39. スーパーパラボラ曲線とパラボラ曲線を用いた高度配光制御蛍光灯用反射笠による管面の輝度上昇と配光の比較

吉田幹朗 椎名岳人 山田真士 池田紘一

(東京理科大学)

1. はじめに

本研究の目的は、オフィスや学校などの照明環境においてグレアや光幕反射の少ない質の高い快適空間を構築するための優れた照明器具の設計、つまりこのような不快と感じる反射を抑えた配光制御をし、また輝度上昇も抑え、さらに高効率の蛍光灯反射笠を設計することである。

2. 輝度上昇および配光特性の解析

再帰光輝度上昇解析プログラムと3次元配光予測プログラムを用いて反射笠面での主な反射光である拡散反射光と正反射光の割合を変化させ、そのときの蛍光管の輝度上昇・配光・効率の変化を解析した。笠は特殊な曲線であるパラボラ曲線やスーパーパラボラ曲線を用いた6種類の笠を設計し、それぞれの反射面での拡散反射率と正反射率の合計を90%とし、拡散反射率を0%、15%、30%、45%、60%、75%、90%と15%刻みで変化させ、そのときの輝度上昇を再帰光解析プログラムで解析し、また3次元配光予測プログラムで配光を解析してさらにそれらを可視化した。そして、パラボラ曲線とスーパーパラボラ曲線(図1)のこれらの結果を比較し、どちらがより優れているか検討した。

図1. 特殊曲線 (左: パラボラ曲線、右: スーパーパラボラ曲線)

図2. BATWING TYPE(左)とSWALLOW TYPE(右)の笠

3. 輝度上昇の評価

どの笠も拡散反射率が増加するに従って輝度は上昇したが、それは笠上部で反射された光線が管に戻ってくる再帰光によるためである。今回設計した笠の中では、特に鉛直下方向に強い配光をもつSWALLOW TYPE、EAGLE TYPE、ANGEL FISH TYPEが輝度上昇を抑えていた。

4. 配光の評価

配光図では、拡散反射率が60%以上になると配光制御が難しくなった。逆にいえば、0%~45%までは配光制御がなされていて、0%の場合は部分的に明るくなりすぎるため、反射笠は15%~45%が適しているといえる。また、配光制御の点でもスーパーパラボラ曲線の方が優れていた。これは、パラボラ曲線がグレア光となる鉛直角60°以上の光線をカットするために制御角を35°にしなければならず、そのため反射グレア光の原因である15°~35°の光線を強く出してしまったためであり、逆にスーパーパラボラ曲線は制御角を60°と設定すれば鉛直角60°以上のグレア光を完全に遮光し、なおかつ15°~35°の反射グレア光も抑えることができるからである。上から見た配光分布図では、スーパーパラボラ曲線のほうが理想的に、かつ、強く光が出ていることがわかった。

5. 効率の評価

効率は、どの笠も70%をこえる高効率になった。このことにより、測定で使用した6種類の笠の形の良さがわかる。また、パラボラとスーパーパラボラの比較はあまり相違なく、どちらも高い効率の照明器具を設計するのに適していることがわかる。これにより、省電力設計が可能となる。

6. まとめ

輝度上昇、配光、効率の評価からオフィスなどの照明環境において質の高い快適空間を構築する蛍光灯用反射笠は、スーパーパラボラ曲線を用いた拡散反射率30%から45%の笠が適しているといえる。

Comparison of Luminance Increment on Tube Surface and Light Intensity Distribution of Luminaire of High Efficiency Reflector with Highly Controlled Light Intensity Distribution using The Superparabola Curve and The Parabola Curve. : Mikio YOSHIDA, Takehito SHIINA, Masashi YAMADA and Koichi IKEDA (TOKYO RIKI DAIGAKU)

BATWING TYPE

配光

スーパーパ
ラボラ曲線

パラボラ曲線

輝度上昇

スーパーパラボラ曲線

パラボラ曲線

SWALLOO TYPE

配光

スーパーパ
ラボラ曲線

パラボラ曲線

輝度上昇

スーパーパラボラ曲線

パラボラ曲線

図 3. 代表的な笠における配光と輝度上昇の変化と特殊曲線による比較