

異なるコンクリート材料が有する磁性が鉄筋破断による漏洩磁束に与える影響

京都大学 学生員 ○永瀬繁幸
 大阪大学 正会員 寺澤広基
 京都大学 正会員 松本理佐 服部篤史 河野広隆

1. はじめに

コンクリート中の鉄筋破断に対する非破壊検査技術として漏洩磁束法が挙げられる。既往の研究では、かぶり部の鉄分量が多いほど、漏洩磁束法による鉄筋破断の診断が困難になることが明らかとなった¹⁾。本研究では、細骨材の種類が漏洩磁束法による鉄筋破断の診断に与える影響を明らかにするために、かぶり部の鉄分量を実コンクリート構造物に近い値に設定した供試体を用いて、漏洩磁束法による非破壊検査を実施した。

2. 実験概要

2.1 供試体および実験台概要

橋脚梁部のスターラップの診断を想定し、図1に示すように非磁性体の実験台に鉄筋とコンクリートを模擬した細骨材試料を設置することでコンクリート構造物を再現した。

細骨材の持つ磁性は、酸化鉄 (FeO、Fe₂O₃ 等) に依存していると想定し、それらの含有量に着目した。表1にミルシート等を参考に仮定した各材料の鉄分量の質量%を示す。使用した細骨材は、一般的な細骨材である川砂 (以下、OS)、少量の鉄分を含むフェロニッケルスラグ細骨材 (FS)、多くの鉄分量を含む電気炉酸化スラグ細骨材 (ES)、さらに多くの鉄分量を含む銅スラグ細骨材 (CS) の4種類であり、これらの細骨材を表2に示す質量比で混ぜ合わせることで試料全体としての鉄分量を3%としてかぶり部に用いた。試験では、細骨材試料を内寸法が幅82×長さ1180×高さ75mmの非磁性体のケースに敷き詰めたものをかぶり部とした。ケースの底面は厚さ2mmのアクリル板になっており、実験面から鉄筋までのかぶり深さは77mmとした。鉄筋は健全状態のD16を内半径35mmで90°に曲げ、500×900mmのL字型とした。鉄筋とかぶり部の寸法、および細骨材試料のケースへの充填度は予備実験により妥当性を確認した。

2.2 実験方法

かぶり部表面で対象鉄筋直上に軸をとり、鉄筋曲げ加工部の直上を原点とした。着磁方法は、軸上の-100mmを着磁開始位置、500mmを着磁終了位置として、磁石ユニットのN面が開始位置→終了位置→開始位置→終了位置となるよう1.5往復スライドさせてかぶり部と鉄筋を着磁した後、軸から平行に300mm離れた軸上でも同じように磁石ユニットをスライドさせ整磁した。着磁・整磁終了後、軸上で-100~700mmの範囲の鉛直方向の磁束密度を測定した。その後、鉄筋を外したかぶり部のみ状態でも同範囲を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 診断指標

図2に既往の研究で鉄筋破断診断に有効とされている診断指標である補正ピーク値[μT]、最大変化率[μT/mm]の算出方法を示す。グラフは健全状態と破断状態の鉄筋のみの測定から得られた測定磁束密度を表す。

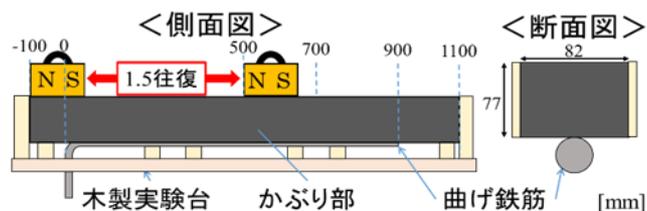


図1 供試体および実験台概要

表1 細骨材の鉄分量 (Fe換算, 質量%)

細骨材名称	OS	FS	ES	CS
鉄分量[%]	1.4	5.7	28	38

表2 鉄分量3%時の使用細骨材の質量比 (概数)

OS+FS	OS:FS=63:37
OS+ES	OS:ES=94:6
OS+CS	OS:CS=96:4

キーワード 漏洩磁束法, 鉄筋破断, 非破壊検査, A SR, コンクリート

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂CクラスターC1棟 構造物マネジメント工学講座 TEL075-383-3321

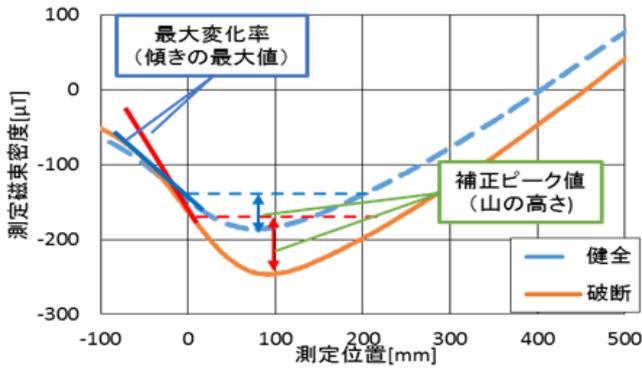


図2 補正ピーク値・最大変化率

3.2 測定結果

図3に鉄筋を外したかぶり部のみを配置した状態での測定結果を示す。着磁範囲(0~500mm)ではほぼ一定の大きさの測定値が、着磁終了位置(500mm)付近では大きな傾きが現れるという特徴がある。図4にそれぞれのかぶり部の0~500mmでの平均測定値(絶対値)と、500mm位置付近での傾きを示す。かぶり部全体としての鉄分量が同じでも仕様骨材が異なることで前述の特徴の大きさは異なっている。

