

令和2年度 調査・研究報告

公共一般建築物の特定天井 落下対策手法について



目次

- 1 天井脱落対策の概要
- 2 天井改修設計の進め方
- 3 改修工法の概要-1
- 4 改修工法の概要-2
- 5 改修工法の実例
- 6 改修工法の内容 天井調査シート・天井評価シート・天井完成シート
- 7 実例① 直天井 天井調査シート
- 8 実例① 直天井 天井評価シート
- 9 実例① 直天井 天井完成シート
- 10 実例② 構造躯体一体化天井 天井調査シート
- 11 実例② 構造躯体一体化天井 天井評価シート
- 12 実例② 構造躯体一体化天井 天井完成シート
- 13 実例③ 軽量天井・膜天井 天井調査シート
- 14 実例③ 軽量天井・膜天井 天井評価シート
- 15 実例③ 軽量天井・膜天井 天井完成シート
- 16 実例④ 耐震天井 天井調査シート
- 17 実例④ 耐震天井 天井評価シート
- 18 実例④ 耐震天井 天井完成シート
- 19 実例⑤ 天井内構造補強 天井調査シート
- 20 実例⑤ 天井内構造補強 天井評価シート
- 21 実例⑤ 天井内構造補強 天井完成シート
- 22 実例⑥ 落下防止処置 メーカー既製品実例
- 23 実例⑦ その他

天井脱落対策の概要

地震時における天井脱落による被害を防止すべく、平成25年7月に建築基準法施行令の一部改正ならびに同年8月「天井脱落対策に係る一連の技術基準告示（平成25年国土交通省告示第771号他）」が公布（平成26年4月1日から施行）されている。

