湘南新宿ラインにおける効果的軌道強化対策の検討と実施

東日本旅客鉄道㈱　　正会員　○千田　篤史

1．はじめに

「湘南新宿ライン」（以下 SS ラインとする）は新宿・池袋を経由し，宇都宮・高崎線と横須賀・東海道線を相互に直通する旅客列車の運転系統の愛称である．本稿では，運行経路線区の一つであり，SS ライン運行開始後，貨物列車から旅客列車主体の輸送体系に変化した東北貨物線（**図-1**）について，運行開始以降に発生した軌道管理上の問題点，その背景・要因の考察と対策について述べる．

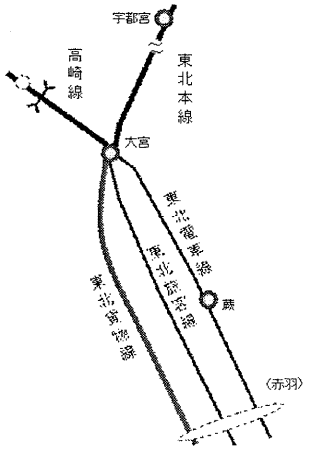

図-1　東北貨物線概略図

2．東北貨物線の課題と到達目標

東北貨物線の軌道管理上の最大の問題点は，線内各所で噴泥が発生することである．噴泥箇所では軌道変位進みが大きく，列車動揺検査において繰返し基準値・目標値超過が見られるほか，軌道変位指数 P 値が悪化する要因となっている．また，ロングレール管理上も張出しのリスクがある弱点箇所となる．

そこで，東北貨物線における噴泥の発生要因を考察するとともに，対策を検討・実施することにより噴泥の発生を抑制し，列車動揺検査における基準値・目標値超過数の減少，及び軌道変位指数 P 値を年間平均「15」に維持を達成することを目的とする．

3．噴泥頻発箇所の現場状態の傾向

各種検査や作業履歴により噴泥発生が頻発している箇所を選定し，現場調査を実施した結果，噴泥種別毎に以下の発生傾向を見ることができた．

①道床噴泥箇所：

高架有道床区間において道床細粒化が進んだ箇所に見られている．これまで局所的な道床交換や道床肩交換等を実施しているものの，その後近傍で噴泥が発生してしまう状況にある．

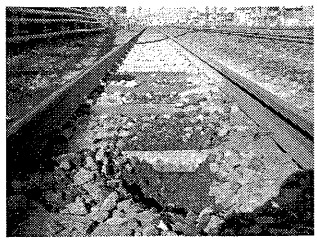

写真-1　現場の道床

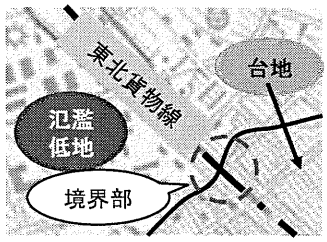

図-2　後背地との境界箇所

②路盤噴泥箇所：

道床状態が全般的に悪化しており，道床表層部を取り除くと直下部まで土砂が混入状態であることが確認された．（**写真-1**）また，排水設備が台帳・現場のいずれでも確認されなかった．また，治水地形分類図 [1]により現場の地勢を調査した結果，軟弱地盤とされる「氾濫低地」に該当する箇所がほとんどであり，中には雨水や地下水の浸透により路盤が軟弱化しやすい後背地との境界箇所（**図-2**）も見られた．

4．噴泥発生要因の考察と対策の検討

上記の現場状態を考慮した結果，「道床噴泥箇所」では列車の繰返し荷重により道床が細粒化し，荷重分散効果と道床内排水能力の低下が発生していること，「路盤噴泥箇所」については軟弱路盤であることに加え，排水設備が未整備であることから降雨等による滞水により路盤強度が低下し，路盤土の道床内貫入が発生，土砂混入により道床内排水能力の低下が発生していることが考察された．

この結果をもとに以下の対策を実施した．

①道床噴泥箇所：

道床を連続的に交換し，荷重分散効果と道床内排水能力の回復をはかるほか，マクラギの増設（38 本／25m→43 本／25m）により軌きょうの荷重分散効果を高め，道床の細粒化を抑制する．

②路盤噴泥箇所：

路盤内に**図-3** の構造を有する排水設備をレール方向に新設し，路盤内排水能力の向上をはかる．なお，噴泥が既に発生し，道床内の排水能力の低下

キーワード　軌道保守，道床，路盤，噴泥，P 値，列車動揺
連絡先　〒330-9555　埼玉県さいたま市大宮区錦町 434-4　東日本旅客鉄道㈱　大宮支社　設備部　保線課
TEL：048-642-7404（NTT）　054-9364（JR）

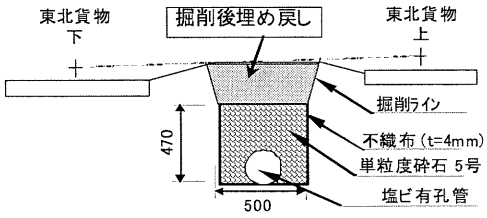

図-3 排水設備断面図

表-1 各軌道構造における平均路盤圧力

主要計算条件	東北貨物線 (原姿)	東北貨物線 マクラギ増のみ	東北貨物線 マクラギ+厚増	東北本線 (旅客線)
○軌道構造				
レール種別	50N	50N	*50N*	60
PC配列(本/25mあたり)	38	43	*43*	43
道床厚(mm)	250	250	*300*	250
○列車条件(E231系)				
軸重(tf)	7.12			
速度(km/h)	120	120	*120*	110
平均路盤圧力 *Psmean* (kPa)	36.86	33.76	*27.55*	30.27

が認められる箇所については①と同様の道床交換とマクラギ増設を実施する.

