

システム天井 新耐震基準 (2015年版)

2015年3月制定

ロックウール工業会 吸音板部会 工法分科会

平成26年4月に改定された建築基準法施行令による技術基準等の動向を踏まえ制定しました。

はじめに

平成13年芸予地震、平成15年十勝沖地震、および平成17年宮城沖地震において、天井の脱落被害が発生し、**大規模空間の天井の崩落対策についての技術的助言**^{1) 2) 3)}が国土交通省から出されたことを契機に、各方面で天井の耐震性に関する研究や実験が行われてきました。

ロックウール工業会においては、システム天井の品質、性能の基準化を図る為、システム天井構成部材やその接合部の強度試験、**実大部分モデルによる静的水平荷重試験**⁴⁾を実施し、その成果として**JIS A 1445 システム天井構成部材の試験方法**（平成19年4月）、平成20年10月「**システム天井 新耐震基準(平成23年改訂)**」が発行されました。

その後、平成23年3月に発生した**東北地方太平洋沖地震**での天井被害を鑑み、平成25年7月に**建築基準法施行令の一部を改正する政令及び建築基準法施行規則の一部を改正する省令**⁷⁾が公布、同年8月、天井脱落対策に係る一連の**技術基準告示**⁸⁾⁹⁾が国土交通省より公布されました。

これらの動向を踏まえ、ロックウール工業会では、再度、**実大部分モデルによる静的水平荷重試験**¹⁰⁾を実施し、本書の見直しを図りました。

本書の適用範囲をグリッドタイプに絞り、ラインタイプについては、フェールセーフの考え方を推奨していくこととし、設計、施工、内装工事技術者各位の指針的資料として役立つよう内容を充実させ、あわせてロックウール化粧吸音板およびシステム天井の品質、性能保持と施工水準の向上に資することを期待しております。

2015年3月

システム天井新耐震基準(2015年版)

1. 耐震安全性の目標

中地震における損傷を防止、中地震を超える一定の地震時においても天井の脱落の低減を図ることを目標とする。

2. 適用範囲

- 1) システム天井グリッドタイプ
- 2) 天井懐寸法2000mm以下

3. 耐震補強基準

- 1) 天井水平入力加速度1G,
天井鉛直入力加速度0.5Gのとき、
ブレースは、18㎡以内にXY各方向に
1組ずつ設置する。
- 2) 最低でも30㎡以内にXY各方向に1組ずつ設置する。
- 3) ブレースの材料は右表よりC38×12×1.2以上とし、
天井懐寸法により選定する。
- 4) システム天井及び搭載設備の重量が
10kg/㎡を超える場合は、ブレース1組の負担面積を
換算して求める。

ブレース材の選定例 (グリッドタイプ640×640)

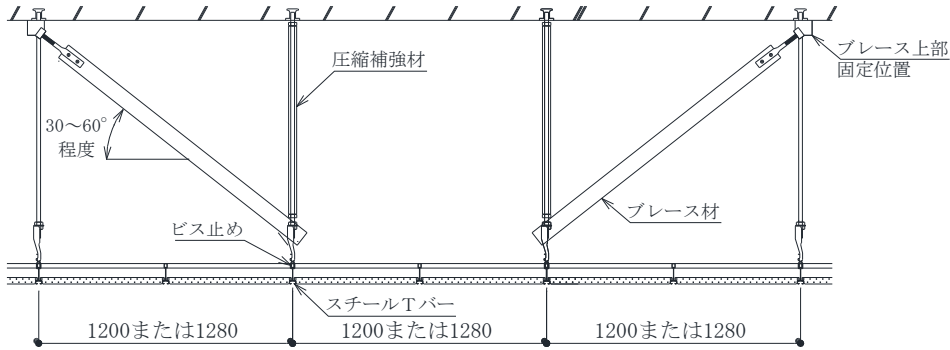
	斜めブレース材	吊ボルト圧縮補強材	適用する天井懐寸法
逆ハ	C38×12×1.2	□-19×19×1.2	814~1,790mm
	C25×19×5×1.0		814~1,920mm
	C40×20×10×1.6		814~2,000mm
	C25×19×5×1.0	/	814~1,140mm
	C40×20×1.6		814~1,300mm
	C40×20×10×1.6		814~1,730mm
	C60×30×10×1.6		814~2,000mm
V字	C25×19×5×1.0	/	814~1,380mm
	C40×20×1.6		814~1,680mm
	C40×20×10×1.6		814~2,000mm

- 1) 天井懐が2000mmを超える場合は、構造計算を行い鉄骨組付けのぶどう棚を設置してください。□
- 2) ブレースの材種は、18㎡/組 X・Y各方向の場合の例です。
- 3) 懐H1500mmを超える場合の水平振れ止めの設置については、監理者にご確認ください。
- 4) 角度30° の場合の最小懐寸法:814mm

システム天井新耐震基準(2015年版)

