

# 特定天井の耐震改修について

酒井 翔平<sup>1</sup>

<sup>1</sup>奈良県県土マネジメント部まちづくり推進局県有施設営繕課 (〒630-8501 奈良県奈良市登大路町30)

非構造部材である天井の耐震性能が注目され、近年になって国土交通省告示第771号によりその構造が規定された。特定天井を有するホールの耐震改修は、全国でもまだ例が少ない。奈良県内においても事例は少なく、県有施設においてはまだ例がない。このような中で特定天井改修設計を行う上で、調査職員としてどのように業務を進め、業務を完了させたのかについて論じる。

キーワード 特定天井, 耐震, 工法選定

## 1. はじめに

奈良県では、平成 19 年に「奈良県耐震改修促進計画」を策定し、新耐震基準適用以前の構造基準で設計・建築された既存建築物に対して整備目標を掲げ、耐震化を促進してきた。このような中、平成 23 年に発生した東北地方太平洋沖地震では、震源から離れた首都圏の音楽ホールで天井の大部分が脱落し（図 1）、講堂や体育館などでは多数の死傷者を発生させる被害があった。天井に関する被害では、新耐震基準が適用された建築物であっても多くの建物で被害があった<sup>2</sup>。

国ではこのような状況を受け、天井脱落による被害を防止するため「天井脱落対策に係る一連の技術基準告示」（告示第 771 号）が公布された。この中で、脱落によって重大な被害を生じる可能性のある天井として「特定天井」が定義され、新築建築物で「特定天井」に該当する場合には、これらの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（表 1）。そこで本県では、平成 28 年の「奈良県公共施設等総合管理計画」の中で県有建築物において吊り天井などの安全対策を進めることが記載され、天井脱落に対する対策を取り始めている。

特定天井の改修については、まだ県内では事例が少なく、参考にできる資料も少ない。そのような中で昨年度設計を行ったのが橿原市にある社会福祉総合センター本館大ホールの天井改修であり、この天井は表1の各要件に該当する特定天井である。本論文では、先行事例の少ない中、特定天井の改修設計業務の基本設計段階において、調査職員としてどのように業務プロセスを細分化して方針を決定し、工法選定に至ったのかについて述べる。



図1 東北地方太平洋地震時の音楽ホール被害<sup>1)</sup>

表1 平成25年国交省告示771号による技術基準

特定天井の条件	特定天井の構造的要求
<ul style="list-style-type: none"> <li>・吊り天井である</li> <li>・人が日常的に立ち入る場所である</li> <li>・天井の水平投影面積が200㎡以上</li> <li>・天井部材の単位面積質量が2kgを超える</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・吊り材間に斜材を挿入</li> <li>・吊り材は1㎡あたり1本</li> <li>・吊り長さは3m以下とする</li> <li>・天井面に段差を設けない</li> <li>・壁との間にクリアを設ける</li> <li>・天井部材の単位面積質量が20kg以下である</li> </ul>

## 2. 設計対象建築物

本論文の対象とする建築物は奈良県橿原市に存する社会福祉総合センターである。本施設は鉄骨鉄筋コンクリート造地上7階地下1階建ての福祉施設付事務所で、福祉に関わる団体がテナントとして入居しており、障害



図2 センター外観



図3 大ホール内観

者・高齢者の方が多数利用される。図2に本建築物の外観を示す。6階・7階に最大で550人が収容される大ホールがあり、ここでは講演会などが催され、多くの人の利用に供される。大ホールの内観を図3に示しており、天井面の形状は中央部分を平面で、周囲を曲面で構成されている。このような既存天井面の特徴を表した概略断面図を図4に示す。

