

乗移り時の損傷抑制を目的としたトングレール形状検討と 列車走行シミュレーションによる評価

東京地下鉄（株）	正会員	○高橋 浩市朗
東京地下鉄（株）		渡邊 真一
東京地下鉄（株）	正会員	新井 逸郎
関東分岐器（株）		吉野 哲也
関東分岐器（株）		小野里 銀児
日本製鉄（株）		山崎 陽介
日鉄レールウェイテクノス（株）		久保 奈帆美

1. はじめに

急曲線の多い路線では、曲線通過性能向上のために車輪反フランジ側の勾配が大きい踏面形状を採用している。この踏面がポイントを通過する際、他路線と比較してトングレール先端側で乗移ることになるが、トングレール先端側は相対的に強度が低いため、トングレール損傷の一因になる。また、乗移り時、トングレールに接触している箇所の車輪踏面の勾配も大きいことから、接触面積の減少により接触面圧が増加し、トングレールの摩耗や疲労の蓄積につながる。これらの対策として、乗移り位置がより後端側で¹⁾、かつ接触面圧が減少するようなトングレール形状を検討した。さらに、形状検討前後のトングレールに対して「SIMPACK」による列車走行シミュレーションを実施し、有効性を確認したので報告する。

2. トングレール形状の検討

2. 1. 検討対象トングレール

標準軌用 8 番分岐器の弾性ポイントトングレールについて検討した。このポイントの車輪-レール間の静的接触解析結果を図 1 に示す。車輪踏面形状の違いにより、急曲線の多い路線の乗移り位置は、一般的な路線と比較して 300mm 先端側になる。また、乗移り位置におけるレール頭頂面と車輪踏面の勾配の差が大きく、接触面積が小さい。

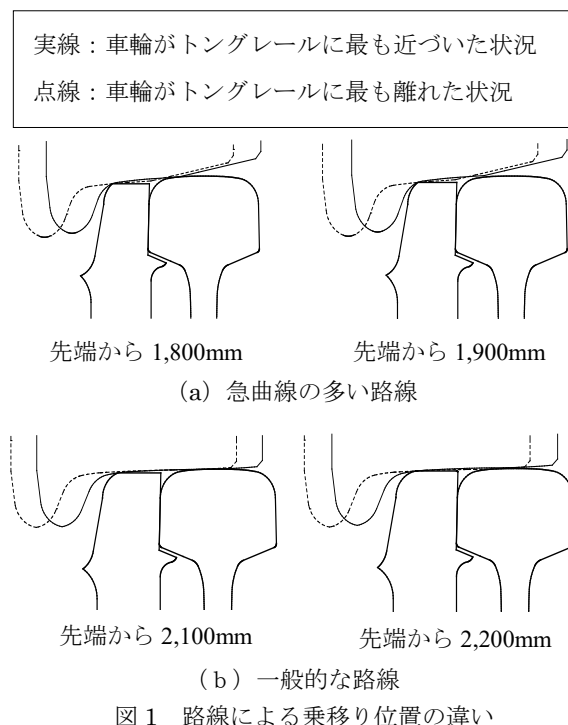
2. 2. 縦勾配取付け位置および断面形状の変更

急曲線の多い路線における車輪-レール間の接触状況を改善するため、縦勾配取付け位置を変更することで、車輪の乗移り位置を断面が大きく強度のある後方に移動した。また、トングレール頭頂面を走行車輪踏面に近似した形状とすることで接触面積を増加させ、接触面圧の軽減を図った。

2. 3. 新たなトングレール形状

縦勾配取付け位置および断面形状の変更により、以下に示す新たなトングレール形状を提案する。形状検討前後における縦勾配の取付け範囲を図 2 に示す。

- ① 縦勾配の範囲は、トングレール先端 90mm から 3,439mm の位置とする。
- ② トングレール頭頂面の断面には、1/13.1 の勾配を取付けるものとする。



キーワード トングレール, 損傷抑制, 列車走行シミュレーション

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄株式会社 工務部軌道課 TEL03-3837-709

3. 列車走行シミュレーション

3. 1. 概要

形状検討前後のトングレーलについて、列車走行シミュレーションを実施し、検討の妥当性を確認した。車両モデルは現行の営業列車相当で、乗車率は 200%，進入速度は 60km/h，進入方向は基準線側の対向とした。道床はコンクリート道床を想定し剛体とした。評価項目は、乗

