

レンズ形状を有するせん断パネルダンパーの開発 その2 構造性能確認実験

制震 低降伏点鋼 レンズ型ダンパー
履歴型 せん断パネル 構造性能確認

正会員 ○山崎 信宏* 正会員 石山 昌幸*
同 久保田雅春** 同 名取 祥一**
同 三塩 洋一*** 同 尻無濱昭三***

1. はじめに

筆者らは、地震時などに水平力を担うデバイスとして、せん断パネルダンパーに着目し、低降伏点鋼を用いたレンズ型せん断パネルダンパー（以下、LSPD）を提案した^{1),2)}など（図1参照）。提案したLSPDは、溶接を必要とせず、シンプルな構造である。

LSPDに用いるレンズ型せん断パネルは、パネルの幅と高さ h が板厚 T の13倍（幅厚比： $D/T=13$ ）となる正方形である。弾塑性領域を拡げるため、平面中央部に球状の凹レンズ部を設けており（凹レンズ部の残り板厚とパネル板厚との比は1:2）、パネルの四隅には、応力集中を緩和させるため、フィレット部を設けている。また、使用する低降伏点鋼は、LY100材、LY225材である。

前報では、LSPDの概要やレンズの形状効果などについて述べた。本報では、LSPDの構造性能確認実験について述べる。

2. 試験体（レンズ型せん断パネル）

試験体は、パネルの板厚 T が12mm、パネル幅およびパネル高さ h が156mmとなるtype12-6である。平板中央部の両面には、中央部の板厚 t が6mmとなるように球状の凹み加工を施し、プレートの四隅には $R=48$ のフィレット部を設けた。また、レンズ型せん断パネルの上下辺は、固定部材に設置するため、図2に示すような長帯状とし、ボルト孔を設けた。なお、試験体に用いた材料は、LY100材とLY225材とした。

3. 構造性能確認実験

構造性能確認実験は、二軸試験機（鉛直2MN、水平1MN、日本鑄造(株)所有）にて行った。レンズ型せん断パネルの試験機への取付けは、レンズ型せん断パネルの上下部に設けられたボルト孔と試験機面板に取付けられたせん断パネル固定部材のボルト孔に高力ボルトを介して締付けた。また、せん断パネルの固定部材は、ボルトにより試験機上下面板に連結されている（写真1参照）。実験は、その状態で、鉛直変位を固定し、変位制御による水平方向への繰返し加力実験を行った。また、水平方向への加力方法は、変位漸増と変位一定の二種類とした。

変位漸増繰返し加力実験は、加振波形に正弦波を用い、

1サイクルごとに平均せん断ひずみ3.2%ごとに漸増させた実験である。ここで、平均せん断ひずみは、水平変位をパネルの有効高さ h で除した値である。一方、変位一定繰返し加力実験は、変位漸増繰返し加力実験と同様、加振波形に正弦波を用い、平均せん断ひずみを、3.2%、6.4%、12.8%、19.2%、25.6%の5ケースとして実施した実験である。なお、いずれの実験とも、レンズ型せん断パネルにき裂が生じ、荷重の低下するまで続した。

4. 実験結果

変位漸増繰返し加力実験により得た平均せん断応力度と平均せん断ひずみとの関係を図3に示す。ここで示す平均せん断応力度とは、実験により得た荷重をレンズ型

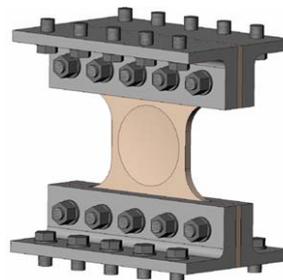


図1 LSPD

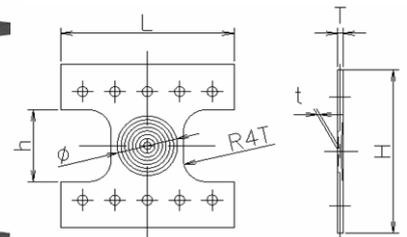
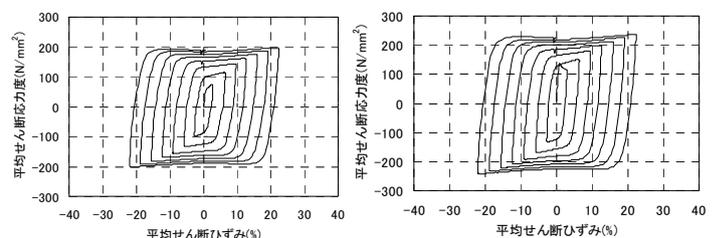


図2 試験体



写真1 試験機へのレンズ型せん断パネル取付け



(a) LY100材

(b) LY225材

図3 変位漸増繰返し加力実験結果

せん断パネル中央部断面積で除した値である。その結果、LY100 材、LY225 材のいずれの試験体においても、平均せん断ひずみ 25.6%加力時に荷重の低下が認められ、その後、フィレット部よりき裂を生じ始めた。本実験におけるレンズ型せん断パネルの平均せん断応力度の最大値は、LY100 材とした場合に 200N/mm^2 程度、LY225 材を使用した場合には 240N/mm^2 程度であった。

変位一定繰返し加力実験により得た平均せん断応力度と平均せん断ひずみとの関係を図 4～図 8 に示す。いずれの実験とも、安定した履歴曲線が得られ、平均せん断応力度の最大値は、平均せん断ひずみの増加に伴い大きくなる傾向を示し、LY100 材とした場合に $120\sim 210\text{N/mm}^2$ 程度、LY225 材とした場合は、 $150\sim 240\text{N/mm}^2$ 程度であった。各実験における、き裂発生回数を表 1 に示す。き裂の生じ始めた回数は、平均せん断ひずみの大きさにより異なるものの、それぞれの平均せん断ひずみにおいて、き裂発生回数に対する LY100 材と LY225 材とのばらつきはほとんど見られない。