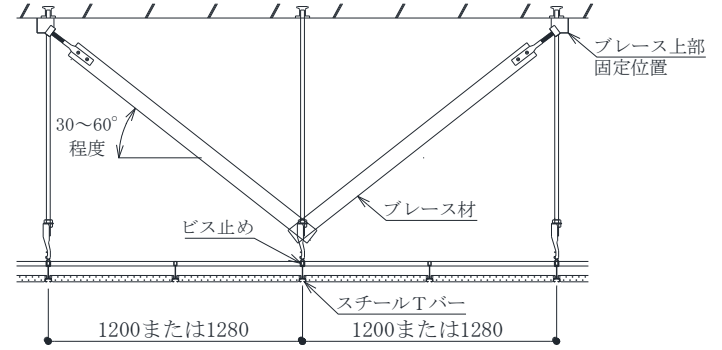
グリッドタイプのブレース設置例

(逆)ハの字(圧縮補強材付き)の場合

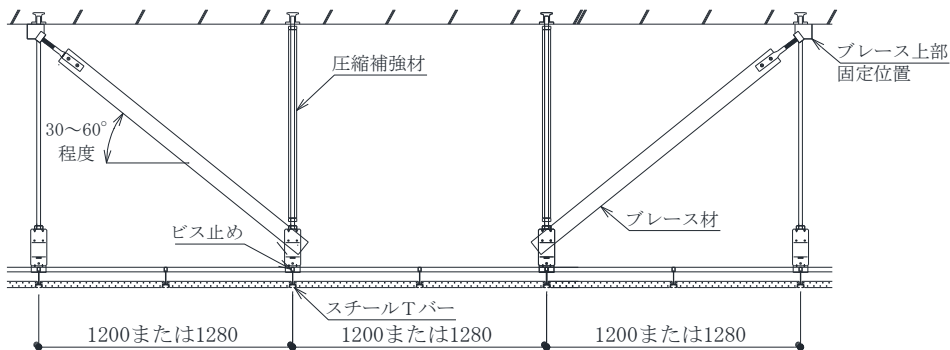


<クロスTバー方向>

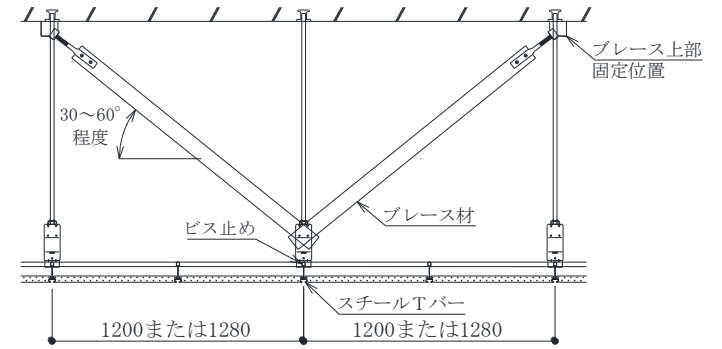
V字の場合



<クロスTバー方向>



<メインTバー方向>



<メインTバー方向>

ブレース上部固定位置はスラブに接する事を原則とするが、離れる場合は吊りボルトが耐えられるよう計算にて検討する。(計算式6頁 注2)

ブレースの設置基準

	ロックウール工業会の 新耐震基準(平成23年改訂)	ロックウール工業会の 新耐震基準 (2015年版)
ブレースの 負担面積	XY方向ともブレース1対の負担面積は18㎡を上限とする。(耐震レベル1G、天井質量10kg/㎡の場合) ブレース(1対)が負担する天井の水平慣性力がブレースおよび天井構成部材の水平耐力に達していないことが前提となる。また、天井質量やブレースの耐力を詳細に求め、ブレースの負担面積を設定することができる。	XY各方向ともブレース1組の負担面積は原則18㎡を上限とする。(耐震レベル1G、天井重量10kg/㎡の場合) ブレース(1組)が負担する天井の水平慣性力がブレースおよび天井構成部材の水平耐力に達していないことが前提となる。 但し、天井重量やブレースの耐力を詳細に求め、ブレースの負担面積を設定することができる。
ブレースの 配置	V字、または、(逆)ハの字配置とする。天井周辺部及び中央部に負担面積以内になるように均等に配置する。間隔は1600mm(グリッドタイプの場合は2600mm)以内とする。6頁、7頁「ブレースの配置例」参照。	V字、(逆)ハの字、または(逆)ハの字(圧縮補強材付き)配置とする。天井周辺部及び中央部に負担面積以内になるように均等に配置する。間隔は1200mmまたは1280mmを原則とする。8頁～12頁「ブレースの配置例」参照。
ブレースの 材料	C38×12×1.2程度以上とする。天井懐寸法により、ブレースの材料を設定する。3頁「ブレース材の例」参照。	C38×12×1.2程度以上とする。天井懐寸法により、ブレースの材料を設定する。3頁「ブレース材の例」参照。
ブレースの 固定方法	専用金物または、φ4ビス2点止めによる。溶接の場合は、3点溶接以上、溶接長5～7mmとする。ブレース固定部の水平耐力は2000N以上とする。	専用金物または、φ4ビス2点止めによる。ブレース固定部の水平耐力は2000N以上とする。(溶接接合は認めないものとする)
ブレースの 固定位置	上端はスラブから50mm以内の吊りボルトに固定する。下端は吊りボルトを設置したハンガー、または、野縁受けチャンネルに固定する。野縁受けチャンネルに設置する場合は吊りボルトから水平距離で150mm以内の位置とする。また、ブレースを設置した部位のハンガーはTバーや野縁受けチャンネルとビスで固定する。	上端は、スラブからの位置を弾性モーメント範囲以内(6頁 注2)とし、吊りボルトに固定する。下端は吊りボルトを設置したハンガーや専用金具に固定する。また、ブレースを設置した部位のハンガーはビスで固定するなどして、ブレースへ水平力が伝達できる取り付けとする。
ブレースの 角度	30°～45°程度を基本とする。45°を超える場合はブレース耐力を算定して負担面積を求める。(5頁 ブレースの耐力・負担面積の算定参照)	30°～60°程度を原則とする。60°を超える場合はブレース耐力を算定して負担面積を求める。(7頁 ブレースの耐力の算定参照)

