

(仮称) 国際センター駅北地区複合施設
音響ガイドライン

仙台市

本ガイドラインの位置付け

本音響ガイドラインは、本市が音響コンサルティング業務を委託している(株)永田音響設計の協力を得ながら、音響性能の確保のために、(仮称)国際センター駅北地区複合施設基本設計業務委託に係る公募型プロポーザル（以下「本プロポーザル」という。）における技術提案の段階から考慮することが望ましい事項を取りまとめたものであり、基本設計以降の検討のベースとなる情報として取り扱うこと。

なお、(仮称)国際センター駅北地区複合施設基本設計業務受託者は、(株)永田音響設計と連携して基本設計業務にあたること。

1. 建築音響

1.1. 室内騒音低減目標

施設内の各室の機能を十分に生かすためには、それぞれの室の使用目的に適した静けさを確保することが重要である。

大ホールをはじめとする諸室の室内騒音の低減目標値は以下の通りである。

<ホールエリア>

大ホール	: NC-15
小ホール	: NC-20
多目的室	: NC-25
操作室・監督室	: NC-25
楽屋	: NC-30
ホワイエ	: NC-35

<文化芸術創造支援・活用エリア>

音楽リハーサル室	: NC-20
舞台芸術リハーサル室	: NC-25
練習室	: NC-25
収録室	: NC-20
ワークショップスタジオ	: NC-25

<災害文化創造支援・発信エリア>

多目的交流スペース	: NC-25
-----------	---------

1.2. 屋外騒音・振動の低減

大ホール・小ホールをはじめとする各室の用途に適した静けさを確保するため、屋外からの騒音および振動（地下鉄東西線による鉄道振動）をホールの運用に支障のない程度まで低減させる計画とする。

本施設の計画敷地において行われた簡易的な騒音・振動調査に基づくと、必要な騒音・振動低減量と対策例は以下の通りである。

- 計画敷地における日中の外部騒音は L_{A5} : 55~60 dB であった。この騒音を各室の室内騒音の低減目標値以下に低減するため、また後述の室間の遮音性能確保のために、大ホール、小ホール、リハーサル室は、RC造（床、壁、天井ともに原則として200mm厚）を基本の遮音構造とする。
- 計画敷地における地下鉄東西線の振動は、計画敷地内では距離による減衰が認められなかった。詳細な調査を予定しているが、現段階では鉄道走行による固体伝搬音を大ホール、小ホールの室内騒音の低減目標値未満とするために、敷地内ホールの位置に関わらず、下記の振動低減が必要と考えられる。
 - ◆ 大ホール（NC-15）：63 Hz 帯域で約 10 dB、125 Hz 帯域で約 10 dB の低減
 - ◆ 小ホール（NC-20）：63 Hz 帯域で 5~10 dB、125 Hz 帯域で約 5 dB の低減

これまでの事例をもとにした鉄道振動の対策内容と期待される低減量を表-1に示す。

表-1 鉄道振動対策とその効果

対策内容	低減効果	
	31.5~63 Hz	125 Hz
1. 振動源側での対策		
a. ロングレールの採用	約 5 dB	約 5 dB
b. 防振スラブ、防振マット等の防振軌道の採用	約 10 dB	約 15 dB
2. 伝搬経路での対策		
a. 地中防振対策 ^{※1}	約 5 dB	約 5 dB
b. 振動源からできるだけ離す平断面計画の採用	約 3 dB/倍距離	約 3 dB/倍距離
3. 建物側での対策		
a. 床スラブ、壁の厚さを増すなど構造体の剛性強化 ^{※2}	約 5 dB	約 5 dB
b. 浮き構造（防振遮音構造）の採用 ^{※3}	約 15 dB	約 20 dB
c. 内装仕上げに浮き構造の採用	約 5 dB	約 10 dB
d. 建物に EXP.J、溝等の絶縁層の設置	約 5 dB	約 5 dB

