交流点灯けい光放電灯の

分光的ストロボ現象測定に関する研究

正会員 内 田 重 春*

Reserch on the Measurement of the Spectroscopic Strobo Effect of a Fluorescent Lamp as it is lighted under A.C.

By Shigeharu Uchida (member)
(Railway Technical Research Institute)

ABSTRACT

Luminous intensity of a fluorescent lamp lighted under A.C. changes with periodicity depending upon the voltage wave form and at the same time its hue also varies regularly.

In the measurement of this effect, photographic photometry was employed, for it permits the obtained data to be preserved for a considerable length of time and repeatedly available for comparative inspection at any time. The results show that under wave length in the range 400—500 m μ the curve will be plotted as in Fig 6; when wave length is shorter than 500 m μ , it will be like Fig. 7.

1. 緒 言

交流点灯方式のけい光放電灯の時間的平均色並びに平均光度等については、従来色々研究されその総合的結果が報告¹⁾されている。これらけい光放電灯は交流波形に従って時間的に点滅しているものであって、我々が肉眼で認識するのはその時間的平均光である。しかし運動している物体とか、或は時間的に物体を撮影する如き場合については、けい光放電灯の時間的変化が問題になる。又交流点灯のけい光放電灯を直流で点灯したり、可変周波数の電源で点灯する場合等、これらの時間的変化の現象を充分調査する必要があるので、これらの測定に関して白色けい光放電灯について筆者等が行ってきた研究結果²⁾³⁾をまとめたので報告する。

2. 測光の基礎

けい光放電灯を点灯する電圧は一般に時間 t の周期函数 $E(t)$ であり、又これによって起る放電も又周期現象とみることができる。放電特有の発光 $B(\lambda, t)$ 、及びこれによって勵発されけい光 $b(\lambda, t)$ が起る。

故に $B(\lambda, t) + b(\lambda, t)$ (1)

がけい光放電灯の管壁輝度を与えることになる。

$B(\lambda, t)$ は普通の放電灯(けい光放電灯でない)は次に示す形即ち波長 λ の函数と時間の函数に分離できる。

$$B(\lambda, t) = f(\lambda) \cdot B_0(t) \quad (2)$$

ここに $B_0(t)$ は周期函数である。

t の任意の値に対してその瞬間的の色の3刺激値 X, Y 及び Z は

$$\sum_{\lambda} B(\lambda, t) x(\lambda) = x(\lambda) B_0(t) \sum_{\lambda} f(\lambda)$$

$$\sum_{\lambda} B(\lambda, t) y(\lambda) = y(\lambda) B_0(t) \sum_{\lambda} f(\lambda)$$

$$\sum_{\lambda} B(\lambda, t) z(\lambda) = z(\lambda) B_0(t) \sum_{\lambda} f(\lambda)$$

となるので如何なる t に対してもその比は

$$x(\lambda) \sum f(\lambda) : y(\lambda) \sum f(\lambda) : z(\lambda) \sum f(\lambda) \quad (3)$$

となって t に無関係である。即ち色に関しては時間的に不変とみて差支えない。しかるに $b(\lambda, t)$ は(2)の関係の如く簡単にならない。即ち $b(\lambda, t)$ は(2)の形のように分離できないので

$$\int x(\lambda) b(\lambda, t) d\lambda : \int y(\lambda) b(\lambda, t) d\lambda : \int z(\lambda) b(\lambda, t) d\lambda \quad (4)$$

が時間の函数となる。又けい光放電灯に塗布されているけい光体は数種類のけい光体を混合したものであり、各製作会社によって多少その組成が違っている。従つて我々の目的からすれば多数のけい光放電灯について、測光する必要がある。このような目的で次節のような分光写真測測光を採用することにした。

3. 測定装置

試料の多数について調査し且つ、その測定結果が相当の期間保存され、いつでも比較検討を繰返すことができ

*鉄道技術研究所

る写真測光を採用した。

電源周波数は 50c/s 一定に保ち、点灯回路としてはごく普通の点灯管チョーク回路を使用し、室温は 20°C で第 1 図のようにして測定した。

第 1 図 測定装置の概略

尚測定を正確にするため 次の条件を満足するような配置で測定した。

- (a) スリットの幅は写真測光の条件を満足するよう乾板上でスペクトル線が 0.5~1 mm の幅を持つ範囲に調整した。
- (b) フィールドレンズ Lt をスリットの前面に置いて、反射プリズム P を第 1 図の位置に置いた場合丁度けい光放電灯の壁面の一部が正しく L_1 上に結像し、充分その有効口径を満すようにした。
- (c) プリズム P を取除いた場合は比較電球 A のフィラメンタがスリットを通して正しく L_1 上に結像され、 L_1 から乾板までの光路において、光が分散プリズム P 及びカメラレンズ L_2 の周辺にさえぎられないように L_1 の前方に長方形の絞り口をおいた。
- (d) スリットの前方に第 2 図に示す同期電動機で回転するセクター板を置き、セクター板の割孔目がスリット全長を通過する時間を約 $\pi/4$ 周期にとった。

