

●デンマーク/スキャンスピーク製ユニットを使って

ウーファ=18 W 8545+トゥイータ=D 2905/9900

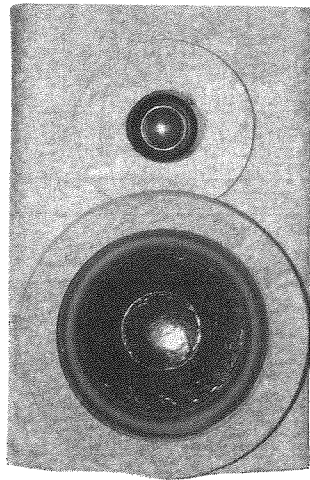
新ユニウェーブ・システムを作る

新刊「ユニウェーブ・システム」をお読みいただければおわかりのとおり、方法論としてはかなり完成の域に達したユニウェーブ方式。今後ともつばら新しいユニットによる高性能化が期待されます。(編)

ユニットを探して

ヨーロッパにはスピーカ・システムを製造しているマイナー・メーカーがいくつもあります。もちろん自社でユニットからすべて作っているメーカーもありますが、ユニットを購入し、アセンブリして出荷しているメーカーも少なくありません。となれば、ユニットを供給するユニット・メーカーも存在します。最近日本に入ようになったデンマークのディナウディオ(DYNAUDIO)もその1社で、ディナウディオ・ブランドのシステムよりはBBC モニタ等へのユニット・サプライヤーとしての方が有名です。

デンマークにはディナウディオの他にも、スキャンスピーク(Scan Speak)、ヴィファ(Vifa)、ピアレス(Peerless)などのメーカーがあり、他



のヨーロッパ諸国にもノルウェイにはセアス(seas)、フランスにオーダックス(AUDAX)、フォーカル(Focal)、ドイツはエトン(ETON)、エルペーゲー(LPG)、イギリスはモレル(Morel)など、いくつものユニット・サプライヤーがあります。

日本のオーディオ・メーカーも、すべて自社でユニットから一貫生産しているわけではありません。ダイヤトンやテクニクスのように自社でユニットを製造しているところもあります

別府俊幸

が、他社でOEM生産しているところもあります。まあ、これも当たり前の話で、CDプレーヤのメカなどP社の**使用とはっきりと宣伝していることもあります。

ところが、契約が存在するのか、はたまたアマチュアの市場が滴売にならないほどの狭いのか、**社の〇〇スピーカに使用された新開発の高性能ユニットなどというものが、秋葉原に並ぶことはまずありません。

しかるに、上記のヨーロッパのユニットは欧米の市場に流通しています。もちろん、アマチュアが1ペア買うこともできます。だからこそ、多くのマイナー・メーカーが存在するともいえるでしょう。

そして値段もお手頃です。多くは\$50~\$100程度。かなり高級でも\$200くらい。具体例をあげることは控えますが、50万円近いシステムのユニットがトゥイータとウーファと合わせて\$200で買えたりもします。

