

## ステップ4 実地診断

〈実施者〉 専門家（建築士等の有資格者）

〈確認内容〉 ステップ3で確認結果が「実地診断」「OK」となった項目について天井裏から目視確認・計測を行って、図面診断で表3-1～3-8に整理した内容に対して、実際に技術基準を満たす対策が適切に施工されているかを確認し、対応状況を赤字で記入していく。図面診断と結果が同じ場合には赤丸をつける。

〈解説〉

- ・ 目視確認は図面診断の結果を確かめるために必要な部分に対して行う。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、天井の一部を外して実地診断を行う。この場合、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、学校設置者の技術職員（建築士等の有資格者）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。
- ・ 今後耐震診断や耐震改修などを実施しようとしている建物では、天井等の耐震点検や対策を併せて行うことが効率的かつ効果的である。

〈ステップ4のチェック表（表3-1～3-8）の利用方法〉

### 1) 「撤去等検討」に赤字でチェックが入った場合

「撤去等検討」に1つでも該当する項目があれば、ステップ3と同様に、他の項目を診断しなくても p.43 の「対策の検討」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、技術基準が示す仕様を満たしていない可能性が高いことを示す。補強による対策を行う場合は、全ての項目が OK になるような対策を施すか、技術基準を満たす改修設計を行って対策を講じる。

### 3) 全ての項目が「OK」となった場合

技術基準が示す仕様ルートを満たすと判断し対策は不要である。

## 対策の検討

〈確認内容〉ステップ4の実地診断の確認結果を踏まえ、p.43～と同様、天井の落下防止対策を検討する。p.43の「対策の検討」に加え、留意すべき点として以下の内容が考えられる。

### 〈補強の可能性の検討〉

- ・実地診断によって「吊りボルトが錆びており取替えが必要」と確認された場合、天井面の全面的な撤去が避けられないため、実質的に「補強」は不可能と考えられる。

## 対策の緊急性、優先度の総合的な検討

〈実施者〉 学校設置者

〈実施対象〉 天井の耐震点検を実施した全ての施設

〈実施内容〉 耐震点検の結果、何ら耐震対策を施していない施設については一層の緊急性をもって対策を講じる必要があるが、対策を実施しなければならない屋内運動場等を多く保有している学校設置者においては、各施設の対策状況に加えて、落下時の被害程度等に関連する諸条件も考慮して、対策の緊急性を判断し、優先度の高いものから速やかに対策を実施する。

〈解説〉

- ・ステップ1で整理した建物の基本情報を踏まえ、落下危険性や落下時の被害程度に関する情報として以下の別表4を確認し、対策の緊急性、優先度を検討する。
- ・なお、ステップ1では基本情報が不足している場合、必要に応じ、ステップ3やステップ4の各項目に該当する部分について、図面診断又は実地診断により現状を確認する。

〈補足〉

- ・別表4以外にも大規模空間の天井に段差や凸凹があるといった項目も落下危険性に関連する項目として考慮することができる。このほか、施設の老朽化の状況や利用状況など、各施設や地域の実情等に応じて、緊急性や優先度を判断する。

〈別表4〉

項目	確認結果	対応するステップ
落下の可能性を高めると考えられる場合	<input type="checkbox"/> 構造体の耐震性が確保されていない ※天井落下のみならず建物自体も大きな被害が生じる可能性がある	1-1
	<input type="checkbox"/> 学校が行った天井点検でも、天井材にずれ、ひび割れ、漏水跡等の不具合が確認されている	
	<input type="checkbox"/> 被災・事故歴が確認されているが、耐震的な検討がなされずに復旧している*	
	<input type="checkbox"/> 震度5強以上の地震歴が確認されているが、耐震的な検討がなされていない*	
落下時により大きな被害が予想される場合**	<input type="checkbox"/> 天井の質量が大きい*** ※落下による衝撃が高まり、落下時の被害程度が大きくなる	3-1
	<input type="checkbox"/> 天井の面積が広い*** ※落下危険性の範囲が広がり、安全な場所に退避することが困難となる	1-1 ※必要に応じ図面で確認
	<input type="checkbox"/> 天井高が高い ※天井の落下速度が大きくなり、落下時の被害程度が大きくなる	
その他	<input type="checkbox"/> 上記以外に考慮すべき事項 例) 当該建物の代替となる屋内運動場等が校内や隣地にある ( )	1-1

