

成田HUMAXシネマズIMAX®デジタルシアター 施工報告

小山貴臣 * 新井勘 ** 大脇雅直 **** 藤本明久 ***** 青木浩幸 *** 小林昌史 **

成田HUMAXシネマズにIMAX®デジタルシアター（3D対応映画館）を設計・施工にて建設した。建設にあたっては鉄骨造による短工期での完成を求められた。また、本施設には、映画との一体感を生み出す高品質な空間性能の確保が求められ、遮音性能、空調の静けさの確保、大空間での照明計画等の検討を行い、無事に竣工を迎えることが出来た。本報では、これらの計画概要、施工対応、竣工時の各種性能検証結果を報告する。

キーワード：映画館、音響性能、大空間空調、映画館照明、コミッションング

1. はじめに

近年3D（Three Dimensions）映画の普及に伴い、映画館においては、より臨場感のある映像・音響品質を確保することが要求されてきている。本計画は、カナダのIMAX社（IMAX Corporation）が開発したデジタル動画の規格及びその映写システムを採用したデジタルシアターを成田HUMAXシネマズに専用の単独館として増築するものである。

映像は2台のデジタルプロジェクターを用いて左右の映像をスクリーンに投影し、観客は専用メガネにて映画を観賞する。本計画での重要事項は、鉄骨造による短工期での施工の中で、シアター全体の遮音性能や空調騒音の低減、大空間の照明計画等が求められたことである。本報では、これらの計画概要、施工対応、竣工時の各種性能検証について報告する。

2. 建築計画

2.1 建築計画

(1) 工事概要 ※ () 内は既存施設を示す。

工事名称：仮称 HXP 成田 増築計画

工事場所：千葉県成田市ウイング土屋 78, 79, 80 番

発注者：株式会社ヒューマックス

設計監理：株式会社熊谷組一級建築士事務所

施工：株式会社熊谷組首都圏支店

工期：平成23年11月2日～平成24年4月25日

敷地面積：16,680.49 m²

*	設計本部	設計第1部	プロジェクトグループ
**	設計本部	環境設計部	環境技術グループ
***	設計本部	構造設計部	構造第1グループ
****	技術研究所		
*****	首都圏支店	建築部	第1工事部

延床面積：2,493.12 m² (35,155.33 m²)
 建築面積：1,210.41 m² (11,173.23 m²)
 構造規模：3階建S造（4階建S造，一部SRC造）
 建物用途：映画館，駐車場（映画館，飲食店，遊技場）



Photo.1 建物全景

(2) 基本計画

既存施設は既存本体棟（店舗・映画館）と既存駐車場棟（自走式）が連絡通路で結ばれた施設である。映画館の増築は、既存本体棟前面の青空駐車場の一角を利用し

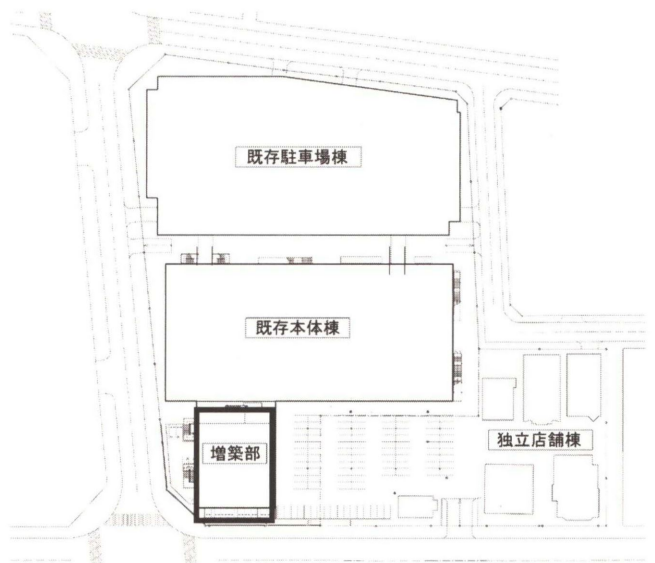


Fig.1 配置図

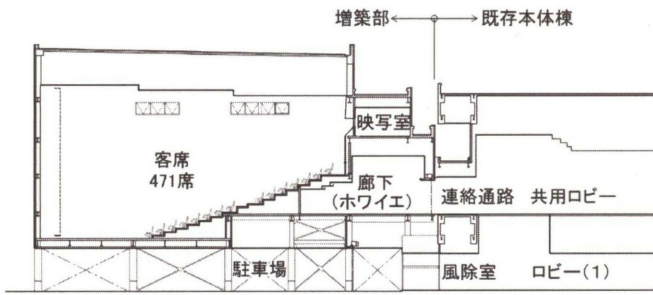


Fig. 2 断面図

(Fig. 1 配置図参照), 1階部分を駐車場とし, 既存映画館と2階で接続する計画とした(Fig. 2 断面図参照).

(3) 音響計画

IMAX®デジタルシアターで求められる音響空間の条件は, ①室内騒音の評価値 NC-25, ②残響時間 0.5 秒又は 0.7 秒 (500 Hz) 以下 (本施設の規模は 0.7 秒以下に該当) であり, これを具現化するために, 下記の対策を講じた.

