

新幹線伸縮継目用脱線防止ガードの開発

東海旅客鉄道株式会社（正会員） 曾田 祥信

1. はじめに

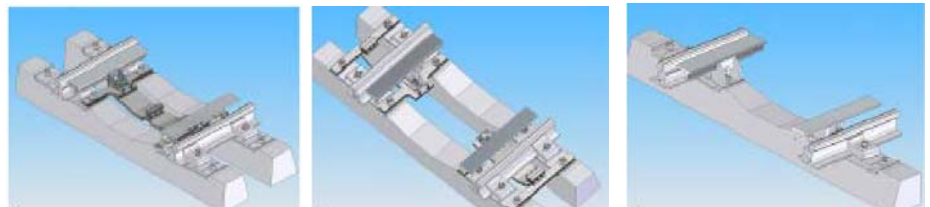
平成 21 年度から、東海道新幹線の一般区間に対しては、順次、脱線防止ガードを設置しているところであるが、一部の特殊な軌道構造の区間に関しては、それに対応する新たな構造の脱線防止ガードを開発する必要がある。その一つが、伸縮継目用脱線防止ガードである。東海道新幹線の本線には、約 250 箇所の有道床伸縮継目があり、それらを対象に、既存の伸縮継目に取り付けられる合理的な構造の脱線防止ガードを開発した。本稿では、その構造部材に関する検討の経緯、検証試験の概要及び床板一体型の部材を用いて軌きょう全体構造を構成し、実用化レベルまで行った各種検証試験の概要について報告する。

2. 構造検討

伸縮継目は、ロングレールの可動区間における温度伸縮を吸収するため斜め継目型式になっている。その構造は、伸縮継目用の PC まくらぎに床板が据え付けられ、トングレールと受レールが、レールブレスや座金で締結されており、一般区間用に開発した脱線防止ガード^{1) 2)}をそのまま設置することは不可能であった。しかし、脱線防止ガード設置のために、伸縮継目自体の構造を変更することは、極力避けることとし、以下の考え方で伸縮継目用脱線防止ガードの構造を検討することとした。

- ・既設の伸縮継目用 PC まくらぎに、できる限り容易に取り付けられる構造とする
- ・一般区間用の脱線防止ガードと同じ設計仕様とする¹⁾

そして、図-1 に示す 3 つのタイプについて、部材を設計・試作し、絞り込むことにした。これらの特徴は、いずれも、床板を PC まくらぎに固定している既存のボルト構造をそのまま利用している点である。タイプ 1 とタイプ 2 は、一般区間と同じ転換可能なブロック構造を PC まくらぎ間に構成することを考えた。しかしタイプ 3 は、線路保守作業への対応としては、ガード材の取り外し、取り付けが可能であれば、伸縮継目区間の延長は短いので、特に転換の構造にはこだわらないという考えで、既存の床板の更替を前提とし、床板一体型の構造とした。



タイプ 1

タイプ 2

タイプ 3

図-1 構造の検討結果

3. 水平载荷試験による検証

それぞれのタイプについて試験体を試作し、静的に水平载荷試験を行った。試験方法は、伸縮継目用 PC まくらぎに各タイプの部材を設置し、前面（車輪からの荷重を想定）、背面（逸脱防止ストッパからの荷重を想定）それぞれ载荷を行い、荷重と変位、部材とボルトの発生応力を測定し、材料強度の確認を行った。試験の実施状況を写真-1 に示す。試験結果として、荷重と载荷点における水平変位の関係グラフについて図-2 に示す。

この試験により、タイプ 3 が最も強度が高く変形しづらい構造であることがわかった。次に、タイプ 3 の破壊形態が床板の変形に伴うものであり、その剛性を



写真-1 水平载荷試験の実施状況

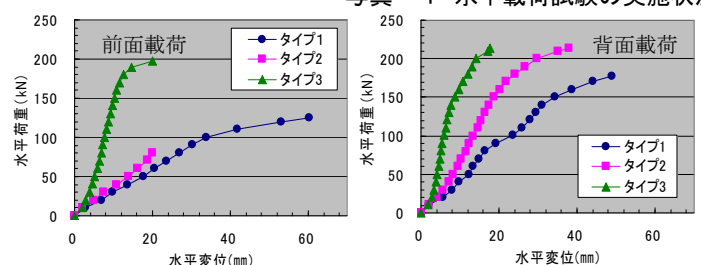


図-2 荷重-変位グラフ

高めることは容易と考え、写真-2にあるように床板の側面にプレートをつけて剛性を増した改良構造を試作した。そして再度、前面・背面で水平载荷試験を行った結果、図-3にあるように、さらに変形性能が高くなった。

