

次世代分岐器の敷設拡大に向けた改良

Improvement to increase placement of
'Next generation turnout'



大池 幸史*



立川 正勝*



小西 俊之*

More than 300 sets of 'Next generation turnout (2000 type)' have been laid mainly in metropolitan area from 2002, and this brings about various merits : reduction of transportation disorder because of turnout failure, reduction of maintenance cost, and reduction of the inspection item etc. For further introduction of 2000 type turnout, we investigated cost reduction. As a result, we achieved 30% material cost reduction and we confirmed that the strength of 'Grid type sleeper' and the fatigue durability of 'slide base plates' meet required performance.

●キーワード：次世代分岐器、グリットまくらぎ、高床式床板、低廉化

1. はじめに

分岐器の設備故障による輸送障害の削減、保守経費の削減、検査項目の削減を目的として開発された「次世代分岐器(2000形)」は2002年度から首都圏を中心に導入されており、これまで300台以上がポイント部を対象に敷設されている(カセット交換と称する)。次世代分岐器は機能面から分岐器全体を見直し、海外の優れた部材を積極的に取り入れ、従来の分岐器を大幅に変革したものである。次世代分岐器の導入は機能面で非常にメリットが大きいことから、今後の更なる敷設拡大を目指すために材料費低廉化の検討を行った。本稿では、これまでの開発状況について述べる。

2. 敷設拡大に向けた低廉化の検討

2.1 まくらぎ構造の検討

軌きょう剛性の強化(横剛性7倍、縦剛性2~3倍)により軌道整備周期の延伸が図られたグリットまくらぎについて、材料費が全体の約3割を占めることから、従来構造を踏襲しつつスリム化(以下、スリムグリットまくらぎと呼ぶ)することで低廉化を図った。グリットまくらぎをスリム化する要素として、レール締結間隔の拡大、横まくらぎ本数の削減、短まくらぎ幅・横まくらぎ幅の縮小、鋼材厚の薄型化、溶接仕様の変更などを検討した。表1に従来のグリットまくらぎとの比較を示す。

スリムグリットまくらぎは従来構造より鋼材板厚を薄くし、配置間隔を拡大していることから、60k12#用のグリットまくらぎを対象にモデル化し、FEM解析によって強度に問題がないことを確認した。最大応力はA荷重98kNを短まくらぎ上のレール中心鉛直方向に載荷(図1におけるP1)した場合に発生し、許容値100MPa以下であった。スリムグリットまくらぎへの仕様変更により、従来構造のカセット交換の材料費に対して6.7%の低廉化が可能な見通しとなった。

表1 従来構造とスリムグリットまくらぎの比較

| | 従来構造 | スリムグリットまくらぎ |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| 配置間隔 (レール締結間隔) | 750mm | 900mm |
| 横まくらぎ本数 | 6本 | 4本 |
| 横まくらぎ幅 | 300mm | 230mm |
| 短まくらぎ幅 | 350mm | 250mm |
| 鋼材厚 | 12mm | 9mm |
| 溶接仕様 | 縦材と横材の接合部は 全周隅肉 12mm | 縦材と横材の接合部は 全周隅肉 10mm |

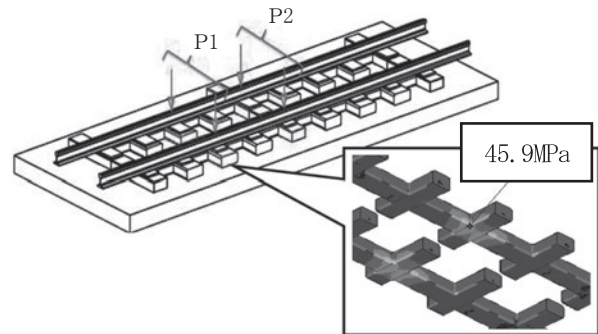


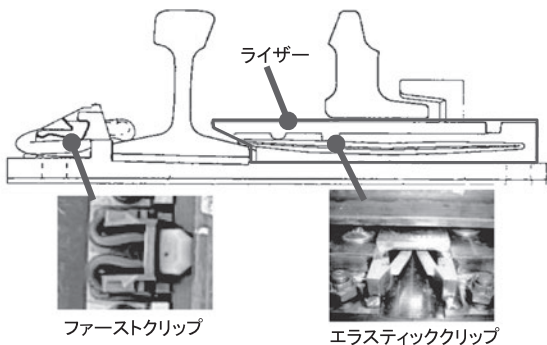
図1 グリットまくらぎFEM解析結果

2.2 床板・締結構造の検討

2.2.1 構造検討

従来の次世代分岐器では分岐器床板を高床式とすることで異物介入による不転換リスクを軽減するとともに基本レールの両側締結が可能な構造としている。しかし、この構造に適用しているクリップ類や高床式床板のライザー部は、海外調達品であることからコストが高い。これら部材を国産化し、材料費の低廉化を行うため、両側締結方式の新たな構造として板ばねとクサビを組合せた構造を検討した。板ばねは端部にクサビを打込み、持ち上げることで反力が締結力となる構造である。図2に床板及び締結装置の従来品との比較を示す。

