

## ベンテッド（バスレフレックス）システム的设计方法

BoxDesigner がサポートしているスピーカーエンクロージャー方式は、ハイパス、バンドパス方式でそれぞれ8種類ありますが、この中で最も使用頻度が多いと思われるのは Vented 方式です。市販されているスピーカーは、大小を問わず殆どがこの方式です。ここでは、Vented（バスレフレックス）方式の設計手法を解説します。

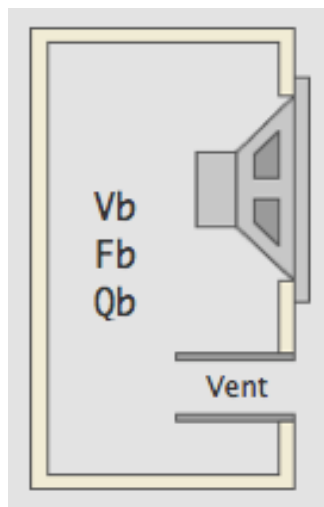


図1. Vented System 概念図

$V_b$  : 箱の容積 (Liter)

$F_b$  : 箱の容積とベントにより発生する共振周波数 (Hz)

$Q_b$  : 空気漏れや吸音材により発生するロス・ファクター

### ○ Vented System の原理

密閉方式と同じようにスピーカーユニットは、ある容積の箱に取り付けられます、ここで密閉方式と違うのは、ベント（バスレフダクトまたポート）と呼ばれる筒を取り付ける点です、これは一見ベントを通してスピーカーの背面の音が逃げてしまい低音は出ないように思われますが、箱の容積とベントの寸法を最適に調整することにより密閉方式と比べ1オクターブ以上低域の再生限界が低くなります。

これは、箱内の空気がバネの役目をしベント内の空気が重りの役をしてスピーカーの背面の駆動力により共振現象を起こし、ひいては低域の伸張に役立つこととなります、このような共鳴器をヘルムホルツのレゾネーターと呼びます。

