

著大通り変位の発生原因分析と再発防止対策

東日本旅客鉄道株式会社 ○ 佐藤 和樹 同 片寄 哲務
同 遠田 真澄
正会員 常木 育哉

1. 目的

著大な通り変位は場合によっては列車の走行安全性に大きな悪影響を及ぼすが、その予兆や発生を検知することは難しい。本稿では著大通り変位を普段の維持管理によって未然に防止することを目的に、当社管内において発生した著大通り変位事象（以下、「本事象」と言う。）の発生原因分析と再発防止対策について報告する。

2. 発生事象の概況

本事象は2023年11月、通り変位量46mmを確認し運転規制を行ったものである。当該箇所は単線構造の有道床区間であり、勾配10‰、 $R=400m$ 、 $C=60mm$ の円曲線における50Nレール定尺区間の継目部である（図1）。当日の天候は雨、最高レール温度は22.1℃であった。

作業履歴は、当該継目の終点方右レール（外軌側）を2020年10月に交換（以降、「レール交換」と言う。）しており、事象発生時の16日前にまくらぎPC化（N=10本）および継目まくらぎ交換（木→木）、8日前に後日つき固め（以降、これらをまとめて「まくらぎ交換」と言う。）を施工していた（図2）。



図1 事象発生時の軌道状態

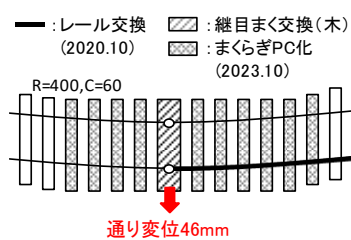


図2 事象発生箇所の概況

3. 各種検査結果

2020年度以降の電気軌道総合検測車による右レール当該継目部の軌道変位検査結果を図3に示す。図3より、レール交換前後で通り変位が増加し、それ以降、漸増している傾向がみられた。ただし、2023年9月の検査時点では当社で定める整備目標値未満であった。同じく、2023年9月に実施した列車動揺検

査結果も目標値未満であり、また、2023年度春季に実施した遊間検査において座屈側ランクは発生していなかった。

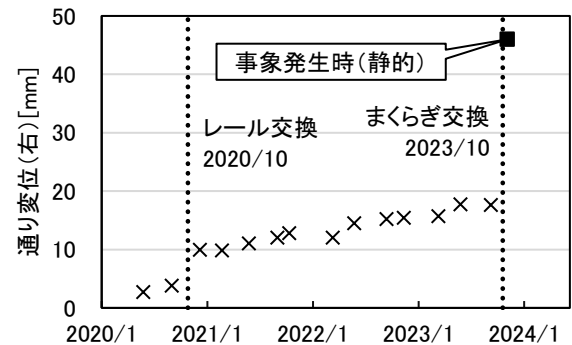


図3 軌道変位検査結果

4. 発生原因分析

作業履歴および検査結果より、本事象はレール軸力の増加による座屈によるものではなく、作業に起因する横圧増大または道床横抵抗力の低下によるものと推定されたことから、レール交換とまくらぎ交換時の状態に着目し、本事象の後日に現地調査を行った。

(1) レール状態

当該継目を挟む両側のレールともレール曲げ加工が施工された形跡は見られず、事象発生時には角折れた状態となっていた。

(2) まくらぎ・締結装置の状態

まくらぎ交換によりレールとまくらぎの締結状態は改善され、良好な状態となっていた。

(3) 道床状態

当該箇所を掘削して道床状態を確認したところ、碎石の極端な細粒化はなく、概ね良好であった。

(4) 道床横抵抗力

当該継目を含む前後の継目部計4箇所（図4）の道床横抵抗力を測定した結果、表1のとおりとなった。なお、継目Cは本事象の復旧作業により道床安定剤を散布したため継目の5m起点方の位置で測定した。

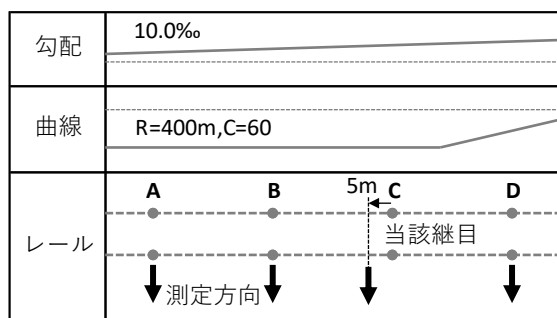


図4 道床横抵抗力測定箇所

表1 各継目部道床横抵抗力 (kgf/m)

