

段ボールを使用した減音方法について

以西 陽翔 岩野 明弘 河原 一貴 森本 十波

【概要】

我々は避難所でパーティションとして使用される段ボールに着目し、段ボールの形状を変えて減音能力を向上させることができないかと考えた。実験1では厚紙とケント紙を使用して中芯が1個のものと2個のものの段ボールのモデルを製作し、実験した。中芯を増加させて減音しようとしたが、あまり減音させることができなかった。実験2では段ボールの厚さと同じ発砲ポリスチレンのボードを使用して3種類の大きさの段ボールのモデルを製作し、実験した。1.0cm ずつの隙間ができるように重ね、空気の層で減音しようとしたが、共鳴が発生した。実験3では実験2で発生した共鳴の原因を調べるために6種類の大きさの紙コップを製作し音源からの高さを変えて実験した。しかし、共鳴の原因はわからなかった。

We focused on corrugated cardboard used as a partition in evacuation centers and wondered if it would be possible to improve the sound reduction capability by changing the shape of the corrugated cardboard. In Experiment 1, we made corrugated cardboard models with one core and two cores using cardboard and Kent paper, and experimented. I tried to reduce the sound by increasing the core, but I could not reduce the sound very much. In Experiment 2, three sizes of corrugated cardboard models were manufactured and tested using a polystyrene foam board with the same thickness as the corrugated cardboard. I tried to reduce the sound with a layer of air by stacking them so that there was a gap of 1.0 cm each, but resonance occurred. In Experiment 3, in order to investigate the cause of the resonance generated in Experiment 2, paper cups of 6 different sizes were produced and the height from the sound source was changed. However, the cause of the resonance was unknown.

【動機・目的】

段ボールは避難所などでのパーティションとして使われている。そこで私たちは段ボールの形状などを変えて避難所での防音材の代わりにならないかと考えたため。

【実験器具】

- ・段ボール（厚さ 5.0mm）
- ・発砲ポリスチレン（厚さ 5.0mm）
- ・ケント紙
- ・厚紙

- ・紙テープ
- ・セロハンテープ
- ・Bluetooth 搭載小型スピーカー (EWA A106 Pro)
- ・スマートフォン（音源として使用）
- ・FIFINE K670 USB マイク（計測器として使用）
- ・パソコンソフト Wave Spectra（計測機として使用）

【実験方法】

【実験Ⅰ】

1 目的

中芯が減音効果の向上にもたらす影響について検証する。

2 仮説

中芯の波状の構造が音を分散させ、段ボールの減音効果を向上させる。

3 実験方法

- I 縦 15cm, 横 21cm, 高さ 15cm の疑似段ボールを製作する。
- II 同じ大きさで中芯部分のみ 2 重の疑似段ボールを製作する。
- III 高さ 5.0cm の音源を設置し音源に疑似段ボールを音源が中央に来るように被せる。
- IV 音源から 30cm の位置にスピーカーを設置し音源から音を流して測定する。
- V I～IVの操作を 3 回繰り返す。

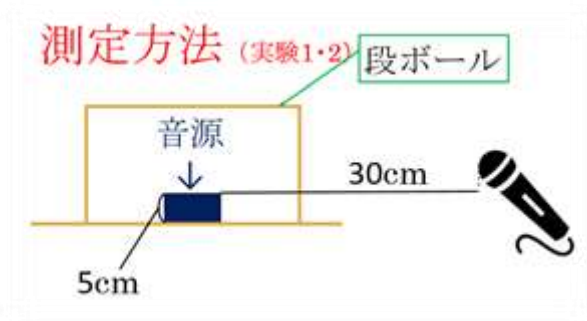


図1 測定方法

4 結果

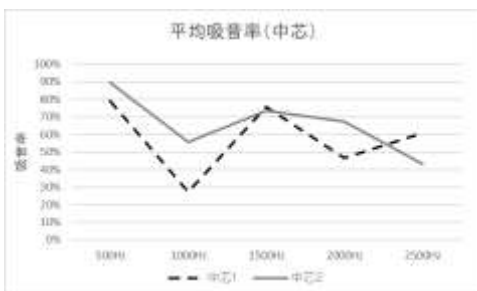


図2 実験Ⅰ結果

5 考察

基本的な吸音性能は中芯を増やし

たほうが高いことが結果から分かった。しかし、特定の周波数では中芯が少ない時のほうが吸音率の上昇が確認された。

【実験Ⅱ】

1 目的

発泡ポリエチレンで大きさの違う囲いを3つ作成し、囲いの数と吸音率の関係性を調べた。(振動数は 500Hz, 1000Hz, 1500Hz, 2000Hz, 2500Hz で測定した。)



図3 発泡ポリエチレンで作成した囲い

2 仮説

囲いの数が多いほど吸音率は大きくなる。

3 実験方法

- I 発泡ポリスチレンで縦 26.5cm, 横 19.5cm, 高さ 18.0cm の囲いを作る。
- II 縦, 横, 高さがそれぞれ 1.0cm 小さい囲いとそれよりさらに 1.0cm 小さい囲いを作る。
- III 実験 1 と同じ方法で、囲いの数を変えて測定する。

