

第V部門 静／動磁場での電磁場応答によるコンクリート中鋼材の腐食評価に関する基礎的検討

大阪大学工学部 学生員 ○江藤 慶太 大阪大学大学院工学研究科 学生員 梅谷 晃大
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 服部 晋一 大阪大学大学院工学研究科 正会員 寺澤 広基
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎 大阪大学大学院工学研究科 学生員 沈 力

1. はじめに

構造物の構造安全性能に直接的な影響を与えるコンクリート中鋼材の腐食状況の評価には、これまで、自然電位法、分極抵抗法等の電気化学的手法をはじめ種々手法が適用されてきたが、完全非破壊で腐食状況の評価する手法は未だに確立されていないのが現状である。

このため、完全非破壊にて腐食状況の評価する新しい手法として、電磁場応答を用いたコンクリート中鋼材の腐食評価手法の確立に向けた研究が進められている。電磁場応答を用いた腐食評価手法は、磁気センサにより静磁場の応答を評価する方法と、交流磁場を用いて渦電流により動磁場の応答を評価する方法の2種類に大別されるが、いずれの手法においても、腐食の進行に伴い発生する鋼材表面の減肉や腐食生成物の存在による物性の変化、その生成に伴う磁気分極などの諸因子が電磁場応答に及ぼす影響については未だ明らかになっていない¹⁾。そこで本研究では、基礎的な研究として、電磁場応答を用いた腐食評価に影響を与える因子を明らかにする事を目的とし、乾湿繰り返し試験により腐食促進を行った鋼板を対象に静磁場、動磁場それぞれの電磁場応答に関する検討を行った。

2. 腐食促進試験

腐食の進行に伴う鋼板の磁気分布の変化を測定するため、塩水(質量パーセント濃度3%)を用いた乾湿繰り返し試験を行った。鋼板の腐食部に塩水を浸し24時間湿潤、48時間乾燥の工程を1サイクルとし、各サイクルで静磁場測定を行った。10サイクル腐食促進を行った鋼板の様子を図-1に示す。また、7、12、16、18、22サイクル腐食促進を行った鋼板において10%クエン酸水溶液を用いて腐食生成物を除去し、除去後の鋼板の質量から腐食減量を求めた(図-2)。その結果、今回の実験の範囲内ではほぼ一定の速度で腐食が進行したことが確認された。腐食促進を行う鋼板は静磁場、動磁場



図-1 腐食鋼板

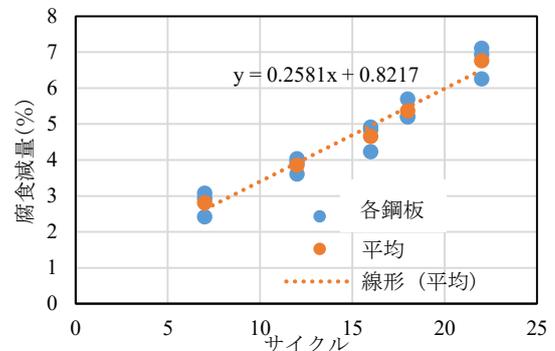


図-2 腐食促進試験結果

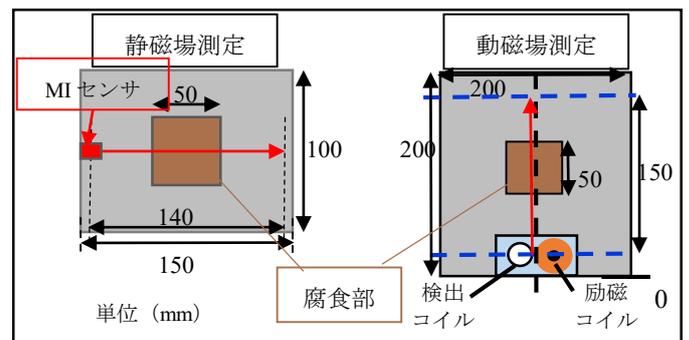


図-3 鋼板上面図

測定用に厚さ1mmのSPCC鋼板をそれぞれ用意した。鋼板寸法、腐食部、測定位置を表した鋼板上面図を図-3に示す。

3. 静磁場での腐食評価

図-3に示す静磁場用の鋼板の磁気分布をMIセンサと鋼板のリフトオフ距離1mmで測定した。

3.1 腐食に伴う鋼板の磁気分布の変化

測定結果から、式(1)を用いて鋼板の磁気分布を図-4に示す。図中の凡例にどのサイクルでの測定結果かを示す。まず、腐食の促進に伴い鋼板全体で磁気分極が進行した。また腐食部では磁気分布に凹凸等の変化が起こり鋼板表面の腐食が確認できた。