①遮音対策

計画地の暗騒音を測定の上, 建築物の各部位に求められる透過損失を設定して内装材を決定した.

天井材は, 耐震天井の剛性を考慮した二重の天井構成とした. 屋根材の直裏にグラスウール ($t=50 \text{ mm } 32 \text{ kgf/m}^3$) を充填した遮音天井を組み, シネマ内の天井は空調や照明のための貫通部が発生するため, 遮音を考慮しない化粧天井として岩棉吸音板 ($t=9 \text{ mm}$) と吸音ボード ($t=50 \text{ mm}$) を併用した (Fig. 3 二重天井構成図参照).

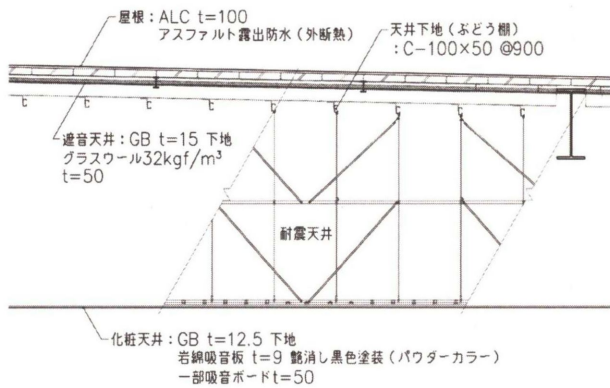


Fig. 3 二重天井構成図

壁面は外装材と内装材との間にグラスウールを充填する構成とした. 空調ダクト経路として利用した客席下部分はグラスウールの充填により 1階駐車場からの遮音対策を講じた. Fig. 4 に断面構成の一例を示す.

既存施設では, 東日本大震災時に機械排煙の排煙ダクト等に被害を受けた. 本施設ではそのような災害時における天井内の設備配管の被害を減らすために, 排煙窓による自然排煙を採用した.

室内騒音の評価値 NC-25 を達成するために, 暗騒音を

測定し, 求められる排煙窓の透過損失により下記 (2), (3) の仕様とした (Fig. 5 排煙窓詳細図参照).

なお, 二重となっている排煙窓は災害時には, 一動作で同時開放される必要があるため, 一つのボタンで二つの排煙オペレーターを作動できるように改良した

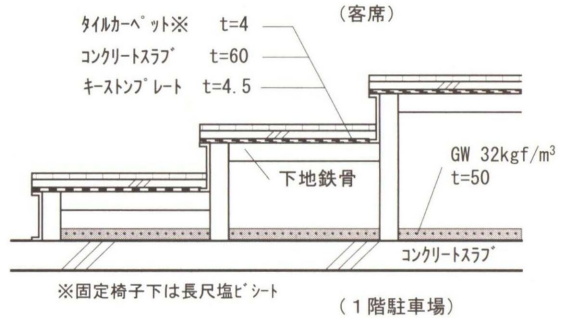


Fig. 4 断面詳細図

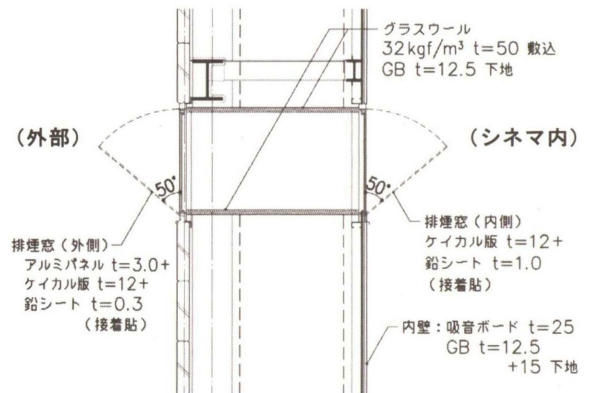


Fig. 5 排煙窓詳細図



Photo. 2 排煙オペレーター操作面



Photo. 3 排煙オペレーター内部

(Photo. 2 排煙オペレーター操作面, Photo. 3 排煙オペレーター内部参照)。

②吸音対策

シネマ内の仕上げには、腰壁 (FL+900 mm) 以外は吸音を考慮した建材を採用した。壁面はグラスウールのガラスクロス押えとした (グラスウール厚みは、スクリーン裏と客席後方壁は 100 mm, スクリーンの側壁は 50 mm)。ガラスクロスについては、高音域反射の弊害を防ぐために、メーカーの性能試験結果に頼らず、IMA X社の指定材料を採用した。観客の目に触れないスクリーン裏についても、同様の仕上げとした。天井材は岩綿吸音板とグラスウールの併用とし仕上げは岩綿吸音板の吸音性能を損なわないパウダーカラーコーティング工法を採用した。床材はタイルカーペットとした。

