

チョークコイルの非直線性が電圧配分に及ぼす影響について

中谷 秀夫 ・ 齊藤 金一

On the Effects of Non-Linear Characteristics of the Choke coil, On the voltage Allotments in Fluorescent Lamp voltage.

Hideo NAKATANI
Kinichi SAITO

Assuming that the choke coil ballast consists of the inductance and the resistance, We have produced trially several kinds of ballast circuits which have had the variable inductance and resistance, and the different V-I characteristics. (Cf. Fig.2) Using them we investigate experimentally the relations between the line voltage E , lamp terminal voltage V_l , ballast impedance drop V_e and lamp current I_a (Cf. Fig. 1), on the variation of inductance, resistance line voltage lamp temperature and frequency in the vicinity of the usual state.

1. 緒 言

筆者等は先に LR 及び V-I 特性の異なるチョークコイル安定器回路を作つて蛍光灯の起動に関する研究を行つたが、引続いて同じ装置を用いて V-I 特性が蛍光灯の電圧配分に如何なる影響をあたえるかを使用状態附近に於ける L, R . 電圧, 温度及び周波数の変化のもとに実験的に研究した。第1 図に示す様な蛍光灯回路に於て安定器を L, R のみからなるものと仮定すると簡単な交流理論の式が成立つ様に考えられすでに多くの人々によつてその解析が行なわれているが、⁽²⁾⁽³⁾ 実験には管電圧が矩形に近い波形である事管電圧電流が放電特性によつて定まること及びチョークコイルの V-I 特性が完全には直線的でないこと等の原因により其の解析は甚だ複雑であることが解る。

今管径管長及び管内の諸状態が一定すれば即ち燈管を決定した場合、回路に於ける諸要素を考えると

- (i) 外部の温度及び湿度
- (ii) 電源の電圧周波数及び波形
- (iii) 安定器の LR V-I 特性及鉄損

等である。此の考えのもとに他の条件を一定として各要素を使用状態附近で独立して変化させた場合の電圧分布及電流の変化を求め之等相互の間に成立する一般的関係を導いた。更に之等の変化のもとで管電圧管電流チョークコイル電圧波形をブラウン管を用いて観察した。尚此の実験に於いては東芝製 $FL-20W$ の燈管を用いて外気湿度は一定であると仮定し鉄損は無視することとした。

2. 本 論

第2 図 (A) は試用チョークコイルの特性を示したもので $Id=0\sim 2.8$ と示してある曲線の一群は同図 (B) に結線図が示されている様に 350VAの単相変圧器 2 台を用いて可飽和リアクトルの方法により直流電流 Id を変化する事によりインダクタンスを自由に変えられる様にしたもので図で解る通り蛍光灯に使用される 60V 附近に於ては殆んど直線性を示している。同図 (c) は Id の変化に対する電圧 60V に於ける電流及びインピーダンスの変化を示したものである。尚 aa 間には直列抵抗を入れて直流抵抗が 24Ω になる様にした。之は次に示す市販の安定器と合せて抵抗同一の条

件で実験するためである。D 曲線は市販安定器の特性の一例である。製品によつて多少の相異はあるが 80V 0.4A 近くまでは直線的でそれ以上で飽和を初めている点では一致している様である。直流抵抗も 10~30Ω であるが、図の曲線は24Ωのものである。No.1 ~ No.3 で示した曲線の一群は断面 4cm² の成層鉄心に 0.4mmφ の銅線を巻いて端子を取り出した試作安定器の特性で此の場合も直列抵抗を入れて全直流抵抗を 24Ω にしてある。

