

軌道構造を考慮した動的軌道変位分布と静的軌道変位分布の比較

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 関野 敦司、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、牽引式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とがある。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、軌道構造の違いも考慮されていない。そこで本研究では、最近の軌道検測データを使用し、軌道構造の違いにより区間を分類して、動的軌道変位分布と静的軌道変位分布の比較を行い、軌道変位の静的値に対応する動的値の範囲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、高低変位を対象とする。対象線区は在来線の5線区とし、動的・静的・高低変位のデータには軌道検測車による軌道検測データ、静的・高低変位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、分析用のデータとした³⁾。また、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。

2.2 軌道構造条件の分類方法

表1に、分析対象とした線区の軌道構造条件を示す。まくらぎ種別は、全線区において、木またはPCで95%以上であったが、木まくらぎが連続して敷設されている区間、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（ほぼ全てが木まくらぎ）、90～100%の区間（ほぼ全てがPCまくらぎ）を分析対象とし、10～90%の区間（部分PC化）は参考に分析した。レール種別は、線区A、Bでは50Nレールが70～80%、40Nレールが20～30%であったため、50Nレールの区間と40Nレールの区間を分類の上、分析を行った。線区C、D、Eは90%以上が50Nレールであるため、50Nレールの区間のみを分析対象とした。また、線区Eでは、ロングレール化率が高いため、定尺レールの区間とロングレールの区間を分類の上、分析を行った。

表1 分析対象とした線区の軌道構造条件

	まくらぎ種別(%)			レール種別(%)			ロングレール化率(%)
	PC	木	他	50N	40N	他	
線区 A	36.0	60.0	4.0	78.6	20.8	0.6	0.3
線区 B	66.2	32.5	1.3	73.0	26.5	0.5	0.0
線区 C	27.5	69.4	3.1	93.0	3.9	3.1	0.0
線区 D	43.8	51.5	4.7	98.7	1.0	0.3	2.6
線区 E	80.8	14.8	4.3	98.3	0.6	1.1	47.4

3. 動的・静的・高低変位分布と静的・静的・高低変位分布の比較結果

3.1 線区別の比較結果

2.1節の方法で処理を行った分析用のデータを5mごとのロットに区切り、各ロットの高低変位の最小値を算出した。次に、2.2節の方法で分類した軌道構造条件ごとに高低変位の最小値の分布を作成し、動的値と静的値の分布の比較を行った。以下では、線区A及びEの結果のみを示すが、その他の線区でも概ね同様の傾向であった。

図1に、線区Aの動的・静的・高低変位分布と静的・静的・高低変位分布の比較結果を示す。50Nレールの区間において、高低変位の最小値は多くが-20～5mmの範囲に分布しており、-5～

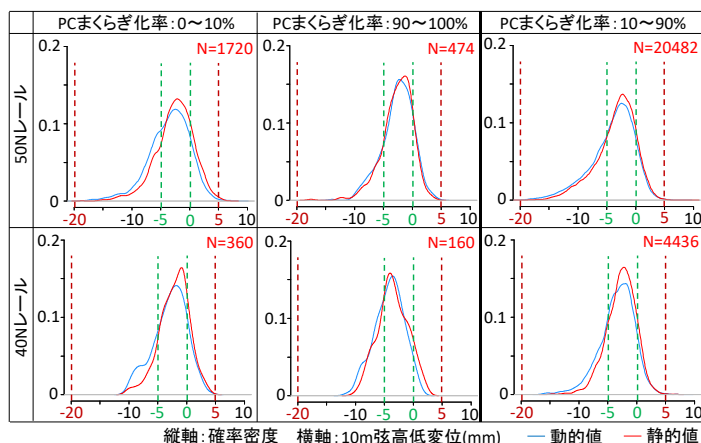


図1 動的・静的・高低変位分布と静的・静的・高低変位分布の比較結果（線区A）

キーワード 動的軌道変位、静的軌道変位、軌道構造、確率密度

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

0mm にピークが存在していた。PC まくらぎ化率が 0～10% のロットの間では、動的値の分布と静的値の分布の形状は異なっており、高低変位が -5mm 以上の範囲では動的値が静的値よりも小さく、 -5mm 以下の範囲では動的値が静的値よりも大きい傾向で、動的値と静的値で差異が生じている。特に、高低変位が -10mm 以下の範囲には、継目区間のロットが多く含まれているため³⁾、このようなロットでは動的値と静的値で大きな差異が生じている。一方、PC まくらぎ化率が 90～100% のロットの間では、動的値の分布と静的値の分布の形状は概ね一致していた。なお、PC まくらぎ化率が 10～90% のロットの間では、上記 2 つの区間の中間的な傾向にあった。また、以上の傾向は、40N レールの区間においても、同様であった。

