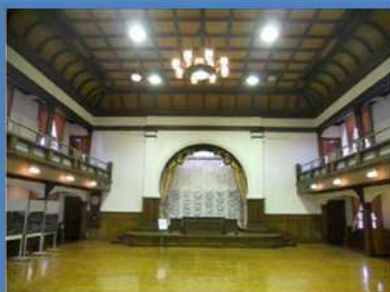


屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集 (追補版)



平成27年6月

屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集(追補版)について

- 文部科学省では、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、「屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集」を平成 26 年 4 月に作成しました。この事例集は、平成 25 年度に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対策事例等を収集し、取りまとめたものです。
- 本書は、平成 26 年度に実施した上記先導的開発事業で得られた事例のうち、天井撤去の事例のほか、意匠性や音響環境の確保等の理由により天井の設置が必要とされ、既存天井の補強又は既存天井を撤去後に天井を再設置した事例を収集し、上記の事例集の追補版として取りまとめたものです。
- 補強や再設置の事例は、設計に関し一般財団法人日本建築センターの評定を取得して安全性を検証しています。本書では、それら事例について、対策の検討過程や選定段階から得られた技術的なポイント、日本建築センターの評定における留意点などについて掲載しています。
- 本書を活用することにより、各学校設置者における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。

事例一覧

天井に関する対策事例は以下の6事例を示す。

	事例1・撤去 富山県・朝日町立朝日中学校体育館	事例2・補強 信州大学繊維学部講堂	事例3・補強 東京藝術大学奏楽堂
基本情報	<ul style="list-style-type: none"> ・屋内運動場 ・R(一部S)造 1階 ・天井面積 1,113 m² ・昭和 57 年築 	<ul style="list-style-type: none"> ・講堂 ・W 造 2階 ・天井面積 201 m² ・昭和 4 年築(登録有形文化財) 	<ul style="list-style-type: none"> ・音楽ホール ・SRC 造 地上 5 地下 2 階 ・天井 767 m²(音響反射板 208 m²) ・平成 10 年築
対策前の天井の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨山形屋根に、船底天井(一部梁型の下がり天井) ・グラスウール断熱吸音板、梁型岩綿吸音板 ・天井内に換気用ダクト ・壁際のクリアランスがない ・斜め部材がない ・吊り長さが違う 	<ul style="list-style-type: none"> ・木造切妻屋根に、折上格天井<small>ありあげごうてんじょう</small> ・竿縁+板張り ・木製下地 ・壁際のクリアランスがない ・斜め部材がない ・吊り長さが違う 	<ul style="list-style-type: none"> ・フラットな屋根スラブに、可変式の天井と音響反射板 ・ガラス繊維補強コンクリート板(GRC) ・可変天井等の構造上の現状設定は新築時の設定に適合 ・東日本大震災では音響反射板同士が衝突し合う事象
手法の選択 天井の要件と	<ul style="list-style-type: none"> ・集会等を行うため現況程度の音響性能(残響時間等)が必要 ・落下の可能性を極力排除するため、撤去を主体に検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・国の登録有形文化財であり、下地を含めて既存の部材を尊重し、内観の維持が必要 ・文化財としての価値を損ねることのないよう、天井裏で補強する方向で検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・卓越した音響特性を発揮するために、可変式の天井と音響反射板が必要 ・建物本体も含めた立体フルモデル解析により安全性を確認
概要 対策の	既存屋根材で断熱性を確保しつつ、壁式で換気機能を確保した撤去手法	既存木製吊り天井を存置し、鉄骨による補強や天井の破壊を想定した落下防止対策	可変吊り天井の高度な立体解析により、加速度や変位を確認し、補強や衝撃緩衝材を設置
対策の特徴等	<ul style="list-style-type: none"> ・落下の危険性を排除するため撤去を選択 ・既設屋根材により断熱性は確保済み ・天井内ダクトの撤去は、壁式換気扇の設置により換気機能を確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重 ・格天井の破壊に備えて落下防止ワイヤを設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井等の補強と破損防止により意匠性と音響性能を維持 ・可変天井は、鉄骨で水平ブレース等を補強 ・音響反射板相互の衝突に対して緩衝材を設置
写真等			

事例4・ 吊り天井再設置 信州大学附属長野小学校	事例5・ 直天井再設置 鹿児島大学稲盛会館	事例6・ 直天井再設置 鹿児島大学鶴陵会館
<ul style="list-style-type: none"> ・校舎(ランチルーム) ・R(一部S)造 1階 ・天井面積 366 m² ・平成9年築 	<ul style="list-style-type: none"> ・講堂 ・R造 地上3地下1階 ・天井面積 463 m² ・平成16年築 	<ul style="list-style-type: none"> ・講堂 ・R造 地上2地下1階 ・天井面積 329 m² ・平成8年築
<ul style="list-style-type: none"> ・円すい及びフラットな金属屋根に、円すい及び平天井 ・(円すい部)銘木繊維混入スラグセメント板、(平部)岩綿吸音板 ・壁際のクリアランスがない ・斜め部材がない ・吊り長さが違う 	<ul style="list-style-type: none"> ・球形のコンクリート躯体に平行な、壁と連続した球形の天井 ・繊維混入石こうボード+ガラスペーパー張り ・壁際のクリアランスがない ・斜め部材がない ・吊りボルトが鉛直でない ・天井ふところが狭い 	<ul style="list-style-type: none"> ・フラットな屋根スラブに波形状の天井 ・石こうボード+岩綿吸音板張り ・壁際のクリアランスがない ・斜め部材がない ・吊り長さが違う
<ul style="list-style-type: none"> ・衛生上の観点から、既存の耐火被覆吹き付け材の飛散防止のために天井が必要 ・既存天井等を撤去後、再設置による対策手法を選択 	<ul style="list-style-type: none"> ・寄附建物であるため、意匠性の尊重が必要 ・学会や講演会で利用されており、音響性能が必要 ・既存天井等を撤去後、再設置による対策手法を選択 	<ul style="list-style-type: none"> ・寄附建物であるため、意匠性の尊重が必要 ・学会や講演会で利用されており、音響性能が必要 ・既存天井等を撤去後、再設置による対策手法を選択
<p>円すい状吊り天井を撤去し、仕上げの軽量化を含む耐震性を有する吊り天井を再設置</p>	<p>壁と連続した球形の吊り天井を撤去し、十分な強度の骨組みによる直天井を再設置</p>	<p>波形の吊り天井を撤去し、十分な強度の鉄骨骨組みによる直天井を再設置</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・意匠性や吸音性も確保できる仕上げとし、形状も既存を踏襲 ・天井下地の設置しにくい部分があり、仕上げ材を軽量化 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存と同じ形状及び仕上げとし、意匠性と音響性能を確保 ・再設置の天井及び壁下地は、躯体と一体で挙動する鉄骨骨組みとすることで、吊り構造ではない直天井とした 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存と同じ形状及び仕上げとし、意匠性と音響性能を確保 ・再設置の天井下地は、躯体と一体で挙動する鉄骨骨組みとすることで、吊り構造ではない直天井とした
		

事例の読み方

・本書では、特殊な意匠や構造又は機能が求められている天井等の落下防止対策に関する事例を掲載している。天井の事例は、以下に示す8項目から構成されている。

事例2（信州大学繊維学部講堂）

主な対策項目	既存木製天井を存置し、天井裏に設置する鉄骨ブレースによる補強及び天井の破壊を想定した落下防止ワイヤの設置		
建物用途	講堂	延べ面積	560.47㎡
構造・階数	W2	建築年	昭和4年
建物高さ	13.287m	軒高	8.535m
対象室面積	238.0㎡	天井高さ	7.5m
天井面積	200.8㎡	天井の質量	57kg/㎡
構造体の耐震診断	実施済み	構造体の耐震改修	天井改修に併せて実施
吊り長さ	約0.6m		
備考(天井の形状等)	木造切妻屋根に、折上格天井(平縁+板張り)		



対策前の内観



対策前の外観

①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。

②診断の概要

手引のフローチャート(p.69 参考資料参照)を活用した診断をした場合、その結果の概要を示す。

階	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階	1-2	基り天井の有無	梁・トラスと木毛セメント板の両方が見えない	○(基り天井あり) 部内天井なし
	1-3	壁際のクリアランスの有無	クリアランスが全くない	○(壁際等確認済) 既面診断
		天井の折れ曲がり部分に関する特記事項の有無	木製天井下地	○(壁際等確認済) 既面診断
	1-4	斜め部材の有無	斜め部材を確認できない	○(壁際等確認済) 既面診断
		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、基り鉄骨も明らかに見える	○(壁際等確認済) 既面診断
	3-1	野縁等の材料	本材	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
	3-2	天井の質量区分	57kg/㎡	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
	3-2	全体的な天井断面の確認	吊り長さが違う	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
	3-2	断片的な天井断面の確認	天井裏の折れ曲がり部にクリアランスがない	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
	3-2	断片的な天井断面の確認	木製天井下地のため実施せず。	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
3-2	断片的な天井断面の確認	木製天井下地のため実施せず。	○(壁際等確認済) 実地診断 OK	
1階	3-7	壁際のクリアランス	クリアランスが全くない	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
	3-7	段差や折れ曲がり部分のクリアランス	クリアランスが全くない	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
	3-7	設備等の後面のクリアランス	クリアランスが全くない	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
1階	3-8	吊り長さが異なる部分	木製天井下地のため実施せず。	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
	3-8	吊り長さが異なる部分	木製天井下地のため実施せず。	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
	3-8	吊り長さが異なる部分	木製天井下地のため実施せず。	○(壁際等確認済) 実地診断 OK
1階	付1-1	網目設備の取付部分	吊り金が堅固でない	○(要対策) OK
	付1-1	網目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
	付1-2	壁面及び天井の取付部分	スリーカー、壁掛け時計及びシーソー懸垂物の吊り金は堅固でない	○(要対策) OK
2階	付1-3	その他の設備の取付部分	スリーカー、壁掛け時計及びシーソー懸垂物の吊り金は堅固でない	○(要対策) OK
	付1-3	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階	付2	設備質量の変遷等の状況	木造のため実施せず。	○(要対策) 実地診断 OK
	付2	屋根形状の比較	木造のため実施せず。	○(要対策) 実地診断 OK

③対策の検討過程

天井及び対策に求められる要件、対策の選定に至った検討過程や選定条件を示す。

■対策の検討過程

【対策の要件】

・本建物は国の登録有形文化財であり、天井は下地を含めて既存の部材を尊重し、内観を維持することが必要

【対策の選定】

- ・文化財としての価値を損ねることのないよう、天井裏で補強する方向で検討
- ・壁際や天井折れ曲がり部分のクリアランスがとれないため、格天井の剛性を確保し、建物と天井が一体的に挙動するように補強
- ・地震力により格子が破壊され得るため、落下防止について検討
- ・建築基準法の適用除外建物であるが、既存の吊り天井を存置するため、第三者評価による安全性の担保として、設計に関して一般財団法人日本建築センターの評定を取得できるような計画
- ・補強等について6案から文化財保護の観点や、コスト及び工期等を比較して選定

(比較表)

対策項目	対策実施方法(工法・工法上層)	工法上の留意点	実施上の留意点	実施上の留意点	実施上の留意点	実施上の留意点	実施上の留意点	実施上の留意点
天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重	天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重	天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重	天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重	天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重	天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重	天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重	天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重	天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重
クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置	クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置	クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置	クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置	クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置	クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置	クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置	クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置	クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置
日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出	日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出	日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出	日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出	日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出	日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出	日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出	日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出	日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出

