

A021_0100	[設計]	ふかし壁による遮音性能低下（低音域）	作成:2019.11.14
室間遮音、間仕切り壁			改訂：

1. 概要

集合住宅の隣接住戸の居室間において、ふかし壁設置後に室間音圧レベル差を測定したところ、125 Hz 帯域のレベル差が落ち込み遮音等級が D_t-45 となって、目標の D_t-50 を満足しなかった。

2. 解説

ふかし壁背後の空気層がバネとなって生じる共鳴現象によって、共鳴透過が生じる周波数前後で遮音性能が大きく低下することがある。

共鳴透過が生じる周波数は背後の空気層寸法と面材の面密度（単位面積当たりの質量）によって異なる。この事例では空気層を 52 mm とし厚さ 12.5 mm のせっこうボードふかし壁を遮音間仕切りの両面に設置した。一般的には 125 Hz 帯域で遮音性能が低下することが多い。

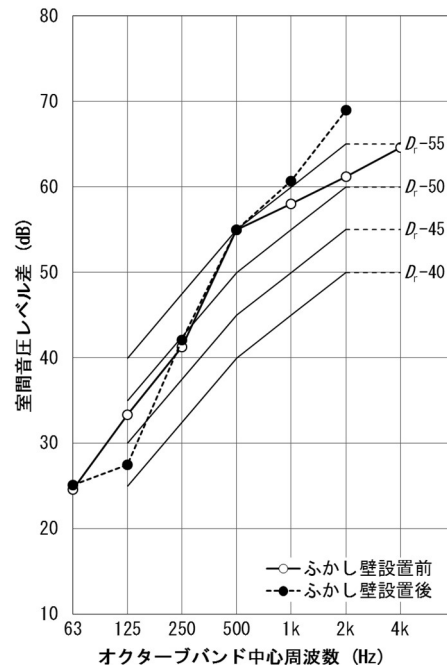


図1 測定対象室

3. 対応例

遮音性能の低下量が少ない空気層寸法と面材の面密度の組合せを選ぶことによって、影響を最小化する。

図2に遮音性能の変化量の

ふかし壁の設置位置	片側ふかし壁工法			両側ふかし壁工法		
水平断面図						
面材	12.5 TB	9.5 TSH	15 TSH	12.5 TB	9.5 TSH	15 TSH
() 内は面材の重量	(8.4 kg/m²)	(11.4 kg/m²)	(18.0 kg/m²)	(8.4 kg/m²)	(11.4 kg/m²)	(18.0 kg/m²)
空気層の寸法	50 mm	-1 dB	+3 dB	-3 dB	-4 dB	+4 dB
	70 mm	-1 dB	0 dB	-1 dB	0 dB	+6 dB
	100 mm	+3 dB	+5 dB	+5 dB	+6 dB	+11 dB

図2 空気層寸法および面材の重量と遮音性能の変化量の例¹⁾ ○ ○ ○ : 空気層寸法に対して面材が軽い条件, □ □ □ 遮音性能が同等程度になる組合せ。

例を示す。図中、正の dB 値は遮音性能 (TL_D 値) の増加量、負の dB 値は TL_D 値の低減量を示す。面材の面密度や空気層寸法が小さいほど遮音性能が低下する傾向となる。

4. 留意事項

遮音性能の低下量は遮音間仕切りの特性や二重床・吊天井との取合いや納まりによっても変化することがある。図2の事例はあくまで目安として参照されたい。

参考文献 1) ふかし壁工法の遮音性能 (TL_D 値) 低下防止技術、Yoshino 技術レポート 27、吉野石膏(株)、2008.06

A021_0200	[設計][施工]	断熱折り返し部(戸境壁)の S1 工法	作成:2019.11.14
室間遮音、外壁		による遮音性能低下	改訂:

1. 概要

集合住宅で戸境壁の断熱折り返しを押出法ポリスチレンフォーム保温板裏打ちパネル直張り工法 (S1 工法) で施工した。居室の室間音圧レベル差を測定したところ、2 kHz 帯域で空気音遮断性能が大きく低下した。

2. 解説

集合住宅の外壁や外壁に接する戸境壁については、断熱性能の向上、結露対策として断熱処理を行う。S1 工法は、押出法ポリスチレンフォーム保温板裏打ちパネルをコンクリートに直張りする工法である (図 1)。表面パネルと保温材およびコンクリート壁による共振などにより、空気音遮断性能が大きく低下したと考えられる。

3. 対応例

コンクリート壁に断熱材を吹き付け、コンクリート壁から独立した下地にせっこうボード張りするふかし壁で仕上げる。RC220 mm の戸境壁において、断熱折り返し部を S1 工法で仕上げた場合とふかし壁で仕上げた場合の室間音圧レベル差測定結果を図

2 に示す¹⁾。ふかし壁で仕上げた場合は、2 kHz 帯域における大きな落ち込みは見られなかった。パネルの接着剤塗布の方法²⁾や異なる共振周波数をもつ表面パネルの材料を組み合わせる方法³⁾などの対応例も報告されているが、コンクリート壁よりも空気音遮断性能は低下する傾向が見られるため、注意が必要である。

4. 留意事項

高い空気音遮断性能が必要とされる居室間の戸境壁には、S1 工法は使用しないことを基本とする。

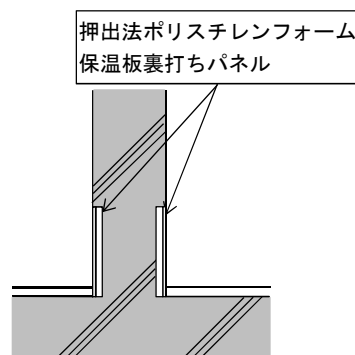


図 1 S1 工法模式図

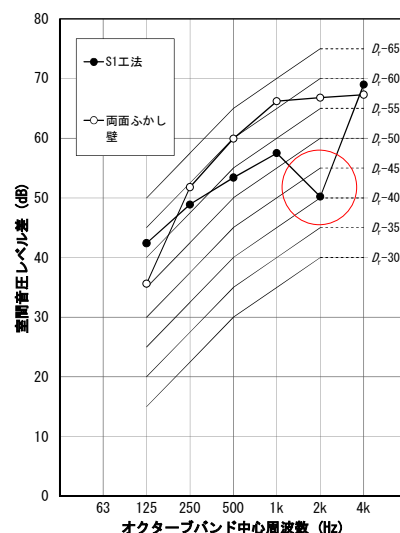


図 2 室間音圧レベル差測定結果¹⁾

参考文献

- 1) 大脇雅直ほか：集合住宅において遮音性能を低下させる要因について、日本音響学会 騒音・振動研究会資料 N-2011-07、2011.2
- 2) 小西雅ほか：コンクリート壁の遮音性能、JAS ジャーナル Vol.45、No、4、pp.40-44、2005
- 3) 馬場優ほか：断熱折り返しによる遮音性能低下の防止に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、40060、pp.129-130、2002.8

A021_0300	[設計][施工]	外壁側の内装仕上げ工法に起因する	作成:2019.11.14
側路伝搬音、外壁		遮音性能低下	改訂:

1. 概要

超高層集合住宅(図 1) の案件において、住戸間の室間音圧レベル差に関する遮音等級の目標を D_r-50 として、乾式遮音壁が選定された。竣工時に室間音圧レベル差を測定したところ、250 Hz 帯域付近の落ち込みによって遮音等級は D_r-45 となり、目標を満足しなかった。

2. 解説

音源室から入射した音が外壁 ALC を振動として伝わり、受音室で再放射するという経路(図 3)をたどる側路伝搬音の影響による。

外壁側は ALC に吹付断熱材の上にせっこうボード直張り工法 (GL 工法) で仕上げられていたため、250 Hz 帯域付近に共鳴透過の影響が顕著に表れたと考えられる。

3. 対応例

側路伝搬音の低減対策として、図 4 に示すように内装下地と外壁を離し、外壁とボードとの振動絶縁を図る方法がある。

4. 留意事項

戸境壁を透過する音だけではなく、側路伝搬音も室間の遮音性能に影響する。外壁側の面積は、戸境壁に比べて小さいが、遮音性能は遮音上の弱点となる部位や経路で決定される場合が多い。

また、GL 工法は、大きな遮音欠損の要因となることが知られており、上述の様に隣戸から連続し、側路伝搬音に影響する恐れがある部分においても使用は避けるべきである。なお、外壁とボードの間隔(空気層)が GL 工法と同程度となる薄型スタッドを用いた工法においても、同様な遮音欠損が生じる場合があるので注意が必要である。

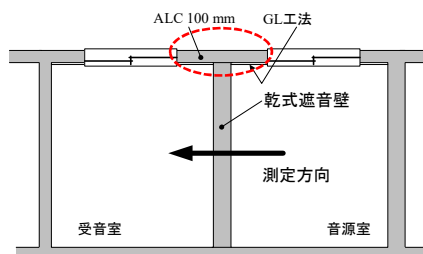


図 1 測定概要

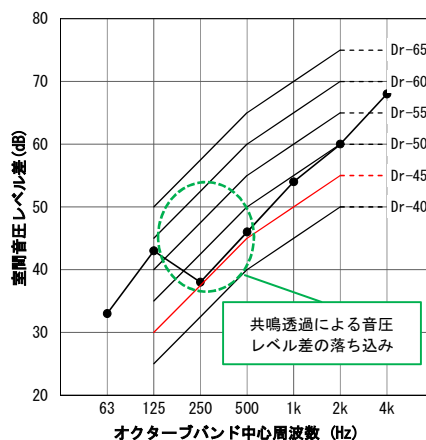


図 2 室間音圧レベル差測定結果¹⁾

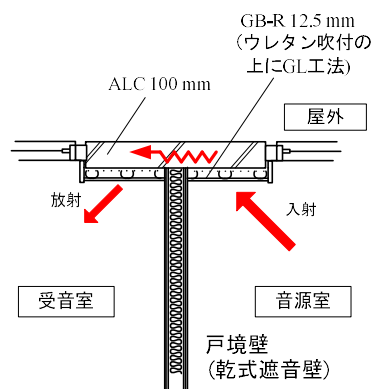


図 3 側路伝搬音の経路模式図¹⁾

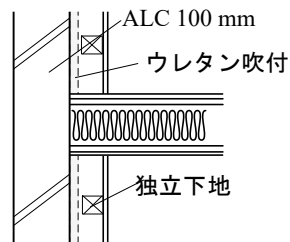
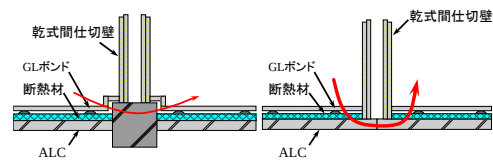


図 4 独立下地による対策例¹⁾

A021_0400	[設計][施工]	外壁の ALC による住戸間の遮音性能低下	作成:2019.11.14
室間遮音、外壁			改訂:2024.02.15

1. 概要

超高層集合住宅などでは、外壁部材を ALC とし、住戸界壁として乾式遮音壁を採用することがある。外壁戸境部が柱と取り合っていない壁納まり(図 1b)の場合、竣工時に室間音圧レベル差を測定したところ、遮音等級は D_r-45 となり、目標の D_r-50 を満足しなかった。



(a) 柱納まり (b) 壁納まり
図1 測定対象室

2. 解説

音源室から入射した音が外壁の ALC を振動として伝わり、受音室で再放射するという経路をたどる側路伝搬音の影響が、界壁を直接透過するものよりも大きかったことによるといえる。

さらに、外壁側は ALC に吹付断熱材の上にせっこうボード直張り工法(GL 工法)で仕上げられていたため、250 Hz 帯域付近に共鳴透過の影響が顕著に表れたためと考えられる。

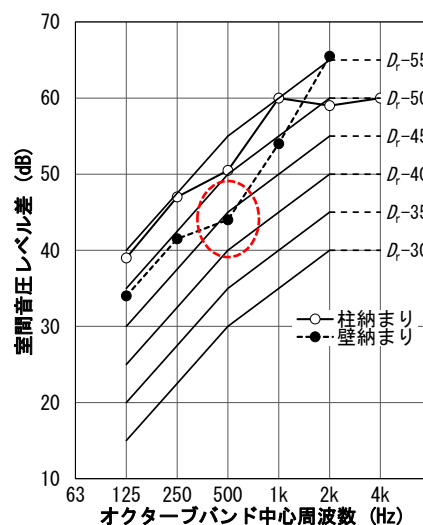


図2 室間音圧レベル差測定結果

3. 対応例

側路伝搬音の低減対策としては、図 3 に示すように戸境部の ALC にシール目地を設け、住戸間の外壁を伝わる振動を絶縁する方法がある。

4. 留意事項

外壁部の面積は、界壁の面積に比べて小さいが、総合的な遮音性能は、面積が小さくても遮音性能が低い部位で決定される場合が多い。

外壁部の振動伝搬においては、内装下地材の影響も無視できない。せっこうボード直張り工法は、外壁部材からの振動を伝えやすいため、木下地あるいは、鋼製下地とすることが望ましい。

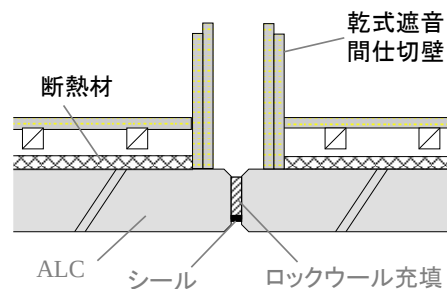


図3 外壁 ALC を縁切りした例

参考文献 稲留ほか：外壁側内装壁下地仕様の違いによる遮音性能測定(外壁固体音の対策方法に関する研究 その2)、日本騒音制御工学会技術報告会、2001.9.

A021_0500	[設計][施工]	方立と間仕切壁の取り合いの遮音対策	作成:2019.11.14
室間遮音、外壁			改訂:

1. 概要

居室間の間仕切壁とガラスカーテンウォールや連窓の方立とが取り合う場合には、方立自体を透過する音、および、ガラスを迂回して伝搬する音の影響を受けてその遮音性能が大きく低下する場合がある。

2. 解説

一般に方立部分は間仕切り壁より音響透過損失が劣る。また、ガラスについても共鳴、コインシデンス効果等によって遮音性能が低下する要因を抱えているため、ガラスを介した音の伝搬の影響も無視できない。そのため、方立部の遮音対策は、方立自体、および、窓面に対しても実施することが望ましい。

3. 対応例

1) 方立と間仕切り壁とが同じ位置に割り付けられるケース：対策例と音響透過損失測定結果¹を図2、図3にそれぞれ示す。無対策（Case1方立でのみ）では中音域の性能が低下するのに対し、窓面および方立からの音の回り込みを壁で防ぐ対策（Case0）では改善効果が得られる。一方、方立部のみに鉄板や木片を付加する、あるいは吸音材を充填するなどの対策（Case2,3）は一定のガラス面からの回り込み等の影響等を受けるため、改善効果は限定的である。

2) 方立間に耐火ボードを設置して回り込みを防ぐケース：図4に示すように方立と間仕切り壁の位置が同じとならないような割付とし、この部分を耐火壁で覆うなどの対策が有効となる。

4. 留意事項

間仕切壁と方立とが取り合いからの伝搬音の影響は事後の対策では十分な効果が得られない。室間の遮音性能に対する要求性能に応じて設計段階より十分な対策を要する。

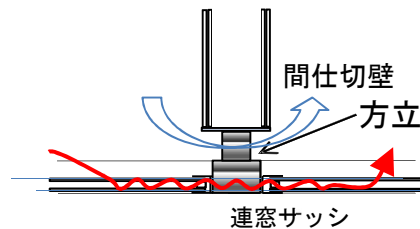


図1 方立を介した音漏れのイメージ

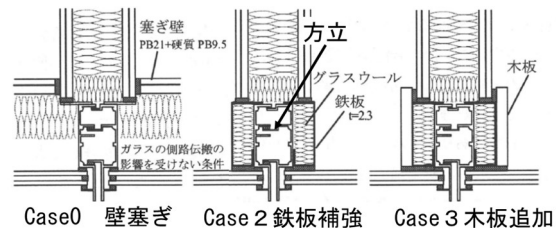


図2 方立部対策事例

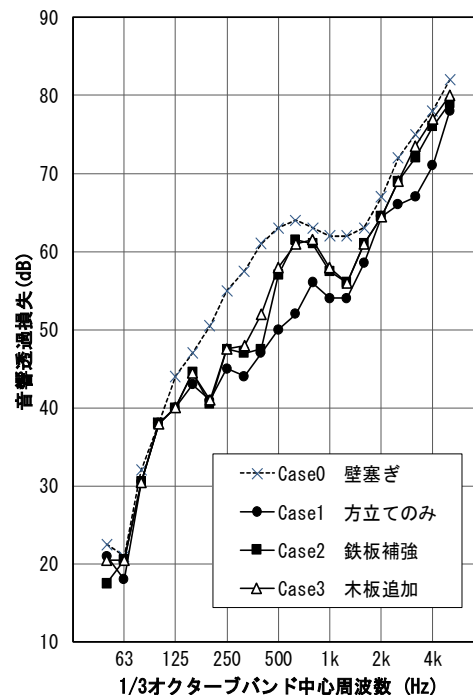


図3 音響透過損失測定結果

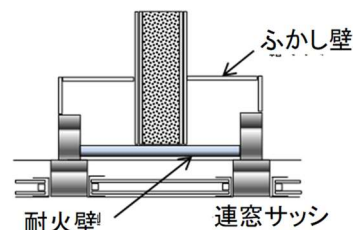


図4 窓面からの回り回り込みにも配慮した事例

参考文献¹ 田中ひかり他、ガラスカーテンウォールの側路伝搬による室間の遮音欠損について、建音研 AA2009-57
日本建設業連合会 技術研究部会音環境専門部会

A021_0600	[設計][施工]	耐火被覆（ケイカル板）部分の影響	作成:2019.11.14
室間遮音、鉄骨造		による遮音性能低下	改訂:

1. 概要

鉄骨造で柱（耐火被覆にケイ酸カルシウム板を使用）に乾式遮音壁が納まる室間(図 1)において、竣工時に室間音圧レベル差を測定したところ、250 Hz 帯域以上の周波数帯域で遮音性能が悪く遮音等級は D_r-40 (図 2 の対策前) となり、目標の D_r-50 を満足しなかった。

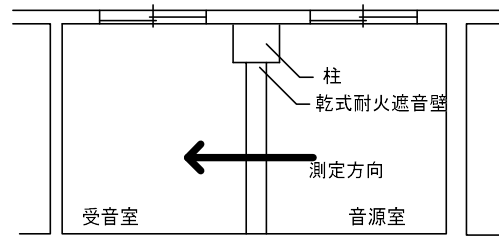


図 1 測定対象室

2. 解説

耐火被覆（ケイ酸カルシウム板 25mm）が音源室と受音室で連続しており、その上に仕上げせっこうボードを直張りしている。音源室側から仕上げボードに入射した音が受音室側に振動として伝わり、受音室で再放射する固体伝搬音（側路伝搬音）の影響で遮音性能が得られなかった。

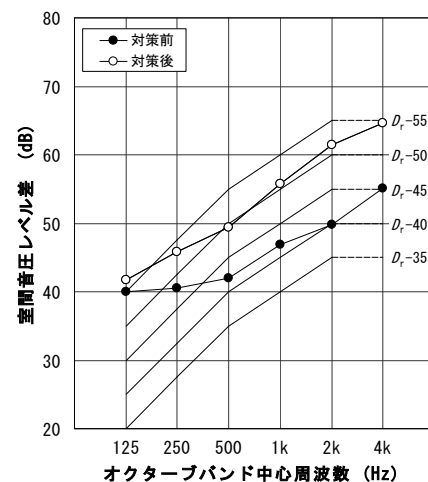


図 2 室間音圧レベル差測定結果

3. 対応例

図 3 の仕上げボードをケイ酸カルシウム板から独立した下地（鋼製下地）に変更した（図 4）。表面せっこうボードが音源室と受音室で連続しないため、側路伝搬音の影響が少なくなり図 2 の対策後に示すように目標値（ D_r-50 ）を満足する結果が得られた。なお、図 3 にせっこうボードを増し張りしても目標値を満足するまでの効果は得られなかった。

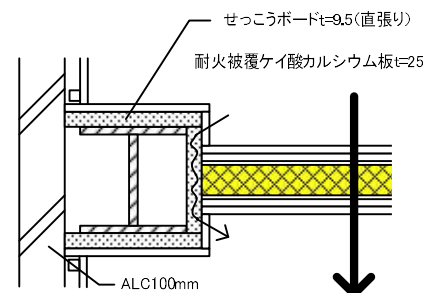


図 3 側路伝搬音の経路模式図

4. 留意事項

軽量で両室共通となる部材に遮音壁が取り合う場合には、側路伝搬の影響により遮音性能が低下する場合が多い。ケイカル板による耐火被覆のように振動の絶縁目地を設けられない場合、入射音を小さくする等によって振動の伝搬を小さくする工夫が必要である。

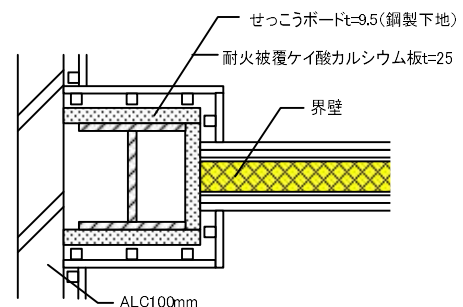


図 4 独立下地による対策例

A021_0700	[設計][施工]	界壁に近接して設置される 大型空調機からの低周波音	作成:2019.11.14
空調機騒音	計算機室		改訂:

1. 概要

計算機サーバー室で、コンピュータ冷却用の大型空調機を乾式工法による界壁に近接して設置したため、隣接する執務室から、壁の揺れや低い周波数の透過音に対する改善要望が発生した。

2. 解説

空調機背面板と界壁の間の離隔が十分に取れていなかったことに加え、背面板の強度が低かった。そのため、空調機の稼動による背面板の振動が、空気を介して同位相で界壁に伝わり、揺れとして感じられるレベルの振動が生じた。振動として感じられる周波数に加え、可聴周波数帯域に対する遮音性能が不足していたため、その透過音も大きくなっていた。

3. 対策

①空調機背面板の補強、②リップ溝形鋼による界壁の補強に加えて、③執務室側に約 200 mm の空気層を確保した上でふかし壁（せっこうボード 2 枚張り空気層内グラスウール）を施工した。図 2 に示すように、これらの対策によって、空調機の背面板と界壁間の測定点 P1 の 63 Hz 帯域の音圧レベルが 7 dB 低減した。また、執務室内測定点 P2 の 63 Hz 帯域音圧レベルは 9 dB、騒音レベル（A 特性音圧レベル）は 8 dB 低減された。また界壁の揺れはわずかに感じる程度まで低減され、改善要望は解消された。

4. 留意事項

計算機サーバー室や高圧受電設備室のように、大型空調機が設置される部屋で、一般執務室や居室が隣接している場合には、界壁に近接して空調機設置は避けることが望ましい。やむを得ない場合には、離隔を十分確保する、壁面を補強（剛性、遮音性能）するなどの措置を予め検討する必要がある。なお、参考文献に類似事例の解説が掲載されているので参考にされたい。

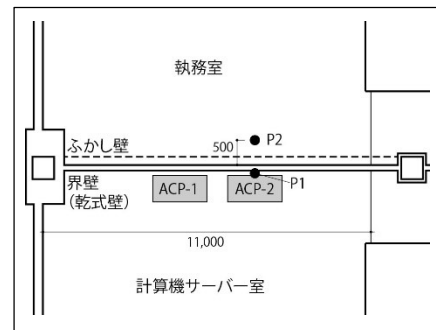


図1 空調機と執務室の関係、測定点図

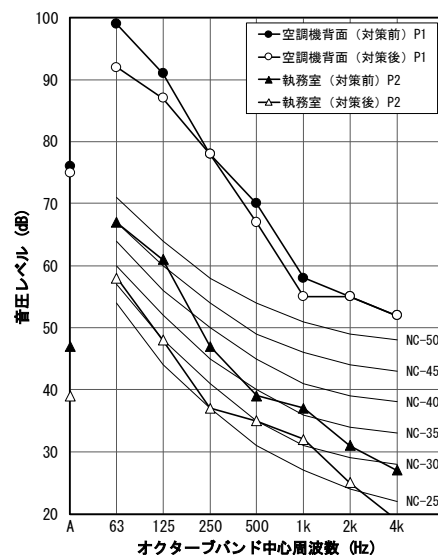


図2 測定結果（対策前後）

A021_0800	[設計][施工]	カーペットに起因する隣室間の遮音性能低下	作成:2019.11.14
室間遮音、共振			改訂:

1. 概要

ホテル客室などで床をカーペット仕上げとすることは、室内の吸音が増えるため、遮音性能が向上すると考えるのが一般的である。しかし、中音域では、カーペットによりわずかではあるが、遮音性能が低下する事例が報告されている。

2. 解説

図1はあるホテル客室の室間遮音性能を内装工事の前後で測定した結果を比較したものである。フェルトなどのカーペット下地をばねとし、カーペットが質量とする一質点系の共振により、特定の周波数帯域において遮音性能が低下していた。すなわち、音源室の音がカーペットから床へ伝わり、床の振動が隣接室のカーペットから放射される経路が顕著となっていた。

客室間間仕切りは、梁位置と合致する 경우가多いが、図1は小梁上にある客室間の結果である。一方、同一建物でも大梁上間仕切りについての測定結果は図2のように影響が少ない。

3. 対応方法

対応方法としては、当該共振周波数が、カーペットの吸音効果により遮音性能が改善する高い周波数となるような下地材を選定する案が考えられる。また、床を経由した固体伝搬音の影響なので、床を厚くする、客室間仕切り部で振動伝搬を防ぐブロッキングマスを設ける(梁を大きくする)、乾式二重床を採用するなどの対応が考えられる。

4. 留意事項

カーペットの通気性や剛性に影響していると考えられるので選定時には留意が必要である。また、梁位置と整合していない間仕切りの場合には、留意が必要である。

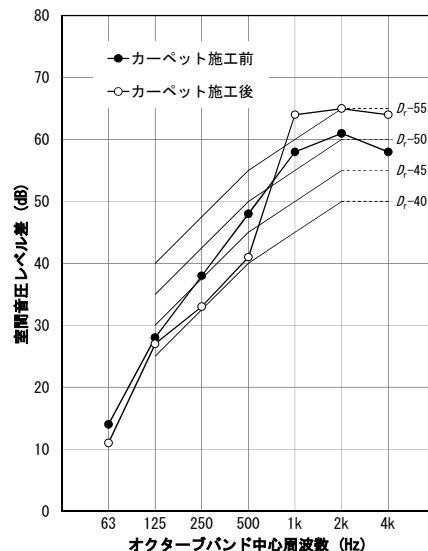


図1 室間音圧レベル差測定結果(小梁上)

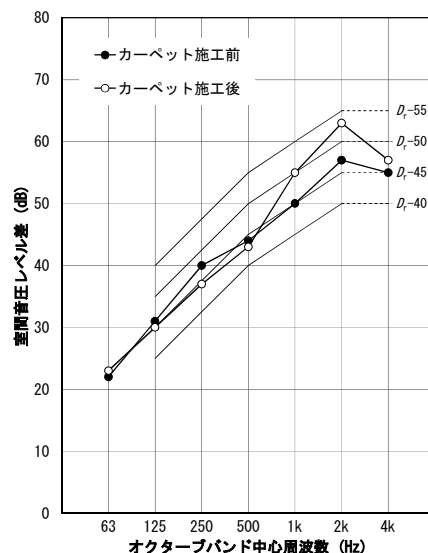


図2 室間音圧レベル差(大梁上)

参考文献 峯村ほか：室間遮音性能に対する床仕上げの影響について(カーペットと下地材の影響)、日本騒音制御工学会、pp.85-89、2003.9

A021_0900	[設計][施工]	スライディングウォールの遮音性能不足	作成:2019.11.14
遮音、スライディングウォール			改訂:

1. 概要

結婚披露宴等が行われるホテルの大広間を間仕切るスライディングウォール（可動間仕切り、以下 SW）の遮音性能が、発生音に対して相対的に低く、事業者・使用者からの改善要望が発生した。

2. 解説

当初の設計では、50 dB(500 Hz)の遮音性能（室間音圧レベル差）を目標として、SW を二重に設置する計画となっていた。ところがメーカーより一重でも 50 dB(500 Hz)以上の遮音性能が得られるとの説明を受け、スペースも広く確保できることから、一重の SW に設計変更が行われた。しかし、その遮音性能は実験室で測定した隙間等を考慮されていない部材そのものの音響透過損失であり、現場ではその値を実現することは不可能な数値であった。

3. 留意事項

一般にメーカーから提供される SW の遮音性能は、部材性能である音響透過損失であり、実際に現場に施工した時の、床・天井・壁との取り合いやパネル間の隙間からの音の漏洩は考慮されていない。そのほかの側路伝搬の影響も含め、実際の室間音圧レベル差は、音響透過損失から 5～10 dB 程度低下する。その低下分を見込んだ遮音設計が必要である。

また、この事例の場合には、結婚披露宴の余興で相当に大きい音が発生する地域であったため、そもそもの遮音性能目標（室間音圧レベル差 50 dB）の設定が妥当であったかという問題もある。このような遮音設計においては、発生音の大きさと音を受ける側の騒音目標値の適切な設定が改善要望の未然防止につながる。

なお参考文献 1)に、より詳細な解説が掲載されているので参考にされたい。

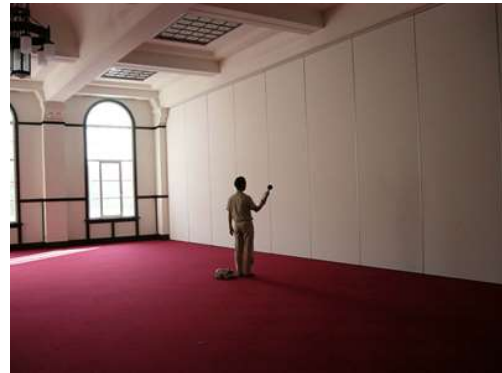


図1 宴会場スライディングウォールの例
（本文の案件とは関係ありません）

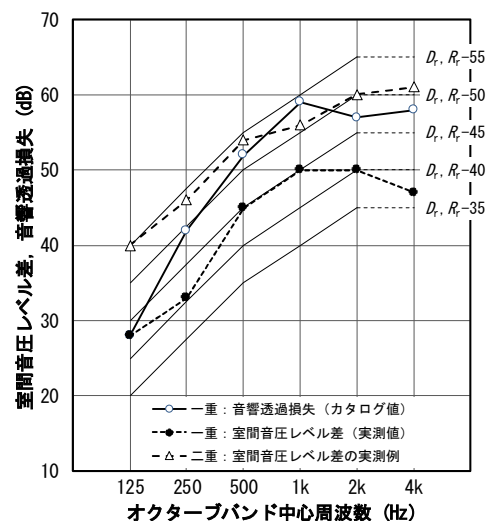


図2 室間音圧レベル差の測定結果
と部材の音響透過損失の比較

A021_1000	[設計][施工]	集合住宅のカラオケルームにおける	作成:2019.11.14
室間遮音、吸音、浮き遮音		防音対策の間違い	改訂:

1. 概要

集合住宅のカラオケルームにおいて、施主から隣接する住戸への遮音対策の提案を求められた。躯体コンクリートに孔あき吸音板を付加する提案を行い、施工したが十分な効果が得られなかった。

2. 解説

孔あき吸音板は主に室内の響きを調整する吸音材料であり、既存壁の遮音性能の向上を目的とした時に十分な効果が得られる材料ではない。カラオケ室で発生した音のエネルギー (E_i) の収支は、壁で遮蔽される (E_a) と外部へ伝搬する (E_t) およびカラオケ室へ反射する (E_r) に分けて考えられる(図1)。

遮音性能を向上させるとは、 E_t を小さくすることであるが、吸音処理は E_r を小さくする作用に留まり、 E_t を小さくする効果は数 dB 程度とごく僅かである。

遮音性能を向上させるためには、既存の躯体に質量の大きな遮音材料を、空気層を十分に設けて配置し、内部にグラスウールを挿入しなくてはならない。なお、カラオケ室と周囲の室の用途、配置状況などから必要遮音性能を満足する遮音材料等を選定する必要がある。また、界壁だけではなく、天井や床を介した側路伝搬音への配慮も必要であり、特に高い防音効果を求められる場合は、躯体から防振ゴムなどで縁を切った遮音材料で浮き遮音構造が必要になる。

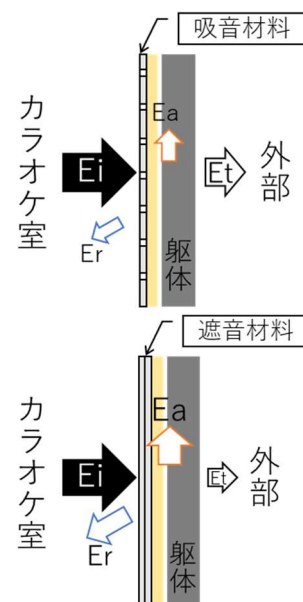


図1 遮音の考え方

3. 対応例

住戸に隣接するカラオケルームの遮音対策においては、図2のように躯体の内側に浮き遮音層(青線)が構築され、また窓等の建具は固定層と浮き遮音層にそれぞれ建具を固定し、二重にすることが望ましい。別途の室内音響上の配慮として、孔あき吸音板やカーテンなどの吸音層(赤線)が部分的に配置される(部位や配置面積はケースにより異なる)。

4. 留意事項

浮き遮音層は躯体からの絶縁が確保されないと遮音性能が低下するため、施工図や施工状況確認が重要であるため、専門施工業者による施工が望ましい。

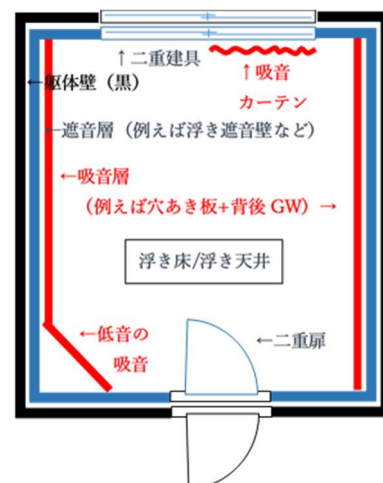


図2 カラオケルーム平面イメージ

A021_1100	[設計][施工]	アルミカーテンウォールによる 上下階の遮音性能低下	作成:2019.11.14
遮音、カーテンウォール			改訂:

1. 概要

窓サッシにアルミカーテンウォール（以下、ACW と呼ぶ）を用いた RC 造集合住宅の中間検査で、上下階の空気音遮断性能が中音域の落ち込みによって D_r-45 しか得られなかった。

2. 解説

測定対象室を図 1 に、ACW と建物躯体との隙間処理を図 2 にそれぞれ示す。測定対象室は壁の 2 辺が ACW であり、界床構造は乾式二重床と中空合成床版(280)と二重天井で D_r-50 以上の性能を期待できるため、ACW 廻りの側路伝搬音が遮音欠損の原因と考えられた。

3. 対応例

側路伝搬音の伝搬経路として、①ACW と建物躯体との隙間を伝搬する経路と、②ACW を振動伝搬する経路を想定し、①に対しては膳板の下に空気層に吸音材を追加、②に対しては方立・無目の前に仮設でボード壁を追加した。

対策後の上下階の室間音圧レベル差（上階が受音室）を図 3 に示す。対策①は 500～1 kHz 帯域で落ち込みが生じており、 D_r-45 の性能しか得られなかった。一方、対策②は落ち込みが改善して D_r-55 の性能が得られており、ACW から放射される音が遮音欠損の原因と判明した。

4. 留意事項

本件では、遮音欠損の原因となる ACW の部位までは特定できなかったが、基本的な対策として、方立のジョイント部の小口は塞ぐ必要がある。さらに、方立・無目の縁切りや制振も検討した方がよい。

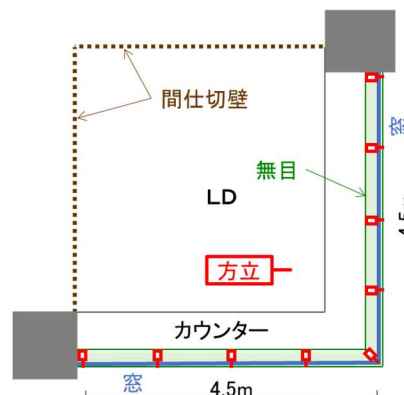


図1 測定対象室（平面図）

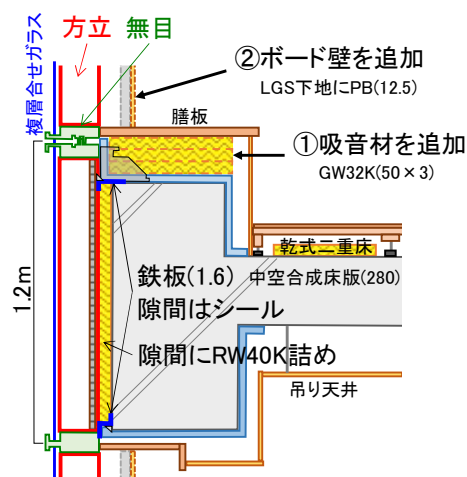


図2 ACW と建物躯体との隙間処理（断面図）

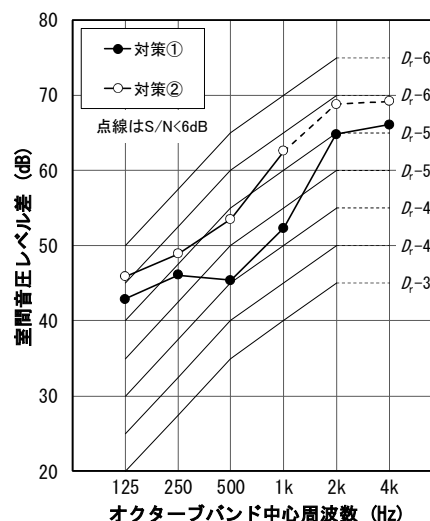


図3 空気音遮断性能測定結果

A021_1200	[設計][施工]	実験室と現場における窓サッシの	作成:2019.11.14
ガラス、窓サッシ、音響透過損失		遮音性能の差異	改訂:

1. 概要

集合住宅等において、室内騒音を適切に抑えるためには、外周壁、特に窓サッシの遮音性能が重要となる。外部騒音の測定結果から、窓サッシの音響透過損失等を考慮して、室内騒音を予測、検討を進めるが、メーカーが実験室で測定した窓サッシの音響透過損失(以下、カタログ値)と現場における性能の差が生じる場合があるので注意が必要である。

2. 解説

図1に単板フロートガラス8mmと同ガラスを入れた引き違い窓の音響透過損失を示す。図2に同じ窓サッシについて、現場においてJIS A 1520「建具の遮音試験方法」に規定される内部音源法によって測定した音響透過損失相当値を示す。

図1を見ると、FL8単体と窓サッシのカタログ値に多少の差異は見られるが、全体的な遮音性能の傾向は同様である。一方、図2を見ると、合わせて示したカタログ値に比べて、現場での遮音性能は、ほぼ全帯域にわたり低下している。両者に差異が生じる原因について、実験室と現場での窓面への入射条件や測定方法の違い、現場での施工精度の影響等が挙げられている。

3. 留意事項

実験室での遮音性能に比べて、現場での遮音性能の方が低くなることが多いため、室内騒音の検討においては、適宜、安全率を見込んだ検討が望ましい。また、窓サッシの遮音性能は、隙間の影響を大きく受けるため、枠や障子、またパッキン部の調整を適切に行うことが重要である。

