

関西国際空港における特定天井改修工事について

関西エアポート株式会社
建築技術部 関空建築グループ
田中 康太郎

1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災の際に、大規模空間における天井が多数脱落したこと等から、2014年4月に「建築物の天井脱落対策及びエレベーター等の脱落防止対策等に係る建築基準法の施行令の一部を改正する政令」が施行された。その施行令の中で「脱落によって重大な危害を生ずるおそれがある天井」（以下「特定天井」と呼ぶ）が定義されている。

関西国際空港内の建築物において特定天井に該当する箇所が3カ所存在する。「第1ターミナルビル 4F」・「空港駅 3F コンコース」・「海上アクセスターミナルビル 待合室（ただし現在は未使用）」である。特定天井に関する調査・検討は2014年から実施してきた。

その内の2箇所（第1ターミナルビル 4F と空港駅 3F コンコース）の改修工事を2018年より開始し、2020年6月末を目標に完了させる予定である。今回は、第1ターミナルビル 4F 特定天井改修工事について紹介をする。



図1 第1ターミナルビル 4F

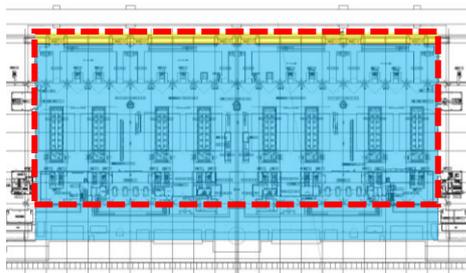


図2 本工事改修範囲

2. 改修前天井について

改修検討を実施する前に、現状の特定天井の調査を実施した。第1ターミナルビル4F特定天井の主な特徴は以下の通りである。

- ・屋根形に沿った天井デザイン
- ・約3.6m×9mのユニットで構成された天井
- ・対象は建物内部と建物外部に存在する。
- ・建物内部の天井はシステム天井のような仕組み
- ・仕上げ材は、建物内部が岩綿吸音板、建物外部がFRPボード。
- ・天井内に建築設備は少ない。

また、今回の改修において天井仕上材が変更になる可能性もあったため、現状の音響状況を把握するために、同フロアにおいて測定を実施した。施工完了後に、再度測定を実施して、比較を実施する予定である。



図3 屋根形状（断面図）

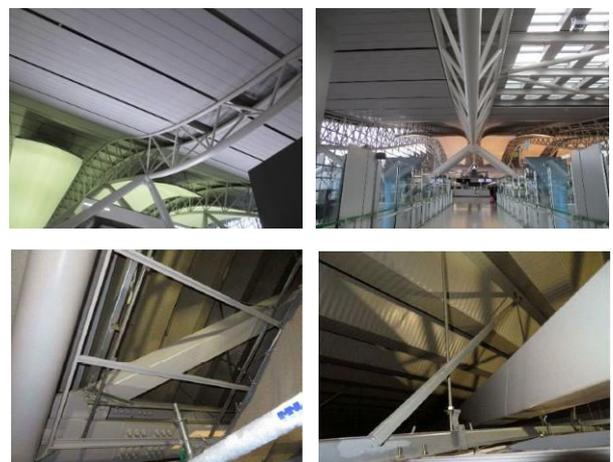




図4 既存天井の様子

3. 改修方法の概要

改修方法を決定するにあたり、選定基準は以下の通りとした。

- ・第1ターミナルビル4Fの機能が継続出来ること。(BCPの観点より)
 - ・意匠性は変えない
 - ・特定天井に該当しない天井へ改修する
 - ・既存の天井重量より重くならないものとする
- 上記の基準より、改修方法は以下の通りとした。
- ・既存の天井は撤去する。
 - ・吊天井ではなく、準構造天井とする。
 - ・仕上げ材は、グラスウールボードを使用。ただし、建物外部は現状と同様とする。
 - ・部材の色は、既存に対しての近似色とする。

