室内電燈照明の燈間隔に就て*

正會員 久 野 清

(逓信省電氣試験所)

内 容 梗 概

従來の室内電燈照明法に於ては、燈間隔は餘り重要視されず、器具の配光の如何に拘らず一様に燈間隔の範圍を示してゐる程度に過ぎなかつた。本文に述べる方法は器具1箇當りの床面積上の平均の投影度、即ち眞上の器具から來る光と、最も近傍に在る25箇の器具から來る光との割合を考へて、是が或値になる様に、燈間隔を定めんとするものである。其結果は器具の配光、即ち十進分類法に依つて分類した時の器具の細別番號に依つて、燈間隔を明瞭に決定することを得、且單純化尺度を使用することに依つて、此方法を器具の配置が正方形の場合のみならず、矩形的である場合にも適用し得ることを示した。

その内容は下の如くである。

1. 緒 言	5. 配光の十進分類法と投影度
2. 方 針	6. 燈間隔の決定
3. 單純化尺度の利用	7. 結 言
4. 投 影 度	

1. 緒 言

従來行はれ來つてゐる電燈室内照明法に於ては、燈器の間隔として單に次の關係が與へられてゐるのみである。

$$s \leq \frac{3}{2} h_{sw} \dots\dots\dots (1)$$

但茲に s は燈間隔で、 h_{sw} は作業面から燈器までの高さである。是は恐らく經驗から生れた關係式で、照度の甚だしい不均一を避ける爲に定められたものであらうと思はれるが、今日廣く行はれてゐる Harrison-anderson の電燈照明設計法に於ては、燈器の間隔には全然觸れることなく、總ての器具に就て、その間隔の如何を問はず、一率に三配光法を適用してゐる。兩氏が三配光法を導いた元の實驗そのものに於ても、燈間隔は甚だ區々であつて、何等定見の無いものである。

筆者は利用率は當然燈間隔に依つて異なるべきものであると考へ、利用率の求め方を定めるには先づ燈間隔を定むる方法を確定すべきであり、是は當然器具の配光に依つて異なる筈のものと考へて、燈間隔を配光に依つて決定する一つの方法を導いた。

2. 方 針

仍照度を均一にすることを目標として燈間隔を定める方法の一つとして、配光曲線から何等かの方法にて照度分布を計算して、燈間隔と照度の均一性の關係を調べて是を決定することも

* On the Lamp Spacing in the Interior Lighting, by Kiyosi Hisano, Member (Electrotechnical Laboratory, Ministry of Communications, Tokyo, Japan).

出来るが、街路照明に於ける如く燈間隔が大で考慮すべき燈器の数が少い場合には此方法に依ることが出来ても、室内照明に於ける如く、燈間隔が比較的小にして多數の燈器を考慮せねばならぬ場合には、室内の各點の照度を計算することは甚だ面倒なこととなる。天井或は壁からの反射光は考へず、唯燈器からの直射光のみを考へ入れるとしても甚だ容易な計算ではない。且室内の各點の照度分布を比較の對象とすれば、照度そのものは配光の僅かの相違に依つて異なることになり、如何なる種類の器具には燈間隔を如何程にすれば良いと一概に定めることは難かしい。

本文に述べんとする方法は、照度の均一性を目標とせず、被照面に生ずる投影の濃さを或値にすることを目標として、燈間隔を定めんとするものである。蓋し燈間隔を決定することが重要な因子となる場合は、1, 2 箇の電燈が取付けられる如き小室に於てではなく、多數の電燈が取付けられる大室に於てあつて、斯る場合に、1 箇の電燈當りの直下の床面積上に於て即ち 3~4m 程度離れた 2 點間に於て、餘り甚だしい照度の不均一を生ずるとは考へられないし、且又仕事の能率から考へても、照度の不均一よりは投影の濃さの方が是に大なる關係を有すると考へられる爲である。

仍投影を考へるに當つて、室内の各點に於て是を求めることは甚だ容易ならぬことであり、且又實用上その必要も認められない故に、1 箇の電燈當りの直下の床面積上の平均値を考察することとし、且又壁或は天井から來る擴散光は一樣に分布すべき性質のものである故に、是を考慮外に置いて、器具からの直射光だけに就て考へることとする。

3. 單純化尺度の利用

筆者は嘗つて單純化尺度⁽¹⁾ λ' を以て 高さを測れば、 $s_1 \times s_2$ なる作業面の中心上 h_{sw} なる高さに在る光源から、是に入射する全光束は、近似的に 1×1 なる作業面の中心上 $h_{sw}/\lambda' = z'_{sw}$ なる高さに在る同一の光源から是に入射する全光束に一致することを示した⁽²⁾。但 $\lambda' = \frac{2s_1s_2}{s_1+s_2}$ である。

故に是を利用すれば、例へば多數の燈器が縦には s_1 、横には s_2 なる間隔にて、作業面上 h_{sw} なる高さに、第 1 圖に示す如く各矩形の中心に配置せられてある場合は、縦横共に 1 なる間隔にて、單位作業面の中心上 z'_{sw} なる高さに光源が在るものと考へ得ることになる。但し斯る置換の許し得る範圍が大體 10%