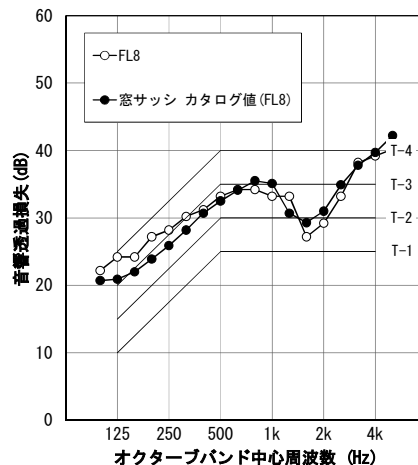


図1 窓サッシとガラス単体との音響透過損失の比較

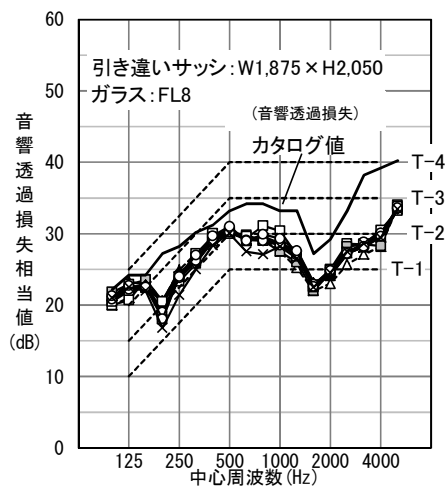


図2 現場における引き違い窓サッシの遮音性能測定例²⁾

参考文献 1)板硝子協会編：板ガラスの遮音性能、2015

2)日本建築学会編：集合住宅の遮音性能・遮音設計の考え方、技報堂出版、2016

A021_1300	[設計][施工]	窓の単板ガラスを複層ガラスに変更	作成:2019.11.14
複層ガラス、室内騒音		したことによる透過騒音の増加	改訂:

1. 概要

窓面の断熱性能を向上させるために、単板フロートガラスを複層ガラスとする改修を行ったところ、外部からの騒音が大きくなった。

2. 解説

図 1 に単板フロートガラスと複層ガラスの音響透過損失を、参考として **T 等級**の基準曲線に重ねて示す。ガラスの総厚(面密度)が同様であれば、質量則によって同様の音響透過損失が期待されるが、**FL15** に比べて **FL8+A12+FL8** は広い帯域で音響透過損失は小さくなっている。このため、外部からの透過音が大きくなったと考えられる。

FL8+A12+FL8 の複層ガラスによる 160 Hz 帯域付近からの音響透過損失の落ち込みは、空気層と両面の質量による共鳴透過現象により、当該帯域では **FL8** より音響透過損失が小さい。また、1.6 kHz 帯域付近の落ち込みは、コインシデンス効果による。

3. 対応例

複層ガラスにおいて、共鳴透過現象やコインシデンス効果による音響透過損失の低下を抑えるためには、両面で異なる厚さのガラスを用いたり、面密度に対応して空気層を変化させたりするのが有効である。図 2 にガラス厚と空気層を変化させた場合の音響透過損失を示す。同厚の **FL8+A12+FL8** に対して、両面のガラス厚を変化させると、低周波数域における共鳴透過現象による音響透過損失の落ち込み、コインシデンス効果による落ち込みが小さくなる傾向が見られる。

4. 留意事項

複層ガラスの音響透過損失は、ガラスの組合せ、空気層によって変化する。簡便には、改修前と同じ **T 等級**を満足するガラス仕様を選定する方法も考えられるが、室内騒音の目標値等が与えられている場合には、音源の周波数特性も考慮する必要がある。特に外部騒音が大きい環境においては、室内騒音を専門的に検討し、ガラス仕様を選定するのが望ましい。

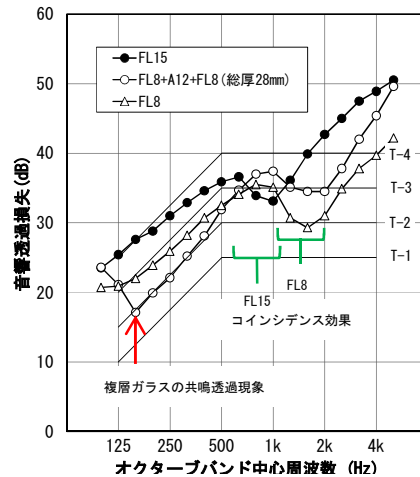


図 1 単板フロートガラスと複層ガラスの音響透過損失の比較¹⁾

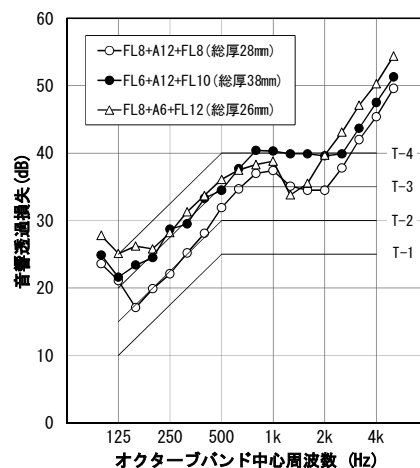


図 2 各種複層ガラスの音響透過損失の比較¹⁾

A021_1400	[設計][施工]	遮音対策のための吸音材の効果的な利用方法	作成:2021.10.01
吸音材、遮音			改訂:

1. 概要

工場内から外部への騒音低減対策として、音源室内の吸音処理が行われる場合が多い。音源室の吸音対策は、過度に実施しても必ずしも効果的とは限らないため、大きな騒音低減が求められる場合には、壁内の吸音等との組み合わせが有効である。

2. 解説

音源室の壁面を吸音処理しても、壁自体の遮音性能は向上しないが、吸音効果により室内の音圧レベルが下がり、その分、室外への透過音は低減される（図1）。図2に、室内吸音による音圧レベル低減量の計算例を示すが、吸音の小さい条件では吸音処理による効果が大きいものの、吸音処理面積を増していくと効果は徐々に乏しくなる。したがって、やみくもに吸音処理を行うことが、騒音対策として必ずしも効果的とはいえない。

3. 対応例

遮音対策のために吸音材を用いる場合、一般的には音源室内全体を吸音するよりも、外壁の壁懐内や、音源を覆うカバー内など、多重反射が密に生じる小空間内を吸音処理する方が有効である。図3に、吸音材の有無による二重壁の音響透過損失の比較を示す。本例では、壁内の吸音処理により性能が10 dB程度向上しており、音源室の適度な吸音処理と組み合わせることで、効果的な対策が実現できるといえる。

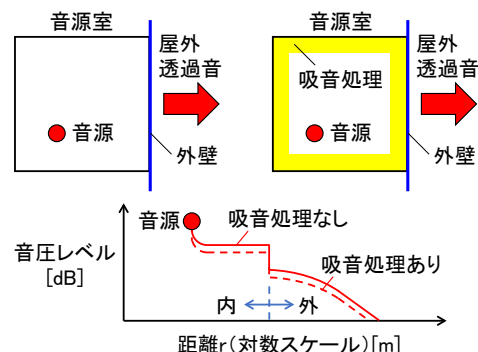


図1 屋外伝搬の模式図（文献1に基づき作成）

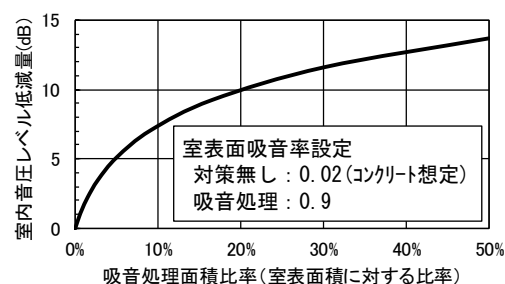


図2 吸音処理面積と音圧レベル低減量の関係

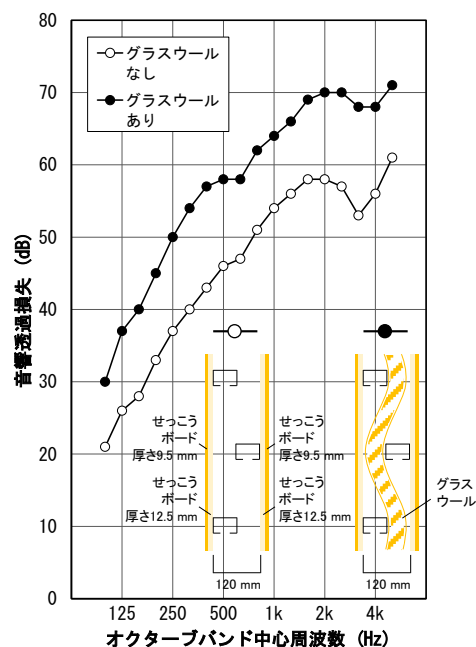


図3 吸音材の有無による乾式二重壁の遮音性能比較²⁾

参考文献 1) 日本建築学会編：実務的騒音対策指針（第二版）、技報堂出版、1994

2) 日本建築学会編：音響材料の特性と選定、丸善、1997

A021_1500	[設計][施工]	遮音性能に与える隙間の影響について	作成:2021.10.01
室間遮音、間仕切り壁			改訂:

1. 概要

集合住宅やホテルの界壁の遮音性能を検討する場合、対象となる壁自体の性能だけでなく、床・天井・壁との取り合い部などの隙間からの透過音の影響も考慮する必要がある。ここでは隙間による遮音性能の低下とその事例について記載する。

2. 解説

図1は、四周隙間処理を行った乾式壁本来の遮音性能に対して $p\%$ の隙間が生じた時の音響透過損失の低下の程度を概算的に求めた例である。隙間による音響透過損失の落ち込みは高音域から生じ、例えば面積 30 m^2 の壁に幅 1 mm 、長さ 3 m の隙間 ($p=0.01\%$) がある場合、 250 Hz 以上で 10 dB 以上の遮音性能の低下がみられる。音響透過損失が大きい材料を使っても、隙間など一部に音響透過損失が小さい部材（部位）が含まれている場合には、壁全体としての音響透過損失は著しく小さくなってしまう。

3. 対策例

外壁がアルミカーテンウォールの鉄骨造の事務所ビルにおいて、間仕切壁とアルミカーテンウォールの取合い部（方立）に隙間が生じ、遮音性能が低下した例を図2、図3に示す。対策前では D_{t-30} 以下であるのに対し、方立の隙間のシールにより中・高音域の落ち込みが改善され D_{t-35} の性能が得られた。さらに方立本体の遮音性能不足を補うため、遮音補強（フレキシブルボード貼りまし 6 mm 、吸音材充填）をおこなった場合 D_{t-40} の性能が得られている。

4. 留意事項

複数の部材から構成された壁全体としての遮音性能は音響上の弱点となる部位で決定され、わずかな隙間により中・高音域の遮音性能が大きく低下する。

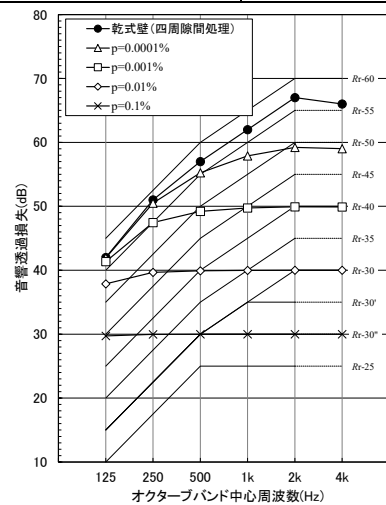


図1 隙間による総合音響透過損失への影響

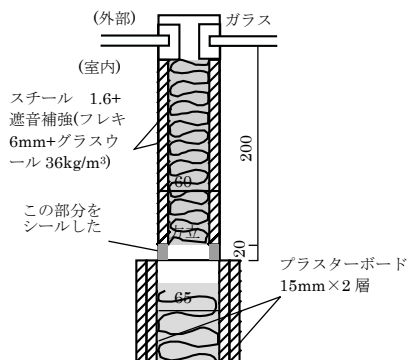


図2 方立と間仕切壁との取合い部

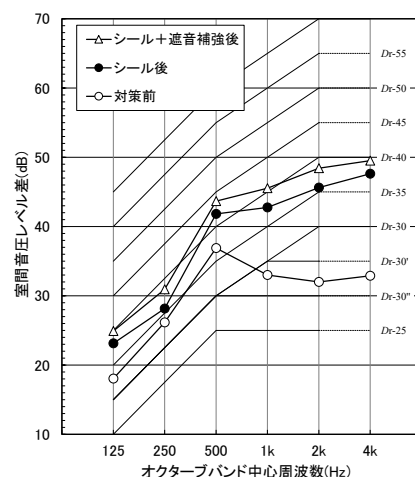


図3 方立部分の遮音対策例

参考文献 1) 田野他, 建築と音のトラブル, 学芸出版, 1998

A021_1600	[設計][施工]	浮き床層のコンクリートを介した 側路伝搬による遮音性能の低下	作成:2021.10.01
室間遮音、側路伝搬			改訂:

1. 概要

ホテルの宴会場において、移動間仕切りで仕切られた 2 室の室間遮音性能が中心周波数 250Hz のオクターブ帯域で側路伝搬により設計目標値から落ち込んだ。直下階への遮音・床衝撃音対策として設置していた浮き床層のコンクリートを移動間仕切り位置で切断したところ、遮音性能が向上した。

2. 解説

コンクリート板の遮音性能は 250Hz 帯域付近で質量則に比べ低下傾向となる。これは板の曲げ振動の共振であるコインシデンス効果により、厚さ約 60～100mm 程度でその傾向が顕著となる。

厚さ 100mm の湿式浮き床の上にカーペットを介し、1 枚で $Dr-40$ を確保した事例を持つ移動間仕切りを設置した。250Hz 以外の周波数帯域では $Dr-40$ 相当以上の音圧レベル差だったが、250Hz 帯域では $Dr-35$ 相当となった（測定経路 a）。この傾向は 1 室挟んで 2 重にした条件（測定経路 b）でも同様だった。

3. 対応例

浮き床層のコンクリートを移動間仕切り②に沿って壁際部分を除き小型の乾式ロードカッターで切断したところ、移動間仕切り 1 重で $Dr-40$ （測定経路 a）、1 室挟んだ 2 重で $Dr-45$ （測定経路 b）となった。

4. 留意事項

浮き床を共有する隣室間でプライバシーを確保できる程度の遮音性能とするには、予め間仕切り区画ごとに浮き床を分割しておく必要がある。目地は 25mm 程度とし、グラスウールボードを充填のうえコーキング等で隙間を処理する。浮き床のコンクリート打設時は、グラスウールボードに水が浸透するのを防ぐためポリエチレンシートを敷込み、目地部はコンクリート天端レベルより上まで立ち上げる。

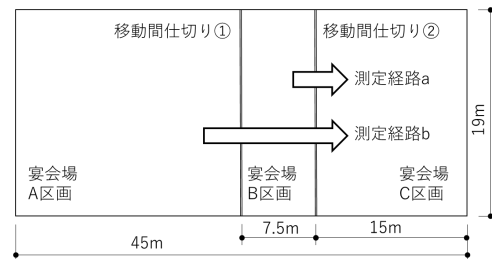


図1 測定対象室の配置

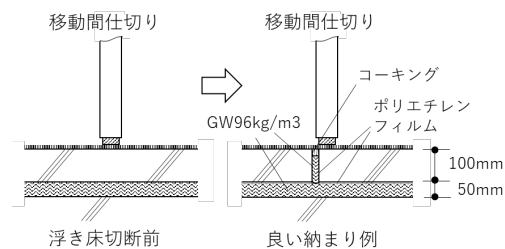


図2 浮き床の断面

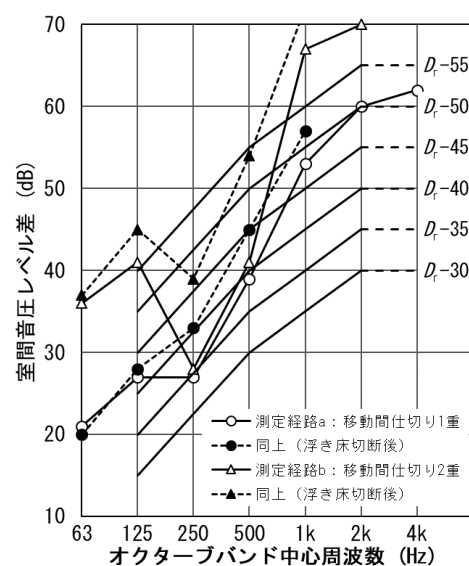


図3 室間音圧レベル差の測定結果

A021_1700	[設計][施工]	建物外周壁（窓、壁、換気口）の遮音設計法	作成:2021.10.01
遮音、外周壁			改訂:

1. 概要

室内の静ひつ性を確保するための建物外周壁の遮音設計は、従来から集合住宅やホテルでは求められていたが、近年ではオフィスビルや病院、学校等でも要求されてきている。

2. 解説（図 1）

建物外周壁の遮音設計は、以下の手順に従って実施する。

○室内騒音目標値設定

事業者による要求性能や、文献¹⁾等に応じた目標性能から設定する。

○建設地での騒音測定（図 2 参照）

建設地周辺の騒音源の種類、発生時間・頻度等の特性を把握した上で測定を行う。通常、道路交通騒音のようにある程度の変動はあるが平均的な数値（等価音圧レベル L_{eq} ）で扱える騒音源と、発生騒音は大きいが間欠的である鉄道騒音のような騒音源が主に扱われる。間欠騒音の取扱いに確立された方法はないため、事業者や設計者の指定する評価値（例えば事象毎の L_{eq} や $L_{A,Smax}$ ）に従う。

○外周壁入射騒音の設定

反射の影響が無く、かつ新築建物の外周壁に相当する位置で測定が実施できた場合には、新築建物による反射を考慮し測定値に 3dB を加算した値を入射騒音とする。測定点と予測点が異なる場合は、騒音源の性状に応じて距離減衰等を考慮して設定する。

○室内騒音の予測

室内平均音圧レベル L_{p1} は、外周壁入射音圧レベル L_{p0} 、騒音透過部位の面積 S 、音響透過損失 R 、室内等価吸音面積 A （平均吸音率×室内表面積）から次式により窓、壁、換気口の部位毎に求め、その結果を合成する。

$$L_{p1} = L_{p0} - R + 10 \log_{10} (S / A)$$

この計算は周波数帯域毎に行い、必要に応じて騒音レベル（A 特性音圧レベル）を求める。

3. 留意事項

図 3 に道路交通騒音に対する遮音仕様の目安を示す。一般的に、2 項で示した手順は音響の専門的知識に基づく判断等が必要なため、音響専門家の支援を得ることが望ましい。

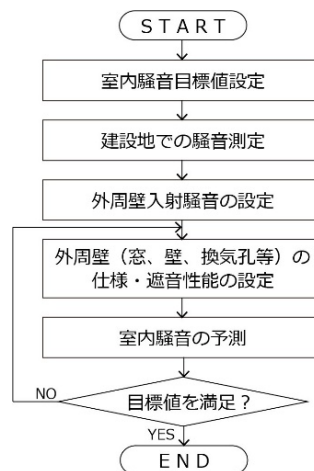


図 1 遮音設計のフロー



図 2 建設地での騒音測定の例

屋外道路 交通騒音		室内騒音静ひつ性能目標値：40dB		
		窓サッシ	外壁	換気口
A 特性 音 圧 レ ベル	80dB	特別な仕様等 が必要	Rr-45	特別な仕様、 配慮が必要
	75dB			
	70dB	T-4	Rr-40	遮音に配慮 した仕様
	65dB	T-3		
	60dB	T-2	Rr-35	

図 3 道路交通騒音に対する遮音仕様の目安¹⁾

参考文献 1) 日本建築学会：集合住宅の遮音性能・遮音設計の考え方，2016.1

A021_1800	[設計][施工]	高層建物外周壁の遮音設計の留意点	作成:2021.10.01
遮音、外周壁			改訂：

1. 概要

建物外周壁の遮音設計では、外周壁へ入射する屋外騒音を把握するために、計画敷地における騒音測定が必要である。高層建物の場合、騒音源や周辺建物等の状況を考慮しながら建物高さに応じた高所での騒音測定が必要となる。

2. 解説

高所では周辺建物等の状況により遮蔽や反射などの条件が地上とは異なる場合がある。特に市街地などでは、地上では周辺建物に隠れて見えない 1 ブロック先の道路が上層階高さでは良く見通せるようになって地上よりも騒音レベル (A 特性音圧レベル) が大きくなるケースも多い。概念図を図 1 に示す。高層建物の場合、騒音源や周辺建物等の状況を考慮しながら、遮蔽や反射の影響が最も不利になる高さを含む範囲での測定が必要となる。

高所での騒音測定は、計画敷地に既存建物がある場合はその屋上などを利用するか、あるいは、クレーンでマイクロホンを上昇させる方法などがある。バルーンを用いる方法もあるが、風に流されて正確な測定点位置を特定しにくい場合があるので注意を要する。

3. 測定事例

高さ方向の音圧レベル分布の測定事例を図 2 に示す。高所ほど周辺騒音源が見通せるようになり、音圧レベルが大きくなる傾向がみられる。周辺建物の反射等の影響もあり、単純に高さ方向への距離による減衰傾向はみられない。

4. 留意事項

道路などの騒音源との位置関係が計画敷地と似ている別の敷地における測定データを用いて予測すると、敷地周辺の建物の配置や高さの違いなどにより、実際と大きく異なる危険性があるので注意が必要である。

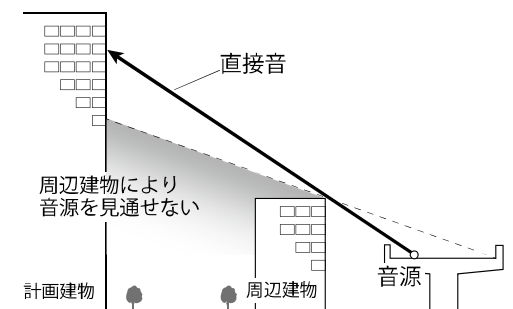


図 1 音の伝搬の概念図

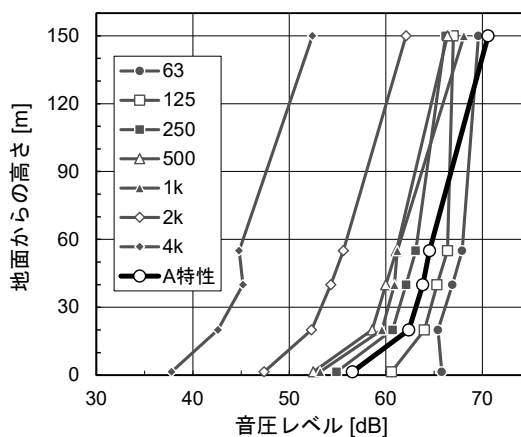


図 2 高さ方向の音圧レベル分布の事例

- 参考文献 1) 日本建築学会：集合住宅の遮音性能・遮音設計の考え方，2016.1
2) 中川清：高層集合住宅における外部騒音の防止，音響技術，No.121，pp.6-10，2003.3

A021_1900	[設計][施工]	集合住宅の鉄骨階段における空気伝搬音対策	作成:2021.10.01
鉄骨階段、空気伝搬音			改訂：

1. 概要

集合住宅の屋外階段や、屋内階段で階段室扉が常開の鉄骨階段で発生することが多い、階段昇降時の空気伝搬音について記載する。

2. 解説

鉄骨階段では、固体伝搬音のみならず、空気伝搬音が問題となることがある。鉄骨階段では振動の減衰が小さいため、発生音が大きいことによる。低減方法としては、踏面を緩衝効果のある仕上げとする方法、踏板を制振鋼板とする方法がある。

3. 対応例

踏面の仕上げによる対策として、表1に示す4種類の仕様の鉄骨階段において、ハイヒール歩行音の計測結果を図1に示す¹⁾。表面仕上げ材がプラスチック系シート、木質系集成材の場合、チェッカープレートに比べて5～10dB程度、じゅうたん敷きの場合、15dB程度、騒音レベル（A特性音圧レベル）が小さい。

制振鋼板による対策として、図2に示す試験体で、踏板が制振鋼板と普通鋼板の条件に対し、タッピングマシンによる加振を行い音響パワーレベルを比較した結果を図3に示す²⁾。A特性重み付け音響パワーレベルで10dB程度の低下がみられる。

4. 留意事項

屋内階段で階段室の扉が常時閉鎖式防火戸で、常に閉鎖される場合には、階段は非常時のみに使われるため、昇降に伴う空気伝搬音の問題は生じにくい。一方、階段室の扉が常時閉鎖式防火戸以外の防火戸の場合や屋外階段では、日常的に階段が使用されることが多く、発生する空気伝搬音の問題が顕在化しやすいため、対策することが望ましい。

表1 鉄骨階段の仕様

TYPE	表面仕上げ	支持条件
A	プラスチック系シート	壁固定、桁
B	木質系集成材	ピン+ピン
C	チェッカープレート	桁+桁・板一体仕切
D	じゅうたん敷き	壁固定+桁

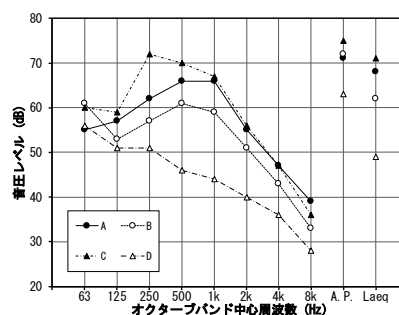


図1 ハイヒール歩行音

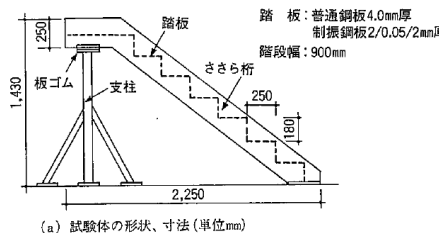


図2 鉄骨階段発生音測定試験体

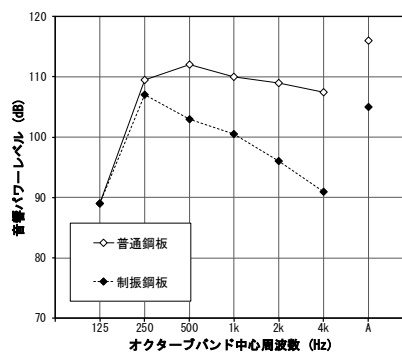


図3 音響パワーレベル測定結果
(タッピングマシン加振)

※ 固体伝搬音については「A024_0200 集合住宅の鉄骨階段における固体伝搬音対策」を参照

- 参考文献 1) 武田真樹他, スチール製階段の歩行音の聴感印象に関する研究, 建築学会講演梗概集, 2003.9, pp.95-96
2) 制振鋼板利用技術小委員会: 制振鋼板の利用技術資料, 建設省総合技術プロジェクト「建設事業への新素材・新材料利用技術の開発」1993.6

A021_2000	[設計][施工]	音響透過損失を示す TL_D と R_r は何が違うのか	作成:2023.01.01
遮音、カタログ			改訂:2024.02.15

1. 概要

音響透過損失を表記する単一数値評価量として、日本では TL_D や R_r が用いられる。いずれも等級曲線にあてはめて評価する値である。 TL_D は建築学会編『建築物の遮音性能基準と設計指針』¹⁾(初版は 1979 年に刊行)、 R_r は 2000 年に改正された JIS²⁾の手順に従って導かれるもので、若干の相違点がある。

2. 共通点と相違点

遮音性能は、空間に設置された材料の面積や吸音の状態などによって決定される。音響透過損失は、材料そのものが有する遮音性能（部材性能）であり、周波数に応じて変化する。 TL_D 、 R_r は、いずれも、オクターブごとの音響透過損失の値を、元来空間性能の評価のためにつくられた等級曲線にあてはめて評価する値である。

TL_D の評価は 125 Hz 帯域から 4 kHz 帯域を対象に、1 dB ピッチで示すものである。一方、 R_r は、125 Hz 帯域から 2 kHz 帯域を 5 dB ピッチで評価した値である(4 kHz 帯域の評価は必須ではない)。

3. 解説

TL_D は日本建築学会編『建築物の遮音性能基準と設計指針』¹⁾において示されているもので、音響透過損失 TL (Transmission Loss)を、室間音圧レベル差の評価に用いられていた等級曲線（D 曲線）にあてはめた評価値であることから TL_D という呼称が用いられる。一方、 R_r の導出手順は JIS A 1419-1:2000 の附属書 1 に規定されている。ISO では音響透過損失を示す量記号として R が用いられていることと整合化をはかられた（量記号には 1 文字の斜体が用いられる）。接線法による評価の R_r はオクターブごとの値を用いて評価するが、JIS には海外で用いられている 1/3 オクターブバンドごとの値から評価する単一数値評価指標なども規定されている。

4. 留意事項

一般に、壁など空間を隔てる材料の部材性能としての音響透過損失の値よりも、空間性能である室間音圧レベル差の値が小さくなる傾向にあることに留意して、検討することが肝要である。

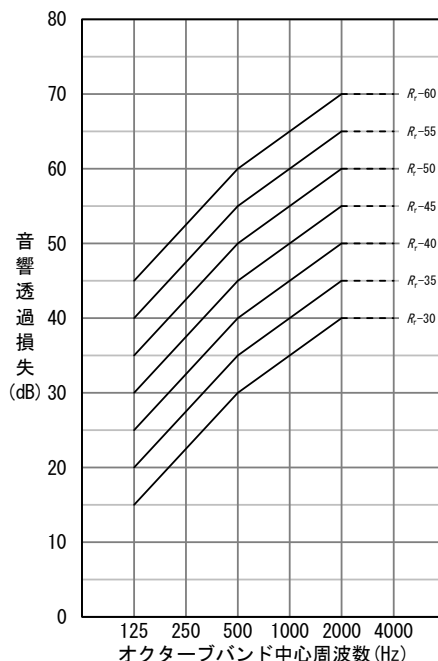


図 1 等級曲線のグラフ

参考文献 1) 日本建築学会編、建築物の遮音性能基準と設計指針(第二版)、1998。

2) JIS A 1419-1:2000 建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法 第 1 部：空気音遮断性能

A021_2100	[設計][施工]	ISO, ASTM における音響透過損失の	作成:2023.05.01
STC, R_w , TL_D , R_r		単一数値評価指標	改訂:2024.02.15

1. 概要

近年、外資系のホテル案件などで ASTM や ISO といった海外規格により規定される遮音性能の評価値が指示されることが多くなってきている。ここでは音響透過損失の単一評価指標について概説する。

2. 解説

建築部材の音響透過損失を単一数値で評価する指標として、ASTM E413 で STC、ISO717-1 では R_w が規定されている。いずれも基準曲線により評価する指標である。なお R_w は、2000 年頃に行われた日本産業規格 JIS の ISO 整合化により JIS A1419-1:2000 にも規定されている。図 1 に STC の評価方法を示す。1/3 オクターブバンドの中心周波数 125 ～4 kHz 帯域の音響透過損失値（茶色線）に対して、STC の基準曲線（青線）を小さい方から 1dB ステップで上昇させていき、各周波数帯域で基準曲線を下回る数値（緑バー）の合計が 32dB 以下でかつ最大となった時、500Hz 帯域の基準曲線の読み値を評価値とする。その時、1 つの帯域で下回る量が 8dB を越えてはいけないというルールがある（8dB ルール）。 R_w も基本的には同様であるが、評価対象の周波数帯域が 100～3.15 kHz 帯域であることと 8dB ルールのような規定がないという違いがある。そのため、特定の周波数で音響透過損失に大きな落ち込みがあるような部材の場合、STC と R_w の値が大きく異なるような場合も生じる。

参考ではあるが、現場で測定された室間音圧レベル差に対し STC と同様な方法で算出される指標 NIC が ASTM で規定されている。

3. 国内で使われる指標との対応

国内で使われることが多い R_r 値（JIS A1419-1 附属書 1）、参考文献 1) に示されている TL_D との比較を表 1 に示す。これらの指標は接線法で評価されるため、STC や R_w との直接的な関係は無く換算もできないため注意が必要である。

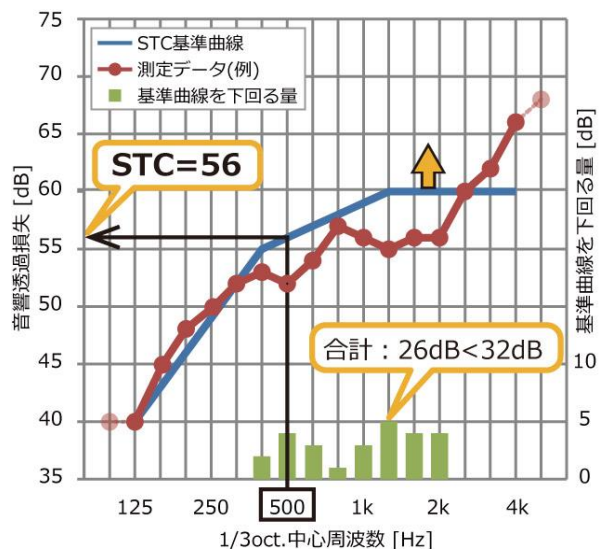


図 1 STC 算出方法

表 1 評価の例（2, 3 は製品により異なる）

壁仕様	単一数値評価指標値			
	STC 1/3 oct.	R_w 1/3 oct.	TL_D 1 oct.	R_r 1 oct.
1 コンクリート 150mm厚	53	53	48	45
2 軽量気泡コンクリート 100mm厚	40	49	34	30
3 押出成形セメント板 60mm厚	37	37	30	30

参考文献 1) 日本建築学会編：建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]，p.15，技報堂出版，1997.12

A021_2200	[設計][施工]	自然換気口が外周壁の遮音性能に及ぼす影響の	作成：2024.04.01
遮音設計		定量的推定方法	改訂：

1. 概要

鉄道沿線や幹線道路に近接する建物では、室内の静ひつ性を保持するために外周壁に高い遮音性能が求められる。そのため、外周壁の遮音設計においては窓サッシとともに、換気口等の小形建築部品についても配慮を要する。小形建築部品には遮音性能の測定や表示方法が規定¹⁾されており、これを使って外周壁全般の遮音性能（総合音響透過損失）を推定することができる。

2. 解説

建物の外周壁は構造体、内外装壁、窓サッシ、換気口等によって構成され、総合音響透過損失は個々の部材の音響透過損失と透過面積によって求められる。算出される値は、原理上遮音性能の低い部分の影響が支配的となるため、式(1)に示すように窓サッシと換気口のみを対象に計算して外周壁全体の性能を評価する場合が多い。換気口等の小形建築部品については、窓サッシに対して面積が小さいものの、遮音性能が相対的に低いとその影響が無視できなくなる。また、壁へ設置した際の透過面積を特定しにくいため、その遮音性能は単位面積（1 m²）で基準化された音響透過損失¹⁾で表示される。図1は性能の異なる2つの自然換気口の試験値を示したものである。製品カタログには窓サッシと同様に **T** 等級によって示されることもある。

3. 換気口が総合音響透過損失に及ぼす影響

換気口の単体性能が全体性能へ及ぼす影響を把握するために、式(1)を基に、換気口と窓サッシの単体性能の差（換気口の単位面積基準化音響透過損失（ $R_{un,e}$ ）と窓サッシの音響透過損失（ R_F ）の差： $R_F - R_{un,e}$ ）と、総合音響透過損失の低下量（窓サッシの単体と総合音響透過損失の差（ $R_F - R$ ））との関係をプロットした結果を図2に示す。総合音響透過損失は、換気口の単体性能が窓サッシと比較して低くなるほど低下することが読み取れる。一例として、窓サッシの面積（ S ）が 6 m²の場合には、単体性能差が 5dB（**T** 等級で 1 ランク）で 2dB、単体性能差 15dB（**T** 等級で 3 ランク）で 8dB 低下する。これより、換気口による室内静ひつ性能の低下を回避するには、その単体性能差が小さいことが望ましいといえる。

4. 留意事項

自然換気口の音響透過損失値は基準化面積によって記載値が変わるため、総合音響透過損失算出時には注意を要する。基準化面積が不明な場合、換気口数が複数になる場合など、想定が複雑になる場合には事前に専門家による助言を得ることが望ましい。また、換気口の本来の機能である通気性能、すなわち換気時に生じる室内外の圧力損失に対する配慮も必要となる。

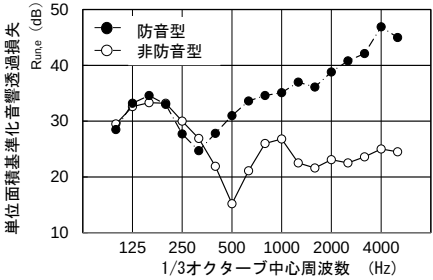


図1 自然換気口の音響透過損失事例
(1 m²で基準化)

$$R = 10 \log_{10} [S / (S \cdot 10^{-R_F/10} + 10^{-R_{un,e}/10})] \quad (1)$$

R : 総合音響透過損失(dB)
 S : 小型部品以外（窓サッシ）の面積(m²)
 R_F : 小型部品以外（窓サッシ）の音響透過損失(dB)
 $R_{un,e}$: 小型部品（換気口）の音響透過損失(dB)

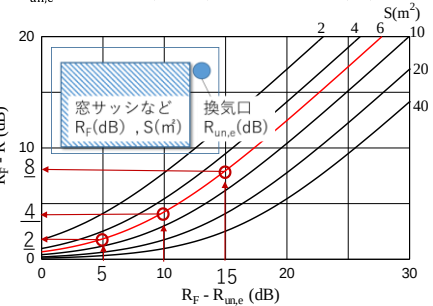


図2 総合音響透過損失に対する換気口と窓サッシとの音響透過損失の差の影響（JIS A 1428:2006 附属書1を参考に作成）

参考文献 1) JIS A 1428:2006 実験室における小形建築部品の空気音遮断性能の測定方法 附属書1（参考）基準の面積を 1 m²とした場合の小形建築部品の空気音遮断性能の測定及び表示方法、pp.9-10

A021_2300	[設計][施工]	遮音性能の「部材性能」と「空間性能」、	作成:2024.04.01
透過損失、音圧レベル差		その単一数値評価量について	改訂:

1. 概要

建築物に関する遮音性能は、「部材性能」と「空間性能」に分けられる。「部材性能」は、実験室で測定され、建築部材単体若しくは建築部材が組合せられた複合材としての遮音性能を表す。「空間性能」は現場で測定され、室と室の間の遮音性能のように界壁や界床などを介した伝搬に、側路伝搬音などが重畳して評価される遮音性能を表す。

2. 解説

表 1 に、「部材性能」「空間性能」の区分と測定場所、測定量、及び評価方法と JIS¹⁾、ISO²⁾、ASTM³⁾に規定される単一数値評価量、適用される帯域幅を示す。なお、JIS には ISO 整合化により複数の評価量が規定されるが、ここでは主に使われている指標を記載する。

(1) 部材性能の単一数値評価量

実験室（残響室）において音響透過損失を測定し、JIS では R_w （但し、附属書に規定される R_r による評価が主）、ASTM では STC、ISO では R_w で評価される。また日本国内では TL_D という評価量を使用される。JIS に規定される公的な指標ではないが、「赤本」と称される参考文献⁴⁾に示されており建材メーカー等を中心に広く使われている。

(2) 空間性能の単一数値評価量

現場において室間音圧レベル差を測定し、JIS では D_w （但し、附属書に規定される D_r による評価が主）、ASTM では NIC で評価される。室間音圧レベル差は音源側と受音側の室内平均音圧レベルの差として定義され、受音側の測定値には側路伝搬音や固体伝搬音が含まれる。室間音圧レベル差に対して、透過面積と受音側の等価吸音面積を使って準音響透過損失が算出され、その評価量が JIS、ISO では R'_w 、ASTM では ASTC として規定されている。算出式は音響透過損失と同様であるが、上述の通り受音側の音圧レベル測定値に側路伝搬音等が含まれていることから、ここでは空間性能に区分して示す。

3. 留意事項

一般に、部材性能＞空間性能である。両者を混同すると最終的に建築物の遮音性能（空間性能）が不足する可能性があるので十分な注意が必要である。また、時折みられる STC や R_w と TL_D の換算方法は目安であり、正しく定義された方法ではないので要注意である。

表 1. 遮音性能の単一数値評価量

区分	測定場所	測定量	単一数値評価量（適用される帯域幅）							
			評価方法	JIS A1419-1 ¹⁾	ASTM E413 ²⁾	ISO 717 ³⁾	AIJ赤本 ⁴⁾			
部材	実験室 (残響室)	音響透過損失	重み付け法	R_w	1/3oct.	STC	1/3oct.	R_w	1/3oct.,oct.	---
			接線法	R_r	oct.	---	---	---	---	TL_D oct.
空間	現場	室間音圧 レベル差	重み付け法	D_w	oct.	NIC	1/3oct.	---	---	---
			接線法	D_r	oct.	---	---	---	---	D oct.
		準音響透過損失	重み付け法	R'_w	1/3oct.,oct.	ASTC	1/3oct.	R'_w	1/3oct.,oct.	---

【参考】A021_2000 音響透過損失を表す TL_D と R_r は何が違うのか

A021_2100 ISO,ASTM における音響透過損失の単一数値評価指標

参考文献 1)JIS A 1419-1:2000,建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法—第1部:空気音遮断性能
2)ASTM E413-22, Classification for Rating Sound Insulation
3)ISO 717-1:2020, Acoustics-Rating of sound insulation in buildings and building elements -Part.1
Airborne sound insulation
4)日本建築学会編:建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版], 技報堂出版, 1997.12, p15

A021_2400	[設計][施工]	せっこうボード直貼り工法の遮音欠損	作成:2025.01.01
空気伝搬音、固体伝搬音			改訂:

1. 概要

コンクリートや ALC などの壁面に、団子状にした接着剤を一定ピッチに配置して、せっこうボードを圧着する内装工法(せっこうボード直貼り工法、いわゆる GL 工法)がしばしば用いられる(図 1)。省スペースで短工期、かつ安価に平滑な仕上げ面を得られる工法だが、もとの遮音性能より低下するため、使用部位に注意を要する。

2. 解説

図 2 に、音響透過損失の測定例を示す。250Hz 帯域よりも高い周波数では、この工法の内装壁を施工すると、性能が低下する傾向が確認できる。また、壁の片面に施工した場合より、両面を施工するとさらに性能は悪くなる。

せっこうボードの質量と空気層のバネによる共振、接着剤間のピッチで決まるボードの固有振動、せっこうボードのコインシデンス効果などが、性能低下の原因となると言われている。

3. 対策

断熱材などをクッション材として躯体との間に挿入することで、振動の伝搬効率を低減することも期待できる。ただし、吹き付け断熱材では、その効果には限界がある。空気層がなくなるよう、接着剤をほぼ全面に塗布すれば、性能低下はしないが、壁の不陸調整が難しい。RC や ALC から縁を切った木軸や LGS を下地としたボード壁にすると、室の内法寸法が減るものの、これらの遮音欠損を防ぐことができる。

4. 留意点

せっこうボード直貼り工法を採用した外壁の妻壁が複数階にわたって連続する場合では、側路伝搬によって上下階間の遮音性能が低下する事例も確認されている(図 3)。



図 1 セっこうボード直貼り工法の施工

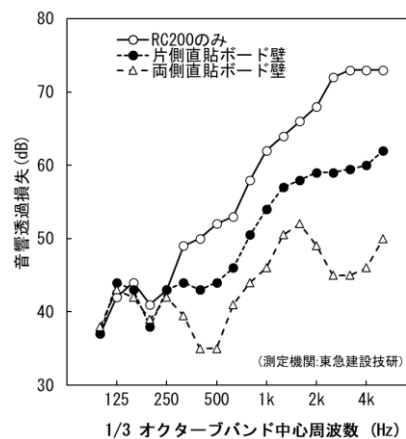


図 2 界壁の音響透過損失測定例²⁾

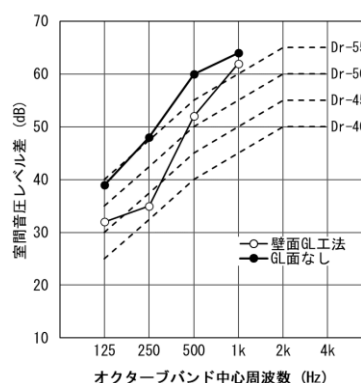


図 3 上下階遮音性能測定結果
(外壁妻壁の側路伝搬の影響比較)

参考文献

- 1) 中川清他, 石こうボード直貼り工法壁共鳴周波数の予測と遮音改善、日本建築学会学術講演梗概集、昭和 56 年 9 月・
- 2) 日本建築学会編、「音響材料の特性と選定」、丸善、1997.

