

金沢大学工学部
阪神高速道路公団
(株)フジエンジニアリング

正会員 梶川 康男
正会員 吉川 実
正会員 权本 正信

1 ま え が き

高架橋の振動が原因で周辺地盤が振動する問題に対して、従来、高架橋の橋軸方向の面内挙動にのみフォーテング反力に着目した解析¹⁾や橋軸直角方向の橋脚の挙動を解析²⁾してきた。今回、高架橋の面内と面外の挙動を連成させて解析するとともに、周辺地盤の振動についても考慮したので、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

高架橋の多くの場合、つぎのような動的挙動をしていると言われている。まず、自動車を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。と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生じ、フォーテングは3方向に地盤を加振することとなる。今回、対象とした高架橋は図-1に示すような阪神高速道路の最も標準的な区間(支間長27mの単純合成桁5連、約10mの高さをもつT型単柱式橋脚4本、杭基礎)とし、主桁5本と分配横桁1本の格子構造を考えた。上記の挙動を考えるために、桁高を考え主桁のたわみ角によってT型橋脚のはり部が橋軸水平方向に変位させられるものとし、橋脚上の主桁の鉛直変位は橋脚のはりの鉛直変位と等しいとした。また、基礎杭と地盤については弾性ばねに置換し、フォーテング部分は6個のばねで支持されているものとした。このような仮定でモデル化した高架橋モデルを図-2に示した。このモデル橋に対して、固有剛性マトリックス法³⁾を用いて固有モードを求めた。このモデルに突入された路面凹凸を考え、4自由度にモデル化(図-3、表-1参照)された自動車が走行したときの動的応答をニューマークβ法で求めた。なお、自動車は主桁上を走行するものとした。

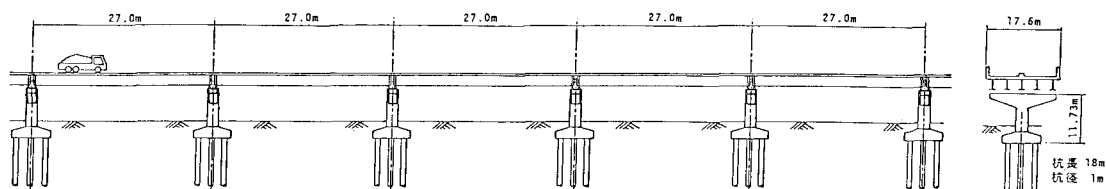


図-1 対象とした高架橋の一般図

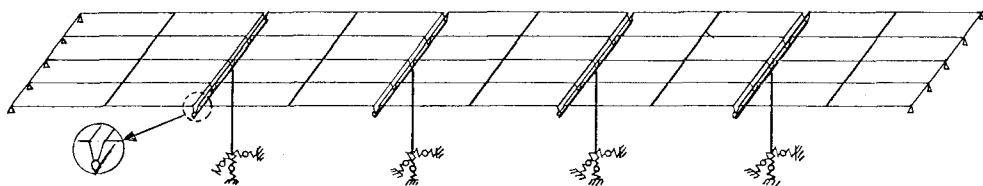


図-2 格子構造-T型橋脚の振動モデル

表-1 自動車モデルの諸定数

自動車総荷重	20 t	懸架部	ばね定数 $K_F=1200$ kg/cm	減衰定数 $C_F=5$ kg/cm/s
ばね上荷重	18 t		$K_R=2400$ "	$C_R=20$ "
ばね下・前輪	0.4 t	タイヤ部	ばね定数 $K_{TF}=2400$ "	減衰定数 $C_{TF}=6$ "
ばね下・後輪	1.6 t		$K_{TR}=9600$ "	$C_{TR}=24$ "
前・後輪軸とばね上重心との距離: $l_F=250$ cm, $l_R=150$ cm				

図-3 4自由度自動車モデル

3 周辺地盤の振動解析

周辺地盤を半無限弾性体であるとする。この場合のある表面に点加振力が作用したときの、地表面の任意点での変位が求められている⁴⁾。この解を利用してつぎのように解析した。なお、フーチング底面に働く反力(6成分)は6個のばね反力として求めた値を使用した。

