

平面状コイルを用いた電気防食技術に関する基礎的研究

中央大学 学生会員 ○田村 佳夏 中央大学 学生会員 倪 稚茗 中央大学 正会員 大下 英吉

1. はじめに

現在、実用化されている鉄筋の電気防食手法は、図-1に示すように外部電源法¹⁾と流電陽極法²⁾であり、前者は外部直流電源を用いて補助電極と鉄筋を電氣的に接続し電気回路を形成させ、鉄筋に防食電流を供給することで鉄筋表面の電位差を消滅させる方法である。後者は外部電源法と同一の原理であるが、前者と異なる点は鉄よりイオン化傾向が大きい金属を犠牲陽極として鉄筋と電氣的に接続することで、陽極から鉄筋に継続的に防食電流が供給されることになる。しかしながら、外部電源方式は電源の設置が困難な高所や海岸港湾付近には適用し難いという問題点があり、流電陽極法は防食を行う際に用いる陽極材の寿命が比較的短く、取替えを要するためコスト負担が大きくなる問題点がある。したがって、非破壊非接触、低コスト、作業が簡易かつ高機能な新しい電気防食法の開発が急務である。

本研究では電磁誘導によって生じる渦電流を防食電流として鉄筋表面に流すことで、腐食を抑制できる新たな電気防食方法を提案した。

2. 電磁誘導法のメカニズム

図-2に示すよう、コイルに交流電流を負荷することにより発生した交流磁界が鉄筋に渦電流を誘起させる。この渦電流を利用し、鉄筋の表面における腐食電流を抑制することで防食が可能と考えている。その際、本手法をRC構造物に適用するにあたり、柱部材では構造形式によってコイルの形状が異なる。すなわち、図-3に示すようにスラブや壁部材では平面状コイル、螺旋状コイルである。本研究ではスラブに適用する平面状コイルを用いて、複数鉄筋を有する試験体を対象とし、防食効果を定量的に評価した。

3. 実験概要

本研究で使用した試験体は、コンクリートが非磁性体であるため、スラブ内に配置されている鉄筋のみであり、その上部に図-4に示す平面状コイルを設置した。実構造物に適用する場合、図-3のようにスラブの上面にコイルを配置するが、実験作業を簡易化するため、本研究ではキーワード 平面状コイル、電気防食、渦電流、鉄筋腐食、電磁誘導

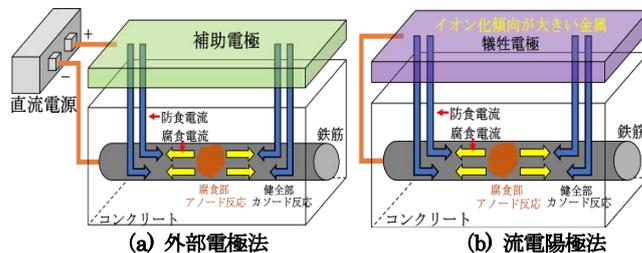


図-1 電気防食法の防食原理

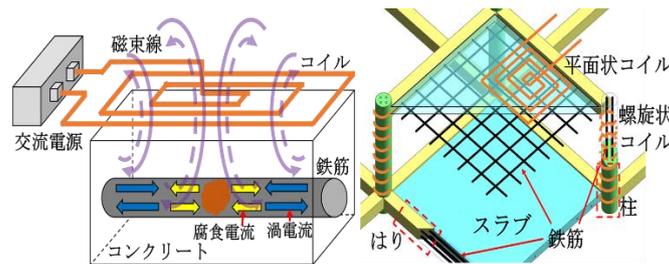


図-2 電磁誘導による防食原理 図-3 本手法の適用例

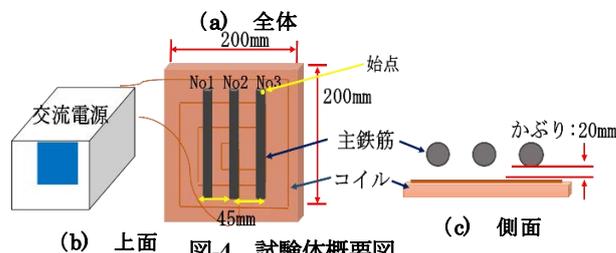


図-4 試験体概要図

表-1 電磁誘導パラメータ

試験体	case1	case2	case3
電磁誘導	無し	あり	あり
電流値 (A)	0	1	0.5
周波数 (Hz)	0	5	5

コイルを下に鉄筋を配置した。コイルは径 2mm 銅線を 10mm 間隔で正方形に巻いたものであり、長さ 180mm の D16(SD345)主鉄筋 3 本を 45mm 間隔に配置した。なお、鉄筋は前処理として 10%のクエン酸二アンモニウム溶液により表面の不動態皮膜を剥がしたものとした。電磁誘導パラメータは表-1に示す。

電磁誘導の期間は 50 日とし、実験中は温度 20℃、湿度 60%に制御された恒温恒湿室で実施し、1 日毎に濃度 5%の塩水に鉄筋を 5 分程度浸漬することで腐食促進させた。



