

構造部材ケーブル保守用プローブクライマーの開発
-ワイヤーロープセンサによる探傷検知-
Prototype design of Probe Climber for the stringing rope
-damage detection by the wire rope sensor-

竹澤雄理¹, 原愛美子¹, 三之宮光太郎¹, 〇中島優樹¹, 青木義男², 田畑昭久²
 Yoshinori Takezawa¹, *Emiko Hara¹, Kotaro Sannomiya¹, *Yuki Nakajima¹, Yoshio Aoki², Akihisa Tabata²

Abstract: With the increase in the number of elevator installation, improvement in safety is becoming important. The automatic probe climber is one solution. It replaces worker and do inspect lift and amusement attraction. The purpose of this study is to develop a probe climber that allows automatic maintenance of the structure of the suspension wire rope and the cableway. In this report, we examined the position sensing damage detection experiment mounted on self-propelled lifting wire rope climber tester.

1. 緒言

近年, 公共施設のバリアフリー化に伴い, 低層の建物にもエレベーターが設置されるようになってきた。しかし, 保守管理の技術者不足に悩まされている。また, エレベーターだけでなくワイヤーを用いた遊戯機械や建築工作物等の点検も目視によるものがほとんどである。その為, これらの機械システムの保守点検を支援する機器の整備・充実が要求されており, これらの対策を講ずることで, 作業員の安全の確保や作業の効率化, メンテナンスの質の向上などが見込める。本研究では, 索道やワイヤーロープ懸架の構造物の自動保守点検を可能とするプローブクライマーの開発を目的とし, 本報告ではワイヤーロープテストをクライマーに搭載し自走昇降検知実験を行い損傷位置検知の可能性について検討する。

2. プローブクライマーとワイヤーロープセンサ

今現在のエレベーターや遊戯機械のワイヤーは手作業や目視によって点検が行われている。しかし問題点として, ワイヤーロープ内部の損傷などの見落としの可能性もある。また, 昇降機検査資格を持つ整備士の不足, 保守点検の増加により作業の簡素化などが求められている。本研究では, この対策として自動で保守点検を行うプローブクライマーを開発する。

プローブクライマーとは, 構造部材の初期損傷をセンサを用いて健全性判断するものであり, 定期点検, 調査, 診断という一連の行為を自動化し効率化, 自動化を図ろうとするものである。

今回センサとして使用したワイヤーロープセンサは

損傷磁場ベクトル合成法を用いて, 磁力線の乱れや漏洩を検知し信号を出力するものである。磁化したワイヤーロープの周りにホール素子を環状配列することでワイヤーロープの損傷を電気信号で捉えることができる。



Figure1. Wire rope tester

実験に用いたワイヤーロープセンサの特徴としては, 従来の速度, 振動, 温度の影響が少ない点である。

3. 昇降機ワイヤーロープの損傷検知試験

ワイヤーロープテストを使用し損傷検知実験を行った。まず初めに, ワイヤーロープの素線破断(集中破断, 分散破断)、摩耗(均一摩耗, 片面摩耗)、錆について式(1)で表わされる損傷率を測定した。

$$\text{損傷率} = \frac{\text{損傷部の磁束量}}{\text{健全部の磁束量}} \times 100[\%] \quad (1)$$

素線破断の測定結果を図3に示す。素線破断本数3, 6, 8, 12, 15本破断について測定した結果, 損傷率は素線破断本数に比例することが分かる。



Figure2. Centralized fracture and distributed fracture

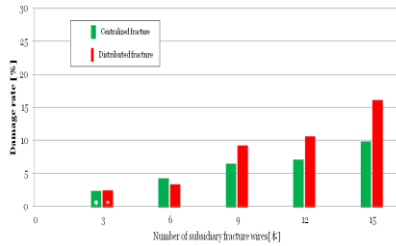


Figure3.Measurements

次にワイヤーロープの直径から 2.5、5、7.5、10、12.5% まで摩耗させた時の測定した結果を図 5 に示す。片面摩耗と均一摩耗させたワイヤーロープの概略図を図 4 に示す。



Figure4.Uniform wear and One side wear

均一摩耗が片面摩耗と比べ損傷率が 1.5 倍高く出力された、JIS 交換基準(摩耗部のロープ径が摩耗していない部分の 90%以上)に達した時の損傷率が素線破断の損傷率よりも高くなった。

次にワイヤーロープを塩水と空気に触れさせ錆びさせ 4 週間で計 4 回測定した。7 日目と 28 日目の錆びたワイヤーロープを図 6 に示す。



Figure6.7th day and 28th day

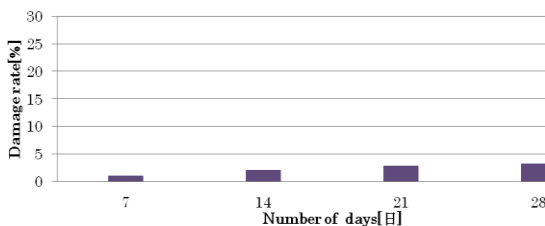


Figure7. Measurements

両者の錆について目視では変化が見られないが、損傷率は 1%から 3.2%に上昇した。錆の生成では外部の錆は成功したが、ストランドの内部錆のみ作製する事は困難だった。以上の事から手動で実験を行なった結果、外部の錆と一素線破断の定量的評価が可能であることが分かった。

4. プローブクライマーによる自動損傷検知実験

次に自動損傷検知の可否としてワイヤーロープセンサをクライマーに搭載し実験を行なった。クライマーとはケーブルを駆動輪，従動輪で挟み込み摩擦駆動

で昇降するものである。図 8 はワイヤーロープテストを搭載したクライマーである。



Figure8.Flaw elevating machine

ワイヤーロープに 3、6、9、12、15 本の素線破断を 300mm 間隔で作し、そのワイヤーロープに磁化器を通して一時的に磁化させた後、垂直に吊るした状態でクライマーを昇降させ損傷検知を行った。そしてワイヤーロープテストを搭載したクライマーを 1m/s で探傷ロープを昇降させ探傷を行い、この結果を図 9 に示す。

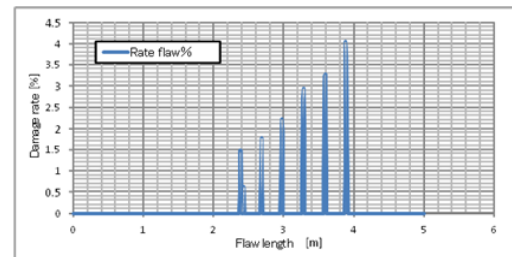


Figure9. Measurements

図 9 より漏洩磁束量の変動による素線破断の位置と損傷率をほぼ正確に検知できていることが分かる。損傷率は素線破断本数が多くなるにつれて損傷率も大きくなり、手動で測定した結果と同等の結果を得ることができた。これによりプローブクライマーによる自動損傷検知の可能性が確かめられた。

5. 結言

ワイヤーロープの損傷検知実験より、計測された波形形状から素線破断、摩耗、錆が判別出来る可能性を示唆することができた。また、プローブクライマーの自動損傷検知実験により損傷位置検知が可能であることを検証した。

6. 参考文献

- [1] 「宇宙エレベーター-宇宙旅行を可能にする新技術-」 第 1 版第 1 刷発行 平成 22 年 2 月 25 日
- [2] 「ヘルスマonitoring」 山本鎮男 共立出版株式会社