

発光材料を用いたポリマーセメントモルタルに関する研究

名城大学 学生員 ○安藤 一善
 名城大学 正生員 藤田 晃弘
 名城大学 学生員 小川 英次

1. 目的

近年、我が国では夜間交通の増加や多様化に伴い、交通事故・死亡事故が増加傾向にあり、これまで以上に交通安全の確保が重要な問題とされている。またその中でも、高齢者による事故率が非常に高く、我が国の高齢化社会により今後ますます事故率が高くなることが考えられる。そこで、安全性の向上を図るため、視認性の向上・視線誘導を目的とした、蛍光ポリマーセメントモルタル（以後 LPCM）について研究を実施した。本研究は、既存の道路舗装上に高視認性材料の発光材料を薄層舗装により施工し、人体に影響のない紫外線照射により発光する無機蛍光顔料をポリマーセメントモルタルに添加した LPCM の力学特性および光学特性について検討を行い、その実用化に関して研究を進めたのでその結果について報告する。

2. 実験概要

使用材料と配合を表-1 に示す。

表-1 L P C M 配合表

ポリマーの種類		ブレン	SBR系	EVA系	アクリル系
配合					
水セメント比 W/C (%)		52	33	42	40
ポリマーセメント比 P/C (%)		0	15	15	15
単位 量 (kg/m ³)	水 P+Pw	323	210	253	244
	セメント C	620	636	602	609
	細骨材 s	1240	1272	1204	1218
	ポリマー P	0	95	90	91

蛍光顔料はホワイトセメントに対する重量比で求め、ホワイトセメントに外割で添加する。
 プレーンは普通モルタルを示す。

LPCM は発光による表面効果が主用途であり、トータルコストの削減などから、薄層舗装で使うことが最適と考えられる。その場合、薄層故に材料が十分な強度や接着力を確保することが重要である。そこで、強度の増加を目的に 3 種類（SBR・アクリル・EVA）のポリマー（高性能モルタル増強剤）を用い、セメントモルタル

と蛍光顔料混入による影響および LPCM の力学特性と光学特性試験を実施した。

3. 力学試験結果

力学試験は供試体を 20 水中養生の材齢 28 日で、曲げ強度 圧縮強度 接着強度 収縮ひずみ 耐衝撃性について実施した。

蛍光顔料（緑 10%）と各ポリマーを添加した LPCM の力学特性の結果を表-2 に示す。

表-2 力学特性

試験項目	ブレン		SBR系		EVA系		引用規格
	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 ⁻⁶)	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	×				○		

LPCM の力学特性結果より、蛍光顔料添加による材料物性の差異は特に見られなかった。また 3 種類のポリマーでは、アクリルに関しては曲げ・圧縮試験の結果でブレンの 1/2 の強度しか得られなかったため除外し、総合的に SBR 系の評価が高く、特に薄層舗装で必要とされる接着性および耐衝撃性は、ブレンの約 2 倍と高い物性を示した。以上の結果より、LPCM のポリマーに SBR 系を用いた。

4. 光学特性試験結果

LPCM の光学特性試験に関しては、発光色別および顔料混入率別に各蛍光供試体を作成し、紫外線強度・環境照度を変化させた各環境条件下で、色彩色差計を用いた輝度測定 複数人数による目視評価の 2 項目について試験を行った。

(1) 輝度測定試験結果

輝度測定試験を行った結果の一例として、環境照度 0

キーワード 薄層舗装, モルタル, 視認性, 蛍光顔料, 高齢者

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学 建設システム工学科 TEL 052-832-1151

lx・紫外線強度0.5 mW/cm²の条件下での発光色5種類の顔料混入率と発光輝度の関係を図-1に示す。

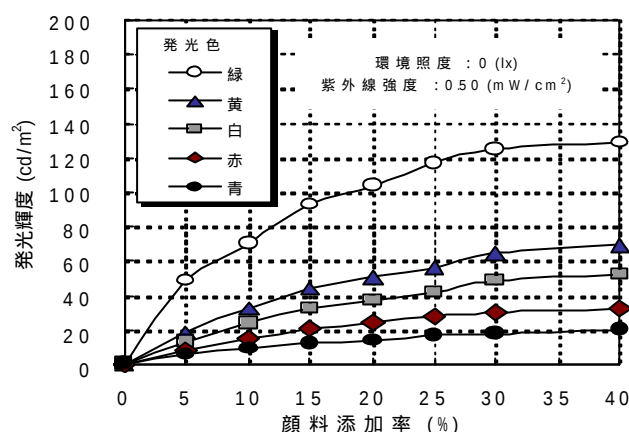


図-1 顔料混入率と紫外線強度の関係

発光色は緑>黄>白>赤>青の順に高い発光輝度を示した。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。

(2) 目視評価試験結果

目視評価は、被験者は健全な20代の男女8名に供試体からの距離10~100mの位置から見て、5段階で評価して頂き、満点を100点とした評価で試験を実施した。

結果の一例として、環境照度0 lx・紫外線強度0.5 mW/cm²の条件下での発光色5種類の視認距離と評価点の関係を図-2に示す。

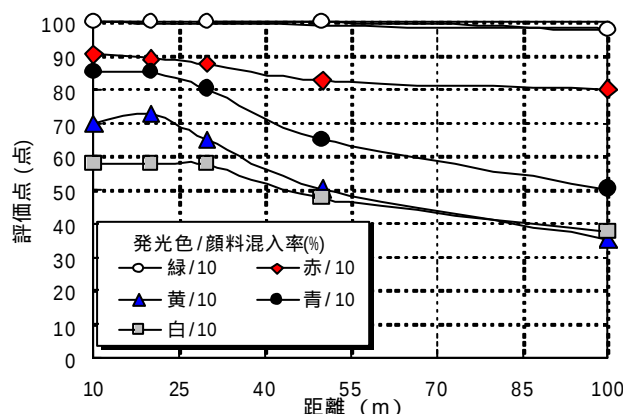


図-2 距離と目視評価点の関係

目視評価試験結果より、緑と赤の発光色については、100m離れた地点からでも80点以上と非常に高い視認性が得られた。しかし、黄と白の発光色に関しては評価点が低くなった。この原因の一つとしては、照射光源とし

て使用したハロゲンランプの光源色が黄と白の発光色に似ているためと考えられる。

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を発光輝度(式-1)および目視評価(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。

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

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

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

力学試験結果から蛍光顔料をポリマーセメントモルタルに添加した場合、力学特性にほとんど影響しないことがわかった。また、今回ポリマーを混入した場合の他の舗装材料としての性能(すべり抵抗性・磨耗性)に対しても問題ないことを実験で確認した。

光学試験結果では健常者によるLPCMの高い視認性とその相関性を求めることができた。今後は健常者以外に、高齢者や視覚障害者を対象とした視認性試験を行い、その視認データを求め、バリアフリー方面での利用も考慮して行くこと、また、施工場所の選定などが今後の課題と考えられる。