

電磁誘導法を用いた RC 構造物の鉄筋防食手法に関する基礎的研究

中央大学 学生会員 ○俣 稚茗 中央大学 正会員 大下 英吉

1. はじめに

現在, RC 構造物に配筋されている鉄筋の電気防食法として, 外部電源法¹⁾(図-1(a))と流電陽極法²⁾(図-1(b))が広く適用されている. それらの手法では, 鉄筋を外部電源或いは鉄よりイオン化傾向が大きい金属と電気的に接続し, 外部直流電流を強制的に付加することで, 鉄筋からコンクリート内部の細孔溶液中への鉄イオンの放出を抑制するためのものであった. しかしながら, 外部電源法は電源の設置が困難な高所や海岸港湾付近への適用は困難であること, 流電陽極法は電気防食を行う際に使用する陽極材の寿命が比較的短く取替えに係るコストが大きいなどの欠点がある. また, いずれの手法においても, コンクリートをはつり出さなければならないという大きな欠点もある.

以上のことから, 既往の手法の問題点を解消すべく, また非破壊非接触かつ低コストで作業が簡易で高機能な新たな電気防食法の開発が急務である.

本研究では, 電気防食法の原理に立脚した新たな防食手法の開発を行なうものである. 具体的には, 腐食を誘発する局部電池の形成を防止する或いはそれが形成されたとしても瞬時に消滅させることのできる電磁誘導法の原理に基づくものである.

2. 電磁誘導法のメカニズム

電磁誘導法を一本の鉄筋に適用した際の概要を図-2に示す. 本手法では, 交流電源に接続したコイルを鉄筋表面に配置する. 交流電流を供給することにより, 鉄筋には磁束線と垂直な誘導電流(渦電流)が誘起される. 腐食前, 渦電流が鉄筋表面を流れることで, 図-2(a)に示すように鉄筋表面の電位を強制的に低い方向に移動させ, 局部電池の形成を防止する. 腐食後, 局部電池が形成されるが, 同図(b)に示すように健全部の電位が腐食部と同じ程度まで下がり電位差が消滅し, 形成した局部電池を破壊する. このことはすなわち, 電磁誘導法による防食手法は電磁防食法と同じメカニズムであるが, 本手法の大きな特徴は電磁誘導方式を用いることにより, コ

