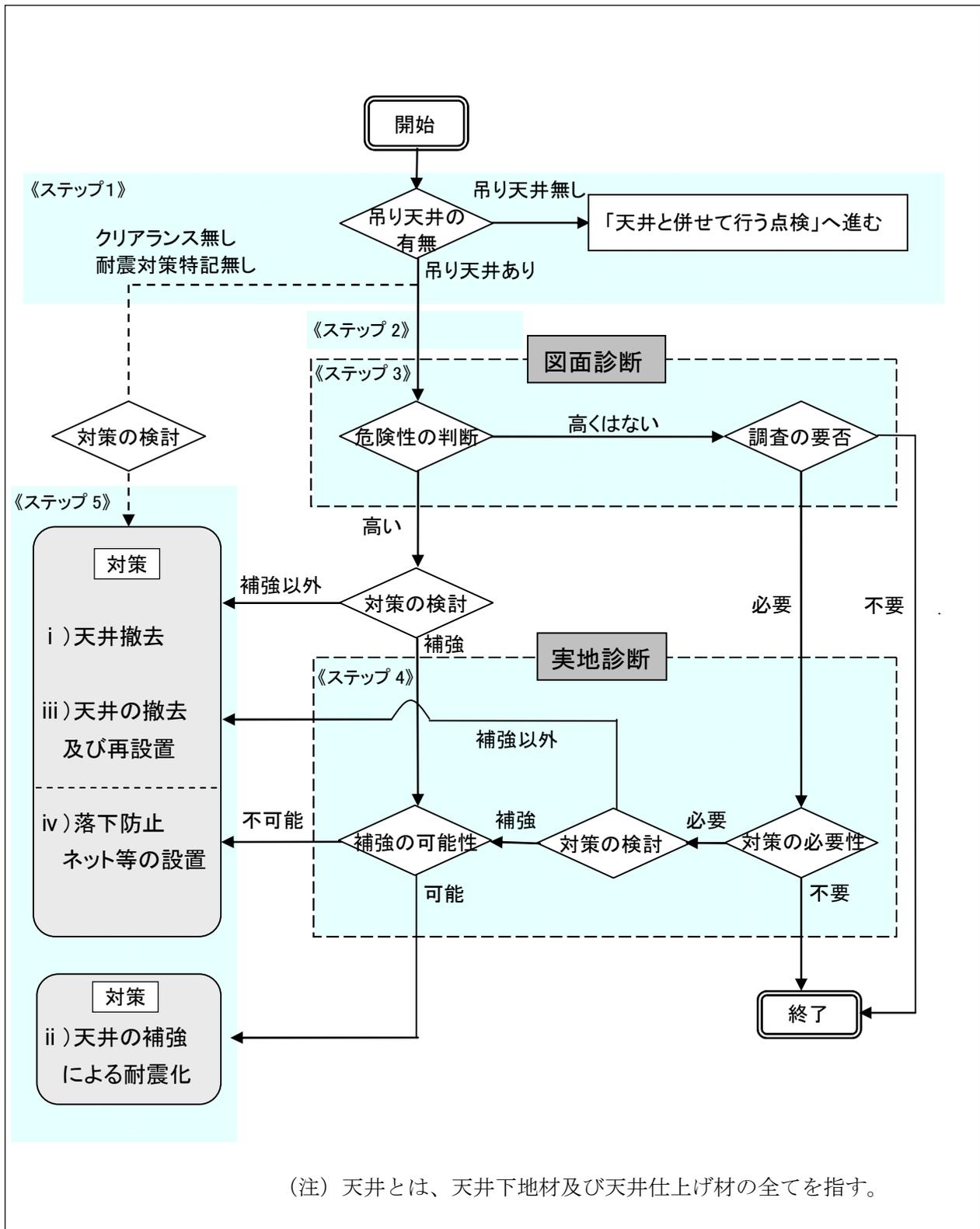


天井等落下防止対策のための手引き（仮称）たたき台

章	項目	頁数(案)	備考
第1章	○天井等落下防止対策の考え方	4	・「撤去」「再設置」「補強」「ネット等設置」の4つの手法があることを明確化
第2章	○総点検用マニュアル	40	資料作成中
	●マニュアルの活用方法	2	・特別なルートの設定について説明
	(1)天井総点検		
	ステップ1 室内からの天井の目視		
	(1-1) 吊り天井の有無の確認	2	
	(1-2) 天井の耐震性に関する基本項目の確認	2	
	ステップ2 建物諸元の確認	1	・対策優先度を判断するために必要となる施設情報を整理
	ステップ3 図面診断		
	ステップ3におけるチェック表の利用方法	2	
	(3-1) 天井の材料と重量の確認	2	
	(3-2) 天井の断面形状の確認	2	
	(3-3) 天井の各部仕様の確認①吊りボルトの長さや方向	2	
	(3-4) 天井の各部仕様の確認②吊りボルト設置間隔	2	今回協議用資料
	(3-5) 天井の各部仕様の確認③斜め部材(ブレース)の配置	2	
	(3-6) 天井の各部仕様の確認④斜め部材の設置仕様	2	
	(3-7) 天井の各部仕様の確認⑤壁際クリアランスの確保	2	
	(3-8) 天井の各部仕様の確認⑥天井部材の緊結	3	
	対策・補強の可能性の検討	1	
	ステップ4 実地診断	1	
	対策・補強の可能性の検討/対策優先度の検討	1	
	(2)天井総点検と併せて行う点検		
	・照明器具やバスケットゴール等の総点検	3	
	・天井点検と併せて行う構造体の点検	2	
	ステップ5 対策の実施		
	・天井撤去の対策例	2	
	・天井の撤去及び再設置の対策例	2	
	・天井補強の対策例	1	
	・落下防止ネット等の対策例	1	
	●ステップ1～5のチェックリスト表	2	
第3章	○震災後の使用可否検討用簡易チェックリスト	4	資料作成中
	・留意すべきチェック項目の説明	3	
	・判定調査表	1	
第4章	○参考資料	19	
	・国土交通省技術基準	15	
	・財政支援制度	2	
	・その他	2	
	計	69	

・ 中間まとめのフローチャートをベースに一部加工



(図1) 屋内運動場等の天井に係る診断フローチャート

(1) 天井の総点検

ステップ1 室内からの天井の目視

〈実施者〉 学校設置者

〈対象建物〉 屋内運動場（体育館）、武道場（格技場）、講堂など。

1-1 吊り天井の有無の確認

〈確認内容〉 「吊り天井」の有無を室内からの目視によって確認する（表 1-1）。

〈確認結果〉 「吊り天井なし（直天井）」の場合は天井の総点検については、本書による総点検を完了し、「耐震化ガイドブック」に沿った点検に切り替える。また、P 29～の「天井総点検と併せて行う点検」を実施する。

「吊り天井あり」の場合は本書のステップ 1-2 以降を実施する。

〈解説〉

- ・ 体育館などは「吊り天井なし」が一般的である。この場合は屋根を支える鉄骨梁やトラス、さらに屋根葺き材の下地（野地板）が見える。
- ・ 鉄骨屋根の野地板は木毛セメント板がほとんどである。なお折板葺き屋根では折板の裏面が見えることもある。
- ・ まれに鉄骨梁やトラスが見えるのに木毛セメント板が見えないこともある。

〈表 1-1〉

項目	確認結果		確認方法
吊り天井の有無	<input type="checkbox"/> ①梁やトラスが見える ②野地板の木毛セメント板が見える (折板の裏面が見える)	吊り天井なし	目視確認
	<input type="checkbox"/> 梁・トラスと木毛セメント板の両方が見えない	吊り天井あり	
	<input type="checkbox"/> 梁・トラスは見えるが木毛セメント板は見えない		

引用ガイドブック p43
(ネットが張ってない写真に差替え)



写真 1.1.1: 吊り天井なしの例 (トラスが露出)

参考 Web 写真 (類似物を捜す)



写真 1.1.2: 「吊り天井あり」の例 (平天井)

参考 Web 写真 (類似物を捜す)

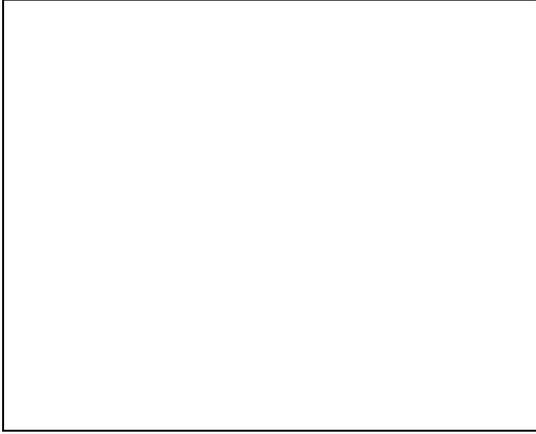


写真 1.1.3 : 吊り天井なしの例 (梁が露出)

引用 「1214 参考資料 3」 のレタッチ
↓ 類似写真を捜す

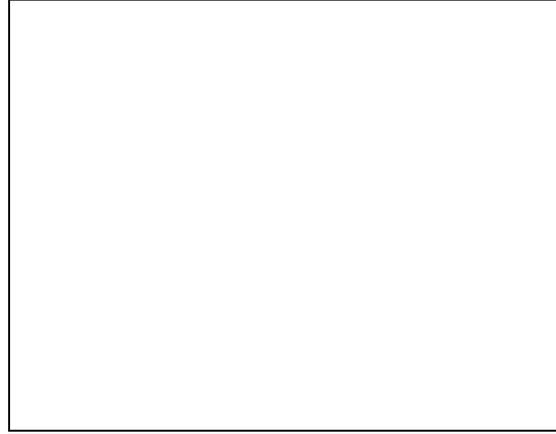


写真 1.1.4 : 吊り天井ありの例 (舟底天井)

引用…高根沢小学校を参考として例示
(東日本大震災の被害例)



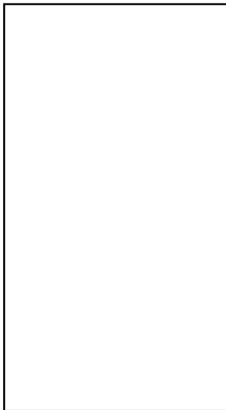
写真 1.1.5 : 吊り天井なしの例 (トラスが露出)

引用…鹿沼市さつき小学校を参考として例示
(東日本大震災の被害例)



