

I-484

免震橋の模型振動実験

建設省土木研究所 正会員 川島 一彦
 建設省土木研究所 正会員○長谷川金二
 建設省土木研究所 正会員 吉田 武史
 首都高速道路公団 正会員 恵谷 舜吾

1. まえがき

従来の道路橋の耐震設計では、基本的に地震に対して力で対抗するという、いわゆる「耐震設計」が行われてきた。これに対して、地震の揺れから免れるという「免震設計」が、最近、注目を浴び、解析及び実験の両面から研究が進められている。道路橋は、本来、支承という構造要素を一般的には持っており、道路橋への免震設計を適用性を考えた場合に、この支承を免震装置に取り替えるだけで比較的簡単に免震橋とすることができる。ただし、ふつうの橋に比べて増大する上部構造と下部構造の相対変位をどうするか等、実際に免震効果を期待して実橋への適用を図るためには、さらに検討を要する点がいくつかある。そこで、建設省土木研究所と首都高速道路公団では、実橋への免震設計の適用を検討するため、昨年度に引続き免震橋の模型振動実験を行ったので、以下にその概要を報告する。

2. 実験内容

2. 1 免震橋及び免震装置

実験で用いた免震橋は、写真1に示すように、両方のけた端を鋼製橋脚(高さ2.28m)で支持された単純けた橋(支間長6m)である。また、実験に用いた免震装置は、写真2に示す鉛プラグ入り積層ゴム支承(支承直径20cm、鉛プラグ直径3cm、総ゴム厚100mm、ゴム層数20層)及び高減衰積層ゴム支承(直径18.5cm、総ゴム厚62mm、ゴム層数31層)の2種類である。実験では、各橋脚の上に2個ずつの支承を設置したので、上部構造の全重量は40tonfであるから、支承1個当りが受け持つ鉛直力は10tonfになる。また、免震支承と比較するため、片側の橋脚上の支承を固定、もう片側の支承を可動とした場合の振動実験も行った。

2. 2 実験手順

振動実験では、まず、入力加速度の値を10gal, 20gal, 及び40galとし、振動数を変化させた正弦波による加振を行い、各タイプの基本的な振動特性を把握した。次に、1978年宮城県沖において開北橋近傍地盤上で観測された記録、及び1983年日本海中部地震において八郎潟干拓堤防上で観測された記録(ただし、時間軸を半分に縮めた)を入力地震動とし、加速度を順次、変化させ、加振した。ここで、両記録を選んだのは、前者では比較的短周期の成分が卓越するのに対して、後者では長周期の成分が卓越するため、それぞれの入力に対する免震効果に差があると考えたためである。計測項目は、フーチング上の加速度、けた上の加速度、支承の相対変位等である。また、振動実験に先立ち、支承単体の荷重～変形特性を把握するため、10tonfの圧縮荷重下におけるくり返しせん断実験を行った。

3. 実験結果

図-1は、鉛プラグ入り積層ゴム支承において入力加速度40galの正弦波を入力した場合の免震支承に作用した水平荷重とせん断変形との関係を示したものである。荷重と変形の履歴曲線は、安定した紡錘形をしており、この履歴曲線によって囲まれた部分の面積に相当するエネルギーが免震支承によって吸収されたことになる。また、図-2は、図-1に示した履歴曲線から求められた等価剛性とせん断変形、及び等価粘性減衰定数とせん断変形との関係を示したものである。同図には、支承単体のくり返しせん断実験から求められた値も示している。等価剛性については、支承単体の実験から得られた値と正弦波の加振実験から得られた値がほぼ等しく、変形の増大にともなって剛性は指数関数的に減少している。これに対して等価粘性減衰定数については、支承単体の実験に比べて正弦波の加振実験のほうがわずかに小さくなっており、正弦波の加振実験では5mm以上の変位に対して、その大きさによらず約17～18%程度でほぼ一定している。

図-3は、開北橋記録の最大加速度を480galとして入力した場合のフーチング上の加速度(入力加速度)、

橋脚天端における加速度、及びけた上における加速度を示したものである。480galの入力加速度に対して橋脚天端では580galとわずかに増幅されているが、けた上では100galまで低減されている。また、入力加速度及び天端での加速度を見ると短周期の成分が多く含まれてるのに対して、けたでは短周期成分がカットされているのが分かる。図-4は、開北橋記録及び八郎潟記録の入力加速度を順次、大きくしたときのけた上の最大加速度を示したものである。前に示したように、八郎潟記録は長周期成分が卓越しているため、開北橋記録を入力したときほど加速度は低減されていないことが分かる。以上に示した結果は、鉛プラグ入り積層ゴム支承の結果であるが、高減衰積層ゴム支承についても傾向は同様であった。

