

システム天井 グリッドタイプ 耐震基準 (2020年版)

2015年3月制定

2016年3月改訂

2020年8月改訂

ロックウール工業会 吸音板部会 工法分科会

※2014年4月に改定された建築基準法施行令による技術基準の動向を踏まえて制定しました。

はじめに

2016年3月に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、システム天井グリッドタイプ耐震基準(2016年版)を発行しました。
以来グリッド天井の耐震性については、ロックウール化粧吸音板や照明器具の軽量化が進み、大型物件による天井懐高さの増大が目立つなど、耐震の考え方も多様化し、合理化も求められています。

今回ロックウール工業会では、2019年7月に行った天井懐高さ3000mmのユニット試験で水平耐力を確認し、その結果を本書及び、「ブレースの耐力計算ソフト(2020年版)」(ロックウール工業会HP資料)に反映させました。また、ブレースの 耐力計算ソフト(2020年版)によるブレース材の選定にあたっては、「告示計算式タイプ」と「一般タイプ」を用意し、使いやすいものとししました。それに伴い本書中の式・図・表の差し替えも行い、システム天井グリッドタイプ耐震基準 (2020年版)を発行します。

本書が、設計、施工、内装工事技術者各位の指針的資料として役立ち、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。

2020年8月

改訂歴

2016年3月 タイトルの変更。「はじめに」の加筆。ブレース配置例の修正。

2020年8月 「はじめに」の修正、「2. 適用範囲」天井懐高さの限度を2000mmから3000mmへ変更
「3. 耐震補強基準」の加筆修正。ブレース設置例(V字の場合)の修正。

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) 天井懐高さ3000mm以下

3. 耐震補強基準

- 1) 天井水平入力加速度1.0G、
天井鉛直入力加速度0.5G、
天井質量10kg/m²のとき、
ブレースは、18m²以内にXY各方向に1組ずつ設置する。
但し、天井質量やブレースの耐力等をユニット試験等により詳細に求め、ブレースの負担面積を設定することができる。
- 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。
- 3) ブレースの材料は右表よりC38×12×1.2以上とし、
天井懐高さにより選定する。
- 4) システム天井及び搭載設備の質量が10kg/m²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。
- 5) 耐震性を考慮しない場合でも、ブレースはC38×12×1.2以上とし、最低限30m²以内にXY各方向に1組ずつ設置する。

告示計算式タイプ
ブレース材の選定例（グリッドタイプ640×640）

	ブレース材	吊ボルト圧縮補強材	適用する天井懐高さ	
			水平投影長さ:1280	水平投影長さ:2560
逆ハ	C38×12×1.2	□-19×19×1.2	820mm ～ 1750mm	1560mm ～ 2150mm
	C25×19×5×1.0		820mm ～ 1890mm	1560mm ～ 2250mm
	C40×20×1.6		820mm ～ 1980mm	1560mm ～ 2310mm
	C40×20×10×1.6		820mm ～ 2190mm	1560mm ～ 2470mm
	C60×30×10×1.6		820mm ～ 2290mm	1560mm ～ 3000mm
	C38×12×1.2		820mm ～ 880mm	—
	C25×19×5×1.0		820mm ～ 1150mm	—
	C40×20×1.6		820mm ～ 1340mm	—
	C40×20×10×1.6		820mm ～ 1720mm	—
	C60×30×10×1.6		820mm ～ 2290mm	1560mm ～ 2850mm
V字	C25×19×5×1.0		820mm ～ 1420mm	—
	C40×20×1.6		820mm ～ 1750mm	—
	C40×20×10×1.6		820mm ～ 2280mm	1560mm ～ 2010mm
	C60×30×10×1.6		820mm ～ 2290mm	1560mm ～ 3000mm

1) 天井懐高さが3000mm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) 上記内容は、水平震度1.0G、負担面積18m²/組、天井質量10kg/m²の場合の選定例です。

3) 天井懐高さが41500mm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) 水平投影長さが1280mm及び2560mmにおいて、懐高さが重複している箇所は、設計者の判断の元決定してください。

