

接着剤の種類、性質、用途

大阪府立工業奨励館
接着センター

主幹、理博 中尾 一 宗

1. はじめに

戦前の接着剤は膠、でん粉、天然ゴム、などの天然高分子化合物（ポリマー）であった。戦後も10～15年間は接着剤といえば、尿素樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、ポリ酢酸ビニルなど、数が限られていた。しかし、現在ではほとんどすべての合成ポリマーが接着剤として使用されるようになった。合成ポリマーは、一般に、プラスチック、合成樹脂、合成ゴム、合成繊維などと分類されているが、今日ではこれらの合成ポリマーがほとんど接着剤として使用されている。たとえば、ナイロンやビニロンは合成繊維として著名であるが、欧米各国では、航空機の翼、機体の組立てに、従来のビスに代る接着剤として大量に使用されているのである。また、ナイロンは、米国ではビール缶などの食用缶の接着に従来のハンダの代りに使用されている。

このように、ほとんどすべての合成ポリマーが接着剤として使用されるようになった最大の理由は、石油化学の爆発的發展である。合成ポリマーの原料が、主として石炭や、カーバイドに依存する間は、合成ポリマーの生産高の伸びもそれほど大きくなかった。ポリマーの原料が石油に転換すると共に、装置産業としてポリマーが大量生産されるようになり、その生産高も年々飛躍的に増大した。特にこの傾向は日本が最も著しい。日本は石油産出国ではないが、ポリマーの生産高は米国について世界第二になった。このため、ポリマーの価格は他の物価に比べ、年々相対的に著しく低下、高性能、高級なポリマーまで接着剤として使用されるようになった。

プラスチック、ゴム、繊維などのポリマーは釘で接合することができない。接合にはどうしても、接着剤が必要である。これらの合成ポリマーの日本における生産高は年間500万トンを超えた。工業材料は目方ではなくて、体積で使用される。ポリマーの比重を鉄の $\frac{1}{8}$ とすると、ポリマーの生産高は鉄の3,500万トンに匹敵する。日本の粗鋼の生産高を年間1億トンとすると、その $\frac{1}{8}$ を超えるわけである。

このような合成ポリマーの異常な発展は近々この10年

のことにすぎない。このことは、今日の公害問題と決して無縁ではない。10年前には、石油による公害は四日市のような特定の地域だけのローカルな問題にすぎなかったのである。

以上の事情により、今日では、多種多様の接着剤が、安価に、しかも大量に提供されるようになった。種類の豊富さ、性能、価格、量など、10年前と比べると全く隔世の間がある。この10年間の接着剤の進歩は、それまでの2,000年にわたる進歩と比べても全く問題にならない。石油化学製品の爆発的生長が人間の環境を破壊してしまった。進歩の速度が早すぎたのである。こうして、現在我々は、環境の破壊と引換えに、多種多様の、高性能の接着剤を安価に利用できるようになった。

2. 接着剤の選択

接着剤の大多数は、合成、または天然ポリマーから作られる。以上にのべたように、合成ポリマーの数は無数に近い。一口にエポキシ樹脂といっても、接着剤として使用する時には、エポキシ樹脂に、硬化剤、促進剤、充填剤、その他の添加剤が配合される。エポキシ樹脂そのものの種類も無数であり、硬化剤、その他の配合剤の種類も無数である。したがって、それらの種類と量の組合せは無限に近い。このため、一口にエポキシ樹脂といっても、接着剤として販売されている物の数は無数とも言える。たとえば、チバ社のエポキシ樹脂はアラルダイトとして著名であるが、アラルダイトだけでも何百という種類があるのはこのためである。したがって、ある商品番号のエポキシ樹脂を使用して失敗したとしても、それだからエポキシ樹脂全部が悪いという結論にはならない。たまたま、その商品番号のものがその場所には不適當であっただけにすぎない。他の商品に変えれば成功するかもしれない。

時々、万能接着剤という広告が見られるが、工業的利用という点からは、万能接着剤は全くあり得ない。そんな甘い言葉につられれば破産するだけのことである。大ていの接着剤は、ポリエチレン、ポリプロピレン、フッ素樹脂以外の物なら何でも接着できる。接着できるとい

