

S2-2-2

車両動揺に及ぼす軌道狂い波数の影響

[土] ○坪川 洋友 矢澤 英治 (財) 鉄道総合技術研究所)

Effect of the number of iterations of track irregularity for the vehicle acceleration
Yosuke Tsubokawa, Eiji Yazawa: Member of JSCE (Railway Technical Research Institute)

For a speed up of Shinkansen, it is important to review a target for track maintenance. As a part of this purpose, we study the effect of the number of iterations and wavelength of track irregularity on the vehicle acceleration. We applied a system identification method to predict the vehicle acceleration for track irregularities.

キーワード：車両動揺，軌道狂い，システム同定

Keyword: vehicle acceleration, track irregularity, system identification method

1. はじめに

新幹線の高速化が進む中で，長波長軌道整備は乗り心地の維持に貢献してきた．現在，さらなる高速化が計画されており，軌道管理に対する要求が厳しくなる可能性がある．

一方，鉄道車両は，同一波長の軌道狂いが連続すると共振する可能性があることから，波長・波数と車両動揺との関係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．

本報告では，現在基本的に軌道狂いが連続した場合が前提である軌道整備目標を，軌道狂いの波数と波長に応じたものとするための検討の一環として，軌道変位と新幹線車両の車体上下振動加速度測定データから，1波，2波，3波の軌道狂い上を車両が走行した場合の車両動揺を推定し，軌道狂いの波長と波数が車両の動揺にどのように影響するかを検討した結果について述べる．

2. 入力軌道狂い波形

本シミュレーションに入力する軌道狂い波形例を図1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¹⁾．この方法で1波，2波，3波の軌道狂いを作成し，入力波形とした．今回作成した同波長の3波連

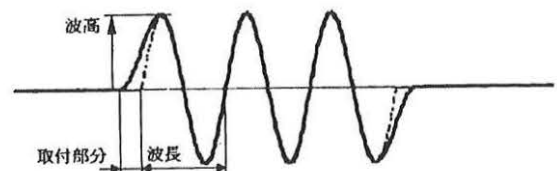


図1 入力軌道狂い波形

続の軌道狂いは，実際に軌道で見られる狂いと比較すると，車両の共振という点で厳しい条件と考えられる．今回の解析では波長を40, 60, 80, 100m, 波高を2~20mm (片振幅)，走行速度を240, 270, 300, 330, 360km/hとして計算を行った．

3. システム同定手法²⁾

システム同定手法は，軌道狂いと車両の動揺に線形性が成り立つものとして，軌道狂いを入力，車両動揺を出力として動特性のシステムを作成し，軌道狂いに応じた車両動揺を予測する手法である．本報告では，復元高低波形を入力，新幹線の車体上下振動加速度の測定波形を出力として，システム同定を行った．測定した波形と作成した波形の比較を行ったものを図2に示す．細かい波長の動揺でいくつか一致していない箇所はあるが，ほぼ上下動揺が予測出来ていることが確認できる．

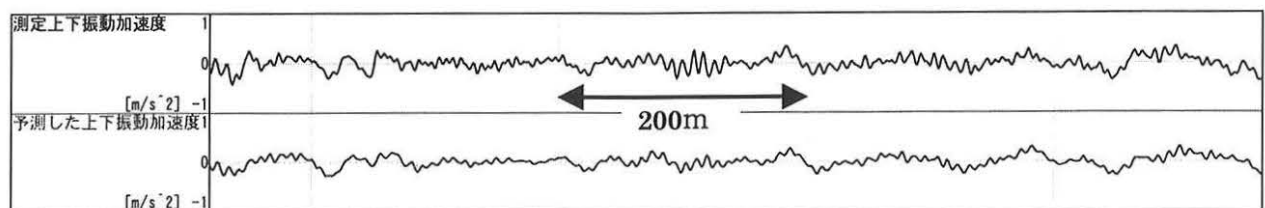


図2 速度一定区間における，測定上下振動加速度波形と予測した上下振動加速度波形との比較

4. 車体上下振動加速度と高低狂いの関係

前述の手法を用いて、入力する高低狂いの片振幅を固定し、2節の各条件に従って波長と波数と走行速度を変更し、車体上下振動加速度に与える影響について検討を行った。図3、図4は、片振幅を4mmと8mmに固定し、波長40m、80mの軌道狂い上を走行した時の、車体上下振動加速度の全振幅と軌道狂い波数の関係を示したものである。

図より、高低狂いの波数、振幅の増加に伴って、車体上下振動加速度も増加することが分かる。また、波長40mと80mの場合を比較すると、長い波長の軌道狂いが連続したときの方が、波数の増加による上下振動加速度の増加も大きい。

