立方體光束計の實用化に就いて*〔1〕

正 會 員 横 地 伊 三 郎

(日本大學工學部電氣工學教室)

緒 言

光束計としては、1900年頃に行はれた球形光束計の問題以來、W. E. Sumpner が球面内の擴散照度を取り上げ、該擴散照度の理論を確立した。その後多くの人々が Sumpner の理論を實用的方面に應用したのである。就中 R. Ubricht は球形光束計に就いて 1920 年に論文を發表し、猶遮光板の影響に關しても論述し、全光束測定の標準計器として現在に及んで居るのである。然しこの光束計の球形を工業的に作製するには、相當の困難を伴ひ、従つて製造原價も極めて高價であるから、特殊の場所以外に於ては從來使用されなかつたのである。

翻つて今日の狀勢を觀察するに、全光束の測定は全般的に必要缺くべからざるものである。故に製作簡易、原價低廉にして、しかも精密なる全光束測定裝置の出現が望まれる次第である。加之現時我が國情に於ては金屬の代用を企劃する事は緊急缺くべからざる問題でもある。

此處に於て金屬製球形光束計の代りに木製立方體光束計の實用化を目的として、理論及び實驗の兩面より之を究研し、次の如き成績を得たのである。

内 容 目 次

- 〔1〕 實 驗 装 置
- 〔2〕 實驗及び計算結果
 - (1) 點光源の場合
 - (イ) 遮光板の位置と測光部の擴散照度との關係
 - (ロ) 遮光板の位置により最大擴散照度(測光部)の現はれる理由
 - i 遮光板が測光部に及ぼす照度
 - ii 立方體有効内面が測光部に及ぼす照度
 - (ハ) 立方體內面の照度分布
 - i 實 驗 結 果
 - ii 計 算 結 果
 - iii 測定値と計算値との比較
 - (2) 配光を有する場合の立方體內面の照度分布

附 録

- (1) 球形光束計に於ける遮光板の位置と測光部の最大擴散照度との關係
- (2) 遮光板面上の平均照度最大を與へる遮光板の位置と遮光板の面積との關係
- (3) 遮光板が測光部に及ぼす照度の數値計算
- (4) 立方體内の各區劃部分より測光部に及ぼす照度と遮光板の位置との關係
- (5) 立方體內面の各區劃部分より測光部に及ぼす照度の一般的數表(384等分の場合)
- (6) 對角線、中線、稜線上に及ぼす擴散照度の各面に就いての分離
- (7) 對角線、中線、稜線上に於ける擴散照度の比較
- (8) 立方體內面相互間の關係
 - i 遮光板が無い場合
 - ii 遮光板が有る場合

* Application of a Cubical photometer to the practical use. 〔1〕 By Isabro Yokoti.
Electrical engineering department Nihon University of Japan.

〔1〕 實 驗 装 置

木製立方體（正六面體）を試作し、この立方體の一面を開閉扉とし、内面を擴散面とするために擴散材料をもつて被ひ、擴散性の立方體とした。この立方體の中央に光源（被測定電球）を装置し、便宜上開閉扉に隣れる側面の中央に圓形の穴を穿ち、該部に測光裝置（真空カリウム光電管を取り付けたもの）を嵌め込み、この部分を測光部と名づけた。圓形に切り取つた部分には、立方體の内面より擴散性透過板をもつて蔽ひ、測光裝置への入射光束を擴散性とした光電管への入射光束に基因する光電流を測定する手段として電位差計を用ひた。

