

高速鉄道高架橋の列車走行による周辺地盤振動評価

神戸大学工学部 フェロー 川谷 充郎 神戸大学大学院 学生員 何 興文
 東海旅客鉄道(株) フェロー 関 雅樹 神戸大学大学院 学生員 〇曾布川 竜
 (株) 日建設シビル 正 員 西山 誠治 神戸大学工学部 学生員 笹川 剛

1. まえがき 著者らは、これまで列車通過時の高架橋振動による沿線地盤振動のメカニズムを解明するための研究を実施してきた。加振力としての橋脚下端の地盤反力は、走行列車と高架橋との連成振動解析により求めることを提案した¹⁾。ここでは、得られた地盤反力を加振力とした地盤振動解析と現地実測値とを比較することにより、解析手法の妥当性を確認し、高架橋区間での沿線地盤振動の評価を可能とすることを目的とする。

2. 連成振動解析 走行列車と高架橋との連成振動解析は、3連からなるRCラーメン高架橋の有限要素モデルと (Fig.1 参照)、ばね下も考慮する9自由度振動系の16両編成の車両モデルにより実施した¹⁾。連成振動の微分方程式をモード法により定式化し、Newmark- β 法を用いて逐次積分を行い、構造物の動的応答から橋脚下端部の地盤反力を求める¹⁾。なお、列車の走行速度は270km/hとする。連成振動解析により得られた解析結果と実測値との比較から、解析の妥当性は確認されている。連成振動解析で得られた橋脚下端部の地盤反力を Fig.2 に示す。

3. 地盤振動解析 **3.1 解析手法** 連成振動解析から得られた、高架橋3連、24本の橋脚の地盤反力全てを加振力として、フーチングおよび群杭からなる下部基礎構造物に入力することにより、地盤振動解析を行う。解析は汎用プログラム SASSI2000²⁾を用いて行う。なお、外力の卓越振動成分、地盤の減衰などを考慮し、解析範囲として最大振動数は、25Hzとする。

3.2 地盤モデル 沿線地盤振動の実測地点の地盤調査結果を基に、解析対象地盤を Table 1 に示すような表層2層地盤にモデル化する。各層の厚さは、最短波長の1/5以下とし、地盤の半無限性のため、表層地盤底面の下部に仮想基礎地盤およびダッシュポットを設ける。また、減衰定数は5%とする。

3.3 構造物モデル 振動解析箇所の高架橋の基礎である杭長が7.0mと18.0mの2種類の杭をはり要素とし、フーチングの立体固体要素としたはり要素に接合したモデルとする (Fig.3 参照)。

4. 解析結果 **4.1 実測値との比較** 橋脚 L-3 直下、高架橋の中心から橋脚延長線上の12.5m、25.0mの3点 (Fig.1 参照) における現地実測値と解析値の鉛直方向の加速度波形およびフーリエスペクトルを Fig.4 に示す。解析結果と実測値を比較すると、周波数特性 (フーリエスペクトル) に幾分違いが見られるが、

