

第2章 仕様ルート

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 (平成25年国土交通省告示第771号)
第3 特定天井の構造方法 特定天井の構造方法は、次の各号の基準に適合するものとする。

構造耐力上安全な天井の構造方法として、天井面構成部材等の単位面積質量、吊り材の配置方法、斜め部材（ブレース）の配置など一定の仕様に適合するものを規定している。（仕様ルート）

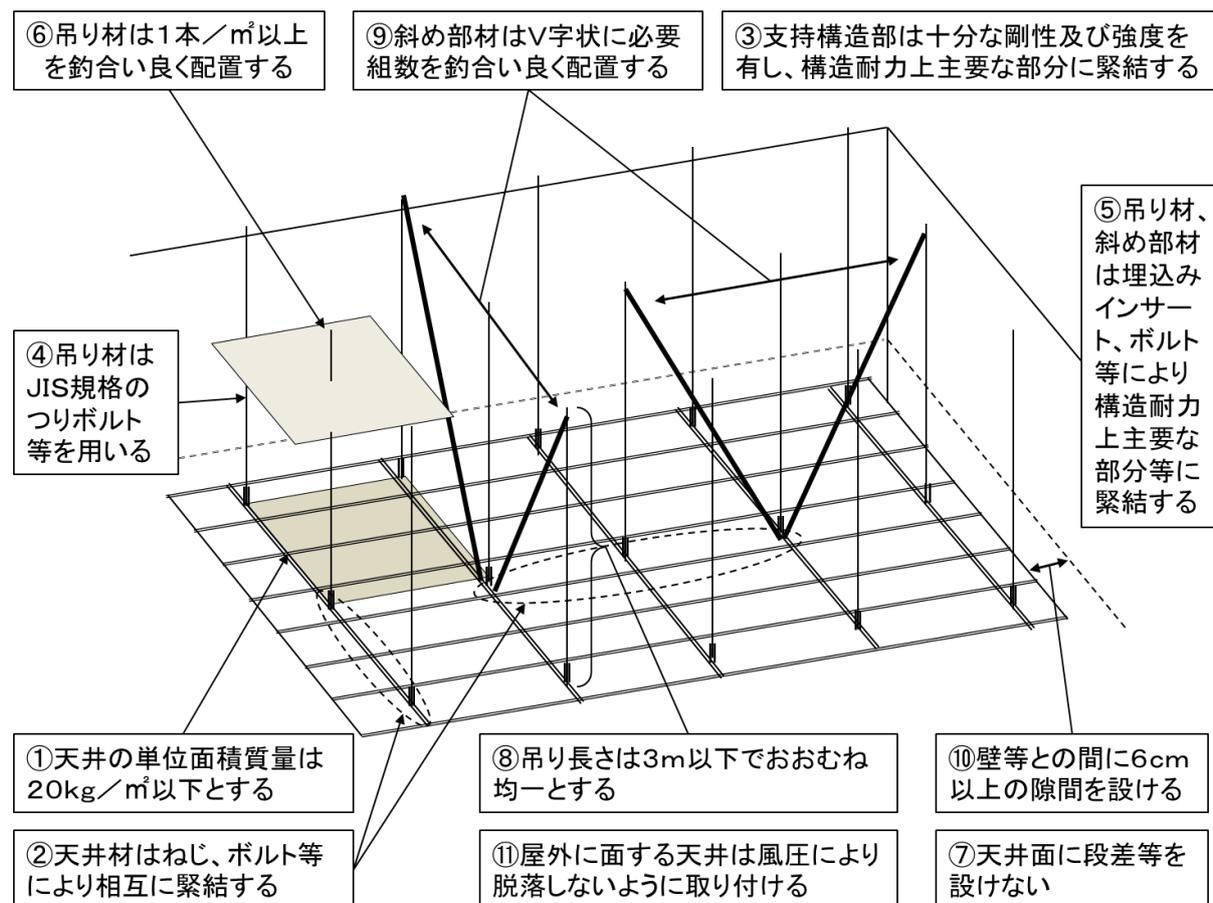


図 2.1 仕様ルートにおける技術基準の概要

2-1 天井面構成部材等の単位面積質量

一 天井面構成部材等の単位面積質量は、20キログラム以下とすること。

【解説】

一般的な吊り天井は20kg/㎡程度までのものが多く、また、被害事例の検証では、天井面構成

部材等の単位面積質量が大きくなるほど、脱落時の危険性は増大することから、仕様ルートにより設計できる範囲としては、これを上限とすることとした。20 kg/m²を超える天井については、計算ルートや大臣認定ルートを用いて構造耐力上の安全性を検証することにより、設置することは可能である。

ここでいう「天井面構成部材等」には、天井告示第1第四号で定義されているとおり、天井面を構成する天井板、天井下地材及びこれに附属する金物のほか、自重を天井材に負担させる照明設備等が含まれることに注意を要する。

各種の吊り天井における天井面構成部材の単位面積質量は、概ね表 2.1 のとおりである。(ただし、これらの数値には、照明設備等の単位面積質量は含まれていない。)

表 2.1 各種の吊り天井における天井面構成部材の単位面積質量

吊り天井の種類	単位面積質量
ロックウール吸音板 9mm+せっこうボード 9.5mm+下地材	10.2~13.1 kg/m ² ※
せっこうボード 9.5mm+下地材	7.1~10.0 kg/m ² ※
グリッドタイプ天井 (ロックウール吸音板)	5.5 kg/m ²
体育館用のシステム天井 (グラスウール板)	4.8 kg/m ²
膜天井 (膜材料のみ)	0.5 kg/m ²
金属スパンドレル	6.5 kg/m ² ~ ※

※：野縁等を用いるもの

2-2 天井材の緊結

二 天井材 (グラスウール、ロックウールその他の軟質な繊維状の材料から成る単位面積質量が四キログラム以下の天井板で、他の天井面構成部材に適切に取り付けられているものを除く。) は、ボルト接合、ねじ接合その他これらに類する接合方法により相互に緊結すること。

【解説】

(1) 接合部の種別と被害状況

天井材は、これに作用する荷重及び外力に対して十分な耐力を有することとし、荷重又は外力により、天井材の損傷や接合部分の外れ又は滑りを起こさないように、全ての天井材を相互に有効に緊結しなければならない。

在来工法の吊り天井における天井材相互の接合部と接合方法としては、次のものがある。

- ① 天井板相互 (天井仕上材と天井下地材) : 接着剤
- ② 天井板と野縁 : ねじ留め
- ③ 野縁相互、野縁受け相互 : ジョイント
- ④ 野縁と野縁受け : クリップ
- ⑤ 野縁受けと吊りボルト : ハンガー
- ⑥ 斜め部材と他の天井材 (吊りボルト、野縁受け等) : ねじ留め、金物等

東日本大震災等における天井脱落被害の調査によれば、吊り材や天井下地材を接合するために一般

的に用いられるクリップやハンガーには、地震時に繰り返しの荷重を受けて滑りや外れなどを生じ、天井に生じる慣性力を的確に構造耐力主要な部分に伝達できないものが多く見受けられる。また、現場溶接をした部分の破断による被害事例も多数報告されている。

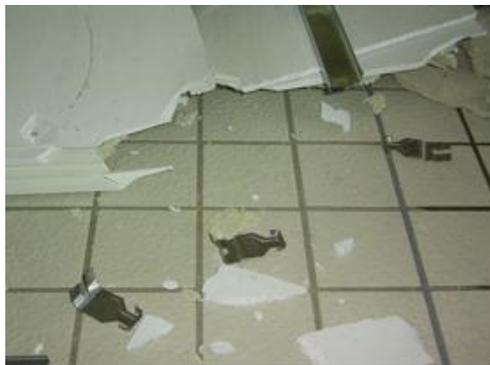


写真 2.1 クリップの損傷・外れ



写真 2.2 野縁受けジョイントの外れ

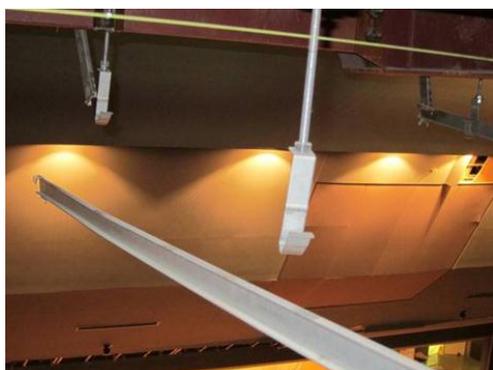


写真 2.3 ハンガーの開きによる外れ



写真 2.4 斜め部材の溶接部の破断

地震による天井接合部の被害

(2) 緊結状態を確保できる性能とその確認方法

天井材の結合方法のうち、以下に掲げるものについては、いずれも相互に緊結されているものと考えて差し支えない。

- ・ 天井板の仕上材と下地材をメーカーが十分な強度等を有するものとして指定する接着剤を用いて施工手順どおりに貼り付けたもの
- ・ 天井板と野縁が適切な間隔(一般的には15~20cm)でねじ留めされたもの
- ・ 野縁相互にジョイントを差し込んだ上で天井板と野縁を適切な間隔でねじ留めされたもの
- ・ 野縁受け相互にジョイントを差し込んだ上でねじ留めされたもの