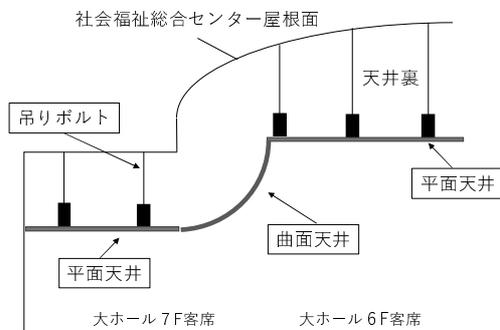


図4 大ホール既存天井概略断面図

図5は大ホールの天井裏の状況である。天井裏の空間は設備ダクトが多数配置されている。さらにキャットウォークが、ホール天井の長手方向を貫いており、天井裏にはあまりスペースがない。この大ホールについて特定天井の構造的な要求に照らすと、吊り材の間に水平変位に抵抗する斜材が配置されていない。よって告示771号を満たしておらず、耐震対策が必要となる。



図5 大ホールの天井裏の状況

### 3. 工法選定に至るプロセス

奈良県では改修事例の少ない特定天井の耐震改修設計にあたって、調査職員として以下の段階(図6)に分けて業務の進捗状況の管理、工法選定までのプロセスの整理を行った。

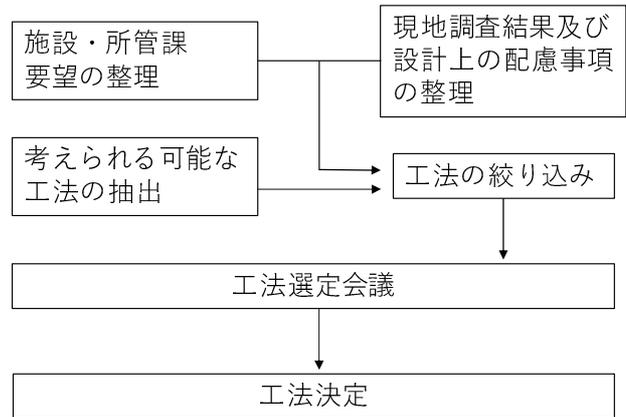


図6 進捗状況管理・工法決定までのプロセス

#### (1) 施設・所管課要望の整理

社会福祉総合センター及び所管課に対して聞き取った施設利用や運営の観点からの要望を整理する。確認された要望は以下のとおり。

- ・大ホールは普段から多くの方が利用しており、特定天井改修工事に伴うホールの利用停止期間をなるべく短くしてほしい。
- ・今回行う工事によってホールの機能が現在より低下することがないようにしてほしい。
- ・身体の不自由な方が多数利用する施設のため、工事に伴って発生する騒音をなるべく抑えてほしい。

#### (2) 現地調査結果及び設計上の配慮事項の整理

本段階では、現地調査及び発注者要望をふまえて、設計上の配慮事項を整理する。

- ・天井裏の空間には設備(ダクト)が張り巡らされている。天井改修に連動して設備の改修をする必要がある場合、設備の改修範囲は工期及び工事費に影響するという事。
- ・大ホールの主な利用形態は講演である。天井の改修により既存の天井形態を大きく変更すると、室内の音環境に影響するという事。
- ・天井改修にあたって新規に鉄骨などの構造材を使用すると、使用しない工事に比べて騒音が大きくなるという事。

③考えられる可能な工法の抽出

現場の条件に最も適合するものを選ぶために、改修工法の漏れがないように工法を選択肢を列挙する。ここでは、国交省住宅局監修・一般社団法人建築性能基準推進協会発行の「天井の耐震改修事例集」<sup>3)</sup>の中で挙げられている主な工法を網羅するよう、できるだけ多くの方針を立案した。抽出された案は以下のとおり。

- ①既存の天井を撤去し、新たに通した鉄骨下地にルーバーを設置する。
- ②既存の天井を撤去し、新たに通した鉄骨下地に付属させる膜によって天井面を形成する。
- ③既存の天井を撤去し、平成25年国土交通省告示第771号による耐震天井を新設する。
- ④既存の天井を撤去し、平成28年に上記告示に追加された仕様による隙間無し天井を新設する。
- ⑤既存の天井を撤去し、曲面部は新たに通した鉄骨下地と天井を一体化させて直天井化し、平面部は平成25年国土交通省告示第771号による耐震天井を新設する。
- ⑥既存の天井を撤去し、軽量な天井を新設する。
- ⑦既存の天井を撤去し、新たに通した鉄骨下地と天井を一体化させて全面直天井化する。
- ⑧既存の天井を存置、補強する。