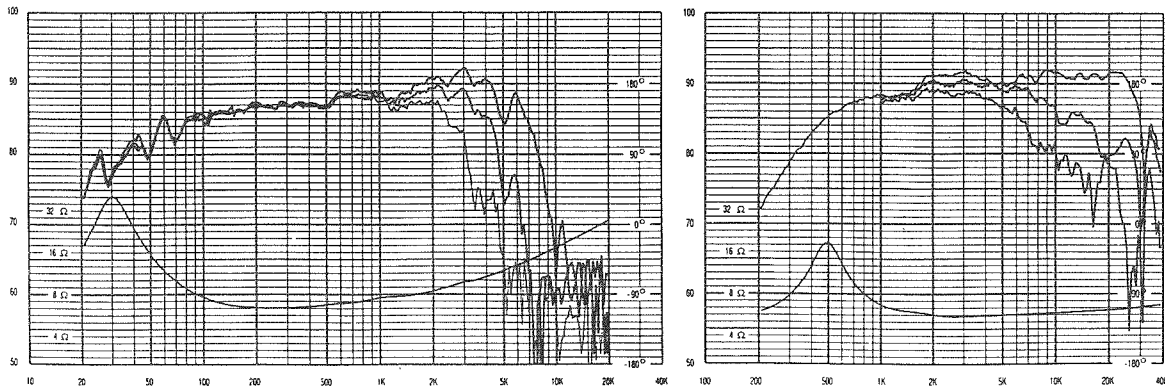
個人で輸入するのも簡単です。あち



▲《写真A》スキャンスピークのトゥイータ D 2905/9900



▶《写真B》
同じくスキャンスピークのウーファ 18 W 8545



〈第1図〉 18 W 8545 ウーファ (左) と D 2905/9900 トゥイータ (右) の特性

D 2905/9900 トゥイータの規格			18 W 8545 ウーファの規格				
能率(2.83 V/1 m)	91 dB	可動範囲	±0.5/1.5 mm	能率(2.83 V/1 m)	88 dB	可動範囲	±6.5/10 mm
推奨周波数範囲	2~30 kHz	ボイス・コイル径	28 mm	推奨周波数範囲	28~5000 Hz	ボイス・コイル径	42 mm
最低共振周波数	500 Hz	定格入力	225 W	最低共振周波数	28 Hz	定格入力	100 W
振動原質量	0.35 g	磁気回路長	2.5 mm	振動原質量	21 gr	Q_{ms}	3.69
直流抵抗	4.7 Ω	重量	0.8 kg	直流抵抗	5.5 Ω	Q_{TS}	0.27
実効振動面積	8.5 cm ²			実効振動面積	150 cm ²	推奨密閉箱容量	7.5~12.5 l
磁束密度	1.65 T			磁束密度	1.16 T	重量	2.05 kg

〈第1表〉
本機に使用した
スキャンスピー
ーク社製ウーファ
とトゥイータの
諸データ

らの雑誌に出ているお店に FAX で問い合わせ、カードのナンバーを送れば OK です。ただ、トラブった時が面倒なのと、品物に比べて輸送費が小さくないのが悩みです。

さて、スピーカ・ユニットの輸入代行を手がけているイーディオ社の飯田氏の協力を得て、ここしばらくカタログを頼りによさそうなユニットを取寄せては試していました。スピーカの性能は、よいユニットが手に入るかどうかで決まります。ユーザーにできることは、そのよさを殺さないことだけです。で、延べ 20 種類ほどを試しましたが、当然のことながら玉石混淆、よいものもあれば、一聴しただけで使えないとわかるものもありました。

今回は、その中で抜群の素性を聴かせてくれたスキャンスピーークのユニットを使って、2ウェイを組んでみました。

スキャンスピーーク・ユニットの特徴

スキャンスピーークは 1970 年にデンマーク人、スウェーデン人、ノルウェー人の 3 人のエンジニアによって設立

されたユニット・メーカーです。現在はデンマークのヴァイデバエクという人口 2500 人のいなか町にあります。70 年代には有名なダイナコ A-25 にユニットを供給していました。

スキャンスピーークは設立当初からユニークなスピーカを製造してきました。“バリオベント” (密閉箱に直径 10 cm の開口を設け、吸音材で仕切るもの。低域共振での Q_0 を下げ、ダンピング特性を改善する)、“ヘキサゴナル・ワイヤー”ボイスコイル(六角形のワイヤを用いてボイスコイルの巻線充填率を高める)、対称型磁気回路などはスキャンスピーーク社が 70 年代初頭に始めたアイデアです。ユニットは特性よりも音質を優先に開発が続けられ、現在でも熟練工によってハンド・メイドで製造されています。

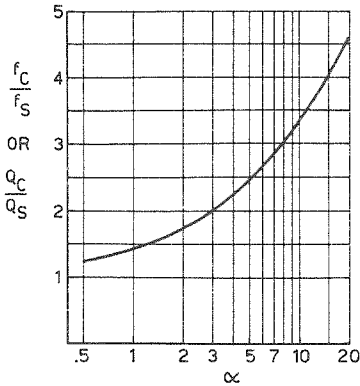
余談ですが、3 人の創設者のうちの一人がスキャンスピーークを離れて始めたメーカーがディナウディオです。彼は現在、ディナウディオも併せて 3 度目のメーカーを設立しています。

スキャンスピーーク社のトゥイータは 20 mm と 28 mm の 2 サイズがあります。いずれも織物のドームに高分子

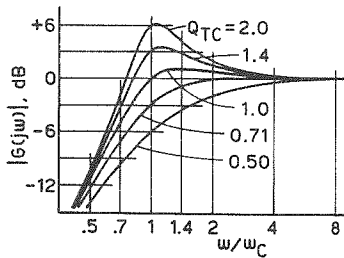
系のコーティングがなされたソフト・ドーム型です。20 mm は 2 種類、28 mm は 4 種類がありますが、20 mm は低域特性が 2 ウェイに十分ではありません。そこで 28 mm を 2 種類 (D 2905/9300, D 2905/9900) 試しました。で、より良好な素性を聴かせてくれた D 2905/9900 を使用することにしました。

