

特殊形状の大ホール天井施工における BIM 活用事例の報告

— 四国中央市市民文化ホール新築工事 —

西田俊郎* 下川智男* 正法地崇* 比原雅之* 清松大統* 内山剛*

四国中央市市民文化ホールは、文化・芸術活動の拠点、市民交流・情報発信の拠点施設として、大ホール、小ホール、会議室、練習室及びその他諸室を備え持つ文化施設である。本建物は、紙のまち四国中央市ならではの「紙」の要素を随所にちりばめたデザイン設計となっており、大ホール天井はまさに折り紙を折った紙細工をイメージさせる特殊な形状となっている。

本稿では、特殊な形状をした天井を創り上げるまでのBIMを活用した計画から施工までの報告を行う。

キーワード：文化ホール、劇場、大ホール天井、BIM

1. はじめに

四国中央市は愛媛県の東端に位置し、東は香川県、南東は徳島県、南は高知県、四国四県が接する四国のまんなかの市である。古くから製紙・紙加工業が盛んで、日本屈指の生産量を誇り、紙製品の工業製品出荷額は全国一位となっている。当市民文化ホールは、紙のまち四国中央市ならではの「紙」の要素を随所にちりばめたデザイン設計となっており、大ホール天井はまさに折り紙を折った紙細工をイメージさせる特殊な形状となっている。

本報告では、当作業所がBIMを活用し特殊な形状をした天井を創り上げるまでを、大ホール天井部分の設計条件、施工者が計画・施工するに際の着眼点、BIMでの作業、BIMを活用した計画、施工状況説明の構成順に報告する。

2. 工事概要

工事名称：四国中央市市民文化ホール新築工事

工事場所：愛媛県四国中央市妻鳥町古井池 1830-1~9

発注者：四国中央市長 篠原実

設計監理：株式会社 あい設計

受注形態：単独

工事範囲：建築工事 外構工事 屋外付帯工事

電気設備工事 機械設備工事

舞台機構工事 舞台照明工事 舞台音響工事

建物用途：劇場（舞台形式：プロセニウム形式）

構造：一般部 RC造 ホワイエ部 SRC造

各ホール屋根部 S造

規模：地上3階建て

大ホール 1,007席（1階席・2階席）

小ホール 212席（移動観覧席・昇降床）

敷地面積：21,563.45㎡

建築面積：4,325.15㎡

延床面積：6,044.38㎡

実施工期：2016年11月～2019年4月（30ヶ月）



Fig. 1 大ホール パース



Photo. 1 南東面 全景

* 中四国支店 建築部 四国中央市市民文化ホール作業所

4. 大ホール天井部分の設計条件

- ・ 意匠設計、音響設計を基に規則的な折点の配列のある特殊な形状をした天井。(Fig.6)
- ・ 特定天井(吊り天井)に該当しないように直固定天井を採用。<軽鉄天井下地を天井下地用鉄骨2次部材に直接的に取付>(Fig.7)
- ・ 第1,第2スポットライト歩廊位置の配置厳守。(Fig.8)
- ・ 天井スリットに沿ったメンテナンス歩廊。(Fig.8)

