

作業面上の照明率と均斉度の関係について

日大生産工 ○内田 暁

1. はじめに

一般に、事務室などにおける作業面を対象とした照明設計を行う場合、照明率を用いた光束法に基づいて光源の台数を決定する¹⁾。照明率は室の幅(間口)と奥行き、作業面から光源までの高さにより算出される室指数や、室内面の反射率、光源の配光によって整理されている²⁾。近年、JISは固体照明光源の一つであるLED照明を考慮した、屋内照明器具の照明率の計算方法を制定した³⁾。

一方、省エネルギーを考慮した間引き点灯や、作業員(利用者)が希望する照度や輝度に基づき、独自の光源の配置や個々に光源の調光を行う取り組みが見られるようになってきた^{4,5)}。しかしながら、独自の光源の配置や調光を行うことで、照明設計で目標とした作業面上の均斉度が損なわれる恐れがある。

そこで本研究では、光源の設定を変化させた場合の、作業面上の照明率と均斉度の関係について明らかにすることを目的としている⁶⁾。今回はモンテカルロ法を用いた照度計算⁷⁾による結果から、天井面に均一に配置した光源の台数を変化させた場合の、作業面上の照明率と均斉度の関係について基礎的な検討を行った。

2. 照度計算の概要

モンテカルロ法を用いた照度計算は、光源から放射される光束を多数の粒子として取り扱い、各粒子の飛行軌跡を模擬するものである⁷⁾。その際、光源の配光および室内面の反射配光における粒子の方向や、室内面における粒子の反射および吸収の判別は乱数により決定される。

3. 模型室の設定

図1に検討に用いた模型室の概要と光源の配置を示す。計算において床面左手前隅を原点Oとし、XY平面が床面と平行となるようなXYZ直角座標系を設定した。

模型室の寸法は、幅12m、奥行き12mとし、高さを2~4mの範囲で変化できるものとした。計算に際し、室内面は1面素の大きさが2cm×2cmとなるように分割を行った。

今回は床面を作業面として取り扱うこととし、室指数 K_r は1.5~3.0の範囲となる²⁾。天井面には均等拡散配光を有する1m×1mの光源

を、図2に示すように1台から36台(6×6)の6種類の配置となるように設置した。なお、計算の際に1台の光源から放射される粒子数は2億個とした。

室内面の反射率は床面30%、天井面70%、壁面50%とし、反射特性は均等拡散性である。

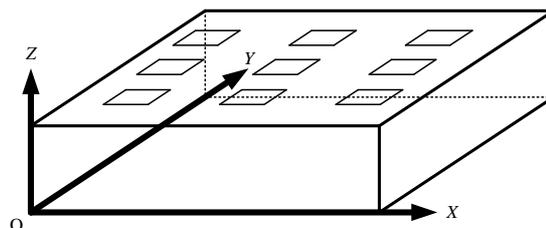


図1 模型室の概要(光源が9台の場合)

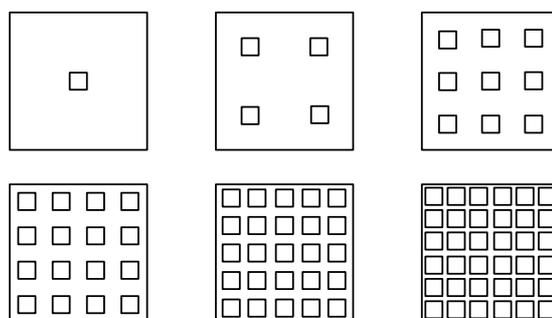


図2 光源の配置(天井面)

4. 結果および検討

図3に室指数をパラメータとした、光源の台数に対する照明率特性を示す。照明率は光源から放射された粒子数に対する、床面に入射した粒子数の比で算出した⁸⁾。

図3より、光源の台数が増加すると照明率は減少し、16台(4×4)以上となるとほぼ一定の特性となる。すなわち、光源の台数が少ない場合、光束法で得られた結果に影響を及ぼすこととなる。

図4に室指数をパラメータとした、光源の台数に対する照明率の比特性を示す。照明率の比は、光源が36台(6×6)の場合の照明率に対する、任意の光源の台数の照明率で算出した。

図4より、室指数の変化に対する照明率の比の差の最大は0.04である。よって、照明器具毎に用意されている照明率から、台数毎の照明率の比の平均値を乗ずることで、光源の数が少ない場合での光束法を用いた照明設計に対応

できると考えられる。

図5に室指数をパラメータとした、光源の台数に対する均斉度特性を示す。均斉度は床面に入射した粒子数の平均値に対する最小値の比で算出した⁹⁾。

図5より、光源の台数が増加すると均斉度は増加し、25台(5×5)以上で0.45～0.55の範囲となる。

図6に室指数をパラメータとした、照明率の比に対する均斉度特性を示す。

図6より、室指数毎に照明率の比と均斉度との関係について最小二乗法を適用すると、実線に示すような相関係数が0.98以上の1次方程式 $y = ax + b$ で線形回帰することができる。すなわち、今回検討した光源の設定条件において、図4および図6を用いることで、照明器具毎に用意されている照明率から、光源の台数が少ない場合の作業面上の照明率および均斉度をそれぞれ推定することが可能と考えられる。

