

舗装用蛍光材料の視認性

名城大学理工学部

名城大学理工学部

名城大学大学院

学生会員

名城大学理工学部

正会員

〇宮川 弥生

浪崎 和順

北尾 隆幸

藤田 晃弘

1. まえがき

蛍光材料の特性は紫外線の照射により発光する。蛍光材料の用途は、夜間や降雨時に道路幅員がわからない箇所や危険な箇所で、道路付属構造物に塗布あるいは舗装用バインダーとして注意喚起、視認性向上等の発光材料としての利用が考えられる。

しかし、蛍光材料の視認性は、施工場所の環境照度、背景輝度などにより大きく影響する。そこで、本研究では、蛍光材料の光学特性の確認と視認性評価についての提案を行う。

測定に用いた供試体は、舗装用蛍光材料として主材(アクリル樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、ホワイトセメント)に耐候性に優れた無機系蛍光顔料(発光色 Green, Red, Blue)を添加混合した蛍光樹脂、蛍光セメントを新しく開発したものを使用した。

2. 蛍光材料の光学特性

- 蛍光材料の光学特性をまとめると以下のとおりである。
- i) 主材の種類により、同じ蛍光顔料混入率でも発光輝度に違いがある。(図-1)
 - ii) 顔料混入率を増加させると発光輝度が上昇するが、徐々に発光輝度の増加率が低下する。(図-1)
 - iii) 発光色Green>Red>Blueの順に発光輝度が高い。(図-2)
 - iv) 紫外線強度の増加に伴い発光輝度が比例的に上昇する。(図-2)
 - v) 環境照度の増加に伴い供試体表面の反射による反射輝度が上昇するが、発光輝度には変化がない。(図-3)

3. 蛍光材料の視認性

蛍光材料を使用するにあたり、輝度差弁別閾を参考に視認性とコストを考慮した適切な発光システムの設計が必要となる。

輝度差弁別閾(ΔL_{min})は、視覚が識別できる最小の輝度の差のことをいう。

対象物の存在を知覚し、認識できるためには、対象物の輝度と背景の輝度の差(ΔL)と輝度差弁別閾が $\Delta L \geq \Delta L_{min}$ でなければならない。目視による蛍光材料の輝度差弁別閾を図-4に示す。

輝度差弁別閾を基に、目視による蛍光材料の視認性は、

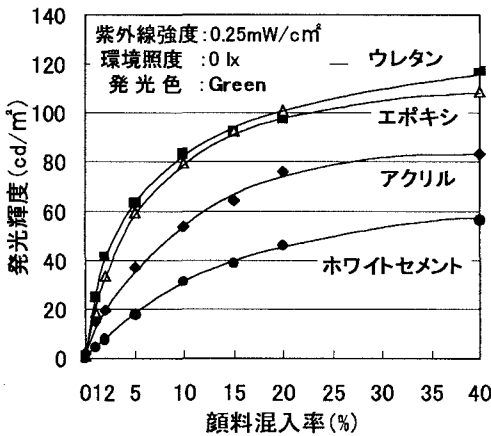


図-1 顔料混入率と発光輝度の関係

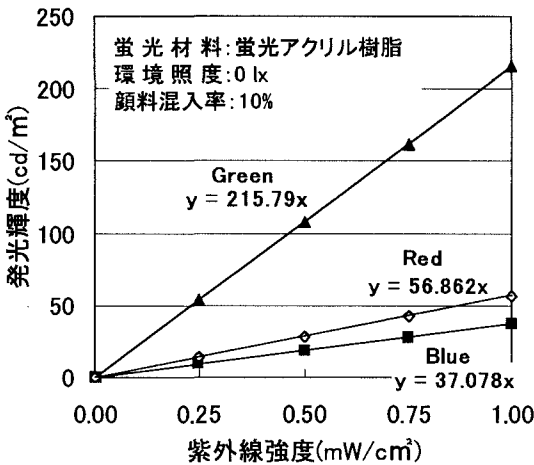


図-2 紫外線強度と発光輝度の関係

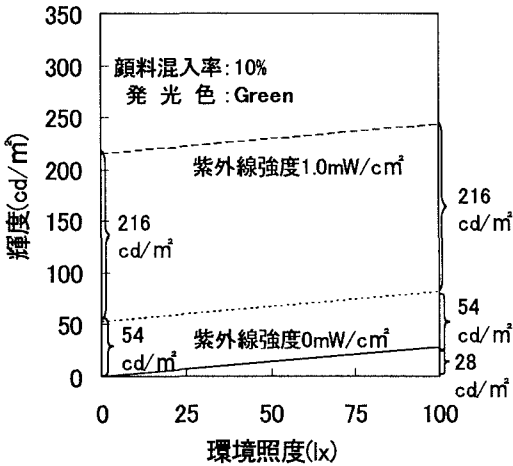


図-3 環境照度と発光輝度の関係

輝度差=供試体の輝度-背景輝度.....(1)

識別レベル=輝度差/輝度差弁別閾.....(2)

