

第 I 部門

高速鉄道高架橋周辺の重軌条化による地盤振動低減対策

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)	正 員	吉田 幸司	神戸大学大学院	学生員	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	○山口 将

1. まえがき 高速鉄道における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、著者らはこれまでの研究において、高架橋と列車との連成振動解析ならびに、同解析から得られる地盤反力を加振力とした地盤振動解析を行う手法を提案している¹⁾。一般に地盤振動対策は、振動源に近い対策が有効と考えられ、ここでは、軌道構造の高剛性・重量化による振動低減効果をねらい、重軌条化(レール断面形状の大型化)による地盤振動低減効果を検討する。

2. 連成振動解析 鉄筋コンクリートラーメン高架橋 3 ブロックを有限要素で、また 16 両編成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。なお、列車の走行速度は今後の更なる高速化を見据え、現行の 270km/h、さらに 285km/h、300km/h の 3 種とする。

3. 地盤振動解析 連成振動解析から得られた高架橋の各柱 (24 柱) 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、地盤振動解析を行う。解析には汎用プログラム SASSI 2000²⁾を用いる。なお、解析において考慮する最大振動数は、外力の卓越振動数成分、地盤の減衰などを考慮して、25Hz までとする。

4. 重軌条化 軌道構造の重軌条化は、軌道保守量の低減や走行性・乗り心地の改善を目的に実施され、在来鉄道では実測による振動低減効果も報告されている³⁾。ここでは、高速鉄道の現行軌道モデル(60kg Rail)から重軌条化したモデル(70kg Rail)を想定し、その効果を検討する。レールの諸条件を Table 1 に示す。

5. 解析結果 Fig.1 に示す Point-1, 2, 3 における、走行速度 270km/h 時の既存レール (60kg Rail) と重軌条化レール (70kg Rail) それぞれについての高架橋の鉛直方向の加速度波形、フーリエスペクトル、その加速度応答の rms 値を Fig.2 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、地盤の鉛直方向の加速度波形、フーリエスペクトル、その加速度応答の rms 値を Fig.3 に示す。高架橋の振動特性としては、重軌条化により、振動加速度の大きい Point-1, 2 で約 1 割の低減が確認できる。地盤振動への影響としては、25m 地点では約 1 割低減が見られる。次に、走行速度を変えた柱直下と 12.5m 離れた地点の rms 値の比較を Fig.4 に示す。走行速度上昇に伴い、地盤振動は大きくなるが、同一速度では概ね、重軌条化により振動が低減されることが確認できる。

Table 1 Structural properties of rails

	60kg Rail	70kg Rail
Sectional area(cm ²)	77.5	88.16
Moment of inertia(cm ⁴)	3090	4311
Torsion constant(cm ⁴)	400	560
Unit weight(kgf/m)	60.8	69.16

