

予習確認プリント (教科書 pp. 119~126)

学年 : _____ 学籍番号 : _____ 名前 : _____

・吸音と遮音には, どのような違いがありますか?

・吸音材料には, どのような種類 (構造) のものがありますか? また, それぞれの吸音材料は, どのような音に有効ですか?

・(音の) 透過率と透過損失は, どのような関係にありますか?

※予習の段階に比べて, 授業を聞き終わった段階では, 何がわかりましたか? よくわからなかったところは, どこですか? 質問はありませんか?

第 12 回 室内の音 (教科書 pp. 119~126)

※おおよそ板書の 1 面が, 配付資料の半ページに相当

◎ 音環境の全体像

- └ 【1】 音が出るとき (音源側) ———音をどのように捉えるか?
 - | 物理的に数字で捉える
 - | ⇔人間の感覚との対応⇒レベル表示
 - |
- └ 【2】 音が出た後 (受け取る側) ———音をどのようにコントロール (制御) するか?
 - | └ 音を受け止める (遮る, 止める)
 - | └ 音を響かせる (止めない)
 - | └ 人間の評価 (好みの問題, 騒音)
- └ 振動

□ 0 今日の内容

□ 1

□ 2

□ 補足 1 透過損失を使う利点

□ 補足 2 基本は, 重くて厚い壁の方が遮る効果大きい。加えて, 二重, 三重の壁の方が遮る効果大きい。

□ 補足 3 遮音性能の評価

□ 3

□ 補足 4 吸音の効果を評価するためには?

□ 4

1 音を受け止める (遮る) とは? (今日のポイント)

重要 音源がどちら側にあるか?

(1) 遮音

音のエネルギーをコントロールするには?

※音はほとんど入ってこない

透過する音のエネルギーはもともと小さい

----- 注) 両者は別の性能 (両方とも良いとは限らず)

(2) 吸音

音のエネルギーをコントロールするには?

※音のエネルギーを減らしたい

音のエネルギーを熱エネルギーに変換

具体的には,

注) 周波数で分けて考える

2 屋外からの音を遮る (遮音する)

ポイント! 通過してくる音のエネルギーは基本的に, 入射する音のエネルギーに比べてとても小さい

→値がかなり小さい

→値が小さい方が

遮音の効果は大きい

補足 1 透過損失を使う利点

①桁の数え間違いがなくなる

②このとき「だけ」、レベル表示したものを、そのまま引き算することが可能なので便利

注) 足し算の時は、エネルギー加算をする必要あり

補足 2 基本は、重くて厚い壁の方が遮る効果大きい。加えて、二重、三重の壁の方が遮る効果が大きい。

ただし、**例外 2 つあり**→教科書 p. 124 のグラフをイメージできるようにする ←視覚で！

①

特定の周波数（音の高さ）の時のみ、音のエネルギーがたくさん透過する場合があります

②

二重壁でも、共鳴してしまって、音のエネルギーがたくさん透過する場合があります

補足 3 遮音性能の評価 教科書 p. 125~p. 126 と以下の参考資料 1 と 2 を参照

壁

床

- ・入射させる音は決まったエネルギーの音を使う
- ・透過してくる音のみ音圧レベルを測定

(参考資料 1) 壁の遮音性能の測定方法

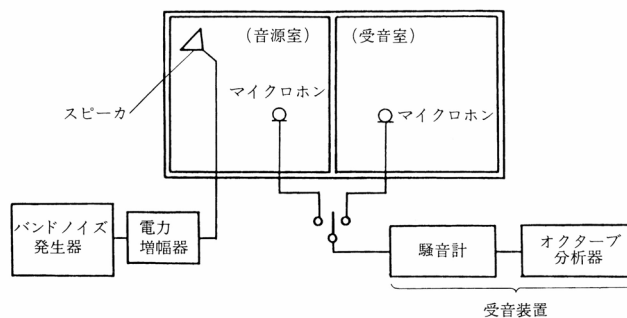


図 空気音遮断性能 (空気音圧レベル差) の測定方法 (出典: 参考文献[1], p. 200)

