



接着の基礎知識3

構造用接着剤の種類と選び方

もくじ

- | | |
|-----------------------------|----|
| 1. 構造用接着剤とは | …2 |
| 2. エポキシ系接着剤 | …2 |
| 3. アクリル系接着剤 | …5 |
| 4. ウレタン系接着剤 | …6 |
| 5. エポキシ系、アクリル系、ウレタン系接着剤の選び方 | …7 |

iPROS

株式会社イプロス
Tech Note 編集部

前回は、分子間力による接着の過程・表面改質・内部応力を解説しました。第3回では、構造用接着剤の種類と長所・短所、選び方について説明します。特に、接着剤の短所を知ることによって、接着不良による事故を防ぐことができます。構造用接着剤は厳しい環境で用いられることが多く、事故による被害も大きくなります。構造用接着剤の特徴を学んで、接着不良を起こさないようにしましょう。

1. 構造用接着剤とは

構造用接着剤とは、強度と耐久性が必要な箇所に用いられる接着剤のことです。JIS K 6800 接着剤・接着用語では、長期間大きな荷重に耐える信頼できる接着剤と定義されています。代表的な構造用接着剤として、エポキシ系接着剤、アクリル系接着剤、ウレタン系接着剤があります。ブレーキシューなどの接着では耐熱性が要求されるため、フェノール系接着剤も使われます。

エポキシ系接着剤は、長年にわたって多くの用途に用いられています。しかし、近年では要求条件が複雑化・高度化し、アクリル系接着剤やウレタン系接着剤の使用が増えています。今回は、エポキシ系、アクリル系、ウレタン系接着剤について、詳しく見ていきましょう。

2. エポキシ系接着剤

エポキシ系接着剤とは、エポキシ樹脂を主成分とする接着剤のことです。エポキシ系接着剤の形状、硬化機構、特徴、使用上の注意点をまとめました。

1：エポキシ系接着剤の形状

エポキシ系接着剤は一般的には液状で、固形状もあります。液状は2液型と1液型に分けられます。2液型は、主剤(エポキシ樹脂)と硬化剤(ア

ミンなど) が別々になっており、所定配合比で計量・混合して使用します。
1 液型は主剤と硬化剤があらかじめ混合されており、加熱硬化タイプとプレミックスフローズンタイプ (2 液型接着剤を計量・混合・脱泡してシリンジに詰め、低温にして反応を止めているタイプ) があります。固形のエポキシ系接着剤も、主剤と硬化剤があらかじめ混合されており、フィルム状やペレット状、粉末状があります。

2：エポキシ系接着剤の硬化機構

2 液型エポキシ系接着剤では、2 液型主剤と硬化剤を十分に混合し、決められた温度以上にすると付加重合 (二重結合や三重結合を持つ不飽和化合物が付加して、重合体になる反応) が起こって硬化します。2 液型は種類によって室温、中温、高温などで硬化反応を起こし、1 液型や固形は一定温度以上に加熱することで、硬化剤が活性となって硬化します。

3：エポキシ系接着剤の特徴

エポキシ樹脂自体は、機械的特性や電気的特性、耐薬品性などに優れていますが、一般に固くてもろいため、ナイロン、ニトリルゴム、フェノールなどで変成することで構造強度・低温特性・耐熱性・粘り強さなどが付与されています。加熱硬化型の中には油面接着性を有するものがあり、油が付着した面でも脱脂なしで接着できます。エポキシ樹脂中には、多量の銀や銅などの金属粉末を添加して導電性を付与したものもあります。また、1 液型は一般に 100℃以上の加熱が必要ですが、80℃程度で硬化するものもあります。1 液型接着剤の硬化剤は一般的には粉末状ですが、液状の硬化剤もあります。

4：エポキシ系接着剤の注意点

エポキシ系接着剤を使用する際の注意点をまとめました。2 液型と 1 液型で注意すべき点は異なります。

2 液型エポキシ系接着剤の注意点

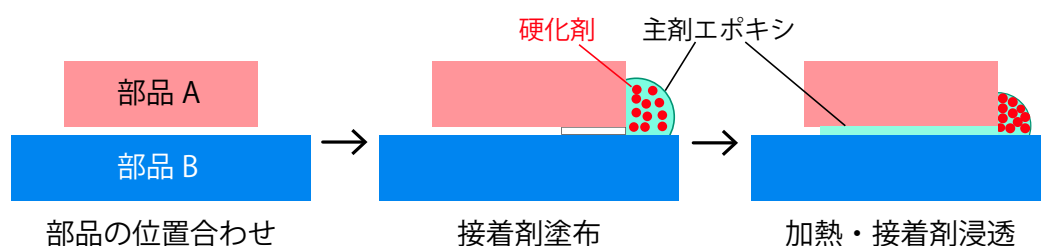
- ・ 2 液の配合比の許容範囲が狭い
- ・ 混合開始から貼り合わせまで、ポットライフ内で行う必要がある（ポットライフ：硬化せずに接着剤としての機能が発揮できる時間）
- ・ 10℃以下の低温では、硬化しにくい
- ・ 硬化後の硬度が高いものははく離、衝撃に弱いため、カタログでせん断強度とはく離強度の両方を見る必要がある
- ・ 基本的に油面接着性はないため、接着面の十分な脱脂・清浄が必要である

