

# 列車の軸距および台車中心間隔の変更による地盤振動の低減効果の検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 ○正会員 新田 琢磨 正会員 加藤信二郎  
正会員 蒲原 章裕 正会員 横山 秀史

## 1. はじめに

鉄道沿線の地盤振動の大きさや周波数特性は車両1軸あたりの静止軸重及び変動軸重の大きさと、車軸が一定のパターンで繰り返し通過することで決まる起振力の周波数特性の影響が大きい<sup>1)</sup>。そこで、新幹線を対象として編成内の軸重配分および軸距配置等を変更し、車輪通過時の加振周期を変化させた場合の地盤振動の低減効果について検討した。

## 2. 検討方法

本検討では、まず吉岡ら<sup>1)</sup>の式に基づいて、車両の軸距と台車中心間隔を様々に変更したときの車軸の繰り返しスペクトルを計算した。その際、軸距  $a$  は鉄道に関する技術上の基準を定める省令の解釈基準により3.5m以下とされていることから1.0mから3.5mまでとした。台車中心間隔  $b$  は3.5mから21.5mまで変更して計算した。次に計算した車軸配置の中から270km/h走行時の31.5Hzの周波数の振動に対して有効と考えられる2種類の車軸配置パターンを選び、数値解析によりこれらの振動低減効果について新幹線車両の標準的な車軸配置 ( $a=2.5, b=17.5$ ) の場合と比較した。また、これらの車軸配置について列車速度を320km/hに向上させた場合の解析も併せて行った。解析は車両-軌道-構造物系の動的解析と、軌道-構造物-地盤系の動的解析により、これらの地盤振動の低減効果を検討した。

## 3. 数値解析

まず、振動解析プログラムDALIAを用いて車両-軌道-構造物系の動的解析を行った。列車速度は270、320km/hとした。解析モデルは図1に示すようなバラスト軌道の平地モデルとし、レールへの加振力と路盤の振動加速度を計算した。解析の条件を表1に示す。また、車両モデルは車体および車軸の質量を固定し、台車の質量を軸距の長さに比例して変更した。新幹線車両の標準的な車軸配置 ( $a=2.5, b=17.5$ ) と各ケースとの1/3オクターブバンドごとの路盤における振動加速度レベル差を図2に示す。正值の場合は振動が増加することを示す。この図

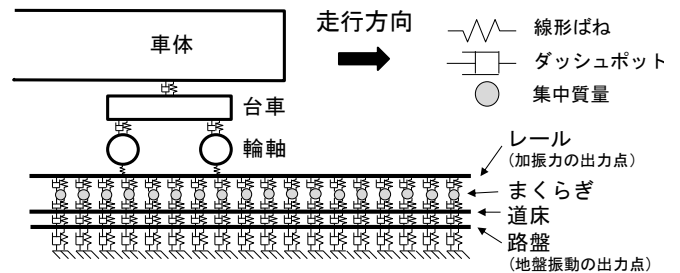


図1 路盤の振動解析モデル

表1 解析条件

	軸距 $a$ (m)	台車中心間隔 $b$ (m)	列車速度 (km/h)
case1 (現状)	2.50	17.5	270
			320
case2	2.70	17.0	270
			320
case3	3.25	16.0	270
			320

から、270km/h走行時の31.5Hz前後の周波数の振動を低減させるように車軸配置を変更させた場合、270km/h走行時ではcase2、case3ともcase1と比較して31.5Hzの周波数の振動が低減していることが分かる。ただし、31.5Hz以外の周波数では振動が増加する場合がある。

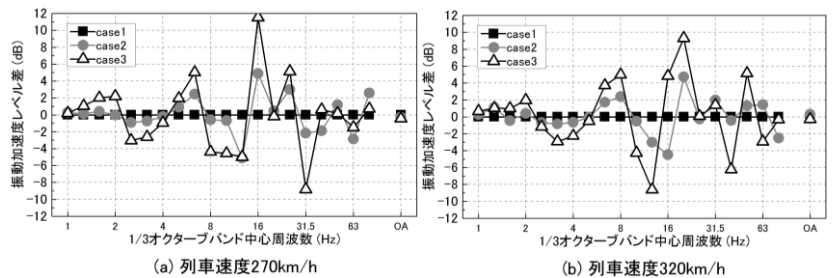


図2 路盤の振動加速度の変化

キーワード 鉄道振動 軸距 台車中心間隔 振動解析

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 公益財団法人鉄道総合技術研究所 地質 TEL042-573-7265

また、320km/h 走行時では 270km/h 走行時と比較して列車速度が上昇した分、波形が 1 バンド分高域に移動している。よって case2、case3 とも 31.5Hz の周波数の振動は増大した。