「特定天井」に該当する場合には技術基準に従って脱落防止対策を行うことが義務づけられた。

■特定天井の条件

脱落によって重大な危害を生ずるおそれがある天井として5条件を定め、全てに合致するものを特定天井と定義し構造の安全性を検証するよう義務付けされた。

- ・ 吊天井
- ・ 天井高さ6m超
- ・ 水平投影面積200㎡超
- ・ 単位面積質量2kg/㎡超
- ・ 人が日常利用する場所

5条件に全て当てはまるものが
「特定天井」

■新築建築物で「特定天井」に該当

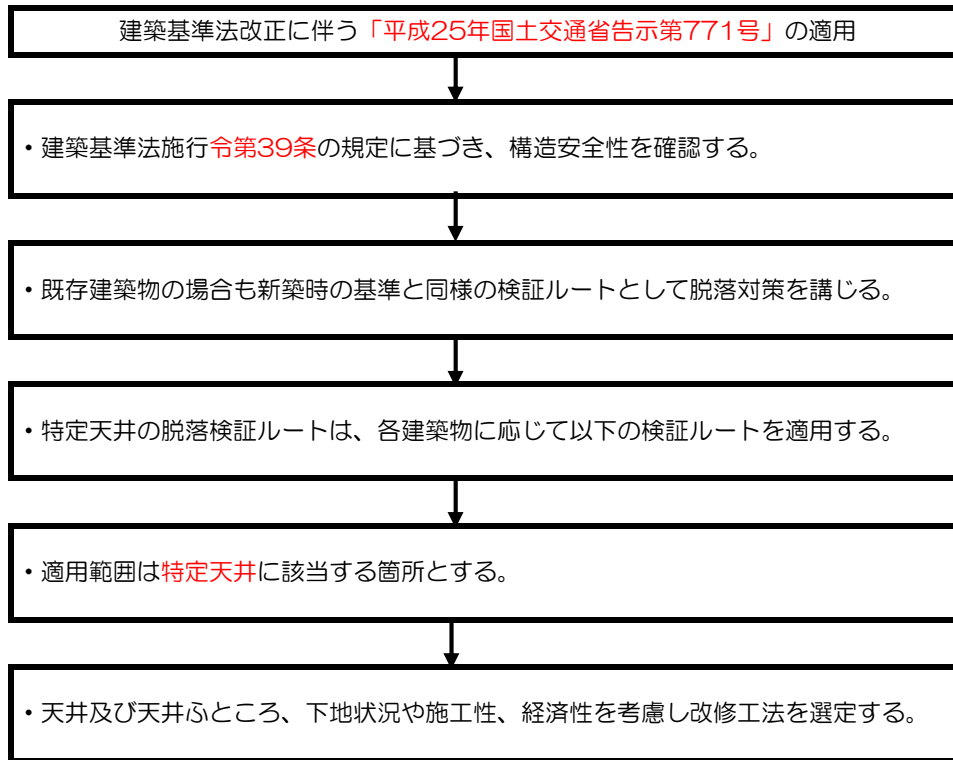
- ▶ 天井脱落対策技術基準への適合が義務づけられた。

■既存建築物で「特定天井」に該当

- ▶ 技術基準への遡及適用はされないが増改築等を行う場合には、新築時と同様の技術基準への適合や落下防止措置などの対応が必要。

天井改修設計の進め方

■ 設計検討の流れ

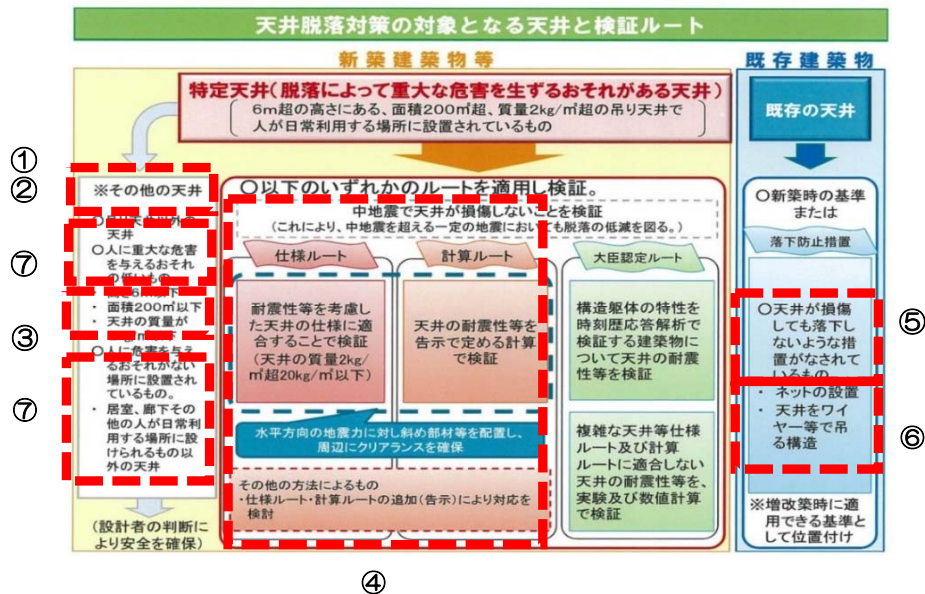


■ 天井改修工事における改修工法別の実施した実例を次頁より説明する。

凡例

 実例で説明する項目

①～⑦ 実例番号



改修工法の概要-1

■特定天井以外の天井に改修する。

○吊天井以外の天井

実例① 直天井（既存の天井を撤去し新たに天井を設けない）

概要	イメージ図
- 天井を撤去して安全性の高い天井に改修する - 天井がなくなることにより音響効果及び空調負荷が大きく変化する	

○吊天井以外の天井

実例② 構造躯体一体化天井（既存の天井を撤去し建物と天井を一体化した剛な天井を設ける）

概要	イメージ図
- 天井を撤去して安全性の高い天井に改修する - 建物と一体化した鉄骨下地により複雑な形状や質量のある天井材料に対応可能	

○重大な危害を与えない天井

実例③ 軽量天井・膜天井（既存の天井を撤去し質量2kg/m²以下の材料を用いて新たに天井を設ける）

概要	イメージ図
- 天井を撤去して安全性の高い天井に改修する - 天井材量の質感が大きく変わるので機能及び視覚的な配慮が必要になる	

■特定天井を仕様ルート、計算ルートで検証する。

○仕様ルート及び検証ルート

実例④ 耐震天井（既存の天井を撤去し建築基準法に適合する新たな耐震天井を設ける）

概要	イメージ図
- 天井を撤去して耐震性の高い天井に改修する - 複雑な形状の場合やクリアランスの確保の検討が必要になる	

○大臣認定ルートで検証する。

大臣認定ルートは高度な解析技術と行政手続き等に相応の時間を要することから実際の計画方針に適用された実例は少ない。

改修工法の概要-2

■既存天井の改修

○損傷しても落下しない様に措置した天井

実例⑤ 天井内構造補強（既存天井下地を補強改修し現行基準に合った天井下地とする。）

概要	イメージ図
・既存の天井をそのままに新たに鉄骨及びブレース等の追加により補強する ・補強材が天井内に配置できるか検討が必要	

○ネットの設置、天井裏から吊りワイヤー等の落下防止措置を施す

実例⑥ 落下防止措置（既存の天井を残したまま落下防止処置をおこなう）

概要	イメージ図
・既存の天井内部より落下防止ワイヤーを設置または天井の下面にネットを張る	

○特定天井に該当しない在来天井の改修

実例⑦ 在来天井の落下防止措置

概要	イメージ図
・メーカー実例製品	

改修工法の実例

実例① 直天井（既存の天井を撤去し新たに天井を設けない）

建物名称	球技場
室名	練習室（南練習室、北練習室）
設計年度	1983年（昭和58年）

実例② 構造躯体一体化天井（既存の天井を撤去し建物と天井を一体化した剛な天井を設ける）

建物名称	区民センター
室名	ホール
新築時設計年度	1999年（平成11年）

実例③ 軽量天井・膜天井（既存の天井を撤去し質量 2 kg/m^2 以下の材料を用いて新たに天井を設ける）

建物名称	陸上競技場
室名	ホール
新築時設計年度	1992年（平成4年）

実例④ 耐震天井（既存の天井を撤去し建築基準法に適合する新たな耐震天井を設ける）

建物名称	消防署
室名	講堂
新築時設計年度	1996年（平成8年）

実例⑤ 天井内構造補強（既存の天井を残したまま新たに鉄骨等で補強する）

建物名称	庁舎
室名	玄関ホール
新築時設計年度	1980年（昭和55年）

実例⑥ 落下防止処置（既存の天井を残したまま落下防止処置をおこなう）

※参考 落下防止金物メーカーの製品例

実例⑦ その他

特定天井に該当しない在来天井（吊天井）の改修について

改修工法の内容

■以下の3枚のシートにて改修工事の概要を説明する

天井調査シート
(天井の耐震診断を行う)

天井評価シート
(天井の改修方針を検討する)

天井完成シート
(工事完成後の概要)



