

IV-93

軌道狂いの標準偏差による車両動揺の推定法

鉄道総合技術研究所 正会員 高井 秀之
 近畿日本鉄道 正会員 内藤 博行
 鉄道総合技術研究所 正会員 矢澤 英治

1. はじめに

良好な乗り心地を維持するための軌道整備を効率的に行うには、軌道狂いと車両動揺の関係を把握しておくことが重要である。本研究は、車両走行試験結果から、軌道狂いと車両動揺をそれぞれ標準偏差で表し、その関係を解析することにより、軌道狂いの標準偏差から車両動揺を推定する手法を示すものである。

2. 従来の研究との比較

類似の研究としては、軌道狂いの最大値やP値と、車両動揺の最大値や乗り心地レベルとの関係解析例がある^{1)・2)}。しかし、最大値は特定の軌道狂いに影響されるので一定区間の平均的評価とはいえないこと、P値や乗り心地レベルはともに一種の評価関数であることから、適用範囲が限定される面がある。これに対して、軌道狂いと車両動揺を標準偏差で表すことにより、より一般的な傾向を把握することを意図した。

3. 解析に用いたデータ

軌道狂いは、近畿日本鉄道で使用している軌道検測車（マチサ社製M462）による10m弦正矢軌道狂いを用的。データは1mの等間隔サンプリングのデジタルデータである。

車両動揺は平成4年11月に近畿日本鉄道・鳥羽線で行われた車両走行試験時に、先頭台車位置の床上で測定されたものである。車輪回転パルスを用いた0.53mの等間隔サンプリングのデジタルデータである。

4. 軌道狂いと車両動揺の関係解析

(1) 列車速度と車両動揺

列車速度と上下動揺の標準偏差との関係の例を図1に示す。(a)は高低狂いの標準偏差 $\sigma_i = 1.62\text{mm}$ 、(b)は $\sigma_i = 2.39\text{mm}$ である。このように、列車速度 V (km/h) と上下動揺の標準偏差 (m/s^2) はほぼ比例関係とみなせることから、この関係を次式で直線回帰した。 k_v は速度が車両動揺に及ぼす影響度を表す係数である。

$$\sigma_a = k_v \cdot V \quad \text{-----} \quad (1)$$

回帰式の傾き k_v は、標準偏差で表される軌道状態によって異なることがわかる。通り狂いと左右動揺の関係についても、相関は高低狂いと上下動揺の関係よりも低いものの、ほぼ同様の結果が得られた。

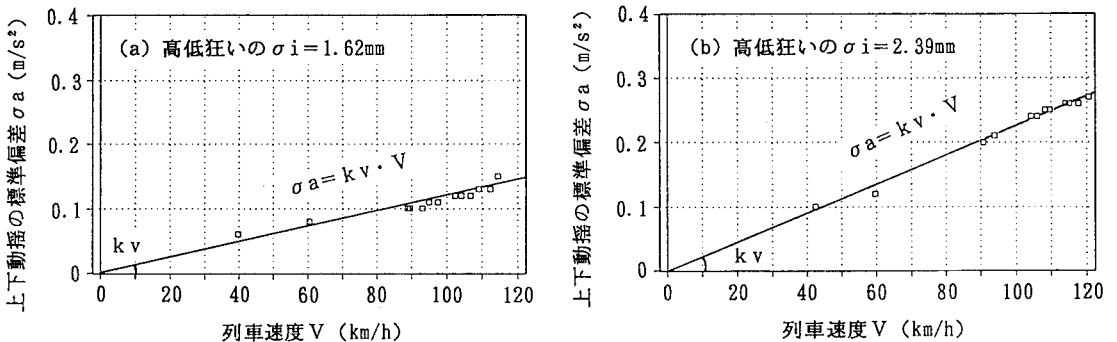


図1 列車速度と上下動揺の標準偏差

(2) 軌道狂いと車両動揺

軌道狂いの標準偏差 σi (mm) と前節で求めた回帰式の傾き $k v$ との関係を、高低狂いについて図2に、通り狂いについて図3に示す。結果にバラツキは見られるが、おおむね比例関係にあるとみなせることから、次式で直線回帰した。ここで、 $k i$ は軌道狂いが車両動揺に及ぼす影響度を表す係数である。

