

音場情報を正確に再生するリニア・フェイズ型

## デッド・マスつき 2ウェイ・システムの製作

高橋和正



●ウーファはデッド・マスつき、エンクロージャ外側はフェルトを貼って回折波の影響を少なくする

### はじめに

半年以上も前になるうか、編集部と会った時に、本誌が新企画として発売する予定の SP ユニットを使って高橋システムを作らないか、という話があったが、具体的な話をしないまま時間が経ってしまって、当方もほとんど忘れかけていた折、突然本誌より宅配便のボール箱が配達されて来た。

あけてみると、何ともかわいらしい SP ユニットが 3 セット入っていた。10 cm のフルレンジ、5 cm のコーン型ツイータ、それにダイカスト・ホーンのツイータである。同封の特性表のコピーをみると、どうやら OEM 用のものらしく、作りも実用一点張りで、ハイファイとはおよそ無関係といった顔の代物であった。

本業の忙しいこともあって、しばらく放っておいたところ、編集部から電話あり。「この前の話のユニットを送りました。一応音を聴いてよさそうなものを選んだつもりです。ヨロシク」……というわけである。こちらのイメージ

はもう少しハイファイに使いそうなものが来るものと思っていただけに拍子抜けの格好で 2 週間ほど経ってしまったところ、「もう音出てますか？」という催促。しかたなく(?)まとめたのがこのシステムである。

始めたのはこのとおりの大きさか気乗りのしない形であったが、やるとなればこのところ実験を続けて来たリニア・フェイズ方式とデッド・マスの組み合わせを使わない手はないので、ユニットのグレードとのバランスも考えた設計をしたつもりである。

出て来た音は予想以上にまともである。くわしくは読者諸氏も作ってみて、自分で確かめていただきたいものだ。

### 基本設計

最近のメーカー製のスピーカ・システムはほとんどがツール・ボーイ型である。一時流行ったヨーロッパ式の小形 2 ウェイはまったく影をひそめ、本家のヨーロッパ製にもツール・ボーイ型が出現し始める有様である。商売になるなら、ヨーロッパ流のガンコな主

義主張もかなぐり捨てさせるところまで経済大国ニッポンの影響は強くなったのか?!

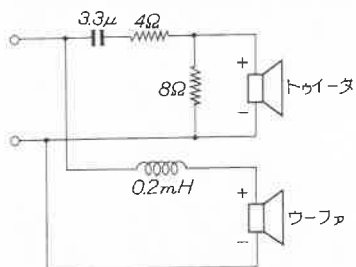
高橋式は時流にはいっさいおかまなしに実験の成果のみを重んじて、小型密閉式の 2 ウェイとすることにした。

ウーファは RG-W1 型といい、10 cm のポリプロピレン・コーン、織物のドームにゴム系のダンブがほどこされているものである。アルミ・ドームでないところがよい。筆者の体験ではアルミ・ドームのついたフルレンジ・ユニットの音は、レベル・バランスの狂った 2 ウェイよりもけたたましい。

ツイータは RG-T1 という名前の 5 cm のコーンを使うことにした。ホーン型は音像位置が周波数によって大きく前後し、リニア・フェイズ式には不向きだからである。

クロスオーバーはツイータの周波数特性をカタログ値から眺めて、6 kHz とした。ウーファがフルレンジ型に近いので、ツイータの都合だけで  $f_c$  はかなり自由に決めてよい。

ネットワークは、LC 各 1 コによるオクターブあたり 6 dB の減衰特性のものでないと、リニア・フェイズ式が成立しない。ツイータの耐入力が弱



〈第1図〉本機のネットワーク

題になる場合には、 $f_c$ の1オクターブ以下でさらに傾斜を与える方法もあるが、本機はいちばん簡単な基本どおりのネットワークとした。

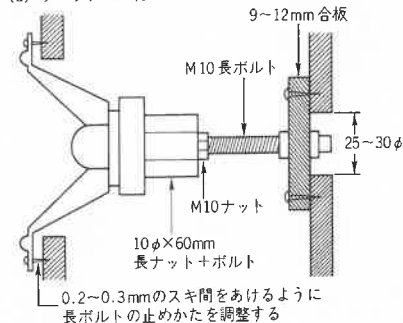
ウーファとトウイータの能率が6dB違う分、トウイータ側に固定式のアッテネータを加え、第1図のようなネットワーク回路とした。

