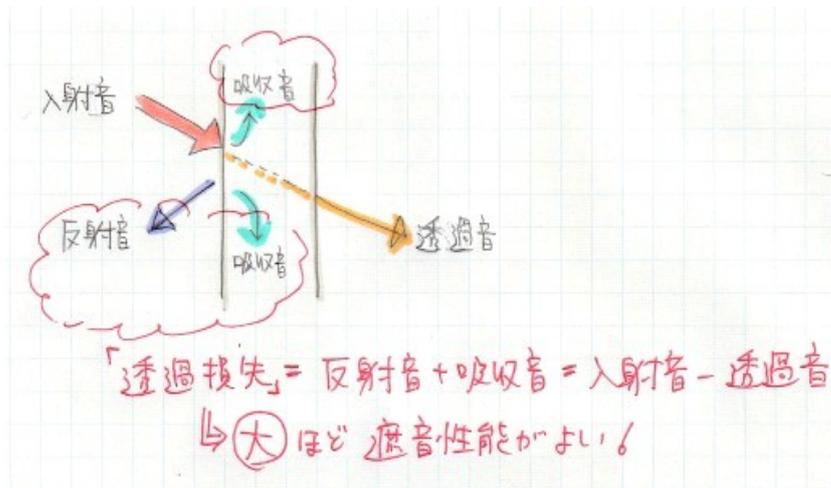


## 『音響②』

### 「遮音」

素材が音を通さずに侵入音を防ぐこと（防音手段のひとつ）



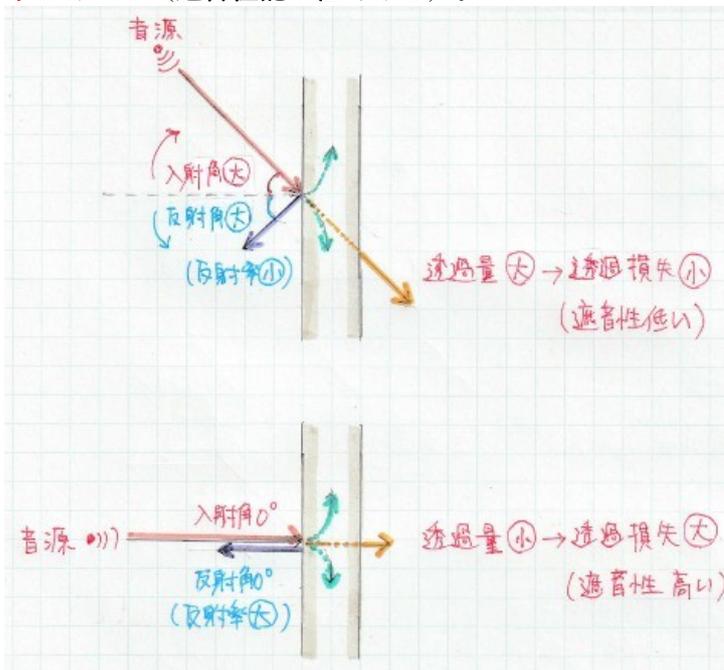
<透過損失> 大きいほど良い！

壁などの遮音の程度を示すもので、透過音が入射音よりどれだけ減少したかを表すものであり、透過損失の値が大きいほど壁などの遮音性能がよい。

- ・透過率は音を主体としているのに対して、透過損失は壁などを主体としている。
- ・透過損失は透過率の逆数を「dB」で表示した値となる。  
→壁の音響透過損失を10dB増加させるためには、壁の音響透過率を現状の1/10にする必要がある。
- ・開放窓は音波が全て透過するので、音響透過率も、吸音率も1になる。

### 「単層壁（一重壁）の質量則」

- ・均質で、隙間がない単層壁の透過損失は、単位面積当たりの質量（面密度）と入射音の周波数が大きいほど大きくなる。
- ・面密度または周波数が2倍になると、透過損失は6dB程度増加する。  
（これは覚える！）  
単層壁の厚さが2倍になると面密度も2倍になるので、透過損失は6dB程度増加する。
- ・音が壁に垂直に入射する場合は、最も透過損失が大きい。  
音の入射角が大きくなる（斜めに入射）につれて、反射率が小さくなり、透過損失が小さくなる（遮音性能が低くなる）。



