

レール削正車運用計画モデルの検討

鉄道総合技術研究所 軌道管理

正会員 ○福山 幹康

鉄道総合技術研究所 軌道管理

正会員 古川 敦

国土交通省 航空鉄道事故調査委員会

正会員 三和 雅史

1. はじめに

転動音や著大輪重の原因となる著大なレール頭頂面凹凸(以下、「レール凹凸」という.)の除去や、シェリング対策としてのレール表層部疲労層の除去を目的としてレール削正が行われるが、一般にレール削正車は高価であるため、その所有台数は限定されており、1 台のレール削正車が複数の線区にわたって運用されている。このようなレール削正車の運用計画は担当者により手作業で作成されており、作成された計画の妥当性が不透明であると共に計画の作成に多くの手間を要している。一方、マルチプルタイタンパ(MTT)については、その運用計画作成のためのモデル、システムの構築例¹⁾がある。

本稿では、MTT 運用計画モデルを基にレール削正車運用計画モデルについて検討を行った。

2. 基本事項

モデル構築のための基本的な事項を以下にまとめる。

・ロット(レール凹凸状態管理単位)

レール凹凸や軌道構造、構造物の有無などのデータを格納する基本単位をロットと呼び、100m を基本とする。

・ブロック(保守作業単位)

連続する N 個のロットの集合体(N×100m)で削正箇所選定における基本単位をブロックと呼ぶ。N の値については、各線区の実態を考慮してブロック長さが1回あたりの保守延長に等しくなるように設定する。

・レール凹凸状態劣化指標

レール凹凸は軸箱加速度を用いて間接的に測定されるのが一般的である。図1に軸箱上下加速度とレール凹凸状態の関係を示す²⁾。軸箱上下加速度のロット最大値は継目部などの局所的な凹凸に、ロット標準偏差はレール頭頂面の全般的な凹凸状態に対応していると考えられ、レール凹凸状態の劣化指標にはこの両方を考慮に入れる必要がある。そこで、本モデルではレール凹凸状態の劣化指標 r_i を式(1)に示すとおり定義し、 r_i が上限値(図1の点線)を超過すると削正を行うこととする。

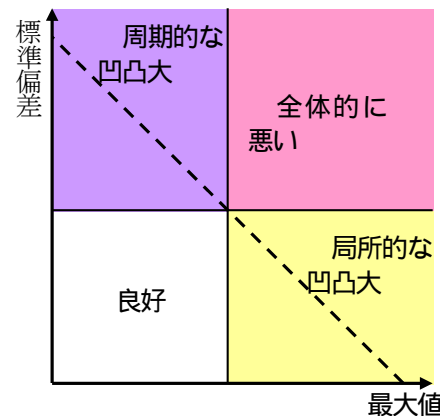


図1 軸箱上下加速度とレール凹凸状態の関係

$$r_i = \frac{m_i}{m_{i,\text{lim}}} + \frac{\sigma_i}{\sigma_{i,\text{lim}}} \quad (1)$$

m_i : ロット*i*の軸箱加速度最大値

$m_{i,\text{lim}}$: ロット*i*の軸箱加速度最大値上限値

σ_i : ロット*i*の軸箱加速度標準偏差

$\sigma_{i,\text{lim}}$: ロット*i*の軸箱加速度標準偏差上限値

3. レール削正車運用計画モデル

本モデルの構成を図2に示す。線区や保守基地のレイアウト、レール凹凸状態推移データや保守実施上の制約条件などを入力データとし、「削正対象箇所選定モデル」と「運用スケジュール作成モデル」の2つの数理計画モデルを用いて保守計画を作成する。