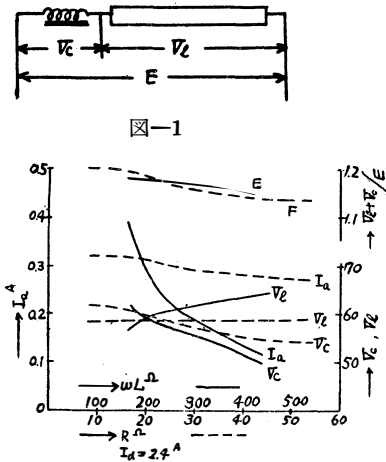


図-1

図-3

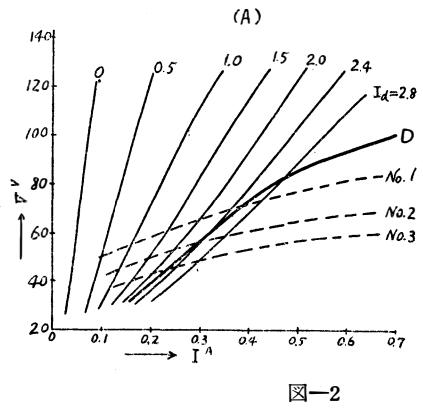
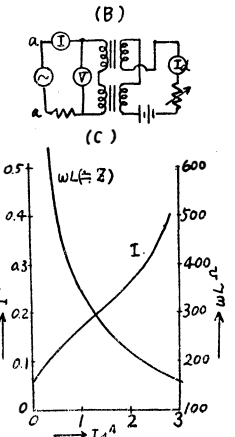


図-2



第3図の実線は可飽和リアクトルの回路によつて $E=100V$ $t=20^{\circ}C$ $f=60$ $R=24\Omega$ のもとで ωL を変化させた場合の I_a 及び V_l , V_c の状態を示している。点線は ωL 一定 ($I_d=2.4A$) で直流抵抗 R と V_l , V_c , I_a の関係を示している。曲線 EF は夫々 V_l+V_c と E との比を示して全領域に於いて殆んど一定で

$$V_l + V_c = kE \tag{1}$$

なる実験式が得られる。そして $FL-20W$ の燈管に於いては k は大抵 1.2 である事が多くの管に就て実験した結果得られた。電源電圧一定の場合 V_l はその利用度を表わすもので出来るだけ大きくとる事が望ましいが此の事は R 一定の場合には ωL を ωL 一定の場合には R を大にする事で何れも V_c が小さくなり起動を不安定にし 回路の力率を低下させ銅損を大にする事を意味して両者は両立しない二の条件である事が解る。此所に安定器設計の困難性があるので山下氏は種々の管を用いてすべての種類の管に就いて $k=2.3$ であるとし、此の値を用いて V_l/E , V_c/E の限界値を求めているが、以下示す実験の結果等から考えて、此の値自身に疑問があるし、前述の理由から此の値を基礎にして V_l/E , V_c/E の限界値を求める方法には多くの問題があると思う。尚現用安定器は $\omega L=200\Omega$ $R=10\sim30\Omega$ 近くを使用しているので此の附近は ωL の変動に対して管電流 I_a の変動が著しい部分であつて従つて周波数の変動等による外部条件により電流の変動もはげしい事を示している。運転状態のみから見るともつと安定した点で使用する様に管及安定器を設計すべきではなからうか。直流抵抗の影響は比較的小さいので銅損を少なくするために出来るだけ小さくするのが望ましく従つて安定器の特性を決定するのは大部分 ωL である事が解る。尚此の変化により管電流管電圧安定器電圧の波形は殆んど変化しない。ただ ωL を大きくすると管電圧の脈動が放電の終りの方から減少してそこで矩形波が多少丸味をおびて来ることが認められた。

第4図は電源電圧に対する管電流を第5図 (A) は管電圧 (B) は安定器電圧 (C) は V_l+V_c と E との比を示したものである。図から電源電圧の影響は ωL の値により傾向は変らないが夫々の V-I 特性に応じた変化の傾向を示している。そして電源電圧の変化の大部分が安定器電圧 V_c に負

