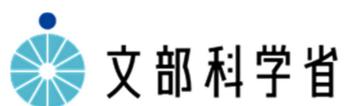


屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集

(平成 27 年度事業 中間報告)

平成 27 年 11 月



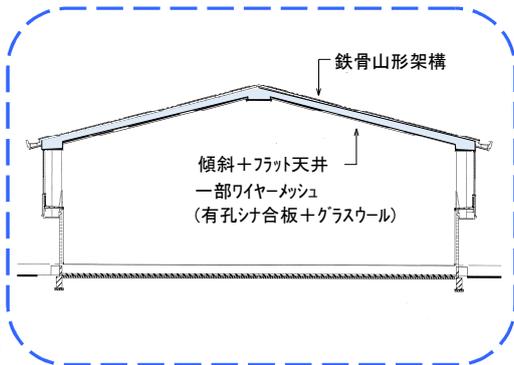
文部科学省

目 次

事例 1 (撤去) 長野県 駒ヶ根市立東伊那小学校体育館天井	1
事例 2 (撤去) 奈良県 河合町立河合第一中学校体育館天井	2
事例 3 (直天井再設置) 和歌山県 湯浅町立田栖川小学校体育館天井	3
事例 4 (直天井再設置) 奈良女子大学附属幼稚園保育棟天井	4
事例 5 (再設置及び補強) 東京工業大学 70 周年記念講堂天井	5
事例 6 (再設置) 京都大学百周年時計台記念館百周年記念ホール天井	6
事例 7 筑波大学第一学群 A 棟横連窓	7

事例 1 長野県 駒ヶ根市立東伊那小学校体育館天井

建物の基本情報



建物名称	駒ヶ根市立東伊那小学校屋内運動場		
建物用途	屋内運動場	延べ面積	1,215 m ²
構造・階数	S2	建築年	1987年
建物高さ	13.5 m	軒高	9.5 m
対象室面積	958 m ²	天井高さ	11 m
天井面積	958 m ²	天井の質量	10 kg/m ²
構造体の耐震診断	—	構造体の耐震改修	—
備考： 鉄骨山形屋根に船底天井の体育館、代替施設が校内や隣地でない			



対策の検討

1) 補強の検討

・壁際の一部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、目視点検により技術基準を満たしていないことが確認できる。
また、既存天井に斜め部材が全く配置されていない。新たに斜め部材を適切に配置することは懐が狭く困難なため、実質的に補強は不可能と考えられ、下地を含めた天井全面撤去が必要である。

2) 天井撤去の検討

・既存天井には開口部があり、天井を撤去しても断熱性の変化は少ないと思われる。
・音響効果について残響時間を計算式より算定すると撤去後でも推奨値の範囲内である。
・そのため天井撤去による機能低下は小さいものと考えられる。

3) コスト面や施工期間の比較(天井面積 958m²)

対策	コスト(参考)	工期(参考)	総合評価
対策1 天井撤去再設置	△	△ (約4ヶ月)	△
対策2 天井撤去	○	○ (約2ヶ月)	○

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	クリアランス一部なし 図面診断
	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
1-4	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が一部異なる 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	—
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	ステップ1で補強は不可能と判断したため実施せず
	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	—

進捗状況

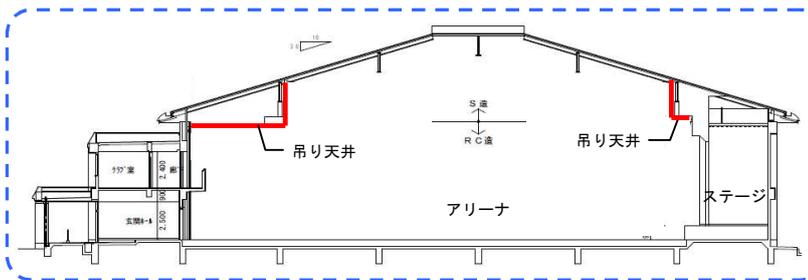
・現在、設計が終了し、積算・入札準備中。
・年内に工事着手し2月中に対策工事終了予定。
(対策工事前後で残響時間を測定して検証予定)