うことと、工業的利用価値とは別問題である。工業的に使用するためには、接着製品が十分、その使用条件（強度、耐久性、水、油、溶剤、光、熱、など）に耐えなくてはならない。また、価格、作業性なども極めて重要な条件である。したがって、AとBの接着にはCポリマーを原料にした接着剤というように被着体の組合せにより、大体原料ポリマーの種類が限定される。また、同じAとBという被着体の組合せでも、使用条件により、接着剤の原料ポリマーの種類が異なる場合もある。たとえば、使用条件が厳しい場合には高性能のものが必要となろう。被着体としての工業材料の数は無数に近い。金属といっても、鉄、アルミ、銅、シンチュウ、ステンレスの区別があるように、一口にプラスチックといっても、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリカーボネート、ABS樹脂など、それぞれ皆違うものである。このため、接着剤も接着法も異なる。接着製品の用途が違えば、使用条件も違う。接着剤の工業的利用においては、それぞれの被着体の組合せ毎に、使用条件毎に、最適の接着剤が要求される。このため、現在、日本国内で販売されている商品の数は何万以上もある。1つの会社から、400も700種も接着剤が販売されているのはこのためである。最近では少なくなったが、以前には、“セメダインを使ったが駄目だった”、とか“ボンドが効かなかった”とかいう人がよくあった。しかし、セメダインは700種もあり、ボンドは400種もあるのである。その中の1種を使用して失敗したからといって、全部が駄目であるという結論にはならない。自分の目的に最適の商品を700種の中から選択しなくてはならない。

以上にのべたように、現在、日本で販売されている接着剤だけでも、国産、輸入合せて何万に達する。それらの中から、自分に最適の接着剤を探すのは全く容易ではない。問屋、小売店に選択を任せるとは失敗の可能性が大きい。なぜなら、接着剤の進歩が余りにも急速のため、これらの営業の人々は接着剤をよく知らない人が多いからである。確実な方法は、信用のあるメーカー（本社でも支店でもよい）に直接、相談することである。開発的な仕事の場合には、直接メーカーの研究所に相談を持ち込むことである。その場合、大メーカーの商品が全部よいとは限らない。接着剤の場合、AとBの接着にはC社、DとEの接着にはF社というように、中小メーカーでも、それぞれの分野では独占的なすぐれた商品を持っているメーカーがある。今ここでは、それぞれの分野で独占的なすぐれた商品を持っている会社名と商品名とを上げるとは差しさわりがあるのでできないが、接着剤の上手な選択は本当はそのような商品を探す能力にあるといってもよい。このことは、どんな物を買う場合にも

あてはまることであるが、そのためには、日常、同業者、その他関係業者から情報を収集し、判断するより方法がない。いずれにしても、接着剤の進歩は極めて急速であるから、研究開発に熱心でない会社の製品はよくないことは確かである。

3. 接着剤の種類、性質、用途

以上にのべたように、市販接着剤の数は何万に達する。したがって、ここでそれらの性質、用途についてのべることは不可能である。次に、これらの接着剤の原料として使用されるポリマーの種類、性質、用途について簡単にのべる。用途の中、構造用、土木建築、電気機器については、他の著者による解説を参照されたい。なお、それぞれの商品については、それぞれのメーカーのカタログ、資料を参照されたい。また、接着剤の進歩については、“日本接着協会誌”、“接着”などの雑誌を参照されたい。

接着剤をその性質の上から分類すると、熱可塑性系、熱硬化系、ゴム系、複合系に大別できる。熱可塑性系のもは、溶剤にとけるか、水にとける。加熱すると溶融する。したがって、その融点以上の温度では使用できない。また、水や溶剤にとけるものは、それらに曝される場所では使用できない。熱硬化系のもは、接着する時、加熱、または硬化剤により硬化する。溶剤にもとけないし、加熱してもとけない。余り高温では分解する。ゴム系のもは、未加硫の場合には、溶剤にとけ、加熱によりとける。加硫すると、溶剤や熱に耐えるようになる。一般に（勿論例外もあるが）、硬いものは、せん断強度は大きい、はくり、曲げ、振り、衝撃強度が小さい。柔軟なものは、後者は大きい、前者が小さい。このため、特に、総合的な強度が要求される場所（たとえば構造部分）には、硬いものと、柔軟なものを混合したタイプのものが使用される。