③フラッターエコー対策

スピーカーからの大きな音圧に対し、フラッターエコー (鳴き竜現象) を防止するために下記の対策を施した (Fig.6 矩計図参照)。

- スクリーン方向から発生する音 (水平方向音) に対しては、客席後方壁 (グラスウール $t=100$ mm) の上に同厚のグラスウールを充填した凹凸の壁を配置し、音の拡散・吸音を図った。
- 後方壁の一部を天井面側へ約3度傾けることにより、音の反射方向を天井面に向け、音が入射する天井面の仕上げをグラスウール ($t=50$ mm) とし、吸音を図った。
- スクリーンピットの上下に発生するフラッターエコー (垂直方向音) に対しては、天井面の仕上げをグラスウール ($t=50$ mm) とし、吸音を図った。

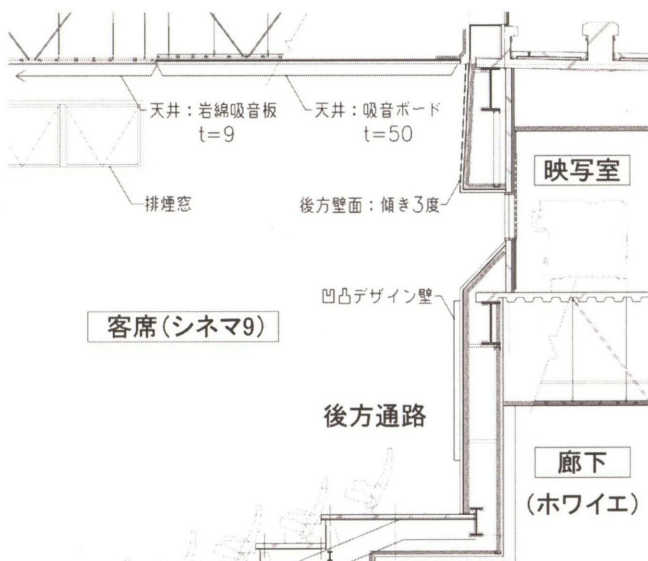


Fig. 6 矩計図

(4) 配色計画

本施設は映画館であるため、シネマ内の配色計画においても「鑑賞」機能が最優先される。IMA X®デジタル

シアターではスクリーンが従来の映画館よりも大きく、シネマの正面壁すべてがスクリーンとして計画された。スクリーンに近接する床、壁、天井は黒 (つや消し) の建材を採用し、スクリーンから反射する光を 100% 吸収する計画とした。

2. 2 構造計画

本施設は、地上 3 階建ての建物である。2 階の客席が段床で天井高が 14.5 m となっていることから、吹抜け部分が多く剛床が成り立たない部分が多くあり、構造計画で、階数を分ける必要があった。そこで、構造架構上は、地上の駐車場部分を 1 階 (1 層)、客席前方のスクリーンを設置してあるフロアを M2 階 (2 層)、客席後方の段床を支える床と客用便所、ホワイエ等が配置されているフロアを 2 階 (3 層)、映写室や職員の休憩室のあるフロアを 3 階 (4 層)、設備機器等を配置してあるフロアを MR 階 (5 層)、客室の屋根部分を R 階 (6 層) とした地上 5 階建ての鉄骨造で構造計画を行った。各階で床を設けず吹抜けとなっている部分は、非剛床として構造計算を行う必要があり、建物全体の剛性を確保する上で、X 形の鉛直ブレースを設け、剛性を確保した。

柱は、 $\square 400 \sim 500$ の冷間成形角形鋼管 (BCR295) とし、柱脚は、既製の露出柱脚を採用した。また、シネマ吹抜け部は、外周部分にブレースを配置することで、 $H-400 \times 400$ の H 形鋼とした。客席は無柱空間となっているため、屋根を受ける大梁は 28 m の大スパン梁として梁せい 1000 mm の外法一定鋼を採用した。

杭は既製杭とし、支持力係数 $\alpha=250$ 相当のプレボーリング拡大根固め工法を採用した。

2. 3 設備計画

(1) シネマ内の空調設備

シネマの空調設備に求められる要素としては、①空調に起因する騒音を抑える、②気流感を感じさせない、③大空間の座席部分を対象とする空調の実現を念頭に計画を行った。Fig. 7 に空調系統図を示す。座席後方部にアネモ型吹出口を設け、シネマ前方の吸込口に向かって気流が形成されるように配置した。なお、アネモ型吹出口より遠ざかる前方客席中央部への空調対策として、側壁面にノズル型吹出口を設けた。この計画の検証として、流体解析を実施し、室内の環境性状をチェックした (Fig. 8 流体解析参照)。

空調騒音については、主ダクトの往・還ダクトに消音器を設け、ダクト内風速を 4 m/s 以下に抑えるサイズとした。

空調機は直膨式空調機を 2 台設置し、中間期等は 1 台運転が可能な機器構成とした。外気導入量は、基本的に人員分の外気量としているが、始業時のウォーミングアップ運転時の OA カット等に対応できるように手動による開度調整ができるようにした。

