

せん断変形する構造物用耐震ダンパーの開発

九州共立大学大学院 学○柴山 英和

九州共立大学 正 荒巻 真二・烏野 清

東邦亜鉛㈱ 八木 貴雄

1、はじめに

兵庫県南部地震によって、古い木造家屋が倒壊し、その後の火災によって大被害を受けた。そこで、地震時における一般住宅の揺れを低減できる、安価で信頼性の高い減衰ダンパーが開発できれば、耐震補強費を軽減させることが出来るものと思われる。本研究は、地震時にせん断変形する住宅等の構造物に設置する小型ダンパー開発を目的として、静的載荷試験を実施し、履歴特性等について検討を行ったものである。次に、木造骨組を振動台上に設置し、ダンパーの有・無による地震応答特性の違いから、その制震効果を明らかにした。

2、静的載荷試験

著者等はすでに橋梁耐震用鉛柱ダンパーを開発し、鉛柱がダンパーとしての十分な機能を有している事を確認している。木造住宅用鉛ダンパーは、橋梁用に比べて小型であることから、鋳造法ではなく、押し出して製作した鉛柱部分（シャフト）と金型で製造した取付部（鍛造額板）を一体化する製造法（溶解法）で作成した。図-1にダンパーの寸法を示す。

図-2に静的載荷試験装置を示す。木造骨組の柱と土台（断面 $105 \times 105\text{mm}$ ）・桁（ $150 \times 105\text{mm}$ ）をほぼ構造で結合させ、大きなせん断変形時に、柱が土台および桁から外れないよう結合部をカスガイで止め、載荷装置に設置した。骨組は S1～S4 の 4 体製作し、斜材の有・無、ダンパーの有・無による 4CASE の試験を実施した。設置角度は前年度の試験において、最適であった 45 度とした。鉛ダンパーは引張力による履歴エネルギーを利用することから、逆向きに設置したダンパーと組み合わせて 1 対とし、柱および土台とダンパーの接合部は鋼板で挟み、皿ねじで固定した。

図-3は斜材無の木造骨組（S1）に対して静的載荷試験を連続 2 回行った結果を示す。1 回目と 2 回目を比較すると履歴形状が大きく異なっており、2 回目の試験では骨組にガタが生じ、剛性が低下しているため、各 CASE の試験とも履歴エネルギーが最も大きい 1 回目のデータを用いて検討することとした。

図-4は斜材有の骨組に対するダンパー有・無の影響を示したものである。ダンパー無の履歴曲線では水

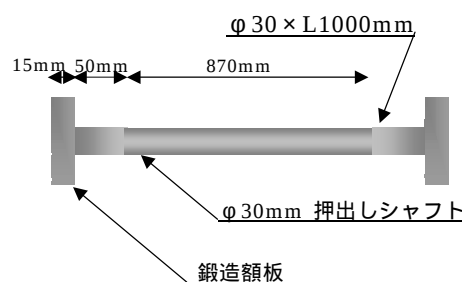


図-1 鉛ダンパー

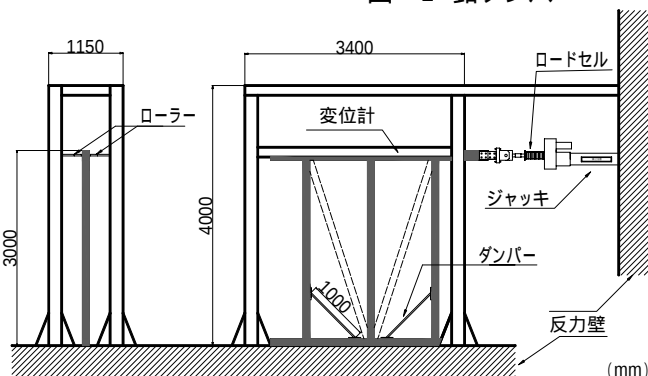


図-2 静的載荷装置図

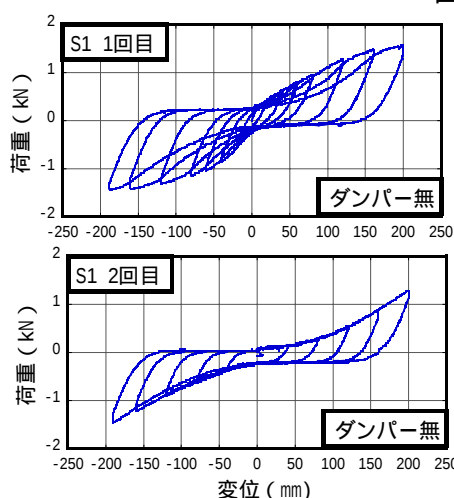


図-3 履歴曲線 斜材無

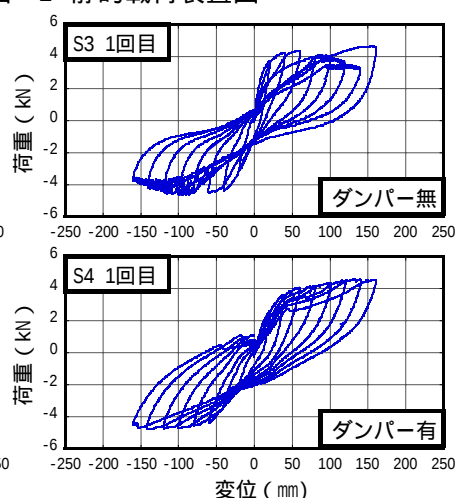


図-4 履歴曲線 斜材有

キーワード：耐震ダンパー，静的試験，振動実験，せん断変形

連絡先：〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8 九州共立大学 TEL093-693-3226，093-693-3226