接着剤の形も多種多様である。水溶液（ポリマーを水にとかしたものは、火事や中毒の危険はないが、接着した後、水に弱いのが欠点である。エマルジョン、またはラテックス（日本では一般に熱可塑性ポリマーを水に分散したものをエマルジョン、ゴムを水に分散したものをラテックスというが、外国では両方ともラテックスといふことが多い。牛乳状のドロドロしたもの）も、中毒、火事の危険がないが、水の揮発のため、乾燥がおそいのが欠点である。溶液（ポリマーを溶剤にとかしたものは、溶剤による中毒、火事の危険があるが、速乾性のため広く使用されている。ホットメルト接着剤は、ポリマーをそのまま加熱溶融させ、流動状で塗付接着する。温度が下ると硬化する。中毒、火事の危険がなく、作業が

極めて早いので、この数年間急速に伸びている。欠点は、それぞれの用途別に塗布機械が必要なことと、接着製品はポリマーの融点以上では使用できないことである。感圧接着剤は一般に粘着剤と呼ばれている。テープとかラベルの裏側の接着剤である。圧着するだけで接着し、中毒、火事の危険がないため、急速に伸びている。しかし、従来の感圧接着剤は、必要に応じて剥すことができるように作られているため、強度が小さいのが欠点である。その他、エポキシのように100%ポリマーの形で使用するもの、あるいは、シアノアクリレートのように、モノマー（単量体）の形で使用し、使用時に重合硬化させるものもある。

同じ名前のポリマーでも、上にあげた色々な形で市販されている。ケースバイケースで、作業工程、使用条件、価格、作業性などの点を考えて、最も適した形のものを選ぶべきである。たとえば、ポリ酢酸ビニルは、エマルジョンも、溶液も市販されており、ホットメルトとして使用することもできる。

木材、紙、織物、コンクリートなど多孔性材料では、エマルジョンや溶液を使用できる。これらの材料では、空孔が連続しているため、水や、溶剤が材料の中を通過して揮発することができる。しかし、金属や、ガラスや、プラスチックなどの無孔性材料では、エマルジョンや、溶液を使用すると、水や溶剤の逃げ場がないため、十分乾燥したつもりでも、失敗することが多い。無孔性材料の場合には、できる限り、水や溶剤は使用しない方がよい。ホットメルト、感圧接着剤、エポキシ、モノマー型のものなどが適している。

工業材料を電気的な極性から分類すると、極性材料と無極性材料とに大別できる。無極性材料は、戦後合成されたものが多く、その数も限られている。電気的に分極していない。ポリエチレン、ポリプロピレン、フッ素樹脂、シリコンなどがその代表である。天然ゴムも無極性材料の中に入る。その他の材料はほとんど極性材料である。木材、パルプからの紙（ポリエチレン、ポリスチレンなどの合成紙は無極性）、金属、コンクリート、ガラス、陶磁器などの無機物、天然皮革、合成皮革、多くの塗料、天然繊維、合成繊維（ポリプロピレンは無極性）、多くのプラスチック（ポリエチレン、ポリプロピレン、フッ素樹脂、ポリスチレンは無極性）、ゴム（シリコン、天然ゴム、SBR、ポリブタジェン、ブチルゴムなどは無極性）など、多くの材料は極性材料である。一般的に（勿論例外もあるが）、極性材料は無極性のもものでは接着が困難であるが、極性のもものでは接着が容易である。無極性材料の場合には、その逆である。このため、市販接着剤の大部分は極性接着剤である。極性材料

の接着には、極性接着剤を使用すればよい。無極性材料の接着には、無極性接着剤を使用するか、無極性材料の表面を処理して表面に極性を与えた後、極性接着剤を使用する。極性か、無極性かは、水が好きか嫌いかで簡単に区別できる。水を吸収したり、水でぬれたりするのは極性材料であり、水を撥くものは無極性材料である。ここですでに気づかれたことと思うが、大多数の材料が極性材料のために、接着剤の大多数が極性ポリマーである。この両者は共に水が好きである。したがって、両者の境界面は本質的に、大なり小なり、水に弱いわけである。したがって、接着製品が水、湿気、温水、蒸気に曝される場合には、特別な注意が肝要である。たとえば、ガラスをエポキシ樹脂で接着した後、剥そうとすると、上手に接着してあれば、ガラスの方が破壊する。しかし、それを熱湯の中へ入れると、エポキシ樹脂はガラス面からキレイに剥れる。