\*これまでに国土交通省から示された天井の崩落対策に係る技術的助言にも対応していない。

\*\*複数の施設を比較検討するために各々の質量や面積を相対的に評価する。

\*\*\*天井の質量や面積が大きいものほど、地震時における落下の可能性を高めると考えられる。

## ステップ5 対策の実施

〈実施者〉学校設置者（必要に応じて専門家に相談し実施）

〈実施対象〉表 1-3～1-4、3-1～3-8 の確認結果において「撤去等検討」又は「要検討」にチェックが入り、何らかの対策が必要となった施設

〈実施内容〉「対策の検討」及び「対策の緊急性、優先度の総合的な検討」での検討結果に基づき、それぞれの施設における適切な対策を実施する。

〈解説〉

- ・本ステップでは、学校設置者が対策を実施する際に具体的なイメージを描きやすいよう4つのケーススタディを使って示す。各ケーススタディでは、天井の耐震点検から対策の実施までの一連の流れを把握できる構成としている。
- ・現時点では天井落下防止対策に関する新たな技術基準を満たすような推奨事例がなく、これから基準を踏まえた対策を求めていく段階であるため、実際の実例ではなく、一定の仮定の下でのケーススタディを示している。
- ・4事例のうち3事例については屋内運動場を、1事例については武道場を想定し、耐震点検の結果や対策の手法等を示している。
- ・実態調査の結果<sup>注</sup>に基づき、「屋根の形状」と「天井の形状」は学校施設に多く実在する以下の4つの組み合わせを想定している。

ケーススタディ1：「鉄骨山形架構」で「傾斜天井」

ケーススタディ2：「鉄筋コンクリートフラット屋根」で「フラット天井」

ケーススタディ3：「鉄骨山形架構」で「傾斜天井+段差有」

ケーススタディ4：「鉄骨アーチ架構」で「アーチ天井」

〈各ケーススタディの構成〉

### ○建物の基本情報

対策実施前の施設の概略図と、表 1-1 で得られる建物の基本情報を示す。

### ○診断の概要

表 1-2～1-4 及び表 3-1～3-8 による診断の結果を一覧にして示す。実際の耐震点検においては全項目を実施せずとも対策の検討に移ることが可能なため、撤去事例となるケーススタディ1及び4については、途中で点検を終了し対策の検討に移っている。

### ○対策の検討

各学校設置者が対策を検討する際の参考となるよう、天井の耐震点検結果のみでなく、対策を実施する施設に求める環境性能や、対策手法の違いによるコスト・施工期間の比較など、各種条件を組み合わせた総合的な検討過程を示す。

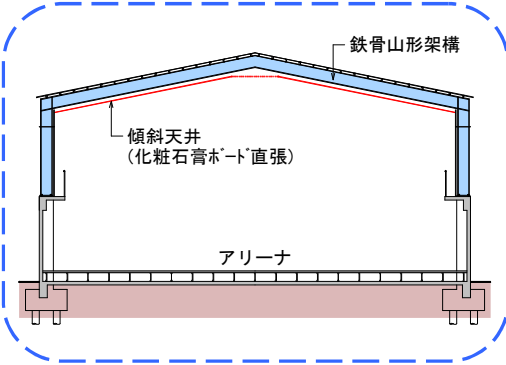
### ○対策の実施

総合的な検討の上で講じた対策の姿と併せ、(備考)として各対策における留意点等を示すが、この対策例のみが解決手法ということではなく、あくまで数ある対策のうちの一つとして捉え、参考として活用されたい。

