

LOCTITE
確実な成功に向けて

プラスチックの構造用接着の選択肢

Rachel Nashett

Henkel Corporation

レビュー: Robert Ignatzek,

Global Technology Managers, Henkel AG & Co. KGaA (2014 年 12 月)

LOCTITE
BONDERITE
TECHNOMELT
TEROSON
AQUENCE

要旨

プラスチックは日常生活に欠かせない要素になりました。プラスチックを一切使用しない製造工程を見つけるのは難しいでしょう。金属だけで構成されているように見える製品でも、金属製品の性能、外観、寿命を向上させるポリマー材料を使ってコーティング、シーリング、接着接合されているのが通常です。

プラスチックは、プラスチックの種類、充填剤、接着剤をほぼ無限に組み合わせることが可能で、それらを比較的 low コストで配合し、多種多様な方法で加工できることから、広く受け入れられています。

プラスチックを原料とするアッセンブリーやプラスチックが含まれるアッセンブリーを設計する場合、信頼できる方法によってアッセンブリーを構造的に結合させることがしばしば重要になります。プラスチックは、接着剤ソリューションを用いて多様な被着材に確実に固定することができます。

基礎情報

接着剤は、従来の機械的な留め金具や溶接でアッセンブリーの構造を保持する場合にかかるコスト、時間、廃棄物を削減するために生産市場に導入されたものです。

工業用接着剤は、異なる基材の接着に有効であり、応力や振動を分散し、構造アッセンブリーの外観を高めるために使用します。

今日の競争市場では、生産を合理化し、より優れた信頼性の高いアッセンブリーを製作することが現代製造業で成功するための重要な要因です。接着剤は、プラスチック産業で溶着の代替として、また異なる基材を接合し、幅広い製品や用途向けの構造を保全するために利用され、成功してきました。接着剤の用途は、重要な医療用部品の接着から重機まで多岐にわたります。

接着剤で接合されたアッセンブリーの構造の保全を確保するため、十分な時間をかけて接合部の設計と接着剤の選択を検討する必要があります。

Materials Engineering 発行の『Engineers Guide to Plastics』によると、接着剤は 36 種類以上のプラスチックの接着に有効です。ほかのプラスチック接合法では、これほど多くの種類のプラスチックを接合することはできません。

設計上の要件

正しく接着した場合、プラスチックの引張強度が低く、接合部の重なりが大きければ、接着剤の接合部が破損する前にアッセンブリーの被着材が破損する可能性があります。接着剤による接合部にかかる力には、主に引張、せん断、圧縮、はく離、割裂の 5 つがあります。

引張力とは、アッセンブリーをボンドラインとそれに接する被着材に対し垂直方向に引き離したときに、接着剤による接合部にかかる力です。多くの種類の接着剤は、この引張面で試験すると良好な結果が得られます。

せん断力とは、接着剤による接合部を面に沿って互い違いに平行に引っ張ったときに被着材にかかる力です。ほとんどの接着剤の認証や試験ではせん断面で評価をします。多くの構造用接着剤は、せん断力をかけられたときに良好な性能を示します。

圧縮力とは、接着した被着材を外力で垂直方向に押し合わせたときにアッセンブリーにかかる力です。接着したアッセンブリーが得意とする力です。

はく離力と割裂力は似ており、接着したアッセンブリーの前縁にかかる力です。これらは、接着した材料の端部に不均等な応力をかけます。接着剤が前縁に沿って引き離され始めると、接着剤に生じた亀裂がボンドライン全体に広がり始める可能性があります。接着したアッセンブリーが不得意とする力です。