Vented System では、スピーカー・ユニットの特性にマッチした箱の容積とベントの寸法を見つけることが重要になります。

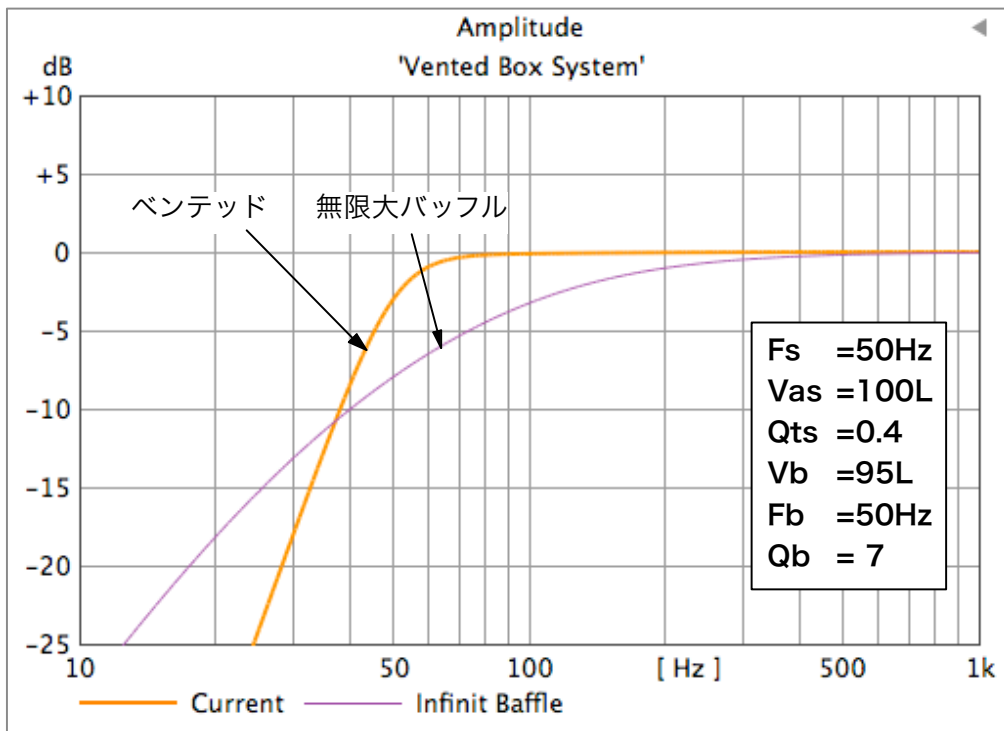


図2. 無限大バッフルとの比較

Infinite Baffle : スピーカーを無限大バッフルの（天井などに取り付けた）特性

Current : Vented System の特性

注 意 点 : Vented System では低域の再生範囲が低くなるが減衰特性は急峻になります。

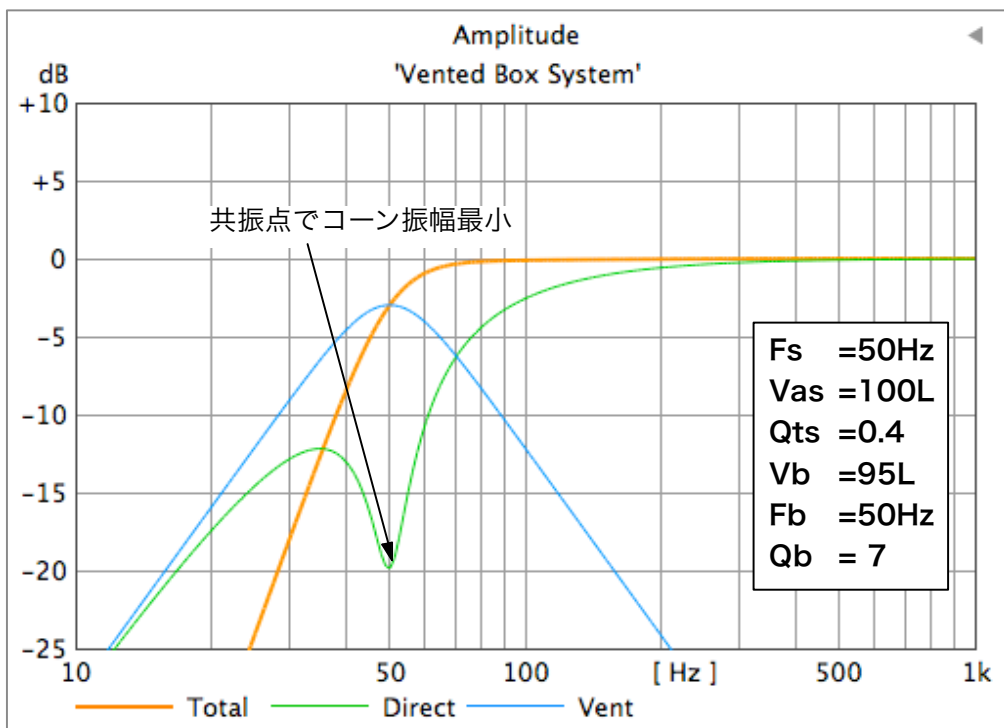


図3. Vented System の特性例

Direct : スピーカー・コーンから放射される直接音

Vent : ベントから放射される音

Total : コーンとベントからの放射の合成音

## Alignment メニュー

Alignment	Vent	Misc.
✓ Optimum	⌘1	
Extend	⌘2	
Box Volume	⌘3	
Custom	⌘5	

- Optimum : 選択されたシステムで最も平坦な容積とチューニング周波数（共振周波数）を計算します。
- Extend : Vented System でより低域を伸ばした容積とチューニング周波数を計算します。この時、容積は大きくなります。
- Box Volume : 容積を指定した時、最適なチューニング周波数を計算します。
- Custom : 容積 (Vb)、チューニング周波数 (Fb) を入力して好みの特性を求めます。