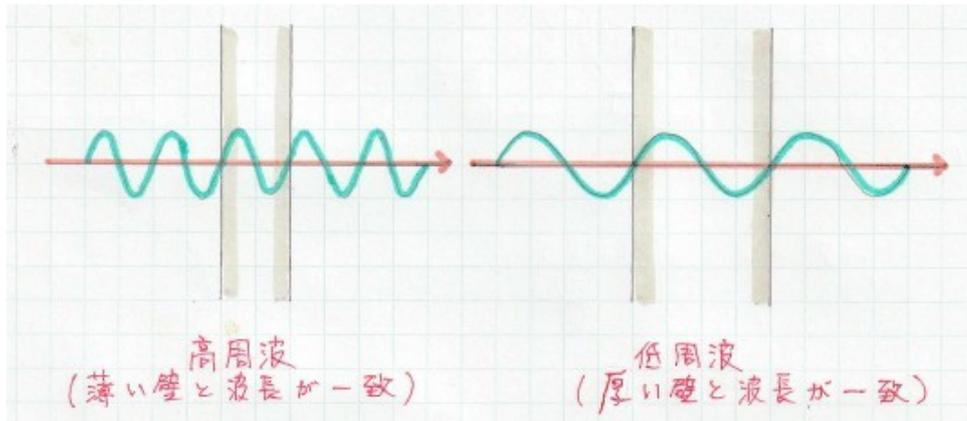
- ・壁に隙間があると、透過損失は小さくなる。
- ・厚さ6mmの単板ガラスと厚さ6mmの合わせガラスの遮音性能はほとんど変わらない。
- ・単層壁の質量則を使って予測した透過損失の値は、実測値に比べて大きくなる傾向がある。つまり、実測値のほうが小さくなる。  
これは実測においては、単層壁に斜めに入射する音があるから。

