感光性樹脂の塗料への応用

感光性樹脂は従来フォトレジストとか印刷分野での研究が進んでおり、これを塗料にも応用する構想はかなり以前から期待されていた。塗料の場合はその塗膜形成の過程および生成した塗膜に要求される事項が多く、いろいろ困難な問題をかかえ、なかなか実用化に至らなかったが一昨春バイエル社が光硬化塗料用不飽和ポリエステル樹脂の完成を発表して以来、開発研究に一段と力が注がれて本年度に入って実用化段階に達した。今後はその特長を生かしてさらに大きく成長することが期待されている。感光性樹脂にも種々の反応機構を持つ多くのものが報告されているが、現在塗料として実用化されているのは光増感重合型の感光性樹脂であり、不飽和ポリエステル樹脂に増感剤を添加したものが主体である。本文では塗料に応用される可能性のある感光性樹脂、特に現在実用化されている光ラジカル重合型樹脂についてその概要を述べ、あわせて光硬化塗料そのものの特徴および硬化方法についても少し述べる。

木 村 守 男*

1. ま え が き

今日まで塗料の乾燥のためには熱エネルギーが利用されてきた。加熱硬化塗料のアミノアルキド樹脂塗料やアクリル樹脂塗料はもとより、アルキド樹脂塗料や油性塗料などの酸化乾燥型塗料、さらにラッカーなどの溶剤揮発乾燥型塗料もまた塗膜形成のためのエネルギーは熱エネルギーである。最近、熱エネルギー以外のエネルギー源が塗膜の乾燥に利用されるようになった。電子線と紫外線である。この紫外線エネルギーを塗膜の硬化反応に応用する構想は、塗料技術の飛躍をはかる方法の一つとして期待され、その研究が進められてきた。一昨春バイエル社が光硬化性ポリエステル樹脂の新製品の完成を発表した。これがこの研究の具体化に先鞭をつけたものといえる。これを契機としてわが国における光硬化塗料の開発も急テンポで進められており、需要家からも大きな期待をもって注目されている。

2. 光硬化の機構

感光性樹脂塗料は光を吸収することによって塗膜の橋かけ反応が起こり迅速に硬化乾燥する塗料である。すなわち、塗料組成中には光増感性物質が含まれており、この物質が特定の波長の光を吸収すると分解し、イオンまたは活性ラジカルを発生し、これが塗膜形成主要素のプレポリマー間に橋かけ反応を起こさせて硬化乾燥する。

この橋かけ反応にはイオン反応機構とラジカル反応機構が考えられる。またそれぞれの場合にプレポリマー自身に感光性官能基が化学的に結合している形式と塗料系中に光増感剤が添加されている形式が考えられる。前者の場合はプレポリマーが直接橋かけし、後者は増感剤により橋かけ反応が開始される。この橋かけ反応にはキレート形成反応、2量化反応などもあるが、ほとんど重合反応である。

イオン反応による光硬化の場合は酸素により反応禁止を受けない点は塗料として大きな利点である（塗料はほとんどすべて空気中で硬化させる）。イオン光増感剤を利用した例を特許の中から二三紹介する。

不飽和ポリエステル樹脂（スチレン溶液）にテトラアルキルチタネートを添加すると光の照射で1秒以下で硬化する¹⁾。この場合テトラアルキルチタネートの添加量は10～40重量%と多い。1,800～4,000 Åの光が有効である。第二ブチルチタネートの例では0.03～0.003秒で硬化する。ポリボロンも光カチオン重合開始剤として有効である²⁾。ポリボロンとしては $\text{Ag}_2\text{B}_2\text{F}_{10}$ 、 $\text{Ce}_2(\text{B}_2\text{F}_{12})_3$ など数十種類ものものがこの文献にはあげられている。エチレン性不飽和化合物のほかにもアルキレンオキサイドなどの環状エーテルの開環重合も引き起こす。光の有効波長は3,000～5,000 Åである。またこのポリボロン酸塩に金属塩とハライド助触媒を併用するとその光重合反応はいっそう顕著になり数秒～数分で硬化する³⁾。金属塩としては RSO_3M （フッ素化アルカンサルホン酸塩）が用いられ、ハライド助触媒としては、銀ハライドとかハロゲン置換芳香族化合物が用いられてい

