

簡易的に求めた半円筒面照度とシミュレーションの比較について

日大生産工(院) ○木野本 和音
日大生産工 内田 晓

1. はじめに

一般的に、照明設計においては照度や輝度といった2次元的な測光量が使用される。その一方で、人の顔を含めた立体物の見え方の定量的な指標としては、空間照度を使用することが提案されている¹⁾。しかし、空間照度の測定には特殊な測定機器が必要となり、さらに反射を有する場面のデータはほとんど見当たらない。

そこで本論では、空間照度のうち半円筒面照度の簡易的な測定を行い、同一条件下でのシミュレーション結果との比較ならびに検討を行ったので報告する。

2. 半円筒面照度²⁾

空間照度は、空間のある一点に微小な立体を仮定し、その表面に入射する総ての光束を表面積で割ったものと定義されている。ここで、光源と仮定する半円筒物体の位置関係をFig.1に示す。半円筒面照度 E_{sc} は想定する半円筒物体の直径 D および高さ H 、入射する総ての光束 Φ を用いて式(1)のように求めることができる。

$$E_{sc} = \frac{\Phi}{\lim_{DH \rightarrow 0} (\pi \cdot D \cdot H / 2)} \quad (1)$$

また、光源と半円筒物体の位置関係(鉛直角 θ 、水平角 ϕ)と法線照度 E_n を用いて式(2)のように求めることができる。

$$E_{sc} = \frac{E_n \cdot \sin \theta (1 + \cos \phi)}{\pi} \quad (2)$$

しかし、式(1)に用いる光束 Φ は、半円筒形の被照部が必要なため測定が難しく、式(2)に用いる法線照度も、単一の点光源で反射がない場合でないと計算や測定が難しい。そこで、Fig.2に示すような6方向の照度(六面照度)から簡易的に求める手法が提唱されている³⁾。ここで、半円筒面照度は六面照度のうち鉛直面方向の4つの照度 E_{+x} 、 E_{+y} 、 E_{-x} 、 E_{-y} および半円筒体の表裏における照度差 E_0 を用いて式(3)のように求めることができる。

$$E_{sc} = \frac{(E_{+x} + E_{-x} + E_{+y} + E_{-y})}{4} + \frac{E_0}{\pi} \quad (3)$$

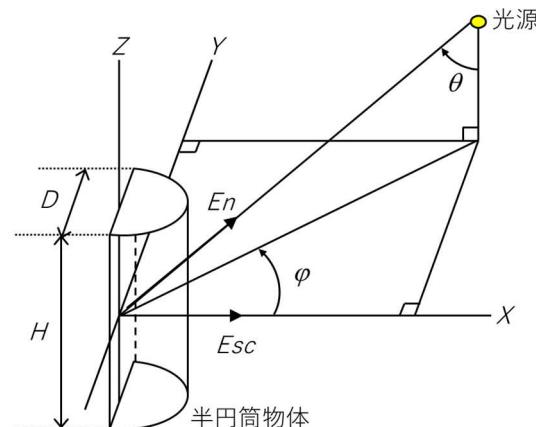


Fig.1 光源と半円筒物体の位置関係

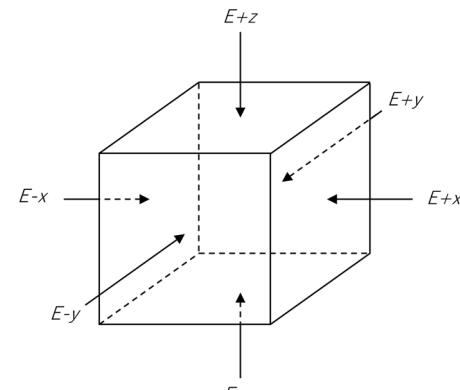
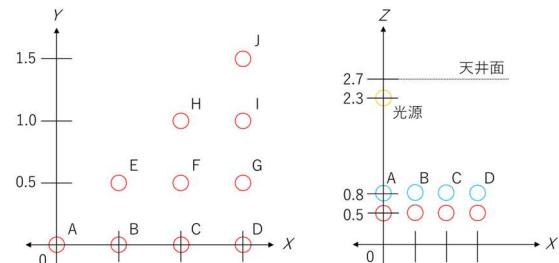


