

京都大学工学部 学生員 ○寺澤 広基  
 四国総合研究所 正会員 廣瀬 誠  
 京都大学工学研究科 正会員 服部 篤史  
 京都大学工学研究科 正会員 河野 広隆  
 京都大学工学研究科 正会員 宮川 豊章

1. はじめに

ASR によるコンクリート構造物内部の鉄筋破断を非破壊で診断する手法の一つに磁気法が挙げられる。磁気法とは鉄筋が強磁性体であることを利用し、永久磁石で鉄筋を着磁し、コンクリート表面の磁束密度を測定することで破断の有無を診断する手法である。この手法で鉄筋隅角部を診断する場合、診断対象の上面・側面の二方向からアクセスできることが前提となっている。しかし、実際の構造物では上部工の存在により一方向からのみの着磁・測定とならざるを得ない場合がある。また、上部工内部の鉄筋や隅角部の主鉄筋の存在が測定に何らかの影響を与えるものと考えられる。このような背景から本研究では、磁気法の片面診断手法を考案し、その手法による診断の可能性・適用性を検討した。

2. 研究概要

T型橋脚の上にPC桁が設置されている状況を想定し、橋脚梁部のスターラップの隅角部での破断を対象とした。コンクリートを打設せずに、図1に示す木製の実験台上に鉄筋を固定した。主鉄筋のかぶり(100mm)を原点として図1のように位置座標をとった。

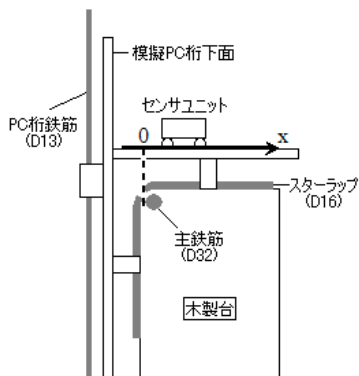


図1 実験台概略図

使用した鉄筋はスターラップがD16の1800mm、桁鉄筋がD13の1800mm、主鉄筋がD32の1500mmである。スターラップについては中央で冷間曲げし、破断鉄筋は隅角部でカッターにより切断した。破断ギャップは2mmである。

実験要因を表1に示す。以下の三つの診断手法を考案し、(1)着磁開始位置、(2)桁鉄筋位置と着磁開始位置の距離(以下、桁鉄筋距離)、(3)主鉄筋の有無を実験要因として検討した。また、これらの結果を踏まえて手法ごとの比較を行った。

- ・平行着磁：測定面に対して平行方向の磁場を与えて着磁、測定する。
- ・垂直着磁：測定面に対して垂直方向の磁場を与えて着磁、測定する。
- ・複合着磁：垂直方向の磁場を与えた後、平行方向の磁場を与えて着磁、測定する。

表1 実験要因

診断手法	主鉄筋	桁鉄筋位置 (mm)	着磁開始位置 (mm)	
			平行方向	垂直方向
平行着磁	なし	-200 ~ -400 ピッチ:50	-100 ~ 100 ピッチ:50	
	あり	-200	-100	
垂直着磁	なし	-200 ~ -400 ピッチ:50		0 ~ 200 ピッチ:50
	あり	-200	適切な位置	0
複合着磁	なし	-200 ~ -400 ピッチ:50	-100	0 ~ 200 ピッチ:50
	あり	-200	適切な位置	0

3. 実験結果および考察

測定面に垂直方向の磁束密度成分のグラフは、鉄筋が健全の場合と比較して破断している場合はピークが大きくなった。このことから、破断の有無による磁束密度のピーク値の差( $\mu T$ )を指標とした。

(1) 着磁開始位置

着磁開始位置の違いによるピーク値差の変化を図2に示す。平行着磁・垂直着磁では隅角部のより上方から着磁を開始することでピーク値差が大きくなるのがわかる。一方、複合着磁では着磁開始位置による変化がほとんどみられない。これは垂直着磁の後に行った平行着磁( $x = -100mm$ )が強く影響したものと考えられる。

