

鋼製下地材の耐震に対する考え方

関包スチール 株式会社

目次

1. 背景
2. 鋼製下地材の耐震に対する考え方
3. 耐震用天井下地の組み方(ブレースが引張材の場合)
4. 耐震用天井下地の組み方(ブレースが圧縮材の場合)
5. 耐震用天井下地の各部材の接合方法と使用部品一覧表・
部品の写真
6. 全体及び取り合い部写真
7. 計算例
8. 耐震天井静的実験

1. 背景 (阪神・淡路大震災以降の主な地震)

地震名	発生日	最大震度	規模(M)
兵庫県南部地震 (阪神・淡路大震災)	H7.1.17	7	7.3
鹿児島県薩摩地方を震源とする地震	H9.5.13	6弱	6.4
鳥取県西部地震	H12.10.6	6強	7.3
芸予地震	H13.3.24	6弱	6.7
三陸南地震	H15.5.26	6弱	7.1
宮城県北部地震	H15.7.26	6強	6.4
十勝沖地震	H15.9.26	6弱	8.0
新潟県中越地震	H16.10.23	7	6.8
福岡県西方沖地震	H17.3.20	6弱	7.0
千葉県北西部を震源とする地震	H17.7.23	5強	6.0
宮城県沖地震	H17.8.16	6弱	7.2
能登半島地震	H19.3.25	6強	6.9
中越沖地震	H19.7.16	6強	6.8
岩手県内陸地震	H20.6.14	6強	7.2
岩手県沿岸地震	H20.7.24	6強	6.8
駿河湾地震	H21.8.11	6弱	6.5
東北地方太平洋沖地震(東日本震災)	H23.3.11	7	9.0
茨城県沖地震(東日本震災)	H23.3.11	6強	7.7

芸予地震（平成13年3月24日 / M6.4）

- ・ 体育館等大空間建築物における天井落下
- ・ 国住指第357号 平成13年6月1日
- ・ 国土交通省住宅局建築指導課長 → 都道府県建築行政担当部長

「芸予地震被害調査報告の送付について」（技術的助言）

1. 比較的広い天井面を覆う天井材では、天井面の周辺部と周囲の壁との間に絶縁（クリアランスを設ける）を確保することが必要
2. 吊りボルトが長くなる場合には、吊りボルト相互を補剛材で連結することが必要
3. Tバーに対して、落下防止対策が必要

十勝沖地震(平成15年9月26日 / M8.0)

- ・ 空港ターミナルビル等の天井崩落
- ・ 国住指第2402号 平成15年10月15日
- ・ 国土交通省住宅局建築指導課長 → 都道府県建築主務部長

「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)

国住指第357号(1・2・3)に加えて

- ・ 天井面に凸凹、段差、設備等があるために局所的に補強した場合や補剛材の設置バランスが悪い時、天井全体が一体化して動くように補剛材を設け周囲にクリアランスをとるか 剛性の異なる部分相互の間にクリアランスを確保する必要
- ・ 既設の施設について天井の点検・改善を行い脱落防止措置等を講じることが必要

国住指第2403号 平成15年10月15日

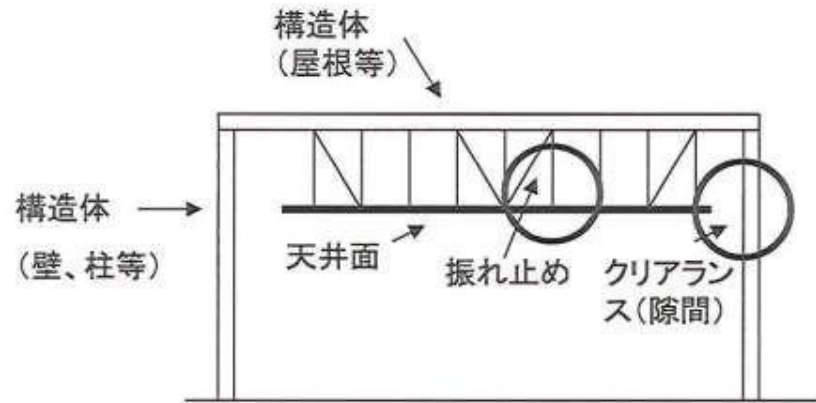
国土交通省住宅局建築指導課長 → 関係機関

宮城県沖地震(平成17年8月16日/ M7. 2)

- ・ スポーツ施設の天井落下
- ・ 国住指第1427号 平成17年8月26日
- ・ 国土交通省住宅局建築指導課長 → 都道府県建築主務部長
- ・ 国住指第1428号 平成17年8月26日
- ・ 国土交通省住宅局建築指導課長 → 各指定確認検査機関

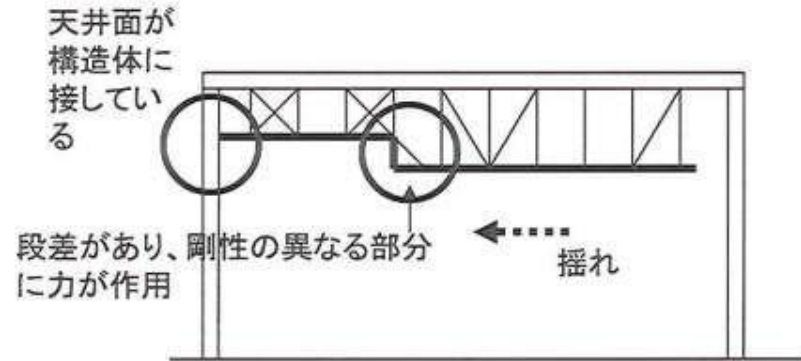
「地震時における天井の崩落対策の徹底について」(技術的助言)

1. 平成15年10月15日付け 国住指第2402号にある天井の崩壊対策の**確実な実施**が重要
 2. 建築確認時、中間検査時において**検査の徹底**
- 国住指第1435号 平成17年8月26日
国土交通省住宅局建築指導課長
スポパーク松森における天井落下事故調査報告の概要



(芸予地震後の通知(技術的助言))

- ・構造体と天井材の間にクリアランスを採る
- ・吊ボルトにブレースを設ける。(振れ止め) 等



(十勝沖地震の現地調査)

- ・天井の段差がある部分で、剛性の高い部分と低い部分があり、また天井面の一部が構造体に接していたため※、地震時の揺れで当該部分の天井材に局所的な力が作用した可能性。等

(※釧路空港ターミナルは芸予の通知以前の建設)



(今回の技術的助言)

- ・剛性の異なる部分にも構造的にクリアランスをとる 等の措置が必要。

等

イメージ図

3・11 被害状況



写真 5.6-38 木下地による天井の脱落被害



写真 5.6-39 在来工法による天井の脱落被害



写真 5.6-40 在来工法による天井等の脱落被害



写真 5.6-41 在来工法による天井の天井面の異状

2. 鋼製下地材の耐震に対する考え方

- i. 天井下地に関して
- ii. 間仕切壁下地材に関して

i . 天井下地に関して

耐震対応として、水平力に対して、以下の条件の下に、強度検討を行い、ブレース、補強材を設けるものとする。

- 水平力として**1G**がかかるものとする。
- **10m²単位**に、XY方向1対のブレースを設ける。
(900ピッチとして、3x3=9グリッドを1単位とする)
- 使用部材は、**JIS材**とする。

- ブレースを引張り材とする場合

天井面側にブレースの取り付く吊りボルトは補強が必要な場合がある。

- ブレースを圧縮材とする場合

ブレースの部材は圧縮に強い部材となる。

- 野縁受けと直交する方向にブレースが取り付く所は、補強材を野縁受けの上に設ける。

- 大規模空間(500m²以上)の天井の場合は、壁とのクリアランスを確保する。また、天井に段差がある場合についても、クリアランスを確保する。
- 屋内において、天井ふところが1,500mmを超える場合は、中間水平補強を設ける。
3,000mmを超える場合は、ぶどう棚等吊り元を設置していただく。
- 中間水平補強は、XY方向とも1,800mmピッチ以下で設けるが、ブレースのある箇所には必ず設け、上段以上もブレースを設ける。

- 部品については、地震時各部材が、**脱落しないため**に、ハンガーには、耐震ハンガーまたはロックハンガーを、クリップには、耐震クリップまたはかんたんクリップを使用する。
- 部材の**横すべり防止**が必要な場合は、部品をビスまたは溶接で固定する。
また、野縁と野縁受けを固定する必要がある場合は、Lピースにて固定する。

(参考資料)

- I. 官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説（平成8年版）
建築非構造部材に関する項目
（社）公共建築協会
- II. 芸予地震被害調査報告の送付について（技術的助言）
国住指第357号 平成13年6月1日
- III. 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）
国住指第2402号 平成15年10月15日
- IV. 非構造部材の耐震設計施工指針
（社）日本建築学会 平成13年1月

**V. 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）**

国住指第1435号 平成17年8月26日

VI. 全室協ニュース(第222号)

平成17年10月7日

ii . 間仕切壁下地に関して

- **1Gの水平力と軸力**がかかるものとし、応力検定を行なう。（細長比は**250**以下とする）
- そのときのたわみ量は、**参考値**として提示する。
（指定基準で、検討可です）

