確認車による脱線防止ガード位置検測手法の開発

東海旅客鉄道株式会社（正会員）　増田　巌

１．はじめに

平成 16 年に発生した新潟県中越地震における上越新幹線脱線事故を契機に、ＪＲ東海では、地震時の脱線防止と逸脱による被害の拡大防止を目的とした軌道上での対策として脱線防止ガード（図１）を開発し、東海道新幹線の本線上への敷設を昨年秋から開始した。

このような新しい軌道構造の検測に対応すべく、確認車搭載型脱線防止ガード検測装置（以下、「本装置」と表記）を現在開発中である。

現時点での本装置の仕様、検測性能の確認結果および今後の課題について以下に報告する。

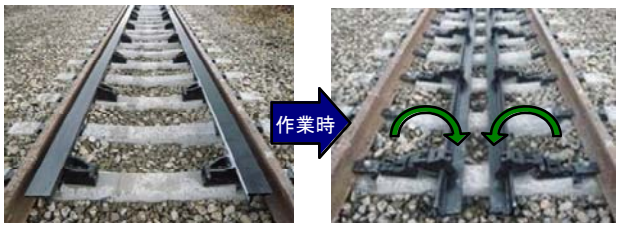

図１　脱線防止ガード

２．検測位置の考え方

脱線防止ガードにおいて、検測対象となるのは、ガード高さとガード離れである（図２）。これらの検測の目的には、脱線防止機能維持と、建築限界確保という二面性がある。

脱線防止に対する機能面では、脱線防止ガードのレール側の側面での高さと離れを測定する必要がある。一方、建築限界に対する観点では、脱線防止ガード上面の最高点を測定する必要がある。

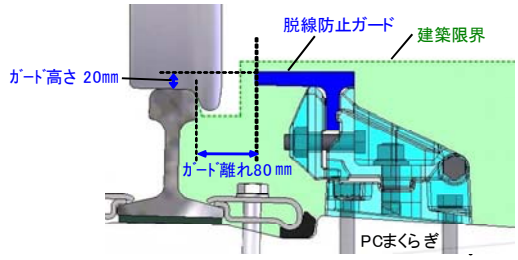

図２　脱線防止ガード検測位置（数値は設計寸法）

３．脱線防止ガード検測装置について

ＪＲ東海がこれまでに開発してきた検測装置にはゲージ式、ライトレック型、確認車搭載型の３つの方式（表１）があり、本報告ではこのうち確認車搭載型について論じる。

表１　３つの脱線防止ガード検測方式

ゲージ式	ライトレック型	確認車搭載型
・軽量で、数多く配備できる利点がある。	・長延長区間の測定などに有利である。	・車両搭載型であり、定期検査などに適している。

４．確認車搭載型の構成、仕様および機能

本装置は、確認車に搭載し、脱線防止ガードの高さ・離れを測定する検測装置である。

4.1 装置の構成

図３、図４に示すように、本装置は床上の制御装置類、速発・地点検知信号変換接続箱、床下の検出器から構成される。

- **制御装置類**：検出器からの輪郭画像データを画像処理し、ガード高さ・ガード離れを算出。
- **速発・地点検知信号変換箱**：確認車から出力される信号を変換し位置情報に利用。
- **検出器**：レール及びガードの輪郭画像データ取得用センサー。重量は約 10kg/片側レール。

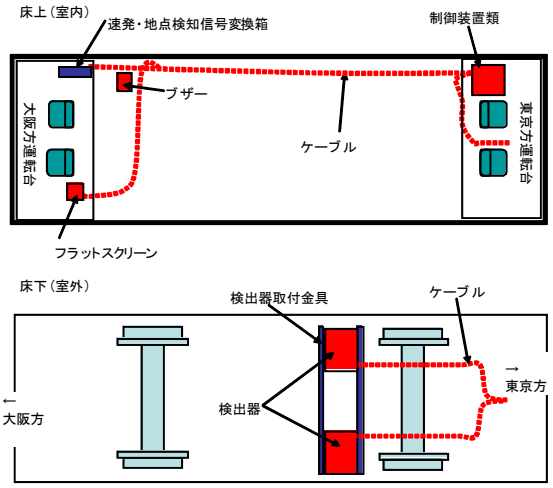

図３　検測装置の構成

図４（左から）制御装置類、信号変換箱、検出器

キーワード：脱線防止ガード、確認車
連絡先：東海旅客鉄道株式会社 総合技術本部技術開発部 状態監視２グループ　〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33　TEL(0568)47-5396