3.1 熱可塑性接着剤

3.1.1 ポリ酢酸ビニル

ポリ酢酸ビニルは極性が大きい極性材料によく接着する。強度が大きく、安いので、熱可塑性樹脂の中では最も大量にかつ広く使用されている。耐熱性、耐溶剤、耐水性が劣ることが欠点である。従来は家具木工関係で独占的に使用されていた（最近では、ホットメルト、ゴムが進出している）。建築の内装でも、壁面、天井、床などに使用されているが、壁面では速乾性が劣るため、ネオプレンに押されてきた。その他、紙、織物の接着などに大量に使用されている。最近では、熱硬化タイプのもが開発されたが、この型のは従来のものに比べ、耐熱性、耐溶剤性、耐水性が改良されている。

3.1.2 アクリル樹脂

アクリル樹脂には、熱可塑型と、熱硬化型とある。熱可塑型はポリ酢酸ビニルに比べ、耐水性、耐光性、柔軟性が特長で、価格が若干高い。熱硬化型は、熱、溶剤に耐える。用途としては、織物、ポリ塩化ビニル（塩ビ）が多い。織物の接着では、風合と、耐ドライクリーニング性、耐洗濯性が要求される。柔軟で、かつ溶剤や水にとけては不可ない。このため、高級な織物の接着には、専ら熱硬化型アクリル樹脂か、ポリウレタンが使用される。合板／塩ビ（塩ビ合板）の接着には、従来、酢酸ビニル／ブチルアクリレート共重合体が独占的に使用されてきた。1969年より、この分野にエチレン／酢酸ビニル共重合体が進出している。塩ビの電気植毛用バインダー（塩ビシートの上に細い繊維を植付けるとビロード状のものができる、ジャンパー、靴、袋物、サンダルなど）として熱硬化型アクリル樹脂が独占的に使用されていたが、最近では価格の点から、ニトリルゴムラテックスに

追抜かれた。感圧接着剤は、ほとんど天然ゴム／天然ロジンの混合によって作られているが、耐光性が劣ることが最大の欠点である。アクリル樹脂は光に強いので、最近、アクリル樹脂系感圧接着剤が伸びている。写真のアルバムで、糊で貼りつける必要のないものが伸びている。台紙の上に写真をのせ、その上に塩ビのフィルムをあておくだけでよい。写真は必要に応じて自由自在に場所を変えることができる。従来は、台紙の上にうすく天然ゴムラテックスが塗布されていた。天然ゴムは老化による着色がひどいので、最近ではアクリル・エマルジョンを塗布したものが進出している。台紙用の塩化ビニルやゴムの手袋の内側に毛が植付けてあるが、そのバインダーにも、アクリル・エマルジョンが使用されている。

3.1.2 シアノアクリレート（瞬間接着剤）

金属、ガラス、陶磁器などの無機物では2分位で硬化する。プラスチック、ゴムでは、もっと時間がかかる。ポリエチレンなどの無極性プラスチックは接着できない。

3.1.3 嫌気性接着剤

主にネジ穴のシールに使用される。硬化が短時間のものから長時間のものまで、また、硬化後ネジの取外しができるものとできないものまで、各種のグレードのものがある。

3.1.4 ポリビニルアルコール（ポバール、PVA）

水にとける接着剤である。主として紙の接着に使用される。最も多いのはダンボール用のガムテープである。紙のテープにポバールを塗り、乾燥したものがガムテープである。ダンボールの封をする時、水を濡らせて接着する。このような使用法を再湿糊という。封筒などで、水を塗れば接着する糊も再湿糊である。インテリア用の壁紙、クロスにもポバールを塗ったものが多い。これは普通のフスマ張りの要領で、刷毛で水を塗って貼りつけられればよい。再湿糊には、ポバールの他、デキストリン、アラビヤゴムなども使用される。切手などはデキストリンである。ガムテープの糊は、ポバールか、膠である。最近では、これらのガムテープに代って感圧接着剤（粘着剤）を塗布したテープがダンボールのシール用に進出している。感圧接着剤の方が、水を塗る手間が省けるので簡単である。

3.1.5 ポリビニルブチラール

自動車の安全ガラス（合せガラス）に独占的に使用される。ガラスにブチラールのフィルムをはさんで、加熱融着する。ブチラールは柔軟でかつ強いので、自動車の衝突により窓ガラスが割れても、ブチラールで接着してあるので、ガラスが破片にならばならない。米国では法律により規定されているので、自動車には、全部合せガ

