

軌道変位分布を考慮した軌道管理目標に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○永井 康裕
東日本旅客鉄道株式会社 三輪 隆郎
東日本旅客鉄道株式会社 原田 彰久

1 はじめに

軌道の管理においてその修繕発動の目安となる軌道変位の整備目標値については、望ましい発生レベルが不明瞭であり評価の指標としてはあまり使われていない。今回、この整備目標値超過箇所数を地点評価の管理指標として用いることを目的に、高低変位の分布に着目しその管理目標を検討した。

2 管理目標の現状

軌道管理の代表的な評価指標としては、地点毎の指標である整備基準値、目標値と区間指標のP値、 σ 値などがある。このうち在来線における管理指標としては、走行安全性のために整備基準値が、また保守レベルとしてP値が用いられている。整備基準値は列車の走行安全性に直結するため「超過箇所ゼロ」がその管理目標となり、P値は各線区の輸送条件を考慮した目標P値が定められている。

一方、整備目標値は軌道整備を計画的に行うための指標であるが、その超過箇所の管理目標は明確となっていない。例えば図1の整備目標値超過箇所の推移をみたとき、線路状態の傾向は把握できるがその状態が良好な状態なのか若しくは妥当な状態なのかの判断は困難である。区間指標である目標P値だけでなく、地点指標の面でも管理目標を設定しその発生数の維持すべきレベルを明確にすることが望ましい。具体的には、「どれくらい悪いのか」といった視点だけでなく、「悪いところがどれくらいあるのか」といった視点でも線路を管理することが必要といえ、またその方が実際に

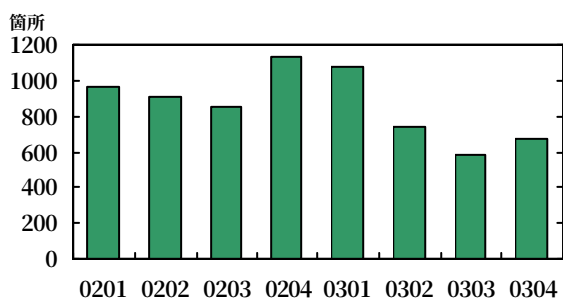


図1 整備目標値超過箇所の推移(高低)

管理する側にとっては理解しやすい。さらに維持すべきレベルを目標として計画的に整備を行うことにより、結果として整備基準値を超過する箇所を未然に防ぐという本来の目的の達成にも効果が期待できる。

3 軌道変位の分布傾向

(1) 高低変位の分布

区間指標である軌道変位指数P値の考え方によれば、軌道変位は正規分布による。しかしながら、支社管内の全ての高低変位を調査した結果、実際の分布は図2のように正規分布とは異なる分布となった。

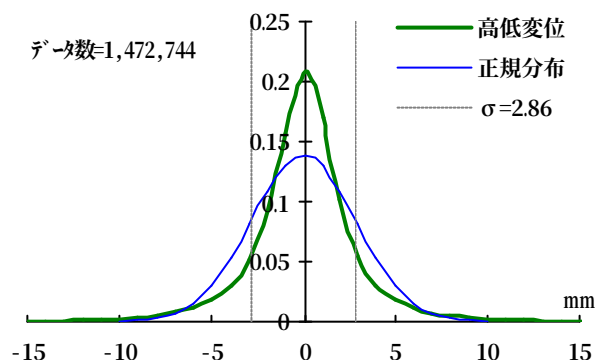


図2 高低変位の分布（横浜支社管内）

(2) 実際の分布と正規分布の関係

この実際の高低変位の分布と正規分布との関係をその比で表すと図3のようになる。

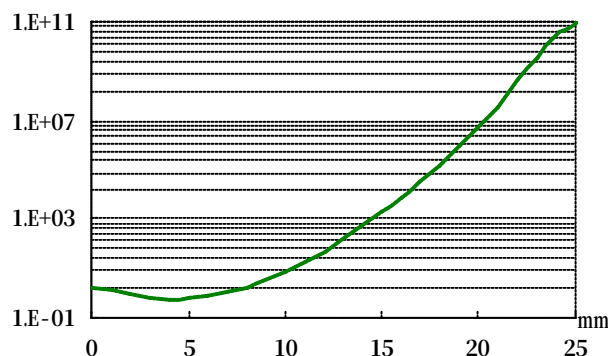


図3 実際の分布と正規分布の比の関係

正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ に対する実際の高低変位 N' の分布の比を F とすると次の換算式で表せる。

キーワード 軌道変位分布、整備目標

連絡先 〒220-0011 横浜市西区高島2丁目16番1号 東日本旅客鉄道㈱ 横浜保線技術センター TEL045-461-6628

$$N' = F \cdot N(\mu, \sigma^2)$$

ここで、 $F = e^{\lambda}$

$$\lambda = -0.00006 \sigma^6 + 0.0028 \sigma^5 - 0.0416 \sigma^4 + 0.2534 \sigma^3 - 0.1146 \sigma^2 - 0.8937 \sigma + 0.4477$$