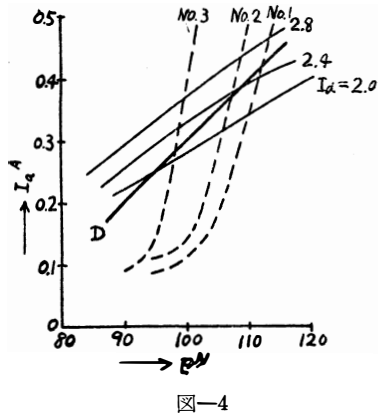


図-4

$k=1.2$ が成立している事が解る。電圧の変動に対する波形の変化はみとめられないが、管電圧波形は V-I 特性が非直線の場合一般に三角形的である。第 10 図 (A) は可飽和リアクトルによる安定器 ($I_d=2.4A$) (B) は試作安定器 No. 1 の $E=100V$ に於ける波形を示している。

第 6 図及び第 7 図は燈管の温度を変化させたときの I_a , V_l , V_c の分布を示したものである。従来蛍光燈の温度特性についての研究は多くの人々によつてなされているが、その報ずる所は必ずしも

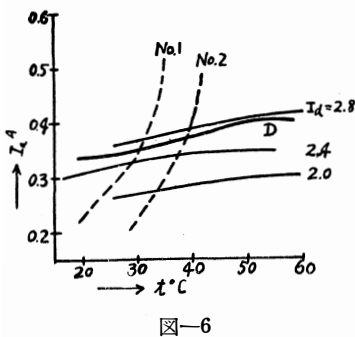


図-6

一致していない。温度の影響は電源電圧、周波数等の場合と異り外部からの原因は管のみに作用し、管内の状態等が変り放電特性に変化を来しそれが回路全体の状態に影響するものと考えられる。従つて之等の著者は管電圧管電流の温度変化のみに関心を有する様であるが、此の実験で示す様に安定器の V-I 特性に応じて回路の電圧分布は影響をうけ、その結果として管電流の温度特性も V-I

特性によつて非常に異なる事を第 6 図は示している。そして管電圧安定器電圧の変動の割合は同じ程度である。 $V_l + V_c$ と E との比は温度の変化がリアクタンスに関係ない事を思えば (1) 式を満足する事は当然である。然 V-I 特性が非直線的の場合も値は異なるが略一定である事は注目すべき事である。電圧電流波形については管電圧を例にとると温度上昇と共に脈動部分が不安定になることが観察された。第 5 図 (C) は $I_d=2.4A$ $t=54^{\circ}C$ で一半波に於いて脈動のなくなったもので而も此の状態では I_a を小さくすると即ち ωL を大きくすると脈動は更に少くなり $I_d=1.2A$ で遂に全く無くなる事が解つた。同図 (D) は試作安定器 No.1 の $54^{\circ}C$ に於ける波形で、脈動が不安定で少くなつてゐる事が解る。

第 8 図及び第 9 図は周波数を $40\sim 70\sim$ で変化させたときの状態を示したものである。周波数の影響は安定器に対して ωL を直線的に変化する事を意味しているがそれと同時に管の放電特性にも作用するものである。実験の結果は V_c と V_l の変動の割合は、温度の場合と同様同じ程度である

