

蛍光灯の起動不安定の原因に就て

中 谷 秀 夫

齋 藤 金 一

On the Cause of Unstability of the Fluorescent Lamp Starting.

Hideo NAKATANI

Kinichi SAITŌ

We have investigated all the cause of starting unreliability by changing the voltage, temperature, circuit constants and etc. in the usual state. And also, we have studied the problems whether unreliability of the lamp starting, that we experienced always, can be avoided or not. Then we have known the cause of the former, and for the latter, offered the necessary data on treating the fluorescent lamp and making the auxiliary devices.

1. 緒 言

筆者等は先に蛍光灯の起動時に於けるグロースイッチの脈動に関して報告したが⁽¹⁾、更に研究を進めて現在一般に用いられている回路の諸因子のすべてに、使用状態を中心にした実際に起りうる範囲の変動を与えて起動不安定の原因を徹底的に糺明した。そして現在、蛍光灯回路が非常に簡単であるにもかかわらず、数多くの研究がなされているにもかかわらず⁽²⁾、尚日常我々が経験する様な起動の不安定が起るのは、現在の回路では技術的にさけられないものであるかどうか、さけられない部分に対しては原因は何か、さけ得るものに対しては取扱ひ上どの様な注意をしたらよいか、蛍光灯回路製作者はいかにすべきかの資料を提供せんとした。図-1は現在最も一般に用いられている回路である。

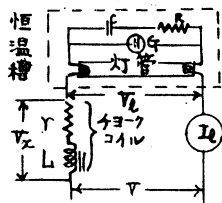


図-1

此の回路の特徴は点灯管Gのグロー放電、放電energyによるバイメタルの作動、灯管の線条加熱による電子供給、バイメタルの復元、チョークコイルのリアクタンスによるキック、そして灯管の低電圧電弧開始という電氣的熱的或は機械的諸作用が1秒乃至数秒間に完全に協調的に行なわれて初めて起動するもので、而も最後に最も力率のよい、補助回路の loss が最小で且つ安定した即ち灯管の放電特性に適合したインピーダンスをもつ点灯状態の回路でなければならないのである。電流が増加すると低電圧電弧放電が普通の電弧放電になつて灯管をこわす、(線条がきれる) 例えばグロースイッチの作動が完全であつてもその瞬間に於ける灯管の線条附近が起動可能な状態にしなければならないしリアクタンスによるキックが適當でなければ起動は完全に行われず、バイメタルは開閉を繰返す事になるわけである。

2. 実験及結果

(1), 今恒温槽の温度を 23°C 電源電圧 100V 一定にして並列回路なしで $\gamma=23.3\Omega$ として L を連続的に変化させて、電源投入から点灯までの時間と (以下単に「時間」とよぶ)、その間のグロースイッチの開閉回数とを (以下単に「回数」とよぶ)、測定した。図-2 T' , N は夫々長時間放電後 (30分以上) 最初に点灯した時の「時間」及「回数」を示す曲線で、 t , n は夫々1秒間隔で

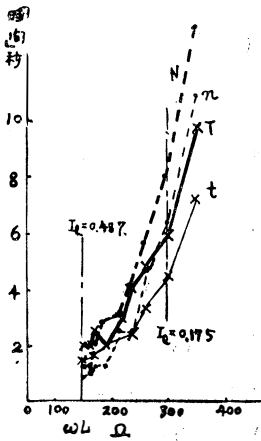


図-2

の影響の最も顕著に現れるのは「回数」が著しく減少しグロースイッチの作動のはぎれが良くなり、その代りに「時間」が長くなり従つて線条の連続加熱時間が長くなる。之は明らかに灯管の寿命に悪い影響を与えるものと思われるが「回数」が多い即ち線条に断続電流が流れる場合と比較してどちらが悪いかは寿命試験の結果によらなければ判らない。此の C の効果も ωL の大きい従つて管電流の

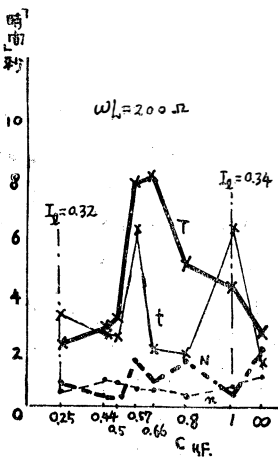


図-4

小さい時に著しく現れる。従つて回路が起動に悪い条件の場合に之を改善するのに利用出来る。大きい C に対しては「時間」及「回数」は増加するが、点灯を繰返すと之等の減少する割合も大きい。尚 C の大きい値に対してはグロースイッチが衝撃的に作動する様になり接触片が機械的に破損する虞がある。 C に直列に $10 \sim 100 \Omega$ の抵抗 R を入れるとその衝撃は減少出来るが「回数」は増大して結局 C の効果を減少させる様に作用するものと思われる。 ωL を大きくしてもグロー放電開始には関係ない(電流が流れないから電源電圧がその儘かかる)、従つて放電は開始す

