

鋼製天井下地材の強度・剛性に関する研究

(その3) 天井面の鉛直載荷試験結果

正会員 ○大森 直樹*4 正会員 藤井 孝晏*1
 安酸 将城*1 正会員 荒井 智一*5
 正会員 相原 正史*4

キーワード：天井、耐風圧、風荷重、軒天井

1. はじめに

ここでは天井面の実物大部分模型天井に加力し、破壊性状、最大荷重を計測することにより現行の仕様の耐力を確認することに主眼を置いた。そのためこの試験では吊りボルトを取付けず、ハンガーを直接治具に固定した。

2. 試験体パラメータ

試験体のパラメータは仕様毎の耐力を確認するため、標準仕様と耐風圧仕様 (JIS 規格パーツ、耐風圧仕様パーツ)、および 19 形と 25 形 (野縁、野縁受け) をそれぞれ比較のパラメータとした。各試験体パーツの野縁受けの捻じれを拘束した状態での、クリップは引張、ハンガーは圧縮の破壊荷重 (実験値) を表 1 に示す。ただしこの値は野縁受けの捻じれを拘束して状態の値である。

3. 試験結果

試験結果を表 2 に、全試験体の荷重-変位曲線を図 1 に示す。破壊形状は No. 6 (標準仕様) 以外は、変形性状は違うもののすべて野縁の折れで終了し、野縁受け、パーツに有害な変形等はなかった。No6 はハンガーが大きく変形した。これは実際に被害があった天井にも同様のものがあつた。図 1 を見ると No. 6 以外は変位 15 mm 以内であれば、ほぼ弾性範囲内であると思われる。仕上げ材はケイカル板とアルミスパンドレルで行ったが、材料そのものの強度はアルミスパンドレルのほうが大きい、珪カル板のほうが追従性が良く天井面強度も大きかった。



写真1 試験体1 破壊状況

表 1 金具強度一覧

パーツ	弾性限界 (N)	最大荷重 (N)
JISクリップ (背掛け)	475.9	692.8
JISクリップ (腹掛け)	---	344.3
補強クリップ	1362.8	2413.8
JISハンガー	234.3	650.9
補強ハンガー	---	7271.0

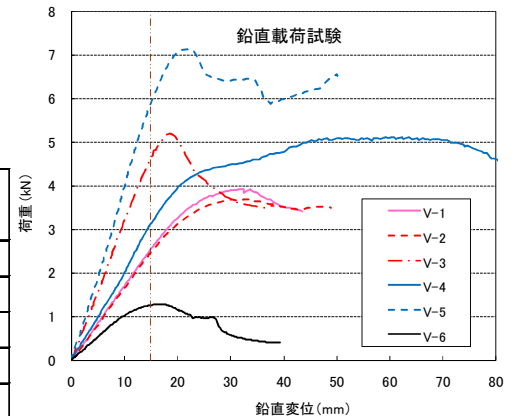


図 1 全試験体 荷重-変位曲線

表 2 試験結果一覧

試験体No	下地仕様	仕上げ材	最大値		剛性 (N/mm)	破壊状況
			最大荷重 (N)	変位 (mm)		
V-1	19S耐風圧	アルミスパン(t=0.8)	3932	32.14	170.2	加力部野縁の折れで終了。野縁受け、パーツの破壊は無い。
V-2			3686	31.58	164.9	加力部野縁の折れで終了。野縁受け、パーツは変形のみ。
V-3	25S耐風圧	アルミスパン(t=0.6)	5192	18.54	308.9	天井面が傾き、野縁の加力部折れで終了。
V-4	19S耐風圧	珪酸カルシウム(t=8)	5112	60.74	208.9	野縁が大きく変形し、加力部の折れで終了。
V-5	25S耐風圧		7132	22.54	391.6	中央部で野縁が折れで終了。
V-6	JIS19形	アルミスパン(t=0.6)	1292	16.81	84.5	ハンガーの変形。最終的には野縁の折れで終了。



写真2 試験体 V-2 破壊状況



写真3 試験体 V-4 破壊状況

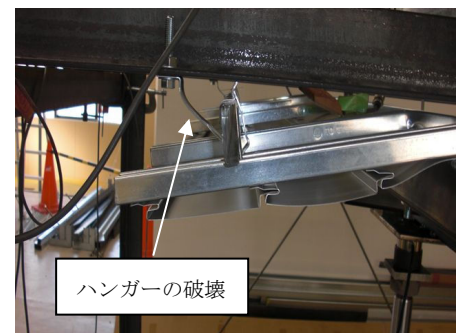


写真4 試験体 V-6 破壊状況

4. 各仕様での比較

(1) 標準仕様と耐風圧仕様の比較

図2に示すように、野縁、野受けが同様だが、クリップ、ハンガーが違うだけで鉛直強度に大きな差が出た。破壊状況を見ると、JIS型パーツを使用した場合はハンガーの変形から野縁受けのねじれが増大して一部のクリップが外れた。今回の試験は吊りボルト無しで行ったが、実際の天井では吊りボルトの曲げが発生するので、ボルトが座屈しなくてもハンガーの変形が促進され、この値よりもさらに小さくなると思われる。

(2) 19形と25形の比較

同じ仕上げ材で下地材の仕様が違う場合の比較をする。

アルミスパンドレル (15mm変位時の剛性)

V-2の剛性 $K_{V2}=165.3\text{N/mm}$

V-3の剛性 $K_{V3}=319.9\text{N/mm}$ 、剛性比 $K_{V3}/K_{V2}=1.94$

珪酸カルシウム板 (15mm変位時の剛性)