光源よりの直射光束を遮ぎるために、光源と測光部との間に遮光板を置き、測光部に於ては擴散照度を専ら測定する事にした。

第1圖は電位差計による光電流測定裝置を示したもので、平衡は反照型檢流計を用ひ、特に漏洩電流に就ては注意を拂ひ、基礎實驗として精密を期したのである。

第2圖は立方體内部の見取圖で、底面の中線上に記入された數字はその中線の等分點の番號である。

第 1 圖 電位差計による光電流測定裝置

第 2 圖 立方體内部の配置及び名稱

第3圖 光電流測定電気回路

第3圖は光電管回路の略圖である。

〔2〕 實驗及び計算結果

(1) 點光源の場合

立方體の中央に裝置した光源が點光源と看做し得る様に光源を小さく、立方體を十分に大きくして實驗を行つた。光源には自動車前照燈用电球の口金を取り、表面にラッカーを一様に塗布し、上方への發散光束を充分ならしめるため、電球の導入線を電源の導線に直結した。立方體はNo.2 (一稜 89.5 cm) を試作し、内面に白色吸墨紙を貼り詰め擴散面とした。(前記試作立方體の一稜の長さに端数のあるのは、連續實驗上便宜のためである)

(イ) 遮光板の位置と測光部の擴散照度との關係

遮光板は兩面に立方體と同様の白色吸墨紙を同枚數重ねて貼り、光源と測光部との間に挿入した。この遮光板の中心が、測光部の中心と光源の中央とを結ぶ直線上にあつて、遮光板の面が測光面に平行な場合に就いて行つた實驗である。光源よりの發散光束を一定ならしむるため、直流電源の電壓、及び纖維電流を一定に維持して測定をした。

遮光板の形狀、位置及び面積によつて測光部の擴散照度が如何に變化するかを測定した結果は第4圖(圓形)、第5圖(正方形)、第6圖(菱形)の如くである。

形狀に就いて：——

測定結果(第4, 5, 6圖)より圓形遮光板の場合が他の形狀の遮光板に較べ、何れの位置に於ても光電流が大であるから、測光部の擴散照度を高めるためには、他の形狀の遮光板の面積と同面積の圓形遮光板を使用すべきである。猶球形光束計の場合と比較する時にも圓形遮光板は便利であり、また被測定電球の一般的の形狀から考へても圓形とすべきであるために、立方體光束計に於ても圓形遮光板を使用する事にした。

面積に就いて：——

遮光板の面積が小なる程測光部の擴散照度は大となる。光束計の感度を高めるためには、被

第 4 圖 (圓形遮光板) 遮光板の位置と測光部の擴散照度との關係

第 5 圖 (正方形遮光板) 遮光板の位置と測光部の擴散照度との關係

第 5 圖 (菱形遮光板) 遮光板の位置と測光部の擴散照度との關係

測定電球より測光部に與へる直射光束を遮ぎるに足る程度の小面積のものが望しい。然しな
ら、遮光板の位置と光源の大きさによつて、この遮光板の面積は決定されるものである。

位置に就いて：——

何れの遮光板に於ても位置 4 (測光面と光源との間を 6 等分し測光面側よりその等分點に順
次に付けた番號である。) に於て光電流が最大である。この現象は球形光束計に於ても見られる
結果である。球形の場合には簡単な計算によつてこの結果を立證する事が出来る。⁽¹⁾

立方體の場合には計算のみをもつて、之を立證する事は極めて複雑であるから、次の如き方
法によつて最大値の現はれる理由を説明した。

(ロ) 遮光板の位置により測光部に最大擴散照度の現はれる理由の説明

遮光板の位置 4 (測光面より $2/3$ の位置) に於て遮光板の形狀 (實用上使用し得るが如き形狀
即ち圓形、正方形、菱形) に關はらず擴散照度 (測光部) は最大である。従つて各形狀に就き
夫々説明すべきも、一般的に適用し得る方法を探り、一例として圓形遮光板に就いて次の如く
この現象に對して説明を與へた。

測光部の擴散照度を分解すると、遮光板から及ぼす照度と、立方體の内面から及ぼす照度と

(1) 附錄 (1) 參照

に分ける事が出来る。故に遮光板及び立方体内面の照度を獨立に測定すれば、その測定値より遮光板及び立方体内面上の輝度が求められる。該遮光板より測光部に及ぼす照度の場合には、遮光板全體の平均輝度を用ひて測光部に及ぼす照度を計算する。立方体内面より測光部に及ぼす照度を求める場合には、立方體 (No. 3, 一稜の長さ 80cm.) の各面を夫々 64 等分し各區劃部分の輝度により測光部に及ぼす照度を求める。是等の各區劃部分より測光部に及ぼす照度を立方體の有効内面について加算した照度の値は、立方體內面より測光部に與へる全照度の近似値となる。