なお、野縁や野縁受けの隣り合うジョイントの位置は、互いに1m以上離し、千鳥状に配置しなければならない。

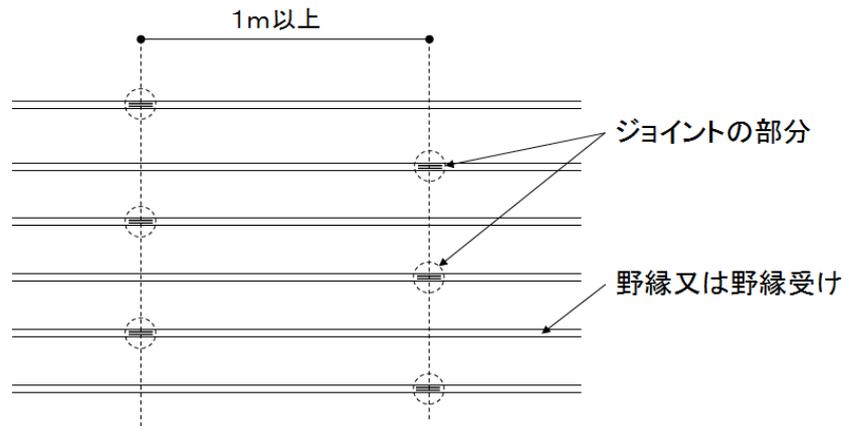


図 2.2 野縁、野縁受けのジョイントの設置位置

また、設備等の開口部を設けるために、やむを得ず野縁や野縁受けを切断する場合には、適切な補強措置を講じなければならない。

天井下地材や斜め部材として通常用いられる薄板の鋼材については、溶接で十分な耐力を確保することは難しいため、現場溶接による接合は行ってはならない。

ハンガーについては、斜め部材が吊り材の下端に取り付く場合には地震時に生ずる水平力（以下単に「地震力」という。）を負担することになるが、通常、ハンガーの水平方向の許容耐力は地震力よりも小さいため、斜め部材を吊り材の下端に取り付けることは避けるべきである。（ただし、地震力以上の水平方向の許容耐力を有するものにあつては、この限りではない。）一方、斜め部材が野縁受け等に取り付く場合には、ハンガーは地震力を負担しないが、地震動等による外れを防止するため、ねじ留め等の措置（開き止め）が講じられていることが必要である。

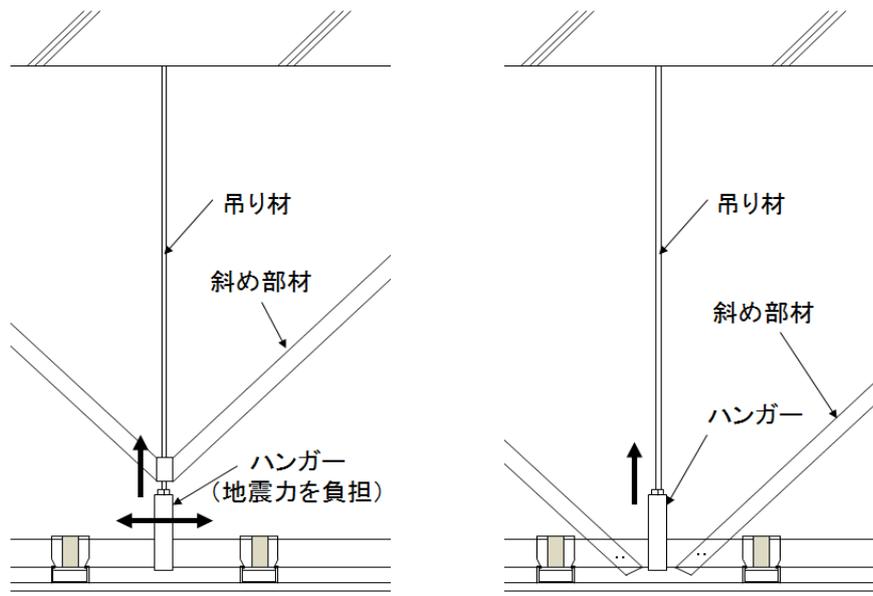


図 2.3 斜め部材の取り付け箇所に応じたハンガーが負担する荷重

クリップ及び斜め部材の接合部については、メーカーのカタログ等により、第Ⅱ編に掲載している試験・評価方法に基づく許容耐力（引張、圧縮及び水平方向）を確認し、下記①、②に留意した上で、所要の性能を有する製品を使用する必要がある。

なお、当該許容耐力の試験・評価については、メーカーによる自社試験など第三者機関以外で実施されたものである場合を含めて、試験・評価の方法、諸条件、試験データ、適用範囲等に関する具体的な情報が公表されていることが求められる。

① クリップ（野縁と野縁受けの接合部）

斜め部材の下端（地震力を分散させるために追加の野縁受け等の部材を設けた場合にあつては、当該部材を含む。）の近傍に設けるクリップの水平方向の許容耐力は、当該クリップに加わる地震力を考慮して、(2.1) 式により算定した F_c の値以上であることを基本とし、当該接合部から前後左右に吊り材の1スパン分の範囲内に設けるクリップの水平方向の許容耐力も同様とする。

なお、これら以外のクリップについても、地震動等の繰り返しの震動による外れを防止するため、ねじ留め等の措置が講じられていることが必要である。

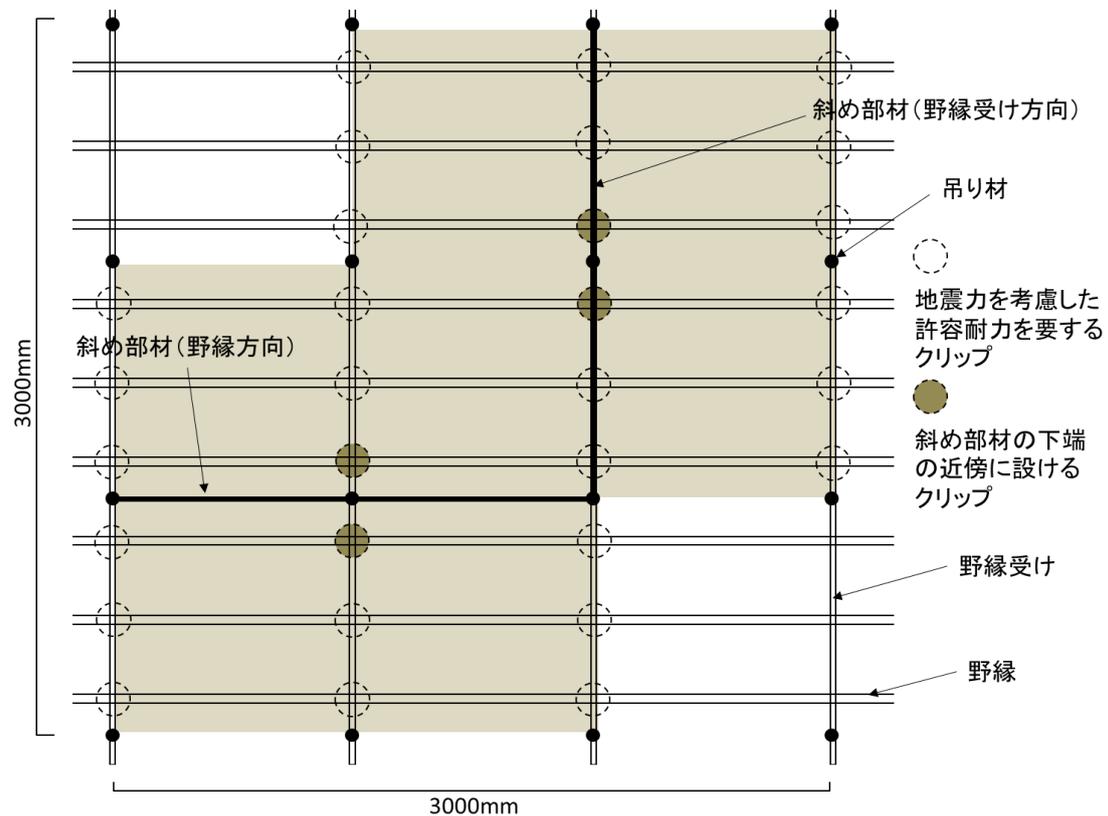


図 2.4 地震力を考慮した許容耐力を要するクリップ

$$F_c = \frac{kW}{a \cdot n} \cdot 10^3 \quad (2.1)$$

ここで、 F_c : クリップ1個あたりに加わる地震力（単位 N）

k : 天井を設ける階に応じた水平震度

W : 天井面構成部材及び天井面構成部材に地震その他の震動及び衝撃により生ずる力を負担させるものの総重量 (単位 kN)

n : 二本の斜め部材から構成される組数

a : 斜め部材の下端 (地震力を分散させるために追加の野縁受け等の部材を設けた場合にあっては、当該部材を含む。) の近傍に設けるクリップの個数

なお、 k 、 W 、 n は、天井告示第3第1項第九号で用いる数値 (2-9参照、②も同様)

