

金属パネルを仕上材とした天井下地の耐震性に関する基礎的実験

天井 金属パネル 天井ユニット試験
耐震天井

正会員 ○荒井 智一*1 同 小林 俊夫*2
同 下氏 亮介*1

1. はじめに

東日本大震災をはじめとする、近年の地震による天井等の脱落被害を受け、特定天井の天井脱落防止対策の基準^{文獻1)}が設けられた。特定天井に該当する例としてオフィスのエントランスロビー等があげられる。この天井の仕上材として、金属パネルと称されるスチールやアルミまたはそれらを用いた複合板が使用されるケースがある。これらの天井の耐震性に関しては、プロジェクトごとに検討されているが、汎用性の高い試験データの報告は数少ない状況である。

本報では、金属パネルを仕上材とした天井を効率よく設計するためのデータを提供することを目的として、基準となる試験体を選定し実施した天井ユニット試験の結果について報告する。

2. 実験概要

試験体全景を写真1に示す。鋼製下地材を用いた在来工法と同様に、吊り材（吊りボルトおよびハンガー）により野縁受けを支持し、野縁受けにクリップを用いて、野縁を取り付ける部材構成としている。本実験では1000mm×2000mmのパネルサイズを想定し、1000mmピッチで配した野縁に同一平面で直交する直交野縁を設置している。野縁、野縁受けに用いた部材の断面性能を表1に示す。野縁、野縁受けともリップ溝形鋼 C-60×30×10×1.6 (SSC400) を用いた。接合部の詳細を写真2に示す。

試験体一覧を表2に、試験体概要を図1に示す。吊りボルトピッチ900mmとし、試験体寸法2200mm×3200mmを12本(3×4)の吊りボルトで支持し加力方向に一組の斜め部材(V字状)を設置した。ブレース設置角度30°、45°、60°を想定した天井ふところをパラメータとした。天井パネルは、キーストンプレート(t=1.2mm)を代用とし、セルフドリリングビス(5×25)を用いて取り付けた。

キーストンプレートに加力用のフレームを取り付け、油圧ジャッキにより強制変位を与え、ロードセルにより加力レベルを、変位計により水平変位等を測定した。

繰り返し荷重は、一方向荷重の試験結果より、損傷時の荷重および許容耐力を設定し、制御変位±0.5Da、±1.0Da、±1.5Daの各段階でそれぞれ3回繰り返した後、耐力低下が生じるレベルを目標に加力を継続した。

表1 C-60×30×10×1.6 断面性能

断面積 (mm ²)	断面二次モーメント(mm ⁴)		断面係数(mm ³)	
	強軸	弱軸	強軸	弱軸
207.1	116300	25520	3877	1316



写真1 試験体全景

表2 試験体一覧

No.	ブレース角度	天井ふところ (mm)	加力方向	荷重方法
1-1	60°	1480	野縁	一方向荷重
1-2	60°	1480	野縁	繰り返し荷重
1-3	60°	1420	野縁受け	一方向荷重
1-4	60°	1420	野縁受け	繰り返し荷重
2-1	45°	920	野縁	一方向荷重
2-2	45°	920	野縁	繰り返し荷重
2-3	45°	855	野縁受け	一方向荷重
2-4	45°	855	野縁受け	繰り返し荷重
3-1	30°	590	野縁	一方向荷重
3-2	30°	590	野縁	繰り返し荷重
3-3	30°	530	野縁受け	一方向荷重
3-4	30°	530	野縁受け	繰り返し荷重

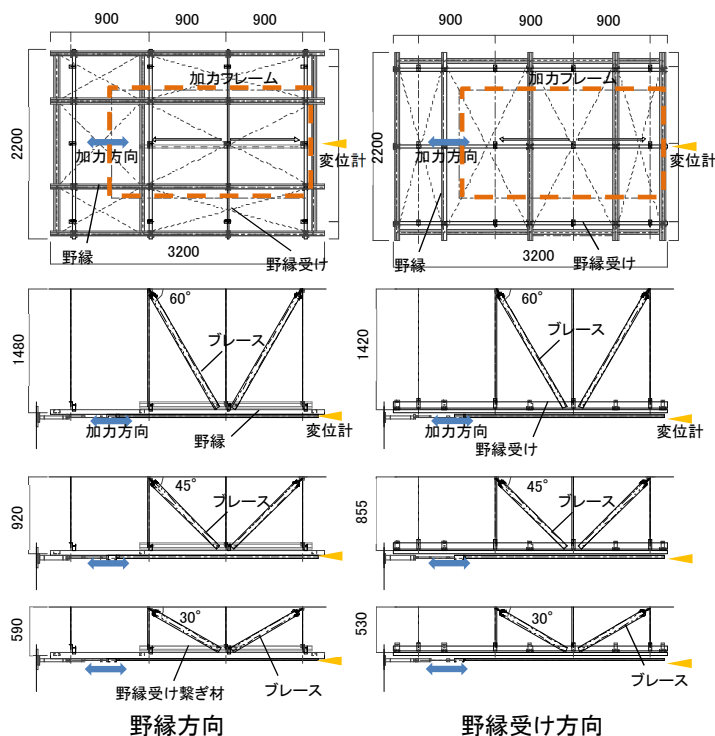


図1 試験体概要

3. 実験結果

試験結果一覧を表3に、各試験の荷重-変位関係を図2に示す。一方方向荷重と繰り返し荷重では、終局状況に大きな差は生じなかった。

【試験 1-1】 損傷時の荷重 6668N、許容耐力 4400N。許容耐力のレベルで野縁受けの弱軸曲げ変形と回転が若干発生し、損傷時の荷重レベルで傾きが顕著にみられた。終局状況はブレース上部金具の下方への滑りが生じた（写真3参照）。