注1) 本基準は、主に事務所ビルに使用されるシステム天井のグリッドタイプを対象としたもので、天井懐寸法が2000mmを越えるもの、傾斜天井部や下がり天井部に使用されるもの、天井重量が10kg/m²を大きく上回るもの、および、その他特殊な構造のものは除く。

注2) 耐震ブレース上部固定位置計算式

ブレース上部固定位置(スラブまでの鉛直距離)を下記の式で求める。

$$Q_y = A \cdot \tau$$

Q_y : 吊ボルトの許容せん断力

A : 吊ボルトの断面積

τ : 吊ボルトの短期許容せん断応力度

$$M_y = Z \cdot \sigma_y$$

M_y : 吊ボルトの許容曲げモーメント

Z : 吊ボルトの断面係数

σ_y : 吊ボルトの短期許容圧縮曲げ応力度

$$e = M_y / Q_h \cdot 2$$

e : 許容鉛直距離

M_y : 吊ボルトの許容曲げモーメント

Q_h : ブレースセットの負担水平力

2 : ブレースセットの負担水平力支持点数

但し、 $Q_y > Q_h$

ブレース負担面積による許容鉛直距離例

吊ボルト 3分

天井重量 10kg/m² 水平震度 1Gの場合

負担面積	6m ²	9m ²	12m ²	15m ²	18m ²
許容鉛直距離	33.8mm	22.5mm	16.9mm	13.5mm	11.2 mm

ブレースの耐力の算定

ブレースの耐力

参考文献より、ブレース材、吊りボルトの座屈荷重を求め、ブレースの水平耐力を算出します。

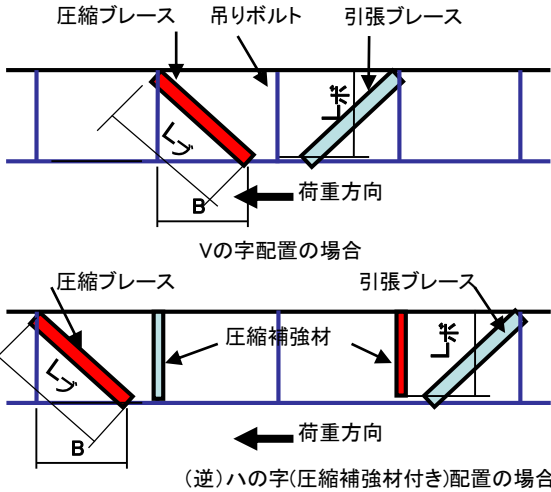
圧縮単独耐力 $H_1 = 1/\gamma \cdot 1.5/2.17 \cdot (B/L_{\text{ブ}}) \pi^2 E I_{\text{ブ}}/L_{\text{ブ}}^2 \dots(11)$

引張単独耐力 $H_2 = 1/\gamma \cdot 1.5/2.17 \cdot \alpha \cdot (B/L_{\text{ボ}}) \pi^2 E I_{\text{ボ}}/L_{\text{ボ}}^2 \dots(5)$

- H_1 : ブレース材が圧縮材となる側のブレースが座屈する時の水平方向の圧縮単独耐力(N)
- H_2 : ブレース材が引張材となる側の吊りボルトが座屈する時の水平方向の引張単独耐力(N)
- B : インサートピッチ(ブレースの水平投射距離)(mm)
- $L_{\text{ブ}}$: ブレースの有効長さ(mm)
- E : ヤング率 205800(N/mm²)
- $I_{\text{ブ}}$: ブレース材の最小断面2次モーメント(mm⁴)
- $L_{\text{ボ}}$: 吊りボルトの有効長さ(mm)
- $I_{\text{ボ}}$: 吊りボルトの断面2次モーメント(mm⁴)
- γ : 斜め部材の細長比より求める割り増し係数($\lambda \geq 130$ の場合 $\gamma = 1$) λ : 細長比
- α : 端部の固定によって変わる係数(片側固定片側ピン: 2.046、両端ピン: 1)