④工法の絞り込み

本段階では、③で列挙した工法を、実現可能性とともに整理する。④平成28年の告示による案は既存の屋根面が曲面であるため、適用できない。また、⑥軽量な

表2 各工法案のメリット・デメリット整理

改修工法案	本現場への適用	設備改修範囲(工期・工事費)	天井形態の維持(音環境の影響)	構造体の使用(騒音)
①ルーバー	○	×	×	×
②膜天井	○	×	×	×
③告示(H25)	○	×	△	△
④告示(H28)	×	○	△	△
⑤告示(H25)と直天井の併用	○	△	○	×
⑥軽量天井	×	×	△	△
⑦直天井	○	○	○	×
⑧既存補強	×	○	○	△

天井を設置する案は、天井懐が深く吊り材が長くなり、吊り材を含めた天井の単位面積質量が2kgを超えるため、適用できない。⑧既存の天井を存置、補強する案は許認可を取得するのに十分に期間が必要であり、現実的でない。このように実現性の整理(本現場への適用の可否)を行ったあと、それぞれの工法について②で整理した配慮事項と突き合わせ、各工法案のメリット・デメリットを整理する。表2は上記内容について整理した表である。この表により本現場に適合する案として、③平成25年の告示による案(図7)、⑤告示による部分と直天井を併用する案(図8)、⑦天井全面を直天井化する案(図9)の3案を抽出した。

