「バラスト･スラブ境における弱点対策の一考察」

○　ＪＲ西日本　正会員　津田　晃宏
ＪＲ西日本　正会員　小野　隆
ＪＲ西日本　正会員　中村　孝次
ＪＲ西日本　正会員　高山　宜久

1.　はじめに

山陽新幹線岡山以西では、スラブ軌道が多く用いられているため、バラスト･スラブ境が多数存在している。バラスト･スラブ境はバネ係数が不連続なため、バラスト軌道側が沈下しやすい傾向にあり、弱点箇所となる可能性が高いことが知られており、JR西日本福岡支社管内でも上下あわせて 46 箇所のバラスト･スラブ境が存在し、そのほとんどが弱点箇所となっている。現在まで、バラスト・スラブ境に対する各種対策（EJ 用マクラギ化、PC 間詰め、ケーブル防護マクラギ）をＪＲ西日本福岡支社としても実施し、ある程度の成果が見られてきたが、鉄道総合技術研究所の報告 1)では、バラスト・スラブ境対策には現在までに実施してきた各種対策と比較し、弾性マクラギを敷設することが最もバラストへの振動を抑え、軌道狂い抑制の効果があることが報告されている。よって、本研究では、バラスト・スラブ境への抜本的対策としての弾性マクラギの有効性を検証する。

2.　従来の研究報告内容

現状の道床沈下則ではマクラギ種別による影響はマクラギ下面のみ反映され、道床振動加速度係数には反映されていない。そのため、弾性マクラギの保守省力化効果を十分評価し得ない可能性がある。そこで、マクラギ種別毎の道床振動加速度の影響を考慮し、次式に示す道床沈下進み量の比(β/β_{3H})で相対比較を行う。

$$\beta/\beta_{3H}=((Pt-b)^2\cdot c)/((Pt-b)^2\cdot c)_{3H} \qquad (1)$$

b：初期沈下終了後に塑性変形をもたらさない荷重域が示すもので、道床厚に依存した値(道床厚 250mm で 39.6)
Pt：マクラギ下面圧力の最大値(kPa)
c：解析により得られた道床振動加速度係数

図-1 より道床振動加速度の比ではケーブル防護、EJ 用マクラギよりも弾性マクラギの方が道床振動加速度の比が小さく、**図-2** に示す通り道床振動加速度を考慮すると、弾性マクラギが最も道床沈下抑制の効果があることが確認された。

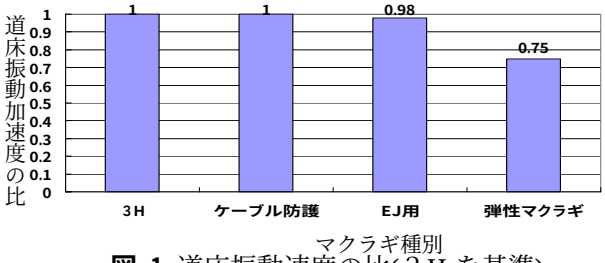

図-1 道床振動速度の比(３H を基準)

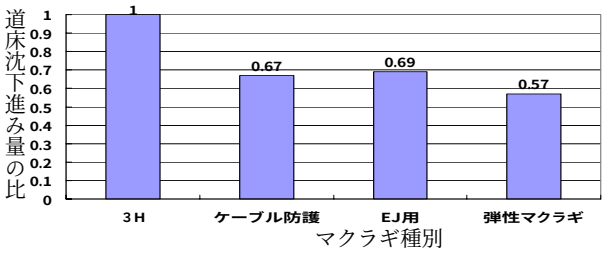

図-2 道床沈下進み量の比(３H を基準)

3.　対策施工箇所の概要

以上の研究報告を踏まえて、今回、新幹線有道床弾性勘合形マクラギ(以下、弾性マクラギ)の試験敷設を行った。試験敷設するのは鞍手トンネル出口、上り線のバラスト・スラブ境である。**図-3** に示す通り、緩衝マクラギから **11 本**の弾性マクラギを敷設した。

