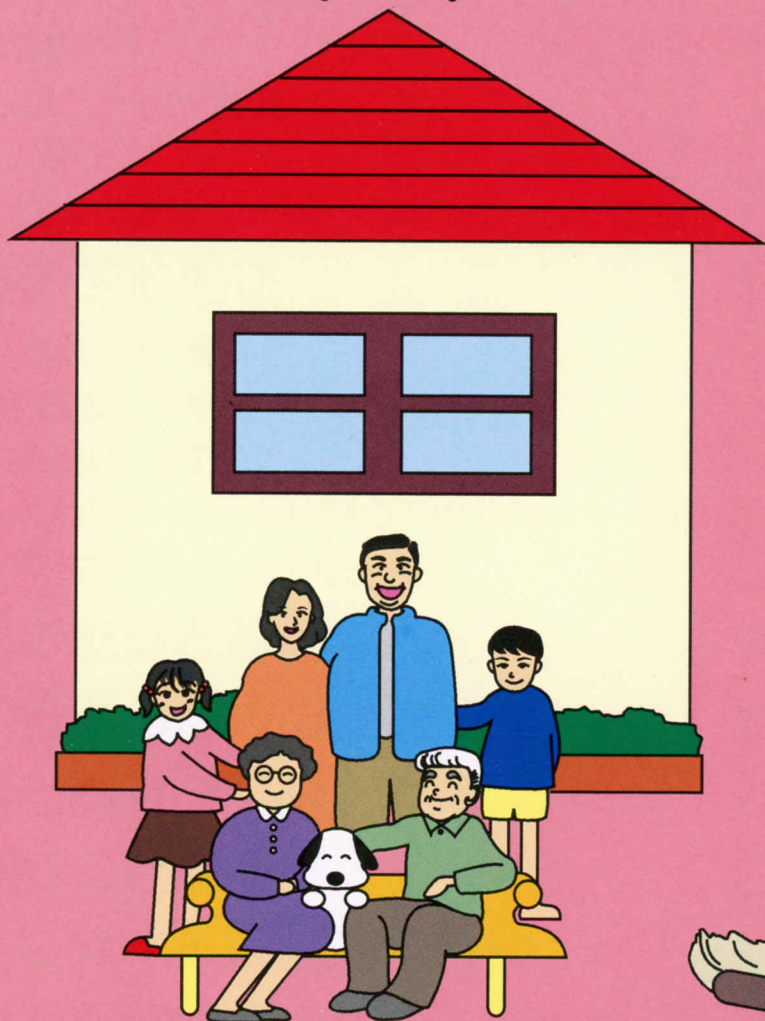


塗料概論

(II)



塗料概論II

目次

1. 塗装とその用具	2~12
1) 刷毛塗り	
2) エアースプレー塗装	
3) エアレススプレー塗装	
4) 静電塗装	
5) ロールコーター塗装	
6) 流し塗り	
ディッピング塗装, カーテンフローコーター塗装	
2. 塗装の下地処理	13~17
1) 鋼板(鉄)の下地処理	
2) 亜鉛鉄板の下地処理	
3) アルミ製品の表面処理	
4) コンクリート, セメント類の下地処理	
5) プラスチック成型品の表面処理	
3. 塗料の乾燥と設備	18~20
4. 塗装管理のための機器	21~22
5. 塗料と塗装の欠陥と対策	23~26
6. 色(色彩)と調色	27~31
7. 塗料に関する規制対象法律	32
8. 塗料及び塗膜の分析	33~42
1) 赤外分光光度計(IR)	
2) ガスクロマトグラフィー	
3) GPC	
4) 走査型電子顕微鏡(X線分析付き)	
5) 熱分析	
6) 振り子型粘弾性	

1. 塗装とその用具

1) 刷毛塗り

刷毛を用いて塗料を塗り広げる方法で、簡易ですが熟練を必要とします。

1) 刷毛の良し悪し

- (1)毛に光沢があり、手ざわりの良いこと。
- (2)切毛や逆毛がなく、たたいても抜け毛がないこと。
- (3)溶剤をふくませて振ると、毛先が揃うこと。

刷毛は最初、下塗りなどに使い、抜け毛などが無くなり、毛先が揃うようになってから上塗りに使うほうが良い。

2) 刷毛の種類

種類	毛質	形状	サイズ(cm)
ペイント刷毛	馬毛	ずんどう型	6.0 4.5
		すじかい型	6.0 4.5 3.0
		たけがら	1.5 1.0
ニス刷毛	羊毛	すじかい型	9.0 7.5 6.0 4.5 3.0 2.5
	山羊毛	平型	9.0 7.5 6.0 4.5 3.0 2.5
水性刷毛	羊毛 山羊毛 馬毛	平型	15.0 12.0 9.0

欧米では豚毛(平型)を主として用います。



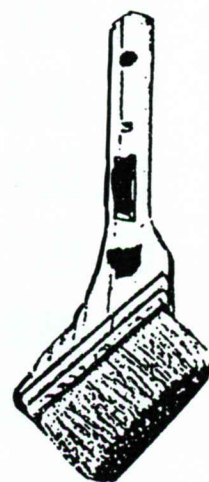
平刷毛



洋式
平刷毛



ずんどう
刷毛



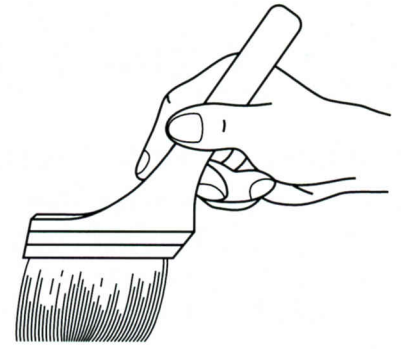
すじかい
刷毛

3) 刷毛塗りの準備

- (1)容器を確認する。ごみ、水、汚れがなく持ちやすいもの。塗装する刷毛の幅の2倍以上の径が望ましい。
- (2)塗料の粘度を調整する。シンナー、水など適した溶剤を使用する。
- (3)塗料カス、皮、ゴミなどを濾過する。
- (4)塗装する面のごみをダスター刷毛やウエスなどで掃除する。

(5) 刷毛の持ち方

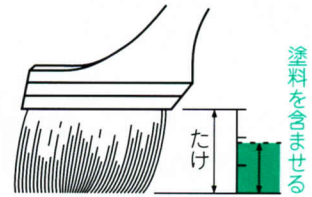
- ①柄の中心よりやや上の所を持つ。図-1
- ②塗る場所は自分のきき腕側に来るように位置を取る。



【図-1】

(6) 塗料を刷毛にふくませる。

- ①毛の長さの1/3～2/3まで塗料に漬ける。
- ②毛の根元まで塗料に漬けると刷毛の形が崩れて長持ちしません。
- ③穂先の塗料を軽くしごいて垂れない程度で塗る場所に刷毛をあてがう。
- ④手首や肘にあまり力を入れると塗料が下に滴ることが多い。軽く塗料を均一に広げる。
- ⑤一度に下を隠蔽する程は塗らない。



4) 刷毛ぬり法

(1) 三段階法

油性ペイント、さび止めペイントなど乾燥の遅い塗料は、刷毛をタテ、ヨコに十分使って塗料を均一に広げて塗り上げる。

配り塗り

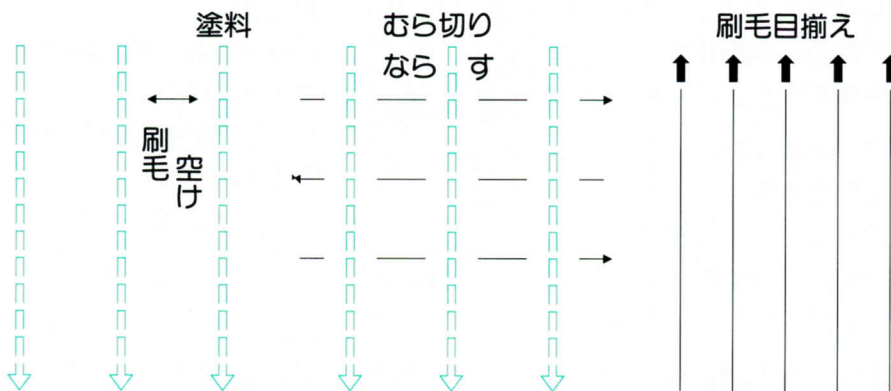
仕上げ面積に対する塗料の量を平均的に塗り付ける。

ならし塗り

塗りつけた塗料を全体に広げる。

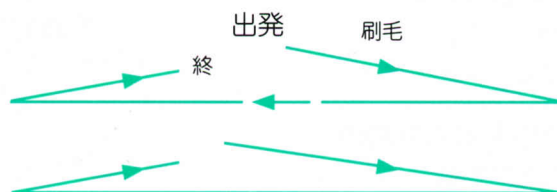
仕上げ塗り

広げた塗料を更にタテ、ヨコに切って刷毛目を揃える。



(2) 棒塗り法

合成樹脂系の乾燥の早い塗料を刷毛で塗るのは難しい。タテ、ヨコに刷毛を切るのにはできないので、刷毛幅にしたがってタテ方向だけ(ヨコ方向)に刷毛を動かし、塗りつけと仕上げを平行して行う。



5) 刷毛の保管

- (1)色別、使用塗料別に保管する。
- (2)シンナーで洗浄したのち保管容器に半乾性油を入れ、中に吊した状態で密閉する。
- (3)洗浄は刷毛の根元に沁みた塗料もへらなどでしごき出し、よくほぐす。

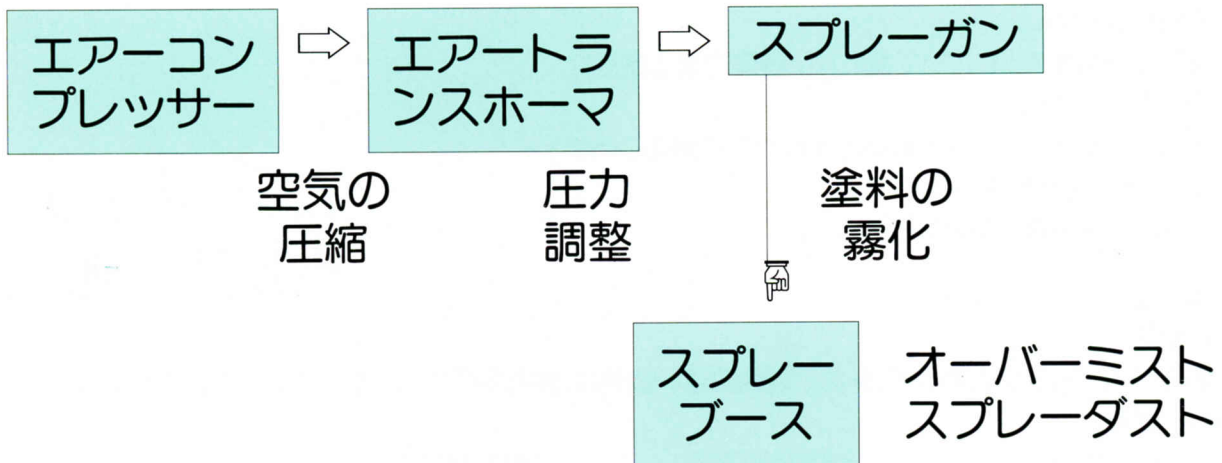
これを十分行わないと刷毛先が開き次の使用時に塗膜の仕上げがきれいに出来ない。

2) エアースプレー塗装

塗料を圧縮空気によって霧化して被塗面に吹きつける方法です。

スプレーガンもいろいろな種類が制作され、作業能率が良く、平滑な塗装ができる手軽な塗装機として工業塗装にもっとも広く利用されています。

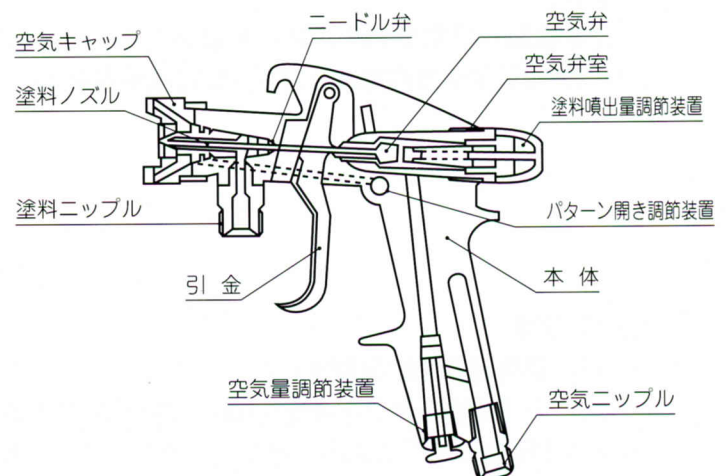
1) 塗装装置

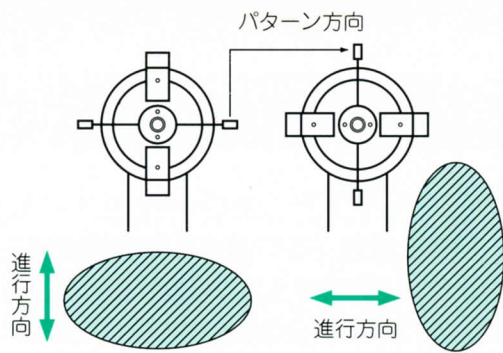


作業順序	要 点
準 備	(1)スプレーガンの故障の有無を調べる。 (2)各部を完全に接続する。 (3)塗料を準備する。
点 検	(1)空気圧を調整する。 (2)空気漏れの確認。 (3)空気キャップ、カップのふたの空気穴の詰まり確認。 (4)塗料の回路の洗浄。
塗料を入れる	(1)塗料を7~8割入れる。 (2)引金には指はかけない。 (3)ふたをしっかり閉める。 (4)カップの傾きを調整する。
ガンの調整	(1)パターンの調整をする。 (2)空気の調整をする。 (3)吐出量の調整をする。
塗装の姿勢	(1)被塗装物の形状で塗装の順序を組み立てる。 (2)ガンの柄を握り、引金に軽く指をかける。 (3)被塗物までのガンの距離は15~25cm。 (4)左手でエアホースを握る。

作業順序	要 点
吹 付 け	(1)ガンは被塗面に90度の角度に対する。 (2)パターンは1/3程度重ねながら塗装する。 (3)ガンの速さは50cm/秒程度にする。 (4)オーバースプレーは少なめに。

★スプレーガンの構造





スプレーガン先端正面図

空気キャップの位置で
スプレーパターンの形状が
左図のように変化します。
被塗物の形状や塗装角度に
応じて調整しながら塗装する
のが通常です。

ノズル口径

ノズルの口径によって塗料の噴出量が変わり、これに応じて霧化に必要な空気の使用量も変わってきます。

これは作業の能率や仕上がりに直接影響するので適切な選定が必要です。

一般には下塗りには塗料の吐出量の大きい口径の大きなものが用いられます。

上塗りには霧の細かいノズル口径の小さいものが用いられます。

大きさ	塗料供給	ノズル口径	塗料噴出量	使用空気量
小 型	重力式 吸上式	1.0mm	95cc	75ℓ/分
		1.3mm	135cc	85ℓ/分
		1.5mm	180cc	165ℓ/分
大 型	吸上式	1.5mm	240cc	175ℓ/分
		2.0mm	330cc	240ℓ/分
		2.5mm	420cc	340ℓ/分

2) 塗料の粘度

塗料の粘度が高すぎると塗面がざらつき、低くすぎると流れてしまいます。

スプレー塗装に適切な粘度は

IHSカップ

ラッカー類

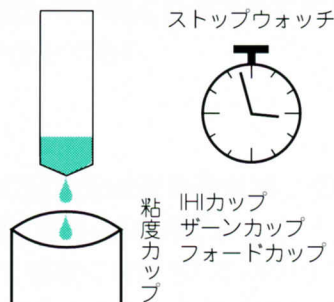
15~18秒

エナメル類

18~25秒

錆止め塗料

25~30秒

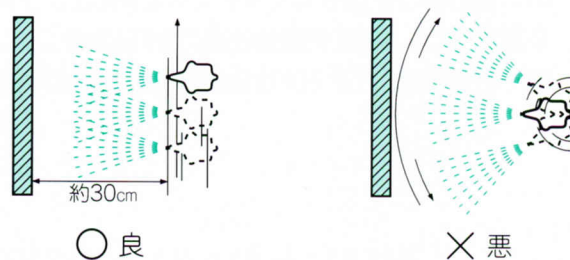


3) スプレーガンの運行速度

スプレーガンを横又は縦に移動させる速度を運行速度といい、常に一定の速度で塗装することが必要です。

一般には30~60cm/秒が適正で、遅い場合は流れの原因となり、早い場合は透けの原因になります。

被塗物が小さく凹凸がある形状では速度を遅くし、被塗物が大きく凹凸が少ない場合は塗料噴出量を増し、早い速度でガンを動かすと効果的です。

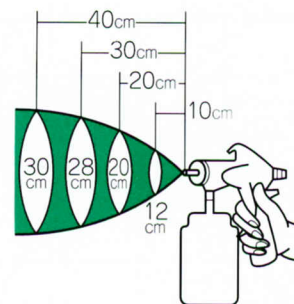


4) 吹付け距離

スプレーガンの先端と被塗物までの距離は塗料の損失(ロス)に大きな影響を与るとともに作業能率にも大きく左右します。

一般に大型ガンでは20~30cm, 小型ガンでは15~25cmが適しています。

吹付け距離が近い場合はパターン開きが狭くて塗膜が厚く、遠い場合はパターン開きが大きく同時に塗膜の厚みが薄く成ります。

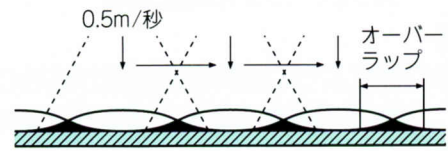
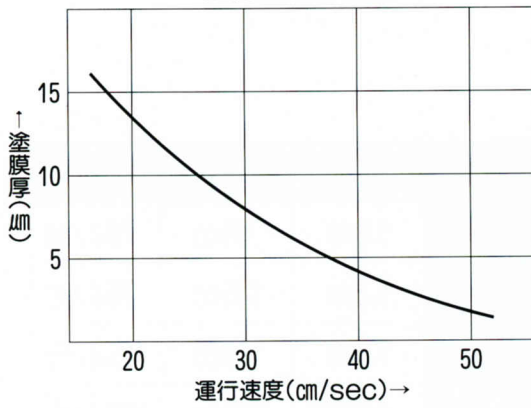


