

# 視認性の良い蛍光塗料の応用活用 「区画ライン用蛍光塗料」

Practical Use of the Super-Fine Visibility  
“Fluorescent Paint to Use as  
Division Lines”

シンロイヒ(株) 技術部  
SINLOIHI Co.LTD.  
Technical Division



宮川 有司  
Yuji MIYAGAWA



小泉 典子  
Noriko KOIZUMI



石川 仁史  
Satoshi ISHIKAWA

## 1. はじめに

従来、塗料の機能は「防食」と「美観」を基本としてきたが、「防食」「美観」を意味する塗膜の耐久性も高水準まで達し、近年では機能性塗料が要望されている。例えば、雨筋汚染防止の防汚塗料、省エネを目的として屋外の気温を屋内に影響させない高日射反射塗料、導電性を有する導電塗料等が施工コストのかからない機能性塗料の例として挙げられる。

蛍光顔料を製造販売している当社も、蛍光顔料の特性を生かした蛍光塗料を販売しており、社会に貢献している。例えば、コンビナートや化学工場のパイプ、バルブの配管識別塗料、クレーン車のフック、釣用うき、ヘリサインおよびヘリポート用塗料、消防車用塗料等である。

本報では、視認性、排水性、耐光性等の機能を有し、アスファルト面でも直接塗装できる区画ライン用塗料の設計思想、塗料および塗膜性能、塗装仕様を紹介する。

## 2. 有機蛍光顔料とは

有機蛍光顔料は、蛍光染料を各種樹脂に固溶体化し粉末化したものがほとんどであり、一般の有機顔料とは異なる。その理由として、蛍光染料の日光堅牢度が著しく劣ること、蛍光染料は希薄溶液の時は鮮やかな蛍光色を発するが、ある濃度以上になると蛍光強度が低下（濃度消光または自己消光）することにある。

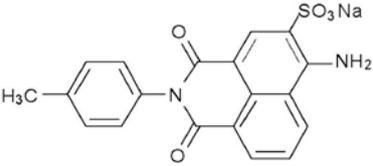
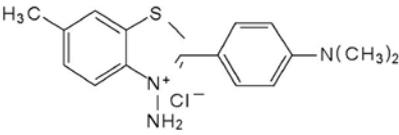
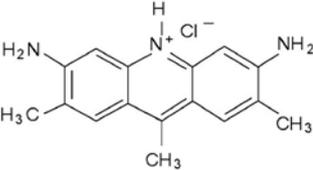
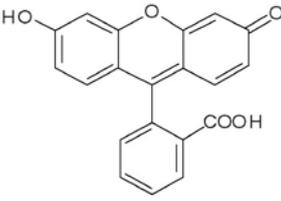
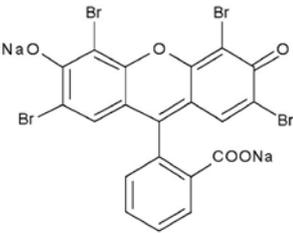
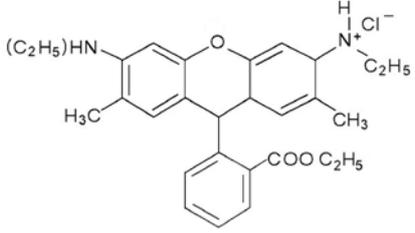
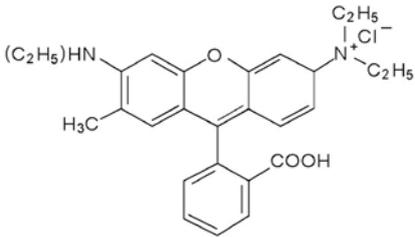
有機蛍光顔料に使用されている蛍光染料には一般の染料と同様に酸性染料、塩基性染料、分散性染料および鉱油や油脂等に可溶である溶剤等のタイプがあり、この中から顔料用途に応じて必要な性能、色相により選択される。蛍光染料の一例を表1に示す<sup>1)</sup>。

