

ISSN 1346-7328
国総研資料 第751号
平成25年 9月
ISSN 0286-4630
建築研究資料 第146号
平成25年 9月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.751

September 2013

建築研究資料

Building Research Data

No.146

September 2013

建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説

Practical Guide on the Technical Standards concerning Measures to Prevent the Fall of Ceilings in Buildings

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

独立行政法人 建築研究所

Building Research Institute
Incorporated Administrative Institution, Japan

はしがき

東日本大震災等における天井脱落被害を踏まえ、その防止を図るための技術基準の整備に資するため、国土交通省の建築基準整備促進事業における課題として、「地震被害を踏まえた非構造部材の基準の整備に資する検討（平成23年度）」及び「吊り天井の耐震設計に係る基準の高度化に資する検討（平成24年度）」が実施された。独立行政法人建築研究所（以下「建築研究所」という。）は、かねてより、実大振動実験の実施など天井の脱落被害対策に関する調査研究に積極的に取り組んできたが、平成23年度以降においては、「地震被害を踏まえた非構造部材の耐震性に関する研究」及び「天井の耐震設計に係るモデル化・諸元の設定方法等に関する研究」を実施している。上述の建築基準整備促進事業は、いずれも、事業主体である一般社団法人建築性能基準推進協会と建築研究所のこれらの課題に係る共同研究として実施したものであり、検討は、「地震による天井脱落対策に関する検討委員会（委員長：坂本功 東京大学名誉教授）」及び「地震による天井脱落対策の実務的な課題に関する検討会（主査：清家剛 東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授）」において、国土技術政策総合研究所も参加して行われた。

平成25年に、改正された建築基準法施行令に基づく大臣告示として公布された「建築物における天井脱落対策に関する技術基準」（平成25年国土交通省告示第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」ほか）は、上述の建築基準整備促進事業の調査研究等を踏まえ、国土技術政策総合研究所が、建築研究所の技術的支援を得て、技術基準原案を策定したものである。当該技術基準原案の検討にあたっては、国土技術政策総合研究所に設置した建築構造基準委員会（委員長：久保哲夫 東京大学名誉教授）において審議をしていただいた。

本資料は、新たな技術基準に基づいて行われる天井に係る設計・施工、確認審査、製品開発等の実務において参考となるよう、技術基準に関する逐条的な解説並びに天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法を両研究所においてとりまとめたものである。本資料の作成にあたっては、上記調査研究の報告書に整理されている技術的知見のほか、国土交通省住宅局の補助事業により一般社団法人新・建築士制度普及協会が実施した天井の部材・接合部等の耐力・剛性の設定方法に関連する試験のデータを参考にし、また、国土交通省住宅局、学識経験者、関係団体等からいただいたご意見や資料等の内容も反映されたものとなっている。

坂本功名誉教授、清家剛准教授及び元結正次郎東京工業大学大学院総合理工学研究科教授からは、関係する調査研究の段階から多くの的確なご助言をいただき、また、設計・施工、確認審査、天井部材製造者の関係団体からも多大なご協力をいただいたことについて厚く御礼申し上げたい。

幅広い関係者に本資料を参考にいただき、今後、新たな技術基準に基づく建築物における天井脱落対策が円滑に進むことを期待します。

国土交通省国土技術政策総合研究所副所長 金井 昭典
独立行政法人建築研究所理事長 坂本 雄三

建築物の天井脱落対策に関する技術基準の解説

執筆者一覧

(順不同)

向井 昭 義	国土技術政策総合研究所建築研究部長
安 藤 恒 次	国土技術政策総合研究所基準認証システム研究室長
脇 山 善 夫	国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター主任研究官
壁谷澤寿一	国土技術政策総合研究所建築研究部研究官
東 條 旭	国土技術政策総合研究所建築研究部研究官
福 山 洋	独立行政法人建築研究所構造研究グループ長
五 條 渉	独立行政法人建築研究所住宅・都市研究グループ長
長谷川直司	独立行政法人建築研究所建築生産研究グループ長
長 谷 川 隆	独立行政法人建築研究所構造研究グループ主任研究員
喜々津仁密	独立行政法人建築研究所構造研究グループ主任研究員
石 原 直	独立行政法人建築研究所建築生産研究グループ主任研究員

建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説 目次

はじめに.....	1
第Ⅰ編 建築物における天井脱落対策に係る技術基準の逐条解説.....	5
第1章 技術基準の構成.....	7
1－1 技術基準の概要.....	7
1－2 技術基準の根拠規定（政令）.....	9
1－3 用語の定義.....	11
1－4 特定天井の範囲.....	14
1－5 耐久性等関係規定.....	21
第2章 仕様ルート.....	22
2－1 天井面構成部材等の単位面積質量.....	22
2－2 天井材の緊結.....	23
2－3 支持構造部の仕様.....	28
2－4 吊り材の規格.....	29
2－5 吊り材及び斜め部材の取付け方法.....	29
2－6 吊り材の配置方法.....	32
2－7 天井面の段差等.....	32
2－8 吊り長さ.....	33
2－9 斜め部材の配置.....	34
2－10 天井面構成部材と壁等とのクリアランス.....	40
2－11 屋外に面する天井の仕様.....	43
第3章 計算ルート.....	44
3－1 水平震度法.....	45
3－1－1 概要.....	45
3－1－2 天井面構成部材の各部分の剛性及び強度.....	45
3－1－3 地震動に対する安全性の検証.....	46
3－1－4 天井面構成部材と壁等とのクリアランス.....	48
3－1－5 風圧並びに地震以外の震動及び衝撃の適切な考慮.....	48

3-2	応答スペクトル法及び簡易スペクトル法.....	50
3-2-1	概要.....	50
3-2-2	天井面構成部材の各部分の剛性及び強度.....	50
3-2-3	地震動に対する安全性の検証.....	51
3-2-4	天井面構成部材と壁等とのクリアランス.....	57
3-2-5	風圧並びに地震以外の震動及び衝撃の適切な考慮.....	57
参 考	平成25年国土交通省告示第771号【再掲】.....	58
3-3	限界耐力計算を用いて構造計算した建築物の検証方法.....	62
3-4	免震建築物の検証方法.....	63
3-5	プレストレストコンクリート造の建築物の検証方法.....	65
3-6	エネルギー法を用いて構造計算した建築物の検証方法.....	66
第4章	大臣認定ルート.....	67
第5章	既存建築物に対する落下防止措置.....	69
第6章	確認申請手続き.....	72
第Ⅱ編	天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法.....	83
第1章	試験・評価の概要.....	86
1-1	試験・評価法の種類.....	86
1-2	天井告示に定める計算ルートとの関係.....	87
1-3	本編に掲げる方法以外の試験・評価法の取り扱い.....	87
第2章	部材単体の試験・評価.....	88
2-1	天井下地材の試験・評価.....	88
第3章	接合部の試験・評価.....	90
3-1	吊りボルトの上端接合部の試験.....	90
3-2	クリップの接合部の試験.....	91
3-3	ハンガーの接合部の試験.....	96
3-4	斜め部材の上端接合部の試験.....	99
3-5	斜め部材の下端接合部の試験.....	101
3-6	接合部の許容耐力・剛性の評価.....	104
3-7	天井全体の許容耐力・剛性の評価.....	107

第4章 天井ユニットの試験・評価.....	110
4-1 天井ユニットの試験	110
4-2 天井全体の許容耐力・剛性の評価.....	113

はじめに

建築基準法施行令第39条第1項においては、「…内装材…その他これらに類する建築物の部分…は、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によつて脱落しないようにしなければならない」と規定されており、天井についても脱落対策を講じることが求められていたが、これを担保する詳細な基準は示されていなかった。

平成13年の芸予地震における体育館等の大空間建築物における天井落下、平成15年の十勝沖地震における空港ターミナルビル等の天井の崩落、平成17年の宮城県沖の地震時におけるスポーツ施設の天井の落下など、過去、数次の地震において天井の脱落の被害が報告されたことを踏まえ、これまで国土交通省において、振れ止めの設置、クリアランスの確保等についての技術的助言の発出などにより、大規模空間を持つ建築物の天井の崩落対策が進められてきたところであるが、平成23年3月11日に発生した東日本大震災及びその余震時においては、体育館、大規模ホール等の多数の建築物において天井が脱落し、かつてない規模で甚大な人的・物的被害が発生した。



写真 1.1 体育館（在来工法の天井）の被害



写真 1.2 体育館（システム天井）の被害



写真 1.3 大規模ホールの被害



写真 1.4 空港ロビーの被害

東日本大震災における天井の被害

これらの被害に鑑み、平成23年度建築基準整備促進事業（国土交通省）により、一般社団法人建築性能基準推進協会が、これまで天井落下に関して実大振動実験の実施などの研究実績を有する独立行政

法人建築研究所との共同研究として「地震による天井脱落対策に関する検討委員会（委員長：坂本功 東京大学名誉教授）」を設置して行った調査研究等を踏まえ、国土技術政策総合研究所に設置した建築構造基準委員会（委員長：久保哲夫 東京大学名誉教授）における技術的検討に基づき、平成24年7月に「建築物における天井脱落対策試案」がとりまとめられた。

この試案について同年7月31日から9月19日まで意見募集（パブリックコメント）が実施され、寄せられた意見や平成24年度建築基準整備促進事業による調査研究を踏まえ、国土技術政策総合研究所が（独）建築研究所の技術的支援を得て追加の技術的検討を行い、平成25年2月に建築基準法施行令及び関連省令の改正案並びに関連告示の制定・改正案が作成された。

さらに、この政省令・告示案について同年2月28日から3月29日まで再度の意見募集（パブリックコメント）が実施され、寄せられた意見等を踏まえた最終的な検討を経て、同年7月12日に建築基準法施行令の一部を改正する政令（平成25年政令第217号）及び建築基準法施行規則及び建築基準法に基づく指定資格検定機関等に関する省令の一部を改正する省令（平成25年国土交通省令第61号）が公布され、同年8月5日に天井脱落対策に係る一連の技術基準告示が公布された（施行日は平成26年4月1日）。これにより、建築基準法施行令第39条に第3項が新設され、大臣が指定する「特定天井」について、同項の規定に基づき大臣が定める技術基準に従って脱落防止対策を講ずべきことが定められるとともに、時刻歴応答計算等の構造計算の基準に天井の脱落防止の計算を追加する等の改正が行われた。

これら天井脱落対策に係る建築基準法施行令及び同施行規則の関係条項並びに関係技術基準告示は、以下のとおりである。

＜建築基準法施行令＞

第36条第1項、第39条第3項及び第4項、第81条第1項、第82条の5、第137条の2

＜建築基準法施行規則＞

第1条の3、第3条の2、第二号様式、第十九号様式、第二十六号様式

＜関係技術基準告示＞

告示名（告示番号）	関係根拠規定
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）	令第39条第3項
超高層建築物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（平成12年建設省告示第1461号）	令第81条第1項第四号
損傷限界変位、 Td 、 Bdi 、層間変位、安全限界変位、 Ts 、 Bsi 、 Fh 及び Gs 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（平成12年建設省告示第1457号）	令第82条の5第七号
免震建築物の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の件（平成12年建設省告示第2009号）	令第81条第2項第一号ロ
プレストレストコンクリート造の建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の件（昭和58年建設省告示第1320号）	令第81条第2項第一号ロ
エネルギーの釣合いに基づく耐震計算等の構造計算を定める件（平成17年国土交通省告示第631号）	令第81条第2項第一号ロ

建築物の倒壊及び崩落、屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁の脱落並びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱落のおそれがない建築物の構造方法に関する基準並びに建築物の基礎の補強に関する基準を定める件（平成17年国土交通省告示第566号）	令第137条の2第一号ハ、第二号ロ及び第三号イ
建築基準法施行令第36条の2第五号の国土交通大臣が指定する建築物を定める件（平成19年国土交通省告示第593号）	令第36条の2第五号
確認審査等に関する指針（平成19年国土交通省告示第835号）	法第18条の3第1項

本解説は、建築物における天井脱落対策に係る設計や審査の実務において参考となるよう、政令・省令・告示に定められた各規定の解釈や技術上の留意事項をとりまとめたものであり、政省令・告示案に対する意見募集の結果（寄せられた意見の概要及びそれに対する考え方）の中で示されている技術解説書に対応するものである。

第Ⅰ編においては、建築物における天井脱落対策に係る技術基準を逐条的に解説しており、また、第Ⅱ編においては、当該技術基準に関連する参考資料として、「天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法」を掲載している。

第Ⅰ編 建築物における天井脱落対策に係る技術基準の逐条解説

第1章 技術基準の構成

1-1 技術基準の概要

今回、建築基準法に基づいて新たに規定された「建築物における天井脱落対策に係る技術基準」においては、「脱落によって重大な危害を生ずるおそれがある天井」が適合すべき「構造耐力上安全な天井の構造方法」を定めている。

「脱落によって重大な危害を生ずるおそれがある天井」（「特定天井」と略称されている）は、天井の高さ、水平投影面積及び単位面積質量という客観的な指標を用いて定義されており、具体的には、6 m超の高さにある、水平投影面積200㎡超、単位面積質量 $2\text{ kg}/\text{m}^2$ 超の吊り天井で、人が日常利用する場所に設置されているものと規定されている。（第1章1-4参照）

また、構造耐力上安全な天井の構造方法としては、

- ① 一定の仕様に適合するもの【仕様ルート】（第2章参照）
- ② 計算により構造耐力上の安全性を検証するもの【計算ルート】（第3章参照）

が示されており、いずれの方法についても、斜め部材（ブレース）等により地震力等による天井の振れを抑制し、併せて天井面と壁等との間に一定の隙間（クリアランス）を設けることにより、天井材の損傷ひいては脱落の防止を図ることを基本的な考え方としている。

ただし、天井の脱落対策については、今後の技術開発の余地が大きいため、その促進を図る観点から、こうした考え方とは異なる構造方法であっても、別途、国土交通大臣の認定を受けたものであれば採用できることとされている。【大臣認定ルート】（第4章参照）

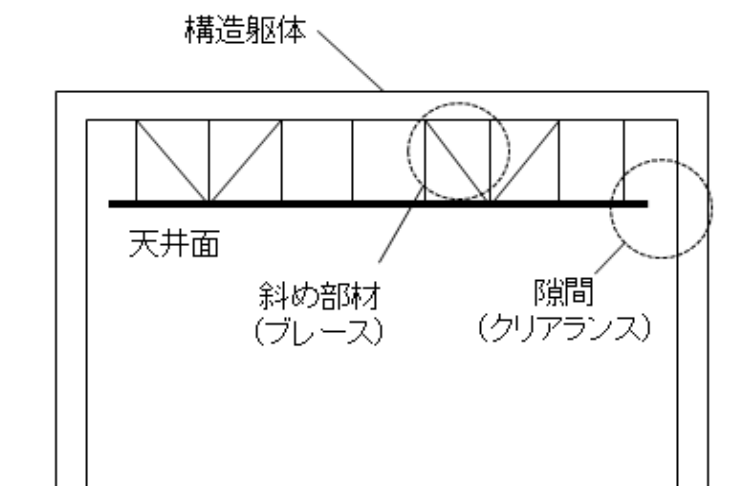


図 1.1 技術基準の基本的な考え方

なお、天井脱落対策に係る技術基準としては、本来、極めて稀な地震動の発生時（大地震時）においても脱落しないことを目標とすべきではあるが、現在の技術的知見では、大地震時における構造躯体に吊られている天井の性状を明らかにすることは困難であるため、今回の技術基準については、天井の性状をある程度想定することが可能な稀な地震動の発生時（中地震時）において天井の損傷を防止することにより、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し

て検討がなされている。

また、既存の建築物に設置されている天井が「特定天井」に該当する場合には、建築基準法（以下「法」という。）第3条第2項の規定により、新築時と同様の技術基準が直ちに遡及適用されることはないが、一定規模以上の増改築が行われる場合には、新築時と同様の技術基準に適合させるか、又は別途の落下防止措置を講じなければならないこととされている。ただし、その際の落下防止措置については、ネットやワイヤで一時的に天井の脱落を防ぐ方法も許容している。【落下防止措置】（第5章参照）

建築物における天井脱落対策に係る技術基準の概要を図1.2に示す。

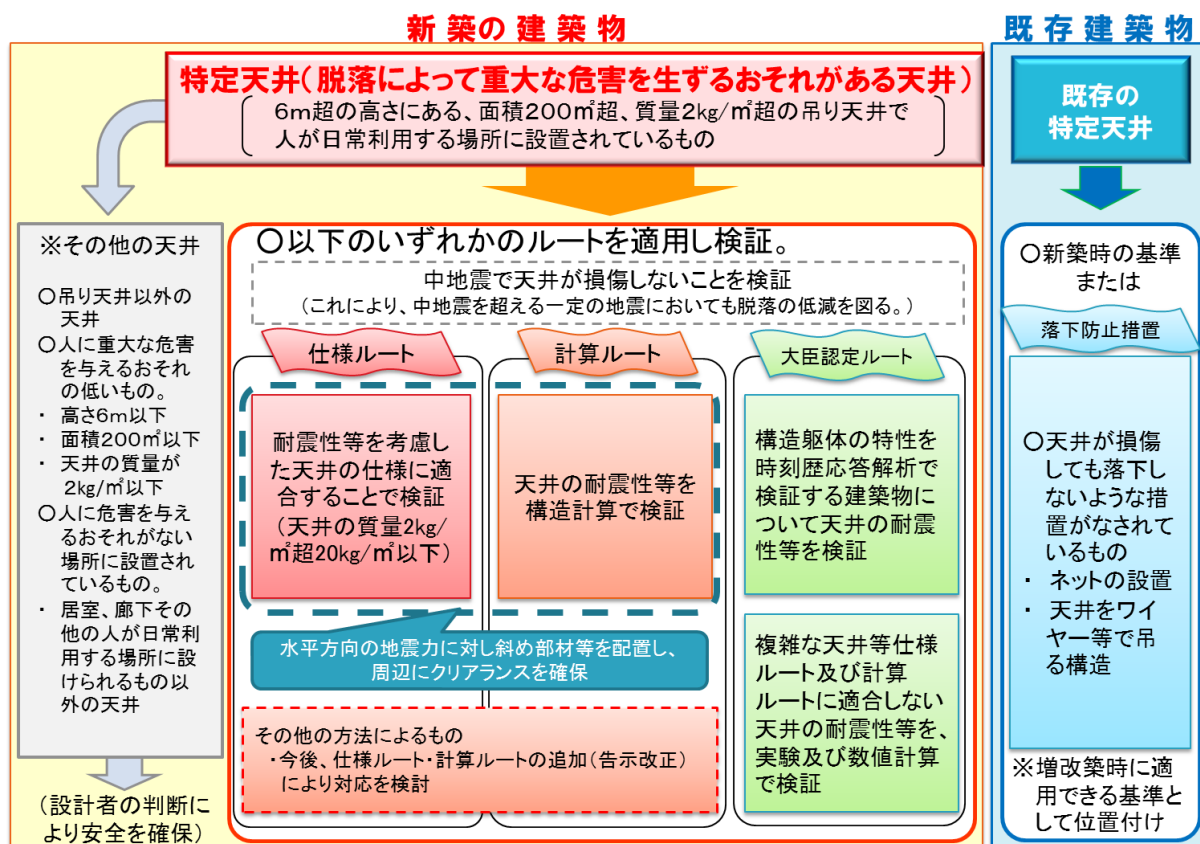


図1.2 建築物における天井脱落対策の対象となる天井と検証ルート

なお、今回の技術基準に基づき、吊り天井の設計・施工を適切に行うためには、単に吊り天井の部分に限定して検討を行うだけでは不十分であり、吊り材が取り付く支持構造部の剛性・強度や斜め部材と設備機器等との取り付け等について、意匠、構造、設備の各分野の設計者及び施工者が相互に十分な調整を行うことが必要である。

また、天井の形状や構造が複雑な場合においては、設計、使用する部材の開発（実験・検証作業）、大臣認定を含めた行政手続き等に相応の時間を要することになるため、時間的余裕を十分に確保しながら、検討を行うことが求められる。

1－2 技術基準の根拠規定（政令）

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）（下線部分は改正部分）	
（屋根ふき材等）	
第39条	屋根ふき材、内装材、外装材、帳壁その他これらに類する建築物の部分及び広告塔、装飾塔その他建築物の屋外に取り付けるものは、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によつて脱落しないようにしなければならない。
2	屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁の構造は、構造耐力上安全なものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものとしなければならない。
3	<u>特定天井（脱落によつて重大な危害を生ずるおそれがあるものとして国土交通大臣が定める天井をいう。以下同じ。）の構造は、構造耐力上安全なものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものとしなければならない。</u>
4	<u>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、防腐その他の劣化防止のための措置をした材料を使用しなければならない。</u>
第81条	法第20条第一号の政令で定める基準は、次のとおりとする。
一・二	（略）
三	屋根ふき材、 <u>特定天井</u> 、外装材及び屋外に面する帳壁が、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。
四	（略）
2～4	（略）
第82条の5	第81条第2項第一号ロに規定する限界耐力計算とは、次に定めるところによりする構造計算をいう。
一～六	（略）
七	屋根ふき材、 <u>特定天井</u> 、外装材及び屋外に面する帳壁が、第三号ニの規定によつて計算した建築物の各階に生ずる水平方向の層間変位及び同号ロの規定によつて計算した建築物の損傷限界固有周期に応じて建築物の各階に生ずる加速度を考慮して国土交通大臣が定める基準に従つた構造計算によつて風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。
八	（略）

【解説】

（1）建築物に設ける天井については、従前より、建築基準法施行令（昭和25年政令第338号。以下「令」という。）第39条第1項により、屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁とともに、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によつて脱落しないようにしなければならないこととされてきたが、屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁のような構造方法に関する詳細な基準は、天井に関しては定められていなかった。

このため、今般、新たに同条第3項の規定が新設され、建築基準法令に基づいて構造耐力上の安全性の確保を明確に義務づける技術基準が位置づけられた。

（2）令第39条第3項においては、建築物に設ける天井のうち、脱落によつて重大な危害を生ずるおそれがあるものとして国土交通大臣が定める「特定天井」が規制の対象とされており、告示において、

先述のとおり、6 m超の高さにある、水平投影面積200㎡超、単位面積質量2kg/㎡超の吊り天井で、人が日常利用する場所に設置されているものと規定されている。

特定天井の構造は、構造耐力上安全な天井として国土交通大臣が定める構造方法を用いることとされており、告示において、一定の仕様に適合するもの【仕様ルート】及び計算により構造耐力上の安全性を検証するもの【計算ルート】が示されているが、さらに、計算ルートについては、階数等に応じた一律の地震力に対して天井の安全性を検証する平易な計算方法（水平震度法）や構造躯体の応答を求めた上で天井の安全性を検証する高度な計算方法（応答スペクトル法又はその略算法である簡易スペクトル法）が示されている。（第3章参照）

また、これらに該当しない新たな技術的知見に基づく構造方法についても、別途、国土交通大臣の認定を受けることによって採用することが可能である。

今回の技術基準の仕様ルート及び計算ルートは、斜め部材（ブレース）等により地震力等による天井の振れを抑制し、併せて天井面と壁等との間に一定の隙間（クリアランス）を設けることにより、天井材の損傷ひいては脱落を防止しようとするものであるが、例えば、天井面と壁等との間に隙間を設けず、地震力等を天井面から直接壁等に伝達する構造など、今後、こうした考え方とは異なる構造方法であっても、構造耐力上の安全性が確保されることについて技術的な検討・整理がなされた場合には、令第39条第3項の規定に基づく個別認定（個々の建築物ごとの認定）や一般認定（一定の設計ルール・適用範囲に基づく構造方法を一般的に認定するもの）を行うとともに、必要に応じて仕様ルートや計算ルートの追加（告示改正）を行うこととしている。

- （3）構造躯体の構造計算として時刻歴応答計算又は限界耐力計算を用いた建築物については、令第39条第3項は適用除外となっているが、別途、令第81条第1項第三号又は第82条の5第七号において、屋根ふき材等と同様に、特定天井について風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめる旨が規定されている。

これらの建築物について特定天井の構造耐力上の安全性を検証する方法としては、上記の仕様ルート、計算ルート又は大臣認定ルートのいずれの方法を用いてもよいこととされている。（第3章3-3、第4章参照）

- （4）特定天井の耐久性を確保するため、令第39条に第4項の規定も新設されている。同項に基づき、必要に応じ、腐食しにくい材料の使用、有効なさび止めなどの措置を講じなければならない。（第1章1-5参照）

1-3 用語の定義

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)	
建築基準法施行令(昭和25年政令第338号)第39条第3項の規定に基づき、特定天井を第2に、特定天井の構造方法を第3に定める。	
第1	この告示において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。
一	吊り天井 天井のうち、構造耐力上主要な部分又は支持構造部(以下「構造耐力上主要な部分等」という。)から天井面構成部材を吊り材により吊り下げる構造の天井をいう。
二	天井材 天井面構成部材、吊り材、斜め部材その他の天井を構成する材料をいう。
三	天井面構成部材 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をいう。
四	天井面構成部材等 天井面構成部材並びに照明設備その他の建築物の部分又は建築物に取り付けるもの(天井材以外の部分のみで自重を支えるものを除く。)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いう。
五	吊り材 吊りボルト、ハンガーその他の構造耐力上主要な部分等から天井面構成部材を吊るための部材をいう。
六	斜め部材 地震の震動により天井に生ずる力を構造耐力上主要な部分等に伝達するために天井面に対して斜めに設ける部材をいう。
七	吊り長さ 構造耐力上主要な部分(支持構造部から吊り下げる天井で、支持構造部が十分な剛性及び強度を有する場合にあっては、支持構造部)で吊り材が取り付けられた部分から天井面の下面までの鉛直方向の長さをいう。

【解説】

- (1) 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。以下「天井告示」という。)第1においては、天井脱落対策の技術基準において用いられる用語のうち、一般的でないものや定義を明確にしておくべきものについて規定している。
- 以下、これら用語の定義について一部補足する。

- (2) 第一号では、今回の技術基準が適用される「吊り天井」を定義している。

吊り天井には、建築用鋼製下地材を用いて下地を組み、せっこうボード等で天井面を構成する一般的な工法による天井(「在来工法による吊り天井」と呼ばれることもある。日本工業規格(以下「JIS」という。)A6517(建築用鋼製下地材(壁・天井)2010)参照)のほか、「システム天井」と呼ばれる、単位天井を組み合わせた吊り天井で、天井パネルとして主に吸音材料を載せ掛け、照明器具、空調吹出し口などの設備の取付けが容易にできる機能をもつ天井(JIS A1445(システム天井構成部材の試験方法)2007参照)等がある。

このうち、在来工法による吊り天井の一般的な構成について、第二号及び第三号で規定されている主な用語の範囲を含めて図示したものを図1.3に示す。

なお、支持構造部とは、天井材を支持する構造耐力上主要な部分以外の建築物の部分であり、照明器具、ダクト、音響設備等を設置するために構造耐力上主要な部分に緊結された「ぶどう棚」等が該当する。

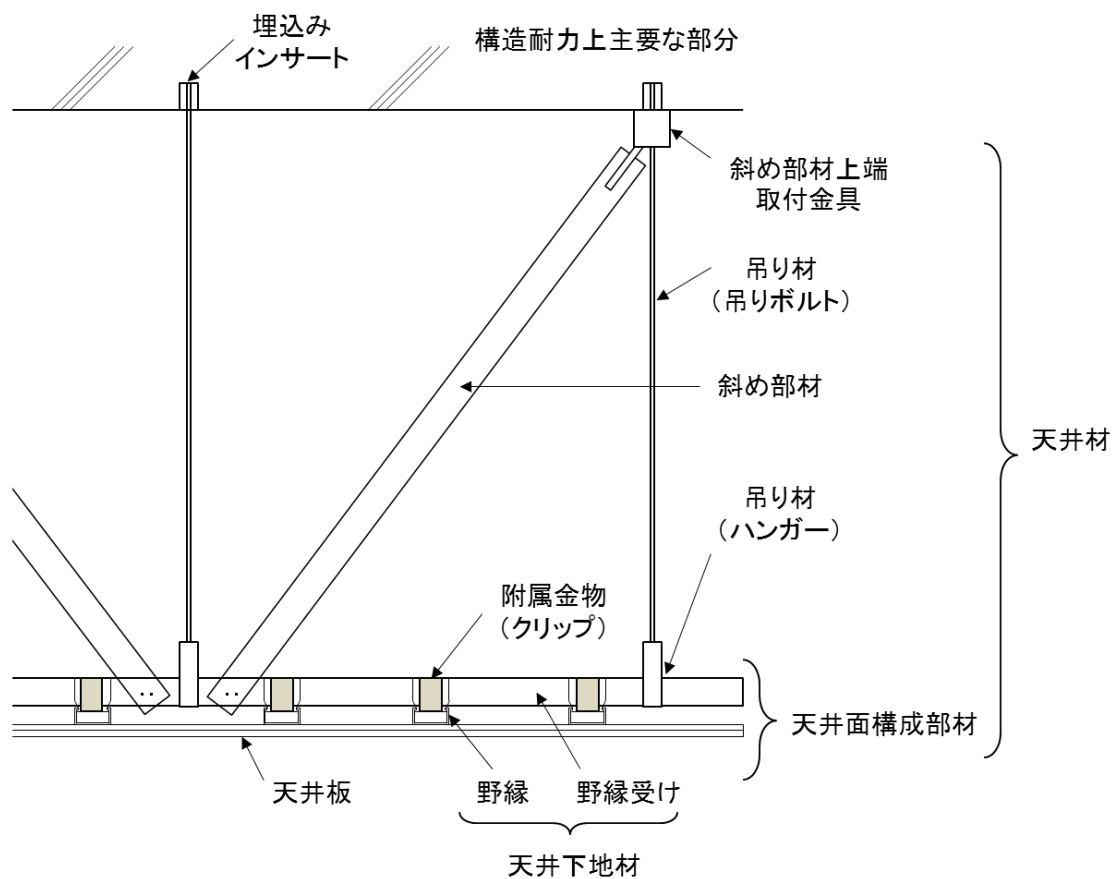


図 1.3 在来工法による一般的な吊り天井の構成

(3) 第四号では、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（天井面構成部材）のほか、照明設備その他の建築物の部分及び建築物に取り付けるものを含めて「天井面構成部材等」と定義しているが、照明設備等のうち、床スラブ等の構造耐力上主要な部分又は支持構造部のみで自重を支えるものは「天井面構成部材等」からは除外されている（図 1.4 参照）。