前面载荷では、設計荷重である170kN 载荷時の水平変位が11.5mm (横剛性14.8kN/mm) から9.2mm (横剛性18.5kN/mm) に向上している。



写真-2 タイプ3の改良

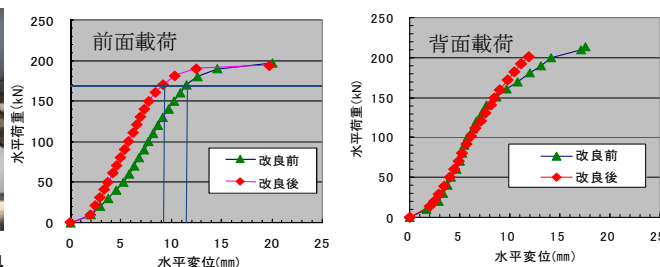


図-3 タイプ3改良の試験結果 (荷重-変位)

4. 軌きょうでの静的水平载荷試験

脱線防止ガードは、PCまくらぎ1本おきに固定する構造で、作用力は、脱線防止ガード、レール、PCまくらぎ及びバラストから成る「軌きょう」で支持する。そこで、写真-3に示す軌きょうモデルを構成し、脱線防止ガードの前面と背面から静的水平载荷試験を実施した。

図-4に、試験結果の一例として、固定金具位置での荷重と水平変位（レールに対するガード変位）を示す。設計荷重である170kNの水平载荷まで、脱線防止ガードを構成する各ボルトに生じる応力は弾性域内で、部材に損傷は生じないことを確認した。



写真-3 軌きょう载荷試験

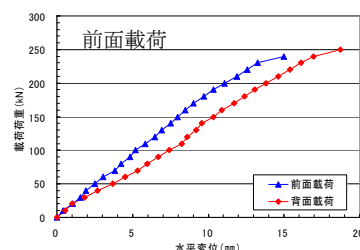


図-4 荷重-変位グラフ

5. 繰返し载荷試験

営業列車による列車振動に伴い、脱線防止ガードを構成する各部材に緩み等が発生しないことを確認する目的で、写真-4にあるように、当社の研究施設にある装置を用いて繰返し载荷試験を行った。

繰返し载荷試験では、伸縮継目に脱線防止ガードを設置し、レール頭頂面に起振機で振動を与え、ガード設置位置やボルト軸力の変動を確認した。なお、载荷条件は、30Hz (軸距2.5m, 速度270km/h)での走行を模擬)で370万回 (東海道新幹線約1年分の通過軸数を模擬)とし、輪重変動率 $\pm 50\%$ (60 ± 30 kN)を設定した。

試験結果は、一般区間用の脱線防止ガード同様³⁾、図-5にあるように、連続载荷前後でのガード設置位置の変動は無く測定誤差の範囲内であること、実用上問題となるようなボルト軸力の変動も発生しないことを確認した。



写真-4 繰返し载荷試験状況

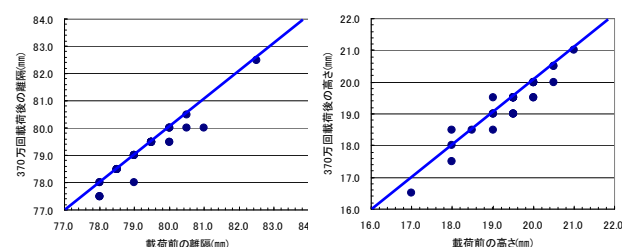


図-5 繰返し载荷試験結果一例

6. おわりに

新幹線の有道床伸縮継目を対象とし、既存の伸縮継目用PCまくらぎに設置できる合理的な脱線防止ガードの構造を検討し、保守性を踏まえた全体構造を設計し、各種性能試験により実用化レベルの開発を行った。今回の開発にあたり、ご協力いただいた大和軌道製造株式会社のご支援に対し、深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 村松他, 実台車を用いた加振試験による脱線防止ガードの設計仕様の検討, J-Rail2009, 講演論文集 pp. 491-494, 2009. 12
- 2) 曾田他, 脱線防止ガードの強度確認試験, J-Rail2009, 講演論文集 pp. 495-498, 2009. 12
- 3) 渡邊他, 新幹線バラスト軌道用脱線防止ガードの試験施工, J-Rail2009, 講演論文集 pp. 565-568, 2009. 12