有機蛍光顔料は、その特性からしばしば昼光蛍光顔料と呼ばれる。昼光蛍光とは、昼光のうち紫外から可視短波長域、紫、青、青緑の光によって刺激されて蛍光を発することにより、昼光下において実用的な蛍光効果を持つことをいう。つまり、昼光あるいは昼光に似た照明の下で極めて鮮やかな色を呈する顔料が有機蛍光顔料または昼光蛍光顔料である。

図1に、レッドオレンジ色蛍光塗料および非蛍光塗料を白色板に塗り、標準光源の下で測定した分光分布反射率を示す。

蛍光色(a)は蛍光成分(d)と蛍光の混ざらない純粋な反射成分(b)とに分けることができる。この蛍光塗料

表1 代表的蛍光染料

染料名	構造	昼光色	蛍光色
Brilliantulflovine FF C.I.56205		黄	緑～黄緑
Thioflavine C.I.49005		黄	緑～黄緑
Basic Yellow HG C.I.46040		黄	黄緑～黄
Fluorescein C.I.45380		黄	緑～黄緑
Eosine C.I.45380		赤	黄～橙
Rhodamine 6G C.I.45160		赤	黄～橙
Rhodamine B C.I.45170		ピンク	橙～赤

とほぼ同じ色相の一般塗料(非蛍光塗料)のレッドオレンジ分光分布反射率は(c)である。図1からわかるように、一般色(c)は入射光のうち特定の部分を吸収し、光以外の熱エネルギーとして放出し、残りを反射することにより色として見える。

一方、蛍光色(a)は入射光を選択的に吸収した残りの分光分布反射率が(c)をやや上回るとともに、吸収した入射光のエネルギーを熱エネルギー等の他に蛍光として輻射する。従って、蛍光のエネルギーは当然入射光のエネルギーより小さくなるので、振動数は少なくなり、波長としては入射光より長いものとなる。このことから、反射成分の波長域と蛍光成分の波長域はほぼ等しくなり、両成分が合計されて、(a)に見るような高いピークを持った分光分布反射率が得られる。つまり昼光蛍光=蛍光成分+反射成分であり、蛍光色は蛍光で補強された物体色的一种といえる。

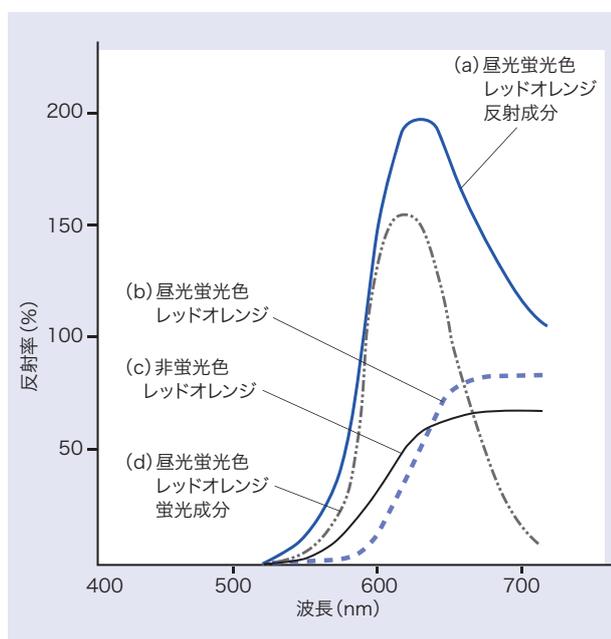


図1 蛍光色および一般色(レッドオレンジ色)の反射率比較

### 3. 蛍光塗料とは

昼光(可視光)下で発光する有機蛍光染料を基体樹脂に固溶体化したものを蛍光顔料といい、それを樹脂で分散したものを蛍光塗料という。蛍光塗料が産業的に利用されるようになったのは1930年頃からである。戦前は軍事目的が主で、飛行場、艦船や信号機等の標識に使われた。日本では昭和28年、当社が研究を開始し、昭和34年より本格的に販売を開始した<sup>2),3)</sup>。