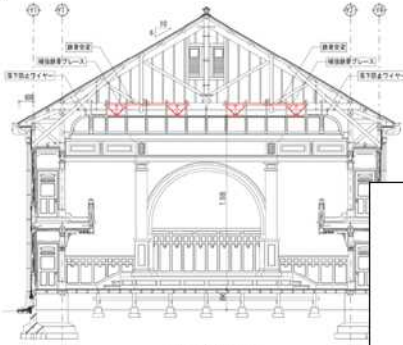
③対策の検討過程
 対策の選定に際しての複数案の比較検討を示す。

■対策の概要

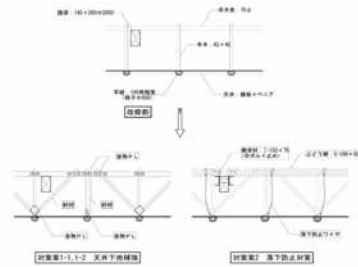
【対策の概要】

- ・天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重
- ・クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤを設置
- ・日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出

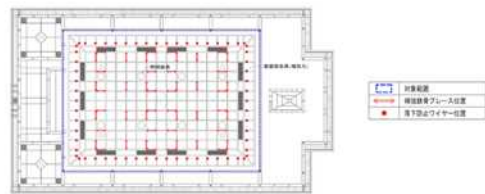
④対策の概要
 対策の概要について、図や写真等により解説する。
 また、技術的な留意点として、対策の効果を確保するために留意すべき技術的なポイントや評定取得時の留意点を併せて解説する。



対策後の断面図



屋根・天井の断面図



対策後の天井伏図

⑤事業成果の情報発信
 天井等落下防止対策加速化のための先導的開発事業の成果を、どのように発信したかを示す。

【補強に伴う関連工事】

- ・シャンデリア及び電動昇降式水銀灯及び壁掛け時計は、吊り元等を補強し、落下防止ワイヤを設置
- ・その他の照明器具及び放送設備に落下防止ワイヤを設置
- ・ハトン等ステージ懸垂物は、取付け金物及び吊りロープ等を更新して落下防止

■事業成果の情報発信

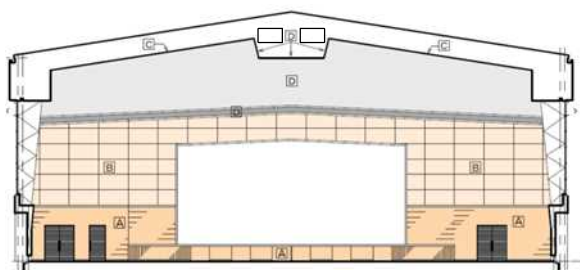
- ・一般財団法人日本建築センターにおいて機関誌による配信及びホームページの完了報告一覧へ掲載予定

事例1（富山県 朝日町立朝日中学校体育館）

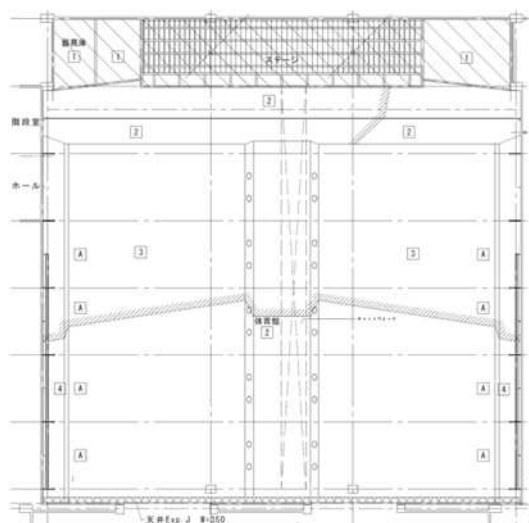
主な対策項目	既存屋根材で断熱性を確保しつつ、天井換気設備を壁式に変更することによって換気機能を確保した撤去手法
--------	---

建物用途	屋内運動場	延べ面積	2,589 m ²
構造・階数	R(一部S)1	建築年	昭和 57 年
建物高さ	20.15m	軒高	17.4m
対象室面積	1,113 m ²	天井高さ	12m
天井面積	1,113 m ²	天井の質量	6kg/m ² 超 20 kg/m ² 以下
構造体の耐震診断	実施済み	構造体の耐震改修	平成 21 年
吊り長さ	約 0.6m		
備考(天井の形状等)	鉄骨山形屋根に、船底天井(中央部に ^{はり} 梁形下がり天井)		

- A 羽目板
- B 有孔シナヘニヤ
- C グラスウール断熱吸音板
- D 岩綿吸音板



対策前の断面図



対策前の天井伏図



対策前の内観



対策前の天井裏(換気ダクト外)

■ 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る	○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	クリアランスが全くない	○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	壁際のクリアランス	ステップ1で補強は不可能と判断したため実施せず。	撤去等検討	手前診断	OK
	3-2	壁際の木毛セメント板の確認		撤去等検討	手前診断	OK
	3-3	吊り天井の方向		撤去等検討	手前診断	OK
	3-4	吊り長さの測定		撤去等検討	手前診断	OK
	3-5	斜め部材の設置位置の確認		撤去等検討	手前診断	OK
3-6	斜め部材の形状の確認	撤去等検討		手前診断	OK	
3-7	斜め部材の材質の確認	撤去等検討		手前診断	OK	
3-8	斜め部材の取付位置の確認	撤去等検討		手前診断	OK	
2節	付1-1	照明設備の取付部分	ひび割れや変形、腐食、緩みが見当たらない 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	斜め振れ止めが設けられていない 電動昇降式であるが落下防止機構が備えられていない	○要対策	OK	
	付1-2	吊下式バスケットゴールの状況	異常なし	要対策	○OK	
		壁面式バスケットゴールの状況	異常なし	要対策	○OK	
	付1-3	その他の設備の取付部分	取付金物の緩みや腐食、破損が見当たらない 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	斜め振れ止めが設けられている	要対策	○OK	
3節	付2	鉄骨屋根の定着部の状況	柱が鉄骨であり、十分なへりあ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	要対策	実地診断	○OK
		屋根構面の仕様	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。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	要対策	実地診断	○OK

■ 対策の検討過程

【対策の要件】

- ・集会等を行うため音響性能(残響時間等)を維持することが必要
- ・既存の屋根は、折板にグラスウール断熱材をかぶせた上から更に新設折板を張った三重構造となっており、屋根面で断熱性は十分に確保されている
- ・室温管理のため天井内ダクトを利用した天井換気設備があり、ダクト等についても落下防止対策が必要

【対策の選定】

- ・クリアランスや斜め部材がなく、吊り長さも違うため補強は不可能と判断
- ・設計業務委託の選定に当たっては、対策手法について技術提案させるプロポーザル方式を採用
- ・プロポーザルの結果、既存天井撤去後に直天井を設置する2案と、既存天井撤去後に断熱材を吹き付ける4案の合計6案の提案があった
- ・落下の危険性を極力排除するため、天井は再設置しないこととし、天井内の既設の換気ダクトやキャットウォークもすべて撤去

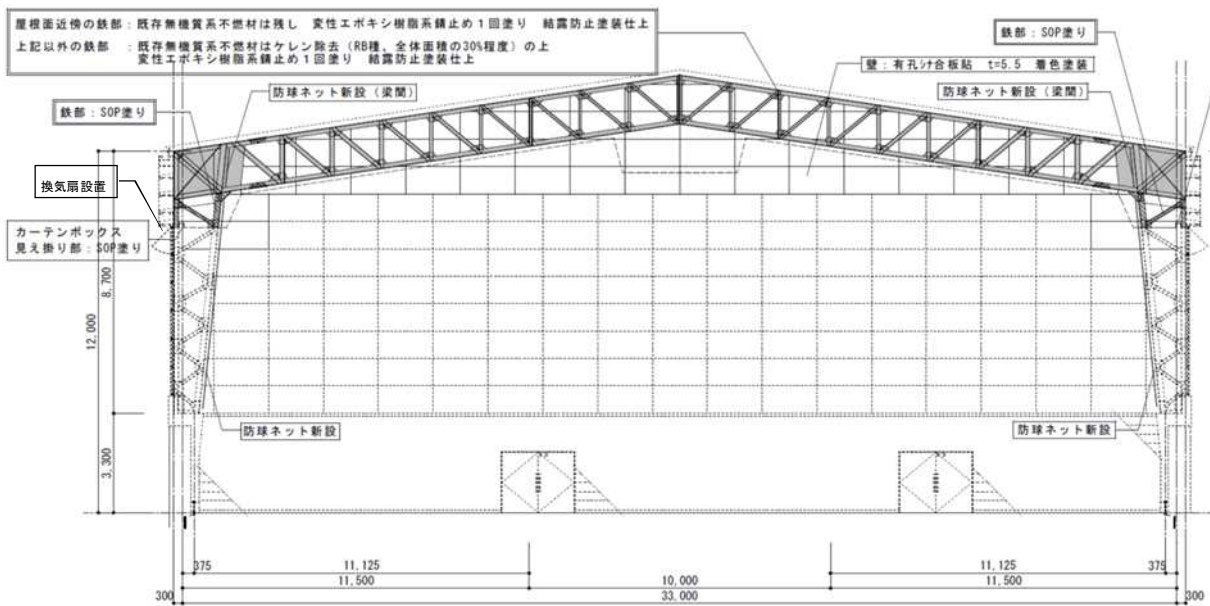
(工法提案書)

