

## 軌道における地震時の新幹線脱線対策

軌道技術研究部 軌道構造

研究室長 柳川秀明

### 1. はじめに

新潟県中越地震において走行中の新幹線車両が脱線したことを踏まえ、新幹線の地震時の脱線対策について車両面および施設面でとり得る対策の可能性について検討している。具体的な方策として、脱線を防止する脱線防止ガード、脱線後の被害を軽減する逸脱防止ガード、車両側の対策である車両ガイドの機能を十分に活かすためのレール転倒防止装置、接着絶縁レールなどについて、JR会社、鉄道・運輸機構と共同で開発を進めている。

脱線対策の検討条件のうち、想定する地震動については新潟中越地震において新幹線列車が脱線した地点の地震波形を基本とした地震動を考慮した。また、地震動の上下動が車両の走行安全性に及ぼす影響は小さいと推定されることから、左右動のみを対象とした。

本発表では、各種対策のうち軌道における地震時の新幹線脱線対策の概要について報告する。

### 2. 脱線防止対策

在来線用の脱線防止ガードは、急曲線走行時の乗り上がり脱線防止、あるいは中速度域での競合脱線防止を対象としているものであり、地震時を想定していない。そこで、地震時を想定した新たな脱線防止ガードを開発した。

脱線防止ガードの設置位置は建築限界を基に以下に示す条件とするが、レールの摩耗などを考慮するものとする。

- ・高さ：レールレベルから35mm以下
- ・離れ：軌間線から60mm以上

脱線防止ガードの長さは、敷設および撤去時の取り扱いなどを考慮し、4.99m（スラブ軌道突起間距離5m）を基本とした。なお、脱線防止ガード継目部の目違いを抑制するために、継目部に継目板を設置するものとした。

図1に平板スラブ用脱線防止ガードの概略を、図2に平板スラブへの取り付け状況を示す。試作した脱線防止ガードについて、水平力200kN（設計荷重相当）の静的載荷試験を行い、脱防ガード支持部の強度に問題がないこと、埋込栓部周辺のコンクリートにひび割れなどの異常が認められないことを確認した。

枠型スラブ用脱線防止ガードについては、ガード取付け用コンクリートブロックを枠形スラブ内に設置する構造を考案し、平板スラブ用と同様に静的載荷試験を行なった結果、脱防ガード部材およびコンクリートブロックにき裂などの損傷は確認されなかった。

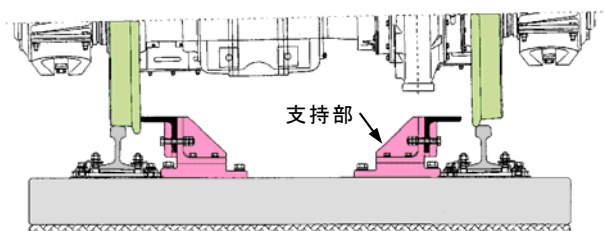


図1 平板スラブ用脱線防止ガードの概略図



図2 平板スラブへの取り付け状況

### 3. 逸脱防止対策

逸脱防止対策に関して、地上側の対策として逸脱防止ガードについて検討した。逸脱防止ガードは、列車が脱線した場合でも脱線後の被害を少なくするため脱線車輪を走行レールに沿って誘導し、脱線車両が軌道から大きく逸脱しないようにする設備である。

逸脱防止ガードの設置間隔(軌間線からの離れ)は、図3に示すように上下線を走行している脱線車両の挙動や、脱線した車輪が軌道スラブおよびPCまくらぎ上面から外れずに走行できることなどの条件を考慮した上で決定する必要がある。

逸脱防止ガードの高さは、脱線した車輪を誘導するとともに台車下部の高剛性部材に支障しないことや、実物台車を用いた振動台試験で得られた最大車輪上昇量の測定結果などの条件を基に80mmとした。

図4に平板スラブ用逸脱防止ガードの概略を、図5に平板スラブへの取り付け状況を示す。逸脱防止ガードについて水平力200kNの静的載荷試験を行い、十分な強度を有していること、また静的載荷時の逸脱防止ガードの左右変位量は小さく問題のないことを確認した。

枠型スラブおよびバラスト軌道用逸脱防止ガードについても、設計荷重を基に設計・試作を行い、静的載荷試験により強度を確認した。

### 4. 損傷防止対策

上越新幹線の脱線では、脱線した車輪が接着絶縁レールの継目板端部を衝撃してレールが破断した。この場合、車両が軌道から大きく逸脱して被害が拡大する可能性がある。車両側の逸脱防止対策である車両ガイド(図6)が有効に機能するためには、レールの姿勢を何らかの形で保持するとともに継目部でのレール破断を防ぐ必要がある。そこで、軌道部材の損傷防止対策としてレール転倒防止装置、地震対策用接着絶縁レールについて検討した。

