

### 高低検測差を活用した軌道状態把握手法の検証

西日本旅客鉄道(株)	正会員	下野 勇希
鉄道総合技術研究所	正会員	桶谷 栄一
西日本旅客鉄道(株)	正会員	山口 義信

#### 1. はじめに

山陽新幹線においては、電気・軌道総合試験車(以下、試験車)によって偏心矢測定法で軌道検測を実施している。この測定方法では、同一検測走行において検測軸の違いによる2通りの偏心矢測定が可能である。既往研究によると、両偏心矢測定による高低狂いの差(以下、高低検測差)を活用することで、無道床橋梁や高架橋、軟弱地盤など軌道を支持する下部構造の剛性の違いがわかる可能性が示されている<sup>1)</sup>。このことから、下部構造の条件が同じ場合、高低検測差により軌道スラブのあおりや浮きまくらぎなどの軌道状態を間接的に把握できると考えられる。そこで、実測データを用いて高低検測差による軌道状態の把握手法の検証を行ったので、その結果を報告する。

#### 2. 高低検測差の概要

偏心矢測定は、試験車の進行方向において2.5m+17.5mの偏心矢をとり、偏心矢から正矢へ変換している。試験車には、4軸全てに高低変換器が装備されており、進行方向から第1・2・4軸と第1・3・4軸の2種類の偏心矢測定が可能である。仮に、図1に示すように、劣化箇所(矢印)に軸数1(中段)が載荷した場合と軸数2(下段)が載荷した場合で検測値に差がある場合、下部構造の条件が同じ箇所では、この差は軌道スラブのあおりや浮きまくらぎを間接的に示していると考えられる。なお、本研究では、スラブ長さを考慮して、正矢の弦長は5mとした。

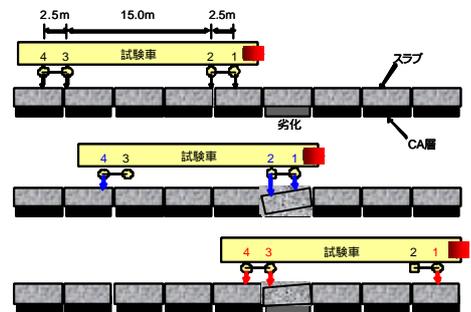


図1 高低検測差の概念図

#### 3. 検証方法の概要

##### (1) 基本的な考え方

高低検測差の活用が軌道状態を評価する手法として有効であるかの検証を行うためには、現場で保守が必要となる箇所を検出できることを確認する必要がある。したがって、保守投入の目安となる値の算定を仮に行い、その算定した目安値が現場の軌道状態をどの程度表しているかを現地調査により確認し、有効性を検証することとした。

##### (2) 目安値の算定

現地調査できる箇所数には実務上ある程度の限度があることを考慮して、25mロット最大値による頻度分布の作成、全ロット数を考慮した発生確率値の選定、発生確率値による目安値の算定の手順により目安値を算定した。なお、においては今回の検証で用いたロット数を考慮して、約100km(スラブ軌道8割、バラスト軌道2割)のデータから、スラブ軌道区間では99%確率値を、バラスト軌道区間では95%確率値を選定した。

#### 4. 軌道スラブのあおり箇所の検出方法の概要

##### (1) スラブ軌道における確率値の算出

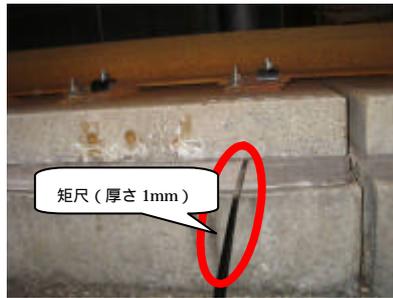
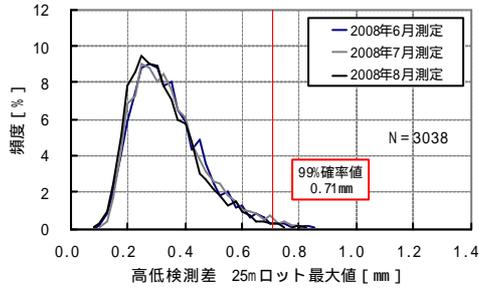
図2にスラブ軌道区間における高低検測差の25mロット最大値の頻度分布を示す。同図より測定時期による差異は小さいことが確認できる。各々の頻度分布における99%確率値の平均値は0.71mmであった。この値を目安値とし、検出したロットの現地調査結果により、軌道スラブのあおりの評価手法について検討した。

##### (2) 検出箇所の現地調査

表1に高低検測差の25mロット最大値の99%確率値を用いて検出した軌道スラブのあおり状態箇所と現地調査による評価を示す。現地調査は、図3のようにスラブ板とスラブCA層の隙間がレール直下まで到達している箇所の有

