

吊り天井の耐震設計 設計例 1－3

M ビル エントランスロビー
(9 階建て SRC 造 オフィスビル)

設計手法：計算ルート（簡易スペクトル法）

目次

§ 1. 吊り天井の耐震設計概要	1-3-4
1-1 建物概要	1-3-4
1-2 設計方針	1-3-5
1-3 チェックシート	1-3-6
1-4 使用材料と許容応力度・許容耐力	1-3-7
1-5 部材断面性能	1-3-8
§ 2. 水平方向の地震力算定	1-3-9
2-1 水平震度の算定	1-3-9
2-2 水平方向の地震力算定	1-3-10
§ 3. 斜め部材の設計	1-3-11
3-1 斜め部材の耐力計算	1-3-11
3-2 斜め部材の組数算定	1-3-11
3-3 斜め部材の配置計画	1-3-11
§ 4. クリアランスの設計	1-3-13
4-1 必要クリアランスの算定	1-3-13
§ 5. 接合部材の設計	1-3-14
5-1 接合部材の耐力計算	1-3-14
5-2 天井の耐力計算	1-3-14
§ 6. 設計図面	1-3-15
6-1 設計図面について	1-3-15
A-01 特記仕様書(1)	1-3-16

A-02	特記仕様書(2).....	1-3-17
A-03	標準図.....	1-3-18
A-04	天井伏図(ゾーニング図).....	1-3-19
A-05	【参考】天井伏図(斜め部材の配置図)・断面図	1-3-20

§ 1. 吊り天井の耐震設計概要

1-1 建物概要

本設計例は、実在する建物の設計図書をもととした上で、吊り天井の耐震設計が成立するような天井材を設計したものである。建物概要は以下の通りとなっている。

- ・ 建 築 場 所：東京都内某所
- ・ 用 途：事務所
- ・ 階 数：地下なし、地上 9 階、塔屋 1 階
- ・ 建 物 高 さ：30.35m
- ・ 対 象 天 井：1 階見上げ～3 階床下に位置するエントランスロビー部分の天井(2 階部分が吹き抜けとなっている天井) ⇒平成 25 年国土交通省告示第 771 号第 2 に規定される特定天井
- ・ 天 井 面 積：878.7m² (特定天井部分)
- ・ 天 井 高 さ：6,245mm (特定天井部分)
- ・ 天井吊り長さ：800mm (特定天井部分)
- ・ 柱 ス パ ン：6.6m (特定天井部分：X 方向)
10.0m (特定天井部分：Y 方向)
- ・ 構 造 種 別：鉄骨鉄筋コンクリート造

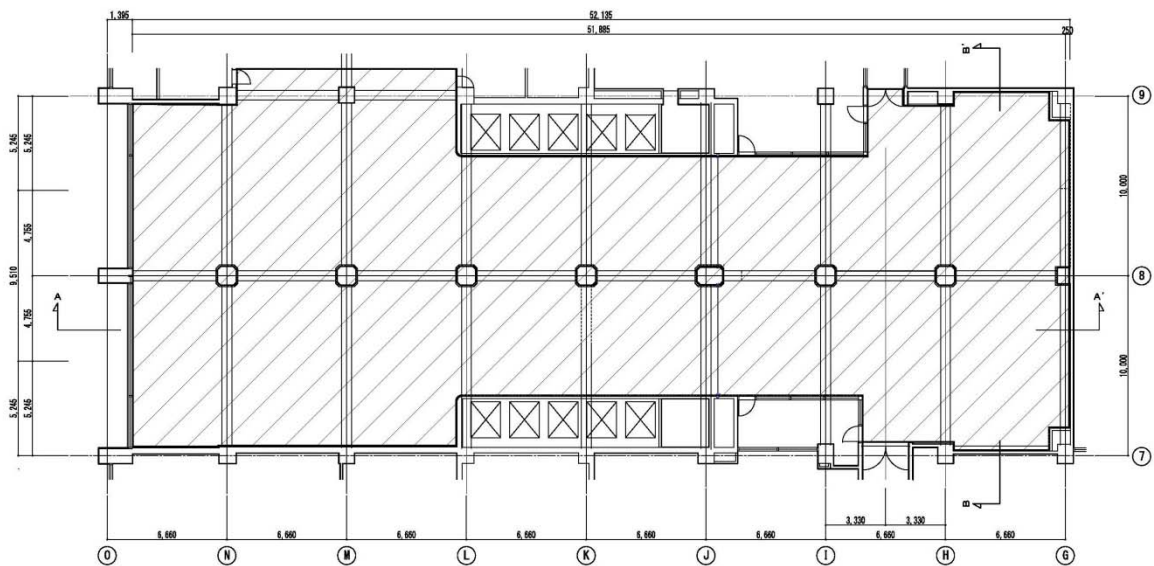
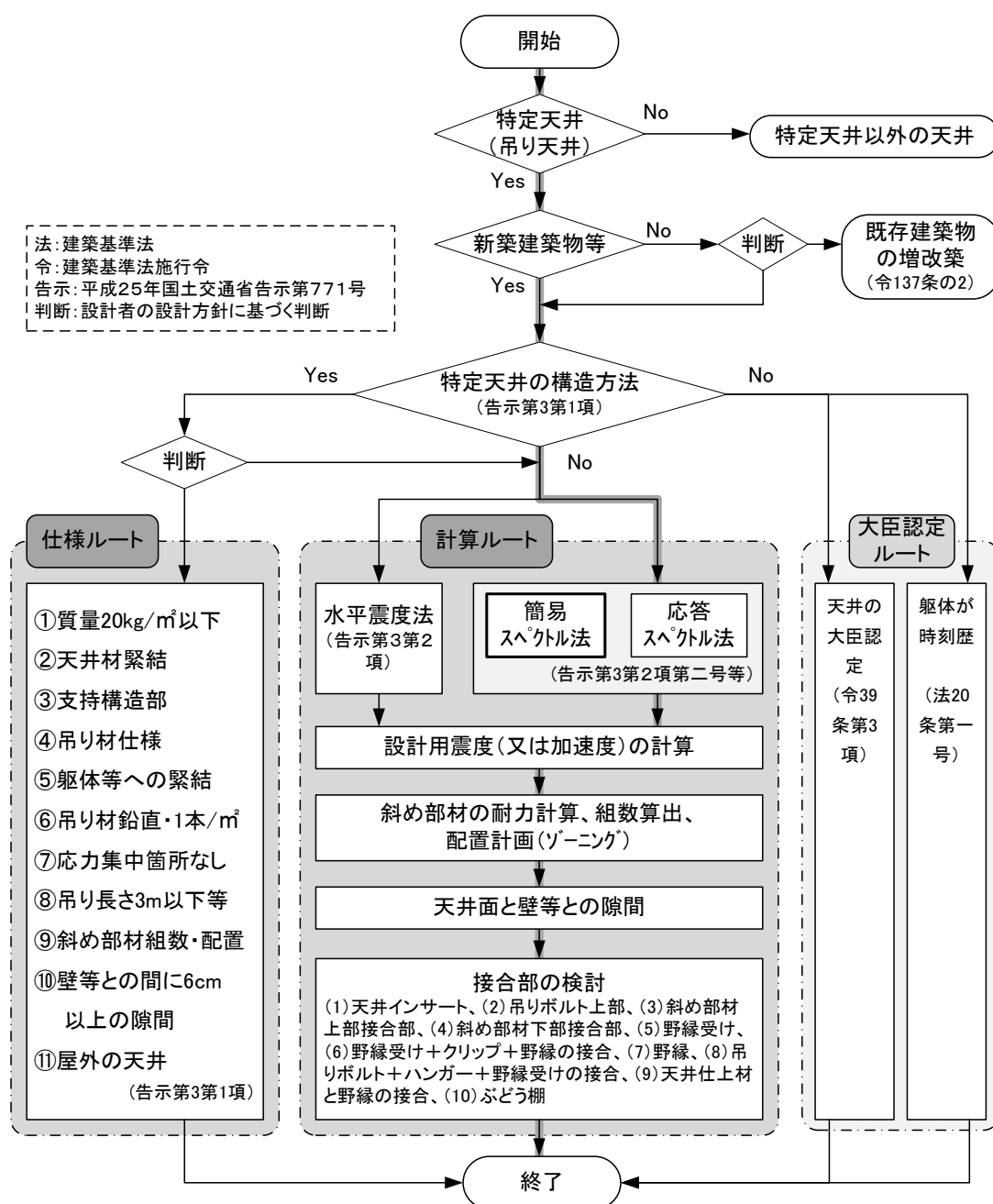


