

剛な天井を構成する接合部材の力学挙動

その3 実験結果 (野縁方向)

準構造化天井 繰り返し载荷 力学挙動  
天井部材 弾性剛性

正会員 ○ 間山佳寿美\*1 正会員 加藤万梨香\*2  
同 吉敷祥一\*3 同 小林俊夫\*1  
同 荒井智一\*1 同 下氏亮介\*1

1. はじめに

本報 (その3) では, その2で報告した野縁方向における実験結果に加えて, パラメータを追加した試験体の実験結果, および弾性剛性と降伏耐力の評価式を示す.

2. 実験計画

本研究にて対象とする天井の概要を図1に示す. 準構造化天井は, 一般に構造骨組である柱と梁だけでなく, それに類する支持構造部を設置し, 天井面と接合することによって構成される. 天井面は, 吊り天井と同様に, 野縁受け, 野縁, 両者を結合するクリップ, および天井ボードから構成される.

野縁方向を対象とした実験では, クリップから接合部材までの距離 $W$ , 接合部材の高さ $H$ , および支持構造部材の固定間隔 $S$ をパラメータとし, 計10体の試験体を用意した (表1). また, 野縁受け方向を対象とした実験では, クリップから接合部材までの距離 $W$ , 接合部材の高さ $H$ , および支持構造部材の固定間隔 $S$ をパラメータとし, 計9体の試験体を用意した (表2). 実験は, 天井鋼板の左右にPC鋼棒を接続し, センターホールジャッキによってPC鋼棒を介して試験体に繰り返し強制変形を与えて行う. 载荷履歴は天井鋼板の両側から計測される変形の平均である全体変形 $D$ にて制御し, 図2に示す正負交番漸増変位振幅载荷とした.

3. 野縁方向における実験結果と考察

野縁方向における試験体の荷重変形関係を図3に例示する. 全ての試験体で $\pm 2\text{mm}$ 振幅まではほぼ弾性挙動を示し,  $\pm 5\text{mm}$ 振幅以降に履歴曲線が軟化した. その後, 野縁受け腹側圧縮の载荷 (正側) において, 野縁受けの上下フランジ部に局部座屈が発生し, 耐力が頭打ちとなった (図3A). 一方, 野縁受け腹側引張の载荷 (負側) においては, 大きな損傷は観察されず, 耐力も上昇し続けた (図3B).

次に, パラメータ毎に弾性剛性と耐力の比較を行う. 正側の荷重変形関係から得た包絡曲線を図4(a)~(c)に示す. クリップから接合部材までの距離 $W$ が大きくなるほど, また, 接合部材の高さ $H$ が高くなるほど, 弾性剛性と耐力が低下する傾向にあることが分かる (図4(a), (b)). 一方, 耐力に対する支持構造部材の固定間隔 $S$ の影響は, ほとんどみられなかった (図4(c)).

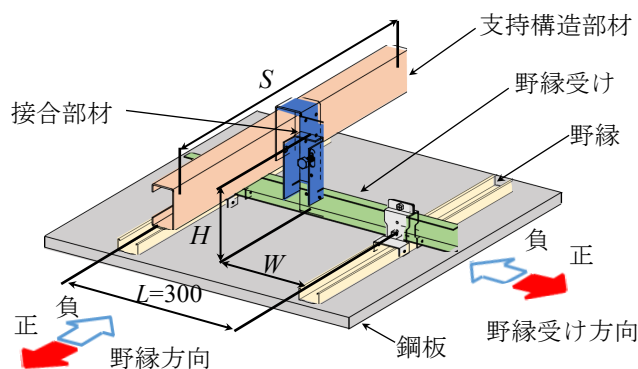


図1 天井の構成 (試験体)

表1 野縁方向における試験体一覧とパラメータ

No.	クリップから接合部材までの距離 $W[\text{mm}]$	接合部材の高さ $H[\text{mm}]$	支持構造部材の固定間隔 $S[\text{mm}]$
1	50	90	480
2	50	103	480
3	50	115	480
4	100	90	480
5	100	103	480
6	100	115	480
7	150	90	480
8	150	103	480
9	150	115	480
10	100	115	1172

