

ハンディ型トロリ線摩耗測定器の改良

吉原 誠 原 伸之 山崎高広 *佐藤勇輔 (株式会社 電業)

Improvement of a Handy Meter for Measuring Wear of Contact Wire

Makoto YOSHIHARA Nobuyuki HARA Takahiro YAMAZAKI Yusuke SATO

(Dengyo Incorporated)

Abstract

Wear of contact wire is measured by such as the electric and track inspection cars. The electric and track inspection cars measure wear of contact wires in decided route and time. When maintenance members want to measure for an option, it is manual measurement. Manual measurement is not efficiency. So, a handy type meter was developed and sold. But, the meter became the cessation of production. So, this time we produced a meter aiming at precision improvement.

キーワード：トロリ線、摩耗測定器、保守

(key words :contact wire, handy meter for measuring wear, maintenance)

1. まえがき

トロリ線は電気車に電力を供給する必要があることからパンタグラフと接触するため、摩耗する。トロリ線の摩耗は軌道・電気総合試験車に搭載された摩耗測定装置などにより測定・管理されている。しかし、軌道・電気総合試験車は測定ルートや測定時期が決められており、保守上任意に測定したい箇所ではマイクロメータなどによる手測定となる。手測定は定点測定が主であるため、連続測定の場合時間を要する。そこで、測定の効率化を目的として、レーザを使用したハンディ型トロリ線摩耗測定器が開発・販売されたが、製造中止となったことから、弊社で、先行器の主要性能を踏襲するとともに、データ収録とデータ処理機能を向上させた摩耗測定器を製作した。

2. ハンディ型トロリ線摩耗測定器

ハンディ型トロリ線摩耗測定器（以下、摩耗測定器と称す。）の開発条件は、①軽量で小型、②誰でも容易に測定できる、③昼夜にかかわらず測定できる、④高い測定精度が得られる、⑤低コストである。改良型摩耗測定器はこれらの開発条件に加えて、データ処理を向上させるためにデータ収録機能の追加と市販の表計算ソフトで処理できるデータ形式とした。図 1 に摩耗測定器の外観を示す。

2.1 測定原理

本測定器の測定原理とブロック図を図 2 に示す。測定はレーザダイオード(LD)からのレーザ(波長 655nm)を反射ミラーで受けてコリメータレンズで平行光にし、トロリ線

に照射する。その光を反射ミラーで受けて、光の有無を CCD ラインセンサにより電気信号にして、トロリ線の残存直径に変換する。その際、外乱光の影響を受けにくいように偏光フィルターを使用している。また、データ処理機能を向上させるためにローラエンコーダを装備し、測定箇所と測定値の対応を可能にし一定距離毎の測定値をメモリ内に記録できるようになっている。また、メモリ内の測定値を SD カードに随時収録可能である。

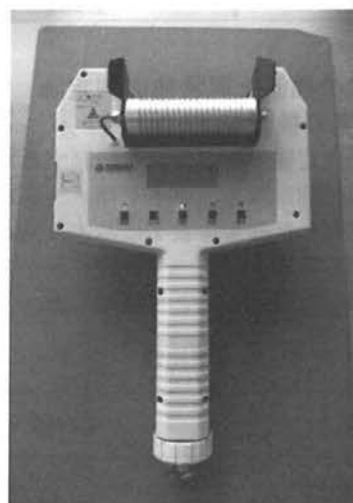


図 1 摩耗測定器の外観

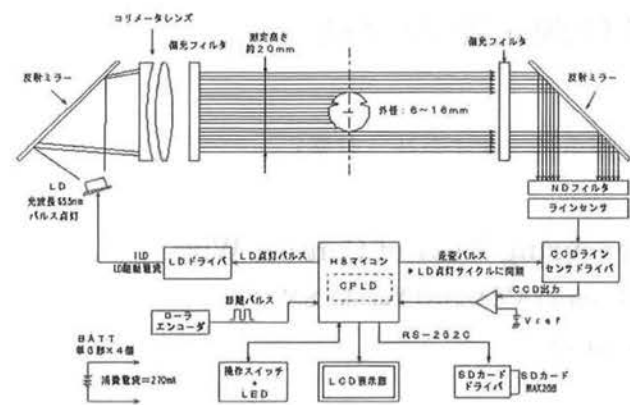


図 2 測定原理とブロック図

2.2 性能と特徴

主な性能を表 1 に示す。本器の特徴は、①軽量であるためハンディ性が高い、②外乱光に強い、③測定区間の最小値表示をするため注意箇所を把握できる、④ローラエンコーダにより測定箇所と測定値との対応ができる、⑤メモリ内のデータを SD カードに収録することで 1 度に 1 ドラム以上のデータ収録が可能、⑥データは CSV 形式であるため、市販の表計算ソフトで個々の摩耗の時系列管理や異常判定が可能である。

