

Isobarik 形式と Fostex 社提唱の新型 DB 形式の組み合わせの検討-バスコ-

フルレンジユニットを用いた自作スピーカーを設計する上で、常に頭を痛める問題として挙がるのは「エンクロージャが大きくなりがち」であることです。

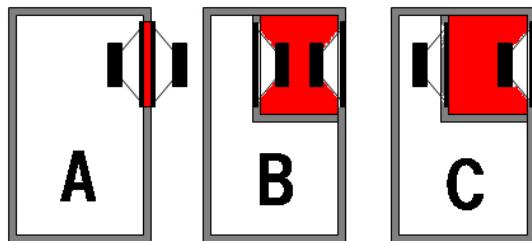
低音再生の限界を上げようすると、どうしてもエンクロージャの形式を、ダブルバスレフ(DB)・多自由度型バスレフ・バックロード・共鳴管などにすることが多くなります。これらのエンクロージャ形式は大型になりやすく、例えば、Fostex 社の FE-103En を用いた長岡鉄男式 DB を設計する場合、メーカー推奨のシングルバスレフ(SB)空気室が 6L ですから、第一空気室 6L、第二室 12L、総体積 18L 程度が妥当だといえます。

10 cm ユニット程度ならまだしも、これが 20cm ユニットともなると、更に大型になるため板材費用がかさみ、組み立てるのも、部屋に置くのも一苦労となります。

そこで、今回は Isobarik 形式と Fostex 社提唱の新型 DB 形式(新 DB 形式)を組み合わせることで、小型化可能であり、低音再生に優れる DB の設計を検討しました。

●Isobarik 形式について①(*1.-3.)

Isobarik 形式とは、エンクロージャ外部に露出したユニット(外ユニット)とエンクロージャ内部に露出したユニット(内ユニット)に同じユニットを採用し、図 1 で塗りつぶした密閉空間(密室)を介して、両ユニットを同調して作動させる形式をいいます。図 1 の ABC 形態で使用されており、海外ではウーファの設計で良く使われる形式です。



-図 1-

日本では長岡氏がタンデム形式として紹介していますが、タンデム形式の場合、外ユニットにフルレンジ、内ユニットにウーファなど異なるユニットの組み合わせとすることが多いようです。

●Isobarik 形式について②

Isobarik 形式の特徴を挙げると、

1. 内ユニットおよび外ユニットの振動系が運動して運動するため、ユニットの運動を妨げるエンクロージャ内の空気バネの力が半減する、
2. ユニットが前面(図 1 の A 形態)あるいは後面(図 1 の B 形態)で接合した場合、通電によるユニットの前後運動が均一化する、
3. ユニットを後面(図 1 の B 形態)かつ近距離で接合した場合、キャンセルマグネットを適用したのと同様の作用を示す、
4. ユニットを後面(図 1 の B 形態)で接合した場合、エンクロージャ内の空気を移動できる振動板の面積が増加する、

といった作用を示すことが挙げられます。

この作用によってもたらされる効果として、

1. ユニットにかかる背圧が半分になり、理論上エンクロージャ体積を半分にできる、
2. ユニットの制動が向上して、ユニットの反応性が向上する、
3. エンクロージャ内の空気を、効率よく移動できる、

といったことが、考えられます。

●新 DB 形式について(*4.5.)

長岡式 DB は一般的に、第一室体積:第二室体積 $\approx 1:2$ 、第一室体積を元に内部ダクトで中低音再生、第二室体積を元に外部ダクトで低音再生を担当させて設計します。

それに対し、新 DB 形式では、第一室体積:第二室体積 $\approx 1:1$ 、第一室体積と第二室体積の総体積を元に内部ダクトで低音再生、第二室体積を元に外部ダクトで中低音再生を担当させて設計するのが特徴です。

Fostex(Foster)社のN氏がTVメーカーから、低音再生に優れる細身のトールボーイの設計を依頼され、見出した形式だそうです。

新 DB 形式を採用することで、

1. 長岡式 DB と比べ、エンクロージャの総体積を $2/3$ にできる、
2. 長岡式 DB では中低音が中だるみになり易いが、外部ダクトで中低音再生を担当させるため、中低音の中だるみ化を防ぐことができる、といった効果がもたらされるということです。

●両形式の組み合わせについて

以上に説明した両形式を組み合わせることで、ユニットの反応性と低音再生能力を向上でき、長岡式 DB と比べ総体積を $1/3$ +密室体積まで小型化可能な DB を設計できるのではないか、と考えました。