* Morio KIMURA 関西ペイント株式会社製品研究部
(254 神奈川県平塚市八幡 1200)
Applications of Photopolymers in Paint Industry

第1表 顔料の紫外線透過率⁹⁾ (0.00092 mm の顔料層の透過率 (%))

顔 料	光 の 波 長 (Å)						3655Å の光を 吸収する顔料 層の厚さ
	4358	4047	3655	3342	3131	3023	
鉛 白	69	66	61	57.5	55	54	0.0270mm
リ ト ボ ン	56	52	43	32	15	5	0.0100
酸 化 チ タ ン	35	32	18	6	0.5	0	0.0031
亜 鉛 華	44~46	38~40	0	0	0	0	0.0009
硫 化 亜 鉛	30	28	22	10.5	0	0	0.0062
パ ラ イ ト	68	67	65	64.5	64	63.5	—
シ リ カ	88	88	85	82	80	79	—
白 堇	71	69	68	67	66	65.5	—
カーボン黒	0	0	0	0	0	0	0.0006
油 煙	1.5	1	0.7	1	1	1	0.0015
紺 青	41.5	40	40	39	26	24	0.0055
酸化クロム(98%)	13	12	10	10	10.5	11	0.0022
黄 鉛	2.5	3	4.5	4.5	4	4	0.0015
亜 鉛 黄	35	33	32	32	32	31.5	0.0030
ベ ン ガ ラ	50	43	45	43	50	50	0.0058
ハ ン ザ 黄	10	10	10	13	12	13	0.0019
アリザリン・レーキ (42%)	31	43	50	40	37	28	0.0052
マダー・レーキ (70%アリザリン ・レーキ)	15.5	23	20	12	2	0	0.0031
トルイジン・トナー	9	9	21	20	8	8.5	0.0021
ベ ラ ・ 赤	50	43	45	43	50	50	0.0058
群 青	8.8	88	85	81	77	75	0.0523

ランプの照射で有機溶剤
や水に不溶性の塗膜を形
成する。キレート形成が
塗膜強化の主反応と考え
られる。

ラジカル反応を利用す
る場合には前述したよう
に樹脂分子中に光増感性
物質を化学的に結合する
方法と塗料系中に光増感
剤を二次的に添加する方
法とがある。前者の例と
しては以下のような特許
がある。イソシアナート
基を有するフェニルスル
ファジド化合物を活性水
素を持つ重合体と反応さ
せてアジド基を持った樹
脂を合成する方法があ
る⁹⁾。アジド化合物とし
ては *m*-および *p*-イソシ
アナートベンゼンスルフ
ァジド、2-クロロ-5-ア
ジドスルフォニル-フェ
ニルイソシアナートな
どがあげられ、これを

る。有効波長は 2,500~7,000 Å である。

イオン重合反応は、増感剤が一般に入手しがたい、モノマーに選択性がある、通常の塗装、乾燥の条件下では重合阻害を起こすことが多い、などの理由で、感光性塗料としてはまだ研究段階にとどまっているのが現状である。

従来フォトレジストに使用されていた感光性樹脂を塗料に応用した一例としてクロム酸塩や重クロム酸塩を利用する方法もある⁴⁾。これはポリアルとビニルモノマーのグラフト共重合物を主成分とする乳化重合体にクロム酸塩や重クロム酸塩を混合したもので、太陽光線や水銀

