

あえて規格オーバーで最大出力8Wを取り出した 2A3 シングル・アンプの試作

■ 玉置 浩 ■

2A3 シングルに初挑戦

2A3 シングル・アンプは誰もが1度は製作しているのではないかと思われるほど変わらぬ人気があるようです。そこそこ出力があり、その音質にも万人の評価を得ています。

ウェブサイト上でもいろんな方式で発表されており、個々にもよく検討されてそれぞれの個性を出しているように思います。

ただ、興味はありましたが、小生は一度も作ったことがありませんでした。理由は費用対効果です。若いときはとにかく少しでも効率のいいアンプに目が行きがちで、強力な電源、大きな出力トランス、高価な球で出力3.5Wでは…と敬遠していました。ところが、長じて老い先が見えて来るころになり、やはり一度は作っておかなければ2A3に対して失礼かな、との思いが湧き、ボケかけた頭を奮い起こして何とかかっこう付けたのが以下の試作報告です。

せっかく作るのであれば、従来のコピーではなく何か特徴のあるものにしたいと考え、まず2A3アンプはいままでどのような仕様や回路で作られたか、ウェブサイトなどから拾い出してみると、ほぼ下記の種類に分けることができます。

- (1) 高 μ 3極管→CR結合2A3
- (2) SRPP→CR結合2A3
- (3) 中 μ 3極管→中 μ 3極管→CR結合2A3
- (4) 中 μ →ドライブ・トランス→2A3



(5) ロフチン・ホワイト方式

(6) 中 μ →中 μ →カソード・ホロワ直結2A3

(7) 超3結、ハイブリッド

(1)～(3)の共通点は2A3をカソード・バイアス、CR結合でドライブしていることで、2A3のグリッド電流で出力が制限され、おおむね出力は2～3.5Wくらいです。

(4)はグリッド電流には対応していますが、再生帯域が制限されるのと、トランスによる音質の好みがつきまといます。

(5)のロフチン・ホワイト方式はよく設計されたものはい回路だと思えます。

(6)のカソホロ・ドライブは故武末数馬氏が推奨されている方式で、設計、調整はいささかめんどろですが、出力管のグリッドを正領域まで振ることができるので、出力の増大を見込めます。

(7)は超3結やオペアンプと組み合わせたハイブリッド方式などがあ

り、最新の技術での製作記事を拝見しますと、よく研究されているようです。

というわけで、昔から先輩諸氏も2A3のドライブにはたいへん努力されており、上記のとおりいろいろな回路が考案されています。ところが、シングル・アンプではそこそこ出力があるとはいえ、物量や苦勞の割には小さく、費用対出力はいまいちです。ただ、音質の好みではそれを上回る人気があり、いまだに従来型の回路で製作されているようです。そこで、この好まれている理由を整理すると、

(1) 低 R_p であることにより、少量のNFBまたは無帰還でも、ある程度D.F.が大きい。

(2) ひずみの内容が第2調波が主である。

などにより、いわゆるダンピングの効いたややあまい音質が万人受けするのだと思われます。

方式を(6)のカソホロ2A2ドライブ方式で計画することにしました。

出力段の動作点

まず出力管の動作基準を決めます。SOVTEK2A3のEp-Ip特性表が手元にないので、RCAの特性表を使って何とか動作基準の目安をつけます。

第1図にEp395V(この電圧は定電圧電源の都合でこうなった)Ip45mAの交点をOとし、RL 5kΩのロードラインを引くと、Eg0Vとの交点NとEg-150V(カットOFF)の交点Pを得ます。おのおのEp95V、Ip103mAとEp610V、Ip3mAを得ます。ただし、Epmax点のバイアス電圧が≒-150Vとなり、カットオフが先に生じますが、ここは強引にO点を基準にバイアス0Vと-150V間をドライブするとして出力を算出しますと、

$$P_o = (i_{pmax} - i_{pmin}) (e_{pmax} - e_{pmin}) / 8$$

$$= (0.103 - 0.003) (610 - 95) / 8$$

$$= 6.43 \text{ W}$$

となり、何とか6.5Wくらいにはな

り、カソホロ・ドライブで7.4W~7.8Wは見込める予測です。そのときのプレート損失は17.5Wで、SOVTEK2A3には大した負担にはならないと思われます。

つぎに増幅段の検討をします。

2A3のグリッド・バイアスが≒-82Vp-p≒58Vrmsと読めますので、目いっぱい振るとして必要ゲインを計算すると、入力1Vでフルパワーとするには58倍となります。NFBは過去の事例から0か6dBくらいが多いようで、そのときのD.F.はNF0dBで2前後、6dBで3~5くらいです。