蛍光塗料の基本特性は、基体樹脂の特性に依存する場合が多く、基体樹脂の選択により、発色や耐光性、耐溶剤性や耐熱性等の性能が決まる。

当社では、いかなる溶剤に対しても耐性を有する蛍光顔料を開発し、基体樹脂としてユリア樹脂、メラミン樹脂、ベンゾグアナミン樹脂等のアミノ樹脂類、芳香族スルホンアミド類およびその共重合体の他、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂等、ほとんどの樹脂に対応できるようになった。一方、塗膜形成樹脂としては、汎用的な分野にはアルキド樹脂系、焼付にはメラミン・アクリル樹脂系、耐光性・耐久性を求めるならばウレタン樹脂系、環境対応が必要な分野には水系のアクリルウレタン樹脂系といったものが使用用途により選択される。

蛍光塗膜は昼光下で一般色と比較し2~3倍の明度を持ち、濃色の場合は人の目を引き付け、淡色の場合はソフトで爽やかなトーンが新鮮な感覚を与える。蛍光灯や水銀灯下では一般色はくすんで見えるが、蛍光塗膜は演色性を害する要因となっている短波長光線で発色するため鮮明に見える。

また、暗いところでブラックライトを照射すると、ネオンのように輝く。高速道路等のトンネル内にはナトリウム灯がよく使われているが、ナトリウム灯には演色性がないため、一般色は全て無彩色になってしまい識別できなくなるが、蛍光色の場合は明確に識別できる。

このように蛍光塗料は、色々な条件下で視認性が極めて高く、広告・宣伝・装飾分野の看板、ウィンドステッカー・ポスター、安全・防災分野の標識、配管識別、橋脚、マーキング、計器、航空機等に多岐にわたって使

表2 当社の代表的蛍光塗料例

基体樹脂	塗膜形成用樹脂	商品名	特長	用途
メラミン樹脂系	アルキド樹脂系	ロイヒカラーネオ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鮮明な色調</li> <li>・刷毛、スプレー等塗装性良好</li> <li>・弱溶剤のため、旧塗膜選ばずリコート性良好</li> <li>・スクリーン印刷にも適す</li> </ul>	汎用的 広告看板 スポーツ用具 安全標識、交通標識
	アクリル樹脂系	ワンコートロイヒ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来にない厚塗りが可能で、高隠蔽性のため、塗装作業性が良い</li> <li>・耐光性良好</li> <li>・塗料用シンナーで希釈、そのため旧塗膜を選ばずリコート性良好</li> </ul>	汎用的 広告看板 スポーツ用具 安全標識、交通標識
	メラミンアルキド樹脂系	ルミノデリコンHG	<ul style="list-style-type: none"> <li>・静電塗装性良好</li> <li>・焼付温度150℃20分</li> <li>・耐光性良好</li> </ul>	広告看板
	ウレタン樹脂系	スーパーミノVトップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2液イソシアネート硬化ウレタン樹脂塗料につき、塗膜硬度が高く、可撓性、密着性良好、耐光性優秀</li> <li>・オーバーレイクリヤー塗装で光沢、肉持ち感良好</li> </ul>	耐候性、塗膜性能が要求される用途 海上ブイ、屋外消火栓、消防自動車、ヘリポート、ヘリサイン
アクリル樹脂系	水系アクリルウレタン樹脂系	ルミノエコカラースーパー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・F☆☆☆☆取得済み</li> <li>・耐候性良好のため、屋外使用可</li> <li>・臭気が少なく、屋内塗装に最適</li> </ul>	地下駐車場の車止め、支柱コーナー部・先端障壁の危険表示、入出路部の側壁視線誘導ライン表示
メラミン樹脂系	水系アクリルウレタン樹脂系	水性ルミライン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アスファルトに直接塗装可能</li> <li>・従来にない厚塗りが可能で、高隠蔽性のため、下塗りに白塗装を必要としない</li> </ul>	工場・倉庫・プラットフォーム等の表示ライン 地下駐車場・コイン駐車場・立体駐車場等の区画ライン