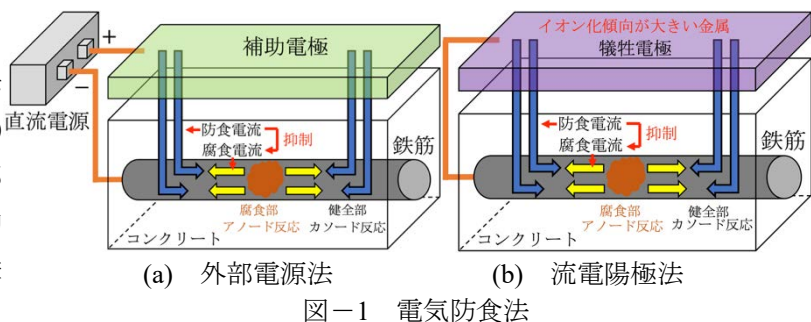


図-1 電気防食法

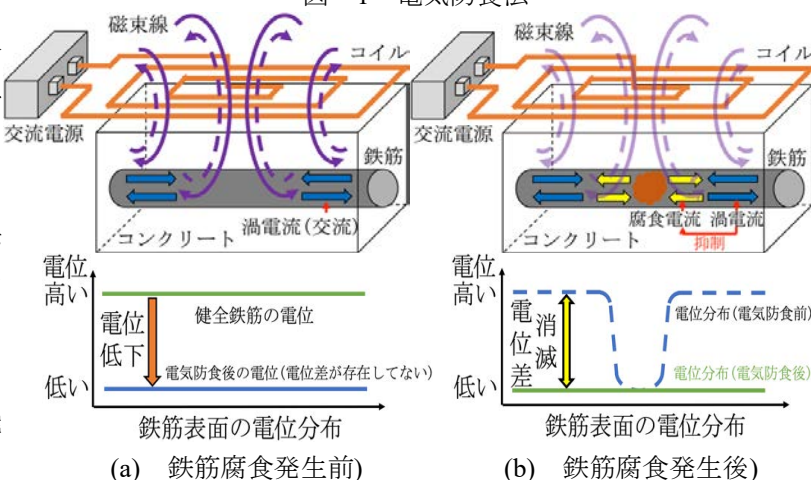


図-2 電磁誘導法による防食原理

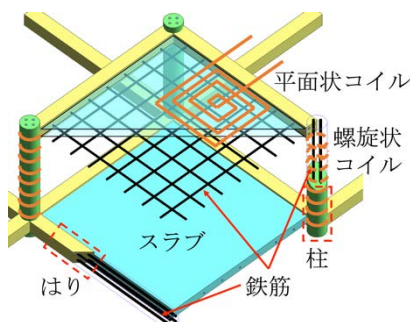
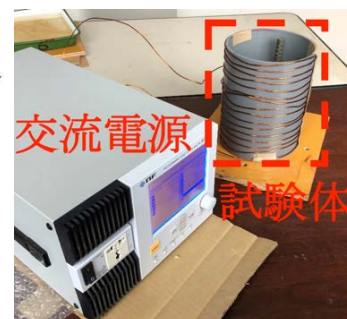
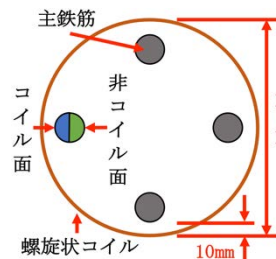


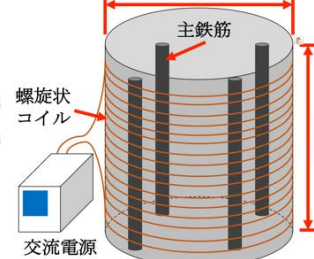
図-3 コイル形状



(a) 電磁誘導状況



(b) 試験体上面図



(c) 試験体全体図

図-4 試験体概要

ンクリートをはつり鉄筋を露出することなし, 非破壊かつ非接触で防食が実施可能であるということである.

キーワード RC 構造物, 鉄筋腐食, 電気防食, 電磁誘導, 渦電流

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27 中央大学理工学部 コンクリート研究室 Mail : a19.hach@g.chuo-u.ac.jp

本手法をRC構造物に適用する際、構造形式によってコイル形状が異なる。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、柱部材では螺旋状コイルである。本研究では、柱部材に適用する螺旋状コイルを用いて、複数鉄筋を有する試験体を対象とした。本手法の防食効果を定量的に評価する。

3. 実験概要

試験体は図-4に示すように、2mmの径を有する銅線を10mm間隔で20回巻き付け、 $\Phi 105\text{mm} \times 200\text{mm}$ と $\Phi 150\text{mm} \times 200\text{mm}$ の二種類の電磁誘導コイルを作成する。かぶり10mmの位置にD16(SD295)長さ200mmの鉄筋四本を円周状に90°間隔で配置する。図-4(b)に示すコイルに近い鉄筋面をコイル面、コイルから遠い鉄筋面を非コイル面と定義した。電磁誘導パラメータは電流値と周波数であり、それぞれ10.5A、500Hzとする。鉄筋の前処理であるが、濃度10%のクエン酸二アンモニウム溶液に浸漬することにより不導体皮膜を除去した。また、実験実施期間は14日間であり、鉄筋には2日毎に濃度5%の食塩水を噴霧することで腐食を促進させた。

