

全線軌道狂い進みを用いたコストシミュレーションによる MTT 投入量の決定

西日本旅客鉄道 正会員 ○森山 陽介

西日本旅客鉄道 正会員 前田 洋明

1. はじめに

現在、山陽新幹線のバラスト軌道整備は、主にMTTにより行っている。MTT投入量は従来よりTTとMTTの投入コストが最小となるMTT投入 σ 閾値を算出することにより求めているが、次に示す問題点が生じている。

- ①保線区間で σ 値等の線路状態に格差が生じた。
- ②従来手法では、線路状態に応じたロット σ とTT発生率を統計的に求め、モデルを構築する必要があるが、線路状態が良くなると統計量が少なくなりモデルが不明確となる（図1）。
- ③逆に、線路状態が悪化した区所では、MTT投入量が過少である可能性がある。

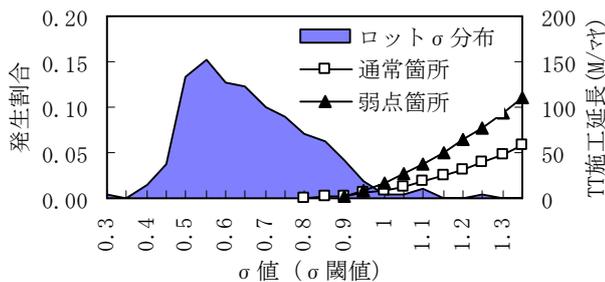


図1 A区のH15 σ 分布と従来TT発生モデル

山陽新幹線では、乗心地が良くないといわれているスラブ軌道を考慮すると、すでに乗心地が一定のレベルに達したバラスト軌道のこれ以上の乗心地改善は、全体最適化を目指すうえで望ましくない。よって、MTTの投入目的をTTの予防修繕とし、投入数量をコスト最小とすべきであると考えた。そこで今回は、全線にわたる軌道狂いの挙動をモデル化し、MTT投入周期を未知数としたコストシミュレーションによりMTT投入数量を算出する手法を考案したので以下に述べる。

2. TT投入コストの推定

TTの発生のほとんどが10m弦高低のマイナスのピーク値（「高低狂い」とする）で発生している。よって、従来モデルでなくとも、全線の高低狂いの挙動を把握すればTTの発生量を求めることができると考えた。

図2に、 σ 値が1.2mmで線路状態（弱点箇所の有

無等）が異なるロットの高低狂いの分布を示す。これは、瞬間の値であるが、各点の軌道狂い進みを求めることにより、TTの発生量を推定できることがわかる。全線の軌道狂い進みの算出方法を以下に示す。

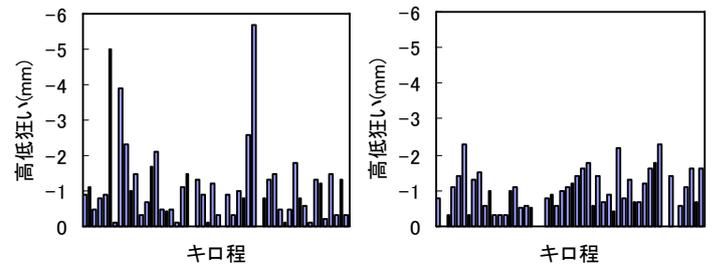


図2 σ 値=1.2mmの高低狂い分布の例

- (1) 1m代表値によりマヤ車による測定毎に10m弦高低狂いのピーク点の位置と値のデータを蓄積する（図3）。

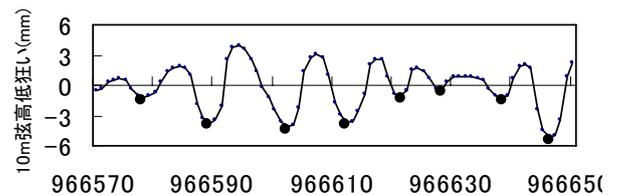


図3 10m弦高低のピーク点の抽出

- (2) 蓄積したデータの中から一定期間（ここでは1年間=36回測定分とした）を取り出し、ピーク点の検出位置毎の検出回数を求める（図4）。

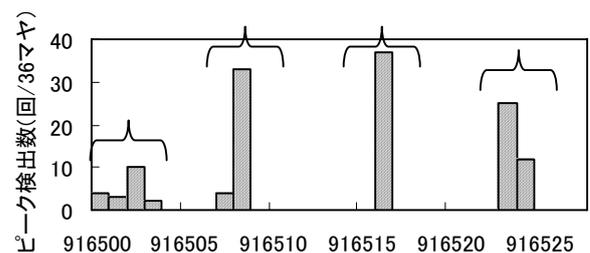


図4 高低のピーク点の検出位置

- (3) ピーク点の検出位置は測定による位置ずれ等を考慮し、図4のように検出位置が連続となっているものを同一箇所と判定することとした。ある点のピーク値の時系列推移を図5に示す。今回はこれらピーク値の時系列推移から単純に直線的に軌道狂いが進むと仮定して、全線において年間平均軌道狂い進みを求めることとした。

