

コンクリート構造物の鉄筋破断非破壊診断手法

(株)四国総合研究所

○横田 優, 廣瀬 誠, 前田 龍己, 松田 耕作

1. はじめに 近年, 道路橋脚等の一般コンクリート構造物においてアルカリ骨材反応 (A S R) を原因とするコンクリート内の鉄筋破断が問題となっているが, 現場で簡易にこれを診断できる装置が無いのが現状である. そこで, 鉄筋コンクリート構造物における鉄筋破断診断を目的に, 磁束密度測定による新しい非破壊検査手法を開発した. 本手法を適用し, 模擬供試体によりコンクリートのかぶり150mm までの鉄筋直線部および曲げ加工部の破断の有無を診断できることを確認した. また, 実構造物の鉄筋破断診断を行ったので, その概要を報告する.

2. 手法の原理 鉄筋が強磁性体であることを利用し, 図1のように, コンクリート中の鉄筋をコンクリート表面から直流磁場で着磁した後, コンクリート面に垂直な方向成分の磁束密度を高感度センサを内蔵したセンサユニットで測定する. 測定した磁束密度分布波形から, 鉄筋破断箇所付近に発生する漏洩磁束の有無を判定することで, 鉄筋破断の有無を検査するものである. コンクリート隅角部における鉄筋曲げ加工部の検査の場合には, コンクリート隅角部を境に2面 (例えば, 上面側と側面側) に分けて各面について着磁, 測定を行う.

3. 検査装置 検査装置は, 検査する鉄筋を鉄筋長手方向に磁化するための永久磁石を内蔵した磁石ユニットと, コンクリート表面におけるコンクリート面に垂直な方向成分の磁束密度を測定するセンサーユニットの2つで構成される. これらの試作機の外観を図2に示す.

4. 鉄筋供試体の測定 検査対象の D16 の鉄筋曲げ加工部を D32 の鉄筋直線部のコンクリート表面側に配置した鉄筋曲げ加工部供試体の概略を図3に示す. 供試体をかぶり100mm および 150mm において実際に着磁, 測定した磁束密度分布を図4に, 検査対象の D16 の鉄筋 (曲げ加工部を含む) に, 鉄筋長手方向に沿った方向の磁化を一定量与えた場合の有限要素法による磁場解析の結果得られたかぶり100mm および 150mm における磁束密度分布を図5にそれぞれ示す. 図4, 図5から, 実測結果と解析結果が, ほぼ一致し, かつ検査対象の鉄筋曲げ加工部が, 健全な場合と破断がある場合とでは, 磁束密度分布が明らかに異なることがわかる. 鉄筋が健全な場合は, 鉄筋の無い範囲で0に近いほぼ一定値となり, 曲げ加工部と逆側の着磁範囲の端部付近で極を持ち, 鉄筋の着磁範囲でほぼ一定の勾配を持つ磁束密度分布が得られた. 鉄筋が曲げ加工部で破断している場合には, 健全時の特性に加えて, 鉄筋曲げ加工部の+側約 0.1m の位置でピークを持つ分布が得られた.

5. 実構造物への適用 北陸地方における一級河川に架かる鉄筋破断の可能性のある橋脚 (1972 年完成) の梁部について, 本手法を適用した鉄筋破断非破壊診断を実施した (図6, 表1). はつり調査 (図7) と照合した結果, 鉄筋破断・非破断が診断通りであることが確認できた.

6. まとめ 磁束密度測定による新しい鉄筋破断非破壊診断手法を開発した. 模擬供試体および実際の道路橋橋脚梁部において, 本手法により鉄筋破断の有無を非破壊で診断できることを確認できた.

表1 橋脚梁中央部上端のコンクリート隅角部 (起点側中央から下流側) の診断結果

鉄筋番号		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	
はつり前鉄筋破断 非破壊診断結果※		○	○	○	○	○	○	×	△	○	△	
検 証 結 果	かぶり 上面側 (mm)	210	220	215	260	220	260	210	255	220	255	220
	側面側	95	110	100	90	80	90	80	80	90	80	65
	鉄筋種別	スターラップ	主鉄筋	スターラップ	主鉄筋	スターラップ	主鉄筋	スターラップ	主鉄筋	スターラップ	主鉄筋	スターラップ
	鉄筋破断※	○ 亀裂: 円周の1/2	—	○ 亀裂: 円周の1/2	—	○	—	×	—	○	—	×