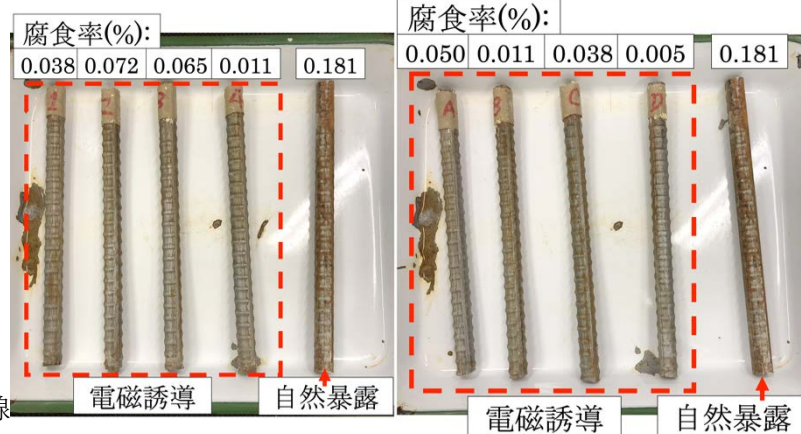
3.1 腐食率の計測方法

腐食率の測定は、実験開始前に不導体皮膜を除去した鉄筋の質量を測定し、実験終了後、腐食鉄筋を濃度10%クエン酸二アンモニウム溶液に24時間浸漬させることで腐食生成物を除去した鉄筋の質量を測定する。そして、鉄筋質量減少量を求め、実験前の鉄筋の質量で除したものを腐食率と定義した。また、電磁誘導を実施する試験体と自然暴露試験体の腐食率の減少量、後者で除したものを腐食低減率と定義した。

3.2 実験結果および検討

実験終了後の鉄筋の状況および各鉄筋の腐食率を図-5に示す。いずれの試験体においても、電磁誘導を実施した鉄筋では、腐食生成物がほとんど生じていないことに対して、自然暴露の鉄筋では腐食生成物が広範囲に渡って生じていることがわかる。本手法の防食効果を確認できた。鉄筋のコイル面と非コイル面において生じた腐食生成物量の差異が存在し、図-6に示す。直径150mm試験体を例として、コイル面には錆が少なく、非コイル面にはまだらに錆が確認できる。このことより、非コイル面と比較してコイル面の方は防食効果が高いことが確認できる。

また、腐食率には各鉄筋で多少のバラツキは見られた。これは、鉄筋表面における噴霧した塩水の塩分濃度の差



(a) 直径 105mm 試験体 (b) 直径 150mm 試験体

図-5 実験後鉄筋状況

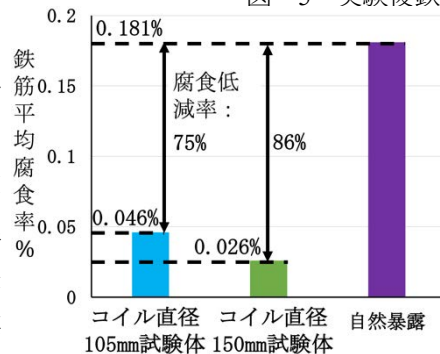


図-7 平均腐食率

によるものと考えられる。

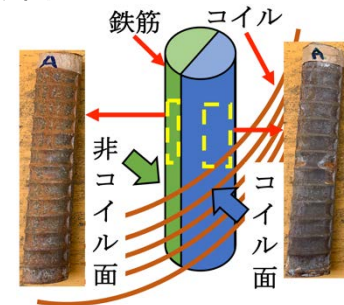


図-6 コイル面と非コイル面の腐食

(直径 150mm 試験体)

各試験体における鉄筋の平均腐食率を図-7に示す。電磁誘導を実施した試験体の平均腐食率は0.046%、0.026%となり、自然暴露鉄筋の腐食率は0.181%となる。腐食低減率を比較すると、コイル直径105mmと150mm試験体の腐食低減率がそれぞれ75%、86%となる。したがって、コイルの直径が大きくなるほど、防食効果が大きくなる傾向がある。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 螺旋状コイルを用いて実験を実施し、いずれの試験体においても防食効果が確認できたため、電磁誘導の原理を利用した本手法での防食が可能である。
- (2) 電磁誘導で使用するコイルの直径が大きくなるほど、防食効果が大きくなる傾向がある。
- (3) 鉄筋のコイル面と非コイル面の腐食状況を比較すると、コイル面の防食効果が高いことを確認できた。
- (4) コイル直径105mmと150mm試験体の平均腐食率それぞれ0.046%、0.026%であり、自然暴露鉄筋の腐食率と比較して、腐食率はそれぞれ75%、86%を低減した。

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