例えば、図 2.4 のように、9 m²に1組の斜め部材を設置し、斜め部材の下端の近傍に設けるクリップを2個とした場合における F_c の値は、表 2.2 のようになる。(ただし、 W は天井面構成部材のみの重量とする。)

表 2.2 クリップ1個に加わる地震力 F_c (図 2.4 の場合) (単位 N)

		上段：天井面構成部材の単位面積質量 (kg/m ²)			
		下段：1 m ² あたりの W (kN/m ²)			
		5	10	15	20
		0.049	0.098	0.147	0.196
水平震度 k	0.5	120	230	340	450
	1.3	290	580	860	1150
	2.2	490	980	1460	1950

② 斜め部材の上端及び下端の接合部

斜め部材の上端及び下端の接合部の水平方向の許容耐力は、当該接合部に加わる地震力を考慮して、(2.2) 式により算定した F_b の値以上とすることを基本とする。

$$F_b = \frac{kW}{b \cdot n} \cdot 10^3 \quad (2.2)$$

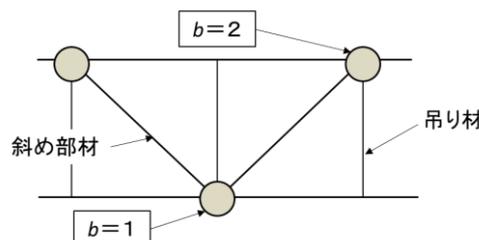
ここで、 F_b : 斜め部材の上端及び下端の接合部に加わる地震力 (単位 N)

k : 天井を設ける階に応じた水平震度

W : 天井面構成部材及び天井面構成部材に地震その他の震動及び衝撃により生ずる力を負担させるものの総重量 (単位 kN)

n : 二本の斜め部材から構成される組数

b : 斜め部材の上端又は下端の接合部に取り付く斜め部材の本数に応じて定める値で、V字状の斜め部材の上端はあっては2、下端にあっては1



例えば、図 2.4 のように、9 m²に 1 組の斜め部材を設置し、斜め部材の下端の接合部に取り付く斜め部材の本数が 2 本の場合における F_b の値は、表 2.3 のようになる。(ただし、 W は天井面構成部材のみの重量とする。)

表 2.3 斜め部材と他の天井材の接合部に加わる地震力 F_b (図 2.4 の場合) (単位 N)

		上段：天井面構成部材の単位面積質量 (kg/m ²)			
		下段：1 m ² あたりの W (kN/m ²)			
		5	10	15	20
		0.049	0.098	0.147	0.196
水平震度 k	0.5	230	450	670	890
	1.3	580	1,150	1,720	2,300
	2.2	980	1,950	2,920	3,890

(3) システム天井における緊結

グラスウール、ロックウールその他の軟質な繊維状の材料からなる 4 kg/m²以下の天井板で、他の天井面構成部材に適切に取り付けられているものについては、相互に緊結すべき天井材の対象からは除外されている。

ここで、「適切に」とあるのは、例えば、地震時に容易に外れないように天井板がその受け材に隙間なく嵌め込まれ、金具等で押さえられているような状態をいい、システム天井と呼ばれる吊り天井でこれに該当するものがある。

ただし、システム天井であっても、クリップ、ハンガー及び斜め部材の接合部、Tバー継手接合部、Tバークロス接合部など「軟質な繊維状の材料」からなる天井板以外の部分については、在来工法による吊り天井と同様に十分な緊結状態を確保できる接合方法とすることが必要である。

2-3 支持構造部の仕様

三 支持構造部は十分な剛性及び強度を有するものとし、建築物の構造耐力上主要な部分に緊結すること。

【解説】

構造耐力上主要な部分ではなく支持構造部に吊り材を取り付ける場合には、吊り材の上端に生ずる力を構造耐力上主要な部分に確実に伝達するため、支持構造部は十分な剛性及び強度を有する必要がある。構造耐力上主要な部分に緊結しなければならない。

一般的な折板屋根（鋼板製の屋根材）は、十分な剛性及び強度を有していないため、これに直接吊り材を設けて天井面構成部材等を吊り下げてはならない。また、母屋材には、想定内の鉛直荷重のみを負担する吊り材を設けても差し支えないが、斜め部材が取り付く吊り材を設ける場合は、地震力も考慮した上で、十分な剛性及び強度を有していることを確かめる必要がある。

なお、支持構造部が十分な剛性及び強度を有しているか否かについては、吊り材の上端に生ずる力を考慮して、構造耐力上主要な部分と同様に、長期荷重及び短期荷重に対する安全性を構造計算によって確かめることになる。

2-4 吊り材の規格

四 吊り材には日本工業規格（以下「JIS」という。）A6517（建築用鋼製下地（壁・天井））-2010に定めるつりボルトの規定に適合するもの又はこれと同等以上の引張強度を有するものを用いること。

【解説】

吊り材は、JIS A6517（建築用鋼製下地（壁・天井））2010に定めるつりボルトの規定に適合するもの又はこれと同等以上の引張強度を有するものとしなければならない。当該JIS規格では、つりボルトが適合すべき品質として、JIS G3505（軟鋼線材）2004に定めるSWRM8、SWRM10又はSWRM12が引用されている。

2-5 吊り材及び斜め部材の取付け方法

五 吊り材及び斜め部材（天井材に緊結するものを除く。）は、埋込みインサートを用いた接合、ボルト接合その他これらに類する接合方法により構造耐力上主要な部分等に緊結すること。

【解説】

(1) 吊り材及び斜め部材（天井材に緊結するものを除く。）は、埋込みインサートを用いた接合、ボルト接合その他これらに類する接合方法により構造耐力上主要な部分等に緊結し、荷重又は外力により、容易に滑り若しくは外れ又は損傷を生じないものとしなければならない。なお、斜め部材の上端を吊り材の上部に取り付けるものについては、「2-2 天井材の緊結」(2)②により、当該接合部の緊結状態を確保しなければならない。

(2) 緊結状態を確保できる性能とその確認方法

吊り材と構造耐力上主要な部分等の接合部（以下「吊り元の接合部」という。）については、「2-2 天井材の緊結」に記載した考え方と同様に、メーカーのカタログ等により、第Ⅱ編に掲載している試験・評価方法に基づく許容耐力（引張及びせん断）を確認し、下記に留意した上で、所要の性能を有する製品を使用する必要がある。

吊り材に斜め部材が取り付く場合には、吊り元の接合部の許容引張耐力 P は、天井面構成部材等の重量による鉛直方向の引張力と斜め部材に加わる地震力の鉛直成分を考慮して、(2.3) 式により算定した F_v の値以上とし、また、吊り元の接合部の許容せん断耐力 Q は、斜め部材に加わる地震力の水平成分を考慮して、(2.4) 式により算定した F_h の値以上とし、かつ、引張力とせん断力が同時に作用することを考慮して、(2.5) 式を満たすことを基本とする。

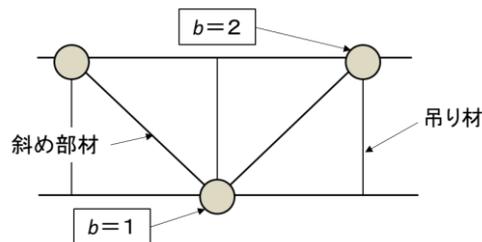
ただし、吊りボルトの吊り元と斜め部材に偏心がある場合には、吊り元に作用する曲げ応力も考慮して評価することが必要となる。

$$F_v = \frac{W}{m} \cdot 10^3 + F_b \tan \theta = \left(\frac{W}{m} + \frac{kW \tan \theta}{b \cdot n} \right) \cdot 10^3 \quad (2.3)$$

$$F_h = F_b = \frac{kW}{b \cdot n} \cdot 10^3 \quad (2.4)$$

$$\sqrt{\left(\frac{F_v}{P}\right)^2 + \left(\frac{F_h}{Q}\right)^2} \leq 1 \quad (2.5)$$

