

粘着剤の基礎知識と評価法

～ 第二章 粘着剤の基礎 ～

佐々木 裕¹

元 東亞合成株式会社
ソフトマター・デザインラボ合同会社

2024/6/24

¹hsasaki@softmatters.net

1 粘着とは？

- 粘着と接着を比べると？
- 粘着の特徴
- 粘着技術の応用

2 なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか？

- 引っ付くということ
- 剥がれるということ
- 上手に剥がすには

3 粘着についてのまとめ

- 粘着の三要素
- 粘着力と保持力の試験
- もっともわかりにくい「タック」の試験

① 粘着とは?

- 粘着と接着を比べると?
- 粘着の特徴
- 粘着技術の応用

② なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?

- 引っ付くということ
- 剥がれるということ
- 上手に剥がすには

③ 粘着についてのまとめ

- 粘着の三要素
- 粘着力と保持力の試験
- もっともわかりにくい「タック」の試験

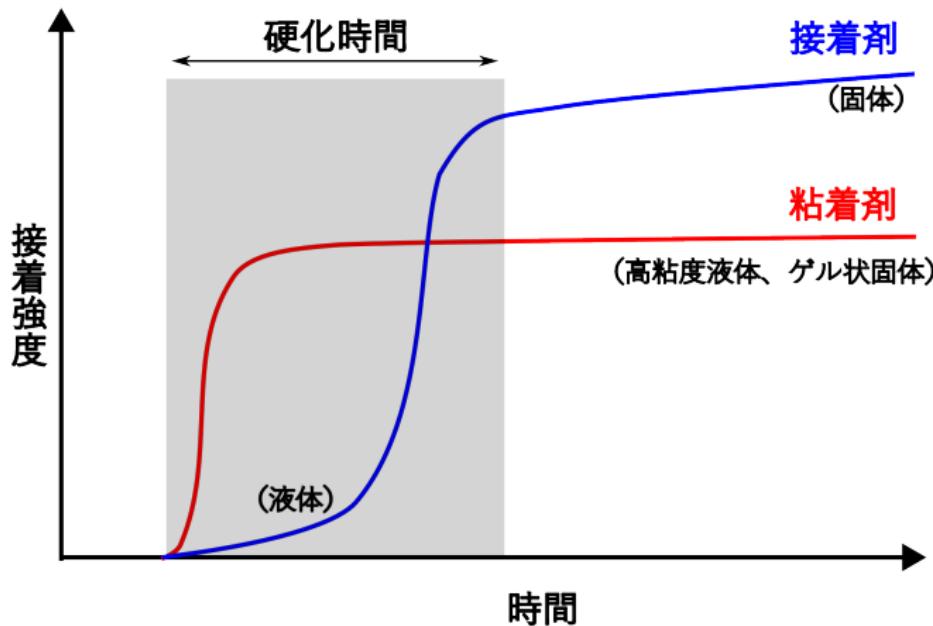
粘着と接着

化学辞典での定義

- 流動性の物質が被着体に接触付着することで、同種または異種の物体を貼り合わせる場合に、永久的に接着する場合と一時的に接着する場合があり、後者を粘着という。
- 接着では、被着体に接触する際に、流動性をもたせるため、溶解、加熱などの手段を必要とするが、**粘着は、粘着物質そのものがもともと液体的性質をもっている点が異なる。**
- 粘着後、これを引き離そうとするときは、外力に対して**粘弾性的抵抗を示す。**

粘着と接着の比較

時間と接着強度の関係を図示すると、以下のようなイメージになります。



粘着の特徴

機能と性質

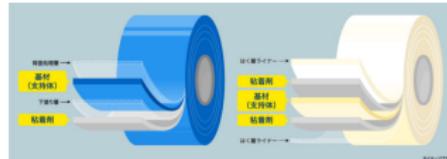
- どちらも、物と物をくっつける（固定する）機能は同じ
 - 硬化に時間が必要で剥がれてはいけないのが接着
 - 少しの圧力でくっついて剥がすことができるのが粘着
- 性質で考えると
 - 接着剤は「使う前は液体で、貼り付けると固体になる」
 - 粘着剤は「液体と固体の両方の性質を持ち、常に濡れた状態を安定して保っている」

