

避難所における段ボール仕器の吸遮音特性に関する研究

指導教員 須藤 正時 准教授

瀬尾 千晶

1. 研究の背景と目的

我が国日本は環太平洋造山帯上に位置し、地震やそれに伴う津波などの自然災害が多い¹⁾。災害時には、家屋の倒壊やライフラインの遮断により多くの人が避難生活を余儀なくされる。避難所では段ボールや布でできた仕切りが用意され、視覚的には避難者のプライバシーを確保できるが、音まで遮断することは困難である。特に乳児の泣き声は思い通りに制御することが難しく、避難所の逼迫した状況において周囲の避難者の精神的負担になり得る。また、乳児を子に持つ親が周囲の避難者の負担を考へるあまり、避難所に居づらくなってしまふ問題もある。

そこで本研究では、避難所で実際に使用される段ボール仕器の形状の違いによる音響特性を調査し、災害時の避難所における段ボールの防音素材としての可能性を見出す。これによって今後、段ボールが災害時の避難所において音響的なプライバシー確保のために有効に活用されることを目的とする。

2. 実験計画

本研究では、段ボールで作製した立体において、内側に設置したスピーカーから出た音を外側のマイクロホンで計測し、段ボールが無い状態及び他の形状との違いを比較した。実験1では、段ボールの厚みや形状の違いによる吸遮音特性の変化を計測した。実験2では、実験1で効果があると推測された形状の要素をさらに変化させることで、より精密に吸遮音特性の変化を計測した。スピーカーは立体の中心下部に配置し、その1m先にはマイクロホンを配置した。立体を作製する際、避難所で製作・使用されることを想定し、養生テープを使用した。周囲の壁面などによる反射音の影響を無くするため、半無響室で実験を行った。実験環境を図1、実験風景を図2に示す。

2.1 実験1 作製した立体の形状を図3に示す。aのみ3mm厚、5mm厚、8mm厚の段ボールで3通り作製し、それぞれa1、a2、a3とする。a以外は全て5mm厚の段ボールで作製した。全ての周波数における変化を計測するため、音源にはホワイトノイズを使用した。再生装置としてパナソニック(株)のCF-AX2、スピーカーとしてポーズ(株)のSOUNDLINK WIRELESS MOBILE SPEAKER、騒音計として(株)小野測器のLA-1250、レコーダーとしてソニー(株)のPCM-D50を使用した。

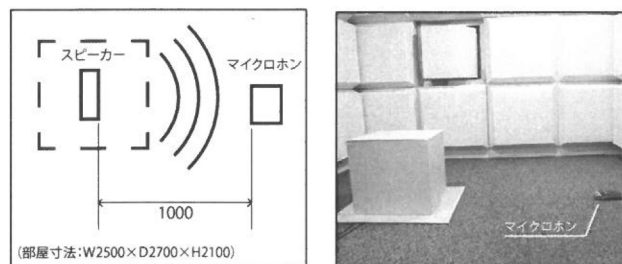


図1 実験環境(単位:mm)