遮光板と立方体内面より測光部に及ぼす照度の和は、測光部に於て直接測定した照度に相當すべく、若し兩者の値が等しき時は、測光部に生ずる照度の原因を究明した事ともなる。

i 遮光板が測光部に及ぼす照度

第 2 圖に示す如く底面の中心線を 6 等分し、各等分點へ遮光板を順次に移動し、遮光板の中心と周邊との中央部を望み得る様に測光面にマクベスの照度計を取り付け、遮光板の各位置に於ける遮光板面上の平均照度を測定した。その結果は第 7 圖 A 曲線の如く、遮光板の位置と平

遮光板の位置

第 7 圖 遮光板の位置と遮光板面上の照度との關係 (A)
及該遮光板が測光部に及ぼす照度との關係 (B)

均照度との關係が求められた。遮光板面上の平均照度が最大となる遮光板の位置は、第 7 圖に於て位置 3 と 4 との間に在る。この位置は遮光板の半径 (面積) には殆んど關係なく平均照度

最大を與へる。(2)

この遮光板面上の測定照度より輝度を求め、測光部へ與へる照度を計算によつて求めた。第7圖B曲線は遮光板の位置と測光部に及ぼす照度との關係である。數値計算は第1表(3)に示した。

ii 立方體有效内面（遮光板の蔭の部分を除く）が測光部に及ぼす照度

第8圖 立方體內面の分割とその區劃部分の番號

第8圖に示す如く立方體の各面を64等分し、各區劃部分より測光部に及ぼす照度を求めた。實驗に使用した立方體は一稜が80cm.のものであるから、各區劃部分の面積は 100cm^2 なる正方形である。この正方形の中央に圓形の小穴を穿ち、遮光板の各位置に於て小穴部の全照度を測定し、その値をもつて該區劃部分の平均全照度とした。小穴部の立方體內面には測光部に使用したと同様の性質を有する擴散透過板を裝備して、光電管にて照度に比例する光電流を測定した。測定に使用した遮光板（圓形）の面積は 589.65cm^2 で、この場合の測定の結果は第2表(4)の如くである。この結果を一例として對角線上に就いて圖示すれば第9圖（イ）（ロ）の如き傾向を示した。（イ）は側面、（ロ）は對面上に於ける照度分布の變化（遮光板の位置の移動による照度の變化）を示したものである。

第9圖（イ）の曲線左側に變動のあるのは光源の直射が遮光板に蔽はれる部分で、遮光板の位置の影響が相當に強く、右側は遮光板が光源に接近するに従ひ徐々に照度が高くなつてゐて、

(2) 附録 (2) 参照. (3) 附録第1表参照. (4) 附録第2表参照.

側面對角線上の測定位置

第 9 圖(イ) 側面に於ける對角線上の照度と遮光板の位置との關係

の中心を頂點とし、遮光板(圓形)を含む圓錐體を作り、この圓錐體と六面體(立方體)の面との交はりを作圖によつて求めた。測光部が圓形の面積を有するから、軸を共有する 2 種類の圓錐體を作る事が出来る。しかしこの 2 種類の圓錐體が六面體から切り取る面積の平均は、殆んど測光部の中心を頂點とする圓錐體が切り取る面積の關係と同じである。是等の有效部分(測光部へ直射照度を與へる部分)から測光部へ及ぼす照度を各區劃部分に就いて全部加算すれば、遮光板以外の立方體內より測光部へ及ぼす照度の總和となる。是等の照度の計算には錐面積分の方法を利用した。各區劃部分の

遮光板の位置の影響が緩慢である。第 9 圖(ロ)の曲線は對面に於ける遮光板の位置の變化に伴ふ照度分布の變化で、遮光板が光源に接近するに従ひ、照度が高くなるのは遮光板よりの直接の影響による結果である。

