

蓄光シートの光学特性に関する基礎的研究

名城大学理工学部

○木全 正憲

名城大学理工学部 学生員

近藤 邦仁

名城大学理工学部 正 員

藤田 晃弘

1. はじめに

近年，照明設備の充実で夜間における人々の活動の幅が広がった．しかし，天災，人災などにより電力の供給が停止すると，周りが暗闇となる場所は多く存在する．そのような場合，安全な避難を促すために必要なものとして避難口誘導灯が挙げられる．

避難口誘導灯は蓄電池が内蔵されているため，電力の供給が停止してもしばらくの間は発光を続けるが，蓄電池が切れれば視認性は極端に低下する．また，蓄電池が故障して点灯しないことも考えられる．

そこで，本研究では照射された光を自ら吸収して蓄えた光を暗所で発光する蓄光材料と，白熱電球や蛍光灯などと比べて高輝度・長寿命・省エネルギー・省スペースといった長所を持つ発光ダイオード(LED)を用いた新しいディスプレイ方式を確立することを目的として，蓄光シートの光学特性について検討を行った．

2. 測定概要

2.1 使用材料

本研究において，蓄光シートは蓄光顔料をアクリル樹脂にスクリーン印刷した 3D - 2G（長残光タイプ）と 3D - 2GN（初期輝度は高いが残光性は劣るタイプ）を用いた．また，蓄光材料は紫外線域の光で効率よく励起するため，LED は紫外線域（波長 360nm）の光を放射するものを用い，それと比較するために可視光線域の光（緑色，白色）を放射するものを用いた．3 種類の LED とも縦 4 個×横 12 個の計 48 個を使用し，点灯個数の違いによる輝度の違いを測定するため，図 - 1 に示すように点灯個数を 48 個と 24 個に切り替えることができる基盤を準備した．

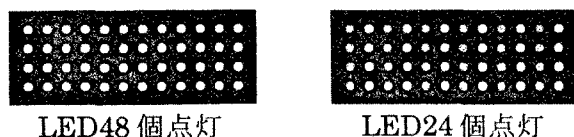


図 - 1 LED の点灯状況

2.2 測定方法

図 - 2 に示すように蓄光シートを LED 基板上に設置し内側から照射する．蓄光シートと LED 基盤を一定の距離（5cm）離すための枠は，光の反射による輝度の誤差を防ぐため，艶消しの黒色で塗装した．これらの装置を用いて図 - 3 に示すように輝度計，データプロセッサを用いて暗室内で測定を行った．

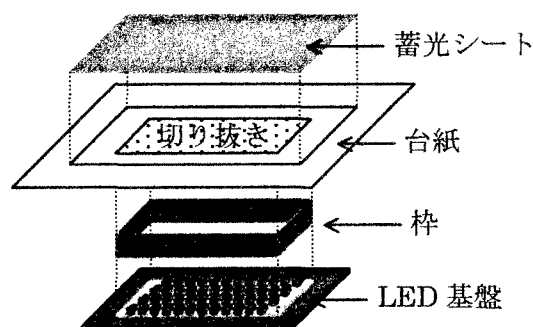


図 - 2 蓄光シートの設置

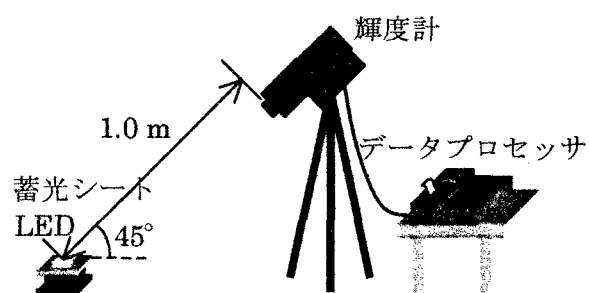


図 - 3 設置方法

2.3 測定項目

LED を照射し，蓄光シートが最大りん光輝度を示すまでの時間（最適励起時間）と，一定時間 LED を照射後消灯し，蓄光シートが自ら発光する輝度（残光輝度）を測定する．

3. 測定結果

3.1 蓄光シートの最適励起時間

LED 照射時間と LED 消灯直後の蓄光シートの輝度との関係を図 - 4 示す．3D - 2G に紫外線 LED を

48 個照射し、消灯した直後の輝度は照射時間が 2 分～4 分の間で次第に高くなり、6 分照射時で最大値を示した。また、24 個照射し、消灯した直後の輝度は照射時間が 1 分～4 分の間で次第に高くなり、8 分照射時で最大値を示した。どちらの場合も、照射時間 1 分の輝度と最大輝度の差は約 $0.9\text{cd}/\text{m}^2$ であった。一方、紫外線 LED を 48 個照射した 3D - 2GN は、3D - 2G と比較すると大きな輝度変化はないが、照射時間 2 分で最大輝度を示した。