A021_2500	[設計][施工]	扉の遮音性能	作成:2025.04.15
遮音扉			改訂:

1. 概要

遮音上の弱点となりやすい扉に関し、性能確保のための留意事項等を以下に概説する。

2. 解説

(1) 性能評価量と建種・室用途に対する目標設定

扉の遮音性能は主に T 等級 で表される。ホテル客室や集合住宅の出入扉としては T1～T2 程度の遮音性能を設定することが一般的である。機械室や音楽演奏を行うなど大きな音を発する室や一定の静けさを要する室を中心に、必要に応じた遮音性能を設定する。重量構造化しグレモンハンドルとするなど特殊な仕様としても、扉 1 枚では概ね T4 等級が実務上の上限性能と考えてよく、扉 2 枚（二重扉）とする方が遮音性能を得やすい。ただし扉 2 枚でもホテルのコネクティング扉のように間隔が狭く前室を設けない場合は、遮音性能向上幅に限界がある。

(2) 遮音性能への影響要因

・**扉板** 扉板自体について、遮音性能を高めるため、板材を重くするとともに吸音材を内挿する等がなされる。そのため木製扉よりも鋼製扉の方が有利となる。扉板にガラスやガラリ、消防用ホース小扉などを設ける場合には音漏れの原因となり得る。

・**枠、枠と扉板の隙間** 遮音性能を確保するには、扉枠内部や杮摺下部は吸音材やモルタル等で埋め、空洞を設けない。その上で、部材間の隙間からの音漏れ対策の徹底が重要となる。枠や杮摺などには段を設ける方が、扉四周や召し合わせ部に隙間が生じにくく遮音性能を得やすい。隙間をなくするためには、枠の建付けやゴムの当たり具合等、現場での調整を着実に行う必要がある。特に杮摺について、段を設けずにフラットとする場合には弱点となりやすい。

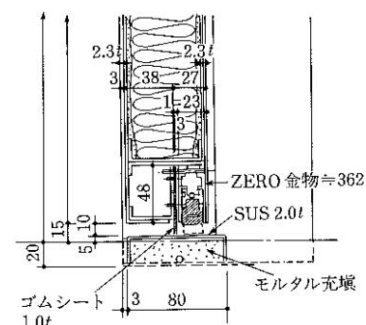


図1 オートマチックタイトの例¹⁾

対策としてオートマチックタイト（ゼロタイト）等を設ける場合は、扉を閉めた時に隙間なく降りるようしっかり調整する。ゴムの施工調整状況をチェックするには、名刺等の薄い紙を挟み動かしてみて、手ごたえから隙間の有無を確認することが有効である。

引き戸は一般に隙間が多いため遮音性能は低く、高遮音化には特殊な構造を要する。

・**扉周囲** 扉だけでなく界壁自体が十分な遮音性能を有しているか、天井裏や空調ダクト、設備配管を経由した伝搬の影響がないかなど、扉以外の音漏れ経路に注意が必要である。

3. 留意点（まとめ）

基本的に扉の遮音性能を高めるには重量のある開き戸が好ましいが、利用者の利便性を損なう可能性があり、設置場所や目的を総合的に勘案して仕様を決める必要がある。

また扉の遮音性能には隙間の影響が大きく、現場での調整状況しだいでは想定した性能が得られない。主要な遮音扉については性能検証工程に実測や再調整を見込むことが望ましい。経年により遮音性能が低下した場合は、再調整やゴムの交換を行う。

参考文献 1) 日本建築学会編：建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]，p.344，技報堂出版，1997.12

A022_0100	[設計][施工]	鉄道軌道に近い集合住宅における暗騒音と生活音の聞こえ方に関する留意点	作成:2019.11.14
室間遮音、外壁			改訂:

1. 概要

夜間は静かな住宅地だが、近くに鉄道軌道があるため、集合住宅における窓サッシの仕様を鉄道騒音に合わせて設定し、各面に同様な遮音性能の高いサッシを施工した。その結果、鉄道騒音がなくなる夜間、鉄道軌道が見渡せない室では室内暗騒音が非常に小さく、上下階や隣戸から聞こえる生活音が気になるとの指摘を受けた。

2. 解説

集合住宅の設計では、事前に外部の音環境を計測し、居室内の音環境が目標値を満足するようにサッシや換気口などの仕様を決める場合が多い。計画地の近くに鉄道軌道がある場合は、鉄道騒音の扱い方で開口部の仕様が大きく変わる。

上階における歩行音(歩行者 A~G)を下階(洋室 1)で測定した例¹⁾を図 1 に示す。この居室の床衝撃音遮断性能は $L_{i,r,L}-45$ 、 $L_{i,Fmax,r,H(1)}-55$ である。普通歩行:素足は 24~28 dB、小走り:素足で 24~32 dB であった。同じ集合住宅の居室内で騒音レベル(A 特性音圧レベル)を測定した例²⁾を図 2 に示す。この共同住宅は近接して鉄道の高架軌道がある。LD 側は近くに高架道路もあるため、洋室 1 よりも騒音レベルが高い。歩行音を測定した洋室 1 では、列車通過時は 30~35 dB、列車が通過していない時は 20 dB 程度であった。洋室 1 では、列車が通過していないときの騒音レベル(暗騒音)が非常に低いため、聴感上は歩行音が「微かに聞こえる」「小さく聞こえる」レベルであった。

3. 対応例・留意事項

室内暗騒音が小さいと、相対的に他の生活音が聞こえやすくなり、今回のような指摘を受ける場合がある。窓サッシ等の仕様を検討する場合は地域の特性や周辺環境を十分に考慮して決定することが重要である。

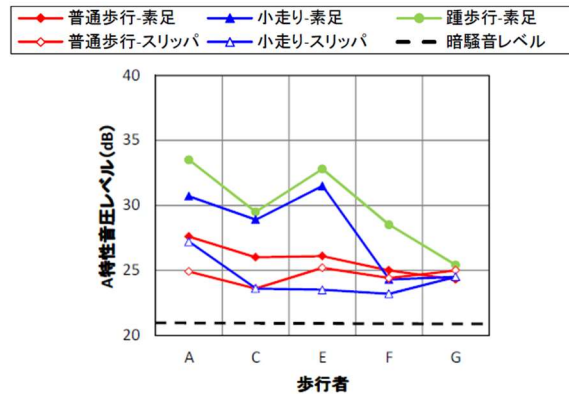


図 1 歩行音の騒音レベル (A 特性音圧レベル) 測定例¹⁾

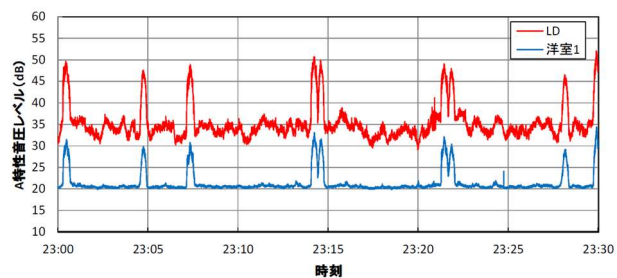


図 2 居室内の騒音レベル (A 特性音圧レベル) 測定例²⁾

参考文献 1) 三室敬史ほか：共同住宅の室内音環境に関する検討 - その 1 日常生活に伴う発生音に関する一検討 -、日本建築学会大会学術講演梗概集、40079、pp.171-172、2014.9
2) 佐藤英規ほか：共同住宅の室内音環境に関する検討 - その 2 鉄道通過音に関する一検討 -、日本建築学会大会学術講演梗概集、40080、pp.173-174、2014.9

A023_0100	[設計][施工]	床衝撃音遮断性能に使われる添字の意味	作成:2019.11.14
評価、床衝撃音遮断性能			改訂:

1. 概要

床衝撃音遮断性能は単に L で表したり、 L_H や L_L 、 $L_{i,Fmax,r,H(1)}$ 、 $L_{i,r,L}$ などと表記される。中には間違っって使われることもあるので注意する。

2. 解説

床衝撃音遮断性能の評価（表示）方法には、 L 曲線を用いた接線法による評価方法や単一数値量による評価方法、 A 特性音圧レベルによる評価方法、逆 A 等級曲線による評価方法等がある。近年は A 特性音圧レベルによる評価方法の普及拡大を図る動きもあるが、現在のところ、我が国では L 曲線を用いた接線法による評価が大多数を占めている。そして、 L や L_H 、 L_L 、 $L_{i,Fmax,r,H(1)}$ 、 $L_{i,r,L}$ などの表記は、全てこの L 曲線を用いた接線法により評価の結果を表している。 L 曲線を用いた接線法による評価方法は 2000 年に改正された JIS A 1419-2 の附属書 2 と文献 1 に定められており、そのうち、 $L_{i,Fmax,r,H(1)}$ や $L_{i,r,L}$ 等の表記は附属書 2 に定められたものであり、 L の表記はそれ以前の JIS（JIS A 1419）と文献 1 に定められている。 L_H と L_L の表記は、単に L ○○ と表した場合、重量と軽量のどちらの結果なのかが容易には判らないことから、重量を表す H (heavy) と軽量を表す L (light) の添字が民間の中から自然発生的に生まれたようである。JIS に H と L の添字が導入されたのは JIS A 1419-2 が初めであり、この時、標準重量衝撃源として従来からの衝撃力特性(1)を有する衝撃源（タイヤ衝撃源）に加え、新たに衝撃力特性(2)を有する衝撃源（ゴムボール衝撃源）が規定されたことから、タイヤ衝撃源を用いた場合は $H(1)$ を、ゴムボール衝撃源を用いた場合は $H(2)$ を用いて区別することとした（写真 1）。



a) 標準軽量衝撃源



b) 衝撃力特性(1)を有する
標準重量衝撃源



c) 衝撃力特性(2)を有する
標準重量衝撃源

写真 1 JIS 標準衝撃源

3. 留意事項

2000 年には床衝撃音遮断性能の測定方法を規定した JIS も改正がなされており、改正後の測定方法による測定結果は、それ以前の測定結果に比べて最大で 2～3dB 程度、床衝撃音レベルが大きくなるとの報告²⁾ もみられる。そのため、いずれの測定方法による結果なのかを明確にする必要があり、少なくとも L と $L_{i,Fmax,r,H(1)}$ 、 $L_{i,r,L}$ 等の表記の使い分けは正しく行うべきである。なお、 L_H と L_L の表記は、簡便であることから改正前、改正後のいずれの測定結果に対しても使われており注意する。

参考文献 1) 日本建築学会編：建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]、技報堂出版、1997.12

2) 岡野他：床衝撃音レベルの測定法に関する検討、日本騒音制御工学会 H14 年度研究発表会、2-3-10、2002.9

A023_0200	[設計][施工]	床衝撃音遮断性能からみた	作成:2019.11.14
床衝撃音、乾式二重床		乾式二重床の設計・施工上の留意点	改訂:

1. 概要

集合住宅等の床仕上げ構造として使われることの多い乾式二重床は、際根太や巾木の仕様、また施工状況等によって床衝撃音遮断性能が変化するので注意する。

2. 解説

際根太は、防振際根太にすると在来際根太に比べ、重量床衝撃音遮断性能はほとんど変化がみられないが、軽量床衝撃音遮断性能は少なくとも 1 ランク程度向上する。高い軽量床衝撃音遮断性能が要求される場合は、防振際根太の採用が望ましい。巾木が床衝撃音に及ぼす影響は、フローリングなどの板材と接し、壁へと振動を伝搬すること、また、床下空間を密閉して空気による共振現象を起こすことなどによる。巾木の影響は、重量、軽量ともに、巾木なし≦在来巾木床隙間空け<ヒレ付き巾木<在来巾木の順に大きくなり、床衝撃音遮断性能は低下する。在来巾木床隙間空けは巾木を床材から 2.5 mm 程度空けた場合で、巾木の影響は、巾木をこの程度目すかしにすることでほぼ解消することができる。この他、厚さ 6 mm 程度の制振シートをパーティクルボードとフローリングの間に挿入すると、重量、軽量ともに 1 ランク程度の性能改善が見込まれる。

3. 留意事項

乾式二重床は、壁との取り合い部や支持脚の施工に特に注意を要する。壁との取り合い部の施工上の留意点を模式的に示すと図 1 のようになる。図 a は在来際根太に防振性を加えた防振際根太の処理方法であり、防振際根太は釘等で直接壁に固定することは避け、緩衝材を挟んで固定する。また、板状材（パーティクルボード等の床下地材やフローリング等の床仕上げ材）の周壁との取り合い部は必ず隙間を設け、板状材の振動が壁に伝わらないように注意する（図 b）。図 c の巾木の処理も図 b の板状材の場合と同様に、板状材に巾木が接しないように注意する。巾木を設置する際は床際に人が乗って施工することになるため、防振際根太が使われている場合は床が少し沈んだ状態で設置することになる。巾木と床材の空きは最小でも 2.5 mm 程度を確保するか、ヒレ付き巾木の採用を考えたい。

また、文献 1 では、支持脚が浮いた場合の軽量床衝撃音遮断性能として、正常に施工された同一住戸プランの性能に対して 125 Hz 帯域で 1 ランク程度低下する事例が示されている。支持脚の浮きは床衝撃音遮断性能を低下させるだけでなく、がたつきなど歩行感を悪化させたり、床暖房パネルに損傷を及ぼす恐れがあるので注意する。

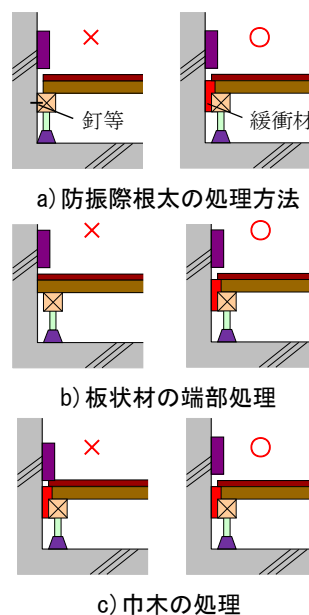


図1 乾式二重床の壁との取り合い部の施工上の留意点

参考文献 1) 日本建築学会編：建物の床衝撃音防止設計、技報堂出版、P69、2009.11

A023_0300	[設計][施工]	浮き床の緩衝材（バネ材）の選定の 間違いによる床衝撃音遮断性能低下	作成：2019.11.14
床衝撃音、浮き床			改訂：

1. 概要

屋上の床衝撃音対策として浮き床を設置する計画において、水仕舞の関係から緩衝材としてグラスウールではなく硬質発泡ポリスチレンフォームを使用した。床衝撃音遮断性能を測定したところ $L_{ir,L}-60$ の遮断等級となり、目標の $L_{ir,L}-35$ を満足しなかった。

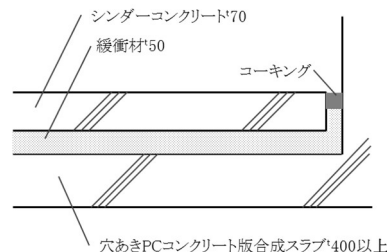


図1 浮き床の断面構成

2. 解説

グラスウールは水を含むとバネ定数が大きくなるので水廻りに設置する浮き床の緩衝材として適切とはいえない面がある。硬質発泡ポリスチレンフォームの動ばね定数はグラスウール (96 kg/m^3 , 厚さは同じ 50 mm) の値に比べて 7 倍大きい¹⁾ ので、一般的に必要な防振効果が得られない。

3. 対応例

厨房や屋外などに浮き床を設置する場合、一般的には防水処理を行うなどの処置が必要である。近年は、弾性ポリスチレンフォームなどの高分子樹脂弾性体や、それらを防振ゴムやエラストマーと併用した浮き床用緩衝材³⁾を使用する事例が増加している。グラスウールと異なり非浸水性材料なので屋外などでも使用される。

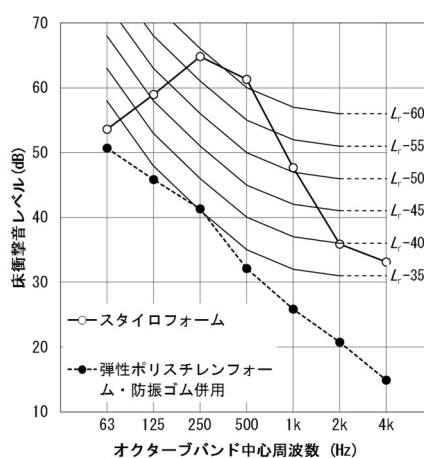


図2 軽量床衝撃音レベル測定例²⁾

4. 留意事項

浮き床用緩衝材は、十分な防振効果を得るためにバネ定数と損失係数が適切なものを選ばなければならない。外見等の判断で済まらず、防振系の固有振動数が $10 \sim 20 \text{ Hz}$ 程度になるように検討したり、事例データによって効果を確認したり、性能確保のための裏付けをおこなうとともに、緩衝材が過荷重で損傷しないよう耐荷重の確認も必要である。

施工にあたっては、シムダーコンクリートと躯体等が確実に絶縁されるよう、納まりを十分に検討し、施工時にシムダーコンクリート周辺の目地部が絶縁されているか目視確認を徹底するなど慎重な施工管理が必要である。

参考文献 1) 日本音響材料協会編：特集：ちょっと待て、その対策、音響技術 No.104, 技報堂出版、p.47、1998.12
2) 瀬戸山春樹, 井上諭, 羽染武則：種々の床仕様をもつ実大実験建物における床衝撃音レベル、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）2003.9
3) 例えば、株式会社カネカ：PSブロック (<http://www2.kenzai.kaneka.co.jp/kanelite/sonota/psbrock.html>)

A023_0400	[設計][施工]	屋上テラスのウッドデッキにおける	作成:2021.10.01
床衝撃音、ウッドデッキ		床衝撃音対策	改訂:

1. 概要

集合住宅の屋上テラスにおいて、ウッドデッキ上の歩行音が直下住戸へ伝搬し指摘を受けた。ウッドデッキは外断熱上の押えコンクリートに設置されていた。現地は静ひつな環境のため、室内の暗騒音は騒音レベル 25 dB を下回り、歩行時は 63～125 Hz 帯域の低音が暗騒音に対して卓越していた。

2. 解説

鋼製脚を用いた一般的なウッドデッキは、床仕上げのない素面状態に比べ、床衝撃音が一部周波数で増幅する場合がある。ウッドデッキ商品には防振脚タイプもあり、中高音域に対しては遮音効果が期待されるが、歩行音に関しては、低音域を含む改善が必要であることから効果は限定的と推察される。また、一般的な屋上外断熱納まりは、通常は低音域の防振効果は期待できないといえる。

3. 対応例

文献 1 では、対策を設けない屋上テラスのウッドデッキにおいて、重量・軽量床衝撃音遮断性能がそれぞれ $L_{i,Fmax,r,H(1)}-55$ 、 $L_{i,r,L}-55$ となっており、また、対策として、図 1 のように防振発泡材による浮き床の上にウッドデッキを設置する方法が紹介されている。本対策による現場実測結果を図 2 に示すが、歩行音に主に影響する重量床衝撃音遮断性能は $L_{i,Fmax,r,H(1)}-45$ 以下、軽量床衝撃音遮断性能は $L_{i,r,L}-35$ 以下であり、参考として日本建築学会の遮音性能基準による集合住宅界床の適用等級を当てはめると、1 級 ($L_{i,Fmax,r,H(1)}-50$ 、 $L_{i,r,L}-45$) を満足する。

4. 留意事項

防振浮き床が重量床衝撃音に対して効果を発揮するためには、共振周波数を 63 Hz 帯域に対して十分低下させる必要がある。防振材種別や押えコンクリート厚さについては、専門技術者に相談のうえ選定することが望ましい。

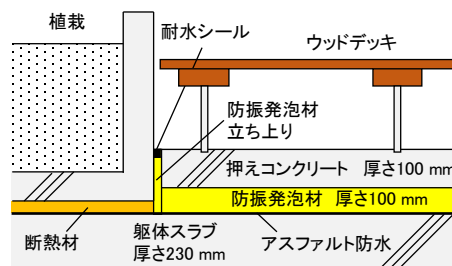


図1 ウッドデッキと防振浮き床の組み合わせによる対策事例¹⁾

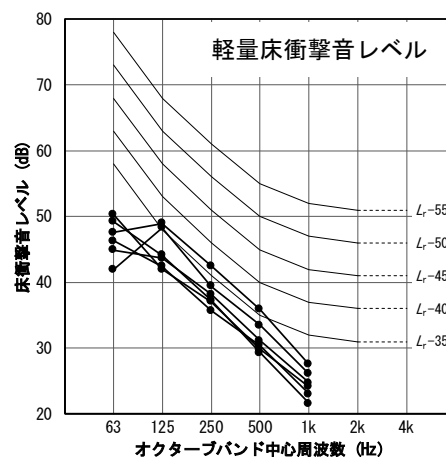
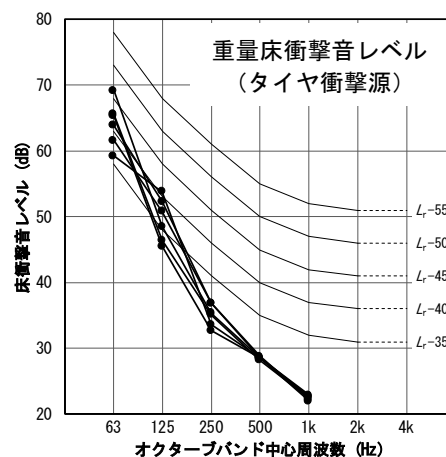


図2 ウッドデッキと防振対策による床衝撃音レベル測定結果¹⁾

参考文献 1) 羽染：マンションの屋上に設置するウッドデッキ床衝撃音対策の実施例、日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集、pp. 291-294、2016.11

A023_0500	[設計][施工]	重量床衝撃音測定で加振源にタイヤとゴムボールの2種類ある。その違いと注意点は？	作成:2020.10.01
床衝撃音、衝撃源			改訂:

1. 概要

集合住宅などで問題となる人の歩行や飛び跳ねなどによる騒音は、重量床衝撃音と呼ばれている。竣工時には、建築物の遮音性能である「重量床衝撃音遮断性能」を評価するため、「標準重量衝撃源」により床を加振して床衝撃音レベルが測定される。JIS A 1418-2では「標準重量衝撃源」として衝撃力特性(1)と衝撃力特性(2)が規定されており、測定にはそれぞれの特性を持つ「タイヤ」と「ゴムボール」が用いられている。

2. 解説

1978年のJIS改正から「標準重量衝撃源」といえば「タイヤ」であったが、2000年のJIS改正のときに「標準重量衝撃源」に「ゴムボール」が加わった。木造や軽量鉄骨造の場合や床仕上げが木質二重床などの場合に、タイヤでは衝撃力が大き過ぎて破損の恐れがある、などの指摘があったためといわれている。ゴムボールの衝撃力のピーク値は小さいため（図1）、衝撃力暴露レベルの周波数特性はタイヤとは大きく異なる（図2）。31.5、63Hz帯域では8～9dB小さく、125Hz帯域は同等であり、250、500Hz帯域では逆に大きい。

3. 注意点

JISの規定に従ってゴムボールを用いた床衝撃音測定を行えば、遮音等級 L_r を算出することができる。しかし、現状では、このゴムボールによる L 値を用いて建物の性能水準を評価することはできない。なぜなら、建物の性能評価に用いられる住宅性能表示制度の重量床衝撃音対策等級（等級1～5）や、日本建築学会の評価基準（適用等級 特級～3級）は「タイヤ」の衝撃力特性を前提として作られているためである。

したがって、タイヤではなく加振力が小さいゴムボールによる L 値を用いて重量床衝撃音対策等級などで評価することは間違いである。

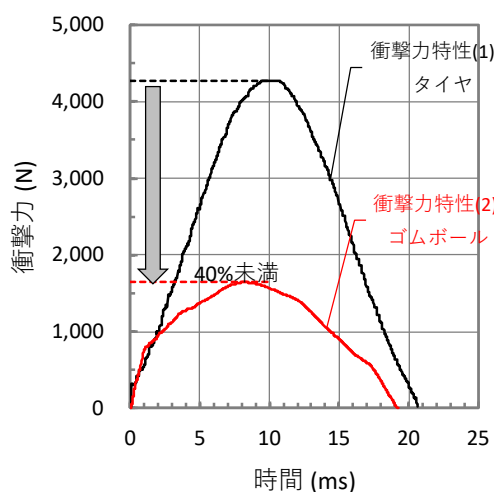


図1 標準重量衝撃源の衝撃力波形例

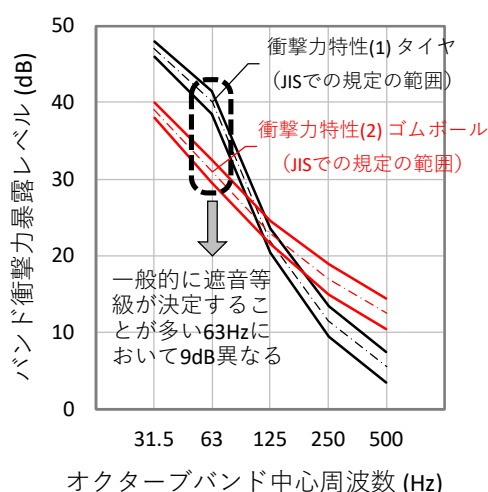


図2 標準重量衝撃源の衝撃力暴露レベル

参考文献 1) 床衝撃音測定法の改正と新重量衝撃源について：井上、日本音響学会誌 56(4) 2000、pp.279-285

A023_0600	[設計][施工]	JIS,ISO,ASTM における	作成：2025.04.15
重み付け法、規準化		軽量床衝撃音遮断性能の単一数値評価量	改訂：

1. 概要

床衝撃音遮断性能は、定められた衝撃源で床構造が加振された時、下階等の受音室で発生する音を測定し評価される。測定値そのもの、或いは受音室の等価吸音面積や残響時間で補正した量が扱われ、所定の方法により評価量が求められる。軽量床衝撃音遮断性能について JIS、ISO、ASTM に規定された評価量とその対応関係を概説する。

2. 解説

表 1 に、「部材性能」「空間性能」の区分と測定場所、測定量、及び評価方法と JIS¹⁾、ISO²⁾、ASTM³⁾に規定される単一数値評価量、適用される帯域幅を示す。

(1) 実験室測定値の単一数値評価量（部材性能）

それぞれの規格の規定に従った実験室、測定方法により床衝撃音レベル（加振時の受音室内平均音圧レベル）を測定し受音室の等価吸音面積で補正された量が評価される。評価量として ISO,JIS では $L_{n,w}$ 、ASTM では IIC が規定されている。但し、JIS には対応する実験室測定法の規格が定められていない。

(2) 建築物測定値の単一数値評価量（空間性能）

建築物（現場）において、それぞれの規格の規定に従って床衝撃音レベルを測定し、その数値、又は受音室の等価吸音面積や残響時間で補正された量が評価される。

床衝撃音レベルを直接評価する方法は、JIS では接線法による $L_{i,r,L}$ が規定され広く使われているが、これが日本国内でのみ通用する評価量であることに注意する。ASTM には重み付け法による ISR が規定されている。床衝撃音レベルを受音側の等価吸音面積で補正する規準化床衝撃音レベルが JIS と ISO では $L'_{n,w}$ として、ASTM では AIIC として規定されている。床衝撃音レベルを受音側の残響時間で補正する標準化床衝撃音レベルが JIS と ISO では $L'_{nT,w}$ として、ASTM では NISR として規定されている。

測定及び評価における周波数帯域幅について、ISO の規定では 1/1 オクターブでの測定は許容されていないが、1/3 オクターブ測定値を 1/1 オクターブに合成した上で評価することは許容されている。一方、JIS では 1/1 オクターブでの測定と評価を規定している。

3. 留意事項

JIS では、附属書において規準化床衝撃音レベルを接線法で評価する量 $L_{n,r}$ や A 特性音圧レベルによる評価量 $L_{iA,L}$ などの規定もあるが、ここでは本文に規定されている評価量と現状、実務的に広く使われている評価量を示した。なお、時折 ISO や ASTM に規定された評価量と $L_{i,r,L}$ (LL 等級) の換算などというものが見られることがあるが、正しく定義された方法ではないので注意する。

表 1. 軽量床衝撃音遮断性能の単一数値評価量

区分	測定場所	測定量	単一数値評価量（適用される帯域幅）					
			評価方法	JIS A1419-2		ISO 717-2		ASTM E989
部材	実験室	床衝撃音レベル	重み付け法	---	---	---	---	---
		規準化床衝撃音レベル	重み付け法	$L_{n,w}$	1/3	$L_{n,w}$	1/3	IIC 1/3
空間	現場	床衝撃音レベル	重み付け法	---	---	---	---	ISR 1/3
			接線法	$L_{i,r,L}$	1/1	---	---	---
		規準化床衝撃音レベル	重み付け法	$L'_{n,w}$	1/3, 1/1	$L'_{n,w}$	1/3, 1/1	AIIC 1/3
		標準化床衝撃音レベル	重み付け法	$L'_{nT,w}$	1/3, 1/1	$L'_{nT,w}$	1/3, 1/1	NISR 1/3

- 参考文献 1)JIS A 1419-2：2000,建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法－第 2 部：床衝撃音遮断性能
2)ISO 717-2:2020, Acoustics-Rating of sound insulation in buildings and building elements -Part.2 Impact sound insulation
3) ASTM E989-21, Standard Classification for Determination of Single-Number Metrics for Impact Noise

A024_0100	[設計][施工]	湿式浮き床と固定部との振動絶縁目地部と	作成:2019.11.14
室間遮音		乾式遮音壁の取り合いに関する留意点	改訂:

1. 概要

湿式浮き床は、緩衝層（グラスウール等）をばね、浮き床層を質量とした、ばね－質量系の防振効果を得ることを目的とした防振対策である（図1）。浮き側と固定側が連続してしまうと期待していた効果が得られない。

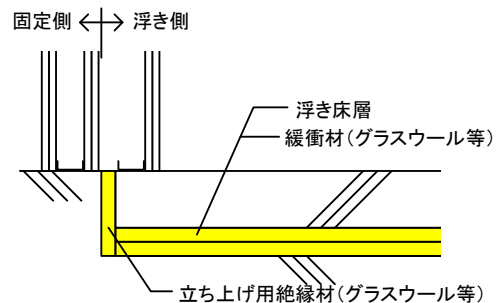


図1 湿式浮き床の概要

2. 解説

浮き床を採用する室の遮音性能は、固定側と浮き床側にそれぞれ独立した壁を設けて確保する（図1）。図2、写真1の悪い例のように、固定側と浮き床側を分離する立ち上げ用絶縁材を跨ぐように壁を設けてしまうと、浮き床側と固定側が乾式壁で連続することになるので遮音性能が低下する。

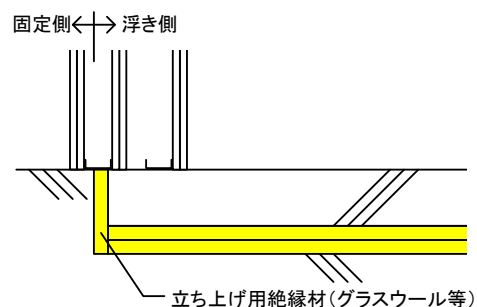


図2 悪い例

3. 対応例

湿式浮き床の施工では、躯体スラブの浮き床部分を下げてコンクリート打設する。間仕切壁施工の前の墨出し時に、コンクリート下がり部（立ち上げ用絶縁材の固定側の位置）と壁の位置を確認し、壁が跨いでしまう場合には、コンクリート下がり部を打ち増すなどして調整を行う。



写真1 悪い例

4. 留意事項

この例は壁であるが、浮き床側に設置される扉でも、トロ話の際に固定側と連続してしまうことも多い。写真2に施工不良例を示す。施工業者に立ち上げ用絶縁材を跨いでモルタルを施工しないように注意が必要である。



写真2 扉位置での施工不良例

A024_0200	[設計][施工]	集合住宅の鉄骨階段における固体音伝搬対策	作成:2019.11.14
固体伝搬音			改訂:

1. 概要

集合住宅のメゾネット住戸における鉄骨階段について、他住戸への伝搬音に配慮し振動絶縁対策を行った。しかし、施工後に昇降音を確認したところ、強めに昇降した際の発生音が他住戸に伝搬していた（図1）。

2. 解説

鉄骨階段の昇降音は固体伝搬により近接住戸へ伝わる場合があり、図1の様な低音域での伝搬を低減する為には階段全体を防振する必要がある。本事例では、階段足元の対策としてポリスチレンフォーム断熱材が用いられており、効果的な防振材が選定されていなかった。また、上部躯体との接合部には防振ゴムを挟んだが、ボルトにより階段と躯体を直接固定したため振動伝搬経路が生じたと考えられた。

3. 対応例

鉄骨階段と躯体の接続部にポリウレタン防振材を設置し、階段全体の防振対策を行った納まりを図2に示す。図3に示す測定結果では、卓越周波数の63 Hz帯域において、強め昇降音が図1に対して7～8 dB小さい値となっている。

4. 留意事項

防振材は、耐荷重や防振効果を考慮し適切な仕様を選定する必要がある。また、防振箇所をボルトにより直接固定すると振動伝搬が生じるため、ボルト部の振動絶縁対策についても、施工条件を踏まえたうえで検討を行う必要がある。

