

特定天井の方向性を考える

平成28年10月21日

北恵株式会社 営業推進部 工事推進課

おさらい 特定天井基準が出来た背景

地震などによる天井被害と国などの動き

()内は国土交通省による通知の文書番号です。

平成13年 3月 **地震** 芸予地震／天井や間仕切壁の脱落による負傷者発生

(2001年)

6月 **技術的助言** 芸予地震被害調査報告の送付について(国住指第357号)

- ・天井面の周辺部と周囲の壁との間にクリアランスを確保
- ・吊りボルトに斜め部材の設置
- ・Tバー(目地材)の落下防止対策

平成15年 9月 **地震** 十勝沖地震／空港出発ロビーの吊り天井が約300㎡にわたり脱落

(2003年)

10月 **技術的助言** 大規模空間を持つ建築物の天井の崩落対策について(国住指第2402号)

平成13年の技術的助言に加え、

- ・剛性の異なる部分に構造的なクリアランスの確保
- ・既施設での点検・改善の際の脱落防止、落下防止措置による当面の安全の確保 など

平成17年 8月 **地震** 宮城県沖地震／スポーツ施設の天井において、約9割が落下

(2005年)

技術的助言 地震時における天井の崩落対策の徹底について(国住指第1427号)

- ・行政による建築確認の際、平成15年の技術的助言との適合状況を確認
- ・行政による中間検査又は完了検査の際、設計図書どおりに施工されていることを検査

平成13年の芸予地震、平成15年の十勝沖地震、平成17年の宮城県沖地震などにおける天井落下や脱落など、過去の地震における被害を踏まえ、上記のように国土交通省では、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がなされてきた。

おさらい 特定天井基準が出来た背景

しかし、平成23年3月11日に発生した東日本大震災およびその余震において、多数の建築物において、多くの天井が脱落し、かつてない規模で甚大な人的・物的被害が発生した。これらの被害を鑑み、「天井脱落対策に係る建築基準法施行令」および同施行規則の関係条項ならびに関係技術基準告示が制定・改正され、平成26年4月に施工された。

地震などによる天井被害と国などの動き

()内は国土交通省による通知の文書番号です。

平成23年 3月 **地震** 東日本大震災／震源地である東北地方を始め、都内を含む広範囲で建物の天井が落下
(2011年)

平成25年 7月 **事故** 静岡県富士市内で、屋内プールの天井板脱落
(2013年)

事故 神奈川県横須賀市内で、屋内プールの天井板脱落

8月 **技術的助言** 屋内プール等の大規模空間を持つ建築物の吊り天井の脱落対策について
(国住指第1852号)

- ・天井面のゆがみや垂れ下がりの有無、天井裏の状況の目視による点検の実施
- ・脱落のおそれがある場合に、立入制限等の安全対策、落下防止措置等の実施

平成26年 4月 **天井脱落対策に係る技術基準を定める告示等の施行**
(2014年)

「技術的助言」

地方分権一括法の施行によって、「通達」から、広く情報を提供する「技術的助言」へと変わった。

「技術的助言なのだから、拘束力がない」ということでもない。「指定確認検査機関指導課」から行政指導もあれば、抜き打ちの監査もある。

改正内容のポイント

1 中地震時における天井の損傷を防止し、それを超える一定の地震においても脱落の低減を図ることを目標としています。

2 脱落によって重大な危害を生ずるおそれがある天井が定義づけられました。

▶ **① 特定天井**

3 特定天井が適合すべき構造耐力上安全な天井の構造方法として、3つの設計ルートが定められました。

▶ **② 技術基準**

4 既存建築物について、一定範囲内の増改築時に適用できる基準として、技術基準の代替措置が位置づけられました。

▶ **③ 落下防止措置**

5 特定天井の耐久性確保のため、腐食等への措置に対する規定が加えられました。

[建築基準法施行令第39条第4項]

天井脱落対策の対象となる天井と検証ルート

新築建築物等

既存建築物

① 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天井)

6m超の高さにある、面積200㎡超、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

② 技術基準

※その他の天井

- 吊り天井以外の天井
- 人に重大な危害を与えるおそれの低いもの。
 - ・高さ6m以下
 - ・面積200㎡以下
 - ・天井の質量が2kg/㎡以下
- 人に危害を与えるおそれがない場所に設置されているもの。
 - ・居室、廊下その他の人が日常利用する場所に設けられるもの以外の天井

(設計者の判断により安全を確保)

○以下のいずれかのルートを適用し検証。

中地震で天井が損傷しないことを検証
(これにより、中地震を超える一定の地震においても脱落の低減を図る。)

仕様ルート

耐震性等を考慮した天井の仕様に適合することで検証
(天井の質量2kg/㎡超20kg/㎡以下)