感圧接着剤: Pressure Sensitive Adhesives (PSA)

- 常温で短時間わずかな圧力を加えただけでくっつく
- 剥がそうと思えば剥がすことができ
- 剥がすときにある程度の力が必要

粘着技術の応用

- 粘着テープへの応用
- 基材に粘着剤を塗布
 - 一般的なテープ
 - 両面テープ



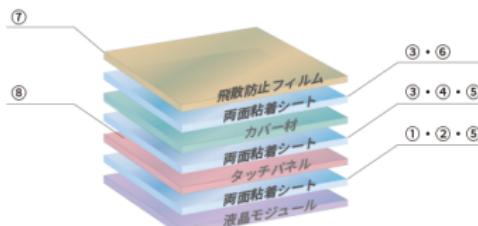
[この画像のサイトへのリンク](#)

用途



[この画像のサイトへのリンク](#)

タッチパネル付きディスプレイの構成例



用途：スマートフォン、ノートパソコン、カーナビ、携帯ゲーム機など

[この画像のサイトへのリンク](#)

1 粘着とは?

- 粘着と接着を比べると?
- 粘着の特徴
- 粘着技術の応用

2 なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?

- 引っ付くということ
- 剥がれるということ
- 上手に剥がすには

3 粘着についてのまとめ

- 粘着の三要素
- 粘着力と保持力の試験
- もっともわかりにくい「タック」の試験

粘着とは?
なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?
粘着についてのまとめ

引っ付くということ
剥がれるということ
上手に剥がすには

引っ付くということ

引っ付いている原因について

これまでに多様な説が提案

- 機械的結合説
- 化学結合説
- 分子間力説
- 静電気説
- 高分子の相互貫入
- 等々



[この画像のサイトへのリンク](#)

粘着とは?
なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?
粘着についてのまとめ

引っ付くということ
剥がれるということ
上手に剥がすには

水による接着

水だけで二枚のガラスを引っ付ける実験

- 実験に使用するもの



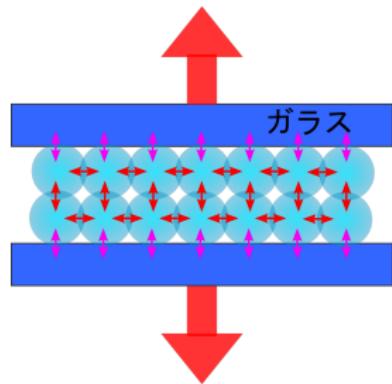
- 圧着するだけで
- 強く引っ付いて支える



[この実験を紹介している日本ガイシのサイトへのリンク](#)

水による接着を単純化したモデルで

- 分子レベルで単純化
 - 図中の丸印は水分子のイメージ
 - 実際には何万層もの水分子の層
 - 二分子層に単純化
- 上下に引っ張ったとき
 - 水分子間に赤い矢印の力
 - 水層とガラスの間にも力



チリも積もれば大きな力

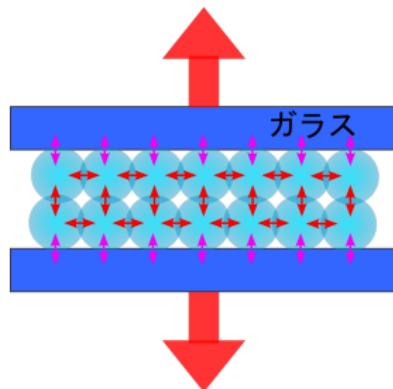
- 小さなピンクの力は大量にある（積分）
- 大きな外力と釣り合う

粘着とは?
なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?
粘着についてのまとめ

引っ付くということ
剥がれるということ
上手に剥がすには

水での接着が剥がれるとき

- 水平方向にずらすと
- 簡単に剥がれます



液体は流れる

- 水の二層間の力（真ん中の縦の矢印）は、ずらしには強くない
- 水は容易に流れるから

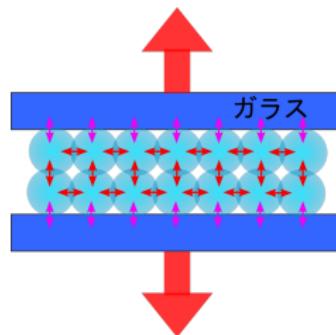
粘着とは?
なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?
粘着についてのまとめ

