

在来工法天井の構成部材および実大天井の力学的特性に関する実験研究 その6：実大天井モデルの静的加力実験の結果 (T-3~T-6 試験体) とまとめ

正会員 薮内 彰夫*¹ 正会員 赤瀬 竜也*²
 正会員 寺山 武志*² 正会員 井原 和弘*³
 正会員 荒井 智一*⁴

在来工法天井 地震荷重 剛性
 最大耐力 下地材 野縁

1. はじめに

本報では、前報(その5)に続き、実大天井モデルの静的加力実験のT-3~T-6試験体の実験結果と全体のまとめについて報告する。

2. T-3、T-4 試験体の実験概要

T-3、T-4 試験体の実験は、図1に示すように、下地材の割付をパターン2とし、加力領域を中央の下地材のみとする部分加力である。この部分加力の実験は、中央部の下地材のみを加力することにより、下地材の長手方向(加力方向)の目地のせん断スリップによる破壊モードを想定したものである。加力方向は共に野縁方向であり、試験体両端のダブル野縁が支点到に接触している。T-3 試験体は単調載荷、T-4 試験体は繰返し載荷とした。

3. T-3、T-4 試験体の実験結果

図2にT-3 試験体とT-4 試験体の荷重 - 変位(試験体中央の水平変位)関係を示す。

T-3 試験体は荷重の増加に伴いほぼ弾性的な挙動を示した。最大耐力は23.64kNであり、その破壊過程および破壊モードはT-1 試験体と同様、反力支持点の下地材の圧壊とそれに伴う下地材からのビスの抜けによる野縁と下地材の一体性の喪失であった。

T-4 試験体は、荷重が5, 10, 15, 20kNでそれぞれ5回繰返し載荷を行った。図2に示すように15kNの繰返し載荷までは、繰返しによる変形の増大・蓄積はほとんどなく、その包絡曲線は単調載荷のT-3 試験体とほぼ同じであった。ただし、荷重20kNの1回目の繰返し加力において反力支持点に接触している下地材の圧壊が確認され、その後の繰返し載荷による変形の進展と蓄積が観察された。最終的には荷重25kNを目指した1回目のサイクルの20.31kNにおいて、下地材からビスが抜け、野縁と下地材が一体性を失い、大きな耐力低下が生じた。この耐力はT-3 試験体より約15%低い値であり、この差は、繰返し載荷の影響によるものであると考えられる。

本試験体は前述したように、下地材目地のせん断スリップによる破壊現象を想定した実験であったが、T-3、T-4 両試験体とも最大耐力に至るまでの間、目地の開きおよびスリップは微小であり、下地材の一体性は保持された。その結果、下地材割付および加力領域が異なるT-1 試験体と大きな挙動の差異は見られなかった。

