

# アルミ溶射摩擦ダンパー付きブレース架構載荷実験

正会員 中平和人<sup>\*1</sup>, 同 井上一朗<sup>\*2</sup>  
 同 桑原 進<sup>\*2</sup>, 同 瀬川輝夫<sup>\*1</sup>  
 同 田中利幸<sup>\*1</sup>

静的載荷実験      耐震要素      履歴特性  
 摩擦ダンパー      すべり荷重

## 1. 序

著者らはアルミ溶射摩擦ダンパーの安定した履歴性状を呈するための摩擦面の条件についてダンパー単体を用いて静的・動的に検討してきた<sup>[1]-[4]</sup>。本報では、アルミ溶射ダンパー(以下摩擦ダンパーと呼ぶ)とそれを支持するブレースを柱・梁で構成されるラーメン構造(以下フレームと呼ぶ)に組み込んだ架構の履歴挙動の確認を目的とした繰返し水平加力実験について述べる。

## 2. 実験方法

図1に試験体および、載荷方法を示す。表1に示すように試験体は2体であり、実験パラメータは架構に組込むアルミ溶射摩擦ダンパーの数である。摩擦ダンパーはブレースと下梁に1つまたは2つ高力ボルトで接合する。2試験体は同一架構を使用し、摩擦ダンパーだけを交換して載荷する。架構は柱梁接合部の下側二箇所をピン支持され、上側二箇所をピンを介して加力梁に接合される。オイルジャッキにより加力梁に漸増繰返し水平力を作用させる。ただし、FBP-1ではフレームを塑性化させないために最大層間変形角を1/150としている。

図2に摩擦ダンパー組立詳細図を示す。摩擦ダンパー

### 試験体架構

柱 : H-200×204×12×12  
 梁 : H-175×175×7.5×11  
 ブレース : 2C-125×65×6×8      材質はすべてSS400

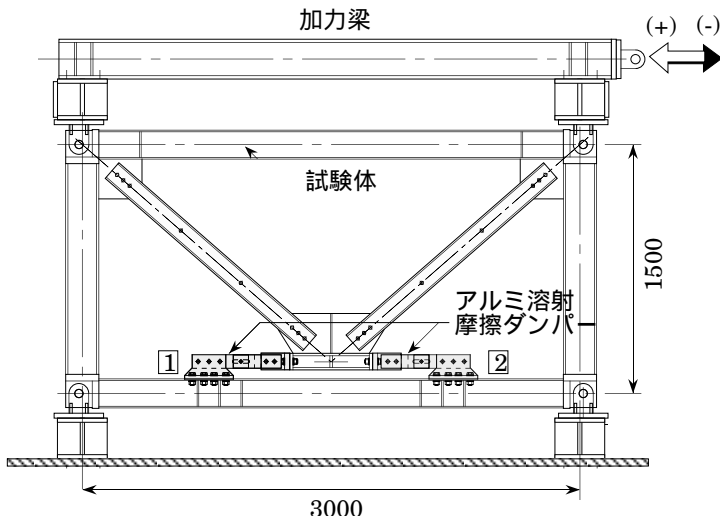


図1 試験体架構および載荷方法

は高力ボルト(F10T M16)による二面摩擦接合形式であり、角部を面とりした2枚の外板側にアルミ溶射している。外板の内側をすべる中板には長孔をあけている。高力ボルトの初期ボルト張力は10 tonである。

外板のアルミ溶射面はアルミ溶射された後、研磨・脱脂されている。研磨後のアルミ溶射厚の目標値は100 μmである。研磨の際に溶射面には油が浸透するため、外板は溶剤中で超音波を当てることにより脱脂されている。一方、外板アルミ溶射面が接触する中板の摩擦面は表面粗さが $R_{max} < 10 \mu m$ となるように研磨されている。表1に外板アルミ溶射面の溶射厚・中板摩擦面の表面粗さ平均測定値を付記する。