- ここで、 F_v ：吊り元の接合部に加わる鉛直方向の応力（単位 N）
 F_h ：吊り元の接合部に加わる水平方向の応力（単位 N）
 P ：吊り元の接合部の許容引張耐力
 Q ：吊り元の接合部の許容せん断耐力
 F_b ：斜め部材の上端の接合部に加わる地震力（単位 N）
 k ：天井を設ける階に応じた水平震度
 W ：天井面構成部材及び天井面構成部材に地震その他の震動及び衝撃により生ずる力を負担させるものの総重量（単位 kN）
 n ：二本の斜め部材から構成される組数
 b ：斜め部材の上端の接合部に取り付く斜め部材の本数に応じて定める値で、V字状の斜め部材の上端にあつては2



- m ：吊りボルトの本数
 θ ：水平面に対する斜め部材のなす角度
 なお、 k 、 W 、 n は、いずれも天井告示第3第1項第九号で用いる数値（2－9参照）

例えば、図 2.4 のように、9 m²に1組の斜め部材を設置し、1 m²あたり吊りボルトが1本、水平面に対する斜め部材のなす角度 θ が 45 度の場合における F_v 、 F_h の値は、それぞれ表 2.4、表 2.5 のようになる。（ただし、 W は天井面構成部材のみの重量とする。）

表 2.4 吊り元の接合部に加わる鉛直方向の応力 F_v （図 2.4 の場合）（単位 N）

		上段：天井面構成部材の単位面積質量 (kg/m ²)			
		下段：1 m ² あたりの W (kN/m ²)			
		5	10	15	20
		0.049	0.098	0.147	0.196
水平震度 k	0.5	160	320	480	640
	1.3	340	680	1,010	1,350
	2.2	540	1,070	1,610	2,140

表 2.5 吊り元の接合部に加わる水平方向の応力 F_h (図 2.4 の場合) (単位 N)

		上段：天井面構成部材の単位面積質量 (kg/m ²)			
		下段：1 m ² あたりの W (kN/m ²)			
		5	10	15	20
		0.049	0.098	0.147	0.196
水平震度 k	0.5	120	230	340	450
	1.3	290	580	860	1,150
	2.2	490	980	1,460	1,950

(3) あと施工アンカーを使用する場合の取扱い

設備機器やダクトとの取合いなどで、あらかじめ施工した埋込みインサートを使用できない場合もあり、施工上の理由によりやむを得ない場合には、あと施工アンカーを使用することも認められる。

当面は、あと施工アンカーのうち金属系アンカーに限って使用するものとし、接着系アンカーについては、長期にわたって荷重を支持する部分に設ける場合の耐久性やクリープ特性等に関する技術的知見が不足していることから、今後の研究成果により十分な知見が得られるまでは特定天井の吊り元には使用しないこととする。

また、万が一耐力の低下があった場合においても、それが連鎖して直接天井材の落下につながるように、吊り材全体の3割以下の範囲内で一箇所に集中しないように使用することを原則とし、やむを得ずこれに依りがたい場合には、目視、接触、打音による検査のほか、使用したアンカーの1割以上について非破壊検査(引張試験)を行い、施工管理の徹底を図るものとする。

あと施工アンカーの許容耐力については、参考文献①～④を参照されたい。

- ① 自家用発電設備耐震設計のガイドライン:昭和 55 年度、(社)日本内燃力発電設備協会・耐震措置調査研究委員会
- ② 建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版:日本建築センター
- ③ 懸垂物安全指針・同解説:日本建築センター、平成 2 年(1990 年)
- ④ 各種合成構造設計指針・同解説:日本建築学会、2010

また、斜め部材など短期荷重のみを負担する部分に用いる短期許容応力度については、文献③や文献④に記載されている引張とせん断の式を参照されたい。

なお、デッキプレートの谷部に埋込みインサートやあと施工アンカーを設ける場合には、メーカーのカタログ等も参考にしながら、製品の許容耐力について相応の耐力低減を考慮しなければならない。

(4) 鉄骨造における吊り材又は斜め部材の緊結方法

吊り材又は斜め部材は、十分な剛性及び強度を有する構造耐力上主要な部分又は支持構造部にボルト等で接合することを基本とする。

地震による繰り返しの震動により滑りや外れが生じるおそれがあるため、一般的なクランプを使用して吊り材をH形鋼のフランジ部分に取り付けることは避けるべきであり、やむを得ず使用する場合には、外れを防止するための金具を組み合わせ、かつ、十分な強度を有するものを使用しなければならない。

2-6 吊り材の配置方法

六 吊り材は、天井面構成部材を鉛直方向に支持し、かつ、天井面の面積が1平方メートル当たりの平均本数を1本（天井面構成部材等の単位面積質量が6キログラム以下のものにあつては、0.5本）以上とし、釣合い良く配置しなければならない。

【解説】

吊り材は、天井面の面積（注：水平投影面積ではない）に対して、1㎡あたりの平均本数が1本以上（天井面構成部材等の単位面積質量が6kg以下のものにあつては、0.5本以上）となるような本数を釣り合いよく配置する。

ここで規定している吊り材の本数は、天井面全体の面積に対する平均本数を意味し、例えば、設備ダクトを設置するために一部の吊りボルトの間隔が若干不均等であっても、天井全体として支障がなければ、釣り合いよく配置されているものと判断し、許容される。

また、吊り材は、天井面構成部材を鉛直方向に支持しなければならない。これは、当然のことながら、勾配屋根に対しても適用される基準である。これまで、勾配屋根においては、接合部材の都合から、屋根面に垂直に吊り材を設置する方法が一般的に採用されているものもあったが、仕様ルートを用いる場合には、接合部材等を工夫して、あくまで鉛直方向に吊り材を設置しなければならない。

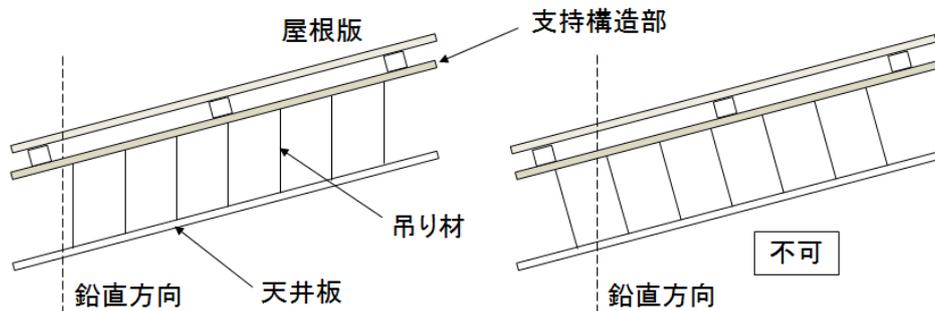


図 2.5 勾配屋根における吊り材の設置方向

2-7 天井面の段差等

七 天井面構成部材に天井面の段差その他の地震時に有害な応力集中が生ずるおそれのある部分を設けないこと。

【解説】

天井面構成部材に、天井面の段差その他の地震時に有害な応力集中が生ずるおそれのある部分を設けてはならないこととしている。

有害な応力集中の生ずるおそれのある部分としては、下がり壁を設けて連続している天井面の段差のほか、斜め部材が平面的に偏って配置されている部分（天井面のねじれ振動による応力集中の生ずるおそれ）や、天井面の勾配の変化部等が考えられる。

ただし、外見上は天井面に段差がある場合でも、例えば、クリアランスを設けて完全に縁が切れていけば、地震時に有害な応力集中が生ずるおそれがないので、本規定でいう「段差」には該当しないものと考えてよい。この場合においては、地震動による天井面の動きが、鉛直方向については水平方向ほど大きくないと考えられるため、鉛直方向に1 cm以上のクリアランスを確保すればよい。