注) 平成 24 年 6 月に文部科学省及び国立教育政策研究所文教施設研究センターが実施した 18 都道府県 83 市町村 688 施設を対象とした抽出調査で、吊り天井等を有する 500 m<sup>2</sup>以上の大規模空間を持つ屋内運動場を対象。

# 対策の実施 【 ケーススタディ（1）：撤去 】

## 建物の基本情報



建物名称	〇〇市立△△小学校体育館		
建物用途	屋内運動場	延べ面積	950 m <sup>2</sup>
構造・階数	RS1	建築年	1978年
建物高さ	10 m	軒高	8 m
対象室面積	700 m <sup>2</sup>	天井高さ	9 m
天井面積	700 m <sup>2</sup>	天井の質量	8kg/m <sup>2</sup>
構造体の耐震診断	済	構造体の耐震改修	済
備考：	鉄骨山形屋根に船底天井の体育館、代替施設が校内外に隣地がない		

## 診断の概要

項目	確認結果	確認結果	
1-2 吊り天井の有無	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	
1-3 壁際のクリアランスの有無	クリアランスが全くない	撤去等検討	
	耐震措置特記事項の有無	天井に関する特記事項なし	撤去等検討
斜め部材の有無	斜め部材なし(棟部より確認)	撤去等検討	
1-4 屋根形状と天井形状の比較	屋根形状と天井形状に違いあり	撤去等検討	
3-1 野縁等の材料		-	
	天井の質量区分	-	-
3-2 全体的な天井断面の確認		-	
	局所的な天井断面の確認		-
3-3 吊りボルトの方向		-	
	吊り長さ	ステップ1で補強は不可能	-
3-4 吊りボルトの間隔		と判断したため実施せず	
3-5 斜め部材1組当たりの室面積		-	
	斜め部材の配置バランス		-
3-6 斜め部材の1組の形状		-	
	斜め部材の材料		-
	斜め部材の接合部		-
3-7 壁際のクリアランス		-	
	段差・折れ曲がり部分のクリアランス		-
	設備等の周囲のクリアランス		-
3-8 吊り元の仕様		-	
	ハンガーの仕様		-
	クリップの仕様		-
	石膏ボードの取付方法の仕様		-

## 対策の検討

### 1) 補強の可能性の検討

・壁際や棟部の天井折れ曲がり部にクリアランスがないこと等、目視確認だけで技術基準を満たすための改善要素がある。

本例は、既存の天井に斜め部材が全く配置されていないことが決め手である。新たに斜め部材を適切に配置するためには下地を含めた天井全面撤去が必要となるためである。



**実質的に補強は不可能**

### 2) 天井の必要性の検討

・見栄えによるところが大きく必ずしも天井が必要ではない。

・屋内運動場としての利用がほとんどのため音響効果までは求めないが、吸音対策は必要。

### 3) コスト面や施工期間の比較(天井面積 700m<sup>2</sup>)

対策	内訳(参考)		工期(参考)
■対策1 天井撤去 再設置	直接仮設工事	400万	約3ヶ月
	天井撤去処分	150万	
	天井再設置	1,050万	
	照明撤去再設置	400万	
	共通費	500万	
	合計	2,500万	
■対策2 天井撤去	直接仮設工事	300万	約1.5ヶ月
	天井撤去処分	150万	
	ウレタン塗布	200万	
	照明撤去再設置	400万	
	壁頂部の処理	150万	
	共通費	300万	
	合計	1,500万	

## 対策の実施

改修前



改修後



落下防止対策実施前の天井



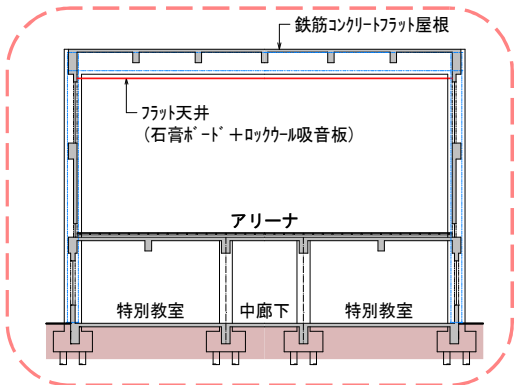
天井撤去工事施工後の状況

(備考)