既存天井	A 天井撤去+既存屋根トラス下に断熱材吹付けを併進				B 天井撤去+屋根折板に断熱材吹付け(下地:折板)		
	A-1	A-2	B-1	B-2	B-3	B-4	
構造天井 中央、外周部へ梁型のような平面部が突出 ・折板天井 ・断熱材: 25グラスウールボード ・平置折板(内部グラスウール充填) ・電線束式のワイヤレス天井照明器具35行設置 ・天井面に吸込口設置、ダクトにより外部へ排気	シンク下の部分(防音対策)を除く25mm厚の断熱材をトラス下地材に天井下地材を直付け ・天井下地材として化能グラスウールボードを直付け ・一部断熱材の上増層 ・一部断熱材に化能グラスウールボードを新設	断熱天井材(ハイドロソール)25mm厚の断熱材をトラス下地材・天井下地材を直付け ・断熱材と天井材の間に小断熱空間が出来るため断熱性能も既存と同等	シンク下地材に断熱材吹付け ・既存折板面のダンコートの撤去 ・断熱材吹付け後、断熱材を折板面に直付け ・天井上として換気効果のある断熱材の直付け ・既存小断熱材になっていた鉄骨や壁面の直上増層 ・電気・空調設備の配管、配線の処理 ・照明器具の取付位置	断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	シンク下地材に断熱材吹付け ・既存折板面のダンコートを撤去 ・現場発泡ウレタン断熱材を折板裏面に直付け ・天井上として換気効果のある断熱材の直上増層 ・電気・空調設備の配管、配線の処理 ・照明器具の取付位置	シンク下地材に断熱材吹付け ・既存天井下地材を撤去せず撤去し、断熱材(発泡ウレタン)を吹付け ・断熱材吹付け後、断熱材を折板裏面に直付け ・天井上として換気効果のある断熱材の直上増層	
	屋根材と天井材の間に小断熱空間が出来るため断熱性能も既存と同等 ・断熱材と天井材の間に小断熱空間が出来るため断熱性能も既存と同等 ・断熱材の大きい空間に化能グラスウールボードを新設することで断熱性能も既存と同等	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	
	鉄骨下地材が必要	・既存天井材再利用のため、設計段階での検討が必要 ・既存天井材保持の手間、工期が増える ・再利用する天井材の養生が必要 ・鉄骨下地材が必要	・既存折板面のダンコートの撤去が必要 ・既存折板面に断熱材を直付けする必要がある ・天井上となる断熱材の設置間隙の設計・養生が必要 ・露出となる設備機器、配線、ダクト等の処理 ・トラス部分にボルト等が引っ掛かりやすい ・空間体積、換気負荷が増加する	・既存折板面のダンコートの撤去が必要 ・既存折板面に断熱材を直付けする必要がある ・天井上となる断熱材の設置間隙の設計・養生が必要 ・露出となる設備機器、配線、ダクト等の処理 ・トラス部分にボルト等が引っ掛かりやすい ・空間体積、換気負荷が増加する	・既存折板面のダンコートの撤去が必要 ・既存折板面に断熱材を直付けする必要がある ・天井上となる断熱材の設置間隙の設計・養生が必要 ・露出となる設備機器、配線、ダクト等の処理 ・トラス部分にボルト等が引っ掛かりやすい ・空間体積、換気負荷が増加する	・既存天井内の壁トラス部等の設備機器が折板裏面に直付けする必要がある ・天井上となる断熱材の設置間隙の設計・養生が必要 ・露出となる設備機器、配線、ダクト等の処理 ・トラス部分にボルト等が引っ掛かりやすい ・空間体積、換気負荷が増加する	・既存折板、照明器具、ダクト等の再設置が必要 ・断熱材吹付け後、断熱材を折板裏面に直付けする必要がある ・天井上となる断熱材の設置間隙の設計・養生が必要 ・露出となる設備機器、配線、ダクト等の処理 ・トラス部分にボルト等が引っ掛かりやすい ・空間体積、換気負荷が増加する
0.024W/(m ² ・K)	0.027W/(m ² ・K)	0.022W/(m ² ・K)	0.044W/(m ² ・K)	0.13W/(m ² ・K)・現場発泡ウレタン0.034W/(m ² ・K)	0.044W/(m ² ・K)	0.034W/(m ² ・K)	
-	(NRC値) 0.64 1.4sec	(NRC値) 0.59 1.3sec	(NRC値) 0.50 1.5sec	(NRC値) 0.11 2.3sec	(NRC値) 0.47	(NRC値) 0.67	
不燃材料 MM-8610	不燃材料 MM-8610	不燃材料 MM-8610	不燃材料 MM-2132	不燃材料 MM-8571	不燃材料	難燃材料 (室内用)	
約4.1kg/m ² ~23kg/m ²	約4.1kg/m ² ※下地鉄骨材の重量を除く	約3.5kg/m ² ※下地鉄骨材の重量を除く	約4.0kg/m ²	約5.8kg/m ²	約4.9kg/m ²	約2.5kg/m ²	
3ヶ月(事業計画時)	25ヶ月	30ヶ月	25ヶ月	25ヶ月	25ヶ月	20ヶ月	
約4,430万円(予算)	約4,380万円	約3,890万円	約4,580万円	約4,610万円	約4,050万円	約3,790万円	
	・予算内で内装改修も可能 ・断熱性能も既存と同等 ・断熱材吹付け後、断熱材を折板裏面に直付けする必要がある ・天井上となる断熱材の設置間隙の設計・養生が必要 ・露出となる設備機器、配線、ダクト等の処理 ・トラス部分にボルト等が引っ掛かりやすい ・空間体積、換気負荷が増加する	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能 ・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能 ・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能 ・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能 ・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能 ・断熱下地材撤去が不要なため天井上げは短期間で施工可能	

■ 対策の概要

【対策の概要】

- ・ 既存屋根の断熱性を考慮し、既存天井を撤去するものの、断熱材吹付けは不要と判断
- ・ 鉄骨は結露防止塗装
- ・ 天井内ダクト撤去に伴う換気機能への対応として、壁上部に壁付き換気扇を設置
- ・ 対策後の音響性能測定の結果は、許容できる範囲内(平均残響時間 2.10 秒→2.54 秒)



対策後の断面図



既設のダクトとキャットウォーク



対策後の内観



新設の壁付き換気扇（遠景）



新設の壁付き換気扇（近景）

【撤去に伴って行った関連工事】

- ・天井と壁の取り合い部補修、壁面防球ネット更新
- ・照明器具の更新及び放送設備・火災報知設備等の撤去及び再取り付け
- ・バトン等ステージ懸垂物は、取付け金物及び吊りロープ等を更新して落下を防止

■工事期間中の対応

当該施設の使用中止期間: 約 40 日間

- ・工事期間中は、隣接している町所有の社会体育施設で代替

■費用(参考)

約 3,720 万円

(内訳) ・直接仮設工事 623 万円	・防球ネット改修 87 万円
・天井撤去処分 327 万円	・電気機械工事 878 万円
・内装塗装工事 949 万円	・共通費 856 万円

■工期(参考)

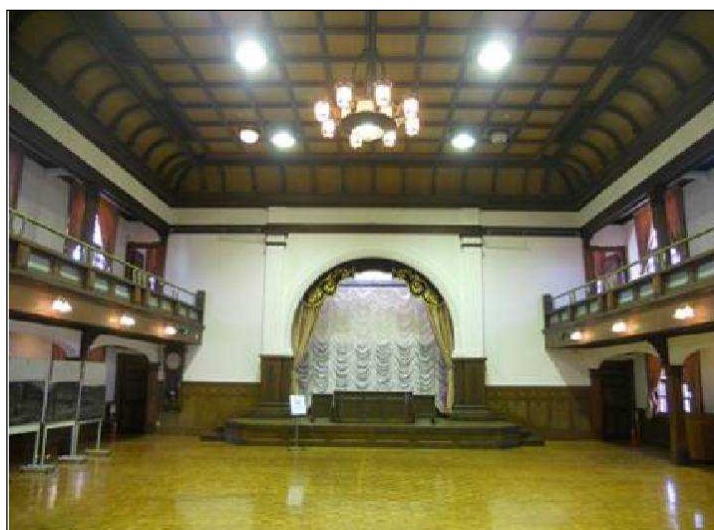
H26.1.20~3.7(約 40 日間)

・足場組立て 約 5 日	・防球ネット改修 約 5 日
・天井撤去 約 10 日	・電気機械工事 約 20 日
・内装塗装工 約 20 日	・足場解体 約 5 日

事例2（信州大学繊維学部講堂）

主な対策項目	既存木製天井を存置し、天井裏に設置する鉄骨ブレースによる補強及び天井の破壊を想定した落下防止ワイヤの設置
--------	--

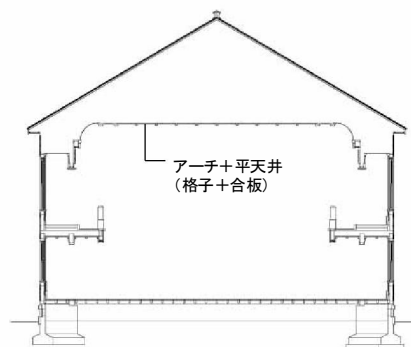
建物用途	講堂	延べ面積	560.47 m ²
構造・階数	W2	建築年	昭和4年
建物高さ	13.287m	軒高	8.535m
対象室面積	238.0 m ²	天井高さ	7.5m
天井面積	200.8 m ²	天井の質量	57kg/m ²
構造体の耐震診断	実施済み	構造体の耐震改修	天井改修に併せて実施
吊り長さ	約0.6m		
備考(天井の形状等)	木造切妻屋根に、折上格天井(竿縁+板張り)		



対策前の内観



対策前の外観



対策前の断面図

■ 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	クリアランスが全くない	○	○	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	木製天井下地	○	○	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	木材	○	○	撤去等検討	実地診断	OK	
		天井の質量区分	57kg/m ²	○	○	撤去等検討	実地診断	OK	
	3-2	全体的な天井断面の確認	吊り長さが違う	○	○	撤去等検討	実地診断	OK	
		局部的な天井断面の確認	天井面の折れ曲がり部にクリアランスがない	○	○	撤去等検討	要検討	実地診断	OK
	3-3	吊り天井の方向				撤去等	要検討	実地診断	OK
	3-4	吊り天井の両端				撤去等	要検討	実地診断	OK
	3-5	斜め部材と壁際の面の関係				撤去等	要検討	実地診断	OK
	3-5	斜め部材の形状				撤去等	要検討	実地診断	OK
3-6	斜め部材の長さ				撤去等	要検討	実地診断	OK	
3-7	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	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	クリアランスが全くない	○	○	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	クリアランスが全くない	○	○	撤去等検討	要検討	実地診断	OK	
3-8	吊り天井の仕様				撤去等	要検討	実地診断	OK	
3-8	吊り天井の仕様				撤去等	要検討	実地診断	OK	
3-8	吊り天井の仕様				撤去等	要検討	実地診断	OK	
2節	付1-1	照明設備の取付部分	吊り元が堅固でない	○	○	要対策	OK		
		照明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		
	付1-2	吊下式バスケットコーンの状況		○	○	要対策	OK		
	付1-3	その他の設備の取付部分	スピーカー、壁掛時計及びステージ懸垂物の吊り元はが堅固でない	○	○	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	木造のため実施せず。	○	○	要対策	実地診断	OK	
		屋根構面の仕様		○	○	要対策	実地診断	OK	

■ 対策の検討過程

【対策の要件】

- ・本建物は国の登録有形文化財であり、天井は下地を含めて既存の部材を尊重し、内観を維持することが必要

【対策の選定】

- ・文化財としての価値を損ねることのないよう、天井裏で補強する方向で検討
- ・壁際や天井折れ曲がり部分のクリアランスがとれないため、^{ごうてんじょう}格天井の剛性を確保し、建物と天井が一体的に挙動するように補強
- ・地震力により格子が破壊され得るため、落下防止について検討
- ・建築基準法の適用除外建物であるが、既存の²吊り天井を存置するため、第三者評価による安全性の担保として、設計に関して一般財団法人日本建築センターの評定を取得できるよう計画
- ・補強等について6案から文化財保護の観点や、コスト及び工期等を比較して選定

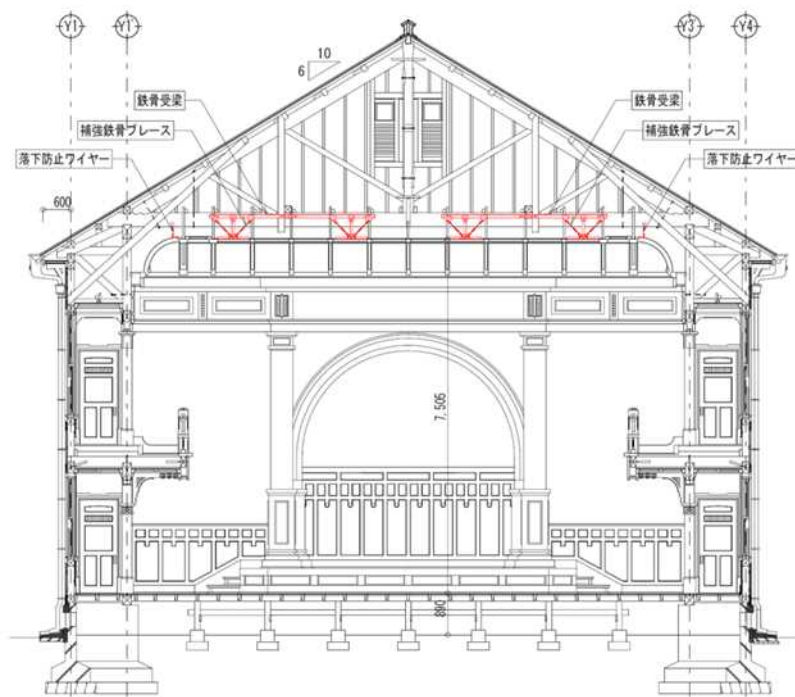
(比較表)