※1:地中壁・底面への防振材（50mm 程度）の貼り付け

※2:一般的なスラブ厚（150mm 程度）から倍厚（300mm 程度）に増す

※3:次頁の防振遮音構造の参考図（図-1）を参照

囲み文字：仙台音楽ホールで有効と考えられる対策

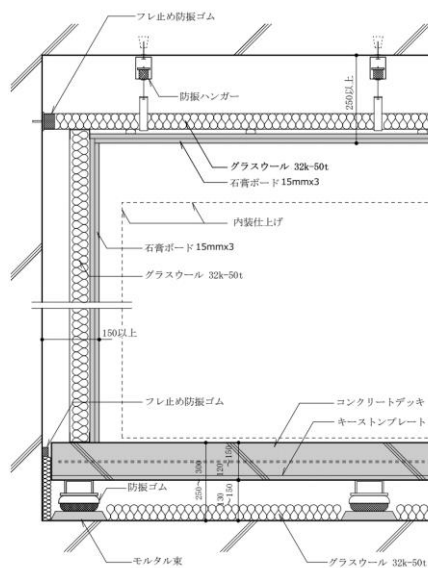


図-1 防振遮音構造の参考図

1.3. 室間の遮音

大ホール、小ホールの同時利用に支障がないように、ホール間で十分な室間遮音性能が確保できるような配置計画、遮音構造とする。考えられる遮音対策例は以下の通りである。

- 大ホール、小ホール間に十分な離隔距離（30m 以上）を確保する。
- 大ホールと小ホールをある程度離隔した上で、どちらかに防振遮音構造^{注1)}を採用する。
- 大ホール、小ホールともに防振遮音構造を採用する。
- 大ホール、小ホール間に Exp.J を計画する。

また、音楽リハーサル室、舞台芸術リハーサル室、練習室については、原則として防振遮音構造を採用する。

注1) 防振遮音構造／ボックス・イン・ボックス：

防振遮音層を計画するために、1次側(固定側)の床・壁・天井から室内側に 200～300mm のスペースが必要となる。その内側に仕上げを計画する。

1.4. 防音建具

ホールの入口扉（舞台・客席）をはじめ、搬入経路、ホール付属室（多目的室、調整室等）、リハーサル室、練習室、その他の居室（楽屋、会議室等）には適切な仕様・枚数の防音建具を配置した計画とする。防音建具の枚数の目安は以下の通りである。

- ホール、リハーサル室の RC 壁 1 層分 : 防音建具 2 枚（前室付き）
- ホールの搬入経路、屋外避難経路 : 防音建具 3 枚

また、設備騒音の影響の低減のため、機械室の入口扉やホール・リハーサル室系統の DS の点検扉にも防音建具を計画する。

1.5. 残響過多防止のための吸音仕上げ

交流ロビー等の大空間については、喧噪感の緩和、拡声音の明瞭性の確保、残響過多防止のため、吸音仕上げを適宜に計画する。

1.6. ホールエリア表方

ホワイエは、通常のホワイエ利用の他に、プレコンサートイベントの利用も想定される。そのため、ホワイエは下記のような内装計画とする。

- 残響過多の防止、喧噪感の緩和、拡声音の明瞭性の確保のための吸音仕上げの配置
- ロングパスエコーやフラッターエコー等の音響障害を防止するための形状または吸音仕上げの配置

また、客用廊下についても、喧噪感の緩和や拡声音の明瞭性の確保のため、吸音仕上げを適切に計画する。

1.7. 災害文化創造支援・発信エリア表方

災害文化創造支援・発信エリアの展示スペースや交流連携スペースについては、喧噪感の緩和や拡声音の明瞭性の確保のため、吸音仕上げを適切に計画する。

1.8. 各エリアの裏方

ホール事務室や楽屋・会議室等の居室、廊下、ホールへの搬入経路、機械室等には、吸音仕上げを適宜に計画する。

2. 室内音響

2.1. 響きに関する設計目標

[大ホール]

生音のクラシックコンサート利用が主用途となる大ホールの舞台音響反射板・客席機構設置時（コンサートホール形式）においては、以下のような響きの実現を目指す。

- 親密感：音が近いこと
- 明瞭性：音楽のディテール（アンサンブル内の楽器の動きやソロ・歌唱の内容）が聴き取れること
- 豊かさ：響きに満ち・包まれていること

幅広いジャンルの舞台芸術公演が想定される大ホールの舞台幕設置時（プロセニウム劇場形式）、においては、以下のような響きの実現を目指す。

- 台詞や演奏音が明瞭に聞こえること
- 短めの響き

[小ホール]

生音のクラシックコンサートが想定される小ホールの舞台反射板設置時においては、以下のような響きの実現を目指す。

- 明瞭で豊かな響きであること
- 中庸な響き

演劇、舞踊、演芸などの舞台芸術公演が想定される小ホールの舞台幕設置時においては、以下のような響きの実現を目指す。

- 台詞や演奏音が明瞭に聞こえること
- 短めの響き

[リハーサル室]