と考え、蛍光材料の識別レベルを求め、視認性の検討を実施した。蛍光材料の種類、測定条件等を表-1、識別レベルを図-5に示す。

図-5、①～⑤から、識別レベルは、環境照度による背景輝度の影響は大きく、昼間や照明設備など環境照度の増加に伴って、背景輝度は高くなり、識別レベルが低下することが認められた。また、街路灯直下の環境照度 100lx ではアスファルト舗装の背景輝度は 2cd/m²となり、このあたりから背景輝度の上昇により急激に識別レベルが低下した。

紫外線ランプから紫外線と同時に青紫色の可視光も照射される。図-5、⑥から、紫外線強度による背景輝度の影響は、紫外線強度を増すことにより青紫色の可視光も強くなり、環境照度がわずかに上昇しているが、背景輝度としては低い範囲にある。そのため、紫外線強度の増加による発光輝度の増加の影響が大きく、識別レベルが大きくなる。

図-5、⑦から、顔料混入率の増加に伴い発光輝度が増加するため識別レベルが大きくなり、蛍光材料の視認性が低下することを意味している。

識別レベルを目的変数、顔料混入率、紫外線強度、環境照度を説明変数とした場合、重相関基本式(3)は以下の通りとなる。主材種類別の定数項を表-2に示す。

識別レベル=a×紫外線強度+b×顔料混入率

+c×環境照度+d.....(3)

これより、必要な識別レベル及び環境条件を設定すれば紫外線強度、顔料混入率が求まり、視認性とコストを考慮した発光システムの設計が可能なものと判断できる。

4. あとがき

本研究から、蛍光材料は高輝度が得られ、環境条件等を設定することにより、視認性とコストを考慮した発光システムの設計が可能なものと判断できることから、道路付属構造物に塗布あるいは舗装用バインダーとして使用することで、注意喚起、視覚誘導、景観改善するものとして有効な手段と考えられる。

今後の課題として、今回用いた目視による輝度差弁別閾は、視覚が確認できる最低限の値であり、実用上鮮やかに発光していると感じる識別レベルについても検討を行う。また、視認性は輝度その他、色度などにより変わってくることは私生活の経験からも明らかであり、色度と色差についても考慮し、より現実的な状況下による目視評価実験を行い、新たな視認性の基準について検討を進める予定である。

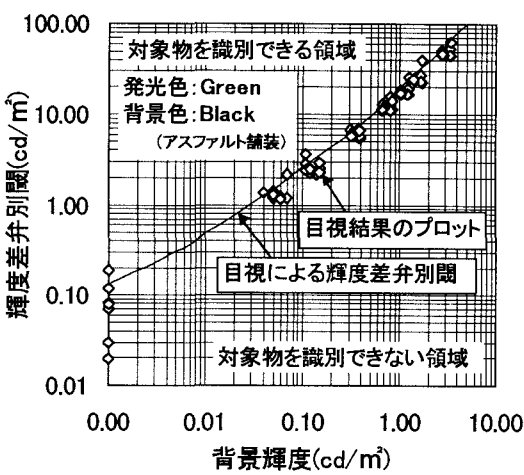


図-4 目視による輝度差弁別閾

表-1 蛍光材料の種類、測定条件

	蛍光材料	顔料混入率(%)	紫外線強度(mW/cm ²)	環境照度(lx)
①	蛍光ウレタン樹脂	10	0.25	0～600
②	蛍光エポキシ樹脂	10	0.25	0～600
③	蛍光アクリル樹脂	10	0.25	0～600
④	蛍光ホワイトセメント	10	0.25	0～600
⑤	蛍光アクリル樹脂	10	0.50	0～600
⑥	蛍光アクリル樹脂	10	0～0.5	0
⑦	蛍光アクリル樹脂	0～20	0.25	0

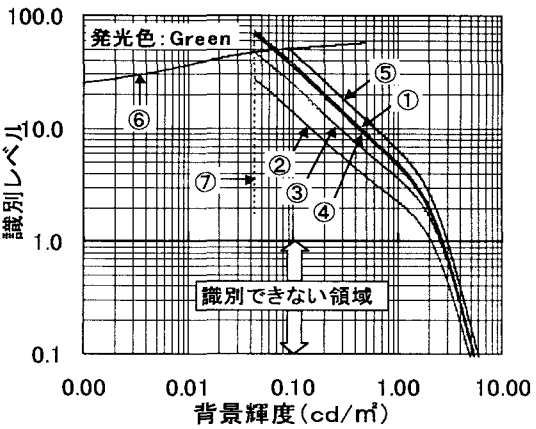


図-5 背景輝度と識別レベルの関係

表-2 式(3)の係数

供試体	係数	a	b	c	d
蛍光アクリル樹脂		27.287	1.901	-0.040	-11.743
蛍光ウレタン樹脂		40.187	2.167	-0.060	-10.407
蛍光エポキシ樹脂		33.568	2.485	-0.057	-13.088
蛍光ホワイトセメント		18.290	1.376	-0.023	-10.075

* 発光色: Green