

日本道路公団 正員 吉田 浩
 榊大林組技術研究所 正員 ○松田 隆
 同上 正員 後藤 洋三

1. 序

関越自動車道片品川橋のP5, P6を対象とした起振機による加振試験を昭和58年5月に実施した。本文は、当橋梁中最大橋脚高 $H=69.4\text{ m}$ を有するP6の橋軸方向試験とその結果を基にしたシミュレーション解析を中心に報告するものである。

2. 実験方法

加振源は、日本道路公団試験所所有の50ton起振機を使用し、P5, P6の橋脚天端中央部に設置した。

加振方法は、以下の通りである。

(1)加振方向：橋軸及び橋軸直角の水平2方向

(2)加振振動数 f ：0.2～12 Hz

(3)加振力 P ： $P=1.41 f^2 (f \leq 4.6 \text{ Hz})$, $P=30\text{ トン一定} (f > 4.6 \text{ Hz})$ 。振動計は低振動数域で高感度を有するサーボ型及び動コイル型の加速度計を用いた。測点は、脚柱部、ケーソン基礎ならびに周辺地盤の振動特性及び振動形状が把握できるように配置した。

3. 実験結果

図-2にP6橋軸方向試験での代表的な測点の共振曲線及び位相曲線を示す。ここで、振幅は単位加振力1ton当りの値に換算してある。共振曲線から、0.66 Hzの一次共振点付近では橋脚脚柱部独自の振動特性と思われるに対し、振動数の上昇と共に各測点間の振幅の差は小さくなり、橋脚～地盤の相互作用が強くなっていくことが分かる。橋脚の振動形状は、片持ち梁の1次～3次の曲げ振動モードと一致した。表-1に、全加振試験での共振振動数及び共振曲線から $1/\sqrt{2}$ 法により算定した減衰定数を、シミュレーション解析結果と共に示す。

4. シミュレーション解析

解析検討フローを図-3に示す。

【第一段階】基礎～地盤連成系有限要素モデル(図-4)を用いる。地盤の剛性率 G は、P5, P6中間地点で実施したPS検層結果

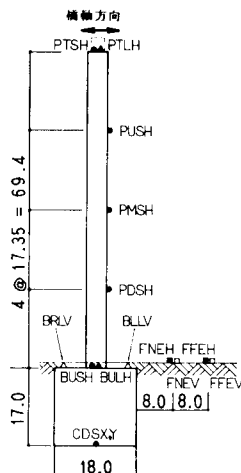


図-1 測点配置図

表-1 共振振動数と減衰定数

橋脚・方向	次数	共振振動数 [Hz]		減衰定数 [%]	
		振動試験	数値解析	振動試験	数値解析
P5-橋軸	一次	1.53	1.56	1.3	1.3
	二次	6.4	6.6	11.0	6.5
〃橋軸直角	一次	2.74	3.13	3.0	2.0
	二次	0.66	0.67	0.8	0.8
P6-橋軸	一次	0.66	0.67	0.8	0.8
	二次	3.8	4.0	2.0	1.8
	三次	10.0	9.8	11.0	5.5
〃橋軸直角	一次	1.73	1.86	3.0	2.0
	二次	8.0	8.6	11.0	11.5

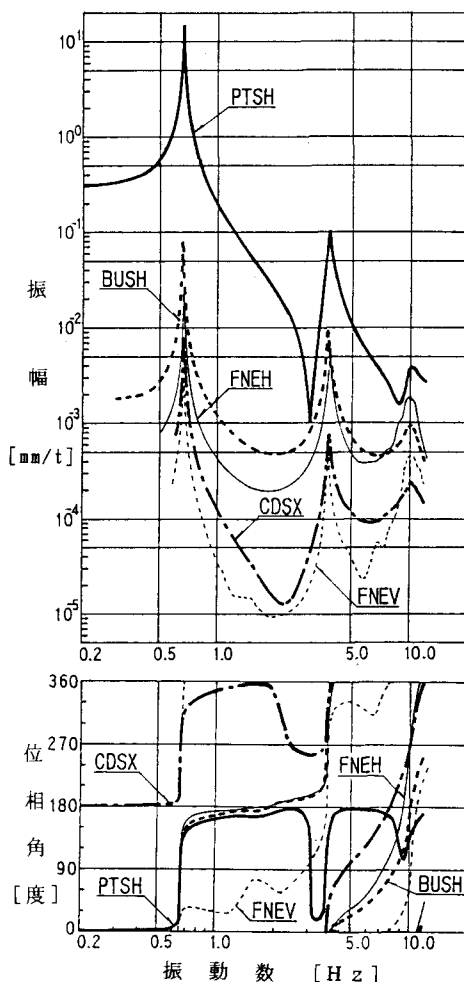


図-2 共振曲線と位相曲線 (P6)

