

下級線継目部構造強化の貨物列車走行条件下における性能確認

JR 東日本 正会員 ○栗原 巧
JR 東日本 正会員 堀 雄一郎

1. はじめに

JR 東日本では、2021 年より下級線区における繰り返し補修箇所を改善を目的に下級線継目部構造強化¹⁾(表 1)を実施している。本稿では、下級線継目部構造強化の貨物列車走行条件下の性能確認を目的に実施した試行結果について以下に示す。

表 1 標準メニュー¹⁾

標準メニュー	標準メニューの内容
まくらぎの劣化箇所	木まくらぎ(幅広)→下級線継目用 PC まくらぎ化
道床不良箇所(噴泥・土砂混入、排水不良等)	道床部分入替え(道床肩入替え含む)
レールの落込み箇所	普通継目板→高強度異形継目板(継目落ち用)化

2. 性能項目・照査指標および試行敷設(軌道構造)条件

性能項目および照査指標を表 2、試行敷設条件等を表 3 に示す。試行敷設箇所は上越線の①99k441.0m、②104k099.6m の 2 箇所とした。試行期間は、試行前 2 回/年の保守周期との比較のため約 1 年とした。

表 2 性能項目および照査指標

性能項目	照査指標	方法
保守周期の延伸効果	高低変位進み量の評価	モニタリングデータによる確認
材料状態	(a)PC まくらぎのひび割れの有無、(b)レール締結装置の脱落・亀裂・折損の有無、(c)異形継目板(ボルト含む)の亀裂・折損の有無	目視による外観状態の確認

表 3 試行敷設(軌道構造)条件等

【試行敷設(軌道構造)条件】 線名、キロ程：上越線(上り)，①99k441.0m、②104k099.6m 線形：①直線、②R=400m の緩和曲線内(カント：38mm) レール種別：50kgN レール(定尺)，バラスト軌道 レール 25m 当たりのまくらぎ本数：39 本 継目衝撃率：0.74(安全)²⁾ 試行敷設前の保守周期：2 回/年 試行敷設日数：約 1 年(363 日間)※ 試行敷設期間中の通過トン数：418 万トン※ ※②は、MTT 施行により 200 日間(230 万トン)時点まで 【列車運行条件】 年間通過トン数：420 万トン 列車荷重 ・貨物列車：軸重 170kN、走行速度 65km/h ・旅客列車：軸重 150kN、走行速度 65km/h	列車通過割合(貨物列車：旅客列車)＝290 万トン：130 万トン≒70：30 $\frac{4,200,000 \times \frac{363}{365}}{\frac{170}{10} \times \frac{70}{100} + \frac{150}{10} \times \frac{30}{100}} = 254,694 \text{ (軸)}$ したがって 貨物列車の試行敷設期間中の通過軸数は、254,694 × $\frac{70}{100}$ = 178,286(軸) 旅客列車の試行敷設期間中の通過軸数は、254,694 × $\frac{30}{100}$ = 76,408(軸) 【軌道保守条件】 許容される高低変位の上限：27mm(安全)
---	--

3. 保守周期の延伸効果

モニタリングデータによる高低変位進み量(以下、実測値という。)を図 1 に示す。ここで②の軌道状態は良好であったが、敷設 200 日目(2022/9/27 夜)に前後継目落ち解消のため、MTT を計画施工した。表 1 の敷設条件による試行箇所に、列車の通過により繰り返し載荷がされると、レール面は式(1)³⁾により沈下する。

$y = \gamma (1 - e^{-\alpha x}) + \beta x$ 式(1) ここで y：沈下量、x：通過トン数、α、β、γ：係数である。

式(1)より初期変位係数(以下、α と γ という。)と漸進変位係数(以下、β という)を算出した(図 2)。その結果、β は①のほうが②と比較し傾きが緩やか(高低変位進みが小さくなる)となる傾向を確認した(図 2)。これは、②は輪重にカント等の影響が付加されるためと考えられる。なお、初期沈下はばらつきが大きいことから

キーワード 下級線区、貨物列車走行線区、継目部

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目 2 番 2 号 JR 東日本 鉄道事業本部 設備部門 TEL 03-5334-1244

ら α と γ は評価せずあくまで参考値とした²⁾。次に、鉄道構造物等設計標準(軌道構造)²⁾に準拠した式(2)の軌道沈下推定式より、表1の敷設条件による高低変位進み量(以下、理論値という。)を算出した(図1)。

