

磁気ストリーム法を用いたコンクリート内部の鉄筋破断検出位置の可視化

金沢工業大学 正会員 ○田中 泰司
金沢工業大学 小林 公博

1. はじめに

近年、コンクリート構造物内部の鉄筋破断および腐食箇所の検出技術のひとつとして、磁気ストリーム法が提案されている。しかし、磁気ストリーム法のデータの分析には豊富な知識と経験が求められるのが現状である。そこで、本研究では、磁気ストリーム法における鉄筋破断検出アルゴリズムを提案し、経験の浅い人でも信頼性の高い診断が可能となる方法を見出すことを目的とする。

2. 計測原理

磁気ストリーム法では、測定したいコンクリート構造物の表面に磁石を設置し、その周辺の磁束密度の分布を3軸磁気センサーで計測する(図1)。鋼材が破断していない場合は、磁束密度は磁石からの距離が大きくなるにつれて滑らかに低下していく。一方、鋼材が破断している場合は図1に示すように、その地点を境に急減する[1]。このように、磁束密度の曲線を分析することによって、破断の有無と位置を推定することができる。

3. 実験概要

鉄筋破断の検出アルゴリズムを検討するにあたり、基礎的な実験を行った。実験には SenrigaN(コニカミノルタ社製)と永久磁石を用いた。磁石は計測器から水平方向に20cm離れた位置に、計測器側がN極になるようにして置いた。鉄筋は計測器から3.5cm下側に長手方向に置いた。

4. 実験結果

図2にD10の鉄筋でのz方向(方向は図1参照)の計測結果を示す。ここでは鉄筋破断があるものとならないものとの比較を行った。両ケース共に磁石から距離が離れるほど、磁力は小さくなっている。y=35cmにおいて鉄筋破断を模擬したケースでは、破断箇所付近で磁束密度が急激に減少している。これだけでも破断の有無は判定可能ではあるものの、破断判定をよりわかりやすくする余地はあるといえよう。

5. 計測結果の解析

破断の有無をより明確にするため、計測データの解析を行った。透磁率が一樣である空間に永久磁石を置い

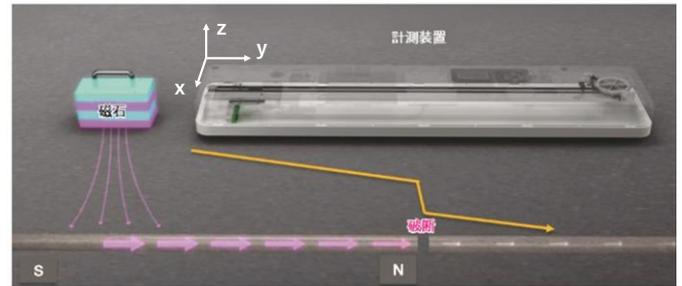


図1 計測装置と磁気の流れ

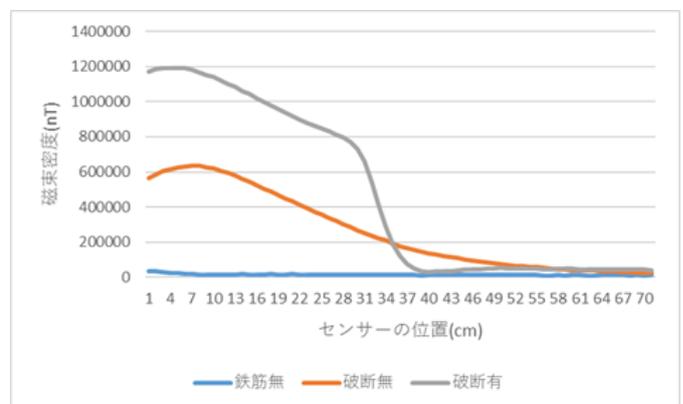


図2 磁束密度の計測結果(z方向, 鉄筋破断箇所 = 35 cm)

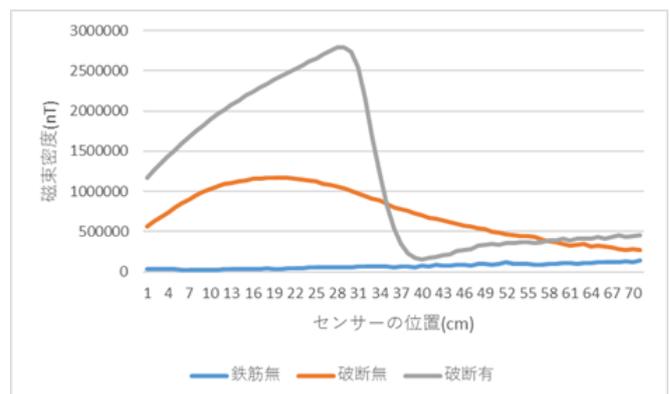


図3 距離補正後の磁束密度分布(z方向, 鉄筋破断位置 = 35 cm)

キーワード 磁気ストリーム法, 鉄筋破断, 距離補正, 可視化

連絡先 〒921-8501 石川県野々市市扇が丘7-1 TEL 076-274-7064

たとき、磁力は磁石からの距離の2乗に反比例する。この距離減衰が鉄筋破断による変化に対して比較的大きいことをふまえ、距離補正を行うことにした。

$$B_c = B \times Y^2 / Y_0^2 \quad (1)$$

ここに、 B_c : 補正後の磁束密度, B : 磁束密度の計測値 (T), Y : 磁石からの距離, Y_0 : 基準点の磁石からの距離 (=20 cm), である。