※次の場合は、「単層壁の質量則」が成り立たない。

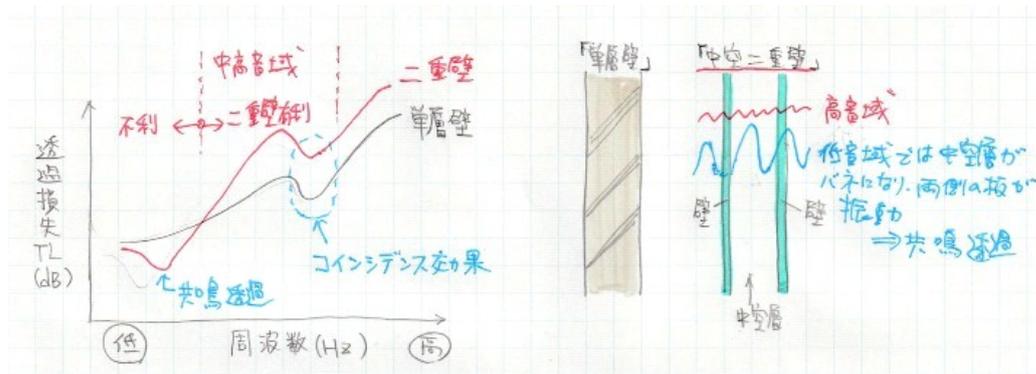
・コンクリートブロックなど空隙をもつ材料。

・ガラスなど薄い板条の材料では、ある周波数の音(中高音域)で、音の振幅と壁の振動の周期が一致して、共振することにより透過損失が低下する。

この効果を「コインシデンス効果」といい、同一材料であれば、厚みが増すほど低い周波数で生じる。



## 「中空2重壁の透過損失」



- ・ 同じ面密度（質量）をもつ単層壁に比べて、**中高音域**では透過損失は**大きい**が、**低音域**では**小さくなる**範囲が生じる。  
これは低音域において、中空層がばねになり、中空層の両側の板が共鳴振動するため、遮音性能が低下する現象であり、これを**低音域共鳴透過**という。
- ・ 遮音上有効にするためには、**中空層の厚さは10cm以上必要**。  
5cm以下ではあまり効果がない。また、中空層の気密性をよくすることも必要。  
※「断熱層2~3cmまで効果がある」ことと混同しないように。
- ・ 中空層を厚くすると、共鳴透過を起こす**波長が長くなり**、共鳴透過を起こす**周波数は低くなる**。
- ・ 板の面密度が大きい（重い）ほど、板の共鳴振動が**ゆっくり**となるので、共鳴透過を起こす**周波数は低くなる**。  
→有孔板の開口率は小さいほど、共鳴透過を起こす**周波数は低くなる**。
- ・ 複層ガラスは同じ面密度をもつ単板ガラスに比べて**500Hz付近**の中高音域において、共鳴透過により、**遮音性能が低下する**。

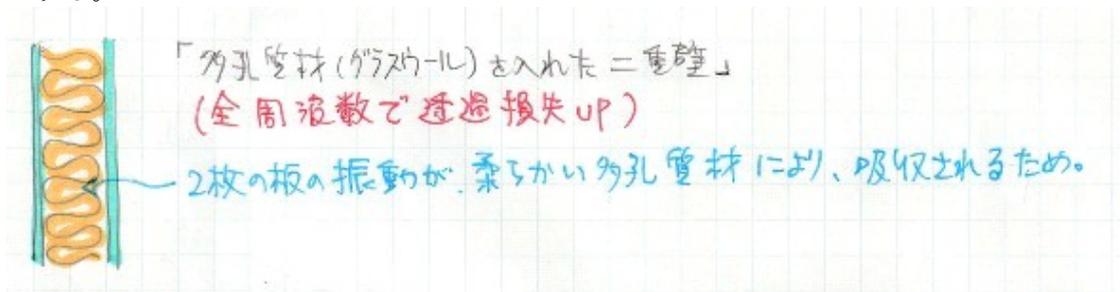
## 「界壁の透過損失」

- ・ 受音室の音圧レベルを一定以下に保つには、**界壁の透過損失だけでなく**、受音室の**吸音力**も考える。
- ・ 受音室の吸音力が大きいほど、**2室の室間音圧レベルの差は大きくなる**。  
(差が大きいということは、音が届いていないので、良いこと)

