

試写室における音響関連工事の留意事項 — 金木ビル新築工事の例

浅野裕子*1・上田泰孝*1・南雲弘士*2・福島智雄*3

この度、プロユースの試写室を施工する機会に恵まれた。地下1階に計画された試写室は、前面道路下部に走行する地下鉄の影響を低減するため浮構造としている。特長として、空調騒音が少なく、長時間試写室に入ってから作業を考慮して放射冷暖房を採用している。竣工測定の結果、性能目標値である2階と試写室間の室間音圧レベル差(D-80)、室内騒音レベル(NC-25)を達成していることを確認できた。本報では、施工段階で実施した各種の検討を含め、試写室の音響関連工事の流れ、留意事項について報告する。

キーワード：試写室、浮構造、NC値、放射冷暖房、地下鉄固体音

1. はじめに

試写室は、フィルムのチェックや試写会を目的とする室である。この度、弊社はスターウォーズシリーズやE.T.など、数々の名作の字幕を手がける株式会社日本シネアーツ社の新社屋建設(意匠設計監理：アル・パートナーズ建築設計)に携わることができた。

新社屋の地下1階にプロユースの試写室(音響設計監理：(株)永田音響設計)が計画されており、試写室では終日作業されることが想定され、空調騒音の低減、快適性を考慮して放射冷暖房を採用している。本報では、音響計画の概要と施工を通しての検討・留意事項を報告する。

2. 工事概要

図-1に断面図、図-2に地下1階平面図を示す。地下1階に試写室、地上1階がエントランスホールと駐車場、2階～9階が事務室、10～11階が共同住宅となっている。

地下1階に計画された試写室は、地下鉄からの固体音対策、上階事務所エリアとの遮音性能の確保のため、完全浮き構造で計画されている。

冷暖房方式は、上映中は放射冷暖房、非上映中についてはパッケージエアコンとし、換気方式は外気処理パッケージエアコンと調湿機により処理された新鮮外気を仕上層の上で送風し、放射冷暖房用パネルのスリットを通して試写室に給気している。照明は、メンテナンス性を考慮しLED照明を採用している。

