溢光照明設計法に就いて

正會員 大山松次郎
池田金三

(東京帝國大學工學部)

Some Notes on Designing Method of Floodlighting.

By M. Oyama, Member and K. Ikeda.

(Tokyo Imperial University)

梗概

投光器よりの光柱を任意角度で照明面に當てた時の照度分布圖を求め、數個の光柱を重ねて用ひる場

合、均等度を調べる便法を紹介して居る。

Synopsis.

Illumination by floodlighting projector is graphically analyzed, and iso-lux curves of illuminated plane is obtained by our graphical method. When wide area is illuminated by many projectors, beams

being overlapped, our new method will be especially convenient. An example applied to athletic stadium is shown in Figs. 1 and 2.

1. 緒言

著者等は、溢光照明に就いて平素特に研究をして居る者でないから、以下述べることは或は陳腐な事であるかも知れぬ。先頃ある目的で、後述の例にあるやうな溢光照明の設計をする必要があつて、少し照明の書物を調べて見たが、丁度吾々の場合に適當と思はれる方法が見當らなかつた。そこで我流の方法を案出して間に合せた。今ここに其の方法を發表して會員諸君の御批判や御改良を仰ぐ次第である。

2. 一投光器に依る投射面の照度

投光器より出る光は、ある角度を張る光柱で、照明空間は多く圓錐狀になつてゐる。中には四角な投光器で角錐に近いものもある。

従つて任意の方向の平面を照らすと、前者では橢圓形に、後者では梯形に、明るい處が出る。

Sylvester-Ritchie の * 書物には、この圓錐の場合を取扱い、光柱の發散角 8° , 10° , 12° , 16° , 18° , 20° , 22° , 44° , 50° , 60° , のものに付き、光柱軸と、直角, 75° , 60° , 45° , 30° , をなす照明面の橢圓の大きさを計算して表示してある。

然し實際設計する時には、上記の橢圓の大きさだけでは足りない。何となれば、照明面に出來た橢圓形内は等照度ではない。従つてその圖形内に等照度の軌跡を知らねばならぬ。

先づ投光器より、發する光柱が余り細くなく照明面との距離も相當あるとする。つまり光柱は投光器の位置を點光源の位置とし、光は逆二乗の法則に従ふものとして計算し誤差の少ない場合

* Cyril Sylvester and Thomas E. Ritchie :- Modern Electrical Illumination, 1927.

とする。

先づ第一圖に於いて光柱を O 點を通る直角面 COO' で截り、その光柱の形を圖上に示す。

第 一 圖

投光器製造者は、光柱の配光曲線を提示するが、それは光源よりある距離(例へば 100 尺)へだてた點で、測定し光柱軸となす角度と皮相燭光を圖示するものである。例へば第二圖はその一例であるが、これより、光柱截断面に、うつし取り、(截断面では角度目盛が均一ならざるに依り、等燭曲線は、角度目盛を、たどつて、プロットし直す。但し第二圖のやうな不規則な形をそのままプロットするには及ばぬ。各器具にも依り、又電球の取り換へ等で多少變形するものであるから、便宜、對稱的な曲線に、ならしてプロットすればよい)。今説明のため、圖の複雑を避けて、等燭曲線を二つ丈けに止める。次にこの等燭曲線に相等する部分の光が照明面に畫く形を作圖で求める。即ち n_1, n_2 を通過する光が、照明面上 N_1, N_2 に到達することを見るには、 AN_1N_2 面を N_1, N_2 を軸として照明面に倒す。 A は A_n になり、

FORM L-22 OR L-24 FLOODLIGHTING PROJECTOR

1500 WATT MAZDA C MULTIPLE LAMP, PS-52 BULB

RADIUS OF TEST 100 FT
CLEAR LAMP OPERATED AT 30000 TOTAL LUMENS
TWO SECTIONS THREE SURFACES SILVER GLASS
REFLECTOR 18" DIA X 11" DEEP
LIGHTLY STIPPLED CLEAR GLASS DOOR (CURVED)

第 二 圖

$A_n'-n'$ を $A-n$ に等しく取り

$n'n_1'$ を nm_1 " " $A_n'n_1'$ をつなぎ、延長して N_1 を求め

$n'n_2'$ を nn_2 " " $A_n'n_2'$ " " N_2 "