計算ルート

多層建築物や体育館など仕様を適用しにくい場合。
天井の耐震性等を構造計算で検証

大臣認定ルート

音楽ホールなどの大空間で建物の躯体や天井が特殊な場合。

複雑な天井等仕様ルート及び計算ルートに適合しない天井の耐震性等を、実験及び数値計算で検証

水平方向の地震力に対し斜め部材等を配置し、周辺にクリアランスを確保

その他の方法によるもの
・仕様ルート・計算ルートの追加(告示)により対応を検討

既存の天井

○新築時の基準 ③ または 落下防止措置

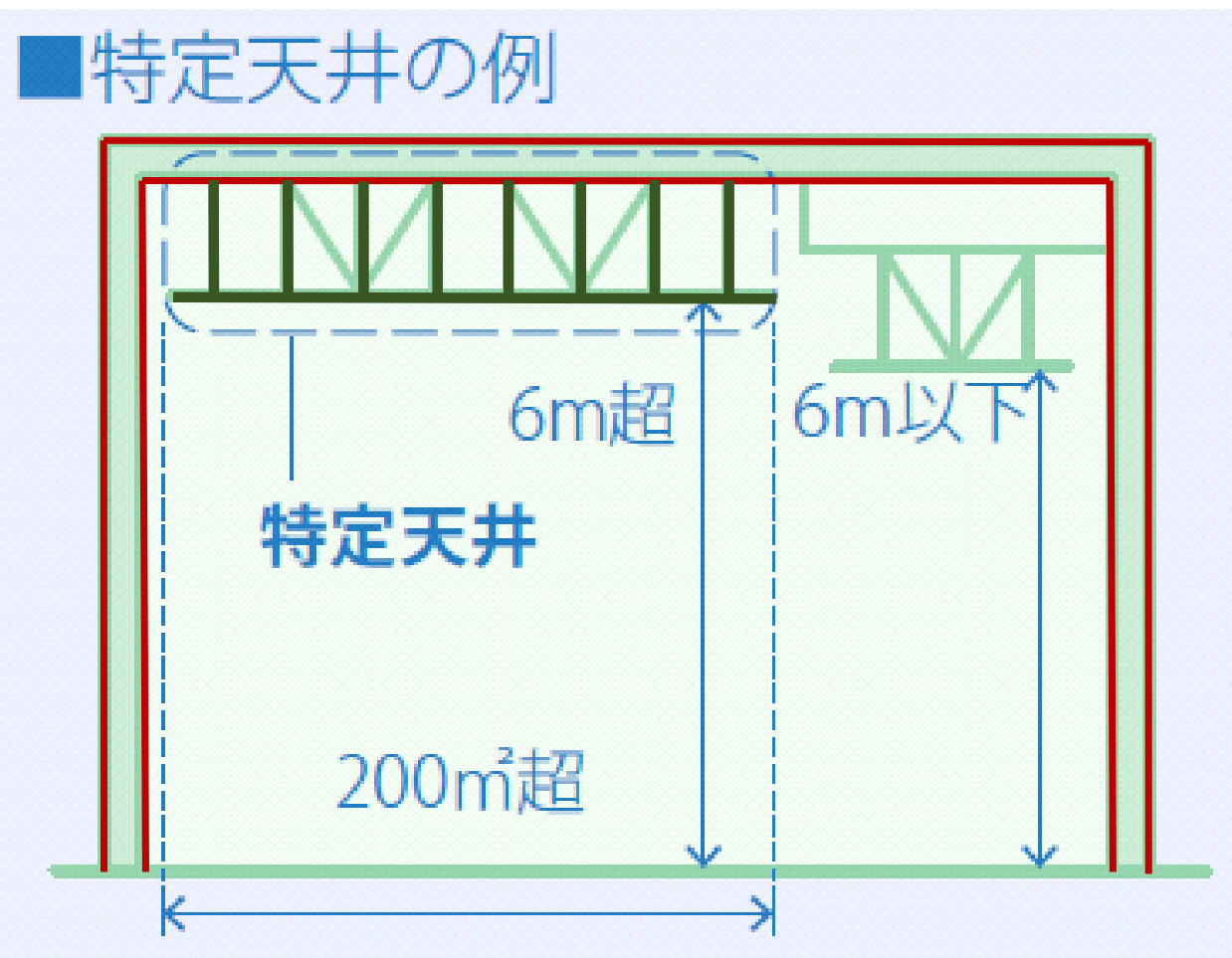
- 天井が損傷しても落下しないような措置がなされているもの
 - ・ネットの設置
 - ・天井をワイヤー等で吊る構造

※増改築時に適用できる基準として位置付け

特定天井概要

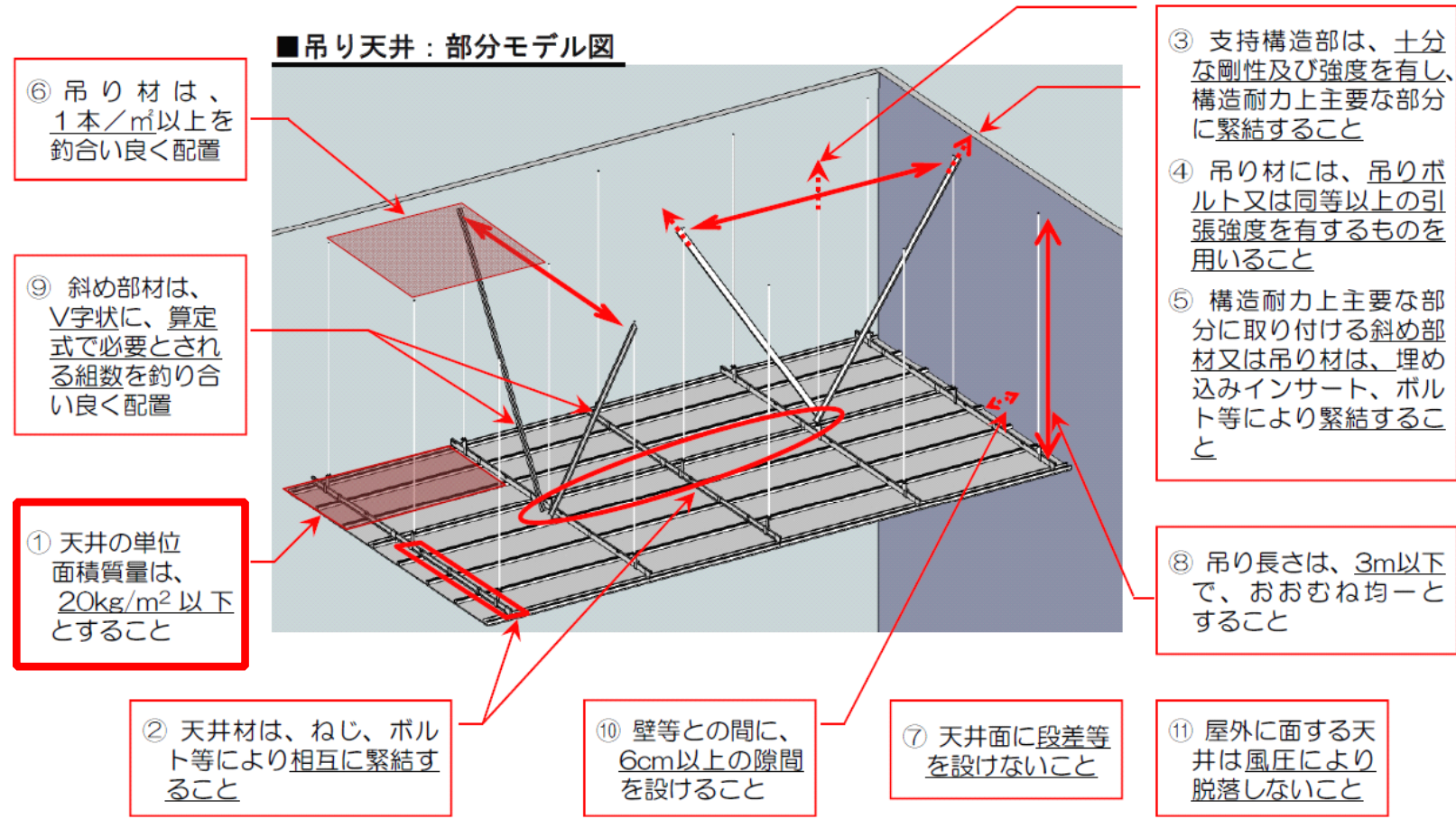
(脱落によって重大な危害を生ずるおそれがある天井)