図-3に試写室関連工事のフローを示す。施工にあたり、現場にて音響設計事務所を中心に音響定例を開催

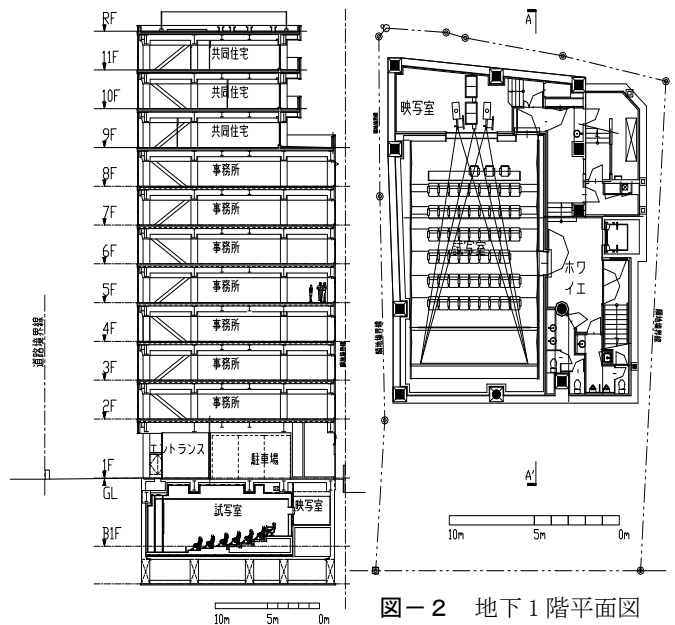


図-1 A-A' 断面図

図-2 地下1階平面図

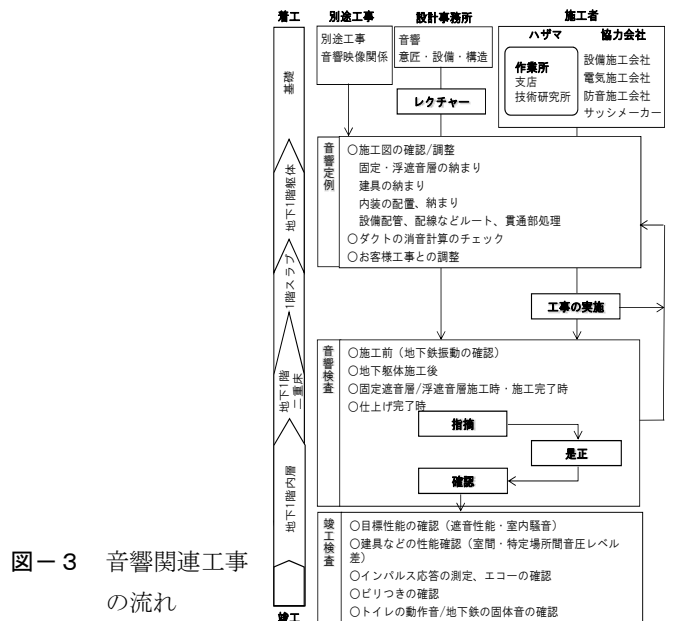


図-3 音響関連工事の流れ

*1 技術研究所 *2 東京建築支店 *3 設備統括部

し、試写室に関する遮音層、仕上げ、設備関連の貫通部処理などの詳細の検討・確認を行い、工事を行った。また、品質確保のため、浮床施工前、遮音層施工完了時などの段階に応じて、音響設計事務所による検査を実施し、遮音層の取り合い、貫通部の施工状況、遮音性能の確認を行いながら、施工を進めた。

3. 室内音響

3.1 仕上げ配置の検討

多くのスピーカーが配置される試写室では、音の偏りを防止するために、内装仕上を化粧ガラスクロス付グラスウール（以降、GW ボードと称す）など吸音性の材料とすることが多い。本件でも GW ボードを基本とし、その配置・配分を検討した。図-4 に内装仕上材料の配置を示す。メインのスピーカーが配置されるスクリーン裏側、サラウンドスピーカーの正面、後壁、天井の段差部分は音響障害(エコー)防止の観点から吸音処理とした。床面は、じゅうたんとした。天井面は、照明器具や放射冷暖房用パネル（以降、放射パネルと称す）が設置される部分がまとまった反射面とならないように割り付けと調整を行った。それらの条件をもとに、全体の残響時間の推定を実施した。

残響時間推定結果を図-5 に示す。試写の人数によらず一定の音場を提供するために、椅子の吸音力は在席時と空席時の差が少ない製品を使用した。なお、放射パネルの吸音率は事前に簡易測定を行い、その測定結果をもとに計算を考慮した。測定結果は、推定値とほぼ一致した。

3.2 放射パネルのエコーの確認

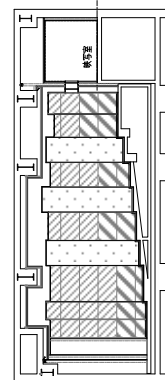
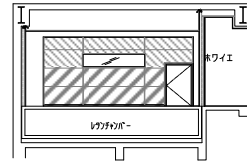
本試写室には、放射冷暖房用のパネルが天井面に設置される計画となっていた。使用する放射パネルの断面形状は凹曲面となっており(図-6)、音の集中や異音などの音響障害の懸念があった。そのため、斜め入射吸音率試験の方法を参考に、インパルス応答の測定を行い、反射音の特性を確認した。

インパルス応答波形測定結果の一例を図-8 に示す。床面に試料を置かない状態の測定結果と放射空調パネルを図-7 に示すように設置した状態の測定結果を比較し考察を行った。波形上に分離した反射音は見られず、懸念されたエコーなどの音響障害は確認されなかった。また、聴感でも異音は感じられなかった。