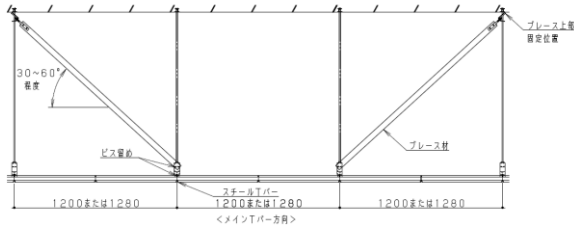
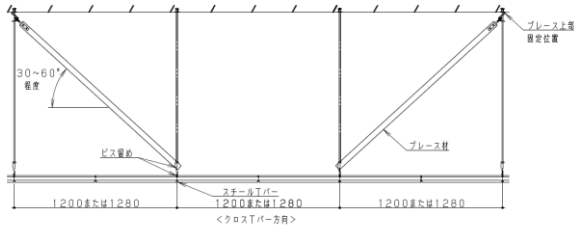
5) 天井懐高さが4820mm未満であっても設置角度が30° ≤ θ ≤ 60° となるようブレースを取付けてください。

6) システム天井のブレース耐力計算ソフトは、「告示計算タイプ」と「一般タイプ」があります。

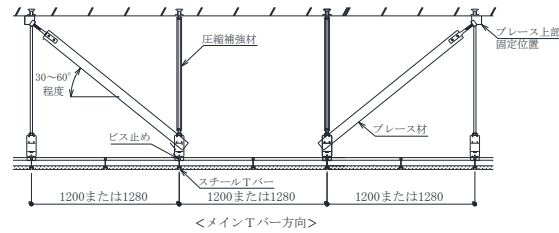
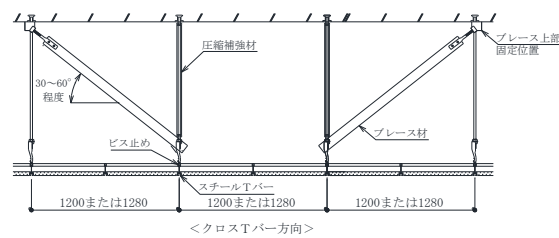
システム天井グリッドタイプ耐震基準(2020年版)

グリッドタイプのブレース設置例

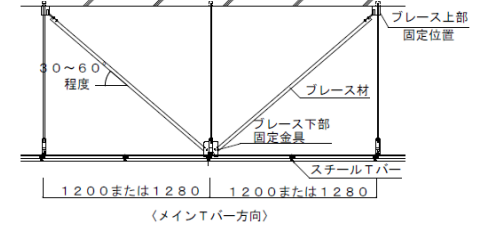
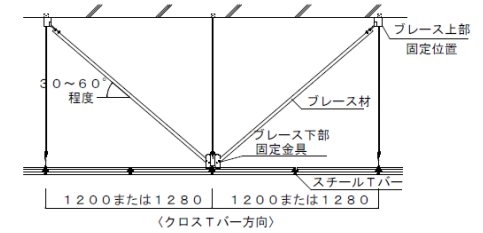
(逆)ハの字の場合



(逆)ハの字(圧縮補強材付き)の場合



V字の場合



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 グリッドタイプ耐震基準 (2020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、天井質量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、天井質量やブレースの耐力等をユニット試験等により詳細に求め、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、X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。天井懐高さにより、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点留め以上による。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点留め以上による。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、天井懐高さが3000mm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、天井質量が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

天井質量 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

参考文献により、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。

$$\text{圧縮単独耐力 } H_1 = \frac{1}{\gamma_{\text{ブ}}} \times \frac{1.5}{2.17} \times \frac{B}{L_{\text{ブ}}} \times \frac{\pi^2 EI}{L_{\text{ブ}}^2} \quad \dots 11)$$

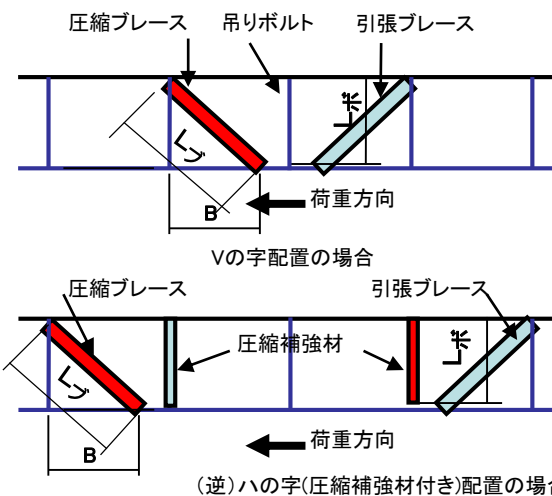
$$\text{引張単独耐力 } H_2 = \frac{1}{\gamma_{\text{ボ}}} \times \frac{1.5}{2.17} \times \alpha \times \frac{B}{L_{\text{ボ}}} \times \frac{\pi^2 EI}{L_{\text{ボ}}^2} \quad \dots 5)$$