	改修項目	対策案/工法・仕上材	コスト		使用不可期間 (実費工期) ヶ月	意匠性	安全性	耐久性	使用者 の要望	採択			
			概算 万円	工事価格									
既存		天井 木製格天井(鏡板:化粧合板) 木製天井下地											
改修 (耐震化)	既存天井 残置	対策案1-1 天井下地補強 スリット (仕上材残置)	天井下地斜め材設置 壁とのり合い部スリット設置	◎	約3.0 (約4.0)	○	壁とのり合い部にスリットを設けることにより、装飾性の高いR形状の格子が切断されてしまう。	○	落下防止措置により問題なし	○	◎	○	
		対策案1-2 天井下地補強 建物一体化 (仕上材残置)	天井下地斜め材設置	◎	約3.0 (約4.0)	○	変更なし	◎	落下防止措置により問題なし	○	◎	○	
		対策案2 吊ワイヤー (仕上材残置)	天井格子準線に吊ワイヤー・ワイヤー 吊り用鉄骨ぶどう棚設置	○	約3.0 (約4.0)	○	変更なし	◎	落下防止措置により問題なし	○	◎	○	
		対策案3 天井下地補強 十吊ワイヤー (仕上材残置)	天井下地斜め材設置 天井格子準線に吊ワイヤー・ワイヤー 吊り用鉄骨ぶどう棚設置	△	約4.5 (約5.5)	○	変更なし	◎	落下防止措置により問題なし 天井補強と防護措置の二重の 対策	◎	問題なし	◎	○
		対策案3-1 天井下地補強 壁とのり合い R部分 吊りワイヤー (仕上材残置)	天井下地鉄骨斜め材及び鉄骨受け梁 設置 壁とのり合いR形状部分格子に吊り ワイヤー設置	○	約4.5 (約5.5)	○	変更なし	◎	落下防止措置により問題なし	○	◎	○	☆
		対策案4 防護ネット (仕上材残置)	防護ネット・鉄骨受材設置	△	約4.5 (約5.5)	○	ネット・鉄骨が見えるため意匠 性は劣る	△	落下防止措置により問題なし	○	◎	○	

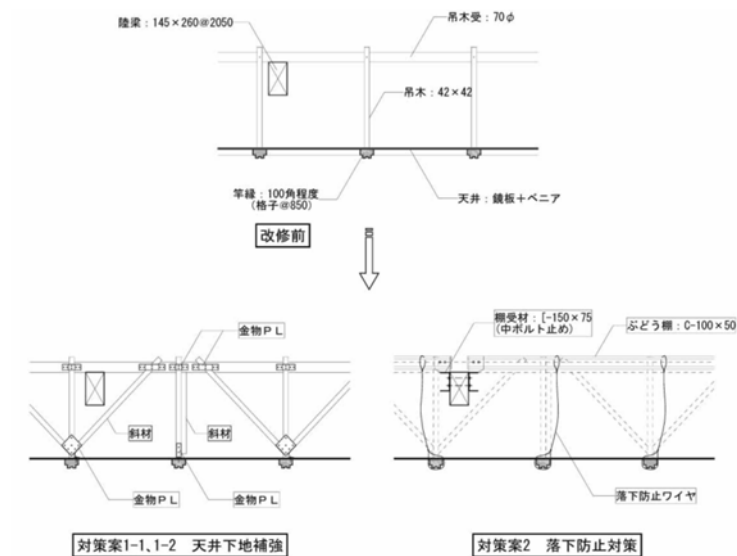
■ 対策の概要

【対策の概要】

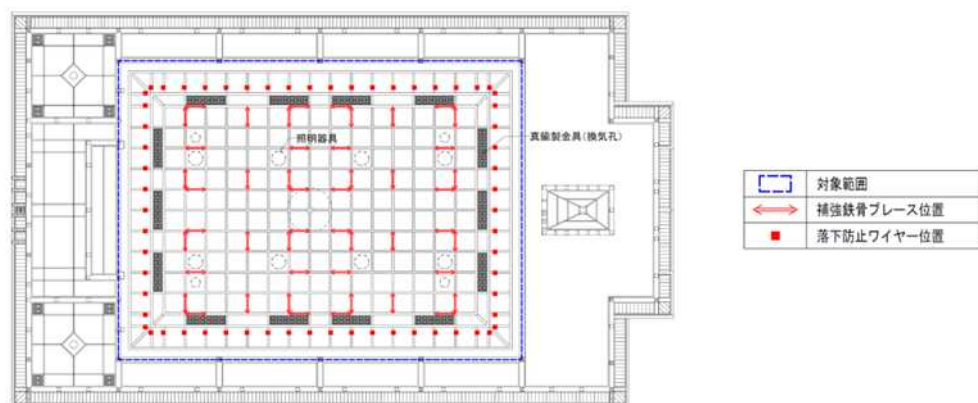
- ・天井裏に鉄骨受梁及び鉄骨ブレースを設置することで内観を尊重
- ・クリアランスを取ることができないため、格天井アーチ部分の破壊に備えて梁から落下防止ワイヤーを設置
- ・日本建築センターの評定に当たっては、落下防止対策の考え方や、各部材のバックデータを詳細に提出



対策後の断面図



屋根・天井の断面図



対策後の天井伏図

【補強に伴う関連工事】

- ・シャンデリア及び電動昇降式水銀灯及び壁掛け時計は、吊り元等を補強し、落下防止ワイヤを設置
- ・その他の照明器具及び放送設備に落下防止ワイヤを設置
- ・バトン等ステージ懸垂物は、取付け金物及び吊りロープ等を更新して落下防止

■事業成果の情報発信

- ・一般財団法人日本建築センターにおいて機関誌による配信及びホームページの完了報告一覧へ掲載予定

事例3（東京藝術大学奏楽堂）

主な対策項目	既存の可動式の吊り天井について、建物本体も含めた高度な立体解析により加速度や変位を確認して補強や衝撃緩衝を設置
--------	---

建物用途(室用途)	音楽ホール	延べ面積	6,540 m ²
構造・階数	SRC5-2	建築年	平成 10 年
建物高さ	27.0m	軒高	24.5m
対象室面積	1,252 m ²	天井高さ	10.8~15.8m
天井面積	可変天井(客席)767 m ² 音響反射板(舞台)208 m ²	天井の質量	186t(62t×3 面) 70t(43t+27t)
構造体の耐震診断	新耐震	構造体の耐震改修	—
吊り長さ	可変天井(客席) 約 2.1~7.1m 音響反射板(舞台) (1)約 4.0~20m、(2)約 4.6~21.6m		
備考(天井の形状等)	構造フレームすのこ面に吊物装置を備えた、可変式天井(ガラス繊維補強コンクリート板)		



対策前の可変天井内観



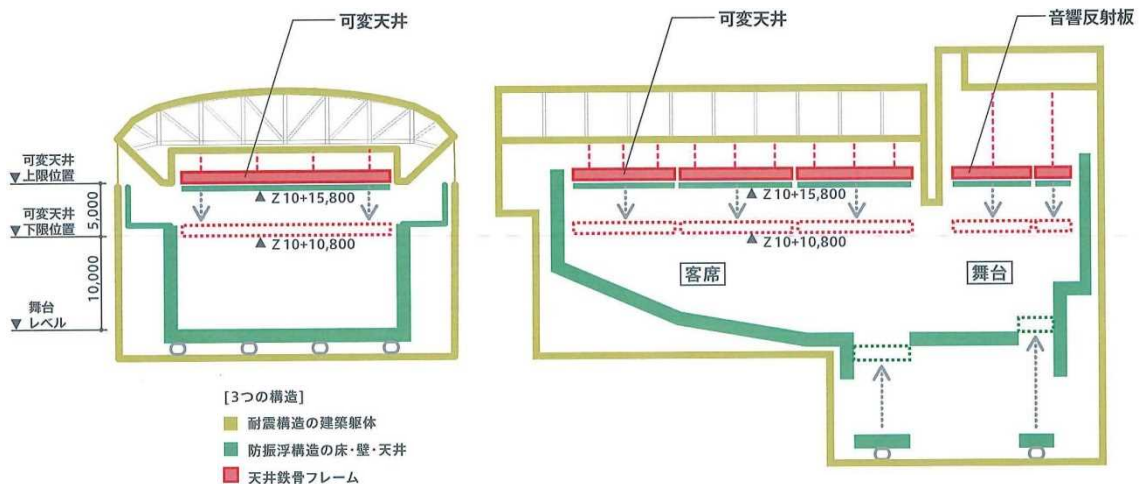
対策前の音響反射板内観



対策前の可変天井上部



対策前の音響反射板上部



音楽ホールの構成

■ 診断の概要

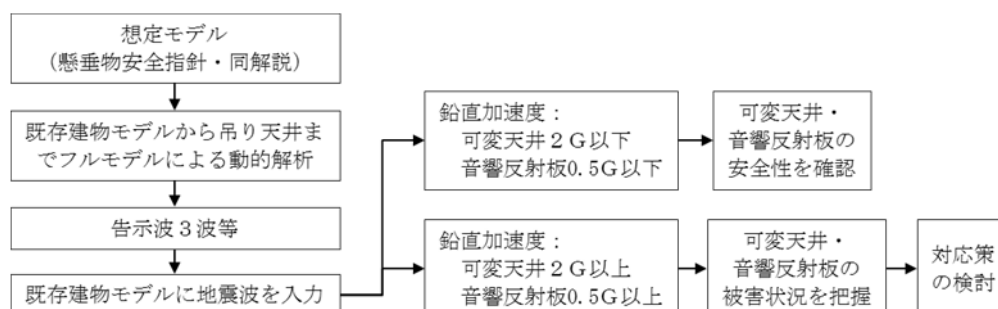
- ・本施設は、特殊な構造を持つ可変天井をはじめ、音楽を奏でる空間として一つ一つのディテールが、音響に特殊な効果をもたらしている、世界でもまれな建物であり、許容できる安全基準の考え方について、手引がそのまま適用できないため、独自の点検要領の構築が必要
- ・可変天井は、平成6年の新築時に2質点モデルの時刻歴応答解析を行うことにより財団法人日本建築センターの構造評価を取得しており、天井フレームや駆動機構等の現状設定が、評価時の設定に適合していることを、実地点検により確認
- ・音響反射板は舞台機構の一部であるため評価の対象外であったが、可変天井と同様に「懸垂物安全指針・同解説(財団法人日本建築センター)」に準拠した設計であることから、天井と同様に設定を確認
- ・東日本大震災では、音響反射板同士がぶつかり合う事象が発生

