

屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集 (案)

平成26年 月

学校施設における非構造部材の耐震対策の推進に関する調査研究協力者会議

はじめに

- 学校施設は未来を担う子供たちが集い、いきいきと学び、生活する場であり、また、非常災害時には地域住民を受け入れ、避難生活の拠り所として重要な役割を果たすことから、その安全性の確保は極めて重要です。
- 平成23年3月に発生した東日本大震災は、広範囲に甚大な被害をもたらし、多くの学校施設において、非構造部材の被害が発生しました。とりわけ、屋内運動場等大規模空間の天井等が全面的に崩落した例、生徒が負傷するなど人身被害が生じた例もあり、高所からの落下物を防止することの重要性を改めて認識しました。
- 本協力者会議では、24年度より、致命的な被害が起こりやすい屋内運動場等の天井等落下防止対策を中心に検討を進め、これを受け、文部科学省は、25年8月に「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」を策定し、各学校設置者に対し、屋内運動場等の天井等の総点検と落下防止対策の推進を要請してきました。
- 今般、各学校設置者における天井等落下防止対策の参考となるよう、既存の屋内運動場等の天井等落下防止対策に関する事例集を作成しました。本書は、本年度、文部科学省において実施した「学校施設の天井等落下防止対策加速化のための先導的開発事業」で得られた天井撤去の事例を中心に、現時点で掲載可能な対策事例を取りまとめたものです。本書には技術基準に沿った天井の補強や再設置の個別事例は掲載していませんが、事例の収集過程から得られた技術的なポイントについては、本書に掲載することとしました。今後、引き続き、国土交通省や関係機関等とも連携しつつ、対策事例を収集し、普及していくことが必要と考えています。
- 各学校設置者において、点検の手法等を示した上記手引と合わせて本書を活用することにより、屋内運動場等の天井等落下防止対策が一層推進されることを期待します。

屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集

目次

1 天井等落下防止対策を実施する上でのポイント

- 1.1 天井等落下防止対策推進の背景
- 1.2 天井等落下防止対策の手法等と実務上のポイント
 - (1) 天井撤去における実務上のポイント
 - (2) 天井の補強による耐震化における実務上のポイント
 - (3) 天井の撤去及び再設置における実務上のポイント
 - (4) 落下防止ネット等の設置における実務上のポイント
 - (5) 照明器具、バスケットゴール等の対策における実務上のポイント

2 対策事例

- 2.1 事例集作成の考え方
- 2.2 事例の収集方針
- 2.3 事例集の活用にあたっての留意点
 - ・事例一覧
 - ・事例の読み方
- 事例1 既存天井撤去の上、ノンフロン湿式不燃断熱材を吹付けた事例
- 事例2 直天井への改修と併せ屋根面に遮熱塗料を塗布した事例
- 事例3 天井撤去後、母屋への下地直接取付により既存グラスウールボードを有効活用した事例
- 事例4 天井撤去後、母屋への金属下地取付によりグラスウールボードを設置した事例
- 事例5 検討中
- 事例6 天井撤去後、軽量の膜天井を設置した事例
- 事例7 照明器具、バスケットゴール等を計画的に整備した事例

- <トピックス1> 東日本大震災において被災した武道場の天井撤去事例
- <トピックス2> 武道場における内装制限の扱い
- <トピックス3> 防衛施設周辺の学校における天井落下防止対策

3 参考資料

- ・建築物における天井脱落対策に係る技術基準（概要）
- ・学校施設の天井等落下防止対策加速化のための先導的開発事業
- ・学校施設における非構造部材の耐震対策に関する国庫補助制度

1 天井等落下防止対策を実施する上でのポイント

1 天井等落下防止対策を実施する上でのポイント

本事例集は、「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」(以下「手引」という。)を踏まえつつ、平成25年度において先進的な取組を進めている地方公共団体等における落下防止対策事例を収集し、掲載している。

1. 1 天井等落下防止対策推進の背景

○平成23年3月に発生した東日本大震災では、多くの学校施設において、構造体のみならず非構造部材¹の被害が発生した。特に、天井高の高い屋内運動場等の天井材が全面的に落下した事象や部分的に落下した事象など落下被害が多くみられた。

屋内運動場の天井被害は150件以上。天井被害の約74%が脱落によるもの²。新耐震基準³の施設、耐震補強済みの施設でも天井が全面崩落した事例多数。



写真1: 中学校(宮城県栗原市/1999年)



写真2: 高等学校(茨城県那珂市/1985年)

高さ6m以下の武道場の天井も脱落。人的被害につながる脱落被害は約68%⁴。



写真3: 中学校(茨城県茨城町/格技場)



写真4: 中学校(茨城県茨城町/格技場)

¹ 非構造部材とは、構造設計・構造計算の主な対象となる構造体(骨組み)と区分した天井材、照明器具、窓ガラス、外装材、内装材、設備機器、家具等を指す。

² 本協力者会議の下に設置された天井落下防止対策等検討ワーキンググループ(以下「WG」という。)による被害調査分析結果。東日本大震災において、学校の屋内運動場の天井被害が確認されたものは152件(棟)。全面脱落 25 件、一部脱落 88 件、破損が 39 件。人的被害につながるおそれのある全面脱落及び一部脱落を合わせると、天井被害の約 74%を占める。

³ 昭和 56 年 6 月に施行された建築基準法に基づく現行の耐震基準。

⁴ 注釈1と同様、WGによる被害調査分析結果。東日本大震災における武道場の天井被害は 57 件(棟)。うち、全面脱落及び一部脱落を合わせた件数は 39 件で、天井被害の約 68%を占める。

○同震災における建築物の天井脱落被害を踏まえ、国土交通省では、地震時等における天井脱落への対策強化を趣旨とし、平成25年7月に建築基準法施行令の一部を改正するとともに、同年8月に同政令に基づく天井脱落対策関連告示(以下「技術基準」という。)を定め、同年9月には、技術基準に伴う解説書及び設計例を公表した。技術基準は26年4月に施行され、建築物を建築する際には当該基準への適合が義務づけられることとなる。

建築基準法施行令の一部を改正する政令について(平成26年4月施行)

http://www.mlit.go.jp/jutakuentiku/build/jutakuentiku_house_fr_000053.html

「建築物の天井脱落対策に係る技術基準の解説」(10月改訂版)

<http://www.seinokyo.jp/tenjou/top/>



図〇 建築物における天井脱落対策に係る技術基準(概要)

○本協力者会議では、技術基準の検討を踏まえ、落下した場合に致命的な被害につながるおそれが大きい屋内運動場等の天井等については、緊急性をもって優先的に対策を講じる必要があるという視点に立って検討を進めてきた。こうした検討を踏まえ、25年8月、文部科学省は「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」(以下「手引」という。)を作成・公表し、全国の学校設置者に対して、既存の屋内運動場等における天井等落下防止対策の一層の推進を要請した。(参考参照)

<手引の特長>

- 詳細な実地診断等を行わずとも対策の検討に着手できるフローチャートを提示
- 確実な安全確保方策として「天井撤去を中心とした対策の検討」を促進

「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」(平成25年8月)

http://www-mext-go-jp/b_menu/houdou/25/08/1338394-htm

■主な内容

第1章 屋内運動場等における天井等落下防止対策の考え方

- ・致命的な事故が起こりやすい屋内運動場等の天井等は緊急性をもって優先的に対策を実施。
- ・構造体の耐震化が図られている施設であっても天井等の落下防止対策が必要。

第2章 天井等総点検用マニュアル

☆対策工事の要否を迅速かつ効率的に判断するため、詳細な実地診断等を行わずとも対策の検討に着手できるフローチャートを提示

第1節 天井の耐震点検と対策の実施

○天井の耐震点検から対策の実施までの手順を5つのステップに分けて解説。

(天井の耐震性に関する基本項目)

- ・壁際のクリアランス（隙間）の有無
- ・天井の耐震措置に関する特記事項の有無
- ・斜め部材の有無
- ・屋根形状と天井形状の比較による吊り長さの違い

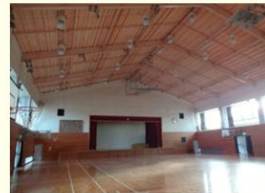
→ 外観からの目視等により
大半が点検可能

○①天井撤去、②補強による耐震化、③撤去及び再設置、④落下防止ネット等の設置という手法を示しつつ、確実な安全確保方策として「天井撤去を中心とした対策の検討」を要請。

○天井撤去と併せて断熱・吸音等の工夫を施したケーススタディも提示。



→ 天井撤去後の屋根面に吹付け材を塗布し断熱性能等を確保



第2節 照明器具・バスケットゴール等の取付部分との耐震点検と対策の実施

第3節 関連する構造体の耐震点検と対策の実施

- ・第2節、第3節の耐震点検と対策は、吊り天井の有無にかかわらず実施する。

第3章 震災後の余震に備えた屋内運動場等の天井等の緊急点検チェックリストの活用

○二次災害防止の観点等から震災後の余震に備えた緊急点検チェックリストを提示。

図○ 「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」(概要)

学校設置者に対する対策加速化の要請（平成25年8月7日通知）

1. 屋内運動場等の天井等の総点検の実施

(天井)

- 学校施設の中でも、屋内運動場、武道場、講堂、屋内プールの天井については、特定天井に加え、①高さが6mを超える天井、②水平投影面積が200㎡を超える天井のいずれかに該当する天井も全て総点検を実施すること。

(照明器具、バスケットゴールなど)

- 上記4施設の照明器具、バスケットゴール等は、吊り天井の有無に関わらず、総点検を実施すること。
- 鉄骨屋根定着部コンクリート、水平ブレースの接合部等の点検も実施に努めること。

2. 屋内運動場等の天井等の落下防止対策の実施

(天井)

- 児童生徒等の安全に万全を期す観点から、天井撤去を中心とした対策を検討すること。撤去に伴い使用に影響を及ぼすことのないよう、断熱・音響等の対策を実施すること。
- 現在進行中の事業については、竣工と同時に既存不適格となることから、天井を設置しない又は軽量の天井にするなど、設計変更等を検討すること。

(照明器具、バスケットゴールなど)

- 照明器具、バスケットゴール等は、総点検の結果を踏まえ、必要な落下防止対策を実施すること。
- 鉄骨屋根定着部コンクリート、水平ブレースの接合部等の耐震対策について検討し実施に努めること。

3. 屋内運動場等以外の施設の天井

- 玄関ホール、多目的スペース、図書室、食堂等の特定天井についても速やかに点検し対策を講じること。

公立・国立学校施設における屋内運動場等の天井等落下防止対策については、平成27年度までの速やかな完了を目指し取組を加速するよう改めて要請

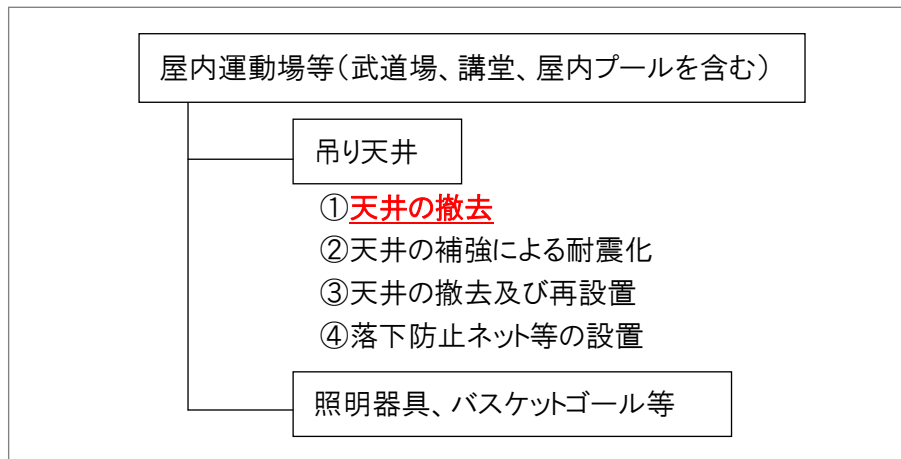
図○ 天井等落下防止対策の推進を要請する通知(概要)

1.2 手引で示された天井等落下防止対策の手法等と実務上のポイント

屋内運動場等において天井等の落下防止対策を実施する際は、手引で示した対策の考え方や技術基準を踏まえつつ、各対策手法に対する留意点を踏まえる必要がある。

＜手引で示された天井等落下防止対策の手法等＞

○天井の落下防止対策として、①天井撤去、②天井の補強による耐震化、③天井の撤去及び再設置、④落下防止ネット等の設置といった手法が考えられるが、より確実な安全性を確保するための対策として、「撤去を中心とした落下防止対策の検討」を促進。