- 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 205000(N/mm²)
 I : ブレース材又は座屈補強材の最小断面二次モーメント(mm⁴)
 $L_{\text{ボ}}$: 吊りボルトの有効長さ(mm)
 $\gamma_{\text{ブ}}, \gamma_{\text{ボ}}$: ブレース、及び吊りボルトの細長比に応じた割増係数
 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 天井懐高さ1140mm インサート@1280mmの場合

【ブレースの耐力計算結果】 計算時、円周率 π についてはエクセル関数PI()を使用しております。

	材種	性能項目	最小断面 二次モーメント $I(\text{mm}^4)$	断面二次半径 $i(\text{mm})$	断面積 A (mm^2)	圧縮単独 耐力 $H_1(\text{N})$	引張単独 耐力 $H_2(\text{N})$	ブレース1 組の耐力 (N)
ブ レ ー ス 材	C38×12×1.2		835.400	3.478	69.040	323.9		
	C25×19× 5× 1.0		3159.000	6.896	66.420	1224.9		
	C40×20× 1.6		4647.000	6.235	119.500	1801.9		
	C40×20×10×1.6		8186.000	7.563	143.100	3174.2		
	C60×30×10×1.6		25560.000	11.100	207.100	9911.0		
圧 縮 補 強 材						0.0		
	3分ボルト		191.800	1.977	49.100		581.6	
	□-19×19×1.2		4213.000	7.179	81.730		6243.6	
	□-19×19×1.6		5110.000	6.986	104.700		7573.0	
	C25×19× 5× 1.0		3159.000	6.896	66.420		4681.6	
	C40×20× 1.6		4647.000	6.235	119.500		6886.8	
	C40×20×10×1.6		8186.000	7.563	143.100		12131.6	
							0.0	
圧縮単独耐力 $H_1(\text{N})$				1224.9		V字の場合($H_1 \times 2$)		2449.8
引張単独耐力 $H_2(\text{N})$				581.6		逆ハの字の場合($H_1 + H_2$)		1806.5



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の字の場合 $H_{\text{ブ}} = H_1 \times 2$

逆ハの字・X字の場合 $H_{\text{ブ}} = H_1 + H_2$

a : 天井入力加速度(G)

w : 天井の単位質量(kg/m^2)

s : ブレースの負担面積(m^2)

ブレースの負担面積(s)は、ブレース材の耐力から求めた値であり、取付金具、ハンガーやTバー接合部等の耐力を考慮することとする。

ブレースの配置方法

- ・引張り力、圧縮力を負担するブレースを1組とする

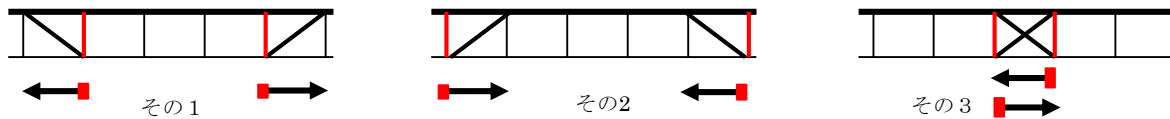


図6. (逆)ハの字(圧縮補強材付き)配置の例 (赤線は吊ボルトの圧縮補強材)

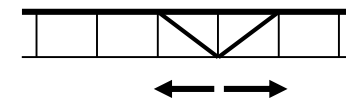


図7 V字配置の例

- ・(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。

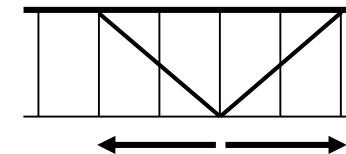


図7.1 V字配置の例 (天井懐高さの大きな場合)

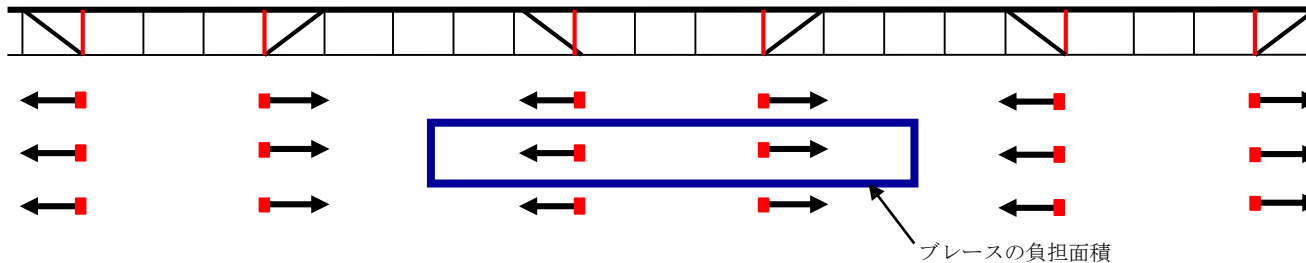


図8. (逆)ハの字(圧縮補強材付き)配置の例 その2 (赤線は吊ボルトの圧縮補強材)