## 3. 実験結果

図3,4に水平荷重  $P$  - 層間変形角  $R$  関係を示す。図

表1 試験体一覧

試験体	damper No.	face No.	外板溶射面		中板摩擦面	
			溶射厚(μm)		$R_{max}$ (μm)	
			目標値	実測値	目標値	実測値
FBP-1	1	1	100	108	< 10	4.88
		2	100	93	< 10	4.06
FBP-2	1	1	100	148	< 10	4.28
		2	100	148	< 10	3.46
	2	1	100	125	< 10	4.18
		2	100	145	< 10	4.50

damper No. : 図1中の内の番号  
 face No. : 図2中の内の番号

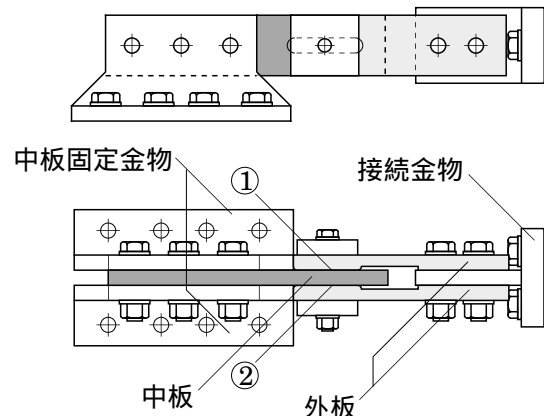


図2 アルミ溶射ダンパー組立図

The horizontal loading test of frame with thermally sprayed aluminium friction dampers

中の点線はフレームだけの荷重実験から得られた弾性剛性である。図3中の△は荷重終了時を▲は摩擦ダンパーを締め付ける高力ボルトを緩め、ボルト軸力を0にした時を示す。また、図4中の△はダンパー1のボルトを緩めたとき、▲は両方のボルトを緩めた時を示す。フレームが弾性域ではP-R関係はほぼbi-linear型である。二次剛性の領域ではダンパーが滑るためフレームだけの剛性となる。ただし、FBP-2の1/50以上の荷重ループではフレームが塑性化するため二次剛性が低下している。荷重終了後、水平荷重を0にして摩擦ダンパーを締め付ける高力ボルトを緩めると、フレームの復元力により残留層間変形角は小さくなり、フレームが弾性域であるFBP-1試験体ではほぼ0になっている。

図5, 6, 7には摩擦ダンパーの摩擦力-すべり量関係を示す。縦軸には外板に貼付した歪ゲージより算定した摩擦ダンパーの摩擦力 $P_D$ を、横軸には外板と中板の相対距離を摩擦ダンパーのすべり量 $\delta_D$ として示す。図中の三角印は図3, 4の三角印と対応する。摩擦ダンパーはいずれも剛塑性に近い履歴ループを示し、すべった後はほ

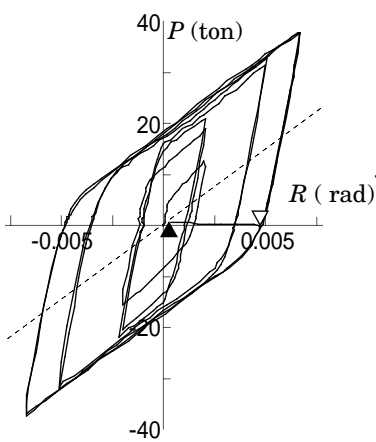


図3 水平荷重 - 層間変形角関係 (FBP-1)

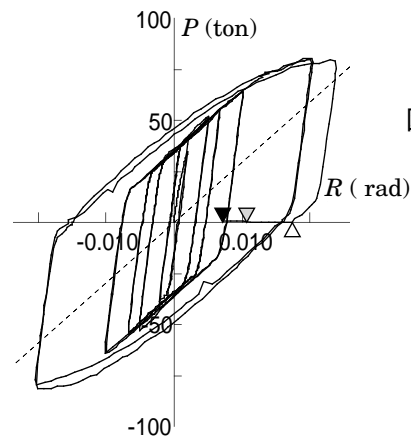


図4 水平荷重 - 層間変形角関係 (FBP-2)

