

高速鉄道高架橋の張出部補強による周辺地盤振動低減の解析評価

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 曾布川 竜
 神戸大学大学院 正 員 吉田 幸司 神戸大学大学院 学生員 ○山口 将
 神戸大学大学院 学生員 何 興文

1. まえがき 著者らは、これまでの一連の研究で高速鉄道走行列車と高架橋との連成振動解析により求めた柱下端の地盤反力を加振力として¹⁾、高架橋区間での沿線地盤振動の評価手法を提案した。一般に、振動低減対策としては、振動源に近い対策が有効であると考えられる。振動源への対策としては走行列車の軽量化や構造物の振動特性の改善が挙げられる。ここでは、高架橋の対策として張出部の振動を抑制させることに着目して提案されている高架橋張出部の補強方法²⁾について、同補強方法をモデル化して、走行列車と高架橋の連成を考慮した振動解析ならびにその結果を用いた地盤振動解析を実施し、高架橋の振動および地盤振動の低減効果から本手法の有効性を検討する。

2. 連成振動解析 3ブロックからなる鉄筋コンクリートラーメン高架橋をすべて一節点 6 自由度の三次元はり要素でモデル化し(Fig.1 参照)、また 16 両編成列車の各車両をばね下も考慮する 9 自由度振動系にモデル化する。これらの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、構造物の動的応答を求める。柱下端部の地盤反力は影響値マトリックスを用いて計算する。列車の走行速度は 270km/h とする。

3. 地盤振動解析 列車と高架橋の連成振動解析から得られた 3 ブロック高架橋における 24 本の柱下端部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構造物に入力して、地盤振動解析を行う。解析には薄層要素法に基づく汎用プログラム SASSI 2000³⁾を用いて行う。なお、解析において考慮する最高振動数は、外力の卓越振動成分、地盤の減衰などを考慮して、25Hz までとする。

4. 張出部補強 Fig.1 に示す 3 ブロック高架橋モデルの Block 1 と Block 2 の間の張出部、Block 2 と Block 3 の間の張出部に Fig.2 に示す X 型の補強工を設ける。これにより、隣接する張出部を X 型の受け台により支え、隣接する高架橋基礎部に荷重を分散させることで振動低減を図る。本補強方法では張出部と補強工の接合部には水平方向フリーの沓が設けられており、モデル化の際には、補強工の沓部に二重節点を用いることにより、X-Y 方向のすべり面を表現している。

5. 解析結果 補強前と補強後のそれぞれについての Fig.1 で示す Point-1, 2, および 3 における高架橋の鉛直方向加速度波形、フーリエスペクトル、加速度応答の rms 値を Fig.3 に示す。また、Fig.1 に示す柱下端 L-1, L-2, R-1 の地盤反力とその rms 値を Fig.4 に示す。さらに Fig.1 に示す柱下端 L-3 直下、高架橋の中心から 12.5m, 25.0m の 3 点における鉛直方向の地表面加速度波形、フーリエスペクトル、加速度応答の rms 値を Fig.5 に示す。補強前後の波形、rms 値の比較より、橋梁振動では Point-1, 2 で振動低減効果が顕著に現れており、対策効果が確認できる。また、フーリエスペクトルを比較すると、補強前に見られた Point-1 における 10Hz, 20Hz 付近の卓越振動数、Point-2 における 20Hz~30Hz 付近の卓越振動数が抑制されている。地盤反力は列車荷重による構造物の影響が大きいので、若干の低減である。地盤振動については、どの観測点においても波形、rms 値から振動の低減効果が確認される。また、橋梁振動の低減と同じようにいずれの観測点においても低周波数領域、とくに 10Hz 近傍の振動成分が大幅に減少していることがわかる。

