

接着科学序説

《その2》

4. 接着破壊のレオロジー

レオロジーは一般的に流動と変形の科学といわれる。接着剤のような粘稠液体の塗布、表面流動、細隙内侵入、界面を越える拡散、固化及びそれに伴う内部応力の発生などという接着過程でも、レオロジーは主要な役割を果たしている。しかし本稿ではこれらの問題には立ち入らない。接着の過程が終って、接着系が実際に使用されるとき、そこに働く力が引張りかせん断か、曲げかねじりか、割裂か剥離か等々に従って、どんな応力分布が生じるかを明らかにするのは材料力学の問題であり、さらに破壊の問題には破壊力学がある。[どちらにも、弾性論の限界内という大きな制約があるが。]

接着系に働く力がその速度によって、あるいはくりかえし荷重であればその週期性によってどう変わるか、という問題はレオロジーの問題である。速度や週期性をぬきにした負荷はありえない以上、また高分子材料が典型的な粘弾性体である以上、この観点をぬきにして接着系の強さを議論

することはできない。以下このことについて若干の考察を行う。

4-1 粘弾性モデルによる接着破壊の取扱い

はじめに問題を見やすくするために、もっとも簡単な粘弾性モデルによって、接着破壊の現象がどれだけ説明できるかを考えてみよう。図9に示すような重ね合わせ接着片

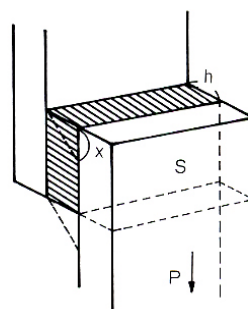


図9 接着強さのずり試験

目

次

4. 接着破壊のレオロジー.....	1
4-1 粘弾性モデルによる接着破壊の 取扱い.....	1
4-2 接着破壊様式の転換（凝集破壊 ↔ 界 面破壊）のレオロジー.....	3

4-3 剥離のレオロジー.....	5
5. あとがき.....	7
バンドーシリーズ商品紹介.....	8
海外関連情報.....	10

に、ずり方向に荷重Pがかかるものとし、接着面積をS、接着剤層の厚さをh、変位をxとしよう。ただし被着体は剛体で変形しないものとする。ずり応力は $\sigma = P/S$ 、ずりひずみは $\epsilon = x/h$ で、定速 $v [dx/dt]$ で引張る定速実験の場合 $d\epsilon/dt = v/h$ である。

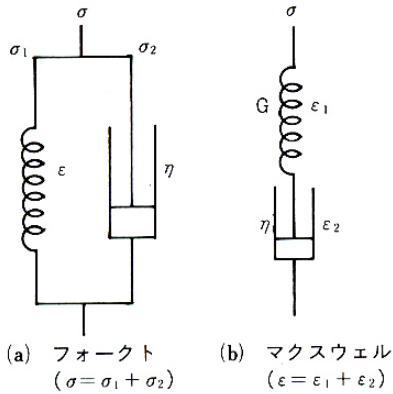


図 10 もっとも簡単な粘弾性モデル

この接着剤の変形を図10で示すような、もっとも簡単な粘弾性モデルであらわすと、フォークト模型の場合応力はバネとダッシュポットの応力の和として

$$\sigma = \epsilon G + \eta \frac{d\epsilon}{dt} = \epsilon G + \frac{\eta v}{h} = G \left[\epsilon + \frac{\tau v}{h} \right] \dots\dots\dots(10)$$

ここでGはバネの剛性率、 η はダッシュポットの粘性係数、 $\tau = \eta/G$ は緩和時間とよばれるものである。

同様にマクスウェル模型の場合は、ひずみ ϵ がバネとダッシュポットのひずみの和であるとして得られる微分方程式を解いて、

$$\sigma = \frac{\eta v}{h} \left\{ 1 - \exp \left[-\frac{\epsilon G h}{\eta v} \right] \right\} = \frac{G \tau v}{h} \left\{ 1 - \exp \left[-\frac{\epsilon h}{\tau v} \right] \right\} \dots\dots(11)$$

これらのレオロジー方程式をもとにして接着破壊ないし接着強さの問題を議論するためには、いくつか考えておかなければならない問題がある。その一つは、本来微小変形で成り立つ線形のレオロジー方程式が、大変形の、しかも破断という極限的な状況まで成り立つかどうかという問題である。これは一般的には成り立たないというべきであるが、T.L.Smithその他の研究ではSBRのように破断までに特別な構造変化[結晶化など]を起こさない粘弾性体では、小変形で成り立つ応力ひずみ関係や時間温度換算則が大変形でも成り立ち、後述するように接着破壊でもそれが認められる。それ故ここでも破断まで式(10)や(11)が使えるものと仮定しよう。