-OH, -COOH, -NH₂などを含有するポリマーに付加させると感光性樹脂が得られる。シアニン色素化合物、トリフェニルメタン系化合物、キノンおよびアンスラキノン系化合物はこの光反応を増感促進する。この他には、桂皮酸系化合物を付与する方法⁹⁾などがある。しかしこの樹脂分子中に感光性物質を付与する方法は樹脂の合成が比較的困難である、比較的高価になるなどの面から塗料としては実用化されるに至っていない。これに対して塗料系中にラジカル反応性の光増感剤を添加する方法はこれまで述べてきた中では最も容易に採用できる方法であり、現在の光硬化性樹脂塗料のほとんどすべてはこのタイプに属するものである。したがって以下この反応形式を利用した感光性樹脂塗料について少し詳しく述べる。前述したように塗料中に光増感性物質が含まれており、これが特定の波長の光を吸収し解離して活性ラジカルを発生し、重合開始ラジカルになる。この光重合反応は、重合性官能基をもっているプレポリマーとそれを溶解しているビニルモノマーとの共重合反応であり、橋かけ反応が進行して最終的には不溶、不融の状態にまで硬化する。実際に塗料に応用されている具体的な例をあげると、ジフェニルジサルファイドは光照射 (4,000 Å 以下) により分解してラジカルを生成し⁹⁾これが重合の開始種とな

木村 守男氏 昭和 30 年大阪大学工学部応用化学科卒業、同年関西ペイント(株)に入社以来、塗料用合成樹脂の研究を担当(現在は刷版材料の開発担当)。趣味は囲碁、釣り。

って飽和ポリエステルなど樹脂分子中にラジカル重合性不飽和基を有する樹脂間に橋かけ反応を起こさせるのである。

この硬化機構は従来熱分解性の開始剤を用いていた場合と比較して、重合開始ラジカルが光化学反応で生成される以外は本質的には違いはない。ただし、増感光重合の場合は開始ラジカルの生成速度が大きく、硬化反応速度は熱分解開始剤を用いた場合よりもはるかに大きい。

光硬化型塗料は塗膜が特定の波長の光を吸収しないと硬化反応を開始しない。したがって塗膜に光があたり、さらに塗膜の内部にまで光が透過しないと硬化、乾燥しない。このため透明または半透明の塗膜には適しているが、不透明に着色した塗膜（エナメル）の場合には一般には乾燥しない。参考までに顔料の紫外線透過率の一例を第1表に示す。多くの顔料がほとんど紫外線を透過しないので使用できないが、シリカ、パライト、炭酸カルシウムなどの体質顔料は紫外線透過率が大きいので使用することができる。

3. 光硬化塗料

3-1. 光硬化塗料の特徴と用途

光硬化塗料はその塗料中に含まれる光増感性物質（光重合開始剤）の分解を起こさせるような波長域、すなわち主に近紫外線（3,000～4,500 Å）を吸収することによって反応が励起されて、きわめて短時間に塗膜が硬化する。この近紫外線は太陽光線からも得ることができるし、簡単なたとえば水銀ランプなどからも得られる。安価な設備費および運転費で短時間に硬化させることができるので工業塗装に有効に利用でき、将来性のある塗料といえる。また塗料は1液型で硬化剤、促進剤などの添加は全く必要としない。特長をあげるとつぎのようになる。

（1）紫外線照射によりきわめて短時間（数分以内）で硬化乾燥する。

（2）塗料は1液型であるので取扱が便利である。

（3）加熱を不適当とする素材への適用が可能である。

強制乾燥のための加熱を必要とせず、また塗膜硬化の際の発熱がほとんどないので、木、紙、プラスチック、コンクリートなどへの塗装に適し、金属でも特に熱容量の大きな厚板塗装には効果的である。