振動板は、外見的にはディナウディオの 28 mm にたいへんによく似ています(写真 A)。最初にユニットを見たときには会社の沿革を知らなかったもので、あまり似ているのに驚いたものです。さわった感触も近いのですが、スキャンスピーークの方がすこし押し返しが早いというか、ディナウディオの方がすこしねっとりした感じですね。磁気回路の中心部はバックプレートに貫通する穴があり、バックプレートの後ろにプラスチックのカバーがかぶされています。この中に“特別の(カタログによると)”吸音材が詰め込まれ、振動板の動きをコントロールしているとのこと。この構造も D 社のトゥイータとそっくりです。

音は、スキャンスピーークの方が明る



《第2図》2つの共振周波数またはQと α (V_{AS}/V_B) の関係



《第3図》密閉箱での Q_{TC} と低域特性の関係

いというか、よくいえば開放的、悪くいえばじゃじゃ馬的傾向があります。が、いずれも余計な音の極めて少ない、良質のトゥイータです。なお、この D 2905/9900 は“リベレータ (隠された事物を明らかにする者)”と名づけられています。

周波数特性を第1図に、スペックを第1表に示します。

余談ですが、スキャンスピークもダイナウディオも、振動板の共振で音を作るホーンやハード・ドームを製造していないのはさすがです。

ウーファは 18 cm と 21 cm と 25 cm の 3 種類の口径があります。ユニークなのは 18 cm と 21 cm で、同一のフレームとマグネットに、ペーパー、ポリプロピレン、カーボンファイバー入りのペーパー、ケブラーと 4 種類の振動板があります。今回の製作に当たっては、18 cm のうちの 3 種類を比較試聴しましたが、材質固有の響きがわかり、興味深い経験でした。高分子系よりは振動収束の早い、音的にもすっきりとしたカーボンペーパー/18W 8545 を用いることにしました (写真

《第2表》
18 W 8545 ウーファ用
密閉箱の内容積と f_c 、 Q_{TC} の変化

α	$V_B(L)$	f_c/f_s	$f_c(Hz)$	Q_{TC}
1	54	1.41	39.5	0.44
2	27	1.73	48.4	0.54
3	18	2.0	56	0.62
4	13.5	2.24	62.7	0.69
5	10.8	2.45	68.6	0.76
8	6.75	3.0	84	0.93

B)。ただし、紙といっても表面の黒色のコーティング材が不規則な凹凸を持っている独特の振動板です。

18 W 8545 の周波数特性を第1図に、スペックを第1表に示します。

密閉箱の容積

ユニットの特性はティール・スモール (Thiele-Small) パラメータで表されています。1960 年代にオーストラリア放送の A.N.Thiele 氏とシドニー大学の R.H.Small 氏によって研究されたスピーカの解析およびキャビネットの設計法のためのパラメータで、どういうわけか、わが国のスピーカの本には出てこないのですが、国際的に使われています。

密閉箱の容積の計算方法は以下のとおりです⁽¹⁾。

ユニットの自由空間での低域共振周波数 f_s と密閉箱に取り付けたときの共振周波数 f_c 、また f_s での電気的な共振の鋭さ Q_{ES} と箱につけたときの Q_{EC} との間には、以下の関係があります (第2図)。

$$\frac{Q_{EC}}{Q_{ES}} = \frac{f_c}{f_s} = (\alpha + 1)^{0.5} \dots\dots\dots(1)$$

また、ユニットの電気的な Q と機械的な Q を合わせた Q_{TS} と、箱に取り付けたときの Q_{TC} の比は近似的に Q_{ES}/Q_{EC} と等しくなります。

$$\frac{Q_{EC}}{Q_{ES}} \approx \frac{Q_{TC}}{Q_{TS}} \dots\dots\dots(2)$$

一方 α は、キャビネットの内容積を V_B 、ユニットの等価容量 (ドライバのサスペンションと等しいコンプライアンスをもつ空気容量) を V_{AS} とすれば、

