

## 第V部門

## 質量減少率および鉄筋長手方向における腐食長さが鉄筋の残留磁化に与える影響

大阪大学工学科 学生員 ○四之宮 彰吾  
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 学生員 品川 達哉  
大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎

## 1 はじめに

コンクリート構造物の点検においては、現時点においては目視による外観調査が基本であるため、鉄筋の腐食が進行して錆汁やコンクリートのひび割れが顕在化するまでは内部鉄筋の腐食の検知は困難である。このため、コンクリート内部の鉄筋腐食状況を早期に正確に把握する非破壊検査手法が求められている。既往の研究では、漏洩磁束法<sup>1)</sup>を用いて、鉄筋の残留磁化に着目した腐食検知の可能性が示唆されているが<sup>2)</sup>、その適用性については十分検討されていない。そこで本研究では鉄筋直線部において漏洩磁束法を適用した場合、腐食による鉄筋の質量減少率および鉄筋長手方向における腐食長さ（以下、腐食範囲）が鉄筋の残留磁化に与える影響について検討を行った。

## 2 実験概要

## 2.1 供試体概要

RC 構造物中の鉄筋直線部を模擬した供試体を作製した。コンクリートがほぼ非磁性体であることから、コンクリートに替えて木製の台に鉄筋を固定したものとした。使用した鉄筋はD16で、長さは1000mmとした。

## 2.2 電食試験概要

2.5%食塩水に浸した鉄筋に電流を流し腐食させる電食試験を行った<sup>2)</sup>。電食試験外観を写真-1に示す。鉄筋を部分的に腐食させるため、腐食させない箇所はテープで防食加工を施した。

## 2.2 計測手順

図-1中に示すように鉄筋の一端を原点とし、鉄筋長手方向をX軸として座標を設定した。まず、永久磁石を $x=300\text{mm}$ から $x=700\text{mm}$ まで水平に移動させた。この着磁時のかぶりは75mmとした。その後、磁気計測ユニットを用いて健全時の鉄筋の磁束密度を測定した。この測定時のかぶりは50, 75, 100, および125mmの4種類とした。(図-1参照)次に、測定した鉄筋の腐食させる範囲が質量の0.1%まで電食を行った。腐食後、

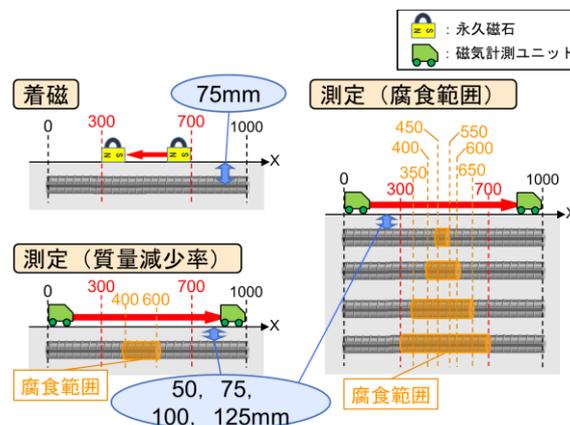


図-1 着磁・測定方法（側面図）

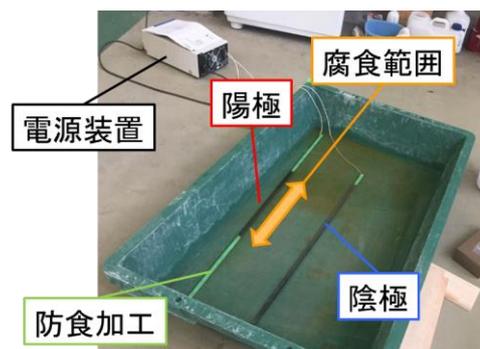


写真-1 電食試験

鉄筋全体の水分をふき取り、磁束密度を測定した。この測定後の鉄筋を腐食する範囲は変えず、腐食後の質量減少率が0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1.0, および2.0%となるように順に腐食させた。目的の質量減少率になるたびに磁束密度を測定した。試験回数は3回とした。

次に着磁と測定を行った健全な鉄筋を4本用意した。これらの鉄筋を、質量減少率0.4%でそれぞれ $x=450\sim 550$ ,  $400\sim 600$ ,  $350\sim 650$ , および $300\sim 700\text{mm}$ を腐食させる。腐食後、同様に磁束密度を測定した。試験回数は3回とした。