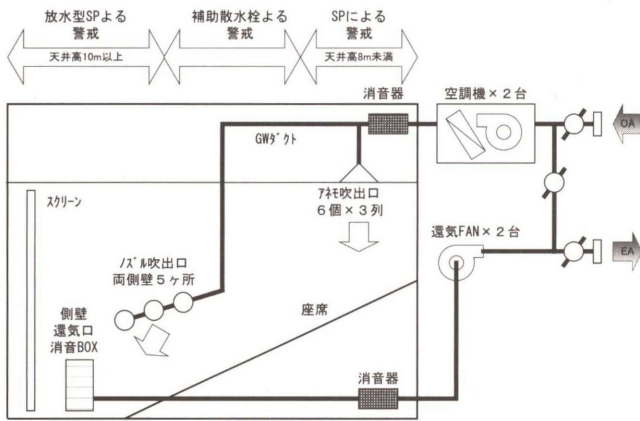


Fig. 7 空調系統図

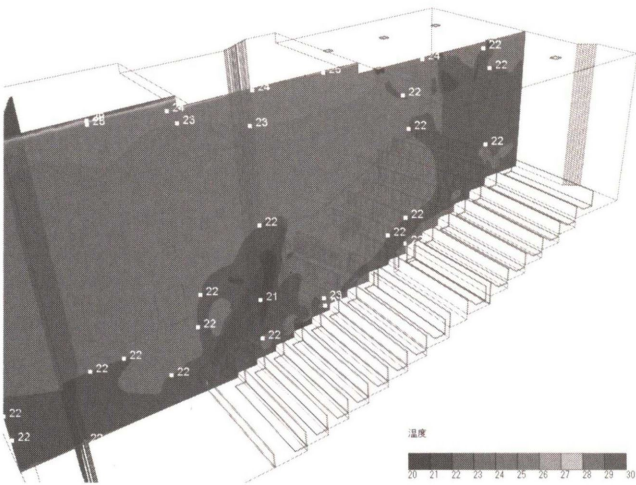


Fig. 8 流体解析例 (温度分布)

(2) 映写室の空調設備

本施設では、3D映画を上映することから、2台の映写機が設置される。映写機自身は、発熱を伴う光源を有していることから、冷却機能が求められる。映写機の冷却機能が働かないと、映写機は自己保護により光源を消灯する。一般的にこの冷却には、空調機や給排気ファンが採用されるが、本計画では、空調機による冷却に加え、バックアップ用として給排気ファンを設けた。また、空調機の発停にあたっては、リスクヘッジの観点から映写機とのインターロック機能(安全装置)を設けた(Fig.9 映写室空調系統図参照)。

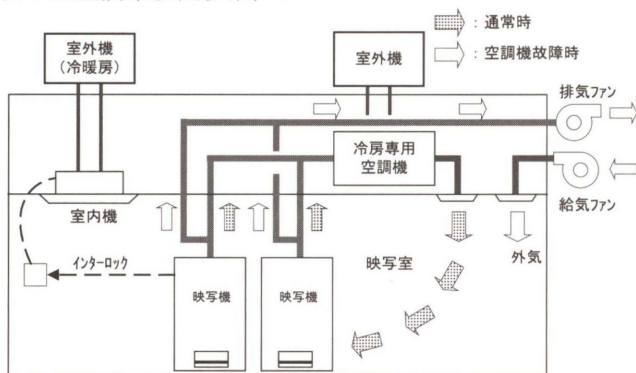


Fig. 9 映写室空調系統図

(3) シネマ内の照明設備

シネマの照明は、①ベース照明(天井面のダウンライト)、②デザイン照明(壁面のラインライト)、③足元タスク照明(階段踏面のステップライト)にて構成する。照明の点滅区分はあらかじめプログラム設定し、シネマの各シーンに応じ映写機と連動して点滅する(Table 1 照明点滅パターン参照)。避難経路に設置する誘導灯は、シネマ鑑賞の妨げとなるため、誘導灯信号装置により上映時に消灯する。

Table 1 照明点滅パターン

シーン	状態	照明
A	非上映時	全点灯
B	宣伝上映時	①の30%と③が点灯
C	本編上映時	③が点灯

本施設は、最高天井高さ14.5mの大空間で器具のメンテナンスが容易でないことから、照明器具はランプが長寿命で消費電力の少ないLED器具を採用した。なお、天井面に設置する非常照明の蓄電池は、更新が容易な様に別置型とし映写室に設置した。

ベース照明の設計にあたっては、設計照度を床面平均照度70ルクスと設定し、照度計算及び配光シミュレーション(Fig.10 配光シミュレーション参照)の結果を基に照明器具の機種、台数、配置を決定した。器具は、調光LEDダウンライト及びプログラム可能な調光装置を組合せることにより、前述のシーンBやイベント時の局所点灯等、様々な照明空間が設定できるシステムとした。