【吹き付け距離とパターン開き】

5) 吹付方向

塗料の噴出方向は必ず被塗面に直角とし、その運行は被塗面に並行に動かす。
手首だけを首振り状に運行すると塗膜が不均一になります。

運行速度と膜厚



3) エアレススプレー塗装

塗料に高圧をかけ小さい穴(ノズル)から噴射して、塗料を霧状にし、品物に付ける方式のスプレー塗装のひとつです。圧縮空気のスプレー塗装との比較でエアレス(空気なし)スプレーと呼ばれます。



1) エアレススプレー

- 長所
- (1)霧の飛散が少ない ————— 塗着効率が良い。塗料の節約ができる。作業環境が良くなる。
 - (2)塗料噴出量が多い ————— 作業能率が上がる。
 - (3)高粘度塗料が噴出できる ———— 溶剤の節約ができる。厚膜塗装ができる。
- 短所
- (1)霧の粒子が粗い。 ————— 美しい仕上げに向かない。
 - (2)パターン, 吐出量の調整が簡単に出来ない ————— ノズルチップの交換が必要。
 - (3)塗料に高圧を加える必要あり ————— 高圧ポンプと圧力にたいする危険注意。

2) 構造

- ペイントタンク(塗料加圧タンク)で塗料を圧送する。スプレーガンは塗料ホースが接続される。
- 色替えせずに多量の塗料を連続して塗装する作業に適しています。
- 塗料容器がガンに付いていないので自由に操作ができるなどの作業性が良い。

★ダイヤフラムポンプ

小型, 軽量化され現場作業に適する。電動式は無負荷起動で連続運転可。

★プランジャー方式

機種が多く作動も安定。ほとんどの塗料が使用可能である。

空気圧駆動式は安全性が良い。

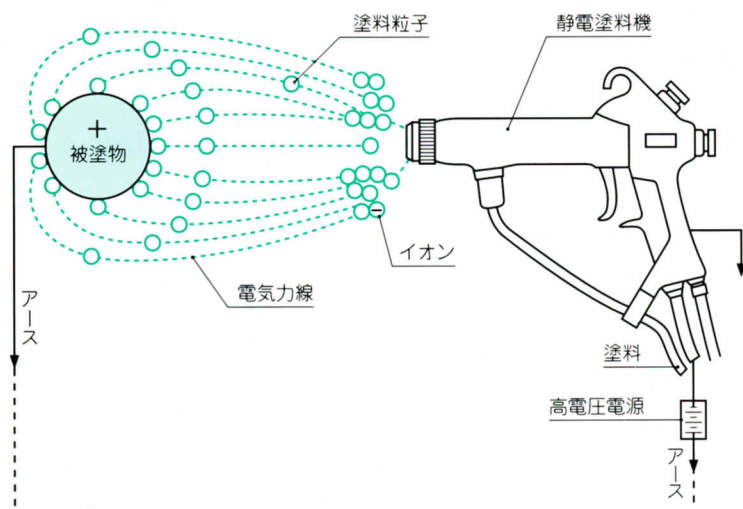
ノズルチップの口径, 形状で吐出量, パターンが決まるので各サイズのチップの保管が必要です。

4) 静電塗装

静電塗装は下図のように塗装機の先端から吐出された塗料の霧(塗料液の微粒子)に荷電電極から発生する多量のマイナスイオンを帯電させます。さらに被塗物はアースを取ることでプラス側に位置付けされます。

このため、マイナスに帯電した微粒子は被塗物に吸引され膜を形成します。

塗料粒子への帯電量は塗料に使用する溶剤の種類に関係し、誘電率の高さや粒子の大きさなどで影響を受けます。



また、被塗物の形状により電気密度の分布が異なり、凸部は高く凹部は低いいため塗料の付着量は凸部に多くなります。

装置
高電圧発生器
塗料供給装置(霧化を含め)
空気供給装置

のセットが必要になります。

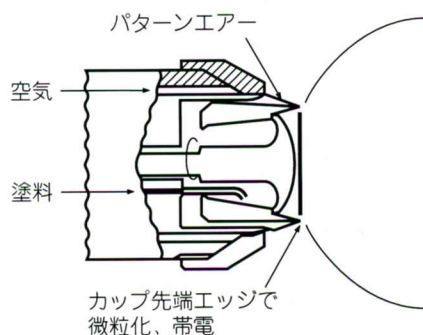
1) 静電塗装機の種類

基本的には塗料の微粒子の作り方の違いです。

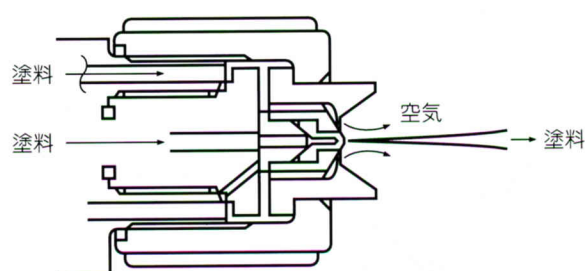
機種	霧化法	電極形状	パターン形状	塗料噴出量	塗着効率	特長
空気霧化式	スプレーガン方式	針状	円形 ベタ塗り	50~300	40~70	複雑な形状の被塗物で凹部への入り込み性が良い。 塗着効率はやや劣る。
エアレス霧化式	エアレスガン方式	針状	円形 ベタ塗り	150~600	50~75	高粘度塗料や大噴出量が必要な大型の物体(電車など)の塗装に適している。
遠心・電気霧化式	カップの回転 高電圧	カップ, ディスク	ドーナツ 円形 ベタ塗り	50~400 200~700	50~85 80~90	塗着効率は最も良いが、端部の塗料の付着が多い、凹部への入り込み性に劣る。

2) 静電用ガンの構造

【遠心・電気霧化式】



【空気霧化式】



3) 静電塗装上の管理項目

静電塗装は上記のように3つの系統があるが、それぞれ塗装方式の差から来るポイントに若干の差がある。しかし共通する点を次に整理しました。

(1) 静電塗装用溶剤

- 塗料の微粒子を電氣的に塗着させるためには一般的には帯電量が多いほどよい。
- 帯電率の高いことは塗料の誘電率の高いものであり、誘電率は1/塗料抵抗値にほぼ比例する。
- 塗装する塗料(希釈品)の抵抗値を計ることで静電効果の目安にできる。
- 電気抵抗値が20~80M Ω ・cmの範囲の塗料が良い効率を与えるとされている。
- 電気抵抗値の調整には溶剤の極性を持つもの(アルコール, エステルなど)極性の低いもの(キシレン, 芳香族炭化水素など)の組み合わせで行う。
- 静電塗装の微粒子はエアースプレーなどに比べ噴出から塗着まで時間が長い, 即ち付き回りといわれるように回り込みする時間空中を浮遊する。このため溶剤の揮発時間が長いことになるので飛行中に溶剤が揮発し粘度の高い粒子が塗着するため肌が荒れる傾向がある。高沸点溶剤の使用などで調整する。
- これらの傾向は塗装機の種類で若干異なるので機種に合わせた希釈溶剤の設定がポイントです。

(2) 塗料粘度

微粒化から塗着までが長いことから溶剤の揮発が多い。したがって, エアースプレーの塗装粘度より10~30%低目に設定するほうが塗肌, 塗着効率の上から良いデータが得られている。

(3) 塗料噴出量

静電塗装の場合ガン1台当たりの噴出量は微粒化出来る量との関係で決まっています。無理に噴出量を増すと粒子が荒くなり, 塗着効率は下がり, 肌も悪くなります。したがって単位時間の処理量上げる場合はガン数を計算して増加する必要があります。

(4) 印加電圧

被塗物とガンの先端の間にかかる電圧は-60~-120kVと言われ, 電圧が上昇すると塗着効率が向上すると思われませんが, -60kV以上では極端には増加はしません。

(5)被塗物とガン距離

噴出された塗料の微粒子が失速する距離で静電気により塗着するのが望ましく、離れすぎると、微粒子がガンのほうに戻る。近すぎると被塗物を通り過ぎロスになります。

一般的には20～30cmくらいに設定します。

(6)排気速度

ブース内の風速は0.3～0.5m/秒の範囲がよく、強いと塗着効率が低下する。

低いと作業環境にミストがあふれます。

(7)ハンガー形状

被塗物の形状は凸部があると塗料が集中して付着するので、凸部が出来ないように吊りかたを工夫し、又1つのハンガーに多くの部品を吊る場合も均一な塗装になるように工夫が必要です。

4) 通電性塗料の静電塗装

水系塗料や金属粉(アルミペースト)を含んだ塗料は通電性があるので高電圧がリークしてしまう。塗料の容器から供給経路を完全に絶縁すれば塗装が可能であるが、空気中の湿度にも放電するので塗装室内の清掃や空調設備なども完備していないと安全な塗装は継続出来ません。

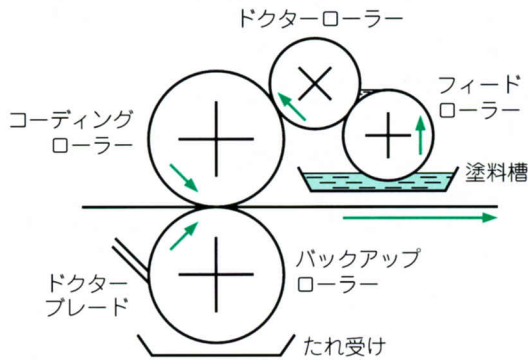
溶剤型塗料のアルミペースト3%以下のメタリックであれば通常の塗料と同様に使用できます。

5) ロールコーター塗装

塗料を塗着させたローラーの間に被塗物を通過させることで塗装を行うものです。

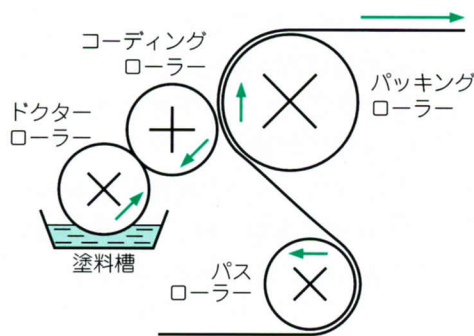
トタン、ブリキの Coil 塗装に適し(特にリバースコーター)また合板、スレートなど平板を塗る時に適します。

(1) ナチュラルローラーコーター



コーティングローラーが被塗物の進行と同一方向に回転するもので、比較的薄く塗る場合に適しています。一度に厚塗りするとローラー目を生じやすく、連続2台を並べ2passさせます。

(2) リバースロールコーター



コーティングローラーが板の進行方向と反対に回転するようになっているため被塗物を引っ張って巻き取るか、あるいはバックローラーで板を圧着して送り込む方法をとらねばなりません。

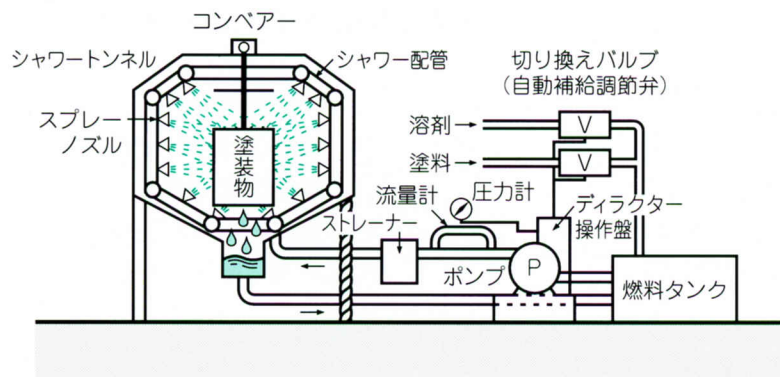
常に多量の塗料が供給されるのでワンパスで厚塗りができます。特に高粘度の塗料や高速度塗装に適していますが、ロールの面の摩耗が激しいのでロールの研磨の時期が短くなります。

(3) その他

この他に合板の目止めに主として用いられるボトムナイフコーター、パテ付けに用いるリバースフローコーターなどがあります。

6) 流し塗り・ディッピング塗装 カーテンフローコーター塗装

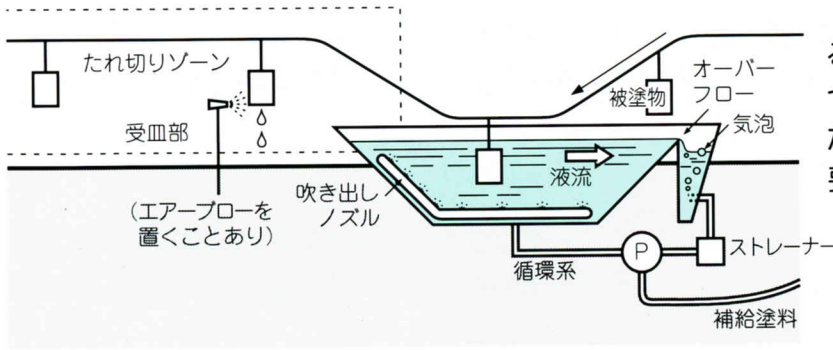
1. 流し塗り(シャワーコート)



被塗物の周囲に配置されたスプレーノズル被塗物に過剰の塗料を噴射します。塗料はかけ流した状態で被塗物の表面を流れ落ち塗膜を形成します。

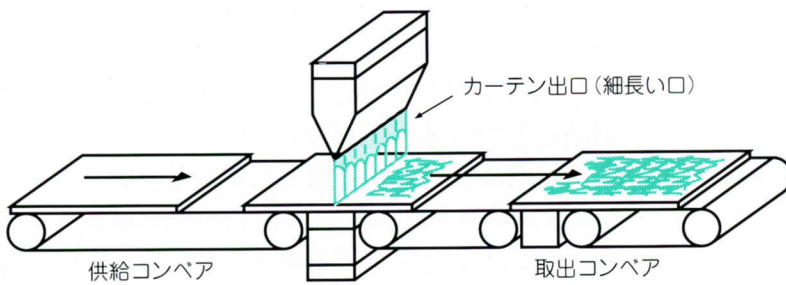
塗装の基本はディッピングと同じですが塗料の備蓄量が少なくすむ反面、噴射の衝撃で空気の泡を巻き込みやすいため塗料の変質やシンナーのロスが増えます。

2. ディッピング塗装



被塗物を塗料液の中に浸し、引き上げると付着した塗料が流れ落ち、薄い膜になって残る。機構が簡単で人手がかからないため小さな部品や余り高級な仕上げを必要としない塗装に用いられます。

3. カーテンフローコーター塗装



塗料をポンプでヘッドタンクに圧送し一定の量になるとヘッドのスリットからカーテン状に流下する。

被塗物は板状のものが多く、下のベルトコンベアでスリット下を通過し、カーテン状の塗料が付着する。

膜厚はコンベアで速度で加減する。

被塗物に塗着しない塗料は塗料受けで回収され繰り返し使用されます。

2. 塗装の下地処理

長持ちのする塗装をするためには塗料の組合わせ(塗装系)や塗装回数も大切ですが、より大切なことは塗料の接触する被塗物の表面を付着し易い状態にしてやることです。この工程を下地処理と表現します。

下地の処理はその材質で処理の方法が変わってくることも当然です。

1) 鋼材(鉄)の表面処理

1) 錆, ミルスケール(黒皮)の除去

一般に、鉄の表面は空気により酸化され易く、塗装する前の鋼材は部分的に錆がでた状態が多く又高温で圧延されたときに表面に厚みのある黒い酸化鉄の皮膜(黒皮, ミルスケール)で包まれています。

黒皮は時間の経過と共に鉄との境界の酸化が進み浮き上がり剥落します。黒皮の上に塗装をしても黒皮が浮いてくれば塗膜も一緒に剥れてしまいます。

錆も鉄への付着は脆弱で、上に塗装しても付着の程度が悪く、平滑度(美観)も劣ります。

2) 脱脂

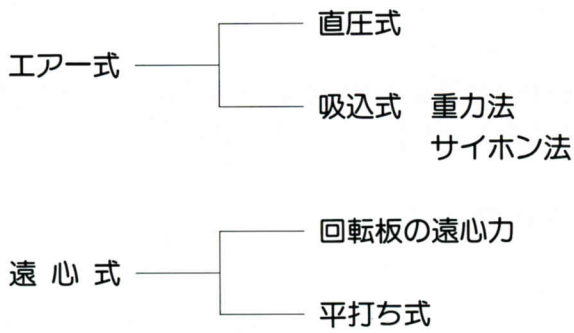
薄板では錆防止のため油が塗付されています。当然そのままでは塗料のハジキや付着の低下を来します。従ってシンナーなどにより洗浄ふき取りを行います。

