

I-528

鉛プラグ入り積層ゴム支承(LRB)の動的特性試験

オイレス工業 ㈱ 正員 伊関 治郎
建設省土木研究所 正員 川島 一彦
首都高速道路公団 正員 小坂 寛巳

1. まえがき 鉛プラグ入り積層ゴム支承(Lead Rubber Bearing, 以下LRBと略称)は、ニュージーランドで開発され、すでに免震設計の道路橋への適用については、ニュージーランドおよびアメリカで多くの実績を有している。今回我が国の道路橋の免震装置としての使用を検討する為の最初の振動台模型実験が建設省土木研究所で実施されたが、本報ではこれに用いたLRBとその単体試験について報告する。

2. LRBの概要 LRBは、図-1に示すように、一体成形された積層ゴム支承の中央に鉛プラグを圧入したものである。ゴム支承の弾性的な特徴をいかすとともに、ゴム支承内にエネルギー吸収能力のある部材(鉛プラグ)を用いることにより、固有周期の調節と減衰機能、鉛の初期弾性によるトリガー機能等をもつものである。構造がきわめて単純であること、比較的低コストであること、鉛の物理的性質が橋梁用ダンパーとして都合のよいこと、ほとんどメンテナンスフリーであること、などの特徴をもち、ニュージーランドにおける免震装置の主流を占めている(免震橋梁42橋のうち33橋に採用, 79%)。建築物においては、我が国でも数例の免震建物の実績があり、LRBの大きさ $\phi 850 \times 360$, 片振幅500mm(地震時)のものまで施工されている。

LRBの水平荷重～変位の理想化された履歴曲線を図-2に示す。図中、 Q_d : 降伏荷重, K_u : 第1勾配バネ定数, K_d : 第2勾配バネ定数, K_{eq} : 等価バネ定数である。LRBのバネ剛さを表現する指標としては K_{eq} のほかに、等価固有周期 $T_{eq} = 2\pi \sqrt{M/K_{eq}}$ が用いられる。 M はLRBのうける上部工質量である。免震装置としては、 $1.7 < T_{eq} < 2.5(\text{sec})$ が一般的であり、長周期化による下部工への地震時入力への低減と、大きな履歴減衰(等価線形減衰定数として15～20%程度)による応答の減少が期待できる。

3. 試験体 図-3に実験に用いたLRBを示す。一支承当たり10tfの圧縮力を作用させた状態において、水平変位量5cmの場合の等価固有周期0.6秒、等価剛性1.12tf/cmを有するよう設計した。LRBは、直径320mm、一層の厚さ5mmのゴムを厚さ2mmの鋼板ではさみ、合計12層として一体に加硫接着して製作した。ゴムの総厚は60mm、一体成形部の全厚は110mmである。また、鉛プラグの直径は40mmで支承の中央に設けられている。写真-1に断面を示す。

4. 単体試験 製作した8個の試験体すべてについて水平加振試験(振幅 ± 1.0 , ± 3.0 , $\pm 5.0\text{cm}$)を鉛直力10tf 载荷のもとに行ない水平剛性と履歴曲線を求めた。図-4に試験装置を示す。図-5に代表的な履歴曲線を示す。また表-1, 表-2に各変位に対応する等価水平剛性と等価減衰定数の実測値を示した。

5. 考察 実験に供したLRBでは、変位振幅が50mm(ゴム厚の83%)に至るまで、ほぼバイリニア型の履歴曲線を示し、表-1, 表-2に示す通り、8個の供試体間の剛性および減衰の個体差は非常に小さいことが判明した。但し、等価剛性の絶対値は $\pm 5\text{cm}$ における設計値1.12tf/cmに対し平均で1.34tfとなり、約19%大きい値を与えている。これは、試験体が縮小モデルであり、側面外周のゴムのかぶり層(厚さ10mm)の影響を大きく受けたためと思われる。なお、振動台実験後の調査において、試験体およびその特性には殆ど変化がなかったことを附記する。