※表内の記号

○：非破断

×：破 断

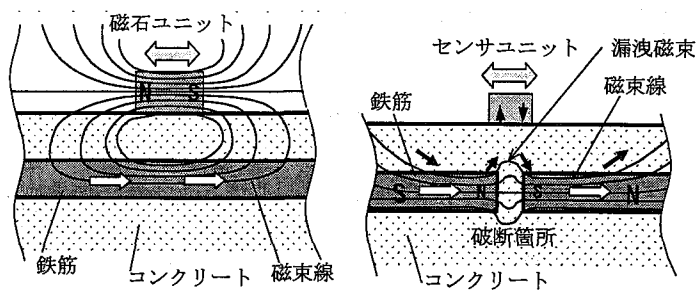
△：破断の
可能性有り

※表内の記号

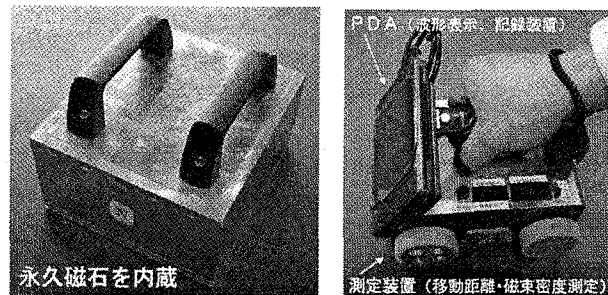
○: 非破断

×: 破断

△: 破断の
可能性有り



(1) 磁石による鉄筋着磁 (2) 磁束密度分布測定
図1 手法の原理説明図



(1) 磁石ユニット (2) センサユニット
図2 検査装置 (研究用試作機) 外観

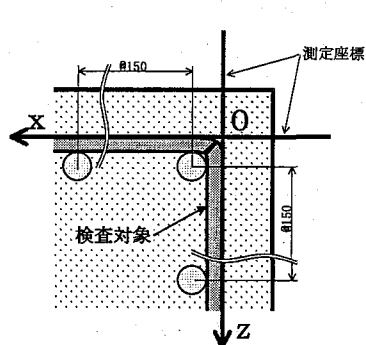
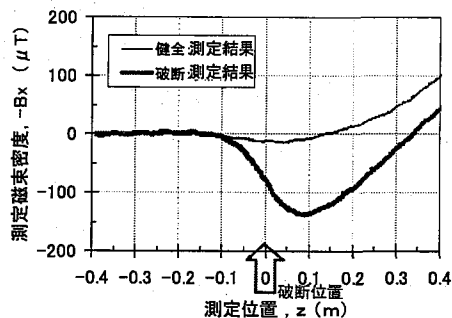
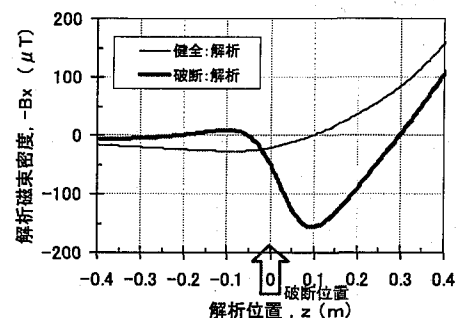


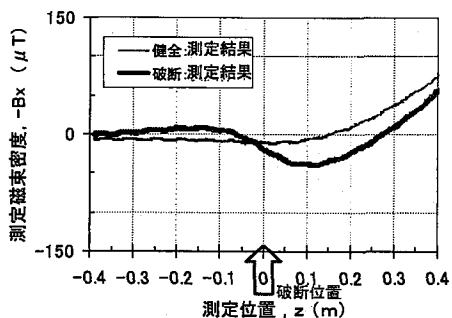
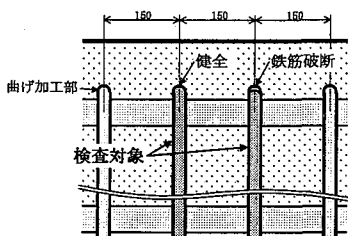
図3 供試体鉄筋曲げ加工部
概略図



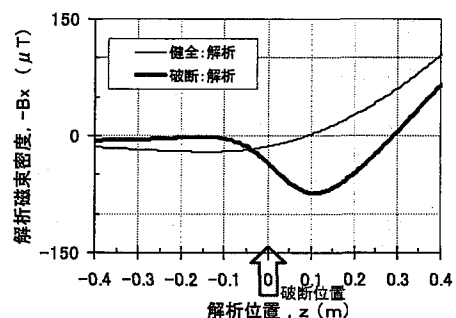
(1) 側面側 (かぶり 100mm)



(1) 側面側 (かぶり 100mm)



(2) 側面側 (かぶり 150mm)



(2) 側面側 (かぶり 150mm)

図4 供試体曲げ加工部測定結果

図5 曲げ加工部解析結果

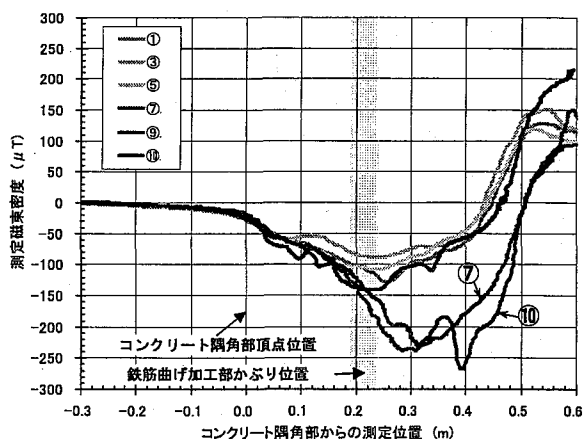


図6 橋脚梁中央部上端のコンクリート隅角部における側面側測定結果 (スターアップ 曲げ加工部)

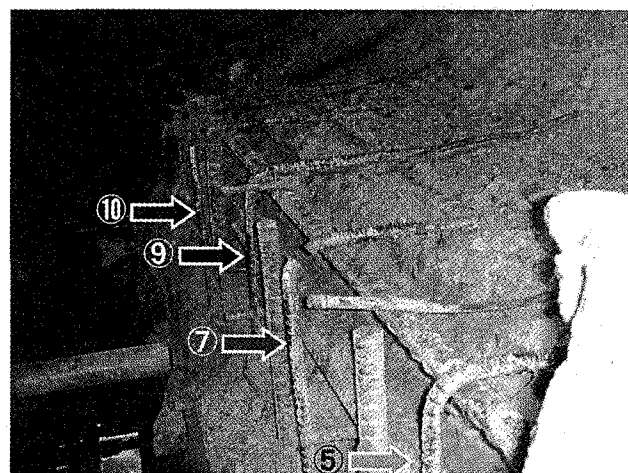


図7 橋脚梁中央部上端のコンクリート隅角部の
はつり後の写真: 鉄筋曲げ加工部 (⑤~⑩)