

舗装用蛍光材料の視認性に関する一考察

名城大学 正会員 藤田 晃弘*
名城大学 学生会員 ○北尾 隆幸*
大有建設(株) 武井 真一**

1. まえがき

夜間の視認性向上を目的に舗装用蛍光材料として蛍光樹脂、蛍光セメントを新しく開発し、その光学特性と視認性評価について提案を行った。光学特性は、蛍光顔料混入率と紫外線強度に大きく影響することが確認された。一方、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ため蛍光材料の識別のしやすさについて Black-well の輝度差弁別閾を基に蛍光材料の識別レベルを求め、視認性評価の検討を行った。その結果、必要な識別レベルと環境条件を設定すれば紫外線強度、蛍光顔料混入率が決まり、視認性を考慮した蛍光材料の設計法を提案することが出来た。

2. 蛍光材料の光学的特性

蛍光材料は、エポキシ樹脂及びホワイトセメントなどを主材とし耐候性に優れた無機系蛍光顔料を添加混合したもので、紫外線を照射することで多色に発光する。蛍光材料の発光特性は、図-1に示すように、各蛍光材料とも主材の種類に拘わらず同一紫外線強度下においては蛍光顔料の混入率により発光輝度が増減することが確認された。また主材の種類については、同一条件の場合、エポキシ樹脂の方がホワイトセメントより高い発光輝度を有する結果となった。これは、主材の透明度（紫外線透過度）によるものと推測される。

一方、蛍光材料の視認性に影響を及ぼす環境照度との関係については図-2に示す様に、蛍光材料の発光量はいずれの環境照度下においても同じで、照射照度による反射分だけ輝度が増減する結果となった。従って環境照度の増加による視認性の変化は、対象物周辺の背景輝度の増減に影響されるものと判断される。

3. 蛍光材料の視認性

蛍光材料を使用するにあたり、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。

そこで、視認性という観点から蛍光材料の輝度について検討を試みた。視覚が識別できる最小の輝度の差を輝度差弁別閾 (ΔL_{min}) といい、対象物の存在が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。

Black-well は、一様な視野の輝度内における輝度差弁別閾を、図-3 のように示している。

キーワード：蛍光材料、視認性、紫外線、発光、輝度、輝度差弁別閾

連絡先： * 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501 Tel 052-832-1151 内線 5201 Fax 052-832-1178

** 〒454-0055 名古屋市中川区十番町6-12 Tel 052-653-4665 Fax 052-653-4666

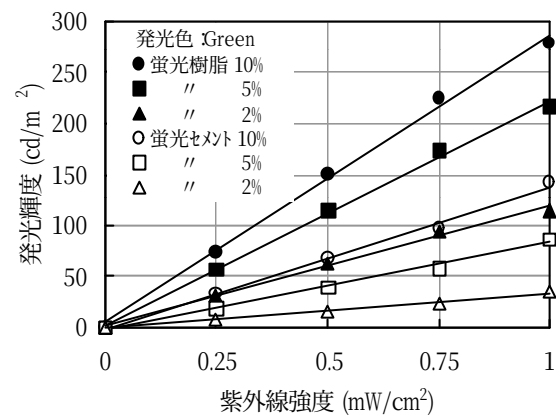


図-1 蛍光材料の発光輝度

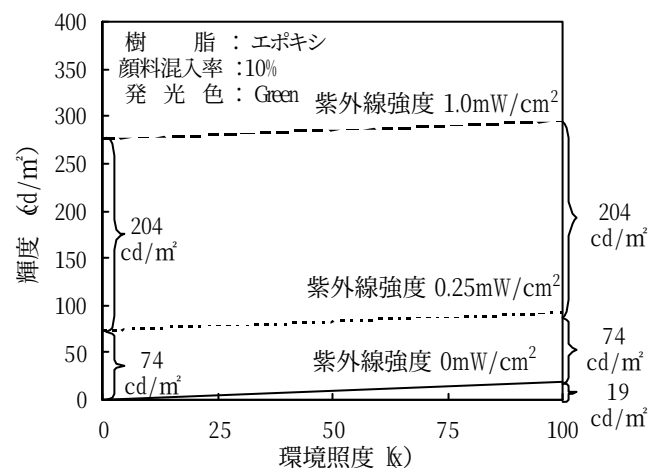


図-2 蛍光材料の発光輝度

本検討では、この輝度差弁別閾を基に、背景輝度と発光輝度の比によって、蛍光材料の視認性に関する検討を行い、まず Black-well の輝度差弁別閾より、

識別可能輝度比 = (輝度差弁別閾 + 背景輝度) ÷ 背景輝度
 識別レベル = 発光輝度 ÷ 識別可能輝度比

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（発光色:Green）の識別レベルを図-4 に示す。

この結果より、背景輝度、紫外線強度、蛍光顔料混入率により識別レベルが変動し、背景輝度が高くなると識別レベルが低下することが認められる。背景輝度は、環境照度に大きく影響を受け、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、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、顔料混入率、紫外線強度、背景輝度を説明変数とした場合、重相関基本式は以下の通りとなる。主材種類別の定数項を表に示す。