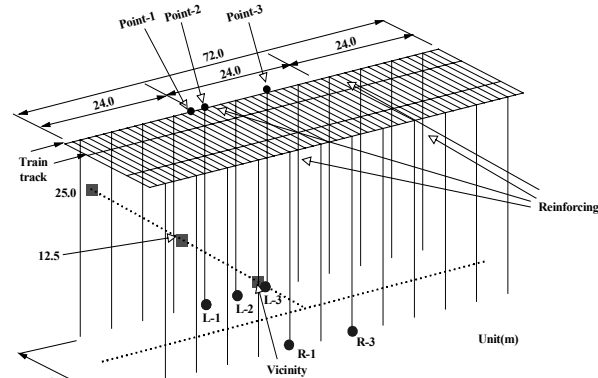


Fig.1 Bridge model and measurement points

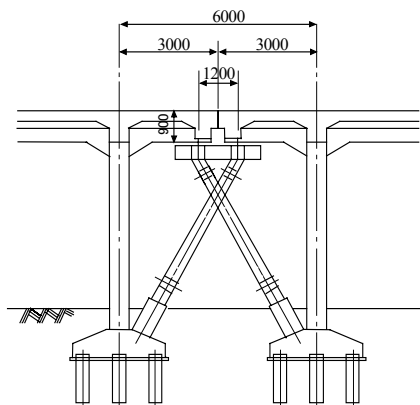


Fig.2 Delineation of reinforcement²⁾

キーワード：地盤振動，高速鉄道，振動低減対策，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:078-803-6383, Fax:078-803-6069

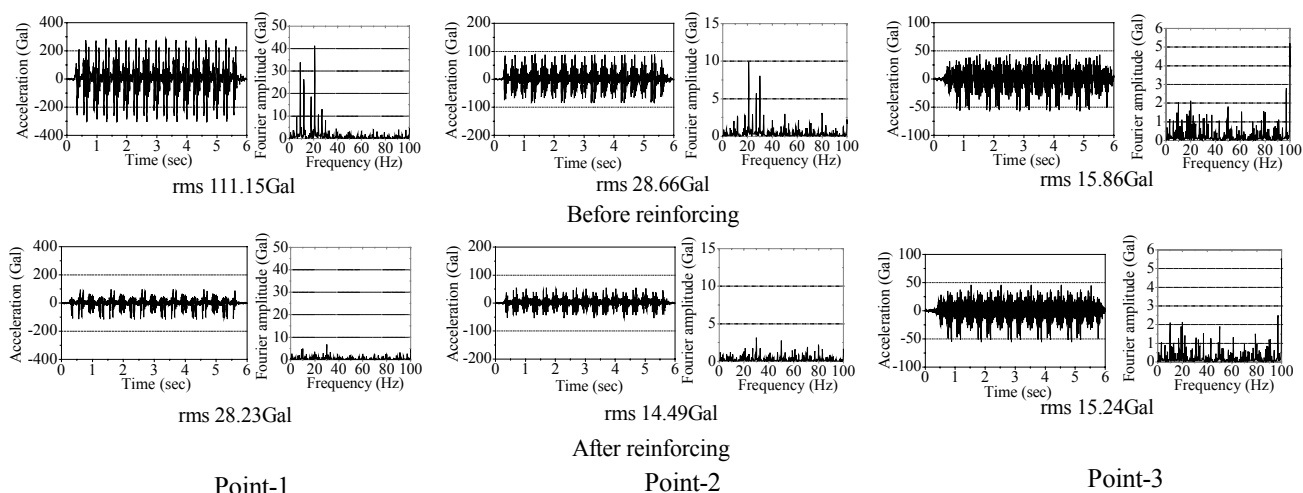


Fig.3 Acceleration of Bridge (v=270km/h)

