

阪神高速道路公団 正員 中谷忠和
福岡 博

1. はじめに

阪神高速道路公団も、本年3月1日に大阪松原線の供用開始により、総延長が約104kmとなった。使用開始以来道路の維持補修、騒音振動、周辺の環境についても、様々な問題が生じている。夕径間連続桁の、こもりみも高架橋の伸縮継手と、無くすることによりこれらの問題を、少しでも改善されることを目的として、大阪府道高速大阪西宮線の、吉野～玉川工区において採用した。この場合問題となる地震時における上部工水平力については、固定脚に集中しないよう可動脚に、粘性セン断型ストッパーを設置し水平力の分散を、はかることとした。夕径間連続桁に使用されるストッパーについては、耐震設計において地震時における応答解析が行なわれてこれによって地震時における水平力の可動脚の分散と、ストッパーの減衰係数 $C=60\text{ ton}\cdot\text{sec}/\text{cm}$ として計算した。よにこの場合における地震外力として、平均応答スペクトル、ハブ、E1-cen+ro、を代入して用いることにより、分散等の理論計算をした。本実験においては、固有振動数、模型ストッパーの能力、加振機の性能、及び実橋との相似関係を、考慮したうえで模型を設計製作した。このようにモデル化された振動解析結果と実橋の理論計算、すなわち水平力の分散、応答倍率等を確認することを、目的として、実験では、夕径間連続桁として振動実験を実施した。

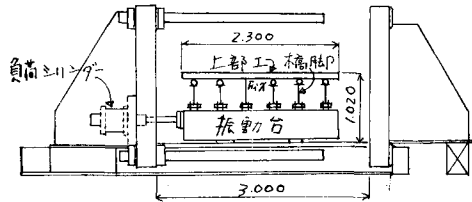


図-1 模型振動実験装置図

等脚モデル $C_0=6.225\text{ kg}\cdot\text{sec}/\text{cm}$

＊ 橋脚の水平
剛性は等脚
モデルでは
固定可動橋
脚長等しく
不等脚は、
可動橋脚の
1/2増

振動 モード	実験番号	粘性係数 ($\text{kg}\cdot\text{sec}/\text{cm}$)	$\zeta=\%$
①	1-1 8-1	0.0	0.0
②	2-1 9-1	1.084	0.174
・	3-1 10-1	2.296	0.368
・	4-1 11-1	4.340	0.697
・	5-1 12-1	6.850	1.100
・	6-1 13-1	13.461	2.162
③	7-1 14-1	—	—

不等脚モデル $C_0=6.543\text{ kg}\cdot\text{sec}/\text{cm}$

振動 モード	実験番号	粘性係数 ($\text{kg}\cdot\text{sec}/\text{cm}$)	$\zeta=\%$
①	1-2 8-2	0.0	0.0
②	2-2 9-2	0.968	0.147
・	3-2 10-2	1.511	0.237
・	4-2 11-2	3.570	0.549
・	5-2 12-2	6.725	1.028
・	6-2 13-2	13.004	1.987
③	7-2 14-2	—	—

表-1 振動モデル
(C_0 =臨界粘性係数)

2. 模型振動実験の概要

2-1. 実験の種類

本実験は、大別して自由振動実験と強制振動に分類し支承条件としては、① $F_{fix} + 5 \times M \cdot O \cdot V$
② $F_{fix} + 5 \times \text{ストッパー}$ ③ オール F_{fix} の3種類とした。実験に使用した振動装置と振動モデルの凡図の概要は、図-1 表-1のとおりである。

2-2. 振動の方法

振動を与える方法として自由振動においては、上部工と橋脚方向へ、約5mmワイヤーより変位させ、切断することにより瞬時にその拘束を解放して振動を起させた。強制振動については、振動台を橋脚方向に加振することにより入力波は正弦波とし、振動数は1.0Hz～9.0Hzの範囲で20点実験した。

2-3. 振動モデル解析と実験の結果

振動モデルは、図-2のとおりとした。模型実験において橋脚頂部の重量を考慮することとは、製作上難しく本実験の主目的である水平力の分散にはその影響は極めて小さいと考えられるので無視した。

