

軌道変位の動的値と静的値の関係の推定法に関する検討

鉄道総合技術研究所 ○石川 智行、坪川 洋友、三和 雅史
JR 東日本 元好 茂、石井 浩一郎

1. はじめに

軌道変位には軌道検測車等により測定される動的値と、可搬型の軌道検測装置等により測定される静的値の2種類があるが、静的値の測定は車両の荷重が作用していない状態で行われるため、静的値と動的値では差が生じる。このため、鉄道事業者では、昭和40年代前半の調査結果¹⁾に基づいて、軌道変位の静的値に対応する動的値の信頼度90%の範囲を算出する手法が用いられている²⁾。しかしながら、この手法は、当時の脆弱な軌道構造において測定されたデータによるものであり、また、軌道構造や線形の違いは考慮されていない。そこで本研究では、最近の軌道検測データを用いて、軌道構造や線形の違いを考慮して、動的値と静的値の関係を分析し、動的値と静的値の関係を推定する手法の検討を行った。

2. 軌道検測データの処理と軌道構造条件の整理

2.1 軌道検測データの処理方法

本研究では、在来線の9線区を対象とし、動的値のデータには軌道検測車による軌道検測データ、静的値のデータには牽引式の軌道検測装置による軌道検測データを用いた。軌道検測データに対しては、位置合わせやサンプリング間隔の調整等を行い、動的値と静的値の関係の分析用のデータとした。そして、分析用のデータを5mごとのロットに区切り、各ロットのピーク値を算出した。ここで、軌道検測車による検測日と牽引式の軌道検測装置による検測日の間には、最大で4ヶ月程度の期間が空いており、この間にマルチプルタイタンパー等による軌道保守作業が行われていた区間は除外した。なお、高低変位の分析結果については、既発表の文献³⁾及び文献⁴⁾にまとめており、本稿では、通り変位、軌間変位、平面性変位の分析結果を示す。

2.2 軌道構造及び線形の分類

軌道構造のうちまくらぎ種別については、木まくらぎまたはPCまくらぎが連続して敷設されている区間、木まくらぎ数本ごとにPCまくらぎが1本敷設されている区間が混在していた。そこで、線区を100mロットに区切り、PCまくらぎ化率が0~10%の区間（以下、「木まくらぎ区間」と言う。）と90~100%の区間（以下、「PCまくらぎ区間」と言う。）に分類した。PCまくらぎ化率が10~90%の区間では、動的値と静的値の関係は木まくらぎ区間とPCまくらぎ区間の中間の傾向を示すと考えられるが、PCまくらぎ化率によって傾向が異なる可能性があり、詳細に分類した場合にはデータ数が少なく、明確な傾向が得られにくいと考えられることから、分析対象外とした。線形については、曲線区間を半径200m以上半径600m未満と半径600m以上に分類した。曲線区間は、円曲線の区間が50m以上の曲線のみとし、通り変位の測定値からは曲線半径の設計値から算出した値を、軌間変位の測定値からは円曲線の区間の静的値の平均値を引いてそれぞれ正矢量、スラック量を除外した。なお、レール種別についても分類したが、以下では50N定尺レールの結果のみを示す。

3. 動的値と静的値の関係分析

3.1 通り変位

図1に通り変位の動的値と静的値の分布を、図2に動的値と静的値の差分の累積分布を示す。なお、本節では最高速度が85km/hの7線区のデータによる結果を示す。

図1より、曲線半径が大きくなるにつれて、動的値と静的値の分布は近づき、分布の分散は小さくなっていた。また、木まくらぎ区間よりもPCまくらぎ区間において動的値と静的値の分布は近づいていた。図2より、差分の累積分

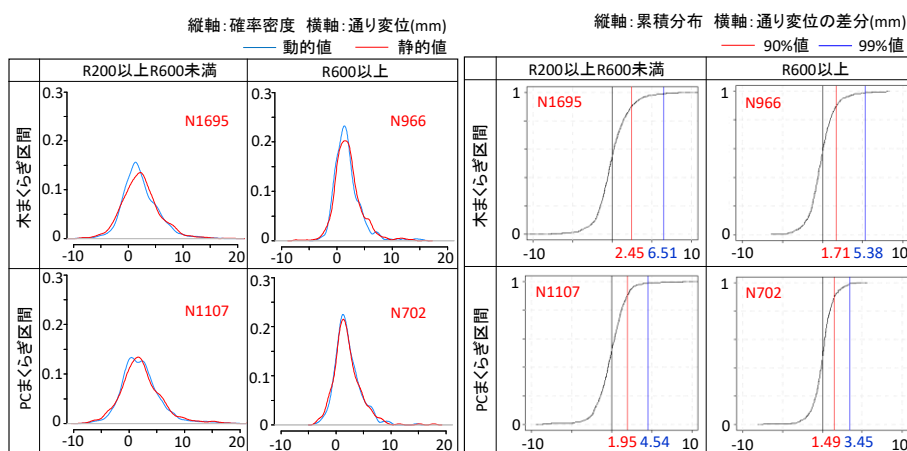


図1 通り変位の分布

図2 通り変位の差分の累積分布

キーワード 動的軌道変位, 静的軌道変位, 軌道構造, 線形, 累積分布

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

〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 JR 東日本 鉄道事業本部 設備部 TEL: 03-5334-1244

布の90%値及び99%値は、曲線半径が小さいほど、またPCまくらぎ区間よりも木まくらぎ区間において大きかった。なお、現行の通り変位の整備基準値の動的値と静的値の差は8mmであるが、通り変位の動的値と静的値の差分の累積分布の90%値は8mmよりも小さかった。

