

健やか住まい方検定テキスト

“サウンドシンドローム”



NPO 法人 日本健康住宅協会

はじめに

NPO 法人 日本健康住宅協会では“人、住まい、地球の健康を創る”をテーマに環境への対応と健康への配慮に関する多種多様な情報を発信しております。その活動の一環として高気密・高断熱を主軸とした現代住宅にお住まいの皆様が健やかな住まい方のスキルを知って頂ける為、この『健やか住まい方検定』を設けました。この検定では結露被害、シックハウス、カビ・ダニアレルゲン、シロアリ害虫被害、サーマルショック、睡眠リズム障がい、サウンドシンドロームなどの種々多様の現代病に対し、その健康阻害要因や対応策を住まい手が容易に学べ、正しく理解出来ているかを確認出来る仕組みとしました。これらを住まい方の知恵として活用して頂ければ幸甚です。

NPO 法人 日本健康住宅協会

Q1：サウンドシンドロームとは何ですか？

住宅内での音や振動が人に対しての心地良い領域を超えて苦痛に感じたり、心身に悪い影響を与え兼ねない状況をサウンドシンドロームと呼んでいます。

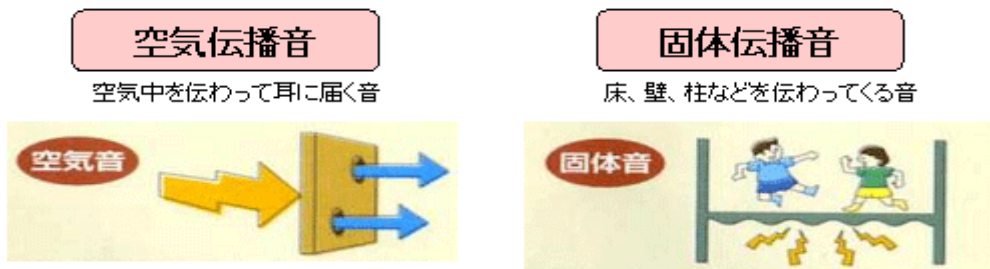
人体の不思議展に学ぶ音や振動の伝わり方

私達は少なからず音や振動を感じながら生活をしている事を忘れてはいけません。玄関のチャイム音や炊飯器のお知らせ音、ガス漏れ警報器の危険を知らせる警告音などは無くしてはならないものです。振動も同様にマッサージ機や携帯のバイブなどが私達の生活を支えたり、掌ったりしてくれているのです。ところがこの音や振動がときとして禍を生む事もあります。例えば同じ音量で聞いている音でも祖母の為に大声で歌っている誕生日ソングは多少音程が外れても微笑ましく聞こえ、ロックバンドのボーカルがラップ調で叫べばうるさいとしか受け取られないかもしれません。ここでは音と振動を正しく理解し健康的な生活を営める様、活用する術を見出したいと思います。

音と振動は伝わり方の違いだけであり、人の感覚で区別をしている

発生源から放たれる大気の圧力変化は高い所と低い所が交互する縦波であり、これを音波と云います。この音波が直接的な圧力変化となって伝播する事を「音」と云い、間接的な圧力変化となって伝播する事を「振動」と云います。また、振動は間接的すなわち個体部分を伝播していく内に徐々に大気へ向かって飛び出していく性質を持っており、この時点で振動が音に変わって伝播します。硬い机の上に置かれた携帯電話のバイブレーション機能が作動し、その振動が音となって聞こえるのはその一例です。

【イメージ図】



日常生活で発生する騒音や振動

日々の暮らしの中で発生する騒音や振動には以下の様な種類があります。

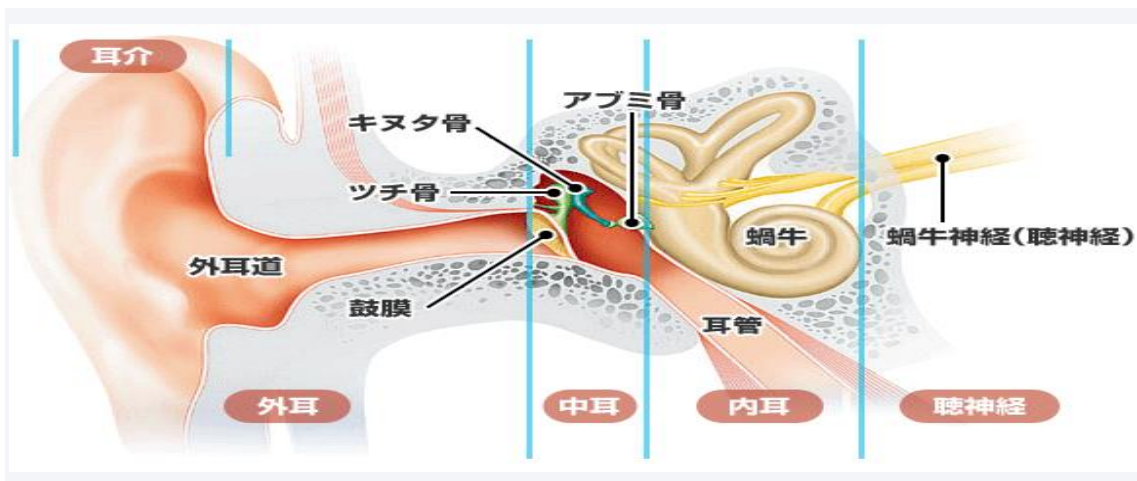
- 1) 家電製品からの騒音や振動…冷蔵庫、洗濯機、乾燥機、掃除機など
- 2) 家庭用設備の使用に伴う騒音や振動…食器洗浄機、エアコン、浴室・トイレの給排水
- 3) 音響機器からの音…テレビ、ステレオ、ラジオなど
- 4) 生活行動に伴う音…雨戸やドアの開閉音、歩行音、飛び跳ねによる振動、話し声
- 5) その他…車、バイクの空ぶかし音、ペットの鳴き声、風鈴の音など

Q2：音・振動がどうして健康障がいとなるのでしょうか？

音も振動も人体の中では脳神経信号になります。故に苦痛と思える騒音や振動が長く続けば不快感からノイローゼなどに繋がる恐れがあるからです。

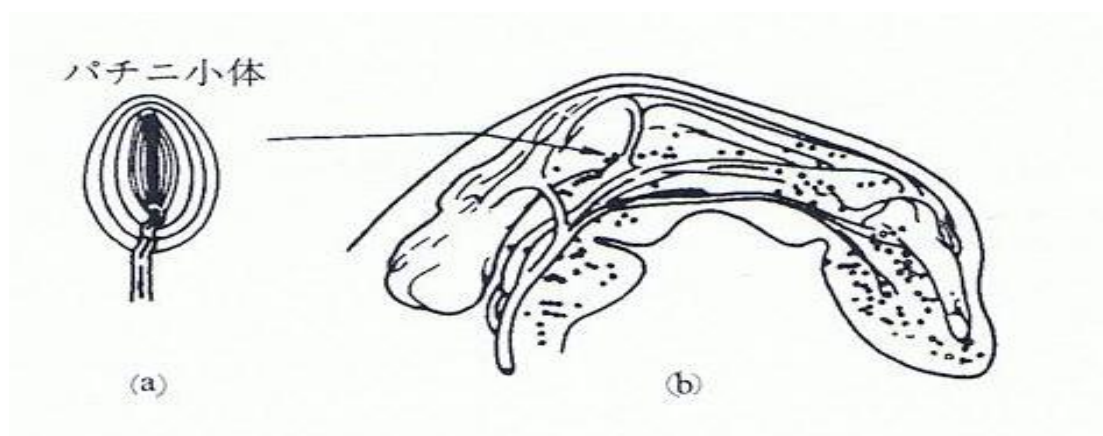
人体での音の伝わり方

まず音は耳介から外耳道を通り、空気の振動（音波）として鼓膜を振動させます。次に耳小骨と呼ばれるツチ骨、キヌタ骨、アブミ骨という 3 つの骨を伝わりながらその音波が増幅されます。そして、蝸牛（かぎゅう、うずまき管とも呼ばれる）に伝わり、音の高低や強弱が分析され聴神経から大脳に伝わることで「音」として認識されます。故に音を聞くというよりは音波を聴くというのが正しいかも知れません。



人体での振動の伝わり方

人間の皮膚には圧力の変化（圧覚）に対して応答する細胞が数種類あります。その中で振動や圧力の変化（振動波）に対しては、人体の全身真皮下層や皮下組織に分布するパチニ小体という知覚神経の末端である振動受容器がその振動によって刺激され、発生した電気信号が知覚神経線維を通して大脳に達して振動が感知されます。故に振動を感じるというよりは振動波を受けるとするのが正しいかも知れません。