図 1.1 天井伏図

1-2 設計方針

本設計例では、建物1階に位置するエントランスロビーにおいて、2階部分が吹き抜けとなっており、天井高さが6mを超え、なおかつ水平投影面積が200m²を超える部分について、平成25年国土交通省告示第771号第3第2項第2号に規定される方法であり、平成12年建設省告示第1457号第11第2号ロに規定される方法(以下、簡易スペクトル法)を用いて、特定天井の構造方法について検討する。

図1.2に、吊り天井の耐震設計に関するフローを示す。



1.2 吊り天井の設計フロー

1-3 チェックシート

簡易スペクトル法を満足するよう、与条件に対して吊り天井の各部材を設計した内容をまとめたものを以下の表 1.1 に示す。詳細検討内容は、次章以降に示す。

表 1.1 チェックシート

● 特定天井(天井告示第2)		与条件	設計	図面No.
1	天井の種類	吊り天井であること	吊り天井	A-01
2	天井の設置場所	居室、廊下その他の人が日常立ち入る場所であること	エントランスロビー	A-01
3	天井の規模	高さが6mを超える天井の部分であること	高さ:6.245m	A-01
		水平投影面積が200㎡を超える部分を含むこと	面積:878.7㎡	A-01
4	天井の質量	天井面構成部材等の単位面積質量(天井面の1㎡当たりの質量)が2kgを超えること	単位面積質量:22kg/㎡	A-01
判断	「特定天井」の判断	上記4つの与条件に対して、いずれにも当てはまること	上記4つのいずれにも当てはまるため、「特定天井」と判断する	A-01
● 耐久性等関係規定		与条件	設計	図面No.
天井の耐久性 (令第36条第1項, 令第39条第4項)		特定天井で特に腐食、腐朽その他の劣化のおそれのあるものには、腐食、腐朽その他の劣化を生じにくい材料又は有効なさび止め、腐食その他の劣化防止のための措置をした材料を使用する。	特に腐食、腐朽その他の劣化のおそれのある天井ではない	—
● 設計ルートの選択		与条件	設計	図面No.
選択	設計ルート	仕様ルート(仕様規定) 計算ルート(水平震度法) 計算ルート(簡易スペクトル法) 計算ルート(応答スペクトル法) 特殊計算ルート(時刻歴応答解析等) *構造躯体の構造計算がルート1、ルート2又はルート3又は4号建物の場合:仕様ルート又は計算ルート *構造躯体の構造計算が限界耐力計算の場合:応答スペクトル法。ただし、層間変形角が1/200以下の場合、仕様ルート又は計算ルート(水平震度法、簡易スペクトル法)により検証することができる。 *構造躯体の構造計算が時刻歴応答解析:特殊計算ルート。ただし、指定性能評価機関が定める業務方法書に基づき、仕様ルート又は計算ルートにより検証することができる。	計算ルート(簡易スペクトル法)	A-01
● 計算ルート(簡易スペクトル法)		与条件	設計	図面No.
1	天井面構成部材の剛性及び強度	各部材が、地震の震動により生ずる力を構造耐力上有効に当該天井面構成部材の他の部分に伝えることができる剛性及び強度を有すること	天井面構成部材は、地震の震動により生ずる力を構成部材相互に伝えることができる剛性及び強度を有するものとする。	A-02 A-03
2	天井の許容耐力	告示に示される水平震度によって天井面に作用する力を用いていること	水平震度:k=0.5	A-02
		水平方向の地震力が天井の許容耐力を超えないこと	地震力:kW=94.7×10 ³ N 許容耐力:ΣQ ₀ =76×1266=96.2×10 ³ N	A-02
		柱スパンが15mを越える場合は、上下震度1.0が同時に作用するものとする。	柱スパン:10.0m(Y方向)<15m	A-02 A-04 A-05
3	壁等とのクリアランス	天井面構成部材と壁等との間に告示式により算定した数値以上の隙間が設けられていること。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。	吊り長さ:800mm<3,000mm クリアランス: 2cm	A-02 A-03 A-04 A-05
4	その他の震動及び衝撃	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他、風圧により脱落することのないように、風圧力を考慮した構造耐力上の安全性の確認を行う	該当なし	A-02

1-4 使用材料と許容応力度・許容耐力

鋼材と天井下地、ビスの許容応力度を表 1.2 に示す。なお、本設計例において許容応力度設計を行うための基準強度のうち、建築基準法令に規定のない鋼材の基準強度は、JIS による「降伏点又は耐力」の「降伏点」の値を用いることとする。ただし、SGCC 材及び SGHC 材には、JIS にて降伏点の参考値しか記載がないため、降伏点の参考値を記載している。また、SWRM 材に関しては、JIS G 3505 にて強度の規定が存在しないため、化学組成が近似している SGCC 材の降伏点の参考値を降伏点として採用する。

