

# 中長期軌道保守の効率化のための軌道状態予測・保守計画

三和 雅史\* 山本 修平\*\* 松本 麻美\*\*\*  
大島 崇史\*\* 吉田 尚史\*

## Modeling a Track Condition Prediction and Optimizing Mid-term and Long-term Track Maintenance Plan

Masashi MIWA Syuhei YAMAMOTO Mami MATSUMOTO  
Takashi OSHIMA Takafumi YOSHIDA

Through appropriate maintenance activity, the railway track condition must be kept on a satisfactory level not only for a short term but also for a long term. Therefore, we have developed a track condition prediction model for establishing the mid-term and long-term optimal maintenance planning for several kinds of maintenance work with due consideration on the various restrictions. By using the mid-term model, we can predict track irregularity with due consideration on ballast renewal schedule. Moreover, by using the long-term model, we can predict track condition (track irregularity, rail roughness, ballast deterioration) even in the case where the track and transportation conditions change, whereby it becomes possible to analyze the effect of track maintenance or track upgrading policies.

キーワード：軌道状態予測，軌道保守計画，道床交換，レール削正，レール交換

### 1. はじめに

バラスト軌道では、列車の繰り返し通過により道床や路盤が沈下し、軌道変位（軌道狂い）が大きくなるため、軌道変位を改善する軌道変位保守が行われる。また、図1に示すように、道床やレール等の材料が劣化すると、軌道変位進みの増加や軌道変位保守による改善効果の減少により、軌道変位保守頻度が増える。このような箇所については、材料交換等により軌道変位保守頻度を減らせるが、多くの費用を要するため、中長期的な経済性を考慮して適切な時期に交換等を行う必要がある。

以上のことから、中長期的な軌道状態推移の予測モデルを構築し、これを活用した保守計画法を検討した。

### 2. 軌道変位推移の予測モデル

年度保守計画等の策定に用いられている軌道変位保守計画システム（MTS）<sup>1)</sup>では、100m ロットの軌道変位の推移履歴に基づいて、ロット別軌道変位進みを算出するモデルが使われている。本モデルは推移傾向の変化への追従性が高いため、短期予測に適している。但し、履歴データに依存したモデルであるため、軌道構造や輸送条件が変化する場合には適用できない。また、材料の経

年劣化が軌道変位保守に与える影響を表現できず、長期計画の検討には不向きである。

一方、材料劣化を考慮した予測モデルとして、バラスト軌道の設計向け手法を改良したモデル<sup>2)</sup>がある。本モデルでは、レール凹凸や道床状態の時間的变化を表せる。但し、各箇所履歴データを用いないため、既設線に適用する場合、実態に合った予測値とならない場合がある。

以上より、保守計画の期間や目的に応じた軌道状態予測モデルを準備することが必要である。本稿では、軌道保守を中長期的に効率化するのに適した予測モデルを、従来のモデルを活用しながら構築する。

### 3. 道床交換を考慮した中期保守計画モデル

一般に、道床交換は軌道変位保守に比べて高価であるため、単年度計画の中で経済的な有効性を論じることは難しい。よって、中長期的な保守量や軌道状態推移を検討した上で、道床交換の実施の是非を検討する必要がある。そこで、3～5年程度の期間を対象に、これまでに

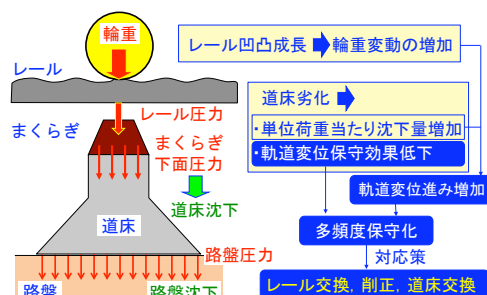


図1 材料劣化が軌道変位保守に与える影響

\* 軌道技術研究部 軌道管理研究室  
\*\* 軌道技術研究部 軌道管理研究室（現 東日本旅客鉄道株式会社）  
\*\*\* 軌道技術研究部 軌道管理研究室（現 西日本旅客鉄道株式会社）