リニア・フェイズ化のもう一つの条件は、ウーファとトウイータの振動板の位置合わせであるが、これについてはエンクロージャの項で述べる。

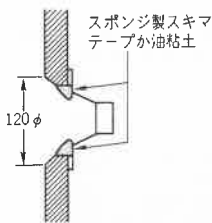
スピーカ・システムの質を上げるもう一つ重要なテクニックとして、ウーファの磁気回路の補強、すなわちデッド・マスの付加を忘れてはいけない。筆者の常用機はすべて削り出しによる本格的なデッド・マスが付いているが、本機の場合は誰でも簡単に作れることを重視して、日曜大工コーナーで手に入る材料を探した結果、建築用のM10のボルトとナットを流用した。10φ×60mmの長ナットを7本、第2図(a)のように接着し、真中の一本にはエンクロージャの裏プラとどく長さのボルトを、他の6本には60mm長さのボルトをネジ込み、これらもす

(a) ウーファの取付け

〈第2図〉ウーファとトウイータの取付けかた。ウーファは裏板を突っばるように長ボルトの長さを調整する。



(b) トウイータの取付け



べて接着剤で固定して、都合900gのデッド・マスにするわけである。本誌'88年7月号の実験報告どおりにデッド・マスを考えると、約2.5kgはほしいのだが、今回は我慢をする。機械加工ができる方は本格的にやられるとよい。

0.9kgでは効くのか、という心配がないではないが、2.5kgとの差が出るとすれば、低域の音圧レベルの違いであって音質的にはデッド・マスありなしの差の方が大きい。後で音圧を測って、低域不足の分はトーン・コントロールなどで補正してやることにする。

### エンクロージャの設計

先に述べたとおり、エンクロージャは密閉式である。このくらい小型のシステムでは、パスレフにしても低音域がそれほど改善されることもなく、位相回転の増える分だけリニア・フェイズ式には不利だからである。

全体の大きさをこのようにしたのは特別な理由はない。ユニットとの視覚的なバランスをとっただけのことである。しかしプロポーションについては、

過去の実験結果にもとづいて、再生音の特に音場感を大切に設計をしたつもりである。

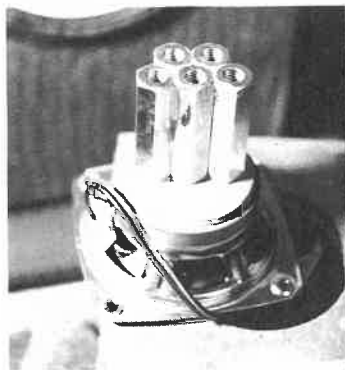
ウーファの大ききざりぎりにせばめたバブル幅、側面のフェルト処理、ウーファとトウイータの間隔、およびトウイータ前面の凹みの処理等は、あまり勝手に変更しない方がよい。特に、トウイータまわりの面取りやスキマテープ（発泡スポンジ利用）は、高域の周波数特性に大きな影響があるので、指示どおりの仕上げをしてほしい。

板取りは第3図のようにする。3尺×6尺の板ではなく、30cm×60cmに切られたものを使ったのは、店先で扱いやすいからだけであって、厚板は手持ちのもの何でもかまわない。板厚は15mm以上あればよく、あまり厚過ぎると加工もむずかしく仕上がりもよくない。

カットは日曜大工コーナーで加工してもらうのが無難だ。よほど腕に自信のある方でも、このくらいの大きさのキャビネットをスキマなくつき合わせるの容易でない。

デッド・マス付のシステムは、エンクロージャの振動が極めて小さいから、補強はいっさい要らないが、気になる方は好きなように補強すればなお結構である。デッド・マスのセンター・ボルトで裏プラを共締めする構造なので、剛性は極めて高い。

