

低温における蛍光灯の特性

時 任 義 昌 *

Light Flux of FL Tubes at Lower Temperature

YOSHIMASA TOKITÔ

要 旨

蛍光灯の J I S 規格は、20°Cにおいて最大光束を出すよう考えられている。

冬期寒冷地で蛍光灯を実用する場合、-30°Cの大気中に置かれることも稀でないが、そのような低温においては、光束が甚しく減少する。これらに関する実験結果を報告する。

Synopsis

FL (Fluorescent lamp) tubes in Japan are specified to give the maximum light flux at 20 °C of the surrounding air. In Hokkaido, there are territories in which the winter outdoor temperature goes down to about -40 °C at the minimum. FL tubes decrease their radiant flux at lower temperature. In this paper such decrement of light flux is reported.

ま え が き

北海道の冬は寒い。電気の機械器具も-10°C以下の低温外気中で使用される年間時間数が割合に多くなる。

本稿は、かかる低温使用の条件におかれる機器の低温時特性を調べようとする一連の実験報告の一部であり、今回は蛍光灯を取上げた。

低温度を作るのには、北大工学部電気工学科実験室に設備されてある、気積4.6m³、最低-40°C保持の低温室を用いた。

測定の結果を要約すれば、外気温低下と共に、蛍光灯の点火起動電圧は次第に上がり、-20°C以下では、100Vで起動できないものもある。また灯管が放出する光束の量は、低温度になるにつれて、甚しく減少していき、もし風が吹いていると更に一層減少の度合いが増す。これは現在の J I S 規格が20°Cで押えてある

以上、かかる低温では性能の落ちるのが当然であるが、低温時使用をする需要家にとっては、甚だ迷惑なことになる。

A. 供試蛍光灯の種類

- A (60W, ラピッドスタート型)
- B (110W, 同 上)
- C (40W, 低温用, グロースタート型)
- D (40W, ラピッドスタート型)
- E (40W, グロースタート型)

B. 使用電源および測定計器

1. 使用電源

磁気増幅型定電圧電源装置, 100V, 50°C

2. 照 度 計

東芝製光電照度測定装置 (極微照度計)

LV-1A 形

C. 低温室内の機器配置

ま え が きに述べた低温室内の内法寸法および機器配置は第1図のとおりである

* 教授 電気工学科

完全冷却器
(背後に遠隔制御機あり)

抵抗温度計 (低温室外)
-50℃ ~ +50℃

断熱壁

のぞき窓

抵抗温度計素子
(低温室内)

電線挿入孔

冷庫機自動制御用
のぞき窓

温度計
のぞき窓

2.1m

1.5m

1.02m

1.5m

1.7m

0.35m

0.3m

A C D E

B

水銀の蒸気圧は、20°Cにおいて0.0012mm Hgで、0°Cにおいて 1.85×10^{-4} (20°Cのときの15%)、-40°Cにおいて 1.24×10^{-6} (20°Cのときの0.1%)であるから、低温度においては気温による管内水銀の蒸発が

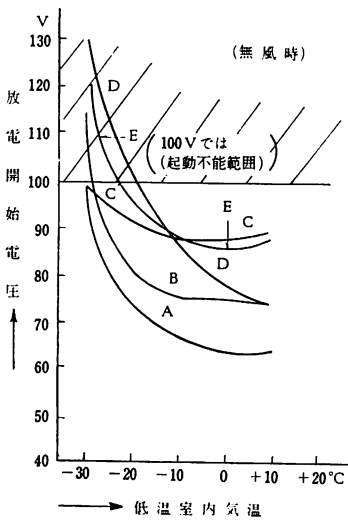
少ないので、高温時に第1段階として見られる部分的微光放電が、微弱または皆無になるのであろう。

測定次の操作は、低温室を閉扉して外気と遮断し、室外冷凍機を運転し、約30分後に -12°C 附近の温度に安定させた後、前回と同じく起動特性を取る。次いで、各蛍光灯に逐次5分間ずつ通電点灯して、発光状態を安定させた後、照度を測定する。このとき、低温室内温度が -10°C になるように温度の微調整を行なう。かくして順次次の低温段階に移り、 -20°C 、 -30°C における同様諸元の測定を行なった。

