

高架道路橋を振動源とする地盤振動の数値解析

立命館大学 フェロー会員 ○早川 清
立命館大学大学院 正会員 中谷 郁夫
(株)構造計画研究所 西村 忠典
日本コンクリート工業(株) 正会員 田中 勝也

1. はじめに

都市部では、道路の渋滞緩和対策として、高架橋形式による道路網が建設整備されていっている。高架道路橋では、建設後の供用開放時にそれまでに感知されなかった振動が表れ、周辺住民から苦情となることが報告されている。一般的に、地盤振動問題¹⁾は、振動源から50m以内での問題が一般的であることが知られている。しかし、近年では、振動源から80m~100m程度も離れた地点まで振動が伝播する遠距離伝播問題が報告されている。これまでの高架橋における振動問題では、地盤の振動伝播特性については十分に把握されていないと思われる。本論文では、実際に遠距離伝播問題が報告されている国内に実在する高架道路橋をモデルとして、遠距離伝播特性を把握するためにシミュレーション解析を行って検討し、遠距離伝播特性について検討している。

2. 解析方法

高架道路橋は構造図面を基にモデル化し、主桁では上下方向の推定固有振動数である3.0Hzを再現するようにばね値の調整を行っている。地盤は現地ボーリングデータからモデル化し、高架道路橋と地盤を共に二次元FEMモデルで構築し、解析プログラムには、2次元応答解析プログラム「SuperFLUSH/2D」を用いた。解析では橋脚の天端を強制加振して、橋脚横地盤および戸建住宅横地盤の応答を算定した。応答解析では、複素応答解析を用いて解析するものとした。解析振動数を0Hz~20Hzとし、橋脚に作用させる加振力は、橋脚横の地盤で得られている現地計測結果を再現するような加振力を逆算して求めている²⁾。

3. 解析モデル

図-1に、二次元FEM解析の解析モデル図を示す。高架道路橋は、ばね要素・質点・ビーム要素・平面歪要素でモデル化している。測定波形記録から戸建住宅横地盤への振動源は、橋脚と考えられる。地盤のモデルは、橋脚付近でのボーリング試験のデータから設定した。地盤モデルを表-1に示す。なお、地盤のS波速度(V_s)は、ボーリング試験のN値から道路橋に示されている式を用いて算定している。また、P波速度(V_p)は、地盤の地下水位がGL-1.4m以深にあることから全層飽和と仮定して、水のP波速度である1500m/sと仮定している。

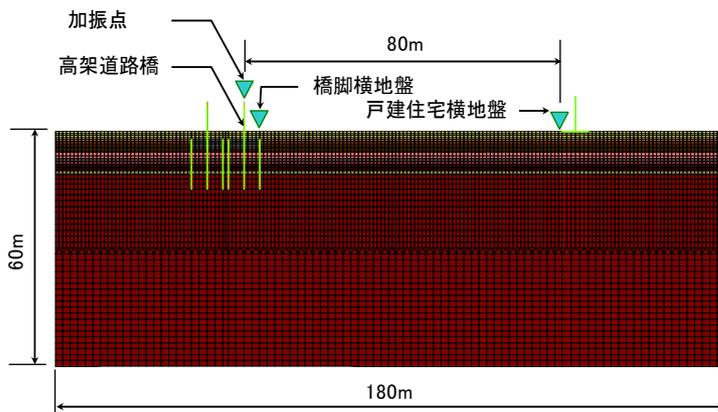


図-1 模型の計測配置図

表-1 地盤モデル

深度 (m)	層厚 (m)	N値	ポアソン比	単位体積重量 (kN/m ³)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	h (%)
0.00 ~ -1.80	1.80	22	0.488	17.30	1500	225	5.0
-1.80 ~ -3.30	1.50	2	0.498	17.30	1500	101	5.0
-3.30 ~ -5.30	2.00	3	0.495	16.50	1500	145	5.0
-5.30 ~ -6.80	1.50	11	0.493	16.00	1500	178	5.0
-6.80 ~ -8.30	1.50	4	0.496	16.00	1500	127	5.0
-8.30 ~ -9.80	1.50	2	0.498	16.50	1500	101	5.0
-9.80 ~ -10.80	1.00	4	0.496	16.50	1500	127	5.0
-10.80 ~		50	0.480	16.50	1500	295	5.0

キーワード 高架道路橋, 地盤振動, 遠距離伝播, 数値解析

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学理工学部 早川研究室 TEL 077-561-2789

4. シミュレーション解析結果

解析結果は、観測記録と合わせて 1/3 オクターブ中心周波数における振動加速度レベルで比較している。比較位置は、橋脚横地盤および戸建住宅の横地盤の水平方向と鉛直方向としている。また、橋脚の天端への強制加振は、鉛直方向のみとした場合と、鉛直・水平二方向を同時に加振した場合での強制加振解析を行った結果について検討している。

a) 鉛直方向加振の結果

橋脚の天端を鉛直方向のみに強制加振入力した結果を、図-2 に示している。図から理解されるように、橋脚横地盤の鉛直方向では、解析結果が観測記録を概ね模擬できていることが分かる。しかしながら、水平方向では橋脚横地盤および戸建住宅横地盤、鉛直方向では戸建住宅横地盤の解析結果が、観測記録に対して過小評価と成っていることが分かる。

b) 鉛直・水平二方向加振の結果

橋脚の天端を水平方向と鉛直方向の二方向を同時に強制加振入力した結果を、図-3 に示している。その結果は、鉛直方向のみの強制加振入力と比較して、橋脚横地盤での水平方向の解析結果が鉛直方向のみの強制加振に比べて観測記録を概ね再現していることが分かる。また、戸建住宅横地盤の水平方向および鉛直方向の解析結果が、鉛直方向のみの強制加振と比較して観測記録に近づく結果となっていることが分かる。