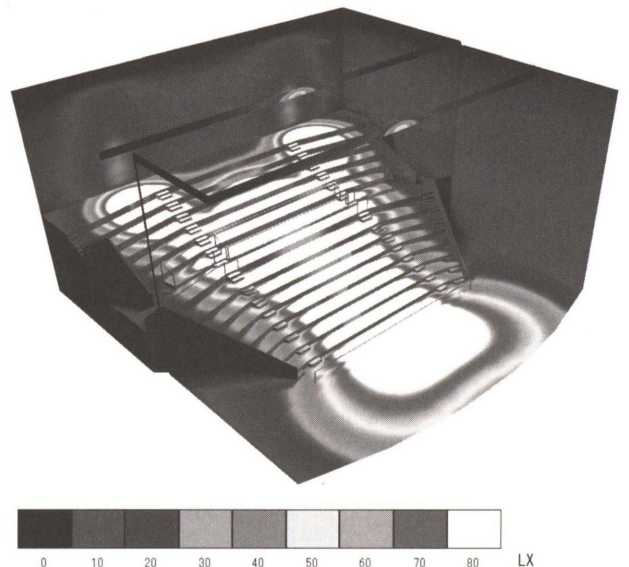


Fig. 10 配光シミュレーション

3. 施工

3. 1 施工計画

(1) 搬出入計画

実施工期が6ヶ月と非常に厳しい短工程であったため、資材搬出入をスムーズに行えるよう、第1平面駐車場を通る計画とした。Fig. 11に工事範囲と工事車両の動線を示す。日中は映画館、遊技場、独立店舗に多数の来客者があり、接触事故を回避させるため、トレーラー、大型車両(長尺)は早朝5時~8時の制限を設けた。また生コン車、ダンプ等はガードマンの増員配備をし、対応した。その他の車両も大型車両で計画し大幅に台数を抑制し、全工期無事故に繋がった。

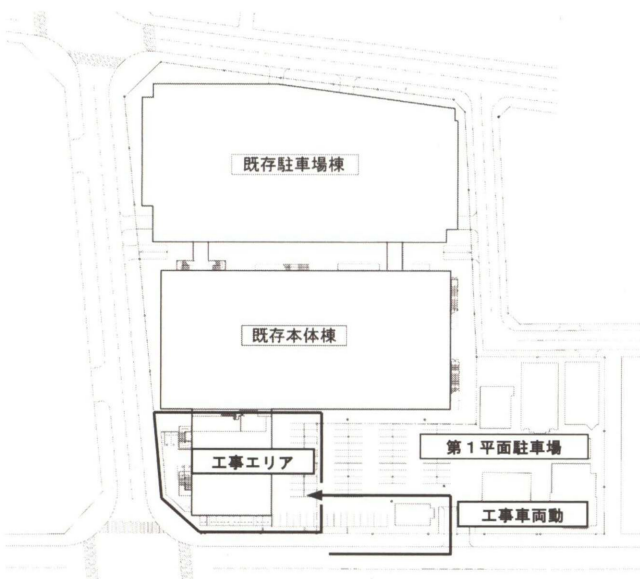


Fig. 11 工事車両動線図

(2) 鉄骨工事

1節建方完了後、2階、M2階のスラブコンクリートを先行打設し、客席段床鉄骨、棚足場の仮設資材を取り込んだ。2節部分の鉄骨柱は17mと高さがあり、建方時の安全性、施工精度を確保する為に建方システムを採用した。また屋根となる鉄骨大梁は全長が約26m、重量が約130kNあるため、3分割で制作し、現場にて地組を行った。鉄骨大梁の取付完了後のたわみ値をスパン中央部で $-2\text{ mm} \sim +5\text{ mm}$ の範囲に納まるように事前に検討した上で、鉄骨大梁にあらかじめ30mmのむくりを設けた。取付後の実測値は $+2\text{ mm}$ となり、管理値内に納まった。鉄骨建方状況をPhoto. 4に示す。客席段床部分の鉄骨組立作業を進めながら外壁ALCを同時に施工し、工期の短縮を図った。



Photo. 4 鉄骨建方 大梁取付

(3) シネマ足場計画

大人数の集客施設のため、天井落下防止対策として、シネマ・廊下には耐震天井を採用した。天井吊材にはJACCA(日本耐震天井施工協同組合)認定の補強金具を採用し、天井面と壁面には必要クリアランスを設けた。Photo. 5に天井内の状況を示す。

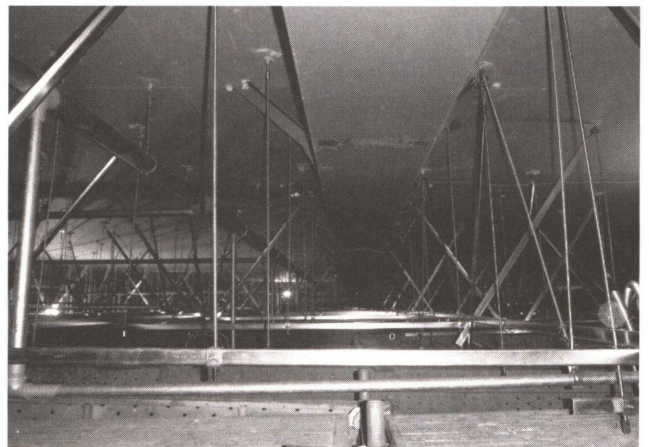


Photo. 5 天井内耐震ブレース上段

シネマ天井高さ14.5m、天井懐が約3mあり、耐震補強ブレースが上下3段となるため、足場の作業床レベルは耐震ブレースの高さに合わせ各々盛替えて該当工事を実施した。天井仕上作業時はさらに足場のレベルを下げ、壁と天井の吸音ボード、空調、電気工事作業を同時に進めた(Fig. 12 足場レベル図参照)。