事例 2 奈良県 河合町立河合第一中学校体育館天井

事業の趣旨及び検討体制等

河合第一中学校屋内運動場においては、アリーナのメイン部分は吊り天井はないが、ギャラリー及びステージの上部の吊り天井の一部がアリーナにせり出しており、その部位について天井落下の恐れがある。これに対し、建築士等の専門家を含めた実施体制のもと地域の特性や施設の特性を踏まえ、対策手法を検討し天井落下防止対策完了の加速化を図るものである。今回、河合第一中学校天井等落下防止対策推進協議会を設置し、建築士等の専門家1名、建築担当者1名、防災担当者1名、学校担当者1名、教育委員会2名の合計6名の構成で天井落下防止対策の検討を進めている。

建物の基本情報



建物名称	河合第一中学校 屋内運動場		
建物用途	屋内運動場	延べ面積	1611.92㎡
構造・階数	R2	建築年	1989年
建物高さ	14.7m	軒高	8.4m
対象室面積	207.04㎡ (出入口部)	天井高さ	7.46m (出入口部)
	40㎡ (舞台側)		8.15m (舞台側)
天井面積	207.04㎡ (出入口部)	天井の質量	41.4kg/㎡
	40㎡ (舞台側)		5.5kg/㎡
構造体の耐震診断	<input checked="" type="checkbox"/> 断耐震 <input type="checkbox"/> 実施 <input type="checkbox"/> 未実施	構造体の耐震改修	<input type="checkbox"/> 実施 <input type="checkbox"/> 未実施

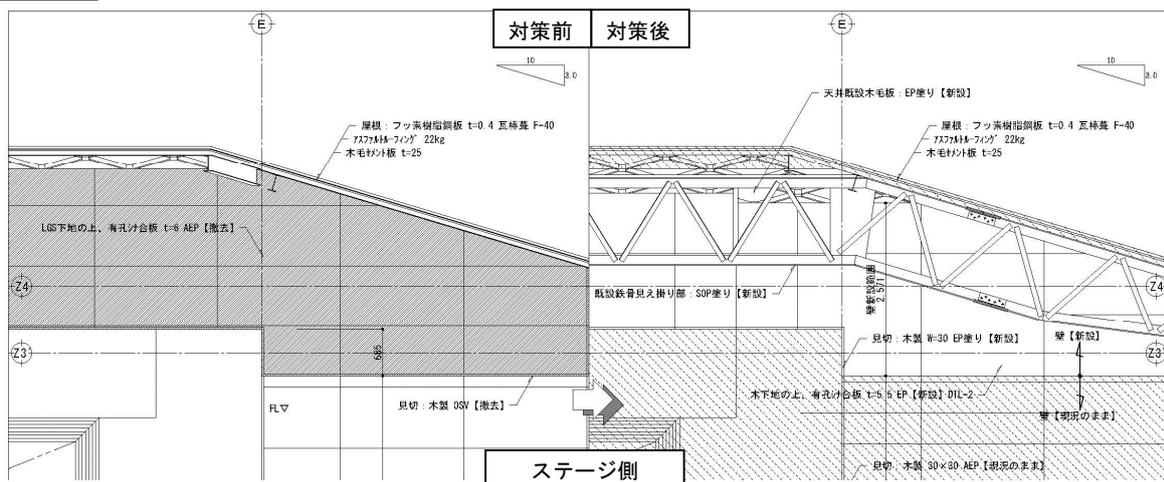
診断の概要

順	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	1-2	吊り天井の有無	梁・トラスと木毛セメント板の間が見えない	○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	○面診断
		天井の耐震措置に関する給配導線の有無	天井に関する特記事項なし	○撤去等検討	○面診断
		斜め部材の有無	斜め部材無し	○撤去等検討	○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	○面診断
	3-1	野縁等の材料		○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
		局所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	○実地診断 OK
	3-3	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組当たりの塗面積		○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	
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	
3-8	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	
	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	