3) 錆落とし(素地調整)の程度

ケレンの種別	施工方法	素地調整の程度	関連規格	
			SSPC	スエーデン規格
1種ケレン	ブラスト法	鋼球, 珪砂などを高圧で吹きつけ, 錆, ミルスケールを完全に除去し, 表面を灰白色に仕上げる。	SP-5	Sa 2
		上記よりやや低い仕上げ(点錆が残る)	SP-10	Sa 1/2
	酸洗い	塩酸, 硫酸などで錆やミルスケールを溶解除去する。	SP-8	—
2種ケレン	動力工具	錆および浮いたミルスケールを電動工具を用いて除去する。 固着したミルスケールは残しても良いが錆のない鉄面を露出させる。	SP-3	St 3
3種ケレン	手工具	手工具を用いて浮いたミルスケール, 浮き錆を除去する。 程度は上記より劣り, 錆面も薄く錆色に見える。	SP-2	St 2

- ☆ ブラスト —— 現地施工タイプ……サンドブラスト, 工場設置タイプ……ショットブラスト
 動力工具 —— ディスクサンダー, パワーブラシ, チューブクリーナー
 手工具 —— ケレンノミ, ワイヤーブラシ, サンドペーパー, カワスキ

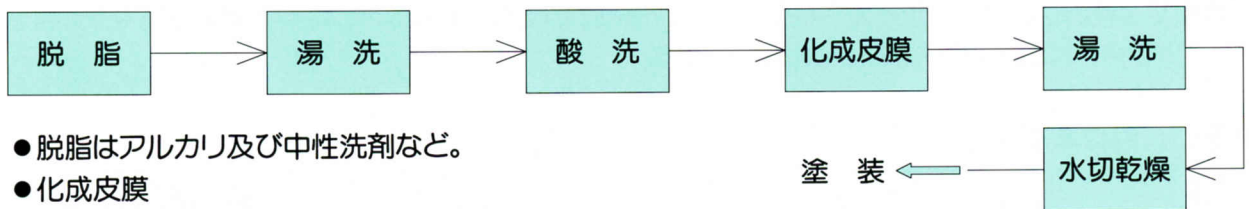
4) プラスト方法の種類



研 磨 方 法	材粒子の粒 径	最大表面粗 さ
非常に平滑なサンドブラスト	80 _{メッシュ}	1.5 _{ミル}
平滑なサンドブラスト	40	1.9
普通程度のサンドブラスト	18	2.5
粗いサンドブラスト	12	2.8
グリッド #C50	25	3.3
グリッド #C25	16	4.0

表面粗さ 触針法 JIS B 0651

5) ライン塗装における表面処理



- 脱脂はアルカリ及び中性洗剤など。
- 化成皮膜

鉄の表面に次のような化成皮膜を形成することで塗料の付着と腐食成分の塗膜下での鉄との反応を抑制する目的で非常に効果がある。

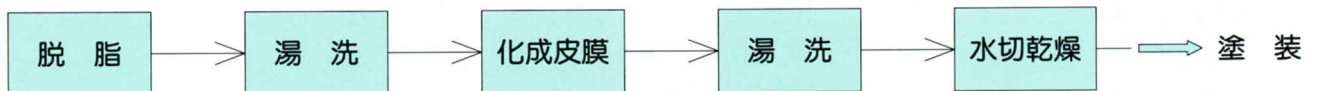
主として { 燐酸亜鉛皮膜
燐酸鉄皮膜 } などが行われている。

2) 亜鉛鋼板の表面処理

電気製品、鋼製家具、などの薄板製品は最近では亜鉛鋼板が用いられる例が圧倒的に多い。

これらの亜鉛メッキ板材は塗料の付着が本質的に劣るため、一般的に付着性の付与のために化成皮膜処理を塗装ラインの工程に組み込まれています。

鋼板(鉄)と比べ酸洗いの工程は必要ない。



- 化成皮膜

主として { 燐酸亜鉛皮膜
燐酸クロム皮膜
クロム酸皮膜 } があります。

3) アルミ製品の表面処理

建材関係に多く使われる素材です。外見からは鉄のような錆が見えないが、表面は酸化されやすく塗料の付着は特に悪い素材です。成型加工時の油の除去、表面の酸化アルミ層の除去、更に付着性付与のために化成皮膜処理が必要です。化成皮膜処理に代わる方法としてアルマイト加工もあります。

●化成皮膜

主として { クロム酸皮膜
ノクロム(リン酸ジルコニウム)皮膜 } があります。

各用途で適用されている化成皮膜処理の一覧

素 材	化成皮膜の種 類	薬 剤 の タイ プ	自 動 車 部 品	家 電	鋼 製 家 具	建 材	一 般 塗 装	P C M	塗 装 性 能	操 業 性	コ ス ト	防 錆 性	環 境 対 策	
鉄 鋼	リン酸亜鉛皮膜	薄膜型スプレー	○	○	◎	○	○		○	○				
		高ニッケル型スプレー	○	○		○			○					
		中膜型スプレー					○					◎		
	リン酸鉄皮膜	標準型スプレー		○	○					○		○		
		脱脂化成兼用型						○			○	◎		
		短時間処理型スプレー							○	○	◎			
亜 鉛 メッキ	リン酸亜鉛皮膜	高ニッケル型	○	○		○		◎	◎	◎				
	クロム酸塩皮膜	シリカ・クロム酸複合型							○	◎	○	○	○	
		塗付型シリカ・クロム複合							○	◎	◎		○	○
アルミ	クロム酸塩皮膜	クロミウム、クロメート	○	○		○	○	○	◎	○		○		
	ノクロメート皮膜	リン酸ジルコニウム皮膜	○	○			○		○				○	

4) コンクリート, セメントモルタル類の下地処理

腐食に強い無機質素材は建築構造物の塗装に多く用いられます。

金属のような素地表面の劣化での問題よりも素材のセメントからくるアルカリ性, 打設時に使用する水の基材への残存, 表面や内部の空隙などの処置が塗膜の付着や仕上がり外観へのマイナス要因として現れます。

最近ではセメント系の板材を工場で塗装し, 現地の鉄骨にボルトで取り付けるカーテンウォールの工法が増えて来ました。

1) 打設からの養生期間とその表面状態

	乾燥養生期間	表面
コンクリート, モルタル金ゴテ 仕上げ	夏季 14日以上 冬季 21日以上	★ 水分 10% 以下 PH 10 以下
打ち放しコンク リート, P C板, ALC板	夏季 21日以上 冬季 1ヶ月以上	
G R C板 CFRC板	夏季 14日以上 冬季 21日以上	

★
KET周波水分計を使用。
CFRCは測定できないので
日数管理が必要

2) 素地ごしらえ

目違い, 段差, 巣穴(ジャンカ) 欠け, クラック, 木コン跡	合成樹脂モルタル及びセメントフィラー で充填或はコテムラのないよう補修する。
レイトンス, エフロレッセンス セメントノロ	スクレーパー, ワイヤブラシ, サンダーなどで 除去し, セメントフィラーで平滑にする。
離型剤, 油脂類, 型枠塗料跡	洗いシンナーで拭き取り必要によりワイヤ ーブラシ処理する。

★下地処理

GRC, CFRC, ALC, などの板材で平滑仕上げを必要とする場合は上記の素地ごしらえの後,
更にセメントフィラーによる平滑化と塗装工程中のエポキシ樹脂パテを用いて鏡面性を保持して下さい。

3) 板材の工場施行上の注意

最近、ビルの高層化に伴い現場塗装から、板材をあらかじめ工場で塗装を行い現場では取り付けるだけの工程も増えています。この場合の注意事項は下記の通りです。

(1) 建屋内での塗装

板材の制作工場で塗装されますが、天候の変化(雨や風の影響)、ゴミ、ホコリを避けるため塗装作業場は建屋内を選んで下さい。

(2) 板材の管理

- 十分な乾燥養生期間を保持して下さい。保管中の雨による水分の増加を避けて下さい。
- 塗装場所での板材の設置は現地取り付けの上下の関係と同じに置いて下さい。
また、塗装作業の出来る間隔を確保して下さい。

(3) 保管・運搬

- 塗装完了品は塗膜が十分な硬度が出るまで約7日間は雨を避けて保管して下さい。
- 運搬には塗膜面にパッキンなど当てないで下さい。

(4) 現場での最終仕上げ

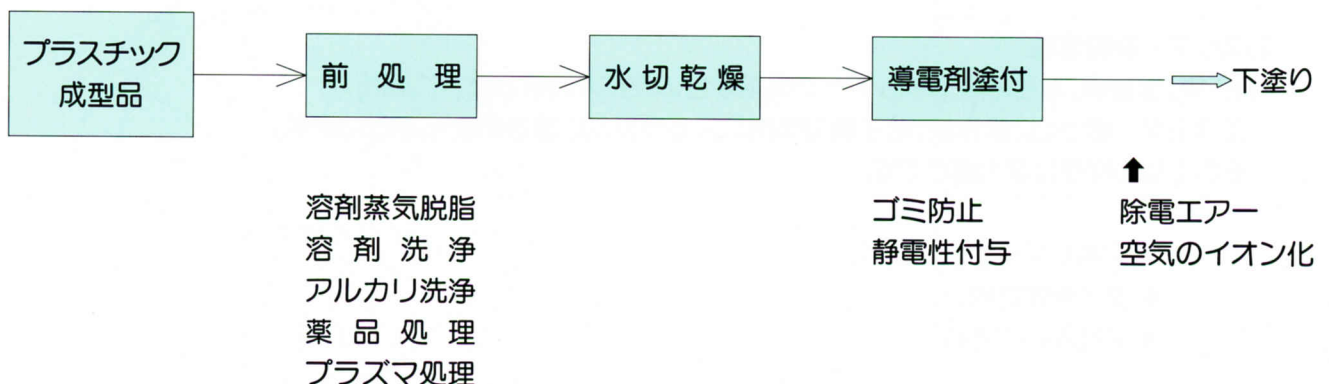
現場への搬送は塗膜の損傷を生じる可能性が非常に多い経験があります。
従って仕上げ塗装は出来るだけ取り付け直前に現場で行って下さい。

5) プラスチック成型品の表面処理

プラスチック成型品の塗装のための表面処理には次の3点がポイントです。

- 電気の非伝導体であることから帯電しやすくゴミを引きつける。
- 化学的に無極性なポリオレフィン系樹脂には極性を付与する。
- 離型剤、手脂などの除去を行う。

付着ゴミ, 異物の除去	<ul style="list-style-type: none"> ● 界面活性剤入り洗浄水による洗浄。 ● アルコール類による清拭。 ● 静電除去装置による静電気の除去。(塗装室に入る前)
極 性 化	● 酸化性酸(クロム酸など)処理, 低温プラズマ処理。
脱 脂	<ul style="list-style-type: none"> ● 塩素系溶剤蒸気洗浄。 ● 有機溶剤による洗浄, 清拭。



3. 塗料の乾燥と設備

1) 塗料の乾燥

塗料の乾燥は常温乾燥、強制乾燥、焼付乾燥並びにエネルギー照射乾燥の4方法に大別できますが、塗料の種類でその乾燥機構が決まり、用途により適切な方法を選ぶことになります。

いずれの場合でも基本的に必要な条件は次のようになります。

- 空気は清浄にしておくこと。
- ゴミ、ホコリ、湿度が高くないこと。
- 空気の流通をよくすること。
- 焼付炉の場合も塗料から揮発する溶剤の揮散を十分すること。
- 温度は5°C以下では乾燥は極端に遅れる。

1) 常温乾燥(自然条件の下で乾燥させる)

自然条件下で放置乾燥する方法です。乾燥設備に入らない建築塗装、橋梁など構造物、トレーラーなど大型の被塗物が主体です。

塗料では揮発乾燥型のラッカー類、塩化ゴム系塗料、各種エマルジョン塗料及び吹付材、酸化乾燥型の合成樹脂調合ペイント、フタル酸樹脂塗料、重合反応型のエポキシ樹脂、ウレタン樹脂、などが使われます。

2) 強制(促進)乾燥

(塗料の乾燥を進めるため80°C以下の加熱をする)

常温乾燥で用いられる塗料を乾燥スピードをはやめるため用いる方法です。

比較的小型の製品の塗装を効率よく塗装するためと、熱を加えると変形する合成樹脂や木材などの塗装にも適用されます。

80°C以下の温度で乾燥させるもので乾燥炉を使用することでゴミやホコリの付着を防ぐことも効果があります。

工場連続塗装ラインで常温乾燥を使用する場合、塗装の効率化の為に採用されています。

3) 焼付乾燥(一定の温度以上で橋架結合の反応がおきる塗料に適用する)

メラミンアルキド、アクリルメラミンなど熱反応硬化型塗料の乾燥に用いられます。

乾燥温度は120°C以上で20~30分、塗料の種類により200°C位まで変わります。

家電製品、鋼製家具、金属製品など工業用塗装ラインで多く採用されています。

4) エネルギー照射乾燥

(紫外線、放射線、などの高エネルギーで橋架結合の反応が起きる塗料に適用)

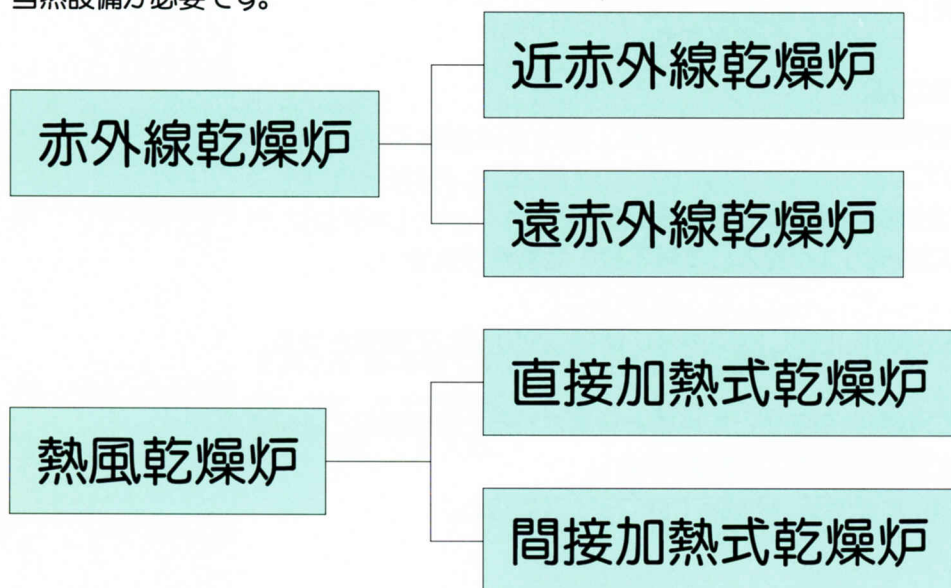
エネルギー線とくに紫外線、電子線の照射によるラジカル重合の硬化を行います。

その主なる特長は次の通りです。

- エネルギー効率が低い。
- 硬化時間が短い。
- 常温硬化である。

2) 乾燥設備

通常,工場生産される製品,部材は塗装の効率化のために促進又は焼付乾燥が採用されますが,そのためには当然設備が必要です。



熱風遠赤外併用炉

紫外線乾燥炉(UV炉)

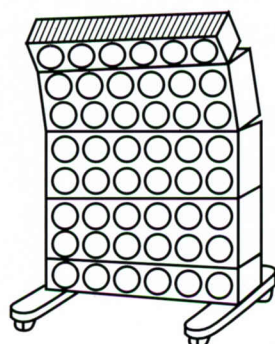
放射線乾燥炉(EB炉)

1) 赤外線乾燥炉

(1)近赤外線乾燥機

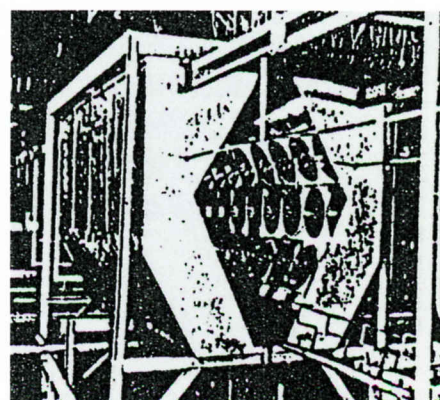
熱源として赤外線電球を用います。

取扱が容易,構造が簡単で移動,設置が容易なため金属塗装などの小部分の乾燥に利用されます。



(2)遠赤外線乾燥炉

電気,ガスなどにより管状又はパネル状のヒーターを加熱し,その輻射熱を熱源とするものです。



インフラジェットLP型加熱炉

2) 熱風乾燥炉

加熱した空気を乾燥炉内に循環させ、被塗物、塗膜を加熱し乾燥させるものです。
熱源としては重油、灯油、ガス、電気などです。

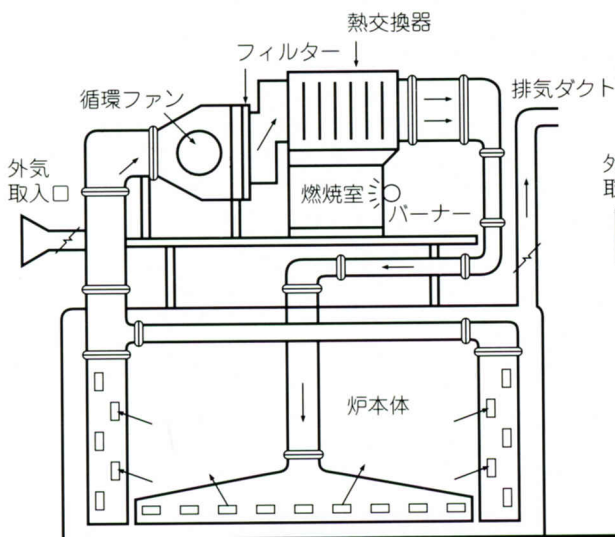
(1)直接加熱……バーナーで加熱した空気を直接炉内に吹き込む。

- 長所
 - 熱効率が良い。
 - 昇温時間が短い。
 - 設備がコンパクト。
- 短所
 - 不完全燃焼のススなどのゴミが多い。
 - 空気に燃焼ガスが混入し塗膜不良の危険性が大きい。

