

金沢大学工学部 正員 梶川 康男
阪神高速道路公団 正員 吉川 実
(株)フジエンジニアリング 正員 松本 正信

1 ま え が き

高架橋の振動が原因で周辺家屋が振動する問題に対して、橋軸方向の面内挙動についての解析的なアプローチを進めてきた。今回、そのアプローチを実際の高架橋に適用するとともに、橋軸直角方向の橋脚の動的挙動についても解析を行ったので、その概要と結果について報告する。

2 対象とした高架橋のモデル化と動的応答解析

高架橋の多くの場合、実験報告²⁾によるとつぎのような動的挙動をしていると言われている。まず、自動車が支間部を進むにつれて主桁のたわみ振動が生じ、そのときの主桁のたわみ角によって橋脚は橋軸方向にスウェイ振動させられる。また、同時に各主桁の反力差によって橋脚は橋軸直角方向にロッキング振動を生ずる。これらの振動は連成しており、フーチングは複雑な挙動を示す。また、自動車が橋脚上の伸縮継手部を通過する際、その段差に乗り上げたタイヤの衝撃により高い振動数成分が橋脚に直接加わり加振源となっている。このような動的挙動を、今回橋軸方向面内のスウェイ振動と橋脚のロッキング振動に分けて考えることとした。対象とした高架橋は阪神高速道路の最も標準的な区間(支間長約27mの単統合成桁、約10mの高さをもつ丁型単柱式橋脚、杭基礎)を対象とした。その一般図を図-1に示した。このような高架橋を文献¹⁾と同様、桁高に相当する部分を考え、橋脚とはヒンジで連結されているものとした。また、基礎杭については弾性ばねに置換し、橋脚の張出し部ならびにフーチング部は橋脚柱の上下部分に集中質量として考えた。このようなスウェイ振動モデルを図-2に示した。このモデルに他の路線で実測された路面凹凸を考え、図-3に示した2自由度にモデル化した自動車が走行したときの動的応答を求めた。その時刻歴応答の結果から上部構造のもつ慣性力を求め、また、自動車が路面に与える外力を荷重としての横分配を考慮して各主桁の支点反力を計算し、図-2に示した橋脚のロッキングモデルに入力し動的応答を求めた。なお、今回橋脚のロッキング応答が橋軸方向のスウェイ振動には影響しないものとして連成系としては扱わなかった。図-4には固有振動数とモードを示した。

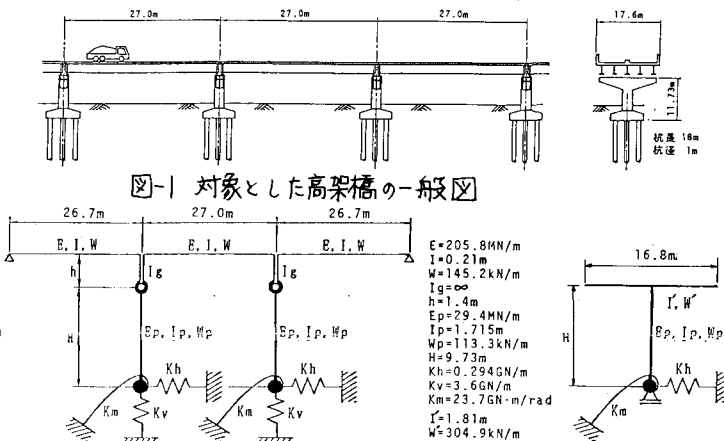


図-1 対象とした高架橋の一般図

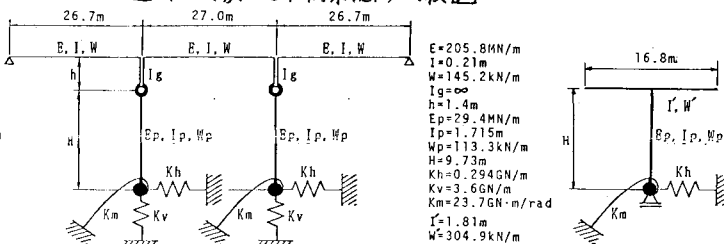


図-2 面内のスウェイ振動モデルと面外のロッキング振動モデル

標準走行速度	16.67 m/s (60 km/h)
標準自動車荷重	196 kN (ばね上部 176.4 kN、ばね下部19.6 kN)
ばね定数	懸架部 (ks) 5.87 MN/m タイヤ部 (kT) 11.76 MN/m
減衰係数	懸架部 (Cs) 24.70 kN/(m・s ⁻¹) タイヤ部 (CT) 29.40 kN/(m・s ⁻¹)