対策の検討

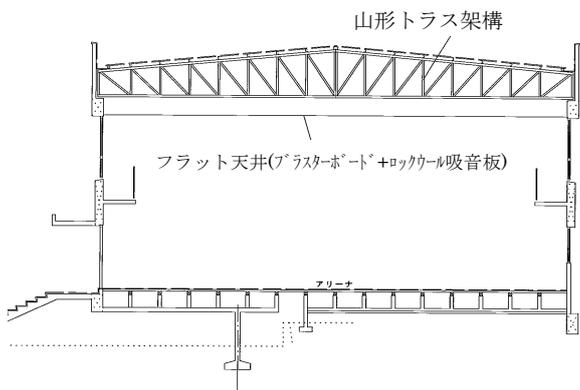
- 天井内部における斜め部材はなく、振れ止め材のみの設置。
- クリアランスが全くない。
- 屋根と天井の形状に違いがあり、梁を隠す見栄えを重視しているだけと判断される。
- 吊り天井自体を補強する場合、斜め部材を配置する際に天井を撤去しなければ施工できないため、体育館が使用できなくなり授業や部活動に支障をきたす。
- より安価で早期に工事が完成する撤去が望ましいと判断される。
- 第1回河合第一中学校天井等落下防止対策推進協議会終了後、設計・積算業務を発注。
- 第2回推進協議会で工事施工案を報告し了承を得た。

対策の実施



事例3 和歌山県 湯浅町立田栖川小学校体育館天井

建物の基本情報



建物名称	湯浅町立田栖川小学校体育館		
建物用途	屋内運動場	延べ面積	379 m ²
構造・階数	R 1	建築年	1970年
建物高さ	9 m	軒高	7.05 m
対象室面積	316.8 m ²	天井高さ	7.05 m
天井面積	259.2m ²	天井の質量	3.8 kg/m ²
構造体の耐震診断	済	構造体の耐震改修	済
備考:	山形トラス架構フラット天井 代替施設が校内や隣地がない。		

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	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	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	-	-
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	-	-
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	-	-

ステップ1で補強は不可能と判断したため実施せず

対策の検討

1) 補強の可能性の検討

- ・クリアランスがないこと等、目視により技術基準を満たしていないことが確認できる。
- ・また、既存の天井に斜め部材が全く配置されていない。新たに斜め部材を適切に配置することは、実質的に不可能と考えられ、下地を含めた天井全面撤去が必要である。

2) 天井の必要性の検討

- ・体育の授業に加え、集会や行事等の利用頻度も高いため、天井を撤去した場合においても音響への配慮が必要である。

3) コスト面や施工期間等の比較

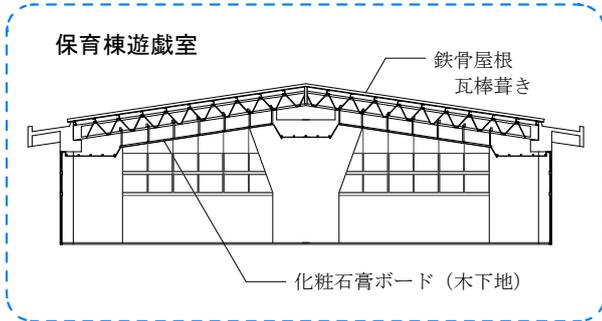
- ・設計監理について指名型簡易プロポーザルを実施し、協議会委員と断熱性、音響、意匠及び工期等を総合的に検討した結果、直張天井を設置する工法を採用することとした。(下記表1参照)

表1

	断熱性、遮音性	室内の音響	意匠性	工期 (設監+工事期間)	経済性 (設監+工事税抜)
内部塗装	×	×	×	◎(3.5ヶ月)	◎
直張天井	○	○	○	○(4ヶ月)	○
膜天井	×	○	◎	△(4.5ヶ月)	×
屋根断熱	◎	×	×	○(4ヶ月)	×
耐震天井	○	○	○	×(6ヶ月)	×

