

鉄箔センサ機能付き RFID を用いた表面被覆材内部の腐食環境の検知に関する検討

太平洋セメント株式会社 正会員 〇工藤 正智 太平洋セメント株式会社 非会員 井坂 幸俊

太平洋セメント株式会社 正会員 江里口 玲

1. 背景・目的

構造物への劣化因子の浸入を抑制する方法として、表面塗装等の表面保護工法が広く用いられている。表面保護材には劣化因子の遮断や耐候性が長期的に維持されることが求められているが、保護材内部の状況を非破壊で確認する実用的な手法は少ない。著者らは鋼構造物や鉄筋コンクリートの内部鉄筋の健全性を非破壊で検知することを目的にパッシブ型 RFID を通信インターフェースに適用し鉄箔状のセンサと一体化したセンサデバイス（以下、カードセンサ）の開発を行った。このデバイスはセンサ自身が腐食することで上昇する電気抵抗値より腐食する環境に至ったことを電波で検知する仕組みである（図1参照）。本検討ではこのデバイスを用いて、腐食促進試験を行い、塗装内部の腐食環境の検知性能および供用時の耐久性について確認した。

2. 実験概要

本試験は、表1に示すカードセンサと圧延鋼材（SS400）を比較した。カードセンサのセンサ部分および圧延鋼材の検知面積はどちらも25×25mmとし、それぞれ表面塗装の有無で JIS H 8502

「めっきの耐食性試験方法（中性塩水噴霧サイクル試験）」に準拠して腐食促進試験を 278 サイクルまで実施した。併せて、カードセンサの暴露試験を実施し、腐食促進試験の結果との比較した。試験水準を表2に示す。試験体への表面塗装は、アクリル系樹脂の水性塗料をヘラ用いて均一に塗布し、3回塗り重ねた。腐食促進試験の試験方法を表3に示す。測定は、60℃乾燥時に試料を取り出し、センサの電気抵抗値の計測を専用のリーダーライタで実施し、写真による腐食面積率を算出した。腐食面積率は、凡用の画像処理ソフトを用いて算出し、カードセンサにおいては鉄箔部分のみの面積を、圧延鋼材においては 25mm×25mm を全面積とし、腐食した面積を全面積で除した割合とした。暴露試験は、鋼管（SS400）にカードセンサを貼付け、千葉県佐倉市にて、500 日間実施した。暴露試験状況を図2に示す。

3. 実験結果

腐食促進試験および暴露試験における試験体状況を表4に示す。腐食促進試験における塗装なしの場合のカードセンサおよび圧延鋼材の腐食面積率を図3に示す。また、腐食促進試験におけるサイクル数とカードセンサの電気抵抗値との

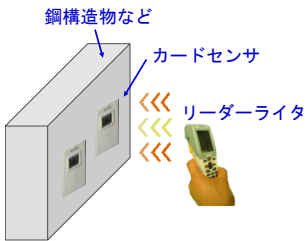


図1 カードセンサの計測概要

表1 試験体の外観

試験体	塗装なし	塗装あり
カードセンサ		
圧延鋼材 (SS400)		

表2 試験水準

試験体	試験方法	種類	数量（枚）
カードセンサ	複合サイクル試験	塗装あり	2
		塗装なし	2
	暴露試験	塗装あり	1
		塗装なし	1
圧延鋼材 (SS400)	複合サイクル試験	塗装あり	3
		塗装なし	3

表3 腐食促進試験方法

噴霧溶液	pH	サイクル条件（①から③までの繰返し）
5%NaCl 水溶液	7	① 塩水噴霧（35℃，100%RH，2時間）
		② 乾燥（60℃，25%RH，4時間）
		③ 湿潤（50℃，98%RH，2時間）



図2 暴露試験状況

キーワード 腐食センサ，維持管理，鋼構造物，表面塗装，非破壊検査，無線通信

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント株式会社 T E L 043-498-3928

関係を図4に示す。塗装なしの場合、カードセンサおよび圧延鋼材では、2サイクル時点で腐食が確認でき、それぞれの腐食面積率は約70%および約45%であった。一方、5サイクル時点で両者の腐食面積はほぼ同等となり、41サイクル時点で腐食面積率は100%となった。塗装ありの場合、一部のカードセンサの電気抵抗値が83サイクルから164サイクルにかけて上昇し、腐食判定を示した。圧延鋼材においても、164サイクル時点で発錆を確認できたことから、本センサは、塗装内部の腐食環境を適切に検知できると考えられる。また、塗装の有無によらず、278サイクルまでカードセンサの無線通信を問題なく行うことができた。