る。尚 ωL を連続的に変化させる方法としては前報(3)にのべた変圧器を二個直列にして一次側を直流励磁する可飽和リアクトルの方法を用いた之によつて得る電流波形は図形的に解析出来る基本波と奇数高調波を含む三角波に近い波形である。実際のチョークコイルに於ても鉄心に空間隙を与えて所要のリアクタンスを得ていて波形が相当に歪んでいる事を考えれば、此程度の波形の歪は此の実験の結果には全く影響ないものと考えて之を使用した。

(2), 次に $\omega L = 200 \Omega R = 23.3 \Omega$ 温度 $23^\circ C$ に於て電源電圧を変動させた結果を図-5に示した。電圧の低下と共に最初に点灯する時の「時間」及「回数」は急激に上昇する事が判る。この場合繰返し起動の時はその影響が相当減少する。80V で起動不能になるが之はグロースイッチが放電を開始しないので、電圧 100V で ωL を増加して点灯不可能になるときはグロースイッチは放電して作動するが灯管が放電

5 回点灯した場合の算術平均値を示した曲線である。 ωL と共に「時間」及「回数」共に増加するが特に後者の増加は著しい。点灯を繰返すと両者共同程度に減少する。之は勿論線条及灯管の加熱により放電し易い状態になるため、此の状態を知るために、 $\omega L = 300 \Omega$ 及 200Ω の一定値に対して2秒間隔で点灯を繰返して「時間」と「回数」との減少の状態を求めて図-3に示した、之によると ωL 大きく管電流の小さい時には此の効果は顕著に現れ定格電流附近に於ては比較的少ない。従つて回路常数の不适当即ち $\omega L, R$ が大きくなつても glow 放電には影響なく此の原因は灯管の放電不能にある、従つて N が大になる。図-4はグロースイッチに並列に入れた容量 C を $0.25 \sim 1 \mu F$ の間で変化させた ($R = 0$) 場合の状態を示す。 C

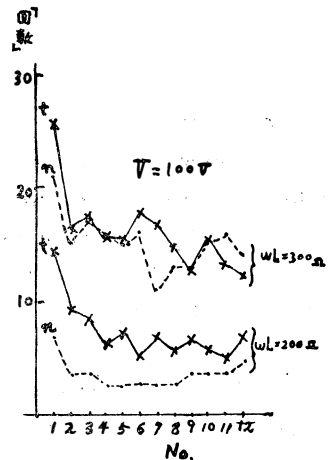


図-3

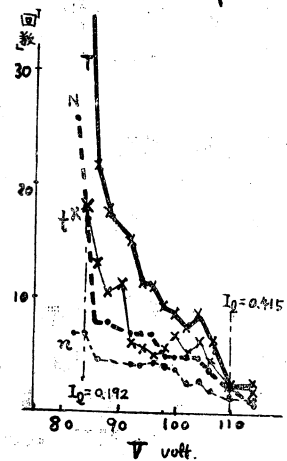


図-5

を起さないのである。之は灯管の線条に供給される energy が小さいために起る現象である。此の事は図-2と図-5を比較すると前者では ωL の大きい部分で「回数」が急増し後者では V の小さい部分で「時間」が急増している事から知る事が出来る。而も後に示す様にグローススイッチの放電開始電圧は温度に著しい影響を受けるのである。此の辺に蛍光灯の起動不安定の大きな問題がある様に思われる。図-6は $V=88V$ の場合に $1\mu F$ 以下の容量を並列に入れた場合の状態を示した

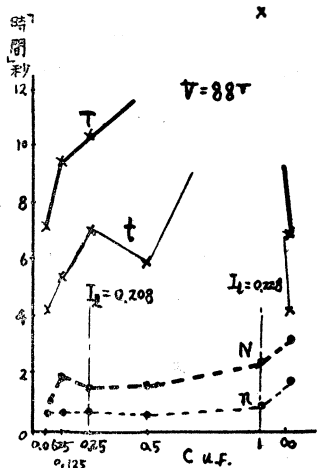


図-6

もので、規定値より高い ωL の場合に対する影響と同じ傾向を示しているが、此の場合は「時間」が C の大きい所で極度に大きくなり線条が長時間加熱されて寿命に悪い影響を与える事は明らかであるが、 $0.25\mu F$ 以下の C に対して「時間」も比較的短く「回数」も減少するので起動に対しては良い影響を与えるものと思われる。 $0.0625\mu F$ 以下の C に対して効果が余り変わらず $2000PF$ ではグローススイッチの作動状態には影響は現れるが「時間」及「回数」には作用しない、更に $100PF$ では全く影響がない。之から並列容量は $0.01 \sim 0.005\mu F$ 程度が適当ではないかと考えられる。此の様に蛍光灯回路の定数が一意的に定められないのは前述の電圧、温度、他の回路定数等の変化が組合せられて作用し之等が予知出来ない為である。此の並列回路に $10 \sim 100\Omega$ の抵抗を入れると「時間」は減少し「回数」は余り変化しなくて良い影響を与える様であるが、測定結果としては唯 C の効果を減殺するのみで更にどの抵抗値であるかも知