■対象室の概要

用途・構造規模
天井高さ・天井面積
天井下地構成
仕上材料質量
対象室の概要

■天井の概要

主要部の断面
天井高さ
天井懐の高さ
段差の状況
ブレース形状・位置
接合部分の確認

■調査時写真

工事着手時の状況

■天井評価

用途の適正
天井の安全性
天井下地構成

■改修方針

天井構成の再構築
具体的な改修方法を提案

■工事完成写真

工事完了後の状況

■平面図

室配置

■断面図

改修後の天井高さ
天井懐の寸法
その他

実例① 直天井 天井調査シート

■対象室の概要

建物名		対象室名	
球技場		練習室（南）、北練習室（北）（すべて1階）	
対象室用途	構造・規模	新築時 設計年度	調査年月日
体育施設	SRC造・地上5階	1983年（昭和58年）	2014年6月
最高天井高さ/最低天井高さ		平均天井高さ	天井面積
6.9m/5.5m		6.7m	練習室（南）941㎡ 練習室（北）941㎡
天井工法		天井仕上材（単位質量kg/㎡）	
在来天井下地		PB t 9.5下地＋ケイカル板 t 6 AEP塗装 （17.0kg/㎡）	
対象室の概要			
屋内練習室（ハンドボール、バドミントン、テニス、バレーボール、卓球等）			

■天井の概要

天井断面概要	天井仕上面の状況
スタンド客席 練習室(北) CH=6900 2600 1400	・球技対策として天井仕上材料は石膏ボード下地の上にケイカル板を張り強度を高めている。 ・中央部分は水平（CH＝6.9m）壁際は勾配天井（CH＝5.4m）となっている。

実例① 直天井 天井評価シート

■調査時写真



1階 練習室（南）
練習室（北）
天井高さ 6.9m～5.5m
天井面積 941㎡

■天井評価

- ・天井は中央部分は水平だが両側は勾配天井となっている。
- ・吊ボルト長さは3m以下であるが均一でなく段差がある。
- ・天井下地に斜め部材がない。
- ・天井と壁との間に隙間がない。
- ・勾配天井部分の天井下地は溶接されている。

■改修方針

- ・球技場の特性による天井面への衝撃を考慮し天井材を撤去する。
- ・改修の趣旨にあう直天井仕上の方針とする。
- ・室内の吸音性の低下を緩和するためスラブ下は不燃の吹付断熱吸音材仕上とする。
- ・天井撤去後に梁下の高さに防球ネットを設置する。
- ・照明器具については落下防止ワイヤーを設置する。

実例① 直天井 天井完成シート

■改修工事完成写真



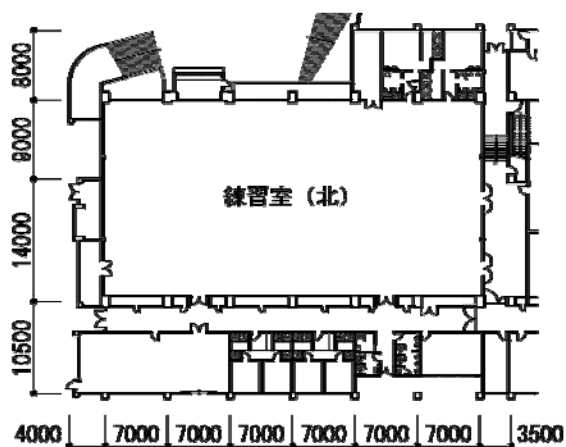
1階 練習室（南）

練習室（北）

天井高さ —

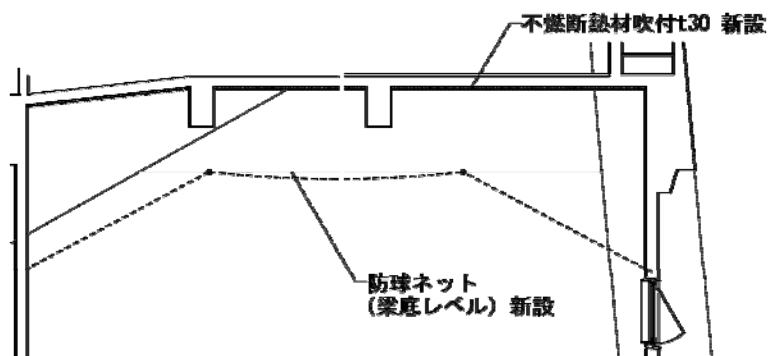
天井面積 941㎡

■平面図



練習室（北）
平面図

■改修後の断面



スラブ下に不燃吹付け断熱吸音材仕上とする。

梁下に防球ネットを設置する。

実例② 構造躯体一体化天井 天井調査シート

■対象室の概要

建物名		対象室名	
区民センター		大ホール（2階～4階）	
対象室用途	構造・規模	設計年度	調査年月日
複合施設 （区民センター）	SRC造・地上4階 地下1階	1999年（平成11年）	2016年10月
最高天井高さ/最低天井高さ	平均天井高さ	天井面積	
9.53m/9.20m	9.36m	430㎡	
天井工法		天井仕上材（単位質量kg/㎡）	
在来天井（曲面天井）		FGボード t 8+10 ジョイントレスクロスの上AEP塗装 （33.8kg/㎡）	
対象室の概要			
大ホール（定員700人）			

■天井の概要

天井断面概要	天井仕上面の状況
既設鉄骨梁 キヤットワーク シーリングライト室 音響調整板 ステージ 大ホール 6500 5500 5000 9200	・曲面加工が容易な天井材料を用いて音響に配慮した天井形状としている。 ・既設鉄骨梁から吊ボルトにて、曲面天井を支持している。 ・舞台上でも音響調整板を昇降させることにより各種の催しに対応可能な設備としている。

