

LENS 型せん断パネルダンパーの寸法効果

日本鑄造(株) 正会員 ○山崎 信宏
 日本鑄造(株) 正会員 原田 孝志
 日本鑄造(株) 正会員 石山 昌幸

フェロー 高久 達将
 (株)東光コンサルタンツ 正会員 今井 康二
 愛知工業大学 正会員 青木 徹彦

1. はじめに

筆者らは、鋼材の弾塑性ダンパーに着目し¹⁾、低降伏点鋼(LY100: $\sigma_y=80.0\text{N/mm}^2$, $\tau_y=46.2\text{N/mm}^2$)を用いた LENS 型せん断パネルダンパー(以下, LSD)による, 静的および動的繰返し載荷試験^{2),3)}, レベル2地震波による性能確認試験⁴⁾, 損傷度評価を行い⁵⁾, LSDの特性を確認している。

LSD は, 鋼材ダンパーであることから, 抵抗力の大小は, 鋼材の断面積に比例するため, 通常, 寸法効果は, ほぼ無いものと考えられる。また, LSD 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, 相対的精度は良くなるため, LSD の抵抗力や損傷度に対する寸法効果は小さくなると思われる。

本試験では, LSD の寸法効果を確認するため, これまでの試験体とした LY100-12-6(以下, L100-12)よりも大きな試験体 LY100-18-9(以下, L100-18), LY100-24-12(以下, L100-24)を用いて, 性能確認試験を行ったので報告する。

2. LENS 型せん断パネルダンパー(LSD)

LSD は, 既報のとおり, 形状効果と歪効果および変形性能の大きい低降伏点鋼材の材料効果とを利用した高機能型鋼製ダンパーであり, 図1に示す, 無補剛材パネルのシンプルな構造である。

LSD は, せん断変形に伴い, 斜め方向に引張ないし圧縮の交番応力を受けることから, ある程度のフレーム剛性が必要となる。そのため, LSD の形状は, 幅厚比 D/t を13としている。図1および図2に示す試験体寸法は, 板厚 t が18mm ないし24mm で, 幅 D および有効高さ 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, LSD の四隅には, 変形時の応力集中を緩和させるため, 板厚

4倍相当のフィレットを設けた($R=4t$)。また, LSD の上下辺は, アングルで挟み込み, HTB で固定した。

3. 試験方法

試験は, 日本鑄造(株)の所有する22MN 大型二軸試験機にて実施した。試験に用いる LSD は, L100-18(板厚18mm タイプ)3体と L100-24(板厚24mm タイプ)3体の計6体とし, LSD を HTB によってアングルへ固定し, その状態で, 鉛直荷重を作用させず, 変位制御方式による水平載荷を行った。

試験ケースは, 正負交番変位漸増繰返し載荷試験, 正負交番一定変位繰返し載荷試験の2ケースとし, 一定変位繰返し載荷試験は, せん断ひずみ12.8%, 25.6%の2パターンとした。いずれの試験とも, 損傷度評価を行なうため, 試験体にき裂の生じるまで, 静的載荷を行った。

4. 試験結果

各試験により得た抵抗力とせん断ひずみとの関係を図3~図8に示す。ここで, せん断ひずみとは, LSD に生じた変位を LSD の有効高さ H で除した値である。

図3, 図6に示す正負交番変位漸増繰返し載荷試験では, せん断ひずみの増加に伴い, 抵抗力は徐々に増加する傾向を示し, せん断ひずみ22.4%程度から試験体に面外変形が認められ, 25.6%変形時には荷重が低下, フィレット部からき裂を生じた。なお, き裂発生にいたる過程は, L100-12 とおおよそ一致する。

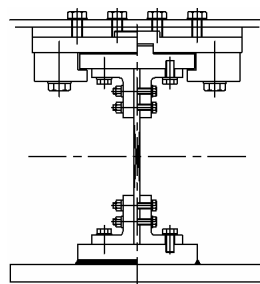


図1 LSDの構造(LY100-24-12試験体)