学校運営を考慮すると施工期間にとれるのは概ね1ヶ月が限度であり、天井撤去を選択した。天井撤去後の屋根面にウレタンを塗布することで、断熱・吸音面で相応の効果が得られた。

# 対策の実施 【 ケーススタディ (2) : 補強 】

## 建物の基本情報



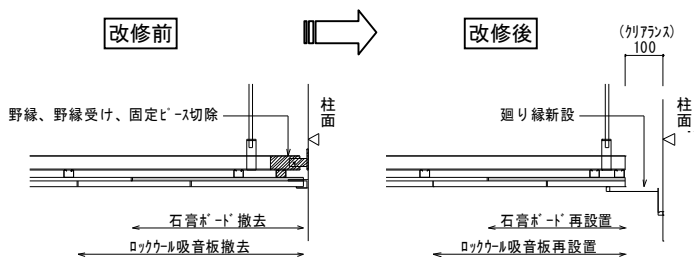
建物名称	〇〇市立△△小学校体育館		
建物用途	屋内運動場	延べ面積	1,130 m <sup>2</sup>
構造・階数	R2	建築年	2008年
建物高さ	13m	軒高	12.5m
対象室面積	850 m <sup>2</sup>	天井高さ	7.5m
天井面積	850 m <sup>2</sup>	天井の質量	11kg/m <sup>2</sup>
構造体の耐震診断	新耐震	構造体の耐震改修	-
備考:	RCフラット屋根にフラット天井の重層体育館、代替施設が校内外に隣地もない		

## 診断の概要

項目	確認結果		
1-2 吊り天井の有無	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	
1-3	壁際のクリアランスの有無	壁際の状態を確認できない	図面診断
	耐震措置特記事項の有無	吊りボルト、斜め部材等に関する記述あり	図面診断
	斜め部材の有無	斜め部材あり(点検口より確認)	図面診断
1-4 屋根形状と天井形状の比較	屋根形状と天井形状は平行	図面診断	
3-1	野縁等の材料	軽鉄下地	OK
	天井の質量区分	石膏ボード+ロックウール吸音板	OK
3-2	全体的な天井断面の確認	全体として平面で連続している	OK
	局部的な天井断面の確認	段差や折れ曲がりなし	OK
3-3	吊りボルトの方向	鉛直方向に取付けられている	OK
	吊り長さ	120cm	OK
3-4 吊りボルトの間隔	90cm	OK	
3-5	斜め部材1組当たりの室面積	2m <sup>2</sup> を超える方向がある	要検討
	斜め部材の配置バランス	釣り合いよく配置されている	OK
3-6	斜め部材の1組の形状	全ての組がV字状	OK
	斜め部材の材料	C40×20×1.6	OK
	斜め部材の接合部	確認できる資料がない	実地診断
3-7	壁際のクリアランス	柱際のクリアランスがない	要検討
	段差・折れ曲がり部分のクリアランス	フラット天井で段差等なし	OK
	設備等の周囲のクリアランス	10cm	OK
3-8	吊り元の仕様	RCスラブへの埋込み	OK
	ハンガーの仕様	確認できる資料がない	実地診断
	クリップの仕様	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	150mm間隔でビス留め	OK

※ 本例は、フラット屋根にフラット天井を持つ近年に建設された重層体育館である。  
図面診断から撤去検討項目はなく、補強を中心とした検討を行うため実地診断を実施した。

## 対策の実施



## 対策の検討

### 1) 補強の可能性の検討

#### ★専門家による「実地診断」を実施した

- ・吊りボルトは全てフラットなRC屋根スラブのインサートから支持されており、吊りボルトを鉛直に配置するための配慮がなされていた。
- ・ハンガー、クリップはねじ留めの仕様となっており、脱落に対する配慮がなされていた。
- ・斜め部材1組当たりの室面積が2(m<sup>2</sup>)は超えるが、技術基準に準じた構造計算により斜め部材は所用の数量が確保されていることを確認した。
- ・RC柱型突起部との柱際でクリアランスがなく改善を要するが、天井内部の下地については補強を必要としない。