表 1.2 使用材料と許容応力度・許容耐力

(1) 鋼材

部材	使用材料	基準強度 (N/mm ²)	長期許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度 (N/mm ²)		備考
			圧縮 引張 曲げ	せん断	圧縮 引張 曲げ	せん断	
鋼材	SS400	235	156	90	235	135	t ≤ 40

(2) 天井下地材

部材	使用材料	降伏点 (N/mm ²)	長期許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度 (N/mm ²)		備考
			圧縮 引張 曲げ	せん断	圧縮 引張 曲げ	せん断	
斜め部材 野縁 野縁受け クリップ ハンガー ジョイント材 取付金具	SGCC SGHC	(205)	136	78	205	118	JIS G 3302
吊りボルト	SWRM	(205)	136	78	205	118	JIS G 3505
インサート	SWCH	280	186	107	280	161	JIS G 3507-2

※SWRM材は、SGCC材に倣う

※耐力値による検討を行う部材は、別途メーカーカタログ値による値を採用する

※()内の数値は、JISにおける降伏点の参考値を示す

(3) ビス

部材	径 (mm)	降伏点又 は耐力 (N/mm ²)	長期許容耐力 (N)		短期許容耐力 (N)		備考
			引張	せん断	引張	せん断	
ビス	4	180	900	740	1300	1100	平13国交告1641 第12号第三(※)

※薄板軽量形鋼の厚さがねじ頭側：t=1.2mm、ねじ先側がt=1.0mmとした場合にて算出

※天井仕上材(ボード等)と野縁を止める際の許容耐力は、別途計算の上、算出する

1-5 部材断面性能

斜め部材の設計、接合部材の設計において使用する部材の断面性能を表 1.3 に示す。

表 1.3 部材断面性能表

名称	断面	断面積 (mm ²)		断面二次モーメント (mm ⁴)		断面係数 (mm ³)		断面二次半径 (mm)
		断面積	せん断用断面積	強軸	弱軸	強軸	弱軸	弱軸
斜め材 野縁受け	C-38×12×1.2	72.0	45.6	13590	847	715	90	3.50
斜め材 野縁受け	C-38×12×1.6	94.0	60.8	18300	1080	960	120	3.40
吊りボルト	W1/2	92.5	69.3	682		125.6		2.72

§ 2. 水平方向の地震力算定

2-1 水平震度の算定

検討に用いる水平震度は、平成 25 年国土交通省告示第 771 号第 3 第 2 項第 2 号および平成 12 年建設省告示第 1457 号第 11 第 2 号口に該当するものとして、以下の表に規定される水平震度 k を用いる。

k : 階に応じて次の表に掲げる水平震度

設置階		周期帯		
		1 次共振	2 次共振	剛
上層階	$T_1 \leq T_G$	$2.2r_1Z$	$1.1r_2Z$	0.50
	$T_G < T_1$	$2.2(T_G/T_1)Z$		
中層階	$T_1 \leq T_G$	$1.3r_1Z$	0.66Z	
	$T_G < T_1$	$1.3(T_G/T_1)Z$		
下層階	—	0.50		

この表において、 Z 、 r_1 及び r_2 は、それぞれ次の数値を表すものとする。

Z 令第 88 条第 1 項に規定する Z の数値

r_1 次に定める式によって計算した数値

$$r_1 = \min \left[\frac{1 + 0.125(N - 1)}{1.5}, 1.0 \right]$$
$$r_2 = \min[0.2N, 1.0]$$

N 地上部分の階数

(1) 建物固有周期（昭和 55 年建設省告示第 1793 号第 2 による）

建物高さ： $h=30.35\text{m}$

1 次固有周期： $T_1=h \times (0.02+0.01\alpha)=0.61\text{s}$ ($\alpha=0.0$)

2 次固有周期： $T_2=T_1/3=0.21\text{s}$

(2) 天井固有周期

斜め部材の仮定組数：76 組

天井の剛性は解析モデルを作成することにより算出することも可能であるが、本設計例においては、B 社ユニット試験の結果を用いる。

天井の剛性： $K_{ceil,h}=300\text{kN/m} \times 76 \text{ 組}=22800\text{kN/m}$

天井の質量： $M_{ceil}=189.4\text{kN}/9.8=19.3\text{t}$ （設計例 1-2 と同様）

$$\text{天井の固有周期：} T_{ceil,h} = 2\pi \sqrt{\frac{M_{ceil}}{K_{ceil,h}}} = 0.18\text{s}$$

(3) 共振の判定

剛： $T_{ceil,h}=0.18s > 0.1s$ ∴剛ではない

1次共振： $T_1-0.1=0.51s > T_{ceil,h}=0.18s$ ∴1次共振ではない

2次共振： $\max[T_2-0.1, 0.1]=0.11s \leq T_{ceil,h}=0.18s \leq T_2+0.1=0.31s$
∴2次共振の範囲である

(4) 水平震度 k の算定

$T_G=0.864s$ (第2種地盤)

地域係数 $Z=1.0$

$r_2=\min(0.2N, 1.0)=\min(0.2 \times 9, 1.0)=1.0$

上層階： $k=1.1r_2Z=1.10$

中層階： $k=0.66Z=0.66$

下層階： $k=0.50$

階の範囲の計算

上層階： $0.3(2N+1)=0.3 \times (2 \times 9 + 1)=5.7$ を超えない整数5に1を加えた階から最上階
→地上6階～地上9階(最上階)

下層階： $0.11(2N+1)=0.11 \times (2 \times 9 + 1)=2.09$ を超えない整数2の階から最下階
→地上1階(最下階)～地上2階

中層階：上層階又は下層階以外の階
→地上3階～地上5階

本設計例にて対象とする特定天井は、3階床下部分にある天井(1階見上げ部分の天井であり、2階床が吹き抜けとなっている)であるため2階に設ける天井とみなし、本例では、下層階の「水平震度：0.5」を採用する。

以上より、本設計例にて検討に要する際の水平震度 k は以下の通りとなる。

$k=0.5$

2-2 水平方向の地震力算定

水平方向の地震力算定は、設計例 1-2 と同様とする。ゆえに、本設計例では省略する。

§ 3. 斜め部材の設計

3-1 斜め部材の耐力計算

3-2 斜め部材の組数算定

斜め部材の耐力計算・組数算定は、設計例 1-2 と同様とする。ゆえに、本設計例では省略する。

3-3 斜め部材の配置計画

前節にて算定した斜め部材の組数(76 組)を配置するためにゾーニングを行う。ゾーニングは、以下の条件により行う。

- ・ 基本条件

- (1) 分割する各ゾーニングの大きさは、一体として挙動する一連の天井の面積の 1/4 以下、かつ概ね 50m^2 以下とする
- (2) 各ゾーニングの一辺の長さは、10m 以下とする
- (3) X 方向及び Y 方向ともに、2 列以上に分割する

