

損傷制御を目的とした橋梁用摩擦ダンパーの大型振動台実験（その5：応答低減効果）

（一財）首都高速道路技術センター 正会員 ○山本 一貴 張 広鋒
首都高速道路（株） 非会員 副島 直史 正会員 石原 陽介 須田 郁慧
青木あすなろ建設（株） 正会員 波田 雅也 木村 浩之 山崎 彬 下村 将之

1. はじめに

著者らは、橋梁の橋軸直角方向の損傷制御を目的とした制震装置として、橋軸可動側の支承部に適用する「横変位摩擦ダンパー」を開発している（図-1）。本研究は、実橋梁に設置した状況に近い条件で横変位摩擦ダンパーの動的挙動を確認するために実施した大型振動台実験（写真-1）に関するものである。本報では、横変位摩擦ダンパーの設計摩擦荷重の大きさによって、下部構造の地震応答の低減効果がどのように変化するかを実験データから確認したものである。実験模型やダンパー試験体の概要は、文献 1）を参照されたい。

2. 対象とした実験ケースと着目量

摩擦ダンパーは、上部構造慣性力がダンパーの摩擦荷重に達すると、ロッドが摺動することでエネルギーを吸収し、橋の地震応答を抑える。ダンパーの摩擦荷重の違いによる橋脚の応答低減効果を比較するために、表-1 に示すダンパーの摩擦荷重を変化させた実験結果について示す。加振ケースは、摩擦荷重 500kN のダンパーを 1 基設置したケース、摩擦荷重 100kN を 3 基設置したケース、摩擦荷重 100kN のダンパーを 1 基設置したケースに、ダンパーを設置せずに橋軸直角方向を固定したケース（F）を加えた 4 ケースである。入力地震波は、1995 年兵庫県南部地震（JR 鷹取、II 種地盤）の強震記録で、水平 2 方向と鉛直方向の 3 方向同時加振とした。着目する応答値は、下段フレームと振動台の橋軸直角方向の層間変位（以下、下段層間変位）、上・下段フレームの橋軸直角方向の層間変位（以下、上段層間変位）、橋軸直角方向のダンパー変位、橋軸直角方向のダンパー荷重である。下段層間変位は実橋における下部構造（橋脚）の応答変位、上段層間変位は上部構造と下部構造の相対変位に相当する（図-2）。ダンパー荷重は、ダンパーの直下に設置した三分力計で計測した。

3. 摩擦荷重と応答低減効果

実験より得られたダンパーの荷重－変位関係を図-3 に示す。各ケースの上段フレームに設置した加速度計で計測した加速度の時刻歴波形を

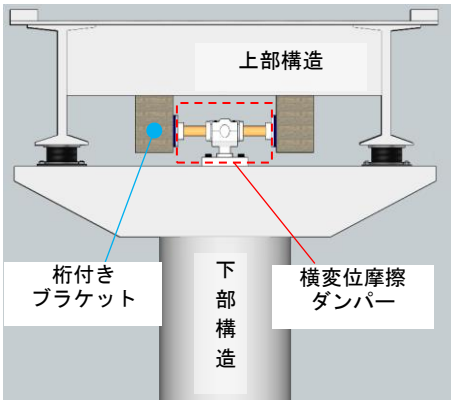


図-1 横変位摩擦ダンパー設置イメージ

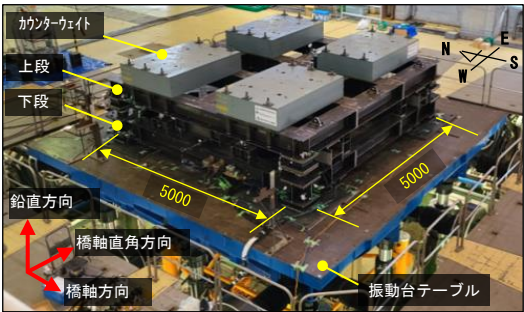


写真-1 振動台実験の状況（全景）

表-1 加振ケース

加振ケース		①	②	③	④
ダンパー		500kN	100kN×3 基	100kN	—
支承条件	上段	橋軸：M(可動) 橋軸直角：M(可動)			橋軸：M(可動) 橋軸直角：F(固定)
	下段	橋軸：M(可動) 橋軸直角：M(可動)			
入力地震波		1995 年兵庫県南部地震(JR 鷹取, II 種地盤)			
加振方向		3 方向加振(XYZ)			

