

磁気ストリーム法を活用した非破壊検査機器による PC 鋼材破断検知の有効性の検証

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○唐澤 恭平 コニカミノルタ (株) 森田 博
同 上 正会員 吉田 幸司 コニカミノルタビジネスアソシエーツ (株)
コニカミノルタ (株) 丸山 一直 橋本 好之

1. はじめに

PC 橋において、劣化により PC 鋼材の腐食や破断が生じると、プレストレスが減少し耐力の低下へ繋がるため、PC 鋼材の健全度を確認することが、維持管理上重要である。しかし、日常の目視検査等において PC 鋼材の破断等を早期に発見することは容易ではなく、また、PC 鋼材破断検知に対する既存の非破壊検査方法では、計測費用、計測装置の使用性、検出能力の限界など様々な課題がある。

そこで本研究では、新しい非破壊検査方法である「磁気ストリーム法」を活用した計測装置を製作し、実物大の一般的な鉄道 PC 桁の試験体に対して PC 鋼材破断検知を実施し、その有効性を検証した。

2. 計測原理

磁気ストリーム法は、コンクリートの外側から内部鋼材に対して特殊な磁石をあてて、一方向から磁場をかける事で、破断による磁場の急減衰現象を捉える方式である。(図-1)

内部鋼材に破断がない健全波形の場合、磁力は距離と比例して徐々に弱まりながら一定方向に変化する。一方、破断箇所がある場合、磁力の流れが途中で分断されるため、分断されたところを境にして磁力が急激に変化する。このような磁力の変化により鋼材の破断を検知することが可能である。

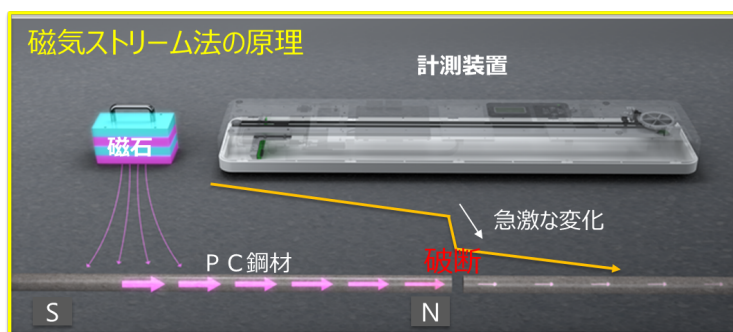


図-1 磁気ストリーム法の原理

3. 計測機器の概要および計測手順

今回用いた計測装置を図-2に示す。計測装置内に2列×5個、計10個のセンサーが配置されている。自動でセンサーが計測装置内を移動し、磁場を捉え計測する。1回の計測面は 16cm×70cm（測定機をコンクリート表面にあてがう面積）で、計測時間は約30秒である。各センサーで、3軸方向の磁力を計測することが可能であり、1回の計測で得られた3軸方向の3波形から鋼材破断箇所を特定する。本研究におけるX軸、Y軸、Z軸の方向を図-3に定義する。計測手順は以下の2ステップとなる。第1ステップでは、磁石のN極を計測装置に近い側へ配置した状態で計測する。第2ステップでは、磁石のS極を計測装置に近い側へ配置した状態で計測する。第1ステップの計測データから第2ステップの計測データを減算した波形を用いて検証する。

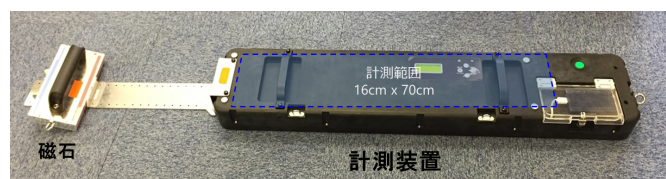


図-2 計測装置

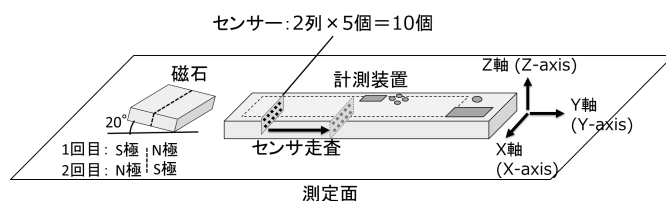


図-3 3軸方向の定義および磁石の向き

キーワード PC 桁, PC 鋼材, 鋼材破断, 非破壊検査, 磁気ストリーム法

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 TEL0568-47-5370 FAX0568-47-5364

4. 試験結果

本研究においては、実物大のポストテンション方式PC桁試験体（図-4）を用いて、破断を検知できるか検証を行った。試験体の複数箇所において、PC鋼材に対しコア削孔で破断を発生させ、実際にPC鋼材が破断した状態を模擬した

