

# ルーバー天井の耐震性に関する実験的研究

正会員 ○大森直樹\*<sup>1</sup> 正会員 小林俊夫\*<sup>2</sup>  
正会員 荒井智一\*<sup>1</sup>

キーワード：ルーバー天井 耐震天井 水平載荷

## 1. はじめに

天井面が断続的になるルーバーの耐震設計法は知見が少ない。2014年の建築学会で共著の小林が参考文献<sup>1)</sup>で野縁受けからクリップを介して直接ルーバーを設置する耐震ルーバー天井の面内変形評価について提言している。そこで本研究では、実用的に設計法を運用するためユニット試験を実施し天井面(接合部)および面内変形を定量的に評価するためのデータ収集を目的とする。

## 2. 試験方法および試験体概要

写真1~4に試験前状況、図1~8に試験体図、表1に共通材料仕様、表2に試験体一覧を示す。実物部分天井とし、加力用に天井面に加力治具を取り付け、油圧ジャッキにより一方向に加力し、荷重レベルと変位を計測した。

## 3. 各試験体の確認項目

試験は全4体、天井面およびブレース金具を含めた接合部の挙動を把握するためブレースの座屈で終局を迎えないよう計画した。各試験体の確認項目は下記の通りである。

- No1-1, No1-2 : V字配置の天井面および接合部の挙動
- No2-1 : 逆ハの字配置の天井面および接合部の挙動
- No11 : 面内変形の挙動



写真1 No1-1

写真2 No1-2



写真3 No2-1

写真4 No11

表1 共通材料仕様

項目	詳細
専用野縁受け	C-40×20×1.6 @1200mmピッチ
追加専用野縁受け	C-40×20×1.6
ブレース上部金具	閉鎖型スライド式金具
ブレース下部金具	ビス付ハンガー用金具
ブレース材	C-60×30×10×1.6
ハンガー	ビス付ハンガー
クリップ	ルーバー用クリップ
天井懐	1200mm
ルーバー	アルミルーバー @300mmピッチ