① フーチング底面を細分割し、各分割要素に働く x, y, z 方向の反力を求め、その反力は地盤に対して点加振であるとする。

② ある要素の各反力をフーリエ変換する。

③ 解析解⁴⁾から得られる周波数応答関数を掛け合わせて、ある着目点のフーリエスペクトルを x, y, z の各方向について求める。

④ 各要素によるスペクトル、各橋脚によるスペクトルをすべて加え合わせる。

⑤ 得られたスペクトルをフーリエ逆変換することによって変位応答や加速度応答を求める。

4 動的応答解析例

図-4に大型自動車(図-3)が走行速度60 km/h で外主桁上を通過したときの高架橋と地盤(第3橋脚中心から直角方向に23m離れた地点、ほぼ官民境界点)の応答加速度波形を示した。また、図-4の最下図には、⑤のフーリエ逆変換をする前の段階で振動レベル計の持つ感覚補正回路に相当するフィルターをスペクトルに掛け合わせた後にフーリエ逆変換し、振動レベル計のSLOW特性(時定数0.63秒)に合わせて加速度の実効値を求め、振動レベルに換算した値(dB)を示した。

以上に示した解析法により、より実際の挙動に近い解析が可能となった。現在、さまざまな走行状態や防振対策の効果の試算などを行っている。

〈参考文献〉

- 1) 堀川・大嶋; 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解析法, 土木学会論文報告集第341号, 1984年。
- 2) 堀川・吉村; 走行荷重による高架道路橋の動的応答解析, 土木学会第9回年次学術講演会講演要録集I-248, 1984年。
- 3) Hayashikawa, Watanabe; Dynamic Behavior of Continuous Beams with Moving Loads, Proc. of ASCE, No. EM1, 1981.
- 4) 北村・梶井; 剛基礎底面の複素剛性に関する解析法, 土木学会論文報告集第290号, 1978年。

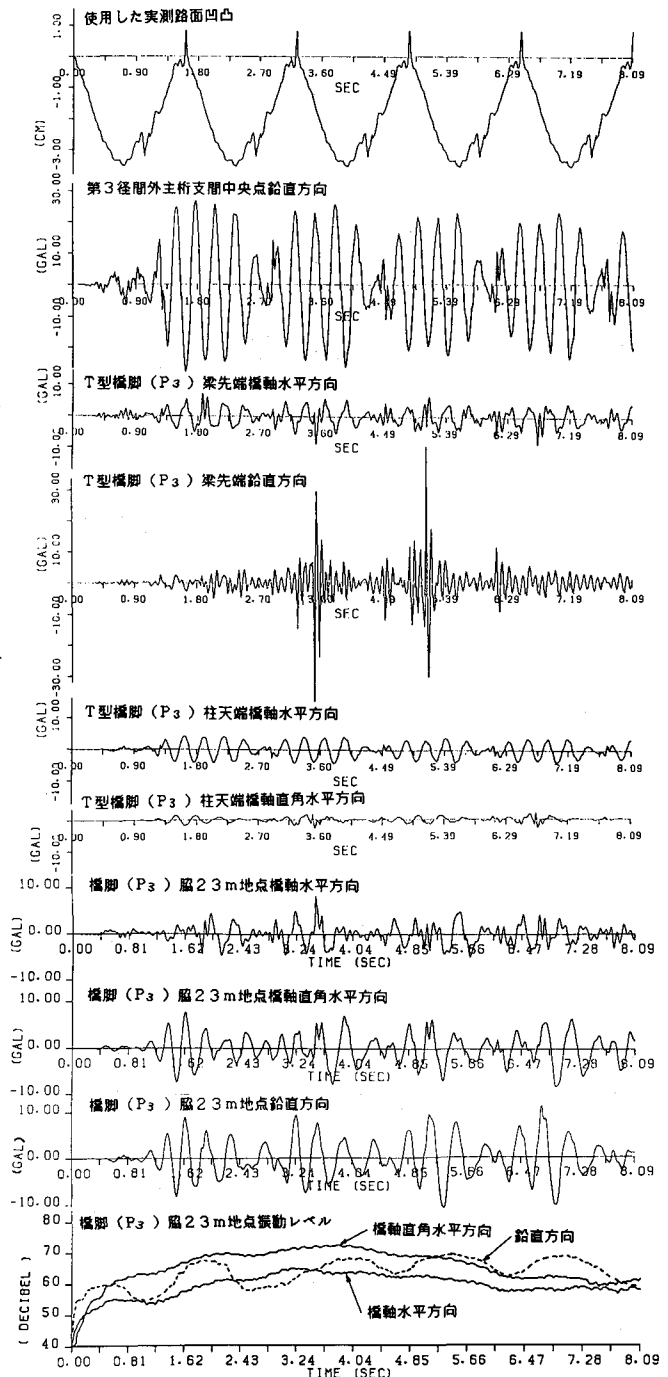


図-4 20t車が60 km/hで走行したときの解析例