1 液型エポキシ系接着剤の注意点

- ・ 低温または冷蔵保管が必要である
- ・ プレミックスフロースタイプは保管温度が低く、保管可能期間も短い
- ・ 接着剤のグレードによって、加熱温度に必要な最低温度がある
- ・ 接着剤中に水分や空気などの気体が混ざっていると、加熱硬化時に発泡の原因となる
- ・ 硬化後の硬度が高いものは、一般にはく離、衝撃に弱いため、カタログでせん断強度とはく離強度の両方を見る必要がある
- ・ 油面接着性の有るものと無いものがある

粉末硬化剤を用いた 1 液型で浸透接着を行う場合、未硬化になる可能性がある点にも注意しましょう。硬化剤は一定温度以上になるまで溶解しないため、エポキシ樹脂が昇温中に粘度が低下して接着部に浸透しても、硬化剤が接着部に浸透しないために生じます。（図 1）。

図1：1液加熱硬化型エポキシ系接着剤の未硬化（赤色部だけが硬化し、水色部は未硬化）



3. アクリル系接着剤

アクリル系接着剤（SGA：Second Generation Acrylic Adhesive）とは、アクリル樹脂を主成分とする接着剤のことです。2液型と主剤・プライマー型がほとんどで、1液型もあります。アクリル系接着剤の硬化機構と特徴、使用上の注意点をまとめました。

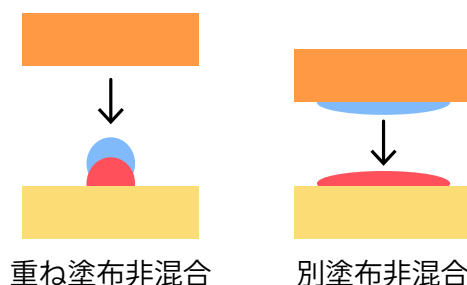
1：アクリル系接着剤の硬化機構

2液型は主剤と硬化剤の接触、主剤・プライマー型は主剤とプライマーの接触によってラジカル連鎖反応が生じ、室温でも短時間で硬化します。1液型は加熱によって硬化します。

2：アクリル系接着剤の特徴

アクリル系接着剤の最大の特徴は、作業性が優れていることです。優れた油面接着性を有していて、シリコン離型剤などが付着した面でも凝集破壊を起こします。また、重ね塗布や両面別塗布により、2液を混合しなくても接着が可能です（**図2**）。

図2：2液型アクリル系接着剤による重ね塗布と別塗布



アクリル系接着剤には、表面改質していないポリエチレンやポリプロピレンを接着できるものがあります。ポリエチレンやポリプロピレンは、一般には表面改質なしでは接着できません。また、高温でも強度に優れたものや弾性を有するものがあったり、室温短時間硬化性や配合比の許容範囲が非常に広かったりするなどの特徴もあります。

3：アクリル系接着剤の注意点

アクリル系接着剤を使用する際の注意点をまとめました。使用方法によつ

て未硬化部が生じやすい点や、発熱が起きる点に注意しましょう。

- 2液型での重ね塗布や別塗布では、2液の位置がずれると未硬化部が生じる
- プライマー型や2液型の重ね塗布・別塗布では、接着層の厚さが1mm以上では未硬化が生じる
- 容器で2液を混合すると急激な発熱・硬化を起こすため、容器での計量・混合は避ける
- ポットライフを経過すると急激に反応硬化する
- シリコーン離型剤が付着した面でも接着するので、治具の離型にはフィルムを用いる必要がある
- プライマー型では、プライマーが塗布されていない部分に未硬化部がMMA（メチルメタアクリレート）を主成分としたタイプは臭気が強く、非MMAタイプは臭気が少ない
- MMAを主成分としたタイプは危険物第4類第1～第2石油類に該当し、非MMAタイプは第3類に該当する

4. ウレタン系接着剤

ウレタン系接着剤とは、ウレタン樹脂を主成分とする接着剤のことです。ウレタン系接着剤には1液型、2液型、ホットメルト型（熱で溶融させて接着する型）などがあります。構造用接着剤としては、2液型が主に用いられます。ウレタン系接着剤の硬化機構と特徴、使用上の注意点をまとめました。

1：ウレタン系接着剤の硬化機構

1液型およびホットメルト型は、空気中の水分と反応して硬化します。2液型はポリオール（ウレタン樹脂）とイソシアネート（NCO基を含む有機化合物）との反応により硬化します。