- ・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。

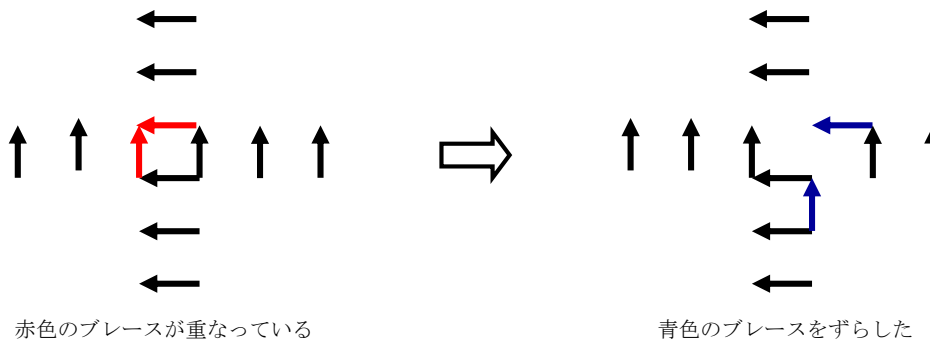
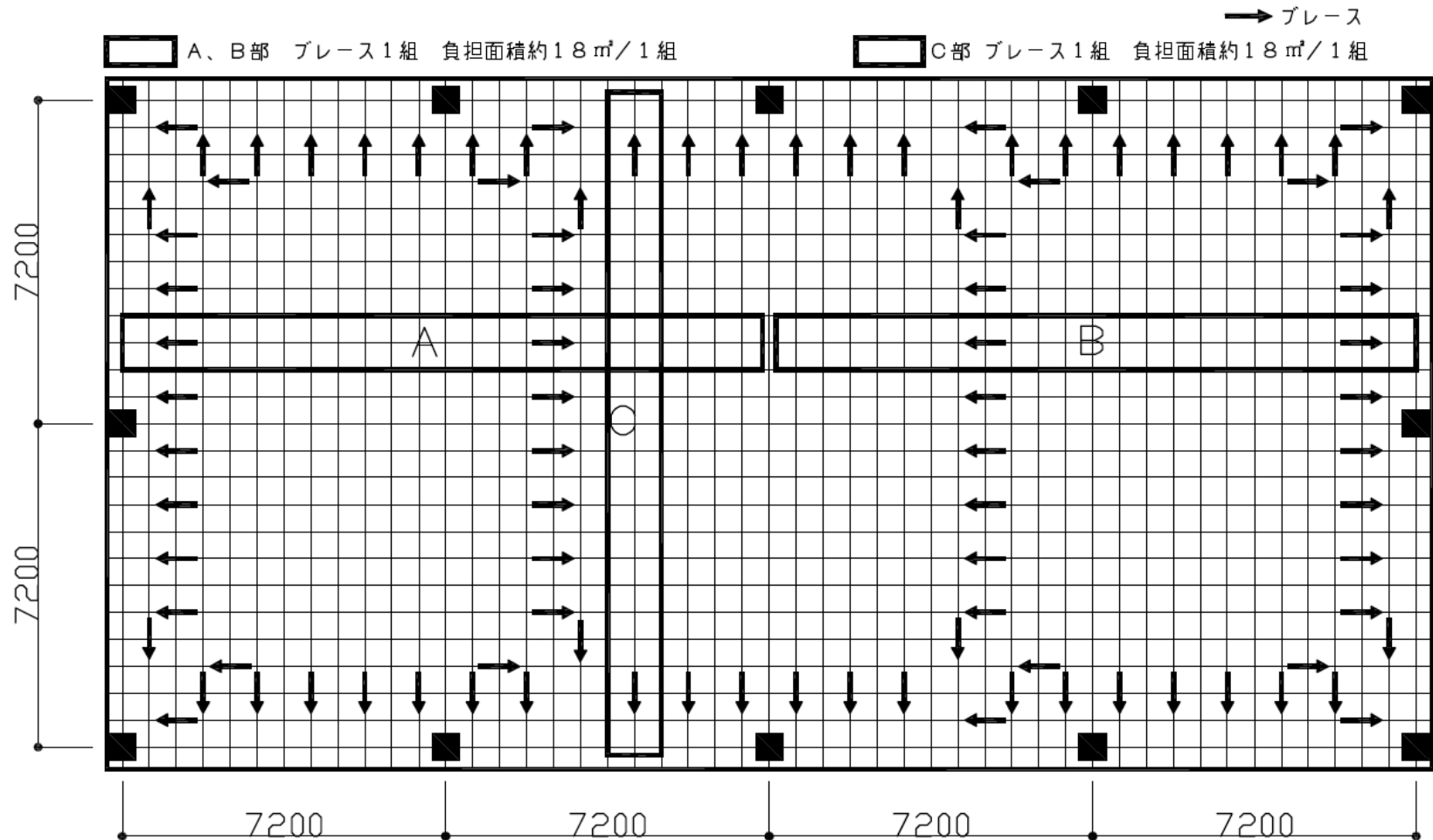
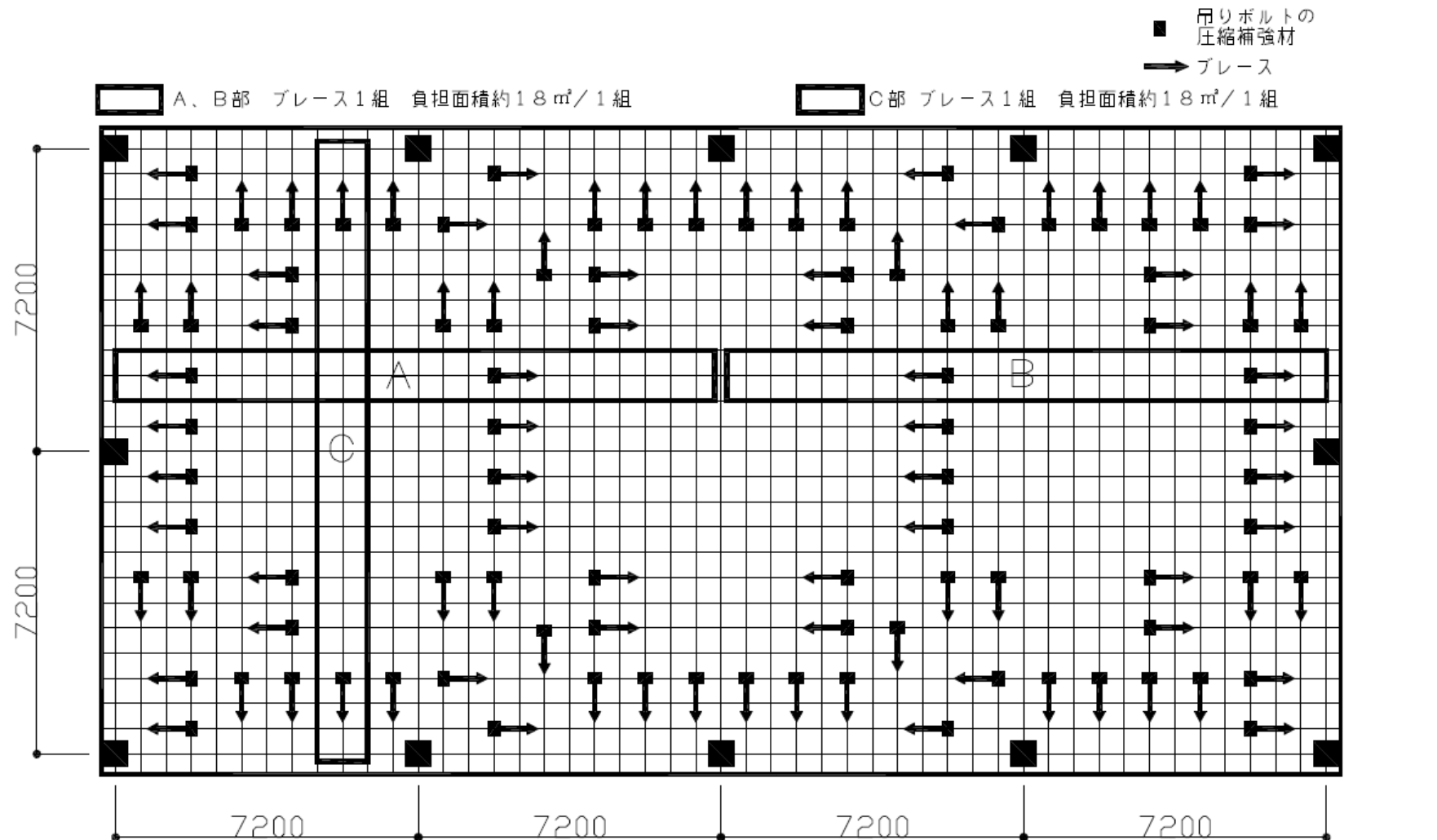