【従来型(2000形)】



【低廉型】

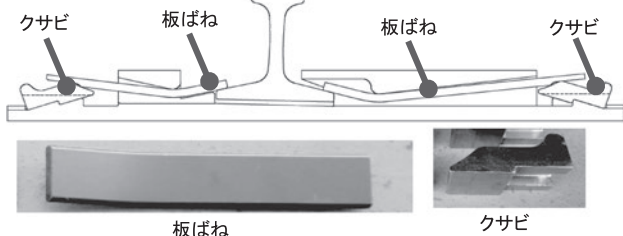


図2 両側締結方式の従来品との比較

2.2.2 性能確認試験

新たな両側締結方式を採用した締結装置を試作し性能確認試験を行った。評価は静的荷重試験の結果に基づく耐久限度線図による照査と、2軸疲労試験により行った。なお、性能確認試験は締結装置1組に対して行い、A荷重 (P_A, θ_A) 並びにB荷重 (P_B, θ_B) を想定した荷重条件は基礎試験(鉛直・水平・先端ばね定数)の結果に基づいて決定した。また、静的荷重試験において板ばねの応力測定位置は「へ」型の頂点1箇所とした(図3)。

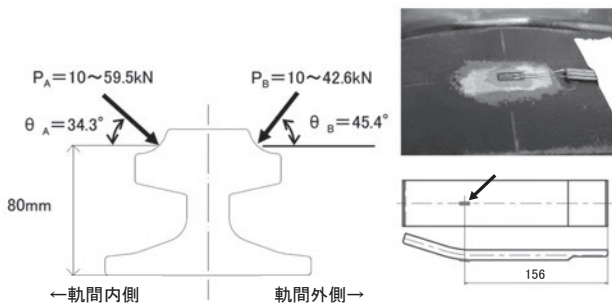


図3 荷重条件と応力測定位置

締結ばねに発生した最大応力 σ_{max} 及び最小応力 σ_{min} から平均応力と変動応力を算出し、耐久限度線図で評価した結果を図4に示す。

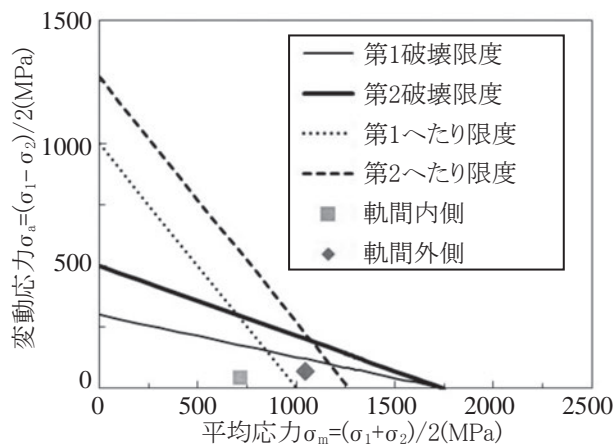


図4 荷重条件と応力測定位置

板ばねに発生した応力は軌間内側及び軌間外側ともに第2破壊限度および第2へたり限度以下であり、疲労耐久性に問題はないことを確認した。また、試験レールの上下変位から換算した60kgレール頭部左右変位量はA荷重相当の荷重で0.5mm程度であり、在来線における軌間拡大に対する限度値7.0mm以下であるため、安全性の照査を満足した。

2軸疲労試験終了後の外観目視確認では、各部材に折損、摩滅等の異常は認められず耐久性に問題が無いことを確認した。また、100万回の荷重でも試験レールの変位や小返りに顕著な変動は認められなかった。新たな締結装置の採用により、従来構造におけるカセット交換の材料費に対して17.2%の低廉化が可能な見通しとなった。

3. おわりに

本件名の開発状況を下記にまとめる。

- ・次世代分岐器(2000形)の敷設拡大に向けた低廉化の検討、試作及び性能確認試験を実施し、構造上の問題はない無いことを確認した。
- ・材料費の試算結果から、グリットまくらぎのスリム化、床板締結装置の変更(国産化)等により、全体で従来品の材料費から約25%の低廉化を図ることが可能な見通しである。
- ・今後はポイント部全体を試作し、実物大軌道試験装置を用いて更に性能確認を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 小尾実、堀雄一郎「次世代分岐器の開発」JREA、2003.7
- 2) 佐藤欽也、立川正勝「次世代分岐器の開発と導入状況」JREA、2009.10