#### 4.1 レール転倒防止装置

転倒防止装置は、レール締結装置が脱線車輪により壊された場合でも、一定間隔に設置するこ

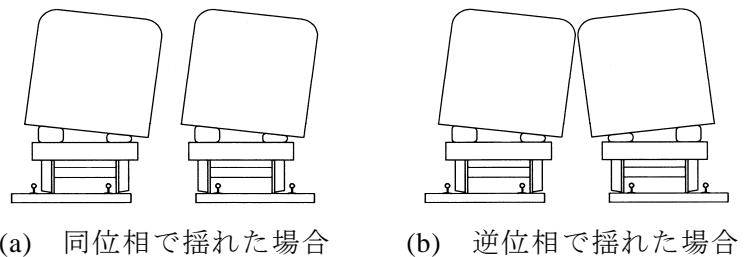


図3 脱線車両の挙動(上下線とも線間側へ脱線)

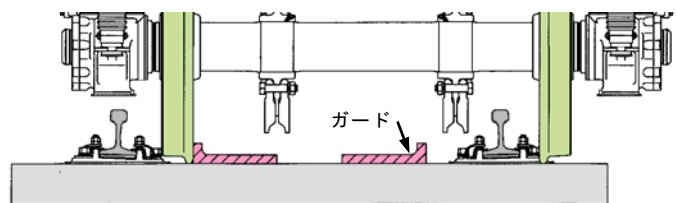


図4 平板スラブ用逸脱防止ガードの概略図



図5 平板スラブへの取り付け状況

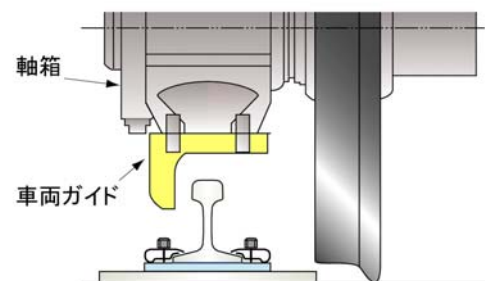


図6 L型車両ガイド

とでレールの転倒を防止し姿勢を保持するために設ける設備である。その役割から、脱線車輪や車両ガイドからの作用力に対してレールの横移動量を抑えること（転倒防止機能）と、脱線車輪が衝突した場合にも破壊により機能が失われないこと（衝突耐久性）が求められる。

レール転倒防止装置の衝突耐久性を確認するため、荷重を載せた実台車をモーターカーでけん引し、適当な速度でその台車を突放して、地上に据え付けた転倒防止装置に衝突させる走行試験を実施し（図7、8）、低速域（60km/h）でのレール転倒防止装置の部材強度を確認した。

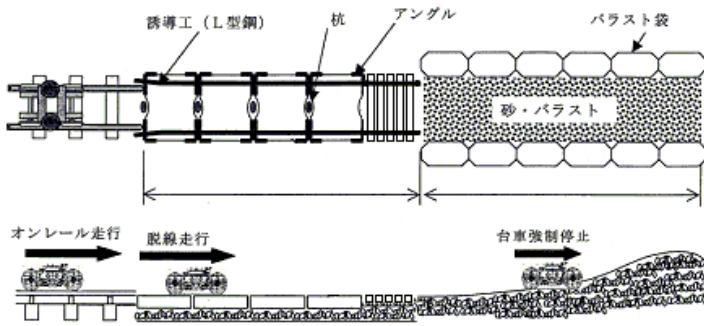


図7 試験軌道の概要



図8 レール転倒防止装置の衝突試験状況（JR東日本・東海道貨物支線の試験場）

実台車を使用した衝突試験では実施不可能な速度領域での転倒防止装置の衝突耐久性および車輪の挙動を検討するため、有限要素法による3次元の衝突解析を行い、脱線車輪が360km/hで衝突し装置上を走行した場合でも転倒防止機能が期待できる装置を考案した（図9）。

現在、営業線での施工性や電気絶縁性能などを確認するため、JR東日本と共同して東北新幹線で長期試験中である。

#### 4.2 地震対策用接着絶縁レール

脱線した車輪もしくは台車の部材が接着絶縁レールの継目板端部に衝撃する際のダメージを低減するため、接着継目板端部にテーパ部を設けた。また、継目板ボルトに脱線車輪が直接衝撃しないような形状にするために、接着継目板頭部の幅を継目板ボルトの長さまで広げ、接着継目板の腹部厚を小さくするなどの構造を改良した地震対策用接着絶縁レールを開発した<sup>1)</sup>（図10）。

