

座屈拘束ブレースの繰り返し載荷実験

三菱重工業 正会員 加藤基規¹ 名古屋大学 正会員 葛西 昭²
 名古屋大学 フェロー 宇佐美勉² 名古屋大学 学生会員 渡辺直起²

1 緒言

1995年の兵庫県南部地震以来、土木分野では構造物の耐震設計が様々に検討されている。特に地震エネルギーを吸収する部材を構造物に取り入れる方法は、定量的な地震エネルギー吸収が期待でき、耐震設計の際に非常に有効である。図-1に示す座屈拘束ブレースはブレース材の周りをモルタルなどで覆い、強制的に座屈拘束した軸降伏型履歴ダンパーである。建築分野では早くから座屈拘束ブレースに注目し、現在幅広く使用されている。しかし、座屈拘束ブレースに関する研究は土木分野では進んでおらず、今後有効なエネルギー吸収部材として適用を考える際、その挙動の把握が必要である。そこで、本研究では座屈拘束ブレースの繰り返し載荷実験を行うことにより、座屈拘束ブレースの実挙動の検証を行った。また、文献1)において開発した解析モデルの結果との比較を行うことにより、解析モデルの妥当性の検証も同時に行った。

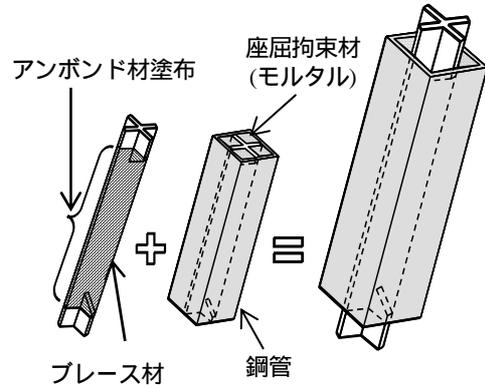


図-1 座屈拘束ブレース

2 実験概要

2.1 実験供試体

本研究では図-2に示すような断面形状の座屈拘束ブレースを使用した。ブレース材には平鋼ブレースを、また拘束材にはハット型のプレート（以下、ハット材と称す）にモルタルを充填したものをそれぞれ使用した。図のようにアンボンド処理した平鋼ブレースを拘束材で挟み込み、それらをボルト接合で固定する。また、ボルト接合部には応力集中が予想されるため、あらかじめ補強プレートを設けた。供試体には3種類の板厚のブレース材を使用し、その諸元を表-1に示す。

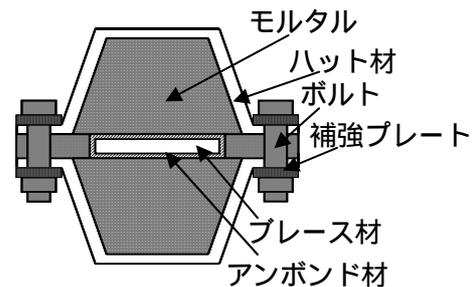


図-2 断面構成

表-1 ブレース材の諸元

供試体名	板厚 t [mm]	断面積 A [mm ²]	細長比
BR59-12	8.49	851	553
BR47-10	9.78	980	480
BR39-8	11.8	1180	399

（部材長 $L=1355$ mm、板幅 $b=100$ mm で一定）

2.2 実験装置

本実験の実験装置の概略図を図-3に示す。

実験供試体をピン支持柱と台座間に45°の角度で設置し、アクチュエーターが水平方向に変位することでピン支持柱が回転し、実験供試体に軸方向の変位を与える。供試体は弱軸方向が面内になるよう設置し、下端部は台座と、上端部はピン支持柱とボルト接合により剛結した。なお、載荷は変位制御の正負交番繰り返し載荷で行い、建築分野での指標を基に、目標塑性率を20と設定し載荷を行った。