表 1 主な性能

項目	性能
有効計測範囲	6～16mm
分解能	10μm
測定精度	±50μm
連続測定時間	8 時間（推奨電池使用時）
質量	1.1kg

3. 測定精度の検証と異常値の判定法

3.1 測定精度の検証

改良型摩耗測定器の測定精度を検証するため先行器および改良型の摩耗測定器と、マイクロメータとの測定比較を定点測定で実施した結果を表 2 に示す。測定値では問題ないことがわかる。また、ローラエンコーダのパルス信号と測定移動距離が合致することを確認した。

表 2 測定値比較 (mm)

試験番号 No.	マイクロメータ	先行器	改良型
1	15.49	15.46	15.48
2	15.49	15.48	15.49
3	11.07	11.10	11.11
4	11.17	11.22	11.22
5	12.19	12.23	12.22

3.2 異常値の判定法

摩耗測定器を傾けて測定した場合やセンサ部にゴミが付着していると測定エラーとなる。その判定を表計算ソフトを使用して統計学で知られているマハラノビス距離で試みた。図 3 に通過パンタ数とトロリ線の残存直径の変化の関係例を示す。図の通過パンタグラフ数 3.8 万において楕円枠の外にある測定点 P を判定する。マハラノビス距離 D は

$$D^2 = [x - \bar{x} \ y - \bar{y}] \begin{bmatrix} S_x^2 & S_{xy} \\ S_{xy} & S_y^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x - \bar{x} \\ y - \bar{y} \end{bmatrix}$$

である。ただし、x、y は P 点における通過パンタ数、残存直径、 $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ は通過パンタグラフ数および残存直径の平均値、 S_x 、 S_y 、 S_{xy} は分散共分散である。D は 4 以内であれば正常値とされている。点 P の D は 5 であるため異常と判定される。通過パンタグラフ数 3.8 万では残存直径が 12.34～11.7mm が正常値となる。このようにデータ形式が CSV 形式であれば個々に異常値判定や摩耗予測ができる。

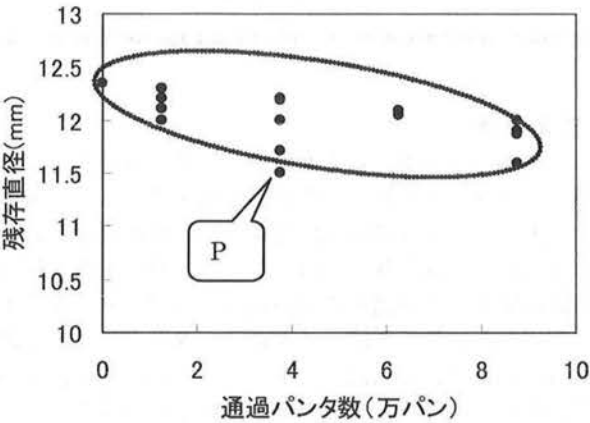


図 3 通過パンタグラフ数と残存直径の関係例

4. まとめ

今回、製作したハンディ型トロリ線摩耗測定器の測定精度は先行器やマイクロメータと同等の性能であることを確認した。また、データ処理機能向上としてローラエンコーダを装備したことにより測定箇所と測定値の対応ができき要注意箇所の把握が明確になるとともに、データは市販の表計算ソフトで処理できるため測定箇所個々の摩耗予測やトロリ線張替の計画が可能になったと考える。今後、ユーザーのご意見を参考にさらに使いやすさを追及していきたいと考える。

参考文献

- 1) 天野 大他：ハンディ型トロリ線摩耗測定器の開発、電気学会、研究会、TER-97-32、1997