事例 4 奈良女子大学附属幼稚園保育棟天井

建物の基本情報



建物名称	奈良女子大学附属幼稚園 保育棟		
建物用途	幼稚園	延べ面積	448㎡
構造・階数	R 1	建築年	S42年
建物高さ	5.5m	軒高さ	4.16m
対象室面積	216㎡	天井高さ	4.00m
天井面積	216㎡	天井の質量	20Kg/㎡
構造体の耐震診断	済(Is値=0.89)	構造体の耐震改修	—
備考：鉄骨山形屋根に傾斜天井変形の遊戯室、代替施設が校内や隣地でない			

診断の概要

項目	確認結果	確認結果	
1-2 吊り天井の有無	木下地吊り天井有り	撤去等検討	
1-3	壁際のクリアランスの有無	壁際のクリアランス無し	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	斜め部材無し(点検口より確認)	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	木下地	撤去等検討
	天井の質量区分	化粧石膏ボード	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	—	—
3-6	斜め部材の1組形状	—	—
	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	—	—
	石膏ボードの取り付け方法の仕様	—	—

対策の検討

1) 吊り天井の撤去

屋根鉄骨材に吊り木受け材を設置した木下地の吊り天井であるため、構造体への緊結が不十分であると考えられる。このため、木下地天井全体を撤去することを検討する。

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である。
- ・鉄骨屋根のため断熱対策が必要である。
- ・施設利用者の天井再設置への強い要望がある。

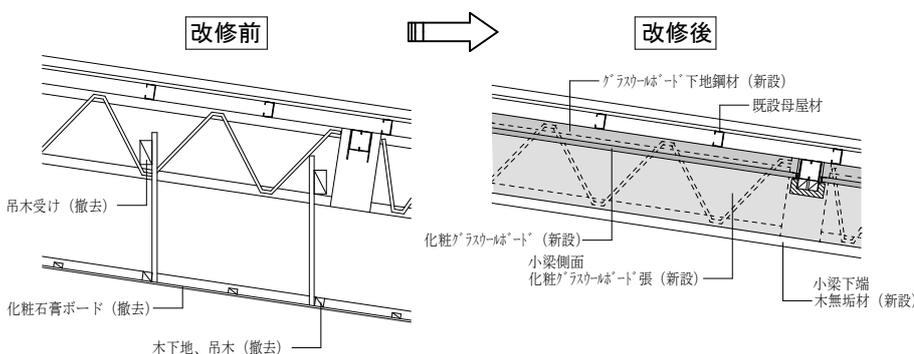
3) 新設天井の検討

既存天井を撤去後、既存母屋への下地直接取付による直天井とすることで工期短縮を図る。天井面にグラスウールボードを採用することにより天井の軽量化を図り、断熱性能・吸音性能を備えた天井とする。

4) コスト面や施工期間の比較

対策	コスト (参考)	工期 (参考)
■対策1 軽量天井設置	○	○ 約2ヶ月
■対策2 耐震天井設置	△	△ 約2.5ヶ月

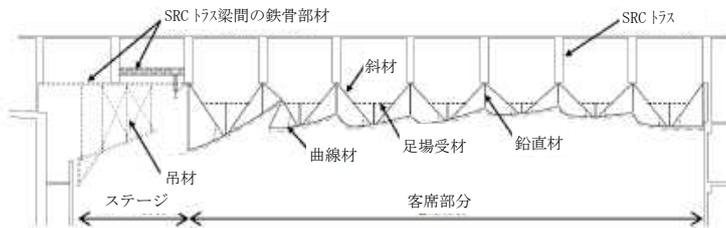
対策の実施



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。用途上の配慮から天井の再設置を前提に、断熱性能や吸音性能を備えた化粧グラスウールボードの直張り工法を選択した。また見栄えを考慮し、既存天井撤去後に現しとなる屋根鉄骨材の梁型の側面へも天井材を張る計画とした。