図2の計測データを距離補正したものを図3に示す。鉄筋が無い場合には、場所によらず比較的小さな値となるのに対し、鉄筋がある場合には磁束密度が大きくなった。鉄筋破断がある場合には、破断箇所で磁束密度が急減した。このように、距離補正を行うことで、視覚的に異常箇所を認識しやすくなることが出来る。

次に、磁気センサーの計測結果を3次元で可視化し、その特徴を考察した。図4は破断のないD10鉄筋の計測結果を距離補正したものであり、図5は破断ありの補正結果をそれぞれベクトル図で示したものである。破断箇所で磁束密度が急減していることがわかる。この計測結果のx-z面投影図を図6に示す。ベクトルの交点は鉄筋位置とおおむね一致するように見える。そこで、y座標が同じで、異なるセンサーで計測されたベクトルの交点をx-z平面において求めたものを図7に示す。これらの平均値はおおむね鉄筋位置を推定できていることが確認できた。また、ベクトルの大きさを色分けを行うことによって、破断の有無を視覚的にわかりやすく判断することができるようになる。

6. まとめ

磁気ストリーム法による計測データはそのままでも鉄筋の破断を判別することが可能であるが、磁束密度の距離減衰を補正することによって、破断箇所をより視覚的に把握しやすくなることができた。さらに計測された磁束ベクトルの交点を求めることによって鉄筋位置を推定することも可能であることを示した。

謝辞 計測に際してはコニカミノルタ(株)の御協力を得た。

参考文献

[1] 日経 xTECH: 「コニカミノルタ「磁気ストリーム法」でインフラ非破壊検査に参入」

<https://tech.nikkeibp.co.jp/atcl/nxt/column/18/00107/00033/> (2020/01/13 確認)

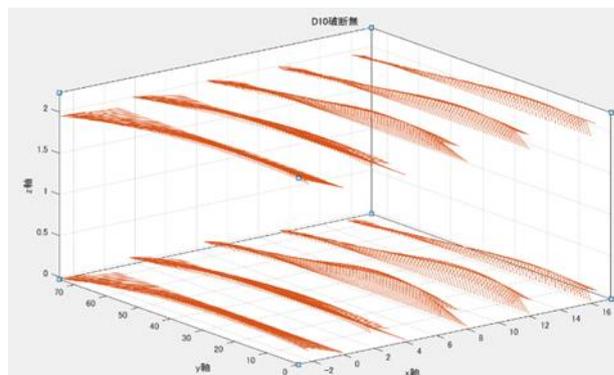


図4 磁束密度ベクトル分布 (破断なし)

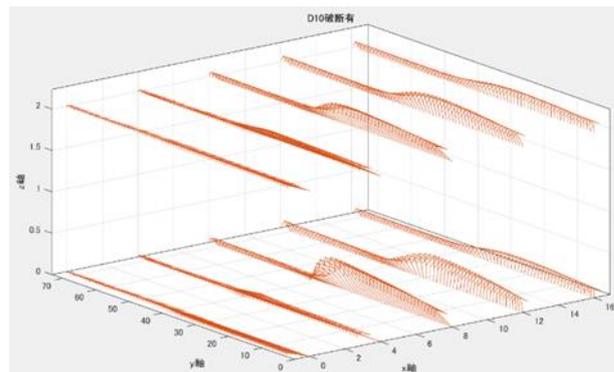


図5 磁束密度ベクトル分布 (破断あり)

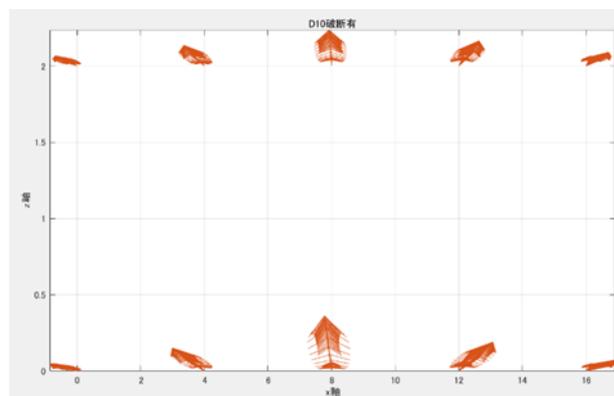


図6 図5のx-z面投影図

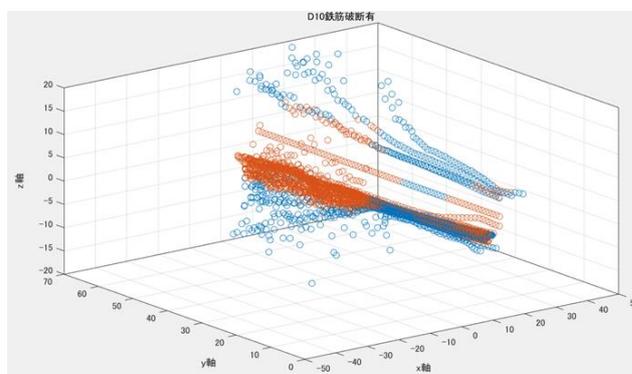


図7 2センサーの計測値による鉄筋位置推定結果 (青: 磁束密度大, 赤: 磁束密度小)