ブレースの耐力計算例 天井懐1140mm インサート@1280mmの場合

材種	性能項目	最小断面	断面二次	断面積 A	圧縮単独	引張単独	ブレース
		二次モーメント I _ブ (mm ⁴)	半径 i (mm)				
ブ レ ー ス 材	C38×12×1.2	835.300	3.500	69.000	325.2		
	C38×12×1.6	1079.000	3.400	92.700	420.0		
	C40×20×1.6	4291.500	6.200	109.900	1670.5		
	C25×19×5×1.0	3032.000	6.760	66.400	1180.3		
	C40×20×10×1.6	8270.000	7.600	143.200	3219.3		
					0.0		
座 屈 補 強 材	3分ボルト	191.800	1.977	49.100		583.8	
	□-19×19×1.2 補強	4532.000	7.280	85.440		6742.6	
	□-19×19×1.6 補強	5666.000	7.130	111.360		8429.7	
	C40×20×1.6	4291.500	6.200	109.900		6384.8	
	C25×19×5×1.0	3032.000	6.760	66.400		4510.9	
	C40×20×10×1.6	8270.000	7.600	143.200		12303.9	
						0.0	
	圧縮単独耐力H ₁ (N)		1180.3		H _ブ (N) V字の場合		2360.5
	引張単独耐力H ₂ (N)		583.8		H _ブ (N) 逆ハの字の場合		1764.1



図中の矢印は、水平力の方向。
赤で示すブレース、吊りボルトは圧縮材とする。
水色で示すブレース、吊りボルトは引張材とする。

ブレースの負担面積

ブレースの負担面積sは次の式で求められる。

$H_{\text{ブ}} = 9.8swa$

よって、

$s = H_{\text{ブ}}/9.8aw$

ここに、

- $H_{\text{ブ}}$: ブレースの耐力(N)
V字の場合 $H_{\text{ブ}} = H_1 \times 2$
逆ハの字の場合 $H_{\text{ブ}} = H_1 + H_2$
- a : 天井入力加速度(G)
- w : 天井の単位重量(kg/m²)
- s : ブレースの負担面積(m²)

ブレースの負担面積(s)は、ブレースの耐力から求めた値であり、ハンガーやTバーの接合部の耐力を考慮することとする。

ブレースの配置方法

- ・引張力、圧縮力を負担するブレースを1組とする

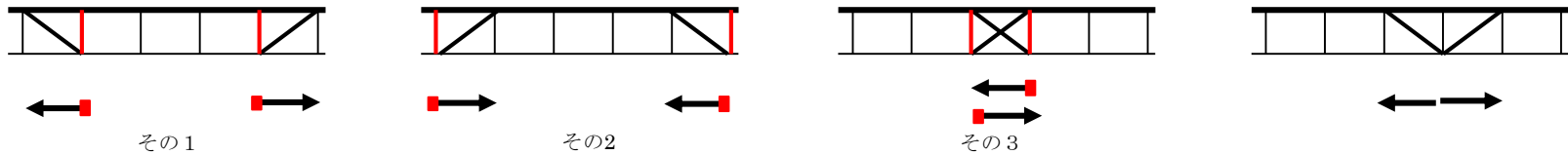


図6. (逆)ハの字(圧縮補強材付き)配置の例 (赤線は吊ボルトの圧縮補強材)

図7 V字配置の例

- ・(逆)ハの字(圧縮補強材付き)配置の場合は、ブレースの向きが交互になるようにする。
- ・ブレースの間隔が均等かつ負担面積が 18m^2 以下になるようにする。
- ・ブレースは、基本的に全吊ボルト構面にXY両方向に配置する。

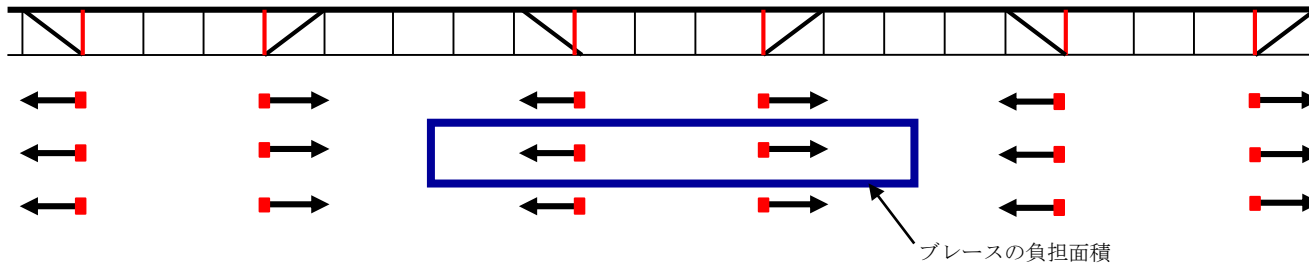


図8. (逆)ハの字(圧縮補強材付き)配置の例 その2 (赤線は吊ボルトの圧縮補強材)

