

2 軸レール変位計の動作安定性向上と性能確認試験

鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 矢澤英治
日立電子エンジニアリング 正会員 竹下邦夫
鉄道総合技術研究所 岡井忠生

1. はじめに

鉄道総研では高速で検出可能、かつ小型軽量で低価格な軌道検出装置の開発を目標に、慣性正矢軌道検出装置を開発している。その構造を図1に示す。上下・左右両軸の検出が可能で、しかも大変位に対応できる「2軸レール変位計」が装置の小型化に貢献している。しかし、昨年度製作した装置では、図2に示すように、曲線部で2軸レール変位計の動作が不安定になるという現象が見られ¹⁾、この対策が必要になった。今回は変位計の動作安定性向上のための方策と、検出性能確認試験の結果を報告する。

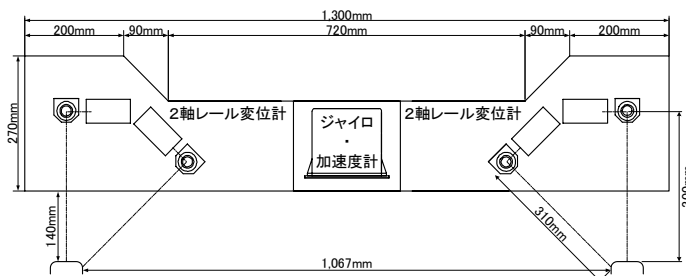


図1 慣性正矢軌道検出装置センサユニット

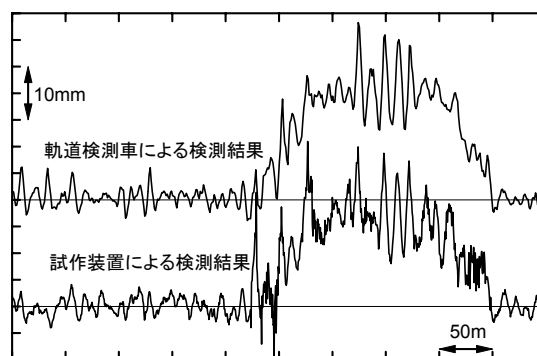


図2 通り狂い検出時の動作不安定

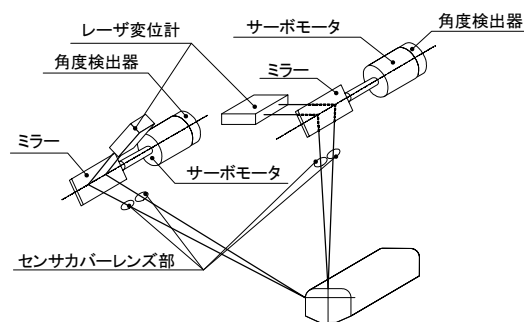


図3 2軸レール変位計の構造

2. 2軸レール変位計動作不安定の原因

2軸レール変位計の構造を図3に示す。その後の室内試験の結果、動作不安定はレール面の反射率が低い場合、あるいは水に濡れた状態で、レールが軌間内方に変位している場合に、斜め上方からレール側面に照準を合わせているレーザ変位計の変位検出不安定に伴って発生することが確認された。

今回採用したレーザ変位計は、対象物からの正反射光ではなく、拡散反射光によって変位を検出するもので、対象物表面に対して傾斜設置可能な機種である。しかし、図4のように軌間内方へのレール変位が生じ、レール側面への入射角が浅くなると、拡散反射による戻り光量は減少する。このときレール表面の反射率が低い場合には、さらに戻り光量低下が助長され、変位検出が不安定となった。一方、レール表面に水幕ができるような極端に正反射しやすい表面状態の場合にも、拡散反射する光量は低下してしまい、変位検出は不安定となった。そして、図2に示したような著しい動作不安定は、曲線偏倚によりレーザ変位計が不安定になり著大値を出力すると、ミラーの回転制御部が分岐器の軌間欠線部と誤認し、図5に示すミラー角度の原点復帰動作を行うために引き起こされる現象と判明した。