リハーサル場、創造の場である音楽リハーサル室と舞台芸術リハーサル室においては、以下のような響きの実現を目指す。

- 中庸な響き
- 用途に応じた響きの長さの可変：

仙台国際音楽コンクール開催時には、小ホール、音楽リハーサル室、舞台芸術リハーサル室の3室が協奏曲のリハーサル会場となることなどから、3室をなるべく同じ音響条件と出来るように音響可変装置の計画を検討する。

2.2. 大ホール

2.2.1. 劇場とコンサートホール

クラシックコンサートから舞台芸術公演まで多目的な利用に対応するため、可動式の舞台音響反射板・客席機構とオーケストラ迫り（前舞台、オーケストラピット、客席に可変）を設け、サラウンド型のコンサートホール形式からプロセニウム劇場形式に転換可能な計画とする。

可動式の舞台音響反射板・客席機構は、収納時（プロセニウム劇場形式時）に舞台上部の吊り物設備に影響がないような収納方式とする。

2.2.2. コンサートホール形式

[1] コンサートホールとしての基本事項

コンサートホール形式として最も重要なポイントを以下に記す。

- オーケストラ迫りを舞台レベルに上げてコンサートホール形式の舞台前部として利用することを標準とする。
- 舞台上の天井高さは15m程度を想定する。
- 舞台空間から客席になめらかに繋がる形状とする。
フロントサイド投光室やシーリング投光室等、なめらかに繋がることを妨げる要素（開口部、不連続部）には特別な注意が必要である。
対応例) 灯具を露出配置する／開閉式として必要なときに開ける／
透明素材（ガラス）で照明用開口を塞ぐ、など

[2] 舞台の基本形状／寸法／舞台の大きさ

コンサートホール形式における舞台の大きさは、フルオーケストラを配置できる大きさ（幅21m程度 x 奥行15m程度）とし、適切なプロポーションとする。

[3] 舞台音響反射板・客席機構

舞台音響反射板・客席機構は、フラッターエコーが生じないように、向かい合う側面反射板同士が平行とならないように計画する。詳細形状は、基本設計以降で検討を進める。

[4] オーケストラひな壇

オーケストラひな壇は、舞台上の演奏者間、指揮者と演奏者間の視覚的・音響的なコミュニケーションだけでなく、客席エリアにおける視線・音響条件に対しても重要である。

コンサートホール形式では、木管・金管・打楽器パートだけでなく、弦楽パートにもオーケストラひな壇を計画する。ソロや小編成アンサンブルの公演時にもオーケストラひな壇を設置することは、演奏者に近い位置に反射面を形成できるため、音響的に有効である。

ひな壇の高さは1段あたり25cmとし、最高部で1mの高さ（4段分）を想定する。また、オーケストラひな壇の収納スペースも計画する。

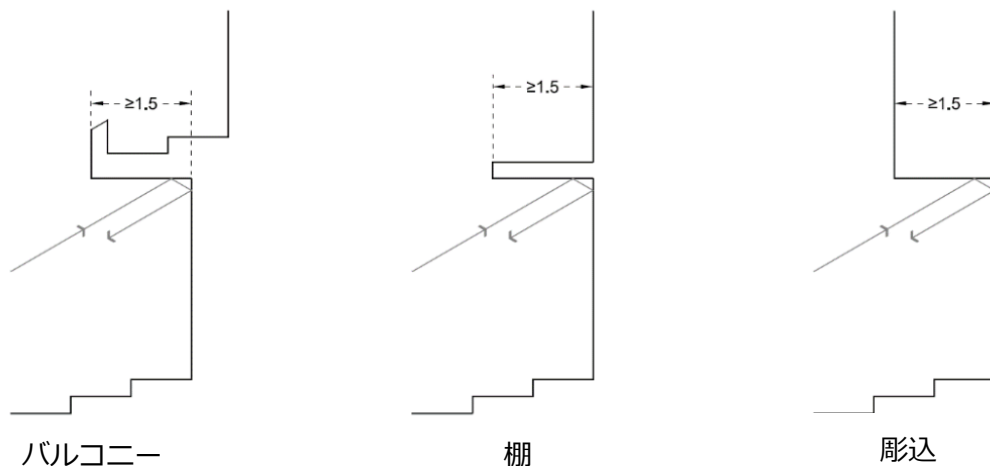
[5] 客席勾配／舞台の見え方／テラス壁

客席の勾配は、客席からの視線・音響条件にとって重要である。

また、客席をブロック分けして段差を設け前面にテラス壁を設けることによって、その前方の客席エリアに初期反射音を返すことが出来る。テラス壁を計画する場合には、テラス壁よりも後方の客席エリアから舞台に対しての視線条件もあわせて検討する。