- ・スラブ側の吊ボルトに設置したブレースが2本以上重ならないようにする。重なる場合はブレースの位置をずらす。

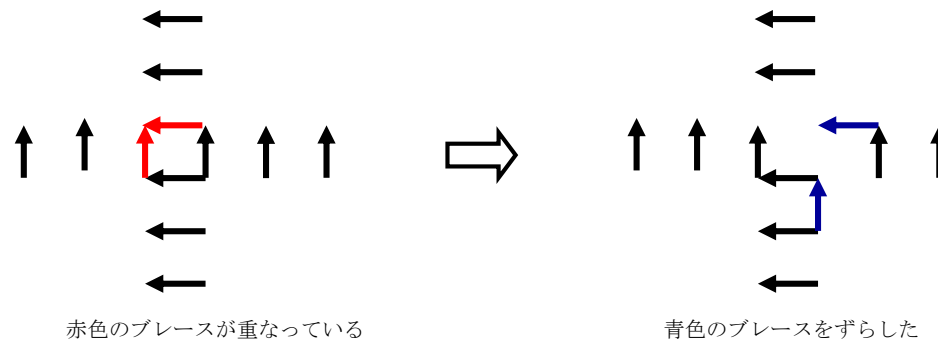
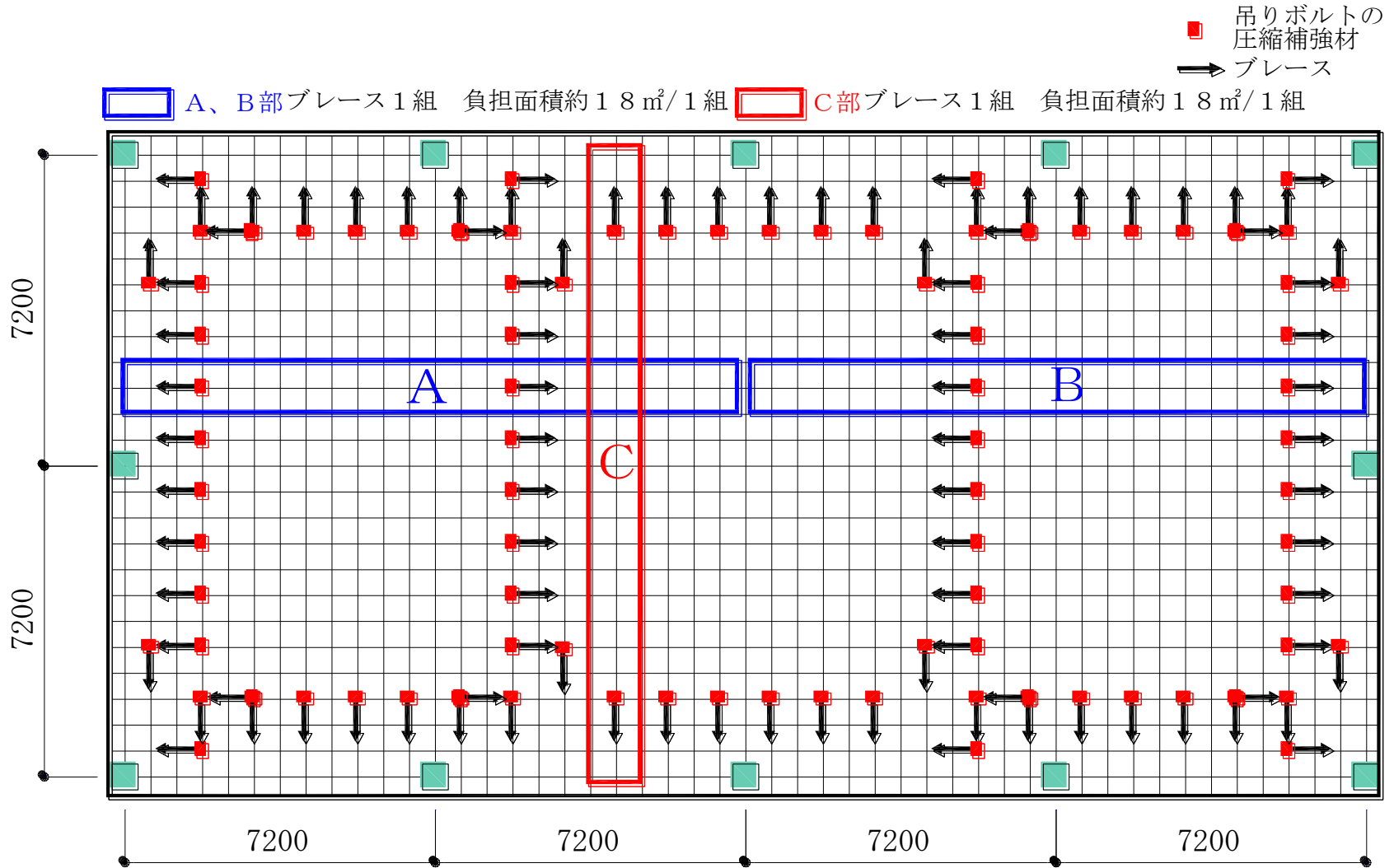


