

勾配変化部を有する鋼製下地吊り天井の水平載荷実験と考察

建築生産研究グループ 研究員 沖 佑典

I はじめに

吊り天井の耐震性向上に資する技術について様々な検討例があるが、著者の知る限り天井面が水平な例が多く見受けられる。鋼製下地と石膏ボード等による水平な天井は天井面内の剛性が高く、天井面構成部材等に過度な応力が生じない場合が想定されたものが多いと考えられる。一方、内装や音響などの目的で勾配を設ける天井は水平な天井に比べ検討例が少なく、補強方法や勾配変化部の取扱い等に関する技術的な根拠が明確でない点が多い。本検討では、複数の勾配から成る天井の一検討として、勾配変化部を有する吊り天井の水平載荷実験を行い、損傷状況、補強方法等を検討する。

II 試験概要

写真1,2にセットアップの写真を、図1に試験体の概要を、表1に試験体の仕様と最大耐力の結果を、それぞれ示す。2面の勾配から成る吊り天井の実験を実施した。吊り材の最大長さ1.5m、水平投影面積3m×1.6mとして、30度の勾配が天井面の中央で接合される場合を考える。天井面の勾配については、勾配がない場合、山形に取りつく場合（勾配変化部が最も高くなる場合）、谷形に取りつく場合（勾配変化部が最も低くなる場合）の3タイプとした。野縁と野縁受けを接合するクリップはJISに準拠したもののほか、「耐風圧仕様」と呼ばれるものを用いた。ハンガーはJISを参考に、勾配を設けるために任意の角度に回転するものを用いて、野縁受けとの接合（ビス留め）の有無を変えた試験体を用意した。また、補強の参考例として、吊り材（3/8 全ねじ）を角パイプに通したのも用意した。実験は図1の「載荷側の天井」の左端から水平荷重を①±15mm程度までの繰返し載荷、②正方向又は負方向に耐力低下が生じるまで単調載荷、の順で加え、天井面の水平・鉛直変位、ブレースの軸方向のひずみ等を計測した。

III 試験結果及び考察

試験結果のうち、図2に試験体に加力位置における幅1m当たりの水平荷重 F と天井面の点Aの水平変位 δ の関係を示す。図2はa)~d)が山形の天井、e)とf)が谷形の天井である。また、各試験の特徴的な損傷状態について、写真4,5に示す。試験



写真1 山形の天井試験体 (No.2~5)



写真2 谷形の天井試験体 (No.6,7)

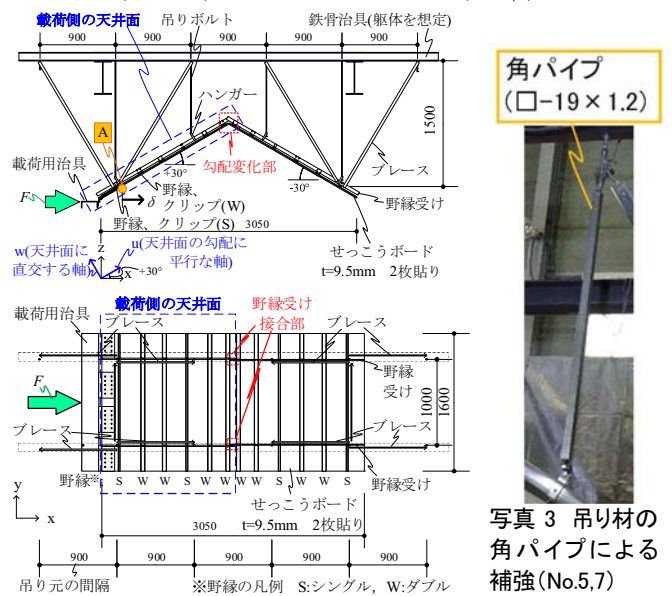


図1 試験体立面図(山形)及び伏図

表1 試験体諸元と試験による最大耐力のまとめ

No.	天井面の勾配のタイプ ※1	クリップの種類	ハンガーと野縁受けの接合関係	吊り材の補強	幅1m当たり最大耐力 kN/m
1	0°※2	JIS	嵌合のみ	なし	0.749
2	山	JIS	嵌合のみ	なし	1.124
3	山	耐風圧	嵌合のみ	なし	1.686
4	山	JIS	嵌合+ビス留め	なし	2.810
5	山	耐風圧	嵌合+ビス留め	あり	2.935
6	谷	耐風圧	嵌合+ビス留め	なし	3.684
7	谷	耐風圧	嵌合+ビス留め	あり	3.497

※1 「山」形は載荷側の天井面が+30°、反対側の天井面が-30°。
「谷」形は載荷側の天井面が-30°、反対側の天井面が+30°。

※2 天井の中央では載荷側と反対側の天井ボード間の縁を切っている。

写真3 吊り材の角パイプによる補強(No.5,7)