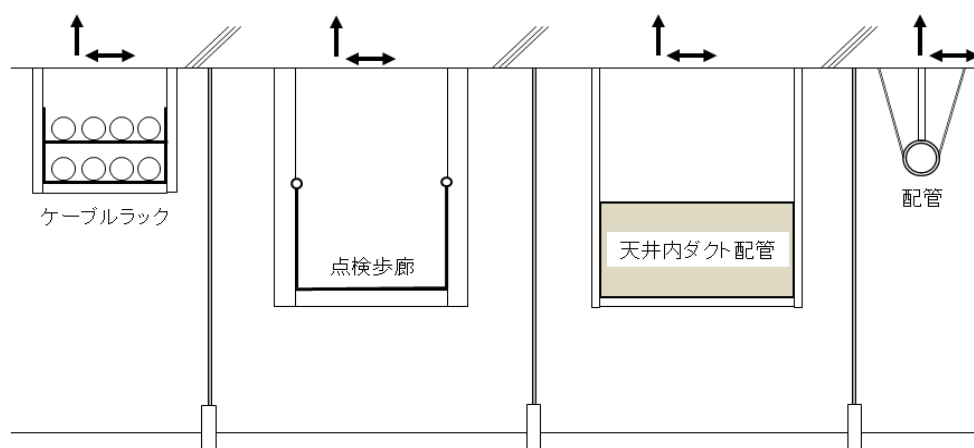


図 1.4 天井面構成部材等ではない別吊りの設備機器

(4) 第七号では、「吊り長さ」について、構造耐力上主要な部分から天井面の下面までの鉛直方向の長さと定義されている。これは、従来の公共建築工事標準仕様書等における「ふところ」の定義（構造耐力上主要な部分から天井下地材の下面までの長さ）とは異なっており、設計・施工にあたって注意する必要がある。（図 1.5 参照）

また、天井の支持構造部から吊り下げる天井で、天井の支持構造部が十分な剛性及び強度を有する場合にあっては、支持構造部は構造耐力上主要な部分と一体で挙動し、支持構造部による応答の増幅は小さいことから、吊り長さは、天井の支持構造部から天井面の下面までの鉛直方向の長さとしている。

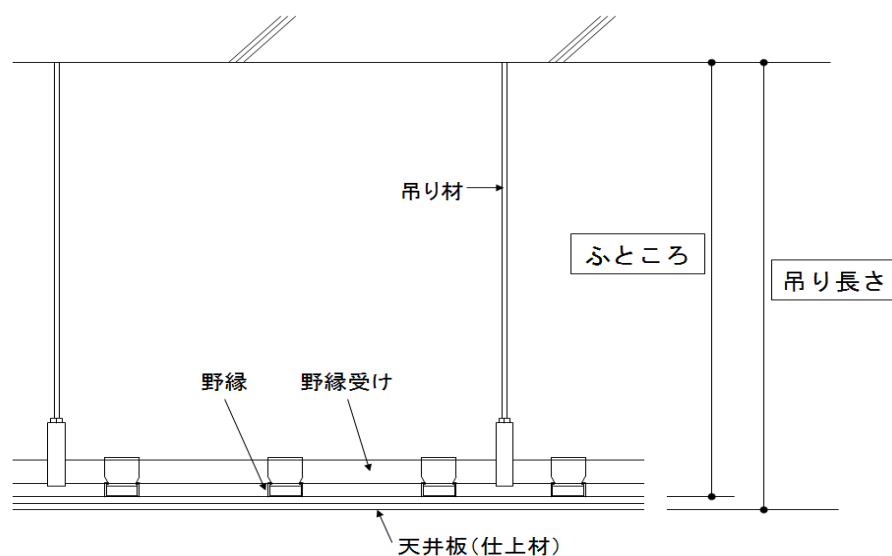


図 1.5 吊り長さとふところ寸法の関係

1-4 特定天井の範囲

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2 特定天井	
特定天井は、吊り天井であって、次の各号のいずれにも該当するものとする。	
一 居室、廊下その他の人が日常立ち入る場所に設けられるもの	
二 高さが6メートルを超える天井の部分で、その水平投影面積が200平方メートルを超えるものを含むもの	
三 天井面構成部材等の単位面積質量（天井面の面積の1平方メートル当たりの質量をいう。以下同じ。）が2キログラムを超えるもの	

【解説】

- (1) 今回の技術基準が適用される特定天井としては、脱落によって重大な危害を生ずるおそれがあるものとして、応答倍率が大きく、脱落するおそれ大きい「吊り天井」を対象としており、構造躯体と一体となった部分に天井下地材や天井板を直接設ける「直天井」は対象外としている。
- (2) 第一号では、特定天井は、居室、廊下その他の人が日常立ち入る場所に設けられるものであることを規定しているが、こうした場所以外の場所に設けられる天井であれば、万が一天井が脱落した場合においても重大な人的被害が生じる可能性は低い。人が日常立ち入る場所以外の場所としては、機械室や無人の工場などが該当する。
- (3) 第二号では、人命を守るという観点と実際に規制を適用する上での明瞭性の観点から、東日本大震災などの過去の震災における人的被害の状況と建築基準法の他の規定との整合性などを総合的に勘案し、技術基準が適用される天井の範囲を設定している。

具体的には、床面を基準とした位置エネルギーが大きく、脱落によって重大な人的被害が生ずる可能性が高いことから、高さが6mを超える天井の部分を対象とし、さらに、そのうち、地震発生時に即座に安全な場所へ避難することが難しいという観点から、水平投影面積が200㎡を超える天井の部分特定天井の対象としている。ただし、立上り壁等により当該天井の部分と接合されている天井の部分については、高さが6m以下であっても特定天井に含まれるので注意が必要である。(図1.8参照)

ここで、当該水平投影面積については、一室で天井の高さの異なる部分がある場合においては、その平均の高さが6mを超えているかどうかには関係なく、高さが6mを超える天井の部分の面積だけを計上すればよい。また、天井面構成部材と壁等との間に設けたクリアランスの部分や天井材に自重及び地震力等を負担させない照明設備等の部分の面積は計上しなくてもよい。

なお、図1.6のように壁等に固定した幅50cm以下の部分については、吊り材等で吊られたものであっても建物と一体的に挙動することが期待できるため、「特定天井」の対象となる吊り天井から除外しても差し支えない。

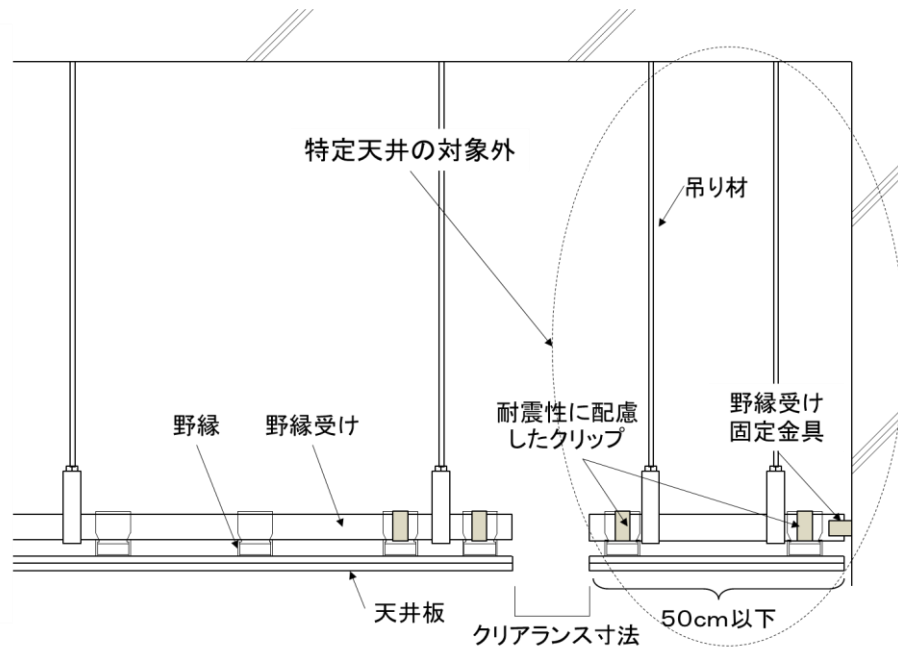


図 1.6 吊り材及び壁等で固定された部分

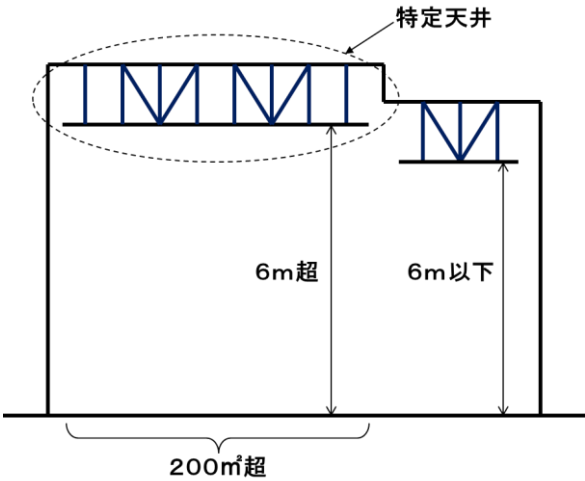
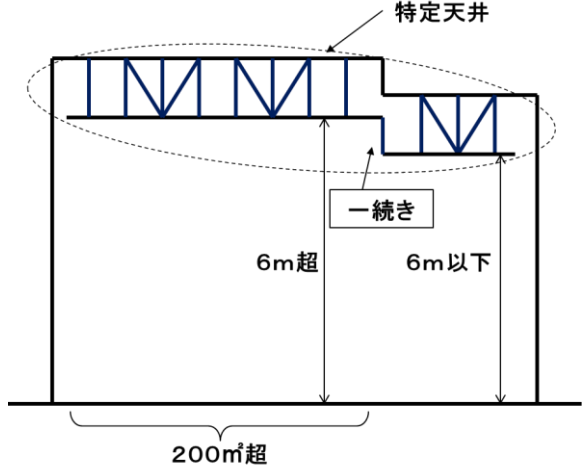
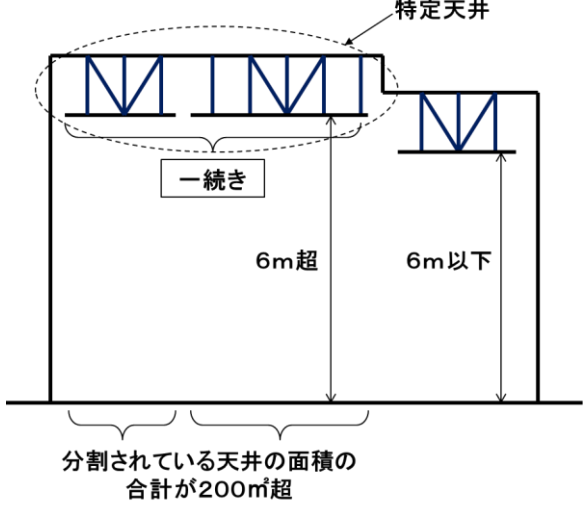
(4) 第三号では、膜材料等を用いた天井面構成部材等で単位面積質量が 2 kg/m^2 以下の軽量の吊り天井であれば、万が一天井が脱落した場合においても重大な人的被害が生ずる可能性は低いことから、対象外としている。単位面積質量は、当該特定天井の全質量を天井面の面積で除して求めてよいが、特定天井がクリアランス、垂れ壁等で分割されている場合は、それぞれについて求めることとする。なお、ここでいう「天井面構成部材等」には、天井告示第1第四号で定義されているとおり、天井面を構成する天井板、天井下地材及びこれに附属する金物のほか、自重を天井材に負担させる照明設備等が含まれることに注意を要する。

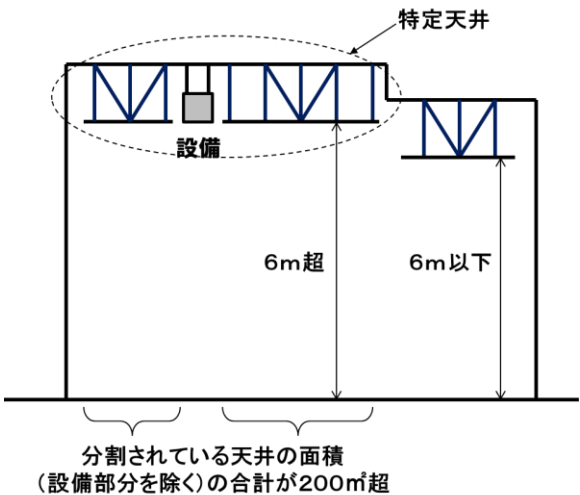
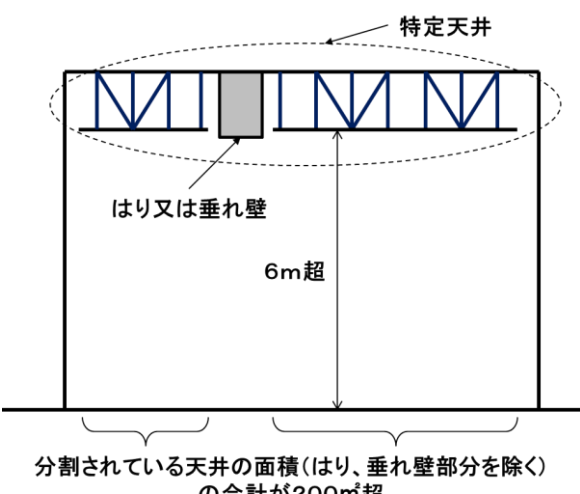
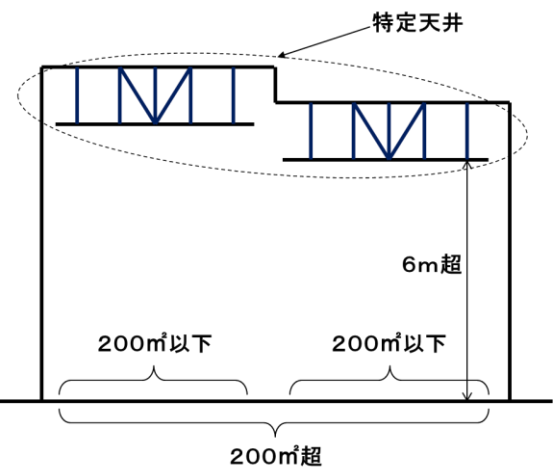
(5) いわゆる軒天井や屋外競技場の観覧席の上屋など屋外空間に設ける天井であっても、第2各号のいずれにも該当する吊り天井は「特定天井」の対象に含まれる。こうした天井については、地震力のほか風圧力についても考慮した設計をしなければならない。

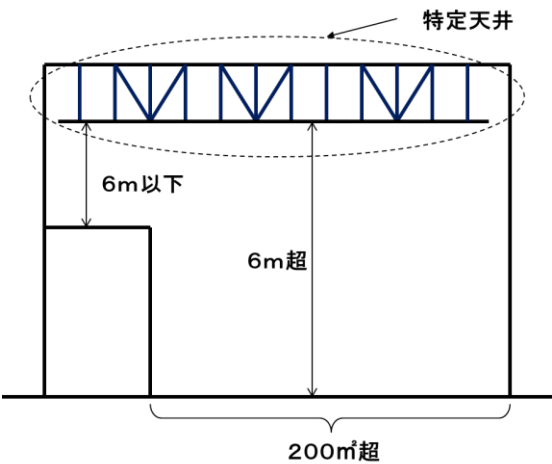
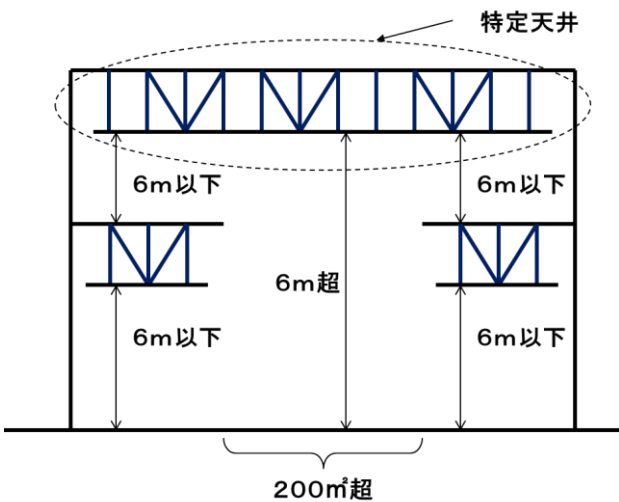
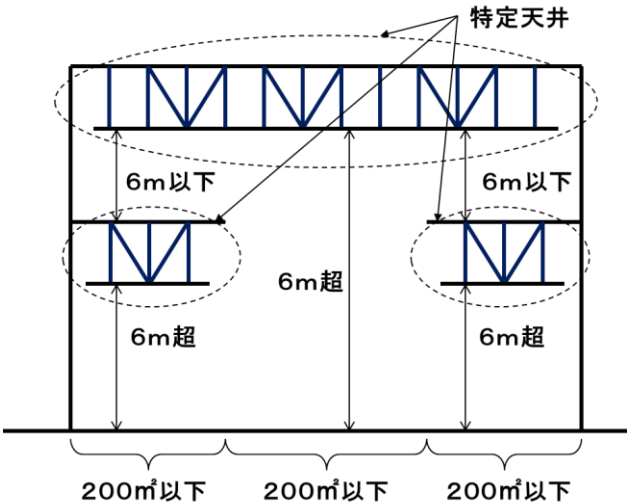
なお、屋外空間に設ける天井の高さについては、床がない場合にあっては、当該天井の直下の地盤面から測るものとする。

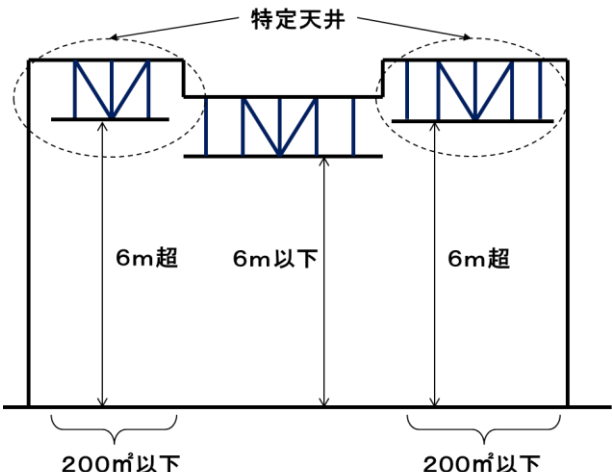
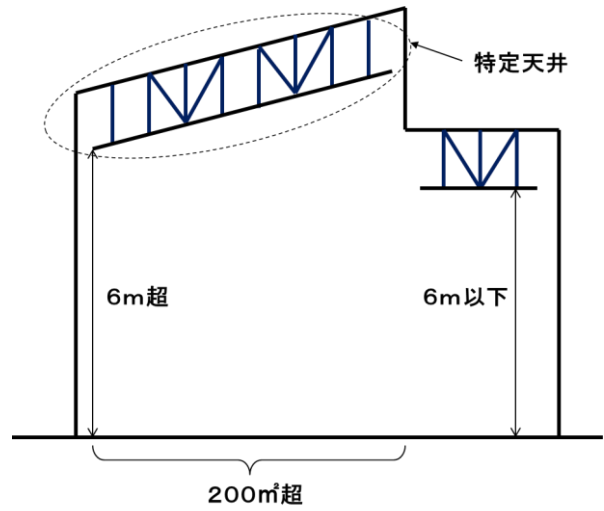
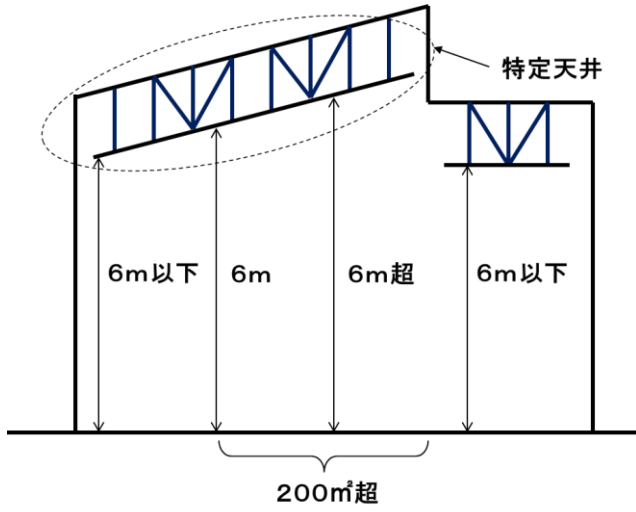
(6) 特定天井以外の天井については、今回の技術基準に適合させる義務が生じるものではないが、こうした天井についても、令第39条第1項の規定に基づき、脱落防止のための措置を検討するにあたっては、今回の技術基準を参考とすることができる。

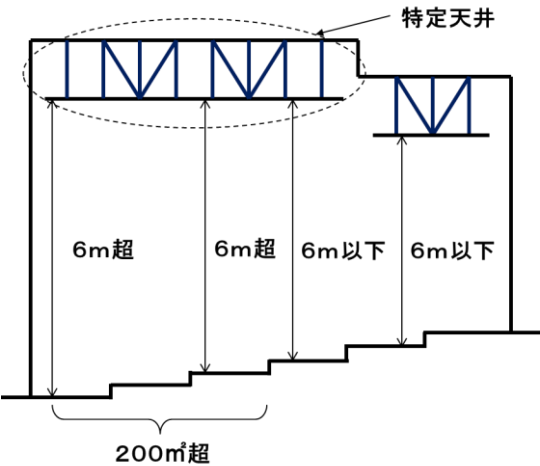
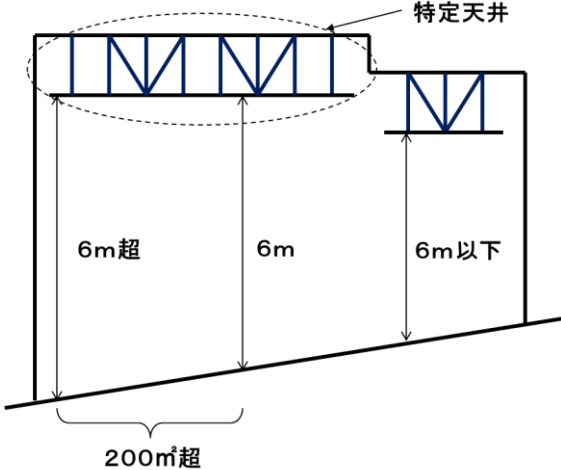
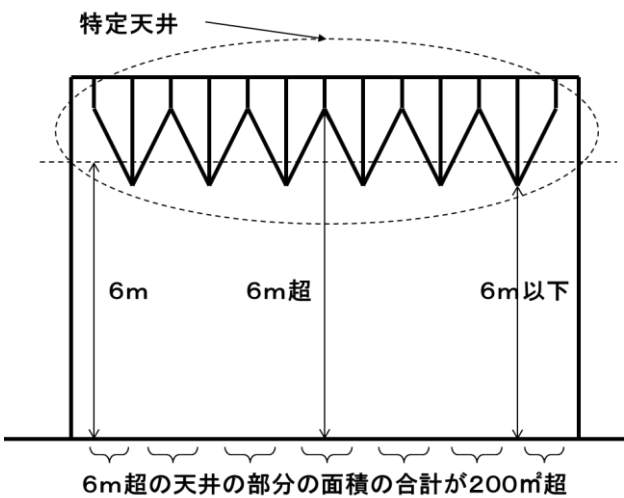
以下に、天井の位置や形状に応じた特定天井の範囲に関する具体的な事例を示す。

 図 1.7 6 m超と 6 m以下の天井がある場合	高さ 6 m 超、水平投影面積 200 ㎡ 超の部分が、特定天井の対象となる。
 図 1.8 6 m超と 6 m以下の天井が接合している場合	高さ 6 m 超の部分と 6 m 以下の部分が接合されていれば、高さ 6 m 以下の部分を含めて特定天井の対象となる。 (ただし、高さ 6 m 以下の部分の水平投影面積は計上しない。)
 図 1.9 6 m超の天井がクリアランスで分割されている場合	高さ 6 m 超の部分がクリアランスで分割されていても、特定天井の対象としては一続きの天井として扱う。(ただし、クリアランス部分の水平投影面積は計上しない。)

 図 1.10 6 m超の天井に設備がある場合	高さ 6 m 超の部分が設備等で分割されていても、特定天井の対象としては一続きの天井として扱う。(ただし、設備等の水平投影面積は計上しない。)
 図 1.11 6 m超の天井にはり又は垂れ壁がある場合	高さ 6 m 超の部分がはり・垂れ壁で分割されていても、特定天井の対象としては一続きの天井として扱う。(ただし、はり・垂れ壁の水平投影面積は計上しない。)
 図 1.12 独立した 6 m 超の天井が隣接している場合	高さ 6 m 超の部分が一の空間にあり、水平投影面積が合わせて 200 ㎡ 超あれば、特定天井の対象となる。

 図 1.13 6 m超と 6 m以下の天井が一体の場合	高さ 6 m超の部分と 6 m以下の部分が一体の天井であれば、高さ 6 m以下の部分を含めて特定天井の対象となる。(ただし、高さ 6 m以下の部分の水平投影面積は計上しない。)
 図 1.14 6 m超と 6 m以下の部分に天井がある場合 (吹抜け)	高さ 6 m超の部分と 6 m以下の部分が一体の天井であれば、高さ 6 m以下の部分を含めて特定天井の対象となる。(ただし、高さ 6 m以下の部分の水平投影面積は計上しない。)
 図 1.15 吹抜け部分以外にも 6 m超の天井がある場合	高さ 6 m超の部分が一の空間にあり、水平投影面積が合わせて 200㎡超あれば、特定天井の対象となる。 高さ 6 m超の部分と 6 m以下の部分が一体の天井であれば、高さ 6 m以下の部分を含めて特定天井の対象となる。(ただし、高さ 6 m以下の部分の水平投影面積は計上しない。)

 図 1.16 6 m超の部分が複数ある場合	高さ 6 m 超の部分が一の空間にあり、水平投影面積が合わせて 200 ㎡ 超 あれば、特定天井の対象となる。(ただし、高さ 6 m 以下の部分の水平投影面積は計上しない。)
 図 1.17 斜めの天井がある場合	高さ 6 m 超、水平投影面積 200 ㎡ 超の部分が、特定天井の対象となる。
 図 1.18 斜めの天井があり、全てが 6 m 超ではない場合	高さ 6 m 超の部分と 6 m 以下の部分が一体の天井であれば、高さ 6 m 以下の部分を含めて特定天井の対象となる。(ただし、高さ 6 m 以下の部分の水平投影面積は計上しない。)

 図 1.19 床に段差がある場合	高さ 6 m 超の部分と 6 m 以下の部分が一体の天井であれば、高さ 6 m 以下の部分を含めて特定天井の対象となる。(ただし、高さ 6 m 以下の部分の水平投影面積は計上しない。)
 図 1.20 床が斜めの場合	高さ 6 m 超の部分と 6 m 以下の部分が一体の天井であれば、高さ 6 m 以下の部分を含めて特定天井の対象となる。(ただし、高さ 6 m 以下の部分の水平投影面積は計上しない。)
 図 1.21 天井が複雑な場合	高さ 6 m 超の部分と 6 m 以下の部分が一体の天井であれば、高さ 6 m 以下の部分を含めて特定天井の対象となる。(ただし、高さ 6 m 以下の部分の水平投影面積は計上しない。)

1－5 耐久性等関係規定

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）（下線部分は改正部分）	
（構造方法に関する技術的基準）	
第36条	法第20条第一号の政令で定める技術的基準（建築設備に係る技術的基準を除く。）は、耐久性等関係規定（この条から第37条まで、第38条第1項、第5項及び第6項、第39条第1項及び第4項、第41条、第49条、第70条、第72条（第79条の4及び第80条において準用する場合を含む。）、第74条から第76条まで（これらの規定を第79条の4及び第80条において準用する場合を含む。）、第79条（第79条の4において準用する場合を含む。）、第79条の3並びに第80条の2（国土交通大臣が定めた安全上必要な技術的基準のうちその指定する基準に係る部分に限る。）の規定をいう。以下同じ。）に適合する構造方法を用いることとする。
2～3	（略）
（屋根ふき材等）	
第39条	（略）
2・3	（略）
4	<u>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、防腐その他の劣化防止のための措置をした材料を使用しなければならない。</u>

【解説】

- （1）今般、新たに令第39条第4項の規定が設けられ、特定天井のうち、特に腐食、腐朽その他の劣化のおそれがあるものについては、劣化防止措置を講じなければならないこととされている。

本規定で要求される性能については、構造計算によっては検証できないため、令第36条第1項において「耐久性等関係規定」として位置づけられ、時刻歴応答計算又は限界耐力計算を行う建築物であっても規定を適用することとされている。

対象となる天井の例としては、屋内プール施設や温泉施設の天井などが該当する。具体的な劣化防止措置としては、金属部分についての金属めっきや防錆処理などが挙げられる。例えば、野縁、野縁受け等の構成部材や附属金物に対するめっきの付着量や防錆処理については、JIS A6517（建築用鋼製下地材（壁・天井））2010の表11に示されている。

- （2）屋内プール施設等において、けい酸カルシウム板を使用した天井板が脱落する事故が報告されているが、その原因として、含水による天井板自体の重量の増加や含水や経年変化によるねじの留付け強度の低下が指摘されている。

脱落事故を起こしている天井材の中には、メーカーのカタログ等に使用上の留意点が付されているにもかかわらず、それに従わずに使用しているものも見受けられることから、使用場所に応じてメーカーから十分な情報を得るなど適切な材料の選定に留意する必要がある。

また、使用材料の劣化防止措置と併せて、天井裏における結露対策についても留意するほか、屋内プール施設等の天井裏については、湿度が高くなならないように十分に換気し、かつ、常時正圧が保たれるように配慮することも必要である。