平変位 50mm 以上になると荷重が低下している。これはほぞ部分の摩擦力等の低下によるものと考えられる。ダンパーを用いると、履歴エネルギーが大きくなっていることが判る。しかし、水平変位が大きくなるにつれて、斜材は横にはらみ、取付部の釘の緩みや損傷などで骨組の剛性がかなり低下していた。

図 - 5 は 4CASE に対して実施した静的載荷試験結果である。鉛ダンパーによる履歴エネルギーの増加は斜材有・無とも現れているが、特に斜材無の場合に顕著である。

3、動的試験

図 - 6 に示すように木造骨組を振動台に設置し、動的試験を実施した。現道路橋示方書における TYPE の第 種地盤用の地震波 3 種類を入力させた。振動台の性能が、最大水平変位 ±15cm であることから、最大加速度を 70%に低減して入力している。

図 - 7 は TYPE 、第 種の地震波 1 を斜材有・無の骨組に、入力した時の骨組の相対変位を比較したものである。斜材有では、ダンパー有・無による差はほとんどみられなかった。一方、斜材無の場合には、ダンパー設置による制振効果がみられた。これは、引張側のダンパーの軸力によるものである。

表 - 1 は 3 種類の地震波を入力した時の最大相対変位と制振効果を示したものである。表中の骨組 - 7,9 はなるべく骨組の剛性低下が制振効果に影響を及ぼさないよう、組み立て直後の骨組に対してダンパー有・無の順に試験を実施した。一方、骨組 - 4、5、6、7、8、10 は剛性低下後に実施したものである。

表の結果より、剛性低下していない骨組では斜材有の場合、低下率が 0.8～1.0 と小さい。これは斜材が変形を強く拘束しているためである。斜材無では 0.4～0.5 と低下率が大きくなっている。一方、剛性低下した骨組では斜材有で 0.6～0.7、斜材無で 0.4～0.5 の低下率となっており、ダンパーが本震後の大きな余震に対して有効であることを示している。

一般木造住宅の剛性は本試験に用いた斜材有より小さく、カスガイで補強した斜材無の間中であることが、共振曲線より明らかとなっている。したがって、本鉛ダンパーを用いることにより、一般木造住宅の耐震性向上を図ることが十分可能であると考えられる。

4、まとめ

本研究では木造住宅を対象として耐震ダンパー試験を実施したが、一般に他のせん断変形する構造物系に対しても、柱剛性の大きさに対応した断面のダンパーを用いれば、木造住宅と同様に応用できるものと考えられる。

本研究は「九州建設弘済会の研究助成」を受けて実施されたものである。

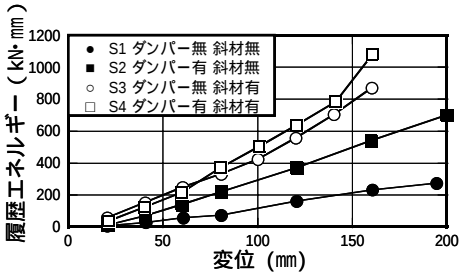


図 - 5 履歴エネルギー

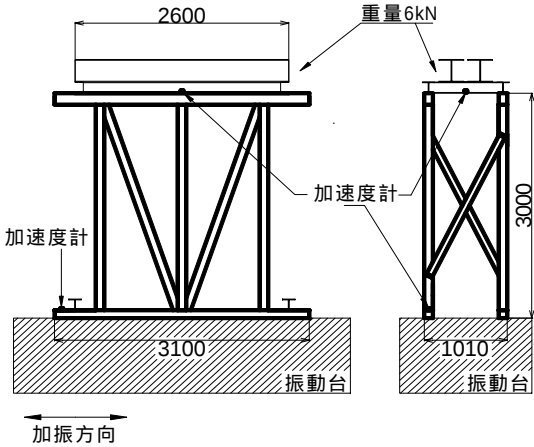


図 - 6 木造骨組 (mm)

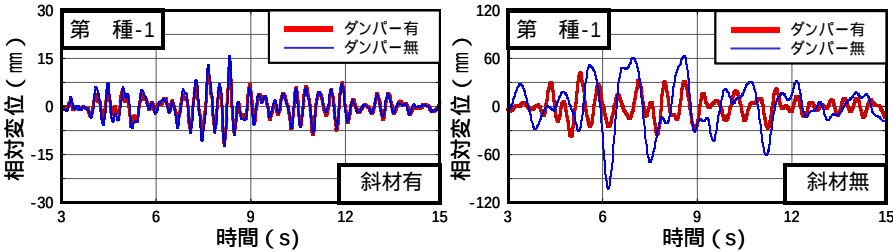


図 - 7 相対変位 斜材有・無

表 - 1 最大相対変位と制震効果

剛性低下	斜材	骨組番号	ダンパー	第 種		
				1	2	3
無	有	9	無	16	19	25
			鉛	15	19	21
			低下率	0.94	1.00	0.84
	無	7	無	102	91	107
			鉛	42	44	44
			低下率	0.41	0.48	0.41
有	有	4	無	28	31	39
			鉛	19	22	25
			低下率	0.68	0.71	0.64
		7	無	18	25	30
			鉛	14	13	20
			低下率	0.78	0.52	0.67
		平均低下率			0.73	0.61
	無	5	無	104	118	115
			鉛	48	38	43
			低下率	0.46	0.32	0.37
		8	無	106	110	112
			鉛	49	71	57
			低下率	0.46	0.65	0.51
		10	無	97	103	111
			鉛	56	47	58
			低下率	0.58	0.46	0.52
		平均低下率			0.50	0.47