■ 対策の検討過程

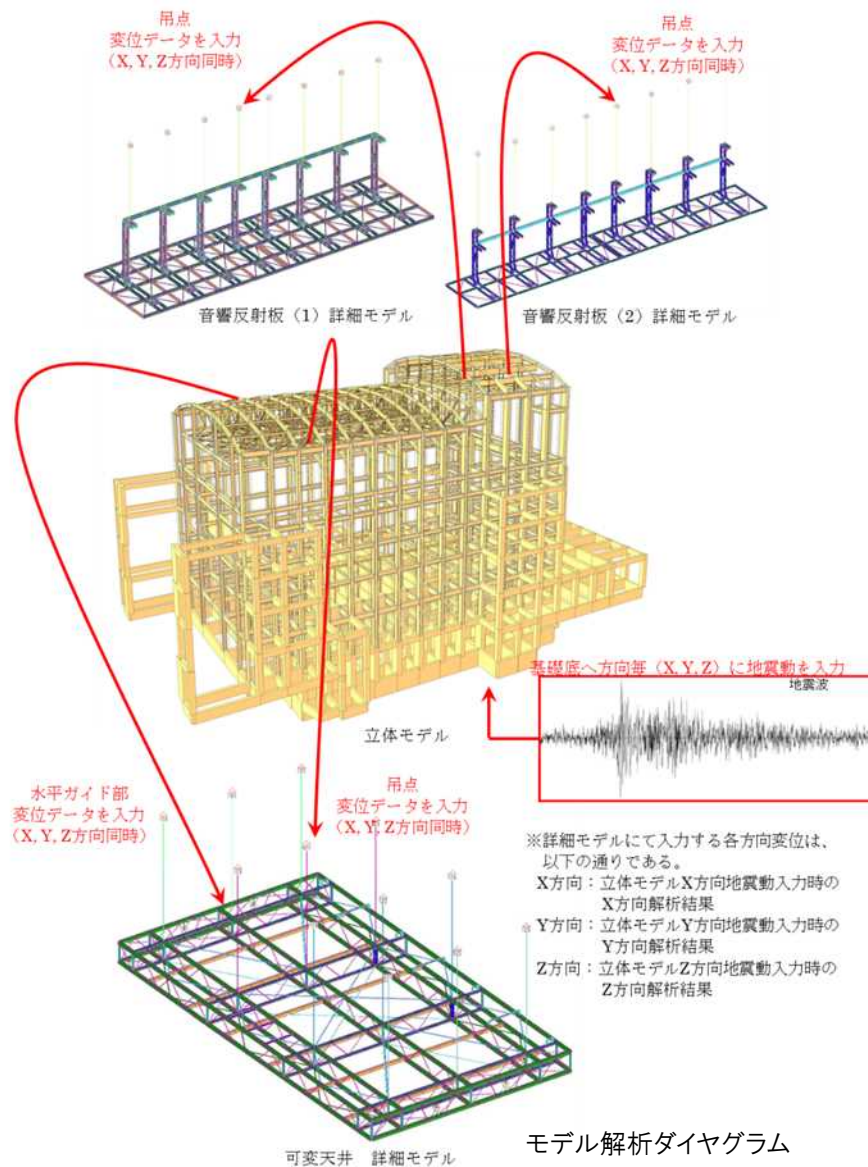
- ・音楽ホールは、音楽教育・研究の場としての機能や様々な演奏、演目及び試験等の音楽形態に対応できる卓越した音響特性を発揮するために、可変式の天井と音響反射板が必要

【対策の選定】

- ・平成6年の評価当時から20年が経過し、関係法令の改正や東日本大震災等の地震被害を踏まえた安全に対する意識の高まりから、本建物の天井に求められる安全性が変化
- ・対策の検討に当たっては、建物本体も含めた立体のフルモデルによる時刻歴応答解析から得られた天井材の加速度及び変位の時刻歴を用いて取付け部の安全性を確認



- ・音響反射板は舞台装置の一部であるが、ワイヤロープで吊られ、水平方向に自由に動き、固定のできない大規模な板であり、天井として検証
- ・解析結果については、第三者評価による安全性の担保として、設計に関し一般財団法人日本建築センターの評定を取得できるよう計画

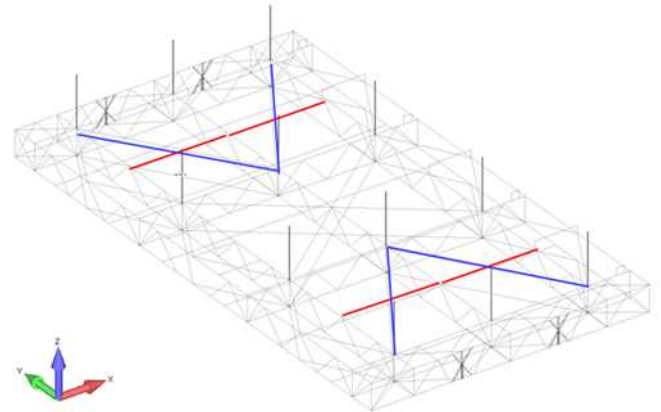
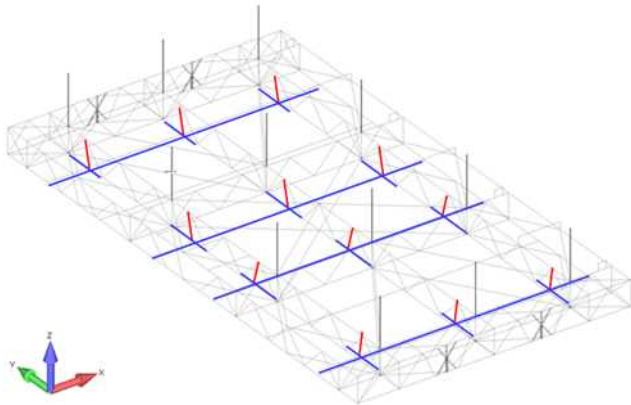


■ 対策の概要

【対策の概要】

- ・既存天井等の補強と破損防止により、意匠性と音響性能を維持
- ・可変天井は、水平ブレース、天井材取付け梁、それを受けるトラスの下弦材及びトラス先端縦材を補強
- ・音響反射板は、反射板相互の衝突に対して緩衝材を設置し、急な脱落、破損落下を回避するとともに、運用上の対策としての避難計画と綿密に調整し、安全性を確保

- ・建物本体及び吊り天井をモデル化するための想定条件の整理とモデル構築について、仕様の検討や、モデル化により得られる地震応答解析結果を踏まえたモデルの妥当性についての検証に、多くの時間が必要



※青線は許容応力度を越えている部材を示し、赤線は補強部材を示す

天井材取付け^{はり}梁・トラス下弦材の補強

水平ブレース材の補強

【補強に伴う関連工事】

- ・なし

■事業成果の情報発信

- ・事業報告書を類似規模及び吊物機構を有する音楽ホール所有者に配布し、意見交換予定
- ・一般財団法人日本建築センターにおいて機関誌による配信及びホームページの完了報告一覧へ掲載予定

事例4（信州大学教育学部附属長野小学校ランチルーム）

主な対策項目	既存の円すい状吊り天井を撤去し、耐震性を計算ルートにより検証した吊り天井を再設置
--------	--

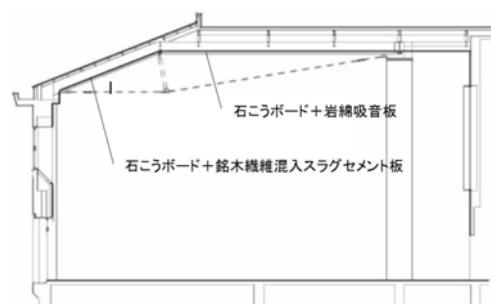
建物用途(室用途)	校舎(ランチルーム)	延べ面積	6,313 m ²
構造・階数	R(一部 S)1	建築年	平成 9 年
建物高さ	14.99m	軒高	11.70m
対象室面積	366 m ²	天井高さ	7.91~9.540m
天井面積	366 m ²	天井の質量	16kg/m ²
構造体の耐震診断	新耐震	構造体の耐震改修	—
吊り長さ	約 0.8m		
備考(天井の形状等)	円すい及びフラットな金属屋根に、円すい天井(石こうボード+ 銘木繊維混入スラグセメント板)及び平天井(石こうボード+岩綿吸音板)		



対策前の内観



対策前の外観



対策前の断面図

■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		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	クリアランスが全くない	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	吊り長さが違う	撤去等検討	図面診断
	3-1	壁際のクリアランス		撤去等検討	要補強
	3-2	天井の耐震措置の有無		撤去等検討	要補強
	3-3	斜め部材の有無		撤去等検討	要補強
	3-4	吊り天井の有無		撤去等検討	要補強
	3-5	壁際のクリアランス		撤去等検討	要補強
	3-6	斜め部材の有無		撤去等検討	要補強
3-7	天井の耐震措置の有無		撤去等検討	要補強	
3-8	吊り天井の有無		撤去等検討	要補強	
2節	付1-1	照明設備の取付部分	天井張り替えに伴い撤去再取付けとする	要対策	OK
		照明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
	付1-2	吊下式バスケットヨールの状況		要対策	OK
		壁面式バスケットヨールの状況		要対策	OK
	付1-3	その他の設備の取付部分	壁付きのノットラップ、スピーカー、暖房機及びびんの取付けに問題はない 壁付き時計は簡易的に取り付けられている	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	既存鉄骨梁が張弦材として機能しているかターンバックルのトルクを検査する必要がある	要対策	実地診断 OK

■対策の検討過程

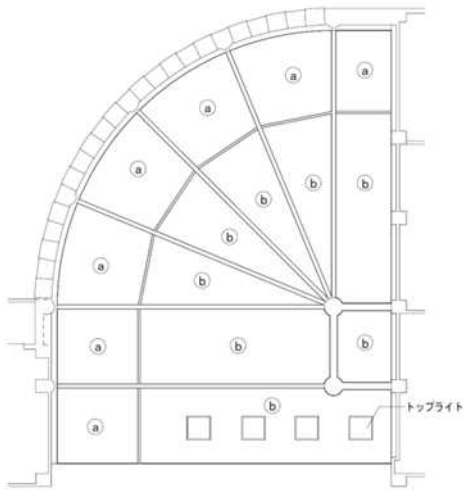
【対策の要件】

- ・衛生上の観点から、鉄骨に吹き付けられた既存ロックウールの飛散防止のために、天井が必要
- ・給食以外にも多目的に使用されており、意匠性や吸音性が必要

【対策の選定】

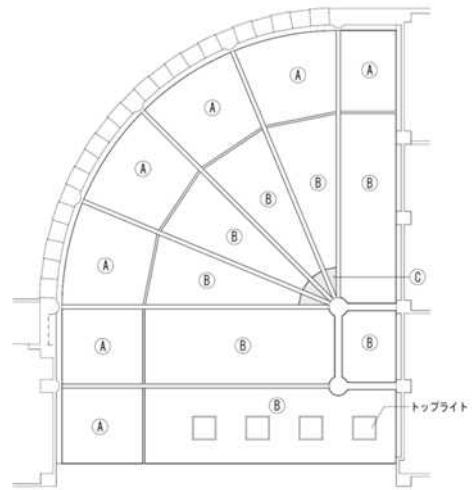
- ・クリアランスや斜め部材がなく、吊り長さも違うため補強は不可能と判断
- ・天井が必要だが、各区画が矩形でない上に狭いことから、技術基準の仕様ルートに適合する斜め材を必要数設置することが困難なため、計算ルートによる検証を行い、設計に関し一般財団法人日本建築センターの評定を取得するよう計画
- ・撤去等を含めた 11 案から吸音性、断熱性、コスト、意匠性等を比較し選定

