

# せん断変形する構造物用制震ダンパーの開発

九州共立大学 学生会員 柴山 英和  
 正会員 荒巻 真二・烏野 清  
 東邦亜鉛(株) 契島製錬所 八杉 貴雄

## 1. 研究の背景

関東大震災では、地震そのものによる直接的被害より、火災等による二次被害によって多大な死傷者を出している。耐火性や構造耐力性が格段に向上した現在でも、兵庫県南部地震において倒壊した住宅から火災が発生し、甚大な被害をもたらしたのは記憶に新しい。二次被害をいかに防ぐかが今後の地震防災対策上の大きな課題のひとつである。

都市部における古い住宅地では、耐震性の良い建物と悪い建物が混在しており、住宅倒壊後の二次被害による危険性が高いことから、古い既設木造住宅の耐震性向上が都市防災の上で重要であると考えられる。

本研究は、橋梁用に開発したせん断変形する鉛柱ダンパーの技術を基に、地震時に木造家屋の揺れを低減でき、安価で信頼性の高い住宅用の小型減衰ダンパーを開発することを目的としている。昨年度までの実験により得られた結果を基に、昨年度発生した新潟県中越地震や福岡県西方沖地震においてもダンパーによる制震効果等について検討を行った。

## 2. 動的試験

図 - 1 に動的試験装置の概略図を示す。一般的な木造家屋の1階部分を想定し、柱と土台(断面積 105×105mm)・桁(150×105mm)をほぼ構造で結合させ、せん断変形が大きい場合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。2階も屋根部分の重量を6kNと想定し、鋼材を載荷している。鉛ダンパー(材料・鉛、長さ=1000mm、直径

=30mm)の設置角度は、前年度の研究で最も有効であった45度とした。鉛ダンパーは引張力による剛性と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合わせて1組とした。柱とダンパーの接合部は鋼板で挟み、皿ねじで固定している。試験に用いている木造骨組は振動履歴回数により剛性が低下するため、D1~D13の計13体製作し、骨組組み立て直後に必ず、斜材有・無、ダンパー有・無の試験が一回は実施出来るように行った。入力地震波は現道路橋示方書の兵庫県南部地震に対応する大規模地震TYPE

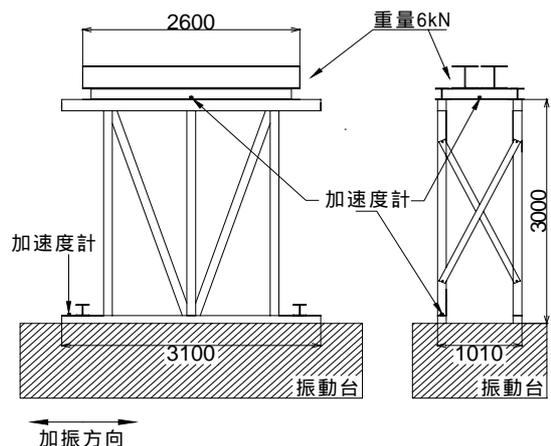


図 - 1 動的試験装置

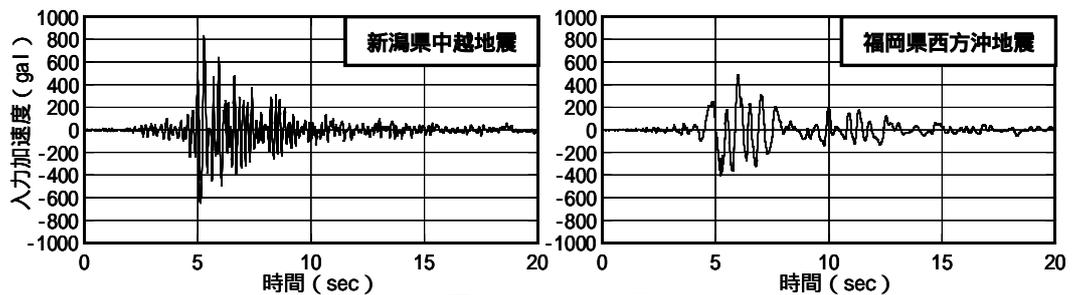


図 - 2 入力地震波

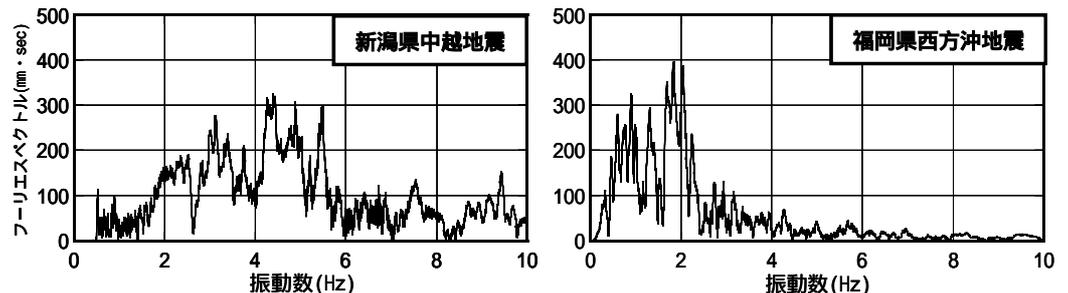


図 - 3 加速度フーリエスペクトル

の3種に加え、図-2に示す新潟県中越地震(小千谷)福岡県西方沖地震(CTIビル)の地震を用いた。

図-3は、各地震波の加速度フーリエスペクトルである。福岡県西方沖地震と兵庫県南部地震スペクトルがかなり類似していた。新潟県中越地震波2~6Hzが卓越している。

骨組の桁上における応答加速度と入力加速度から求めた木造骨組(斜材無)の相対変位を図-4に示す。ダンパーを設置することにより、相対変位がかなり小さくなっており制震効果が見られる。