表2 野縁受け方向における試験体一覧とパラメータ

No.	クリップから接合部材までの距離 $W[\text{mm}]$	接合部材の高さ $H[\text{mm}]$	支持構造部材の固定間隔 $S[\text{mm}]$
1	100	90	480
2	100	90	826
3	100	90	1172
4	100	103	480
5	100	103	826
6	100	103	1172
7	100	115	480
8	100	115	826
9	100	115	1172

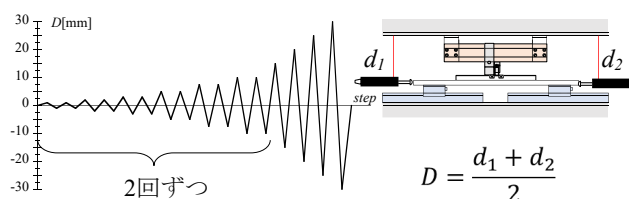
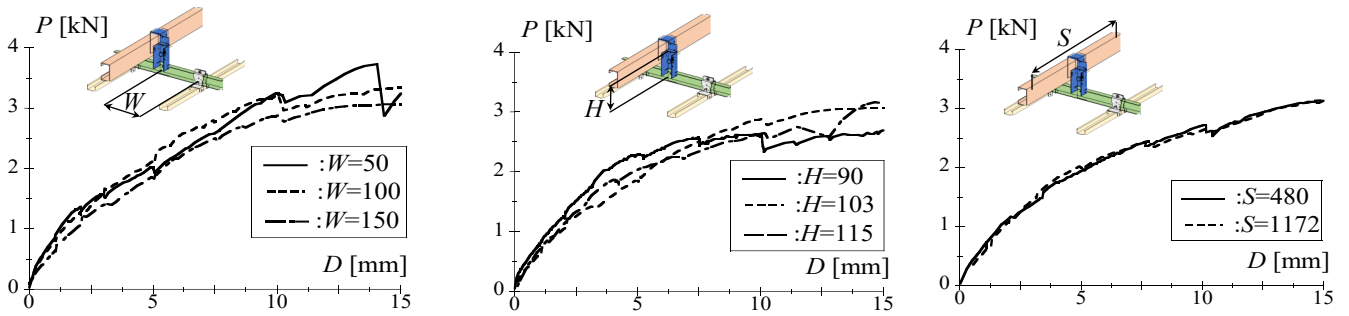


図2 载荷計画



(a) 接合部材までの距離 $W$  ( $H=103, S=480$ ) (b) 接合部材の高さ $H$  ( $W=150, S=480$ ) (c) 支持構造部材の固定間隔 $S$  ( $W=100, H=115$ )  
 図4 野縁方向における荷重変形関係 (包絡曲線)

#### 4. 力学モデルによる弾性剛性の評価

クリップから接合部材までの距離 $W$ と接合部材の高さ $H$ の影響が大きかったことを受け、図5に示す力学モデルを用いて弾性剛性と降伏耐力の評価を試みる。野縁方向における弾性剛性は、弾性範囲における各部の変形割合 (図6(a)) から、(i) 野縁受けの単純支持梁としての曲げ剛性 $K_n$ 、(ii) 野縁受けに作用するねじりモーメント $M_t$ に対する $K_f$ 、(iii) 接合部材の曲げ剛性 $K_j$ 、および (iv) クリップの曲げ剛性 $K_c$ を考慮し、全体の弾性剛性 $K_t$ をこれらの直列ばねで評価する。

計算値と実験値の弾性剛性を図7(a)に示す。計算値はクリップから接合部材までの距離 $W$ による影響を過大評価しているが、接合部材の高さ $H$ による影響は概ね捉えられている。