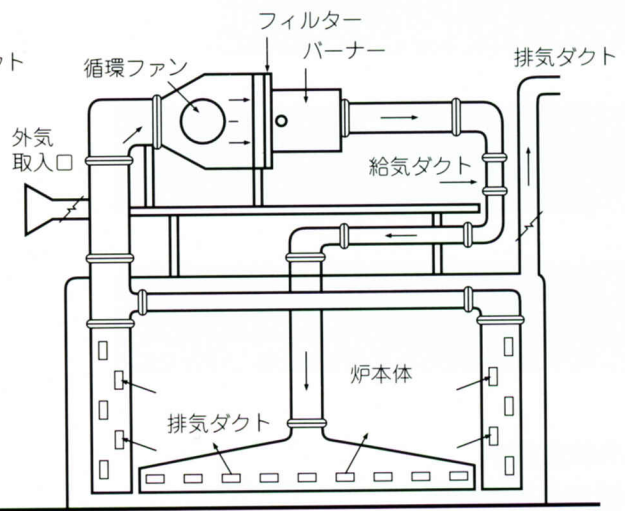
(2)間接加熱……バーナーで熱交換機を加熱し熱交換機に炉内空気を通して循環させる。

- 長所
 - 炉内の溶剤含有空気と加熱炉と分離されるため爆発などは起きない。
 - 同様に塗膜へのガスの影響もない。
- 短所——熱効率、昇温時間、設備面ではマイナスになる。

【間接加熱式熱風乾燥炉】



【直接加熱式熱風乾燥炉】



4. 塗装管理のための機器

良い塗装(仕上がり外観, 長期の塗膜保証)を得るためには被塗物表面や塗料, 塗膜を正しく管理することが大切です。

次のような機器を用いて塗装のための管理を行います。

	目的	測定方式	一般名称	方法	特記
被塗物の管理	被塗物の含水率測定	電気式	電気抵抗式水分計	水分の多い素材は電気が通りやすく, 乾いている素材は電気が通りにくい原理を利用する。	●材の含水率測定に利用される。
			高周波式水分計	素材の水分による誘電率の変化を高周波を用いて電気容量の変化として検出する。	●電気抵抗式より低い水分が測かれる。 ●モルタル, PCなどの含水率の測定に利用される。
	被塗物のp・H測定	指示薬方式	p・Hコンパレーター	清潔な脱脂綿に蒸留水を十分含ませ, 素地面に当て, 1~2分置いて抽出した面にルージユを塗り, 脱脂綿の表面に発色する色を表と比較する。	●コンクリート, モルタル, プラスターなどのアルカリ度のチェックに使用する。
			リトマス試験紙	作業は上と同じ。	
	被塗物の表面温度	熱電対方式	サーミスター表面温度計	熱電対の温度に対する電気抵抗値変化を検出することで温度を測定する。	●塗装前の被塗物温度の把握と乾燥性への影響予測。 ●焼き付け塗装の乾燥炉内での昇温状態を確認する。
塩分の測定	塩素イオン濃度検知管方式	北川式塩素イオン検知管S型	塗装面の一定面積(0.25cm ²)を脱イオン水で湿らせたガーゼで拭き, ガーゼに移項した塩分を蒸留水に解かしてイオン濃度を測定する。	鋼構造物協会編 重防食の実際 塩分測定の項を参照のこと。	
錆落とし程度	見本帳方式	スウェーデンスタンダード	塗装前鋼材の発錆状態と除錆度をグレードわけし, 写真で表示する。塗装工事にあたり程度について取り決める。	●大型鉄鋼構造物などの塗装に使用する。	
塗装の管理	塗装の粘度管理	流下方式	フォードカップ ザーンカップ IHSカップ	カップ内に入れた塗料がカップ底の円形の穴から流出し終わるまでの時間で粘度を測定する。	●スプレーや静電塗装のような低粘度塗料の管理に使用する。
		ローター式	ストーマー粘度計 リオン回転粘度計	塗料のなかでローターを回転させその抵抗で生じるモーメントを測む。	●吹付材などの高粘度の塗料の塗装管理に使う。

	目的	測定方式	一般名称	方法	特記
塗 装 の 管 理	電気抵抗値の測定	電池テスター	MΩ測定器	塗装用塗料(希釈塗料)中に一定の距離で電極を挿入し、一定の直流電圧をかけ電極間に流れる電流量から電気抵抗値を計算する。	●静電塗装の微粒化の良否が推定でき、毎塗装時にもチェックすることで管理が可能になる。
	膜厚の測定	ウェット膜厚方式	ロータリー型	偏心カムの入った円形のローターを塗膜の上に転がし、塗料の付着した接点の値を見る。	●無段階で測定できる、回転できるスペースが必要。
			くし型	0~500μmまでの各隙間を持った櫛状の板を塗面に当て接点で判定する。	●誤差がややあるが、接点が小さい。
		乾燥膜厚方式	マイクロメーター	剝離した塗膜または挿める大きさの被塗物。	
			ペイントスコープ	塗膜に一定角度の傷をつけ顕微鏡でその深さを測る。	●工程別の膜厚が見れるが値はやや正確でない。
	膜厚の測定	乾燥膜厚方式	電磁微厚計 エルコメーター	磁性材料で塗装による磁力線の変化を検出し、膜厚に変換する。	●磁性金属に塗装された塗膜のみに限定される。
			渦電流式膜厚計	動体が検出器に近づく時のインダクタンスの変化を検出し膜厚に換算する。	●非鉄金属に限定される。
	光沢の測定	乾燥塗膜の光沢度	鏡面光沢計	塗面への入射光に対し等しい角度での反射光を測る。	●測定部が接触する塗膜は平坦であること。
色の確認	色差計			●測定部が接触する塗膜は平坦であること。	

5. 塗料と塗装の欠陥と対策

	呼び方	現象	原因	対策
塗料の貯蔵中に生じる欠陥	沈澱 (ケーキング)	塗料中の顔料が時間の経過で次第に沈澱し容器の底に堆積し固まる。	<ul style="list-style-type: none"> ●鉛系、亜鉛末など重い顔料の使用。 ●貯蔵時間の長期化。 ●塗料の粘度が低過ぎるとき。 	<ul style="list-style-type: none"> ●古いロットから使用。 ●長い在庫品は容器をときどき反転してやる。 ●希釈した塗料は長期保管しない。
	増粘 (ゲル化)	塗料の粘度が上昇し、流動性が無くなる。	<ul style="list-style-type: none"> ●在庫期間が異常に長い。 ●容器の密閉が不十分。 ●2液混合型の可使時間超過。 	<ul style="list-style-type: none"> ●古いロットから使用。 ●密閉できる容器の使用。 ●可使時間のチェック。
	皮張り	油性、アルキドなど酸化乾燥型塗料が缶内の空気で乾いて表面に膜ができる。	<ul style="list-style-type: none"> ●容器の空間が大き過ぎる。 ●使用後、容器の密閉が悪い。 ●皮張り防止剤の不足。 ●乾燥剤の過剰。 	<ul style="list-style-type: none"> ●冷暗所に保管する。 ●量を入れる。 ●入れ目にあった容器を使う。 ●窒素を封入する。 ●皮張り防止剤のバランスを見直す。
	二ス分離	顔料を含む層が下に、樹脂液層が上澄となって分離する。	<ul style="list-style-type: none"> ●高温での貯蔵。 ●異種塗料の混入。 ●塗料の粘度が低い。 	<ul style="list-style-type: none"> ●冷暗所に保管する。 ●時々容器を反転する。 ●希釈塗料は元に戻さない。
	ぶつ (粗粒子)	塗膜にツブツブを生じる。スプレーガンなどのノズルに詰まる。	<ul style="list-style-type: none"> ●鉛、亜鉛などと脂肪酸が反応し石けんができる。 ●皮になる途中の塊が細分される。 	<ul style="list-style-type: none"> ●長期間在庫しない。 ●温度差の激しい条件で在庫しない。 ●たれ防止剤の種類に注意(メーカー)
塗装中に生じる欠陥	垂れたるみ流れ	垂直面に塗装した塗料が乾燥までに下に垂れ下がり、たまりや縞状に厚みが不均一になる。	<ul style="list-style-type: none"> ●厚く塗りすぎ。 ●シンナーで希釈し過ぎ。 ●低温で指触乾燥まで時間がかかった。 ●長期在庫でたれ防止剤の効果が消えた。 	<ul style="list-style-type: none"> ●厚みを加減する。 ●シンナーの量、種類を変更する。 ●たれ防止剤の適切なものを選択添加する。
	刷毛目	垂れの反対、刷毛の方向に凹凸の筋が目立って膜厚が不均一になる。	<ul style="list-style-type: none"> ●塗料の粘度が高い。 ●チップの口ピー性が大きい塗料を刷毛で塗ったとき。 	<ul style="list-style-type: none"> ●シンナーで希釈する。 ●塗料に合った刷毛を選ぶ。 ●塗装作業者の技能にも左右される。
	糸引き	吹付け塗装時、ノズルからの塗料が霧にならず蜘蛛の糸状になる。	<ul style="list-style-type: none"> ●アクリル系やゴム系でなりやすい。 ●シンナーの溶解力不足。 ●蒸発速度が早い。 ●チップが小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> ●シンナーの再検討。 ●チップの口径の大きいものを使用する。 ●吐出量を増す。

	呼び方	現象	原因	対策
塗 装 中 に 生 じ る 欠 陥	テール	スプレーパターンの両端部が霧化不良で粒状に塗着し厚膜になる。	<ul style="list-style-type: none"> ●エアレス塗装機の圧力不足。 ●塗料の粘度が高過ぎる。 	<ul style="list-style-type: none"> ●圧力を上げる。 ●チップを小さく。 ●専用シンナーで希釈し粘度を低めに。 ●チクソトロピー性を付与する添加剤で霧化を改良する。
	ハジキ ヘコミ クレータ	塗膜に噴火山状あるいはリング状のへこみと塗料のない部分が出る。へこみであばた状になる。	<ul style="list-style-type: none"> ●塗面に水、油、シリコンなどの異物が付着している場合。 ●下塗りの乾燥が不良。 ●被塗物と塗料の温度差が大きい場合。 	<ul style="list-style-type: none"> ●被塗面の清浄化。 ●塗装雰囲気清浄化。 ●下塗りの乾燥、温度差、塗装時の気温。 ●レベリング剤、シンナーによる調整。
	ゆず肌 ガン肌	スプレーの霧が塗着してツブツブの肌になる。	<ul style="list-style-type: none"> ●塗料の粘度が高く塗着したときレベリングしないで乾く。 ●ガンの速度が早すぎたり、近すぎて空気圧でへこみが出る。 	<ul style="list-style-type: none"> ●専用シンナー設定と適正な希釈。 ●スプレー条件の調整。
	泡 発泡	塗装時に生じた泡が消えずに塗膜に残る。ピンホール状になる、へこみになる。	<ul style="list-style-type: none"> ●長い毛のローラーで塗装した場合空気を巻き込む。 ●高温の被塗物に塗装したとき。 ●多孔質な無機素材、無機シンクワリッチなどの上に塗装した場合。 	<ul style="list-style-type: none"> ●高沸点のシンナーで塗装する。 ●消泡剤を添加して塗装する。 ●大幅に希釈した塗料であらかじめ浸透させるミストコート方式をする。
	色むら フロキュレーション セパレート	複数の原色で調色した塗料で塗装した時、塗膜の表面に斑点や縞状に色が分離して現れる現象を云う。	<ul style="list-style-type: none"> ●希釈しすぎた場合。 ●部分的に膜厚が違った場合。 ●調色の原色に選択の誤りがあった時。 ●アクリル、ポリエステル系は顔料の相溶性が良くないため起き易い。 	<ul style="list-style-type: none"> ●丁寧に、均一に塗装する。 ●シンナーの量を適切に。 ●調色適性の良い原色を使う。 ●分散剤、色わかれ防止剤などの選択。
	にじみ ブリード	下塗り塗料中の溶剤に溶ける物質が上塗り塗料ににじみ出て色が変わる。	<ul style="list-style-type: none"> ●下塗りの塗料に赤、黄などのレーキ系顔料を含む場合。 ●タール、アスファルトなどを含む場合。 ●再溶解型の下塗りに溶解力の強い上塗りを塗装した場合。 	<ul style="list-style-type: none"> ●塗装仕様の不適。 ●下塗り塗料の除去。 ●溶解力の弱い塗料で塗る。アルミニウムペイントで抑える(付着低下)。
	すけ とまり不良	塗装しても下地が十分隠せないで所定の色に仕上がらない。部分的に光沢のむらが出る。	<ul style="list-style-type: none"> ●薄く塗り過ぎ。 ●下塗りの色の選択不備。 ●塗料の設計不備(顔料分の不足)。 	<ul style="list-style-type: none"> ●膜厚の管理。 ●塗装系の設計の見直し。 ●塗料の再検討 ●光沢との関係。
	微粒化不良	静電塗装やエアレス塗装でガンから出た霧の粒子が大きく、塗膜の肌が悪い。塗着効率が悪い状態。	<ul style="list-style-type: none"> ●電圧が不足。●回転数不足。 ●吐出量と霧化空気圧のバランス不良。 ●電気抵抗値の不適。 ●チップ口径と塗料粘度。 	<ul style="list-style-type: none"> ●機械的チェック。 ●シンナーの設計と希釈率の再検討。 ●塗料粘性の改良(チクソ性付与)。

	呼び方	現象	原因	対策
乾燥過程で生じる欠陥	チヂミ	酸化乾燥型塗料を厚く塗装したとき表面だけが早く乾き、しわやチヂミが出来ること。	<ul style="list-style-type: none"> ●厚塗りしすぎ。 ●下塗りの乾燥不足。 ●Co, Mn, 系ドライヤーの量の不適。 	<ul style="list-style-type: none"> ●性能には大きく影響しないが外観が不良になるのでペーパーで研磨して塗り直す。この場合薄目に塗装する。
	リフティング	先に塗った下塗塗料を上塗り塗料が半溶解し、しわを作り、又は浮き上がらせること。	<ul style="list-style-type: none"> ●下塗りが十分乾燥していない。 ●塗装系が不適切。 	<ul style="list-style-type: none"> ●十分な乾燥の確保。 ●ラッカーシンナーなど強い溶解力のシンナーを使わない。 ●塗装仕様の再検討。
	白化ブラッシング	塗膜の乾燥過程で表面に結露したり、水分が付着して全体が白濁して見える。	<ul style="list-style-type: none"> ●湿度、温度の高い条件で低沸点のシンナーを多量に使った塗装をした時。 ●夕方塗装し、乾燥前に夜露が下りた時。 	<ul style="list-style-type: none"> ●高湿度下での作業の中止。 ●蒸発速度の遅いリターダシンナーを使用する。 ●夏から秋の夕方は塗装終了の時間に配慮。 ●加熱による水分の蒸散(ウオッシュプライマーなど)
	ブロッキング	乾燥程度が不十分な状態で、積載または梱包材に接触したため跡が残ったり、塗膜同士が接着し痕跡が付く状態。	<ul style="list-style-type: none"> ●乾燥不足の場合。 ●被塗物温度が高い状態で梱包。 ●蒸発の極端に遅い溶剤が見かけの乾燥後も梱包内にこもる。 	<ul style="list-style-type: none"> ●乾燥の確認。 ●被塗物の梱包時の温度低下。 ●シンナーの選択。
	乾燥不良もどり	規定の乾燥時間内で乾燥しない。 乾燥塗膜が2~3日後に再度粘着性を持つてくる。	<ul style="list-style-type: none"> ●乾燥剤の設計誤り。 ●2液型の場合混合比率の計量ミス。 	<ul style="list-style-type: none"> ●塗膜は剥離し再度、良品で塗装する。 ●湿度の影響が大きいとき起きる場合があるので気象条件をチェックする。