$\delta z = \sum_i N_i (\beta_{z1} - \beta_{z0})$ 式(2) ここで δz : 試行敷設期間の高低変位進み, β_{z1} : 貨物および旅客列車の各1軸当たりの継目部の軌道沈下量, β_{z0} : 貨物および旅客列車の各1軸当たりの一般部の軌道沈下量である。

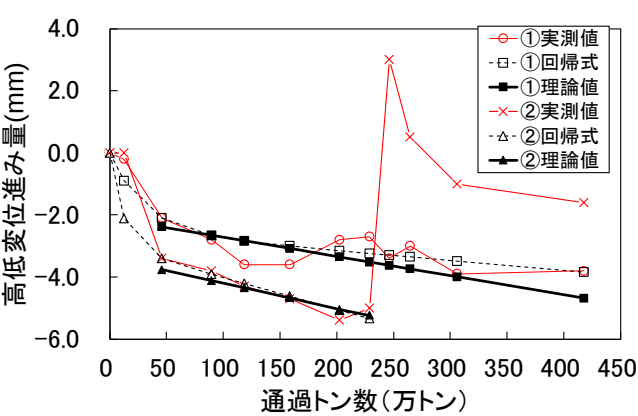


図1 高低変位進み量の実測値と理論値

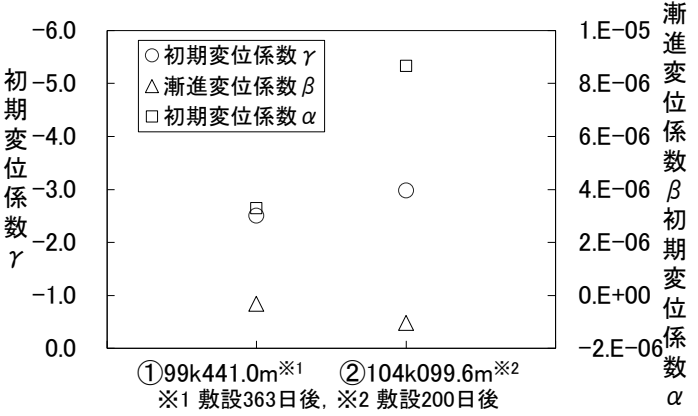


図2 初期変位係数 α/γ と漸進変位係数 β

保守周期推定のため、試行敷設中の漸進変位進み量である実測値と理論値を比較した結果、敷設200日後までは①②共にほぼ同等となり、敷設363日後の①は、実測値が理論値より小さくなった(表4)。これは高

強度異形継目板(継目落ち用)化により、実測値の継目衝撃率が想定より緩和されたことが考えられる。以上より、初期沈下量を考慮し、理論値より許容される高低変位の上限值27mmまでの保守周期を算出した結果、試行前の2回/年から①は1回/9年程度、②は1回/7年程度となることを推定した(表5)。

表4 漸進変位進み量である
実測値と理論値の比較

項目		実測値 (mm)	理論値 (mm)
①	200 日後	-1.1	-1.4
	363 日後	-1.7	-2.6
②	200 日後	-1.6	-1.8

表5 高低変位の上限までの保守周期

項目	(a) 初期 沈下量 ※1 (mm)	(b) 漸進 変位進み 量※2 (mm)	保守周 期(百万 t)
①	-2.1	-24.7	39.9
②	-3.4	-23.5	29.4

※1 実測値より50万t程度までの沈下量とした、※2 理論値による

4. 材料状態

図3に貨物列車走行線区での試行敷設約1年後の外観状態を示す。外観状態を目視で確認した結果、①②共にPCまくらぎやレール締結装置および異形継目板等の下級線継目部構造強化の標準メニュー各構成部材に亀裂、折損等の異常は認められなかった。



図3 材料状態(104k099.6m)の例(試行敷設約1年後)

5. まとめ

- (1) 実測値と理論値を比較した結果、①②共にほぼ同等となり、理論値より許容される高低変位の上限值27mmまでの保守周期を算出した結果、試行前の2回/年から1回/7~9年程度となることを推定した。
- (2) 敷設約1年後の材料状態を確認した結果、①②共に各構成部材に亀裂、折損等の異常は認められなかった。
- (3) 以上より、試行敷設後の保守周期は、理論値より約7~9年程度となることおよび各構成部材に異常は認められなかったことから、貨物列車走行線区への下級線継目部構造強化を本導入とした。

参考文献 1) 中村慎也ほか、JR 東日本における下級線継目部構造強化、新線路、pp9~12, 2022年8月, 2) 国土交通省監修：鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造、鉄道総合技術研究所編, pp271, pp303~305, 2012年1月, 3) 線路工学(第6版) 社団法人 日本鉄道施設協会, pp28, 平成23年7月