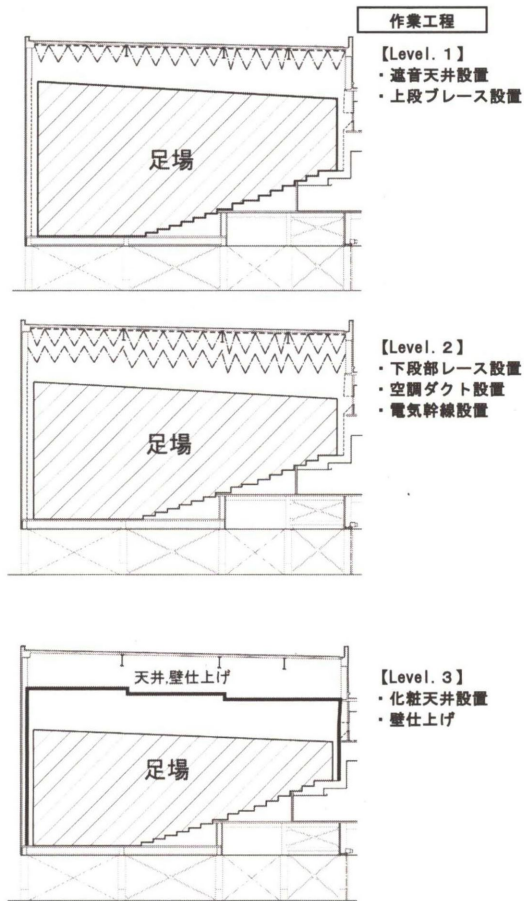


Fig. 12 足場レベル図

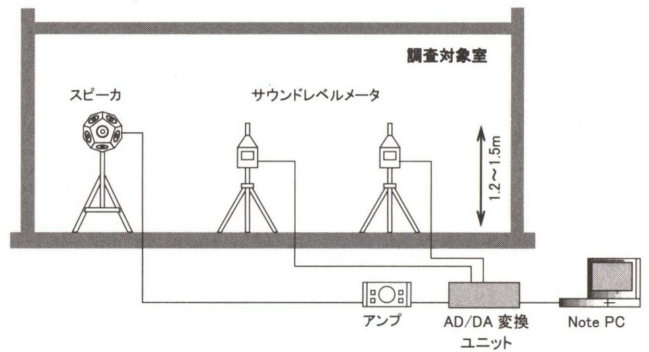


Fig. 13 残響時間周波数特性測定システム系統

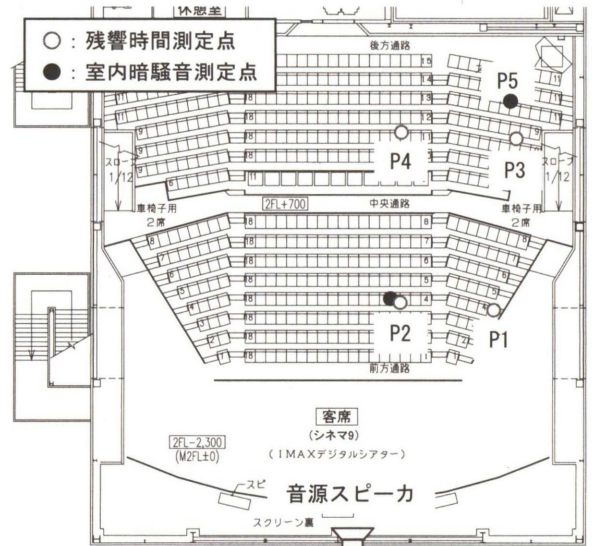


Fig. 14 測定場所

4. 性能検証

4. 1 音響性能

(1) 残響時間周波数特性

残響時間周波数特性の測定は、映写用スクリーンの設置前後で行った。測定システムの系統図をFig. 13に示す。測定方法はインパルス応答積分法を用い、測定周波数範囲は125 Hz～8 kHzの1/1オクターブバンドとした。音源はスピーカからM系列雑音を発生させた。

残響時間周波数特性の測定場所をFig. 14に示す。音源スピーカは正面前方中央の1点とした。スクリーン設置前は計測用の音源スピーカを用い、スクリーン設置後は施設に備え付けられたスピーカを用いた。測定点は1階客席部2点、2階客席部2点の計4点(P1～P4)とした。

残響時間周波数特性測定の測定結果をFig. 15に示す。500 Hz帯域では、スクリーン設置前で0.60～0.70秒(sec)、スクリーン設置後で0.55～0.64秒(sec)の範囲であり、大きな差は見られない。1000～4000 Hz帯域では若干スクリーン設置後の残響時間が長くなる傾向がみられた。