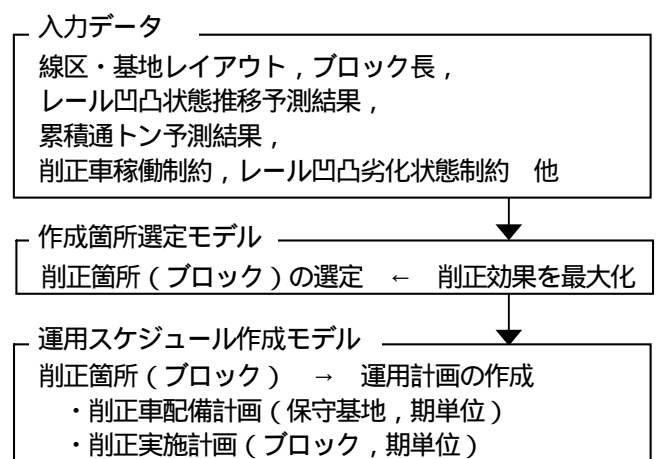


図2 計画モデルによる計画作成の手順

キーワード: レール削正, 保守計画, 数理計画モデル

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 軌道管理 TEL042-573-7278

3.1 削正箇所選定モデル

3.1.1 モデルの考え方

本モデルは、限られた保守可能日数（保守量）を有効に使う、または少ない保守量で効果の高い保守を行うために、削正効果の高いロット（レール凹凸状態が悪いロット）を多く含むブロックを作成するものである。

3.1.2 決定変数

ブロックを連続する N 個のロットで作成する場合、その連続区間を開始するロット番号を決定変数とする。

3.1.3 制約条件

作成ブロック数上限制約

計画期間中に実施可能な削正延長を考慮して、作成するブロック数に上限を設定する。

ブロック作成方法論理制約

ロット i から 1 ブロックを選定する場合、ロット $i+1$ から $i+(N-1)$ を始点とするブロックを作成できない。

劣化状態上限制約

レール凹凸状態劣化指標が計画期間中に上限値を超過するロットについては、必ずブロックに含む。

累積通トン上限制約

前回の削正からの累積通トンが計画期間中に上限値を超過するロットについては、必ずブロックに含む。

3.1.4 目的関数

ブロックに含まれるロットのレール凹凸状態劣化指標の総和を最大化する。

3.2 運用スケジュール作成モデル

3.2.1 モデルの考え方

本モデルは、削正箇所選定モデルで選定したブロックに対してスケジューリングを行い、削正車の各保守基地への配備時期と 配備時に削正するブロックを期単位（例えば 10 日）で出力するものである。

3.2.2 決定変数

削正車を各保守基地に配備する時期と配備時に削正するブロックの 2 つを決定変数とする。

3.2.3 制約条件

期別選定可能保守基地制約

計画対象となる削正車は 1 台とし、期単位で保守基地のいずれかに配備可能とする。

期別削正車配備時期指定制約

特定の期に削正車を配備する保守基地を指定する場合には、それを考慮する。

期別削正車配備時期制約

各ブロックについて保守可能時期を設定する。

ブロック別削正回数上限制約

各ブロックの削正は計画期間中に最大 1 回とする。

期別削正車稼働論理制約

各ブロックは、そのブロックを削正可能な保守基地に削正車が配備された期にのみ削正が可能とする。

期間削正車移動可能範囲制約

連続する期における削正車の移動可能範囲を設定し、遠距離の削正車回送を生じさせない。

劣化状態上限制約

どのロットのレール凹凸状態劣化指標も、計画期間中に上限値を超過してはならない。

累積通トン上限制約

どのロットの前回の削正からの累積通トンも、計画期間中に上限値を超過してはならない。

保守優先実施ブロック制約

長期的に保守量を減少させる等の目的で計画期間中に必ず削正を行うブロックについては、それを考慮する。

期別削正可能ブロック数上限制約

各期の削正車稼働可能日数（削正可能ブロック上限数）を設定する。

3.2.4 目的関数

(a) 削正車の有効活用を目的とする場合

線区全体の計画期間中のレール凹凸状態劣化指標を最小化する。

(b) 保守費用の低減を目的とする場合

計画期間中の総保守量を最小化する。なお、この場合はレール凹凸状態を一定レベルに維持する制約条件が追加される。

4. おわりに

本稿では、MTT 運用計画モデルを基としたレール削正車運用計画モデルを示した。

今後は、過去の軸箱加速度データからレール凹凸状態推移の予測モデルの構築、そして、本稿で示したモデルを実施するためのレール削正車運用計画システムの構築を進めていきたい。

参考文献

- 1) 三和雅史, 河西智司: マルタイ作業計画作成システム, JREA, Vol46, No.7, pp.8-10, 2000 年 7 月
- 2) 田中博文, 古川敦: 軸箱上下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, 4-290, 2007 年 9 月