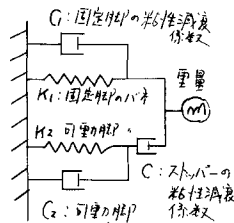


図-2

振動モデルでの解析結果は、図-3~5でいずれも等脚モデルであり、模型振動実験結果の図1-6~7 表-2と
同様である。

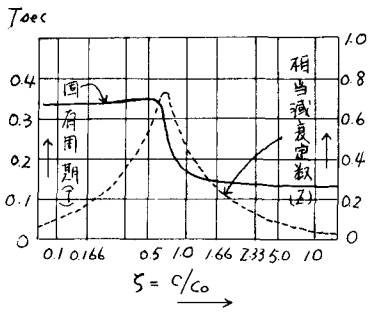


図-3 自由振動

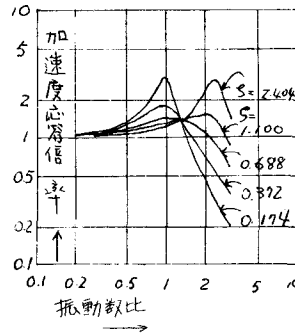


図-4 加速度応答倍率

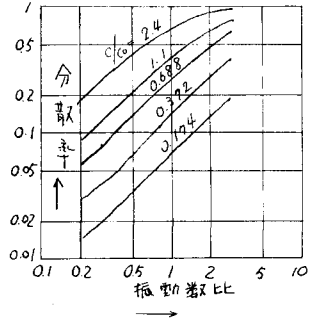


図-5 分散率

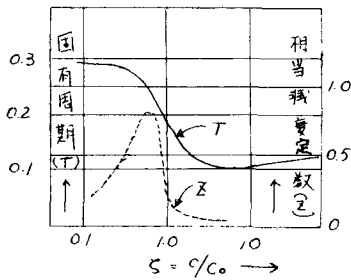


図-6 自由振動実験結果

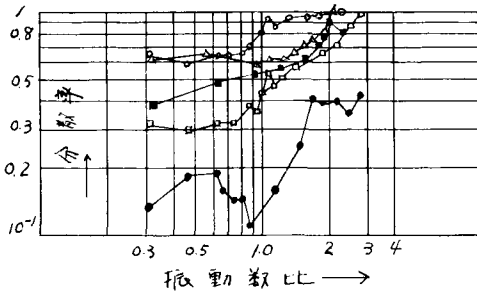


図-7 分散率実験結果

3. 考察

今回の1連の実験結果からして簡単に要約すれば次のとおりとされる。

- 1) 自由振動実験結果における固有周期(T)は、最適減衰比(Z_{opt})の前後において理論値に比べなめらかに変化し、相当減衰定数(Z)は右側で傾斜がきつく左側で緩く現われた。理論値との比較においては差はあるが、傾向としては一致している。
- 2) 強制振動における加速度応答倍率は、最大応答値(表-2)の比較においては、おおむね一致している。
- 3) 水平力の分散については振動数比が低い範囲においては、分散率が全般的に高めに出現しておりその比が高い範囲では、分散率は一致。表-3 加速度応答倍率実験結果としてあり、設計時において問題としていた上部工の水平力の分散効果については、理論値よりも全例であることが確かめられた。

4. おわりに

今回実施した模型振動実験は、外力が正弦波であるので実験との地震における解析値とは直接比較することは出来ないが、目的としている水平力の分散、応答倍率等については両者間の相違がある程度把握できた。粘性セメント型ストッパー・多径間連続桁の使用は当公団でも、はじめてでもあり実施されたならば、追跡調査を行ないその動さをとらえたい。おわりに本実験をはじめストッパーを用いた多径間連続桁の高架道路への適用に関し山田善一教授に主査とする当公団技術審議会附設設計分科会委員のご指導に對し謝辞を表す。

実験No	ζ%	理論値	実験値
8-1	0	—	—
9-1	0.174	3.0	(<) 3.4
10-1	0.372	1.8	(>) 1.2
11-1	0.688	1.4	(≒) 1.5
12-1	1.100	1.5	(<) 2.3
13-1	2.404	2.8	(<) 3.9
14-1	—	—	—
8-2	—	—	—
9-2	0.174	3.4	(>) 2.1
10-2	0.372	2.1	(>) 1.4
11-2	0.687	1.4	(≒) 1.4
12-2	1.127	1.65	(<) 2.5
13-2	1.973	2.6	(<) 4.0
14-2	—	—	—

(最大応答値との比較)

表-3 加速度応答倍率実験結果