

高架橋の違いが鉄道振動へ与える影響の数値シミュレーションを用いた検討

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○野寄 真徳
 (公財)鉄道総合技術研究所 正会員 横山 秀史
 (株)構造計画研究所 正会員 三橋 祐太

1. はじめに

列車走行に伴う地盤振動(以下、鉄道振動という)を適切に予測し、振動対策工の検討をおこなうためには、数値シミュレーションは重要な手段の一つである。筆者らは「鉄道構造物を考慮した加振力解析」と「鉄道構造物・地盤の振動伝播解析を組み合わせた移動加振解析」による予測手法を提案し、研究をおこなってきた^{1),2)}。前報³⁾では、高架橋区間を対象に、高架橋の地中に埋まっている部分をビーム要素からソリッド要素に変更し、検討をおこなった。その結果、柱近傍地盤において低周波帯域で実測値により近い値を得た。

既往の知見によると、高架橋の剛性が高く重いほうが振動が小さくなる傾向が指摘されている。そこで筆者らは、前報の検討で用いた高架橋に加え諸元の異なる高架橋を新たにモデル化し、2種類のモデルの解析結果の比較をおこなうことで、高架橋の違いが鉄道振動に与える影響の検討をおこなった。

2. 解析モデルの概要

本報では、3次元FEMで作成した高架橋モデルと薄層要素法による地盤モデルの連成解析によるパラメータスタディをおこなった。解析にはSuperFLUSH/3D((株)構造計画研究所)を用いた。今回の検討に用いたモデルは、前報で作成したモデル(図1、Model-1)と標準設計を参考として新たに作成した鉄道高架橋のモデル(図2、Model-2)である。

今回の検討に用いた2種類のモデルの諸元を表1に示す。Model-1はゲルバー式3径間の標準ラーメン高架橋である。高さは9.75mとした(図3(a))。軌道はスラブ軌道である。Model-2は張出式3径間の標準ラーメン高架橋である。高さは、9.75mとした(図3(b))。軌道はバラスト軌道である。2種類のモデルは、スパンおよび柱寸法が異なる。一方、地盤のパラメータに関しては、両方のモデルで同様とした。加振位置は柱上位置またはスラブ中央位置であり、どちらの場合も左右レール位置を同位相で鉛直方向に加振した。

3. 解析結果

図4に2種類のモデルを点加振した際の応答を1/3オクターブバンドスペクトルで示す。柱下部の結果をみると、50Hz帯域以下でモデルによる差が大きい。また、Model-1の結果の1.75Hz帯域と25Hz帯域にあるスペクトルのピークは、Model-2の結果では、より高周波側にあり値も小さくなっている。一方、地盤の結果をみると、12.5m地点では2.5~5Hzおよび50Hz帯域以上でモデルによる差が大きく、25m地点では12.5Hz帯域以上でモデルによる差が大きい。

図5にModel-1とModel-2の応答の差を示す。柱下部では16Hz帯域付近でModel-2の応答が大きい。地盤では16Hz帯域の差が小さくなる。一方、柱下部の高周波数帯域ではモデルによる差が小さいが、地盤ではModel-1の応答が大きい。

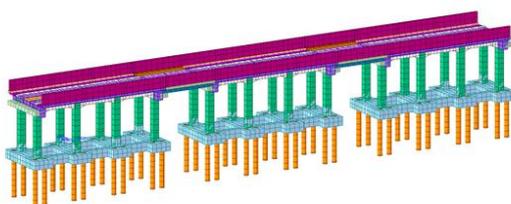


図1 Model-1 の高架橋モデル

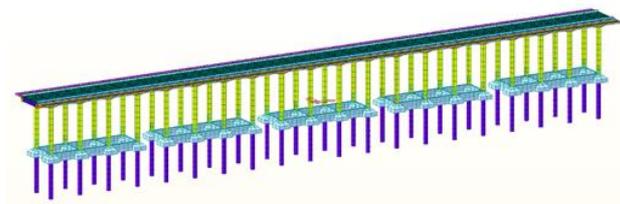


図2 Model-2 の高架橋モデル

キーワード 鉄道振動、数値シミュレーション、車両・軌道・構造物系連成解析
 連絡先 〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38 防災技術研究部 地質 TEL042-325-5698

4. まとめ

本報では、前報で作成した高架橋のモデルと今回作成した高架橋のモデルに対して、それぞれ点加振解析をおこない、結果を比較した。その結果、ピークの生じる周波数とピークの大きさが異なる傾向がある。また、柱下部と地盤でモデルごとの応答の差の傾向が異なった。今後は、本報で作成したモデルを用い移動加振解析をおこなうことで、構造物の違いによる列車走行時の応答の違いについても検討をおこなう。

参考文献

- 1) 横山秀史、八代和幸、蒲原章裕、岩田直泰：鉄道沿線地盤振動の水平動および鉛直動の伝播特性、鉄道総研報告、Vol.25、No.11、pp.35-40、2011.
- 2) 横山秀史、三橋祐太：ラーメン高架橋区間における列車走行時の地盤振動シミュレーション、平成27年度全国大会第70回年次学術講演会講演概要集、2015.
- 3) 野寄真徳、横山秀史、三橋祐太、庄司正弘：ラーメン高架橋柱地中部のモデル化方法の違いが列車走行時の地盤振動シミュレーションへ与える影響、平成28年度全国大会第71回年次学術講演会講演概要集、2016.

