

免震支承・ダンパーが連続高架橋の動的応答に及ぼす影響について

(株)オリエンタルコンサルタンツ ○正 員 杉浦高明 九州産業大学 正 員 水田洋司
佐賀大学 正 員 井嶋克志 九州産業大学 学生員 岬 智浩

1.はじめに 兵庫県南部地震で橋梁構造物は甚大な被害を蒙った。復旧仕様によれば、連続高架橋では免震支承の使用が望ましいと提案されている。免震支承の使用目的は橋梁を長周期化して橋梁に作用する慣性力を低減させ、減衰機能を付加して変位応答が過大になるのを防ぐことにある。本研究では、免震支承・ダンパーが連続高架橋の動的応答に及ぼす影響を時刻歴応答解析により検討した。

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、応答計算の自由度が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領域を超えた高次モードも含めて計算するため、必要な時間刻みが小さくなり、入力地震波の時間刻みに対する補間が必要となる。本法では、あらかじめ橋脚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、文献1)の鋼橋の設計例を使用した。また、支承の履歴特性は、分散支承を想定した線形モデルと免震支承を想定したbi-linearモデルの2種類とし、エネルギー吸収の違いが動的応答に及ぼす影響を検討した。また、各支承に同じレベルのダンパーを付けた場合と桁尻にダンパーを取り付けた場合について、その効果を調べた。入力地震波には、図-2の板島橋地震波を使用し、最大加速度が10～600 gal時の最大応答を求めた。図-3にbi-linearモデルの履歴特性を示す。

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。免震支承の桁及び橋脚の応答値は、分散支承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よく現れているといえる。図-5の最大応答変位においても、分散支承に比べて免震支承の橋脚の応答値が低くなっている。図-6は橋脚基部の最大曲げモーメントを示したグラフである。入力加速度600gal時の免震支承の応答値は分散支承の約1/2であり、免震設計をすることにより橋脚にかかる負担を低減できる事がわかる。図-7は、桁尻にダンパーを付けて、入力加速度を300galにした時の粘性減衰係数と最大応答変位の関係を示したものである。分散支承では、桁尻にダンパーを付ける事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、免震支承では、粘性減衰係数を増加させても、桁の応答値に大きな低減は見られなかった。また、各免震支承にダンパーを取り付けた場合の効果は、桁尻にダンパーを付けた場合より小さかった。

5.結果 今回の解析では、提案されている「道路橋の免震設計法マニュアル(案)」に従って免震設計すれば、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。すなわち免震支承のエネルギー吸収により、橋脚への地震力を小さくすることができ、橋脚変位、橋脚天端の加速度を小さくすることが可能である。また、連続高架橋へのダンパー付設の際には、支承は分散支承とし、ダンパーは桁尻に付設する方が減衰効果は大きいことも判明した。

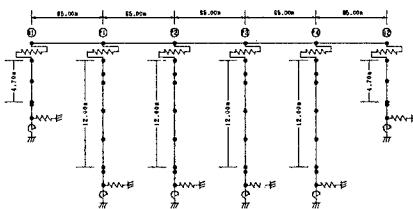


図-1 解析モデル

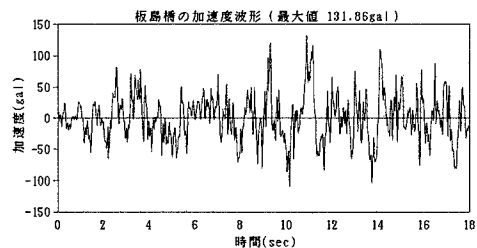


図-2 入力加速度

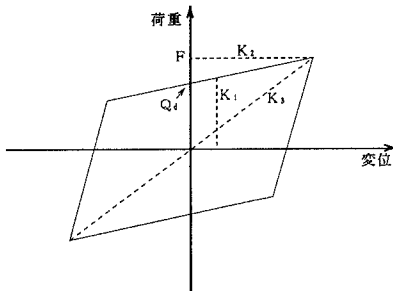


図-3 bi-linearモデルの履歴特性

表-1 支承部の諸元

橋脚	A1	A2	P1	P2	P3	P4
支承係数	2	2	2	2	2	2
等価剛性: K_B (tf/m)	1.3566E+03	1.3566E+03	7.8141E+03	7.8141E+03	7.8141E+03	7.8141E+03
等価減衰定数: h_B	2.7093E-01	2.7093E-01	2.1598E-01	2.1598E-01	2.1598E-01	2.1598E-01
一次剛性: K_1 (tf/m)	2.9814E+03	2.9814E+03	1.2645E+04	1.2645E+04	1.2645E+04	1.2645E+04
二次剛性: K_2 (tf/m)	4.5580E+02	4.5580E+02	1.9453E+03	1.9453E+03	1.9453E+03	1.9453E+03
降伏荷重: Q_d (tf)	35.30	35.30	106.80	106.80	106.80	106.80