遮光板の位置を變化すると第 9 圖の如く立方體內面上の照度に變化を招致する。是等の結果が遮光板の位置によつて測光部に最大照度を與へる原因となるのである。

次に遮光板の位置によつて、側面及び對面から測光部に及ぼす有效面(直射光束を測光部に與へる立方體內面)が異つて來る。この有効面積を決定するのに、測光部

對面對角線上の測定位置

第 9 圖(ロ) 對面に於ける對角線上の照度と遮光板の位置との關係

輝度を單位に取つた場合の計算値は第3表⁽⁵⁾に示した。

第2表の値は各區劃部分中心の小穴部に於ける平均照度に比例する光電流を測定した値であるから、比例係数 α (照度と光電流との比)を第2表の値に乘すれば、各々の點に於ける照度となる。第2表の値を A とすれば、その點の照度は、 $\alpha \cdot A \cdot lx.$ である。この値に反射率 ρ (80%)を乘すれば、光束發散度となり、 π で割ればその面の輝度が得られる。(但し完全擴散面と假定する)輝度を B とすれば、

$$B(\text{輝度}) = \frac{\alpha \cdot A \cdot \rho}{\pi} \times 10^{-4} (\text{Sb.})$$

第3表の各部分に相當して、この輝度の値を乘すれば測光部の夫々の場合に於ける照度が得られる。第3表の値を C とすれば、測光部の照度 E は次の如くなる。

$$E = B \cdot C = \frac{\alpha \cdot A \cdot \rho}{\pi} \cdot C$$

次に測光部の照度と光電流との比(α)で E を割れば、光電流となる。測光部に於ける光電流に換算した値を I とすれば、

$$I = \frac{A \cdot \rho}{\pi} \cdot C \times 3.06$$

但し測光部の面積と小穴部の面積との比は、計算の結果、3.06:1、である。

立方體內面の有効面積の總てに就いて、上記の I の値を加算すれば、遮光板の各位置に於ける測光部の照度に比例する I の値を求める事が出来る。是等の關係を圖示すれば、第10圖A曲線となる。このA曲線にB曲線(第7圖B曲線)を重疊すれば、 $(A+B)$ 曲線となる。

次に測光部に於て獨立に測定した遮光板の位置と測光部の擴散照度との關係は第10圖C曲線である。このC曲線と $(A+B)$ 曲線とは殆んど一致してゐる。

遮光板の位置によつて、測光部の照度(遮光板及び立方體內面より測光部に及ぼす兩照度の和)に最大値が現はれると云ふ事は、遮光板が移動するために、遮

第10圖 遮光板の位置と測光部に與へる分解照度との關係

(5) 附錄第3表參照

光板面及び立方體內面の各區劃部分の照度に變化を來し、從つて測光部の照度に變化を與へ、最大照度が出現すると云ふ事を、一例ではあるが、實驗と計算とを併用して得た結果(第10圖)に依つて之を説明したのである。

(ハ) 立方體內面の照度分布

立方體の中央に點光源(實驗裝置の部にて詳述)を裝置し、光源の全發散光束が一定となつた時、立方體內面上の照度分布狀態を究明し、立方體光束計實用化に就いての基礎を得んとするのが目的である。

照度の分布狀態に就いては、實驗と計算の兩面よりこれを検討した。その結果は次の様である。

i 實 驗 結 果

立方體 No. 2 (一稜 89.5cm.)、内面の反射率 ($\rho=75\%$) 一様のものに就いて、點光源と看做し得る條件の下に行つた實驗である。

立方體の任意の一面に前實驗と同様に小穴(圓形)を穿ち、測定すべき區劃部分に就いて照度に比例する光電流を光電管にて測定した。測定位置は、一面の對角線上及び中線上である。

第11圖及び第12圖は對角線上及び中線上の照度分布の測定結果である。兩圖共に(1)は全照度、(2)は擴散照度、(3)は直射照度である。直射照度を測定するには、黑色圓筒を作り圓筒内に輪を適當の位置に取り付け、圓筒内面の反射光束を防ぐ様に考慮した。斯の如き圓筒を光源と測定部との間に挿入し、光源以外よりの光束流入を遮つた。光源の方向に圓筒を延長したと假定する——その方にある立方體內面の影響を確める爲めに、その方向に於て吸光板(黒