【試験 1-3】 損傷時の荷重 7000N、許容耐力 4666N。損傷時の荷重レベルで、野縁受けの強軸方向の変形が生じた。終局状況はブレース上部金具の下方への滑りが生じた。

【試験 2-1】 損傷時の荷重 8492N、許容耐力 5661N。損傷時の荷重レベルで野縁受けの弱軸曲げ変形と回転によるクリップの変形が見られた。終局状況は、圧縮側のブレース上部金具が変形した（写真4参照）。

【試験 2-3】 損傷時の荷重 10000N、許容耐力 6666N。損傷時の荷重レベルで野縁受けの強軸方向への変形が若干見られた。圧縮側のブレース上部金具が変形し終局した。

【試験 3-1】 損傷時の荷重 8194N、許容耐力 5463N。損傷時の荷重 10000N、許容耐力 6666N。損傷時の荷重レベルで野縁受けの弱軸曲げ変形と回転によるクリップの変形が見られた。クリップ部の変形が増大し終局した。

【試験 3-3】 損傷時の荷重 7652N、許容耐力 5101N。計測器の計測限界に達したため試験を終了したが、下地材に大きな変形等は見られなかった。



写真3 変形状況(試験 1-1)

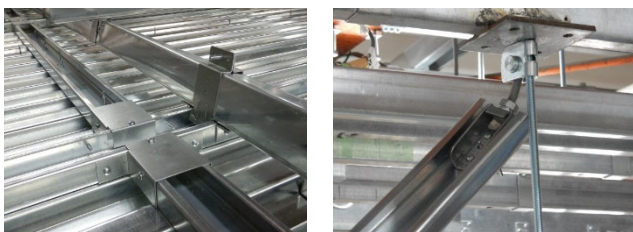


写真4 変形状況(試験 2-1)

4. まとめ

ブレース設置角度 60° で 4400N の許容耐力、他の角度では、5000N 以上の許容耐力を示した。また、ブレース上部金具の性能と、野縁方向加力時の野縁受けの弱軸曲げ変形と回転が、強度・剛性に大きく影響した。



写真2 接合部詳細

表3 試験結果一覧

No.	最大荷重 (N)	最大荷重時変位 (mm)	試験終了時の状況
1-1	9959	25.7	野縁受けの変形(傾き)後、引張側ブレース上部金具の下方への滑り
1-2	11809	48.2	野縁受けの変形(傾き)後、引張側ブレース上部金具の下方への滑り
1-3	11096	14.2	引張側ブレース上部金具の下方への滑り
1-4	8880	9.1	引張側ブレース上部金具の下方への滑り
2-1	15482	51.6	野縁受けの変形(傾き)により、クリップ部が変形
2-2	15035	47.6	野縁受けの変形(傾き)により、クリップ部が変形
2-3	16897	12.6	圧縮側ブレース上部金具の変形
2-4	16602	8.7	圧縮側ブレース上部金具の変形
3-1	17137	65.8	野縁受けの変形(傾き)により、クリップ部が変形
3-2	16440	65.8	野縁受けの変形(傾き)により、クリップ部が変形
3-3	19257	10.7	※計測器の計測限界のため試験終了
3-4	19090	12.4	※計測器の計測限界のため試験終了

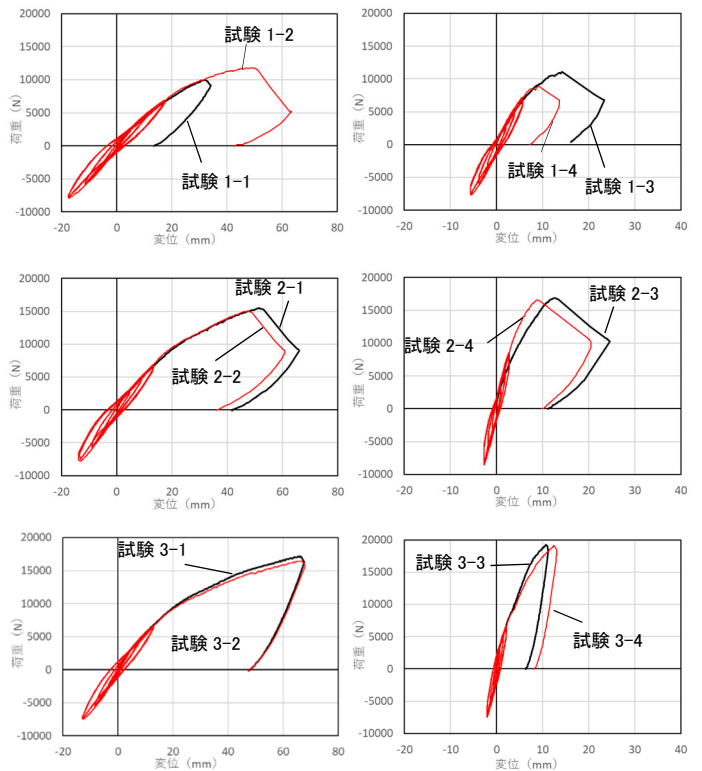


図2 荷重-変位関係

今後の課題を実現場で採用される金属パネルの面剛性等の把握および取り付け部の強度の把握とし、設備機器等との取り合いを含めた天井全体の性能の把握を行っていく予定としている。

参考文献

- 1) 国土交通省: 特定天井および特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件、国土交通省告示第 771 号、2013

*1 桐井製作所

*2 桐井製作所 工学博士

*1 Kirii Construction Materials Co, Ltd

*2 Kirii Construction Materials Co, Ltd Dr.Eng.