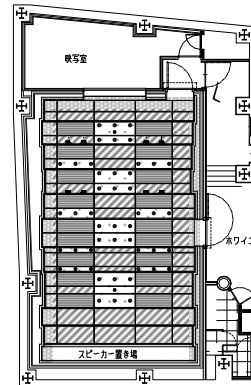
図-7 放射パネル実験状況



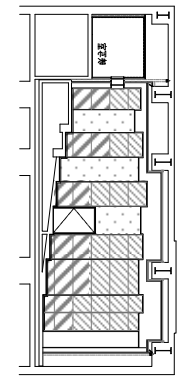
(a) 後壁



(b) 側壁(山留側)



(c) 天井



(d) 側壁(ホリワ側)

凡例：

- ▨ : GWボード(80k)25mm
- ▧ : GWボード(64k)25mm
- ▩ : GWボード(32k)25mm
- : 放射パネル
- ▤ : GW(32k)500mm
- ▦ : 石膏ボード12.5mm 3枚貼+GW(32k)25mmガラスクロスボード押しさえ
- ▧ : 石膏ボード9.5mm+12.5mm 2枚貼り
- ▨ : スクリーン範囲
- : スピーカー

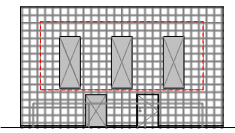


図-4 試写室 内装配置図

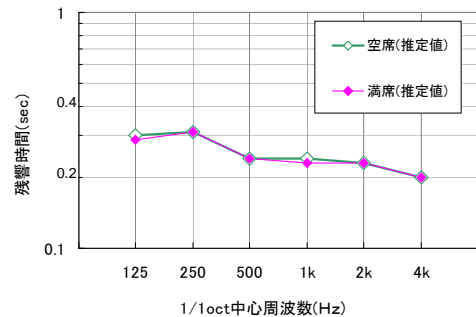


図-5 残響時間推定結果

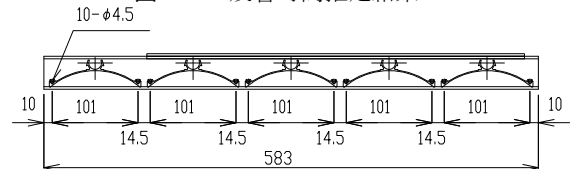


図-6 放射パネル断面図(短辺)

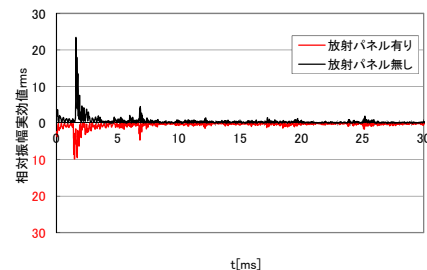


図-8 インパルス応答測定結果例 (スピーカー60° , マイク60°)

4. 遮音・騒音防止計画

試写室に対する音響性能の目標値は、地下1階試写室～2階事務室間においてD-80、室内騒音はNC-25と設定されていた。加えて、隣接する映写室、ホワイエ・便所から試写室への騒音防止、地下鉄による固体伝搬音に配慮する必要があった。

4.1 各部位の仕様

(1) 遮音壁

図-9～図-11に遮音壁の断面を示す。遮音壁はスラブ～スラブ間に設置し、浮側の壁は上部を防振振れ止めで支持し、固定側との縁切を行った。固定遮音層が乾式壁となっている部分は、壁の上下にシーリングを行い、隙間による遮音性能低下が生じないように処置した(図-10)。

(2) 浮き床

断面図を図-12に示す。床は固定床(B1スラブ250mm)の上に防振ゴムによる浮床としている。浮床と固定床の間には、グラスウール(32k)t50を敷設した。

(3) 防振天井

浮天井は、1階床スラブ(固定側)より防振ハンガー下地を支持した。仕上げ層の支持部材で、浮遮音層に貫通が生じた部分は、遮音シーリングを用いて処置した(図-13(a))。また、軽量鉄骨下地が固定遮音層と接する部分には緩衝材を設け、直接接触しないように施工した(図-13(b))。



