

避難所利用を想定した段ボール防音壁の空気層の関係の検証

富永 晴大

要旨

避難所で段ボールを用いた防音壁を利用することを考え、段ボールの防音効果や、壁の間に空気層を設けた場合の違い、空気層の厚さによる違いを調べた。その結果、段ボールには防音効果が見られ、空気層を設けた場合も音圧の減少が見られた。しかし、空気層の厚さを変化させても、防音効果に大きな変化が見られなかった。

キーワード：防音壁 音 避難所

I. はじめに

1) 本研究の背景

近年の自然災害の多発による避難所利用の活発化から、避難所での騒音問題に注目した。永幡(2017)によると、避難所における生活環境の問題として、音の問題が多く挙げられていることがわかった。解決方法としては防音壁を作ることが挙げられるが、避難所では使用できる物資に限りがある。そのため、避難所でもありふれている素材として、段ボールを用いることにした。坂本(2019)によると、段ボール構造の素材に関して、防音効果があることがわかっている。また、阪上(2018)によると、2つの空間を隔てる壁がある場合、2つの壁を接触させて1枚の壁のようにするよりも、2つの壁の間に空間を設け、空気層を作ることによって、より防音効果を高めることができることがわかっている。

2) 本研究の目的

今回の研究では防音するのに適した空気層の厚さを調べるために、空気層の厚さと防音効果との関係に着目して調べることにした。避難所で利用した場合、壁の上にも空間があり、そこから音が回り込むこともあるので、そこも含めて考慮する。

II. 事前研究

1) 目的

事前研究として、段ボールそのものの防音効

果がどれくらいあるのかを調べることにした。

2) 手法

段ボールを用いて、縦 33cm、横 66cm、高さ 50cm の、底面、上面を除いた側面だけのボックスを作成する。この数値は、体育館利用で 1m×2m×1.5m のボックスを想定し、体育館の平均の高さが約 9m、実験場(物理室)の高さが約 3m であることを利用して、物理室で同様の実験ができるよう 1/3 に縮小したものである。

このボックスを用いて、図 1 のように、音源と壁に対して対称な位置に測定装置(i)(ii)(iii)を配置する。音源は iPad のスピーカーを用いて、440Hz の正弦波を用いた。測定装置は、スマホアプリの SPARKvue を用いた。また、測定装置を用いる際は dB の値を表示させ、図 2 のように、表示させた波形の中間の値を結果データとした。今回は段ボール壁がある場合とない場合を比較した。

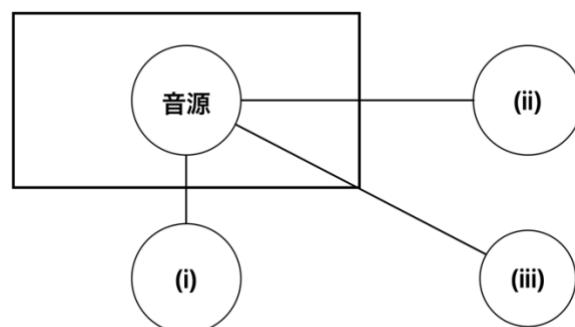


図1 実験の配置

III. 手法

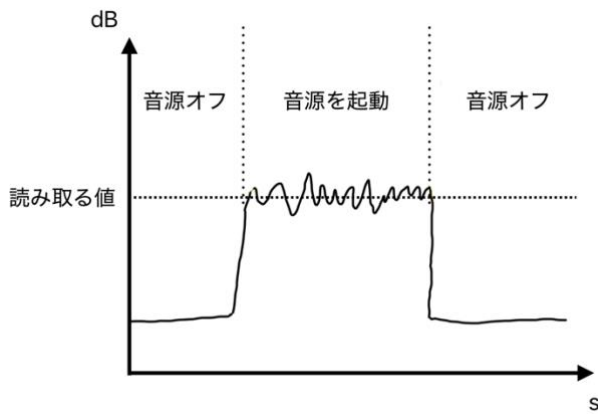


図2 測定値の処理

3) 結果

表1 事前研究で得られた値

	(i)	(ii)	(iii)
壁なし	68	64	61.5
壁あり	61	59	55.5

壁の有無に対する、それぞれのスマホ(i)～(iii)で測定した音圧の表。単位は dB

4) 考察

表1より、壁なしの時に比べて壁ありの状態では、(i)では -7dB 、(ii)では -5dB 、(iii)では -6dB の変化が見られた。

株式会社 MG(2020)によると、 -20dB ごとに、音圧が $\frac{1}{10}$ となる。これを用いて一般化すると、

$-x\text{dB}$ の変化で、音圧は $\left(\frac{1}{10}\right)^{x/20}$ になる。…(1)

これを用いると、今回の条件で段ボールを隔てた場合、音圧を(i)場合では 0.56 倍、(ii)の場合では 0.45 倍、(iii)の場合では 0.5 倍にすることがわかった。

5) 結論

段ボールには実際に防音効果があり、今回の条件下では、音圧を 5 割ほど減らすことがわかった。これをもとに、空気層を設けた場合の音圧の変化についての本実験を行う。

2つの段ボール部屋が隣り合っていることを想定して実験をするため、事前研究で用いた段ボールボックスを2つ用意し、図3のように配置する。部屋の中心で会話をするを想定して、そこから音が出ていると仮定してボックスの中央に音源、スマホをそれぞれ配置する。