箇所	道床横抵抗力	横抵×0.7
継目 A	890	623
継目 B	710	497
継目 C	700	490
継目 D	510	357

全体的に道床横抵抗力は少ない傾向にあり、それぞれを比較すると継目 D が最も値が小さく、継目 B、C も次いで少ないという結果であった。

(5) 道床断面形状

前述した継目 A~D の計 4 箇所について、道床断面形状をレベル測量により調査した。図 5 にレベル測量の結果から得られた道床じり、道床肩、まくらぎ端をプロットした結果及び当社規程で定めている基本断面形状（設計最高速度 85km/h、PC まくらぎ）を示す。当社は、軌道中心から道床じりまでの水平距離

(a)、軌道中心から道床肩までの水平距離 (b)、道床厚 (c)、道床肩幅 (d) を設計最高速度及びまくらぎ種別に応じて規程しており、いずれの継目部も各規程値を満足していた。ここで、道床のり面が水平となす角度（以降、「のり面斜度」という。） θ に着目する。基本断面形状の各寸法が下限値の場合ののり面斜度 θ_0 は 27.8° となり、これを超過していた箇所は継目 C ($\theta_c = 36.0^\circ$) のみであった。この点についてまくらぎ交換当日の工事責任者に聞き取りを行ったところ、まくらぎ交換施工時ものり面は急斜面な印象であったこと、及びまくらぎ交換に伴うつき固めの際には道床碎石のかき上げを実施し、さらにのり面斜度が急となったことが分かった。

これらのことから、のり面斜度が大きいと道床の安定性が低下し道床横抵抗力が低下すると考えられる。よって、道床断面形状の管理における道床じりまでの水平距離 (a) は、のり面斜度が過度に急斜面にならないよう道床厚 (c) に応じて必要な距離を確保すべく管理することが肝要である。

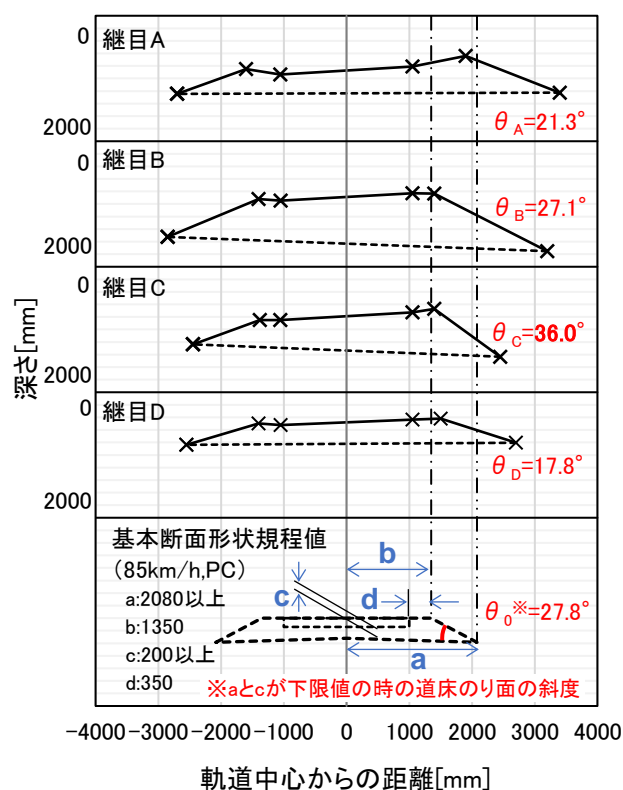


図5 道床断面形状の比較

5. 考察

以上より、本事象の発生原因は次に示す 3 点が複合したことによるものと考えられる。

- ・レール交換後の角折れによる横圧の増加
- ・まくらぎ交換により締結状態が良化したことによる道床へ伝達される横圧の増加
- ・施工時の道床かき上げによるのり面斜度の増加に伴う道床横抵抗力低下

6. 対策と今後の展望

以上を踏まえ、再発防止対策として次の 2 点を実施している。

- ・道床整理後はのり面斜度が基本断面形状と比較して過度に大きくなっていないことを確認する
- ・レール曲げ加工指示を徹底するとともに、レール交換後には継目部が角折れしていないことを確認する

今回の分析を通じてのり面斜度という着眼点を得ることができた。今後の展望として、のり面斜度を全線にわたって直接的に管理できるよう点群データ等を活用した管理手法の構築に取り組んでいく。

本事象を教訓としさらなる安全で安定した輸送をお客さまに提供できるよう尽力していく所存である。