

免震支承・ダンパーが連続高架橋の振動特性に及ぼす影響

九州産業大学 ○学生員 杉浦高明 八代高専 正 員 光永清司
九州産業大学 正 員 水田洋司 佐賀大学 正 員 井嶋克志

1. はじめに 兵庫県南部地震における道路橋落橋事故の原因は、大きな地震力による支承部と橋脚部の損傷によるものがほとんどであった。今後、このような事故が起きないために免震を考慮した連続橋の採用が望まれている。本研究は、免震支承・桁尻ダンパーが連続高架橋の振動特性に及ぼす影響を動的解析により検討したものである。

2. 解析理論 本研究で用いた動的解析法は、まず桁重量及び支承を含めない各橋脚の自由振動解析を行った後、各橋脚単体のモードを使用し、橋脚と桁のせん断力の連続条件を用いて橋梁全体の時刻歴応答計算を行うものである。本法の利点は、応答計算の自由度は橋脚の要素分割数に依存せず、精度良い計算が可能となる点である。全体の時刻歴応答計算を行う場合、計算時間もさることながら、地震波の主たる振動数域を超えた高次モードも含めて計算するため、入力地震波の時間刻みに対する精度に疑問が残る。本法では、あらかじめ橋脚の振動モードの取捨を行うことにより、これを解消した。

3. 解析モデル 図-1に解析モデルを示す。解析には、「免震設計マニュアル(案)」のPC橋の設計例を使用した。また、免震支承の履歴特性は、非免震橋を想定した線形モデルと免震橋を想定した非線形モデルの2種類として、エネルギー吸収の違いによる振動特性の影響を検討した。また、P1, P6の桁尻にダンパーを取り付け、その効果についても調べた。入力地震波は、図-2の板島橋地震波を使用し、最大加速度が10～600 galの場合の応答計算を行った。図-3に免震支承の履歴特性を示す。

4. 解析結果 図-4は、桁と各橋脚の最大加速度応答値を示したものである。非線形モデルの桁及び橋脚の応答値は、線形モデルに比べて低くなっており、また、桁の応答値が橋脚の応答値を下回っていることから免震効果が良く現れているといえる。図-5の最大応答変位においても、線形モデルに比べて非線形モデルの橋脚の応答値が低くなっている。図-6は、桁尻ダンパーを付けて、入力加速度を一定にした時の粘性減衰係数と最大加速度応答値の関係を示したものである。線形モデルでは、桁尻ダンパーを付けることによって桁の応答値をかなり低減させることが出来るが、非線形モデルでは、粘性減衰係数を増加させても、桁の応答値は100gal程度しか低減しなかった。図-7の最大応答変位においても、線形モデルに比べて非線形モデルの桁の応答値の低減は小さかった。

5. 結果 今回の解析では、提案されている免震設計マニュアルに従って設計すれば、大きな地震波に対しても十分にエネルギー吸収効果のあることが判った。また、桁尻ダンパーについては免震支承との併用では、その効果があまり現れず、むしろ分散支承との併用が望ましいことがわかった。

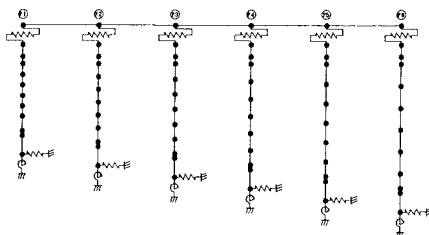


図-1 解析モデル

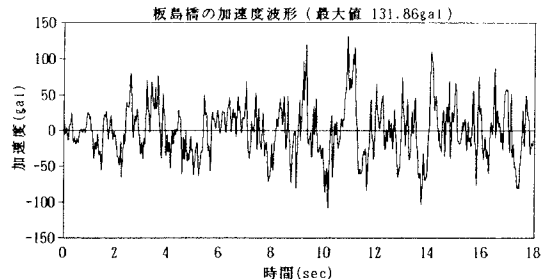


図-2 入力地震波

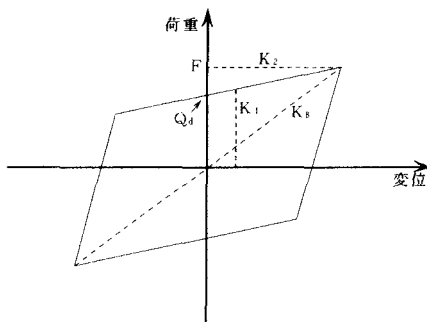


図-3 免震支承の履歴特性

表-1 支承の諸元

橋脚	P1	P2	P3	P4	P5	P6
支承個数	2	2	2	2	2	2
等価剛性: K_b (tf/m)	2.2519E+03	7.1318E+03	7.9753E+03	6.8429E+03	7.4887E+03	2.6452E+03
等価減衰定数: h_b	2.5931E-01	2.3630E-01	2.1029E-01	2.4417E-01	2.2581E-01	2.3175E-01
一次剛性: K_1 (tf/m)	4.4655E+03	1.2311E+04	1.2650E+04	1.2453E+04	1.2573E+04	4.5502E+03
二次剛性: K_2 (tf/m)	6.8699E+02	1.9248E+03	1.9462E+03	1.9155E+03	1.9346E+03	7.0004E+02
降伏荷重: Q_d (tf)	24.10	64.15	64.15	64.15	64.15	24.10