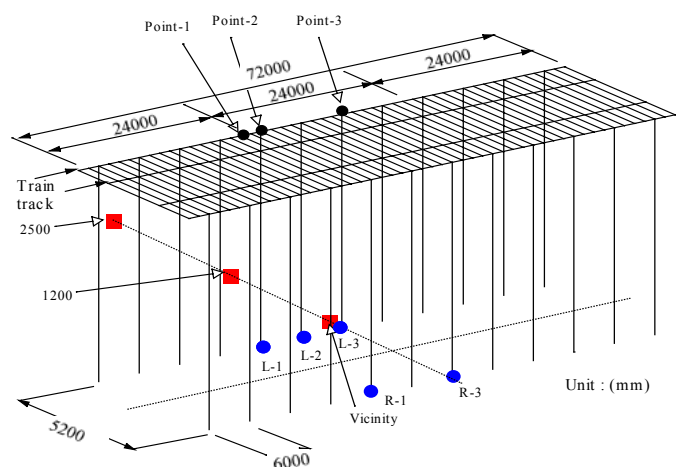


Fig.1 Bridge model and measurement points

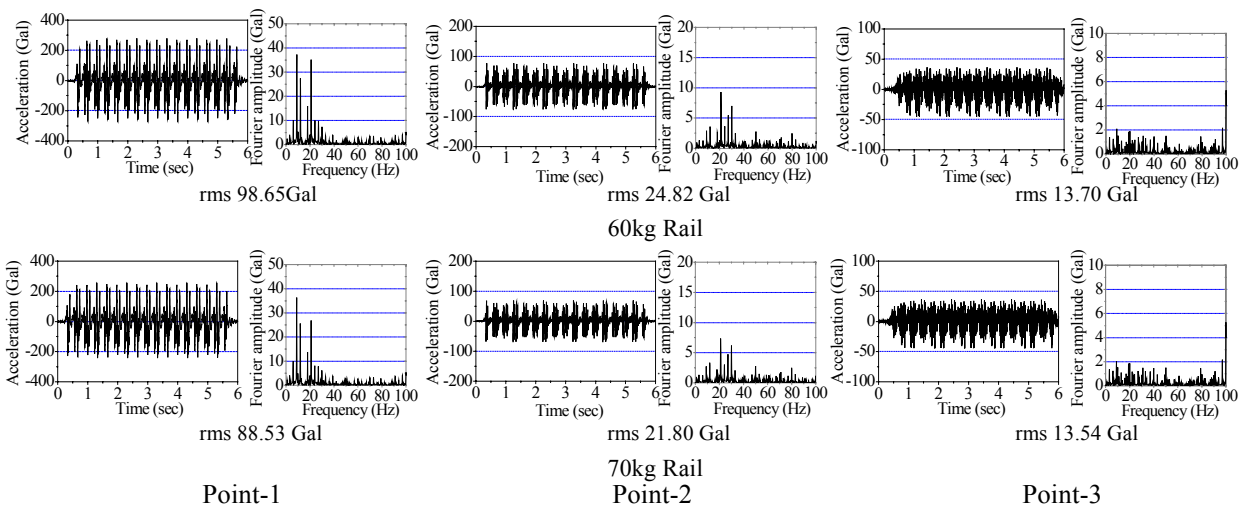


Fig.2 Acceleration of Bridge(v=270km/h)

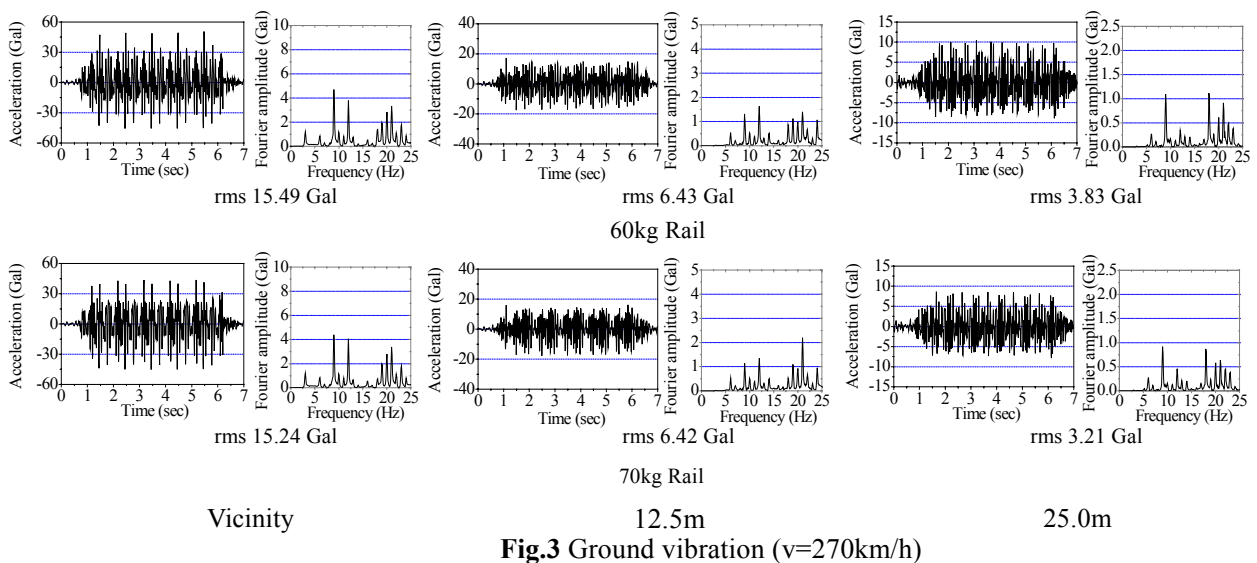


Fig.3 Ground vibration (v=270km/h)

6. まとめ 重軌条化することにより、列車の走行速度、着目点によっては、地盤振動の低減効果が必ずしも発揮されない地点もあるが、卓越周波数での応答を低減する傾向が見られ、高架橋の振動性状、地盤振動低減への効果が期待できると考えられる。地盤振動対策はローカルサイトの影響にも左右されることから、必ずしもあらゆる地点、構造物へ適用可能とはいえない。そのため、地盤振動低減という単一の目的に特化したアプローチではなく、例えばメンテナンス省力化などの付随的な効果を併せ持つ対策を検討していくことが必要と考えられる。この観点から、今回検討した対策は有益なものであると考えられる。

参考文献

- 1) 川谷充郎・何 興文・関 雅樹・曾布川竜・西山誠治・笹川剛：高速鉄道高架橋の列車走行による周辺地盤振動評価，平成 16 年度土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要，2004.9.
- 2) 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.
- 3) 吉岡修：新幹線鉄道振動の発生・伝播モデルとその防振対策法への適用，鉄道総研報告，特別第 30 号，1999.10.

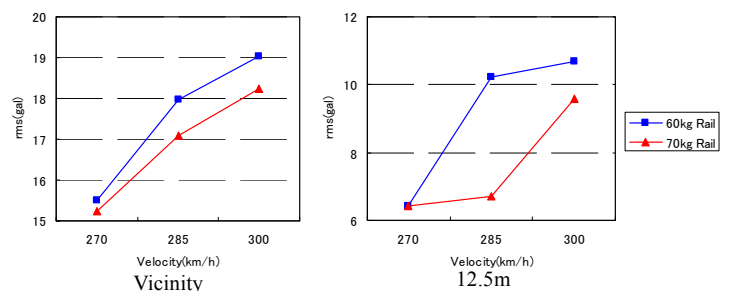


Fig.4 Comparison of rms value