

にルーバーにクリップで接続し、モーメントを加力した。実験結果得られたモーメント-回転角の関係を図3に示す。これより図4におけるb点の部材角($40/1200=0.033$)を参考に K_θ として図3のPQ間の傾きを採用し(12)式とした。

$$K_\theta = 417,000 \text{ N mm/rad} \quad (12)$$

天井ユニットに対する静的加力実験

図2に示す試験体に対し中央にジャッキで水平力を加えた。試験体両端の支持部(d_s, d_N)に対する中央部(d_c)の相対変形($d = d_c - (d_s + d_N)/2$)と加力との関係を図4に示す。同図より、安定的な直線部分(ab間)の傾きから面内剛性(K_0)を求める(13)式となる。

$$K_0 = (870N - 220N)/(40mm - 8mm) = 20.31N/mm \quad (13)$$

一方、式(8)より求まる剛性(K_1)は(14)式となる。

$$K_1 = P/y(L) = 2Q_0/y(L) = 21.48N/mm = 1.06K_0 \quad (14)$$

同じく、クリップの回転拘束を考慮しない単純梁としての剛性(K_2)は(15)式となる。

$$K_2 = 48EI/(2L)^3 = 9.16N/mm = 0.45K_0 \quad (15)$$

クリップの回転拘束を考慮した K_1 は実験結果 K_0 より若干大きい剛性となっているが設計的には許容範囲であろう。

一方、クリップの回転拘束を考慮せず単純梁とした場合の K_2 は実験結果 K_0 の約半分の剛性となっている。

4. 試設計

静的水平震度に対する面内変形の基本特性を把握する目的で、平面形状が正方形で各辺の中央に辺に平行にV字ブレースを一組配置した各種サイズの天井に対し、(12)式の値に基づき(11)式により面内変形を評価した。表1にその結果を示す。2.4m角の場合は本法によると面内変形が18mm程度で単純梁想定時はその2.4倍になるのに対し、4.8m角の場合は本法によると120mm程度で単純梁想定時はその6.6倍になる。

5. おわりに

ルーバーを野縁受けに直接接合する天井工法に関し、両者を接合するクリップがルーバー方向地震時水平力による野縁受けの曲げ変形を拘束する効果に着目し、より合理的な天井の設計とすべく天井の面内変形の算定にこれを考慮した評価法を提案した。まず実験によりその有効性を確認し、さらにこの効果を考慮した試設計例を提示した。

天井と周辺壁との衝突を避けるためにはこの面内変形のほかにさらにブレース系の変形と建物本体の層間変形分を考慮する必要があるが、これらに関しては既に過去に蓄積された知見が転用できる。

野縁受け方向地震時水平力に対してはルーバーに十分な曲げ剛性があるので面内変形はほとんど生じない。

謝辞 実験実施に際しアイカ工業株式会社殿よりルーバー及びクリップ留め具を提供して頂きました。記して謝意を表します。

参考文献1) : 例えば、「微分方程式 [東京大学基礎工学 2]」、東京大学応用物理学教室、東京大学出版会、1965年3月25日 第5刷

*1 桐井製作所 工学博士

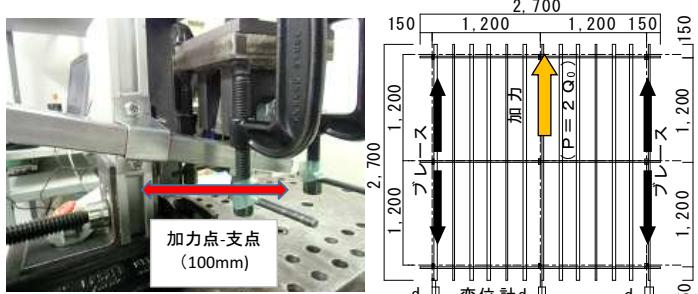


写真4 クリップの回転剛性測定実験状況

図2 天井ユニットの試験体平面図

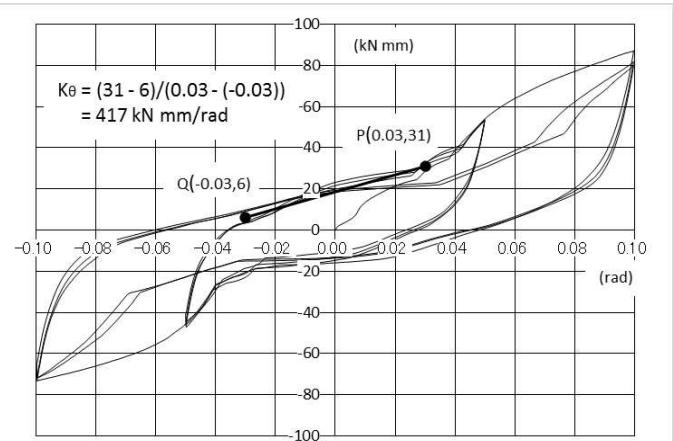


図3 クリップの水平面内回転剛性測定実験結果

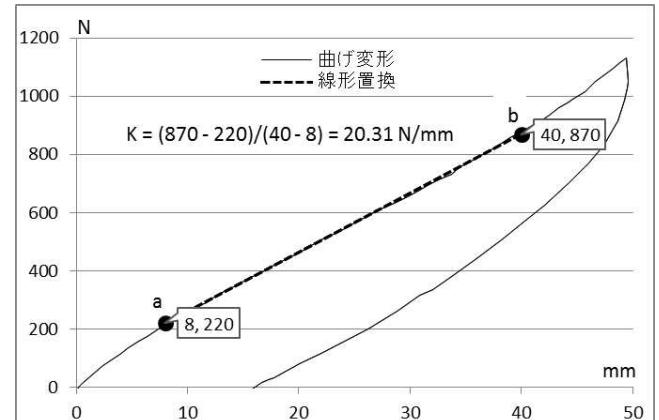


図4 天井ユニットに対する静的加力実験結果

表1 ルーバー天井の試設計

天井サイズ TL×D	2.4m×2.4m	3.6m×3.6m	4.8m×4.8m
天井幅 TL	2400 mm	3600 mm	4800 mm
天井奥行き D	2400 mm	3600 mm	4800 mm
野縁受け本数 n	3 本	4 本	5 本
天井半幅 L	1200 mm	1800 mm	2400 mm
無次元化固有値 ζ	1.847	2.771	3.695
総重量 W	28.8 kg	64.8 kg	115.2 kg
一本当たり分布荷重 w	0.0862 N/mm	0.0970 N/mm	0.1035 N/mm
中央面内変位 y (L)	17.7 mm	58.2 mm	123.0 mm
単純梁想定 y_2 (L)	42.3 mm	241.2 mm	813.1 mm
倍率 = y_2 (L) / y (L)	2.4	4.1	6.6

共 通 事 項			
野縁受 C40 20 1.6 I	4291.5 mm ⁴	単位幅当回転ばね k _θ	2085 N mm/mm
ヤング率 E	205000 N/mm ²	固有値 λ	0.001539 1/mm
設計震度 k	2.2	面密度 ρ	5 kg/m ²
ルーバーピッチ ΔL	200 mm	野縁受けピッチ ΔD	1200 mm
クリップ回転ばね K _θ	417000 N mm		