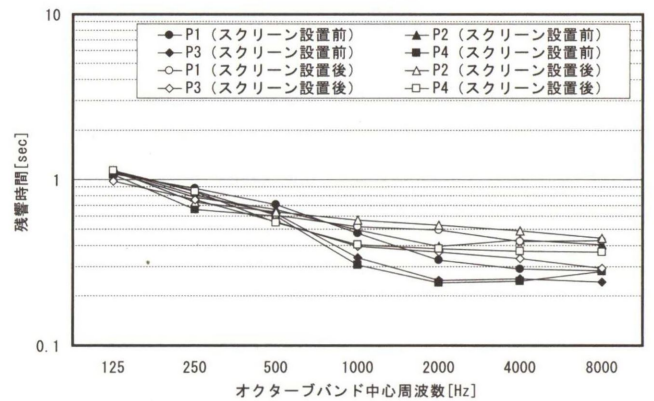


Fig. 15 残響時間周波数特性測定結果

(2) 室内暗騒音

室内暗騒音の測定は、空調機稼動時および停止時における等価音圧レベルを30秒間計測した。測定点はFig. 14に示す2点(P2, P5)とした。

空調機稼動時および空調停止時における前面4車線道路から入射する交通騒音の測定結果をFig. 16に示す。

空調機稼動時および停止時いずれにおいてもNC-25以下であった。

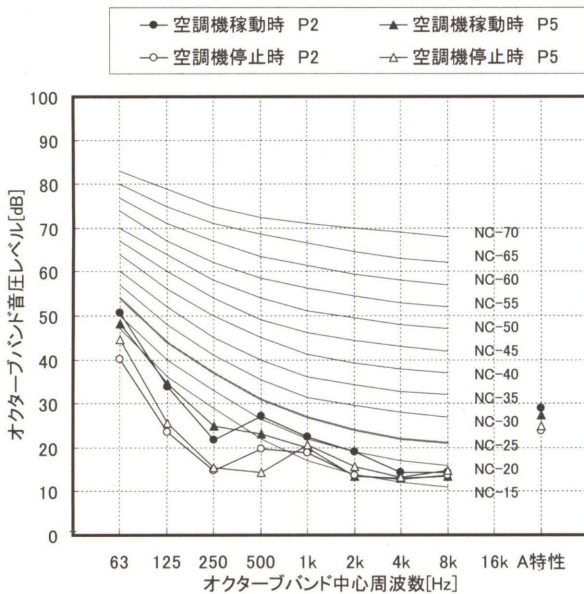


Fig. 16 室内暗騒音測定結果

4. 2 室内環境調査

竣工に先立って、シネマ内の空調による温冷感等の環境に係る調査を実施した。調査はアンケート方式で、着席位置、着衣量、温冷感、気流感、音環境を4回に渡って申告してもらった (Table 2 アンケート調査, Photo. 6 CASE1 のアンケート調査風景 参照)。これに伴い、シネマ内を15ブロックに分けて温・湿度計測と気流計測を実施した。

Table 2 アンケート調査

CASE	概況	申告時刻	有効回答 人
1	スクリーン向かって左側着席	14:10	128
2	スクリーン向かって右側着席	14:19	128
3	自由着席 (テスト映像映写前)	15:31	129
4	自由着席 (テスト映像上映後)	16:00	127



Photo. 6 CASE1 のアンケート調査風景

(1) 温冷感について

Fig. 17 に温冷感申告の結果を示す。第2軸の乾球温度は同じ申告をした被験者近傍の調査中の乾球温度の平均値である。これによると、『どちらでもない』が、7割を超えている。また、『やや寒い』と申告している被験者周囲の温度も『どちらでもない』と同じ23.6℃であった。Fig. 18 は被験者の PMV 値 (予想平均温冷感申告) を求めヒストグラム化したものである。PMV 値-0.6~0.6 が約8割を超えており、温冷感としては良好な結果であるといえる。なお、PMV 値の全体平均は-0.24 であった。Fig. 19 はアンケート調査中の平均温度を示したものである。シネマ内は概ね23℃台で推移している。

(2) 気流感について

Fig. 20 に気流感申告の結果を示す。第2軸は先と同様に同じ申告をした被験者近傍の調査中の気流速度の平均値である。『微かに感じる』の申告が全体の6割を占めているが、平均気流速度は、『全く感じない』と同数値であることから、不快な気流は発生していないと考えられる。