図〇：屋内運動場等の天井等落下防止対策の手法

対策手法	主な特長等
天井撤去	地震被害の発生の危険性のある天井部材を解体・撤去し、大規模空間天井の耐震安全性を確保する方法。 * “撤去等検討”のケースについては、手引 p.44 の〈別表2〉参照
天井の補強による耐震化	天井脱落対策に係る技術基準を踏まえて、耐震的な仕様により性能を高める方法。
天井の撤去及び再設置	既存天井を全面的に撤去し、目標性能に適合した天井を耐震設計し直すなどした上で、再び天井を設置する方法。
落下防止ネット等の設置	落下防止ネットやワイヤ、ロープなどによる対策を施すことにより、天井の落下を防止する方法。

表〇：天井落下防止対策の手法と主な特長等(手引 p.43 の別表1を簡略化)

○技術基準では、中地震(震度5強程度)に対して天井を損傷しないことにより、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こととしている。大規模空間を持つ施設の天井について、撤去以外の対策を検討する際には、その必要性を含め、十分かつ慎重に検討することが必要。

○以下、各々の対策手法に関する実務上のポイントを示す。

(1) 天井撤去における実務上のポイント

■発注段階(学校設置者)の留意点

○地震時に落下する部材そのものをなくすことにより、確実な安全性を確保する方策であり、手引を活用した点検を実施した際、“撤去等検討”に該当した場合は、補強による改修工事が実質的に困難であり児童生徒等の安全に万全を期す観点から、天井撤去を中心とした対策を検討することが重要である。

(天井撤去を中心とした検討を求める主な理由)

- ・撤去は、確実な安全性を確保する方策であること
- ・補強による改修工事が実質的に不可能な場合がほとんどであること
- ・天井の補強又は再設置には相当のコストと工期がかかること
- ・天井を撤去しても吹付材の塗布等の代替措置により断熱・吸音性能を確保することが可能であること

○天井の撤去に伴い、天井が保有していた断熱性能や吸音性能など環境条件が変化し使用に影響を及ぼす場合がある。各学校設置者は、使用に当たって著しい支障が及ぶことがないか検討の上、必要に応じ、屋根面への断熱対策や吸音体の付加などの対策を施すことが重要である。

〈天井撤去の検討に当たって留意すべき点〉

項目	留意すべき点
<input type="checkbox"/> 断熱	天井撤去に伴う断熱性能の低下を補うため、屋根面への断熱補強の実施を検討する。ただし、吸湿性の高い断熱材は、内部結露防止のため表面に気密材等により吸湿対策を施すことを検討する。
<input type="checkbox"/> 音響	吸音性のある天井の撤去により、屋内運動場等の発生騒音が響きすぎて使用上の妨げとなるため、不足する吸音力を吸音体の付加等により補充することを検討する。
<input type="checkbox"/> 空調・換気	大空間の天井の撤去による空調負荷の増大(気積、気流の変化等)を補うため、天井換気扇、吹出口の増設による改善を検討する。
<input type="checkbox"/> 照明等	天井撤去に伴い天井面の照度が均一でなくなり、競技環境の悪化等支障が生じる場合は、空間の照明計画等を見直し、必要に応じ照明改修を検討する。 天井埋込み形の照明器具であれば、天井撤去に伴い、照明器具を母屋に直接緊結するよう改修が必要となる。

表〇:天井撤去の検討に当たって留意すべき点(手引 p.45 別表3)

○また、建築基準法では、特殊建築物の内装について、防火上支障がないようにしなければならない旨規定されている。天井の撤去に伴い、無窓居室(政令で定める窓その他の開口部を有しない居室)を有する建築物となる場合は、同法に定める内装制限の規定に該当す

る場合があるため、同法施行令に定める「避難安全検証法」にて火災時の安全を確認し、必要に応じ、内装上の対策を講じることが求められる。（「トピックス2」参照）

■設計・監理や施工管理段階(対策検討や対策工事の業務受託者等)の留意点

○既存の天井撤去に伴う室内環境の低下を補完する方法としては、例えば、以下のような方法が考えられる。

温熱環境:①直天井面へ断熱材を追加する

→事例1、事例3、事例4

②屋根面に遮熱措置をする(夏季の室温上昇の緩和。冬季には効果なし)

→事例2

音環境:直天井面の仕上げを吸音性のある材料とする

→事例1、事例3、事例4

室内照度:直天井面に明るい色を塗装する。照明設備の照度を上げる。

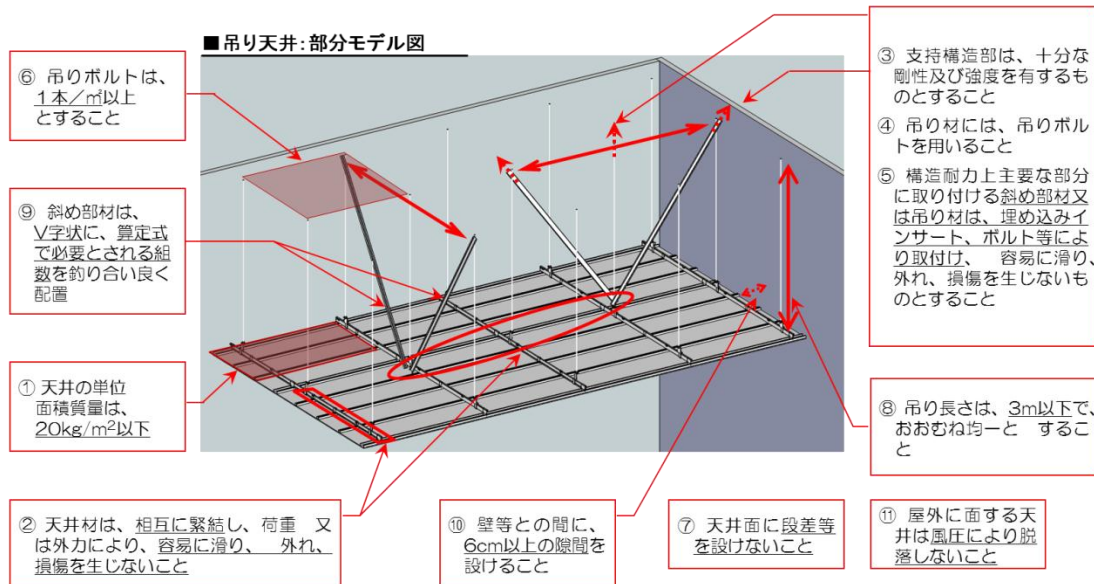
その他:現しとなった屋根面へのぶつかり防止のためのネットの設置

→事例2

(2)天井の補強による耐震化における実務上のポイント

■発注段階(学校設置者)の留意点

- 天井の補強による耐震化を図る場合は、既存天井部分も含めて天井脱落対策に係る技術基準を満たしたもとのする必要があり、国土交通省が作成した同基準の解説書及び設計例も十分に踏まえる必要がある。
- 補強により耐震性は確保されるが、吊り元の基本的な取付方法が技術基準を満たさない場合など、既存施設の対策状況によっては、天井面の全面的な撤去が避けられず、実質的に補強が不可能な場合があることに留意が必要である。(手引 p.45 参照)
- 技術基準は、極めて稀な地震動の発生時(大地震時)において天井が脱落しないことを保証するものではないことに留意が必要である。



* 「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)

図〇 天井脱落対策に係る技術基準の概要
【告示*第三第1項:仕様ルートの場合】

- 対策検討業務や対策工事業務を発注する際には、業務受託者に対して、既存部分も含めて天井材の接合部一式の緊結が必要になることを伝え、次の確認を具体的に求める。なお、以下に記載する内容は、「(3)天井の撤去及び再設置」において、2kg/m²超の天井を再設置する場合においても同様に留意する必要がある。

- ①構造耐力上主要な部分への緊結:(例)吊り元(吊り材の上端接合部)に用いるアングル材やボルト接合等の耐力が当該部分にかかる荷重より上回ること。
- ②天井下地材相互の緊結:(例)ハンガー、クリップ、斜め部材等の接合部の許容耐力が当該部分にかかる荷重より上回ること。なお、天井下地材の許容耐力は「技術基準解説」⁵に示された実験方法に基づいて定められた値とする。

⁵「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」(平成25年10月、国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人建築研究所、一般社団法人新・建築士制度普及協会)

○2001年芸予地震以降、天井材メーカーは天井製品の耐震性向上に努めてきた。そのため自社の高性能製品を「耐震天井」等と呼んでいることもある。しかしそうした製品でも、特定天井の技術基準の告示前に開発された仕様は、必ずしも当該技術基準を満たしているとは限らない。補強に用いる金物等を含め、天井材の接合部一式が技術基準に適合していることを確認するよう対策検討や対策工事の業務受託者等に求める。

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付く場合には、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。								

表○：天井材の試験・評価の対象(出典「技術基準解説」p.86 抜粋)

■設計・監理や施工管理段階(対策検討や対策工事の業務受託者等)の留意点

- 天井の補強による耐震化を図る場合は、既述のとおり、技術基準を満たす必要があり、国土交通省が作成した同基準の解説書及び設計例の内容を十分熟知の上、斜め部材の密な配置、天井面と壁等との間のクリアランスの確保、接合部の緊結状態の確保など、技術基準に基づく一式の対策を実施することが必要である。
- 以下、事例収集の過程において得られた技術的なポイントを示すが、ここで示されたポイントは一部であって、各業務受託者等は、技術基準の適合について、メーカー等と十分かつ慎重な協議を重ねる必要がある。

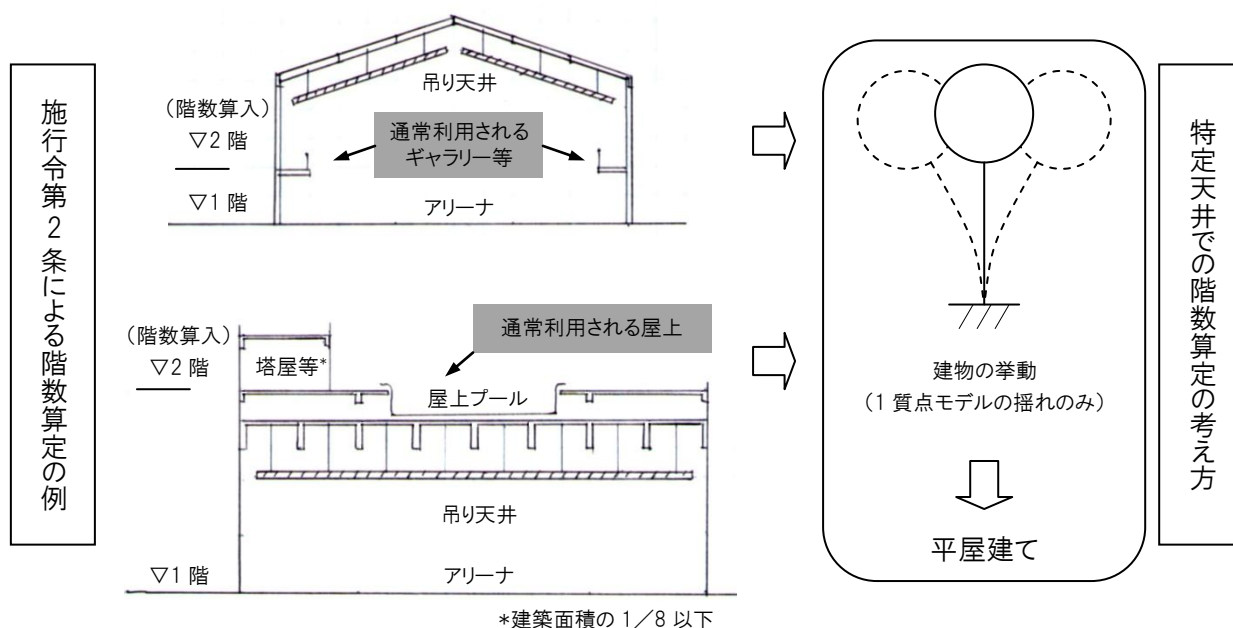
- ・ 天井材の接合部一式の緊結を行える場合、補強対策の要は「吊り材の適切な配置」と「十分な斜め部材の設置」の2つになると考えられる。
- ・ 補強による対策が選択される天井は、既存の吊り材の設置本数や吊り長さが基本的に技術基準を満たしている場合と考えられる。しかし、壁際などには異なる納まりが用いられ、吊り長さが異なっていることも少なくない。こうした箇所は吊り長さを揃える措置を実施する

必要がある。

- ・ 補強による対策でも、斜め部材は、技術基準で示された算定式で必要とされる組数を釣り合いよく配置する必要がある。なお、技術基準の仕様ルートでは、オイラー座屈を仮定して斜め部材の耐力を求めている⁶。斜め部材の断面の一部が偏心しているような場合、仕様ルートに適合しないため、組数に含めることはできないことに留意が必要である⁷。
- ・ 斜め部材を適切な組数で設置するためには、当該天井にかかる地震力を適切に求めることが必要である。技術基準の仕様ルートであれば、天井が設置される建物の階数と当該天井の設置階に応じて水平震度を求める。建物階数や天井設置階の算定は、原則として建築確認の判断に基づくこととなる⁸。ただし次のような場合は、天井が取り付け構造躯体の挙動を考慮して階を判断する⁹。必要に応じて構造設計者に参考意見を求めることが推奨される。

