

## 線路設備モニタリングデータを活用した道床状態診断手法の検証

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○柴田 雅浩  
 東日本旅客鉄道株式会社 須藤 洋平  
 東日本旅客鉄道株式会社 有友 梓

## 1. 目的

ベテラン社員の退職に伴う社員数の減少、急速な若返りを迎え、さらなる効率的な保守管理が求められている中で、繰り返し補修を要する箇所削減が課題の一つとなっている。繰り返し補修となっている要因は様々であるが、その一因として道床状態の不良が挙げられる。その場合、道床交換が抜本的な対策となるが、施工性やコスト面から施工数量は限られるため、施工箇所の選定が重要となる。ところが、これまで道床状態を定量的に示す指標がなく、施工箇所の優先順位付けに苦慮していた。一方で、線路設備モニタリング装置の導入線区が拡大し、管理線区においても日々の線路状態の変化を高頻度に把握できるようになっている。そこで、今回高頻度に取得できるモニタリングデータを活用して道床状態を診断する手法について検証を行い、施工箇所の選定にあたっての評価指標として有効であるか検討した。

## 2. 最適保守計画支援システム（道床診断機能）

道床状態を診断するツールとして、最適保守計画支援システムの道床診断機能を活用した。本システムは、各線区を25mロットに分割し、MTTあるいはTTの作業実績のあるロットを対象に、モニタリングデータで施工後の高低変位（ $\sigma$  値）（以下、高低変位）の進み量の大きいロットを道床状態不良箇所と診断する。さらに、道床状態不良箇所に対し、MTT単独で施工した場合とMTT+道床交換で施工した場合の設定した閾値（目標 $\sigma$  値）に達するまでの保守周期を比較し、道床交換の費用対効果が大きいロット順に優先順位が付与される。そのため、施工可能数量の範囲内で、道床交換効果の大きい箇所から優先して計画することができ、繰り返し補修箇所の効果的な施工方法として期待できる。

## 3. システムによる道床診断の実施

本システムは、道床状態不良箇所の抽出および優先順位の設定に複数の条件と閾値が使用される。今回はシステムの初期値を活用し、25mロットの22%以上にわたり過去2年以内にMTTあるいはTTの施工実績があるロットを対象に、施工後の高低変位が施工前の値に戻るまでの日数がMTTは120日以下、TTは90日以下を道床状態不良箇所の抽出条件とした（表1）。さらに、優先順位の設定に使用する閾値（目標 $\sigma$  値）は前年度の線区平均高低変位の値とした。この条件で全管理線区を対象に道床診断を行った結果、道床状態不良と診断されたのは5,738箇所中942箇所、そのうち道床交換の優先順位が設定されたのが83箇所であった。表2に道床診断結果（一部抜粋）を示す。

## 4. 道床診断不良箇所の検証

本システムを活用して道床交換箇所を選定するにあたり、前項の道床診断結果と現場の道床状態を比較検証することとした。今回、道床交換の優先順位の高いロットが集中した線区（線区最高速度120km/h、年間通トン940万t）を対象に、上位42箇所の現場調査を行った。調査方法は、目視で道床表面の状態を確認し、土砂混入が認められる場合は、25mロット内で不良状態が顕著な箇所をまくらぎ下面まで掘削し、道床状態を確認

表1 道床診断パラメータ

保守実績延長閾値	22%
保守実績過去年数	2年
効果持続日数	MTT : 120日    TT : 90日
目標 $\sigma$ 値 (高低)	前年度の各線区平均 $\sigma$ 値

表2 道床診断結果

ロット番号	線別	キロ程		最終測定日	測定値 [ $\sigma$ 値]	進み量 [mm/年]	目標 閾値 [mm]	保守 周期 [回/年]	道床不良判定 フラグ	優先 順位
		から	まで							
258	下り線	8k525.0m	8k550.0m	2019/06/30	4.65	5.00	2.90	4.92	○	1
5448	上り線	37k000.0m	37k025.0m	2019/06/30	6.83	5.00	2.70	5.20	○	1
282	下り線	8k925.0m	8k950.0m	2019/06/30	3.50	5.00	2.90	4.92	○	2
1088	上り線	13k975.0m	14k000.0m	2019/06/30	3.38	5.00	2.90	4.92	○	3
1216	上り線	17k175.0m	17k200.0m	2019/06/30	4.95	5.00	2.90	4.92	○	4
1222	上り線	17k225.0m	17k300.0m	2019/06/30	4.81	5.00	2.90	4.92	○	4
1100	上り線	14k275.0m	14k300.0m	2019/06/30	6.37	4.10	2.90	4.90	○	5
1220	上り線	17k275.0m	17k300.0m	2019/06/30	2.90	5.00	2.90	4.92	○	5
289	下り線	8k125.0m	8k150.0m	2019/06/30	4.51	3.84	2.90	3.78	○	6
1221	上り線	17k200.0m	17k225.0m	2019/06/30	3.65	5.00	2.90	4.92	○	6
448	下り線	13k650.0m	13k675.0m	2019/06/30	7.26	3.87	2.90	3.75	○	7
275	下り線	8k750.0m	8k775.0m	2019/06/30	6.01	4.33	2.90	4.20	○	8
1217	上り線	17k200.0m	17k225.0m	2019/06/30	5.10	3.60	2.90	3.55	○	8
458	下り線	13k975.0m	14k000.0m	2019/06/30	1.69	3.47	2.90	3.43	○	9
372	下り線	11k200.0m	11k225.0m	2019/06/30	3.40	3.26	2.90	3.21	○	10
550	下り線	16k500.0m	16k525.0m	2019/06/30	2.77	3.89	2.90	3.84	○	10
270	下り線	8k525.0m	8k550.0m	2019/06/30	3.55	3.63	2.90	3.50	○	11
1200	上り線	17k000.0m	17k025.0m	2019/06/30	4.54	3.25	2.90	3.20	○	11
1202	上り線	16k825.0m	16k850.0m	2019/06/30	1.82	3.60	2.90	3.55	○	12
278	下り線	8k825.0m	8k850.0m	2019/06/30	2.77	3.09	2.90	3.04	○	13
3882	下り線	31k750.0m	31k775.0m	2019/06/20	3.84	3.27	2.70	3.46	○	13