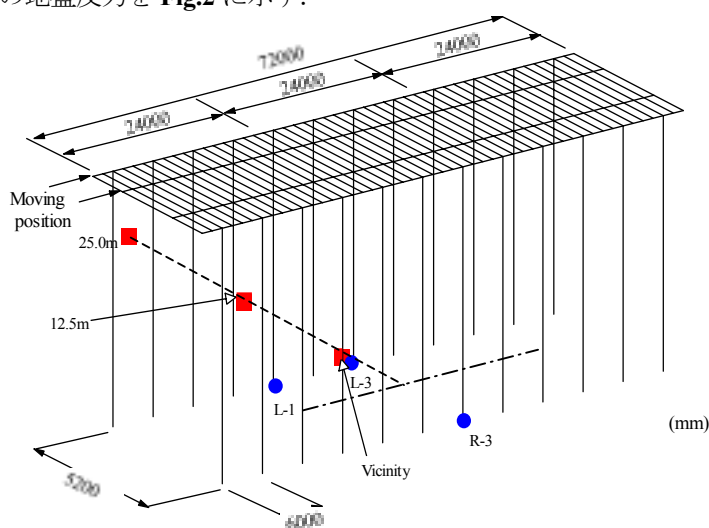


Fig.1 Analytical model of bridge and measurement points

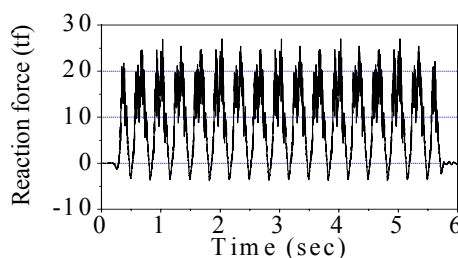


Fig.2 Reaction force of pier L-1

Table 1 Ground properties

Depth of stratum (m)	Unit weight γ (tf/m ³)	Shear modulus G (tf/m ²)	Poisson's ratio ν	S wave velocity V_s (m/sec)	Damping constant
0~6.8	1.6	1040	0.49	80	0.05
6.8~17.2	1.8	6630	0.49	190	0.05
17.2~	2	25000	0.49	350	0.05

キーワード：高速鉄道高架橋、橋梁交通振動、動的地盤反力、地盤振動解析

連絡先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学工学部建設学科 Phone:078-803-6278, Fax:078-803-6069

全ての点において加速度レベルはよく一致していることがわかる。

4.2 線路方向着目位置のずれの影響 高架橋中心から橋脚延長線上 12.5mの地点を基準として、線路方向に(a)-1.0m, (b)-0.5m, (c)+1.0m での各点における解析結果を **Fig.5** に示す。 **Fig.4** の 12.5m地点の結果と比較すると、線路から等距離であるに関わらず、僅かに線路方向に位置がずれても解析では振動特性が変化する。理由として、橋脚 L-3 の他、各橋脚からの振動の干渉による影響によると考えられる。

5. まとめ 連成振動解析から得られた橋脚下端の地盤反力を用いた地盤振動解析と現地実測値との比較から、提案した解析手法の妥当性を示した。著者らのこれまでの一連の研究より、高速列車通過時における高架橋の振動特性と沿線地盤振動のメカニズムの解明、並びに高架橋区間における沿線地盤振動の評価・予測に関する解析手法を提案した。なお、各橋脚からの振動の干渉の影響により、線路から等距離の地点でも振動特性が異なることを解析により示した。このため、高架橋区間での沿線地盤振動の評価には 1 点の計測では不十分で、数点の計測が必要と考えられる。

