

# 斜め材と束材を配した天井の耐震性能に関する研究

(その2) 静的ユニット実験

正会員 ○下氏 亮介\*2 正会員 穂山 靖司\*1  
 同上 刀禰 勇郎\*1 同上 小林 俊夫\*2  
 同上 金子 貴司\*1

耐震天井 吊り天井 静的実験

## 1. はじめに

天井の耐震補強に際し、斜め材（以下ブレース）と天井裏のダクトや配管等設備機器の配置との兼ね合いから限られた空間をより効率良く活用するために、省スペースで耐震性を付与することを目的とした斜め材と束材による補強（以下レ形補強）について、本報では、その1に引き続き、破壊性状や力学性能の把握のために実施した天井ユニットの静的加力試験の結果について報告する。

## 2. 実験概要

技術基準<sup>1)</sup>に示されている天井ユニット試験方法にならない、吊りボルトを加力方向に4本、直交方向に3本配置した天井（幅2100mm、奥行き3000mm、吊り長さ約1500mm）を作成し、レ形補強を1組配置したもの（No.1～4）と、2組のレ形補強を同一構面上に対称形で配置したもの（No.5～12）を油圧シリンダーを用いて、水平方向に加力した。

No.1～4は、一方向加力試験を実施し、レ形補強の非対称形状による力学特性を確認するため、ブレースに圧縮および引張力の生じるそれぞれの方向に加力した。

No.5～16は、レ形補強の組合せによる特性とV字ブレースとの差について一方向および繰返し加力試験にて確認した。

なお、繰返し加力試験は一方向加力試験より求めた損傷時の変位を1.5Dとして、0.5D・1.0D・1.5Dを各3サイクル正負に加力することとした。

試験体諸元を表1に、補強形式の概念図を図2 a)～d)に示す。

既報<sup>2)</sup>より、V字補強では許容荷重3000N/組の性能を確認しているため、斜め部材が半分になるレ形補強では許容荷重1500N/組と仮定し、レ形1組補強（No.1～4）の斜め部材のサイズを告示の設計例にならいうC-40×20×2.3を選定し、実装に際して発生する不具合等を確認することを目的とした。

レ形2組補強（No.5～12）については既報<sup>1)</sup>にて行ったV字補強の試験（No.13～16）との比較を目的とし、ブレースを座屈に対し十分に強い部材（RC-60×30×10×1.6）を選定し、斜め部材の座屈以外の損傷状況を確認することとした。なお、圧縮補強材は共通で座屈に対し十分に強い部材（RC-60×30×10×1.6）とした。

また、レ形2組補強の組合せとして斜め部材同士が近接するハ型補強と束補強材同士が近接する逆ハ型補強の対称形となる2ケースの組合せを想定し、その性能差について確認した。

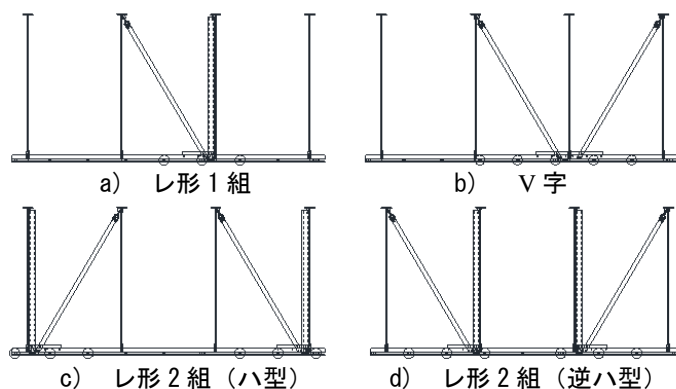


図2 補強形式

表1 試験体諸元および試験結果

No.	補強形式	下地方向	加力方法(方向)	斜め部材	圧縮補強材	最大荷重(N)	終局状況
1	レ形1組	野縁方向	一方向(ブレース引張)	C-40×20×2.3		4179.2	斜め部材上端取付金具の破損
2			一方向(ブレース圧縮)			2654.8	ブレースの座屈
3		野縁受け方向	一方向(ブレース引張)			4776.2	斜め部材上端取付金具の破損
4			一方向(ブレース圧縮)			3301.4	ブレースの座屈
5	レ形2組(ハ型)	野縁方向	一方向	RC-60×30×10×1.6		8154.7	斜め部材上端取付金具の破損
6			繰返し			8591.5	
7	レ形2組(逆ハ型)	野縁方向	一方向			7930.5	
8			繰返し			8626.5	
9	レ形2組(ハ型)	野縁受け方向	一方向	RC-60×30×10×1.6		6683.3	斜め部材上端取付金具の破損
10			繰返し			8449.1	
11	レ形2組(逆ハ型)	野縁受け方向	一方向			8734.9	
12			繰返し			8998.9	
13	V字	野縁方向	一方向		-	7399.4	
14			繰返し			7473.5	
15		野縁受け方向	一方向			7435.0	
16			繰返し			7215.0	

### 3. 試験結果

レ形1組補強試験の試験体写真を写真1に、各試験における荷重-変位曲線を図3a)~e)に、損傷部の状況を写真2 a)~d)に示す。

#### (1) レ形1 対補強試験

ブレースに引張が作用する No.1,3 の試験では、ボルトに作用する圧縮力を束補強が吊り元に伝え、ボルトが座屈することなく、斜め部材上端取付金具が破損するまで安定した挙動をとった(写真2a)。目標とした1500N付近での剛性はNo.1,3ともに300N/mm程度であった。

