

I-529 高減衰積層免震ゴム支承の動的特性

〇 幀ブリヂストン 正会員 水津 洋二
 建設省土木研究所 " 川島 一彦
 " 吉田 武史
 首都高速道路公団 " 小坂 寛巳

1. まえがき

高減衰積層ゴムは、変位吸収能力、復元能力に加えゴム自体に減衰能力を持たせて、支承の免震化を考えていく上で有力な装置である。本報は、振動台による道路橋免震実験に用いた縮尺モデルである高減衰積層ゴム支承の、基本的な特性に関する検討結果を報告するものである。

2. 高減衰ゴム材料

ばね素材としてのゴム材料は、変形に伴う内部ロスにより通常1～3%の履歴減衰定数を持っている。これは、ゴム弾性を発揮する高分子鎖の一次結合の他に、減衰を発生させる二次結合を持っているためである。高減衰ゴムは、意識的にこの二次結合の割合を増やし、10～20%の履歴減衰定数を持たせるようにしたものである。この高減衰ゴム(HDR)の材料配合と物性を、通常の天然ゴムと比較して表-1、表-2に示す。図-1に示す素材引っ張り試験による $\sigma-\epsilon$ 曲線のループ内の面積で表されるヒステリシスロス比を求めると、HDRは0.34と、天然ゴムの0.1に比べて大きな減衰を持っている。

表-1 ゴム材料配合

材 料	高減衰ゴム	天然ゴム
ゴ ム	天然、合成ルンフ 52	天然 68
充填剤(カーボン)	22	18
可 塑 剤	15	7
老化防止剤等	6	5
加 硫 剤	1	2
計	100%	100%

3. 高減衰積層ゴム支承

本報で扱う高減衰積層ゴムを図-2に示す。これは、振動台実験のための1/3 縮尺モデルであり、鉛直荷重10ton のもとで水平固有振動数 $F_n=1.67\text{Hz}$ (2cm変位時)、減衰比 $h=10\sim15\%$ を目標に設計されたものである。ゴムの総厚は20.8mmである。

表-2 ゴム材料基本物性

基本物性	単 位	高減衰ゴム	天然ゴム
硬 度	—	50	40
25% 応力	Kgf/cm ²	4.7	3.4
引張強度	Kgf/cm ²	150 以上	200 以上
破断伸び	%	800 以上	500 以上

4. 圧縮せん断試験

水平方向のばね特性及び減衰特性を測定するために、10tonの一定軸力を加えた状態で水平変位を与える圧縮せん断試験を4試験体に付いて行った。水平加力は、図-3に示すように振幅1～5cmまでの強制加振(変位速度1.7cm/sec一定)とし、加力サイクルは試験体一体に付き3回加えることにより、試験体になじみを与え3回目の値を測定した。

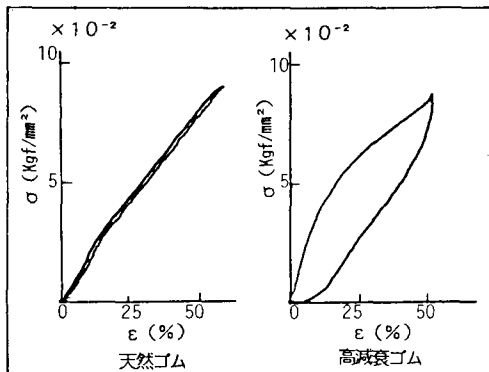


図-1 高減衰ゴムの応力-ひずみ関係

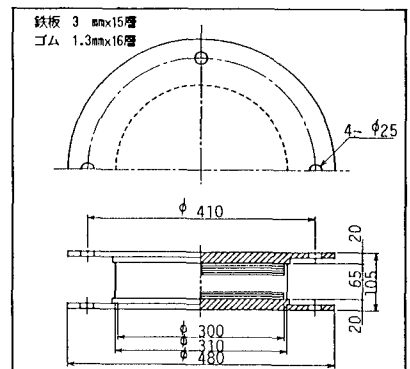


図-2 模型振動実験用に製作したHDR

5. 試験結果

4 試験体のくり返し加力実験による履歴曲線を図-4に示す。履歴ループは、変位振幅が3 cm(ゴムの総厚の144%)程度までは紡錘型であるが、これ以上の変位振幅になるとひずみ硬化の影響で逆S字型となる。この履歴ループから、図-5に示す方法により等価剛性 K_{eq} 、等価粘性定数 h_{eq} を求めると 表-3及び表-4のようになる。