図3 実験の配置(横)

2つのボックスの間隔を調整し、空気層の厚さを変えて、スマホが受け取ったデータを元に比較する。また、部屋の中心で会話していることを想定し、段ボールの中心から音が出ていることとして実験をするため、空気層の厚さを変えるためにボックスを移動させた時も音源、スマホはどちらもボックスの中央に位置するように調整する。今回の実験ではボックスの間隔を空気層の間隔とした。また、実験中に途中の値から変化が見られないようになり、時間の都合上間隔の変化を大きくした。そのため、結果に用いたデータは間隔の変化が不均等である。

IV. 結果

表2 実験で得られた値

ボックス同士の間隔 (cm)	観測された波形の 中間の値(dB)
(ボックスなし)	62.0
0	57.5
2	56.5
4	56.0
10	55.5
20	56.0
30	56.0

事前研究の考察で一般化した式(1)を用いて、ボックスがない場合を基準として、音圧が何倍になっているかを計算すると、以下の表 3 のようになった。

表 3 ボックスの間隔と音圧の比率の関係

ボックス同士の間隔 (cm)	ボックスがない場合を 基準とした 音圧の相対比率
0	0.596
2	0.531
4	0.501
10	0.473
20	0.501
30	0.501

これを元にグラフを作成した。

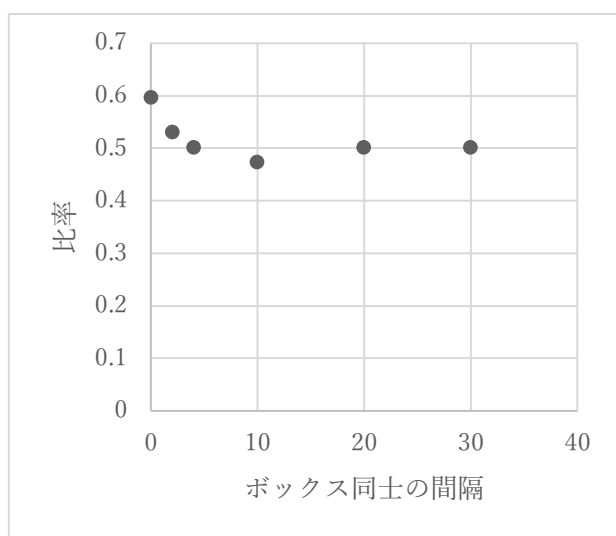


図 4 表 3 のデータをグラフ化したもの
縦軸はボックスがない場合を基準とした音圧の相対比率、横軸はボックス同士の間隔(cm)

図 4 より、空気層の厚さが狭いときは防音効果の変化が大きいが、広くなるにつれ、厚さを変化させても防音効果の変化はあまり見られなくなると考えられる。ここから、阪上(2018)のとおり、空気層を設けることで防音効果は確認できた。しかし、空気層の厚さは防音効果に影響をあまり与えないことが考えられる。

V. 考察

このように、空気層の厚さが防音効果に影響をあまり与えない理由について、空気層を設けることで防音効果が得られる理由から考えた。2つの壁があった時、その壁を重ねた場合では2つの壁が1つの厚い壁のようになってしまい、お互いが影響することで、2つの壁がそれぞれ最大の防音効果を発揮できないが、空気層を設けた場合、2つの壁の間に空間があるため、それぞれの壁が最大の防音効果を発揮できる、つまりここから空気層を設けることで防音効果が得られることが言えるのではないかと考えた。これが正しいと仮定すると、十分な空気層があれば、防音効果は最大となる。つまり、その十分な値より空気層を厚くしても防音効果は変わらないと考えられる。図 4 より、空気層の厚みが 2-4cm あたりから、比率の変化が緩やかになっていることから、2-4cm が今回用いた段ボール壁について十分な空気層の厚みとなったため、その後空気層を厚くしても大きな値の変化は見られなかったのではないかと考えられる。

VI. 結論

今回の研究から、段ボールには防音効果があり、音圧を減らすことがわかった。空気層に関しては、空気層を設けることで音圧の差はあるが、厚さを変えてもその変化は小さいことがわかった。このことから、避難所の防音壁で段ボールを使用する場合、壁同士に少しの間隔を空けて使用することが、効率と防音効果を両立できるのではないかと考えた。今後は実際に壁に段ボールを用いている場所では、防音以外の面でどのような問題が発生しているかにも着目して、音の分野を超え、実用化に向けて多様な視点から考えていきたい。

謝辞

本研究の指導をしてくださった米谷先生をはじめとする物理科の先生方に感謝を申し上げます。本当にありがとうございました。

文 献

株式会社 MG(2020):デシベルについて.

[https://www.mgco.jp/magazine/plan/mame/
b_others/2001](https://www.mgco.jp/magazine/plan/mame/b_others/2001)

阪上(2018):音響材料と背後構造.日本音響学会誌,74(8),448-455

坂本(2019):バイオマスを利用した吸音材料の実験的、理論的研究.

[https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-
PROJECT-16K06151/16K06151seika.pdf](https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-16K06151/16K06151seika.pdf)

永幡(2017):避難生活における音の問題. 日本音響学会誌, 73(4), 249-256