事例5 東京工業大学 70周年記念講堂天井

建物の基本情報



建物名称	70周年記念講堂		
建物用途	講堂	延べ面積	1,301 m ²
構造・階数	RS 3-1	建築年	1955年
建物高さ	14 m	軒高	12 m
対象室面積	616 m ²	天井高さ	9 m
天井面積	540 m ²	天井の質量	40 kg/m ²
構造体の耐震診断	済	構造体の耐震改修	未(改修不要)
備考: 客席部分はSRCトラス梁と接合された形鋼を下地とした、木製の曲面形状の天井である。ステージ部分はSRCトラス梁間にかかけ渡された鉄骨部材から吊材で吊られた木製の天井である。			

診断の概要

1) 既存天井の耐震性の診断

【客席部分天井】

鉄骨形鋼下地材の水平地震力(X・Y方向)に対する検討、鉛直方向地震力に対する検討、各接合部の検討、木下地の検討を行った結果、下記の点で耐力の不足が確認された。

- ① Y方向(短辺方向)の斜材の部材耐力不足
- ② 曲線材の部材耐力不足
- ③ SRC梁下端のBPL山形鋼の部材耐力不足
- ④ Y方向(短辺方向)の天井端部、X方向(長辺方向)の天井端部(客席後ろ側のみ)については、壁との間にクリアランスが無い。

木下地、仕上げ材(木板)は上図のと通りの施工がされている場合には鉛直方向地震力に対して強度が十分にあることが確認された。

【ステージ部分反射板】

吊材として用いられている丸鋼は、材の途中で不十分な現場溶接で継がれており、吊材間に配置された斜材も同様の現場溶接で接合されている。

2) 音響性能の診断と空調ダクトの振動測定

既存講堂の残響時間を計測したところ、現状は講義等には適した残響時間であるが、オーケストラ等の生演奏を舞台上で行うことを想定した場合には、舞台上に演奏音が反射しにくい、演奏者にとっては演奏しにくい舞台であることが判明した。また、空調運転によるダクト、天井面の振動の増加は確認されたが、ダクトの振動による影響は少ないことが確認された。(天井内の空気音の影響による)

3) 設備(照明・空調・舞台装置)の耐震化

現状の天井照明、空調吹き出し、空調ダクトについては、既存天井に固定されているため、天井落下時には一緒に落下してしまう状態である。

また、舞台装置(舞台照明、スクリーン等)については、耐震化および音響性能向上のために反射板形状を変更することにより、固定方法等を変更しなくてはならない可能性がある。

対策の検討

1) 既存天井補強の可能性の検討

【客席部分天井】

補強部材を追加することにより、左記の①～③の補強は可能であり、木下地・仕上げ材の安全も期待できるため、既存天井の木仕上げを生かしたまま、下地の補強を行う方針で検討する。

現状は接続している左記の④で示した部分は、構造的なクリアランスを設ける方針で検討する。

【ステージ部分反射板】

吊材および吊材間の斜材は所要の耐震性能を期待することができない。また、吊材を支持しているRCトラス梁間にかかけ渡された鉄骨部材は、鉄骨部材の水平剛性のみで地震力を水平方向へ伝達することはできない。そのため、ステージ部分の反射板については、下地ごと撤去新設を検討する。

2) 音響性能向上の検討

舞台での演奏時の性能を向上するために、反射板形状を一部縁甲板形状に変更し、反射板と壁、天井間の隙間を小さくする方針で進める。

3) その他の検討

【仕上げ材の耐震性能検討】

仕上げ材の取付部については、実状の取付状況を確認し、所要の耐力を有する接合であることの確認が必要であるために、現地実物を採取し、仕上げ材取付部の造作(仕組)及び経年劣化の状況を確認するとともに、設計上必要な部位の耐力を実験にて確認する。