図-5 鉄筋の腐食状況比較

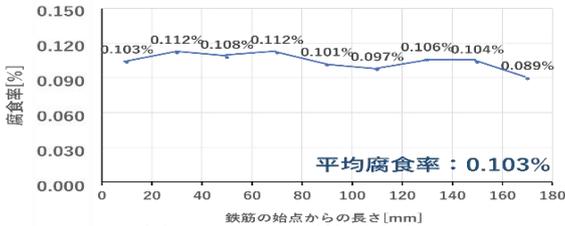
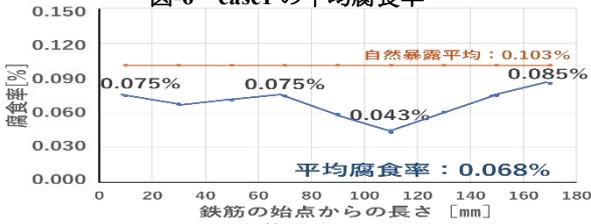


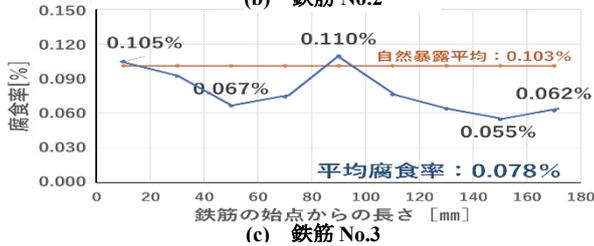
図-6 case1 の平均腐食率



(a) 鉄筋 No.1



(b) 鉄筋 No.2



(c) 鉄筋 No.3

図-7 case2 の腐食率

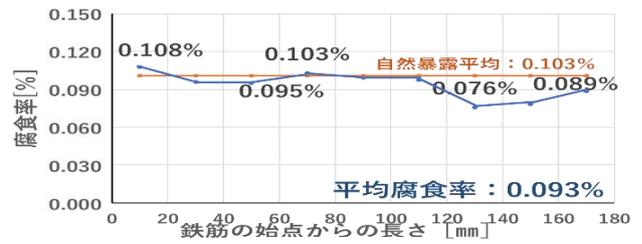
腐食率の測定手順としては、開始前に不導体皮膜を除去した各鉄筋の質量と終了後に腐食鉄筋を濃度10%クエン酸二アンモニウム溶液に浸漬させて腐食生成物を除去した鉄筋の質量を測定する。そして、鉄筋質量の減少量を求め、実験前の質量で除したものを腐食率と定義した。

4. 実験結果および考察

4.1 目視観察

実験後の鉄筋状況を図-5に示す。case1は自然暴露の鉄筋、case2と3は電磁誘導を適用した鉄筋を示している。case1の自然暴露は全体的に鉄筋の腐食が広範囲に生じている。一方、電磁誘導を行ったcase2と3の鉄筋は腐食が少ない。

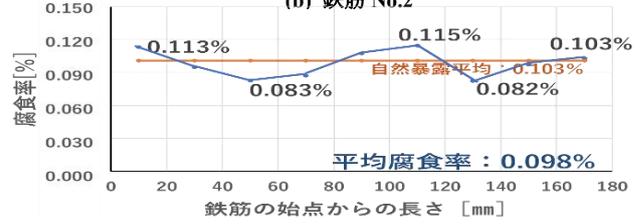
電磁誘導を適用した際の腐食に及ぼす電流値の影響



(a) 鉄筋 No.1



(b) 鉄筋 No.2



(c) 鉄筋 No.3

図-8 case3 の腐食率

を比較すると、case2に比べcase3の鉄筋は腐食が全体的に多く、自然暴露の鉄筋状態に近いことがわかる。これは、鉄筋表面に生じる渦電流が小さく、鉄筋表面の腐食電流を消滅できなかったことが原因と考えられる。

4.2 腐食率

各caseにおける平均腐食率を図-6~8に示す。電磁誘導ありは、無し(自然暴露)より全体的に腐食率が低下している。具体的な腐食低減率は、case1の自然暴露している鉄筋と比べcase2の腐食率が24.3~34%低減し、case3は4.9~9.7%低減している。したがって、電流値が大きくなるほど防食効果が大きくなることがわかる。

また、電磁誘導ありの鉄筋は腐食率に多少ばらつきがみられるため、平面状コイルは電流密度の分布が均一でないと考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 平面状コイルを用いて実験を実施し、防食効果が確認できたため、本手法での防食が可能であると考えられる。
- (2) 電流値 1A では電磁誘導による防食効果が確認できたが、電流値 0.5A では防食効果は不顕著であった。

参考文献

- 1) 鎌原 正夫：外部電源方式電気防食の理論と実際、日本造船学会誌、1969年476巻 pp.86-91
- 2) 重野 隼太：流電陽極による電気防食法、金属表面技術、1957年8巻1号 pp.25-30