実例② 構造躯体一体化天井 天井評価シート

■調査時写真



室名 2階 大ホール
 天井高さ 9.53m～9.20m
 天井面積 430㎡
 舞台上のプロセニウム高さ
 H= 6.0m

■天井評価

- ▶天井全体が音響に配慮した曲面天井となっている。
- ・吊ボルト長さが3mを超えており均一でなく段差がある。
- ・天井下地に斜め部材がない。
- ・天井面と壁際にはすきまはない。
- ・天井内にはシーリングライト室及びキャットウォークがある。
- ・ホール床面は平土間で一部可動客席（ロールバック）が設けられている。

■改修方針

- ・音響性能を優先し現況の天井形状を保った天井改修とする。
- ・改修工法は構造躯体一体化天井（ブドウ棚+直天井）に改修とする。
- ・補強鉄骨の納まりを検討し天井高さを概ね「-250」下げる方針で改修する。
- ・舞台上のプロセニウム高さは変更せず現況の高さを保った天井改修とする。
- ・音響性能上の影響を避けるため天井のプロセニウムスピーカーは現況の位置を保った天井改修とする。
- ・照明器具については落下防止ワイヤーを設置する。
- ・設備ダクトは振れ止め支持をおこなう。

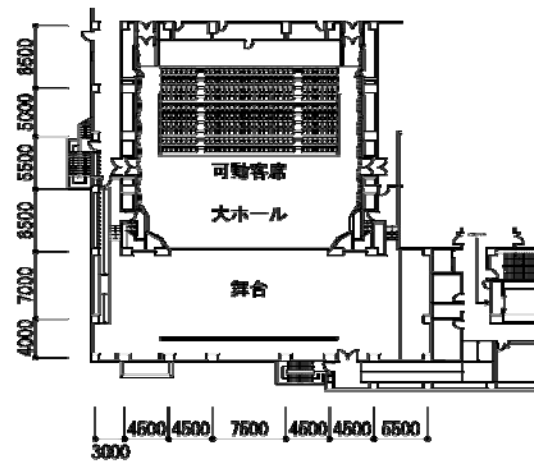
実例② 構造躯体一体化天井 天井完成シート

■改修工事完成写真

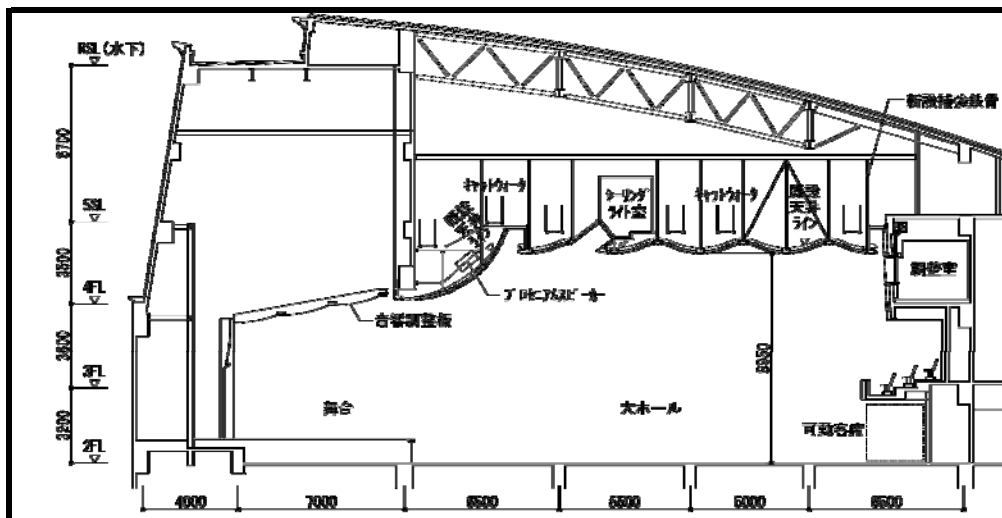


2階 大ホール
構造躯体一体化天井に改修
天井高さ 8.95m～
天井面積 430㎡

■平面図



■改修後の断面



実例③ 軽量天井・膜天井 天井調査シート

■対象室の概要

建物名		対象室名	
陸上競技場		ホール（1階）	
対象室用途	構造・規模	設計年度	調査年月日
ホール	RC造・地上5階	1992年（平成4年）	2014年6月
最高天井高さ/最低天井高さ		平均天井高さ	天井面積
11.3m/2.3m		4.8m	297㎡
天井工法		天井仕上材（単位質量kg/㎡）	
在来天井下地（曲面天井）		PB t 9.5下地+ロックウール吸音板 t 19AEP塗装 （15.0kg/㎡）	
対象室の概要			
陸上競技場のエントランスホールと連なったホール			

■天井の概要

天井断面概要	天井仕上面の状況
	・天井全体が大きな4段の曲面天井となっている ・曲面天井の段差部に照明ボックスが設置されている。

実例③ 軽量天井・膜天井 天井評価シート

■調査時写真



1階ホール

天井高さ 2.3m～11.3m

天井面積 297㎡

■天井評価

- ・天井全体が大きな曲面天井となっている。
- ・吊ボルト長さは3m以下であるがすべて均一でなく段差がある。
- ・天井形状により複雑な天井下地となっている。
- ・曲面天井の段差と壁際に照明ボックスが設置されている。

■改修方針

- ・現状の曲面形状に似た形状となる膜天井設置の方針とする。
- ・スラブ下が露わになるので結露対策も兼ねて不燃の吹付け断熱材（白色）仕上とする。
- ・照明器具については落下防止ワイヤーを設置する。
- ・設備ダクトは振れ止め支持をおこなう。
- ・天井撤去後に壁面の仕上段差が判明したので周囲の仕上と馴染むような仕上とした。

