

## 弾性まくらぎ直結軌道用レール転倒防止装置の開発

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○板倉 真理佳  
 正会員 熊倉 孝雄  
 正会員 小西 俊之

## 1. 目的

新潟県中越地震で新幹線車両が脱線した事故を受け、JR 東日本では地震脱線対策として、レールを車両のガイドとし、脱線した車両の逸脱を防止するレール転倒防止装置の開発を進めている。現在までに、スラブ軌道用レール転倒防止装置およびバラスト軌道用レール転倒防止装置の開発を完了し導入に至っている。本報告では弾性まくらぎ直結軌道(以下、弾直軌道)用装置の開発概要について報告する。

## 2. 基本構造の検討

弾直軌道はまくらぎの底面および側面を弾性材で被覆し、てん充コンクリート等で固定した軌道である。開発した弾直軌道用レール転倒防止装置は、既に導入している直結8形スラブ軌道(以下、直8軌道)用装置を基に開発を行った。直8軌道用レール転倒防止装置は5m以内に1箇所の間隔で、前後する2つのレール締結装置の間に設置し、脱線時車両がレールに衝突した際のレールの転倒や大幅な横移動を抑制する<sup>1)</sup>。弾直軌道では、締結装置間への転倒防止装置の設置が構造上できないため、レール締結装置にレール転倒防止装置の機能を付加する構造とした。設置間隔はスラブ軌道用装置と同様で5m以内に1箇所を目標として性能確認を行った(図1)。

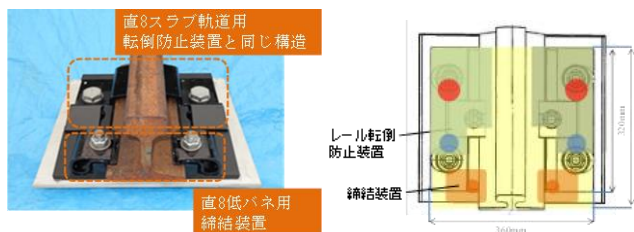


図1 弾直用レール転倒防止装置の構造概要

## 3. レール転倒防止装置としての性能確認

レール転倒防止装置に必要な性能は「レール転倒防止性能」「衝突耐久性能」の2点である。

## (1) レール転倒防止性能の確認

レール転倒防止性能については直8軌道用レール

転倒防止装置を開発した際に重錘試験を行い設計荷重に耐えられる構造であることを確認している。

弾直軌道用レール転倒防止装置と直8軌道用レール転倒防止装置の耐力の差異及び載荷時のレールの変位量を確認するため、静的横荷重載荷試験を行った(図2)。レール転倒防止装置の直上及び中間点に載荷した結果、弾直軌道用レール転倒防止装置が直8軌道用と同等の耐力を有していることを確認した。また、設計荷重相当の荷重がかかった際のレールの変位量を算定すると、レール頭部変位は最大約112mmであった。脱線後L型ガイドがレールに接した状態で、車輪から弾性まくらぎ端部までの距離は約225mmであるため、車輪がまくらぎから落下・逸脱することはない。以上より、弾直軌道レール転倒防止装置を5m以内に1箇所設置することでレール転倒防止性能は満足できると判断した。

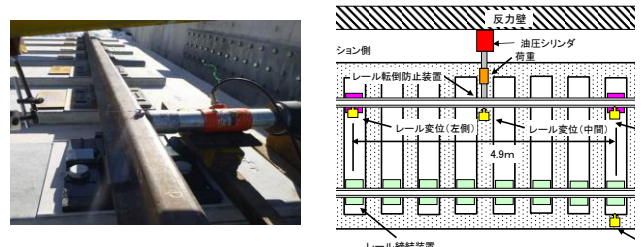


図2 レール転倒防止性能の確認(静的横荷重載荷試験)

## (2) 衝突耐久性能の確認

脱線した車輪がレール転倒防止装置に衝突した際の部材の状態と車輪の挙動を確認するため、車両速度および車輪通過位置をパラメータとした衝突解析を行った(図3)。

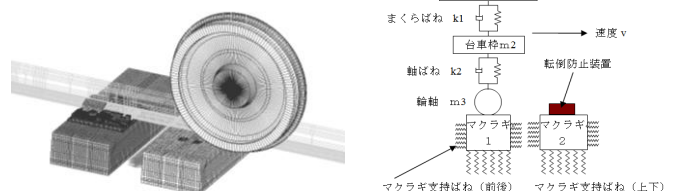


図3 解析モデル

解析の結果、高速域において直8軌道用レール転倒防止装置の約1.4倍の大きな負荷がかかることが確認された。これは、弾直軌道がスラブ軌道に対し

キーワード レール転倒防止装置、弾性まくらぎ直結軌道、レール締結装置、地震、脱線

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進2丁目479番地 TEL 048-651-2389

て脱線した車輪の走行面の凹凸が大きいと考えられる(図4). このため、衝撃荷重相当の落重試験(図5)および落重試験後のボルト引抜き抵抗力を確認し衝突耐久性を再評価した.

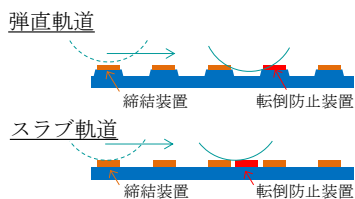


図4 車輪の走行面イメージ



図5 落重試験装置

落重試験の結果、コンクリートに多数のクラックが見られたが、ポストテンションの定着部の飛出しは認められないことからプレストレスは残存していると考えられる(図6). 落重衝撃後の埋込栓の引抜き抵抗力はJISに規定される破壊荷重60kN以上であることを確認した. このことからレール転倒防止装置のボルト周辺に衝撃荷重が作用してもまくらぎの機能は維持され、ただちに転倒防止性能が失われることはないと考えられる.



図6 試験後のまくらぎの状況

#### 4. レール締結装置の性能確認

##### (1) 締結装置の性能確認試験

現在敷設されている「弾直軌道用レール締結装置」と、開発した「弾直軌道用レール転倒防止機能付きレール締結装置」では下記の点が異なる.

- ・締結装置の位置およびショルダー部がタイプレートを固定するボルトに対して偏心する
- ・締結間隔が局所的に広がる

さらに、今後低弾性軌道パッドを使用する可能性があり、締結装置に発生する変動応力やレール左右変位が増加して性能照査を満足しないことも考えられる. そこで締結装置の斜角載荷試験および2軸疲労試験を実施した(図7). 荷重条件は事前に基礎試験を実施し表1のとおり設定した.

表1 斜角載荷試験の荷重条件

|          | A 荷重相当 | B 荷重相当 |
|----------|--------|--------|
| Pmax     | 43.8kN | 32.9kN |
| $\theta$ | 37.4°  | 46.4°  |

板バネに発生したひずみをばねの耐久限度線図で照査した結果、いずれも第1限度以内であった(図8). レール頭部横変位の最大値は4.0mmであり軌間拡大に対する列車の走行安全上の限度値5.2mmを下回っ