第11圖 測定による對角線上の照度分布

(1) 全照度, (2) 擴散照度, (3) 直射照度, ($\rho=75\%$)

第12圖 測定による中線上の照度分布

(1) 全照度, (2) 拡散照度, (3) 直射照度 ($\rho=75\%$)

色板)を光源と立方体内面(對面)との間に置き、吸光板を移動して、光電流の變化を測定した。然るに、吸光板の位置の變化及び吸光板を挿入した時と挿入しない時とに於ける光電流の變化は測定装置に感受しない程微量のものであつた。猶この結果を確めるために暗室(壁面黑色)に於て之を行つた時の測定値と一致の結果を得たので、本實驗に於ては前者の方法により直射照度を測定した。後者の方法を採用しなかつた理由は、同條件に於ける直射照度と全照度を測定する場合に光源の移動により生ずる種々の誤差を恐れたからである。

擴散照度を測定する場合に、獨立に該照度を求める事は困難であるため、全照度の値より直射照度の値を引き去り、これを擴散照度の値とした。對角線上及び中線線上の擴散照度に就いては次の如き事が云へる。

中心部(測光部)を遠ざかるに従ひ、照度は低下する。中線上の端と對角線上の端との照度を比較すると、中線上の方が對角線上の照度よりも高い。従つて、稜に沿つての照度分布も中心部より隅角部の方が低い。即ち面の中心部が擴散照度最大で、隅角部が最小である。この照度最大値と最小値との開きは、約7%位である。

ii 計算結果

計算に假定した立方體は、一稜の長さ8cm.でその中心に單位點光源がある場合に就いて計算を試みた。第13圖に示す如く計算に便宜のため各面を64等分し、各區劃部分に番號を附した。第3位の數字は面の番號である。但し低面は0面として取扱つてある。區劃部分の照度を考へる。

第13圖 立方體內面の區分狀態と區劃部分番號，第3位の數字は面の番號を示す

場合に，對稱の部は省き，必要なる一群の區劃部分のみを考へた．例へば底面に於ては，1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 19, 20, 28 の區劃部分である．是等の區劃部分に於ける平均全照度を，順次に $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_{10}$ ，とし，直射照度も夫々 $E_1, E_2, \dots, E_{10}$ ，とすれば，次の如き聯立方程式を作る事が出来る．この聯立方程式が積分方程式でないから，求められる値は近似値である．

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_1 &= E_1 + \rho \{ \varepsilon_1 \Sigma(n, 1)_1 + \varepsilon_2 \Sigma(n, 1)_2 + \dots + \varepsilon_{10} \Sigma(n, 1)_{10} \} \\ \varepsilon_2 &= E_2 + \rho \{ \varepsilon_1 \Sigma(n, 2)_1 + \varepsilon_2 \Sigma(n, 2)_2 + \dots + \varepsilon_{10} \Sigma(n, 2)_{10} \} \\ &\vdots \\ \varepsilon_{10} &= E_{10} + \rho \{ \varepsilon_1 \Sigma(n, 10)_1 + \varepsilon_2 \Sigma(n, 10)_2 + \dots + \varepsilon_{10} \Sigma(n, 10)_{10} \} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

但し ρ は反射率， $\Lambda(n, 1)_1 \dots \Lambda(n, 10)_{10}$ 等は夫々一劃部分へ條件に適する等照度面光源より入射する光束の代數和である．この入射光束の計算式は，

$$\left. \begin{aligned} F_R &= 2[a^2 \varphi_1(a) + C^2 \varphi_1(r) - (a^2 + C^2) \varphi_1(\rho)] \\ F_P &= 4[(a^2 + h^2) \varphi_1(\rho) + (b^2 + h^2) \varphi_1(\rho^1) - h^2 \{ \varphi_1(r) + \varphi_1(r^1) \}] \\ \varphi_1(\omega) &= \frac{1}{2}(\omega \tan \omega - \frac{1}{2} \tan^2 \omega \log \sin \omega + \frac{1}{2} \log \cos \omega) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