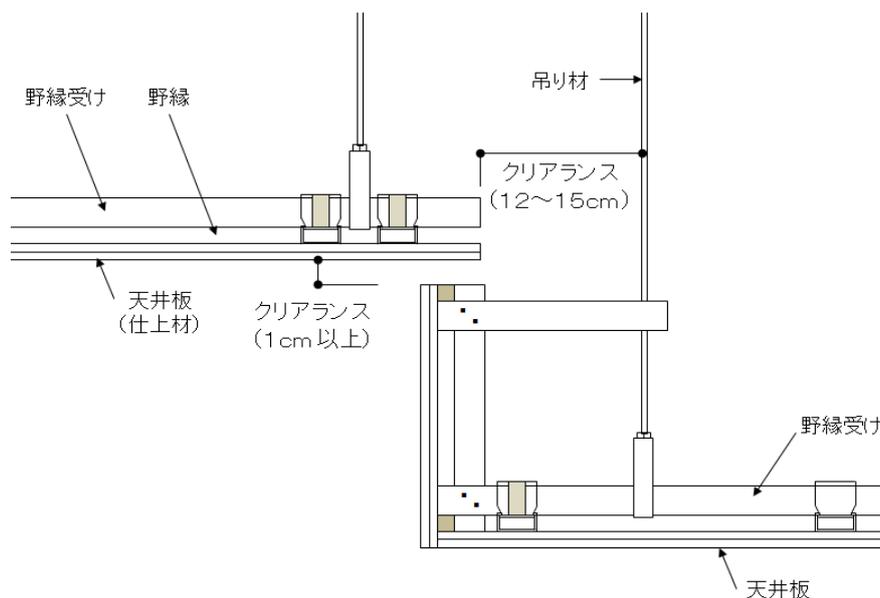


図2.6 鉛直方向のクリアランスの確保

また、野縁方向の斜め部材の下端接合部に加わる地震力は、緊結された附属金物を介して野縁受けの弱軸方向に外力として作用するが、必要に応じて追加の野縁受けを配置するなどにより、野縁受けに応力が集中して損傷することがないようにしなければならない。

なお、いわゆるシステム天井は、天井板と天井下地材が緊結されておらず、天井面は十分な面内剛性を有していないことから、剛性の高すぎる斜め部材を疎に配置すると、地震時に斜め部材の下端に応力が過度に集中したり、天井下地材の変形が過大になるおそれがあるため、1組の斜め部材が負担する天井面の面積を小さくするように配慮しなければならない。

2-8 吊り長さ

八 吊り長さは、3メートル以下とし、おおむね均一とすること。

【解説】

吊り長さは、3 m以下とし、おおむね均一としなければならない。「おおむね均一」とは、例えば、水勾配をとるために若干傾斜している屋根に吊り材を設ける場合を想定しており、水平な天井面までの吊り長さに差異が生じるが、5/100程度までの勾配であれば許容される。

本規定によれば、勾配屋根に対しては、屋根に平行な天井とすることが原則となるが、水平な天井を設置する場合には、別途、支持構造部を水平が確保できるような形で設けた上で、吊り材を取り付

ける必要がある。(ただし、計算ルートでは、吊り長さが均一でない場合も認められる。)

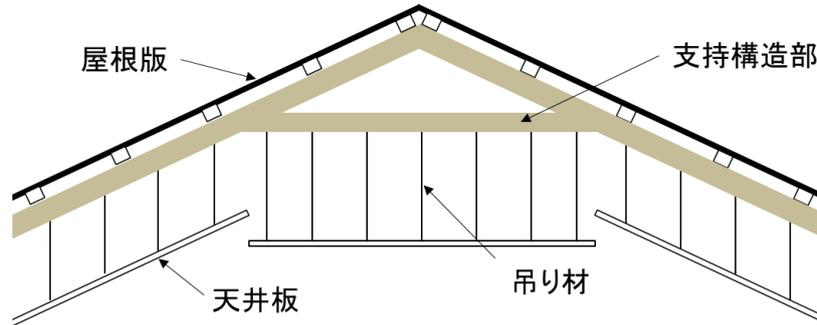


図 2.7 勾配屋根に水平な天井を設置する場合

また、はり下とスラブ下面の双方に吊り材を設けることは、吊り材の長さを不揃いにさせ、吊り長さが短い吊り材には地震時に有害な応力集中が生ずるおそれがあることから、仕様ルートで設計する場合には、避けるべきである。

なお、過去の技術的助言（平成 13 年国住指第 357 号等）においては、地震時に天井全体が大きく揺れることを防止するため、吊り材が長くなる場合には、吊り材相互を補剛材で連結することを求めていたが、仕様ルートでは、吊り長さを 3m 以下に制限した上で、斜め部材の配置等によって水平方向の揺れを抑えることを基本的な考え方としており、水平補剛材を設けることを天井の耐震性を確保する上での必須の要件とはしていない。ただし、吊り材が長くなる場合において水平補剛材を設置することは何ら差し支えない。

2-9 斜め部材の配置

九 斜め部材（JIS G 3302（溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯）-2010、JIS G 3321（溶融 5.5% アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板及び鋼帯）-2010 又はこれと同等以上の品質を有する材料を使用したものに限る。）は、2本の斜め部材の下端を近接してV字状に配置したものを一組とし、次の表に掲げる式により算定した組数以上を張り間方向及びけた行方向に釣合い良く配置しなければならない。ただし、水平方向に同等以上の耐力を有することが確かめられ、かつ、地震その他の震動及び衝撃により天井に生ずる力を伝達するために設ける部材が釣合い良く配置されている場合にあっては、この限りでない。

式	$n = \frac{kW}{3\alpha B} \cdot \gamma \cdot L_b^3$	
	この式において、 n 、 k 、 W 、 α 、 B 、 γ 及び L_b は、それぞれ次の数値を表すものとする。	
	n 二本の斜め部材から構成される組数	
	k 天井を設ける階に応じて次の表に掲げる水平震度	
		天井を設ける階
	(一)	0.3(2N+1)を超えない整数に1を加えた階から最上階までの階
	(二)	(一)及び(三)以外の階
		水平震度
		2.2r
		1.3r

(三)	0.11(2N+1)を超えない整数の階から最下階までの階	0.5																																					
<p>この表において、N及びrは、それぞれ次の数値を表すものとする。</p> <p>N 地上部分の階数</p> <p>r 次に定める式によって計算した数値</p> $r = \min \left[\frac{1 + 0.125(N - 1)}{1.5}, 1.0 \right]$																																							
<p>W 天井面構成部材及び天井面構成部材に地震その他の震動及び衝撃により生ずる力を負担させるものの総重量 (単位 キロニュートン)</p> <p>α 斜め部材の断面形状及び寸法に応じて次の表に掲げる数値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">断面形状</th> <th colspan="3">寸法 (単位 ミリメートル)</th> <th rowspan="2">α</th> </tr> <tr> <th>高さ</th> <th>幅</th> <th>板厚</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(一)</td> <td rowspan="3">溝形</td> <td>38</td> <td>12</td> <td>1.2</td> <td>0.785</td> </tr> <tr> <td>(二)</td> <td>38</td> <td>12</td> <td>1.6</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>(三)</td> <td>40</td> <td>20</td> <td>1.6</td> <td>4.361</td> </tr> <tr> <td>(四)</td> <td colspan="4">その他の断面形状又は寸法</td> <td>$I/1080$</td> </tr> </tbody> </table> <p>この表において、Iは、次の数値を表すものとする。</p> <p>I 当該断面形状及び寸法の斜め部材の弱軸周りの断面二次モーメント (単位 ミリメートルの四乗)</p> <p>B 斜め部材の水平投影長さ (単位 メートル)</p> <p>γ 斜め部材の細長比に応じて次の表に掲げる割増係数</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>細長比</th> <th>割増係数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\lambda < 130$ の場合</td> <td> $\left\{ \frac{18}{65 \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2} \right\} \left\{ \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2 \right\}$ </td> </tr> <tr> <td>$\lambda \geq 130$ の場合</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>この表において、λは斜め部材の細長比を表す。</p> <p>L_b 斜め部材の長さ (単位 メートル)</p>				断面形状	寸法 (単位 ミリメートル)			α	高さ	幅	板厚	(一)	溝形	38	12	1.2	0.785	(二)	38	12	1.6	1.000	(三)	40	20	1.6	4.361	(四)	その他の断面形状又は寸法				$I/1080$	細長比	割増係数	$\lambda < 130$ の場合	$\left\{ \frac{18}{65 \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2} \right\} \left\{ \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2 \right\}$	$\lambda \geq 130$ の場合	1
	断面形状	寸法 (単位 ミリメートル)			α																																		
		高さ	幅	板厚																																			
(一)	溝形	38	12	1.2	0.785																																		
(二)		38	12	1.6	1.000																																		
(三)		40	20	1.6	4.361																																		
(四)	その他の断面形状又は寸法				$I/1080$																																		
細長比	割増係数																																						
$\lambda < 130$ の場合	$\left\{ \frac{18}{65 \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2} \right\} \left\{ \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2 \right\}$																																						
$\lambda \geq 130$ の場合	1																																						

