

京都大学 学生員 長谷川 真侑、寺澤 広基  
 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

近年、ASRによるコンクリート膨張が原因で構造物に埋設される鉄筋が破断する被害が報告されている。こ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。本研究では片面診断の既往の研究で検証されていない要因が結果に与える影響を実験により把握し、磁気法片面診断手法の鉄筋破断の判定基準作成に着手した。

## 2. 研究概要

図1に示す想定事例のように、T型橋脚にPC桁が載っている状況を想定し、梁部スターラップ曲げ加工部での破断を対象とした。

位置座標に関しては、主鉄筋表面を原点とし図1のようにとした。なおコンクリートは非磁性体であると判断し、想定事例を再現した木製実験架台には打設を行っていない。

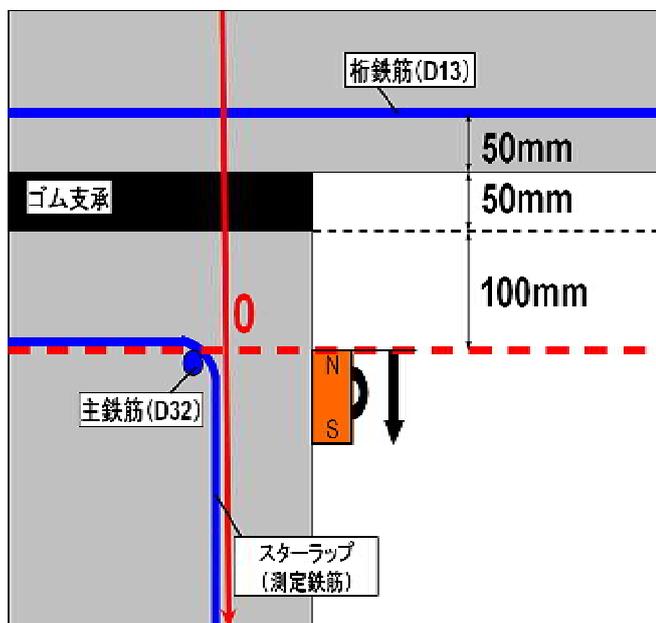


図1 想定事例

使用する鉄筋はスターラップがD13、D16、D22の3パターン、桁鉄筋がD13、主鉄筋がD32である。また鉄筋端部の影響を考慮し、長さはすべて1800mmとした。スターラップについては中央で冷間曲げし、破断鉄筋は帯のこでさらに切断した。

図2に鉄筋の着磁手法について示す。模擬かぶり板上のスターラップ真上にあたる座標-100mmと+400mmの区間において磁石ユニットを1.5往復することで鉄筋を着磁し、さらに現場で隣の鉄筋を着磁することを想定して横に300mm離れた直線部でも同様の作業を行った。その後最初に着磁作業を行った直線部のかぶり板上での磁束密度をセンサユニットで計測した。

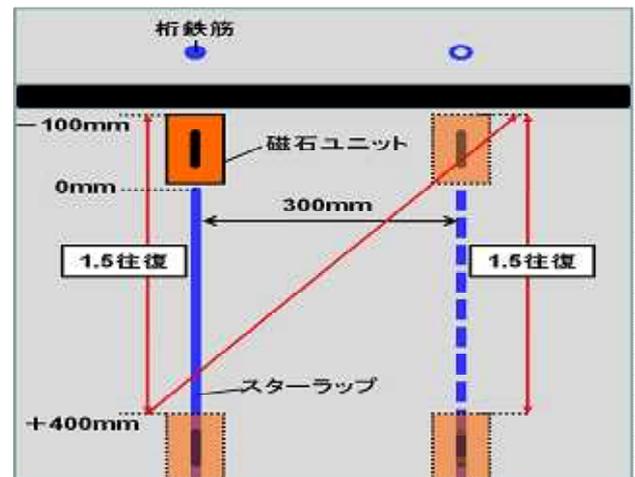


図2 鉄筋の着磁手法

本実験では上記の実験手法のもと、かぶり、鉄筋径、破断ギャップを実験要因として選定し、その影響を把握した。以下パラメータについて示す

- かぶり：25mm, 50mm, 75mm, 100mm, 150mm
- 鉄筋径：D13, D16, D22
- 破断ギャップ：亀裂, 接触(0mm), 2mm, 5mm, 10mm

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 結果の評価指標

本研究では得られた結果を以下のような複数の評価指標を用いて評価している。図3、図4にこれら評価指標について示す。

- (1) ピーク値
  - (2) ピーク位置
  - (3) 0点補正ピーク値
  - (4) 【区間平均変化率】極小値
  - (5) 【区間平均変化率】極大値と極小値の差分
- 区間平均変化率とは測定位置の変化に伴う磁束密度の増減の程度を表すもので、

