

地方幹線用 PC まくらぎ分岐器の構造の最適化に関する研究

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

1. はじめに

当社ではPC まくらぎ分岐器を1995年に大月構内(8#分岐器)に初めて導入し、20年以上経過した現在も軌道状態は良好で、木まくらぎ分岐器と比べ省メンテナンスの効果が高いことがわかっている。そこで、地方幹線への敷設を目的としてPC まくらぎ分岐器(10#分岐器)の開発を行い(以下、従来型分岐器)、一部区間で導入されたが、さらなる構造面・機能面での最適化を目的にPC まくらぎ分岐器の検討を行った(以下、2016年開発品)。

本稿では、これまでの開発状況について述べる。



図1 地方幹線用 PC まくらぎ分岐器

2. 構造の最適化等について

2. 1 まくらぎ構造の検討

(1) 配置間隔とまくらぎ形状

まくらぎ形状とまくらぎ配置間隔の検討での基本条件は次の通りとした。

- ① 既設計のポイント、クロッシングあるいはガード類をそのまま使用する
- ② SW-MTTでの突き固めを可能とするため、まくらぎ配置間隔の最大は750mm, 最小はまくらぎ側面間隔200mm以上とする

上記の条件を基に配置間隔を検討した結果、まくらぎ本数を従来型分岐器の56本に対し2016年開発品では10本削減でき、46本とした。

次にまくらぎ形状であるが、まくらぎ幅が広すぎ

ると継目箇所においてSW-MTTの突き固めに必要な間隔を確保することが難しくなることから、まくらぎ上幅340mm, まくらぎ下幅360mmの形状とした。

また、まくらぎ高さについては170mm～230mm(10mmごと)の範囲において、各まくらぎ高さでの断面形状を基にPC鋼材の本数や配置、コンクリート設計基準強度等を検討し、平面骨組み解析を行い設計応答値を求めた。その結果、曲げモーメントの許容値(M max および M min)に納めるには、まくらぎ高さをコンクリート設計基準強度50N/mm²で210mm, 70N/mm²で190mmで統一できることがわかった。コンクリート設計基準強度と形状の違いによるコスト増が些少であることも確認できたため、より道床厚を確保できるまくらぎ高さ190mmの形状を採用した。

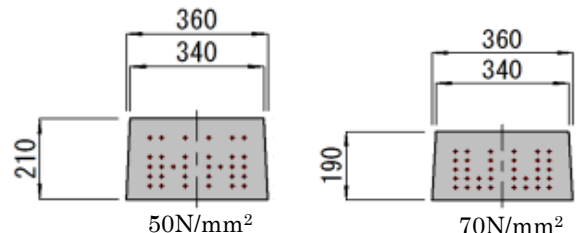


図2 PC まくらぎ断面形状

2. 2 床板・レール締結構造の検討

(1) 構造検討

床板の検討にあたり座面式とタイプレート式の両者を検討した結果、座面式はまくらぎ種類が増えるなどの点を考慮し、タイプレート式を採用し検討を進めることとした。

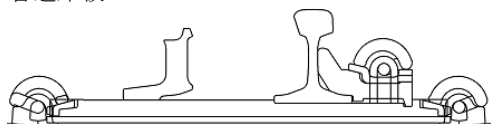
また、床板の形状として普通床板と高床式床板の2種類の検討を行った。普通床板についてはレール締結装置の種類統一などを考慮し基本的にはeクリップ締結(大月分岐器と同様)とした。

高床式床板については、材料の共通化を考慮し低廉化次世代分岐器²⁾にて検討しているクサビ式が設置できることを確認した。

キーワード 分岐器, レール締結装置, PC 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

① 普通床板



② 高床式床板

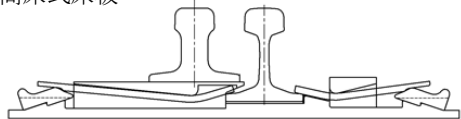


図3 締結装置

2. 3 道床横抵抗力および道床縦抵抗力

前項 2.1(2)で得られたまくらぎ形状において、一般的に用いられている下記の式により道床横抵抗力および道床縦抵抗力を算出した結果を表1に示す。

$$F = aW + b \gamma G_e + c \gamma G_s$$

表1 道床横抵抗力、道床縦抵抗力の算出結果

必要道床抵抗力		まくらぎ位置	2016年開発品
道床横抵抗力	ヒール部 6.6kN/m/レール以上	No. 20	11.11kN
道床縦抵抗力	ヒール部 13.4kN/m/レール以上	No. 20	29.81kN
	クロッシング後端部 18.0kN/m/レール以上	No. 37	40.13kN
		No. 38	43.45kN

