

弾性まくらぎの道床劣化抑制効果の検証

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 宮崎祐丞
西日本旅客鉄道株式会社 塩満俊和
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 安藤拓也

1. はじめに

弾性まくらぎは道床に伝わる振動を低減し、軌道狂い進みを抑制する効果をもつことは定量的に検証されており、軌道弱点箇所への勘合型弾性まくらぎの敷設により保守投入低減による省力化が実現されている。

本研究では、この弾性まくらぎの道床振動低減効果に着目し、さらなる効用として「道床振動の低減により道床劣化が抑制され交換周期が延伸される」という仮説を立てた。道床振動の低減効果については、今年度に姫路新幹線保線区管内で行われた測定において5G程度の低減があることが確認されている。

本研究ではこの仮説の検証として、姫路新幹線保線区管内に敷設されている経年10年程度の弾性まくらぎ区間と、隣接する同様の条件の3Tまくらぎ区間での道床ふるいわけ試験を実施および比較して、この仮説を検証することを目的とする。

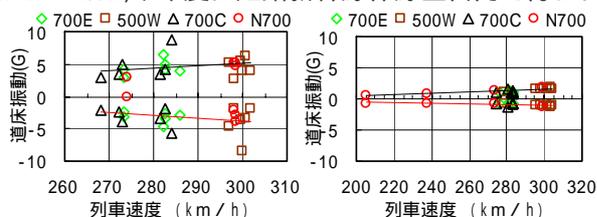


図-1 弾性まくらぎ交換前(左)後(右)の道床振動加速度

2. 調査方法

道床ふるいわけ試験は、まくらぎ下150mmの範囲から30kgの道床を採取して53.0mm～10.0mmの5段階のふるいにかけ、残留成分の重量%を求める方法によって行った。試験箇所選定にあたっては、まくらぎ種別(3T・弾性)と敷設時期、道床の交換時期を組み合わせ、相互に比較できるように32ロット100測点を選定した。できるだけ純粋にまくらぎの違いによる傾向差を抽出するために構内区間の軌道弱点箇所を避けて一般区間からの選定とし、溶接、構造物ジョイント部なども可能な限り除外した。

3. 結果の分析方法

結果の分析にあたって、100測点すべての粒度分布曲線を比較することは難しいことから「20mm未満重量%」を指標として比較することとした。道床においてこの範囲の粒は支持力に効果がないとされており¹⁾、標準示方書では新品の道床において重量比で5%以下とされている。図-1に示した通り、今回のふるいわけ試験の結果を見ても、細粒化の進行していた多くの箇所でも20mm未満の粒(19.0mmふるいを通過したもの)の重量%が20%前後まで増加しており、細粒化の程度を表す指標として適当と考えられたため結果の分析にあたって使用することとした。

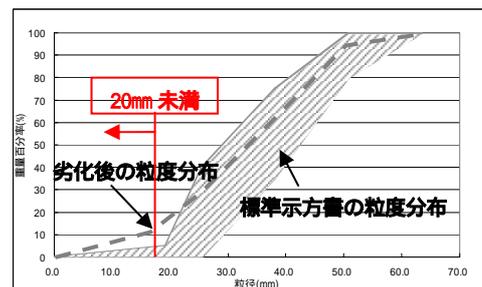


図-2 劣化前後の粒度分布

4. 結果

(1) 全体の傾向

全100サンプルの結果について、道床の経年(道床交換以降の経過年数)を横軸にとり、まくらぎ種別ごとに表したものが図-2である。

まず細粒化と道床経年の関係については、一般に言われている通り²⁾かなりばらつきがある(右端のグループを特異例として除外しても R^2 値は0.1に満たない)が、ばらつきの上限は経年に比例する傾向がみられる。つまり、細粒化の進む条件のある箇所では細粒化が経年に比例する傾向が現れていると考えられる。また、細粒化の進行とまくらぎの種類の関係については、3T/4Tまくらぎ箇所、弾性まくらぎ箇所それぞれの分布に有意な差があるとは考えられず、ふるいわけ試験の結果を単純に見る限りにおいては実際の線路において弾性まくらぎが道床の細粒化を抑制しているという結論には至らなかった。

(2) 個別の結果の分析

上記の結果に基づき、さらに以下のような仮説を立て、個別のケースについて分析を行った。

細粒化の進んでいた箇所について、まくらぎ以外の条件の影響を除外しきれていない

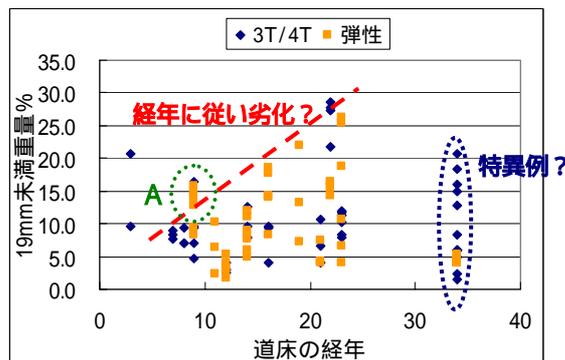


図-3 細粒化の進行と道床経年・まくらぎ種別関係

・keyword: 道床, 劣化, 弾性まくらぎ

・連絡先: 姫路新幹線保線区 〒670-0914 兵庫県姫路市豆腐町字水田 316 TEL(0792)82 - 5864 JR:073 - 3594

道床交換から弾性まくらぎ敷設までの時間差による影響が大きい

経年劣化以外に細粒化の原因がある

まず についてであるが、再度測点近傍の溶接、ジョイントの位置を確認した結果、図-2中のAにあたる5測点についてはGP溶接および高架ジョイントの介在が認められた。軸箱加速度の値に問題はない箇所ではあるが、この部分については溶接の影響があるのではないかと考えられる。しかしその他大部分の測点においては溶接およびジョイントの介在は認められない、あるいは近傍にあっても細粒化は進んでいないことがわかった。

