

東京大学 学生員 宮 木 康 幸
 東京大学 正会員 松 本 嘉 司
 東亜建設工業 正会員 藤 野 真

1. 序 論

鋼鉄道橋では、車輪とレール間の動的な相互作用による振動入力、レールから橋梁へ伝達され、橋梁の構造振動を引き起こし、橋梁自体から非常にレベルの高い輻射音を生ずるため、その騒音は、鉄道騒音の中でも特にレベルが高く、騒音低減対策が必要となっている。本研究では、この鋼鉄道橋騒音対策として、レールと橋梁間に大きな弾性を与え、橋梁への振動伝達率を低下させる振動絶縁対策を取り上げ、その有効性を理論的な鋼鉄道橋の振動解析と実橋にこの対策を施工した場合の騒音振動の比較測定から検討することを目的とした。

2. 鋼鉄道橋の振動解析

鋼鉄道橋の代表的な型式である橋上にレール継目を有さない上落プレートガーダー・枕木直結軌道橋を対象として、振動解析を行なうが、その際次のような仮定を設けた。

- (1) レールへの振動入力は、車輪とレールの凹凸に起因する動的な相互作用による鉛直方向成分だけを有するランダム入力とする。
- (2) 鋼桁ウェブ等の板としての挙動が、鋼桁のビームとしての挙動に与える影響を無視して、鋼桁をビームとして取扱う。
- (3) 鋼鉄道橋の $1/2$ スパン断面で、レール・枕木・橋梁に最大の振動レベルを与えるような位置に車輪を固定する。
- (4) 鋼鉄道橋中央付近のレール・枕木・橋梁の周波数応答は、その位置による変化を無視する。

以上のような仮定に基づいて、2本の鋼桁が横構・対傾構によって連成振動すること、レールと鋼桁の偏心から枕木が曲げ振動すること、隣接車輪の影響が無視できないことを考慮して、図-1に示すようなモデルを設定した。

このモデルを用いて、図-2に示すような手順でマトリクス法による振動解析を行なうことにした。即ち、まず、橋梁の周波数応答を求め、これと枕木・鋼桁間のパネのコンプライアンスを直列に合成してステイフネスを求め、これを枕木の拘束条件として、枕木・レール締結部の周波数応答を計算する。次に、枕木・レール締結部とレールパッド、隣接車輪と車輪・レール間の接触変形によるパネのコンプライアンスをそれぞれ直列に合成してステイフネスを求め、また、レール端部の境界条件をステイフネスとして求めて、これらをレールの拘束条件として、レールの周波数応答を計算する。さらに、車輪やレールの周波数応答等と振動絶縁対策後のレール

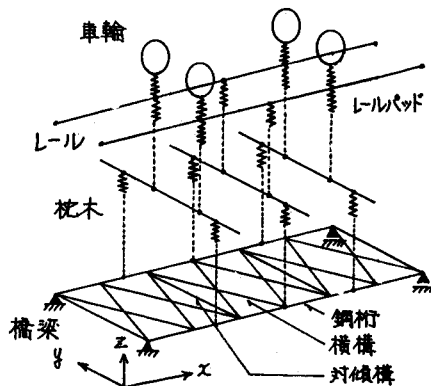


図-1 鋼鉄道橋の振動解析モデル

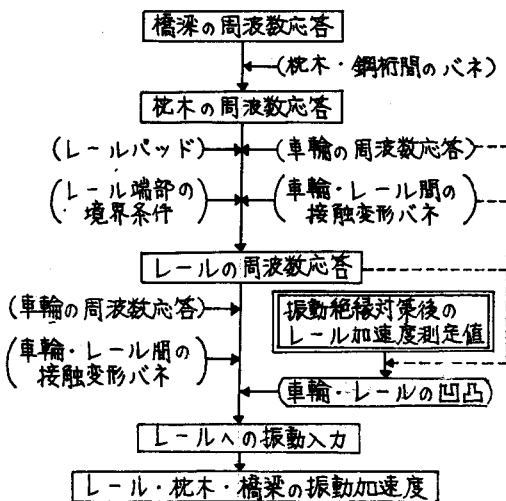


図-2 鋼鉄道橋の振動解析フローチャート

鉛直方向振動加速度測定値を用いて、車輪・レールの凹凸を求め、レールへの振動入力を計算する。最終的に、この振動入力とレール・枕木・橋梁の周波数応答を用いて、それぞれの振動加速度を計算するという手順である。

