

コンクリート自体の磁性が漏洩磁束法による鉄筋破断の診断指標に与える影響

京都大学 学生員 ○永瀬繁幸 寺澤広基
 (株)四国総合研究所 正会員 廣瀬誠
 京都大学 正会員 石川敏之 服部篤史 河野広隆

1. はじめに

コンクリート構造物で問題となる ASR による内部鉄筋の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。本研究では、コンクリート中の骨材が持つ磁性に着目し、異なる細骨材を用いて作製したコンクリートをかぶりとして配置することにより、コンクリートの磁性が漏洩磁束法の診断指標に与える影響を検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体および実験台概要

本研究では、橋脚梁部のスターラップの診断を想定した実験を行った。鉄筋は健全状態の D16 を内半径 35 mm で 90° に曲げ、500mm×900mm の L 字型とし、図 1 に示すように木製の実験台上に角柱形コンクリートとともに固定した。コンクリートの寸法は幅 100×長さ 400×高さ 84 mm で、表面から鉄筋までのかぶりが 75mm となるよう溝をつけ、鉄筋の長辺上に 3 つ並べてかぶりとした。鉄筋とコンクリートの寸法は予備実験により妥当性を確認した。

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。文献¹等を参考に仮定したコンクリートの材料の鉄分量と、そこから算出したコンクリート全体の推定合計鉄分量の質量%を表 1 に示す。配合は細骨材の種類をパラメータとし、鉄分量が多いほど磁性は強くなると考え、ASR 劣化を起こし得る一般的なコンクリートのモデルとして普通細骨材を用いた普通コンクリート、普通コンクリートより鉄分量の多いコンクリートとしてフェロニッケルスラグ細骨材を用いた FN コンクリートの 2 種類のコンクリートを打設した。他の材料は共通で上水道水、普通ポルトランドセメント、普通粗骨材を用い、普通コンクリートは W/C=60%、W=175kg、s/a=47%、FN コンクリートは W/C=68%、W=240kg、s/a=55%で配合した。

2.2 実験方法

コンクリート表面で対象鉄筋直上に x 軸をとり、鉄筋曲げ部の直上を原点として長手方向を正とした。着磁方法は漏洩磁束法での通常の操作に従い、x = -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コンクリートと鉄筋を着磁した後、コンクリート表面の x 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た。

着磁終了後、x=-100~700mm の範囲の鉛直方向の磁束密度を測定した。次に、コンクリートを外し鉄筋のみの状態で、さらに、鉄筋を外し再びコンクリートを設置してコンクリートのみ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

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) の取り方を図 2 に示す。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。

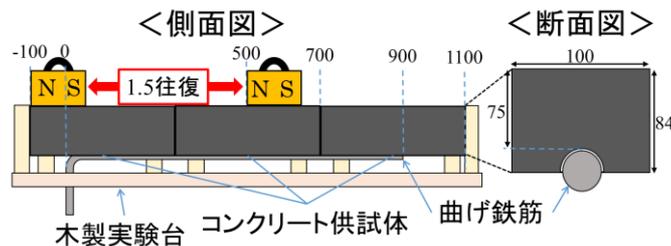


図 1 供試体および実験台概要

表 1 材料とコンクリート全体の鉄分量の仮定値

	鉄分量 (%)				推定合計鉄分量 (%)
	水	セメント	細骨材	粗骨材	
普通コンクリート	0	2.1	1.4	1.4	1.4
FNコンクリート			5.7	1.4	3.3

※鉄分量は Fe の質量%

キーワード 漏洩磁束法, 鉄筋破断, 非破壊検査, ASR, コンクリートの磁性

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 TEL 075-383-3321

3.2 測定結果

図3に「コンクリートのみ」の測定結果と「鉄筋のみ」および「鉄筋+コンクリート」の測定結果を示す。

図3(a)より、着磁終了位置(x=500mm)付近に着目すると普通コンクリートに比べ鉄分量の多いFNコンクリートが強く帯磁した。しかし図3(b)より、鉄筋のみの測定結果と比較するとコンクリートの帯磁はわずかであり、またコンクリートの有無でグラフの形状が大きく変わることは無いため、同じ診断指標を得ることができる。ただし、両コンクリートともその影響で鉄筋のみの場合よりも測定磁束密度のピークの大きさが少し小さくなり、曲線の傾きが若干緩やかになるので、診断指標の値は影響を受ける。

3.3 診断指標に与える影響

表2に図3(b)から算出した補正ピーク値と最大変化率を示す。鉄筋のみの場合と比較して、コンクリートの影響で補正ピーク値は10~20 μT 程度、最大変化率は0.1~0.2 $\mu\text{T}/\text{mm}$ 程度小さくなっている。