（4）光照射装置は比較的簡単で、設備コストが比較的安く、維持費も少額で足りる。

（5）光照射装置が小型なため、設備の占有面積がわずかで済み、またごく短時間で硬化するため積み重ねが早くできるようになって、製品置場も大きなスペースを

必要としない。

（6）塗料中には揮発させねばならない溶剤成分を含まない、いわゆる無溶剤形塗料であるのでほとんど100%が塗膜となる。

これらの長所があげられるが前にも述べたように光硬化塗料はその硬化反応の開始が光で行なわれる点が従来の塗料と違っているのもであって、塗膜を形成する樹脂そのものはこれまで塗料に使用されてきたものと本質的には相違はない。したがって形成した塗膜そのものの性質は従来のものと大きな差はなく、長所欠点はあくまで光エネルギーで硬化反応が開始される点に由来するものである。上に述べた長所の中では硬化乾燥時間が非常に短い点が塗装の合理化につながる最も大きな長所であり、このために光硬化塗料が注目されているのである。逆に欠点は光のあたらない、光を吸収しない部分は硬化しない点であり、複雑な形状の被塗物には適用しにくい。また前述したようにエナメル塗料に応用できない欠点もある。このような長所、欠点を持つ光硬化塗料の用途は多方面にわたって考えられるが、次に示すような用途に適している。

（1）合板、ハードボード、チップボード、家具、キャビネット、フローなどの木材製品の下地塗料とかクリヤー仕上塗料。

（2）紙製品のつや出し仕上とか加工。

（3）プラスチックや金属面の保護クリヤー塗膜。

現在最も開発が進んでいる光硬化型塗料は、その塗膜性能面から考えて合板とか木工製品に最も適している不飽和ポリエステル樹脂系塗料である。このために光硬化塗料の用途開発ももっぱらこの方面に力がそそがれている。速乾性フィラー、サーフェーサー、トップクリヤーなどの開発が進められており実用化されつつある。今後はさらに新しいタイプの樹脂の開発に伴ってその用途も拡大されるものと期待される。

3-2. 塗装と硬化方法

光硬化塗料の塗装方法としては特別変わった手段を構える必要はない。目的に応じて、はけ塗り、スプレー塗装、カーテンフローコーター塗装、ロール塗装など一般的な塗装方法から自由に選択できる。ただし、塗料に直射紫外線が当たると硬化反応を開始するのでこれをさけるよう注意することが必要である。したがって塗料の取扱や、塗装はその塗料の重合反応を開始しないような波長の光を放出するランプの下で作業するのが好ましい。しかし一般に普通の室内光や散乱光の下では短時間であればほとんど影響はない。

塗料の硬化に有効な光の波長は塗料の品種によって当然相違するが多くのものは3,000～4,000 Åの領域の波長が使用される。光源としては太陽が安価であるが制御できないので工業用には利用しにくい。人工光源が使用

される。これには低圧～高圧水銀灯、アーク灯、キセノンランプなどが考えられるが多くの水銀灯が使用される。カーボンアークやキセノンランプは分光エネルギー分布が長波長側に片寄っているため効率が低い。低圧水銀灯（化学用ケイ光灯）は紫外線の発生効率が高く、高性能のものでは 3,500～3,800 Å のスペクトル範囲の紫外線の発生効率は約18%に達する。しかしながら強度が小さくて発光管長 1cm あたり 0.8～0.5W の出力しか得られない。すなわち上記波長範囲の紫外線出力は 0.14～0.09 W/cm にしかない。一方高圧水銀灯は発光管長 1cm あたり 40～50 W 程度の出力が得られるが 3,500～3,800 Å のスペクトル範囲の紫外線効率は約 7～8% とかなり低い。すなわちこのスペクトル範囲の紫外線強度は約 3～4 W/cm になり効率は低圧水銀灯より小さくても強度は非常に大きくなる。またランプの価格は低圧水銀灯の方が安く、高圧水銀灯はかなり高価である。これらの理由から光硬化塗料の乾燥には低圧水銀灯と高圧水銀灯が使用されているが、多くの場合この両者を組み合わせた紫外線乾燥炉が使用される。