ラスが使用されている。日本では、輸出用の車は安全ガラスになっている。国内用は今迄は全部強化ガラスであったから、ガラスの破片による負傷も多い。最近、二三の車種ではフロントガラスだけに合せガラスが使用されている。一日も早く全車種に合せガラスを使用するよう、米国なみの安全規則を施行すべきである。テレビの爆発によるガラスの破片による負傷を防ぐため、米国ではブラウン管の外側にブチラールのフィルムが接着されている。日本ではどうなっているか知らないが、

3.1.6 ポリビニルホルマール

ホルマールは繊維としてはビニロンで著名である。ホルマールの性質は大體ブチラールと似ているが、ブチラールより融点が高く（165°C位）、硬く、強いので、欧米各国では、航空機の接着に大量に使用されている。フェノール樹脂を混合して使用する。詳細は“構造用接着剤”の項を参照されたい。単独ではホットメルト接着剤として使用できる。熱でとがして塗るだけでよい。アルミニウムよりは強い。

3.1.7 ポリエチレン

ポリエチレンの接着は、無極性のため、普通の極性接着剤による接着は困難である。しかし、ポリエチレン自身はホットメルト接着剤として包装材料では広汎に使用されている。たとえば、菓子の錠剤の包装にはアルミ箔に、ポリエチレンを薄くラミネートしたものが使用されている。アルミ箔だけでは防湿も不十分で、しかも錠剤を1個ずつ包装するのに困る。ポリエチレン・ラミネートでは防湿も完全になり、しかも加熱した金属の型を押しつけければポリエチレンだけがとけて融着するので、錠剤を同時に1個ずつ包装することができる。その他、紙、セロハン、アルミ箔にポリエチレンをラミネートしたものが、菓子、食品の包装に大量に使用されているが、これらの包装材料はいずれも、ポリエチレンをホットメルト接着剤として利用したものである。

3.1.8 エチレン／酢酸ビニル共重合体

ドライのもの、エマルジョン型のものがある。ドライのものは、ホットメルトとして使用量が急速に増大している。電話帳はあれ程厚いが、糸や針金は全く使用されていない。従来は酢ビエマルジョンで接着されていた（背面に塗るだけで製本ができる）。これを無線とじという。最近ではエチレン／酢ビホットメルトが酢ビエマルジョンを追いついている。雑誌、参考書、ノートなど耐久性の必要のないもので、何万、何十万と製本するものは、すべてホットメルトに代った。ホットメルトの使用により製本作業が極めて高速化されたわけである。その他、合板の中芯の接着、包装関係（紙箱の封）、ラベル貼りなど、高速自動化が要求される場所にホットメルト

が急速に伸びている。これは全くこの2、3年の出来事である。

エマルジョンは日本では69年から石油化学により大量生産されるようになった。酢ビエマルジョン、アクリルエマルジョン、ゴムラテックスと、紙、包装、繊維などの分野で激しく競合している。塩ビ合板の接着では従来、酢ビ/ブチルアクリレートが独占的接着剤であったが、ここでも低価格により烈しい勢いで競合している。

3.1.9 エチレン/アクリル酸共重合体およびその金属架橋物 (アイオノマー、サーリン)

これらは、ポリエチレンと金属の接着剤に適しているといわれる。まだ、国産化されていないので、一般には普及していない。輸入品が国内で販売されている。

3.1.10 ポリ塩化ビニル

ポリ塩化ビニルを溶剤にとかしたものは、硬質塩化ビニルのパイプの接着に用いられる。最近では、これにポウレタン (デスモコール400) が若干添加されている。塩ビパイプの接着には、その他エポキシも用いられる。

塩化ビニルの粉末を可塑性で練ったものをプラスチックという。これは塩ビ鋼板に用いられる。塩ビ鋼板は、プレハブ住宅の壁面、船室の壁、輸出用カラーテレビのケース、バス、車両の壁面、トランク、魔法瓶、事務機のトップ、自動車のダッシュボードなど極めて広範囲に用いられているが、作り方には2種ある。1つは塩ビのシートを接着剤で鋼板に貼りつける方法で、接着剤としては、塩ビ/酢ビ/マレイン酸3元共重合体か、ニトリルゴムが用いられる。もう1つは、プラスチックをスチール板に塗布、加熱硬化させる方法である。また、最近、プラスチックに DAP 樹脂 (ジアリルフタレート) を混合したものは、自動車工業で、熱硬化型の鋼板用接着剤として大量に使用されている。鋼板の端を折り曲げて接合した場所の凹んだ部分にプラスチックを充填し、平滑表面にする。その上から塗装する。塗料の焼付け工程で、硬化する。油吸収接着剤としても有名になった。普通の接着剤で金属を接着する時、表面に油がついていると接着しない。しかし、これは油が附着していても大丈夫である。