表1 作成したモデルの諸元

	Model-1	Model-2
構造形式	ゲルバー式3径間ラーメン高架橋	張出式3径間ラーメン高架橋
スパン	8m	6m
柱寸法	1.1m×1.1m	0.6m×0.6m
高さ	9.75m	9.75m
軌道種別	スラブ軌道	バラスト軌道

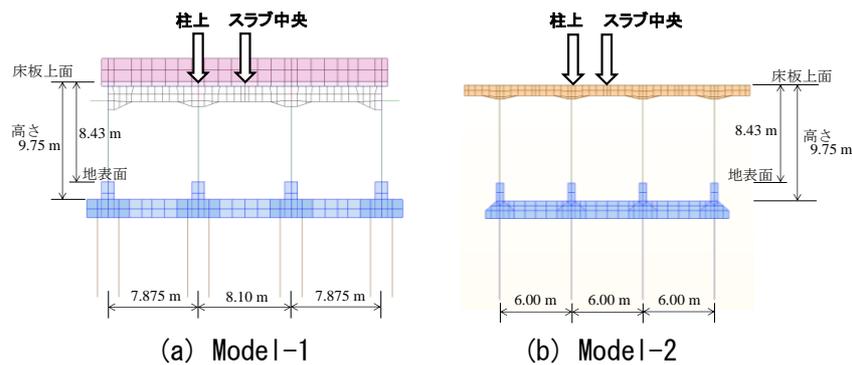


図3 高架橋の立面図および加振位置

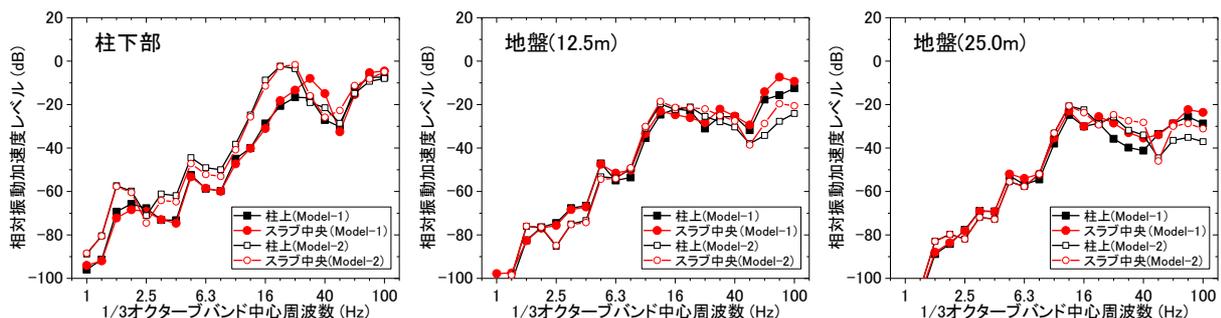


図4 1/3 オクターブバンドスペクトルの比較

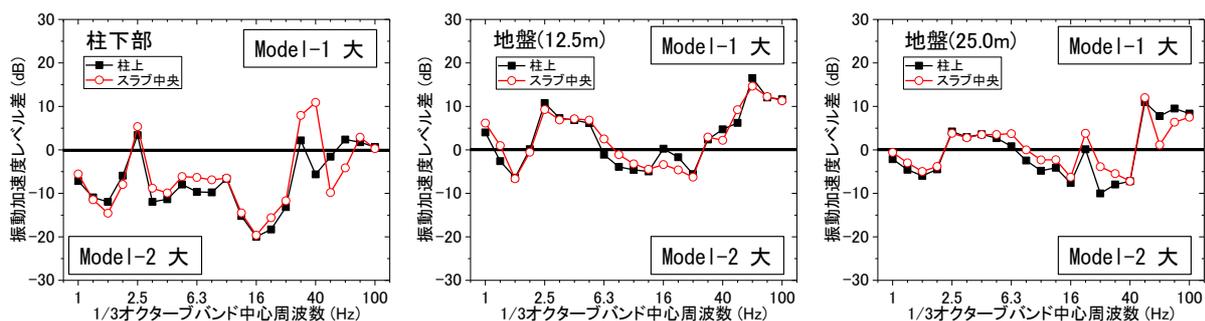


図5 Model-1 と Model-2 の応答の差