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）

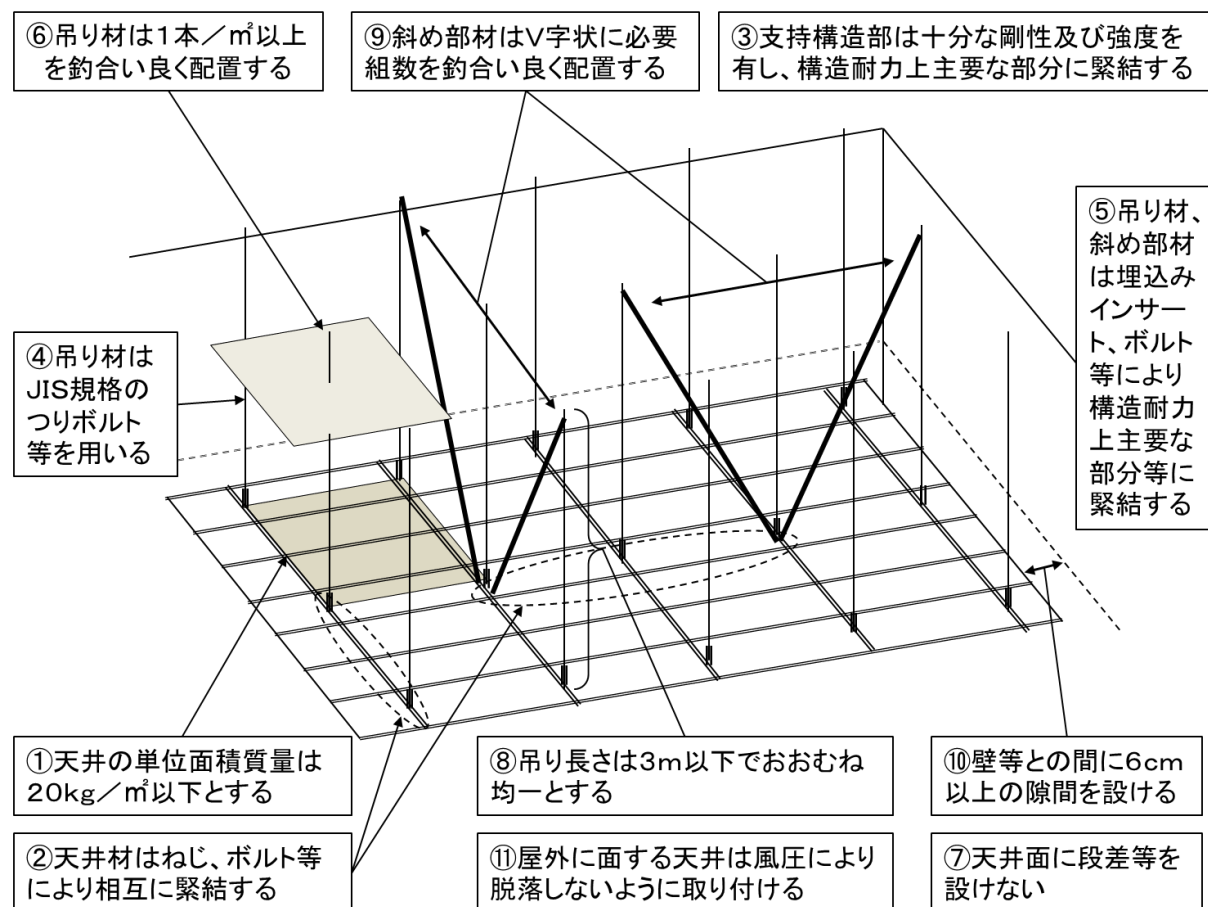


図 2.1 仕様ルートにおける技術基準の概要

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。

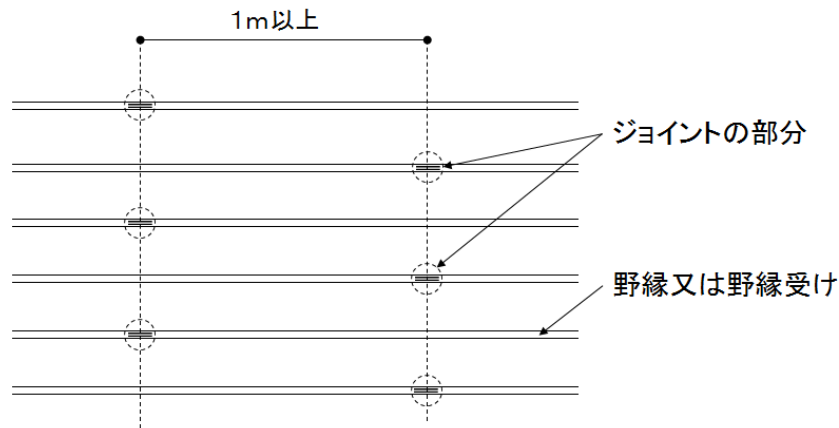


図 2.2 野縁、野縁受けのジョイントの設置位置

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。

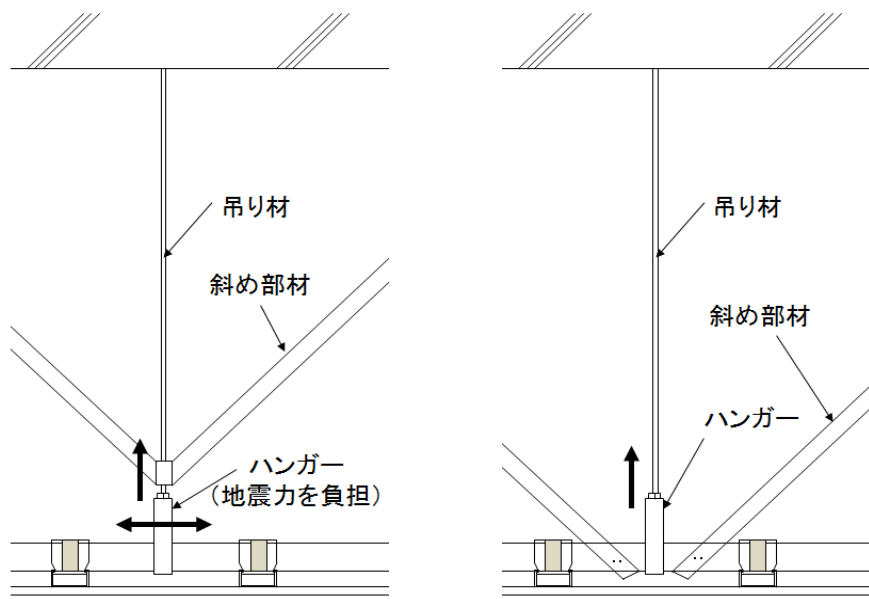


図 2.3 斜め部材の取り付け箇所に応じたハンガーが負担する荷重

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っては、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。

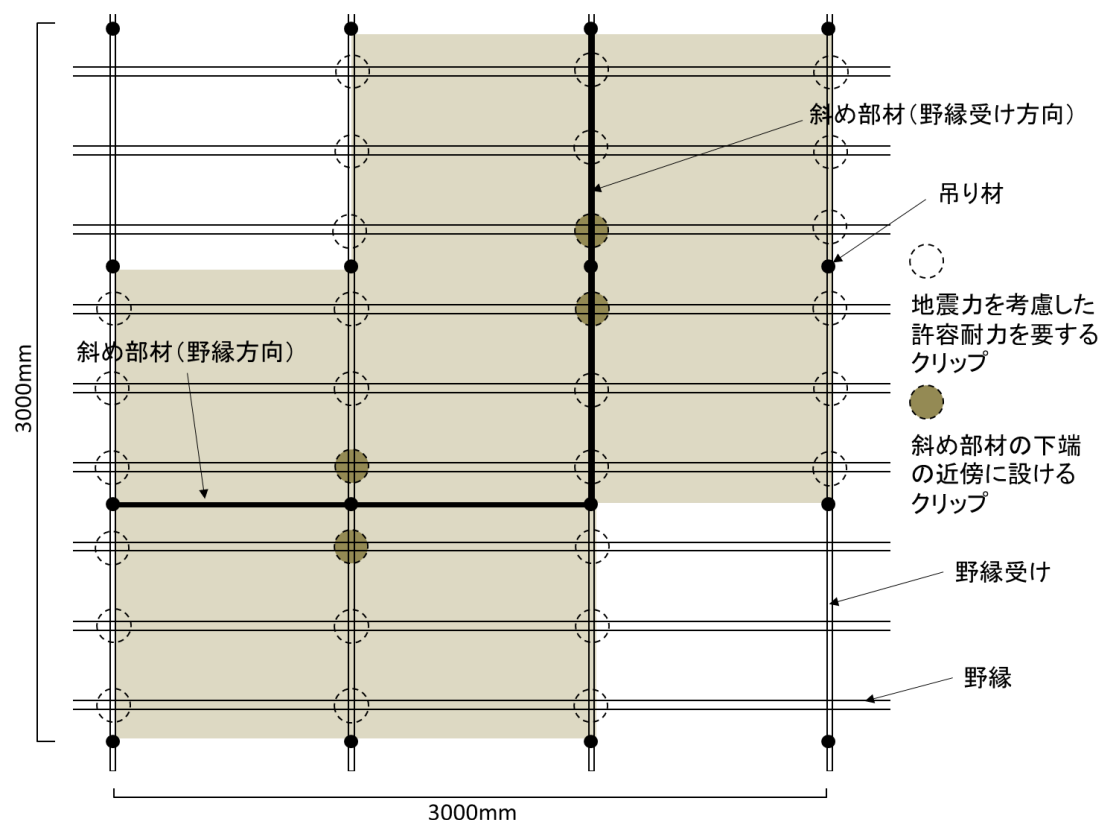


図 2.4 地震力を考慮した許容耐力を要するクリップ

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

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 m^2 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 0.049	10 0.098	15 0.147	20 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。

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

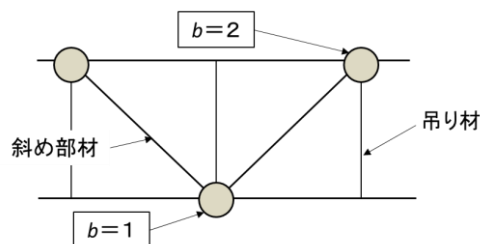
ここで、 F_b : 斜め部材の上端及び下端の接合部に加わる地震力 (単位 N)

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つては 2、下端にあつては 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けく場合には、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

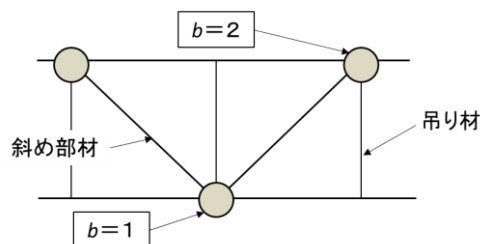
F_b ：斜め部材の上端の接合部に加わる地震力（単位 N）

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 0.049	10 0.098	15 0.147	20 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 0.049	10 0.098	15 0.147	20 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らないように、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。

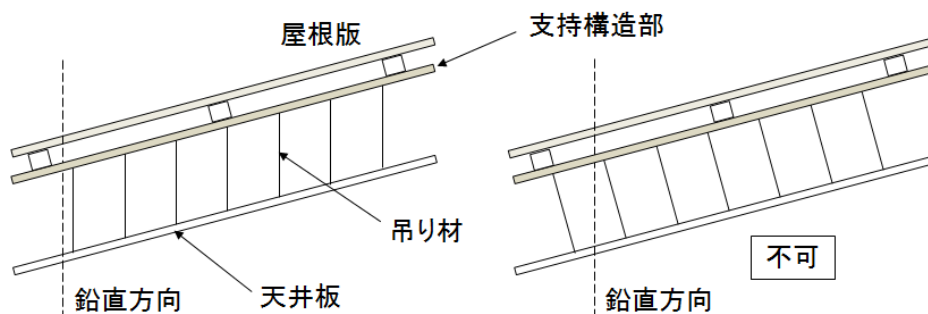


図2.5 勾配屋根における吊り材の設置方向

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れば、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。

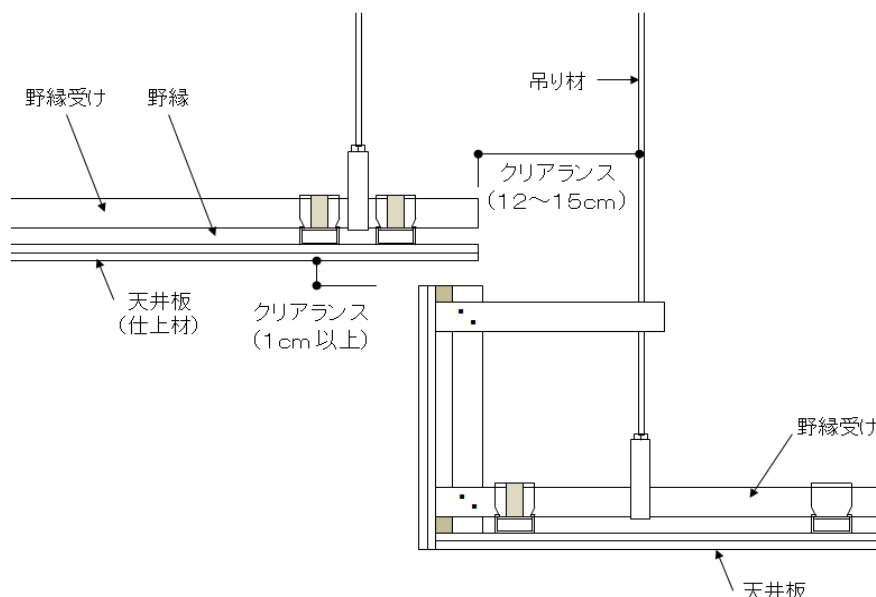


図2.6 鉛直方向のクリアランスの確保

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。)

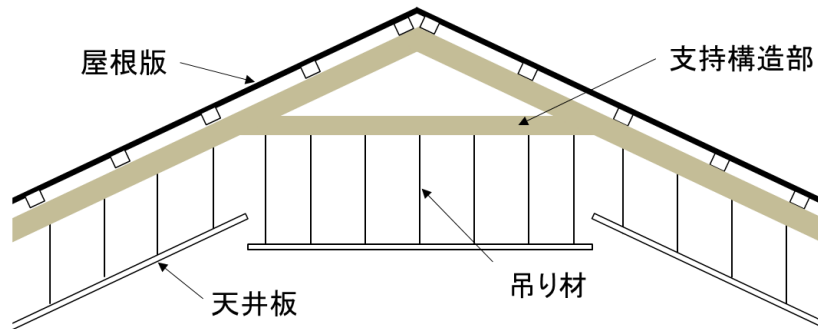


図 2.7 勾配屋根に水平な天井を設置する場合

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るが、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 55%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		水平震度
(一)	0.3(2 <i>N</i> +1)を超えない整数に 1 を加えた階から最上階までの階		2.2 <i>r</i>
(二)	(一)及び(三)以外の階		1.3 <i>r</i>

(三)	0.11(2 <i>N</i> +1)を超えない整数の階から最下階までの階	0.5																																	
この表において、<i>N</i>及び<i>r</i>は、それぞれ次の数値を表すものとする。 <i>N</i> 地上部分の階数 <i>r</i> 次に定める式によって計算した数値 $r = \min \left[\frac{1 + 0.125(N - 1)}{1.5}, 1.0 \right]$																																			
<i>W</i> 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) <i>α</i> 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 <table><tr><td></td><td>断面形状</td><td colspan="3">寸法 (単位 ミリメートル)</td><td rowspan="2"><i>α</i></td></tr><tr><td></td><td></td><td>高さ</td><td>幅</td><td>板厚</td></tr><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>I</i>/1080</td></tr></table> この表において、<i>I</i>は、次の数値を表すものとする。 <i>I</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)				断面形状	寸法 (単位 ミリメートル)			<i>α</i>			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>I</i> /1080
	断面形状	寸法 (単位 ミリメートル)			<i>α</i>																														
		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>I</i> /1080																														
<i>B</i> 斜め部材の水平投影長さ (単位 メートル) <i>γ</i> 斜め部材の細長比に応じて次の表に掲げる割増係数 <table><tr><td>細長比</td><td>割増係数</td></tr><tr><td><i>λ</i> < 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><i>λ</i> ≥ 130 の場合</td><td>1</td></tr></table> この表において、<i>λ</i>は斜め部材の細長比を表す。			細長比	割増係数	<i>λ</i> < 130 の場合	$\left\{ \frac{18}{65 \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2} \right\} \left\{ \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2 \right\}$	<i>λ</i> ≥ 130 の場合	1																											
細長比	割増係数																																		
<i>λ</i> < 130 の場合	$\left\{ \frac{18}{65 \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2} \right\} \left\{ \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{130} \right)^2 \right\}$																																		
<i>λ</i> ≥ 130 の場合	1																																		
<i>L_b</i> 斜め部材の長さ (単位 メートル)																																			

【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。

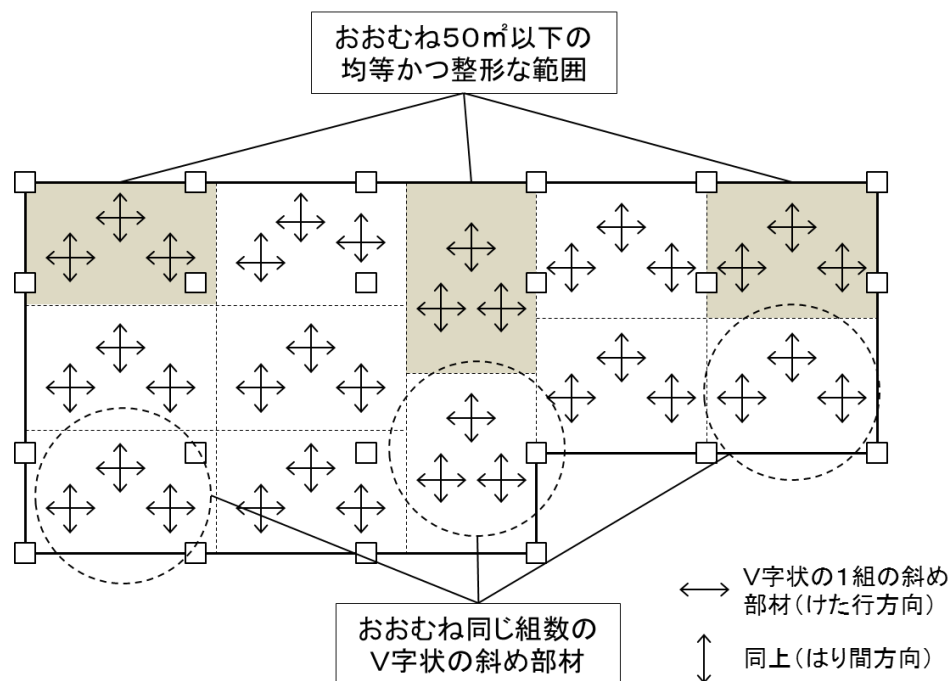


図 2.8 ゾーニングの例

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。

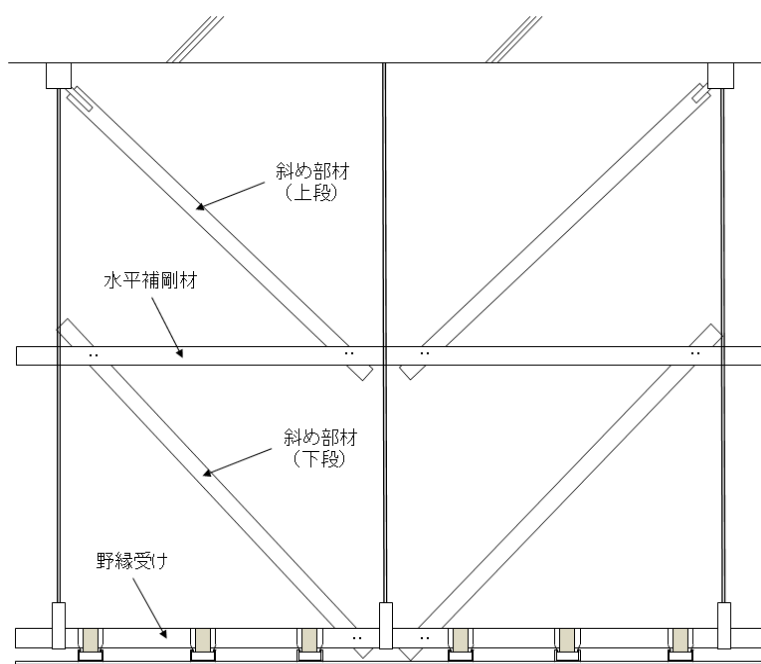


図 2.9 2段ブレースの例（原則、採用すべきでない）

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）

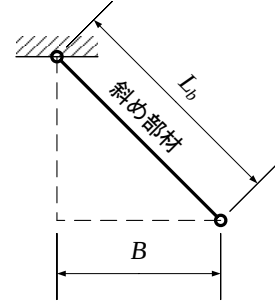
W : 天井面構成部材の総重量（kN）

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 ($=205,000 \text{ (N/mm}^2) = 205 \times 10^6 \text{ (kN/m}^2)$)、

I_0 : C-38 $\times$ 12 $\times$ 1.6 の断面 2 次モーメント ($=0.108 \text{ (cm}^4) = 0.108 \times 10^{-8} \text{ (m}^4)$)

なお、分母の数値 3 は、次元 (kN/m^2) をもつ値であることに注意を要する。

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。

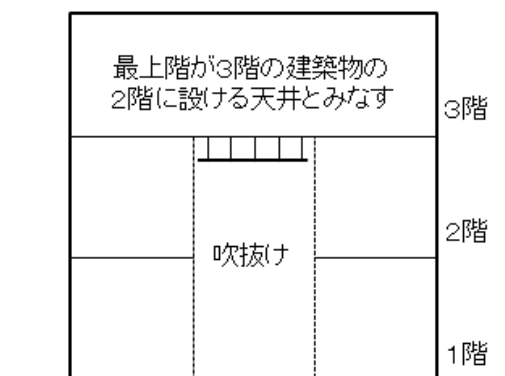


図 2.10 吹抜け以外の部分が影響する場合

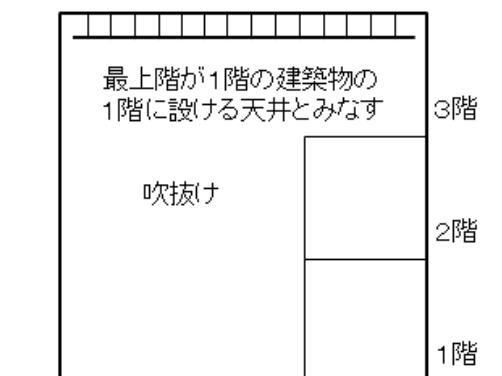


図 2.11 吹抜け部分により決まる場合

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っては、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。

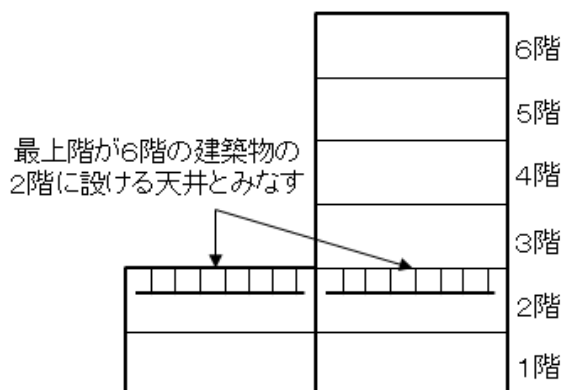


図 2.12 構造的に一体の高層部分に設ける場合

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、 $N=1\sim4$ 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が含まれ、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。

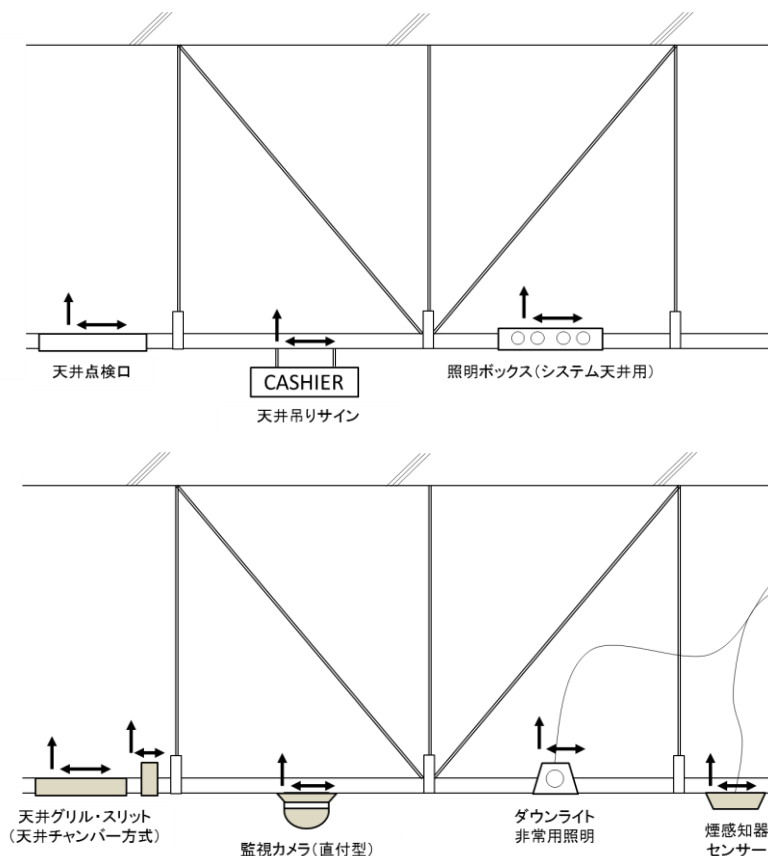


図 2.13 荷重を天井面に伝達する設備設置例

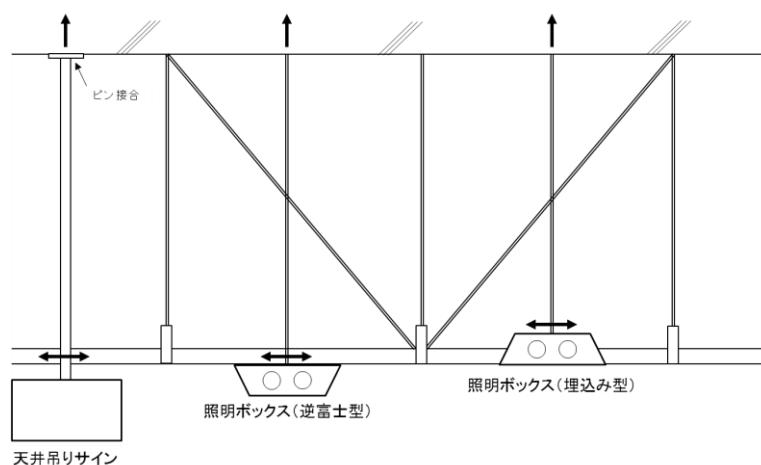


図 2.14 垂直荷重を床スラブに、水平荷重を天井面に伝達する設備設置例

(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。

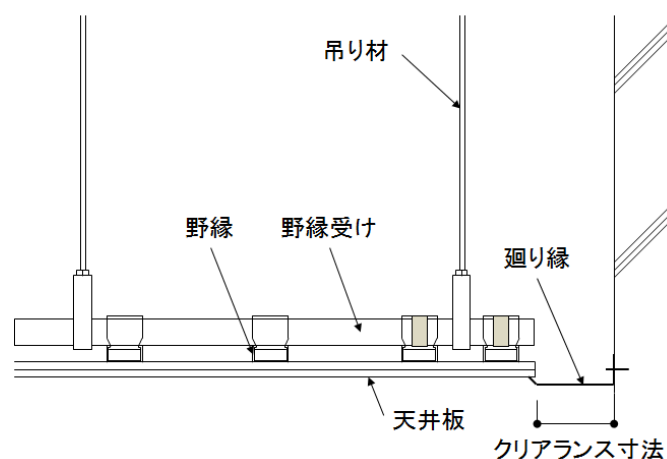


図 2.15 廻り縁により隙間を覆った例

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以上とすることがある。

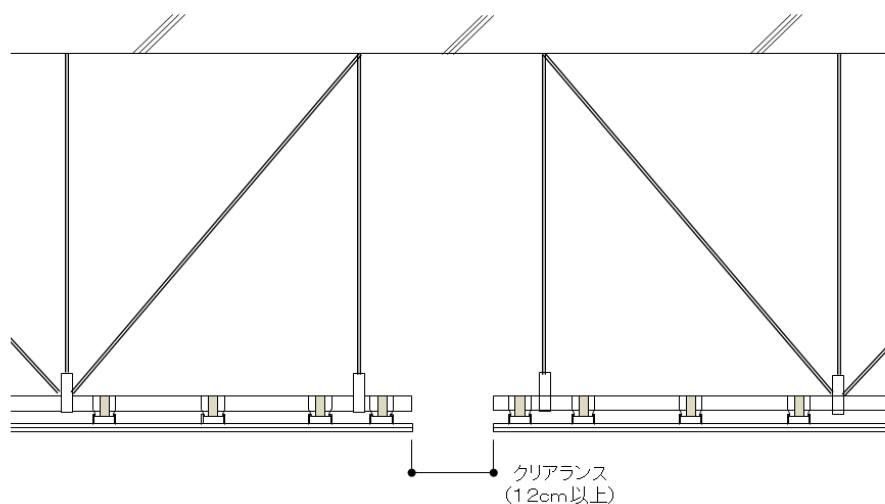


図 2.16 天井面がクリアランスを介して隣接している場合

(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。

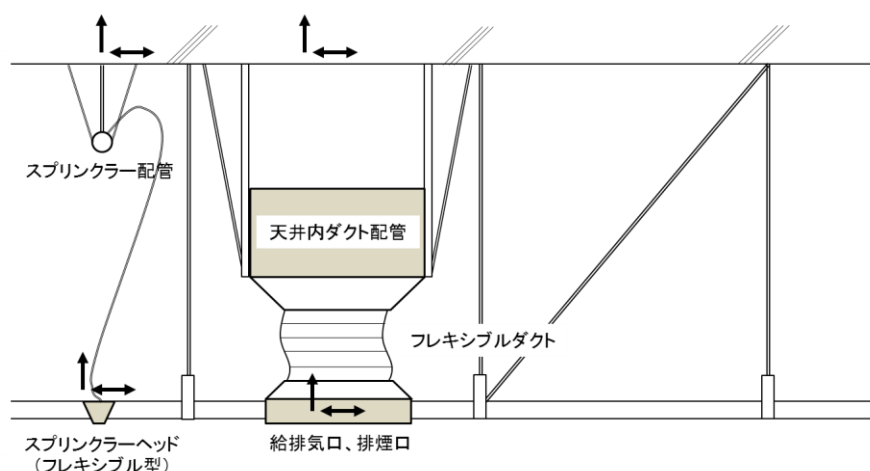


図 2.17 地震時に天井面と追従する設備設置例

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。

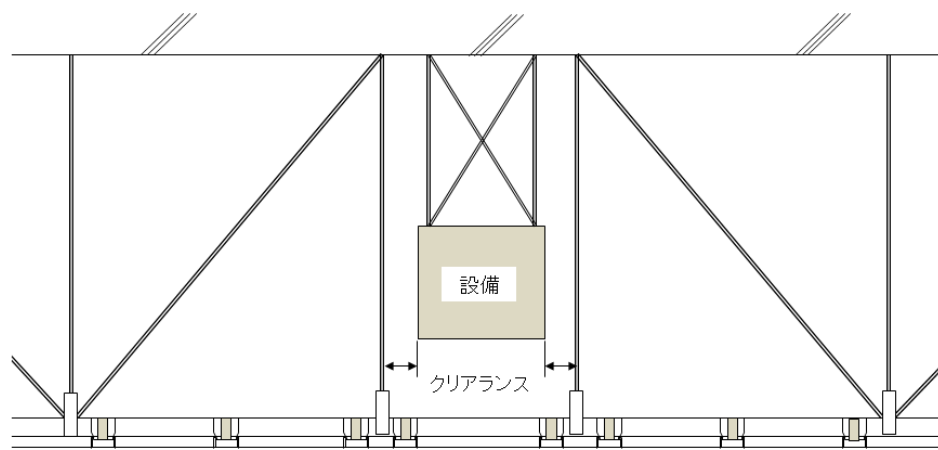


図 2.18 吊り材や斜め部材と設備機器のクリアランス

- (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 c m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。