① 通常利用されるギャラリー等を持つ場合 (例)一般的な屋内運動場

② 通常利用される屋上を持つ場合 (例)屋上プールを備えた屋内運動場



特定天井の技術基準における階数の考え方の例(建築基準法施行令第2条第1項8号との違い)

⁶ 両端ピン支持を仮定してオイラー座屈荷重を求めている。「技術基準解説」(p.37)参照。

⁷ 斜め部材の仕様ルート不適合は上・下端の接合部で生じることが多い。この部分を措置する場合には、措置後の納まりの許容耐力が明らかになっていないと、当該部分の緊結を確認できない。なお技術基準への適合を計算ルートによって確認する方法もありうるが、本書では割愛する。

⁸ 建築基準法施行令第2条第1項8号を要約すると、水平投影面積が建築面積の1/8以下の屋上等でも通常利用される場合は階数に算入される。なおこの判断については「高さ・階数の算定方法・同解説」(日本建築主事会議、平成7年5月22日)によって統一見解が示されている。

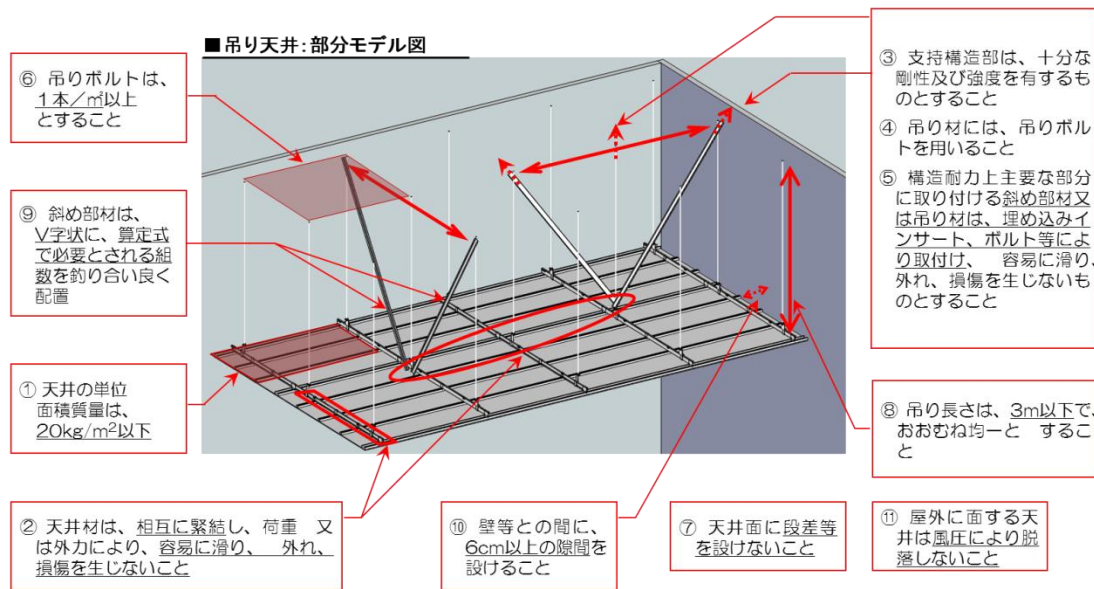
⁹ 特定天井の技術基準に関する階数の考え方は「技術基準解説」(p.38)に示されている。

(3)天井の撤去及び再設置における実務上のポイント

■発注段階(学校設置者)の留意点

(2kg/m²を超える天井を設置する場合)

- 天井の撤去によって、断熱性能や吸音性能などの変化により、使用に著しい影響を及ぼす場合などで、天井面構成部材等の単位面積質量が2kg/m²超の天井の再設置を検討する場合は、天井脱落対策に係る技術基準を満たしたものとする必要があり、国土交通省が作成した同基準の解説書及び設計例も十分に踏まえる必要がある。
- その際、補強による耐震化と同様、技術基準は、極めて稀な地震動の発生時(大地震時)において天井が脱落しないことを保証するものではないことに留意が必要である。



* 「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)

図〇 天井脱落対策に係る技術基準の概要(再掲)

【告示*第三第1項:仕様ルートの場合】

<「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」で示された留意点(一部)>

○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。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合い等について、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。

⇒同解説に掲載の「第Ⅲ編 特定天井の設計例 設計例3 N体育館」に示された「斜め部材受け材の設計」参照

○また、「(2)天井の補強による耐震化の実務上のポイント」に示したポイントについても、同様に留意する必要がある。

○このほか、防衛施設周辺に立地する学校等においては、防音対策上、天井にも一定の防音性能を求めている。この場合、天井を撤去すると児童生徒等の学習・生活上著しい支障が生じると考えられることから、天井の再設置を検討する自治体もある。これらの施設においては、防音対策上の課題を踏まえた技術的な検討が必要となる。（「トピックス3」参照）

（2kg/m²以下の軽量の天井を設置する場合）

○天井の再設置を検討する場合、仮に落下しても人に重大な危害を与えるおそれの低いものとして、技術基準によらない2kg/m²以下の軽量の天井を再設置することが有効である。

○技術基準によらない軽量の天井を再設置する場合には、構法の特性に応じた設計・監理と施工を業務受託者に求める。なお、通常の吊り天井は下地材だけでも2kg/m²を超える。単位面積質量の対象となる「天井面構成部材等」には、天井面を構成する天井板、天井下地材（野縁・野縁受け）及びこれに附属する金物（クリップ等）のほか、自重を天井材に負担させる照明設備等も含まれることに注意する必要がある。

○膜材料等を用いた天井などを発注する場合でも、特定天井に該当しないことを確認するためには天井下地伏図が必要になる。天井質量の計算資料と合わせて、業務受託者に提出を求める。

○既存天井と異なる構法を採用する場合、様々な方法によって構造耐力上主要な部分へ接合されることとなるが、条件によっては滑りや破壊が報告されている接合方法もある。例えば次のような部分の緊結の確認を具体的に求めることが重要である。

① クランプ（締め具）等による鉄骨への緊結

（例）当該部分にかかる地震力によって滑らないこと（締め具による摩擦力が当該部分にかかる地震力を上回ることを確認する）

② RC部分に対する鉄骨の緊結

（例）定着部コンクリートが破壊しないことを確認する

■設計・監理や施工管理段階（対策検討や対策工事の業務受託者等）の留意点

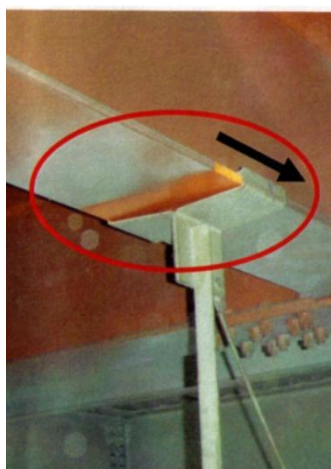
（2kg/m²を超える天井を設置する場合）

特定天井を再設置する際の設計上の留意点を記述

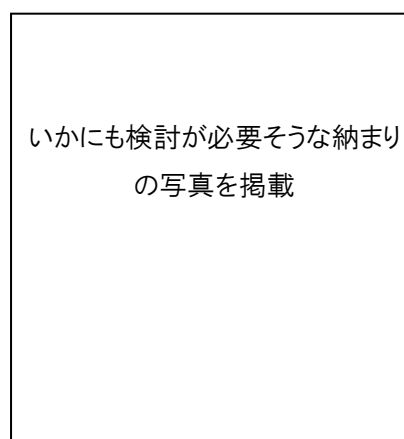
- ・吊り長さを揃える措置が必要
- ・換気や空調が必要となる場合（中央部のダクト外部の設計）の設計
- ・クリアランスの考え方

(2kg/m²以下の軽量の天井を設置する場合)

- 特定天井に該当しない膜材料等を用いた天井などを再設置する場合も、技術基準の考え方を踏まえて設計・監理や施工を行う。特に構造耐力上主要な部分への接合部の検討は、膜天井などの軽量な天井でも重要である。検討結果を簡潔にまとめ、発注者に資料を提出することが求められる。
- 接合部の緊結を確認するためには、当該箇所にかかる地震力と負担できる耐力を算定する必要がある。前者は技術基準が示す水平震度を適切に用いることで算定できる。後者は製造者が提供する技術資料や日本建築学会の指針等を用いて、適切に算定する。



クランプ類の滑りの例



鉄骨梁の定着コンクリート部

(4)落下防止ネット等の設置における実務上のポイント

■発注段階(学校設置者)の留意点

- 落下防止ネットやワイヤ、ロープ等は、落下途中の天井を捕捉することが目的であり、一般に落下自体を防ぐ方法ではない。
- 天井材の重量に加え落下時の衝撃力を構造耐力上十分に伝えられるように、落下防止ネットやワイヤ、ロープ等の強度及び取付方法を十分に検討する。支持金物は屋根鉄骨等に固定しバランスよく設置する必要がある。
- ネット等からこぼれ落ちた落下物が人身に危害を与えないよう、適切なネットの目合を検討する。
- 実際の設置に当たっては、国土交通省が作成した技術基準の解説書及び設計例も十分に踏まえる必要がある。

<ネットやワイヤ等の落下防止措置に係る留意点>

*「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」で示された留意点の抜粋

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

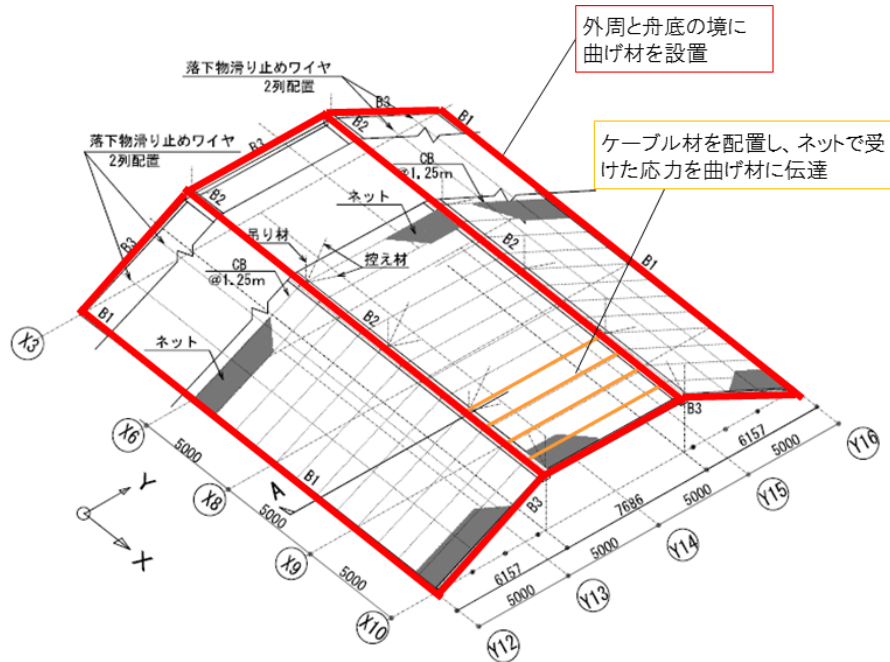
- ・落下防止措置部材(ワイヤ等)は、落下するおそれのある天井面構成部材を適切に保持する構造であること。ただし、天井板を直接保持しない構造の場合には、天井板と野縁との間の留め付け強度を確認し、必要に応じて当該箇所を補強すること。
- ・落下防止措置部材の片側又は両側の端部は、構造耐力上主要な部分等又は吊り材に取り付けること。ただし、吊り材に取り付ける場合には、吊り材の吊り元が十分な剛性及び強度をもった構造であることを確かめること。
- ・落下防止措置部材は、天井全体に均等に設けること。

ネット等を設置する際の設計上の留意点を記述

(参考) 落下防止ネットの設計例

*「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」の「設計例4 N体育館」参照
 <ネット支持材の構成>

- ・周部、折れ曲がり部に曲げ材を設け、プレート、ボルト等で柱に吊り材、控え材を梁に取り付け
 - ・支持ケーブルはピッチ 1.25mで短辺方向に台形状に設置し、長辺方向の曲げ材に定着
 - ・天井落下防止ネットは、支持ケーブルに直接レーシングロープを編み込む等により定着
- <設計荷重>
- ・衝撃荷重を天井材質量の2~3.3倍として設計する必要



図〇:天井落下防止部材 配置図(一部加工)

<参考:国土交通省における既存建築物の特定天井に対する扱い>

○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。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。