特集：軌道技術

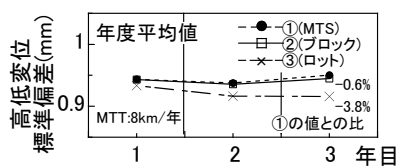


図2 計画法と軌道変位予測

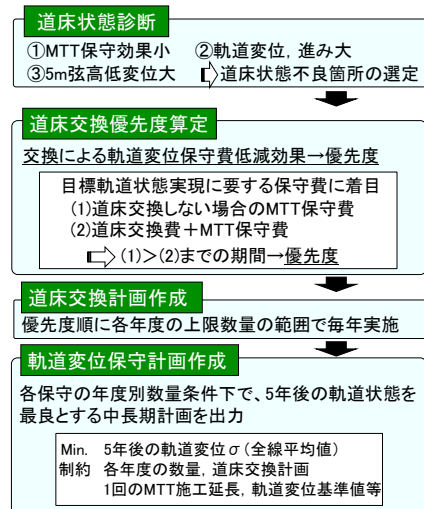


図3 中期保守計画モデル

開発した軌道状態評価システム (RCA)<sup>3)</sup> の道床状態評価機能やMTSの軌道変位保守箇所選択機能を活用し、道床交換と軌道変位保守の各計画を作成する中期保守計画モデルを構築した。以下にモデルの内容を示す。

3.1 中期保守計画モデルの考え方

MTSは、各ロットの履歴データを用いて軌道変位推移を予測し、期(7~10日程度)を単位とした保守スケジュールを出力するが、中長期的な計画を作成する場合、数年先の詳細な計画を作成する必要性は低い。そこで、条件を変えて3年分の計画を作成(総保守延長は各条件で同じ)し、予想される軌道変位推移を比較する。

3.1.1 保守時期が軌道変位推移に与える影響

延長が約33kmの線区での3年分の軌道変位保守計画を以下の3条件で作成する。ここで、ブロックとは連続するNロットの集合(N×100m)で、Nの値をブロック長が1回の保守延長に等しくなるように設定する。

- ①MTSにより年度計画を3回繰り返して作成
- ②MTSにより各年度においてブロック選択までを行い、各ブロックには年度中央時刻に保守が行われるとして年度末の軌道変位を予測する。本処理を3回繰り返す。
- ③各年度においてMTT保守改善量が大きな順に保守延長上限の範囲でロットを選択し、そのロットには年度中央時刻に保守が行われるとして年度末の軌道変位を予測する処理を3回繰り返す。

これまでの保守実績を考慮して8km/年(線区の25%)の保守を想定して作成した各計画における軌道変

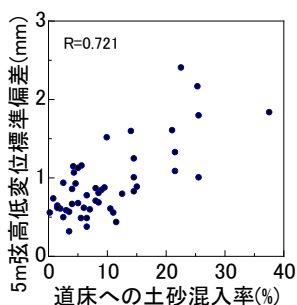


図4 5m弦高低変位と道床状態

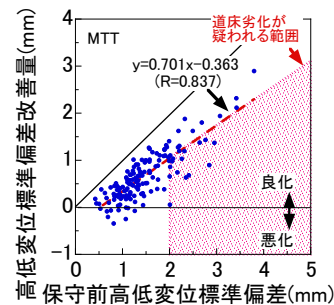


図5 MTT 保守改善量

位推移の予測結果を図2に示す。

軌道変位推移は③の場合に最も小さい。これは、①や②ではブロック化により軌道変位の比較的小さなロットがブロックに含まれてしまうが、③では軌道変位が大きく、保守による改善を多く見込めるロットを限定して保守箇所として選ぶ効果による。但し、①~③の予測値の差は最大で3.8%程度しかないので、中期保守計画を検討する際には、①のような詳細なスケジューリングまでを行わなくても十分である。一方、保守延長を増やすと、①~③での保守箇所の違いが大きくなるため、軌道変位の予測結果の差異が増える可能性がある。そこで、保守延長を20km/年(線区の60%)として同様の分析を行うと、①と③の差異は13%程度に拡大する。但し、①と②での差異は7.5%程度であるため、保守延長が長い場合にはブロック単位で検討すれば良い。

3.1.2 中期保守計画モデルの構造

中期保守計画モデルの構造を図3に示す。本モデルは、道床状態診断、道床交換優先度算定、道床交換計画作成、軌道変位保守計画作成の処理で構成される。ここで、予測モデルはMTSと同じとし、また3~5年程度の期間では材料状態の劣化は大きく進まないと考え、材料劣化の進行を考慮しないとする。以下に各処理の内容を示す。