ところが小生、最近ではCSPPの音に(D.F.12~18)にハマっているのでD.F.10以上は欲しい…の意味から、NFは10dB前後に決め、-10dB≒1/3として58÷0.3≒193倍のゲインが必要になります。

初段の設計

まず、初段は出力管とドライブ管でひずみ打消しを行う都合上、ひずみが少なくゲインが高いことが必要で、一般的にはハイμ管または5極

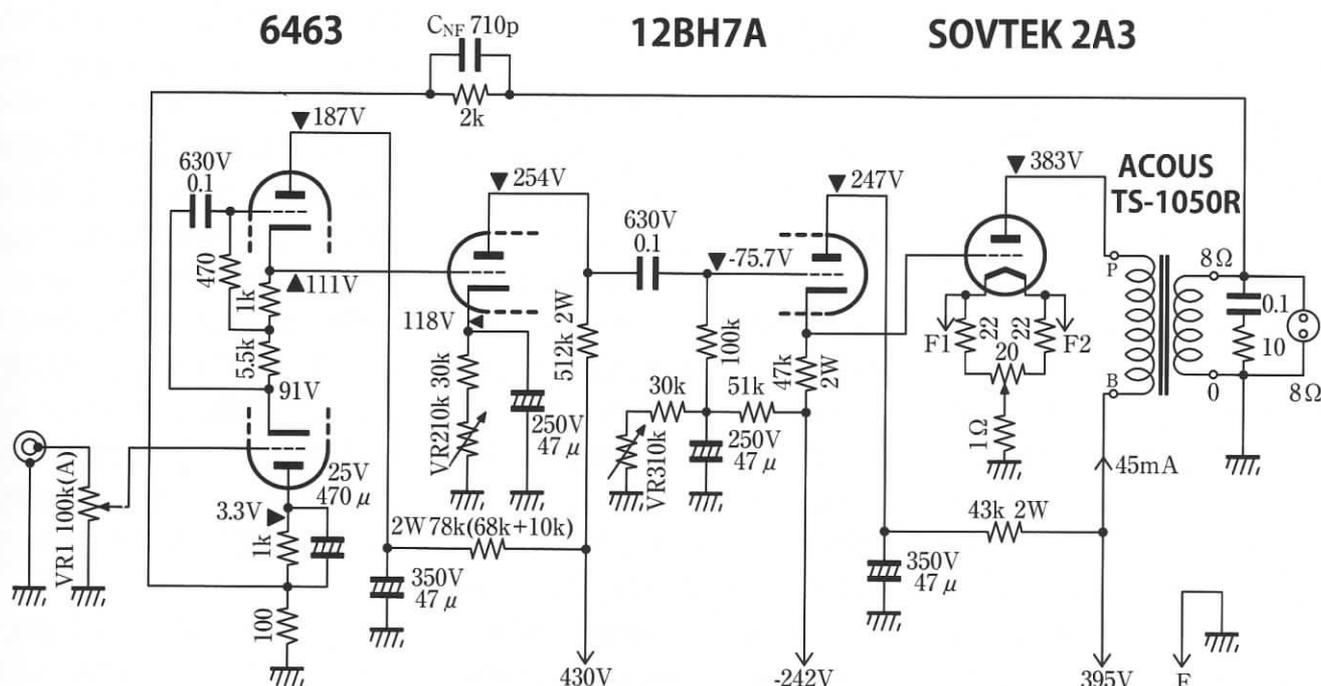
管を使用し、PG帰還でひずみとゲインを調整して用いるのが常道です。