6m超の高さにある、面積200㎡超、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



天井脱落対策に係る技術基準の概要
 【告示*第三第1項：仕様ルート（2～20kg/m²）の場合】

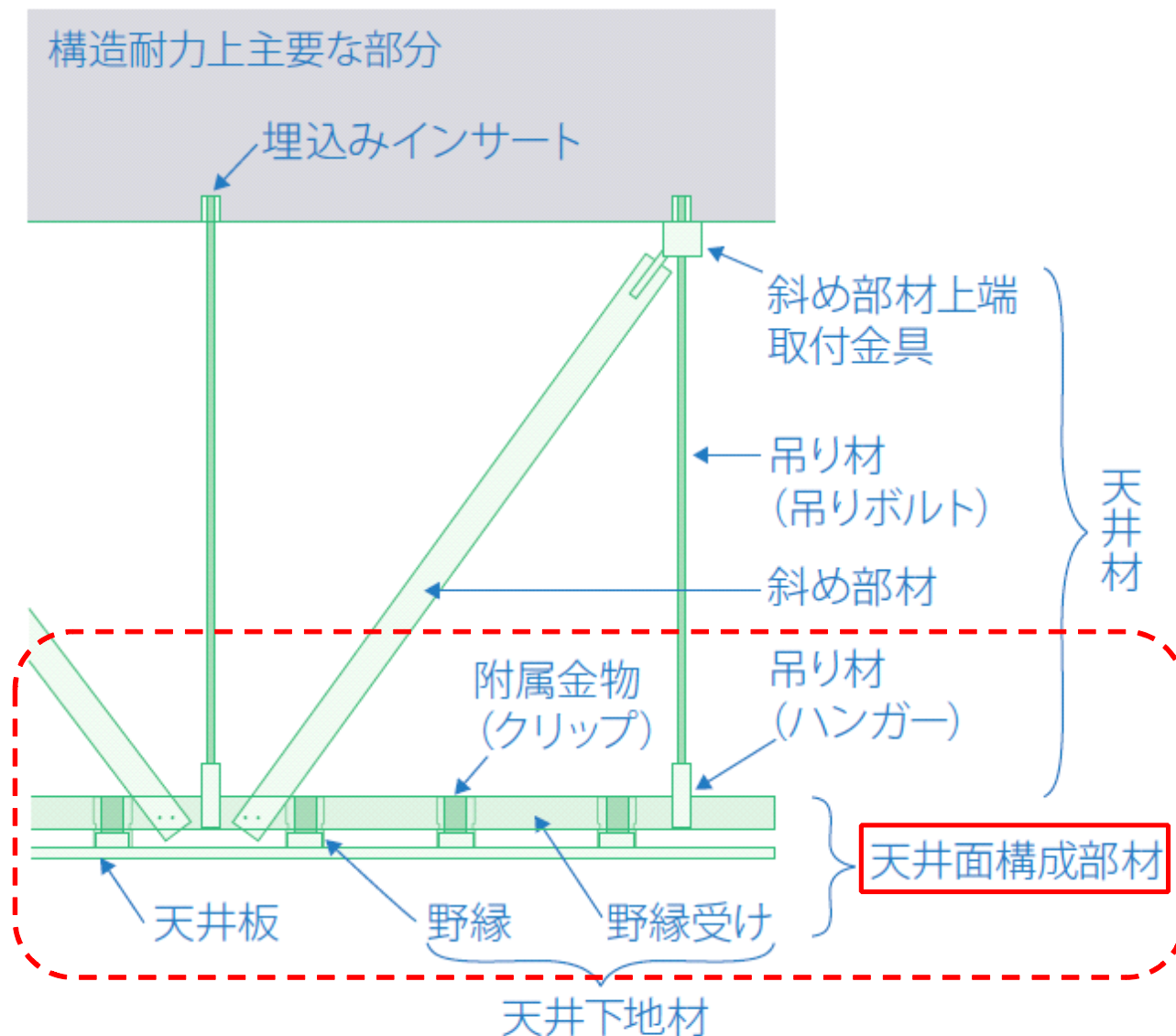
* 「特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件」(平成25年国土交通省告示第771号)