具体的な改修方法について以下に示す。

(1) 既存天井の撤去

吊ボルトを切断し、それ以下の天井部材を全て撤去する。

(2) 新設天井

既設の母屋（H鋼）を利用して、準構造天井とした。

天井支持構造部材は母屋（H鋼）に取りつけた。

そして、本改修では均一の施工精度を必要としたため、建物内外部双方とも現場溶接はせずに、全てボルト等機械的な接合とした。また、天井仕上材の上下振動を拘束する仕組みを設けた。

a) 建物内部

次に建物内の天井仕上材の選定のために、関空島内にモックアップを作成して確認を行った。確認した点は以下の項目である。

- ・意匠面
色や質感、ボード間の継ぎ目、Tバーとボードの見え方、その他課題。
- ・施工性（施工者へのヒアリング）
施工のしやすさや課題、施工部材数、施工時間、現場

での加工頻度

その結果、グラスウールボードを使用することにした。

b) 建物外部

建物外部天井の仕上げ材については、雨や風の影響により軽量天井材が使用出来ないため、現状と同じFRPボードとした。その天井仕上材の取り付け方も既存と同様とした。



図5 モックアップの様子

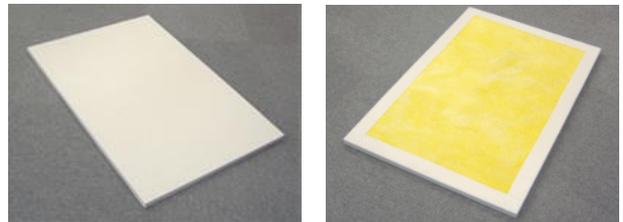


図6 仕上材

4. 施工について

2018年12月より改修工事を実施した。空港を使用しながら工事を進めるため、空港運用に影響の少ない施工計画とした。

(1) 仮設計画

第1ターミナルビル4Fは国際線の出発ロビーである。現在利用者数も年々増加している状況で出発ピーク時間帯は特に混雑しているため、空港運用に影響の少ない仮設計画が必要であった。

本工事においては、建物内部は移動式吊足場と棚足場、建物外部は棚足場と高所作業車を用いて工事を実施している。建物内のメイン仮設に移動式吊足場を採用することで4Fフロア面には設置する足場が最小で済むため、通常通りの空港運用が可能である。

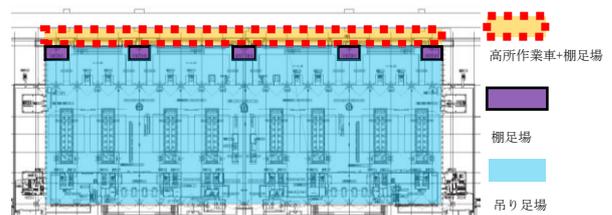


図7 仮設足場範囲図 a) 移動式吊足場

第1ターミナルビルの屋根構造はトラスが東西方向に掛かっているのが特徴である。足場を吊るためにこのトラスを利用した。



図8 トラスの様子

トラス上弦材に移動式吊り足場のレールを設置してそこに足場を吊り下げた。また、フロア面からその移動式吊り足場への作業員の動線は、昇降用の棚足場とトラス内に歩廊を設置することで、移動式吊り足場への移動動線を確保した。



