

通トンレール交換周期延伸の検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○品川 恒平
東日本旅客鉄道(株) 正会員 堀 雄一郎
東日本旅客鉄道(株) 正会員 元好 茂

1. はじめに

JR 東日本（以下、当社）ではレールの疲労限度から累積通過トン数（以下、通トン）によるレール交換基準を定め^{1),2)}、これにより毎年多くのレール交換を行っている。一方、レール損傷管理についてはこれまで様々な取組み³⁾を行い、管理レベルは向上している。また、近年の研究⁴⁾により従来のレール交換周期を延伸できることが確認できている。そこで当社では、今後の軌道工事従事者の減少を見据え、通トンレール交換周期の延伸を検討した。

2. 当社におけるこれまでの通トンレール交換基準

(1) 交換基準（ロングレール区間）の考え方

当社におけるロングレール（以下、ロング）区間の累積通トンによるレール交換基準は、転がり接触疲労による頭部表面傷の影響を考慮しつつ、溶接部の底部に発生する引張り応力によるレールの疲労限度から定めている。なお、レールの疲労には列車荷重を原因として繰り返し発生するレール応力によって生じる以下の2種類の疲労がある⁵⁾（図-1）。

- ・レールと車輪が繰り返し接触することによる「転がり接触疲労」
- ・継目部や溶接部の頭頂面凹凸に列車荷重が集中することによる「レールの曲げ変形に依存する疲労」

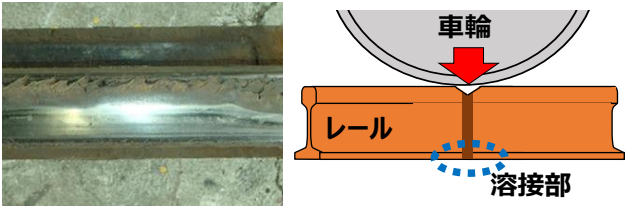


図-1 レールの疲労（左：表面の疲労による荒れ、右：溶接部の応力集中イメージ）

(2) 交換基準（ロング区間）の変遷

① 通トンレール交換基準（1977.11）

国鉄時代、溶接部の落ち込みによる応力の増加率から、通トンレール交換基準を50Nは4億トン、60kg

キーワード 累積通トン、レール交換周期、レール疲労、レール損傷

は6億トンと定めた。なお、継目部も同様として、定尺とロング区間の区別はしていない。

② ロング区間の基準延伸（1987.2）

継目部と溶接部の発生応力や損傷件数の違いからロング区間では50Nは6億トン、60kgは8億トンを暫定目標とし延伸し、今後のレール損傷等の推移を見守りながら更に交換周期延伸の可能性を探ることとした。

③ レール削正による基準延伸（2005.4）¹⁾

周期的なレール削正により以下の効果を発揮することで疲労寿命の延伸が可能であることから、レール削正を実施した場合の通トンレール交換基準を延伸した。

- ・転がり接触疲労の予防による頭部表面傷の抑制
- ・溶接部の頭頂面凹凸量を適正に管理することによるレール底部の引張り応力低減

なお改正当時、理論的にはさらに大きな延伸も可能であったが、当面の延伸量は2億トンとし検証を継続することとした。

④ レール削正によるさらなる基準延伸（2017.10）²⁾

2005.4 当時はデータが無かった累積8億トン以上を含む溶接部凹凸の状態の測定結果より、当時の想定に問題がないこと、また実際の溶接部凹凸量は前提条件と比べ十分な余裕があることを確認したため、レール削正を実施した場合の通トンレール交換基準をさらに延伸した。

表-1 通トンレール交換基準値（ロング区間）の変遷

レール種別	最初のレール削正 施工時期	通トンレール交換基準(億トン)			
		1977.11	1987.2	2005.4	2017.10
50N ロング レール	削正しない場合			6	6
	新品から削正開始			8	10
	5億トンまでに削正開始	4	6	8	10
	5億トン超で削正開始			6	6
60kg ロング レール	削正しない場合			8	8
	新品から削正開始			10	12
	5億トンまでに削正開始	6	8	10	12
	7億トンまでに削正開始				10
	7億トン超で削正開始			8	8

3 通トンレール交換基準の見直し

(1) レール損傷管理レベルの向上

これまでのレール損傷管理の取組み³⁾の成果によ

り、近年のレール損傷（折損）件数は減少傾向にあり（図-2）、レール損傷管理レベルは向上している。

【これまでのレール損傷管理の主な取組み】

- ・ レール損傷管理強化，レール溶接部管理強化
- ・ 探傷車によるレール探傷（1991 年度より実施．5 台により運用（在来線）．東京 100km 圏と高規格線区では年 2 回実施．）
- ・ 削正車によるレール削正（2005 年度より実施．5 台により運用（在来線）．2021 年度以降さらに 6 台増備予定．）
- ・ 新型熱処理レールの導入とレール使用区分の改正⁶⁾（2021 年度より導入）

