

RC ラーメン高架橋上における振動・騒音低減を 目的とした軌道桁の支承条件に関する一考察

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 ○杉崎 向秀
正会員 柳沼 謙一
正会員 池野 誠司

1. はじめに

盛土部における高架橋新設工事は、通常、営業線を工事桁にて仮受けし（図-1）その後、線路下を開削して高架橋を新設し、最後に工事桁から本設の軌道への盛り替えを行っている。

この仮設物である工事桁は、施工期間中という短期間とはいえ、営業線を支持する構造であることから、疲労・防錆以外の面では、本設と同等である場合も多い。そのため、疲労・防錆の面を設計にて検討し、克服することにより、工事桁を本設軌道桁として存置（図-2）することが可能になり、従来の工事桁から本設の軌道への盛り替え作業が無くなることによる大幅なコストダウンと工期短縮につながると考えられる。

しかし、工事桁を本設軌道桁として存置させた場合の振動と騒音の影響については未解明であったため、桁の支承部分に着目して、高架下の振動・騒音低減効果の検討を行ったので報告する。

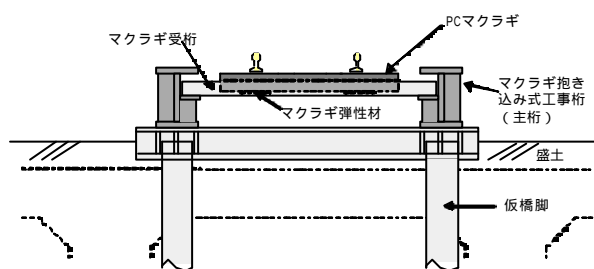


図-1 工事桁時

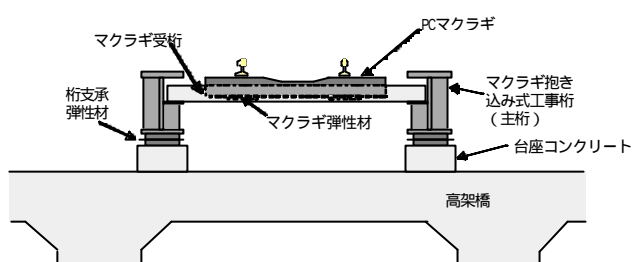


図-2 本設軌道桁時

2. 検討概要

今回、図-3に示すような高架橋上に、本設軌道桁として存置させる場合を想定し、桁支承のパネ値をパラメータとして以下の順序で検討を行った。

(1) 解析モデルの作成

高架橋のスラブ及び梁をシェル要素、柱を梁要素とした3次元でモデル化。また、地盤はばねでモデル化した。

(2) 固有値解析の実施

高架橋と本設軌道桁がどのような揺れ方をするのか、揺れやすい振動数を把握した。

(3) 移動荷重列（振動の発生源となる列車による荷重）の作成、及び移動荷重列法による応答解析の実施。（列車荷重はM-18の輪重70%とし、速度 $V=95\text{km/h}$ とした。）

(4) 加速度レベルの算定

上記について、桁支承の剛性を20、60、90MN/mと変化させ、その振動低減効果の把握を行うとともに、バラスト軌道を模式したモデルと比較した場合の振動低減効果についても検討した。