(3) 音環境について

Fig. 21 に音環境の申告結果 (非上映時) を示す。94%の被験者が空調に係る騒音を感じておらず、先の暗騒音測定の結果を裏付ける結果となった。

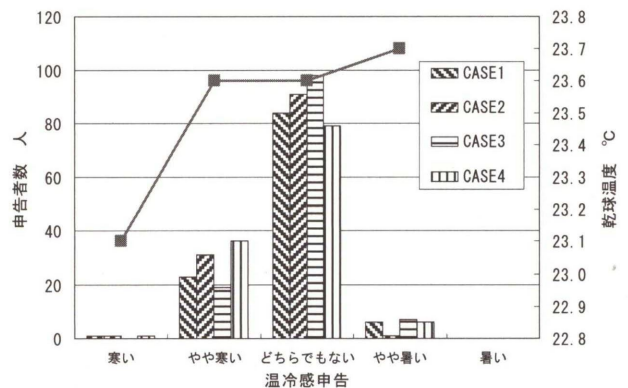


Fig. 17 温冷感申告と周囲温度

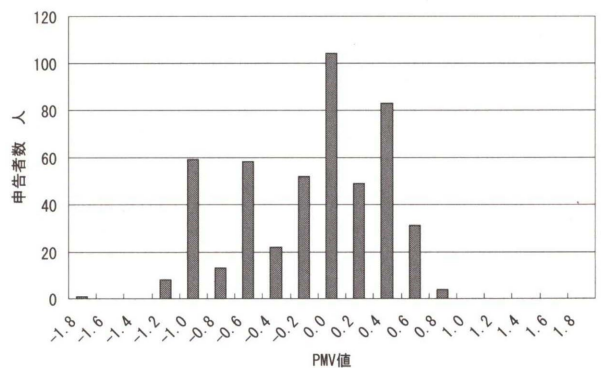


Fig. 18 PMV 値ヒストグラム

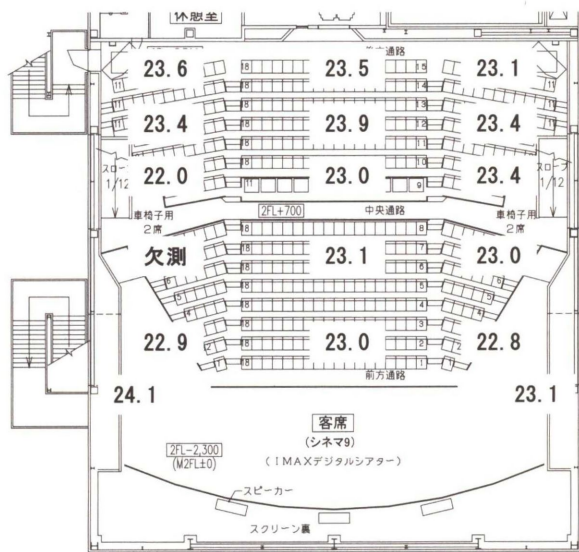


Fig. 19 アンケート調査中の平均温度

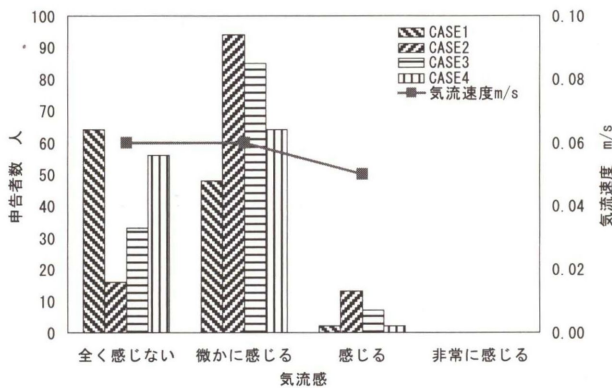


Fig. 20 気流感申告と気流速度

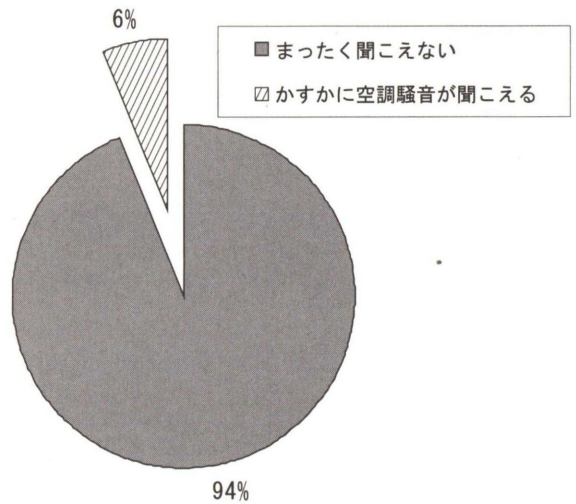


Fig. 21 音環境の申告

5. まとめ

本計画は限られた工期の中で、遮音性能、空調の静けさの確保、大空間での照明計画等の各種検討を実施することで、所定の要求品質を確保することができた。今後、3D映画館は需要が増えることが予想され、さらに、既存映画館へのレトロフィット需要も考えられる。今回の技術を同様の案件へ水平展開したいと考える。

謝辞

本計画に当たり、ご指導いただきました、(株)ヒューマックス様ならびにアイマックスジャパン(株)様に対し御礼申し上げます。さらに、施工にあたってご協力頂きました、(株)朝日工業社、浅海電気(株)の関係者の皆様に感謝致します。

※IMAX®はIMAXコーポレーションの登録標章です。

Construction Report of the Narita HUMAX Cinemas IMAX® Digital Theater

Takaomi KOYAMA, Kan ARAI, Masanao OWAKI, Akihisa FUJIMOTO
Hiroyuki AOKI and Masahumi KOBAYASHII

Abstract

The IMAX digital theater (3D movie theater) was designed and constructed as a lump-sum contract at the Narita HUMAX Cinemas. The short term construction period with steel structures was required. The high quality space which produced a sense of togetherness with a movie was needed for this movie theater. In order to secure the high quality indoor space, acoustical environment, an air-conditioning plan, a lighting plan, etc. were considered. The architectural planning outline of this facility, the execution scheme, and the performance verification result at the time of completion are reported.

Keywords : Movie theater , Acoustical environment , Air-conditioning plan , Lighting plan , Commissioning