

# 新幹線車両の高速走行による振動・騒音解析と可視化

071006 飯田祐輔

071028 大須賀健志

## 1. はじめに

鉄道車両の走行時に発生する線路構造物の振動・騒音現象の解明は、周辺環境を考慮した線路構造を設計する上で重要となっている。そこで、本論文では新幹線車両が線路構造上を高速走行した際に生じる非定常振動騒音現象について様々な条件のもとでシミュレーションとその結果の可視化を行い、振動騒音特性の解明を行う。

## 2. DIASTARS<sup>1)</sup>による新幹線の高速走行シミュレーション

DIASTARS は高速走行時の車両と線路構造間の連成振動解析プログラムで、車両はマルチボディダイナミクス、線路構造は有限要素法によりモデル化し、車両と線路構造の運動方程式を車輪とレール間の作用のもとで微小時間 $\Delta T$ ごとに解き、その連成応答を求めている。

## 3. ACOUSTICS<sup>2)</sup>を用いた新幹線の高速走行で生じる線路構造の振動による非定常騒音解析

ACOUSTICS は、DIASTARS によって得られた新幹線の高速走行による線路構造の表面の速度応答を用いて、線路構造周辺の非定常騒音現象を境界要素法により求める。ここでは、線路構造表面の速度応答データを周波数分解し、周波数ごとに境界要素法により定常の騒音現象を境界要素法により求め、それをすべての振動数で重ね合わせて、線路構造周辺の着目点での非定常騒音現象を得ている。

## 4. 新幹線の高速走行による線路構造の振動騒音解析

図1は2径間の標準高架橋上を300系新幹線が高速走行した場合の車両と高架橋の連成振動と、スラブの振動による、高架橋周辺の騒音解析の問題を表している。

DIASTARS により新幹線の高速走行による車両と高架橋の連成振動解析が行われ、その結果を用いて高架橋スラブの振動による着目点A(図1)での非定常騒音がACOUSTICSにより求められた。図2は走行速度 $V=150, 250, 350\text{km/h}$ とした場合の第1径間スパン中央での鉛直方向の変位応答で走行速度を上げる事により最大変位が増大し、また応答がスパイク状に鋭くなっていることが分かる。図3は新幹線のこれらの走行速度での走行による着目点での騒音履歴を表し、速度が

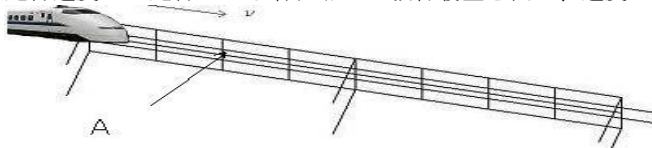


図1 新幹線の2径間標準高架橋上の走行

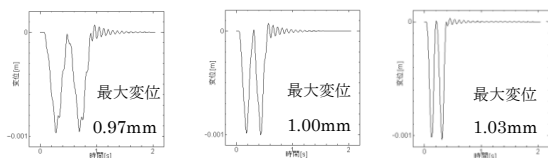


図2 スパン中央の鉛直方向変位応答

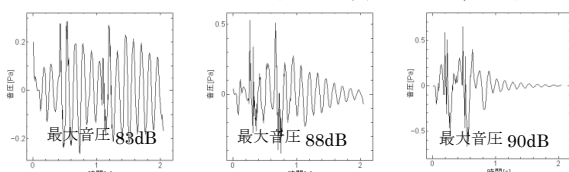


図3 各種の走行速度での着目点での音圧履歴

大きくなるにつれて、音圧が大きくなり、 $V=350\text{km/h}$ の最大音圧は $0.670\text{Pa}(90\text{dB})$ と $V=150\text{km/h}$ の $0.284\text{Pa}(83\text{dB})$ に比べ2.4倍程大きくなっていることが分かる。

## 5. 新幹線の線路構造上の高速走行のシミュレーション結果の可視化と可聴化

新幹線の線路構造の高速走行のシミュレーション結果は膨大で数値のみが出力され分りにくいことから、そのシミュレーション結果の可視化プログラムVIS2010を作成し、可視化と可聴化を行った。VIS2010は、DIASTARSによるシミュレーション結果から、OpenGLにより車両線路構造物の各部品を中心に変位応答を与えて動画表示する。ここでは軌道や周辺の風景はテクスチャマッピングにより表示している。

新幹線車両の高速走行によって線路構造は振動するが、ACOUSTICSによって得られたその振動による非定常騒音結果をVIS2010では、OpenALにより可聴化することができる。

図4は、新幹線編成車両の千曲川斜張橋上の高速走行のシミュレーション結果を可視化したもので、周りの自然環境を含め、車両の挙動や、橋梁の振動がリアルに表現されている。

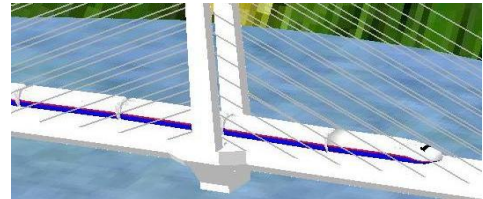


図4 VIS2010による可視化

また、一両編成の新幹線車両が時速 $250\text{km/h}$ で高架橋上を走行した場合の線路構造の周辺の着目点での騒音解析結果

(図5の音圧履歴)を用いて、可聴化が行われた。車両の片側4つの車輪の高架橋上の走行による図5の4つピーク波形に対応して4つの周期音が確認された。

こうして、シミュレーション結果の可視化と可聴化により、現象の理解が、容易となった。

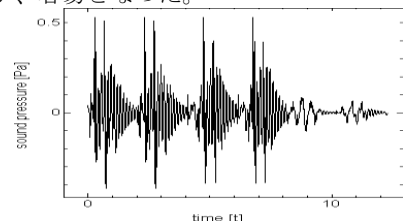


図5 騒音解析結果の音圧履歴

## 6. おわりに

本論文では、DIASTARS により新幹線車両の高架橋上の各種の走行速度での車両と線路構造間の連成振動解析を行い、その結果を用いて、ACOUSTICS により高架橋周辺の着目点での非定常の騒音現象を解析し、その振動・騒音特性を調べる事ができた。又ここで開発した VIS2010 によりそのシミュレーション結果の可視化と可聴化を行うことができ、現象の理解を容易にすることが可能となった。このシミュレーション技術は、振動や騒音の少ない鉄道構造の設計に利用できよう。

## 参考文献

- 1)DIASTARS 使用説明書,神奈川工科大学,2006
- 2)出浦智之,線路構造物の3次元非定常振動騒音解析法の研究,神奈川工科大学博士学位論文,2007

(指導教員 田辺 誠 教授)