図9. ブレースが重なる場合の配置例

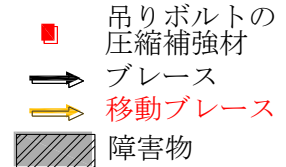
グリッドタイプ 600×600 (逆)ハの字(圧縮補強材付き)ブレースの配置例



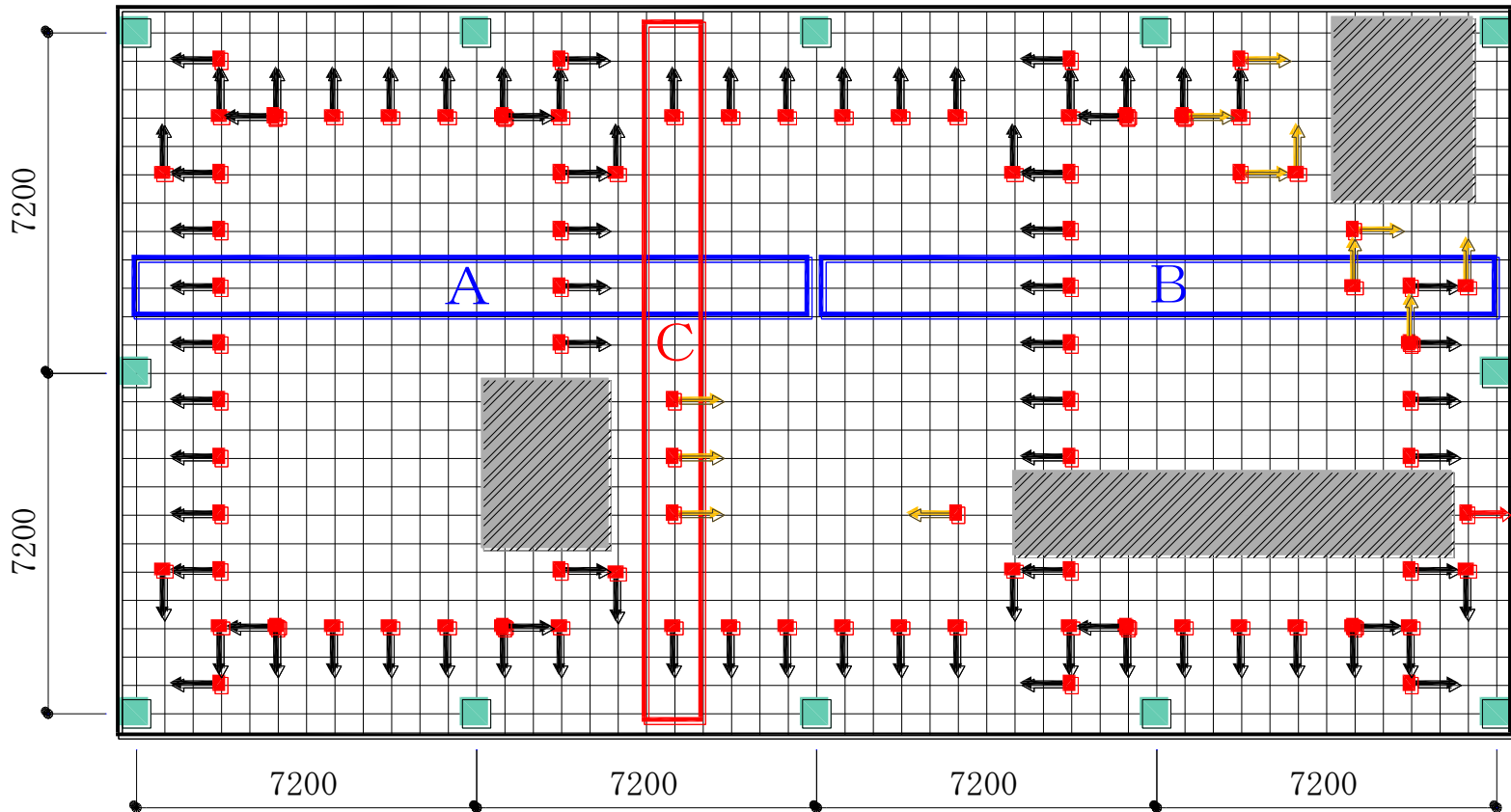
*: ブレース材の強度によっては圧縮補強材が、不要となる場合があります。

- 1) 本図は、天井面水平入力加速度が1G、天井の重量が10kg/m²、天井懐寸法が1200mm、ブレース材がC25×19×5×1.0の場合の例である。
- 2) ブレースは、基本的に全吊りボルト構面にXY両方向に配置する。

グリッドタイプ 600×600 (逆)ハの字(圧縮補強材付き)
ブレースの配置例 (障害物のある場合)