表 室間平均音圧レベル差の適用等級 (出典: 参考文献[2], p. 42)

| 建築物 | 室用途 | 部位 | 適用等級 | | | |
|------|----------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 等級 | 1 級 | 2 級 | 3 級 |
| 集合住宅 | 居室 | 隣戸間界壁 " 界床 | Dr-55 | Dr-50 | Dr-45 | Dr-40 |
| ホテル | 客室 | 客室間界壁 " 界床 | Dr-55 | Dr-50 | Dr-45 | Dr-40 |
| 事務所 | 業務上プライバシーを 要求される室 | 室間仕切壁 テナント間界壁 | Dr-50 | Dr-45 | Dr-40 | Dr-35 |
| 学校 | 普通教室 | 室間仕切壁 | Dr-45 | Dr-40 | Dr-35 | Dr-30 |
| 病院 | 病室 (個室) | " | Dr-50 | Dr-45 | Dr-40 | Dr-35 |

(参考資料 2) 床の遮音性能の測定方法

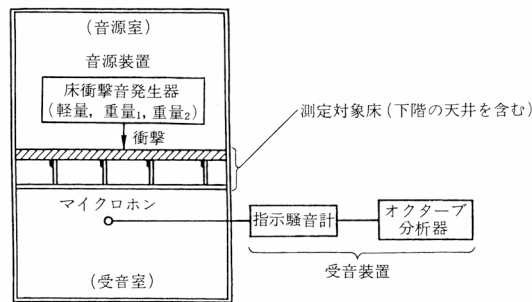
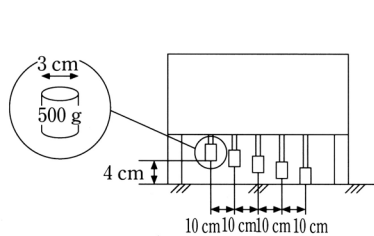


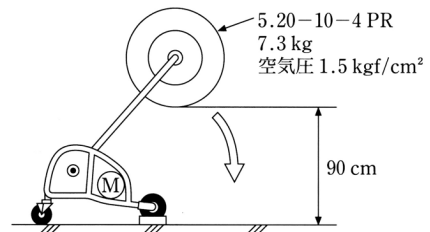
図 床衝撃音レベルの測定方法 (出典：参考文献[1], p. 200)

床衝撃音発生器



モーターによってハンマーを連続して自由落下させる。
1回の落下で1度しか床を叩かないようになっている。

図 タッピングマシン (標準軽量衝撃源)
(出典：参考文献 [3], p. 112)



モーターによってタイヤを円弧状に自由落下させる。
1回の落下で1度しか床を叩かないようになっている。

図 バングマシン (標準重量衝撃源)
(出典：参考文献 [3], p. 112)

表 床衝撃音レベルの適用等級 (出典：参考文献[2], p. 43)

| 建築物 | 室用途 | 部 位 | 衝 撃 源 | 適用等級 | | | |
|-------|------|-------|----------------|-------|-------|-------|---------------|
| | | | | 特級 | 1 級 | 2 級 | 3 級 |
| 集合住宅 | 居室 | 隣戸間界床 | 重量衝撃源 | Lr-45 | Lr-50 | Lr-55 | Lr-60, Lr-65* |
| | | | 軽量衝撃源 | Lr-40 | Lr-45 | Lr-55 | Lr-60 |
| ホ テ ル | 客室 | 客室間界床 | 重量衝撃源 | Lr-45 | Lr-50 | Lr-55 | Lr-60 |
| | | | 軽量衝撃減 | Lr-40 | Lr-45 | Lr-50 | Lr-55 |
| 学 校 | 普通教室 | 教室間界床 | 重量衝撃源 軽量衝撃源 | Lr-50 | Lr-55 | Lr-60 | Lr-65 |