表-1は各地震波を入力した時の最大相対変位と以下の定義で定めた制震効果を示したものである。

$$\text{制震効果} = \frac{\text{ダンパー無の最大相対変位} - \text{ダンパー有の最大相対変位}}{\text{ダンパー無の最大相対変位}}$$

剛性低下していない骨組の斜材有の場合には、斜材がせん断変形を強く拘束したため制震効果がほぼゼロとなっている。斜材無では制震効果が0.5~0.6と大きくなっており、変形時におけるダンパーの引張側軸力による効果と思われる。一方、剛性低下した骨組では斜材有で0.3~0.4、斜材無で0.5程度の制震効果がみられる。斜材有の結果から、剛性低下のない骨組ではあまり制震効果はみられないが、繰り返し加振により徐々に制震効果が現れている。このことは、ダンパーが本震後の大きな余震に対しても有効であることを示している。

ダンパー無およびダンパー有の最大相対変位と制震効果を昨年の試験結果と併せて図-5と図-6に示す。図内の点線は50%低減を示している。本年度は斜材2本、ダンパー1組の試験も実施した。当初予想されたねじれ振動は発生しなかった。ダンパーを1組設置した場合には2組設置したときに比べ、制震効果は小さ

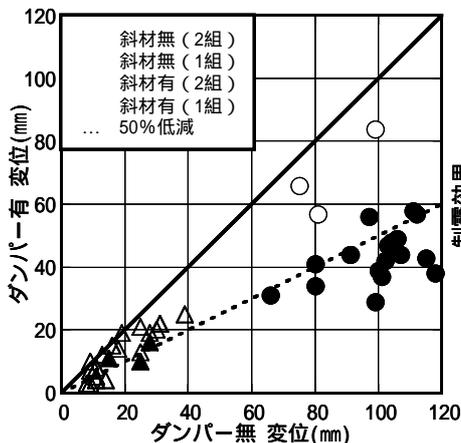


図-5 最大相対変位

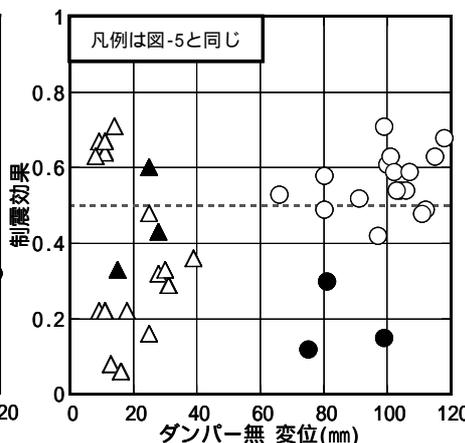


図-6 制震効果

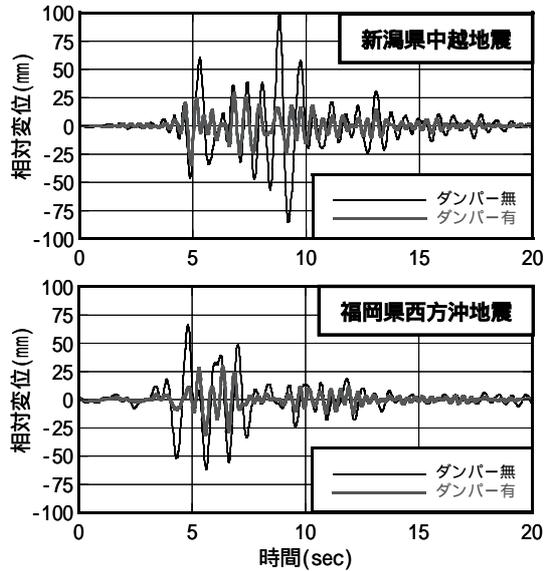


図-4 相対変位時刻歴

(骨組D12 剛性低下なし 斜材無)

くなっている。斜材有の場合には、相対変位自体が小さいため、制震効果は小さいが、剛性低下後は斜材無と同等であることが確認出来た。

3.まとめ

昨年度発生した、新潟県中越地震や福岡県西方沖地震においても、鉛による減衰応力により、相対変位を低下させることが可能であり、ダンパーの効果は十分発揮されることが確認された。

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「九州建設経済会研究助成」を受けて実施されたものである)

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	入力地震波				
				兵庫	新潟	福岡		
無	有	13	無	13	9			
			有	12	10			
	制震効果			0.08	-0.11			
	無	12	無	99	66			
			有	29	31			
			制震効果			0.71	0.53	
有	有	13	無	8	11	9		
			有(1回目)	3	8	7		
			制震効果			0.63	0.27	0.22
			無	11	9			
			有(2回目)	5	3			
			制震効果			0.55	0.67	
	無	12	無	14	11			
			有(3回目)	4	4			
			制震効果			0.71	0.64	
			平均制震効果率			0.63	0.51	0.51
無	12	無	100	80				
		有(1回目)	39	34				
		制震効果			0.61	0.58		
		無	101	80				
		有(2回目)	37	41				
		制震効果			0.63	0.49		
平均制震効果率			0.62	0.53				