*「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」の「第5章 既存建築物に対する落下防止措置」及び「設計例4 N体育館(ネットによる落下防止措置)」、「設計例5 Mビルエントランスロビー(ワイヤによる落下防止措置)」参照

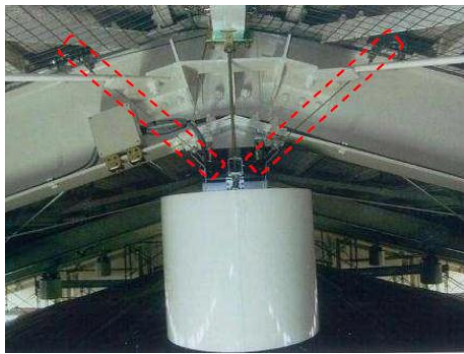
(5)照明器具、バスケットゴール等の対策における実務上のポイント

■発注段階(学校設置者)の留意点

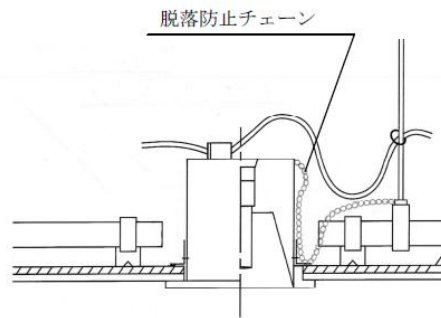
○屋内運動場等の大規模な空間の照明器具、バスケットゴール等高所に設置されたものについては、吊り天井の有無に関わらず、総点検を実施し、必要な落下防止対策を実施することが必要である。

＜天井照明器具の落下防止対策＞(手引 p.55～56 参照)

- ・照明設備の取付部分(ひび割れや変形、腐食等の有無、支持材への緊結)
- ・照明設備の落下防止対策(斜め振れ止めやワイヤ、チェーン等の設置)



写真○:直付形照明の落下防止対策の例
(振れ止めワイヤ)



図○:天井埋込み照明の落下防止対策の例(チェーン)

＜バスケットゴールの落下防止対策＞(手引 p.57～59 参照)

- ・吊り下げ式バスケットゴール(変形・腐食等の有無、専用梁の設置、バックボードの緊結)
- ・壁面式バスケットゴール(変形・腐食等の有無、フレーム接合部・バックボードの緊結)



写真○:吊下式バスケットゴールの主な確認ポイント



写真○:壁面式バスケットゴールの主な確認ポイント

<その他の設備の落下防止対策>(手引 p.60 参照)

- ・その他の設備の取付部分(取付金物の緩みや腐食、破損等の有無、支持材への緊結)
- ・その他の設備の落下防止対策(斜め振れ止めやワイヤ、チェーン等の設置)

■設計・監理や施工管理段階(対策検討や対策工事の業務受託者等)の留意点

2 对策事例

2 対策事例

2.1 事例集作成の考え方

- 手引で示した考え方や対策手法に基づき、屋内運動場等における天井、照明器具、バスケットゴール等の落下防止対策に係る既存の事例を収集し、対策事例ごとに、対策の検討過程や対策概要、概算費用及び概算工期等をわかりやすく解説している。
- 事例の紹介に当たっては、地方公共団体等における対策の検討に資するよう、診断結果や天井の必要性等を踏まえ、対策の選定に至った検討過程を可能な限り丁寧に示した。天井の撤去事例については、撤去後の環境条件の変化に配慮し、吸音・断熱等の代替措置を行った際の検討過程も併せて示している。
- また、各事例とも、対策の概要について図や写真等により解説し、必要に応じ、対策の効果を確保するために留意すべき技術的なポイントも併せて解説した。
- このほか、個別事例を紹介することが難しいものの、対策の検討を行う上で参考となる情報については、「トピックス」として示している。

2.2 事例の収集方針

- 事例は、平成25年度において先進的な取組を進めている地方公共団体等における落下防止対策事例を収集し、とりわけ、天井の事例については、平成25年度の先導的開発事業¹⁰で得られた撤去事例と軽量天井の再設置事例を中心に示した。各事例とも、所管する学校設置者に対してヒアリングを行い、必要に応じ、現地調査を実施し、情報を整理した。
- 本書作成に当たり、「補強による耐震化」、「天井の撤去及び再設置」及び「落下防止ネット等の設置」に関する事例も収集したが、天井脱落対策に係る技術基準を満たす部材・接合部が試験・評価段階にあるなど、事例の収集時点では当該事例が技術基準に完全に適合したものであるか判断が困難であったことから、本書への掲載は見送った。本書においては、事例の収集過程から得られた技術的なポイントについて掲載しており、今後、引き続き、国土交通省や関係機関等とも連携しつつ、対策事例を収集し、広く普及していくことが必要である。
- 屋内運動場のほか、武道場や講堂など幅広く情報の収集に努めたが、屋内運動場の対策を先行して実施している地方公共団体等が多く、本書の事例も屋内運動場が大半を占めている。
- 屋根の形状については、フラット屋根のほか鉄骨山形架構、鉄骨アーチ架構など、天井の形状についてもフラット天井のほか傾斜天井やアーチ天井など、可能な限り、多様な屋根、天井の組み合わせを収集し示した。

¹⁰ 地方公共団体等が実施する天井撤去を中心とした対策を加速化するための実証的研究事業(文部科学省の委託事業)。天井等落下防止対策アドバイザーも含めた実施体制のもと、域内学校の屋内運動場等の天井等の実態把握を行った上、地域特性や施設特性等を踏まえた対策手法等の検討を行うこととし、天井撤去に伴う吸音・断熱性能の検討と、具体的な代替措置の検討・実施も行う。

2. 3 事例集の活用にあたっての留意点

- 本書は、屋内運動場等の天井等に関する具体的な点検手法等を示した手引と併せて活用することが効果的である。
- 本書で扱う各事例はあくまで対策の一例であり、各施設の状況や地域に応じて方法や費用等が異なることに留意する必要がある。各学校設置者においては、個々の施設の状況や地域等に応じて、適切な手法を検討する必要がある。

事例一覧

天井に関する対策事例は以下の6事例を示す。このほか、照明器具、バスケットゴール等の対策事例を掲載する。

	事例1	事例2	事例3
基本情報	<ul style="list-style-type: none"> ・屋内運動場 ・S造 974㎡ ・S47年築(耐震補強済) 	<ul style="list-style-type: none"> ・屋内運動場 ・SRC造 949㎡ ・H4年築 	<ul style="list-style-type: none"> ・屋内運動場 ・Rタイプ 1178㎡ ・H22年築
(対策前の天井)	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨山形屋根 ・ギャラリー部に段差付きの舟底天井 ・石膏ボード+岩綿吸音板 	<ul style="list-style-type: none"> ・長手方向のアーチ形屋根 ・グラスウールボード(25mm)のシステム天井 ・天井懐300mm 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨山形屋根 ・舟底天井(平天井つき) ・グラスウールボードのシステム天井(5kg/㎡)
	<ul style="list-style-type: none"> ・クリアランス無し ・斜め部材無し ・天井懐が浅く実質的に補強は不可能と判断 	<ul style="list-style-type: none"> ・補強による技術指針への適合は困難と判断 	<ul style="list-style-type: none"> ・クリアランス有り ・斜め部材有り(山形2段ブレース) ・吊り長さが異なる部分有り
対策手法	<ul style="list-style-type: none"> ・ノンフロン湿式不燃断熱材吹付(現場発泡ウレタン下地) 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井撤去による直天井への改修(建物内部:梁の塗装、照明の付け替え) (屋根面:ウレタン塗膜防水+遮熱塗料(トップコート)) 	<ul style="list-style-type: none"> ・母屋への下地直接取付による既存グラスウールボード再設置 ・鉄骨梁への結露防止剤塗布
(選定理由等)	<ul style="list-style-type: none"> ・屋根面が木製野地板のため天井撤去後は防火性能が必要 ・既存と同等の断熱・吸音性能も必要 ↓ ・工法比較により、より軽く安価な工法を選択 	<ul style="list-style-type: none"> ・屋根材は折板にグラスウール5mmが裏打ちされた製品のため吸音対策は考慮せず ・遮熱塗料により外部からの遮熱に配慮 ・屋根と天井の隙間防止用ネットを妻側端部に設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・内部の吸音対策と冬期の温度管理のためグラスウールボードは再設置
期間	<ul style="list-style-type: none"> ・設計:H25.9~11 ・工事:H25.12~H26.2 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計:H25.5~8 ・工事:H25.8~H25.11 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計:H25.10~ ・工事:H26.3まで
写真	 <p>(対策前)</p>	 <p>(対策後)</p>	 <p>(対策前)</p>

事例4	事例5	事例6
<ul style="list-style-type: none"> ・屋内運動場 ・S造 569㎡ ・S45年築(耐震補強済) 	<ul style="list-style-type: none"> ・武道場 ・RC造平屋建 556㎡ ・H1年築 	<ul style="list-style-type: none"> ・屋内運動場 ・Rタイプ3階建(1階はピロティ) 3017㎡ ・S61年築
<ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨アーチ架構 ・有孔ケイ酸カルシウム板(5mm)のアーチ天井 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨山形屋根 ・中央部を頂部とする勾配天井 ・石膏ボード+岩綿吸音板(木の化粧張りあり) ・天窗あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨山形架構 ・かまぼこ形の曲面天井 ・有孔ボード曲げ加工+グラスウール(50mm)(13.3kg/㎡)
<ul style="list-style-type: none"> ・吊りボルトが斜めに取付 ・吊り元、ハンガー・クリップが耐震仕様になっていない 	<ul style="list-style-type: none"> ・吊りボルトがすべて斜めに設置されており、実質的に補強は不可能と判断 	<ul style="list-style-type: none"> ・吊り長さが一定でない ・吊りボルトが斜め方向に設置 ・クリアランス無し
<ul style="list-style-type: none"> ・既存母屋へ金属下地直接取付によるグラスウールボード設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・コスト等を勘案しながら、天井を撤去した後の工法を検討中 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存仕上げ撤去し、ノンフロン湿式不燃断熱材施工後、膜天井仕上げ
<ul style="list-style-type: none"> ・屋内運動場としての利用の他、集会や行事、公開研究会等といった利用が多く、吸音、暖房効率、美観への配慮が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・外部に対する影響は都心部に比較して少ないものの吸音対策は必要 ・意匠面での配慮も必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存建物は曲面天井により柔らかな印象の空間としていた。 ・屋根形状は鉄骨山形架構であり、頂部での天井懐が3mを超えることから、天井撤去のみの場合、空間として与える印象の低下や照明位置の変更による照度不足等が選定上の課題 ・解決策として、曲面の施工が可能で、万が一の落下物の衝撃を吸収し、照明位置の変更を伴わない膜天井を選定。
<ul style="list-style-type: none"> ・設計:H25.12まで ・工事:H26.2まで 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本方針:H25.3まで 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計:H25.11まで ・工事:H26.2まで
 <p>(対策前)</p>	 <p>(対策前)</p>	 <p>(対策前)</p>

事例の読み方

・本書では、屋内運動場等の天井、照明器具、バスケットゴール等の落下防止対策に関する事例を掲載している。各事例は、以下に示す10項目から構成されている。

①対象部位
対策を実施した対象部位等の名称を示す。

I 天井撤去

事例 I-1(A市立A小学校・屋内運動場)

主な対策項目 ●既存天井ボード撤去のうえ、ノンフロン道式不燃断熱材を吹付(現場発泡ウレタン下地)			
建物用途	屋内運動場	竣工年	27年
構造・階数	鉄骨造/3階建て(2階はガラスファサード設置)	築年	昭和47年12月
建物高さ	8.2m	軒高	7.2m
外装断熱	220mm	天井高さ	6.5m~8.3m
天井仕様	600mm	天井の質量(仕舞)	7.0kg/m ²
構造体の耐震等級(1階)	等級1(0.25~0.35)	構造体の耐震等級	(2)木造(1)鉄骨(2)RC造
備考	(所在地は伏せ)		

②対策のポイントと基本情報
事例番号、名称、主な対策項目、対策の基本情報、建物の概要等を示す。

③診断の概要
手引のフローチャートを活用した診断をした場合、その結果の概要を示す。

■診断の概要

部	チェック項目	項目	確認結果	対策	対策の工費の目安
1階	1-1	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
	1-2	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
2階	2-1	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
	2-2	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
3階	3-1	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
	3-2	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
4階	4-1	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
	4-2	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
5階	5-1	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
	5-2	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
6階	6-1	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
	6-2	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
7階	7-1	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費
	7-2	天井の取付状態	取付状態が良好である	OK	取付工費

