Söllner/Bodmann のグレア輝度の妥当性

正会員 明石 行生* 専門会員 金谷 末子*

The validity of the glare luminance proposed by Söllner/Bodmann

Yukio Akashi (Member) Sueko Kanaya (Fellow Member)

(Lighting Research Laboratory, Matsushita Electric Industrial Co. Ltd)

ABSTRACT

The CIE glare safeguard system is based on a series of experiments by Söllner/Bodmann. In their experiments, a great variety of lighting conditions were presented to many observers, using one-third scale model rooms. The observers were asked to evaluate the degree of discomfort glare under each condition. In these experiments, Söllner/Bodmann assumed that the evaluation of the discomfort glare corresponds to the luminance of the central unit of all luminaires seen by the observer. This luminance is taken as the glare luminance.

But it can be logically assumed that discomfort glare is influenced not only by glare luminance but also by other luminaires' luminance. Therefore, to investigate the validity of the glare luminance proposed by Söllner/Bodmann, a series of experiment were conducted.

In the experiments, six lighting conditions, in which glare luminances were constant, were presented to observers. Each observer was asked to compare the degrees of discomfort glare of those lighting conditions and to say whether the degrees of their discomfort glare were constant or not.

From the result, it was found that the degrees of discomfort glare under those lighting conditions were not constant, even if those glare luminance were constant. Furthermore, it was found that the value of glare luminance does not always correspond to glare sensation of the room.

1. はじめに

オフィス空間を快適な視環境とするには、まず視覚的に不快な要因を取り除く必要がある。この不快な要因のなかで重要なもののひとつとして不快グレアが挙げられる。

屋内照明の不快グレアの評価方法は、CIE グレアインデックスシステムに代表される不快グレアの評価方式とCIE グレアセーフガードシステムに代表される輝度規制方式とに大別される¹⁾。前者は、光源の輝度、観察者から見た光源の大きさ、光源の位置、観察者の目の順応レベルを決める視野の輝度などの要因によって、完成した照明施設の不快グレアの程度を定量的に評価する方法である。この評価方式は、各要因を変数とする複雑な計算が必要であるうえ、すべての変数が決まらない限り不快グレアの評価ができないため、設計段階で不快グレアを予測することや照明器具を選定することが困難であり、実用的ではない。

これに対し、実用性を重視したのが後者の輝度規制方式である。輝度規制方式として現在CIEが推奨しているCIE グレアセーフ

ガードシステムは、Söllner/Bodmann の実験研究に基づいて開発されたものである³⁾⁴⁾。Söllner/Bodmann は、実際の照明設計に適応した精度があり、照明設計者にとって使いやすい不快グレアの評価方法を設定するために、実験研究を行なった⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾。この実験では、実寸の1/3の大きさのオフィスの模型を用いて実存する種々の照明器具の配光、室条件、照度条件に対して、多数の観察者に不快グレアを評価させた。この場合、観察者が一定の位置から室内に取り付けられている照明器具を観察すると、観察者から見てそれぞれの照明器具の輝度は異なった値になるが、Söllner/Bodmann は、室に取り付けられている多数の照明器具の輝度値を室中央の照明器具の輝度値に代表させ、これをグレア輝度とした。さらに、このグレア輝度と不快グレアの評価値とが対応すると仮定して、グレア輝度と不快グレアとの関係を求めた。これを不快グレアの程度に対応させ、現在CIE グレアセーフガードシステムの基となった数本の輝度規制曲線を設定した。しかし我々が日常、室内で経験する不快グレアは、必ずしも Söllner/Bodmann が仮定したようなグレア輝度だけでなく、観察者に近い手前の照明器具の輝度も影響を及ぼしていると考えられる。このため、筆者らは、Söllner/Bodmann の仮説が成立するかどうか、つまり室中央の照明器具の輝度であるグレア輝度が不快グ

* 松下電器産業㈱ 照明研究所

レアの評価と対応し、グレア輝度だけで不快グレアが評価できるかどうかを検討するために、以下に述べる実験検討を行った。

2. 実 験

2.1 実 験 装 置

実験装置の全景を図1に示す。この実験装置は、観察者に種々の照明環境（以下、シーンという）を提示し、各シーンの不快グレアの程度を評価するための観察部と、室内照度および照明器具の輝度を制御する制御部とから構成されている。観察部の構造を図2に示す。観察部は、図3の会議室（間口9.3m、奥行き15.6m、天井高さ3.0m、天井、壁、床の反射率はそれぞれ30、