$$k v = k i \cdot \sigma i \quad \text{-----} \quad (2)$$

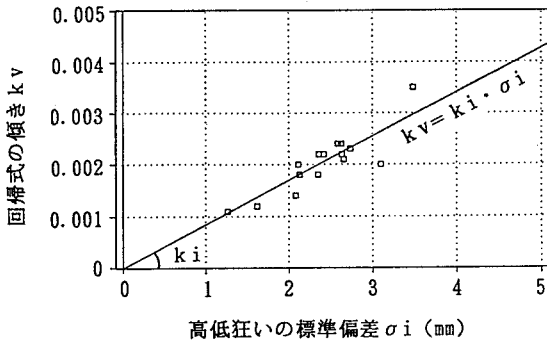


図2 高低狂いと $k v$ の関係

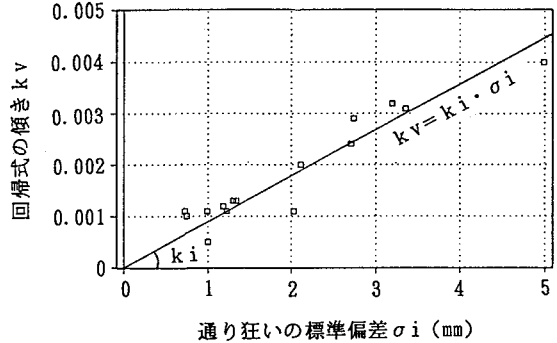


図3 通り狂いと $k v$ の関係

(3) 軌道狂いと列車速度による車両動揺の推定式

式(1)に式(2)を代入することによって、式(3)が得られる。すなわち、軌道狂いの標準偏差 σi (mm) と列車速度 V (km/h) が与えられれば、車両動揺の標準偏差 σa (m/s²) を推定することができる。

$$\sigma a = k i \cdot \sigma i \cdot V \quad \text{-----} \quad (3)$$

近畿日本鉄道・鳥羽線での試験結果では、高低狂いと上下動揺について $k i = 0.00085$ 、通り狂いと左右動揺については $k i = 0.00090$ であった。

- 高低狂いと上下動揺の関係 $\sigma a = 0.00085 \sigma i \cdot V$
- 通り狂いと左右動揺の関係 $\sigma a = 0.00090 \sigma i \cdot V$

(4) 車両動揺の最大値と標準偏差の比

上下・左右動揺のそれぞれについて、「最大値と標準偏差の比」の頻度分布を図4に示す。データ総数は各210で、大部分が2.0～4.0間にあり、平均値は上下動揺では3.18、左右動揺では3.10であった。このことから、車両動揺の最大値は標準偏差の約3倍と推定することができ、前節で示した関係式と合わせて、軌道狂いの標準偏差と列車速度から、車両動揺の最大値を推定することが可能である。

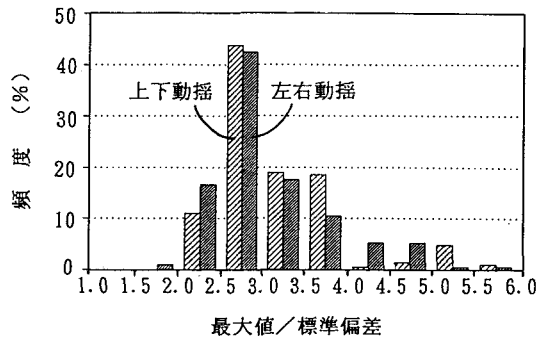


図4 車両動揺の最大値／標準偏差の頻度分布

〔参考文献〕

- 1) 佐藤吉彦ほか：軌道狂いと車両動揺(485系・583系)の関係解析、鉄道技術研究所速報、1983.5
- 2) 持永敬彦ほか：在来線の高速化における軌道管理手法の検討、鉄道技術研究報告、1987.3