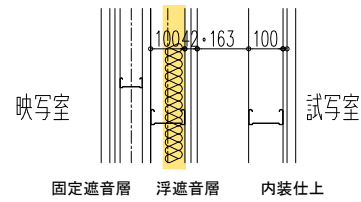
a. 吊ボルト



b. LGS 固定壁

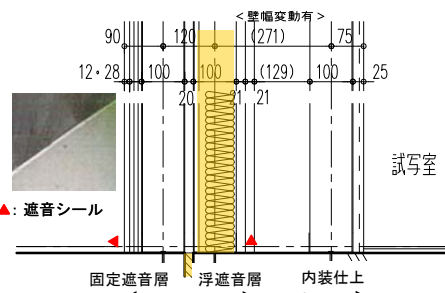
貫通部シーリング 接触部分施工状況

図-13 天井部施工写真



固定遮音層	浮遮音層
石膏ボード15mm2枚貼	石膏ボード21mm2枚貼, グラスウール(32k)t50

図-9 試写室～映写室 壁詳細図



固定遮音層	浮遮音層
ケイ化板10+10+8(合計28mm)	石膏ボード21mm2枚貼, グラスウール(32k)t50

図-10 ホワイエ～試写室 壁詳細図

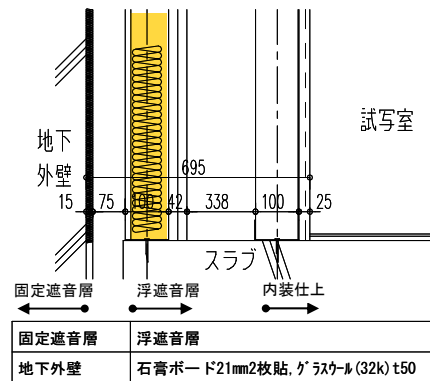


図-11 地下外壁～試写室 壁詳細図

部位	固定遮音層	浮遮音層
天井	鉄筋コンクリート床t300(1階スラブ)	石膏ボード15mm 2枚貼の上にグラスウール(32k)t50(防振吊)
床	鉄筋コンクリート床t250mm(B1階スラブ)	束モル, 防振ゴム, 受板t6, 大引[-125x65x6x8, デックプレート, 鉄筋コンクリート床t200, カーペットt10

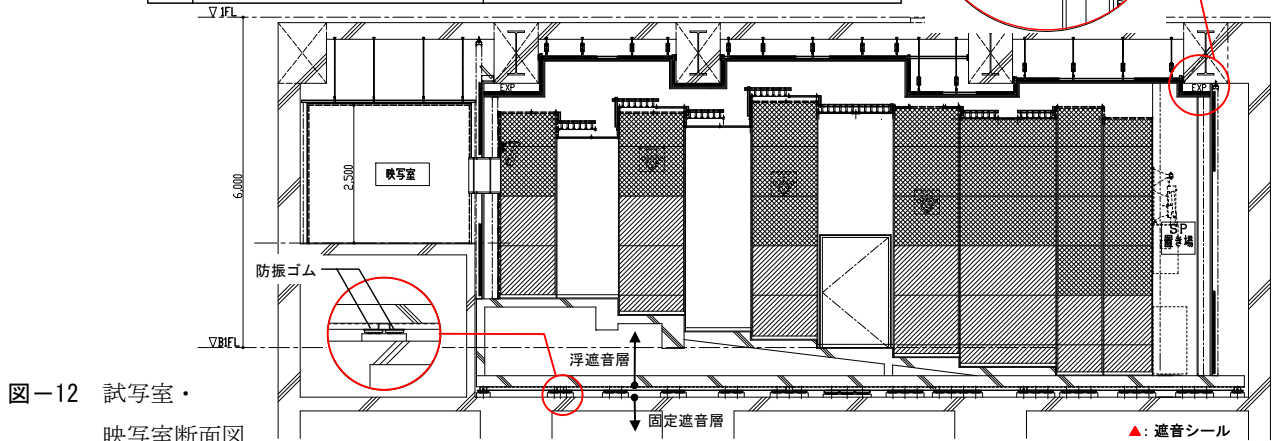
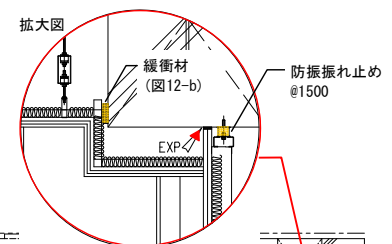