No.2,4 試験体は、束補強が吊りボルト引張方向には補強効果の無い機構で、水平力をブレースのみで負担することとなるため(写真2b)、ブレースの座屈により耐力低下を生じた。目標とした1500N付近での剛性はNo.2,4とも200N/mm程度であった。

No.4 試験体は1700N付近から剛性低下が生じているが、これは吊りボルトへの引張力によりハンガーが変形してしまったためである(写真2c)。

#### (2) レ形2 対補強試験

野縁方向は、ハ型・逆ハ型・V字とどれも良く一致しており、補強の組合せによる差異は確認できなかった。

野縁受け方向は、6000N付近まではどれも良く一致している。No.9 試験体が6400N程度にて荷重が下がり6600N付近で終局しているが、終局状態としてはどの試験体でも同じであるため、金具の誤差により生じたものだと考える。

また、野縁・野縁受け方向とも良く一致しているが、野縁受け方向が3500N付近より剛性低下が確認できる。これは、野縁の倒れによるものと考え(写真2d)。しかし繰返し試験においても良く一致しているため下地材の方向による性能差はほとんど無いと言える(図3e)。

### 4. まとめ

天井ユニットの静的加力試験をおこない、レ形補強に対する破壊性状および力学特性について以下について確認した。

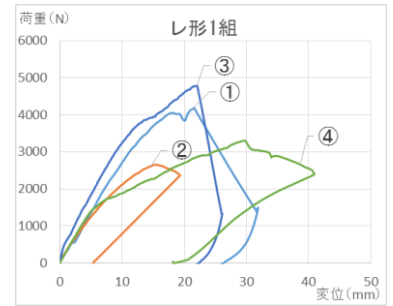
- レ形補強1組では束補強が圧縮力にのみ作用することにより、加力方向により力学特性が変わる。
- レ形補強を同一構面上対称形配置にて2対組み合わせることによりV字ブレースと同等の3000N/組の性能を発揮する。また、本補強方法では野縁方向・野縁受け方向においてほとんど差異の無い性能を有する。

[参考文献]

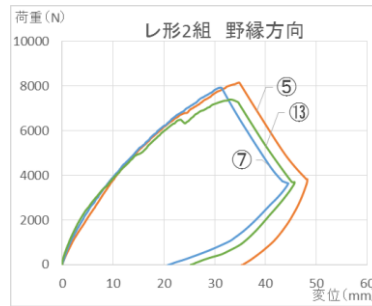
- 1) 特定天井及び特定天井の構造上安全な構造方法を定める件(平成25年 国土交通省告示771号)など
- 2) 亀山靖司 他、: 吊り長さ3mの天井の耐震性能に関する研究 その5、日本建築学会大会学術講演梗概集、2015年9月



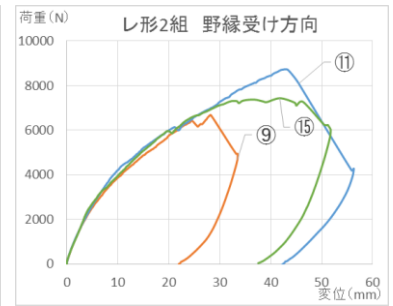
写真1 No.3 試験体全景



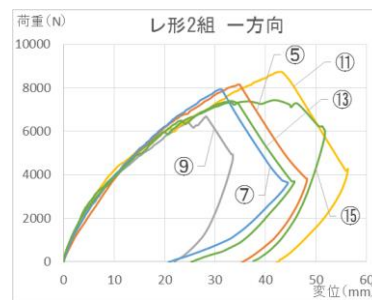
a) No.1~4



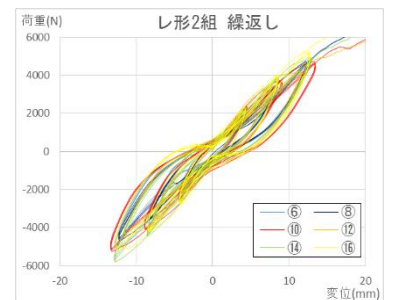
b) No.5,7,13



c) No.9,11,15



d) No.5,7,9,11,13,15

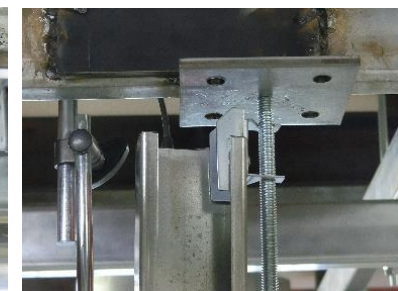


e) No.6,8,10,12,14,16

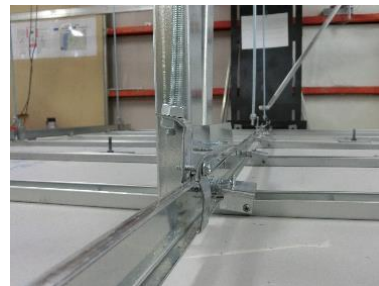
図3 荷重-変位曲線



a) 斜め部材上端取付金具の破損



b) 束補強上部の離れ



c) ハンガーの引張変形



d) 野縁の倒れ

写真2 各部損傷状況

\*1 鹿島建設株式会社

\*2 桐井製作所

\*1 Kajima Corporation.

\*2 Kirii Construction Materials Co.,Ltd.