④天井が設置されていた理由
天井の事例の場合、どのような理由で天井が設けられていたか(推定含む)を示す。

■既存の施設に天井が設置されていた理由

- ・明確な理由は不明。断熱効果や吸音効果への配慮、窓面への配慮のほか、屋根下地が木製野地板仕上げであるので、防火面での配慮もあったと思われる。

⑤対策の検討過程
診断結果や天井の必要性等を踏まえ、対策の選定に至った検討過程を示す。

■対策の検討過程

【対策工法の選定要件】

- ・既存天井が一定の断熱・吸音性能を有しており、同等の断熱・吸音性能を確保。
- ・天井撤去後は屋根下地の木製野地板が露出し防火面で不都合があるため、屋根仕上げ以上の対策を実施する。

【補強の可能性の検討】

- ・手引ステップ1で天井厚が強いことが確認できたため実質的に補強は不可能と判断。

【工法の選定理由】

- ・上記要件を満たす工法となるか複数案で比較検討を実施(詳細は別紙による)
- ・より軽量で低コストなノンフロン道式不燃断熱材吹付(現場発泡ウレタン下地)を採用(4,500円/m², 2.6kg/m²)

【その他】

- ・仕上げ材は断熱性と吸音性を備えているが、木部に直接吹き付けると施工時の水分が木部に含浸し腐食やカビ等を発生する可能性があるため現場発泡ウレタン下地を採用
- ・表面がひる石状となるが、施工実績のある学校に確認し日常生活で問題ないことを確認

⑥対策の概要
対策の概要について、図や写真等により解説する。

■対策の概要

【既存の天井が有していた性能の補完方法】

- ・撤去面にノンフロン道式不燃断熱材(現場発泡ウレタン下地)を吹き付けることで、既存の断熱性能・吸音性能と同等の性能を確保

【撤去に伴って行った関連工事】

- ・照明撤去、再設置工事(配管、配線の再設置)
- ・既存天井と壁の取り合い部補修、梁の塗装工事
- ・内装断熱以上とする仕上げ工事

■工事期間中の対応

当該施設の使用中止期間:約60日間

- ・学校内に代替施設が無い場合、工事期間中は屋外の活動に切り替える。
- ・学校行事等の必要に応じて、近隣の地域体育館、中学校体育館を利用する。

2

27

⑥対策の概要(続き)

対策前後を示しつつ、技術的な留意点として、対策の効果を確認するために留意すべき技術的なポイントも併せて解説する。



⑦工事期間中の対応(位置)

対策工事に伴い、屋内運動場等が使用できない間、どのように授業や行事等に対応したかを示す。



⑧概算費用(参考)

対策の実施に要した概算工事費用を示す。必要に応じて条件等を付記する。

概算費用
●約2,000万円
内訳: 直接取組工事費: 約420万円
天井解体撤去・処分費: 約140万円
断熱材取付: 約540万円
増築費: 30万円
断熱材撤去下留止対策工事費: 約170万円
バスケットコート下留止工事費: 約80万円
その他工事費: 約90万円
共通費: 約430万円

⑨概算工期(参考)

対策の実施に要した概算工期を示す。必要に応じて条件等を付記する。

概算工期
・設計期間: H25.9～H25.11 / 工期: H25.12～H26.00(10日間)
内訳: 足場組立: 約0週間
天井解体・撤去: 約0週間
断熱・断熱対策工事: 約0週間
断熱材撤去下留止対策工事: 約0週間
バスケットコート: 約0週間

⑩参考資料

必要に応じて対策実施の参考となる資料を示す。

事例1

主な対策項目	既存天井ボード撤去の上、ノンフロン湿式不燃断熱材を吹付(現場発泡ウレタン下地)
--------	---

建物用途	屋内運動場	延べ面積	974㎡
構造・階数	鉄骨造2階建て(2階はギャラリーと放送室)	建築年	昭和47年12月
建物高さ	8.3m	軒高	7.2m
対象室面積	739㎡	天井高さ	6.6m~8.0m
天井面積	699㎡	天井の質量(仕様)	7.0kg/㎡ (石膏ボード+岩綿吸音板)
構造体の耐震診断(Is値)	実施済(Is値0.33→0.89)	構造体の耐震改修	実施済(H22年度)
備考 (天井の形状等を記入)	鉄骨山形屋根+ギャラリー部に段差付きの舟底天井。天井懐:0.3mほど		

■ 診断の概要

節	チェック表	項目	確認結果		
			(学校設置者記入欄)	(該当結果に○)	
1節	1-2	吊り天井の有無	梁は見えるが野地板が見えない。	吊り天井あり	吊り天井なし
	1-3	壁際のクリアランスの有無	クリアランスがまったくない。	撤去等検討	図面診断
		天井の耐震措置に関する特記事項の有無	天井に関する特記事項がない。	撤去等検討	図面、目視ともなし
		斜め部材の有無	斜め部材を確認できない。	撤去等検討	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平行している。	撤去等検討	図面診断
	3-1	野地板の質量区分			
	3-2	高気密高気圧区分			
	3-3	断熱材の種別			
3-4	断熱材の厚み				
3-5	断熱材の施工状況				
3-6	断熱材の劣化状況				
3-7	断熱材の取付状況				
3-8	断熱材の取付位置				
2節	付1-1	照明設備の取付部分	照明器具が支持材に緊結されている。	要対策	OK
		照明設備の落下防止対策	アリーナの照明は電動昇降式であり、異常は確認されていない。 ステージのボーダーライトは、吊下げ形であるが、吊り長さが長く、振れ止めが設けられていない。	要対策	吊り元に専用梁がない→ワイヤーの設置を検討中
	付1-2	吊下式バスケットゴールの状況	変形や腐食、緩み、亀裂は見当たらない。	要対策	OK
		壁面式バスケットゴールの状況	固定式のゴールであり、異常等は見当たらない。	要対策	OK
	付1-3	その他の設備の取付部分	高所スピーカーは支持材に緊結されている。 ステージ部の音響反射板は支持部に耐震対策が措置されていない。	要対策	OK
その他の設備の落下防止対策		落下防止ワイヤ等が設けられていない。	要対策	OK	
3節	付2	鉄骨屋根の定着部の状況	-	要対策	実地診断 OK
		屋根構面の仕様	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。	要対策	実地診断 OK

■既存の施設に天井が設置されていた理由

- ・明確な理由は不明。断熱効果や吸音効果への配慮、意匠面への配慮のほか、屋根下地が木製野地板仕上げであるので、防火面での配慮もあったものと思われる。

■対策の検討過程

【対策工法の選定要件】

- ・既存天井が一定の断熱・吸音性能を有しており、同等の断熱・吸音性能を確保。
- ・天井撤去後は屋根下地の木製野地板が露出し防火面で不都合があるため、難燃仕上げ以上の対策を実施する。

【補強の可能性の検討】

- ・手引ステップ1で天井懐が浅いことが確認できたため実質的に補強は不可能と判断。

【工法の選定理由】

- ・上記要件を満たす工法となるか複数案で比較検討を実施(詳細は次頁～による)
- ・より軽量で低コストなノンフロン湿式不燃断熱材吹付け(現場発泡ウレタン下地)を採用(4,500円/㎡, 2.6kg/㎡)

【その他】

- ・仕上げ材は断熱性と吸音性を備えているが、木部に直接吹き付けると施工時の水分が木部に含浸し腐食やカビ等を発生する可能性が高くなるため現場発泡ウレタン下地を採用
- ・表面がひる石状となるが、施行実績のある学校に確認し日常生活で問題ないことを確認

■対策の概要

【既存の天井が有していた性能の補完方法】

- ・撤去面にノンフロン湿式不燃断熱材(現場発泡ウレタン下地)を吹き付けることで、既存の断熱性能・吸音性能と同等の性能を確保

【撤去に伴って行った関連工事】

- ・照明撤去、再設置工事(配管、配線の再設置含)
- ・既存天井と壁の取り合い部補修、梁の塗装工事
- ・内装難燃以上とする仕上げ工事

■工事期間中の対応

当該施設の使用中止期間:約60日間

- ・学校内に代替施設が無い場合、工事期間中は屋外の活動に切り替える。
- ・学校行事等の必要に応じて、近隣の地域体育館、中学校体育館を利用する。



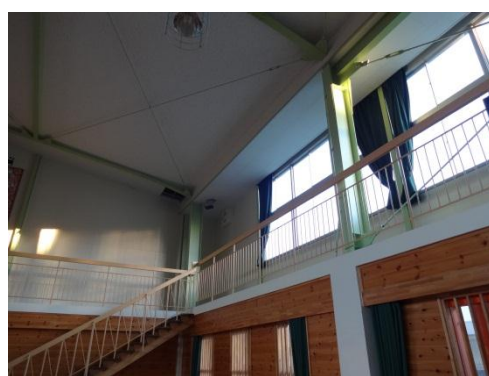
建物外観



対策前の内観



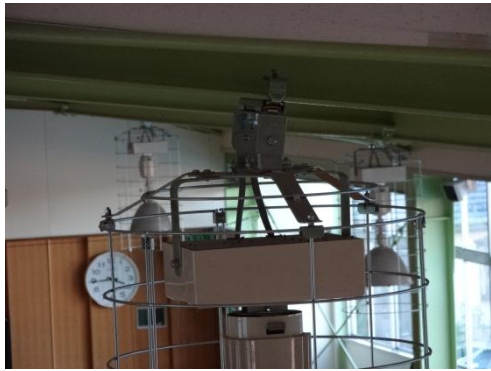
対策前の天井懐内部（屋根下地が木製）



対策前はギャラリー一部も天井有り



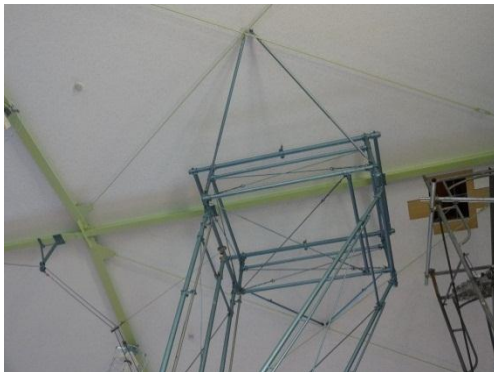
対策後の内観写真



照明設備の設置状況



対策後の写真



専用の梁を持たない吊下式バスケットゴール



対策後の写真

■概算費用

●約2,000万円

内訳：直接仮設工事費：約420万円

天井解体撤去・処分費：約140万円

断熱材吹付：約540万円

補修費：30万円

照明設備落下防止対策工事費：約170万円

バスケットゴール落下防止工事費：約60万円

その他工事費：約30万円

共通費：約430万円

■概算工期

・設計期間：H25.9～H25.11 ・工期：H25.12～H26.〇〇(〇〇日間)

内訳：足場組立：約〇週間

天井撤去・新設：約〇週間

吸音・断熱対策工事：約〇週間

照明器具等落下防止対策工事：約〇週間

足場撤去：約〇週間

事例2

主な対策項目	天井撤去による直天井への改修と屋根面への遮熱塗料の塗布
--------	-----------------------------

建物用途	屋内運動場	延べ面積	949㎡
構造・階数	SRC造、S造併用（屋根）・2階	建築年	平成4年11月
建物高さ	12,285mm	軒高	12,285mm
対象室面積	623.5㎡（アリーナ部分）	天井高さ	8,750mm～11,550mm
天井面積	623.5㎡	天井の質量（仕様）	未計測
構造体の耐震診断(Is値)	新耐震（-）	構造体の耐震改修	-
備考 （天井の形状等を記入）	長手方向のアーチ形 天井懐が300mmのシステム天井（25mmのグラスウールボード）		

■既存の施設に天井が設置されていた理由

- ・設計時、意匠性を考慮し設置されていたと推察される。

■対策の検討過程

【補強の可能性の検討】

- ・天井懐が狭いことなどから補強により技術基準への適合は困難と判断。

【工法の選定】

- ・市内において天井が設置されている屋内運動場が非常に希である。
- ・補強により技術基準に適合を図るのは困難と判断
以上から撤去を行うこととした。

■対策の概要

【既存の天井が有していた性能の補完方法】

- ・屋根材は元々製品として折板にグラスウール5mmが裏打ちされているものであったため、内部の吸音対策は必要なし。
- ・竣工後、防水改修工事が実施できておらず雨漏りも見られたため天井落下防止対策とともに屋上防水工事も実施。
- ・天井撤去による夏季の室温上昇を抑制するため、屋上の塗膜防水のトップコートに遮熱性の塗料を採用。

【撤去に伴って行った関連工事】

- ・照明を無電極放電ランプに変更することにより通常使用で約16年使用できるようになったため、電動昇降式設備から直付け形に変更した。（水銀灯に比べてスイッチの入切に照度がすぐに追従する）
- ・天井撤去に伴い妻側の壁と屋根との間に隙間ができることから、ボール等を挟まないためのネ

ットを端部のみ設置した。



対策前の内観



対策後の内観



施工中(既存吊りボルトは斜め方向)



施工中(梁塗装・照明は付替)



無電極放電ランプ(ワイヤも設置)