4. あとがき

今回の実験から道路橋に免震支承を採用した場合の地震応答特性に関する基礎的資料を得ることができた。今後は、この実験結果をもとに支承単体の減衰特性と橋全体の減衰特性との関係等、解析的に検討を進めて行く予定である。

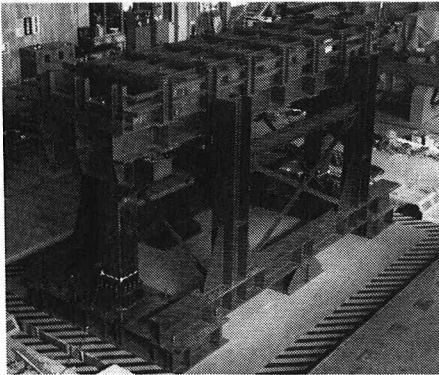


写真-1 免震模型橋

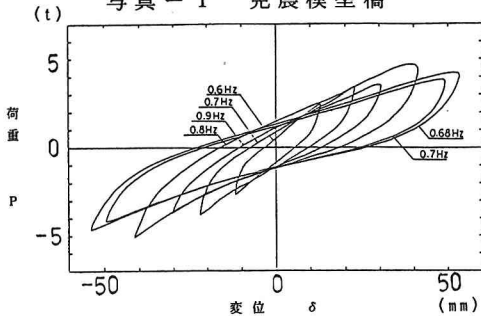


図-1 荷重～変位

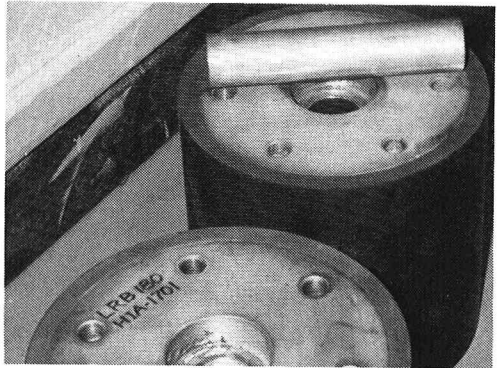


写真-2 免震装置

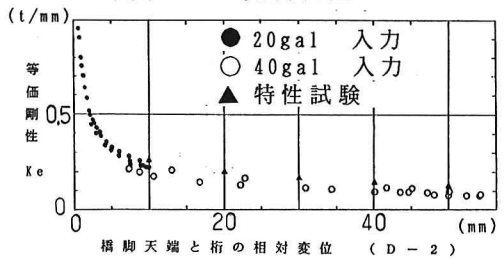


図-2 (a) 等価剛性～変位

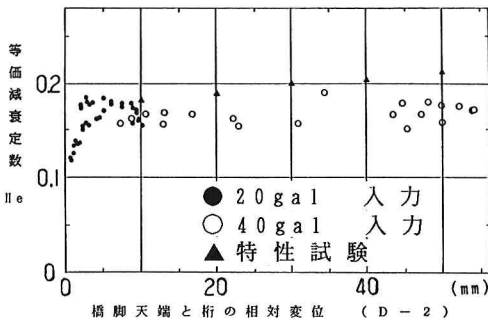


図-2 (b) 等価減衰定数～変位

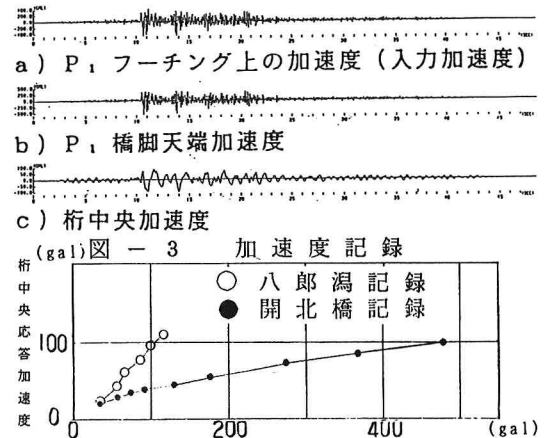


図-3 加速度記録

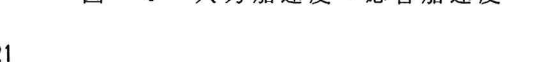


図-4 入力加速度～応答加速度