※規定の概要を示したものであり、規定の内容の詳細については告示を参照されたい。

特定天井概要

天井重量 $2\text{kg}\sim 20\text{kg}/\text{m}^2$ とはどこの部分を使うのか



在来工法による一般的な吊り天井の構成

天井はどれくらいの重さなのでしょうか？

各種の吊り天井における天井面構成部材の単位面積重量

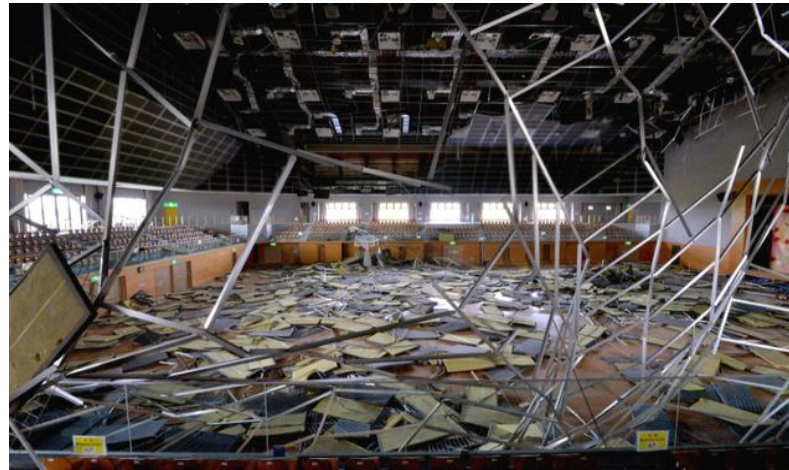
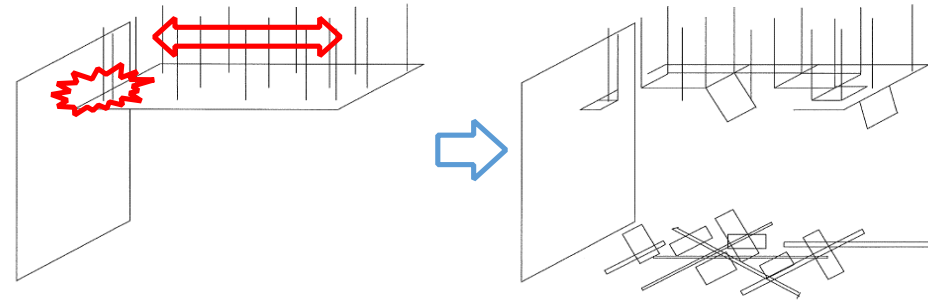
吊り天井の種類	単位面積質量	
ロックウール吸音板9mm+せっこうボード9.5mm+下地	10.2~13.1	kg/m ²
せっこうボード9.5mm+下地材	7.1~10.0	kg/m ²
グリッドタイプ天井(ロックウール吸音板)	5.5	kg/m ²
体育館用のシステム天井(グラスウール板)	4.8	kg/m ²
膜天井(膜材料のみ)	0.5	kg/m ²
金属スパンドレル	6.5~	kg/m ²

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より

天井の単位面積重量は一般的には7~60kg/m²とされています。
非常に幅がありますが、例えば10kg/m²の天井で500m²の広さがあれば5tの重さとなります。

天井崩壊メカニズム

- ①地震時には吊り天井がブランコのように振れ、天井面が変形したり、壁面への激突します。
- ②壁に衝突した衝撃で変形・接合部の損傷が起こり天井が崩落します。



この結果から

- ①クリップなどを補強して接合部分が破壊しないようにする。
- ②筋交い(ブレース)を入れて天井材が振れないようにする。
- ③壁との隙間(クリアランス)を設けて、衝突破壊しないようにする。

という事で仕様規定ができたのです。

仕様規定の追加 隙間なし天井

ブランコのように揺れて壁に激突することで壊れるなら、クリアランス無し天井にすれば良いのでは？

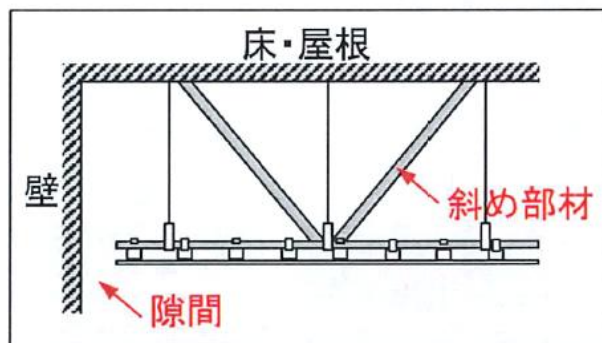
吊り天井の耐震性を考える上で、天井面に生じる地震力を適切に躯体に伝達させる必要がありますが、その手段としては、屋根面または床スラブと天井面構成部材の間に設置したブレースにより躯体に伝達させる場合と、**天井の周囲の壁等に負担させることで耐震性を確保する「クリアランスなし天井」とする場合があります。**

という事で、クリアランスなし天井の研究がなされていましたが、このたび新たな仕様として「隙間なし天井」が加わりました。

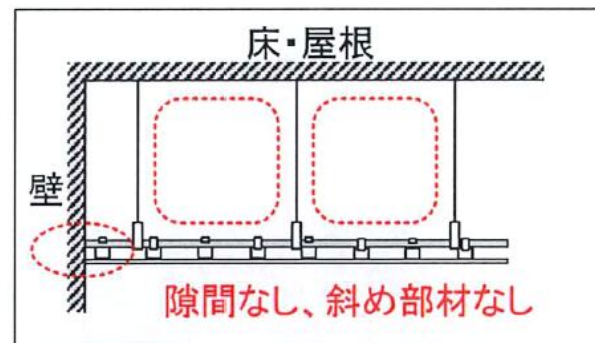
仕様規定の追加 隙間なし天井

平成28年国土交通省告示第791号が公布・施行され、天井と周囲の壁等との間に隙間を設けない仕様について、新たな特定天井の技術基準が定められました。
（平成28年5月31日公布、同年6月1日施行。以下、「平成28年基準」）