$$V_B = \frac{V_{AS}}{\alpha} \dots\dots\dots(3)$$

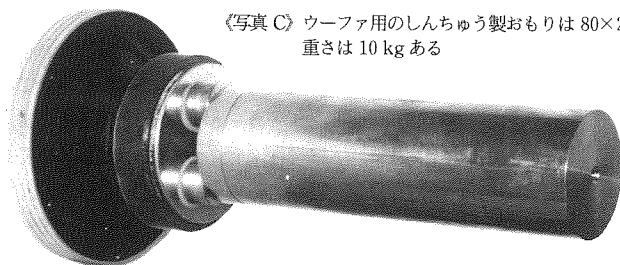
です。

密閉箱の低域の音響出力は 2 次のハイパス・フィルタとなり、キャビネットに取り付けた状態での Q_{TC} によって第3図のように変化します。静定時間が最小 (クリティカル・ダンピング) となるのは $Q_{TC} = 0.71$ で、同時に F 特の平坦なエリアがもっとも広くなります。ですから、このくらいの値になるようにキャビネットの内容積を定めます。

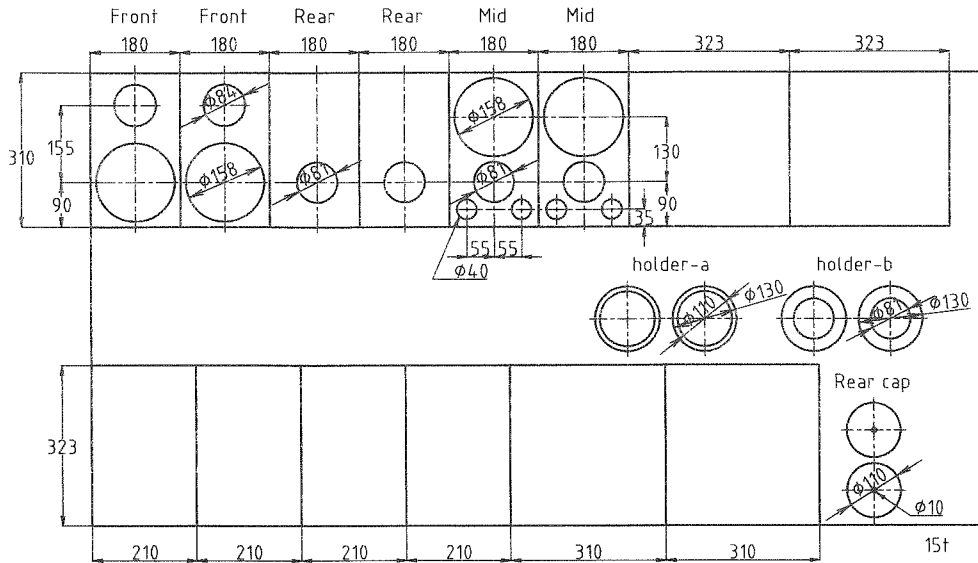
18 W 8545 の V_{AS} は 49 l、 f_0 は 28 Hz、 Q_{TS} は 0.27 ですから、 V_B と f_c 、 Q_{TC} は第2表に示すように変化すると予測されます。セオリ一通りなら $Q = 0.71$ の 8.2 l ですが、経験的に $Q = 0.7$ ではボンつき気味に感じられることが多いので、 $Q = 0.6$ の 12.3 l に定めます。

組立て

おもりは今後のこともあり、基本的なサイズを決めて作りました (写真



《写真 C》ウーファ用のしんちゅう製おもりは 80×250 のサイズで重さは 10 kg ある



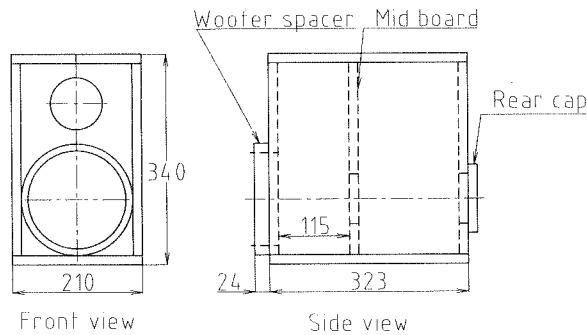
〈第4図〉
本機用密閉箱の
板取り

C). ウーファ用は $\phi 80 \times 250$ の真鍮丸棒で 10 kg です。もう少し欲しいところですが、20 cm クラスのウーファであれば振動系の 500 倍の質量 (18 W 8545 は 19 g ですから 530 倍) を確保できます。経験的にウーファのおもりは 10 kg を越えると、フレームの振動がかなり少なくなるように感じられます。

このサイズのおもりで、左右をあまり広げないで、板取りが合理的な寸法と決めました。ところが、昨年末の休みにあわてて設計したため、板厚を足すべきところを引いてしまい、奥行きが短くなってしまいました。おもりを接着するための固定棒を利用して取りましたが、いまいち不格好です。第4図は修正した板取図です。