写真 1.1.6 : 吊り天井なしの例 (折板葺き屋根の裏面が露出)

引用…高根沢小学校を参考として例示
(東日本大震災の被害例)



木毛セメント板
ひも状に削った木片をセメントに混ぜて成型したもの。体育館の野地板として多用され、地震後にはこうした木毛セメント板がずれる被害も発生している。

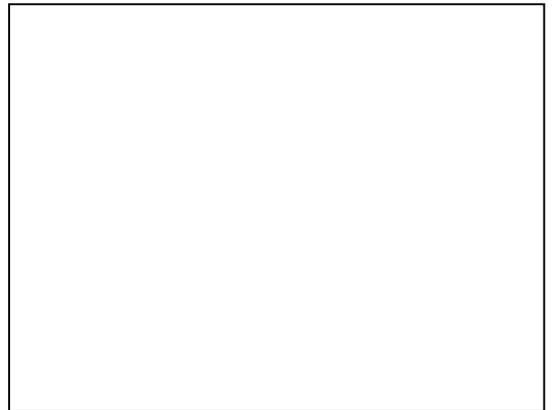


写真 1.1.7 : 紛らわしい天井の例 (梁下端が見える場合)

引用…坂東市沓掛小学校を参考として例示
(東日本大震災の被害例)
↓ 画像不鮮明につき他事例に差替え

1-2 天井の耐震性に関する基本項目の確認

〈確認内容〉室内側からの目視に加え特記仕様書に掲載されている特記事項の確認によって天井の基本的な耐震性を確認する（表 1-2）。

併せて点検口が設置されていて天井裏を簡単に目視できる場合には、斜め部材の有無を確認する。

〈解説〉

- ・従来の吊り天井仕様では、基本的な耐震性は「斜め部材（ブレース）」と「クリアランス（隙間）」の設置によって確保される（写真 1.2.1～1.2.2 参照）。
- ・耐震性を考慮して斜め部材（ブレース）を設置する場合、特記仕様書（図 1.2.1 参照）に材料や配置方法などが示される。
- ・耐震性を考慮して体育館等の壁際のクリアランスを設ける場合、従来から 5cm 以上の幅が求められてきた^{注)}。そのためこうしたクリアランスは床面から目視可能である。

〈補足〉

- ・特記仕様書が関連部署等にも保管されていない場合、特記事項の確認を省くことができる。
- ・表 1-2 の確認結果の 1 つが「撤去検討」に該当する場合、ステップ 2 と 3 を行わずに P 27 の「対策・補強の可能性の検討」に移り、天井撤去を中心とした天井落下防止対策の検討を進めることができる。ただし補強による対策を検討するためにはステップ 2 以降の総点検が必要である。

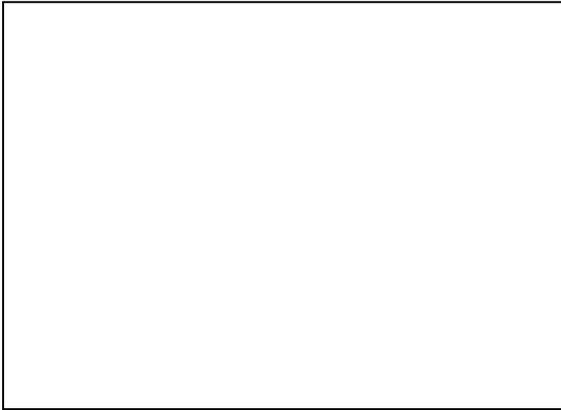
〈表 1-2〉

項目	確認結果		確認方法
壁際のクリアランスの有無	<input type="checkbox"/> 全周にクリアランスがある	図面診断	目視確認
	<input type="checkbox"/> クリアランスのない部分がある		
	<input type="checkbox"/> クリアランスが全くない	撤去等検討	
	<input type="checkbox"/> 天井の壁際の状態を確認できない	図面診断	
天井の耐震措置に関する特記事項の有無	<input type="checkbox"/> 斜め部材（ブレース）やクリアランスに関する記述がある	図面診断	特記仕様書の「天井」に関する項目
	<input type="checkbox"/> 天井に関する特記事項がない*	撤去等検討	
※点検口などから天井裏を簡単に目視できる場合			
斜め部材の有無	<input type="checkbox"/> 斜め部材を確認できる	図面診断	目視確認
	<input type="checkbox"/> 斜め部材を確認できない	撤去等検討	

*各公的機関の「標準仕様書による」といった記述のみで耐震措置に関する特記事項がない場合も含む。

注)「実務者のための既存鉄骨造体育館等の耐震改修の手引きと事例」日本建築防災協会, 2004.8, p.124.

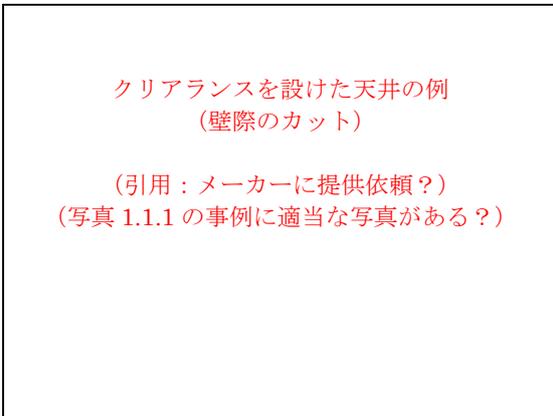
引用：事例集 p14
(キャプション修正、点線削除)
(図 3.6.1 と同じでしょうか?)



斜め部材 (ブレース)

建物と天井の揺れのずれを少なくする目的で設置される。
従来「斜め振れ止め」などと呼ばれた部材は、接合部の検討が必ずしも十分ではなかった。そのためそれらと区別する目的で、2012年7月に示された「天井脱落対策に係る技術基準原案」からは「斜め部材」という用語が用いられるようになった。

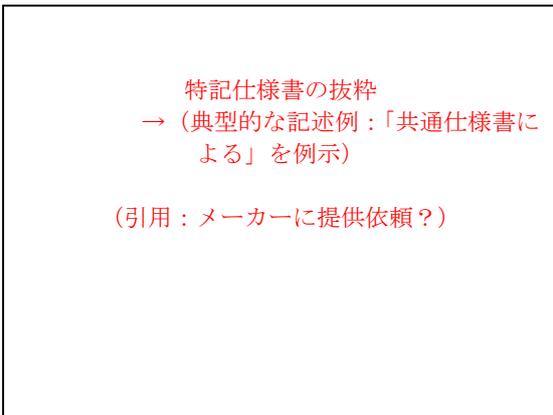
写真 1.2.1：斜め部材 (ブレース) の例



クリアランス

耐震性を確保するために設けられた天井の隙間のこと。壁際などに設けられる。2001年芸予地震をきっかけとして、体育館等の天井にこうした配慮が求められるようになった(国住指第375号、平成13年6月1日)。

写真 1.2.2：壁際のクリアランスの例



特記仕様書

建物の部位ごとに、用いる材料や工法を一覧表として簡潔にまとめたもの。設計図書の日次(図面リスト)の次に必ず収録される。

図 1.2.1：特記仕様書の抜粋(天井に関する特記事項の例)

ステップ3 図面診断

〈実施者〉学校設置者

〔※ステップ3以降の解説を理解するためには、建物に関する専門的知識が必要である。〕

ステップ3におけるチェック表の利用方法

1) 「撤去等検討」にチェックが入った場合

チェック表(表3-1~3-8)において、「撤去等検討」に1つでも該当する項目があれば他の項目を診断せずとも「危険性が高い」と判断できる。この場合は実地診断を行わずにP26の「対策・補強可能性の検討」に移り、既存天井の撤去を中心とした落下防止対策の検討を進めることができる。

〈解説〉

- ・ 特記仕様書の中に天井の耐震措置に関する特記事項が無い場合は、天井の耐震性が未検討と考えられる。
- ・ 吊りボルト長さ3m以上や天井質量20kg/m²以上の天井仕様は音楽ホールなどに用いられ計算によって耐震性を検証する必要がある。そのためこうした天井仕様にも関わらず耐震計算書が無い場合には、実地診断を行っても耐震性を確認できない。
- ・ 2005年宮城県南部地震を契機として、天井の耐震対策に関する技術開発が行われるようになった。しかし現時点では大空間にクリアランスなしで設置可能な天井構法は確認されていない。

〈補足〉

- ・ この段階で危険性が高いと判断する場合は、図面診断を学校設置者の技術系職員(建築士の有資格者)が行った場合とする。

2) 「要検討」にチェックが入った場合

P26の「対策・補強可能性の検討」に移り、落下防止対策の検討を進めることができる。ただし、補強による対策を選択する場合は、ステップ4(P27) 実地診断の手順に従い目視確認・計測を実施した上で、OK以外になった全ての項目の補強が必要になる。

3) 「実地診断」にチェックが入った場合

ステップ4 実地診断の手順に従い、目視確認・計測により確認する。ただし、他のチェック表において「撤去等検討」または「要検討」にチェックが入る場合は、1) または2) を準用することができる。

4) 「OK」にチェックが入った場合

図面上、技術基準原案が示す仕様ルートを満たすと判断し次の項目に移る。全ての項目が終了した後、ステップ4 実地診断の手順に従い、目視確認・計測でも仕様ルートを満たすことを確認する。なお、適切な施工がなされていることが確認でき、かつ3年以内に天井の劣化及び損傷の状況等を確認し、異常がないことが確認されている場合は実地診断は不要と判断し、天井裏を目視により調査せずとも良い。

