

第 I 部門

高減衰ゴムダンパーの制震性能に及ぼす载荷速度の影響に関する実験的検討

京都大学工学部

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 ○藤井 健太

フェロー 家村 浩和

正会員 五十嵐 晃

正会員 豊岡 亮洋

1.はじめに

大ストローク、大容量の橋梁用制震ダンパーとして、積層高減衰ゴムを用いたダンパー（以下 HDR ダンパー）が提案されている(図1、図2)。HDR ダンパーの特性の実験的検討はすでに実施されているが、実験時における载荷速度の実時間現象との相違の影響については未検証であった。振動数を変化させた正弦波加振試験と実時間スケールの異なるハイブリッド実験により行った検証の結果について報告する。

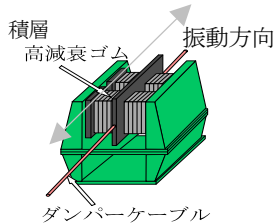


図1 HDR ダンパー

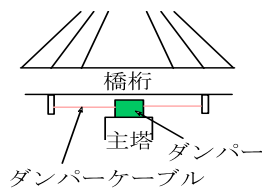


図2 斜張橋への設置方法

2.実験の概要

2.1 実験方法

実験装置概略図を図3に示す。HDR ダンパーの一部を模した、2ヶの積層高減衰ゴムを载荷用鋼板を介して向かい合わせに固定した供試体に対し、油圧式高速アクチュエータにより载荷を行った。正弦波加振およびハイブリッド実験により指定される動的変位をアクチュエータで制御し、供試体の復元力を計測した。

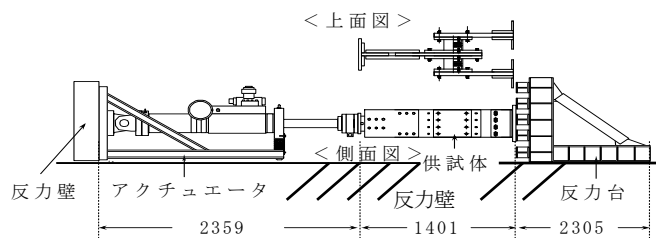


図3 実験装置概略

2.2 実験試験体

供試体に用いた積層高減衰ゴムのサイズは各々150×150×87(mm)、ゴム総厚30mmである。層数が3層、1層のタイプを用いた。図4にその概略図を示す。

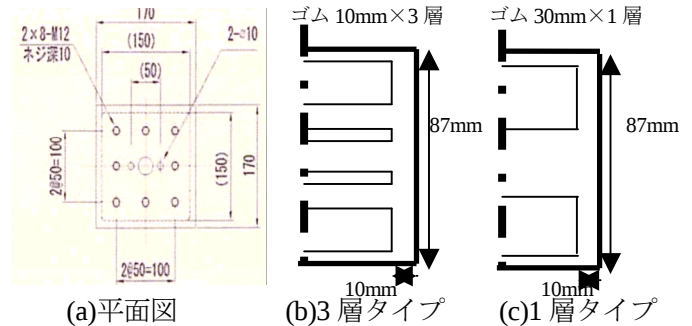


図4 供試体積層高減衰ゴム

3.正弦波加振実験

変位振幅が7.5[mm]で振動数0.05、0.25、0.5、1.0、1.5[Hz]の5種の11回サイクル正弦波を入力した結果を示す。なお、実験より得られた荷重-変位履歴曲線と等価剛性、等価減衰定数、切片荷重を最大ひずみ速度について整理したものを図5に示す。なお、等価剛性、等価減衰、切片荷重の値は第2回サイクルから第11回サイクルまでから得られる平均値とした。

最大ひずみ速度が大きくなるに従って等価剛性は増加、等価減衰定数は減少、切片荷重は増加し、最大値は最小値に比べて、それぞれ13.8%、15.3%、5.9%大きかった。ただし、0.05Hzの場合は処女载荷のため異なった傾向となっている。