水銀灯を使用する場合注意しなければならないことは、その特性が管壁温度によって変化する点である。つねに管壁温度を最適の状態に保つ必要がある。ケイ光灯の場合は内部の水銀蒸気圧を最適条件に保つためにはガラス管壁温度を 35～42℃ 程度に保持するのが最も良い。高圧水銀灯の場合には管壁温度は 700～800℃ に保つのが最適である。多数のランプを密に配置する紫外線硬化

第 2 表 光硬化形不飽和ポリエステル塗料（クリアルヤワニス）の乾燥時間の一例

照射条件	膜厚 (μ)	乾燥時間*1		
		指触乾燥 (sec)	硬化乾燥 (min)	完全乾燥 (min)
直射太陽光線 (外気温 30℃)	100(以下)	20	1	2
	250	30	1.5	3
	500	30	2	4
化学用ケイ光灯 40 W 照射距離 15 cm (25℃)	20(以下)	10	30	1
	40～200	20	1	2
	250～500	30	1.5	3
高圧水銀灯 400 W 照射距離 20 cm (25℃)	20(以下)	10	20	30
	250	30	40	1
	500	30	1	2

*1 指触乾燥：指でおさえて指紋がつかない。
硬化乾燥：被塗物の積み重ねが可能となる。
完全乾燥：被塗物の研摩ができる。

第 3 表 水銀ランプの照射強度と光硬化型不飽和ポリエステル塗料の乾燥所要時間との関係

3,000～4,000 Å の波長域の照射強度 (Lux)*1	完全乾燥時間 (膜厚 20 μ)
28	3 分
35	2 分
41	1.5 分
47	1 分
69	30 秒
80	10～20 秒

*1 光電管照度計に特定のフィルターを装備して 3,600 Å をピークとする 3,000～4,000 Å の波長域の吸収のみを取り出しルックス (Lux) で求めた。

炉の場合はランプから放射される熱線によって温度が上昇しすぎて紫外線出力の低下を招くので強制冷却の手段を構える必要がある。

光重合反応速度は吸収した光量に比例するので有効な波長の光を多く照射する方が当然硬化時間は短くなる。非常に定性的な結果であるが、第 2 表に不飽和ポリエステル樹脂タイプの塗料について行なった乾燥時間の測定結果を示す。第 3 表には照射強度と乾燥時間の関係を示す。

3-3. 光硬化型塗料用樹脂

光硬化型塗料はそれに使用される樹脂自体はそれほど新規なものでなく、むしろ光重合反応を利用して硬化させる乾燥方法に新規性が存在する。したがって塗料の種類というかそれに使用される樹脂そのものは現在のところ従来の塗料に使用されていたものと大きな違いはない。不飽和ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、アルキド樹脂、変性エポキシ樹脂などが代表的な例である。ただし光重合反応により硬化するためにはその樹脂分子中にラジカル重合反応性の官能基を持っていることが必要である。このためにいろいろ工夫がなされている。不飽和ポリエステル樹脂は本来ラジカル重合反応で硬化させるように設計されたもので、従来使っていた熱分解型開始剤の代わりに光増感剤を使用すればほとんどそのまま光硬化性樹脂塗料として使用できる。したがってこの場合は適当な増感剤を見出すことが最も大きな研究課題になる。光重合反応の増感剤としては数多くのものが研究されているが、塗料用として使用する場合には次のような条件を満足することが必要である。(イ)重合速度が大きいこと。(ロ)工業的に容易に利用できる光源からの光で励起されること(あまり短波長では工業的に利用しにくい。また逆に可視光線では塗料の取扱上不便である)。(ハ)熱に対しては安定で塗料の貯蔵安定性が良いこと。(ニ)着色したり気泡を発生することがないこと。塗料用として利用されている増感剤は比較的数少ないようである。前にも述べたジフェニルサルファイド系化合物、4,4'

