

次世代分岐器（2000 形）の敷設拡大に向けた低廉化の検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 大池 幸史
 正会員 小西 俊之
 正会員 立川 正勝

1. はじめに

分岐器の設備故障による輸送障害削減、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。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るなどして、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、今後も敷設の拡大が望まれている分岐器であり、その一環として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。



図1 2000 形分岐器

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)を図ることにより低廉化の条件・要素を検討した。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・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。従来のグリットまくらぎとの比較を表 1 に示す。

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

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解析によって強度を確認した。荷重はA荷重 98kN、載荷位置は短まくらぎ上(P1)と横まくらぎ上(P2)の2箇所の各レール中心鉛直方向に載荷し、解析を実施した。載荷位置を図2に示す。

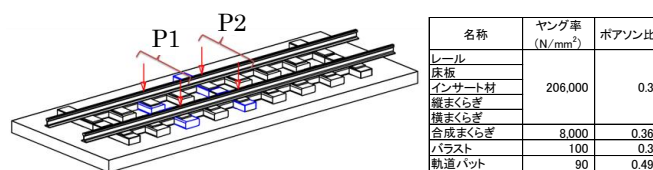


図2 FEM解析モデル及び物性値

図3に示す解析結果から、P1・P2ともに従来構造より最大主応力が増加するものの、最大値は45.9MPaであり、鋼材の許容応力として示されている100MPaを大きく下回っていることから、強度上に問題がないことを確認した。

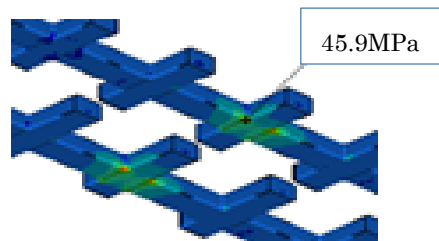


図3 スリムグリットまくらぎのFEM解析結果

グリットまくらぎをスリム化することによって、従来構造における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。

キーワード 2000 形分岐器、締結装置、グリットまくらぎ

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日新町2丁目479 JR 東日本 テクニカルセンター 分岐器G TEL048-651-2389

2. 2 床板・締結構造の検討

従来の次世代分岐器で基本レール両側締結に採用した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基本レール外側締結に e クリップ、内側締結に板ばねを採用した。床板及び締結装置の概要を図 4 に示す。

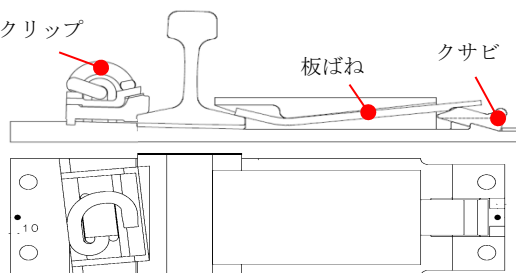


図 4 新たな両側締結方式

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り、板ばね長さやクサビによる扛上量を変えることによって締結力を任意に設計することが可能である。クサビは先端のツメが床板の傾斜の乗越えた位置で設計締結力となり、先端のツメはクサビ抜け止めの役割を果たす。

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. 試作及び性能確認試験（締結装置）

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。評価は静的载荷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、2 軸疲労試験の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、静的载荷試験における締結ばねの応力測定位置は、e クリップはフロントアーチ及びリアアーチの 2 箇所、板ばねはへ型の頂点を 1 箇所とし、e クリップについては平均ひずみと変動ひずみにより評価している。



図 5 試験装置

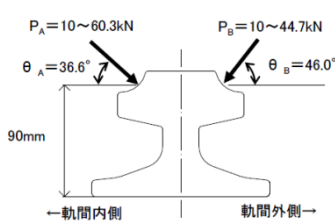


図 6 荷重条件

締結ばねに発生した最大応力 $\sigma_{\max}$ 及び最小応力 $\sigma_{\min}$ 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 7 および図 8 に示す。

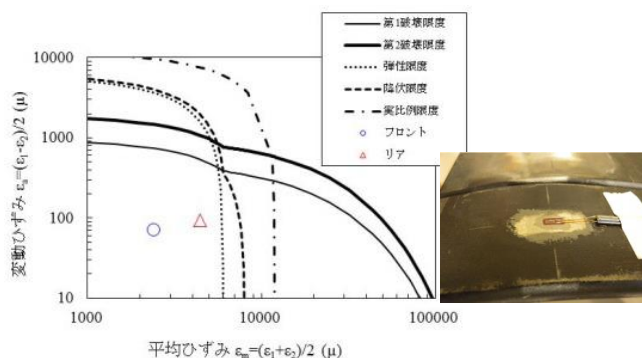


図 7 e クリップ性能評価

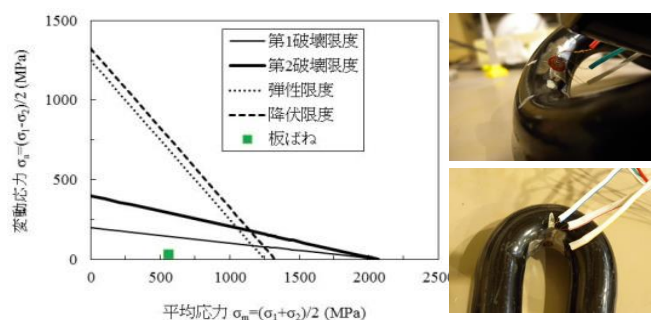


図 8 板ばね性能評価

e クリップと板ばねに発生した平均応力は弾性限度以下、変動応力は第一破壊限度以下であることから、疲労耐久性に問題が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 60 kg レール頭部左右変位量は A 荷重相当の载荷で 1.3mm 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。試験中に試験レールの変位や小返りについても顕著な変動は認められず、目標回数の 100 万回の载荷を満足した。

4. おわりに

本開発の成果を下記に纏める。

- ・2000 形分岐器の敷設拡大に向けた低廉化の検討及び試算結果によると、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）により材料費は従来品の 76.1%まで低廉化を図ることが可能。
- ・新たな両側締結構造について性能確認試験を行った結果、耐久限度線図を満足し、安全性及び疲労耐久性に問題が無いことを確認した。