図2 実験風景

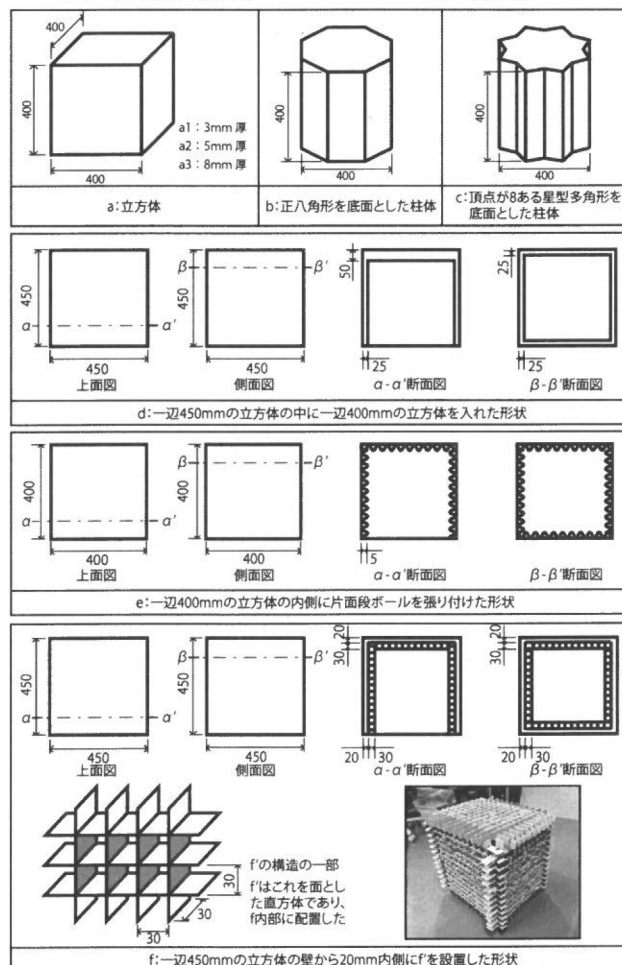


図3 実験1の段ボールの形状(単位:mm)

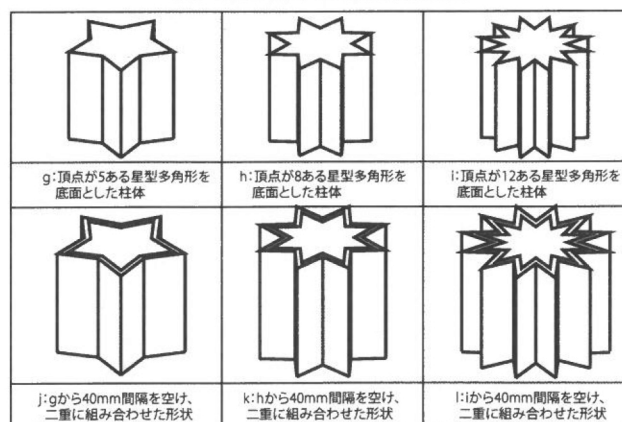


図4 実験2.1の段ボールの形状(単位:mm)

2.2 実験 2 2種類の実験を行う。両実験とも立体は全て5mm厚の段ボールで作製した。音源にはホワイトノイズと実際の乳児の泣き声を使用した。

【実験 2.1】 実験 1 の c の底面である星型多角形の頂点の数を変化させた形状及び、d と同様にそれらを二重に組み合わせた形状の吸遮音特性の変化を計測した。作製した立体の形状を図 4 に示す。g, h, i の星形多角形の外接円半径、内接円半径は一律して 250mm、145mm であり、頂点の数のみを変化させた。

【実験 2.2】 実験 1 の d の内側と外側の段ボールの距離及び数を変化させることによる吸遮音特性の変化を計測した。作製した立体の形状を図 5 に示す。

3. 結果と考察

計測した音データをフーリエ変換して振幅スペクトルを求めた。乳児の泣き声の周波数スペクトル及び等ラウドネス曲線²⁾より、7000Hz 以上のデータは調査に関与しないと考え、7000Hz までの範囲で音の減衰の大きさを比較した。

3.1 実験 1 b～f については同じ厚さの段ボールで作製した立方体である a2 と比較した。a2 と比較して c は 4000～5000Hz において 5dB 減衰が大きい場所があり、d は 3000～5000Hz において 5～10dB 減衰が大きいいため、c と d はより音を減衰させる効果があると考えた (図 6)。a1, a3, b, e, f については、a2 と比較しても 5dB 以上の差が無かった。ゆえに、3mm、5mm、8mm の範囲において、段ボールの厚さは吸遮音特性に影響しないと考えられる。

3.2 実験 2

【実験 2.1】 g, h, i について差は見られなかった。j, k, l は、g, h, i と比較したとき、立方体を二重に組み合わせた場合と同様に音の減衰が大きくなったため、段ボールを二重に組み合わせることは、立方体以外の形状においても吸遮音特性を高めるために有効であると考えられる。

【実験 2.2】 段ボールの間隔を広げるにつれ、グラフの大きな凹凸部分が横にずれながら、少しずつ減衰が大きくなった。m と r を比較すると、3000Hz 付近において r の方が 5dB 以上減衰が大きいため、測定した範囲では、段ボールの間隔が大きいほど音を減衰する効果があると考えた (図 7)。一方、n と o 及び p と q を比較してもそれぞれ 5dB 以上の差が見られないため、最も内側にある段ボールと外側にある段ボールの距離が同じ場合、そこから段ボールの数を一枚増やしても吸遮音特性に影響しないと考えられる。