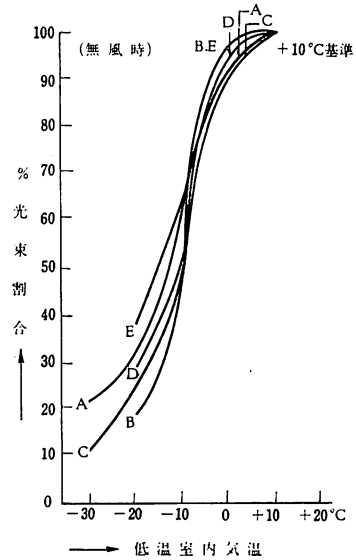
2. 測定結果

前節に述べた手順で、放電開始電圧、照度計受光面の照度および入力電流等を記録し、その結果のうち、次の3種の特性を線図に示した。

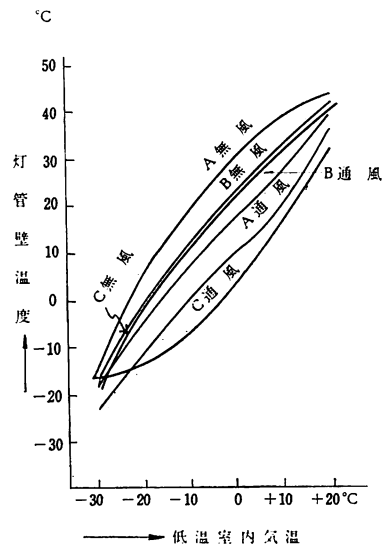
第2図 温度対放電開始電圧



第3図 温度対光束割合



第4図 気温対灯管壁温度



無風、通風の意味

第1図の低温室内に懸垂されている空気冷却器は、低温室外に置かれた冷凍機と銅管でつながれていて、冷凍機で圧縮液化されたフロンが、空気冷却器の膨張弁を経て気化する際、低温室内空気の熱量を奪う構造であるが、この冷却器グリッドの背後にある扇風機を回転して、低温室内の空気を流動循環させ、空気温度をすみやかに均一に低下させる構造である。

ところが、この扇風機を回すと、低温室内には当然ある形の気流が生じ、室内に取付けられた物体は、場所により、それぞれ特定の風速を受けることになる。

発熱しない物体であれば、受ける風速とは無関係に、気流の温度に物体温度を一致させられるが、蛍光灯等のごとく、自身が電力を消費して発熱している物体では、受ける風の速度の大小により奪われる熱量が毎秒当り非常に異なるので、扇風機を回した時と、回さない時とでは、蛍光灯管壁の温度が相当に違っているはずである。昔、陸軍華かなりし頃、風速1 m/sに対し、温度1°Cの降下と見なして、被服、給与の程度を定めたということであるが、この場合も、これと似た現象になるわけである。

そこで、各種測定値をとるのに、扇風機を回しながら読んだときを通風と呼び、扇風機を停止したままで読んだときを無風と呼ぶことにした。

第2図、第3図は共に無風時の測定である。これは通風にして測定すると、蛍光灯にとっては苛酷な条件になるし、J I Sの試験法でも無風状態と定めてあるからだ。測定に当っては、あらかじめ扇風機を回しつつ低温室内気温を下げていき、室内各点の温度がおおむね均一になったと認められたとき、扇風機を停止する。そうして必要な測定を手早くやってしまうことにしたのが無風時という状態である。

第4図は、先にも述べたように、蛍光灯にはいる電流、従って電力を同一とし、気温を一定に保っても、通風の時と無風の時とでは、灯管壁温度が甚だ異なる状態を示す。この場合管内の水銀蒸気温度もそれに伴って上下しており、その結果水銀蒸気量も増減しているわけで、光として蛍光物質面から出る可視光線の量が左右されることになる。

灯管壁温度の測定は、蛍光灯ガラス管の中央部外側に熱電対をはりつけ、5個の供試品の熱電対を、低温室外に置いた6点型記録温度計に接続し、温度時間チャートを描かせ、これを読みとったものである。

ただし、第4図には、 -30°C においても点灯し得た3灯だけをのせてある。

またこの図において、Bは無風通風の管壁温度の開きが、A、Cに比較して少ないのは、低温室内の各灯具位置の風速を一定にすることができず、それぞれ異なる風速の気流を受けたためで、傾向としては、3者ともほとんど同じ温度開きを示すはずである。この実験の場合は、A、Cの位置では風速約80 m毎分、Bの位置では約4 m毎分の気流が生じている。このような小さな低温室内で各点に一定風速の気流を発生させることは困難であった。