また、高低狂いの波長が短い場合には、走行速度による影響が少なく、速度向上した場合でも上下振動加速度への影響が小さくなる傾向が見られるが、長い波長の軌道狂い上を走行すると、走行速度が上がるにつれて振動加速度も大きくなることから、さらなる高速化を考慮すると、長い波長の軌道狂いの管理が重要になってくることが分かる。

次に、上下振動加速度の乗り心地上的目安値を仮に 1.8m/s^2 とし、車体上下振動加速度が目安値に達した3波連続する高低狂いの波高、速度、波長の関係をプロットしたものを図5に示す。前述のとおり、走行速度が上がるにつれて、長い波長の高低狂いも上下振動加速度に影響してくる傾向が見られる。

図5で得られた振幅に、40m 弦正矢法の検出倍率を乗じて、40m 弦高低狂いに換算し、プロットしたものを図6に示す。波長40mの場合については、検出倍率が2倍であるため、20mmを超える値となり、図中にはプロットされていない。360km/hまでの最小値をみると、40m弦の整備目標値が7mmとなっており、今回対象とした車両の特性であれば、現在の整備基準値で対応出来ると考えられる。

5. おわりに

システム同定の手法を用いて、高低狂いの波数、振幅、および車両の走行速度が、車両の上下振動加速度にどのように影響しているかを検討した。

これまでの報告³⁾にあるように、走行速度が上がるにつれて、長い波長の軌道狂いも上下振動加速度に影響することが確認できた。また、長い波長の軌道狂いが連続したときの方が、波数の増加による上下振動加速度の増加も大きいことから、さらなる高速化を考慮すると、長い波長の軌道狂いの管理が重要になってくることが分かる。

今後、通り狂いと左右振動加速度の関係についても同様

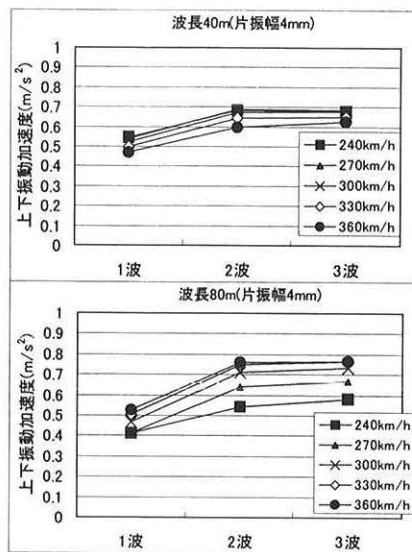


図3 片振幅4mmの場合

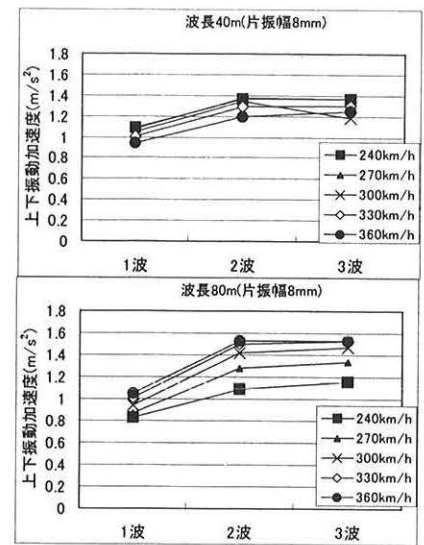


図4 片振幅8mmの場合

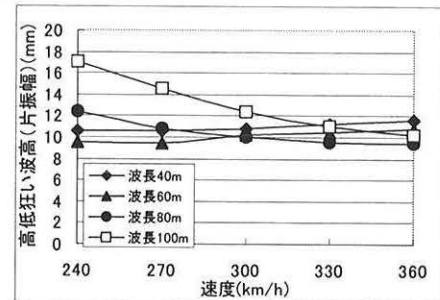


図5 1.8m/s^2 に対応した高低狂い振幅

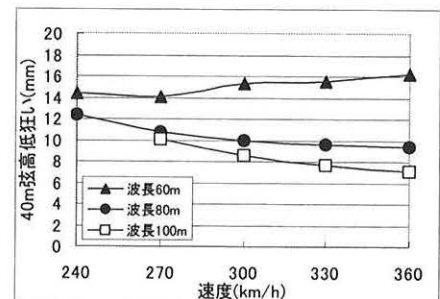


図6 1.8m/s^2 に対応した40m弦高低狂い振幅

に解析を行い、通り狂いの波数と走行速度の影響を確認し、軌道狂いの波長と波数に応じた整備手法の提案につなげていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 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
- 2) 古川，吉村：統計モデルによる車両上下動揺の予測と軌道管理への適応，鉄道総研報告 Vol.17, No2, 2003.2
- 3) 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