ジメチルジフェニルジサルファイド、2, 2', 5, 5'-テトラメチルジフェニルジサルファイドなどを 0.1~5% 添加する特許¹⁰⁾がある。その他にも有機色素化合物^{11), 12)}, 有機過酸化化合物系化合物¹³⁾やベンゾイン化合物^{14)~16)}などが使用されている。一方樹脂面ではイタコン酸残基を分子中に含有する不飽和ポリエステル樹脂を塗料に利用している例もある¹⁷⁾。これはイタコン酸と他の多塩基性酸とグリコールを反応させて不飽和ポリエステル樹脂を合成し、これをビニル単量体に溶解し、ケトン系増感剤を添加したものであり、側鎖に二重結合を持っている点が従来の不飽和ポリエステル樹脂とは異なっている。

アクリル樹脂に二重結合を導入している例としては次のようなものがある。側鎖にグリンジルエステル基を有するビニル付加重合体を合成し、これとアクリル酸を第三アミンを触媒としてすべてのグリンジルエステル基をアクリル酸エステルに変えることによって側鎖にアクリル酸エステル基を持つ樹脂が得られる¹⁸⁾。この特許では主としてこのものをフォトレジストとして検討しているが、これをビニル単量体に溶解すれば塗料としても利用できる。事実フォードモーター社で電子線硬化用として検討している。逆に側鎖にカルボン酸基を有するビニル付加重合体を合成し、これとグリンジルアクリレート、グリンジルメタクリレートを反応させる方法、カルボン酸無水基を持つビニル付加重合体（メチルビニルエーテルと無水マレイン酸共重合体など）にヒドロオキシエチルメタクリレートのような水酸基を持った単量体を反応させる方法などもある¹⁹⁾。参考までに実施例をあげる。

(1) メタクリル酸メチル 26.1g, *n*-ブチルメタクリレート 37.0g とグリンジルメタクリレート 37g にアゾビスイソブチロニトリルを開始剤として加え溶液重合で重合体を合成する。これに重合禁止剤を添加後アクリル酸 37.5g およびアミン触媒を加えて加熱反応させ、生成物を水洗、乾燥すれば重合性ポリマーが得られる。

(2) メチルエチルケトンを溶媒として、メチルメタクリレート 26.9g とメタクリル酸 23.4g にアゾビスイソブチロニトリルを加え溶液重合で重合体を合成する。メチルエチルケトンを除き、450 ml のジメチルホルムアミドとアミン触媒と 17.2g のグリンジルアクリレートを加え還流下に反応させる。精製して重合性ポリマーを取り出す。

この他にもイソシアナート基を有する単量体を活性水素を持つ重合体に付加させる方法なども検討されている。

エポキシ樹脂を利用した感光性樹脂の一例をあげる²⁰⁾。これはポリエポキシドとクロトン酸を反応させ、得られるポリクロトン酸エステル樹脂をビニル単量体に溶解し、これに光増感剤を添加して光硬化塗料とする。ポリエポキシドとしては、ビスフェノールA とエピクロ

ルヒドリンとの反応によって生成するエポキシド樹脂とか脂環族エポキシド樹脂（たとえばエポノックスエポキシド）などが利用されている。

アルキド樹脂についてはあまり文献が見当たらないが、キリ油のように共役二重結合を持ったビヒクルを主体とした印刷インキは紫外線照射によって乾燥速度が上昇し、さらに光増感剤を添加すると一段と乾燥速度が増大することが報告されている²¹⁾。このような事実を応用することも光硬化性アルキド樹脂を得る一つの方法である。

二三の樹脂について述べてきたが現在実用化されているものは不飽和ポリエステル樹脂が主体であり、アクリル樹脂、アルキド樹脂は実用化に近いものと思われる。新しい樹脂が実用化されれば不飽和ポリエステル樹脂では性能的に不満足な用途にも適用できることが期待され光硬化性樹脂塗料の用途がさらに開けるであろう。