今回の計画にあたり、もう少し独自方法はないものかと悩んでいたところ、ウェブサイトで見つけたSRPP回路を見つけましたので、早速バラック回路を作って検証しました。

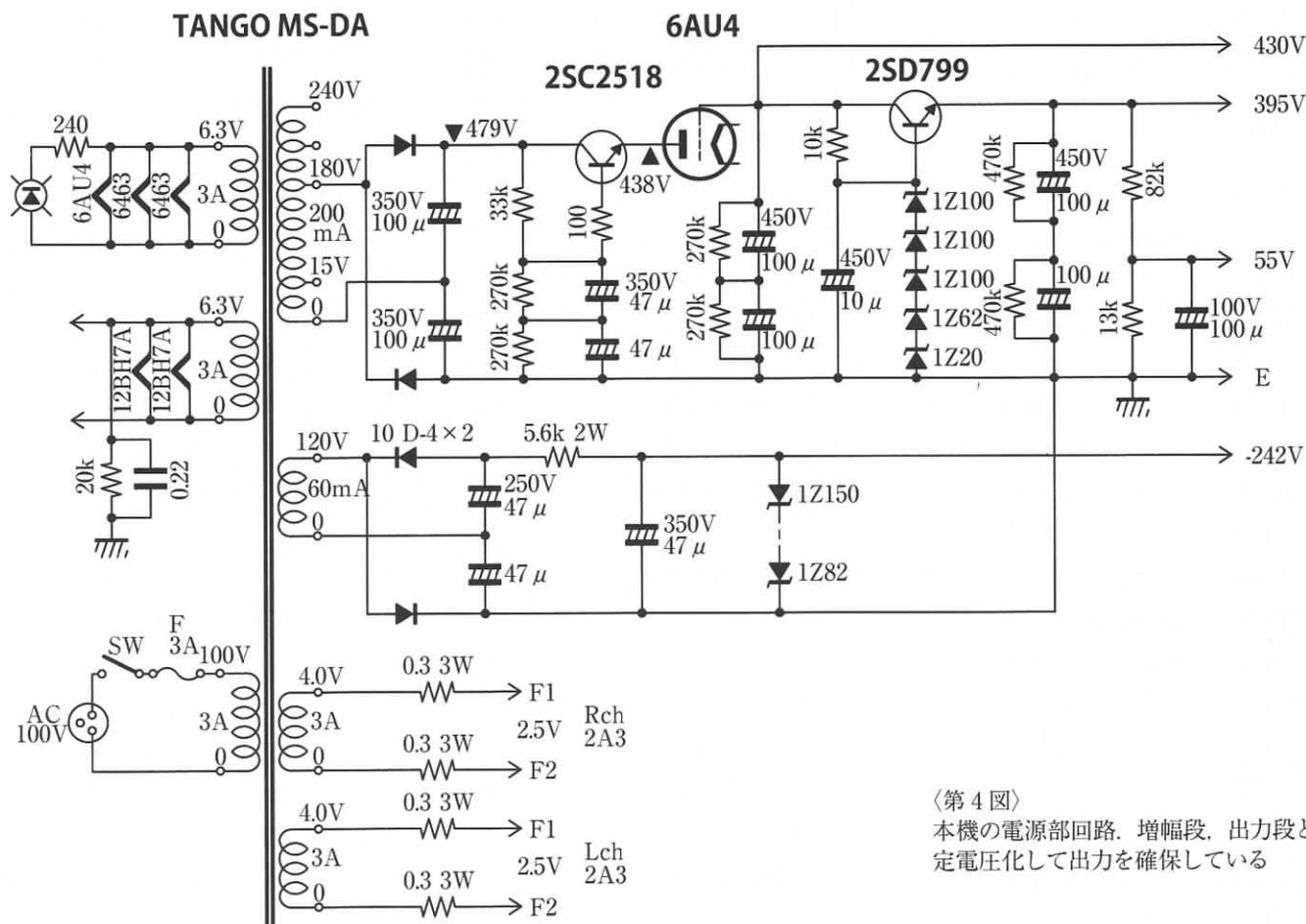
第2図が検証回路です。当初は12AU7Aや5814Aを使って通常のSRPPでテストしていましたが、上記のひずみ率が低減できるSRPP(のちに塩田氏にμフォロワだと教えていただきました)を知ってテストして見たものの、ひずみはやや下がりましたが、いまいちでした。