第3章 計算ルート

仕様ルートにおける基準の一部に適合しない場合であっても、計算ルートにより、構造耐力上安全な構造方法であることを確かめることができる。

計算ルートにおいては、地震動に対する天井の構造耐力上の安全性を検証するため、吊りボルト、斜め部材等が釣合いよく配置され、また、天井面が十分な面内剛性を有し、一体的に挙動するものであることを前提として、稀に発生する地震によって天井面に作用する加速度又は震度を水平震度法、簡易スペクトル法又は応答スペクトル法のいずれかによって求め、当該加速度又は震度による慣性力によって天井を構成する各部材及び接合部が損傷しないこと、周辺の壁等との間に十分な隙間（クリアランス）が確保されていることを確かめることとしている。

以下、計算ルートによる構造耐力上の安全性の検証方法について、対応する規定と併せて解説する。

3-1 水平震度法

3-1-1 概要

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	
2 前項の規定は、次の各号のいずれかに定める構造方法とする場合には、適用しない。	
一 次のイからニまでに定めるところにより行う構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた構造方法とすること。この場合において、吊り材、斜め部材その他の天井材は釣合い良く配置することとし、吊り材を支持構造部に取り付ける場合にあっては、支持構造部は十分な剛性及び強度を有するものとしなければならない。	
イ～ニ (略)	
二 (略)	

【解説】

水平震度法は、天井告示第3第2項第一号に規定されており、吊り天井の水平方向の固有周期を用いずに計算できる検証法である。

この検証法を採用できる前提条件として、吊り材、斜め部材その他の天井材が釣合い良く配置されていること、吊り材を天井の支持構造部に取り付ける場合にあっては、天井の支持構造部は十分な剛性及び強度を有するものであることを求めているが、これらの条件は、仕様ルート（天井告示第3第1項）におけるものと同様である。

3-1-2 天井面構成部材の各部分の剛性及び強度

イ 天井面構成部材の各部分が、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を確かめること。
--

【解説】

水平震度法は、天井面構成部材の各部分が一体となって挙動することを前提条件としているため、天井面構成部材の各部分が、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が求められている。

ここで、強度の観点からは、原則として、天井下地材（天井板と緊結されている野縁を除く。）や接合部に加わる荷重がそれぞれの許容耐力の範囲内であることを検証する必要があるが、第Ⅱ編に掲載している天井ユニットの試験・評価方法により天井の許容耐力を求めている場合には、試験・評価において当該許容耐力の範囲内における天井材相互の緊結状態が確認されているものとして、個別に天井下地材や接合部の検証を行う必要はない。

なお、仕様ルートと同様に、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。

一方、剛性の観点からは、天井板が野縁等の天井下地材に緊結されている在来工法の吊り天井であれば、天井面は十分な面内剛性を有しているものと考えて差し支えないが、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、原則として水平震度法の対象にはならない。

3-1-3 地震動に対する安全性の検証

ロ 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に、天井を設ける階に応じて次の表に掲げる水平震度以上の数値を乗じて得られた水平方向の地震力（計算しようとする方向の柱の相互の間隔が1.5メートルを超える場合にあっては、当該水平方向の地震力に加えて、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に数値が1以上の鉛直震度を乗じて得られた鉛直方向の地震力）により天井に生ずる力が当該天井の許容耐力（繰り返し载荷試験その他の試験又は計算によって確認した損傷耐力（天井材の損傷又は接合部分の滑り若しくは外れが生ずる力に対する耐力をいう。）に3分の2以下の数値を乗じた値をいう。）を超えないことを確かめること。

	天井を設ける階	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までの階	2.2rZ
(二)	(一)及び(三)以外の階	1.3rZ
(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
この表において、N、r及びZは、それぞれ次の数値を表すものとする。 N 地上部分の階数 r 次に定める式によって計算した数値 $r = \min \left[\frac{1 + 0.125(N - 1)}{1.5}, 1.0 \right]$ Z 建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第88条第1項に規定するZの数値		

【解説】

(1) 水平震度法においては、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並びに稀に発生する地震によって天井面に作用する震度として天井を設ける階に応じて定められた水平震度を用いて、天井面に作用する慣性力を計算し、天井を構成する各部材及び接合部が損傷しないこと（天井の許容耐力以下であること）を確かめることとしている。

また、柱（柱芯）の相互の間隔（スパン）が1.5mを超える場合には、水平方向の地震動によって励起される鉛直振動の影響が無視できないため、1以上の鉛直震度を用いて、水平方向と同様に、天井を構成する各部材及び接合部が損傷しないことを確かめることとしている。

(2) 吹抜け部分に天井を設ける場合や建築物の部分により階数が異なる場合に適用する階数 N の考え方については、仕様ルートの天井告示第3第1項第十号と同様である。

(3) 天井の荷重変位関係としては、図 3.1 のように最大耐力が生じる前に非線形が生じる場合や、図 3.2 のようにほぼ弾性剛性で最大耐力に達するがその後の劣化が急激な場合が想定されるが、いずれの場合についても構造耐力上の安全性についての余裕をみて、天井の許容耐力は、損傷耐力（降伏耐力）の $2/3$ 以下に設定することとしている。

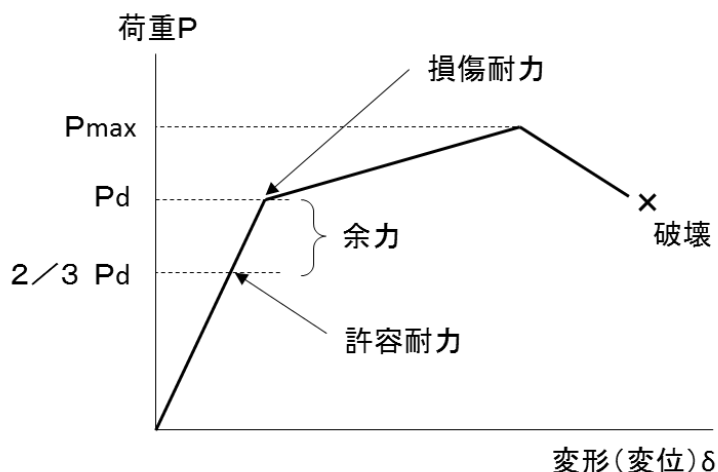


図 3.1 最大耐力に達する前に非線形が生じる場合

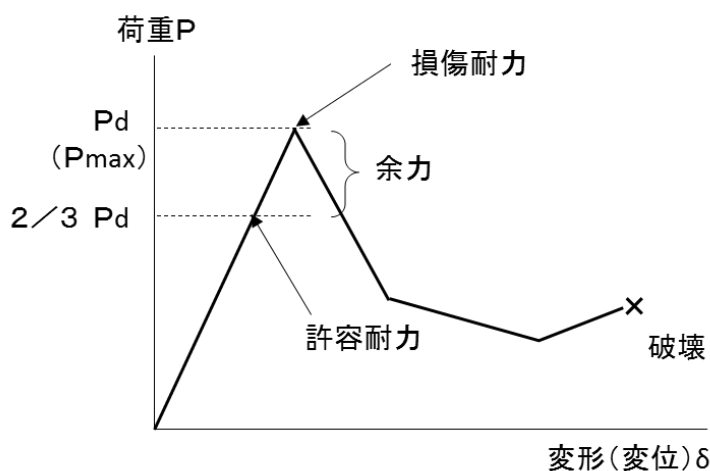


図 3.2 ほぼ弾性剛性で最大耐力に達するがその後の耐力劣化が急激な場合

天井の許容耐力については、第Ⅱ編に掲載している試験・評価方法により確認された数値を用いるか、又は、天井材が相互に緊結されていることを前提として、斜め部材の座屈耐力に基づき設定した数値を用いることが考えられる。

なお、座屈を考慮した許容圧縮応力度から斜め部材の座屈耐力を求め、これに基づいて天井の許容耐力を設定する場合には、天井の損傷耐力から許容耐力を求める場合の安全率（ $3/2$ ）と重複して安全率を設定する必要はないことから、斜め部材の座屈耐力に基づいて天井の許容耐力を算出すればよい。（(2.7) 式 参照）

また、在来工法の吊り天井では、通常、天井下地材や斜め部材として薄板の鋼材が用いられているが、天井下地材のうち、野縁はせっこうボード等にねじを用いて15～20cmの間隔で、野縁受けもクリップを用いて30cm程度の間隔で留められており、また、斜め部材は、既往の実験においてオイラー座屈では評価できている。このため、圧縮や曲げの許容応力度の算出にあたっては、例えば、薄板軽量形鋼造の告示（平成13年国土交通省告示第1641号）に規定されるようなゆがみ座屈や曲げねじれ座屈を考慮した許容応力度等の数値を用いることまでは要しない。

3-1-4 天井面構成部材と壁等とのクリアランス

ハ 天井面構成部材と壁等との隙間が、6センチメートルに吊り長さが3メートルを超える部分の長さに200分の1.5を乗じた値を加えた数値以上であることを確かめること。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は、当該算出によることができるものとする。

【解説】

仕様ルートでは吊り長さは3m以下に制限されているため、クリアランスは一律6cmと規定されているが、計算ルートでは吊り長さの制限はないため、吊り長さに応じてクリアランスの数値を加算することとしている。

具体的には、地震動に対する耐震性の検証において水平震度法を用いる場合にあっては、天井面と周辺の部位との間に、6cm（吊り長さが3mを超える場合は、 $6\text{ cm} + (\text{吊り長さ} - 3\text{ m}) \times 1.5 / 200$ ）以上のクリアランスを設けなければならない。

なお、特別な調査又は研究の結果に基づいて、より小さなクリアランスでも地震時に天井面構成部材が壁等と衝突しないことが確認されていれば、それによることができるものとしているのは、仕様ルートと同様である。（2-10（4）参照）

3-1-5 風圧並びに地震以外の震動及び衝撃の適切な考慮

ニ イからハまでの構造計算を行うに当たり、風圧並びに地震以外の震動及び衝撃を適切に考慮すること。

【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、風圧力を考慮した構造耐力上の安全性について確かめなければならない。

具体的には、令第82条の4の規定に基づき、屋根ふき材及び屋外に面する帳壁の風圧に対する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（平成12年建設省告示第1458号）として定めている基準に準じて検証すればよい。

ここで、ピーク外圧係数の算出にあたっては、一般に、屋外の天井面に作用するピーク外圧は建築物の形状や天井面の配置状況等によって異なるため、建築物の実況を考慮して、適切な風洞試験の結果又は上記の告示に定める数値によるものとする。なお、告示の数値による場合には、天井直下の壁面に作用するピーク外圧と同等の圧力が当該天井面にも作用すると考えて、壁面のピーク外圧係数を天井面のピーク外圧係数として採用することができる。

3-2 応答スペクトル法及び簡易スペクトル法

3-2-1 概要

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 2 前項の規定は、次の各号のいずれかに定める構造方法とする場合には、適用しない。 一 (略) 二 平成12年国土交通省告示第1457号第11第二号の規定に基づく構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた構造方法とすること。
損傷限界変位、 Td 、 Bdi 、層間変位、安全限界変位、 Ts 、 Bsi 、 Fh 及び Gs 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(平成12年建設省告示第1457号)(下線部分は改正部分)
建築基準法施行令(昭和25年政令第338号)第82条の5第三号イからニまで、第五号、第七号並びに第八号の規定に基づき、損傷限界変位、 Td 、 Bdi 、層間変位、安全限界変位、 Ts 、 Bsi 、 Fh 及び Gs を計算する方法並びに屋根ふき材等の構造耐力上の安全を確かめるための構造計算の基準を次のように定める。 第1～第10 (略) 第11 令第82条の5第七号に規定する屋根ふき材、 <u>特定天井</u> 、外装材及び屋外に面する帳壁の構造計算の基準は、次のとおりとする。 一 (略) 二 <u>特定天井の構造計算の基準は、次のとおりとする。ただし、平成25年国土交通省告示第771号第3第1項に定める基準に適合するもの、令第39条第3項の規定に基づく国土交通大臣の認定を受けたもの又は同告示第3第2項第一号に定める構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、この限りでない。</u> イ～ニ (略) 第12 (略)

【解説】

次項で説明する応答スペクトル法と簡易スペクトル法は、損傷限界変位、 Td 、 Bdi 、層間変位、安全限界変位、 Ts 、 Bsi 、 Fh 及び Gs 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(平成12年建設省告示第1457号。以下「限界耐力計算告示」という。)第11第1項第二号の規定に基づいた具体的な方法を示したものであり、天井告示第3第2項第二号では、この規定を引用している。

3-2-2 天井面構成部材の各部分の剛性及び強度

<u>イ 天井面構成部材(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をいう。以下同じ。)の各部分が、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を確かめること。</u>
--

【解説】

応答スペクトル法及び簡易スペクトル法も、水平震度法と同様に、天井面構成部材が一体となって挙動することを前提条件としているため、天井面構成部材の各部分が、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が求められている。

せっこうボード等の天井板が野縁等の天井下地材に緊結されている在来工法の吊り天井であれば、天井面構成部材の各部分は一体となって挙動するものと考えて差し支えないこと、また、いわゆるシステム天井については原則として対象とならないことについても、水平震度法と同様である。

3-2-3 地震動に対する安全性の検証

ロ 令第82条の5第三号の地震力を考慮して、天井が取り付く部分に生ずる水平方向の加速度（計算しようとする方向の柱の相互の間隔が十五メートルを超える場合にあっては、水平方向及び鉛直方向の加速度）によって天井面に作用する力を求め、当該力により天井に生ずる力が当該天井の許容耐力（繰り返し載荷試験その他の試験又は計算によって確認した損傷耐力（天井材の損傷又は接合部分の滑り若しくは外れが生ずる力に対する耐力をいう。）に3分の2以下の数値を乗じた値をいう。）を超えないことを確かめること。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づいて天井面に作用する力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) 吊り天井と構造躯体の共振を含めた外力を評価するため、今回の技術基準においては、構造躯体が弾性範囲に留まることを条件とし、モード解析の考え方をを用いて略算的な床応答スペクトル（床や屋根の絶対加速度応答に対する応答スペクトルをいい、「フロアレスポンススペクトル」とも呼ばれる。）を利用することを想定している。

なお、略算的な床応答スペクトルは、構造躯体及び天井の減衰定数をともに5%と仮定して（※1）検討されたものである。

この評価方法は、以下の点を前提条件としたものである。

- ・ 入力地震動は応答スペクトルで与えられること
- ・ 構造躯体は弾性範囲に留まること
- ・ 免震建築物は想定していないこと
- ・ 構造躯体と比較して天井は十分に軽量であり、構造躯体の振動は天井から影響を受けないこと
- ・ 構造躯体及び天井のねじれ振動や特殊な個材振動等は無視できること
- ・ 固有値解析により刺激関数が得られること
- ・ 構造躯体は互いに近接した固有周期を持たないこと
- ・ 一続きの天井面は一体として振動するものとして、1質点系にモデル化できること（※2）
- ・ 水平1軸と上下との2次元までを対象とし、3次元的な挙動は扱わないこと

- ・ 多点入力は考慮していないため、吊り元の揺れが異なる範囲にわたる場合には、揺れの最大点で外力を代表させること

- ※1 減衰定数の大きさを5%としたのは、入力地震動が5%の設計用応答スペクトルとして表現されることが多いことによる。計算方法を提案する上での仮定（前提条件）であって、構造躯体及び吊り天井の減衰定数が一般的に5%という意味ではないことに注意されたい。
- ※2 面内剛性の小さいシステム天井や段差部を含む天井等で、一続きの天井の内部の応力・変形等を求める必要がある場合を対象としていない。

(2) 図 3.3 に構造躯体及び吊り天井のモデル化並びに応答の増幅に関する概念図を示す。

図 3.3 (a)では構造躯体は1階建てだが、モード解析の考え方によれば、多層建築物への拡張も可能である。図 3.3 (b)のように、入力地震動は構造躯体により増幅され、躯体に取り付く吊り天井はそれ自体の応答によって応答加速度を増幅させる。

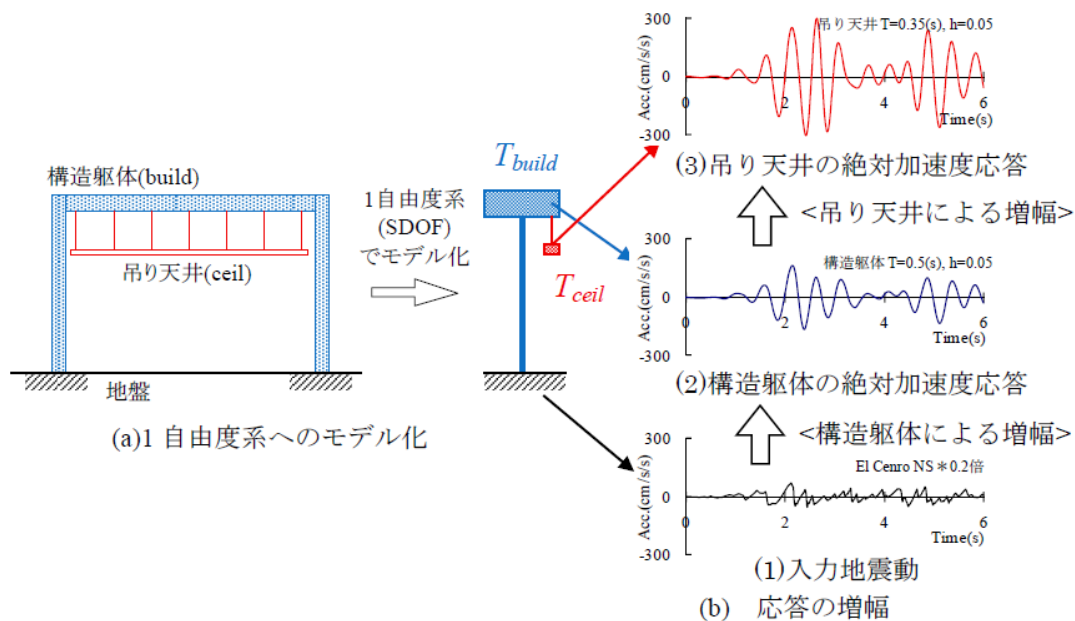


図 3.3 構造躯体及び吊り天井のモデル化と応答の増幅

図 3.4 にスペクトル法の概念図を示す。

入力地震動の加速度応答スペクトル S_a には1自由度系とみなした構造躯体による増幅が含まれている。構造躯体の耐震設計では S_a は既知である。吊り天井による増幅を考慮し、構造躯体との共振を表現するためには、床応答スペクトル S_{af} を求める必要がある。 S_{af} を如何に簡易に評価できるかがポイントとなる。

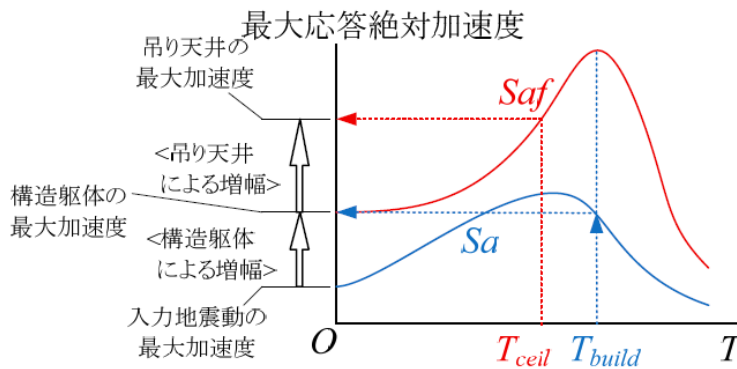


図 3.4 応答スペクトル法の概念図

(3) 応答スペクトル法

応答スペクトル法においては、以下の計算によって荷重及び外力に対し構造耐力上安全であることを確かめることとしている。

① 天井の固有周期の算定

以下の a)～c) のいずれかの方法により、天井の水平方向の固有周期を算定する。鉛直方向の固有周期もこれに準じて算定するものとする。ただし、特別な調査又は研究により算定する場合にあっては、この限りでない。

a) 天井ユニットの静的水平載荷試験による場合

- i) 天井ユニットの静的水平載荷試験結果から、水平方向の剛性を求める。
- ii) i) の剛性を、設計する天井の実況に応じて補正する。補正後の剛性を K とする。吊り長さ等が試験の仕様と異なる場合には、①試験結果を直線等で補間するか、②試験結果を説明するためのモデル化・定式化を行って算定する。試験のパラメータの間隔は適宜設定する（例えば吊り長さを 0.5 m、1.0 m、1.5 m）。
- iii) 設計する天井の質量 M を算定する。天井面構成部材のほか、天井面に取りつく照明等の質量も加算する。
- iv) 次式で天井の固有周期 T_{ceil} を求める。

$$T_{ceil} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

b) 天井ユニットの動的振動試験による場合

天井ユニットの自由振動試験又はスウィープ試験により、固有周期を（直接）算定する。自由振動は静的に変形を加えてから離す方法や、試験体に衝撃（インパルス）を与えて振動させる方法等がある。

c) モデル・算定式が利用可能な場合

過去に a)－i) ii) などによってモデル・算定式が確立された仕様の天井については、設計する天井の剛性を当該天井のモデル・算定式に基づいて算定し、a)－iii) iv) により、天井の固有周期 T_{ceil} を求める。

② 天井面に作用する加速度の算定

稀に発生する地震によって天井面に作用する水平方向加速度 Saf_{Ih} (単位 m/s/s) を次の (3.1) 式によって計算する。この場合において、柱の相互の間隔が 1.5m 以上の場合にあっては上下震度 ± 1.0 (自重を合わせて下向きは 2G 相当、上向きは自重キャンセル) が同時に作用するものとし、(3.2) 式による下限値 Saf_L を下回らないこととする。

$$Saf_{Ih}(T_{ceil,h}) = \sqrt{\sum_{j=1}^n \{R(T_j, T_{ceil,h}) \cdot \beta_{hj} U_{Ihj} \cdot Sa_h(T_j)\}^2} \quad (3.1)$$

$$\begin{cases} T_{j+1} < T_{ceil,h} \leq T_j \text{ のとき:} \\ \quad Saf_L = \max \left[0.75 \left\{ \frac{Saf_{Ih}(T_j) - Saf_{Ih}(T_{j+1})}{T_j - T_{j+1}} (T_{ceil,h} - T_{j+1}) + Saf_{Ih}(T_{j+1}) \right\}, 0.5g \right] \\ T_1 < T_{ceil,h} \text{ のとき:} \\ \quad Saf_L = \max [0.75 Saf_{Ih}(T_1), 0.5g] \end{cases} \quad (3.2)$$

ここで、下添え字の I は吊り元の位置の番号を、 h は水平を表し、記号は次のとおりである。

$R(T_j, T_{ceil,h})$: (3.2) 式で Saf_L を計算する場合には (3.3) 式、それ以外は (3.4) 式

$$\begin{cases} T_{ceil,h} \leq T_j \text{ のとき:} & R(T_j, T_{ceil,h}) \equiv Saf(T_{ceil,h}) / Sa(T_j) = 1 + 5(T_{ceil,h} / T_j)^3 \\ T_j < T_{ceil,h} \text{ のとき:} & R(T_j, T_{ceil,h}) \equiv Saf(T_{ceil,h}) / Sa(T_j) = 6(T_j / T_{ceil,h})^3 \end{cases} \quad (3.3)$$

$$\begin{cases} T_{ceil,h} \leq T_j - 0.1(s) \text{ のとき:} & R(T_j, T_{ceil,h}) = 1 + 5(T_{ceil,h} / (T_j - 0.1))^3 \\ T_j - 0.1(s) < T_{ceil,h} \leq T_j + 0.1(s) \text{ のとき:} & R(T_j, T_{ceil,h}) = 6 \\ T_j + 0.1(s) < T_{ceil,h} \text{ のとき:} & R(T_j, T_{ceil,h}) = 6((T_j + 0.1) / T_{ceil,h})^3 \end{cases} \quad (3.4)$$

$\beta_{hj} U_{Ihj}$: 構造躯体の j 次、位置 I での刺激関数 (水平地震動に対する水平成分)、

β_{hj} : 構造躯体の j 次の水平方向地震動に対する刺激係数、

U_{Ihj} : 吊り元の位置 I の j 次モードの水平成分、

T_j : 固有値解析により求めた構造躯体の j 次モードの固有周期 (単位 s)、

$T_{ceil,h}$: 吊り天井の水平方向の固有周期 (単位 s)、

n : 採用次数 ($j=1, 2, \dots, n$) で $n \geq 3$ とする。

$Sa_h(T_j)$: 次式で規定される水平方向入力地震動の加速度応答スペクトル

$$Sa_h(T_j) = Gs(T_j) \cdot Z \cdot Sa_0(T_j)$$

Gs : 令第 82 条の 5 (限界耐力計算) 第三号ハの表に規定する表層地盤による加速度の増幅率

(平 12 建告第 1457 号 (限界耐力計算) 第十第 1 項)、

Z : 令第 88 条第 1 項に規定される数値 (地域係数)、

Sa_0 : 次式で規定する解放工学的基盤における加速度応答スペクトル (単位 m/s/s)

$$Sa_0(T_j) = \begin{cases} 0.64 + 6T_j & (T_j < 0.16 \text{ のとき}) \\ 1.6 & (0.16 \leq T_j < 0.64 \text{ のとき}) \\ 1.024/T_j & (0.64 \leq T_j \text{ のとき}) \end{cases}$$

g : 重力加速度 (単位 m/s/s)

また、スパンが大きく上下振動が卓越するおそれのある場合で、構造躯体の詳細なモデルにより上下方向の刺激関数が得られ、かつ、天井の上下方向固有周期を算定しうる場合には、(3.1) 式に代えて (3.5) 式を、上下震度 ± 1.0 に代えて (3.6) 式による上下方向加速度をそれぞれ採用してもよい。この場合において、(3.5) 式による加速度 Saf_{lh} は (3.2) 式による下限値 Saf_L を下回らず、(3.6) 式による Saf_{lv} は $0.75g$ を下回らないこととする。

$$Saf_{lh}(T_{ceil,h}) \approx \sqrt{\sum_j \underbrace{\{R(T_j, T_{ceil,h}) \cdot \beta_{hj} U_{lhj} \cdot Sa_h(T_j)\}^2}_{\text{①水平地震動による水平振動}} + \sum_j \underbrace{\{R(T_j, T_{ceil,h}) \cdot \beta_{vj} U_{lhj} \cdot Sa_v(T_j)\}^2}_{\text{②上下地震動による水平振動}}} \quad (3.5)$$

$$Saf_{lv}(T_{ceil,v}) \approx \sqrt{\sum_j \underbrace{\{R(T_j, T_{ceil,v}) \cdot \beta_{hj} U_{lvj} \cdot Sa_h(T_j)\}^2}_{\text{③水平地震動による上下振動}} + \sum_j \underbrace{\{R(T_j, T_{ceil,v}) \cdot \beta_{vj} U_{lvj} \cdot Sa_v(T_j)\}^2}_{\text{④上下地震動による上下振動}}} \quad (3.6)$$

ここで、下添え字 v は上下を表し、記号は次のとおりである。

$\beta_{vj} U_{hj}$ 、 $\beta_{hj} U_{vj}$ 及び $\beta_{vj} U_{vj}$: 構造躯体の j 次、位置 I での刺激関数 (順に、上下地震動に対する水平成分、水平地震動による水平成分、上下地震動による上下成分)、

β_{vj} : 構造躯体の j 次の上下方向地震動に対する刺激係数、

U_{vj} : 吊り元の位置 I の j 次モードの上下成分、

$T_{ceil,v}$: 吊り天井の上下方向の固有周期 (単位 s)、

$Sa_v(T_j)$: 次式で規定される上下方向入力地震動の加速度応答スペクトル

$$Sa_v(T_j) = Sa_h(T_j)/2$$

- ③ 天井の固有周期及び稀に発生する地震によって天井面に作用する加速度を計算し、当該加速度による慣性力によって天井を構成する部材及び接合部が損傷しないこと (天井の許容耐力以下であること) を確かめる。

(4) 簡易スペクトル法

応答スペクトル法に替えて、簡易スペクトル法により、構造躯体から伝えられる地震力により生ずる力に対して構造耐力上安全であることを確かめることができる。

簡易スペクトル法においては、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並びに稀に発生する地震によって天井面に作用する震度として天井を設ける階や天井の周期帯等に応じて表 3.1 に示す水平震度及び ± 1.0 以上の上下震度 (柱の相互の間隔 (スパン) が $1.5m$ を超える場合に限る。) を用いて、天井面に作用する慣性力を計算し、天井を構成する各部材及び接合部が損傷しないこと (天井の許容耐力以下であること) を確かめることとしている。この場合において、表 3.1 の周期帯の欄に掲げる周期以外の周期については直線的に補間するものとする。

表 3.1 簡易スペクトル法に用いる水平震度

設置階		周期帯		
		1 次共振 ^{注1)}	2 次共振 ^{注2)}	剛 ^{注3)}
上層階 ^{注5)}	$T_1 \leq T_G$ ^{注4)}	$2.2r_1Z$	$1.1r_2Z$	0.50
	$T_G < T_1$	$2.2(T_G/T_1)Z$		
中間階 ^{注6)}	$T_1 \leq T_G$	$1.3r_1Z$	$0.66Z$	
	$T_G < T_1$	$1.3(T_G/T_1)Z$		
下層階 ^{注7)}		0.50		