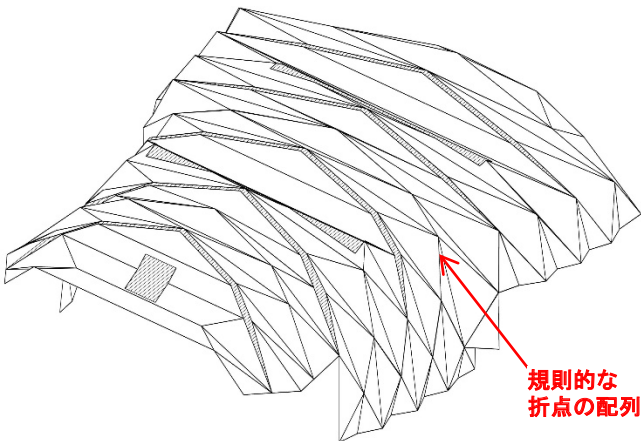


Fig. 6 天井全体図

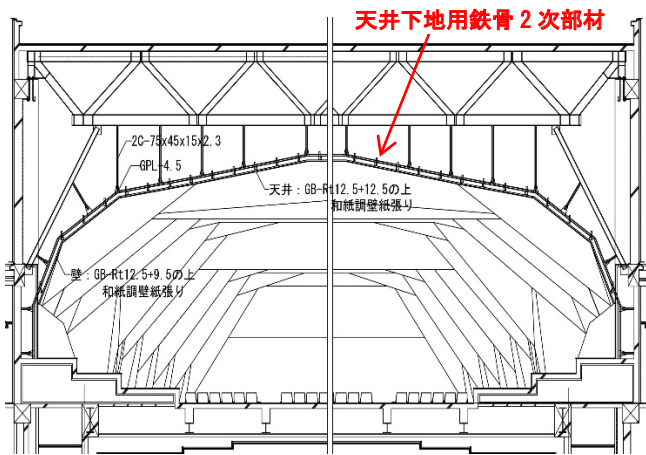


Fig. 7 矩形図-1

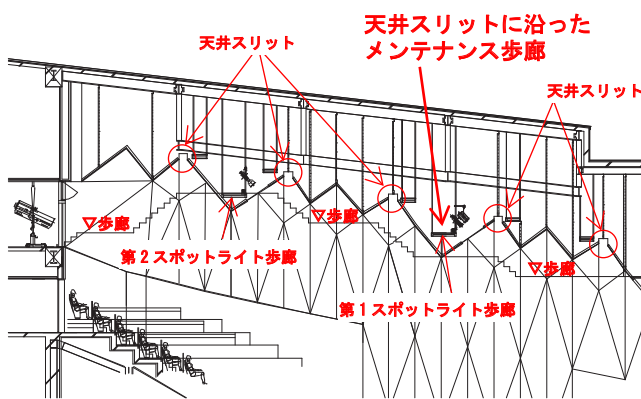


Fig. 8 矩形図-2

5. 施工者が計画・施工する際の着眼点

- ・ 複雑な天井と屋根構造鉄骨、歩廊の干渉はないか。
- ・ 屋根構造鉄骨の組立と同時に歩廊、天井下地用鉄骨2次部材の組立を行う。
- ・ 躯体施工時、鉄骨組立時、天井施工時の足場計画、足場組替計画。
- ・ 複雑な天井の軽鉄下地をどのように組み立てるか、軽鉄下地の墨出しをどのように行うか。

上記の問題を解決するために、干渉のチェック、3Dモデルでの空間の可視化、さらに、必要な断面図を簡易に変換することができるBIMを活用するに至った。BIM作図は建築技術統括部生産BIM推進室に依頼した。

6. BIMでの作業

BIM作成にあたっては生産BIM推進室と協議し、3段階のステップを踏んで実施した。

6.1 BIM 第1ステップ

設計図の情報を基に3Dモデル化し干渉の確認を行った。危惧したとおり様々な干渉が確認された。設計・監理者に3Dモデルで干渉部の提示を行い、計画変更を行うこととなった。

