の鉄筋は健全であると考えられる。

4. まとめ

塩分吸着材を配合した補修材料を用いた断面修復工を対象に RFID 腐食環境検知システムによる計測および自然電位法、分極抵抗法を用いた鉄筋の健全性を確認することにより、補修効果の確認を行った。その結果、いずれの計測方法でも腐食の進行は認められず、鉄筋の健全性が維持されており補修効果が確認された。また、現段階では、RFID 腐食環境検知システムの計測結果は、自然電位法、分極抵抗法と同様の評価結果を示した。今後も定期的な計測を実施し、補修効果の長期的確認に加え、RFID 腐食環境検知システムの適用性を評価する予定である。

参考文献

- 1) 江里口玲ほか：無線通信を用いたコンクリート構造物の予防保全的管理，セメント コンクリート，No 776，pp.43-47，2011

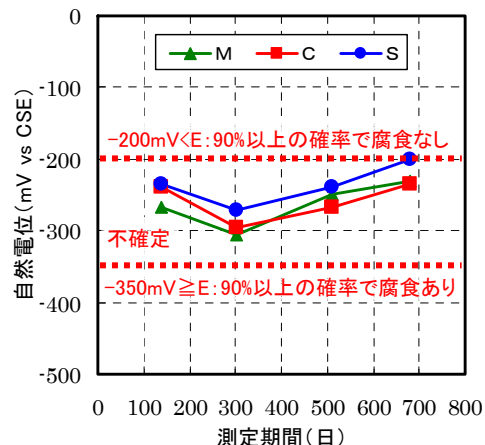


図-5 自然電位法の計測結果

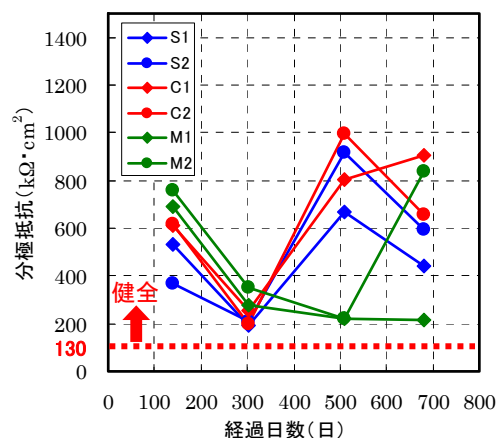


図-6 分極抵抗の計測結果

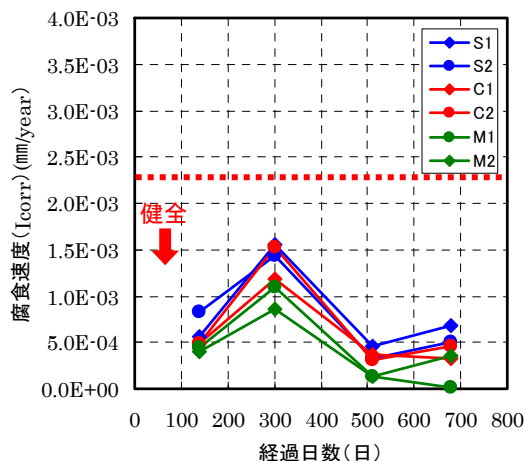


図-7 腐食速度の計測結果