妻側の壁面頂部にネットを設置

■概算費用

●約2,800万円

- 内訳：直接仮設工事費：約580万円
- 天井解体撤去・処分費：約140万円
- 塗装・防水工事：約900万円
- 照明設備撤去・新設：約700万円
- 共通費：約400万円

■概算工期

・設計期間：H25.5～H25.8 ・工期：H25.8.19～H25.11.23

- 内訳：足場組立：約2週間
- 天井撤去・処分：約3週間
- 屋上塗膜防水工事：約3週間
- 内部壁・梁塗装工事：約3週間
- 足場撤去：約2週間
- 養生撤去・片付け・検査等：約2週間

■工事期間中の対応

当該施設の使用中止期間：H25.8～H25.11

・代替施設がないため、学校行事に影響がない時期を工事期間と設定し、期間中は校庭利用等への振り替えた。

事例3

主な対策項目	既存吊り天井を撤去後、母屋への下地直接取付による既存グラスウールボードの再設置
--------	---

建物用途	屋内運動場	延べ面積	1,178㎡
構造・階数	RC 2	建築年	2010年
建物高さ	16.8m	軒高	11.4m
対象室面積	1,178㎡	天井高さ	12.5m
天井面積	1,191㎡	天井の質量(仕様)	5kg/㎡ (システム天井)
構造体の耐震診断(Is値)	新耐震(-)	構造体の耐震改修	-
備考 (天井の形状等を記入)	鉄骨山形屋根(寄棟)に舟底天井の体育館		

■診断の概要

節	チェック表	項目	確認結果				
			(学校設置者記入欄)		(該当結果に○)		
1節	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	吊り天井なし		
	1-3	壁際のクリアランスの有無	全周にクリアランスがある	撤去等検討	図面診断		
		天井の耐震措置に関する特記事項の有無	天井に関する特記事項がない	撤去等検討	図面診断		
		斜め部材の有無	斜め部材あり(点検口より確認)	撤去等検討	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明らかな違いがあり、吊り長さも明らかに違う	撤去等検討	図面診断		
	3-1	野縁等の材料	<div style="border: 2px dashed blue; border-radius: 50%; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="color: red; font-weight: bold; margin: 0;">ステップ1で補強は不可能と判断したため実施せず</p> </div>	撤去等検討	実地診断	OK	
		天井の質量区分		撤去等検討	実地診断	OK	
	3-2	全体的な天井断面の確認		撤去等検討	実地診断	OK	
		局部的な天井断面の確認		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	3-3	吊りボルトの方向		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
		吊り長さ		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	3-4	吊りボルトの間隔		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	3-5	斜め部材1組当たりの室面積		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
		斜め部材の配置バランス		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	3-6	斜め部材の1組の形状		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
		斜め部材の材料		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
		斜め部材の接合部		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	3-7	壁際のクリアランス		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
		段差や折れ曲がり部分のクリアランス		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
		設備等の周囲のクリアランス		撤去等検討	要検討	実地診断	OK
3-8	吊り元の仕様	撤去等検討		要検討	実地診断	OK	
	ハンガーの仕様	撤去等検討		要検討	実地診断	OK	
	クリップの仕様	撤去等検討		要検討	実地診断	OK	
	石膏ボードの取付方法の仕様	撤去等検討		要検討	実地診断	OK	

■既存の施設に天井が設置されていた理由

- ・域内の中核校として、体育的行事だけでなく、文化的行事での活用が多くなることが想定されたため音響効果を考え、システム天井を設置
- ・照明器具を低く設置することができ、照度の確保がよりできること、配管等が隠されるため見た目にもすっきりする等の利点があったため
- ・地域特性として、冬場の寒さによる鉄骨梁の結露が想定されたため、結露対策として天井を設置

■対策の検討過程

【補強の可能性の検討】

- ・手引に基づき補強は不可と判断

【工法の選定理由】

- ・地域防災計画で避難所として位置づけられており、落下防止ネットも不可と判断
- ・他の学校が天井なしでも問題がないことから撤去を中心に検討したが、天井等落下防止対策の検討協議会委員の意見もあり、補強・再設置との見積もり比較を実施
- ・補強・再設置は工期約2ヶ月、概算費用1,882万、撤去直張りは工期約2ヶ月、概算費用1,846万円
- ・利用者の安全性を考慮し、落下の危険がない天井撤去を選択
- ・建築して間もないことから、既存グラスウールボードについては再利用する計画とした(不燃性・吸音性・断熱性に優れるため)

■対策の概要

【既存の天井が有していた性能の補完方法】

- ・反響音の吸音対策と冬場の温度管理対策としてグラスウールボードを再設置
- ・天井撤去により剥き出しとなる鉄骨部について結露防止塗料を塗布

【撤去に伴って行った関連工事】

- ・梁の塗装
- ・照明の付け替え工事

■工事期間中の対応

- ・隣接の公共施設等の利用で対応

図面

写真

天井（改修前）

写真

天井（改修後）

写真

（吸音・断熱対策）

写真

（照明器具等の対策）

■概算費用

●約 1,860 万円

(内訳)直接仮設:4,837 千円、
天井撤去処分:865 千円、
グラスウールボード再取付・壁頂部の処理:6,273 千円、
照明撤去再設置:2,890 千円、
共通費、現場管理費、一般管理費、消費税:約 3,700 千円

■概算工期

●契約後～H26.3

内訳:足場組立:約○週間
天井撤去・処分:約○週間
グラスウールボード再取付・壁頂部の処理:約○週間
照明再設置:約○週間

事例4

主な対策項目	●吊り天井撤去後、既存母屋へ金属下地取付によるグラスウールボード設置
--------	------------------------------------

建物用途	屋内運動場	延べ面積	569㎡
構造・階数	S2	建築年	1970年
建物高さ	8.15m	軒高	6.8m
対象室面積	415㎡	天井高さ	5.7m～6.8m
天井面積	354㎡	天井の質量(仕様)	8.1kg/㎡ (有孔けい酸カルシウム板 在来工法)
構造体の耐震診断(Is値)	旧耐震(0.74)	構造体の耐震改修	済
吊り長さ	500mmで長さが異なる吊りボルトは混在していない		
備考 (天井の形状等を記入)	鉄骨アーチ屋根にアーチ天井の体育館、校内に代替となる施設がない		

■診断の概要

チェック表	項目	確認結果				
		(学校設置者記入欄)		(該当結果に○)		
1-2	吊り天井の有無	梁は見えるが木毛セメント板は見えない	吊り天井あり	吊り天井なし		
1-3	壁際のクリアランスの有無	クリアランスのない部分がある	撤去等検討	図面診断		
	天井の耐震措置に関する特記事項の有無	天井に関する特記事項はない	撤去等検討	図面診断		
	斜め部材の有無	斜め部材を確認できない	撤去等検討	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平行している	撤去等検討	図面診断		
3-1	野縁等の材料	軽量鉄骨下地	撤去等検討	実地診断	OK	
	天井の質量区分	天井面が石膏ボードを1枚含む場合	撤去等検討	実地診断	OK	
3-2	全体的な天井断面の確認	円弧状屋根と同心円状の天井が設けられている	撤去等検討	実地診断	OK	
	局部的な天井断面の確認	段差や折れ曲がりは見受けられない	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
3-3	吊りボルトの方向	斜め方向に取り付けられたものがある	撤去等検討	実地診断	OK	
	吊り長さ	XY両方向とも3m以下で、長さが異なる吊りボルトは混在していない(吊り長さ:0.5m)	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
3-4	吊りボルトの間隔	XY両方向とも1m以内	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
3-5	斜め部材1組当たりの室面積	—	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	斜め部材の配置バランス	—	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
3-6	斜め部材の1組の形状	—	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	斜め部材の材料	—	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	斜め部材の接合部	—	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
3-7	壁際のクリアランス	妻側方向にクリアランスがない部分がある	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	段差や折れ曲がり部分のクリアランス	—	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	設備等の周囲のクリアランス	設備等周囲に6cm以上確保されている	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
3-8	吊り元の仕様	鉄骨母屋(C形鋼)に吊り金具	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	ハンガーの仕様	通常ハンガー(ワンタッチハンガー)	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	クリップの仕様	通常のクリップ留め	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	石膏ボードの取付方法の仕様	150～200mm程度の間隔でねじ留め(面材:有孔けい酸カルシウム板 t5)	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
付1-1	照明設備の取付部分	照明器具が支持材に緊結されている	要対策	OK		
	照明設備の落下防止対策	ワイヤが設けられている	要対策	OK		
付1-2	吊下式バスケットゴールの状況	—	要対策	OK		
	壁面式バスケットゴールの状況	バックボードの取り付け部が外れないよう対策が講じられている	要対策	OK		
付1-3	その他の設備の取付部分	支持材に緊結されている	要対策	OK		
	その他の設備の落下防止対策	—	要対策	OK		
付2	鉄骨屋根の定着部の状況	柱が鉄骨である	要対策	実地診断	OK	
	屋根構面の仕様	屋根面プレースにターン40ケルが使用され、接合部が保耐力接合となっている	要対策	実地診断	OK	

■既存の施設に天井が設置されていた理由

- ・学内(附属学校含む)にある6棟の体育館の内、天井が設置されているのは1棟のみ。
- ・体育の授業に加え、集会、行事や公開研究会等の利用も高いため、屋内環境(音響性能、断熱性能、美観)への配慮が必要であることから、耐震補強を含めた機能改善整備の際に設置。

■対策の検討過程

【補強の可能性の検討】

- ・手引に基づき補強は不可と判断

【工法の選定理由】

- ・学内において吊り天井なしでも問題がないとの判断により撤去を中心に検討したが、念のため再設置とのコスト比較を実施
 - ・再設置:工期約3ヶ月、概算費用1,500万
 - ・撤去:工期約1.5ヶ月、概算費用1,100万円
- ・学校運営上、対策工期は2ヶ月未満が限度のため撤去を選択

■対策の概要

【既存の天井が有していた性能の補完方法】

- ・内部の反響音を押さえるための吸音と屋根面の結露を防止するための断熱対策並びに意匠性を検討
- ・吸音、断熱、美観に一定の効果がある化粧グラスウール吸音ボードを設置することで天井が有していた性能を補完

【撤去に伴って行った関連工事】

- ・鉄骨梁の塗装工事(防露塗装含む)
- ・内壁頂部の処理工事
- ・照明器具の撤去再設置工事
- ・ステージ幕の撤去再設置

■工事期間中の対応

- ・代替施設がないため、工事期間中は隣接の大学施設の利用や校庭での活動に振り替え。

図面

写真

天井（改修前）

写真

天井（改修後）

写真

（吸音・断熱対策）

写真

（照明器具等の対策）

■概算費用

●約1,200万円

内訳：直接仮設：210万、天井撤去処分：60万、吸音材設置：400万、壁頂部の処理：90万、鉄骨梁の塗装：80万、照明撤去再設置：80万、ステージ幕撤去再設置：20万、共通費：260万

■概算工期

・設計期間：H25.11～H25.12

・工期：H26. 1. 6～H26. 2. 21（46日間）

事例5

主な対策項目	●検討中 (2月中旬に工法の比較検討資料を作成予定)
--------	----------------------------

建物用途	柔剣道場	延べ面積	556㎡
構造・階数	RC造平屋建(一部鉄骨造)	建築年	平成元年3月
建物高さ	11m	軒高	5.8m
対象室面積	405㎡	天井高さ	4.0m~9.4m
天井面積	405㎡	天井の質量(仕様)	7.0kg/㎡ (石膏ボード+岩綿吸音板)
構造体の耐震診断(Is値)	新耐震	構造体の耐震改修	-
吊り長さ	天井懐:1.2m程		
備考 (天井の形状等を記入)	RC躯体+屋根鉄骨山形架構。		

■診断の概要

節	チェック表	項目	確認結果	
			(学校設置者記入欄)	(該当結果に○)
1節	1-2	吊り天井の有無	梁は見えるが野地板が見えない。	吊り天井あり 吊り天井なし
	1-3	壁際のクリアランスの有無	クリアランスがまったくない。	撤去等検討 図面診断
		天井の耐震措置に関する特記事項の有無	天井に関する特記事項がない。	撤去等検討 図面診断
		斜め部材の有無	斜め部材を確認できない。	撤去等検討 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平行している。	撤去等検討 図面診断
	3-1	...	...	...
	3-2	...	...	...
	3-3	吊りボルトの方向	斜め方向にとりつけられたものがある。	撤去等検討 実地診断 OK
3-4	...	...	...
3-5	...	...	...
3-6	...	...	...
3-7	...	...	...
3-8	...	...	...
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> ステップ3-3で補強は不可能と判断したため他の項目は実施せず。 </div>				
2節	付1-1	照明設備の取付部分	照明器具が支持材に緊結されている。ただし、天井埋込み型設備であるため、天井撤去に合わせた改修が必要。	要対策 OK
		照明設備の落下防止対策	ワイヤやロープ、チェーン等は設けられていない。	要対策 OK
	付1-2	吊下式バスケットゴールの状況		要対策 OK
		壁面式バスケットゴールの状況		要対策 OK
	付1-3	その他の設備の取付部分		要対策 OK
その他の設備の落下防止対策			要対策 OK	
3節	付2	鉄骨屋根の定着部の状況	コンクリートの側方破壊跡は確認できない。	要対策 実地診断 OK
		屋根構面の仕様	確認できる資料が無い	要対策 実地診断 OK