○道床状態診断

一般に、道床状態の不良は局所的に発生することが多い。そこで、本モデルではロット長を25mとする。

まず、履歴データに基づいて道床状態の不良が疑われるロットを選択する。ここで、図4に示すように、道床への土砂混入率は5m弦高低変位と相関が高い。また、図5のように、保守前の軌道変位が大きいとマルチ(MTT)保守による改善量が増える箇所が多いが、余り改善しない箇所も存在し、こうした箇所では道床状態の不良が考えられる。よって、5m弦高低変位が大きく、改善量が小さな箇所を道床状態が不良と判定する。更に、道床交換には軌道変位保守周期を延伸することが期待されるため、軌道変位進みが大きいことも不良判定の指標に用いる。

図6は道床状態が不良と判定された箇所における軌道変位の推移例である。軌道変位進みが速く、毎年のように保守が実施されている。

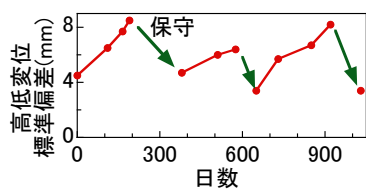


図6 道床不良判定箇所の軌道変位推移例

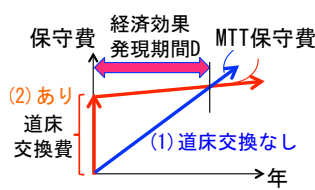


図7 交換優先度の考え方

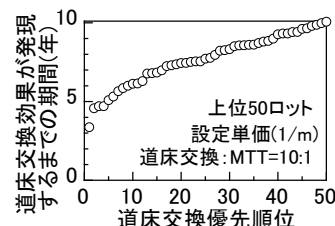


図8 道床交換優先順位の上位箇所

○道床交換優先度算定  
1回あたりのMTT保守費  $C_m$  と道床交換費  $C_b$  を用い、軌道変位の目標値を達成するのに必要なMTT保守の年間回数  $N_m$  を式(1)により算出する。また、道床交換を行う際に目標値の達成に必要なMTT保守の年間回数  $N_b$  については、道床交換効果(軌道変位進みの減少、保守改善量の増加)を考慮して算出する。

$$N_m = \Delta / (a \times X_{ig} + b), N_b = (v \times \Delta) / \{w \times (a \times X_{ig} + b)\} \quad (1)$$

$\Delta$ : 軌道変位進み (mm/年)

$a, b$ : 軌道変位保守による改善量の算定式の係数  
 $v, w$ : 道床交換後に進み、改善量算定式の各々に乗じる定数 (但し、 $0 < v \leq 1, 1 \leq w$ )  
 $X_{ig}$ : 目標とする軌道変位 (mm)

この結果を用いて、道床交換効果が経済的に現れるまでの期間  $D = (1 / (N_m - N_b)) \times (C_b / C_m)$  を図7のように算出し、これが短い順に道床交換優先度が高いとする。図8は期間  $D$  の算出例であり、期間が短い順に優先順位が高い。

○道床交換計画作成  
道床交換優先度を用いて、各年度に予め設定された交換延長の範囲で、高優先度の順に交換箇所を割り付ける。  
○軌道変位保守計画作成

i) 5年計画の最適化  
まず、各ロットでは、道床交換年度にはMTT保守を必ず行うとする。その上で、他の各年度においてMTT保守を行う/行わないの選択が可能であるとし、これに応じた組み合わせ分の保守計画案を作成する。そして、各年度でのMTT保守延長の上限を満たすように各ロットにおける計画案から各々1案ずつを選択する。この際、計画期間終了時の線区平均軌道状態(軌道変位標準偏差)を最小化する最適化処理を行う。ここで、道床交換の実施後の推移については、上述の定数  $v, w$  を用いて予測する。  
ii) 1年目計画の作成

以上で作成した計画は、ロット単位での軌道変位保守計画であり、MTTによる1回の保守延長単位(ブロック)での計画ではない。そこで、MTSの保守対象箇所選択機能を用いてブロック単位での計画にする。この際、i)で得られた計画で1年目にMTT保守するとされたロットをブロックに必ず含むという制約を設けた上で、作成されるブロック数が最小になるようにする。そして、1年目のMTT保守延長の上限の範囲で改善量大きい順にMTT保守箇所を選択し、年度末の軌道変位を予測す