図9 吊り足場設置イメージ

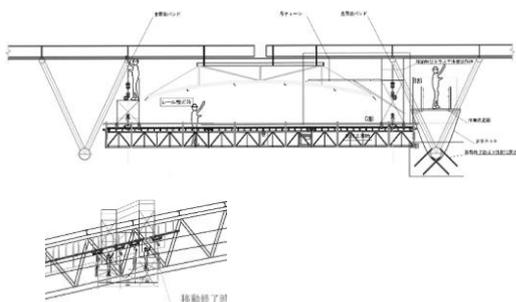


図10 吊り足場断面図

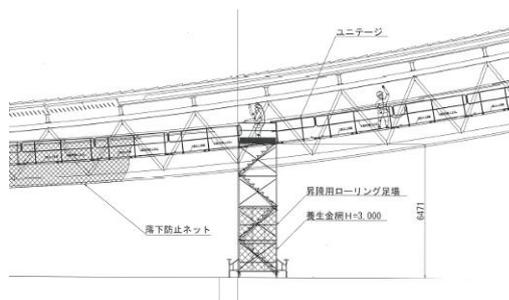


図11 昇降用足場図

b) 棚足場

建物内部で吊り足場が寄り付かないEV付近に関しては棚足場を設置した。建物外部においてはメイン仮設を棚足場とした。ただし、旅客の通行の妨げにならないように足場下部は通常旅客が通り抜け出来るような計画とした。

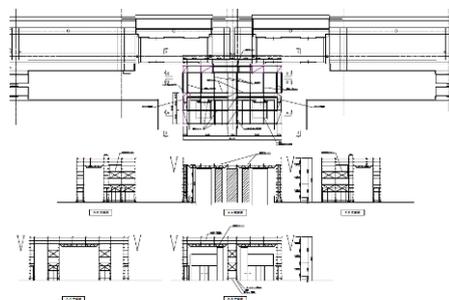


図12 建物内部仮設足場図

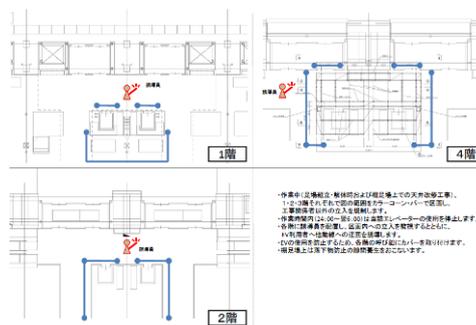


図13 EV上部施工中安全区画計画

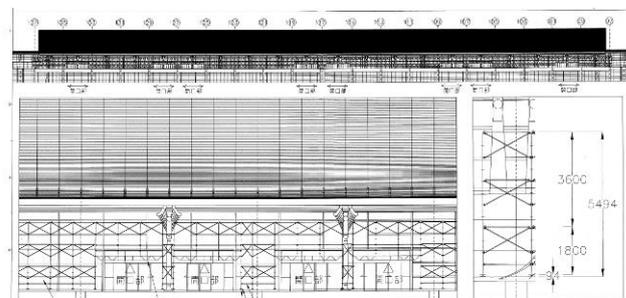


図14 建物外部仮設足場図

c) 高所作業車

建物外は、リムジンバスなどの降車場となっているため、降車スペースに近いエリアは高所作業車で作業とした。

(2) 施工計画

作業時間(準備・片付け含む)は出発旅客が少ない23

時～翌6時（ただし、工事開始は0時）である。また下記に記載の項目を施工条件とした。

- ・移動式吊足場で作業をする場合、その下部は立ち入り禁止区画を設け、そのエリアに人がいない状態を確保して作業実施とする。

- ・関西国際空港は24時間運用のため、深夜便対応のチェックインカウンターや保安検査場が使用されていれば、その上空での作業は実施出来ないため、作業時間がさらに制限される場合もある。また、遅延便などが発生した場合も、空港運用を優先して作業を中止・中断する場合もある。

（ただ、出来る限りカウンターアサインで対応をする。）

- ・同フロアでは他のも工事を実施・計画があるため、他工事との工事調整に協力をする事。

- ・高所での作業になるため、落下対策を十分施すこと。

- ・隣接するレーンを同時施工しないこと。

第1ターミナルビルは東西のびたキールトラスが21本南北に設置されている。そこでトラスで挟まれた部分を1レーンと考え、建物内部は大きく19レーンに施工エリアを分割した。基本的な計画としては、1レーンに最大3基の移動式吊足場を設置する。吊足場3基の考え方としては「1基目：レール延伸と天井解体用」、「2基目：天井下地設置用（鉄骨工事）」「3基目：天井上材設置用（内装工事）」であり、そのレーンでの作業が完了した移動式吊足場は次のレーンへ移動させて、そこでの作業を開始するという流れである。