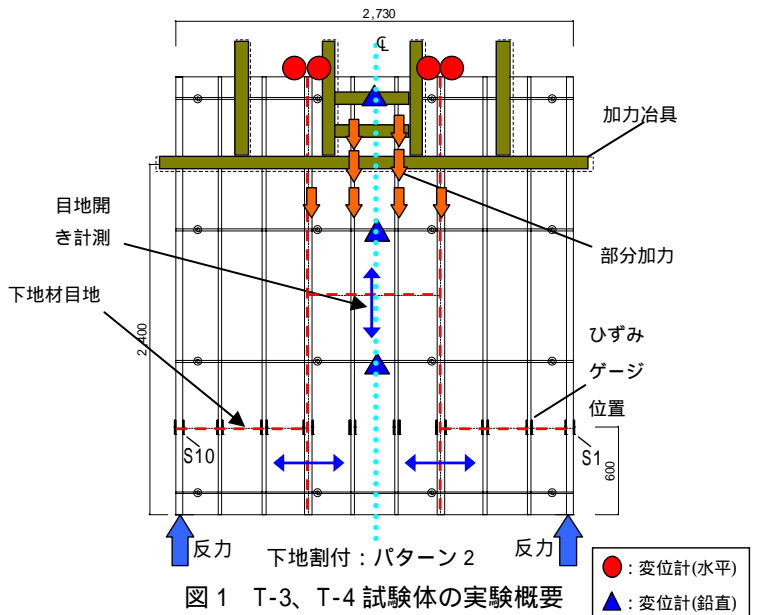


図1 T-3、T-4 試験体の実験概要

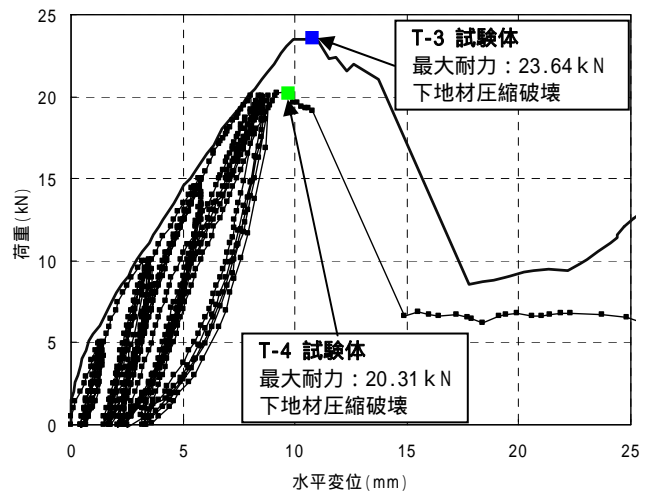


図2 荷重 - 変位関係 (T-3、T-4 試験体)

4. T-5、T-6 試験体の実験概要

T-5、T-6 試験体の実験は、図3に示すように、下地材の割付をパターン2とし、加力領域を地震荷重を想定した全面一様加力、加力方向を野縁方向とした単調載荷の実験である。T-5 試験体は試験体両端のダブル野縁が支点到に接触しているのに対し、T-6 試験体は両端から303mm内側に配置されたシングル野縁の位置に支点を設けている。これらは、天井面に伝達される圧縮力を負担する野縁のサイズが、剛性・耐力に及ぼす影響を評価するための実験である。

5. T-5、T-6 試験体の実験結果

図4にT-5試験体とT-6試験体の荷重 - 変位（試験体中央の水平変位）関係を示す。

T-5試験体は、荷重10.9kN時に一度耐力低下を生じた。その後、18.55kN程度で反力支持点に接触している最端部の野縁の面外方向への変形がみられ、反力支持点に接触している下地材の圧壊が確認された。荷重19.77kNにおいて写真1に示すように、試験体最端部の野縁が座屈して耐力低下が生じた。その後の加力により、写真2に示すように、下地材が短辺方向の目地で折れ曲がり、下地材の脱落が生じた。最大耐力は表1に示すように、下地材の圧壊耐力と野縁の座屈耐力の和で評価される推定値（21.2kN）とよい一致を示した。

一方、T-6試験体の剛性はT-5試験体よりも高くなった。これはT-6試験体の反力点の支持スパンがT-5試験体よりも小さいことに起因するものと思われる。荷重21.44kNの時点において、反力支持点に接触している下地材の圧壊が確認された。その後の加力では、変位の進行に伴い、下地材からビスが抜け、野縁と下地材が一体性を失い、耐力低下を生じた。試験体T-5では野縁の座屈が生じたのに対し、試験体T-6では下地材からのビス抜けが生じた。この破壊モードの差は反力支持点に接触した野縁と下地材を止め付けるビスピッチの差（T-5：ダブル野縁、ビスピッチ200mm、T-6：シングル野縁、ビスピッチ300mm）が要因の一つであると考えられる。

6. 実大天井モデルの静的加力実験のまとめ

実験により、次の2種類の破壊モードが観察された。

- ）下地材の圧壊 野縁と下地材のせん断ずれ ビスの抜け 野縁と下地材の一体性の喪失
- ）下地材の圧壊 野縁への圧縮力の負担増 野縁の座屈 下地材の屈曲・落下

いずれの破壊モードも実際の在来工法天井によく見られる強震時の損傷であり、振動台実験では再現困難な破壊モードを静的加力実験により再現できた。

実験より得られた天井の最大耐力は、反力支持点の面積に基づく下地材の圧壊耐力と、反力位置の野縁の座屈耐力の和として推定可能である（表1）。またこの耐力は、天井単位重量を125N/m²、柱支配面積を8m×8mとした一般的な事務所ビルの天井を想定すると、約2.5G程度の慣性力に相当する。

