

LED を用いた電飾看板における基礎的検討について

日大生産工(院) ○久保田 元
日大生産工 内田 暁・大谷 義彦

1. はじめに

LED(Light Emitting Diode)は長寿命、低消費電力、有害物質を含まないなどの理由で、信号や一般照明など様々な光源として使われ始めている。そこで、LED を電飾看板の光源として用いることができれば、電力消費が少なくなり、従来のような照明部の頻繁な交換が不要となるため、コストやCO₂の削減などのメリットがある。しかし LED が点光源であることなどから、電飾看板の発光面において光のむらが生じ、また得られる輝度も蛍光灯に比べ低いものとなることがある。そこで、電飾看板の LED 化に際しては最適な照明設計を行う必要がある。

本報告では、基礎的な検討として、まず LED 光源を用いて電飾看板の発光面の輝度分布測定を行った。次に LED の光源の配光分布を用いて、計算による模擬、検討を行った。

2. 実験

2.1 配光測定

まず、実験に使用した砲弾型 LED(NSPW5 10CS-b1U、定格 3.6V/20mA、指向特性 50°)の配光測定を行った¹⁾。測定の際、LED を水平角 0°、90°、180°、270°と回転させた場合について、鉛直角 θ を-90°~+90°の間で 10°毎に変化させて測定を行った。そして、これら

の結果を平均して光源の配光とした。

2.2 輝度分布測定

輝度分布の測定は、図 1 に示す電飾看板の輝度分布測定装置により、その発光面に当たる部分を CCD カメラ(KONICA MINOLTA 製、CA-2000、1000×1000 画素、広角レンズを使用)で測定部分を指定して行った。なお、電飾看板の発光面にはアクリル乳白板を取り付けている

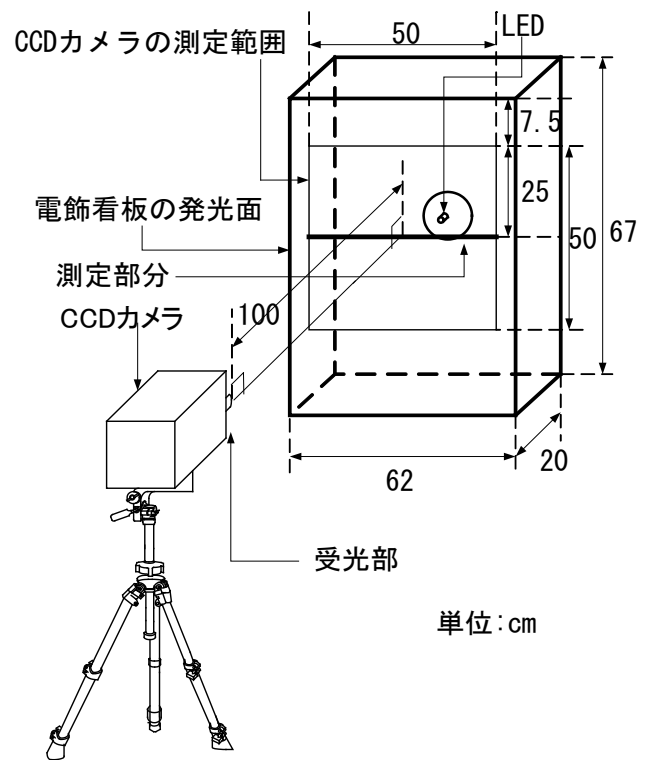


図 1 電飾看板発光面の輝度分布測定装置

Fundamental study about Lit up sign by using LED
Hazime KUBOTA, Akira UCHIDA and Yoshihiko OHTANI