3-1 天井の材料と質量の確認

〈確認内容〉 ステップ2で収集した資料に基づき、天井の材料を確認する（表3-1(1)）。

天井面の材料に応じて天井の質量を次の通り区分する（表3-1(2)）。

天井面が石膏ボードを1枚含む場合：6kg/m²以上20kg/m²未満

天井面が石膏ボードを含まない場合：2kg/m²以上6kg/m²未満

〈解説〉

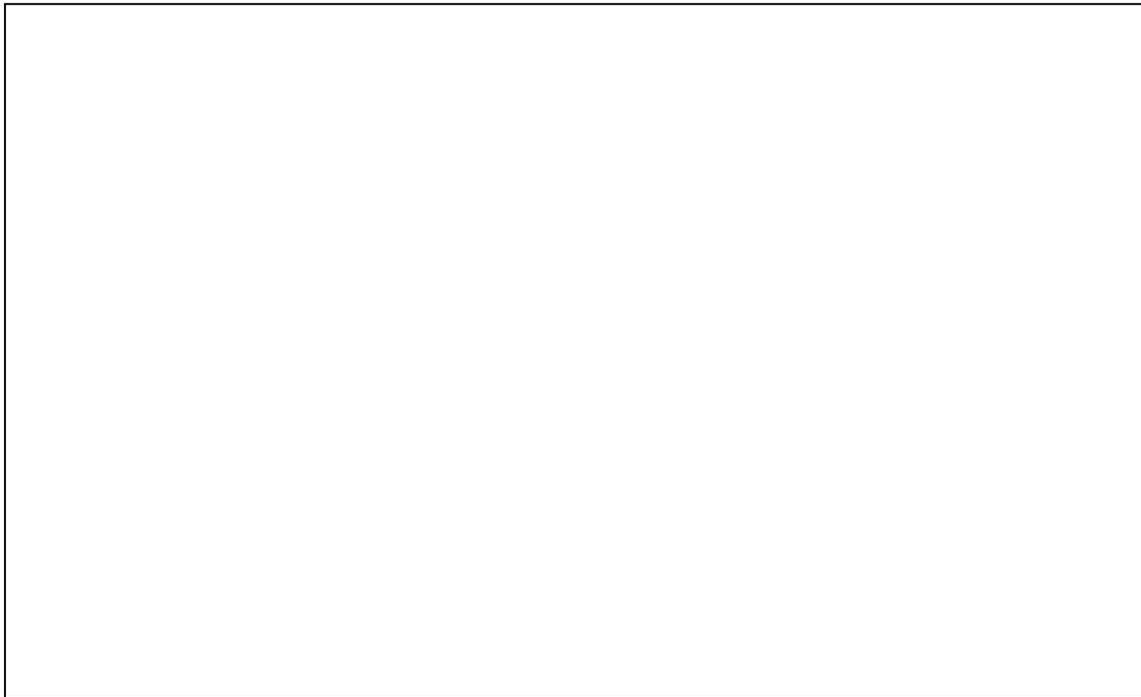
- ・主に「特記仕様書」「矩計図」「天井伏図」「天井下地伏図」を用いる。
- ・天井面は野縁（鋼製）と石膏ボードを下地に用いて、ロックウール吸音板を仕上材として張っていることが多い（石膏ボード捨張り）。また石膏ボードを下地に用いず、ロックウール吸音板やグラスウール板を野縁に取り付けことも多い（直張り、システム天井）。
- ・石膏ボード捨張りの場合、石膏ボードは二重張りしないことが一般的である。
- ・現在、大空間の天井では面材を鋼製野縁に取り付けることが一般的であるが、木製野縁が使われることも稀にある。システム天井の野縁は鋼製が多いがアルミ製もある。

〈表3-1(1)〉

項目	確認結果（仕様表記の例）		確認すべき主な資料
野縁の材料	<input type="checkbox"/> 鋼製（鋼製下地、軽鉄下地）	OK	特記仕様書、矩計図
	<input type="checkbox"/> システム天井		
	<input type="checkbox"/> 木材・上記以外（ ）	撤去等 検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

〈表3-1(2)〉

項目	確認結果（仕様表記の例）		確認すべき主な資料
天井の質量	<input type="checkbox"/> 6kg/m ² ～20kg/m ² （石膏ボード捨張り、化粧石膏ボード直張り）	OK	特記仕様書、矩計図
	<input type="checkbox"/> 2kg/m ² ～6kg/m ² （システム天井、ロックウール吸音板直張り）		
	<input type="checkbox"/> 20kg/m ² 以上（石膏ボード2枚以上の捨張り）	撤去等 検討	
	<input type="checkbox"/> 天井質量は不明（野縁の材料が「木材・不明」のため）		
	<input type="checkbox"/> 天井質量は不明（面材不明のため）	実地診断	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	



引用：ガイドブック p.39

図 3.1.1：鋼製下地天井の構成（吊りボルトー野縁受けー野縁）

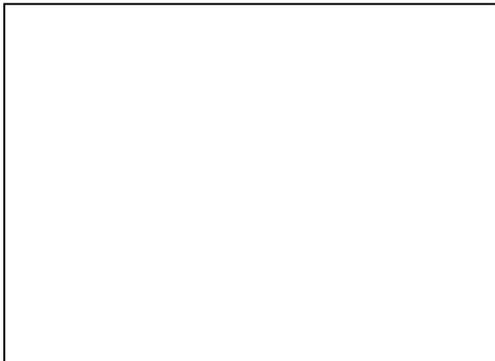
参考 Web 写真（類似物を検索）



参考 Web 写真（類似物を検索）

図 3.1.2：天井面の構成（ロックウール吸音板石膏ボード捨て張り）

引用：益子西小学校を参考として例示（東日本大震災の被害例）



石膏ボード捨て張り
野縁に石膏ボードをビス留めしてから、ロックウール吸音板などの仕上げ材を張る工法。

直張り
野縁に化粧ロックウール吸音板などを直接ビス留めする工法。

システム天井
面材をビス留めせず、T バーや H バーと呼ばれる部材を用いて取り付ける工法。

図 3.1.3：システム天井の被害

3-2 天井の断面形状の確認

〈確認内容〉ステップ2で収集した資料に基づき、天井面の立上り（段差）や折れ曲がりの有無を確認する（表3-2）。

〈解説〉

- ・ 体育館などの屋根は切妻のような勾配屋根か円弧状屋根が一般的であり、吊り天井も屋根形状とほぼ同様の形状になる。
- ・ しかし所定の意匠や音響性能などを確保するため、天井面の途中に立上り（段差）や折れ曲がりを設けることがある。
- ・ 天井の立上りには地震時に複雑な動きが生じることがある。

〈表 3-2〉

項目	確認結果		確認すべき主な資料
天井の断面形状	<input type="checkbox"/> 全体として平面で連続している (写真 1.1.2 参照)	OK	矩計図、天井伏図
	<input type="checkbox"/> 全体として舟底天井(切妻)である (写真 1.1.4 参照)		
	<input type="checkbox"/> 全体として曲面で連続している		
	<input type="checkbox"/> 天井面に立上り(段差)があるが、水平部分が連続していない		
	<input type="checkbox"/> 上記以外 ()	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

引用…「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」 p2-45
(トリミングして使用)

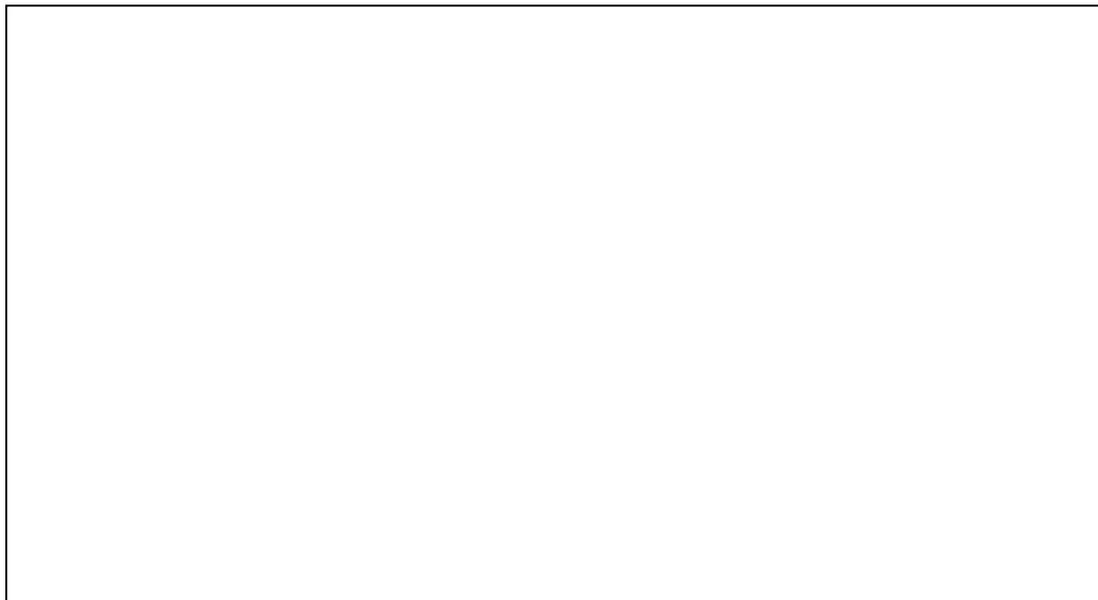
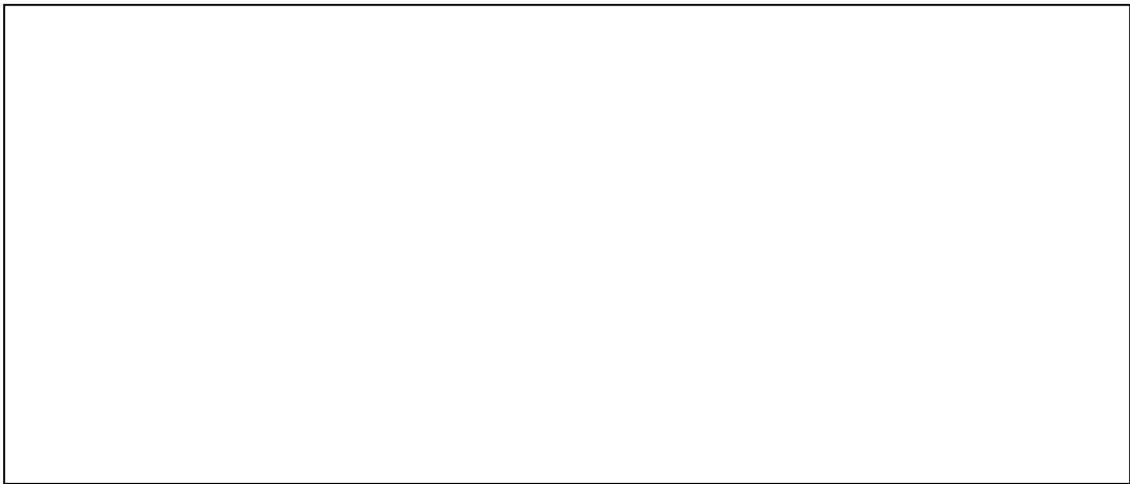