表3にかぶり75mmでの健全状態と破断状態のD16鉄筋のみの着磁測定から得られた診断指標の値を示す。健全状態と破断状態の診断指標の差は、補正ピーク値が40 μT 程度、最大変化率が0.6 $\mu\text{T}/\text{mm}$ 程度となっている。この値は上記のコンクリートの影響と比べて大きいのでコンクリートの存在により診断結果が左右されることは無いと考えられるが、より安全側に診断するためにコンクリートの影響を考慮し、診断指標に修正を加えることが望ましい。

4. 結論

- (1) コンクリート自体は帯磁し得るが、鉄筋の帯磁量と比べるとわずかであるため、測定磁束密度のグラフ形状はコンクリートが無い状態とほぼ同様になり、同じ診断指標が得られる。
- (2) コンクリートは漏洩磁束法による鉄筋破断診断に用いる指標の値に影響を与え得るが、診断の結果は左右されない。
- (3) コンクリートの影響を考慮することでより安全側に判定でき、その影響は補正ピーク値で10~20 μT 程度、最大変化率で0.1~0.2 $\mu\text{T}/\text{mm}$ 程度との目安を得た。

参考文献

1) 國府勝郎：資源の有効活用とコンクリート，スラグ骨材を用いたコンクリート，会誌「コンクリート工学」，vol. 34, No. 3, pp. 88-93, 1996. 3

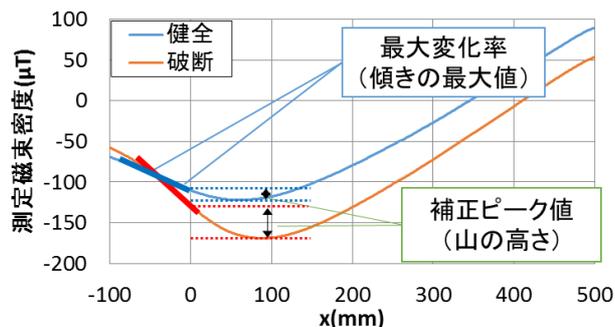
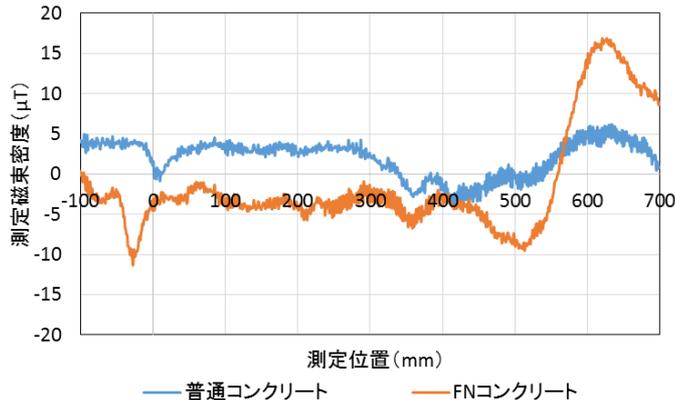
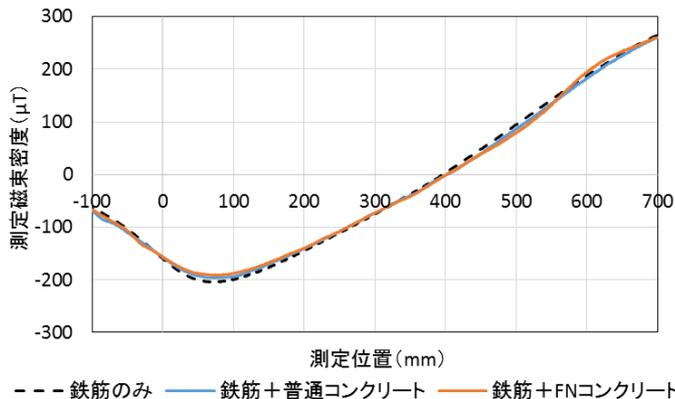


図2 補正ピーク値、最大変化率



(a) コンクリートのみ測定結果



(b) 鉄筋のみおよび鉄筋+コンクリートの測定結果

図3 測定結果

表2 コンクリートが診断指標に与える影響

	補正ピーク値	コンクリートによる変化	最大変化率	コンクリートによる変化
	[μT]		[$\mu\text{T}/\text{mm}$]	
鉄筋のみ	52.1		1.15	
鉄筋+普通コンクリート	38.2	-13.9	0.945	-0.208
鉄筋+FNコンクリート	33.3	-18.8	1.01	-0.144

表3 鉄筋のみの着磁測定から得られた診断指標の値

	健全	破断	診断指標の差
補正ピーク値[μT]	40.9	85.3	44.4
最大変化率[$\mu\text{T}/\text{mm}$]	1.04	1.63	0.594