(a) は撮影乾板の濃度を測定する場合に必要な幅のスペクトル線の得られるための条件で、このようにすればスリットの幾何学的形状を正しく保持できること、分光器のレン

第 2 図

ズ系の収差、廻折による写真測光上の誤差を避け得られるからである。(b)(c)の条件はスペクトル線の長さの方向(波長の方向と直角の方向)にきて、均一な濃度の得られるために必要なもので、この結果けい光放電灯及び比較電球の局部的ムラが測光に影響を及ぼさないようになった。

強度目盛を入れる際はスリットの直前にセクター板と密接(但し回転をさまたげない程度に)して、光学楔を写真測光の第 2 型*に従って置いた。けい光放電管測定の際と、標準強度目盛を入れる場合共に同種の間歇的露出になるよう常にセクター板回転のままの状態で撮影を行つた。微小部濃度測定器として第 3 図のような光学系

第 3 図 微小部濃度測定の光学系

よりなる測定器で濃度を求めた。

D_1 は細孔を有する絞りで、一方の光路は G_2, M_1, M_2, B を経由し、他方は r_1, r_2, G_1, B を経て眼に入る。光源 L の像は L_2 によって M_1 上に作り、 M_1 は D_1 の細孔の像を P 上作る。 P 上にできた光点は測定器の射出孔 D_2 上に M_2 によって結像するが、その大きさ D_2 はの開きよりは幾分大きい程度とする。この結果微小部分の濃度測定法における Schwarzshild-Villiger 効果がどの程度除去できたかを確めるため乾板上に黒く現われる線スペクトル附近の測光において D_1, D_2 の開孔の大きさを必要以上に拡大して測定し、その結果の差を調べて拡散光による誤差が許し得る程度に小さくなる限度を決定した。 B は測光視野プリズムで対比型を用いた、他方の光路ではレンズ L_2 によって D_1 の像を同様の大きさまで D_2 の開孔上に作る、 W は光学楔で両光路の明るさが測光視野において、同じ明るさになるように調節して濃度を求めた、 G_1, G_2 は両光路の明るさを予め乾板の濃度に応じて加減する灰色ガラスである、 E は D_2 にできた乾板上の像を拡大してみるルーペでこれは位置の決定に使用した、乾板 P を置く台はラックビニオンで、縦横の方向に水平移動でき、その長さは $1/10$ mm まで読みとれるものである。本測定器によって充分正確な測定値が得られるが、今回は特に迅速に多数のけい光放電灯の測定を

*物理実験学第 6 巻 p.172

行い必要にせまれたので第4図に示すような測定器を新しく作り測定した。

第4図

4. 測定結果

当研究室では仕事の性質上各社のけい光放電灯が多数集められているが、これらの内白色20ワットけい光放電灯65本について、写真測光を行った。撮影した乾板はできる限り一様に現像して第5図の如き原板を得る。これ

第5図 各波長の周期的変化
(某社白色ワットけい光放電灯の1例)

らの原板を第5図の濃度計で測定した結果の内、常識上特異なバラツキは除外して結果をまとめた。

(a) 各波長について一周期中に生ずる最高光度を100%とし、その期間中の変動を%で表示すると400m μ ~500m μ の間では各社のものは何れも多少偏差はあるが、そのバラツキは全平均値に対して、同一製作会社製品間

第6図

でのバラツキと同程度で第6図にまとめて図示したようなものとなった。けい光物質の現状から見ても、当然考えられる結果ではあるが今後特に変わったものが製作されない限りこゝに示した傾向と見て差支えないと思われる。

(b) 500m μ 以上になると残光が現われ始める。この場合(a)に述べたように何れも同一傾向で、測定値を各社のものについて偏差を考慮に入れて検討すると、65本を平均して、その傾向を示しても差支えないと考えられる。同一波長において一周期中の最高光度と最低光度との比をとると第7図に示すようになった。

5. 考察

本測定の目的は多数のけい光放電灯について統計的な結論を得ることであるから現在の過程ではま

だまだその緒についたという程度であって、全般的の断定はできない。しかし一応当研究室にある白色けい光放電灯については少くともまとまった結果が得られたので次の推定を行った。

(i) 何れの製作会社のけい光放電灯についてみても、或る一定の波長について、その一周期中の最高光度を100%とし、その周期中の変動を%で表わした曲線を作ると、波長400m μ ~500m μ 間では一つの代表的な曲線にまとめられる。波長500m μ 以下では各波長について最大と最小との比を波長の函数で表わすことができ、波長と最大/最小の曲線にまとめることができる。要するに上記2種の特性曲線がけい光放電灯の時間的変化を示すものと見ることができる。

(ii) これら2つの特性曲線から白色けい光放電灯の最大光度のときの色が判ればその他の瞬間における色の計算ができる。又電源電圧の周波数の異なる場合、けい光の減衰の曲線が本質的に変化しないと仮定すると周波数による平均色の変化を求めることもできる。

(29-9-15 受付)

文 献

- 1) 野中, 鹿倉: 照学誌 383 (昭和29年) 142
- 2) 内田, 高岡: 昭和28 連大 (352) (昭和28-10)
- 3) 内田, 高岡: 昭和29 連大 (425) (昭和29-5)