〈写真D〉ウーファにスペーサとアダプタを取付けたところ



〈第6図〉密閉箱の組立て図

予備実験からトゥイータとウーファの前後の距離差は 25 mm となりました。そこで 24 mm の合板でスペーサ (第5図) を作ってウーファを前に取り付けます。1 mm は誤差のうちです。

組立図を第6図に示します。

ウーファとおもりは接着です。写真Dに示すように、 $\phi 30 \times 20$ 3個をスペーサとしてユニットのバックプレートに接着し、 $\phi 80 \times 20$ のアダプタを介しておもり ($\phi 80 \times 250$) に M 10 で固定する構造とします。

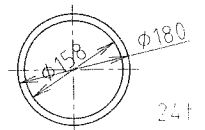
そのうしろに第7図のアダプタ ($\phi 80 \times 20$) を作りました。スペーサを介さずに直接バックプレートに接着できる代物です。製作される方はこちらがよいでしょう。第4図の寸法で第6図に示すように、直接裏板にリアキャップを接着できます。

スペーサとバックプレートの接着時は、ドーナツ型の固定板 (holder-a、

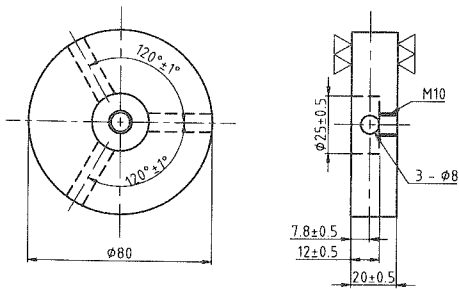
b) を用いてセンターを決めます (写真E)。あらかじめ2枚の固定板を接着しておき、バックプレートにかぶせてアダプタを位置決めします。接着剤は24時間硬化のエポキシを用います。接着面積がありますから、硬化時間の長いタイプを用い、固まるまでおもりを乗せて接着剤の層が薄くなるようにします。固定板は完全に硬化するまでかぶせたままにします。

トゥイータは裏にプラスチックのキャップがかぶっているため、バックプレートに直接おもりを取り付けられません。しかし、キャップを外すと音に影響するはずですし、外すのも手間です (はんだごてで溶かしますが)。そこで、第8図 (写真F) のおもりを作りました。2 kg です。キャップの上からエポキシで接着します。

キャップのプラスチックの厚みだけ緩衝物が入りますが、それでも効果は



〈第5図〉
24 mm 合板で作る
ウーファ用のス
ペーサ



18W spacer

《第7図》ウーファ用アダプタの寸法

大です。手で触って、フロント・プレーターの振動が減ったのがわかります。もちろん、音的にも効果は大きい。トゥイータのおもりは、ウーファ以上に音の品位を高めます。

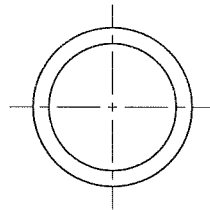
箱はDIYショップで切ってもらった板に合成ゴムの接着剤(コニシボンD G 17)を塗り、3.8×32の木ねじを10cmぐらいの間隔でねじ込んで作りました。

脱線しますが、冬の5日間の休みの間に完成させるため、乾燥の早いG 17を使いました。が、木工ボンドと比べて作業性がずっと良好。キャビネットの外側は写真Gのようにフェルトを貼ります。

フェルトは最初に上板のサイズに切断し、上面に貼ります。次に1mの長さのまま幅を高さ寸法(上面のフェルト分も足すこと)に切り、ユニット取り付けの穴をあけてから正面、ついで左右の側面と貼り付けます。フェルトもG 17で貼りました。なお、フェルトは本社サービス部扱いのものです。

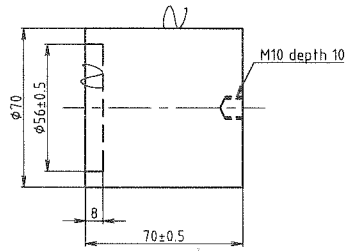
前面のトゥイータの開口部はφ40です。φ40の丸棒を切ったものが東急ハンズにありましたので、これをガイドに使って切りました。円切りカッターは大きな径は使いやすいのですが、小さな径はうまくありません。

