

改良形ノーズ可動クロッシングの耐久性確認試験

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 若月 雅人

1. はじめに

JR東日本では、新幹線分岐器で使用しているノーズ可動クロッシング（以下、ノーズ可動）の損傷防止と省メンテナンス化を図るため、新しいノーズ可動クロッシング（以下、改良形ノーズ可動）を開発し、2006年度から導入を開始している。改良形ノーズ可動では、材質面の改善や形状の変更により、従来の損傷発生部位が改善されたことから、現行の累積通過トン数（通トン）による交換基準の延伸についても検討、その第一段階として、改良形ノーズ可動実体を使用しての耐久性確認試験を実施したので以下に概要を述べる。

2. 改良形ノーズ可動クロッシング

2.1 従来構造の問題点

ノーズ可動は新幹線の高速走行を可能とするために考案されたクロッシング構造である。高マンガン鋳鋼が使用されており、従来は材質上の制約からレール鋼と高マンガン鋳鋼との溶接が困難だったため、高速走行での車輪乗移りをスムーズにするため、特殊な斜め継目構造（図1）により前後レールと接続していた。現在ノーズ可動の交換基準は、通トン1.8億トンを標準としている。この基準値は、過去の損傷発生実績から算出されたもので、一般レールより短い原因としては、複雑な形状による応力集中の発生や、多数部品の組合わせによる損耗が材料寿命を短く設定している要因と考えられる。ノーズ可動に使用されている高マンガン鋳鋼は、表面強度が高く強靱で傷の進展が遅い利点がある反面、鋳造時の鋳込み温度の管理が不十分な場合、断面変化部等で鋳巣が発生しやすく、そこが損傷の起点となる場合もあり、製法

や品質管理が重要である。

当社では、製造メーカーと共同でノーズ可動の材質面の改善にも取り組んできた。

2.2 主な改良項目

上記の問題点を解消するため、各種基礎試験や試作試験を経て、改良形ノーズ可動が開発された。主な特徴を図2に示す。

過去に実施した営業線への試験敷設の結果では、形状変更により応力集中部や衝撃発生箇所が削減されたため、部材応力、レール変位量ともに実用上問題がないことを確認している。

3. 通トン交換基準の延伸の検討

従来構造に対して材質、構造面で改良された改良形ノーズ可動の性能を生かすためにも、改良形ノーズ可動の通トン交換基準延伸の検討に取り組んだ。ノーズ可動は新幹線の高速走行を維持している重要部材であることから、基準見直しでは、以下の手順により安全確認を段階的に実施する計画とした。

①新品の改良形ノーズ可動実体を使用しての載荷試験、②営業線敷設後、通トン1.8億トン到達品の改良形ノーズ可動を用いた載荷試験、③営業線への改良形ノーズ可動の1.8億トン超過後の継続敷設と追跡調査。

今回は一連の確認作業の第一段階として実施した、新品ノーズ可動実体による載荷試験の結果を報告する。

4. ノーズ可動実体の耐久性確認

4.1 室内試験による繰返し疲労載荷試験

当社の実物大軌道試験装置を用いて、長期的な列車荷重の影響確認試験として、改良形ノーズ可動実体の繰返

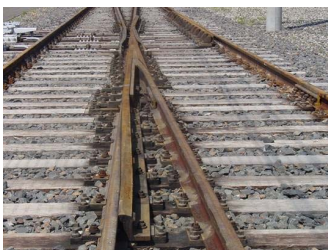


図1 ノーズ可動クロッシング

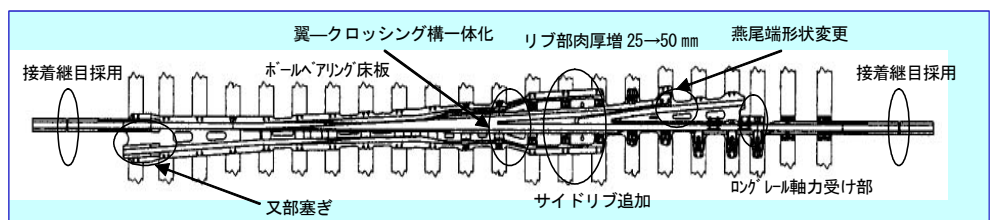


図2 改良形ノーズ可動クロッシングの特徴

キーワード ノーズ可動クロッシング、可動レール、高マンガン鋳鋼

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479 JR東日本研究開発センター TEL 048-651-2389