図9. ブレースが重なる場合の配置例



1) 本図は、天井面水平入力加速度が1G、天井の質量が10kg/m²、天井懐高さが1140mm、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。

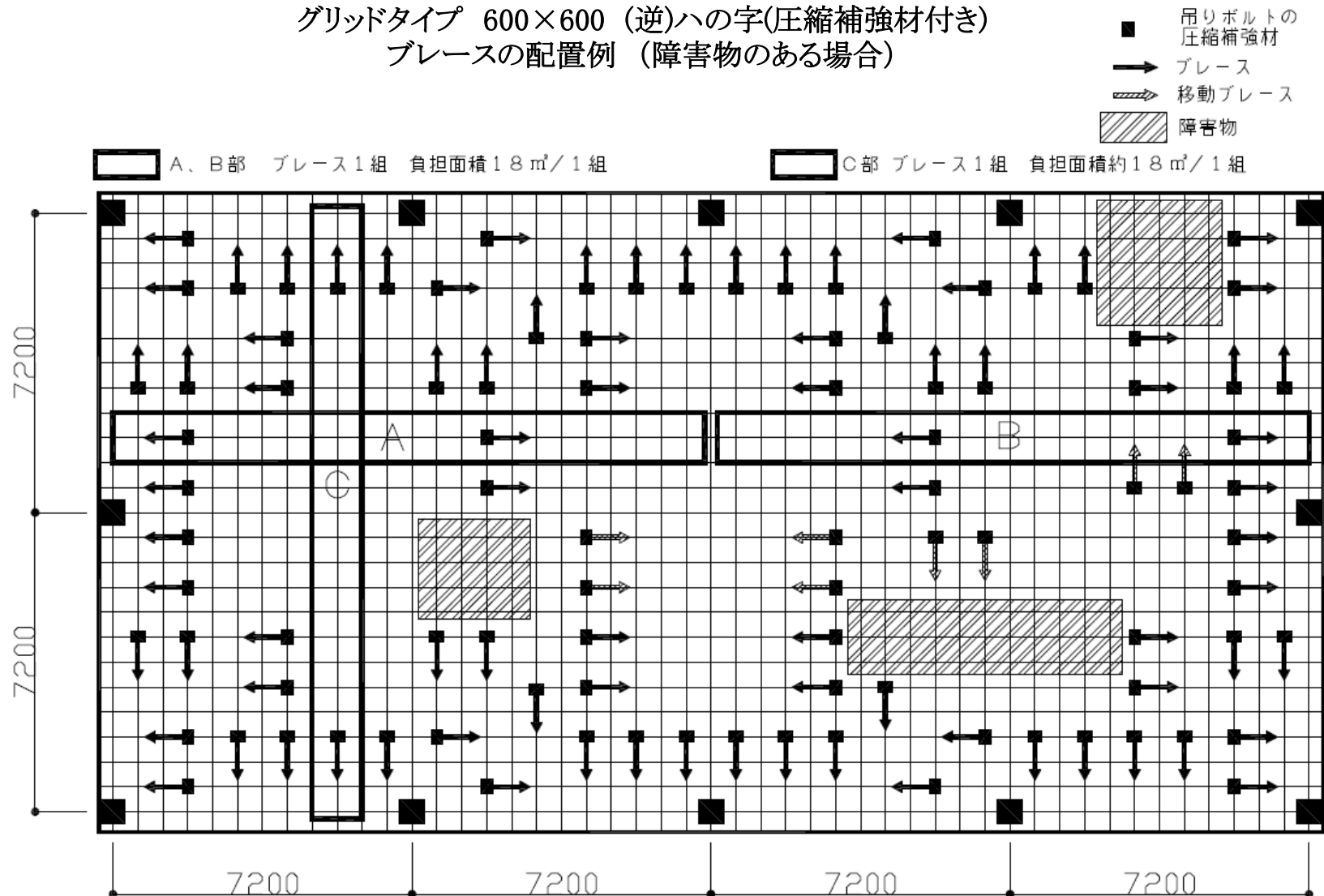
グリッドタイプ 600×600 (逆)ハの字(圧縮補強材付き)ブレースの配置例



*: 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、天井の質量が10kg/㎡、天井懐高さが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。