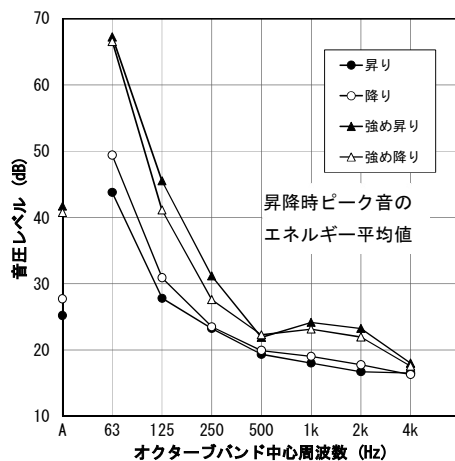


図1 鉄骨階段昇降音測定結果（下階）

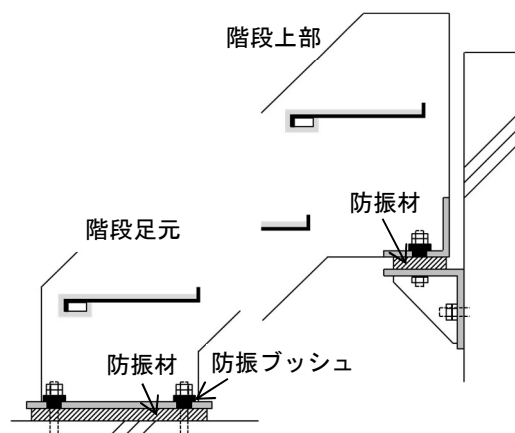


図2 鉄骨階段の防振対策例

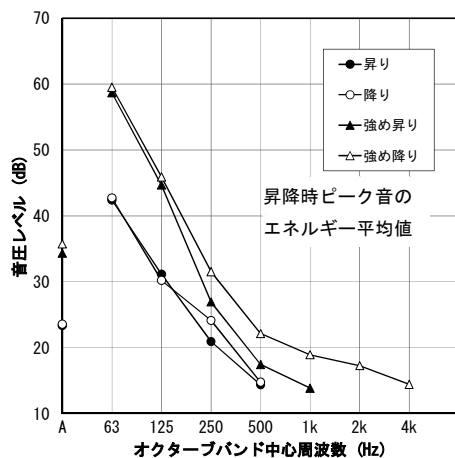


図3 対策例での昇降音測定結果（下階）

A024_0300	[設計][施工]	機械基礎と躯体取り合いにおける構造的な 絶縁と振動・音響的な絶縁との混同	作成:2019.11.14
振動絶縁、固体音			改訂:

1. 概要

地震動に対する構造的な絶縁方法としては、板状の押出法ポリスチレンフォーム（スタイロフォームなど）を躯体間に挟んでコンクリートを打設することが一般的である。しかし、機械振動などが建築躯体に伝わることで利用者が振動を感じたり固体伝搬音として騒音を感じたりすることを防止するためには、異なる絶縁方法を採用しなければならない。

2. 解説

工場などにおいて機械基礎などと建築躯体を絶縁する場合があるが、各々が地震動に対して大きく異なる挙動を取るために構造的に絶縁する意味合いと、設置された機械から基礎に伝達した機械振動が直接躯体に伝わることを建築環境の観点から防止する意味合いの2つの目的が想定される。

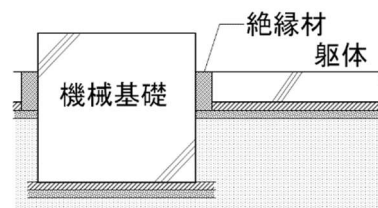


図1 機械基礎と建築躯体の絶縁

建築環境の観点から振動伝達を防止するためには、一般的にスタイロフォームより柔らかいグラスウールやロックウールなどの素材を用いて絶縁することが必要である。

3. 対応例

薄板の振動における透過損失の理論計算方法¹⁾を参考に、緩衝材をコンクリートスラブに挿入した場合の透過損失の計算例を図2に示す。計算の物性値等を表1に、計算モデルを図3に示す。

スラブの間に緩衝材を挟んだシンプルなモデルでの曲げ波に関する予測結果であり、地盤が伝える振動が十分小さい場合には、計算上はグラスウールとそれ以外は振動エネルギーで1,000倍（30 dB）以上の性能差があることが分かる。

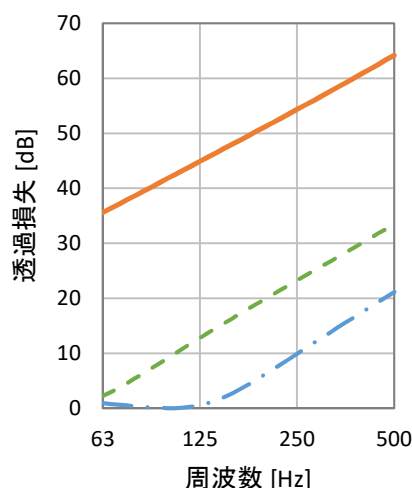


図2 透過損失算定結果

表1 計算で使用了材料の諸元

凡例名称	材料名	ヤング率 [MPa]
コンクリート	—	24,000
XPS	押出法ポリスチレンフォーム	19.1
EPS	ビーズ法ポリスチレンフォーム 20kg/m ³	5.0
GW96K	グラスウールボード 96kg/m ³	0.2

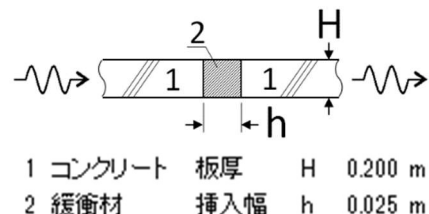


図3 透過損失算定のモデル¹⁾

参考文献 1) 日本舶用機関学会：機械騒音の軽減について（その4）、Journal of the M.E.S.J., Vol.4, No.9, pp.20-38

A024_0400	[設計][施工]	集合住宅における臭突ファンの防振不具合	作成:2019.11.14
固体伝搬音、防振			改訂:

1. 概要

集合住宅において居住者から唸り音の改善要望が寄せられた。原因の切り分けのために、住戸周辺の設備機器を個別に運転させたところ、屋上の臭突ファン(図 1)の運転時に唸り音が聞き分けられ、臭突ファンの固体伝搬音が要因と考えられた。室内騒音を測定すると、運転時に 125 Hz 帯の音圧レベルが、停止時から 14 dB 上昇しており、NC 値によれば NC-25 から NC-30 となっていた。(図 2)。



図 1 屋上の臭突ファン

2. 解説

臭突ファンは防振ゴムを介し、基礎コンクリート上に固定されていた(図 3)。防振ゴムは、経験的に選定されており、比較的小型で質量が小さかったことから、防振系の共振周波数が高くなり、ファンモーターの振動周波数(卓越周波数)と近くなったことが原因と推察された。

3. 対応例

ファンモーターの卓越周波数 100 Hz に対し、振動伝達率 0.1 を目標として、共振周波数 30 Hz となる防振ゴムを選定し、対策した結果、臭突ファンの固体伝搬音が減じて、NC-30 から NC-25 に改善した。

4. 留意事項

臭突ファンのような小型ファンでは、簡便な防振処理で良いと思われがちだが、特定の周波数域が卓越した固体伝搬音は、小さくても指摘につながる可能性がある。特にこの事例のように、ファンモーターが停止した時の暗騒音が NC-25 と静かな音環境では指摘となりやすく、あらかじめの防振系の共振周波数等に基づく対策の検討が望ましい。

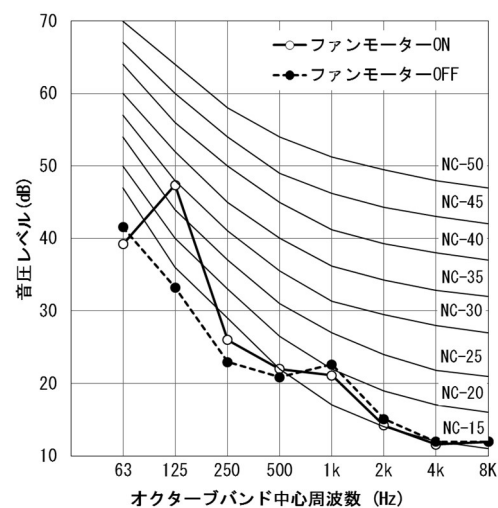


図 2 室内騒音の測定結果

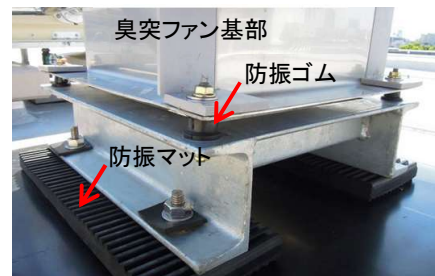


図 3 指摘時の臭突ファンの防振基礎

A024_0500	[施工]	集合住宅における給水設備の防振処理	作成:2019.11.14
防振対策、不思議音		の不具合	改訂:

1. 概要

マンションの一室で就寝中、真夜中に不気味な音(ポンプの運転音「ブーン」)がして、眠れないと改善要望が発生した。

2. 解説

給水ポンプ(設置場所:地下室)の駆動音がスラブや壁から伝搬し、上階の居室に固体音として伝わった(図1)ことが原因であり、固体音の発生原因は、以下の(1)から(4)であった。

- (1) 振動を伴うポンプを防振していない。
- (2) 壁貫通部分の配管と壁のすき間にはモルタル詰めがされている。
- (3) 配管がスラブから普通ボルトで吊られている。
- (4) 配管の支持材の脚柱が防振されていない。

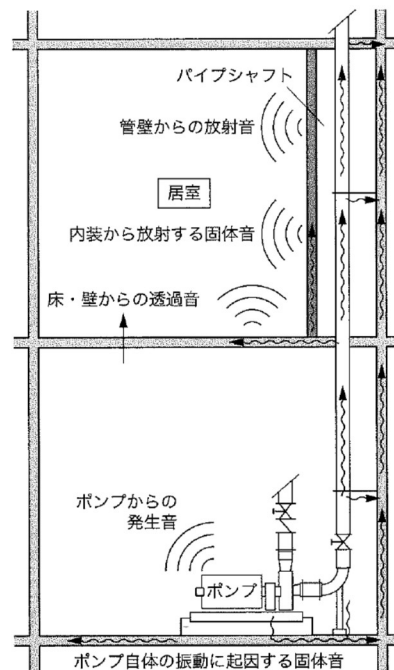


図1 ポンプ管路系騒音の発生模式図 1)

3. 対応例

以下の処置により、原因の固体音は解消された。

- (1) ポンプを防振装置で防振した(図2)。
- (2) 躯体貫通部の配管と躯体を絶縁した。
- (3) 設備配管の支持をスラブから梁に取り直し、防振ハンガー吊りにした。
- (4) 配管の支持部材をゴムパッド(防振パッド)などで絶縁した。

4. 留意事項

ポンプなど振動を伴う機器類は、防振装置などを用いて防振を講じるか、または浮き床の採用を検討する必要がある。なお、ポンプから管路内には、一般に 100～250 Hz 帯域で、周波数が卓越する特性があり、この周波数は脈動で放射される。それが水中を伝搬して管壁に振動が生じ、固体伝搬音が発生すること知られている 1)。

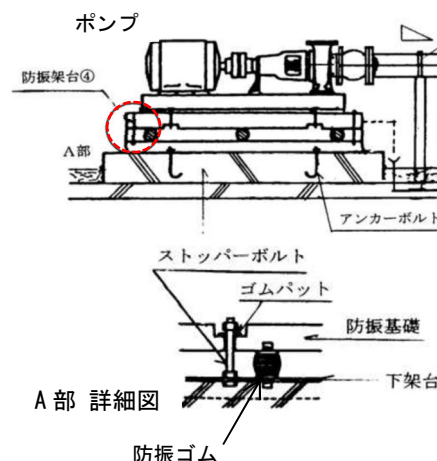


図2 ポンプの防振支持

参考文献 1) 建築音響共同研究機構：集合住宅の騒音防止設計入門，学芸出版社，pp.119～123，2017.9

A024_0600	[設計][施工]	気泡風呂の固体伝搬音低減対策	作成:2019.11.14
気泡風呂、防振、振動絶縁			改訂：

1. 概要

浴槽の側面から気泡混じりのジェット噴流を噴出するジェットバスや、浴槽底面から気泡を発生させるブローバスなど、気泡を利用した高機能な浴槽（気泡風呂）を設置する場合の固体伝搬音低減対策について記載する。

2. 解説

気泡風呂の振動の発生メカニズムは、大別すると①～④となる。

- ①循環水用ポンプや空気供給用ポンプ自体が振動する。
- ②浴槽の噴流発生部、気泡発生部において気泡放出時に当該部位が振動する。
- ③気泡を含む噴流が浴槽面に衝突し、浴槽が振動する。
- ④気泡が浴槽面で衝突して破壊、もしくは水面で破裂することにより水中に振動が発生する。水の振動は浴槽に伝搬し、浴槽が振動する。

上記の振動に起因する固体伝搬音を低減するには、ポンプ、配管、浴槽をすべて防振支持・振動絶縁して建物躯体への振動伝搬を低減することが必要となる。図1に対策箇所を模式的に示す。

遮音性能が要求される壁を配管が貫通する場合には、図2に示すように、グラスウールとシールにより遮音性能確保と振動絶縁をともに実現する。

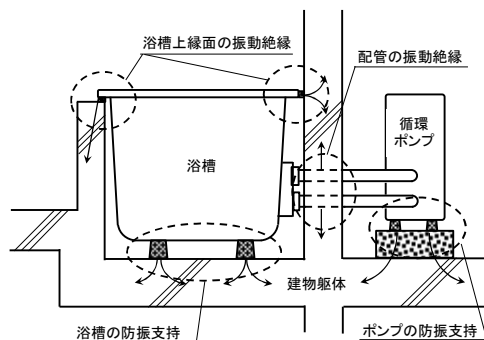


図1 気泡風呂の固体伝搬音低減対策

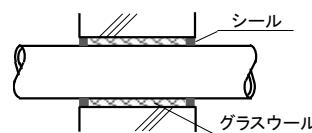


図2 配管の遮音壁貫通部処理

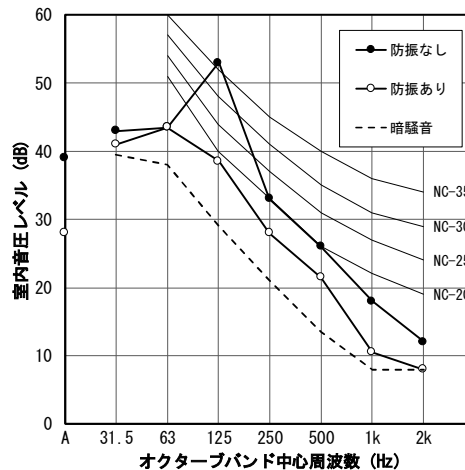


図3 ジェット噴流機能付きシステムバス直下階の室内騒音¹⁾

3. 対応例

ポンプを一体化したジェット噴流機能付きシステムバスの直下階において、室内騒音を計測した例を図3に示す。防振なしに対し、浴槽、及び循環ポンプを各々防振ゴムにより防振支持とした場合を比較している。防振なしの場合、直下室において騒音レベル (A 特性音圧レベル) は 39 dB であるのに対し、防振ありの場合 28 dB となった。

1) 梅景康裕他，ジェット噴流機能付きシステムバスの静音化，騒音制御，Vol.18,No.2，1994

A024_0700	[設計]	エレベータ昇降に伴う固体伝搬音低減対策	作成:2019.11.14
エレベータ、ガイドレール			改訂:2024.02.15

1. 概要

エレベータシャフトに隣接する居室において、隔壁の空気音に対する遮音性能が十分であっても、エレベータ昇降に伴う固体伝搬音が問題となることがある。昇降に伴う固体伝搬音に影響を及ぼす項目として、ガイドレール支持方法、ガイドレール継ぎ目の有無、ガイドの種類、昇降速度などがある。ここでは、ガイドレール支持方法について記載する。

2. 解説

カゴ及びカウンターウェイトがガイドレールに沿って昇降する際、ガイドレールで発生する振動が、ガイドレール支持部から躯体に伝搬し、エレベータシャフトに隣接する居室において固体伝搬音として放射される。

鉄骨造建物において、カウンターウェイト用ガイドレールの支持方法の違いが、エレベータシャフト隣接室における発生音に及ぼす影響を計測した。

ガイドレール支持方法は、図1に示す、大梁支持、中間ビーム支持、の2種類である。エレベータシャフト隣接居室における室内騒音を図2に示す。両者を比較すると、中間ビーム支持が、騒音レベル (A 特性音圧レベル)で12 dB小さかった。カゴ用ガイドレールの支持方法についても、同様の影響があると考えられる。

3. 対応例

エレベータシャフトに隣接して居室が計画される場合、カゴ用ガイドレール及びカウンターウェイト用ガイドレールは、中間ビームを介して支持することで隣接居室の室内騒音を低減できる。

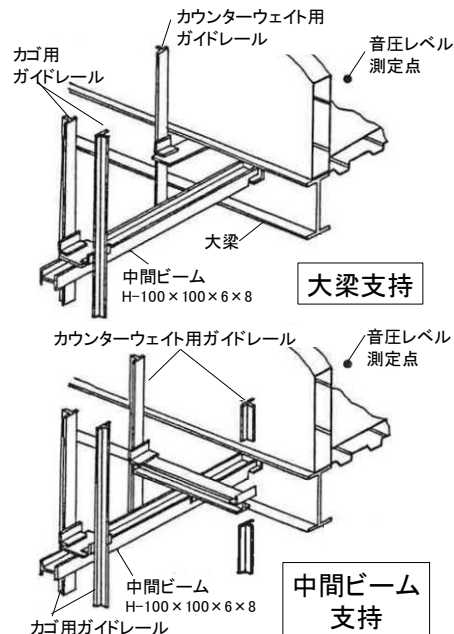


図1 ガイドレール支持方法

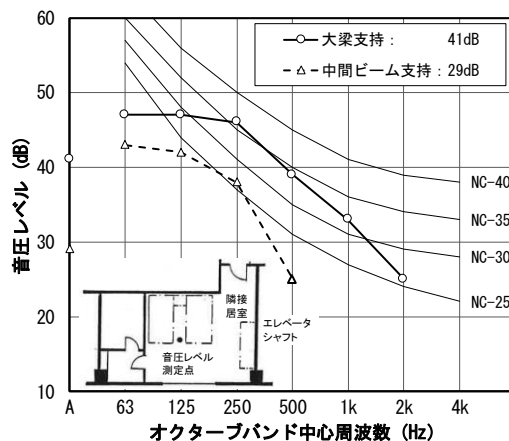


図2 ガイドレール支持方法の違いが昇降音に及ぼす影響¹⁾

1) 濱田幸雄他、エレベータ昇降音・振動特性とその低減方法に関する検討、騒音制御、Vol.21、No.3、1997

A024_0800	[設計][施工]	機械式駐車場の固体伝搬音低減対策	作成:2021.10.01
固体伝搬音、防振			改訂:

1. 概要

集合住宅の地下階に水平循環式駐車装置を設置した場合、固体伝搬音が上階の住戸で聞こえ問題となることがある。このため、装置の近傍に住戸を配する場合は、装置側および建物側での固体伝搬音低減対策が必要となる。ここでは、各所の対策方法について述べる。

2. 解説

水平循環式駐車装置による固体伝搬音の主な発生源としては、ターンテーブル、昇降リフト、パレット移動等が挙げられる。

装置側の対策としては、発生源毎にガイドレール上を転がるローラーを樹脂製とする、レールジョイントの段差調整、駆動モーターの起動・停止時に速度を緩める制御、モーター固定部の防振などが必要である。

一方、建物側の対策としては、各装置の設置床のコンクリート厚を厚くして剛性を高めることに加え、防振浮き床等による対策が必要である。リフトのガイドレールの支持部についても、剛性の高い梁などに防振ゴムを介して固定する必要がある。(図1参照)

乗入れ部や格納部に住戸が接する場合は空気伝搬音対策も考える必要がある。

3. 対応例

上記の対策を行った現場での測定例を図2に示す。1階が乗入れ部、地下1階が格納部であり、それぞれの直上階に接している室内において24時間換気装置を停止させた状態で測定したものである。ターンテーブル及び格納部のパレット移動による低音域主体の固体伝搬音がかすかに聞こえるが、換気装置運転時はほとんど聞こえない状況である。

4. 留意事項

機械式駐車装置を載せる防振浮き床は、装置の重量が大きいため、浮き床の緩衝材の沈み込みや、押えコンクリートのひび割れに対して十分な検討が必要である。浮き床の緩衝材に発泡系の材料を用いる場合は、荷重のかかる柱脚部等に部分的に防振ゴム等による補強が必要であり、それを含めた防振設計が必要である。ただし、防振対策効果には限界があるため、特に暗騒音が小さくなると予想される場合は、設計段階から装置に住戸が接しない計画を検討する必要がある。また、機械式駐車装置の仕様は様々であるため、計画においては音響の専門家を交えての協議が必要である。

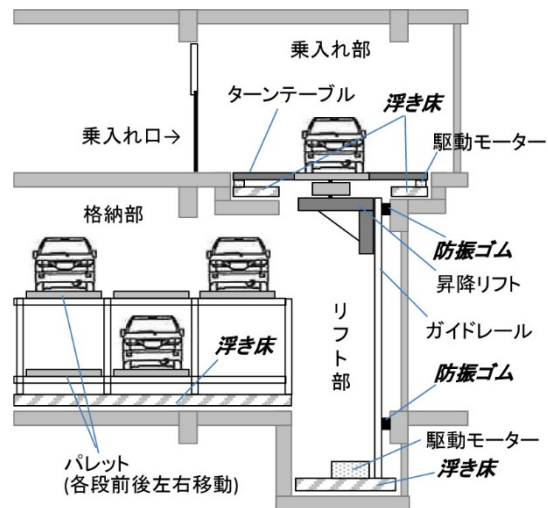


図1 水平循環式駐車装置の構造例

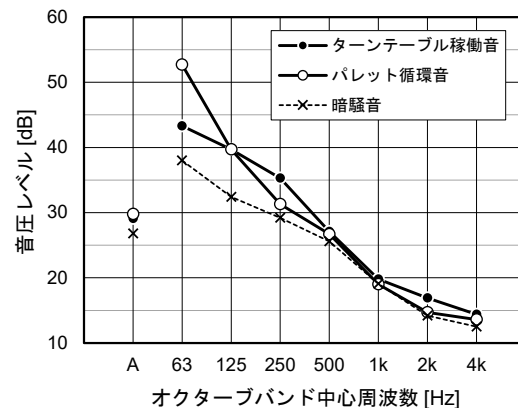


図2 音圧レベル測定事例

A024_0900	[設計][施工]	設備機器の防振の考え方	作成:2021.10.01
防振、設備機器			改訂：

1. 概要

建物に設置された設備機器などからの騒音の伝搬経路として図1に示される経路がある。ここでは特に設備機器の防振による固体伝搬音防止（経路②および③）についての基本的な考え方を示す。

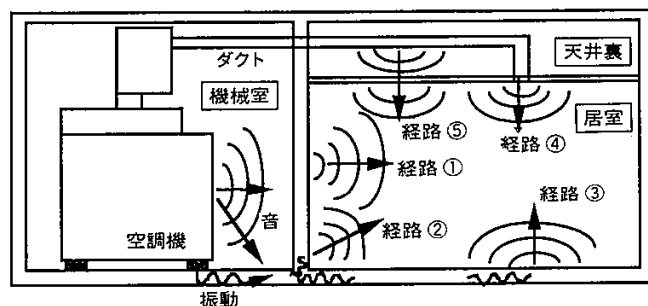


図1 騒音の伝搬経路¹⁾

2. 解説

例えば、ホテルでは、屋上の設備、大浴場に付帯した設備、および機械式駐車設備などが設置される。それらの設備機器の振動が固体伝搬音として居室に影響し静ひつ性を損なうケースがある。固体伝搬音の対策としては、発生源である設備機器側での防振対策が一般的であり、防振系の共振周波数（ f_0 ）が、対象機器の卓越振動数に対し1/3程度以下となるような防振材料を選定する。防振効果を得るためばね定数を小さくすると必然的にたわみ量（ δ ）が大きくなることで機器や配管などに影響がないよう配慮する必要がある。また、防振材の耐久性を満足するため長期荷重の上限も併せて考慮する必要がある。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}} \quad \delta = \frac{M * 9.8}{k}$$

K ：動的ばね定数(N/m), k ：静的ばね定数(N/m), M ：質量(kg), δ ：たわみ(m)

3. 留意事項

防振性能だけでなく耐震性能の検討（ズレ止めボルトのせん断力やアンカーボルトの定着など）が必要となる場合もある。

ろ過機などは機器重量だけでなく水が入った状態も考慮して検討が必要である。水量が変化する機器の場合、軽い状態の方が共振周波数は高くなり防振性能としては不利になることにも注意が必要である。

参考文献 1) 縄岡好人：設備機器騒音・振動，音響技術，No.100，pp.73-79，1997.12

A024_1000	[設計][施工]	屋上の清掃用ゴンドラの走行音	作成:2021.10.01
固体伝搬音、ゴンドラ			改訂:

1. 概要

RC 造の超高層集合住宅の屋上に設置した清掃用のゴンドラを竣工検査時に稼働させたところ、直下の部屋で走行音が聞こえた。

2. 解説

台車 4400kg、ケージ 250kg のゴンドラを走行させて、下階の室中央（床 1.2m）で音圧レベルを測定した。ゴンドラの走行範囲と測定点を図 1、屋上の床構造を図 2、走行音の測定結果を図 3 にそれぞれ示す。3 回測定して算術平均した走行音の最大騒音レベルは 40dB と 48dB、等価騒音レベルはともに 33dB であった。

レールと基礎の間に挟んだ防振ゴムは、ゴンドラが横揺れしにくいよう厚さを 5～10mm に抑えている。さらに、レールのベースプレートと基礎はアンカーボルトで緊結しており、防振効果はほとんど期待できない。

3. 対応例

上記の事例では対策工事は行わず、ゴンドラを使用するときは事前に入居者に連絡するなど、運用側で対応することになった。

ゴンドラの走行音対策を施した事例を図 4 に示す。ゴンドラのレールとコンクリート基礎の間に H 形鋼と厚さ 37.5mm の防振ゴムを挟んでおり、竣工検査時に暗騒音 30dB の直下の部屋で走行音は聞こえなかった。

4. 留意事項

竣工検査時にゴンドラの走行音が聞こえた場合、対策工事を行うのは難しい。走行音を聞こえないようにするのか、走行音を許容して運用側で対応するのか、設計時に決める必要がある。

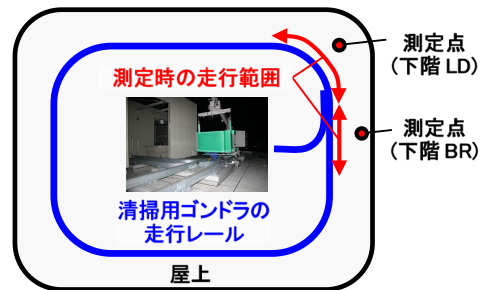


図1 ゴンドラの走行範囲と測定点（平面図）

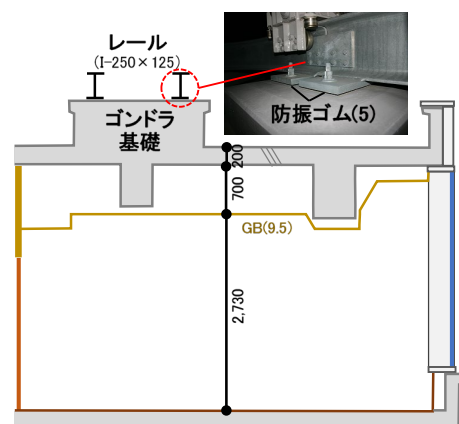


図2 屋上の床構造（断面図）

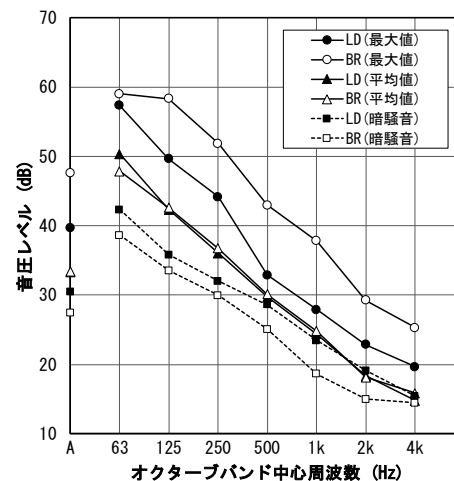


図3 ゴンドラの走行音測定結果

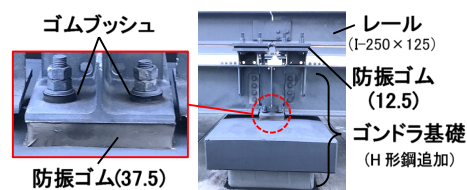


図4 基礎の中間を防振した例

A024_1100	[設計][施工]	躯体と内装下地等の間の防振・振動絶縁を行う	作成:2021.10.01
浮き遮音構造、防振		場合の防振ゴムの設置方法	改訂:

1. 概要

高度な遮音性能が求められ、躯体や下地材を通じた振動伝搬による発生音が問題となる場合には、防振ゴムを用いた防振・振動絶縁が行われる。遮音工事の専門業者が計画・監理する場合は間違いが起こりにくいが、専門知識が少ない技術者が計画や計画変更などで間違った防振ゴムの設置方法を採用すれば、その効果が見込めなくなる。ここでは防振ゴムの設置方法の基礎的な考え方を示す。

2. 解説

防振ゴムによる防振・振動絶縁では、振動を絶縁するそれぞれの部材の間に防振ゴムをただ単純に挟み込めばよい、というわけではない。

両部材間では、振動は絶縁したいが構造的につながりを持つ関係にあり、鉛直力や、水平力を伝えて支える必要がある。このとき、部材間で引張力が働く場合には、防振ゴム自体は引張力を負担できないので、ボルトなどの軸力で伝えることが多い。しかし、両部材を直接ボルトで締め付けてしまうと、ボルトを介して振動が伝わってしまう。防振性能を発揮するためには、両側の部材が必ず防振ゴムを介して接していることを確認することが必要である。

3. 対応例

引張および圧縮の水平力を伝える関係である部材1と部材2を絶縁する例を図1および図2に示す。

各図の着色は、防振ゴム以外の部材が接触している場合に同色としている。図1では、部材1と部材2の間に防振ゴムを挟んでいるが、ボルトにより振動が直接伝達されてしまう。図2では、防振ゴムを2つ使用して部材2を挟み込んでいるため、絶縁ができている。このように、色分け等で確認するとよい。

その他の例を図3、4に示す。

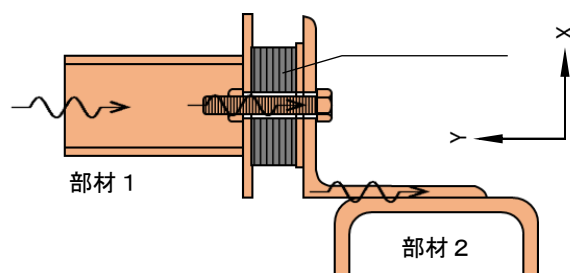


図1 悪い例（横断面）

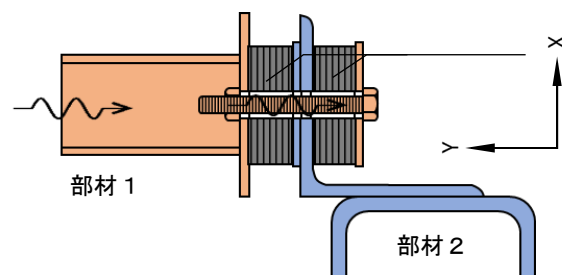


図2 対応例（横断面）

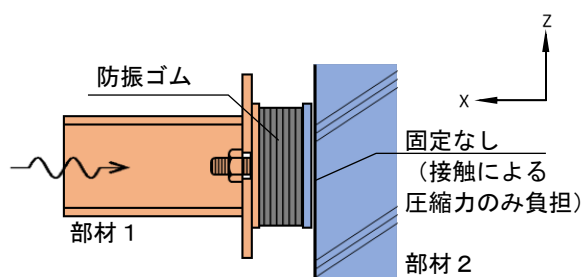


図3 水平力の圧縮のみの場合（縦断面）

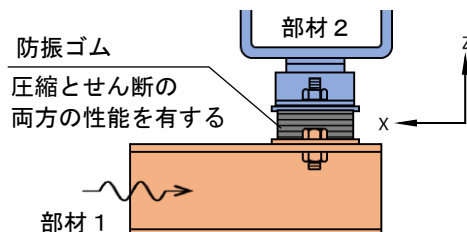


図4 三方向防振ゴムの場合（縦断面）

A024_1200	[設計][施工]	シャッターの固体伝搬音対策	作成：2021.10.01
固体伝搬音、防振			改訂：

1. 概要

建物内の駐車場入口に電動式のシャッターが取り付けられ、開閉時の固体伝搬音が問題になることがある。集合住宅においては、車の出し入れが早朝、深夜にも行われることがあり、小さい音でも指摘の対象となる場合があることから注意が必要である。

2. 解説

シャッターからの固体伝搬音は、モーターや減速器等で構成される駆動部からと、スラットが通るガイドレールから大きく分けられ、それぞれ振動の発生を抑える対策、発生した振動の建物への伝搬を抑える対策が考えられる。また、シャッターと窓等の開口部の位置関係によっては、空気伝搬音対策が必要になる場合もある。

3. 対応例

建物への振動の入力を抑えるために、シャッターを躯体に埋め込まず、独立した架構で支持する方法や駆動部を含むシャッターボックスを防振支持する方法が考えられる。また、振動の発生を抑えるために、減速器を高精密に研磨する方法、ガイドレール部分に樹脂性ガイドローラを取付ける方法が考えられる。また、空気伝搬音の低減のためには、シャッターボックスを吸音処理する方法がある。図1にシャッターボックスの防音・防振対策事例¹⁾²⁾を示す。

4. 留意事項

シャッターからの固体伝搬音は、事前の予測や事後の対策が難しく、上述のように集合住宅においては小さな音でも指摘の対象となる場合があるため、可能な限り、音の配慮が必要な室は、シャッターから離して計画するのが望ましい。なお、開閉速度を遅くして、振動の発生を抑える対応も考えられるが、実用上の制約が大きいと見られる。

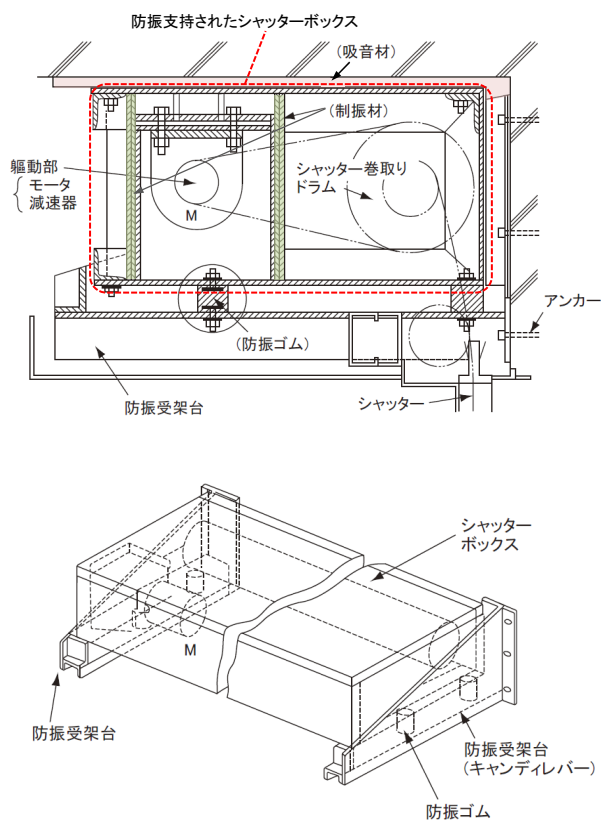


図1 シャッターボックスの防音・防振事例

参考文献 1)日本建築学会：集合住宅の遮音性能・遮音設計の考え方、pp.155、2016

2)大伴尚也：シャッター開閉に伴う固体音改善事例、騒音制御、vol.12、no.2、pp.67-69、1988

A024_1300	[設計] [施工]	躯体水槽の水中ポンプ固体伝搬音対策	作成:2021.10.01
水中音、ばっ気			改訂:

1. 概要

地下ピット等の躯体を受水槽やディスポーザ処理槽等として使用する場合、水中ポンプやばっ気エア（気泡）等により発生する水中音が振動として躯体に伝わり、固体伝搬音として居室で放射される例がある（図1）。この対策について記す。

2. 解説

集合住宅地下1階のばっ気槽の水中音に起因する固体伝搬音の2階居室における測定事例を図2に示す。機器や配管の防振は実施されているが、設備機器の稼働による水中音に起因して250Hz帯域で約10dB室内騒音が大きくなる。

3. 対応例

図3に低減工法の概要を示す。液体に触れる水槽内表面に防振材を貼り付けることで、液体から躯体への振動伝搬の低減を図るものである。防振材は、水中音の周波数特性と必要とする低減量、水圧に対する耐荷重性能から、発泡ポリスチレン軽量排水材（密度 25kg/m³、厚さ 50mm）とした。防振材の腐食防止のため、表面にポリウレタン系防水防食材を吹き付けている。防振材と防水防食材の間のアルミ箔付発泡スチロール板は、防水防食材のピンホール検査用である。

低減工法の効果として図4に実験室で求めた挿入損失レベル（低減工法有無の躯体振動のレベル差）を示す。63Hz以上の周波数帯域において10dB以上の低減効果が得られている。

4. 留意点

上記の振動絶縁工法では、防振材の選定に加え、防水防食材の確実な施工が求められる。

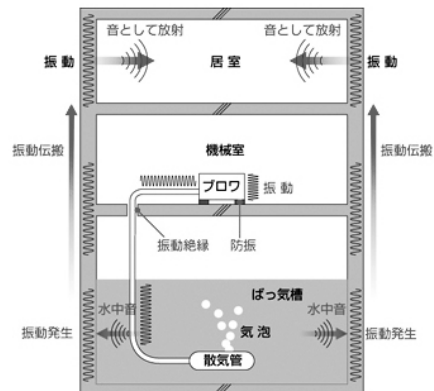


図1 気泡による固体伝搬音発生状況概念図

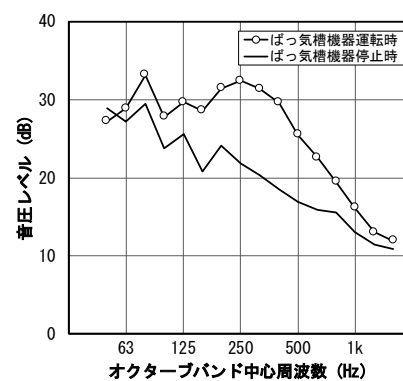


図2 固体伝搬音測定事例

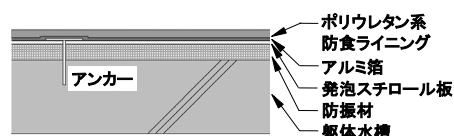


図3 低減工法

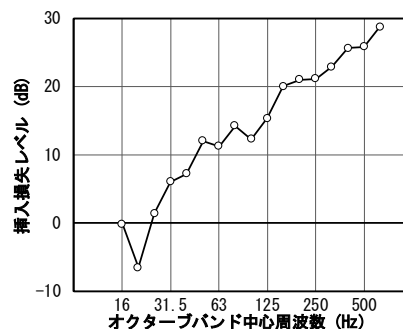


図4 低減工法の挿入損失

A024_1400	[設計][施工]	厨房等を浮き床とする場合の留意点	作成:2021.10.01
床衝撃音、浮き床			改訂：

1. 概要

厨房の下室に静かな音環境が必要な居室が配置される計画では、調理作業による床衝撃音を低減するために浮き床が必要になる場合がある。厨房等の防水を必要とする室を浮き床とする際には、防水処理との取合いや配管との取合いに留意する必要がある。

2. 解説

グラスウール等の繊維状の材料から構成される防振材は、水に浸かると著しく防振性能が低下するため注意が必要である。図1に防水処理が必要な室をグラスウールによる浮き床とする場合の例を示す。グラスウール層に水が入り込まないように、上面に防水層を敷設する。グラスウール上面の防水層が、繰り返しの荷重、変形によって万が一の損傷を受けた場合においても防水性能を担保するため、図では躯体スラブ上面にも防水層を敷設している。浮き床と取合う排水管は、柔軟な材料を用いて、振動の絶縁を図っている。排水管以外の配管は、浮き床以外の部分から立ち上げる等するのが望ましい。