引っ付くということ
剥がれるということ
上手に剥がすには

剥がれると壊れるの違い

剥離と破壊

- 剥がれる ⇔ 基材と接着層が、界面で分離
- 壊れる ⇔ 基材あるいは接着層が、層内で分離
- 水は両面に残る
- 水層の（凝集）破壊
- (界面) 剥離にするには
- ピンクの力 < 赤の力

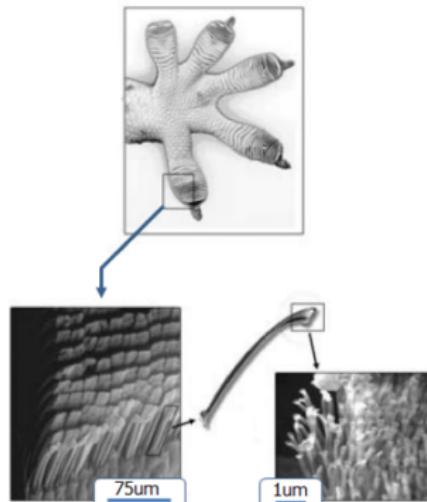


粘着とは?
なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?
粘着についてのまとめ

引っ付くということ
剥がれるということ
上手に剥がすには

ヤモリの垂直歩行

- ヤモリは垂直ガラスを歩く
 - 一步ごとに接着と剥離
 - 体重を支える接着力



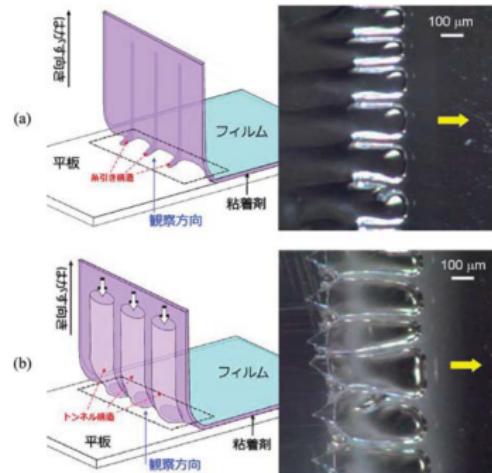
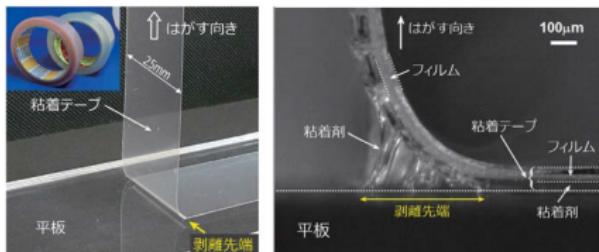
- 末端の微細な構造
- 階層的に力を伝搬

粘着とは?
なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?
粘着についてのまとめ

引っ付くということ
剥がれるということ
上手に剥がすには

粘着テープもややこしい

- マクロではわからないが
- 剥離先端をミクロに観察
- 粘着剤層が複雑に変形



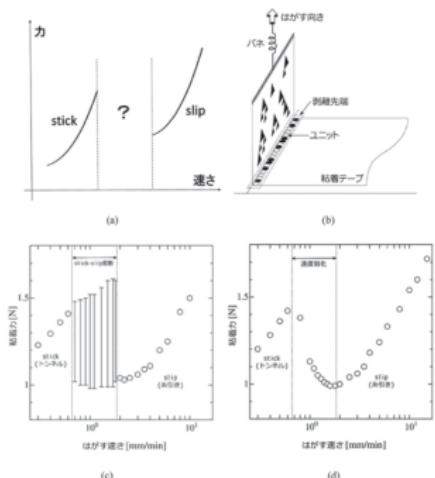
- ミクロな構造も変化
 - 粘着剤層の性質
 - 剥離速度
 - フィルムも影響

