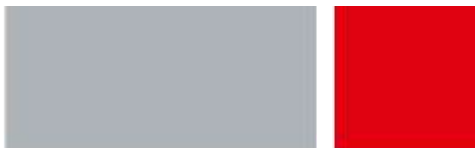


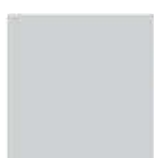
LOCTITE  
確実な成功に向けて

# エラストマー接着剤による 弾性接着ソリューション

Udo Hinterseer,  
Application Engineer, Henkel AG & Co.



**LOCTITE®**  
**BONDERITE®**  
**TECHNOMELT®**  
**TEROSON®**  
**AQUENCE®**



Excellence is our Passion

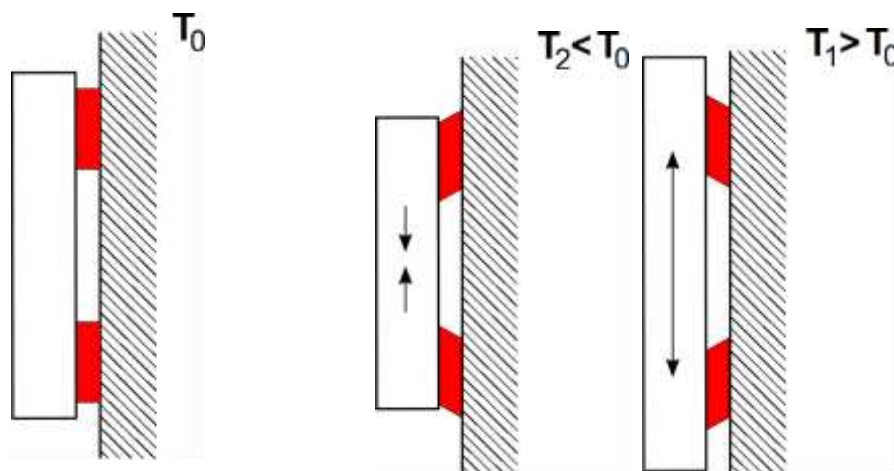


列車の座席に腰かけて窓の外を見ると、太陽光発電所がある。降りた駅で見上げると、ガラス製エレベーターがある。一体どのようにして作ったのだろうか。構造用接着剤を使ったのだろうか。このような用途に弾性接着剤を使えないだろうか—そう、弾性接着剤は列車の窓やエレベーターの壁部材、ソーラーパネルにも使われているのだ。

ここ数十年で技術者は、接着技術のおかげで構造と最終製品の最適化、イノベーションを実現する新たな機会を得ることができた。接着には、安全性の向上、構造軽量化によるエネルギーおよび材料使用量の節減、異種材質の接合による設計の自由度の向上、生産サイクルタイムの短縮、完全自動化プロセスの導入による工程の信頼性確保などのメリットがある。

