

高減衰ゴムを用いた橋梁用ダンパーの開発と性能試験

京都大学工学研究科
 京都大学工学研究科
 京都大学工学研究科
 京都大学工学研究科

学生員 ○井本 佳秀
 フェロー 家村 浩和
 正会員 五十嵐 晃
 正会員 豊岡 亮洋

1. 概要

斜張橋は地震時に非常に大きな水平変位が発生することが予想されるが、これまでの粘性型、摩擦型、塑性型ダンパーを用いて、その水平変形に追従できるだけのストローク容量を満足するには、コスト、施工、残留ひずみなどの面から困難な点が多いと考えられる。そこで本研究では、斜張橋のように大きなストローク及び高いエネルギー吸収量が要求される橋梁用制震装置として、図1に示すような高減衰ゴム（HDR）を用いたダンパー（以下 HDR ダンパーと記す）を考案した。また、アクチュエータを用いて HDR ダンパーの動的載荷加振実験を行い、HDR ダンパーの力学特性に関する実測データを収集するとともに、その復元力特性として等価剛性、等価減衰定数を算出し、それらのせん断ひずみ依存性を示した。

2. HDR ダンパーの開発

図1に示すように HDR ダンパーは、HDR 2基を軸力を作用させない状態で両側に水平に並べ、安定した構造をしている。ゴムには軸力が作用しないため座屈の危険性が少なく、大きなひずみ領域まで追従可能なので、斜張橋のように地震時に大変形を生じる構造に対して特に有効であると考えられる。また、ゴムの復元力特性により、残留ひずみが通常の粘性・摩擦系ダンパーを用いた場合と比較して小さくなるものと期待される。

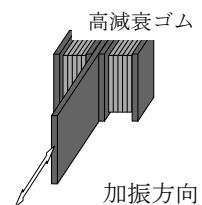


図1 HDR ダンパー

3. HDR ダンパーの性能試験

3.1 実験装置および実験供試体

実験装置概略図を図2に写真を図3に示す。実験装置は供試体（HDR ダンパー）、アクチュエータ、反力台からなる。

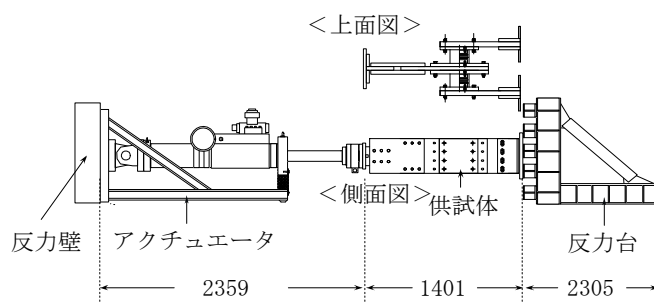


図2 実験装置概略図



図3 実験装置(写真)

また、本実験で用いた供試体は2基のHDRを鋼板を介して接合し、並列に使用したものであり、軸力が作用しない構造となっている。HDRはせん断弾性係数G12クラスとして配合設計されたもので、HDR1基あたりの諸元を表1に示す。

キーワード 高減衰ゴム, ダンパー, 性能試験, 橋梁制震

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 京都大学大学院構造ダイナミクス分野 075-383-3244

3.2 入力波

本実験は変位制御で行い、振動数が 0.1 [Hz] でせん断ひずみがそれぞれ 0.25, 1.0, 1.75, 2.5, 3.0 で^[1]ある 5 種の正弦波を入力した。なお、各正弦波において 11 回の繰り返し载荷を行った。

表 1 HDR の諸元

辺長 (mm)	□150
1 層厚み (mm)	6
層数 (層)	5
ゴム総厚 (mm)	30

4. 実験結果

実験により得られた水平荷重—水平変位の履歴曲線を図 4 に示す。

得られた履歴曲線から各せん断ひずみにおける等価剛性、等価減衰定数を求め^[2]、プロットしたものを図 5, 図 6 に示す。

軸力がある場合と比較するため、東海ゴム工業(株)が行った面圧 6.0 [N/mm²] における正弦波加振実験の結果も同時にプロットした。なお、等価剛性、等価減衰の値は第 2 回目から第 11 回目までの繰り返し履歴曲線から求めた平均値とした^[2]。