図-12 試写室・映写室断面図

(4) 建具

図-14、図-15 に建具の位置とその断面を示す。建具は、固定遮音層と浮遮音層にまたがって設置されているため、遮音層に隙間が生じないように、建具周囲にふさぎ(図-16(a))や、シールを施した(図-16(b))。扉の杓摺り部分(図-14：ガラスウールを緩衝材として挿入)、扉の枠に接する仕上げも縁切りを行った。本件では、試写室の前室部分のガラスウールの見切りが、浮層から支持されている扉枠と接触しないように隙間を設け絶縁した。

図-14 に示す試写室～ホワイエ間の扉は、T-4 相当の性能を有するものを採用した。エアタイト仕様は、扉の下部はゴムを3重とし、上部・側面についてはマグネット付きのゴムを採用している。この扉は幅 1200mm、重量が 100kg を超えるため、扉の据付精度に注意した。検査時は遮音性能をバンドノイズで検査した。さらに、隣接するトイレでの動作に伴う音についても聴感で確認し戸あたりを設けるなどの是正を行った。

図-15 に示す試写室～映写室間の映写窓は、2重窓を採用した。ガラスを互いに平行させないように斜めに設置し、ガラス間の枠をパンチングメタル(外側にガラスウールを設置)とすることで、試写室客席への反射音、ガラス部分の共鳴透過の防止を図った。

4.2 地下鉄からの固体音防止

前面道路の下部に地下鉄の軌道があった。図-17 に地上部にて振動を計測した結果を示す。地下1階の躯体(固定遮音層)のみの状態(浮床施工前)には、試写室計画地点において地下鉄による固体伝搬音を聴感で明確に確認でき、浮構造採用の妥当性を確認できた。

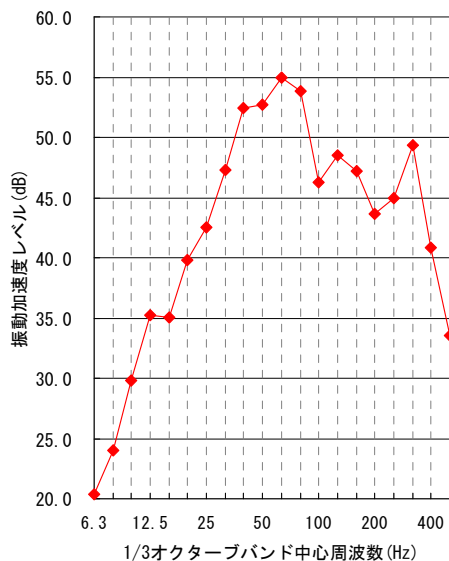


図-17 振動加速度レベル(敷地内地上)

