

下級線区における繰り返し噴泥箇所に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 中 田 勇 介

1. はじめに

(1) 研究の背景

当保線技術センター管内は、仙台駅を中心にした宮城県内エリアを担当しており、通勤、通学のお客さまに加え、松島や山寺などの観光でご利用のお客さまも多い東北有数の輸送量を抱えている。そのため、輸送障害を引き起こす事故は起こしてはならない。特にレール張り出し事故は脱線を引き起こしかねない事象であり、張り出し防止の為に道床横抵抗力の確保が必要である。

噴泥は軌道変位を助長するだけでなく、道床抵抗力を低下させるため、レール温度が上昇する夏季までには適切に処置しなければならない。

表1は平成19年度の管内噴泥発生箇所数の内訳を示したものである。この表から分かる通り、箇所数こそ東北本線が多いものの、軌道延長当りで見ると仙山線に最も噴泥が集中していることが分かる。

表1. H19年度 管内噴泥箇所数と発生密度

	東北本線	仙山線	仙石線
噴泥箇所数	206	92	30
軌道延長当りの数(箇所/km)	1.3	2.3	0.5

(2) 現状の把握

仙山線は、その名の通り仙台・山形間を結ぶ枝線区で、年間通トンが最大でも640万トンの下級線区である。にもかかわらず、噴泥の発生密度は管内で最も高く、その対応に苦慮しているところである。

これまでの仙山線の泥除去方法は「道床部分入替」がほぼ全ての箇所で行われている。この施工方法は、主に下級線区を対象に行われ、標準的な道床交換が道床バラスト全断面を交換するのに対して、軌間内のバラストはマクラギ間のみ交換し、マクラギ面下のバラストは交換しない方法で、これにより交換断面を少なくすることで施工延長を確保している。

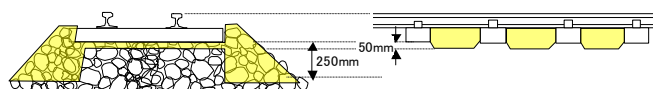


図1. 道床部分入替えの交換断面

しかし、この対策が全ての噴泥箇所に効果的とは限らず、結果として毎年100箇所近い噴泥が発生し、しかもそのうち40%が過去にも噴泥が発生している繰り返し噴泥箇所（以下、再発噴泥）である。この40%の再発噴泥は、これまでの対策の効果が不十分である一方、発生場所をある程度特定できるため、原因をつきとめ、適切に対処すれば効率的に噴泥発生箇所を減らすことが出来る。そこで本研究では、仙山線における再発噴泥箇所について原因の分析を行い、有効な施工方法について検証を行ったものである。

2. 噴泥発生の原因分析

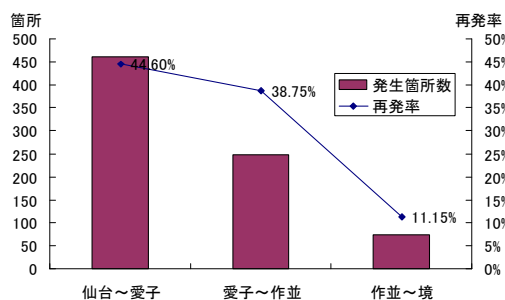


図2. 発生箇所と再発率

(1) 噴泥発生状況

仙山線における噴泥発生状況を調べるため、過去6年間の噴泥発生箇所を列車通過トン数（以下、通トン）の異なる3区間で分類し、各区間の噴泥再発率を調べた（ここでいう「再発」とは噴泥除去前後10m以内に発生した噴泥を示す）。

図2から分かる通り、仙台に近いほど噴泥発生数が多いことが分かる。これは、各区間の通トンが630万トン/年、280万トン/年、220万トン/年と大きく違うことによると考えられる。一方、噴泥の再発率で見ると、通トン