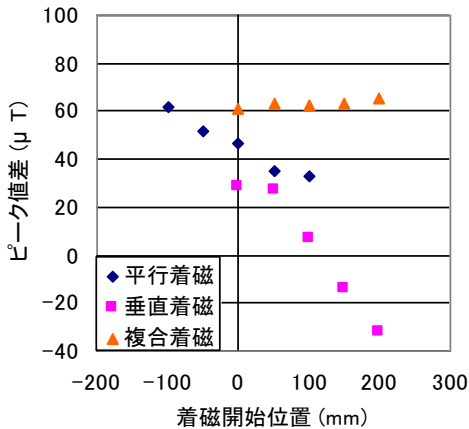


図2 着磁開始位置とピーク値差の関係

(2) 桁鉄筋距離

桁鉄筋距離の違いによるピーク値差の変化を図3に示す。ばらつきが見られ一概に傾向を述べることは難しいが、(1)着磁開始位置の結果と比較して桁鉄筋の存在により垂直着磁ではピーク値差が小さくなるが、平行着磁・複合着磁ではピーク値差が大きくなり診断に悪影響はなかった。

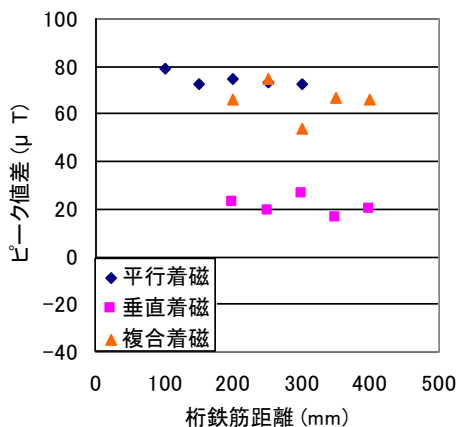


図3 桁鉄筋距離とピーク値差の関係

(3) 主鉄筋の有無

主鉄筋の有無によるピーク値差の変化を図4に示す。主鉄筋の存在により垂直着磁ではピーク値差が小さくなるが、平行着磁・複合着磁ではピーク値差が大きくなり診断に悪影響はなかった。

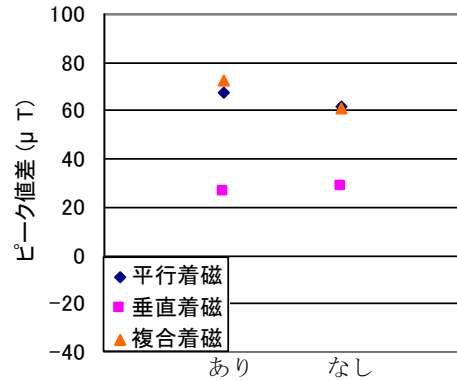


図4 主鉄筋の有無とピーク値差の関係

(4) 手法ごとの比較

以上の結果から桁鉄筋・主鉄筋を配置してピーク値差が最も大きくなる着磁開始位置での片面診断の可能性の検証実験を行った。以下にその結果を示す。

- ・ 平行着磁( $x = -100mm$ ) : ピーク値差 約  $70 \mu T$
- ・ 垂直着磁( $x = 0mm$ ) : ピーク値差 約  $13 \mu T$
- ・ 複合着磁(垂直 :  $x = 50mm$  平行 :  $x = -100mm$ ) : ピーク値差 約  $70 \mu T$

この結果と、診断にかかる手間の観点から従来の両面診断と比較して手法ごとに評価し表2に示す。平行着磁が最も良い診断手法と判断できる。

表2 総合評価

	平行着磁	垂直着磁	複合着磁
ピーク値差	○	×	○
診断にかかる手間	○	◎	△

- ◎: 診断において優れている
- : 診断が可能である
- △: 診断がやや困難である
- ×: 診断が困難である

4. 結論

本研究において以下の結論が得られた。

- (1) 平行方向に着磁・測定することで鉄筋破断の診断が可能でピーク値差が得られる。
- (2) 着磁を隅角部のより上方から開始することでピーク値差は大きくなる。
- (3) 上部工内部の鉄筋・隅角部の主鉄筋がある場合でも同様に診断が可能である。