仕様ルートとして従来の『隙間あり天井』に加えて『隙間なし天井』が加わりました



<従来の基準>



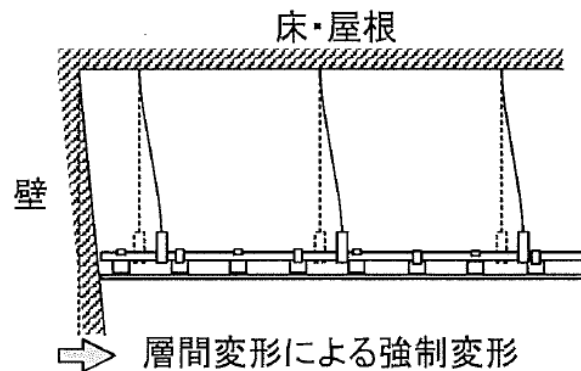
<新基準>

仕様規定の追加 隙間なし天井

新基準：地震時に天井面に加わる外力を、天井面構成部材及び周囲の壁等を介して構造躯体に伝達する事により構造耐力上の安全を確保

特徴

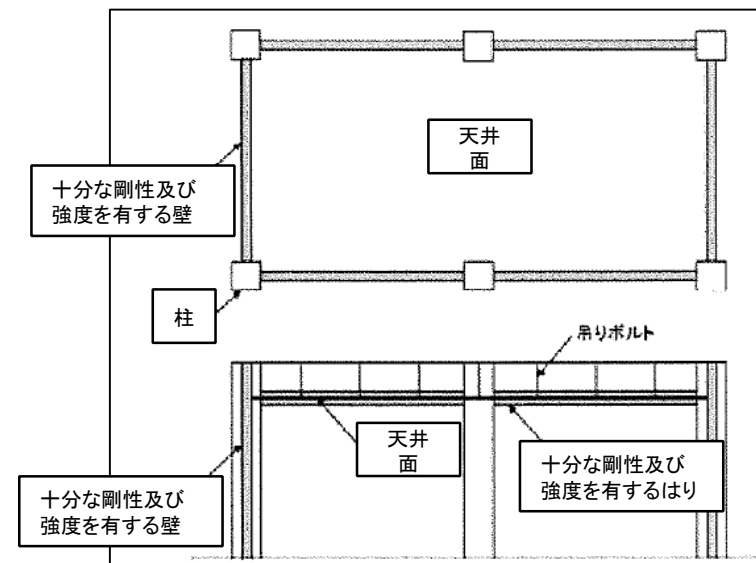
●構造体の層間変形に追従できるように筋違は入れない。



吊りボルトの柔性による追従性（壁際の断面図）

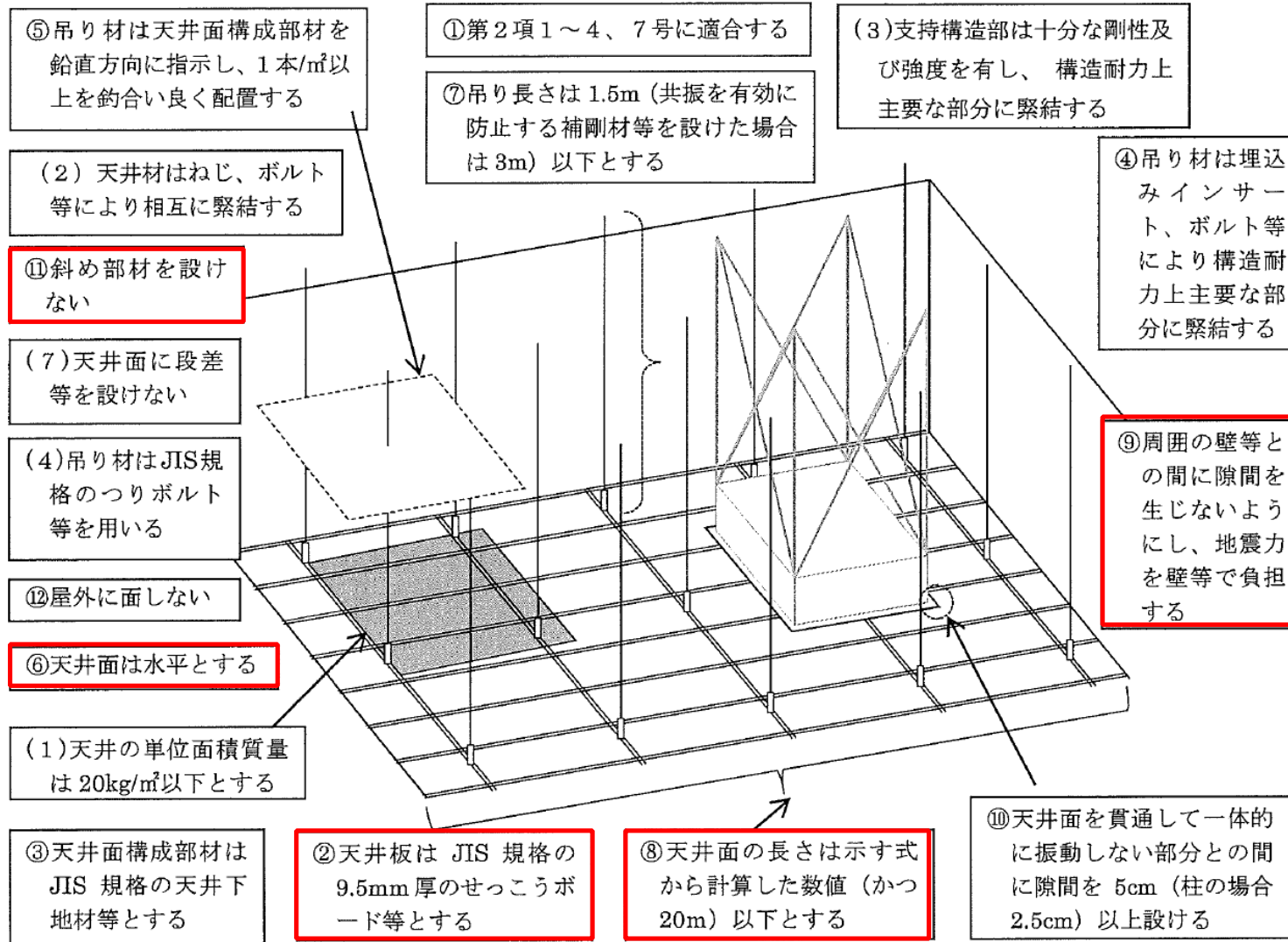
●外力に対して損傷しない様、天井面は十分な剛性及び強度を持っている事。

●周囲の壁等は十分な剛性及び強度を持っている事



仕様規定では剛性・強度確保の為、天井板の指示や天井面構成部材はJIS同等以上の指定があります。また天井面の大きさにも規定が設けられました。

仕様規定の追加 隙間なし天井



特定天井にしないという考え方

その他の天井について考える

その他の天井とは

○ **吊り天井以外の天井**

○ 人に重大な危害を与える恐れのないもの

・高さ6m以下

・面積200㎡以下

○ **天井の重量が2kg/㎡以下**

○ 人に危害を与える恐れのない場所に設置されているもの、人が日常利用する場所以外に設けられている天井

天井自体に関するのは の部分である

特定天井にしないという考え方

その他の天井について考える

天井を設置しないという考えかた

天井なし

利点: 落ちる天井がない

欠点: 意匠性に劣る(配線・配管などが剥き出しになる)、断熱性に劣るためエネルギー効率が悪い、吸音・遮音性に劣るため空間性能が悪い、というデメリットがあります。

小学校の体育館



震災により落下した天井



天井撤去工事施工後の状況

東京都都市整備局パンフレットより

特定天井にしないという考え方

その他の天井について考える

落下しても人に重大な危害を加えない天井にするという考えかた

膜天井

利点:

- ① 素材が軽く柔らかいため、変形や衝撃に強い
- ② 光りを適度に透過することができるので、照明拡散効果が期待できる
- ③ 湿気に強い
- ④ デザインによりますが、落下物を受け止める効果も期待

欠点:

- ① 断熱性に劣るためエネルギー効率が悪くある場合がある
- ② 吸音・遮音性に劣るため空間性能が悪くなる場合がある
- ③ 下地材落下の危険性は残る

日本科学未来館（東京都江東区）



震災後の天井崩落の状況



軽く柔軟に生まれ変わった天井
東京都都市整備局パンフレットより

特定天井にしないという考え方

その他の天井について考える

落下しても人に重大な危害を加えない天井にするという考えかた

軽量天井: $2\text{kg}/\text{m}^2$ 以下の天井

天井基材としてグラスウール・スチレンボードなどが想定される。

既に商品化されたものもある。

天井材だけじゃなく、ジョイナー等の取り付け材を含めての $2\text{kg}/\text{m}^2$ の商品化を考える

弊社取扱商品
かる〜い天井

ネルスーム

かる〜い天井®

安心安全な環境づくり

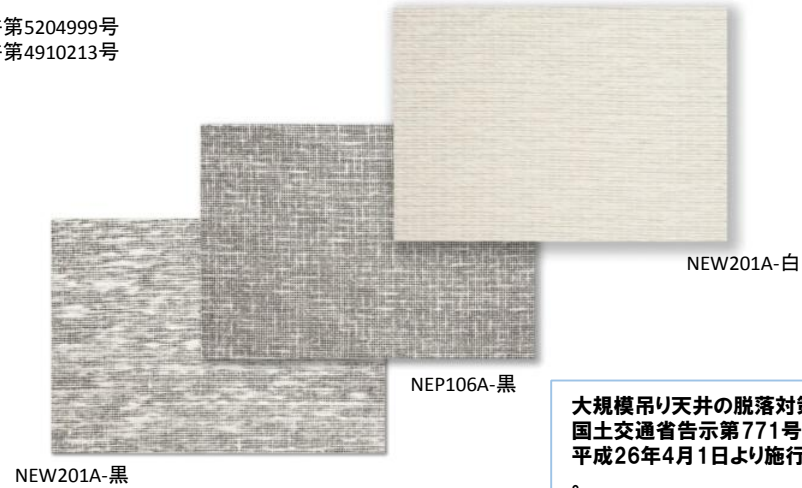
国土交通大臣
不燃個別認定
NM-3244

※天井取り付け設備機器は含まず

1㎡あたり 2 kg以下

取り付け材も含めて！

特許第5204999号
特許第4910213号

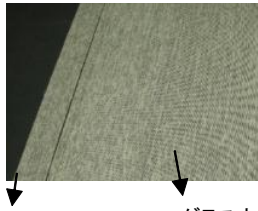


大規模吊り天井の脱落対策として、
国土交通省告示第771号が
平成26年4月1日より施行されました。

かるいから安全
やわらかいから安心

自然素材の
やさしい風合

※ビス等を使わず差し込みにて仕上



専用化粧ジョイナー

グラスウール和紙繊維化粧天井

【ネルスームかる〜い天井】厚15mmグラスウール和紙繊維化粧天井 不燃

基本サイズ 750×500 厚15mm ソフトアップAタイプ

※グラスウールボードに付、切寸法に誤差が生じる恐れがあります

ジョイナー工法(専用取り付け部材)

納期:基本サイズ≒1か月(打ち合わせ要)

※天井形態及び現場状況により価格は変動します

※予告なく仕様を変更することがあります

軽量な天井は、落下しても比較的人を傷つける程度が軽く、また、被災時の損傷が比較的軽微であれば、地震後の安全についても有利になります。

天井重量の軽さ(2kg/m²以下)を保ちながら、様々な要求性能に応じた天井材料を商品化するため、地震振動に対する安全性と損傷について知見を得るべく、天井構造の振動実験を実施しました。

本実験では、吊ボルトを除く天井下地材と天井面仕上材の合計重量が2kg以下となる試験体について実験を行いました。

検証：振動実験

実験の概要

4種類の試験体について、それぞれ、新基準が特定天井において定める天井部での応答加速度(2.2g)以上の正弦波及び熊本地震、兵庫県南部地震、東北地方太平洋沖地震における各地震波による震度により、以下項目における損傷を確かめました。

- 1)天井パネル材の損傷、変形、脱落
- 2)ジョイナーの損傷、変形、脱落
- 3)ジョイナーと野縁を接合するビスの損傷、変形、脱落
- 4)野縁、野縁吊金物及び吊ボルトの損傷、変形、脱落

各試験体の対する加振は、正弦波、地震波の順に行い、各加振の間に目視による損傷確認を行いました。

検証：振動実験

試験体は吊天井構造を吊り下げ支持するためのフレーム（構造躯体の模擬）と吊天井構造より構成しました。

フレーム材質：鋼製

フレーム寸法：巾4.0m 奥行2.85m 高さ3m

総重量：775kg

(内訳：鋼製フレーム 745kg 天井試験体 15kg 吊ボルト 15kg)

試験体①：差込ジョイナー仕様500×750×15(グラスウール)