次の問題は、破壊強さを数式的に扱うためには、破壊の条件を設定する必要があるが、それはどのようなものであるべきかという問題である。この問題はむつかしくいえばきりが無いが、ここで採用したような単純なモデルではあまり議論の余地がない。ここではひずみが ϵ_c に達したとき破断がおくと仮定し、その時の破断応力を σ_b と記すことにする。もう一つの問題は、破壊が接着剤[または被着体]の内部で凝集破壊としておこる場合と、界面における接着破壊としておこる場合をどう区別するか、という問題である。これはそのおののに対して別のモデルを設定し別の破壊条件を設定することで解決される。それは後述することにして、いまここではどちらも限定せずに話をすすめる。

以上のことを前提として(10)、(11)式に $\epsilon = \epsilon_c$ という破壊条件を入れると、フォークト模型では

$$\sigma_b = \epsilon_c G + \frac{\eta v}{h} = G \left[\epsilon_c + \frac{\tau v}{h} \right] \dots\dots\dots(12)$$

マクスウェル模型では、

$$\sigma_b = \frac{\eta v}{h} \left\{ 1 - \exp \left[-\frac{\epsilon_c G h}{\eta v} \right] \right\} = \frac{G \tau v}{h} \left\{ 1 - \exp \left[-\frac{\epsilon_c h}{\tau v} \right] \right\} \dots\dots(13)$$

この二つの式のどちらも、速度が大きいほど、弾性率と粘性係数が大きいほど[あるいは緩和時間が大きいほど]、そして接着剤層の厚さがうすいほど、接着強さ σ_b が大きくなることを示している。これは実際の高分子接着剤の挙動と定性的に一致するものである。式(12)の場合はそれらの関数が一見して明らかなので、式(13)についてだけ σ_b とG、 τ 、 v 及びhとの関係を図示すると図11ようになる。温度や分子量の影響もGと τ 、または $\tau = \eta/G$ の温度依存性や分子量依存性を通じて議論することができる。

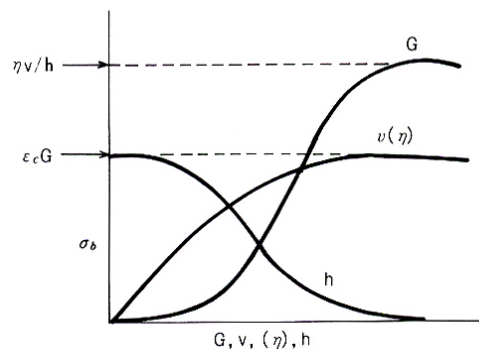


図 11 接着強さに及ぼす諸因子の影響(マクスウェル模型の場合)

これまでは一応ずり試験を例にして述べてきたが、引張り試験による接着強さについても、剛性率Gをヤング率Eにかえるだけで結果は全く同じである。ただし剥離については別の変形機構を考えなければならないので同じようにはいかない。たとえば弾性率の効果も厚さの効果も、引張りやせん断とは逆である。

4-2 接着破壊様式の転換（凝集破壊 ↔ 界面破壊）のレオロジー

前節では破壊条件の設定にあたって、凝集破壊と界面破壊とを区別せずに、 σ_c という単一の破壊条件を用いて議論をすすめた。一つの接着系について、凝集破壊と界面破壊のどちらか一つだけしかおこらない場合ならそれでもいいが、実際には同じ接着系でも、速度や温度の条件によって、ある時は凝集破壊になり、ある時は界面破壊になって、破壊様式を転換するという事実がある。その実例を二つ示そう。

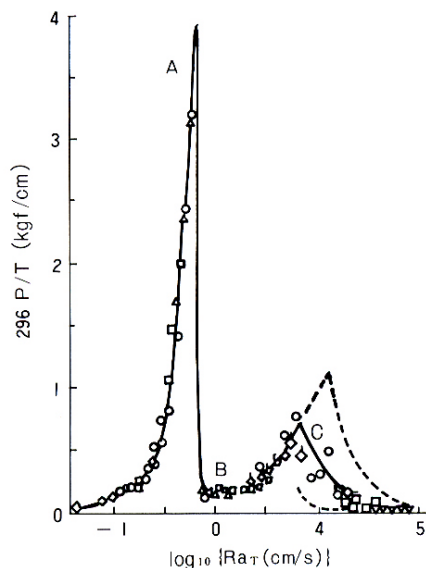


図12 剥離強さPと剥離速度Rとの関係のマスターカーブ(基準温度23°C) (GentとPetrich)