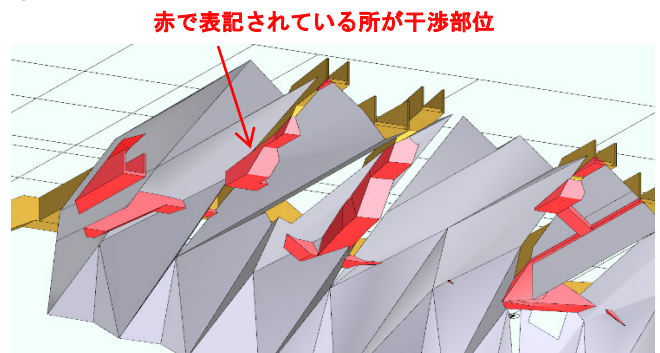


Fig. 9 干渉確認モデル

6.2 BIM 第2ステップ

設計の条件を基に天井・歩廊の計画変更を実施した。天井の新座標・歩廊図面がBIM作成と同時に完成した。

設計・監理者に天井の座標・歩廊の計画の承諾を受けた。

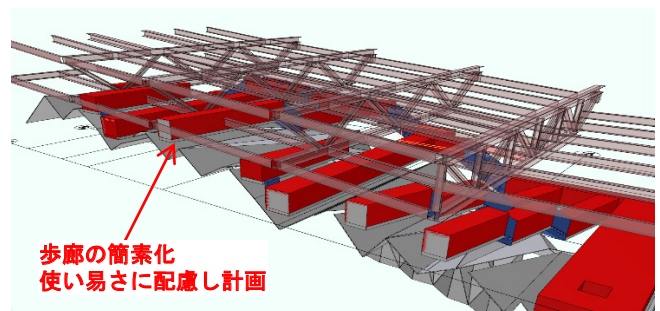


Fig. 10 計画変更モデル

6.3 BIM 第3ステップ

鉄骨2次部材の計画を行った。設計・監理者に3Dモデルで提示し承諾を受けた。

軽鉄天井下地・墨出しを考慮し計画

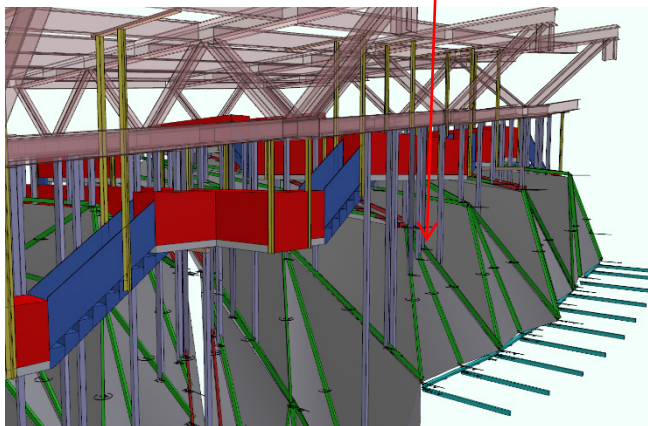


Fig. 11 2次部材計画モデル

6.4 BIM 完成

平面位置によって、天井・屋根構造鉄骨・歩廊の高さがそれぞれ異なり、複雑に絡み合う空間での計画を行うには3Dが最適であった。また、3Dモデルにより空間の可視化を行うことによって、ミスの削減、綿密な計画、スムーズな承認作業ができた。