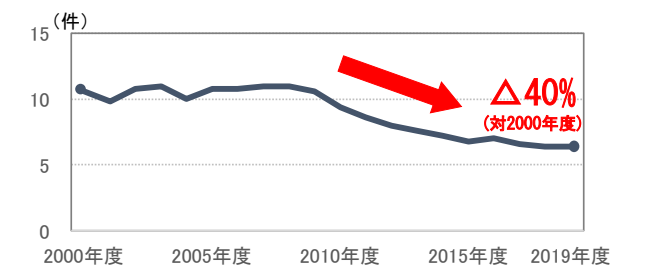


図-2 当社管内のレール損傷（折損）件数の推移（5 年間移動平均）

(2) レール疲労寿命推定の新たな知見の活用

これまでのレール疲労寿命推定では、実軌道で発生する応力領域である高繰返し数領域の疲労に関する知見が少なかったが、近年の研究⁴⁾により、この領域において疲労試験を行うことで、従来のレール交換周期を延伸できることが確認されている。今回、この条件によりレール疲労寿命の解析を行った結果、レール交換寿命の延伸が可能であることが明らかになった。

(3) 通トンレール交換基準（ロング区間）の見直し

(1)(2)より、通トンレール交換周期の延伸が可能と判断し、表-2 のとおり通トンレール交換基準を見直した。

(4) 溶接部凹凸管理の強化

解析結果との余裕量が小さい 50N ロングの削正しない区間において、念のため実軌道での挙動を把握するため、溶接部凹凸量を確認し、必要に応じて削正等の処置を行うこととした。

(5) 基準見直しに伴うレール傷の増加への影響

通トンレール交換基準の見直しに伴うレール傷増加への影響について検討する。図-3 に示す 50N レールの累積通トン別有ランク傷割合によると、有ランク傷の 94%が累積 4 億トン未満と比較的早い段階で発生していることがわかる。この傾向は熱処理レール

ルで顕著だが、普通レールでも同様である。このことから、通トンレール交換基準の見直しに伴うレール傷増加への影響は小さいと考えられる。なお、この傾向は 60kg レールでも同様であった。

表-2 通トンレール交換基準値（ロング区間）の見直し

レール種別	最初のレール削正 施工時期	通トンレール交換基準(億トン)		
		現 行	解析結果	改 正
50N ロング レール	削正しない場合	6	7.8	7
	新品から削正開始	10	19.7	12
	5億トンまでに削正開始	10	13.2	12
	5億トン超で削正開始	6	7.8	7
60kg ロング レール	削正しない場合	8	10.7	9
	新品から削正開始	12	27.2	14
	5億トンまでに削正開始	12	22.5	14
	7億トンまでに削正開始	10	18.5	12
	7億トン超で削正開始	8	10.7	9

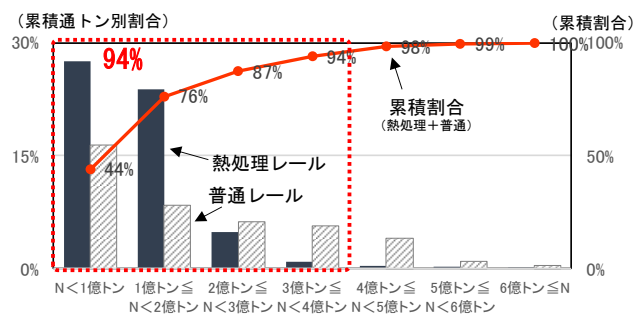


図-3 累積通トン別有ランク傷割合（50N レール）（2020 年度上期レール探傷車結果より）

4. 効果

通トンレール交換基準の見直しにより、当面のレール交換数量の削減（一時的コストダウン）およびレール交換周期の延伸（+1 億トンまたは+2 億トン）による長期的なコストダウンが見込める。

5. まとめと今後の取組み

当社では2021 年度より今回検討した通トンレール交換基準を適用することとした。これによりレール傷の増加を抑えつつメンテナンスの縮減に寄与することができると考える。

最後に、本検討にあたり多大なご協力をいただいた（公財）鉄道総合技術研究所に感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 小野寺:在来線における累積通トンレール交換基準延伸のためのレール削正手法の開発, 鉄道技術連合シンポジウム, 2006. 1
- 2) 野本, 元好:在来線におけるロングレール通トン交換基準の延伸, 新線路, 2018. 4
- 3) 品川: JR 東日本におけるレール損傷防止の取組み, 日本鉄道施設協会誌, 2019. 11
- 4) 水谷, 細田:高繰返し数領域のレール疲労寿命を考慮したレール交換周期延伸の検討, 日本鉄道施設協会誌 2019. 12
- 5) 新版 軌道材料:(株)鉄道現業社, 2011. 5
- 6) 品川, 元好, 安藤: 新型熱処理レールの導入とレール使用区分の改正について, 日本鉄道施設協会誌, 2020. 12