講座

塗料用樹脂入門講座 (16)

UDC
667.612/.613
:532.135:539.61

Guided Lecture of Synthetic Resins for Paint Industry (XVI)

塗装と接着のレオロジー

Rheologies of Painting and Adhesiveness

垣 内 弘**

KAKIUCHI Hiroshi

12.6 塗装と接着のプロセス

ある固体表面に塗料を塗布したり、接着剤をぬりつけて接着させていくときには、複雑なプロセスを経過する。そしてその作業が巧いくための条件がある。大ざっぱにまとめてみると次のようになるだろう。

- i) 固体の表面状態がどのようになっているか
- ii) 固体表面に塗布すべき物質は液体になっている必要があり、その液体の粘性の大小
- iii) 固体の表面の材質と塗料や接着剤との間の化学的な親和力の有無
- iv) 塗膜または接着層の硬化による完成

レオロジー的なものと化学反応速度的なものとが入りまじっている。また塗料と接着剤とは異なった面がある。塗料は高分子物質の溶液に顔料粒子が分散した構造粘性を示すものが多く、接着剤は単なる高分子の溶液という例が多い。レオロジー的には相当な違いがあることをお断りしておきたい。

12.6.1 固体の表面状態

塗料や接着剤の液体が固体の表面に塗布する場合に、その表面上にそれらの液体が広がらなければならない。このぬれ易さは固体表面の材質と液体の化学的性質に関係してくる。このことは既に第 14 回で触れたことである、ここでは力学的な面から観察をしてみよう。

固体の表面は平滑にみえても細かに眺めてみると、凹凸や割れ目があり、その表面に塗布された液体が流れ込んでかたまり、鋳をひっかけたような形で接合する場合が考えられる。しかしこの効果は膜面の密着性と常に比例しているとは限らない。この効果よりそれ以外の効果

の方が強力であるからである。

固体表面、とくに金属表面は金属の内部と性質が異なっている。固体金属ではいくらかの価電子を失った金属陽イオンが結晶格子配列をなし、この失われた価電子が自由電子として金属原子中で自由に動いている。そのために金属は電導性ともっている。したがって金属の内部構造は比較的方向性がなく非極性であるが、表面は周囲の原子の半分が取りのぞかれていて、エネルギーの高い状態になっている。そのために他の極性物質にぬれ易くなっているはずである。実際は空気中の酸素とさきに結合して酸化皮膜をつくり上げてしまっている。

金属の表面は通常は酸化皮膜に覆われ、それに水分やガス（炭酸ガス、酸素、窒素、最近では亜硫酸ガス）などを吸着している。また油類による汚染も考えられ、サンドペーパーや研磨布などによる機械的研磨、トリクロルエチレンやアセトンなどの溶剤による洗浄が一般的な表面調整法である。

12.6.2 塗料や接着剤の粘性（流動性）

塗料は使用目的によって原料、組成を異にしているそれに対応して塗装法も異なる。それらに応じて塗料の流動性状も異なる。塗料はビヒクルに顔料やその他の添加物を分散させ、さらに溶剤の入った懸濁液になっているのでニュートンの粘性流動でなく、チキソトロピー流動のような塑性流動である。

液体を図-1 で原理を示したような回転粘度計の内筒 B と外筒 A の間に注入し、外筒のみを一定の角速度で回転させる。液体は外筒の回転によってトルクを生じ、内筒も一定角度だけ回転する。これを指針 P によって読みとる。加えたせん断応力 S（これは内筒 B の回転数である）とせん断速度 D（外筒 A の回転に相当する）との関係は、液体の流動性状によって異なるが図-2 のようになる。