【解説】

(1) 斜め部材は、吊り材が座屈しないように、2本の斜め部材の下端を近接してV字状にした形状に配置したものを1組とし、表に掲げる式により算定した組数以上を張り間方向及びびけた行方向にそれぞれ釣合い良く配置しなければならない。

ここでいう「張り間方向及びびけた行方向」は、地震等により天井に生ずる力を伝達するために有効な2方向と考えればよく、必ずしも建築物自体の「張り間方向」「けた行方向」と一致していなくてもよい。

また、斜め部材が釣合いよく配置されている状態としては、例えば、一体として挙動する天井面をおおむね50㎡以下の均等かつ整形な範囲(XY方向それぞれ2列以上)に分割(ゾーニング)し、当該分割された範囲におおむね同じ組数のV字状の斜め部材が配置されているような状態を一つの目安とすることができる。

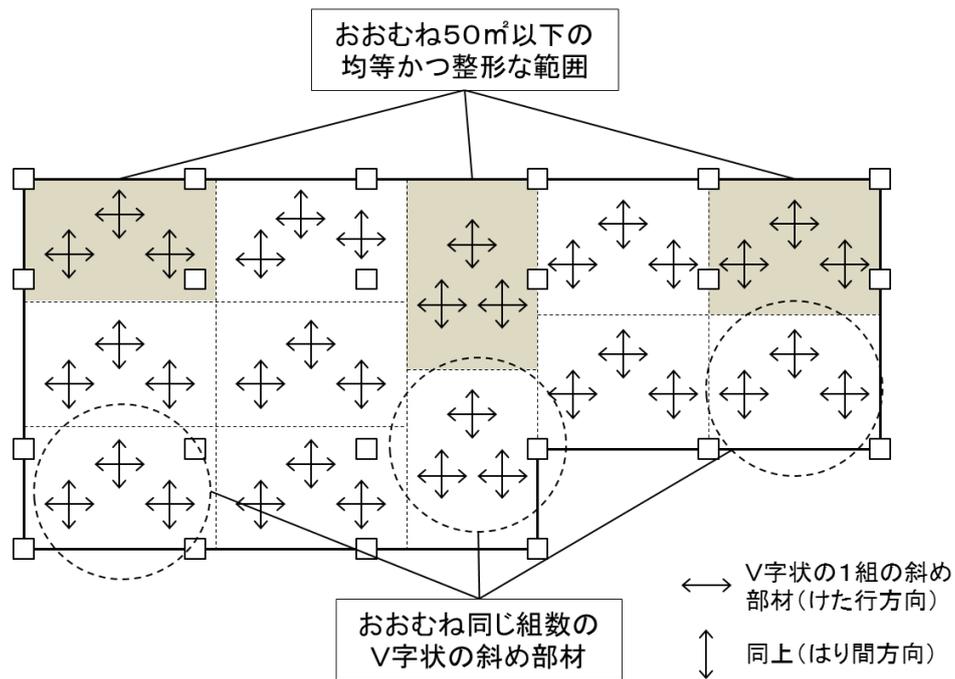


図 2.8 ゾーニングの例

仕様ルートでは、地震時に天井面に生じる慣性力を構造耐力上主要な部分に確実に伝達できる「通しブレース」を用いることを原則としている。いわゆる「2段ブレース」については、吊りボルトに圧縮力等の複雑な応力が作用するため、原則として採用すべきではない。ただし、吊りボルトや水平補剛材を含めた構造耐力上の安全性を詳細に検証した場合に限り、採用することが可能である。

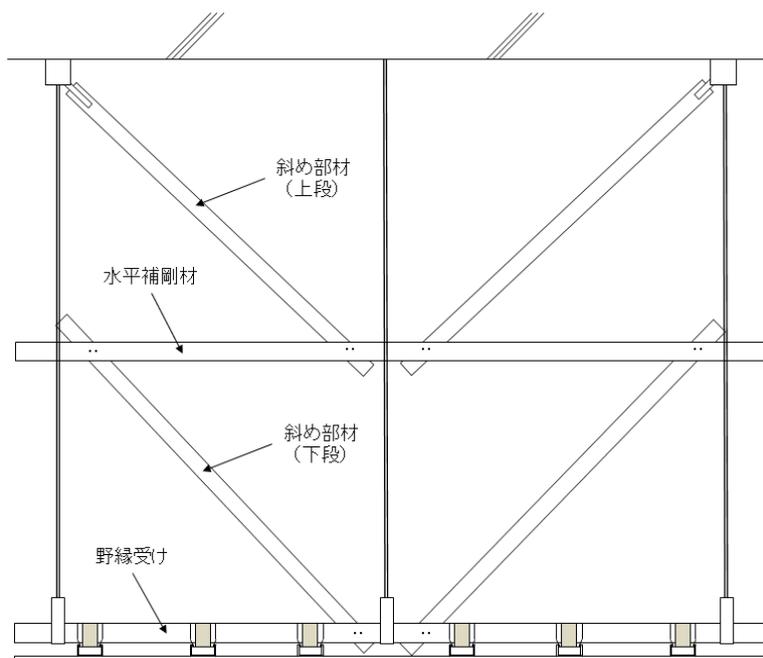


図 2.9 2段ブレースの例 (原則、採用すべきでない)

必要となる斜め部材の組数 n は、次式で計算した数値（切り上げた整数値）以上とする。

$$n = \frac{kW}{3\alpha B} \cdot \gamma \cdot L_b^3 \quad (2.6)$$

n : V字状の斜め部材の組数（無次元）

k : 水平震度（無次元）

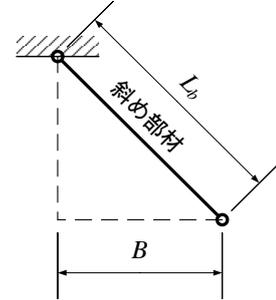
W : 天井面構成部材の総重量（kN）

α : 断面二次モーメント比 I/I_0 （無次元）

B : 斜め部材の水平投影長さ（m）

L_b : 斜め部材の長さ（m）

γ : 弾塑性座屈を考慮した割増係数（無次元）



(2.6) 式の根拠は、以下のとおりである。

通常、細長比は限界細長比以上であるので、斜め部材が座屈する場合の短期許容圧縮軸力 N_{cr} は、

$$N_{cr} = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{1.5}{2.17} \cdot N_E \quad (2.7)$$

ここで、 N_E は、オイラー座屈荷重で、

$$N_E = \frac{\pi^2 EI}{L_b^2} = \alpha \cdot \frac{\pi^2 EI_0}{L_b^2} \quad (2.8)$$

V字配置で水平な天井を想定すると、(耐力) \geq (外力) として、

$$n \text{ (組)} \times 2 \text{ (本)} \times N_{al} \times \frac{B}{L_b} \geq kW$$

よって、

$$n \geq \frac{kW}{2N_{cr} \times \frac{B}{L_b}} = \frac{kW}{\left(2 \times \frac{1.5}{2.17} \times \pi^2 EI_0\right) \cdot \alpha B} \cdot \gamma \cdot L_b^3 \approx \frac{kW}{3\alpha B} \cdot \gamma \cdot L_b^3 \quad (2.9)$$

ここで、 E : 鋼材のヤング率 (=205,000(N/mm²)=205×10⁶(kN/m²))、

I_0 : C-38×12×1.6の断面2次モーメント (=0.108(cm⁴)=0.108×10⁻⁸(m⁴))

なお、分母の数値3は、次元(kN/m²)をもつ値であることを注意を要する。

斜め部材の断面寸法を大きくすることによって、(2.6)式では斜め部材の組数 n を小さくすることが可能であるが、一方で、斜め部材の組数 n が小さくなると、「2-5 天井材の緊結」で示したように、天井材相互の接合部(クリップ等)に対してより大きな許容耐力が求められるようになるため、そのバランスも考慮して、斜め部材の断面寸法や組数 n を決定することが必要である。

(2) 吹抜け部分がある計画の場合は、階数 N の扱いが問題となる。このような場合については、地震力により天井が取り付けられている構造躯体（スラブ）がどのように挙動するのかを考慮して判断すべきであり、例えば、図 2.10 のように吹抜け部分以外の部分が当該挙動に大きく影響する場合には、吹抜け部分に仮想の床を想定した階数とし、図 2.11 のようにもっぱら吹抜け部分により当該挙動が決まる場合には、吹抜け部分の床を基準に階数を判断するものとする。