キーワード 偏心矢測定, 高低検測差, 軌道スラブのあおり, 浮きまくらぎ

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田2-4-24 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部 技術部 TEL06-6376-8136



斜線部分：既設 CA 層のはつり箇所

図 4 既設 CA 層の額縁補修

図 2 高低検測差の頻度分布 (S77 軌道) 図 3 スラブ CA 層隙間 (1mm 以上)

無について調査した。表 1 より、隙間があったのは 2 ロットであり、額縁補修を行っている箇所が 4 ロット確認された。この額縁補修は、図 4 に示すように軌道スラブの端部のみが補修対象であるため<sup>2)</sup>、レール直下の位置で、スラブ板とスラブ CA 層の間に隙間が残り、その影響により高低検測差が目安値を超過した可能性が考えられる。

一方、トンネル区間で高低検測差が目安値超過している箇所が、隙間が確認されないロットがある。この箇所では、路盤下等での下部構造の影響を受けて軌道スラブのあおりが発生している可能性も想定される。参考にトンネル路盤下注入を実施した箇所での施工前の高低検測差の波形を図 5 に示す。目安値超過ではないが、他区間と比較すると振幅値に差があることが確認できる。検証の深度化は必要であるが、路盤下の状態を評価する指標として活用できる可能性がある。以上から、高低検測差を活用することで、軌道スラブのあおりや路盤下の状態を評価できる可能性があることが確認できる。

表 1 高低検測差における軌道スラブあおり検出手法の評価

区間名	25m ロット高低検測差 [mm]		軌道構造	現地調査による評価
	ピーク値 (+)	ピーク値 (-)		
A	0.77	-0.62	橋梁	CA 層隙間あり (1mm) 補修実績あり
B	0.73	-0.55	橋梁	CA 層隙間なし 補修実績あり
C	0.74	-0.70	トンネル	CA 層隙間なし 補修実績あり
D	0.96	-0.97	橋梁	CA 層隙間なし 補修実績あり
E	1.02	-0.88	橋梁	CA 層隙間あり (1mm)
F	0.74	-0.70	トンネル	CA 層隙間なし
G	0.73	-0.55	トンネル	CA 層隙間なし
H	0.77	-0.62	トンネル	CA 層隙間なし

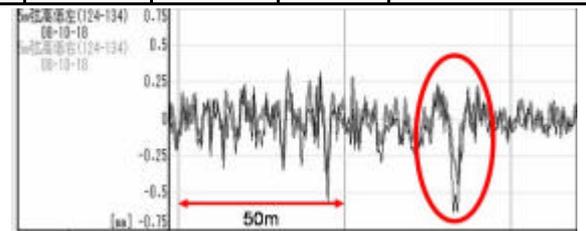


図 5 高低検測差の波形 (トンネル区間)

### 5. 浮きまくらぎ箇所の検出手法の概要

#### (1) バラスト軌道における確率値の算出

図 6 にバラスト軌道区間における高低検測差の 25m 最大値の頻度分布を示す。同図より測定時期別による差異は小さいことを確認できる。各々の頻度分布における 95% 確率値の平均値は 0.62mm であった。この値を目安に検出したロットと道床部分修繕区間の施工前の軌道状態により浮きまくらぎの評価手法を検討した。

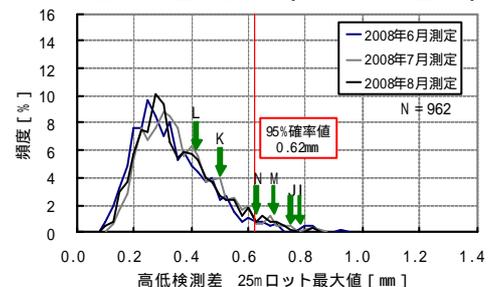


図 6 高低検測差の頻度分布 (バラスト軌道)

#### (2) 道床部分修繕箇所での頻度分布による考察

図 6 の I~N は、2008 年 9 月以降に道床部分修繕を実施した区間であり、矢印は高低検測差 25m ロット最大値の施工区間の位置を示している。目安値を超過したロット数は 4 ロットであったが、その他 2 ロットについても概ね 80% 確率値を超過していることから、他ロットと比較して良好な状態ではなかったと推測される。

### 6. まとめ

今回の検討結果から、高低検測差を活用して、軌道スラブのあおりや浮きまくらぎの保守を必要とする目安となる箇所を把握する手法の有効性を確認することができた。しかしながら、軌道スラブのあおりについては路盤下の劣化状況の影響についてさらに検証を進め、浮きまくらぎについては波長が短いことから軸箱上下振動加速度の活用も合わせて行うことを検証し、評価手法としての精度を向上させる必要があると考えている。

#### 参考文献

- 1) 森本勝：偏心矢測定法による軌道状態の把握手法，第 9 回鉄道技術連合シンポジウム，S2-1-4，2002
- 2) (財) 鉄道技術総合研究所：スラブ軌道各部補修の手引き，1989.12