

有孔ボードの防音性

U.Y.<科①ゼミ>

1. はじめに

教室の天井や音楽室の壁には無数の小さな穴のあいた有孔ボードという防音材が設置されている。有孔ボードは壁や天井に直接貼り付けられているのではなく、間に空気層が挟まれている。この空気層によってヘルムホルツ共鳴[1][2]という共鳴現象が起き、空気の振動が摩擦で減衰して防音されるという仕組みである[3]。よって、有孔ボードは防音効果があると期待できるが、実際どれくらいの音量を防音できるか明らかになっていない。したがって、本研究では、有孔ボードの有無と周波数を条件に、それにどれくらいの防音効果があるのか調べることを目的とした。

2. 仮説と調査方法

2.1 仮説

有孔ボードにおけるヘルムホルツ共鳴は、空気層の厚さ、穴の大きさなどのさまざまな条件で決定される固有振動数によって発生する。よって、有孔ボードは、その固有振動数に近い周波数であるほど防音効果があり、固有振動数から離れた周波数であるほど効果が下がると予想できる。また、以下の式(1)より[4]、この実験において共鳴の固有振動数は約723Hzである。

c : 音速、 S : 穴の面積、 V : 空気層の体積、 l : ボードの厚さ

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{Vl}} \quad (1)$$

2.2 実験装置

- ・箱1 (横: 310mm、縦: 310mm、高さ: 200mm、厚さ6mm MDF板)
- ・箱2 (横: 210mm、縦: 210mm、高さ: 150mm、厚さ5mm、穴ピッチ25mm、直径5mm 有孔ボード)
- ・iPhone(iOSアプリケーション「Sonic Tools」)
- ・Bluetoothスピーカー



図1: 左が箱1、右が箱2

箱1は部屋の壁、箱2は有孔ボードそのものに見立てている。

2.3 実験方法

- ①パターンA(箱1のみ)またはパターンB(箱1の中に箱2)の状態では箱の中にスピーカーを置く
- ②6種類の周波数を常に50dBの音量で流す
- ③スピーカーから20cm離れた位置で箱から漏れた音量を測定する
- ④測定した値から式(2)で周波数ごとの防音率を求める

$$\text{防音率}e[\%] = \frac{(A\text{の値}) - (B\text{の値})}{(A\text{の値})} \quad (2)$$

防音率が高いほど防音性も高いことを示す。

3. 実験結果

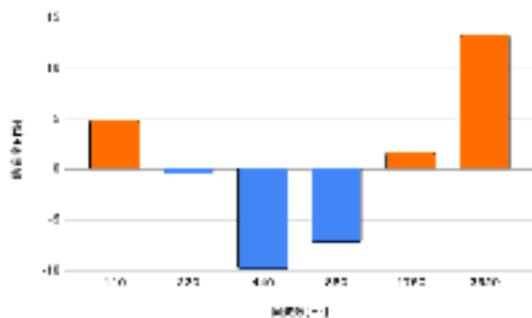


図2：周波数ごとの防音率

110～220Hzを低域、440～880Hzを中低域、1760～3520Hzを中高域としたとき、有孔ボードの防音効果は低域・中高域では高く中低域では低いという結果となった。

4. 考察

4.1 中低域での防音率が負になった要因について

箱1、2自体の固有振動数についてである。箱自体にも固有振動数があるため、それが共鳴箱となってしまった可能性がある。

4.2 実験の条件について

一つ目に、防音の要因について、有孔ボードで作られた箱2の有無によって変化した防音率は、有孔ボード特有の穴によるものなのか、単純に音源と測定器との間に障害物が増えたことによるものなのか、またはその両方によるものなのか判断できない。

二つ目に、データの正確性について、今回の実験ではスマートフォンアプリケーションを用いて音量測定をしたが、無音の環境であっても30dBと測定されたり一定の音量の音源を流しているのに値が変動したりといくつか問題があった。よって、データが完全正確であるとは言い難い。

三つ目に、有孔ボードの実際の設置状況の再現度についてである。実際の部屋の壁は15～18cmと箱1よりもずっと分厚く、また、有孔ボードは単体ではなく吸音材と併用されている。これらも有孔ボードの防音性の変数になっている可能性がある。

5. 今後の課題

考察より有孔ボードの防音性を明らかにするには、箱2を穴のないただの箱に置き換えた場合の実験も行うこと、別のソフトウェアや測定器も活用してより精度の高いデータを得ること、有孔ボードの実際の設置状況に寄せた条件を設けることが必要である。

謝辞

本論文の作成にあたり、ご協力してくださった皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

[1]杉原土地有限会社．”有孔ボードはなぜ防音するのか”．2024．

<https://cwaweb.bai.ne.jp/~asukaru/bou-on-room-hole-board.html> , (最終閲覧日2024年1月31日) .

[2]テクセルSAINT．“ヘルムホルツ共鳴の仕組みとは？”．2023．

<http://teccell.co.jp/saint/column/helmholtz-resonance/> , (最終閲覧日2024年1月31日) .

[3]吉野石膏株式会社．“なぜ吸音が必要か？”．2023．

<https://yoshino-gypsum.com/special/sekkou/15> , (最終閲覧日2024年1月31日) .

[4]上智大学．“ヘルムホルツ共鳴”．2023．
<https://splab.net/apd/ja/a700/> , (最終閲覧日2024年31日)