

1517 レール削正のパス数とレール凹凸の変化に関する検証

○正 [土] 須田 正規 正 [土] 田中 博文 ((財) 鉄道総合技術研究所)

正 [土] 山崎 雅仁 (北海道旅客鉄道株式会社)

The Effect of Rail Grinding Method on Improving The Longitudinal Profile of Rail Surface

Masanori SUDA, Railway Technical Research Institute 2-8-38, Hikari-cho, Kokubunji City

Hirofumi TANAKA, Railway Technical Research Institute

Masahito YAMAZAKI, Hokkaido Railway Co.

In this study, we ground inner rails with short pitch corrugation in sharp curves. The amplitude of the wave form of corrugation were measured before and after each grinding pass in order to evaluate the effect of the number of grinding passes on improving the longitudinal profile of rail surface. It was identified that the number of grinding passes had great effect on the flatness of longitudinal profile of rail surface.

Keywords: Rail Grinding, Corrugation, Rail Surface Irregularity, Axlebox Acceleration

1. はじめに

列車の繰り返し走行によって、波状摩耗と呼ばれるレール頭頂面凹凸が進行し、騒音・振動、締結装置の劣化、軌道変位進みなどに影響することが知られている。これに対し、鉄道事業者は波高に管理値を設定し、これを超過した箇所についてはレール削正あるいはレール交換を行っている。しかし、在来線におけるレール削正は、効果的な手法が確立されておらず、パス数や削正圧力の設定は施工技術者の経験的判断に頼ることが多いのが実情である。

これに対し本研究では、急曲線部の内軌レールにおける波状摩耗に対するレール削正を実施した。その際、削正前後および削正途中にレール削正車の測定システムを用いてレール頭頂面凹凸を測定し、パス数と残存凹凸の状態を分析した。その結果から、施工パス毎の凹凸除去量および残存凹凸量の評価を行い、施工パス数およびパターンの妥当性を検証した。

2. 試験区間の概要

本研究において分析対象としたのは、在来線の複線区間の急曲線内軌レールに波状摩耗である。表1に、試験区間の概要を示す。試験区間における波状摩耗の発生状況を把握するため、レール凹凸測定器を用いて地上で凹凸測定を実施した。測定は試験区間中の複数の箇所で行った。その結果、当該区間の波状摩耗の平均的な波長は0.15m、波高は0.3mm程度であった。図1に、試験区間における代表的レール頭頂面凹凸波形を示す。

3. レール削正の概要

表1に試験区間の概要を示す。削正にはスペノ社製の16頭式レール削正車を用いた。総パス数は20パスとし、削正パターンは、8パス程度で概ねレール頭頂面全体を1回、14パス程度で2回、20パスで3回削正できるような

角度の組み合わせとした。また、削正圧力については19～20Aを基本としたが、削正痕による転動音の増大を考慮し、レール頭頂面中心部は17Aとした。

4. レール削正結果

レール削正前後のレール頭頂面凹凸の変化を捉えるため、レール削正車の車上で頭頂面凹凸を連続的に測定した。図2に試験区間における施工前、14パスおよび20パス施工後の25m間の代表的な波形を示す。図2より、パス数の増加に伴いレール頭頂面凹凸は小さくなっていることが確認できる。図2の(a)より、施工前は全振幅で最大400 μ m程度であるが、14パス施工後は50 μ m程度まで凹凸が除去されている。さらに20パス施工後では、

表1 試験区間の概要

線形	R300, C=98
レール種別	50N
継目種別	普通継目
マクラギ種別	PC1-F号
締結装置種別	F-1形
道床種別	砕石
主たる通過列車	721系
列車平均通過速度	75km/h
年間通トン	6.3百万トン
累積通トン	103.8百万トン
施工延長	275m