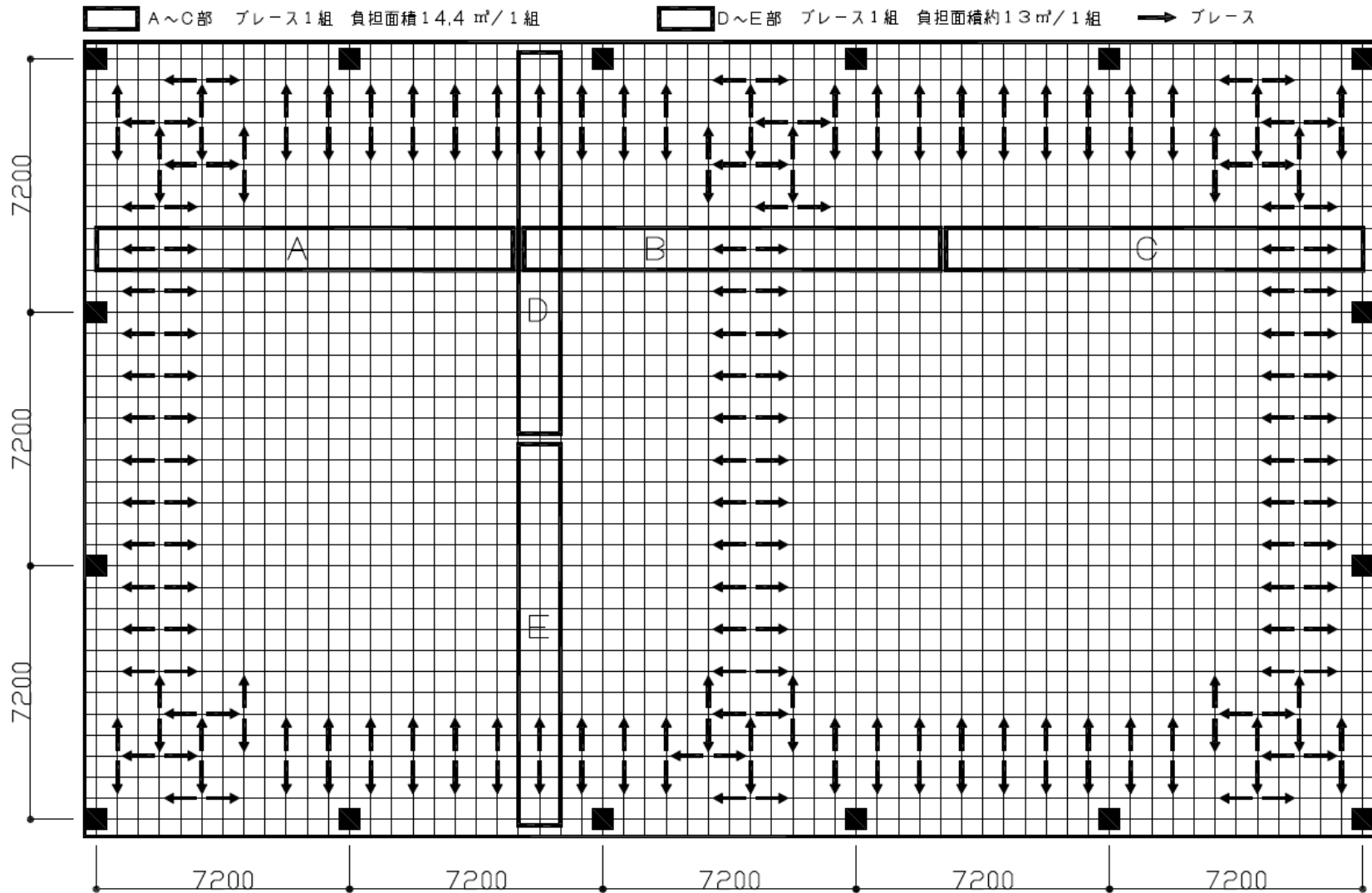
グリッドタイプ 600×600 (逆)ハの字(圧縮補強材付き) ブレースの配置例 (障害物のある場合)