バブルの15mmの厚さを利用して、ウーファとトウイータの振動板の位置合わせをする。といっても、ウーファをバブルの前面から、トウイータを後面から取りつけるだけの話である。今回使用したユニットでは、この方法だと



●長ナットを接着中



●組立て終ったエンクロージャ

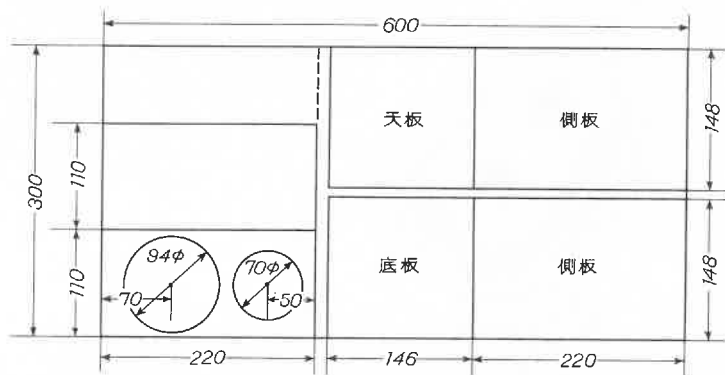
トゥイータが少し後にさがりすぎるが、筆者の実験では、トゥイータ位置が出過ぎるよりもさがり過ぎの方が音質的に無難なことがわかっている。板厚がもっと厚い場合は、トゥイータの取付面を削って、12~15 mm くらいとしないといけな。

## 製作

どの雑誌も同様だが、スピーカ・システムの製作記事は、題名と違って木工の手引きの内容である。いかに効率のよい板取りをするか、から始まって、組立ての順序が懇切に書かれてある。筆者にはまったくわけがわからない。だから本機の製作について、木工版は書かない。第2~4図を見ただけでエンクロージャが作れない方は、製作するのを止めた方がよい。日曜大工なら、机とか椅子とか、本棚など、もっと奥さんやお袋さんや子供たちが喜ぶものを作ればよいのである。

まともな音のするオーディオ・コンポーネントを作るのに、木工の勉強まで本誌で学ぶ必要はないし、それがわからないくらいなら、金を出して出来合いを買って我慢することである。

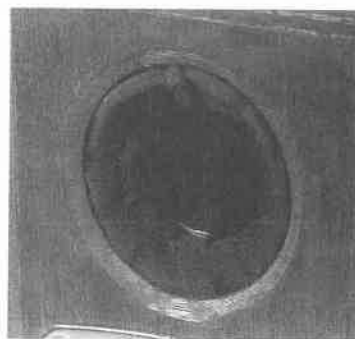
スピーカ・システム製作のポイントは、木工よりもユニットの選択、レイアウト、ネットワークの設計そのもの



〈第3図〉エンクロージャ1個分の板どり

であるから、本機の場合は指定どおりのパーツを使うことがまず基本であり、木工の上手・下手は結果にさしたる影響は与えない。もちろんユニットがひずむほど平面や後部ボルト位置が狂っていたりしては困るが、板のツキ合わせ面にスキ間を残さないよう注意すれば、表面仕上がが多少雑でも、いっそうにかまわない。

本機の製作は、日曜大工コーナーで寸法に切ってもらった板を手にしてから2日間、正味時間は約6時間で1セット完成である。表面は細か目のサンドペーパーでみがいた後、砥の粉を塗り、乾いてからもう一度ペーパーがけの上、クリア・ラッカーをたったの3回塗ってオシマイにした。上下面の木ネジの頭は埋め込み式で、木杭をしてあ