（図-5）。健全箇所の計測で得られた波形の一例を図-6に、PC鋼材破断箇所の計測で得られた波形の一例を図-7に示す。

得られた各軸の波形において、健全箇所と比較すると、破断箇所では以下の様な傾向がみられた。

- ・X軸：破断箇所手前で正負の方向へ広がりのあった波形が急減衰する。
- ・Y軸：破断箇所手前で凸状波形が発生する。
- ・Z軸：破断箇所手前で正の方向へ大きくばらついていていた波形が急減衰する。

また、破断箇所における計測深度の最大値は150mmであった。

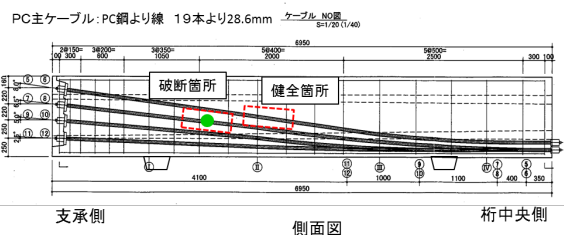


図-4 試験体断面図



図-5 PC 鋼材破断箇所

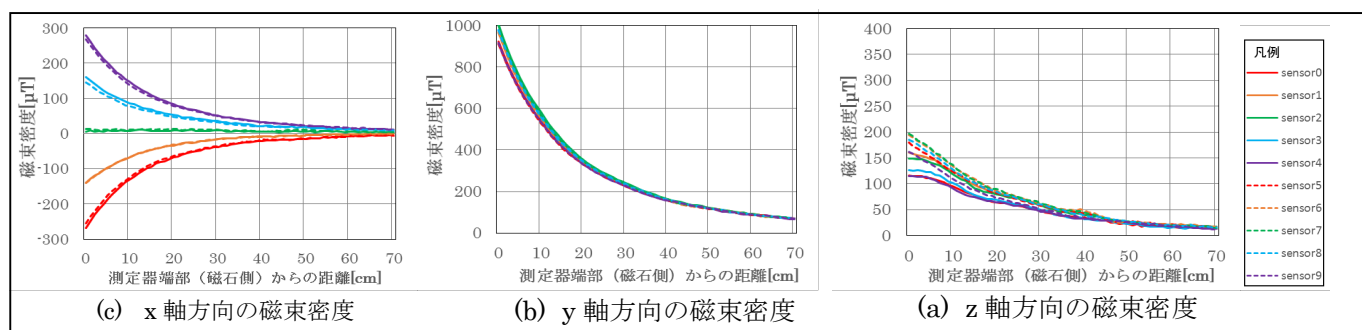


図-6 健全箇所の磁束密度波形

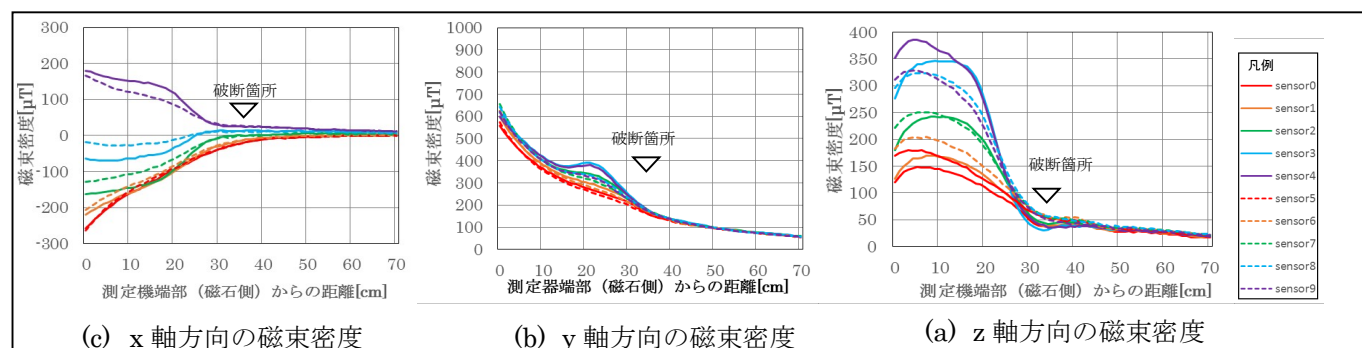


図-7 破断箇所の磁束密度波形

5. まとめ

以上より、計測深度最大値 150mm の箇所において、鋼材破断箇所における磁束波形が、健全箇所における磁束波形と異なる形状を示すことから、PC 鋼材破断検知に対する「磁気ストリーム法」を活用した計測の有効性を確認することができた。今後は、新幹線の実橋を対象に計測、結果の検証を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 垣花寿, 玉城喜章, 下里哲弘, 丸山一直, 森田博, 橋本好之: 磁気を利用した非破壊検査機器によるプレテン桁のPC鋼材破断検査, 土木学会第73回年次学術講演会, pp.1231-1232, 2018.
- 2) 森田博, 丸山一直, 阿部真之介, 橋本好之: 検査機器 磁気ストリーム法による鋼材破断検知: PC橋梁の内部鋼材破断を探索する非破壊検査ソリューション, 検査技術/検査技術編集委員会編 24巻2号, pp.55-61, 2018.2.