

第V部門

異なるコンクリート材料が有する磁性が漏洩磁束法鉄筋破断診断に与える影響

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を判定する漏洩磁束法に与える鉄筋以外のコンクリートの材料が持つ磁性の影響について、鉄分量の異なる数種類の細骨材を用いて作製したコンクリートや細骨材単体をかぶりとして配置することにより検討し、鉄分量が多いほど影響が大きいことが明らかとなった¹⁾。本研究では、同じ鉄分量でも異なる混合細骨材が診断結果にどのように影響するかを検討した。

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（帯鉄筋）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実験を行った。コンクリートの材料の持つ磁性は、酸化鉄（FeO, Fe₂O₃ 等）に依存していると想定し、それらの含有量から算出した鉄分量に着目した。表1にミルシート等を参考に仮定した各材料の鉄分量（Fe 換算，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），多くの鉄分を含む電気炉酸化スラグ細骨材（ES），さらに多くの鉄分を含む銅スラグ細骨材（CS）の4種類である。これらを表2に示す質量比で混合することによって試料全体としての鉄分量を10%としてかぶり部に用いた。鉄分量10%という値は一般的なコンクリート（鉄分量0～3%程度¹⁾）よりかなり大きい。細骨材による影響を観察しやすいように設定した。試験では、細骨材試料を内寸法が幅82×長さ1180×高さ75mmの非磁性体であるケースに敷き詰めてかぶりコンクリートを模擬した。ケース底面は厚さ2mmの薄いアクリル板になっており、それを含めて実験面であるかぶり表面から鉄筋までのかぶり深さは77mmとした。鉄筋はSD295のD16を内半径35mmで90°に曲げ、寸法を500×900mmのL字型とした。予備実験で鉄筋とかぶり部の寸法に関しては妥当性を確認した。また、ケー

ス充填時の混合細骨材の質量の変化による影響は十分に小さいことを確認した。

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地点を着磁開始位置、500mm地点を着磁終了位置として、磁石ユニットのS面を正方向に向けて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だけの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¹⁾で用いられている診断指標の算出方法を示す。対象鉄筋直上で得られる測定磁束密度のグラフは破断状態の場合、健全状態と比較して曲げ加工部

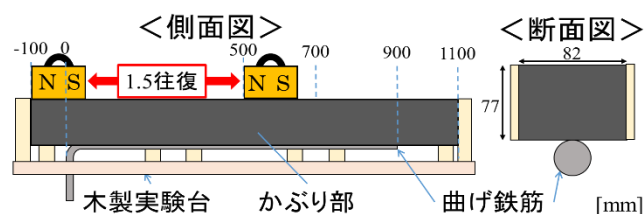


図1 供試体と実験概要

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10%時の使用細骨材の質量比（概数）

OS+ES	OS:ES=68:32
OS+CS	OS:CS=76:24
FS+ES	FS:ES=80:20
FS+CS	FS:CS=86:14

Shigeyuki NAGASE, Kouki TERASAWA, Risa MATSUMOTO, Atsushi HATTORI and Hirotaka KAWANO

nagase.shigeyuki.86e@st.kyoto-u.ac.jp

近傍に現れる磁束のピークの山が高く急峻になるため、曲げ加工部を基準としたピークの山の高さを評価した補正ピーク値[μT]、傾きの最大値を評価した最大変化率[$\mu\text{T}/\text{mm}$]が診断指標として有効とされている。

3.2 かぶり部だけの測定磁束密度

図3にかぶり部のみを配置した状態での測定結果を示す。着磁範囲である測定位置0～500mmでほぼ一定で、着磁終了位置(500mm位置)付近で大きな傾きが現れるという特徴がある。そこで、図4に図3から算出した0～500mmでの平均測定値(絶対値)と、500mm位置付近の傾きを示す。平均測定値と傾きの両方の値で、OS+ESとOS+CS, FS+ESとFS+CSではほぼ同じ値となっているが、OSを使用の方が大きな値となっている。この違いの明確な理由は現時点では不明である。

3.3 診断指標に与える影響

図5にFS+ESの場合を例として、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影響で鉄筋のみの場合と比較してグラフが変形している。3.1で述べたように、漏洩磁束法ではグラフ形状から診断指標を算出して鉄筋状態を判定するため、かぶり部によるグラフの変形は診断指標に影響を与える。

