

## IV-340

## むら直し施工数量予測の実施と評価

○ JR 西日本 正員 金岡 裕之  
JR 西日本 正員 鈴木 常夫  
JR 西日本 半田 真一

## 1 はじめに

新幹線でのむら直し外注施工は軌道整備の中では単価が高く、原因除去を目指した作業ではないために軌道狂いの再現性が高いなど、コスト面での不効率作業の代表格である。さらに、発生主義的修繕であるために、施工数量の見積もりも難しく、場合によっては始めに数量有りの指示にも陥りかねない。

今回の取組は、軌道管理指標からのむら直しの発生数量予測を目的としたもので、ひいては計画的修繕への置き換えによって総合的な軌道整備コストの引き下げに繋げようというものである。

本研究では、標準偏差を指標とした場合の 1)むら直し施工数量予測の可否、2)実績との異同、3)標準偏差による軌道状態管理実施後の変化について言及する。

なお検討に用いたデータは山陽新幹線西明石新幹線保線区管内全線を対象に平成7年度下期から平成8年度末までの軌道整備実績等である。

## 2 数量の理論推定

理論値の算出にあたっては、軌道狂いの分布が平均値 0、標準偏差は実データから得られる値の正規分布に従うと仮定して、ロットの標準偏差と最大値の関係を次のように求めた。

ロットの最大値が  $x$  mm 以上となる確率は、ロットの要素数を  $n$  個として、

$$Y(x) = (\Phi(x) - \Phi(-x))^n \quad (1)$$

$$y(x) = n \cdot 2\phi(x) \cdot (\Phi(x) - \Phi(-x))^{n-1}$$

但し、 $\Phi(x), \phi(x)$  : 軌道狂いの正規分布の累積および確率密度関数

$Y(x), y(x)$  : 最大値が  $x$  mm 以上となる累積および確率密度関数

と表されるため、軌道狂いの標準偏差と最大値の関係は図 1 のように求めることができる。

次に、むら直し施工指示発生とロット最大値の関係を分析した。施工指示狂い値は 7mm だが、5mm 以上の狂い値の存在と施工指示の関係が認められたため、各標準偏差での最大値 5mm 以上の発生割合を求めた。この関係を図 2 に示す。

一方、各ロットの標準偏差を調べるとその度数は図 3 のようになる。ここまでに得られた関係からむら直し施工数量を予測すると各標準偏差でのむら直し発生数量  $l(\sigma)$  および累積数量  $L(\sigma)$  は次式で表される。

$$l(\sigma) = P(\sigma) \cdot n(\sigma) \cdot X \quad (2)$$

$$L(\sigma) = \sum_0^{\sigma} l(\sigma)$$

但し、 $X$  : 1 回のむら直しの平均施工延長 [m]  
 $P(\sigma)$  : 標準偏差が  $\sigma$  の時の 5mm 以上発生割合  
 $n(\sigma)$  : 標準偏差が  $\sigma$  のロット数