凡 例	
(a)	化粧銘木繊維混入スラグセメント板 t-5.8+石膏ボード t-9.5
(b)	岩綿吸音板 t-12+石膏ボード t-9.5



対策前の天井伏図

凡 例	
(A)	不燃認定木目調壁紙+石膏ボード t-9.5
(B)	岩綿吸音板 t-9+石膏ボード t-9.5
(C)	グラスウールボード t-25 (化粧ガラス不織布)



対策後の天井伏図

【再設置に伴う関連工事】

- ・トップライトに飛散防止フィルム及び落下防止用の防護ネットを設置
- ・照明及び放送設備の撤去、再取付け及び落下防止ワイヤを設置
- ・パトランプ等壁付き設備に落下防止ワイヤを設置

■事業成果の情報発信

- ・一般財団法人日本建築センターにおいて機関誌による配信及びBCJ ホームページの完了報告一覧へ掲載予定

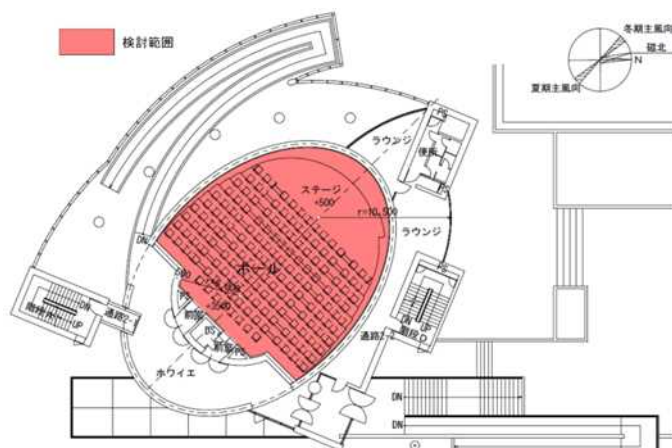
事例5（鹿児島大学稲盛会館）

主な対策項目	壁と連続した球形の吊り天井を撤去し、十分な強度と剛性を有し、躯体と一体で挙動する骨組みによる直天井及び壁を再設置
--------	--

建物用途	講堂	延べ面積	1,482 m ²
構造・階数	R3-1	建築年	平成 16 年
建物高さ	18.65m	軒高	15.55m
対象室面積	213 m ²	天井高さ	11.55m
天井面積	463 m ²	天井の質量	20kg/m ²
構造体の耐震診断	新耐震	構造体の耐震改修	—
吊り長さ	約 0.3m		
備考(天井の形状等)	球形屋根躯体に平行な球形天井(繊維混入石こうボード+ガラスペーパー張り)		



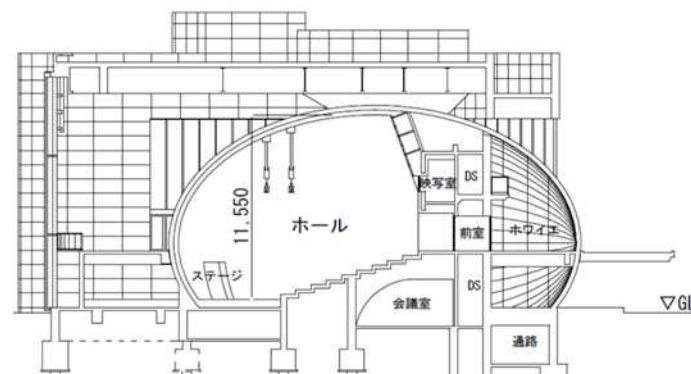
対策前の内観



対策前の2階平面図



対策前の外観



対策前の断面図

■ 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・トラスとスラブの裏面は見えない	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	クリアランスがない	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	天井の耐震措置に関する特記事項の記載がない	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	おおむね平行である(曲面)	撤去等検討	図面診断	
	3-1	野縁等の位置		撤去等	実地診断	OK
	3-2	天井の質量区分		撤去等	実地診断	OK
	3-2	高部材と天井断面の確認		撤去等	実地診断	OK
	3-3	吊り天井の方向		撤去等	実地診断	OK
	3-4	吊りボルトの間隔		撤去等	実地診断	OK
3-5	斜め部材の組立アリの空面積		撤去等	実地診断	OK	
3-5	斜め部材の寸法バランス		撤去等	実地診断	OK	
3-6	斜め部材の形状		撤去等	実地診断	OK	
3-6	斜め部材の材料		撤去等	実地診断	OK	
3-6	斜め部材の接合部		撤去等	実地診断	OK	
3-7	野縁の張り出し部分の設置等の箇所のクリアランス		撤去等	実地診断	OK	
3-8	吊り天井の仕様		撤去等	実地診断	OK	
3-8	かたの仕様		撤去等	実地診断	OK	
3-8	右記ボードの取付方法の仕様		撤去等	実地診断	OK	
2節	付1-1	照明設備の取付部分	ひび割れや変形、腐食、緩みが見当たらず、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	ワイヤ等落下防止対策の措置がされていない	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	
	付1-2	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	ひび割れや変形、腐食、緩みが見当たらず、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		ワイヤ等落下防止対策の措置がされていない	要対策	OK		
3節	付2	教育屋根の定着部の状況		要対策	実地診断	OK
		屋根構面の仕様		要対策	実地診断	OK

ステップ1で撤去等検討に該当するため確認を省略

■ 対策の検討過程

【対策の要件】

- ・学会や講演会に利用されているホールであり、また、寄附建物であることから、音響性能や意匠性の確保が必要

【対策の選定】

(工法比較表)

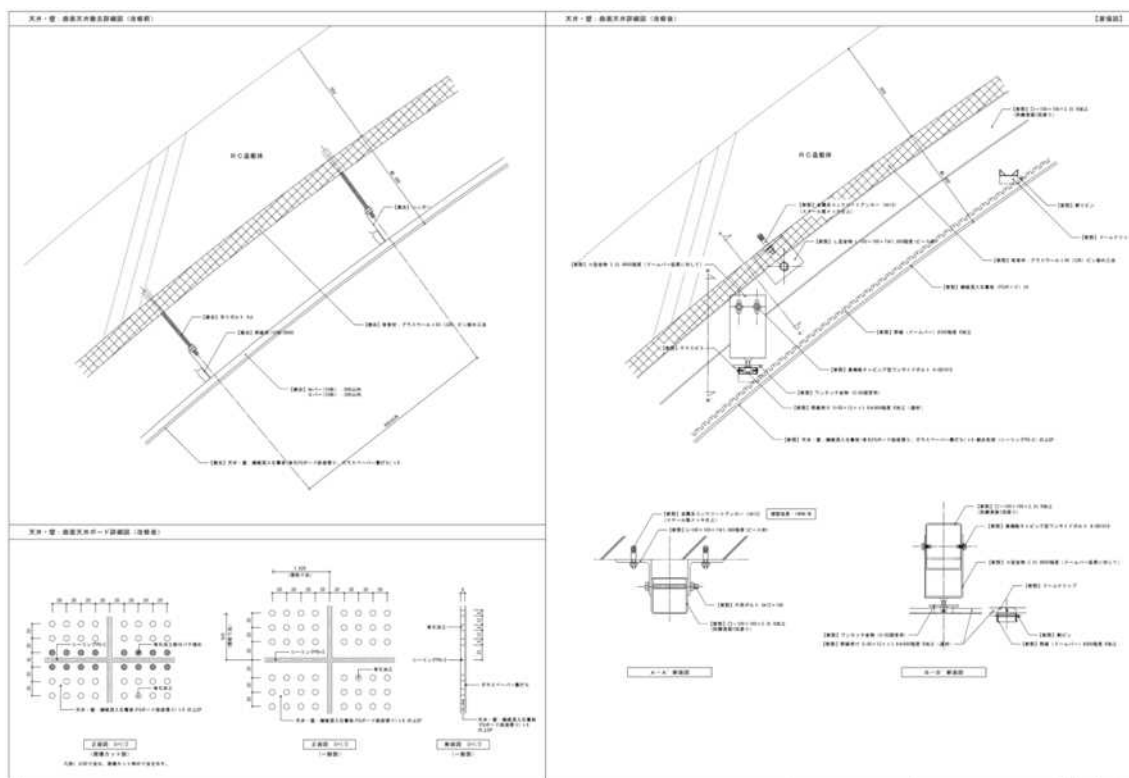
項目	案1	案2	案3
特徴	天井・壁一体型 角パイプを放射線状に設置し、それに軽量の野縁受け、野縁を取り付ける。	天井頂部水平型 壁と天井に分割、天井は水平の吊り天井	壁と天井に分割、天井は曲面の吊り天井
施工性	天井、壁が同じ仕様のため施工しやすく取り合いも少	天井と壁の間の納まり(隙間を均一にすることが難しい)	天井と壁の間の納まり(隙間を均一にすることが難しい)
工期	天井、壁が同じ工法のため他案に比べると短い。 約6ヶ月	天井、壁の工法が異なるため案1に比べると長い。 約7ヶ月	天井、壁の工法が異なるため案1に比べると長い。 約7ヶ月
意匠性	現状と同じ形状	デザインが現状と異なる	現状と同じ形状 クリアランス部分の納めに工夫が必要。
コスト (直接工事費)	1	1	1
総合評価	現状と同じ形状となり寄附建物であることから意匠性、音響性においても良い。また、評定期間についても他の案に比べ期間が短いと思われる。	デザインが現状と異なり、イメージが変わる。音響性にも問題あり。	現状に近いが、工期・施工性にやや問題がある。

- ・要件を満たすために、補強又は再設置のいずれかによる対策として検討を開始
- ・天井と壁が連続しクリアランスを設けられないこと、斜め部材が配置されていないこと、吊りボルトが鉛直でないこと及び天井ふところが狭い(300 mm)こと等から、既存天井等を撤去後、再設置による対策手法を選択
- ・再設置について3案から意匠性、コスト及び工期等を総合的に比較
- ・天井の再設置については、第三者評価による安全性の担保として、設計に関し一般財団法人日本建築センターの評定を取得できるよう計画