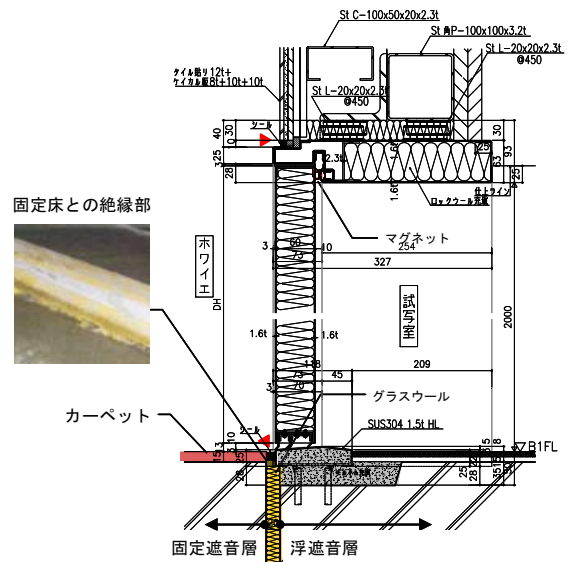


図-14 試写室～ホワイエ SD 廻り詳細図

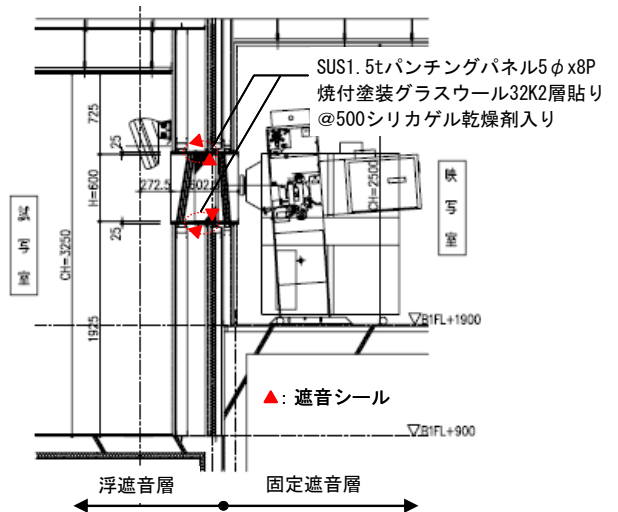
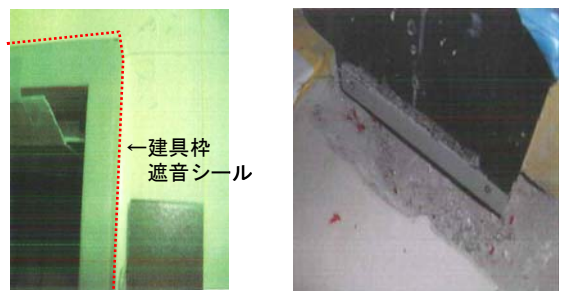


図-15 試写室～映写室 映写窓廻り詳細図



(a) 建具枠廻り遮音シール (b) 建具下端遮音ふさぎ

図-16 建具廻り施工写真

4.3 設備貫通部

遮音壁における設備関連の貫通部は、遮音上の弱点となるため、貫通部処理が必要となる。図-18(a)に遮音層の位置を示す。

図-18(b)～(d)にダクト貫通部の詳細図を示す。壁との接触部はロックウール巻きによる絶縁処置を行った。さらに、ダクトを経由した透過音を防止するために遮音壁の両側に消音エルゴを設置し、その上から遮音層まで

鉛シート(t0.5)を貼り付けた(図-19)。なお、乾式壁部分は、開口補強を行った後、ロックウールを巻いたダクトを貫通部に設置した。

図-18(b)に示す排煙用ダクトの貫通部は、試写室・映写室間のクロストークの恐れがあったため、遮音層に設置される排煙口を常時閉の製品とした。図-20は、ホワイエ側の固定遮音層に取り付く足元灯の施工状況である。固定遮音層にBOXを設け遮音欠損となるため、BOXに鉛シートを2重貼りし、ケイカル板との取り合いをシール処理した。図-21は電気配線の貫通部施工状況である。貫通部に設置されたCD管ごとパテ埋めを行う。図-22は電気配管貫通部の施工状況である。石膏ボード部分に不要な穴が開いている部分は、開口を成型し、その部分を石膏ボードでふさぎ、その上から鉛シートを貼る処置を行った。貫通部の処置は、仕上層の施工前に『鉛シートの浮きがないこと、パテ埋め・シールに隙間がないこと』を確認し、必要に応じて是正を行った。



