

## ふく進及びE J ストロークの自動測定手法の開発

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○本村 裕基

## 1. はじめに

現在、当社の在来線ではロングレールの軸力を管理する検査として、レールふく進及びEJ ストロークの測定を人力にて実施している。一方、レール遊間については、軌道試験車に搭載した自動遊間測定装置を利用して測定を行っており、自動検測による管理が定着している。

本研究では、自動遊間測定装置の測定原理を応用してレールふく進及びEJ ストロークの自動測定手法を開発し、その測定精度を検証したので報告する。

## 2. 現行のロングレール検査の課題

現行の検査手法は、線路に設置した杭間に水系を張り、レールに付けたポンチマークとの間隔を読み取り、ふく進量及びEJ ストローク量を測定している。しかし、当社在来線ではロングレール検査として約7500箇所を年2回、1回につき4名で行っているため、コストがかかるとともに、人力測定では水系が風の影響を受けて測定精度が落ちる可能性があることも課題である。これらの課題を解決するため、検査の自動化に取り組んだ。

## 3. 地上設備及び車上センサの仕様検討

## (1) 自動遊間測定装置を利用した検査自動化の検討

自動遊間測定装置は、半導体レーザーを使用した識別センサを用いている。測定の原理は、レール面にレーザー光を照射し、散乱光量により物体の有無を検知してレール面と遊間部を識別することで、遊間量を測定するというものである。当社では、過去にこの装置を用いたロングレール検査の自動化を検討しており、その手法を図-1に示す。まず、事前に地上設備として基準杭を設置するとともに、レールにマークを設置する。また、軌道試験車の遊間センサ設置位置をレール外側に照準が合うようにし、レーザーが杭及びマークに当たるようにしておく。これにより、軌道試験車走行時にレールに設置したマークと、地上に設置した基準杭の位置を検知させ、その距離を測定するというものである。

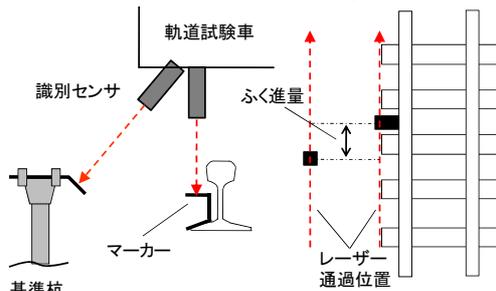


図-1 自動遊間測定器を用いた検査手法

この手法により、地上設備を十分な精度で測定することが可能であるという結果が得られている。しかし、基準杭とマークを1つのセンサで検知するため、基準杭をレールから400mmの位置に設置しており、軌道整備時に支障する可能性があることや、地上設備の製作コスト、耐久性などに課題があった。また、地上設備敷設時のずれや、車体の傾きの影響の検討も必要である。そこで、実用化に向けて車上、地上設備の仕様を再検討した上で、走行試験による測定精度の検証を行った。

## (2) 地上設備及び車上センサの仕様再検討

地上設備の課題を解決するにあたり、現行の検査における基準杭のように、レールから離して設置して測定を行う方法として、図-2に示すように、レーザーを直下と斜めの2本照射する方法を検討した。改良前と基本的な原理は変更していないが、この方式の採用により軌道整備時に支障しない位置に設置することが可能となるとともに、設備をより単純な構造とすることによる製作コストの低減も実現した。

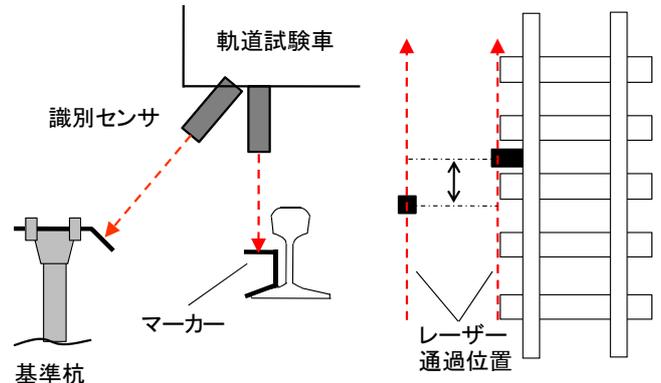


図-2 地上設備の検知方法の変更

また、軌間と台車の大きさの関係から、台車が傾くことでレーザーの照射位置にもずれが生じてしまうため、ずれが発生してもレーザーが検知面を捕えることが可能なように基準杭及びマークの検知面の大きさを検討した。

図-3に示すように、車輪のフランジとレール間に生じる隙間から、台車が動くことに伴うセンサ位置のずれは最大36mmと考えられる。さらに、軌道狂いによるずれも考慮する必要があるため、軌間の整備基準値25mm(動的、 $R \geq 200m$ )を加えると、最大で61mmのずれが生じる可能性があることが分かる。そのため、若干の余裕を考慮し、マークの検知面の長さは70mmとした。また、基準杭は地面に対して45°の傾きを持っているため、検知面の長さは70mmの約1.4倍の