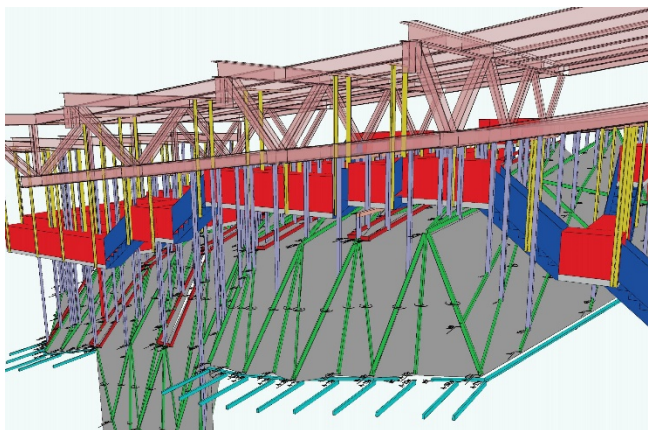


Fig. 12 BIM 完成モデル

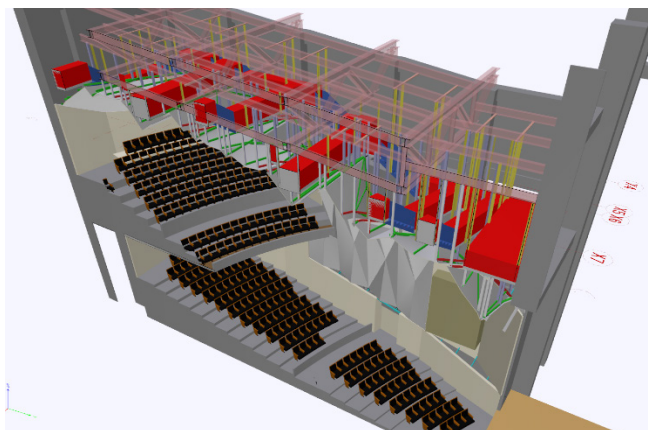


Fig. 13 BIM 完成モデル

7. BIM を活用した計画

7.1 3D PDF と複数断面を基に計画

3次元PDFと空間を輪切りにした断面図を利用して、鉄骨組立・足場組立・足場組替計画を行った。また、スポットライト照射範囲の複数断面による確認も行った。

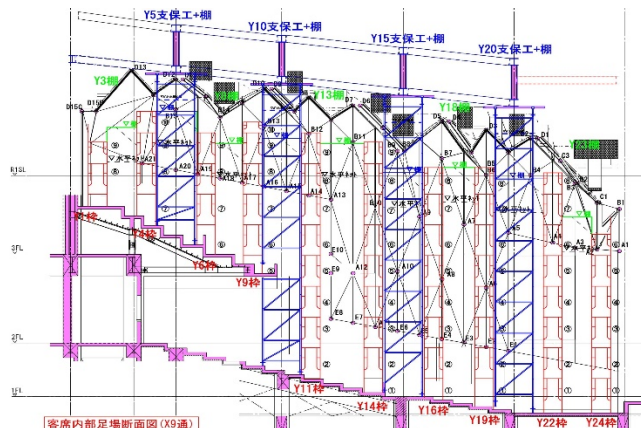


Fig. 14 足場計画

7.2 完成したBIMを参考に計画

客席照明器具の照度確認、客席空調のシミュレーションに活用した。

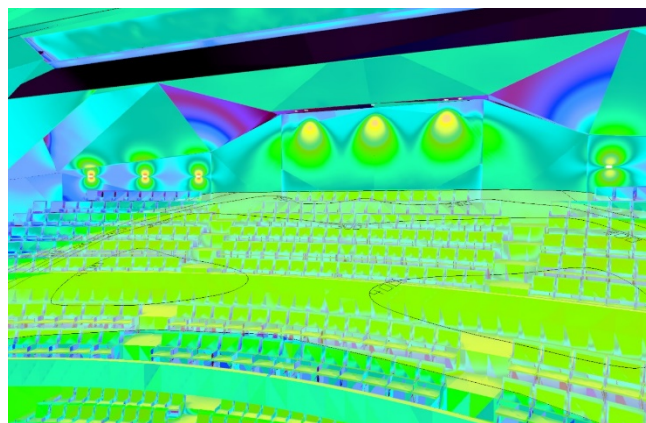


Fig. 15 配光分布図 (作成: 大光電機株式会社)

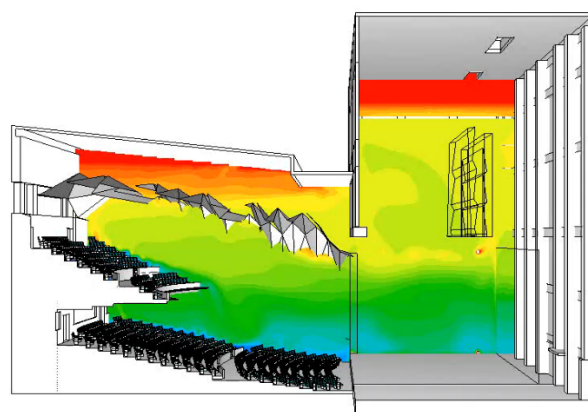


Fig. 16 温度分布図 (作成: 三菱冷熱工業株式会社)

8. 施工状況説明

8.1 鉄骨建方

大ホールは屋根部のみ S 造のため、外周躯体の施工後に建方作業を行った。大梁（トラス梁）は、1 スパン約 18 t になるため、地組を 3 分割とし 150 t クローラークレーンを使用した。構造鉄骨、歩廊、鉄骨 2 次部材を上からのアプローチで同時に施工するために、棚足場と支保工はトラスの建方とともに、支保工から棚足場に組替える計画とし、その通り施工した。（Photo. 2）～（Photo. 4）



Photo. 2 鉄骨建方前棚足場組立状況



Photo. 3 鉄骨建方状況



Photo. 4 歩廊、鉄骨 2 次部材組立状況

8.2 天井組立

天井面を考慮し計画された天井下地用鉄骨 2 次部材とそれに固定した仮設全ネジボルトを利用し墨出しを行い軽鉄下地の組立を行った。軽鉄下地の組立方法（特殊金具の選定）を確認するために、モックアップの作成も行った。（Photo. 5）～（Photo. 7）

