

鉄筋腐食検知センサの開発

東京電力 HD (株)	正会員	○滝野 晶平	大阪大学産業科学研究所	非会員	植村 隆文
東洋インキ SCHD (株)	非会員	福原 克郎	東京電力 HD (株)	正会員	小林 保之
東京電力 HD (株)	正会員	塚田 智之	大阪大学産業科学研究所	非会員	関谷 毅

1. 目的

鉄筋コンクリートの塩害や中性化では、劣化因子がコンクリート中に浸入する潜伏期、鉄筋腐食が開始する進展期、コンクリート表面にひび割れやはく落が生じる加速期、耐荷力など構造性能に影響を及ぼす劣化期を経て劣化が進行する¹⁾。進展期までは、外観上の変状はなく、構造物の性能低下や機能喪失には至らないものの、設備の延命化や維持管理費用の平準化を指向したアセットマネジメントの観点からは、予防保全的な管理も必要とされる。この場合、鉄筋の腐食開始時期を適切にとらえることが重要であり、自然電位などの電気化学測定が一般的であるが、人力による測定のため多くの時間や費用を要することになる。

そこで本研究では、コンクリート内部にある鉄筋の腐食を非破壊的な手法で計測する自然電位計測法¹⁾²⁾に代替する不揮発性の固体電解質電極、または不揮発性の貼付け式電極により、鉄筋の腐食を検知するモニタリング手法を開発した。

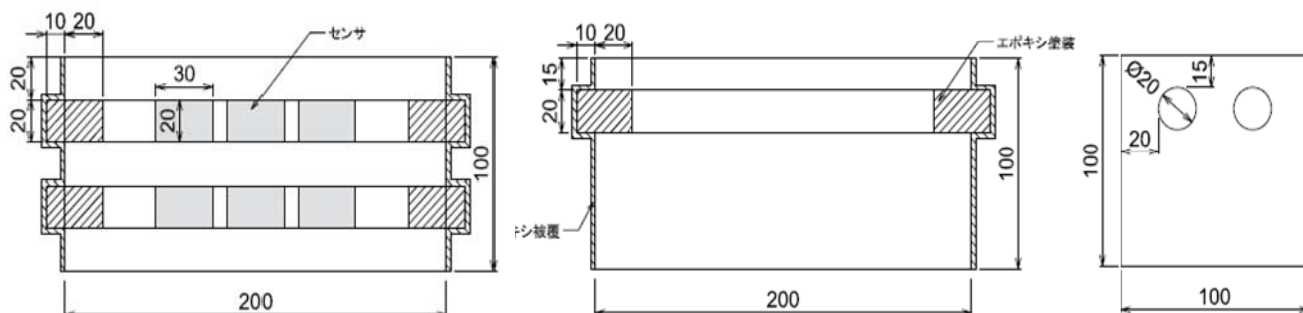


図1 試験体の概要 (単位: mm)

2. 実験条件

試験体の概要は図1に示す。試験体の寸法は100×100×200mmで、丸鋼φ20mmを被り15mmで作成した。コンクリートの配合条件は水セメント比70%、最大骨材粒径13mmとした。さらに、腐食しやすい条件とするため、コンクリート中の塩化物イオン濃度はそれぞれ2.4kg/m³、なしの2種類とした。暴露条件は図2に示す実験室内(温度約20°C、湿度約60%)の水槽で4回/日の乾湿繰り返しとした。1体の試験体にセンサ(イオンゲル等の貼付け式電極)を貼り付け、自然電位を計測した。また、比較として従来の飽和硫酸銅電極による自然電位測定も実施した(1回/週)。センサにより、電位の変化が見られたものから、順次試験体から鉄筋をはつり出し、腐食状況を確認した。実験を行った試験体の数量はそれぞれ塩有10体、塩無7体である。



図2 試験実施状況

キーワード 鉄筋腐食, 自然電位計測, IoT

連絡先 〒230-8510 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎 4-1 東京電力ホールディングス株式会社 TEL 045-394-6000

3. 実験結果

塩有、塩無の試験体の自然電位のモニタリング結果の経時変化の測定例を図3と図4に示す。塩有の供試体については図3に示すように明確な電位低下が確認され、鉄筋の腐食状況と照合したところ、実際に鉄筋には錆が確認された(図5)。塩無の供試体については図4に示すように電位低下が見られず、鉄筋に錆は見られなかった(図6)。この結果から、開発したセンサを用いて鉄筋電位をモニタリングすることにより、腐食の検知が可能であると考えられる。本センサは照合電極に銅硫酸銅を用いていないため、従来の自然電位法の腐食判定値(例えばASTMの推奨値)を用いることは困難であるが、モニタリングにより経時変化を捉えることが可能であることから、電位低下の大きさによって腐食判定ができると考えられる。

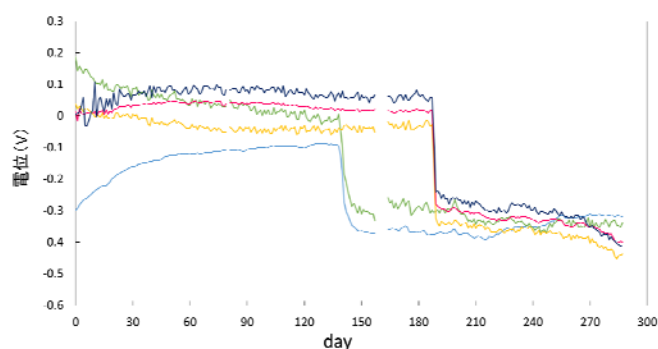


図3 自然電位の経時変化(塩有)

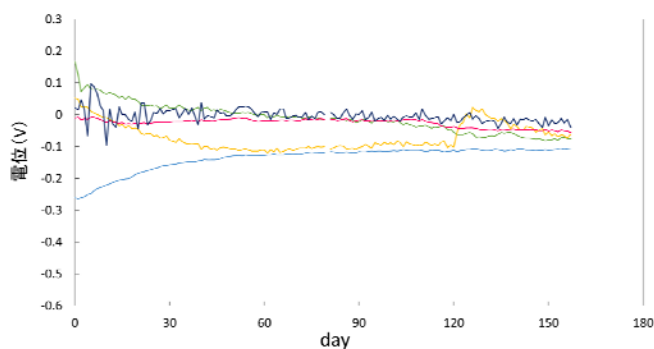


図4 自然電位の経時変化(塩無)



図5 鉄筋の腐食状況(塩有)



図6 鉄筋の腐食状況(塩無)

4. まとめ

本センサによれば鉄筋の電位変化をモニタリングすることで鉄筋腐食の進展を判別することが可能であり、鉄筋腐食の早期発見できる技術となり得る。現在、室内試験による腐食検知の精度向上に向けたセンサ改良やかぶり深さの影響検討、ならびに腐食判定基準の策定を実施中である。また、実構造物による、モニタリングの検証を実施する予定である。

謝辞

本研究成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)委託事業「高度なIoT社会を実現する横断的技術開発/Field Intelligence 搭載型大面積分散IoTプラットフォームの研究開発」の結果から得られたものである。

参考文献

- 1) 土木学会：2018年制定コンクリート標準示方書【維持管理編】など
- 2) コンクリートの非破壊試験の理論と実際①電気化学的手法(自然電位法・分極抵抗法)の理論と実際, 永山勝, コンクリート工学, Vol.51, 2, p. 194-199 (2013).