ただし、計算の都合上6次の近似式から換算式を求めているため、適用範囲は軌道変位の範囲内となる。

(3)換算式の検証

この換算式の相関係数は 0.9996 と非常に高いが、支社内全ての高低変位の分布から求めているため線区毎の各分布も表せるかどうかの検証を行った。

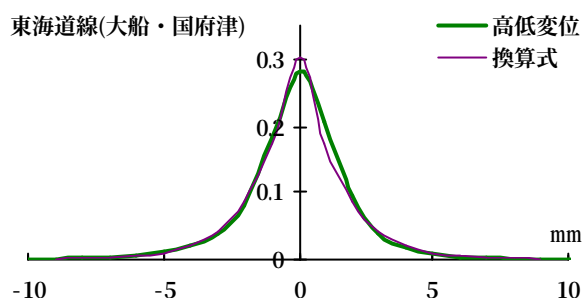


図 4.1 1 級線の高低変位分布の例 (R=0.99)

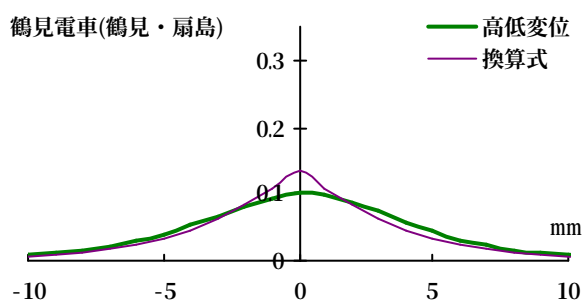


図 4.2 4 級線の高低変位分布の例 (R=0.98)

検証の結果、いずれの線区においても相関係数 0.98 以上であり、実際の高低変位の分布を表すのに有効な換算式であることが確認できた。

4 目標P値を考慮した地点管理目標

整備目標値は、整備基準値と異なり、列車の走行安全性に直結しない乗り心地維持のための指標である。一方、目指すべき保守レベルの線路というのは、区間指標では目標P値の状態の線路となる。よって、目標P値の状態での軌道変位分布における整備目標値超過箇所数が、その目標数としての妥当なレベルと考える（図5）。具体的には、実際の高低変位の軌道変位分布から求めた換算式により、各線区の目標P値の状態における分布を想定する。この中で各整備目標値の超過箇所数の割合を算出し（表1）、区間の軌道変位数を乗じれば超過箇所目標を箇所数として求めることができる。

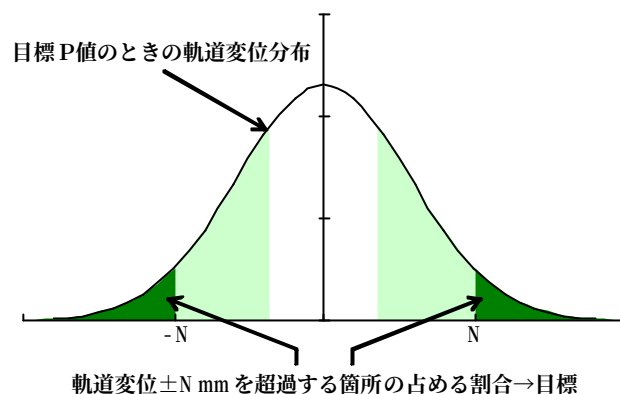


図 5 目標値超過箇所目標の考え方

表 1 目標値超過箇所数の目標レベル

軌道変位	適用線区	目標P値				
		15	20	25	30	35
13mm以上	120km/h以上	0.062%		0.485%		
14mm以上	95km/h超	0.031%				
16mm以上	85km/h超	0.007%	0.041%	0.138%	0.331%	0.647%
19mm以上	85km/h以下			0.032%	0.106%	0.261%

5 おわりに

いくつかの線路を比較的に評価する場合には、P値のように「この線路はこれくらい良い（悪い）」といった指標でよく評価できる。しかしながら、実際に線路を管理する側にとっては、「悪いところがどれくらいあるのか」、「どのくらいまで減らせば良いといえるのか」といった視点での地点評価による管理の方が、目指すべき目標がより明確であり、その対処がより容易となる。

今回、軌道変位の分布に着目し、区間指標である目標P値の状態から地点指標である高低変位整備目標値の超過箇所目標を検討した。その中で、実際の軌道変位が正規分布とは異なる分布をしていること、実際の分布は正規分布からの換算式により表せることを明らかにした。これらの背景や理論的検証は課題として残るが、地点管理の目標として各線区の整備目標値超過箇所目標を明確にすることができた。この指標を軌道管理目標として設定するだけでなく、

- (1) 乗り心地の維持管理
- (2) 保守投入箇所の決定
- (3) 必要保守量・保守費の算出

の指標として用いることにより、効率的で妥当性の高い軌道管理に役立てたいと考えている。

参考文献

神谷範男：「近代保線作業の計算実例とその解説集」
p.161-178