どうしたものかと悩んでいたところ、以前プリアンプ製作時に使ってみたことのある6463を思い出し、ピンコネが違うのでめんどうだなーと思いながら“だめもと”で差し替えたところ、これが大当たり。偶然の結果ですが、いちばんゲインが高くひずみ率の少ない結果がえられ、6463に決めました。

比較のため通常のSRPPの特性をとって見たのが真ん中のカーブで、



〈第3図〉定格オーバーを承知のうえで出力をかせいだ2A3シングル・アンプの回路図



〈第4図〉
本機の電源部回路。増幅段、出力段とも定電圧化して出力を確保している

いちばん下のμフォロワの特性はかなりひずみ率が優れていることがわかります。これとてもB電圧を上げて行けばまだまだひずみ率は下がりますが、出力はつぎのドライバ段と直結にするため、上の球のカソード電圧をあまり高くできない事情があり、この定数で決めてあります。

ドライバは12BH7A

つぎのドライバ段は、ひずみ打消しの都合と続くカソード・フォロワ段との兼ね合いで12BH7Aにしました。

このドライバ段でのゲインは経験上≒13倍くらい見込め、カソホロ段では≒0.9倍になるので、増幅段合計は初段SRPPで19倍、ドライバ段13倍、カソホロ0.9倍で222.3倍となり、NFB10dBで222.3×0.3=66.7倍、1V入力で66.7V(現実には69.3V)が得られます

ので、必要電圧58Vを充分ドライブできることがわかります。

以上は大まかな計算なので、調整の段階で詰めていきます。第3図が増幅回路です。

電源で思わぬ苦労

ところで、この増幅回路を駆動する電源であらぬ苦労をすることになりました。というのは、2A3用としてはまったく適さない手持ちの電源トランス／タンゴMS-DAを何とか使いたい(長年使う機会もなく、もったいないので)を無理に採用したため、B電圧の配分に苦労しました。

このトランスのB巻線はもともとは倍電圧整流用なので、2A3用の電圧は何とでもなりますが、ドライバ用にほんとうは500Vくらいは欲しかったのが2A3用電圧で制限され、第4図のとおり430Vしか確保できませんでした。

トランスのタップを上げれば増幅段の電圧500Vは確保できますが、2A3用電圧は400Vの予定ですので、手前の定電圧部で100V下げなければならないとなると、熱損失は2A3の電流45mA×2で90mA、100V×0.09A=9Wとなり、狭いシャーシ内での放熱がたいへんになります。やむを得ず、第4図の定数でまとめました。本来の2A3用両波整流トランスを採用すればなんの苦労もなかったのですが……。

電源回路の整流後は半導体によるリップル・フィルタ入れ、後に続くダンパ管は定電圧電源をゆっくり立ち上げるため(11秒)直熱管の保護に非常に有効です。6AU4ダンパ管の挿入損失は100mAで8Vくらいです。

ただ、今回は定電圧素子に高圧ツェナー・ダイオードを使用したためツェナー電圧のバラつきが大きくて

NFB7.6dB時の特性です。可聴帯域で1.26Ω, DFは6.3, NFB8dB内外でこれだけのD.F.を得られるのは2A3ならではのことかと思えます。これだけあれば引き締まった低音を期待できるでしょう。

(5) クロストーク特性 (第10図)

100Hz以下の特性はお恥ずかしい限りで、原因は両チャンネル間のデカップリングの不足にあります。とりあえず100Hz以上は-60~-80dBありますので、今回はこのまま

しばらく聴いて見ようということにしました。

(6) 出力管の動作特性 (第11図)