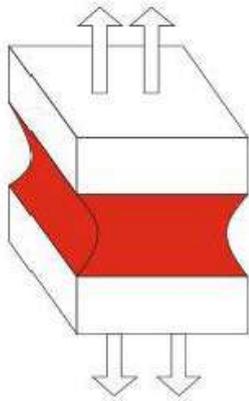


図 1.引張力の例

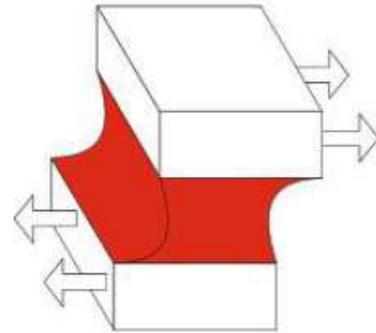


図 2.せん断力の例

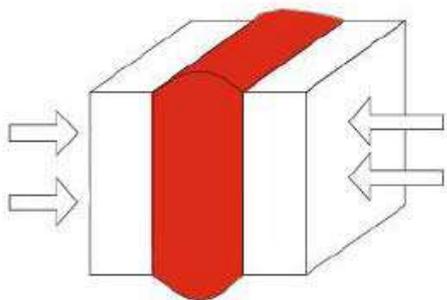


図 3.圧縮力の例

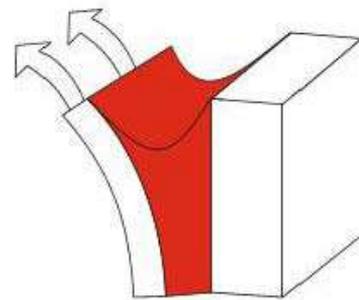


図 4.はく離力の例

接合部にかかる可能性のある力は、接着剤の選定プロセスにおいて重要な検討要素です。ある条件下で性能を発揮する接着剤や、ほかの接着剤に比べ特定の力に特に優れた耐性が発揮されるように設計された接着剤もあります。

接着剤選定プロセスでは、アッセンブリーが曝される環境条件を検討する必要があります。それには、温度、紫外線、表面汚染、表面処理、溶剤、薬品への曝露が含まれます。それぞれの接着剤の化学的性質は、固有の製造条件や最終使用条件を満たすように設計されています。

現在の構造用接着剤技術

製造業者の接着ニーズに対応して、多種多様な接着剤技術が提供されています。プラスチックの構造用接着に使用される最高性能の接着剤は、主にエポキシ系、シアノアクリレート系、メタクリル酸メチル系の3つに分類されます。

製造システムに適した接着剤のタイプは、接着する材料、接合部の設計、アッセンブリーの最終使用条件によって異なります。

エポキシ系接着剤

エポキシ系は、一液型または二液型の構造用接着剤です。エポキシ系には無限の隙間充填性と深部硬化性があり、耐熱性と耐薬品性に優れ、凝集力(接着剤内の強度)が高く、体積収縮率が低く、せん断強度とはく離強度が良好で、エポキシ系接着剤の多くは機械加工や塗装が可能です。また、エポキシ系は様々な配合ができるため、配合変更や改良にも容易に対応することが可能です。

エポキシ系接着剤は、エポキシ樹脂と硬化剤の間で共有結合が形成されると硬化します。硬化を速めるために触媒を添加することもできます。加熱もエポキシ系接着剤の硬化を促進します。加熱により接着部における接着剤の架橋密度を高めることが可能であり、その結果、硬化強度の向上につながります。

エポキシ系接着剤にはいくつか制約があります。エポキシ系は硬化が遅い傾向があり、固着時間は5分～2時間程度です。この硬化が遅いという特性は、接着剤を塗布してからパーツを結合するまでに時間がかかる場合や、接合後にパーツを再配置する必要がある場合には有益なこともあります。

エポキシ系接着剤は硬化中に発熱するため、熱に弱いパーツの使用を予定している場合にはその点を考慮する必要があります。

ボンドラインの隙間が大きいパーツや、高温または薬剤への耐性があるパーツを接着する場合、エポキシ系接着剤がその課題をクリアしてくれるかもしれません。

シアノアクリレート系接着剤

シアノアクリレート系接着剤(CA)は、一液型で固着が速く、室温で硬化する接着剤であり、ほとんどの被着材への接着に優れています。CAは一液型であるため、容易に自動化して生産ラインに組み込むことができます。CAは水状からジェル状まで幅広い粘性を持ち、また、耐湿・耐無極性溶媒性に優れます。

シアノアクリレート系接着剤は、水(空気中の湿気として存在)などの弱塩基があるとアニオン重合し、接着剤中に存在する酸安定剤が中和されます。シアノアクリレート中の酸安定剤が中和されると、急速な重合が起こります。

CAにはいくつか制約があります。CAは皮膚に付着しやすく、隙間充填性・硬化性が限られ、極性溶媒(イソプロパノール、アセトン、塩化メチレン)への耐性が低く、ガラス被着材上では長期的な耐久性に劣ります。

その他、乾いた表面や酸性の表面では硬化が遅いこと、耐衝撃性と離強度が低いこと、高温下での性能が低いこと、ポリオレフィンへの接着強度が低いことなどの制約もあります。