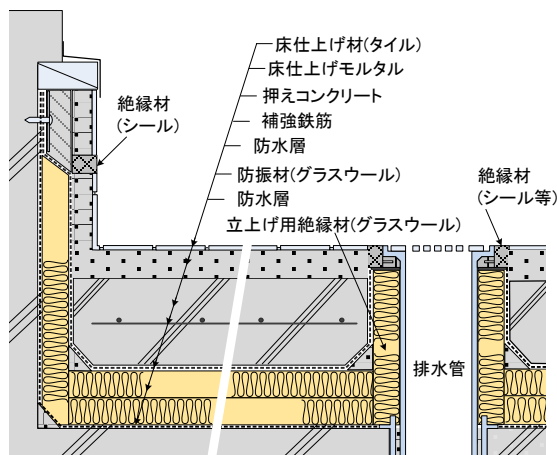


図1 グラスウールによる浮き床における防水処理、配管との取合い例

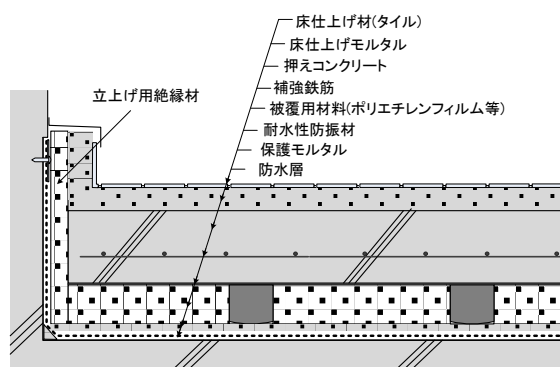


図2 耐水性の防振材を用いる場合の例

近年では、防振材に耐水性能を有するフォーム材や、それらとゴム等を組み合わせた製品が用いられることも多い。図2に耐水性の防振材を用いる場合の例を示す。同様な耐水性能を有する防振材は、屋上をスポーツ施設とする計画等においても用いられている。なお、防振材上面のポリエチレンフィルム等による被覆は、防水のためではなく、押えコンクリート打設時のノロが防振材の隙間に入り込むことによって生じる振動の短絡を防ぐための配慮である。

3. 留意事項

浮き床による床衝撃音の低減と防水処理の両立は、比較的難度の高い課題である。必要な配管類は様々であると見られたため、浮床と配管、また配管に接続される設備との絶縁方法は、計画に即して検討する必要がある。

※参考として「A023_0300 浮き床の緩衝材の選定間違いによる床衝撃音遮断性能低下」をご参照下さい。

A024_1500	[設計][施工]	押えコンの厚さ（マス）不足による	作成：2021.10.01
固体伝搬音、防振		防振効果の低下—適正な浮き床の仕様—	改訂：2024.02.15

1. 概要

「浮き床」は歩行や機器類より発生する固体伝搬音の低減対策として有効である。しかし、浮き床を構成する防振材（装置）の選定や押えコンクリートの重量設定を誤ると十分な効果が得られない。

2. 解説

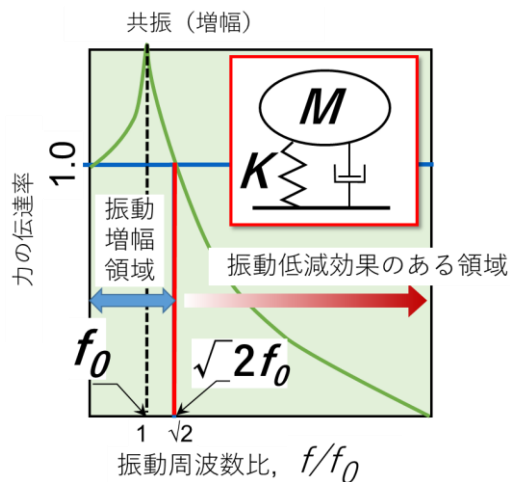
浮き床の防振性能は、一般的に防振材のバネ定数（ K ）と押えコンクリートの質量（ M ）による振動系の固有振動数によって説明される。理論上は図1に示すように固有振動数（ f_0 ）付近では振動は共振によって増幅されるが、その $\sqrt{2}$ 倍以上（実務上は3倍以上）の周波数で防振効果を得ることができる。固有振動数が低いほど効果の得られる周波数範囲は広く、またその効果も大きくなる。一方、防振材のバネ定数が大きい場合、また、押えコンクリート質量が小さいケースでは、原理上固有振動数は高くなるため、十分な防振効果を得ることができない。

3. 事例

防振材としてポリオレフィン系の面材を使用した浮き床（図2）において、押えコンクリートの厚さの違いが振動の伝達特性に及ぼす影響を実験的に評価した事例を図3に示す。これより、質量に応じて固有振動数が変化し、共振の影響の範囲に違いが生じることが読み取れる。

4. 留意事項

浮き床の設計にあたっては、振動源の周波数特性や室内騒音の目標値に応じて、固有振動数が十分に低くなるように防振材の種類（方法）とコンクリートの厚さを検討することが不可欠である。ただし、防振材の種類や防振支持方法によって固有振動数の設定値には限界があること、また、集中荷重に対する対策（防振材の補強）、クリープの問題への配慮も必要であるなど、設計上考慮すべきことが多い。よって、音響の専門家、または、施工の専門家、材料メーカーの助言を得ることが望ましい。



- 一自由度質点系の固有振動数

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}} \quad (\text{Hz})$$

M : 質量 kg、 K : バネ定数 N/m

図1 防振系の固有振動数と防振効果がある周波数領域

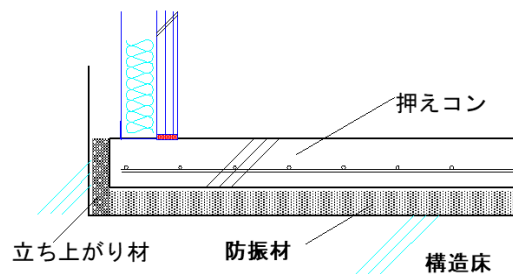


図2 浮き床の事例

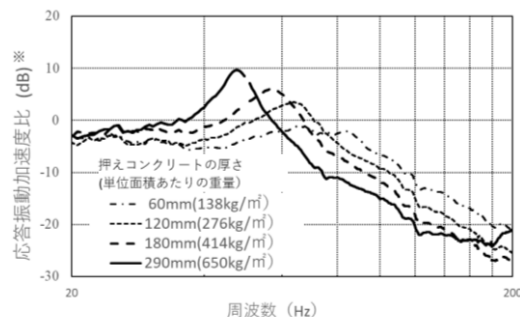


図3 浮き床の振動伝搬特性の計測事例
※構造床に対する押えコンクリートの振動加速度比（構造床加振時）

A024_1600	[設計][施工]	バサモル工法による石貼り床の共振現象	作成:2022.07.01
歩行音、固体伝搬音			改訂:

1. 概要

集合住宅の2階住戸の入居者から寝室で靴音が聞こえるという指摘を受けた。現地調査を行ったところ、寝室は1階共用廊下の真上にあった。廊下の床にはバサモル工法（図1）で石が貼られており、叩くと響く部分があった。

そこで、歩行時の衝撃で石貼りの空隙部分が共振して、上階で固体伝搬音が聴こえていると考えて靴音の測定を行った。

2. 解説

1階共用廊下を底の硬い靴をはいた男性1人が繰り返し歩き、2階寝室の中央で靴音の最大値（3回平均）を測定した。測定状況を図2、測定結果を図3にそれぞれ示す。

石貼り床を歩いたときの靴音のA特性音圧レベルは35dBであり、寝室でははっきりと聞こえた。対策として床にニードルパンチカーペット(3)を仮敷きしたところ、A特性音圧レベルは29dBまで下がり、小さく聞こえる程度に改善された。

石貼り床の靴音の周波数特性を暗騒音と比較すると、250～500Hz帯域のレベル差が大きくなっており、同帯域で共振が生じていたと考えられる。

3. 対策

バサモル工法による石貼り床は、モルタルと石の接着面に生じた空隙によって中音域で共振しやすいため、カーペットを敷くだけでもA特性音圧レベルを5～10dB程度は低減できることが多い。

4. 留意事項

居室に近い床にバサモル工法で石を貼る場合、靴音の低減策としてモルタルと石の接着面に空隙が生じないように施工する必要がある。それが難しい場合、床スラブのレベルを下げてコンクリート浮き床を施工する、乾式二重床下地に接着剤を塗布して石を貼るといった低減策を計画しておくのが望ましい。

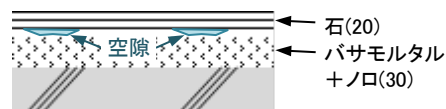


図1 バサモル工法の例（断面図）



図2 1階共用廊下を歩行
（真上に寝室がある）

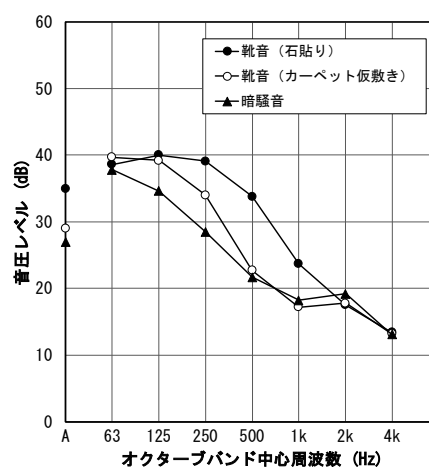


図3 靴音の測定結果
（最大値の3回平均）

参考文献 1) 棚瀬廉人他, 床仕上げ材(大理石)の共振による軽量床衝撃音への影響 ー音響設計実務における課題 その2, 日本音響学会講演論文集, 平成10年9月, pp.913-914

A024_1700	[設計][施工]	地下鉄固体音の伝搬特性と対策例	作成:2024/04/01
固体伝搬音、内装材			改訂:

1. 概要

図1に示す通り、地下鉄の列車走行時に隣接する建物内に伝搬する騒音は固体伝搬音（以下、地下鉄固体音）であり、地上の鉄道から伝搬する空気伝搬音とは伝搬性状が異なる^{1),2)}。その対策箇所は地下鉄の軌道、建物の躯体、内装側に大別されるが、建物側での対策は難しく、慎重な計画を要する。

2. 解説

場所が異なるRC造集合住宅で測定した地下鉄固体音の例を周波数ごとにA特性で重み付けし、最も低い階の騒音レベルを基準値とした相対音圧レベルで図2、図3に示す。地下鉄固体音は図2のように63Hz帯域で卓越することが多く、建物の高さ方向は減衰が小さく上階まで伝搬しやすい。一方で、地下鉄固体音は部屋の全体から放射されるため、内装材の仕様によっては図3の建物Bのように63Hzより高い周波数帯域の影響が大きい場合もある。

3. 対策

地下鉄の軌道側ではロングレール化、枕木の防振といった対策³⁾が、建物の躯体側では地盤との間に防振材を挿入、耐圧版の重厚化、免震構造の採用といった対策がある。建物の内装側では、受音室を浮き遮音構造にすることで一定の効果は得られるが、部屋数の多い集合住宅では採用が難しく、内装材による増幅の抑制が優先される。

4. 留意点

地下鉄固体音は軌道、地盤、建物など、様々な要素が関係するため、その影響や対策を検討するには物件ごとの現地調査が望ましい。対策効果の推定も容易ではなく、対策効果が示された文献等を参考にする場合も物件ごとの条件の勘案が難しいため、知識と経験をもつ音や振動の専門家に相談した方がよい。

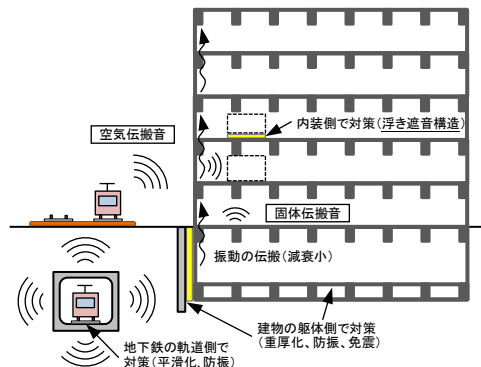


図1 鉄道から発生する騒音の伝搬経路

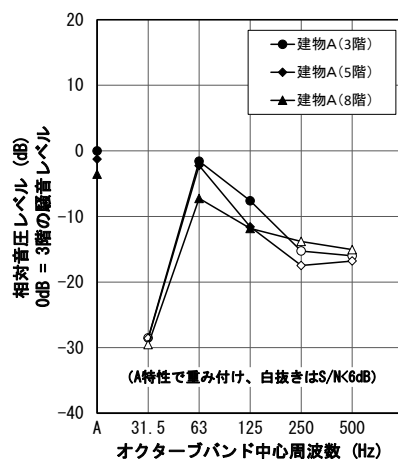


図2 階数による固体音の違いの例
(建物A:乾式間仕切壁の中廊下で測定)

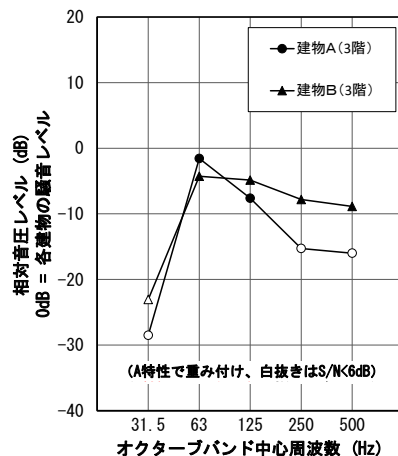


図3 内装材による固体音の増幅例
(建物B:壁の一部がGL工法の居室で測定)

- 参考文献 1) 平松友孝, 地下鉄固体音の発生メカニズムと予測, 低減対策の考え方, 音響技術 No.138, 2007.6, pp.1-8
2) 山崎浩, 地下鉄固体音の特性と対策方法, 音響技術 No.187, 2019.9, pp.37-39
3) 東京都交通局ホームページ https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/subway/kanren/oedo_noisy.html

A025_0050	[設計]	設備機器騒音の特徴とその対策	作成:2024.04.01
設備騒音、伝搬音			改訂:

1. 概要

設備機器騒音の特徴とその対策について、全般的な基本事項を以下に示す。

2. 解説

(1) 目標値の設定

日本建築学会の適用等級など室内騒音に関する性能水準の目安値は、主に定常的な騒音に対して規定されている。実務においては、このような目安値を参考として室内騒音に関する計画目標値が設定されることが一般的である。

一方、実際の現場において、例えばトランス等の純音性の発生音は、暗騒音と同水準であっても耳につきやすく問題となる場合が少なくない。また、夜間など暗騒音が計画目標値よりも低い場合にはさらに聞こえやすくなる。このような理由から、設備騒音の低減対策を検討する際には、計画目標値より1等級(5dB)程度小さく設定するなど、より厳しい数値を目標に設定し余裕を持った計画とすることが望ましい場合がある。

(2) 音源特性

設備機器の騒音源としての特性を正しく把握する必要がある。概して低音成分の制御は大掛かりになりやすく、低音域の発生音が大きい設備機器は早い段階から対策検討することが望ましい。

(3) 騒音対策

騒音を低減させるには、音源側、伝搬経路、受音側、それぞれに対策が考えられるが、なるべく音源に近い側で対策することが効率的である。すなわち、音源から発生した音が拡がる前に対策する方が、制御もしやすく、対策範囲も小さく済む場合が多い。設備騒音は、伝搬経路の面から大きく空気伝搬音と固体伝搬音の2種類に分けられ、それぞれ有効な対策が異なる。空気伝搬音は、機器から空間に直接発せられた音が空気の振動として伝搬する音であり、その対策にあたっては、まず各周波数帯域の音響パワーレベルを正確に評価し、発生音の大きい機器の配置や設置向きに留意した上で、屋外においては距離減衰や回折減衰を、室間においては遮音を主体に検討し、それらに吸音を組み合わせる効果の向上を図る。

一方で固体伝搬音は、機器が発した振動が建物躯体等を伝搬し伝搬先で空气中に放射される音であり、その対策にあたっては防振が主体となる。各機器について、固体伝搬音の影響が懸念されるかなど、よく見極める必要がある。

※ 音響パワーレベルについては「A025-0100 設備機器騒音からの伝搬音算定における音源データの取り扱い」「A025-0300 空調室内機のカatalogに記載の騒音データに関する扱いの注意点」「A025-0400 大型設備機器を複数台設置する場合の騒音値設定の留意点」を、回折減衰については「A025-0600 遮音塀の考え方」を、防振については「A024-0900 設備機器の防振の考え方」「A024-1100 躯体と内装下地等の間の防振・振動絶縁を行う場合の防振ゴムの設置方法」などをご参照下さい。

A025_0100	[設計][施工]	設備機器騒音からの伝搬音算定における	作成:2019.11.14
距離減衰、逆二乗則		音源データの取り違い	改訂:

1. 概要

設備機器の騒音予測を行う際、音響パワーレベル(L_W)と音圧レベル(L_p)を取り違えて、敷地境界上への距離減衰を計算したため、過小評価をしてしまい目標騒音値をオーバーしてしまった。

2. 解説

音響パワーレベルとは、機器が発生する音響エネルギーの総和に相当し、音圧レベルとは、機器から離れた点での音の大きさに相当する。

地上面、屋上等に設置された設備機器を点音源とみなした場合の距離減衰は、騒音源の音響パワーレベル (L_W) が分かっている場合では、距離 r m 離れた地点の音圧レベルは L_p は式 (1) となる。

$$L_p = L_W - 20 \log_{10}(r) - 8 \quad \dots(1)$$

また、 r_0 地点の音圧レベル (L_{pr0}) より r 地点の L_{pr} を求める場合は式 (2)となる。

$$L_{pr} = L_{pr0} - 20 \log_{10}(r/r_0) \quad \dots(2)$$

3. 対応例

成績表に記載されている騒音値が L_W なのか L_p なのかを確認し、用いる式を判別し距離減衰の予測を行う必要がある。

設備機器スペック (成績書) に測定地点 (例えば 1 m や 1.5 m など) の L_p が記載されている場合、 r_0 に測定地点の距離、 r に予測したい距離、 L_{pr0} に機器の音圧レベルを式(2)に入れる。ここで、式(1)の L_W に L_{pr0} の値を入れると L_{pr} が過小評価される。

4. 留意事項

例えばチラーなど機器が連結しているにもかかわらず成績書には台数を考慮した音圧レベルの記載がされていない場合がある。つまり音源が面的 (面音源) になっているにもかかわらず、点音源の距離減衰式を用いると大きな距離減衰となり上記と同様に過小評価となってしまう。また、地表面以外に建物などから強い反射が想定される場合は実態と合う値や妥当な予測式を用いて評価することが重要であるので、適宜、音の専門家に相談し確認することが望ましい。

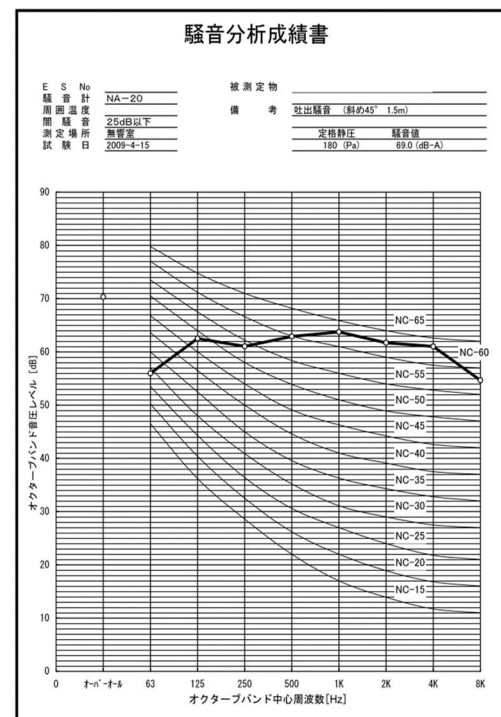


図1 設備機器の騒音試験の事例

A025_0200	[設計][施工]	集合住宅の共用空調室外機に対する	作成:2019.11.14
設備騒音、防音壁		防音壁検討時の留意点	改訂:

1. 概要

集合住宅共用棟の屋上に大型の空調室外機が複数台設置されており、騒音対策として防音壁が設置されていたが、室外機から離れた住棟最上階の入居者から、稼働音が室内で気になるとの指摘があった。現地は閑静な立地であり、わずかな音も比較的気になり易い環境であった。設備稼働時の騒音を調べたところ、当該住戸近傍の外部騒音レベルは 50 dB 前後で、暗騒音に対して 5 dB 程度上昇していた。

2. 解説

本建物では、設計段階において、室外機の配置に基づく対策として防音壁が計画されていたが、施工段階において、騒音への影響を検討しないまま、室外機の配置が変更されていた（図 1）。

室外機から住棟への伝搬音について、点音源の距離減衰と塀による回折減衰に基づき、反射音経路も考慮し計算すると¹⁾、変更された配置では、設計段階に比べ防音壁からの距離が離れることで回折減衰の効果が減り、上階への騒音が増大していることがわかった（図 2）。

3. 対応例

防音壁の効果は、壁高さだけでなく音源機器との位置関係などによっても変化する。従って、施工段階で屋外設備機器を変更する場合、単なる配置変更であっても、騒音への影響を事前に検討することが望ましい。

4. 留意事項

屋外設備による上階への騒音対策は、防音壁のみでは壁高さの制限から限度がある為、機器上部の消音器設置や住戸窓サッシの遮音性向上など、設計段階からの検討が必要である²⁾。

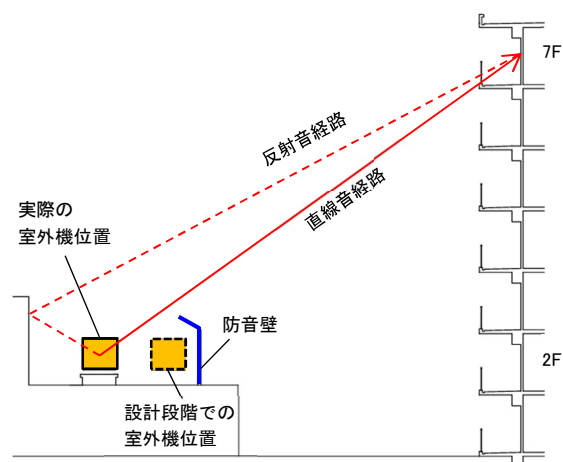


図1 空調室外機と住棟の位置関係

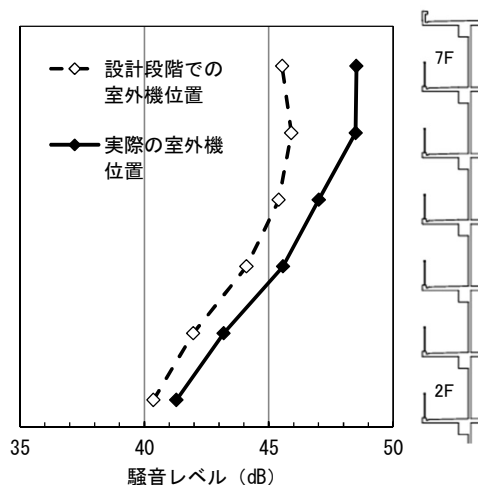


図2 住棟外壁面への室外機騒音の机上計算結果

参考文献 1) 日本建築学会編：実務的騒音対策指針応用編、技報堂出版、1987

2) NPO 法人建築音響共同研究機構編：集合住宅の騒音防止設計入門、学芸出版社、2017

A025_0300	[設計][施工]	空調室内機のカatalogに記載の騒音データに	作成:2021.10.01
建築設備、パワーレベル		関する扱いの注意点	改訂:

1. 概要

建築設備である空調室内機のカatalogには騒音のデータが記載されているが、その扱いについては専門的な知識が必要になる。実際の室に設置した場合の騒音予測を行うためには、カatalogに記載されている騒音のデータだけでは不十分であり、別に周波数毎の音圧レベルデータが必要になる。ここではデータの取り扱いについて注意点を記載する。

2. 解説

空調室内機のカatalog主要部にある仕様表に記載される騒音データの多くは、運転の強弱などの運転モード毎に表記されているが、基本的に全周波数帯域での1つの値（通常 A特性値）が示される。これは同じ種類の機器に対するメーカーや能力の違いを比較する場合に有効である。一方、室内の騒音を予測する場合は周波数毎の音圧レベルが必要になる。これは、室内に設置された音源による騒音は、音源から受音点までの距離と室内の吸音に影響されるが、室内の吸音は使用される材料によって周波数特性が異なるためである。空調室内機の周波数毎の音圧レベルはメーカーから取り寄せる必要がある。

また近年 JIS 規格が改正され、空調機のカatalog主要部の仕様表に音響パワーレベル (PWL) が記載されるようになった（表1参照）。これは JIS などの規格で規定されている音響パワーレベルの測定方法による値である。音響パワーレベルの測定方法は、図1a)のように全方向に放射される音を対象にしているが、室内機の設置状況によっては、全方向への伝搬とはならず測定方法と状況が異なることもある。例えば、図1b)のように天井カセット形空調室内機が室の天井に設置される場合、放射音は機器の室内側表面から放射される音と背面の天井裏に放射される音に分かれることになる。そのため、カatalog記載の音響パワーレベルをそのまま用いて室内騒音を計算すると、実際の室内の測定値よりも大きくなる可能性がある。

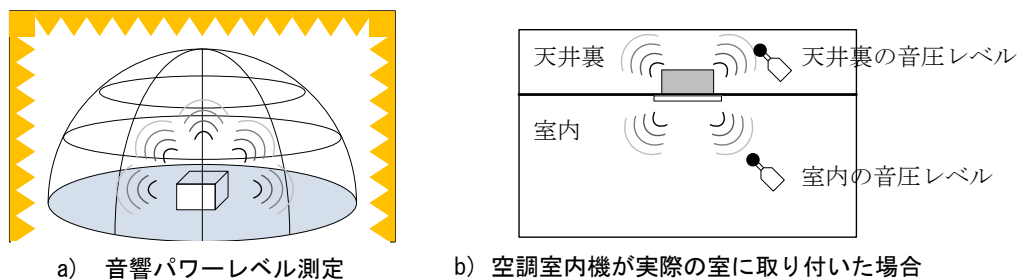


図1 音の測定方法比較

表1 空調室内機のカatalog表記比較

冷房能力 3.6 kW 天井カセット 4 方向形の場合

	カatalog主要部表記（仕様表）	カatalog巻末表記（旧表記）
A 社	騒音値(PWL)(dB(A 特性値)) 強/中 1/中 2/弱 46-45-43-42	騒音値(SPL) (dB [A 特性値]) 31-29-27-26
B 社	運転音[音響パワーレベル] (急-強-弱) dB 46-45-44	音圧レベル 運転音 dB 30-28.5-27
C 社	騒音値(音響パワーレベル) 急-強+-強-弱+-弱 dB(A) 45-44-43-42-42	騒音値（音圧レベル） dB(A) 30-29-28-27-26

音響パワーレベルの測定方法に関して、カatalogにより、JIS B8616:2015「パッケージエアコンディショナ」、JIS C9815-1,-2「エアコンディショナと空気熱源ヒートポンプの定格音響パワーレベル」、JRA 4065:2013「パッケージエアコンディショナの音響パワーレベル試験方法」の記載があるが、いずれも、JIS Z8732~8734「音圧法による騒音源の音響パワーレベルの測定方法」、JIS Z8736-1~3「音響インテンシティによる騒音源の音響パワーレベルの測定方法」を引用している。

A025_0400	[設計][施工]	大型設備機器を複数台設置する場合の	作成:2021.10.01
騒音源、パワーレベル		騒音値設定の留意点	改訂:

1. 概要

設備機器のカタログから機器の発生騒音を読み取る時の注意点について下記に示す。

2. 解説

設備機器（チラーなど）は、必要負荷に応じて 3～12 のモジュールが連結され設置される。敷地境界線において騒音規制法の規制基準値を満足しているか確認するため、機器からの騒音伝搬を予測し検討する際、機器の発生騒音のデータが必要となる。

機器カタログでは、機側（1m）の騒音レベルが記載されているケースが多い。機器が比較的大きいこともあり機側の騒音レベルは近傍機器の影響が大きくなるためモジュール連結数に限らずあまり変わらない値となる（図1にカタログの測定イメージを示す）。

具体的には、機側では3台と12台連結モジュールの騒音レベル（カタログ）に差が無いことから、3台と12台連結モジュールの音響パワーレベルも同じと設定する可能性がある。しかし12台モジュールのパワーPは3台の4倍であるため、6dB大きく（ $\equiv 10 \times \log_{10}(4P/P)$ ）なるはずである。カタログの測定状況の意味を考えず鵜呑みにして騒音源を設定し予測を行うと実際とは異なる（過小評価）ことになる。

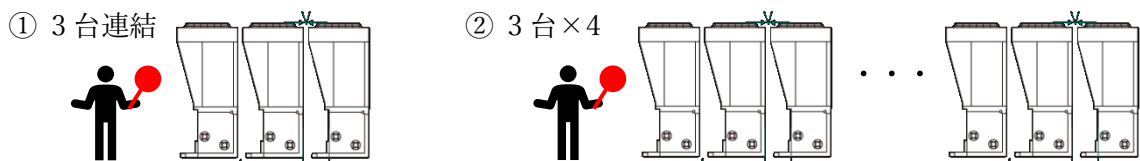


図1 カタログ値の測定イメージ

3. 対応例

機器カタログを見る場合、対象機器がどのようなものか姿図等で確認する。対象機器となる型番のデータのみならず上のような観点から台数による騒音値の違いなどが妥当であるか、またその根拠についても確認する必要がある。表1にパワー（台数）比とdBの換算を目安として示す。

表1 dB換算表

パワー (台数)比	dB
1.0	0.0
2.0	3.0
3.0	4.7
4.0	6.0
5.0	7.0
10.0	10.0
100.0	20.0

4. 留意事項

機器の運転音特性書を入手するとカタログに表記された騒音レベルの根拠がより明確になるためメーカーに要請し入手することを推奨する。特に敷地境界線に近い所に設置される場合には、防音対策も限られるため、提供されたデータの測定条件を慎重に確認することが必要である。

A025_0500	[設計][施工]	天井内のダクト周壁からの透過音による	作成:2021.10.01
側路伝搬音、外壁		事務室への騒音	改訂:

1. 概要

工場内の事務室において、天井からの騒音が気になるとの指摘があった。調査の結果、天井内には、プラント関連の鋼製ダクトが通過しており、このダクト周壁から天井内に透過する騒音が事務室内に伝搬していることが原因と分かった(図 1)。この事例では、ダクト周壁からの透過音により天井内の騒音レベルは約 73 dB となり、天井のボードを透過した後の事務室における騒音レベルは約 56 dB であった。

2. 解説

ダクト内を伝搬する送風機等からの騒音が、十分に低減されないままで居室を通過すると、周壁からの透過音について指摘を受ける場合がある。ダクト内から透過する音の透過損失は、ダクトの寸法や周壁の構成材等によって変化し、残響室で測定される音響透過損失とは異なる値となる。表 1 に鋼製矩形ダクトのダクト内から外への透過損失¹⁾の例を示す。

3. 対応例

送風機からのダクトが事務室に入る前の位置に消音器を設置し伝搬音を低減する方法と、ダクト周壁を遮音補強して透過音を小さくする方法、ダクト経路を変更する方法が考えられる。騒音対策は、可能な限り音源に近い位置で実施するのが原則であり、また事後対策として天井内のダクト周壁の遮音補強等は困難なため、消音器を挿入する対策(図 1 網掛け部)が選択された。

4. 留意事項

空調、換気設備等のダクトの騒音対策において、開口からの放射音の影響は検討されるが、ダクト周壁からの透過音については意識されないことが多いと推察される。工場等において、大型で発生音の大きな送風機が用いられる際は、ダクト周壁からの透過音についても検討が必要になる場合がある。事例のような消音器による対策も有効であるが、ダクト経路を考慮した計画上の配慮も必要と考えられる。

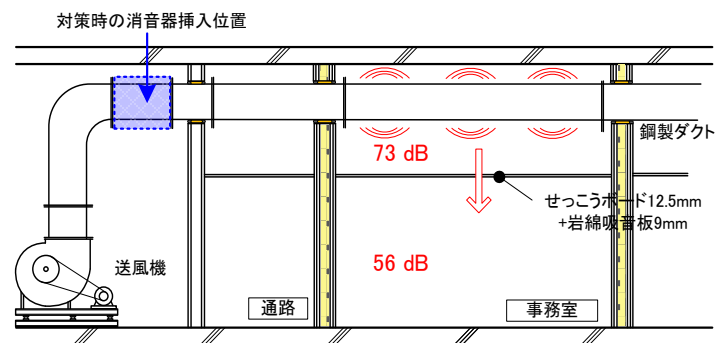


図 1 騒音発生状況の模式図

表 1 鋼製矩形ダクトの透過損失 (ASHRAE)

ダクトの種類		オクターブバンド中心周波数(Hz)						
寸法(mm)	材厚(mm)	63	125	250	500	1k	2k	4k
300×300	0.7	21	24	27	30	33	36	41
300×600	0.7	19	22	25	28	31	35	41
300×1200	0.85	19	22	25	28	31	37	43
600×600	0.85	20	23	26	29	32	37	43
600×1200	1.0	20	23	26	29	31	39	45
1200×1200	1.3	21	24	27	30	35	41	45
1200×2400	1.3	19	22	25	29	35	41	45

※ダクト長: 6 m

単位: dB

参考文献 1)日本建築学会編：実務的騒音対策指針 応用編、技報堂出版、1987

A025_0600	[設計][施工]	遮音塀の考え方	作成:2020.11.13
距離減衰、前川チャート			改訂:2024.02.15

1. 概要

図 1 に示す遮音壁は、一般には防音壁と呼ばれることが多い騒音対策のための壁体である。その騒音減衰量の算定方法と、設計・施工上の留意点等について解説する。

2. 減衰量の算定方法

遮音壁を使った回折減衰による騒音低減効果は、図 2 に示す前川チャートと呼ばれるグラフを使って算定することが可能である。このチャートでは、周辺からの反射が無い状態で、無指向性点音源と受音点の間に薄くて半無限に延びる壁が設置されている場合に、遮音壁が有る時と無い時の音圧レベルの差を減衰量として示している^{1),2)}。図 3 の配置を例に減衰量算出の具体的手順を示す。

(手順 1) 音源 S から受音点 R の直接音距離 $d_1(\text{m})$ に応じた距離減衰量を算出する。音源が点音源として扱える場合、音源からの距離 $d_0(\text{m})$ の位置での音圧レベルを $L_{d0}(\text{dB})$ とすると、距離 $d_1(\text{m})$ 離れた位置の音圧レベル $L_{d1}(\text{dB})$ は次式によって求められる。

$$L_{d1} = L_{d0} - 20 \log_{10}(d_1 / d_0) \quad (\text{dB})$$

(手順 2) 音源 S から遮音壁先端を介して受音点 R に至る回折音距離 $A+B$ と直接音距離 d_1 の行路差 $\delta(\text{m})$ を求める。

$$\delta = (A+B) - d_1 \quad (\text{m})$$

(手順 3) 減衰量を計算しようとする周波数の波長 $\lambda(\text{m})$ を求める。音速を $c(\text{m})$ 、周波数を $f(\text{Hz})$ とすると、 $\lambda = c/f$ である。手順 2 で求めた行路差 $\delta(\text{m})$ と波長 $\lambda(\text{m})$ からフレネル数 $N = 2\delta/\lambda$ を求める

(手順 4) 前川チャートによりフレネル数に対応する減衰量を読取る。図 2 に例としてフレネル数 $N = 1$ に対する点音源の場合の減衰量の読取り方を示す。求めた減衰量を手順 1 で求めた距離減衰量に加算して総減衰量を算定する。実際の計算では、用語集の回折減衰に示した早見チャートや前川チャートの数式表現³⁾を用いて回折減衰量を得ることもできる。

3. 減衰量の計算例

図 4 に示す遮音壁、及び音源・受音点との位置関係について、遮音壁による効果を含めた減衰量を求める。計算過程を表 1 に示す。表中(1)は与条件として音源の周波数特性 ($d_0 =$



図 1 遮音壁の例

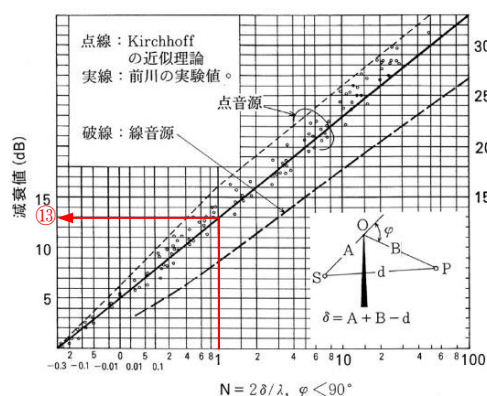


図 2 (通称) 前川チャート²⁾

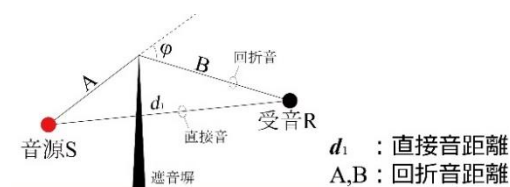


図 3 遮音壁と音源・受音点の関係

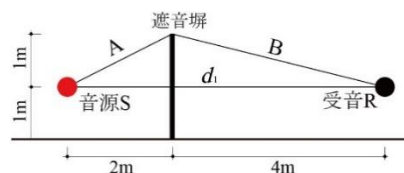
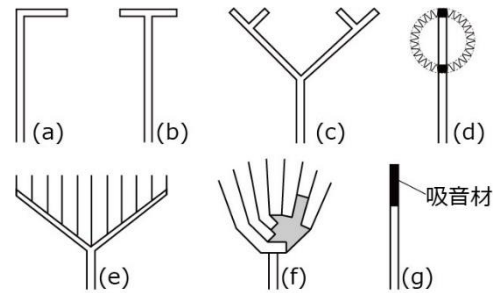


図 4 計算例のための位置関係

表 1. 遮音壁による減衰量の計算過程

		オクターブ中心周波数 (Hz)							騒音 レベル
		63	125	250	500	1000	2000	4000	
(1)	与条件	距離 d_0 (m)の音圧レベル(dB)							77
(2)	手順 1	距離減衰による受音点Rの音圧レベル(dB)							61
(3)	手順 2	距離差 $A+B-d_1$ (m)							---
(4)	手順 3	波長 (m) $\lambda = c/f$	5.40	2.72	1.36	0.68	0.34	0.17	---
(5)		フレネル数 N	0.1	0.2	0.4	0.9	1.8	3.5	---
(6)	手順 4	遮音壁による減衰量(dB)：チャート読取り	8	9	10	12	15	18	---
(7)		受音点Rの音圧レベル(dB)：(2)-(6)	56.4	53.4	49.4	47.4	42.4	34.4	48

1m とする)を設定した。2章で示した計算手順に則り順次計算を行い、音源近傍では騒音レベル (A 特性音圧レベル) 77dB であった音が、6m 離れることで距離減衰により 61dB になり、更に遮音壁の効果によって 48dB まで減衰することが示されている。なお、本来は地表面からの反射を考慮しなければならないが、ここでは簡単のため省略する。

