

大阪市 正会員 村田幸一
 金沢大学工学部 正会員 梶川康男

1 はじめに

高架橋を走行する車両が加振源となる高架橋の環境振動は交通騒音や大気汚染と並んで道路交通公害のひとつで大きな社会問題となっている。そのため現在では高架橋の交通振動を軽減するために様々な対策が考案され実験されている。しかし、交通振動軽減に有効な対策方法を検討し、既設の構造物に対して実験する方法では費用と労力が膨大となるため困難である。そのため本研究では、高架橋から発生する地盤振動に対して数値解析方法を用い、阪神高速道路公団の一高架橋(橋長27m, 幅員17.6m鋼単純桁高架橋)について3次元解析を行い実際の実験値と比較し解析の妥当性を検討した。さらに乱数を発生させ実交通荷重列に近似したデータを用いて道路交通振動の評価に用いられる L_{10} を求めた。

2 解析方法

地盤振動を求めるまでの手法は、図-1で示すような手順に基づいて解析した。まず対象橋梁を3次元にモデル化し、有限要素法による固有値解析を行い固有値ならびに固有モードを求めた。さらにこの固有値解析結果を用いてモーダル解析による動的応答解析を行い橋脚支持反力波を求めた。このとき実交通荷重を受けた高架橋の荷重状態を再現するため乱数を発生させ交通荷重列を用い解析した。最後に反力波データより周波数応答関数を用い地盤振動解析を行い振動レベルならびに L_{10} を求めた。

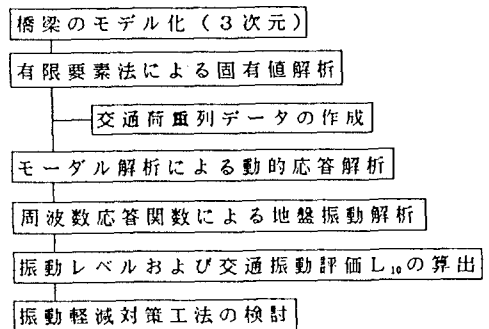


図-1 解析手順のフローチャート

3 対象橋梁のモデル化

対象橋梁のモデル化は高架橋の振動を考えた場合、橋梁の上部構造と下部構造とが複雑に連成し振動が発生している。この橋梁全体の振動を考慮するために図-2に示すような3次元立体モデルを採用した。さらに地盤振動は車両の進行にともない数本手前の橋脚からも振動波を受けており、これらの振動波が重なり合って地盤振動着目点の振動となっている。このことを解析で再現するために5径間分の橋梁モデルを採用した。また、モデル化を行う際、主桁中立軸と橋脚梁部との幾何学的な食い違いや支点位置のズレを考慮するため図で示すようなオフセット部材を用いた。さらに橋脚下端支持条件としては図で示すようにフーチング部を3方向の等価ばねで近似し、ばね定数は表-1のように設定した。

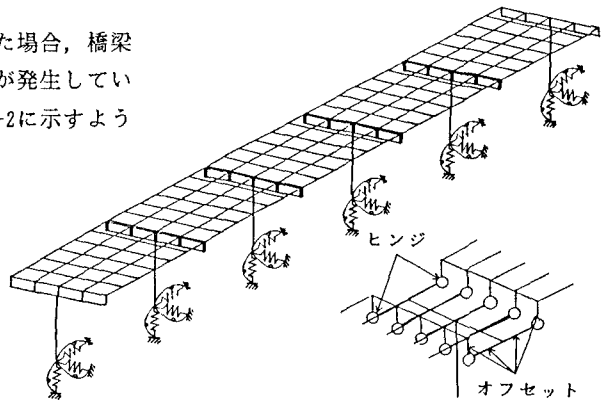


図-2 高架橋の立体モデル

表-1 等価バネの諸定数

水平方向バネ定数	$3.00 \times 10^4 \text{ t/m}$
鉛直方向バネ定数	$3.67 \times 10^5 \text{ t/m}$
回転バネ定数	$2.42 \times 10^6 \text{ tm/rad}$

