

鉄道施設のアセットマネジメントに向けた基礎検討

東日本旅客鉄道 正会員 ○千田 篤史

1. 背景

昨今、社会資本におけるアセットマネジメント導入に向けた多くの取組みが国内外で行われている。

大量かつ多様な鉄道施設を保有する当社においても、鉄道運行の安全を保ちつつ、戦略的・効率的なメンテナンスの実現に向け、「スマートメンテナンス構想」¹⁾を軸にさまざまな研究開発が進められている。その中でアセットマネジメントは本構想の主要な柱の一つとして位置付けられており、軌道変位²⁾や電車線路支持物³⁾などを対象に設備劣化進行やコスト・リスク評価に関するモデルを検討するなど、導入に向け基礎的な検討を進めている段階である。

2. 目的

本稿では、鉄道施設でのアセットマネジメントの実現に向けた基礎的な検討として、鉄道施設の中でも軌道施設の一部である「道床」に着目し、社内で保有する各種データを用いた設備劣化やサービスレベル指標のモデル構築に関するケーススタディを行う。それを基に、将来的な鉄道施設へのアセットマネジメント導入をする場合での各種指標の設定や、データ分析に関する課題を述べる。

3. 対象の選定

本稿においてケーススタディの対象を「道床」としたのは下記の理由である。

- ① 軌道施設の中でも比較的劣化進行が遅い対象物であり、敷設環境（軌道構造・地盤等）により劣化現象の発現は影響される。
- ② 劣化判断は現場技術者による定性的なものであり、補修・交換に関する定量的な指標はないため、中長期的な視点から効果的・戦略的にメンテナンスを行うことが課題である。
- ③ 劣化した道床の全面交換は多額のコストが必要であり、中長期的なメンテナンス戦略のもと予防保全的に修繕していくことがコスト削減

につながる可能性がある。

また、対象線区は当社管内の首都圏1線区、1保守区管内に限定した。これは、対象データを限定することにより後述の各種モデルを単純化するためである。主要な軌道構造の諸元は表1に示す通りである。

表1：分析対象線区の主要な軌道構造諸元

レール種別	一部区間を除き、50N レール
道床種別・厚さ	砕石、250mm（一部道床厚増箇所あり）
まくらぎ種別	3号PCまくらぎ（一部P5Hあり）
まくらぎ配置	38本/25m（一部43本/25m箇所あり）
継目構造	ロングレール主体（ガス圧接を多用）

本線区の特情として、2000年代初頭に貨物列車主体から旅客列車主体の線区に役目を変え、年間通過トン数が増加（1,620万トン→2,320万トン）した結果、「噴泥」と呼ばれる道床劣化現象の発生が相次いで確認されたことから、各種修繕工事と並行し、資本的支出により各種軌道強化工事（連続道床交換、排水設備新設等）を行ってきた経緯がある。軌道状態を俯瞰的に示す指数（P値）の推移は図1に示しており、近年は比較的良好な状態を保っている。

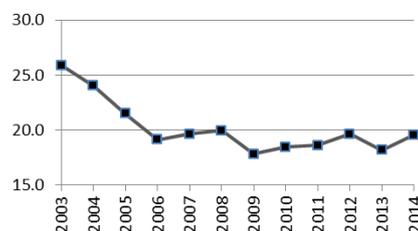


図1：軌道変位指数（P値）の推移

4. 劣化モデルの構築とその課題

アセットマネジメントにおいては、対象物の劣化モデルの構築が重要な事項となる。しかし、鉄道事業者に限らず、インフラ企業の保有データはモデル構築にあたって必ずしも十分な量を保有しているとは言えず、限られた条件下で実態に即した納得感のあるモデルを構築することが課題である。

そこで、本稿では単一路線かつほぼ同一な軌道構造諸元という条件のもと、下記(1)式のように「劣化度 D = 通過列車荷重による道床への疲労蓄積度 A_B 」

キーワード アセットマネジメント、軌道保守、道床、スマートメンテナンス

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479

JR 東日本研究開発センター テクニカルセンター TEL 048-651-2308

と定義した.