用されている。

表2に当社の代表的蛍光塗料例を示す。前述のごとく、塗膜形成樹脂系も多くあり、展開用途も広い。一例をあげれば、一昔前には、街中で赤い物といえば郵便ポストか消防車くらいであり、消防車の存在はサイレンを鳴らさなくともわかる存在であったが、最近では乗用車や自動販売機等赤い色相物が増え、「赤い」というだけでは目立たなくなってきた。また、夕方以降は視認性そのものが低下しやすいので、蛍光朱赤色にすることで視認性を高くし、火災現場に向かう際の緊急走行中に、一般車両や歩行者にその存在をPRすることで、交通事故回避の狙いもある。

## 4. 水性ルミライン

### 4.1 水性ルミラインの特長

路面・床面に案内、誘導、警戒、規制、および指示を目的として、「区画ライン」というものが存在し、一般的に塗料やテープが用いられている。この区画ライン用の塗料は現在、視認性、排水性、耐光性等の機能を高い水準で備え、交通の流れを整え、誘導して交通の安全を円滑に確保している。この視認性に限って考えれば、一般色よりも視認性に優れる蛍光色は区画ラインと相性が良いといえる。特に、蛍光色は遠距離からの判別力や、夜明け、夕暮れ、霧、曇天、雨天といった視界不

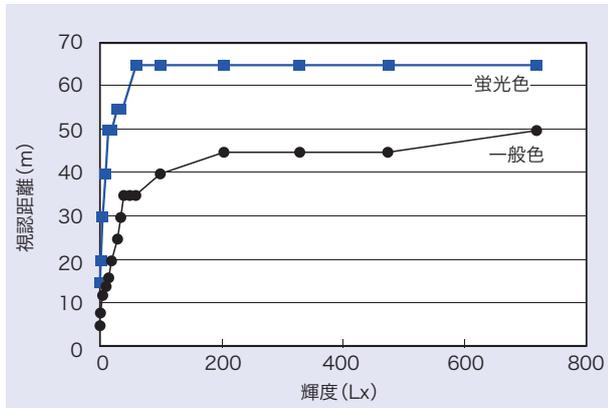


図2 蛍光色と一般色の視認性(0～700Lxの時)の相違

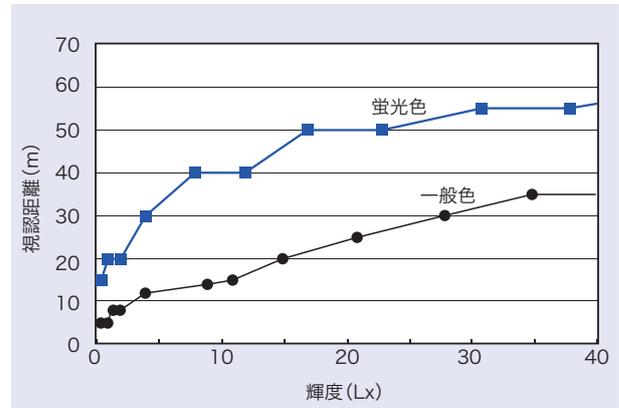


図3 蛍光色と一般色の視認性(0～40Lxの時)の相違

表3 水性ルミラインの標準塗装仕様(アスファルト面)

工程	商品名	塗回数	色相	希釈率 (重量比)	塗装方法	標準使用量 (kg/m <sup>2</sup> /回)	塗装間隔 (20°C)
素地調整	1.表面に付着している泥や砂、油、ホコリ等を入念に除去する。 2.油脂分はシンナーでふき取る。						乾燥後
ローラー塗り 1回目	水性ルミライン	1	各色	0～3	刷毛 ローラー	0.30～0.40	30分以上
ローラー塗り 2回目	水性ルミライン	1	各色	0～3	刷毛 ローラー	0.20～0.30	2時間以上
クリアー	水性ルミライン クリアー	1～2	—	0～3	刷毛 ローラー	0.10～0.12	2時間以上

良時の認識力が高い。そのため、蛍光色の区画ライン塗料は一般色以上に案内、誘導、警戒、規制および指示という意味を達成できる。

当社で実施した、朱赤色の一般色と蛍光色の視認性比較データを図2および図3に示す。図2および図3からわかるように、蛍光色は一般色と比較して照度の高い時はもちろんのこと、低照度時でも良好な視認性を有していることがわかる。