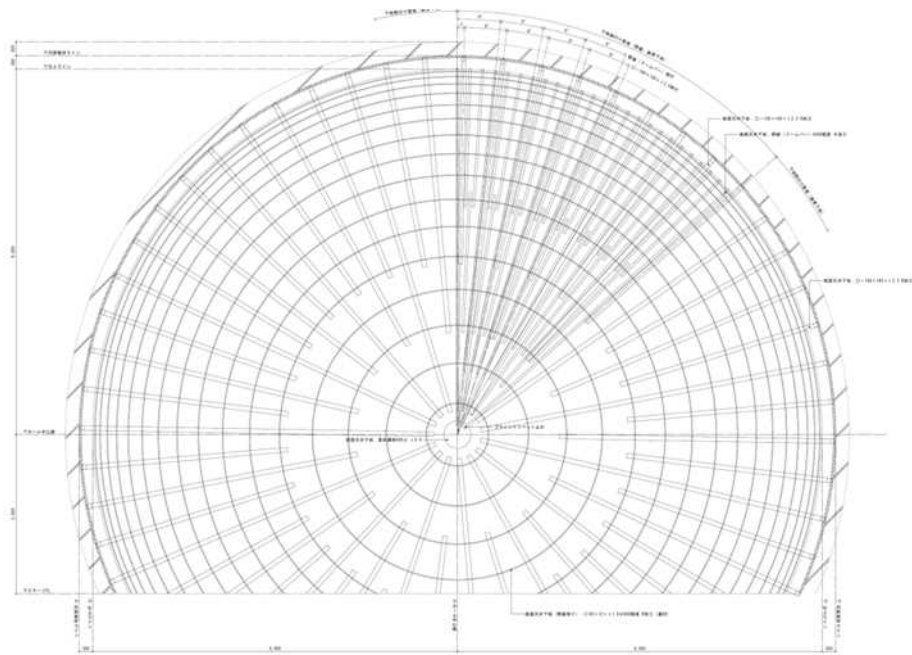
■対策の概要

【対策の概要】

- ・既存と同じ形状及び仕上げとし、意匠性と音響性能を確保
- ・再設置の天井及び壁下地は、十分な剛性及び強度を有し、躯体と一体で挙動する鉄骨骨組みとすることで、吊り構造の天井ではない直天井となり、クリアランスも必要ない設計
- ・曲面吊り天井は、構造解析が非常に複雑になり対応可能な天井材製造者がいないため、直天井を選択
- ・吊り天井の場合、既存天井インサートの再利用が原則であり、あと施工アンカーは全体の30%以内とすることが必要だが、現実的には既存アンカーの再利用は困難なこともあり、直天井を選択
- ・構造計算に際しては、部材間接合部の強度確認のための試験データが必要であり、試験のためのコストや期間が過度に生じないように、接合部数の抑制を検討(試験機関の繁忙期には、試験に時間を要することにも留意)



対策前後の詳細図



対策の下地割り付け図

【再設置に伴う関連工事】

- ・壁取り合い部分の改修
- ・光ファイバー照明及び映像音響装置の撤去及び再取付け
- ・電動スクリーンは、撤去及び再取付けの上、落下防止チェーンを設置

■事業成果の情報発信

- ・一般財団法人日本建築センターにおいて機関誌による配信及びホームページの完了報告一覧へ掲載予定

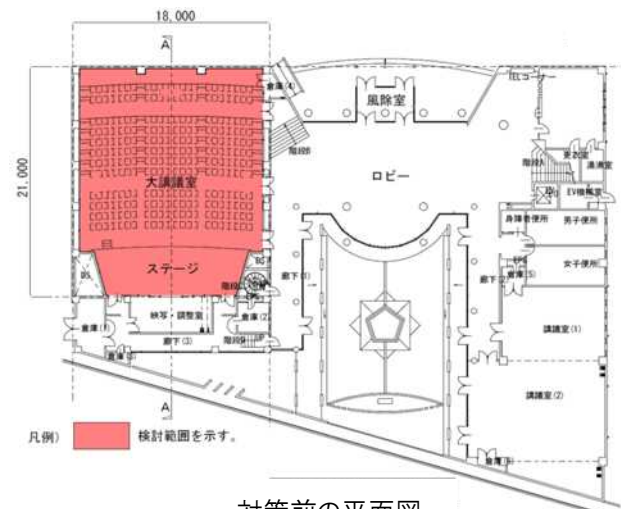
事例6（鹿児島大学鶴陵会館）

主な対策項目	波形状の吊り天井を撤去し、十分な強度と剛性を備え、躯体と一体で挙動する鉄骨骨組みによる直天井を再設置
--------	--

建物用途	講堂	延べ面積	1,647 m ²
構造・階数	R2-1	建築年	平成8年
建物高さ	13.3m	軒高	12.3m
対象室面積	354 m ²	天井高さ	9.7m
天井面積	329 m ²	天井の質量	40kg/m ²
構造体の耐震診断	新耐震	構造体の耐震改修	—
吊り長さ	約 2.2~5.3m		
備考(天井の形状等)	フラットな屋根スラブに波形状の天井(石こうボード+岩綿吸音板張り)		



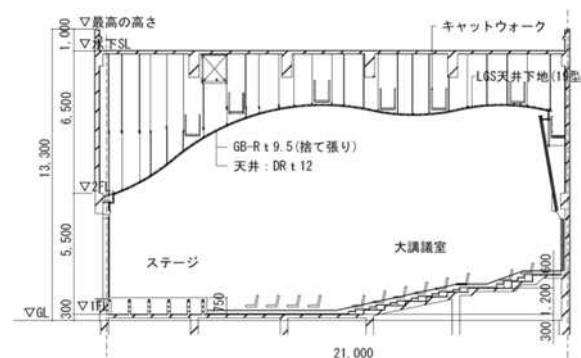
対策前の内観



対策前の平面図



対策前の天井裏



対策前の断面図

■ 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・トラスとスラブの裏面は見えない	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	クリアランスがない	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	天井の耐震措置に関する特記事項の記載がない	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	ステップ1で撤去等検討に該当するため確認を省略	撤去等	現地診断	OK	
	3-2	天井の質量区分		撤去等	現地診断	OK	
	3-2	全体的な基礎面の確認		撤去等	撤去等	現地診断	OK
	3-3	高圧配電盤の位置		撤去等	撤去等	現地診断	OK
	3-3	吊りボルトの方向		撤去等	撤去等	現地診断	OK
3-4	吊りボルトの間隔	撤去等		撤去等	現地診断	OK	
3-5	斜め部材の固定バランス	撤去等		撤去等	現地診断	OK	
3-5	斜め部材の1部の形状	撤去等		撤去等	現地診断	OK	
3-6	斜め部材の材料	撤去等		撤去等	現地診断	OK	
3-6	斜め部材の接合部	撤去等		撤去等	現地診断	OK	
3-7	段差や折れ曲がり部分の設置部の周囲のクリアランス	撤去等	撤去等	現地診断	OK		
3-8	ハンガーの仕様	撤去等	撤去等	現地診断	OK		
3-8	クリップの仕様	撤去等	撤去等	現地診断	OK		
3-8	石ゴボートの取付方法の仕様	撤去等	撤去等	現地診断	OK		
2節	付1-1	照明設備の取付部分	ひび割れや変形、腐食、緩みが見当たらず、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	ワイヤ等落下防止対策の措置がされていない	要対策	OK		
	付1-2	吊下式バスケットコールの状況		要対策	OK		
	付1-3	その他の設備の取付部分	ひび割れや変形、腐食、緩みが見当たらず、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	ワイヤ等落下防止対策の措置がされていない	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		要対策	実地診断	OK	

■ 対策の検討過程

【対策の要件】

- ・学会や講演会に利用されているホールであり、また、寄附建物であることから、音響性能や意匠性の確保が必要

【対策の選定】

(比較表)

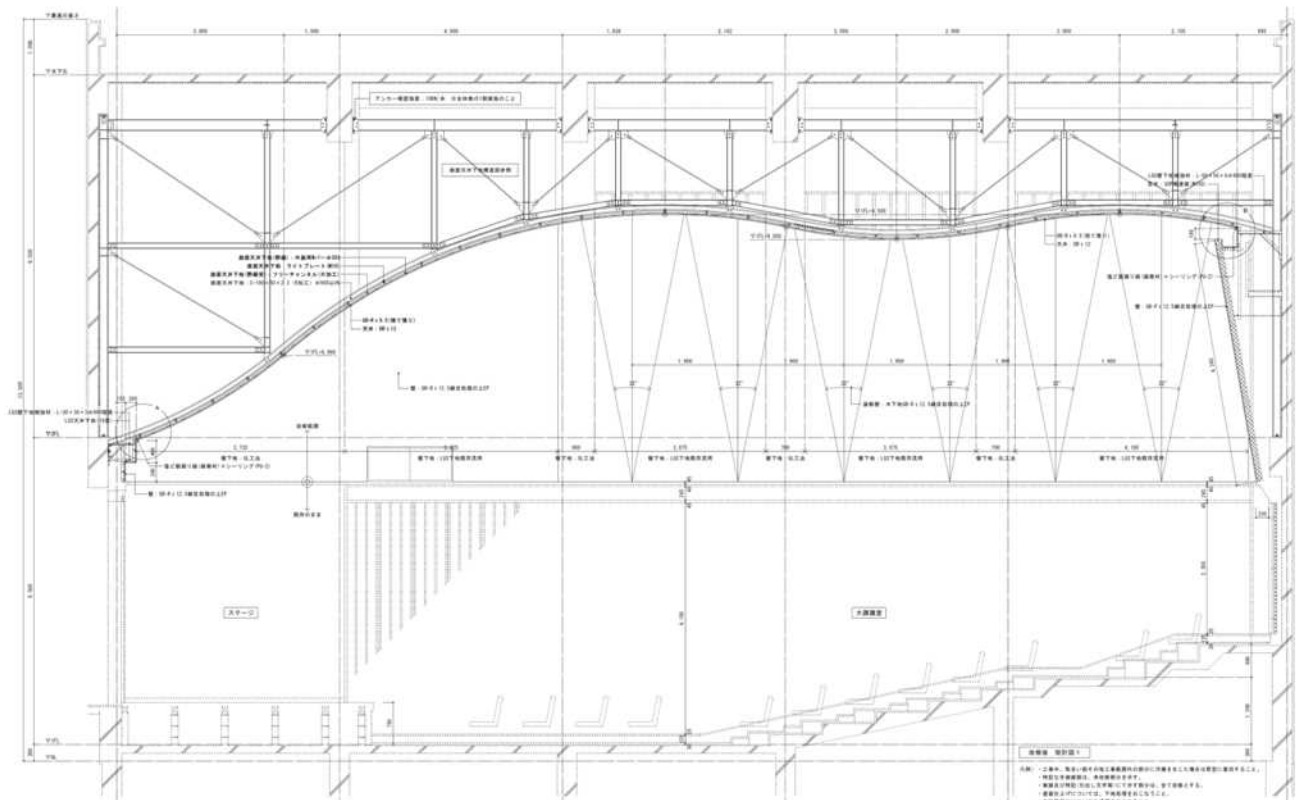
項目	案1	案2	案3
特徴	現状の曲面形状で新規に改修 鉄骨下地を組み、C型鋼に軽量鉄骨の野縁受、野縁を取り付ける。	現状の曲面形状を平面にして新規に改修 天井は2分割、受け材を設け吊り長さを一定(3m以下)にする。	現状の曲面形状で既存吊りボルトにプレス補強を行う。 既存材の再利用案
施工性	施工しやすい。	○ 受け材の設置が難しい。	○ 施工が難しい 既存下地流用の場合仕上げ面に不陸が発生しやすい。また新設アンカーが30%を越える可能性がある。
工期	約5ヶ月	○ 約4ヶ月	● 既存の吊り材位置・強度等の現地調査に時間を要する。 約6ヶ月
意匠性	現状と同じ形状	● デザインが現状と異なる	△ 現状と同じ形状
コスト (直接工事費)	—	○	●
総合評価	現状と同じ形状となり寄附建物であることから意匠性、音響性においても良い。また、評定期間についても他の案に比べ期間が短いと思われる。	● デザインが現状と異なり、イメージが変わる。音響性にも問題あり。	○ 調査が必要でコストもかかり、また既存部と新設部との責任の所在が難しくデメリットが多い。