音と振動にはものさしがあります

音と音波、振動を振動波という捉え方をすると下表の様な整理が出来ます。

音	振 動
音波の性質は 周波数と 音圧レベル（音の大きさ） の二つで表わされる。	振動波の性質は 周波数と 振動加速度レベル（振動エネルギーの大きさ） の二つで表わされる。

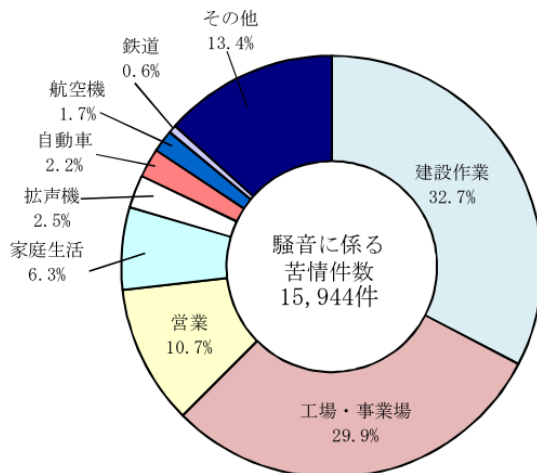
周波数とは周期的に繰返される 1 秒間の波の数であり、単位には電波の発見者であるドイツの物理学者ハインリッヒ・ルドルフ・ヘルツから命名されたヘルツ Hz (HERTZ) を用います。周波数の範囲は 3/10,000Hz（地球の振動による音波）から数億 Hz（発信器による音波）に及びますが人の聞く事が出来る音の周波数の範囲は健康な 20 歳前後の人で、20Hz から 20,000Hz でありこれを可聴域または可聴範囲とといいます。

音圧レベルも振動加速度レベルも単位は dB で大きさの単位です。一般に人が音として知覚できる音圧レベルは 20~140 dB 程度とされ、それを超えた場合には「痛さ」として感じ、振動加速度レベルは大型トラックや工場を発生源として人が揺れを感じ始める 55dB 以上の振動が頻繁に感じられる場合には人体への影響が懸念されます。

騒音に対する全国の苦情と人体への影響

下図は全国の地方公共団体が平成 23 年度中に受理した騒音に係る苦情の分類です。建設作業と工場からの騒音が全体の 60%以上を占めています。一方家庭生活での騒音は 6.3%で全体から見れば少数ですが、自動車や鉄道の騒音よりは上位です。

騒音は、聴覚のみでなく、不快感と共に人体へ様々な影響を及ぼすといわれています。疲労の増大、心理的不快感、イライラ、頭痛、精神集中の困難、不安感、睡眠妨害、各種分泌の減少や自律神経、内分泌系への影響（ノイローゼ）などの要因となる可能性です。振動についても不快感と共に騒音と同様な人体への影響を与える場合があります。



Q3：家の前を4車線のバイパス道路が開通しますが、騒音障がいは大丈夫？

開通前と後での室内の騒音レベル計測により、体への影響や障がいの予測は可能ですが、個人差から必ず障がいの恐れがあるとも云えません。

ケースバイケースにも寄りますが無きにしも非ずといえる

騒音の影響としては、うるさい、気分がいらいらするといった不快感、会話の妨害、作業能率への影響、睡眠妨害などのほか、騒音の程度によっては聴力損失をもたらすこともあります。

(1) 不快感

騒音による不快感について昭和42年の大阪市におけるアンケート調査では、騒音レベルが55～59dBになると「気分がいらいらする」「腹が立つ」「不愉快になる」「安静が保たれない」など情緒的影響を訴えるものが住民の50%に達しています。

(2) 会話妨害

厚生省の生活環境審議会の中に設けられた騒音に関する環境基準専門委員会が、従来のデータを整理したところによると、騒音レベルが45dB程度で、聴取明瞭度は80%、会話可能距離としては4mですが、騒音レベル60dBとなると聴取明瞭度は60%に低下し、会話可能距離が1mに短縮します。

デシベル	音の大きさ	影響
130	最大可聴値(激痛音)	長時間さらされていると難聴になる
120	飛行機のエンジン近く	
110	自動車のクラクション(前方2m)	
100	電車通過時の線路わき	
90	騒々しい工場内	消化が悪くなる
80	地下鉄の車内	疲労の原因となる
70	電話のベル(1m)	血圧が上昇する
60	普通の会話	就寝ができなくなる
50	静かな事務所	
40	深夜の市内	

(3) 作業能率の低下

騒音の作業能率に及ぼす影響については、作業能率の変化が仕事の変化、温度条件、採光、照明条件の変化等と結びついており、騒音の影響のみを取り出すことが困難なため、十分な結論が得られているとは言い難いですが、騒音レベルが90dB以上になれば、仕事上のミスが増加するといわれています。

(4) 睡眠への影響

各種の騒音を被験者に聞かし、その際生ずる脳波の覚醒反応の出現を指標としてその影響をみると、40 dB で睡眠に影響が現われています。また、その他、朝の覚醒を促進する限度は 40~45 dB であるとする研究報告があります。

Q 4 : 下水工事で家に振動が走りますが、乳児の体に影響が出ないか心配です。

生理的影響として睡眠（昼寝）等への可能性があります。工事の時間や期間はあらかじめ知らせがありますので工事時間帯での避難もひとつの解決方法です。

影響は無いとは言えないが、過度に考えない方がよい

振動障がいとは単発的・突発的よりは連続的な場合に起き得がちです。小さな振動でも連続して発生する場合には手立ては要りますが工事そのものが一過性のものならば、余りにも過度な緊張は返って神経を逆なでする事にもなります。

(1) 心理的影響

心理的影響とは、振動を知覚することによる不快感や煩わしさ、あるいは耐え難いといった感情です。人が振動を感じる最小の値（振動感覚閾値）はおおよそ 55dB であり、家屋での増幅は平均 5dB とされていますので、振動感覚閾値は地表面での値では 50dB 程度ということになります。

(2) 生理的影響

生理的影響とは、人体に振動が加わった場合に循環器、呼吸器、消化器、内分泌系などに変化が表れることをいいます。睡眠妨害を除いて、これらが現れるのはおおむね振動レベルで 90dB 以上（家屋の増幅を 5dB とすれば、地表の値に換算すると 85dB 以上）とされています。通常の公害振動ではこれより低い振動が問題になることが多いので、生理的影響のほとんどは睡眠妨害です。

(3) 物的影響

物的影響とは、振動により建て付けが狂ったり、壁などにひびが入ったりするなどの、家屋等の構造物に対する物理的な被害であり、騒音ではなく、振動に特有の被害です。地震対策等の面から実施された調査研究などからは、構造物に物的被害を生じるのはほぼ 85dB 以上の振動といわれています。しかし、公害振動では、長期にわたり高い頻度で振動が加わることから、地震のような一過性の影響をそのまま公害振動に適用することはできません。

旧環境庁が行った住民反応調査によると、70dB 程度で建て付けが狂うなどの被害が生じており、これらから考えると、長期にわたり振動にさらされる公害振動の場合に被害が生じない限界は、ほぼ 70dB とするのが適切と考えられています。

Q5：音と振動は同じ部分もあるようですが、どのような違いがありますか？

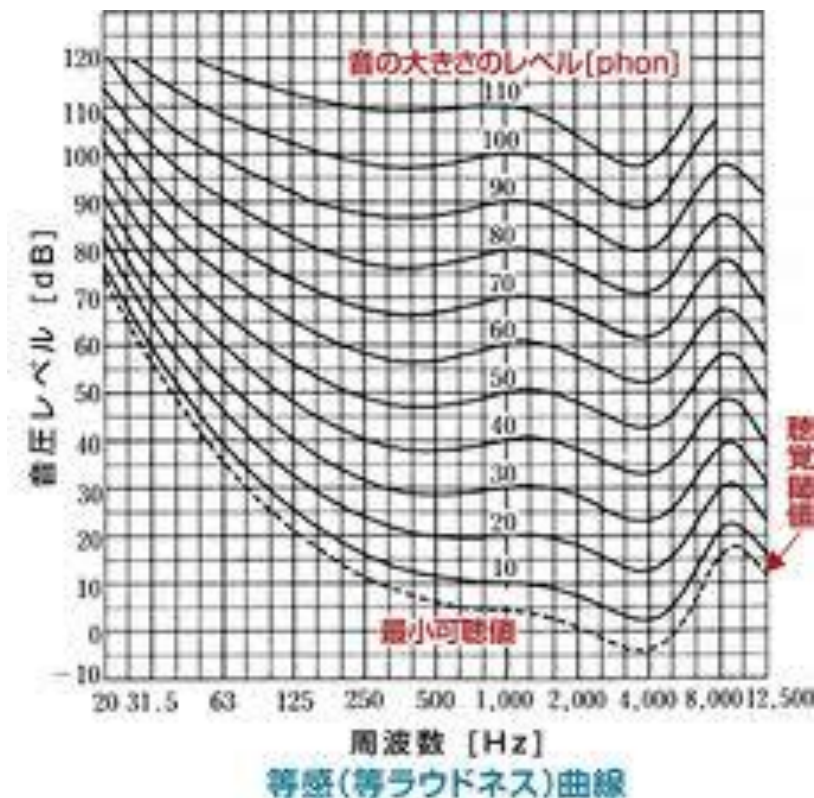
音も振動も波と言う点では同じですが大きな違いは伝わり方で、音は空気(気体)を振動させて伝わり、振動は地面や構造物等の固体を介して伝わります。

