

蛍光ポリマーセメントモルタルの諸特性

名城大学理工学部

〇坪内 秀樹

名城大学理工学部 学生員

安藤 一善

名城大学理工学部 正 員

藤田 晃弘

1. 本研究の背景と目的

近年、夜間交通の現状として、夜間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交通事故が問題となっている。また、雨天時での視認性の低下も著しく、夜間時や雨天時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、紫外線の照射により発光する蛍光材料に着目した。この材料は、多色かつ高輝度に発光し、紫外線照射による発光のため水中での発光も可能である。したがって、雨天時での視認性低下の防止にも繋がる。

そこで今回は、ホワイトセメントを用いたポリマーセメントモルタル（以下PCMという）に無機蛍光顔料を添加した蛍光ポリマーセメントモルタル（以下LPCMという）を作成し、物性および視認性について検討を行ったので、その結果について報告する。

2 LPCMの力学的特性

LPCMを実際に施工する際、蛍光顔料を添加した場合のセメントモルタル（以下CMという）では通常のCMと強度が異なるおそれがある。また、LPCMは表層のみの発光で良いことから、薄層舗装での施工を念頭におく必要がある。また、薄層舗装故に十分な強度を保持しなければならない。そこで2種類のポリマー（CM接着増強剤）を用いて、通常のCMとLPCMの供試体を作成し、比較検討を行った。

その強度試験結果を表-1に示す。

表-1 蛍光セメントモルタルの強度試験結果

試験項目	ポリマーの種類 顔料		フルン		SBR系		EVA系	
	添加率		0%	10%	0%	10%	0%	10%
曲げ強度(N/mm ²)			8.5	8.4	8.4	10.5	7.8	8.34
圧縮強度(N/mm ²)			48	49	30	39.3	31	33.9
接着強度(N/mm ²)			1.7	1.7	2.26	3.02	2.22	2.22
収縮ひずみ(N/mm ²)			486	465	310	309	330	330
耐衝撃性(落下高(cm))			30	32	56	57	54	52
総評			×		◎		○	

これより、SBR系は接着強度・耐衝撃性を含め総合的に安定している。一方、EVA系は粘性が高く流動性が低いという短所があることから施工性、打ち込み、仕上げの容易さが悪いものと判断できる。したがってCMに用いるポリマーはSBR系が適しているものと考えられる。

次にCMに顔料無添加の場合と、顔料を外割で10%添加した場合の各強度試験結果を比較すると、曲げ強度、圧縮強度とも大きな差異が見られず、CMに顔料を添加しても力学的特性に影響が特に無いことが確認できた。

3. LPCMの光学特性

3.1 発光輝度データによる重回帰モデル

PCMに5色（緑、赤、青、黄、白）の無機蛍光顔料をホワイトセメントに対し、顔料添加率5、10、15、20、25、30%、紫外線強度0.1、0.25、0.5、1.0（mW/cm²）、環境照度0、25、50、100（lx）の設定条件下で各発光色の発光輝度を測定した。

紫外線強度と発光輝度の関係を図-1に示す。

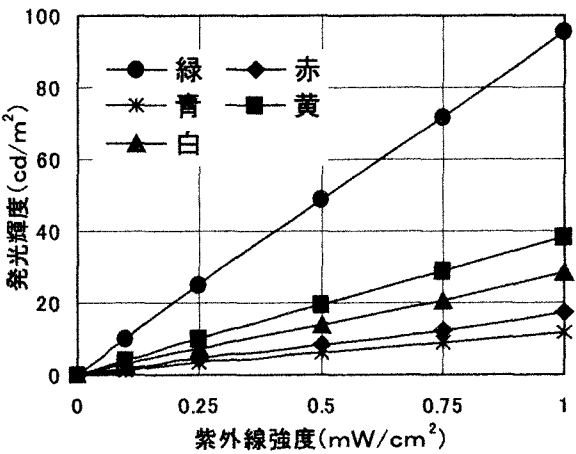


図-1 紫外線強度と発光輝度の関係

発光輝度は発光色に関係なく紫外線強度の増加に比例して増加する傾向が見られた。しかし、その増加割合は発光色によって大きく異なり、特に緑は他の発光色に比べて倍以上の増加傾向を示した。