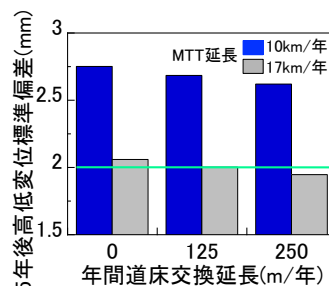


図9 保守量と軌道状態の関係

る。この状態が2年目開始時の軌道状態となる。

iii) 2～5年目計画の作成

2年目開始時の軌道状態を用い、i), ii)と同じ考え方で2～5年目の計画を作成する。

### 3.2 中期保守計画モデルの適用結果

延長40km程度の線区データに本モデルを適用し、MTT保守を各年度に10または17km、道床交換を各年度に0, 125, 250mずつ行う場合の5年分の保守計画を作成した。

各場合に実現すると予測された軌道変位を図9に示す。例えば、5年後の軌道変位標準偏差2mmを実現したい場合、MTT保守を17km/年ずつ実施し、道床交換を125m/年ずつ実施すれば実現可能であることが分かる。また、道床交換を250m/年までは行う必要はないことも分かる。

以上のように、本モデルを用いることで、中期的な保守延長の適正化を図ることができる。

## 4. 材料劣化を考慮した長期予測モデル

10年以上を想定した長期的な保守計画や軌道構造改良等の施策の効果を検討する場合、材料劣化を考慮した軌道状態の予測モデルが必要である。

構築した予測モデルの構造を図10に示す。本モデルでは、一般に輪重の増加により軌道変位やレール凹凸、道床劣化が進むことを考慮し、 $t$ 年度での軌道状態(軌道変位、道床劣化、レール凹凸)の指標に応じて推定した輪重を用いて、 $t$ 年度の各進みを予測する。ここで、各指標の初期値は、対象箇所や区間での履歴データに基づき設定する。なお、 $t$ 年度の評価指標が目安値を超過する場合は、その指標に応じた保守を $t$ 年度に行うことで、各指標は改善される。そして、 $t$ 年度の各進みを用いて

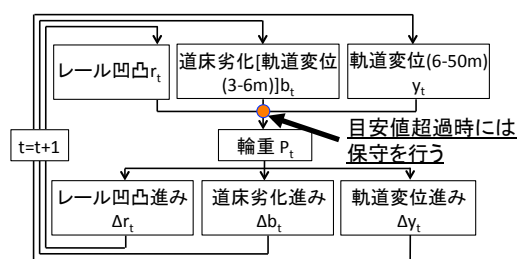


図10 軌道状態の予測・劣化モデル

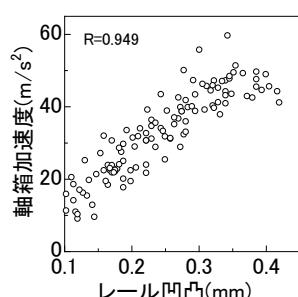


図11 レール凹凸と軸箱加速度

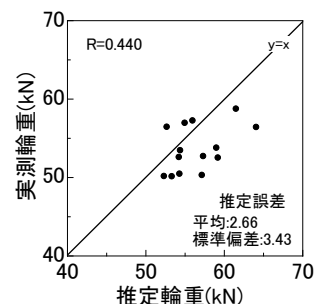


図13 輪重の推定値と実測値

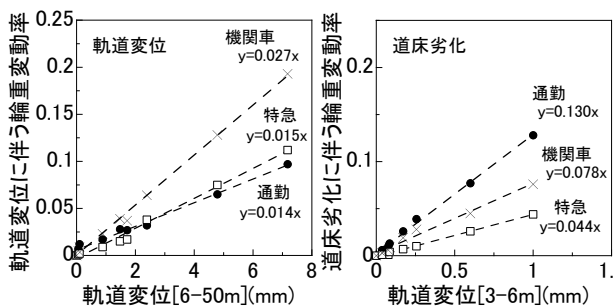


図12 輪重変動に関するシミュレーション結果

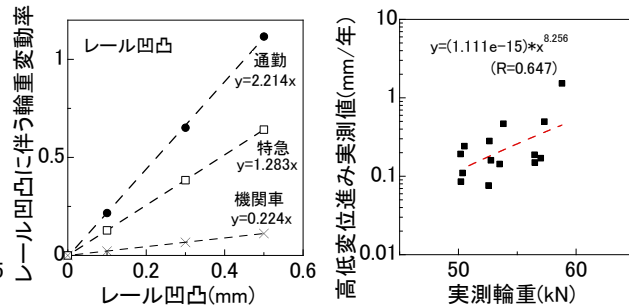


図14 輪重と軌道変位進み

t+1年度の軌道状態を予測する。このサイクルを繰り返すことにより、軌道状態の長期的な推移を求められる。

#### 4.1 材料状態を考慮した予測指標

軌道状態の評価指標として、軌道変位には10m弦高低変位に対応する復元波長域6～50mの高低変位yを用いる。道床劣化には、先述のように5m弦高低変位と土砂混入率との相関が高いことから、復元波長域3～6mの高低変位bを用いる。また、レール状態rには、凹凸量を用いるが、図11に示すようにレール凹凸と相関の高い軸箱加速度（一般的なレール凹凸の波長に基づいた75～250mmのバンドパスフィルター処理済）を用いても良い。