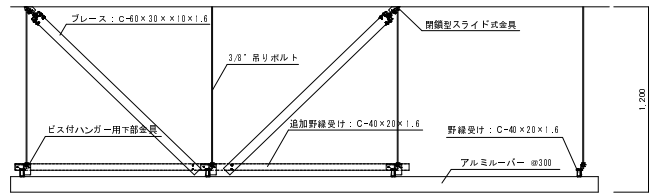


図1 No1-1

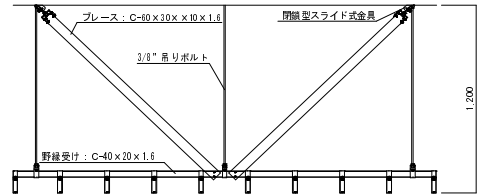


図2 No1-2

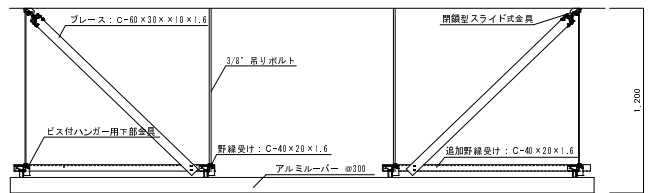


図3 No2-1

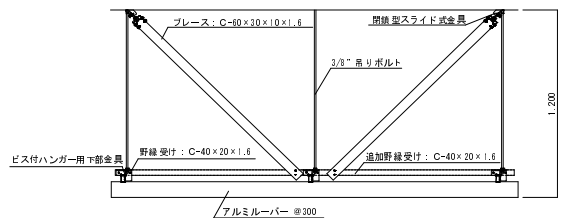


図4 No11

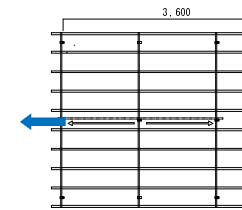


図5 No1-1

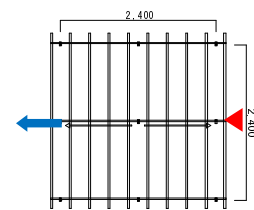


図6 No1-2

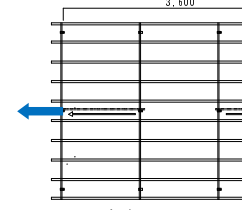


図7 No2-1

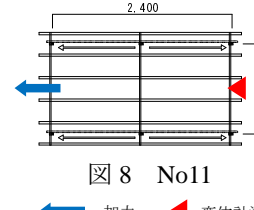


図8 No11

← : 加力    ◀ : 変位計測点

表2 試験体一覧

No	载荷方法	加力方向	ブレース配置	吊り寸法(mm)
1-1	単調	ルーバー軸	V字	幅2400×奥3600
1-2	単調	野縁受け	V字	幅2400×奥2400
2-1	単調	ルーバー軸	逆ハの字	幅2400×奥3600
11	単調	ルーバー軸	V字	幅1200×奥2400

Experimental Study on Seismic Performance of Louver Ceiling.

OHMORI Naoki, KOBAYASHI Toshio, ARAI Tomokazu

#### 4. 試験結果および考察

写真5・6に終局状況、図9・10に荷重-変位関係、表3に試験結果一覧、表4に試設計を示す。No1-2・No2-1・No11は許容荷重設定の際に必要な挙動は把握できたと判断し、表3に記したとおり計測機器の関係もあり計測終了とした。

仮に本試験のみで許容荷重を設定するとしたら弾性範囲内で安全側に考え  $P_a=2500\text{N}$  程度と考える。

No11の面内剛性を算出すると、安定的な直線部分の傾きから求める面内剛性 ( $K_0$ ) は

$$K_0 = (3102\text{N} - 272\text{N}) / (24.72\text{mm} - 1\text{mm}) = 119.2\text{N/mm}$$

クリップの回転剛性を考慮した野縁受け曲げに対する面内剛性で参考文献<sup>1)</sup>式(8)より求まる野縁受け3本分の剛性 ( $K_1$ ) は

$$K_1 = 3P/y(L) = 3 \cdot 2Q_0/y(L) \\ = 6\lambda^2 EI / \{ (\text{EXP}(-\lambda L) - \text{EXP}(\lambda L)) / (\lambda (\text{EXP}(\lambda L) + \text{EXP}(-\lambda L))) + L \} = 89.95\text{N/mm} = 0.75K_0$$

またクリップの回転拘束を考慮しない単純梁としての野縁受け3本分の剛性 ( $K_2$ ) は、

$$K_2 = 48EI/3(2L)^3 = 73.3\text{N/mm} = 0.62K_0$$

$K_0$ を対象に  $K_2$ と  $K_1$ を比べると  $K_1$ の方が有効に評価できており、 $K_0$ に対して安全側にも評価できていると考える。



写真5 No1-1 クリップ状況 写真6 No11 野縁受け状況

#### 5. まとめ

ルーバーを野縁受けに直接接合する天井工法に関し、天井面の強度確認および野縁受けの曲げ変形の挙動と参考文献<sup>1)</sup>で提言している評価法の有効性を確認した。

本工法は適切な許容荷重を設定すれば耐震設計可能と考える。実設計の際は、ブレース材と必要本数の算定時に No1・2 から得られた天井面荷重を活用でき、クリアランスを定める際に考慮する天井変位量は No11 から得られた野縁受けの曲げ変形と参考文献<sup>1)</sup>の評価法を活用できると考える。

<謝辞> 実験実施に際しアイカ工業株式会社様よりルーバー及びクリップ留め具を提供していただきました。記して謝意を表します。

参考文献1) 天井の耐震性に関する研究(その12) ルーバー天井の面内変形評価 小林俊夫 日本建築学会 2014年9月

表3 試験結果

No	ブレース配置	加力方向	2500N時変位	最大荷重	最大荷重時変位	計測終了状況
			mm	N	mm	
1-1	V字	ルーバー軸	3.5	9,202	38.6	圧縮側ブレース上部金具変形
1-2	V字	野縁受け	0.6	9,522	9.8	加力限界のため計測終了
2-1	逆ハ	ルーバー軸	3.0	9,550	24.1	加力限界のため計測終了
11	V字	ルーバー軸	17.9	5,552	122.4	変位計測限界のため試験終了