図12はGentとPetrichの得た結果で、SBR系の粘着テープの剥離強さと剥離速度との関係を示すマスターカーブである。マスターカーブというのは、実際には流動域からガラス域にわたるさまざまな温度において、ある限られた速度範囲で剥離実験を行い、各温度[T]で得られた剥離強

さ[P]~速度[R]関係の部分曲線を、基準温度23 [T₀ = 296°K]の曲線に重なるように、横軸は^a倍し、縦軸は296/T倍して得た広い速度範囲にわたる曲線のことである。この操作を時間[速度]-温度換算または重ね合わせといい、移動因子^aの温度依存性がレオロジーの一つの問題であるが、その問題にはこれ以上立ち入らない。[本実験の^aの温度依存性はWLF式に従う。]

この図は二つのピークを示すが、AからBへの変化はピークというよりむしろ不連続な変化である。低速Aの範囲は凝集破壊、Bの範囲は界面破壊、Cは界面のぜい性破壊と観察され、別に測定された緩和弾性率の変化と比較すると、それぞれ流動域、ゴム域およびガラス域に対応する。

福沢も速度と温度を変えた剥離実験を行って同様の結果を得ているが、図13に示したのは、粘着剤層の厚さを変えたときの剥離強さと速度との関係である。厚い試料では凝集破壊が支配的で強度が大きく、うすい試料では界面破壊が支配的で強度が小さいこと、中間の厚さでは、剥離強さの不連続な変化に対応して、破壊様式も凝集破壊から界面破壊に不連続に変化していることが判る。

以上二つの例で示したような剥離強さの不連続な変化とそれに対応した破壊様式の転換は、レオロジーの観点からだけ説明しうるものであるが、それをやる前にここでWBL説に触れておくことが適当である。これはBikermamが提唱したもので、接着の破壊はいつでも接着しているどちらかの相の界面付近に存在する弱い層[weak boundary layer]で起こり、純粋な界面破壊はありえないというものである。ポリエチレンやポリプロピレンのような結晶性ポリマーの接着が弱いのは、界面化学的なぬれの悪さによるのではなくて、内部の球晶にとりこまれない低分子成分や添加剤が表面に集って、WBLを作るからだとする。この説を裏づけるようにSchonhornらが、これらの表面層を橋かけ[CASING法]や結晶化[TCR法]によって強化すると、接着力は飛躍的に向上するという実験事実を発表して以来、この説は世界の接着科学界を一時風びしたように見えた。この説によれば、接着の界面化学的アプローチはほとんど無意味になるし、事実Schonhornらは臨界表面張力 γ_c と接着強さはすこしも関係がないという結果をいくつも発表している。

しかし一方、接着にあたって行われるさまざまな固体の表面処理は、主として界面化学的性質の改善を目指していることは疑いないし、《3-2》で述べたような、界面化学的最適条件の存在も、界面破壊を前提としてはじめて考えられることである。そこで詳しくは説明しなかったが、図6のなかのSchonhornらのデータは、 γ_c とは系統的な関係がないという証拠に彼らが出したものを、われわれが γ_c に対してプロットしなおしたものである。合理的な尺度を用いなければ無関係になるのも当然である。

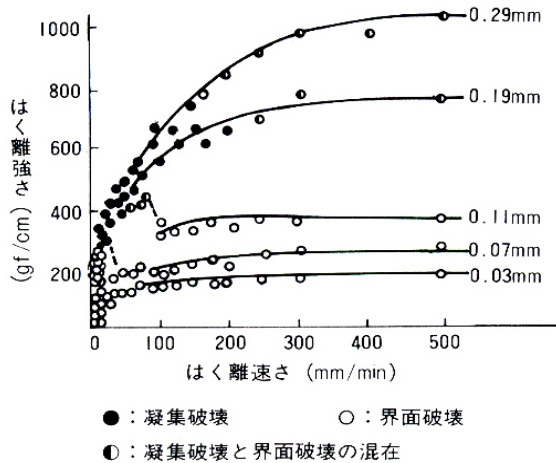


図 13 厚さの異なる粘着テープの剥離速度と剥離強さの関係(福沢)

それはさておき、本節で見たような剥離強さの不連続な変化も、弱い界面層を唯一の破壊の場所とする WBL 説では説明することができない。[弱い界面層が 2 種類あるとすれば説明がつくが、それはこじつけというものであろう。]これは Gent や福沢が観察したように凝集破壊から界面破壊へという、破壊様式あるいは破壊の場所の転移としてはじめて理解できることであって、その速度や温度依存性はそれが本質的にレオロジー現象であることを示すものである。そこで接着破壊の様式が、速度、温度のみならず、弾性率その他のさまざまな因子によって変化しうるものであるということを、以下にもっとも簡単な粘弾性モデルを用いて考察する。