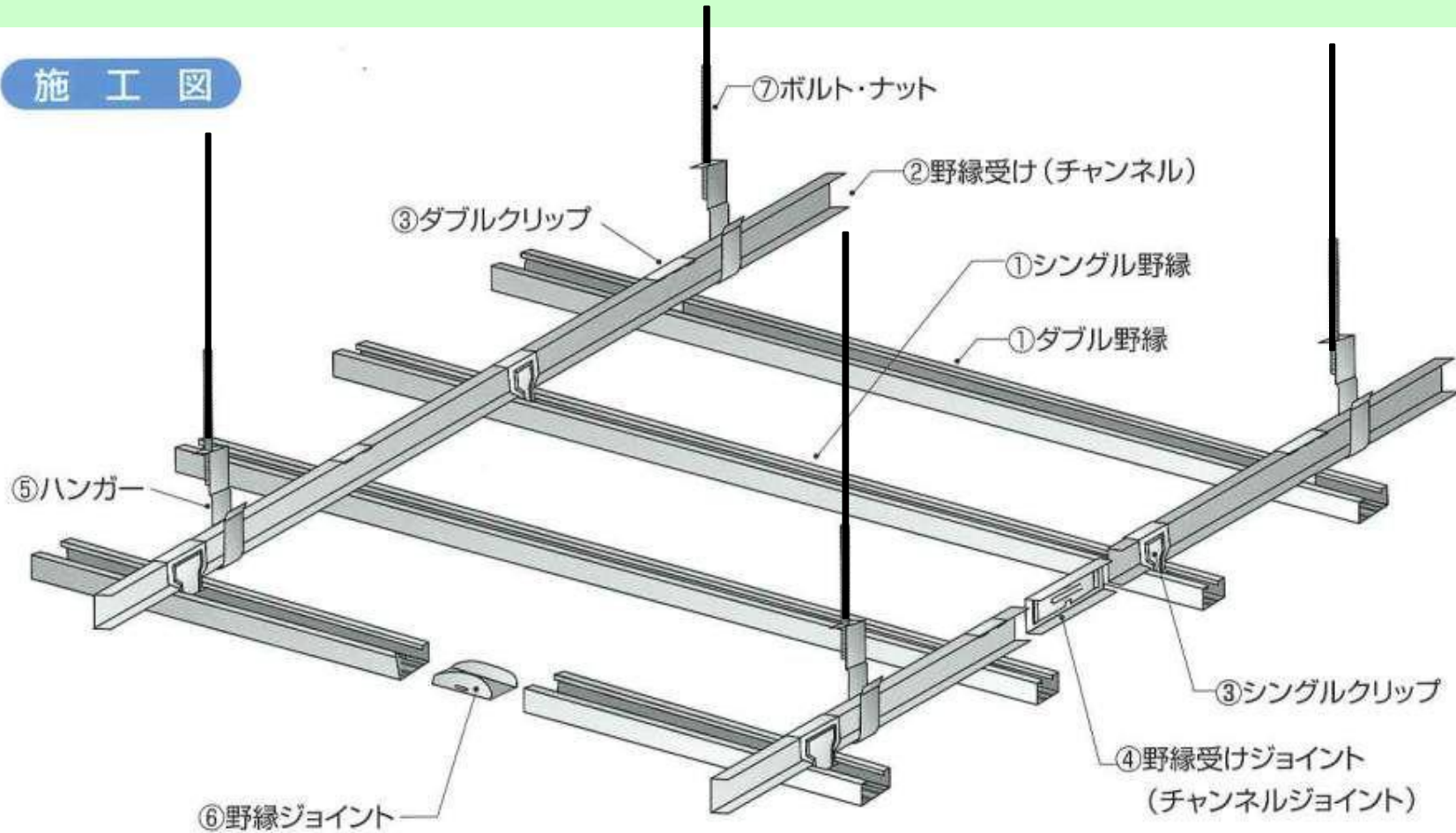
（参考文献）

官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説（平成8年版）
建築非構造部材に関する項目

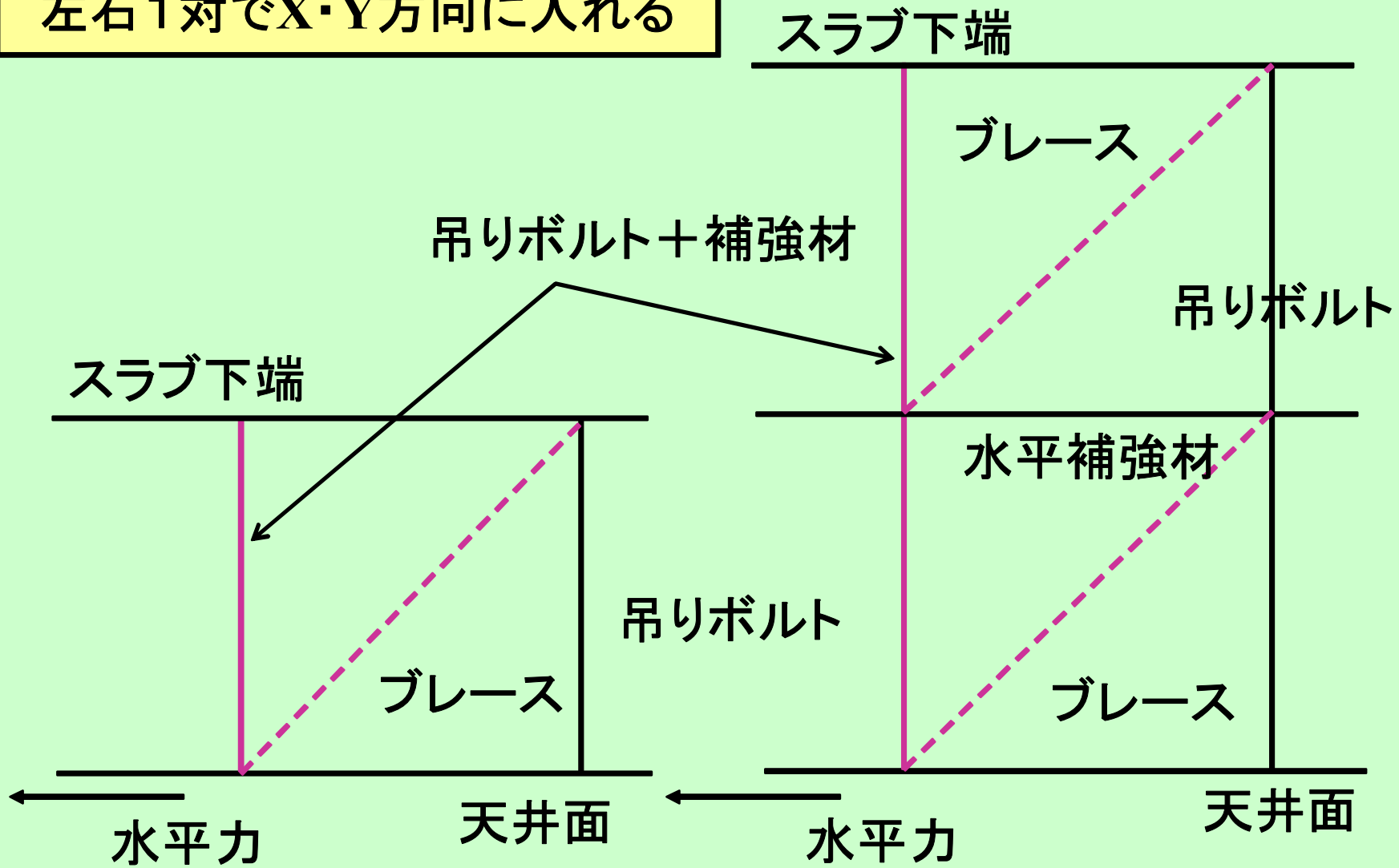
（社）公共建築協会

通常の天井下地

施工図










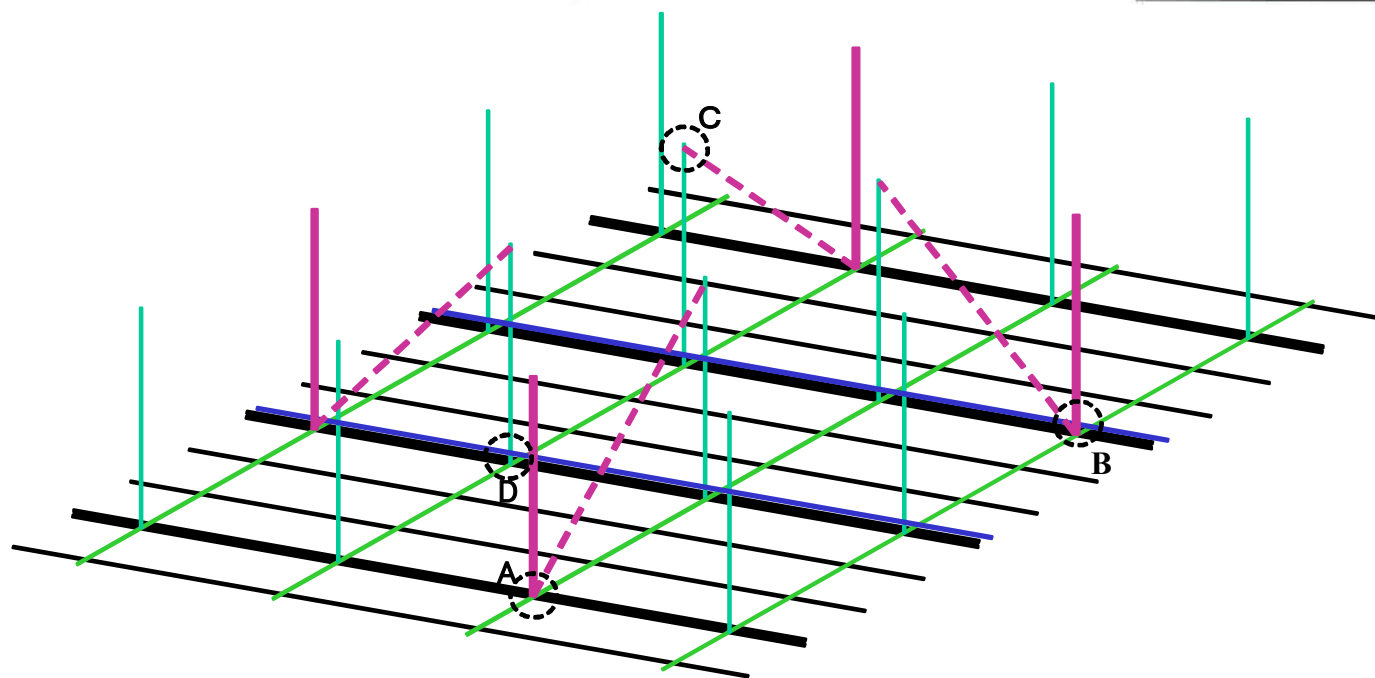
ブレース(引張材)の場合
左右1対でX・Y方向に入れる



3-1. 耐震用天井下地の組み方

(ブレース引張材の場合)