5. おわりに

本報告では、天井面に均一に配置した光源の台数を変化させた場合の、作業面上の照明率と均斉度の関係について基礎的な検討を行った。

今後は、今回検討を行った以外の光源の配置や、照明率表で用いられている他の室内面反射率の組み合わせについて、作業面上の照明率と均斉度の関係を明らかにする予定である。

最後に終始変わらぬご指導ご鞭撻を賜りました、日本大学名誉教授 大谷義彦先生に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 照明学会編：照明工学，オーム社，pp. 128～135 (2012).
- (2) 照明学会編：照明ハンドブック(第2版)，オーム社，p. 80 (2003).
- (3) JIS C 8030 屋内照明器具の照明率表計算方法，日本規格協会 (2014).
- (4) 小野ほか：LED照明を用いた知的照明システムの実オフィスへの導入，電気学会論文誌A，131-5，pp. 321～327 (2011).
- (5) 金子ほか：デマンドレスポンスに対応したオフィス照明調光制御方式，電気設備学会誌，34-9，pp. 672～679 (2014).
- (6) 内田：作業面上の照明率と均斉度の関係についての基礎的検討，平成27年度(第33回)電気設備学会全国大会論文集，pp.429～430 (2015).
- (7) 大谷ほか：直方体模型室における影の特性について，電気設備学会誌，17-8，pp.799～808 (1997).
- (8) Uchida,A. and Ohtani,Y. : Attempt to Predict Utilization Factors on Working Plane within Shadow under Task Ambient Lighting, Journal of Light and Visual Environment, 30-3, pp.148～155 (2006).
- (9) 照明学会編：照明用語事典，オーム社，p.28 (1990).

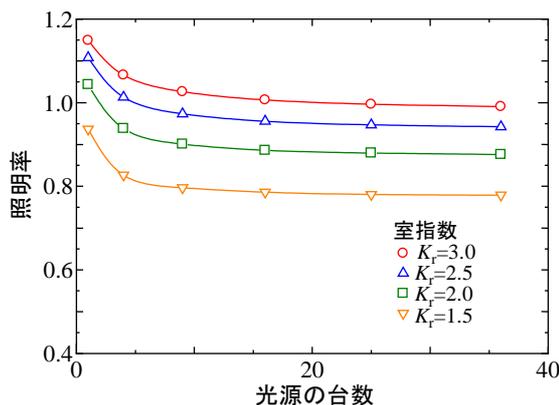


図3 光源の台数に対する照明率特性

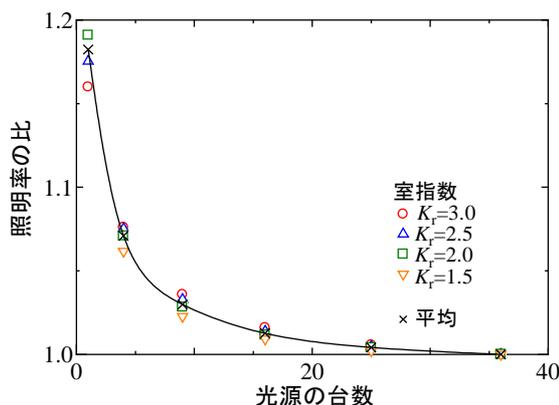


図4 光源の台数に対する照明率の比特性

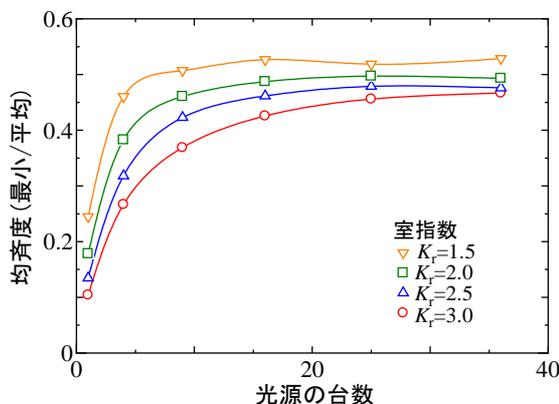


図5 光源の台数に対する均斉度特性

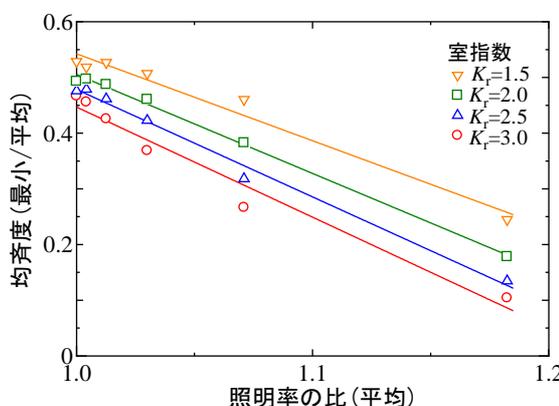


図6 照明率の比に対する均斉度特性