カードセンサの暴露試験結果を図5に示す。塗装なしの場合、電気抵抗値が暴露開始177日から205日にかけて上昇し、腐食面積率は、205日で約60%であった。一方、塗装ありの場合、電気抵抗値の上昇は、500日時点で確認できていない。また塗装の有無によらず、500日までカードセンサの無線通信を問題なく行うことができた。

塗装なしのカードセンサにおいて、腐食促進試験と暴露試験との結果を比較すると、腐食促進試験の2サイクルで、暴露試験の205日で電気抵抗値の上昇が確認できた。そのときの腐食面積率は、それぞれ約70%および約60%であり、ほぼ同等となった。すなわち、本腐食促進試験では、1サイクルあたり100日相当の暴露環境を模擬していると推察される。さらに、278サイクルまでカードセンサの無線通信を問題なく行うことができたため、本センサは、大気暴露75年程度の耐久性が期待できると考えられる。加えて、既往の研究より本腐食促進試験では、3サイクルで約1年の暴露環境を模擬できるとされているため、278サイクルでは、大気暴露90年相当を模擬している可能性がある。以上より、本センサは、大気暴露75～90年程度の耐久性が期待できると考えられる。

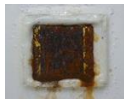
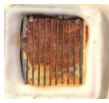
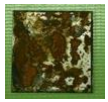
4. まとめ

- 1) 塗装ありの場合、腐食促進試験にて84サイクルから164サイクルにかけてカードセンサの電気抵抗値が上昇し、圧延鋼材に腐食が確認できたため、塗装内部の腐食環境を適切に捉えていると考えられる。
- 2) 塗装の有無によらず、腐食促進試験にて278サイクルまで、カードセンサの無線通信を問題なく行うことができ、暴露試験との比較から大気暴露期間75～90年程度の耐久性が期待できる。

参考文献

- 1) 複合サイクル試験による表面処理材の腐食促進試験に関する検討:林ら,愛知産業技術センター研究報告,2013

表4 試験体状況

	腐食促進試験 2サイクル目 (塗装なし)	腐食促進試験 41サイクル目 (塗装なし)	腐食促進試験 164サイクル目 (塗装あり)	暴露試験 暴露205日目 (塗装なし)
カードセンサ				
圧延鋼材				—

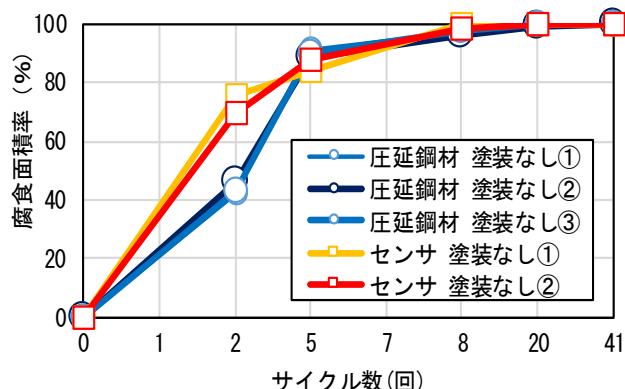


図3 サイクル数と腐食面積率との関係

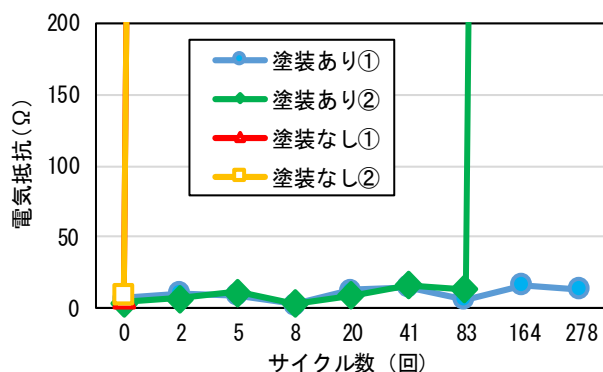


図4 カードセンサの腐食促進試験結果

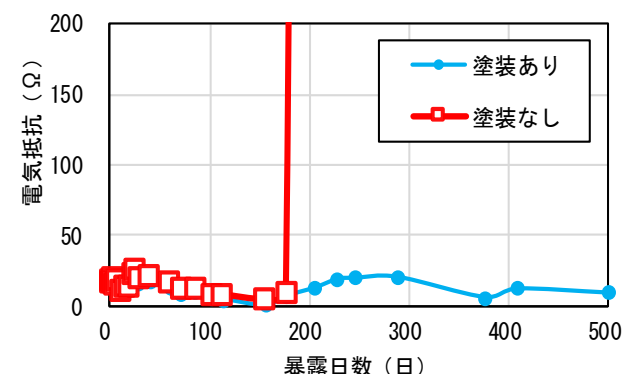


図5 カードセンサの暴露試験結果