

粘着物質の物性測定法

技術顧問 鎌形一夫

1.粘着剤

粘着剤とは、「常温で粘着性を有し、軽い圧力で被着材に接着する物質」と定義されている¹⁾。

粘着性を示す物質、即ち、粘着物質とは何か、粘着剤、塗料、印刷機用トナー、アスファルトなど、最終の状態、あるいは加熱、溶解など加工途中の状態で表面粘性を有する物質と定義されよう。

この様に考えると種々の材料が粘着性を示すが最終の状態での粘着性を利用した製品の代表例は「粘着剤」であろう。粘着性は粘着剤の固有の性質である。

粘着剤は、感圧性接着剤(Pressure-Sensitive-Adhesive,略称 PSA)と呼ばれ、接着剤の一種であるが通常の接着剤の様にPSAが単独で使用されることはなく、紙やシートなどに塗布して粘着テープあるいは粘着ラベルの形で使用される点と粘着性を持つことで他の接着剤とは異なる。故に、粘着剤の物性測定は粘着テープや粘着ラベル(以後、粘着テープで代表する)の物性測定になる。

2.粘着テープの物性測定法

粘着テープの代表的な実用特性は、

粘着力(はく離力)、 タック(粘着性)、 保持力、と言われている²⁾。

粘着力は、恒久の接着性の指針、タックは瞬間の接着性の指針と考えられている。

粘着テープを評価する場合には ~ の測定は必須条件である。その測定方法等に関しては、JIS Z 0237 に規定されている。

粘着力、タック、保持力のうち、最も粘着剤らしい測定法が「タック」の測定である。

粘着テープでは、古くから粘着テープの表面に親指を押しつけ、引き剥がす時の抵抗を官能的に評価する試験法が行われていた。一種のサイコロロジーであるが、実用性の評価としては的確な方法である、と考えられる。

この方法に近い評価方法がタックの測定法である。以後、タック(あるいは粘着性)の測定に関して記述する。

3.タック(粘着性)の試験法

JIS Z 0237 には、傾斜式ボールタックが採用されている。また、JIS Z 0237 の規定に関連する事項を補足するものとして、ローリングボールタック試験とプローブタック試験、が採用されている。

傾斜式ボールタック

JIS Z 0237 で採用されているタックの測定法である。

傾斜角 20 度、30 度または 40 度の傾斜板を備えた三角形の装置の頂上に、JIS G 4805 に規定



された高炭素クロム軸受鋼材の2種で JIS B 1501「ボールの呼び」が 1/16 から 1 までの大きさの鋼球のうち、5/64、7/64、9/64、15/64 および 17/64 を除いた合計 31 種のボールを置き、ボールが助走路(100mm)を転がり、助走路に続く試験片の粘着面(100mm)上で停止した「ボールの呼び」の 32 倍の数値を「ボールナンバー」といい、試験結果は停止した最大のボールナンバーを持って表す。

この方法は、J.Dow 法とも呼ばれ国内では広く普及している。

JIS に準拠した J.Dow 法では傾斜角は 30 度、転がす鋼球は直径が 1/32 インチから 1 インチまでの 32 種を用意して測定し、粘着面で停止した最大径のボールナンバーで表示する方法で行われている。簡便であることが採用されている最大の長所と考えられる。

ローリングボールタック

傾斜式ボールタックと類似であるが、斜面を転がった鋼球が斜面に続く水平面に固定された粘着面で停止する迄の距離を測定してタックの指標とする方法で、米国の PSTC で採用されている PSTC-6 法、著者らの方法³⁾がある。

一定の位置エネルギーを付与された鋼球が斜面を転がり、粘着面で減速しながら停止する距離を測定して粘着性の目安とするので、鋼球が停止する場所(距離)を規定していない J.Dow 法に比較して測定値に連続性がある。

傾斜式ボールタックやローリングボールタック試験法は、鋼球が粘着剤の上を転がるときに鋼球と粘着面との間には接触とはく離が非常に短い間隔で繰り返される現象を粘着剤のタックとして捉えることにある。

著者らのローリングボールタック試験法は、PSTC 法が鋼球の転がり面と粘着面との間の接続が非連続であるのを改良した方法で、鋼球の転がり面を正弦曲面として、転がり面に続く粘着面へ連続性を確保したものである。

更に、この方法は、これまでのボールタック試験が鋼球を転がして粘着剤から引き剥がすのに必要な力の測定であったのを、鋼球を引き剥がすエネルギーと、ローリングボール試験中の同等の接触面積で吸収されるエネルギーとの間に相関性があることを見出した試験法として注目された⁴⁾。

ボールタック試験法に関しては Satas に著書⁴⁾に詳しい。

プローブ法

プローブタック試験法は、上述した親指による官能試験から発展した方法と推測される。即ち、親指を粘着面に押しつけ引き剥がしに要する力を感覚的に評価する方法を、金属などで作製された円柱(直径が 3~5mm のプローブ)の断面を粘着面に一定の圧力、時間、温度で押しつけ、一定の速度で引き剥がすに要する力を求めるものである。

しかし、親指試験と各種タック試験との相関性を調べた著者らの結果³⁾では、プローブ法よりもロ



ーリングボールタック試験法の方が良い相関性を示した。

プローブ法は、Wetzel⁵⁾、神戸・鎌形⁶⁾、Hammond⁷⁾、レスカ法⁸⁾、らの方法が提案されている。この内、レスカ法を除いて試料の粘着面を下にして置かれた試料に下からプローブを接近させ、接触後に下方に一定の速度でプローブを移動させて粘着面からプローブを引き剥がすに要する力を検出するものである。レスカ法に関しては後述する。

