

【 第 1 章 】

塗料を作るための基礎知識

塗料の役割

塗料というと、あの「ペンキ塗りたて。注意！」の貼り紙と、うっかり触ってしまった時のベタベタとした感触を思い出すのではないのでしょうか。ちなみに、ペンキというのはオランダ語のpekが語源で英語ではpaintです。

皆さんが通常、目にする機会の多い塗料は、ホームセンターなどで売られている缶に入ったドロドロとした液体や、エアゾールタイプのものだと思います。エアゾールタイプの塗料は缶に入っているものより、幾分サラサラした液体ですが、どちらも見た目ではインクや絵の具とさほど大きな違いは感じませんし、実際に成分もよく似ています。違うのは使用される時の役割（機能）です。

①保護と美観

塗料の機能は古くから「保護と美観」と呼ばれています。塗料は塗られた物（被塗物）がさびや腐食、紫外線、風化、などによって劣化することを防止します。この作用を「保護」と呼びます。また、塗料は被塗物の表面に色や艶、光輝感などを付けることで、見た目を美しくします。この作用を「美観」の付与と言います。つまり、塗料はそれだけが単独で機能を発現するのではなく、自動車や家電製品、船、橋梁、家、ビルディングなどいろいろな機能を持つ製品に塗装され、被塗物を劣化環境から保護し、見た目の美しさを付与することで初めて役に立ちます。

一方、インクや絵の具は、そのもので描かれた字や絵、パターンが、情報の伝達や感情の表現などの機能を直接果たします。塗料が被塗物の広い部分に均一で一様に塗布されるのに対し、インクや絵の具は基材の一部分だけに線や模様、像を印すというところも基本的な違いです。

被塗物の材質の違いによって使用される塗料は様々ですが、付与する美観についてはおおむね共通しています。一方、保護に関しては基材によって対象とする劣化要因が異なります。表1-1に被塗物の材質と劣化現象および劣化の要因を示します。塗料は、これらの劣化要因が被塗物と直接接触するのを防止したり、被塗物表面に到達する量や速度を抑制します。

②機能性塗料の機能

最近では、「保護と美観」の基本的な機能に加えて、新しい別の機能を付加した塗料が登場しています。これらは総称して機能性塗料と呼ばれています。表1-2にこれまでに商品化された（開発中を含む）機能性塗料について、付加された機能を示します。これらの塗料は、例えば「耐熱塗料」のように付加された機能を表す言葉に「塗料」を付けて呼びます。

表 1-1 被塗物の劣化現象と劣化要因

被塗物（基材）	劣化現象	劣化要因
金属	酸化（さび、腐食）	水、酸素 腐食物（塩素イオン、酸、アルカリ）
コンクリート モルタル セメント 石材	アルカリ骨材反応 凍害 中性化（鉄筋の腐食） 塩害（鉄筋の腐食）	水、二酸化炭素
木材	腐食	菌、虫、紫外線、風雨
プラスチック	脆化、白化	紫外線

表 1-2 機能性塗料に付加される保護と美観以外の機能

	機能分類	機能名称
熱的機能	熱に対して特別に作用する性質	耐熱、遮熱、耐火
機械的機能	高強度、高剛性など、荷重（外）力に対する材料力学的性質	表面硬化（ハードコート）、耐擦傷性、潤滑、防滑、自己治癒性（セルフヒーリング）
電氣的機能	電気や磁気に対して特別に作用する性質	絶縁、導電、透明導電、帯電防止、電磁波吸収・シールド
光学的機能	光に対して特別な応答をする性質	蛍光、蓄光、再帰反射（道路標示）
生態機能	生態との親和性を制御する性質	防汚、抗菌、防カビ、防藻、防腐、防虫、ソフト感覚
表面エネルギー的機能	表面へのぬれ性、吸着性、接着性、粘着性、非粘着性、	非粘着、ストリップابل、着氷・着雪防止、撥水・撥油、落書き・貼紙防止
分離機能	混合気体や液体から必要な成分を分離する性質	消臭、ガスバリアー、透湿・防水性

要点 ノート

塗料の機能は被塗物を劣化から保護し、色彩や艶などの美観を付与することで、保護と美観以外の機能を併せ持つ塗料は機能性塗料と呼ばれます。

塗装の方法

塗装の方法は、目標とする膜厚と塗装面積、被塗物の状態や形態で決まります。建造物など移動させることのできないものは「現場塗装」、大きさや形状の揃った工業製品などは工場での「ライン塗装」が適しています。一般論ですが、厚い塗膜を得るには、溶剤含有量が少なく粘度の高い塗料に適応した塗装機を用います。

表1-3に現在実用化されている塗装方法の概略と適用可能な塗料の粘度を示します。各種塗装方法の詳細については他の成書^{1), 2)}を参照ください。

「ハケ塗装」、「ローラー塗装」は現場で比較的小面積を塗装するのに適しています。大面積を塗装するにはエアスプレーやエアレススプレーなど塗料を霧吹き要領で被塗物に吹き付ける「霧化塗装」が採用されます。エアレススプレーはエアスプレーよりも高粘度の塗料に適しています。

いわゆるライン物と呼ばれる工業塗装の分野でも上記スプレー方式に回転霧化方式を加えた「霧化塗装」が多用されます。回転霧化塗装では比較的微細な粒子が生成されることから、自動車のような高外観を要求される塗装分野で用いられます。