表 3.1 における Z は令第 8 8 条第 1 項に規定する数値、 r_1 及び r_2 は次式に示す数値 (N は地上部分の階数) とする。

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

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

注 1) 1 次共振とは、 $T_1 - 0.1 \leq T_{ceil,h}$ の場合とする。ここで、 T_1 は構造躯体の 1 次固有周期 (単位 s) で、固有値解析により算定するか、又は設計用 1 次固有周期 (昭和 55 年建設省告示第 1793 号第 2) による。 $T_{ceil,h}$ は吊り天井の水平方向の固有周期 (単位 s)。

注 2) 2 次共振とは、 $\max(T_2 - 0.1, 0.1) \leq T_{ceil,h} \leq T_2 + 0.1$ の場合とする。ここで、 T_2 は構造躯体の 2 次固有周期 (単位 s) で、固有値解析により算定するか、又は $T_2 = T_1/3$ とする。

注 3) 剛とは、 $T_{ceil,h} \leq 0.1$ の場合とする。

注 4) T_G は加速度一定領域と速度一定領域の境界周期。(2 種地盤 : $T_G=0.864(s)$)

注 5) 「上層階」とは最上階から次式を満たす階 i の 1 つ上の階までとする。なお、 $N=1$ のときは「上層階」を適用する。

$$i < 0.3(2N+1)$$

注 6) 「中間階」とは「上層階」又は「下層階」に分類される階以外の階とする。

注 7) 「下層階」とは次式を満たす階 i から下の階とする。

$$i < 0.11(2N+1)$$

なお、応答スペクトル法及び簡易スペクトル法は、令第 8 2 条の 5 第三号の地震力 (稀に発生する地震動) を考慮して行うものであるが、当該地震力を検討する際の G_s (表層地盤による加速度の増幅率) は、限界耐力計算告示第 1 0 第 1 項の略算的な方法によることとされている。

したがって、例えば、構造躯体の構造計算はルート 3 (保有水平耐力計算) で行い、天井の構造耐力上の安全性の検証に応答スペクトル法を用いる場合には、応答スペクトル法に用いる地震力の計算には液状化は考慮しなくてよいが、基礎や杭の構造計算については、通常と同様に液状化を考慮する必要がある。

3-2-4 天井面構成部材と壁等とのクリアランス

ハ 天井面構成部材と壁、柱その他の建築物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つては、当該部分は隙間とみなす。以下同じ。）が、天井面に作用する力及び天井を設ける階に生ずる層間変位を考慮して次に定める式によって算定した値以上であることを確かめること。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。

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

この式において、 d_{cl} 、 T_{cl} 、 a_{cl} 、 L_{cl} 及び R は、それぞれ次の数値を表すものとする。

d_{cl} 天井面構成部材と壁等との隙間（単位 センチメートル）

T_{cl} 天井の水平方向の固有周期（単位 秒）

a_{cl} ロの水平方向の加速度（単位 センチメートル毎秒毎秒）

L_{cl} 衝突が生じないことを確かめる位置での吊り長さ（単位 センチメートル）

R 令第82条の5第三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

【解説】

応答スペクトル法及び簡易スペクトル法を用いる場合にあつては、天井面と周辺の部位との間に、次に定める式によって計算した数値以上のクリアランスを設けなければならない。

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

なお、特別な調査又は研究の結果に基づいて、より小さなクリアランスでも地震時に天井面構成部材が壁等と衝突しないことが確認されていれば、それによることができるものとしているのは、仕様ルート、水平震度法と同様である。

3-2-5 風圧並びに地震以外の震動及び衝撃の適切な考慮

ニ イからハまでの構造計算を行うに当たり、風圧並びに地震以外の震動及び衝撃を適切に考慮すること。

【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、風圧力を考慮した構造耐力上の安全性について確かめなければならない。

具体的な検証方法については、水平震度法と同様である。（3-1-5参照）

参 考 平成25年国土交通省告示第771号【再掲】

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)
建築基準法施行令(昭和25年政令第338号)第39条第3項の規定に基づき、特定天井を第2に、特定天井の構造方法を第3に定める。 第1 この告示において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。 一 吊り天井 天井のうち、構造耐力上主要な部分又は支持構造部(以下「構造耐力上主要な部分等」という。)から天井面構成部材を吊り材により吊り下げる構造の天井をいう。 二 天井材 天井面構成部材、吊り材、斜め部材その他の天井を構成する材料をいう。 三 天井面構成部材 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をいう。 四 天井面構成部材等 天井面構成部材並びに照明設備その他の建築物の部分又は建築物に取り付けるもの(天井材以外の部分のみで自重を支えるものを除く。)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いう。 五 吊り材 吊りボルト、ハンガーその他の構造耐力上主要な部分等から天井面構成部材を吊るための部材をいう。 六 斜め部材 地震の震動により天井に生ずる力を構造耐力上主要な部分等に伝達するために天井面に対して斜めに設ける部材をいう。 七 吊り長さ 構造耐力上主要な部分(支持構造部から吊り下げる天井で、支持構造部が十分な剛性及び強度を有する場合にあっては、支持構造部)で吊り材が取り付けられた部分から天井面の下面までの鉛直方向の長さをいう。 第2 特定天井 特定天井は、吊り天井であって、次の各号のいずれにも該当するものとする。 一 居室、廊下その他の人が日常立ち入る場所に設けられるもの 二 高さが6メートルを超える天井の部分で、その水平投影面積が200平方メートルを超えるものを含むもの 三 天井面構成部材等の単位面積質量(天井面の面積の1平方メートル当たりの質量をいう。以下同じ。)が2キログラムを超えるもの 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。 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。 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。 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。 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。 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。 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。

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。

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。

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55%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つては、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	水平震度
(一)	0.3(2 <i>N</i> + 1)を超えない整数に 1 を加えた階から最上階までの階	2.2 <i>r</i>
(二)	(一)及び(三)以外の階	1.3 <i>r</i>
(三)	0.11(2 <i>N</i> + 1)を超えない整数の階から最下階までの階	0.5

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。

N 地上部分の階数

r 次に定める式によって計算した数値

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

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)

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

	断面形状	寸法 (単位 ミリメートル)			<i>a</i>
		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>I</i> /1080

この表において、*I*は、次の数値を表すものとする。

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)

B 斜め部材の水平投影長さ (単位 メートル)

γ 斜め部材の細長比に応じて次の表に掲げる割増係数

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
この表において、 λ は斜め部材の細長比を表す。	
L_b 斜め部材の長さ (単位 メートル)	

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。

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。

2 前項の規定は、次の各号のいずれかに定める構造方法とする場合には、適用しない。

一 次のイからニまでに定めるところにより行う構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた構造方法とすること。この場合において、吊り材、斜め部材その他の天井材は釣合い良く配置することとし、吊り材を支持構造部に取り付ける場合にあっては、支持構造部は十分な剛性及び強度を有するものとしなければならない。

イ 天井面構成部材の各部分が、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を確かめること。

ロ 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に、天井を設ける階に応じて次の表に掲げる水平震度以上の数値を乗じて得られた水平方向の地震力（計算しようとする方向の柱の相互の間隔が1.5メートルを超える場合にあっては、当該水平方向の地震力に加えて、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に数値が1以上の鉛直震度を乗じて得られた鉛直方向の地震力）により天井に生ずる力が当該天井の許容耐力（繰り返し載荷試験その他の試験又は計算によって確認した損傷耐力（天井材の損傷又は接合部分の滑り若しくは外れが生ずる力に対する耐力をいう。）に3分の2以下の数値を乗じた値をいう。）を超えないことを確かめること。

	天井を設ける階	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までの階	2.2rZ
(二)	(一)及び(三)以外の階	1.3rZ
(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

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

N 地上部分の階数

r 次に定める式によって計算した数値

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

Z 建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第88条第1項に規定する Z の数値
--

ハ 天井面構成部材と壁等との隙間が、6センチメートルに吊り長さが3メートルを超える部分の長さに200分の1.5を乗じた値を加えた数値以上であることを確かめること。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。

ニ イからハまでの構造計算を行うに当たり、風圧並びに地震以外の震動及び衝撃を適切に考慮すること。

二 平成12年国土交通省告示第1457号第十一第二号の規定に基づく構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた構造方法とすること。

3-3 限界耐力計算を用いて構造計算した建築物の検証方法

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）（下線部分は改正部分）	
第82条の5	第81条第2項第一号ロに規定する限界耐力計算とは、次に定めるところによりする構造計算をいう。
一～六	（略）
七	屋根ふき材、 <u>特定天井</u> 、外装材及び屋外に面する帳壁が、第三号ニの規定によつて計算した建築物の各階に生ずる水平方向の層間変位及び同号ロの規定によつて計算した建築物の損傷限界固有周期に応じて建築物の各階に生ずる加速度を考慮して国土交通大臣が定める基準に従つた構造計算によつて風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。
八	（略）

損傷限界変位、 T_d 、 Bdi 、層間変位、安全限界変位、 T_s 、 Bsi 、 Fh 及び G_s 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（平成12年建設省告示第1457号）（下線部分は改正部分）	
建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第82条の5	第三号イからニまで、第五号、第七号並びに第八号の規定に基づき、損傷限界変位、 T_d 、 Bdi 、層間変位、安全限界変位、 T_s 、 Bsi 、 Fh 及び G_s を計算する方法並びに屋根ふき材等の構造耐力上の安全を確かめるための構造計算の基準を次のように定める。
第1～第10	（略）
第11	令第82条の5第七号に規定する屋根ふき材、 <u>特定天井</u> 、外装材及び屋外に面する帳壁の構造計算の基準は、次のとおりとする。
一	（略）
二	<u>特定天井の構造計算の基準は、次のとおりとする。ただし、平成25年国土交通省告示第771号第3第1項に定める基準に適合するもの、令第39条第3項の規定に基づく国土交通大臣の認定を受けたもの又は同告示第三第2項第一号に定める構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、この限りでない。</u>
イ～ニ	（略）
第12	（略）

【解説】

限界耐力計算を用いて構造躯体の構造計算をした建築物に設ける特定天井について構造耐力上の安全性を検証する方法としては、限界耐力計算告示第11第二号イ～ニの規定に基づく応答スペクトル法（又は簡易スペクトル法）によるもののほか、天井告示第3第1項に規定する「仕様ルート」によるもの、令第39条第3項の規定に基づく大臣認定を受けたもの又は天井告示第3第2項第一号に規定する「計算ルート（水平震度法）」によるものが認められている。

それぞれの基準については、既述したものを参照されたい。

3-4 免震建築物の検証方法

免震建築物の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の件（平成12年建設省告示第2009号）（下線部分は改正部分）
建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第38条第3項の規定に基づき、免震建築物の基礎の構造方法を第三に、及び同令第80条の2第二号の規定に基づき、免震建築物の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を第四に定め、同令第36条第1項の規定に基づき、免震建築物の耐久性等関係規定を第5に指定し、並びに同令第81条第2項第一号ロの規定に基づき、限界耐力計算と同等以上に免震建築物の安全性を確かめることができる構造計算を第6のように定める。
第1～第5 （略）
第6 令第81条第2項第一号ロに規定する限界耐力計算と同等以上に免震建築物の安全性を確かめることができる構造計算は、次項から第5項までに定める基準に従った構造計算とする。
2 （略）
3 上部構造について、次に定めるところにより構造計算を行うこと。ただし、法第20条第四号に掲げる建築物である免震建築物において、上部構造が第4第二号イ及びロの規定に適合し、かつ、第一号の規定の式によって計算した上部構造の最下階における地震層せん断力係数が0.2以下の数値となる場合にあっては、第一号から第三号まで、第六号及び第七号の規定については、適用しない。
一～七 （略）
八 <u>特定天井について、次に定めるところによること。ただし、平成25年国土交通省告示第771号第三第1項に定める基準（この場合において、同告示第三第1項第九号の表中のkは、天井を設ける階にかかわらず、0.5以上とすることができる。）に適合するもの又は令第39条第3項の規定に基づく国土交通大臣の認定を受けたものにあっては、この限りでない。</u>
イ <u>天井面構成部材（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をいう。以下同じ。）</u>、の各部分が、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を確かめること。
ロ <u>天井材の一部に有害な応力集中が生ずるおそれのないことを確かめること。</u>
ハ <u>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に水平震度0.5以上の数値を乗じて得られた水平方向の地震力（計算しようとする方向の柱の相互の間隔が1.5メートルを超える場合にあっては、当該水平方向の地震力に加えて、天井面構成部材等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等の総重量に数値が1以上の鉛直震度を乗じて得られた鉛直方向の地震力）により天井に生ずる力が当該天井の許容耐力（繰り返し載荷試験その他の試験又は計算によって確認した損傷耐力（天井材の損傷又は接合部分の滑り若しくは外れが生ずる力に対する耐力をいう。）に3分の2以下の数値を乗じた値をいう。）を超えないことを確かめること。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づいて地震力により天井に生ずる力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。</u>
三 <u>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。）が、6センチメートルに吊り長さが3メートルを超える部分の長さに200分の1.5を乗じた値を加えた数値以上であることを確かめること。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</u>

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。

ホ イからニまでの構造計算を行うに当たり、風圧並びに地震以外の震動及び衝撃を適切に考慮すること。

4～9 (略)

【解説】

免震建築物に設ける特定天井について構造耐力上の安全性を検証する方法としては、天井告示第3第2項第一号に規定する「計算ルート（水平震度法）」に準じる方法が規定されている。

ただし、「計算ルート（水平震度法）」においては、天井を設ける階に応じて異なる水平震度が適用されるが、免震建築物においては、天井を設ける階数にかかわらず0.5以上とすることができる点が相違するので注意が必要である。

また、特別な調査又は研究の結果に基づいて、地震力により天井に生ずる力を算出する場合又は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。この場合、当該特別の調査又は研究の成果の扱いについては、天井告示第3第1項第十号（天井面構成部材と壁等とのクリアランス）（2-10（4）参照）と同様とする。

なお、「仕様ルート」によるもの（この場合においても、水平震度は、天井を設ける階にかかわらず0.5以上とすることができる）、令第39条第3項の規定に基づく大臣認定を受けたものについても認められている。

3-5 プレストレストコンクリート造の建築物の検証方法

プレストレストコンクリート造の建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める等の件（昭和58年国土交通省告示第1320号）（下線部分は改正部分）
建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第80条の2第二号の規定に基づき、プレストレストコンクリート造の建築物又は建築物の構造部分（以下「プレストレストコンクリート造の建築物等」という。）の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を第1から第12までに定め、同令第36条第1項の規定に基づき、プレストレストコンクリート造の建築物等の構造方法に関する安全上必要な技術的基準のうち耐久性等関係規定を第19に、同条第2項第一号の規定に基づき、同令第81条第2項第一号イに規定する保有水平耐力計算によつて安全性を確かめる場合に適用を除外することができる技術的基準を第20にそれぞれ指定し、並びに同条第3項の規定に基づき、プレストレストコンクリート造の建築物等の構造計算が、第13及び第17に適合する場合においては、当該構造計算は、同令第82条各号及び同令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることができるものと認め、同令第81条第2項第二号イの規定に基づき、プレストレストコンクリート造の建築物等の構造計算が、第13、第14、第15第一号及び第17に適合する場合においては、当該構造計算は、同項第二号イに規定する許容応力度等計算と同等以上に安全性を確かめることができるものと認め、同項第一号イの規定に基づき、プレストレストコンクリート造の建築物等の構造計算が、第13、第14、第15第一号及び第17に適合する場合、又は第13、第14、第16及び第17に適合する場合においては、当該構造計算は、同項第一号イに規定する保有水平耐力計算と同等以上に安全性を確かめることができるものと認め、同号ロの規定に基づき、プレストレストコンクリート造の建築物等の構造計算が、第18に適合する場合においては、当該構造計算は、同号ロに規定する限界耐力計算と同等以上に安全性を確かめることができるものと認める。 第1～第17 （略） 第18 限界耐力計算と同等以上に安全性を確かめることができる構造計算 一～五 （略） 六 <u>屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁については、次のイ及びロに定めるところによる。</u> イ <u>屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁が、第三号の地震力を考慮して、平成12年建設省告示第1457号第十一第一号に定める構造計算により風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。</u> ロ <u>特定天井が、平成12年建設省告示第1457号第十一第二号の規定に基づく構造計算によつて荷重及び外力に対し構造耐力上安全であることを確かめること。ただし、平成25年国土交通省告示第771号第三第1項に定める基準に適合するもの、令第39条第3項の規定に基づく国土交通大臣の認定を受けたもの又は同告示第三第2項第一号に定める構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、この限りでない。</u> 2 （略） 第19～第20 （略）

【解説】

プレストレストコンクリート造の建築物に設ける特定天井について構造耐力上の安全性を検証する方法は、限界耐力計算を用いて構造躯体の構造計算をした建築物の検証方法と同様である。

3-6 エネルギー法を用いて構造計算した建築物の検証方法

エネルギーの釣合いに基づく耐震計算等の構造計算を定める件（平成17年国土交通省告示第631号）（下線部分は改正部分）
建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第81条第2項第一号ロの規定に基づき、限界耐力計算と同等以上に建築物の安全性を確かめることのできる構造計算を次のように定める。 第1～第7 （略） 第8 <u>屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁については、次の各号に定めるところによる。</u> 一 <u>屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁が、第4第四号の地震力を考慮して平成12年建設省告示第1457号第11第一号に定める構造計算を準用して風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。この場合において、同告示第11第一号ロ中「令第82条の5第三号の規定」とあるのは「第4第四号の規定」と、同号ロ(1)及び(2)中「令第82条の5第三号の地震力を考慮して、」とあるのは「第4第二号に規定する地震によるエネルギーが建築物に作用する時に」と、同号ロ(3)中「令第82条の5第三号の地震力を考慮して、」とあるのは「第4第四号の規定によって」と読み替えるものとする。</u> 二 <u>特定天井が、平成12年建設省告示第1457号第11第二号の規定に基づく構造計算によって荷重及び外力に対し構造耐力上安全であることを確かめること。この場合において、同号イ中「令第82条の5第三号の地震力を考慮して」とあるのは「第4第二号に規定する地震によるエネルギーが建築物に作用する時に」と読み替えるものとする。ただし、平成25年国土交通省告示第771号第3第1項に定める基準に適合するもの、令第39条第3項の規定に基づく国土交通大臣の認定を受けたもの又は同告示第3第2項第一号に定める構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、この限りでない。</u> 第9 <u>令第82条の5第八号の規定によること。</u>

【解説】

エネルギー法を用いて構造計算した建築物に設ける特定天井について構造耐力上の安全性を検証する方法は、限界耐力計算を用いて構造躯体の構造計算をした建築物の検証方法と同様である。

第4章 大臣認定ルート

建築基準法（昭和25年法律第201号）
（構造耐力） 第20条 建築物は、自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全な構造のものとして、次の各号に掲げる建築物の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める基準に適合するものでなければならない。 一 高さが60メートルを超える建築物 当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合するものであること。この場合において、その構造方法は、荷重及び外力によって建築物の各部分に連続的に生ずる力及び変形を把握することその他の政令で定める基準に従った構造計算によって安全性が確かめられたものとして国土交通大臣の認定を受けたものであること。 二～四 （略）

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）（下線部分は改正部分）
（屋根ふき材等） 第39条 （略） 2 （略） <u>3 特定天井（脱落によって重大な危害を生ずるおそれがあるものとして国土交通大臣が定める天井をいう。以下同じ。）の構造は、構造耐力上安全なものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものとしなければならない。</u> <u>4</u> （略） 第81条 法第20条第一号の政令で定める基準は、次のとおりとする。 一 荷重及び外力によって建築物の各部分に連続的に生ずる力及び変形を把握すること。 二 前号の規定により把握した力及び変形が当該建築物の各部分の耐力及び変形限度を超えないことを確かめること。 三 <u>屋根ふき材、特定天井</u>、外装材及び屋外に面する帳壁が、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。 四 前三号に掲げるもののほか、建築物が構造耐力上安全であることを確かめるために必要なものとして国土交通大臣が定める基準に適合すること。 2～4 （略）

建築基準法施行令の一部を改正する政令（平成25年政令第217号）
附 則 （施行期日） 1 この政令は、平成26年4月1日から施行する。ただし、次項の規定は、公布の日から施行する。 （準備行為） 2 この政令による改正後の建築基準法施行令（以下この項において「新令」という。）第39条第3項及び第129条の1第1項第六号の規定による国土交通大臣の認定並びにこれに関し必要な手続その他の行為は、この政令の施行前においても、新令の規定の例によりすることができる。 3 （略）

超高層建築物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（平成12年建設省告示第1461号）（下線部分は改正部分）
建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第81条第1項第四号の規定に基づき、超高層建築物の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算を次のように定める。 建築基準法施行令（以下「令」という。）第81条第1項第四号に規定する超高層建築物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は、次のとおりとする。 一～六 （略） 七 屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁が、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。 八～九 （略）

【解説】

大臣認定ルートとしては、時刻歴応答計算を用いた建築物に設ける特定天井として法第20条第一号の規定に基づく大臣認定を受けるものと、天井告示第3に規定されている構造方法によらない特殊な構造の特定天井として令第39条第3項の規定に基づく大臣認定を受けるものがある。

（1）法第20条第一号の規定に基づく大臣認定

時刻歴応答計算を用いた建築物に設ける特定天井については、時刻歴応答計算を用いて構造耐力上の安全性を検証する場合のほか、天井告示第3第1項に規定する「仕様ルート」、天井告示第3第2項第一号に規定する「計算ルート」（水平震度法）又は限界耐力計算告示第11第二号イ～ニの規定に基づく「計算ルート」（応答スペクトル法又は簡易スペクトル法）の方法による場合についても、法第20条第一号の規定に基づく大臣認定を受けなければならない。

詳細については、指定性能評価機関の業務規程において、超高層建築物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（平成12年建設省告示第1461号）第七号の取扱いとして、仕様ルート、計算ルート（水平震度法、応答スペクトル法又は簡易スペクトル法）と同様の検証方法が規定される。

（2）令第39条第3項の規定に基づく大臣認定

天井告示第3に規定されている構造方法によらない特殊な構造の特定天井については、天井告示第3に規定されている構造方法と同等以上の構造耐力上の安全性が確保されていることについて、実験又は数値計算等を用いて別途検証し、指定性能評価機関の性能評価を受けることにより、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できる。

詳細については、指定性能評価機関の業務規程において、令第39条第3項の取扱いとして規定される。

（3）大臣認定の準備行為

建築基準法施行令の一部を改正する政令（平成25年政令第217号）附則第2項により、改正後の令第39条第3項の規定による国土交通大臣の認定並びにこれに関し必要な手続その他の行為は、この政令の施行前においても、当該規定の例によりすることができるとされている。これは、法第20条第一号の規定による国土交通大臣の認定並びにこれに関し必要な手続その他の行為についても同様である。

したがって、平成26年3月31日以前であっても、当該各認定に係る指定性能評価機関が指定され、業務規程が国土交通大臣により認可されれば、当該各認定に係る手続を行うことは可能である。

第5章 既存建築物に対する落下防止措置

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）（下線部分は改正部分）	
（構造耐力関係） 第137条の2 法第3条第2項の規定により法第20条の規定の適用を受けない建築物（同条第一号に掲げる建築物及び法第86条の7第2項の規定により法第20条の規定の適用を受けない部分を除く。第137条の12第1項において同じ。）について法第86条の7第1項の規定により政令で定める範囲は、増築及び改築については、次の各号のいずれかに該当することとする。 一 増築又は改築後の建築物の構造方法が次のいずれにも適合するものであること。 イ～ロ （略） ハ 増築又は改築に係る部分以外の部分が耐久性等関係規定に適合し、かつ、自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃による当該建築物の倒壊及び崩落、<u>屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁の脱落並びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱落のおそれがないものとして国土交通大臣が定める基準に適合すること。</u> 二 増築又は改築に係る部分がそれ以外の部分と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、かつ、増築又は改築後の建築物の構造方法が次のいずれにも適合するものであること。 イ （略） ロ 増築又は改築に係る部分以外の部分が耐久性等関係規定に適合し、かつ、自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃による当該建築物の倒壊及び崩落、<u>屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁の脱落並びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱落のおそれがないものとして国土交通大臣が定める基準に適合すること。</u> 三 増築又は改築に係る部分の床面積の合計が基準時における延べ面積の二分の一を超えず、かつ、増築又は改築後の建築物の構造方法が次のいずれかに該当するものであること。 イ 耐久性等関係規定に適合し、かつ、自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃による当該建築物の倒壊及び崩落、<u>屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁の脱落並びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱落のおそれがないものとして国土交通大臣が定める基準に適合する構造方法</u> ロ （略） 四 （略）	
（大規模の修繕又は大規模の模様替） 第137条の12 法第3条第2項の規定により法第20条の規定の適用を受けない建築物について法第86条の7第1項の規定により政令で定める範囲は、大規模の修繕又は大規模の模様替については、当該建築物の構造耐力上の危険性が增大しないこれらの修繕又は模様替のすべてとする。 2～4 （略）	
<u>建築物の倒壊及び崩落、屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁の脱落並びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱落のおそれがない建築物の構造方法に関する基準並びに建築物の基礎の補強に関する基準を定める件（平成17年国土交通省告示第566号）（下線部分は改正部分）</u>	
建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第137条の2第一号ハ、第二号ロ及び第三号イの規定に基づき、建築物の倒壊及び崩落、<u>屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁の脱落並</u>	

びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱落のおそれがない建築物の構造方法に関する基準を第1から第3までに、並びに同号ロの規定に基づき、建築物の基礎の補強に関する基準を第四に定める。ただし、国土交通大臣がこの基準の一部又は全部と同等以上の効力を有すると認める基準によって建築物の増築又は改築を行う場合においては、当該基準によることができる。

第1 建築基準法施行令（以下「令」という。）第137条の2第一号ハに規定する建築物の倒壊及び崩落、屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁の脱落並びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱落のおそれがない建築物の構造方法に関する基準は、次の各号に定めるところによる。

一 （略）

二 屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁については、次のイ及びロに定めるところによる。

イ 屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁は、昭和46年建設省告示第109号に定める基準に適合すること。

ロ 特定天井については平成25年国土交通省告示第771号第三に定める基準に適合すること又は令第39条第3項に基づく国土交通大臣の認定を受けたものであること。ただし、増築又は改築をする部分以外の部分の天井（新たに設置するものを除く。）であつて、増築又は改築をする部分の天井と構造上分離しているもので当該天井の落下防止措置（ネット、ワイヤ又はロープその他の天井材（当該落下防止措置に用いる材料を除く。）の落下による衝撃が作用した場合においても脱
落及び破断を生じないことが確かめられた部材の設置により、天井の落下を防止する措置をいう。）
が講じられているものにあつては、この限りでない。

第2 令第137条の2第二号ロに規定する建築物の倒壊及び崩落、屋根ふき材、安全上重要である天井、外装材及び屋外に面する帳壁の脱落並びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱
落のおそれがない建築物の構造方法に関する基準は、次の各号に定めるところによる。

一・二 （略）

三 屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁については、第1第二号に定めるところによる。

第3 令第137条の2第三号イに規定する建築物の倒壊及び崩落、屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁の脱
落並びにエレベーターのかごの落下及びエスカレーターの脱
落のおそれがない建築物の構造方法に関する基準は、次の各号に定めるところによる。

一・二 （略）

三 屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁については、第1第二号に定めるところによる。

第4 （略）

【解説】

（1）今回の技術基準の施行の際に現に存する建築物（既存建築物）に「特定天井」に該当する天井が設けられている場合においては、法第3条第2項の規定により、令第39条第3項等の技術基準が遡及的に適用されることはない。しかしながら、当該建築物について増改築又は大規模の修繕・模様替を行う場合には、法第3条第3項の規定により、原則として令第39条第3項等の技術基準が適用される。

一方、法第86条の7においては、法第20条の規定に係る既存不適格建築物について一定の範囲の増改築や大規模の修繕・模様替え時の制限の緩和の特例が設けられている。

このうち、令第137条の2第一号から第三号までに定める範囲の増改築については、特定天井について令第39条第3項等の技術基準の代替として落下防止措置を講じることが認められている。

なお、令第137条の2第四号に定める範囲の増改築（小規模な増改築）、令第137条の12に定める大規模の修繕・模様替えについては、特定天井について令第39条の第3項等の規定への適合や落下防止措置は求められない。

- (2) ここでいう落下防止措置とは、天井材の落下による衝撃が作用した場合においても脱落及び破断を生じないことが確かめられた部材（ネット、ワイヤ、ロープ等）の設置により、天井の落下を防止する措置であるが、地震時（屋外に設ける天井にあつては、強風時）に天井の一部又は全部が万が一脱落した際、ネット等が永続的に当該天井を保持し、脱落を防ぐことを性能として求めるものではなく、地震時などに利用者の避難ができるよう、脱落した天井を一時的に保持する性能を要求するものである。したがって、天井がネット等で保持されている状態で、さらに余震などが生じた場合において天井の一部又は全部が脱落することを担保するものではない。

なお、別途の落下防止措置が認められるのは、増築又は改築をする部分以外の部分の天井（新たに設置するものを除く。）のうち増築又は改築をする部分の天井と構造上分離しているものである。既存の構造躯体に設置された天井であっても新たに設置する天井については、新築の場合と同様の技術基準が適用される。また、既存建築物に設けられている天井であっても、増改築時には、耐久性等関係規定である令第39条第4項（劣化防止のための措置）には適合しなければならない。

- (3) 落下防止措置を講じる際には、以下の事項について留意されたい。

① 共通事項

- ・ 落下防止措置部材を構成する材料の品質（強度、耐久性等）が明らかにされていること。
- ・ 天井材が落下しない状態で地震力が作用したときに、落下防止措置部材が天井材に作用する地震力を負担しない構造であること。

② 天井面の下部に設置する場合

- ・ ネット又はこれに類する可撓性のある材料を面的に張る場合には、必要に応じて外周部に補強ケーブルを組み合わせるものとし、これらの材料に張力を導入して荷重及び外力を常時負担することのできる平面又は曲面とすること。
- ・ 落下防止措置部材の吊り元は、地震力及び天井材の落下によって落下防止措置部材に生ずる力を構造耐力上有効に構造耐力上主要な部分等に伝えることができる剛性及び強度をもった構造とすること。
- ・ 落下防止措置部材の吊り元は、天井面に近い高さに設けること。

