

## 極低降伏点鋼を用いた高性能せん断型ダンパーの実験的研究

愛知工業大学 学生会員 ○森田慎也 愛知工業大学 学生会員 張 超鋒  
 愛知工業大学 学生会員 山下友樹 愛知工業大学 正会員 青木徹彦

## 1. 序論

橋梁用の免震支承として、現在ではゴム支承が主流になっているが、交通振動による付属施設の疲労が問題となっている。さらに、桁遊間も大きくなり、伸縮装置も大変形用のものも必要になるといった問題が生じている。本研究では、免震ゴム支承の問題点を解決するために、塑性変形能力が大きく、経済的に優れた材料として極低降伏鋼（極軟鋼）を用いたせん断型ダンパーを取り上げ、種々の形状の矩形板を製作して静的繰返し実験を行い、それらの変形性能を実験的に明らかにした。

## 2. 実験計画

## 2.1 実験供試体

供試体のせん断パネルの材質はLYP100とし、パネル寸法は、高さHが板厚 $t_w$ の12倍の144mm、幅厚bが板厚 $t_w$ の15倍の180mmとなる長方形を基準形とした( $H/t_w=15$ )。パネル側面には同材質のリブを、供試体パネル上下端部にはSS400材の補強材( $28 \times 28 \times 180$ mm)を溶接した。ヤング係数には公称値 $206 \text{ kN/mm}^2$ を用いた。パネル寸法、リブ寸法を図-1に示す。また、供試体の裏面に3軸ひずみゲージを貼り付けた。せん断パネルに曲げが作用しないようリンクを設けた。

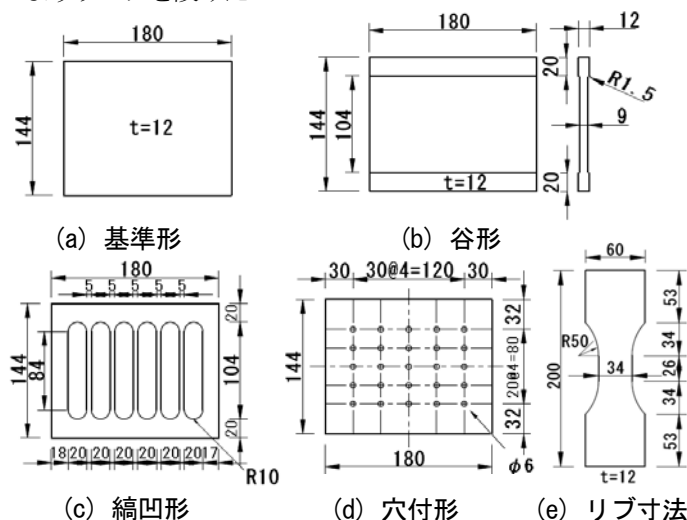


図-1 実験供試体寸法

## 2.2 静的繰返し実験

載荷はせん断パネルの下辺を固定し、上辺を水平方向に繰返し載荷した。載荷パターンは、実験で求めた降伏変位(0.5mm)を基準とし、この降伏変位を正負10倍した値を1往復ずつ漸増して与えた。水平荷重が最大荷重の9割程度に低下するか、致命的な損傷が起きた時点で載荷を終了とした。

## 3. 実験結果

## 3.1 荷重-変位履歴曲線

静的繰返し実験による荷重-変位履歴曲線を図-2に示す。同図の縦軸は、引張試験の結果より定めた降伏せん断力 $Q_y=83.9 \text{ kN}$ で無次元化し、横軸は水平変位をせん断パネルの高さ（有効高さ：基準形・穴付形=124mm、谷形・縞凹形=104mm）で除して無次元化した。これを平均せん断ひずみと呼ぶ。

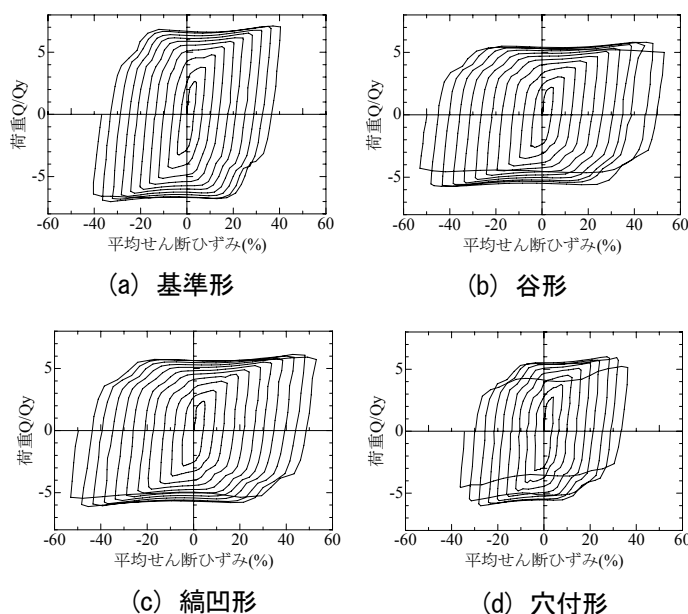


図-2 荷重-変位履歴曲線

## 3.2 損傷状況

実験終了後の供試体損傷状況を写真-1に示す。供試体のうち、基準型は、平均せん断ひずみが36%になったあたりから隅角部の溶接に亀裂が入り始め、40%で溶接部に致

キーワード せん断型ダンパー、極低降伏点鋼、免震支承

連絡先：〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草1247 TEL：0565-48-8121, FAX：0565-48-0030