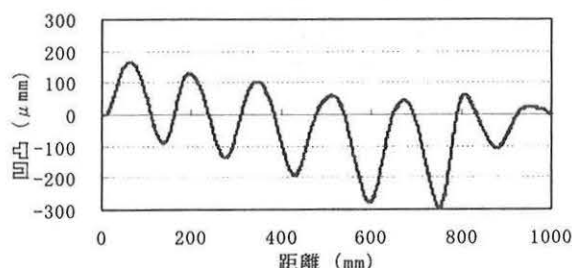


図1 レール頭頂面の凹凸波形

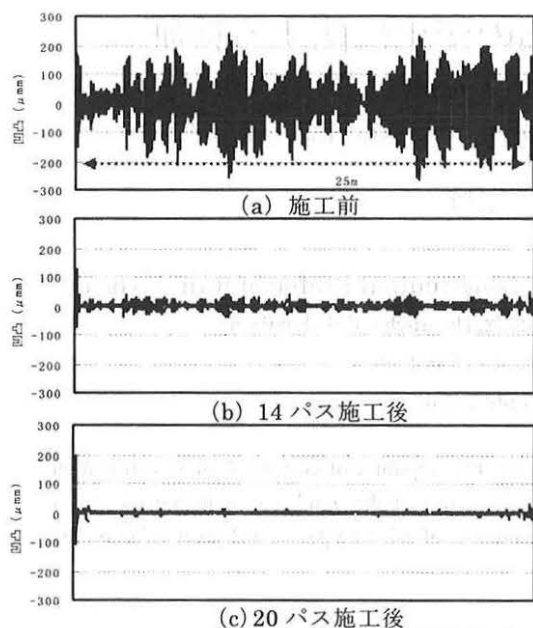


図2 削正前後のレール頭頂面凹凸波形

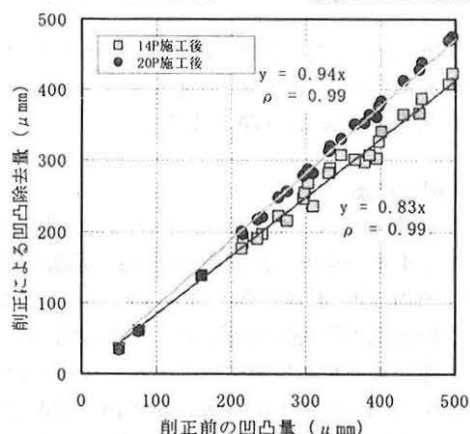


図3 レール削正前後の凹凸除去量

凹凸が概ね除去されているが、施工前の凹凸量が多い所は若干の凹凸が残っている。

図3に、試験区間の継目前後2.5mを除いたレール中央部20mのうち、5m間の凹凸波形の全振幅を示す。同図から、削正前の凹凸が多いほど削正による除去量も大きく、14パスで全体の約80%が、20パスで90%以上が除去できていることがわかる。

図4に削正車の測定システムで測定したレール頭頂面凹凸のパワースペクトルを示す。同図より、施工前では空間周波数6.25[1/m]（波長0.16m）でピークを示しており、レール凹凸測定器の測定結果とほぼ同じである。また、空間周波数5～8[1/m]付近も比較的大きい値を示している。14パス施工後には、波状摩耗に対応する周波数のパワーが1/100程度減少し、さらに20パス施工後はピークが無くなっていることがわかる。このことから20パスまで削正すれば波状摩耗はほぼ平滑化できるといえる。

以上、今回測定した頭頂面凹凸とパワースペクトルから、20パスまでのレール削正により波状摩耗が平滑化されること、また削正前の凹凸と除去量は、相関が高いことが確認された。

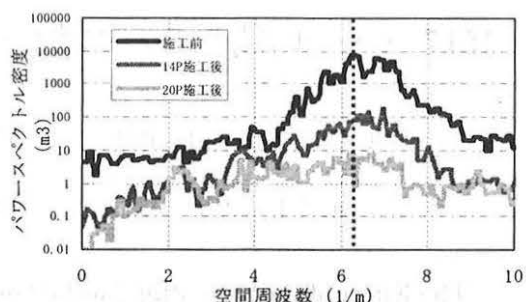


図4 削正前後の頭頂面凹凸のパワースペクトル密度

表2 レール削正前後のマヤ車の軸箱加速度

施工箇所	平均速度 (km/h)	内軌レール (300Hz-LPF)	
		標準偏差 (m/s ²)	最大値 (m/s ²)
削正前	38.7	16.8	114.7
削正後	37.8	2.8	18.2

5. 軸箱加速度の解析結果

レール削正前後のレール頭頂面凹凸の変化の推移を確認するため、マヤ車で測定された軸箱加速度を分析した。1,2)この際、マヤ車の運転速度を考慮して、300Hzのローパスフィルタ処理を施した波形を用いた。表2に試験区間における軸箱加速度の標準偏差および最大値を示す。なお、施工前に測定した軸箱加速度はレール削正施工の直前であり、施工後の軸箱加速度はレール削正後50万トンほど経過した時点である。削正前の軸箱加速度の最大値は114.7m/s²であったが、削正後は18.2m/s²と大幅に減少している。また、標準偏差についても、レール削正前後で16.8m/s²から2.8m/s²に減少している。このことから、レール削正によりレール頭頂面の凹凸が平滑化されたことで、列車の輪重変動が減少したことが確認できる。

6. まとめ

本研究の結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) 波状摩耗発生区間においてレール削正と頭頂面凹凸測定を行った結果、削正前の凹凸が多いほど削正による除去量も大きく、14パスで全体の約80%が、20パスで90%以上が除去できていることがわかった。
- (2) スペクトル解析の結果から、レール凹凸は空間周波数6.25（波長0.16m）でピークとなっており、このピークは20パスまでの削正でほぼ平滑化されることがわかった。
- (3) レール削正区間では、軸箱加速度の標準偏差、最大値とも約1/6程度にまで減少した。

参考文献

- 1) 須永陽一、井手寅三郎、金尾稔、西垣拓也:軸箱加速度を活用した短波長軌道狂いの管理手法、鉄道総研報告、1995。
- 2) 田中博文、古川敦:軸箱加速度の区間統計量を用いたレール頭頂面凹凸の評価、土木学会第62回年次学術講演会、2007。