乾燥塗膜に生じる欠陥	ふくれ	外部の力で塗膜の接着力が低下し、塗膜下に異物が侵入して膜の一部を持ち上げる現象。	<ul style="list-style-type: none"> ●浸透圧による水分の透過。 ●電気化学的塗膜下のアルカリ化。 ●温度勾配(塗装板の表面と裏面の温度差)。 	<ul style="list-style-type: none"> ●表面に異物が残らないようなグレードアップ。 ●腐食抑制顔料の使用。 ●顔料容積濃度の検討。 ●耐アルカリ性樹脂の使用。
	さび	素地が鉄、アルミ、亜鉛など酸化されやすい材料に塗装した場合、素地が腐食されて錆になること。 点錆(塗膜の表面で錆が点状に見える)。糸錆(塗膜の下を錆が糸状に這うこと)。ふくれ錆(塗膜の下で錆が大きく固まりふくれに見える)。	<ul style="list-style-type: none"> ●素地調整の不良。 ●膜厚の不足。 ●塗装仕様と使用条件がミスマッチ。 	<ul style="list-style-type: none"> ●塗装仕様の検討。 ●塗料の改良(防錆顔料、樹脂、PVC)。 ●表面処理の再検討(化成皮膜処理を含め)。

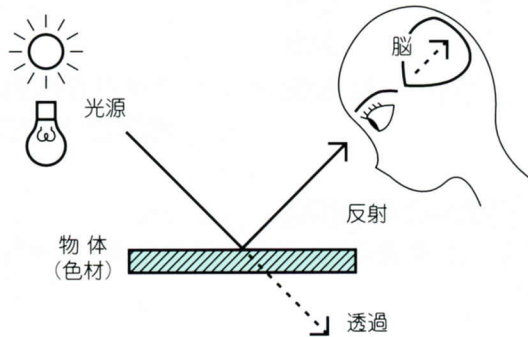
	呼び方	現象	原因	対策
乾燥塗膜に生じる欠陥	われ	塗膜の表面にひび割れが入る。(浅われ, 深いわれ)	<ul style="list-style-type: none"> ● 暴露により塗膜が紫外線で劣化し樹脂の局部的破断で生じる。 ● 乾燥の収縮(無機ジンクリッチの低湿度乾燥, 厚膜塗装)。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 塗料の選択。 ● 膜厚の適正化塗装管理(ウェット膜厚の管理)
	はがれ	素地と下塗塗膜間あるいは塗膜間同士の接着力がなくなり剥がれる。(Peeling…風呂敷状)(Flaking…花咲き状)	<ol style="list-style-type: none"> ① 油性錆止めを冬期に塗装した場合表面に鉛セツケンを析出することがあり, この上に上塗を塗装した場合。 ② 亜鉛メッキやジンクリッチの上にアルキドを塗装した場合。 ③ エポキシやウレタン塗料の塗装間隔が所定期間を越えた場合。 ④ 耐候性の低い下塗りに紫外線透過性のある上塗りを塗装し, 長期に暴露された場合下塗りが白亜化するため。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 塗装前に表面のワックス状物質を除去。 ● 塗装仕様のミスマッチ。 ● サンドペーパーで面荒らしをする。 ● 耐候性のある塗料を中塗りに挟む。
	光沢の低下 白亜化(チョーキング)	屋外に暴露された膜が経時に伴い光沢が低下する。表面が粉化し手で触るとチョークに触れたように色がつく。	● 塗膜を構成する樹脂が紫外線と水分及び酸素などで分解が始まりごく表層の場合…光沢低下 やや進むと…チョーキングとなる。	<ul style="list-style-type: none"> ● 塗料の選択 └ 樹脂の検討 └ 顔料の検討 ● 紫外線吸収剤の使用。
	塗膜の変色	最初の色に比べ薄くなる(淡彩)。黒味になる(赤, 黄)。白くなる(紺)。黄変(クリヤー塗膜)。	<ul style="list-style-type: none"> ● 顔料の耐紫外線性による劣化。 ● 紺青顔料の耐アルカリ性不良。 ● 樹脂の耐候性。 ● 暗所黄変。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 顔料の選択。 ● 樹脂の選択。
	塗膜の汚染	排気ガスなどのすす汚れ。醤油, コーヒーなど食品。口紅などの汚れ。煙草のヤニ。カビ, 藻など生物付着汚れ。	<ul style="list-style-type: none"> ● 洗剤で表面を洗浄しても塗膜内に含浸して除去出来ない。 ● 短時間で再発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 塗膜硬度のアップ。 ● 樹脂の選択。 ● 相溶性, 撥油性の改良。 ● 防止剤(薬剤)の添加。
塗膜の溶解	塗膜が溶けて無くなる。素地との界面の塗膜が溶け付着低下, 剥離を起す。	<ul style="list-style-type: none"> ● 油性, アルキドのアルカル素材への塗装。 ● 鉄の腐食による陽極部。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 耐アルカリ性塗料の選別。 ● 腐食電流の抑制(防錆顔料)。 	

6. 色(色彩)と調色

1) 色(色彩)

1) 色とは

可視光線が物体に当たり反射した光が目網膜に感じる刺激であり、光の色によっても色は変化し赤い光の場合は物体は赤っぽく見えます。



2) 色の三層性

色は明度(V), 色相(H), 彩度(C)の3つの基準があり、これを三属性といいます。

(1) 明度(Value)

白から黒までの明るさの度合いで物体の表面色では反射率に対応します。

(2) 色相(Hue)

「色あい」のことで「赤み」「青み」「黄み」などの特性をいいます。

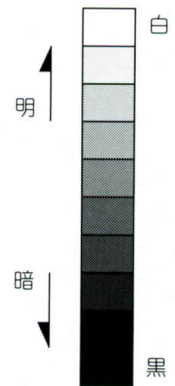
マンセル表色では5種の基本色を輪につないで色相環としています。

(3) 彩度(Croma)

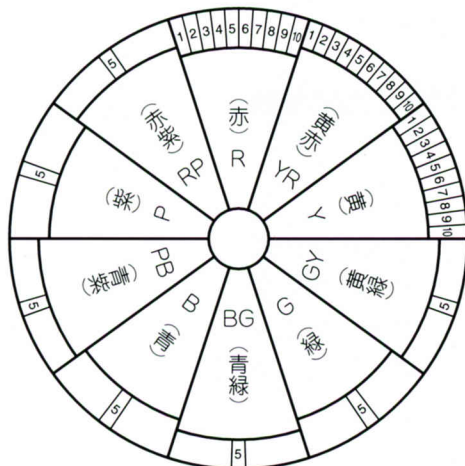
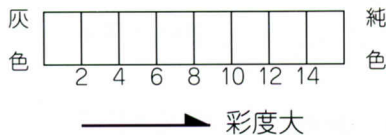
「鮮やかさ」の度合いで、無彩色からのへだたりをいいます。

さえた色、濁った色などの度合いを示します。

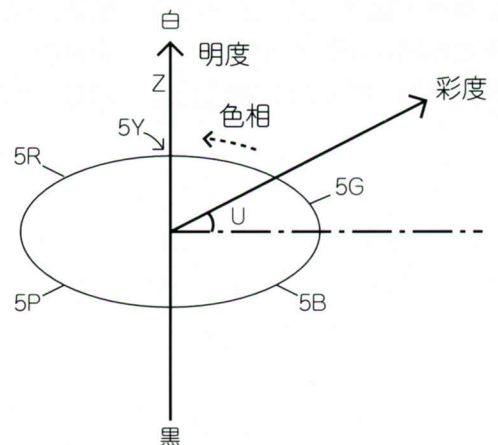
【明度の目盛り】



【彩度の目盛り】



【色相環】



【円筒座標軸による色の表し】

3) 色の表示

色を表現する場合、普通の会話では「赤味のある黄色」とか「空色」とかの表現をしますが、実際に色付けが必要になった場合あいまい過ぎて十分に意志が伝わらないこととなります。

本当に必要な色をより正確に表現するためには科学的な表示が必要になって来ます。

現在ではアメリカの美術家であったAlbert H. Munsellによって考案された色の三属性の尺度が「マンセル表示」として国際的にも日本でも広く使用されています。

明度 0～9, 彩度 0～15, 色相は色相環で示している表に準じます。

マンセル記号 例えば[5R6/2]の場合
 5R 色相
 6 明度
 /2 彩度

をそれぞれ示しており、対応するマンセルブックには標準色片が付いています。

塗料用標準色見本帖…日本塗料工業会作成

マンセルブックは高価であること、塗装に用いられる頻度の高い色を選んで色見本を作成し頒布しています。

4) 色差

色差とは色見本と対応する塗料の色を光学機器で測定した場合の数値を指します。

NBS単位：National Bureau of Standards

$$\Delta E(\text{色差}) = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$$

		プラス	マイナス
L	明度	白←	→黒
a		赤←	→緑
b		黄←	→青

色差の程度	NBS単位
きわめてわずか	0.0 ~ 0.5
わずか	0.5 ~ 1.5
かなり	1.5 ~ 3.0
はっきりちがう	3.0 ~ 6.0
おおいにちがう	6.0 ~ 12.0

5) 規定された色

わが国では次のようなものに色の表示が規定されています。

安全色彩(JIS Z 9101) 防火, 防災

配管系の識別(JIS Z 9102) 配管の中の物質の識別

安全標識(JIS Z 9103) 災害防止, 救急体制

航空標識の色(JIS W 8301) 地表からの高度60m以上の構造物に付ける標識

2) 調色(色合わせ)

1) 色の比較

(1) 色物体を見るとき光源

物体は証明する光によっても色が違って見えます。物体の色を見比べるときは一定の光で照明しなければなりません。JIS(日本工業規格)では物体の色を扱うとき照明に用いる光は「標準の光A・B・C」のいずれかを用いることになっています。

A：ガス入りタングステン電球の光に相当する

B：太陽の直射光に相当

C：青空の光を含む昼光に相当する

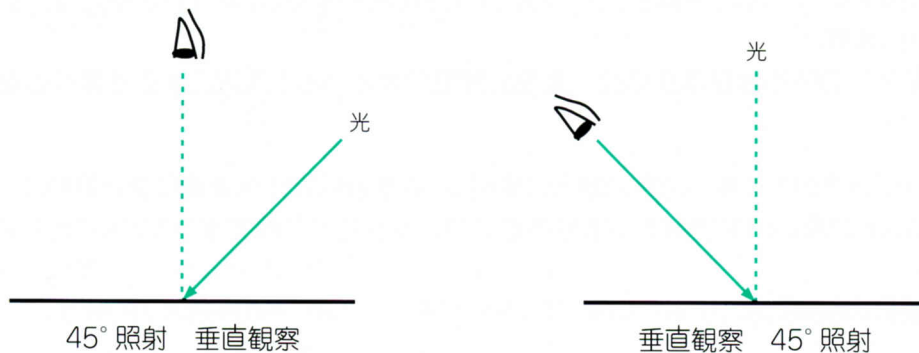
塗料の業界では一般には物体色を比較する場合「標準のC光」を用います。これは北窓から入る光に近くまたはしる雲に覆われた空からくる光に近いからです。

(2) 物体を見る方法

同じ大きさの塗板に対して規制された一定の方向から観察します。

詳しくいえば塗板を接近並置して、塗板面に対し45°の方向から照明し、垂直方向から見るか、逆に垂直方向から照明し45°の方向から見ることになっています。

【照射と観察の方向】



同じ色の物体でも小さい面積で見たものと大きい面積で見たものは色感が違います。このため同じ大きさの面積で色を比較しなければなりません。

(3) 色物体を見る場所

なるべく明るい場所が良いことは当然ですが、明るさは1000ルクス以上が理想的といわれます。

見る場所の周囲にさえた明るい色彩のものがあると反射の光で影響されます。緑の木陰や赤いカーテンの窓のある部屋などは避けるべきです。色を比べるときは周囲の壁面は無彩色であることが理想です。

(4) 条件等色(メタメリズム)

色見本と色合わせをした色物体と比較したとき、北側の間接昼光で見たとき色が合っても蛍光灯の光では色が違って見えることがあります。

これは間接昼光が条件等色であったからです。このような現象は色見本を作るときのエナメル着色顔料と色物体に塗ったエナメル着色顔料が違うと起こります。

即ち、違う色顔料で同じ色を出した場合は光学的(分光反射率)性質が違うため照明光の違いで色刺激に変化ができるからです。

2) 色合わせの実際

(1) 色合わせの原色

色合わせは原則として白、黒、赤さび色、黄色、青の5色があれば、よほど彩度の高い色でない限りたいの色の色合わせは可能です。

調色用原色の使用は次の区分に沿って使用してください。

色の系統	基調色	準基調色	特殊基調色
白	●		
黒	●		
赤系	赤錆	チンチングレッド パーミリオン	シンカシヤレッド* バイオレット *
黄色	オーカー	黄鉛 10G 5G G	ファストエー
青	シアニブルー	—	—
緑	シアングリーン*	—	—

* 印の調色剤は特色でコストも高価につくのでできるだけ使用を避ける。

基調色

耐候性が良く、ブリードがなく、混色安定性が良いのでまず第1にこの基調色で調色することを原則とするようにして下さい。

準基調色

基準色に比べると性能的にやや劣るところがありますが、冴えた色を出すために必要な場合に使用します。

屋外での使用は基準色に比べ変色の程度が大きいので用途による注意が必要です。

特殊基調色

特に冴えのある美しい色の場合に使用し、準基調色に比べ変色に強い原色です。コストが高いため使用する場合売価について客先の了解を取っておくことも必要です。

塗料の種類によってはこの種の原色を用意していないものも多くあります。

(2)色合わせの一般的注意

色合わせには原則的に注意しなければならないことがあります。正しい色合わせをするために次のような2~3の項目に注意して下さい。

①予備色合わせ 色合わせは、まず少量で見当をつけましょう。

初めは必要な量からスタートしないで、希望通りの色が出るかどうか少量で確かめて下さい。

色足の方向が違ったり(使用する原色が適切でない)、濃すぎて白を多量に追加したりして全量が必要量と比べ倍以上になつたりする様な無駄を避けるため。

②塗膜状態と色との関係

乾燥度合い、塗り方によって塗膜の色は違って見えます。生乾きの状態と十分乾燥した状態では色が違います。特に黒やブルーの色は乾燥すると強く出てきます。

光沢も色に影響します。半艶などは色が近づいてきたら光沢も合わせて同時進行して下さい。

塗り方も影響します。刷毛塗り、吹付塗り、自然乾燥、焼付乾燥など実際塗装の条件で色合わせをするのが適切です。

③かきまぜ

色合わせの誤りの多くにかき混ぜ不足があります。使う原色は製造されて直ぐのものはありません。それぞれの場所で在庫されます。塗料は在庫中に顔料が沈澱する傾向がありますから、使用する時は十分かきまぜて使用して下さい。

色合わせ中の塗料も十分かきまぜて下さい。色合わせの全量に対して黒などは添加量が微量になることがあります。そのままではなかなか均一にかきまぜにくいので、あらかじめシンナーでうすめて用いると早く混ぜられます。

3) カラーコーディネート

都市景観、住環境、作業環境、商品設計など文化や快適さ、購買意欲の惹起など色彩による影響は最近とみに重要視されています。

これらの色彩の設計を論理的に進めることが色彩調節(カラーコーディネート)です。

この基本になるものは先に示した色感ですが表-1のようなトーンと図-1のようなそのトーンのイメージが利用されます。

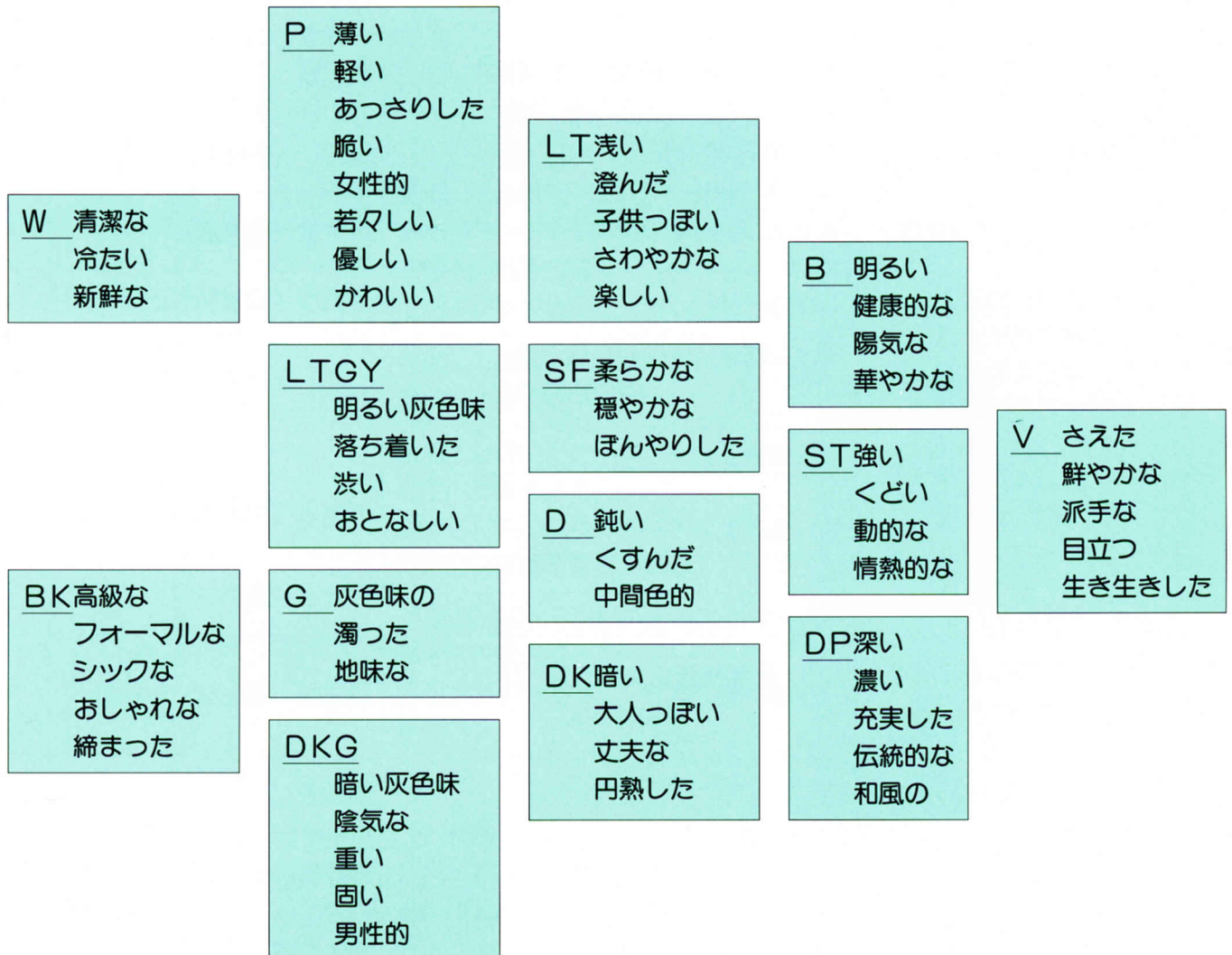
色の美しさは個々の物体にあるのではなく、それが用いられる場所でのバランスの上と感じられるものです。