このような振動解析手法で、都営地下鉄三田線・西台オ2架道橋の枕木・鋼桁間に5 ton/cmのバネを挿入した場合について、数値解析を行なった結果を図-3, 4に示す。図-3は、振動絶縁対策後の枕木・レール締結部の振動加速度を実測値と対比して示しており、図-4は、振動絶縁対策前後の鋼桁の振動加速度の比(減少率)を実測値と対比して示している。これらの計算結果から、本研究で行なった鋼鉄道橋の振動解析は、鋼鉄道橋の振動挙動をある程度把握していると考えられ、振動絶縁対策は、相当の効果が期待できることがわかった。なお、図-4では、計算値と実測値でかなりの差が現れているが、これは、実橋では、個々の枕木のレールや鋼桁との締結状態、ひびわれの状態などが大きく違っているためではないかと考えられる。

3. 振動絶縁対策実験

都営地下鉄三田線・西台オ2架道橋において、枕木・鋼桁間に約5 ton/cmのウレタンパッドを挿入し、枕木クリップとウレタンアッシュを用いたボルトによって、枕木を鋼桁と弾性的に締結する振動絶縁対策を実施した。この概要を対策前後の軌道構造を対照して、図-5に示す。振動絶縁対策前後の騒音振動の比較測定から、図-6に示すような1/3

4. 結論

以上述べてきたことから、鋼鉄道橋の騒音振動対策としての振動絶縁対策の有効性は、振動解析結果及び実験結果から確認されたものと考えられる。また、本研究で提案した鋼鉄道橋の振動解析手法は、鋼鉄道橋の振動挙動をある程度把握することが可能であると考えられる。しかし、本振動解析手法では、500 Hz以上の高周波数領域でも鋼桁をビームとして取り扱っている点や振動絶縁対策前のフックボルトによる枕木・鋼桁間の締結を枕木の圧縮によるバネとして評価している点などの問題があるので、これらの点を改善した鋼鉄道橋の振動解析手法の開発を今後の研究に期待したいと思う。

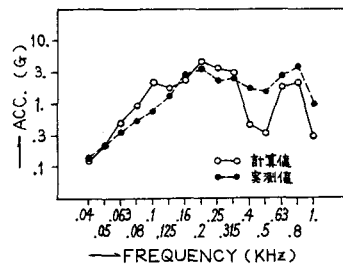


図-3 枕木の振動加速度
(振動絶縁対策 後)

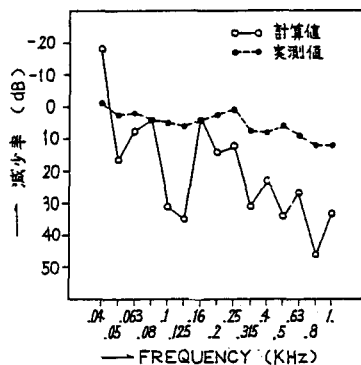


図-4 鋼桁振動加速度の減少率

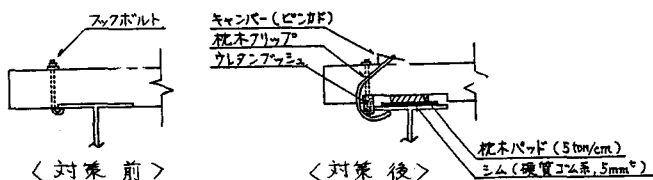


図-5 振動絶縁対策の概要(都営三田線・西台オ2架道橋)

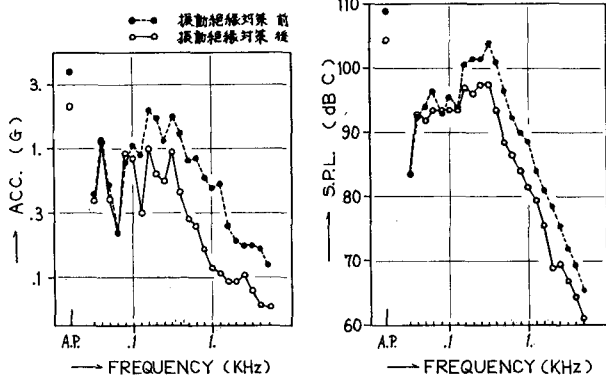


図-6 振動絶縁対策前後の騒音振動の比較測定結果