図 5 新しい遮音壁²⁾

4. 留意点

遮音壁の効果予測及び設計・施工においては以下の点に留意する。

- ・音源の性状 (点音源、線音源、面音源) により、距離減衰量と遮音壁による減衰量は異なるので、適切に取り扱う。
- ・遮音壁に十分な長さを確保できない場合には横方向からの回り込みを考慮する必要がある。
- ・前川チャートは、地面による反射は考慮されていないので、音源側・受音側それぞれの地面による反射音を考慮しなければならない。
- ・遮音壁は透過音を無視できる材料・構成とすることが望ましい。そうでない場合には、透過音を合成して減衰効果を算定する。
- ・設計、施工にあたっては隙間は生じさせない。但し、通気等のため足元に隙間を設ける場合は、別途その部位からの透過音を合成して減衰効果を算定する。
- ・遮音壁自体による音の反射に注意する。例えば、図 1 左側の高速道路の防音壁の場合、道路側の面は通常吸音面となって反射を抑える仕上となっている。

5. 新しい遮音壁について

近年、遮音壁に期待される減衰量の増大や、眺望・日照・通気などの観点から、高さを抑制した上で、低減量を大きくすることが求められ、そのための研究・開発が進められている。その例を図 5 に示す²⁾。(a)～(c)はエッジ (端部) の数を増やすことで回折減衰量の増大を図った例、(d)は壁の頂部を吸音性とすることで減衰を増加させる例、(e)～(f)は筒により音を反射させることで入射波を打ち消して音の進行を妨げて減衰させる例である。(g)は壁の先端にグラスウールや布のような柔らかい材料を配置して空気粒子の動きを抑制することによって、減衰量を大きくする新しい考え方の遮音壁である。

参考文献 1)前川純一,障壁 (塀) の遮音設計に関する実験的研究,日本音響学会誌,18 巻 4 号,pp.187-196 (1962)

2)前川純一,森本政之,坂上公博著, '建築・環境音響学第 3 版',pp.99-103 共立出版,東京,2011

3)例えば https://www.jstage.jst.go.jp/article/souonseigyo1977/15/4/15_4_202/_pdf/-char/ja

A025_0700	[設計][施工]	設備機器から発生する音に関する注意点	作成:2022.09.01
建築設備 遮音塀		一壁面での反射による音圧上昇一	改訂:2024.02.15

1. 概要

集合住宅の敷地内に併設された共用施設に空調室外機を設置した。同一敷地内の近接住戸居室で音響調査を行ったところ、想定よりも室内に伝搬する音が大きく、設計目標値を超えていることが分かった。

2. 解説

現地を確認したところ、共用施設の空調室外機は一部の住戸から見通せる位置であった。また、空調室外機の背面が建物外壁であるため、室外機から発生した音が建物外壁で反射して音が大きくなっていた。

3. 対応例

空調室外機から住戸へ直接伝搬する音を低減するために遮音塀を設置した。併せて、遮音塀と建物外壁の間で反射による発生音の増幅に配慮し、建物外壁面に吸音処理を行った（図 1）。その結果、空調室外機の音は対象となる住戸の居室で2～5dB程度低減され、設計目標値を満足した。

4. 留意事項

空調室外機などの設備機器を設置する際の伝搬音の検討は、設置する場所の状況をよく考慮する必要がある。遮音塀で対策する場合は、吸音処理を併せて行うことが多いので、その際は吸音材と遮音材を組合せた吸遮音パネルなどを用いると良い。設備機器を遮音塀で囲む、機器をケーシングするなどの対策を行う場合も、設備機器と遮音塀の間やケーシング内部で音が増幅するので、設備機器側を吸音処理する。空調室外機などから発生する排熱を考慮する必要がある場合は、設備機器メーカーと相談しながら遮音塀下部などに開口を設けることを検討するが、空気の流通経路を吸音処理（図 2）するなど、機器からの直接音や床面などで反射した音が外部へ漏れにくくなるように配慮しながら対策を行う。

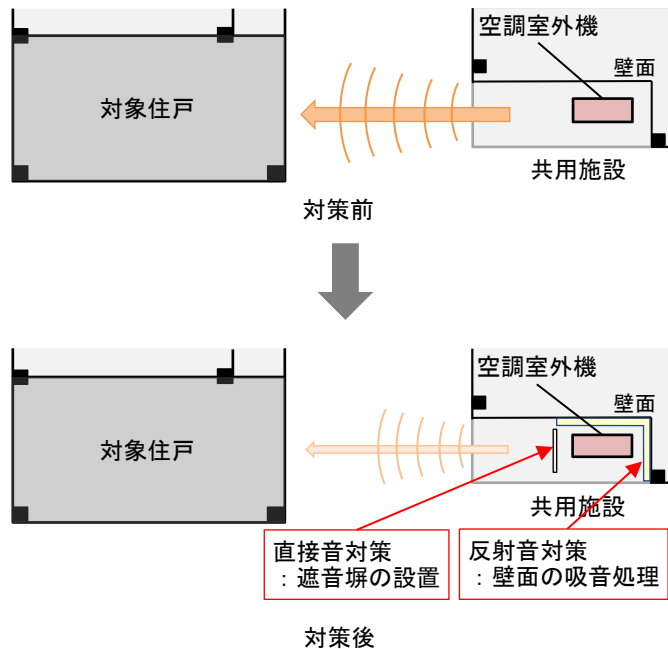


図 1 空調室外機の対策例（平面図）

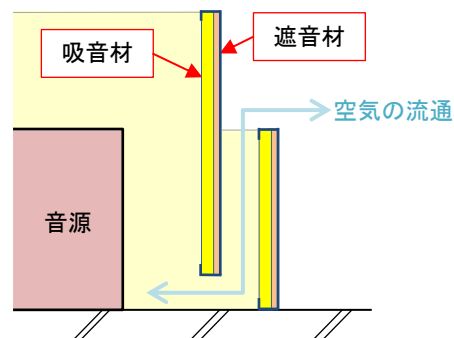


図 2 遮音塀による騒音対策に伴う吸音処理の概念図
（立断面図、排熱を考慮した場合）

A026_0100	[設計][施工]	重量床衝撃音レベルの中間検査における	作成:2019.11.14
床衝撃音、測定		定在波の影響	改訂:

1. 概要

集合住宅の中間検査で重量床衝撃音レベルを測定したときに、定在波の影響が大きく、スラブ素面での目標値 $L_{i,Fmax,r,H(1)}-50$ を満足しなかった。

2. 解説

測定対象室を図 1 に示すが、間仕切壁の下地の施工中で、ボードは施工されていなかった。受音点の位置は間仕切壁施工後の室形状で決め、加振点はその真上とした。受音室の長辺は 8.2 m で、窓ガラスと RC 壁が平行に面していた。

r3 の真上を加振したときの低音域の周波数特性を図 2 に示すが、40～50 Hz 帯域で長辺方向の 1/4 付近の受音点 r1、r2 と 1/2 付近の受音点 r3～r5 に 10～15 dB 程度の差が生じていた。長辺方向の 2 次モードが約 42 Hz と推定されることから定在波の影響が大きいと考えられた。

3. 対応例

平面方向の定在波の影響を竣工時と同等とするために、引戸部は塞がずに間仕切壁のボードを張った状態で再測定した。測定結果は図 3 に示すとおり、40～50 Hz 帯域で生じていた受音点間のばらつきが小さくなり、L 数も目標値を満足した。

4. 留意事項

重量床衝撃音は、間仕切壁で囲まれた空間の影響を受ける。したがって、中間検査でスラブ素面の重量床衝撃音レベルを測定する場合、測定対象室の間仕切壁を施工した上で実施することが肝要である。

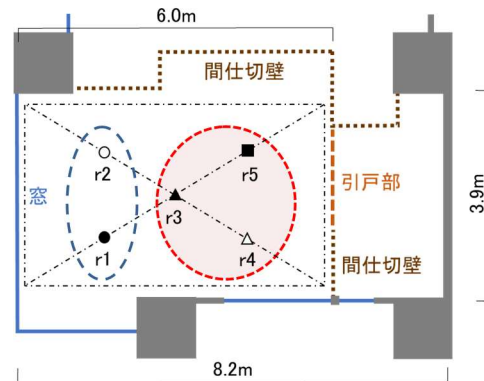


図 1 測定対象室

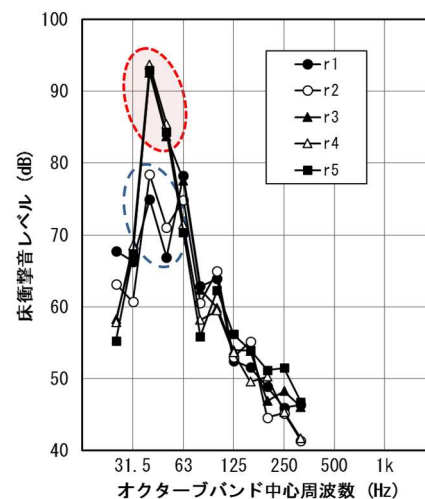


図 2 間仕切壁のボードなしの床衝撃音測定結果

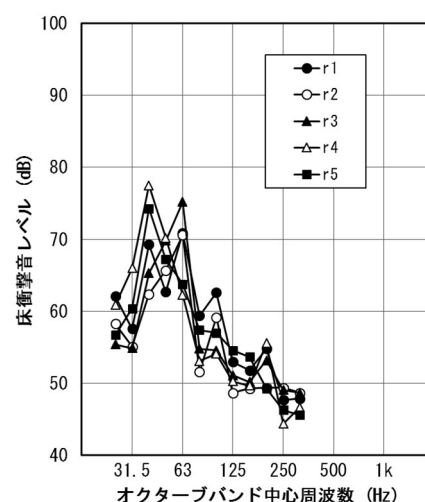


図 3 間仕切壁のボードありの床衝撃音測定結果

A026_0200	[設計][施工]	竣工検査における室内騒音測定	作成:2019.11.14
測定、暗騒音		測定時間帯(暗騒音の大きさ)に関する留意点	改訂:

1. 概要

集合住宅の竣工時の遮音性能測定において、共用部が発生源となる室内騒音を測定することがある。この測定の主な目的は、共用部からの騒音が夜間の就寝時に住民へ影響するレベルになっていないかを確認することであるため、暗騒音が同程度の条件となるように夜間に行う必要がある。

2. 解説

集合住宅の共用部などでは表 1 に例示される騒音発生源があり、住戸で騒音を感じることもある。その影響を確認するために、竣工時に発生源を稼働させて室内騒音レベルを測定することがある。共用部からの騒音は、振動として躯体を伝わって受音室で放射する固体伝搬音である場合が多く、通常は比較的小さい騒音であるが、暗騒音が小さい夜間の就寝時には問題となることもある。

図 1 のように、夜間には暗騒音よりも大きく、明らかに聞こえるレベルの騒音であっても、昼間の暗騒音の高い時間帯には観測できない場合がある。

3. 対応例

昼間と夜間の室内の暗騒音が大きく変わらない場合を除き、一般的には暗騒音が小さくなる夜間に測定する必要がある。夜間の暗騒音よりも暗騒音が明らかに大きい時間帯で測定し、暗騒音に測定対象騒音が隠れるような測定結果では再測定となる。

4. 留意事項

竣工時に行うその他の遮音性能測定のうち、人工的に大きな音を発生させて計測する室内音圧レベル差や床衝撃音レベルは、特別に高い遮音性能の仕様で設計されてなければ必ずしも夜間に測定する必要はない。ただし、竣工前の残工事等などで大きな音・振動が出る場合は不正確なデータとなるため、作業騒音等のない時間帯で測定する必要がある。

表 1 共用部の騒音発生源の例

- ・エレベータ
- ・機械式駐車場
- ・自動ドア
- ・シャッター
- ・水道等ポンプ類
- ・共用空調機
- ・電気室トランス等
- ・階段・外部階段昇降
- ・廊下歩行

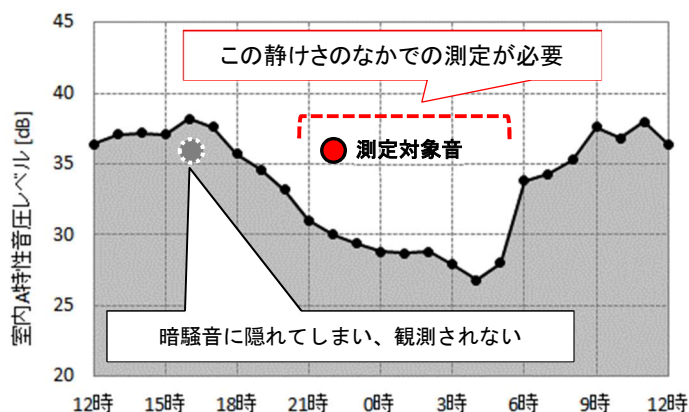


図 1 室内の暗騒音と測定対象騒音との比較例

A026_0300	[設計][施工]	室間音圧レベル差の測定と評価	作成:2021.10.01
測定、評価			改訂：

1. 概要

室間音圧レベル差は建築物の遮音性能を表す指標の一つで、その測定は JIS A 1417¹⁾に規定された方法により行われることが多い。測定方法を簡単に述べれば、室内に設置したスピーカから試験音を放射し、音源室の室内平均音圧レベル $\bar{L}_1$ (dB)と受音室の透過音による平均音圧レベル $\bar{L}_2$ (dB)を計測して、 $\bar{L}_1 - \bar{L}_2$ より室間音圧レベル差 D (dB)を求める。

室間音圧レベル差の評価は、ほとんどの場合、JIS A 1419-1²⁾の附属書 1 (規定)の方法、あるいは『建築物の遮音性能基準と設計指針』³⁾に規定された方法により行われている。両者の方法はほぼ等しく、遮音等級基準曲線上に室間音圧レベル差を転記し、JIS の場合は室間音圧レベル差等級(D_r)、建築学会の場合は遮音等級(D)を読み取る。なお、遮音等級の読み取りは、室内平均音圧レベルの測定精度等から、基準曲線に対して各帯域 2dB の許容が認められている。また、基準曲線は、JIS の場合は $D_r-30 \sim D_r-60$ 、建築学会の場合は $D-15 \sim D-80$ の範囲で規定されており、 $D-30 \sim D-60$ の間の基準曲線は $D_r-30 \sim D_r-60$ の基準曲線と同じである。ただし、JIS の基準曲線は 2 kHz 帯域までを基本としており、4 kHz 帯域については必要な場合に参考として評価に加えるように定められている。

2. 解説

遮音等級の基準周波数特性は、建築基準法施行令第 22 条の 3 に規定される透過損失の周波数特性を基本として、この基準周波数特性の策定当時に施工されていた多種多様な壁構造の室間音圧レベル差の測定事例や、遮音欠損とクレーム発生の有無の関係、聴感評価実験の結果等を勘案して定められたもの³⁾であり、実性能の変化を比較的良好に評価することができることから、現在も広く使われている。

3. 留意事項

音源スピーカの設置は、音源室内の音圧レベル分布ができるだけ一様になるよう、また受音室への透過面に向けないように注意する(図 1)。マイクロホンは手持ちとしても三脚で固定しても構わない。手持ちの場合は、マイクロホンを体から一定の距離を保って離すようにし、マイクロホンと音源スピーカとの間に体が入らないように注意する。また、測定周波数帯域は 125Hz 帯域～2 kHz 帯域としており、63Hz 帯域については必要な場合に測定を行う、4 kHz 帯域については測定しておくことが望ましい帯域とされている。なお、63Hz 帯域は基準曲線の範囲外であり、遮音等級では評価することができないことも覚えておくことよい。

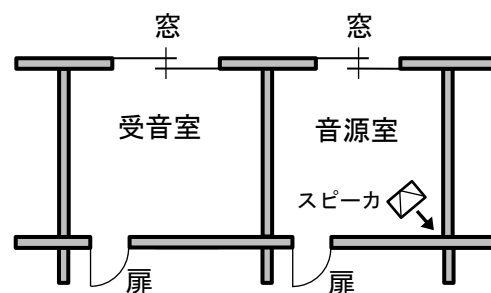


図1 音源スピーカの設置

参考文献 1)JIS A 1417:2000 建築物の空気音遮断性能の測定方法

2)JIS A 1419-1:2000 建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法 ー第1部: 空気音遮断性能

3)日本建築学会編: 建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]、技報堂出版、1997.12

A026_0400	[設計][施工]	集合住宅での各種測定における所要時間	作成:2021.10.01
音響測定、現場			改訂:

1. 概要

集合住宅は床衝撃音遮断性能、空気音遮断性能、室内静ひつ性能などに関する目標値が設定されていることが多い。竣工引渡しまでに、測定により性能を確認することが必須となっている事業主もあり、測定期間を工事工程に考慮しておく必要がある。

2. 解説

竣工測定は内装工事が完成している状態で行う。測定中は対象音以外の音が出ないような配慮が必要となる。特に、外構工事や手直し工事では軽微な音とされているものであっても、影響することもあるため、事前に調整が必要である。

代表的な測定項目の概要と 1 室あたりの測定時間の目安は以下の通りである。なお、住戸配置、階などによって準備や移動の時間が変わるので、それらも考慮する必要がある（測定者と事前に協議する必要がある）。

・床衝撃音遮断性能

写真 1 に示すような衝撃源（重量、軽量）で床を加振した時に下室での発生音を測定する。測定時間は各 30 分程度必要。

・空気音遮断性能（空間）

写真 2 に示すように音源室にスピーカを設置して試験音を発生し、音源室および受音室内の音圧レベルを測定する。測定時間は 15 分程度。

・室内静ひつ性能

写真 3 に示すように、外部騒音源や建物内設備などから室内に侵入する音を測定する。音源により回数や継続時間が異なるので目安の時間を言及することが難しい。道路交通騒音の測定では連続した 24 時間測定を求められることもある。曜日によって交通量が大きく変化する場合には曜日を指定されることもある。

3. 留意事項

建物の立地によっては、外部騒音の影響により室内暗騒音が大きく測定できない場合がある。また、深夜測定になることもある。さらに、対象以外の騒音がある場合には、測定に時間を要することもある。



写真 1 床衝撃音遮断性能の測定



写真 2 空気音遮断性能の測定



写真 3 室内静ひつ性能の測定

A026_0500	[設計][施工]	音響試験に必要な部材の大きさ	作成:2021.10.01
音響測定、実験室			改訂:

1. 概要

部材の音響性能を確認するために、実験室での性能試験を求められることがある。確かな性能を測定するために、音響性能の測定方法が JIS 等で定められている。測定方法にもよるが、試験体は相応の大きさを用意する必要がある。

2. 吸音率測定

吸音率の測定方法は大別して、垂直入射吸音率¹⁾²⁾と残響室法吸音率³⁾の二種類がある。

前者は小試料で測定可能だが、試料に垂直方向に入射した音について評価するもので、材料開発などで用いられているが、部屋の残響計算で想定する一般的な音の入射条件とは異なる。背後に大きな空気層があるような条件の場合にも、実際の状況と同等の評価ができるとは考えられない。

実際の室内では、音波は壁面や天井面へ様々な方向から入射する。この現象を実験室で再現し、さまざまな角度からの入射に対しての吸音性能を統計的に測定するのが後者である。この場合、JIS では約 10 m²の試験体を用いる。

3. 音響透過損失測定³⁾

壁や床などの建築部材の音響透過損失を測定する場合には、JIS⁴⁾では界壁や床に設けられた約 10 m²の開口部に試験体を設置し、その透過状況を測定する(図 3)。建具や換気口の場合は、別途その方法が規定されている⁵⁾ので参照されたい。

4. 留意事項

音は、空気や周辺の部材を伝わる波動現象である。そのため、音響性能は材料の大きさや音の入射状況によって変化する。規格化された測定方法は、一般的な状況において現象を捉えるべく決められたものである。対象とする条件にふさわしい測定方法かどうかは、専門家とも相談のうえ進めることが望ましい。

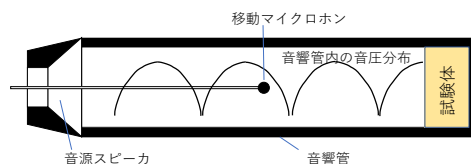


図1 垂直入射吸音率の測定方法の例

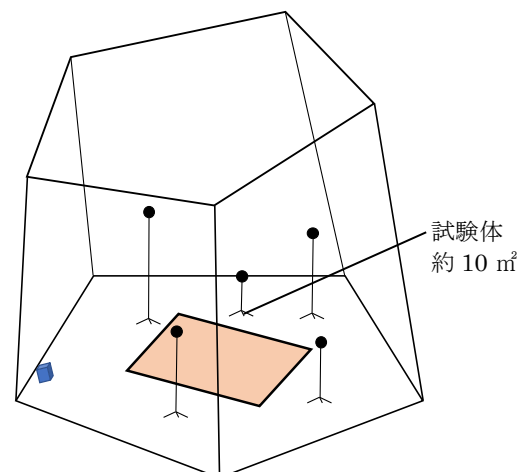


図2 残響室法吸音率測定

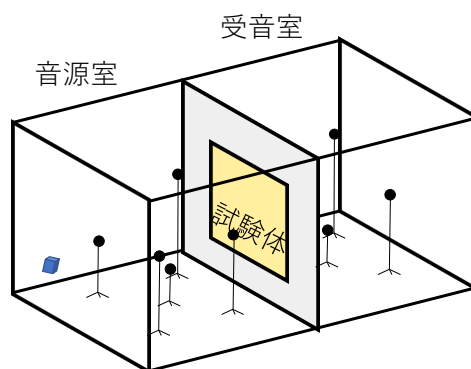


図3 音響透過損失測定

- 参考文献
- 1) JIS A 1405-1:2007 音響管による吸音率及びインピーダンスの測定－第1部：定在波比法
 - 2) JIS A 1405-2:2007 音響管による吸音率及びインピーダンスの測定－第2部：伝達関数法
 - 3) JIS A 1409:1998 残響室法吸音率の測定方法
 - 4) JIS A 1416:2000 実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法
 - 5) JIS A 1428:2006 実験室における小型建築部品の空気音遮断性能の測定方法

A027_0050	[設計][施工]	吸音材の選定	作成:2024.04.01
吸音率、多孔質吸音材			改訂:

1. 概要

吸音材としてよく知られているグラスウールやロックウールは、断熱材としても広く利用されている。このため、断熱材には吸音性があるものだとの誤った認識から、ポリスチレンフォーム（押出法ポリスチレンフォーム）などを吸音材として使えると考えてしまう場合がある。

2. 解説

グラスウールやロックウールは多孔質吸音材に分類される。多孔質吸音材に入射した音は、内部の細かな隙間や気泡を通過する過程で空気の粘性摩擦によって熱のエネルギーに変換されて減衰する（吸音される）。このため多孔質吸音材は、繊維状の材料や、連続した気泡をもつ材料（図1(a)）であり、通気性がある。ポリエステルウールや、スポンジなどの連続気泡をもつウレタンフォームも多孔質吸音材に含まれる。断熱材として使われるポリスチレンフォームやポリオレフィンフォームは、独立気泡であり通気性はないため（図1(b)）、吸音性能はほとんど期待できない。体育館の天井（2,000 m²）に、吸音材と間違えて独立気泡を持つ厚さ 5mm の断熱材を施工した場合（対策前）と、天井の 40%程度を厚さ 25mm のグラスウールに変更した場合（対策後）の残響時間の測定事例を図2に示す。対策前は 500Hz 帯域で 10 秒前後だが、対策後は 5 秒以下に短くなっており、吸音性能が高くなっていることが分かる。

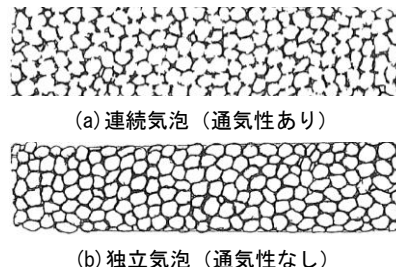


図1 連続気泡と独立気泡の断面モデル¹⁾

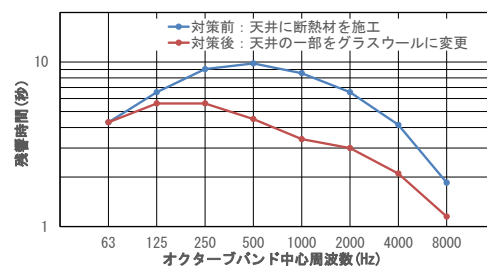


図2 残響時間の測定事例

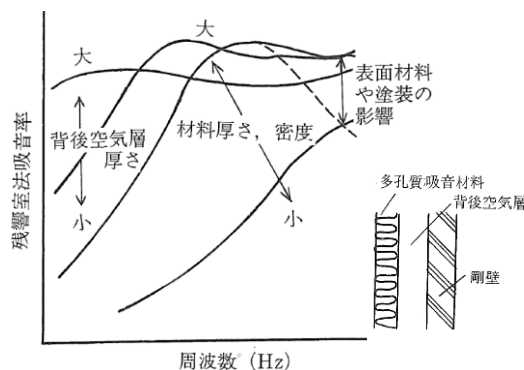


図3 多孔質吸音材の吸音特性の傾向¹⁾

3. 留意点

多孔質吸音材の一般的な吸音特性の傾向を図3に示す。多孔質吸音材は、背後空気層の厚さ、材料厚さや密度、表面材料（表面の通気性）が吸音特性に大きく影響することが分かる。同じ材料であっても施工条件や表面の仕上げ条件によって吸音特性が変化するので注意が必要である。

参考文献 1)日本建築学会編：音響材料の特性と選定，丸善，1997，p.67

A027_0100	[設計][施工]	体育館における吸音材選定の間違いによる	作成:2019.11.14
吸音、残響過多		残響過多	改訂:2024.02.15

1. 概要

教育施設の体育館において、体育館の折板屋根の裏側に貼った断熱材が吸音するものと勘違いし、吸音しない材料を使用したため、集会などに使えない空間となってしまった。

2. 解説

体育館はスポーツだけではなく、講演等の行事に使用される場合が多い。室内空間が大きいため、仕上り材に反射性の材料を多く使用すると、残響過多となって室内騒音の増大や音声明瞭度の悪化を招く。

今回は、折板屋根の裏側に柔らかい発泡系の断熱材が貼られ、ある程度吸音すると勘違いされたことにより、室内が吸音不足となったことが原因である。

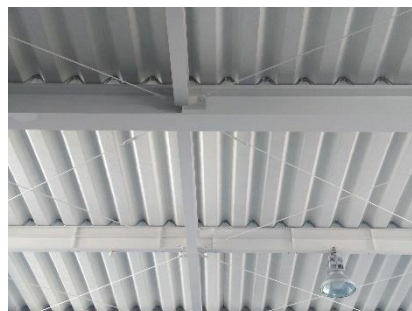


図1 吸音材を貼った折板屋根の例

3. 対応例

断熱材を吸音性のもの（図1）に変更したり、カーテンやグラスウールボードを壁面に設置したりするなどして、室内の吸音力を向上させる。その際、図2に示す建物用途による最適残響時間（500Hz）を参考として、室容積にあわせた残響時間になるよう、吸音材の面積を調整する。

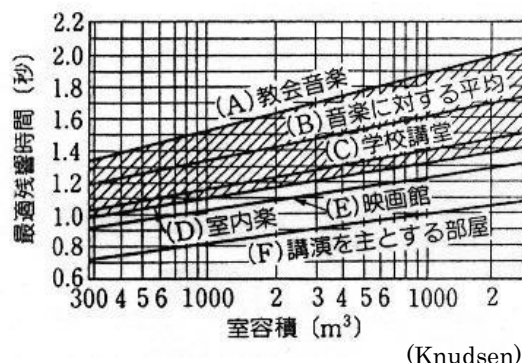


図2 建物用途に応じた最適残響時間と室容積(500Hz)

残響時間の計算式（Sabine 式）を以下に示す。

$$T = 0.161 \frac{V}{A}$$

残響時間 T (秒)は、室の容積 V (m^3)に比例し、室内の総吸音力 A (m^2 : 各部位の吸音率に面積(m^2)を乗じた値の総和、等価吸音面積ともいう)に反比例する。

4. 留意事項

体育館では、内装仕上り材の吸音不足が原因の残響過多による音声明瞭度の低下が問題となることがしばしば見受けられる。事前に体育館の運用方法の把握が重要である。

また、体育館の壁は、ボールなどの衝撃に耐えられるように、硬い材料を使用されるケースが一般的である。ステージ廻りに電気音響などの拡声設備が設置される場合は、後壁の壁で反射された音が遅れてエコーとして聞こえ、音声明瞭度が低下する場合があるため、リブ形状の木の背面や有孔ボードの背面に吸音材を配置するなどの工夫が必要となる。

また、R形状や切り妻形状の天井の場合、天井面を吸音仕様にしないと床面とのフラッターエコー（鳴き籠）が発生するため、注意が必要である。

A027_0200	[設計][施工]	残響時間の予測計算方法	作成:2021.10.01
室内音響、吸音			改訂:2024.02.15

1. 概要

室の残響は音に豊かな響きを与える反面、室の喧騒感の原因にもなり、音声コミュニケーションにおける音声の明瞭性や知的作業の効率にも影響する。室の用途に適した残響時間が得られるように、適切な吸音処理を施すことが重要である。

2. 解説

室の残響時間 T (秒)はセイビン (Sabine) の残響式によって、室の容積を $V(\text{m}^3)$ として次のように求められる。

$$T = \frac{0.16 V}{A} \quad (1)$$

ここで、 A (m^2)は室の等価吸音面積で、室内面の総吸音力であり、室内面を構成する各部位 i の面積を $S_i(\text{m}^2)$ 、吸音率を α_i とすると、次式で表される。

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i \quad (2)$$

等価吸音面積を室内面の総表面積 $S(\text{m}^2)$ で割った室の平均吸音率 $\bar{\alpha}$ は次式で表される。

$$\bar{\alpha} = \frac{A}{S} \quad (3)$$

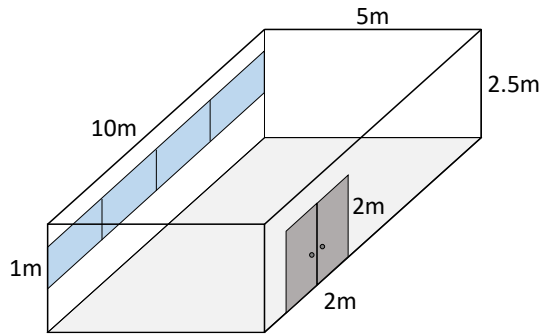


図1 会議室の例 (容積 125m³)

表1 等価吸音面積の計算例

部位	仕上げ	面積 (m^2)	吸音率 (500Hz)	等価吸音 面積(m^2)
床	カーペット	50	0.21	10.5
壁	ボード類EP仕上げ	61	0.05	3.1
窓	ガラス	10	0.04	0.4
ドア	スチール製	4	0.13	0.5
天井	岩綿吸音板 (せっこうボード捨貼)	50	0.52	26
合 計		175	—	40.5

一般的な建築材やグラスウールなどの吸音材、材料どうしの組合せや背後空気層との組合せによる吸音構造の吸音率は、その吸音の仕組みに応じた周波数特性を有している。メーカーのカタログや文献等に掲載された周波数帯域毎の吸音率データを使うことで、上記手順により周波数帯域毎の残響時間と平均吸音率を得られる。吸音部位の仕様や面積を適切に調整することで、室の用途に合わせた目標値により近づけることができる。

3. 計算例

図1のような簡単な形状の会議室を例として、500Hzの残響時間の予測計算を表1に示す。室の等価吸音面積は40.5 m^2 、(3)式で求められる平均吸音率は0.23、その結果(1)式で計算される残響時間の予測値は0.5秒となる。

4. 留意点

上記の予測計算は、室内表面のみ考慮したものであり、椅子などの什器の影響は別途検討が必要になる。また、会議室や事務室など一般的な用途の室の場合、代表値として中音域(オクターブバンドで500Hzと1kHz)の残響を検討することが多いが、音楽ホールのような幅広い周波数範囲の音を鑑賞する用途の場合は、特定の周波数だけ残響が長いなどクセのある響きにならないように、広い周波数範囲で詳細な検討が必要になる。

A027_0300	[設計][施工]	残響時間を計算する場合の壁面の	作成:2021.10.01
室内音響、内装仕上		細かい凹凸の扱い	改訂:

1. 概要

壁面や天井に細かい凹凸がある材料を採用する場合、残響時間の計算は、細かい凹凸を考慮しない面（凹凸を上からみた平面）として扱い、その面積とそれに対応する吸音率を使用する。

2. 解説

室の残響時間は、式(1)（Sabine の残響式）のように、室の容積及び、壁面を構成する材料の面積と吸音率の積（等価吸音面積）の和で計算できる。材料の吸音率は JIS A 1409「残響室法吸音率の測定方法」で求められるものを使用することが多く、凹凸の吸音率もこの方法で測定する。残響時間の計算は、細かい凹凸を考慮しない面で決定される面積を使用する（図 1 参照）。凹凸の表面を側面も含めてすべて面積に入れてその材料の吸音率で計算すると、実測に適応した等価吸音面積とならない可能性がある。凹凸の面積を上からみた平面とみなす凹凸の目安は、図 2 に示す拡散体寸法を参照する。これより小さいと拡散しない、すなわち概ね平面とみなせる。4 kHz 以下の周波数では、凹凸の間隔が 100 mm 程度以下の場合、細かい凹凸を考慮しない面の面積とする。

$$T = 0.16 \times \frac{V}{\sum(S_n \times \alpha_n)} \quad \dots \dots \dots (1)$$

T : 残響時間 V : 室容積 S_n : 材料 n の面積 α_n : 材料 n の吸音率

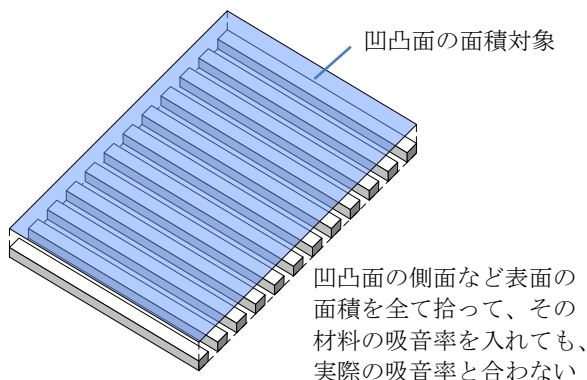


図1 残響時間を計算する場合の凹凸面の考え方

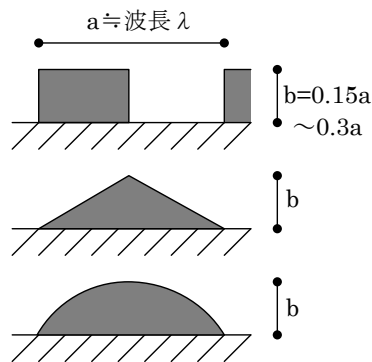


図2 拡散体寸法¹⁾

3. 留意事項

細かい凹凸を考慮しない各部位の面積を入力することで、残響時間は実務的に問題なく計算できることが殆どである。例えば、タイルの目地の凹みや、窓枠、扉枠の壁からの凹み、襞のあるカーテン、ガラスウールを押さえるリブ構造などが細かい凹凸といえるが、その側面は、残響時間の計算結果に殆ど影響しないと考えてよい。照明や制気口など設備器具も細かい凹凸になるが、これらは室全体の表面積よりも十分小さいため、残響時間計算の面積に含まなくても結果に対する影響は小さい。一方、机、椅子などの什器は凹凸が大きく、残響時間の計算結果に影響する場合がある。各什器の等価吸音面積（吸音力）を計算に入力する必要がある。

A027_0400	[設計][施工]	天井の適切な吸音材の使用について	作成:2021.10.01
室内音響、吸音			改訂:

1. 概要

音声の明瞭性が必要な室において、室の響きを抑制するため内装に吸音材を使用することは不可欠であり、室の中で比較的面積の大きい天井を吸音材とすることは効果的である。天井材は種類によって吸音の特性が異なるので、使用の際注意が必要である。

2. 解説

室の響きを抑制するためには内装材料の吸音率と面積を考慮し、天井以外で十分な吸音を得られない場合は反射性材料の天井での使用を避けるべきである。図 1 の化粧せっこうボードと岩綿吸音板は、同じ虫食い模様であるが図 2 に示す通り吸音率は大きく違う。化粧せっこうボードは吸音率が小さい反射性材料である（せっこうボードと同等）。



図 1 天井材の例

有孔板を吸音材として使用する場合は、背後に空気層が必要になる。天井に使用する際は、開口率が大きいほうが吸音に有利であり、グラスウールなど多孔質吸音材を載せたものが吸音増加に有効である（図 3 参照）。多孔質の岩綿吸音板と有孔板とでは吸音率の周波数特性が異なるので（図 2）、その特性を把握した上で使用することが必要である。

3. 留意事項

「吸音ボード」と記載されている材料でも、十分な吸音を得られないものがあるため、使用の際は吸音率を確認する必要がある。

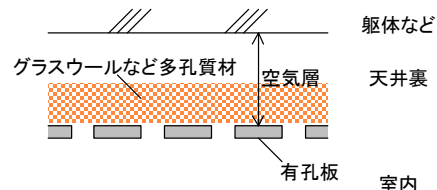


図 3 吸音に有効な有孔板概略断面

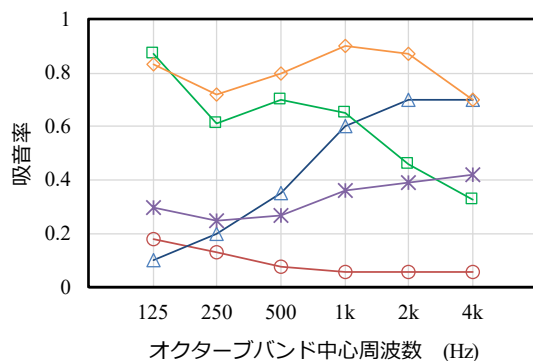


図 2 天井材の吸音率¹⁾

- せっこうボード 板厚 t9~12 (空気層大)
- △ 岩綿吸音板 板厚 t9 (捨張工法)
- 有孔板 孔径 4φ・15 ピッチ, 板厚 t5, 裏打ち材 GWt25-20 kg/m³, 空気層 500
- ◇ 有孔板 孔径 9φ・15 ピッチ, 板厚 t5, 裏打ち材 GWt25-20 kg/m³, 空気層 500
- ※ 有孔板 孔径 9φ・15 ピッチ, 板厚 t5, 裏打ち材なし, 空気層 500

参考文献 1) 日本建築学会編：設計計画パンフレット 4 建築の音環境設計<新訂版>、彰国社、1983.4.