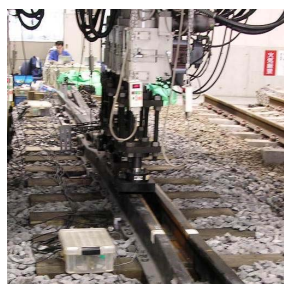


図3 繰返し疲労荷重試験

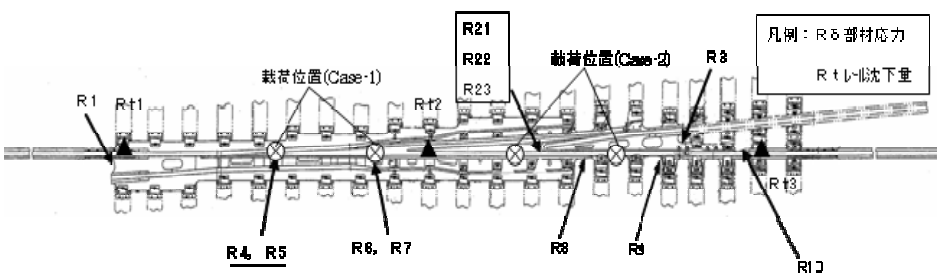


図4 部材応力等測定位置

し疲労荷重試験を行い、部材応力の変化等の測定を行った(図3)。測定位置、測定項目は図4の通りで、荷重位置は可動レールの断面変化部や転換用動作かん取付け突起部直上とした。試験結果は以下の通りである。

- 現在の通トン交換基準 1.8 億トンを超えて、最大 8 億トン経過時まで、高マンガン鋳鋼の疲労限度値を超える部材応力は発生しなかった(許容値の 40%程度)。
- 発生した部材応力最大値は、時間経過(通トン増加)により順次増加する傾向であった。
- 浸透探傷検査でも、可動レール底部や翼レール床板部に有害な損傷は発見されなかった。

ただし、今回の試験では、試験装置の構造上、実軌道と比較して次のような条件で異なっている。ア) 荷重点が固定化され、車輪がレール踏面上を連続移動する変化は再現できず、荷重点近傍の繰返し荷重の影響確認に止まり、ノーズ可動全体での評価は困難。イ) 短期間での促進試験のため、実軌道で生じる温度変化や気象現象の影響が評価できない。このため、今回の荷重試験の妥当性を評価するため、過去に実施した営業線での改良形ノーズ可動の動的試験結果と比較を行った(表1)。可動レールの発生応力最大値では、営業列車で測定した発生応力と同等な数値を示しており、荷重点近傍においては本試験方法でも実軌道の条件をほぼ満足する妥当なものと考えている。

4.2 材質評価試験

荷重試験が終了した改良形ノーズ可動について、可動レール荷重部を中心に踏面硬度と内部状態(放射線検査、浸透探傷検査、組織観察)の変化について調査を行った。その結果、荷重試験に起因する亀裂等の発生は認められなかった。図5のように断面の組織観察では、営業線から通トン交換で発生した従来構造の可動レールと比較したところ、踏面からの深さ方向の硬さ分布に大きな相違が見られた。改良形の可動レールでは深さ 1 mm までしか加工硬化が発生しないが、従来構造の可動レール発生

表 1 現地試験との比較

試験	Case-1	Case-2	備考
測点	Rσ6	Rσ8	
測点位置	可動レール突起部脇	可動レール弾性部	累積通トン1.8億トン時
実物大軌道疲労試験	28.3MPa 荷重荷重:100kN	43.9MPa 荷重荷重:100kN	
現地測定 2005年1月	30.0MPa 測定輪重:86.8kN 通過速度:218km/h	50.5MPa 測定輪重:82.7kN 通過速度:229km/h	東北新幹線 郡山161号D71

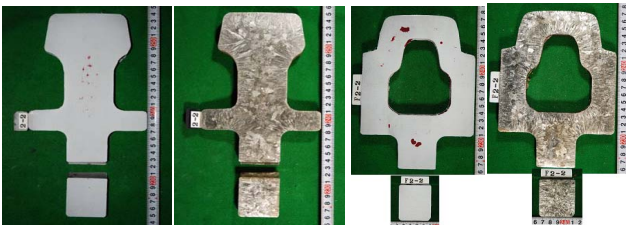


図5 可動レール内部状態(左:改良形,右:従来構造)

品の場合、深さ 5 mm まで加工硬化層が見られた。このことは、定点での繰返し荷重より、車輪による連続した転動運動の方が、踏面表層部に与える負荷が大ききものと推定できる。

材質改善の効果をより明確化するためにも、回転曲げ疲労試験等の基礎試験を今後継続し、改良形ノーズ可動の改善効果を定量化する。そのためにも、製造メーカーである(株)大同キャスティングスと共同して研究を進めたい。

5. おわりに

今回、改良形ノーズ可動導入による通トン交換基準検討の第一段階として、繰返し荷重試験により、ノーズ可動の一部ではあるが 8 億トン相当の通トン荷重でも、材質上の問題がないことが確認できた。通トン交換基準の延伸までには、今後十年程度の時間が必要であるが、実用化へ向けて、継続して取組んでいきたい。

【参考文献】

1) 若月雅人ほか「次世代ノーズ可動クロッシングの開発」第 60 回土木学会年次講演会 2005. 9
2) 佐藤泰正「分岐器の構造と保守」(財)日本鉄道施設協会