Fig.2 六面照度の概要

3. 測定とシミュレーション

簡易的な半円筒面照度の検討として、式(2)による算出に必要となる法線照度および、式(3)による算出に必要となる六面照度のうち4方向の鉛直面照度の測定を行った。Fig.3に示すように、電球型LED光源(型番: LDA7D-G/K6、Panasonic製)による照度を、水平方向に10種類、鉛直方向に2種類の計20箇所にて測定した。

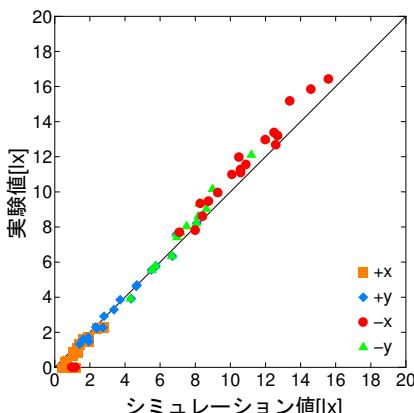


(a) XY(水平面)方向 (b) XZ(鉛直面)方向
Fig.3 測定点の位置(単位: m)

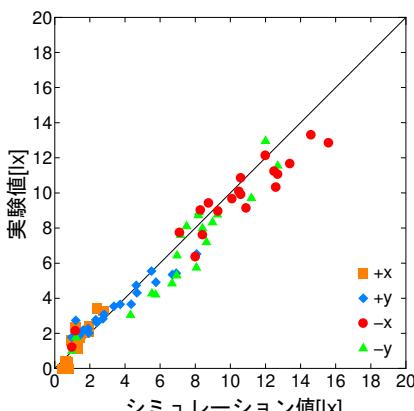
また、測定時と同様の条件を再現したうえで、シミュレーションソフトにより半円筒面照度を算出した。シミュレーションにはDIALux evoを用い、反射率は天井80%、壁・床2%として行った。

4. 比較ならびに検討

シミュレーションによって算出した半円筒面照度を横軸に、測定した法線照度から算出した半円筒面照度および、4方向の鉛直面照度から近似的に算出した半円筒面照度を縦軸としたグラフをFig.4に示す。



(a) 法線照度から算出した半円筒面照度



(b) 鉛直面照度から算出した半円筒面照度
Fig.4 シミュレーション値に対する実験値

Fig.4より、法線照度から算出した半円筒面照度はシミュレーションによって算出した半円筒面照度に対して-1.2~1.8lxの差があるのに対し、4方向の鉛直面照度から近似的に算出した半円筒面照度は-2.8~1.5lxの差となった。

これは、4方向の鉛直面照度から近似的に算出した半円筒面照度よりも、法線照度から算出した半円筒面照度がシミュレーションによって算出した半円筒面照度に近い値となるという傾向を示している。このような傾向を示したのは、反射率を与えたのが天井であり、反射の影響が鉛直面照度よりも水平面方向の成分を多く含む法線照度に大きく反映され、法線照度から算出した半円筒面照度にも影響を与えたためと考えられる。

また、反射の影響がない環境(天井・壁・床の反射率が0%)を想定し、シミュレーションにより算出した半円筒面照度と比較したところ、法線照度から算出した半円筒面照度よりも、4方向の鉛直面照度から近似的に算出した半円筒面照度が、よりシミュレーション値に近くなるという傾向を示した。よって、天井の反射が法線照度から算出した半円筒面照度にも影響を与えていると考えられる。

5. おわりに

本論では、空間照度のうち半円筒面照度の簡易的な測定を行い、同一条件下でのシミュレーション結果との比較ならびに検討を行った。その結果、天井に反射率を与えた環境では、反射の影響が水平面方向の成分を多く含む法線照度から算出した半円筒面照度に大きく反映され、シミュレーションによって算出した半円筒面照度に近い値となる傾向がみられた。

今後は、壁、床にも反射率を与えたうえで、それぞれの反射率を変化させた場合について、同様に検討を行う予定である。

本研究は、JSPS科研費(課題番号25K15784)の助成を受けました。ここに記して感謝致します。

参考文献

- (1) 川上：表情の識別と半円筒面照度の関係, 照明学会誌, 70-6, pp.282~287 (1986)
- (2) 川上：スポーツ照明に関する研究：質的要件の定量化の試み, 学位申請論文, pp.27~28(2000)
- (3) Cuttle, C.: Cubic illumination, Lighting Research and Technology, 29-1, pp.1~14 (1997)