音と振動は周波数が違う

人が感じる音の周波数は 20～20,000 Hz、振動の周波数は 0.1～500Hz とされています。振動より音の方が広い範囲の周波数を感じている訳ですが、振動の方がより低い周波数を感じます。20Hz 以下の波は耳には聞こえませんが、振動としては感じる事はできます。また人の音の感じ方には音の方向性との相関はありませんが、周波数により聞こえ方に違いがあります。

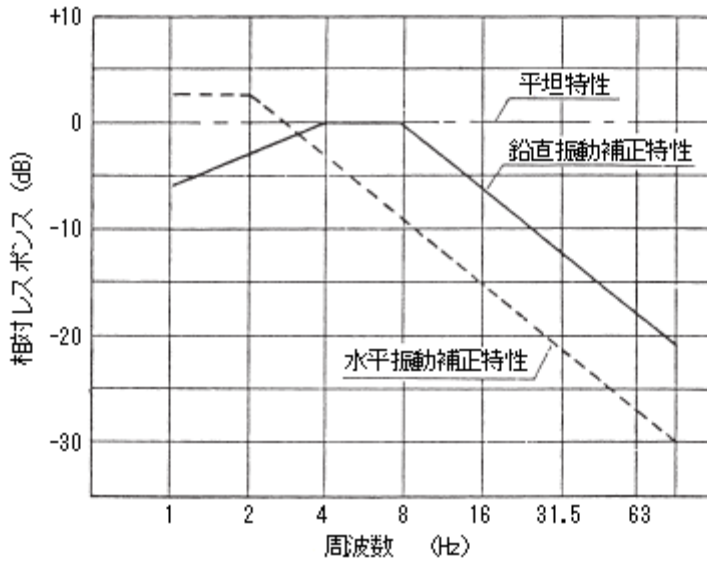
音の聞こえ方

人の音の聞こえ方を表すものに等ラウドネス曲線があります。等ラウドネス曲線は、音の周波数を変化させたときに等しいラウドネス（人間の聴覚による音の大きさ、騒音のうるささ）になる音圧レベルを測定し、等高線として結んだものです。人の聴覚は周波数によって感度が異なるため、物理的に同じ音圧であっても、周波数によって感じる音の大きさが異なり、この聴感上の音の大きさをラウドネスと呼びます。



振動の感じ方

振動には鉛直方向と水平方向の振動があり、人は方向によりその感じ方に差があると言われています。鉛直振動では、4～8Hz の振動が最も感じやすく、水平振動では、1～2Hz の振動が最も感じやすいのです。人は鉛直振動に比べて水平振動の方がより低い周波数に敏感なのです。下図は鉛直振動と水平振動の感覚補正(計測器で測定した振動加速度レベルと人が感じるレベルの差)を示していますが、鉛直振動の場合 4～8Hz は補正值 0 ですが、31.5 Hz は補正值が約 -12dB なので仮に振動加速度レベルが 80 dB であっても 80-12=68 dB の大きさに感じるという事になります。



振動感覚補正特性

振動レベルの感じ方では、震度 1 (55 dB) を越えると一部の人が僅かに感じ始め、これを振動感覚閾値といい、震度 3 (75 dB) を越えると殆どの人が感じます。

震度 0	人は揺れを感じない。 	震度 5 <small>弱</small>	家具が移動したり食器や本が落ちたりする。窓ガラスが割れることもある。
震度 1	屋内にいる人の一部がわずかな揺れを感じる。 	震度 5 <small>中</small>	たんすなどの重い家具や自動販売機が倒れることがある。自動車の運転は困難。
震度 2	屋内にいる人の多くが揺れを感じる。つり下がっている電灯などがわずかに揺れる。 	震度 6 <small>強</small>	立っていることが困難。壁のタイルや窓ガラスが割れドアが開かなくなる。
震度 3	屋内にいる人のほとんどが揺れを感じる。棚の食器が音を立てることがある。 	震度 6 <small>強</small>	立ってはおれず、はわないと動くことができない。重い家具はほとんど倒れ、戸が外れて飛ぶ。
震度 4	眠っている人のほとんどが目覚ます。部屋の不安定な置物が倒れる。歩行中の人も揺れを感じる。 	震度 7	自分の意思で行動できない。大きな地割れや地すべり、山崩れが発生する。

Q 6 : 主な騒音源とそれに対する法的な規制を教えてください。

主な騒音源は交通機関、工場、建設作業、家庭の設備機器、家電製品、音響機器、生活行為などです。生活行為以外の騒音は環境省が基準値を定めています。

住民の健康を守るための基準

主な騒音源と騒音に関する法的な規制は以下の通りです。

- ・自動車騒音 : 環境省令で限度値が定められている。
- ・建設作業音 : 都道府県知事等が規制地域を指定し、環境大臣が騒音の大きさ、作業時間帯、日数、曜日等の基準を定める。
- ・工場・事業場騒音 : 政令で定める施設を設置する工場・事業場が規制対象。都道府県知事が騒音について規制する地域を指定し、環境大臣が定める基準の範囲内において時間及び区域の区分ごとの規制基準を定める。
- ・深夜騒音等 : 飲食店営業等の深夜における騒音、拡声機を使用する放送の騒音等を、地方公共団体が必要な規制を行う。

生活行為にともない発生する音に対する規制はありませんが、環境省が環境基本法に基づき「騒音にかかわる環境基準」を告示しています。

地域の累計	基準値	
	昼間	夜間
AA	50dB以下	40dB以下
A及びB	55dB以下	45dB以下
C	60dB以下	50dB以下

- (注) 1 時間の区分は、昼間を午前6時から午後10時までの間とし、夜間を午後10時から翌日の午前6時までの間とする。
- 2 AAを当てはめる地域は、療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域など特に静穏を要する地域とする。
- 3 Aを当てはめる地域は、専ら住居の用に供される地域とする。
- 4 Bを当てはめる地域は、主として住居の用に供される地域とする。
- 5 Cを当てはめる地域は、相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域とする。

Q 7 : 主な振動源とそれに対する法的な規制を教えてください。

主な振動源は、交通機関、工場、建設作業、家庭用設備と家電製品、生活行動（扉の開閉、歩行）等です。振動の法規制は振動規制法で定められています。

振動の規制は鉛直方向の振動だけで、水平方向の振動には規制がない

主な振動源として特定工場振動、特定建設作業振動、道路交通振動の規制値を示します。規制値はいずれも鉛直方向の振動レベルを示します。

特定工場等において発生する振動の規制基準

特定工場等：金属加工機械、圧縮機、土石または鉱物用の破碎機、磨砕機、ふるいおよび分級機、織機、コンクリートブロックマシン、木材加工機械、印刷機械、合成樹脂用射出成形機、鋳造型機

区域	昼間	夜間
第1種区域	60～65dB 以下	55～60dB 以下
第2種区域	65～70dB 以下	60～65dB 以下

※区域の指定は都道府県知事が行う

特定建設作業において発生する振動の規制基準

特定建設業：くい打機、くい抜機、くい打くい抜機を使用する作業、鋼球を使用して建設物その他の工作物を破壊する作業、舗装版破碎機、ブレーカを使用する作業

敷地境界線上で鉛直振動レベルが 75dB を超えないこと

道路交通振動の規制

区域	昼間	夜間	備考
第1種区域	65dB	60dB	道路と敷地の境界線 鉛直振動レベルの L ₁₀
第2種区域	70dB	65dB	

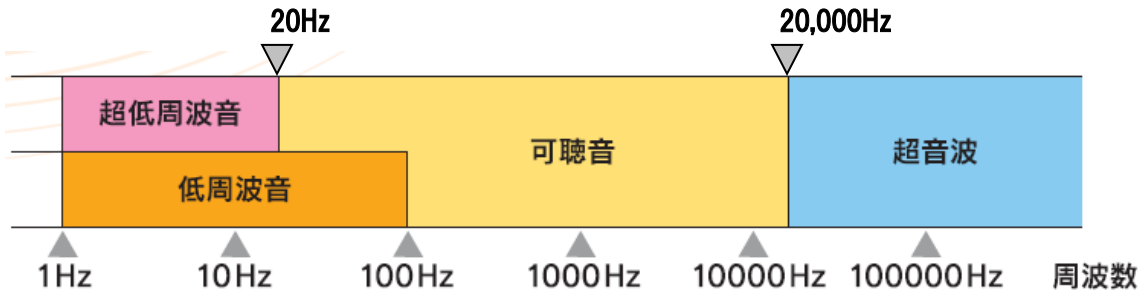
※L₁₀の示すレベルは、その振動レベルを超える時間率が10%であることを意味する。