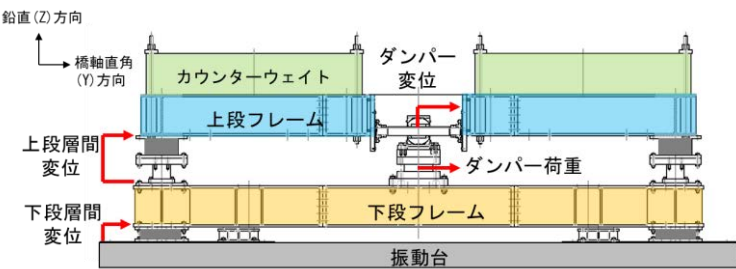


図-2 着目した応答

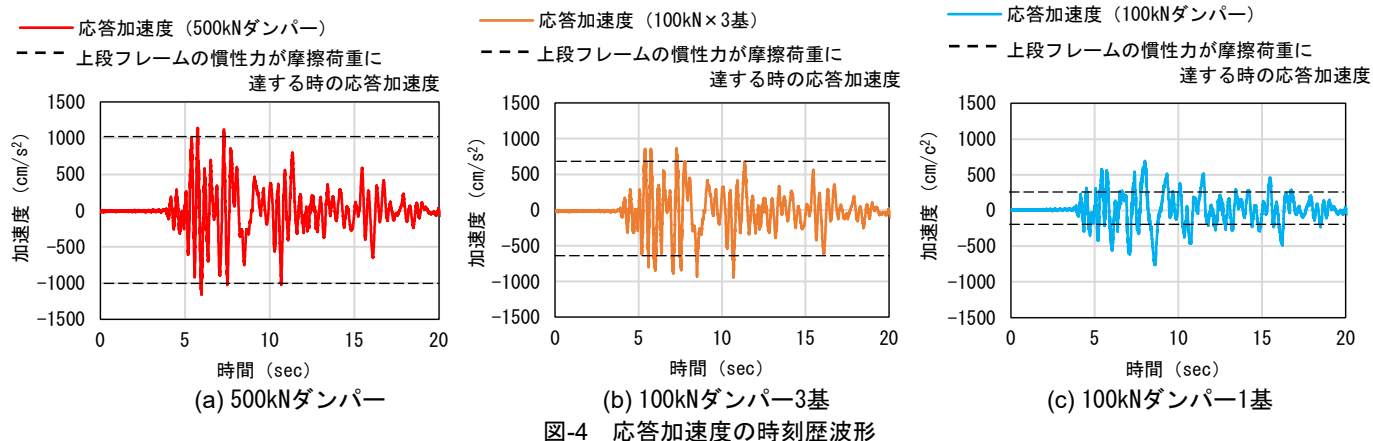
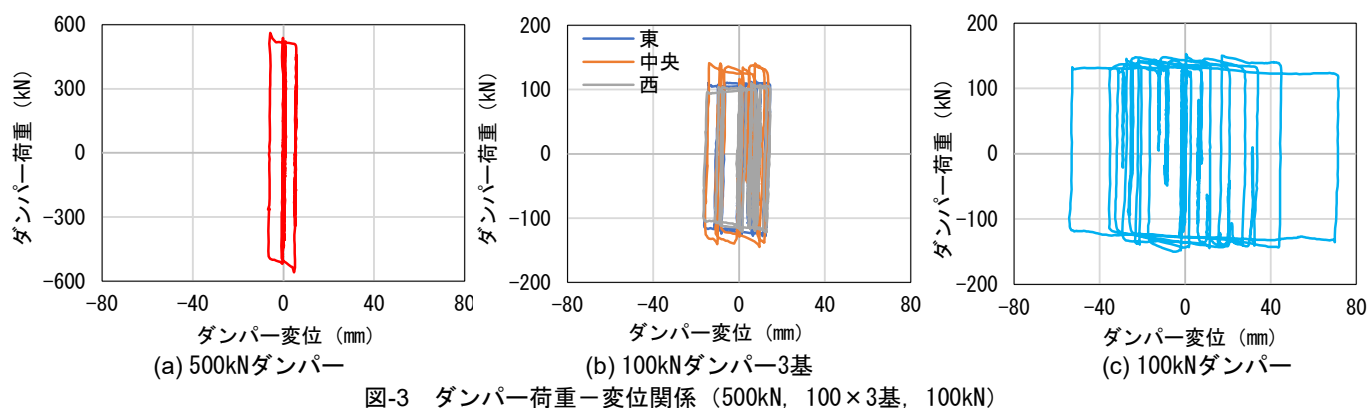