キャビネットの中は、フェルトを上下左右と裏の面を1~2枚程度で覆うように貼りました(といっても押し込んだだけで接着はしていない)。上下左右方向は、1mの長さのまま115mmと150mmぐらいの幅(かなりいい加減)に切断しておき、丸めてバツフルの開口から入れて押しつけました。



D2905 spacer

《第8図》トゥイータ用のオモリの寸法



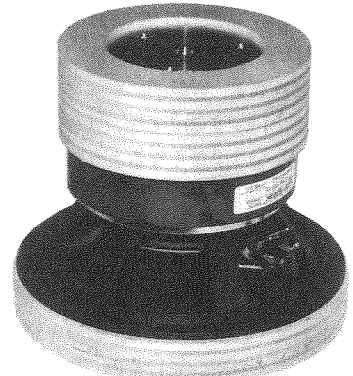
裏板のカバーは第6図のようにリア・キャップ1枚でできるはずでしたが、前述のまちがいのため、接着に使用した固定枠を利用して覆うことになりました(写真H)。リア・キャップはM 10×30のボルトで固定します。平ワッシャーを使用してください。おもりとリア・キャップとの間に1mm程度の隙間が生じているはずですので、ここを力一杯締めますと、アダプタの接着部に引っ張り力がかかります。締め付けすぎないようにします。

ところで、ウーファのフレームの穴はφ3.5しかありません。3.5mmサイズの木ネジでは、はっきりいってきちんと固定されません。今回はおもりで支える構造となっていますからよいのですが、このウーファを使ったシステムではどうやっているのでしょうか。

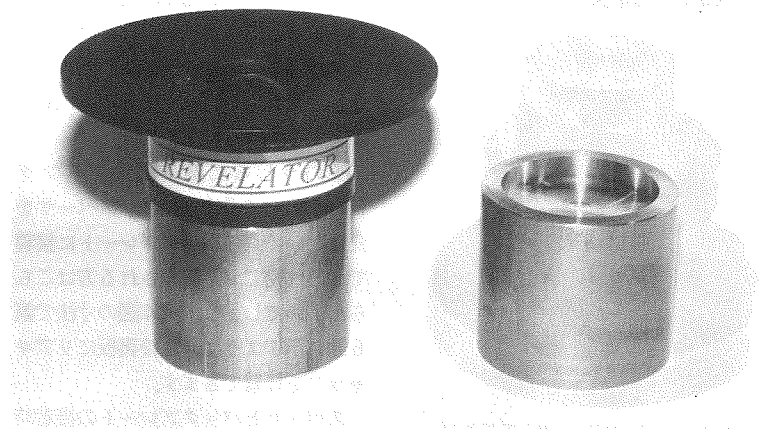
第9図にネットワークの回路を示します。もちろん、単発サイン波応答から決められた定数です。波形からはクロスオーバー周波数は2.5kHz近辺と

思われます。応答的にはCを3倍ぐらいの容量とするのもっとよくなったのですが、耐入力を要求されていたので10μFとしました。ネットワークの減衰量も含めれば、約100Wの耐入力を確保しています。

減衰量は抵抗1本で決めています。減衰量を可変にしなければ2本使う必要はないと考えます。デールNS-2Bです。もちろんスフェルニースでもOKです。セメント抵抗は音的には不可。



《写真E》スペーサの接着にはドーナツ型の固定板を使ってセンターをきめる



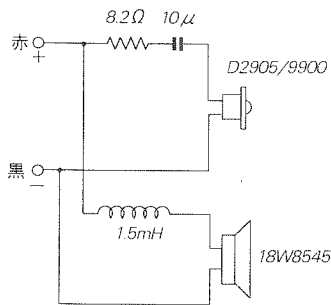
《写真F》トゥイータ用のオモりは2kg



《写真 G》キャビネットの外側にフェルトを貼りつける

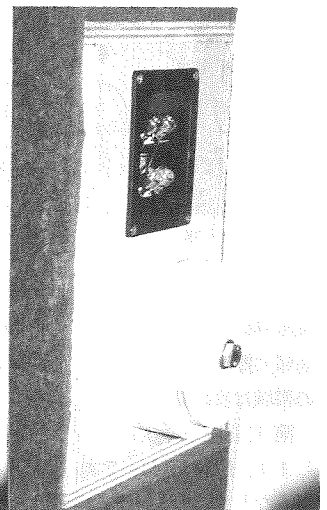
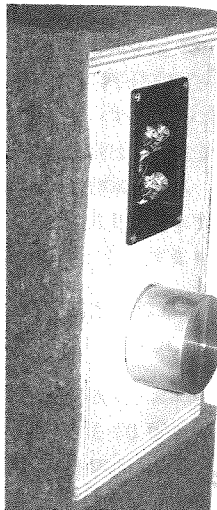
Lはフォステクスのものを、CはASCのX-300を使用しました(写真I)。音的にはLはアクロテック、CはX-335がベターです。ネットワークは写真Jに示すように、端子台に組んでキャビネット内に固定しました。コイルの固定に磁性体のネジを使用しないこと。