$$D = A_B = \sum_{i=1}^n xi/n \quad \dots(1)$$

xi : 道床 1m あたりの
 累積通過トン数
 n : 道床敷設延長

これは、当社はレールの経年交換を判断するために保有している、各線区の年間通過トン数のデータを活用したものである。疲労の蓄積度を直接的に表現することができる一方、軌道構造や路盤状態に起因する局所的な負荷は考慮できないため、実務展開にあたっては何らかの改良が必要である。

5. サービスレベル指標の構築とその課題

一般に、鉄道運行におけるサービスレベルは様々な指標が考えられる。例えば、設備の故障に起因する列車の運休や遅延の発生件数やその規模、それに伴う利用者便益の低下などが考えられる。しかし、道床に直接起因する設備故障及び列車遅延・運休の件数は極めて少なく、算定は困難である。

そこで、本稿では車両の走行安全を担保するために毎月 1 回の頻度で実施している「列車動揺検査」に着目した。本検査において一定の管理値を超過した場合、定められた期間内での補修を義務付けているが、今回は年間での管理値超過数 R をサービスレベルとして用いることとし、下記(2)式を定義した。

$$R = a + bA_B + cR_1 + dR_2 + eL_d \quad \dots(2)$$

第2項は設備の劣化度(=道床への疲労蓄積度) A_B 、第3項・第4項は当該年度の各種修繕工事(MTT及び人力による道床つき固め)の投入量 R_1 , R_2 、第5項は道床状態を改善する設備(線路側溝)の敷設延長 L_d とした。

(2)式に実データをあてはめ、重回帰分析により推定した結果を表2に示す。決定係数 R^2 の値は約 0.969 と比較的良好であり、各説明変数の符号の正負も概ね妥当な結果を得られることができたが、劣化度及び MTT による道床つき固めの項は、5%有意とはならなかった。また、人力による道床つき固めは一般的な認識とは逆符号の結果(つき固め量が多いほど管理値超過数が増える)が導かれているが、これは先述の通り管理値超過が発生した際に義務付けられている修繕工法が、実態として人力による道床つき固

表 2 : 重回帰分析の結果

	係数	t	P-値
累積疲労度(t)	0.17	1.53	0.170
MTTつき固め回数(回)	-0.43	-1.80	0.116
人力によるつき固め数量(m)	0.04	4.92	0.002
排水設備数量(m)	-0.05	-5.58	0.001

めがほとんどである為と考えられる。

また、今回の対象線区における列車動揺の発生要因はほぼ道床の劣化に起因するものであるため、動揺検査結果をサービス水準としてそのまま用いることができたが、一般に列車動揺の発生原因は様々であるため、動揺検査データをサービスレベル指標に用いた手法の展開には、多くの課題が存在する。

6. ケーススタディを通じた保有データ活用の課題

今回、鉄道施設の道床という線路設備に着目し、社内で保有する各種データを用いて設備劣化とサービスレベルに関するモデル構築を試みた結果、実務的な課題として下記の点が顕在化した。

- ・社内システムには多様なデータを有しているが、現行業務に最適化されたシステム I/F であるため、分析用データの抽出に労力を要する。
- ・修繕実績等、一部のデータはモデル構築に十分と思われるデータ量を保有しているが、データの“くせ”(ほぼ同一の工事内容ながら、データの見かけ上では違う等)があることから、そのクレンジングに時間を要する。

本検討を行う場面では、実質的な分析に費やす倍以上の時間をデータ抽出・クレンジングに要したことから、実務的なデータ活用にあたってはこれらの課題の解決が不可避となると考える。

7. まとめ

本稿では、ケーススタディを通し、鉄道メンテナンスにおいてアセットマネジメントを行う際の実務的かつ基礎的な課題を検討した。今後検討を深度化し、鉄道を支えるインハウスエンジニアの意思決定を支援する仕組みの構築につなげていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 横山淳：鉄道におけるイノベーション - ICT を活用したメンテナンス革新のプラットフォーム-, JR EAST Technical Review, No. 48, 2014.
- 2) 西藤安隆, 瀧川光伸：軌道におけるアセットマネジメント活用に向けた研究, 22 回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2015), 3606, 2015.
- 3) 貴志俊英, 新保雅士：亜鉛めっき鋼電車線路支持物のアセットマネジメントの基礎検討, 平成 27 年電気学会全国大会, 5-150, 2015