

のりの接着力の不思議

42期生

I テーマ設定の理由

私は、学校でプリントをノートにはったりする時“水のり”ではなく、“スティックのり”を使っているプリントがきれいにはれるからだ。また、工作をする時は“木工用ボンド”や“セメダイン”を使う。なぜ、用途により違う接着剤を使うのか？なぜ、のりはひっつくのだろうか？と昔から不思議に思っていた。そこで、のりの接着力について実験や研究をして、私なりに追求することにした。

II 研究方法

[1] 「接着剤」について調べる。(文献・資料などから)

- (1) のりの歴史について
- (2) のりがひっつく理由について

[2] 実験

- (1) 接着時間と接着力の関係
- (2) 接着剤の種類と接着力の関係
- (3) 接着剤の量と接着力の関係
- (4) 接着剤の種類と接着力
- (5) 接着剤の大きさ・形と接着力の関係

[3] まとめ

「のりを上手につけるには、どうしたらよいか」ということを実験の結果などを参考に、考えてみる。」

III 研究内容

1. のりの歴史について

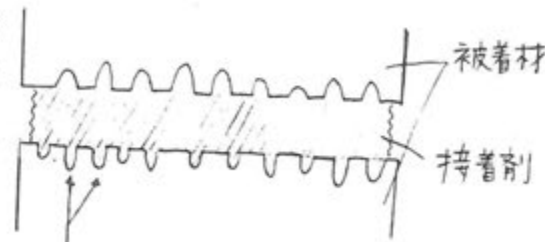
中国では、B. C. 4000年、エジプトではB. C. 3000年ごろから接着がおこなわれたといわれ、接着剤を用いた棺、家具、工芸品が出土している。接着剤は、けだものや魚の膠、牛乳の凝固物などである。日本では古墳時代(3、4世紀)の弓が漆で接着されているものがみつかっている。漆は中国で4000年以上もの歴史をもっている。7～8世紀の白鳳、天平の文化期には織物の仕上げに米や麩の粉が使われている。そして江戸時代中期になってやっとデンプン糊が広く普及した。しかし固体と固体とはり合わせる本来の接着の近代工業化は、木材接着工業ではじまったといえる。第二次世界大戦後には、合成ゴムやプラスチックが進歩するとともに接着剤も進歩し、接着そのものが発展した。日本の接着剤の生産量は1957年には6.5万tといわれたが、今や40万tをこえている。

2. のりが接着する理由

接着とは、つけようとする材料（被着剤）の表面を、接着剤を介して接合することである。

接着する理由は、まだ完全に解明されておらず、色々と言がある。その中で、最も素朴で理解しやすいものは“機械的接着説”というものだった。

それは、被着剤の表面の孔や谷間に接着剤が入りこんで、それが固化することにより、機械的に結合するとの考え方で、多孔質材料に限らず、きれいにみがきあげた固体表面でも、必ず分子レベルで見れば、でこぼこや孔が存在しているのでこの考え方は妥当だと思う。