V-4の剛性 $K_{V4}=199.3\text{N/mm}$

V-5の剛性 $K_{V5}=398.4\text{N/mm}$ 、剛性比 $K_{V5}/K_{V4}=2.00$

仕上げ材の剛性が違うので天井面の剛性値は違うものの、剛性比はほぼ同じであった。19型野縁の断面2次モーメントは 1709.2mm^4 、25型野縁は 3402.9mm^4 なので比は2.0となり試験による剛性比と一致する。したがって野縁の剛性がそのまま天井面の面外方向の剛性と一致する。また、25形は剛性が高いが最大荷重を過ぎると急激に耐力が低下するのに対して19形は耐力については低いものの靱性があると言える。

(3) 計算値との比較

荷重は5本の野縁で支えられているので、野縁1本にかかる荷重を等分布荷重として考え、表3の換算圧力は次の方法で計算を行った。

$$W = \frac{P(\text{荷重}) / 5}{0.9\text{m}(\text{野縁受けピッチ}) \times 0.36\text{m}(\text{野縁ピッチ})}$$

現場では野縁、野縁受けの断面性能とパーツの実験値から、天井下地の耐風圧力を計算により求めている。今回の各仕様での計算値と実験値を比較すると表3のようになり、最大値に対する計算値の安全率Aは大きな余裕があることがわかる。それに対して15mm変位時の荷重に対する安全率Bは妥当な値と考えられる。

5. まとめ

本試験より耐風圧性能を有するには補強されたパーツが必要であることがわかるが、通常の25形の天井でもある程度の強度を有することがわかり、本報(2)の結果から吊りボルトの座屈を抑えれば比較的圧力の低い場所ならば使用可能と思われる。また、標準仕様では屋外に面する場所では使用できない19形も、断面性能からの計算値で評価が可能で使用する事が出来ると考えられる。

ただし現在の計算方法は安全側ではあるが余裕が大きいと思われるので、どの程度の余裕が必要かは設計者や建築主の判断にもよるが、より実際に近い値でその余裕度を定められるようにするため、本試験結果より適正な値になるように試験式を定めることが今後の課題であると考えられる。

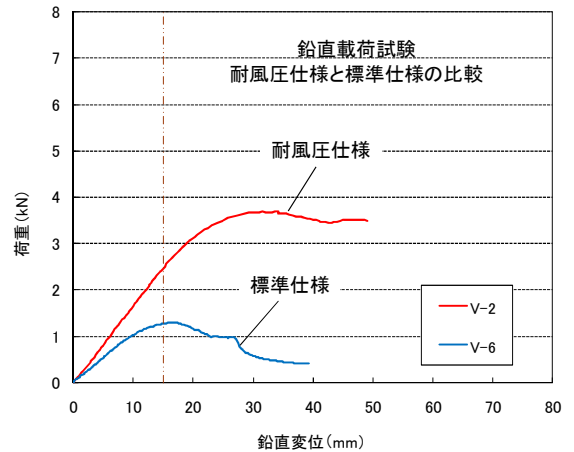


図2 耐風圧仕様と標準仕様の比較(V-2, V-6)

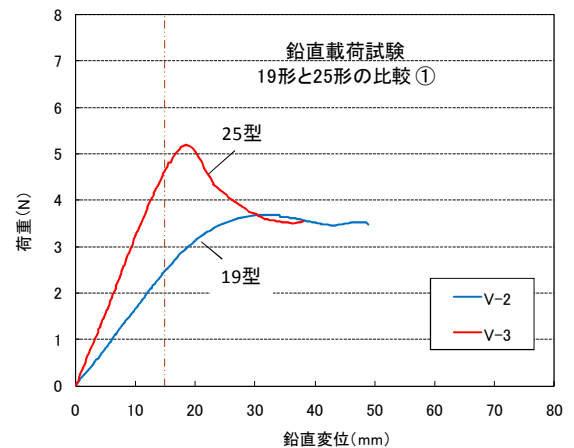


図3 19型と25型の比較(アルミスパンドレル)

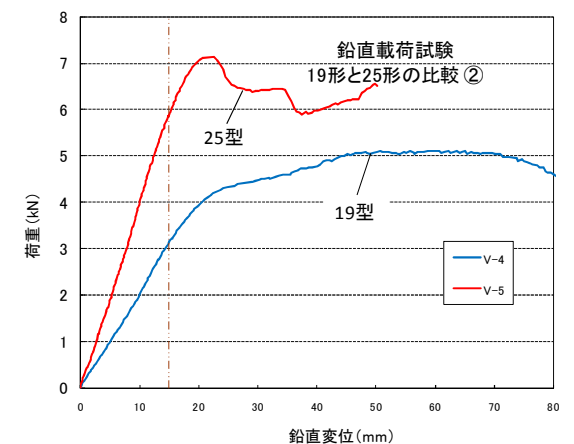


図4 19型と25型の比較(ケイカル板t=8mm)

表3 計算値との比較

	圧力(Pa)			安全率A	安全率B
	最大値	15mm変位時	計算値		
V-1	2427	1584	750	3.24	1.53
V-2	2275	1514	750	3.03	1.50
V-3	3205	2872	1360	2.36	1.12
V-4	3156	1922	750	4.21	1.64
V-5	4402	3646	1360	3.24	1.21
V-6	798	785	(750)	1.06	1.02

*1 大鉄工業

*4 桐井製作所

*5 桐井製作所 修士(工学)