3.2 腐食評価に影響を与える因子の検討

3.1で述べた磁気分布の変化の要因を調べるため、腐食生成物を除去する前後での測定結果を比較した(図-5)。

まず、腐食生成物除去前後で腐食部の磁気分布がほぼ一致したため、腐食生成物が磁気分布に与える影響は小さい。また、腐食部での磁気分布の形状変化の大きさは腐食減量に比例しない事が確認され、鋼材の減肉の程度も磁気分布に与える影響は小さいと分かった。以上の結果から磁気分布の変化は鋼材内の帯磁状況に依存していると推察された。この鋼材内の帯磁状況の変化は、腐食の過程で起こる鋼材内での腐食電流などの影響を受けていると考えられる。

4. 動磁場での腐食評価

4.1 実験概要

図-3の動磁場用の鋼板(腐食促進試験22サイクル腐食減量7.10%)に対し、リフトオフ距離15mmで計測した。測定に用いた励磁コイルは巻き数50ターン、直径18mmで、検出コイルは巻き数30ターン、直径10mmとし、共に腐食部内を通るように測定方向に対し垂直に配置し、測定方向に5mmずつ移動させ各点で測定を行った。また、励磁した磁場は周波数200kHz、振幅10Vとした。

4.2 腐食評価に影響を与える因子の検討

腐食による動磁場での電磁場応答の変化に影響を与える要因を検討するため、健全時の振幅に対する腐食生成物除去前後それぞれでの振幅の差を算出し比較した(図-6)。その結果、腐食生成物除去前後で全体の挙動がほぼ一致し、腐食生成物の影響が小さいことがわかった。これより、動磁場測定による腐食評価に影響を与える主な因子は腐食による鋼材表面の減肉だと考えられる。また、腐食生成物除去前の方が健全時からの振幅の変化量が大きくなり、腐食生成物が存在する状態でより腐食の検知がし易くなる可能性が示唆された。

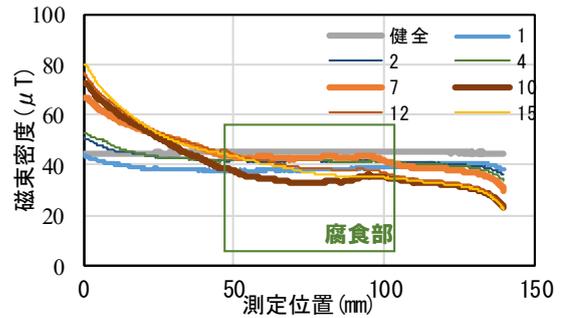


図-4 静磁場：腐食の進行に伴う磁気分布の変化

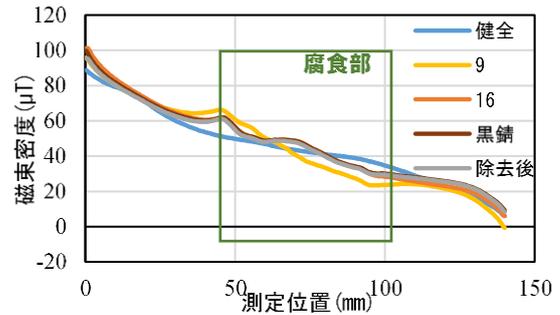


図-5 静磁場：腐食生成物除去前後の比較

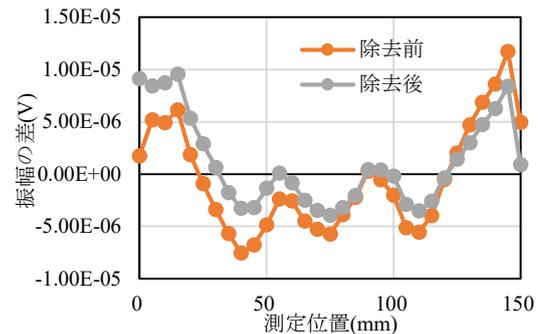


図-6 動磁場：腐食による振幅の差

5. 結論

- (1) 腐食の進行に伴い鋼材全体で磁気分極が進行することを確認した。
- (2) 静磁場測定による腐食評価に腐食生成物や鋼材の減肉が与える影響は小さく、鋼材内の帯磁状況の変化による影響が大きいと考えられる。
- (3) 動磁場測定による腐食評価に影響を与える主な因子は鋼材表面の減肉であると考えられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20H02221 の助成を受けたものです。

6.参考文献

- 1) 田口暁久：鋼材表面近傍における腐食生成物の磁気特性に関する基礎評価，大阪大学卒業論文，2021