

# 節点固定条件によるブレース材の応力状態に関する研究

正会員 ○濱崎 源記\*<sup>1</sup>      正会員 荒井 智一\*<sup>3</sup>  
 正会員 下氏 亮介\*<sup>1</sup>      正会員 小林 俊夫\*<sup>2</sup>  
 正会員 相原 正史\*<sup>1</sup>

キーワード：鋼製天井下地 耐震天井 座屈

## 1. はじめに

近年、増加傾向にある震災により耐震天井の普及が進み、ブレース材による天井補強が一般化されている中で、各天井下地材メーカーが様々な耐震補強用のブレース接続金具を開発している。金具とブレース材をビスにより固定する工法が一般的であり、ブレース材の断面形状に応じてフランジ面やウェブ面への金具の取り付け位置を決定しているが、取り付け位置に応じた応力状態を確認している研究は無い。

本研究では、ブレース材に対する接続金具の設置位置に応じた応力状態を確認することで一般式での座屈荷重の算定の正確性を確認することを目的とする。

## 2. 試験概要

本試験では、ブレース接続金具として多用されている羽子板ボルトを対象とした。試験体仕様は、長さ1500mmのC-40×20×1.6をブレース材として、ブレース接続金具の羽子板ボルトをフランジ面に取り付ける仕様とウェブ面に取り付ける仕様とした。(表1、写真1,2)

表1 試験体一覧

試験番号	ブレース材	ブレース材長さ	ブレース金具	金具取り付け面
No.1	C-40×20×1.6	1500mm	羽子板ボルト3/8"	フランジ
No.2				ウェブ



写真1 フランジ面への取付状況

写真2 ウェブ面への取付状況

試験方法は、ブレース材の羽子板ボルトを取り付けた側(以後、上端部)にプレートを取り付け、そのプレートと試験架台をシャコ万力にて固定する。ブレース材の羽子板ボルトを取り付けた逆側(以後、下端部)は、試験架台にボルト固定したC-100×50×20×1.6にφ4.2×16のビス2本を用いて固定し、ブレース材の設置状況を再現した。



写真3 試験体 全景

写真4 ブレース下端部

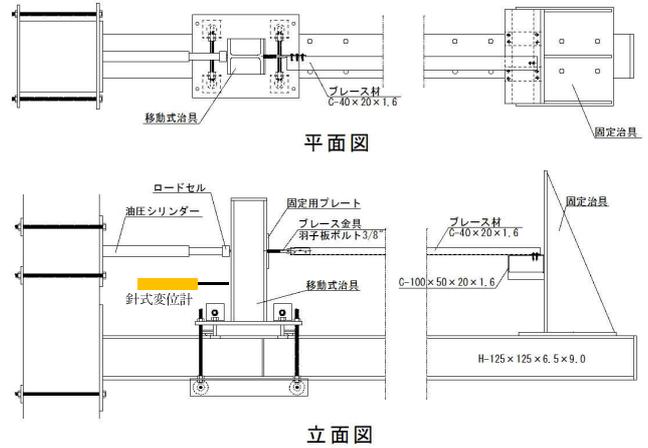


図1 試験体図

計測方法は、油圧シリンダーにロードセルを取り付け、荷重を測定し、針式変位計を移動式架台に設置し、ブレース材軸方向の変位を計測した。ひずみゲージは、ブレース材の上端部と下端部のそれぞれから150mmの位置とブレース材の中央部に設置した。(図2) 上端部と下端部については、コ型断面の外周の3面に設置し(図3)、中央部は外周の2面とした(図4)。

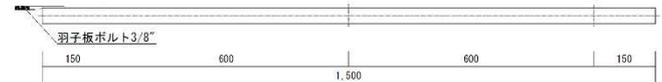


図2 ひずみゲージ設置位置

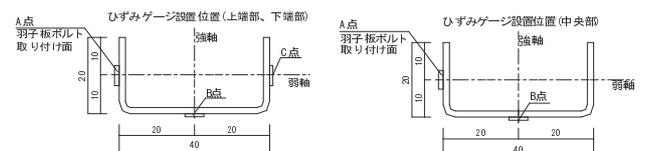


図3 上端部と下端部の設置位置

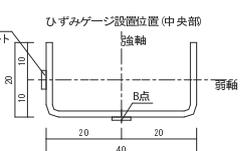


図4 中央部の設置位置

## 3. 試験結果

各部のひずみ度から応力を算定するにあたり、A点とC点の有効支配断面積は全断面積の1/4(119.5/4=29.875mm<sup>2</sup>)とし、B点の有効支配断面積は1/2(119.5/2=59.75mm<sup>2</sup>)として算定する。また各断面にかかる応力は、断面ごとに均一にかかっていると仮定し、算定する。応力の算定式は、有効支配断面積×ひずみ度ε×ヤング率Eとする。

No.1の荷重-変位曲線と算定した応力から荷重-応力曲線を図5に示す。試験挙動は、加力に伴ってブレース材が弱軸方向へ変形し、荷重低下した。(写真5,6)