(磁束密度の増減)/(一定区間)で定義される。

この区間平均変化率の分布では座標0mm付近での極大値および極小値の特徴が健全鉄筋と破断鉄筋で異なることが確認できたため、指標として用いた。

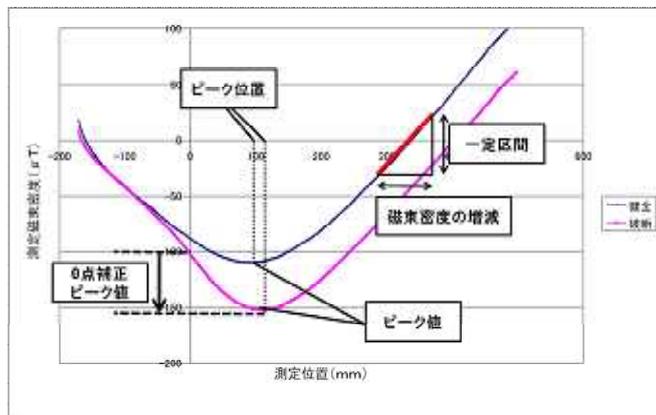


図3 ピーク値、ピーク位置、0点補正ピーク値

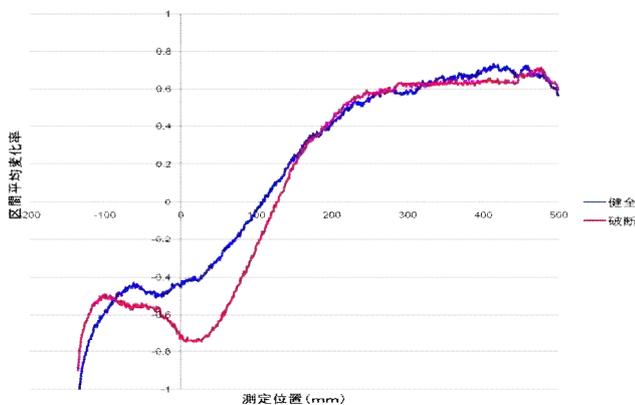


図4 区間平均変化率分布

#### 3.2 実験結果

ピーク位置を除く各評価指標において、かぶり小さくなるほど、鉄筋径が大きくなるほど、破断ギャップが大きくなるほど指標の値は増加し、かつ健

全と破断の差も大きくなった。しかしながらかぶりが25mmまで小さくなるとそれまでの挙動と著しく異なる値を示し健全と破断の区別が困難になる結果となった。

#### 3.3 評価指標の選定および鉄筋破断の判断基準

表1に今回の実験を受け、5つの項目で評価指標の適用性を比較した結果を示す。

表2 評価指標の適用性

	ピーク値	補正ピーク値	ピーク位置	区間平均変化率
健全・破断間の差		(+)	x	
要因変化の影響			(+)	x
測定値のばらつき	(+)			
測定開始位置のズレの影響			x	
即時判定			x	

- :優れている、影響をほとんど受けない
- :まずまず良好である、影響をあまり受けない
- :良好でない、影響する恐れがある
- x:問題あり、影響が大きい

表1より区間平均変化率の適用性が最も高いと判断し、本研究における片面診断の評価指標として選定した。これを受け、区間平均変化率の極大値と極小値の差分について図5のような鉄筋破断の判断基準を作成した。

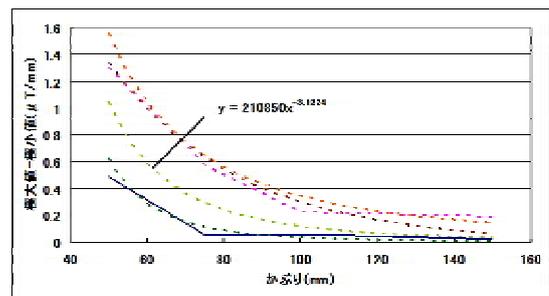


図5 鉄筋破断の判断基準

図5は横軸をかぶりに取り、破断ギャップのデータの近似曲線を示したものである。点線が破断鉄筋のものであり、下方の実線が健全鉄筋のものである。式が示されている接触状態の近似曲線を閾として、値がこの曲線より上方にあればギャップのある破断、下ならば健全といった区別をすることができた。

#### 4. 結論

- 区間平均変化率が評価指標として優れている
- 接触状態の近似曲線を閾として鉄筋破断の判断基準を作成することができた