等価剛性はせん断ひずみが大きくなるに従って低下するが、その変化の大きさはひずみ領域によって異なり、小さなひずみ領域において等価剛性は大きく変化することがわかった。

等価減衰定数はせん断ひずみが大きくなるに従って小さくなり、大きなひずみ領域でより大きな低下がみられた。その値はせん断ひずみ 0.25 において最大値 0.195 となり、せん断ひずみ 3.0 において最小値 0.141 となった。また、軸力が作用している時と比較すると最大でも 0.015 の差であり、どのせん断ひずみにおいても大きな差は無かった。

5. 結論

- 等価剛性、等価減衰定数ともにせん断ひずみが大きくなるに従って小さくなった。
- HDR ダンパーの基本性能として、等価減衰定数は 0.141~0.195 となり、HDR ダンパーは軸力が作用する場合と比べても、ほぼ同等の減衰性能を有している。

謝辞

高減衰ゴムは東海ゴム工業(株)より提供頂いた。また、実験を推進するに当たって科学研究費補助金(基盤研究(A))、および科学技術振興調整費の援助を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

[1] 日本ゴム協会：免震用積層ゴムハンドブック，pp143-144, 2000. 1

[2] 日本道路協会：道路橋支承便覧，pp200-205, 2004. 4

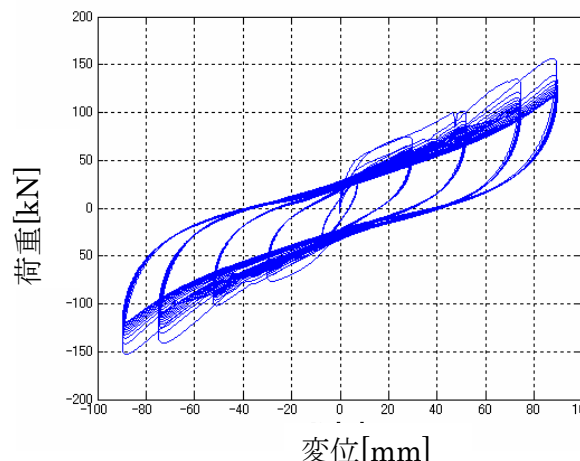


図 4 HDR ダンパーの履歴曲線

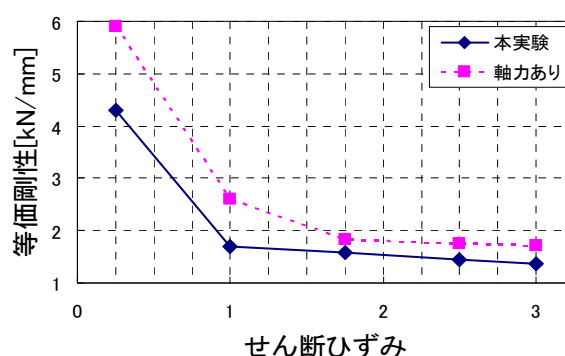


図 5 等価剛性—せん断ひずみ

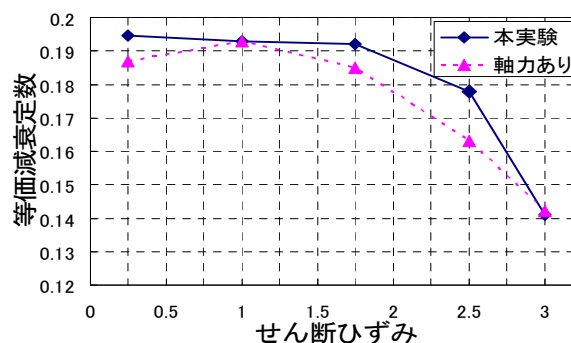


図 6 等価減衰定数—せん断ひずみ