この特長を生かして、当社はシーラーやプライマー等を必要とせず、アスファルト面に直接塗布できる水系1液アクリルウレタン樹脂系蛍光塗料「水性ルミライン」を開発した<sup>4)</sup>。



図4 水性ルミライン施工例

従来の蛍光塗料と異なり濃色の上でも下塗りとして白塗料を必要せず、塗布回数も1～2回で仕上げられるのが特長である。屋内外駐車場の区画線や工場内・倉庫や駅プラットフォーム等の表示ラインに最適である。表3にアスファルトに塗装した水性ルミラインの塗装仕様を示す。平成23年、黄、赤、青および緑の色味を上市し、安全性の観点から、その特長を生かした蓄光塗料も、平成24年の4月上市した。また、図4に、水性ルミライン施工後の写真を示す。

一方、下地がコンクリートであるならば、コンクリート面への吸いこみを防止するためにシーラーが必要であり、通常はシーラーとしてコンクリートシーラー Wを用いた仕様を推奨している。

表4に、水性ルミラインの塗料性状および仕様を示す。また、表5に水性ルミラインの塗膜性能を示す。

さらに耐光性・耐摩耗性・汚れ防止の機能を強化させる目的で、上塗りクリヤーもラインナップした。以上の内容をまとめると、水性ルミラインは区画ライン用塗料として、下記のような特長を有している。

- (1) 環境に配慮した水性であること。
- (2) 乾燥性・作業性に優れていること。
- (3) アスファルト面に塗装してもアスファルトの構成成分がブリードしないこと。
- (4) 隠ぺい率が高いために下塗りの白色塗装を必要としない(蓄光は除く)。

表4 水性ルミラインの性状および仕様

項目		商品名	水性ルミライン(各色)	水性ルミライン クリヤー	水性ルミライン 蓄光
塗膜形成用樹脂系			アクリル・ウレタン樹脂系	アクリル樹脂系	アクリル樹脂系
塗料区分			水系	水系	水系
色相			グリーン、レッド、イエロー、ブルー、白(一般色)	クリヤー	クリーム
容量			1kg、4kg、16kg	1kg、4kg、16kg	1kg、4kg
比重(20℃)			1.30 ± 0.05	1.00 ± 0.05	1.40 ± 0.05
加熱残分(%)			64 ± 3	40 ± 3	56 ± 3
粘度(KU/25℃)			100 ± 5	80 ± 5	85 ± 5
有害物質			—	—	—
乾燥時間(20℃)	指触		30分	15分	15分
	半硬化		1時間	30分	30分
塗装間隔(20℃)			2時間	2時間	2時間
標準使用量(kg/m <sup>2</sup> )	1回		0.30～0.40	0.1～0.12	0.16～0.18
	2回		0.20～0.30	—	0.16～0.18
標準膜厚(μm)			220～240	12～18	90～110
塗装回数			2	1	2回以上
塗装方法			刷毛、ローラー	刷毛、ローラー	刷毛、ローラー
希釈率(%)			0～3	0～3	0～3
希釈剤			水道水	水道水	水道水

表5 水性ルミラインの塗膜性能

項目	試験条件	試験結果
付着性	クロスカット法	良好
耐水性	水道水浸漬5日	良好
耐アルカリ性	水酸化カルシウム飽和溶液浸漬3日	良好
促進耐候性	紫外線カーボンアーク灯1000時間退色	良好
耐摩耗性	テーバー式磨耗試験(g / 1000回)	上塗りクリアー有り:0.18 上塗りクリアー無し:0.02

#### 4.2 水性ルミラインの開発思想

区画ライン用塗料を開発するにあたり、床面への塗装が主になるため耐久性・乾燥性を考え、初期段階では塗膜形成樹脂としては硬いアクリル樹脂系で開発を実施したが、アクリル樹脂系では、平滑なコンクリートならば問題無かったが、凹凸の多いアスファルト面への追従性に乏しいために、はく離・われといった不具合が生じた。そのため、柔軟性に富んだウレタン樹脂を使用することでこの問題に対応した。この様な経緯から、水性ルミラインは水系アクリル樹脂および水系ウレタン樹脂の併用系となり、ウレタン樹脂の柔軟性とアクリル樹脂の硬さを合わせ持った乾燥の早い塗料とした。