最初にプローブ法を紹介したのは Wetzel⁵⁾で、彼はインストロン引っ張り試験機に特殊な治具を取り付けて測定した。

Hammond⁷⁾は、最初の商業機となるポリケンプローブタックテスターを開発した。

この測定機は、直径 5mm のプローブと試料の粘着面との接触時間や引っ張り速度などが可変できる様に設計されおり、日本国内でも広く使用されていて JIS Z 0237 でも採用されている。これらの意味から、Wetzel と Hammond はプローブ法タック試験法開発の功労者と云えよう。

Wetzel と Hammond の方法が粘着テープのタック測定の専用機であるのに対して、著者ら⁶⁾は粘着物質のタックを研究対象と捉え、プローブの接触時間、引っ張り速度、測定温度、プローブの材質などが変えられる装置を開発して粘着性の本質についての考察を行った。

レスカの方法

レスカ法は、試料の粘着面を上にして置き、上部からプローブを粘着面に押しつけ、引き剥がす力を検出する。

これまでのプローブタック試験は粘着テープの粘着性評価が対象であったがレスカ法は粘着物質の粘着性を対象としている点で機構が異なるものとなっている。加工途中の溶融高分子材料表面の粘着性の測定などに使用できる。

粘着テープ以外に粘着性が問題となる物質は多くあり、その意味からもレスカ法は応用範囲が広いと云えよう。

3.はく離の形態学的研究

粘着性の測定に留まらずプローブと粘着面の界面の常態を観察して粘着性を評価する研究が行われている。

プローブが粘着面に接触し、引き剥がされる状態を直接観察する方法を Lakrouit ら⁹⁾は開発した。彼らは二種類のアクリル系 PSA を試料として -20 から 50 の範囲でステンレススチール製のプローブを取り付けた新しく設計したタックテスターを用いてプローブが粘着面から引き剥がされる時の応力 ひずみ曲線の測定と同時にプローブと粘着面の界面の状態を顕微鏡観察し、カメラで撮影して空隙の形成などを検討している。

プローブタック測定と界面の観測を同時に行う研究は Chiche ら¹⁰⁾、Crosby ら¹¹⁾、Creton ら¹²⁾によっても行われている。

この実験は、粘着テープ、特に通常の接着剤と同じ様な使い方をされる両面粘着テープが被着



体に粘着剤を残留しない、部品のリサイクルやリユースを可能とする粘着剤の開発に有用な知見を与えるものとして注目される。

4.粘着剤と接着剤

粘着剤は、上述の通り接着剤の一種であるが性質は異なる。

接着剤は、接着力を高める、接着結合の信頼性を高める、などの開発が進められ、現在では構造部材の接合に何の心配もなく使用されている。

接着結合が完成した状態の接着剤は、接着剤の凝集力 < 被着体への接着力、の関係にあり、接着している被着材を分離した状態では接着剤が被着体への両面に残留した「凝集破壊」を良し、としている。

一方、粘着剤は、はく離されることが基本である。粘着剤の凝集力 > 被着体への粘着力の関係にあり、「界面破壊」を良し、としている。

接着剤がはく離された時に被着体に接着剤が残留する様に設計されているのに対して粘着剤では被着体に粘着剤が残留しない様に設計されている。

近年、電気・電子機器などで部品を再利用することが行われているが部品が再利用されるには、部品を破損しない、部品に接着剤(粘着剤)が残留しない、特別な溶剤や工具を使用しない、で容易にはく離できる、ことが条件となる。エポキシ樹脂系などの通常の接着剤で接着した部品のリユースは不可能に近い。

現在、電気・電子機器メーカーでは部品再利用可能な接着剤の探索が続いているがこの条件に粘着剤は好都合である。

アクリル発泡体にアクリル系粘着剤を含浸させた両面粘着テープが構造接着に既に使用されている。今後も両面粘着テープは接着剤に代わって部品の接着に多く使用される様になるう。

問題は、接着剤に比較して粘着剤は、粘着力(接着力)が弱い、形態がシート状であり、適応性に劣る、価格が高い、などの問題を抱えている。

今後、それらの問題をクリアーして使用が増すことが推測される。

5.文献

- 1) JIS K6800 接着剤・接着用語
- 2) 例えば、水町 浩、粘着製品の最新応用技術、福澤敬司編、(株)シーエムシー
- 3) 鎌形、斎藤、遠山、J.Adhesion, 2, 279(1970)
- 4) D.Satas 編著、井上ら訳、粘着技術ハンドブック、日刊工業新聞社
- 5) Wetzel,F, ASTM Bulletin, No.221, 64(1957)
- 6) 神戸、鎌形、日本接着協会誌、4, 207(1968)
神戸、鎌形、J.Appl.Polym.Sci., 13, 493(1969)
- 7) Harmond,F.H,Jr., ASTM Spec.Publ. 360(1963)



- 8) レスカ社のホームページ <http://www.resca.co.jp/>表面解析関連装置
- 9) Lakrout.H, Sergot.P.,and Creton.C., J.Adhesion, 69, 307(1999)
- 10) Chiche.A., Pareige.P., and Creton.C., C.R.Acad.Sci., 1, 1(2000)
- 11) Crosby.A., Shull.K., J.Polym.Sci., Polymer Physics, 37, 3455(1999)
- 12) Creton.C., and Lakrout.H., J.Polym.Sci., Polymer Physics, 38, 965(2000)