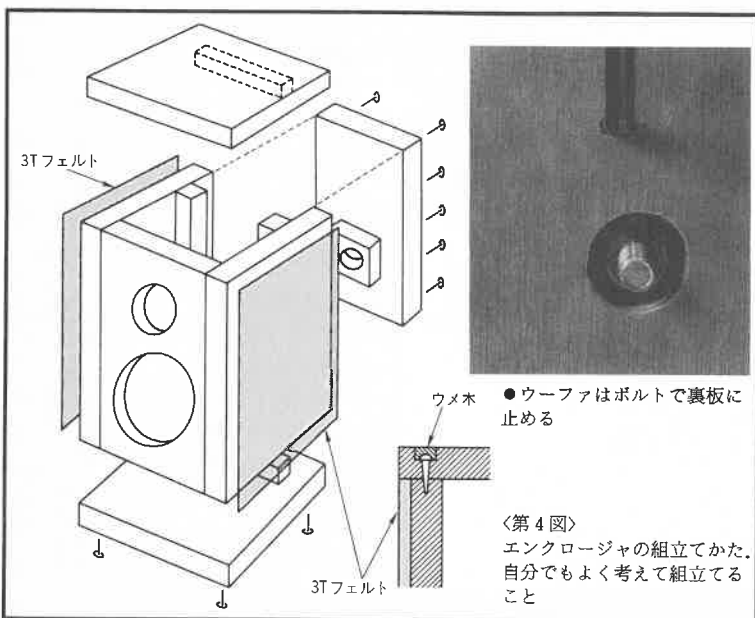


●トゥイータは前面処理する

ることはいうまでもない。

トゥイータの前面120°の面取り部とトゥイータの間の約10mmの部分に、発泡ウレタンのスキ間テープを、断面を三角形にあらかじめカットしておいて、たんねんにリング状に貼りつける(第2図b)。これがないと、高域のf特がアバレるから、かならず貼る必要がある。実験的には油粘土と同様のコニカル・コーンを作ってみたこともあり、この方法でも効果はほとんど変わらない。やりやすい方でよいと思う。

ウーファのデッド・マスから出した中央のボルトは、M10のナットを1コ中間に入れて、このナット面が裏プラの補助板に当り、ユニットが0.2~0.3mmくらいわずかにパフルより浮く程度に調整してから、ユニットの固定と裏プラの固定を行う。つまり裏プラを締める時に、裏プラの中央が凸にふくらむ方向にストレスをかけるのである。これを逆にしてM10のナットで締めると、極端な場合はせっかく接着したデッド・マスがはがれてしまう場合もあるので、注意が必要で



●ウーファはボルトで裏板に止める

〈第4図〉エンクロージャの組立てかた。自分でもよく考えて組立てること

ある。

## 調整と測定

本機の場合、指定どおりのパーツで作れば調整はまず必要ないが、他のユニットを使ったりクロスオーバを変えた場合は、何らかの方法で周波数特性をチェックしながら、クロスオーバ近辺のレベル合わせを行う必要がある。クロスオーバがもり上る場合は、コンデンサの値を減らす、凹む場合はコンデンサを増す、その場合にもコンデンサ容量はあまりクリティカルに考えず、 $0.5\mu\text{F}$  くらいの増減でよい。

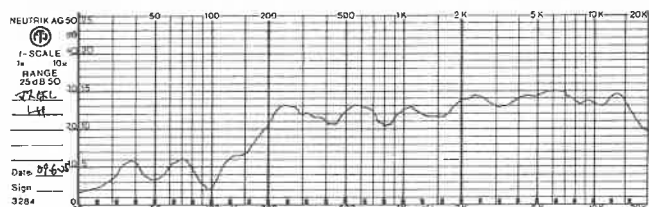
周波数特性を測定する道具として一般的なのにテクニクスの SH 8000 があるが、こうした類の道具を何も持っていない方は、コンデンサ・マイクとカセット・デッキのメータを使い、CD のサイン波を信号源として、おおよその見当はつけられる。

本機の周波数特性は第 5 図に示すように、デッド・マスのない場合には 200 Hz からかなり急峻に音圧が下るが、デッド・マス付では、第 6 図のように 300 Hz からダラダラ下りの特性になる。これは推定だが、デッド・マスを 2 kg 以上にした場合には、低域のレベルはもう少し高くなるはずである。