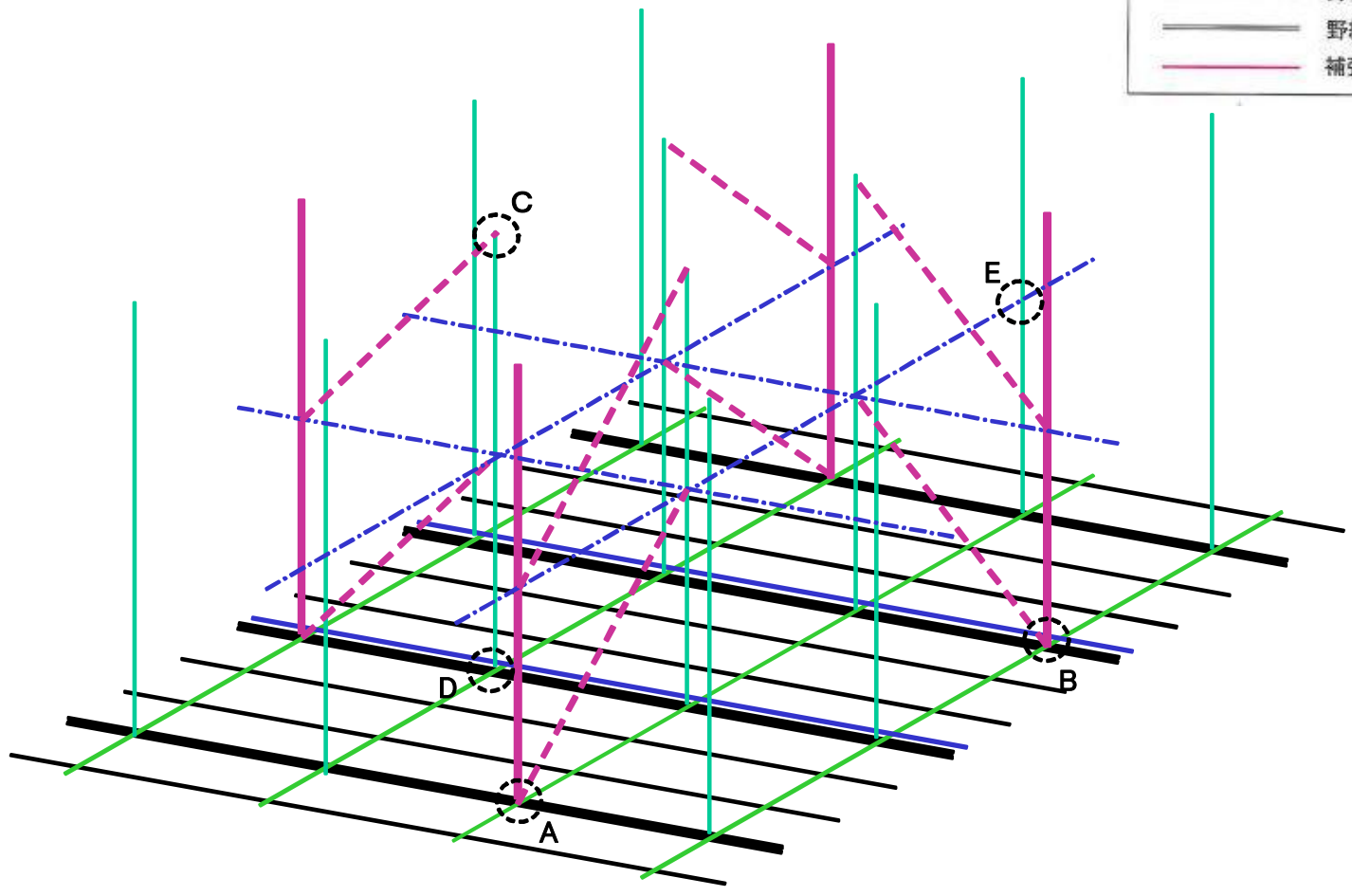
	ブレース CC-19
	補強材 CC-19
	吊りボルト
	野縁受け CC-19
	野縁 CS-19
	野縁 CW-19
	補強付吊りボルト



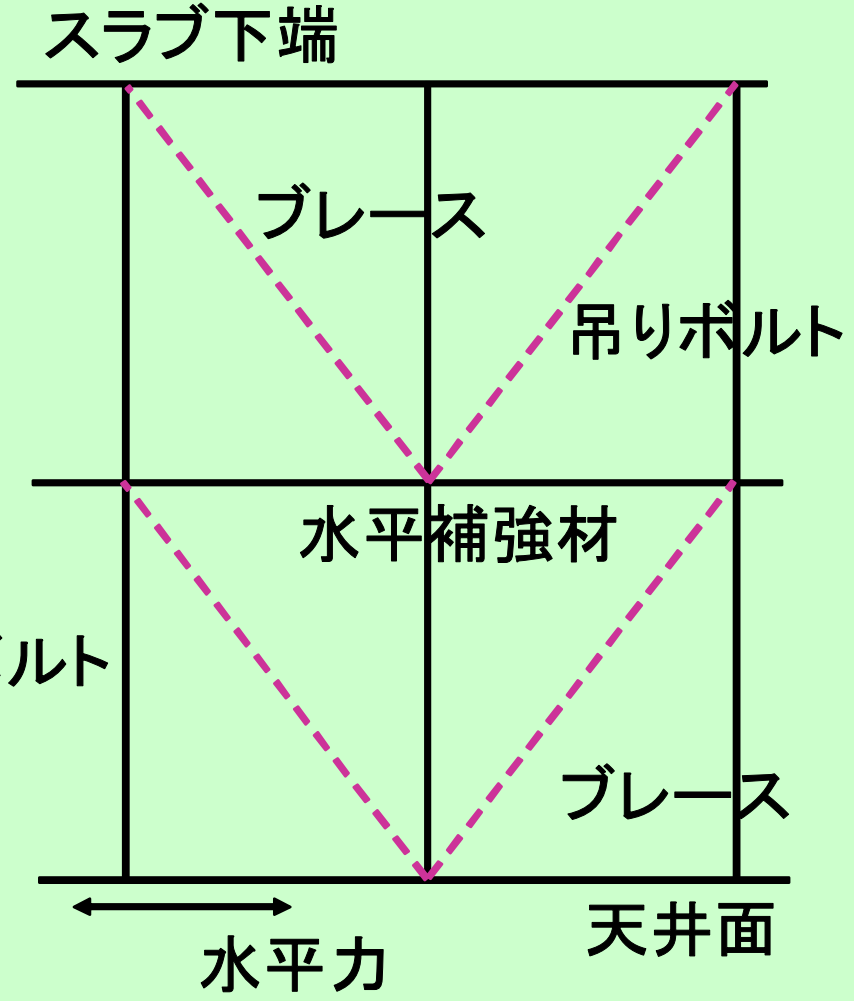
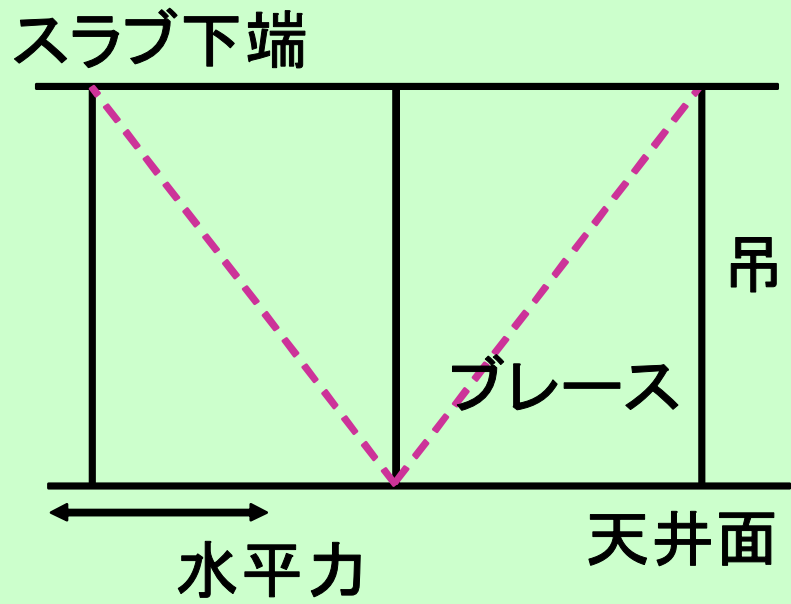
3-2. 耐震用天井下地の組み方
(中間水平補強材のある場合)

(ブレース引張材の場合)

- ブレース CC-19
- 補強材 CC-19
- 吊りボルト
- 野縁受け CC-19
- 野縁 CS-19
- 野縁 CW-19
- 補強付吊りボルト

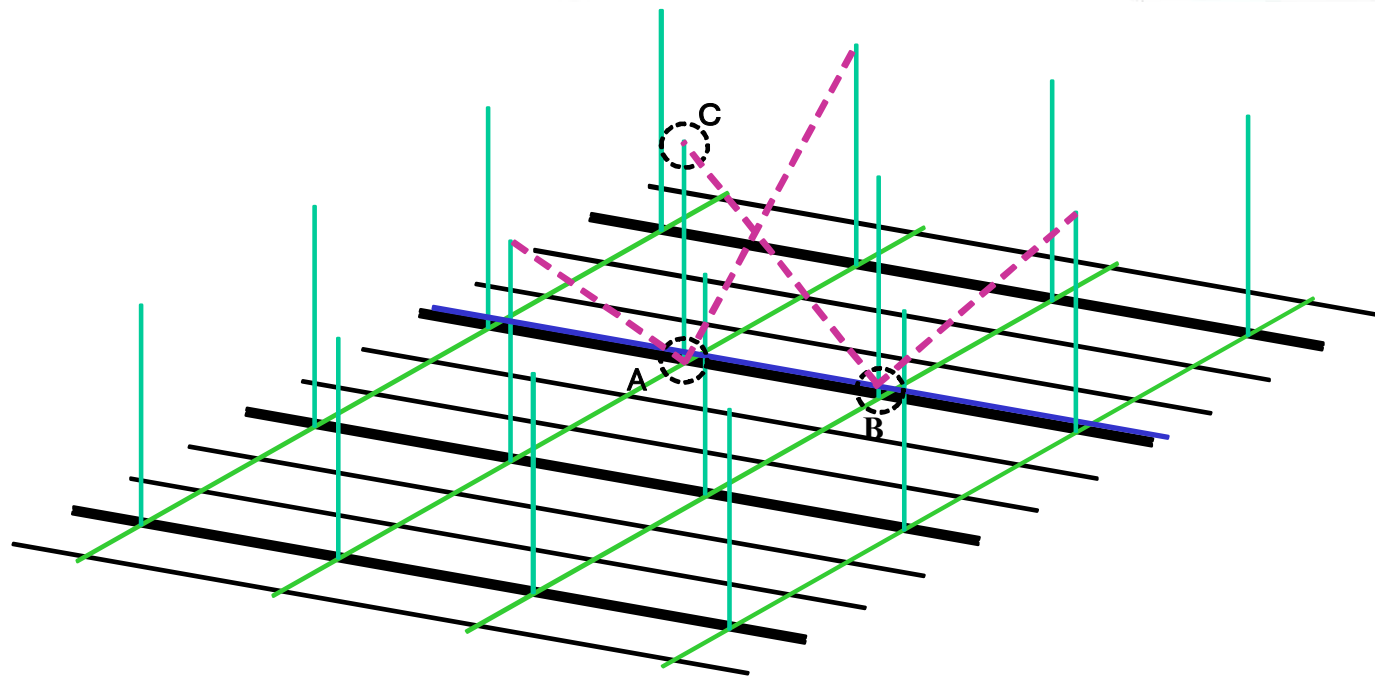
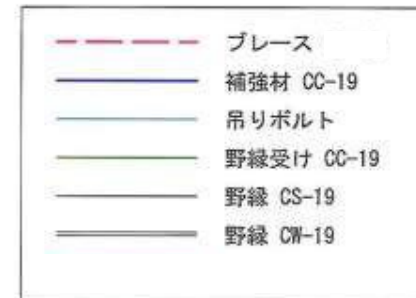


