

下級線区における継目部構造強化

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○中村 慎也
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 堀 雄一郎

1. はじめに

下級線区において、ロングレール化の検討は困難であり、従来から軌道の弱点箇所となる継目部の管理を実施している。特に著しい浮きまくらぎや継目落ちが発生している過酷な継目部では、繰り返し軌道整備が必要であり、保守に苦慮している状況である。そのため、JR 東日本（以下、「当社」と呼ぶ）では、繰り返し軌道整備を実施している箇所において、継目部の構造強化を実施し、保守量及び保守管理の軽減から、将来的な修繕費の抑制と業務上の生産性向上を図ることとした。

そこで本報告では、継目部構造強化の実施に伴い、構造強化の標準メニューの策定及び選択手順の考え方を整理したため、その内容について報告する。

2. 下級線継目部構造強化の標準メニュー

継目部の劣化状況とコスト効果を考慮し、策定した標準メニューは以下のとおりである。また、今回の標準メニュー策定において、レール交換及び溶接による 50m レール化は、保守量軽減の高い効果は期待できるが、下級線区に対しては投入コストが高いと判断し、標準メニューから除外した。なお、継目部構造強化の対象箇所は、現状の軌道状態や今後の保守管理から優先度を考慮し、4 級線の繰り返し補修箇所（概ね 1.5 回以上/年）を基本とした。

(1) 標準メニューの検討

①まくらぎの劣化箇所

木まくらぎ(幅広)→下級線継目用PCまくらぎへ交換
→まくらぎ不良箇所は勿論のこと、長期的な耐久性の向上を目的とし、まくらぎ構造強化のため、対象箇所は全て下級線継目用 PC まくらぎに交換する。

②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)
→土砂混入率が高い噴泥箇所等について、噴泥除去及び排水性の向上を図る。

③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)へ交換
→レール落込み箇所を高強度な継目板で矯正し、継目部状態の良化を図る(継目板構造強化)。

(2) 標準メニュー選択手順の基本的な考え方

各現場での継目部の軌道状態にはばらつきがあるため、以下の標準メニュー選択フロー(図-1)を作成し、各現場に応じた有効な施工方法を検討・選択して施工することとした。

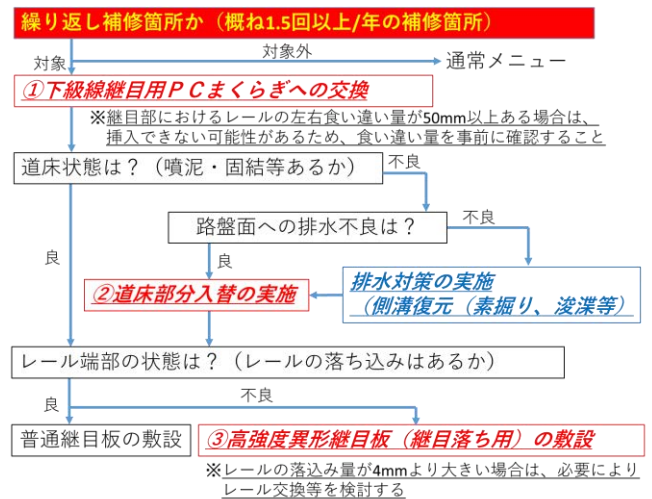


図1 標準メニュー選択フロー

(3) 標準メニューの概要

①下級線継目用 PC まくらぎ化

(i) 目的

継目部沈下抑制とまくらぎ自体の長期耐久性向上

(ii) 構造

下級線区(3・4級線)を対象に継目用のPCまくらぎとして開発¹⁾され、一般区間用の下級線PCまくらぎと長さ・高さを合わせたほか、断面形状を工夫し軽量化している(図-2)。レール締結装置は一般区間と同様にパンドロールクリップ(e2009)を使用している(図-3)。また、レールの締結構造は、継目板底部を座金で押さえ、その座金をインシュレータとパンドロールクリップで押さえる構造である(図-4)。



図-2 下級線継目用 PC まくらぎ 図-3 締結装置 図-4 締結構造

②道床部分入替(道床肩入替え含む)

(i) 目的

道床バラストの摩滅解消、道床機能の改善、排水性の改善

キーワード 継目部構造強化, 下級線区, 下級線継目用 PC まくらぎ, 道床部分入替, 高強度異形継目板
連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社 TEL03-5334-1244