図-4 に示す．図中の破線は，上段フレームの慣性力がダンパーの摩擦荷重に達する時の加速度を示している．500kN ダンパーを設置したケースは，ロッドが摺動したものの，その変位量は小さく，上段フレームの慣性力が摩擦荷重に達した回数少ないため履歴ループも少ない．100kN ダンパー3基と100kN ダンパー1基を設置したケースは，500kN ダンパーと比べて摩擦荷重が小さいことからダンパー変位量は大きくなり，摩擦荷重に達した回数も増加したため，複数回に渡り履歴ループを描いている．ダンパーの摩擦荷重が小さいほど，地震波が作用してから早い段階でロッドが摺動してエネルギーを吸収しており，応答加速度が低減されていることがわかる．

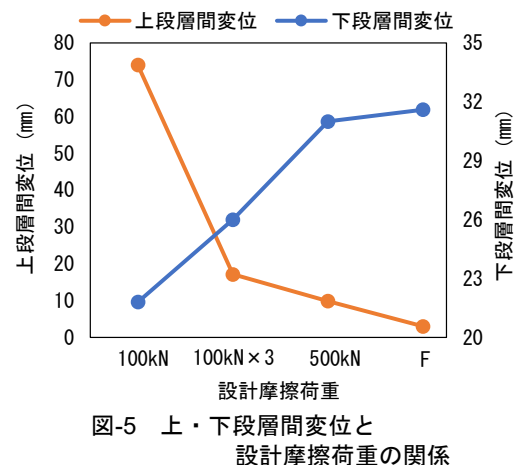


図-5 に，各加振ケースのダンパーの設計摩擦荷重と上・下段層間変位の関係を示す．図には，ダンパーを設置せずに固定部材により上段ゴム支承の Y 方向を固定したケース(F)の値も示している．100kN ダンパー1基と100kN ダンパー3基のケースは，(F) に比べて下段層間変位が小さい．100kN ダンパー1基では，(F) に対して下段層間変位が約 30%低減されているが，上段層間変位は約 75mm と著しく増加している．500kN ダンパーでは，下段層間変位は (F) と同等であり，応答低減効果がほとんど得られていない．

4. おわりに

横変位摩擦ダンパーを設置した条件で，地震波による 3 方向同時加振を行い，横変位摩擦ダンパーの摩擦荷重の大きさによる下部構造の地震応答の低減効果を確認した．ダンパーの摩擦荷重が小さいほど，下段構造の応答低減効果が大きく，上部構造の応答変位も大きくなることを確認した．

参考文献

- 1) 須田ほか：損傷制御を目的とした橋梁用摩擦ダンパーの大型振動台実験(その 1：実験概要)，土木学会第 78 回年次学術論文集