鉄道レールのゆがみをはかる

Inspection of Lateral Rail Displacement

執筆者プロフィール

矢澤 英治
Eiji YAZAWA

■1989年東京都立大学工学部土木工学科卒業、
1991年東京都立大学大学院工学研究科修士課程修了。

■主として行っている業務・研究
・鉄道軌道の検査装置の開発、および検査データ処理手法の研究

■所属学会および主な活動
土木学会、2010年度より首都大学東京 都市環境学部 非常勤講師

■勤務先
(公益財団法人) 鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 軌道管理研究室 主任研究員
(〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38/
E-mail: e_yazawa@trti.or.jp)

1. はじめに

鉄道のレールは、車両を支えながら、その通過のたびに变形し摩耗していく特殊な構造物である。その機能を維持するため、定期検査は測定用の車両（以下「検測車」）により、新幹線は毎月3回程度、在来線では年4回程度行う。レール頭部は円弧と直線を組み合わせた複雑な形状なので、とくに左右変位についてはレール側面のどこを測るかで測定値が変わる。そこで各鉄道事業者は、レール頭頂部からある寸法だけ下の一線（「軌間線」と称す、14～16mm下としている例が多い）を測定するというルールを決め、検測車は車輪の横移動により自身が変位しながら、軌間線の変位を測定している。本稿では、この過酷な条件で変位測定

を行う「レール変位検出装置」の技術を紹介する。

2. 測定車輪式検出装置

日本では1920年代から開発が進められ、1959年に実用化されたのが測定車輪式の検出装置である。図1のように、測定車輪という小径の円盤を、空気ばねによってレール側面に押しつけて左右変位を検出する。円盤は耐摩耗性を確保するため、ステライト合金による表面処理がなされている。

この装置は在来線から新幹線最初の検測車まで広く使われたが、ばね一質

点系の構造であるため、ある速度で円盤が共振することが避けられない。この問題が解決を見なかったため、新幹線用検測車は200km/h走行を目指したものの、実際には160km/hで、営業時間帯を避けて走行することになった。しかし、開業後爆発的に利用が伸びた新幹線は、夜間の保守作業も逼迫し、検測車が走ることが保守作業の隘路になるという矛盾に陥ることとなった。

3. 光学式レール変位検出装置

そこで、昼間に営業速度で走行して

図1 測定車輪式検出装置

図2 光学式レール変位検出装置

図3 初期光学式検出装置の台車への搭載

図4 PSD式検出装置 (図中○印内)

図5 2軸レール変位検出装置

図6 台車装架形軌道検測装置

測定を行うため、光学式の非接触測定装置を開発することになった。しかし、通常の光学式変位計では投光部が軌間線の位置、つまりレール面より下になるため、車両として走行できない。このため、レール変位検出装置では光切断法を利用することになった。装置は図2に示す構造で、受光部の手前にスリットを置くことにより、三次元の光切断面のうち、軌間線の位置だけを切り出す左右変位計として動作している。

ところで、測定原理上、測定車輪式・光学式双方とも、装置自身の上下変位が大きくなると、軌間線から外れた位置を測ってしまう。これを防ぐため、装置は軸箱の下に、梁によって吊り下げられている。軌間線を外さないのと引き替えに、ばねによる緩衝がない過酷な条件を選んだことになる。

光学式検出装置の実用化は1975年であり、受光部は撮像管、投光部はハロゲンランプであった。どちらもガラス部品であり、衝撃で壊れぬよう強固なケースに収めたため、装置は図3

のように台車中央を塞ぐ、質量約600kgの重いものとなった。それでも山陽新幹線博多開業時から、この装置を搭載した電車による昼間210km/hでの測定が実現し、電車は後に「ドクターイエロー」と呼ばれるようになる。

その後新幹線の速度向上が行われる中で、変位検出装置も図4に示すように、投光部は半導体レーザ、受光部はPSDに変更され、装置一組で数十kgという大幅なダウンサイジングが実現した。

4.2 軸レール変位検出装置

さて、2009年に九州新幹線に投入されたレール変位検出装置は、光学式であるが、これまでと異なる原理で測定している。図5のように、レールに2方向から線状のレーザビームを当て、「3辺の長さが既知の三角形」として装置からレールまでの距離を計算し、三角形が閉合していなければ、それが閉じる位置まで反射鏡を動か

す。この方法では左右変位に加え、上下変位が同時に算出されることから、この装置を「2軸レール変位検出装置」と呼んでいる。

この装置は反射鏡の駆動機構の関係から、PSD方式よりは大きく、質量も新幹線用で130kg程度となった。しかし、図6のように台車に直接取付可能で、不要となった軸箱下の梁の重量を考慮すると従来の1/10程度になるという、大幅な軽量化を実現した。

5. おわりに

この2軸レール変位検出装置をもってしても、台車の構造によってはなお取付不可能である。そこで測定原理はそのままに、車体からレール側面を追う「車体装架形検出装置」の開発を進めており、現在、長期耐久試験を終えた段階である。実用技術として結実させるため、ご支援をお願いしたい。