

I - 378

高減衰ゴム支承およびすべり摩擦型支承の免震効果に関する実験的研究

東京大学大学院 学生員 矢納 康成 中部大学工学部 正員 山田 善一
京都大学工学部 正員 家村 浩和 京阪電気鉄道(株) 正員 野村 武司

1. はじめに

ニュージーランドにおいては、鉛入り積層ゴム支承を中心に免震ゴムの研究が盛んに行われているが、日本でも最近になってようやく免震ゴムの開発が盛んに行われるようになった。本研究においては3台のアクチュエーターを用いた载荷システムによって、橋梁用の高減衰ゴム支承、さらに積層ゴム・摩擦ダンパー併用型支承の静的载荷実験、ハイブリッド地震応答実験、およびハイブリッド共振応答実験を行い、これらの支承の地震応答特性や免震効果について比較、検討した。

表-1: 供試体の形状と材質

2. 実験概要

今回の载荷実験には同研究室において1990年に開発された実験システム²⁾を用いた。その実験システムとは鉛直に設置された2台のアクチュエーターにより水平载荷ビームを介して免震支承に40tfの軸力を与え、もう1台のアクチュエーターにより免震支承を水平方向にせん断変形させるものである。

	総厚(mm)	ゴム総厚(mm)	プレート(mm)	備考
HDR1	84	54(609)	5@6	高減衰ゴム使用
HDR2	58	40(410)	3@6	高減衰ゴム使用
SRB1	積層ゴム部分はHDR1を使用		摩擦面：(400×330mm) 純テフロン&ステンレス	
SRB2	積層ゴム部分はHDR2を使用			
SRB1 no-packing	SRB1からパッキン材を取り除いたもの。			

静的载荷実験にあたっては、一定の鉛直荷重下(40tf)で、免震支承を強制的に水平方向にせん断変形させた。変位振幅は±14mmからスタートし、14mm幅で増加させた。

ハイブリッド応答実験では、免震支承を有する構造物を1自由度としてモデル化した。このモデルの運動方程式は次式により表される。

$$m\ddot{u}_t + c\dot{u}_t + [f_t]_{\text{expt}} = -m\ddot{z}_t \quad \dots (1)$$

オンラインの応答計算においては、復元力項 $[f_t]_{\text{expt}}$ を载荷実験により検出し、式-(1)に取り込んで構造物全体の応答を計算する。また、構造物の粘性減衰は1%とした。入力地震波は道路橋示方書に示された第1種から第3種地盤用の地震波形を用いた。

今回の実験に供試体として用いた免震支承は次の5種類である。厚さの違う高減衰ゴム支承2体(HDR1, HDR2)、厚さの違う積層ゴム・摩擦ダンパー併用型支承2体(SRB1, SRB2)、SRB1からゴム製パッキン材を取り除いたもの(SRB1 no-packing)。(表-1参照) また、SRB1の構造は図-2に示す。

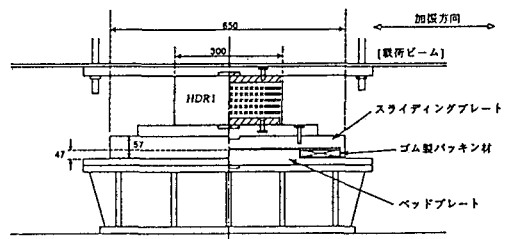


図-2: SRB1の設計図

3. 実験結果および考察

図-3に静的载荷実験より得られた変位-復元力履歴曲線を示す。SRBにおいては、スライディングプレートの変位も測定したので支承全体を摩擦ダンパー部分(SLIDE)と積層ゴム部分(HDR)に分離した。さらに、その摩擦ダンパー部分を摩擦力のみによる部分(Semi-Experimental Frictional Force)とゴム製パッキン材のみの部分(PACKING)に分離した。摩擦力のみによる履歴曲線はSRB1 no-packingの履歴曲線を参考に計算した。SRB2の各要素への履歴復元力特性の分離過程を図-3に示す。履歴曲線の最大ループの面積比をSLIDE, HDR, Semi-Experimental Frictional Force, packingの順に並べるとSRB1では14:9:7:7, SRB2では17:4:

7:10となる。この結果よりSRBにおいて摩擦ダンパー部分での履歴減衰が非常に大きいと分かる。また、ゴム製パッキン材は予想に反して大きな履歴減衰を示した。第2種地盤用の地震波を入力したハイブリッド応答実験の結果得られる履歴曲線と加速度応答時刻歴を図-4に示した。但し、SRB1 no-packingについてはHE-1のものをを用いた。最大入力加速度に対する最大加速度の応答倍率は、HDRでは80%台、SRBでは70%台となっている。また、最大応答変位より求めた等価減衰定数は、SRB1の方がHDR1よりも、またSRB2の方がHDR2よりも5%程度大きくなっている。さらに最大応答加速度より求めた等価減衰定数は10%以上もSRBの方が大きくなっている。この結果SRBが優れた免震性能を有していることが分かった。最後にSRB1 no-packingについてであるが、SRB1 no-packingは最大加速度の応答倍率を70%以下に抑えており、また最大加速度より求めた等価減衰定数の値も30%以上となっている。このように加速度応答には優れた免震性能を有するが、変位応答に関しては全く免震効果はなかった。

4. まとめ

静的載荷実験およびハイブリッド応答実験の結果より、摩擦ダンパー部分は大きな減衰能を有しており、SRBが有効であると分かった。しかし、SRBに大きな地震波を入力すると摩擦ダンパー部分に浮き上がりが発生するのでこの点を改良する必要がある。

【参考文献】

- 1)建設省土木研究所「道路橋の免震構造システムの開発に関する共同研究報告書（その2）」1991年11月
- 2)山田・家村他「ハイブリッド地震応答載荷実験手法による高減衰ゴム支承の免震効果」土木学会構造工学論文集Vol. 37A, 1991年3月

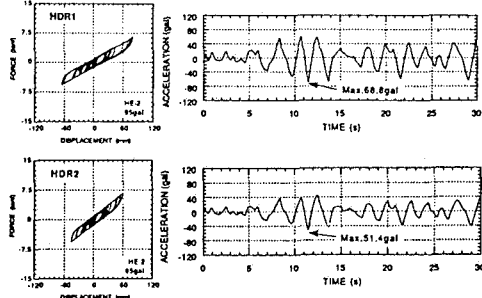


図-4: ハイブリッド実験による履歴曲線と加速度応答

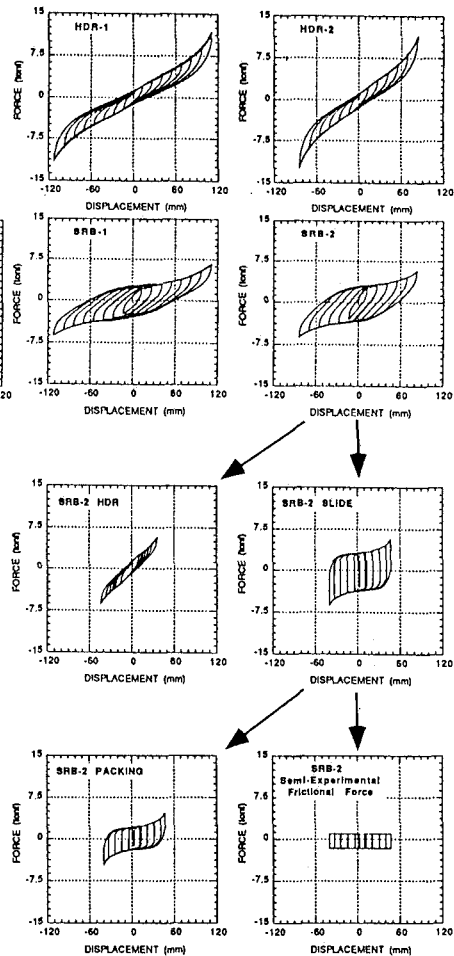


図-3: 静的載荷実験より得られた履歴曲線