図1 実験装置

図2 観察部の構造

図3 観察の対象とした会議室

70, 60, 30%)の写真2枚と鏡2枚、作業面照度および照明器具の輝度を与える光源から構成され、観察者は開口部から内部を観察できる構造になっている。また、観察者の視線方向と平行に写真パネルを両側に設置し、観察者は左目で左側の鏡に映った左側の写真パネルの像を観察し、右目で右側の鏡に映った右側の写真パネルの像を観察する。左右の写真パネルに、それぞれ左右の目の位置で撮影した会議室の写真を用いることにより、観察者は会議室の立体的な像を観察することができるようにした。天井には照明器具が4灯ずつ6列配置され、それぞれの列の照明器具の観察者に対する放射角は、観察者から見て手前の1列目から順に、51°, 61°, 67°, 71°, 74°, 76°となっている。これらの照明器具の部分の切り抜き、裏面から乳白板をはり、その背後から照明した。光源には、高輝度が設定できるように色温度5000Kの3波長域発光形のコンパクト形蛍光ランプを用いた。照明器具の輝度は1列ずつ独立して自由に変えることができ、何れも制御部のコンピュータにデータを記憶させておくことにより、予め設定した輝度値に瞬時に切り換えられるようになっている。

室内の照度は、写真の前に設けた40W直管蛍光ランプで写真を照明し、そのランプを調光することにより照度の条件を設定することができるようにした。

2.2 実 験 方 法

2.2.1 実 験 条 件

Söllner/Bodmann の実験研究に基づいて設定されたCIEグレアセーフガードシステムで定められているa~hの輝度規制曲線のうち輝度規制曲線bを基準とし、これと同じ輝度配光の照明器具を用いたシーンを基準シーンとした。この基準シーンと不快グレアの程度が同じになるはずの、室中央の照明器具の輝度、即ちグレア輝度だけが基準シーンと等しくその他の輝度が異なる5種類のシーンをテストシーンとした。図4に、この5種類の輝度配光と輝度規制曲線bを示す。これら5種類の輝度配光は、実在するものではなく、グレア輝度の検討のために設定したものである。また、作業面照度は、今回の実験は照明器具の輝度に関する検討が目的であるため、室内の作業面照度は、どのシーンも1000lxで同一にした。

2.2.2 実 験 手 順

実験では、観察者を一人ずつ図1の実験装置の観察部に設置した椅子に座らせ、実験者の指示に従って観察部の開口部の下方に取り付けたあご台にあごを固定させ、まず、立体映像として基準シーンの会議室を提示し、正面の壁面の中央の点を注視するように指示した。観察者に基準シーンに2分間順応させた後、基準シーンに代わって5種類の条件の中からランダムな順序で抽出した

図4 実験に用いた輝度配光

図5 評価結果

テストシーンを提示した。テストシーンに20秒間順応させた後、テストシーンの不快グレアが基準シーンのそれと比べて大きい小さいかをそれぞれ2段階で評価させた。以上の観察を5種類のテストシーンに対してランダムに行なった。この実験には5名の観察者(男子3名、女子2名)を用い、実験回数は各シーン共に3回とした。

2.3 実験結果

図5に各テストシーンに対する全観察者の評価データの平均値と標準偏差を示す。図5のテストシーンの番号は、図4の輝度配光の番号に対応する。図5から、テストシーン2の不快グレアは、基準シーンの不快グレアと同程度であると評価されたのに対して、テストシーン1、テストシーン3、テストシーン4のそれぞれの不快グレアの程度は、基準シーンのそれよりも低いと評価され、さらに、テストシーン5は、基準シーンより不快グレアの程度が高いと評価された。このことから、室中央の照明器具の輝度であるグレア輝度は室全体の不快グレアに必ずしも対応しないことがわかった。つまり、「グレア輝度」だけによって不快グレアの程度を評価することはできず、観察者からみて室中央より手前の照明器具の輝度や室中央より奥まった位置に取り付けられた照明器具の輝度が不快グレアに及ぼす影響は無視できないことが明らかになった。

3. 考察

今回の実験で、室中央の照明器具の輝度だけでは不快グレアは評価できないこと、手前の照明器具の輝度や奥の照明器具の輝度が不快グレアに及ぼす影響は無視できないことを明らかにした。

