

アニソンオーディオフェス2024 作品資料

2024.12.15 幻魚白蝦堂烏賊

作品名 「柔らかスピーカー」



私はここ数年にわたり、柔らかい材料を使用して3Dプリンターで造形したスピーカーシステムの制作しています。何年も同じようなものばかり作っていて、いったいどこが変わったのか自分でもよくわからなくなってしまう、昨年のアニオフェス用の作品資料を見てみたのですが、実はこの1年でけっこう変わってることに気が付きました。この資料では、主に昨年と違っている点について説明します。

1. 柔らかい材料を使う意味

まず最初に、柔らかい材料を使う意味について、叩けばボコボコというような低い共振音が



出る柔らかいエンクロージャを作れば、小型であってもそのボコボコいう程度の低音は簡単に再生出来るんじゃないだろうかという非常に単純な考えから来ています。硬い材料のように叩いてもカンカンというような音が出ないので、高音域での共振音を防ぐという効果も期待出来ます。

今回の出品作の内部構造ですが、この材料でエンクロージャを四角形にすると、面が自由に振動して音漏れを起こすので、柔らかくても内部に音を留めることが出来る卵形にしています。また、発泡性で非常に軽く柔らかい材料（colorFabb社製varioShore TPU）を使用しているので、エンクロージャの安定性と制振のためにスピーカーユニット背面に重りを取り付けてあります。バスレフポートを斜め上方向に曲げてあるのは、狭い空間内でポート長を稼ぐためと、バスレフポート自体の気柱共振の影響を軽減するためです。この断面図にはありませんが、エンクロージャの後端部分に吸音材として、熱帯魚の濾過フィルターを詰めてあります。



出品作品の内部構造

2. 昨年までの手法との違いについて

今までは、設計にあたって標準的なバスレフエンクロージャの設計計算式を参考にしていました。しかし、エンクロージャが柔らかいせいか、計算値が大きくズれてしまいます。ズレ方も、エンクロージャの大きさや形によってさまざまでした。そこで、YAMAHA製9cmフルレンジユニットを使ったイベント用のエンクロージャ設計時には、バスレフポートを長めに設計して、それをカッターナイフで5mmずつ切取りながら複数回の測定を



バスレフポート切取りの様子

行って最適な条件を探しました。測定にはスマホアプリを使い、1つの条件でスピーカーユニット直近とバスレフポート直近の2つのデータを測定しています。この手法によって今までよりずいぶん良いモノを作ることが出来ました。

次に、また別のスピーカーコンテスト用にFE83NV2を使ったエンクロージャを設計したのですが、その際は実験用のバスレフポート交換式エンクロージャを作成しました。バス



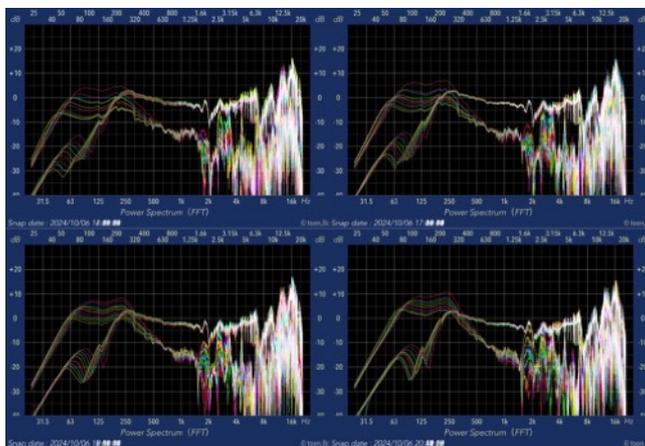
実験用のエンクロージャとバスレフポート

レポートは嵌め込み式とし、複数の内径のものを用意して、切断の目安になるように5mmごとに印を付けてあります。YAMAHAユニット用のエンクロージャのバスレポートの変更には、まずスピーカーユニットを取り外して配線を外し、奥まったところにあるバスレポートを手探りで5mmほど切断して、またスピーカーユニットを元に戻すという手間がかかりましたが、今回の方式であれば、測定にかかる手間と時間を大幅に減らし、より簡単に多くの測定を行うことが出来ます。現状では1つの条件での測定に約6分かかり、1時間で10個程度のデータを取ることが出来ます。

測定は手作業で行うので、一つ一つの測定値はあまり当てにはならないのですが、そのデータがたくさん集まることで大まかな傾向がつかめます。例えば、内径が8mm、10mm、12mm、15mm、18mmのバスレポートを用意して、その長さを60mmから0mmまで5mm間隔で短くしながら測定を行うなど、多くのデータを集めて評価します。

想定外のデータが測定されて予想もしていなかった特性がわかることもあったので、「こんなデータ取っても意味無いじゃん」と思われるような領域も測定してデータを残すよう心がけました。

