

50kgN レール用次世代分岐器の最適化の取り組み

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○渡部 一人
 正会員 立川 正勝
 正会員 小西 俊之

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、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「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。次世代分岐器は性能面でメリットが大きく、今後の更なる導入拡大に向けて最適化に取り組んでいる。最適化は60kgレール用の次世代分岐器で先行して取り組んでいたが、50kgNレール用についても検討を行っており、本稿ではその内容について述べる。



図1 2000型分岐器

2. 最適化の検討

(1) レール締結装置の見直し

従来の次世代分岐器で採用したクリップ類や高床式床板のライザー部は、海外調達品のため高コストであった。そこで、高床式床板と基本レール両側締結という構造は維持したままで、国産化により最適化と材料費の低廉化を図り、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（図2）。

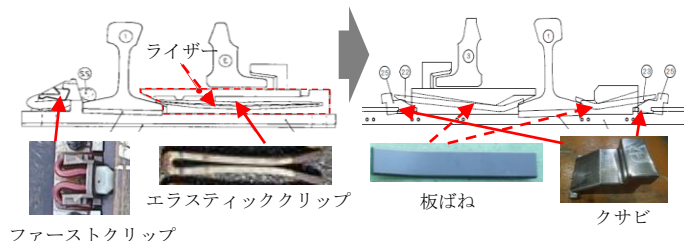


図2 床板及び締結装置の従来品との比較

(2) グリッドまくらぎの見直し

グリッドまくらぎについても最適な構造を検討した。その要素として、レール締結間隔の拡大、横まくらぎ本数の削減、横まくらぎ・短まくらぎ幅の縮小、鋼材の薄型化、溶接仕様の変更等を採用した（以下、スリムグリッドまくらぎと呼ぶ）。従来構造との比較を表1に示す。このスリムグリッドまくらぎは、60kgレールを対象とした数値解析及び実物大による試験の結果より、最大荷重（A荷重）を載荷した際でも、発生応力は鋼材の許容応力である100 N/mm²を下回っており、耐久性を満たすことを確認している¹⁾。

表1 従来構造とスリムグリッドまくらぎの比較

	従来構造	スリムグリッドまくらぎ
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

3. 試作及び性能確認試験

新たな両側締結方式を採用した締結装置とスリムグリッドまくらぎを組合せ、50kgNレール用12番の次世代分岐器ポイント部を試作し性能確認試験を行った。性能確認試験は、当社実物大試験装置を用いて営業列車を想定した荷重を静的及び動的に載荷し、ポイント部を構成する部材（レール、グリッドまくらぎ）に発生する応力、変位について確認した。



図3 実物大試験装置による試験

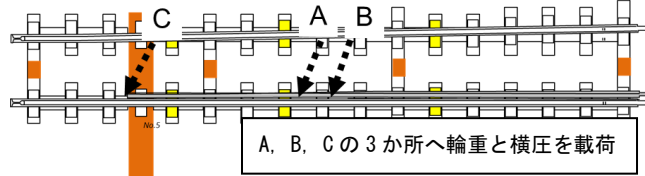
キーワード 50kgN レール用次世代分岐器、レール締結装置、グリッドまくらぎ、鉄道構造物設計標準
 連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479 JR 東日本テクニカルセンター 分岐器 G TEL048-651-2389

(1) 静的载荷試験

① 試験条件と測定項目

静的载荷試験は図4に示す2条件実施し、载荷する最大荷重は輪重横圧ともにA荷重である97.5kNと60kNとした。また、測定項目を表2に示す。

条件①



条件②

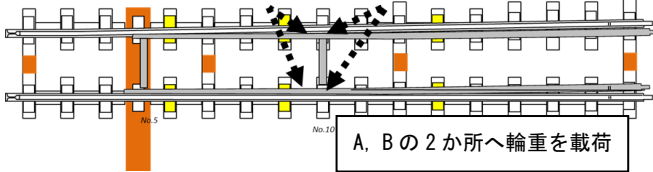


図4 各条件での荷重位置

表2 試験での測定項目

測定対象	測定項目
グリッドまくらぎ	底面応力
	溶接接合部応力
	まくらぎ下面圧力
レール	底面応力
	小返り量
	まくらぎ間のたわみ量
全般	軌道沈下量
ロックへの影響	基本レール横変位量
	トンゲレール横変位量

