

## 永久磁石式全磁束法による非破壊検査

東京製綱(株) 正会員 ○椎木 貞則  
 東京製綱テクノス(株) 近藤 城聖  
 (株)ブリッジエンジニアリング 正会員 明石 良男  
 東京電設サービス(株) 西川 一基

### 1. 概要

インフラの老朽化が進む中、橋梁についても維持管理の問題がクローズアップされている。吊橋や斜張橋の主要強度部材であるワイヤロープ（以下、ロープという）の非破壊検査手法として全磁束法があり広く実用化されている。全磁束法はロープの腐食等による断面積減少を高精度で評価できる検査法であるが、装置質量が大きいこと、現地で大電源が必要なこと、電線巻付等作業準備に時間を要することなど、検査現場での施工性は良くなかった。そこで永久磁石を用い、施工性を改善した永久磁石式全磁束法を開発した。この方法によれば、短時間で多くのロープの検査に電源を必要とせず実施できる。本報告は開発経緯や仕様、検査事例等を紹介するものである。

### 2. 背景・経緯

永久磁石式全磁束法は、ソレノイド式全磁束法のように断面積減少を絶対値として定量的に計測するものではなく、長手方向の相対的変化を定量的に計測でき、スクリーニング検査法として開発したものである。（写真1参照）ワンタッチでケーブルに測定装置を装着でき、施工および効率性が改善されている。

### 3. ソレノイド式との相違点

各磁化方式を図1, 2に示す。磁化方式がソレノイド式から永久磁石式に変わることでの比較を表1に示す。永久磁石式では、施工性を改善することで対応する人数の削減や計測時間の短縮等、ライフサイクルコストの最小化にも繋がる。



写真1 永久磁石式機器構成

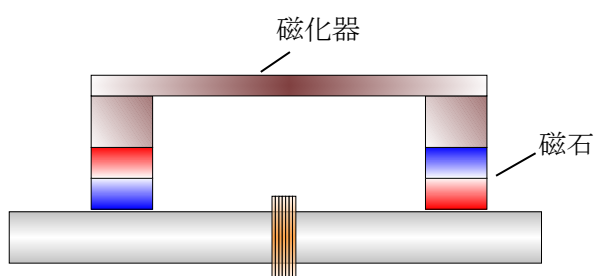


図1 永久磁石式

ソレノイド式より磁化力は小さいが、磁化器を移動させた際の磁束の相対変化より、断面積変化を測定する。磁化力は一定のため、定点測定（絶対値）は不可

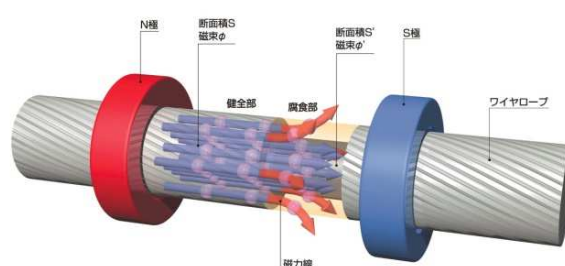


図2 ソレノイド式

強磁性体（ロープ）をその軸方向に飽和状態付近まで磁化した場合、その強磁性体に流れる磁束はその断面積に比例するという現象により、断面積を定量的（絶対値）に測定

キーワード 非破壊検査, 全磁束法, 橋梁, 吊橋, 維持管理, ワイヤロープ

連絡先 〒300-0195 茨城県かすみがうら市宍倉 5707 TEL 029-831-1911

永久磁石式とソレノイド式の主な仕様を表 1 に示す。

表1 各全磁束法との比較

| No. | 項目                | 永久磁石式（新規法）                   | ソレノイド式（従来法）                   |
|-----|-------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1   | 施工性               | 計測器の取付けのみ<br>全ての工程を 1 人で作業可能 | ボビンへの電線巻きが必要<br>重量・大きさのある使用機材 |
| 2   | 外部電源              | 不要（バッテリー駆動）                  | 必要（発電機等）                      |
| 3   | 概算質量<br>（径：120mm） | 約 26kg                       | 約 60kg                        |
| 4   | 断面積変化検出感度         | 約 3.0%                       | 約 1.0%                        |
| 5   | 作業効率              | 0.3hr/2 人・/箇所                | 2hr/4 人・/箇所                   |

4. 評価事例

本州四国連絡道路の大鳴門橋（吊橋）での計測を実施した．対象はハンガーロープ（CFRC φ60mm）で計測長約 17mを永久磁石式とソレノイド式両方の方式で計測を行った．計測装置の可動は東京電設サービス（株）が保有する画像撮影装置の架台を用いて測定を行った．（写真 2 参照）計測前に参考基準として断面積変化約 3%分の模擬線を付け計測する．永久磁石式で 3%模擬線の検知は可能であり、この変化量を基準に相対的であるが定量評価が可能になる．ソレノイド式と比較しても相応の性能でスクリーニング検査として有効である．（図 3 参照）また、北備讃瀬戸大橋やレインボーブリッジのハンガーロープにおいても適用している．



写真 2 計測状況

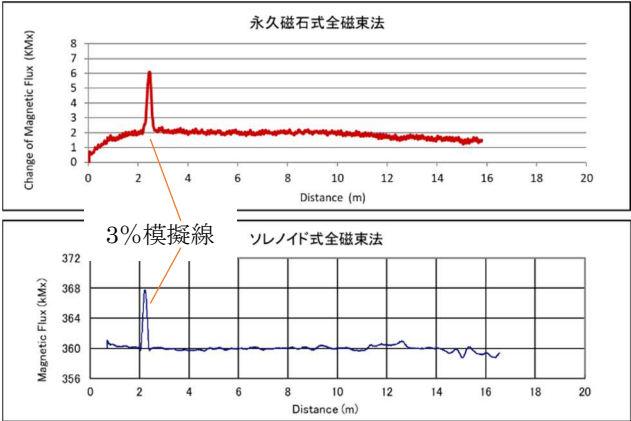


図 3 永久磁石式とソレノイド式の計測比較

5. まとめ

ここ数年で永久磁石式全磁束法という検査技術が認知されつつあり、いくつか実際の橋で計測を行うことが出来るようになってきた．外観画像や被覆ケーブル等、内側の状況が概ね一致していることから大きな成果を挙げているといえる．まだ改善すべき点や見直すこともあるが、今後も実橋計測や基礎データを積み重ね、確立された検査技術としたい．また永久磁石式にてスクリーニング検査をソレノイド式で詳細検査、その検査結果からその後の提案と、維持管理フローのシステムとして構築できるよう取り組んでいく．

－ 参考文献 －

1) 椎木、糸井、甲斐、塚田、：永久磁石式全磁束法による非破壊検査  
資源・素材 2018（秋季大会） 平成 30 年 9 月

2) 守谷、高橋、塚田、花崎、：構造物使用ロープの磁気検査による劣化評価結果について  
資源・素材 2004（秋季大会） 平成 16 年 9 月