表3に図5等から得られた、鉄筋のみの状態で算出された診断指標(補正ピーク値・最大変化率)に対してかぶり部が与える影響を示す。かぶり部全体としての鉄分量が同じ場合でも、使用材料によって大きく異なる場合が確認された。診断指標の値が変化するのは、かぶり部によってグラフが変形するためであり、鉄筋のみとの差は図3に示されるかぶり部だけの測定値とほぼ一致する。漏洩磁束法の診断対象として想定される鉄分量の少ないコンクリートではかぶり部だけの測定値は小さいので、使用材料の違いによって診断指標に与える影響が変わったとしても、コンクリートが診断結果を左右するような影響を持つことは無いと考えられる。

4. 結論

かぶり部全体としての鉄分量が同じ場合でも、使用材料によって漏洩磁束法の診断に与える影響は異なる場合がある。

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

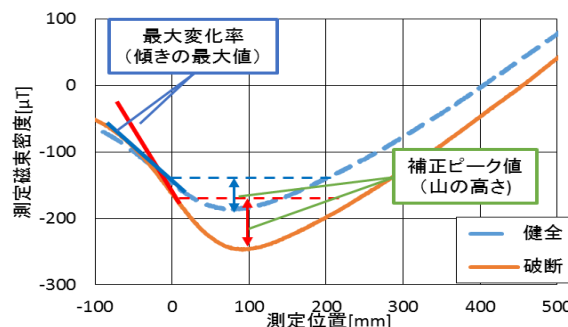


図2 補正ピーク値・最大変化率

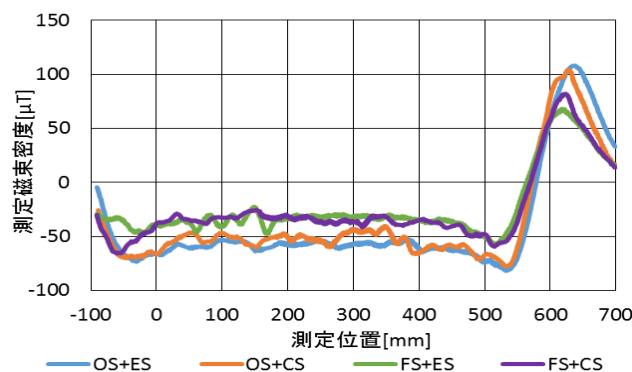


図3 測定磁束密度(かぶり部のみ)

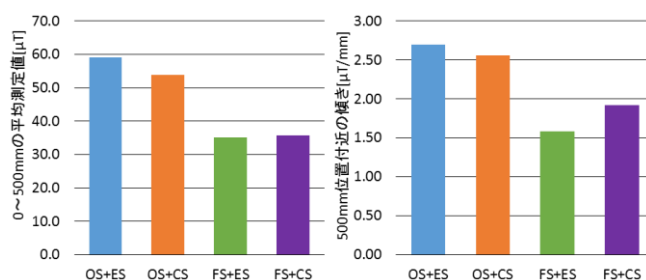


図4 測定磁束密度の特徴(かぶり部のみ)

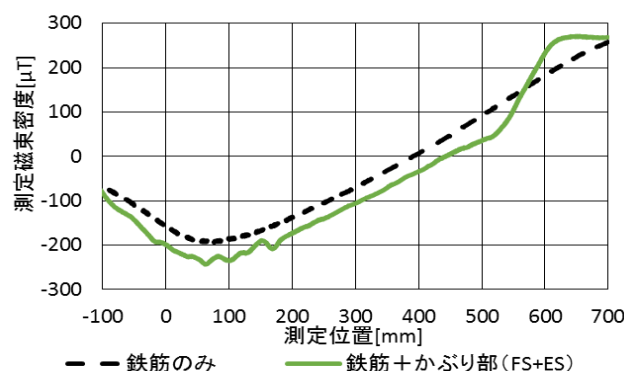


図5 測定磁束密度(鉄筋+かぶり部(FS+ES))

表3 かぶり部が診断指標に与える影響

	OS+ES	OS+CS	FS+ES	FS+CS
補正ピーク値への影響[μT]	-18.9	-22.6	9.9	6.4
最大変化率への影響[$\mu\text{T}/\text{mm}$]	-0.11	-0.24	0.54	-0.33