部分的な柱際のクリアランス設置による補強が可能

### 2) コスト面や施工期間の比較(天井面積 850m<sup>2</sup>)

対策	内訳(参考)	工期(参考)	
■対策1 天井補強	直接仮設工事	200万	約1ヶ月
	天井クリアランス設置	300万	
	共通費	150万	
	合計	650万	
■対策2 天井撤去	直接仮設工事	300万	約1.5ヶ月
	天井撤去処分	200万	
	照明撤去再設置	400万	
	壁頂部の処理	150万	
	共通費	250万	
合計	1,300万		

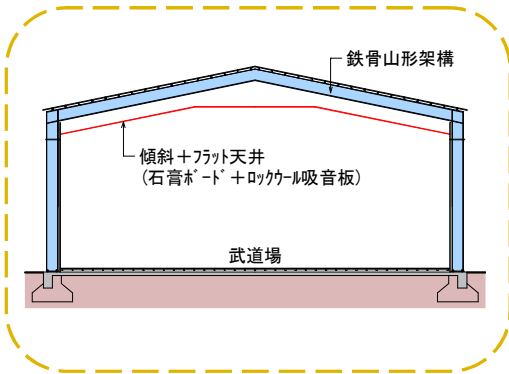
#### (備考)

既存天井の補強対策は柱際のクリアランスがないRC柱型突起部に、新たにクリアランスを設置した。天井撤去とする場合、工事範囲が天井全面となり照明器具の撤去・新設など付帯工事が発生する。コスト面も勘案して天井補強を選択した。



# 対策の実施 【 ケーススタディ（3）：撤去再設置 】

## 建物の基本情報



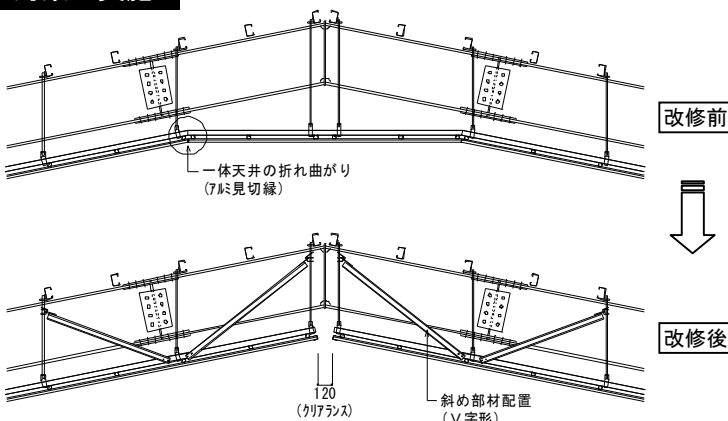
建物名称	〇〇市立△△小学校武道場		
建物用途	武道場	延べ面積	350 m <sup>2</sup>
構造・階数	S1	建築年	1993年
建物高さ	6.5m	軒高	6m
対象室面積	300 m <sup>2</sup>	天井高さ	5 m
天井面積	300 m <sup>2</sup>	天井の質量	11kg/m <sup>2</sup>
構造体の耐震診断	済	構造体の耐震改修	済
備考：	鉄骨山形屋根で傾斜(棟部はフラット)天井の武道場、校内に代替施設となる屋内運動場がある		