② 試験結果

条件①及び②の試験において部材に発生した応力、変位の最大値を表3に示す。

表3 各条件における最大値

条件①	測定項目	最大値	許容値
グリッドまくらぎ	底面応力	20.9N/mm ²	100N/mm ²
	溶接接合部応力	141.5N/mm ²	100N/mm ³
レール	底面応力	34.8N/mm ² (基本レール)	196N/mm ²
	小返り量	1.3mm	7mm
	ロックへの影響 (载荷位置C)	0.6mm	1.5mm
条件②	測定項目	最大値	許容値
グリッドまくらぎ	底面応力	37.0N/mm ²	100N/mm ²
	溶接接合部応力	74.0N/mm ²	100N/mm ³
レール	底面応力	81.9N/mm ² (基本レール)	196N/mm ²
	小返り量	0.87mm	7mm

両試験条件でレール底部に発生する応力及びレール小返り量、ロックへの影響は許容値未満であったが、グリッドまくらぎに発生する応力は溶接接合部にて許容値の100N/mm²を超過した。

(2) 動的試験

静的载荷試験の条件②でグリッドまくらぎ発生応力が最も大きくなった载荷位置Aにおいて、最大100kN、最小5kNの繰返し荷重を累積2,000万トンまで連続載

荷し、部材発生応力、変位、軌道沈下量を測定した。試験中は部材の発生応力と変位に大きな変動は見られず、部材の脱落や破壊は見られなかった。

(3) グリッドまくらぎの性能評価

試験結果より、グリッドまくらぎに発生する応力は許容値とされている100N/mm²を超過した。60kgレールで同様の試験を実施した結果と比較しても応力が増加しており、これは50kgNレールの断面係数が60kgレールより小さいことが影響していると考えられる。参考に、断面係数の比較を表4に示す。

表4 断面係数の比較

	断面係数 (mm ⁴)	比率 (60kg/50N)
50Nレール	770,740	1.14
60kgレール	875,389	

また、今回グリッドまくらぎの許容応力としている100N/mm²は、既往の知見²⁾にある分岐器部材の許容値を参照している。その一方で、今回の試験で応力が100N/mm²を超過しても直ちに破壊することがなかったため、グリッドまくらぎの母材(SS400)自体の安全性を、鉄道構造物設計標準を基に考察することとした。評価については、以下の式を満たせばよい³⁾。

$$\gamma_i \cdot \frac{I_{Rd}}{I_{Ld}} \leq 1 \quad (1)$$

γ_i : 軌道構造係数, I_{Rd} : 設計応答値, I_{Ld} : 設計限界値であり、今回 γ_i を1.2, I_{Rd} を141.5N/mm²(試験結果), I_{Ld} を245 N/mm²(母材の降伏耐力)で(1)を計算すると、0.69となり1を下回り安全性を満たすと考えられる。

4. おわりに

50kgNレール用の次世代分岐器の最適化を検討し、試作品に対して性確認試験を実施した。レールに関しては問題がなかったが、グリッドまくらぎは現在参照している許容値を超えるという結果となった。しかし、直ちに安全性に影響が及ぶとは考えにくくそのため導入については、メーカー、関係各所と協議をしながら判断していきたいと考えている。

(参考文献)

- 1) 大池他：次世代分岐器（2000型）の敷設拡大に向けた低廉化の検討，土木学会，2016
- 2) 佐藤泰生：分岐器の構造と保守，日本鉄道施設協会，2017
- 3) 鉄道総研：鉄道構造物等設計標準・同解説，丸善出版，2012