3. 測定結果

3.1 配光測定

配光測定は、LED1 つとそれを図 2 のように 3×3 で配置したモジュールタイプについて、5 分間エイジングしたものを定格で用いた。

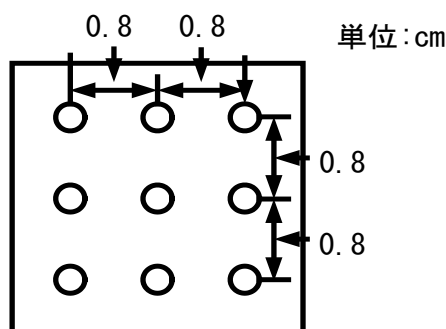


図2 砲弾型LEDの配置

図 3 に配光測定の結果を示す。これより、LED1 つとモジュールタイプの配光は、同様の特徴を示した。

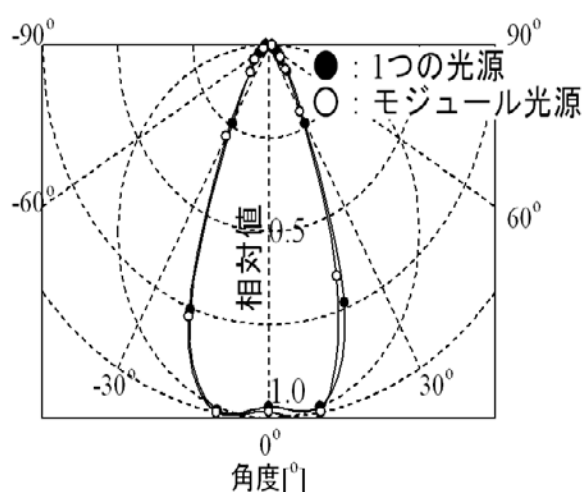


図3 光源の配光分布

3.2 輝度分布測定

図 4 は LED1 つを用いて、アクリル乳白板の種類を変えて輝度分布測定を行った結果である。表 1 にアクリル乳白板の種類と反射率を示す。また、アクリル乳白板を使用せず直接光源を測定したものは、図中でなしと表示している。

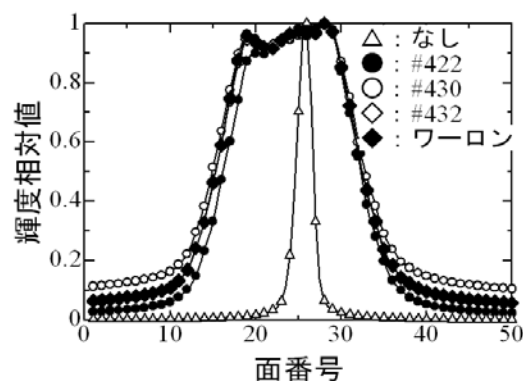


図4 LED1 つの輝度分布

表1. アクリル板の反射率(単位: %)

型番	#422	#430	#432	ワーロン
反射率	12	62	35	37.3

アクリル乳白板を用いないと、光源の輝度分布は指向性が強くなった。アクリル乳白板を用いた中では、輝度分布はアクリル乳白板#422 が一番指向性が高かった。これは、アクリル乳白板#422 が今回使用したものの中で最も反射率が低いため、装置内部での相互反射が小さいからだと考えられる。逆に、今回最も反射率が高い#430 は、最も指向特性が低かった。これは、装置内部での相互反射率が大きいためと考えられる。#432 とアクリルワーロンは、反射率の差が 2.3% と小さく、他と比較してほぼ同じ値となる。#432 とアクリルワーロンどちらの反射率も#422 より大きくなり、また#430 より小さくなるので、輝度分布の値は#422 と#430 の 2 枚の値の間に分布していると考えられる。さらに、輝度の最も強くなる光源の中心軸付近の輝度分布が左右均等ではなかった。

最大輝度値は、アクリル乳白板を用いないと 214.2cd/m^2 で、反射率の低い順に、アクリル乳白板#422 が 13.3cd/m^2 、#432 が 8.6cd/m^2 、アクリルワーロンが 8.3cd/m^2 、そして最も反射率が高い#430 が 5.0cd/m^2 となった。これより、用いるアクリル乳白板の反射率が高くなるほど測定される最大輝度値は減少すると考えられる。

図5は、モジュールタイプの光源を用いてアクリル乳白板の種類を変えて輝度分布測定を行った結果である。アクリル板の反射率と輝度分布の特徴は図4の場合と同じである。ここで、図5では輝度分布が中心軸上を最大として左右対称に分布している。