●使用ユニットについて

購入後、使用することなくホコリをかぶっており、勿体無いと感じていたことから DAITOVOIC が卸している FW130G51(*6.)(東京コーン紙製作所)を使用しました。

SB で使用する際の、最適な体積は不明です

が、22L の SB で良く鳴っていた(*7.)ことから、Fostex 社の FX-120(12cm、メーカー推奨の SB 空気室が 10L)などよりも、大きな体積で使用するのが好ましいようです。

なお、本ユニットは、「太鼓の達人」の筐体に使用されていたユニットだそうです。

・形式:13cm、ポリプロピレンダブルコーン

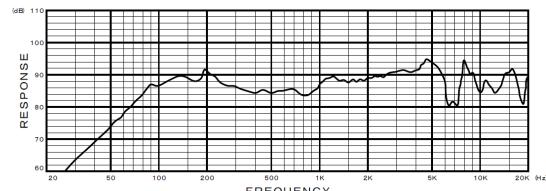
・Impedance:4 Ω

・F0:90Hz

・再生帯域:F0~20kHz

・SPL:85dB W/m

・価格:1300 円/本(コイズミ無線で購入)



●エンクロージャの設計について

22L の SB で使用すると仮定すると、あまりにも大型なスピーカーが出来上がってしまうため、12L 位の SB で使用すると仮定した上で検討しました。そして、Isobarik 形式と新 DB 形式を組み合わせた場合の妥協点は、第一室体積:6L と第二室体積:6L であると当たりを付け、設計しました。

・第一室体積:5.74L(ダクト体積込)

・第二室体積:5.60L(ダクト体積込)

・第一ダクト:Φ 40mm-L90mm(VP40 使用)

(Fd1 計算値:54Hz)

・第二ダクト:Φ 50mm- L65mm(VP50 使用)

(Fd2 計算値:102Hz)

新 DB 形式では、第一室体積:第二室体積 $\approx 1:1$ であることによって内部ダクトによる低音再

生能力が確保される(らしい)ことから、第一室と第二室の容積及び形状は、同一であるのが好ましいと考えられます。

しかし、Isobarik 形式を採用した場合には密室を設ける必要があること、並びに、エキセントリックな形状のスピーカになるのを今回は避けたことから、第一室の形状と第二室の形状を同一形状にできませんでした。

●吸音材について

定在波が出にくい形状であることから、吸音材として厚さ 2mm 位のパンチカーペットフェルトを使用し、密室の内部四面、第一室および第二室では対面する 3 面全体に貼り付けました。

なお、密室に脱脂綿などをふんわり充填すると、音がぼんやりする傾向がありました。

●外ユニットと内ユニットとの接合形態について

図 1 の A の形態では高音が出なくなること、また、C の形態ではユニット同士の接合効果が得られないことから、本作例では B の接合形態を採用しました。

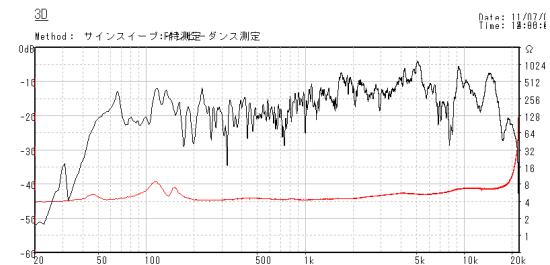
外ユニットと内ユニットとを均等に動作させるためには、密室体積は 0 であるのが好ましいと思いますが、本作例では 1L 弱の密室体積が生じてしまいました。

●結線方法について①

複数本のユニットを使用する場合、並列結線と直列結線のいずれかを採用することになります。外ユニットと内ユニットとを均等に動作させるには、並列結線が望ましいと考えられます。

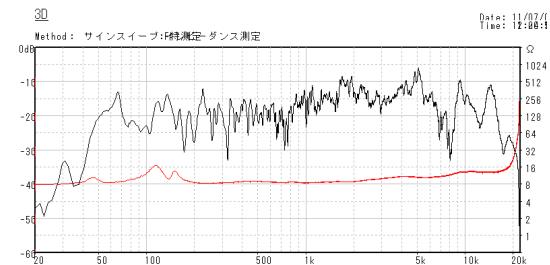
並列結線の状態にすると共に、アンプ側+極とスピーカ側+極の間に 2.2Ω のセメント抵抗を介し(4.2Ω)、波数測定を行った結果を図 2 に図

