

## レール温度上昇の抑制に関する検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○長谷川 吉男  
西日本旅客鉄道株式会社 非会員 眞鍋 拓也

## 1. 背景

近年の地球温暖化の影響を受け、レール温度については上昇傾向であることが確認されている。レール温度の上昇に対しては、軌道保守の観点で管理面と構造面のいずれにおいても労力を要している。管理面においては張出しリスクの増加につながり、夏期期間中に道床を緩める作業を行った場合、道床横抵抗力の確保のために道床固結剤の散布やL型鋼の打設といった対策工を必要としている。また、運転規制温度に達すれば安定輸送の障害にもなる。構造面においては特にロングレール区間において最大温度上昇幅を35℃とし、座屈に対して必要な道床横抵抗力を確保する軌道構造を必要としている。

そこで本取組みでは、レール温度上昇抑制塗料を用い、管理面については夏期に道床を緩める作業を行った際に必要な対策工の低コスト化、省力化を目的に、現行の対策工と同等以上の座屈安定性を確保できるかを検討する。また構造面については中下級線区のLR化に際し、座屈に対して必要な道床横抵抗力を確保するための対策工の低コスト化、省力化を目的に現行の対策工と同等以上の座屈安定性を確保できるかを検討する。

## 2. 塗料の効果確認

今回使用したのは、レール温度上昇抑制塗料(パーフェクトール・レール(以下 PCR))であり、過去の知見<sup>1)</sup>より8℃程度の効果があることが示されている。今回の取組みでは対策工として使用することを目的としているため、現行の手立てと同等の座屈安定性の確保の可否を塗料の実際の温度抑制効果から確認する。座屈安定性に関しては最大温度上昇幅 $\Delta t$ が影響するため<sup>2)</sup>、塗料の効果をレール高温時(57℃以上)の抑制効果を対象とする。試験塗布箇所の概要を図-1に、レール高温時の抑制効果を表-1に示す。

今回確認していく座屈安定性は発生軸力Pを最低座屈強さ $P_t$ で除したもので表される。現行の手立てにおいては最低座屈強さに影響する道床横抵抗力を高めることで座屈安定性を確保しているが、今回の取組みでは発生軸力に影響する最大温度上昇幅を小さくすることで座屈安定性の確保を目指す。表-1の再塗布区間の抑制効果より、レール高温時には-10℃程度の抑制効果が見られたこと



※50N ロングレール区間(直線)

図-1 試験塗布箇所概要

表-1 レール高温時の抑制効果

		未塗布	放置	洗浄	再塗布
レール 温度 (°C)	最高	58.5	55.5	51.0	52.5
	最低	57	48.5	46.5	46.0
	平均	57.7(0.6)	51.1(1.8)	48.5(1.0)	48.1(1.8)
抑制 効果 (°C)	最大	-	-8.5	-11.5	-11.0
	最小	-	-2.0	-6.0	-5.5
	平均	-	-6.6(1.8)	-9.2(1.2)	-9.6(1.8)

2020年7月10日～10月3日 レール高温時(57℃以上)の効果

( )内は標準偏差

から、塗料塗布時の検証に当たっては、最大温度上昇幅を現行の35℃から25℃に縮小して計算を行う<sup>3)</sup>。

## 2-1. 夏期施工箇所対策工として

塗料の性能を最大温度上昇幅 $\Delta t=25℃$ にしうるものとして計算し、現行の手立てである道床固結剤と比較した。結果を表-2に示す。

品質・コスト面で道床固結剤と同等以上の性能が確認され、対策工としての使用可能性が示唆された。

## 2-2. 中下級線区 LR化対策工として

前節と同様に現行の手立てとして考えられる座屈防止板と比較した。結果を表-3に示す。

品質面において座屈安定性では座屈防止板と同等以上の性能が確認されたが、効果持続期間については損傷交換を除くと恒久設備である座屈防止板の設置が優位である。コスト面においては再塗布や洗浄の必要性を考慮すると座屈防止板が優れている。一方でMTT等の施工性を考慮すると、施工前後の取外し、取付けが必要であることを考えると塗料が優位である。