*: 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。

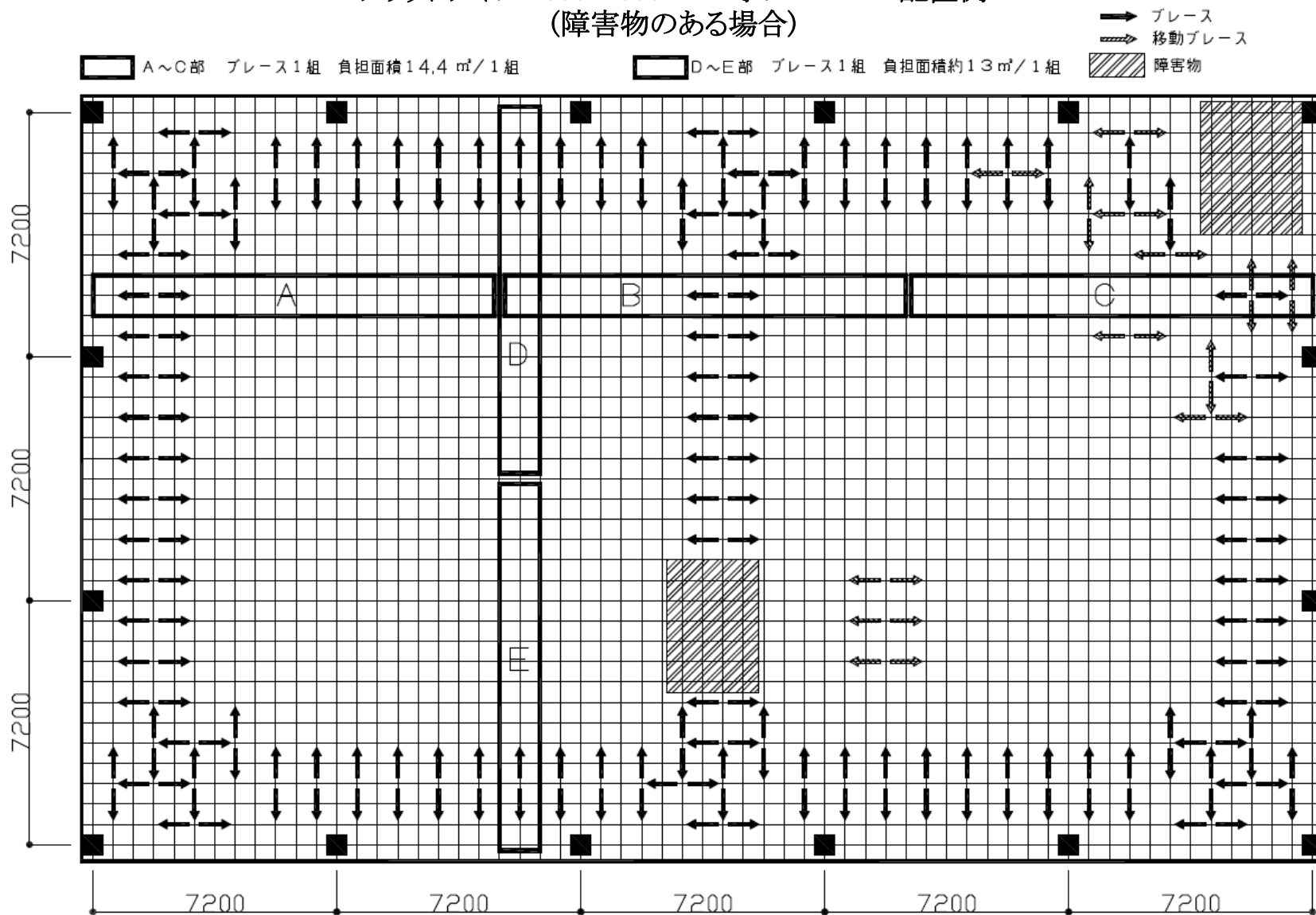
- 1) 本図は、天井面水平入力加速度が1G、天井の質量が10kg/㎡、天井懐高さが1200mm、ブレース材がC25×19×5×1.0の場合の例である。
- 2) 本図は、ダクト、空調機等の障害物により指定の位置にブレースを設置できない場合の例である。
- 3) ブレースの配置は、整列配置を基本とする。障害物のある場合は、A、BおよびCの範囲内の近い位置にずらして設置する。
- 4) (逆)ハの字(圧縮補強材付き)のブレースが連続する場合は、ブレースの向きが交互になるように設置する。
- 5) ブレースは、基本的に全吊ボルト構面にXY両方向に配置する。

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、天井の質量が10kg/m²、天井懐高さが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、天井の質量が10kg/m²、天井懐高さが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」2013年9月