4. 結論 段ボールの吸遮音特性を高めるためには、段ボールの間に空間を設けて二重にすることと、そ

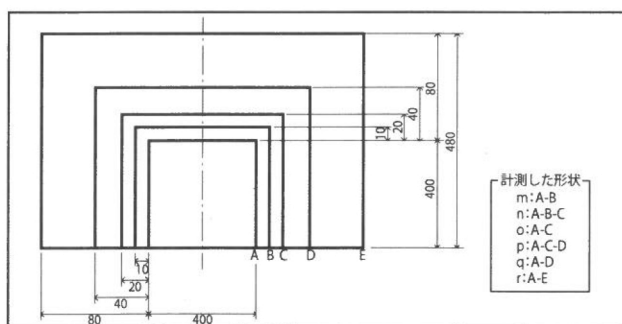


図5 実験2.2の段ボールの形状(単位:mm)

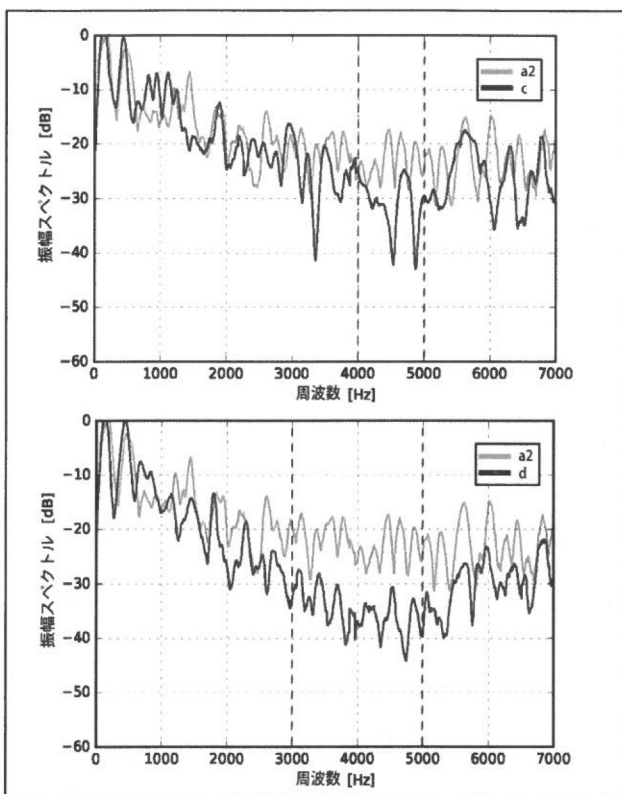


図6 実験1の結果(一部抜粋)

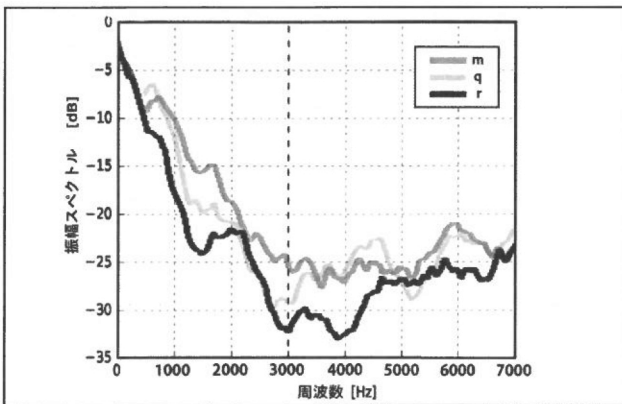


図7 実験2の結果(一部抜粋)

の空間の厚みを増加させることが有効であると分かった。今回は空間の厚みを最大 80mm として実験を行ったが、今後はそれをさらに広げながら、空間の厚みの違いによる吸遮音特性を追究と実用サイズでの検証に繋げていきたい。

【注釈及び参考文献】

1) 気象庁：震度データベース検索，気象庁（オンライン），入手先 <<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>>，（参照 2016.10.20）

2) 等ラウドネス曲線：音の周波数を変化させたときに等しいラウドネスとなる音圧レベルを測定し、等高線として結んだ曲線である。