昭 45.2.24 受理

* (15) 本誌 43 [3] 145~151

** 横浜国立大学工学部

横浜市南区大岡町

図-1 回転粘度計の原理

図-2 流動曲線

液体が純液体や顔料の混入量の少ないエナメルなどでは(a)のような直線関係になり、この流動はニュートンの粘性流動を示している例である。しかし多くの塗料は顔料やその他の粒子を含有しているために(b)や(c)のような異常流動になる。(b)の流動はさきに述べた構造粘性を示すもので、応力Sがある値(降伏値)に達するまでは流動しない。降伏値は液体の固体構造性を破壊するに要するせん断応力であり、その液体の粘性とは直接関係しない。降伏点からあとは正常な粘性流動を示す。このような流動はチキソトロピー流動であり、油性塗料やラテックスペイントにその例が多い。また原点0から流動は始まるが、流動が抑制されるような例(b')は擬粘性流動であり、セルロース系溶液によく見られる。図-2の(c)の曲線はさきに述べたダイラタンシーを示すもので、密に充テンした扁平または棒状粒子の懸濁液に認められるもので、流れが速くなると流れの方向に粒子がならんだ配列をとり、流動抵抗が減少する。混練用ペーストがその例である。多くの塗料は多少チキソトロピー的な挙動を示している。市販塗料の流動性状をまとめると表-1 のようになる。

塗料のチキソトロピーとダイラタンシーは混合する顔料の種類や量、その分散性に原因する場合と、ビヒクル自体の性質による場合とがある。

表-1 市販塗料の流動特性

種 類	塑性粘度 (ポアズ) η'	降 伏 値 (ダイン/cm ²)	チキソトロピー効果
ツヤ・エナメル	1.4~3.9	0~30	なし~わずか
半ツヤ・エナメル	1.0~3.5	50~120	わずか
ツヤ消し・塗料	0.6~1.0	20~100	わずか~著しい
水性壁塗料	0.2~1.4	20~100	わずか~著しい
メタル・プライマー	0.3~1.2	0~100	なし~著しい
ワニス	0.9~2.9	0	なし

表-1 の塑性粘度 η' の定義は見掛け上の粘度であり、塑性流動を示した図-1 の各曲線の各点における切線のこう配の逆数で示す。 $\eta' = dS/dD$ となるから S と D の値によって異なる。表-1 の値は $D=0$ における曲線のこう配から求めた。

接着剤の場合は、顔料などが入っていないから話しは十分簡単になる。ある液体を2枚の板の間にはさみつけ、強く押しつけると、一応接着されたようになる。この接着強度は板の材質と接着剤の性質によって異なるが、強く押しつけて接着させたものは、はがすのに強い力を必要とすることはあたり前である。粘性の大きい液体を強く押しつけるのに大きな力を必要とするから、はがすのに強い力を用いなければならない。この点からのみ考えると押しつけるときは低粘度の液体であり、接着したあとで化学変化や、溶剤の被接着材料への吸収や、蒸発による濃厚化などで粘度が上昇するような物質が接着剤として有利である。このようなみかたは純力学的なものであり、実際の接着には界面の親和性が大きな役割を果たしている。

12.6.3 界面の親和性

塗料や接着剤としての液体が相手の材料の内部組織に一樣に浸透したり、あるいは凹凸のある表面を一樣に覆うためには、その液体が相手の材料表面を十分にぬらすということが必要である。この現象を界面化学の立場から眺めてみよう。

界面でのぬれは液体Lと材料Mという分子間の結合力(あるいは結合エネルギー)の問題である。分子間の結合力は、一次結合によるものと、二次結合によるものがあり、前者はいわゆる符号の異なるイオンとイオンとの間のイオン結合と、お互いに電子を共有し合う共有結合が主なものである。塗料や接着剤のような有機物を用いるときはイオン結合は考えなくてもよい。共有結合による界面の形成は表-2 でみられるように共有結合の解離エネルギー(結合エネルギーと符号が反対であるが絶対値は同じ)は大きな値をもっているので、望ましい結合ではあるが、液体と固体との間では実現が難しい。しかし不可能ではない。たとえばイソシアネート系接着剤のイソシアネート基は木材の主成分であるセルロース中の水酸基、ナイロンの酸アミド基などと幾分か化学的に反応して一次結合で界面をつくり上げている。

しかし、この反応は液体のイソシアネートと固体のセルロースやナイロンとの反応であるから、そんなに簡単に100%おこるものではない。もちろんこの様な界面の形成は理想的ではあるが、多くの塗料や接着剤では二次結合によって界面がつくり上げられている。