#### 4.2 輪重の算定

輪重には定常分と変動分を考える。変動分には、軌道変位、道床劣化、レール凹凸による各変動分を考慮する。輪重P(kN)の算定式を式(2)に示す。

$$P = P_{st} + \Delta P$$

$$\Delta P = (s \cdot y + t \cdot b + u \cdot r) \cdot (V/100) \cdot P_{st} \quad (2)$$

$P_{st}$ : 定常輪重 (kN),  $\Delta P$ : 変動輪重 (kN)

s: 軌道変位に伴う輪重変動率

t: 道床劣化に伴う輪重変動率

u: レール凹凸に伴う輪重変動率, V: 速度 (km/h)

輪重変動を表す係数s, t, uを算定するため、軌道変位や材料状態に対応する軌道形状を車両運動シミュレーションモデル<sup>4)</sup>に適用し、3種類の車両（通勤車両[静止輪重: 27kN], 特急車両[40kN], 機関車[83kN]）における係数を速度100km/hの条件で算出した結果を図12に示す。

軌道変位に対する係数sは機関車で大きく、道床劣化

に対する係数tは特急が最小であった。また、レール凹凸に対する係数uは、静止輪重が軽いと大きい傾向にあった。これらは、車体やばね下の質量、振動特性に応じて、軌道形状が輪重変動に与える影響が異なるためである。

本手法により算出した輪重の推定値と実測値との比較を図13に示す。推定値の方が実測値より若干大きく、ばらつきはあるが、大小関係や傾向は近いことから、本モデルによる輪重の推定は妥当と考えられる。

#### 4.3 劣化速度、保守改善量の算定

算定した輪重を使って、軌道変位進み $\Delta y$ 、道床劣化進み $\Delta b$ 、レール凹凸進み $\Delta r$ を予測する。ここでは、輪重（実測値）と軌道変位進みのデータから得られた図14に示す指数関数的な関係に基づいて、式(3)でモデル化する。

$$\Delta y = \sum_j \alpha_j P_j^{\beta_y} I_y, \quad \Delta b = \sum_j \alpha_j P_j^{\beta_b} I_b, \quad \Delta r = \sum_j \alpha_j P_j^{\beta_r} I_r \quad (3)$$

係数jは車種であり、各車種による進みの和が全体の進みになる。 $\alpha_j$ は通過軸数（単位：1000万軸）である。 $\beta_y, \beta_b, \beta_r$ （以降、 $\beta_{y,br}$ と略記）については、1回の輪重作用時における軌道変位、道床劣化、レール凹凸の進みに関係する。この各係数は、軌道構造や材料状態に依存すると考えられるが、両方を考慮して値を定めるのは難しいため、材料状態にのみ依存する係数とした上で、構造補正係数 $I_{y,br}$ を別に定義して軌道構造を考慮する。これらの $\beta_{y,br}$ と $I_{y,br}$ については、劣化指標ごとに異なるが、各車種では共通とする。ここで、レール凹凸に関係する $I_r$ については、内軌波状摩耗のように、特定の条件下で進みやすい状況を考慮するのに用いる。また、軌道変位進み等において構造物等の影響が現れる箇所については、 $I_{y,b}$ で考慮する。