[6] 音響庇

舞台上の演奏者に反射音を返すために舞台まわりの壁（舞台音響反射板・客席機構も含む）に、また聴衆に反射音を返すために客席前方側壁に、それぞれ下図に示すような、なす角 90° の庇状の反射面の設置を検討する。バルコニー席や軒状の面を利用することが可能であり、設置する場合には1.5m以上の深さを目安とする。



音響庇の概念図

[7] 内装仕上げ

a. 面密度

ホールの壁や天井の内装仕上げは、低音域～高音域までの音を反射させるために十分な重量が必要である。ホールの各部位の面密度として下記の仕様を見込んだ計画とする。

舞台音響反射板（天井）：80 kg/m²以上

舞台音響反射板（壁）：50 kg/m²以上

客席天井 : 80 kg/m²以上
客席壁 : 50 kg/m²以上
※下地材（スタッド、野縁等の骨組み）の重量は除く

b. テクスチャー

b-1 ホール全体の響きの同一性（拡散性）を高めるためのスケールの大きな凹凸面を壁面上部に検討する。



b-2 舞台・客席の壁下部や天井など表面は、高音域の音を散乱させるために細かい凹凸のある仕上げとする。



c. 舞台床

舞台床は、舞台上のオーケストラの音響的な反射面として機能するだけでなく、チェロやコントラバス等、舞台上にピンを直接刺して舞台を鳴らして演奏する楽器にとって重要である。舞台床の表面材はヒノキなど針葉樹系の集成材（厚み：45～50mm、合板下張りなし）とし、その下地構造は木軸組みとして、床下には空気層を設けた計画とする。

根太：45×45@300mm

大引：120×120@900mm

束：120×120@900mm

d. 客席床

客席の床仕上げは、コンクリートのように重量のある下地構造に木製のフローリングなど反射性の仕上げとする。

e. 客席椅子

客席椅子は、ホールのなかの吸音要素の大部分を占めるもので、その仕様および吸音特性は音響にとって重要である。客席椅子は人が座った時に隠れる面をクッション布張りとするを原則として、以下のような仕様とする。また、施工段階において客席椅子の吸音試験を実施する。

- 椅子の座表と背表は、クッション+ファブリック材（表面）とする。
- 椅子の背裏は反射性とする。椅子の背板は、内部に空洞をもたない構造とする。
- 椅子の座裏は反射性でも吸音性でも可。
- 椅子の肘掛は反射性とし、内部に空洞をもたない構造とする。

f. 固定吸音

ロングパスエコー等の音響障害を防止するため、必要に応じて吸音仕上げを計画し、吸音仕上げ厚は 300mm 程度を想定する。

一般的な吸音仕上げ例： ファブリック/有孔板/ルーバー+グラスウール+背後空気層

g. 音響調整

長めの響きが適するクラシックコンサート、短めの響きが好まれる舞台芸術公演・ポップス系コンサートなど、様々な公演に対応するために、舞台・客席ともに音響的な調整が必要である。

コンサートホール形式の舞台音響反射板を収納して舞台幕に転換することで、舞台内の響きの調整が可能である。

客席側には、吸音カーテンや吸音バナーのような簡易的な音響調整装置の導入を検討する。

音響調整装置の設置/収納は電動方式を検討する。また、使用しない場合（収納時）に吸音面がホールの内部空間に露出しないように、収納場所や収納構造もあわせて検討する。

2.2.3. プロセニアム劇場形式

オペラ、演劇などの舞台芸術公演を行うプロセニアム劇場形式においても、前述したコンサートホール形式のガイドラインの内容（客席空間の考え方、舞台床、内装仕上げ等）は音響的に有効である。その上で、プロセニアム劇場形式の計画で配慮すべき点を以下にまとめる。