液体Lと固体Mとの界面には二次結合が形成されるとすると、その界面に働く結合は11.3.1で述べた凝集力(分子間力)である。前々回の溶解パラメーターの説明でおこった固体と液体の場合とまったく同じで、SP値の似ているもの同志が二次結合をつくりやすくなる。

12.6.4 塗膜や接着層の硬化と接着力

液体Lを固体Mに塗布しても、液体がそのままの状態であれば強度は出てこない。液体が固化して強度のもった物質、ここでは固体の高分子化合物になる必要がある。

塗料や接着剤として施された液体は、その種類によって異なるが、溶媒の蒸発または吸収による消失によって固化したり、あるいは化学反応によって高分子化合物(多くは三次元高分子化合物)に成長して固化する。前者は物理的なプロセスであり、後者はこれまで説明してきた高分子化合物の生成反応にしたがうプロセスである(空気酸化による三次元樹脂の生成をも含んでいる)。

このようにしてでき上った塗膜や接着剤の層の高分子皮膜が、相手の固体表面とどの程度へばりついているかということを調べる方法はいろいろある。たとえば塗膜の上に象牙の刃をあてて引っかく方法がある。この方法は再現性のあるデータが得られるという。塗膜の場合はその上に布片を張りつけておいて、布をはぎとる力の大きさを見ることもあるし、接着剤の場合は簡単に固体と固体との間に接着剤をはさんでおき、接着を完成してから両方から引張り切断し、その引張り強度を測定したりしている。

いづれの方法も接着剤や塗膜の表面や内部に気泡や割れ目などの欠陥部ができている場合が多い。このような欠陥部は膜の厚さが厚いほど生じやすい。そしてこのような欠陥部のあるものを引張り試験にかけると、その部分から切断がおこって弱い力で切断してしまう。本当の強度を表わさない。それを避けるためには、いろいろな厚さの膜で実験を行ない、皮膜の厚さをゼロにまで外挿して、そのときの強度を求めればよい。このときの強度を極限有効強度とよんでいる。各種の厚さで測定した皮膜の強さは有効強度であり、皮膜の界面の硬さではない。このような測定で求めた強度は、(i)接着剤や塗膜であるポリマー自体が切断する (ii)皮膜と固体表面と

の間がハク離する (iii)接着剤の場合では被接着材が切断する。という三つのケースを含んでいる。(i)の場合はポリマー自体の丈夫さであり、このことは次節で述べよう(塗料の場合は顔料やその他の粒子が入っているのが簡単ではないが)。(ii)は固体表面の前処理、仕上げが悪い場合もあるし、また界面の結合力が弱いこともあるだろう。(iii)はこのような接着ができれば何もいうことはない、まったく理想的な場合で一般にこのような例は少ない。実際は(i)と(ii)が同時に、または、引張り試験ごとにまだらに起こる場合があって、どちらが起きているのかを決めかねる例が多い。

いま皮膜自身の凝集力を W_c で表わし、皮膜の界面での接着力を W_a とすると、(i)の場合は

$$W_c < W_a \quad (1)$$

となり、(ii)の場合は逆に

$$W_c > W_a \quad (2)$$

となる。さて接着剤または塗料、被着材、および接着界面のそれぞれの表面自由エネルギー(surface free energy)を γ_P , γ_M , γ_{PM} とすると

$$W_c = 2\gamma_P \quad (3)$$

$$W_a = \gamma_M + \gamma_P - \gamma_{PM} \quad (4)$$

表-3 で表わされる。表面自由エネルギーとは、それぞれを接したときに自分の表面をつくるに必要なエネルギーであり、 γ_{PM} は接触界面の界面自由エネルギーである。式(3)の2がかかっているのは、切断によって同時に二つの皮膜の界面ができるからである。式(3)と(4)を式(1)と(2)に入れると、

$$(i) \text{ の場合 } \gamma_P + \gamma_{PM} < \gamma_M \quad (5)$$

$$(ii) \text{ の場合 } \gamma_P + \gamma_{PM} > \gamma_M \quad (6)$$

となる。さて金属の γ_M はポリマーの γ_P や、 γ_{PM} に比べてはるかに大きいので、式(5)のようなポリマーの切断が起こり易いのであるが、実際は金属表面の前処理、仕上ががよくないことや、酸化皮膜に覆われ、それに水やガスが吸着していることなどから、金属の γ_M をそのまま使えなくなり、第三物質の γ_M になっているために式(6)のような場合も起こり得る。