これらのメリットを詳しく紹介する前に、まず重要な点として、弾性接着剤による接着の基本的な考え方を説明しよう。

接着は、少なくとも2ヶ所の部位を接合してしっかりと保持する一方、弾性接着はゴムのような弾性のある接着剤を使うため、接合部は相対的な動きに耐えようとする。



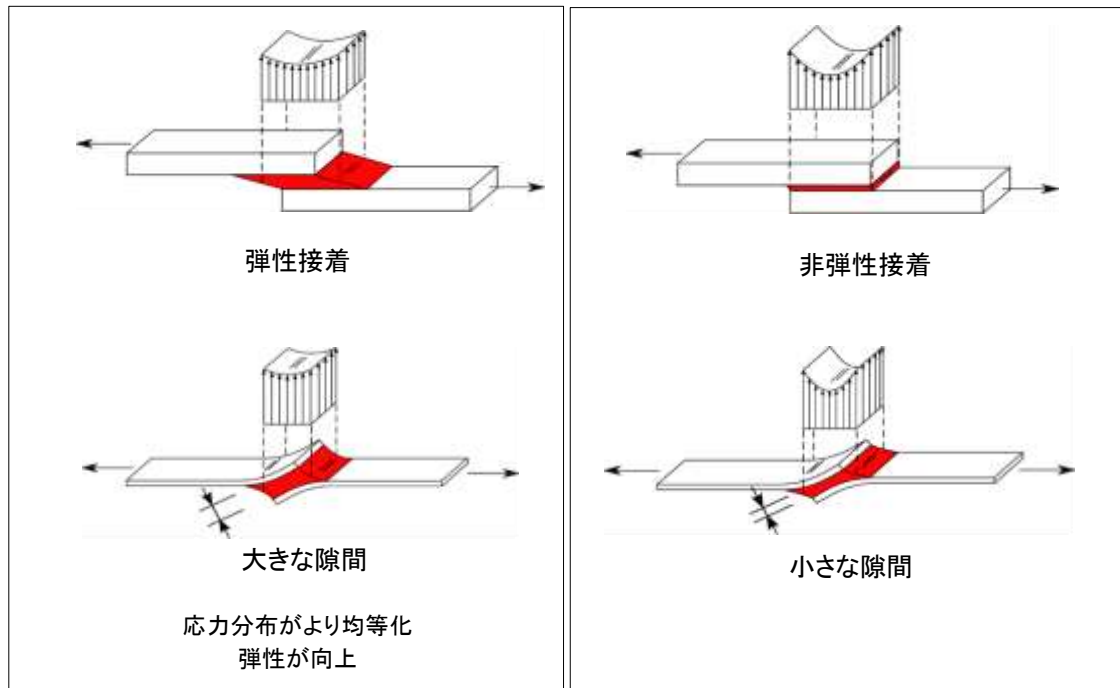
接着=部材を接合する

弾性接着=加えて、部材の相対的な動きに対して耐えようとする

このような動きは接合する材料と使用環境(周囲温度など)の影響を受ける。たとえば、窓の接合の場合、金属製の窓枠の熱膨張係数は板ガラスよりも大きい。ガラスよりも金属の方が温度変化に伴って大きく膨張、収縮するため、結果として動きが生じる。温度変化の程度は比較的小さいこともあれば(内装用途や昼夜のサイクルによる変化など)、大幅に変化することもある(外装用途で季節による気候の変化を受ける場合など)。一般に、温度変化が大きいほど生じる相対的な動きも大きくなる。

弾性接着剤を使用すると、各部材の動きを吸収するため、構造内部の応力緩和することができる。重要な点は、(接着剤のビード塗布とねじ締結を比較した場合)接着部全体に接着部の応力が均等化され、ピーク応力が低下する点である(部材が変形、破損するリスクが低減する)。

構造物でこのような効果を得るためには、2つの部材の隙間に弾性接着剤を充填して接着部の弾性を高め、応力緩和する必要がある。(硬化物の強度/伸び)



適切な接着設計を見極めるためには、経験豊富な専門家に相談することが不可欠である。部材の寸法などさまざまな周辺条件における接着面積(必要な接着隙間)、使用材料の特性(熱膨張係数:CTE)、最終製品の使用場所における温度範囲(屋内・屋外、夏季・冬季)、部材が受ける機械的な力(積雪、風、部材の取付角度)、接着剤の特性(強度、硬化後の伸び率)について専門家による評価が必要である。

さらに接着面積の計算だけでなく、見た目に美しいボンドラインの設計、接着剤と被着材の適合性、環境要因(水、雪、ほこり、汚れ、薬品など)、接着部に要求される耐久性を考慮することも重要である。たとえば、最終製品は長く使い続ける必要があるだろうか(ソーラーパネルなど)。他にも、完全自動化プロセス(連続工程)での使用、塗布時に順守すべき安全手順などを考慮する必要がある。



#### 代表的な接合設計の例

ジョイントシールとフランジシール:

生産工程における接着剤の使用は、メーカーだけではなく最終製品のエンドユーザーにとってもメリットがある。

## 窓接合



これまで自動車や鉄道車両の窓は、窓枠と板ガラスをゴム状の溝にはめ込み、さらに同様の溝を使って車体に取り付けていた。これらはすべて手作業である上に、窓の種類ごとにゴムの特性を変える必要があった。

現在は、最新の弾性接着剤を使い、自動車や鉄道車両のボディに窓を接合することが可能である。ロボットで接着剤を塗布して、窓の組付も自動で行う。ボディパネルとガラスを接着結合することでガラスが構造的機能を担い、車両全体がより強靱になる。したがって、車両本来の剛性を維持したまま、ボディパネルの板厚を薄くすることが可能である。金属材料の使用量を削減することにより車体が軽量化されるため、

運転に必要なエネルギー量も削減される。CO<sub>2</sub> の削減は、引き続き車両生産における重要目標の 1 つである。窓接合に接着剤を使用することにより、メーカーにとっては、自動化による生産スピードの向上と使用材料の削減によるコストダウン、エンドユーザーにとっては、より少ないエネルギーでの運転が可能になり、両者ともに満足の行く結果が得られる。また、最新型の鉄道車両では、接着剤の使用によって角や溝のない平らな面仕上げが可能となり、デザイン面でもメリットがある。

また、窓の形状にかかわらず 1 種類の接着剤を使用するため、保守が容易である(ゴム特性の異なる複数の接着剤を保管する必要がない)。窓が割れたときは、ナイフで接着剤を切り取って取り外せばよい。接着剤ビードを切り取った箇所に接着剤を塗布して(前の接着剤をすべて取り除かなくてよい)、新しい窓をはめれば完成である。1 時間後には発車させることができる。