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5

第 1 圖

の誤差を許すとすれば $k = \frac{s_2}{s_1} < 4$, $z'_{sw} < 2$ であることは既に述べた所であるが、電燈室内

(1)久野清：電氣學會雜誌，第54卷 第557號（昭和9年12月）1301頁

(2)久野清：電氣學會雜誌，第55卷 第558號（昭和10年1月）65頁

照明に於ては $\frac{s_2}{s_1}$ が殆んど1に近いものが普通であり、 z'_{sw} が1.5以下である故に、此置換は殆んど誤差の生ずる恐なく行ひ得られることは文獻(2)の第1圖より明である。

4. 投影度

此處に言ふ投影度とは何等嚴密な意味のものでなく、便宜上本文だけに用ひたものであることを豫めことわつておく。

仍第1圖の如く配置された光源が在る時、是を正方形の單位作業面の中心上に配置されたものと置き換へ、1つの單位作業面例へば3.3へ各光源から入射する全光束を求めんとするものであるが、餘り遠方の光源から來る光をも考へに入れることは問題を複雑にするばかりであり、且是に依る照度は極めて小さく影を支配することが甚だ僅小である故に、3.3を中心として外側二層に在る光源までを考へることとした。(筆者は簡單の爲外側一層に在る光源までを考慮しても同様のことを行つたが、本文の場合と殆んど同じ結果を得た。)

此25箇の光源から3.3へ入射する全光束に對して、3.3の直上の光源から入射する光束の割合を求め、是を本文では投影度と名付け δ で表はす。(其求め方の詳細に就ては別の機會に譲る)。

5. 配光の十進分類法と投影度

山内博士と筆者の提案⁽³⁾になる配光の十進分類法に従ひ、細別番號の値を異にする代表的配光を持つ7種類の器具に就て、前記投影度 δ と z'_{sw} との關係を計算して圖示すれば第2圖の如くである。但是等の器具の配光、細別番號等は第1表の如くである。

6. 燈間隔の決定

第2圖より燈器の間隔、換言すれば等價高 z'_{sw} に

依つて、投影度は著しく變化するものであることが認められる。又配光曲線を異にするに従ひ投影度が異なることも明である。故に是から逆に各種器具に對する標準間隔を定めることが出来る。

第 2 圖

(3)山内二郎，久野清：照明學會雜誌第18卷第12號（昭和9年12月）240—256頁

第 1 表

器 具	細別 番 號	球帶光束(60°—90°) 下半球面光束	配 光	器 具	細別 番 號	球帶光束(60°—90°) 下半球面光束	配 光
No. 15	.0	.00	文 獻 (3)	No. 8	.4	.42	参照のこと
No. 38	.1	.10	附 録 中 の	No. 10	.5	.50	
No. 12	.2	.16	同 番 號 の	No. 23	.6	.61	
No. 40	.3	.33	配 光 な				

從來燈間隔を規定する法則としては、(1)式が在るが、是を書き改めると

$$s'_{sw} = \frac{h_{sw}}{s} \geq \frac{2}{3} \dots\dots\dots (2)$$

で、是と第2圖と比較すれば $\delta=0.25$ を標準として s'_{sw} を定むれば、燈間隔は從來の慣例のものど大體一致し、且各種器具に對して明確に燈間隔を決定し得ることが明であらう。斯の如く標準を定むことは、眞上の器具から入射する光束が、其他の24箇の器具から來る全光束の $\frac{1}{3}$ であることを意味するものである。

第2圖の計算に用いた器具の($\frac{60^\circ \sim 90^\circ \text{球帶光束}}{\text{下半球面光束}}$)は第1表に示す如く細別番號と完全に一致しないことを考慮して、 $\delta=0.25$ となる様に標準等價高或は標準間隔 (s/h_{sw}) を定むれば、第2表の如き數字を得る。

第 2 表

細別番號	標 準 等 價 高	標準間隔 (s/h_{sw})	細別番號	標 準 等 價 高	標準間隔 (s/h_{sw})
.0	1.4	0.7	.4	0.9	1.1
.1	1.2	0.8	.5	0.7	1.4
.2	1.1	0.9	.6	0.6	1.7
.3	1.0	1.0			

7. 結 言

單純化尺度を以て深さを測り、平均投影度を一定ならしむることを目標として、從來單に程度を示すに過ぎなかつた燈間隔を、器具の配光に依つて明確に定むることが出來た。但此處に得た結果は1つの目安であつて、必ず第2表の標準間隔にすべしと云ふのではなく、此間隔にすれば投影度が0.25になると云ふ數字的基礎を示したものであつて、従つて場合に應じて第2表の間隔より多少の變動を行ふことは設計者の隨意である。其時の投影度は第2圖から直ちに求め得る。

此處に得た結果は器具の配置が基盤目の中心に在る場合に對するものであるが、千鳥形に配置された場合にも第2表が標準として十分利用價值があるものと考え。尙器具の配置が正方形の角頂に在る場合のみならず任意の矩形の角頂上に位する時にも第2表が使ひ得ることは、單純化尺度を用いた大いなる利點である。

最後に此研究の大部分は筆者が第3部所屬當時に行つたものであることを明かにし、絶えず助力を惜まれなかつた同室の方々、並に何時も多大の御注意を賜つた山内博士に滿腔の謝意を表して擱筆する。(昭和11年6月8日)