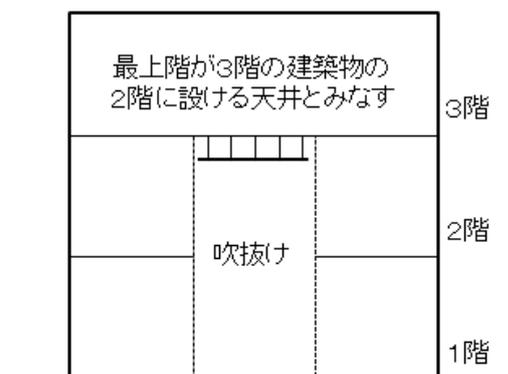


図 2.10 吹抜け以外の部分が影響する場合

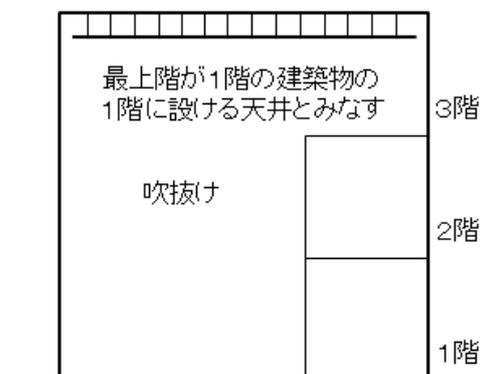


図 2.11 吹抜け部分により決まる場合

また、建築物の2以上の部分がエキスパンションジョイントその他の相互に応力を伝えない構造方法のみで接している場合にあつては、当然のことながら、当該建築物の部分のそれぞれの階数とするものであるが、構造的に一体で建築物の部分により最上階の階数が異なる場合に適用する階数 N については、吹抜け部分に天井を設ける場合と同様に、地震力により天井が取り付けられている構造躯体（スラブ）がどのように挙動するのかを考慮して判断すべきあり、例えば、図 2.12 の場合には高層部分のみで階数を判断するものとする。

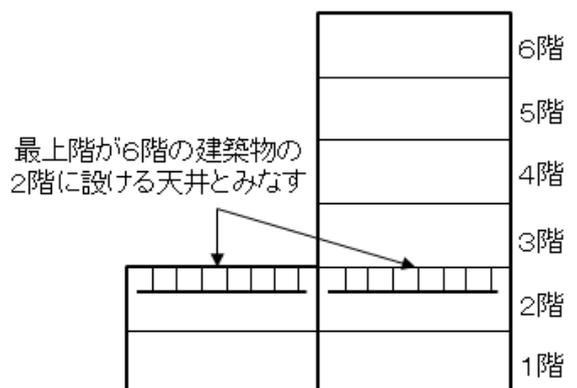


図 2.12 構造的に一体の高層部分に設ける場合

なお、本規定は地下階にも適用されるものであり、 k の表中において、 $N=1\sim 4$ のときに (三) の「0.11 $(2N+1)$ を超えない整数の階」は 0 階となるが、この場合、(三) の適用は地下階のみとなる。

(3) 表中の W は、天井面構成部材及び天井面構成部材に地震その他の震動及び衝撃により生ずる力を負担させるものの総重量であり、天井告示第1第四号に定義されている「天井面構成部材等」の総重量とは異なる場合があるので、注意を要する。例えば、図 2.13 のように荷重を天井面に伝達し、天井と一体となって挙動するものに加え、図 2.14 のように垂直荷重を床スラブに伝達し、水平荷重を天井面に伝達するものも含まれ、そのようなものも W に算入した上で地震力を計算する必要がある。

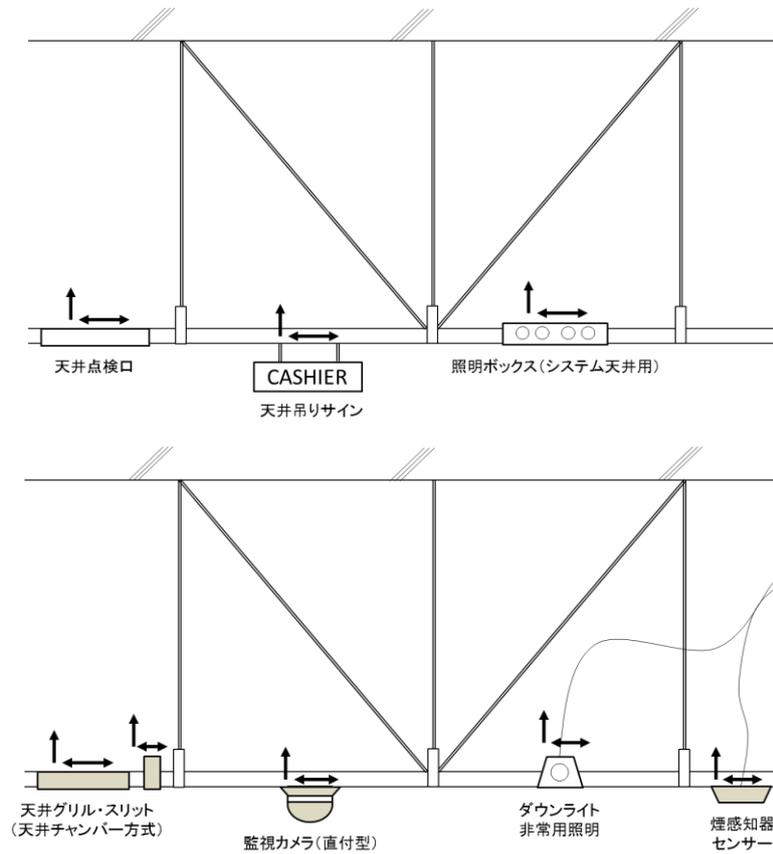


図 2.13 荷重を天井面に伝達する設備設置例

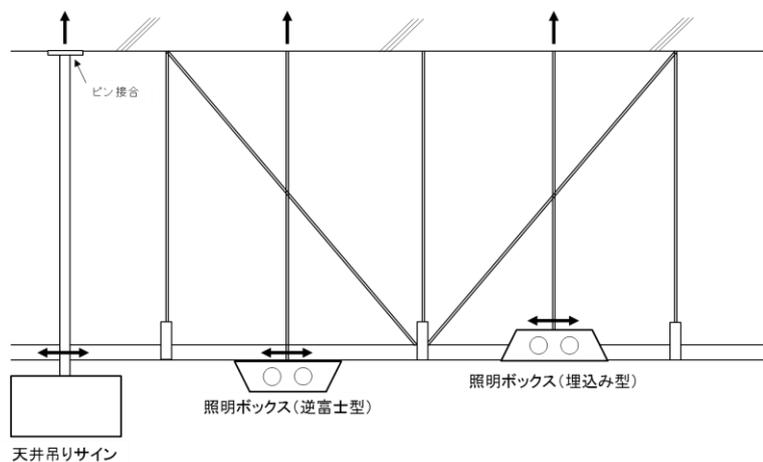


図 2.14 垂直荷重を床スラブに、水平荷重を天井面に伝達する設備設置例

(4) 斜め部材を取り付ける部位としては、構造耐力上主要な部分、吊り材、野縁受け等様々な箇所があり、また、接合方法としても様々な方法があるが、いずれにしても当該接合部に応力が集中して接合部や吊り材、野縁受け等が損傷を生じないように配慮する必要がある。

また、斜め部材が偏心して取り付けられた場合には、局所的な損傷が生じる要因になるため、できるだけ偏心しないように取り付ける必要がある。

なお、逆ハの字状などV字状以外の形状については、本規定のただし書き又は計算ルートにより、別途、吊り材に作用する圧縮力も考慮して、構造計算によって水平方向に同等以上の耐力を有することが確かめれば、採用することは可能である。

2-10 天井面構成部材と壁等とのクリアランス

十 天井面構成部材と壁、柱その他の建築物の部分又は建築物に取り付けるもの（構造耐力上主要な部分以外の部分であって、天井面構成部材に地震その他の震動及び衝撃により生ずる力を負担させるものを除く。以下「壁等」という。）との間に、6センチメートル以上の隙間（当該隙間の全部又は一部に相互に応力を伝えない部分を設ける場合にあっては、当該部分は隙間とみなす。以下同じ。）を設けること。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づいて、地震時に天井面構成部材が壁等と衝突しないよう天井面構成部材と壁等との間の隙間を算出する場合においては、当該算出によることができるものとする。

【解説】

(1) 吊り天井は、通常、地震動によって一定程度の揺れが生じることから、天井の周囲の壁等に十分な隙間（クリアランス）を設けずに近接させた場合には、衝突によって天井の一部に損傷が生じ、その結果、より大きな脱落につながる可能性がある。このため、天井面構成部材と壁等との間には、6 cm以上のクリアランスを設けなければならない。

6 cmの数値は、仕様ルートに基づく構造方法を前提として、天井の固有周期を0.2秒、水平震度を2.2とした場合の天井の変形と構造躯体の変形を算定し、1.5倍以上の余裕度を考慮して設定したものである。仕様ルートでは個別に変位を計算しないので、原則として個別の吊り長さ等に応じて緩和することはできない。