図 2 に、線区 E の動的
高低変位分布と静的
高低変位分布の比較結果を示す。定尺レールの区間では、線区 A と同様に、PC まくらぎ化率が 0～10% のロットの間では動的値の分布と静的値の分布の形状は異なっていたが、PC まくらぎ化率が 90～

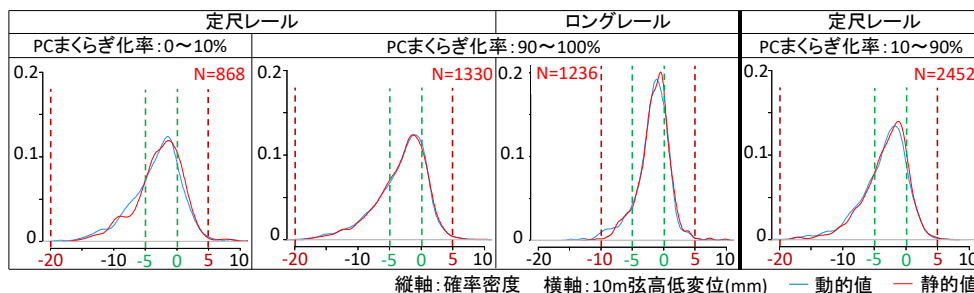


図 2 動的・静的・高低変位分布と静的・高低変位分布の比較結果 (線区 E)

100% のロットの間では動的値の分布と静的値の分布の形状は概ね一致しており、PC まくらぎ化率が 10～90% のロットの間では上記 2 つの区間の中間的な傾向にあった。ロングレールの区間は、PC まくらぎ化率が 90～100% のロットにのみ含まれており、動的値の分布と静的値の分布の形状は概ね一致していたが、高低変位の最小値は主に $-10\sim-5\text{mm}$ の範囲に分布し、 $-5\sim 0\text{mm}$ にピークが存在していた。ロングレールの区間には継目が含まれないため、定尺レールの区間に比べて、高低変位が -10mm 以下の範囲の確率密度は小さくなり、分布のばらつきは小さかった。

3.2 5 線区の比較結果

表 1 に示した 5 線区において、定尺レールで PC まくらぎ化率が 0～10% 及び 90～100% の区間の動的・高低変位分布と静的・高低変位分布を比較した結果を図 3 に示す。50N レールの区間、40N レールの区間ともに PC まくらぎ化率が 0～10% の区間では動的値

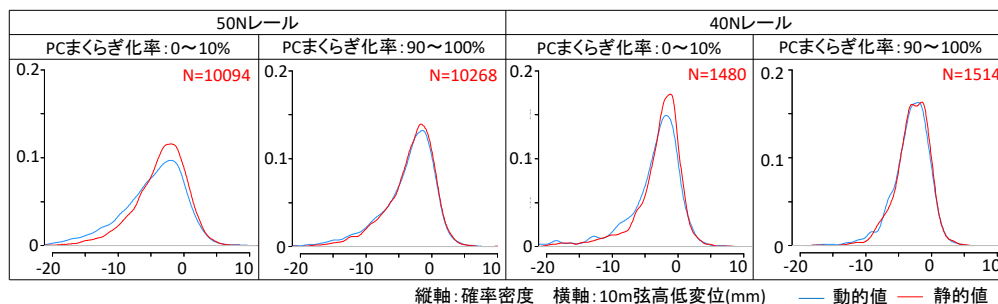


図 3 動的・高低変位分布と静的・高低変位分布の比較結果 (5 線区)

の分布と静的値の分布の形状は異なっていたが、PC まくらぎ化率が 90～100% の区間では動的値の分布と静的値の分布の形状は概ね一致していた。この結果より、ほぼ全てが木まくらぎの区間では、静的値に対応する動的値の範囲を算出する際には、静的値に対して主に継目を含むロットで生じる動的値と静的値の差の分の値を加える必要があると考えられる。一方で、ほぼ全てが PC まくらぎの区間では、静的値に対応する動的値の範囲を算出する際に、静的値に対して加える動的値と静的値の差の分の値は小さくなると考えられる。

4. おわりに

軌道構造条件ごとに区間を分類して、動的・高低変位分布と静的・高低変位分布の比較を行った。今後は高低以外の軌道変位についても分析を行い、軌道変位の静的値に対応する動的値の範囲を推定する手法を検討する予定である。

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，関野敦司，石井浩一郎：動的軌道変位と静的軌道変位区間の距離推定による関係性の考察，第 25 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集(J-RAIL2018)，No.18-83，2018.