ブレース(圧縮材)の場合
X・Y方向に1対入れる



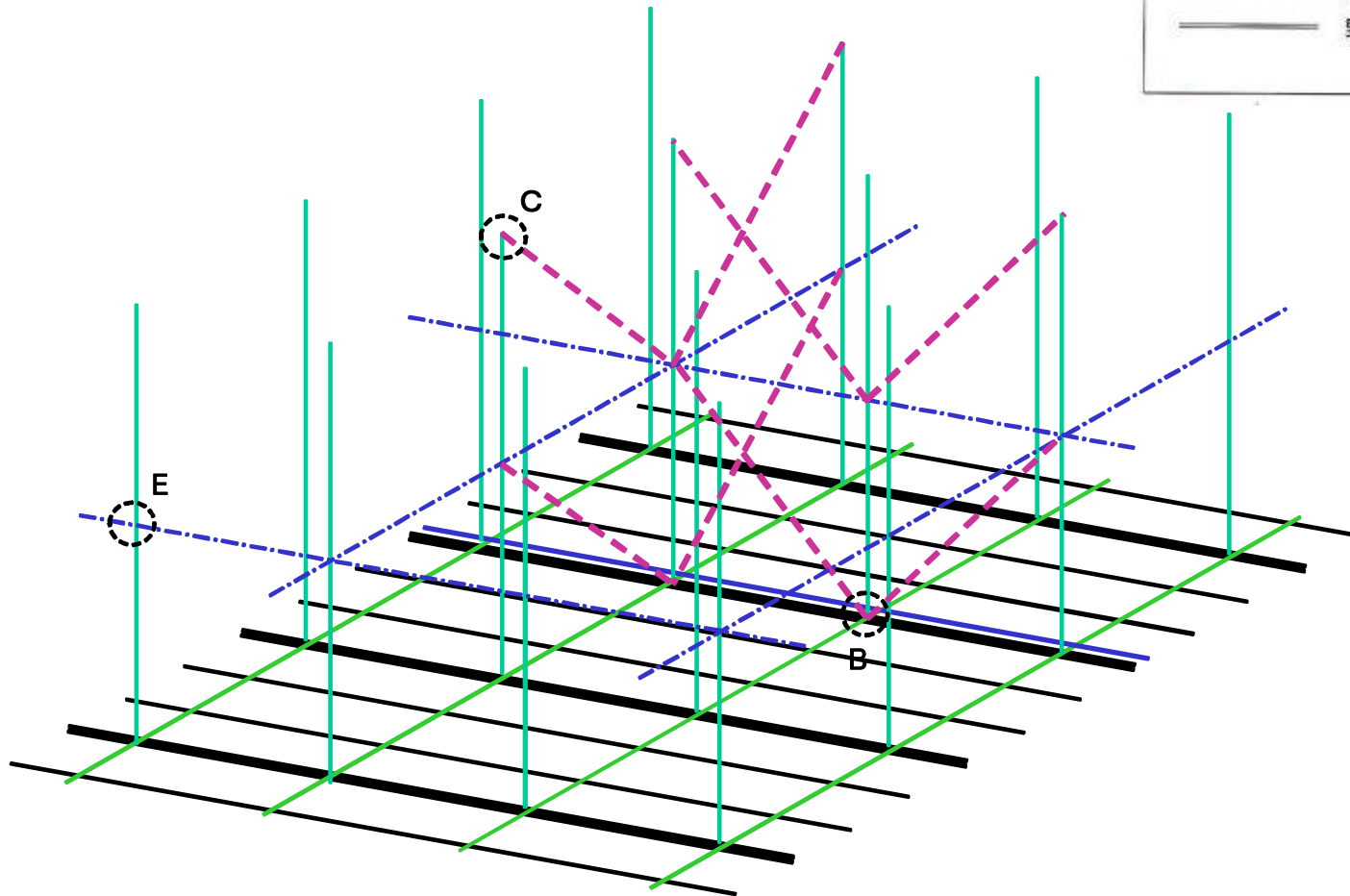
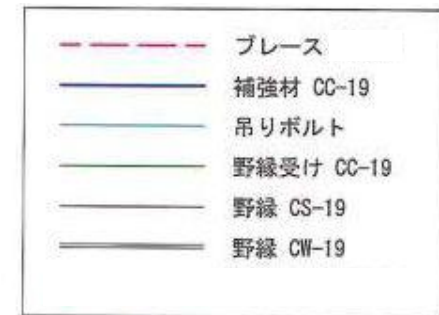
4-1. 耐震用天井下地の組み方

(ブレース 圧縮材の場合)



4-2. 耐震用天井下地の組み方
(中間水平補強材のある場合)

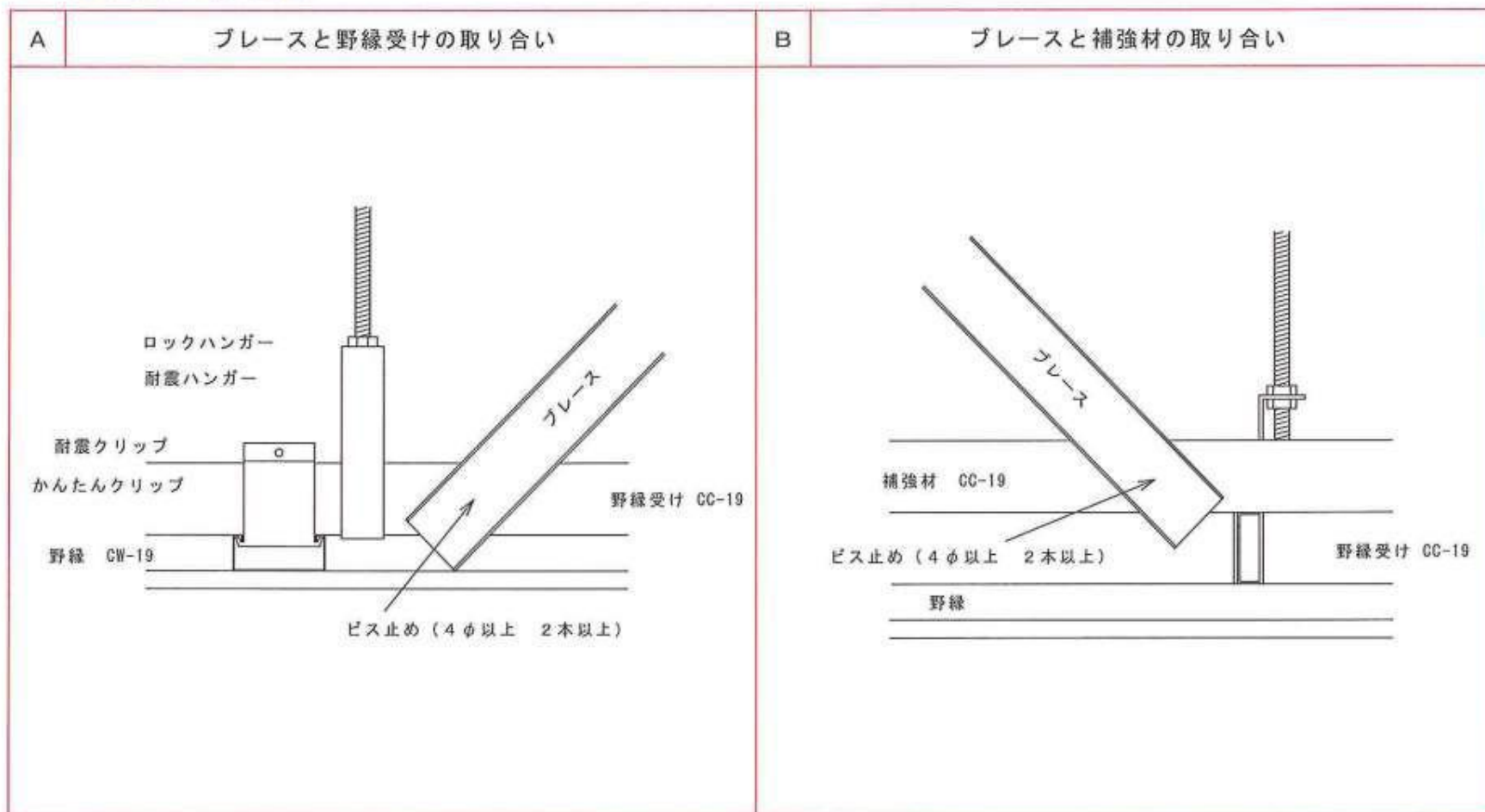
(ブレース圧縮材の場合)



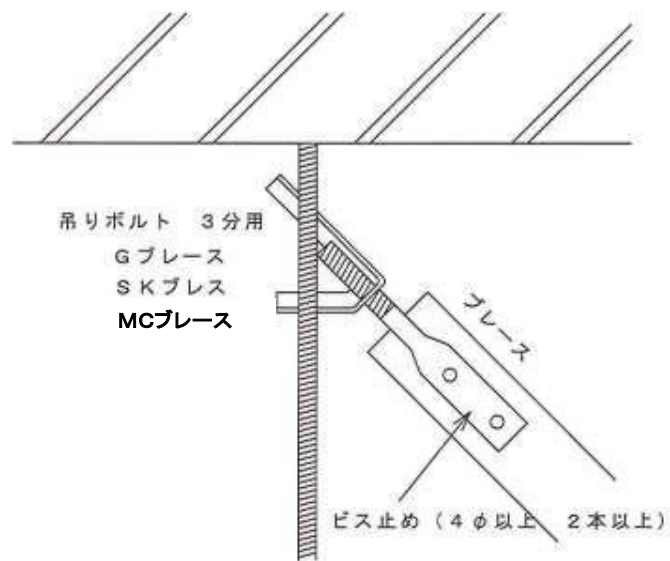
5. 耐震用天井下地の各部材の 接合方法と使用部品一覧表

部位	接合部材		部品名	備考
ハンガー	吊ボルト	野縁受	ロックハンガー 耐震ハンガー	<ul style="list-style-type: none"> ・上下動による野縁受のはずれ防止のため ・野縁受の水平方向移動を止めるには、ビス止めとする
クリップ	野縁受	野縁	耐震クリップ かんたんクリップ	<ul style="list-style-type: none"> ・上下動によるクリップ・野縁のはずれ防止のため ・クリップの水平方向移動を止めるには、ビス止めとする
	野縁受	野縁	Lピース	<ul style="list-style-type: none"> ・野縁受と野縁をビスで固定し、野縁の水平方向の移動を防止する ・既存建家の補強
A	ブレース材	野縁受		<ul style="list-style-type: none"> ・ビス(4Φ以上 2本以上)
B	ブレース材	補強材(CC-19) (水平材)		<ul style="list-style-type: none"> ・ビス(4Φ以上 2本以上)
C	ブレース材	吊ボルト	Gブレース SKブレス MCブレース	<ul style="list-style-type: none"> ・ビス(4Φ以上 2本以上) ・4分ボルト不可
D	補強材(CC-19) (水平材)	野縁受	Lピース	<ul style="list-style-type: none"> ・ビス(4Φ以上 2本以上)
E	中間水平補強材 (CC-19)	吊ボルト	パワーホルダー	<ul style="list-style-type: none"> ・ビス(4Φ以上 2本)