キーワード ロングレール検査, EJ ストローク, ふく進

連絡先 〒453-8520 名古屋市千代田区名駅1-3-4 東海鉄道事業本部 工務部 保線課 TEL052-564-2484

100mm とした。

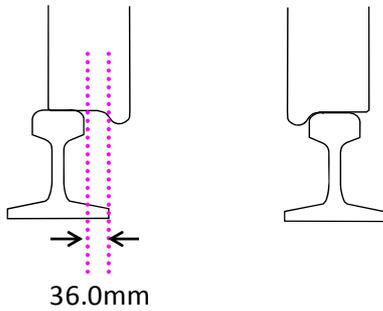


図-3 車輪のフランジとレール間の隙間

以上の検討結果から、地上設備及び車上センサの仕様を決定した。地上設備及び車上センサの外観を図-4に示す。



図-4 設備の外観

(上左: 基準杭, 上右: レールマーカー, 下右: 車上センサ)

(3) 地上設備敷設時の誤差補正方法の検討

地上設備を敷設する際、左右の基準杭を結ぶ線がレールに直角方向になっていないと、測定結果に誤差が発生してしまう。また、曲線部等において車体が台車に対し回転方向に傾いた場合にも同様の誤差が生じてしまう。これを防ぐための補正方法を検討した。

図-5に示す状況では、ふく進量の値はAとなる。しかし、左右の杭がレールに対して直角に敷設されていない場合、測定値として現れるのはA'という値になってしまうため、誤差ΔAを算出し、補正を行わなければならない。そのため、左右の基準杭を結ぶ線を水糸に見立て、基準線とすることで誤差の算出をするものとした。

具体的な算出方法は、まず車上センサの設置位置から、L及びL'の長さを求めておく。このとき、左右の基準杭の測定値の差をB'とすると、誤差は $\Delta A=L' \times B' / L$ により算出可能となる。また、この方法を用いると曲線部等で車体自体がレールに対して傾きを持っている場合でも補正することが可能である。

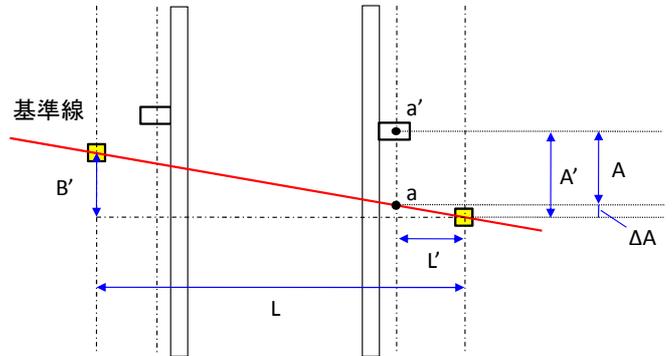


図-5 誤差の算出方法

4. 走行試験による測定精度検証

装置の仕様が決めたため、軌道試験車に搭載し試験を行う前に、トロを用いた低速での走行試験を実施した。実験では、杭とマーカーの位置関係を少しずつ変えながら測定を行うとともに、トロを傾けることで誤差の補正状況も確認した。試験の結果、手検測に対する誤差が平均約1mmと、仕様変更前と同程度の精度を得ることができ、補正の有効性についても確認ができたため、実際に測定装置を軌道試験車に搭載し、本線における走行試験を実施した。

本線の計26測点にて測定した結果、トロによる低速走行試験時と同様、手検測に対する誤差が平均約1mm、最大誤差は2.76mmという結果を得ることができた。このことから、高速走行時においても、その影響を受けることなく測定が可能であることを確認した。また、曲線半径400mの急曲線区間や、伸縮継目部においても測定できることも確認できた。一方で、検知ができなかった測点もあった。この測点においては基準杭の検知面が正規の向きに対し下方方向に傾いてしまっていたということが分かったため、傾きの影響によりレーザーの反射方向がずれてしまい検知ができなかったものと考えられる。

これらの結果から、測定精度については確保することが可能との結果がでたものの、精度の維持のためには地上設備の高い敷設精度が要求されるということと、敷設後もずれや変形が発生しないよう管理していく必要がある。

5. まとめと今後の課題

既存の自動遊間測定装置の原理を応用し、ふく進及びEJストロークの自動測定装置の開発を行った。開発に当たっては、軌道整備に支障しない仕様を検討するとともに、誤差の補正方法を検証し、測定精度を向上させた。また、走行試験の結果から、自動測定の精度が十分なものであることが確認でき、試験車によるロングレール検査自動化の手法を確立することができた。実用化に向け、今後は地上設備の敷設精度向上や維持管理の方法について更なる検討を行っていきたい。

参考文献

1) 長谷川敏基, 松尾圭太郎: 軌道試験車によるレール伸縮に関する状態監視の検討, 土木学会第67回年次学術講演会