人工的な鮮明な赤、イエローなどカラフルな色もバランスを崩すと色彩公害になります。

表-1. トーンの種類

ト ー ン			意 味
明色調	P	Pale	うすい調子
	LT	Light	あさい調子
	B	Bright	明るい調子
純色調	V	Vivid	さえた調子
	ST	Strong	強い調子
暗色調	DP	Deep	濃い調子
	DK	Dark	暗い調子
中間色調	SF	Soft	やわらかい調子
	D	Dull	にぶい調子
無彩色調	W	White	白 い
	LTGY	Light gray	明るい灰色味
	G	Gray	灰色味
	DKG	Dark grayish	暗い灰色味
	BK	Black	黒 い

表-1. トーンのイメージ



7. 塗料に関する規制対象法律

塗料に使用されている原料には有害物、危険物、劇物、環境汚染物質、などいろいろな法律の対象になる物質が含まれています。またそれらを取り締まる関係官庁も多岐に涉っています。

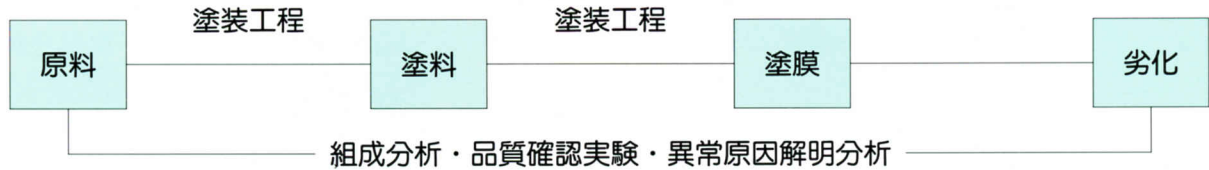
代表的な法律と所轄官庁をまとめたものが次の表です。

法 律 名	規 制 等	主 務 官 庁
安 全 衛 生 法	安全衛生規則 有機溶剤中毒予防規則 特定化学物質等障害予防規則 鉛中毒予防規則 粉塵障害防止規則 酸素欠乏防止規則	労働省（基準監督署） 〃 〃 〃 〃 〃
作業環境測定法	作業環境測定法施行規則	労働省
通 達	エポキシ樹脂，健康障害防止	労働省
麻 薬 二 法	原料物質の輸出入の規制強化	通産省
リサイクル法	再生資源の種類ごとの目標	通産省
消 防 法	危険物の規制に関する規則	消防庁（消防署）
劇物および毒物取締法		厚生省（保健所）
大気汚染防止法 水質汚濁防止法 その他公害関係法律 廃棄物の処理および 清掃に関する法律	悪臭，振動，土壌汚染， 河川汚染など	環境庁（公害関係担当課） 〃 〃 〃 〃
下 水 道 法		通産省（下水道局）
環 境 基 準 法		建設省（建築主事）
化学物質の安全性に係る 情報提供に関する指針	化学物質安全データシート （MSDS）	厚生省 通産省 労働省
化学兵器禁止条約		通産省
製造物賠償責任	PL	通産省 法務省 計6省
公害都道府県条例	（事例） 大阪府	都道府県公害担当課

8. 塗料及び塗膜の分析

1. はじめに

- 塗料の分析は、①塗料を構成する数多くの物質(原料)の分析から
②混合, 反応, 溶解, 分散, などの製造工程における分析
③でき上がった製品の分析
④様々な塗装段階や, 造膜過程における分析
⑤塗膜になったものの分析
⑥経時とともに変化していく劣化過程における分析



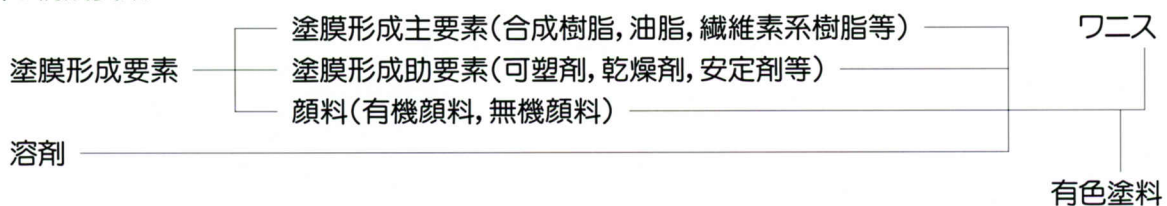
と、非常に広範囲に及ぶものであり、一つの体系にまとめることは極めて難しく、定型的な手法は、ほんの一部である。ほとんどは、ケースバイケースの対応が必要で、分析を行う目的、背景に応じて多くの手法を使い分けたり組み合わせたりしながら適切な方法を見つけ出していかなければならない。

2. 塗料の分析が複雑で難しいのはなぜか

- ①塗料は多くの物質の混合物であり、その組み合わせや混合比率は無限といって良いほどある
- ②高分子物質が主要素であり、オリゴマー、モノマーも混在すること
- ③反応性を持ち変化するものであること
- ④混合系の中の極少量、微量な成分に焦点を当てなければならない場合が多いことなどが上げられる。

このように複雑な塗料の分析を行うには、塗料に関する広く深い知識を持つことが大切であり、事前調査、関連情報の把握を行い、分析の目的をはっきり見定めて適切な方法を選択し、効果的に進めていかなければならない。

塗料の構成要素



3. よりよい分析を行う為には

的を得た分析を行い、分析の成果を上げる為には、適切な分析設計を立てなければならない。そのためには、次のことに十分注意する必要がある。

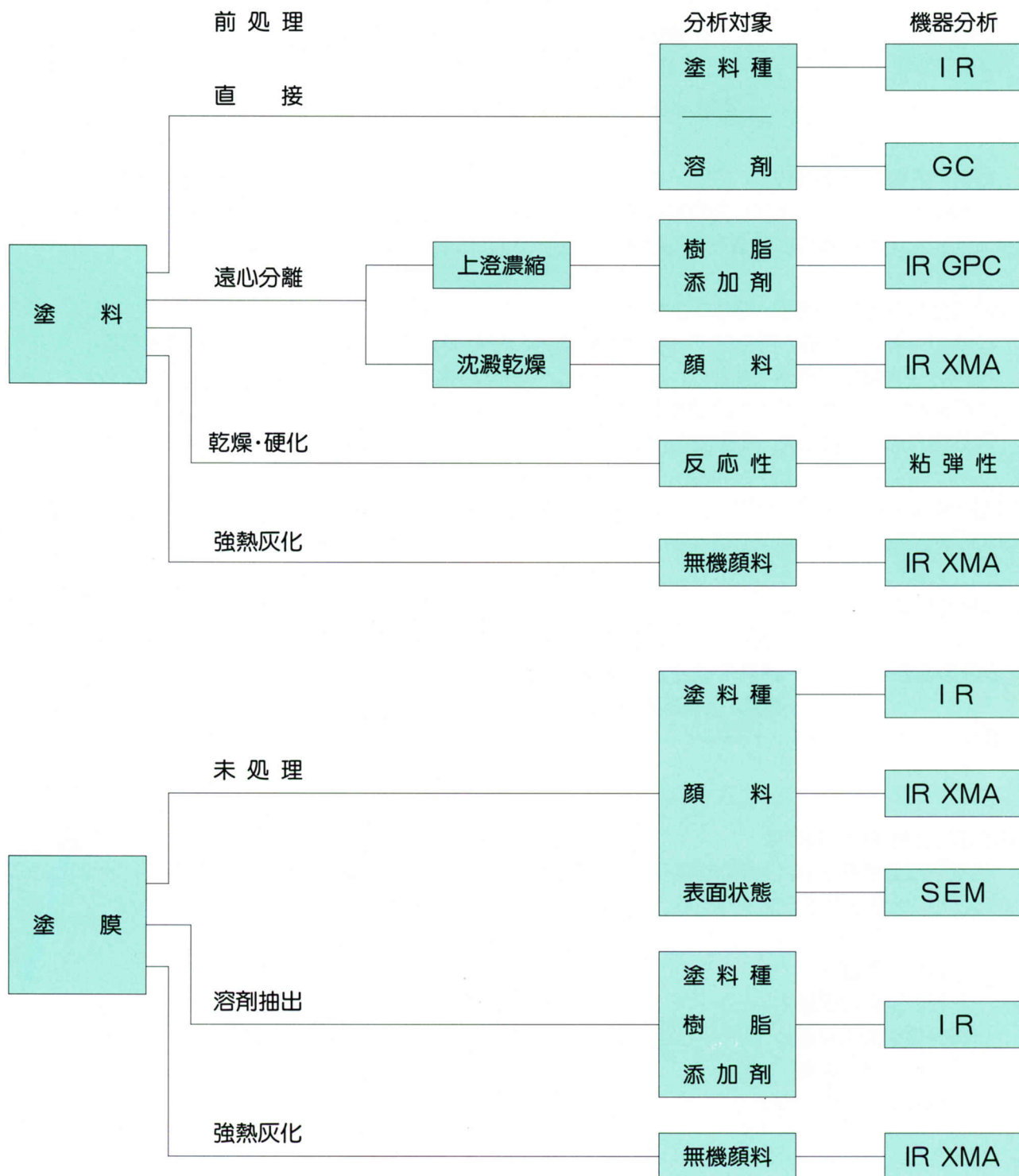
- | | |
|------------|-----------------|
| ①目的の明確化 | 何を知りたいのか？ポイントは？ |
| ②サンプルの確認 | 目的に適したサンプルか？ |
| ③関連情報の見直し | 大切な情報を落としていないか？ |
| ④掘り下げの程度 | どこまでやるのか？ |
| ⑤結果をどう使うのか | 何に使うのか？どう生かすのか？ |

4. サンプルングの重要性

分析には、サンプルング、前処理、分離、測定、解析のステップがあるが、しばしば測定法や、解析法に気を取られて、サンプルングへの注意が疎かになりがちである。特にサンプルング者や、サンプルング場所が分析者や、分析場所と異なる場合は、十分に注意をする必要がある。異常や、トラブルの解明に関する分析試料は、適切なサンプルング計画に基づいて得られたサンプルが入手し難いことが多い。トラブル発生状況や、実際にサンプルングした方法を確認することが大切である。

5. 塗料, 塗膜の分析の基本的手順を示す

塗料, 塗膜の分析方法



6. 分離

多くのものの混合物である塗料の分析は、まず構成成分を個々の成分に分けることが第一の重要なステップであり、分離操作の良否は分析を効果的に進め成功に導く大きなカギとなる。

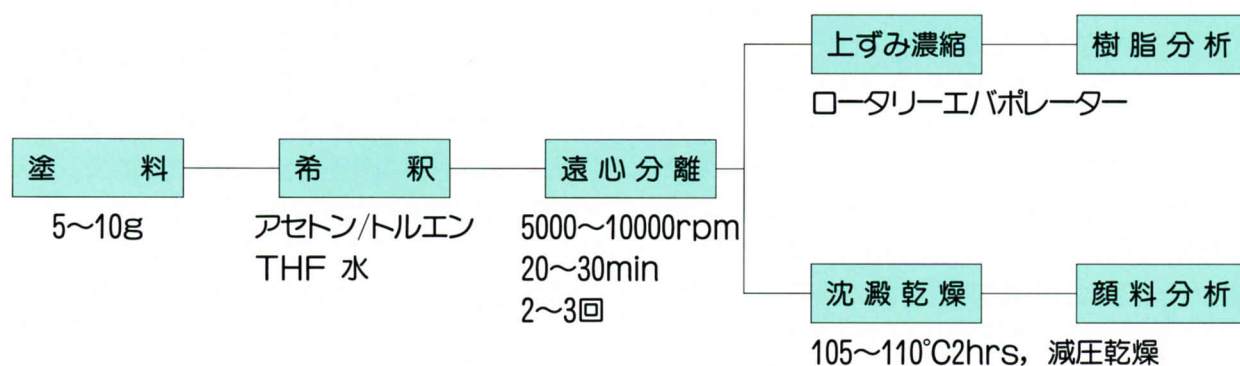
分離には、性質の似たものをグループとして分離する方法と、目的成分を個々に分離する方法の2通りがある。塗料の場合、直接目的成分を単離するのは困難であることが多く、まずグループに分離して、必要に応じて次のステップとして個々の成分を分離するのが良い。塗料の分析は、ビヒクルと、顔料の分離から始まる。

分離をうまく行うには、まず分離の対象物は何か、取り出したいもの、除去したいものは何かを考え、次にどのような状態に分離したいか、形状、量、化学形などをはっきりさせて手法を選ぶことが重要である。

塗料の成分分離の代表的な手法は、遠心分離法、溶媒抽出法、クロマト分離法であり、その他、乾燥法、蒸留法、灰化法などがある。

①遠心分離法

遠心力によって溶剤可溶物、(樹脂、可塑剤、添加剤)と溶剤不溶物、(顔料、フィラーなど)に分離する最も一般的な手法である。



②溶媒抽出法

目的物質を選択的に溶解する溶媒によって抽出分離する方法である。溶解性の差を利用する方法で塗料では、ビヒクル中から可塑剤や低分子物質、添加剤などの分離に用いる。

- 例
- n-ヘキサン……………フタル酸エステル系可塑剤など
 - メチルアルコール……………有機錫系安定剤、メチル化メラミン樹脂など
 - クロロホルム……………紫外線吸収剤など
 - エチルエーテル……………脂肪酸、可塑剤など
 - 水……………ポリアミド、水溶性アミン、ポリビニルアルコールなど

③クロマト分離

GC, LC, GPCなどのクロマトグラフィーによる分離である。クロマト分離は、試料の前処理法であることが多い。そして分離操作中の各段階で見られるいろいろの現象、挙動は分析結果の解析に有用な情報となる。

カラムクロマトグラフィーは、カラム充填剤と展開溶媒の組み合わせにより、分離手法として無限の可能性があり、塗料分析の重要な手法の一つである。

ポリマーと低分子化合物とを分離する手法として分取GPCがよく用いられる。分取GPCにより、ポリマーを分子の大きさで粗分離し、分離したフラクションを必要に応じて更に高分解能GC, LC, GPCなどにより精密分離する。

7. 樹脂の分析

樹脂は塗料構成成分の主要素であり、塗料分析の中で最も重要である。樹脂を分析することによって、その塗料種類やタイプが見分けられ、塗料特性をも推定することができる。

樹脂の分析には、大きく分けて、樹脂の種類、タイプを知るための分析と、その樹脂を構成している個々の成分を知るための分析と二通りがある。

樹脂は単独で使用されるものと、二種以上混合したり、一部反応させたりしたものがあり、これらの組み合わせ品種や比率を求め、更にそれぞれの組成分析を行う。

樹脂分析に最も有効で汎用的に用いられるIRスペクトル法は、少量の試料で簡便迅速に多くの情報が得られるため、分析のあらゆる段階で一番多く利用されている。

IR分析におけるデータ解析のカギは、基準となるスペクトルをいかに多く整備しているかということで、市販のスペクトル集を利用することはもちろんのことであるが独自のデータを集積することが大切である。顔料を含んだ塗膜中の樹脂分析にもIR法は有効である。直接ATR法でスペクトルを得る方法も可能であるが、塗膜を軽く削り取り、KBr錠剤法による方法も良く使用される。ただし被塗物の材質や塗装系に対する留意が必要である。