ヒール部においては必要とされている道床横抵抗力 6.6kN と比較し約 2 倍の計算結果となった。

2. 4 FEM 解析による評価

従来型分岐器と比較して、まくらぎの配置間隔及び形状を拡大していることから、分岐器のモデル化を行い、図4に示すように各レール中心鉛直方向に荷重を載荷し、レール変位やバラスト圧力等を解析した。

FEM による解析の結果、バラスト圧力は分岐器前端的 P1・P2 で 0.040～0.043MPa、基準線側(MP3～8)で 0.038～0.045MPa、分岐線側(DP3～8)で 0.038～0.044MPa であった。

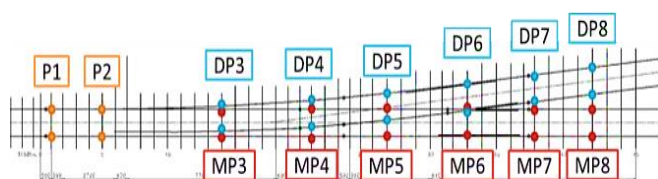


図4 FEM解析載荷位置

保守性については、バラスト圧力値から上下方向の軌道変位進み量を求め、当社の高低整備基準である 13mm に到達する年数を算出した。結果を図5に

示す。算出した結果、従来型分岐器と比較し約 1.5 倍の保守周期延伸が図れる見込みである。算出に用いたバラスト圧力値は実験等により検証された値ではないため文献³⁾における実測データと照合し、妥当性を確認した。

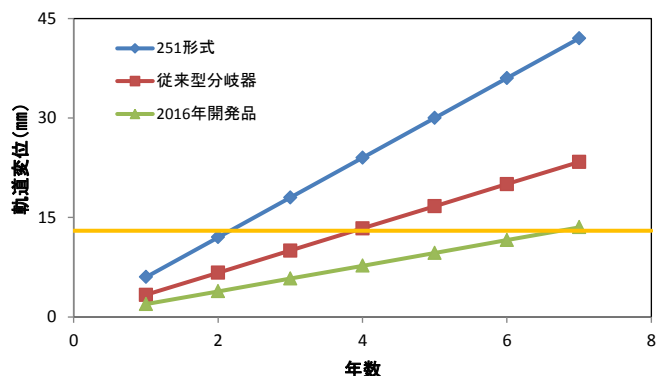


図5 軌道変位進み(高低, MP4 載荷位置)の例

2. 5 コスト試算

イニシャルコストについては普通床板の場合で従来型分岐器より約 10%ほど低くできる可能性がある。

また前項での結果の通り、つき固めの保守周期が延伸できることから、SW-MTTに必要な費用を含めたトータルコストは 20 年後の比較において約 15% 低減できる試算となった(図6)。

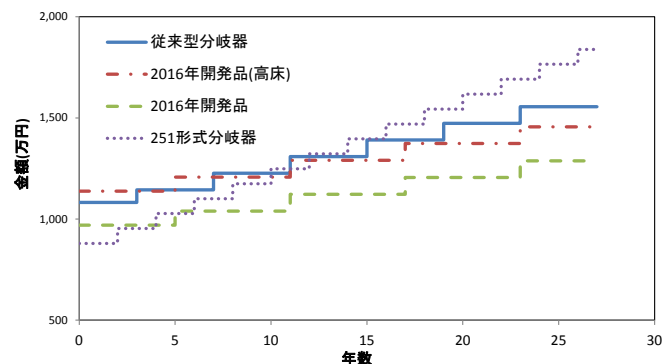


図6 トータルコストの試算

3. おわりに

これまでの検討から最適なまくらぎ形状及び配置間隔を確定することができ、現在、材料(まくらぎ及びレール締結装置)の性能確認試験を現在行っている。また、メンテナンス性の評価についてはあくまでも解析上の結果であることから、試作及び実物大試験装置による性能確認試験等を実施予定である。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説軌道構造、国土交通省鉄道局監修
- 2) 渡部一人：低廉型次世代分岐器の開発 2016 J-rail
- 3) 木村寛淳：ポイント部 PC まくらぎの敷設効果 2009.5 新線路