その多くのデータを見やすくするために、画像処理ソフトを使って測定結果を合成しました。違いを見やすくするために画像を重ねる時に色相を72°ずつずらしてあります。バスレポートの条件を変えても測定値に変化が無いところは色が重なることで白っぽい色で描画されますが、測定値ごとの変化が大きいところは色が重ならずカラフルな描画になります。このような測定と画像処理によってイロイロと興味深い特性がわかるようになった



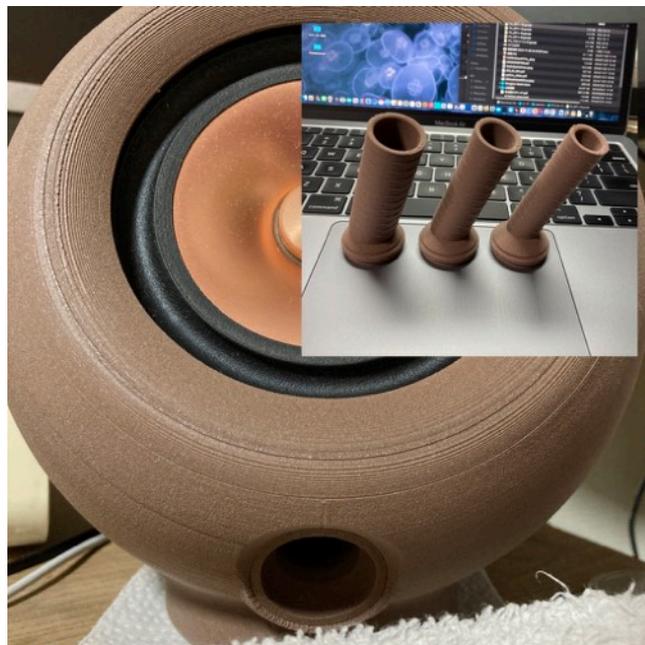
測定データの例

ので、今度はエンクロージャのサイズを変更して、それによってどんな変化があるか試してみました。

具体的には、エンクロージャの最も太い部分のサイズがφ120mm、130mm、140mm、145mm、160mmのものを作って測定しています（制作した順番は130mm、140mm、160mm、120mm、145mmです）。それぞれのサイズ用に内径の違うバスレポートを複数用意して、それを5mmずつ切取りながら測定をするので、膨大な量の情報になりますが、これによってエンクロージャが大きい時、小さい時に、どうい波形になるか確認出来るとともに、バスレポートが太すぎる時、細すぎる時、長す

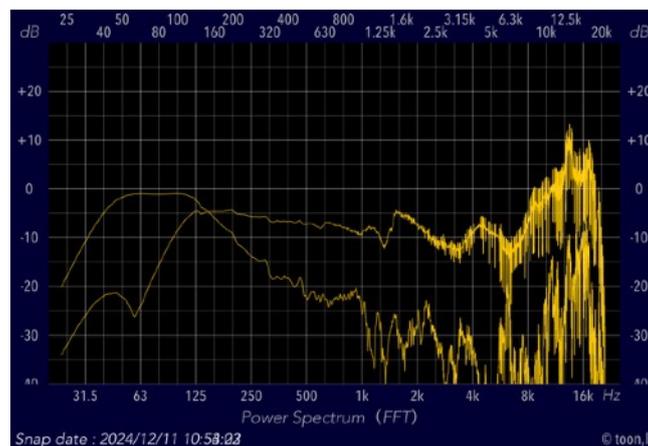
ぎる時、短すぎる時の傾向もわかりました。最初に作った $\phi 130\text{mm}$ というのがたまたまけっこう良い感じのサイズであったこともわかりました。ちなみにこの $\phi 130\text{mm}$ というのはTD307のサイズを参考にして決めたものです。

ここまでの情報を積み上げた状態でCHR70用のエンクロージャの設計に入りました。最初に $\phi 160\text{mm}$ 、次に $\phi 170\text{mm}$ を作りましたが、どちらも小さめサイズの特徴が出ていました。そこで今回の出品作である $\phi 180\text{mm}$ を作ったのですが、実はまだ少し小さめの測定結果になっています。最適なエンクロージャサイズは、スピーカーユニットの口径に比例して決まるわけではなく他の特性にも左右されるようですが、これ以上大きなサイズになると3Dプリンターで制作する時間も材料費もかなりになり、今回はいろいろオーバーということで $\phi 180\text{mm}$ での出品となりました。



今回の実験用エンクロージャとバスレフポート

今回の出品作の測定値です。アニオフェスの大きな会場にあわせるために、自室で使うものよりも低音域が強くなるように設定してあります。



出品作品の測定値

3. 最後に

アニオフェスでは毎年同じ事を言っているのですが、今回の作品は今までで一番良い出来であると思います。設計方法を「計算式」から「測定&現物合わせ」に変更することでとても良い結果を得られるようにはなりましたが、ものすごい手間がかかる作業なので、もうちょっと簡素化出来ないかと考えています。そして、造形時間短縮のためにも、もう少し小さなユニットを使ってエンクロージャを小型化した時にどうなるかについても実験してみたいと思います。