MFL による PC 鋼材破断 NDT の適用に関する実験検討

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 〇宮永 憲一

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 萩原 直樹

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 青木 圭一

1. はじめに

Magnetic Flux Leakage(以下、「MFL」という)による PC 鋼材破断 NDT (Non Destructive Testing (非破壊検査)の略 称)とは、鋼材が強磁性体であることを利用してコンクリー ト表面から PC 鋼材を磁化(以下,「着磁」という)し,破断 箇所で漏洩する磁束線を計測(以下,「計測」という)するこ とにより、非破壊でPC鋼材破断を調査するものである.

筆者らは、これまでの実験や実橋調査により、MFL によ って PC 鋼材破断が評価できることを明らかとしてきた 1). 本件では、PC 鋼棒のかぶり、PC 鋼棒破断時の鋼材間距離(以 下、「Gap」という)、および PC 鋼棒用カップラーが磁束密 度に及ぼす影響について実験検討し、MFLによる PC 鋼材破 断 NDT の適用範囲について検討した.

2. 試験概要

試験条件は、 3 ケースである. Case I は、表-1 および図 -1 に示すように、PC 鋼材のかぶりおよび Gap をパラメータ とした試験である. Case II, IIIは, 表-1 および図-2 に示す ようにカップラー位置における PC 鋼棒のねじ込み不足 (Case II), およびカップラー位置における PC 鋼材破断(Case Ⅲ)を評価するための試験である.

鋼材かぶりは、モルタル薄板(30×600×2000 mm)を層状 に重ねることで実構造物を模擬し、着磁範囲および計測範

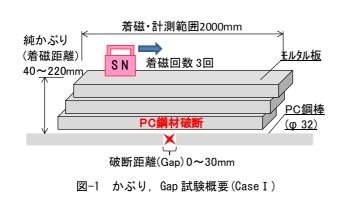
表-1 試験条件(Case I)

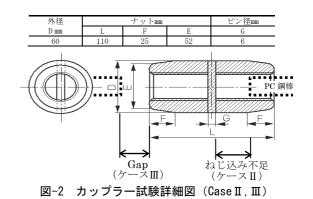
	純かぶり	PC 鋼材
	(mm)	Gap(mm)
Case I - 40- 0	40	0
Case I - 40- 5	IJ	5
Case I - 40-10	IJ	10
Case I - 40-30	IJ	30
Case I - 70- 0	70	0
Case I - 70- 5	IJ	5
Case I - 70-10	IJ	10
Case I - 70-30	IJ	30
Case I -100- 0	100	0
Case I -100- 5	IJ	5
Case I -100-10	IJ	10
Case I -100-30	IJ	30
Case I -130- 0	130	0
Case I -130- 5	IJ	5
Case I -130-10	IJ	10
Case I -130-30	IJ	30
Case I -160- 0	160	0
Case I -160- 5	IJ	5
Case I -160-10	IJ	10
Case I -160-30	IJ	30
Case I -220- 0	220	0
Case I -220- 5	IJ	5
Case I -220-10	IJ	10
Case I -220-30	IJ	30

表-2 試験条件 (Case II, III)

	純 かぶり (mm)	PC 鋼材 Gap(mm)	カップラー ねじ込み 不足(mm)
Case II -130- 0	130	一(なし)	0
Case II -130- 5	"	_	5
Case II -130-10	"	_	10
Case II -130-30	"	_	30
Case Ⅲ -130- 0	130	0	―(なし)
Case Ⅲ -130- 5	"	5	_
Case Ⅲ -130-10	"	10	_
Case Ⅲ -130-30	"	30	

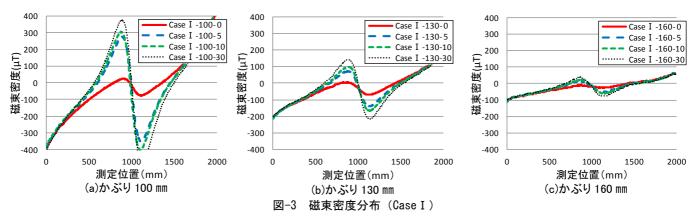
囲は 2,000 mmとした. また、PC 鋼棒 (ø 32 mm, SBPR 930/1,080) は、鋼材長手方向に対して垂直にカットし た長さ 1,250 mmのものを使用し、Gap の位置は計測範囲の中央とした. なお、検査機器は、永久磁石を有する 着磁装置と磁束密度を測定する磁気計測装置を使用した1).





キーワード PC 鋼材破断, NDT, MFL, 磁束密度, PC 鋼棒, カップラー, かぶり, Gap 連絡先

〒194-8508 東京都町田市忠生1丁目4-1 (株) 高速道路総合技術研究所 TEL042-791-1625



3. 評価方法

着磁後の磁束密度分布は、PC 鋼材が健全な場合は計測範囲でほぼ一定の勾配を持つ磁束密度波形が得られる.一方、PC 鋼材が破断している場合は、破断位置で N 極と S 極の連続したピークを持つ「S字形」の波形が得られる ¹⁾.

4. 試験結果

(1) PC 鋼棒のかぶり、Gap が磁束密度に及ぼす影響(Case I)

Case I の試験結果(かぶり 100, 130, 160 mm)を図-3 に示す.全体的な傾向として,PC 鋼棒のかぶりが大きくなるにつれて、Gap が小さくなるにつれて磁束密度は小さくなる.すなわち,PC 鋼棒のかぶりが小さいほど,Gap が大きいほど PC 鋼材の破断を示す明瞭な S 字波形となる.図-3 (c) に示すように,かぶり 160 mmで Gap5mm の場合は,破断を示す S 字波形が確認された.

PC 鋼材破断の評価が最も困難となる Gap0mm の試験結果を**図-4** に示した. かぶり 160 mmおよび 220 mmでは, 破断を示す S字波形は見られない. また, かぶりが 40 mmと小さい場合は, 磁束密度波形の乱れが一部で見られる.

(2) カップラーが磁束密度に及ぼす影響(Case II, III)

Case II の試験結果を**図-5** に示す。PC 鋼棒ねじ込み不足 30 mmの場合は、 $\pm 5\,\mu$ T 程度の僅かなS字波形を示したが、PC 鋼棒破断 NDT には、ほぼ影響しないものと考えられる.

CaseⅢの試験結果を図-6 に示す. カップラー位置に Gap がある場合においても、PC 鋼材の破断を示す明瞭なS字波形を示した.

4. まとめ

本実験の範囲内において,以下のことが明らかとなった.

- (1) MFL による PC 鋼棒破断 NDT は, 純かぶりが概ね 160mm (Gap 0mm は除く)までは適用できる可能性がある.
- (2) MFL による PC 鋼棒破断 NDT は、PC 鋼棒カップラー部においても適用できる.

300 200 度(µT) 100 0 倒 磁束 Case I -100 ·····Case I - 70-0 --- Case I -100-0 -200 Case I -130-0 •Case I -160-0 Case I -220-0 -300 1000 1500 2000 測定位置(mm) 磁束密度分布 (ケース I, GapOmm)

図-5 磁束密度分布(ケースⅡ,ねじ込み不足)

測定位置(mm)

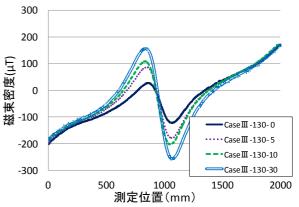


図-6 磁束密度分布 (ケースⅢ, Gap)

参考文献

1) 廣瀬誠,青木圭一,宮川豊明:プレストレストコンクリート工学会,第23回シンポジウム論文集,2014