なおこれまでほとんどふれなかったが、光硬化塗料で考えなければならない問題の一つに酸素による重合禁止作用がある。これを解決する方法によって塗料のタイプを分類する場合もある。普通とられている手段は塗料中にワックスを添加する方法と樹脂中に酸素と反応しやすい官能基を導入する方法である。前者の場合は塗装されると塗料中のワックスが分離して表面に集まり酸素を遮

第4表 光硬化塗料と電子線硬化塗料の比較

	光硬化塗料	電子線硬化塗料
エネルギー	3~10 eV	0.5~2 MeV
エネルギー吸収過程	物質分子の吸収帯と一致した波長のものだけが吸収される（選択的吸収）。	物質系の電子密度に比例して吸収される（非選択的吸収）。
初期過程	励起（1,000 Å 以下ではイオン化も起こる） （励起状態も定まる） 空間的に均一に活性化する。	励起とイオン化（いろいろなエネルギー準位の励起状態やイオンが生成する） 飛跡に沿って空間的に不均一に活性化する。
全硬化反応	硬化反応（全重合反応）は初期過程が違うのみで、それにつづく過程は光と電子線は同様と考えられる。	
塗膜	透明ないし半透明な仕上げに適する。着色不透明仕上げは不可。	特に制限はない。
乾燥時間	分単位	秒単位
乾燥装置	安価、比較的小型、取扱が簡便	高価、取扱に注意を要する。
被塗物の形成	反射板での集光、照射方向の制御が容易であるので、比較的形狀の制限はない。	できるだけ平らな形状。

断する保護膜を形成し酸素による禁止反応を除く。これをワックス添加タイプと呼ぶ。後者の場合は酸素と反応して重合禁止作用を緩和させる方法であるが前者ほど効果的でない。これをワックスフリータイプと呼ぶ。このような点では前にも述べたように、酸素とか湿気などにより禁止作用を受けない橋かけ機構が望ましい。

4. あとがき

照射硬化型塗料としては光硬化型塗料にさきだって電子線硬化塗料が発表されている。電子線硬化の方は非常に短時間で塗膜が硬化する点、およびエナメル塗料にも適用できるので応用範囲が広いこともあって研究も熱心に行なわれている。しかし電子線照射設備がかなり高価であり、また塗料硬化用に適した設備の開発を必要とするなど問題もあり、まだ日本では実用化されていない。これに対して光硬化塗料の方は電子線硬化ほど硬化は速くないが、従来の硬化方式に比較すればかなり硬化時間を短縮することができる。また光照射装置も比較的簡単で安価であるところから一般に受け入れられやすい。そろそろ実用化の段階に入っている。このように光硬化塗料は塗料、塗装業界においては画期的なものでありその将来が期待されている。今後、実用面あるいは基礎的な方面での研究がさらに進められて期待にこたえる成長を遂げるものと思われる。

文 献

- 1) Miehle-Goss-Dexter Inc.: USP 3013895
- 2) E. I. du Pont de Nemours: USP 3196098
- 3) E. I. du Pont de Nemours: USP 3347676
- 4) 日本ペイント (株): 日特公昭 43-27563
- 5) ゲヴェル・アグファ・エヌヴィ: 日特公昭 43-21067
- 6) Brit. P 852944
- 7) Miehle-Goss-Dexter Inc.: USP 3052413
- 8) U. Schmidt, A. Müller: *Ang. Chem.*, **75**, 299 (1963)
- 9) 桑原利秀, 安藤徳夫: 顔料と絵具 (共立全書)
- 10) Farben Fabriken Beyer AG.: Brit. P 1067770
- 11) 日本ペイント (株): 日特公昭 42-8478
- 12) Miehle-Goss-Dexter Inc.: Brit. P 861404
- 13) E. I. du Pont de Nemours: Brit. P 861423
- 14) E. I. du Pont de Nemours: USP 2367661
- 15) E. I. du Pont de Nemours: USP 2367670
- 16) Farben Fabriken Beyer AG.: S. African P 6802021
- 17) 東京芝浦電気 (株): 日特公昭 44-18075
- 18) イー・アイ・デュボン: 日特公昭 43-26869
- 19) E. I. du Pont de Nemours: USP 3448089
- 20) 東京芝浦電気 (株): 日特公昭 43-21748
- 21) A. Bassl, Böhm-Kasper: *Farb u. Lack*, **73**, 10, 916 (1967)