試験敷設ということで、良好な状態での敷設や同一条件での比較検討を行うため、道床つき固めやスラブむら直しなどの事前整備を実施し、バラスト軌道とスラブ軌道の線形改善を行った上で、軌道狂い等の比較を行うこととした。**表-1** より当該敷設箇所の過去５年間の施工実績は、約１回/年に道床バラスト軌道のむら直しを行っており、H16 年 2 月に道床部分修繕を行っているが、その後数ヶ月でむら直しを行っている。

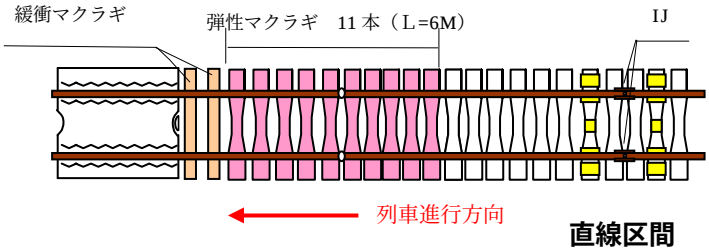

図-3　施工図面

表-1　当該施工箇所の施工実績

年月	工種名
H12.03	10m弦シグマ値整備(併用：縦半絶対値)
H13.08	むら直し
H13.11	むら直し
H14.11	むら直し
H16.02	道床部分修繕
H16.10	むら直し

※　過去５年間の施工実績による

キーワード　バラスト・スラブ境，弾性マクラギ，軌道狂い速度，振動加速度，輪重
連絡先　〒802-0002　福岡県北九州市小倉北区京町４丁目７番　西日本旅客鉄道株式会社 福岡工務所 小倉保線センター　TEL093-541-6915

4.　検証結果

(１)軌道狂い速度の検証

敷設箇所の 10m 弦高低狂いを(H15.1 の第 1 マヤデータ～現在)を**図-4** に示す。

軌道狂い速度を各マヤ単位で算出すると、道床部分修繕までの 0.08mm/マヤ、むら直しまでが 0.17mm/マヤ、弾性マクラギ敷設までが 0.11mm/マヤで平均の軌道狂い速度は 0.12mm/マヤであったが、弾性マクラギを敷設後は 0.03mm/マヤとなっている。弾性マクラギ敷設は、当該箇所においては道床部分修繕よりも軌道狂い抑制に有効であると考えられる。

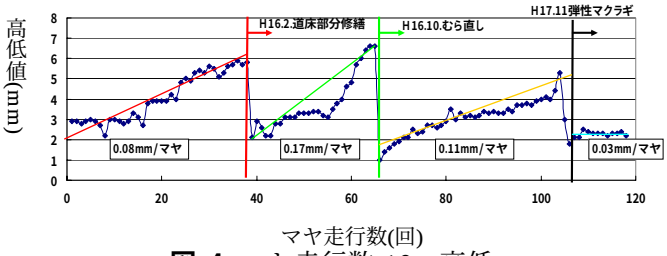

図-4　マヤ走行数-10m高低

(２)輪重の検証

バラスト・スラブ境を中心に約 50m 間での敷設前後の輪重の比較を**図-6** に示す。なお、輪重は事前整備実施後と弾性マクラギ敷設後における比較を行うこととした。図より、スラブ軌道側の輪重が、弾性マクラギを敷設したため低減している。このことによりバラスト軌道側とスラブ軌道側の輪重変動に悪影響は見られないと考える。

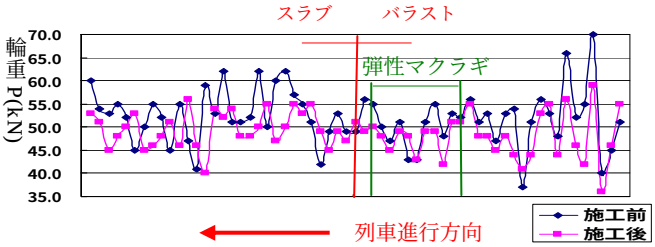

図-6　ＰＱデータ(山側)