但し， F_R は光束發散面と入射面とが垂直の場合， F_P は平行の場合， $\varphi_1(\omega)$ は光束函數である．

この(2)式を用ひて，單位光束發散度の場合を求め，(1)式に代入し， E と ρ とを與へて，

$\varepsilon_1 \cdots \varepsilon_{10}$ の數値を求める事が出来る。是等の値を用ひて立方體の任意の面上に於ける任意の點の擴散照度を計算する事が出来る。

第8圖に示す如く、立方體の隅角を原點にし直交軸 X, Y, Z を考へ、任意の點の座標を x, y とし、 $P(x, y)$ 點の照度を E_P とすれば、次の如き一般式により之を計算する事が出来る。

$$\begin{aligned}
 E_P = & \sum_{n=1}^{G=G} \left[\frac{y}{\sqrt{(G-1)^2 + y^2}} \times \left\{ \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{(G-1)^2 + y^2}} + \tan^{-1} \frac{(n-x)}{\sqrt{(G-1)^2 + y^2}} \right\} \right. \\
 & - \frac{y}{\sqrt{G^2 + y^2}} \left\{ \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{G^2 + y^2}} + \tan^{-1} \frac{(n-x)}{\sqrt{G^2 + y^2}} \right\} \Big] \cdot \frac{\rho}{2\pi} + \sum_{\substack{n=2 \\ G=1}}^{G=G} \left[\frac{y}{\sqrt{(G-1)^2 + y^2}} \right. \\
 & \times \left\{ \tan^{-1} \frac{(n-x)}{\sqrt{(G-1)^2 + y^2}} - \tan^{-1} \frac{(n-1-x)}{\sqrt{(G-1)^2 + y^2}} \right\} - \frac{y}{\sqrt{G^2 + y^2}} \left\{ \tan^{-1} \frac{(n-x)}{\sqrt{G^2 + y^2}} \right. \\
 & \left. - \tan^{-1} \frac{(n-1-x)}{\sqrt{G^2 + y^2}} \right\} \Big] \cdot \frac{\rho}{2\pi} \cdot \varepsilon_\alpha + \sum_{\substack{n=1 \\ G=1}}^{G=G} \left[\frac{G-y}{\sqrt{a^2 + (G-y)^2}} \times \left\{ \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{a^2 + (G-y)^2}} \right. \right. \\
 & + \tan^{-1} \frac{(n-x)}{\sqrt{a^2 + (G-y)^2}} \Big\} + \frac{(n-x)}{\sqrt{a^2 + (n-x)^2}} \left\{ \tan^{-1} \frac{(G-y)}{\sqrt{a^2 + (n-x)^2}} \right. \\
 & \left. - \tan^{-1} \frac{(G-1-y)}{\sqrt{a^2 + (n-x)^2}} \right\} - \frac{(G-1-y)}{\sqrt{a^2 + (G-1-y)^2}} \left\{ \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{a^2 + (G-1-y)^2}} \right. \\
 & \left. + \tan^{-1} \frac{(n-x)}{\sqrt{a^2 + (G-1-y)^2}} \right\} + \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} \times \left\{ \tan^{-1} \frac{(G-y)}{\sqrt{a^2 + x^2}} - \tan^{-1} \frac{(G-y)}{\sqrt{a^2 + x^2}} \right. \\
 & \left. - \tan^{-1} \frac{(G-1-y)}{\sqrt{a^2 + x^2}} \right\} \Big] \cdot \frac{\rho}{2\pi} \cdot \varepsilon_\alpha + \sum_{\substack{n=2 \\ G=1}}^{G=G} \left[\frac{(G-y)}{\sqrt{a^2 + (G-y)^2}} \times \left\{ \tan^{-1} \frac{(n-x)}{\sqrt{a^2 + (G-y)^2}} \right. \right. \\
 & - \tan^{-1} \frac{(n-1-x)}{\sqrt{a^2 + (G-y)^2}} \Big\} + \frac{(n-x)}{\sqrt{a^2 + (n-x)^2}} \left\{ \tan^{-1} \frac{(G-y)}{\sqrt{a^2 + (n-x)^2}} \right. \\
 & \left. - \tan^{-1} \frac{(G-1-y)}{\sqrt{a^2 + (n-x)^2}} \right\} - \frac{(G-1-y)}{\sqrt{a^2 + (G-1-y)^2}} \times \left\{ \tan^{-1} \frac{(n-x)}{\sqrt{a^2 + (G-1-y)^2}} \right. \\
 & \left. - \tan^{-1} \frac{(n-1-y)}{\sqrt{a^2 + (G-1-y)^2}} \right\} - \frac{(n-1-x)}{\sqrt{a^2 + (n-1-x)^2}} \left\{ \tan^{-1} \frac{(G-y)}{\sqrt{a^2 + (n-1-y)^2}} \right. \\
 & \left. - \tan^{-1} \frac{(G-1-y)}{\sqrt{a^2 + (n-1-y)^2}} \right\} \Big] \cdot \frac{\rho}{2\pi} \cdot \varepsilon_\alpha \cdots \cdots (3)
 \end{aligned}$$