ここでも簡単のために、定速でせん断接着破壊を行う場合を考え、被着体の変形はないものとする。もっとも簡単なモデルは図 14 のように、界面力を一つのバネ[剛性率 G_1 、ひずみ ϵ_1]であらわし、接着剤層をフォークと横型[剛性率 G_2 、粘性係数 η 、ひずみ ϵ_2]であらわすことである。そうすると

$$\sigma = \epsilon_1 G_1 = \epsilon_2 G_2 + \eta \frac{d\epsilon_2}{dt} \dots\dots\dots(14)$$

ここで破断の条件として、界面のバネのひずみ ϵ_1 が極限值 ϵ_{1c} に達すれば界面破壊がおり、接着剤層のひずみ ϵ_2 が極限值 ϵ_{2c} に達すれば凝集破壊がおこるものとする。そのときの破壊応力をそれぞれ σ_b^S 、 σ_b^B とすると

$$\text{界面破壊 } \sigma_b^S = \epsilon_{1c} G_1 \dots\dots\dots(15)$$

$$\text{凝集破壊 } \sigma_b^B = \epsilon_{2c} G_2 + \eta \left(\frac{d\epsilon_2}{dt} \right)_{\epsilon_2 = \epsilon_{2c}} \dots\dots\dots(16)$$

(15)式による界面破壊と(16)式による凝集破壊のどちらがど

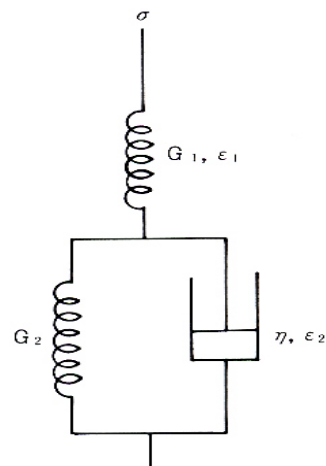


図 14 界面力と凝集力をあらわすもっとも簡単な粘弾性モデル

んな場合におこるかは、主として粘性項の存在によってきまる。大きなひずみ速度では粘性抵抗が大きくなり接着剤層の変形がさまたげられて $\epsilon_1 = \epsilon_{1c}$ [界面破壊] が先に実現し、速度が小さい場合には $\epsilon_2 = \epsilon_{2c}$ [凝集破壊] が先に実現する可能性が強くなる。

(16)式は、 $\left[\frac{d\epsilon_2}{dt} \right]_{\epsilon_2 = \epsilon_{2c}} = \epsilon_{2c} / t_b$ 、 $t_b = h/v$ [ϵ_2 は破壊の全ひずみ、 t_b は破壊時間、 v は試験機の数、 h は接着剤層の厚さ]、及び $\sigma_b^B = \epsilon_{2c} G_2 + \eta \epsilon_{2c} / t_b$ 等の関係を用

いて次のように書き直される。

$$\sigma_b^H = \frac{1}{2} \left\{ \varepsilon_2 c [G_2 - G_1] + \sqrt{\varepsilon_2^2 c^2 [G_1 + G_2]^2 + 4 \varepsilon_2 c G_1 \eta v / h} \right\} \quad (17)$$

(15)式による界面破壊の強度 σ_b^S は $\varepsilon_2 c G_1$ という定値で速度依存性を示さないが、(17)式による凝集破壊の強度 σ_b^H は、速度 v が大きいくほど、接着剤層の弾性率 G_2 や粘性係数が大きいくほど、またその厚さ h が小さいほど、大きくなる。これはせん断接着強度についての実験事実を定性的に説明する。〔剥離は別。〕これらの因子の増大〔 h は減少〕によって σ_b^H が大きくなるということは、相対的に凝集破壊がおこりにくくなって、界面破壊の条件 $\sigma_b^S = \varepsilon_2 c G_1$ が優先的に実現することを意味する。温度による接着破壊様式の変化も、粘性係数 または緩和時間 $\eta = \eta_0 / G_2$ の温度依存性を通じて議論することができる。

以上の単純なモデルでは、界面破壊は $\sigma_b^S = \varepsilon_2 c G_1$ の一定値となるが、実際には界面破壊でも、破壊にいたるまでの接着剤層の粘弾性変形のために、接着強度は速度その他の依存性もちうる。〔図 12、13〕この点をふくめ、かつ凝集破壊における破損曲線[failure envelope] 速度の増大、温度の低下とともに破損強度は増大し、破損ひずみはある極大を経て減少することを示す曲線 を考慮に入れた理論も筆者によって提出されているが、ここでは省略する。