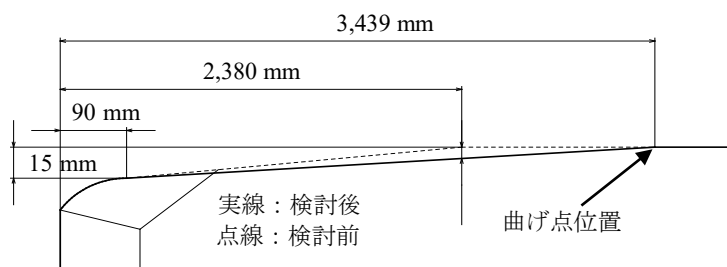


図2 形状検討前後における縦勾配取付け範囲

移り位置、接触面圧のほか、衝撃の発生や走行安定性に関わる輪重、軸箱振動加速度、脱線係数とした。

3. 2. シミュレーション結果

図3～7に、走行シミュレーションの結果を示す。検討前と比較して検討後のトングレールは、乗移り位置が0.7m後方に移動している。また、検討後のトングレールにおいて輪重が増加しているにもかかわらず、接触面圧が減少していることから、接触面積は大きく増加しているといえる。形状検討時の狙い通り、乗移り位置の後方移動および乗移り時の接触面圧低下を達成していることから、トングレールの損傷抑制が可能になると考えられる。

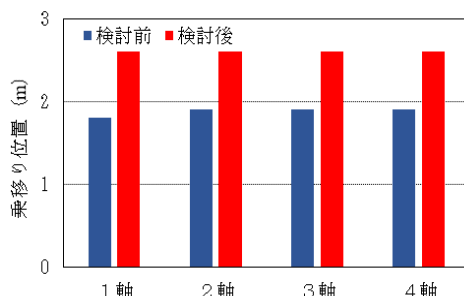


図3 乗移り位置結果

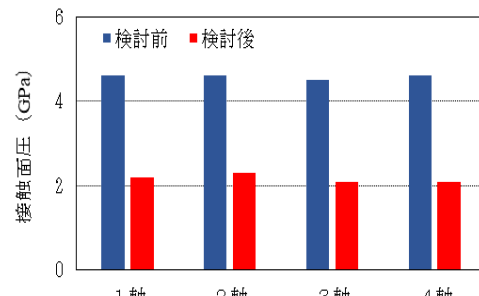


図4 接触面圧結果

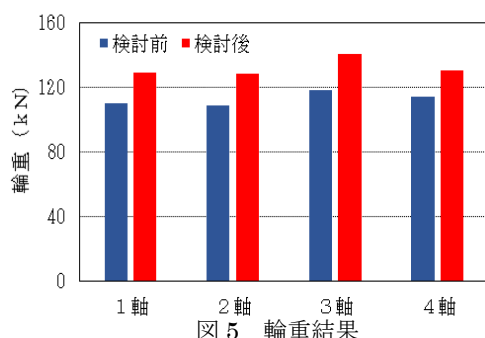


図5 輪重結果

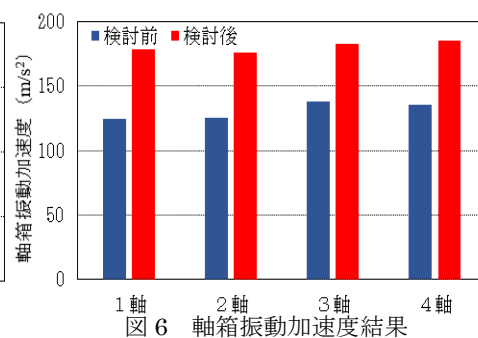


図6 軸箱振動加速度結果

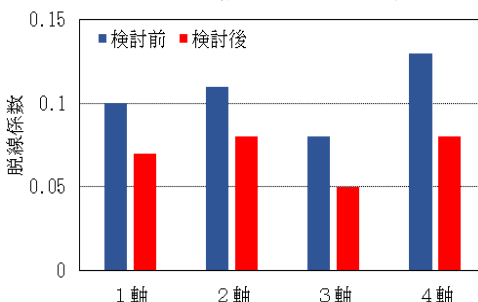


図7 脱線係数結果

一方で、形状検討後に輪重および軸箱振動加速度の値が増加しているため、乗移り時の衝撃が増加していると考えられるが、設計上の想定荷重以下であった。また、道床条件を剛体としているため、実際に観測される値はより小さくなると考えられるが、今後の追跡調査により詳細な確認を行いたい。輪重及び軸箱振動加速度が増加している要因は、乗移り位置の後方移動に伴い、基本レール上を走行する距離が長くなり、車輪踏面と基本レールの接触位置が反フランジ側に移動することで、左右変位および上下変位が大きくなるためだと考えられる。脱線係数に着目すると、形状検討後に値が低下していることから、脱線に対する余裕度が上昇していることを確認した。

4. おわりに

本研究では、トングレールの損傷発生抑制を目的に、接触面圧の軽減およびトングレール後端での乗移りが可能な新たな形状を検討し、走行シミュレーションによる評価を行った。本研究により、新形状トングレールの有効性が確認できたことから、今後営業線に敷設されたトングレールの実地計測を行うことで、現場レベルでの有効性を確認したい。

参考文献

- 1) 原幸一郎：「頭部幅改良トングレールの試験敷設」，新線路，2011，65(9)，p. 9-11