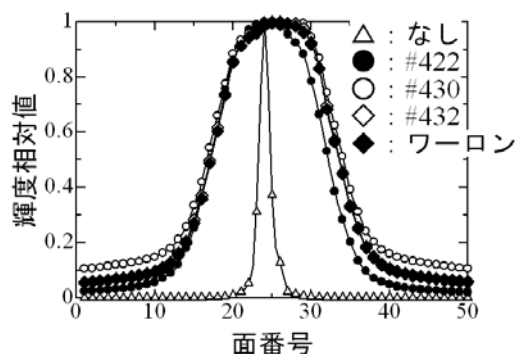


図5 モジュールタイプの輝度分布

最大輝度値の大きさの順についても図4と同様で、アクリル板を用いない場合が最も輝度値が高くなり、 13782.1cd/m^2 で、アクリル乳白板#422が 320.0cd/m^2 、#432が 193.1cd/m^2 、アクリルワーロンが 189.3cd/m^2 、#430が最も輝度値が低くなり 113.0cd/m^2 となった。ここでアクリル乳白板の種類別に輝度値に注目すると、結果がLED1つの場合に比べ10倍以上大きくなることがわかった。

4. 計算による模擬

4.1 配光の計算

図6はLED1つの配光を、式(1)を用いて計算した結果である²⁾。

$$I_{\theta} = \frac{I_0(\cos^n(\theta - \alpha) + \cos^n(\theta + \alpha))}{2} \quad (1)$$

ただし、 I_{θ} は鉛直角 θ 方向の光度[cd]、 I_0 は最大光度[cd]、 n は次数、 α は最大光度角[°]

なお、平均誤差率の計算は 0° に中心軸があると考えている。今回用いた光源の指向特性は 60° なので、 $\pm 30^\circ$ の範囲の値で誤差率の計算を行う。

ここで、 $n=27$ 、 $\alpha=12.3^\circ$ としたところ、平均

誤差率は2.0%となった。

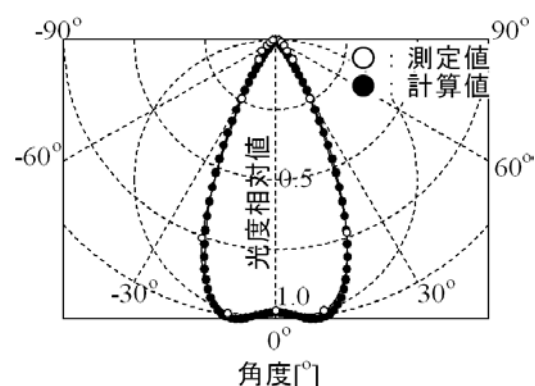


図6 LED1つの配光分布

図7はモジュールタイプの配光である。ここで、 $n=27$ 、 $\alpha=12.1^\circ$ としたところ、平均誤差率は2.0%であった。

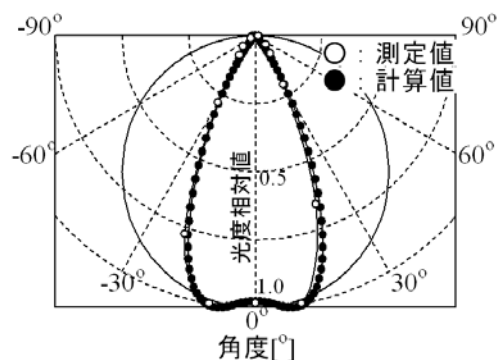


図7 モジュールタイプの配光分布

4.2 輝度分布の模擬計算

模擬計算にはモンテカルロ法という乱数を用いた統計学的計算手法を用いた³⁾。モンテカルロ法を用いた照度計算とは、光源から放射される光束を多数の粒子の集合と考え、光源から放射される粒子の方向、壁面などにおける反射後の粒子の方向、室内面からの反射・吸収判別を乱数による確率分布で決定するものである⁴⁾。この結果より、照度を式(2)に代入し、輝度を求めた。

$$L = \frac{\rho \times E}{\pi} \quad (2)$$

ただし、 L は輝度[cd/m^2]、 ρ は反射率[%]、 E は照度[lx]