③ 天井面の上部に設置する場合

- ・ 落下防止措置部材（ワイヤ等）は、落下するおそれのある天井面構成部材を適切に保持する構造であること。ただし、天井板を直接保持しない構造の場合には、天井板と野縁との間の留め付け強度を確認し、必要に応じて当該箇所を補強すること。
- ・ 落下防止措置部材の片側又は両側の端部は、構造耐力上主要な部分等又は吊り材に取り付けること。ただし、吊り材に取り付ける場合には、吊り材の吊り元が十分な剛性及び強度をもった構造であることを確かめること。
- ・ 落下防止措置部材は、天井全体に均等に設けること。

第6章 確認申請手続き

建築基準法施行規則（昭和25年建設省令第40号）（下線部分は改正部分）

(確認申請書の様式)

第1条の3（略）

一～六（略）

一

（略）

二

	(い)		(ろ)	
			図書の種類	明示すべき事項
(一)	法第20条の規定が適用される建築物	令第3章第2節の規定が適用される建築物	各階平面図	一 基礎の配置、構造方法及び寸法並びに材料の種別及び寸法 二 屋根ふき材、内装材、外装材、帳壁その他これらに類する建築物の部分及び広告塔、装飾塔その他建築物の屋外に取り付けるものの種別、位置及び寸法
			2面以上の立面図	
			2面以上の断面図	
			基礎伏図	
			構造詳細図	屋根ふき材、内装材、外装材、帳壁その他これらに類する建築物の部分及び広告塔、装飾塔その他建築物の屋外に取り付けるものの取付け部分の構造方法
			使用構造材料一覧表	(略) <u>特定天井（令第39条第3項に規定する特定天井をいう。以下同じ。）で特に腐食、腐朽その他の劣化のおそれのあるものに用いる材料の腐食、腐朽その他の劣化のおそれの程度又はさび止め、防腐その他の劣化防止のための措置</u>
			(略)	(略)
			令第38条第3項若しくは第4項又は令第39条第2項若しくは第3項の規定に適合することの確認に必要な図書	(略) (略) (略) <u>令第39条第3項に規定する構造方法への適合性審査に必要な事項</u>
(略)	(略)	(略)	(略)	

三

（略）

四

	(い)	(ろ)
(略)	(略)	(略)

(二十 五)	<u>特定天井の構造を令第 39条第3項の認定を 受けたものとする建築 物</u>	<u>令第39条第3項に係る認定書の写し</u>
(略)	(略)	(略)

五
(略)
2～9 (略)

(計画の変更に係る確認を要しない軽微な変更)

第3条の2 法第6条第1項(法第87条第1項において準用する場合を含む。)の国土交通省令で定める軽微な変更は、次に掲げるものであつて、変更後も建築物の計画が建築基準関係規定に適合することが明らかなものとする。

一～九 (略)

十 構造耐力上主要な部分以外の部分であつて、屋根ふき材、内装材(天井を除く。)、外装材、帳壁その他これらに類する建築物の部分、広告塔、装飾塔その他建築物の屋外に取り付けるもの若しくは当該取付け部分、壁又は手すり若しくは手すり壁の材料若しくは構造の変更(第十二号の表の上欄に掲げる材料又は構造を変更する場合にあつては、同表の下欄に掲げる材料又は構造とする変更に限る。)又は位置の変更(間仕切壁にあつては、主要構造部であるもの及び防火上主要なものを除く。)

十一 構造耐力上主要な部分以外の部分である天井の材料若しくは構造の変更(次号の表の上欄に掲げる材料又は構造を変更する場合にあつては同表の下欄に掲げる材料又は構造とする変更に限り、特定天井にあつては変更後の建築材料が変更前の建築材料と異なる変更又は強度若しくは耐力が減少する変更を除き、特定天井以外の天井にあつては特定天井とする変更を除く。)又は位置の変更(特定天井以外の天井にあつては、特定天井とする変更を除く。)

十二 建築物の材料又は構造において、次の表の上欄に掲げる材料又は構造を同表の下欄に掲げる材料又は構造とする変更(第九号から前号までに係る部分の変更を除く。)

(略)	(略)
-----	-----

十三～十五 (略)
2～4 (略)

別記
第二号様式(第1条の3、第2条、第3条、第3条の3関係)

確認申請書(建築物)

(第一面)～(第四面) (略)
(第五面)
建築物の階別概要

【1. 番号】
【2. 階】
【3. 柱の小径】
【4. 横架材間の垂直距離】

【5. 階の高さ】

【6. 天井】

【イ. 居室の天井の高さ】

【ロ. 令第39条第3項に規定する特定天井】

☐有 ☐無

【7. 用途別床面積】

(用途の区分) (具体的な用途の名称) (床面積)

【イ.】 () () ()

【ロ.】 () () ()

【ハ.】 () () ()

【ニ.】 () () ()

【ホ.】 () () ()

【ヘ.】 () () ()

【8. その他必要な事項】

【9. 備考】

(略)

(注意)

1. ～5. (略)

6. 第五面関係

①～④ (略)

⑤ 6欄の「ロ」は、該当するチェックボックスに「レ」マークを入れてください。

⑥～⑧ (略)

第十九号様式 (第四条、第四条の四の二関係)

完了検査申請書

(第一面) ～ (第三面) (略)

(第四面)

工事監理の状況

	確認を行 った部 位・材料 の種類等	照会内容	照合を行 った設計 図書	設計図書の内 容について設 計者に確認し た事項	照合方法	照合結果 (不適 の場合には建築 主に対して行っ た報告の内容)
(略)						
特定天井に用い る材料の種類並 びに当該天井の 構造及び施工状 況						
(略)						

(注意)

1. ～4. (略)

5. 第四面関係

①～④ (略)

⑤ 「特定天井に用いる材料の種類並びに当該天井の構造及び施工状況」は、建築基準法施行令第39条第3項、第81条第1項第3号、第82条の5第7号又は第137条の2第1号ハの規定の適用を受ける部分について記載してください。

⑥～⑪ (略)

第二十六号様式 (第4条の8、第4条の11の2関係)

中間検査申請書

(第一面) ～ (第三面) (略)

(第四面)

工事監理の状況

	確認を行 った部 位・材料 の種類等	照会内容	照合を行 った設計 図書	設計図書の内 容について設 計者に確認し た事項	照合方法	照合結果 (不適 の場合には建築 主に対して行っ た報告の内容)
(略)						
<u>特定天井に用い る材料の種類並 びに当該天井の 構造及び施工状 況</u>						
(略)						

(注意)

1. ～4. (略)

5. 第四面関係

①～④ (略)

⑤ 「特定天井に用いる材料の種類並びに当該天井の構造及び施工状況」は、建築基準法施行令第39条第3項、第81条第1項第3号、第82条の5第7号又は第137条の2第1号ハの規定の適用を受ける部分について記載してください。

⑤ ～⑪ (略)

建築基準法施行令第36条の2第五号の国土交通大臣が指定する建築物を定める件 (平成19年国土交通省告示第593号) (下線部分は改正部分)

建築基準法施行令 (昭和25年政令第338号。以下「令」という。) 第36条の2第五号の規定に基づき、その安全性を確かめるために地震力によって地上部分の各階に生ずる水平方向の変形を把握することが必要であるものとして、構造又は規模を限って国土交通大臣が指定する建築物は、次に掲げる

建築物（平成14年国土交通省告示第474号に規定する特定畜舎等建築物を除く。）とする。

- 一 地階を除く階数が3以下、高さが13メートル以下及び軒の高さが9メートル以下である鉄骨造の建築物であって、次のイからハまでのいずれか（薄板軽量形鋼造の建築物及び屋上を自動車の駐車その他これに類する積載荷重の大きな用途に供する建築物にあつては、イ又はハ）に該当するものの以外のもの（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建築物であつて、当該建築物の部分のいずれもが次のイからハまでのいずれかに該当するものを除く。）

イ 次の（1）から（5）までに該当するもの

（1）～（4） （略）

（5） 特定天井が平成25年国土交通省告示第771号第3第1項に定める基準に適合するもの、令第39条第3項の規定に基づく国土交通大臣の認定を受けたもの又は同告示第3第2項第一号に定める基準に適合するもの

ロ 次の（1）から（7）までに該当するもの

（1）～（6） （略）

（7） イ（5）の規定に適合するもの

ハ （略）

- 二 高さが20メートル以下である鉄筋コンクリート造（壁式ラーメン鉄筋コンクリート造、壁式鉄筋コンクリート造及び鉄筋コンクリート組積造を除く。）若しくは鉄骨鉄筋コンクリート造の建築物又はこれらの構造を併用する建築物であつて、次のイ又はロに該当するものの以外のもの（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建築物であつて、当該建築物の部分のいずれもが次のイ又はロに該当するものを除く。）

イ 次の（1）から（3）までに該当するもの

（1）・（2） （略）

（3） 前号イ（5）の規定に適合するもの

ロ （略）

- 三 木造、組積造、補強コンクリートブロック造及び鉄骨造のうち2以上の構造を併用する建築物又はこれらの構造のうち一以上の構造と鉄筋コンクリート造若しくは鉄骨鉄筋コンクリート造とを併用する建築物であつて、次のイ又はロに該当するものの以外のもの（次号イからハまでのいずれかに該当するものを除く。）

イ 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建築物以外の建築物であつて、次の（1）から（6）までに該当するもの

（1）～（5） （略）

（6） 第一号イ（5）の規定に適合するもの

ロ 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建築物であつて、当該建築物の部分のいずれもが次の（1）から（7）までのいずれかに該当するもの

（1）～（6） （略）

（7） 第一号イ（5）の規定に適合するもの

- 四 木造と鉄筋コンクリート造の構造を併用する建築物であつて、次のイからハまでのいずれかに該当するものの以外のもの（前号イ又はロに該当するものを除く。）

イ 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建築物以外の建築物であつて、次の（1）から（10）までに該当するもの

（1）～（9） （略）

(10) 第一号イ (5) の規定に適合するもの

ロ 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建築物以外の建築物であって、次の (1) から (5) までに該当するもの

(1) ～ (4) (略)

(5) 第一号イ (5) の規定に適合するもの

ハ 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建築物であって、当該建築物の部分のいずれかが次の (1) から (4) までのいずれかに該当するもの

(1) ～ (3) (略)

(4) 第一号イ (5) の規定に適合するもの

五 構造耐力上主要な部分である床版又は屋根版にデッキプレート版を用いた建築物であって、デッキプレート版を用いた部分以外の部分（建築物の高さ及び軒の高さについては当該屋根版を含む。以下同じ。）が次のイからトまでのいずれかに該当するもの以外のもの（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建築物であって、当該建築物の部分（デッキプレート版を用いた部分以外の部分に限る。）のいずれかが次のイからトまでのいずれかに該当するものを除く。）

イ～ヘ (略)

ト 第一号イ (5) の規定に適合するもの

六 構造耐力上主要な部分である床版又は屋根版に軽量気泡コンクリートパネルを用いた建築物であって、軽量気泡コンクリートパネルを用いた部分以外の部分（建築物の高さ及び軒の高さについては当該屋根版を含む。以下同じ。）が前号イ若しくはハ又はホ（木造と鉄骨造の構造を併用するものに限る。）に該当するもの以外のもの（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建築物であって、当該建築物の部分のいずれかが次のイ又はロに該当する建築物を除く。）

イ (略)

ロ 前号イからトまでのいずれかに該当するもの

七 屋根版にシステムトラスを用いた建築物であって、屋根版以外の部分（建築物の高さ及び軒の高さについては当該屋根版を含む。以下同じ。）が第五号イからトまでのいずれかに該当するもの以外のもの（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建築物であって、当該建築物の部分（屋根版以外の部分に限る。）のいずれかが第五号イからトまでのいずれかに該当する建築物を除く。）

八 平成14年国土交通省告示第666号に規定する骨組膜構造の建築物であって、次のイ又はロに該当するもの以外のもの（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建築物であって、当該建築物の部分のいずれかが次のイ又はロに該当する建築物を除く。）

イ 次の (1) 及び (2) に該当するもの

(1) (略)

(2) 骨組の構造が第五号イからトまでのいずれかに該当するもの

ロ 次の (1) 及び (2) に該当するもの

(1) (略)

(2) 第一号イ (5) の規定に適合するもの

確認審査等に関する指針（平成19年国土交通省告示第835号）の一部を改正する件 （下線部分は改正部分）					
建築基準法（昭和25年法律第201号）第18条の3第1項の規定に基づき、同項に規定する確認審査等に関する指針を次のように定める。					
第1～第4 （略）					
別表					
	(い)		(ろ)	(は)	(に)
	区分		図書の種類	審査すべき事項	判定すべき事項
(一)	令第81条第2項第一号イに規定する保有水平耐力計算により安全性を確かめた建築物	共通事項	(略)	(略)	(略)
			特別な調査又は研究の結果等説明書	(略)	(略)
				(略)	(略)
				構造計算の仮定及び計算結果の適切性に関する検討内容が明記されており、それらが適切であること。	構造計算の仮定及び計算結果の適切性に関する検討内容が明記されており、それらが適切であること。
		(略)	(略)	平成25年国土交通省告示第771号第3第2項第二号に定める構造方法が使用されている場合にあっては、その検討内容が明記されており、それらが適切であること。	平成25年国土交通省告示第771号第3第2項第二号に定める構造方法が使用されている場合にあっては、その検討内容が明記されており、それらが適切であること。
(二)	令第81条第2項第一号ロに規定する限界耐力計算により安全性を確かめた建築物		(略)	(略)	(略)
			屋根ふき材等計算書	屋根ふき材、特定天井及び屋外に面する帳壁が令第82条の五第七号の規定に適合していること。	屋根ふき材、特定天井及び屋外に面する帳壁が令第82条の五第七号の規定に適合していること。
			(略)	(略)	(略)
(三)	令第81条第2項第二号イに規定する許容応力度等計算により安全性を確かめた建築物	共通事項	(略)	(略)	(略)
			特別な調査又は研究の結果等説明書	(略)	(略)
				(略)	(略)
				構造計算の仮定及び計算結果の適切性に関する検討内容が明記されており、それらが適切であること。	構造計算の仮定及び計算結果の適切性に関する検討内容が明記されており、それらが適切であること。

				平成25年国土交通省告示第771号第3第2項第二号に定める構造方法が使用されている場合にあっては、その検討内容が明記されており、それらが適切であること。	平成25年国土交通省告示第771号第3第2項第二号に定める構造方法が使用されている場合にあっては、その検討内容が明記されており、それらが適切であること。
		(略)	(略)	(略)	(略)
(四)	(略)	(略)	(略)	(略)	(略)

【解説】

(1) 確認申請図書

今回の技術基準の制定に伴い、建築基準法施行規則（昭和25年建設省令第40号。以下「省令」という。）第1条の3において、確認申請書に添付すべき図書及び書類として、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を設置する場合にあっては、当該特定天井に用いる材料の腐食、腐朽その他の劣化のおそれの程度又はさび止め、防腐その他の劣化防止のための措置について明示した使用構造材料一覧表を、令第39条第3項の規定の適用を受ける場合にあっては、令第39条第3項に規定する構造方法への適合性審査に必要な事項を明示した図書を添付しなければならないこととされている。（令第81条第1項第3号、第82条の5第7号又は第137条の2第1号ハの規定の適用を受ける場合にあっては、従前どおり、当該各条項の審査に必要な図書として、特定天井に関する事項を明示した図書を添付することになる。）

また、確認申請書、完了検査申請書及び中間検査申請書の様式において、特定天井に関する記載欄が追加されている。

表 6.1 完了検査・中間検査申請書の第四面（特定天井に関する部分）の記載例

	確認を行った部位・材料の種類等	照会内容	照合を行った設計図書	設計図書の内容について設計者に確認した事項	照合方法	照合結果（不適の場合には建築主に対して行った報告の内容）
特定天井に用いる材料の種類並びに当該天井の構造及び施工状況	天井面構成部材	種類・規格・形状・位置・寸法	吊り天井特記仕様書	無し	受入時の製品の確認及び工程終了時に現場で確認	適
	吊り材	種類・規格・形状・位置・寸法				適
	斜め部材	種類・規格・形状・位置・寸法	吊り天井標準図			適
	接合部（ねじ、インサートを含む）	種類・規格・形状・位置・寸法及び接合状況	吊り天井伏図 斜め部材配置図			適
	クリアランス	クリアランスの状況			工程終了時に現場で確認	適
	あと施工アンカー	あと施工アンカーの強度検査の結果（サンプル数、強度検査の結果）			工程終了時に報告書を確認	適
	天井材	防錆措置の状況	吊り天井特記仕様書		工程終了時に現場で確認	適

(2) 軽微な変更の扱い

省令第3条の2第十一号において、天井に関して、計画の変更に係る確認を要しない軽微な変更に該当するものとして、以下のものが掲げられている。

- ① 不燃材料、耐火構造など防耐火性能等の一定の性能を有する材料又は構造にあつては、同等以上の性能を有する材料又は構造とする変更
- ② 特定天井にあつては、使用する建築材料の変更又は強度・耐力が減少する変更以外の変更
- ③ 特定天井以外の天井にあつては、当該天井を特定天井とする変更以外の変更
- ④ 位置の変更（特定天井以外の天井を特定天井とする変更を除く）

ここで、「建築材料の変更」に該当するものとしては、鋼製の天井下地材、斜め部材等を鋼製以外の材料とする変更、せっこうボードの天井板（下地材）を他の材料とする変更のようなものが想定されるが、天井板の仕上材の変更については、単位面積質量が増加しなければ、建築材料の変更には該当しない。

天井面構成部材等の単位面積質量が減少する場合や天井の高さの変更（6m以下を6m超とする変更を除く）は、通常、軽微な変更にとして差し支えないが、天井面構成部材等の単位面積質量が増加する場合、吊り長さが変更される場合、斜め部材の断面を変更する場合等については、斜め部材の必要組数や天井の許容耐力、固有周期等に影響する場合があるため、当該変更に係る程度が微少なレベルであつて、かつ、検証ルートに応じて、それぞれ以下の事項が容易に判断できる場合に限る、軽微な変更として扱うことができるので注意が必要である。

- ・仕様ルートにあつては、斜め部材の必要組数が増加しないこと
- ・計算ルートにあつては、部材の許容耐力が当該部材の応力に対し十分に余力があること
- ・応答スペクトル法又は簡易スペクトル法にあつては、上記に加えて、固有周期を再計算するまでもなく一見して構造関係規定に適合すること

また、吊り材及び斜め部材の配置について、あらかじめ一定の条件で釣合い良く配置することが検討されている場合で、その条件の範囲内で吊り材や斜め部材の施工が行われる場合においては、申請者は、施工内容が確定後、速やかに当該事項に係る対応結果について審査機関に報告するものとする。

なお、「大臣認定ルート」による特定天井の変更については、軽微な変更にと該当する場合であっても、認定書又はその別添（構造図等）に関係する構造方法の変更（認定に関係しない変更又はあらかじめ検討されている範囲内の変更を除く。）である場合には、当該変更に係る大臣認定を受けることが必要である。このため、設備機器との取り扱い等により変更が生じる可能性のある事項については、あらかじめ幅をもった検討を行い、変更が生じる可能性のある事項を包含した内容で大臣認定を受けておくことが望ましい。

(3) 天井の構造耐力上の安全性に係る検証ルートと審査手続きの関係は、表 6.2 のとおりである。

表 6.2 検証ルートと審査手続きの関係

構造躯体の構造計算ルート	天井の検証ルート		
	仕様ルート 水平震度法	応答スペクトル法 簡易スペクトル法	特殊な構造 時刻歴応答計算
時刻歴応答計算	大臣認定	大臣認定	大臣認定
限界耐力計算	構造適判	構造適判	大臣認定
ルート 2 (許容応力度等計算) ルート 3 (保有水平耐力計算)	確認審査のみ	構造適判	大臣認定
四号建築物 (構造計算を省略) ルート 1 (許容応力度計算)	確認審査のみ	構造適判 に準ずる ※	大臣認定

ここで、特定天井の構造耐力上の安全性を検証するための計算として、応答スペクトル法又は簡易スペクトル法を用いた場合については、構造躯体の計算ルートによって構造計算適合性判定の審査対象となることに留意されたい。構造躯体の検証ルートが四号建築物やルート 1 の場合において、天井の検証方法として、地震動に対する構造躯体の応答を求めなければならない応答スペクトル法又は簡易スペクトル法を用いることは一般的に想定されないが、仮にこのような場合があれば、任意に構造計算適合性判定に準じた審査を受けた上で確認申請を行うことが考えられる。(表 6.2 中の※)

なお、建築士法第 20 条の 2 の規定に基づき、構造躯体の構造計算について構造設計一級建築士の関与が必要な建築物（建築基準法第 20 条第一号又は第二号に掲げる建築物）については、特定天井の構造方法についても、仕様ルート及び計算ルートの種別にかかわらず、構造設計一級建築士が設計するか、又は構造設計一級建築士による法適合確認が求められる。

第Ⅱ編 天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法

第1章 試験・評価の概要

- 1－1 試験・評価法の種類
- 1－2 天井告示に定める計算ルートとの関係
- 1－3 本編に掲げる方法以外の試験・評価法の取扱い

第2章 部材単体の試験・評価

- 2－1 天井下地材の試験・評価

第3章 接合部の試験・評価

- 3－1 吊りボルトの上端接合部の試験
- 3－2 クリップの接合部の試験
- 3－3 ハンガーの接合部の試験
- 3－4 斜め部材の上端接合部の試験
- 3－5 斜め部材の下端接合部の試験
- 3－6 接合部の許容耐力・剛性の評価
- 3－7 天井全体の許容耐力・剛性の評価

第4章 天井ユニットの試験・評価

- 4－1 天井ユニットの試験
- 4－2 天井全体の許容耐力・剛性の評価

第1章 試験・評価の概要

平成25年国土交通省告示第771号（以下「天井告示」という。）第3第2項第一号ロその他の規定では天井の許容耐力が必要であり、当該数値は繰り返し載荷試験その他の試験又は計算によって確認することとされている。また、使用する部材が一定の剛性や強度を有することや接合部の緊結状態の確認が必要な場合もある。本編ではこれらの検討に資することを目的に、既往の製品規格、試験実績及び研究成果を参考にして部材、接合部及び天井ユニットの標準的な試験・評価の方法を掲げた。なお、本編の方法は主に在来工法の天井を対象にしているが、システム天井の試験・評価もこれに準じて行うことができる。

1-1 試験・評価法の種類

表1.1.1に試験・評価の対象にした範囲を示す。本編に掲げる方法は、編集時点で実績のある試験・評価法を参考にしたものである。試験体の種類は、(1)部材単体、(2)複数の部材から構成される接合部、(3)天井ユニットの3通りに分けられるが、通常(1)は部材単体の構造耐力上の品質に係る剛性及び強度、(2)及び(3)は天井全体の許容耐力及び剛性を評価する場合にそれぞれ用いられる。また、(2)の試験は仕様ルートにおける当該接合部の「緊結」の判断に援用することも可能である。

部材単体及び接合部の試験法については、JIS A 1445（システム天井構成部材の試験方法）－2007に定める試験法及びその解説を参考に行っているが、当該JIS規格との違いもある。主な相違点は以下のとおりである。

- ・ 斜め部材の接合部の試験は、JIS A 1445の解説に掲げられている方法を見直し、上下端別に示す方法によること。
- ・ 水平方向の載荷方法は正負繰り返し載荷によること。
- ・ 試験体数を明記していること。

表 1.1.1 本編に掲げる試験・評価の対象範囲

試験体の種類 加力方向・載荷方法			(1)部材単体	(2)接合部				(3)天井 ユニット
			天井下地材	吊りボルト の上端	クリップ	ハンガー	斜め部材 の上・下端	
曲げ	鉛直	一方向	●					
	水平	一方向	(●) ^{※1}					
引張		一方向		● ^{※4}	●	●		
圧縮		一方向			(●) ^{※2}	●		
水平		一方向及び 正負繰り返し			●	(●) ^{※3}	● ^{※5}	●
試験結果に基づき 評価される数値			当該部材の 曲げ許容耐力・ 曲げ剛性	当該接合部の許容耐力・剛性 天井全体の許容耐力・剛性				天井全体の 許容耐力・剛性

※1 当該天井下地材が天井板と一体的に挙動し、水平方向に大きな曲げ力が作用しないことが想定される場合（例 システム天井材のHバー）には省略できる。
 ※2 圧縮時に野縁と野縁受けが直接接触することにより、クリップに圧縮力が伝達しないことが想定される場合には省略できる。
 ※3 斜め部材の取り付け箇所に応じて、ハンガーが水平力を負担しないことが想定される場合には省略できる。
 ※4 試験体の吊りボルト上端近くに斜め部材が取り付けく場合には、斜め部材にも同時に一方向の引張力を作用させる。
 ※5 上端接合部の試験では、斜め部材の材軸方向に加力する。

1-2 天井告示に定める計算ルートとの関係

図 1.2.1 は、水平方向の許容耐力・剛性の数値が天井告示に定める計算ルートにどのように反映されるか、試験・評価の流れと計算方法との対応関係を示したものである。天井全体の許容耐力と剛性を評価するためには、各種接合部の試験又は天井ユニットの試験のいずれかを行うことになる。また、計算ルートのうち水平震度法による検証を行う場合には、固有周期算出のための天井全体の剛性評価は不要である。

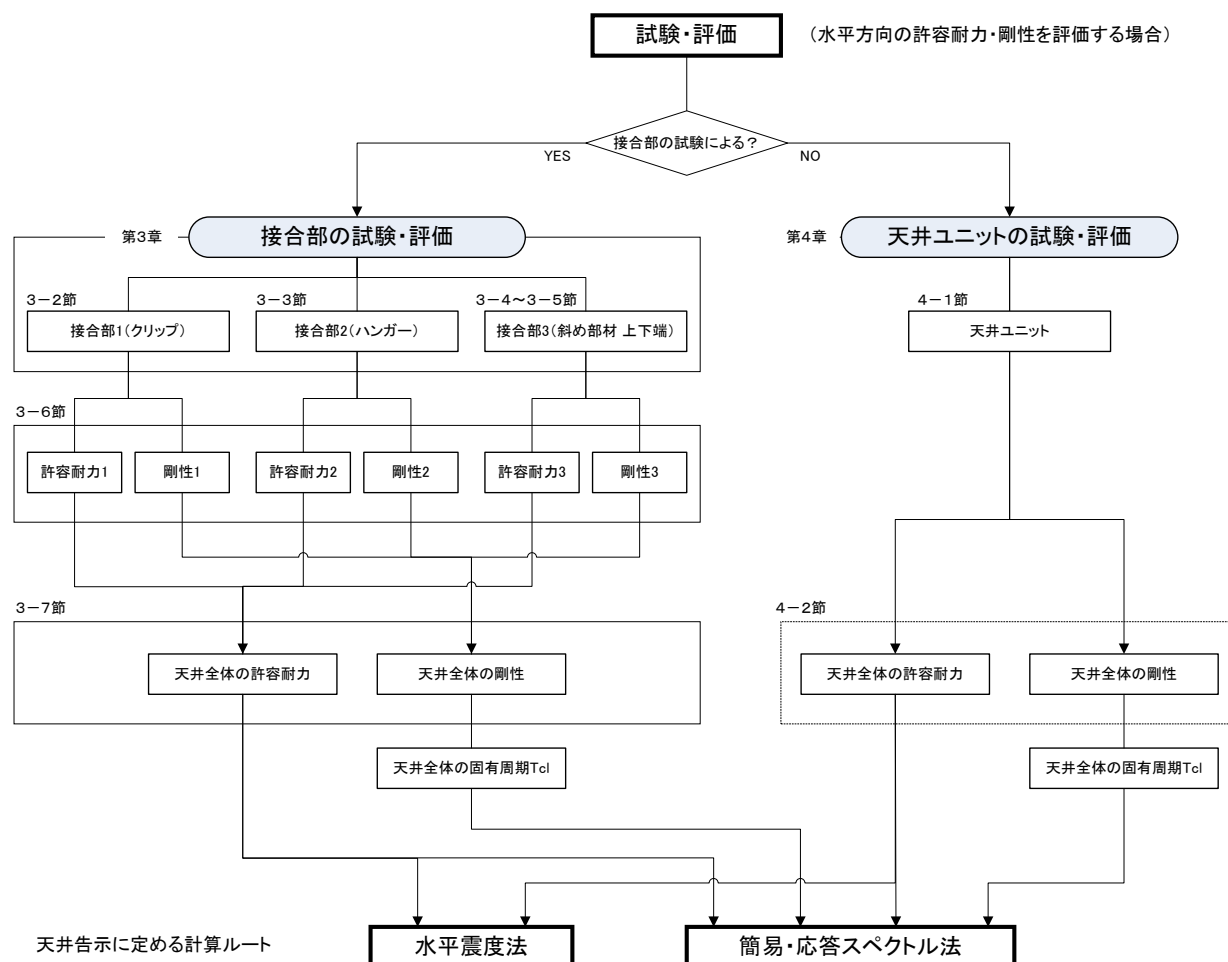


図 1.2.1 接合部又は天井ユニットの試験・評価の方法と天井告示に定める計算ルートとの関係

1-3 本編に掲げる方法以外の試験・評価法の取り扱い

本編に掲げる方法以外の試験・評価法であっても、本編に示す考え方を参考にして同等の結果が得られるものであれば、その採用を制限することを意図するものではない。ただし、本編に掲げる方法以外の試験・評価法を採用する場合には、以下の項目に留意する必要がある。

- 実際の構造方法（構成部材の種類や接合部のディテール等）を反映した試験体とすること
- 想定される損傷又は破壊形態を適切に再現できる加力方法とすること
- 試験結果に有意なばらつきが認められる場合には、それを考慮して許容耐力や剛性の数値を評価すること

第2章 部材単体の試験・評価

2-1 天井下地材の試験・評価

(1) 適用の範囲

以下に示す試験体、試験方法、記録項目及び評価方法は、金属製の天井下地材を対象にした曲げ試験及び評価に適用する。

(2) 試験体

試験体は、在来工法天井材のうち野縁又は野縁受け、システム天井材のうちTバー又はHバーとし、支点間距離は実況に応じたものとする。試験体数はそれぞれ3体以上とする。

(3) 試験方法

試験は、試験体の支点間に鉛直方向又は水平方向の2等分点1線又は3等分点2線荷重を加えるものとする。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階ごとの荷重に対応した変位量を電気式変位計等で測定する。変位の測定位置は支点間の加力部及び支点部とし、支点に対する相対たわみを算出できるようにする。