示します。



-図 2-

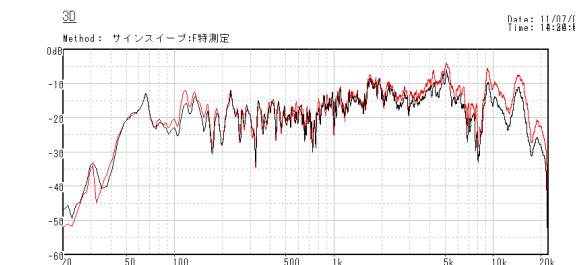
直列結線の状態(8Ω)で周波数測定を行った結果を図 3 に図示します。



-図 3-

両周波数測定の結果を比較したところ、並列結線は直列結線と比べ、80Hz～160Hz が 2-3db 位、117Hz が 4db 位突出しており、1.5kHz～20kHz に向かいハイ上がりとなりました。

並列結線(上赤線)と直列結線(下黒線)を重ね合わせた結果を、図 4 として図示します。

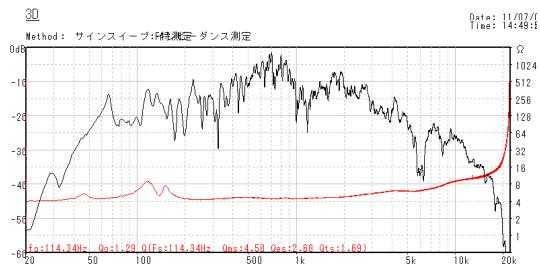


-図 4-

両インピーダンス測定を行った結果、Fd1: 56Hz 位、Fd2: 135Hz 位であることが分かりました。なお並列結線と直列結線とで、インピーダンス測定の結果に、傾向の違いは認められませんでした。

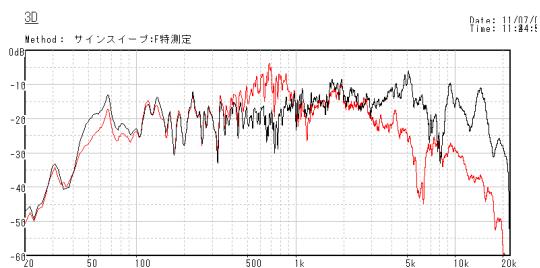
また、外ユニットを取り外した状態(4Ω)で周波

数測定を行った結果を図 5 に図示します。



-図 5-

図 2 と図 5 とを比較した結果を図 6 に図示します。



-図 6-

Isobarik 形式を採用することで、45-100Hz の再生能力が向上していることが判明しました。

なお、周波数測定は 9 番のワンルームで行っており、測定結果は傾向を見る程度に考えてください。

(使用機材)

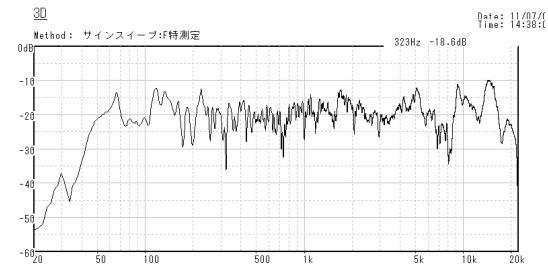
- ・MySpeaker1.23
- ・BEHRINGER-ECM8000/MIC100
- ・測定条件(MySpeaker1.23 の説明書参照)
ユニット高さ 85cm、ユニット軸上 50cm にマーカーを設置、インピーダンス測定には、0.5Ω セメント抵抗使用

●結線方法について②

並列結線を採用することでユニット側の抵抗が 2Ω となったことから、アンプ側正極とスピーカ側正極の間に 2.2Ω の抵抗を介在すると共に、

外ユニットと内ユニットを後面で接合してハイ上がりとなったことから、PST 回路(コイル: 0.5mH、抵抗: 10Ω、コンデンサ: 1.47 μF)を採用しました。

2.2Ω の抵抗と PST 回路を適用した、その結果を図 7 に図示します。



-図 7-

本文章・本作例は売買などで利益を生まない限り、自由に使用して下さって結構です。意見・アドバイスなど、ご教授を頂ければ幸いです。

●参考資料

- *1. http://en.wikipedia.org/wiki/Isobaric_speakers
- *2. <http://www.ops.dti.ne.jp/~ds79/audio/>
- *3. http://www.geocities.jp/mo_yon/sp-isob.html
- *4. ステレオ誌 2005 年 7 月号
- *5. ステレオ誌 2010 年 11 月号
- *6. <http://www.toptone.co.jp/products/images/FW130G51-5.pdf>
- *7. ミューズの方舟自作スピーカコンテスト 2008 の配布冊子

最後となりましたが、発表の場を与えて下さった「スピーカー再生技術研究会」鈴木茂会長、そして、本会の参加者皆さんに感謝致します。

