

3611 バラスト軌道用レール転倒防止装置の開発

正 [土] ○松本 剛明 (JR 東日本)

正 [土] 堀 雄一郎 (JR 東日本)

正 [電] 鈴木 雅彦 (JR 東日本)

Development of a rail rollover prevention device for ballast track

Takeaki MATSUMOTO, JREAST, 2-479, Nisshin-cho, Kita-ku, Saitama City

Yuichiro HORI, JREAST,

Masahiko SUZUKI, JREAST.

In October 2004, a Shinkansen train was derailed by Niigata Chuetsu earthquake. It was the first case of Shinkansen train derailment in service. To take measures against Shinkansen train derailment, we developed "a rail rollover prevention device for slab tracks" which could prevent rail rollover or large lateral displacement even if all rail fastenings were broken, and introduced this device for slab tracks which accounts over 90% of our total track length. As the next step of rail rollover prevention device, we are developing "a rail rollover prevention device for ballast track". In this report, we describe the development summary of the rail rollover prevention device for ballast track.

Keywords : rail rollover prevention device, ballast track, rail fastening, earthquake, derailment

1. はじめに

2004 年に発生した新潟県中越地震で営業運転中の新幹線車両が脱線した事故を受け、JR 東日本では新幹線地震脱線対策に関する研究開発を進めている。このうち、線路設備の対策では、地震対策用接着絶縁レールの全線敷設を 2011 年度までに完了するとともに、伸縮継目（温度変化に伴うレールの伸縮に対応するための特殊な継目構造）の撤去工事を進めている。

また、レール転倒防止装置は、地震等で脱線した際にもレールを車両のガイドとして機能させることを目的としており、当社の約 9 割を占めるスラブ軌道用は 2009 年度に開発が完了し、その後営業線への敷設工事が進められている。本報告では、スラブ軌道用に続いて開発を進めているバラスト軌道用レール転倒防止装置の開発概要について報告する。

2. 基本設計

（公財）鉄道総合技術研究所（以下、鉄道総研）を中心として開発したバラスト軌道用レール転倒防止装置の基本設計に基づく試作品を図 1 に示す。スラブ軌道用レール転倒防止装置が締結装置間に追加設置するのに対し、バラスト軌道用は PC まくらぎ上で既設のレール締結装置を保護することで有道床軌道全体（レール+レール締結装置+PC まくらぎ+道床バラスト）でレールの転倒および大幅な横移動を防止する性能を確保している点が大きな特徴である。

開発においてはレール締結装置の部材としても所要の

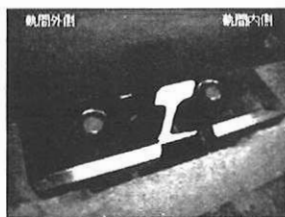


図 1 基本設計

性能を満足することを確認したが、締結装置を視認できない、受台（板ばねの位置を調整する楔状の部材）の調整ができないことなどから、メンテナンス性を考慮した形状改良を実施することとした。

3. 改良設計

形状改良にあたっては当社管内の新幹線保線技術センターなどの意見を踏まえ、以下の項目を満足することとし、図 2 に示す形状を設計・試作した。

- (1) 板ばねの視認性向上
- (2) 受台の調整が可能
- (3) 締結ボルト部に雨水・ゴミ等が堆積しない

そのほか、絶縁性能の向上を目的として転倒防止装置と PC まくらぎの接する箇所をゴムから絶縁材（SMC）に変更し、板ばね側部については 2mm の離隔を確保した。

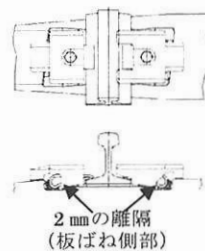


図 2 改良形状

4. 性能確認

基本設計時にレール締結装置およびレール転倒防止装置としての性能確認試験を満足していたが、形状改良に伴い、以下の 2 項目について再確認を実施した。

- (1) 衝突耐久性能
衝突解析により、脱線車輪の衝突に対してレール転

倒防止装置のほかレール締結装置、PCまくらぎが破壊しないことを確認する。

(2) 電気絶縁性能

PCまくらぎ 1 本あたりの電気絶縁性能を確認し、営業線に敷設した際の軌道回路への影響を確認する。

4.1 衝突耐久性確認

4.1.1 解析モデル・解析条件

衝突耐久性確認の解析モデルを図 3 に示す。解析では新幹線のバラスト軌道および新幹線車両をモデル化し、バラスト軌道の各部材状態および車輪の挙動を確認した。解析においては基本設計時に前提とした連続的な配置のほか、施工性等を考慮した離散的な配置についても検討した。