参考文献 (財)国土開発技術研究センター「免震装置を有する道路橋の耐震設計研究委員会(委員長 片山 恒雄 東大教授)報告書」 昭和63年 3月。

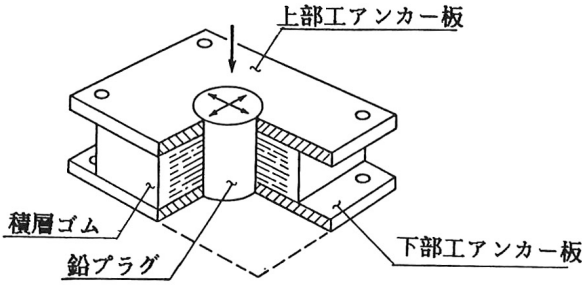


図-1 LRBの概念図

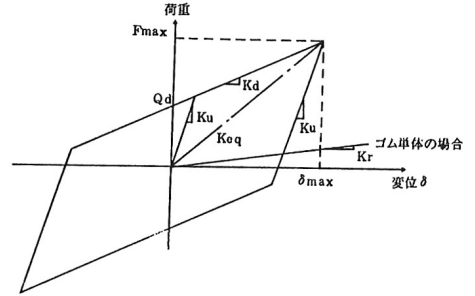


図-2 LRBの理想化された履歴曲線

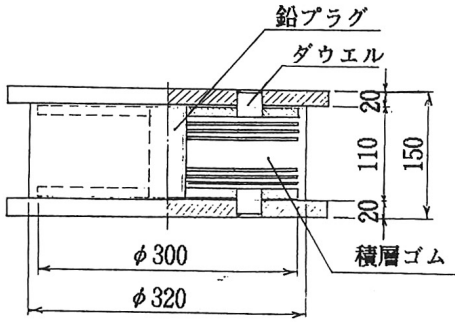


図-3 LRB一般図

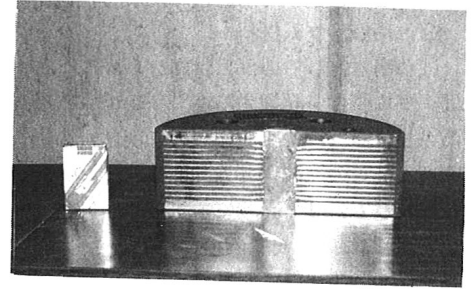


写真-1 LRB試験体の断面

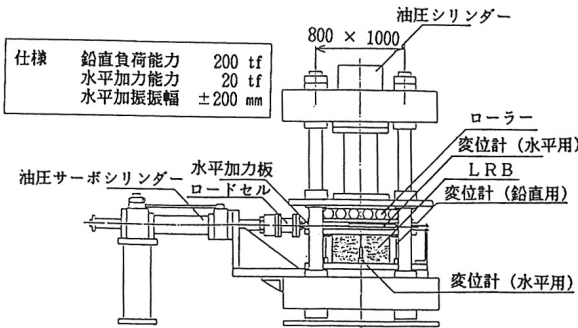


図-4 LRB試験装置

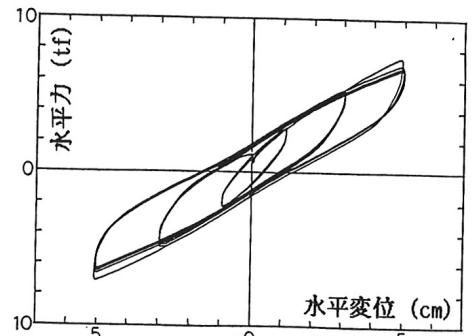


図-5 LRBの履歴曲線

表-1 LRBの等価剛性 tf/cm

試験体No.	± 1cm	± 3cm	± 5cm
LRB-1	2.39	1.67	1.34
LRB-2	2.51	1.66	1.32
LRB-3	2.58	1.70	1.34
LRB-4	2.49	1.74	1.35
LRB-5	2.47	1.67	1.34
LRB-6	2.58	1.75	1.39
LRB-7	2.36	1.68	1.37
LRB-8	2.45	1.64	1.30
平均	2.48	1.69	1.34
σ_N	0.074	0.036	0.026

表-2 LRBの等価減衰定数

試験体No.	± 1cm	± 3cm	± 5cm
LRB-1	0.204	0.172	0.154
LRB-2	0.221	0.179	0.150
LRB-3	0.222	0.182	0.153
LRB-4	0.221	0.182	0.151
LRB-5	0.195	0.183	0.147
LRB-6	0.201	0.183	0.152
LRB-7	0.184	0.170	0.147
LRB-8	0.202	0.173	0.146
平均	0.206	0.178	0.150
σ_N	0.013	0.005	0.003