Q 8 : 最近、低周波音という言葉をよく聞きますが、どのような騒音ですか？

環境省は 100Hz 以下の音を低周波音とし、通常耳に聞こえない 20Hz 以下の音を超低周波音としています。

低周波音には耳に聞こえる音と聞こえない音がある

20Hz 以下は超低周波音ですが、20Hz～100Hz は低周波音であり、同時に可聴音です。



出典：よくわかる低周波音（環境省）

低周波音と超低周波音の発生源と健康への影響

低周波音の発生源として、工場・事業場（送風機、真空ポンプ、振動ふるい、機械プレスなど）、交通機関（道路高架橋、ヘリコプター、船舶など）、店舗・公共施設（変圧器、ボイラー、空調室外機、冷凍機など）、治水施設、発破、風車などがあげられます。

低周波音の苦情は、心身に係る苦情と物的苦情に大きく分かれます。

心身に係る苦情としては、気分のいらいら、胸や腹の圧迫感、頭痛、耳鳴り、吐き気、睡眠障害などがあげられます。また、物的苦情としては、家具、建具の振動、置物の移動などがあげられます。いずれについても環境省が参照値を定めていますが、これらは規制基準とは異なります。

低周波音は、通常の騒音に比べて、塀や壁による防音効果があまり期待できないため、発生源で対策する必要があります。ただし、建具のガタつきはパッキンを施工する、睡眠障害の場合は寝る向きや部屋を変えることで改善する場合があります。

出典：低周波の測定方法に関するマニュアル（環境省）
 低周波問題対応の手引書、（環境省）
 低周波問題に関する Q&A（環境省）

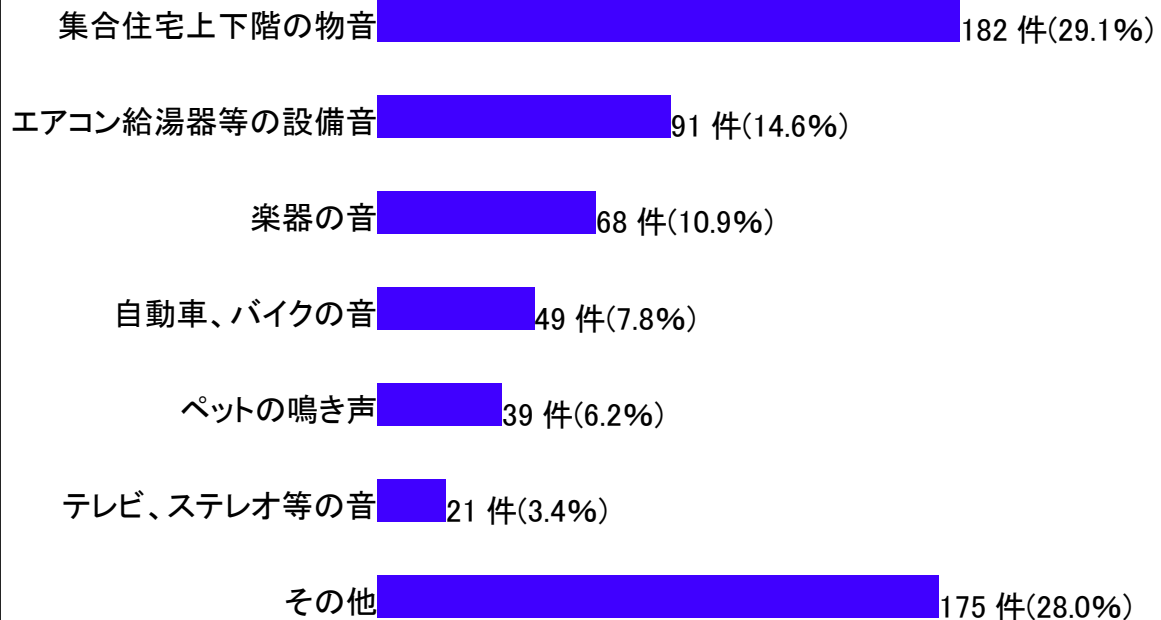
Q9：一戸建て住宅からはじめてマンションに住まいを変えるのですが、隣戸への騒音に関してどのようなアドバイスがありますか？

今まで気にしていなかった「生活騒音」が隣接住戸に伝わる可能性があります。発生音源だけでなく、生活リズムへの配慮も必要です。

以外に多い隣戸「生活騒音」の‘気になる’

ネット上の情報には住まいの騒音についておよそ7割が「気になる」というものもあり、その騒音の中でも「上・下の階の生活音」が「楽器・車・バイク騒音」を超えて一位となっています。一戸建てではなかった、壁・天井・床が隣戸と隣り合う状況ゆえの結果です。

生活騒音の発生源内訳(平成20年度から平成24年度 横浜市)



上記以外の生活音として① 家庭用機器からの騒音(洗濯機、乾燥機、掃除機などの音) ② 家庭用設備、住宅構造面からの騒音(バス・トイレの給排水、ドアの開閉音など)があります。生活騒音は人の活動によって発生するものですから無くす事はできませんが、気配りする事は可能でしょう。ひとつは生活音源の利用時間への配慮として深夜での入浴、掃除、洗濯、楽器演奏や会話、テレビの音量を控えること。また、直接音を伝達(固体伝播)する足音や家具の移動音への配慮として歩き方そのものや床に厚手の敷物を敷くこと、などです。

音は人によって感じ方が違うものです。ある人にとっては快適な音楽でも近隣の人にとってはうるさい音となることは一例です。また、生活音の感じ方はその音を出している家の気配りと人との付き合いの程度によって変わるとも言われています。つまり、日ごろから、家庭用機器、音響機器など日常生活の音に注意を払うことと、より良い隣人関係を作ることが生活騒音によるトラブルを減らすことにもつながると思われれます。

Q10：リビングで電話にでた時、音楽がかかっているけどあまり気にならないのですが、テレビがついていると電話が聞き取りづらいのですが？

それはマスキング効果という現象で、聞き取りたい音がほかの音で邪魔される現象です。

聞きたい音の周波数によりマスキング効果は異なる

同時に異なる二つの音波が耳に届くとき、弱い音波は強い音波に打ち消されてしまうことがあります。これをマスキング効果といい、これには周波数依存性があり、本来聞き取りたい音波の周波数と雑音（マスキング音）の周波数が近いほど、マスキング効果は大きくなります。

またマスキング音のレベルが大きいほど、マスキング効果は大きくなります。

実生活ではエアコンをつけている間は気にならなかったのに、エアコンを切った途端、時計の秒針の音や冷蔵庫のモーター音が気になって眠れなくなる。これがマスキング効果です。一般的に高い周波数の音の方が低い周波数の音よりマスキングされやすいという特徴があります。エアコンの事例もそのひとつでしょう。また、時間的にあとから鳴った音が先に鳴った音をマスキングしてしまうという不思議な現象も起こったりします。周波数等によって聴覚神経内での伝達速度や処理過程に違いがあるために起こるといわれています。高層ビルのエレベーターで、BGMが流れているのも、このマスキングという性質を利用したもの。高層ビルのエレベーターは速度が速く風切り音が非常に大きいので、それをBGMによって目立たなくしているのです。いわばBGMは風切り音の「顔」を見えなくしてしまう「仮面（マスク）」である、というわけです。

Calum

カクテルパーティー効果

Q：カクテルパーティー効果とは何ですか

A：カクテルパーティーのような雑踏の中でも普通に会話ができるように、自分が注意を向けているとその音だけを聴き取る事ができる現象の事です。人間の耳は音の聴こえる方向や周波数構成を基に選別していると考えられており、複数の楽器による音楽の中で特定の楽器のメロディを追いかける事ができるのもこのカクテルパーティー効果によるものです。カクテルパーティー効果は聴覚には届いている音の中での選別についての効果であり、周囲の雑音が大きすぎて対象の音が聴こえなくなるマスキング効果を覆すものではありません。

