

2 軸レール変位検出装置用高精度反射鏡の開発

鉄道総研 正会員 ○坪川 洋友

鉄道総研 正会員 矢澤 英治

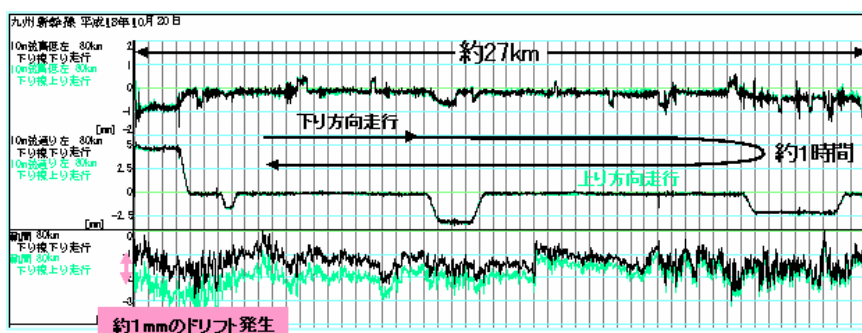
J R九州 正会員 森高 寛功

1. はじめに

九州新幹線営業車で軌道検測を目標として、慣性正矢軌道検測装置を確認車に搭載して耐久性確認試験を実施している。本試験中に、軌間の波形で図1に示すようなドリフトが発生した。そこで、このドリフトの原因を明らかにするとともに、その対策として2軸レール変位検出装置用の高精度反射鏡を開発した。本稿ではその原因と開発した反射鏡について報告する。

2. 軌間波形のドリフト発生原因

図1に示す波形は、九州新幹線本線で、検測データの長波長成分の精度確認のため、20mのローパスフィルタ処理を施したものである。往復で走行した波形を比較すると、軌間には約1mmのドリフトが発生している。高低や通りではドリフトが見られないことから、積分演算回路に起



因する誤差ではない。また、時間経過とともに一定方向にゆるやかに波形がドリフトしていることから、この誤差は2軸レール変位検出装置内部の温度変化によると推測した。

2軸レール変位検出装置は、光路の途中にガルバノスキャナ駆動のミラーを配置し、レーザの照射方向を変化させて、レール頭頂面と側面を追尾している。ミラー部では、反射用ミラーにレーザ光が減衰しないよう赤色レーザの反射率が99%となるガラス鏡を使用し、強度を確保するために、図2に示すようにアルミで製作したミラーホルダと接着していた。しかしながら、ガラスの線膨張率は $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、アルミの線膨張率は $21.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と異なる。そのため、2軸レール変位検出装置内部の温度が変化すると、ミラーとミラーホルダの伸縮量に3倍程度の差が生じ、図3に示すようにミラーにたわみが発生する。変位計からのレーザ光は、ミラーの取り付け先端部から約10mmの位置で照射方向を変えており、ミラーに温度変化によるたわみが発生した場合、図4に示すようにレーザの反射角が変わり、レール投光位置がずれる。このため、レール変位の測定値に誤差が生じ、軌間のドリフトを生じるものと推測した。

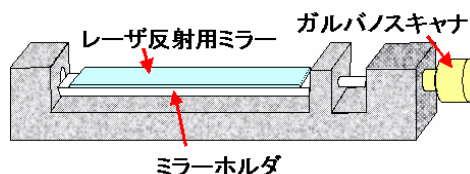


図2 ミラー部の構造

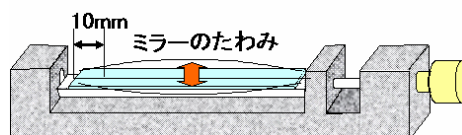


図3 ミラーのたわみ

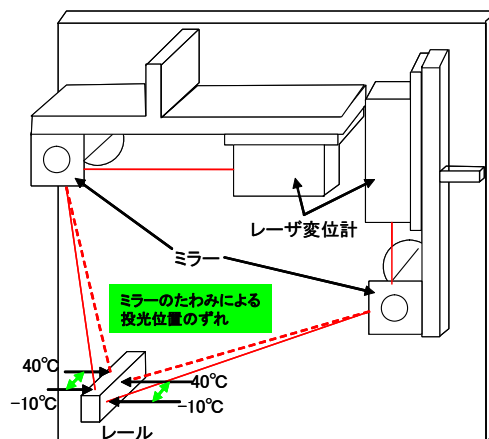


図4 2軸レール変位検出装置室内試験器

キーワード: 2軸レール変位検出装置, 反射鏡, 温度ドリフト, 線膨張率, ミラーホルダ

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 Tel:042-573-7278 Fax:042-573-7296

3. 室内試験とミラーホルダ改良

推測が正しいか確認するため、アルミのミラーホルダを使用した図4の試験器の温度を変化させ、誤差発生量を確認した。-10℃の時の変位センサ出力を0mmとして、温度を-10℃～40℃まで変化させたところ、頭頂面用変位計のレーザで約2.0mm、側面用変位計のレーザで約2.5mmの投光位置のずれが生じた。また、レール変位測定値の誤差も表1に示すとおり16mmを超える値となった。