表-2 橋脚の諸元

橋脚	P1	P2	P3	P4	P5	P6
橋脚高さ(m)	9.00	10.20	11.40	12.60	13.80	15.00
断面2次モーメント(m^4)	6.253	12.505	12.505	12.505	12.505	6.253
断面積(m^2)	6.125	12.250	12.250	12.250	12.250	6.125
重量(tf)	398.00	373.75	352.25	289.60	321.00	275.6
基礎の水平方向定数(tf/m)	203,300	406,600	406,600	542,100	542,100	271,300
基礎の回転方向定数(tf·m/rad)	2,848,000	5,694,000	5,694,000	11,950,000	11,950,000	5,976,000

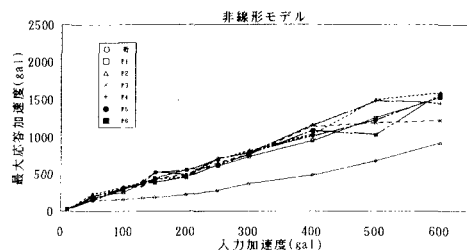
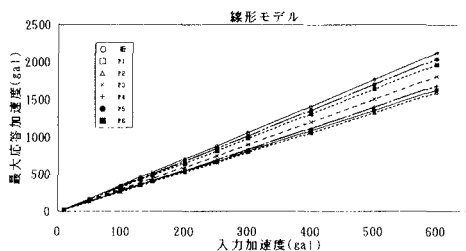


図-4 入力加速度と最大応答加速度

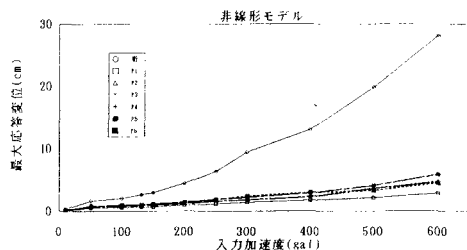
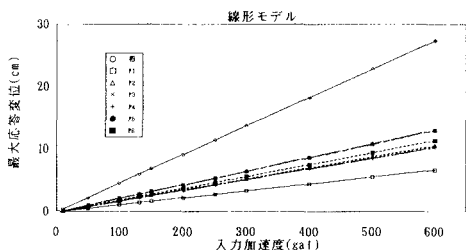


図-5 入力加速度と最大応答変位

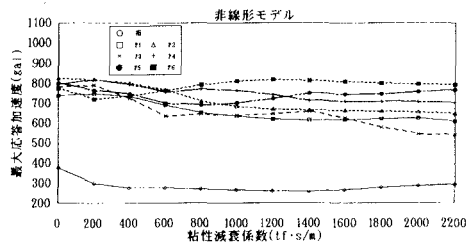
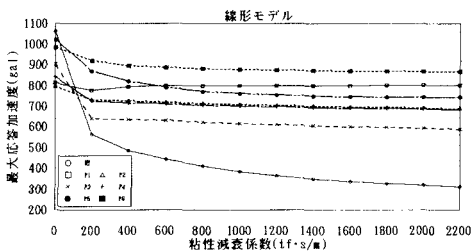


図-6 粘性減衰係数と最大応答加速度

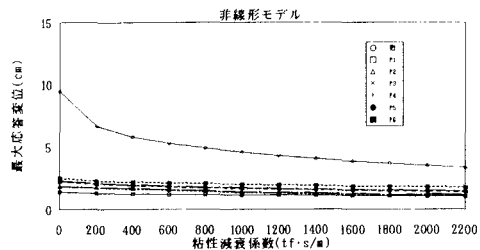
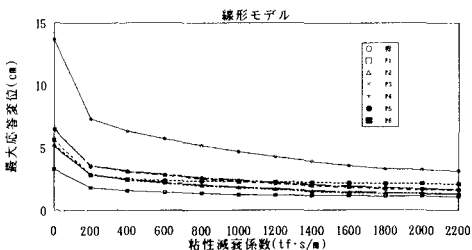


図-7 粘性減衰係数と最大応答変位

参考文献 1)「道路橋の免震設計法マニュアル(案)」 建設省 財団法人土木研究センター