3. 動作安定性向上対策と対策後の変位検出精度

第2章の結果から、2軸レール変位計の動作を安定させるには、変位計の受光量を増加させることが必要となる。しかし汎

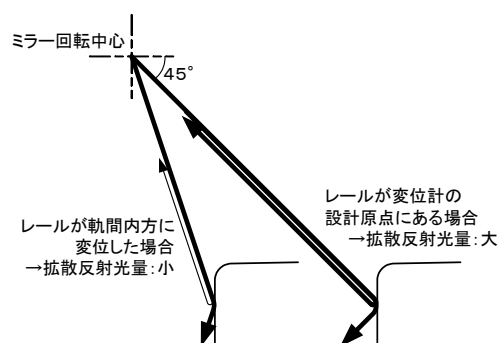


図4 レール変位と拡散反射光量

キーワード：軌道検測，2軸レール変位計，測定誤差，レーザ変位計，反射光

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

用品であるレーザ変位計の投光出力を増加させるのは困難であり、レールの反射率を調整することも事実上不可能である。このため、変位計の投光部から発した光が、目標面に反射して戻ってくるまでの光路での損失を最低限におさえることで、受光量を増加させることにした。図3のように、2軸レール変位計の光路は、ミラーとセンサの防塵カバーのレンズ部を計4回通過する構造になっている。不安定動作の確認された時点で使用していた各部品の反射率、あるいは透過率はいずれも95%程度であった。したがって4回の反射・透過により、変位計の受光部への戻り光量は、変位計で直接目標物を測定した場合の80%程度に留まっていたことになる。このため、各部品を反射率・透過率99%以上の物に交換して、戻り光量最小値96%を確保した。この結果、変位計の動作は軌間内方50mmまでの範囲で安定した。

図6は2軸レール変位計の静的な検出誤差確認試験の結果である。軌間内方側で50mm、外方側で60mm付近まで、設計仕様である誤差0.5mm以内をクリアする安定動作を得た。なお、軌間外方50mm以遠の部分については、今回の試験時点では出力の系統誤差補正のための設定が十分ではなかった。今後調整を十分に行うことにより、設計仕様を満たす測定範囲のさらなる拡大が期待できる。

4. 動的測定による変位検出性能確認

2軸レール変位計のもうひとつの動作不調として、反射鏡の応答遅れが明らかになっていた¹⁾。これについては、軌間欠線部への対応ロジックの見直しを兼ねたミラー回転制御プログラムの改良により解決をはかり、鉄道総研構内で軌間検測によりその動作と動的検出精度を確認した。なお、検測最高速度は35km/hである。

測定結果を図7に示す。検測誤差は、分岐器欠線部と一部の継目遊間部での光飛びを除けば最大で約1mm、標準偏差にして0.32mmであり、2軸レール変位計は動的にも十分な応答速度と精度を有することを確認した。

5. まとめ

- 1) 2軸レール変位計の動作安定性向上対策として、光路での光量損失を最低限にする改良を行い、静的試験では軌間内方側50mm、外方側60mm付近まで誤差0.5mm以下の安定動作を得ることができた。
- 2) モーターカー走行による動的性能試験でも、光飛びを除く軌間検測誤差が最大1mmと十分な性能が得られた。

6. おわりに

今回の改良により2軸レール変位計の動作はほぼ最適化できたと考えられる。今後は慣性正矢検測のための演算回路の精度向上を達成して実用形検測装置のプロトタイプを完成させるとともに、装置の取付可能箇所の拡大のため、より測定範囲の広い2軸レール変位計の試作を実施したい。

参考文献

- 1) 矢澤英治、竹下邦夫、岡井忠生、篠脇諭：「台車搭載形慣性正矢軌道検測装置の改良と走行試験」、土木学会第57回年次学術講演会概要集IV-089、2002年9月

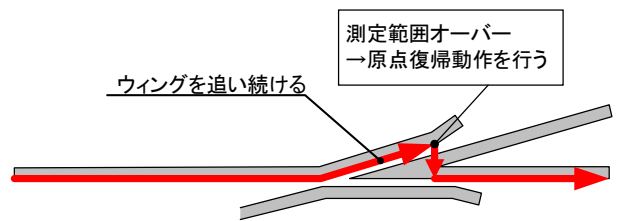


図5 2軸レール変位計の分岐器欠線部通過動作

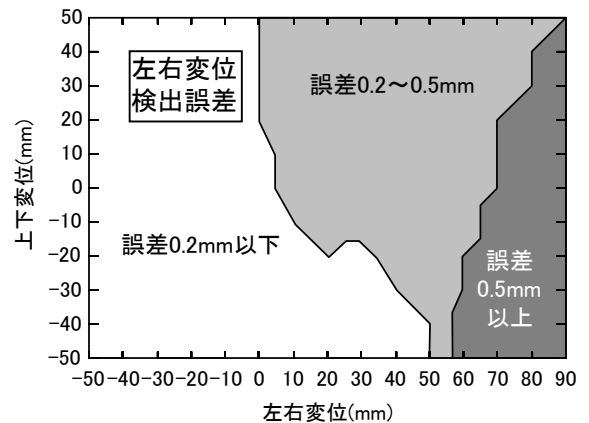


図6 2軸レール変位計の変位検出誤差

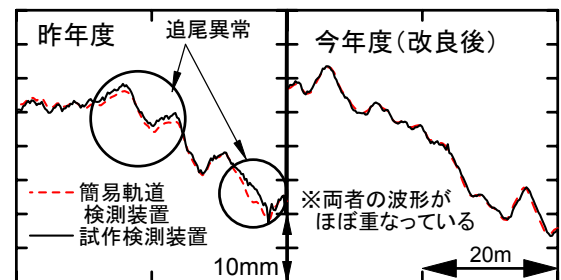


図7 軌間検測による
2軸レール変位計の動的性能確認