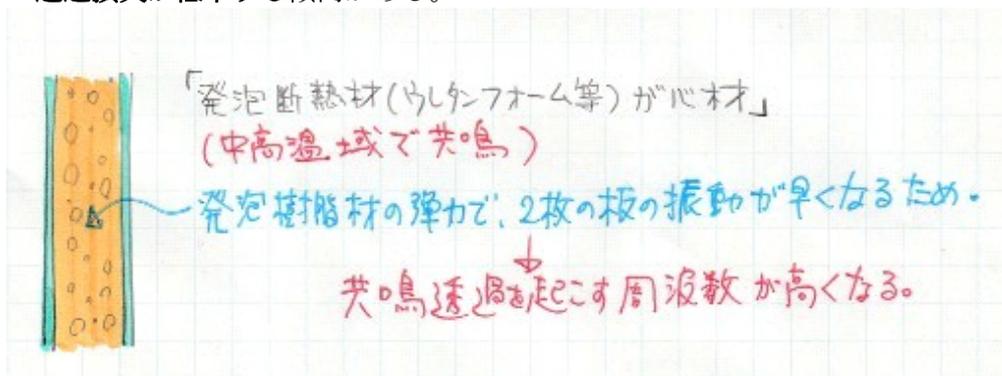
「複合材料の透過損失（中空2重壁の中空層部分に心材を挟んだもの）」

<中空層部分に何も入れない二重壁との透過損失の比較>

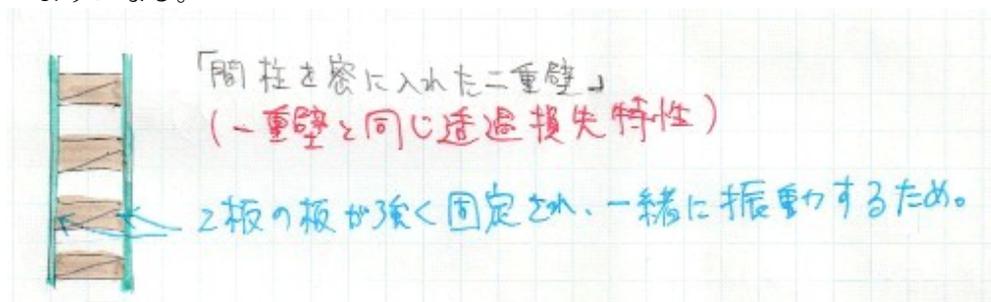
- ・グラスウールなどの多孔質材を入れた**2重壁**は、全周波数において、透過損失が上昇する。



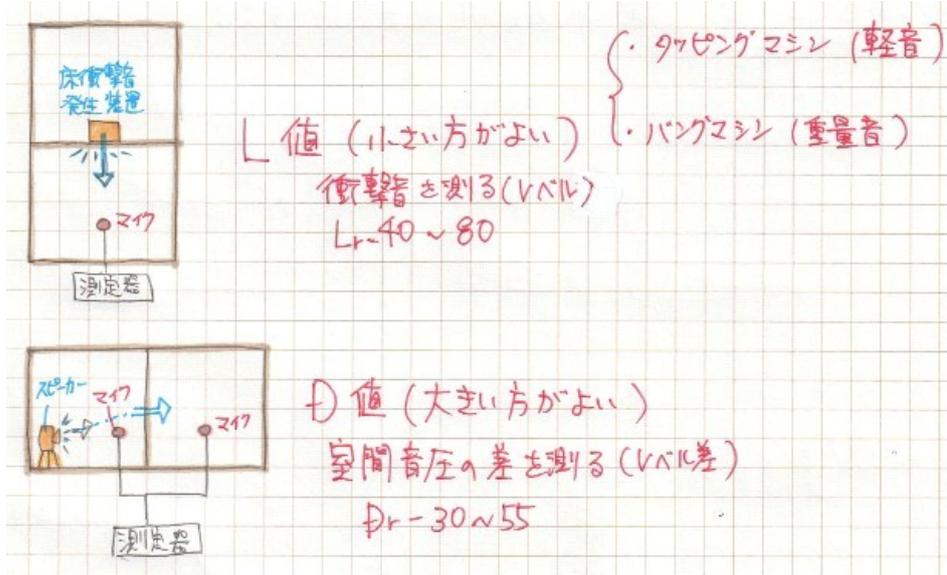
- ・ウレタンフォームなどの発砲樹脂材を入れた二重壁は、中高音域で共鳴透過を起こし、透過損失が低下する傾向がある。



- ・間柱を密に入れた**2重壁**は、単層壁と同じような振動をし、透過損失も単層壁と同じようになる。



## 「遮音等級」



## 「室間の壁の遮音等級 (D 値)」

- ・ 空気音に対する遮音性能を表す値→D 値が大きいほど、遮音性能が良い。
- ・ D 値は音源室と受音室の音圧レベルを測定し、これらの音圧レベルの差の数値で表す。

## 「床衝撃音の遮音等級 (L 値)」

- ・ L 値は、子どもの飛び跳ねや物の落下などによる上下の界床の床衝撃音に対する遮音性能を表す値である。
- ・ L 値は、床衝撃音発生装置で上階の床を加振させたとき、下階で測定される音圧レベルの数値で表すので、L 値が小さいほど、遮音性能が高いことを表す。

## 「床衝撃音レベルの測定方法」

### < 軽量床衝撃音 >

タッピングマシン : 食器の落下や足音など

### < 重量床衝撃音 >

バングマシン : 子どもの飛び跳ねなど

## 「床衝撃音の防止対策」

### <軽量床衝撃音の防止対策>

- ・ 床上に厚いじゅうたんや畳など、音を吸収しクッション性のある物（コルクタイルなど）を敷く。
- ・ 床スラブを厚くする。
- ・ 構造体と仕上げ材を切り離した浮き床工法を採用する。  
乾式、湿式どちらも効果がある。