写真 3.2.1：舟底天井（勾配屋根の形状を天井に現したもの）の被害例



引用：事例集 p19

図 3.2.1：舟底天井の屋内運動場の断面図の例



天井の段差や凹凸

音響効果を向上させるために設けられることが多い。
学校の屋内運動場の天井に段差や凹凸が設けられることは少ないが、音楽室などの天井は凹凸を持つことが多い。

引用：ガイドブック p41
(トリミングして使用)

写真 3.2.2：段差（天井立上り）のある天井の被害例



引用：事例集 p16

図 3.2.2：凹凸のある天井を持つ大教室の断面図

3-3 天井の各部仕様の確認①吊りボルトの長さや方向

〈確認内容〉ステップ2で収集した資料に基づき、吊りボルトの長さや方向を確認する（表3-3）。

〈解説〉

- ・吊りボルト長さが短いと天井懐に入っただけの作業が困難になり、天井面を全面的に撤去しないと斜め部材を適切に増設できないことがある。
- ・吊りボルト長さが1.5mを超えると、斜め部材（ブレース）の取付方法に工夫が必要になる（ステップ3-6参照）。
- ・極端に長さの異なる吊りボルトが混在すると、天井が特別な揺れ方（捻れ振動）をする恐れがある。
- ・吊りボルトを曲げたり斜め方向に取り付けたりすると、天井の重さを適切に支持できない恐れがある。

〈表 3-3〉

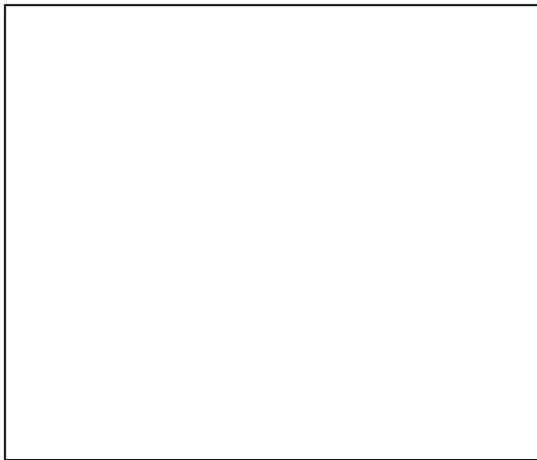
項目	確認結果		確認すべき主な資料
吊りボルト長さ	<input type="checkbox"/> X Y両方向とも 1m 以下	OK	矩計図、天井下地伏図
	<input type="checkbox"/> X Y両方向とも 1~1.5m の範囲		
	<input type="checkbox"/> X Y両方向とも 1.5~3m の範囲		
	<input type="checkbox"/> 3m を超えるものがある	撤去等検討	
	<input type="checkbox"/> 1m 未満と 2m 以上が混在する	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	
吊りボルトの方向	<input type="checkbox"/> 全て鉛直方向に取り付けられている	OK	
	<input type="checkbox"/> 斜め方向に取り付けられたものがある	撤去等検討	
	<input type="checkbox"/> 曲げて取り付けられた吊りボルトがある		
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

赤点線は削除。斜め部材はV字に修正
 (トリミングして使用)
 引用：事例集 p.13



図 3.3.1：吊り長さが異なる天井の例（勾配屋根+平天井の場合）

引用：天井メーカーWebカタログ
(トリミングして使用)

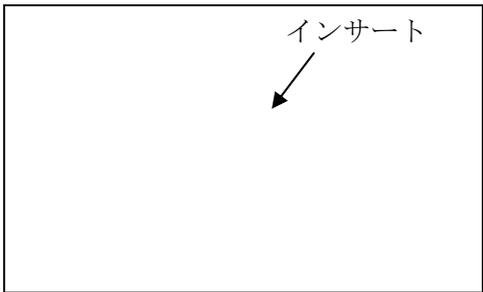


吊りボルトの方向
図面上の吊りボルトが垂直でも目視すると斜めになっていることがある。吊り元や吊り先に適切な部材を選定しないと、左図のように吊りボルトが斜めになってしまう。

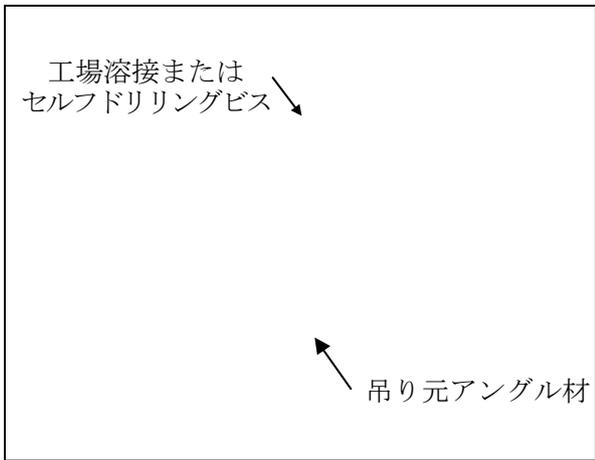
図 3.3.2：吊りボルトが斜めに取り付けられた例

吊り元部材の取り付け
原則としてインサート埋込みや吊り元アンゲル材の取付けは躯体工事の担当になる。

引用：懸垂物安全指針・同解説 p145
(周囲のRC部分をレタッチして使用)



RCスラブへのインサート埋込み

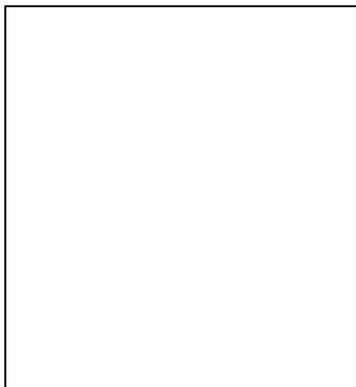


鉄骨母屋への吊り元アンゲル材の設置

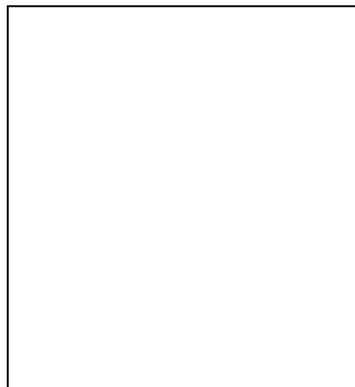
引用：天井メーカーカタログ
(トリミング&コメント加筆して使用)

図 3.3.2：吊り元の例

引用：川崎シンフォニーホール震災被害調査報告書 p5-14



フック状金具の変形



フック状金具の滑りと変形

引用(右)：天井メーカーカタログ
(トリミング&コメント加筆して使用)

写真 3.3.1：吊り元の被害

3-4 天井の各部仕様の確認②吊りボルト設置間隔

〈確認内容〉吊りボルトの設置間隔が規定以内であることを確認する（表 3-4）。

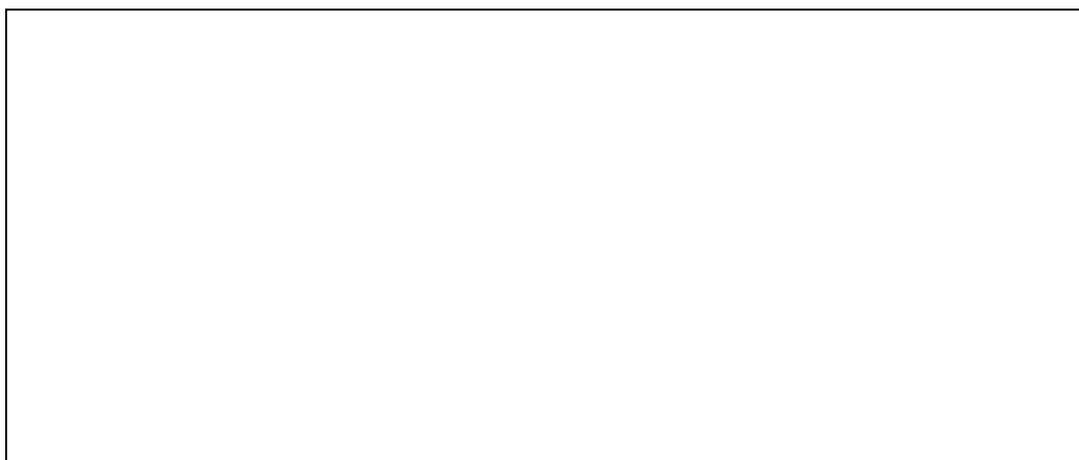
〈解説〉

- ・吊りボルト間隔の上限値は天井質量（表 3-1(2)参照）に応じて2つに区分される。
- ・天井下地伏図は、一般的に天井工事の専門工事業者が作成する「施工図」に含まれる。

〈表 3-4〉

項目	確認結果		確認すべき主な資料
天井の質量：6kg/m ² ～20kg/m ² の場合			
吊りボルト間隔*	<input type="checkbox"/> X Y 両方向とも 1m 以内	OK	天井下地伏図、矩計図
	<input type="checkbox"/> 1m を超える間隔がある	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	
天井の質量：2kg/m ² ～6kg/m ² の場合			
吊りボルト間隔*	<input type="checkbox"/> 図面上の X Y 両方向とも 1.4m 以内	OK	天井下地伏図、矩計図
	<input type="checkbox"/> 1.4m を超える間隔がある	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

*吊りボルト間隔：天井面の実長で測る。



引用：事例集 p19（加筆キャプションは削除。図面そのものを提示）

〈図面解説〉
 屋根勾配 3/10、母屋間隔が 6.06m。
 母屋 1 つおきに吊りボルトが設けられているので、間隔は 1.16m となる。

図 3.4.1：天井断面図の例

天井下地伏図

(引用：事例集から？メーカーに提供依頼？)