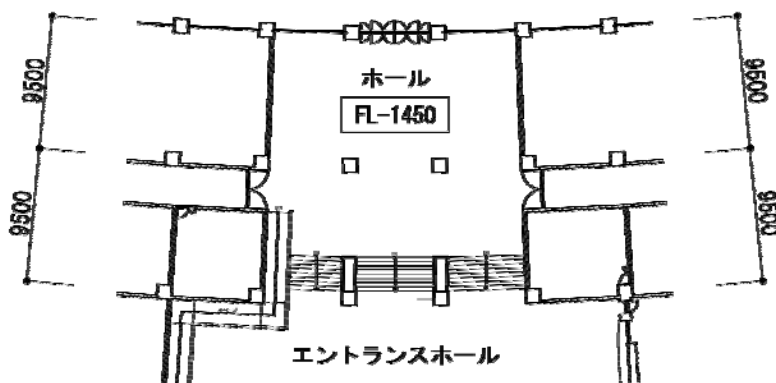
実例③ 軽量天井・膜天井 天井完成シート

■改修工事完成写真



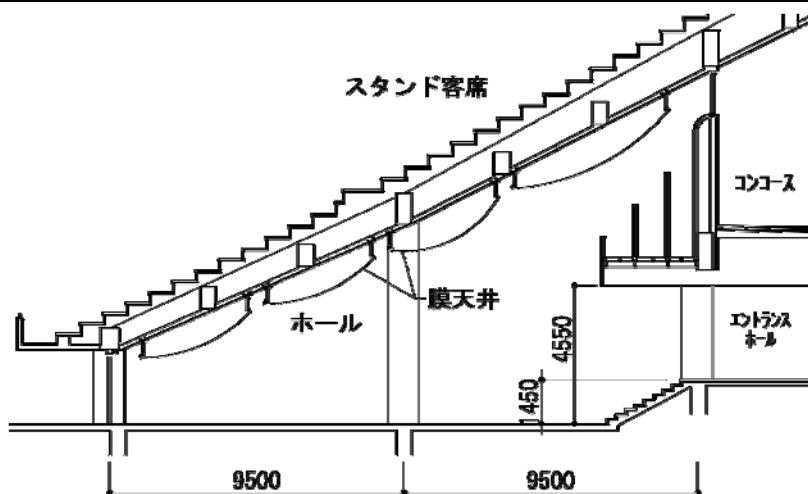
1階ホール 膜天井新設
天井高さ 2.3m～

■平面図



ホール平面図

■改修後の断面



スラブ下に不燃吹付け吸音材仕上とする

膜天井に改修する

実例④ 耐震天井 天井調査シート

■対象室の概要

建物名		対象室名	
消防署		講堂（6階）	
対象室用途	構造・規模	設計年度	調査年月日
消防施設	SRC造・地上6階	1996年（平成8年）	2014年5月
最高天井高さ/最低天井高さ		平均天井高さ	天井面積
6.35m		6.35m	353㎡
天井工法		天井仕上材（単位質量kg/㎡）	
在来天井下地		穴あきPB t 9.5EP塗装 天井裏グラスウール t 50敷 （12.0kg/㎡）	
対象室の概要			
多目的利用の講堂			

■天井の概要

天井断面概要	天井仕上面の状況
	・天井は水平。 ・天井中央部にはルーバーがあり、屋上からの採光と排煙用のトップライトが設置されている。

実例④ 耐震天井 天井評価シート

■調査時写真



6階 講堂
 天井高さ 6.35m
 天井面積 353㎡

■天井評価

・天井裏にグラスウール t 50が敷き込みされている。
・屋上トップライトの垂れ壁は天井下地に溶接止めされている。
・天井下地に振れ止めがない。
・天井内部の懐寸法は≒ 1.6mとなっている。

■改修方針

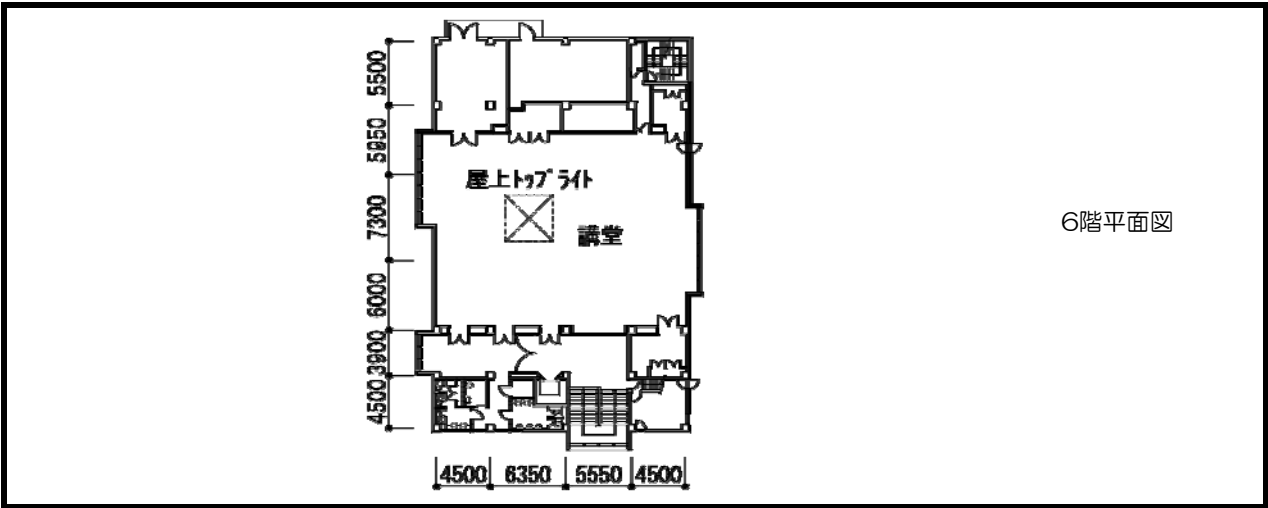
・現状仕上から大幅な変更がない耐震天井設置の方針とする。
・屋上トップライトの垂れ壁を補強し天井材との間はすきまを設ける。
・壁際と天井材の間はすきまを設ける。
・現況と同じ天井高さで耐震天井に改修する。
・照明器具については落下防止ワイヤーを設置する。
・設備ダクトは振れ止め支持をおこなう。

