

蛍光レジンモルタルの視認性に関する研究

名城大学 鏡味 伸也
名城大学 ○大洞 裕美
名城大学 学生員 安藤 一善
名城大学 正 員 藤田 晃弘

1. 本研究の背景と目的

近年、我が国の交通事故数は減少傾向にあるが、夜間における交通事故者数が昼間の約3倍となっている。これは夜間交通の現状として、交通量の増加や多様化に伴い、夜間時での路面視認性の低下によることが大きな原因と考えられる。また、雨天時においても視認性低下が著しく、事故の発生が多いことから、歩行者およびドライバーなどの視認性の確保は道路舗装に対する交通安全上、最も重要な課題とされている。

本研究では、人体に無害な範囲の紫外線(約365nm)を照射することにより高輝度多色に発光し、紫外線が水を透過するため、帯水路面での利用も可能である蛍光材料を利用した発光舗装材料(以後LPCMとする)について研究を進めた。ここでは、その諸特性と特に視認性評価について検討を行ったので報告する。

2. LPCMの諸特性試験

2-1. 力学特性試験

LPCMはコスト削減および表面のみ発光すればよいことから、薄層舗装として施工することが最適である。そこで、薄層舗装の力学特性について5項目(曲げ強度、圧縮強度、接着強度、耐衝撃性、収縮ひずみ)の試験を実施した。

力学特性の試験結果を表-1に示す。これより、蛍光顔料添加による強度低下は見られず、また薄層舗装に必要な耐衝撃性と収縮ひずみも問題ないことが分かった。

表-1 力学特性

試験項目	ポリマーの種類		フレーン		SBR系		EVA系		引用規格
	顔料添加率		0%	10%	0%	10%	0%	10%	
曲げ強度(N/mm ²)			8.53	8.41	8.4	10.5	7.8	8.34	JIS A 1171
圧縮強度(N/mm ²)			48.2	48.9	30	39.3	31	33.9	JIS A 1171
接着強度(N/mm ²)			1.69	1.70	2.26	3.02	2.22	2.22	舗装試験法 便覧
収縮ひずみ(×10 ⁻⁵)			486	465	30	309	330	330	JIS A 1129
耐衝撃性(落下高さ(cm))			30	32	56	57	54	52	JIS A 1421
総 評			×		◎		○		

2-2. 光学特性試験

蛍光材料は周囲の環境条件により、その発光特性が変化するため、光学特性の諸特性として色彩色差計を用いて、各環境条件下で輝度測定を行った。

輝度測定結果の一例を図-1に示す。これより、発光色は

緑>黄>白>赤>青の順に高いことがわかり、特に緑は青に比べ5倍以上の高い発光輝度を示した。一方、顔料混入率が5~30(%)の発光輝度は、各発光色により増加率は異なり、比例的に増加傾向を示した。しかし、顔料混入率が30(%)以上になると、どの発光色も発光輝度の増加率は低くなる傾向を示した。このことから、顔料混入率によって発光輝度が影響を受ける限界があることを示した。

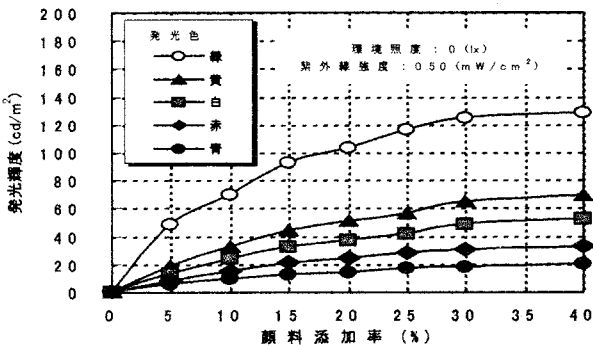


図-1 顔料混入率と紫外線強度の関係

3. 健常者によるLPCM目視評価試験

3-1. 健常者目視試験方法

健常者目視評価試験は、環境条件として紫外線強度0.01, 0.025, 0.1, 0.25, 0.5 (mW/cm²), 各5色の発光色の顔料添加率10, 20, 30(%)、環境照度0.2, 3, 20, 50, 100 (lx)、距離15 (m)において、被験者である健常者11名に既存の路面標示材(白, 黄の2色)とLPCMを比較し、低環境照度下において表-2に示す内容を評価して頂き、集計した評価点を、100点換算計算を行うことで、50点を既存の路面標示材と同等の視認性があり、70点以上を既存の路面標示材と比較し視認性が良いと判定する評価試験を行った。

表-2 視認性試験の目視評価

評価値	目視評価項目
4	既存の路面標示材と比較してLPCMの方がはっきりわかる
3	既存の路面標示材と比較してLPCMの方がわかる
2	既存の路面標示材と比較してLPCMとほぼ同等である
1	既存の路面標示材と比較してLPCMの方がわかりにくい
0	既存の路面標示材と比較してLPCMの方が全然わからない