(３)振動加速度の検証

スラブ、レール及びマクラギの振動加速度は敷設前後に変化は見られなかった。しかしながら、道床振動加速度については、敷設前は列車通過速度が増加するごとに振動加速度は増加する傾向が見られたが、敷設後の道床振動加速度は列車通過速度に関係なく一定で、敷設前よりも明らかに抑制されている。このことより、弾性マクラギは道床振動加速度の抑制効果があり、それに伴うバラストの劣化や軌道狂い速度の低減効果があることが確認された。

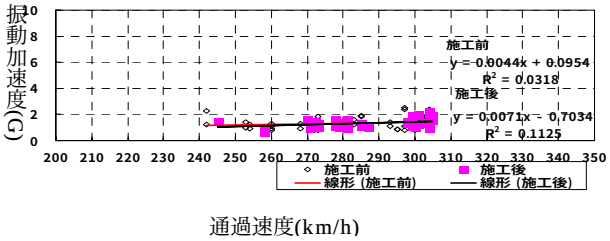

図-7　列車通過速度-スラブ振動加速度

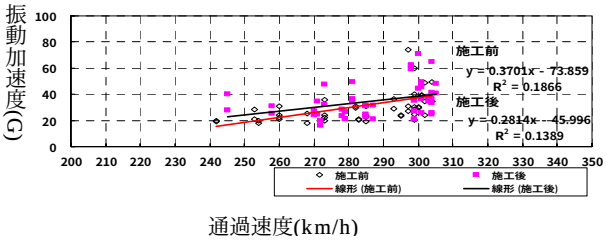

図-8　列車通過速度-レール振動加速度

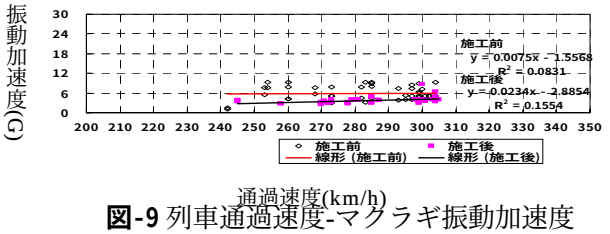

図-9 列車通過速度-マクラギ振動加速度

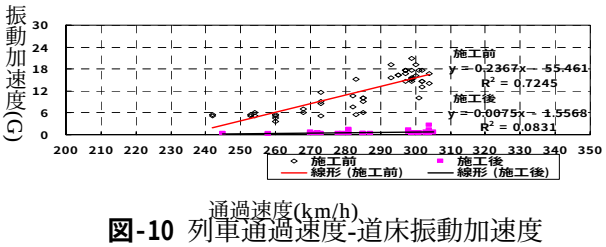

図-10　列車通過速度-道床振動加速度

5.　まとめ

- バラスト・スラブ境では、弾性マクラギ敷設が道床部分修繕よりも軌道狂い速度を低減する効果があった。
- バラスト軌道とスラブ軌道の輪重変動が減少した結果、乗り心地が良くなった。
- 弾性マクラギ敷設により道床振動加速度は抑制されたため、バラストの劣化や軌道狂い速度の低減効果があることが確認された。

6.　今後の課題

- 継続的に軌道狂い値を取得して、バラスト・スラブ境における弾性マクラギの有効性の検証を行う。
- 定期的な新型車両(N700 系)による軸箱データの比較を行う。(平成 18.5 月予定)
- ＰＱデータを再度取得し、検討及び比較を行う。(平成 18.5 月予定)
- 今回はバラスト軌道からスラブ軌道へと軌道変化する箇所での検証を行ったが、より衝撃が大きいと推測されるスラブ軌道からバラスト軌道へと軌道変化するバラスト・スラブ境の検証を行う。

＜参考文献＞

1)　鉄道総合技術研究所：バラスト・スラブ境の構造の検討、pp12～17、2004