ε_α は條件に適するもののみを取る。 a は立方體一稜の長さ (cm.)、 n は側面に於ては X の方向に數へた區劃部分番號、 G は Z の方向に數へる。上面に於ては、 n は X 軸、 G は Y 軸の方向に數へた區劃部分の數。第1項、2項は側面、第3、4項は上面に關するものである。

或一面の對角線上の擴散照度を (3) 式を用ひて計算した結果は、第14圖曲線 (2) の如き分布狀態を得た。次に各面を16等分した時の計算の結果は、第14圖曲線 (1) の様な狀態である。

(2) 曲線 (384 等分) の場合と (1) 曲線 (96 等分) の場合とを比較すると、隅角部に於て多少の開きが認められるが、區分數の多寡によつて反對の傾向等は現はれない。従つて極めて精密を

對角線上の位置

第14圖 對角線上に於ける擴散照度分布に就いての區劃部分數
による比較 ($\rho=80\%$)

對角線上の位置

第15圖 對角線上に於ける各照度 (計算値)

(I) 全照度, (II) 擴散照度, (III) 直射照度 ($\rho=75\%$)

第16圖 中線上に於ける各照度 (計算値)

(I) 全照度, (II) 拡散照度, (III) 直射照度 ($\rho=75\%$)

必要としない時には、96等分で充分である事が明らかになった。

次に直射照度をも計算し、拡散照度と比較した結果は、第15圖である。この数値は對角線上に就いて求めた結果で、(III)は直射照度、(II)は拡散照度、(I)は全照度である。

第16圖は中線上に於ける各照度を計算により求めた結果で、(I)、(II)、(III)は夫々全照度、拡散照度、直射照度の中線上に於ける分布で、第15、16圖は共に反射率が75%の場合である。

是等の對角線上、中線上の照度分布は全面からの合成照度であるが、各面よりの影響も分離する事が出来る。⁽⁶⁾猶中線上、對角線上、稜線上に於ける拡散照度の比較は附録⁽⁷⁾として添附してある。

是等の結果は一例として反射率75%の場合に就いて述べたのであるが、この反射率が變化した場合に内面の照度が如何に變化するかを、對角線上の拡散照度に就いて計算した結果を第17圖に示した。反射率85%と90%との開きが大變に大きい様であるが、これを光束不減の法則を利用して計算して見ると是等の値で正しい事が確められた。

計算、實驗何れの場合に於ても、中心部では拡散照度と直射照度との比は($\rho=75\%$ の時)約1.5%であるが、隅角或は中線端に於ては約4.5倍で拡散照度が非常に大である。反射率が大になればこの比も大になる事は以上の結果よりも明らかである。