一方、蓄光塗料に関しては塗りムラを抑えつつ、かつ残光輝度を保つため下地に白塗料を塗布する必要があった。この白塗料は水性ルミラインの蛍光色と同じくアクリル樹脂とウレタン樹脂併用系で設計した。そのため、上塗りの蓄光塗料にはそれ程柔軟性を必要とせず、下塗りとの密着が良く、乾燥性の速いアクリル樹脂を選定した。上塗りクリアーについても同様の理由で乾燥性の速いアクリル樹脂を採用しており、同時に耐摩耗性の向上も達成した(表5)。

これにより、クリアーの無い場合では中歩行程度までしか適応できなかったものが、重歩行まで適応可能となった(表5)。

区画ライン用塗料として成立させるためには工場建屋等の屋内だけではなく、車が往来し、直射日光が照射する屋外でもある程度対応しなければならない。しかし、蛍光顔料の欠点として、耐光性の悪さが挙げられる。

そのため、水性ルミラインでは蛍光色とその蛍光色に近い一般色を共存させることにより、蛍光色の色落ちによる色差の低下をできるだけ少なく抑えている。

また、上塗りのクリアーに蛍光色の励起波長帯によく一致した紫外吸収剤を添加することで更なる耐光性の向上を達成した。

図5に紫外線カーボンアーク灯による耐光性試験の実施結果を示す。水性ルミラインクリアー上塗りを塗装しない場合、照射時間1000時間で初期との色差は30弱と大きく退色しているが、上塗りを塗装した場合は色差20と大きく改善された。上塗りクリアー膜が存在しなければ、耐光性試験で、耐色が大きいことが良くわかる。

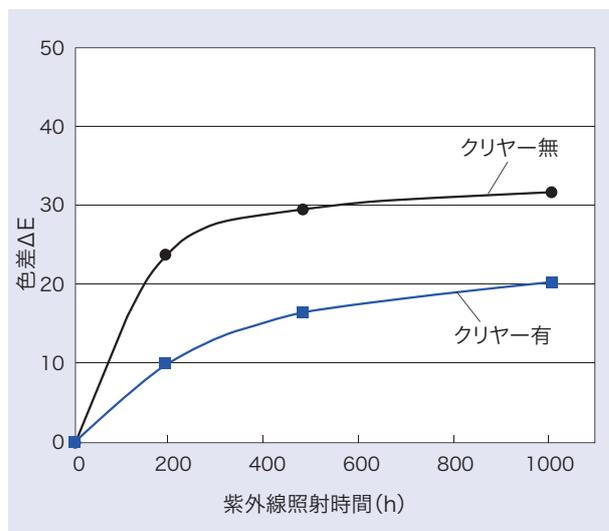


図5 紫外線カーボンアーク灯による水性ルミライン塗膜の色差比較

---

## 5. 終わりに

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震とそれに続く大津波を始め、台風による洪水および冬場の大雪等の自然災害等を受け、全国的に安全・防災意識の高まりを感じる。このような状況であるため、避難・誘導等のシステムの需要が益々高まっていくと考えられ、水性ルミラインはこの需要を高い水準で叶えることが可能であると確信する。水性ルミラインの今後の課題としては、耐光性の向上はもちろん、沿岸部や寒冷地といった厳しい条件下でも耐え得る塗料を開発することと認識している。

### 参考文献

- 1) 宮原貞泰：J.Jpn.Soc.Color Mater. (色材), 58 2, p73 (1985)
  - 2) 西口洋三：塗装技術, 10月増刊号, p145 (1997)
  - 3) 西口洋三：塗料と塗装, 11, p26 (1999)
  - 4) 宮川有司：塗装技術, 3月号, p63 (2012)
-