

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 3）振動台実験

耐震天井                  吊り天井                  振動台実験

正会員    ○金子    貴司\*<sup>1</sup>                  正会員    下氏    亮介\*<sup>2</sup>  
同                  刀禰    勇郎\*<sup>1</sup>                  同                  小林    俊夫\*<sup>2</sup>  
同                  穂山    靖司\*<sup>1</sup>

1. はじめに

天井内には、吊り設備や配管があるため、通常の V 字ブレースを設置できない場合があり、斜め材と束材を配置することがある（以下、レ形ブレース天井）。前報では、レ形ブレース天井を対象として、静的載荷実験を実施し、剛性、最大荷重を確認し、許容荷重を設定した。本報では、動的載荷した場合でも、設定した許容荷重を満足することを確認するために実施した振動台実験の結果について報告する。

2. 試験体

試験体の一覧を表 1 に、振動台への配置位置を図 1 に、試験体を図 2 に示す。試験体の平面寸法は全試験体共通で、4×6 グリッド（3900mm×5700mm）である。また、天井吊り長さ、ブレースの断面形状も全試験体共通である。実験変数は、加振方向（野縁方向、野縁受け方向）、ブレースタイプ（レ形、レ形+V 字混合）である。なお、NR 試験体は、NUR 試験体を 90 度回転したものである。

3. 試験方法

加振波は告示八戸位相（図 3）であり、水平方向と鉛直方向を同時に試験体に入力した。加振レベルを原波の 50%、100%、150%、200%、250%、300%、350%、400%と漸増させた。なお、加振試験の前後には、ランダム波による加振を実施し、試験体の振動性状の変化を確認した。また、試験体観察時に、吊りボルトの緩みが見られた場合は、増し締めを実施した。

4. 実験結果

実験結果の概要を表 2 に、各試験体の荷重－変形関係を図 4 に示す。実験結果の波形は、ノイズ等の高振動数成分を含んでいるため、20Hz のローパスフィルタ処理を実施した。

NUR 試験体は、150%加振までは損傷が見られなかったが、200%加振により剛性の低下が見られ、荷重－変形関係はスリップ形状を示した。250%加振により最大荷重となるが、繰り返し載荷を受けて、正方向側の剛性低下が見られた。300%加振により、ブレースの座屈、ブレース

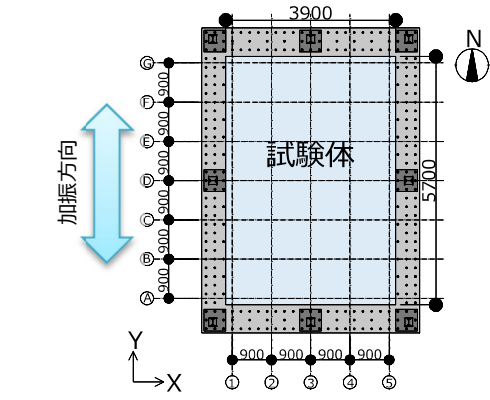
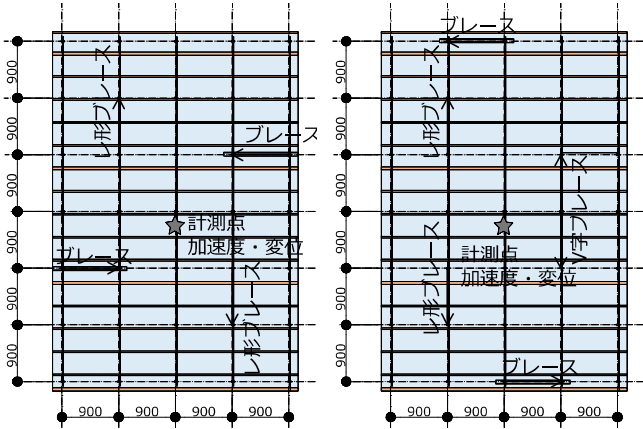


図 1 振動台への試験体配置位置



(a) NUR 試験体                  (b) NURV 試験体  
図 2 試験体

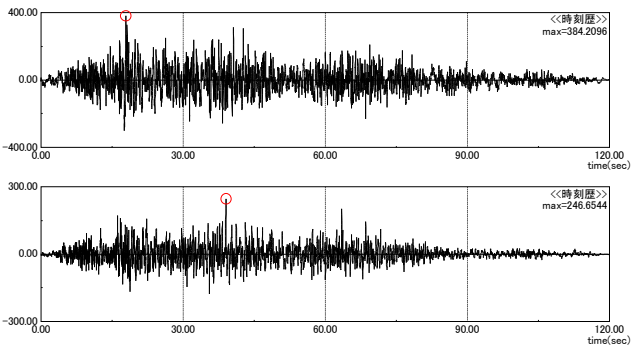


図 3 加振波（上段：水平方向、下段：鉛直方向）

表 1 試験体一覧

試験体名	加振方向	ブレース	石膏ボード	質量(kg)	ビス打ち	ダブルナット	損傷荷重(N)* <sup>1</sup>
NUR	野縁受け方向	レ形 1 対	1 枚	222.7	なし	なし	4500
NURV		V 字 1 対+レ形 1 対	2 枚	373.7	あり	あり	9000
NR	野縁方向	レ形 1 対	1 枚	222.8	あり	あり	4500

共通事項：天井吊り長さは 1500mm、ブレース材は C-40×20×2.3、束材は AS-60×30×10×1.6、増設野縁は C-40×20×2.3    \*1：静的載荷実験の結果をもとに、文献 1 の方法に従って設定した損傷荷重