### ○ アライメントと Fs（ユニットの自由空間での共振周波数 "Hz"）の関係

Fs は、システムの低域限界を決定するパラメーターです。

基本的に低い Fs は低い周波数の再生を可能とし、高い Fs は再生限界が高くなるのを意味しますが、Fs は Qts との関連により最終的な低域限界が決まります。

### ○ アライメントと Qts（ユニットのトータル Q）の関係

Qts は、システムの減衰肩特性を決定するパラメーターです。

Closed System における Qtc（システム・トータル Q）は、0.707 ( $1/\sqrt{2}$ ) の時、2次のバターワース特性になり最も平坦になります。(B2)

◎ Qts が 0.4 の時、Vented System では、4次のバターワース特性になり最適平坦特性になります。多くのシステムにおいて Qts = 0.4 の時、平坦な特性が得られます。(B4)

◎ Qts が 0.4 以下の場合、最適平坦にする容積は少なくなりますが、Qts が小さいほど低域限界は高くなります。（疑似3次バターワース特性 "QB3"）

◎ Qts が 0.4 以上の場合、Qts が大きいほど最適平坦にする容積をより多く必要とします。また、リップル（特性の山谷）が発生します。（チェビシェフ・イコール・リップル・特性 "C4" または サブ・チェビシェフ・特性 "SC4"）

### ○ アライメントと Vas（ユニットの音響容積 "Liter"）の関係

Vas は、箱の容積を決定するパラメーターです。

小さい Vas のユニットでは、少ない容積を必要とし反対に大きなユニットでは、多い容積を必要とします。

◎ Qb（箱のロス・ファクター Q）

各システムにおいて Qb は、3 から 20 を選択できます、20 の時ほぼ無損失です。

容積 = 100Liter 程度で普通に作られたボックスで Qb = 7 になります。

小さな容積の箱では、高い Qb になり（ロスが少ない）大きな容積の箱では、低い Qb（ロスが多い）になります。

精密に作った箱（空気漏れが少ない）では、Qb は高くなり、ラフに作った箱（空気漏れが多い）では、Qb は低くなります。

吸音材が少ない場合（吸音材による吸収が少ない）Qb は高くなり、多い場合（吸音材による吸収が多い）Qb は低くなります。

## ○ キールのアライメント

エレクトロボイス時代の D. B. Keele, Jr が作成した。与えられた Qts、Fs (Hz)、Vas(Liter) より簡易的に箱容積 Vb、チューニング周波数 Fb、-3 dB 周波数 F3 を求める計算式を以下に紹介します。

$$Vb = 15 \times Qts^{2.87} \times Vas \text{ (Liter)}$$

$$Fb = 0.42 \times Qts^{-0.9} \times Fs \text{ (Hz)}$$

$$F3 = 0.26 \times Qts^{-1.4} \times Fs \text{ (Hz)}$$

このアライメントは、Qts が 0.2~1.0 の範囲でかなりフラットな数値を与えてくれるので、手計算で Vb と Fb を求めるには、有用な式です。

この他、希望する箱容積 Vb からチューニング Fb、-3 dB 周波数 F3 を求める計算式は

$$Fb = (Vas/Vb)^{0.31} \times Fs \text{ (Hz)}$$

$$F3 = (Vas/Vb)^{0.44} \times Fs \text{ (Hz)}$$

希望する -3 dB 周波数から箱容積 Vb とチューニング Fb を求める計算式は

$$Vb = Vas \times (Fs/F3)^{2.27} \text{ (Liter)}$$

$$Fb = F3 \times (Vb/Vas)^{0.13} \text{ (Hz)}$$

これらの計算式を使用する事により様々な場合についての必要なエンクロージャーの各パラメーターを求める事が出来ますので設計の参考になると思います。

読者の役に立てば幸いです。

記：長谷川義之「ベンテッド（バスレフレックス）システムの設計方法」改2 2019/05