(4) 記録項目

試験結果には、加力方向ごとに次の項目を記録する。

- ・ 試験体の変形又は破壊の状態
- ・ 荷重－たわみ曲線

(5) 評価方法

1) 天井下地材の曲げ許容耐力は、荷重－たわみ曲線に基づき(2.1.1)式によって算出する。

$$M_a = \frac{\overline{M}_d}{a} \quad (2.1.1)$$

ここで、 M_a ：曲げ許容耐力(Nm)、 $\overline{M}_d$ ：損傷時の曲げモーメントの平均値(Nm)、 a ：1.5以上の数値

2) 天井下地材の曲げ剛性は、荷重－たわみ曲線に基づいて評価する。

【解説】

天井告示の第3第2項第一号イでは、計算ルートを適用できる条件として「天井面構成部材の各部分が、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」を確かめることとされている。この規定に基づき金属製下地材の曲げ許容耐力及び曲げ剛性を試験によって確かめる場合に、上記の試験方法を参考にすることができる。

上記の試験は、JIS A 1445（システム天井構成部材の試験方法）－2007の9.2に定めるTバー及びHバーを対象にした曲げ試験の方法に準じているが、この試験方法はシステム天井だけでなく、在来天井を構成する野縁や野縁受けについても適用することができる。なお、JIS A 1445に倣って、例えばシステム天井材のHバーのように天井板と一体的に挙動し、水平方向に大きな曲げ力が作用しないことが想定される

場合には、当該方向の試験は省略してもよい。図 2.1.1 に試験体の参考図を示す。

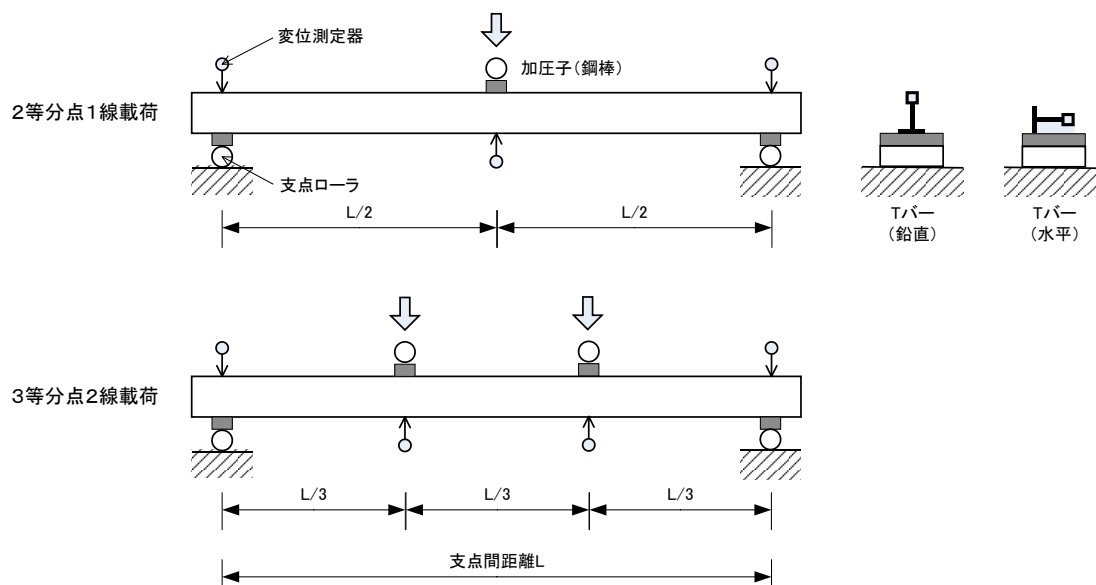


図 2.1.1 天井下地材の試験体の例

試験対象の下地材の曲げ剛性は、荷重－たわみ曲線の結果に基づいて得られる。例えば、2等分点1線载荷の場合は次式によって算出する（図 2.1.2 参照）。

$$EI = \frac{\Delta P l^3}{48 \Delta \delta} \quad (2.1.2)$$

ここで、

E ：ヤング係数 (N/mm^2)

I ：断面2次モーメント (mm^4)

ΔP ：所定のたわみ量の差 $\Delta \delta$ に応じた荷重値の差 (N)

l ：支点間距離 (mm)

$\Delta \delta$ ：所定のたわみ量の差 (mm)

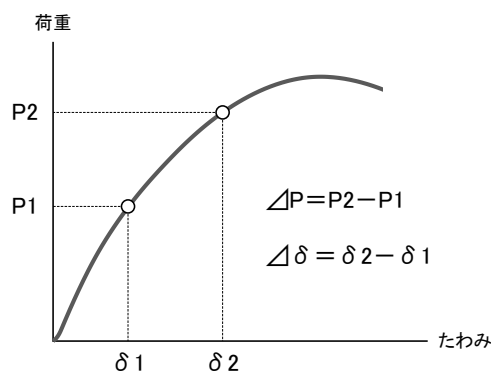


図 2.1.2 荷重－たわみ曲線のイメージ

第3章 接合部の試験・評価

3-1 吊りボルトの上端接合部の試験

(1) 適用の範囲

以下に示す試験体、試験方法及び記録項目は、天井材のうち吊りボルトの上端及び吊り金具等から構成される接合部を対象にした試験に適用する。

(2) 試験体

試験体は、吊りボルトの上端が吊り金具等を介して、構造耐力上主要な部分又は天井の支持構造部に相当する試験フレームに実況どおりに取り付けられたものとする。試験体数は3体以上とする。

(3) 試験方法

試験は、吊りボルトに取り付けた治具に一方方向の引張力を加えるものとする。ただし、吊りボルトの上端近傍に斜め部材が取り付けられる場合には、当該斜め部材にも同時に一方方向の引張力を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階ごとの荷重に対応した変位量を電気式変位計等で測定する。

(4) 記録項目

試験結果には、次の項目を記録する。

- ・ 損傷時の荷重（試験体の構成材料に滑り及び外れ並びに損傷を生ずるときの荷重をいう。以下同じ。）及び最大荷重
- ・ 試験体の変形又は破壊の状態
- ・ 荷重－変位曲線

【解説】

上記の試験は、吊りボルトが構造耐力上主要な部分等に取り付く接合部（吊り元）を対象にしたものであり、引張試験の方法を掲げた。

吊り金具には様々な種類のものが考えられるので、実際の施工で採用する製品を試験体に用いるとともに、その取付け方法も実際の状況を反映しなければならない。試験は吊りボルトに取り付けた治具に一方方向の引張力を加えることを基本としているが、試験体の吊りボルト上端付近に斜め部材が取り付けられる場合には、斜め部材の材軸方向にも同時に引張力を作用させることとする。

試験結果の記録項目としては、損傷時の荷重及び最大荷重、試験体の変形又は破壊の状態、荷重－変位曲線を挙げている。ここで、試験体の構成材料に滑り及び外れ並びに損傷を生ずるときの荷重を「損傷時の荷重」と定義している。これらの項目は3-2～3-5節の試験でも同様であり、3-6節「接合部の許容耐力・剛性の評価」において必要となるものである。

また、天井告示の仕様ルートで吊り材が適合すべき要件として、第3第1項第五号では「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」が規定されており、上記の試験によって吊りボルト上端部の緊結状態を確認することができる（第I編 2-5節参照）。

3-2 クリップの接合部の試験

(1) 適用の範囲

以下に示す試験体、試験方法及び記録項目は、天井材のうち野縁、クリップ及び野縁受けから構成される接合部を対象とした試験に適用する。

(2) 試験体

試験体は、野縁、クリップ及び野縁受けを実況どおりに組み合わせたものとする。試験体数は加力方向及びクリップの掛け方ごとに3体以上（ただし、(3) 3) ②の試験は1体以上）とする。

(3) 試験方法

試験は、以下の加力方向ごとに示す方法によって行うものとする。ただし、圧縮時に野縁と野縁受けが直接接触することにより、クリップに圧縮力が伝達しないことが想定される場合には、2) を省略することができる。

1) 引張方向

野縁を固定した状態で、野縁受けに取り付けた治具に一方向の引張力を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階ごとの荷重に対応した変位量を電気式変位計等で測定する。

2) 圧縮方向

1) に準じた方法による。

3) 水平方向（野縁方向）

以下の手順による。

① 野縁受けを固定した状態で、野縁に取り付けた治具に正負それぞれ一方向（試験体の形状が原点に対してお互いに対称の場合には、正又は負一方向のみ）の水平力を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、損傷時の荷重での変位を用いて、(3.2.1)式により制御変位の基準値 D_a^+ 、 D_a^- を算出する。

$$D_a^+ = \frac{\bar{d}^+}{a^+}, \quad D_a^- = \frac{\bar{d}^-}{a^-} \quad (3.2.1)$$

ここで、 a^+ 、 a^- : 1.5 以上の数値、 $\bar{d}^+$ 、 $\bar{d}^-$: 正負の損傷時の荷重での変位の平均値 (mm)

② 野縁受けを固定した状態で、野縁に取り付けた治具に図 3.2.1 に掲げる履歴の正負繰り返し力を加える。同図において、 $\pm 0.5D_a$ 、 $\pm D_a$ 及び $\pm 1.5D_a$ の各変位段階でそれぞれ 3 回以上繰り返すものとする。

4) 水平方向（野縁受け方向）

3) に準じた方法による。

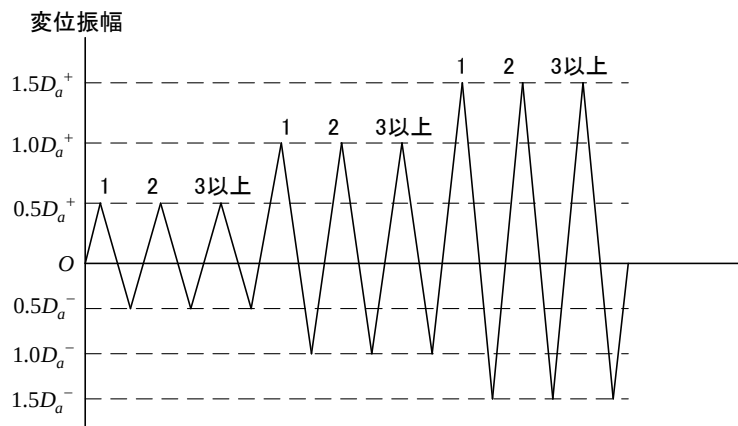


図 3. 2. 1 繰り返し載荷履歴

(4) 記録項目

試験結果には、加力方向ごとに次の項目を記録する。

- ・ a^+ , a^- の数値及び繰り返し回数（加力が水平方向の場合のみ）
- ・ 損傷時の荷重及び最大荷重
- ・ 試験体の変形又は破壊の状態
- ・ 荷重－変位曲線

【解 説】

(1) 試験の概要

上記の試験はクリップを含む接合部を対象にしたものである。在来工法の天井の場合、クリップの野縁受けへの掛け方には図 3. 2. 2 に示す腹掛け、背掛け及びその両方による場合があり、既往の研究では、載荷時の変形や破壊は掛け方によって異なる性状を示すことが報告されている。例えば引張に対して、腹掛けの場合にはクリップ上部でのツメの開きの進行、背掛けの場合にはクリップ下部の降伏又は野縁リップ部の変形が見られ、荷重－変位曲線もお互いに異なる結果となる。したがって、試験も実際に採用されるクリップの掛け方ごとに行う必要がある。

クリップを含む接合部の試験体の例を図 3. 2. 3、試験状況の例を図 3. 2. 4 に示す。

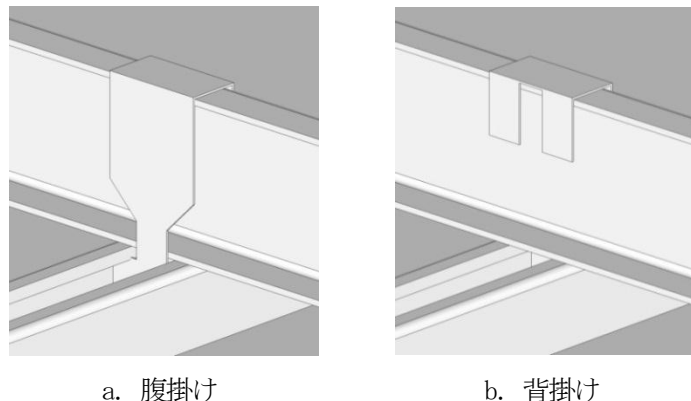


図 3. 2. 2 在来工法の天井に用いるクリップの掛け方の種類

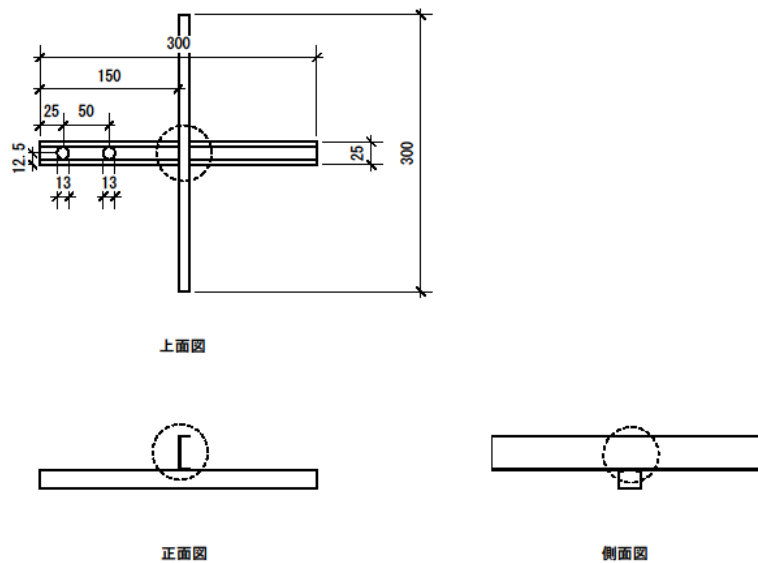


図 3.2.3 クリップを含む接合部の試験体の例



図 3.2.4 クリップを含む接合部の試験状況の例
(野縁方向に加力する場合、矢印は加力方向を表す)

1) 引張・圧縮方向

引張及び圧縮方向の試験は一方向の加力を原則としている。システム天井のクリップを含む接合部の試験体については、JIS A 1445（システム天井構成部材の試験方法）—2007 の 9.3 に定める試験体図も参考にすることができる。

2) 水平方向

水平方向の試験は既往の研究成果等を踏まえて、正負繰り返し加力によることを原則とした。

手順①の試験は手順②での繰り返し载荷の振幅設定を目的としている。具体的には、正側と負側それぞれの一方向加力試験で得た損傷時の荷重での変位に基づいて、制御変位の基準値 D_a^+ 及び D_a^- を設定するものである。ここで、加力方向の原点に対して試験体の形状が対称であれば、正・負それぞれの一方向加力を行う必要はなく、いずれか一方の試験結果で制御変位の基準値を代表させてよい。

手順②の繰り返し加力試験は試験体 1 体以上を基本とし、その制御変位の数値は基準値 D_a だけでなく、

その0.5倍及び1.5倍を対象にしている。振幅 $0.5D_a^+$ 、 $0.5D_a^-$ での载荷（予備载荷）は主に構成材料同士のなじみをよくすることも期待して行うものであり、振幅 D_a^+ 、 D_a^- は正・負の許容耐力に対応する変位、振幅 $1.5D_a^+$ 、 $1.5D_a^-$ は正・負の損傷耐力に対応する変位をそれぞれ想定したものである。また、各振幅段階での繰り返し回数は3回以上と設定した。

なお、例えば制御振幅の設定値が小さくなる場合等、変位制御よりも荷重制御による方法が適切であると考えられる場合には、上記の方法に準じた荷重制御によることも可能である。このとき、(3.2.1)式を次式で読み替えることにより、制御荷重の基準値を算出する。

$$P_a^+ = \frac{\bar{P}_d^+}{a^+}, \quad P_a^- = \frac{\bar{P}_d^-}{a^-} \quad (3.2.2)$$

ここで、 P_a^+ 、 P_a^- ：正負の制御荷重の基準値（N）、 a^+ 、 a^- ：1.5以上の数値、 $\bar{P}_d^+$ 、 $\bar{P}_d^-$ ：正負の損傷時の荷重の平均値（N）である。

水平方向の载荷方法に関する上記の考え方は、後掲の3－3節「ハンガーの接合部」、3－4節「斜め部材の上端接合部」、3－5節「斜め部材の下端接合部」においても同様である。

（2）試験の実施例

以下に、クリップを含む接合部を対象にした試験実施例を掲げる。

図3.2.5.aに引張方向、同図bに水平（野縁受け）方向の一方方向加力試験の結果をそれぞれ示す。3体の試験体で試験を行った。この試験体仕様では野縁と野縁受けが直接接触し、クリップに圧縮力を伝達する機能は期待されていないため、圧縮方向の一方方向加力試験は省略した。

図3.2.5.bの試験結果から制御変位 D_a を算出した上で行った正負繰り返し加力試験の結果を図3.2.6に示す。なお、ここでは上記の試験方法にはないが、3段階の繰り返し後に、最大荷重が得られるまで一方方向の加力を行っている。

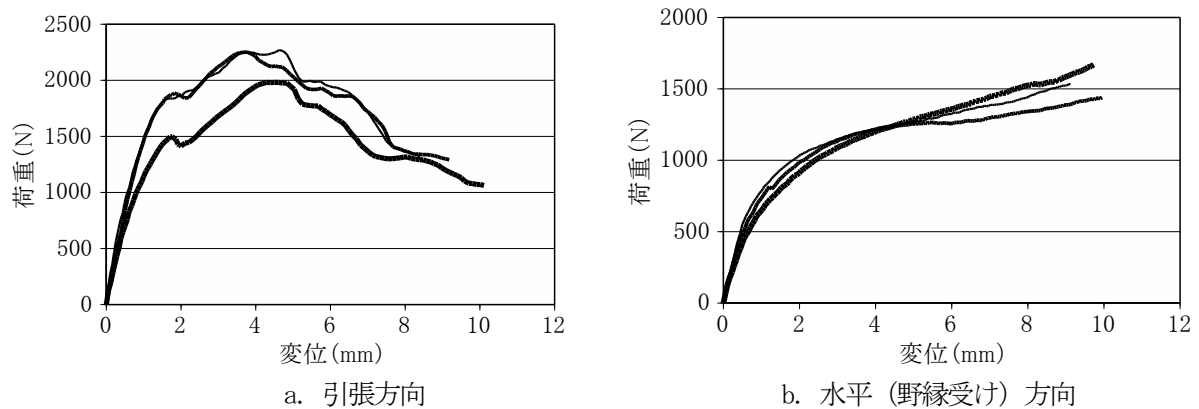


図3.2.5 クリップを含む接合部の一方方向加力試験の結果例

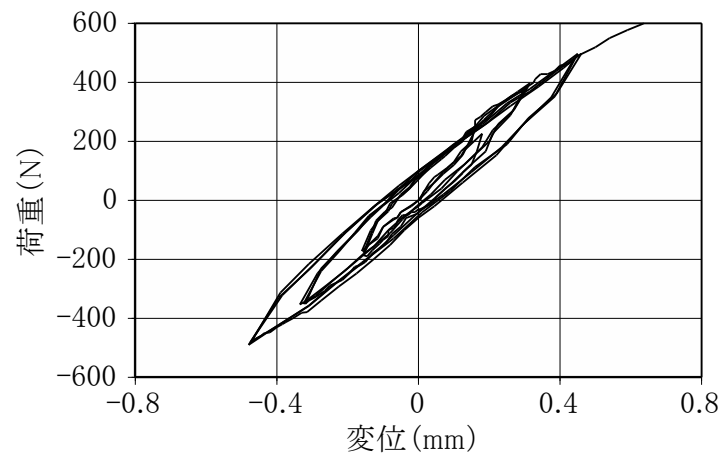


図 3.2.6 クリップを含む接合部の正負繰り返し加力試験の結果例（野縁受け方向）

3-3 ハンガーの接合部の試験

(1) 適用の範囲

以下に示す試験体、試験方法及び記録項目は、天井材のうち野縁受け、ハンガー及び吊りボルトの下端から構成される接合部を対象とした試験に適用する。

(2) 試験体

試験体は、野縁受け、ハンガー及び吊りボルトの下端を実況どおりに組み合わせたものとする。試験体数は加力方向ごとに3体以上（ただし、(3) 3) ②の試験は1体以上）とする。

(3) 試験方法

試験は、以下の加力方向ごとに示す方法によって行うものとする。

1) 引張方向

野縁受けを固定した状態で、吊りボルトに取り付けた治具に一方方向の引張力を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階ごとの荷重に対応した変位量を電気式変位計等で測定する。

2) 圧縮方向

1) に準じた方法による。

3) 水平方向（野縁方向）

以下の手順による。

① 吊りボルトを固定した状態で、野縁受けに取り付けた治具に正負それぞれ一方方向（試験体の形状が原点に対してお互いに対称の場合には、正又は負一方方向のみ）の水平力を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、損傷時の荷重での変位を用いて、(3.3.1)式により制御変位の基準値 D_a^+ 、 D_a^- を算出する。

$$D_a^+ = \frac{\bar{d}^+}{a^+}, \quad D_a^- = \frac{\bar{d}^-}{a^-} \quad (3.3.1)$$

ここで、 a^+, a^- : 1.5 以上の数値、 $\bar{d}^+, \bar{d}^-$: 正負の損傷時の荷重での変位の平均値 (mm)

② 吊りボルトを固定した状態で、野縁受けに取り付けた治具に図 3.3.1 に掲げる履歴の正負繰り返し力を加える。同図において、 $\pm 0.5D_a$ 、 $\pm D_a$ 及び $\pm 1.5D_a$ の各変位段階でそれぞれ 3 回以上繰り返すものとする。

4) 水平方向（野縁受け方向）

3) に準じた方法による。

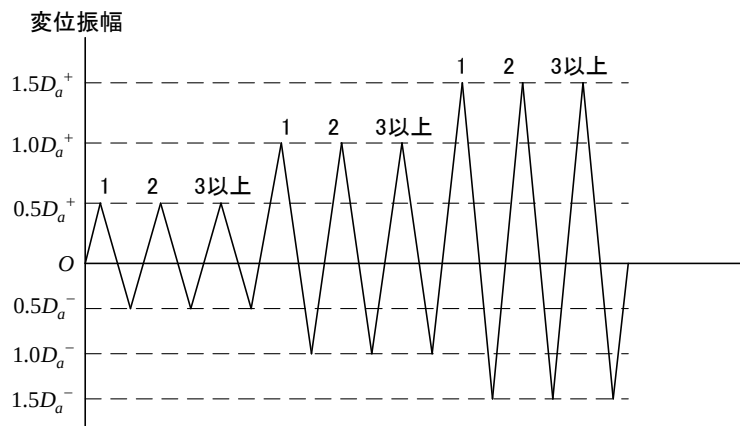


図 3. 3. 1 繰り返し載荷履歴

(4) 記録項目

試験結果には、加力方向ごとに次の項目を記録する。

- ・ a^+ , a^- の数値及び繰り返し回数（加力が水平方向の場合のみ）
- ・ 損傷時の荷重及び最大荷重
- ・ 試験体の変形又は破壊の状態
- ・ 荷重－変位曲線

【解 説】

上記の試験はハンガーを含む接合部を対象にしたものである。試験の方法はクリップを含む接合部の場合と同じであり、その詳細は3－2節の解説を参照されたい。なお、斜め部材の取り付け箇所に応じて、ハンガーが水平方向の地震力を負担しないことが想定される場合には、水平方向の加力を省略してもよい（第I編 2－2節の解説（2）参照）。

ハンガーを含む接合部の試験体の例を図 3. 3. 2、試験体の取り付け状況の例を図 3. 3. 3 に示す。

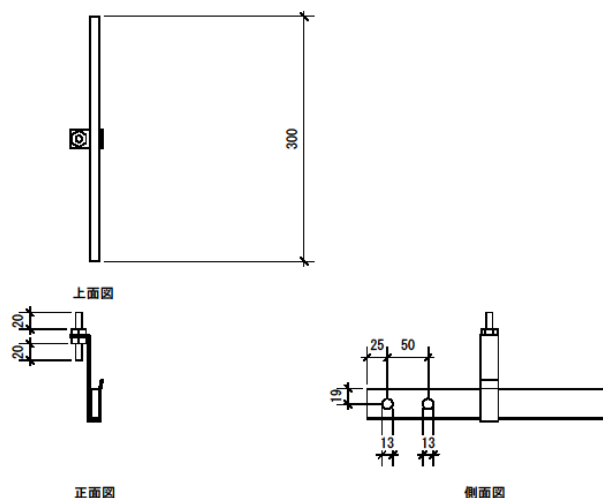


図 3. 3. 2 ハンガーを含む接合部の試験体の例



図 3. 3. 3 ハンガーを含む接合部の試験体の取り付け状況の例
(野縁方向に加力する場合、矢印は加力方向)

3-4 斜め部材の上端接合部の試験

(1) 適用の範囲

以下に示す試験体、試験方法及び記録項目は、天井材のうち吊りボルト及び斜め部材の上端から構成される接合部を対象とした試験に適用する。

(2) 試験体

試験体は、斜め部材の上端が所要の角度及び位置の実況どおりに吊りボルトに取り付けられたものとする。試験体数は加力方向ごとに3体以上（ただし、(3) ②の試験は1体以上）とする。

(3) 試験方法

試験は、斜め部材の材軸方向に加力するものとし、以下の手順による。

① 吊りボルトに取り付けた治具を固定した状態で、斜め部材に正負それぞれ一方向の力を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、損傷時の荷重での変位を用いて、(3.4.1)式により制御変位の基準値 D_a^+ , D_a^- を算出する。

$$D_a^+ = \frac{\bar{d}^+}{a^+}, \quad D_a^- = \frac{\bar{d}^-}{a^-} \quad (3.4.1)$$

ここで、 a^+ , a^- : 1.5 以上の数値、 $\bar{d}^+$, $\bar{d}^-$: 正負の損傷時の荷重での変位の平均値 (mm)

② 吊りボルトに取り付けた治具を固定した状態で、斜め部材に図 3.4.1 に掲げる履歴の正負繰り返し力を加える。同図において、 $\pm 0.5D_a$ 、 $\pm D_a$ 及び $\pm 1.5D_a$ の各変位段階でそれぞれ 3 回以上繰り返すものとする。

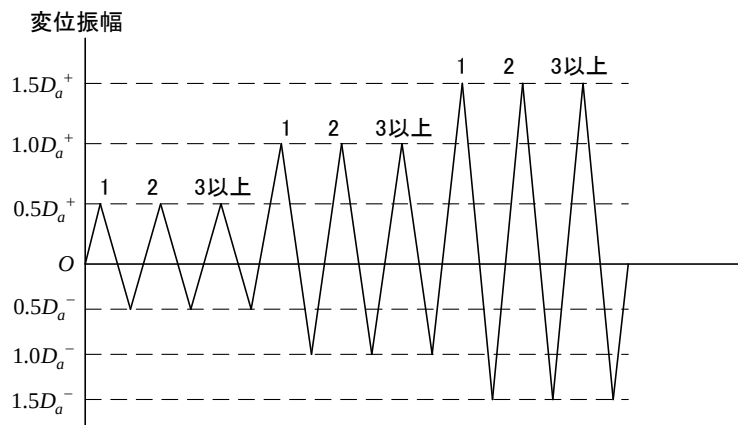


図 3.4.1 繰り返し载荷履歴

(4) 記録項目

試験結果には、次の項目を記録する。

- ・ a^+ , a^- の数値及び繰り返し回数
- ・ 損傷時の荷重及び最大荷重 (N)
- ・ 試験体の変形又は破壊の状態
- ・ 荷重－変位曲線

【解説】

上記の試験は吊りボルトに斜め部材の上端が取り付く部分を対象にしたものであり、斜め部材の材軸方向に加力する方法を掲げている。試験方法はクリップやハンガーを含む接合部の水平方向加力の場合と同じである。

試験体を組み立てる際には斜め部材の角度だけでなく、斜め部材の端部が吊りボルトに取り付く位置についても実況どおりにする必要がある。なお、吊りボルトに取り付く位置に関連して、実際の施工時に偏心距離を0にするのが難しいことが想定される場合には、図3.4.2に示す偏心距離に相当する値をパラメータにした試験を行い、偏心の程度が損傷形態に及ぼす影響をあらかじめ確認しておくことも試験上の配慮として望まれる。斜め部材の上端接合部の試験体の取り付け状況の例を図3.4.3に示す。

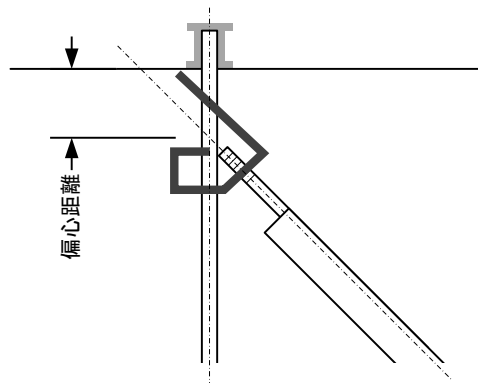


図 3. 4. 2 偏心距離



図 3. 4. 3 斜め部材の上端接合部の試験体の取り付け状況の例
(矢印は加力方向を表す。吊りボルトの右下端は自由端としている。)

3-5 斜め部材の下端接合部の試験

(1) 適用の範囲

以下に示す試験体、試験方法及び記録項目は、天井材のうち斜め部材の下端及び野縁受け等から構成される接合部を対象とした試験に適用する。

(2) 試験体

試験体は、斜め部材の組の下端が所要の角度及び形状の実況どおりに野縁受け等に取り付けられたものとし、斜め部材の他端は試験フレームにボルト接合する。試験体数は加力方向ごとに3体以上（ただし、(3) 1) ②の試験は1体以上）とする。

(3) 試験方法

試験は、以下の加力方向ごとに示す方法によって行うものとする。

1) 水平方向（野縁受け方向）

以下の手順による。

① 野縁受けに平行に取り付けた治具に正負それぞれ一方（試験体の形状が原点に対してお互いに対称の場合には、正又は負一方のみ）の水平力を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、損傷時の荷重での変位を用いて、(3.5.1)式により制御変位の基準値 D_a^+ , D_a^- を算出する。

$$D_a^+ = \frac{\bar{d}^+}{a^+}, \quad D_a^- = \frac{\bar{d}^-}{a^-} \quad (3.5.1)$$