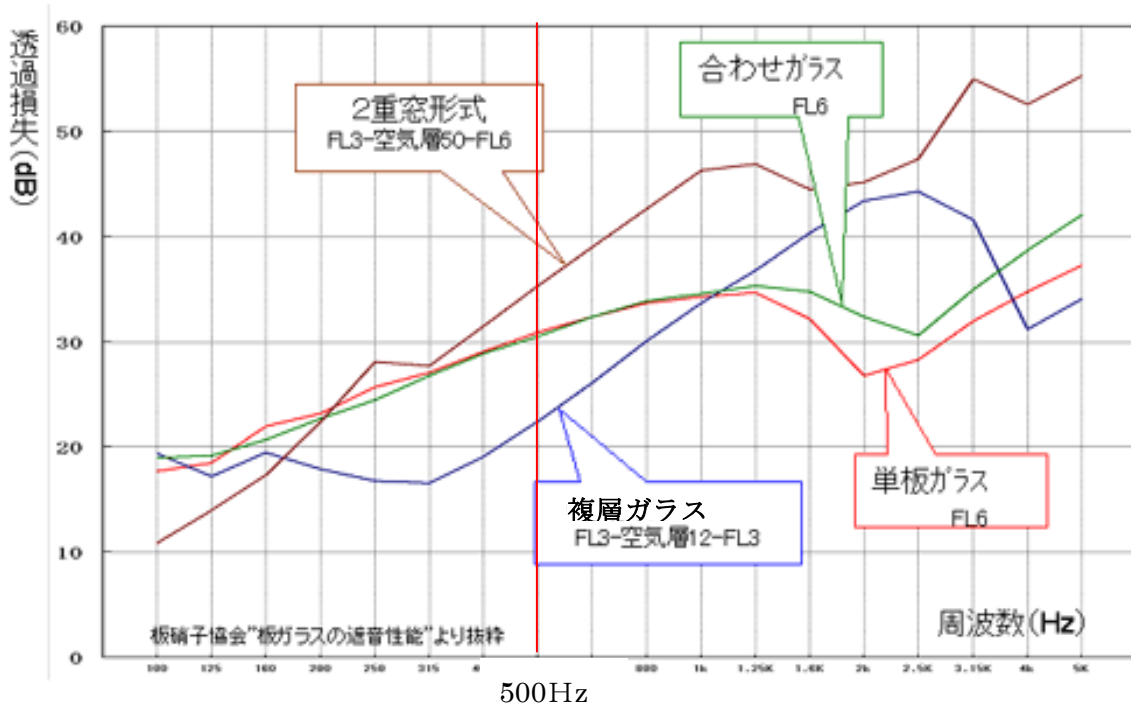
Q 1 1 : 窓を単板ガラスから複層ガラスに変えると、遮音性は良くなりますか？

窓ガラスのみの入替えでは、必ずしもそうとは言えません。人の話し声に近い 500Hz 帯域では単板ガラスの方が遮音性が優れています。

周波数により単板ガラスの方が性能が上

500Hz を中心とした人の話し声の周波数では、同じ厚さであれば複層ガラスに比べて単板ガラスのほうが遮音性能が良いです。ガラス単体の 500Hz 帯域の遮音性能としては

(1) 2重窓形式 (2) 合わせガラス、単板 (3) 複層ガラス 以上の順位で性能が優れます。



但しこの数値はガラス単体の遮音性能なので、実際に窓サッシに組み込まれた場合はガラス障子枠とサッシ枠との気密性（スキマの有無）が遮音性能に影響します。

複層ガラスそのものの効果としては一般的に断熱性能の向上にあるのですが、複層ガラスを組み込んだ断熱サッシは気密性が一般サッシよりも高いので 500Hz 以上の周波数では 2.5 dB 以上の遮音性能の向上にも効果があります。

Q12：隣家からエアコンの室外機の音がうるさいと苦情をいわれたので、境界に塀を建てたいのですが、どのような塀を建てれば良いですか？

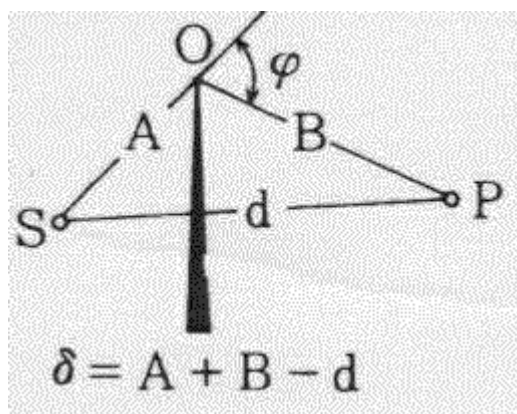
塀を建てる場合、塀そのものの遮音性ととも塀が高い程効果があります。音の回り込みに注意する必要があります。

音はするりと迂回する

塀による減衰値 ΔSPL （塀が存在しない場合の音圧レベルと塀が存在する場合の音圧レベルの差）は下図のようになります。回折音の行路（図中の $A+B$ ）と直接音の行路（図中の d ）の差を δ 、波長を λ として $N = 2\delta/\lambda$ と置くと、この減衰値はほぼ

$$\Delta\text{SPL} = 10\log_{10}\{0.2 + N\} + 12.5 \text{ (dB)}$$

で近似できます。この式より行路差が大きい（塀が高い）ほど、また波長が短い（周波数が高い）ほど、塀による効果が大きいことが分かります。



また、一般的に塀の高さは対象の音の波長(λ)の2倍以上必要だと言われています。

塀を建てる効果は直接的な遮音性向上以外に、被害者側から音源が直接見えなくなる事による心理的な効果もあると言われています。

Q13：RC造のマンションで階下の住民から歩行音がうるさいと言われましたが、対策として床板の上に防音カーペットを敷いて効果がありますか？

防音カーペットを敷いても、歩行音は低い周波数の衝撃音のため、殆ど効果は期待できません。

歩行音は共同住宅の厄介者

RC（鉄筋コンクリート）造マンション等共同住宅の場合、階下へ伝わる歩行音（「ドンッドンッ」という低い周波数の重量衝撃音）は、一般的に床の強さ（剛性）と重さが大きい、つまり、床コンクリートスラブ（床版）の厚さが厚いほど小さくなります。よって、もともと強く重いコンクリートスラブに比べると薄い遮音材としての防音カーペットや防音フローリングを敷くだけでは周波数の衝撃音に対しては効果が期待できません。

ただ、同じ歩行音の中でもスリッパによる「パタパタ」音や軽い家具や物の引きずり音や落した時の発生音（高い周波数の軽量衝撃音）などへの効果はあるでしょう。

どうしても歩行音を小さくしたい場合は、スラブ上にグラスウールを用いた浮き床を施工する（床の高さが上がる）などの大がかりな工事が必要になります。なお、木造の床など比較的軽い床板に対して防音床マットを敷くことは若干効果が期待できます。

直接的な防音対策とは別ですが、マンションに限らず、歩行音等の生活音は深夜などの時間帯によっては「騒音」となりうることから階下の住人を含め、近隣への「気配り」は大切な行為ではないでしょうか。

また、実際の工事の間中はさらに音や振動が発生します。それ以外にも塗料や接着剤の臭いの可能性、工事関係者ならびに建材、廃材の出入りなどがあります。近隣の方へは事前の挨拶はもちろん、マンション等の場合には、管理規約に則った事前の準備が必要な場合もあります。

Q14：吹き抜けのあるリビングのテレビや音楽の音がよく響いて、聴きづらい感じです。壁の中にグラスウールなどの吸音材を入れて効果がありますか？

壁の中の吸音材ではなく、壁や天井の表面に吸音性の高い材料や窓に厚手のカーテンを張るなど音の反射を減少させることが必要です。

壁や天井の内装仕上げが硬い材料だと音が反響する

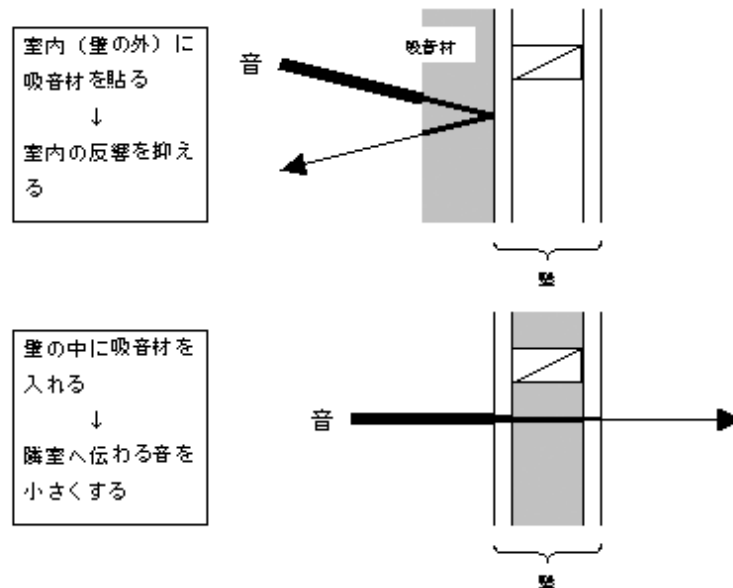
室内での音の反響が多い、すなわち音の残響時間が長いという状況なのです。一般的に残響音が0.6秒以上となると会話が聞きづらい状況になるといわれています。