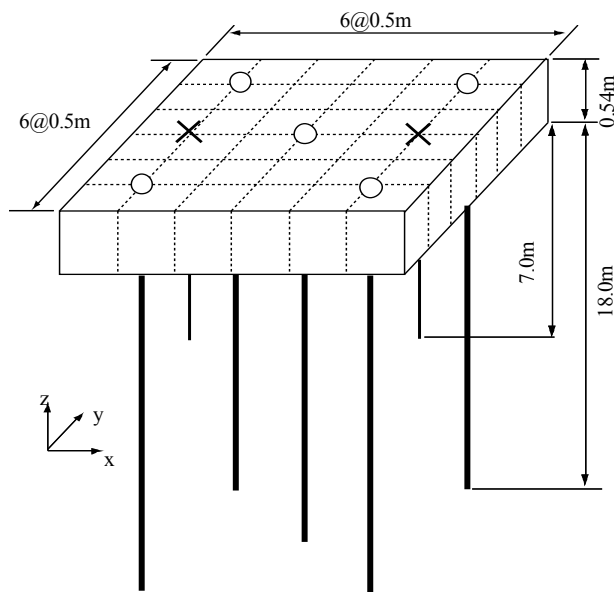


Fig.3 Structural model

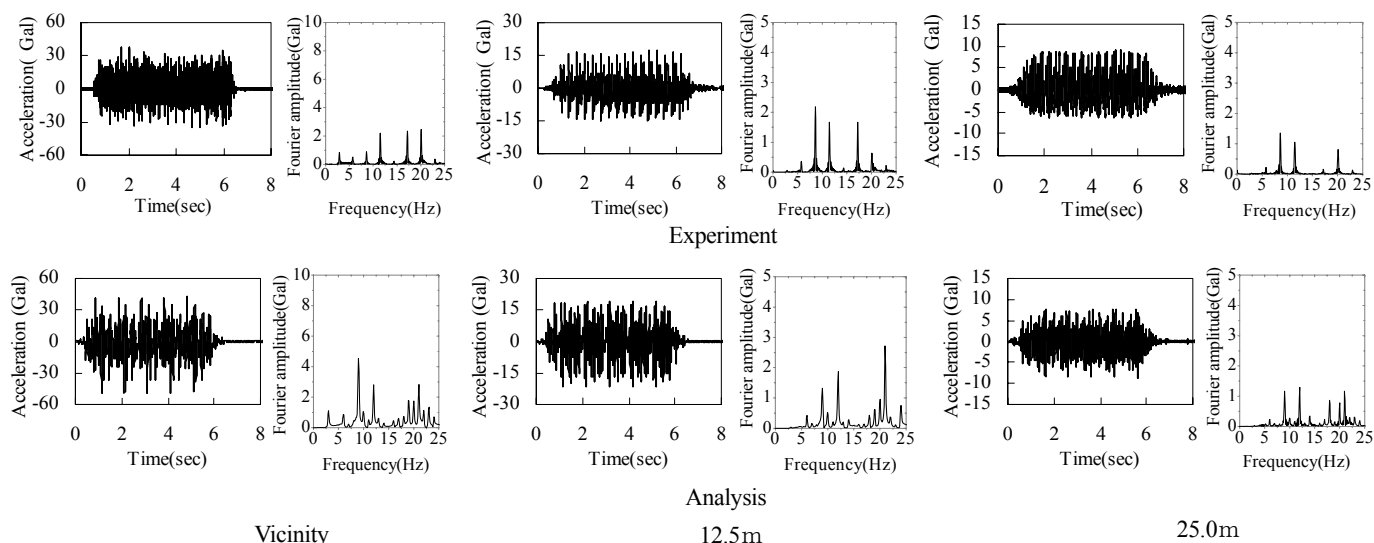


Fig.4 Experimental values and Analytical results

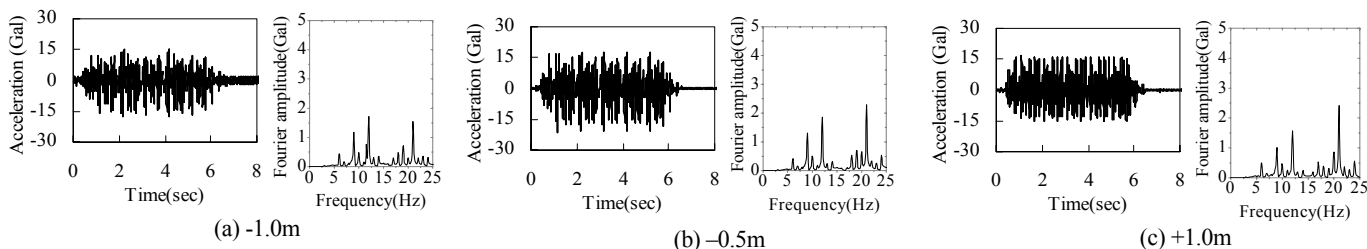


Fig.5 Results of different noted points

参考文献

- 1) 川谷充郎・何 興文・関 雅樹・曾布川竜・西山誠治：高速鉄道高架橋の列車走行時の地盤反力および解析の効率化，土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要，I-748，2003.9.
- 2) John Lysmer, Farhang Ostadan and Chih Cheng Chin: *SASSI2000 Theoretical Manual-A System for Analysis of Soil-Structure Interaction*, Academic Version, University of California, Berkeley, 1999. 11.