〈図面解説〉

吊りボルト間隔は「書き込み寸法」を捜して判断する。なお片方の間隔は「野縁受の間隔」と考えて差し支えない。

図 3.4.2 : 天井下地伏図の例

3-5 天井の各部仕様の確認③斜め部材（ブレース）の配置

〈確認内容〉斜め部材1対当たりの室面積*が規定以内であることを確認する（表3-5(1)）。

斜め部材が各方向に、概ね万遍なく配置されていることを確認する（表3-5(2)）。

〈解説〉

- ・斜め部材の数は図面上のX方向とY方向とで別々に求める。
- ・室面積は通り心で囲まれた面積から求める。

・各方向の斜め部材1対当たりの室面積 =
$$\frac{\text{室面積}}{\text{X方向（Y方向）の斜め部材本数} \times 0.5}$$

- ・斜め部材が天井全体に散らばって配置され、天井の一部に偏っていないことを確認する。

〈補足〉

- ・斜め部材は2本1対で有効に設置する必要がある（ステップ3-6参照）。しかし本ステップでは「斜め部材2本」を「斜め部材1対」と見なして概算する。

〈表3-5(1)〉

項目	確認結果（方向と値）		確認すべき主な資料
□天井の質量：6～20kg/m ² の場合			
斜め部材1対当たりの室面積*	(X方向： m ² , Y方向： m ²)		天井下地伏図、矩計図
	□XY両方向とも3m ² 以内**	OK	
	□3m ² を超える方向がある	要検討	
	□6m ² を超える方向がある、または、計算不能（斜め部材がない）	撤去等検討	
	□確認できる資料がない	実地診断	
□天井の質量：2～6kg/m ² の場合			
斜め部材1対当たりの室面積*	(X方向： m ² , Y方向： m ²)		天井下地伏図、矩計図
	□XY両方向とも10m ² 以内***	OK	
	□10m ² を超える方向がある	要検討	
	□20m ² を超える方向がある、または、計算不能（斜め部材がない）	撤去等検討	
	□確認できる資料がない	実地診断	

〈表3-5(2)〉

項目	確認結果（方向）		確認すべき主な資料
斜め部材の配置のバランス	□XY両方向ともまんべんなく配置されている	OK	天井下地伏図、矩計図
	□著しく偏った配置の方向がある（ ）	実地診断	
	□確認できる資料がない	実地診断	

*技術基準原案では天井面積で考えるが、本マニュアルでは室面積で概算する。

**吊りボルトの間隔と長さ0.9m、天井質量20kg/m²、ブレースC38×12×1.6を仮定して算出すると3.1m²/対となる。この値の小数点以下を四捨五入して概数とした。

***吊りボルトの間隔と長さ0.9m、天井質量6kg/m²、ブレースC38×12×1.6を仮定して算出すると10.3m²/対となる。この値の小数点以下を四捨五入して概数とした。

図 3.5.1 : 斜め部材配置略図

→X 方向と Y 方向を色分けして配置した略図
→各方向について斜め部材 1 対当たりの室面積の計算例を示す。

引用 : ? →作図必要?

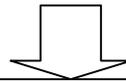
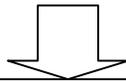


図 3.5.2 : X 方向の斜め部材の数え方と計算の解説

引用 : ? →作図必要?

図 3.5.3 : Y 方向の斜め部材の数え方と計算の解説

引用 : ? →作図必要?

図 3.5.4 : 斜め部材配置略図 (両方向とも著しく偏った例)

引用 : ? →作図必要?

(cf.木造耐力壁の 4 分割法の説明図)

図 3.5.5 : 斜め部材配置略図 (一方向のみ著しく偏った例)

引用 : ? →作図必要?

3-6 天井の各部仕様の確認④斜め部材の設置仕様

〈確認内容〉斜め部材の対が全てV字形になっていることを確認する（表 3-6(1)）。

斜め部材の接合部の仕様を確認する（表 3-6(2)）。

〈解説〉

- ・斜め部材は、各方向とも、吊りボルトを挟んで 2 本 1 対で配置される。ただし斜め部材の対が「ハ」の字形をしていると地震に対して有効に機能しない。
- ・斜め部材の方向が鉛直に近づくとも有効に機能しないため、2 段に分けて設置する。
- ・斜め部材は吊りボルトや野縁受に対して専用金具やビス留めを用いて接合する。

〈表 3-6(1)〉

項目	確認結果		確認すべき主な資料
斜め部材の 1 対の形状	<input type="checkbox"/> 全ての対が V 字形	OK	天井下地伏図、矩計図
	<input type="checkbox"/> ハの字形の対がある	要検討	
	<input type="checkbox"/> 2 本 1 対になっていないものがある		
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

※吊り長さ 1.5m 以上の部分は下記も確認する（表 3-3 参照）

斜め部材の 1 対の形状（補足）	<input type="checkbox"/> 水平補剛材を設け 2 段に分割されている	OK	天井下地伏図、矩計図
	<input type="checkbox"/> 上記以外（ ）	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

〈表 3-6(2)〉

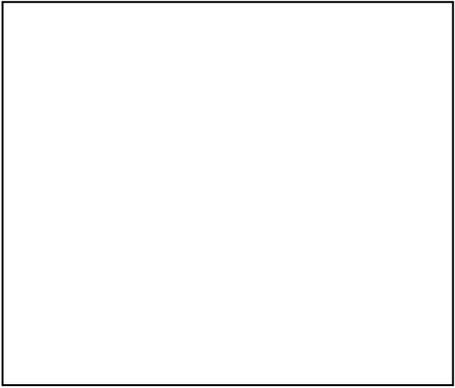
項目	確認結果		確認すべき主な資料
斜め部材の材料	<input type="checkbox"/> C38×12×1.2 <input type="checkbox"/> C38×12×1.6	OK	天井下地伏図、矩計図、特記仕様書、ブレース強度の計算書
	<input type="checkbox"/> C40×20×1.6		
	<input type="checkbox"/> 上記以外の材料（ ）	実地診断	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	
斜め部材の接合部	<input type="checkbox"/> 全てに金具が用いられている	OK	
	<input type="checkbox"/> 溶接されたものがある	実地診断	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

引用：ガイドブック p36
(キャプション修正)

斜め部材
(ブレース)



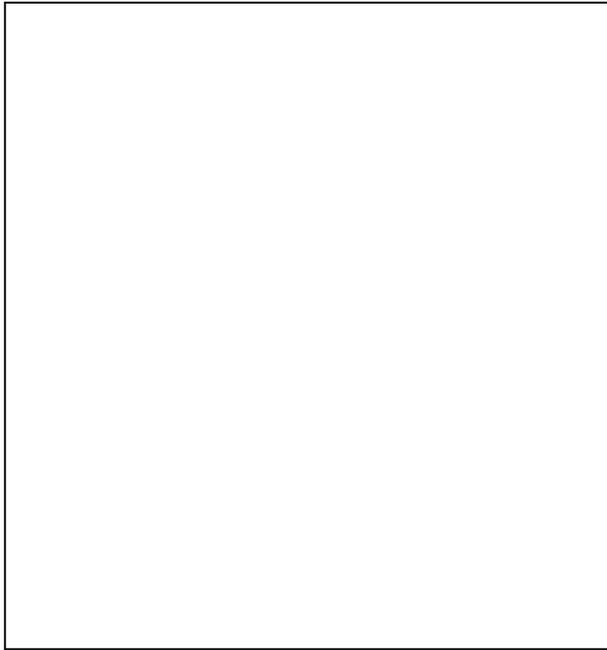
〈図面解説〉
上図は斜め部材の対を2方向まとめて配置した場合。各方向の配置は別々に考えて良い。



引用：事例集 p14
(キャプション修正、点線削除)

図 3.6.1：斜め部材のV字形配置の模式図

引用：天井メーカーWebカタログ
(トリミング&コメント加筆して使用)
↓告示内容に応じて図面修正



引用：天井メーカーカタログ
(トリミング&コメント加筆して使用)

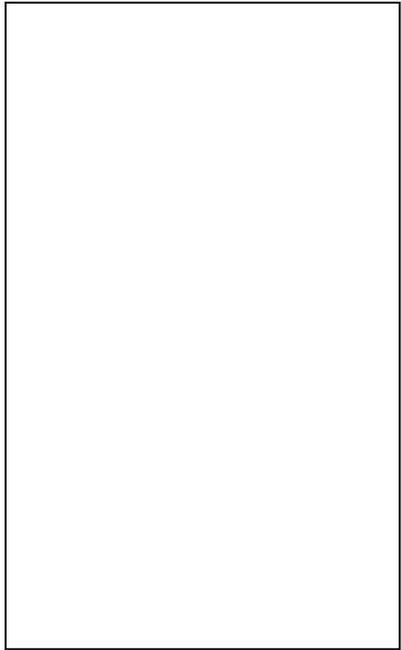
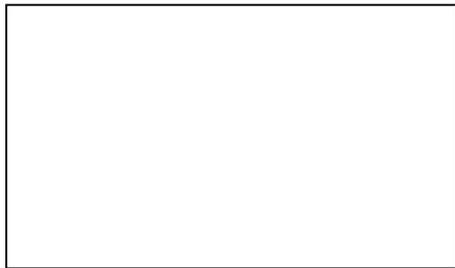


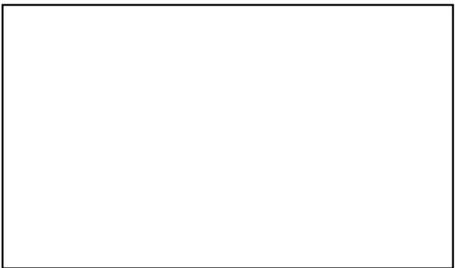
図 3.6.2：1.5m 以上の吊り長さに配置された斜め部材の例

図 3.6.3：斜め部材の接合部の例

引用：事例集 p13
(キャプション修正、不要線削除)



(通称) ハの字形配置、山形配置



溶接による斜め部材の取り付け
(地震後に吊りボルトから脱落)

引用：「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」 p2-62
(トリミングして使用)

図 3.6.4：仕様ルートを満たさない斜め部材の配置や接合部の例

3-7 天井の各部仕様の確認⑤壁際クリアランスの確保

〈確認内容〉天井面と壁との間に、クリアランス（隙間）が設けられていることを確認する（表 3-7）。

〈解説〉

- ・天井落下被害の中でも、壁際の天井材落下は典型的な被害である。この被害を防止するために天井を壁から **10cm 以上** 離す。
- ・クリアランスは、天井面材だけでなく野縁や野縁受に対しても設ける。

〈表 3-7〉

項目	確認結果	確認すべき主な資料
壁際のクリアランス	<input type="checkbox"/> 全周に 10cm 以上確保されている	OK
	<input type="checkbox"/> 全周確保されているが 10cm 未満や寸法不明の部分がある	要検討
	<input type="checkbox"/> クリアランスがない部分がある	
	<input type="checkbox"/> クリアランスが全くない	撤去等 検討
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断
		天井伏図、矩計図

覚書：現行の技術原案の値。最終的には告示の値と整合させる。



図 3.7.1：壁際クリアランスの納まりの例（回り縁）



図 3.7.2：クリアランスがない壁際の例

引用：ガイドブック p.37

引用：天井メーカーカタログ（トリミング&コメント加筆して使用）

天井伏図
(クリアランスを設けた天井を例示したい)