- ・ その他の条件

- (1) 斜め部材の総数は、X 方向及び Y 方向とも 76 組以上とする
- (2) 分割された各ゾーンには、X 方向及び Y 方向ともに 3 組以上 4 組以下の斜め部材を配置する
- (3) 一組の斜め部材の形状は、V 字状とし、斜め部材の断面は C-38×12×1.2 とする
- (4) 吊り材は、吊りボルト(W1/2)を使用し、その間隔は@900mm 以内とする
- (5) 吊り長さは、800mm とする
- (6) 吊り材は、埋め込みインサートを用いて構造耐力上主要な部分に取り付ける
ただし、やむを得ずあと施工アンカーを用いる場合は、金属系あと施工アンカーとし、その使用箇所数は、吊り材全数に対して 30%以下とする
- (7) 壁、柱等とのクリアランスは 20mm とする(後述する 4-1 節による)

以上により、ゾーニングした結果を図 3.1 に示す。また、図 3.2 には、参考として各ゾーン内に斜め部材を配置した図を示す。

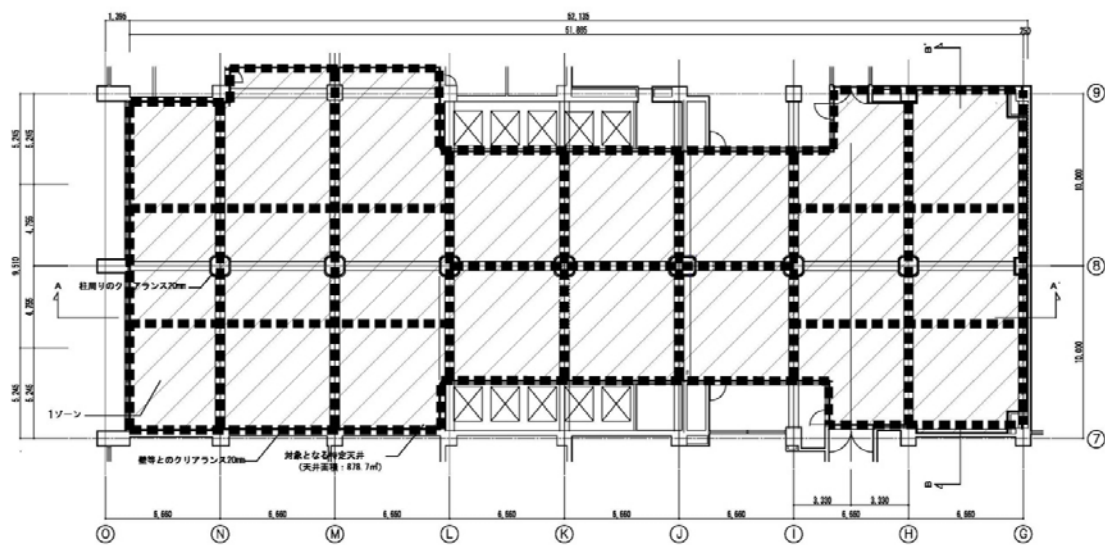
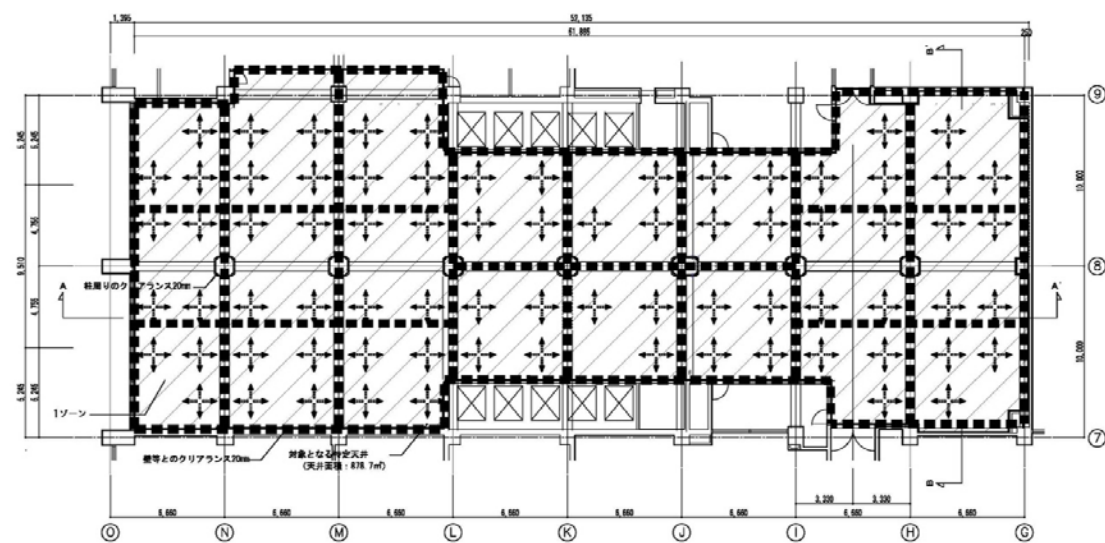


図 3.1 分割したゾーニング図



凡例



図 3.2 【参考】斜め部材の配置図(76 組)

§ 4. クリアランスの設計

4-1 必要クリアランスの算定

天井面構成部材と壁等とのクリアランスは、平成 12 年建設省告示第 1457 号第 11 第 2 号ハに規定される数値以上とする。

(1) 吊り天井の水平変位

簡易スペクトル法を用いる場合の吊り天井の水平変位は、以下の式により算出する。なお、下式における R の数値は、躯体の構造計算書(限界耐力計算)より採用する数値であるが、ここでは安全側の設定として、 $R=1/200$ とした。

$$d_{cl} = \frac{3}{2} \times \left(\frac{T_{cl}}{2\pi} \right)^2 \times a_{cl} + \frac{3}{2} \times L_{cl} \times R$$

d_{cl} : 天井面構成部材と壁等との隙間

T_{cl} : 吊り天井の水平方向の固有周期(0.18s)

a_{cl} : 水平方向の加速度

簡易スペクトル法では、直接水平方向の加速度を算出しないため、本設計例では、水平方向の地震力 kW から算定した換算水平加速度を用いる。

$$kW = M_{ceil} \times a_{cl}$$

$$a_{cl} = \frac{kW}{M_{ceil}} = \frac{k \times 9.8 \times M_{ceil}}{M_{ceil}} = 9.8 \times k = 4.9\text{m/s}^2$$

L_{cl} : 衝突が生じないことを確かめる位置での吊り長さ

R : 令第 82 条の 5 第 3 号の規定により求めた建築物の層間変位の各階の高さに対する割合

$$d_{cl} = \frac{3}{2} \times \left(\frac{0.18}{2\pi} \right)^2 \times (4.9 \times 10^2) + \frac{3}{2} \times 80 \times 1/200 = 1.2\text{cm}$$

