

ハ千代エンジニアリング(株)	正員	中田 恒和
阪神高速道路公団	正員	松村 駿一郎
阪神高速道路公団	正員	水元 義久

1 まえがき 都市内高速道路における高架橋の伸縮継手はその耐久性・維持補修さらに車両走行に伴う振動・騒音等問題点が多く、このような伸縮継手を省略した耐震性を向上させる意味からも多径間連続橋形式が注目されている。阪神高速道路大阪西宮線吉野・玉川工区では7径間連続橋形式(一固定脚)を採用するにあたり、地震時上部工水平力を固定脚に集中させないため可動脚頂部に粘性せん断型ストッパーを取付けストッパー抵抗により上部工水平力を可動脚にも分散させようとした。粘性せん断型ストッパーとは常時の温度変化等による比較的緩慢な橋の運動には抵抗せず、地震時の急激な運動に対してはせん断抵抗力を発生し可動脚に水平力を伝達するものである。

2 解析モデルと計算条件

解析モデルとしては抗基礎の弾性変形を考慮し、弾性バネで支持された平面骨組構造とした多質点モデル(図-1)と基礎の水平および回転変形ならびに

脚柱の曲げ変形を考慮した等価バネと橋および各橋脚の等価振動質量(30%)とからなる2自由度の簡略モデル(図-2)を考えた。応答計算は入力として十勝沖地震(ハチ記録)を用い、構造減衰 $\gamma = 5\%$ で直接積分法(ニューマルクの β 法)で行った。

3 橋-可動脚間の相対量について

右図に橋と可動脚の相対変位の様子を示した。

可動脚にストッパーがなく摩擦だけの場合(図-3)には相対変位がほぼ一定のまま振動したり大きな波によって滑りが発生する現象が見られ摩擦の特徴が現われている。一方、ストッパーの粘性減衰係数 C が $500 \frac{\text{t}}{\text{cm}}$ で摩擦を無視した場合(図-4)はなめらかな波形となり、波形中心が片側にずれ込むが最終的にはもとの位置に引きもどっておりストッパーの粘性挙動を示したものと考える。さらに摩擦を考えると相対量が減少し波形がくずれ摩擦の特徴が現われる。(図-5、図-6) 次に摩擦係数 μ をパラメータにストッパーの粘性減衰係数 C と最大相対変位および最大相対速度の関係を示した。(図-7、図-8) 相対変位・相対速度ともに C および μ が大きいほど小さくなり耐震上有利と

図-1 多質点モデル

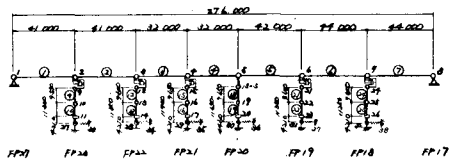


図-2 簡略モデル

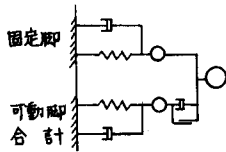
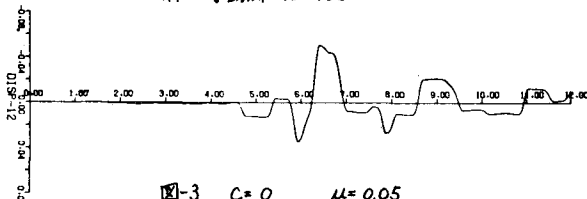
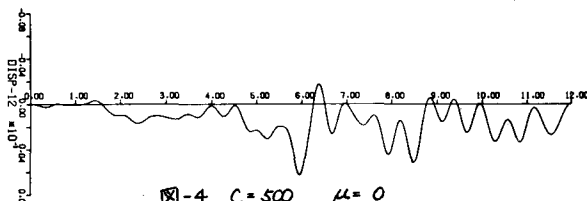
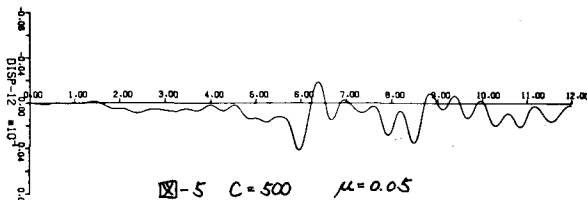
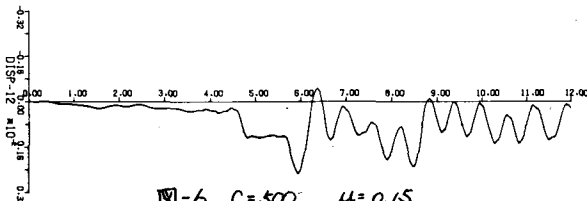


図-3 可動脚 相対変位

図-3 $C=0$ $\mu=0.05$ 図-4 $C=500$ $\mu=0$ 図-5 $C=500$ $\mu=0.05$ 図-6 $C=500$ $\mu=0.15$