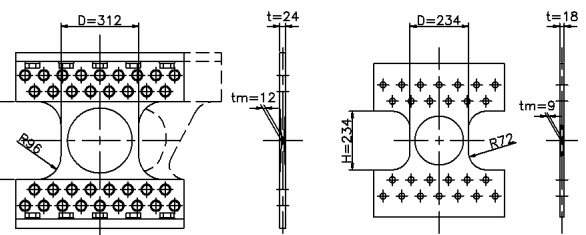


図2 LY100-19-8試験体

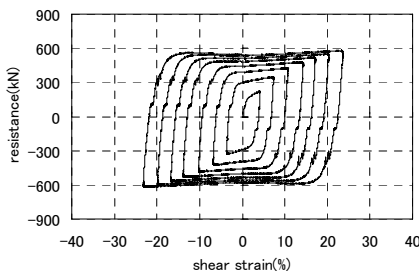


図3 変位漸増試験(L100-18)

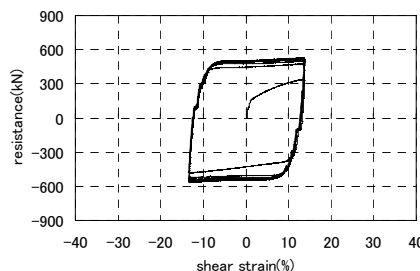


図4 一定変位試験12.8%(L100-18)

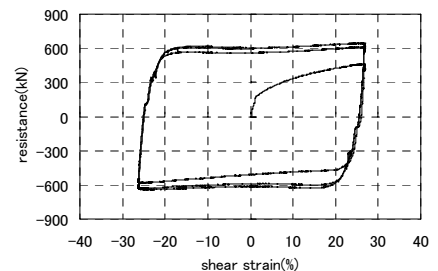


図5 一定変位試験25.6%(L100-18)

キーワード: せん断パネルダンパー, 低降伏点鋼, 寸法効果, 形状依存, 制震装置, 機能分離型支承

連絡先: 〒210-9567 神奈川県川崎市川崎区白石町 2-1 日本鑄造(株) TEL: 044-355-5033 FAX: 044-333-4575

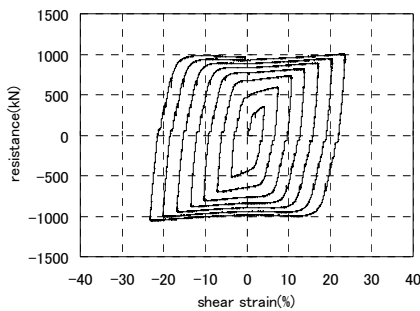


図6 変位漸増試験 (L100-24)

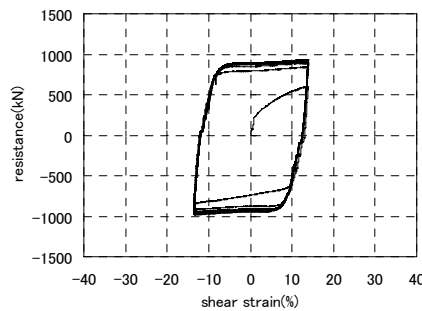


図7 一定変位試験 12.8% (L100-24)

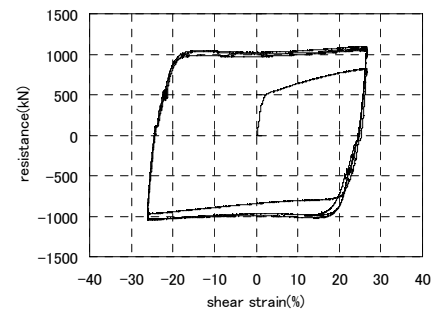


図8 一定変位試験 25.6% (L100-24)

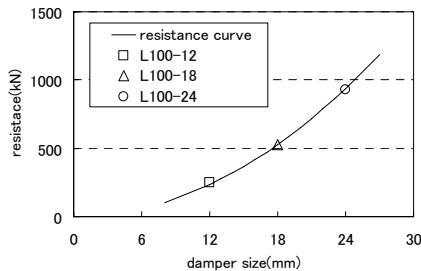


図9 LSD の形状と抵抗力 (12.8%)