今回の試作機の最重要特性です。

SOVTEK 2A3を使って、2A3としては未知の領域に挑戦したわけですから、ほんとうに大丈夫(?)の思いも少しはありましたが、この特性をとって見て、この挑戦は成功だったと思っています。

まず、プレート電圧はB電源を定電圧化してありますので0.5Wから

最大9Wまでほとんど下がらず(下落率2.8%), グリッド電圧も定電圧化してあるためまったく動きません。

プレート電流は出力の増加に従って直線的に増加し、9Wのクリップ点で飽和しています。

つぎにいちばん知りたかったグリッド整流電流は、7.7Wあたりから流れ始め、出力波形も8Wあたりからやや丸くなり、9Wでははっきり崩れてひずみ率は10%を超えます。本機の最大出力は8Wとしました。

この特性を見れば、RCAタイプの2A3では3W前後からグリッド電流が流れ出すのと比べ、SOVTEK 2A3は300Bとのちょうど中間の特性を持った大型管といえます。設計のところで述べましたように、従来の2A3の規格にとらわれず、かなり自由な設計が可能だと思われれます。

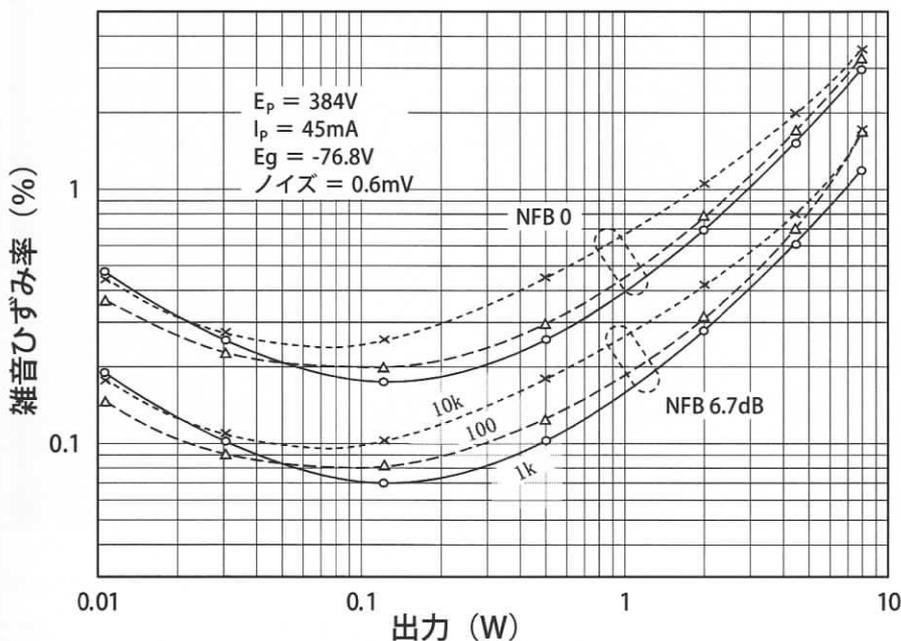
(7) 方形波応答波形

写真1は左から100Hz, 1kHz, 10kHzの順、写真2は10kHz, 8Ωでの容量負荷応答で、左から0.047μ, 0.1μ, 0.22μ, 0.47μです。写真にはありませんが、出力解放でいかなる容量負荷でも発信には至らないことは確認してあります。