3.1.11 塩化ビニル/酢酸ビニル共重合体

これは主に軟質の塩化ビニル・シート、レザーなどの接着剤に使用される。自動車の内装関係でも大量に使用されている。軟質塩化ビニルの接着には、その他ニトリルゴムも多い。

3.1.12 塩化ビニル/酢酸ビニル/無水マレイン酸3元共重合体

塩ビ鋼板を作る時、半硬質塩ビシートと鋼板との接着剤に使用される。

3.1.13 ポリアミド

ポリアミドの中、接着剤に使用されるものには2つのタイプがある。1つはバーサミド型で、1つはバーサロシ型である。バーサミド型はエポキシの硬化剤として一般に使用される。バーサロン型はホットメルトとして使用される。バーサミドも、バーサロンも General Mill 社の商品名であるが、日本では、数社により同種のものが国産化されている。

ホットメルトは、缶の接着に使用されている。最近、日本でも、塗料缶、雑缶などは従来のハンダに代り、70%までがポリアミドになった。靴の接着には、従来はネオプレンゴムが使用されていたが、最近ポリアミド系のホットメルトが進出している。電気工業で使用されているプラスチックハンダはポリアミドである。

3.1.14 ナイロン

ナイロンは繊維として有名であるが、金属用の接着剤としても極めて重要である。ナイロンの中、6と66とは繊維に用いられる。共重合ナイロン (たとえば Du Pont 社の Zeitel 61) にエポキシを混合したものは、米国では航空機の接着剤として大量に使用されている。ナイロン11にエポキシを混合したものは、米国ではビール缶の接着にハンダの代りに使用されている。この1~2年の間に、日本でもビール、ジュース、果物などの食品用の缶の接着は、ハンダからナイロン11、または12/エポキシ系の接着剤に代るだろう。これらのナイロンはまた単独でホットメルトとして利用することもできる。欧米各国では、ナイロンが繊維製品の接着にホットメルトとして使用されているので、やがては日本でも普及することであろう。ナイロン/フェノリックは耐熱性が大きい。短時間なら5,000°Cに耐えるので、人工衛星、ロケットのノーズコーン、およびロケット噴射ノズルの耐熱塗料にも使用されているが、人工衛星から地球に帰投する時のカプセルは、ナイロン/フェノリックによるフィラメントワインディングにより作られている。

アルコキシメチル化ナイロン (タイプ8ナイロン) はナイロンの接着剤に用いられる。靴下のラン防止剤が百貨店で売っている。ナイロン系の合成皮革は、表面にタイプ8ナイロンが塗布されている。

ナイロンをフェノール、クレゾールなどの溶剤にとかしたものは、ナイロン・シート、成型物の接着に使用される。

3.1.15 飽和ポリエステル

ポリエステルを大別すると、不飽和ポリエステルと飽和ポリエステルに分けることができる。不飽和ポリエステルは強化プラスチック用の樹脂である。飽和ポリエステルは繊維 (テトロン)、フィルム (マイラー) として

有名である。結晶性ポリエステル(テトロン、マイラー)は溶融接着後、自然放冷すると白色粉末状になるため、接着剤にはならないが、急冷無定形化すれば大きな強度が得られる。極めて強いので、金属のホットメルト接着剤として使用できる。共縮合無定形ポリエステルが接着剤として市販されている。特に結晶性ポリエステルの接着に適している。

3.1.16 ニトロセルロース

力が強く、価格が安いので、高性能を要求しない場所に広く利用されている。たとえば、学校工作用、自動車、電機など。易燃性が欠点。

3.2 熱硬化性接着剤

3.2.1 フェノール樹脂

木材用接着剤。水に強いので、日本では木造船の組立てに使用される。米国の合板は日本のラワン合板とは異なり、ダグラス・ファーなどの針葉樹合板で、屋外の構造材料として使用されるので、フェノール樹脂が使用されている。