図-19 ダクト貫通部施工状況



上:(a)シール施工状況



右:(b)鉛シート施工状況

図-20 足元灯貫通部施工状況

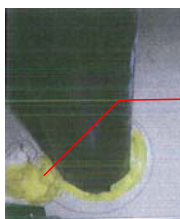


(a)施工前



(b)施工後

図-21 電気配線貫通部施工状況

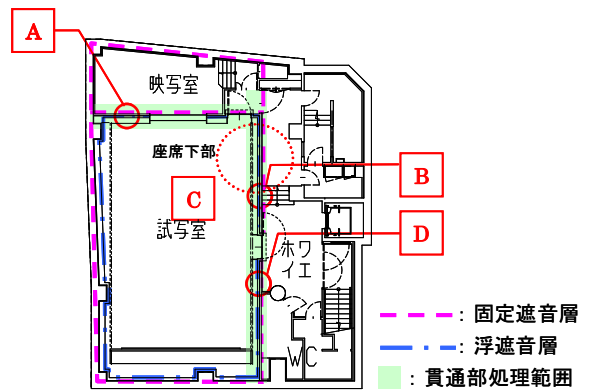


(a)施工前

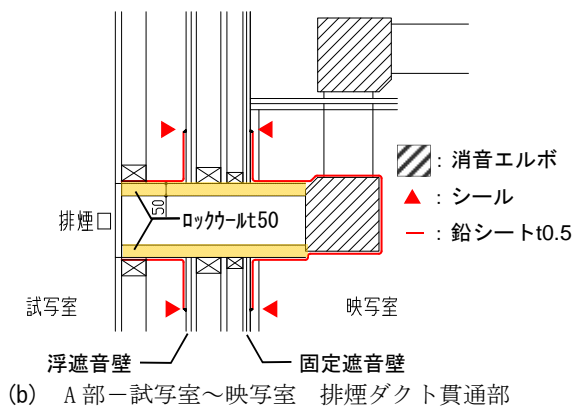


(b)施工後

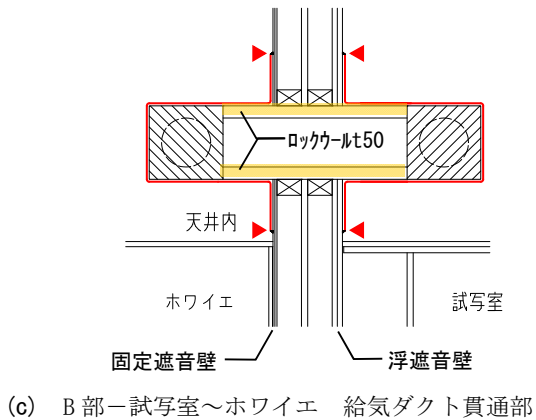
図-22 電気配管施工状況



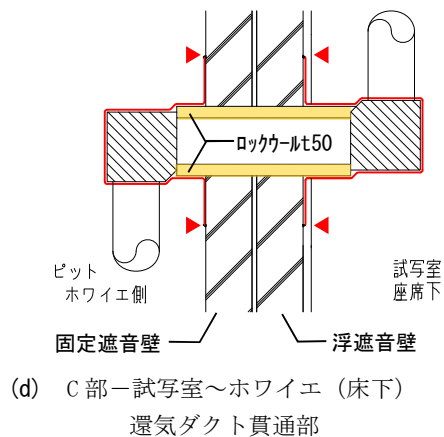
(a) 貫通位置



(b) A部-試写室~映写室 排煙ダクト貫通部



(c) B部-試写室~ホワイエ 給気ダクト貫通部



(d) C部-試写室~ホワイエ (床下)
還気ダクト貫通部

図-18 ダクト貫通部詳細図

4.4 空調計画

本件では、放射冷暖房により、空調の循環風量を必要外気量に抑え、空調騒音の低減を図っている。放射空調作動時の外気の取り入れは、1階に設置された空調機からダクトにて試写室の天井内(浮天井と仕上天井の間に)開放し、放射パネルのスリットから給気した。還気は、座席下に設けられたパンチングメタルによる制気口から、段床を利用して計画されたグラスウールを内貼りしたレタンチャンバーを経由し、1階にて排気している。ダクトからの騒音は、現場にてルートが確定してから騒音計算を実施し、目標値を満足していることを確認した。

4.5 仕上層のビリつきの防止対策

放射パネルは金属製の板のため、ビリつきによる2次音の発生が懸念された。よって、スイープ音による実験を行い、ビリつきがないことを確認し、施工に着手した。

また、仕上層(壁・天井)は、軽量鉄骨下地、石膏ボード、放射パネルが施工されている状態で、それぞれの場所を叩いてビリつきがないか確認し、固定の弱い部分については是正を行った。

