

# 有孔ボードの孔の大きさと音の減衰量の関係

北海道札幌啓成高等学校 理数科（2023 年入学）3 班

加藤雄太郎 木島康生 田中那柚太 前田瞬也

Interest in soundproofing arose from an issue experienced by a group member whose brother was extremely loud. Various types of soundproofing walls were considered, with particular attention given to perforated boards. The study aimed to investigate the effect of hole size on sound attenuation. Perforated boards without holes and with hole diameters of 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm and 10 mm were fabricated and sound attenuation was measured at frequencies between 1,000 and 10,000 Hz. The results indicated that smaller holes tended to produce greater sound attenuation. Smaller holes tended to attenuate sound slightly, however the effect of the perforated board alone without sound absorbing material was limited. (文字数 602、単語数 113)

キーワード：有孔ボード、減衰、孔の大きさ、振動数

## 1. 序論

今日では騒音に対して、防音対策が欠かせない。防音対策は主に、防音壁の設置が挙げられる。その一つに、音楽室等に用いられる、木の板に穴を開けた「有孔ボード」がある。

我々がこの防音関係の研究に興味を持ったのは、班員の 1 人に弟がうるさいという悩みがあったためである。当初は防音壁に注目していたが、先行研究を調べていたときに岐阜県立恵那北高等学校の「身近な防音素材」という研究<sup>(1)</sup>を見つけた。この研究では、段ボールの内側の壁に様々な吸音材を貼り、それぞれの吸音材でどのくらい吸音するかという研究をしていた。そこから防音壁ではなく吸音材に興味を持ち、調べていると、有孔ボードの孔の形に注目した長野県伊那北高等学校の「有孔ボードの孔の形が吸音性能に及ぼす影響」<sup>(2)</sup>という研究を発見した。そこで、有孔ボードの孔の大きさに注目することにした。

有孔ボードは一般に吸音材とともに用いられるため、有孔ボードのみで音を減衰させることで、吸音材のコストを削減できるのではないかと考えた。吸音材と組み合わせた有孔ボードと比べて、単体でより音を減衰させる有孔ボードを作ることを目的とし、孔の大きさが大きいほど音の大きさが大きくなるという仮説を立て、有孔ボードの孔の大きさを変化させたときの音の減衰量がどれくらいになるかを自作の有孔ボードを用いて実験し、考察した。

## 2. 前提知識

有孔ボードによる吸音は、孔部分の摩擦で音のエネルギーが熱エネルギーに変換されて吸音効果が生じることによっておこる。

## 3. 実験装置

今回は、以下の①から⑤の実験装置を用いて実験を行った。

- ①有孔ボード・・・4 枚の有孔ボードで側面を作り、天井を穴の空いていない板で蓋したもの。厚さ 1cm、底面積 25cm×25cm、高さ 27.5cm (図 1)
- ②吸音材<sup>(A)</sup>・・・音の大きさを減衰させる素材。今回は、厚さ 9mm、面積 30cm×30cm で材質がポリエステル<sup>(B)</sup>の多孔質吸音材を用いた。
- ③吸音箱・・・段ボールで作った箱の内面に吸音材を貼り付けたもの。段ボールの厚さ 8mm、底面積 32.5cm×33cm、高さ 31.3cm (図 2)
- ④スポンジ・・・市販のスポンジを正確に吸音材の中央に置き、音源をスポンジの中央に置けるようにするために印のつけた紙で包んだもの。(図 3)
- ⑤音源・・・スピーカー<sup>(B)</sup> (図 4)