3-2. 健常者による目視試験結果

既存の路面標示材とLPCM(発光色:緑)との健常者目視評価点の関係を図-2に示す。

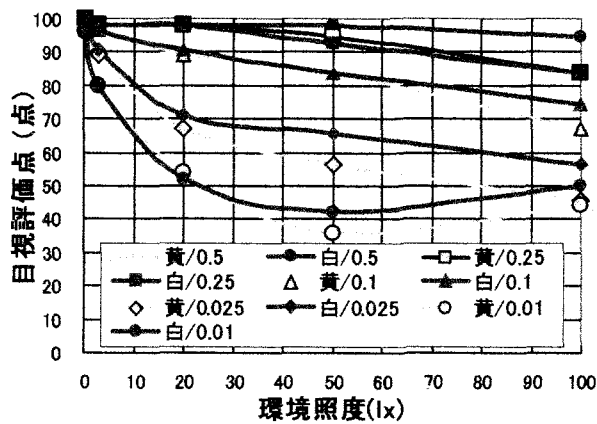


図-2 健常者目視評価試験結果

目視評価試験結果より、道路舗装上の最低環境照度に設定されている 20 (lx) および、それ以下の環境照度においては、紫外線強度が低い 0.025 (mW/cm²) でも、十分既存の路面表示材に比べて視認性が良いことがわかった。また、環境照度 100 (lx) では、紫外線強度により結果が大きく異なった。この原因としては、LPCM は環境照度が高く紫外線強度が低い状態では、供試体の発光輝度と環境照度による背景輝度に差が無くなり、LPCM の視認性が低下するものと考えられる。

他の発光色においての結果は、発光色 (緑) よりも輝度が低いため、評価点は低くなるが同様の傾向を示した。

4. 視覚障害者による視認性試験

4-1. 視覚障害者目視試験方法

視覚障害者目視評価試験は、被験者として障害等級 1 級および 2 級の計 13 名において、歩行支援を考え距離 3 (m) で健常者の場合と同様の条件で、既存の路面標示材と LPCM との目視による比較試験を行った。

4-2. 健常者による目視試験結果

既存の路面標示材と紫外線強度 0.1 (mW/cm²) における LPCM との健常者目視評価点の関係を図-3 に示す。

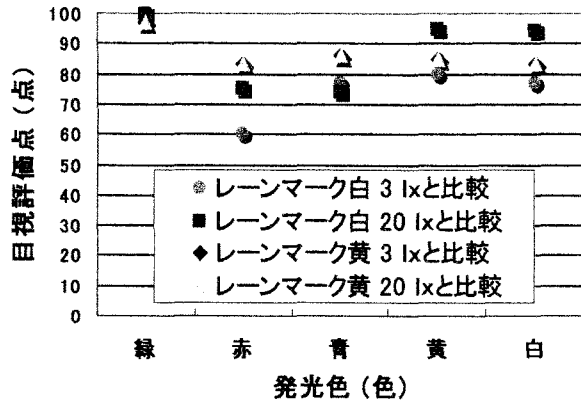


図-3 視覚障害者目視評価試験結果

目視評価試験結果より、発光色 (赤) の評価点が高他の発光色に比べて、視覚障害者の場合多少低い値を示した。この原因としては、今回試験を行った視覚障害者の中に

色網の方がいたため評価値が低下したのと考えられる。しかし、発光色 5 色とも全体としては目視評価点が高いことから、既存の路面標示材に比べて視覚障害者においても有効であることがわかり、アクセシビリティは十分満足されたと考えられる。

5. 発光輝度および視認性に関する重回帰モデル

光学試験および目視評価試験結果より得られた測定データをもとにそれぞれ重回帰モデルの一例を発光輝度 (式-1) および健常者の目視評価 (式-2) に示す。また計算した各係数値および重相関係数を表-3、表-4 に示す。

$$y_{i1} = \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + \varepsilon_i \dots \dots \dots (式 1)$$

$$y_{i2} = \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + \beta_4 x_{i4} + \varepsilon_i \dots \dots \dots (式 2)$$

y_{i1} : 発光輝度 (cd/m²), y_{i2} : 視認性 (評価点), β_1 : 顔料混入率係数, x_{i1} : 顔料混入率 (%), β_2 : 環境照度係数, x_{i2} : 環境照度 (lx), β_3 : 紫外線強度係数, x_{i3} : 紫外線強度 (mW/cm²), β_4 : 距離係数, x_{i4} : 距離 (m) ε_i : 切片

表-3 各係数値

試験	発光色	β_1	β_2	β_3	β_4	ε_i
発光輝度	緑	1.35	0.01	185.34	-	-25.86
	赤	0.42	0.01	42.04	-	-8.55
	黄	1.16	-0.03	85.39	-	-19.42
	青	0.29	0.02	25.30	-	-5.48
	白	0.61	0.02	65.63	-	-12.55
目視評価	緑	0.08	-0.05	17.23	-0.06	29.09
	赤	0.12	-0.07	21.40	0.01	23.69
	黄	0.18	-0.08	19.80	-0.10	22.35
	青	0.12	-0.06	23.40	-0.05	23.90
	白	0.02	-0.09	22.20	-0.03	20.07

表-4 発光色別重相関係数

発光色	重相関 R^2	
	発光輝度	目視評価
緑	0.9079	0.5000
赤	0.8763	0.6270
黄	0.9123	0.7021
青	0.9035	0.6544
白	0.8525	0.7251

表-4 より、発光輝度に関しては各発光色とも重相関 R^2 が 0.85 以上と高く、目視評価に関しては、相関係数は多少低くなるものの相関があることが確認できた。

6. まとめと今後の課題

今回の試験結果から、LPCM は健常者および視覚障害者において、既存の路面標示材より評価が高いことがわかった。しかし、LPCM は環境照度によって視認性が変化するため、今後は重回帰モデルなどの精度を向上させ実際に施工する際の設計手法を提案する必要がある。

また、雨水、排ガス、タイヤの跡、泥などの汚れに対しての対策も考慮が必要である。

(謝辞)

最後に大有建設 (株) 中央研究所および、名古屋ライトハウスの方々に多大な協力を頂き謝辞を表します。