[1] オーケストラピット

オーケストラピットの床は、本舞台と同様にヒノキなど針葉樹系の集成材+木下地とする。

また、壁面は反射性仕上げをベースとして、部分的に吸音パネルや柱状拡散体などの音響調整要素を設置できる計画とする。

[2] フライタワー

舞台音響反射板・客席機構収納時に大空間となる舞台空間（本舞台、舞台袖、フライタワー）の響きを抑えるため、舞台の壁と天井は、原則として全面吸音仕上げとする。

2.3 小ホール

小ホールは、音楽・演劇・舞踊・演芸など多目的な用途が想定されている。

また、仙台国際音楽コンクール開催時などには、協奏曲の練習会場の1つとしても想定されている。

2.3.1. 室形状

生音の音楽コンサートにおいて演奏音が明瞭で豊かな響きで聞こえるように、以下のような室形状とする。

- 天井高さは10m程度を想定する
- 客席の平面形状は長方形を基本とする。

2.3.2. 仕上げ

小ホールの内装仕上げは、以下のような計画とする。

- 低音域から高音域まで反射させるために壁と天井の面密度：50kg/m²程度とする。
- 反射音を和らげ、高音域の音を散乱させるための凹凸のある表面仕上げを検討する。
- 客席椅子の座表と背表は、クッション+ファブリック材とする。
- 響きの長さの調整、また音響障害を防止するために吸音仕上げを部分的に配置する。
- 仕上げ厚は300mm程度を想定する。
- 音響調整装置の検討：仙台国際音楽コンクールの練習会場として使用する場合には、小ホール、音楽リハーサル室、舞台芸術リハーサル室の3つの練習会場をなるべく同程度の音環境とする必要がある。そのための音響調整装置の設置を検討する。音響調整装置を計画する場合には、その収納スペースも見込む。

2.4. 音楽リハーサル室

音楽リハーサル室の主な用途は、大ホールのリハーサル室、仙台フィルハーモニー管弦楽団の日常的な練習場、仙台国際音楽コンクール開催時の練習会場としての利用である。

後述の舞台芸術リハーサル室とは異なり、生音の音楽利用を主としたリハーサル室である。

2.4.1. 室形状

大ホールのリハーサル室として使用できるように、大ホール（コンサートホール形式）の舞台と同程度の広さとする。

天井高の目安） 東京文化会館 大リハーサル室：約 8m

また、フラッターエコー等の音響障害が生じないように、向かい合う反射面同士が平行にならないようにする、平行になる場合には一方を吸音仕上げとする等の配慮をする。

2.4.2. 仕上げ

音楽リハーサル室の内装仕上げは、以下のような計画とする。

- 低音域から高音域まで反射させるために壁と天井の面密度 40～50kg/m²程度とする。
- 反射音を和らげ、高音域の音を散乱させるための凹凸のある表面仕上げとする。
- 響きの長さを調整するため、また音響障害を防止するために吸音仕上げを部分的に配置する。
- 仕上げ厚は 300mm 程度を想定する。
- 音響調整装置の検討：仙台国際音楽コンクールの練習会場として使用する場合には、小ホール、音楽リハーサル室、舞台芸術リハーサル室の 3 つの練習会場をなるべく同程度の音環境とする必要がある。そのための音響調整装置の設置を検討する。音響調整装置を計画する場合には、その収納スペースも見込む。

例）吸音カーテン、吸音バナー（昇降式）、吸音／反射パネル（開閉式、回転式）

また、大ホールの舞台を想定してオーケストラをレイアウトしたときに客席側となる壁面に対しても、音響調整装置の計画または吸音仕上げの配置を検討する。

2.5. 舞台芸術リハーサル室

舞台芸術リハーサル室の主な用途は、大ホール（プロセニウム劇場形式）のリハーサル室、演劇の練習場、仙台国際音楽コンクール開催時の練習会場としての利用である。

2.5.1. 室形状

フラッターエコー等の音響障害が生じないように、向かい合う側壁同士が平行にならないようにする。平行になる場合には一方を吸音仕上げとする等の配慮をする。

2.5.2. 仕上げ

舞台芸術リハーサル室の内装仕上げは、以下のような計画とする。

- 低音域から高音域まで反射させるために壁と天井の面密度 40～50kg/m²程度とする。
- 反射音を和らげ、高音域の音を散乱させるための凹凸のある表面仕上げとする。
- 響きの長さを調整するため、また音響障害を防止するために吸音仕上げを部分的に配置する。
- 仕上げ厚は 300mm 程度を想定する。
- 音響調整装置の検討：仙台国際音楽コンクールの練習会場として使用する場合には、小ホール、音楽リハーサル室、舞台芸術リハーサル室の 3 つの練習会場をなるべく同程度の音環境とする必要がある。そのための音響調整装置の設置を検討する。音響調整装置を計画する場合には、その収納スペースも見込む。