端子板は安価なバイワイヤリング用



《第9図》ネットワークの構成

《写真 H》板取り寸法をまちがえオモリが出たため、スペーサ固定に使った板をかぶせてウーファを固定した。なお、第6図ではこれを修正してあるので、裏板だけで固定できる



のものを使いましたが、音的にはお勧めできません。実験のため、トゥイータとウーファを単独で鳴らす必要があってこの端子としましたが、音を追求されるなら、単独の端子でコストをかけるべきです。

キャビネット内の配線は普通の0.75の然り線です。

本機の単発サイン波応答

第10図に単発サイン波応答を示します。

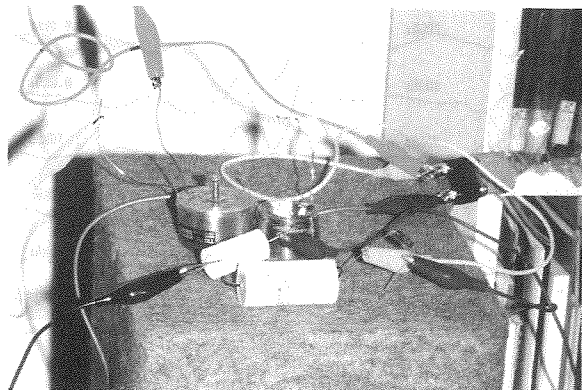
下の方はまあこんなものでしょう。60 HzあたりからA、B波の振幅が広がります。C波の振幅は100 Hzで最大となり、D、D1波と振動が観測されます。ややこの帯域がボンつくように感じられます。200 Hz~800 HzにかけてA、B波の振幅もそろっていますし、形も良好です。

1 kHzあたりからA、B波の振幅が広がりますが、ウーファの特性によるものです。A、B波の振幅は(コイルを使用しない状態で)2 kHzで最大となります。そこで、振幅の広がりも同時に補正するために、Lを大きめに調整しました。

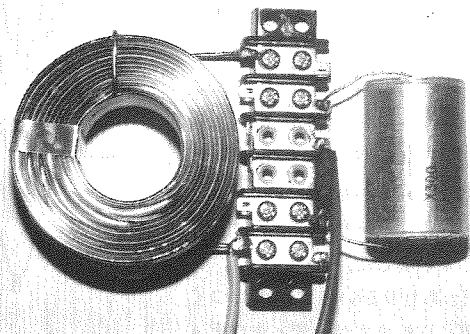
また、この帯域で1.05 kHz周期のD波が観測されます。ウーファ振動板の高域共振と思われる。そう強くはありません。

Lを大きめにしたこともあり、2 kHz以上でウーファからのB波が伸展し、トゥイータからのB波の終わりにC波が生じています。また、3 kHz~6 kHzにかけてのB波の振幅が小さになっています。

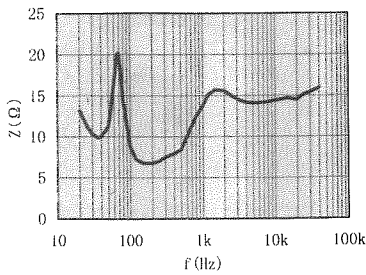
その上は12 kHzあたりまで良好です。15 kHz以上ではA、B波の周期が伸びていますが、トゥイータの高



《写真 I》調整中のネットワーク



《写真 J》CはASC, Lはフォステクス, Rはデール



〈第11図〉インピーダンス特性。f₀は69 Hz 域限界のためです。ツイータの弱い高域共振が16 kHzにあります。他の帯域は良好です。

第11図にインピーダンス特性を示します。f₀は69 Hzです。計算値より高くなりましたが、誤差の範囲でしょう。インピーダンスが1 kHz以上で高くなっているのは、減衰量を抵抗1本としたためです。しかし、f₀の山より低いのですから、問題ではないでしょう。