以上の結果より、最適励起時間を 3D - 2G は 48 個点灯する場合に 6 分間、24 個点灯する場合に 8 分間、3D - 2GN は 48 個点灯する場合に 2 分間とした。

参考として、可視光（緑色、白色）の LED を紫外線 LED の最適励起時間とした 2 分間と 6 分間で照射（48 個点灯）させ、消灯直後の輝度を測定した。しかし、3D - 2G を白色 LED で照射した場合を除き、 $2\text{cd}/\text{m}^2$ 未満の値を示し、緑色 LED で照射した場合は、どちらの蓄光シートも $0.5\text{cd}/\text{m}^2$ 未満の低い値を示した。

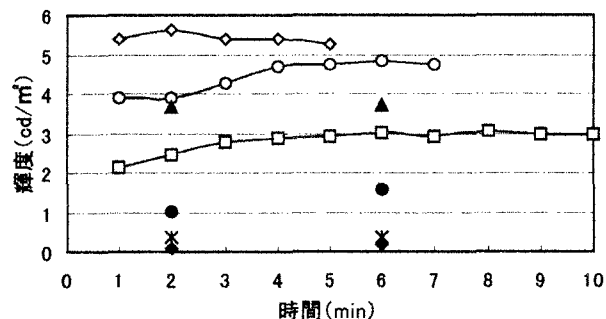


図 - 4 LED 消灯直後の輝度と時間の関係

3.3 蓄光シートの残光輝度

図 - 4 の結果より得られた、それぞれの最適励起時間で紫外線 LED を照射し、消灯後 60 分間の残光輝度を測定した結果を図 - 5 に示す。

LED 点灯時の輝度は、蓄光シートが同じ 3D - 2G でも 48 個点灯と 24 個点灯では約 $20\text{cd}/\text{m}^2$ の差があり、同じ 48 個点灯でも 3D - 2G と 3D - 2GN では約 $12\text{cd}/\text{m}^2$ の差が生じた。また、いずれの場合も、LED 消灯してから 1 分以内に残光輝度は約 $1\text{cd}/\text{m}^2$

にまで急激に低下し、その後、3D - 2G は残光輝度が、48 個点灯、24 個点灯ともにほぼ同じような値を示した。一方、3D - 2GN は、同じ 48 個点灯の 3D - 2G と比較すると、LED 消灯後 10 分まで残光輝度の差が徐々に大きくなり、LED を消灯してから 60 分後では残光輝度が 3D - 2G の 1/2 以下にまで低下した。そのため、3D - 2G は 48 個点灯、24 個点灯ともに表 - 1 に示す日本工業規格 JIS Z 9107（安全標識板）を満たす値が得られたが、3D - 2GN は規格値を下回った。

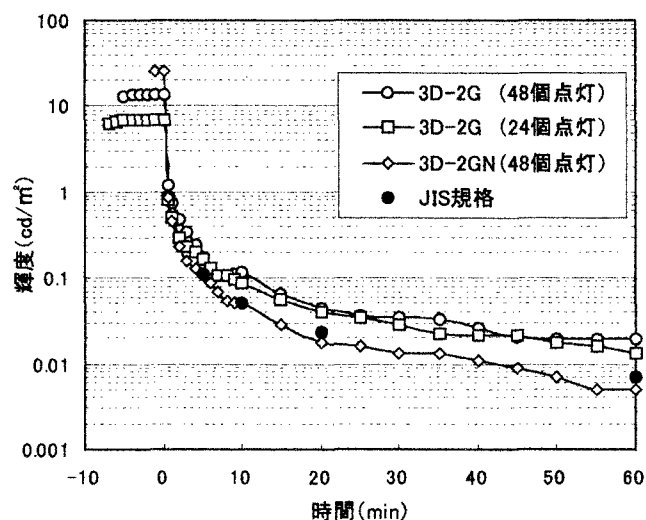


図 - 5 蓄光シートの残光輝度と時間の関係

表 - 1 蓄光部分の残光輝度（JIS Z 9107）

5分後	10分後	20分後	60分後
0.110以上	0.050以上	0.024以上	0.007以上

単位 cd/m^2

4. おわりに

今回の測定では、3D - 2G において日本工業規格 JIS Z 9107（安全標識板）を満たす値が得られた。しかし、残光輝度は値を満たしても、LED 照射時の輝度が約 $7\sim 26\text{cd}/\text{m}^2$ と低いため日本照明器具工業会が定める避難口誘導灯の規格（ $350\text{cd}/\text{m}^2$ 以上 $800\text{cd}/\text{m}^2$ 未満）を満たすことができなかった。そのため、今回の装置は避難標識板として利用することはできるが、避難口誘導灯としての利用は難しいといえる。

今後の展開として、より高輝度の蓄光シートの使用や、蓄光シートと LED 基盤との距離の調整、照射システムの検討が挙げられる。