

システム天井面の静的水平荷重試験

その5 天井懐寸法の大きなグリッド工法

【キーワード】

システム天井 静的荷重 耐震性能
天井懐 耐力 グリッド工法

正会員

○奥村 彰啓*1

正会員

萩原 健二*2

正会員

小林 俊夫*2

1. はじめに

ロックウール (RW) 工業会吸音板部会・工法分科会で実施したグリッドシステム天井における実大部分モデル (天井懐寸法: 2,000mm) に対する静的水平荷重試験の結果を報告する。

2. 試験体

試験体サイズはサイズ 600×600 を4×8グリッドとした。吊ボルトピッチは1,200mm、天井ふところ寸法は2,000mmとした。ブレース材の選定は水平耐力2kNを確保するためにC40×20×1.6(C40)とし、1段配置の際のブレース上部、下部には専用の金具を使用した (下部はビス留め)。但し、2段ブレース配置の際には、水平補強材とブレースの交点はそれぞれビス留めによる固定としている。

加力方向はいずれの試験もメンバーの直交方向とした。試験では○ブレース配置 (段数、配置型)、○ブレース上部の吊元からの固定位置、○ブレース材の交点接続の有無、○吊ボルトの圧縮座屈補強の有無、の条件を変化させ、その影響について観察・記録を行った。

3. 試験結果

1) ブレース材・V字2段配置による耐力の検証

ブレース2段配置を検証した試験No.1~2の加力-変位曲線を図1に示す。水平補強材にはジョイント部有り (試験No.1)、ジョイント部無し (試験No.2) を設定し、最大耐力への影響を評価した。また、上段側ブレース・上部の吊元からの固定位置は試験No.1は75mm、試験No.2は0mm (上部に突き付け) とした。

試験No.1の結果より、最大耐力は1.75kN、水平変位は24.6mmであった。加力に伴い吊ボルト及び水平補強材の湾曲が発生し、終局時には水平補強材のジョイント部は座屈した (写真1)。試験No.2では水平補強材のジョイント部を設けず、目標耐力値である2kNをクリアした。最大耐力は3.2kN、その時点の水平変位は26.4mmであった。

このように、懐の深い天井において2段ブレース配置を用いる際には水平補強材の耐力についても当然考慮の必要がある。また本件のように水平力を伝達する部位に、ジョイント部を設けないことが好ましいと言える。

2) ブレース上部・吊元からの固定位置の影響

本試験ではブレース上部の吊元からの固定位置を段階的に設定し、耐力との相関を検証した。事前の検討 (計算) にて吊ボルトの曲げ耐力を評価し、弾性限界モーメント域で耐力2kN

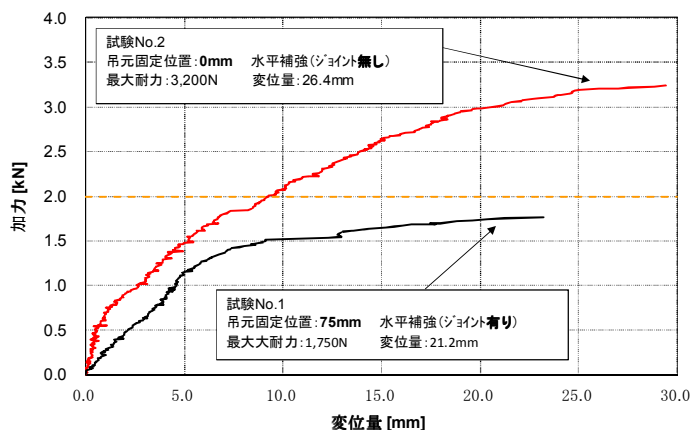


図1 ブレース材・2段配置 (V字) による耐力



写真1 水平補強材の座屈 (ジョイント部)

