

高架橋の交通振動解析における境界条件のモデル化の検討

総合技術コンサルタント 正会員 小塚幹夫

総合技術コンサルタント 正会員 久保雅邦

建設省土木研究所 正会員 横山功一

建設省土木研究所 正会員 澤田憲文

1. まえがき

都市内の道路橋における交通量が増加するとともに、走行車両に伴って発生する交通振動が増大し、環境問題の一つになっている。こうした問題に対処するための基礎的な研究として、高架橋の交通振動を解析的に求める手法を開発することが課題になっている。その際、合理的な解析モデルを作る必要があり、本研究では、解析モデルの境界条件について検討した。すなわち、橋脚下端の支持条件および対象橋梁に隣接する橋梁の重量と剛性を境界条件として考慮した。その結果、解析モデルの境界条件によって固有振動数や応答値が異なり、高架橋の交通振動解析における境界条件を適正にモデル化しなければならないことがわかった。

2. 対象とする橋梁モデルと境界条件のモデル化

(1) 対象橋梁：都市内の高架道路橋において交通振動の実測値が計測されている橋梁に着目し、標準的な上部構造（単純鋼桁、支間長約27.0m）と下部構造（T型橋脚、全高約12.0m）を対象とした。

(2) 橋脚下端の支持条件のモデル化：対象橋梁を、図-1に示す上下部構造を一体化した立体骨組みにモデル化し、橋脚下端の支持条件としては杭基礎と周辺地盤の弾性変形を考慮して、6個の換算集中ばねによるばね支持条件とした。ばね定数は道路橋示方書、下部構造編（杭基礎の設計）に基づいて算出し、その値を基本として一律に大きくした場合を試算した。なお、鉛直軸回りの回転ばねの値は常に無限大と仮定した。

(3) 隣接する橋梁のモデル化：対象橋梁に隣接する橋梁の影響を考慮するために、図-2に示す解析モデルを作成した。これは図-1の解析モデルに前後の橋梁を加えた3径間分のモデルであり、さらに橋梁（上部工）端部の支持条件として、回転が自由な3方向の平行ばねを用いてばね支持条件とした。平行ばねのばね定数は、橋脚下端の支持条件（ばね定数）によって近似することができるものと考え、各橋脚下端の平行ばねの値を5等分（橋梁端部の支点数）した。

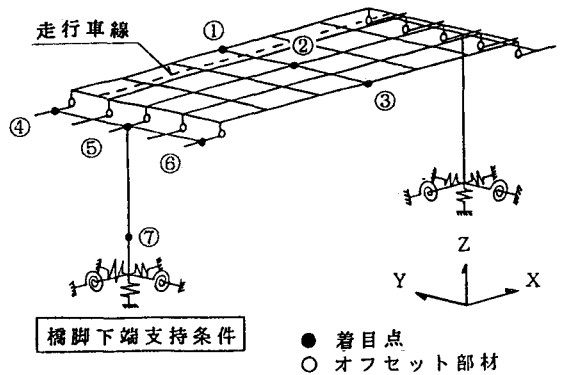


図-1 立体骨組モデル

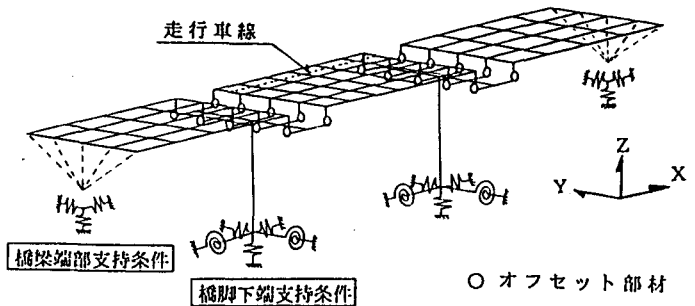


図-2 立体骨組モデル（隣接橋梁考慮）

3. 解析結果と考察

(1) 橋脚下端の支持条件の影響：有限要素法を用いて、図-1に示す骨組みモデルの固有振動解析を行い、20次までの固有振動数と振動モードを算出した。支持条件のばね定数を変えた時の固有振動数の変化を図-3に示す。ばね定数の増加に伴って固有振動数が大きくなり、とりわけ橋脚のロッキング振動や鉛直振動が支配的な振動モードにおいてはその効果が著しい。主桁の鉛直曲げ1次振動数は約1.5 Hzから約4.2 Hzに変化しており、橋脚下端における支持条件の影響が含まれていることがわかる。この結果から境界条件のモデル化におけるばね定数の重要性がわかる。