【建物固有周期と天井固有周期の比較検討】

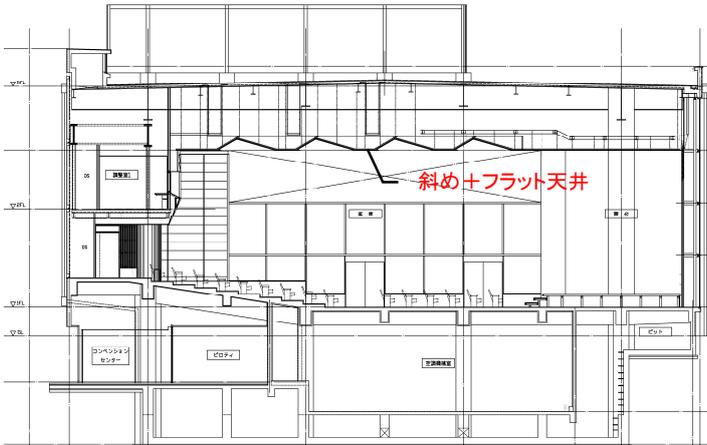
本件は、いわゆるぶどう棚形式の天井に該当し、法的に特定天井に当たらないと推定されるが、安全性を客観的に評価するために、建物固有周期の計測と天井固有周期の算出を行い、天井に作用する地震力を高精度に評価する。

【設備(照明・空調・舞台装置)の耐震化の可能性の検討】

設備については、天井と一体になっているものについては付加的な質量として天井質量に加算するとともに、別途フェイルセーフ機構を設け安全性を確保する。

事例6 京都大学百周年時計台記念館百周年記念ホール天井

建物の基本情報



建物名称	百周年時計台記念館百周年記念ホール		
建物用途	講堂	建築年	2003年
構造・階数	SR 2-1	軒高	11.7 m
建物高さ	12.4 m	天井高さ	9.4 m
対象天井面積	747 m ²	天井の質量	30 kg/m ² 超
備考:			

診断の概要

項目	確認結果	
1-2 吊り天井の有無		吊り天井有り
壁際のクリアランスの有無	クリアランスが全く無い	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無し	撤去等検討
斜め部材の有無	斜め部材無し	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有り	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有り	撤去等検討
局部的な天井断面の確認	クリアランスが無く折れ曲がり有り	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	2.85m~3.12m	要検討
3-4 吊りボルトの間隔	ほぼ90cm以下	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無い	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	クリアランスがない箇所が多い	要検討
3-8 吊り元の仕様	デッキスラブへの埋込み	OK
ハンガーの仕様	ビス留め等の無い一般仕様	要検討
クリップの仕様	ねじ留め等の無い一般仕様	要検討
石膏ボードの取付方法の仕様	150~200mm程度間隔でビス留め	OK

対策の検討

1) 補強の可能性の検討

- 壁際や天井折れ曲がり部にクリアランスが無いことや吊り長さが一部3.0mを超えていること等、技術基準を満たしていないことが確認できる。
- 吊り長さを3.0m以下にする為には下地を含めた天井全面撤去が必要となる。