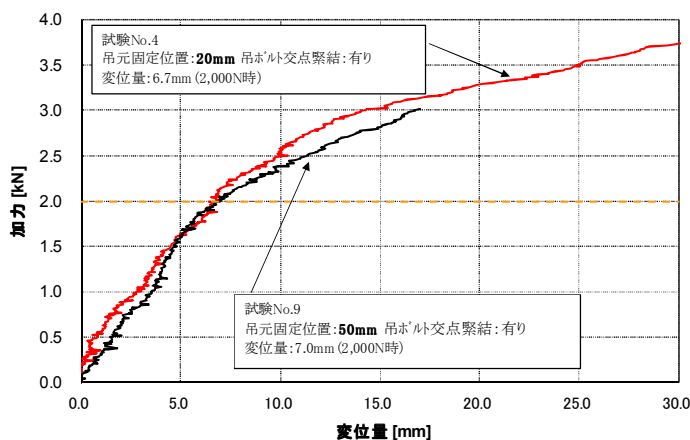


図2 ブレース上部・吊元からの固定位置による耐力への影響

を確保するには固定位置：25mm 以下となった。またその際の吊ボルトの変形量は 0.03 mm 程度であった。この結果に基づき、20mm～50mm の範囲で固定位置を変化させ、観察を実施した。

図 2 に試験 No. 4 と No. 9 を比較した加力-変位曲線を示す。試験 No. 4 は固定位置を 20mm に、試験 No. 9 は 50mm に設定した（ブレース配置：V 字 1 段、ブレース材と吊ボルトの交点接続有り）。

耐力は目標値 2kN を共にクリアし、2kN 時の水平変位量は No. 46 で 6.7 mm、No. 9 で 7.0 mm であった。また部材の変形（主に吊ボルトの変形）についても目視で差は確認できないという結果であった（写真 2）。

3) ブレース配置の違いによる影響

ブレース 1 段配置による耐力について、V 字配置と逆ハの字配置での差異について検証した。比較として試験 No. 4、13 による加力-変位曲線を図 3 に示す。No. 4 が V 字配置、No. 13 は逆ハの字を想定した X 字配置（試験体スペースを都合により）である。

加力 2kN 時の水平変位量は、試験 No. 4 で 6.7mm、No. 13 で 15.1mm と 2 倍以上の差が確認された。ブレース配置の差による天井の剛性の違いが変位量に表れたと思われる。施工時に逆ハの字配置を取る場合はこの点を考慮に入れた設計を行う必要がある。

4) 吊ボルト圧縮補強、交点接続（ブレース）の有無による影響

試験 No. 10～13 では、逆ハの字配置を想定した X 字 1 段配置型をベースとし、吊ボルト圧縮座屈補強、ブレース交点の接続の有無等による天井面の水平変位量への影響を検証した。

吊ボルトの補強については試験 No. 10～12 で用いており、圧縮座屈補強材として 19mm 角の角パイプ (t1.2mm) を使用した（上下はナットで固定）。

各条件の比較した加力-変位曲線について図 4 に示す。試験 No. 10 と 13 の比較から、2kN 時の変位量が No. 10 が 7.1mm、No. 13 が 16.1mm と 2 倍以上の差が生じた。吊ボルト補強により、ボルトの湾曲が抑えられることで天井の剛性が改善することを確認した（写真 3）。

更に試験 No. 11、12 と比較することで、ブレース同士の交点接続、及び吊元の固定位置が天井の剛性に寄与することが、変位量の値から確認できる。構造的な検討を行い、より高い耐震性を求められる天井に対し、上記の手段を効果的に組み合わせることで懐の深い天井面に有効に働くことを確認した。

4. まとめ

システム天井（グリッドタイプ）の天井懐 2,000mm までの仕様に対し、静的水平加力試験を実施し、ブレース配置、ブレースの固定位置、吊ボルト補強の効果の検討などを確認した。