4 地盤振動解析

地盤振動解析の妥当性を検討するために車両が

1台だけ走行したときの地盤振動解析をした。振動着目点は橋脚下端から橋軸直角方向に向かって0m地点、23m地点（官民境界）および50m地点とし、それぞれの着目点に対しては橋軸方向、橋軸直角方向、鉛直方向の振動感覚特性を考慮した振動レベルを求めた。各振動着目点での振動レベルの最大値と実測値の官民境界における振動レベルの最大値を表-2に示す。この表により官民境界である23m地点の振動レベルは橋軸直角方向以外の橋軸方向および鉛直方向は実測値とかなり適合しているわかり3次元モデル地盤振動解析は妥当であることがいえる。

表-2 各着目点の振動レベルの比較（単位dB）

	橋軸方向	橋軸直角方向	鉛直方向
0m地点	53.7	57.5	62.0
23m地点 (官民境界)	39.7 (40)	42.8 (36)	46.9 (48)
50m地点	38.2	40.4	41.5

()内は実測値

表-3 車両種別混入率

	大型2軸	大型3軸a	大型3軸b	大型4軸	トレーラー
混入率	50.7%	20.0%	6.8%	0.7%	6.7%

注) 大型3軸aは後輪タンデム車, 大型3軸bは前輪タンデム車を示す。

表-4 車両別荷重特性

	積載状態	確率分布の種類	車両の特性値			
			平均値	標準偏差	下限値	上限値
大型車 類2軸	空車	正規分布	7.46	2.13	3.5	14.0
	積載車	対数正規分布	14.18	2.61	7.6	20.0
	過積載車	指数分布	22.20	2.20	20.0	40.0
大型車 類軸 タンデム軸	空車	正規分布	11.51	2.11	5.8	17.8
	積載車	対数正規分布	20.30	3.37	11.5	30.0
	過積載車	指数分布	32.29	2.29	30.0	60.0
トレー ラー類	空車	正規分布	13.67	2.97	5.2	22.6
	過積載車	対数正規分布	25.60	10.67	13.7	79.0

5 道路交通振動評価 L_{10}

以上のような振動解析方法で普段の交通状態による高架橋からの地盤振動を再現するために本研究は活荷重等の特性をモデル化し、乱数によって実交通荷重列に近い車両列を発生させて地盤振動解析をした。地盤振動解析で使った車両モデルは普通車を除く大型車5種類とし、各種別の混入率ならびに各車両モデルの荷重分布特性を表-3、表-4に示す。また車両台数は580台/hourとした。

これらの解析結果をもとに実測での道路交通振動の評価として用いられる L_{10} を求めた。表-5は解析値と実測値の L_{10} を比較した表であり、解析値が実測値とよく適合していることがわかる。

表-5 解析値と実測値の比較（環境振動評価 L_{10} ）

		解析値			実測値
		0m地点	23m地点 官民境界	50m地点	23m地点 官民境界
橋軸方向	最大値	50.0dB	47.6dB	42.9dB	——
	L_{10}	46.5dB	41.2dB	38.0dB	37 dB
橋軸直角方向	最大値	63.1dB	62.0dB	42.0dB	——
	L_{10}	56.2dB	37.0dB	37.2dB	36 dB
鉛直方向	最大値	62.1dB	51.0dB	42.5dB	——
	L_{10}	55.0dB	42.5dB	38.0dB	43 dB

6 まとめ

本研究では3次元の橋梁モデルと実走行車両に近い車両列データを用いて高架橋の交通振動を解析し道路交通振動評価のひとつである L_{10} を求めた。その結果、解析値と実測値の L_{10} とがよく適合していることが判明した。このことにより3

次元の橋梁モデルを用いた地盤振動解析法は高架橋から発生する地盤振動を予測するのに有効な手段であると同時に、この解析法によって各振動軽減対策工法の有効性を調べる手段としても有効であることが予想される。

<参考文献> 1) 阪神高速道路公団：阪神高速道路における活荷重実態調査と荷重評価のための解析、阪神高速道路設計荷重（HDL）委員会報告書、1985.3