

逸脱防止ガードの継手構造の開発について

鉄道総合技術研究所 正会員 ○本野 貴志
 鉄道総合技術研究所 正会員 西宮 裕騎
 鉄道総合技術研究所 正会員 片岡 宏夫

1. はじめに

2004年の新潟県中越地震において走行中の新幹線車両が脱線し、参考文献1)にあるように鉄道施設に多大な被害をもたらした。その後、各所で地震時の減災対策に関する研究が進められており、その中で軌道における対策として、脱線した車両の軌道からの大きな逸脱を防止する逸脱防止対策設備がある。その一つとして逸脱防止ガード(以下、「逸防ガード」という)の開発が進められ、試験敷設も行われている^{2), 3)}。スラブ軌道用の逸防ガードは脱線車輪を連続的に誘導させるため、図1に示すように装置受台を介し、前後の逸防ガードをボルトにより固定する連結構造としている。しかし、高架橋上のスラブ軌道で前後の逸防ガードを直接連結すると、桁の温度伸縮により軌道スラブの突起部の負担が増加する可能性がある。このために、桁の温度伸縮に対応でき、かつ前後の逸防ガード間の目違いを緩和する逸防ガードの継手構造を開発した。ここでは開発にあたり、要素試験およびFEM解析により構造を検討した内容について報告する。

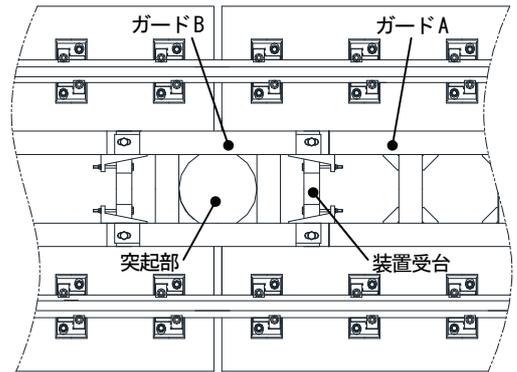
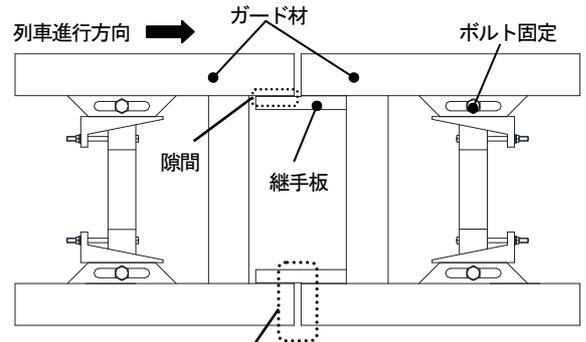


図1 逸防ガード連結構造の例

2. 開発した逸防ガード継手構造

開発した逸防ガードの継手構造を図2に示す。逸防ガードの継手構造は、脱線車輪が逸防ガードに沿って誘導された際に生じた水平変位を、継手板を介して連続する逸防ガードに同等の変位を与えスムーズに誘導させるためのものである。開発にあたって、以下の内容について検討した。

- (1) 水平力200kN(設計荷重相当)に耐える強度を有する²⁾。
- (2) 脱線車輪の連続的な誘導を可能とするため、前後の逸防ガード間に著大な目違いが生じない構造とする。
- (3) 高架橋の桁の温度伸縮に対応するため、連続する逸防ガード間に遊間をもたせる。
- (4) 取り付けの施工性の向上を目的とし、継手板とガード材に隙間を設ける。



逸防ガード間の遊間

図2 逸防ガードの継手構造概要図

3. 逸防ガード継手構造の要素試験

逸防ガードの継手構造を試作し、性能確認を行うため図2の構造について静的載荷試験を行った。静的載荷試験の状況を図3に示す。試験では、継手板の付いた逸防ガードが載荷によって回転した場合、角折れが生じて継手部に荷重がかからない恐れがあったため、非載荷側のガード材の変位を拘束した。変位は、非載荷側のガード材変位Aと載荷側のガード材変位Bを測定し、それぞれの差から目違い量を算出した。また、ひずみは継手板裏面に単軸ゲージを、逸防ガードと継手板溶接部近傍に3軸ゲージを貼付し測定した。

静的載荷試験の結果を表1および図4に示す。200kN 載荷時の逸防ガードの最大変位は9mmであり、目違い量は3mmであつ

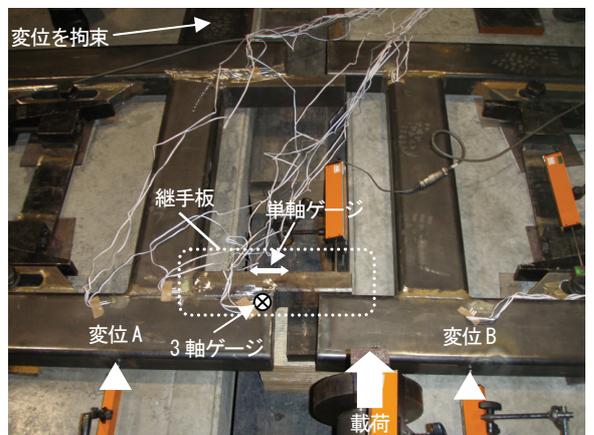


図3 静的載荷試験の状況

キーワード 逸脱防止ガード, スラブ軌道, 新幹線, 脱線, FEM解析

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部(軌道構造) TEL 042-573-7275

た. 300kN 荷重時においても目違い量は 3mm で, 発生ひずみは最大 0.17% 程度であり, 逸脱ガードおよび継手板ともに破壊に至る著大なひずみは確認されなかった. よって, 逸脱防止の効果に問題はないものとする. 今回の静的荷重試験では継手板厚さを 50mm としたが, 十分な耐力を有しており, 薄く改良できる余地があることから次章において FEM 解析により検討することとした.

