

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 服部篤史 石川敏之 河野広隆

1. はじめに

本研究では、磁気法によるコンクリート構造物内部鉄筋の破断診断に与えるコンクリート中の骨材が持つ磁性の影響に着目し、数種類の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、測定磁束密度に与える影響を検証した。

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た。鉄筋はD16を内半径35mmで90°に曲げ、寸法を500mm×900mmとし、図1に示すように木製の実験台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84mm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、それらの含有量から算出した鉄分量に着目した。コンクリート材料の鉄分量と、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により劣化した一般的なコンクリートのモデルとして普通細骨材(鉄分量:2%程度)を用いた普通コンクリート、弱い磁性を持つ可能性があるコンクリートのモデルとしてフェロニッケルスラグ細骨材(鉄分量:8%程度)を用いたFNコンクリート、極端に大きな磁性を持つ可能性があるコンクリートのモデルとして銅スラグ細骨材(鉄分量:40%程度)を用いた銅コンクリートの3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(鉄分量:0%)、普通ポルトランドセメント(鉄分量:3%程度)、普通粗骨材(鉄分量:2%程度)を用いた。

2.2 実験方法

コンクリート表面で対象鉄筋直上の軸をとり、鉄筋

曲げ部の直上を原点として長手方向を+方向とした。着磁方法は磁気法での操作に従い、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、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、軸上で隅角部から-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。なお、磁束密度の測定の際には、コンクリート表面および表面から50mm離れた面の2地点で測定を行った。

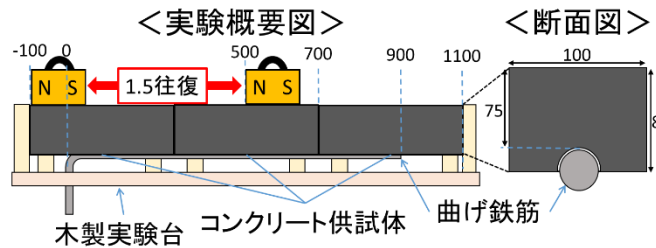


図1 実験概要図と供試体断面図

表1 材料とコンクリート全体の鉄分量

	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	3	2	2	2.1
FNコンクリート			8		4.5
銅コンクリート			40		13.6

※鉄分量はFe₂O₃の質量%

3. 実験結果および考察

3.1 コンクリート表面での測定結果

(1) 普通コンクリートおよびFNコンクリート

図 2(a)より、普通コンクリートに比べて鉄分量の多い FN コンクリートが、強く帯磁している。しかし、図 2(b)より、両コンクリートともコンクリート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っているものの、鉄筋のみの測定結果と顕著な差は無い。ゆえに、普通コンクリートや FN コンクリート程度の帯磁では磁気法による鉄筋破断の診断は可能であると考えられる。