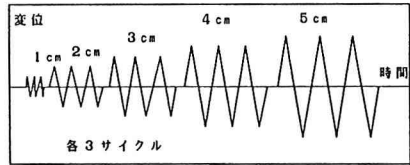


図-3 実験に用いた変位履歴（変位制御）

6. 試験後の断面観察

振動台による地震波加振後¹⁾の試験体のうち一体を切断し、断面の状態を観察した。（写真-1）この結果、内部鉄板及びゴム部は変形、亀裂等の異常は認められなかった。

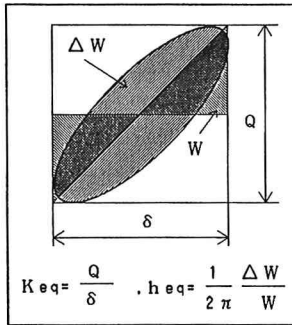


図-5 等価剛性、等価粘性減衰定数の定義

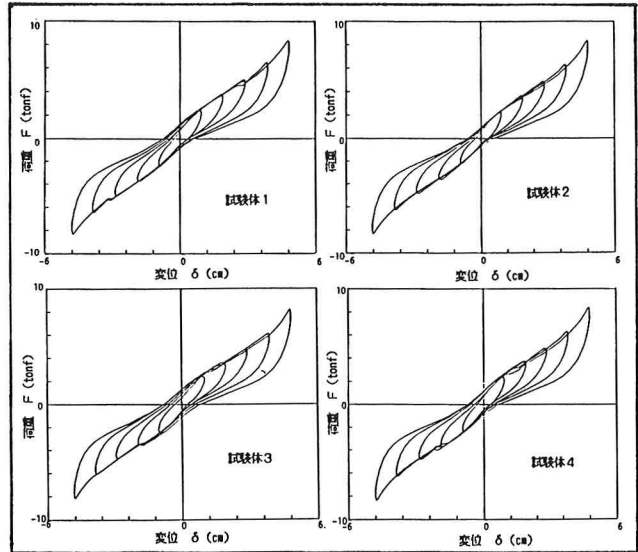


図-4 くり返し加力実験による履歴曲線

表-3 各変位振幅における等価剛性(tonf/cm)

試験体No	± 1 cm	± 2 cm	± 3 cm	± 4 cm	± 5 cm
1	2.344	1.867	1.672	1.578	1.633
2	2.277	1.837	1.598	1.570	1.677
3	2.201	1.700	1.516	1.467	1.632
4	2.327	1.857	1.568	1.546	1.669
平均	2.280	1.815	1.589	1.540	1.653

表-4 各変位振幅における等価粘性減衰定数

試験体No	± 1 cm	± 2 cm	± 3 cm	± 4 cm	± 5 cm
1	0.157	0.124	0.111	0.111	0.103
2	0.154	0.122	0.110	0.101	0.092
3	0.152	0.147	0.125	0.120	0.105
4	0.160	0.124	0.127	0.111	0.097
平均	0.156	0.129	0.114	0.111	0.099

7. まとめ

1)実験用に製作した供試体は、設計で意図したものよりも剛性は60%程度高く、減衰は20%程度少ない目であった。これは、試験体が縮尺モデルであるため、ゴムの厚さが薄くなるなど特殊な設計となったためと思われる。2)高減衰ゴムの特性として剛性の変位振幅に対する依存性がみられ変位が大きくなると剛性が低下する傾向を示した。3)減衰も変位の増加により低下するが、あまり大きくはない。

参考文献 1)小坂他：免震支承を用いた・・・土木学会 第43回年次学術講演会；昭和63年10月

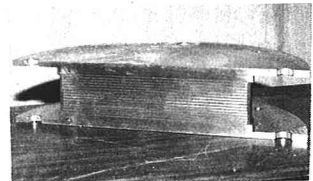


写真-1 試験体断面