実例④ 耐震天井 天井完成シート

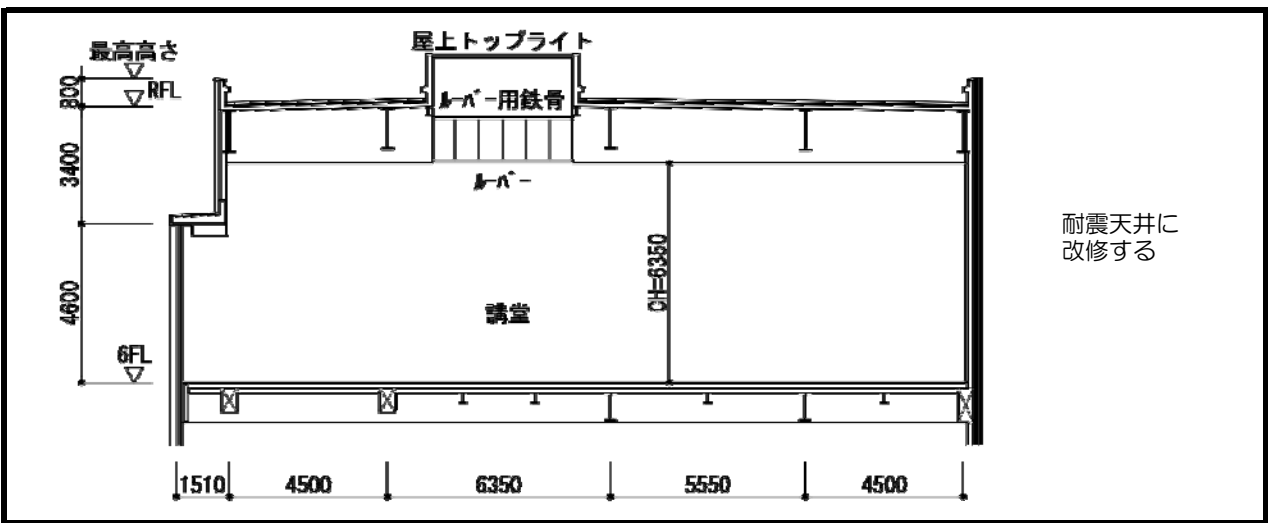
■改修工事完成写真



■平面図



■改修後の断面



実例⑤ 天井内構造補強 天井調査シート

■対象室の概要

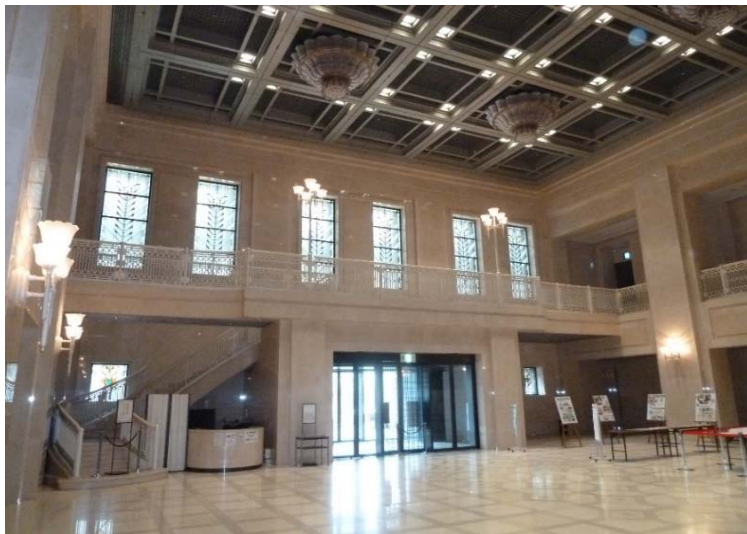
建物名		対象室名	
庁舎		玄関ホール（1階）	
対象室用途	構造・規模	設計年度	調査年月日
事務所 （市庁舎）	SRC造・地上8階 塔屋3階 地下4階	1980年（昭和55年）	2014年5月
		平均天井高さ	天井面積
11.2m		11.2m	476㎡
天井工法		天井仕上材（単位質量kg/㎡）	
鋼製下地		キャストアルミ格子 ＋アルミ製ルーバー （≒30.0kg/㎡鉄骨下地を除く）	
対象室の概要			
庁舎の玄関ホール			