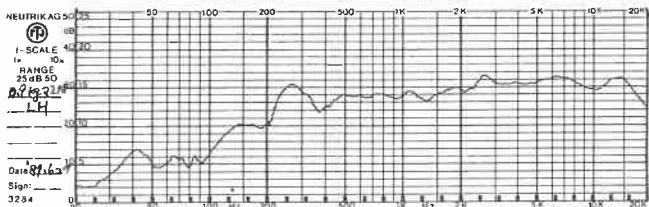
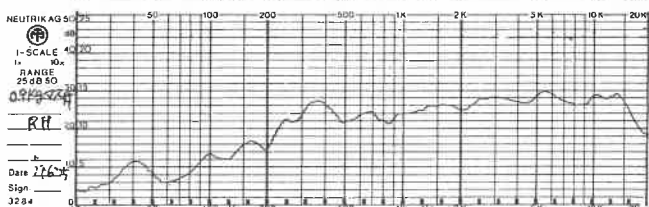
過去の実験機の例でいうと、無響室特性ではこうした変化は起らず、リスニング・ルームでの現象で、なぜそうなるのかは筆者もわからない。リスニング・ルーム中では当然定在波の影響があるから、データそのものの信頼性は決して高いわけではないが、傾向としてこのような変化が起るといことは間違いない。この現象は聴感ともよく合っている。吸音材は 30 cm 口  $\times$  10 t くらいのフェルトを入れればよい。

これは蛇足だが、本機のようにカタログ特性が実態と合うことはめずらしいことで、一般には「カタログ特性」という言葉がわざわざ使われるように、実際特性との差が大きく、設計に当ってはまずユニットの特性を確認してから行った方が無難なことが多い。

<第 5 図>  
デッド・マス  
なしのときの  
f 特



<第 6 図>  
デッド・マス  
0.9 kg のとき  
の f 特。上  
図と比べて低  
域の低下が少  
なく、聴感と  
もよく合う



## パワーに強く、予想以上の鳴りっぷり

もともと多少しかたなく作ったシステムの感じがあったが、出来上がってみれば、やはりどんな音が出るのか楽しみになる。

昨年来、5セットも作ったリニア・フェイズ・システム群と並べて、早速音出しをしてみた。

まず一聴して、やはり低音が少し足りないナーという感じは否めない。しかし、音の形は一連のリニア・フェイズ群のそれと同類の、マイルドでしかも分解能の高い直接音と、スピーカの外側や壁の向うまで広がる3次元的な音場感と、シャープな音像定位が得られている。システムが小型なだけに、上級ユニットを使った他のシステムよりも音場感は優れている。

正に出来たての音のためか、ユニットが安価(?)なせいかわからないが、音質そのものはわずかに大味な感じは否定できないが、弦の合奏や合唱などを聴くと、どんな高級スピーカが鳴っているのか、と驚くほどである。現用のメイン・システム(オール・コーン3ウェイ)の横、旧ミディゴンの中低音ホーンの中に本機を置いて、来客にどれが鳴っているのか当てさせてみ

たが、近寄らない限りは発音源を当てた人はいなかった。

本機のドライブ・アンプは、通常のプリ・メイン型で十分であり、常用の多電源トランスの強力な制動力を持つアンプでは、かえってユニットの素顔がバレて、やや鼻白む音になる。手もとにあったモニター借用中のソニー 505 ESD で鳴らすと、不足気味だった低域もタツプリとして、バランスの良い、しかもリニア・フェイズの特徴のよく出た音でなるのには、少々驚いた。パワーにも強い。

この鳴りっぷりから考えると、本機の使用は意外に広い。プリ・メイン・アンプと組合わせたメイン・スピーカとしての使い方も十分耐えるほか、サブウーファを追加して、さらにスケールの大きなサウンドも楽しめる。この場合にはクロスオーバを 100 Hz くらいとするのがよいと思う。また本格的なウーファを加えた3ウェイの中高域としても使え、この場合のクロスオーバは 200 Hz 以上、任意に使えよう。

しかたなく作った感じのチビ・システムの予想外の音に、改めて、作ってよかったナ、と思っているところである。