* 木造、軽量鉄骨造またはこれに類する構造の集合住宅に適用する。

3 室内からの音を反射させない (吸収する, 吸音する)

吸音の基本的な原理 (重要)

ポイント! 周波数 (音の高さ) の違いで, 熱エネルギーへの変換方法を変える

・音の高さが, 高い音:

※波長で考えてもよい

→波長= 速度/周波数

・音の高さが, 低い音:

| | |
|--|--|
| ①高音域 (波長が短い) 外気に接する小さい穴の中の空気を速く振動させる →熱エネルギーに変換 ⇒ | |
| ②中高音域 中ぐらいの大きさの穴の中の空気を中ぐらいの速さで振動させる →熱エネルギーに変換 ⇒ | |
| ③低音域 (波長が長い) 大きなもの (例えば板) をゆっくり振動させる →熱エネルギーに変換 ⇒ | |

(参考資料 3) 吸音機構の種類と特性に関する詳細なまとめ

| 吸音機構 | 断面構造 | 吸音特性 | 備考 |
|----------------|--|--|---|
| 多孔質型吸音 | <p>a: 剛壁密着 b: 空気層がある場合</p> | <p>低音域 中音域 高音域</p> <p>吸音率</p> <p>周波数</p> | <p>a: 高音域吸音 (多孔質材の厚さが大きいほど吸音率は高)</p> <p>b: 全音域吸音 (空気層の厚さが大きいほど吸音率は高)</p> <p>カーテンやカーペットなどもこの種類に入る。</p> |
| (B) ヘルムホルツの共鳴器 | <p>ネック l 空洞部容積 V</p> <p>断面積 S 抵抗</p> <p>質量 m ばね k 抵抗</p> <p>等価</p> | <p>吸音率</p> <p>周波数</p> <p>抵抗付加</p> <p>f_0</p> | <p>特定の周波数の吸音 (一般に低音域)</p> <p>共鳴周波数: f_0</p> $f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{l_e \cdot V}}$ <p>ただし, $l_e = l + 0.8d$ d: ネックの直径 c: 音速</p> |
| 共鳴器型吸音 | <p>穴あき板 多孔質材 剛壁</p> <p>d t L</p> | <p>吸音率</p> <p>周波数</p> <p>多孔質材裏打ち</p> <p>f_0</p> | <p>中音域吸音 共鳴周波数: f_0</p> $f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{P}{(t+\delta)L}}$ <p>ただし, $\delta = 0.8d$ d: 円孔の直径 c: 音速 P: 開口率 t: 板厚(m) L: 空気層厚(m)</p> |
| (D) リブ・スリット構造 | <p>リブ 多孔質材 スリット 剛壁</p> | <p>吸音率</p> <p>周波数</p> <p>多孔質材裏打ち</p> <p>f_0</p> | <p>低・中音域吸音 (注)(A)の吸音構造の表面保護材としてリブなどを用いる場合には、できるだけ開口率を大きくする。</p> |
| 板振動型吸音 | <p>空気層 板材料 多孔質材 剛壁</p> | <p>吸音率</p> <p>周波数</p> <p>(多孔質材付加)</p> | <p>低音域吸音 一般的な板材料を用いた構造では、100Hz前後に吸音のピークが生じる。</p> |

図 吸音機構の種類と特性 (出典: 参考文献[1], p. 183)

補足) 多孔質材料で、材料の厚みを厚くするほど、また、空気層を設けて厚みを厚くするほど、低音域の吸音率がよくなる理由:

音がコンクリートのような(剛)壁に入射する時、音波の粒子速度が最大となる部分(腹という)が入射方向に一定の間隔で生じる。この間隔を吸音材内により多く含む方が吸音率は高くなる。低音域では波長が長く、この間隔が長くなるため、厚みがより厚い方がよい。空気層を設けると壁と吸音材の間が広くなり、吸音材の厚みがより厚くなるのと同じような効果になる。