図 3 解析モデル

4.1.2 初期条件の検討

解析に先立ち、鉄道総研の技術指導に基づいて、地震動により脱線した車輪がレールから落下し、転倒防止装置に衝突する位置に関して、転倒防止装置の配置、車両種別および速度条件を変化させて検討し、解析の初期条件を設定することとした。図 4 に解析の初期条件である衝突位置のイメージを示す。この初期衝突位置高さが大きいほど転倒防止装置への負荷が大きくなるため、各条件で初期衝突位置高さが最も大きくなる場合を初期条件とした。なお、前述の基本設計時の試験および解析に基づいて、鉄道総研が初期衝突位置高さの限度値の目安値は 10mm 程度（車輪速度 300km/h）であることを示している。

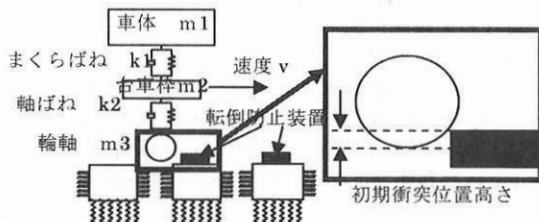


図 4 初期条件（衝突位置）のイメージ

(1) 連続配置（転倒防止装置を全てのPCまくらぎに設置）

図 5 に速度別の衝突位置高さを示す。脱線車輪の速度が 300km/h の条件で衝突位置高さが目安値の 10mm に近いことから衝突解析にて詳細検討を実施することとした。

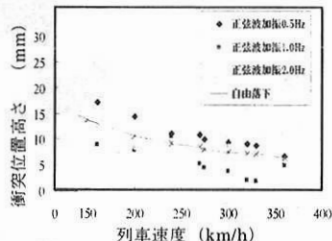


図 5 初期衝突位置高さ

(2) 離散配置（転倒防止装置をPCまくらぎ1本おきに設置）

(1) と同様初期衝突位置高さを検討した結果、脱線車輪の速度が 300km/h で初期衝突位置高さが 19.5mm であった。これは前述の目安値 10mm を大幅に超過しているため、まくらぎ 1 本置き配置では転

倒防止装置としての性能を満足しないと判断した。

4.1.3 解析結果

上記より、転倒防止装置を全 PC まくらぎに設置した場合の衝突耐久性を解析により確認した。図 6 に解析結果の一例を示す。解析の結果から、今回設計した転倒防止装置は、360km/h までの速度で衝突する車輪に対して衝突耐久性を持ち得ると判断した。

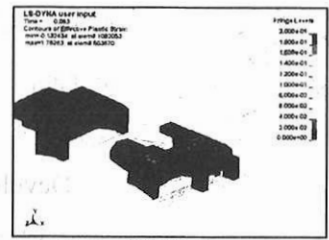


図 6 解析結果の一例

4.2 電気絶縁性能確認

基本設計に対して形状および絶縁材を変更しているため、実軌道に敷設した際の信号（軌道回路）影響を想定するための電気絶縁性能確認試験を実施した。

4.2.1 試験概要

鉄道総研の試験設備を使用して、絶縁試験を実施した。図 7 に測定状況を示す。試験方法はレール締結装置と同様であり、乾燥・降雨（時雨量 100mm 相当）および長期敷設時の汚損を想定した 0.1% 食塩水散布の環境条件別に PC まくらぎ 1 本あたりの電気絶縁性能を確認した。

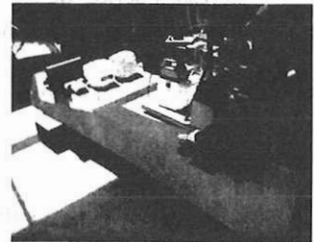


図 7 測定状況

4.2.2 試験結果

PC まくらぎ 1 本あたりの電気絶縁抵抗値測定結果を図 8 に示す。これは、新幹線で PC まくらぎ 1 本あたりに必要な絶縁抵抗値 4.9kΩ を全条件で満足していることから、転倒防止装置が軌道回路に与える影響は軽微であり、本開発品を営業線へ敷設することが可能であることを判断した。

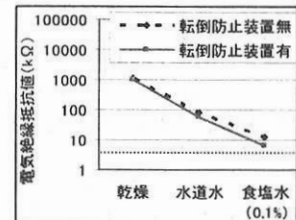


図 8 絶縁試験結果

5. まとめ

バラスト軌道用レール転倒防止装置の改良設計とそれに伴う衝突解析および絶縁試験を実施した結果、営業線軌道への敷設に支障がないことを確認した。2012 年 6 月より営業線試験敷設を行い、施工性および実軌道回路への影響を確認している。

参考文献

- 1) 手代木卓也、小西俊之、野本耕一、若月修：新幹線地震脱線対策の開発、第 16 回鉄道技術連合シンポジウム、pp.515-518、2009。
- 2) 国土交通省鉄道局、鉄道総合技術研究所；鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造、pp252-253、2012.1.5
- 3) 松本剛明、堀雄一郎：新線路 7 月号、バラスト軌道用レール転倒防止装置の開発、pp6-8、2012.7.15