

形状改良トングレールの敷設効果

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○井上 拓也
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 本野 貴志
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 柳谷 勝

1. はじめに

列車の通過頻度が高い分岐線側のトングレールにおいては、トングレールの摩耗進みが早く交換周期が短いこと、フローの影響やトングレール断面が薄くなることで水平裂等の損傷が発生すること、以上の課題がある。

当社ではこれらの課題に対して、文献1)及び2)を参考にトングレールの寿命延伸を目的として、新幹線側線用50N9 番分岐器を対象としたトングレールの先端形状改良および厚増について検討を行った³⁾。

今回、新幹線の運転所構内において、形状を改良したトングレールの試験敷設を行ったので、その検証結果を報告する。

2. 形状改良トングレールの概要

形状改良トングレールは、トングレールの先端形状改良と厚増を組み合わせたものとした。

先端形状改良は、基本レール頭頂面から14mm下がった位置より上方を新幹線の車輪フランジ角度と同じ70°の勾配としたものである。厚増は、断面変化点の変更(1.4mm厚増)およびスラック付与(1.1mm厚増)の2通りの組み合わせによるものである(図1)。

上記の形状改良を組み合わせた2種類の形状改良トングレールを製作し、新幹線の運転所構内において試験敷設を実施した。このときの組み合わせを以下に示す。

- ・改良品①：先端形状改良+1.4mm厚増
- ・改良品②：先端形状改良+2.5mm厚増

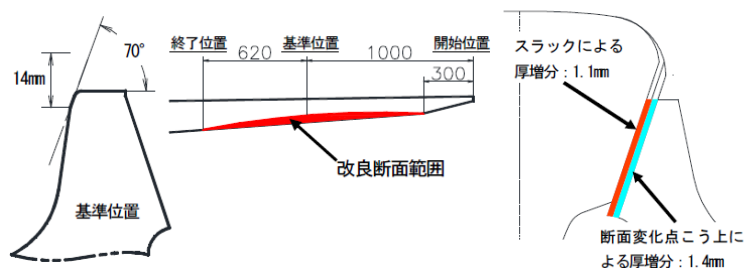


図1 トングレールの先端形状改良（左）と厚増（右）

3. 形状改良トングレールの敷設効果の検証

(1) 敷設効果の検証方法

敷設効果の検証は、レール断面形状測定器「Miniprof」を用いてトングレールの断面形状を測定し、その断面形状の変化推移等から敷設効果を評価した。

今回、検証を行った形状改良トングレールの敷設条件を表1に示す。なお、敷設効果の比較に用いた従来品は、同一運転所構内において、通過トン数及び列車走行の対

背向の敷設条件に近いものを選定した。

断面形状の測定位置は、トングレール先端より300～2,000mm間を100mm間隔で18点、2,000～3,000mm間を200mm間隔で5点、以上の計23測点とした。

測定頻度は、トングレール敷設後より1, 2, 3, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 56, 70, 84日後に測定した。

表1 形状改良トングレールの試験敷設条件

試料区分	年間通過トン数	対向：背向割合
従来品	971 万トン	53：47
改良品①	1051 万トン	50：50
改良品②	860 万トン	52：48

(2) 敷設後のトングレール断面形状

図2に各トングレールの敷設7日後の断面形状を示す。

改良品①は、従来品と比較して、顕著に初期フローが抑制されている。これは、70°の勾配の加工にくわえ、トングレール角部を円弧形状に加工していることから、トングレール敷設直後から車輪の接触圧力を低下させることができたためと考えられる。