ただし、スポンジのようなクッション材、エキスパンションジョイントカバーのように隙間に覆いをするような形態の材を設けた場合にあっては、相互に応力を伝えない部分であるから、これらをクリアランスの一部として扱って差し支えない。

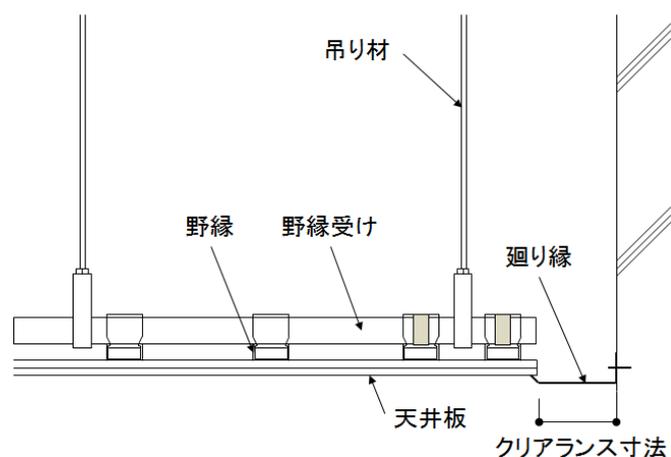


図 2.15 廻り縁により隙間を覆った例

なお、図 2.16 のように天井面構成部材がクリアランスを介して隣接している場合には、天井が互いに衝突する方向に変位することも想定し、クリアランスは12cm以上とする必要がある。

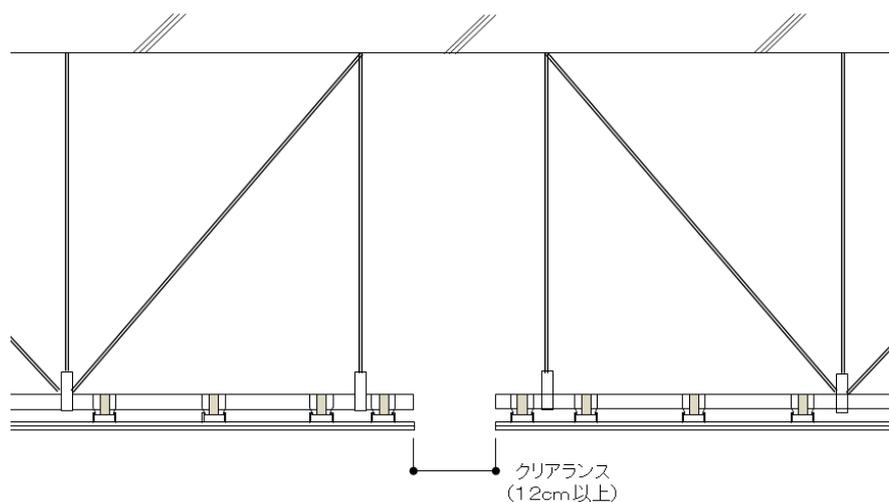


図 2.16 天井面がクリアランスを介して隣接している場合

(2) 設備機器のうち、図 2.13 のように、荷重を天井面に伝達し、天井と一体となって挙動するもの、図 2.17 のように、垂直荷重を天井面に伝達し、天井面と接する部分をフレキシブル接続等で追従させて天井と一体となって挙動するものについては、クリアランスを設けなくてもよい。

ただし、図 2.14 のように、垂直荷重を床スラブに負担させ、水平荷重を天井面に伝達するものについては、設備機器の重量や水平投影面積が天井面構成部材と比較して小さい場合には、天井と設備機器が一体に挙動するために天井に損傷を与える可能性は小さいが、設備機器の重量や水平投影面積が大きい場合には、慣性力により天井面構成部材と設備機器が一体に挙動せずに天井に損傷を与える可能性があるため、注意が必要である。

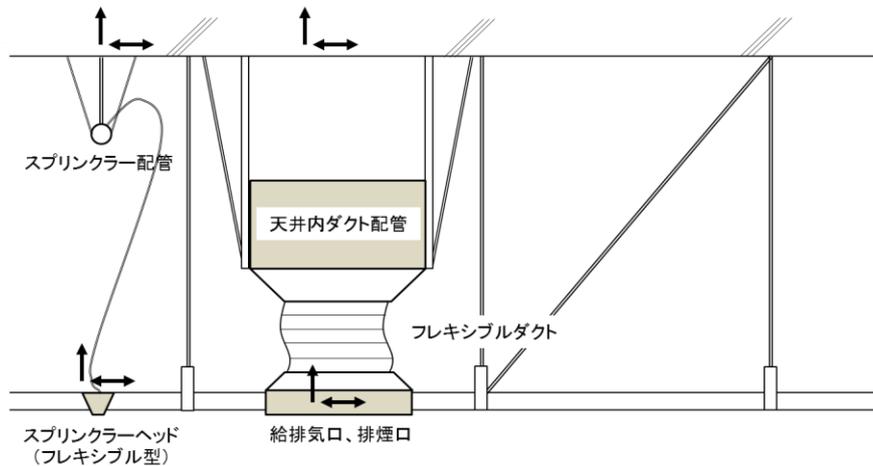


図 2.17 地震時に天井面と追従する設備設置例

なお、自重を天井材でなく床スラブ等の構造耐力上主要な部分等で支える設備機器等については、建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版（日本建築センター）等を参考にしながら、耐震性に配慮した設計を行う必要があるが、その際、天井下地材、吊り材、斜め部材等との接触が生じないように、地震力による水平変位を考慮した適切なクリアランスの確保に配慮する必要がある。

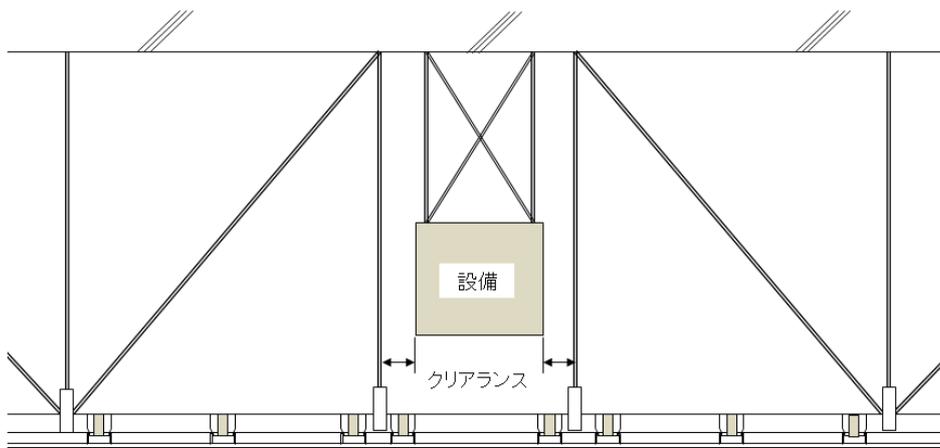


図 2.18 吊り材や斜め部材と設備機器のクリアランス

- (3) 内装制限の規定の適用にあたって、天井の高さが6 mを超える特定天井にあつては、通常のクリアランスを設けることは差し支えないが、本基準を参考にして、天井の高さが6 m以下の天井にクリアランスを設ける場合には、原則として、天井裏を含めて内装制限に適合させるか、隙間に相互に応力を伝えない不燃性の覆いをするなどの配慮が必要である。また、排煙設備の規定の適用にあたって、いわゆる天井チャンバー方式等を採用して同一防煙区画内を小区画する排煙計画の場合には、全ての区画で規定の排煙風量を確保できるようにするため、隙間に相互に応力を伝えない覆いをするなどの配慮が必要である。

(4) 特別な調査又は研究の成果に基づいて、クリアランスが6 cm未満の値であっても、天井面構成部材が壁等と衝突しないことが確かめられている場合には、その値によることができる。この場合、当該特別の調査又は研究の成果としては、関係学会等において認められているもののほか、あらかじめ指定性能評価機関等の第三者機関における評価を受けたものが考えられ、確認申請時には関係資料を添付する必要がある。

なお、天井面構成部材が壁等と接してクリアランスを一切設けない構造方法については、令第39条第3項の規定に基づく大臣認定を受けることが必要である。

2-11 屋外に面する天井の仕様

十一 建築物の屋外に面する天井は、風圧により脱落することがないように取り付けること。
--

【解説】

屋外に設ける天井については、地震その他の震動及び衝撃のほか、風圧により脱落することがないように、天井材の接合部材として、耐風性に配慮したクリップ等を採用することが必要である。