(2) 必要クリアランス

上記の結果より、天井面構成部材と壁等とのクリアランスは 2cm とする。

§ 5. 接合部材の設計

5-1 接合部材の耐力計算

接合部材の設計は、設計例 1-2 と同様とする。ゆえに、本設計例では省略する。

5-2 天井の耐力計算

天井の耐力計算は、設計例 1-2 と同様とする。ゆえに、本設計例では省略する。

§ 6. 設計図面

6-1 設計図面について

次ページ以降に、設計図面を添付する。設計図面の構成は、特記仕様書、標準仕様図、天井伏図(ゾーニング)となっている。また、ゾーニングの考え方をもとにして、斜め部材を天井伏図に配置したものも併せて示すので参考にされたい。

特記仕様書（吊り天井の脱落対策）

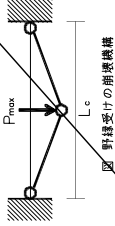
1. 特記仕様

- (1) 項目は、番号に○印のついたものを適用する。
(2) 特記事項は、■印を適用する。

項目	特記事項								
① 特定天井	■ 吊り天井 ■ 在来工法 ロシステム天井 □ その他の天井 () ■ 居室、廊下その他の人が日常立ち入る場所 □ 居室 □ 廊下 ■ 人が日常立ち入る場所 (事務所ビルのエントランスロビー) ■ 高さが6mを超える天井の部分で、水平投影面積が200㎡を超える部分を含む ■ 天井高さ (6.245m) ■ 天井の水平投影面積 (878.7㎡) ■ 天井面構成部材等の1㎡当たりの平均質量 (以下、単位面積質量) が2kgを超える ■ 単位面積質量 (22.0kg/㎡)								
2 耐久性等関係規定	□ 天井で特に腐食、腐朽その他の劣化のおそれのあるものには、腐食、腐朽その他の劣化を生じにくい材料又は有効なさび止め、腐食その他の有効な劣化防止のための措置を施した材料を使用する								
③ 設計ルート	■ 構造躯体の計算ルート (□ 4号建物 □ ルート1 □ ルート2 ■ ルート3 □ 限界耐力計算 □ 時刻歴応答解析) ■ 構造躯体の構造計算がルート1、ルート2又はルート3又は4号建物の場合：仕様ルート又は計算ルート ■ 構造躯体の構造計算が限界耐力計算の場合：応答スペクトル法 (ただし、層間変形角が1/200以下の場合、仕様ルート又は計算ルート (水平震度法、簡易スペクトル法) による検証も可) ■ 構造躯体の構造計算が時刻歴応答解析：特殊計算ルート (ただし、非定常性能評価機関が定める業務方針に基づき、仕様ルート又は計算ルートによる検証も可) □ 仕様ルート (仕様規定) □ 計算ルート (水平震度法) □ 計算ルート (簡易スペクトル法) □ 計算ルート (応答スペクトル法) □ 特殊計算ルート (時刻歴応答解析等) □ 落下防止措置 (※注 既存建築物に対し、建築等の一定の建築行為を行う場合にのみ選択可能)								
4 仕様ルート	□ 以下の特記事項により、仕様ルートの規定に適合していることを確認 ・地上部分の階数 (階) ・天井面が位置する階数 (階) ・天井面構成部材等の単位面積質量 (□ kg/㎡) ・天井材の相互緊密接合部材 (□ ポルト □ おねじ □ その他の接合材 ()) ・吊り材 (□ 吊りボルト (□ W3/8 □ W1/2) □ 吊りボルト同等品以上 ()) ・吊り材の取り付け位置 (□ 構造耐力上主要な部分 (スラブ、一部大梁) □ 天井の支持構造部) ・斜め部材及び吊り材の取り付け方法 (□ 埋め込みインサート □ ポルト □ その他の接合材 ()) ・吊り材の配置方法 (□ 本数 本/㎡ □ 配筋方向に釣り合い良く配筋) ・天井面の段差等 (□ 有り (段差スリット □ 有り □ 無し) □ 無し) ・吊り長さ (□ m □ 概ね均一) ・斜め部材の配置 (□ 組 □ 釣り合い良く配置) ・型等とのクリアランス (□ 6cm □ 特別な調査又は研究 (cm)) 1. 水平震度の算定 検討に用いる水平震度は、平成25年国土交通省告示第771号第3第1項9号に規定される水平震度kを用いる k：階に応じて次の表に掲げる水平震度 <table border="1"> <thead> <tr> <th>階</th><th>水平震度</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(一) 0.3(2N+1)を超えない整数に1を加えた階から最上階</td><td>2.2r</td></tr> <tr> <td>(二) (一)又は(三)以外の階</td><td>1.3r</td></tr> <tr> <td>(三) 0.11(2N+1)を超えない整数の階から最下階</td><td>0.5</td></tr> </tbody> </table> 上記表にて、 (一) 0.3(2N+1)=0.3×(2+1)= → 地上 階～地上 階(最上階) (三) 0.11(2N+1)=0.11×(2+1)= → 地上 階(最下階)～地上 階 (二) (一)又は(三)以外の階 → 地上 階～地上 階	階	水平震度	(一) 0.3(2N+1)を超えない整数に1を加えた階から最上階	2.2r	(二) (一)又は(三)以外の階	1.3r	(三) 0.11(2N+1)を超えない整数の階から最下階	0.5
階	水平震度								
(一) 0.3(2N+1)を超えない整数に1を加えた階から最上階	2.2r								
(二) (一)又は(三)以外の階	1.3r								
(三) 0.11(2N+1)を超えない整数の階から最下階	0.5								