図 1 音源の周りに有孔ボードを置いた様子



図2 吸音箱の中の様子

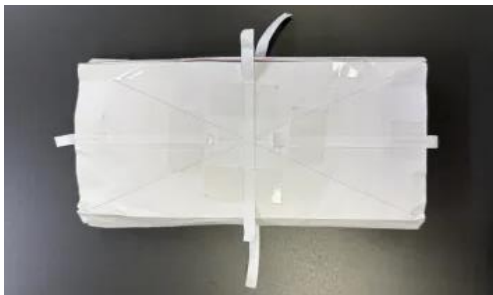


図3 紙で包んだスポンジ



図4 音源の位置



図5 音源とスマートフォンの位置関係

#### 4. 実験方法

振動が机に伝わることを防ぐために吸音材<sup>(B)</sup>を敷きその上にスポンジ<sup>(C)</sup>(図1)を置いて、更にその上に音源を置いた(図2)。自作した有孔ボードを音源に被せた(図3)。音源から200cm離れたところにスマートフォンを置き(図4)、音量測定アプリ<sup>(D)</sup>で測定した。

1,000Hz から 10,000Hz の範囲で、1,000Hz お

きに測定し、計測を開始して約2秒後の音の大きさを、有孔ボードの孔の直径を変えたものでそれぞれ各5回測定し、その値の平均を出した。

有孔ボードを置かない状態(図4)を初めに測定したあとに有孔ボードを置いたときの状態(図1)を測定したため、最初に測定した音が最後まで同じ音の大きさが音源から出続けていることを確かめるため、有孔ボードを変えるごとに測定の初めと終わりのときに有孔ボードを置かず、音源だけの状態で同様に平均を出した。

#### 5. 実験1 吸音箱あり、孔の直径2mm・4mm・6mm

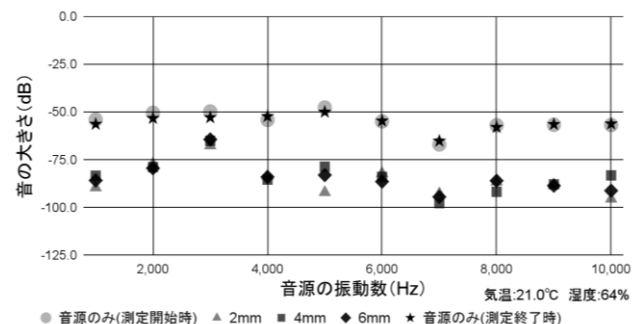
##### 5.1 実験方法

孔の直径がそれぞれ2mm・4mm・6mmの有孔ボードを用いて3.実験方法に加え、厚さ8mmの段ボールと厚さ9mm、素材がポリエステル繊維の吸音材で作成した吸音箱を有孔ボードに被せて実験した。