上部金物のズレ落ちにより荷重、及び剛性が低下した。

NURV 試験体は、250%加振までは、損傷が見られなかったが、300%加振により軽微な剛性低下が見られた。350%加振により、荷重－変形関係はスリップ形状を示した。告示 400%加振により、最大荷重を示した。しかし、繰り返し载荷を受けて、負方向側の剛性低下が見られた。異なるタイプのブレースを異なる構面に配置したが、過大なねじれや急激な荷重低下等の異常は見られなかった。

NR 試験体は、250%加振までは、損傷が見られなかった。300%加振により、軽微な剛性低下が見られた。350%加振では最大荷重を示した。400%加振により、ブレースが座屈した。

動的試験の結果から損傷荷重を算定すると、NUR 試験体と NR 試験体では最大荷重後に急激に荷重が低下しているため、正負最大荷重の平均値を損傷荷重とした。一方、NURV 試験体は、図中に示す点を剛性変化点として、その点を損傷荷重とした。全ての試験体で、静的载荷試験をもとに設定した損傷荷重よりも大きな荷重となっており、

安全側の評価となった。

荷重－変形関係の履歴ループから求めた等価粘性減衰定数  $H_{eq}$  を図 5 に示す。各試験体の全てのループの平均値は、9.9%～12.1%であった。文献 1 における応答スペクトル法では、計算の前提条件として減衰定数 5%としているが、それよりも大きく、安全側の値となっている。

## 6. 結論

レ形ブレースを有する在来天井の振動台実験の結果、以下の結論を得た。

- (1) 静的载荷試験を基に設定した損傷荷重程度で、動的に多数回繰り返しても荷重の低下は見られず、設定した許容荷重を満足する。
- (2) V 字ブレースとレ形ブレースを異なる構面に配置したが、過大なねじれや急激な荷重低下は見られなかった。
- (3) 試験体の等価粘性減衰定数は 9.9%～12.1%程度であり、応答スペクトル法的前提条件である 5%よりも大きかった。

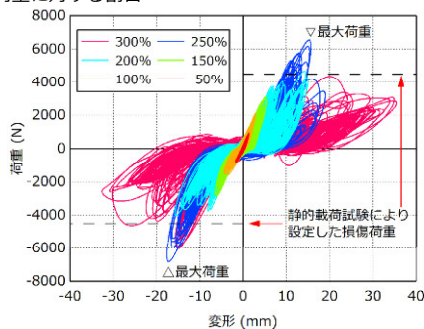
表 2 実験結果の概要

試験体	初期剛性*1 (N/mm)	破壊モード	最大荷重 (N)	動的実験による 損傷荷重*2
NUR	590.0	ブレース座屈，ハンガーの移動 ブレース上部金物のズレ落ち	6547, -6818	6682 (1.48)
NURV	1128.6	ブレース上部金物のズレ落ち	10435, -10594	9966 (1.11)
NR	616.9	ブレース座屈	6939, -7022	6980 (1.55)

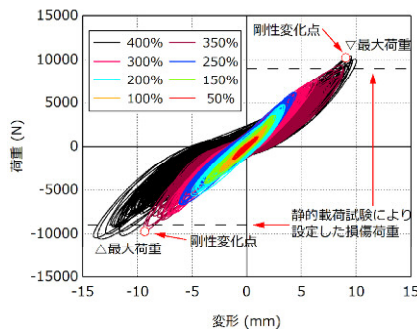
\*1：50%加振により得られた正負の最大荷重点の割線剛性 \*2：括弧内の数値は、静的载荷試験により設定した損傷荷重に対する割合

## 参考文献

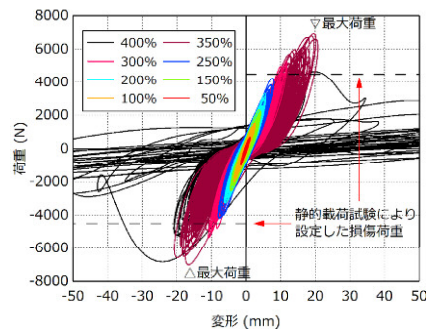
- (1) 国土交通省ほか：「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」，平成 25 年 9



(a) NUR 試験体

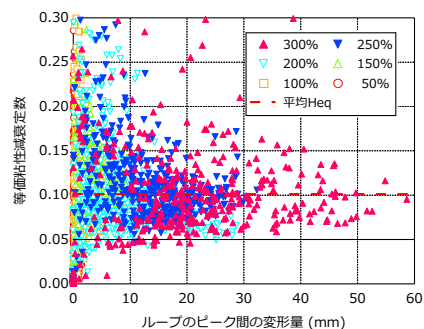


(b) NURV 試験体

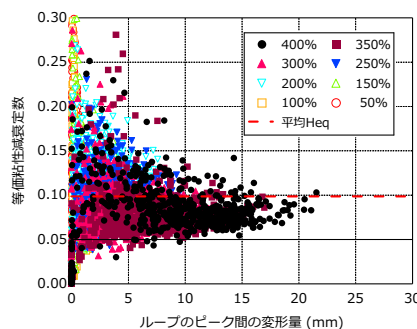


(c) NR 試験体

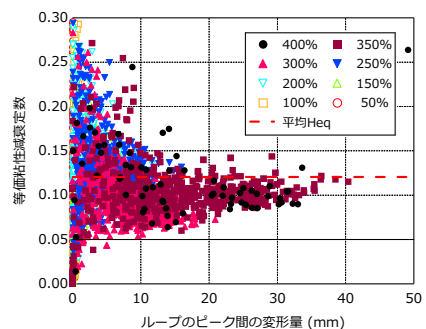
図 4 荷重－変形関係波形



(a) NUR 試験体



(b) NURV 試験体



(c) NR 試験体

図 5 等価粘性減衰定数

\*1 鹿島建設

\*2 桐井製作所

\*1 Kajima Corporation

\*2 Kirii Construction Materials