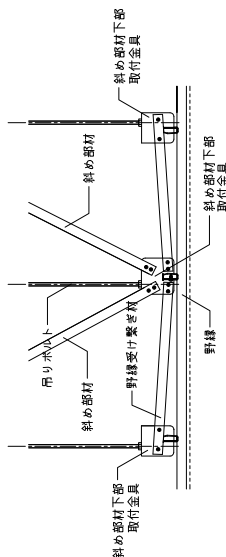
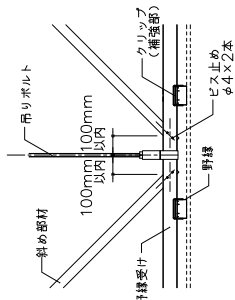
項目	特記事項
	本設計例にて対象とする特定天井は、階床下部分にある天井（階床上げ部分の天井）であるため、本例では、() の「水平震度： 」に該当する 以上より、本特定天井の検討に使用する水平震度kは以下の通りとなる k= 2. 地震量の算定 本節では、前面にて算定した水平震度kに乘じる地震量を算定する。 ここで対象とする地震量は、平成25年国土交通省告示第771号第3第1項4号に規定される天井面構成部材及び天井面構成部材に地震その他の震動伝が衝撃により生ずる力を負担させるもの地震量Wを指す (1) エントランスホールの天井材について ・天井面積： ㎡ ・天井高さ：CH mm ・吊り長さ： mm ・柱スパン： m(X方向)、 m(Y方向) ・単位質量： $\gamma = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ $\gamma = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ $\gamma = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ $\gamma = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ $\Sigma \gamma = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \rightarrow \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ 仕様ルートでは、天井面構成部材等の単位面積あたりの質量が20kg以下とされているため、その確認を行う（平成25年国土交通省告示第771号第3第1項5号の規定） $\Sigma \gamma = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \leq 20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \therefore \text{OK}$ (2) 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伝が衝撃により生ずる力を負担させるもの地震量W $\text{地震量} : W = (\times 9.8 \times 10^{-3}) \times \text{KN}$ 3. 斜め部材の組数算定 斜め部材の組数は、平成25年国土交通省告示第771号第3第1項9号に規定される二本の斜め部材から構成される組数nとする (1) 斜め部材の算定 ・斜め部材： 断面積：A_b = mm² 断面二次モーメント：I = 0mm⁴ 断面二次半径：i = mm 斜め部材の長さ：L_b = $\sqrt{ \frac{ \text{mm}^2 }{ \text{mm}^2 } } \times 10^{-3} = \text{mm}$ 細長比：λ_b = L_b × 10³ / i = 水平面に對する斜め部材のなす角度：θ = (sin θ = , cos θ = , tan θ =) 限界細長比：λ = $\frac{1.500}{1.5} = \leq \lambda_b \therefore \text{OK}$ (2) 斜め部材の組数の算定 ・二本の斜め部材から構成される組数n $n = \frac{kW}{3.4B} \cdot \gamma \cdot L_b^3$ $k : \text{水平震度 (=)}$ $W : \text{天井面構成部材等の地震量 (= KN)}$ $B : \text{斜め部材の断面形状及び寸法に依る係数 (= 1 / I_0)}$ $\gamma : \text{斜め部材の水平投影長さ}$ $L_b : \text{斜め部材の細長比に依る係数}$ $L : \text{斜め部材の長さ (m)}$ $\alpha = \text{ (平成25年国土交通省告示第771号第3第1項9号の表の () を使用)}$ $B = \text{m}$ $\gamma = 1.0 (\lambda \approx 130)$ $L_b = \text{mm}$ $n = \frac{kW}{3.4B} \cdot \gamma \cdot L_b^3 = \text{組}$ ゆえに、組の斜め部材を釣り合い良く配置すればよい。

一般建築士 大正建築 第 123456号	OO OO	工事名称	建築名称	図面番号	図面番号
一般建築士 大正建築 第 123456号	OO OO	建築名称	建築名称	図面番号	図面番号
一般建築士 大正建築 第 123456号	OO OO	建築名称	建築名称	図面番号	図面番号
一般建築士 大正建築 第 123456号	OO OO	建築名称	建築名称	図面番号	図面番号