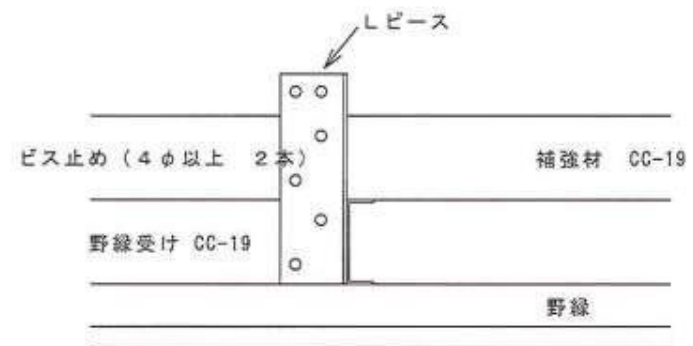
5. 取り付け詳細図



C ブレースと吊りボルトの取り付け (吊り元)

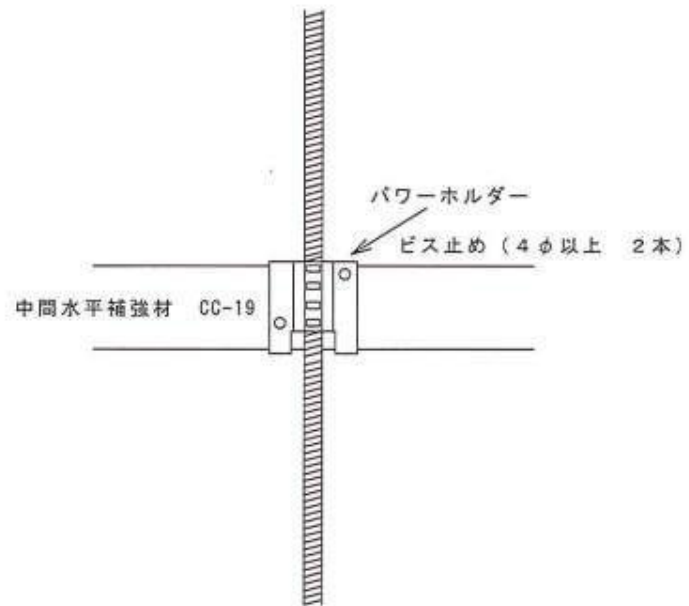


D 野縁受けと補強材の取り付け

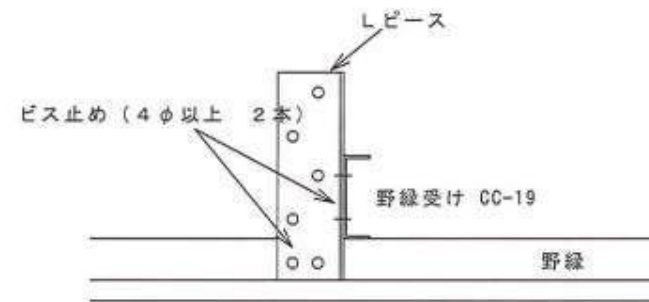


E

水平補強と吊りボルトの取り合い



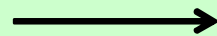
野縁受けと野縁の取り合い



吊ボルトと野縁受の接合 (ハンガー)



ハンガー



耐震ハンガー



ロックハンガー

野縁受と野縁の接合 (クリップ)



耐震クリップ(W・S)

かんたんクリップ(W・S)

クリップ(W・S)