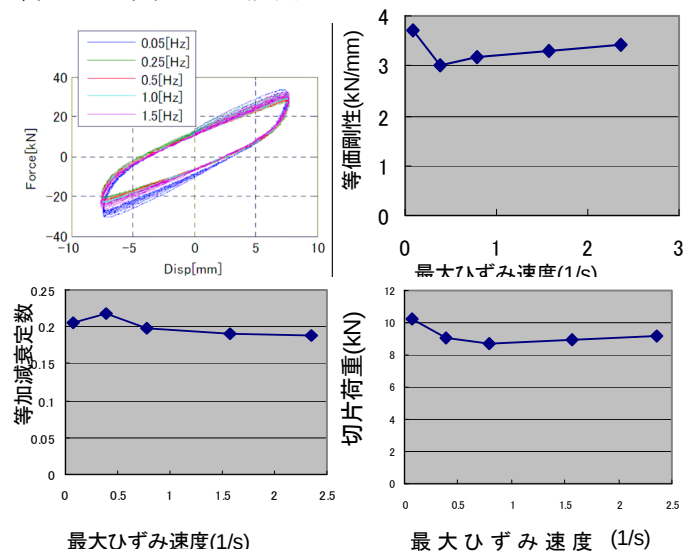


図5 履歴曲線とひずみ速度依存性

Kenta FUJII, Hirokazu IEMURA, Akira IGARASHI and Akihiro TOYOOKA

4. ハイブリッド実験

4.1 対象橋とモデル化

スパン885m の斜張橋を用いる。地震発生時の橋軸方向のみ考慮する。なお、橋桁と橋脚の間にバネダンパーをモデルに含む。

ハイブリッド実験で高速計算を行うため、図6に示す家村ら^[1]が用いた3 自由度モデルを用いた。

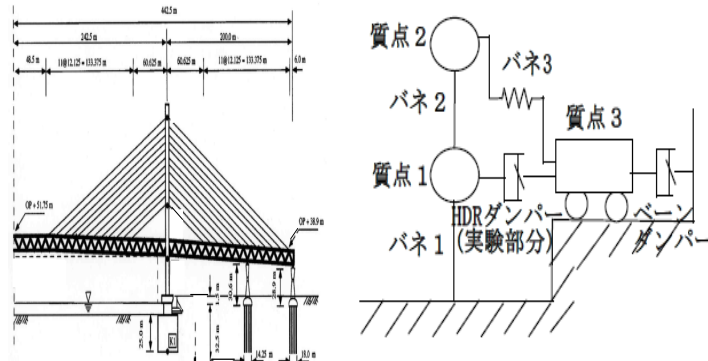


図6 斜張橋モデル

4.2 実験手法

本実験ではHDR ダンパー部分を実験部分とし、残りの斜張橋(半スパン)部分を計算部分とした。供試体のサイズは150×150×30(mm)であり、実寸は950×950×200(mm)である。これから、変位はひずみを一致させるように、力は面積と基数に比例するように相似率を決定し実際の橋梁の応答を求めた。ひずみを一致させると実時間で载荷したときにひずみ速度も一致する。入力波は1995年兵庫県南部地震時の東神戸大橋周辺記録を用い、実時間で载荷した場合と時間軸を10倍に伸ばした場合の2ケースを行った。

4.3 ハイブリッド実験結果

1995年兵庫県南部地震東神戸大橋周辺記録を入力波とした場合の結果を図7に示す。この図は橋桁の相対変位について、HDR ダンパー設置前の斜張橋の応答と、ハイブリッド実験より得られた層数が1層、3層のHDR ダンパーを設置した場合の斜張橋の応答と基部の曲げモーメントを重ねたものである。HDR ダンパーを設置しない場合に比べて、ハイブリッド実験で得られたダンパー3層設置後の最大変位は41.2%減、最大モーメントは34.3%減であった。また、層数の違いによる差は1%以内となった。ダンパー1層について実時間で载荷した場合と時間軸を10倍に伸ばした場合の履歴ループを示したものが図8である。実時間の方が最大変位が6.1%小さく、剛性が高くなっている。その理

由としてHDRダンパーの速度依存性や、時間軸を10倍にした場合でのHDRダンパーのリラグゼーションが考えられる。

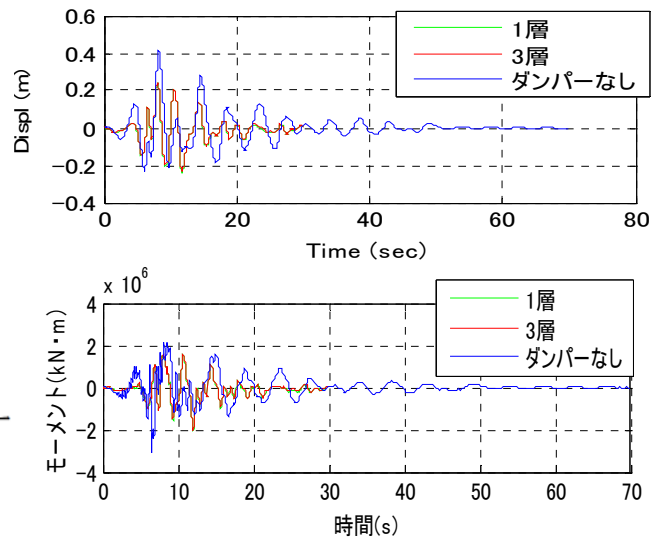


図7 応答結果

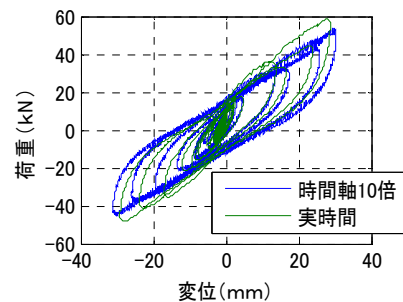


図8 履歴曲線

5. 結論

最大ひずみ速度が大きくなるに従って等価剛性は増加、等価減衰定数は減少、切片荷重は増加した。処女復元力を除くと最大値は最小値に比べて、それぞれ13.8%、15.3%、5.9%大きくなった。

現状とハイブリッド実験で得られた3層タイプのHDR ダンパー設置後の地震応答を比べると最大変位は41.2%、基部の最大曲げモーメントは34.3%低下した。1層タイプについて時間スケールを変えて加震すると実時間で加震したほうが最大変位が6.1%小さくなり剛性は大きくなる結果となった。

参考文献

- [1] 家村 浩和、五十嵐 晃、豊岡 亮洋、井本 佳秀、茅屋 文子：HDR を用いた橋梁用ダンパーの開発と制震性能に関するハイブリッド実験、土木学会地震工学論文集、2007 年 8 月