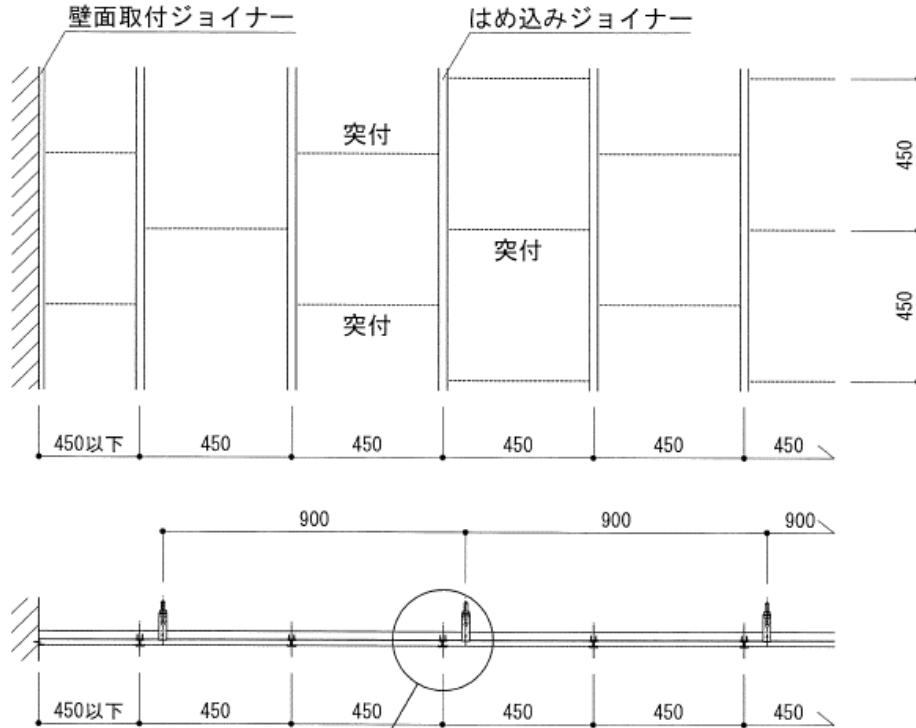
試験体②：はめ込ジョイナー仕様500×750×15(グラスウール)

試験体③：はめ込ジョイナー仕様500×750×15(発砲スチロール)

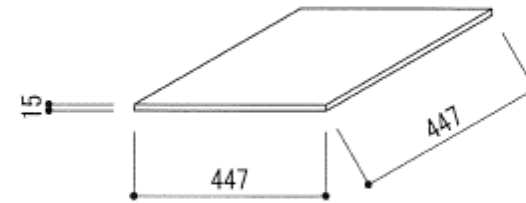
試験体④：はめ込ジョイナー仕様450×450×15(グラスウール)