補足 4 吸音の効果を評価するためには？

遮音では透過率や透過損失を用いた

戻ってこない音のエネルギーの割合が大きい時

吸音率の値は大きい

吸音の効果も大きい

※部屋全体の吸音性能

吸音力 = 材料の吸音率 × 材料の面積

※※吸音と遮音の効果を図にしてみると (この図を書けるようにしておくとう間違い)

※遮音性能がよくても、吸音性能がよいとは限らず！ ←現象が違う！

音が透過する際は、壁が振動することによって透過する。例えば、吸音材としての板振動型吸音構造を考えてみれば、よく振動する場合は吸音材料としてよい効果を生じる (たくさん吸音する)。しかし、その一方で、遮音材として考えれば、振動すればするほど、音が透過することになるので、遮音材としての効果は低いと考えられる。確かに、吸音することによって、透過する成分を減らすこともあり得るが、上記のように、吸音性能のよい材料と遮音性能のよい材料が同じでないことが多い (逆に、両立する材料の方が珍しい)。別々の現象であることを考えたい。

4 固体音

(1) 「空気」音：空気中を伝わる音（今まで考えてきたもの）：

- ・基本は直線状に（まっすぐ）伝わる

(2) 「固体」音：固体の中を伝わる音

- ・空気音よりも伝わる速度が格段に速い
- ・伝わり方（伝わる方向）が複雑（変な経路で伝わることもある）

※私達の耳には、最終的に、空気を伝わって到達することが多い

【参考文献】（順に、タイトル、編著者名、出版社、発行年月、価格、ISBN。〔 〕内は熊本県立大学図書館所蔵情報。）

[1] 『環境工学教科書 第二版』（環境工学教科書研究会編著，彰国社，2000 年 8 月，¥3,500 + 税，ISBN：4-395-00516-0）〔和書（2 F），525.1||Ka 56, 0000275620, 0000308034〕

→第三版（2020年 2 月，ISBN:978-4-395-32146-9）〔和書（2 F），525.1||Ka 56, 0000387929〕もあり。

[2] 『誰にもわかる音環境の話 騒音防止ガイドブック（改訂 2 版）』（前川純一・岡本圭弘，共立出版，2003 年 2 月，¥3,200 + 税，ISBN：4-320-07691-5）〔和書（2 F），519.6||Ma 27, 0000350315〕

[2] 『図説テキスト 建築環境工学』（加藤信介・土田義郎・大岡龍三，彰国社，2002 年 11 月，¥2,400 + 税，ISBN：4-395-22127-0）〔和書（2 F），525.1||Ka 86, 0000310578〕

→第二版もあり（2008 年 11 月，ISBN：978-4-395-22128-8）〔和書（2 F），525.1||Ka 86, 0000320417〕

学年：_____ 学籍番号：_____ 名前：_____

【演習問題】 下記の問いに答えよ。

- (1) 2 室間の室間音圧レベル差について、中心周波数 125Hz から 4,000Hz までの 6 つの 1/1 オクターブバンド音圧レベルを測定したところ、125Hz で 30dB, 250Hz で 33dB, 500Hz で 40dB, 1,000Hz で 42dB, 2,000Hz で 50dB, 4,000Hz で 52dB であった。このときの遮音等級はいくらか。教科書 p. 125 の図を用いて、答えよ。
- (2) ある上下階の 2 室間の床について、軽量衝撃源により下階の 1/1 オクターブバンド音圧レベルを測定したところ、中心周波数 63Hz から 500Hz が支配的で、その値は 63Hz で 53dB, 125Hz で 55dB, 250Hz で 54dB, 500Hz で 35dB であった。このときの床衝撃音等級はいくらか。教科書 p. 126 の図を用いて、答えよ。