そこで、チタンの線膨張率が $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ とガラスに近いことから、ミラーホルダの材質を変更し、誤差が低減できるか試験により確認することにした。材質を変更したことで、温度が-10℃～40℃まで変化しても、レーザ投光位置のずれは見られず、レール変位測定値の誤差も表1のように低減した。これによって、たわみが測定精度に影響を及ぼさない、高精度の反射鏡が実現できたことを確認した。

なお、これに加えて、各変位計の出力値に温度補正を施すことで、図5に示すように、レール変位測定値の温度変化による誤差量を0.1mm以内に抑えている。

表1 ミラーホルダ室内評価試験結果

温度[℃]	頭頂面用変位計測定値 [mm]		側面用変位計測定値[mm]	
	アルミ製	チタン製	アルミ製	チタン製
-10	0	0	0	0
40	-16.61	-1.20	-17.92	-1.43

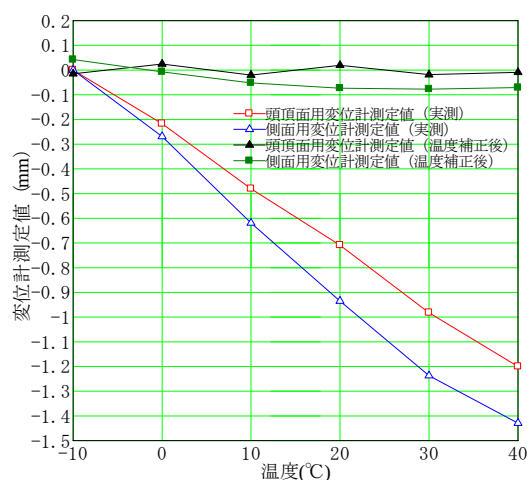


図5 温度補正結果

4. 本線走行試験結果

ミラーホルダを改良した効果を確認するために、九州新幹線本線にて約11.5kmの区間の繰り返し走行を行った。20mローパスフィルタ処理後の軌間の検測波形を図6に示す。約1時間にわたって本線を往復したが、軌間のドリフトは発生しておらず、今回の改良で使用中の温度ドリフトはほぼ排除できたことを確認した。

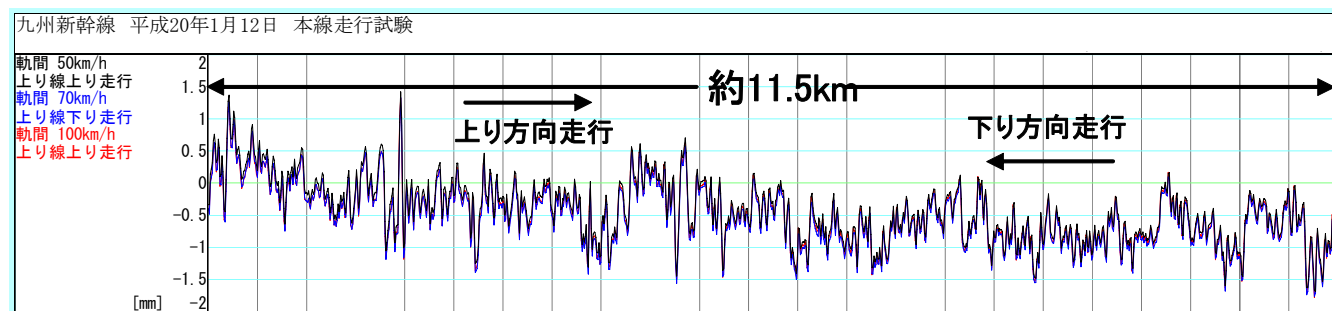


図6 ミラーホルダ交換後の軌間検測波形

5. おわりに

耐久性確認試験用慣性正矢軌道検測装置で課題となっていた軌間のドリフトの原因を明らかにし、対策として2軸レール変位検出装置用の高精度な反射鏡を開発した。これにより、長時間の走行でも温度ドリフトはほぼ排除でき、より安定した検測ができるようになった。今後も、耐久性確認試験で発生した課題を解決し、実用機の実現に取り組む。

参考文献

- 坪川, 矢澤, 森高, 松本: 九州新幹線向け長期耐久試験用慣性正矢軌道検測装置の製作, 土木学会第62回年次学術講演会 4-285, 2007年9月
- 森高, 松本, 矢澤, 坪川: 確認車搭載型慣性正矢軌道検測装置の耐久性試験結果, 土木学会第62回年次学術講演会, 4-288, 2007年9月
- 矢澤, 岡井: 慣性正矢軌道検測装置実用化に向けた性能向上, 鉄道総研報告, Vol. 18, No. 3, pp. 35-40, 2004. 3