3.3 診断指標に与える影響

図5にOS+CSの場合を例とした、鉄筋のみの状態と、鉄筋+かぶり部の状態での測定結果を示す。かぶり部自体が帯磁するため、鉄筋のみの場合と比較して、グラフ形状がわずかに変形している。3.1で述べたように、漏洩磁束法では測定で得られたグラフの形状から診断指標を算出して鉄筋状態を判定するため、グラフの変形は診断指標にも影響を与える。

図6に図5等から算出された診断指標(補正ピーク値・最大変化率)を示す。図中の点線は鉄筋のみの状態での健全状態、点破線は鉄筋のみの状態での破断状態の指標の値が示されている。かぶり部の影響で指標の値は影響を受けるが、鉄筋のみでの健全・破断の差と比較すると十分に小さく、診断結果を左右するほど大きな影響はないと考えられる。

4. 結論

かぶり部全体としての鉄分量が同じでも、使用材料によって漏洩磁束法に与える影響は異なる場合があるが、鉄分量が少ない場合ではその影響は十分に小さく、診断結果が左右されることはない。

参考文献

1)永瀬繁幸, 寺澤広基, 廣瀬誠, 服部篤史, 河野広隆: コンクリート材料中の磁性体が漏洩磁束法の鉄筋破断

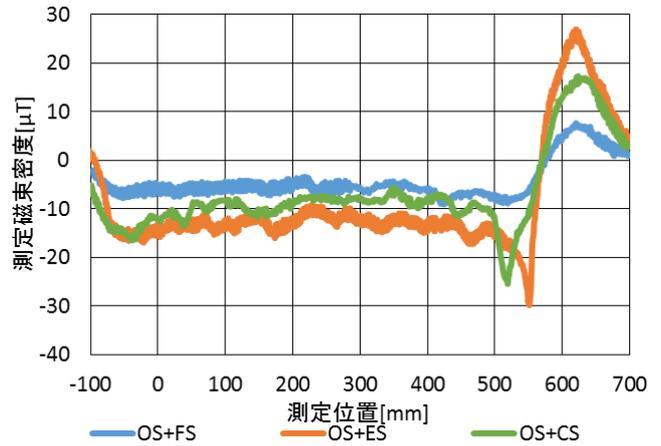


図3 測定磁束密度(かぶり部のみ)

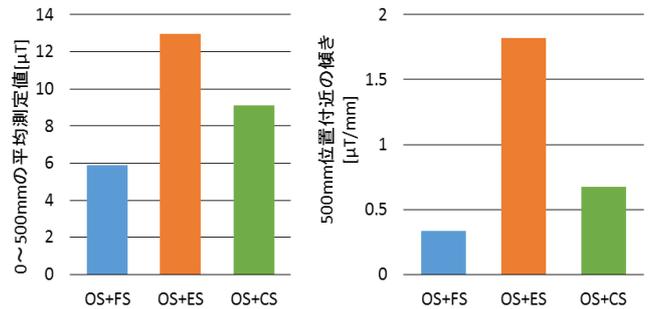


図4 測定磁束密度の特徴(かぶり部のみ)

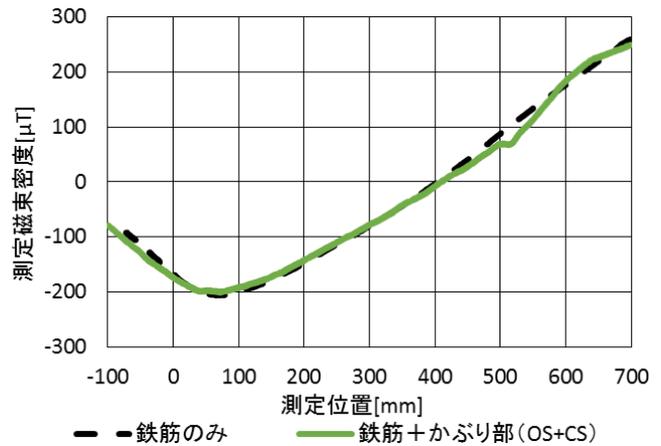


図5 測定磁束密度(鉄筋+かぶり部(OS+CS))

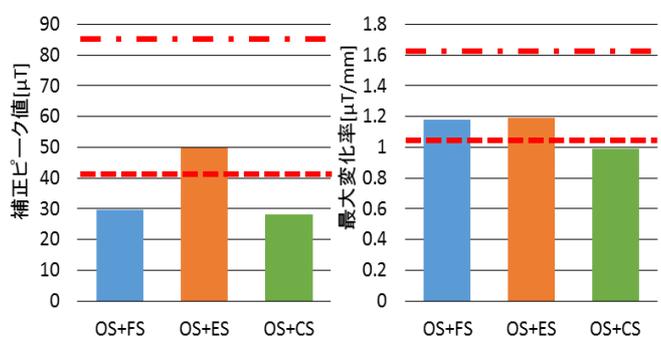


図6 鉄分量3%のかぶり部が診断指標に与える影響

診断に与える影響, 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, pp. 309-314, 2014. 10