今後、この実験結果をもとに、ロックウール工業会として、天井懐深さ 1,500mm を超えるシステム天井に対する具体的な天井施工の指針を提案していきたい。

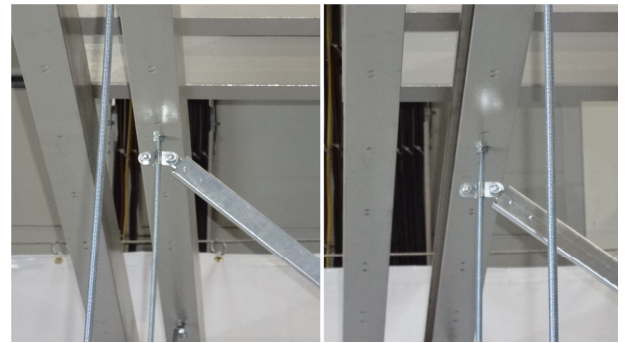


写真 2 吊元からの固定位置の影響（圧縮側）
（左：固定位置：20mm (No. 4)、 右：固定位置：50mm (No. 9)）

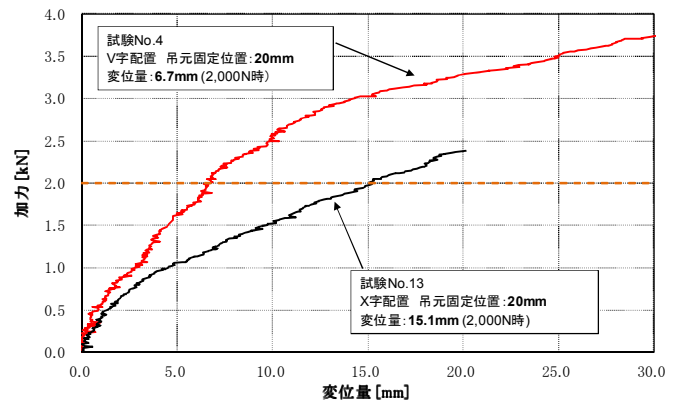


図 3 ブレース配置の違いによる耐力の影響

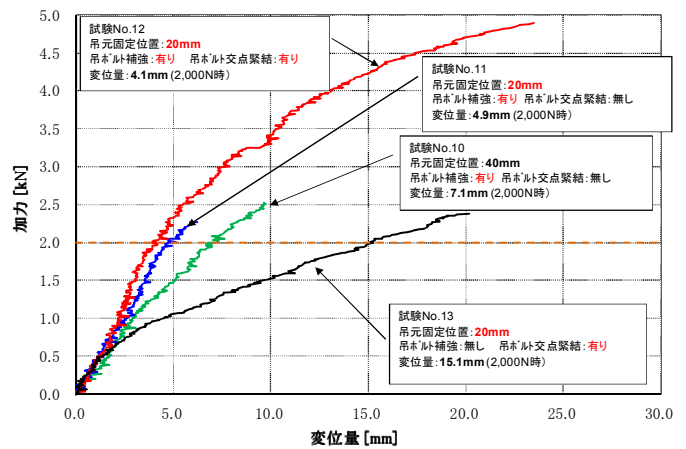


図 4 吊ボルト補強、ブレース交点緊結の有無による耐力への影響

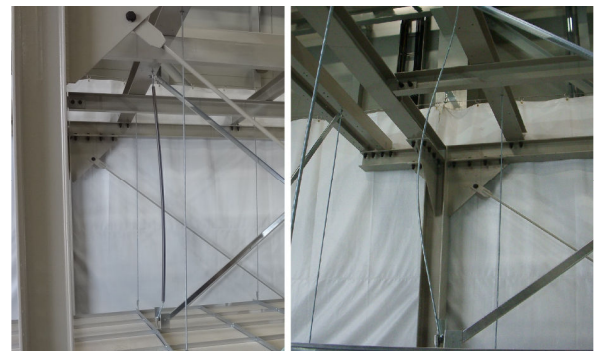


写真 3 補強の有無による吊ボルト（圧縮側）の湾曲の様子
（左：補強有り (No. 12)、 右：補強無し (No. 13)）

*1 奥村製作所

*2 桐井製作所