図-3 自動車モデルと諸定数

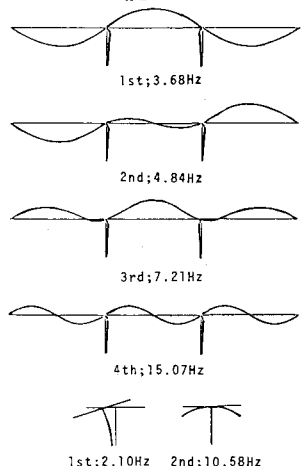


図-4 固有振動数とモード

3 解析結果

図-5に、走行速度60km/hで走行車線を大型自動車通過したときの解析結果の一例を示した。そこで、橋脚近くの地盤振動を評価するために、橋脚下端フーチング部での3方向加速度（鉛直方向V、橋軸水平方向Hy、橋軸直角水平方向Hx）について、FFTにより周波数分析（図-6参照）をし、しかも各加速度波形の0.63秒（振動レベル計のSlow特性）の実効値を求め、その最大値を方向と卓越周波数を参考にして振動レベル値に換算した。解析ケースとして、走行速度40, 60, 80, 100km/hのそれぞれに対して、走行車線・追越車線を通過した場合について解析した。その振動レベル値を図-7に示した。また、実測した振動レベル値をも図中に示した。走行速度40km/hについては卓越振動数が解析と実測では異なっており、振動レベルへの換算方法に問題が残るものの傾向なども比較よく類似しており、本解析によって一応の評価ができることが確認できた。

4 防振対策とその動的応答

構造系に防振対策を施した場合について、橋脚フーチングでの加速度を振動レベルに換算し、その効果を試算した。結果を図-8に示した。これによると、フーチング質量や基礎のばね係数を大きくすることやPC桁にすることなどによってフーチングの振動が小さくなるなどの結果が得られた。しかし、文献(1)でも指摘したように、フーチングの加速度が小さくなったとしても必ずしも周辺地盤の振動が小さくなる保証はないであろう。上部構造と下部構造の動的挙動について、それらがほぼ説明しうるモデル解析が可能となったので今後、全体を連成系として扱う解析と地盤を含めた解析を行う必要がある。

<参考文献>

- 1) 梶川大島; 周辺環境への影響を考慮した高架橋の防振効果に関する一解析法, 土木学会論文報告集第341号, pp.79-86, 1984年。
- 2) 南荘; 高架橋の振動性状に関する実験的検証, 阪神高速道路公団技報第2号, pp.181-193, 1982年。

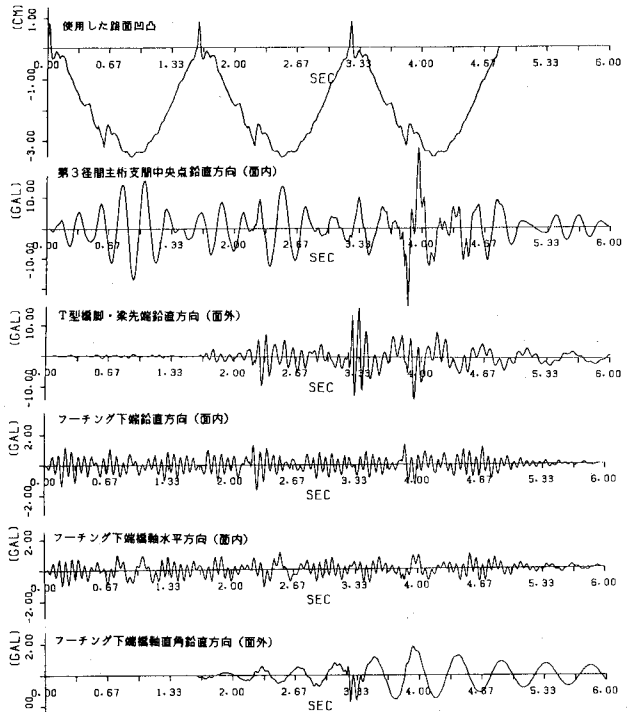


図-5 標準構造を走行速度60km/hで走行したときの解析例

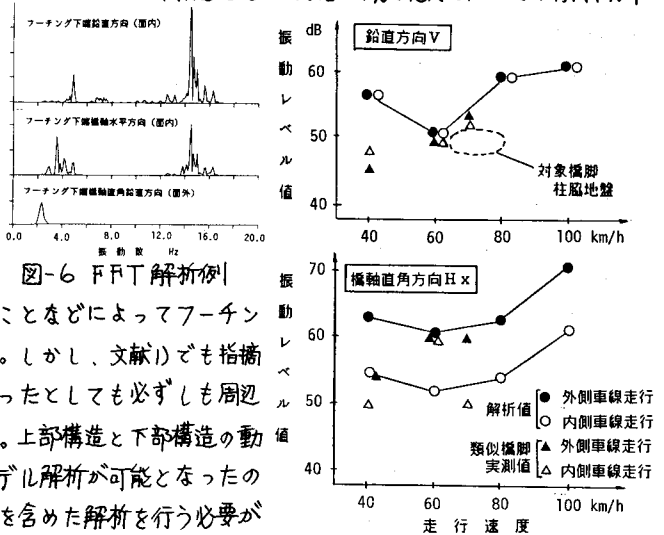


図-7 実測値と解析値の比較

防振対策	V 51.2dB -10 0 10	Hy 41.4dB -10 0 10	Hx 61.4dB -20 10 0 10
橋脚柱部の剛性を1.5倍に変更			
フーチングの質量を2倍に変更			
(上記) + ばね係数を2倍に変更			
上部構造をPC桁に変更			
支間割を22.5m+35m+22.5mに変更			
伸縮継手部の段差を除去			
ロッキングビアーによって短スパン化			

図-8 各防振対策での振動レベル値の増減