### <重量床衝撃音の防止対策>

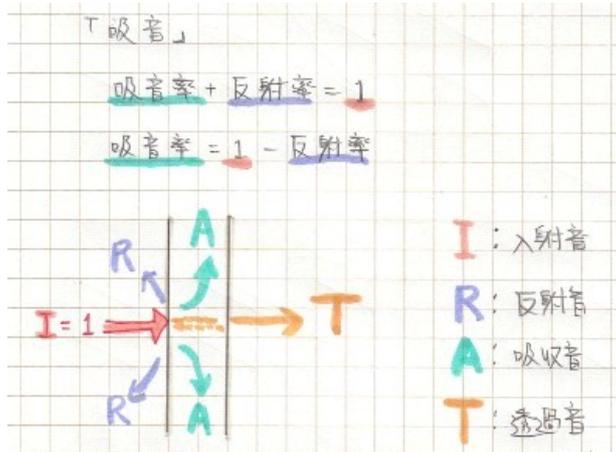
- ・ 構造体と仕上げ材を切り離した浮き床工法を採用する。
- ・ 湿式は効果があるが、乾式だと効果はほとんどない。
- ・ 床スラブを厚くする。  
面密度（スラブ厚）を2倍にすると、重量床衝撃音レベルは、9～14dB低下する。

※カーペット等の柔らかい床仕上げ材を用いても、遮断性能の向上はほとんど期待できない。

## 「吸音」

素材が音を吸収して侵入音を防ぐこと（防音手段のひとつ）。

「吸音率  $\alpha$ 」:入射音に対する反射音以外の音（吸収音+透過音）のエネルギーの割合



- ・ 吸音率 + 反射率 = 1      吸音率 = 1 - 反射率

「吸音力 A」: 吸音率  $\alpha$  に壁、天井などに使っている材料の面積  $S(\text{m}^2)$  をかけたもの。

$$A = \alpha \cdot S \quad (\text{m}^2: \text{メートルセービン})$$

- ・ 畳、グラスウールなどの**柔らかい材料は吸音率が大きく**、石、コンクリート、金属、ガラスなどの**硬い材料は吸音率が小さい**。
- ・ 吸音率は入射音の周波数により異なり、一般に**高音の吸音率は高く**、低音の吸音率は低い。  
そのため、吸音処理は、高音に比べ低音のほうが難しい。
- ・ **学校の普通教室**においては、教師の声が明瞭に聞き取りやすいように、**平均吸音率**（天井、壁、床の吸音率の平均値）が**0.2程度**となるように吸音対策を施すことが望ましい。
- ・ 開放窓は、**反射率がゼロ**になるので、**吸音率  $\alpha$  は 1**になる。

「室内に音源がある場合の平均音圧レベルL（音圧レベルと吸音の関係）」

$$L = \text{PWL} - 10\log_{10}A + 6 = \text{PWL} - 10\log_{10}(\alpha \cdot S) + 6$$