(引用：事例集？メーカーに提供依頼？)

〈図面解説〉

床面に鏡を置いて天井を映したものと
考えればよい。天井面の仕上げの様子や
照明の配置など、天井の基本情報が示さ
れる。

図 3.7.3：天井伏図の例

3-8 天井の各部仕様の確認⑥天井部材の緊結

〈確認内容〉ステップ2で収集した資料に基づき、天井部材の緊結状況を整理する(表3-8)。

〈解説〉

- ・天井下地組みの各接合部の仕様を確認し、製品名・型番や施工要領などに関する情報を表3-8に記入する。
- ・このステップでの確認は、原則として資料に記載された文字情報に基づいて行う。ただしカタログが収集できた場合は図形情報を参考にしてよい。

〈表3-8〉

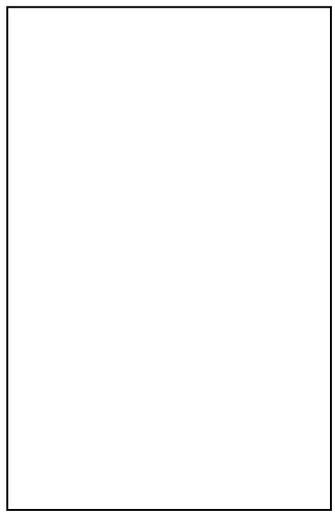
項目	確認結果 (製品名・型番など)		確認すべき主な資料
吊り元の仕様	<input type="checkbox"/> RC スラブへの埋込み	OK	特記仕様書、施工要領書、カタログ、矩計図、天井下地伏図
	<input type="checkbox"/> 吊り元アングル材の使用	OK	
	<input type="checkbox"/> 折板屋根そのもの	撤去等検討	
	<input type="checkbox"/> 溶接 <input type="checkbox"/> 金具 ()	要検討	
	<input type="checkbox"/> 上記以外 ()		
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	
ハンガーの仕様	<input type="checkbox"/> ビス付きの勾配用 ()	OK	
	<input type="checkbox"/> ビス付き; 平天井の場合 ()		
	<input type="checkbox"/> ビス付き; 勾配天井の場合 ()	要検討	
	<input type="checkbox"/> 上記以外 ()		
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	
クリップの仕様	<input type="checkbox"/> 野縁・野縁受けの両方にビス止め ()	OK	
	<input type="checkbox"/> 上記以外 ()	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	
石膏ボード*の 取付方法の仕様	<input type="checkbox"/> 100~150mm 程度の間隔でビス留め** <input type="checkbox"/> 150~200mm 程度の間隔でビス留め** (野縁直下の面材:)	OK	
	<input type="checkbox"/> 間隔は不明だがビス留め	要検討	
	<input type="checkbox"/> 上記以外 ()		
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

*直張り(面材が1枚のみ)の場合は仕上材の取付方法を確認する。

**公共建築工事標準仕様書では石膏ボードのビス留めに150~200mmの間隔を求めている。なお直張り製品では100~150mm程度の間隔でビス留めを求めているものが多い。

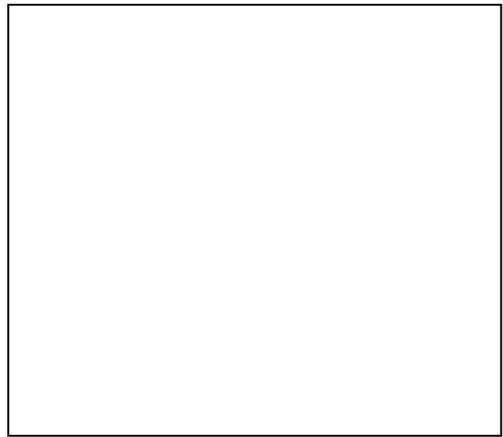
吊り元と吊り先の仕様 屋根や天井が傾斜すると、吊りボルトを鉛直にするために両端の仕様が限定される。一般に鋼製母屋から吊る場合は吊り元アングル材が必要であり(ステップ3-3参照)、天井が傾斜している場合はさらに勾配用ハンガーも必要になる。

引用：ガイドブック p.41
(キャプション削除)



平天井に用いる。ハンガーが開いて野縁受けが脱落することを防げる。

引用 (左) : 天井メーカー資料



引用 (右) : 天井メーカー Web カタログ
(トリミング & コメント 加筆して使用)

写真 3.8.1 : ビス付きハンガー

写真 3.8.2 : 変形したハンガーとクリップ

引用：天井メーカー Web カタログなど
(トリミング & コメント 加筆して使用)



図 3.8.1 : 野縁と野縁受けにビス留めするクリップの例

ハンガーの損傷
通常のハンガーは「ワンタッチハンガー」などとも呼ばれる。大きく揺れるとプレートが開いて野縁受けが脱落することがある。

クリップの損傷
大きな揺れを受けると爪部分が開いて天井脱落の原因となる (ステップ 3-3 参照)。ビス留めしても野縁に引っかけている突起部分が変形して、天井面が野縁ごと脱落することがある。

ビスの頭抜け
壁際に押しつけられた野縁が座屈すると、ビス留めされていた石膏ボードが野縁から脱落することがある。

引用：南河内小学校を参考として例示
(東日本大震災の被害例)

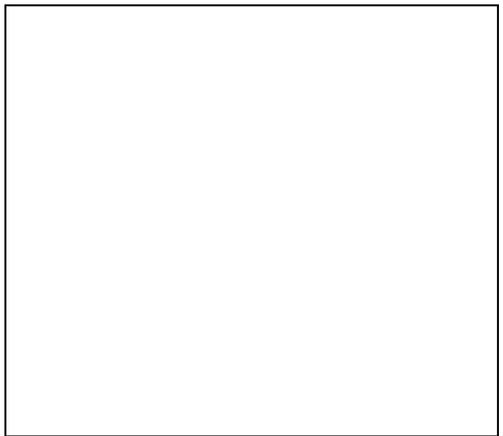
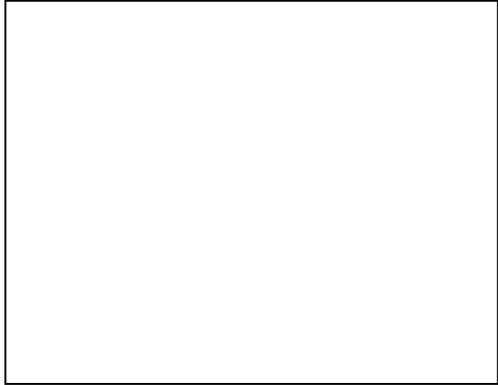


写真 3.8.3 : 石膏ボードのビス頭抜け

耐震性のない天井各部仕様の例

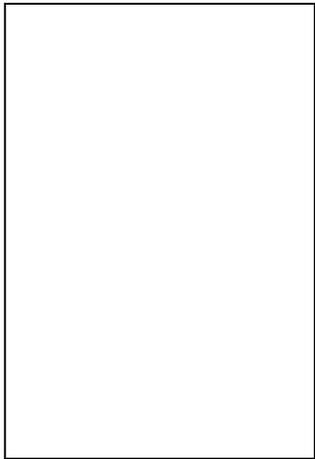
天井落下の原因の一つがクリップの変形であることはよく知られている。しかし、通常のクリップを1箇所にも2枚用いたとしても補強にならない。

吊り元にも不適切な仕様がある。吊りボルトが鉛直ならば補強方法も存在するが、斜めに設置したり曲げたりしている場合には吊りボルトの交換が必要になる。



引用(右)・・・天井メーカーWebカタログ(トリミング&コメント加筆して使用)

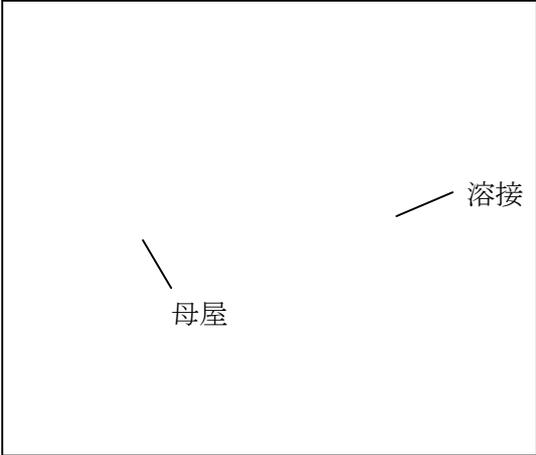
図 3.8.2: 不適切な吊り元の例(折板からの直吊り)



「フリーハンガー」などとも呼ばれる。2枚のプレートから構成されており、鉛直な吊りボルトに対しても天井勾配に沿って野縁受けを設置できる。

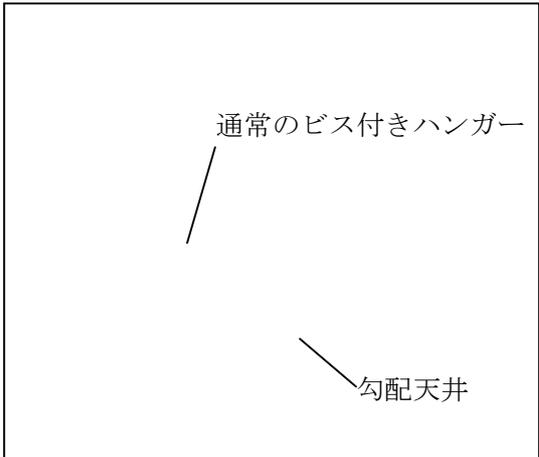
引用・・・天井メーカーWebカタログなど(トリミング&コメント加筆して使用)(アイソメは写真に差し替えない)

図 3.8.3: 勾配用ビス付きハンガー



引用?...スケッチを清書して使用?

図 3.8.4: 不適切な吊り元の例(吊りボルトを曲げて溶接)



引用?...スケッチを清書して使用?