### 3 実験結果および考察

#### 3.1 測定磁束密度

かぶり 75mm で 3 回測定した磁束密度の一例を図-2 に示す。着磁により付与された 1 対の磁極の影響から測定磁束密度は極大値・極小値を持つ形状となるが、質量減少率が増加するに伴い、測定磁束密度のグラフは平坦になり、極大値・極小値の絶対値の差（以下、ピーク差）が「健全」から小さくなっているのが分かる。また、グラフのピーク位置における測定磁束密度の変化が顕著である。この測定磁束密度の変化を定量的に評価するために、ピーク差の比を評価指標として導入した。ここでピーク差の比とは、腐食後のピーク差を健全時のピーク差で除したものである。

鉄筋長手方向に腐食した長さを評価するにあたっては、鉄筋中央から左右  $x$ mm の範囲が腐食していることを腐食距離  $x$ mm と表現することとする。

#### 3.2 質量減少率

質量減少率が異なる測定結果のピーク差の比 3 回分の平均と標準誤差を図-3 に示す。図-3 において、質量減少率が増加するにつれてピーク差の比が増加していき、徐々に収束していく傾向が見られた。これは強く磁化される鉄筋表面から腐食が進むために、質量減少率が小さい時ほどピーク差の比の増加が急であると考えられる。

質量減少率 0.1~0.5% の標準誤差はいずれも健全時の標準誤差と重なっていないことが分かる。これより、対象の鉄筋が健全から質量減少率 0.1~0.5% で腐食している場合において、これを検知できる可能性が示された。

以上の傾向は 50mm~125mm のいずれのかぶりでも確認できた。

#### 3.3 鉄筋長手方向に腐食した長さ

腐食範囲が異なる測定結果 3 回分のピーク差の比の平均と標準誤差を図-4 に示す。腐食距離 400mm の時に帯磁量減少率が大きく増加し、腐食距離 100mm から 300mm の間ではほぼ一定となった。よって、鉄筋長手方向に腐食する長さは鉄筋の長さに大きな影響を与えない可能性が示された。一方で、着磁範囲と腐食範囲の位置関係が鉄筋の残留磁化に影響を与えられられる。この傾向は 50mm~125mm のいずれのかぶりでも確認できた。

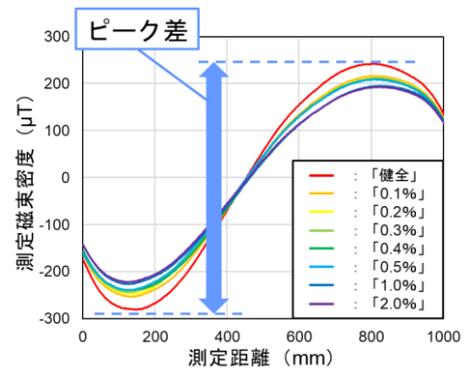


図-2 測定磁束密度

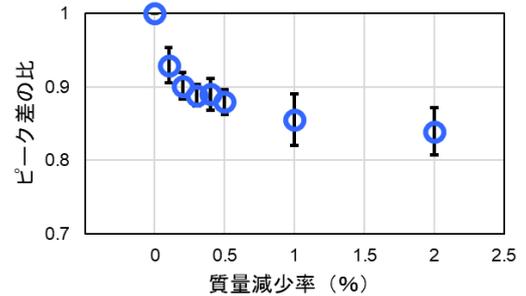


図-3 ピーク差の比（質量減少率）

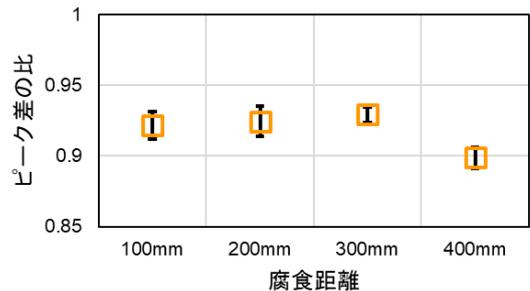


図-4 ピーク差の比（腐食範囲）

### 4. 結論

- 1) 鉄筋直線部において、質量減少率 0.1% 以上の腐食を検知できる可能性が示された。
- 2) 本研究で検討した腐食範囲においては、着磁範囲内で腐食範囲が変化しても、鉄筋の残留磁化への影響は小さい。

#### 【参考文献】

- 1) たとえば, 寺澤広基, 廣瀬誠, 服部篤史, 河野広隆: 磁気法片面診断における鉄筋破断の新たな判断指標について, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, pp.1775-1780, 2011
- 2) 佐藤大起, 寺澤広基, 鎌田敏郎: 漏洩磁束法における鉄筋の残留磁化と鉄筋腐食の関係, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第 18 巻, pp.2-5, 2018