結局接着や塗装の界面の結合の強さや、皮膜の強さはいろいろな条件の微妙なバランスによって保たれているということになる。

12.7 塗膜や接着層皮膜の物性

12.7.1 強じん性

塗膜や接着層をつくっている皮膜、さらにこれを広げて有機材料一般の丈夫さということを強じん性というならば、この強じん性をどのように評価していくかについて考えてみたい。

いまある材料の引張り試験を行ない、応力-変形量(ヒズミ) 曲線をとってみると、その材料の性質によって切断までにいろいろな形をとってくるはずである。その一例を図-3 に示したが、図中の斜線をほどこした面積は、この材料を切断するに必要なエネルギーにーになる。そして強じんということはこの面積の大きなことである。

図-3 応力-変形量曲線の五つのタイプ

この材料の切断に要するエネルギー U_1 は次式になる。

$$U_1 = \int_0^{\epsilon_U} S d\epsilon \quad (7)$$

ここで S は応力であり、 ϵ は変形量で、 ϵ_U は切断時における変形量である。この曲線のつくる面積の大小と、曲線の形から (特にヤング率の値) 図中に示したようにその材料の概略の性質が評価できる。

図-3 の斜線部分の面積を求めるには面積計を用いたり、斜線部分を切取って目方をはかり、単位面積の目方と比較すれば簡単に求まるが、このような切断試験をせずに発表されている切断強度 S_U や、切断の極限伸度 ϵ_U とヤング率 E の値からこの面積を略算していく方法がある。その近似式の一つに式(8)がある。

$$U_2 = \epsilon_U S_U - \frac{1}{2} \frac{\epsilon_Y}{S_Y} S_U^2 \quad (8)$$

この式の第1項は図-4 の面積 (1+2) を示し、第2項は面積 (1) を表わす。この計算値 U_2 と実際の面積測定からの面積 U_1 との比較は表-2 のようである。

図-4 応力-変形量曲線のつくる面積の略算

表-2 U_1 と U_2 の比較

タイプ	U_1 (実測値)	U_2 (計算値)	U_1/U_2
(a)	336	307	1.094
(b)	148	117	1.265
(c)	384	320	1.200
(d)	980	1,309	0.749
(e)	1,884	2,111	0.892

表-3 各種のポリマーの極限伸度 (ϵ_U), 切断強度 S_U , ヤング率 E , U_T などの値

ポリマー	ϵ_U (%)	$S_U \times 10^3$ (psi)	$E \times 10^5$ (psi)	U_T (ft-lb/in ²)
PE(low)	350	1.7	0.24	9.8×10^2
PE(medi.)	250	2.4	0.38	9.83×10^2
PE(high)	60	3.3	1.3	3.23×10^2
PVC	20	6.4	1.1	1.60×10^2
PVdCl	125	4.0	0.70	9.80×10^2
PCIFE	70	4.0	2.3	4.60×10^2
PTFE	200	1.5	0.58	4.96×10^2
PAN	1.5	5.1	2.5	
PVfl	12	11.0	4.7	2.00×10^2
PVBl	32	6.2	3.7	3.20×10^2
PVA	12	12.8	11.6	2.46×10^2
PMMA	2.7	9.5	4.3	2.53×10^1
PM-αClA	2.4	15.0	7.8	2.60×10^1
PSt	1.5	7.0	4.5	0.85×10^1
P-αMSt	2.6	7.8	4.3	2.2×10^1
PET	26	8.1	3.8	2.70×10^2
PC	80	9.0	3.2	1.17×10^2
PPXy	0.7	2.8	14.1	0.30×10^1
N	90	8.5	3.3	1.26×10^3
7-6	25	4.1	2.8	1.67×10^3
6-10	37	6.0	3.8	3.60×10^3
EtCell.	20	5.0	2.0	1.66×10^2
Cell. Ac	35	5.2	2.4	2.90×10^2
Cell. Pr	60	4.0	1.0	4.03×10^2
Cell. Ac. Bu	60	4.7	1.3	4.50×10^2
Cell. N	40	7.5	2.0	4.8×10^2