## 診断の概要

項目	確認結果		
1-2 吊り天井の有無	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	
1-3	壁際のクリアランスの有無	クリアランスが全くない	撤去等検討
	耐震措置特記事項の有無	天井に関する特記事項なし	撤去等検討
	斜め部材の有無	斜め部材不明(点検口なし)	図面診断
1-4 屋根形状と天井形状の比較	屋根形状と天井形状に違いあり	撤去等検討	
3-1	野縁等の材料	軽鉄下地	OK
	天井の質量区分	石膏ボード+ロックウール吸音板	OK
3-2	全体的な天井断面の確認	屋根と異なる勾配の天井部あり	撤去等検討
	局部的な天井断面の確認	クリアランスなく折れ曲がりあり	撤去等検討
3-3	吊りボルトの方向	鉛直方向に取付られている	OK
	吊り長さ	長さの異なる吊りボルトが混在	要検討
3-4 吊りボルトの間隔	90cm	OK	
3-5	斜め部材1組当たりの室面積	—	—
	斜め部材の配置バランス	—	—
	斜め部材の1組の形状	—	—
3-6	斜め部材の材料	—	—
	斜め部材の接合部	—	—
	壁際のクリアランス	クリアランスが全くない	撤去等検討
3-7	段差・折れ曲がり部分のクリアランス	クリアランスが確保されていない	要検討
	設備等の周囲のクリアランス	設置なし	—
	吊り元の仕様	—	—
3-8	ハンガーの仕様	—	—
	クリップの仕様	—	—
	石膏ボードの取付方法の仕様	—	—

※ 本例は、ステップ1「基本情報の(目視)確認」により撤去を中心とした検討を実施した。ステップ3の診断概要は保存図書(矩計図)より判断できる項目を参考までに記載した。

## 対策の実施



## 対策の検討

### 1) 補強の可能性の検討

・目視確認だけで壁際や天井折れ曲がり部にクリアランスがないことに対する改善、また、斜め部材の存在が確認できない等の懸念事項がある。本例は、屋根形状と天井形状に明らかな違いがあり吊り長さも明らかに違うことが決め手である。吊り長さを一定に揃えるための小屋裏措置を行うためには下地を含めた天井全面撤去が必要となるためである。



**実質的に補強は不可能**

### 2) 天井の必要性の検討

・衝撃音などに配慮した吸音対策が必要。  
・施設利用者の天井再設置への強い要望がある。

### 3) コスト面や施工期間の比較(天井面積 300m<sup>2</sup>)

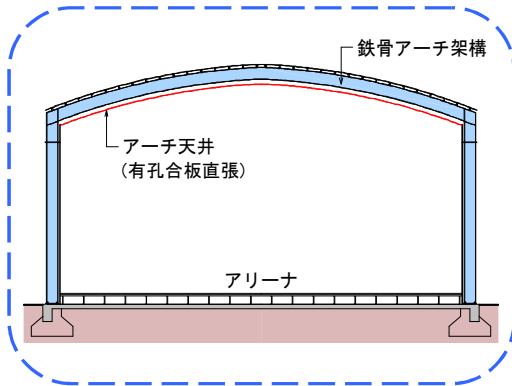
対策	内訳(参考)	工期(参考)	
■対策1 天井撤去再設置	直接仮設工事	200万	約2ヶ月
	天井撤去処分	100万	
	天井再設置	450万	
	照明撤去再設置	200万	
	共通費	250万	
	合計	1,200万	
■対策2 天井撤去	直接仮設工事	150万	約1ヶ月
	天井撤去処分	100万	
	照明撤去再設置	200万	
	壁頂部の処理	100万	
	共通費	150万	
	合計	700万	

### (備考)

校内に代替施設があるため、約2ヶ月の施工期間を要しても学校運営上の問題がないことや、武道場の吸音性能や施設利用者の要望に配慮し、天井の撤去及び再設置を選択した。天井再設置に際しては、専門家に設計委託して検討し、改修後の天井形態は折れ曲がりのない平底(山形)天井とした。平底天井としても音響への問題はなく、下地(斜め材等)の剛性・強度を全面的に均一となるよう配慮した。