8. 溶剤の分析

溶剤は塗膜の構成に直接関係しない。しかしながら塗料の安定性、塗装時の作業性など溶剤の影響は大きい。塗料に使用される溶剤は、脂肪族系、芳香族系、エステル系、ケトン系、アルコール系などいろいろなものがある。これらの中でどの溶剤が使われているかを知ることは重要である。溶剤の分析には、ガスクロマトグラフィー(GC)を使用する。定性についてはカラム、カラム温度、カラム長さ、キャリアーガス流量などの分析条件を同一にし、未知試料のクロマトグラム上に既知成分の保持時間が一致するピークがあれば未知試料中に既知成分が存在していると推定できる。また、特性の異なる二つのカラムを使用してそれぞれのカラムでの保持時間が一致すれば同定は確かなものになる。しかしながら、試料の注入量や注入してからスタートするまでの時間等の要因で保持時間がずれることがあり、保持時間の非常に近い物質と間違えないよう注意する必要がある。定量については、ある物質の量とピークの面積の関係を調べ検量線を作成し、それにより定量することができる。揮発性の物質しか定量できないので水系塗料中の溶剤量を定量する場合は、塗料中に使用されていない溶剤を塗料中に添加しその量と比較することにより定量する内部標準法という方法を用いる。

9. 顔料の分析

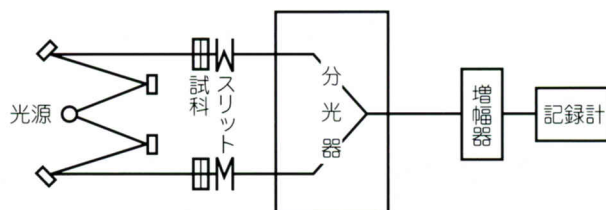
顔料の分析も樹脂の分析と同様IRスペクトル法による分析で定性可能なものが多い。少量の試料で簡便迅速に情報がえられるため良く利用される。顔料を少量取りKBr錠剤法による方法が良く利用される。顔料の場合も基準となるスペクトルをいかに多く整備しているかがポイントとなる。X線マイクロアナライザーで元素の分析を行うこともある。

赤外分光光度計(Infrared spectrophotometer)

赤外分光光度計(IR)とは、固体、液体、気体を問わず迅速に測定できる方法で分子に赤外線領域の光を、波長を連続的に変化させて当てることにより得られたスペクトルから分子の構造を解析する。解析には有機化合物を構成する基の特性吸収帯を用いる。しかし一般にIRスペクトルのみで構造を決定することは困難である。あらかじめ試料物質が予想される時には、既知のスペクトルと比較して同定、確認出来る。塗料関係の分析では主に塗料、塗膜のタイプ(樹脂、顔料の種類)の判定に用いる。その他異物などの定性にも用いる。

装置の概要

分析装置は赤外線領域の光を発生させる光源部、試料を通過した後の光を調節する分光部、更に反射鏡によって光を検出器に導きチャートに記録する測定部に大きく分けることができる。

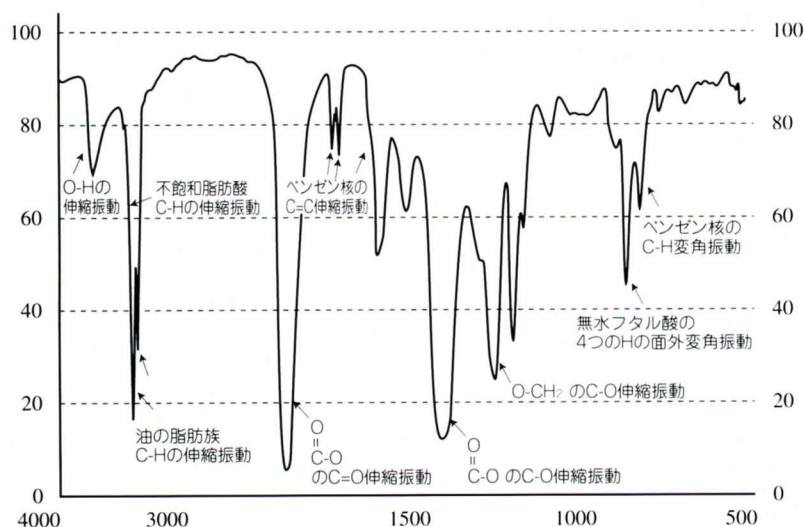


測定法としては錠剤法、フィルム法、ATR法などがある。錠剤法は試料の粉末と乾燥した臭化カリウム(KBr)を良くすりませ錠剤成型器を使って直径10mm、厚さ2mm程度の錠剤を作って測定する。うまく作れば透明な錠剤が出来る。透明でなく光の透過率が悪いと良いスペクトルが得られない。KBrは全波長域で吸収を示さないで試料の全領域のスペクトルが得られる。フィルム法は高分子化合物等の試料に用いられる方法で揮発性の溶剤に溶かして、KBr板上に塗布して薄膜を作り減圧デシケータ中で溶剤を完全に除いた後枠にはさんで固定し測定する。ATR法は試料表面の全反射光から吸収スペクトルが得られることによるもので、屈折率の大きい結晶例えばKRS-5の窓板の両面に試料を圧着し窓板の側面よりIRを入射して両面で交互に全反射させ反対の側面より反射光を取り出す。窓板の内部で、屈折率の小さい試料との境界面に対して35~50°でIRを当てると光りは全反射しその際IRは試料にいくぶんはいつてから反射してくるのでこれを測定すると吸収スペクトルが得られる。

原理

赤外線は分子の基底電子エネルギー状態における回転及び振動のエネルギー準位間の遷移を促進するものである。赤外吸収スペクトルは、物質に波長を連続的に変化させて赤外線を照射していくと、物質の分子内のある結合エネルギーと照射された赤外線のエネルギーが等しい時は照射された赤外線は振動運動のために吸収されることにより得られる。しかし赤外分光法で分子の振動のすべてが観測出来る訳ではない。分子が振動すると分子の構造により中心からの各電荷分布は変化する場合としない場合がある。分子が赤外線を吸収するためには各電荷分布が変化しなければいけない。つまり、双極子モーメントが変化する振動のみが赤外線を吸収する。ほかに光源からの光りをマイケルソン干渉計に導き、干渉しあつた光を試料に透過させ測定し、その干渉曲線をフーリエ変換して赤外吸収スペクトルを得るFTIRがある。マイケルソン干渉計の中では最初の光りを二つに分け一方を固定鏡で反射し、もう一方を移動鏡で反射する。二つの反射した光の光路差によって各波長の光が合成されることを利用している。

分析結果例

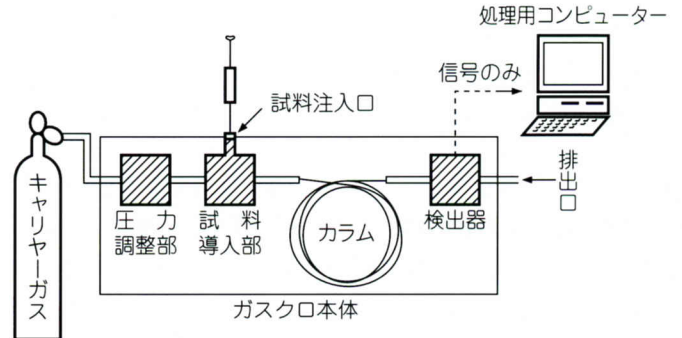


ガスクロマトグラフィー(Gas Chromatography)

ガスクロマトグラフィー(GC)とは、移動相に気体を用いるクロマトグラフィーで今日では複雑な組成物、多成分混合物の分析に極めて重要な分析法となっている。GCは固定相が固体の場合気-固吸着クロマトグラフィー(GSC, Gas-Solid Chromatography)液体の場合、気-液分配クロマトグラフィー(GLC, Gas-Liquid Chromatography)の2つに区分されている。GSC分析対象は無機ガスや低級炭化水素に限られるがGLCでは350°C位の温度で安定に気化し得る有機化合物の分析を行うことができる。このGC法は分離能力が高く迅速性、高感度を持ち適用範囲が極めて広いという利点がある反面熱に不安定で気化しない化合物の分析には適用できないなどの欠点もある。塗料関係の分析では主に塗料中の溶剤、シンナーの定性、定量に用いる。

装置の概要

キャリアガスはボンベ内の圧力で流れ出し減圧器(レギュレータ)で調整されて、ガスクロ本体へと向かう。本体の入口で再び調整され、一定の流速になる。試料注入口(インジェクション)は液体試料が気化されるために高温になっている。気体となった試料は、キャリアガスに乗ってカラムへと向かう。カラムの出口には検出器があり、物質の通過を電気的信号を変えて処理用のコンピューターに送る。



【ガスクロの構成】

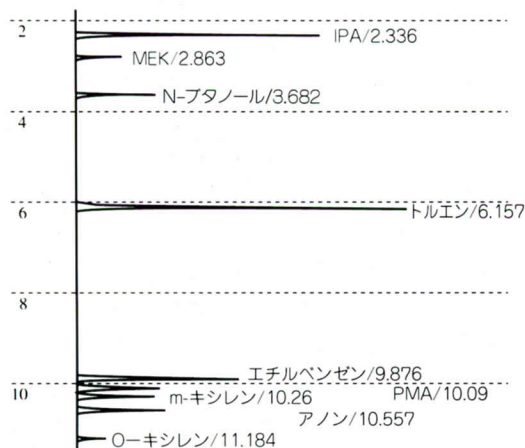
カラムは大きく2つに分けられる。キャピラリーカラムと充填カラムである。キャピラリーカラムは頭髮状に長く、ホースのように中空になっている。内径は0.2~0.3mmであるが中空のため抵抗が少なくカラムを長くすることができる。良く使われるのは25~50mのものである。溶融シリカキャピラリーカラムは曲げやすく折れにくくガラスカラムより取扱が簡単である。カラムの内壁に液相がコーティングしてあるが多くの溶融シリカカラムは、この液相を架橋し化学的な結合にして取れないようにしてある。充填カラムは内径2~4mmのステンレスあるいはガラス管に充填剤が封入されている。充填剤は、担体と呼ばれる粒に液相をコーティングしたものである。

検出器でよく使われるのは水素炎イオン化検出器(FID, Flame Ionization Detector)でありFIDは試料成分ガスに水素を混合し空気中で燃焼させる。フレーム中で有機物が燃焼する時炭素を中心としたイオンを生ずる。このイオンを検出するものである。有機物しか検出できない。

原理

カラムではキャリアガスと液相が試料を引き合う。液相に引きつけられた成分はゆっくりカラムを通過するしそうでない成分はそのまま通過する。カラム、カラム温度、カラム長さ、キャリアガス流量などの分析条件を同一にすれば同じものであれば同じ時間(保持時間)に出てくる。未知試料のクロマトグラム上に既知成分の保持時間が一致するピークがあれば未知試料中に既知成分が存在していると推定できる。しかし同じ時間であるからといって同じ成分であるとは限らない。定量については面積百分率法、検量線法、内部標準法などがある。

分析結果例



定量計算結果

PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	2.336	6009	2317	2	23.0066	IPA	
2	2.863	944	489	3	3.1409	MEK	
3	3.682	1721	751	6	5.4494	N-ブタノール	
4	6.157	10563	3146	10	20.7436	トルエン	
5	9.876	5378	1541	14	11.2547	エチルベンゼン	
6	10.09	3177	810	15	17.9775	PMA	
7	10.26	3150	774	16	6.5256	m-キシレン	
8	10.557	3031	866	17	9.8645	アノン	
9	11.184	976	304	18	2.0373	O-キシレン	
TOTAL		34949	10998		100		

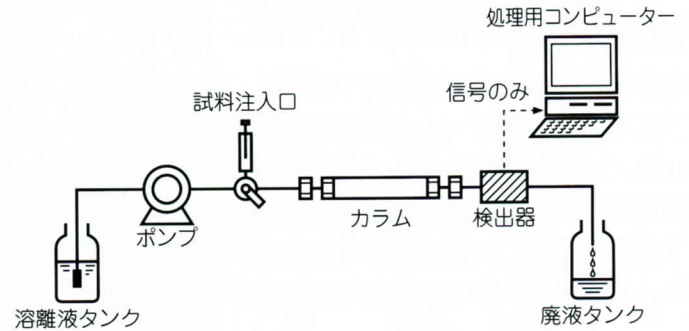
ゲルパーメーションクロマトグラフィー(Gel Permeation Chromatography)

ゲルパーメーションクロマトグラフィー(GPC)とは、液体クロマトグラフィーの一つで固定相に三次元網目構造を持つ多孔性粒子を用いるクロマトグラフィーで試料分子の大きさにより充填剤細孔に浸透できる度合いが異なることを利用し一般には高分子の分子量測定に使用される。

塗料関係の分析では樹脂の分析に用いる。移動相としてはテトラヒドロフラン(THF)が最適溶媒であり、THFに溶けないものは分析できない。

装置の概要

装置はポンプ、注入口、カラム、検出器、データ処理器の5つに分けることができる。①溶離液は、ポンプによってタンクより吸い出され注入口に向かう。②注入口で分析試料を乗せてカラムへと向かう。③カラムの中の充填剤のすき間を溶離液に乗った分析試料が通り抜けていき成分ごとに分離される。④カラムから流出した各成分は、検出器より感知される。⑤このときのデータがコンピュータ等で記録される。



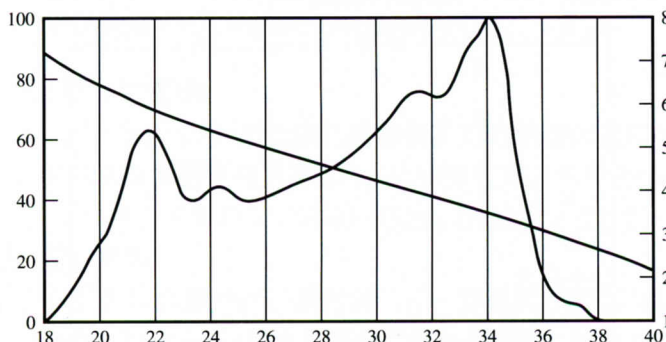
GPCには特にカラムオープンはなくしてはならない。これは温度により試料の溶解性が変化し、溶離液の粘度が変わるためデータの再現性が悪くなるためである。通常は空気循環式のものが使用される。検出器には示差屈折検出器が用いられる。これは物質の種類による感度の差が小さく汎用の濃度測定器といえる。またUV吸収のある溶離液も使用できる。短所としては感度が一般には他の検出器より劣る様である。また、示差屈折検出器は流量、温度変化に敏感に反応するため温度調整には注意が必要である。

原理

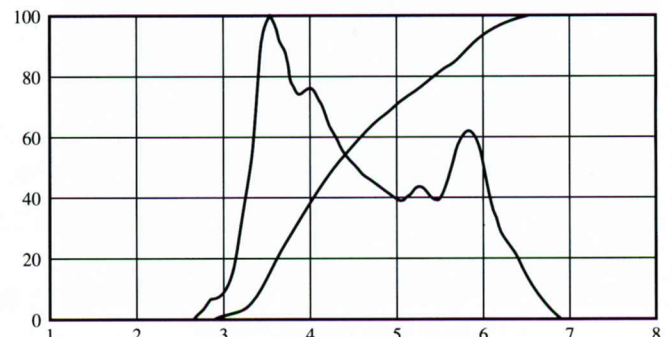
ゲルパーメーションクロマトグラフィーは固定相に三次元網目構造を持つ多孔性粒子を用い試料成分はその細孔への浸透性の差により分離される。この固定相は、溶液・移動相によって、十分膨潤した状態にあり、高分子の試料に対してゲルろ過を行う。すなわち、このカラムに溶媒に溶解された高分子の試料の希薄溶液が入ってくると分子量の小さい分子は細孔内部まで十分浸透し分子量の大きい分子は細孔内部へ浸透せず粒子の間を通過して溶出される。すなわちGPCでは低分子ほど遅く、高分子ほど早く溶出される。カラムによって分別された溶液は一般に示差屈折計に導かれ一定の溶出時間における溶質の量が測定される。溶出時間—分子量、溶質の量—屈折率の変化の対応により分子量の分布が求められる。分子量の計算には試販のポリスチレンを使用しあらかじめ分子量のわかっているものの溶出時間を測定して検量線を作成し、次に未知試料の溶出時間を測定して分子量を計算する。この計算は単純にポリスチレンの分子量10万のものが10分に出て、未知試料が10分に出てから分子量10万というように計算しているため厳密にはその物の分子量ではない。

分析結果例

【CALIB & ELUTION CURVES】



【DIFFERENTIAL & INTEGRAL CURVES】

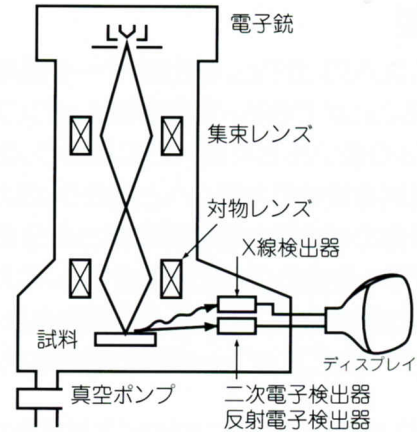


走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope) エネルギー分散型X線分析装置(Energy Dispersive spectroscopy)

走査型電子顕微鏡(SEM)とは、電子線と試料の相互作用によって発生する二次電子を検出して試料表面の拡大像を得る微小部の形態観察には欠かせないものである。塗料関係の分析では化成処理の処理状態や塗膜のハジキ、異物の形態を調べるのに用いられる。エネルギー分散型X線分析装置(EDS)とは電子線と試料の相互作用によって発生する特性X線を利用した元素分析でSEMに取りつけることにより観察中の任意の部分の元素分析を行うことができる。