3 実験結果

3.1 荷重 - 変位関係

本実験より得られたBR59-12試験体の荷重 - 変位関係を図-4に示す。図は引張側を正とし、縦軸、横

キーワード：座屈拘束ブレース、制震部材、繰り返し載荷実験

¹〒730-8642 広島市中区江波沖町5-1 TEL:082-294-3626

²〒464-8603 名古屋市中区千種区不老町 TEL:052-789-4617

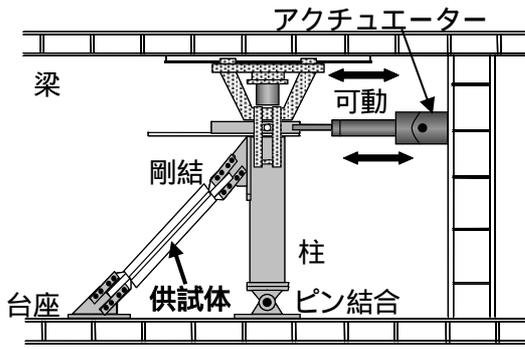


図-3 実験装置概略図

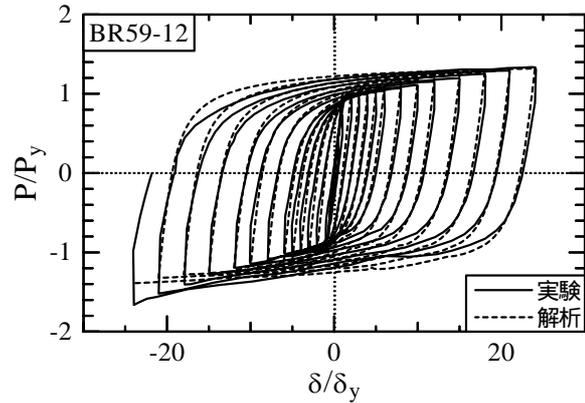


図-4 荷重 - 変位関係

軸それぞれ降伏荷重，降伏時の軸方向変位で除し無次元化したものをとる．また，図には同時に解析結果も示す．

図のように引張側，圧縮側ともに耐力の低下を起こさず，非常に安定した荷重 - 変位曲線を描いている．このような結果は全供試体で得られ，今回考案した座屈拘束法により圧縮側に引張側と同様の荷重 - 変位特性を与えられたことが確認できた．また，実験結果と解析結果は非常に類似した履歴曲線となっており，比較解析に用いた解析モデルの妥当性が検証できた．

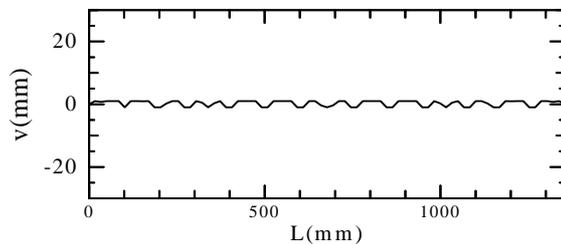
3.2 変形状態

写真-1 に実験後，座屈拘束材を取り外した BR59-12 試験体を示す．また，図-5 に解析より得られた変形状態を示す．

写真からわかるように，ブレース材はほぼ均一に波形が並ぶような，非常に高次のモード形状を呈している．これにより，ブレース材は圧縮時に座屈拘束材内部で，座屈拘束材との接触によりたわみを拘束され，次々と高次のモードへ変形していくことがわかる．また，モード数など若干の差異はあるものの，解析においても高次のモード形状の変形が見られる．以上のように，ブレース材は圧縮載荷時に高次のモードへ変形することが確認でき，更に，本解析モデルはその変形状態を模擬できることが検証された．



写真-1 ブレースの変形状態 (BR59-12)

図-5 解析より得られた
ブレース材の変形状態

4. 結言

本研究では，座屈拘束ブレースの繰り返し載荷実験を行い，座屈拘束ブレースの実験的挙動を検証した．また，解析結果との比較を行うことにより，解析モデルの妥当性を検証した．以下に，本研究で得られた結果をまとめる．

- (1) 引張側，圧縮側ともに耐力低下を起こさず，安定した荷重 - 変位関係が得られた．
- (2) ブレース材は座屈拘束材にたわみを拘束されることにより，高次モードの変形状態を示す．
- (3) 荷重 - 変位関係，変形状態ともに本解析モデルは座屈拘束ブレースの挙動を精度良く再現できた．

参考文献

- 1) 加藤基規，宇佐美勉，高西昭：座屈拘束ブレースの繰り返し弾塑性挙動に関する数値解析的研究，構造工学論文集 Vol.48A, pp.641-648, 2002.3.，
- 2) 岩田衛，村井正敏，加藤貴志，小川秀雄，和田章：座屈拘束されたブレースを用いた履歴型ダンパーの性能評価実験（その1：実験計画），日本建築学会大会学術講演梗概集，C 構造，pp.921-922, 2000.9.，
- 3) 岩田衛，村井正敏，加藤貴志，小川秀雄，和田章：座屈拘束されたブレースを用いた履歴型ダンパーの性能評価実験（その2：実験結果），日本建築学会大会学術講演梗概集，C 構造，pp.923-924, 2000.9.