

分岐器の軌道状態評価について

JR 東日本 正会員 ○吉田 尚

1. はじめに

JR 東日本では、分岐器区間のつき固めが可能なマルタイ (SW-MTT) を全 12 支社に 1 台ずつ配備し、分岐器区間の軌道整備に活用している。一般軌道用のマルタイについては、軌道状態を評価する 100m ロット P 値等を活用し、施工対象区間の選定や、施工品質の評価に使用してきた。これまで、SW-MTT についても、100m ロット P 値により施工前後の軌道状態を比較し、施工品質を評価してきたが、100m ロットには分岐器以外の区間の影響も含まれるため、SW-MTT 施工の効果を評価するには改善が必要であった。

そこで、設備管理システムに登録されている分岐器の軌道変位データを用いて、新しい分岐器区間の軌道状態の評価指標について検討を行った。

2. 検討内容

軌道検測車による動的な軌道変位データを使用するのが理想であるが、構内の測定ルートによっては通過しない分岐器もあるため、検査装置により測定された静的な軌道変位を用いることにした。静的軌道変位の測定間隔は 0.5m で、JR 東日本管内の本線にある普通分岐器の基準側のデータだけでも、その測定点数は 1 回の定期検査で 38 万点もの数になる。そのため、データの利用にあたっては、データベース上での集計関数により分岐器毎に高低変位の標準偏差を求め、評価指標としての利用を検討した。

3. 検討結果

3. 1. 標準偏差の計算結果

標準偏差はデータのバラつきを表す尺度で、大きいほど軌道変位が大きい。2015 年度の第 1 四半期の検査データから個々の分岐器の標準偏差を求め、その発生頻度を示したものが図-1 である。平均は 4.0 で、全体の約 9 割が 2.0-6.0 の間に分布している。各支社の中で、標準偏差の大きい分岐器と小さい分岐器の軌道変位の波形を比較した結果、軌道状態の良し悪しをよく表現できることが確認できた。例えば、図-2 の様であり、標準偏差の大きい分岐器は

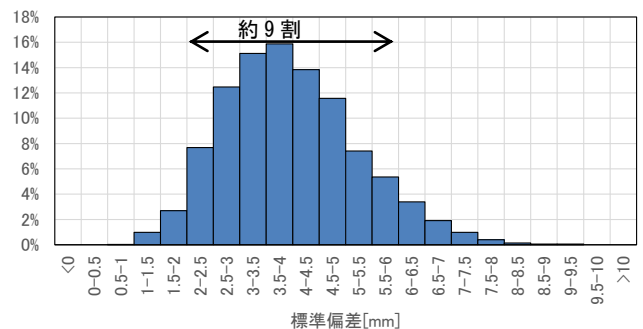


図-1 標準偏差の分布

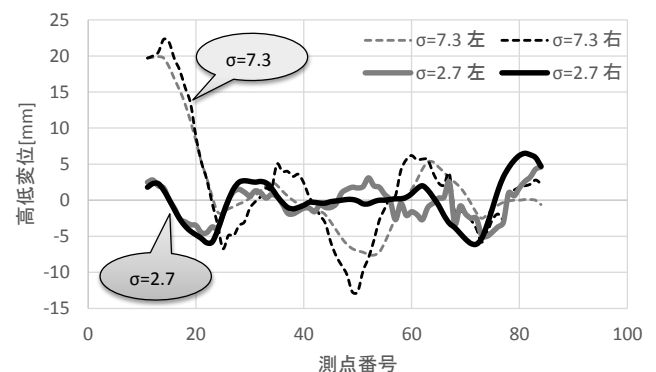


図-2 標準偏差の異なる軌道変位の比較

ど軌道変位が大きくなっている。

しかし、標準偏差がどれくらいの値になると軌道状態が悪いと言えるかが分からず、目標とする値が決まっていないことと、軌道変位の最大値が必ずしも標準偏差の大きい分岐器の方が大きくなる場合があることから、SW-MTT 施工箇所を選定や施工効果の評価には、工夫が必要であることが分かった。そこで、さらに統計量として目標値超過率と最大値を求め、これらの値と標準偏差の関係を分析した。

3. 2. 標準偏差と目標値超過率の関係

SW-MTT を施工する分岐器を選定する一つの基準として、軌道変位の整備目標値の超過の有無がある。そこで、測定点全体に占める整備目標値を超過する測定点数の割合を目標値超過率として、標準偏差と目標値超過率の関係を確認すると、図-3 の様になった。これを見ると、標準偏差が 2.0mm を超えると目標値超過率が増加しはじめることが分かる。目標

キーワード 分岐器、軌道状態評価

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 JR 東日本設備部在来線技術基準 G TEL 03-5334-1244

値超過率は図-4に示すように約4割が1%未満となっており、殆どの分岐器は目標値が発生していないことが分かる。当社の本線分岐器の台数とSW-MTTの施工能力を考えると、1年間に約半数の分岐器を施工することができる。図中に線で示すように、目標値超過率が3%を超える分岐器が約半数あることから、目標値超過率3%を施工対象分岐器の目安と考えると、標準偏差では3mmが整備目標となる。