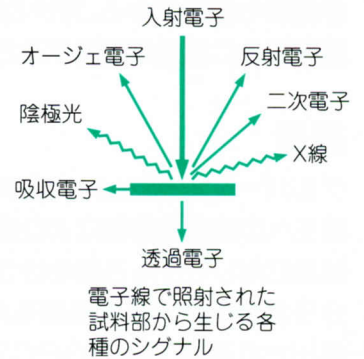
装置の概要

電子銃から放出された電子は収束レンズと対物レンズで数十Aのビームに絞られ試料表面に照射される。この時、走査コイルで試料表面のビーム照射装置を二次的に走査し試料から放出された二次電子信号をブラウン管に表示するとSEM像が得られる。X線検出器にはSi半導体検出器を用いる。

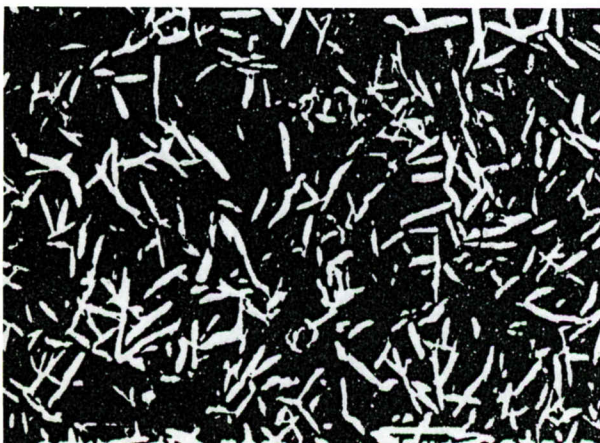


原理

電子ビーム照射された資料部からは右のようなシグナル生じる。そして二次電子を結像したものが二次電子像であり通常のSEM像、反射電子を結像したものが反射像である。反射像には凹凸像、組成像の2種がありどちらも微細な凹凸やふくれなど二次電子像よりわかりやすく光学顕微鏡にないSEM特有の情報として貴重である。更にエネルギー分散型X線分析装置を取りつけると特性X線のエネルギーを分析することにより元素の定性分析ができる。特性X線とは、電子線が元素の内殻軌道の電子をたたき出し生成した空位をうめるべく外殻軌道から電子が遷移する時に発生するX線で、外殻軌道と内殻軌道のエネルギー差に相当する。各軌道のエネルギーはそれぞれ固有の値であるので発生するX線も固有のエネルギーを持つことになる。また、それぞれのエネルギーについて強度を測定し標準起用度と比べることによって定量分析も可能になる。この分析ではNaからUまでのすべての元素が分析できる。



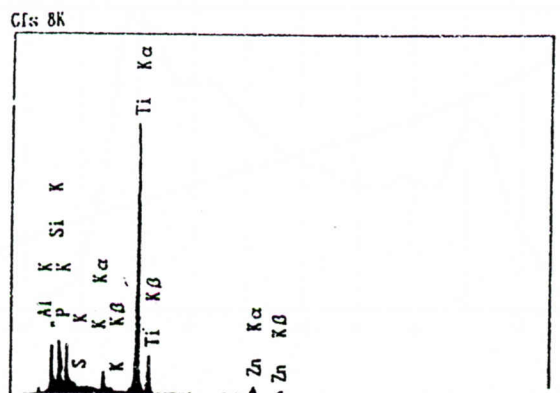
分析結果例



リン酸亜鉛処理鋼板の表面

----- Analytical Results -----

Element	Line	Weight %	Normalized Atomic %	Compound	Compound Weight %	Net Intensity
Al	K	9.04	13.88			101.98
Si	K	8.16	12.03			122.25
P	K	7.87	10.53			119.05
S	K	0.40	0.52			6.26
K	K	2.78	2.05			52.32
Ti	K	63.25	54.70			591.53
Zn	K	8.50	5.39			24.00
Total		100.00	100.00			



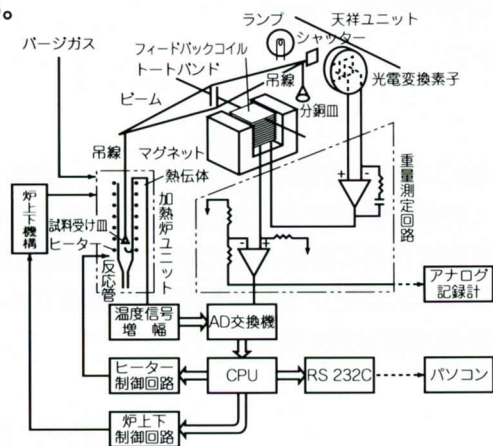
熱分析(Thermal Analysis)

熱分析とは、その物質の温度を調節されたプログラムに従って変化させながらその物質(反応生成物も含む)のある物理的性質を温度の関数として測定する一連の技法の総称である。ここでは熱重量測定(Thermo Gravimetry)示差走査熱量測定(Differential Scanning Calorimeter)に関して説明する。TGとは試料を加熱したときの重量変化の測定であり、加熱による物質の安定性、反応性に関する知見が得られる。DSCは試料と基準物質を同時に加熱して温度差が生じた場合その温度差を打ち消すために必要なエネルギーの測定であり反応に伴う熱の出入りを示し、反応熱の定量が可能である。塗料分野の分析ではTGは塗膜等の熱分解の過程等を知るために用い、DSCでは樹脂のTg等の測定や反応性を見るのに用いる。

装置の概要と原理

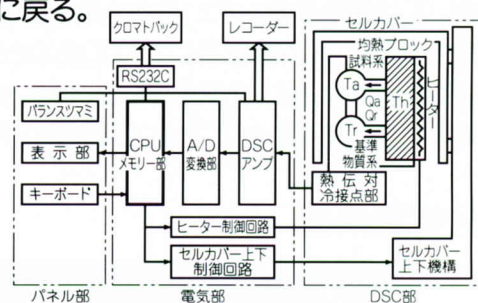
TG

試料は通常白金製の試料セルにいれ雰囲気調節ができるようになっている反応管(アルミナ製)内に吊り下げられている試料受け皿にのせる。一方、分銅皿には試料側と吊りあうだけの分銅をのせて天秤ビームをほぼバランスさせる。試料を加熱したとき、試料の質量が変化するとトートバンドに支持されたビームが傾くが、このビームをコイルに電流を流すことによって得た電磁力によってビーム位置を常に定位置に保持しようとする(零位法)。このとき電磁力と電流は正比例の関係にあり、この電流を取り出して記録することによって試料の質量変化を連続的に正確に測定することができる。



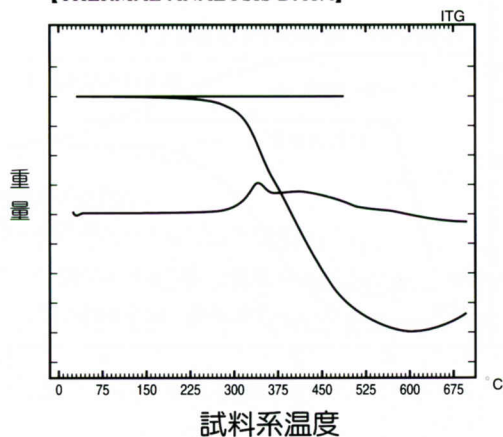
DSC

昇降温プログラムにしたがって均熱ブロック温度Tbからは熱容量の違う試料系、基準物質系の昇温を同じにするためQs, Qrによって熱量を調節し、やがて同じ昇温になると温度偏差 $\Delta T = T_s$ (試料系温度) - T_r (基準物質系温度)は一定になりこれがベースラインとなる。この後、プログラムにしたがって昇降温させて試料系温度Tsにおける温度偏差 $\Delta T = T_s - T_r$ を検出する。基準物質としては通常測定温度域で熱的に不活性な物質(一般には空の試料容器のままアルミナ粉末($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$))を用いる。試料の融解する場合を例にとるとDSC曲線は融点までは試料、基準物質ともに昇温するため $\Delta T = \text{一定}$ であるが融解中は試料温度が一定に保たれるのに対し基準物質はこれまでどおり昇温を続ける。その結果 ΔT は変化する。融解が終わると試料系、基準物質系の昇温を同じにするため熱量Qs, Qrを調整し $\Delta T = \text{一定}$ になりはじめのベースラインに戻る。

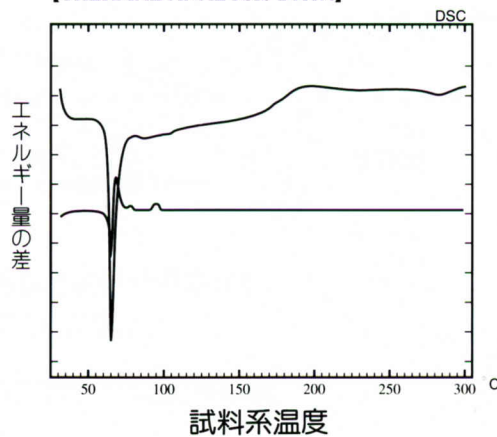


分析結果例

【THERMAL ANALYSIS DATA】



【THERMAL ANALYSIS DATA】

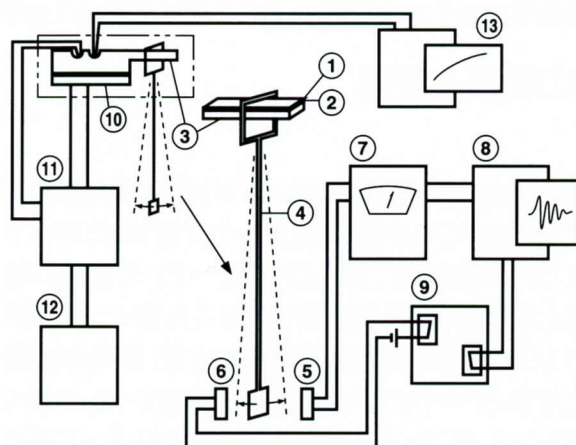


剛体振り子型粘弾性測定器

剛体振り子型粘弾性測定器とは、剛体振り子のナイフエッジ部を液体の中に入れ、振り子の刃先を支点として振動させると振り子の振動周期は液体の橋かけに依存するスプリングの強さの影響を受ける。また、液体の粘性によって振動は減衰する。この挙動を利用して塗料の硬化過程を評価する測定器です。塗料関係では硬化の温度と時間の検討、硬化剤の種類や配合量の検討など硬化過程での反応性を見るのに用いられます。

装置の概要

大きく分けて粘弾性を測定する本体部、測定の状態を表示する計測表示部、検出されたデータを処理するデータ処理装置、結果を印刷するプリンターに別れています。試料①を塗布した金属板②(試験片)をホットプレート③(ヒートブロック)上にセットします。そして剛体振り子④の刃先を塗布面に垂直におきます。振り子を設置後ホットプレートの加熱を開始し試料の硬化に伴う振り子の振動周期 T 及び対数減衰率 Δ の変化を測定し皮膜形成過程の粘弾性の解析を行います。ホットプレートはヒーター⑩により加熱され温度指示調節計⑪にて一定温度に制御されます。ホットプレートの昇温速度の調節には変圧器⑫によって行います。また、振り子の振動振幅変位は、プローブ⑥と非接触変位計⑦で検出します。振り子の加振については電磁石⑧によって行います。タイマー⑨により振り子の加振、振動の記録を自動的に制御するものです。これらのデータはすべてパソコンを用いたデータ処理装置により演算され振動周期(T)、対数減衰率(Δ)、プレート温度は記録計⑬で記録し、所定の形式で作図されて出力されます。



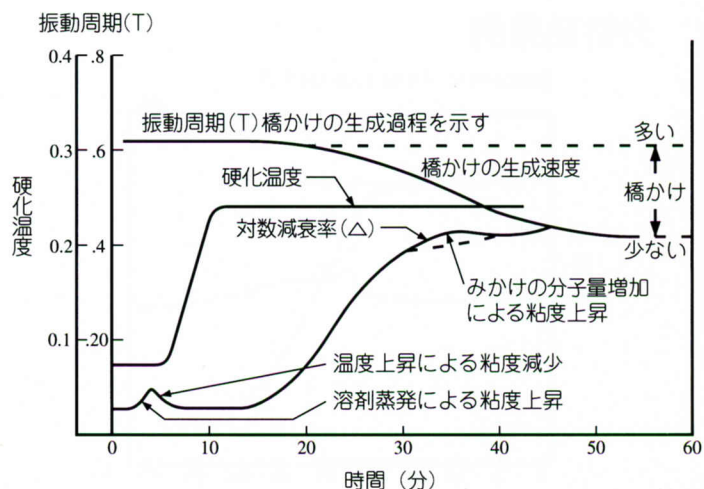
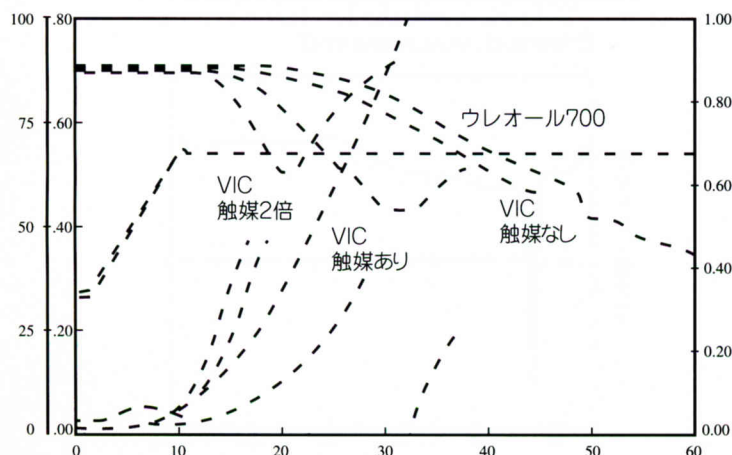
また、振り子の振動振幅変位は、プローブ⑥と非接触変位計⑦で検出します。振り子の加振については電磁石⑧によって行います。タイマー⑨により振り子の加振、振動の記録を自動的に制御するものです。これらのデータはすべてパソコンを用いたデータ処理装置により演算され振動周期(T)、対数減衰率(Δ)、プレート温度は記録計⑬で記録し、所定の形式で作図されて出力されます。

原理

塗料は液体で塗装され一般的には熱をかけて硬化する。この過程における粘性は次のようになる。塗装初期においては溶剤を含んでいるため粘性が低く振動を減衰させにくい。溶剤が蒸発すると粘性が上昇するため振動振幅を減衰する。昇温するにつれて液体の粘性は小さくなるため減衰率は小さくなる。橋かけが起こる温度が時間になると橋かけによる「見掛けの分子量」が増大するため粘性が大きくなる。したがって振動振幅は減衰する。一方、橋かけが生成するとスプリングの強さが増加する効果となるため振動周期は短くなる。

分析結果例

UIC の効果と触媒量の差







川上塗料株式會社

- 本社 〒661 尼崎市塚口本町2丁目41番1号
☎(06) 421-6325(代) FAX(06) 422-2770
- 東京支店 〒111 東京都台東区柳橋1丁目3番5号
☎(03)3862-0641(代) FAX(03)3864-4132
- 仙台営業所 〒980 仙台市青葉区五橋2丁目11番1号(ショーケース本館2F)
☎(022)262-2384 FAX(022)262-2125
- 東京営業所 〒111 東京都台東区柳橋1丁目3番5号
☎(03)3862-0641(代) FAX(03)3864-4132
- 浜松営業所 〒430 浜松市馬込町396番地
☎(053)452-8850 FAX(053)452-8895
- 名古屋営業所 〒452 名古屋市西区見寄町16番地
☎(052)501-8211(代) FAX(052)501-0775
- 金沢営業所 〒920 金沢市堀川町23番14号(五宝ビル1F)
☎(0762)31-1907 FAX(0762)31-1909
- 大阪営業所 〒661 尼崎市塚口本町2丁目41番1号
☎(06) 421-6363 FAX(06) 427-2948
- 広島営業所 〒733 広島市西区横川新町6番22号
☎(082)293-6868(代) FAX(082)293-6869
- 高松営業所 〒760 高松市福岡町2丁目7番23号
☎(0878)51-0331(代) FAX(0878)22-7434
- 九州営業所 〒815 福岡市南区三宅3丁目5番32号
☎(092)541-3461 FAX(092)551-5769
- 本社工場 〒661 尼崎市塚口本町2丁目41番1号
☎(06) 421-5411(代) FAX(06) 422-1964
- 東京工場 〒132 東京都江戸川区松江1丁目3番15号
☎(03)3654-5141(代) FAX(03)3654-5147
- 千葉工場 〒290-01 千葉県市原市潤井戸字上長者原2296-6
☎(0436)74-0313(代) FAX(0436)74-4452
- 東京調色サービスセンター 〒132 東京都江戸川区松江1丁目3番15号
☎(03)3654-5141(代) FAX(03)3654-5147
- 名古屋調色サービスセンター 〒452 名古屋市西区見寄町16番地
☎(052)501-8211(代) FAX(052)501-0775
- 大阪調色サービスセンター(株大阪東エス・エフ) 〒537 大阪市東成区深江北2丁目11番28号
☎(06) 972-7810 FAX(06) 972-7789
- 九州調色サービスセンター 〒815 福岡市南区三宅3丁目5番32号
☎(092)541-3461(代) FAX(092)551-5769