同様のことを m_1, m_2, M_1, M_2 等について行へば等燭光線の照明面に突當る曲線(I並にII)が求められる。

第三に照明面の照度を求める。便宜上、 $A'-R, A'-S$ に沿つて求める。例へば $A'R$ では R_1, R_2, R_3, R_4 點で求める。 R_2 に付いて説明すれば、

作圖に依り R_2 より R_2' を得、 θ_2 を得。

$$\frac{I_{(2)}}{h^2} \cos^3 \theta_2$$

を以て R_2 の照度とする。

同様にして R_1, R_3, R_4 等の照度を求め、下圖に照度曲線 R を作る。

又 $A'S$ では、 S_1, S_2, S_3, S_4 について求める。それには A' を中心として $A'S$ を、 $A'R$ の方向に廻轉し、例へば S_3' を得 S_3'' を得、 ϕ_3 を得。

$$\frac{I_{(2)}}{h^2} \cos^3 \phi_3$$

を S_3 の照度とする。之より照度曲線 S を作る。

第四に等照度曲線を畫く、それには $A'R, A'S, \dots$ の線上に等照度點を見出して、つなぐ方針で、照度曲線を適宜の照度線で切る。

例へば T 照度に相當する點を照明面に求めるには、 $T_1 T_4$ は直ちに T_1', T_4' ; T_2, T_3 は T_2, T_3' より AS に戻して T_2'', T_3'' を得る。これから T_1', T_2'', T_3'', T_4' 等を結んで等照度曲線が得られる。第三圖はかくして求めた等照度曲線圖である。

第三圖

第四圖

3. 數個の投光器を併用する時

照明面を數個の投光器に依り照明する場合は、光柱を重ね合することになる。(第四圖は矩形照明面を三個の光柱で照らしてゐる圖である) その結果照明面の照度が均齊なるやうする事は、良いエフェクトを得るに重要なことである。

それには、第三圖に得た圖を、トレーシング・ペーパーか何かに書いて、照明面の上に載せ、照明面上の任意の點を透し見て、其の照度を読み取る。7, 8, ... 等の點は光柱二つが重なり合ふ所であるから、トレーシング・ペーパーの等照度圖を A に置いたときの讀みと、 B に置いたときの讀みを加へる必要がある。斯くの如くして、各點の照度を詳細に記入し等照度の點をつないで、等照度曲線が得られる。この方法は重なり合ひの數が多くなると、加算が面倒である。

そこで吾々は次の方法を試みた。それは、等照度圖に相當した紙(トレーシング・ペーパー又はパラフィン紙)を切り重ね合す。即ち 0.25 呎燭以上の面積の所は一枚、0.5 呎燭以上の所は更らに一枚と云ふ風に重ねる。即ち第三圖の形の、八重咲きの花瓣見たいなものが出來上る。澤山重つた所が照度が高い。之を照明面(トレーシング・ペーパー)の上に載せて透かして見れば均等度は一目瞭然である。記録するには、青寫眞に焼くとよい。照度の高い所程白く出る。従つて多くの投光器を用ひ光柱を重ねる時は、この花瓣型の照度紙型を、その數丈だけ準備して、照明面に重ね、透視して均等度と調整し、適當の位置にセツトして、投光器の位置を決定すればよい。又記録するには青寫眞にでもとれば益々妙であらう。第五圖参照。

4. 設 計 例

近時スポーツの隆盛は、まことに素晴らしいものである。神宮外苑の競技場や野球場は、そのシーズンになると大變な雑踏を極めるのである。もう二つ位外苑程度の設備が必要に見られる。そこで、夕方から夜間へかけての使用を考へる必要がある。吾々はその計畫に資するためのデータを作る目的で、先づ競技場に應用して見た。(第六圖参照)

第七圖はフィールドやフットボールの時。

第八圖はトラック使用の時の照明である。

前述の方法に依つたのである。第八圖の方は No. 3 及び No. 4 に各 3 個の投光器を餘計に點するだけである。コーナー、スタートの處をよくしたものである。設計の詳細なデータは本題から脱線することになるから上記の圖面を掲げるに留める。

5. 適 要

上述のことを約言すれば、投光器よりの光柱を、任意角度の照明面に當てた時、如何なる照度分布になるかを、作圖法で決定し、且つ數多の投光器を使用する時の照度均等度を見る簡便法を述べたものである。

附記 東京電氣株式會社の太田二郎氏からは、實際の投光器について御教示を得、又花田助手に圖面の調製を煩はしたことをこゝに深く感謝の意を表する。

第五圖

第七圖

第八圖