なる。またストッパーの大きさはストッパーに発生する相対速度で決まるのに μ が大きければストッパーを小さくすることも可能となろう。

4 地震時上部工水平力の分散について

図-9に μ をパラメータとし C と固定脚ならびに可動脚頂部に作用する水平力の関係を示した。同図によれば C および μ が大きいほど可動脚への分散は良くなり、 $C=1000 \frac{t \cdot ABC}{cm}$ ではほぼ橋脚の剛性比に等しく分散された。(固定脚のみ抗列が1列多い) μ の影響は C が小さいほど大きく $C \geq 300 \frac{t \cdot ABC}{cm}$ では μ の値に拘らずほぼ同一の分散を示した。またストッパーに依る抵抗力(せん断力)は $\mu=0$ では可動脚頂部に依る水平力そのものであり、 $\mu=0.05 \sim 0.15$ では可動脚頂部水平力よりそれぞれの摩擦力を差引いた力と考えられる。したがって C が大きいほど μ の違いにより現われるストッパー抵抗力の差が大きくなる。図-10に $C=500 \frac{t \cdot ABC}{cm}$ における入力地震波の違いによる影響を示したがエルセントロを入力した場合の方が応答値が大きく分散はやや悪くなった。表1、2に $C=500 \frac{t \cdot ABC}{cm}$ における多質点モデルと簡略モデルの応答値を示した。全般に多質点モデルの方が大きな応答値を示し、 μ の違い($\mu=0$ と 0.05)により相対変位・相対速度に差が現われたが他の応答値・分散率には差を生じなかった。

5 あとがき

実設計では摩擦を無視した動的解析により分散を検討し $C \geq 300 \frac{t \cdot ABC}{cm}$ のストッパーを用いることとし、下部の設計は震度法($K_H=0.27$)による上部工水平力を橋脚剛性比で各橋脚に分散させた。摩擦を無視したことは C が大きければ μ の分散率に対する影響はほとんどないことストッパーにとって安全側であることで評価できる。一方、ストッパーの減衰効果と考えた場合にはかなり小さな C を選定する必要があり、摩擦の影響を含めた検討が望ましい。

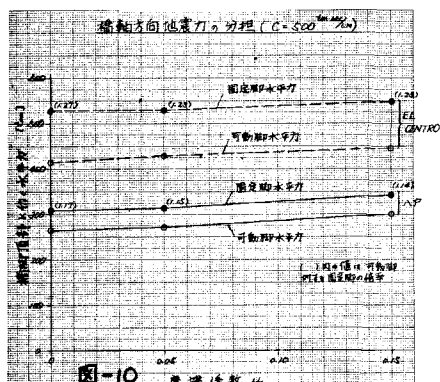


表-1
($C=500 \frac{t \cdot ABC}{cm}$)
($\mu=0$)

表-2
($C=500 \frac{t \cdot ABC}{cm}$)
($\mu=0.05$)

橋脚	応答値	橋脚頂部変位 (cm)	橋脚頂部速度 (cm/sec)	橋脚頂部加速度 (m/sec ²)	橋脚頂部相対変位 (cm)	橋脚頂部相対速度 (cm/sec)	橋脚頂部相対加速度 (m/sec ²)
多質点モデル	FP 18	4.78	40.1	324	0.71	3.55	350 (17.0)
	19	4.75	39.8	323	0.68	3.40	336 (16.8)
	20 (固定脚)	4.64	39.7	320	—	—	366 (17.6)
	21	4.72	39.5	321	0.67	3.30	328 (16.0)
	22	4.73	39.5	322	0.68	3.37	335 (16.3)
	23	4.75	39.8	324	0.69	3.44	341 (16.6)
簡略モデル	固定脚	2.53	27.0	249	—	—	309 (15.0)
	可動脚	2.56	26.8	249	2.63	2.64	264 (14.2)

橋脚	応答値	橋脚頂部変位 (cm)	橋脚頂部速度 (cm/sec)	橋脚頂部加速度 (m/sec ²)	橋脚頂部相対変位 (cm)	橋脚頂部相対速度 (cm/sec)	橋脚頂部相対加速度 (m/sec ²)
多質点モデル	FP 18	4.81	40.7	327	0.78	3.00	352 (17.0)
	19	4.79	40.4	325	0.78	2.93	338 (16.8)
	20 (固定脚)	4.74	40.3	322	—	—	374 (18.1)
	21	4.75	40.0	323	0.51	2.97	328 (15.8)
	22	4.76	40.1	325	0.50	2.98	336 (16.2)
	23	4.79	40.4	327	0.78	2.92	343 (16.6)
簡略モデル	固定脚	2.59	27.5	258	—	—	314 (15.8)
	可動脚	2.66	27.4	260	0.71	2.18	272 (14.25)