U_1/U_2 の比はだいたい1に近いが、あまり正確でない場合もある。

さて式(8)における ϵ_Y と S_Y の値はあまり報告されてないので ϵ_Y/S_Y の値を実測値の多いヤング率 E におきかえると式(9)になる。

$$U_3 = \epsilon_U S_U - \frac{1}{2} \frac{S_U^2}{E} \quad (9)$$

U_2 と U_3 の値は降伏点 Y の位置によって多小その値は異なってくる。

表-4 用いた略号の一覧表

略 号	名 称	略 号	名 称
PSt	ポリスチレン	PTFE	ポリ四フッ化エチレン
PBt	ポリブタジエン	R	天然ゴム
N	6,6 ナイロン	PVdCl	ポリ塩化ビニリデン
POM	ポリオキシメチレン	PClFE	ポリ塩化三フッ化エチレン
PC	ポリカーボネート (ビスフェノールA系)	PAN	ポリアクリロニトリル
PVC	ポリ塩化ビニル	PVfl	ポリビニルホルマール
PET	ポリエチレンテレフタレート	PVBl	ポリビニルブチレール
PMMA	ポリ・メチルメタクリレート	PVA	ポリビニルアルコール
CA	酢酸セルロース	PM- α ClA	ポリメチル α -クロルアクリレート
PP	ポリプロピレン	PPXy	ポリ <i>p</i> -キシレン
LDPE	低密度ポリエチレン	PDSiO	ポリジメチルシロキサン
S/A	スチレン-アクリロニトリル共重合体	EtCell	エチルセルロース
PB	ポリブテン-1	Cell. Ac	酢酸セルロース
Cell. Pr	プロピオン酸セルロース	E	ヤング率
Cell. Ac. Bu	酢酸・酪酸セルロース	U	応力-ヒズミ特性曲線下の面積
Cell. N	硝酸セルロース	U _T	エネルギー単位に換算した応力-ヒズミ特性曲線の下部分
S _Y	降伏応力		
S _U	破壊応力 (切断強度)		

式(9)の U_3 の単位は、第1項が $[\text{kg}/\text{cm}^2]$ 、第2項も $[\text{kg}/\text{cm}^2]$ になるから、 U をエネルギーの単位で表わすためには $r[\text{cm}]$ という値をかけて $[\text{kg}/\text{cm}]$ にしておく。

$$U_T = r \left(\epsilon_0 S_U - \frac{1}{2} \frac{S_U^2}{E} \right) [\text{kg}/\text{cm}] \quad (10)$$

さて多くの有機材料についての S_U や E の値は psi (lb/in^2) の単位で表示されていることが多い。そのときは U_T の単位は $[\text{ft} \cdot \text{lb}/\text{in}^2]$ になる。

引張り試験をするときの試料として、アメリカの規格 (ASTM D 638) にしたがって、図-5 のようなテストピースが用いられている。

図中の F , C , W_e の値は試料ポリマーの強さによって五通りに分類されているが、この試験片を引張っていくと、そのエネルギーは長さ G に集中するとして、その変形量 1% について、 $G \times 0.01 (\text{in}) = G \times 0.01 \times 1/12 (\text{ft})$ だけ変形する。 $G=2[\text{in}]$ であるから、

$$r = 2 \times 0.01 \times \frac{1}{12} = \frac{1}{6} \times 10^{-2} (\text{ft}) \quad (11)$$

として r の値が求まってくる。 U_T の値は絶対的なものではないが、各種のポリマーについての U_T の値が計算される。いろいろの種類のポリマーについての極限伸度、切断強度、ヤング率、 U_T などを示したのが表-3 である。