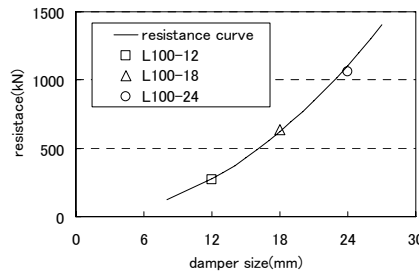


図10 LSD の形状と抵抗力 (25.6%)

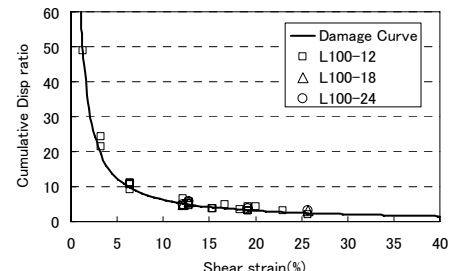


図11 損傷度評価

図4~5, 図7~8に示す正負交番一定変位繰返し載荷試験では、概ね安定した抵抗力-せん断ひずみ関係を得た。また、各試験体とも、最大抵抗力に達した後、面外変形が認められ、フィレット部からのき裂を生じており、その繰返し載荷回数は、せん断ひずみ 12.8%の試験で 12 回、せん断ひずみ 25.6%の試験では 4 回であった。この結果も、L100-12 とおおよそ一致する傾向である。

次に、正負交番一定変位繰返し試験により得た LSD の形状と抵抗力の関係を図9、図10に示す。図9は、せん断ひずみ 12.8%、図10は、せん断ひずみ 25.6%の試験結果である。なお、図中には、L100-12 の試験結果に基づき、LSD の断面積を考慮して定式化した抵抗力線も示している。せん断ひずみ 12.8%において、L100-18 の設計抵抗力 528.4kN に対し、試験結果の平均値は 528.2kN であり、L100-24 の設計抵抗力 939.4kN に対する試験結果の平均値は 926.7kN となった。また、せん断ひずみ 25.6%の試験においても同様の結果を得ており、LSD の抵抗力に対する寸法効果は認められない。

5. 損傷度評価

図11には、LSD に生じるせん断ひずみと試験により得た累積変形性能 (CDC) を LSD の有効高さ H で無次元化した累積変形比 (Cumulative Displacement ratio) との関係を示す。なお、図中には、L100-12 の試験結果に基づき定式化した劣化曲線および既報の試験結果も示している。いずれの試験結果も、劣化曲線にほぼ一致する結果を得ており、このことから、累積変形性能に対する寸法効果も認められない。

6. まとめ

本試験により得た結果を以下に示す。

- 変位漸増繰返し載荷試験では、せん断ひずみの増加に伴って、抵抗力も徐々に大きくなる傾向であり、

せん断ひずみ 25.6%変形時にき裂を生じた。この傾向は、L100-12 と概ね同様である。

- 一定変位繰返し載荷試験における抵抗力では、概ね安定した抵抗力を示しており、き裂発生時の繰返し回数は、せん断ひずみ 12.8%の試験で 12 回、せん断ひずみ 25.6%の試験では 4 回であった。この傾向も、L100-12 と概ね同様である。
- L100-12 を用いた試験結果に基づき定式化した抵抗力線と L100-18 および L100-24 を用いた試験により得た抵抗力はほぼ一致しており、抵抗力に対する寸法効果は認められない。
- L100-18 および L100-24 を用いた試験により得た累積変形性能は、L100-12 により定式化した劣化曲線により評価を行なうことができる。すなわち、累積変形性能に対する寸法効果は認められない。

参考文献

- 劉陽, 青木徹彦, 高久達将, 福本誘士: 低降伏点鋼せん断パネルダンパーの繰返し載荷実験, 構造工学論文集 Vol.53A, pp.560-567, 2007.3
- 石山, 原田, 他: 低降伏点鋼を用いた LENS 型せん断パネルダンパーの静的性能確認試験, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2009.9
- 山崎, 高久, 他: 低降伏点鋼を用いた LENS 型せん断パネルダンパーの動的性能確認試験, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2009.9
- 山崎, 今井, 他: LENS 型せん断パネルダンパーの地震波による性能確認試験, 土木学会第 65 回年次学術講演会, 2010.9
- 石山, 陳, 他: LENS 型せん断パネルダンパーの損傷度評価, 土木学会第 65 回年次学術講演会, 2010.9