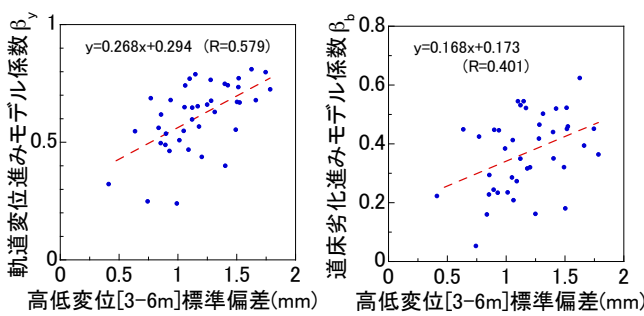


図 15 軌道変位等の進みの予測モデルの係数  $\beta_{y,b,r}$

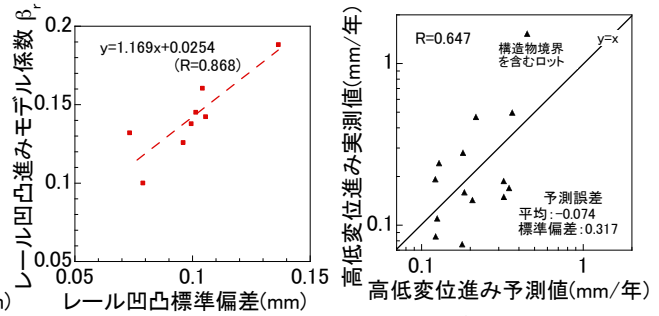


図 16 軌道変位進みの予測精度

ところで、 $\beta_{y,b,r}$ については、単一車種の走行線区では、各箇所の履歴データに基づいて推定した輪重と進みの実測値との関係から直接的に設定できる。複数車種の走行線区でも、 $\beta_{y,b,r}$ は各車種で共通と考えられるため、他のパラメータが既知であれば、 $\beta_{y,b,r}$ を式(3)で求められる。

以上の係数のうち、軌道変位進みを表す係数 $\beta_y$ については、道床が劣化すると、同じ輪重が作用した際の軌道変位進みが大きくなるため、 $\beta_y$ も増加すると考えられる。そこで、 $\beta_y, \beta_b$ については高低変位 [3-6m] との関係として、また  $\beta_r$ についてはレール凹凸との関係として図 15 に示す。各指標と  $\beta_{y,b,r}$ の間には相関があるため、 $\beta_{y,b,r}$ を材料状態に関連づけることは妥当である。特に、 $\beta_y$ については道床の劣化と共に増加すると考えられるため、高低変位 [3-6m] との関係式(図中)により道床状態を反映できる。

以上のように、時間の経過に応じて  $\beta_{y,b,r}$ を更新することで、材料劣化を考慮して軌道状態の劣化を推定できる。高低変位進みの予測値と実測値の関係を図 16 に示す。構造物境界を含むロットを除けば、両値は近い傾向にあり、マクロに長期的な検討を行うのであれば、十分な精度で予測できると考えられる。

一方、軌道変位  $y$  の MTT 保守や道床交換による改善量は、図 5 の関係に基づいて算定する。なお、MTT 保守改善量は、道床劣化が進むと減少するため、道床状態に応じて改善量を増減させる。また、道床劣化  $b$  については、道床交換によって道床が初期状態に戻ると考え、一定値に減少する。レール凹凸  $r$  については、レール削正により削正前の軸箱加速度に応じて一定量減少するとし、更にレール交換によって一定値に減少すると考える。

#### 4.4 軌道、車両、運転条件の変化への対応

車両や速度を変えて検討する場合は、式(3)の各値や係数、速度を変更後の条件に合わせれば良い。また、輸送条件(通過頻度)が変化する場合は  $a_y$  に新しい通過軸数を設定すれば良く、構造補正係数  $I_{y,b,r}$  は、同一の軌道構造で使用し続ける場合は 1.0 のままで良い。

一方、軌道構造を変える場合には、現状の軌道構造に対する進み量の変化の程度を  $I_{y,b,r}$  に反映させる。表 1 は鉄道構造物設計標準・同解説 [軌道構造]<sup>5)</sup> の考え方に

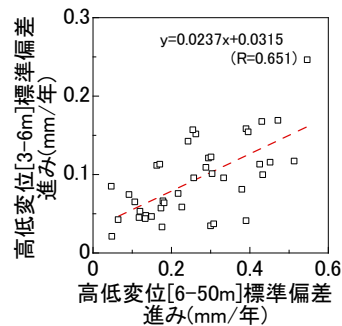


図 17 軌道変位進みの関係

基づいて、50kgN レール-木まくらぎ (37本/25m) -道床厚 200mm での軌道変位進みを 1 とし、各構造条件で算出した軌道変位進みとの比を整理したものである。この軌道構造に対して、PC まくらぎ化するのであれば  $I_y$  に 0.92 を設定する。なお、普通継目を溶接継目とする場合には、レール凹凸の減少に伴って輪重が減少すると考え、補正係数での考慮は不要である。 $I_b$  については、図 17 に示すように高低変位 [6-50m] と高低変位 [3-6m] の両進みの間には線形の関係があるため、 $I_b$  には  $I_y$  と同じ値を用いて良い。 $I_r$  については、熱処理レールの導入等、凹凸進みに影響する軌道構造の変更の際に、効果を反映させる。