野縁受と野縁の固定



Lピース

ブレースと吊ボルト(吊元部)の接合

MCブレース



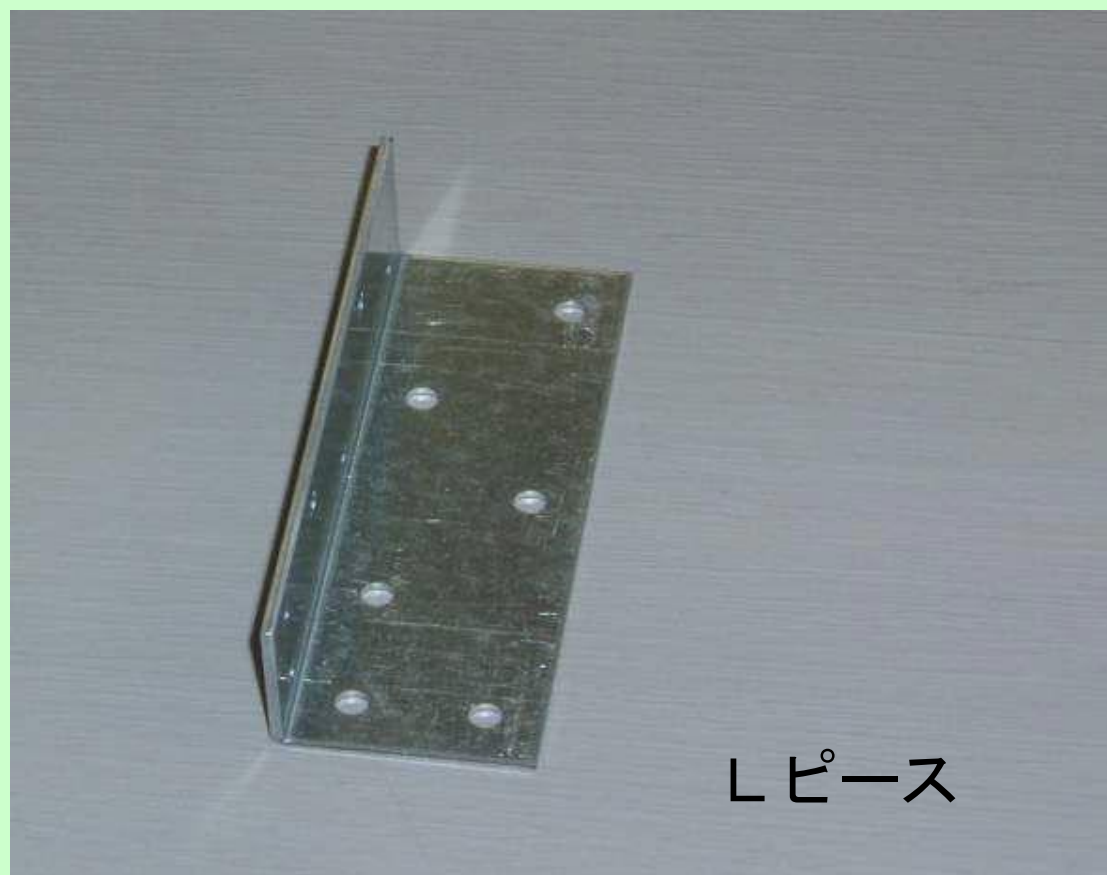
SKブレス



Gブレース



水平補強材 (CC-19) と 野縁受の接合



Lピース

中間水平補強材 (CC-19) と 吊ボルトの接合

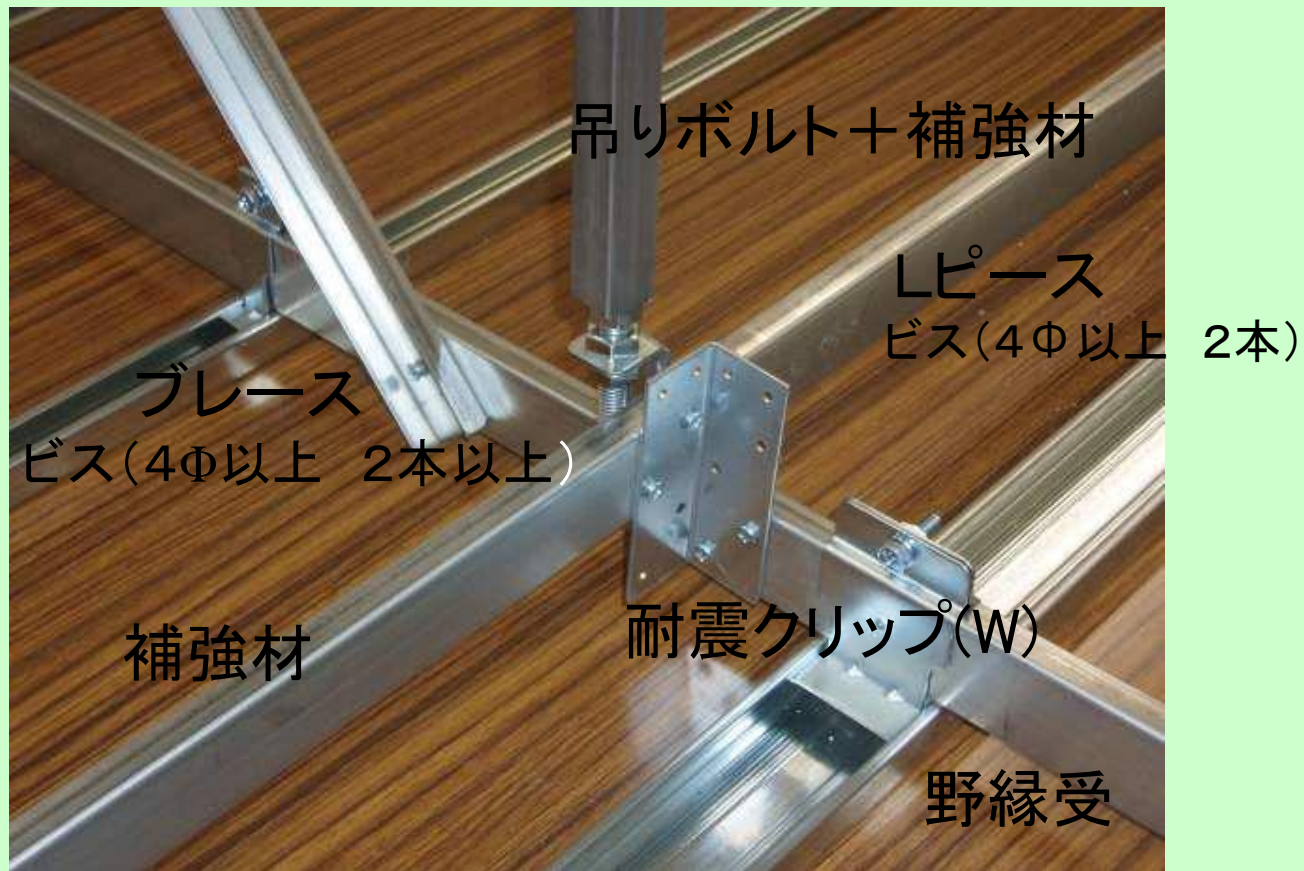


パワーホルダー

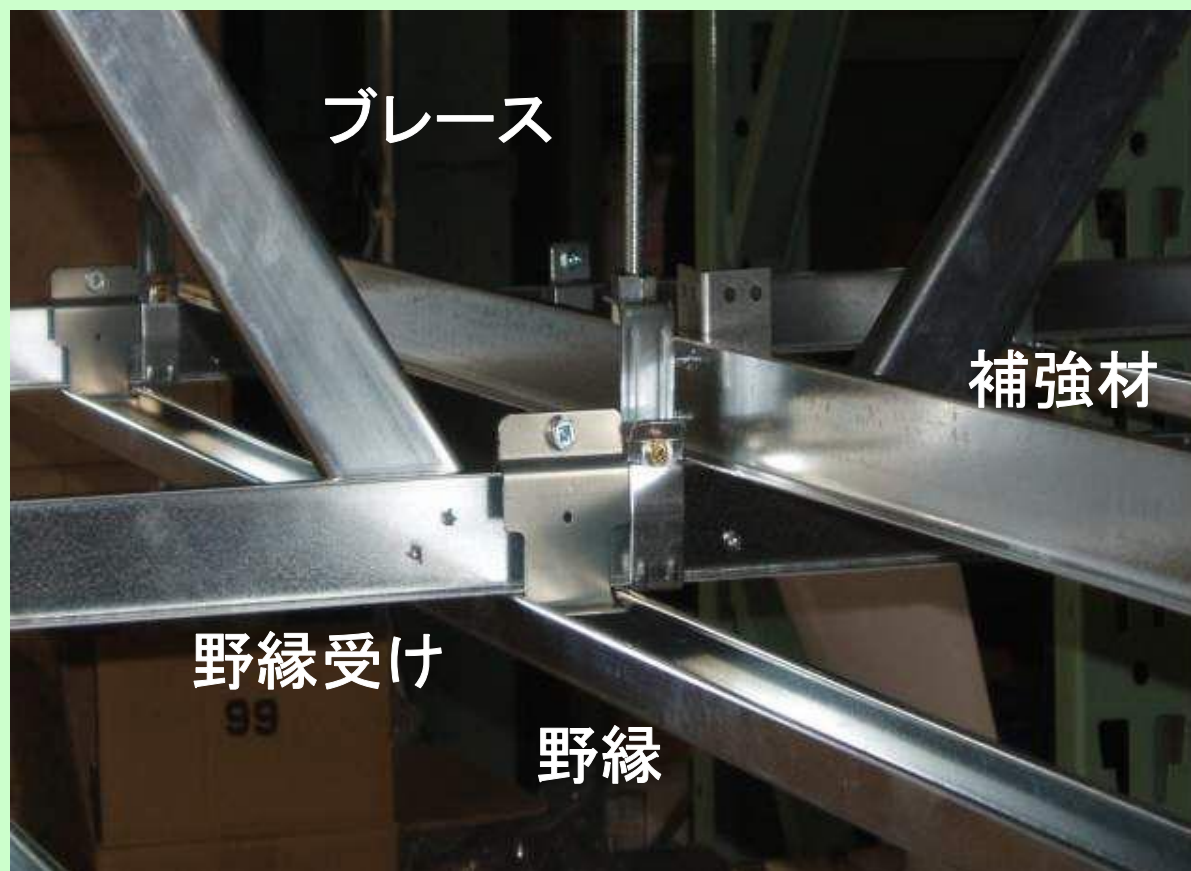
6. 全体及び取り合い部写真

- i. 野縁受と補強材とブレース 1
- ii. 野縁受と補強材とブレース 2
- iii. 補強材とブレース
- iv. 吊ボルトとブレース
- v. 野縁受と野縁
- vi. 吊ボルトと水平補強材
- vii. 耐震天井の組み方