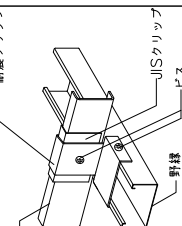
項目	特記事項	項目	特記事項
4. 天井材の緊結 天井が十分な耐震性を確保するために必要となる各部材の接合部耐力の検討を行う (1) ハンガー ハンガーについては、 野縁受け方向：斜め部材は直接野縁受けに取り付ける 野縁方向：斜め部材は専用の取付金具を用いて野縁受けに取り付ける こととしているため、ハンガーが直接地盤力を負担することはない ただし、本設計例では、外組によるハンガーの剛度やそれに伴う野縁受けの外れを防止するため、 A社製品の耐震性を有するハンガー（ビス止め）を使用する これにより、ハンガーは吊り材と野縁受けを緊結していると判断する (2) クリップ（野縁と野縁受けの接合部） $F_e = \frac{KW}{\alpha \cdot n} \cdot 10^3$ F_e ：クリップ1個あたりに加わる地盤力 (N) α ：斜め部材の下端の近傍に設けるクリップの個数 T_c ：クリップの許容耐力 (N)（社製品カタログ値） 野縁受け方向：N 野縁方向：N $\alpha = \text{個 (野縁受け方向)}$ 個 (野縁方向：地盤力を分配させるため、野縁受け寄り材を配置する) ・野縁受け方向 $F_e = \frac{KW}{\alpha \cdot n} \cdot 10^3 \leq T_c = N \therefore \text{OK}$ ・野縁方向 $F_e = \frac{KW}{\alpha \cdot n} \cdot 10^3 \leq T_c = N \therefore \text{OK}$ (3) 斜め部材の上端及び下端の接合部 $F_b = \frac{KW}{b \cdot n} \cdot 10^3$ F_b ：斜め部材の上端及び下端の接合部に加わる地盤力 (N) 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 T_b ：斜め部材の上端及び下端の接合部許容耐力 (N)（社製品カタログ値） ・斜め部材の上端接合部の緊結 $F_{bu} = \frac{KW}{\alpha \cdot n} \cdot 10^3 \leq T_{bu} = N \therefore \text{OK}$ ・斜め部材の下端接合部の緊結 $F_{bd} = \frac{KW}{\alpha \cdot n} \cdot 10^3 \leq T_{bd} = N \therefore \text{OK}$ ・斜め部材と野縁受けとの緊結（野縁方向） なお、上記における野縁方向の斜め部材の下端接合部に加わる地盤力 F_{bd} は、緊結された取付金具を介して野縁受けの野縁方向に外力として作用することとなる。 仕様ルールでは、斜め部材の圧縮耐力を、その周辺部材がすべて伝達し、耐力を処理できるものを用いることが前提条件である。 本設計例では、野縁受け面に野縁に平行に野縁受け寄り材を配置し、野縁方向の斜め部材の下端接合部に加わる地盤力 F_{bd} は、Nに対して、本の野縁受けに負担させる設計とする(A-**参照)。 また、野縁方向における野縁受けの設計に関しては、メカニズム時(図 野縁受けの剛接合機構 参照)の耐力を考慮力と見なすことができ、その2/3を許容耐力とできることが、社製品の天井ユニット試験により確かめられているので、本設計例においては、この値を採用する。なお、類似の試験結果は、既往の研究(2)が参考となる。 【引用文献】 1) 近江 雄次郎 示統 正次郎 佐藤 孝幸：部分天井試験を用いた動的および静的変換、強化されたクリップを用いた変換天井に関する研究、第13回日本建築学会学術講演集、pp.577-578、2012.09 2) 佐藤 孝幸 示統 正次郎 佐藤 孝幸：変換天井の動的変換による変換天井の耐力強化に関する研究、第13回日本建築学会学術講演集、pp.879-880、2012.09 ・野縁受け： 野縁のピッチ：0 mm $M_e = \sigma_y \times Z_p = \frac{x}{L_e} \times \frac{x}{L_e} = N \cdot \text{mm}$ $P_e = 8 \times M_e / L_e = \frac{x}{L_e} \times \frac{x}{L_e} = N$	 $P_e = \frac{2}{3} \times \sigma_p = \frac{2}{3} \times N$ σ_p ：天井下地材における隆起点の値(N/mm ²) Z_p ：野縁受けの弾性断面係数(mm ³) M_e ：野縁受けの弾性モーメント(N・mm) L_e ：野縁のピッチ(mm) P_e ：野縁受け1本あたりの弾性耐力(N) P_e ：野縁受け1本あたりの許容耐力(N) ・野縁方向の斜め部材の下端接合部に加わる地盤力： $F_{bd} = N$ この F_{bd} を野縁受けで負担する。 設計用定荷重 $P_e = F_{bd} / \text{個} = N$ $\frac{P_e}{P_b} = \frac{N}{N} \leq 1.0 \therefore \text{OK}$ であるため、斜め部材からの耐力は野縁受けで負担されればよい(野縁のピッチを0 mmとした場合)。 ・斜め部材と野縁受けとの緊結（野縁受け方向） 野縁受けの弾性モーメント(例えば、連続耐力降下等)を行い、緊結されていることを確認した 社製品のカタログに記載のある接合方法を用いる(A-**参照)。 5. 吊り材及び斜め部材の取付け方 吊りボルトと構造耐力上主要な部分等の接合部について、上記4. 天井材の緊結」に記載した考え方と同様に検討を行う $F_v = \frac{W}{m} \cdot 10^3 + \frac{KW \cdot \tan \theta}{b \cdot n} \cdot 10^3$ $F_h = \frac{KW}{b \cdot n} \cdot 10^3$ $\sqrt{\left(\frac{F_v}{P}\right)^2 + \left(\frac{F_h}{Q}\right)^2} \leq 1.0$ F_v ：吊り元の接合部に加わる鉛直方向の耐力 (N) F_h ：吊り元の接合部に加わる水平方向の耐力 (N) P：吊り元の接合部の許容耐力 (= N) Q：吊り元の接合部の許容せん断耐力 (= N) b：斜め部材の上端の接合部に取り付く部材の本数に応じて定める値 (=2) m：吊りボルトの本数 $m = \frac{F_v}{P} / \left(\frac{F_h}{Q} \right) = \text{本}$ $F_v = \frac{W}{m} \cdot 10^3 + \frac{KW \cdot \tan \theta}{b \cdot n} \cdot 10^3 \leq 1.0 \therefore \text{OK}$ $F_h = \frac{KW}{b \cdot n} \cdot 10^3 \leq 1.0 \therefore \text{OK}$ $\sqrt{\left(\frac{F_v}{P}\right)^2 + \left(\frac{F_h}{Q}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{W}{mP}\right)^2 + \left(\frac{KW \cdot \tan \theta}{bQn}\right)^2} \leq 1.0 \therefore \text{OK}$ □ 以下の特記事項により、水平震動法の規定に適合していることを確認 ・吊り材、斜め部材、その他の天井材の設置 (□ 釣り合い良く設置) ・吊り材を取り付ける天井の支持構造の剛性 (□ 十分な剛性を有する) □ 構造耐力上主要な部分に取り付ける ・天井面構成部材の剛性及び強度 (□ 十分な剛性及び強度を有する) ・天井の許容耐力 □ 告示方式により算定した数値以上 (k=) □ 地盤力 (kN) = $K \times V$ が天井の許容耐力 ($Q_A = \text{kN}$) を超えない □ 柱スパン (m) による、上下震度 $k_v = 1.0$ 以上 (□ 考慮) □ 非考慮 ・壁等とのクリアランス (□ cm □ 特別な調査又は研究 (cm)) ・その他の震動及び衝撃 (□ 適切に考慮)		
5. 計算ルール (水平震動法)	□ 以下の特記事項により、水平震動法の規定に適合していることを確認 ・吊り材、斜め部材、その他の天井材の設置 (□ 釣り合い良く設置) ・吊り材を取り付ける天井の支持構造の剛性 (□ 十分な剛性を有する) □ 構造耐力上主要な部分に取り付ける ・天井面構成部材の剛性及び強度 (□ 十分な剛性及び強度を有する) ・天井の許容耐力 □ 告示方式により算定した数値以上 (k=) □ 地盤力 (kN) = $K \times V$ が天井の許容耐力 ($Q_A = \text{kN}$) を超えない □ 柱スパン (10 m) による、上下震度 $k_v = 1.0$ 以上 (□ 考慮) □ 非考慮 ・壁等とのクリアランス (□ cm □ 特別な調査又は研究 (cm)) ・その他の震動及び衝撃 (□ 適切に考慮)	⑥ 計算ルール (応答スペクトル法) □ 以下の特記事項により、簡易スペクトル法又は応答スペクトルの規定に適合していることを確認 ・天井面構成部材の剛性及び強度 (□ 十分な剛性及び強度を有する) ・天井の許容耐力 □ 告示方式により算定した数値以上 (k=0.5) □ 地盤力 (kN) = $K \times V$ が天井の許容耐力 ($Q_A = 96.2 \text{ kN}$) を超えない □ 柱スパン (10 m) による、上下震度 $k_v = 1.0$ 以上 (□ 考慮) □ 非考慮 ・壁等とのクリアランス (□ 2cm □ 特別な調査又は研究 (cm)) ・その他の震動及び衝撃 (□ 適切に考慮)	

項目		特記事項		項目		特記事項	
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇
一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	〇〇 〇〇	一般設計士 大企業専任 第 123456号	〇〇 〇〇	〇〇	

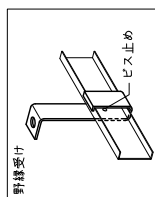
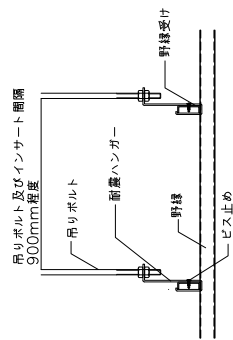
■斜め部材下部納まり図(野縁受け方向)



