溝形鋼を拘束部材に使用したBRBの変形性能に関する実験的検討

名城大学 学生会員 ○清水 俊彦,佐藤 大介名城大学 正会員 渡辺 孝一

1. はじめに

著者はこれまでに、アングル鋼などの形鋼を拘束部材として利用した座屈拘束ブレースの研究を行っている^{1),2)}. 形鋼を利用した BRB は断面が矩形の高機能 BRB³⁾に比べて拘束部材の軸方向断面積は小さく、断面 二次モーメントが大きく設計可能であるため、コンパクトかつ軽量な部材構成が期待される.本実験では溝 形鋼を拘束部材に利用した BRB の開発のため、基本的な変形性能に関する実験的検討を行う.

2. 実験概要

2.1 実験供試体

実験で使用した供試体は図1に示すように拘束部材に溝形鋼を適用した軸降伏型座屈拘束ブレースである. 溝形鋼はJIS 規格JISG3192, H×B=100×50を使用し,それらを一体化するため,平板部材と高力ボルトで接 合する構造となっている.ブレース芯材や拘束部材の設計は文献3)を参考に断面を決定した.



図 1 実験供試体

写真 1 実験供試体の設置状況

2.2 実験装置

載荷に用いる実験装置は図 2 に示すように、載荷フレームに回転 リンク機構を付加することにより、BRB に対して従来の軸力載荷に 加え、ブレースを設置する主構造が地震動で実際に起こりうるであろ う、軸心のずれを再現できる機構とした.実験状況を写真1に示す.

2.3 載荷方法

溝形鋼 BRB の基本的な変形性能を確認するため、軸力と付加曲げ を考慮した繰り返し漸増載荷実験を行った.載荷パターンはブレース 材の降伏変位 δ_y (ブレース芯材の長さ 1375mm に降伏ひずみを掛け たもの)を基準とし、 $1\delta_y$ ずつ変位を増分させた.また、高機能 BRB にならい終局ひずみの限界値を $\epsilon_u=3\%$ とし、目標変位とした.

3. 実験結果

図3に繰り返し漸増載荷実験の荷重-変位曲線を示す,図3(a)は本 実験で使用した溝形鋼 BRB,図3(b)は同実験装置により行った高機 能 BRB の履歴曲線を示す.図3(a)では紡錘形の履歴を描き,塑性変 形履歴によるエネルギー吸収・消費がなされ,拘束材がブレース材の 全体座屈を拘束する機能を果たしていることがわかる.

最大変位に着目すると、図 3(a)では引張側 $P/_mP_y=1.52$ にて $\delta/_m\delta_y=22.68$ であり、図 3(b)の値 $P/_mP_y=1.52$ にて $\delta/_m\delta_y=22.05$ と軸力を 比較した場合同じ値であることが確認できた.



図 2 回転リンク機構による載荷方法

しかし, 圧縮側において溝形鋼 BRB は $P/_mP_y=-1.52$ にて $\delta/_m\delta_y=21.65$ に対し, 高機能 BRB では $P/_mP_y=-1.70$ にて $\delta/_m\delta_y=-21.05$ と 12%程小さめの軸力となった.

実験は,-21δ_yに到達する直前で写真2に示すように拘束材の ボルトが破断し荷重が急激に低下したため実験を終了した.載 荷実験結果から,目標であった終局ひずみの限界値 ε_u=3%は満 足していることを確認した.

4. 考察

図 3(a)の載荷履歴のうち圧縮領域に注目すると、最終ループ において局所的に荷重低下が確認できる、この軸力低下は、拘 束材とブレース芯材との摩擦が切れてスリップしたことが一つ の要因として考えられる.実験終了後、供試体を解体して内部 の変位状況を確認した.その結果、図 3(a)の溝形鋼 BRB のボル トが破断した部分のブレース芯材において局部座屈が生じてい た(写真 3).以上より、本実験において設定したブレース芯材 の断面では、溝形鋼 BRB の拘束部材の強度不足により、ブレー ス芯材端部の拘束部材が面外方向に湾曲し、それに伴いボルト が破断したと考えられる(写真 2).よって、本ブレース芯材と 拘束部材の断面構成において、端部での拘束部材が変形しやす く、さらにその変形に伴い大きな内部接触力(フープ力)が発 生した可能性が考察できる.以下に本実験で得られた知見をま とめる.

1) 溝形鋼 BRB の変形性能を繰り返し載荷実験により検討した 結果,目標限界変形性能である 3%を満足したが,履歴曲線に乱 れが生じており原因を調査する必要がある.

2) 断面が矩形の高機能 BRB と比較した場合,本実験装置による載荷結果では両実験において-218_y に到達する前に荷重の低下が見られた.同一断面諸元の高機能 BRB と比較して,溝形鋼 BRB の荷重低下が先行したが,おおよそ高機能 BRB と同等の変形性能が得られることが実験により確認できた.

本実験において拘束材を固定するボルトの破断が発生し、ブレース芯材の局部座屈が確認されたので、拘束部材の固定法の 改良等により BRB としての変形性能を改善する必要がある.

今後の課題として,拘束部材を固定する適切なボルト配置や, ブレース芯材に対する拘束部材の適切な断面諸元の設計法を検 討する必要がある.

2.0 溝形鋼BRB $P/_{m}P_{v} = 1.52$ $\delta / \delta_{\rm w} = 22.68$ -3% 1.0 $P/_m P_j$ 0.0 -1.0 +3% -2.0 $\delta / \delta_y = -21.65$ -10 10 20 -30 -20 30 Ω $\delta/m \delta_v$ 溝形鋼 BRB (a)高機能BRB $P/_{m}P_{v}=1.52$





写真 2 拘束材のボルト破断部(固定端部)



写真 3 ブレース芯材の破壊状況

5. 参考文献

- 1) 篠田将旭, 渡辺孝一, 児玉佳大:芯材にアングルを用いた座屈拘束ブレースの性能実験と解析的検討, 鋼構造論文集第 20 巻 77 号, pp.49-61
- 2) 織田博孝, 宇佐美勉: 既設 H 形ブレース材の制震ダンパー化に関する基礎的実験, 構造工学論文集 Vol.56A, pp.499-510
- 3) 宇佐美勉,佐藤崇,葛西昭:高機能座屈拘束ブレースの開発研究,構造工学論文集 Vol.55A, pp719-729