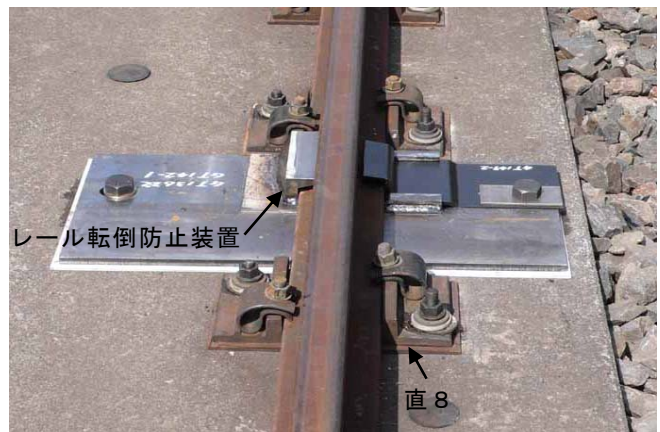


図9 平板スラブ用レール転倒防止装置

車輪の衝突による衝撃力を想定した重錘落下試験などにより基本性能を確認した後、JR東日本と共同して上越新幹線で試験敷設を行った（図11）。その結果、地震対策用に設計した接着絶縁レールは、敷設1年後において所要の性能を満足しており、実用上問題ないことが確認された。

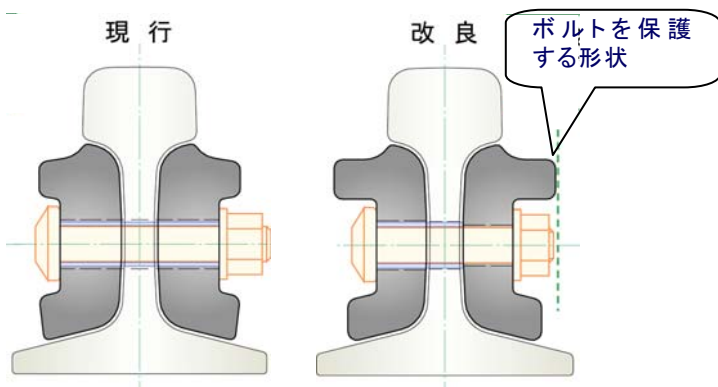


図10 接着絶縁レールの改良案

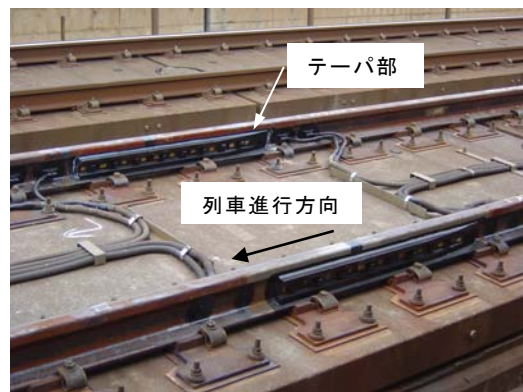


図11 地震対策用接着絶縁レール (JR東日本が上越新幹線に試験敷設)

### 5. 伸縮継目撤去に関する検討

脱線車輪による軌道部材に対する損傷を少なくするためには、ロングレール軌道で使用される伸縮継目はできるだけ敷設数が少ないことが望ましい。

一般的に、新幹線における伸縮継目は長大橋りょうや分岐器の前後に敷設される場合が多い。そこで、長大橋りょうの前後に敷設されている伸縮継目について、設定温度などの条件を変更した場合の最大レール軸力や破断時開口量について再検討し、その結果を基に伸縮継目撤去の可否について検討する(図12)。また、分岐器については、既存の研究成果を基に<sup>2)</sup>、分岐器前後の伸縮継目を撤去し分岐器介在ロングレールとした場合の検討を行ない、伸縮継目撤去の可能性について検討する。

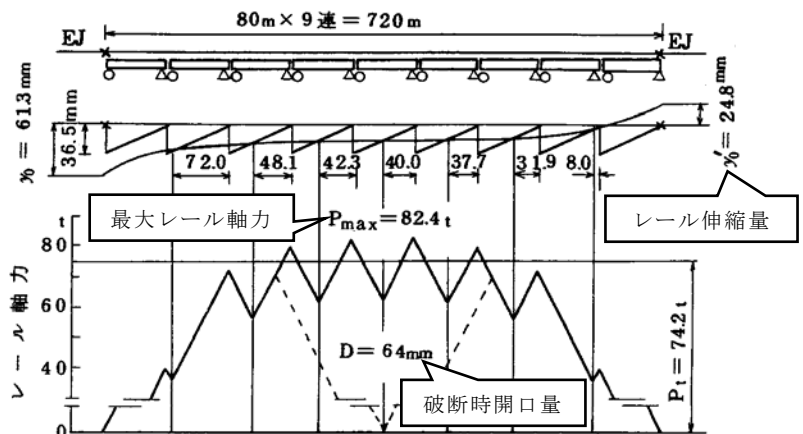


図12 橋上ロングレールの解析例(伸縮継目あり)

### 6. おわりに

軌道における新幹線の脱線対策技術に関しては、既に試験敷設を終えた対策技術もあるが、平板スラブ以外の軌道に対するレール転倒防止装置、逸脱防止ガードなどについては、今後も引き続き開発を進める予定である。

#### 【参考文献】

1. 吉田謙一、片岡宏夫他：「新幹線地震対策用接着絶縁レールの開発」 J-RAIL2007、2006.12.7
2. 岩佐裕一、片岡宏夫他：「分岐器介在ロングレールの適用範囲の拡大」鉄道総研報告、2006.4