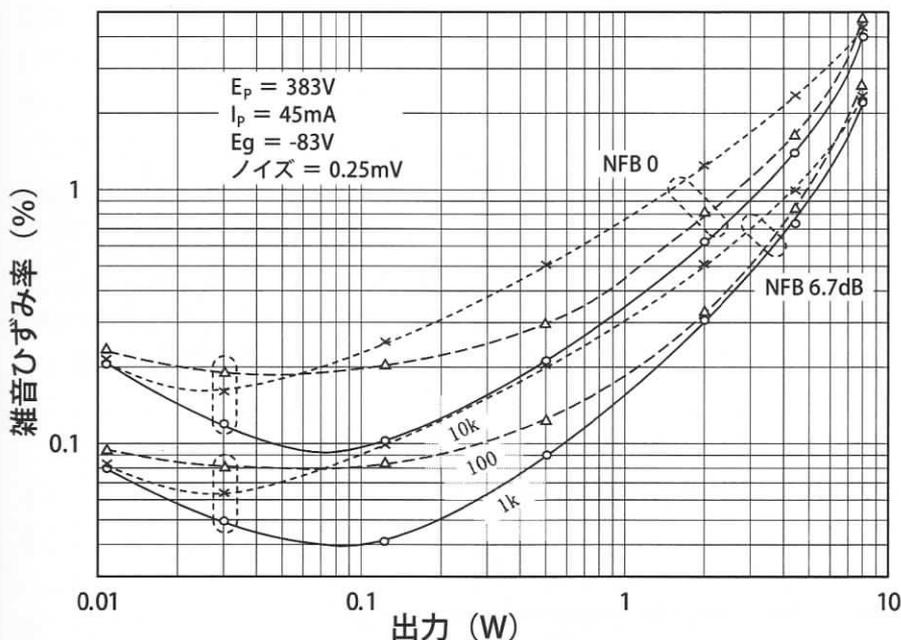
2A3 的ではない(?) 厚みのある音

初めて作った2A3シングル・アンプからどんな音が出るか、期待して出てきた音は…

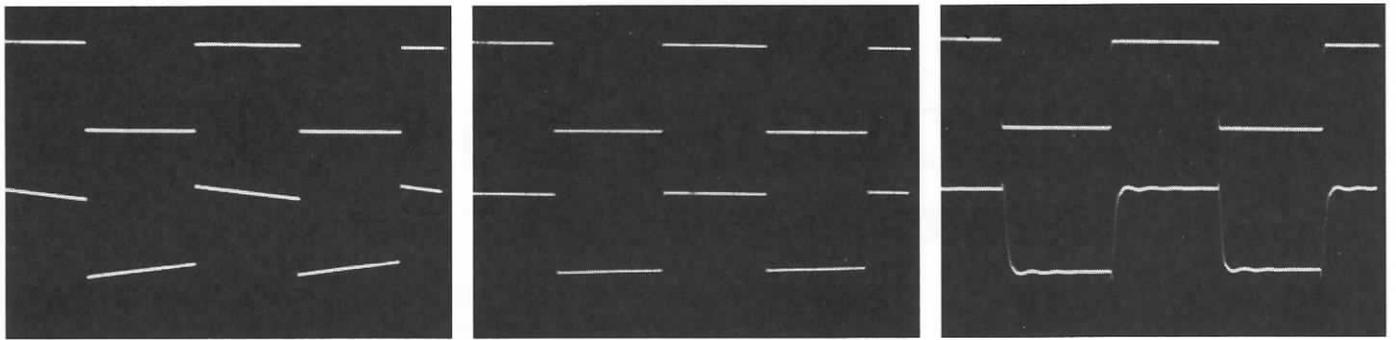
女性ボーカル中心に聴いてみました。やや低い方へシフトした、厚みがあって落ち着いた雰囲気をかもしだす音でした。しばらく聴いていて思ったのは、低域に厚みがあるためか、何となく奥行き感とも感じられ、声に色気があります。これが2A3の音か…、いやいや違う、この球は2A3と名乗っているが2A3