音の反響を抑えるには、音の反射面、つまり壁表面を吸音効果の高い材料で覆う必要があります。よって、壁の中に吸音材を入れて壁表面が固い材料のままだと室内の反響は小さくなりません。

反響音を抑えるには、天井・壁に吸音性の高い材料を使用するのが効果的です。

また、窓は厚手のカーテンを吊るすのも良いでしょう。

なお、壁の中に吸音材を入れた場合は隣室へ伝わる音を小さくすることができますので、吸音材を使う場所によってその効果が変わることにご注意ください。



Q15：トイレから聞こえてくる音を小さくするにはどうしたらよいですか？

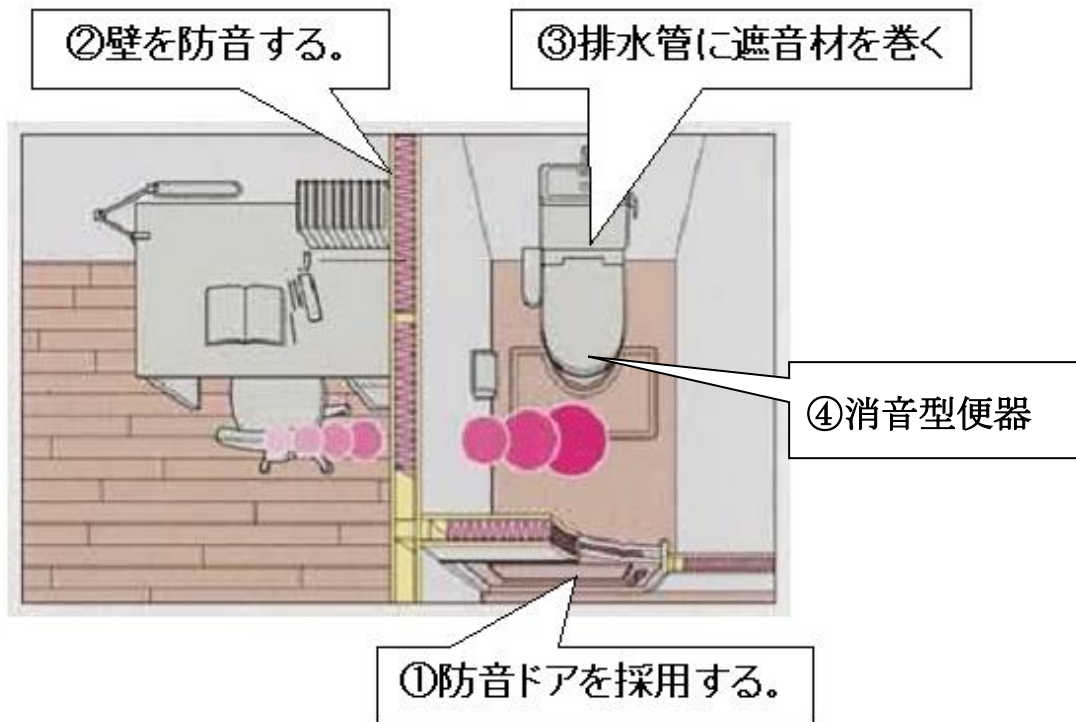
計画段階であればトイレと居室を離す間取りに配慮する事が重要です。また2階トイレの階下への遮音性向上には排水管に遮音材を巻く事も効果があります。

トイレの遮音対策は壁、ドアと排水管の遮音対策も必要

トイレ音の低減には

- (1) トイレのドアを防音ドアにする（替える）
- (2) トイレと居室の間の壁を遮音する。例えば、面材を厚く重くする、壁中へ吸音材を入れる
- (3) 排水管に遮音材を巻く
- (4) 消音型の便器の採用

以上が効果的です。



消音型便器について

トイレからの騒音の元は主に排水音です。

サイホンボルテックス式：強い排出力のほかサイホンゼット式よりさらに大きな封水面を確保でき、徹底して空気の巻き込みを排した洗浄騒音の静粛さが特徴だが高価。

ツイントルネード式（TOTO）：従来のサイホン式と比べて吸引時の空気巻き込みによる騒音発生が一部を除いて大幅低減され、洗浄水量は4.8Lで洗浄するため、従来の13Lよりも8.2Lの節水に成功した。洗浄音は上記、サイホンボルテックス式（洗浄水量16L）並み。

Q16：食器棚のそばを歩くとガラス扉や食器から「カタカタ」音がしますが、施工不良なのでしょうか？

食器棚は僅かな振動でも揺れやすいので、施工不良が無くても歩行振動で揺れてガラス扉や食器から音が出る事があります。

背の高い食器棚は振動で揺れやすい

そもそも住宅の床の設計基準として家具や人間の重さを換算して 1800N/m^2 (約 180kg/m^2) が設定されていますが、その重さまで、床がまったく変形（たわみ）しないということではなく、少々の変形があっても構造的に支障が無い、又は元に戻る事を想定した設計となっているのです。よって施工的な不良がなくても、歩いた時の人の重さから起こる変形（たわみ）からごく小さな振動が発生し、家具や机などで増幅されて、下図のように家具の上に行くほど揺れが大きくなり、上記のような現象が起こる場合があります。このような現象が起こった場合には、まず下記のような音が発生しやすい状況があるかどうか確認してください。

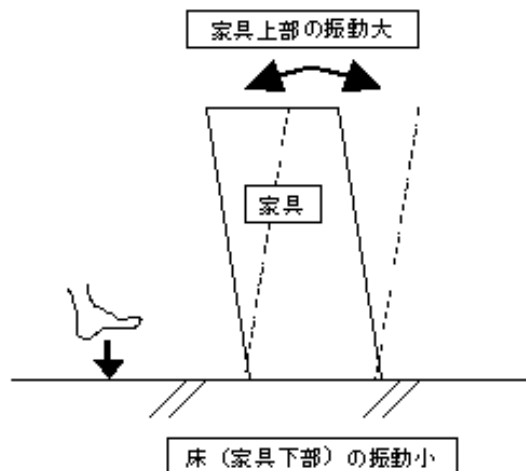
細長い、あるいは背の高い家具、または細い脚のついた家具（洋服ダンスや食器棚、ダイニングテーブルなど）の上あるいは上の方に、

- ・ガラス引き戸などがついている。
- ・人形ケース、少し座りの悪い陶器、蓋付きの陶器などが置いてある。

音の発生が上記のような状況だけなら、単に音が鳴りやすい状況であるだけなので、施工的な不良がない場合がほとんどです。音が気になる場合はガラス戸にパッキンを取り付けたり、置物や食器の位置を変えたりすれば抑えることができます。

ただし、それ以外にも音が発生して、心配な場合は施工店や建築士などに一度相談してみてください。

なお最近では地震対策で家具を壁に固定するケースも増えているので、その場合方向による家具の揺れも軽減されます。



Q17：どこからか分からないが、建物から「ピシ、パシ」と音がしますが、建物の不具合ではないですか？不具合でない場合は音の発生要因は何ですか？

音の発生要因のほとんどが自然現象です。温度変化による建材の伸縮や風の力による部材の変形が大半です。

建物からの音の発生は殆ど自然現象だが、発生原因がわかる場合もある

建物から発生する音は「家鳴り」「不思議音」「異常音」などと言われ以前から発生原因の究明が行われています。

それらの音の発生要因は、人の生活音、設備機器から発生する音、自然現象によるものなど多種多様な要因が考えられます。

小さな音でも、発生の原因がわからない音は、不気味なもので気になるものです。

人の生活音、設備機器から発生する音は、比較的発生原因がわかりやすいものですが、自然現象が原因で発生する音は、発生部位が分かりにくく、また、一般の方々にも広く認知されていないため、問題となることもあるようです。

自然現象が原因で発生する音には、下記のようなものがあります。

□ 太陽の日射や室内と室外の温度差等によるもの

太陽の日射や内外の温度差により、建築部材の熱膨張収縮量に差が生じることで、部材の接触部分に応力が発生します。この応力が解除される時に、摩擦音、こすれ音が発生するものと推定されます。

