

スピーカーの構造の検討及び周波数特性の測定

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

1年 高濱 匠吾

指導教員 システム科学技術学部 情報工学科

助教 安倍 幸治, 准教授 渡邊 貫治

知能メカトロニクス学科

准教授 高山 正和

1. 目的

スピーカーから出る音は、スピーカーに送りこむ電気信号が同じであったとしても、スピーカーエンクロージャー（以下エンクロージャーとする）の形状や構造、材質等が影響し、異なる特徴を持ち、聴感である音色も変化するとされている。本研究に着手する前は、私はエンクロージャーの内部がどのようなになっているのか、どのような意味があるのかを知らなかった。そこで本研究において、スピーカーの構造等を調査、自作、そしてその物理的な特性を測定することで、エンクロージャーがスピーカーから発せられる音にどのような影響を及ぼすかを調べることを目的とした。

2. 作成するスピーカーの選定とその特徴

エンクロージャーの形状がその特性にどのような影響を及ぼすかを比較するために、エンクロージャーの形状の異なる二つのスピーカーを自作することにした。作成することに決めたエンクロージャーの形状は長方形と円筒形のものである。それぞれに搭載するスピーカーユニットは FOSTEX の FF105WK を採用する。本ユニットはバスレフ専用設計のフルレンジユニットであり、明快でリアルな音質はそのままに力感溢れる低域とキャラクターを感じさせない高域再生をするといった特徴を持つ [1]。

3. スピーカー作成

作成した長方形型エンクロージャーと円筒形エンクロージャーに使用した材料について説明する。長方形エンクロージャーには、ある程度の厚みと剛性を持ちつつ、加工及び入手が容易であった OSB 合板 (Oriented Strand Board) を使用した。エンクロージャーの構造としてはオーソドックスな構造であり、スピーカーユニットの低音不足を解消可能なバスレフ型を採用した。サイズはエンクロージャー設計支援ソフト sped [2] を参考にして W : 155 mm, H : 295 mm, D : 225 mm となっている。円筒形エンクロージャーも比較のために同様の素材を用いたかったが、加工技術の不足により、作成が容易な塩ビ管を材料として採用した。用いた塩ビ管のサイズは長さ 455 mm, 直径 230 mm となっており、円筒形スピーカーの作成を参考にした [3]。各スピーカーの作成の様子を図 1, 2 に示す。

