透過性遮光板をもつ凹閉面室内空間の照度分布と 光束保存性のモンテカルロシミュレーション

正 員 長 田 正 義 (徳島大)

Monte Carlo Simulation of Illuminance Distribution and Conservation of Luminous Flux in Cubic Room with Transparent Visual Obstructions
Masayoshi Nagata, Member (Technical College of the University of Tokushima)

キーワード：透過性遮光板, 1,600 面素, 照度分布, 変動係数, モンテカルロシミュレーション

実際の室内空間に設置されている衝立やひさしなど遮光板には透過性のものが存在している。図1に示すように、1辺が1mの立方体室内空間に床面と直交して透過性の衝立2枚、一方、床面と平行に透過性ひさし1枚を設置し、全光束100lmの半球面状配光光源を天井面中心点に取付け、室内各面の照度分布をモンテカルロシミュレーション(MCS)により求めた⁽¹⁾。室内各面は図1のように番号を付け、 $40 \times 40 = 1,600$ 面素に分割した。室内面照度分布に及ぼす衝立やひさしなど遮光板の影響をできるだけ視覚的に明確なものとするために、今回、照度分布を三次元的に表現した。すなわち、図2と図3の縦横軸に室内面各辺を40等分した分割番号を、一方、この平面と直交する軸上に各面素の照度値を示した。

室内面が反射率 ρ 、透過率 τ および吸収率 α をも

つとき、入射光子束が室内面でいずれの現象を生起するか判定は、一様乱数 r により次のように決定した。すなわち、 $0 \leq r < \tau$ のとき入射光子束は透過し、 $\tau \leq r < (\tau + \rho)$ のとき反射、また $(\tau + \rho) \leq r \leq 1$ のときには入射光子束が吸収されるとした⁽²⁾。なお、光源からの放射光子束数を1,000万とした。

床面⑥の照度分布を図2(a)、(b)に示す。(a)図

図1 凹閉面室内空間の概略図

Fig.1. Schematic diagram of a cubic room with transparent visual obstructions.

(a) $\rho_{1,2} = \tau_{1,2} = 0.0$

(b) $\rho_1 = 0.6, \alpha_2 = 0.4$
 $\rho_2 = 0.6, \alpha_2 = 0.4, \tau_2 = 0.2$

図2 床面⑥の照度分布

Fig.2. Illuminance distribution on the floor surface ⑥.

(a) $\rho_{1,2}=\tau_{1,2}=0.0$

(b) $\rho_1=0.6, \alpha_2=0.4$
 $\rho_2=0.6, \alpha_2=0.4, \tau_2=0.2$

図 3 衡立面⑦の照度分布

Fig. 3. Illuminance distribution on the partition surface ⑦.

は遮光板各面と室内 6 面すべての反射率と透過率が零、すなわち、各面が Black Wall を構成している事例である。直射照度のみが存在して、遮光板による影の領域が大半を占めている。(b)図は室内面①～⑥の反射率 $\rho_1=0.6$ 、吸収率 $\alpha_1=0.4$ 、透過率 $\tau_1=0$ 、一方、遮光板の $\rho_2=0.6$ 、 $\alpha_2=0.2$ 、 $\tau_2=0.2$ の場合の照度分布を示す。室内 6 面の反射率と遮光板の透過率および反射率が増加した結果、(a)図において遮光板の影で被われ照度が零であった領域にも、拡散照度が現れている。図 2(a)，(b)における照度分布の変動係数(=標準偏差/平均値 $\times 100\%$)は(a)図の 157%から(b)図の 23%へ、また衡立面⑦の照度分布を示す図 3(a)，(b)では、同様に 109%から 55%へと両者とも低下し、照度分布の一樣性は反射率と透過率の増加により増大することがわかる。ここで、室内空間に存在する遮光板の透過率 τ_2 が、仮に 1.0 とすれば理論的には遮光板が存在しない中空室内空間と同一である。そこで、中空室内空間と仮定したものと $\tau_2=1.0$

とした二つの事例について室内 6 面の照度分布を MCS で求めた。その結果、入射光子束数と照度分布の変動係数に関する両者の相対誤差は、いずれも 0.1% 以下で比較的良好に一致することが確かめられた⁽²⁾。

次に、本室内空間における光束保存性を検討する。エネルギー不滅則から光源より放射された光子束数は室内空間で吸収された光子束数に等しい。一例として図 2(b)の事例、 $\rho_1=0.6$ 、 $\alpha_1=0.4$ 、そして $\rho_2=0.6$ 、 $\alpha_2=0.2$ 、 $\tau_2=0.2$ の場合を検討する。室内面①～⑥への総入射光子束数は 23,016,253 であり、そのうち吸収光子束数は $23,016,253 \times (1-0.6-0)=9,206,501$ である。一方、3 枚の遮光板両側面への総入射光子束数は 3,964,155 で、吸収光子束数は $3,964,155 \times (1-0.6-0.2)=792,831$ となる。従って、本室内空間における総吸収光子束数は両者の和で、9,999,332 となる。それゆえ、光源からの放射光子束数、 1×10^7 と総吸収光子束数との相対誤差は約 0.007% となり、両者はほぼ、一致していることがわかる。

(平成 2 年 2 月 20 日受付)

文 献

- (1) 長田：「複数の遮光板をもつ凹閉面室内空間の照度分布と光束保存性のモンテカルロシミュレーション」，電学論 A，110，101 (平 2-2)
- (2) 長田，他：「透過性遮光板をもつ凹閉面室内空間の照度分布と光束保存性の MCS(II)」，平元電気関係学会四国支部連大，11-9，p. 343

長 田 正 義 (正員)

昭和 11 年 9 月 5 日生。41 年 3 月 徳島大学大学院工学研究科修了。41 年 3 月同大学工学部助手，43 年 11 月同工業短期大学部講師，46 年 11 月同助教授，54 年 4 月同教授，現在に至る。工学博士。主として、高温ガス中の放電現象、アーク遮断現象およびモンテカルロシミュレーションによる室内照明設計に関する研究に従事。照明学会、放電研究グループ、IEEE、火災学会会員。