■天井の概要

天井断面概要	天井仕上面の状況
	キャストアルミ格子天井詳細

実例⑤ 天井内構造補強 天井評価シート

■調査時写真



室名 1 階玄関ホール
天井高さ 11.2m
天井面積 476㎡

■天井評価

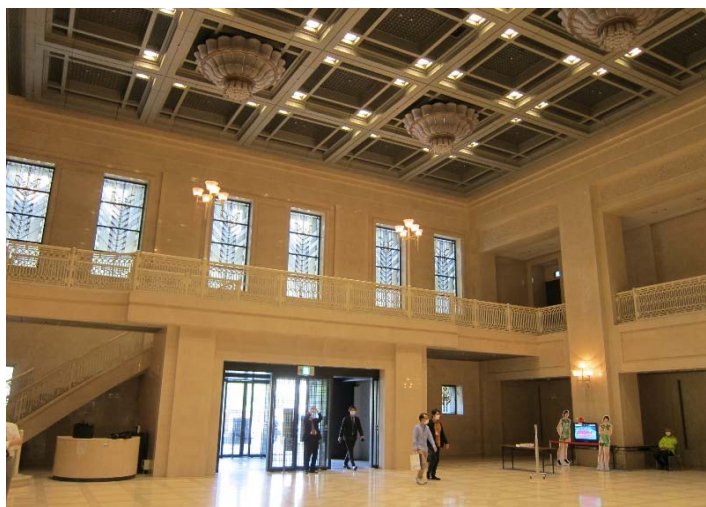
- ・吊材は吊ボルトでなく鋼材を用いて天井全体を支持している。
- ・吊長さは概ね3m以内であるが連続でなく中間部に構造躯体（梁）があり段差がある状態となっている。
- ・天井材料はキャストアルミ製の格子を組み合わせている。
- ・キャストアルミ製の格子と壁際はルーバーが設置されすきまがある状態。
- ・天井内はキャットウォークが設置されており天井を撤去せずに作業は可能。

■改修方針

- ・補強方法について行政協議にて天井下地材を周囲のRC部に緊結する補強計画を提示する。
- ・改修方法として既存天井格子を再利用した耐震ブレース補強計画を選択する。
- ・天井高さは現況の高さを保った改修工事とする。
- ・天井改修用として仮設足場（棚足場）を正面玄関の全面に設置する。
- ・工事中は市民の通行に支障がなきよう仮設足場の直下に仮設安全通路を設ける。
- ・照明器具については落下防止ワイヤーを設置する。
- ・設備ダクトは振れ止め支持をおこなう。