A027_0500	[設計][施工]	椅子の等価吸音面積の測定方法	作成:2021.10.01
室内音響、吸音、座席			改訂:

1. 概要

音楽ホール、劇場などの客席椅子全体の等価吸音面積（吸音力ともいう）は、室全体の等価吸音面積の約 $1/3$ を占め、室の残響に大きく関わるため、その等価吸音面積を把握することは室の残響設計を行う上で重要である。椅子はその意匠性、機能性によりホール毎に仕様の異なることが多く、その場合椅子の等価吸音面積も異なる可能性があり、残響時間を精度よく把握するためには椅子の等価吸音面積を測定する必要がある。ここではその測定方法を概説する。

2. 解説

JIS A 1409 残響室法吸音率の測定方法に記載の通り、残響室の、椅子のない空室状態と椅子を設置した状態の残響時間を測定し、その値から椅子 1 脚当たりの等価吸音面積を算出する。実際はホールなどに配列する椅子を切り取る形で、JIS の規定に必要な椅子の脚数（12～20 脚）をホールの配列通りに残響室に設置し、椅子側方からの入射音を遮るため、椅子の高さに合わせた反射性材料の枠によって全体を確実に囲う（写真 1）。図 1 に枠ありと枠なしの椅子 1 脚当たりの等価吸音面積の例を示す。枠ありは、椅子に対する側方の吸音が除かれるため、枠なしよりも小さい等価吸音面積となる。

椅子は空席と着席で等価吸音面積が異なるため、室の空席と着席の残響時間を把握するためには両方の測定を行うことが望ましい。人は吸音体となるため、椅子の等価吸音面積は着席のほうが空席より大きくなる。このため、実際のホールにおいても着席のほうが空席よりも残響時間は短くなる。

3. 留意事項

室の残響時間は温湿度の影響を受けると値が変わるため、残響室法吸音率の測定方法では、空室状態と椅子設置状態の測定時に温湿度の変化範囲が JIS により定められている。温湿度の変化があった場合の補正方法はあるが、なるべく変化の少ない状態で測定することが望ましい。

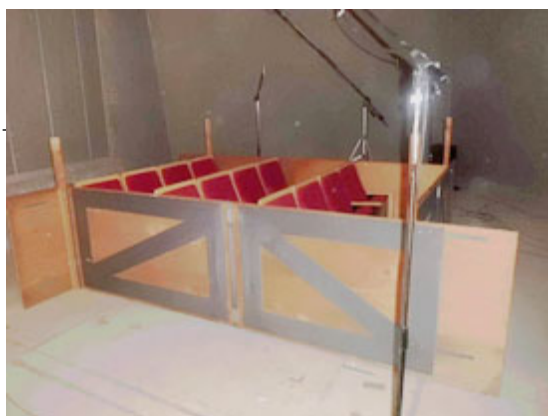


写真 1 残響室椅子設置 枠あり状況

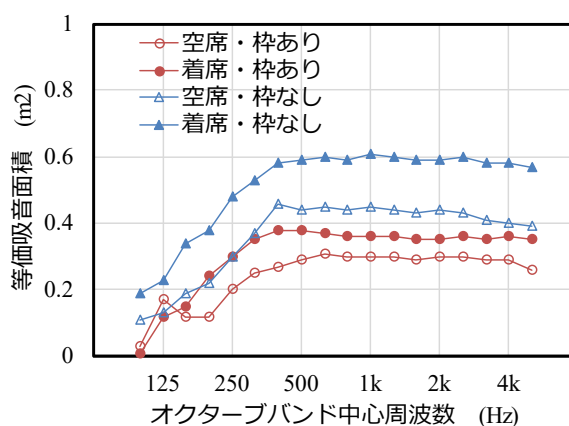


図 1 椅子 1 脚当たりの等価吸音面積の例

A027_0600	[設計][施工]	保育施設の音環境	作成:2022.09.01
子ども 吸音 遮音			改訂:2024.02.15

1. 概要

保育所、認定こども園、幼稚園といった保育施設は、子どもたちが一日の活動時間の大半を過ごす場所であり、健康な発育に適した良好で快適な音環境であることが望まれる。また、保育施設で発生する音が近隣に及ぼす影響についても十分に配慮する必要がある。保育施設の音環境に関する建築の留意点を解説する。

2. 解説

1) 子どもたちが受ける音

0～5歳の乳幼児は言語や聴覚の発達の段階にあり、言語コミュニケーションにおいて周囲の騒音や残響による妨害を受けやすい¹⁾²⁾。また、騒音が大きいと情報伝達のため大きな声を出そうとして更に喧騒が増大する、といった負の

連鎖が起こる²⁾。言葉の聞き取り、お昼寝時間帯の静けさの確保、喧騒感の緩和のため、設計においては次の点に留意する。

- 適切な遮音設計により十分な静けさを確保する。
- 内装の吸音により、残響、騒音を低減する。
- 交通機関や歩行などの振動が、床へ影響を及ぼさない。

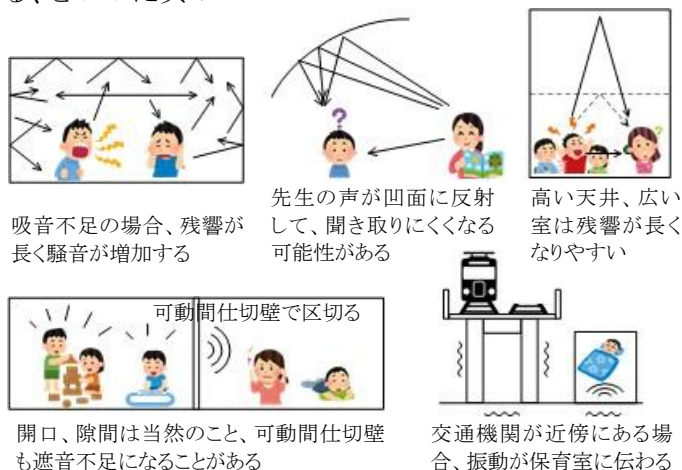


図1 保育施設で問題となりやすい例

子どもが受ける音について保

育施設で問題となりやすい例を図1に示す。吸音不足、凹面形状の壁や天井、高い天井、ワンルーム保育室、可動間仕切壁、交通機関近傍の振動伝搬などが挙げられる。

2) 子どもたちが発する音

保育施設近隣の静けさを確保するため、保育室、外部遊び空間における発生音の伝搬について、近隣に対する低減を考慮する。図2に示すように、建物の配置など、基本計画段階から対策方法の検討が必要なものもある。



図2 遊び空間からの発生音の伝搬を考慮した建設配置

3. 留意事項

保育施設の具体的な音響性能の目標値や建築上の対応例については、日本建築学会発行のAIJES¹⁾を参照されたい。

参考文献 1) 日本建築学会環境基準 AIJES-S0001-2020 学校施設の音環境保全規準・設計指針第2版, 2020.06

2) 石原, 建築設計実務における「音」を巡る諸問題, 日本音響学会建築音響研究会資料 AA2009-28 など

A027_0700	[設計][施工]	特定天井の改修による音響性能への	作成:2021.09.01
耐震改修		影響と留意点	改訂:2024.2.15

1. 概要

音楽ホールや体育館など、空間規模の大きい建物では、地震時の安全性の確保、人命保護の観点より、天井の脱落対策が重要視される。特に吊り天井については法的に構造的あるいは仕様上の制約を受ける。建築的には天井は吸音、あるいは遮音機能を担う部位であるため、音響性能を考慮しつつ構造的な要件を満足させることが重要となる。以下に「特定天井」に該当する吊り天井を改修する際の天井脱落防止対策の概要と音響性能への影響について概説する。

2. 解説

特定天井が適合すべき構造耐力上安全な構造方法（国交省告示 771 号）や天井材の損傷、脱落の防止対策¹⁾²⁾などを考慮すると、特定天井の改修にあたっては、次に示す①～④などの対応が採られ得る。①直天井とする（吊り天井を撤去） ②単位面積重量 $2\text{kg}/\text{m}^2$ 以下の軽量柔軟な吊り天井（繊維状多孔質材ボード、膜）を採用 ③特定天井として適合すべき技術基準に則り、 $2\text{kg}/\text{m}^2$ を超える天井面構成材等を使用 ④準構造化する（構造部材として設計された天井下地を用いる）。

これらの改修によっても、仕上げ材料や天井下地の剛性が変わることで吸音特性が変わるため、室の残響が変化する可能性がある。同様に天井高（気積）や形態の変化による残響への影響も無視できない。また、天井の撤去や軽量化は、遮音性能の低下を招くことにつながる。音楽ホールのように、天井面が重厚な板材で構成され、かつ、複雑な凹凸や傾斜がついて反射板としての機能を担うようなケースでは、④の対策が採用されることが多い。

3. 事例

室容積約 $12,000\text{ m}^3$ の体育館を対象に上記②に相当する改修事例として、せっこうボード吊り天井（岩綿吸音板仕上げ）を撤去し、グラスウールの吊り天井に替えた場合の残響時間、および、遮音性能の比較結果³⁾を図 2、3 に示す。本事例からは、改修後の残響時間は、中低音域において 0.5 秒程度短くなり、遮音性能については低・中音域において約 10dB 低下することが読み取れる。

4. 留意事項

特定天井の改修にあたっては、上記の例のように天井の撤去や軽量化に伴う遮音性能の低下や吸音性能の異なる天井材料への張替えに伴う残響時間の変化を招く可能性があるため、材料、工法の選択には十分な配慮が必要である。性能の変化量、および、その影響度については、事前に音響の専門家による助言を得ることが望ましい。



図 1 吊り天井の一例

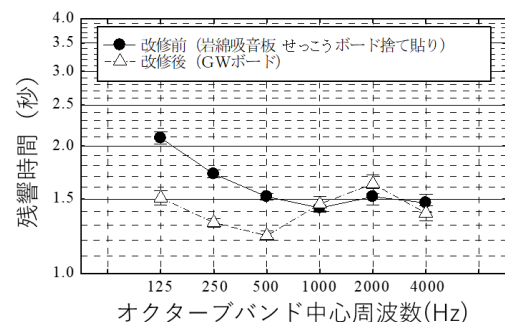


図 2 改修前後の残響時間周波数特性の比較結果

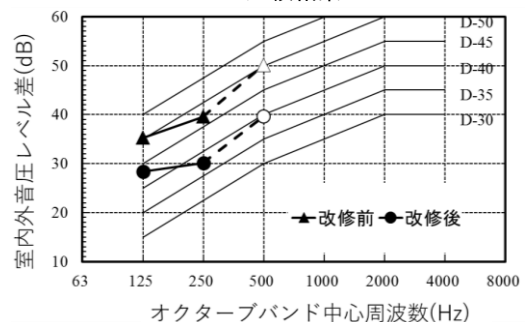


図 3 改修前後の室内外間の遮音性能の比較結果

参考文献 1) 日本建築学会編：天井等の非構造材の落下に対する安全対策指針・同解説、2015.1.
2) 文部科学省：学校施設における天井等落下防止対策のための手引、2013.8
3) 井上論：特集 教育・保育施設の音環境-体育館-音響技術 No. 176, 2016. 12, pp31-35

A027_0800	[設計][施工]	会議室での残響過多	作成:2024.04.01
吸音、明瞭度			改訂：

1. 概要

小規模会議室では、設計段階で室内音響設計についての十分な配慮が行き届かず、室内の残響過多により会話等に不具合が生ずる場合がある。幅 8m ×奥行 10m×高さ 2.5m、の会議室（容積 200 m³、室表面積 250 m²）に於いて、音響性能を考慮せずに内装仕上を選定したところ、吸音面が乏しくなり、室全体の等価吸音面積が不足して響きが増大し会話の明瞭度低下につながった。

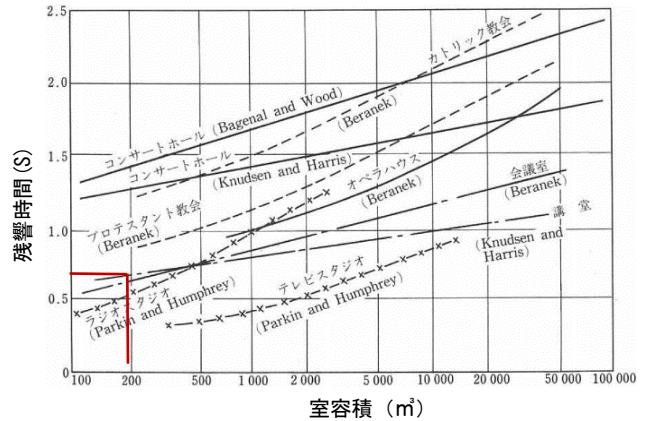


図 1 500Hz の最適残響時間と室容積¹⁾

2. 解説

室の用途によって最適な残響時間は異なる。図 1 は、室の種類ごとの 500Hz での最適残響時間と室容積の関係を示している。200 m³の会議室では残響時間 0.6 秒程度を目標に内装仕上を選定すると良いことが分かる。室内の残響時間 T（秒）は計算式（Sabine 式）により予測できる。

$$T = 0.161 \frac{V}{A}$$

V：室容積（m³）
A：室内の等価吸音面積（m²） 各部位の吸音率に面積を乗じた値の総和

3. 対策

天井と床の仕上げを吸音性の高い材料に変更し室全体の等価吸音面積を上げて響きを低減する。変更前と変更後の内装仕上げを表 1 に示す。結果として残響時間は、変更前 2.0 秒(500Hz)から変更後 0.6 秒(500Hz)となり、目標値を満足する結果となった。

表 1 内装仕上げ表

	変更前	変更後
天井	ビニルクロス貼 (石膏ボード下地)	岩綿吸音板 (石膏ボード下地)
壁	ビニルクロス貼 (石膏ボード下地)	同左
窓	ガラス（連窓）	同左
扉	スチールドア	同左
床	長尺塩ビシート	タイルカーペット

4. 留意事項

- ・吸音材として使用する内装材は、吸音性能の高さだけでなく周波数特性が偏らないことを確認して選定する
- ・吸音材は偏在させず、大テーブル等の反射面や反射性の壁面等の間で反射音が残留しないよう、バランス良く配置することが望ましい
- ・電気音響設備を使う想定があるか等、事前に運用方法を確認して設計を行う

参考文献 1)日本建築学会編，日本建築学会設計計画パンフレット 4 建築の音響設計 <新訂版> 2011，p 10

A028_0100	[設計][施工]	古くなった給水設備からの不思議音の発生	作成:2019.11.14
不思議音, 設備機器			改訂:

1. 概要

古くなった給水設備から不思議音に対して改善要求があった。給水ポンプ本体は防振架台に設置され、配管も防振支持されていたが、調査の結果、メンテナンスされていなかった給水ポンプの軸受がずれた状態となり、不思議音の発生源となっていた。

2. 解説

給水ポンプは稼働時間が長くなれば機器本体の振動により軸受がずれて異音が発生しやすくなる。定期点検(軸受であれば、概ね3年に1回程度の交換)を実施していれば、給水ポンプのオーバーホール等での対応も可能であった。

メンテナンスされずに長年使用されてきた給水ポンプの劣化(軸受のずれ)が異音の発生源となっており、ポンプの動作状況に異常がある場合、適切に防振処理がされていたとしても、指摘の対象となることがある。

3. 対応例

設置後の年数が経過していたこともあり、給水ポンプを更新することで対応した。

4. 留意事項

給水ポンプにも寿命があり、劣化に対応したメンテナンスが必要である。設置して最初の数年は顕在化することは少ないが、徐々に劣化する。このため、給水ポンプは、表1を目安とするタイミングで定期的なメンテナンスを実施することが望ましい。騒音の発生源となる軸受については、特に注意を払うのが望ましい。

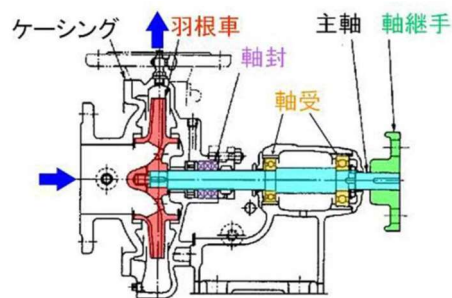


図1 ポンプの構造例

表1 取替周期の目安¹⁾

分類	部品名	取替周期の目安
全体	ユニット全体	10年
	オーバーホール	4~7年
ポンプ	ポンプ軸受	3年
	メカニカルシール	1年
	グランドパッキン	1年
制御盤	電磁開閉器(マグネットスイッチ)	3年
	リレー、タイマー類	3年
	プリント基板	5年
機器類	逆止弁	3年
	減圧弁	3年
	圧力タンク	3年
	圧力計、連成計	3年
	圧力スイッチ	3年
	圧力センサー	5年
	フロースイッチ	3年
	フート弁	2年

※目安であり、規模や環境により上下する。

参考文献 1) 一般社団法人リビングアメニティ協会／一般財団法人ベターリビング：給水ポンプシステムの保守管理・整備診断について，pp.5，2018.2

A028_0200	[設計][施工]	屋上工作物に起因する不思議音の事例	作成:2019.11.14
不思議音			改訂:

1. 概要

集合住宅などで、強風時にブーンというような不思議音が聴こえる場合がある。多くは、避雷針や手すり子型の手すりが、渦励振とよばれる空力的不安定現象を生じることが原因である。特定の条件下で、この現象が生じると、その部材が激しく振動し、躯体に伝搬して、固体音として放射され、問題となることがある。

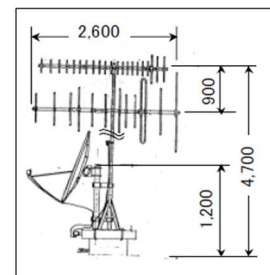


図1 TV アンテナの概要

2. 原因部材の推定方法

ある集合住宅で指摘された上のような事例(不思議音)を計測すると、風速の変化によらず一定の卓越周波数をもつ音で、その周波数は、107 Hzを基本として、2倍、3倍の周波数も観測された(図2)。不思議音が発生する風速が、5~10 m/s程度であることも分かっており、これより更に強風になると音がやむことも知られていた。図3の円柱に対する空力的不安定領域判定図から、渦励振が生ずる領域(ハッチ部分)の下限風速を求め、周波数 f 、流速 U と代表寸法 D の関係を示したものが図4である。この図に、上の観測値を代入すると、部材の代表寸法が、10~20 mmと推定された。これより、屋上工作物を再度点検すると、TVアンテナのアルミ製の素子($\phi=12.7$ mm)であると推定された(図1)。素子のうち最も長い部材の固有振動数が109 Hzと計算され、また、強風時にこの部材が激しく振動していることを目視で確認することができた。

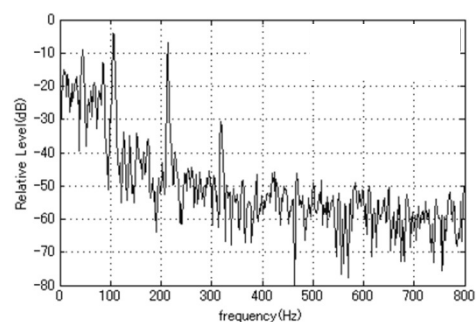


図2 不思議音の周波数スペクトル

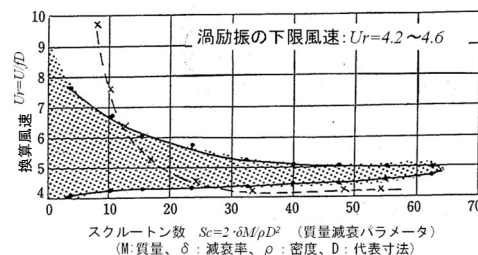


図3 空力的不安定領域判定図(円柱)

3. 対応例

TV アンテナ自体の構造変更も対策案として考えられたが、対策としては、強風とならない部位への移設を行ったところ、不思議音は低減し、ほとんど聴こえることがなくなった。

4. 留意事項

強風時の不思議音は、原因部材を特定することが意外と難しいものである。本稿のように音の周波数と、発生する最低風速を明らかにすると、原因部材の断面寸法が推定でき、原因解決につながる場合がある。

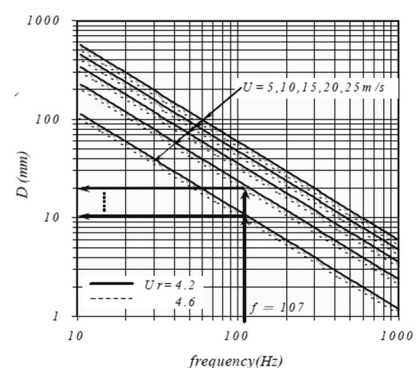


図4 渦励振下限風速 U 、周波数 f と部材寸法 D の関係

A028_0300	[設計][施工]	外装材の日射による熱変形に起因する	作成:2019.11.14
不思議音		不思議音の事例	改訂:

1. 現象

RC 造集合住宅の外壁に面する室において、気温変化の大きな日の夕方から夜にかけて、「トン」、「ドン」という音が頻繁に発生すると指摘があった。その後の調査で、同様事例が複数の外壁に面する部屋で発生していること、夜間以外にも日射のある日時には良く発生していることが分かった。

2. 原因部材の推定

当初、不思議音とされたこの衝撃音は、室内に置いた騒音計と ALC パネル外装材に取り付けた振動ピックアップの同時測定結果などから、ALC パネルが原因と判明したが、発生部位、

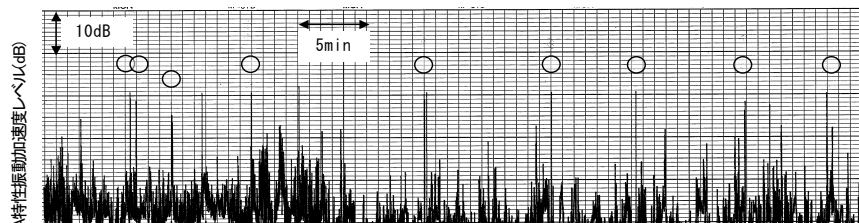


図1 衝撃音の発生間隔（パネル外壁振動、○が該当振動）

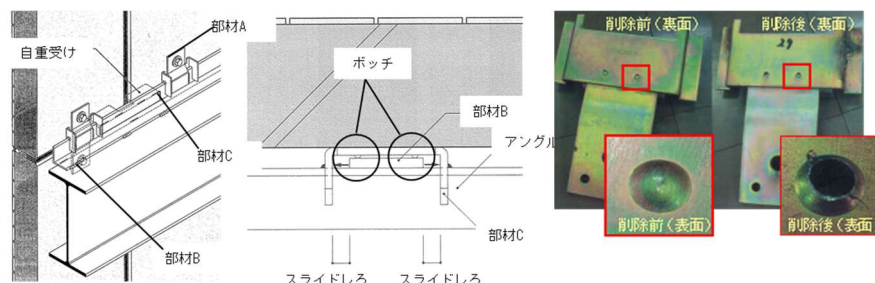


図2 ALC パネルファスナー部の詳細（左）とボッチ部削除前後の状況（右）

発生機構の解明には、詳細な調査を要した。それによると、衝撃音は、ALC パネルを固定している金属ファスナー部が、層間変位に対応できるように半固定のスライド機構をとっていたため、ALC パネルが日射などにより熱変形した時に、同部において「滑り～突っかかり」を際限なく繰り返す「スリップ・スティック機構」が原因と分かった。

3. 対応例

スライド機構を成立させている半固定の金属ボッチ部を、ドリルで外部から削除すると、発生音はなくなった。（なお、現在はこの部位の改良品が、生産、流通されている。）

4. 留意事項

日射などを原因とする外装材の熱変形によるスリップ・スティック機構を、現象から判別することは可能と考えられる。たとえば、①日射のある場所、時間に限定して発生する（日射のない日、気温変動の小さい日には発生しない）、②発生間隔が比較的等間隔である、③一度に複数回の音発生があることもある（2度打ち現象）、など。

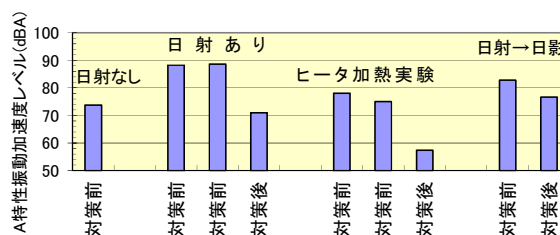


図3 ファスナー部改修前後のパネル振動（時間当たりエネルギー和）の比較

A028_0400	[設計][施工]	内装材の熱変形に基づく間欠的衝撃音	作成:2021.10.01
不思議音、バイメタル		(不思議音) の事例	改訂:

1. 概要

熱膨張率の異なる 2 種の金属を貼り合わせたバイメタルは、温度に応じて図 1 のような変形を生じることは広く知られている。建築内装材においても、熱膨張率の異なる 2 種の部材を接合する時に、ビス止めなどの半剛接合によると、この変形力が、スリップ・スティック現象（滑り・突っかかり現象）の原動力となり、間欠的衝撃音の発生につながる場合がある。その部位が不明であると、不思議音として指摘される。なお図 1 は、面外変形の例であるが、接合が不完全な 2 部材で間では面内で滑るような相対変形を生じる。

2. 解説

集合住宅の竣工後、住戸居室において、天井付近から間欠的にバシッ、バシッという音が発生すると指摘があり、調査を行った。発生音のスペクトルは、図 2 のように 2 グループに分かれること、発生回数が室温変化との関連があることが分かった。調査を続けるうちに、天井に敷設された樹脂製ライティングレール（天井せっこうボードとは熱膨張率が異なる）が疑われたが、他に多数の施工事例があるとのことで否定され調査の機会を逸していた。その後、複数住戸で同様事例があることが分かり、空室状態の室を利用し、天井の複数点で、衝撃音発生時の振動を測定したところ（図 3）、振動の発生タイミングにより、このライティングレールが原因と特定できた。他の住棟、住戸でも程度の差こそあれ、同様現象が生じていた可能性が高い。なお、発生音が 2 グループに分かれるのは温度上昇時と下降時に逆方向のスリップ・スティック現象となるためと推察される。

3. 対応例

まず、ライティングレールを撤去して、衝撃音の発生が無くなることを確認した。改善策として、メーカーの標準施工に基づきビス止めをしていた部分を、すべりワッシャの挟み込み、レールの穴径を大きくするなどの措置により、発生音が低減することを明らかにした。

4. 留意事項

発生部位が不明の不思議音などの原因特定には、音の到来方向を知る手法（複数のマイクを用いる）が有効とされている。本事例では、音の到来方向は一定せず、このような場合、振動測定により、発生部位を追い込んでいく手法が、地道だが確実な手法である。温度変化と関連して発生すること、「2 度打ち現象」※注）などの特徴がある場合は、熱変形が原因と推定でき、場所の特定を行っていくとよい。

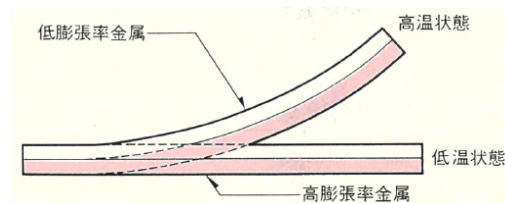


図 1 バイメタルによる変形の原理¹⁾

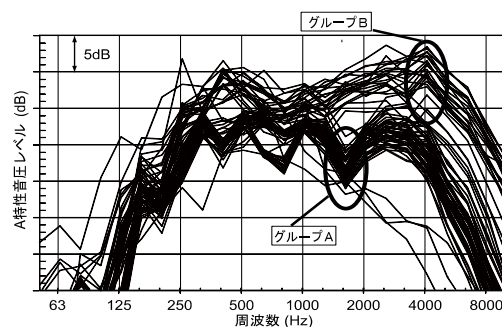


図 2 発生音の周波数特性

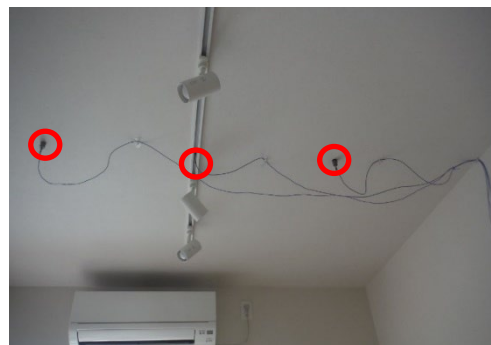


図 3 ライティングレールと振動測定点（○）

参考文献 1) Newton 別冊「センサのすべて」、教育社、1985

※注）熱変形に伴うストレスを一度のスリップ・スティック現象で解消しきれず、2 度以上繰り返す現象。プレート変形に基づく地震の本震の後に余震が続くのと同じ。

A028_0500	[設計][施工]	衛生設備配管の熱伸縮に伴う不思議音の事例	作成：2021.10.01
不思議音、固体伝搬音			改訂：

1. 概要

不思議音が観測される事例の中には、熱の授受や温度変化が関与しているものがある。建物内の給湯設備類から生じる不思議音はその一つであり、給湯あるいは給水時に配管が熱膨張や収縮を繰り返す過程で生じる振動がその発生原因と考えられている。こうした不思議音を抑制するには、配管支持部の拘束方法や構造躯体貫通部における防振処理などに留意する必要がある。

2. 解説

厨房等に高温水を供する給湯配管は、通湯時において、管の熱膨張によって固定支持部や分岐部に歪みが蓄積される場合がある。この歪みが解放されると、配管の固定部に滑りが生じ、その際に発生する擦れや衝撃が不思議音の原因になる。特に、耐熱性硬質ポリ塩化ビニル管（以下 HT 管）は、熱線膨張係数が金属管などよりも大きいいため、こうした現象が起こりやすい。

図 1 は HT 管（外径 $\Phi 32\text{mm}$ ）を使用した建物における不思議音の発生事例について、建物断面と敷設状況、および、HT 管と配管バンドとの接触部からの固体伝搬音の発生プロセスを示したものである。この事例では、建物 1 階の厨房で高温水を使用すると、上階居室において、250Hz 帯域を中心とする衝撃性の騒音が 2，3 秒間隔で繰り返し発生することが確認された。発生音の時間波形、周波数特性は、図 2、図 3 にそれぞれ示すとおりであった。

3. 対策事例

HT 管は図 1 右上部に示すように、バンドによって拘束支持されていたが、これをルーズ支持とする、あるいは、バンドと配管との接触部には弾性材を挿入するなどの対策を講じることにより、衝撃性の不思議音の発生は抑制されることが確認された。

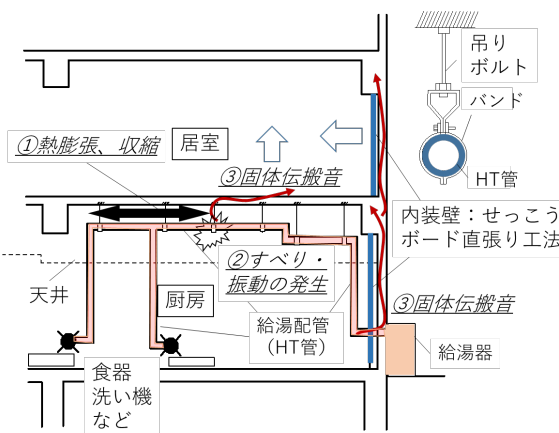


図 1 給湯配管より発生する不思議音（固体伝搬音）発生機構のイメージ

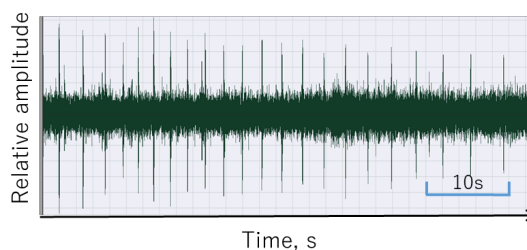


図 2 不思議音発生居室における 250Hz 帯域のオクターブ帯域音

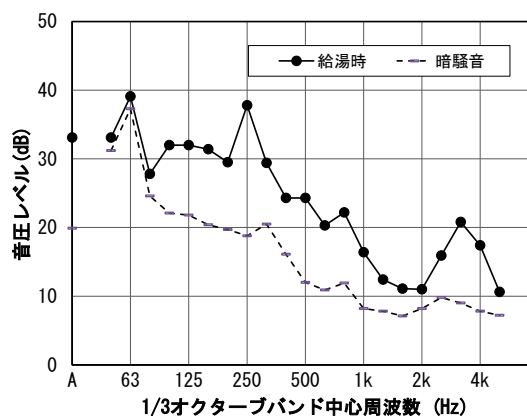


図 3 不思議音の音圧レベル周波数特性（動特性 Fast 最大値）

A028_0600	[設計][施工]	バルコニーの手すりにおける風鳴り音の事例	作成:2021.10.01
不思議音			改訂:

1. 概要

集合住宅のルーフバルコニーに、縦格子（手すり子）を有するアルミ製の手すりを採用したところ、風が強い日に「ブーン」という音が室内で聞こえる、と居住者からの指摘を受けた。



図1 カルマン渦の例¹⁾（参考文献に加筆）

2. 解説

風が手すりの縦格子を通り抜けるときに風下側に周期的な渦（カルマン渦：図1）が発生する。風向きや風速によってはこの渦の放出周波数と縦格子の固有振動数が一致し、縦格子が励振されて「ブーン」「ビー」といった音が発生する原因となる。

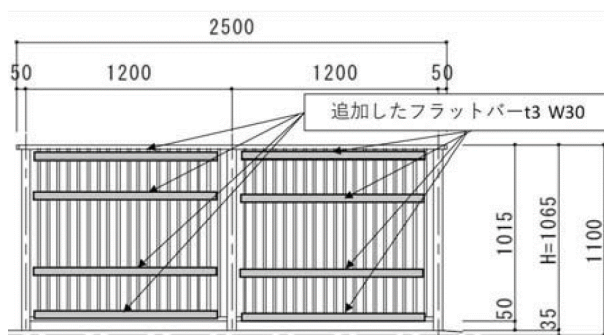


図2 防護柵の縦格子に対策した例²⁾

3. 対応例

風の強い日に音が発生することから、縦格子の固有振動数を調整するため図2に示すように横棧（フラットバー）を取り付けたところ、風鳴り音はほとんど発生しなくなった（この例では上下に4本の横棧を取り付けている）。

横棧をビスで固定しても、十分な効果が期待できない場合がある。そのようなときは耐候性の高い構造用両面テープを用いるなどの方法がある。ただし手すりの設置場所によっては、横棧の取り付け時に足掛かりを考慮する、落下防止策を講じるといった安全上の配慮や、構造用両面テープの耐久性に応じて定期的なメンテナンスが必要であることなどに注意が必要である。そのほかの事後対策として、風の流れを変えるために、縦格子にワイヤーをらせん状に巻き付ける、風の通過を阻止するために縦格子全体にポリカーボネート板などの裏板を取り付ける、などの方法が考えられる^{1) 3)}。

4. 留意事項

このような風鳴り音は、空気伝搬音だけでなく手すりの振動が建物の躯体に伝搬して、固体伝搬音として室内で聞こえるため、原因となっている場所の特定が容易でない場合も多い。やむを得ず建物の隅角部やルーフバルコニーなど風が通り抜けやすい箇所縦格子の手すりを用いる場合は、諸条件を勘案の上、必要に応じて風洞実験などを実施して縦格子の断面形状など風鳴り音の対策について検討を行うことが望ましい。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会編：構造物の耐風工学,東京電機大学出版局,1997.11
- 2) 羽染武則：建物内で発生する異音の事例と解決方法,日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集,pp.269-272,2019.10
- 3) 池上雅之：多列形状による風騒音の発生,音響技術 No.128,pp.25-29,2004.12

A028_1000	[施工]	不思議音の原因推定のための 調査に関する基本事項	作成:2025.04.15
熱伸縮音、振動、固体音			改訂：

1. 概要

不思議音は日照や風などの自然現象や建物付帯設備、人の行為などにより生じる。また、音の性状は、衝撃的であったり、或いは定常的であり、原因推定のための調査は、対象とする音がごく稀にしか発生しない場合などは音を捉えることさえ難しく、適切な計画の立案が重要となる。

2. 解説

不思議音の原因推定のための調査は、まず初めに発生状況や音の性状、特徴を申立人に問い合せ、実際にどのような音なのかを聞いて確かめてから計画を立案し、実施するようにしたい（図 1）。音の聴取は原因究明の基本であり、これにより周波数特性や時間パターン、発生状況や頻度などをある程度確認することができる。不思議音は、熱や風、設備が原因となって発生するものが9割方を占め、そのうち、ゴン、コン、トン、パキ、ピシなど物の衝突や打撃などをイメージ

する擬音語が説明に使われる不思議音は熱を、ゴー、ビュー、ピュー、ヒューなど風がイメージされる擬音語が使われる不思議音は風を原因とすることが多いと言われている¹⁾。図 2 は、日射によりサッシ枠が熱伸縮を起こし、衝撃性不思議音が発生した事例で、14 時台に発生回数が少ないのは日が陰ったためであり、深夜 2～3 時台の発生は、日中に暖められて伸びた部材が縮んで生じたものと推定される。この例のように、日射や通風が原因である場合は、これらの変化に合わせて不思議音の発生も変化することが多いため、まずは気象との関連に着目するとよい。

不思議音の原因推定のための調査では、音や振動、温度、変位（ひずみ）等が計測されることが多い。このうち、熱伸縮などに伴う衝撃性不思議音の原因推定では、複数点で振動を計測し、振動の到来時刻やその大きさを比較して、振動の発生部位を探索することがある。この方法は、測定点を徐々に狭めて測定を繰り返すことで、振動の発生部位をかなりの精度で絞り込み原因を推定できる場合がある。

3. 留意事項

上述した複数点の振動を計測する方法は、測定点を設ける際に梁や柱近傍に統一するなどの配慮が必要で、測定は建築音響の専門業者に任せたい。また音の到来方向と強さを画像上に落とし込む音源探索システムが開発されており、音源部位の絞り込みに役立つ場合があるが、これらの装置も対象とする不思議音が固体伝搬音の場合は、振動の発生部位が必ずしも音の到来方向と一致しないことがあるので注意を要する。また、調査は不思議音が発生する気象条件に近い機会に行うことで発現の確率が高くなるが、長期間を要したり、原因解明に至らない場合もあることを理解しておくといよい。

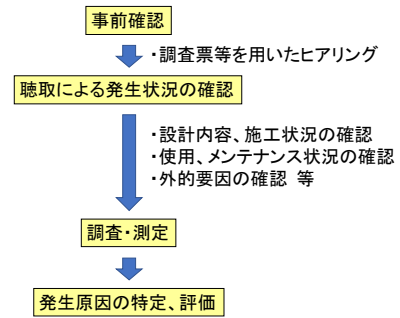


図 1 不思議音の発生原因調査フロー

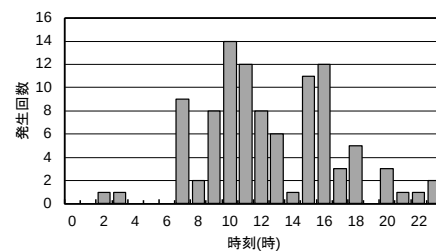


図 2 熱伸縮に伴う不思議音の時刻別発生回数の例¹⁾

参考文献 1) 不思議音－発生原因が解りにくい音－，日本騒音制御工学会，技術レポート第 25 号，pp.37～62，2001.6.