粘着とは?
なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?
粘着についてのまとめ

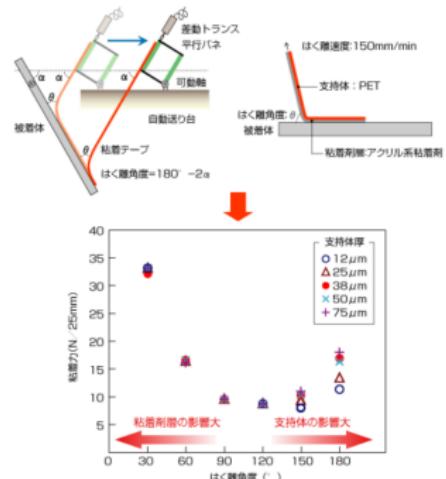
引っ付くということ
剥がれるということ
上手に剥がすには

粘着テープもややこしい

- 剥離速度が変わると
- 粘着力、挙動が変化



- 剥離角度によっても
- 挙動が変化



粘着とは?
なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?
粘着についてのまとめ

引っ付くということ
剥がれるということ
上手に剥がすには

構成を変えれば挙動も変わる

最近流行りの「魔法のテープ」

- 素材はアクリルゴム
- 表面が粘着性
- 全体が容易に変形
- 剥離挙動が異なる



1 粘着とは?

- 粘着と接着を比べると?
- 粘着の特徴
- 粘着技術の応用

2 なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?

- 引っ付くということ
- 剥がれるということ
- 上手に剥がすには

3 粘着についてのまとめ

- 粘着の三要素
- 粘着力と保持力の試験
- もっともわかりにくい「タック」の試験

粘着の三要素

粘着とは (JISZ0109)

「接着の一種で、特徴として水、溶剤、熱などを使用せず、常温で短時間、わずかな圧力を加えるで接着すること。」

粘着の三要素

- 粘着力：粘着テープ又は粘着シートの粘着面と被着体との接触によって生じる力。
- タック：粘着剤の主要性質の一つで、軽い力で短時間に被着体に粘着する力。
- 保持力：粘着テープ又は粘着シートを被着体にはり、長さ方向に静荷重をかけたとき粘着剤がずれに耐える力。

粘着（接着）力について

- 粘着力の英語は Adhesion で、くっつくという意味です。
- ふたつの物質が物理的に引きよせ合う力や、結合しようとする力のこと指します。
- 粘着テープを貼りつけたとき、粘着剤と被着体の間（界面）に粘着力が生じます。
- 俗に言う強粘着という表現は、このような貼りついている力が強いことを表しています。
- その逆である弱粘着という状態は、引きはがすのに必要な力が小さい（弱い力）であることを示します。

凝集力について

- 粘着剤の形状を保つために粘着剤の内部にはたらく力のことを凝集力（Co-hesion）といいます。
- 英語で見ればわかるように、Adhesion と接頭語が異なっています。
- ad- は、「～へ」ということを意味して、基材へのひつきを示しています。
- co- は「ともに」、「いっしょ」という意味を表し、同じ物質同士が引き合うことを指します。
- したがって、これは、粘着剤の内部にはたらく力で、粘着剤の形状を保つ結合力の強さを示すことになります。
- 一般に、凝集力が強いと、粘着力と保持力（荷重を支える力）に優れるわけです。

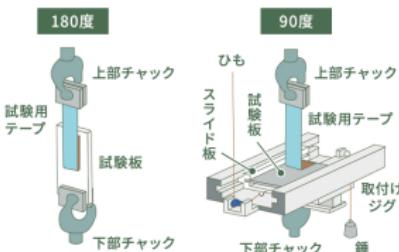
タックについて

- 粘着剤の表面を指で触ったときに感じる「べたつき」のことをタックといいます。
- 粘着剤が被着体の表面に接触した短時間に発揮される特性を示します。
- タックが強い粘着テープは、貼りつける際の圧力がごく小さくても強力に貼りつけます。
- これは**基材を素早く濡らして粘着力を短時間で発現させている**と考えることができます。
- 単純に粘着力と混同されやすいのですが、その成り立ちをよく理解することが重要です。