致命的な亀裂が入り载荷を終了とした。谷形供試体は、平均せん断ひずみが 48%になったあたりでパネルの左右に亀裂が入り、53%で荷重が 9 割以下に落ち载荷を終了した。縞凹形供試体は、平均せん断ひずみが 43%になったあたりで隅角部に亀裂が入りはじめ、53%で最大荷重の 9 割以下に達したため载荷を終了となった。穴付形供試体は、平均せん断ひずみが 28%になったあたりで穴に亀裂が入り、32%で穴と穴の亀裂が繋がり荷重が落ち始め、36%で致命的な亀裂が入り载荷を終了した。

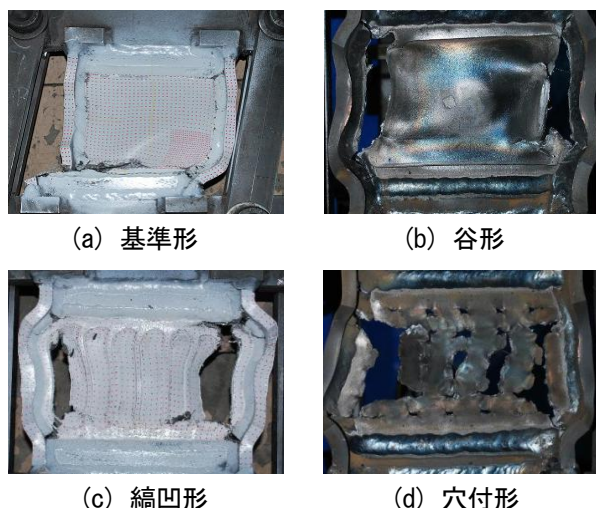


写真-1 実験後の供試体

### 3.3 包絡線・累積エネルギー吸収量

図-2 の荷重-変位履歴曲線から求めた包絡線を図-3 に示す。同図から荷重がもっとも高いものは基準形で、変形性能が最も高かったのは谷形と縞凹形である。

累積エネルギー吸収量を図-4 に示す。累積エネルギー吸収量が最も高かったものは縞凹形であるが、4 つの供試体の間の差は大きくはなかった。谷形は平均せん断ひずみが高くなったが、中央の板厚を削ったパネルを使っているため全体の体積が少なく荷重が低くなり、エネルギー吸収量は小さくなった。

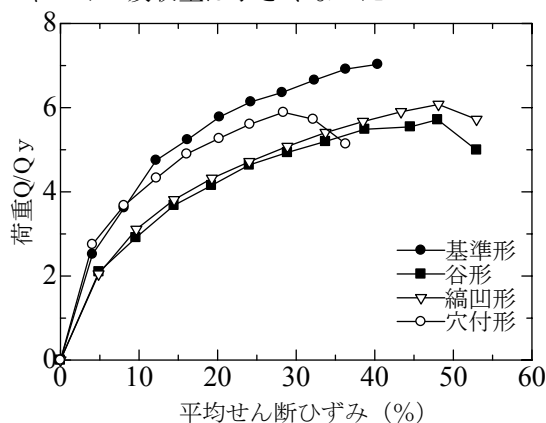


図-3 包絡線

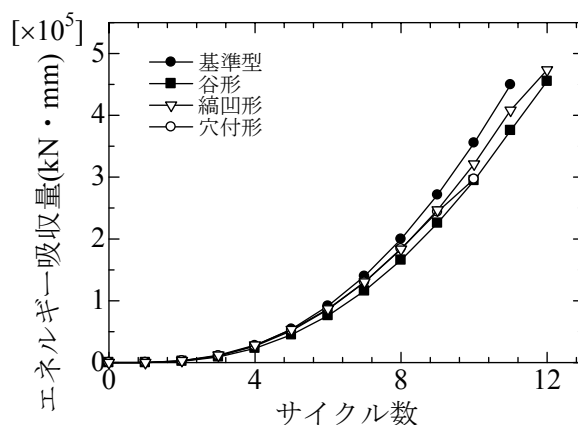


図-4 累積エネルギー吸収量

## 4. 結論

本研究で得られた結論は以下のようにまとめられる。

- (1) 谷形、縞凹形ではパネルを部分的に薄く削ることによって、基準形に対し平均せん断ひずみが 13% 向上した。薄く削り落とした境界部分をより滑らかに削ることによって変形性能をさらに伸ばすことができると思われる。
- (2) 穴付形は、平均せん断ひずみ 24% でパネルにあげた穴から亀裂が入り、その後 32% で穴と穴がつながり良い結果は得られなかった。しかし、穴の直径や穴を開ける位置、数を変えることにより性能を伸ばせると推測できる。
- (3) 谷形、縞凹形は平均せん断ひずみ 50% を超えた。また、累積エネルギー吸収量も高い結果が得られた。

## 参考文献

- 1) 日本免震構造協会：免震積層ゴム入門，平成 9 年 9 月 1 日 第 1 版第 1 刷発行
- 2) 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载荷実験，土木学会構造工学論文集，Vol. 53A，2007 年 3 月
- 3) 劉陽：高性能せん断型パネルダンパーの開発と橋梁への適用に関する研究，愛知工業大学 博士論文，2008. 2
- 4) 谷 一成，佐合大，谷中聡久，小池洋平，鶴野禎史，姫野岳彦：低降伏鋼板を用いたせん断パネル型制震ストッパーの研究，第 9 回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp1-6，2006-2