例) 吸音カーテン、吸音バナー（昇降式）、吸音／反射パネル（開閉式、回転式）

2.6. その他の文化創造支援・活動エリアの各室

文化芸術創造支援・活用エリアの各練習室については、次のような計画とする。

2.6.1. 室形状

フラッターエコーが生じないように向かい合う側壁同士が平行にならないようにする、特定の周波数帯域の音が残らないように不整形な形状にする等の配慮をする。

2.6.2. 仕上げ

生音の音楽練習利用、電気楽器によるバンド練習利用等、各練習室の用途に対して適した響きに調整するために、仕上げ厚は 300mm 程度を想定する。

3. 建築設備の騒音振動低減対策

3.1. 機械設備騒音・振動

空調設備機械室から周辺室に伝わる騒音・振動の低減、および空調設備ダクトを介して伝わる空調設備騒音を低減するため、下記のような対策を検討する。

- ダクト内騒音を効率的に消音するため、またダクト内での渦流音、吹出口・吸込口での風切音の発生を防ぐため、ダクト経路、吹出口・吸込口のダクト内の風速を十分遅く設定する。
- 室内騒音の低減目標値毎に、ダクト内風速の目安を下表に示す。風速を十分小さくするために必要なダクトサイズ、DSのスペースを見込んだ計画とする。

表-2 ダクト内風速の目安

	低減目標	
	NC-15~20	NC-25 以上
メインダクト	5m/s 未満	7 m/s 未満
分岐後の中サイズダクト	3m/s 未満	5 m/s 未満
末端ダクト	2 m/s 未満	3 m/s 未満

- 各室のダクト系統には、室内騒音の低減目標値に応じて、必要な消音性能・数量の吸音ダクト（消音エルボ、サイレンサー）を配置する。また、そのために必要なダクトルートやDSのスペースを見込む。
参考として、消音エルボの必要個数の目安を下表に示す。詳細は設計段階において機器の発生音データ、吸音ダクト仕様、配置等を考慮して検討する。

表-3 消音エルボの必要個数（目安）

低減目標	消音エルボ個数（各系統毎）
NC-15~20	5~8
NC-20~25	4~7
NC-25~30	3~5

- 機械室と静けさを必要とするホール等の隣接は避け、ホールとの間に少なくとも2層以上のコンクリート等による区画を室間に設ける配置とする。
- 振動を発生する機器を設置する床スラブ厚は原則200mm以上とし、振動を発生する機器を防振支持する。
- ホール、リハーサル室系統の空調ダクト・配管は原則として機械室から吹出・吸込口までの全経路を防振支持する。
- 防振遮音構造を採用する室の空調換気システムは原則個別とし、ダクトを介して防振遮音層と固定遮音層が繋がらないように、原則として機械室から吹出・吸込口までの全経路を防振支持する。
- 遮音が必要な室間については、ダクトを介したクロストークによって遮音性能が低下しないよう、系統の分離、ダクト経路の分離、吸音ダクトの設置、ダクトの遮音外装等を行う。
- 排煙系統は外部騒音遮断のために機械排煙とし、ダクト系に必要な吸音ダクトおよび排煙パネルを設置する。また、クロストーク防止のために原則として各ホール系統は単独とする。

3.2. 給排水衛生設備騒音・振動

給排水や汚水系統のように設備機器本体や流水による騒音・振動を伴い、ホール使用時に運転される系統については、振動を発生する機器を設置する床スラブ厚を原則 200mm 以上とし、機器および配管を防振支持する。

ホール周辺の便所の給排水配管については、振動がホール内に伝わらないように、配管の支持を躯体から直接とらず、二次部材から防振支持する等の対策を行う。

消火配管のように振動を伴わない配管であっても、防振遮音構造の室の系統については配管を介して防振遮音層と固定遮音層が繋がらないようにフレキシブル管の挿入等や防振支持を行う。

3.3. 電気設備騒音・振動

変圧器、分電盤等、騒音・振動を伴う電気設備については、周辺室への騒音・振動の伝搬防止のため、機器を設置する床スラブ厚を原則 200mm 以上とし、機器を防振支持する。

バスダクトについても、振動伝搬防止のため、経路に応じて適切に防振対策を行う。

電気配管やケーブルラックのように振動を伴わない配管であっても、防振遮音構造の室の系統については配管を介して防振遮音層と固定遮音層が繋がらないように振動絶縁、防振支持等の対策を行う。

3.4. 昇降機設備騒音・振動

エレベータ、エスカレーター等、騒音・振動を伴う昇降機設備については、周辺室への騒音・振動の伝搬防止のため、配置計画に応じて、機器の防振支持、中間ビームからのガイドレール支持等の対策を適切に行う。