2：ウレタン系接着剤の特徴

一般に、樹脂への接着性に優れています。硬化物は柔軟なものが多く、はく離強度、衝撃強度に優れています。1液型はシーリング剤としても多用されています。

3：ウレタン系接着剤の注意点

2液型ウレタン系接着剤を使用する際の注意点をまとめました。発泡性・吸湿性がある点や、油面接着性がない点に注意しましょう。

- ・1液湿気硬化型は、湿度が高い夏期は早く硬化するが、冬期は硬化に時間がかかる
- ・空気中の水分により発泡しやすいため、手作業での計量・混合は避ける
- ・主剤のポリオールは吸湿しやすく、硬化剤のイソシアネートは水分と反応して二酸化炭素を発生する
- ・金属の接着では、プライマーが必要な場合が多い
- ・基本的に油面接着性が無いため、接着面の十分な脱脂・清浄が必要である
- ・2液の配合比の許容範囲が狭い
- ・混合開始から貼り合わせまで、ポットライフ内で行う必要がある
- ・混合量が多く、作業雰囲気温度・湿度が高いほどポットライフが短くなる

5. エポキシ系、アクリル系、ウレタン系接着剤の選び方

どの接着剤を用いるかは、要求される機能・特性、生産方式・接着プロセス、材料コスト・トータルコストなどを考慮して決める必要があります。表1に、3種の2液型接着剤の特性をまとめました。赤色で示した箇所は特に優れている点、青色で示した箇所は欠点です。

表1：2液型のエポキシ系、アクリル系、ウレタン系の特性比較

選定条件		2液型エポキシ系	2液型アクリル系	2液型ウレタン系
作業性	硬化反応	付加反応	ラジカル反応	付加反応
	油面接着性	なし	優れる	なし
	硬化時間/可使時間の比	12~16倍	3~4倍	12~16倍
	可使時間経過後から固着までの時間	長い	短い	長い
	低温硬化性	10℃以下では硬化しにくい	良好	10℃以下では硬化しにくい
	配合比の許容範囲	狭い	広い	狭い
	混合度合い	厳密混合必要	簡易混合で可	厳密混合必要
	非混合接着	不可能	可能	不可能
	はみ出し部硬化性	良好	良好	良好だが発泡の可能性あり
	作業環境温度	低温時加温要	制約なし	低温時加温要
	作業環境湿度	制約なし	制約なし	多湿時発泡の恐れあり
	ウェルドボンディング性	可能	可能	不明
	焼付け塗装耐熱性	良好	良好	良好
	接着剤への塗料の密着性	良好	良好	良好
接着部近傍での溶接性	耐える	耐える	不明	
塗布装置	計量機構	必要	不要	必要
	ミキサー	スタティック、ダイナミック	スタティックミキサー	ダイナミック、スタティック
	乾燥空気	不要	不要	必要
	ミキサーゲル化防止	一定時間ごとに捨て打ち	空気洗浄可能	一定時間ごとに捨て打ち
強度特性	温度変化による二液の粘度差	生じる	生じない	生じる
	せん断	高い	高い	中程度
	はく離	低い	高い	高い
	耐衝撃性	低い	高い	高い
	高温強度	高い品種あり	高い品種あり	低い
	振動吸収性	硬い物は劣る	良好	良好
耐久性	傾斜機能の付与	困難	簡易に可能	困難
	屋外暴露	良好	良好	良好
	耐熱劣化性	良好	良好	劣る
	耐湿性	良好	良好	良好
	疲労特性	良好	良好	良好
信頼性	耐クリープ性	良好	弱い	弱い
	凝集破壊性	低い	高い	中程度
その他	強度ばらつき	中程度	小さい	中程度
	硬化収縮率	低い	大きい	低い
	応力緩和性	低い	良好	良好
	難燃化	可能	可能	可能
	臭気	なし~あり	あり~なし	なし
	接着剤単価	中程度	若干高め	安価
	トータルコスト	中程度	安価	中程度

強度面では、2液型エポキシ系はせん断に強く、はく離や衝撃に弱い傾向があります。2液型アクリル系や2液型ウレタン系は、はく離や衝撃に強い点がメリットで、クリープ（荷重を掛け続けると変形を起こす現象）が起きやすい点はデメリットです。油が付着した面の接着には、油面接着性に優れた2液型アクリル系接着剤を用います。ウレタン系接着剤は、自動車のマルチマテリアル化（特性が異なる金属や材料を組み合わせる）により、欧州で採用されました。しかし、空気中の水分によって発泡しやすいという欠点があり、湿度が高い日本やアジアでは対策が必要です。

いかがでしたか？今回は構造用接着剤の種類と選び方を解説しました。次回はエンジニアリング接着剤の特徴と使用上の注意点について説明します。お楽しみに！

接着の基礎知識 3：
構造用接着剤の種類と選び方
初版 2017 年 11 月 9 日

著者： 株式会社原賀接着技術コンサルタント 原賀 康介

発行元： 株式会社イプロス Tech Note編集部
E-mail:media@ipros.jp
URL:<https://www.ipros.jp/technote/>