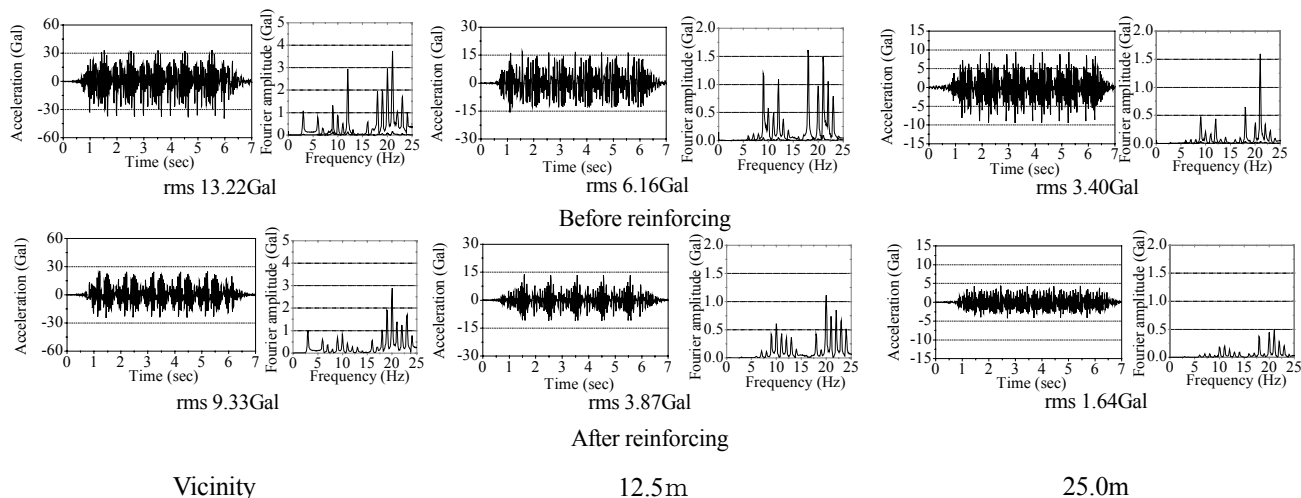


Fig.5 Acceleration of Ground (v=270km/h)

6. まとめ 高速鉄道高架橋の張出部に X 型の補強工を設置することにより、高架橋および周辺地盤振動への低減効果が確認され、とくに卓越する 10Hz 近傍の振動成分をすべての観測点において抑える解析結果が得られた。これは提案された補強方法により卓越する振動数 8~10Hz の領域で振動低減が図れた知見²⁾と合致する。このことから、走行列車と高架橋の連成振動解析をベースとする本評価手法が有効な手法であるといえる。一般に、振動低減効果は地盤の振動特性にも左右されるため、異なる高架橋区間における適用性をその都度検討する必要があるが、本解析手法により対策工の効果の予測が可能となると考える。また、列車と高架橋の連成を考慮した手法によるため、対策工の設置により構造物応答が変化した影響が加振力である列車に反映される点でより厳密な橋梁振動の評価が可能である。

参考文献

- 1) Mitsuo KAWATANI, Xingwen HE, Ryo SOBUKAWA and Seiji NISHIYAMA: Traffic-Induced Dynamic Response Analysis of High-speed Railway Bridges, Asian-Pacific Symposium on Structural Reliability and its Applications (APSSRA'04), Seoul, Korea, Aug. 2004.
- 2) 原 恒雄, 吉岡 修, 神田 仁, 船橋秀麿, 根岸 裕, 藤野陽三, 吉田一博: 新幹線走行に伴う沿線地盤振動低減のための高架橋補強工の開発, 土木学会論文集, No. 766/I-68, pp.325-338, 2004. 7.
- 3) John Lysmer, Farhang Ostadan and Chih Cheng Chin: *SASSI 2000 Theoretical Manual-A System for Analysis of Soil-Structure Interaction*, Academic Version, University of California, Berkeley, 1999. 11.

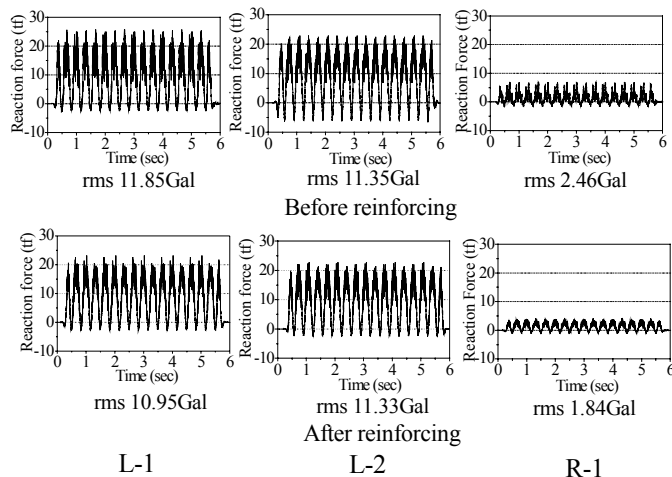


Fig.4 Comparison of reaction force