次に について、同年度に道床交換が実施され、その後異なった年度に弾性まくらぎ敷設が行われた2つの区間を抽出して比較検証を行った。

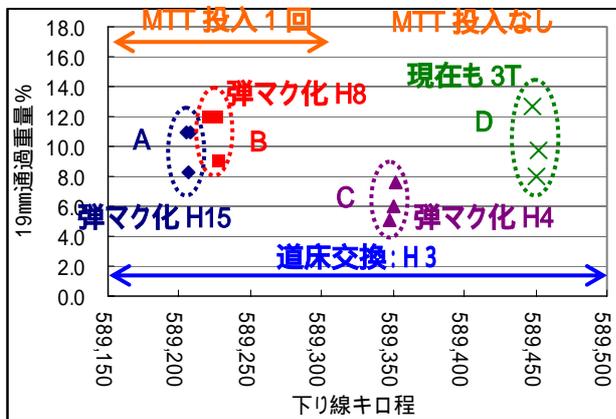


図-4 下り線 589K150M ~ 589K500M での結果

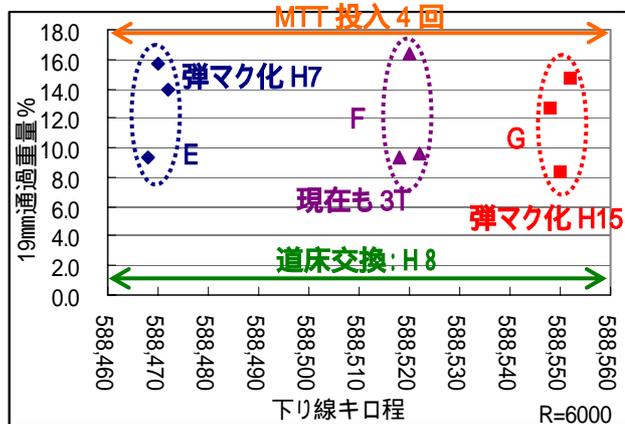


図-5 下り線 588K460M ~ 588K560M での結果

図-3,4は、ともに下り線の589K150M ~ 589K500Mと588K460M ~ 588K560Mにおける隣接したロットでの結果を比較したものである。両区間において道床はそれぞれH3年度とH8年度に交換されており、その上で異なる時期に敷設された弾性まくらぎと現在も残っている3Tまくらぎの各ロットについてふるいわけ試験を行っている。

図-3の区間においては、道床交換の翌年度に弾性まくらぎ化されたCのロットで19mm通過重量%が他と比べて低くなっており、「道床交換直後に弾性まくらぎが敷設されたため、道床がほとんど細粒化していないのではないか」という推測を与える。しかし、図-4の区間においては、道床交換の前年度に弾性まくらぎ化された(=道床交換した時点で既に弾性まくらぎであった)箇所においても他の箇所と同等に細粒化が進行していることがわかる。さらに、道床が図-3の区間より新しいにもかかわらず全体で細粒化が進んでいる傾向にある。

ここで細粒化の要因として浮上してくるのはMTTの投入である。図-3,4中には、データの残っている平成10年度以降の8年間でこの区間に投入されたMTTの回数を示している。MTTの投入については年度ごとに変動があるが、ある程度の傾向は知ることができる。このデータによれば、図-3の区間は投入が8年間で0~1回、図-4の区間では8年間で4回であり、特に細粒化の進みが遅かったCロットは最近8年間MTT投入はない。

MTTによる締め固めが道床を細粒化させることは既に知られているが³⁾、その影響は道床の上部より下部(まくらぎ下150mmより深い部分)において顕著であるとされていた。しかし、今回まくらぎ直下150mmまでのふるいわけ試験においてもMTT投入箇所でも細粒化が進んでいるという結果が出たことから、上部においてもある程度の影響があり、またその影響は弾性まくらぎによる道床振動の低減を大きく上回る程度のものであることがわかった。

5. まとめ

本研究の成果として以下の2点があげられる。

- ・ふるいわけ試験全体の傾向として、弾性まくらぎに有意な道床劣化抑制効果を認めることはできなかった。
- ・個別のケース分析の結果、弾性まくらぎによる道床劣化抑制効果は0ではないが、MTT投入回数の影響の方が支配的であることがわかった。

つまり、MTT投入を前提として保守されている現在の新幹線のバラスト軌道においては、弾性まくらぎによる道床の交換周期延伸を期待することは現時点ではできないということが示されたことになる。

ただし今回の試験対象は、列車振動が比較的小さい一般区間であり、また弾性まくらぎは敷設後10年程度しか経過していないものであるため、「列車振動の大きい構内区間ではどうか」「超長期的な観点で見るとどうか」というような課題については今後の検証が必要であると思われる。

参考文献

- (1),(2),(3)新しい線路 須田征男 長門彰 徳岡研三 三浦重 編 (社)日本鉄道施設協会 平成9年3月 pp214-219