

軌道状態評価モデルの新幹線軌道への適用とシステム化

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○吉田 尚史, 木村 寛淳, 三和 雅史
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 下野 勇希

1. はじめに

これまで、在来線のバラスト軌道を対象として軌道状態評価モデル¹⁾が構築され、軌道変位(狂い)と材料保守の総合的な効率化が試みられている。

本稿では、軌道状態評価モデルを新幹線軌道に適用し、在来線と同様の分析を行った結果を示し、モデルの妥当性を検証する。また、このモデルをシステム化したので紹介する。

2. 軌道状態評価モデル

図1に軌道状態評価モデルのフローを示す。本モデルでは、軌道変位等のデータから多頻度軌道変位保守箇所を抽出し、レールや道床の状態が多頻度化に大きく影響していると考えられる箇所を材料保守検討箇所として出力する。なお、本モデルは軌道変位が大きい箇所の軌道保守方法や監視方法も出力するが、本稿では検証対象とはしない。

3. モデルの新幹線軌道への適用

3.1 多頻度軌道変位保守箇所の抽出

線区Aにおける高低変位と進み(各25m ロット標準偏差)の関係を図2に示す。ここでは約2.5年間の各検測(全87検測)時の平均値を用いた。また同図には、M値が0.5~3年となる高低変位と進みの組み合わせを示す(目安値:3mm[予防管理目標値相当])。M値とは以下の式で算出される、軌道変位が目安値に到達するまでの平均猶予時間である。

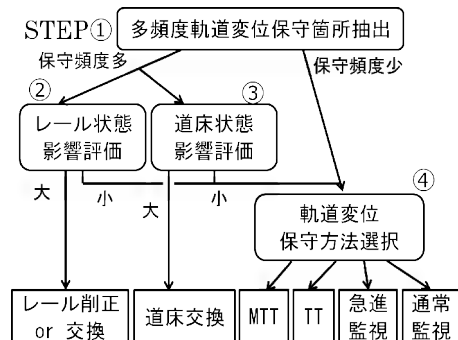


図1 軌道状態評価モデル

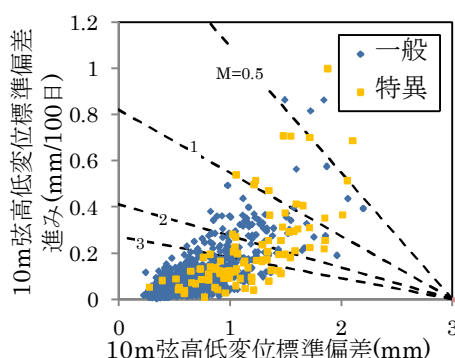


図2 軌道状態とM値

$$M\text{値} = \frac{\text{軌道変位目安値} - \text{平均軌道変位}}{\text{平均軌道変位進み}} \quad (\text{式1})$$

同図では、EJ等を含むロットを特異箇所とし、含まない箇所を一般箇所としている。これは、両箇所間で軌道変位進み等が異なる可能性を考慮したためである。図より、在来線へ適用した場合と同様に高低変位が大きな箇所では進み量は大きく、特異箇所では高低変位及び進みともに大きい傾向がわかる。

M値の算出に用いる直近の検測データ数(走行回数)とM値の関係を図3に示す。図では全期間のM値が5, 10以下であるロットを抽出した際の値も示す。データ数が少ない場合は軌道変位進みを小さく推定するモデル²⁾であるためにM値が大きいが、データ数30(約1年)以降のM値はほぼ一定であることから、約1年分のデータがあれば分析を行うには十分である。一方、同様の目的で用いられている指標M/N比についても検測データ数との関係を図4に示す。ここでNは評価期間中の軌道変位保守量(km/評価期間)である。

図から70(約2年)程度のデータ数が必要と考えられ、線区Aのつき固め率(約0.5)が関与していると考えられる。

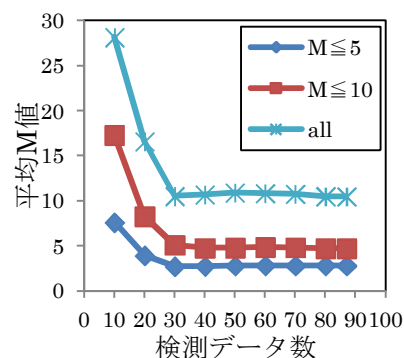


図3 検測データ数とM値

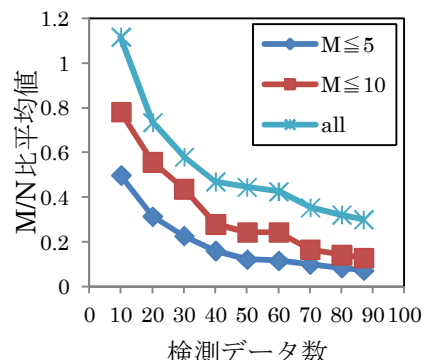


図4 検測データ数とM/N比

キーワード 軌道変位保守, 高低変位, 高低変位進み, 軸箱上下振動加速度, 軌道状態評価

連絡先

〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 公益財団法人鉄道総合技術研究所 TEL042-573-7278