また、具体的な撤去～天井新設の施工手順としては以下の通りである。

【足場整備】

- ・昇降用足場、トラス内歩廊と移動式吊足場用レールの設置

- ・移動式吊足場の組み立て、荷揚げ

- ・レールの延伸とオープンエアダクト上足場組立

【天井解体】

- ・岩綿吸音板、Tバーおよびボーダー、ブレース、野縁、吊ボルトの順に撤去を行う

【天井新設】

- ・天井支持構造部材取り付け金物の設置（鉄骨工事）

- ・天井支持構造部材の設置（鉄骨工事）

- ・Tバー等の設置（内装工事）

- ・天井仕上材の設置（内装工事）

【足場解体】

- ・オープンエアダクト上足場、レールの撤去

- ・トラス内歩廊と昇降用足場の撤去

- ・移動式吊足場の荷下ろし、昇降用足場の撤去



図15 施工手順

(3) 工程

工程は、建物内部はEV付近の棚足場設置部分と吊足場設置部分（一般部と急勾配部）の3つのエリアに分けて、それに外部天井の計4エリアに分けて考えている。吊足場で一般部と急勾配部でエリア分けをしているのは、勾配の影響で吊足場の動力を変える必要があるためである。工事最初のレーン（南1レーン）においては、現場不一致も出てくる可能性が高かったため、時間を掛けて慎重に工