#### 4.5 モデルによる検討例

##### 4.5.1 ロット単位での検討

木まくらぎ構造の線区 (200 万 t/年) データに基づいて必要なパラメータを設定した上で、重量 40t の車両が 100km/h で走行する際の 50 年分における軌道変位推移を本モデルで予測した結果を図 18 に示す。

軌道変位の保守周期が短くなっていくのは、レールや道床状態の劣化のためであり、19, 42 年目に軌道変位が大きく良化し、軌道変位進みが減少するのは、道床交換の効果である。

以上を基本条件とし、表 2 の条件①~⑤に変更した際の高低変位推移を先掲の図 18 に合わせて示す。また、図 19 に 50 年間での保守回数と平均高低変位進みを示す。

① PC まくらぎ化や② 60kg レール化等を行なうと、基本条件と比べて高低変位進みが減少して保守回数は減る。また、①, ②を比較することで、軌道構造強化の内容の

特集：軌道技術

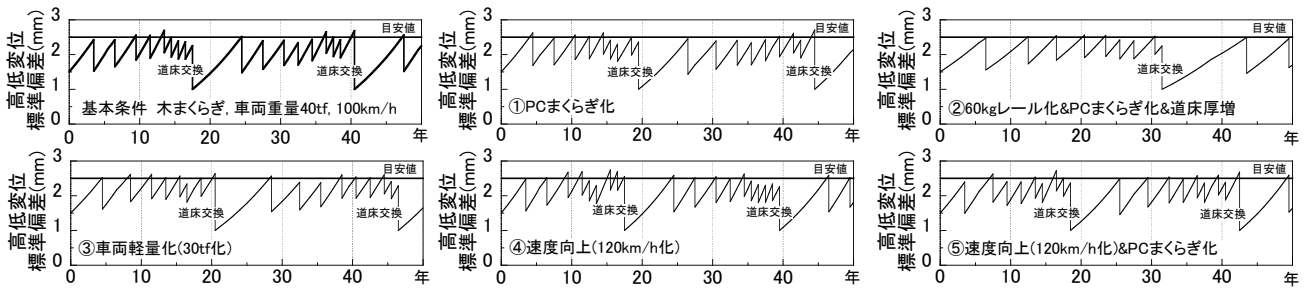


図 18 軌道変位（6-50m 復元）推移の予測例

表 1 補正係数

| レール       | まくらぎ | 本数<br>(本/25m) | 道床厚 (mm) |      |      |      |
|-----------|------|---------------|----------|------|------|------|
|           |      |               | 150      | 200  | 250  | 300  |
| 60kg      | PC   | 43            | 1.13     | 0.64 | 0.49 | 0.42 |
|           |      | 41            | 1.23     | 0.68 | 0.51 | 0.44 |
|           |      | 39            | 1.34     | 0.72 | 0.54 | 0.46 |
|           | 木    | 37            | 1.46     | 0.76 | 0.56 | 0.48 |
|           |      | 43            | 1.37     | 0.68 | 0.52 | 0.45 |
|           |      | 41            | 1.49     | 0.72 | 0.54 | 0.47 |
| 50kg<br>N | PC   | 39            | 1.64     | 0.77 | 0.57 | 0.49 |
|           |      | 37            | 1.81     | 0.82 | 0.60 | 0.51 |
|           |      | 43            | 1.46     | 0.76 | 0.56 | 0.48 |
|           | 木    | 41            | 1.59     | 0.81 | 0.59 | 0.50 |
|           |      | 39            | 1.74     | 0.86 | 0.62 | 0.52 |
|           |      | 37            | 1.91     | 0.92 | 0.65 | 0.54 |
| 40kg<br>N | 木    | 43            | 1.80     | 0.82 | 0.60 | 0.51 |
|           |      | 41            | 1.97     | 0.87 | 0.62 | 0.53 |
|           |      | 39            | 2.18     | 0.93 | 0.66 | 0.55 |
|           | 木    | 37            | 2.41     | 1.00 | 0.69 | 0.58 |
|           |      | 43            | 2.25     | 0.95 | 0.67 | 0.56 |
|           |      | 41            | 2.47     | 1.02 | 0.70 | 0.58 |
| 木         | 39   | 2.73          | 1.09     | 0.74 | 0.61 |      |
|           | 37   | 3.03          | 1.17     | 0.78 | 0.64 |      |