表-2 橋脚の諸元

橋脚	A1	A2	P1	P2	P3	P4
橋脚高さ (m)	4.70	4.70	12.00	12.00	12.00	12.00
断面2次モーメント (m^4)	9.65	9.65	9.84	9.84	9.84	9.84
断面積 (m^2)	28.25	28.25	15.20	15.20	15.20	15.20
質量 (tf)	751.41	751.41	1005.61	1005.61	1005.61	1005.61
基礎の水平 α 定数 (tf/m)	256,300	256,300	256,300	256,300	256,300	256,300
基礎の回転 α 定数 (tf-m/rad)	12,341,300	12,341,300	10,150,800	9,727,200	9,727,200	10,150,800

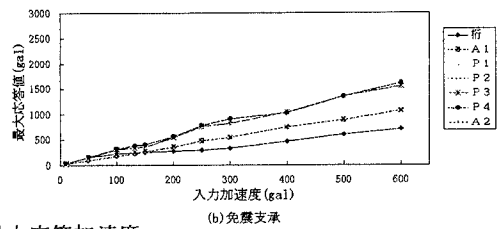
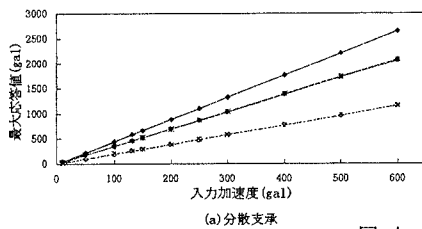


図-4 入力加速度と最大応答加速度

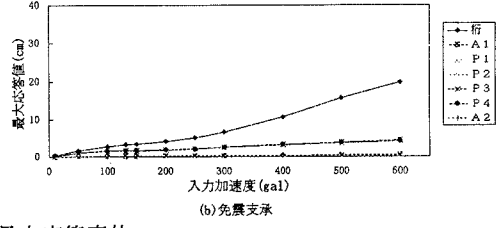
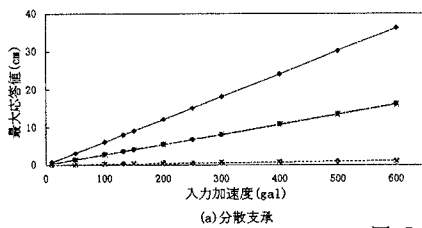


図-5 入力加速度と最大応答変位

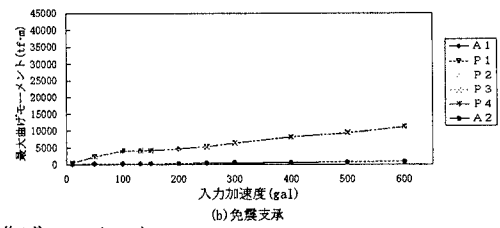
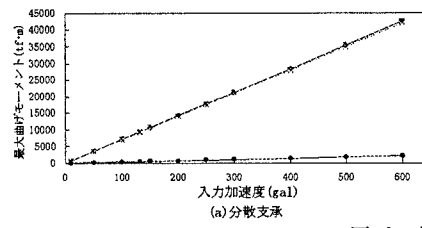


図-6 橋脚基部の最大曲げモーメント

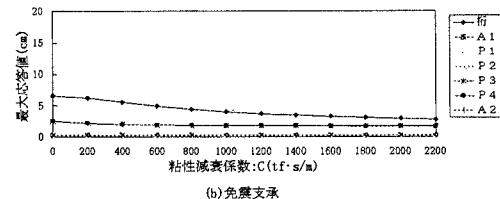
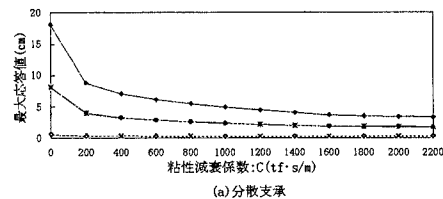


図-7 粘性減衰係数と最大応答変位

参考文献

- (財)土木研究センター：道路橋の免震設計法マニュアル(案)、建設省、1992年10月。