上端部では、羽子板ボルトを取り付けたA点に圧縮応力が集中し、最大荷重時にはB点に比べて約3.5倍の応力

であり、反対面のC点は引張応力が生じていた。

中央部では、上端部に比べてA点とB点の割合が、等倍に近くなり、均等に圧縮応力が生じていた。

下端部では、ビス固定されているB点に圧縮応力が集中し、A、C点は応力が小さくなっている。



写真5 試験前状況



写真6 プレース材の弱軸方向曲げ変形

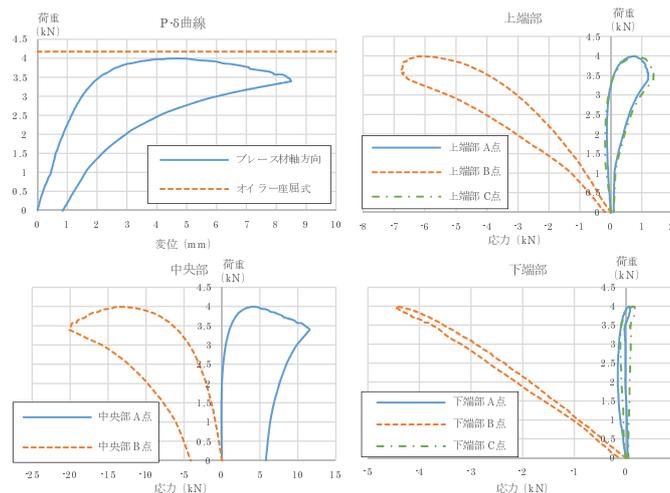


図6 No.2の各部の応力状況

各部のA, B, C点の応力が適切な数値であるかを確認するために算定した各点の応力の合計値とロードセルで測定した荷重を比較する。(図7)

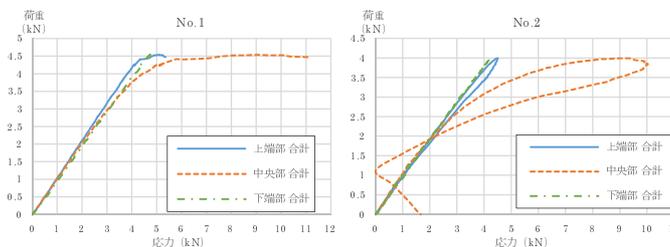


図7 各部応力の合計とロードセル測定値との比較

結果として算定した応力と測定した荷重が、概ね同等であることが確認でき、各部が負担する応力が算定値で妥当であると言える。

No.1と2の最大荷重と最大荷重時変位を表2に示す。オイラー式とは、オイラーの弾性座屈式によって算定した座屈荷重を記載している。

表2 試験結果一覧

試験番号	最大荷重	最大荷重時変位	オイラー式	試験荷重とオイラー式の割合
No.1	4540N	3.36mm	4175N	109%
No.2	3973N	4.00mm		95%

最大荷重とオイラー式で算定した座屈荷重を比較するとNo.1は109%であり、No.2は95%であった。またNo.1は、オイラー式の座屈荷重を超えてから剛性低下したが、No.2は、3000N付近で剛性低下した。原因は、No.1はプレース材の弱軸上に羽子板ボルトを取り付けているが、No.2はプレース材の弱軸から偏心した位置に羽子板ボルトを取り付けていることで弱軸方向への曲げ応力が大きくなったためであると考えられる。

#### 4. まとめ

羽子板ボルトの取り付け位置に応じたプレース材の応力状態を確認した。プレース材の弱軸から偏心する位置に羽子板ボルトを取り付け場合には、オイラー座屈荷重に達する前に剛性が低下することを確認した。天井等をプレース材を用いて補剛する場合、プレース材に対する金具の取り付け位置を考慮する必要がある。

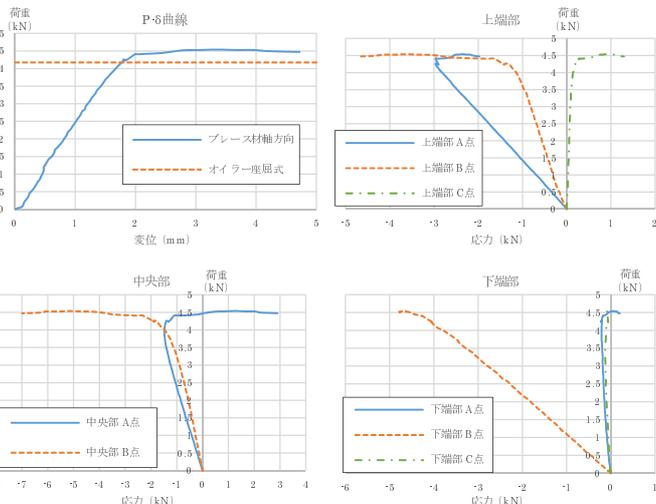


図5 No.1の各部の応力状況

No.2の荷重-変位曲線と算定した応力から荷重-応力曲線を図6に示す。試験挙動は、加力に伴ってプレース材が弱軸方向へ変形し、荷重低下した。(写真7,8)

上端部では、B点に圧縮応力が集中し、A、C点はほぼ同等の値であり、最大荷重時付近では引張応力が生じた。

中央部では、B点に圧縮応力が掛かり、A点では引張応力が生じた。

下端部では、上端部と同様にB点に圧縮応力が集中し、A、C点はほぼ同等の値であり、最大荷重時付近では引張応力が生じた。



写真7 試験前状況



写真8 プレース材の弱軸方向曲げ変形

\*1 桐井製作所  
\*2 桐井製作所 工学博士  
\*3 桐井製作所 修士(工学)