表 2 検討条件

| 条件                            | レール   | まくらぎ |       | 道床厚<br>(mm) | 静止輪重<br>(kN) | 速度<br>(km/h) |
|-------------------------------|-------|------|-------|-------------|--------------|--------------|
|                               |       | 種別   | 本/25m |             |              |              |
| ◆基本条件                         | 50kgN | 木    | 37    | 200         | 50           | 100          |
| ① PC まくらぎ化                    | 50kgN | PC   | 37    | 200         | 50           | 100          |
| ② 60kg レール化 & PC まくらぎ化 & 道床厚増 | 60kg  | PC   | 37    | 250         | 50           | 100          |
| ③ 車両軽量化 (30tf 化)              | 50kgN | 木    | 37    | 200         | 30           | 100          |
| ④ 速度向上 (120km/h 化)            | 50kgN | 木    | 37    | 200         | 50           | 120          |
| ⑤ 速度向上 (120km/h 化) & PC まくらぎ化 | 50kgN | PC   | 37    | 200         | 50           | 120          |

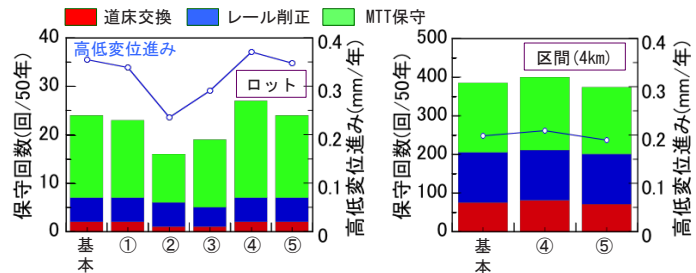


図 19 長期予測モデルによる施策評価結果

差異を分析できる。③車両軽量化では、輪重が減るために高低変位進みが減少し、保守周期が延びる。④速度向上では、高低変位進みが増えて保守周期は短縮され、保守回数が増えた。この場合、⑤のように、PC まくらぎ化も行うと、基本条件と同程度の高低変位進みとなり、基本条件と同じ保守回数で軌道状態を良好に維持できる。

以上のように、軌道や車両の条件が変化した場合に、これを考慮した長期的な高低変位の推移を予測でき、施策の評価・分析等に活用できる。

4.5.2 区間単位での検討

以上では、ロット単位で施策が保守量に与える影響を分析したが、こうした施策は一定の区間にわたって行われることが多い。そこで、先述の基本条件の軌道構造を有する 40 ロット（総延長 4km）の区間でのデータを用いて、軌道変位推移を予測した。ここでは、基本条件の他、表 2 に示した④速度向上、⑤速度向上に合わせて PC まくらぎ化した際の推移を予測した。

50 年分の保守回数の合計と高低変位進みの平均値を先掲の図 19 に示す。④速度向上では、基本条件と比べて MTT 保守が 9 回、道床交換が 6 回増加した。一方、⑤ PC まくらぎ化も行った場合には、MTT 保守は 7 回、道床交換が 4 回減少した。

以上のように、一定の延長を持つ区間においても、軌

道や車両の条件が変化した場合の長期的な高低変位の推移を予測し、施策の評価等に適用できる。

5. まとめ

本稿では、軌道保守の中長期的な効率化のための軌道状態推移の予測モデルと保守計画法を示した。今後は実証分析により、精度を確認し、軌道保守の意思決定の有効な支援ツールとして活用できるよう、研究を推進する。

文献

- 1) 三和他：最適軌道保守計画作成モデルの実施検証に基づく性能評価と運用実施の汎用化，土木学会論文集 D3, Vol.69, No.2, 2013
- 2) 内田他：材料劣化を考慮した軌道狂い経時変化の予測モデル，鉄道総研報告，Vol.11, No.2, pp.1-6, 1997
- 3) 三和他：レールおよび道床状態を考慮した軌道保守方法の最適選択モデルの構築，鉄道総研報告，Vol.26, No.2, pp.13-18, 2012
- 4) 宮本他：地震時の鉄道車両の挙動解析，日本機械学会論文集 C 編, Vol.64, No.626, 1998
- 5) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説－軌道構造，丸善出版，2012