## 3. 考察

品質に関しては夏期施工箇所と中下級線区のロングレ

ール化箇所に対しての対策工として使用が可能であることが明らかになった。しかし、放置区間のトレース結果を見ると鉄粉等の汚れによる効果減少が見られたことから、半永久的に効果の発現が求められるロングレール化箇所の対策工として使用する際にはコスト面で不利である。

表-2 夏期施工箇所対策工として

項目	内容	道床固結剤 散布 ( $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$ )	評価	塗料 塗布 ( $\Delta t=25^{\circ}\text{C}$ )
品質	座屈安定性 ※	1.16 倍 (道床横抵抗力 1.3 倍)	<	1.41 倍 (温度上昇幅 $-10^{\circ}\text{C}$ )
	効果持続	3ヶ月以上 (製品による)	<	半年以上 (洗浄で効果回復)
コスト	材料費 (円/m)	1,500	<	1,000
	労務費 (円/m)	700	<	400

※60kg レール, LR 区間, R=300 で計算

表-3 中下級線区 LR 化対策工として

項目	内容	座屈防止板 設置 ( $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$ )	評価	塗料 塗布 ( $\Delta t=25^{\circ}\text{C}$ )
品質	座屈安定性 ※	1.32 倍 (道床横抵抗力 1.6 倍)	<	1.41 倍 (温度上昇幅 $-10^{\circ}\text{C}$ )
	効果持続	恒久設備 (損傷時は交換 要す)	>	半年以上 (洗浄で効果 回復)
コスト	材料費 (円/m)	25,000	<	1,000
	労務費 (円/m)	4,000	<	400

※50N レール, LR 区間, R=300 で計算

#### 4. 今後の検討課題

##### (1) 塗布の機械化について

今回の試験塗布については、手作業による塗布を行ったが、今後の対策工としての使用を考えると機械塗布による施工が必要不可欠である。本塗料の機械塗布が可能か今後検討していく必要がある。

##### (2) 洗浄頻度の推定

第3節で述べたとおり、本塗料の効果は経年及び列車走行による鉄粉の付着等で効果が減少する。効果減少の度合いについては、列車走行本数及び、動力の差によるものが考えられる。実用化に当たっては、軌道条件に応じた洗浄頻度の推定を今後検討していく必要がある。

##### (3) 低温時の温度上昇抑制効果について

座屈に対してのレール温度上昇の抑制だけではなく、レール折損時の開口量等を踏まえた破断に対してのレール温度上昇の抑制効果を検討する必要がある。そこで、2020年度冬期に塗布区間のレール温度を測定した。冬期期間中に最も低いレール温度を記録した2/19午前2時～午前8時のレール温度推移を以下の図-2に示す。

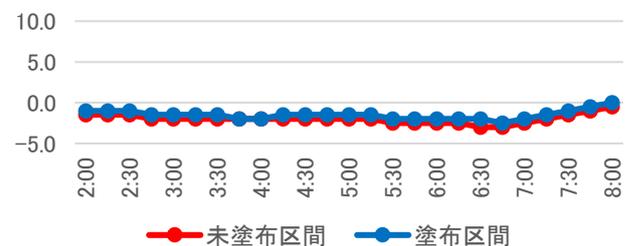


図-2 低温時のレール温度推移

塗布区間と未塗布区間について、レール温度に大きな差はなく、塗布区間のレール温度が未塗布区間のレール温度を下回ることもなかった。以上より、本塗料の塗布時における低温時のリスクがないことも判明した。

#### 5. まとめ

PCRによって最大温度上昇幅は $10^{\circ}\text{C}$ 程度縮小することが可能であり、現在の対策工よりも座屈安定性の点で優れた対策工となることが示唆された。イニシャルコストについても、現行の対策工よりも低コストで施工することが可能である。一方で、4節で述べたとおり、施工の機械化や、品質面では各線区に応じた効果発現期間から洗浄頻度を推定し、そのうえでランニングコストの推定が必要であるといった検討課題が残されており、実用化に向けては、これらの課題の整理と解決が必要である。

#### 〈参考文献〉

- 1) 相田・片岡, 軌道レール温度上昇抑制工法の開発と実施例, 建設の施工企画, 2011.6
- 2) 保線工学編集委員会, 保線工学(上), 鉄道現業社, 2016.10
- 3) 鉄道総合技術研究所, 鉄道構造物等設計標準・同解説, 丸善出版, 2012.1