このような表面の穴に接着剤が入りこみ固まる。
↓
接着の完成

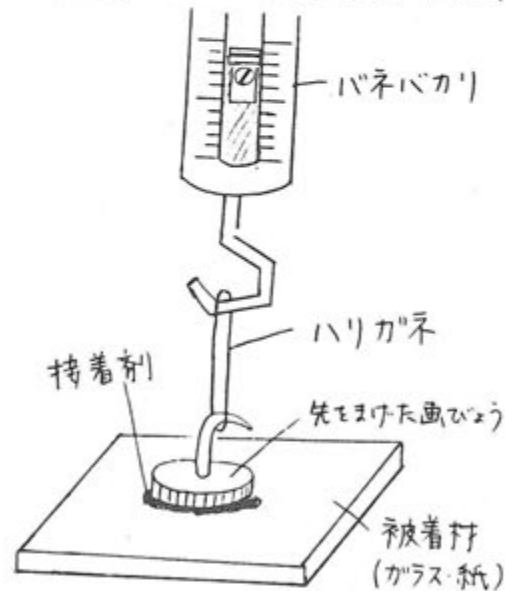
▲図1 機械的接着説

3. 実験

(1) 《実験1》接着時間・接着剤の種類と接着力の関係

目的 接着時間によって接着力がどのように変わるかを調べる。また、どの程度時間が立てば、安定した接着力になるか調べる。

方法 ①画びょうをカナヅチやペンチを使って先をまげる。



▲図2 接着力測定装置

②左図2のように実験装置をつくる。

③接着剤をつけ、2分後、4分後、6分後……と1日後まで時間を決めて測定する。

〈測定の仕方〉

バネばかりを引っ張り、画びょうが被着剤から離れる瞬間の目盛りを読みとり、それを接着力とする。結果は5回の平均をとる。

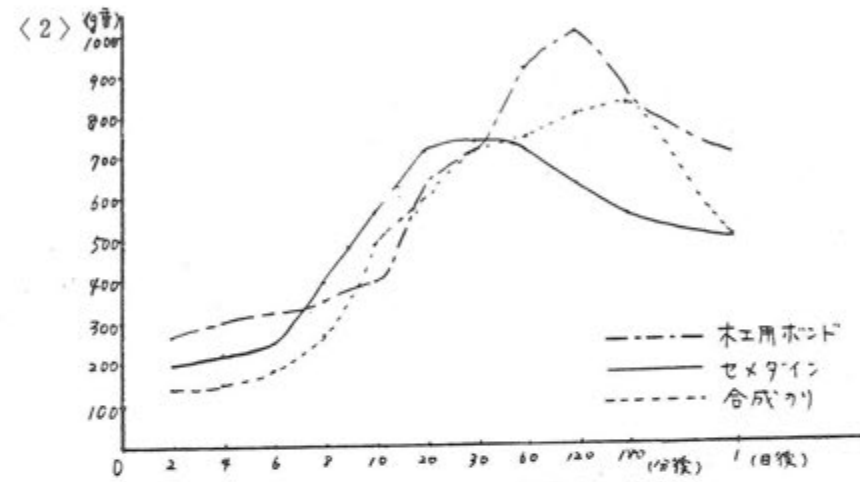
《実験1》では、接着剤にセメダイン・合成のり・木工用ボンドを使い、被着剤に紙を使った。

予想 〇比例関係になる。そして、時間が立つと接着力は一定になる。
〇接着力の強い方から“セメダイン”“木工用ボンド”“合成のり”となる。

結果

表1 接着時間・接着剤の種類と接着力の関係 単位：g重

〈1〉	2分	4分	6分	8分	10分	20分	30分	1時間	2時間	3時間	1日
木工用ボンド	270	300	320	350	390	600	700	900	1000	850	700
セメダイン	200	220	250	390	560	700	720	700	630	550	500
合成のり	140	150	180	270	490	580	700	730	800	830	500



▲図3 接着時間・接着剤の種類と接着力の関係

考察

- ①接着剤の種類によっては、それほど変化はないが、全体的にみると木工用ボンドの接着力が一番大きい。
- ②それぞれ、グラフの形が山型になり、1日後には、接着力が小さくなっている。これは、私の管理が悪く、色々な物が力が加わり、接着力が小さくなったのか、接着剤にも寿命があって1日後、2日後…と、どんどん接着力が小さくなっていくのかどちらかだと思う。
- ③文献によると、接着力は安定するはずなのに、この実験では安定しなかった。その理由は多分、接着剤の量やバネばかりを引っばる速度が微妙に違ったからだろう。ちなみに、セメダインは3～4時間、木工用ボンドは1昼夜、合成のりは2、3日で、完全硬化するようだ。

(2) 《実験2》接着剤の量と接着力の関係

目的 量と接着力の関係を調べ、一番最適な量はどれくらいか、ということを考える。

方法 《実験1》と同じ装置で、接着剤には、御飯粒と、小麦粉に水を加えた物を使う。(セメダインetc.は量をはかりにくいため)

被着剤にガラスを使う。(紙だと小麦粉+水がしみこんでしまうため)