(ii) 工法

a. 排水性は良いが、道床バラストが摩滅し、煽っている箇所

⇒軌間内のまくらぎ下面付近よりも上方の砕石を交換し、道床機能を改善する(図-5)。

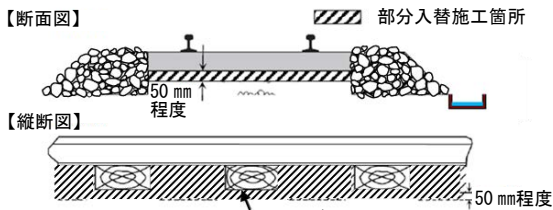


図-5 道床部分入替え(工法:a)の施工例

b. 道床バラストは摩滅していないが、道床内での滞水が見られ排水性が悪い箇所

⇒道床肩部を入替えし、排水性を向上させる(図-6)。

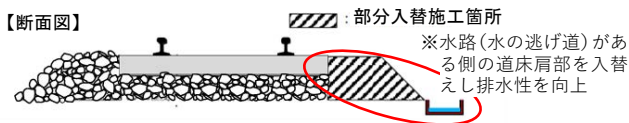


図-6 道床部分入替え(工法:b)の施工例

c. 道床噴泥や土砂混入率も高く、道床状態及び排水性が悪い箇所

⇒軌間内のまくらぎ下面付近よりも上方の砕石を交換するとともに、道床肩部も入れ替えることで、道床機能の改善と排水性を向上させる(図-7)。

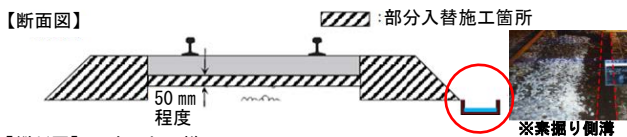


図-7 道床部分入替え(工法:c)の施工例

③高強度異形継目板(継目落ち用)

(i) 目的

継目部のレール落込みを強制的に矯正することで、列車の乗り移りを滑らかにし、衝撃荷重を緩和する。

(ii) 構造

過酷な継目部の状態も考慮し、従来よりも高強度な材質で検討した。また、継目板の寸法は従来の異形継目板(継目落ち用)と同じとした。なお、矯正調整量(1mm~4mm)は、レールの落込みや軌道状態を考慮して選択する。

(iii) 材質検討

継目部であるため、硬さや耐摩耗性、疲労強度以外に、耐衝撃性も考慮し材料を検討する。検討は、従来のSC材よりも疲労強度等に優れ、耐衝撃性も同等となるSCM(クロムモリブデン鋼)材に着目し実施した(表-1)。また、過去の知見²⁾³⁾⁴⁾や試験結果⁵⁾をもとに、著しい浮きまくらぎや継目落ち等の過酷な条件(衝撃係数S=3.0)を想定し、各継目板及び材質における疲労限度線図から優位性を確認した(図-8)。

結果、材質をSCM435にすることで、過酷な条件を想定した状態(S=3.0)でも疲労限度領域内かつ従来

の普通継目板(S45C相当、通常継目状態を想定S=2.0)と同等以上の余裕量があることを確認した。また、現状では大幅なコストアップをすることなく適用可能と判断し、SCM435を採用した(図-9)。

表-1 各材質の機械的性質²⁾³⁾⁴⁾

C	Cr	Mo	降伏点	引張強さ	引張圧縮	真破壊力	伸び	シャルピー	硬度	
										%
S45C	0.42	0.2以下	490	690	245	1274	17	45	78	201~269
S55C	0.52	0.2以下	590	780	353	1303	14	35	59	229~285
SCM435	0.33	0.90~1.20	785	930	465	1666	15	50	78	269~331

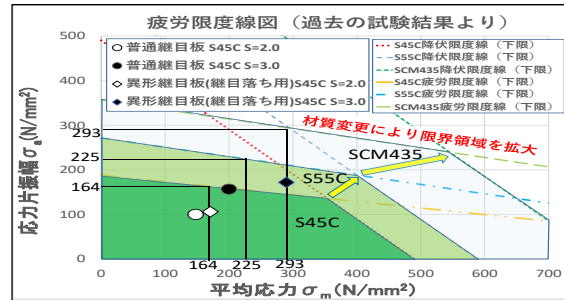


図-8 各材質における疲労限度線図と試験結果²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾



図-9 高強度异形継目板(継目落ち用)

3. 継目部構造強化の導入敷設

実際に継目部構造強化を実施した施工箇所を図-10に示す。2021年度より各箇所順次敷設中であるが、貨物走行線区は、継目部への衝撃を考慮し、試行期間を設け推移を確認していく予定である。



図-10 施工箇所

4. おわりに

当社では下級線区における継目部構造強化のため、今回策定した標準メニューを各現場の軌道状態を考慮して選択しながら順次敷設していく予定である。そのため、今後は敷設後の経過から導入効果を確認し、保守の省力化に役立てていきたいと考えている。最後に末筆ながら、各軌道材料の導入に多大なるご協力をいただき(株)スミハツ、(株)安部日鋼工業、第一カーボン(株)に、この場を借りて御礼申し上げたい。

参考文献

- 1) 河野由美子ほか、下級線継目用PCまくらぎの開発、新線路、鉄道現業社、2014年7月
- 2) 金属材料疲労強度の設計資料 I, pp16-17, 48-49, 228-231, (財)日本機械学会, 1982年7月
- 3) 機械システム設計便覧編集委員会, JISに基づく機械システム設計便覧, (財)日本規格協会, pp86-87, 1986年
- 4) ニッコー熔材工業株式会社, “参考資料 17-鋼材規格(JIS規格)”, ニッコー熔材工業株式会社HP, 2014年6月27日, <https://www.nikko-yozai.co.jp/product/reference/>, (参照: 2022年4月1日)
- 5) 片岡宏夫ほか, 特殊异形継目板の開発, 鉄道総研研究開発テーマ報告, 2011年3月