図 3.8.5: 不適切な吊り先の例(吊りボルトを曲げて勾配に対応)



引用・・・ガイドブック p.39

写真 3.8.5: 耐震性のないクリップ仕様の例(通常クリップの両側留め)

対策・補強の可能性の検討

- ・安全面での課題や、天井により確保している断熱・音響・空調等の各種環境条件を勘案し、天井の必要性を検討する。
- ・「撤去」「再設置」「補強」の各対策の特長や必要となるコスト、安全性を勘案し対策手法を選択する。(参考となる情報はP〇〇～のステップ5に記載)
- ・ただし、次に該当する場合は、改修工事を行うとしても実質的に「補強」が不可能と判断し天井面の全面撤去が必要になると考えられる。
 - ① 吊り元の基本的な取り付け方法が技術基準を満たさない場合
 - ② 吊りボルトが錆びており取り替えが必要な場合
 - ③ 斜め部材の設置数が必要数の半数に満たない場合
 - ④ 斜め部材を入れる空間がない場合
 - ⑤ 野縁等に鋼製下地以外を用いる場合
- ・「ネット等の設置」については、現在、明確に安全と言える基準がないため、以下の点に留意しながら、対策を検討する必要がある。

ネット等設置の留意点を記載

項目	確認結果		対応するステップ
耐震措置に関する特記事項	<input type="checkbox"/> 天井に関する特記事項がない*	撤去等検討	ステップ 1-2
野縁の材料	<input type="checkbox"/> 木材など (鋼製野縁、システム天井以外)	撤去等検討	ステップ 3-1
天井の質量	<input type="checkbox"/> 20kg/m ² 以上 (天井の耐震計算書なし)	撤去等検討	
吊りボルト長さ	<input type="checkbox"/> 3m を超えるものがある (天井の耐震計算書なし)	撤去等検討	ステップ 3-3
吊りボルトの方向	<input type="checkbox"/> 斜め方向に取り付けられている <input type="checkbox"/> 曲げて取り付けられた吊りボルトがある	撤去等検討 撤去等検討	
斜め部材 1 対当 たりの室面積	〈天井の質量〉 6～20kg/m ² の場合		ステップ 1-2 ステップ 3-5
	<input type="checkbox"/> 6m ² を超える方向がある**	撤去等検討	
	<input type="checkbox"/> 計算不能 (斜め部材がない)	撤去等検討	
	〈天井の質量〉 2～6kg/m ² の場合		
	<input type="checkbox"/> 20m ² を超える方向がある**	撤去等検討	
	<input type="checkbox"/> 計算不能 (斜め部材がない)	撤去等検討	
壁際のクリアランス	<input type="checkbox"/> クリアランスが全くない	撤去等検討	ステップ 3-7
吊り元の仕様	<input type="checkbox"/> 折板屋根そのもの	撤去等検討	ステップ 3-8

*各公的機関の「標準仕様書による」といった記述のみで耐震措置に関する特記事項がない場合も含む。
**それぞれの天井質量区分に対して、斜め部材の設置数が必要数の半数に満たない場合を示す。なお天井仕様の仮定はステップ 3-5 参照。

ステップ4 実地診断

〈実施者〉 専門家（建築士の有資格者）

〈確認内容〉 ステップ3で確認結果が「実地診断」「OK」の項目

天井裏から目視確認・計測を行って、表 3-1～3-8 に整理した内容を確認し赤字で記入していく。図面診断と結果同じ場合には赤丸をつける。

ステップ4におけるチェック表〈表 3-1～3-8〉の利用方法

1) 「撤去検討」に赤字でチェックが入った場合

ステップ3と同様、「撤去検討」に1つでも該当する項目があれば他の項目を診断せずともP28の「対策・補強可能性の検討」に移り、既存天井の撤去を中心とした落下防止対策の検討を進めることができる。

2) 「要検討」に赤字でチェックが入った場合

実地診断の結果がOK以外になった項目は、技術基準原案が示す仕様を満たしていない。補強による対策を行う場合は、少なくともこれら全ての項目の対策が必要となる。

3) 「OK」に再度チェックが入った場合

技術基準原案が示す仕様ルートを満たすと判断し次の項目に移る。

〈解説〉

- ・ 目視確認は天井裏全体に対して行う。計測による確認は矩計図や天井断面図に対応する部分など、天井を代表する部分で行う。
- ・ 天井点検口が適切な位置にない場合は、天井の一部を撤去して実地診断を行う。
- ・ 天井撤去作業を行う場合、ローリングタワー（移動式足場）などの仮設が必要になることが多い。
- ・ 目視・計測の結果は写真記録する。撮影対象の位置は天井下地伏図、天井断面図、天井伏図などに記入する。
- ・ 天井の現況がステップ2の収集資料と異なる場合は、そのコメントを写真に付ける。また天井下地伏図、天井断面図、天井伏図などを元図として天井現況の略図を作成する。
- ・ 天井下地伏図、天井断面図、天井伏図などがステップ2で収集できなかった場合は、小屋伏図、断面図、平面図などを利用して天井現況の略図を作成する。

〈補足〉

- ・ 適切な位置に天井点検口がある場合は、学校設置者の技術系職員（建築士の有資格者）が実地診断を行うこともできる。
- ・ 耐震診断や耐震改修などを実施した建物では表 3-1～3-8 に示した項目の目視や計測が済んでいることがある。これらによって、表 3-1～3-8 に示した項目の全てが「OK」であると確認されている場合には、実地診断を省略することもできる。

注)実地診断で吊りボルトの方向に「斜め方向に取り付けられたもの」や「曲げて取り付けられたもの」が数カ所確認されても「撤去検討」と判断する必要はない。一方、矩計図や断面図にこれらが図示されている場合は一連の箇所が該当するため危険性が高い。

対策・補強の可能性の検討

- ・P26と同様に対策・補強の可能性の検討を実施する。

対策優先度の検討

実地診断の確認結果に基づき、天井落下防止対策の要否を確認する。

落下防止対策が必要な建物については対策優先度を3つに分けて整理する(別表2)。

〈解説〉

- ・複数の屋内運動場等を管理する学校設置者は、別表2に示される対策優先度を参考にし、天井落下防止対策の順序を検討する。
- ・表3-1～3-8に示す項目の全ての確認結果がOKの場合は「天井脱落対策に係る技術基準原案」が示す仕様ルートの1つを満たすと判断できる。この場合は落下防止対策は不要である。
- ・確認結果にOK以外がある場合は天井落下防止対策が必要である。なお別表2に示す3つの対策優先度は次の意味をもつ。

優先度A：天井の基本的仕様(ステップ3-1～3-5)は概ね技術基準を満たす。

優先度B：上記に加えて斜め部材の仕様(ステップ3-6)も概ね技術基準を満たす。

優先度C：天井仕様の一部が技術基準を満たしていない。

〈補足〉

- ・天井落下の危険性は、天井を吊っている建物や屋根のあり方と関係があると考えられる。しかし現時点では天井落下被害とこうした条件の関係が明らかでないため、本マニュアルでの取扱いを検討中である。

〈別表2〉

対策優先度		確認結果(集計数)			
		表3-1～3-8の「OK」の合計	(個)	別表1に該当する項目の合計	(個)
対策不要		<input type="checkbox"/> 全ての項目が「OK」*			
対策必要	優先度A	<input type="checkbox"/> 「OK」が6個以下		<input type="checkbox"/> 1つでも「危険性が高い」がある	
	優先度B	<input type="checkbox"/> 「OK」が7個以上9個以下		<input type="checkbox"/> 「危険性が高い」なし	
	優先度C	<input type="checkbox"/> 「OK」が10個以上		<input type="checkbox"/> 「危険性が高い」なし	

*吊りボルト長さ1.5m以下の場合は項目数の合計は16個。1.5mを超える場合は17個。

(2) 天井総点検と併せて行う点検

〈実施者〉 学校設置者

〈対象建物〉 屋内運動場（体育館）、武道場（格技場）、講堂など。

（※天井の有無によらず実施する）

1 照明器具やバスケットゴール等の総点検

〈確認内容〉 天井がある場合：バスケットゴール支柱周囲のクリアランス（隙間）を確認する。小屋組からの直吊り照明のクリアランス等も確認する（表 3-9(1)）。

天井がない場合：バスケットゴールや直吊り照明の落下防止措置を確認する（表 3-9(2)）。

〈解説〉

- ・バスケットゴールの支柱の周囲にも 10cm 以上のクリアランスを設ける。
- ・鉄骨からの直吊り照明の周囲にも 10cm 以上のクリアランスを設ける。ただし天井埋込み照明にクリアランスは不要である。
- ・バスケットゴールや直吊り照明は、落下防止のためにチェーンやワイヤーロープを用いて小屋組鉄骨に緊結する。

〈表 3-9(1)〉

項目	確認結果	確認すべき主な資料	
小屋組からの直吊り照明のクリアランス	<input type="checkbox"/> 全周に 10cm 以上確保されている	OK	天井伏図 天井断面図
	<input type="checkbox"/> 落下防止措置となるワイヤーロープやチェーンが設けられている		
	<input type="checkbox"/> 上記のどちらにも該当しない	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	
バスケットゴールの支柱周囲のクリアランス	<input type="checkbox"/> 全周に 10cm 以上確保されている	OK	
	<input type="checkbox"/> 上記のクリアランスが確保されていない	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

〈表 3-9(2)〉

項目	確認結果	確認すべき主な資料	
バスケットゴールの落下防止措置	<input type="checkbox"/> 落下防止措置となるワイヤーロープやチェーンが設けられている	OK	天井伏図？
	<input type="checkbox"/> 上記の措置が行われていない	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	
直吊り照明の落下防止措置	<input type="checkbox"/> 落下防止措置となるワイヤーロープやチェーンが設けられている	OK	
	<input type="checkbox"/> 上記の措置が行われていない	要検討	
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断	

クリアランスの確認を天井の各部仕様の確認（3-7）に移すかは要検討

引用…？（メーカー問い合わせ？）

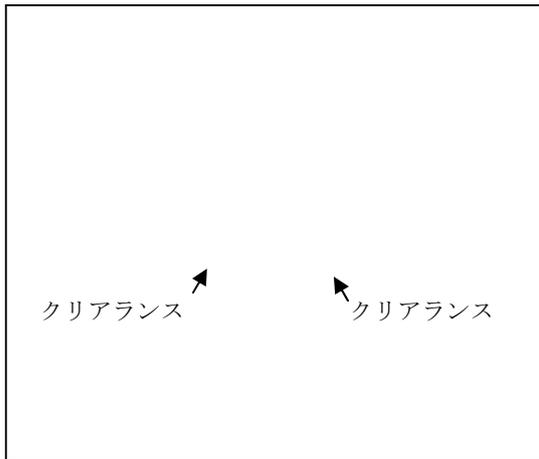


図 3.9.1：直吊り照明（昇降式）のクリアランスの例

覚書…ロックウール工業会？などに確認する。

天井埋込み型照明の設置方法
蛍光灯などの大型器具は専用金物を用いて野縁受けに取り付けられ、照明の開口部周りの野縁受けには所定の補強が行われる。一方ダウンライトなど小型器具は天井面材そのものに取り付けられる。ロックウール吸音板直張りの場合、照明開口部周りは石膏ボード裏打ちによって補強される。