硬化促進剤は、シアノアクリレートの硬化速度を高め、固着時間を短縮し、隙間に対する硬化性を高めます。

プライマーは溶剤ベースの製品で、被着材に塗布し、ポリオレフィンのような表面エネルギーの低い難接着材料への接着を促進するために使用します。

CAには、接着するアッセンブリー上でCAのはく離強度と衝撃強度を高めるゴム強化剤が含まれるものもあります。

表面状態の影響を受けにくい接着剤は、酸性の表面での接着性能を強化し、低湿度の硬化環境における接着性能を強化します。表面状態の影響を受けにくいCAは、一般に、ほとんどのプラスチックに良好な接着強度を与えます。アッセンブリーの破壊試験では、接着剤よりも先にプラスチック材料が破損することもあります。

二液型シアノアクリレート系接着剤

二液型シアノアクリレート系接着剤は、シアノアクリレート系接着剤業界において最新の革新的な接着剤の1つです。

二液型CAは、二液型で固着がごく速く、室温で硬化する接着剤です。そして、様々な被着体への密着性に優れています。二液型であるため、標準的なCAより自動化して生産ラインに組み込むのはやや困難です。現在、二液型CAはジェルタイプのみ販売されています。二液型CAは耐湿・耐無極性溶媒性に優れています。

ヘンケルの二液型CA接着剤は、ミックスノズル付きデュアルカートリッジ入りです。カートリッジの片側にはシアノアクリレートモノマー樹脂が、もう片側には接着の硬化を促す専用触媒が充填されています。エポキシ系接着剤と同様、二液型CAは硬化中に発熱します。

二液型CAは、従来の一液型CA接着剤と異なり、水分で硬化するシステムに限定されないため、広い隙間の充填や硬化の能力に優れています。二液型CAは一液型CAよりも硬化が速く、酸性の表面や低湿度の硬化環境における接着性能が強化されています。また、二液型CAは、ほとんどのプラスチックに高い接着強度を与え

ます。一液型 CA と同様、アッセンブリーの破壊試験では接着剤より先にプラスチック材料が破損することもあります。

メタクリル酸メチル系接着剤

メタクリル酸メチル系(MMA)接着剤は、樹脂と硬化剤の二液型の構造用接着剤です。樹脂と硬化剤を適切な比率で混合すると室温で硬化します。

MMA 接着剤の樹脂は、アクリルモノマーに融解したエラストマーで構成されています。接着剤中のエラストマーが MMA に強度と耐熱性を付与しています。MMA 接着剤の中の過酸化物が、MMA 硬化剤または触媒に曝されると分解し始め、ラジカルを生成して重合します。MMA 接着剤は、プラスチック、合成材料、金属に対する高強度の構造用接着剤として使用します。

MMA は製造業者のニーズに応じて様々な配合可能な多用途の接着剤です。MMA は、高い含有量のゴム系フィラーの添加を可能にし、優れた強度特性も維持します。

ゴム充填剤を添加することにより、優れたはく離強度と衝撃硬度をもつ硬化物になります。MMA には、ガラスビーズが配合されたものもあり、接着剤の厚みを保ちます。MMA 接着剤は可燃性で発熱し、深部硬化が 0.03 インチと限られているものもあり、強い臭気があります。

MMA 接着剤は、幅広い被着材への接着に優れ、耐薬品性が高く、はく離強度と衝撃強度が高く、優れた隙間充填性があり、硬化時間は 5 分から 1 時間です。MMA 接着剤は、2 分で固着強度を発現しますが、最終強度に到達するまで 4~24 時間かかります。他の接着剤とは異なり、MMA は様々な表面の汚れに対処でき、強力で確実な接着力を発揮します。

まとめ

接着剤は、急速に生産現場に広がり、コストと時間の節減、廃棄物の削減、より優れた強力で信頼性のあるアッセンブリーの構築に役立っています。接着剤を正しく選択すれば、プラスチックを多種多様な被着材に固定させる用途に使用することができます。

アッセンブリーに使用する接着剤を選定するプロセスは、多少の注意が必要です。しかし、接着剤をプロジェクトの設計段階(あるいはその後の段階であっても)で導入すれば、手間なく製造工程の合理化を図ることが可能であり、その結果、高品質・低コストのアッセンブリーを市場に供給できるようになります。