L：室内に音源がある場合の平均音圧レベル

PWL：音源の音響パワーレベル（dB）

A：室内の吸音力（ $\text{m}^2$ ：メートルセービン）

$\alpha$ ：室内の吸音率

S：室内の表面積（ $\text{m}^2$ ）

- ・室内に音源がある場合の平均音圧レベルの値は、室内の吸音率が**2倍**になると、上記の式より、約**3 dB減少**する。

（吸音率を物理量と捉え、ウェーバーフェヒナーの法則と同じように考える）

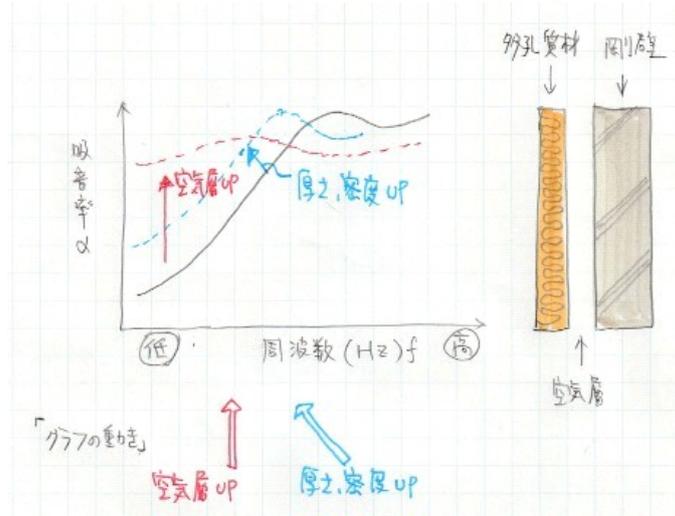
- ・室内の平均音圧レベルは、室内の等価吸音面積を**4倍**にすると約**6dB小さく**なる。

## 「吸音材料」

<各種材料の吸音特性（表面に張った場合）>

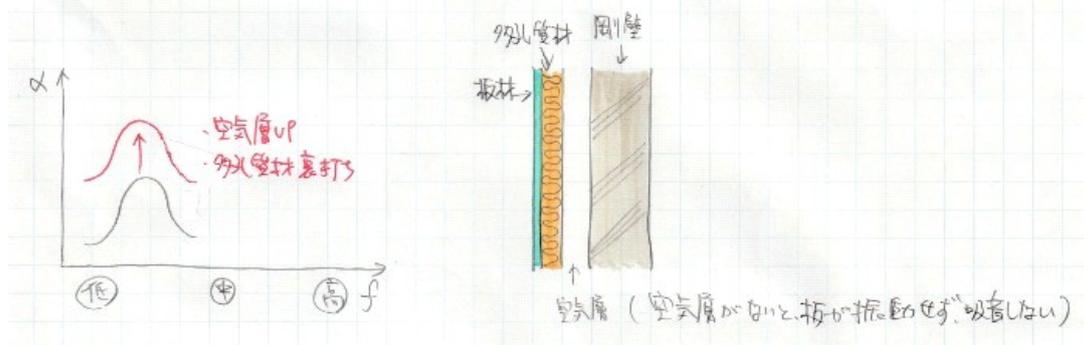
- ・多孔質材料 : 主に高音域の吸音
- ・板状材料 : 主に低音域の吸音
- ・孔あき材料 : 特定の周波数域（中音域）の吸音

## 「多孔質材料（グラスウール等の繊維材料）」

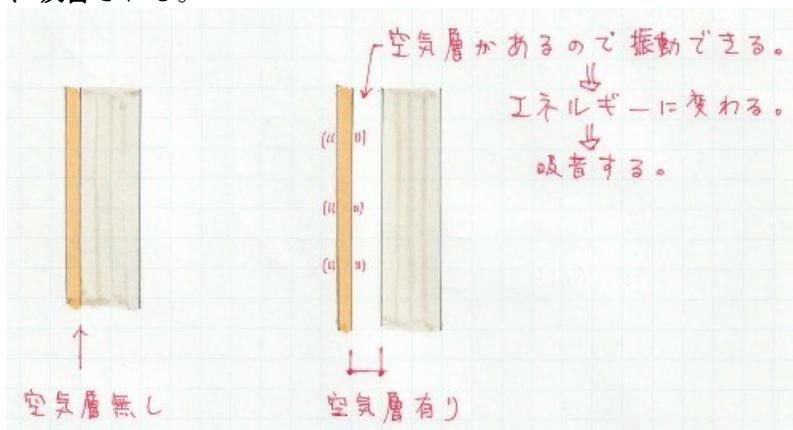


- ・音エネルギーが繊維を振動させたり、細かい隙間に入るときの摩擦などにより熱エネルギーに変わることで吸音される。
- ・高音域の吸音率は大きい、低音域は小さい。
- ・剛壁密着では、厚さを増すと中低音域の吸音率が増加する。
- ・剛壁と多孔質材料の間に背後空気層を設けると低音域まで吸音でき、広帯域にわたり吸音できる。  
また、背後空気層を厚くすると、さらに低音域の吸音率が増加する。
- ・多孔質材料の表面を塗装やクロス張りなどで被覆し、通気性を悪くすると、高音域の吸音率が低下する。
- ・壁に多孔質吸音材料を使用するに当たり、表面を孔あき板やリップ等で保護する場合、開孔率が小さいと、孔と空気層が共鳴器として機能し、共鳴器型の吸音特性が現れることがある。