品位のある音

透明度の高い音です。

明るいか、抑制しきれていない部分がありますが、刺激的な響きはまったくありません。品位のある音です。しゃがれたような、何を再生しても同じ音になってしまう金属の振動板とは別の次元です。弦も声もピアノもそれらしく聴かせてくれるのは、薄く柔らかなテキスタイルの振動板以外にはありません。優秀なツイータです。

ただ、T 330 Dと比べてしまうと、いまいち音場の奥行きが狭く、解像度が甘く感じられます。価格も違いますが……。

ウーファは優秀です。色づけの少ない再生音を聴かせてくれます。わずかに18 cmの口径ですが、自然な、そして厚みのある低音を再生します。それまでスーパーウーファを使用していた飯田氏ですが、スーパーウーファよりも量感があって、しかも音階がわかるようになったと、スーパーウーファを外されてしまいました。

100 Hzあたりがいささかボンつくように感じられますが、ディナウディオほどの特徴的な低音ではありません。

ん。20 W 75 と比べると明快です。高域共振もポリプロピレンやケブラーなどの高分子系に比べれば目立たず、たいへんにすっきりとした音です。自信を持ってお薦めできるウーファです。

なお、本機は秋葉原ヒノ・オーディオ本社のリスニング・ルームで試聴できます。

ユニットとおもりの入手について

ユニットが優秀だったのでオーディオ (tel.03-3266-1071, fax.03-3266-1072) はスキャンスピークの日本代理店となりました。同社で通販もしています。秋葉原のヒノオーディオでも扱っています。

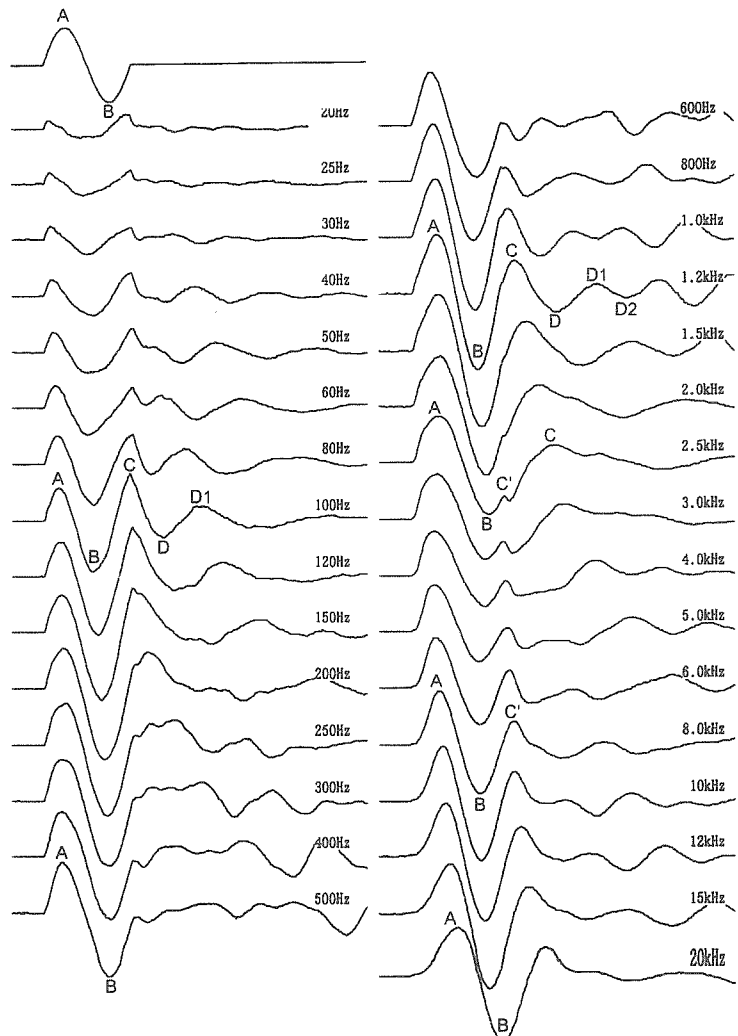
おもりは頒布をオーディオにお願いしてあります(いずれもペア)。ウーファ用(アダプタ、取り付けねじ込み) 39,000円。ツイータ用10,000円。送料、消費税別です。ご希望の方はご連絡ください。

参考文献

- (1) R.H. Small: Closed-Box Loudspeaker Systems Part 1 & 2, J. Audio Engineering

サービス部より

スキャンスピークおよびセアスのスピーカ・ユニットを今月よりサービス部で扱うことになりました。詳細は巻末「サービス部だより」を参照してください。



〈第10図〉本機の単発サイン波応答