3.2.2 レベルシノール(レゾルシン)樹脂

フェノール樹脂より硬化が早く、耐水性も大きい。日本では木造船の接着剤として使用される。

3.2.3 キシレン樹脂

性質、用途は大体フェノール樹脂と同じである。

3.2.4 尿素樹脂

非常に安い木材用接着剤。日本のラワン合板の接着剤は大部分が尿素樹脂である。安いので、土を固めるにも大量に使用されている(たとえば地下鉄工事)。

3.2.5 メラミン樹脂

尿素樹脂より耐水性が大きい。日本では耐水合板を作る時には、尿素樹脂にメラミン樹脂を混合したものが使用されている。化粧板に大量に使用されている。デコラなどの化粧板は、印刷紙をメラミン樹脂液に含浸、合板に圧着、硬化させて作る。

3.2.6 ベンゾグアナミン樹脂

最近、化粧板に使用されるようになった。

3.2.7 アセトグアナミン樹脂

最近、化粧板に使用されるようになった。

3.2.8 ジアリルフタレート(DAP)

最近、化粧板に使用されるようになった。

3.2.9 エポキシ樹脂

大ていの極性材料によく接着する。硬化すると、非常に硬くなるので、柔軟な材料には不適當である。一般に、エポキシは非常に強い接着剤であると信じられているが、強いのはせん断強度だけで、はくり、曲げ、振り、衝撃、疲労などの強度は小さいので、注意が必要である。詳細は、“構造用接着剤”の項でのべられると思うので省略

する。

3.2.10 熱可塑性エポキシ(Phenoxy)

力が強いので金属の接着に適している。

3.2.11 ポリウレタン

ポリウレタンは硬いものから柔いものまで自由に行うことができる。日本では、柔いものだけで、繊維用、ポリウレタン用接着剤、シーラントに用いられる。米国では、金属用の硬い接着剤が作られている。宇宙開発で、極低温用の金属の接着剤として使用されている。最近、強化プラスチック用の接着剤が Goodyear 社で開発された(Pliogrip)。これは金属の接着にも使用されているが、点溶接に匹敵するといわれている。

3.3 ゴム系接着剤

3.3.1 天然ゴム

段値が安いので、繊維、その他各種の材料に使用されている。しかし、光、熱に弱いのが欠点である。天然ゴムと同じ構造の合成スズー1, 4-ポリイソプレンも同様に使用されている。感圧接着剤(セロテープ、ラベルなどの粘着剤)の大部分は天然ゴムにロジン(rosin)を混合して作る。宿屋で貴重品を入れる紙封筒の糊は天然ゴムラテックスである。また、天然ゴムラテックスを塗ったダンボール箱もある。

3.3.2 塩化ゴム

天然ゴムを塩素化して作る。ゴムと金属の接着剤として有名。最近では、ポリブタジエンを塩素化したものも、ゴムと金属の接着に使用される。

3.3.3 ポリクロロプレン(ネオプレン)

ゴム系接着剤の中では最も広く使用される。はくり、曲げ、振り、衝撃、疲労に極めて強い。靴の接着剤として独占的に使用されている。自動車、航空機、建築などで、内装材の接着に広汎に使用されている。たとえば、家の内装で、壁面の化粧板、天然木単板などの接着は、現在ではすべてネオプレンになった。

3.3.4 ニトリルゴム

ネオプレンは無極性材料を除いては大ていの物の接着ができるが、軟質ポリ塩化ビニルの接着には使用できない。それは可塑剤に侵されるからである。ニトリルゴムは可塑剤に強いので、ポリ塩化ビニルの接着に使用される。また、金属の接着にも使用される。

3.3.5 スチレン/ブタジエンゴム

これは粘着性に劣るため、一般用接着剤としては使用されないが、モルタルとか、コンクリートに混ぜて使用される。たとえば、モルタルに入れると、モルタルと下地のコンクリートとの接着性がよくなり、また、モルタルのヒビ割れが防止できる。ポリ酢酸ビニル、アクリル樹脂もモルタルに添加される。百貨店で売っている日曜

大工用モルタルには、以上三者のどれかが配合されている。タイヤの接着剤として使用される（ゴムと木綿、人絹コードとの接着）。

3.3.6 スチレン/ブタジェン/ビニルピリジン 3元共重合体

ナイロンタイヤコードはスチレン/ブタジェンゴムラテックスでは接着できなかった。このビニルピリジン 3元共重合体が開発されて始めてナイロンとゴムの接着が可能となった。ナイロンコードタイヤを作る時には、ナイロンコードを、ビニルピリジン 3元共重合体ラテックスとレゾルシン-ホルムアルデヒド樹脂溶液の混合物（価格を下げるため、さらにスチレン/ブタジェンゴムラテックスも混合する）に浸漬、乾燥、未加硫ゴムを加硫接着する。