表-1 施工段階別チェックポイント

浮床	
1 床の精度	束モリ高さ、防振ゴム位置・高さ、大引鋼位置・溶接
2 湿度対策	ホリドリシートを敷きこみ、目止め
3 隙間埋め	フラットデッキ～エンドプレート、浮床全周をガムテープ貼りなど
4 絶縁	コンクリート壁～エンドプレート
5 養生	ホリドリシートの破れ防止、重ねしろ、ガムテープ貼り
防振天井	
1 ボードの突付、継ぎ目	目違い貼り、隙間はシール
2 絶縁	軽量鉄骨下地～固定側とのクリアランス、緩衝材の設置
3 防振ゴム	上下ボルトのクリアランス、ゴムの変形量
4 仕上天井用吊ボルト	貫通部は遮音シールゴム、隙間はシール
浮壁	
1 ボードの突付、継ぎ目	目違い貼り、隙間はシール
2 絶縁	軽量鉄骨下地～固定側とのクリアランス、緩衝材の設置
3 コーキング	躯体取り合い部
仕上(天井・壁)	
1 ビリつき	軽量鉄骨下地、金物に注意
2 固定・支持方法	天井面に設置する器具(制気口、照明器具など)
燈具	
1 支持・建込み精度	扉の荷重、位置、沓摺、扉のゆがみ
2 絶縁	建具枠・沓摺、クリアランス、緩衝材
3 遮音壁との納まり	建具枠周囲のコーキング、必ず遮音層が閉じるように
設備貫通部(4.3 図面、写真参照)	
1 電気配線	可とう管ごと貫通部をパテ埋め
2 ボックス	ボックスを鉛シート巻き、遮音層との間をシール
3 配管	グラスウールなどで絶縁し、貫通部を鉛シートでふさぐ
4 ダクト	遮音層の両側に消音マット、消音マット～遮音層まで鉛シート貼り
5 位置	遮音壁の位置、範囲を確認

5. おわりに

竣工検査によって目標値とした遮音性能(試写室～2階:D-80)、室内騒音(NC-25)を満足していることを確認できた。懸念されていた地下鉄による固体伝搬音は空調設備が稼働している状態で聴き取れない程度であった(NC-25以下)。音響上障害となるエコーやブーミングも確認されなかった。

表-1に施工段階ごとのチェックポイントを示す。遮音層の取り合いや設備貫通部処理などは、工事終了後には確認することが困難であるため、各施工段階においては全数確認を行い次の施工に進むことが品質確保のためには非常に重要であるといえる。

謝辞:

本報の掲載にあたり、ご快諾いただきました(株)日本シネアーツ社 金木社長、(株)アル・パートナーズ建築設計 今井氏、(株)永田音響設計 福地氏、酒巻氏をはじめ本計画にご尽力いただきました関係者の方々にここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- (社)日本音響材料協会:音響技術 No. 112
特集:大店舗法改正 2.1 シネマコンプレックス, 2000.
- (社)日本音響材料協会:建築音響シリーズ 吸音材料, 技報堂, 1976.
- 渡辺充敏, 綱岡好人:ルーバーからの反射音特性に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp161-162, 2003.

Considerations on Acoustic Construction of Preview Room Example of Kaneki Building

Yuko ASANO, Yasutaka UEDA, Hiroshi NAGUMO and Toshio FUKUSHIMA

This time we had an opportunity to build a preview room for professional engineers. The room in the basement is planned as a floating room to insulate structure-borne sound caused by the subway under the road in front of this building. The building also has a feature of an air conditioning system with radiant panels aiming for quiet and comfortable space for people working there all day long. In the completion inspection, a performance target was achieved, i.e. sound insulation performance between the preview room and the second floor; D-80, and the noise level in the room; NC-25. This is a report on steps of the acoustic construction and considerations including examinations under construction.