

第7章 A級およびAB1級電力増幅器

7-1 電力増幅器の解析法

定格の動作条件における電力増幅用真空管の交流プレート電流の振幅は非常に大きく、非直線歪みを無視することはできない。したがって、プレート電流の級数展開にもとづいて厳密な解析を行うには、2次以上の項を考慮しなければならない。しかし、級数の初項のみを考慮するだけでも、必ずしも正確な数値解が得られないが、さまざまな回路および真空管の係数がA級電力増幅器の性能に与える影響を定性的に研究する上で有用な、いくつかの近似的な関係を導くことができる。式(3-41)および(3-57)を調べると、 r_p および μ が定数のときのみ、級数展開の2次以上の項がなくなることがわかる。したがって、級数展開の2次以上の項を無視することは、静プレート特性が直線で、平行で、等間隔であると仮定することと等価である。この章のほとんどは、級数展開の初項と、傾きと間隔が一定の理想的な静プレート特性から得られる有用な近似的な関係を導くのに費やされる。これらの式によって数値を求めると、かなりの誤差が生じることもある。この理由から、正確な結果が不可欠であるか、非直線歪みを求める必要がある場合には、図的な手法を用いるか、できれば実測を行うべきである。

第4章で説明したように、負荷のリアクタンスを考慮する場合、図的な解析は非常に複雑になる。スピーカーおよび他の普通の負荷は非リアクティブではないが、通常、負荷インピーダンスのリアクティブな成分を無視でき、負の傾きが実効交流負荷抵抗の逆数である直線によって動作の軌跡を表せると仮定する。この仮定をおいて得られる結果は正確ではないが、増幅器の解析および設計において大きな価値があるので、また他の方法では結果を得るのに大きな困難を伴うので、この仮定をおくことは正当化される。この章の式(7-9)以降では、非リアクティブの負荷インピーダンスに関して説明していく。リアクタンスを考慮に入れた方法については、この分野を扱った文献を参照すると有益であろう¹。

7-2 プレート回路の電力の関係

等価プレート回路による解析では、真空管は等価電圧源とプレート抵抗を直列に接続したものに置き換えられるが、実際のプレート回路の電力は、唯一の電源であるB電源から来たものである。直流プレート電圧の電源からプレート回路に

¹GREEN, E., *Wireless Eng.*, **3**, 402, 469 (1926); ARDENNE, VON, M., *Proc. I.R.E.*, **16**, 193 (1928); BARCLAY, W. A., *Wireless Eng.*, **5**, 660 (1928); WHITEHEAD, C. C., *Wireless Eng.*, **10**, 78 (1933); SÖCHTING, F., *Wireless Eng.* (要約), **10**, 165 (1933); PREISMAN, A., *RCA Rev.*, **2**, 124, 240 (1937) (参考文献あり); JONKER, J. L. H., *Wireless Eng.*, **16**, 274, 344 (1939); FAIRWEATHER, A., and WILLIAMS, F. C., *Wireless Eng.*, **16**, 57 (1939); PREISMAN, A., "Graphical Construction for Vacuum Tube Circuits," McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1943.

供給される電力は，

$$P_i = \frac{1}{T} \int_0^T E_{bb} i_b dt = E_{bb} \frac{1}{T} \int_0^T i_b dt = E_{bb} I_{ba} \quad (7-1)$$

ここで， T はプレート電流の基本波成分の周期である．この入力電力は，負荷で消費される交流および直流の電力と，真空管のプレート損失（熱）に変換される．この事実を数式で表すと次のようになる．

$$P_i = P_p + P_o + I_{ba}^2 R_b \quad (7-2)$$

ここで， P_p はプレート損失， P_o は負荷で消費される交流出力電力， $I_{ba}^2 R_b$ は負荷で消費される直流電力である．

式 (7-2) は，次の形に書き直すことができる．

$$P_p = P_i - P_o - I_{ba}^2 R_b \quad (7-3)$$

この式は，プレートは，入力電力のうち出力に現れた部分を消費しないことを表している．入力電力がほぼ一定のとき，励振電圧を下げることによって出力電力が下がるにつれ，プレート損失が増える．A 級増幅器では，励振時の平均プレート電流 I_{ba} が静止プレート電流 I_{bo} とそれほど変わらず，この関係が成り立つ．したがって，A 級動作のプレート損失は，励振電圧が 0 のときに最大になる．励振がないとき， I_{ba} は I_{bo} となり，式 (7-1) で与えられるように P_i は $E_{bb} I_{bo}$ となる．そのとき式 (7-3) は次のようになる．

$$A \text{ 級の最大 } P_p = I_{bo} E_{bb} - I_{bo}^2 R_b = I_{bo} (E_{bb} - I_{bo} R_b) \quad (7-4)$$

式 (3-30) を使うと，式 (7-4) を次のように変形できる．

$$A \text{ 級の最大 } P_p = I_{bo} E_{bo} \quad (7-5)$$

したがって，A 級増幅では，非励振時のプレート損失 $I_{bo} E_{bo}$ がプレート損失の最大定格を超えていなければ，プレート損失は常に許容値の範囲にある．一方，B 級および C 級動作では，励振を小さくするにつれ，入力電力が出力電力よりも急速に小さくなり，非励振時には 0 となるため，最大励振時のプレート損失は許容プレート損失を超えてはならない．第 2 章で説明したように，プレート損失で失われるエネルギーは，まず電子の運動エネルギーとして現れ，電子がプレートに衝突するときに熱に変換される．許容損失は，吸蔵ガスを放出することがなく，また電子を放出しないプレートの最大温度に依存する．明確に指定されていない場合，小型受信管の最大許容プレート損失は，定格動作プレート電流とプレート電圧の最大値の積であると仮定してよい．

7-3 プレート回路の効率

プレート回路の効率 (plate-circuit efficiency) は，プレート回路の入力電力に対する基本波交流出力電力の比として定義される．

$$\eta_p = \frac{P_o}{P_i} \quad (7-6)$$