事を進めた。

工期は2018年12月～2020年6月までの19か月間とした。そのため、建物内部において最大4レーンで同時期に吊足場が設置されて作業しているような計画である。

また第1ターミナルビル4Fにおいては、他工事も多数実施しており、他工事のスケジュールも配慮した工程となっている。

(4) 施工状況

現在（19年10月末）の時点において、仕上げまで完了したエリアが約50%となっている。

【建物内部】

キールトラスに吊られている移動式吊足場は、落下防止用の膜とオープンエアダクトの膜が同じような白であるため、あまり目立たない仮設足場となった。

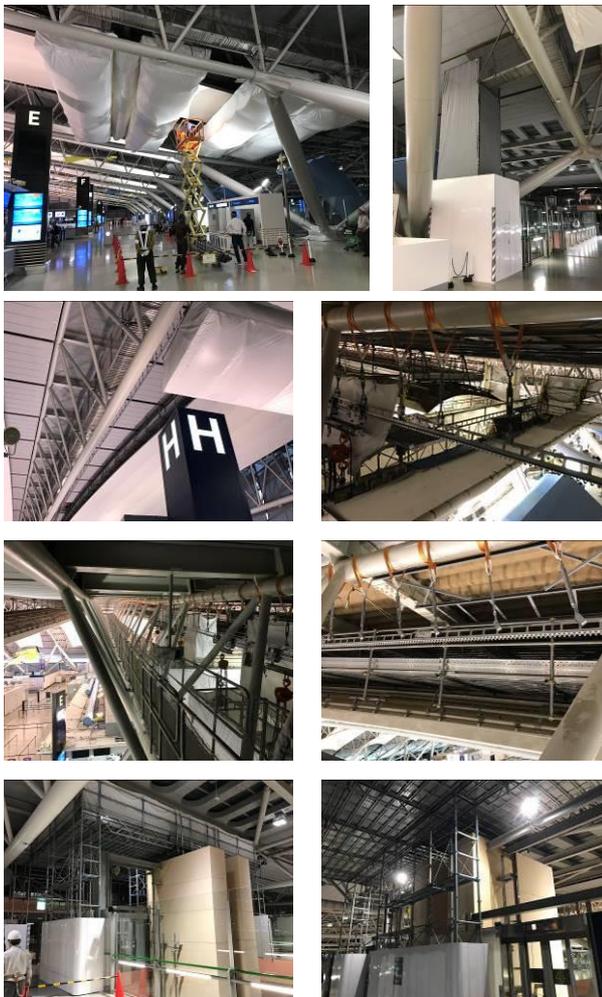


図16 建物内足場状況

改修後と改修前の意匠性は、意図通りあまり差が出なく、建物のデザインを保つことが出来た

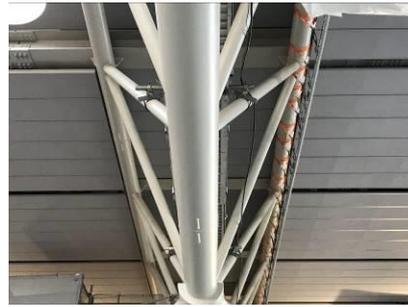


図17 改修前後の天井

改修最初のレーンで、現場不一致が出てきた際に、今後の対策ルールの検討も出来たため、残りのレーンにおいては比較的技術的課題はあまりなく進めることが出来た。また作業員も作業に慣れてきたために、作業効率も上がった。現在は、一般部において施工日数は約33日である（仮設置（レール・幕上足場延伸）の約12日を含む）。作業別日数は、既存天井解体に約11日、天井下工事に約14日、天井仕上工事に約11日である。急勾配部分においては一般部より施工面積が1/4であるが作業しにくい場所のため、施工日数は約28日である（仮設延伸・解体の約13日含む。）。作業別日数は、既存天井解体約4日、天井下工事約4日、天井仕上工事約5日である。

【建物外部】

建物とリムジンバス降り場の床の間に開口があったため、落下防止の観点より全て床板やシートで養生を実施している。その上部に棚足場を設置しており、現在は建物の北端から南端までの範囲で設置が出来た状態である。

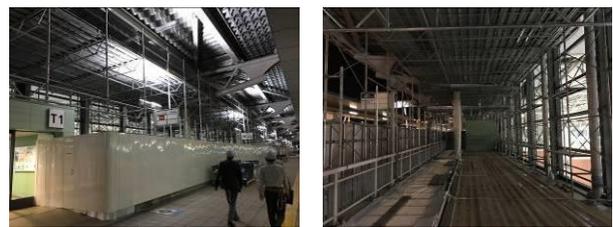


図18 建物外足場状況

現在は、既設天井の解体が全域で完了しており、順次下地工事を実施している状況である。

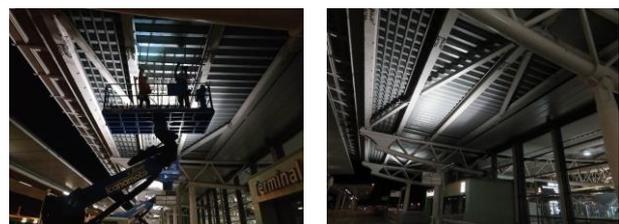


図19 作業状況

本工事で大がかりな足場を設置しているのを利用して、天井改修工事以外にも建物のメンテナンス作業も実施している。

(4) 施工監理

本工事は旅客の安心・安全を確保するための自主的な改修工事であるため、確認申請等の法的な審査がない。そのため、施工者による品質管理だけでなく、本工事においては第三者による検査も実施している。

検査の主な項目はトルクレンチによるボルト検査等であり、箇所は全数としている。

5. 改修工事の今後について

2018年12月から開始している本工事ですが、現在大きなトラブルなく工事を進めることが出来ている。24時間空港であるため、空港運用している中での工事であるため、今後も様々な制約条件の中、本工事を慎重に進める必要があることには変わりない。工期も大事だが、無理のない工程の管理を実施していく。

本工事は空港利用者の安心・安全のために実施している工事である。今後も利用者に安心して利用して頂けるように空港運営に努めていきたい。