Bの位置、すなわち4 m毎分程度の気流内においても、無風時と通風時とでは、灯管壁温度に4～5°Cの開きが生じている。

完全な測定法としては、自由に風速を調整できるような設備を作り、灯管壁温度対風速特性をとらなければならない。

要するに、風速による温度の開きをその時の気温から差引き、その値に対応する光束割合を第3図から求めて、現実には放射されている光束、従って被照面照度を算定しなければならない。

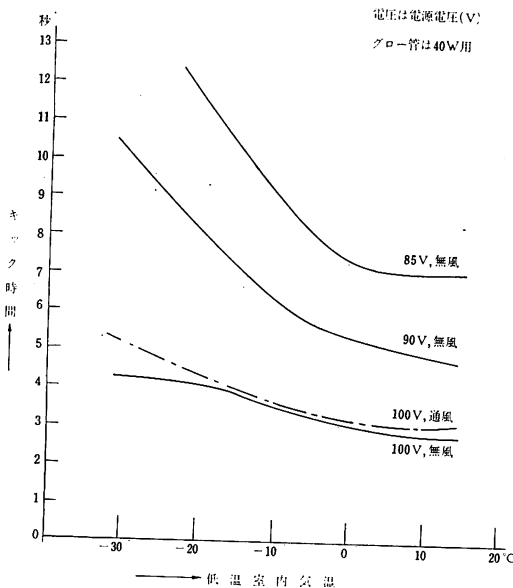
3. グロー起動管の影響

前節に、グロー管だけを低温室内に入れて測定したと述べたが、この実験にはあるメーカーの40W管用グロー管1種だけを用いた。

グロー管にはアルゴンだけが封入しており、 -30°C 程度では、アルゴンがす圧の変化は問題にならないので、むしろバイメタルの冷却による機械的な開閉機能の変化が懸念されたが、測定の結果は第5図のように、キック時間が通風状態で最大70%増しに、無風状態で最大50%増しに遅延することはあっても、起動の役をなさないということはなかった。

しかし -30°C 付近の低温の時に、スイッチを入れた後5秒以上待たねば点灯しないというのは、気の短い日本人には不向きであろう。

第5図 グロー管温度特性



結 語

北海道において、冬期間朝起床してまず蛍光灯を点灯し、それから仕事にかかる場合に、多くの人が朝は光が暗いと苦情をいう。それは、暖房断熱の不完全な家屋では、前夜の余熱が全く無くなってしまい、室内でも屋外温度といくらも変わらないほど低温になっていることが多く、暖房がきいてくるまでは、第4図の特性に従って、光束は非常に減少するからである。

もちろんこの前に、100Vでスイッチを入れても全然点灯しないものもあるわけで、第2図でいえば、ハッチングで示した区域に起動特性を持つ蛍光灯は、その区域内では100Vで起動しないから問題外となる。たとえば、Dは -20°C でもう100V点灯しなくなるから、このような特性の製品は、極寒地では使いものにならない。

なお、ハッチング区域の中にB、D、Eの特性曲線が100V値以上の所まで延長して記入してあるが、これは、参考として点灯開始するまで電源電圧を上げてみた結果の記録である。100Vで点灯しないものに対して、100V以上の電圧を与えて一旦起動すると、電圧を100Vに下げてやっても点灯を継続するものが多い。これは過大電圧で一旦放電が生ずると、管内温度が上昇し、水銀蒸気量が放電継続に必要な程度に発生するためである。

しかし、これは実験室内だけでやれることで、一般需要家においては普通100V以下の端子電圧しか供給されていないから応用するわけにいかない。

次に、実際に取付けて使用される蛍光灯具を見ると屋内用では管露出式が多いが、屋外用では装飾的なし保護の意味で外函の中に灯管を納めてある場合が多い。

この外函は、外套の役目をして、風を防ぎ灯管温度を保とうとするから有効である。

しかし街路灯は、取付け位置が高く、かつ風通しのよい道路に並んでいるのが普通であるから、 -30°C 以下に気温が下がり、風も強い所では、6割くらい暗くなってしまうので、路面照度では非常に損をしていることになる。

今回の実験は、実験室内における測定にとどまり、現場における照度減退の実績を報告できないのは遺憾であるが、電力会社等が適当な試験地区を定めて、かかる趣旨の試験を実施され、厳寒地用蛍光灯の灯管および外函の理想的形状を設定されることが望ましい。

わが国の蛍光灯メーカーも、近き将来ソ連との貿易が実現する際に、シベリヤの極寒地において使用される蛍光灯の低温性能の優秀な製品を供給しなければならぬ責任があるだろう。その稽古台として、北海道を利用し、経験を積んでおく必要があると思われる。

昭和40年12月7日受理