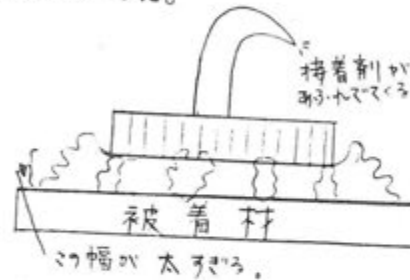
予想 量と接着力は途中までは比例関係だが、あまり量が多いと接着力は弱くなる。

結果 接着後30分の記録

- (1) 御飯 1粒 450g重
 2粒 350g重
 3粒 150g重
- (2) 小麦粉+水 2滴 600g
 ↑ 4滴 500g
 スポイトで 6滴 25g
 おとす。

考察 量を多くするにつれて接着力は弱くなっていった。

これは、画びょうというある一定の面積に対して、御飯3粒や、小麦粉+水を6滴だと右図3のように接着剤の層が分厚くなり画びょうの下から接着剤があふれでているためだろう。また、30分後に測定したので、完全に固まっていなかったことも理由の一つだと思う。



▲図4 接着剤の状態

(3) 《実験3》 被着剤と接着力の関係

目的 被着剤によってどのように変わるか調べる。

方法 《実験1》と同じ装置で、被着剤にガラス・紙を使う。(もっと沢山やる予定だったが時間がなかった。)

予想 セメダインはガラスの方が接着力が大きく、木工用ボンドは、紙の方が接着力が大きくなる。

結果 図5参照

考察

- ①ガラスの場合、セメダインは1日立つと、9.5kg重になっていた。このことからセメダインは**予想**どおり紙よりガラスの接着に適している。
- ②木工用ボンドについても同じことがいえる。
- ③セメダインと木工用ボンドだと、被着剤によって、接着力の大小が違う。
 →被着剤に最も適した接着剤を選ぶのが大切。

もっと色々な被着剤について実験してみたかったのだが、時間がなかったため、文献で調べてみた。(表2参照)