例えば、

軒樋、縦樋から(パシ、ピシ、プチ、)

化粧胴差から(バシ、ビシ)

サッシおよびサッシと周囲壁の取り合い部分などから(パキ、ペキ)

外壁面、天井面から(ピシ、パシ)

ポリカ製カーポート屋根から(パチ、プチ)

エキスパンションジョイントから(ゴン、コン)

ジョイントから(パキ、ピシ)

その他(ペシ、プチ、パシ、ドン、トン、バーン、ドーン)

住宅でよく使われる建築材料の伸縮量を下表に示します。

材料名	伸縮量(mm)
木材(繊維に平行)	0.05
ガラス	0.09
鉄	0.12
ステンレス	0.15
木材(繊維に直交)	0.48
塩ビ	0.70

※伸縮量は温度差10℃、材料長1mの場合を示す

住宅の建築は、多種多様な材料を接合し、貼り合わせをして造られています。よって、これらの材料の熱膨張収縮差異による摩擦音やこすれ音は、やむをえず発生する場合があります。設計や施工不良（例えばボルト接合不良や、金物固定不良）等が原因である可能性は小さいと考えます。

一方これらの熱膨張収縮音の解消対策としては、現在明確な手法がありません。施工をやり直す事により偶然的に解消する場合がありますが、いろんな材料が組み合わせり、接触部位が無数にあるため、全く無くなることは無いと考えます。

□風の力によるもの

サッシの笛鳴り音（ピュー、ビーン）

鼻隠し、水切りの風切り音（ビーン、ブーン）

縦子手摺の風による振動音（ビーン）

アンテナ支柱、支線の風による振動音（ビーン、ブーン）

その他の音（ギーギー、ゴー、ビュー、グァー、ガガ、ウーウー）

□発生部位が分かりにくい物

照明器具のフードから（ピシ、プチ、ポト、）

バスコアから（ピシ、）

排水管から（プチ、）

浄化槽ブロアから（ブーン）

木材の乾燥収縮による摩擦音（ビシ、バキ）

これらの音の特定は、難しいものですが、まず発生部位、時間、状況をよく確認し、原因を推定することが重要です。

Q18：家の中で生活音以外と思われる不明な音が気になります。何か原因を調べる方法がありますか？

まずは自分でできる、何も測定機を使わない、人間の耳による聴感診断により原因を特定する方法があります。

騒音の被害者が自ら原因を特定する

聴感診断は以下の手順で行います

- ① 問題の音がしている時に、自宅の分電盤のブレーカーを切り家の中の電気製品や電気設備をすべて停止する。
問題の音が停止すれば、原因は自宅の電気を使用して動いている機器類になる。
次に順番にスイッチを入れてみてどの機器からの騒音かを特定する。
この場合、屋外にある浄化槽設備などにも注意する。
- ② ブレーカーを切っても音が変わらない場合は自分の両耳に耳栓をする。
耳栓をして音が小さくなれば、原因は外部からの騒音か、屋内で電気製品以外から出ている音という事になる。
屋内の音には前述のQ17の家鳴りのようなケースや外部の風切音を違う音に感じている場合もある。
- ③ 耳栓をしても音が変わらない場合は、自らの体から発している音（心臓の鼓動、消化器の動いている音など）を錯覚している可能性がある。聴診器を体にあてて音を聞いてみると解りやすい。

この結果で最も原因特定が困難なケースは②の場合で、特に屋外の騒音源を見極めるのが難解です。過去の事例では風切音、遠く離れた自動車騒音・工場騒音、数軒先の浄化槽ブロアー、テレビアンテナ支持線の振動音、壁体内通気音、電柱の変圧器などがあります。

Q19：木造住宅で2階に子供部屋を考えている場合、どのようなことに配慮をしたら良いですか？

話し声などの空気伝播音と歩行音や飛び跳ね音などの固体伝播音の両方の対策が必要です。

空気伝播音は比較的対策がしやすい

- (1) 床・壁・天井の下地材に重くて厚い材料を使用する。
- (2) 柱(間柱)間にグラスウール等の断熱吸音材を入れる。
- (3) 開口部(ドア・窓・換気扇等)へ配慮をする。

- 【例】 ドア → 防音ドア
 窓 → 2重サッシ(気密サッシ仕様)
 換気扇 → 防音タイプの換気扇と換気扇用防音カバー

- (4) 隙間をなくすなどである。

固体伝播音は対策が難しい

固体伝播音には2種類あり、重量床衝撃音(飛び跳ね音や歩行音)と軽量床衝撃音(椅子の引き摺り音や物の落下音)があります。

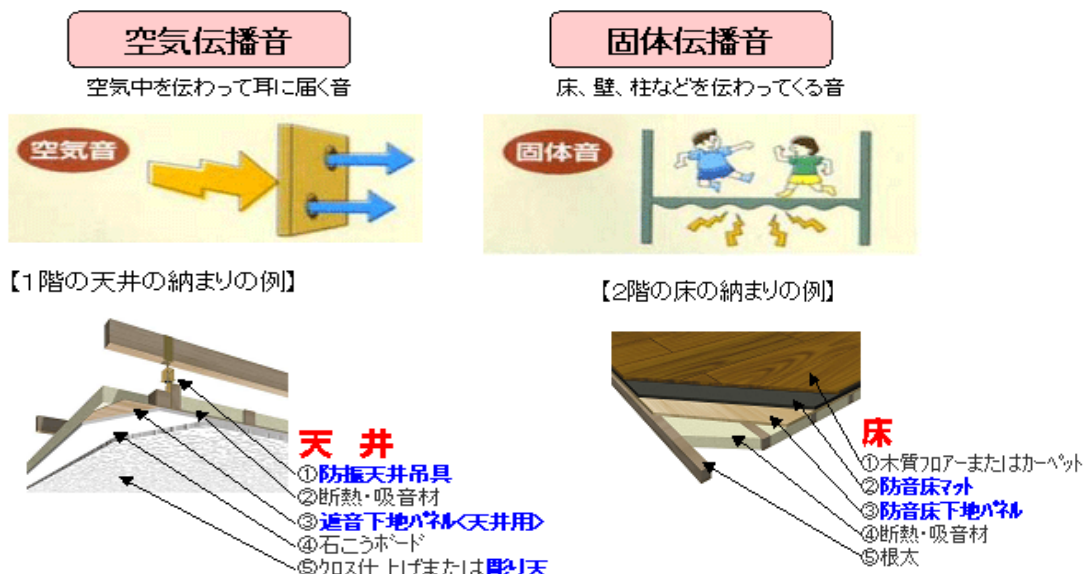
重量床衝撃音の対策は、

- (1) 梁を太く、ピッチを細かくする。
- (2) 床板に厚くて重い材料を使用するなどである。

軽量床衝撃音の対策は、

- (1) 床の仕上げ材や下地材に柔らかい物やクッション材を使用する。
- (2) 吊木部に防振天井吊具などを使用して音伝播を遮るなどである。

【イメージ図】



Q20：ドラム式全自動洗濯機を使用していますが、運転している時の振動で床や壁が揺れて騒音が発生します。何か対策はありますか？

重量物専用の防振ゴムを床に敷いて、洗濯機を設置する方法があります。

床の強度にも注意

専用の防振ゴムを介して洗濯機を設置する方法がありますが、床が重量物に耐えうる強度を保持していることも重要です。

重量物用防振ゴム

ピアノや家電品の重量物専用の防振ゴムが全自動洗濯機にも応用出来ます。

黒 100ミリ丸×24ミリ厚 4個入

鉄板入りゴム製で、耐荷重 240kg (4個使用時)

ピアノ、大型テレビ、スピーカー用

価格：4000～5000円/4個(通販等で購入可)



Column

ドラム式洗濯機と従来の洗濯機の違い

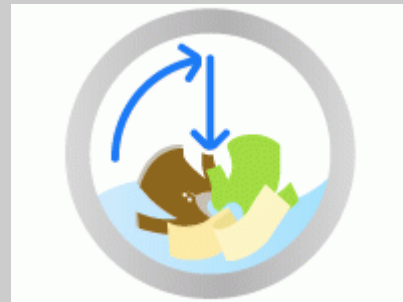
従来の洗濯機はタテ型の水槽に水を貯めて、洗濯槽底のパーセーターを回転し、うずまき状の水流で洗濯する方式。水が豊富で軟水(洗剤が良く泡立つ)の日本には適しています。たくさん水で洗剤を泡立てて、頑固な汚れもしっかり落としてくれます。