ここで用いられたポリマーの略号は表-4 にまとめて

図-5 引張り試験用テストピース (ASTM D 638)

図-6 Izod 衝撃試験値と $\log U_T$ との関係

おいた。

強じん性という性質は、材料に衝撃を与えたときに、それに耐えるかどうかという性質でもあるから、さきの表-3 の U_T の対数 $\log U_T$ と、Izod 衝撃試験による衝撃硬度との関係を示したのが図-6 である。かなりの相関関係が認められている。しかし液体 (塑性流動を示すポリマーをも含めて) は急激な変形に対して非常に大きな抵抗を示すが、ゆっくりした変形に対してはほとんど抵抗を示さない特性をもっている。その意味で急激な変

図-7 各種のポリマーのヤング率 E と U_T との相関関係図

形である衝撃値と U_T との相関関係は不正確かもしれない。しかし現時点においてこれを解決する方法が見つかっていない。

弾性変形に対する抵抗値として考へられるのは、弾性率である。引張りの場合の弾性率(ヤング率) E も大きく、 U_T も大きいものは図-3で強くて粘り強い材料とした。強じんな材料である。そこでいろいろなポリマーをそれぞれのヤング率と U_T との値についてプロットしたのが図-7である。

各種のポリマーが図-7のどの領域に入るかによって強じん性の評価を行なった。

区域を分割した線は $E=3.0 \times 10^5$ (psi), $U_T=8 \times 10^2$ (lb-ft/in²)であるが、この分割線が適当かどうか一つの問題である。分割線の交点付近に多くのポリマーが集中していること、セルロース誘導体のすべてが(3)の柔軟で弱いという区域に入っていることなどからやや実情に合わない。もっと多くのポリマーについてプロットした図面から合理的な分割線を引き直すことが必要であろう。

しかし、この図からポリマーの強じん性を評価することができそうである。

12.7.2 硬度

硬い材料というのは容易にへこまない。またはかき傷をつけにくい材料と定義される。硬度(hardness)は金属球を材料に押し込むような試験によって求められる。この球の投影面積 A と押し込む力 S とより、平均圧(S/A)で硬さを表わすと、この値は単純な引張り試験における降伏応力 S_T の約3倍であることが、理論的にもまた実験的にも確かめられている。このことは材料を破壊しないで降伏応力を求める便利な方法にもなる。実際には測定法に種々の規格があり、その硬度は任意的であり試験法の種類によって、高分子材料の硬度の順序は変

わってくる。

12.7.3 摩擦と摩耗

高分子材料の摩擦(friction)というものは、自動車タイヤと道路面との摩擦は大きい方が望ましい。ナイロンベアリングでは小さい方がよい、などと実用上にも重要である。

摩擦係数 μ はある物質の表面を、別の表面に対して相対的に動かすときの接線力 F と、法線荷重 W との比として定義される。

$$\mu = \frac{F}{W} \quad (12)$$

μ は接触している二つの物質についての固有値でなく、荷重、接触面積、すべり速度、温度、潤滑剤、充テン剤、試料の形などによって変化するから、物質の構造と関連させて話をすることができない。定性的には二つの物質が接触したとき、二物質の相対的な硬度および軟化温度と二分子間での分子間力が関係してくる。同一物質間の摩擦係数より異物質間の方が大きい。

摩擦係数のだいたいの値を表-5に示したが、この値は測定方法が異なっているから、正確な比較にはならない。

表-5 高分子材料の摩擦係数

ポリマー*	金属とポリマー	ポリマーとポリマー
PVC	0.4 ~ 0.9	0.45 ~ 0.55
PSt	0.4 ~ 0.5	0.4 ~ 0.5
PMMA	0.25	0.4
N	0.3(0.36)	
N(6)	0.39	
PE(低密度)	0.33 ~ 0.6	0.33 ~ 0.6
PE(高密度)	0.23	
PVdCl	0.68 ~ 1.8	0.8 ~ 2.0
PCIFH	0.56	
PTFE	0.04 ~ 0.10	0.04
フェノール・ホルムアルデヒド樹脂	0.61	
R	0.3 ~ 2.5	