粘着力と保持力の試験方法

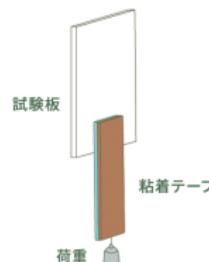
● 粘着力

- 試験板に圧着ローラーで圧着
- 放置後に任意の角度で剥離
- 剥離速度で挙動と値が変化
- 基材の影響も強く受ける



● 保持力

- 試験板に任意の面積で圧着
- 所定の荷重を付加して測定
- 所定の時間後のズレ量や、
落下までの時間で評価

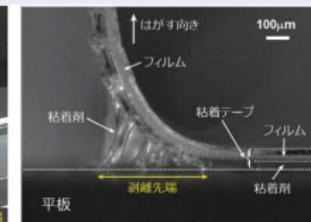
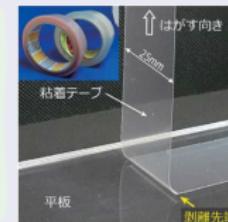
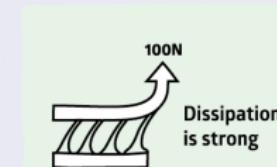
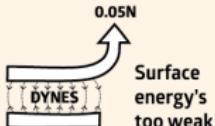


十分に被着体を濡らしたあとの状態で評価することに注意

粘着力について

粘着力は界面の力だけではない

- 第三章の表面張力で説明される接着仕事由来の力だけでは粘着力は説明できません。
- 第三、四章で説明予定の剥離時の粘着剤の大変形に由来するエネルギー散逸が重要となります。
- また、基材となる粘着フィルムの変形も影響します。



タックの試験方法

三種類のタックの試験方法

① ローリングボールタック試験

水平に置かれた試験片の粘着面の上を進むボールの距離によって評価。

② ループ試験、ピールタック試験

粘着テープ試験片の粘着面を外にして輪っか（ループ）をつくり、任意の短時間だけ基材に接触して測定。

③ プローブタック試験

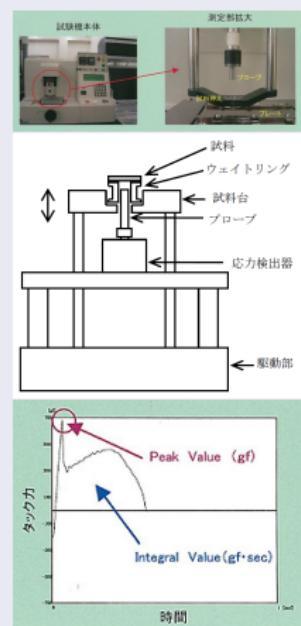
円柱状プローブを試験体に接触させ、剥離するときに生じるタック性（瞬間的な粘着力）を評価する。



プローブタック試験

プローブタック試験

- 人間の指の短時間接触を再現できる。
- 各種評価条件を設定可能
 - 圧着速度、接触時間を任意に設定できる。
 - ウエイトリングにより圧着力も調整できる。
 - 引き剥がし速度も調整可能。
- 比較的に再現性良く定量的に評価
 - 最大値により、タック性を評価
 - 積分値により、その条件下での接着力を評価



結局、タックとは

タックとは、

- 短時間の微弱な力の付与により、粘着剤が基材表面に濡れ広がる過程が重要
- その濡れ広がった結果を粘着力の測定により評価
- 過程を直接評価するわけではなく、結果を見るわけです。
- その評価方法こそが、タックをややこしい評価項目としています。

「タックは過渡的な粘着状態を評価」

粘着剤の基礎のまとめ



- 粘着とは?
 - 少しの圧力で付着して剥離できるのが粘着
 - 粘着剤は液体と固体の両方の性質を持つ
- なぜ、引っ付いて剥がすことができるのか?
 - 外力に対抗できるような内部の状態を持つ
 - 内部状態が変化すれば接着は維持できない
 - 接着層が分離⇒破壊、界面で分離⇒剥離
- 粘着についてのまとめ
 - 粘着の三要素（粘着力、タック、保持力）
 - タックとは、短時間で濡れ広がる過程が重要