##### 5.2 結果

グラフ1から孔の大きさによる音の減衰量の違いは殆ど見られなかった。

グラフは3,000Hz以上、緩やかな右下がりとなった。



グラフ1 孔の直径2mm・4mm・6mm(吸音箱あり)の結果

##### 5.3 考察

グラフ1で音の減衰量の違いが見られなかったのは、吸音箱が音量を減衰させすぎて、測定機に届いた音の大きさが殆ど同じであったためであると考えた。

#### 6. 実験2 吸音箱なし、孔の直径6mm・8mm・10mm

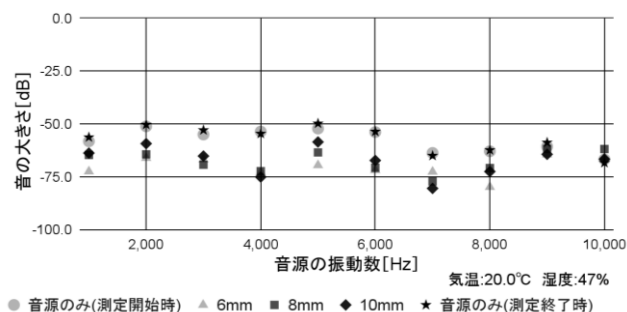
##### 6.1 実験方法

孔の大きさがそれぞれ直径6mm・8mm・10mmの有孔ボードを用いて、吸音箱を被せず、3.実験方法と同様に実験した。

##### 6.2 結果

グラフ 2 より 9,000Hz 以上では孔の直径 6mm・8mm・10mm での音の減衰量は殆どなかった。

8,000Hz 以下では孔の大きさによる音の減衰量の違いは殆ど見られなかった。



グラフ 2 孔の直径 6mm・8mm・10mm の結果

### 6.3 考察

振動数が大きくなると音波は回折しにくくなり、音波が孔を通ったあと、分散されずにそのまま測定機まで届いたため、音の減衰量が少なくなるのではないかと考えた。

## 7. 実験 3 吸音箱なし、孔なし・孔の直径 2mm・4mm・6mm

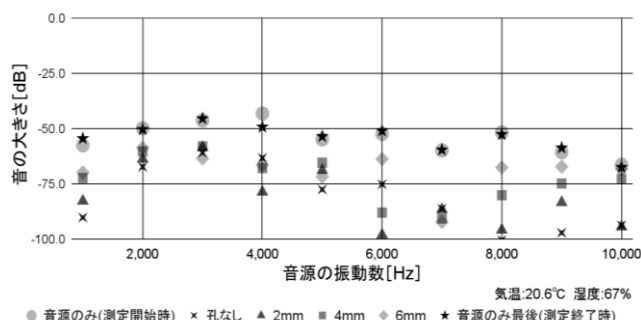
### 7.1 実験方法

孔の直径がそれぞれ 2mm・4mm・6mm の有孔ボードと孔がないボードを用いて、吸音箱を被せず、3.実験方法と同様に実験した。

### 7.2 結果

グラフ 3 より音の減衰量は孔なしが最も大きく、有孔ボードでは音の減衰量は直径 2mm が最も大きく、直径 6mm が最も小さかった。

8,000Hz 以上、孔の直径 4mm・6mm の音の減衰量は徐々に小さくなっていった。



グラフ 3 孔なしと孔の直径 2mm・4mm・6mm の結果

### 7.3 考察

孔が小さいほど音の減衰量が大きくなるが、穴がないボードがより音量が減衰したことから有孔ボード自体は音量を減衰させる効果はない

と考えた。

## 8. 結論

有孔ボードによる音の減衰量は孔の大きさが小さいほど大きくなる。

有孔ボード自体には、孔がない板よりも音を減衰させることはできない。

## 9. 今後の展望

今回は有孔ボードの外での音の減衰量についての実験だったので、有孔ボード内の音の反響の研究をやってきたい。

## 10. 謝辞

担当の中道先生、ご協力してくださった山本先生（札幌稲雲高等学校）、青木先生（札幌琴似工業高校）、その他アドバイスをくださった先生方、深く感謝いたします。

## 11. 参考文献

- (1) 坪井悠真・堀田真太郎(平成 31 年度),岐阜県立恵那北高等学校,「身近な防音素材の発見」  
<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H31ssh/sc3/31908.pdf>  
(最終閲覧日 2025 年 6 月 18 日)
- (2) 酒井悠悟・亀田直樹・濱野健太郎・今井伶藤井彩華(令和 3 年度),長野県伊那北高等学校,「有孔ボードの孔の形が吸音性能に及ぼす影響」  
[https://www.nagano-c.ed.jp/ina/B\\_educationalinfo/2021/kadaikenkyu/poster/pos\\_physics2.pdf](https://www.nagano-c.ed.jp/ina/B_educationalinfo/2021/kadaikenkyu/poster/pos_physics2.pdf)  
(最終閲覧日 2025 年 7 月 2 日)

## 12. Appendix

- (A) 吸音材：Moon River 吸音ボード  
30cm×30cm 200g/m<sup>3</sup>  
<https://www.amazon.co.jp/dp/B0C1BGF2RQ>
- (B) スピーカー：JBL Clip2
- (C) スポンジ：泡キュット ネットスポンジ  
材質 ポリウレタンフォーム、ナイロン
- (D) 計測器：機種 Google Pixel 6a  
アプリ Spectroid (測定できる音の大きさの最大値を 0dB としている)