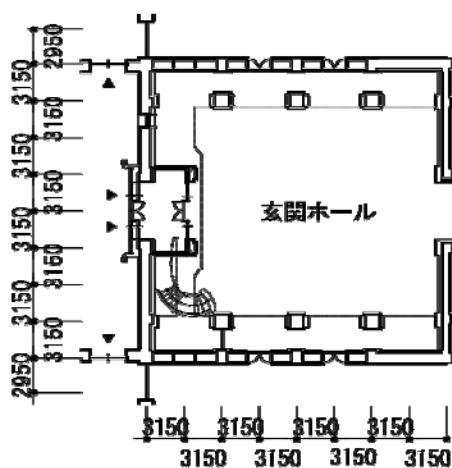
実例⑤ 天井内構造補強 天井完成シート

■改修工事完成写真



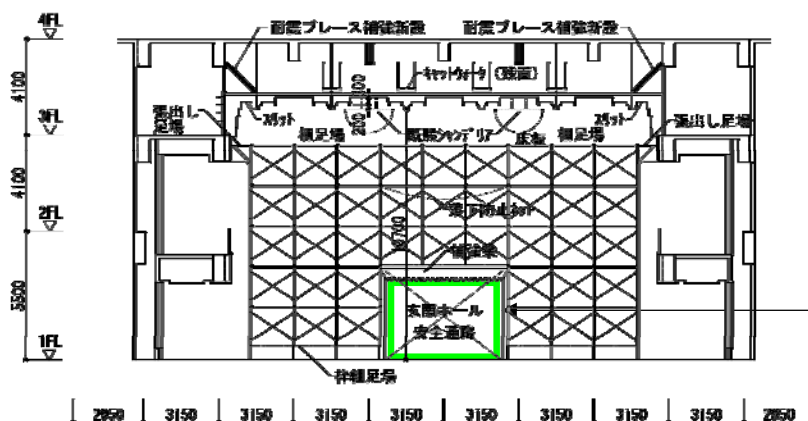
室名 1 階玄関ホール
天井高さ 11.2m
天井面積 476㎡

■平面図



1 階平面図

■改修工事中の仮設計画



工事用仮設安全通路

実例⑥ 落下防止処置 ムーカ一既製品実例

■ 既存天井の改修

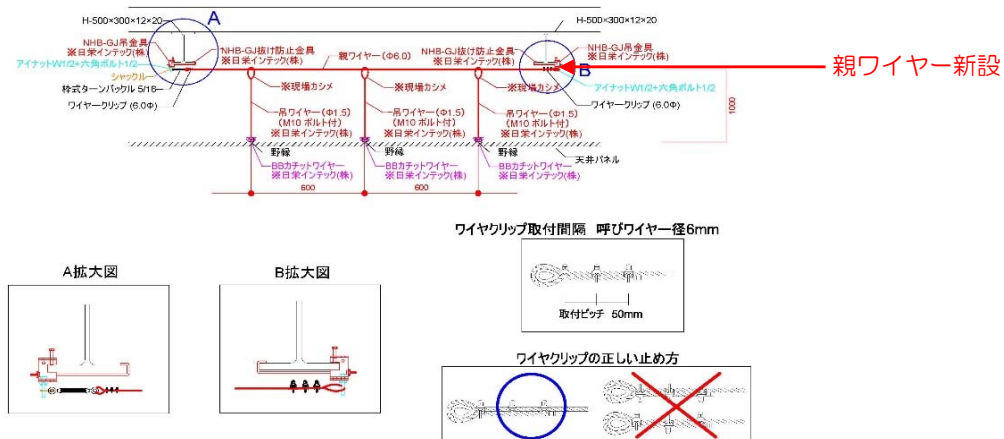
○ネットの設置、天井裏から吊りワイヤー等の落下防止措置を施す

落下防止ワイヤーを使用した場合の考え方として以下の方法が考えられる。

※現場では火を使わない（溶接作業なし）金物類を使用することが多い。

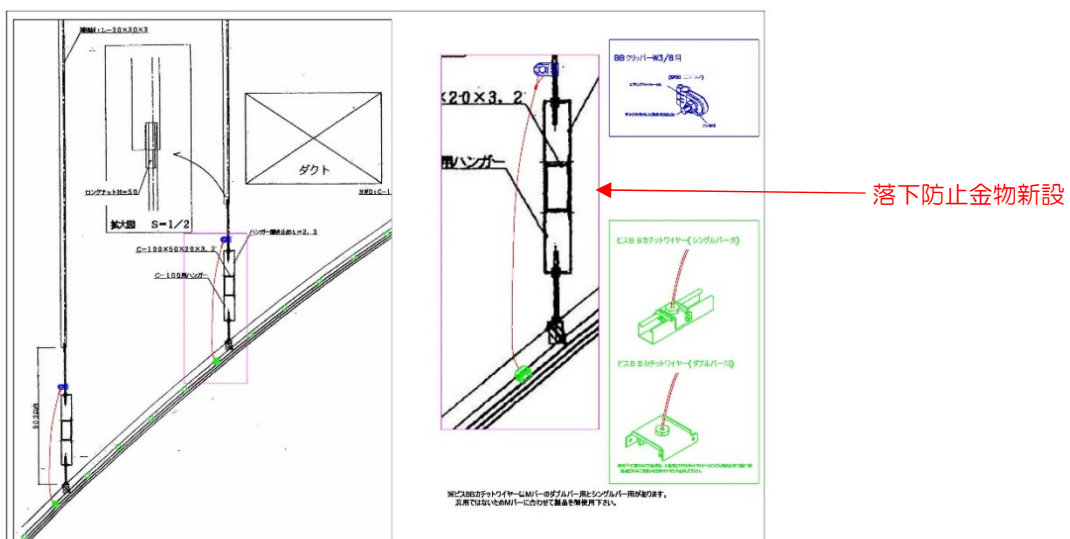
現況の吊ボルトを利用しない場合（現況の吊元が溶接施工など強度が確認できない場合）

親ワイヤーを新たに設置する「落下防止対策イメージ」



現況の吊ボルトを利用した場合（現況の吊元の強度が確認できた場合）

新たに落下防止金物を設置する「落下防止対策イメージ」



実例⑦ その他

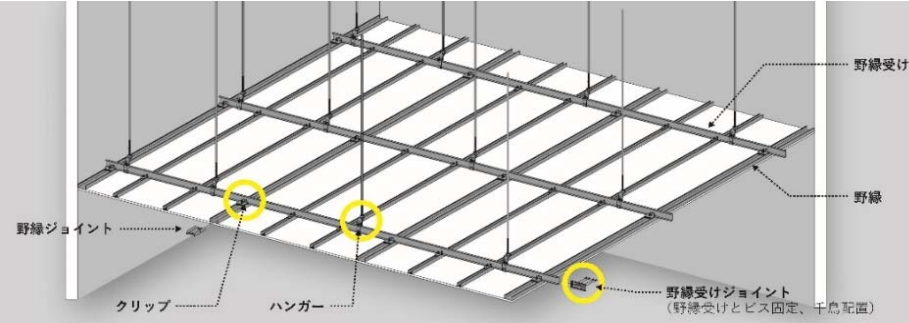
■ その他

○特定天井に該当しない在来天井（吊天井）の改修

これまでは明確な基準がないため発注者または設計者の判断に任せる事例が多かった。
建築設計基準（令和元年改訂版）「建築非構造部材の耐震設計に関する規定の明確化」
により在来天井の補強について一定の指針が示された。

上記に対応した製品として下記の実例がある。

メーカー社内の衝撃試験をクリアした「クリップ」「ハンガー」「野縁ジョイント」を用いた製品であり工事費の低減及び工事期間の短縮に有利と思われる。



使用パーツ一覧
※ 下記のいずれかを使用

ハンガー

- CC-19 用ビス付ハンガー
- RP ハンガー (C38 用)
- ハンガーロック
- 「JIS ハンガー

クリップ

- RP-S クリップ
- RP-W クリップ

「クリップの接合部の衝撃試験」で性能を確認済み。詳しくは当社 HP をご覧ください。

>>> RP-S クリップおよび RP-W クリップ 性能確認試験

試験方法

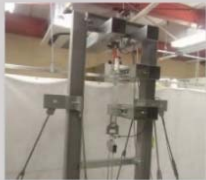
- ① 検討する方向について、加撃体による衝撃力を試験体に加える。
- ② 検討する方向についてクリップの接合部に生じた残留変位 D_{cs} を計測するとともに、試験体の損傷の有無および程度を確認、記録する。

評価方法

すべての試験体で、クリップの接合部に生じた残留変位 D_{cs} が設定した閾値 (5mm) を超えず、かつ、試験体に顕著な損傷を生じていない場合に、対象とするクリップの接合部は緊結であると評価する。

試験結果

すべての試験体で残留変位 D_{cs} が 5mm を超えなかったため、RP-S クリップおよび RP-W クリップを用いた接合部は緊結であると評価する。



試験状況