■既存の施設に天井が設置されていた理由

- ・市内の柔剣道場は7棟全てに天井が設置されている。
- ・明確な理由は不明だが、断熱効果や吸音効果への配慮、意匠面への配慮があったと類推される。

■対策の検討過程

【補強の可能性の検討】

- ・目視により吊りボルトが全て斜め方向に取り付けられていることから、実質的に補強は不可能と判断。

【工法の選定理由】

- ・未定(現時点の課題)

■対策の概要

【既存の天井が有していた性能の補完方法】

- ・未定(現時点の課題)

【撤去に伴って行った関連工事】

・

■工事期間中の対応

- ・未定(現時点の課題)

図面

写真

天井（改修前）

写真

天井（改修後）

写真

（吸音・断熱対策）

写真

（照明器具等の対策）

■概算費用



内訳:

■概算工期

・設計期間: ・工期:.〇〇(〇〇日間)

内訳:

事例6

主な対策項目	●既存天井を撤去後、(軽量の)膜天井仕上げ
--------	-----------------------

建物用途	屋内運動場	延べ面積	3,016.97㎡
構造・階数	【構造】1階:RC造・2,3階:柱SRC造 梁S造 【階数】3階建	建築年	1986年
建物高さ	20.1m	軒高	13.6m
対象室面積	996㎡	天井高さ	6.2~10.5m(曲面天井)
天井面積	1,049㎡	天井の質量(仕様)	13.3kg/㎡ (有孔石膏ボード+グラスウール50mm 在来工法)
構造体の耐震診断(Is値)	新耐震(-)	構造体の耐震改修	-
吊り長さ	鉄骨山形架橋に曲面天井のため、940mmから天井中央部は最大3,760mmで吊り長さが異なる		
備考 (天井の形状等を記入)	・かまぼこ型の曲面天井 ・代替施設が校内や隣地がない		

■診断の概要

節	チェック表	項目	確認結果				
			(学校設置者記入欄)		(該当結果に○)		
1節	1-2	吊り天井の有無	<input type="checkbox"/> 梁・トラスと木毛セメント板の両方が見えない	<input checked="" type="checkbox"/> 吊り天井あり	<input type="checkbox"/> 吊り天井なし		
	1-3	壁際のクリアランスの有無	<input type="checkbox"/> クリアランスが全くない	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 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"/> 天井に関する特記事項がない*	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 図面診断		
		斜め部材の有無	<input type="checkbox"/> 斜め部材を確認できない	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 図面診断		
	1-4	屋根形状と天井形状の比較	<input type="checkbox"/> 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	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 図面診断		
	3-1	野縁等の材料	<input type="checkbox"/> 鋼製(鋼製下地、軽鉄下地)	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK	
		天井の質量区分	<input type="checkbox"/> 天井面が石膏ボードを1枚含む場合(石膏ボード捨張り、化粧石膏ボード直張り)	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK	
	3-2	全体的な天井断面の確認	<input type="checkbox"/> 吊り長さを揃える小屋裏措置なしで、屋根と異なる勾配の天井が設けられている	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		局部的な天井断面の確認	<input type="checkbox"/> 吊り長さを揃える小屋裏措置なしで、天井面に段差や折れ曲がり部分が設けられている	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
	3-3	吊りボルトの方向	<input type="checkbox"/> 斜め方向に取り付けられたものがある*	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		吊り長さ	<input type="checkbox"/> 3mを超えるものがある**	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
	3-4	吊りボルトの間隔	<input type="checkbox"/> 1mを超える間隔がある	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
	3-5	斜め部材1組当たりの室面積	<input type="checkbox"/> 4㎡を超える方向がある。または斜め部材がないので計算不能である	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		斜め部材の配置バランス	〃	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
	3-6	斜め部材の1組の形状	〃	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		斜め部材の材料	〃	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		斜め部材の接合部	〃	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
	3-7	壁際のクリアランス	<input type="checkbox"/> クリアランスが全くない	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		段差や折れ曲がり部分のクリアランス	<input type="checkbox"/> 上記のクリアランスが確保されていない	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		設備等の周囲のクリアランス	<input type="checkbox"/> 上記のクリアランスが確保されていない	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
	3-8	吊り元の仕様	<input type="checkbox"/> 金具	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		ハンガーの仕様	<input type="checkbox"/> ビスなし	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		クリップの仕様	<input type="checkbox"/> ネジ止めでない	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		石膏ボードの取付方法の仕様	<input type="checkbox"/> 300mm間隔でネジ止め	<input checked="" type="checkbox"/> 撤去等検討	<input type="checkbox"/> 要検討	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK
	2節	付1-1	照明設備の取付部分	<input type="checkbox"/> ひび割れや変形、腐食、緩みが見当たらない	<input checked="" type="checkbox"/> 要対策	<input type="checkbox"/> OK	<input checked="" type="checkbox"/> OK
			照明設備の落下防止対策	<input type="checkbox"/> 振れ止め、落下防止等の措置が行われていない	<input checked="" type="checkbox"/> 要対策	<input type="checkbox"/> OK	<input checked="" type="checkbox"/> OK
		付1-2	吊下式バスケットゴールの状況	<input type="checkbox"/> 〃	<input checked="" type="checkbox"/> 要対策	<input type="checkbox"/> OK	<input checked="" type="checkbox"/> OK
壁面式バスケットゴールの状況			<input type="checkbox"/> 菱形や腐食、緩み、亀裂が見当たらない	<input checked="" type="checkbox"/> 要対策	<input type="checkbox"/> OK	<input checked="" type="checkbox"/> OK	
その他の設備の取付部分			<input type="checkbox"/> 取付金物の緩みや腐食、破損が見当たらない	<input checked="" type="checkbox"/> 要対策	<input type="checkbox"/> OK	<input checked="" type="checkbox"/> OK	
付1-3	その他の設備の落下防止対策	<input type="checkbox"/> 〃	<input checked="" type="checkbox"/> 要対策	<input type="checkbox"/> OK	<input checked="" type="checkbox"/> OK		
3節	付2	鉄骨屋根の定着部の状況	<input type="checkbox"/> 柱が鉄骨である	<input checked="" type="checkbox"/> 要対策	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK	
		屋根構面の仕様	<input type="checkbox"/> 確認できる資料がない	<input checked="" type="checkbox"/> 要対策	<input type="checkbox"/> 実地診断	<input checked="" type="checkbox"/> OK	

ステップ1の実施により補強は実質的に不可能と判断

■既存の施設に天井が設置されていた理由

・町内の設計士による設計で、外観の意匠にも凝った建物であり、内部についても人に与える雰囲気など、空間の持つ「質」へのこだわりがうかがえる。そのことから、曲面天井を設置したと考えられる。

■対策の検討過程

【補強の可能性の検討】

・手引のステップ1により補強は不可能と判断

【工法の選定理由】

・地域防災計画で避難所として位置づけられており落下防止ネットも不可と判断
・天井の対策と併せて照明器具の落下防止対策も必要(器具の取替えを行う)
・3つの対策手法(①天井撤去 ②撤去+(技術基準に則した)吊り天井の再設置 ③撤去+軽量天井設置)について比較検討を実施

- ①撤去・・・工期約3ヶ月、概算費用3,100万円(照明新取替含む)
- ②再設置・・・工期3.5ヶ月、概算費用4,200万円(照明取替含む)
- ③撤去+膜天井・・・工期約3ヶ月、概算費用4,400万円(照明取替含む)

・上記を踏まえ、対策協議会で検討した結果、既存建物は曲面天井により柔らかな印象の空間としていたことから、天井撤去のみの仕上でなく、万が一の落下物の衝撃を吸収し、吸音等音響効果がある程度見込め、かつ柔らかな曲面での施工が可能な(軽量の)膜天井を選定。

■対策の概要

【既存の天井が有していた性能の補完方法】

・天井が有していた断熱性能を補完するため、湿式不燃断熱材を吹き付け
・内部の音の反響を押さえるための吸音措置となる軽量の膜天井を設置

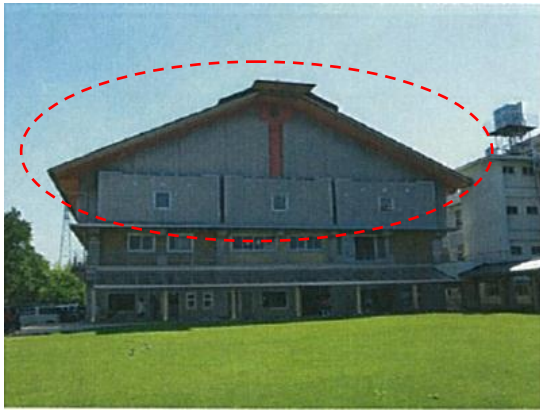
【関連工事】

・照明の取替え工事

文科省注:音響
試験測定後の結
果を記述のこと

■工事期間中の対応

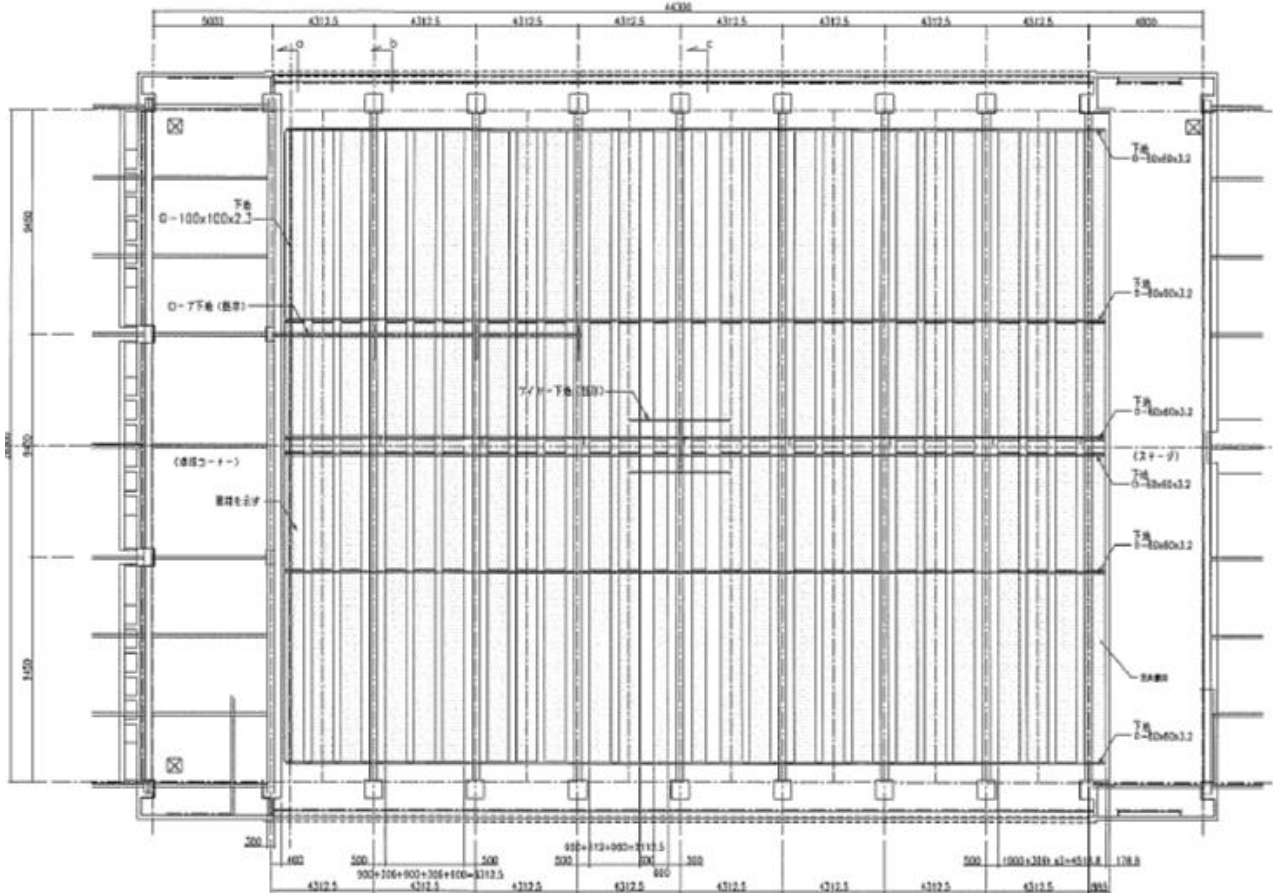
・代替施設がないため、校庭での活動に振り替えた。



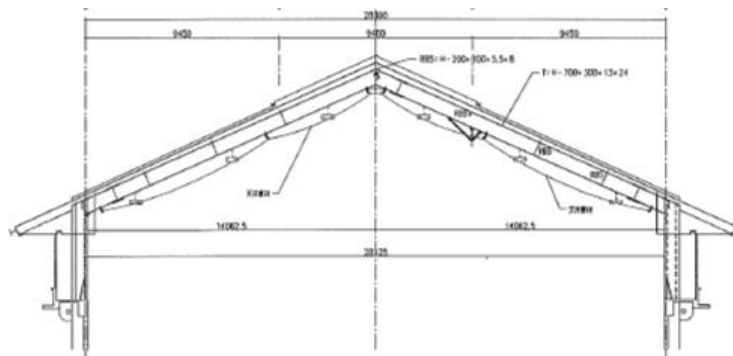
建物外観(山形屋根)