表 1 静的荷重試験結果

(a) 変位			
荷重	A	B	目違い
200kN	6	9	3
300kN	11	14	3

(単位: mm)

(b) 主ひずみ		
荷重	単軸	3軸
200kN	-696	636
300kN	-1693	1453

(単位: $\times 10^{-6} \epsilon$)

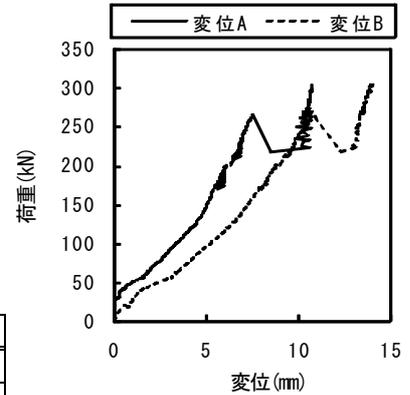


図 4 荷重と変位の関係

4. 逸脱ガード継手構造の FEM 解析

逸脱ガードの継手構造の継手板厚さが荷重と変位の関係に及ぼす影響を検討するため, 静的非線形弾塑性解析を実施した. 解析モデルを図 5 に示す. 解析では継手板厚さを静的荷重試験と同様の 50mm と薄くした 40mm, 30mm, 20mm の 4 条件で行った. 継手板が無い方の逸脱ガードは, 隣接するボルト固定位置までの長さをモデル化し, 継手への荷重分散が適切に再現できるようにした. また, 継手部に荷重がかかるよう, 継手板のついた逸脱ガードの端を拘束した. ボルト締結部は, 長穴方向の変位を許容しその他は拘束した. 荷重は静的荷重試験と同様に, 継手板が無い方の逸脱ガード端部付近に 200kN 荷重した. 作成した解析モデルを用いて, FEM 解析を行った.

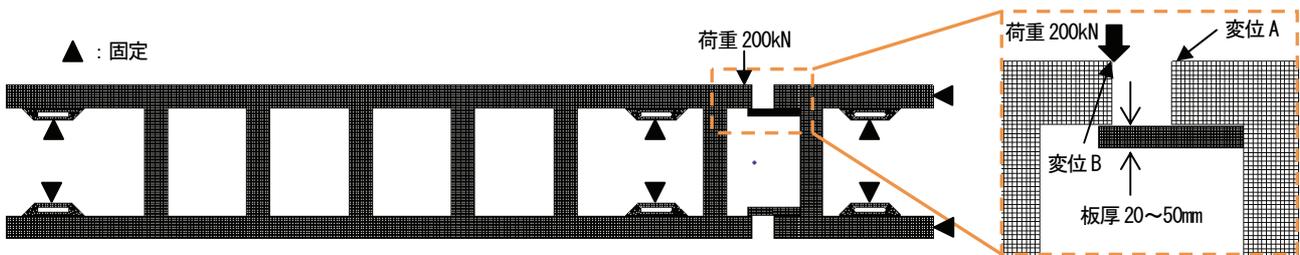


図 5 逸脱ガードの継手構造の解析モデル

解析結果を図 6 に示す. また, 得られた知見を以下に述べる.

- 静的荷重試験結果と解析結果を比較すると, 荷重点における変位に差はあるが目違い量は概ね近い値であった.
- 荷重点変位と目違い量は, 板厚が 30mm を下回ると増加する傾向が見られた.
- 板厚を 20mm とした場合の塑性ひずみは, 継手板表面のわずかな範囲に分布していることが分かった. よって, 板厚が 20mm 程度でも破壊には至らないと推定される.

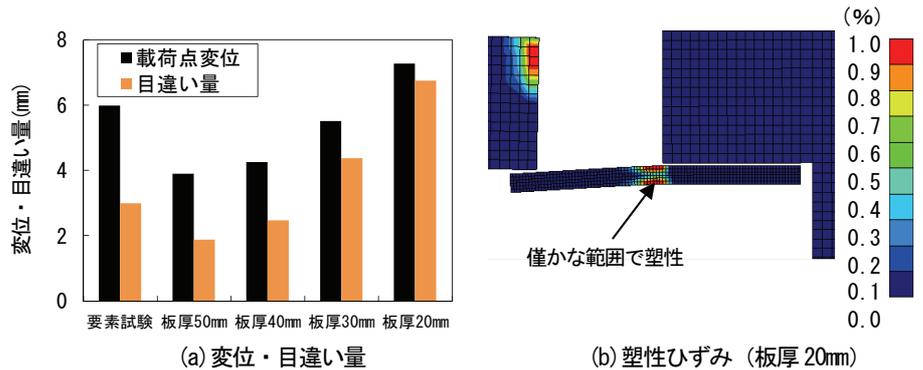


図 6 解析結果

5. まとめ

高架橋上のスラブ軌道では, 桁の温度伸縮により突起部に負担がかかるため, 逸脱防止ガードを連結せずに脱線車輪を誘導可能な継手構造を開発した. 要素試験および FEM 解析により荷重時に前後の逸脱防止ガード間に著大な目違いが発生せず, 継手構造も十分な耐荷力を有していることを確認した.

(参考文献)

- 1) 航空・鉄道事故調査委員会: 鉄道事故調査報告書 I 上越新幹線浦佐駅~長岡駅間 列車脱線事故, 2007. 11. 30
- 2) 楠田将之: バラスト軌道用逸脱防止ガードの開発, JREA Vo154 No. 12, 2011. 12
- 3) 楠田将之: スラブ軌道用・逸脱防止ガードの開発, 日本鉄道施設協会誌 Vo150, 2012. 3