

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 学生会員 岩下 義隆・柴山 英和
 正会員 荒巻 真二・鳥野 清
 東邦亜鉛 (株) 福岡営業所 野寄 克彦

1. はじめに

兵庫県南部地震においては、木造家屋が倒壊し、その後の火災によって大きな被害を受けた。平成15年10月23日に発生した新潟県中越地震でも、住宅全壊2864棟、半壊11095棟の被害を受けている。今後、南海・東南海地震が30年以内に発生する確率は、南海がM8.4で40%、東南海がM8.1で50%前後となっており、同時発生した場合にはM8.5の大きな地震となることが予測されている。そこで、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減衰ダンパーが開発できれば、地震時における被害を大きく軽減出来るものと思われる。本研究は橋梁用に開発した鉛柱ダンパーの技術を基に、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、木造骨組に対する静的載荷試験を実施し、ダンパーの有無による履歴特性等について検討を行ったものである。

2. 静的載荷試験

図-1 に静的載荷試験装置を示す。木造骨組の柱と土台(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。骨組はS1~S4の4体制作り、斜材の有・無、ダンパーの有・無による4CASEの試験を実施した。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効果的であった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。

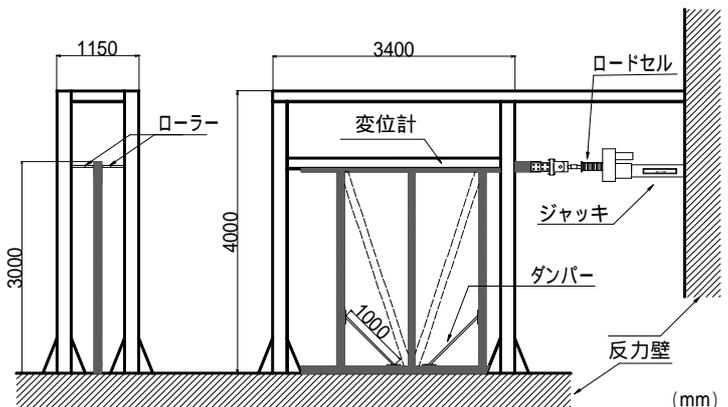


図-1 静的載荷装置図

斜材無では桁位置の最大水平変位を斜材無で

は200mm、斜材有の場合には水平変位が大きくなるにつれ、斜材の破損や接合部における釘の曲がり、カスガイの引き抜けなどが生じたので最大水平変位を160mmまでとした。荷重載荷時に骨組の載荷直角方向の変位を拘束するため桁部にローラーを設置した。

3. 試験結果

図-2 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て、剛性が低下しているものと推測される。両者の履歴曲線の面積から算出した履歴エネルギーを比べると70%程度まで低下していることが分かった。また、骨組S2に対して実施したダンパー有の載荷試験でも2回目は1回目の85%程度まで履歴エネルギーが低下していた。このため、各CASEの試験では、履歴エネルギーが大きい1回目のデータを用いて検討することとした。

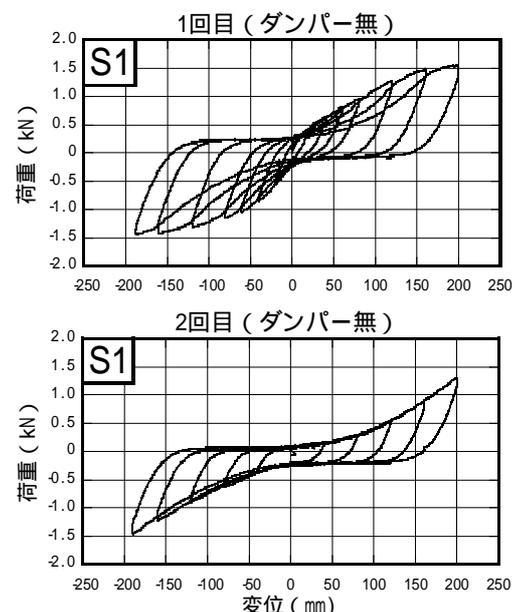


図-2 履歴曲線(斜材無)

斜材無におけるダンパーの影響を図 - 2 の 1 回目と図 - 3 で比較すると、ダンパー設置により荷重が約 2 倍に増加しており、履歴エネルギーが大きくなっている。これは引張力の作用するダンパーの抵抗力によるものである。また、図 - 3 を見ると載荷時の水平変位 ±50mm 以内で、圧縮側ダンパーの座屈によって急激な荷重低下がみられる。そこで、ダンパー圧縮の変形時に座屈を発生させないように、図 - 4 に示す鞘管を用いることにした。鞘管は、鉄管(長さ=880mm、直径=43mm、厚み=1.5mm)とし、設置後の鞘管は上下に自由に動く様になっている。