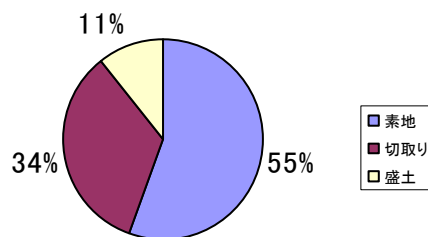


図3. 噴泥箇所の地形条件

キーワード：噴泥、道床肩バラスト、道床安定剤

連絡先 〒983-0853 仙台市宮城野区東六番丁31-2 JR北部現業事務所3F 仙台保線技術センター TEL：022-262-0350

に大きな差がないにもかかわらず、再発率に差が出ていることから、噴泥の再発には通トン以外の要因が影響していると考えられる。噴泥発生要因は「列車荷重・水・泥」の3つである。噴泥再発に列車荷重以外が影響するとすれば残る要素は水・泥である。そこで、周辺地形と噴泥の分布状況を見ると、全体の9割近くが素地と切取り区間であることが分かった。ここで、仙山線における切取り区間が山の斜面を切り取った地形であることを考えると、地形的に水が溜まりやすいとは考えにくい。

このことから、素地、切取り区間の噴泥箇所は、地形上決して水はけが悪い訳ではなく、軌道からの排水不良、もしくはバラスト中の泥が原因と考えられる。

そこで、仙山線の中でも最も再発率が高い箇所を対象に現場調査を行うことにした。

3. 対策の実施と効果の検証

(1) 現場の概況

キロ程 : 13k200m～13k400m

軌道条件 : 50N ロングレール区間 (直線)

噴泥再発率 : 50%

噴泥(調査時) : 3箇所(13k282m, 303m, 340m)

いずれも再発噴泥

現場調査結果

○マクラギ下面レベルまで安定剤が浸透している

○マクラギ下面50mmから肩バラストの間隙に土が介在しはじめる

○マクラギ下面250mmで間隙は完全に目詰まりしていた

○約20mmの浮マクラギがあった

○マクラギ下面の隙間から水が流れ出た

以上から、噴泥再発の原因に以下の仮説を立てた。

仮説

- ① 肩バラストの空隙が詰まり、軌間内に溜まった水が外へ排水されない
 - ② 道床安定剤が空隙を埋めて目詰まりしている
 - ③ 肩バラストをマクラギ下250mmまで交換してない
- これらの仮説を立証するため、噴泥3箇所の肩バラストをそれぞれ250mm, 50mm, 0mm掘削して検証した。その結果を表2に示す。

このことから、以下の4点が明らかになった。

表2. 肩バラスト掘削結果

	A	B	C
掘削深さ	250mm	50mm	0mm
安定剤	有(D=50mm)	有(D=50mm)	有(2週間後掘削)
浮マクラギ	有(20mm)	無	無(2週間後掘削)
2週間後の水(軌間内)	無	無	有り
2週間後の水(掘削穴)	有(少量)	無	—

○A・BパターンとCパターンを比較すると、肩バラストの目詰まりが軌間内の水溜まりの原因ことが分かる(掘削深さで違いはない)

○BパターンとCパターンを比較すると、安定剤の影響で目詰まりしていることが分かる

○AパターンとBパターンを比較すると、浮マクラギによるポンピング現象で水が吸い上げられていることが分かる

以上から、噴泥箇所の滞水は、肩バラストを片側交換するだけで改善され、さらにその掘削深さはマクラギ下面50mm以上確保すれば排水力に問題ないことが確認された。そこで、排水改良とポンピングの解消を目的として、「道床肩交換(D=50mm・片側)+総つき固め(あおり止め)」を提案する。表3の通り、この方法は施工性、コスト面からも他の方法より優れていると言える。



図5. マクラギ端の排水状態

表3. 施工法と工事費の比較

	施工性	コスト	効果の持続	バラスト運搬費(円/1m施工当り)		総合評価
道床交換	×	×	◎	18,000		△
道床部分入替え	△	△	△	14,100		△
道床肩バラスト 交換＋総つき固 め	◎	○	○	D=50mm	3,750	◎
				D=250mm	10,350	○

4. おわりに

今回の研究では、再発率が最も高い(50%)箇所を対象に、再発原因が肩バラストの目詰まりにあること、また、道床内部で固結した道床安定剤が目詰まりの原因となっていることをつきとめ、従来の道床交換断面を縮小し、施工延長を確保する「道床肩交換(D=50mm・片側)+総つき固め(あおり止め)」という方法を提案した。しかし、実際の施工効果については検証が不十分である。また、検証区間が一部分に限られていたため、今後は一般区間へ拡大するに向けてさらなる検証を行う必要があると考えている。