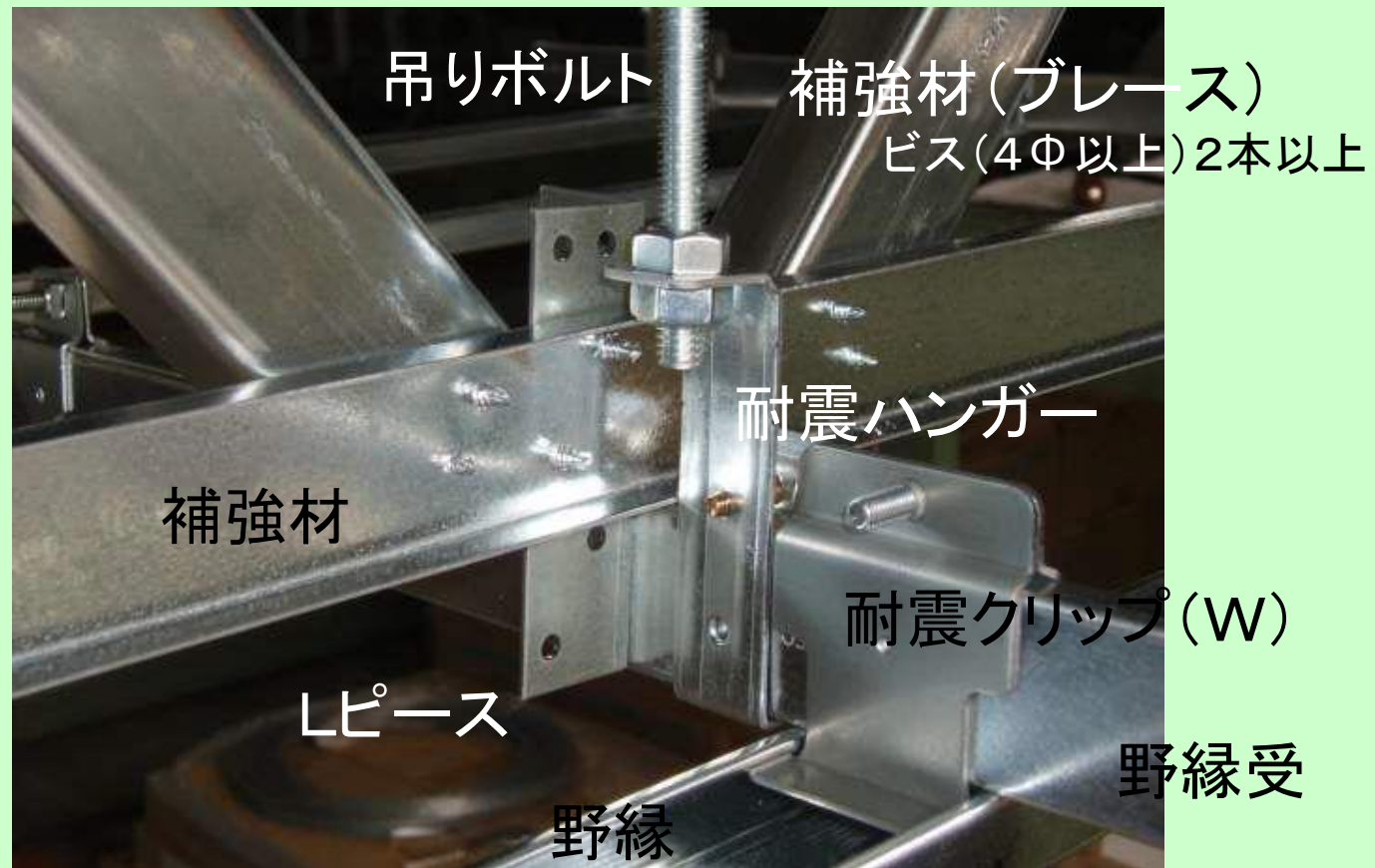
i . 野縁受と補強材とブレース 1



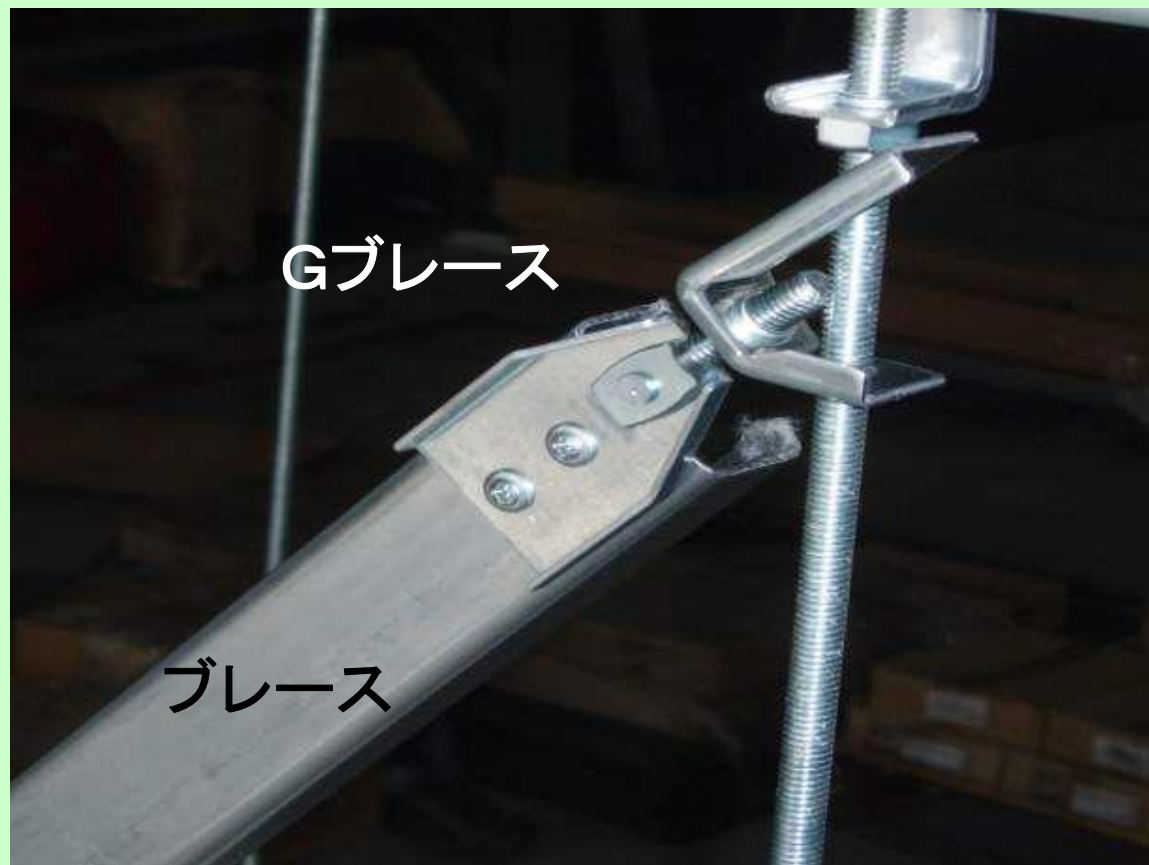
ii . 野縁受と補強材とブレース 2



iii. 補強材とブレース



iv. 吊ボルトとブレース



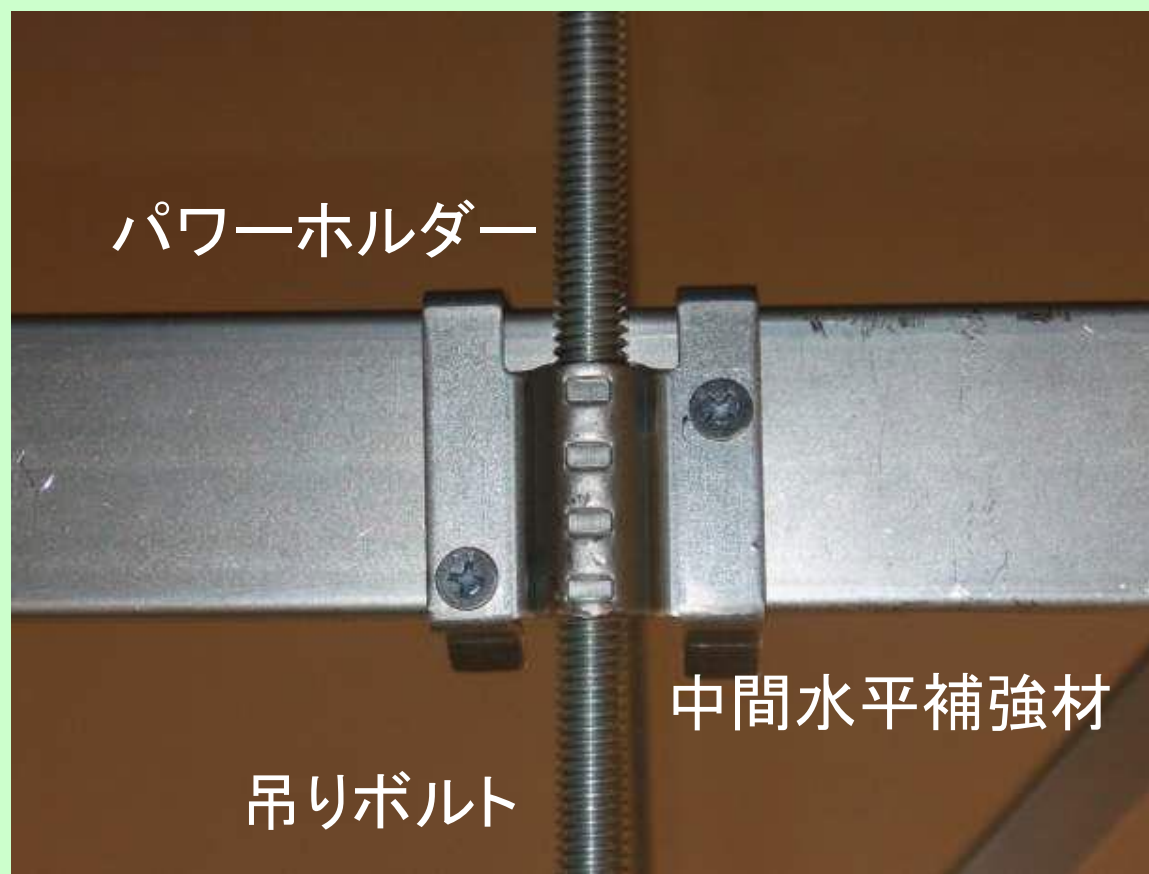
V. 野縁受と野縁



耐震クリップ(S)

耐震クリップ(W)

vi. 吊ボルトと水平補強材



vii. 耐震天井の組み方(全景)



7-1. 計算例(ブレース引張材)

平成23年6月13日
関包スチール株

耐震用天井地下地強度検討

工事名 : _____

1. 水平力(1. 0G)に対する強度検討

- 条件:
- 1) 仕上荷重 13 kg/m^2 [PB t=9.5(8kg/m²)+下地(5kg/m²)]
 - 2) 補強材(ブレース)は引張材とする
 - 3) 9グリッドに1ヶ所X・Y方向に補強材(ブレース)を入れる
 - 4) 吊ボルトピッチをX方向(桁行)900mm・Y方向(スパン)900mmとする

条件より $2.7 \text{ m} \times 2.7 \text{ m}$ 分の荷重が水平力として作用するものと考えられる

$$P = 1.0 \times 13 \times 2.7 \times 2.7 = 95 \text{ kg}$$

$$T = 95 \times 1,345 / 900 = 142 \text{ kg}$$

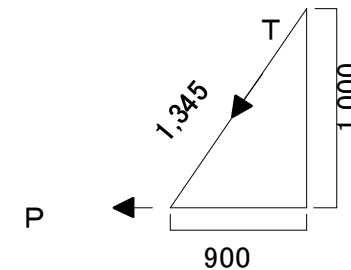
ブレース材 CC-19(JIS)

断面積 $A = 0.72 \text{ cm}^2$

許容引張応力度 $f_t = 1,400 \text{ kg/cm}^2$

短期許容引張力 $T_a = 0.72 \times 1400 \times 1.5 = 1,512 \text{ kg}$

$$T < T_a \text{ OK}$$



吊りボルト (3分) 断面2次半径 $i = 0.225 \text{ cm}$
 $L = 1,000$ 細長比 $\lambda = 311 > 250 \text{ NG}$ 補強の必要あり

補強材 □-19x19x1.2 断面積 $A = 0.75 \text{ cm}^2$
 $L = 1,000$ 断面2次半径 $i = 0.81 \text{ cm}$
細長比 $\lambda = 123$

短期許容圧縮応力度 $f_c = 937 \text{ kg/cm}^2$
圧縮力 $P_c = 105 \text{ kg}$ 短期許容圧縮力 $P_a = 702 \text{ kg}$

$P_c < P_a$ OK

4Φ ビス 短期許容せん断力 150 kg/本 2本使用 $T1 < 150 \times 2 = 300 \text{ kg}$ OK

Gブレース (吊り元) $T1 < 368 \text{ kg}$ Gブレースの引張耐力 OK

2. 天井面において、野縁受に直交するブレースの個所に、直交方向に補強材(CC-19)を入れること

以上

7-2. 計算例(ブレース圧縮材)

平成23年6月13日
関包スチール(株)

耐震用天井下地の強度検討

工事名 : _____

1. 水平力(1G)に対する強度検討

- 条件:
- 仕上荷重 13 kg/m² [PB t=9.5(8kg/m²)+下地(5kg/m²)]
 - 吊ボルトピッチをX方向(桁行)900mm・Y方向(スパン)900mmとする
 - 9グリッドを1ユニットとして考えブレースを配置する (2.7m×2.7m)
 - 使用部品は、耐震(耐風圧)ハンガー・耐震(耐風圧)クリップ・Gブレースとする
 - 使用ビスは、4Φ以上のタッピングビスとする
 - 吊りボルトには圧縮力がかからないものとする

吊りボルト L=1,000

条件より 2.7 m × 2.7 m 分の荷重が水平力として作用するものとする

$$P = 1.0 \times 13.0 \times 2.7 \times 2.7 = 95 \text{ kg}$$
$$T1 = 95 \times 1.345 / 900 = 142 \text{ kg}$$

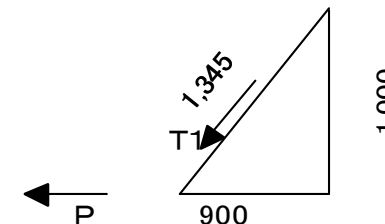
ブレース材 (圧縮に対して)

C-45x30x7x1.4 断面2次半径 $i = 1.14 \text{ cm}$
断面積 $A = 1.67 \text{ cm}^2$

細長比 $\lambda = 135 / 1.14 = 118$

短期許容圧縮応力度 $f_c = 1,009 \text{ kg/cm}^2$

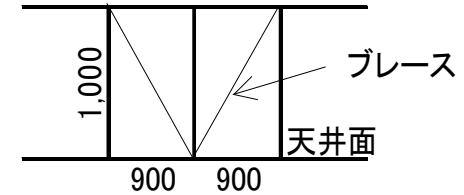
$\sigma_c = T1/A = 85 \text{ kg/cm}^2 < f_c \text{ OK}$



ブレース材 (引張に対して)

C-45x30x7x1.4 断面積 $A = 1.67 \text{ cm}^2$

短期許容引張応力度 $f_t = 2,100 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_t = T1/A = 85 \text{ kg/cm}^2 < f_t \text{ OK}$



4Φ ビス 短期許容せん断力 160kg/本 2本使用 $T1 < 160 \times 2 = 320 \text{ kg} \text{ OK}$
(ブレース材と野縁受・ブレース材と補強材)

Gブレース (吊り元) $T1 < 329 \text{ kg}$ Gブレースの圧縮耐力 OK

2. 天井面において、野縁受に直交するブレースの個所に、直交方向に補強材(CC-19 JIS)を入れること

- ・補強材と野縁受の固定には、Lピースを使用する
- ・野縁の滑り防止が必要な時は、野縁と野縁受は@1,800でLピースで固定する (千鳥配置とする)
この場合 クリップを野縁受に固定する必要はない
- ・ハンガーの滑り防止が必要な時は、@1,800でビス止めとする (千鳥配置とする)

以上

7-3. 計算例(壁下地材)

平成23年6月13日
関包スチール株式会社

壁下地材強度検討

工事名 : _____

1) 検討部材

100型スタッド (WS-100 JIS [-45×100×0.8]) L= 500 cm

2) 断面性能

断面2次半径 i= 4.04 cm
断面積 A= 1.72 cm²

3) 検討

軸力の検討

座屈長さ lk= 500 cm
細長比 $\lambda = lk/i =$ 124
許容圧縮応力度 fc= 619 kg/cm²
許容荷重 Pa=fc×A= 1,064 kg

【参考: 仕上荷重 W=25kg/m²に対する比較】

仕上 PB t=12.5 (10kg/m²) 両面+下地 (5kg/m²)
スタッドのピッチが @ 455mmの時のm²当りの許容荷重
Wa=Pa/5/0.455= 467 kg/m² > WOK

1.0 Gに対する検討

$k = 1.0$

設計荷重	$W =$	25 kg/m ²
断面2次モーメント	$I =$	28.14 cm ⁴
断面係数	$Z =$	5.63 cm ³
短期許容曲げ応力度	$f_b =$	2,100 kg/cm ²
ヤング率	$E =$	2.1×10^6 kg/cm ²
スタッドのピッチ	$a =$	45.5 cm

一本にかかる荷重 $P = W \times L \times a / 10^4 =$ 57 kg

一本当りの耐力 $P_a =$ 1,064 kg

(軸力計算結果より)

曲げモーメント $M = k \times W \times a \times L^2 / 10^4 / 8 =$ 3,563 kg·cm

$M/Z/f_b + P/P_a/1.5 = 0.34 < 1.0 \dots\dots OK$

この時のたわみ (参考)

