

I-527 免震支承を用いた模型橋の地震波加振実験

首都高速道路公団 正会員 ○ 小坂 寛 巳
 首都高速道路公団 正会員 山内 博
 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

1. はじめに

免震設計の道路橋への適用については、すでにニュージーランド、米国等で実績があるが、これらの国と日本では地震環境等に相違があり、わが国で使用するためには、まだ、以下のような検討が必要と考える。

①いかなる地震に対しても落橋という不測の事態を防ぐためには、落橋防止装置の設置が必要とされる。

落橋防止装置が作動した場合の免震特性を検討しておく必要がある。

②免震装置については一般に装置単独の試験からその特性を把握し、これを設計に用いているが、これが実際に橋に組み込まれ、地震を受けた場合の免震特性を検討しておく必要がある。

本実験は、上記目的を検討する最初の実験として、実施したもののうち地震波加振実験について報告するものである。

2. 実験概要

実験は図1に示すように、振動台上に、単径間橋梁模型を設置し、各橋脚と桁間に、それぞれ2個の免震支承を設置して行った。免震支承はニュージーランドで開発された Lead Rubber Bearing (鉛プラグ入積層ゴム、LRBと呼ぶ) および建築用 High Damping Rubber (HDRと呼ぶ) の2種類を用いる。上部工重量は約40tである。桁と橋脚との間には、ある一定以上の相対変位を抑えるためにゴムを用いたストッパーを設けた。橋脚は剛な橋脚とし、橋脚の曲げ変形は無視した。実験ケースを表1に示す。

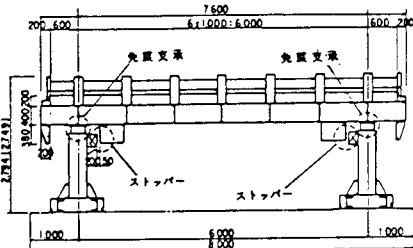


図1 実験状況図

表-1 実験ケース

実験ケース	免震支承	ストッパー	加振条件
1	LRB	なし	開北橋記録, 八郎瀧記録
2	〃	あり	開北橋記録
3	HDR	なし	開北橋記録, 八郎瀧記録
4	〃	あり	開北橋記録

ストッパーの遊間は $e = 2$ 及び 3 cm

3. 実験結果

図2, 3は応答波形である。図4, 5は、振動台の入力加速度と桁に生ずる加速度および変位の関係を示したものである。

図2~5より、①ストッパー無しでは橋脚天端の応答加速度は振動台の入力加速度とほとんど同じである。②桁の中央の応答加速度は入力波や橋脚の応答波形に比べて長周期成分の卓越した応答波形となっている。③桁とストッパーの間に衝突が生じない場合には桁に生じる最大加速度は入力加速度にほぼ比例して増加する。④桁とストッパー間の衝突が生じると桁の変位はストッパーの遊間 + α 程度の値に抑えられるが、反対に桁に生じる加速度は増加する。すなわち、衝突が生じると、橋脚天端に作用する地震時水平力が増大することになる。図6, 7は支承およびストッパーに作用したせん断力の総和とせん断変形の履歴ループである。ストッパーの遊間が2 cmの場合には、明らかに同一のせん断変形に対するせん断力が大きくはね上がっている。これは、桁と橋脚の間に生じた衝突により、桁の加速度応答が大きくなる結果、橋脚に作用するせん断力も大きくなったことを示している。図8, 9は履歴ループから算定した等価減衰定数及び等価剛性である。同図には免震支承単体での特性試験結果も併記した。等価剛性は振動実験と特性試験結果は良く似た傾向を示し、又、等価剛性の変位振幅依存性を示している。等価減衰定数は0.10~0.15程度を示すが試験方法の違いによる差異が認められる。

4. まとめ

①免震支承を用いることにより、橋に生ずる加速度応答は低下し、この分だけ橋脚に作用する地震時水平力は減少する。②桁とストッパーとの間の遊間が両者間の相対変位よりも小さく衝突が生じると、桁の加速度

応答、すなわち、橋脚天端に作用する地震時水平力は衝突が生じない場合に比較して大きくなる。どの程度大きくなるかは、遊間、入力地震動特性、緩衝材の剛性等によって変化するため、実橋を想定した検討が必要とされるが、実験を観察した範囲では以下の方策が有効ではないかと考えられる。