3.3.7 ブチルゴム

未処理のポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP) に接着するのは、ブチルゴムだけである。市販の PE、PP 用接着剤はほとんどブチルゴムの溶液か、ラテックスである。未加硫では力が弱い、加硫すると、力が強くなる。

3.3.8 再生ゴム

各種のゴムの屑から作る。建築、自動車などの内装に大量に使用されている。米国では最も安い接着剤の 1つであるが、日本ではまだ安いとは言えないので、米国ほどには広く利用されていない。

3.3.9 ポリサルファイドゴム (チオコール)

建築、自動車、航空機の窓ガラスのシールに使用される。航空機のシールには、独占的に使用されている。自動車では、従来、窓ガラスは窓枠にとりつけられたゴムの中へハメ込む方式であったが、衝突の際、ガラスが外れて飛ぶ危険があるので、米国で安全規制が改正になり、航空機のように、チオコールで接着するようになった。

建築では従来、窓ガラスのシーラントにはパテが使用されていたが、パテはクラックが起り易いので、今では安物の建築に限られている。今では、チオコール、シリコン、ポリウレタン、ネオプレン、エポキシが競合している。シリコンが耐水、耐熱、耐候性の点で最もすぐれているが、今ではこれらの中で最も高いので、高級建築に限られている。チオコール、ポリウレタン、シリコンゴムは、また、高速道路、飛行場の建設にも使用される。最初、高速道路は現場でコンクリートを流して作られた。次に、能率を上げるため、工場でコンクリートパネルを作り、現場に運び、パネルをエポキシ樹脂で接

着する方法が試みられた。エポキシは硬すぎるため、自動車が通ることによるくり返し曲げに耐え切れないので、簡単に破壊した。数年前の高速道路のコンクリートパネルが外れて段がついているのはこのためである。そこで、最近では、パネルの接着にもっと柔軟で強いチオコール、ポリウレタン、シリコンなどが使用されるようになった。米国では飛行場の滑走路もこの方法で作られている。日本では伊丹空港の滑走路の拡張工事に始めてこの方法が採用された。チオコールとポリウレタンが別の場所に比較対照のために使用されている。

3.3.10 シリコン RTV (室温硬化シリコンゴム)

これはシーラントとして使用される。200°C まで耐える。耐水性、耐候性が特にすぐれている。金属、陶磁器、ガラスなど特に無機物に強く接着する。宇宙開発用のものは、短時間なら 3,000°C に耐えるので、アポロのカプセルのシーラントにも使用されている。感圧接着剤も作られているが、200°C に耐える。

3.4 混合系接着剤

熱硬化性樹脂 (エポキシ、またはフェノール樹脂) に、熱可塑性樹脂 (ナイロン、ポリビニルホルマール、ポリビニルブチラール)、またはゴム (ニトリルゴム、シリコンゴム) を配合すると、せん断だけでなく、はくり、曲げ、振り、衝撃、疲労に強い接着剤ができる。これらは航空機の接着剤として大量に使用されている (構造用接着剤の項参照)。構造用以外では、高級な場所に使用されている。たとえば、自動車のブレーキシューの接着剤、プリント配線の絶縁板と銅板との接着、ビールなどの食用缶の接着などがある。

3.5 天然物

でん粉、デキストリン、アラビヤゴムは紙および紙ラベルの接着剤として広く使用されている。でんぷんはダンボールの接着剤として独占的に大量に使用されている。カゼイン (ミルク蛋白)、ツェイン (トウモロコシ蛋白)、グルテン (小麦蛋白)、大豆蛋白、などの蛋白、および血液アルブミン (血粉) などは、今でも合板の接着に使用されている。尿素樹脂に混合して使用する。膠は家具木工関係では、ほとんどポリ酢酸ビニルに追放されたが、紙ペーパー、研磨布のバインダーに使用されている。米国ではホットメルト接着剤としても使用されている。水ガラスは 10 年前までは、ダンボールの接着剤として大量に使用されていたが、今ではでん粉に代った。無機物の粉末のバインダーとして使用される程度である。