対策前の内観(曲面天井)



対策実施後の天井伏図



対策実施後の断面図



照明設備等の施工状況

写真

(膜天井設置後の
内観写真)

写真

(膜天井設置後の
詳細写真)

■概算費用

●約 4400 万円

内訳：直接仮設：320 万、天井撤去処分：320 万、断熱材吹付：350 万、壁頂部の処理：180 万、照明取替え：1050 万、自動火災報知設備再設置：80 万、膜天井設置：1050 万、共通費・消費税：1050 万

■概算工期

・設計期間：H24.10～H24.11 ・工期：H25.11.21～H26.2.28(100 日間)

事例7

東日本大震災において被災した武道場の天井撤去事例

- 本書1章に記載のとおり、平成23年3月に発生した東日本大震災では、多くの学校施設において天井の脱落被害がみられ、高さ6m以下の武道場の天井も脱落した。
- 武道場は、内装を和の趣の仕上げにすることが多く、屋内運動場と比べて天井を設けている傾向がある。屋内運動場と比べ、面積・高さともに小さい¹¹ことが多いものの、屋内運動場と同様、被災時において避難住民の生活の場として専ら活用される場所であること等から、安全確保の観点から、落下防止対策を実施していくことが重要である。

＜茨城県茨城町の天井撤去事例＞

- 茨城県茨城町では、3校の中学校の武道場において天井の脱落被害が発生¹²した。3校の武道場はいずれも鉄骨山形架構の屋根で、天井は頂部に折れ曲がりのある舟底天井となっており、天井高は3.6～6mという状況であった。壁との間、折れ曲がり部分においてクリップが外れ、下地材も含めて天井材が脱落したが、それに伴う人身被害は発生していない。
- 天井は、意匠性に加え、断熱や吸音等、室内環境を考慮し設置したと推察されるが、余震が頻発する中、天井を復旧しても再度被災する恐れがあると判断し、安全確保に万全を期す観点から、天井の撤去を選択した。
- 天井材の撤去工事に伴い、梁等鉄骨部の塗装や照明器具の付け替え工事を実施し、うち2校においては、屋根面の遮熱塗料工事も実施した。断熱や吸音等の機能低下について不安はあったものの、学校側からの不具合の報告は出ていない。
(工期は3～4ヶ月程度、工事費は約550万～650万円程度)

＜天井の被害事例(改修前)＞



A 中学校

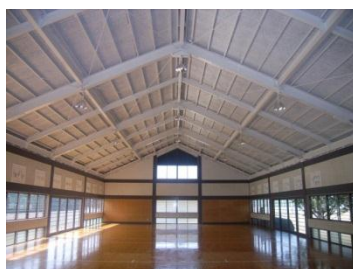


B 中学校



C 中学校

＜天井の撤去事例(改修後)＞



A 中学校



B 中学校



C 中学校

¹¹ 一般的な屋内運動場の面積は小学校で900㎡程度、中学校で1,100㎡程度であり、天井高は小中学校ともに9m程度である。一方、一般的な中学校武道場の面積は300㎡程度であり、天井高は5m程度である。

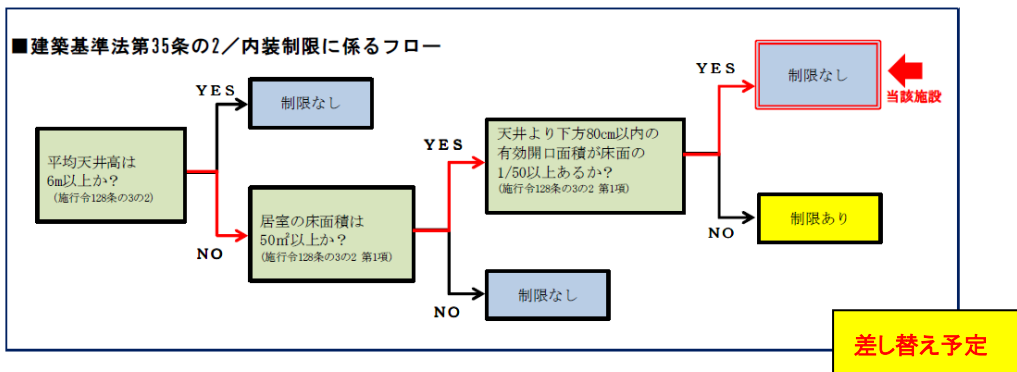
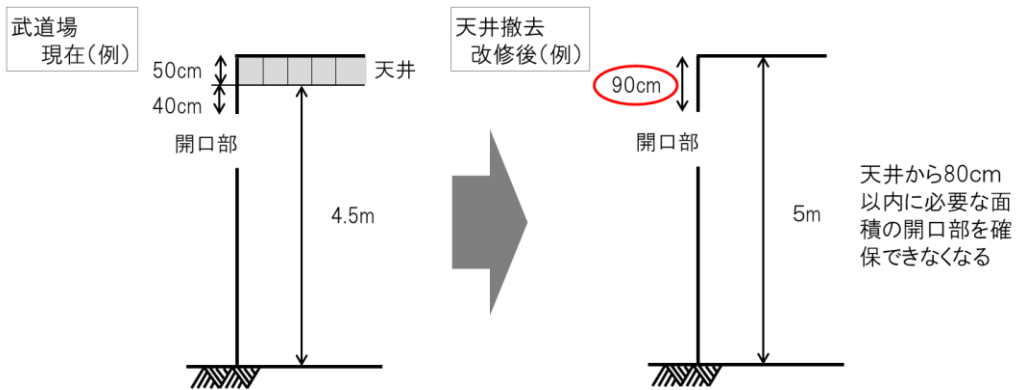
¹² 町内の中学校武道場3棟全てにおいて天井が脱落。屋内運動場も3棟全てにおいて天井が脱落。

武道場における内装制限の扱い（避難安全検証法について）

○特殊建築物の内装については、建築基準法第35条の2で、防火上支障がないようにしなければならない旨が規定されている。天井の高さ6mを超えるものを除き、床面積が50㎡を超える居室で天井から下方80cm以内に窓その他の開口部がない場合は、内装制限を受けることとなる。

■天井撤去に伴う内装制限の扱い

○武道場等に天井が設けられている場合で、天井を撤去することによって屋根面から80cm以内に規定面積の開口部を確保できない場合は、内装制限の対象となる。

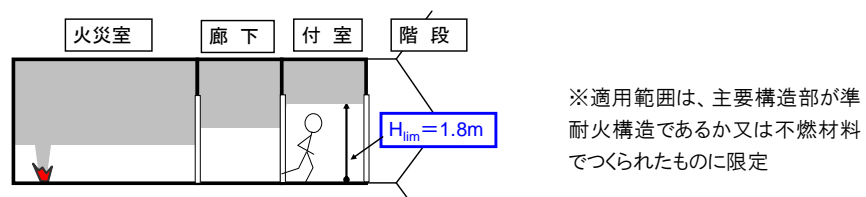


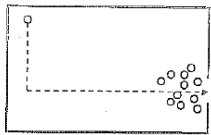
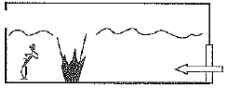
■避難安全検証法

○想定される火災条件の下で、建築物の全ての避難者が直通階段又は地上への避難を終了するまで煙・ガスにより危険な状態にならないことを確認する検証法であり、階避難安全検証法と全館避難安全検証法とがある。

○本検証によって、

【避難を終了するまでの時間】 ≤ 【煙・ガスが避難上支障がある高さまで降下してくる時間】
を確認することとなり、避難安全性能がそれぞれの検証法で確認された場合、内装制限など、避難関連規定の一部が適用除外となる。



各居室ごとに避難安全を検証	
居室外への避難終了時間を計算	 <p>以下の3つの時間を合計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・避難開始するまでの時間 ・出口までの歩行時間 ・出口の通過時間 <p>主な計算パラメータ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・在館者密度 ・室の大きさ ・歩行速度 ・有効出口幅 ・有効流動係数
居室内の煙降下時間を計算	 <p>・煙やガスが避難上支障のある高さまで降下するのに要する時間</p> <p>主な計算パラメータ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可燃物量（積載、内装） ・室の大きさ ・煙等発生量 ・有効排煙量 ・防煙区画及び排煙効果係数
検証	居室の避難終了時間 ≤ 居室の煙降下時間

避難所となる武道場でも日常的な利用を想定し設定

出口近傍で火災が発生したことを想定し、その影響により避難に利用できない幅を除いた幅。(積載可燃物、壁・天井の仕上げをパラメータ)

避難経路等の部分(廊下、階段室等)の収容可能人数を考慮した係数。

火災の大きさ(積載可燃物、壁・天井の仕上げをパラメータ)に火災の熱気流が周囲の空気を巻き込むことにより煙の量が増大する度合い(天井高さをパラメータ)を考慮。

■避難安全検証法に基づくモデル検証



■対応

- 武道場等で、該当する施設がある場合、内装をやり替える、新たに天井を設けるといった方法を検討する前に、避難安全検証法にて、火災時の安全を確認することが重要である。

【参考】

◎建築基準法

(特殊建築物等の内装)

第三十五条の二 別表第一(イ)欄に掲げる用途に供する特殊建築物、階数が三以上である建築物、政令で定める窓その他の開口部を有しない居室を有する建築物、延べ面積が千平方メートルをこえる建築物(中略)は、政令で定めるものを除き、政令で定める技術的基準に従って、その壁及び天井(天井のない場合においては、屋根)の室内に面する部分の仕上げを防火上支障がないようにしなければならない。

◎建築基準法施行令

(制限を受ける窓その他の開口部を有しない居室)

第二百二十八条の三の二 法第三十五条の二(法第八十七条第三項において準用する場合を含む。次条において同じ。)の規定により政令で定める窓その他の開口部を有しない居室は、次の各号のいずれかに該当するもの(天井の高さが六メートルを超えるものを除く。)とする。

- 一 床面積が五十平方メートルを超える居室で窓その他の開口部の開放できる部分(天井又は天井から下方八十センチメートル以内の距離にある部分に限る。)の面積の合計が、当該居室の床面積の五十分の一未満のもの

防衛施設周辺の学校における天井落下防止対策

○自衛隊や在日米軍の飛行場等周辺の学校施設においては、航空機による騒音の障害を防止・軽減するために、防衛省の補助を受けて防音対策工事を実施している学校が多く、防音対策の一環として、吊り天井が設けられている。

(主な防音工事の例)

- ・遮音(防音サッシの取付け)
- ・吸音(壁・天井における吸音仕上げ)
- ・密閉された室内空気の換気・除湿(空調機器の取付け)

○音響測定の結果によって、防衛省の定めた「防衛施設周辺防音事業工事標準仕方書」により工事を実施することとなり、天井には、石膏ボード+グラスウール吸音板等が使用され、天井裏などに空調設備が設けられる。



防衛施設周辺の屋内運動場の天井の例



天井裏の空調設備の例

○防音工事を実施した屋内運動場等において、天井落下防止対策を実施する場合は、天井の再設置など、防音機能を考慮した対策を講じる必要があり、天井を再設置する際には、国土交通省の技術基準を満たす必要があることに留意が必要である。

<天井再設置に係る留意点>

- ・壁の周り、折れ曲がりのある部分については、技術基準に基づき、天井同士が緩衝しないよう適切なクリアランスを設ける必要があるが、回り縁などでクリアランスを隠す処置をするなど、防音機能を考慮した対応についても併せて検討することが考えられる。
- ・斜め部材については、技術基準に基づき、算定式で必要とされる組数を釣り合いよく配置する必要があるが、空調設備周囲には斜め部材が配置しにくいいため、専門家と相談し、十分かつ慎重に検討することが考えられる。
- ・その他、……………(P)