

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 正員 野村 武司 東京大学大学院 学生員○矢納 康成

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載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載荷実験、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。また、特に積層ゴム・摩擦ダンパー併用型支承については詳細に検討し、考察も述べた。

2. 実験概要

今回の実験に用いたシステムの全体図を図-1に示す。

(静的載荷実験)

一定の鉛直荷重下(40tf)で、強制的に水平方向にせん断変形させる実験である。変位振幅は±14mmからスタートし、14mmずつ大きくしていく。

(ハイブリッド応答実験)

免震支承を有する構造物を1自由度化して、ハイブリッド実験を行った。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 $[f_t]_{\text{expt}}$ を載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種地盤用の地震波波形を用いた。

(供試体の種類)

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。

3. 実験結果および考察

(静的載荷実験)

図-3に静的載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し

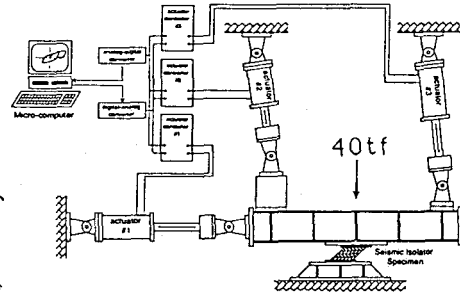


図-1: 実験システムの概要

表-1: 供試体の形状と材質

	総厚 (mm)	ゴム総厚 (mm)	プレート (mm)	備考
HDR 1	8 4	5 4 (509)	5 @ 6	高減衰ゴム使用
HDR 2	5 8	4 0 (4010)	3 @ 6	高減衰ゴム使用
SRB 1	積層ゴム部分はHDR 1を使用		摩擦面: (400×330mm)	純テフロン&ステンレス
SRB 2	積層ゴム部分はHDR 2を使用			
SRB 1 no-packing	SRB 1からパッキン材を取り除いたもの。			

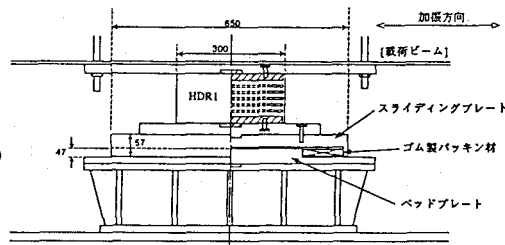


図-2: SRB1の設計図

て計算した。(SRB1,SRB2両方とも同様に分離したが、図-3ではSRB2のものだけを示す。)

履歴曲線より得られる等価減衰定数においてHDRとSRBを比べるとSRBの方が大きい値となっている。また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。

(ハイブリッド応答実験)

第2種地盤用の地震波を入力した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%程度大きくになっている。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の方が大きくになっている。

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が浮いたようにな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」土木学会構造工學論文集Vol.37A, 1991年3月

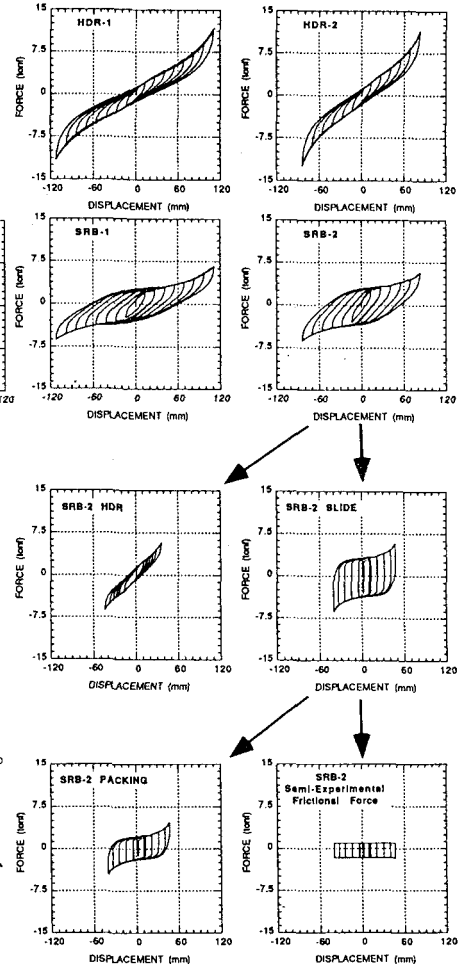
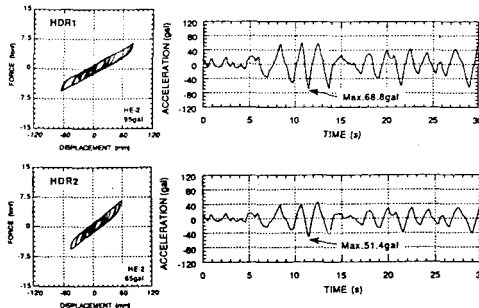


図-3:静的載荷実験より得られた履歴曲線

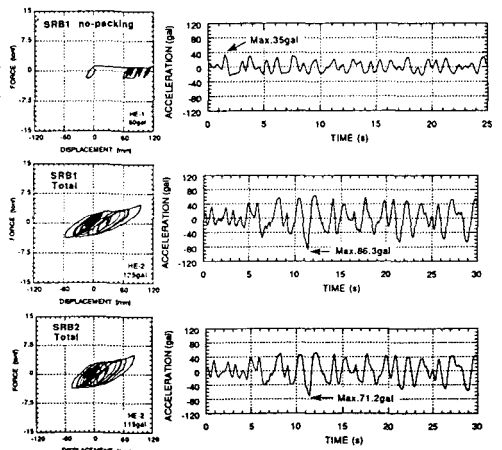


図-4:ハイブリッド実験による履歴曲線と加速度応答