4. 周波数振幅特性の測定について

スピーカーの特性を測定する場合、通常空間で測定を行った場合、壁や床等の反射音が



図1 円筒形スピーカーの作成様子

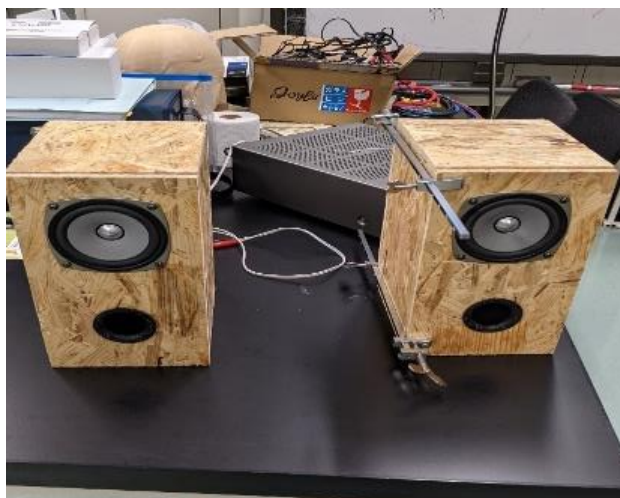


図2 長方形スピーカーの作成様子

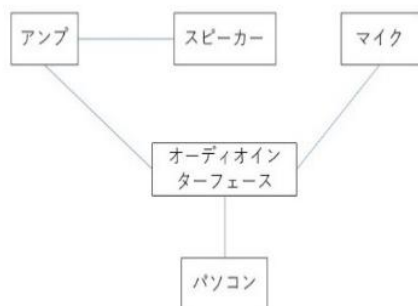


図3 測定での配線図

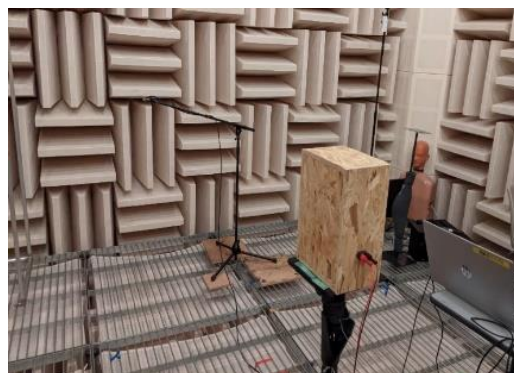


図4 測定で使用した無響室

存在するため、スピーカーそのものの特性を純粹に測定することが難しい。そこで本研究では、秋田県立大学の多目的音響実験室（音響無響室）で、作成したスピーカーの周波数振幅特性を測定した。作成したスピーカーは Swept - Sine (TSP) 信号を使いインパルス応答を測定した [4]。分析には音響測定ソフト REW を用いた [5]。

5. 実験

実験では、スピーカーの形状、スピーカーユニットの向きが違う場合の周波数特性を測定し、どのような違いが生まれているかを調べることを目的として行う。

測定は 3 つの条件下で実施した。条件 1 は長方形スピーカーを一つだけ用い、測定用マイクをスピーカーの正面に配置した条件である。条件 2 は、長方形スピーカーを二つ用い、それぞれを背面が向き合うように配置し、その 90 度方向に測定用マイクを配置した条件である。条件 3 は円筒形スピーカーを用い、円筒の軸方向に垂直な方向に測定用マイクを配置した条件である。条件 2 は、円筒形スピーカーを用いる条件 3 とスピーカーユニットの配置が同様になることを意図している。各条件での測定の様子を図 5~7 に示す。

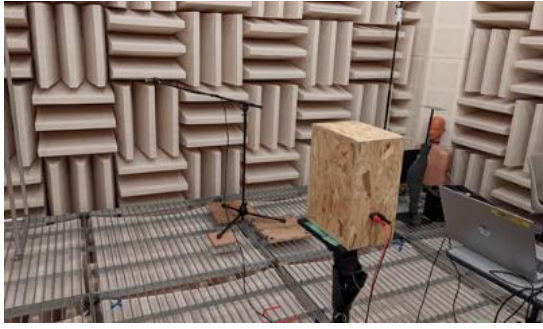


図5 条件1の測定の様子



図6 条件2の測定の様子



図7 条件3の測定の様子

6. 結果, 考察

各条件における周波数特性の測定を図示したものを図8に示す。また、スピーカーユニット自体の特性の参考となるようスピーカーユニット（Fostex FF105WK）の周波数特性を図9に示す [1]。一般的に、スピーカーの周波数特性は、スピーカーエンクロージャーの有無によって低音域に違いが出ると言われている [6]。図8にある作成した長方形スピーカー単体の周波数特性である条件1の測定結果と図9のスピーカーユニットの周波数特性を比較すると、条件1の測定結果では100 Hzから600 Hzまで音圧を保っているのに、スピーカーユニットの周波数特性は200 Hzから600 Hzまでしか音圧を保てていない。このことから、スピーカーエンクロージャーによって低音域が良く出ることが分かった。

続いて、図8における1000 Hz以上の変化に注目すると、条件2と条件3では周波数が高まるにつれ音圧が低減する傾向があることが分かる。条件1とほかの条件ではマイクに対してのスピーカーユニットの向きが異なる。このことから、高音域は指向性が高いことが分かった。また、条件2と3の特性の概形はよく似ていることから、長方形スピーカーを背面向きに並べても、円筒形エンクロージャーを用いても、その振幅周波数特性には大きい変化は確認できなかった。

