

中期的な通トン削正計画に基づくレール削正年間計画の策定法

鉄道総合技術研究所 正会員 昆野 修平
 鉄道総合技術研究所 非会員 糸井 謙介
 北海道旅客鉄道 非会員 相馬 雅人
 鉄道総合技術研究所 正会員 三和 雅史

1. はじめに

レール削正は、レール表面の疲労層を除去し、レール寿命延伸を図るための削正（以下、通トン削正）と、波状摩耗等に起因するレール凹凸を除去し、騒音対策や輪重変動の抑制を図るため削正（以下、凹凸削正）といった2種類の異なる削正目的に大別される。このうち、通トン削正については、累積通トンに設けた基準値に達する前にレール削正をする方法が多く採られている。しかし、累積通トンが箇所によって様々に異なると、通トン削正時期が異なるレールが散らばって存在することになり、通トン管理が複雑になるという課題がある。このため、通トン削正については数年を周期とする中期的な観点で作成し、削正可能数量の余裕を以って凹凸削正を行うという方法が考えられる。

一方で、[1]等により、レール凹凸指標を考慮して線区全体の凹凸状態を最良化する削正計画の策定方法について検討され、その方法は「レール削正車運用計画システム」に実装された。本システムで中期的な通トン削正計画を考慮して凹凸削正を含めた年間削正計画を作成することで、通トン削正と凹凸削正を両立するレール削正が実現できると考えられる。

以上のような背景の下、通トン削正と凹凸削正を両立するレール削正計画の策定方法について検討した。本稿では、その方法と適用例について示す。

2. 中期的な通トン削正計画に基づくレール削正計画法

2.1. 計画法の概要

通トン削正周期に基づく中期削正計画

まずはじめに、対象線区の年間通トンと累積通トン基準値より、通トン削正周期を決定する。例えば、年間通トンが1000万トンの線区で、通トン基準値を5000万トンとする場合、線区内の各箇所を5年に1度削正すれば通トン管理を達成できるので、通トン削正の周期を5年とする。

次に、対象線区を通トン削正周期に基づいてエリア分割する。例えば、5年周期の場合では、対象線区を5つのエリアに分割して、各年度で各エリアを順々に削正する。エリアの設定は、各エリアの延長が年間削正可能延長以内であれば、管理上の都合に合わせて自由に設定できる。

以上の方法で、通トン削正周期に基づく中期計画を決定する。ここで言う中期計画とは、周期年数分に分割したエリアと、各エリアを削正する年度である。これにより、各

年で箇所のまとまりをもって通トン削正をするため、シンプルな通トン管理を行うことができる。

年度計画の作成

各年度の削正計画を「レール削正車運用計画システム」[1]で作成する。このとき、上記の中期計画に含まれる区間については、年度内に必ず削正するように指定する。本システムを用いることで、指定箇所を必ず削正する制約の下、レール凹凸指標の年度平均を最小とするレール削正のスケジュール（削正の月、期【週等】）を得ることができる。

2.2. 適用対象

北海道新幹線では、新幹線と在来線が同一の線路を使用して共用走行する区間（以下、共用区間）が一部（約82km）に存在する。共用区間では、新幹線が走行するために高い保守レベルが求められるのに対して、夜間も在来線の貨物列車が多く走行し、夜間の作業可能時間が短い。その上、基地間の距離が長いので、レール削正をはじめとする軌道保守作業を効率的に行う必要がある。

共用区間は、図1に示す通り、3線軌道という特別な線路構造を有しており、3本のレールそれぞれで車両の走行条件が異なるなどの特徴を持つ。共用区間のレール削正は、共用レールとNレールの同時削正（以下、共-N削正）または共用レールとSレールの同時削正（以下、共-S削正）のいずれかにより施工されている。したがって、共用区間では、3本の各レールで異なる累積通トンとレール凹凸の双方を加味しつつ、削正箇所と時期に加えてどのレールを削正するかについて計画する必要がある。

2.1節の計画法を共用区間へ適用した方法を、図2に示す。Step1では、通トン削正の中期計画に基づき、対象年度の通トン削正箇所を指定する。3線軌道は各レールで年間通トンが異なるが、ここでは年間通トンの最も大きい共用レールの通トンを考慮する。なお、Nレール、Sレールの通トンも必要に応じて考慮できる。Step2からStep4では、削正軌間（共-N削正と共-S削正）の違いを考慮しつつ、「レール削正車運用計画システム」[1]を用いて年間削正計画を作成する。必要に応じて何パターンかの条件を設定し、幾つかの削正計画の候補を作成できる。