4.2 主な仕様

本装置の主な仕様は表２のとおりである。

表２　確認車搭載型の仕様

(1) 測定対象
・ガード高さ：レール頭頂面～ガード上面間の距離
・ガード離れ：レール側面（頭頂面から33mm以内）とガード側面の最短距離
(2) 測定範囲
・ガード高さ：10～30mm（設計寸法20mm）
・ガード離れ：60～100mm（設計寸法80mm）
(3) 測定精度
・測定誤差：高さ､離れとも手検測比±1mm以内
・再現性誤差：高さ､離れとも0.3mm以下
（同一箇所での測定値同士の差の標準偏差）
(4) その他
・脱線防止ガードの遊間を異常値と区別する処理を設定
・車輪の回転数から現在位置を算出し、1km毎にある地上の反射板情報で補正
・検測速度：最大70km/h

4.3 測定原理

測定には二次元レーザーセンサーを使用し、レール頭部の形状、ガードの形状を画像データとして取得する。そこからレール頭部の最高点とガードの最高点との鉛直方向の距離、レール側面とガードの水平方向の距離を算出する（図５）。

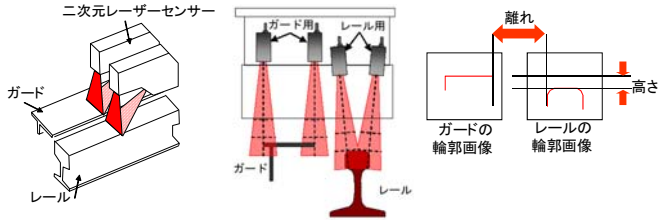

図５　測定原理

4.4 主な機能

本装置は、実運用を想定した自己診断機能、リアルタイム処理での超過値判定と当該箇所でのブザー鳴動機能、検測終了後の帳票出力（図６）及びUSB端子を介した外部媒体へのデータコピー機能を有する。

図６　帳票出力の例

５．検測性能確認結果

平成19年度から平成21年度に掛けて検測性能確認試験を実施し、以下の結果を得た。

5.1 速度別の検測値の再現性

保守基地内での低速（10､15､20km/h)走行試験、静岡・豊橋地区の上下本線での高速(40､55､60､70km/h)走行試験から、センサーの設定条件が同じ場合、いずれの速度段においても高低・離れとも高い再現性（差の標準偏差0.3mm以下）を有することを確認した（図７）。

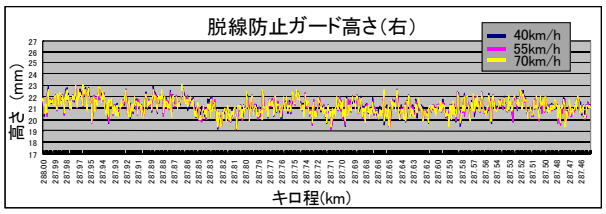

図７　測定結果の例（ガード高さ）

5.2 他の検測方式との整合性

レール摩耗の影響を受けやすかった本装置のガード離れ検測について、平成21年度にレール側の測定位置を従来の「頭頂面から18mm」を「同33mm」に変更した。この結果、人力による牽引型の検測装置「ライトレック型（表１参照)」の計測値と比較して、「離れ」が「高さ」と同レベルの整合性に改善され、計測値の互換性が高まった。

5.3 センサー数の減（４→３）による比較

図８に示す通り、片側あたりのセンサー数を４個の場合と３個に減じた場合の計測値を解析的に比較した結果、高さの差の標準偏差は 0.15mm以下、離れの差の標準偏差はほぼ0mmという結果を得た。このことから、実用化に際してレールのフィールドコーナー側のセンサーは省略可能であり、コストダウンに資することがわかった。

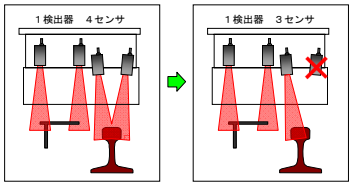

図８　センサー数の減（４→３）

６．おわりに（今後の展望と課題）

本装置の実用化にあたっては、ガードの計測頻度を十分に検討した上で搭載車両の選定を進めていくことが望ましい。すなわち、日々計測する場合には毎日本線を隈なく走行する確認車、年２回程度の計測で良い場合には、レール探傷車への搭載がそれぞれ考えられる。

なお、新幹線保守用車接近警報装置の出力する位置情報や、無停電装置によるエンジンと連動した制御装置の起動・終了など、既存の車載品の機能を積極的に活用し、コストを抑えながら作業責任者・オペレータの負担を極力減らす方策を採らなくてはならない。

その他、引続き使用実績を重ねて問題点を見つけ、適宜改良していくことが大切であると考える。