3.2 レール状態評価

レール状態評価にはレール凹凸量との相関が高い軸箱加速度を用いる。本指標の妥当性を確認するため、各ロットでの輪重 P_{dy} を静止輪重 P_{st} と軸箱加速度(レール凹凸分 a_R [BPF0.075-0.25m], 道床劣化分 a_B [BPF2-5m])により式(2)を用いて推定し、高低変位進み量と比較した結果を図5に示す。

$$P_{dy} = P_{st} + a \times M \times a_R + b \times P_{st} \times a_B \quad (\text{式 } 2)$$

ここに、 M :ばね下質量, a , b :補正係数

ここでは、高架橋上の直線で検測期間中に殆ど材料保守がない箇所を用いた。図より、輪重が増加するに従って高低変位進み量も増加する傾向がわかる。また、各ロットにおける推定輪重の内訳(図6)より、レール凹凸分の輪重変動が輪重全体に与える影響はわずかである。これは在来線への適用結果とは異なり、在来線に比べてレール削正頻度が高いことによると考えられる。よって、今回検証した新幹線区間においてはレール状態評価の必要性は低いと言える。

3.3 道床状態評価

道床状態については軸箱加速度、高低検測差等を組み合わせた評価法が提案されている。ここでは前節より、レール凹凸の輪重への影響は小さいと考え、レール保守実績がある箇所も含めて図7に軸箱加速

度と高低検測差の関係を示す。図中には現場調査に基づく道床不良箇所を明示した。軸箱加速度と高低検測差が大きい箇所は道床不良箇所に対応していることから、軸箱加速度 6m/s^2 , 高低検測差 0.25mm 以上のロットを道床状態確認箇所として考えられる。

4. モデルのシステム化

軌道状態評価モデルについて、各種データの入力から評価までの作業を簡略化するためにシステム化した。図8にシステムの画面例を示す。操作画面に従ってデータを入力することで軌道状態が分析され、各ロットの保守方法、管理方法などが提案される。

5. まとめ

軌道状態評価モデルを新幹線軌道に適用する妥当性を検討した。また、同モデルをシステム化した。

参考文献

- 1) 三和他: レール及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, 第26巻, 第2号, 2012
- 2) 森本他: 指数平滑法を用いた軌道狂い進みの予測法, 土木学会第52回年次学術講演会, IV-346, 1997
- 3) 須永他: 高速新幹線における短波長軌道狂いの検出法, 鉄道総研報告, 第13巻, 第5号, 1999

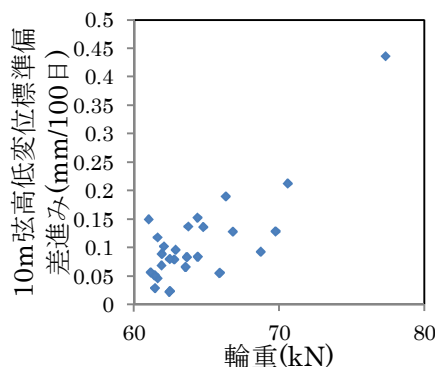


図5 輪重と高低変位進み

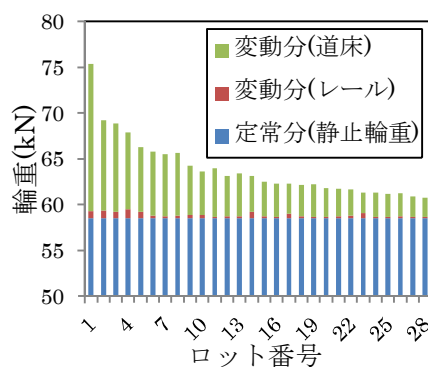


図6 ロット毎の輪重

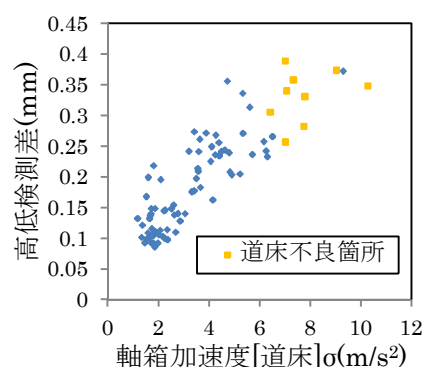


図7 軸箱加速度と高低検測差



図8 システムの画面例

線 No.	線 名	始 点 キロ 程	終 点 キロ 程	M 値	M/N 比	平均軌 道狂い (10m弦 σ)	平均軌 道狂い 進み (10m弦 σ)	レー ル保 守 (継目、 波状 摩耗、 浮き まく らぎ)	道床 急進 交換 監視	通常 管理
1	999	99	0	25	5.2	0.103	0.4104	0.1374		○
2	999	99	25	50	4.2	0.055	0.9506	0.1353		○
3	999	99	50	75	1.4	0.018	1.1117	0.3664		○
4	999	99	75	100	1.6	0.013	0.924	0.3629		○
5	999	99	100	125	5.2	0.069	0.6449	0.1241		○
6	999	99	125	150	1.2	0.014	1.5441	0.3438		○
7	999	99	150	175	0.5	0.006	1.8663	0.5773		○
8	999	99	175	200	8.5	0.099	0.4824	0.0813		○
9	999	99	200	225	4.2	0.049	0.9099	0.1352		○
10	999	99	225	250	8	0.107	0.7126	0.0783		○
11	999	99	250	275	1.6	0.012	1.6656	0.2252		○
12	999	99	275	300	6.8	0.184	0.7999	0.0887		○

評価結果