- ・天井が必要であるため、補強又は再設置のいずれかによる対策として検討を開始
- ・補強又は再設置の3案について意匠性、コスト及び工期等を総合的に比較
- ・補強の場合、吊りボルト長さが均一にならず、解析が複雑になること等から、天井を撤去し再設置する対策手法を選択
- ・天井の再設置については、第三者評価による安全性の担保として、設計に関し一般財団法人日本建築センターの評定を取得できるよう計画

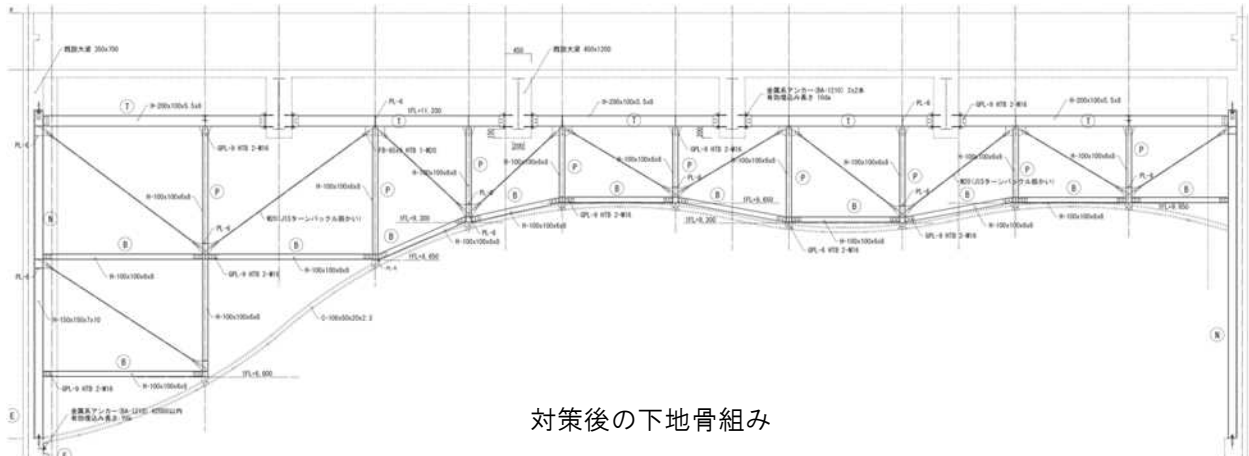
■ 対策の概要

【対策の概要】

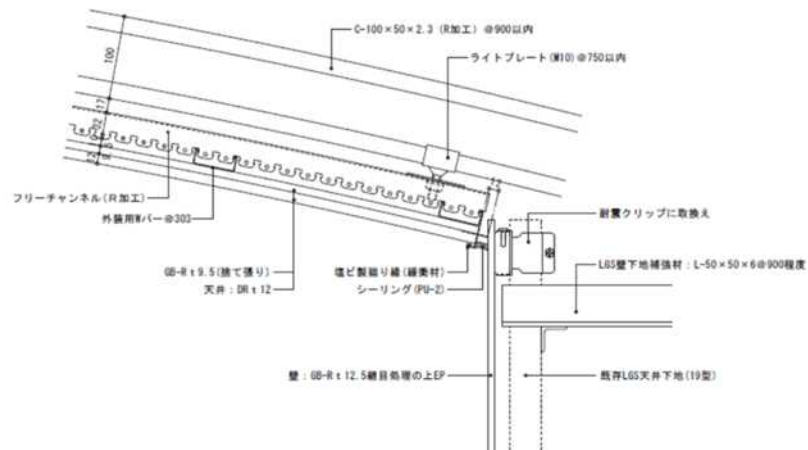
- ・既存と同じ形状及び仕上げとし、意匠性と音響性能を確保
- ・再設置の天井下地は、十分な剛性及び強度を有し、躯体と一体で挙動する鉄骨骨組みとすることで、吊り構造の天井ではなく直天井となり、クリアランスも必要ない構造として設計
- ・吊り天井の場合、既存天井インサートの再利用が原則であり、あと施工アンカーは全体の30%以内とすることが必要だが、現実的には既存アンカーの再利用は困難なこともあり、直天井を選択
- ・日本建築センターの評定には、部材間接合部の強度確認のための試験データが必要であり、試験のためのコストや期間が過度に生じないように、接合部数の抑制を検討(試験機関の繁忙期には、試験に時間を要することにも留意)



対策後の断面図



対策後の下地骨組み



壁取り合い部詳細

【再設置に伴う関連工事】

- ・壁取り合い部分の改修
- ・照明及び映像音響装置の撤去及び再取付けの上、落下防止チェーンを設置
- ・空調用ダクトの撤去及び更新の上、落下防止チェーン付き吹き出し口を設置

■事業成果の情報発信

- ・一般財団法人日本建築センターにおいて機関誌による配信及びホームページの完了報告一覧へ掲載予定

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

文部科学省では、「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」等を用いた総点検及び対策を進める場合の技術的な留意点等の整理を行う「先導的開発事業(委託事業)」を実施し、その成果を全国に発信することで、天井等落下防止対策の完了の加速化を図っている。以下、平成26年度に実施された事業の概要を掲載する。

1. モデル1 (設計+対策工事)


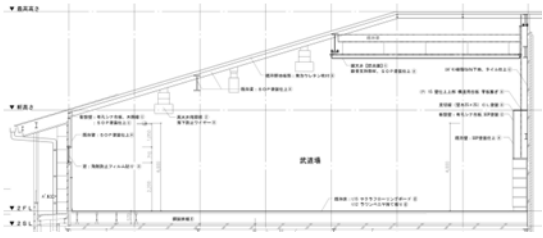
基本情報	朝日町(富山県・朝日中学校体育館) 屋内運動場 RS造 天井1,113㎡ S57年築	【撤去】	事例集 事例1参照
基本情報	国立大学法人 鹿児島大学 講堂(稲盛会館) R造 天井463㎡ H16年築	【直天井再設置】	事例集 事例5参照
基本情報	野木町(栃木県・野木第二中学校体育館) 屋内運動場 S造 天井1,326㎡ H2年築	【撤去】	
対策前後の状況	対策前	対策後	
			
概要	○鉄骨寄棟屋根、船底天井 ○化粧石膏ボード(15~20kg/㎡)	○既存吊り天井撤去 ○野地板:発泡ウレタン吹付け、鉄骨梁:塗り替え ○照明器具等再設置及び落下防止ワイヤ設置	
基本情報	国立大学法人 信州大学(教育学部第二体育館) 屋内運動場 RS造 天井637㎡ S39年築	【撤去】	
対策前後の状況	対策前	対策後	
			
概要	○鉄骨山形屋根、船底天井 ○化粧石膏ボード(10kg/㎡)	○既存吊り天井撤去 ○環境配慮型不燃断熱材吹付け ○照明等設備及び体育器具の再設置及び落下防止ワイヤ等設置	


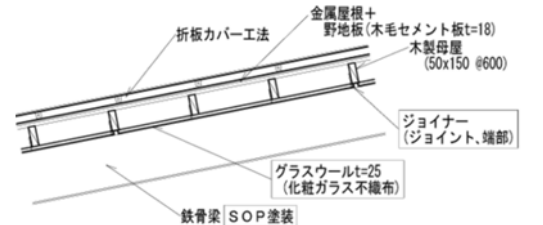
基本情報	独立行政法人高等専門学校機構 明石工業高等専門学校（体育館） 屋内運動場 S造 S40年築	
対策前後の状況	対策前	対策後
		
概要	○山形屋根、天井なし	○既存バスケットゴール撤去 ○壁付けゴール調整、防球ネット滑車交換 ○昇降式照明器具の取付け部調整


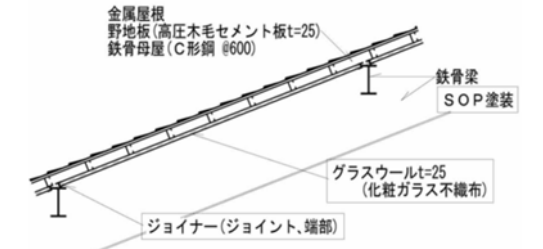
基本情報	独立行政法人高等専門学校機構 明石工業高等専門学校（武道場） 屋内運動場 S造 天井 242㎡ S42年築 【撤去】	
対策前後の状況	対策前	対策後
		
概要	○鉄骨山形屋根、船底天井・一部梁形 ○石こうボード(2kg/㎡以上)	○既存吊り天井撤去 ○発泡硬質ウレタン+湿式不燃断熱材吹付け ○鉄骨梁塗装、天井壁取合い部補修 ○照明器具取替え、換気ダクト塗装

モデル2（設計のみ）

基本情報	国立大学法人 信州大学（繊維学部講堂） 講堂 W造 天井 201㎡ S4年築 【補強】	事例集 事例2参照
基本情報	国立大学法人 東京芸術大学（奏楽堂） 音楽ホール SRC造 天井 767㎡+音響反射板 208㎡ H10年築 【補強】	事例集 事例3参照
基本情報	国立大学法人 信州大学 【吊り天井再設置】 （教育学部附属長野小学校校舎） ランチルーム R(一部S)造 天井 366㎡ H9年築	事例集 事例4参照
基本情報	国立大学法人 鹿児島大学（鶴陵会館） 【直天井再設置】 講堂 R造 天井 329㎡ H8年築	事例集 事例6参照

基本情報	野木町（栃木県・野木第二中学校武道場） 屋内運動場 S造 天井 682 m ² H2年築	【撤去、幕天井再設置】
対策前後の状況	対策前	対策後イメージ（予定）
		
概要	<ul style="list-style-type: none"> ○鉄骨寄棟屋根、フラット天井 ○化粧石膏ボード(15~20kg/m²) 	<ul style="list-style-type: none"> ○既存吊り天井撤去 ○一部防火膜天井 ○野地板:発泡ウレタン吹付け、鉄骨梁:塗り替え ○照明器具等再設置及び落下防止ワイヤ設置

基本情報	国立大学法人 信州大学（松本第一体育館） 屋内運動場 S造 天井 1,440 m ² S43年築	【 ^{じか} 直天井再設置】
対策前後の状況	対策前	対策後イメージ（予定）
		
概要	<ul style="list-style-type: none"> ○鉄骨山形屋根、船底天井・一部天井なし ○有孔ラワン合板(6kg/m²) 	<ul style="list-style-type: none"> ○既存吊り天井撤去 ○化粧ガラスウール^{じか}直張り ○照明器具及び体育器具等の再設置及び落下防止金物等設置

基本情報	国立大学法人 信州大学（教育学部附属長野小学校体育館） 屋内運動場 RS造 天井 923 m ² H9年築	【撤去】
対策前後の状況	対策前	対策後イメージ（予定）
		
概要	<ul style="list-style-type: none"> ○鉄骨山形屋根、傾斜天井+平天井 ○有孔化粧石膏ボード又は化粧石膏ボード(10kg/m²) 	<ul style="list-style-type: none"> ○既存吊り天井撤去 ○化粧ガラスウール^{じか}直張り ○照明器具及び体育器具等の再設置及び落下防止金物等設置



文部科学省

屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集（追補版）

2015年6月 第3版

ホームページ：http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/bousai/taishin/1346937.htm

<問い合わせ先>

文部科学省大臣官房文教施設企画部施設企画課防災推進室

〒100-8959 東京都千代田区霞が関三丁目2番2号

電話：03-5253-4111(代表)