しかし乾燥時は、遠心分離で衣類が洗濯層にへばりついてしまうため、乾燥しにくくシワができやすいのが弱点。洗濯メインで使う人に向くタイプと言えます。従来型に対してドラム式洗濯機は真ヨコになったドラムが回転し、洗濯物を持ち上げては落下させて洗う“たたき洗い”の方式。洗剤が泡立ちにくい硬水の地域(ヨーロッパ)で普及していますが、日本では、洗濯機としてはあまり普及していませんでした。

ドラム式は、日本でももともと乾燥機に採用されていたように、衣類を上から落として空気に触れやすいため、乾燥が得意。乾燥機能を頻繁に使いたいという人におすすめのタイプです。



従来タイプ洗濯機



ドラム式洗濯機

Q 2 1 : 自宅が 3 階建て住宅で、近くに幹線道路があります。そこを通行するトラックやバスの振動で建物が揺れます。何か対策はありますか？

最上階の小屋裏に制振装置TMDまたはAMDを設置する事で、建物の振動を相当低減する事が出来ます。

TMD : TunedMassDamper の略 建物の揺れをおもりに発生する慣性力で打ち消す装置
 AMD : ActiveMassDamper の略。コンピュータ制御でおもりを機械的に駆動させ建物揺れをおもりに発生する慣性力で打ち消す装置。コストはTMDより高い。

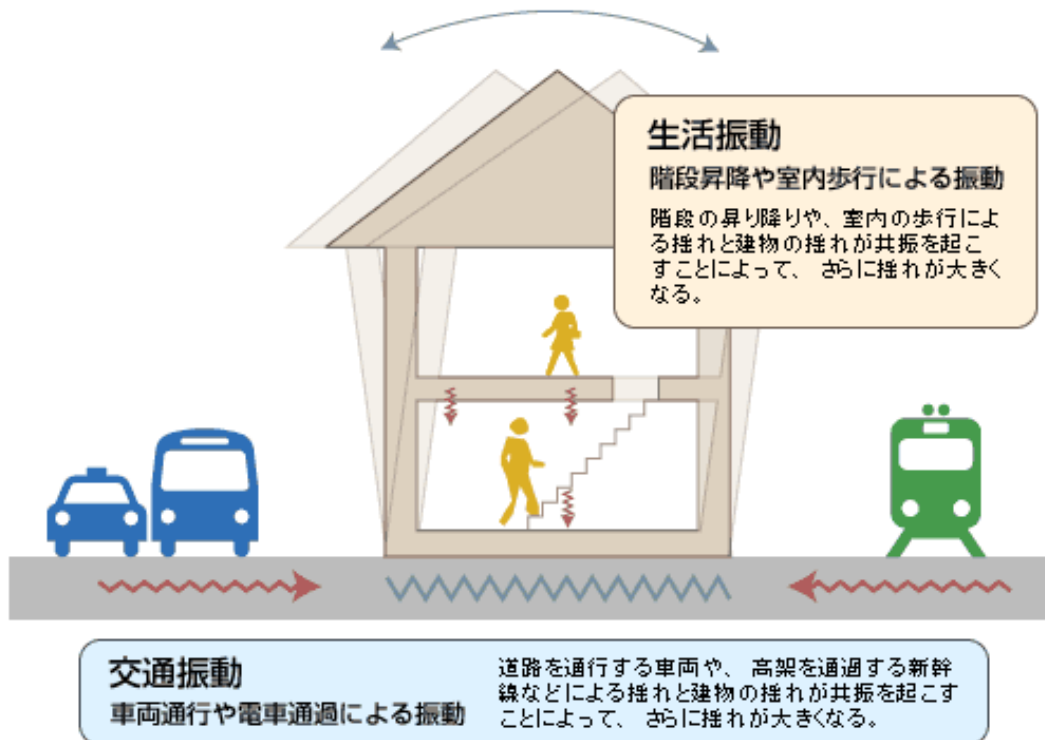
制震装置の効果

制震装置TMDは3階の小屋裏におもりを設置して、外部からの振動を感知した時におもりの慣性力で振動を低減する装置で30~50%振動を低減できます。

建物が揺れる原因

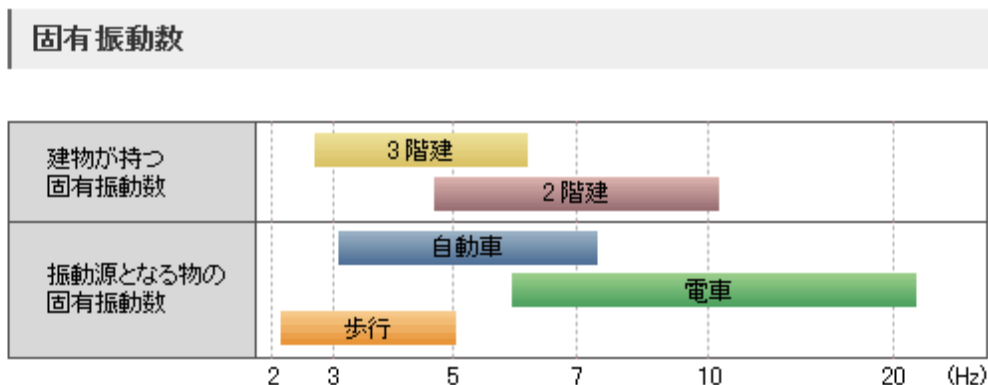
建物はそれぞれ固有の振動数を持っていますが、交通振動に起因する地盤の振動数や歩行のリズム(周期)とその建物固有の振動数が近づけば「共振」という現象で揺れが増幅し、不快に感じる横揺れが生じる事があります。

交通振動及び生活振動について



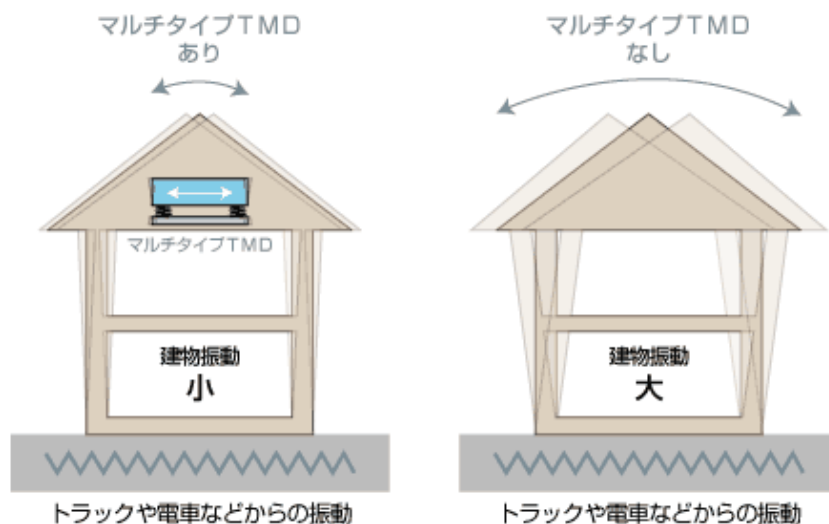
建物の固有振動数と振動源の固有振動数の相関

2階建ての固有振動数は5~10Hz、3階建ての固有振動数は3~6Hzです。振動源との相関では、自動車の固有振動数は3~7Hz、電車の固有振動数は6~20Hzです。3階建ては自動車の固有振動数に近いので道路からの振動が建物で増幅しやすく、2階建てはどちらかというとも電車からの振動が建物で増幅しやすい傾向にあります。



TMDが振動を低減する仕組み

建物が揺れると慣性力により、おもりが建物の揺れと反対方向に動きます。建物固有の揺れの周期に対し、おもり固有の周期を合わせることで、それぞれに発生する力が互いに打ち消しあい、その結果建物の揺れが低減されます。



出典: 東海ゴム工業株式会社HP

Q 2 2 : 2 階建て住宅と 3 階建て住宅で揺れ方に違いはありますか？

鉛直方向の振動は、2 階建てと 3 階建てで殆ど差はありませんが、水平方向の振動は地盤振動より 2 階建てで 15～20dB、3 階建てで 20～30 dB 増幅します。

3 階建て住宅は揺れやすい

3 階建ては 2 階建てより振動しやすく、かりに敷地地面で振動レベルが無感の 50dB であっても 3 階では最大 30 dB 増幅すると 3 階の床では 80dB つまり震度 3 の振動が生じる事になります。

また 3 階建て住宅は狭小地に建つケースが多く、そのため 1 階にビルトインガレージ等を設ける事が多く見受けられます。そのような場合、1 階の壁量が少なくなる事と奥行が長くなり壁の縦横比が大きくなる事から、振動しやすくなります。

また斜線制限などの法規制で、3 階の床面積が 2 階より少なくなる事も 3 階が振動しやすい要因になります。

3 階建てを計画する場合は、周辺の振動や騒音環境を事前によく調査して地盤の補強や建物での防振対策を十分考慮する必要があります。