キーワード MTT、TT、 σ 値、コスト、軌道狂い進み

連絡先 〒732-0033 広島市東区二葉の里3丁目8番21号 JR西日本広島支社 TEL082-261-2142

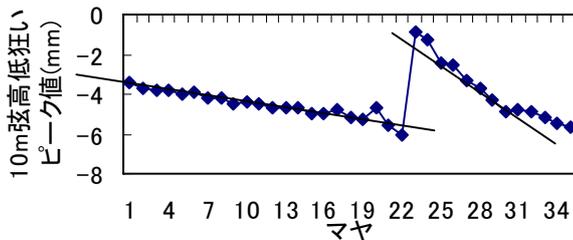


図5 ピーク値の時系列推移

(4) ロットの TT 投入コスト

MTTの投入がない場合、ロットの軌道狂い発生箇所における軌道狂い進みを $v_1, v_2 \dots v_n$ (mm/年)とすると、各点におけるTTの投入周期 T_{tti} (年)は $T_{tti} = S_{tt} / v_i$ 式1

(S_{tt} : むら直し整備基準値(mm))となる。

MTTが T_{mtt} の周期で投入されるとき、予防的に修繕されるTTを考慮すると、ロット全体のTTコストは、

$$P_{tt} = \frac{\sum_i^n p_t l_{tti} \text{int}\left(\frac{T_{mtt}}{T_{tti}}\right)}{T_{mtt}} \quad \text{式2}$$

(P_{tt} : ロットのむら直し投入コスト(千円/年), p_t : TT 施工単価(千円/M), l_{tti} : TT投入延長(M), $\text{int}(x)$: x の小数点以下を切り捨てた整数部を示す関数)となる。

ただし、TT, MTT 投入後の残留狂いを 0mm で仮定している。

3. MTT 投入コスト

ロット毎の MTT 投入コストは、

$$P_{mtt} = p_m l_m \frac{1}{T_{mtt}} \quad \text{式3}$$

(P_{mtt} : ロットの MTT コスト(千円/年), p_m : MTT 施工単価(千円/M), l_m : MTT 投入延長(M))となる。

4. ロットの最適 MTT 投入周期の算定

式2、3により、ロットの TT と MTT の投入コストを算定した結果の例を図6に示す。太線は TT と MTT の合計のコストを示している。これを見ると MTT 投入周期が 2.75 年の時がコスト最小となることがわかる。このようにして、各ロットにおける最適 MTT 周期を求める。線路状態が対照的な A 区と B 区の結果を図7に示す。B 区は MTT 周期は 2 年程度が適正であるロットが多く、A 区は 8 年以上が適正であるロットが最も多い結果となった。原因としては、路盤構造 (A 区: 高架、トンネル、B 区: 盛土、

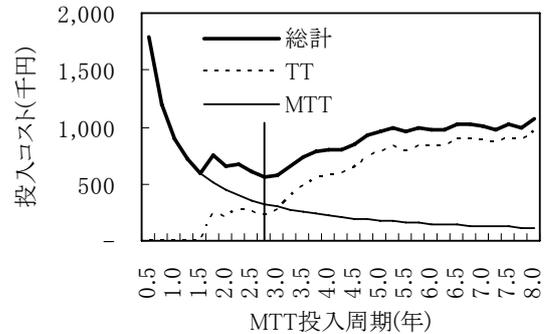


図6 B区のあるロットのコスト算定結果

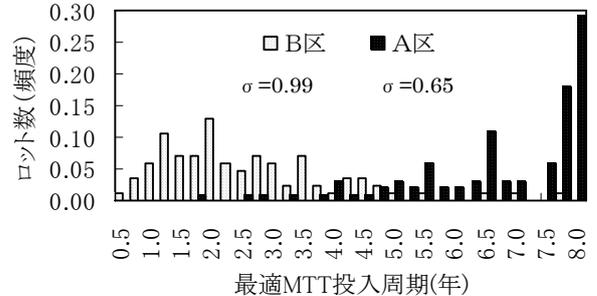


図7 最適 MTT 周期算定結果

切取) や弱点对策施工量い進み (弾性まくらぎ、道床交換等) の違いによる軌道狂み出現率の違い (図8) が考えられる。

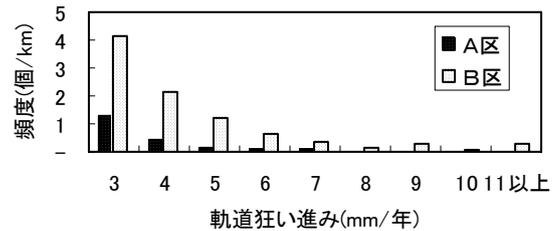


図8 軌道狂い進みの出現率

5. MTT 投入数量の算定

表1に、各ロットにおける最適 MTT 投入周期に基づき MTT 投入数量を算出した結果を示す。B 区は、MTT 投入数量は適正に近いが、理想的に施工箇所を選定すれば TT を約 1,000m 減少できる可能性があったといえる。A 区は、MTT 投入量が必要数量の約 2 倍であり MTT が過投入であったことがわかる。

表1 H15年度実績と最適 MTT 投入数量比較

	A区	B区
投入実績	MTT計	44,340
	TT	6,224
算定数量	MTT	20,190
	TT	4,948

6. おわりに

今回は、全線に存在する全ての軌道狂い進みを利用することにより、コスト最小となる MTT 投入量を求める手法を示すことができた。従来モデルと比較すると簡便であり適用範囲も広いと思われる。

【参考文献】1) 亦野:「標準偏差(10m 弦高低狂い)による軌道管理の実施」、新線路 H8.12