## 高周波電磁場応答を用いたコンクリート中鋼材腐食の検出に関する基礎的検討

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 〇谷 春葉 大阪大学大学院工学研究科 正 会 員 寺澤 広基

## 1. はじめに

コンクリート中の鋼材腐食は、コンクリート構造物 の構造安全性や耐久性の低下を招き、その他の劣化現 象の発生にもつながることから、腐食状況を適確に評 価することが非常に重要である.従来、非破壊でこれを 評価する方法として、自然電位法、分極抵抗法などの電 気化学的手法が適用されているが、これらの手法は腐 食電流の挙動に着目して腐食の可能性や進展速度を間 接的に評価するものであって、腐食現象の結果として 生じる腐食生成物の状況をダイレクトに把握できるも のではない.

これに対し本研究では、主に、腐食発生のごく初期段 階における腐食生成物の生成状況を非破壊で評価する ための新しい手法を検討することとした.ここでは、基 礎実験として、腐食状況を模擬した鋼板に高周波交流 磁場を作用させ、その電磁場応答を計測した.本手法で は、特に、高周波の交流磁場を作用させることで得られ る表皮効果と、試験体の腐食の有無と腐食面積による 計測結果の差に着目した.本稿は、上記の実験結果につ いて報告するものである.

### 2. 実験概要

# 1) 供試体概要

図 -1 に 供 試 体 概 要 を 示 す . 鋼 板 (200mm×200mm×1mm)の中央部に電食により模擬腐食 部を作製した.また,供試体では,腐食部面積がそれぞ れ, 目 標 で (100mm×100mm), (50mm×50mm), (35mm×35mm)となるように3パターンを設定した.各 腐食範囲(mm×mm),減肉量(g),腐食部の鋼板厚み (mm)を表-1示す.

#### 2) 計測概要

計測では図-2 に示すように,シグナルジェネレータ とロックインアンプ、励磁コイル(直径 10mm, 50T)と 検出コイル(直径 10mm, 50T)を使用して計測を行った. 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 正会員 服部 晋一





図-3 計測概要

表-1 腐食供試体概要

腐食範囲(mm×mm)		<b>減肉</b> 量(g)	鋼板厚み(mm)
100×100		2	0.9998
50×50		1	0.9996
35	5×35	0.5	0.9996

励磁コイルと検出コイル,鋼板の配置を図-3 に示す. なお,鋼板と検査コイルの距離はコンクリートのかぶ り厚さを想定して設定した.鋼材表面にて発生する初 期段階のさびを検出するためには,腐食部による形状 変化で渦電流の乱れによる微細の信号変化を調べる必 要がある. このため高周波領域である

キーワード 鉄筋腐食,高周波交流磁場,コンクリート構造物,非破壊検査

連絡先 〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 TEL/FAX 06-6879-7618 © Japan Society of Civil Engineers



図-5 位相差⊿θ

50kHz,150kHz,200kHz の 3 種類での周波数を選定した. また,今回の実験では比較的かぶりが小さいコンクリ ート中鋼材を想定して,検出コイルと鋼板の距離を 30mm に設定して行った.鋼板の中心に励磁コイルとそ の真下に検出コイルを設置し、それをコイル間隔ゼロ とした.そして,鋼板の辺に対して直角方向に10mm ま たは5mm 毎で中心から離れる方向へ検知コイルを移動 させることで合計15点での計測を行った.

## 3. 実験結果および考察

## 1) 腐食の有無による応答値変化

腐食面積(100mm×100mm)の平板鋼板を用いて 50・ 100・150・200 (kHz) の4つの周波数を用いて計測を行 った結果を図-4 に示す.次に,腐食部がある場合と腐 食部がない場合を比較するため,それぞれの周波数と コイル間隔において腐食部を有するものと腐食部がな い状態での差(位相差\_0)をグラフ2に示す.ここで位 相差 θ は,シグナルジェネレータを通じて励磁コイル から鋼板に対して作用させた信号波形と,検知コイル で得た鋼板からの応答波形との位相差を表している. また,位相差\_0 は腐食がない状態と腐食部を有する場 合の位相差 θ のズレを表す.

図-5の結果から,周波数の値に関係なく,コイル間隔



図-6(b) 位相差∠θの変化(50kHz)

が 85mm・90mm のとき位相差∠θ は絶対値として大き な値を示した.これによって,腐食部がある場合と腐食 部が無い状態での差を検出できることが分かった.更 に,その波形ははじめ負の値をとり,正の値へと移行す る傾向があった.また,このコイル間隔は,腐食を有す る場合と健全な状態との差を調べる際に有効であるこ とが分かった.

# 2) 腐食面積による応答値変化

腐食面積の大きさが位相差 θ に及ぼす影響を調べる ため、3 種類の腐食面積をもつ供試体を用いて位相差 θ と健全状態との差を表す位相差 Δθ を調べた.実験結果 として、図-5(a),(b)にそれぞれ 50kHz と 200kHz の結果 を示す.結果として、本研究で選定した周波数範囲にお いては周波数の違いによる影響はほとんどないことが 分かったと分かる.

## 4. 結論

2つの実験の結果から、鋼板が腐食部分を有する場合には、健全な状態と異なる電磁場応答を得られることが分かった.また、腐食範囲(50 mm×50 mm)の場合でも本手法を用いて腐食部がある場合とない場合との差を識別することができた.