⁽⁶⁾ 附録(6)参照。 ⁽⁷⁾ 附録(7)参照。

iii 測定値と計算値との比較

i 及び ii に於て、實驗による測定値と計算値とを明示したのであるが、此處に於て是等の値に如何なる程度の開きがあるかを比較したのである。

第18圖(イ)は對角線上に於ける兩値の比較で、(1) (2) (3) は測定値、(I) (II) (III) は計算値である。第18圖(ロ)は中線上の比較で、兩圖共に測定値と計算値とは極めて接近した結果を得た。是等の計算値は立方體內面を96等分した時の値で、この値と測定値との比較である。猶 384 等分した時と、96等分した時との全照度(計算値)の値に就いて比較して見ると次の様である。

光束不滅の法則による全照度の比較。

96等分(一面16等分)の場合。

$$\Phi = (1 - \rho)(4\epsilon_1 + 8\epsilon_2 + 4\epsilon_3) \times 6$$

但し $\rho = 75\%$

$$= 3.141572 \times 4 \text{ (lm.)}$$

單位光源の場合であるから、發散される全光束は、 $4\pi \text{ lm.}$ である。然るに吸収光束 $\Phi \text{ lm.}$ と $4\pi \text{ lm.}$ とは實用的に充分に接近してゐる。従つて ϵ (全照度) の値も充分に正確である。

384 等分(一面 64 等分)の場合。

前と同業の計算を行ふと、

$$\Phi = 4 \times 3.141588 \text{ (lm.)}$$

この場合の方が一層 $4\pi \text{ lm.}$ に接近する。然し前述した如く、實用上は是等の數値より見るも 96 等分で充分である。

従つて測定値と計算値(96 等分)との比較に於ても、384 等分の必要がなく、充分にその兩者の結果は一致してゐるのである。

第17圖 對角線上に於ける擴散照度の
反射率による比較

対角線上の位置

第18圖(イ) 対角線上に於ける測定値と計算値との比較

(1) (2) (3) は實測値, (I) (II) (III) は計算値 ($\rho=75\%$)

中線上の位置

第18圖(ロ) 中線上に於ける測定値と計算値との比較

(1) (2) (3) は實測値, (I) (II) (III) は計算値, ($\rho=75\%$)

立方體內面(點光源)に於ける照度分布の状態がこの計算と測定によつて明らかにされたのである。

擴散照度が殆んど一樣である事は注目すべき結果であると思はれる。

(2) 配光を有する場合の立方體內面の照度分布

この實驗も前實驗と同様に測定面に於ける照度分布を測定し、點光源の場合と照度分布が如何に異なるかを調査したものである。この測定に使用した立方體は No. 1 (一稜の長さ 1m.)、反射率 75% の擴散性内面のものである。光源(被測定電球)は立方體の中央に裝置し、光源として用ひた電球は、瓦斯入 100V-42W (50c.) の二重螺旋のものを使用した。

測定面の對角線上に於ける照度分布の測定結果は、第 19 圖の如くである。對角線上に於ける擴散照度に就いて云へば、(最大值-最小値)/最大值、の百分率は 3.7% で殆んど一樣であると思ひ得るのである。

第19圖 配光を有する光源に就いての照度分布(對角線上)

この結果より、配光を有する場合でも市場品程度の不均等配光電球では、擴散照度の分布状態は、殆んど點光源の場合と大差なく擴散照度の對角線上の分布は一樣である。

この實驗結果は、立方體光束計が實用化され得ると云ふ事を暗示するものであると思はれる。猶立方體に適當の考案を施せば一層誤差を少なくする事も出来る。

本文を擧筆するに當り常に御懇篤なる御指導御鞭撻を賜つた東京帝國大學教授 大山松次郎先

生並びに電氣試験所第3部長山内二郎博士に衷心より感謝する次第である。

参 考 文 献

1. 山内二郎：電試報 第250號（昭4）
2. 山内二郎：電試報 第190號（昭4）
3. 久野 清：照學誌 第366號（昭10）
4. 米田麟吉その他4名共編，實用數學便覽
5. Peirce: A. Short Table of Integrals.
6. Orgood: Advanced Calculus.
7. Higbie: Lighting Calculations.
8. Chambers's Seven Figure Mathematical Tables.
9. Bnckley: J. I. E. E. vol. 59, No. 297, (1921).
10. 19回聯大（21—5）