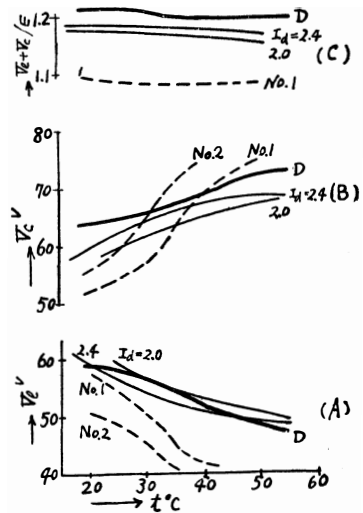


図-5

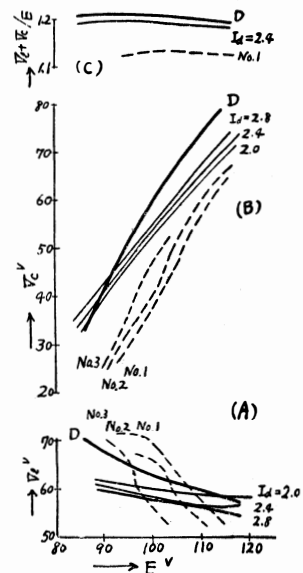


図-7

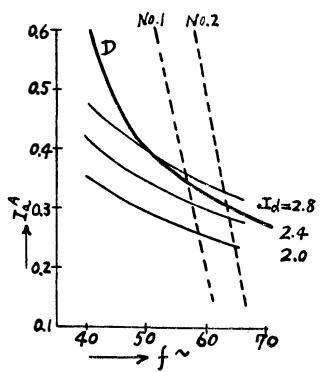


図-8

事が解る。Ia, VI, Vc 共その変化の状態が第3図の ωL の場合とよく似ている事は、周波数の影響は放電特性に対しては余りない様に思われる。

そして回路のリアクタンスの変化にもかかわらず V-I 特性が直線性を示す場合には (1) 式の関係を満足している事は蛍光灯の回路に於いて重要な意味のある事である。周波数の変化による波形の変化は V-I 特性が直線的である限り変化しないが試作安定器に於いては第10図 (F) に一例を示す様に複雑な波形の変化を示す。

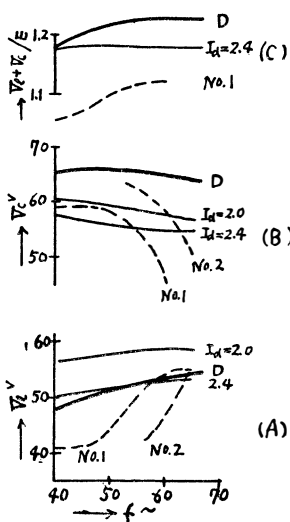


図-9

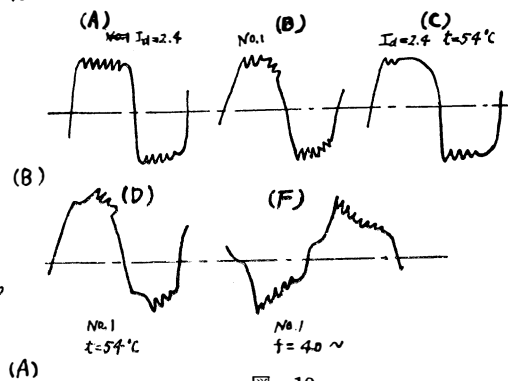


図-10

3. 結 論

(i) 安定器の V-I 特性が直線的の範囲では (1) 式が成立する。但し ωL は管に特有な常数であつて FL-20W では大体 1.2 であり使用状態近くの温度、電源電圧、周波数によつては変化しないものと考えてよい。

(ii) 管電流、電圧、安定器電圧波形は回路に C を含まない状態では V-I 特性が直線的である限り使用状態近くの電源電圧、周波数によつて変化しない。但し温度が 50°C にもなると管電圧の脈動が不安定になり、その状態で ωL を大きくすると脈動のなくなる所が存在する。

(iii) 管電圧波形は安定器が非直線の場合は矩形より三角波に近くなり、電源電圧、管温度、周波数の影響は大きい。

(iv) 非直線の場合は電源電圧、温度、周波数の微小変化に対して管電流は著しく変化し不安定になる。VI, Vc も大きく影響を受けるが其の間には大体 (1) 式が成立する。

(v) VI, Vc の変動の割合は電源電圧に対しては Vc は VI より大きく温度及び周波数に対しては同じ程度である。

文 献

- (1) 齊藤, 中谷 電気学会北陸支部連大予稿 (昭.29)
- (2) R. F. Hays & D. S. Gustin : T. I. E. S. 35 (1940)
- (3) 山下 電気三学会講演集 (昭.27)
- (4) 山下 照学誌 (昭.28.6)
- (5) 原田 照学誌 (昭.25.11)
- (6) 室井, 倉信 照学誌 (昭.27.4)