

## 連続する通り狂いと左右動揺の関係に関する一考察

鉄道総研 正会員 ○坪川 洋友  
 鉄道総研 正会員 矢澤 英治

## 1. はじめに

新幹線では 300km/h を超える速度域での営業運転が計画されるなかで、乗り心地の現状維持、もしくはさらなる乗り心地の向上への要望は強く、軌道管理に対する要求が厳しくなる可能性がある。

乗り心地を考慮する上で、鉄道車両は同一波長の軌道狂いが連続している箇所を走行すると共振することがあることから、軌道狂いの波長、波数、振幅が車両の動揺にどのように影響するかを知っておくことで、効率的な軌道管理が可能になると考えられる。その一環として、これまでに高低狂いが連続している軌道上を車両が走行した場合の上下動揺への影響について示した<sup>1)</sup>。本報告では、試験車両を想定した車両諸元によるシミュレーションで走行速度を変えて、1波、2波、3波の通り狂い上を車両が走行した場合の左右動揺を計算し、その関係を検討した結果について述べる。

## 2. 車両運動シミュレーション

今回の解析に用いた車両運動シミュレーションの力学モデルを図1に示す<sup>2)</sup>。モデルの自由度は23自由度で、時刻歴解析により車両の応答を求める。

## 3. 軌道狂い入力波形

シミュレーションに入力する軌道狂い波形例を図2に示す。軌道狂い設定試験で使われる波形を模して、これまでの報告書と同様に、サイン波の両端をコサイン半波で直線に取り付けた<sup>3)</sup>。この方法で1波、2波、3波の軌道狂いを作成した。今回の解析では、高低狂いと上下動揺の関係についての報告と条件を合わせて、波長を20, 40, 60, 80, 100m, 振幅を2~20mm(片振幅)、走行速度は240, 270, 300, 330, 360km/hとして計算を行った。

## 4. 通り狂いと左右動揺の関係

## (1) 通り狂いの波長と波数による検討

入力する通り狂いの片振幅を固定し、上記に述べた各条件に従って波長と波数と走行速度を変更し、左右動揺に与える影響について検討を行った。図3は片振幅を4mmに固定し、波長を40m, 80mの通り狂い上を走行した時の、左右動揺の全振幅と通り狂い波数の関係を示したものである。

波数の増加に伴う動揺の振幅の増加率は、波長40mで最大2.1倍、波長80mで最大1.5倍となり、40mの波長の場合、連続した軌道狂い上を走行することで、より大きく増幅される傾向がある。一方で、波長40mの場合は、2波連続した場合で動揺の振幅は頭打ちとなるが、波長80mの場合は通り狂いが2波から3波に増えたときにも動揺が大きくなる傾向がある。

また、通り狂いの波長が40mの場合には、走行速度による左右動揺への影響は小さいが、波長80mの場合には速度依存性が強い。この傾向は高低狂いと上下動揺の関係でも同様に見られることから、さらなる高

キーワード: 左右動揺, 整備目標値, 軌道狂い波数

連絡先: 〒158-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 Tel:042-573-7278 Fax:042-573-7296

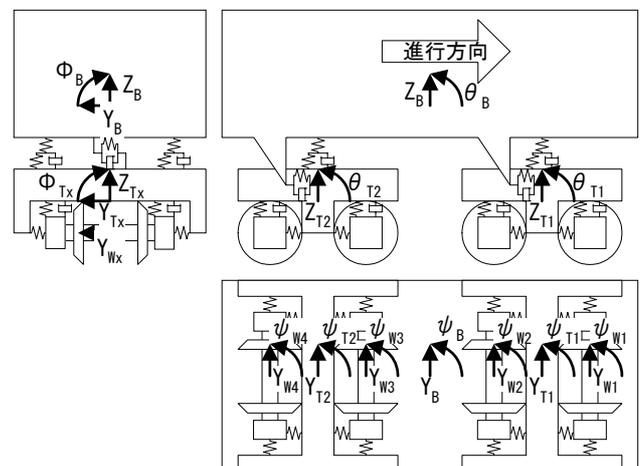


図1 シミュレーションの車両モデル

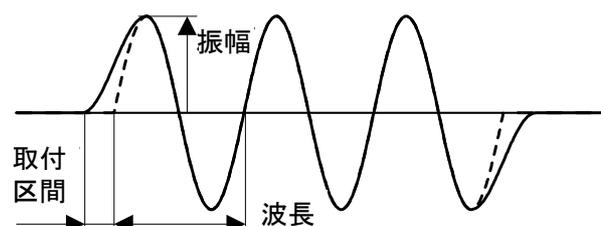


図2 入力軌道狂い波形

速化を考慮すると、波長 80m のような長い波長の軌道狂いの管理も重要になってくる事が分かる。

(2) 乗り心地上の整備目標値を考慮した通り狂い振幅の検討

左右動揺の乗り心地上の目標値を  $1.6\text{m/s}^2$  とし、左右動揺が目標値に達した 3 波連続する通り狂いの振幅、速度、波長の関係をプロットしたものを図 4 に示す。