求人・求職欄利用規定

(求人・求職リストは本号
92 ページにあります。)

1. 掲載の申込

求人・求職欄掲載申込書 (ハガキで下記あて請求のこと) に所定事項記入のうえ、掲載手数料、掲載原稿を添えて、下記あて書留便で郵送すること (申込の受理通知は出状しない)。

郵便番号 104 東京都中央区銀座 5-12-8 (本州ビル)
高分子学会 求人・求職係

2. 掲載

掲載申込締切は毎月 20 日とし、翌々月の 1 日に発行される会誌「高分子」の求人・求職欄に掲載される。

求人には P, 求職には J で始まる一連整理番号を 1 件ごとに付して掲載する。ただし、求職者の掲載回数は 3 回とする。なお引続き掲載希望者は改めて申し込まれたい。

3. 掲載手数料

3-1. 求人欄の利用掲載手数料は第 1 表のとおりとする。

a) 200 字 (、や。も字として数える) を越える場合は、広告ページに掲載し、求人欄には、100 字まで (無料) の概要を紹介し、本記事の掲載ページを明示する。

b) 求人欄利用者で匿名を希望する場合は、掲載 1 回につき

第 1 表 求人欄掲載手数料 (円/回)

	正会員	維持会員		賛助会員		会員外	匿名 手数料
		2回/年 3回/年 まで	3回/年 以上	2回/年 3回/年 まで	3回/年 以上		
50 字まで	1,000	0	700	700	900	1,500	(2,000 円 につき 500 円)
100 字まで	2,000	1,000	1,400	1,400	1,800	3,000	
200 字まで	4,000	2,000	2,800	2,800	3,600	6,000	
200 字 1/2 ページ / 1 回		12,600		16,200		18,000	—
以上 1 ページ / 1 回		25,200		32,400		36,000	

2,000 円、照会 1 件につき 500 円の手数料を別に追加される。

c) 営利を目的としない団体・機関の利用掲載手数料は、50 字まで無料とする。50 字以上は第 1 表による。

3-2. 求職欄の利用掲載料は、第 2 表のとおりとする。
ただし 70 字以上は取り扱わない。

第 2 表 求職欄掲載手数料 (円/回)

	会 員	会 員 外
50 字まで	0	1,500
70 字まで	500	2,000

4. 原稿の書き方

4-1. 25 字の横書き B5 判原稿用紙に書き、余白に必ず連絡先、氏名を記人のこと。

4-2. 求人の原稿は、求人側の必要事項を明確に記すこと。特に制限はない。

4-3. 求職の原稿は、求職の希望、専攻、経験年数、学位、年齢、など、実例に沿って必要と思われることを明確に記すこと。

5. 応募・照会

5-1. 求人に対する応募は、会誌「高分子」に掲載された求人 P ナンバーを記して直接求人側に連絡すること。ただし求人側が匿名の場合は、本会の求人・求職係に照会のこと。

5-2. 求職に対する照会は、J ナンバーを記し、本会求人・求職係あて書面で照会すること。他の方法による照会は受付けない。

6. その他

6-1. 求人 (匿名の場合) 求職の機密は厳重に保持する。

6-2. 本会は求人・求職については一切保証の責任を負わない。