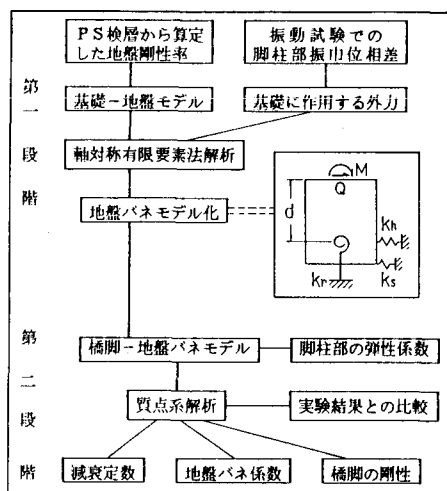


図-3 シミュレーション解析検討フロー

(表-2)を使用した。地盤反力分布は、基礎モデルを水平及び鉛直方向に静的並進変位させることにより求める。また、地盤バネ係数は地盤反力の合力として与える。表-3にP6橋軸方向での地盤バネ係数と、その値を受圧面積で除した反力係数を示す。【第二段階】地盤バネを質点系橋脚モデル(図-5)に接合し、橋脚頂部に単位正弦波力を入力する。このモデルで各測点の応答を実験値と比較することによって減衰定数(本検討ではモード減衰で与えた)及び地盤バネ係数の絶対値などが定められる。解析の結果、表-3の地盤バネ係数の0.8倍のバネ値を、また、減衰定数は表-1の値を使用したとき、実験値と良好な一致がみられた(図-6、●幅▲印)。ここで、脚柱部の弾性係数は、同部コンクリート供試体による実測値を使用したものである。

図-6の○、□印は、基礎～地盤有限要素モデルの妥当性を確認するために行った動的解析結果を示したものである。基礎に作用させる外力(M, Q)は振動試験での脚柱部加速度から慣性力を求めることにより算定した。表-2中の剛性率Gを使用した○印より、基礎側面に接する地盤の剛性率G/3に低下させた□印がより実験値に近い応答を示し、ここでも基礎周辺の地盤剛性率は表-2の値より小さくなると推定される結果を得た。

5. まとめ

橋脚振動試験及びシミュレーション解析を行なった結果、次のことが分かった。(1) 1次共振振動数付近は脚柱部独自の振動特性であるが、高振動数域では橋脚～地盤の相互作用が強くなる。(2) 地盤バネは周辺地盤を有限要素モデル化することにより合理的に与えられる。(3) 地盤バネ係数はPS検層結果及び有限要素法を用い算出した値の0.8倍と推定される。

参考文献 吉田, 本江, 角谷: 関越自動車道片品川橋の耐震設計について, 第39回土木学会年講概要集I

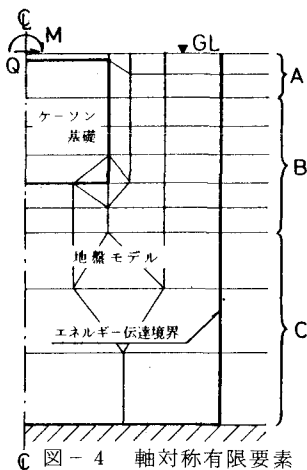


図-4 軸対称有限要素

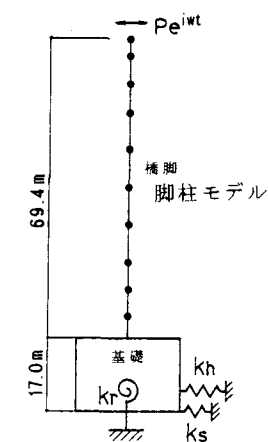


図-5 質点系橋脚モデル

表-2 PS検層結果

GL - (m)	剛性率 G (kg/cm ²)	VS 速度 (m/s)
0	A 2000	300
8.5	B 4500	450
25.5	C 14300	800
51.5	44000	1400

表-3 地盤バネ係数

種別	地盤バネ係数 k [t/m]	反力係数 K [t/m ²]
水平 H	7.3×10^6	17900
鉛直 V	1.7×10^7	38400
水平剪断 HS	6.7×10^6	4700
鉛直剪断 VS	2.1×10^6	4900

*②: $K = k / (\text{受圧面積})$

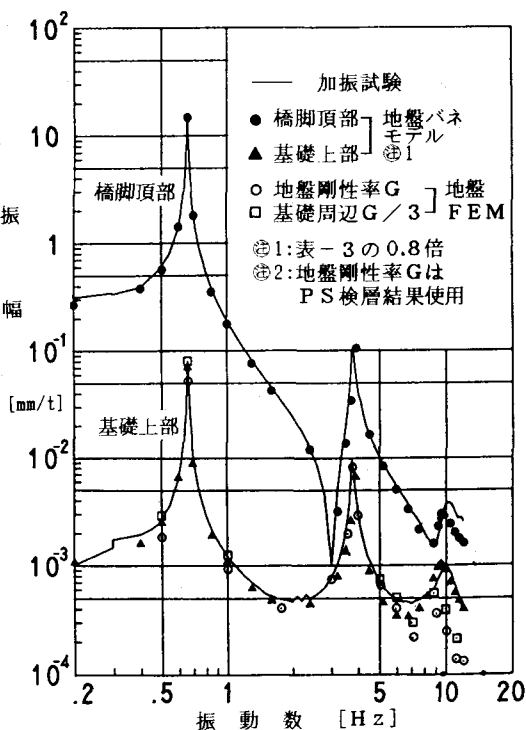


図-6 実験、解析の共振曲線