検証：振動実験

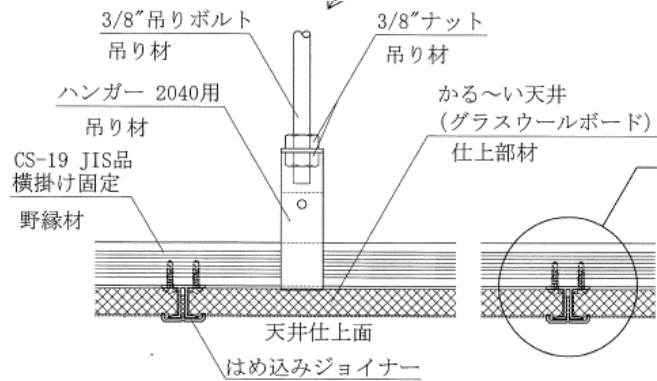
実験天井の概要



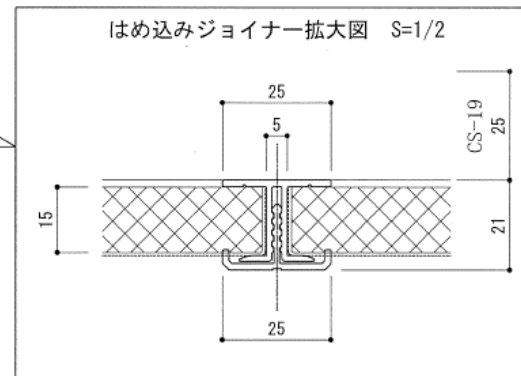
かる～い天井 本体姿図



寸法：447×447（±2）×厚15



はめ込みジョイナー取付図 S=1/5



検証：振動実験

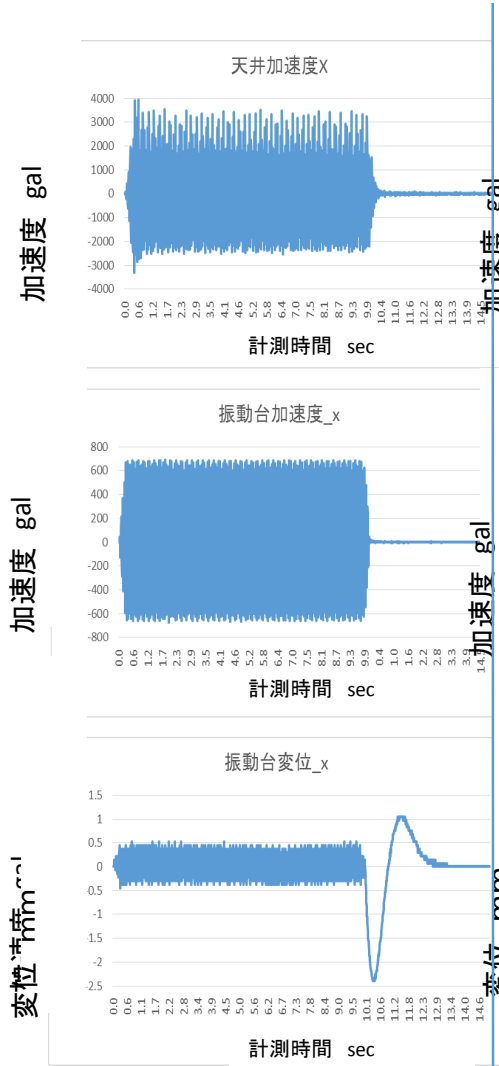
実験風景



検証：振動実験

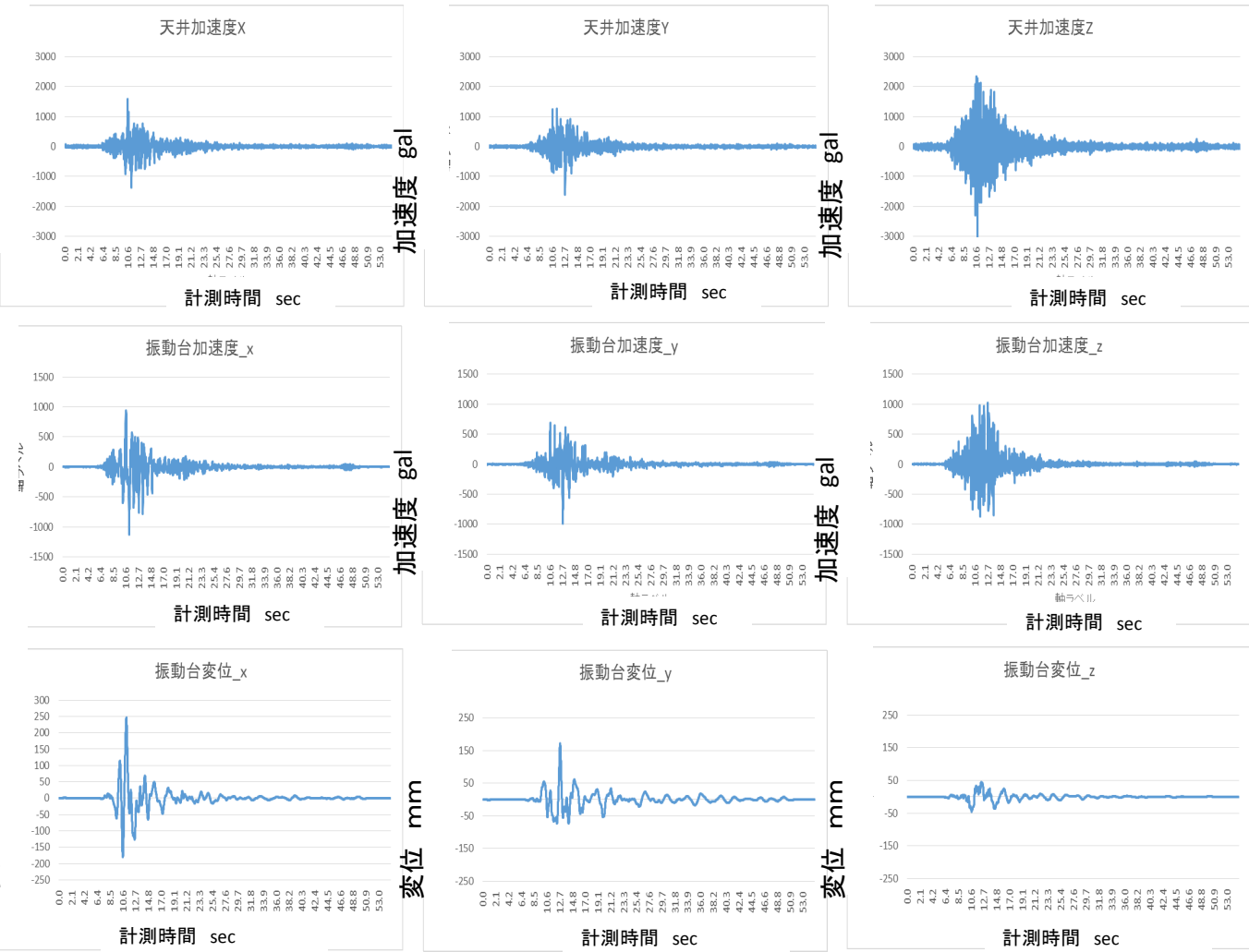
入力加速度に対する応答の確認

サイン波15.9Hz 700gal X軸方向



実際の地震波に対する検証 一部

益城波 100% 3軸方向



検証：振動実験

実験により得られた成果

どの試験体においても特記すべき損傷は見られず、各加振の間において試験体の修復は行いませんでした。

つまり、一つの実験体で最低6回以上の地震波を入力することになります。試験体④において正弦波4回、益城波100%2回、古川波100%2回を加振した時点で、一つの天井パネルの端部に変形が生じた。続いて、築館波40%を加振したところ、当該天井パネルが1枚脱落した。

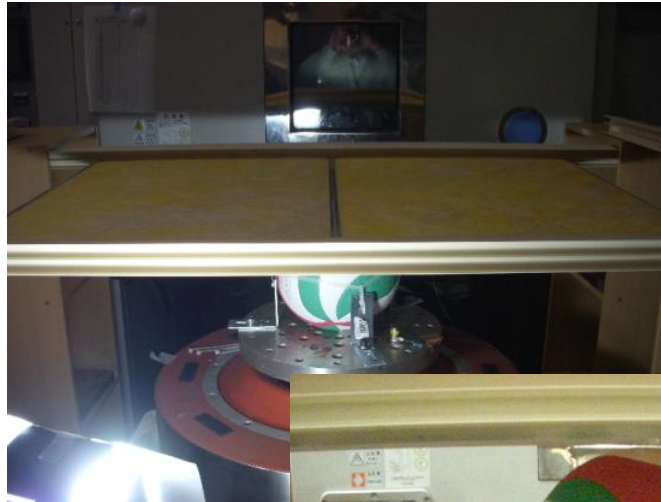
試験体④以外の試験体においては、全加振が終了した時点で、特記すべき損傷は見られませんでした。



検証：衝撃実験

衝撃外力試験(振動試験装置 型式J230)

バレーボールあて実験



* 外力1250N相当加振による実験

振動試験機による公式バレーボールでの衝撃実験(1250N相当)の結果
かる～い天井本体・突付部・ジョイナー
への脱落及び変形は見られなかった。

検証

今回開発の天井システムは、軽量(1.85kg/m²以内)であるため、特定天井に該当せず、本年法制化された新基準の適用を受けないので、軽量化の優位性はあるものの、法による裏付けが得られない工法となっています。

そのため、本天井システムの実態的な安全性を確かめるべく今回の実験を行ったのですが、数回に及ぶ大地震相当の加振によっても損傷は見られず、軽量化した本天井システムの安全性を証明するものとなりました。

設置位置が高く面積の大きい天井のみならず、多数の人々が利用する施設の天井、特に安全を配慮すべき人々が利用する天井など、安全な天井に対する要望は多く、本天井が建築物の天井の安全性に寄与するところは大きく、波及効果は大きいと考えます。