図1. 3線軌道

キーワード：レール削正、運用計画、3線軌道、レール凹凸、最適化、数理計画

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道管理 TEL 042-573-7277

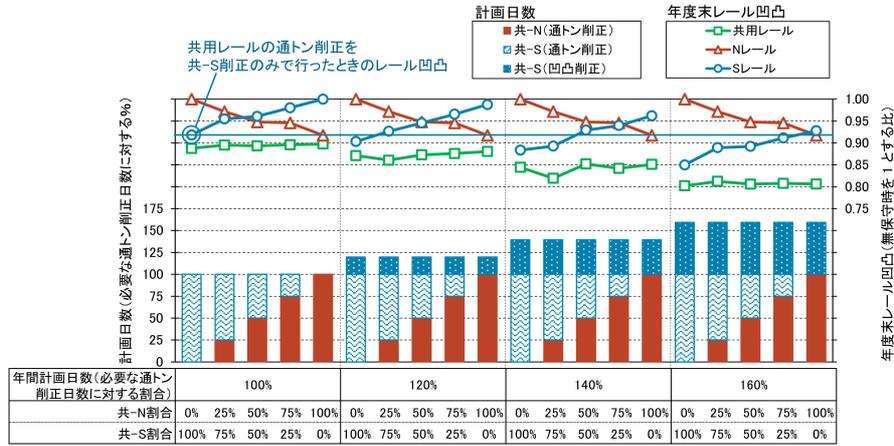


図 4. 試算結果

本方法の有効性を検証するため、過去の削正実績を参考に共用区間のレール削正計画を試算した。レール凹凸を表す指標としては、軸箱加速度との相関が高いことがわかっていることから [2], 共用区間を定期走行している軌道検測車の軸箱加速度を、0.035~0.02m でバンドパスフィルタ処理をした上で用いた。

3. 適用結果

図 3 に、得られた年間レール削正計画の例を示す。同図における“期”は計画における時期の最小単位であり、ここでは 1 か月を 4 期に分割して計画を立てた。削正軌間(共-N 削正と共-S 削正)の違いや削正車の作業可能延長が反映された計画であることを確認した。

図 4 に、年間計画日数、共-N 削正と共-S 削正の割当日数を変えたときの試算結果を示す。年間計画日数は、通トン削正に必要な日数に対して 100~160%となるように、また、通トン削正に必要な日数のうち共-N 削正に割り当ててる日数(図の「共-N 割合」)を 0, 25, 50, 75, 100%となるように設定した。なお、同図における計画日数の「共-N(通トン削正)」、「共-S(通トン削正)」、「共-S(凹凸削正)」は、それぞれ通トン削正目的の共-N 削正、通トン削正目的の共-S 削正、凹凸除去目的の共-S 削正を表している。

同図より、年間計画日数を増やすほど、年度末の共用レールと S レールの凹凸状態が良くなる傾向のほか、共-N 削正への割当日数(共-N 割合)を増やすほど、N レールの凹凸が良くなり S レールの凹凸が悪くなることを確認できる。

S レールの凹凸に着目すると、通トン削正に必要な日数を共-S 削正にすべて割り当てたときの年度末凹凸は、年間計画日数 120%、共-N 割合 25%における値と近いことがわかる。よって、N レールの凹凸改善を目的に年間計画日数を 20%増やすことを考える場合、通トン削正の日数の 25%を共-N 削正とすれば、通トン削正に必要な日数をすべて共-S 削正に割り当てたときと同程度に S レールの凹凸状態を維持できる。また、このとき共用レールの凹凸は 3%ほど改善できる。同様に、年間計画日数を 140%、160%とする場合に、S レールの凹凸水準を同程度に維持できる共-N 割合は、それぞれ 50%、75%であることがわかる。

以上より、年間計画日数を増やして、S レールの凹凸を

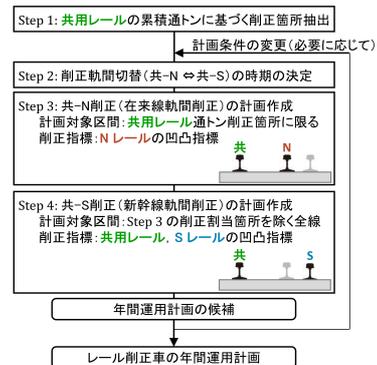


図 2. 共用区間に適用したレール削正計画

月	期	基地	線区	線別	キロ程(m)	削正延長(m)	通トン削正	凹凸削正
1	基地A	北海道新幹線	下り	704,800 - 705,200	400	○		
		北海道新幹線	下り	706,000 - 706,400	400	○		
		北海道新幹線	上り	709,900 - 710,400	500	○		
		北海道新幹線	上り	712,400 - 712,800	400	○		
2	基地A	北海道新幹線	下り	705,200 - 705,600	400	○		
		北海道新幹線	下り	711,400 - 711,900	500	○		
		北海道新幹線	上り	705,600 - 706,000	400	○		
		北海道新幹線	上り	709,400 - 709,900	500	○		
5	基地A	北海道新幹線	上り	707,200 - 707,600	400	○		
		北海道新幹線	上り	707,600 - 708,000	400	○		
		北海道新幹線	上り	708,400 - 708,900	500	○		
		北海道新幹線	上り	708,900 - 709,400	500	○		
4	海底基地B	北海道新幹線	下り	726,700 - 727,100	400	○		
		北海道新幹線	下り	728,200 - 728,600	400	○		
		北海道新幹線	下り	728,600 - 729,000	400	○		
		北海道新幹線	下り	729,400 - 729,800	400	○		



図 3. レール削正年間計画の例

悪化させずに共用レールおよび N レールの凹凸を改善するには、共-N 削正にあまり多くの日数を割り当てずに、以上のような均衡する日数を以って計画することが重要であると考えられる。

4. まとめ

中期的な通トン削正計画に基づいたレール削正計画の策定方法を構築し、北海道新幹線の共用区間へ適用して年間計画を試算した。

参考文献

- [1] 佐野弘典, 田中博文, 三和雅史, “効率的なレール削正車運用のための運用計画策定法の提案,” 第 20 回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2013), pp. 57-60, 2013.
- [2] 「保線工学〈下〉」, 保線工学編集委員会, 2018.