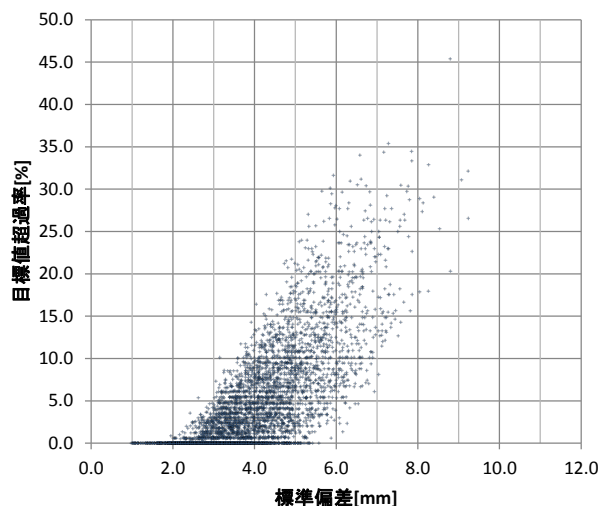


図-3 標準偏差と目標値超過率の関係

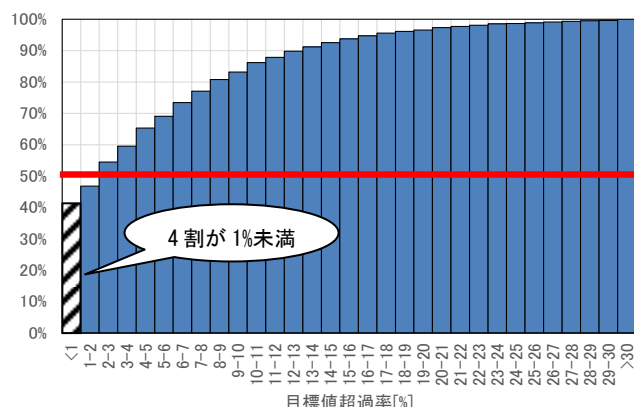


図-4 目標値超過率の累積頻度分布

3. 3. 標準偏差と最大値の関係

標準偏差が大きいときに最大値が必ずしも大きくならないことを、標準偏差と最大値の関係から確認する。標準偏差と最大値の関係は図-5のようなグラフとなり、標準偏差の増加に比例して最大値のバラつきが大きくなっていることが確認できる。この関係を求めることができれば、標準偏差に対して最大値の取りうる値を推定することができる。そこで、スケールを合わせるために最大値を標準偏差で除して基準化し、頻度分布を求めると図-6のようになった。次に、分岐器区間の軌道変位が正規分布に従

うと仮定して、標準正規分布から160個(1台あたりの分岐器測定点数)のサンプルを取り、その最大値を分岐器台数分のセットでまとめ、これを10,000回繰り返す乱数実験を行い、理論的に最大値/標準偏差が出現しうる範囲を調べた。結果は表-1のようになり、実測データは網掛けの範囲内に収まった。

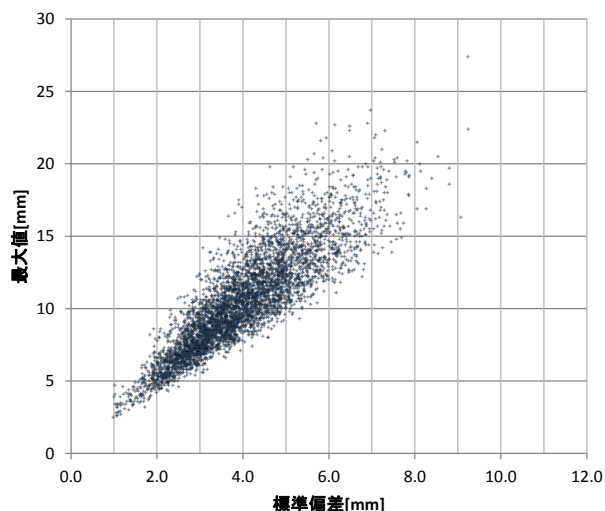


図-5 標準偏差と最大値の関係

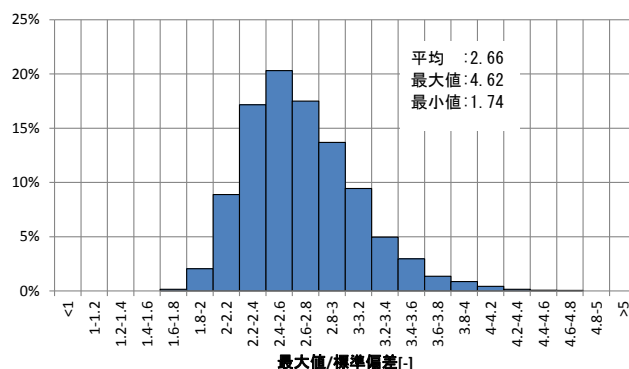


図-6 最大値/標準偏差の分布

この実験結果から、最大値の値は概ね標準偏差の1.61-4.77倍の範囲でバラつくが、極稀に1.23-6.23倍の範囲の値も取りうるということが分かった。従って、最大値が重要になる場面では、標準偏差だけでは十分な指標にならないことが分かった。

表-1 乱数実験の結果

		分岐器台数分の最大値の統計量			
		最小値		平均値	最大値
10,000回の 試行で出現 した範囲	最大値	1.86		2.70	5.90
	75%	実測	1.74	2.68	4.66
	中央値	1.74	1.71	2.68	実測 4.63
	25%	1.67		実測 2.67	4.62 4.50
	最小値	1.40		2.66 2.65	4.12

4. おわりに

今後は、分岐器区間の標準偏差と最大値を指標として、SW-MTT施工品質の評価をする方法について検討を行い、分岐器の軌道状態の向上を図っていく。