得なかつた。

(3), チョークコイルに直列に可変抵抗を入れて $\omega L=200\Omega V=100V$ 並列回路無しの場合の状態を図-7に示した。之は実際には余り起り得ない変化であるが抵抗の相当広い範囲にわたつて起動は可能であつて、規定値約 20Ω 附近の多少の変化に対しては起動は余り影響されないで、従つて抵抗値を制約するものは起動よりむしろ、チョークコイルの寸法及電力損失であつて、後者のためには出来る丈小さい方が良い訳であるが、寸法を小さくする為にそれが制約を受けてくるのである。此の回路でグローススイッチに $1\mu F \sim 0.0625\mu F$ の C を並列に入れると、その影響は前述の場合と同様「時間」が明らかに長くなり「回数」は僅に減少する。そして起動可能抵抗値が変化して C を大にするとその値は次第に小さい方へ移動し $C=0.125\mu F$ では $R=124\Omega$ で起

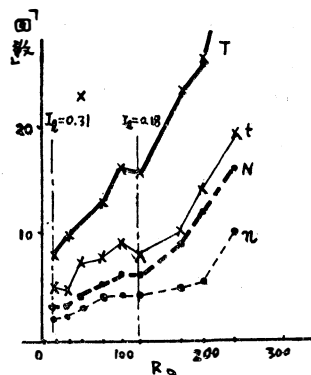


図-7

動しなくなる。尚 $V=100V \omega L=200\Omega R=23.3\Omega$ 並列回路なし

で灯管の管壁に錫箔でライニングを施してそれを(1)浮かせた場合(2)一方の電極に接続した場合(3)接地した場合(4)両線条附近に錫箔をまいてそれを導体で結んだ場合等について同様な実験を行つた。蛍光灯の様な低圧電弧放電に於ては空間及管壁電荷の状態は複雑であるから(1)(2)(3)は之に何らかの形で影響を与えようとしたもので(4)は線条との間に容量効果をもたせて、起動に影響させようとしたものであるが、此の実験に於ては全く影響が現れなかつた。

(4), 図-8の様な回路でグローススイッチが放電を開始した後

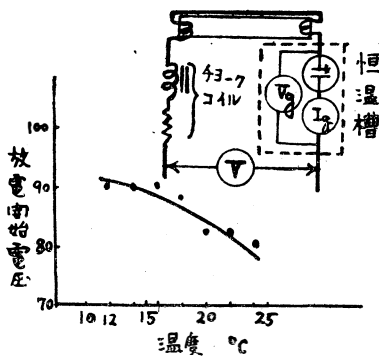


図-8

のインピーダンス降下を実際の蛍光灯回路のそれと同じ様にして恒温槽の温度を変化させて放電開始電圧を求めたものが同図下で、各値は長時間放置してグローススイッチの接触片が十分冷却した後で得たものである。その値は温度によつて著しく影響を受ける事が判る。此の事から低温中で電源電圧が降下した場合に蛍光灯の点灯不可能がグローススイッチに原因する確率の大である事が推論されるので、此の実験に於てもチョークコイルの ωL を変えて起動不能になる場合は、グローススイッチは放電を開始して、何回か開閉しているにもかかわらず起動しないので、之は灯管の線条に与えられるエネルギーが小さいため原因は灯管側にあると云わなければならない。之に対して電圧を降下させて起動しない場合は、先ずグローススイッチが放電開始をしなくなる。之は線条に与えられるエネルギーも減少するわけであるが、グローススイッチが放電を開始しなくなるのが早いものと推論される。

3. 結 論

- (1), チョークコイルの不適當、低温及び電源電圧低下等の原因で管電流の減少する様な状態では、点灯に要する時間は長くグローススイッチの開閉回数は増大する。そして之は点灯を繰返すことにより減少する。
 - (2), 並列容量により点灯に要する時間は長くなるがグローススイッチの開閉回数が減少する。そしてその効果は管電流が定格値より小さい即ち起動に悪い条件の場合に特に著しい。従つて適當(0.01~0.005 μF)な容量を用いる事により起動を或程度改善出来る。
 - (3), 起動不能が電圧低下と低温が重なつた場合にグローススイッチが放電を開始しないという事に起因する確率は大きい。チョークコイルの不適當による起動不能は比較的少ないものと思われ、之はむしろ点灯後の電圧分布に与える悪い影響が問題になる。
 - (4), 灯管の温度降下、電源電圧の低下及び線条の消耗等による線条に加えられるエネルギー不足及びチョークコイルによるキックの不足が起動不安定の原因となるが、之が(3)より先に起るかどうかはグローススイッチと切離して研究しなければならないので今後行いたい。
- 最後に本研究に対して諸種の便宜を戴いた上野教授に感謝する。

文 献

- (1) 齊藤, 中谷電気学会北陸支部連大予稿(昭.30)
- (2) 例えば, 山下, 照学誌(昭.28.6) R. F. Hays & D. S. Gustin : T. I. E. S. 35 (1940)
- (3) 齊藤, 中谷, 富山大学工学部紀要第六卷1, 2号(昭.30.3)
- (4) 鷹野, 電気計算(昭.26.3)