ア) 設計地震程度までは、桁とストッパーの衝突が生じないように必要な遊間を設ける。すなわち、主要構造部材は基本的に設計で想定した状況と同じ状態で振動できるようにする。

イ) 設計地震以上の地震が生じた場合には、ストッパーで過度な桁の振動を抑止する。ただし、適当な緩衝材を設けて、衝突による衝撃を極力やわらげる。

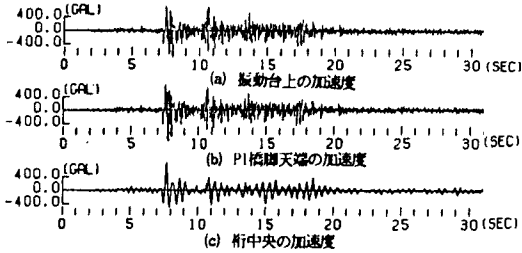


図2 LRB開北橋記録2ストッパー無し

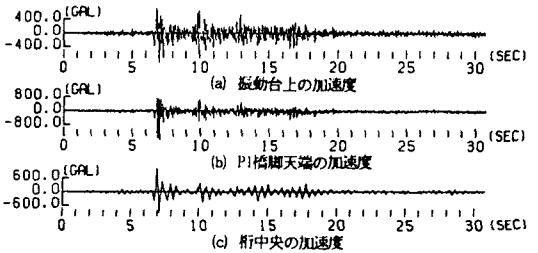


図3 LRB開北橋記録2ストッパー遊間2cm

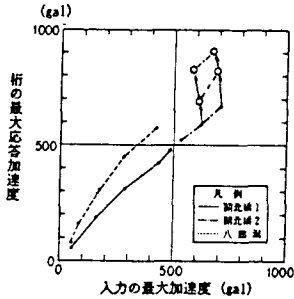


図4 LRB桁応答加速度

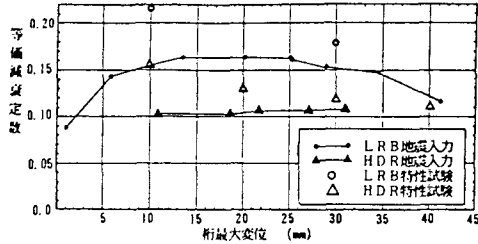


図8 等価減衰定数

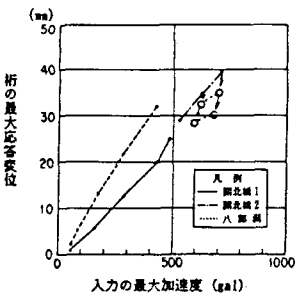


図5 LRB桁応答変位

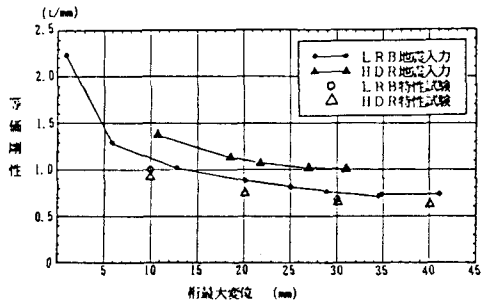


図9 等価剛性

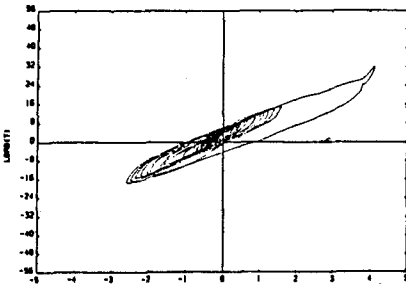


図6 LRB開北橋記録2ストッパー無し履歴ループ

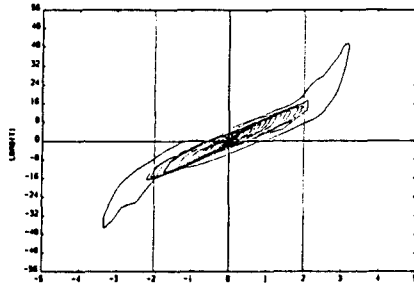


図7 LRB開北橋記録2ストッパー遊間2cm履歴ループ