4-3 剥離のレオロジー

固体平面にはりつけた粘着テープをはがすとき、大きな角度で引張った方がはがしやすい。この日常的な経験を定式化して、剥離角 と剥離強さ P との関係をはじめて理論

的にみちびいたのは筆者である。接着仕事を W とすると、単位巾のフィルムに対して、その関係は次式で与えられる。

$$W = P [1 - \cos \theta] \quad (18)$$

この式は の測り方を統一すれば、表面張力 L の液滴が固体表面で接触角 θ をもって平衡にあるときの Dupre-Young の式 $W = L[1 + \cos \theta]$ [前出(5)式]と物理的に全く同一である。このような界面化学式と同等な式が得られたのは、(18)が次の前提のもとに導かれたからである。

(a)剥離がつりあいの条件にあること〔準平衡と見なせるような極めておそい速度で剥離が行われること〕、(b)皮膜や接着剤層の変形による仕事が無視できること、(c)皮膜の曲率半径にくらべてその厚さが無視できること。この仮定が満たされるような条件で実験を行うと、(18)式は実験的にも完全に成立する。しかしこの仮定から外れるような、たとえば速い剥離ではもはや成り立たない。そのことを次に示そう。

図 15 はポリイソブチレンを布で裏打ちしてガラスに接着した系について、いろいろな剥離角度ではかった剥離強さと剥離速度との関係である。まず気のつくことは、はやい速度ではおそい速度にくらべて2ケタも3ケタも剥離抵抗が大きくなるという事実である。〔0.1~10 cm/sec という日常的な剥離速度はここでははやい速度に属する。〕

もしこのはやい速度範囲でも式(18)が成立するとすれば、たとえば $\theta = 90^\circ$ では $W[\text{erg/cm}^2] = P[\text{dyn/cm}]$ である から、図の 90° の曲線の右上部の値から $W = 10^5 \text{ erg/cm}^2$ が得られる。これは普通の分子間力〔 $10^2 \sim 10^3 \text{ erg/cm}^2$ 〕では説明がつかない。

Deryagin の接着の静電気説はこの「事実」を第一の根拠

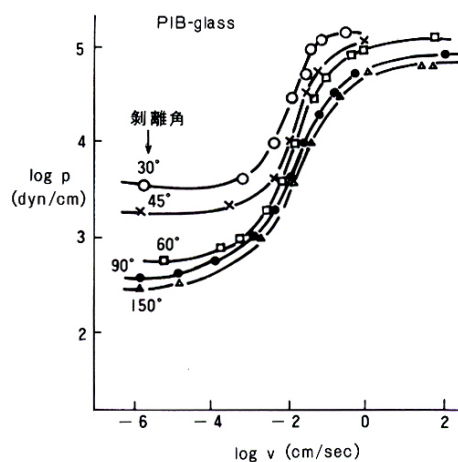


図 15 剥離速度と剥離強さの関係(畑ら)

として提出された「理論」である。すなわち彼もセルローズ誘導体やポリ塩化ビニルを試料として 90° 剥離を行い、上のような計算方法で得られた接着仕事の値が、分子間力にくらべてケタ違い大きいことから、界面に生成された正負の電気複層による静電気引力が接着の本質であると主張した。彼はその後さまざまな実験を重ね、そのなかには剥離接着力の気圧依存性や電子放射に関する面白い実験もあるが、実はその出発点において間違っていたのである。それは式(18)がはやい剥離速度ではもはや成立しないという事実である。それを次に示そう。