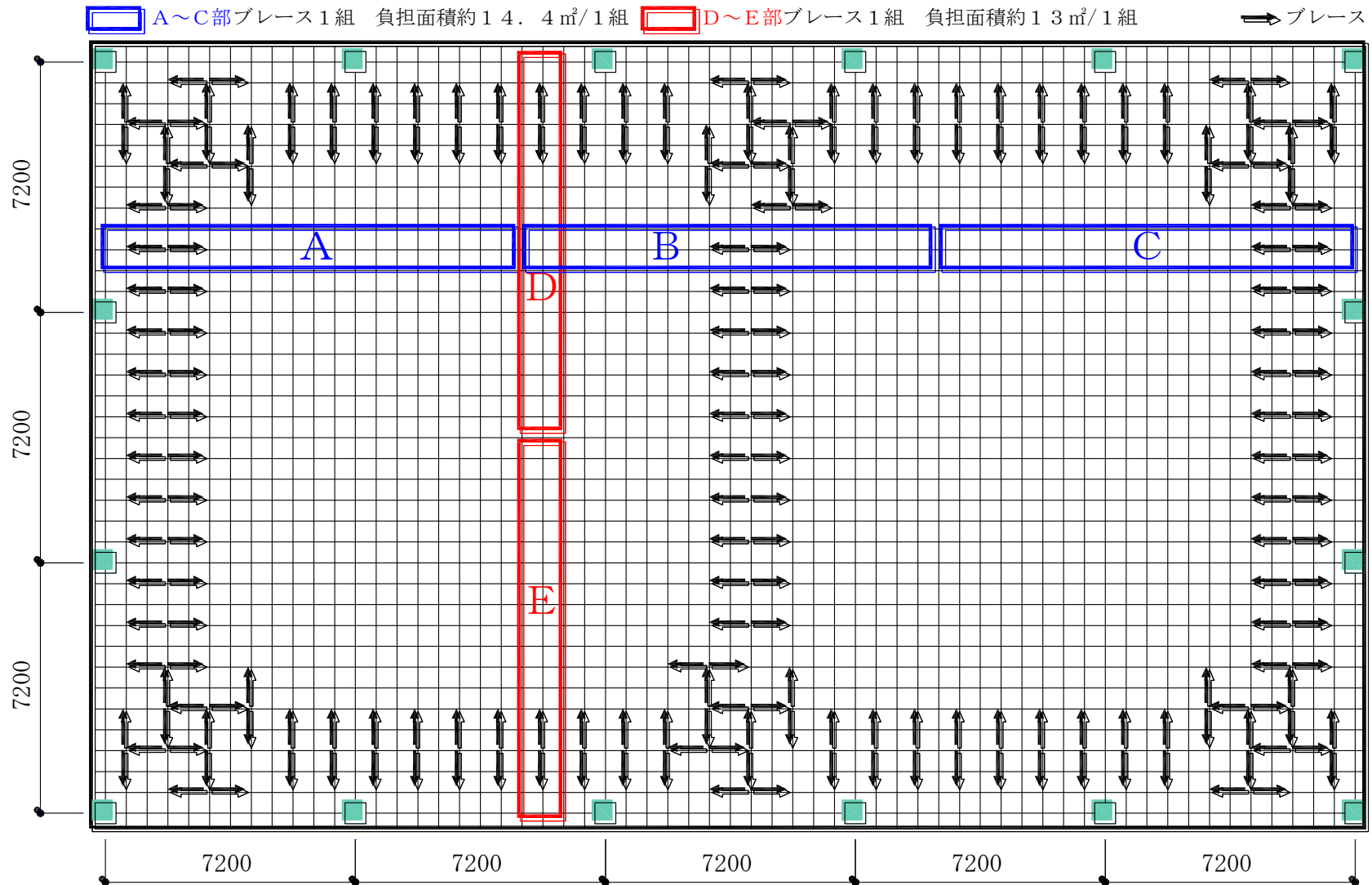
 A、B部 ブレース1組 負担面積 1.8 m²/1組
 C部 ブレース1組 負担面積約 1.8 m²/1組