5. 結論

本研究で得られた結果をまとめると以下の通りである。

橋脚への加振方向が鉛直方向のみの加振に比べて、鉛直・水平二方向加振が観測値を概ね再現していることから、橋脚が鉛直・水平二方向に振動することにより振動が遠距離に伝播することが示唆された。

参考文献

- 1) 中谷郁夫, 早川 清, 田中 興: 高架道路橋から発生する地盤振動に関する模型実験, 第 42 回地盤工学研究発表会, pp.2221-2222, 2007.
- 2) 早川 清, 原文人, 植野修昌, 西村忠典, 庄司正弘: 鋼矢板壁による地盤振動の遮断効果と増幅現象の解明, 土木学会論文集 F, Vol.62 No.3, pp.492-501, 2006.

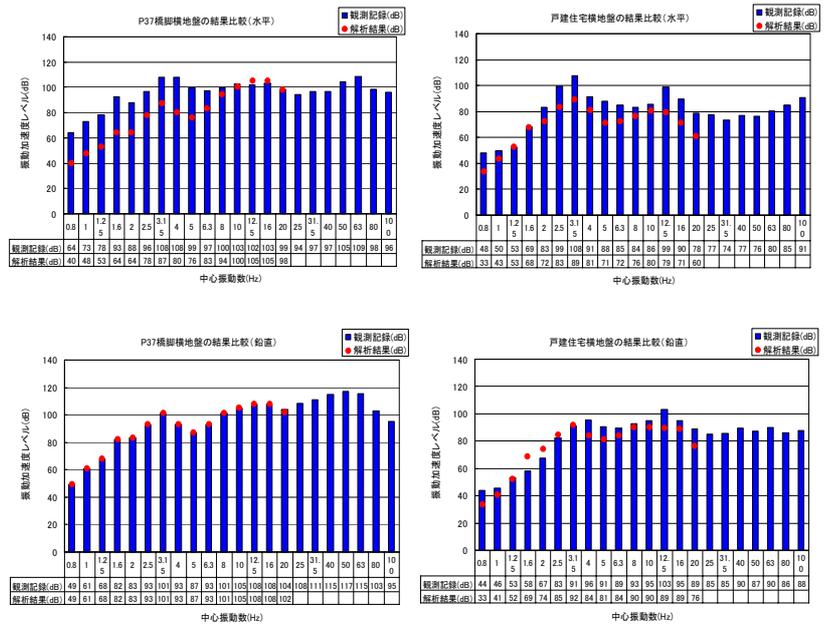


図-2 鉛直方向加振による観測記録と解析結果

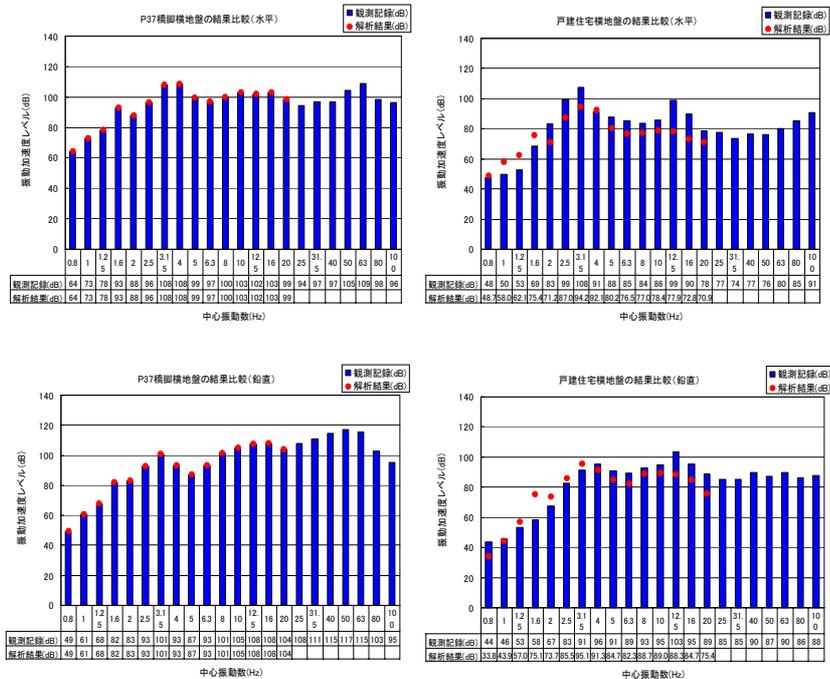


図-3 鉛直・水平二方向加振による観測記録と解析結果