

蓄光材を用いた表示デバイスに関する研究

製品科学課 早苗徳光*、金丸亮二 中央研究所 岩坪聡

1. 緒言

近年、災害停電時における非常口や通路表示の重要性が再認識されるとともに、節電・省エネの推進という観点からも、蓄光性の表示・標識材が注目されており、より明るく光るものが求められている。蓄光性表示デバイスの多くは蓄光材を高分子系のマトリクスに配合した複合材料で、発光輝度を向上させるには蓄光材の配合量を増やすことが効果的と考えられる。しかしながら、蓄光材は非常に高価であるためコスト面での困難性を伴う。そこで、マトリクス側からのアプローチとして屈折率を蓄光材に近づけて複合材料の光透過性を向上させることにより、輝度向上を図れないかと考えた。本研究では、マトリクスの屈折率が複合材料の輝度に与える影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

2.1 使用材料と試験片作成方法

蓄光材は、市販の黄緑色発光(発光ピーク波長:520nm、主成分: SrAl₂O₄:Eu,Dy、粉体状)のものを用いた。

マトリクス用モノマーは、試薬のメタクリル酸トリフルオロエチル、メタクリル酸メチル、スチレン、ビニルナフタレンをそのまま用いた。

重合開始剤は、パーオキシジカーボネート系を用いた。

試験片の作製は、重合開始剤を 1wt% 添加したモノマーと蓄光材を所定の割合で混合し、注型法により 85°C×5 時間処理して、直径約 16mm×厚さ 4mm の円板形状に成形した。蓄光材の配合量は、試験片発光面の面積 1cm²あたりのグラム数で管理した。

2.2 試験および測定方法

試験片を標準光源 D₆₅により約 1000lux の照度で 30 分間照射し、消灯後の輝度変化を測定した。輝度測定にはポータブル輝度計(分解能:0.1cd/m²)を用いた。

マトリクス単体の光透過性は、積分球付分光光度計により全光透過率を測定し評価した。

蓄光材の屈折率は、屈折率既知の有機溶媒に浸漬し、透明性を目視により観察して推定した。

3. 実験結果および考察

図 1、2 に、消灯後の試験片の経時変化例を示す。輝度の低下は消灯後には急激で、徐々に緩やかとなる。この

輝度の減衰パターンはマトリクスや蓄光材量により影響を受ける(例えば、特定のマトリクスを用いると輝度の高い状態が長時間続くなど)ことはなかった。

図 3 に、屈折率の異なる 4 種類のマトリクス、ポリメタクリル酸テトラフルオロエチル(以下 PTFEMA、屈折率:1.42)、ポリメタクリル酸メチル(以下 PMMA、屈折率:1.48)、ポリスチレン(以下 PSt、屈折率:1.59)、ポリビニルナフタレン(以下 PVN、屈折率:1.68)について、蓄光材配合量と消灯後 5 分の輝度の関係を示す。PSt、PVN の場合は蓄光材量の増加に伴って輝度は高くなるが、PTFEMA、PMMA の場合は蓄光材配合量が 0.3g/cm²以上になると輝度は向上せず、ほぼ一定の値となった。

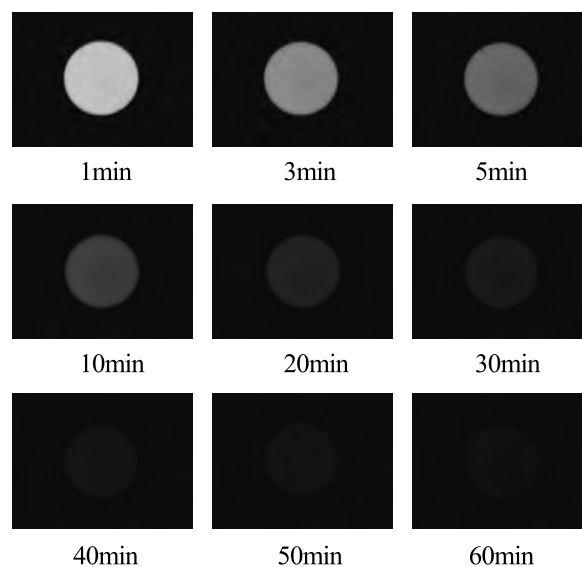


図 1 消灯後の試験片外観の経時変化例
(マトリクス:PMMA 蓄光材配合量:0.2g/cm²)

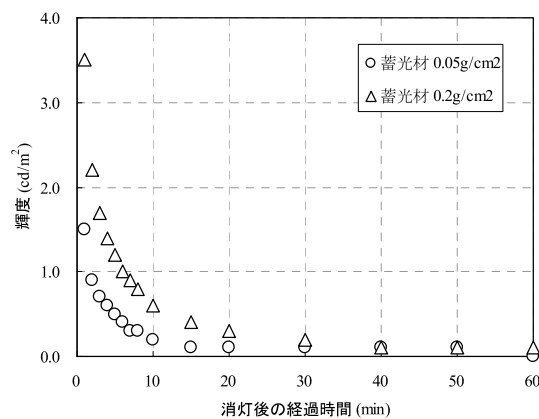


図 2 消灯後の試験片輝度の経時変化例
(マトリクス:PMMA)