ここで、 a^+, a^- : 1.5 以上の数値、 $\bar{d}^+, \bar{d}^-$: 損傷時の荷重での変位の平均値 (mm)

② 野縁受けに平行に取り付けた治具に図 3.5.1 に掲げる履歴の正負繰り返し力を加える。同図において、 $\pm 0.5D_a$ 、 $\pm D_a$ 及び $\pm 1.5D_a$ の各変位段階でそれぞれ3回以上繰り返すものとする。

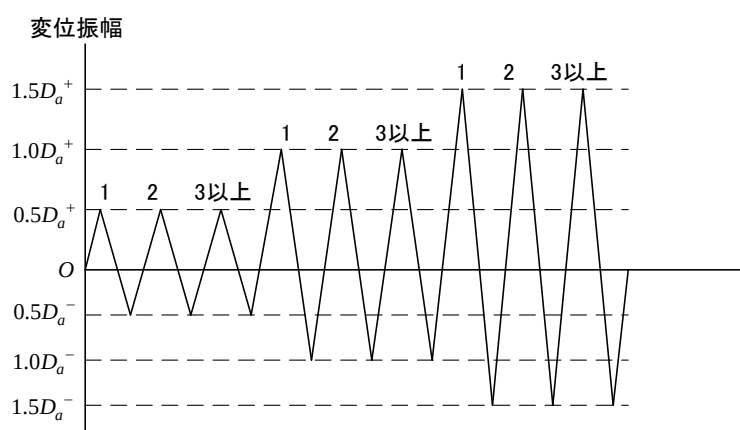


図 3.5.1 繰り返し载荷履歴

2) 水平方向（野縁方向）

1) に準じた方法による。

(4) 記録項目

試験結果には、加力方向ごとに次の項目を記録する。

- ・ a^+ , a^- の数値及び繰り返し回数
- ・ 損傷時の荷重及び最大荷重 (N)
- ・ 試験体の変形又は破壊の状態
- ・ 荷重－変位曲線

【解 説】

(1) 試験の概要

上記の試験は斜め部材の下端が野縁受け等に取り付く部分を対象にしたものであり、試験方法はクリップやハンガーを含む接合部の水平方向加力の場合と同じである。

試験体を組み立てる際には斜め部材の角度だけでなく、斜め部材の組の下端が野縁受け等に取り付く形状（V字状等）についても実況どおりにする必要がある。また、野縁受け方向に加力する場合には野縁受けに平行に取り付く治具、野縁方向に加力する場合には加力方向に直交する野縁受けをしっかりと掴む治具をそれぞれ用意する。

斜め部材の下端接合部の試験体の例を図 3. 5. 2、試験体の取り付け状況の例を図 3. 5. 3 に示す。図 3. 5. 2 に示すように試験体は 2 組の斜め部材から構成されるため、1 組当たりの斜め部材の損傷時の荷重を求める際には、試験結果を 1/2 倍する必要がある点に留意する。

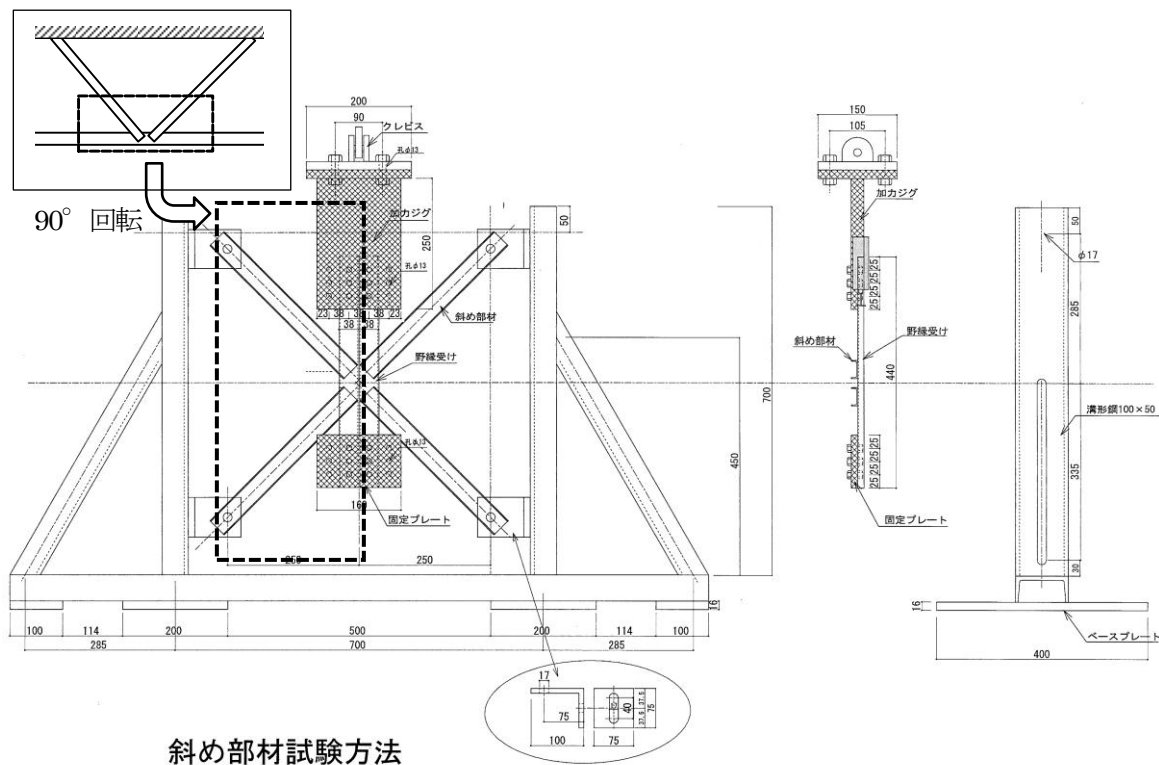


図 3. 5. 2 斜め部材の下端接合部の試験体の例



図 3.5.3 試験体の取り付け状況の例
(野縁受け方向に加力する場合、矢印は加力方向を表す)

3-6 接合部の許容耐力・剛性の評価

(1) 適用の範囲

以下に示す評価方法は、3-1節から3-5節までに示す試験の結果に基づく接合部の許容耐力及び剛性の評価に適用する。

(2) 評価方法

1) 接合部の許容耐力は、以下の加力方向ごとに示す方法によって得るものとする。

i) 引張方向又は圧縮方向

一方向加力試験の結果に基づき、(3.6.1)式によって算出する。

$$P_a = \frac{\bar{P}_d}{a} \quad (3.6.1)$$

ここで、 P_a : 許容耐力 (N)、 $\bar{P}_d$: 損傷時の荷重の平均値 (N)、 a : 1.5 以上の数値

ii) 水平方向

正負繰り返し加力試験の結果が一方向加力試験の結果と概ね同等であることが確かめられた場合には、(3.6.2)式によって算出した数値を許容耐力とする。

$$P_a^+ = \frac{\bar{P}_d^+}{a^+}, \quad P_a^- = \frac{\bar{P}_d^-}{a^-} \quad (3.6.2)$$

ここで、 P_a^+ 、 P_a^- : 正負の許容耐力 (N)、 $\bar{P}_d^+$ 、 $\bar{P}_d^-$: 一方向加力試験での正負の損傷時の荷重の平均値 (N)、 a^+ 、 a^- : 制御変位の基準値 D_a の設定に用いた 1.5 以上の数値

2) 接合部の剛性は、加力方向ごとの荷重－変位曲線に基づき、損傷時の荷重に相当する点と原点を結ぶ直線によって得るものとする。

【解説】

(1) 接合部の許容耐力

天井告示の計算ルートその他の規定では、天井の許容耐力を、繰り返し载荷試験その他の試験又は計算によって確認した損傷耐力（天井材に滑り及び外れ並びに損傷を生ずるときの耐力をいう。）に 3 分の 2 以下の数値を乗じた数値として定義している（第 I 編 3-1-3 節参照）。本節では、これに基づいて接合部の許容耐力を評価する方法を示した。以下に損傷時の荷重の設定、引張・圧縮及び水平方向の許容耐力の設定についてそれぞれまとめる。

1) 損傷時の荷重

3-1節から3-5節までに示した一方向加力試験では、構成部材の種類や加力方向によって様々な形態の荷重－変形曲線が得られる。許容耐力を評価する際には、試験体ごとに得た荷重－変位曲線から損傷時の荷重 P_d を適切に設定することが重要であり、一般的な降伏荷重の評価方法を参考にするとよい。評価には複数の方法があり得るが、評価手順の一例を以下に示す。

① 荷重－変位曲線に基づき、初期剛性 K の直線Ⅰを引く。

② $K/3$ の傾きをもつ直線を、荷重－変位曲線に接するように平行移動したものを直線Ⅱとする。

③ 直線Ⅰと直線Ⅱの交点での荷重を損傷時の荷重 P_d とみなす。

図3.6.1. aは最大荷重に達する前に非線形な変形が進行する場合、同図bは弾性剛性を保持して最大荷重付近まで達する場合であり、図中の丸印が P_d に相当する点である。ここで初期剛性 K は、最大荷重 P_{max} の0.1～0.2倍に相当する荷重値と原点とを結んだ直線から得ている。

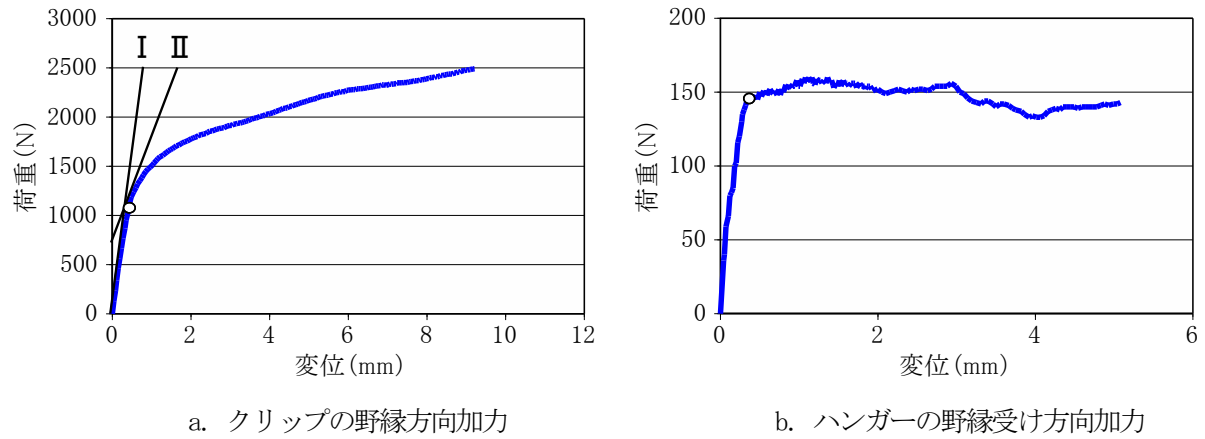


図3.6.1 一方向加力試験の結果に基づく損傷時の荷重の算出例

2) 引張・圧縮方向の許容耐力

引張又は圧縮方向の許容荷重は、上記の方法で得た損傷時の荷重の平均値を1.5以上の数値で除することによって得ることができる。

3) 水平方向の許容耐力

水平方向の許容耐力に関しては、正負繰り返し加力後の結果が一方向加力の結果と概ね同等であることが確認できれば、一方向加力試験で得た損傷時の荷重の平均値に基づいて、正負の許容耐力を(3.6.2)式で算出することができる。ここで同式中の数値 a は、正負繰り返し加力試験での制御変位の基準値 D_a を設定する時に用いた数値である。

同等性評価の基準としては、i) 一方向加力試験での荷重－変位曲線と正負繰り返し加力試験での荷重－変位曲線がほぼ同等であること、ii) 正負繰り返し加力による荷重の低下が顕著でないことの2点が挙げられる。これを満たす具体の方法の例として、以下の評価式を参考にすることができる。なお、概ね同等ではないと評価される試験結果が出た場合には、一方向加力試験の結果から制御変位の基準値 D_a をさらに小さく設定し直し、再度正負繰り返し加力試験を行う必要がある。

原則として(3.6.3)式に適合すること。

$$|P_d^+| \geq 0.8 \times (1.5P_a^+), \quad |P_d^-| \geq 0.8 \times (1.5P_a^-) \quad (3.6.3)$$

ここで、 P_a^+ 、 P_a^- ：(3.6.2)式による正負の許容耐力(N)、 P_d^+ 、 P_d^- ：正負繰り返し試験での制御変位 $\pm 1.5D_a$ における繰り返し回数分の各荷重（正負各3点以上）(N)

(2) 接合部における緊結状態の確認

天井告示の仕様ルート（第3第1項第二号及び第五号）では、天井材相互の緊結、吊り材の構造耐力上

主要な部分等への緊結がそれぞれ規定されているが、接合部の試験・評価結果を用いてこれらの接合部での緊結状態を確認することができる。具体的には、クリップ、ハンガー及び斜め部材の接合部については第Ⅰ編 2－2節「天井材の緊結」の解説、吊りボルトの上端接合部については2－5節「吊り材及び斜め部材の取付け方法」の解説にそれぞれ掲げる方法に従って、接合部の試験で得られる許容耐力が当該接合部に作用する地震力を下回らないことを確かめればよい。

（３）接合部の剛性

当該接合部の剛性は加力方向ごとの荷重－変形曲線を用いて、損傷時の荷重 P_d に相当する点と原点を結ぶ直線の傾きによって得ることを基本とした。

3-7 天井全体の許容耐力・剛性の評価

(1) 適用の範囲

以下に定める評価方法は、3-6節に示す結果に基づく天井全体の許容耐力及び剛性の評価に適用する。

(2) 評価方法

許容耐力及び剛性の評価は、以下に示す方法によって行うものとする。

1) 天井全体の許容耐力は、接合部ごとに得た許容耐力に基づき天井材の構成その他の実況を考慮した数値とする。

2) 天井の剛性は、接合部等を線形のパネに置換したモデルを設定して評価する。

【解説】

(1) 許容耐力の評価

本節では、3-6節に示す方法で得られた接合部ごとの許容耐力の数値を用いて、天井告示の第3第2項第一号ロその他で定める天井の許容耐力を評価する考え方を示している。天井の許容耐力は、(2)に示すモデル等を用いて各接合部に生じる応力状態を考慮し、いずれかの接合部又は部材が許容耐力に達するときの耐力を天井の許容耐力とする。この場合において、斜め部材の座屈耐力等の別途計算で得た数値も必要に応じて考慮する。

(2) 剛性の評価

天井の固有周期を算定する際には、質量とともに天井全体の剛性が必要となる。3-6節に示す方法により接合部ごとに得られた剛性（損傷時の割線剛性）から天井全体の剛性を算定するには、接合部及び部材を線形のパネに置換したモデルを設定して評価する。ここで、在来工法の天井板と野縁などの一体化されていて相対的に剛性が高いと考えられる部分を剛体（剛棒）として、また水平方向に対する吊りボルトの抵抗など相対的に柔性が高いと考えられる部分は無視してモデル化することができる。

図3.7.1にモデル化の模式図を示す。斜め部材の上端接合部a及びc、下端接合部bをバネで置換したモデルとなっている。野縁受け、野縁及び天井板は緊結され一体化しているとして剛棒としている。接合部のバネ剛性が比較的高い場合には斜め部材を弾性の軸材（トラス要素）としてモデル化してその変形を考慮する。吊り長さが大きく、斜め部材の組数が多い場合には、天井の水平剛性に対する寄与が小さいと考えられる吊りボルトは省略（無視）してもよい。

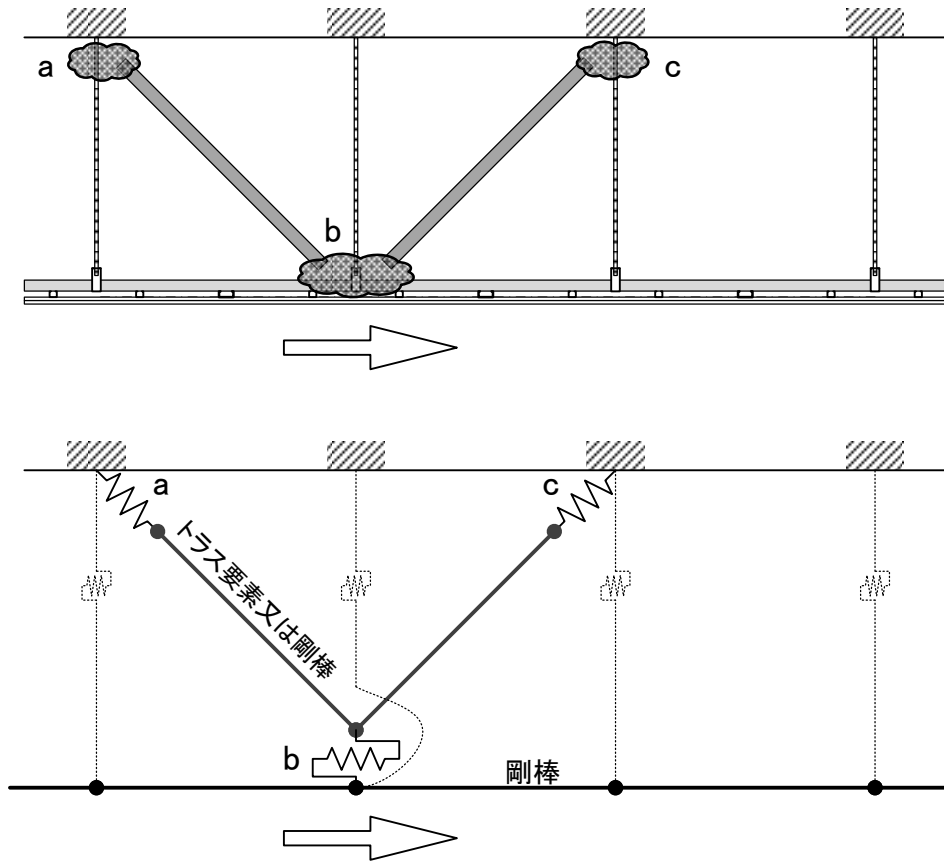


図 3.7.1 モデル化の模式図

図 3.7.1 のようなモデル化に基づき、接合部等の剛性から天井全体の剛性を評価した例を示す。吊りボルト間隔及び吊り長さを 900mm とし、斜め部材の角度（仰角）は 45° とする。図 3.7.1 の a, c について、吊りボルト側の変形を含めた斜め部材の軸方向の剛性が引張で 518 N/mm、圧縮で 1410 N/mm と評価されたとする。また図 1 の b は斜め部材の一部を含んだ形で水平方向の剛性が 971 N/mm であるとする。吊りボルトの剛性は無視し、斜め部材は剛体として扱う[※]。

バネ a, c と V 字の斜め部材からなる部分を考え、斜め部材下端に単位水平力が作用する場合の軸力を $\bar{N}$ とすると、水平方向の柔性 $f_{a,c}$ は、

$$f_{a,c} = \sum \frac{\bar{N}^2}{k_i} = \bar{N}^2 \times \left(\frac{1}{k_{\text{引張}}} + \frac{1}{k_{\text{圧縮}}} \right) = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right)^2 \times \left(\frac{1}{518} + \frac{1}{1410} \right) = 1.32 \times 10^{-3} \text{ (mm/N)}$$

バネ b による水平方向の柔性 f_b は、

$$f_b = \frac{1}{k_b} = \frac{1}{971} = 1.03 \times 10^{-3} \text{ (mm/N)}$$

天井全体の水平方向の柔性 f は、

$$f = f_{a,c} + f_b = (1.32 + 1.03) \times 10^{-3} = 2.35 \times 10^{-3} \text{ (mm/N)}$$

天井全体の水平方向の剛性 K は、

$$K = \frac{1}{f} = \frac{1}{2.35 \times 10^{-3}} = 426 (\text{N/mm})$$

このように評価された天井全体の剛性をユニット試験（４－１節参照）による水平方向の荷重変位関係と比較したものが図 3. 7. 2 である。接合部等から評価した剛性が概ね妥当であると判断できる。

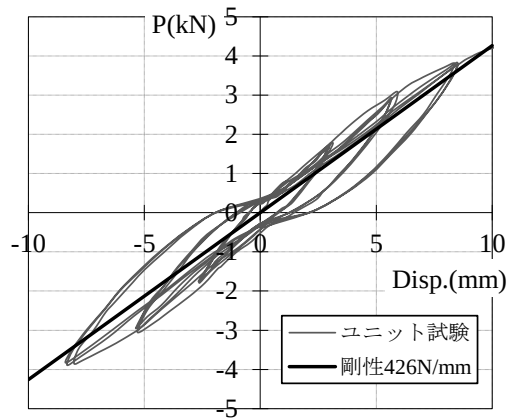


図 3. 7. 2 荷重変位関係（ユニット試験、野縁受け方向）

注) 斜め部材を C-25×19×5×1.0 (AS-25) として断面積を約 70mm² とすれば、水平方向の斜め部材の変形による水平方向の柔性 f_{br} は次式のように評価され、接合部等に比べて水平方向の柔性が小さい（剛性が高い）ことが分かる。

$$f_{br} = \sum \frac{\bar{N}^2}{EA} l = \bar{N}^2 \times 2 \text{本} \times \frac{l}{EA} = \frac{1}{2} \times 2 \text{本} \times \frac{\sqrt{2} \times 900}{205000 \times 70} = 8.87 \times 10^{-5} (\text{mm/N})$$

第4章 天井ユニットの試験・評価

4-1 天井ユニットの試験

(1) 適用の範囲

以下に示す試験体、試験方法及び記録項目は、天井ユニットを対象にした試験に適用する。

(2) 試験体

試験体は、天井面構成部材、吊り材及び斜め部材によって実際の構造方法の通りに組み上げられたものとし、必要に応じて加力方向に直交する方向への変形を拘束するための斜め部材等を取り付ける。吊りボルトの本数は加力方向を3本以上、加力方向に直交する方向を3本とし、吊りボルトの上端は構造耐力上主要な部分又は天井の支持構造部に相当する試験フレームに固定する。試験体数は加力方向ごとに1体以上とする。

(3) 試験方法

試験は原則として、以下の加力方向ごとに示す方法によって行うものとする。

1) 水平方向（野縁方向）

以下の手順による。

① 天井面構成部材のうち均等に力が作用する箇所に取り付けた治具に正負それぞれ一方向（試験体の形状が原点に対してお互いに対称の場合には、正又は負一方向のみ）の水平力を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、損傷時の荷重での変位を用いて、(4.1.1)式により制御変位の基準値 D_a^+ 、 D_a^- を算出する。

$$D_a^+ = \frac{\bar{d}^+}{a^+}, \quad D_a^- = \frac{\bar{d}^-}{a^-} \quad (4.1.1)$$

ここで、 a^+, a^- : 1.5 以上の数値、 $\bar{d}^+, \bar{d}^-$: 損傷時の荷重での変位の平均値 (mm)

② 天井面構成部材のうち均等に力が作用する箇所に取り付けた治具に図 4.1.1 に掲げる履歴の正負繰り返し力を加える。同図において、 $\pm 0.5D_a$ 、 $\pm D_a$ 及び $\pm 1.5D_a$ の各変位段階でそれぞれ 3 回以上繰り返すものとする。

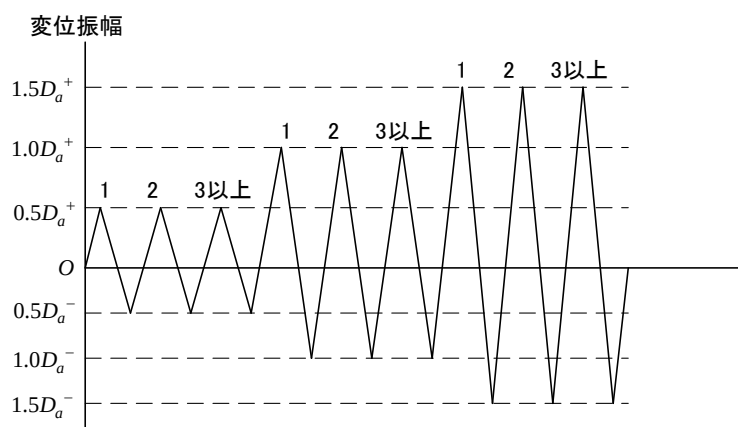


図 4.1.1 繰り返し载荷履歴

2) 水平方向（野縁受け方向）

1) に準じた方法による。

（4）記録項目

試験結果には、加力方向ごとに次の項目を記録する。

- ・ a^+ , a^- の数値及び繰り返し回数
- ・ 損傷時の荷重及び最大荷重 (N)
- ・ 試験体各部の変形又は破壊の状態
- ・ 荷重－変位曲線

【解 説】

（1）試験の概要

天井ユニットの試験体を用いた試験は、比較的多くの既往の研究実績のほか、JIS A 1445（システム天井構成部材の試験方法）－2007 の解説 6.1.2 にも例が掲げられている。上記の試験方法はこれらの原則的な考え方をまとめたものであり、水平方向の加力方法を掲げている。

図 4.1.2 に天井ユニットの試験体の例を示す。天井ユニットの規模は吊りボルトの本数で規定し、加力方向を 3 本以上（2 スパン以上）、加力方向に直交する方向を 3 本（2 スパン）とした。水平方向加力の方法は第 3 章に示した接合部の試験と同様であり、手順①の一方方向の載荷によって許容耐力に対応する制御変位の基準値を把握した上で、手順②の正負繰り返し載荷によることとしている。

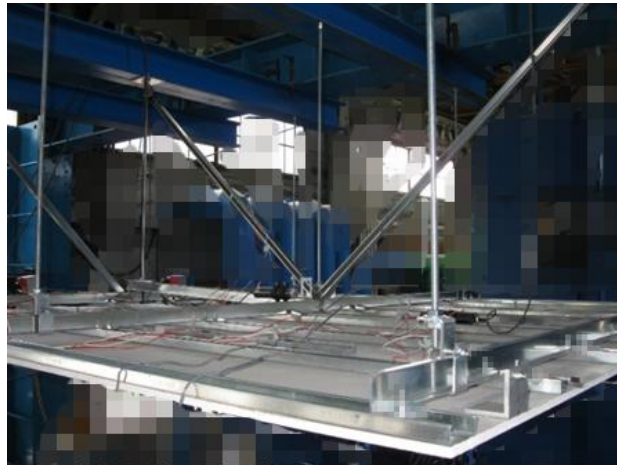


図 4.1.2 天井ユニットの試験体の例

（2）試験の実施例

天井ユニットの試験体を用いた繰り返し載荷試験の実施例を図 4.1.3 に示す。なお、ここでは上記の試験方法にはないが、3 段階の繰り返し後に、破壊性状を確認するため一方方向の加力を行っている。

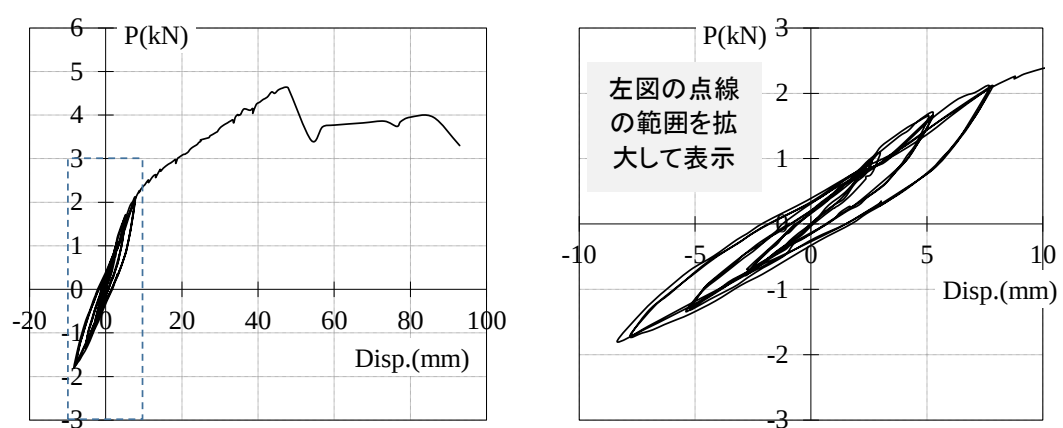


図 4. 1. 3 正負繰り返し載荷試験の例（野縁方向）

4-2 天井全体の許容耐力・剛性の評価

(1) 適用の範囲

以下に示す評価方法は、4-1節に示す試験の結果に基づく天井全体の許容耐力及び剛性の評価に適用する。

(2) 評価方法

許容耐力及び剛性の評価は、以下に示す方法によって行うものとする。

1) 許容耐力

正負繰り返し加力試験の結果が一方加力試験の結果と概ね同等であることが確かめられた場合には、(4.2.1)式によって算出した数値に、天井材の構成その他の実況を考慮した数値を天井全体の許容耐力とする。

$$P_a^+ = \frac{P_d^+}{a^+}, \quad P_a^- = \frac{P_d^-}{a^-} \quad (4.2.1)$$

ここで、 P_a^+ 、 P_a^- ：正負の許容耐力 (N)、 P_d^+ 、 P_d^- ：一方加力試験での正負の損傷時の荷重 (N)、 a^+ 、 a^- ：制御変位の基準値 D_a の設定に用いた 1.5 以上の数値

2) 剛性

天井全体の剛性は、加力方向ごとの荷重－変位曲線に基づき、損傷時の荷重に相当する点と原点を結ぶ直線によって得た剛性に、天井材の構成その他の実況を考慮した数値とする。

【解説】

本節では、4-1節に示す天井ユニットの試験結果に基づいて天井の許容耐力と剛性を評価する考え方を示している。許容耐力の評価方法は、3-6節に示した接合部の水平方向の許容耐力評価の考え方と同じである。具体的には、正負繰り返し加力後の結果が一方加力の結果と概ね同等であることが確かめられれば、一方加力試験で得た損傷時の荷重に基づく数値を天井の許容耐力として設定することができる。

正負繰り返し加力の結果が同等性の評価基準を満たさない場合には、一方加力試験の結果から損傷時の荷重をさらに小さく見積もったうえで制御変位の基準値を設定し直し、再度正負繰り返し加力試験を行う必要がある。

.....

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

N o . 7 5 1 September 2013

建築研究資料

Building Research Data

N o . 1 4 6 September 2013

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所
 ©独立行政法人建築研究所

.....

本資料の転載・複写の問い合わせは

国土技術政策総合研究所 企画部研究評価・推進課
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL 029-864-2675
独立行政法人建築研究所 企画部企画調査課
〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地 TEL 029-864-2151 (代)