$w = k \times W \times a / 10^4$

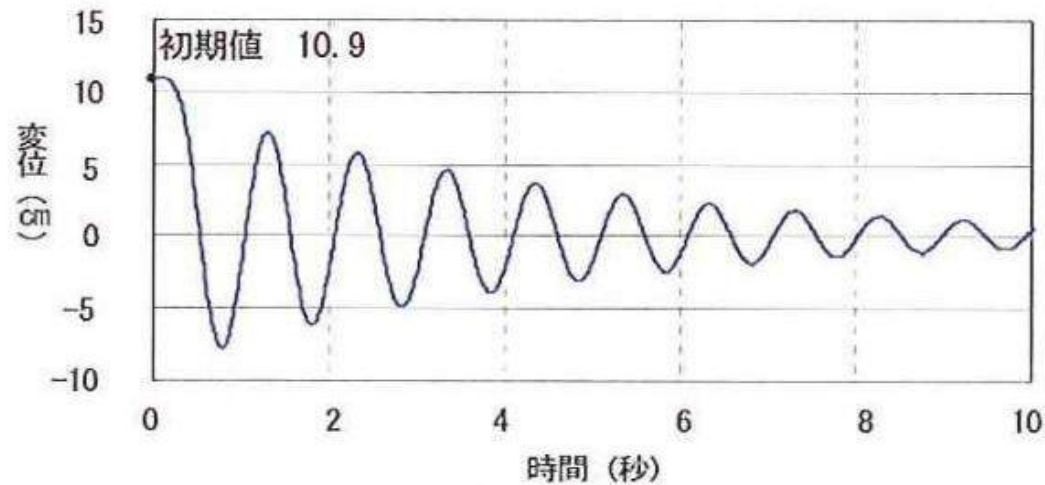
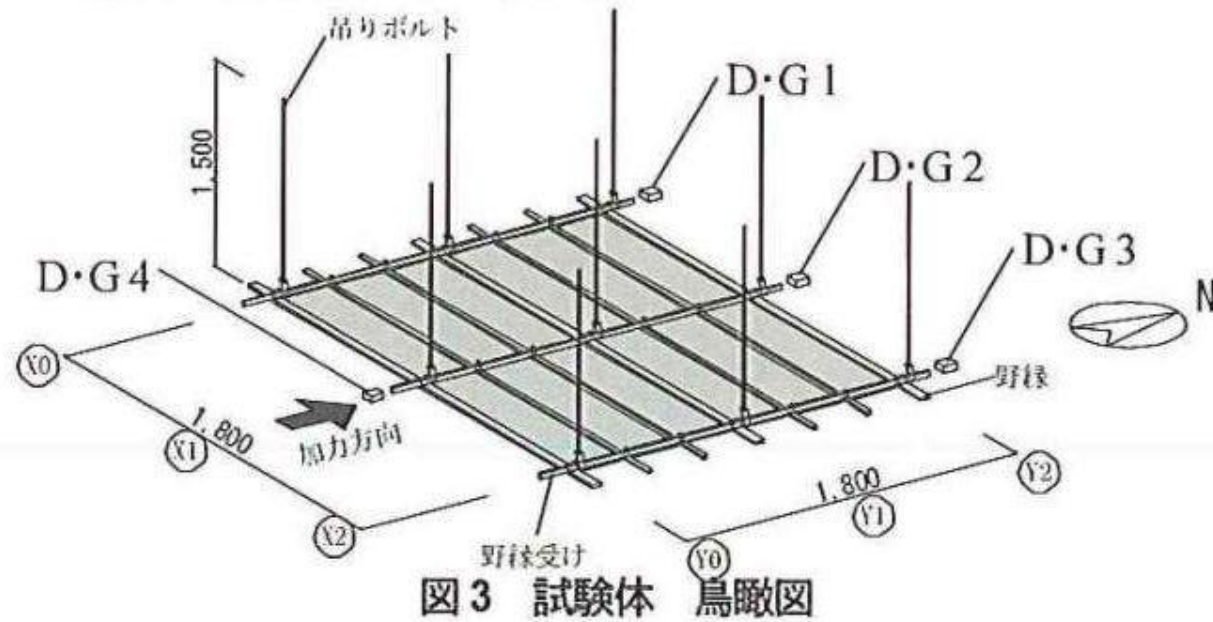
$\delta = 5 \times w \times L^4 / 384 / E / I =$ 1.57 cm

以上

8-1 耐震天井静の実験

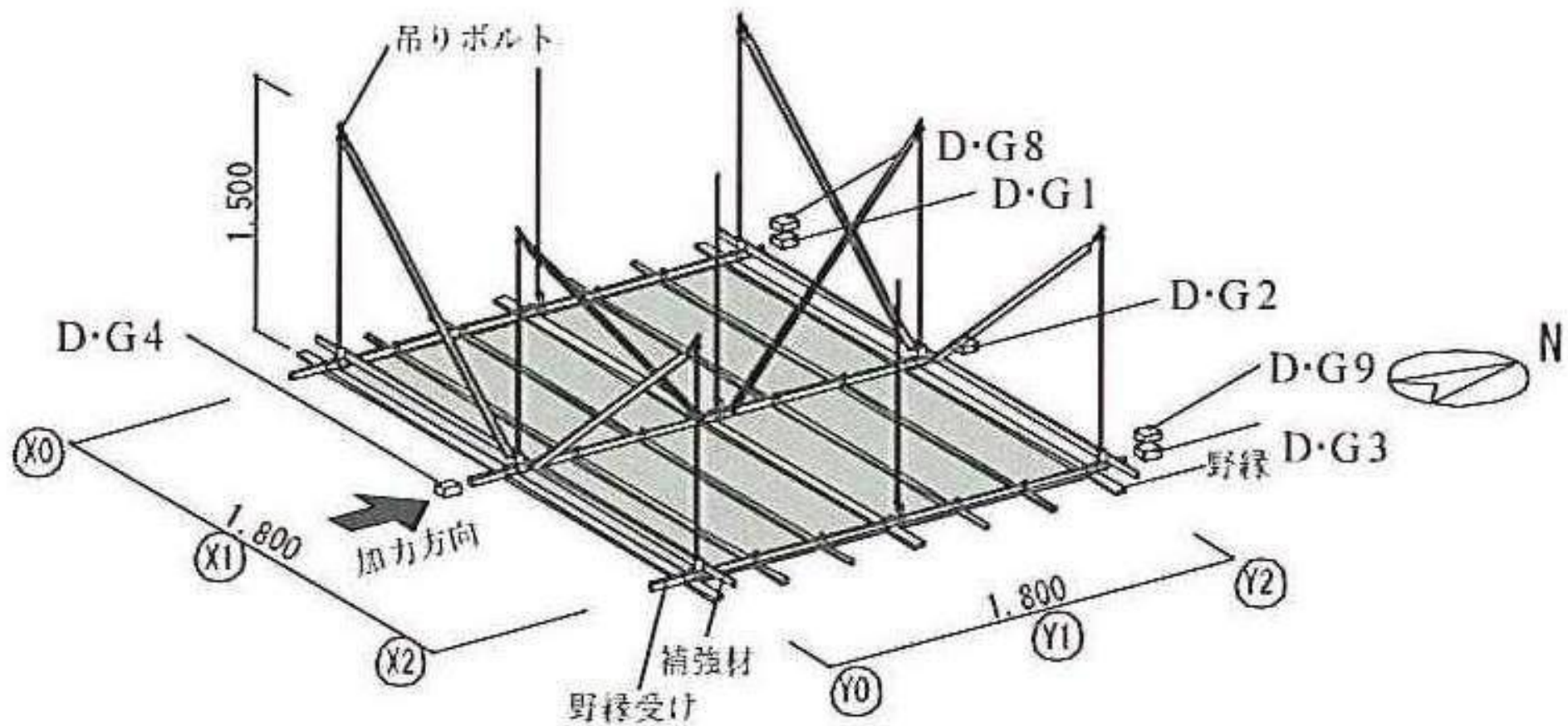


8-2 実験結果



平均 0.99秒

図4 変位の時刻歴波形



試験体 姿図

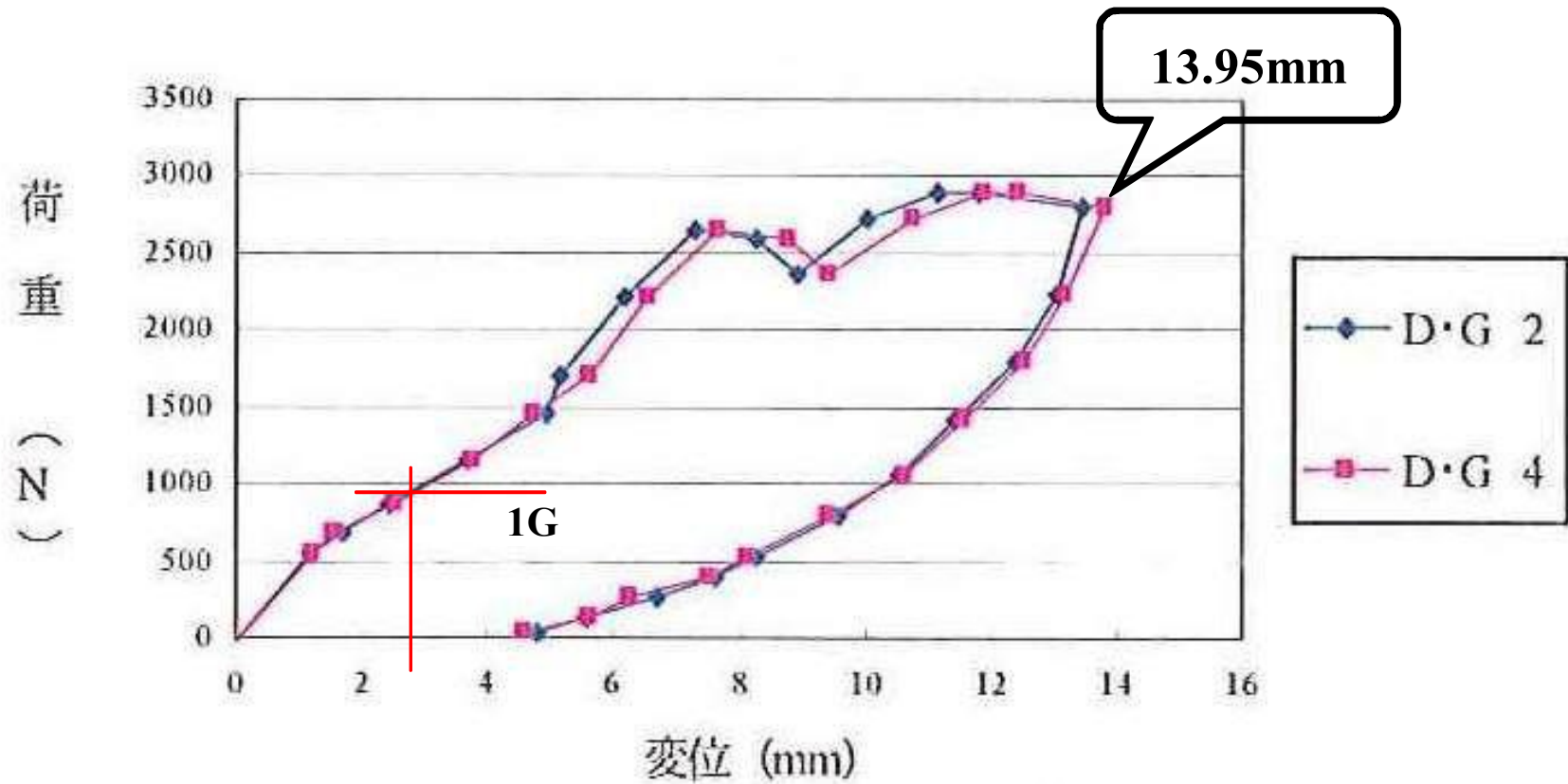


図 16 X1 通りの荷重 - 水平変位関係