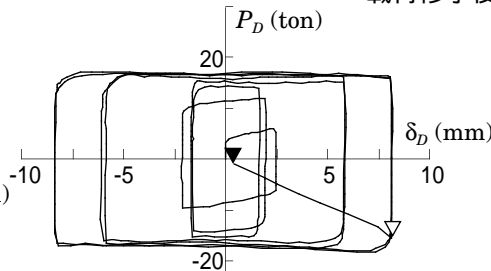


図5 ダンパー摩擦力 - すべり量関係 (FBP-1)

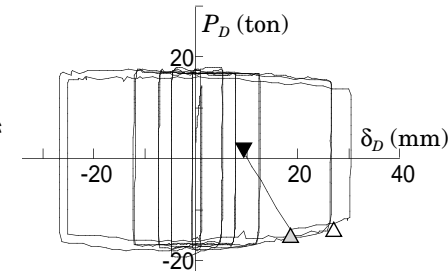


図6 ダンパー摩擦力 - すべり量関係 (FBP-2, ダンパー1)

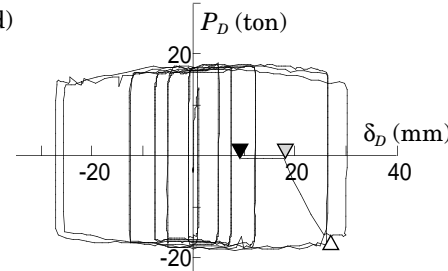


図7 ダンパー摩擦力 - すべり量関係 (FBP-2, ダンパー2)

ぼ一定の耐力を保っている。

図8にすべり係数の推移を示す。縦軸に各荷重ループごとの平均すべり係数を、横軸には荷重ループを示す。ただし平均すべり係数に対応するすべり荷重は、対象としている履歴ループの面積を対応する変位振幅で除したものである。最初1ループのすべり係数は0.25~0.50程度にとどまるが、数ループですべり係数は上昇し、0.85近傍の値で安定する。平均するとFBP-1では0.79, FBP-2の両ダンパーでは0.84となる。

#### 4. 結

本報では、アルミ溶射摩擦ダンパーを組み込んだ架構の繰返し水平加力実験について述べた。以下に得られた結果を要約する。

- ・架構の水平荷重 - 層間変形角関係は、ほぼbi-linear型である。
- ・摩擦ダンパーの摩擦力 - すべり量関係は剛塑性に近い履歴ループを示し、平均すべり係数は0.85近傍で安定する。これはダンパー単体の試験結果とほぼ同じである。
- ・荷重終了後、摩擦ダンパーの高力ボルトを緩めると、フレームの復元力により残留層間変形角は小さくなり、フレームが弾性であるFBP-1試験体ではほぼ0になる。

#### [参考文献]

- [1] 小野聡子, 中平和人, 辻岡静雄, 井上一郎: アルミ溶射摩擦ダンパーの静的および動的履歴特性に関する実験的研究, 構造工学論文集 Vol.41B, pp.1~8, 1995年3月
- [2] 井上一郎, 小野聡子, 徳山純一郎: アルミ溶射摩擦ダンパーの静的履歴特性に関する研究(その1)~(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp.587~590, 1993年9月
- [3] 小野聡子, 辻岡静雄, 瀬川輝夫, 田中利幸, 中平和人: アルミ溶射摩擦ダンパーの静的および動的履歴特性に関する研究(その1)~(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), pp.757~760, 1994年9月
- [4] 小野聡子, 井上一郎, 辻岡静雄, 中平和人, 瀬川輝夫, 田中利幸: アルミ溶射摩擦ダンパーの摩擦面の条件, 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), 1996年9月

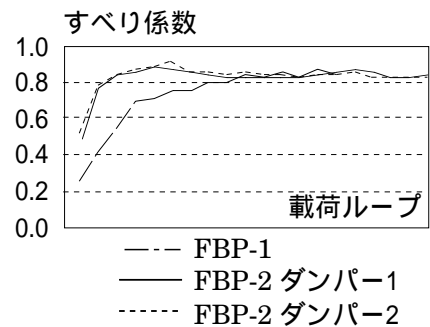


図8 すべり係数推移

\*1 竹中工務店大阪本店設計部構造課

\*2 大阪大学工学部建築工学科