

レンズ形状を有するせん断パネルダンパーの開発 その3 相似則に基づく寸法効果確認実験

制震	低降伏点鋼	レンズ型ダンパー
せん断パネル	相似則	寸法効果

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

1. はじめに

筆者らは、鋼材履歴型ダンパーに着目し、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、**図1**参照）による構造性能確認実験を行い、LSPDの特性を確認している¹⁾。

LSPDは、鋼材履歴型ダンパーであることから、せん断力の大小は、鋼材断面積に比例するため、通常、寸法効果は、小さいものと考えられる。また、LSPDの製作誤差や表面粗さ等については、一般的に寸法が大きくなるほど、相対的に精度も良くなるため、LSPDのせん断力や損傷度に対する寸法効果も小さく考えられる。

本報では、LSPDの寸法を大きくした場合における、相似則の適用是非を確認するため、既報の試験体である板厚12mmよりも大きな板厚18~24mmを用いた試験体による性能確認実験を行ったので報告する。

2. 試験体（レンズ型せん断パネル）

図2に示す試験体は、板厚 T が18mm, 21mm, 24mmで、パネルの幅と高さ h が板厚 T の13倍となる正方形である。平板中央部の両面には、弾塑性領域を拡げるため、中央部の板厚が $1/2T$ となるように、球状の凹み加工を施し、レンズ型せん断パネルの四隅には、応力集中を緩和させるため、板厚4倍相当のフィレット部を設けた($R=4T$)。なお、試験体の材料には、LY100材とLY225材を用いた。

3. 寸法効果確認実験

実験は、22MN大型二軸試験機（鉛直22MN、水平11MN、日本鑄造(株)所有）にて実施した。

レンズ型せん断パネルの試験機への設置状況を**写真1**に

示す。レンズ型せん断パネルは、上下の長帯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。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加力を行った。実験ケースは、変位漸増繰返し加力実験と変位一定繰返し加力実験の2ケースとし、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。また、変位一定繰返し加力実験は、平均せん断ひずみ12.8%、25.6%の2パターンとした実験であり、加振波形には変位漸増繰返し加力実験と同様に正弦波とした。なお、いずれの実験とも、試験体にき裂の生じるまで加力を行った。

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、き裂発生時の状況を**写真2**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せん断パネル中央部断面積で除した値である。

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傾向が認められ、その後、フィレット部よりき裂を生じ始めた。また、変位漸増繰返し加力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材の場合に 200N/mm^2 程度、LY225材の場合に 240N/mm^2 程度であった。その2にて報告した板厚12mmでの実験結果と比較し、き裂発生にいたる過程も同様であることから、力学的特性と損傷度評価に対し、相似則が適用できるものと考えられる。