* ポリマーの略号は表-4に示した。

また摩擦(abrasion)とは摩擦による重量損失を表わし、ポリマーの耐摩耗性も重要な性質である。プラスチックは比較的やわらかい材料であるから摩擦しやすい。

塗膜については、下塗りや中塗りは非粘性で研磨の容易なことが望ましい。そのために膜質を比較的硬く、もろくした方がよい。そのために比較的粗い体質をもった顔料を主体にし、さらに多量のタルクなどの扁平粒子顔料を混入している。これに反して上塗りは砂塵の衝突

図-8 二、三の高分子材料の熱変形曲線

や摩擦により摩耗しないことが要求されるので、 U_T の大きく、降伏強度 S_T も大きく、ヤング率 E の小さく、かつ緩和時間は大きいような材質が望ましい。

12.7.4 熱変形温度

高分子材料の試験片の両端部分を支点で支え、その中

央部に一定荷重を加え周囲から温度を上げていく。一定量たわんだときの周囲温度を熱変形温度 (heat distortion temperature, HDT) と呼び、高分子材料の実用面できわめて重要な性質である。無定形高分子では熱変形温度は、ガラス転移点付近にあるが、結晶性の高い高分子では融点に近い温度である。図-8 は典型的な熱変形曲線である。熱変形温度の決め方は任意であるが、変形がある特定値、たとえば 1% に達することが多い。また図-8 の曲線の低温部と高温部の 2 本の線の交点とする場合もある。

熱変形曲線は加える荷重が変化すれば、変わってくる。荷重が大きいくほど熱変形温度は低い。塗膜や接着層皮膜の熱変形温度の大きなものが好ましいことはいうまでもない。

熱変形温度とその材料の構造との間には相関関係が認められていない。熱変形温度を支配する因子が各方面にちらばっているからである。

(おわり)

新刊紹介

プラスチック材料講座 [8]

ユリア・メラミン樹脂

三輪一郎・松永英夫編著

日刊工業新聞社, A5 判 356, ¥ 1,500

まず、原料尿素・メラミンの製造法から樹脂化反応を述べ、用途別の技術を概述した。塗料に関する章では、酸硬化アミノ樹脂塗料とアミノアルキド樹脂塗料を重点に解説している。

統一的論述に欠ける点・データや引用文献がいくらかたよっている点は、この種の実用技術講座のため、やむを得ないことであろう。しかし用途分野や新しい開発テーマ (エポキシ変性メラミン樹脂・ブトン樹脂との併用塗料・エーテル化メラミン樹脂とあまに油脂脂肪酸との縮合樹脂塗料) に言及しているのも面白い。また、接着剤はもちろん、化粧板・繊維などの応用面にも、塗料技術で有用な部分が少なくない。

改訂にあたっては、正しい塗料用語 (亜麻仁油・密着性・可撓性……は不可) の採用に努めてもらいたい。

〔内容〕

1. 緒論

2. 原料 (尿素・メラミン・ホルマリン)
3. 樹脂化反応
4. 成形材料 (製造法・工程・成形の基本的性質・圧縮成形・射出成形・高速成形・金型・成形品性能試験法)
5. ユリア・メラミン樹脂接着剤 (製造法・接着剤としての特性・一般性能・用途と使用法・試験)
6. 紙加工用樹脂
7. 繊維加工
8. 塗料用ユリア・メラミン樹脂
 - 8.2 製造方法と性質
 - 8.3 樹脂の性状
 - 8.4 塗料の製造法
 - 8.5 使用方法 (酸硬化形ユリア/メラミン共縮合塗料・ユリヤメラミン焼付塗料・熱硬化アクリル塗料・エポキシ樹脂塗料・ハイソリッドラッカー・水溶性塗料など)
 - 8.6 用途分野と塗料の性能
 - 8.7 今後の方向
9. 土木用樹脂 (土質安定剤・接地抵抗低減剤)
10. 化粧板

(K. U)