3.2 軌間変位

図3に軌間変位の動的値と静的値の分布を、図4に動的値と静的値の差分の累積分布を示す。

図3より、曲線半径が大きくなるにつれて、動的値と静的値の分布は近づいていた。また、木まくらぎ区間よりもPCまくらぎ区間において分布の分散は小さかった。図4より、差分の累積分布の90%値及び99%値は、曲線半径が小さいほど、またPCまくらぎ区間において大きかった。なお、現行の軌間変位の整備基準値の動的値と静的値の差は6mmであるが、軌間変位の動的値と静的値の差分の累積分布の90%値は6mmよりも小さかった。

3.3 平面性変位

図5に平面性変位の動的値と静的値の分布を、図6に動的値と静的値の差分の累積分布を示す。

図5より、まくらぎ種別によらず、動的値と静的値の分布は概ね一致していた。図6より、差分の累積分布の90%値及び99%値は、PCまくらぎ区間よりも木まくらぎ区間において大きかった。なお、現行の平面性変位の整備基準値の動的値と静的値の差は5mmであるが、平面性変位の動的値と静的値の差分の累積分布の90%値は5mmよりも小さかった。

4. まとめ

軌道構造及び線形別に、軌道変位の動的値と静的値の差分の累積分布により、動的値と静的値の関係を推定する手法を検討した。表1に軌道変位、軌道構造、線形ごとの動的値と静的値の差分の累積分布の90%値及び99%値を示す。表1より、差分の累積分布の90%値は、現行の整備基準値の動的値と静的値の差よりも小さいことを確認した。

今後は、今回分析を行った線区と軌道構造等の条件が異なる線区のデータを用いて同様の分析を行い、提案した動的値と静的値の関係を推定する手法の妥当性について更に検討を行う予定である。

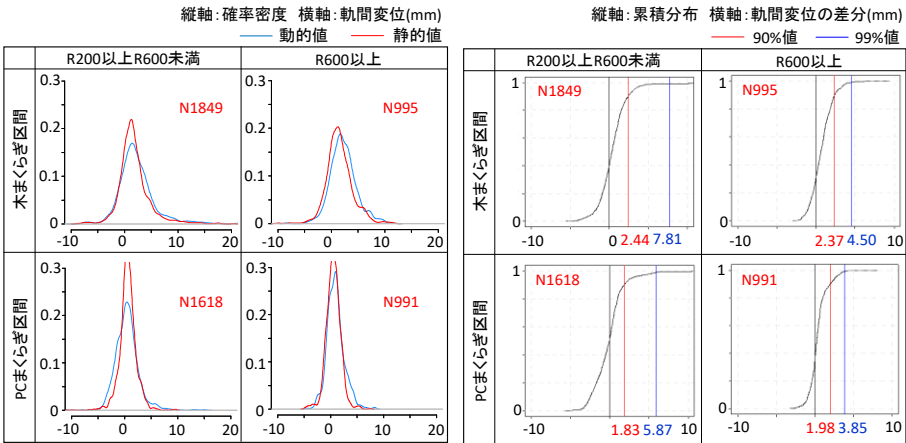


図3 軌間変位の分布

図4 軌間変位の差分の累積分布

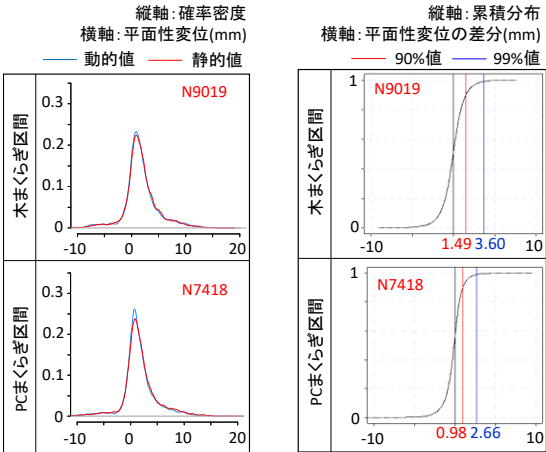


図5 平面性変位の分布

図6 平面性変位の差分の累積分布

表1 差分の累積分布の90%値及び99%値

軌道変位	線形	まくらぎ種別	90%値(mm)	99%値(mm)
高低変位	直線+曲線	木まくらぎ	3.53	8.08
		PCまくらぎ	2.43	6.49
通り変位	R200以上R600未満の曲線	木まくらぎ	2.45	6.51
		PCまくらぎ	1.95	4.54
	R600以上の曲線	木まくらぎ	1.71	5.38
		PCまくらぎ	1.49	3.45
軌間変位	R200以上R600未満の曲線	木まくらぎ	2.44	7.81
		PCまくらぎ	1.83	5.87
	R600以上の曲線	木まくらぎ	2.37	4.50
		PCまくらぎ	1.98	3.85
平面性変位	直線+曲線	木まくらぎ	1.49	3.60
		PCまくらぎ	0.98	2.66

※50N レールの区間

※高低変位と通り変位は最高速度が85km/hの7線区のデータによる

参考文献

1) 日本国有鉄道：軌道整備基準規程，1964。
2) 佐藤吉彦，梅原利之編：線路工学，日本鉄道施設協会，1987。
3) 石川智行，坪川洋友，三和雅史，元好茂，石井浩一郎：軌道構造及び線形を考慮した動的軌道変位と静的軌道変位の関係分析，第26回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集(J-RAIL2019)，pp.57-60，2019。
4) 石川智行，坪川洋友，三和雅史：高低変位の動的値と静的値の関係分析，新線路，第74巻，第2号，pp.33-35，2020。