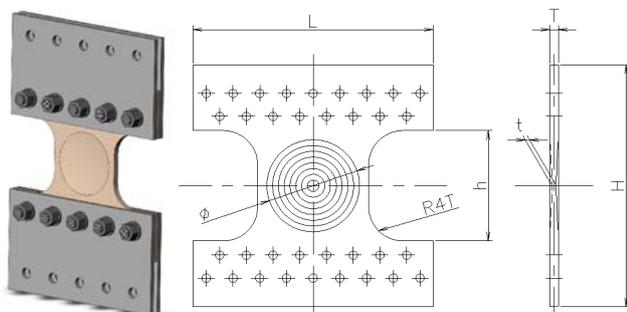


図1 LSPD

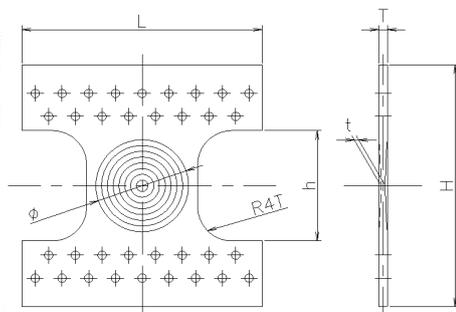


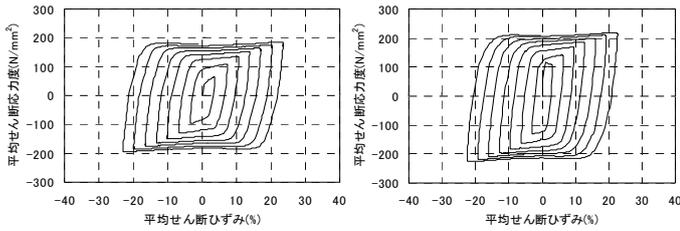
図2 試験体



写真1 試験機へのレンズ型せん断パネル取付け

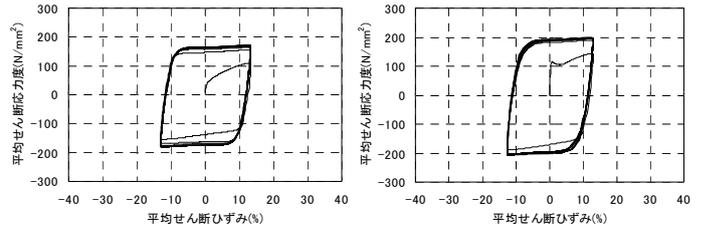
Study on the Shear Panel Damper in the Shape of Concave Type Lens for Seismic Response Control Structure.
Part3:Effect of a Scale Factor on Lens Type Shear Panel Damper

ISHIYAMA Masayuki, YAMAZAKI Nobuhiro,
KUBOTA Masaharu, ABE Takahide,
MISHIO Youichi and SHIRINASHIHAMA Shozo



(a) LY100材 (T=24mm) (b) LY225材 (T=21mm)

図3 変位漸増繰返し加力実験結果



(a) LY100材 (T=24mm) (b) LY225材 (T=21mm)

図4 変位一定繰返し加力実験結果 ($\gamma=12.8\%$)



(a) LY100材 (T=24mm) (b) LY225材 (T=21mm)

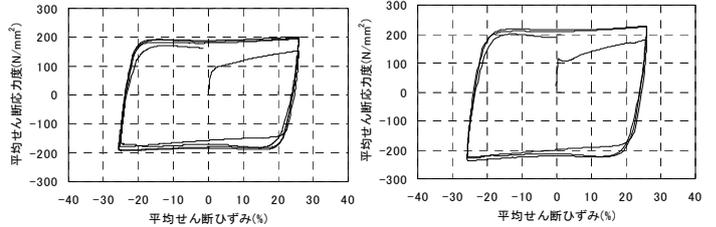
写真2 き裂発生時の状況 (変位漸増)



(a) LY100材 (T=24mm) (b) LY225材 (T=21mm)

写真3 き裂発生時の状況 (変位一定 $\gamma=12.8\%$)

次に、変位一定繰返し加力実験による平均せん断応力と平均せん断ひずみとの関係およびき裂発生時の写真を示す。図4、写真3は、平均せん断ひずみ12.8%、図5、写真4は、平均せん断ひずみ25.6%である。各試験体とも、平均せん断応力の最大値に達した後、フィレット部からき裂を生じており、その繰返し載荷回数は、平均せん断ひずみ12.8%で11~13回、平均せん断ひずみ25.6%では4回であった。その2で示した板厚12mmの結果と比較し、平均せん断応力度もほぼ同等であることから、相似則が適用できるものと考えられる。



(a) LY100材 (T=24mm) (b) LY225材 (T=21mm)

図5 変位一定繰返し加力実験結果 ($\gamma=25.6\%$)



(a) LY100材 (T=24mm) (b) LY225材 (T=21mm)

写真4 き裂発生時の状況 (変位一定 $\gamma=25.6\%$)

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、平均せん断ひずみの増加に伴って、最大平均せん断応力も徐々に大きくなる傾向であり、いずれの試験体でも、平均せん断ひずみ25.6%変形時にき裂を生じた。
- 変位一定繰返し加力実験における最大平均せん断応力は、概ね安定しており、き裂発生時の繰返回数、平均せん断ひずみ12.8%の実験で11~13回、平均せん断ひずみ25.6%の実験では4回であった。
- 最大平均せん断応力およびき裂発生にいたるまでの限界累積変位量²⁾に対する寸法効果の影響は認められない。また、材料種別による影響もない。
- これまでに実施した構造性能確認実験を含め、板厚12mm~24mmまでのLSPDにおいて、相似則の適用が可能であることを確認した。

【参考文献】

- 山崎信宏, 石山昌幸, 久保田雅春, 名取祥一, 三塩洋一, 尻無濱昭三: 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, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), 2013.8 (投稿中)
- 三塩洋一, 尻無濱昭三, 久保田雅春, 名取祥一, 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4, 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