今回計算に用いたのは、図2の模擬実験装

置の測定部分である。

図8はLED1つを用いてアクリル乳白板を用いず輝度分布測定した結果と、模擬計算の結果を比較したものである。ここで、相対値の最大誤差は0.5だった。

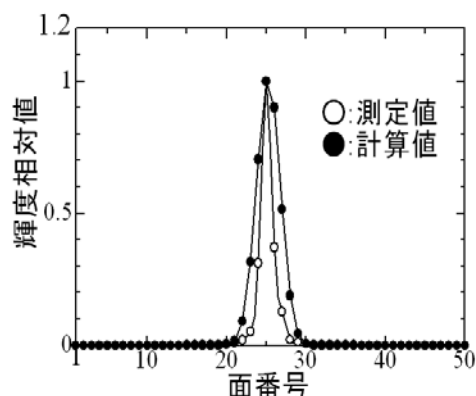


図8 LED1つの輝度分分布

図9は、モジュールタイプを用いてアクリル乳白板を用いず輝度分布測定した結果と、模擬計算の結果を比較したものである。ここで、相対値の最大誤差は0.52であった。

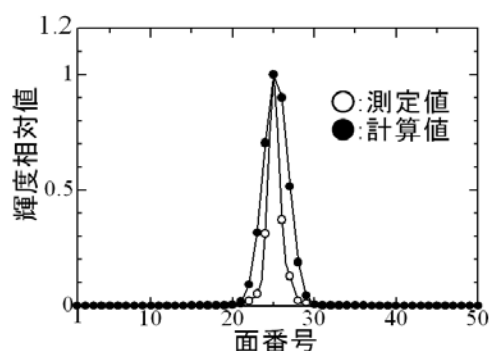


図9 モジュールタイプの輝度分布

5. 考察

光源の配光はLED1つの場合とモジュールタイプとで変化がなかった。これより今回用いた砲弾型LEDは、モジュール光源化しても配光の特徴は変わらないと考えられる。

配光分布は、LED1つ、モジュールタイプどちらの光源の場合でも式(1)で計算が可能であると考えられる。これは計算結果が測定

結果と同じような特性を示し、平均誤差率が2.0%なので、計算に影響がないと考えられるからである。輝度分布の模擬については、模擬が測定値と同じ特性を示したので、模擬は可能であると考えられる。

6. まとめ

本報告では、電飾看板に用いる光源の特徴を調べ、アクリル乳白板の反射率と輝度分布の関係を調べた。また、アクリル乳白板を用いない場合の測定結果を計算により模擬した。

その結果、光源の配光はLED1つとモジュールタイプとではほぼ同様の特性となることがわかった。しかし光度には差が生じる。よって、電飾看板の光源に用いるのは光度の大きいモジュールタイプのほうがよいと考えられる。輝度分布測定では、アクリル乳白板の反射率が高くなると、最大輝度値は減少するということがわかった。

光源の配光や光度、アクリル乳白板を用いない場合の輝度分布、また同じ光源でアクリル乳白板を用いた場合の輝度分布の特徴は、電飾看板の模擬計算の際、基本の資料として重要だと考えられる。

今後はアクリル乳白板を用いて光源を測定した場合の結果について模擬を行う。また、その結果を用いて電飾看板に最適な光源の設置を検討する予定である。

参考文献

- (1)日本工業規格：JIS C 8152：2007「照明用白色発光ダイオード(LED)の配光方法」、(1990) p.10
- (2)池本、磯村：「什器を有する床面照度分布の予測について」、照明学会誌、82-11(1997) pp.869~876
- (3)増子：「直方体模型室における影の中の照度分布に関する研究」、修士論文、(1995) pp.5~22
- (4)比連崎：「LED光源による照明設計シミュレーションに関する研究」、修士論文、(2008) pp.3~14