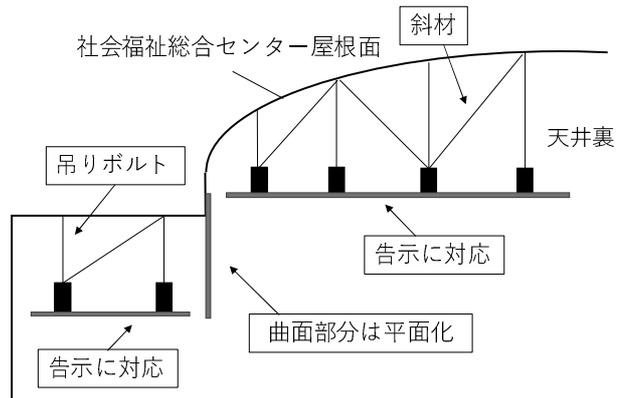


図7 ③平成25年の告示による案

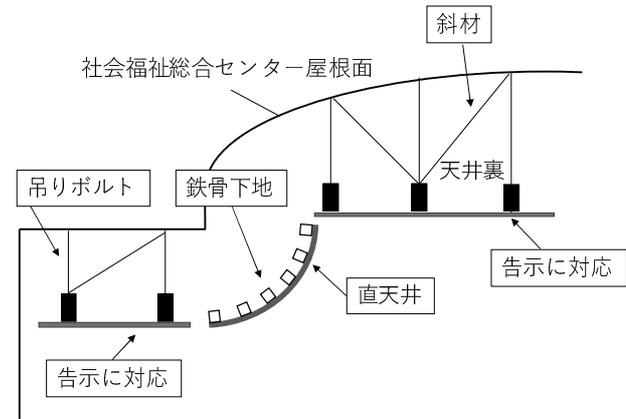


図8 ⑤告示による部分と直天井を併用する案

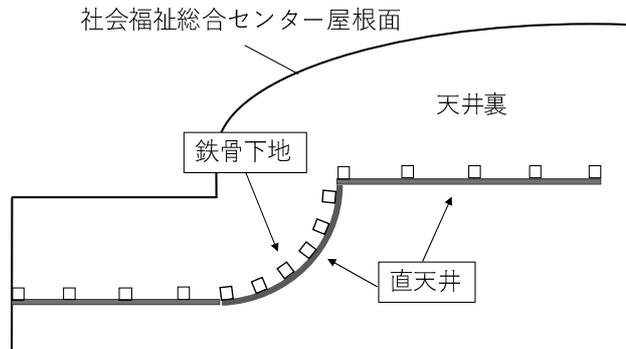


図9 ⑦天井全面を直天井とする案

以下に3案の概要を示す。

③平成25年の告示による案

吊り材の間に斜材を入れる必要がある。既存設備の設置場所を変更する必要があるため、その改修範囲は広くなり、工期は長く、工事費は大きくなる。また、既存の天井形状を維持できないため室内音環境への影響が懸念される。しかし、構造体(鉄骨下地)を使用しないため、他の工法に比べると騒音は小さい。

⑤平成25年の告示による部分と直天井を併用する案

既存の天井形状を維持できるよう、曲面部分に鉄骨下地を配置して直天井化し、平面部分は告示に適合させる案であり、室内音環境への影響は少ない。直天井部分は設備の改修範囲は少なく、その分工期が短縮され、工事費は小さくなる。しかし、発生する騒音は鉄骨下地を使用しない案より大きい。

⑦天井全面を直天井とする案

既存天井形状に沿って通した鉄骨下地と、天井材を一体化する。設備ダクトの直下で鉄骨を組むのでダクトの改修を行う必要がなく、工期は短く、工事費は小さくなる。また、既存の天井形態が変わらないため、室内音環境への影響は少ない。しかし、全面に鉄骨材を使用することから、騒音は大きく、工事中の騒音発生期間も他の2案より長い。

(5) 工法選定会議

3案から1案を選定するため、工法選定会議に諮った。工法選定会議は、建築関係課長3名、施設所管課長1名、施設長1名の5名で構成される。本会議では各工法について建築技術面だけでなく、工事コスト面、施設運営面、工期中の施工条件面などから議論がなされる。会議の冒頭では、これまでの設計業務の概要と、(4)で整理したメリットとデメリットの説明を詳細に行った。その後、騒音の大きさ・騒音の発生期間・ホール内の音環境への

影響程度などに関して質問、議論が交わされたのち、本案件に係る特定天井に係る工法は⑦天井全面を直天井とする案に決定された。

工法の選定要素としては、施工条件面においては一時的に大きな音が発生するものの、騒音の発生期間は2週間程度であり、工期全体に比べて短いこと、工事コスト面においては設備の改修が限定的であるため費用が抑えられること、施設運営面においては工事終了後の室内音環境への影響が少ないこと等が評価されたものと考えられる。

#### 4. 結論

奈良県では近い将来に南海トラフ沿いの巨大地震をはじめとする大地震の発生が危惧されており、順次特定天井の耐震改修を行っていくことは重要である。しかし非構造部材である天井の耐震対策については、まだ全国的にも事例が少ない。今回の特定天井の改修設計業務にあたっては、調査職員としてできる限り論理的な視点に立ってプロセスを整理し、

- ・施設・所管課要望の整理
- ・現地調査結果及び設計上の配慮事項の整理
- ・考えられる可能な工法の抽出
- ・工法の絞り込み
- ・工法選定会議

といった段階に分けて検討を進めた。その結果、県有施設では先行事例のない設計業務ではあったが、業務を遂行することができた。

#### 参考文献

- 1) 財団法人日本建築防災協会：川崎シンフォニーホール震災被害調査 報告書, pp5-2, 2012
- 2) 国立研究開発法人建築研究所：建築研究資料 No.193 号, 東日本大震災における地震被害を踏まえた吊り天井の基準の整備に資する検討, pp2-2, 2019
- 3) 国土省住宅局監修・一般社団法人建築性能基準推進協会：～安全・安心な天井を目指して～天井の耐震改修事例集