体 No.2 の実験結果、損傷状態の考察は平成 30 年のパネル発表においても示しているが、载荷側の天井面でクリップが滑り、载荷側の天井面のボードが他方の天井面にずれ込むこととなった。詳細は文献 1) を参照されたい。試験体 No.3 は No.2 よりクリップを耐風圧仕様に資、滑りを固定したものとしたが、ハンガー部分で滑りが生じた。最終的にブレースが屈曲しているが、耐力は No.2 とそれほど変わりがないことから、天井面上昇によりブレースが強制変形を受けたため、屈曲したと考えられる。野縁-野縁受け-吊り材及びこれらの力の伝達経路上にあるクリップ、ハンガーをビス等で固定した試験体 No.4、5 については、クリップ及びハンガーの滑りは生じず、2.81~2.94kN/m まで耐力が上昇した。耐力低下した際にはブレースの屈曲が見られた。なお、試験体 4 と 5 の差異は吊りボルトを角パイプで補強したか否かであるが、本試験においては明確な耐力上昇等は見られなかった。

次に谷形の天井の実験結果について紹介する。本検討においては上記試験体 No.4、5 と同様、滑りの発生が考えられる伝達経路上の金物は固定するものとし、角パイプによる吊り材の補強の有無を変えた 2 体について実施した。载荷方法②においては、試験体 No.6 には +F 方向に、試験体 No.7 には -F 方向に、耐力低下するまで力を加えた。最大耐力等に若干の差異はあるものの、 $\pm 15\text{mm}$ までの挙動はおおむね同様であり、最大耐力に対する正負荷荷の差異、角パイプの取り付けに対する補強の最大耐力への効果は、山形の場合と同様に谷形についても明確には表れなかった。これは、吊り材を補強しても、吊り材と直列につながるハンガーの断面は板厚 2mm 程度であり、かつ吊り材の軸心とも偏心している。これにより、水平方向载荷時に天井面の持ち上がりが生じると、写真 5 のようにハンガーのみに変形が集中したことが一因と考えられる。

IV まとめ

複数の勾配から成る天井の一検討として、勾配変化部を有する吊り天井の水平载荷実験を行い、損傷状況、補強方法等を紹介した。天井面を支えるクリップ、ハンガー等の滑りが発生すると天井面の力を吊元に伝えることができないことを示したほか、補強例として、金物の固定箇所等の差異による最大耐力への影響を紹介した。また、複数の勾配から成る天井は天井面の持ち上がりが生じる場合があり、ハンガー等に強制変形が集中すること等を示した。

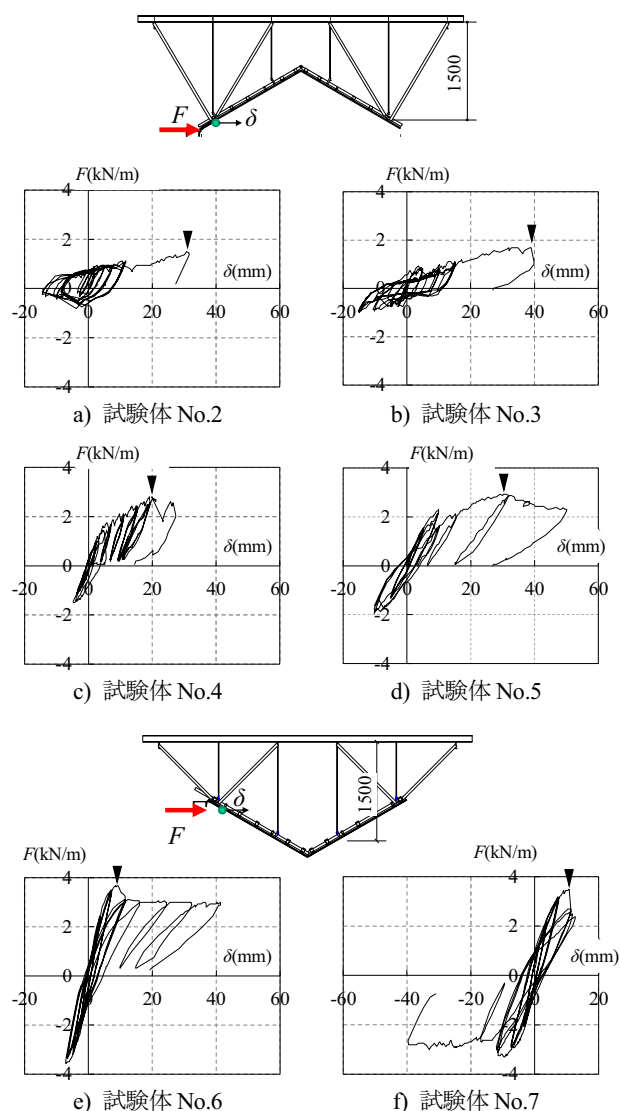


図 2 $F-\delta$ 関係



写真 4 ブレースの座屈

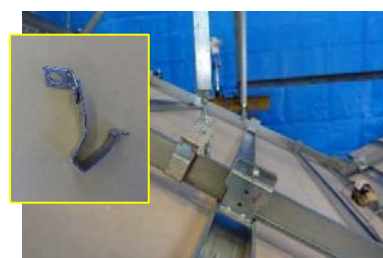


写真 5 ハンガーの損傷(黄色枠は取り外した後のもの)

参考文献

- 1) 沖佑典：勾配変化部を有する鋼製下地吊り天井の力学性能に関する実験，平成 30 年度建研講演会テキスト資料，
http://www.kenken.go.jp/japanese/research/lecture/h30/pdf/PT10_Oki.pdf