図 - 5 にダンパーに鞘管を取り付けたときの試験結果を示す。±50mm 以内の荷重低下が滑らかとなり、履歴曲線が大きくなっている。また、座屈が無くなるため、周辺の壁などを破壊する可能性が無くなった。

図 - 6 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。ダンパー有を用いると履歴曲線が矩形に近づいており、履歴エネルギーが大きくなっていることが判る。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 - 7 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。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に近いことが昨年度の振動試験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可能であると考えられる。

図 - 8 は鞘管の効果を示したものである。骨組 S2,S3 に対して鞘管無で試験を行った後に、鞘管を付けた試験を実施した。両者とも、鞘管無より履歴エネルギーが大きくなっているが、2 回目では骨組自体の剛性が低下していることを考えると、鞘管を付けた場合の履歴エネルギーはさらに大き

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「九州建設弘済会研究助成」を受けて実施されたものである)

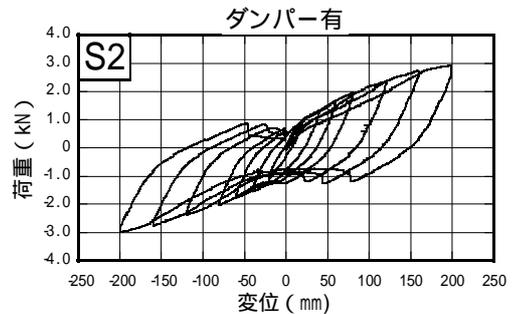


図 - 3 履歴曲線 (斜材無)

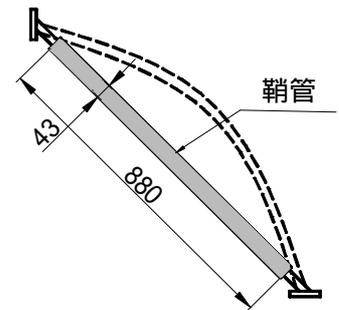


図 - 4 鞘管図 (mm)

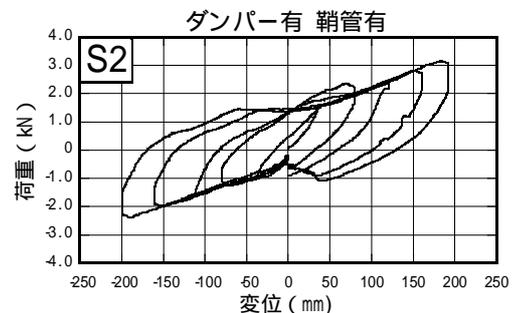


図 - 5 履歴曲線 (斜材無)

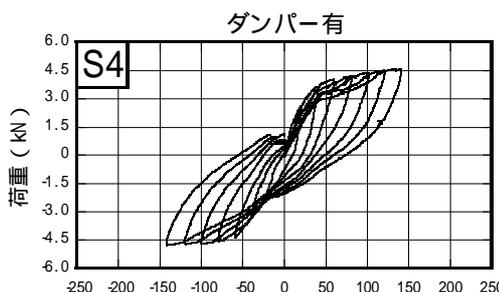
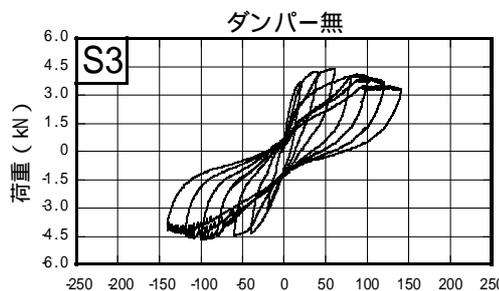


図 - 6 履歴曲線 (斜材有)

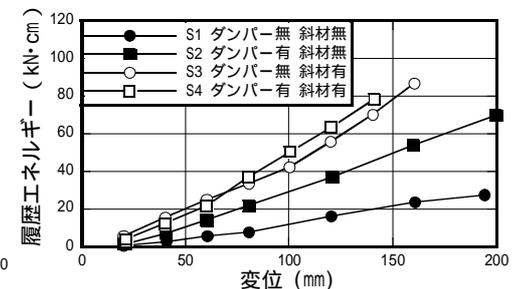


図 - 7 履歴エネルギー

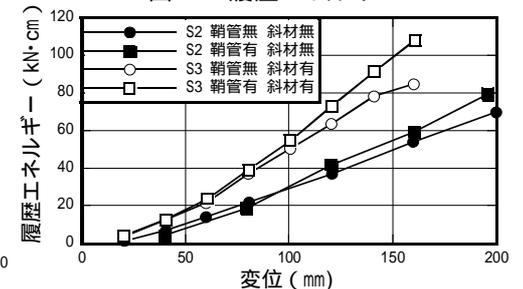


図 - 8 履歴エネルギー