また，流末設備の設置が困難な箇所については道床交換とマクラギ増設のほか，道床厚を増加（マクラギ下 250mm→300mm）させ，平均路盤圧力を隣接する東北旅客線なみに抑制（表-1）し，路盤土の道床内貫入を抑制する.

5．対策の実施と効果

①道床噴泥箇所：

噴泥の発生をゼロにするとともに、軌道変位そのもの、その進みについても小さく抑える効果が確認された。また，列車動揺検査においても基準値・目標値超過が全く発生しなくなった.

②路盤噴泥箇所：

噴泥の発生・軌道変位の進みを抑える効果が確認された。排水設備の新設直後は既発生の噴泥箇所が残存し，列車動揺検査において基準値超過が発生してしまったが，その後実施した道床交換後は発生が見られなくなった.

上記の対策を実施した平成 18 年度以降，列車動揺検査における線区全体での基準値・目標値発生箇所数は低下しつつある．平成 21 年度における累計箇所数は平成 17 年度比で基準値については約 85%，目標値は約 80%の減少をはかることができた．(図-4)

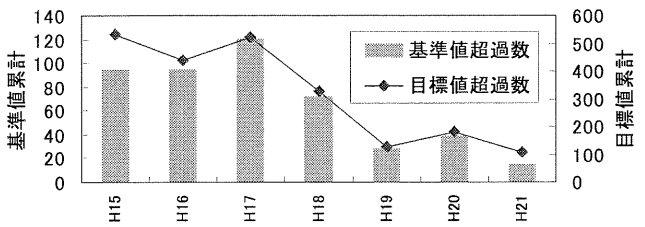

図-4 列車動揺検査基準値・目標値の年度別累計

また，施策の軌道変位への定量的効果を表-2・3 に示す。既存研究[2]での知見をもとに P 値に換算すると、P 値の向上、悪化の抑制に効果をもたらしたことが分かる。

表-2 道床噴泥対策箇所の軌道変位統計値と P 値改善効果

	軌道変位量		軌道変位進み量	
	対策前(H17年)	対策後(H21年)	対策前(H17年)	対策後(H21年)
標準偏差	4.45	2.73	13.1	2.9
最小値	-10.40	-6.40	-44.5	-7.9
最大値	11.70	5.10	66.4	6.1
P値換算倍率(倍)		*0.28*		*0.33*

表-3 路盤噴泥対策箇所の軌道変位統計値と P 値改善効果

	軌道変位量		軌道変位進み量	
	対策前(H17年)	対策後(H21年)	対策前(H17年)	対策後(H21年)
標準偏差	*4.44*	*3.80*	*9.7*	*4.9*
最小値	-10.20	-8.90	-57.4	-25.6
最大値	14.60	10.20	30.5	16.2
P値換算倍率(倍)		*0.85*		*0.68*

対策実施後は線区全体の P 値は徐々に良化しつつあり（図-5），今後同様の対策を実施する予定の箇所に対して，表-2・3 によって算出された見込まれる効果を適用したところ，軌道強化対策実施後は年間平均 P 値 15 を達成できる見込みとなった.

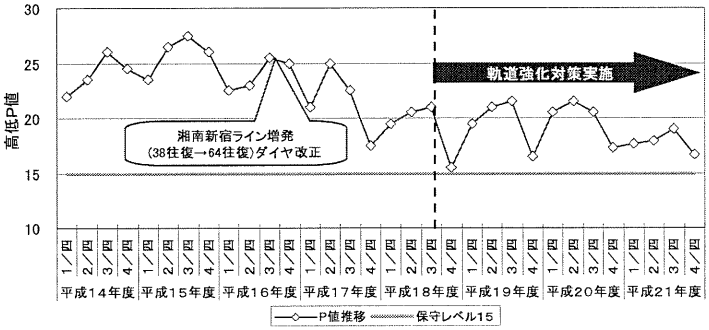

図-4 列車動揺検査基準値・目標値の年度別累計

6．まとめ

本稿では東北貨物線の噴泥箇所解消にむけ，道床噴泥・路盤噴泥各々の発生要因の考察とそれに基づいた対策の実施，軌道状態への定量的効果を示した.

SS ラインの軌道強化対策工事は平成 22 年度で最終年度を迎える．軌道状態の向上により，お客さまへの更なる安全安定輸送の提供に努めたい.

参考文献

1) 国土交通省 国土地理院：治水地形分類図 浦和 赤羽，1977.
2) 財団法人 鉄道総合技術研究所：鉄道技術講座 軌道管理入門, 財団法人 鉄道総合技術研究所, 2009.
3) 伊能忠敏：鉄道路盤の噴泥現象の解明とその防止対策，鉄道技術研究報告，1983.