4 実験結果

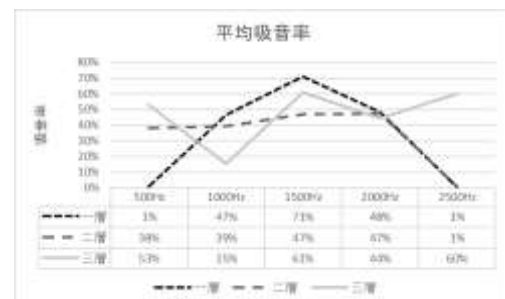


図4 実験Ⅱ結果

500Hz のときは囲いの数が増えるほど吸音率も大きくなっているが、ほかの振動数で同

じような結果は出なかった。

4 考察

囲いの数と吸音率の関係に規則性はみられなかった。

音を発生させているときに囲いに触れると囲いがわずかに震えていたため、規則性が見られなかったのはそれぞれの囲いで共鳴が発生し、音が増幅されたからだと考えた。

【実験Ⅲ】

1 目的

実験2結果で空気層を増やしたとき吸音性能が落ちるという場合があった。そこで、私達は箱の上部で共鳴が起きているのではないかと考え確かめることとした。紙コップを用いて疑似的に共鳴が起きるかを実験すると共鳴が起きる高さがコップの大きさによって異なった。そのため、どのような条件が影響したのかを確認しようとした。

2 仮説

体積が共鳴に関係している。
気柱共鳴が起こっている。

3 実験方法

I 高さ 6.5cm 直径 $R = 3n + 2$ cm ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) の円柱を作成した。

II

500Hz, 750Hz, 800Hz, 900Hz, 1000Hz で最も音が大きくなる高さをそれぞれ3回測定した。

スピーカーとマイクの距離は15cmとした。



図5 紙コップの大きさの比較



図6 実験方法

4 実験結果

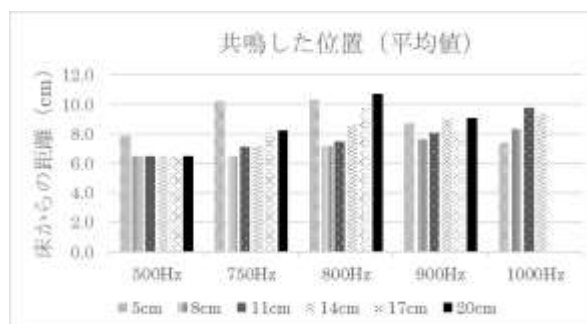


図7 実験Ⅲ結果

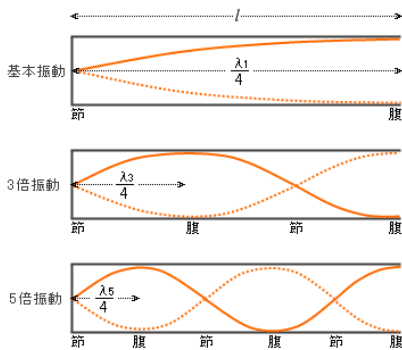
500Hz と 5.0cm のところを除き直径が大きくなるにつれて、床からの距離が大きくなった。また、振動数が大きくなるほど床からの距離が大きくなった。そして、音が大きくなる地点が複数ある場合があった。

900Hz と 1000Hz の 17cm と 20cm では1回目と2回目の共鳴地点の判別ができなかったため記録をしていない。

5 考察

音が大きくなる地点が複数ある

場合があったため、気柱共鳴が起きている可能性があった。しかし、共鳴地点が気数倍振動の条件と異なっていた。



$$\left. \begin{aligned} \frac{\lambda_1}{4} = l & \quad \therefore \lambda_1 = 4l \\ 3 \times \frac{\lambda_3}{4} = l & \quad \therefore \lambda_3 = \frac{4l}{3} \\ 5 \times \frac{\lambda_5}{4} = l & \quad \therefore \lambda_5 = \frac{4l}{5} \end{aligned} \right\} \lambda_{2n-1} = \frac{4l}{2n-1} \quad (n=1,2,3,\dots)$$

図8 気柱共鳴

振動数や直径が大きくなるにつれて共鳴地点の距離が大きくなった理由については現時点では不明である。

【まとめ】

実験結果から中芯を増やす方法は減音についてわずかではあるが効果を持つことが分かった。

空気層を増やした場合、500Hz と 2500Hz の時は仮説通りの結果が得られたが、1000Hz、1500Hz、2000Hz では仮説通りの結果が得られなかった。結果が得られない原因を実験3で調査したが原因を解明することができなかった。

また、構造を変えると特定の振動数で

吸音率が低下したため、現実的な利用は厳しいと考えた。

実験で規則性のある結果を得られない、原因がわからないなど問題点が多かった。

今後さらに実験を重ねることで原因を究明していきたい。

【参考文献】

- ・千葉市立都賀中学校 永野拓海. 身近なものの防音効果について. 2013. https://www.city.chiba.jp/kyoiku/gakko_kyoiku/kyoikushido/documents/31bouon.pdf
- ・ものづくり&まちづくり BtoB 情報サイト 「Tech Note」. <https://www.ipros.jp/technote/basic-soundproof/>
- ・吉田勇太 新谷隆二. 遮音・吸音材料の性能評価に関する基礎的研究. <https://www.irii.jp/randd/theme/h24/pdf/study006.pdf>
- ・神戸大学大学院工学研究科 阪上公博. 日本音響学会誌 74 巻 8 号 音響効果と背後構造. 2018. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jasj/74/8/74_448/_pdf