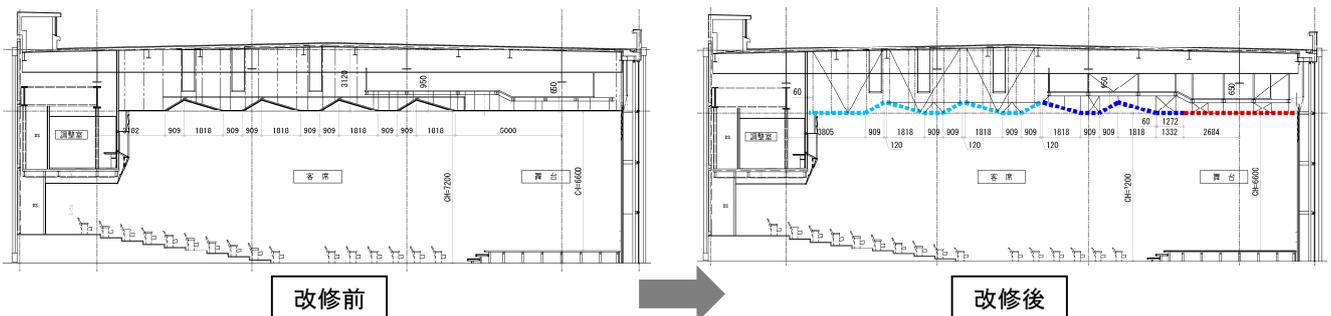
2) 天井の必要性の検討

- 施設の特徴や使用状況を踏まえたうえで、既設天井を撤去し新設天井形状を現況とほぼ同一な天井とした。

3) コスト面や施工期間

対策	コスト (参考)	工期 (参考)
天井撤去 耐震天井設置 (計算ルート)	○	○ 約3ヶ月

対策の実施

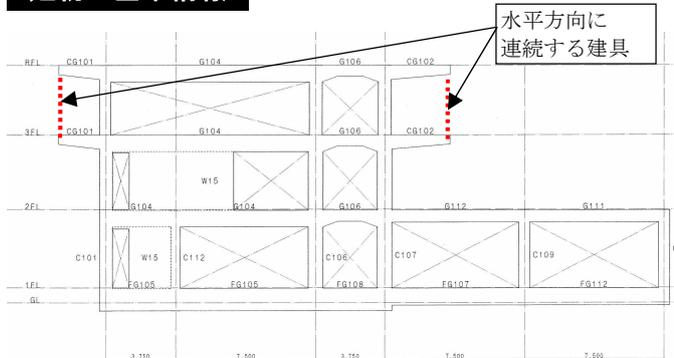


事例 7 筑波大学第一学群 A 棟横連窓

事業の趣旨

本事業では筑波大学の第一学群 A 棟の片持ち構造先端に設置されている外部建具の耐震性について検証し、必要に応じ耐震対策を検討するものである。

建物の基本情報



建物名称	筑波大学第一学群A棟		
建物用途	大学教育・研究施設	延べ面積	3,072 m ²
構造・階数	RC 3	建築年	1980年
建物高さ	16.35m	軒高	12.75m
片持ち梁	有	片持ち先端梁	有
片持ち出の長さ	3.225m (片持ち小梁の大梁面からの出の長さ)		
構造体の耐震診断	済	構造体の耐震改修	未
備考:			

診断の概要

項目	項目	点検結果
I-1	外傷の有無	ガラスには容易に目視できる傷は見られなかった。 障子には容易に目視できる傷は見られなかった。
I-2	開閉動作確認	特に支障なし。ただし、ゴミ、汚れの付着により動きが悪い。
I-3	ガラスの固定方法 (FIX 窓)	ガラスの枠とのシーリング材にはウレタン系の素材が用いられており、また、シーリング材の硬化は見られなかったため、ある程度変形追従性が期待できる。
I-4	障子の取付方法	障子の取付方法は、ある程度変形追従性が期待できる。
I-5	建具と躯体との取付方法	腰壁、垂壁の先端に設けられた小さなスラブ状の部分に建具が取り付けられている。
I-6	建具が取付く躯体の劣化状況	建具周辺の躯体には容易に目視できるひび割れその他の劣化現象は見られなかった。
I-7	寸法確認	腰壁及びサッシ高さを計測し、断面詳細図と相違ないことを確認した。
I-8	その他	ガラスには熱線吸収、あるいは飛散防止を目的としたと思われるフィルムが貼られている。
II-1	既存意匠図の有無	有 配置図、立面図、片持ち先端建具部分を含む断面詳細図を確認
II-2	既存構造図の有無	有 伏図、軸組図、断面リストを確認
II-3	片持ち部の支持方法の確認	片持ち床は片持ち大梁及び小梁で支持していることを確認。片持ち梁は3.75m ピッチで配置されている。
II-4	使用材料の確認	コンクリート $F_c=210\text{kgf/cm}^2$ 主筋 SD30、横補強筋 SR24
II-5	片持ち部地震時応力の検討	片持ち梁の地震時応力は、曲げ降伏モーメント、せん断終局耐力未満であることを確認
II-6	上下階での片持ち先端の相対変位	上下階での片持ち先端の相対変位(鉛直方向変位)は最大で3mm程度

対策の検討

片持ち部材に地震時に作用する応力は、曲げ降伏モーメント以下、かつ、せん断終局耐力未満であり、上下階での片持ち先端の相対変位(鉛直方向変位)は最大で3mm程度である。一方、片持ち先端建具は、ある程度変形追従性のあるディテールになっていると思われるため、対策の必要性について検討中である。