一般に霧化塗装は塗着効率（塗装工程で消費された塗料量に対する被塗物に付着した塗料の割合）が低いので、塗装機と被塗物の間に電界を印加し、塗料液滴に静電荷を付与して、被塗物に塗料液滴が到着しやすくする静電霧化塗装方式も広く利用されています。

「カーテンフロー塗装」や「ロールコーター塗装」も工業塗装で使用されており、板状の被塗物を数m/秒の高速で塗装するのに適しています。ただし、被塗物の形状が平板状に限定され、曲面がある場合には適用できません。

「浸漬塗装」は、例えば袋部があるなど複雑な構造、形状の被塗物に適しています。粉体塗料を浮遊させた槽に、加熱した被塗物を浸漬することで、粉体塗装にも適用可能です。

「電着塗装」も浸漬塗装の一種ですが、槽の中で被塗物と対局となる電極の間に直流電圧を印加し、電気化学反応で塗膜を析出させます。被塗物を陰極としたカチオン電着塗装と陽極とするアニオン電着塗装があります。

表 1-3 塗装方法

塗装方法	特徴	塗料粘度 (mPa・s)	
ハケ塗装 ローラー塗装	ハケやローラーブラシを用いて、塗料を被塗物に直接、移行させる。職人の「腕」が仕上がりに影響しやすい。	300～1000	
霧化塗装	エアスプレー	スプレーガンなどを用いて、塗料を高速の空気流と衝突させることにより霧化し、被塗物に移行させる。大面積を塗布するのに適しており、平滑な塗膜が得られる。	20～40
	エアレススプレー	比較的高粘度の塗料に10～30 MPaの高圧を掛け小孔から噴出させる。噴出された塗料は圧力開放に伴って液滴に分裂し霧化される。一度に厚膜で塗装できる。	100～1000
	回転霧化塗装	高速で回転する円盤もしくは円筒カップの中心部へ塗料を供給し、遠心力により薄膜化した塗料が先端部から放出される際に霧化される。	60～150
カーテンフロー塗装	スリットから流下するカーテン状の塗料膜をコンベヤーに載せられた平板上の被塗物が通過する。秒速数mの高速塗装が可能。被塗物の形が平板状に限定される。	100～300	
ロールコーター塗装	塗料パンからピックアップロールで供給された塗料が、トランスファーロールを経由してアプリケーションロールで、平板状の被塗物に移行される。アプリケーションロールの周速方向と被塗物の搬送方向が同一のナチュラルコーターと逆のリバースコーターがある。基本的にはオフセット印刷やグラビア印刷など同一の機構。カーテンフローコーターと同様に高速塗装が可能。	100～300	
浸漬塗装	塗料を入れた槽に被塗物を漬けて引き揚げたり、ワイヤーのような被塗物を連続的に通過させる。	2000～10000	
電着塗装	水性塗料を入れた槽に、伝導体である被塗物と対向電極を浸漬し、直流電圧を印加することにより電気化学反応で塗料を析出させる。複雑な形状の奥まった場所や袋部、端面などへの塗装が可能。	1.0～40	

いずれの塗装方法を用いる場合でも共通することですが、塗装前の被塗物を前処理して、油、さび、異物などを取り除いておくことが重要です。また、必要に応じて、研磨や化成処理なども行います。

要点 ノート

塗装方法（塗装機）は、被塗物の形状、現場塗装かライン塗装か、塗装面積、目標膜厚などを考慮して決定します。

塗料の構成成分

塗料は、樹脂、顔料、溶剤と、少量の添加剤から構成されます。塗料中と乾燥塗膜中で、これらが存在している状態のイメージを図1-1に示します。樹脂は溶剤に溶けていますが、顔料は溶けないで粒子状に散らばっています。この状態を「分散している」と言います。顔料の粒子径は数mm～数十nm程度です。塗料を塗装し、乾燥して溶剤が無くなると、塗膜と呼ばれる顔料が分散した樹脂の膜になります。顔料を含まない塗料もあり、クリアー塗料と呼ばれます。

塗料の構成成分の具体例と役割を表1-4に示します。

①樹脂

樹脂にはシェラックやワックスなど天然由来のものも使用されていますが、ほとんどは合成樹脂です。多種多様な低分子の単量体（モノマー）があり、これらを化学反応でつなぎ合わせて高分子化し、合成樹脂にします。つなぎ合わせる操作を重合と言います。重合させる化学反応形式の違いで、アクリルやポリエステル、ウレタンなどと分類されます。塗料用樹脂は、単一種類のモノマーだけを用いて合成することはまれで、何種類ものモノマーを組み合わせて、膜の硬さや柔軟性、基材への密着性、硬化性など、用途に応じた塗料としての性質・性能を発現させます。また、硬化剤もしくは架橋剤と呼ばれる物質を樹脂と混合しておき、塗装の後に樹脂分子同士を結合させて塗膜を強靱にするタイプの塗料も多数存在します。塗料の性能は樹脂で決まると言っても過言ではありません。

②顔料

顔料は塗膜中で光を吸収したり、散乱、反射して、塗膜に色彩や意匠性を付与し、被塗物を隠ぺいします。また、塗料の比重や塗膜硬度の調整、コストダウンに寄与する体質顔料、塗膜内のpHを調整したり、腐食抑制物質を放出して金属製被塗物のさびを抑制する防錆顔料なども使用されます。

③溶剤

溶剤は樹脂を溶かし顔料を分散させて、均質な塗料や塗膜になるようにします。また、塗料を塗装しやすい粘度に調整し、被塗物表面に均一に塗り広げら