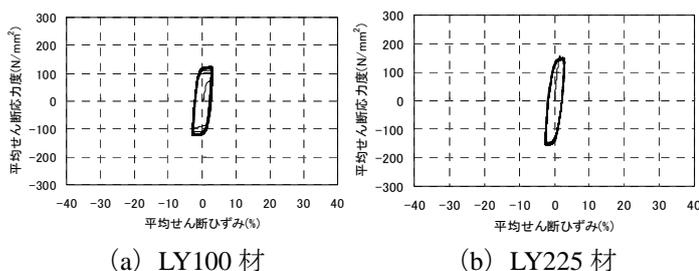


図 4 変位一定繰返し加力実験結果 ($\gamma=3.2\%$)

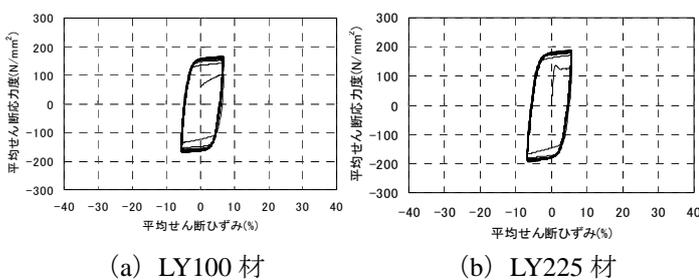


図 5 変位一定繰返し加力実験結果 ($\gamma=6.4\%$)

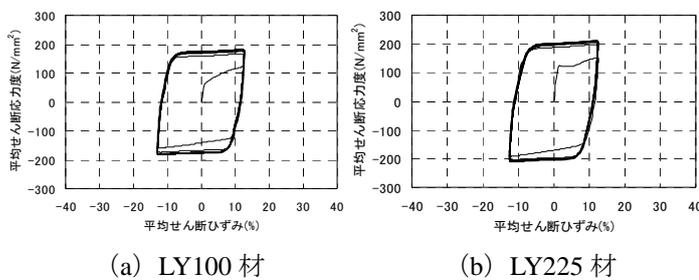


図 6 変位一定繰返し加力実験結果 ($\gamma=12.8\%$)

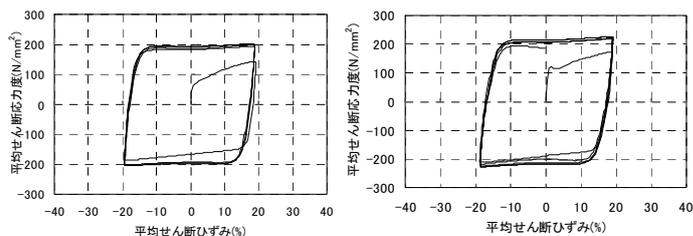


図 7 変位一定繰返し加力実験結果 ($\gamma=19.2\%$)

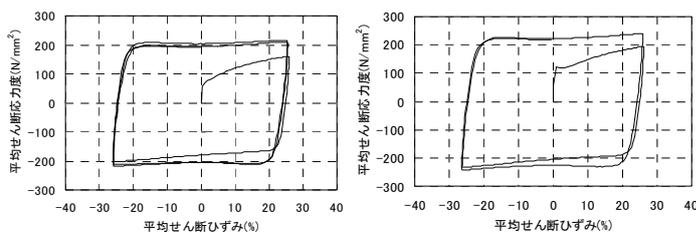


図 8 変位一定繰返し加力実験結果 ($\gamma=25.6\%$)

表 1 変位一定繰返し加力実験でのき裂発生回数

	平均せん断ひずみ				
	3.2%	6.4%	12.8%	19.2%	25.6%
LY100	285	44	11	7	4
LY225	363	42	12	7	4

5. まとめ

本実験により得た結果を以下に示す。

- 変位漸増繰返し加力実験では、平均せん断ひずみ 25.6%という変形性能を示し、その際の平均せん断応力度の最大値は、LY100 材で 200N/mm^2 程度、LY225 材で 240N/mm^2 程度であった。
- 変位一定繰返し加力実験での平均せん断応力の最大値は、平均せん断ひずみの増加に伴い大きくなり、LY100 材で $120\sim 210\text{N/mm}^2$ 程度、LY225 材では、 $150\sim 240\text{N/mm}^2$ 程度であった。また、き裂の発生回数は、それぞれの平均せん断ひずみにおいて、LY100 材と LY225 材によるばらつきは認められない。

【参考文献】

- 劉陽, 青木徹彦, 高久達将, 福本嘸士: 低降伏点鋼せん断パネルダンパーの繰返し载荷実験, 土木学会構造工学論文集 Vol.53A, pp.560-567, 2007.3
- 名取祥一, 久保田雅春, 三塩洋一, 尻無濱昭三, 石山昌幸, 山崎信宏: レンズ形状を有するせん断パネルダンパーの開発, その 1, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道), 2013.8 (投稿中)

* 日本 Casting 株式会社 エンジニアリング事業部
 ** 飛鳥建設株式会社 建設事業本部
 *** 鉄建建設株式会社 建築本部

* Engineering Division, NIPPON CHUZO
 ** Construction Division, TOBISHIMA CORPORATION
 *** Architectural Division, TEKKEN CORPORATION