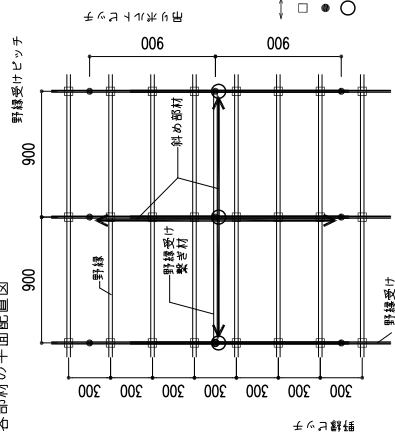
■ クリップ納まり 図 1	□ クリップ納まり 図 2
---------------	---------------



■ハンガー納まり ☒ 又



■各部材の平面配置図



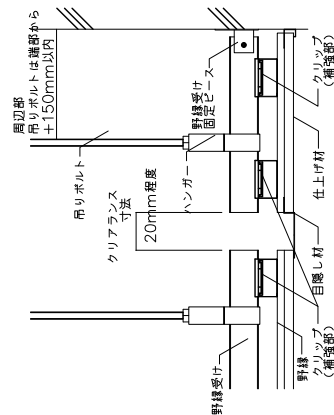
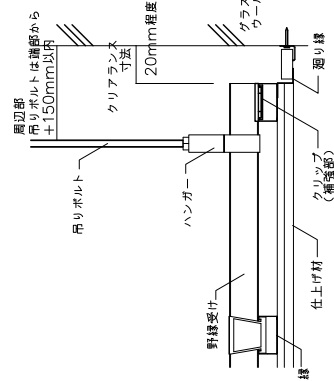
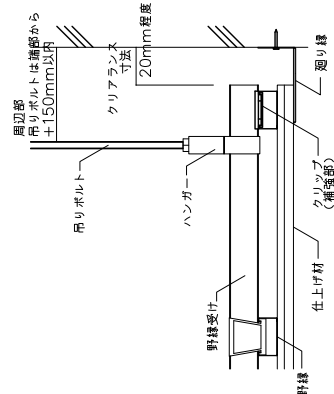
端部クリアランス

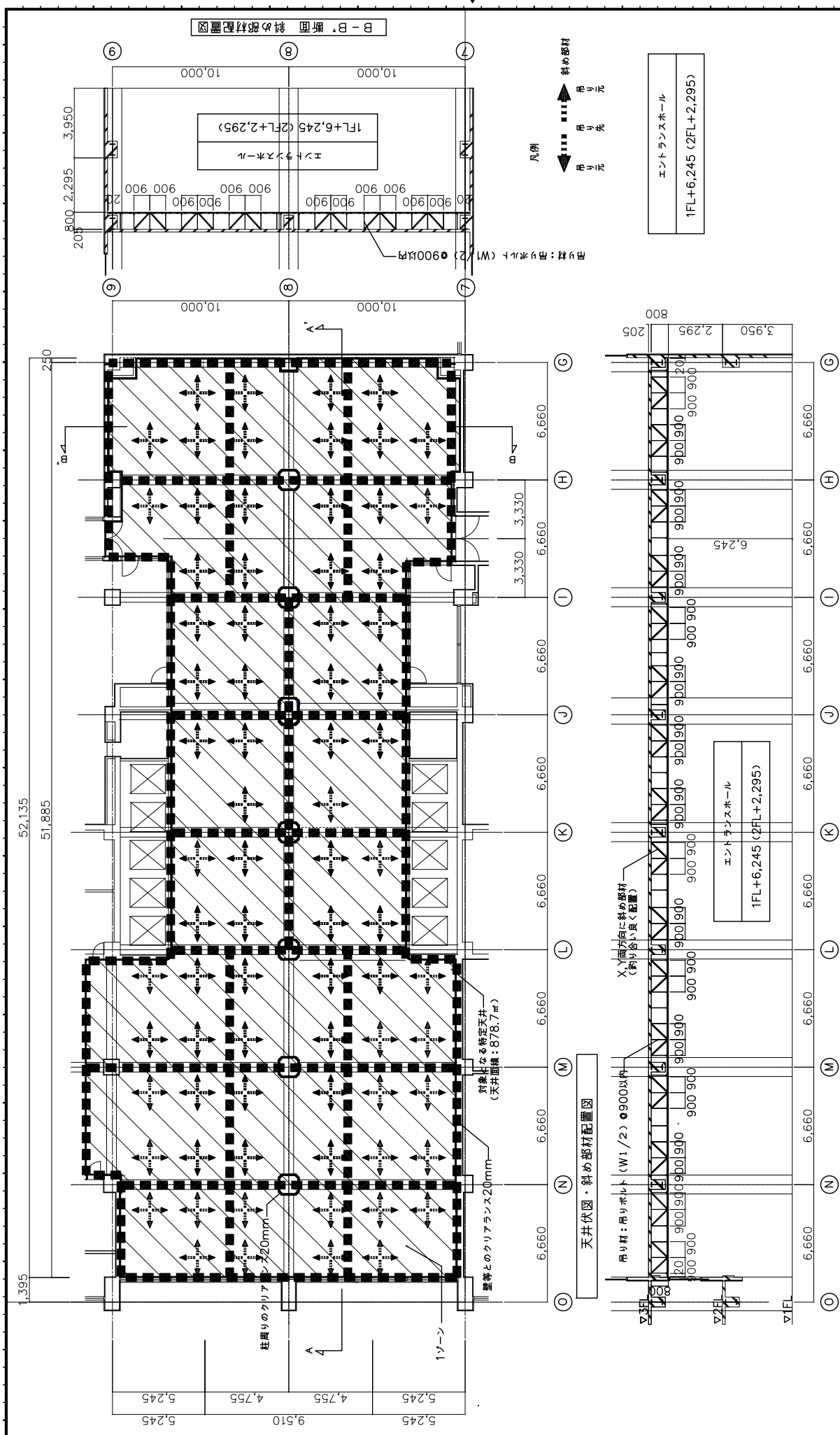
クリアランス例

廻り縁を使用した場合-1

廻り縁を使用した場合-2

スリットを設けた場合

[illegible]



A-A'断面 斜め部材配置図

特記なき限り、下記による。

1. 斜め筋材の数は、X、Y方向とも76組以上とする。
2. 分割された各ゾーンには、X、Y方向とも3組以上組以下の斜め筋材を配置する。
3. 一般の斜め筋材の形状はV字状とし、斜め筋材の断面は $0-38 \times 12 \times 1.2$ とする。
4. 吊り材は、吊り部材(W1/2)を使用し、その間隔は900mm以内とする。
5. 吊り筋さは、800mmとする。

参考文献

6. 吊り材は、埋め込みインサートを用いて、被吊物に力上主要な部分に取り付ける。ただし、やむを得ず、施工アンカーを用いる場合は、金属系あと施工アンカーとし、その使用箇所数は、吊り材全数に対して30%以下とする。
7. 壁、柱等とのクリアランスは20mmとする。
8. 施工にあたっては、施工図を作成し、製造者の承認を受けなければならない。

[illegible]