7. 結論

スピーカーを自分で作成することでスピーカーの構造を理解した。また、作成したスピーカーを測定することで、エンクロージャーが与える影響について知ることができた。

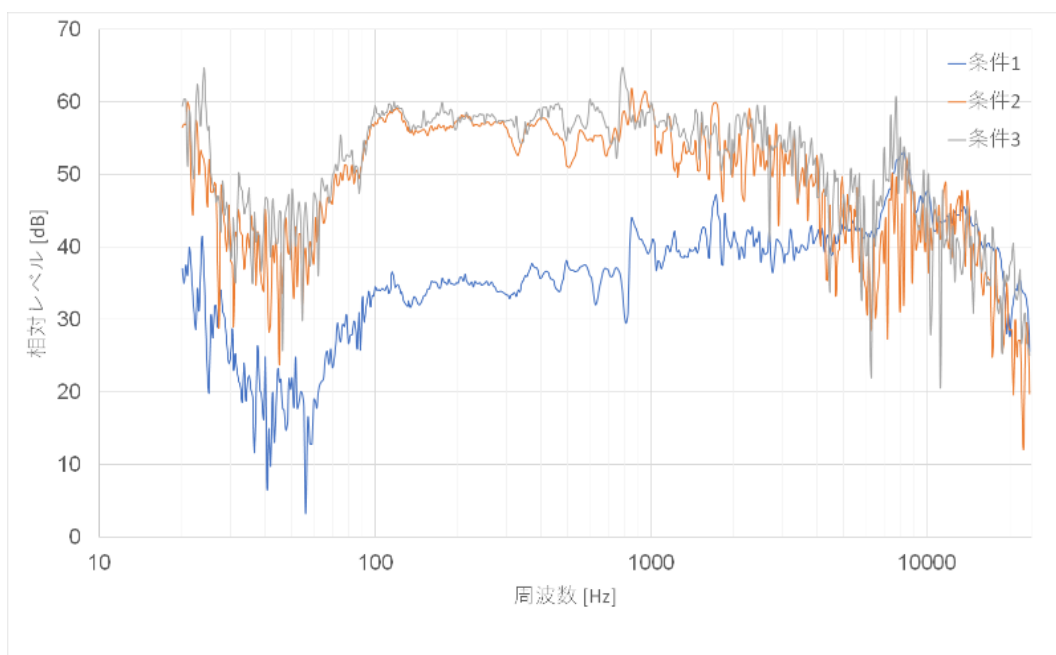


図8 周波数特性の測定結果

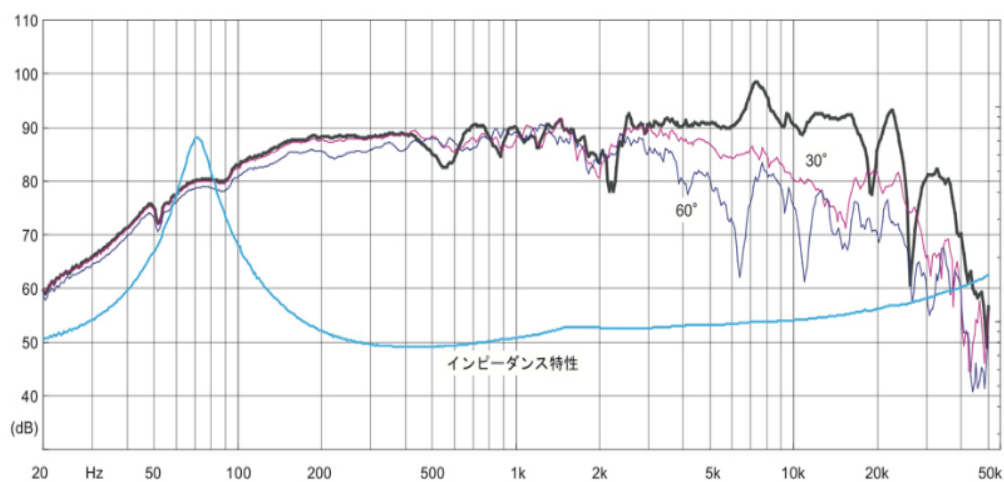


図9 FOSTEX・FF105WKの周波数特性 [6]

参考文献

- [1] FF105WK <https://www.fostex.jp/products/ff105wk/>
- [2] スピーカー設計支援ソフト sped <http://www7b.biglobe.ne.jp/~yakushi/>
- [3] 円筒形スピーカーの作成 https://www-prius.at.webry.info/201001/article_4.html
- [4] Swept-Sine(TSP)信号を使ったインパルス応答測定(python) <http://samuiui.com/2019/06/10/>
- [5] 音響測定ソフト REW <https://ordinarysound.com/rew/>
- [6] 林 正義のオーディオ講座
<https://www.phileweb.com/magazine/audio-course/archives/2007/06/28.html>