# 対策の実施 【 ケーススタディ（４）：撤去 】

## 建物の基本情報



建物名称	〇〇市立△△小学校体育館		
建物用途	屋内運動場	延べ面積	700 m <sup>2</sup>
構造・階数	S1	建築年	1968年
建物高さ	9.5 m	軒高	8 m
対象室面積	580 m <sup>2</sup>	天井高さ	8.5 m
天井面積	580 m <sup>2</sup>	天井の質量	5kg/m <sup>2</sup>
構造体の耐震診断	済	構造体の耐震改修	済
備考：	鉄骨アーチ屋根に曲面天井の体育館、代替施設が対内や隣地でない		

## 診断の概要

項目	確認結果	
1-2 吊り天井の有無	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
壁際のクリアランスの有無	クリアランスが全くない	撤去等検討
1-3 耐震措置特記事項の有無	天井に関する特記事項なし	撤去等検討
斜め部材の有無	斜め部材不明(点検口なし)	図面診断
1-4 屋根形状と天井形状の比較	屋根形状と天井形状は概ね一致	図面診断
3-1 野縁等の材料	木下地	撤去等検討
天井の質量区分	有孔合板直張	OK
3-2 全体的な天井断面の確認	-	-
局所的な天井断面の確認	-	-
3-3 吊りボルトの方向	-	-
吊り長さ	-	-
3-4 吊りボルトの間隔	-	-
3-5 斜め部材1組当たりの室面積	-	-
斜め部材の配置バランス	-	-
斜め部材の1組の形状	-	-
3-6 斜め部材の材料	-	-
斜め部材の接合部	-	-
壁際のクリアランス	-	-
3-7 段差・折れ曲がり部分のクリアランス	-	-
設備等の周囲のクリアランス	-	-
3-8 吊り元の仕様	-	-
ハンガーの仕様	-	-
クリップの仕様	-	-
石膏ボードの取付方法の仕様	-	-

ステップ3-1で補強は不可能と判断したため以降は実施せず

## 対策の検討

### 1) 補強の可能性の検討

・壁際クリアランスがないこと、斜め部材が配置されていないこと等、目視確認だけで技術基準を満たすための改善要素は多々ある。  
本例は、既存の吊り材、野縁、野縁受け材など、天井下地材には木材が使用されていることが決め手である。これら下地材については、全て鋼製のものに付け替える必要がある。

⇒ **実質的に補強は不可能**

### 2) 天井の必要性の検討

・見栄えによるところが大きく必ずしも天井が必要ではない。  
・体育の授業に加え、集会や行事等の利用頻度も高いため、音響への配慮が必要。

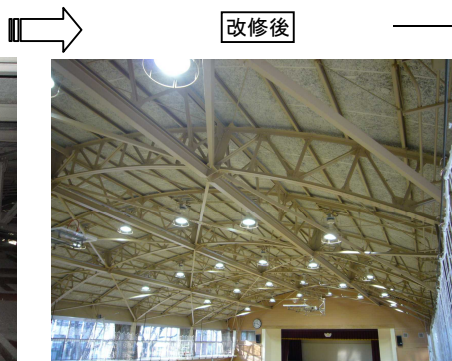
### 3) コスト面や施工期間の比較(天井面積 580m<sup>2</sup>)

対策	内訳(参考)		工期(参考)
■対策1 天井撤去再設置	直接仮設工事	350万	約3ヶ月
	天井撤去処分	150万	
	天井再設置	900万	
	照明撤去再設置	350万	
	共通費	450万	
合計	2,200万		
■対策2 天井撤去	直接仮設工事	300万	約1.5ヶ月
	天井撤去処分	150万	
	スピーカー設置	200万	
	照明撤去再設置	350万	
	壁頂部の処理	150万	
	共通費	250万	
合計	1,400万		

## 対策の実施



既存天井下地(木下地)



天井撤去工事施工後の状況

### (備考)

診断の結果、木下地であることが判明し実質的に補強が不可能であった。  
天井を再設置するかは、再設置した場合の施工工期が問題となり、天井撤去を選択した。ただし、天井撤去後の音響環境には配慮が必要と考え、高性能のスピーカーを再設置した。