キーワード：線路設備モニタリング装置、最適保守計画システム、道床診断

〒260-0017 千葉県千葉市中央区要町1番29号 千葉保線技術センター TEL043-252-7258 FAX043-252-7283

した。現場調査の結果を図1に示す。図1に示すように、83%の箇所(35箇所)で道床状態不良(土砂混入)が認められた(図2)。土砂混入の程度を目視で大中小に分別したところ、優先順位との相関は見られなかったが、直線部は大中の比率が高く(88%)、曲線部は小の比率が高い(79%)ことが確認された。次に、25mロットあたりの土砂混入の割合(土砂混入延長/25m)を道床不良率とし、直近の高低変位(mm)および進み量(mm/年)、保守周期(回/年)との相関を検証した(図3)。その結果、道床不良率が高くなると進み量と保守周期の値も大きくなる傾向が見られた。

一方で、17%の箇所(7箇所)で道床表面上は道床状態不良(土砂混入)が認められない結果となった。図1、図3より曲線部の比率が高く、平均して高低変位が大きいことは確認できたが、優先順位が設定された要因として構造物の介在、締結不良率、MTT不能箇所数を検討したものの他箇所と比較して目立った特徴は認められなかった。そこで、道床状態不良が認められなかった7箇所に対し、再度現場確認を行った。25mロット内の複数箇所を掘削し、まくらぎ下面の状態を確認した結果、共通してまくらぎ下面のバラスト細粒化が確認された(図4)。以上の検証から、本システムの道床診断結果は現場の道床状態と整合性があり、いずれの箇所も繰り返し補修となる原因が道床状態不良にあると推定された。

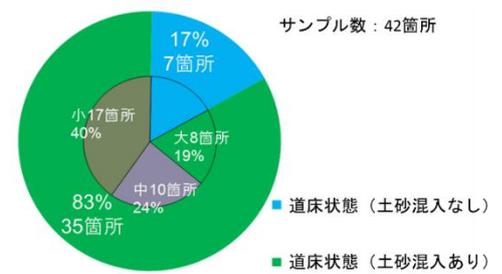
5. 噴泥箇所の処置への適応検討

以上の検証に加え、張り出し事故防止に向けた早期の噴泥処置を目的に、本システムの道床診断機能を用いて噴泥箇所の抽出が可能かを検証した。今回システムを実行した時点で未処置であった噴泥8箇所を検討対象とした。その結果、システムで道床状態不良と診断されたのは2箇所(25%)であったが、いずれも優先順位は1桁と高く設定され、現場の噴泥も進行した状態であった。6箇所(75%)で道床状態不良と診断されなかった要因は、過去のつき固め等の施工が噴泥発生前に行われたもので、施工効果持続日数が今回の判定条件(MTT120日、TT90日)以上であったためと考えられる。一方、道床状態不良と診断された噴泥箇所のモニタリング変位進みを確認すると、図5に示すようにある地点からバラつきが大きくなっており、噴泥発生による影響が推察される。なお、検証線区でバラつき大と判定された4箇所中2箇所が噴泥で、いずれも今回の道床診断で優先順位が設定された箇所であった。本システムの結果のみでは噴泥箇所の抽出には課題があるが、モニタリング変位進みのバラつき箇所の抽出を組み合わせることで、ある程度噴泥箇所を特定でき、噴泥が進行する前の早期の処置へ活用できると考える。

## 5. 噴泥箇所の処置への適応検討

6. まとめ

線路設備モニタリングデータを活用した道床診断結果は、道床交換箇所を選定するにあたり道床状態の定量的な評価指標として有効であることが確認できた。今後は、線区の環境や特情に見合った道床診断パラメータを模索するとともに、噴泥箇所の処置への活用へ向けても検証を進める予定である。末筆ながら、本取組みに対して多大なるご支援をいただいた関係者に誌面を借りて謝意を申し上げる。



	土砂混入なし	土砂混入あり			総計
		小	中	大	
直線部	1	2	7	7	17
曲線部	6	15	3	1	25

(ロット数)

図1 現場調査結果



図2 道床状態(土砂混入)



図4 道床状態(細粒化)

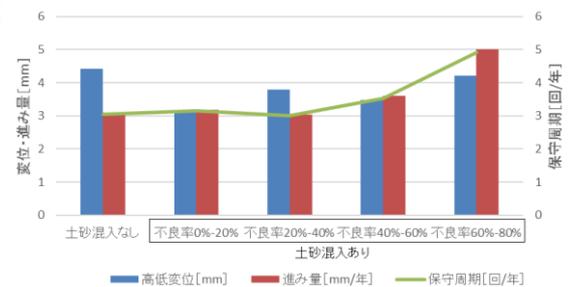


図3 道床不良率との相関



図5 噴泥箇所のモニタリング変位進み