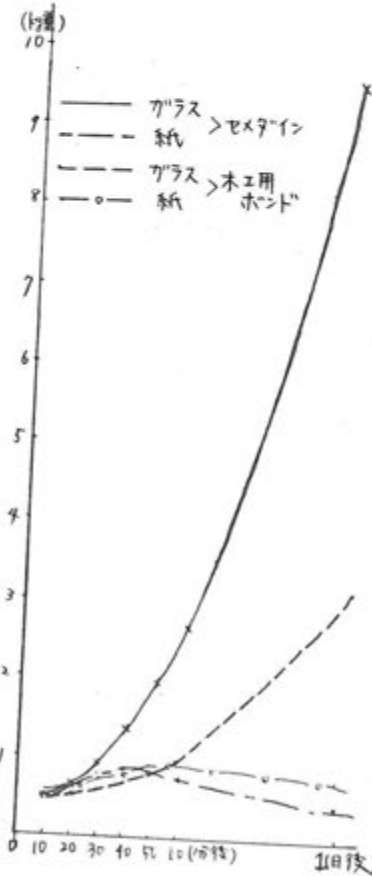


図5 接着剤と接着力の関係

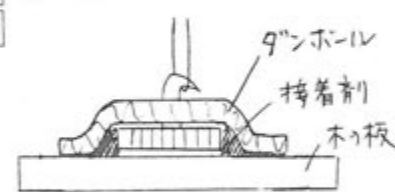
表2 おもな接着剤とその特徴

[用途別]	[状態]	[固感性]				[接着性]				[用途、特長その他]			
		[木]	[紙]	[布]	[金]	[木]	[紙]	[布]	[金]				
デンプンのり	水溶液	×	●	△	△	△	×	×	×	×	△	×	古くから用いられている。事務用、織物用など。原料はコムギ、ジャガイモ、トウモロコシなど
木工用ボンド		○	○	○	○	○	○	×	△	○	×	○	動物自体の性能は非常に高いが、作業性は悪い。かぶれに注意
ニトロセルローズ合成ゴム	溶液	●	×	×	●	△	△	△	×	○	△	△	古くからある事務用、家庭用。可燃に注意
にかわ	水溶液	×	○	△	○	○	×	×	△	○	○	△	万能型として市販されているものと、その種類、建築、車両、靴などに広く用いられる
フェノール樹脂	固体、液体、水溶液	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	動物の皮や付からとれるタンパク質、皮革類など木工用に不可欠。アメリカで家庭用、事務用
接着剤	水溶液	○	○	○	○	○	×	△	×	○	○	△	耐水性の合板に多用。長種多数で用途広い。作業性にやや難
不飽和ポリエステル樹脂	液体	○	○	○	○	○	○	△	●	○	○	△	合板に多用。木工品にも用いられ生産大。作業性にやや難。強化プラスチック用として多用。屋外曝露で劣化する傾向あり
エポキシ樹脂	液体	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	性能のバランス良。長種多数で用途広い。二液型が多いが作業性に悪くない。家庭用も多い
ポリウレタン樹脂	液体	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	乾の製造に適
動物性ニール樹脂	エマルジョン、溶液	○	△	×	○	○	○	○	○	○	○	○	手工用、木工用、市販品とその同様
シアノアクリレート	液体	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	いわゆる瞬間接着剤。皮膚によく付くので注意。空中や周囲の水で硬化
阻水性接着剤	液体	○	○	○	○	×	○	×	×	×	×	×	ねじのゆるみ防止用。鉄、亜鉛、アルミニウムに有効。空気に触れていると硬化しない
シリコンゴム	液体	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	軟かへり接着剤。電子機器、家庭用にも選出。とくに耐寒・耐熱に優れる
ネットメルト型接着剤	固体	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	包装、製本に多用。靴にも使う

(4) 《実験4》 接着面の形・大きさと接着力の関係

目的 形・大きさが接着力にどのように影響するか、調べる。

方法



▲図6 実験装置

予想 接着力の大きさは、
 ②>①>③>④だろう。
 ・セメダインの方が木工用ボンドよりは大きいだろう。(《実験3》でのガラスの実験の結果の差がすごかったため。)

結果 3時間後の記録

※測定不可なのは画びょうの頭の部分が10kg重以上になると抜けてしまうため。

形・大きさ	セメダイン	木工用ボンド
① 1.5cm	測定不可	測定不可 (10kg重以上)
② 2cm	5.5kg重	9.5kg重
③ 3cm	跡なし 1kg重	4kg重
④ 3.5cm	跡なし 0.5kg重	6.5kg重

注: ①は、ダンボールが破れ跡を残す。②の跡が良く残っていること意味している。

▲図7 接着面の形・大きさと接着力の関係

考察

①形・大きさによって接着力が違う。

セメダイン→①>②>③>④

木工用ボンド→①>②>④>③

②木工用ボンドの方がセメダインより接着力が大きい。(やはり、木工用だけあって木には向いているらしい。)

③ダンボールや木にセメダインはあまりむいていない。あと、ダンボールにセメダインをつける時、ムラなくつけるようにすれば、また違った結果が出たかもしれない。

IV 結論

今回は、「なぜ、のりはひっつくのか」ということに、最初から結論を出して、色々条件を変えて接着力のことを調べた。その結果、接着剤に、沢山種類のあるわけは、被着剤との接触が最も上手くいくようにするためだ、ということがわかった。

また、のりを上手につけるには、被着剤にあった接着剤を選ぶこと、接着剤の量を考えること、また、表面にほこりなどをつけないことetc. が色々な実験によってわかった。

V 残された課題

今回は、時間がなかったため、実験できなかったが、表面のよごれによって接着力はどう変わるか…とか、温度によってどう変わるかetc. も調べる必要があると思う。

VI 総括

毎年のことだが、計画通りに行かず、最後にまとめて実験してしまった。5回の平均だったので、とても根気がいったけれど、色々実験できたし、接着力について色々わかったので、良かったのではないかと思う。

また、接着力というのは、もっと小さい物だと思っていたのに10kg重とか、そういう大きな力だったので、びっくりした。(ちなみに、扇風機は1台4kg重である。)また、実験前の予想と結果が全然違ったので新鮮だった。

しかし、接着力を測る時、いつはずれるか…とひやひやしたり、画びょうがはずれた反動で顔に当たったりしたので、心臓に悪いなあと思った。

VII 参考文献

「接着のおはなし」 著者 永田宏二
発行所 財団法人 日本規格協会
発行 1982年