A040_0010	[設計][施工]	建設工事騒音対策の基本	作成:2024.04.01
発生源対策, 伝搬経路対策			改訂:

1. 概要

建設工事騒音は、敷地境界上の規制基準が適用されるため、現場敷地内での発生源対策や、伝搬経路対策が基本である（図 1）。それぞれ単独での対策、あるいは組み合わせによる対策を行う¹⁾。規制基準については A040-0100「建設工事騒音・振動に関する法規制（騒音編）」を参照されたい。

2. 解説

(1)発生源対策：音は広く拡散する性質があるため、まずは拡散する前に発生源で対策することが効率的である。対策にあたって重要なことは、騒音がどこで発生しているか、また発生の恐れがあるかをまず確認することである。対策方法は、発生騒音が小さい工法や低騒音型建設機械の選択を行うことになる。また、これらハード的対策だけでなく、ダンプ等の走行スピードの制限、空吹き禁止、丁寧な作業、作業時間帯の調整など、ソフト的対応も有効な対策といえる²⁾。発生源自体の対策が難しい場合には、発生源に近い位置での衝立による遮蔽や（図 2）、発生源を敷地境界から離し距離減衰効果を得る方法も有効である（図 3）。なお、図 3 の様に既に仮囲い等で対策効果を得ている場合、発生源を敷地境界から離すと、音の回折減衰効果が減少し、全体では効果が低下するケースがあるので注意が必要である。

(2)伝搬経路対策：発生源から音が伝搬してい

く途中で対策を行う方法である。敷地境界際の仮囲いを遮音塀とした方法で対策することが多い（図 3）。この方法では音が拡散した後の対策となるため広い範囲での設置が必要となる。一方、設置範囲が広いため現場内で生じる様々な発生音に対しても低減効果が期待できる。

3. 留意点

工事騒音対策は、まず発生源側の対策を行うことが重要であり、その方法としては、ハード的対応だけでなくソフト的対応も併用することが、現場運営においては有効になる。

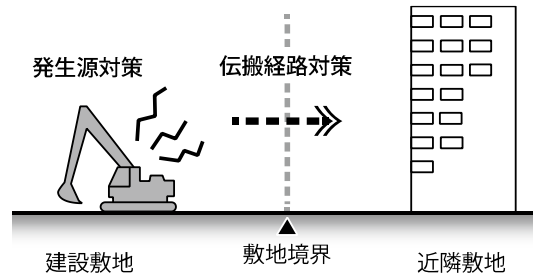


図 1 建設工事騒音対策の概要



図 2 発生源位置での対策の例

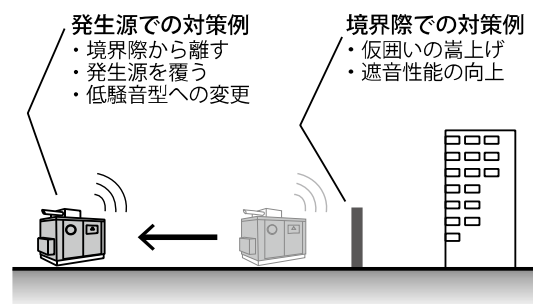


図 3 発生源および敷地境界際での対策例

参考文献 1) 日本騒音制御工学会編：地域の音環境計画，技報堂出版，1997.4，pp.101-126

2) 日本建設業連合会：公害(苦情)，建設副産物に関する現場調査及び点検結果のまとめ(公共建築工事)，2020.6

A040_0100	[施工]	建設工事騒音・振動に関する法規制（騒音編）	作成:2022.09.01
騒音規制法，環境基準			改訂：

1. 概要

建設工事騒音は、騒音規制法及び地方自治体の騒音関係の条例によって規制される。ここでは、法・条例の概要と適用上の留意点について述べる。

2. 解説

騒音・振動に対する法規制の体系を図1に示す。図2に、法規制と騒音発生源の関係を示す。図1に示す通り、環境基本法が上位に配置され、その基に騒音規制法が位置付けられる。また環境基本法に基づき騒音に関する環境基準が定められている。但し、環境基準は維持されることが望ましい基準として定められる行政上の政策目標であり、一般の事業者が直接的にこの基準によって規制されるわけではないことに注意が必要である。

騒音規制法では、建設工事騒音のうち図3に示す「特定建設作業」に伴って発生する騒音が個別に規制される。図4に規制概要を示す。規制値は敷地境界上で騒音レベル 85dB（デシベル）であり、工場騒音等の規制値と比較して大きい値となっている。これは特定建設作業が一時的で、場所の代替性がないことなどによるとされる。その一方で作業時間や曜日には制限がかけられている。

地方自治体によっては、建設工事騒音に対する規制を定めた条例が制定されている。条例による規制は原則として関連法令の範囲で定められるが、環境関連法令である騒音規制法に対しては「上乘せ」或いは「横出し」条例として、法より厳しい規制となっている場合がある。東京都条例の場合、対象となる建設作業は「指定建設作業」として定められ、騒音規制法の「特定建設作業」より広い範囲（「横出し」）で規制される。また、規制値は5dB「上乘せ」され 80dB となっている¹⁾。

3. 留意事項

建設工事騒音は、騒音規制法及び地方自治体の条例により排出規制として敷地境界上で規制される。環境基準による評価や、受音位置（例えば近隣住宅位置）での評価は誤りであるので注意する必要がある。

環境基本法(1993,改2021)
— 騒音に係る環境基準(1971,改2012)
— 航空機騒音に係る環境基準(1973,改2007)
— 新幹線鉄道騒音に係る環境基準(1975,改2000)
— 騒音規制法(1968,改2014)
— 振動規制法(1976,改2014)
— 環境影響評価法(1997,改2021)
— 小規模飛行場環境保全暫定指針について(1990,改2005)
— 在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策指針について(1995)
— 風力発電施設から発生する騒音に関する指針(2017)

図1 騒音・振動の規制に関する法体系

法令	騒音発生源					
	特定建設作業	特定施設	一般環境	航空機	新幹線	道路交通
環境基準			○	○	○	○
騒音規制法	○	○				○
条例 ^{※)}	○	○				

※一部の条例で、「全ての発生源」に対する規定あり

図2 法規制が対象とする騒音発生源

1. 杭打機、杭拔機、杭打杭抜き機を使用する作業
2. びょう打機を使用する作業
3. さく岩機を使用する作業
4. 空気圧縮機を使用する作業
5. コンクリートプラント又はアスファルトプラントを設けて行う作業
6. バックホウを使用する作業
7. トラクターショベルを使用する作業
8. ブルドーザーを使用する作業

※それぞれ、原動機の定格出力や容量などの範囲が指定されている

図3 騒音規制法「特定建設作業」(概要)

規制／区域	第1号区域	第2号区域
騒音レベル規制値	敷地境界で85デシベルを超えないこと	
作業時間帯	午後7時～午前7時	午後10時～午前6時 に行われないこと
作業時間・連続稼働日	10時間以内／日	14時間以内／日
作業日	連続6日以内	
	作業日 日曜日、その他の休日でないこと	

※災害や緊急事態への緊急対応に対する適用除外規定あり
・第1号区域：良好な住居の環境を保全するため、特に静穏の保持を必要とする区域、他
・第2号区域：指定地域のうちの第1号区域以外

図4 騒音規制法の規制基準（概要）

参考文献 1)東京都環境局 https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/noise/noise_vibration/rules/cw_standard.html

A040_0200	[施工]	建設工事騒音・振動に関する法規制（振動編）	作成:2022.09.01
振動規制法, 条例			改訂:

1. 概要

建設工事振動は、振動規制法及び地方自治体の振動関係の条例によって規制される。ここでは、法・条例の概要と適用上の留意点について述べる。

2. 解説

騒音・振動に対する法規制の体系を図1に示す。また、図2に法規制と振動発生源の関係を示す。図1に示す通り、環境基本法が上位に配置され、その基に振動規制法が位置付けられる。なお、振動に対して環境基準は定められていない。

振動規制法では、建設工事振動のうち図3に示す「特定建設作業」に伴って発生する振動が個別に規制される。図4に規制概要を示す。規制値は敷地境界上で振動レベル 75dB（デシベル）であり、工場振動等の規制値と比較して大きい値となっている。これは特定建設作業が一時的で、場所の代替性がないことなどによるとされる。その一方で作業時間や曜日には制限がかけられている。

地方自治体によっては、建設工事振動に対する規制を定めた条例が制定されている。条例による規制は原則として関連法令の範囲で定められるが、環境関連法令である振動規制法に対しては「上乗せ」或いは「横出し」条例として、法より厳しい規制となっている場合がある。例えば東京都の場合、対象となる建設作業は「指定建設作業」として定められ、振動規制法の「特定建設作業」より広い範囲（「横出し」）で規制される。また規制値は最大 10dB「上乗せ」され、作業内容ごとに振動レベル 65～75dB と定められている¹⁾。

3. 留意事項

建設工事振動は、振動規制法及び地方自治体の条例により排出規制として敷地境界上で規制される。受音位置（例えば近隣住宅位置）での評価は誤りであるので注意する。

環境基本法(1993,改2021)
— 騒音に係る環境基準(1971,改2012)
— 航空機騒音に係る環境基準(1973,改2007)
— 新幹線鉄道騒音に係る環境基準(1975,改2000)
— 騒音規制法(1968,改2014)
— 振動規制法(1976,改2014)
— 環境影響評価法(1997,改2021)
— 小規模飛行場環境保全暫定指針について(1990,改2005)
— 在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策指針について(1995)
— 風力発電施設から発生する騒音に関する指針(2017)

図1 騒音・振動の規制に関する法体系

法令	振動発生源					
	特定建設作業	特定施設	一般環境	航空機	新幹線	道路交通
環境基準						
振動規制法	○	○				○
条例 ^{※1)}	○	○				

※一部の条例で、「全ての発生振動」に対する規定あり

図2 法規制が対象とする振動発生源

1. 杭打機、杭拔機、杭打杭抜き機を使用する作業
2. 鋼球を使用して建築物その他の工作物を破壊する作業
3. 舗装版破砕機を使用する作業
4. プレーカーを使用する作業

※3,4は移動作業の場合の最大距離限界規定あり

図3 振動規制法「特定建設作業」(概要)

規制／区域	第1号区域	第2号区域
振動レベル規制値	敷地境界で75デシベルを超えないこと	
作業時間帯	午後7時～午前7時 に行われないこと	午後10時～午前6時 に行われないこと
作業時間・連続稼働日	10時間以内／日	14時間以内／日
作業日	連続6日以内	
	日曜日、その他の休日でないこと	

※災害や緊急事態への緊急対応に対する適用除外規定あり
・第1号区域：良好な住居の環境を保全するため、特に静穏の保持を必要とする区域他
・第2号区域：指定地域の中の第1号区域以外

図4 振動規制法の規制基準（概要）

参考文献 1)東京都環境局 https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/noise/noise_vibration/rules/cw_standard.html

A040_0300	[施工]	建設機械の騒音データの見方	作成：2022.09.01
低騒音型、距離減衰		～騒音レベルと音響パワーレベルの違い～	改訂：2024.02.15

1. 概要

低騒音型建設機械は国土交通省直轄工事において使用が原則化されている。その低騒音型建設機械の指定の規程が平成 9 年の改定により、騒音レベルによる評価から A 特性 音響パワーレベルによる評価へと変更された。

このように、建設機械から発生する騒音の大きさを表す値には、A 特性音響パワーレベル L_{WA} と、基準距離 r_0 での騒音レベル (A 特性音圧レベル) L_{A,r_0} があり、この 2 つの評価方法が混在している。建設現場での騒音分布などを計算する場合には、これらの値を用いて算定することになるが、どちらを用いるかで算定式が異なってくるので注意が必要である。

2. 解説

A 特性音響パワーレベルは機械から発生する単位時間当たりの音響エネルギーであり、騒音レベルは機械から一定距離を離れた点での騒音の大きさである。双方とも基準値との比の対数を取るため単位は同じ dB (デシベル) であるが、元の物理量は W (ワット) と Pa (パスカル) と全く異なるものである。例えるならば、暖房器具のワット数と室温くらい異なる。そのため、もし取り違えて計算に使用すると、全く意味のない数値になってしまう。

地上面に設置された建設機械を点音源とみなした場合、音源から距離 r [m] 離れた地点の騒音レベル L_A は、次の 2 つの場合で異なる算定式を用いる。

騒音源の A 特性音響パワーレベル L_{WA} 用いた場合

$$L_A = L_{WA} - 20 \log_{10} r - 8 \quad \dots(1)$$

騒音源から基準距離 r_0 [m] の騒音レベル L_{A,r_0} を用いた場合、

$$L_A = L_{A,r_0} - 20 \log_{10} r/r_0 \quad \dots(2)$$

なお、この計算では L_{WA} 、 L_{A,r_0} に入力する値が A 特性補正された数値であることを確認することが重要である。騒音規制法で用いられる騒音の大きさには A 特性補正という聴感補正がなされており、建設機械の低騒音型建設機械の指定規定¹⁾や、日本音響学会の建設工事騒音の予測モデル ASJ CN-Model2007²⁾においても A 特性補正值が用いられている。

3. 事例、対応例

もし、A 特性音響パワーレベル L_{WA} と、基準距離 r_0 とでの騒音レベル L_{A,r_0} を、単純に取り違えて上記の式を間違えて適用すると、例えば、基準距離 r_0 が 7m の場合では 25dB と大きな違いになってしまう。

1)国土交通省,建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法,

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_fr_000008.html

2)日本音響学会建設工事騒音予測調査研究委員会,建設工事騒音の予測モデル“ASJ CN-Model 2007”,

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jasj/64/4/64_KJ00004906671/_pdf

A040_0400	[施工]	工事用防音シートの遮音性能	作成:2022.09.01
仮設、隙間処理			改訂:2024.02.15

1. 概要

近隣への工事騒音の低減策として工事用防音シートを採用する建設現場は多い。防音シートは、一般社団法人仮設工業会が認定基準¹⁾を設けており、認定品は一定水準以上の遮音性能が確保されている。認定品でない製品の採用はカタログ等で事前に遮音性能を調べておくことが望ましい。また、防音シートは端部の隙間処理の具合で遮音性能が低下するため、認定品は端部に幅 10cm 以上のフラップ（重ね代）等を設けることが認定基準で義務付けられているが、認定品でない製品はそのような工夫がないものもあるので注意したい。

2. 解説

仮設工業会は、2017 年 10 月に防音シートの認定基準を定め運用を開始している¹⁾。認定基準では、JIS A 1416 または JIS A 1441-1 で規定された実験室における測定方法に準じて求めた音響透過損失が、表 1 で示す通り 500Hz で 8.0dB 以上、1000Hz で 11.0dB 以上となるよう定めている。

図 1 は製造元のカタログ等に記載された認定品の音響透過損失の例である。各社の値は当然に表 1 を満足しており、A 社は事例として軽量・標準の双方を示しているが、質量の重い方が音響透過損失は高い。図 2 は野外で枠組み足場（7.3m×6.8m）に防音シート（認定品）を取り付け、防音シートの内外 1m 点で測定された特定場所間音圧レベル差の結果である。フラップによる重ね継ぎの目地部分の裏面に養生用の粘着テープを貼り付けた“隙間処理あり”の方が、“隙間処理なし”よりも遮音性能が高くなることを示している²⁾。フラップ付きの認定品であっても継ぎ目処理の有り無しで遮音性能に影響を及ぼす可能性があるがあるので注意したい。

表 1 仮設工業会の認定基準(防音シート)

項目	周波数(Hz)	音響透過損失(dB)
数値	500	8.0以上
	1000	11.0以上

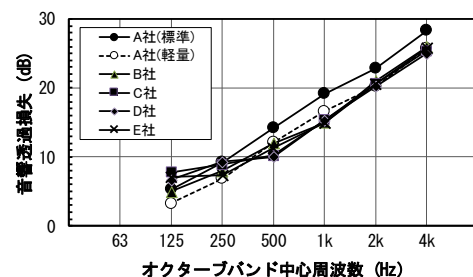


図 1 仮設工業会認定防音シートの音響透過損失の例

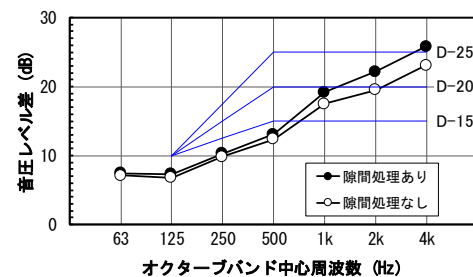


図 2 防音シートの隙間処理の有無による特定場所間音圧レベル差測定結果

3. 対応および留意事項

防音シートには隙間が生じないようにフラップ等を設けた製品も多くあり、材料は質量³⁾に依り、遮音性能も質量に比例して一般的に向上する傾向にある。しかし、材料自体に遮音性能が期待できる製品であっても、設置方法が粗雑である場合は隙間等の影響によって、期待通りの遮音性能の効果が得られない可能性もあるので注意が必要である。

参考文献 1)一般社団法人仮設工業会, 防音シートの認定基準, 2017.10

<http://www.kasetu.or.jp/news/2017/1023-2729.html> (2022.8.1 現在)

2)富澤秀夫他, 防音シート・防音パネルの遮音性能現場測定事例, 建築学会学術講演梗概集 40121, 2019.9

A040_0500	[施工]	建設工事騒音の大きさの決定方法	作成：2023.01.01
時間率騒音レベル			改訂：2024.02.15

1. 概要

騒音規制法では、特定建設作業の騒音は敷地境界線で騒音レベルが85dBを超える大きさでないよう定められており、同法に基づく騒音の大きさの決定方法を理解する必要がある。

2. 解説

騒音規制法では、騒音の大きさの決定方法は次のとおりとしている。

- (一) 騒音計の指示値が変動せず、又は変動が少ない場合は、その指示値とする。
- (二) 騒音計の指示値が周期的又は間欠的に変動し、その指示値の最大値がおおむね一定の場合は、その変動ごとの指示値の最大値の平均値とする。
- (三) 騒音計の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、測定値の九十パーセントレンジの上端の数値とする。
- (四) 騒音計の指示値が周期的又は間欠的に変動し、その指示値の最大値が一定でない場合は、その変動ごとの指示値の最大値の九十パーセントレンジの上端の数値とする。

騒音計の指示値が上記の(一)(二)(三)(四)のように時間変動する例を図1に示す。

(一)は定常騒音と呼ばれ、指示値がほぼ一定とみなせるため70dBとなる。(二)は○で示した変動ごとの最大値がほぼ一定とみなせるため80dBとなる。(三)は変動騒音と呼ばれ、目視を想定して指示値を5秒ごとに10分間読み取り図2左の累積度数曲線を作成し、九十パーセントレンジの上端の数値(時間率騒音レベル L_{A5})を76dBとする。(四)は○で示した変動ごとの最大値を20個読み取り、図2右の累積度数曲線を作成し、 L_{A5} を82dBとする。

3. 留意事項

最近では、設定した測定時間ごとに変動騒音の L_{A5} を自動的に算出する騒音計もある¹⁾が、測定時間内に騒音が大きい範囲が含まれていないと騒音の大きさを過小評価する可能性がある。

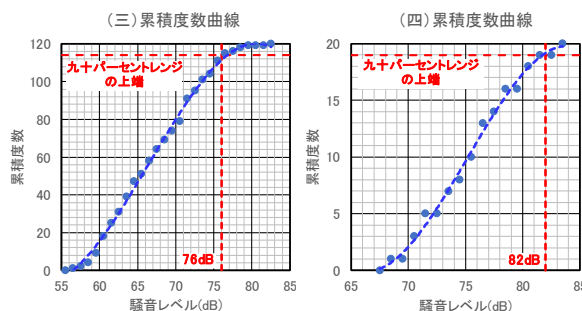


図2 累積度数曲線の例 (L_{A5})

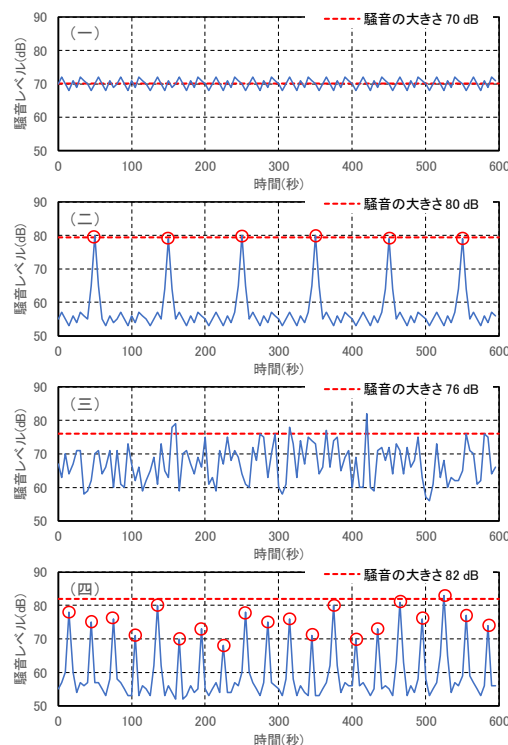


図1 騒音の時間変動の例
(○: 変動ごとの最大値)

参考文献 1) 日本騒音制御工学会編：騒音規制の手引き[第3版]、技報堂出版、2019.5

A040_0600	[施工]	仮囲いの防音壁としての効果	作成：2023. 02.15
透過音、先端改良型			改訂：2024.02.15

1. 概要

防音壁は、遮音壁、防音塀、遮音塀ともいわれ、騒音低減に有効な手段であるが、ここでは建設現場における仮囲いに防音壁としての効果を期待する場合の考え方と留意点を解説する。

2. 騒音低減を目的とした仮囲いの注意点

(1) 音源が受信点から直接見えないこと

仮囲いが防音壁としての効果を発揮するためには、音源を仮囲いにより住宅などの受信対象位置から見えなくすることが必要である。これは、受信点が音源を直接見ることができると、直接音が到来するためである。

(2) 回折音と透過音の関係 音が直接伝搬

する経路に防音壁を設置した場合、音は回折減衰（音の回り込み）と音響透過損失により減衰する。回折音と透過音の関係をケーススタディで図 1 に示す。仮囲いの遮音性能が十分である場合、音の伝搬はほぼ回折音で決定する（仮囲い②）。仮囲いを高くすることにより回折音を小さくしても、仮囲いの遮音性能が弱いと透過音の影響が大きくなる（仮囲い①）。

(3) 隙間の影響 防音タイプの仮囲いは、その継ぎ目に隙間を小さくする機構を備えている。しかし、繰り返しの取り外しを想定しているため、完全に塞ぐことができず、カタログに示される通りの遮音性能にならないことが多い。また、仮囲いに通気口を設ける場合、音はそこから透過するため遮音性能は大きく減少する（図 1 仮囲い③）。

(4) 反射の影響 仮囲いが音を反射して、外部に対する音の伝搬を増加させる可能性がある。反射音を抑制するために、現場敷地側（音源側）が吸音性の仮囲いが提供されている。

(5) 特殊な仮囲い 上部に先端改良の減音措置を取り付けた仮囲い³⁾、空気膨張式の仮囲いが提供されている。先端改良の減音装置を取り付けた仮囲いは、それがない仮囲いと比べて回折音の減衰が大きくなるが、下部仮囲いの遮音性能にも留意する。空気膨張式は、カタログに音響透過損失の値があるものもあるが、隙間による遮音低下に注意されたい。

3. 参考

防音壁としての効果については、音響技術資料「[A025_0600 遮音塀の考え方](#)」、「[A021_1800（直接音）](#)」「[A021_1500（隙間）](#)」「[A025_0200（反射）](#)」も参照されたい。

参考文献 1) 日本音響学会：建設工事騒音の予測モデル” ASJ CN-Model 2007”

2) 仮設工業会：防音シートの認定基準, 2017.10, <http://www.kasetsu.or.jp/news/2017/1023-2729.html>

3) 宮島：遮音塀による騒音低減技術, 音響技術 No.200(Vol.51 no.4), pp.151-156, 2022.12

音源のA特性パワーレベル(dB)	中心周波数(Hz)							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	
発動発電機相当(高さ1.3 m) ※ 1)より算定	79	88	94	97	98	96	92	

仮囲いの音響透過損失(dB)								
① 防音シート相当 ※ 想定, 500,1 kHzは2)参照	2	4	6	8	11	11	11	
② 鉄板t0.8質量則(一般仮囲い相当)	9	15	21	27	33	39	45	
③ ②に隙間 全面積の1%	9	14	18	19	20	20	20	

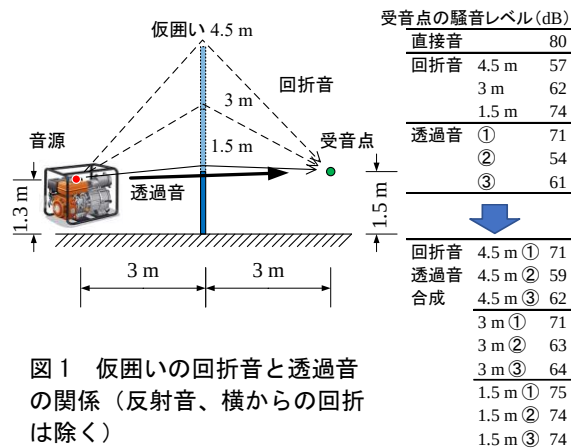


図 1 仮囲いの回折音と透過音の関係（反射音、横からの回折は除く）

A040_0700	[施工]	建設工事騒音測定における	作成：2023.05.01
敷地境界，特定建設作業		騒音規制法上の留意点	改訂：2024.02.15

1. 概要

建設工事では、騒音規制法及び地方自治体の条例に指定された特定建設作業等を対象に、騒音の規制基準を達成する必要がある。達成確認の騒音測定の留意点について述べる。

2. 解説

(1)測定点の平面的な位置：規制基準は計画地の敷地境界線上に適用されるため、近隣建物の庭先等の測定点で測定した値に規制基準は適用できない。また特定建設作業等の影響を適切に評価できる測定点の設定が望ましいため、作業箇所から故意に離れた測定点の設定も騒音規制法等の目的（生活環境を保全し国民の健康の保護に資すること）から適当ではない（図1参照）。

(2)測定点の高さ：多くの地方自治体の条例では高さの記述がなく基本的に全ての高さに規制基準が適用されるため、仮囲いの影のみで測定するのは適当ではない（図2上段参照）。特に周辺に高層建物があった場合は、工事現場を見下ろす位置関係になるので、高さ方向の規制基準の満足の確認も望ましい（図2上段参照）。また周囲の建物に反射して仮囲い等の低減効果が損なわれる場合があるので、留意が必要である（図2下段参照）。

(3)特定建設作業の作業箇所が複数ある場合：例えばバックホウ作業で個々の作業箇所の騒音は規制基準を満たしても、タイミング次第で超過する可能性があるため、適切な測定が望ましい（図3参照）。削岩機を使用する等異なる特定建設作業の場合は、作業毎に規制基準が適用される（この点は特定事業所等の規制基準の適用方法と異なる）。

(4)敷地内の騒音の影響の把握：敷地外にも騒音がある場合は、敷地内で発生する騒音をON/OFFする等して、差分から敷地内の騒音の影響を把握する等の工夫が望ましい。

(5)気象などの影響：強風時は騒音計のマイクの風切り音が大きくなる。また降雨の影響も受ける。よって荒天時を避けて測定することが望ましい。

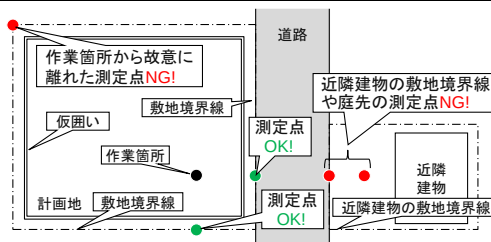


図1 測定点の平面的な位置の留意点

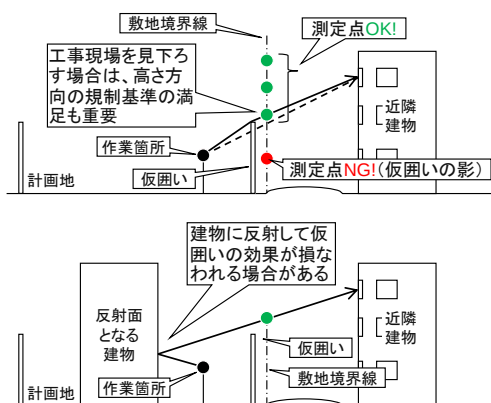


図2 測定点の高さの留意点

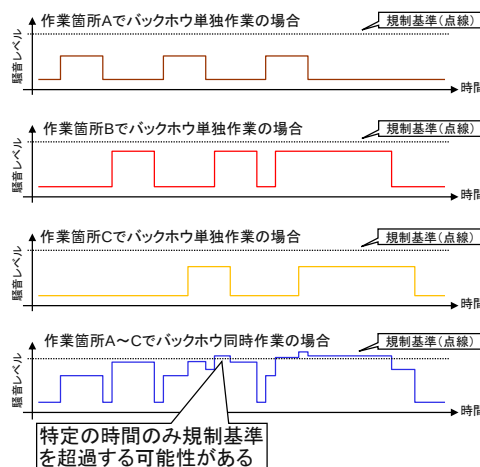
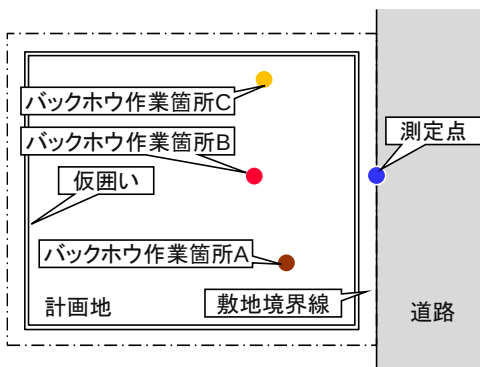


図3 ある特定建設作業の作業箇所が複数ある場合の留意点
(例えばバックホウ作業をA～Cで行う)

A040_0800	[設計][施工]	トンネル発破音対策の基本	作成:2024.04.01
防音扉			改訂:

1. 概要

トンネル発破音を低減する方法は、大別すると発生源対策と伝搬経路での対策がある。ここではトンネル発破音を対象とした騒音（可聴領域）対策の概要と事例を示す。

2. 解説

(1) 発生源対策例

トンネル発破の起爆方法として、段発発破（図1参照）が発破効果や騒音・振動対策上有利とされている。また発破音は爆発する爆薬量が多いほど大きくなるため²⁾、1回に爆発させる総薬量を少なくすることは発破音の低減に効果的である。

(2) 伝搬経路での対策例

トンネル発破音の一般的な伝搬経路での対策法として坑口への防音扉の設置が行われる。防音扉はその面密度が大きいほど、また一重扉より二重扉とするほうが騒音低減効果を得られる。計画段階でこのような対策工による効果を見込む場合、その騒音低減量は類似箇所における実測値あるいは既存文献で提案されている値が一般的に用いられている。図3に模擬音源³⁾を用いて測定された防音扉の騒音低減効果（挿入損失）の実測例⁴⁾を示す。騒音低減効果は概ね周波数が高くなると大きくなる傾向がみられる。防音扉による騒音レベル（A特性）低減効果は切羽側と坑口側それぞれ一重扉単独の場合で20dB程度となっている。二重扉の場合では一重扉単独の場合より低減効果が大きくなるが、一重扉2か所の低減効果の和までは増加していない。

3. 留意事項

発破音対策は、ここで示したハード的対応だけでなく、発破の時間帯の制限などのソフト的対策も有効となる。

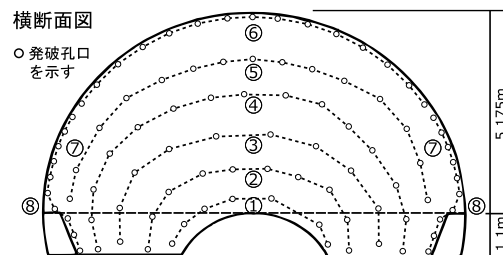


図1 トンネル発破の例¹⁾
①～⑧：発破孔のグループ（段差）

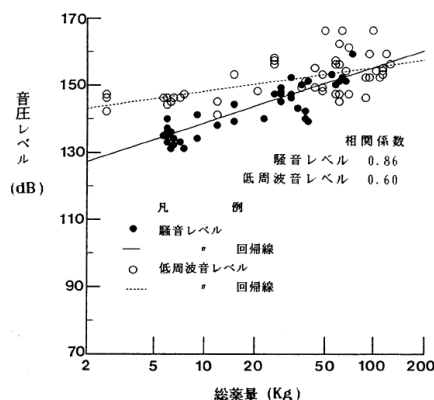


図2 総薬量と騒音レベルの関係²⁾

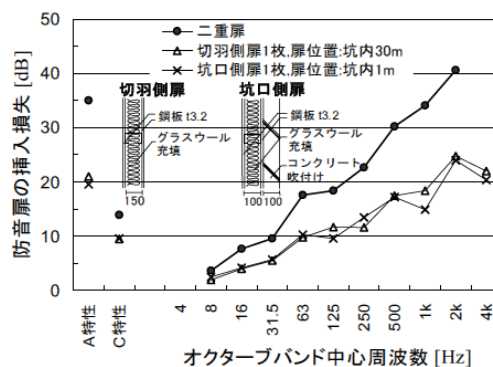


図3 防音扉の挿入損失の実測例⁴⁾
（模擬音源³⁾による測定）

- 参考文献 1) 日本騒音制御工学会技術部会低周波音分科会編：発破による音と振動、山海堂、1996.1
2) 船津弘一郎他、トンネル発破工事における振動、騒音、低周波音の予測方法、トンネル工学研究発表会 論文・報告集、1992.10, pp.215-220
3) 横田考俊他、”広帯域衝撃性音源を用いたトンネル発破音の音響エネルギーレベル推定”、日本音響学会講演論文集、2008.3, pp.1443-1444
4) 日本音響学会建設工事騒音予測調査研究員会、建設工事騒音の予測モデル”ASJ CN-Model 2007”、日本音響学会誌、2008, pp.253

A040_0900	[施工]	供用中の建物内での解体・改修工事の注意点	作成:2024.04.01
改修工事、固体伝搬音			改訂：

1. 概要

供用中の建物内で解体・改修等の工事を行う、いわゆる「いながら施工」時には、工事作業によっては工事作業音や重機稼働音が建物内の広範囲に伝搬し支障となる場合がある。特に、建物躯体を直接加振する作業は、作業内容や建物側の条件等により固体伝搬音が3フロア以上離れたところでも聞こえる場合があり、採り得る対策も限られるなど、注意が必要である。

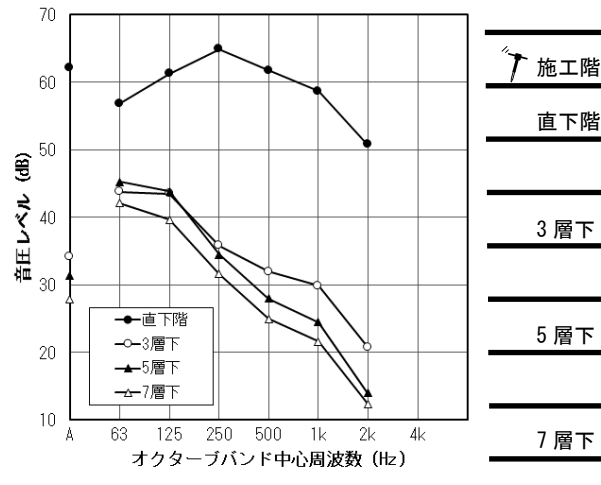


図1 床ドリル削孔による固体伝搬音の例
(減衰の程度は内装等建物条件により異なる)

2. 解説

建物躯体を大型重機で直接解体・破砕する場合だけでなく、天井アンカーボルト削孔やLGS 間仕切りランナー鉋打ちなど手持ち工具による作業でも、周囲への伝搬音が問題となる場合がある。図1はオフィスビルにおける床ドリル削孔作業音の伝搬音実測例であるが、固体伝搬音は3～7層下でも検知されていた。(各階の暗騒音レベルは26～28dBであった。)減衰の程度は必ずしも伝搬距離によらず、遠方でも内装等による増幅がみられるケースもある。

3. 対応例、留意事項

高速カッターによる軽量鉄骨切断などは、建物躯体への振動伝搬が小さく、その作業音は空気伝搬音が主体なので、音源周囲を衝立で囲う等の対処で一定の効果が得られる。一方でスラブ研りなどの作業は、建物躯体への振動伝搬が大きく、空気伝搬音だけでなく固体伝搬音の影響が大きい。音源周囲を衝立で囲っても周辺居室に伝わる固体伝搬音には効果がない。低騒音型工具の採用により空気伝搬音については一定の減音効果が期待できるが¹⁾、固体伝搬音には減音効果が低い場合もある。また低騒音型工具の中には作業効率が劣るものもあり、作業時間すなわち騒音発生期間が長引く場合もある。

固体伝搬音は対策困難でソフト的な対応を要する場合が多く、関係者への説明や作業時間帯の変更など、事前の配慮や調整を十分に行う。本施工前に試験施工を行い、騒音影響を確認することも有効である。鉄筋や骨材等の作業箇所の部材状況により伝搬音の音量や音質は変化することも考慮して、影響範囲は広めに見積もることが望ましい。

参考文献

1) 峯村敦雄他，リニューアル工事における騒音・振動測定例，日本音響学会騒音振動研究会資料，N2001-30 など

A050_0100	[施工]	工場・事業場から発生する騒音に対する法規制	作成:2023.05.01
騒音規制法, 環境基準			改訂:2024.02.15

1. 概要

工場・事業場から発生する騒音は騒音規制法¹⁾及び地方自治体の騒音関係の条例によって規制される。ここでは、関連する法令等の概要と適用上の留意点について述べる。

2. 解説

騒音・振動に対する法規制の体系を図1に示す。図2に、法規制と騒音発生源の関係を示す。図1に示す通り、環境基本法が上位に配置され、その下に騒音規制法が位置付けられる。また環境基本法に基づき騒音に係る環境基準が定められている。但し、環境基準は維持されることが望ましい行政上の政策目標であり、一般の事業者が直接的にこの環境基準によって規制されるわけではないことに注意が必要である。

騒音規制法²⁾では、図3に示した「特定施設」が設置されている工場・事業場が規制される。但し全てが規制されるわけではなく、都道府県知事（市、特別区ではその首長）が指定する地域内に立地する工場・事業場が対象となる。図4に規制基準の概要を示す。規制基準は、ここに示された数値の範囲で地域指定と同様に首長が指定する。

地方自治体によっては、工場・事業場からの騒音に対する規制を定めた条例が制定されている。条例による規制は原則として関連法令の範囲で定められるが、環境関連法令である騒音規制法に対しては規制値を厳しくする「上乘せ」或いは規制対象や対象地域を拡大する「横出し」条例として、法より厳しい規制となっている場合がある。各自治体条例による規制は個別の確認を要する。

3. 留意事項

工場・事業場に特定施設が設置されて規制対象となる場合には、その特定施設以外から発生する音も含めて規制される。例えば、特定施設が設置されている集客のための事業場（アリーナ、ホール等）では、人の歓声やイベント音を含めて、全ての発生音が規制される運用となっている。工事騒音規制のように個別の作業毎規制とは全く異なるので、注意が必要である。

環境基本法(1993,改2021)
— 騒音に係る環境基準(1971,改2012)
— 航空機騒音に係る環境基準(1973,改2007)
— 新幹線鉄道騒音に係る環境基準(1975,改2000)
— 騒音規制法(1968,改2014)
— 振動規制法(1976,改2014)
— 環境影響評価法(1997,改2021)
— 小規模飛行場環境保全暫定指針について(1990,改2005)
— 在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策指針について(1995)
— 風力発電施設から発生する騒音に関する指針(2017)

図1 騒音・振動規制に関する法令等の体系

法令等	騒音発生源					
	特定建設作業	特定施設	一般環境	航空機	新幹線	道路交通
環境基準			○	○	○	○
騒音規制法	○	○				○
条例 ^{※)}	○	○				

※一部の条例で、「全ての発生音」に対する規定あり

図2 法令等が対象とする騒音発生源

1. 金属加工機械（圧延機械、製管機械等）
2. 空気圧縮機及び送風機
3. 土石用、鉱物用の破砕機、摩砕機、ふるい、分級機
4. 織機（原動機を用いるもの）
5. 建設用資材製造機械（コンクリート・アスファルトプラント）
6. 穀物用製粉機（ロール式）
7. 木材加工機械（ドラムバーカー、チップパー等）
8. 抄紙機
9. 印刷機械（原動機を用いるもの）
10. 合成樹脂用射出成形機
11. 鋳造型機（ジョルト式のもの）

※2,3,6は原動機の定格出力が7.5KW以上のもの

図3 騒音規制法「特定施設」（概要）

区域／時間	昼間	朝・夕	夜間
第1種区域	45～50	40～45	40～45
第2種区域	50～60	45～50	40～50
第3種区域	60～65	55～65	50～55
第4種区域	65～70	60～70	55～65

・第1種区域（住環境確保のために特に静穏の保持が必要）から第4種区域（主に工業用の区域）まで4段階に分けて規制値が定められている。

図4 騒音規制法の規制基準（概要）

参考文献 1)環境省、騒音規制法の概要、 <https://www.env.go.jp/air/noise/low-gaiyo.html> (2023.05.01)