改良品②は、トングレール角部に円弧形状の加工を施しておらず、新品形状が角張っていることから、先端から300mmの位置において初期フローが発生している。

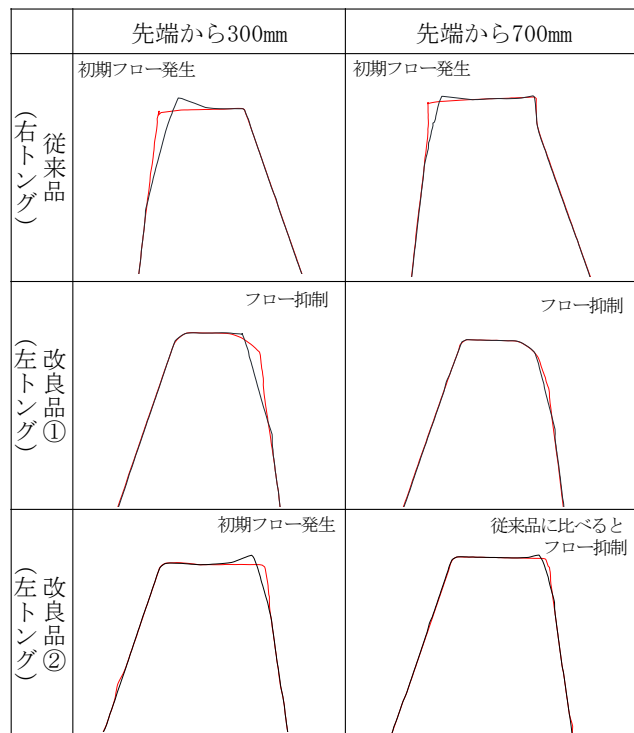


図2 各トングレールの敷設7日後の断面形状

キーワード 新幹線側線用分岐器, 50N9 番分岐器, トングレール, 先端形状, 厚増, 寿命延伸

連絡先 〒811-1214 福岡県筑紫郡那珂川町中原東2丁目1-2 JR西日本 小倉新幹線保線区 TEL092-952-3854

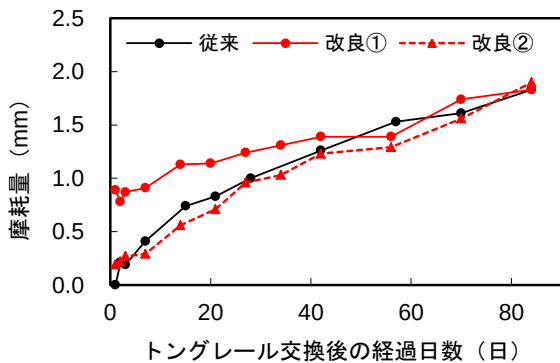


図3 先端から700mmの位置の摩耗推移

ただし、従来品と比較すると、トングレーल全体としては、わずかに初期フローが抑制されている。

(3) 各トングレールの摩耗推移

図3に先端から700mmの位置の摩耗推移を示す。ここでは、摩耗量は標準断面からの断面減少量としている。

改良品①は、初期断面に0.75mmの削り量があるものの、初期フローの抑制効果により、実際の初期摩耗はわずかであり、摩耗は概ね一定の速さで推移している。

改良品②は、従来品と比較するとわずかに初期摩耗が抑制されているが、従来品の初期摩耗が収束した後も摩耗が進行している。これは、車輪接触位置がトングレール先端側かつ上方になったことにより、接触圧力が増加したためと考えられる。

(4) 摩耗進み抑制効果の検証

累積通過トン数と摩耗量の関係を最小二乗法により推定した。このとき、摩耗は、初期摩耗収束後に一定の速さで推移するとした。評価には、頭部幅10mm位置(9番分岐器は先端から719mm)の摩耗量を理由とした交換が多いため、先端から700mmの位置の摩耗量を用いた。

摩耗推移の推定結果を図4に示す。改良品①は、早期に初期摩耗が収束することから、トングレール敷設後14～84日間の摩耗量を用いて推定した。その結果、追加測定により得た205日後の摩耗量に近似することができた。

従来品は、敷設後14日まで初期摩耗が顕著に進行し、その後も42日後までは比較的良好に摩耗が進行している。そこで、42～84日後の摩耗量を用いて推定したところ、過去の摩耗検査実績値に近似することができた。

以上から、摩耗進み(最小二乗法による線形近似式の傾き)は、累積通過トン数100万トンあたり、従来品が0.49mm、改良品①が0.46mmであり、同等程度であることがわかった。また、交換基準値に到達する累積通過トン数についても同様に差異のない結果が得られた。

(5) 水平裂の発生抑制効果の検証

水平裂の発生抑制効果に関しては、前述した改良品①及び②の初期フローの抑制による効果が期待できる。これに加え、トングレール背面に水平裂を誘発するおそれのある変形がなければ、さらに有効である。

図5に先端から700mm位置における各トングレールの敷設21日後の断面形状を示す。従来品にはトングレール背面に前述の変形が見られるのに対し、改良品①及び

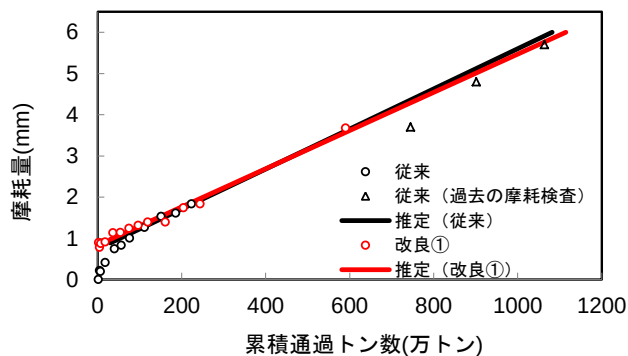


図4 摩耗推移の推定結果

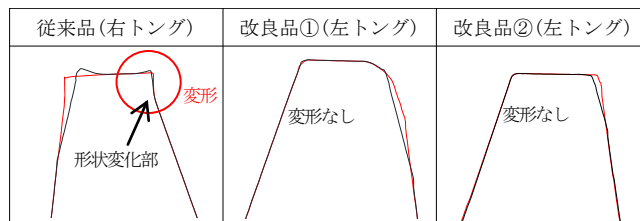


図5 先端から700mm位置における各トングレールの敷設21日後の断面形状

②には変形は見られない。これは、先端から700mmの位置において、従来品はトングレール背面に形状変化部があるのに対し、改良品は基本レールの断面変化点の変更によりトングレール背面と基本レールが全面で接触していることによるものと考えられる。

4. 考察

先端形状改良による初期フロー抑制効果は、改良品①の方が高い効果を示したことから、70°の勾配の加工にくわえて、トングレール角部を円弧形状に加工した形状が標準型として望ましいと考えられる。

厚増による水平裂の発生抑制効果を確認できた。ただし、車輪接触位置の変更により摩耗が進行する傾向にあること、スラック付与に伴う線形変更作業が生じること、以上の理由から、厚増は、断面変化点変更(1.4mm厚増)のみとすることが標準型として望ましいと考えられる。

5. まとめ

新幹線の運転所構内において、形状を改良したトングレールの試験敷設を行った結果、初期フローの抑制効果および水平裂の発生抑制効果を確認した。形状改良トングレールの導入により、水平裂の発生に伴う交換が抑制でき、トングレールの寿命延伸が期待できる。

今後は、新幹線・在来線ともに対象を拡大して形状改良トングレールの設計及び試験敷設を実施し、その敷設効果を確認する予定である。

(参考文献)

- 1) 吉田真他；材質の変更と新熱処理条件等による耐摩耗トングレールの開発，鉄道総研報告，2009.10
- 2) 大井清一郎；分岐器研究会の成果，新線路，1987.9
- 3) 本野貴志他；トングレール形状改良の検討，土木学会第68回年次学術講演会，2013.9