*: ブレース材の強度によっては圧縮補強材が、不要となる場合があります。

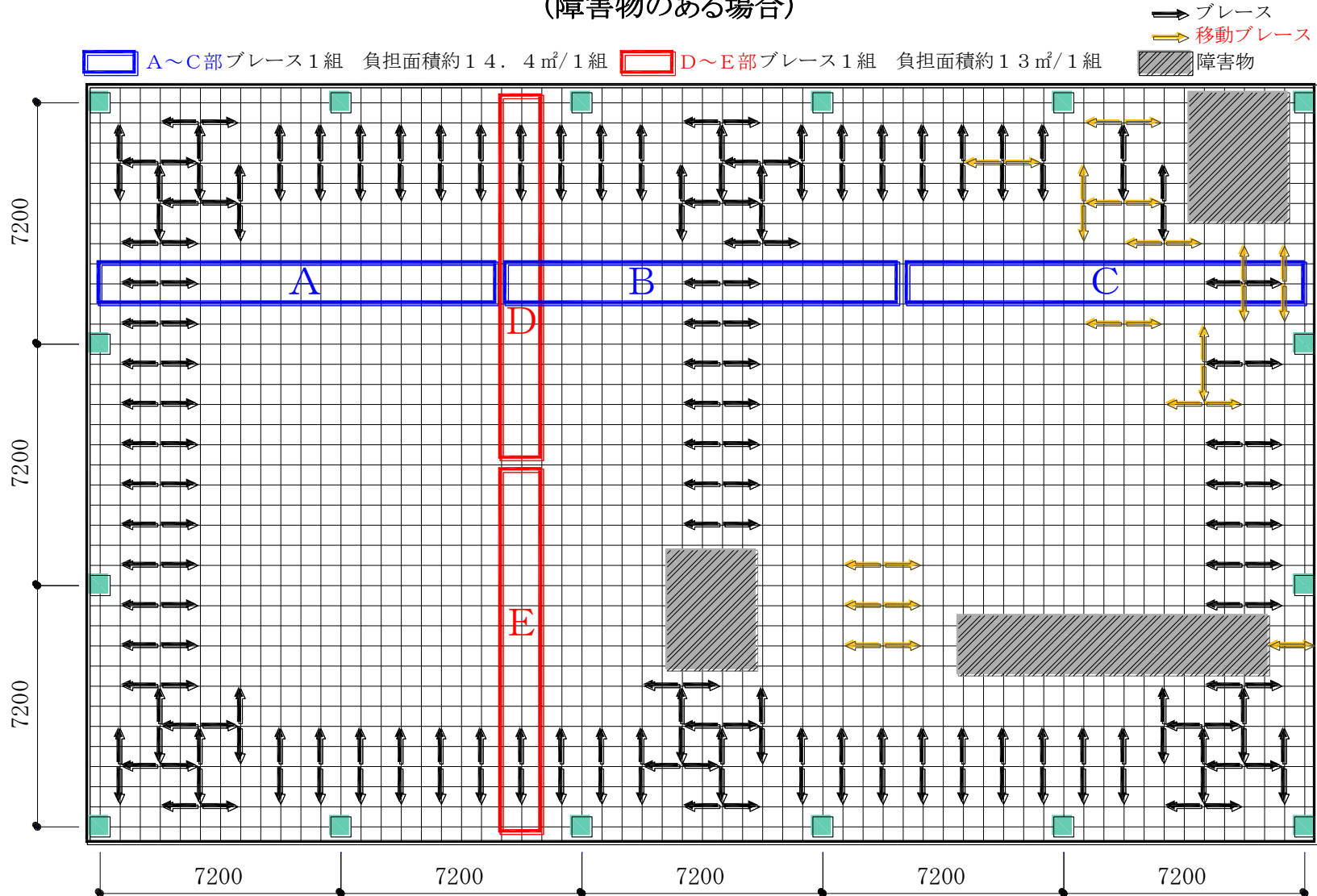
- 1) 本図は、天井面水平入力加速度が1G、天井の重量が10kg/m²、天井懐寸法が1200mm、ブレース材がC25×19×5×1.0の場合の例である。
- 2) 本図は、ダクト、空調機等の障害物により指定の位置にブレースを設置できない場合の例である。
- 3) ブレースの配置は、整列配置を基本とする。障害物のある場合は、A、BおよびCの範囲内の近い位置にずらして設置する。
- 4) (逆)ハの字(圧縮補強材付き)のブレースが連続する場合は、ブレースの向きが交互になるように設置する。
- 5) ブレースは、基本的に全吊ボルト構面にXY両方向に配置する。

グリッドタイプ 600×600 のV字ブレースの配置例



- 1) 本図は、天井面水平入力加速度が1G、天井の重量が10kg/m²、天井懐寸法が1200mm、ブレース材がC25×19×5×1.0の場合の例である。
- 2) ブレースは、基本的に全吊ボルト構面にXY両方向に配置する。

グリッドタイプ 600×600 のV字ブレースの配置例 (障害物のある場合)



- 1) 本図は、天井面水平入力加速度が1G、天井の重量が10kg/m²、天井懐寸法が1200mm、ブレース材がC25×19×5×1.0の場合の例である。
- 2) 本図は、ダクト、空調機等の障害物により指定の位置にブレースを設置できない場合の例である。
- 3) ブレースの配置は、整列配置を基本とする。障害物のある場合は、A、BおよびCの範囲内の近い位置にずらして設置する。
- 4) ブレースは、基本的に全吊ボルト構面にXY両方向に配置する。

参考文献

- 1) 「芸予地震被害調査報告の送付について(技術的助言)」、国土交通省住宅局建築指導課長 国住指第375号、2001年6月1日
- 2) 「大規模空間を持つ建築物の天井の崩落対策について(技術的助言)」、国土交通省住宅局建築指導課長 国住指第2402号、2003年10月15日
- 3) 「地震時における天井の崩落対策の徹底について(技術的助言)」、国土交通省住宅局建築指導課長 国住指第1427号、2005年8月26日
- 4) 「システム天井面の静的水平荷重試験 その1、その2、その3」、荻原健二、細岡正樹、佐々木朗、小林俊夫、日本建築学会大会梗概集、2007年8月
- 5) 「鋼製天井下地を用いた吊り天井の耐震性に関する研究」、小林俊夫、由利隆行、荒井智一、日本建築学会構造系論文集 Vol 73No.630 2008.8 JOURNAL OF STRUCTURAL AND CONSTRUCTION ENGINEERING
- 6) 「在来工法天井及びシステム天井の実大振動試験」、脇山善夫、奥田泰雄、長谷川隆、日本建築学会大会梗概集、2008年9月
- 7) 建築基準法施行令 第39条第3項
- 8) 国土交通省告示 第771号 「特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件」
- 9) 国土交通省告示 第773号 「損傷限界変位等を計算する方法並びに屋根ふき材等及び外壁等の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件の一部を改正する件」
- 10) 「システム天井面の静的水平荷重試験 その4、その5」、荻原 健二、奥村 彰啓、小林 俊夫、日本建築学会梗概集、2013年9月
- 11) 「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月