顔料添加率と発光輝度の関係を図-2に示す。

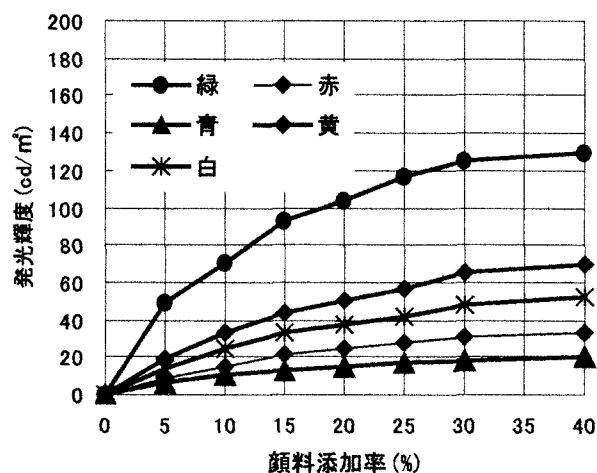


図-2 顔混入率と発光輝度の関係

顔料混入率の増加に比例して発光輝度は増加傾向を示した。しかし、各発光色とも混入率 30%の時点で平衡状態を示し、これ以上添加率を増加させても輝度の増加があまりないものと考えられる。

以上の結果をもとに式-1 に示す重回帰モデルを作成した。

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

ここで

y_i : 発光輝度

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

β_3 : 紫外線強度係数

x_{i3} : 紫外線強度

ε_i : 切片

その結果、各発光色とも重相関 0.85 以上と高い値が得られた。これより、式-1 に各種設定条件の値を代入することにより発光輝度は求めることが可能である。

3.2 LPCM の目視評価実験

輝度測定による実験結果は、前述のように非常に有意性のある結果が得られた。しかし、実際に LPCM の発光色を認識し、安全性を確保するのは人間である。そのため、様々な条件下において、人間が実際にどの程度その発光色を認識できるかを検討する必要がある。そこで目視評価実験を、各発光色の顔料添加率 5, 10, 20, 30%, 環境照度 0, 25, 50, 100 (lx), 紫外線強度 0.1 (mW/cm²), 視認距離 30, 50, 100m, の条件下で行った。評価は 5 段階評価で、満点の 40 点を 100 点と変換し、70 点以上を十分に視認性が得られるとした。なお被験者は健全な 22 歳前後の男女 8 名である。結果の一例とし環境照度 100 (lx), 紫外線

強度 0.1 (mW/cm²), 顔料添加率 10% の条件下の視程距離と評価点の関係を図-3 に示す。

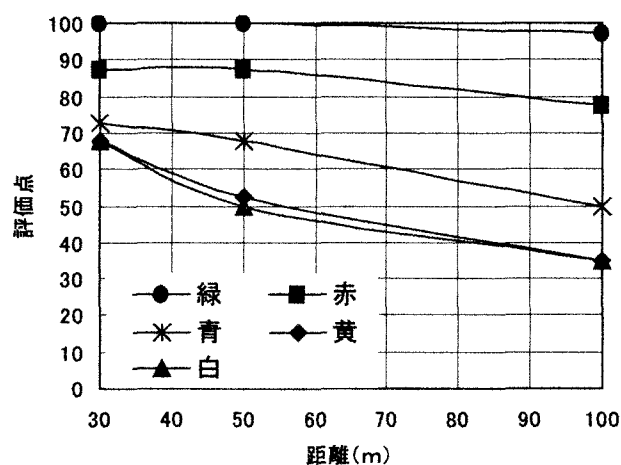


図-3 視程距離と評価点の関係

その結果、黄と白の発光色を除いて 30m の地点までは 70 点以上の評価点が得られたため、十分にその発光色を認識できることが確認できた。特に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。黄と白の発光色の評価点が低い原因として、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近いと考えられる。

したがって、緑や赤のように環境照度が上がっても高い評価点が得られる発光色は危険箇所や分岐箇所に適用し、白や黄の発光色は顔料自体が明るいため、トンネルなど常に暗所の箇所に適用することが望ましいと言える。

4. 今後の課題

今回の目視評価実験は暗所における健常者のみの評価である。しかし、年齢、視覚障害の度合いにより目視評価に差が現れるものと考えられる。

そこで上記の事を考慮した目視評価を実施し、使用目的、使用箇所、利用者に合わせて再検討する必要がある。

(参考文献)

- 1) 藤田晃弘, 安藤一善: 「蛍光セメントモルタルの特性および視認性に関する研究」, 土木工学会舗装工学論文集 - 第 7 巻 pp. 32-1~32-8 2002-12
- 2) 北尾隆幸他, 「蛍光材料の視認性に関する研究」 土木学会第 56 回年次講演概要集, V-092, 2001