「板状材料（合板、石膏ボード、フレキシブルボードなど薄い板状の材料）」

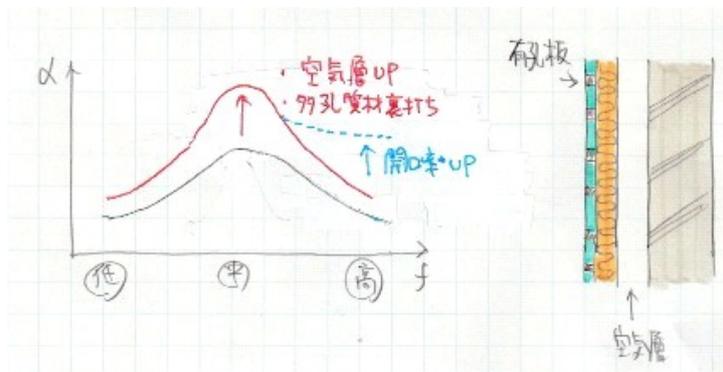


- ・ 背後空気層を設けると、音エネルギーが板と空気層との共振により熱エネルギーに変わり、吸音される。



- ・ 低音域の共鳴周波数付近に吸音率のピークを示し、背後空気層を厚くした場合、そのピークは、より低音域に移行する。  
また、中高音域の吸音率は小さい。
- ・ 板状材料に多孔質材料を裏打ちすると、多孔質材料の吸音特性である高音域での吸音率はあまり期待できないが、低音域の吸音率は増加する。  
(壁面表面に多孔質材料があると、高音域の吸音率はアップするが、裏面の場合は、高音吸音はあまり期待できない)
- ・ 背後空気層を設けず、剛壁に密着させると、板の振動が起こらず吸音しない。

「孔あき板材料（合板や金属板に多数の孔を開けたもの）」



- ・ 背後空気層の厚さを増すと、吸音率の山は低音側に移動し、低音域の吸音率が増加する。
- ・ 有孔板の開口率を増すと、高音域をよく吸収する。  
しかし、孔の開口率を30%以上にすることは困難である。
- ・ 孔あき板材料に多孔質材料を裏打ちすると、吸音率は全般的に増加する。
- ・ 孔あき板と剛壁との間に空気層を設けた吸音構造の共鳴周波数は、孔あき板の開口率を小さくすると低くなる（低周波で共鳴する）。

### 【バツ問例】

- ・学校等の施設においては、周囲に生垣や並木等の植栽を設けることで、騒音を減衰させる大きな物理的効果が得られる。
- ・建築物の床衝撃音遮断性能に関する等級において、Lr-40はLr-55に比べて、床衝撃音の遮断性能が低い。
- ・中空二重壁の共振透過において、同一の材料を用いて壁間の空気層を厚くすると、共振周波数は高くなる。
- ・単層壁の音響透過損失の値は、質量則を用いた予測値よりも、実測値のほうが大きくなる傾向がある。
- ・駅、空港、ショッピングモール等の公共施設においては、放送音声の聞こえやすさを確保するため、一般に、吸音処理を避けることが望ましい。：
- ・吸音率は、「壁へ入射する音のエネルギー」に対する「壁内部に吸収される音のエネルギー」の割合である。
- ・ロックウールボード等の多孔質吸音材料の表面を塗装しても、高周波数域における吸音率には、ほとんど影響しない。
- ・単層壁による遮音において、同一の材料で壁の厚さを薄くしていくと、コインシデンス効果による遮音性能の低下の影響範囲は、より低い周波数域へ拡大する。
- ・単層壁の音響透過損失は、垂直入射の場合より拡散入射の場合のほうが大きくなる。
- ・床にコルクタイルを敷くことによって、一般に、重量床衝撃音の低減を図ることができる。