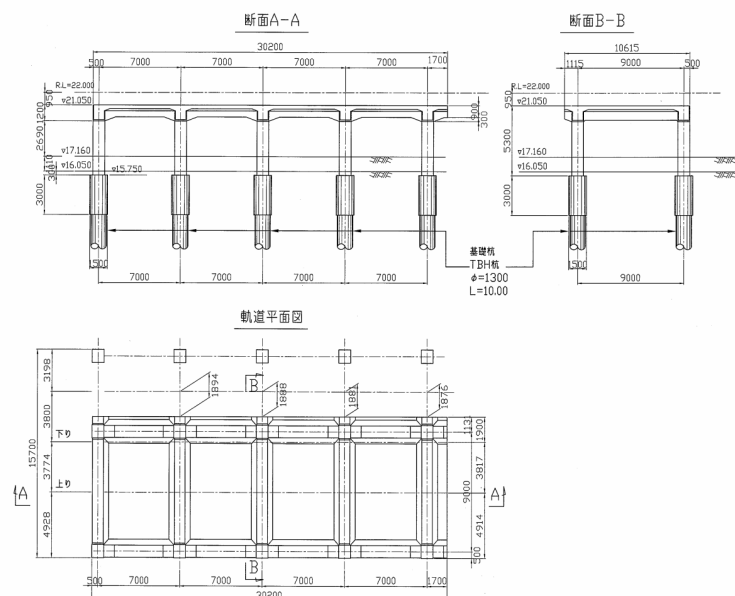


図-3 検討対象ラーメン高架橋

キーワード 工事桁，本設軌道桁，振動，騒音，フィルター作用

連絡先

〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所

TEL 03-3320-3482

(5) 音圧レベルの算定

加速度レベルを用いた音圧レベルの算定を行い、固体伝搬音に限定した騒音低減効果についても検討した。

3. 検討結果

検討の結果、以下のことが分かった。

- 1) 移動荷重列により作成した、列車の周期荷重の周波数分析結果は図-4のようなスペクトル形状になった。また、このスペクトル形状は図-5のように、速度によって変化する。
- 2) 列車の周期荷重の卓越振動数と固有値解析により求めた高架橋部の固有振動数が近接していると共振して応答が増幅してしまうため、共振を避けることが振動低減に有効となる。
- 3) 列車の周期荷重が本設軌道桁を經由して高架橋に伝わる過程で、支承を含めた本設軌道桁の固有振動数より高周波の振動については低減されるというフィルター（ローパスフィルター）作用が働く。
- 4) 本設軌道桁の固有振動数をできるだけ小さくし、フィルター作用を活用し、高架橋に伝わる周期荷重を低減させることが振動低減に有効となる。
- 5) 加速度レベルの算定結果の一部を図-6に示す。この結果、全体的に支承剛性を20MN/mとした場合に、応答する加速度レベルが最も低く、振動低減効果が表れた。また、騒音についても同様の傾向となり、20MN/m、60MN/m、90MN/mを比較した結果、20MN/mとした場合が振動・騒音低減に有効となった。
- 6) バラスト軌道を模式したモデルにおける軌道部の固有振動数は、今回の本設軌道桁タイプと比して過大となることから、フィルター作用の効果が低くなる。そのため、振動低減効果は、今回の本設軌道桁タイプの方が有効になる。

4. まとめ

軌道部の固有振動数、高架橋部の固有振動数、及び列車の周期荷重による卓越振動数が、振動低減効果に大きく関与する。そして、フィルター作用を活用し高架橋に伝わる周期荷重を低減させながら、共振を回避させることが振動低減に一番有効であることが分かった。

今回の対象による検討を行った結果、上記による振動低減効果が最も表れたのは、支承剛性を20MN/mとした場合であり、騒音についても同様の結果であった。バラスト軌道を模式したモデルと比較しても、支承剛性を20MN/mとした本設軌道桁タイプにすることで、振動・騒音低減効果が表れることが分かった。

今回の対象から構造物や軌道及び列車等に大きな差異がなければ、起因する諸元を踏まえ、振動数を表す式（ $f=1/(2\pi)\sqrt{(K/m)}$ 、 K ：剛性、 m ：重量）で軌道及び構造物の固有振動数を比較する。そして、列車の周期荷重との関係を考慮することにより、簡易的に振動低減効果を予測することが可能である。

5. 参考文献

- ・「固体音防止設計における予測法の現状と今後の課題」 日本建築学会環境工学委員会 1994年2月

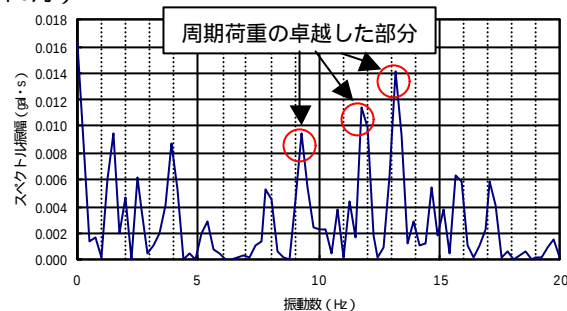


図-4 作成した荷重列の周波数分析結果

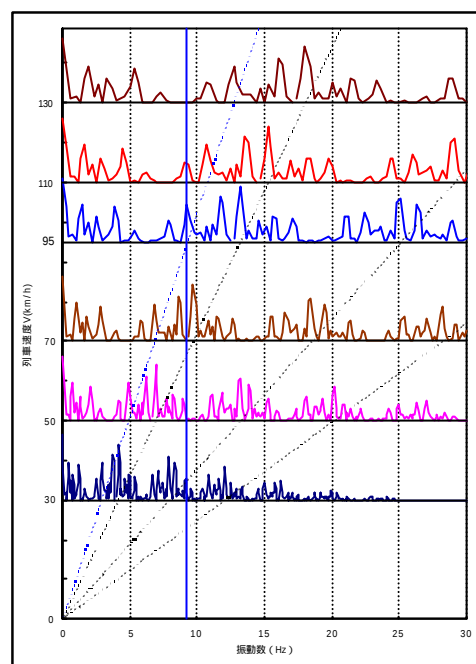


図-5 列車速度と周期荷重の関係

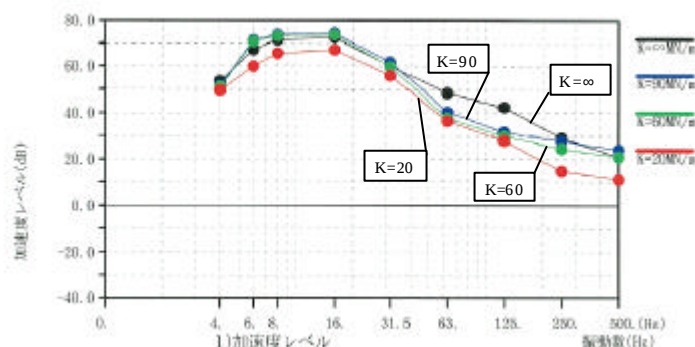


図-6 加速度レベル算定結果の一部