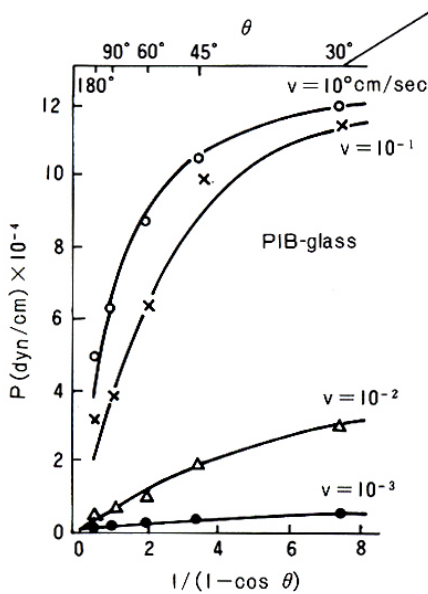


図 16 各定速度における剥離強さ P と $1/(1 - \cos \theta)$ との関係

図 15 の曲線をそれぞれ一定の速度できって、P と $1/(1 - \cos \theta)$ との関係をかきと、図 16 が得られる。式(18)が成り立つためには、この関係が直線になって原点を通らなければならないが、それが成り立っているのはポリイソブチレン・ガラスの場合 10^{-3}cm/sec 以下〔別の実験でポリ酢酸ビニル・ガラスの場合 10^{-5}cm/sec 以下〕の極めておそい剥離速度においてである。そしてそのとき $W = 10^2 \sim 10^3 \text{erg/cm}^2$ という、接着仕事として合理的な値が得られる。Deryagin は、本来(18)式が成立しないようなはやい速度〔日常的な剥離速度〕での実験結果を(18)式を用いて解析するという誤りをおかしたのである。ついでにいえば、静電気現象の全然認められないような界面でも、充分強い接着は得られるのであって、静電気引力を接着の機構だとする考えは、一般的には成り立たない。

図 15 のような剥離強さの速度依存性は、接着皮膜または接着剤層のレオロジー的挙動によるものである。そのことは後でふれるとして、ここでは上の事実を理解するには皮膜の変形を考慮に入れることが必要だということを、静的な取扱いで示す。

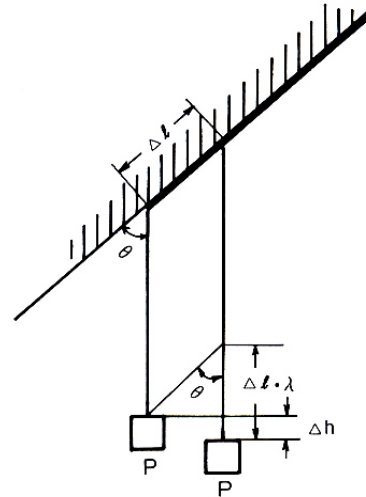


図 17 皮膜の伸びを考慮した剥離

いま図 17 のように、単位巾の皮膜が荷重 P、剥離角 θ で λ だけのはがれるとする。はじめの位置ですではがれていた部分は、のびるだけのびて平衡にあるとし、新たにはがれた λ の部分が P によって λ 倍のばされるとする。簡単のために曲げ変形に要する仕事は無視できるものとし、この伸長変形による単位長さ当りの仕事を W_a 、界面力による接着仕事を W_b とすると、 W の剥離によるこれらの和 $W_1 = [W_a + W_b]$ (λ が荷重の落下仕事 W_2 に等しい)。 W_a は荷重 - ひずみ曲線の面積として、弾性限界内では $W_a = 1/2 \cdot P \cdot (\lambda - 1)$ だから、

$$W_1 = \left\{ W_a + 1/2 \cdot P \cdot (\lambda - 1) \right\} \Delta l \quad \dots\dots\dots(19)$$

一方荷重の落下仕事 W_2 は図からわかるように

$$\begin{aligned} W_2 &= P \cdot \Delta h = P \cdot (\Delta l \cdot \lambda - \Delta l \cdot \cos \theta) \\ &= P \cdot (\lambda - \cos \theta) \cdot \Delta l \quad \dots\dots\dots(20) \end{aligned}$$

$W_1 = W_2$ において整理すると

$$W_a = P \cdot \left[\frac{\lambda + 1}{2} - \cos \theta \right] \quad \dots\dots\dots(21)$$

皮膜ののびがないとき、すなわち $\lambda = 1$ のときは、前掲の剥離の基本式(18)に帰着する。皮膜の厚さを t_0 、ヤング率を

E とすると、皮膜の幅は単位長さとして、 $P/t_0 = E[1 - \cos \theta]$ の関係があり、この式を用いて式(21)を書き直すと、

$$W_a = P [1 - \cos \theta] + \frac{P^2}{2t_0 E} \dots\dots\dots(22)$$

ここでも変形がないとき、すなわち $E \rightarrow \infty$ のとき、式(22)は剥離の基本式に帰着する。式(22)はPに関する二次式で、図16の実線は W_a とEを実験的なパラメータとして式(22)によって計算した理論曲線である。理論曲線は実測値をよく再現し、このような剥離の基本式からのずれ、または大きな接着強さは、皮膜の変形仕事によるものであって、Deryaginのように界面の静電気を考える必要は全くない。

以上の弾性論的な取扱いでは、速度の変数が入ってこない。その上皮膜の変形として、剥離後の皮膜の伸びが考えられているが、実際の粘着テープなどでは強い支持体に裏打ちされているので、これはむしろ無視して考えるべきである。それに代って、剥離しつつある接着端での接着剤層の粘弾性変形を考慮することが必要である[図18]