$$\log(\text{識別レベル}) = a * \text{顔料混入率} + b * \text{紫外線強度} + c * \log(\text{背景輝度}) + d$$

主材	a	b	c	d
エポキシ樹脂	0.033	0.772	-0.819	0.894
ホワイトセメント	0.031	0.750	-0.819	0.722

これにより、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される。

<例>

蛍光材料（発光色:Green）を環境照度 50lx、背景輝度 1 cd/m² のアスファルト舗装面に施工する場合、設計発光輝度を視認性が十分である識別レベル 50 に設定し、紫外線強度と背景輝度の関係（図-5）から、顔料混入率毎に必要な紫外線強度が求まり、その中でコストバランスを考慮した顔料混入率、紫外線ランプシステムの設計ができる。

4. あとがき

本研究から、蛍光材料は高輝度が得られ、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。今回の研究では、蛍光顔料を混入した蛍光材料の視認性について検討を行ったが、視認性は輝度の他に、色の構成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る。今後は、色度、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。

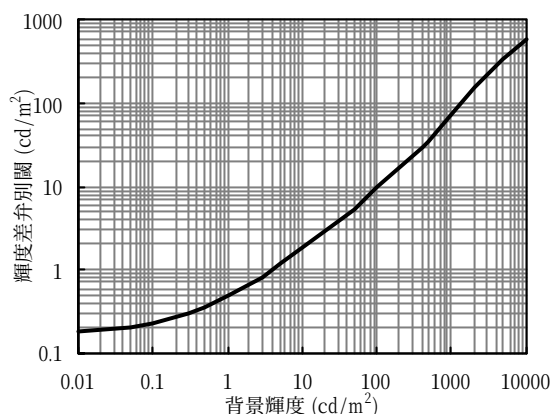


図-3 一様な輝度と輝度差弁別閾

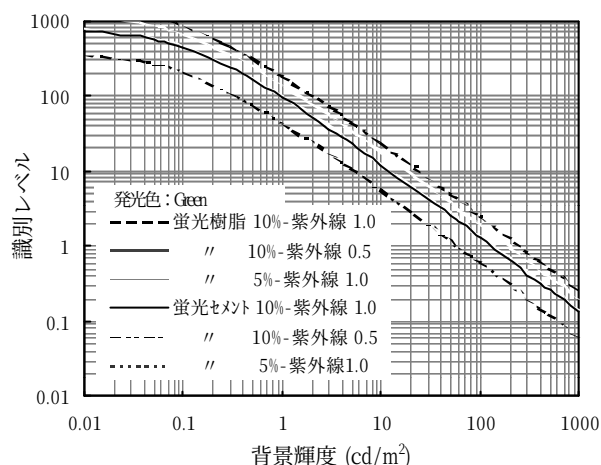


図-4 蛍光材料の識別レベル

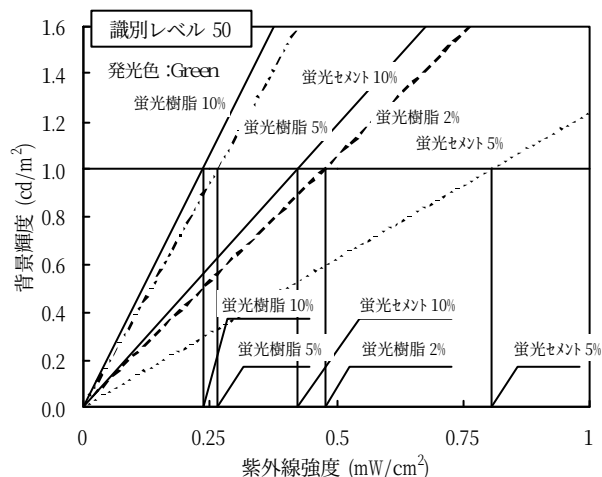


図-5 UV強度と発光輝度の関係