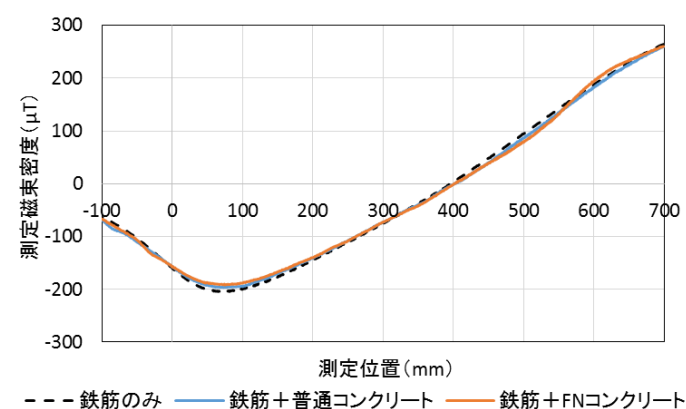
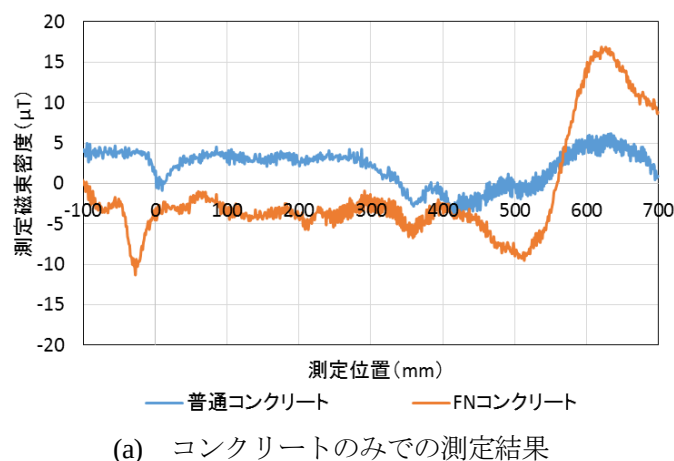
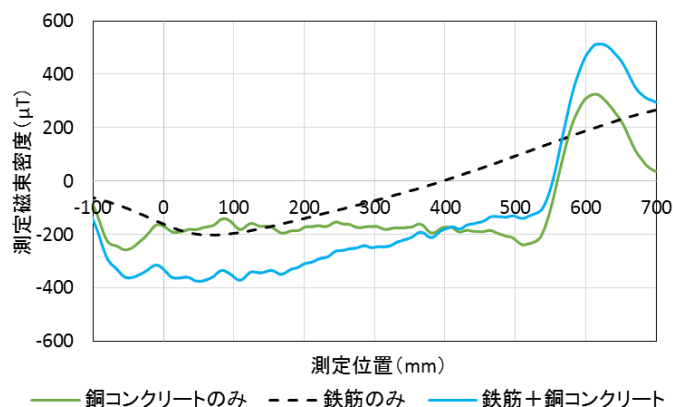


図 2 コンクリート表面での測定結果

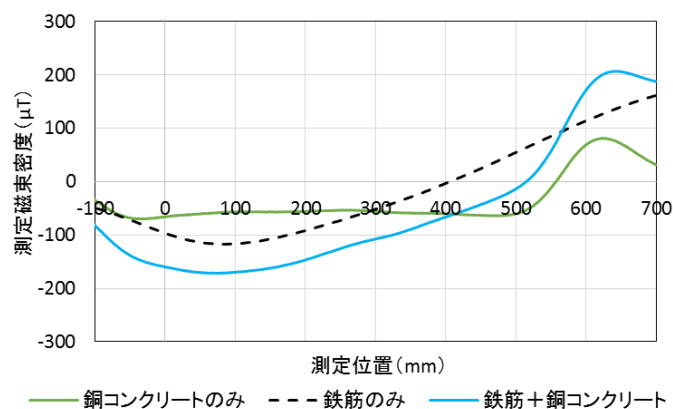
(2) 銅コンクリート

図 3 に示すように、コンクリート自体に着磁範囲 (-100~500mm) で-200 μ T 程度の強い帯磁が確認できるとともに着磁終了位置付近で急激な正方向への傾きが現れた。また、鉄筋+銅コンクリートの場合にも、測定結果のグラフは全体的に大きく変形し、着磁範囲に鉄筋のみのでは見られなかった凹凸が現れた。このため、磁気法で着目される鉄筋曲げ部 (0 mm) 付近のグラフ形状での鉄筋破断の診断は困難である。



3.2 表面から 50mm 離れた面での測定結果

銅コンクリートの場合の表面から 50mm 離れた面での測定結果を図 4 に示す。図 3 と比べ、測定される磁束密度の大きさは小さくなるが、曲線が滑らかになることがわかる。鉄筋+銅コンクリートの場合、着磁終了位置付近で正負が逆転するような形となるが、着磁範囲 (-100~500mm) の大部分では約 60 μ T 負の方向に平行移動しており、ピーク付近のグラフ形状はほぼ変化しないため鉄筋曲げ部 (0 mm) 付近のグラフ形状での鉄筋破断の診断は可能であると考えられる。



4. 結論

- (1) 鉄分量の多い骨材を使用したコンクリートほど強く帯磁する傾向がある。
- (2) 普通コンクリート・FN コンクリートが持つ磁性は十分に小さく、その影響を無視して診断できる。
- (3) 極端に強い磁性を持つコンクリートでも表面から離れた位置で磁束密度を測定することで鉄筋状態の診断は可能である。