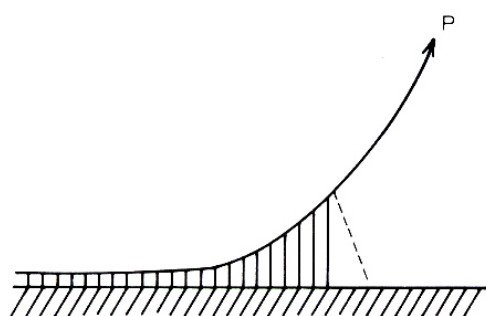


図18 剥離端の接着剤層の変形

このようなモデルにもとづいて、図15のような剥離強さの速度による変化を、レオロジーの問題としてはじめて理論的に数式化したのは筆者である。その後、主として日本の研究者によって剥離のレオロジー論は深められたが、ここで紹介するには繁雑すぎるので割愛する。

本節及び前2節で述べたように、接着強さの速度、温度等による変化のみならず、破壊様式の変化をもレオロジー現象として取扱う立場が接着のレオロジー説といわれるものである。

5. あとがき

はじめに述べたように、接着はさまざまな過程をふくみ、多くの基礎科学の総合の上に成り立つ科学技術である。inter-discipline[境界領域]という言葉よりも、むしろ multi-discipline という言葉がふさわしい科学技術である。一人の研究者や技術者が、それらのすべてを知悉することは困難であるとしても、すくなくともそのような広い視野をもつ姿勢が必要だということだけは強調しておきたい。

本稿のなかでは引用した文献をいちいちあげることをしていなかったが、必要な読者は筆者による次の総説を参照していただければ幸いである。

- 1) 「接着の理論」: 接着ハンドブック [初版]、27 頁 [1971、日刊工業新聞社]
- 2) 「接着の界面化学」: 同上[改訂版] 24 頁[1980]
- 3) 「接着のレオロジー」: ゴム協会誌、45、383 [1972]

次回掲載予定

『境界潤滑と潤滑剤』

東京工業大学 理学博士 広中 清一郎先生

1. はじめに
2. 境界潤滑モード
3. 境界潤滑に於ける磨耗
4. 潤滑膜の形成
5. 固体潤滑剤
6. フリクション・モディフィケーション

ケミカルテクノロジーの結晶・パンドーシリーズ商品紹介

このパンドーシリーズは、57年7月より発売を開始したルート販売商品です。この1月より更に8商品が加わりましたが、今後も(1)接着剤(2)シール剤(3)潤滑剤(4)防錆剤(5)洗浄剤(6)コーティング剤(7)補修剤などに分類し、用途別に最高の性能と品質を追求しながら商品化を進め、市場のニーズにお応えしてまいりたいと考えております。パンドーシリーズについてのお問い合わせは当社営業技術員にご用命ください。

帯電防止剤

PANDO 29A



新しいタイプのカチオン系界面活性剤配合の帯電防止剤です。無色透明でベトつきがなく、吹きつけと同時に効果が現われ、ゴム、プラスチック等を傷しません。電子機器のホコリの付着、ノイズの防止に、計測器、繊維品、プラスチック類の帯電を強力に防止します。

電子部品用フリーズチェッカー

PANDO 29C



プリント基板回路はますます複雑化、多機能化され、故障が発生しても故障箇所を発見しにくかったものですが、このフリーズチェッカーはひと吹きで素早く、確実に故障箇所が発見できる化学のロジックテスターです。

電子機器クリーナー

PANDO 29B



電子機器類、精密機器類、プラスチック部品類の洗浄剤として特に開発されたもので、安全性を重視し(有機溶剤、中毒予防規則の適用を受けず)不燃性でしかもプラスチック、ゴム、金属、塗料を侵さない専用洗浄剤です。不揮発分を全く含んでいませんので吹きつけたところに不純物が残りません。

フッ素系表面洗浄保護剤

PANDO 65A



フッ素樹脂の超微粒子がアルミ、ステンレス、プラスチック等の表面の汚れを落とすと同時に強力な保護膜をつくり、従来の5倍以上の長時間汚れと腐蝕を防止する夢の表面活性保護剤です。

ケミカルテクノロジーの結晶・パンドーシリーズ商品紹介

このパンドーシリーズは、57年7月より発売を開始したルート販売商品です。この1月より更に8商品が加わりましたが、今後も(1)接着剤(2)シール剤(3)潤滑剤(4)防錆剤(5)洗浄剤(6)コーティング剤(7)補修剤などに分類し、用途別に最高の性能と品質を追求しながら商品化を進め、市場のニーズにお応えしてまいりたいと考えております。パンドーシリーズについてのお問い合わせは当社営業技術員にご用命ください。