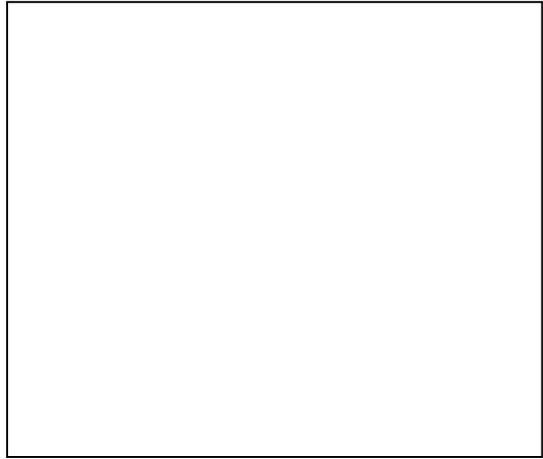


図 3.9.2：直吊り照明の落下防止措置の例（ワイヤーロープ設置）

引用…ガイドブック P.48 をレタッチ？（メーカー問い合わせ？）



図 3.9.3：天井埋込み大型照明の落下防止措置の例

引用…ガイドブック P.48（技術基準原案によれば不要？）

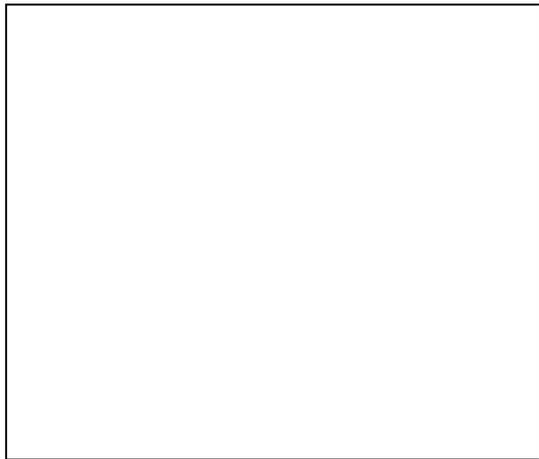


写真 3.9.1：直天井に設けられた直吊り照明の落下防止措置の例（ワイヤー設置）

引用…事例集 P.41（「振れ止め」という表現は避ける？）

参考 Web 写真 (類似物を捜す)

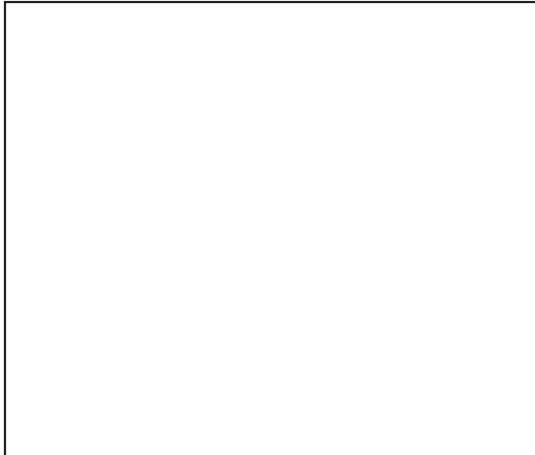


写真 3.9.2 : バスケットゴール支柱と天井の取り付け部

図 3.8.1 : バスケットゴールの支柱周囲のクリアランスの例 (断面詳細図)

引用? → 運動具メーカーに問い合わせ?

引用...? (メーカー問い合わせ?)

図 3.9.4 : バスケットゴール支柱と天井の取り付け部

引用... 益子芳星高校を参考として例示 (東日本大震災の被害例)



写真 3.9.3 : 天井付け式のバスケットゴールの被害例 (ブレースの外れ)

バスケットゴールの種類と構造

壁付け式と天井付け式とに大別できる。天井付け方式の場合はアーム接合部が外れることはないの
で、支柱周囲のクリアランスが確保
されていればゴール板そのものの
落下防止措置は不要である。ただ
しブレースが緩んでいると外れる
恐れがあるので定期的な点検・保
守が重要になる。

一方、壁付け式の場合、可動ア
ーム接合部のピンが抜けて落下す
ることがある。そのためワイヤー
ロープなどによって落下防止措置
を講じる必要がある。

覚書... 運動器具メーカーに対策を確認する。写真 3.9.4 については
位置づけを確認 (対策成功例? 反例?)

引用... 益子芳星高校を参考として例示 (東日本大震災の被害例)



写真 3.9.4 : 落下防止措置により宙吊りに止まった壁付け式のバスケットゴール

2 天井点検と合わせて行う構造体の点検

〈確認内容〉RC造で鉄骨屋根の場合：ステップ2で収集した資料に基づき、地震時にコンクリートの破片が落下する可能性及びその対策状況を確認する(表 3-10(1))。

鉄骨屋根の場合：屋根の構造部材の仕様を確認し、天井に大きな揺れをもたらすような損傷が発生する可能性が高くないことを確認する(表 3-10(2))。

〈解説〉

- ・RC造の柱梁の上に鉄骨小屋組が乗っている場合、地震時に両者の接合部が損傷しコンクリート片が落下することがある。
- ・屋根面ブレースの接合部において耐力が不足している場合(保有耐力接合でない場合)や伸び能力のないターンバックルが使用されている場合には、ブレースやブレース端部の接合部が破断し過大な変形が生じることがある。

〈補足〉

- ・この点検は次の建物であることを前提とする。
 - ①建物が新耐震基準で設計されている。
 - ②耐震診断が行なわれ、耐震性能があると判断されたか必要な耐震補強が行われている。
- ・旧基準で設計された建物で耐震診断・耐震補強が未完了の場合には早急を実施する。
- ・ここで述べる構造体の点検は、建築士の有資格者が行う。

〈表 3-10(1)〉

項目	確認結果 (製品名・型番など)	確認すべき主な資料
鉄骨屋根の定着部の状況	<input type="checkbox"/> 柱が鉄骨である	OK
	<input type="checkbox"/> 十分なへり空き寸法が確保されており、コンクリートの側方破壊が生じる可能性はない。配筋もしっかりなされている。	
	<input type="checkbox"/> 破片落下の防止対策がなされている ()	要検討
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断
軸組図、構造詳細図		

〈表 3-10(2)〉

項目	確認結果 (製品名・型番など)	確認すべき主な資料
屋根構面の仕様	<input type="checkbox"/> 屋根構面が地震時にも弾性に留まるよう設計された立体トラスやシェルである。	OK
	<input type="checkbox"/> 屋根面ブレースに山形鋼が使用されており、接合部が保有耐力接合となっている	
	<input type="checkbox"/> 屋根面ブレースに伸び能力が保証された建築用 JIS ターンバックルが使用され、接合部が保有耐力接合となっている。	
	<input type="checkbox"/> 上記以外 ()	要検討
	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	実地診断
構造詳細図、断面リスト、特記仕様書		

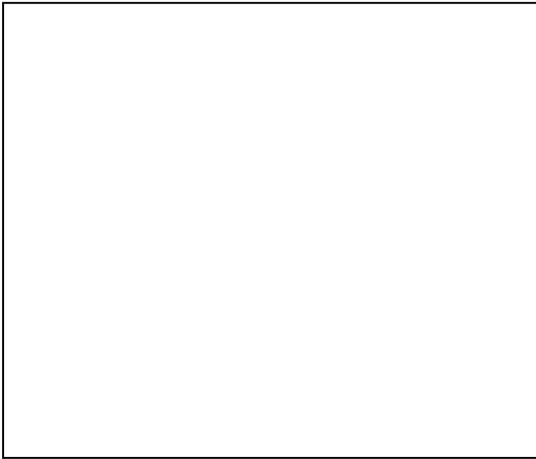


写真 3.10.1 : RC 造の柱梁の上に鉄骨小屋組が乗っている体育館

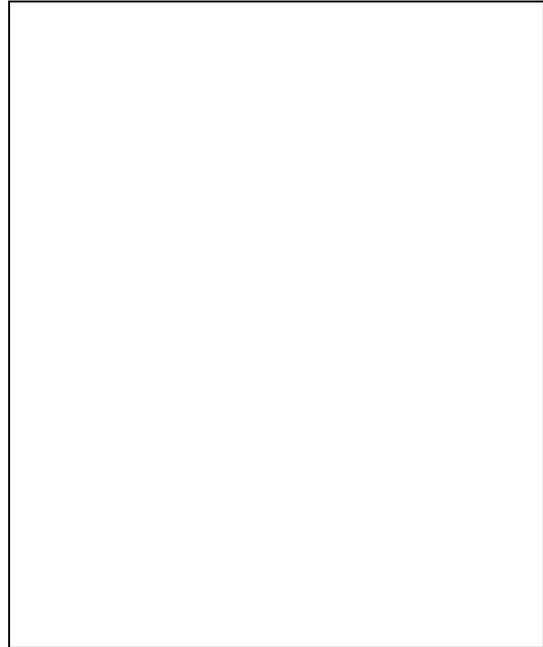


写真 3.10.2 : 定着部コンクリートの破壊

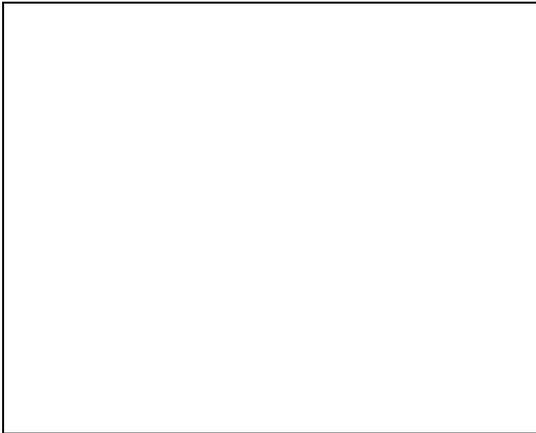


写真 3.10.3 : 耐力の不十分な接合部の破断



写真 3.10.5 : ターンバックルブレースの接合部破断



写真 3.10.4 : 伸び能力のないターンバックルブレースの破断