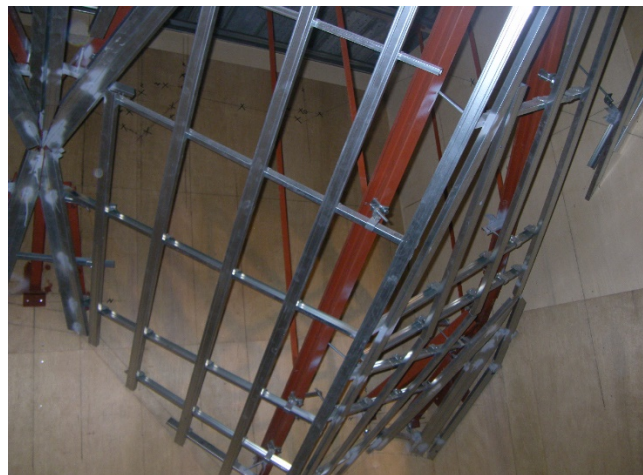


Photo. 5 モックアップ作成



Photo. 6 下地組立

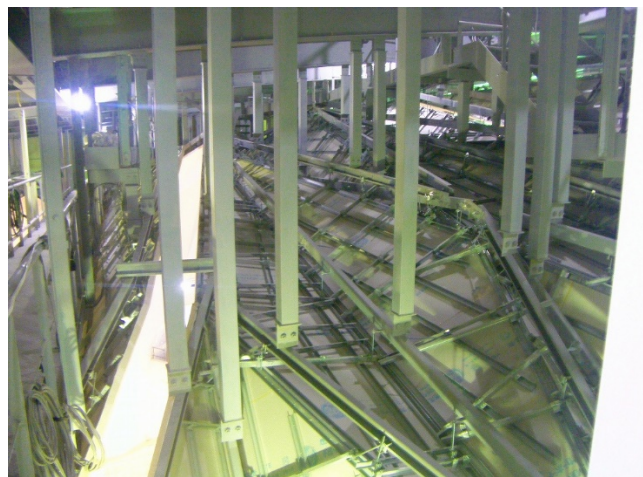


Photo. 7 施工完了（天井裏）

9. 完成写真



Photo. 8 大ホール完成写真

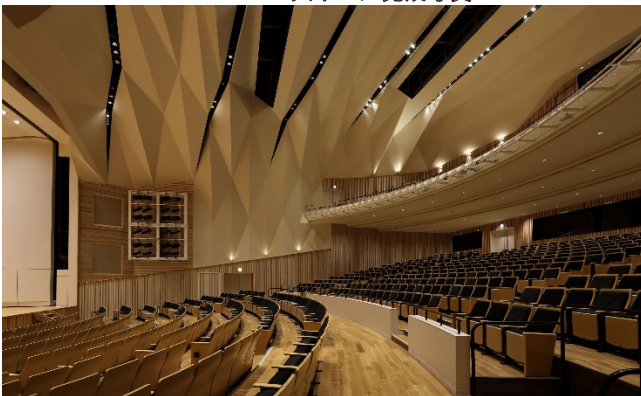


Photo. 9 大ホール完成写真

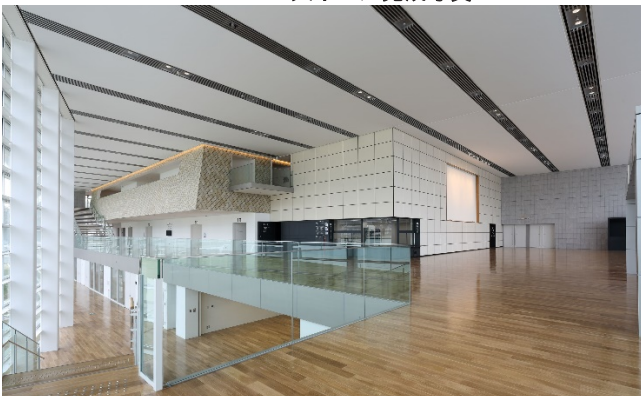


Photo. 10 エントランス廻り完成写真



Photo. 11 外観完成写真

10. まとめ

BIM を活用して、干渉している部分を特定したり、特定部分を 3D や断面図で再現したりすることによって、設計や計画におけるミスが無くすることができた。また、BIM を取り入れ問題点を可視化することにより、設計・監理者の承認作業もスムーズに行うことができ、手戻りなく施工することができた。

従って、BIM の活用方法の点において今後の参考となる事例といえる。また、BIM の技量を備えることは間違いなく有効なツールになるといえる。

謝辞

本工事においては、本社建築事業本部 建築技術統括部 生産 BIM 推進室の皆様、支店建築部の皆様、その他本工事に携わった全ての皆様に多大なるご支援・ご尽力をいただきました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

The Report of Planning and Construction of Special Shaped Ceiling Using Building Information Modeling — New Construction Work of Shikokuchuo City Hall —

Toshiro NISHIDA, Toshio SHIMOKAWA, Takashi SHOHOJI, Masayuki HIHARA,
Hiroto KIYOMATSU and Go UCHIYAMA

Abstract

Shikokuchuo City Hall is a significant cultural building acting as a centre of information where citizens hold activities and exhibitions. The building contains numbers of different-sized halls and rooms which serve various functions. The design of the halls is inspired by paper produced by Shikokuchuo City. The design elements can be seen throughout the building. The ceiling of the main hall is shaped specially to resemble Origami, a unique Japanese paper crafting technique. In this report, we will report the planning and construction of special shaped ceiling using Building Information Modeling.

Key words: Culture Hall , Theater , Large Hall Ceiling , Building Information Modeling