次に、DALIA による解析結果から得られたレールへの加振力を軌道-構造物-地盤系の動的解析プログラム SuperFLUSH/3D に入力し、列車走行を模擬した 3 次元解析を行い、沿線地盤の振動加速度を求めた。地盤モデルは二層構造とし、堅固な地盤とやや軟弱な地盤を想定し、表層の厚さを 2、10m とした。表層の S 波速度は 150m/s、下層の S 波速度を 400m/s とした。なお、振動の出力点は軌道中心から線路直角方向に 10m 離れた点とした。ここでは、解析で求めた振動加速度レベルに感覚補正を行った補正加速度レベルの 1/3 オクターブバンドスペクトルを、列車速度と地盤条件ごとに図 3 で比較する。

270km/h 走行の場合、表層厚 2m の地盤 (図 3 (a)) は case1 で卓越している 31.5Hz の周波数の振動が case2、case3 とともに低減し、OA 値でも 2dB 程度低減する。表層厚が 10m の地盤 (図 3 (b)) では、31.5Hz の他に 6.3 から 10Hz にピークが現れたことで 31.5Hz の OA 値への寄与が小さくなる。車軸配置を変更したことによる OA 値に対する低減効果は case2、case3 とともに 1dB 程度である。

また、320km/h 走行の場合、表層厚が 2m の地盤 (図 3 (c)) は case2、case3 とともに 31.5Hz の周波数の振動が case1 より増大した。case2 は case3 よりも増大し、OA 値でも 2dB 程度増大する。case3 は 40Hz の周波数で case1 より低減し、OA 値でも 2dB 程度低減する。表層厚が 10m の地盤 (図 3 (d)) では、6.3 から 10Hz のピークが 270km/h 走行時よりもさらに卓越した。それにより車軸配置を変更したことによる case2 の OA 値での増加は 1dB 未満となった。case3 は 10Hz の周波数で case1 より低減し、OA 値でも 2dB 程度低減する。

以上により、270km/h 走行時の 31.5Hz の周波数の振動に対して有効と考えられる車軸配置を用いて 270km/h および 320km/h 走行時における振動低減効果を解析した結果、対象とした周波数の振動を低減することができたが、走行条件や地盤条件によっては目標とした振動低減効果が十分に発揮されず振動が増大する場合があることがわかった。

4. まとめ

車軸配置を変更し、加振周期を変化させた場合の地盤振動の低減効果について数値解析により検討した。低減対象とする列車速度の周波数に対して有効と考えられる車軸配置を 2 通りに設定し、車両-軌道-構造物系の動的解析と軌道-構造物-地盤系の動的解析の組み合わせで沿線地盤振動への効果を検討した。その結果、対象とした周波数の振動を低減することができたが、走行条件や地盤条件によっては目標とした周波数での振動低減効果が十分に発揮されず振動が増大する場合があることがわかった。

参考文献

1) 吉岡修、芦谷公稔：新幹線鉄道振動の発生・伝播モデル、物理探査、Vol. 48、No. 5、pp. 295-315、1995。

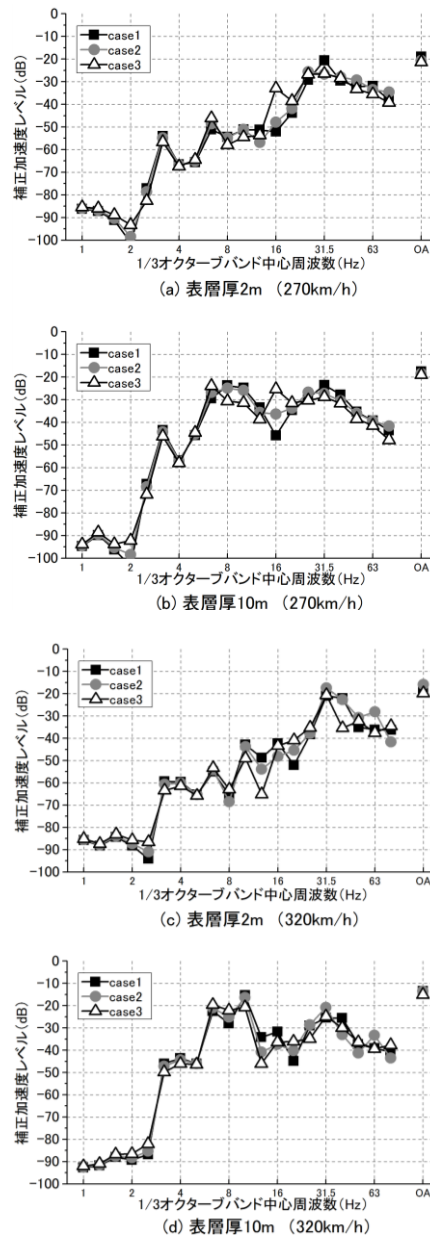


図 3 軌道中心から 10m 離れた地盤における振動スペクトル