室中央以外の位置の照明器具の輝度の影響に関してさらに検討するために、今回の各テストシーンに対する不快グレアの評価結果と照明器具の輝度とを各列間で比較した。例えば、観察者から見て最も遠い6列目(放射角 76°)の照明器具の輝度を各テストシーン間で比較すると、輝度の低いものから順に、テストシーン1, 2, 3, 4, 5(このうち、テストシーン1とテストシーン2、テストシーン4とテストシーン5はそれぞれ輝度は同じ)となった。また、今回の実験により得られた各テストシーンの不快グレアの評価は、不快グレアの程度が低いものから順に、テストシーン1, 4, 3, 2, 5となった。両者を比較すると、テストシーン2とテストシーン4の順番が入れかわり、6列目の照明器具の輝度は不快グレアの評価に対応していないことがわかった。

観察者に最も近い1列目(放射角 51°)についても同様の比較を行うと、1列目の照明器具の輝度は低いものから順に、テストシーン1, 4, 3, 2, 5となった。これと不快グレアの評価結果に従って不快グレアの程度が低い順に並べたものとを比較する

ことにより、1列目の照明器具の輝度は不快グレアの程度によく対応していることが明らかになった。このことから、観察者に近い手前の照明器具の輝度のほうが、観察者から見て離れた位置の照明器具の輝度よりも不快グレアの評価に良好に対応し、手前の照明器具の輝度が不快グレアに及ぼす影響が強いと考えることができる。しかし、CIE グレアセーフガードシステムの輝度規制曲線は、前述したように室中央の照明器具の輝度と不快グレアとの関係を表わしたものであり、不快グレアに及ぼす影響が強いと考えられる手前の照明器具の輝度を無視している。このため、例えばバットウィング形の配光の照明器具のように放射角が小さいところで輝度が高い照明器具の場合、実際のオフィスに設置すると室中央よりも手前の照明器具の輝度が高くなるため、実際の不快グレアの感覚とは対応しない場合があると考えられる。

今後、室の中央以外の位置の照明器具の輝度と不快グレアとの関係を検討し、不快グレアと最も良好に対応する照明器具の位置を明らかにし、その結果を不快グレアの評価方法、照明器具の選定・分類方法に展開していく必要がある。

4. 結論

以上の実験結果により、Söllner/Bodmann が室全体の輝度の代表とした室中央の照明器具の輝度であるグレア輝度と不快グレアとの対応関係はなく、グレア輝度だけで不快グレアの評価はできないことを明らかにした。さらに、今回の実験結果から観察者に近い手前の照明器具の輝度が不快グレアに及ぼす影響が強いことが予測できた。

今後、どの放射角の照明器具の輝度が不快グレアに及ぼす影響が強いかを検討し、不快グレアの評価に最も良好に対応する照明器具の放射角を明らかにする必要がある。さらに、その放射角の照明器具の輝度を用い、CIE グレアセーフガードシステムのように照明器具の輝度配光全体を用いるよりも実際の不快グレアの評価に対応した簡便な輝度規制方式を開発する必要がある。

終わりに、本実験に関してご協力頂いた当時同志社大学学生であった五島成夫、青木真弓、両氏に謝意を表します。

参考文献

- (1) CIE: DISCOMFORT GLARE IN THE INTERIOR WORKING ENVIRONMENT, Publication CIE No. 55 (TC-3.4) (1983)
- (2) CIE: GUIDE ON INTERIOR LIGHTING, Publication CIE No. 29/2 (TC-4.1) (1986)
- (3) Fischer, D.: The European glare limiting method, *Ltg. Res. & Tech.*, **4**, 97 (1972)
- (4) Fischer, D.: Analytische Approximation des Blendungsbewertungssystems nach Söllner, *Lichttechnik*, **23**, 395 (1971)
- (5) Bodmann, H. W., & Söllner, G.: Glare evaluation by luminance control, *Light Ltg.*, **58**, 195 (1965)
- (6) Bodmann, H. W., Söllner, G., & Senger E.: A Simple Glare Evaluation System, *Illum. Eng.*, **61**, 347 (1965)
- (7) Söllner, G.: Ein einfaches System zur Blendungsbewertung, *Lichttechnik*, **17**, 59 A (1965)
- (8) Söllner, G.: Bemerkungen zu einigen Verfahren der Blendungsbewertung, *Lichttechnik*, **20**, 111 A (1968)

(受付 1990 年 4 月 9 日)