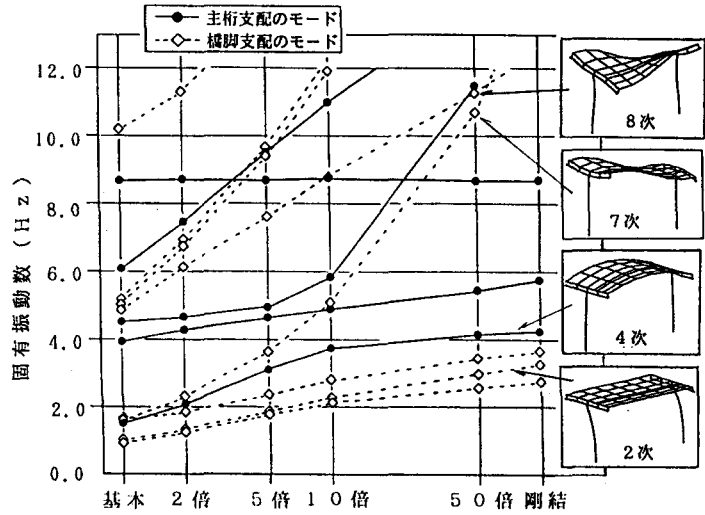
(2) 隣接する橋梁の影響：橋脚下端の支持条件の検討結果から、ばね定数を基本の5倍に設定し、図-2に示す骨組みモデルの固有振動解析を行った。隣接する橋梁の影響を固有振動数の比較を図-4に示す。これより橋脚支配のモードに差が生じ、特に橋脚の橋軸方向の振動が約1.9 Hzから約8.0 Hzに振動数が変化していることがわかる。さらに、橋梁の路面凸凹を考慮し、走行車両（20トン車、時速40～70 km/h）による主桁と橋脚の応答解析を行った。図-5に実測値との比較を示す。この結果からも隣接する橋梁の影響が明らかで、特に橋脚に差が見られる。隣接橋梁のモデル化の重要性を示している。

4. あとがき

本研究によって、高架橋の交通振動解析における対象橋梁の境界条件（橋脚下端の支持条件、隣接橋梁）のモデル化の重要性を見ることができた。今後の課題として隣接橋梁の端部支持条件の設定方法、また、交通振動の実測値の蓄積があげられる。（参考文献）

(1) 澤田・横山・金子・久保：高架橋の交通振動解析における橋脚下端の支持条件の影響、土木学会第45回年次大会、平成2年9月

(2) 土木研究所：高架橋交通振動実態調査報告書、土研資料、第2428号、昭和62年1月 (3) 土木研究所（株）総合技術コンサルタント：高架橋交通振動解析プログラムの作成報告書、平成元年1月



境界条件のばね定数の変化

図-3 ばね定数による固有振動数の変化

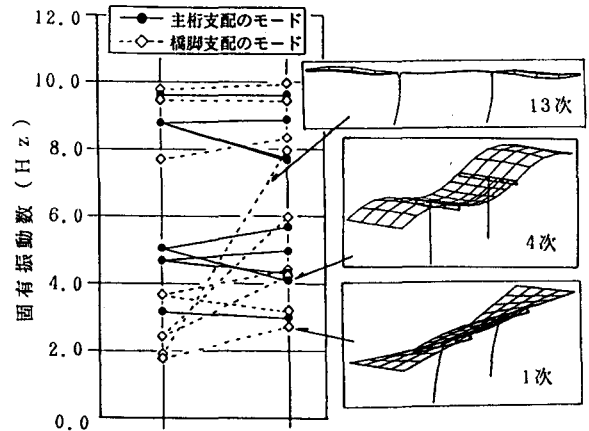


図-4 隣接橋梁による固有振動数の変化

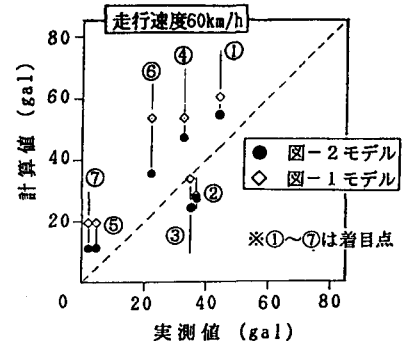


図-5 計算値と実測値との対比