ここでの通り狂い振幅は図 2 の入力波形の振幅（実振幅）である。これまでの報告にもあるように、走行速度が上がるにつれて、左右動揺に影響する通り狂い波長が長くなり、許容できる狂いの振幅が小さくなっていく傾向がある。次に、図 4 の結果に、40m 弦正矢法の検出倍率を乗じて 40m 弦通り狂いに換算し、プロットしたものを図 5 に示す。360km/h までの最小値をみると、今回シミュレーションに用いた車両の特性では、波長 60m と 80m の通り狂いが連続した場合で、40m 弦の整備目標値が約 4mm という結果となった。また、波長 100m の通り狂いは、360km/h で 8mm まで許容できる結果となり、波長 80m までの軌道狂いを考慮すれば良い。一方、波長 20m の場合について、10m 弦通り狂いに換算すると、360km/h の速度域まで 9mm が目標となる。

5. おわりに

車両運動シミュレーションを用いて、通り狂いの波数、振幅、波長、および車両の走行速度が、車両の左右動揺に及ぼす影響を確認した。今回の車両の特性では、40m の波長の軌道狂いが連続した場合に、波数の増加に伴う左右動揺の増加率が波長 80m の場合よりも大きくなる結果となり、車両の特性に応じて共振しやすい波長に関して考慮する必要がある。また、走行速度が上がるにつれて、左右動揺に影響する通り狂いの波長が長くなり、今回対象とした車両の特性では、360km/h での走行した場合、波長 80m までの軌道狂いの影響が大きいことが確認できた。

この傾向は、高低狂いと上下動揺の関係でも同様に確認されており、高速化に際しては、車両の特性を考慮しつつ、どの程度の長さの波長まで軌道狂いの管理を行う必要があるかを検討する必要がある。

参考文献

- 1) 坪川，矢澤：軌道狂い波数と車両動揺の関係，第 12 回鉄道技術・政策連合シンポジウム (J-Rail2005)，79-80,2006.1
- 2) 矢澤，高井：日本鉄道施設協会誌，300km/h 級新幹線の軌道整備目標値設定シミュレーション，581-584，1997.8
- 3) 新幹線軌道狂い設定試験グループ：新幹線軌道狂い設定試験結果の解析，鉄道技術研究報告 No.541 号，1983.3

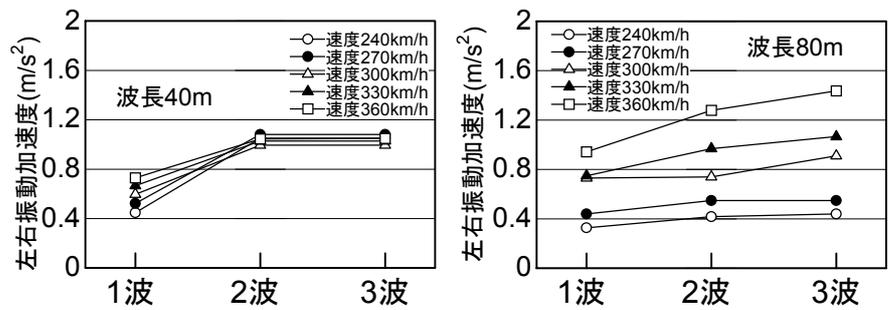


図 3 通り狂いの波数と左右動揺の関係

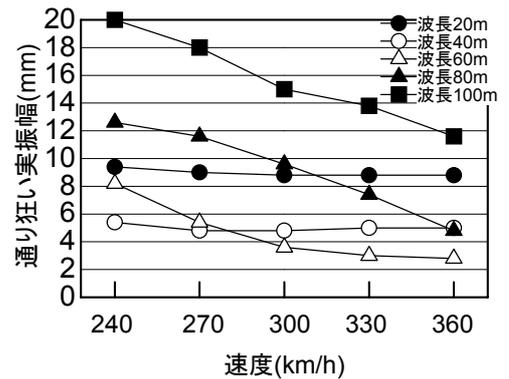


図 4  $1.6\text{m/s}^2$  に対応した通り狂い（実振幅）振幅

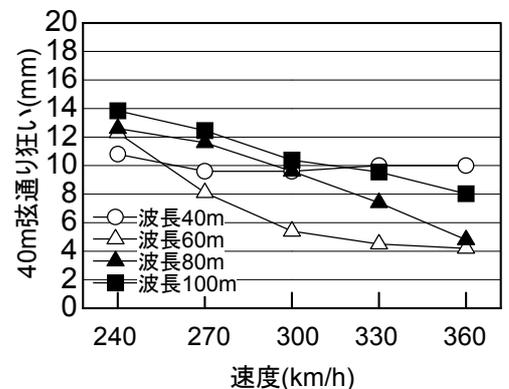


図 5  $1.6\text{m/s}^2$  に対応した 40m 弦通り狂い振幅