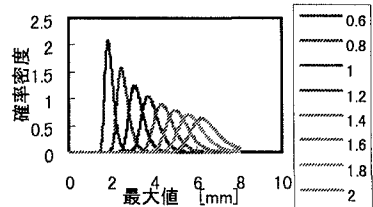


図 1 標準偏差と最大値の関係

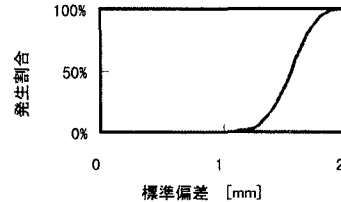


図 2 標準偏差と 5mm 超過箇所発生割合の関係

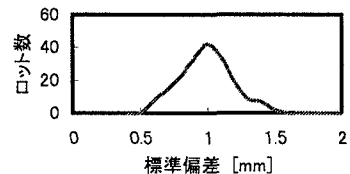


図 3 標準偏差毎の実ロット数

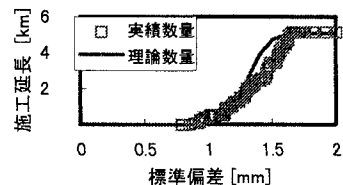


図 4 推定数量と実績数量の比較

累積数量について、年間施工分に換算して図示すると図4のようになり、後述する実績数量との一致も認められる。

### 3 施工実績からの当初の推定

むら直し施工には大きく分けて2つのケースが考えられる。1つは自然の狂い進みにより指示値が発生して施工する場合で、もう一つは分岐器などの軌道弱点箇所での頻繁な施工である。軌道弱点箇所での施工事例は軌道弱点箇所自体が区間の限られた特異点であるために、指示値あるいは標準偏差との関係が明確ではないため、通常箇所での施工と弱点箇所での施工は分けて検討する。

施工実績から、標準偏差とむら直しの施工数量の関係を求めると図5のようになる。図5での施工数量は、各標準偏差帯での施工数量の累積である。通常箇所での実績施工数量が理論推定値とおおよそ一致することから、この区分は適当であると考えられる。しかし、軌道弱点箇所での発生数量を理論的に推定することが難しい上、通常箇所での理論推定値も数式化が難しいので、今後の活用のために近似式を求めた。その式は以下のようになる。

$$\begin{aligned} \text{通常箇所} \quad I_1 &= 6629.76(\sigma_t - 0.79)^2 + 26.28 \\ \text{弱点箇所} \quad I_2 &= 8309.52(\sigma_t - 0.60)^2 + 703.10 \\ \text{全数量} \quad I_A &= 14939.28(\sigma_t - 0.68)^2 + 543.60 \end{aligned} \quad (3)$$

これらの結果から、各ロットの標準偏差を用いてむら直し年間施工数量を予測することが可能であると考えられる。

### 4 その後の追跡結果からの評価

前項までの検討結果も踏まえ、平成8年度は標準偏差による軌道管理を実施した。その結果むら直しが激減したため、改めて発生傾向と標準偏差の関係を分析した。図6に標準偏差とむら直し施工実績の関係を示す。当初の検討時とは発生傾向が大きく異なることが分かる。確認のため図7に1マあたりのむら直し施工数量と施工ロットの標準偏差の関係を示す。当初検討時のデータから得られた分布と理論値とは相互に似通っているが、現状の施工実績から得られたデータは分布範囲が標準偏差の小さい側へ移動している。これは、標準偏差の低いロットでのむら直し施工が増加したことを示唆している。

全体としてはむら直し施工が減少しているが、残る施工要因はロットの標準偏差の改善だけでは、解消できない場合が多いと考えられる。理論値との乖離については、これら施工要因の局所化が関係すると思うが、明確ではない。また、軌道狂い値を正規分布で仮定していることが、原因している可能性もあり、今後の検討課題とする。

### 5 まとめ

以上より、次の事柄が明らかになった。

- 1) ロット標準偏差の分布を用いて、むら直し施工数量を予測することが可能である。
- 2) 軌道弱点箇所以外の施工実績と理論値は概ね一致する。
- 3) 標準偏差を指標にして管理した結果、軌道弱点ではないが標準偏差の小さいロットでのむら直し施工が増加した。

### 6 終わりに

標準偏差から、むら直し施工数量を推測することが可能と考えられるが、現状に対しては乖離が認められる。今後は先に提示した残る課題の検討を行うこととしたい。

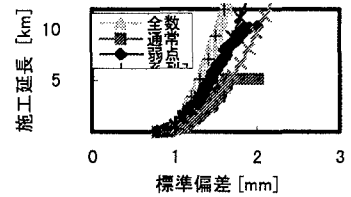


図5 標準偏差毎の累積施工数量

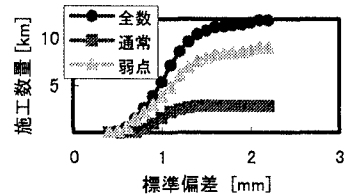


図6 今年度施工実績と標準偏差の関係

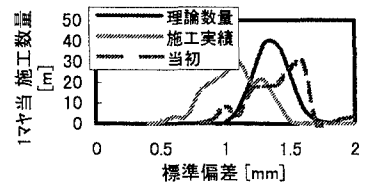


図7 標準偏差と施工数量