ガスケットリムーバー(ハケ付き)

PANDO 39B



ランジ面、ジョイント部に固に附着しているガスケット、接着剤等を塗布することにより簡単に取り除くことのできる化学のスクレーパーです。業の短縮に、メンテの完璧の追求に威力を発揮します。

万能グランドパッキン

PANDO 59A

従来のグランドパッキンと異なり、特殊フッ素樹脂加工したもので、どんなスタフィンボックスの形状にも自由に成形され、従来品の神わざ的な作業は必要なくなりました。それに微細な空気を内包させているために極めて良好な弾力性と復元性を示します。

金型離型剤(スプレータイプ)

PANDO 39C

あらゆる成型材料の離型に効果があり、シリコーン系であるため耐熱性にすぐれ、炭化による不純物を残さず、作業性を向上させ型や成型品を汚しません。またシリコーンは不活性であるため型・成型品を腐蝕させたり汚損したりすることがなく、どんな複雑な物の離型にも効果があります。

金型離型剤(ペイントブル用)

PANDO 39D

成型品には離型剤が付着しており、これに直接塗装を施したりラベルを張ったりすることはできませんが、このペイントブル用はそれを取りのぞくための脱脂作業もせず、その上に直接塗装、ラベリングができるタイプの特殊離型剤です。



海外関連情報

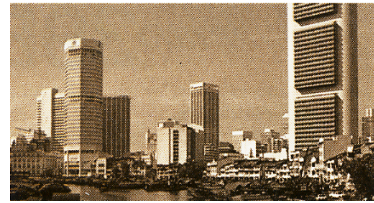
1977年初頭、南アジアの代表都市シンガポールに、駐在員事務所を設置以来6年が経過し、テリトリー内[タイ、マレーシア、フィリッピン、オーストラリア、ニュージーランド、インドネシア]の代理店へのサービス体制もできあがり、啓蒙・拡販に、3名の駐在員が活躍しております。

テリトリー内の工場は、外資系企業を除くと、家内工業的な小規模な生産工場が多く、品質の向上、作業性の向上と共に技術的解決を要する問題が山積みされております。

接着・シール技術の専門メーカーとして、スリーボンドの製品が東南アジアの人々に夢と希望を与え、真に役立つ日がくることを祈らずにはおれません。

また最近では、東マレーシア地区での石油タンク補修工事[防蝕ライニング]および地下鉄のトンネル工事に使用するシール材[シールド工法]など、大型工事に関連したテーマも解決し、徐々に実績を積んでおります。

赤道直下の地ですが、皆さま方のお役にたてる駐在員事務所として頑張っておりますので今後共ご厚情賜りますようよろしくお願い申し上げます。



各国の代理店をご紹介します。

フィリッピン

AQUINO ASSOCIATES,INS
MARSMAN BUILDING,BUENDA
AVENUE,COR,WASHINGTON
STREET,MAKATI,R12AL,
PHILIPPINES

タイ

INTERCHEMICAL SUPPLIES
LTD,PART 22 SUKHUMVIT
SOI 42 ROAD,BANGKOK
THAILAND

マレーシア

HARRISONS & CROSFIELD (MALAYSIA) SDN
BERHAD.70.JALAN
AMHANG,KUALA LUMPUR 04 - 05
MALAYSIA

シンガポール

CROWN ENTERPRISE CO., (PTE) LTD,UNIT
1308,13TH FLOOR,
HONG LEONG BUILDING
RAFFLES QUAY,

SINGAPORE 0104

ニュージーランド

HALLISONS & CROSFIELD (N.Z.) LTD.P.O.

BOX 1996,
WELLINGTON,
NEW ZEALAND

オーストラリア

STAYBOND PTY,LTD.
7,MELISSA STREET,REGENTS
PARK N.S.W.2143
AUSTRALIA

*住所・TEL・TELEX・代表者

THREEBOND SINGAPORE OFFICE ROOM 506,
5TH FLOOR,
ORCHARD SHOPPING CENTER,
ORCHARD ROAD,
SINGAPORE 0923
PHONE 7373877,7373629
TELEX RS 33920 (HORI)
KUNISHIGE MURAYAMA



技術と友情で世界をむすぶ

株式会社スリーボンド

本社 〒193 東京都八王子市狭間町 1456 電話 0426(61)1333 代

●スリーボンド・テクニカルニュース編集委員会