

IV-86 わたり線離隔測定の自動化に関する研究

アジア航測(株) 正会員 土居原 健
 正会員 小宮 穰
 東日本旅客鉄道(株) 松浦 和史
 森 健太郎

1. はじめに

現在、わたり線におけるトロリー線の離隔測定は、間隔測定棒(ゲージ棒)を使用して行っているが、架線に接触して測定するため危険が伴うこと、夜間の手作業であるために作業が容易でなく多くの人工がかかること、などの問題点がある。これを解決する為、測定対象にミラー等の反射物を設置せずに距離測定ができるレーザー距離計を応用し、これを測角装置と組み合わせて、パソコンで制御することにより、トロリー車等の車両上から非接触かつ自動的に離隔を測定する装置を試作した。本論文は、その測定原理と基本性能試験結果について報告する。

2. 測定原理

2. 1 離隔の定義

わたり線は線路の分岐部にあり、測定する離隔は分岐するトロリー線が線路の中心から900mmとなる位置で測った相互のトロリー線の高低差である(図-1)。

2. 2 測定フロー

測定フローを以下に示す。仰角を $V1$ に設定し、レーザー距離計を連続測距させてトロリー線の位置する水平角 $H1$ の範囲を回転させる。トロリー線の位置で測距値が得られ、そのときの水平角 $H\theta$ を記録する。線路上ではトロリー線の下には何も存在しないことから、測定データの中から水平角が一定角度以上離れた2点で、かつ高さが最も低いデータを選び出せば、2本のトロリー線とレーザーの軌跡の交点が抽出される。その測距値(L)と水平角($H\theta$)、仰角($V\theta$)から2本のレールがつくる面を XY 平面、レール方向を X 軸、原点を線路中心上としたトロリー線の座標(X , Y , Z)を計算する。この動作を $V1 \sim V4$ の4段階の仰角で行い、わたり線全体で8点の座標を測定する。測定点を2点ずつ組み合わせ、トロリー線の空間ベクトルを計算すれば、線路中心から900mmとなる位置のトロリー線相互の高低差が計算できる(図-2)。

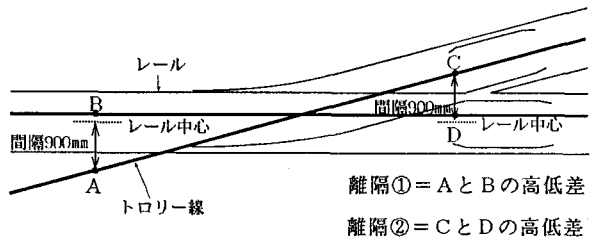


図-1 離隔の定義

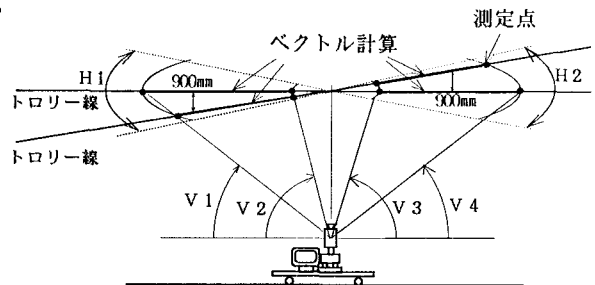


図-2 測定方法

3. 試作機とその性能試験の結果

3. 1 機器構成

試作機の構成を写真-1に示す。レーザー距離計を、水平角、仰角方向の回転が可能な測角架台にその測距原点と回転軸が一致するように搭載し、また距離計に並行にビデオカメラを配置している。レーザー

距離計と測角架台をパソコンに接続し、測距・測角（水平仰角）動作をコントロールする。またパソコンのモニターには測定中、視準方向のビデオ映像を表示することができる。

3. 2 目標

試作機の基本性能として、①離隔測定精度 $\pm 5\text{ mm}$ 以内、②測定時間5分以内を目標として定めた。

3. 3 性能試験の結果

試作機の基本性能（測定精度、測定時間）を把握する為、装置一式をトロ台車に搭載し、実際のわたり線下で離隔を測定した。なお、試作機ではトロリー線は線路の中心に位置するものとして設計した。

表-1に試作機とゲージ棒による測定結果をまとめて示す。その結果、①離隔測定結果は残差平均で交差部左側（離隔①）で $+5.3\text{ mm}$ 、右側（離隔②）で -6.5 mm と目標精度をやや上回った、②トロリー線の比高測定は同じく交差部左側で $+5.3\text{ mm}$ 、右側で -17.0 mm と大きくなった、③測定時間は約3分50秒で目標値を達成した。



写真-1 試作機の構成

表-1 測定結果（単位：mm）

測定項目	離隔①	A点高	B点高	離隔②	C点高	D点高
ゲージ棒測定結果	+150	5260	5110	+5	5125	5120
測定No. 1	+154	5265	5111	+2	5109	5107
2	+159	5266	5107	-1	5109	5110
3	+154	5266	5112	-8	5104	5112
4	+154	5264	5110	+1	5110	5109
測定残差の平均値	+5.3	+5.3	0.0	-6.5	-17.0	-10.5
測定残差の標準偏差	2.2	—	—	3.9	—	—

3. 4 考察

「A～D点高」は、レール面からトロリー線までの比高である。

離隔測定残差の平均値をみると、離隔①と離隔②で符号が逆転している。このような偏りは、左右のレール方向に $5/1000$ 程度の高低差がある場合に発生する。試験ではレール面を水平として装置を整準した後、測定したが、その影響と考えられる。残差の偏差は 3.9 mm 以下であるため、レールの傾きに一致させて装置を設置し測定を行ったとすると、その測定誤差は離隔①で 2.2 mm 、離隔②で 3.9 mm となり、トロリー線の相対的な高低を求める離隔測定は十分に行えるものと言える。

また、トロリー線の比高についても交差の両側で測定誤差の逆転が認められ、同様な原因が考えられる。

以上の結果より、レーザー距離計と測角架台を用いた測定原理と処理フローにより、必要精度で短時間に離隔を測定できることが示された。ただし、装置の設置法や整準法、またアセンブリなどの点に検討の余地を残した。

4. おわりに

わたり線におけるトロリー線の高低差測定の問題点を解決する為、線路上で非接触かつ自動的に離隔を測定する装置を試作した。その結果、

①ゲージ棒測定結果との比較では、架台の整準方法に起因する測定残差がみられたが、その要因を除けばほぼ目標精度を達成し、レーザー距離計を応用した非接触自動測定が可能であることが示された。

②測定時間について目標値を達成し、処理フローの有効性を確認できた。

今後はこの開発成果を踏まえ、実用機の仕様、運用方法等について具体的に検討する予定である。