下地材（石膏ボード）目地を仕上材（吸音ボード）がまたぐように接着することにより、面内方向の一体性は確保され、面内剛性は高くなる。ただし、面内の圧縮応力により下地材および仕上材が面外に座屈する場合は、下地材の目地が弱点となる（写真1、2）。

表1 最大耐力の推定値と実験結果の比較

試験体	最大耐力 実験結果(kN)	最大耐力 推定値(kN)
T-1	19.85	21.2 (注*)
T-3	23.64	
T-4	20.31	
T-5	19.77	

注*

下地ボードの圧壊耐力 $P1=2 \times 0.0043 \times 9.5 \times 125 = 10.2$
 野縁座屈耐力 $P2=2 \times 5.5 = 11.0$
 最大耐力推定値 $P=P1+P2=21.2$

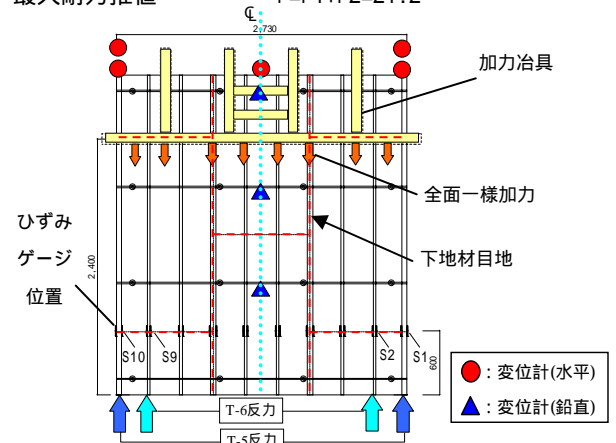


図3 T-5、T-6試験体の実験概要

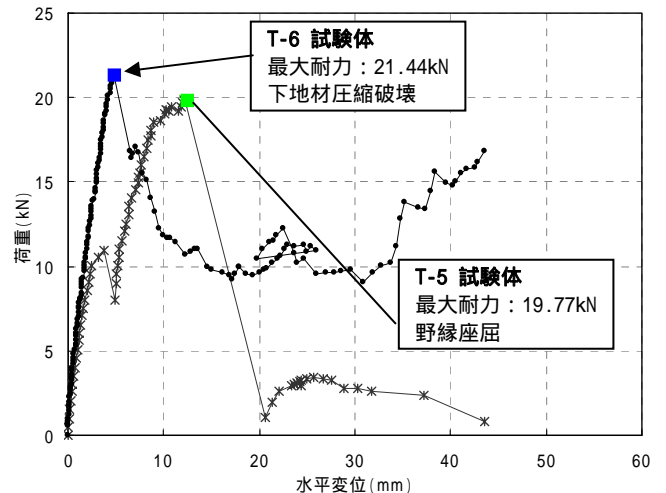


図4 荷重 - 変位関係 (T-5、T-6 試験体)

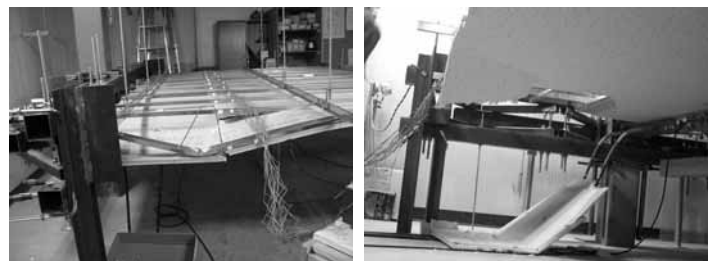


写真1 野縁の座屈 (T-5) 写真2 下地ボードの脱落 (T-5)

*1 鹿島建設
 *2 東京電力
 *3 東電設計
 *4 桐井製作所

Kajima Corporation
 Tokyo Electric Power Company
 Tokyo Electric Power Services
 Kirii Construction Materials Co.,Ltd.