#### 5. 力学モデルによる降伏耐力の評価

次に、降伏耐力について同様に評価を試みる。実験では、野縁受けにおいて局部座屈が発生した。したがって、荷重 $P$ によって生じる曲げモーメント $M_o$ と、ねじりモーメント $M_t$ によって野縁受けフランジの応力度がある限界値に達する時を降伏耐力とすれば、次式が得られる (図5(a), (b))。

$$P_y = \sigma_{cr} \cdot \left\{ \frac{W \cdot (L-W)}{L \cdot Z_o} + \frac{W \cdot (L-W)}{L \cdot Z_f} \cdot \frac{H}{2 \cdot d} \right\}^{-1} \quad (1)$$

計算値と実験値の降伏耐力を図7(b)に示す。接合部材がクリップに隣接している $W=50\text{mm}$ かつ $H=103\text{mm}$ で過大評価となるが、それ以外の試験体では、計算値は実験値と概ね対応している。 $W=50\text{mm}$ の降伏耐力が低いのは、終局時における各部の変形割合 (図6(b)) より、クリップや接合部材の変形割合が弾性時から大幅に増加していることから、本検討では考慮していないクリップの損傷により降伏耐力が決定づけられたためであると考えられる。

#### 6. まとめ

本研究は、剛な天井を構成するための接合部材を対象とした野縁方向における載荷実験、および力学モデルの構築を行った。

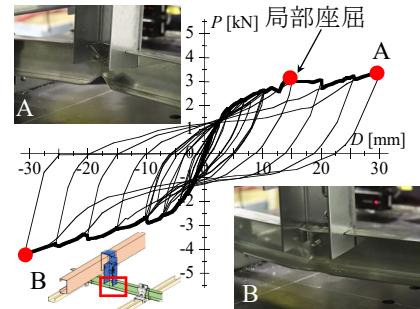
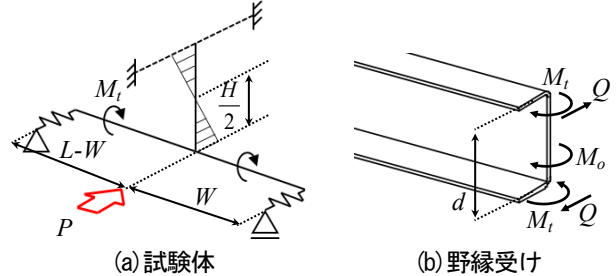
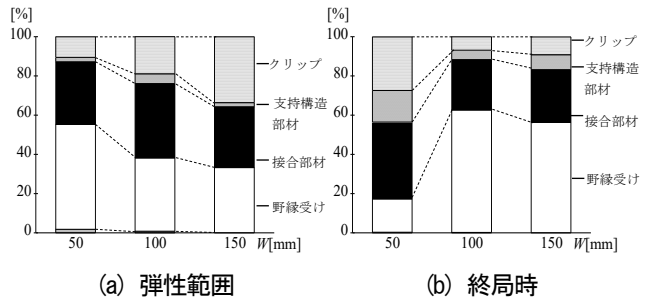


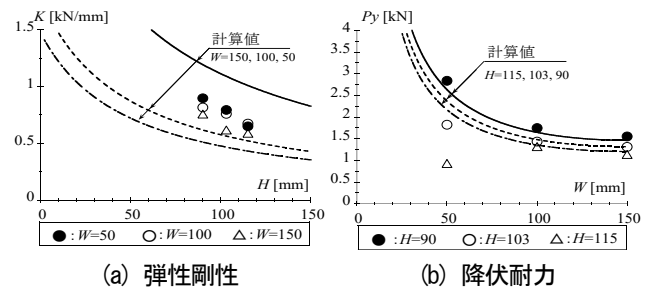
図3 野縁方向における荷重変形関係 ( $W=100, H=103, S=480$ )



(a) 試験体 (b) 野縁受け  
 図5 野縁方向に対する試験体の力学モデル



(a) 弾性範囲 (b) 終局時  
 図6 野縁方向における変形割合 ( $H=115, S=480$ )



(a) 弾性剛性 (b) 降伏耐力  
 図7 野縁方向における評価式 ( $S=480$ )

\*1 桐井製作所  
 \*2 元東京工業大学大学院生  
 \*3 東京工業大学

Kirii Construction Materials  
 Former Graduate Student, Tokyo Institute of Technology  
 Tokyo Institute of Technology