\*1 桐井製作所 修士(工学)

\*2 桐井製作所 工学博士

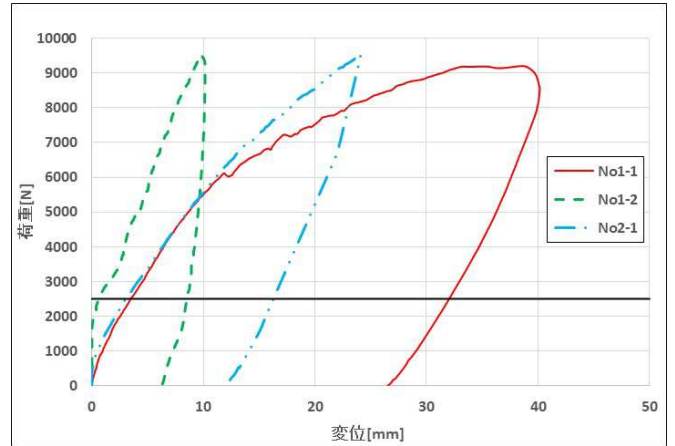


図9 荷重-変位関係 (No1-1, No1-2, No2-1)

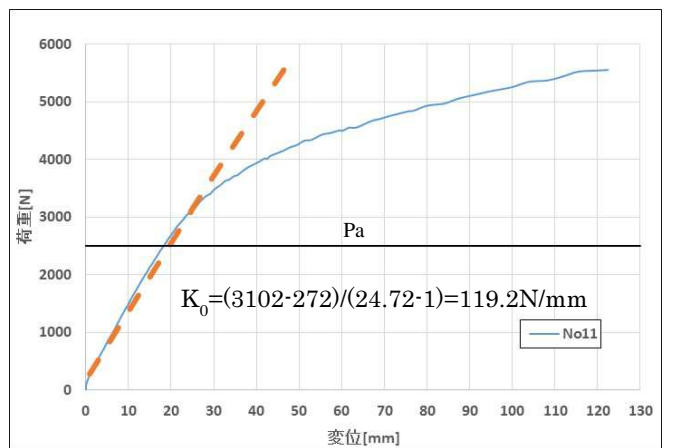


図10 荷重-変位関係 (No11)

表4 ルーバー天井の試設計

項目	単位	No11	参考文献 <sup>1)</sup>
天井サイズ TL×D	m	1.2×2.4	2.4×2.4 3.6×3.6
ルーバーピッチ ΔL	mm	300	200 200
天井幅 TL	mm	1,200	2,400 3,600
天井奥行き D	mm	2,400	2,400 3,600
野縁受け本数 n	本	3	3 4
天井半幅 L	mm	600	1,200 1,800
無次元化固有値 ζ		0.75	1.85 2.77
総重量 W	kg	14.40	28.80 64.80
一本当り分布荷重 w	N/mm	0.0862	0.0862 0.0970
中央面内変位 y <sub>1</sub> (L)	mm	2.15	17.70 58.20
単純梁想定 y <sub>2</sub> (L)	mm	2.65	42.35 241.18
倍率 = y <sub>2</sub> (L)/y <sub>1</sub> (L)		1.23	2.39 4.14
実験値 K <sub>0</sub>	N/mm	119.20	20.31 -
理論値 K <sub>1</sub>	N/mm	89.95	21.50 10.83
単純梁として K <sub>2</sub>	N/mm	73.31	9.16 2.72

共通事項		No11	参考文献 <sup>1)</sup>
野縁受け C40 20 1.6 l	4291.5	mm <sup>4</sup>	ルーバーピッチ ΔL
ヤング率 E	205000	N/mm <sup>2</sup>	300
設計震度 k	2.2		200
面密度 ρ	5	kg/m <sup>2</sup>	単位幅当回転ばね kθ
野縁受けピッチ ΔD	1200	mm	1.390
クリップ回転ばね Kθ	417000	N/mm	2.085
			固有値 λ
			0.001257
			0.001539
			1/mm

Kirii Construction Materials Co., Ltd, M Eng.

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