*現 生産システム課

試験片を観察すると、PSt、PVN ではやや透明感があるのに対し、PTFEMA、PMMA では白っぽく透明感はなかった。蓄光材の屈折率が 1.65~1.7 程度と推定されることから、PTFEMA や PMMA では蓄光材との屈折率差が大きいため、散乱によって照射光が試験片内部にまで透過しにくい状況が想定される。

そこで、照射光が試験片の深さ方向への程度まで届いているか確認した。方法としては、厚さを 1/4 の 1mm にした試験片を 4 層重ねて光を照射し、各層の輝度を測定した。マトリクスには PMMA と PSt を使い、試験片 1 層あたりの蓄光材配合量は 0.1g/cm^2 (4 層全体では 0.4g/cm^2 を想定) とした。その結果、PSt に比較し、PMMA では光照射側から 1 層目の輝度がやや高かったものの、2 層目はかなり低く、3、4 層目はほぼ発光しなかった。このことから、マトリクスと蓄光材の屈折率差が大きい場合、照射光の散乱が著しく試験片表層部分の蓄光材しか励起されないため、蓄光材の増量による効果が得られにくくなったものと思われる。

図 3 において、蓄光材配合量が 0.1g/cm^2 以下では PTFEMA や PMMA の方が PSt、PVN よりも輝度はやや高い傾向が見られる。各マトリクス単体の紫外~可視光域における透過率を図 4 に示すが、PTFEMA、PMMA は PSt、PVN に比較し、蓄光材の励起波長域である紫外~470nm の透過率が非常に高いことがわかる。このことから、蓄光材量が少ない (= 散乱の影響が少ない) 場合には、マトリクスの吸収による照射光量減少の影響が顕在化するものと思われる。

以上の結果より、マトリクス自身による光吸収もあるが、散乱による照射光量減少の影響は大きく、マトリクスの屈折率を調整して複合材料全体の光透過性を高めることは、輝度向上に一定の効果があるとわかった。

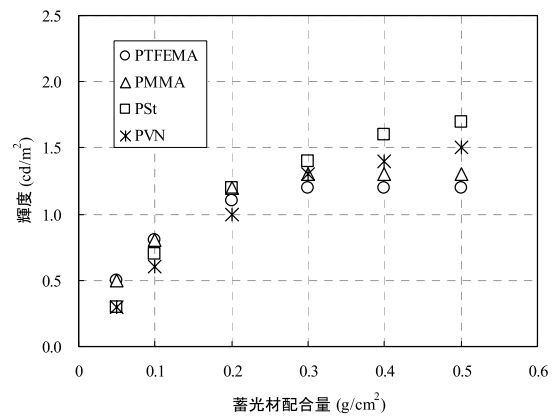


図 3 蓄光材配合量と消灯後 5 分の輝度

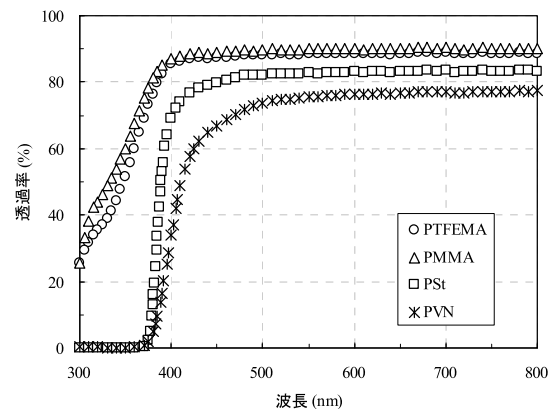


図 4 マトリクス単体の透過率

4. 結言

今回使用したマトリクスでは、蓄光材の励起波長域における光透過性が各々異なることから、屈折率による影響だけを抽出して評価することができなかった。しかしながら、マトリクスー蓄光材間の屈折率差を小さくすることが、輝度を向上させる有効な手法のひとつとなる可能性が示唆された。

キーワード：蓄光材、マトリクス、高分子、輝度、屈折率

Study on the Sign-Device Using Phosphorescent Pigments

Norimitsu SANAE*1, Ryoji KANAMARU and Satoshi IWATUBO

Effects of the refractive index of polymer on afterglow brightness of composites composed of phosphorescent pigments and matrix polymer were investigated. As results, in case the difference between the refractive index of phosphorescent pigments and of matrix polymer was small, afterglow brightness increased with increasing of the amount of phosphorescent pigments. However, in case the difference was large, afterglow brightness became a constant and did not increase when the amount of phosphorescent pigments was more than 0.3g/cm^2 . These results showed that it was possible to improve the afterglow brightness of phosphorescent composites by controlling the refractive index of matrix polymer.