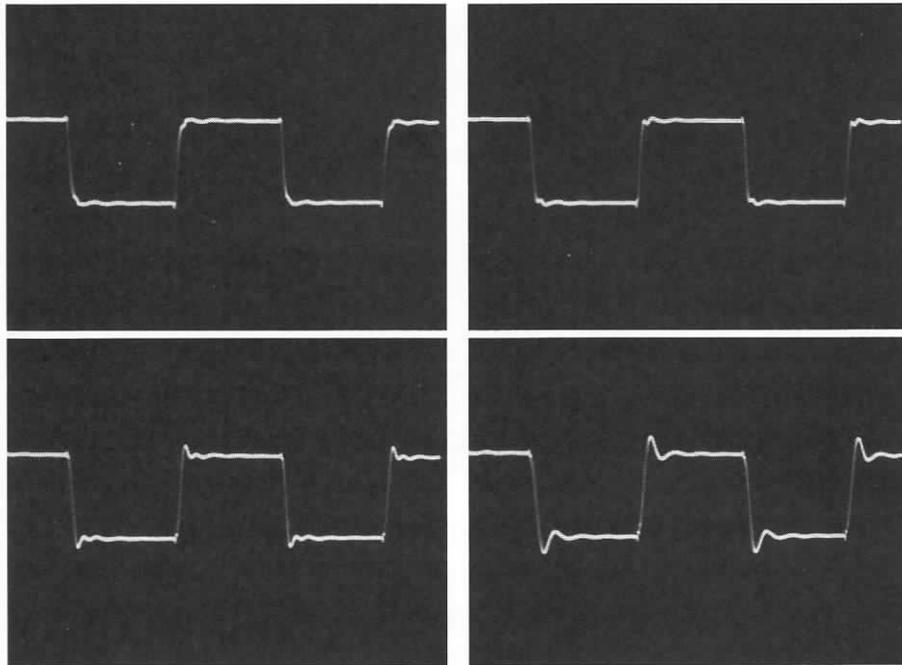
〈第7図〉本機の右チャンネルのひずみ率特性



〈第8図〉本機の左チャンネルのひずみ率特性



《写真1》本機の方形波応答. 左から100Hz, 1kHz, 10kHz. 上: 入力, 下: 出力



《写真2》本機の10kHz/8Ωでの容量負荷応答. 上段から右へ, 0.047 μ F, 0.1 μ F, 0.22 μ F, 0.47 μ F

であるが、その高価の意味は丈夫であることの対価、アマチュアが週に数時間しか使わないのにそんな配慮はする必要はない」旨のお話をされていたのを思い出しました。

氏はまた「球の定格などは半導体の定格とは違って、定格を超えたからといって即壊れるものではないので、最大定格で使っていても短時間しか運用しないアマチュアであれば一生使ってもあまりある」とも話されていました。

どこかの大先生が“これはこうするものだ、こうしなければいけない”などとたまうと、そうしなければいけないのだ、とわれわれ凡人は洗脳され勝ちですが、それでは常識の範囲からいつまでたっても抜け出せ

ないことになり、前に進めません。近年の2A3に限っていえば、旧来の枠にとらわれず積極的に常識を破ってもいいと思います。

ちなみに寿命というくくりでは、小生の先輩などはリビングのBGMにWE300を鳴らしていましたので、あえて「もったいなくはないですか?」と訊くと「なにをいっている」、数年後にお伺いするとそのまま鳴っていました。

ところで当報告になる前、設計の段階で意図したとおりNFB量を10dBとして各項目を測定し記録を取り“思いのほかいいデータが取れた”と自画自賛しながら、とりあえず音出ししました。そのときのD.F.は

12ありましたので、結構ひきしまった輪郭のはっきりした音でしたが、何となく思い描いた2A3の音ではないように思えたので、試しにNFB量を減らして8dBくらいにして再度聴き直してみますと、ほぼ狙いの音になりました。

最終的に7.8dB(抵抗値の都合)で落ち着きました。当然NFBが減ったぶんだけひずみ率や出力インピーダンスが高くなりましたが、データより音がいいほうを採用しました。

今回の試作で最初から懸念していた電源回路の都合で、初段、ドライブ回路のB電圧の不足から、NFB後の信号出力が最高で70Vまでしか取れず出力管をA2領域までドライブできませんでした。せっかく設けたカソホロ直結回路を100%生かすことができず、やや消化不良に終わりました。そんな中でも、この球は当初推測した出力電力と違ってかなり大きい8Wも引き出せました。電源を強化して十分なA2ドライブができれば、さらに大きな出力を期待できるでしょう。

以上、まだまだ改良の余地を残した試作アンプはありますが、わが家の再生ラインで何の問題もなく快調に働いています。本機のような球の使いかたにはあくまでも自己責任であることをお断りしておきます。

最後に今回の試作のために出力トランスを提供いただきましたアコース社、前川氏に感謝の意を表します。