## ソーラーパネル



持続可能な再生可能エネルギーを作り出すソーラーパネル(太陽熱、太陽電気)は、化石燃料に頼らない発電を実現する可能性をもたらしてくれる。ソーラーパネルは、金属フレームとガラスを接合したものが主流であるが、接着剤の接着強度によって、長年厳しい条件に耐えられる接合を実現可能にしている。

ソーラーパネルには、住宅の屋根にさまざまな角度で設置するもの、壁面に垂直に設置するもの、また、太陽の動きを追尾して最適な受光を確保する架台に設置するものがある。年間を通して屋外で風、雪、

雨、あられなどの天候の影響を受け、さらに絶えず紫外線の悪影響にさらされる。このような条件下でソーラーパネルにたわみが生じるが、弾性接着剤はその動きに耐え、長期間にわたる発電を可能にする。また、完全自動化プロセスで生産できるため、信頼性の高いパネルを手頃な価格で提供することができる。さまざまな色の接着剤を用いてボンドラインを目立たなくすることで、パネル全体の見た目も改善する。

## エレベーター



近年、特に都心部の高層ビルではエレベーターの設計と性能に対する要望がこれまで以上に高まっている。信頼性の高い、安全な運転がエレベーターに求められる主な機能であるが、加えて新設のエレベーターなら、使用時のエネルギー節減も必要だろう。意匠性も重要である。接着剤を使用すれば、構造の軽量化により建設材料の節減になるうえ、使用期間中の運転コストも低減される。さらに、接合技術を活用することで生産スピードが上がり、設計の自由度向上にもつながる。

公共の建物、ホテル、病院、駅、デパート、マンションなど至る所にエレベーターはある。エレベーターの製造、保守において重要な点は、安全かつ信頼性の高い輸送システムを提供することである。これは、質の高い材料を高機能接着剤で接合、組み立てることにより実現可能である。

エレベーターメーカーは、接着剤を使用することで材料の使用量を削減することができる。たとえば5人乗りエレベーターのかごなら、最大20%の削減が可能である。また、かご側壁の材質をより薄い金属パネルにすることもできる。この場合、外側をオメガ型の部材で接合することにより安定性を確保する。

これまで補強は溶接かりベット締めで行われていたが、接着することでスポット溶接部やねじ、リベットを隠すためのカバーが不要になり、側壁を完成面として使用することができる。また、接着は溶接よりもエネルギー消費量が少なく、組立時の特別な安全手順も定められていない。さらに他の施工方法と比較して、接着パネルは騒音と振動をよりよく吸収することができ、室内の快適性に顕著な影響をもたらす。



かごの軽量化によって、エレベーター装置を運転するための動力も低減される。さらに接着剤の使用により、設計の選択の幅が広がる。接着剤による接合は、ガラス、樹脂、LEDなど幅広い材質を用いた新しいさまざまなデザインの可能性を開いてくれる。さらに接着であれば、「溶接可能な」材質の組み合わせという制約がなく、かご施工時の組立作業も簡素化できる。一方、選定したパネルの表面外観が顧客の意匠要求を満たすなら、必ずしも内装の被覆を行わなくてもよい。強度を確保するためにリベットやねじで固定する方法は、穴を開けるため金属部品の接合部が錆びやすい。しかし接着剤なら、金属部品の腐食がないという大きな利点がある。

### 接着技術

一般に、弾性接着剤にはポリウレタン(PUR)、変性シリコーンポリマー(SMP)、シリコーン(Si)が用いられる。これらの接着技術には、重複する特性もあれば、その技術にしかない固有の特性もある。

ポリウレタン	変性シリコーンポリマー	シリコーン
<ul style="list-style-type: none"> <li>• やや弾性接着</li> <li>• 1液性または2液性</li> <li>• 優れたギャップ充填性(2液)</li> <li>• 高い強度</li> <li>• 中～広範囲の接着面に対応</li> <li>• 高い耐薬品性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 弾性接着</li> <li>• 1液性または2液性</li> <li>• さまざまな材質にプライマーなしで使用可能</li> <li>• 高い耐衝撃性</li> <li>• 高い耐紫外線性、耐候性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 弾性接着</li> <li>• 1液性または2液性</li> <li>• 極めて優れた耐熱性、耐紫外線性</li> <li>• 優れた耐薬品性</li> </ul>
強度が高く、塗装が可能であり、コストパフォーマンスに優れる。	耐熱性、耐薬品性が高く、プライマーのような下塗りなどの表面処理を施さなくてもさまざまな材質に対して優れた接着性を発揮する。	非常に優れた耐熱性、耐紫外線性、耐薬品性を有する。

接着剤には1液性と2液性がある。1液性は容易に塗布できるが硬化時間が長い。2液性はあらかじめ混合する必要があるが、非常に短時間で硬化する。

場合によっては、被着材に対する接着性を高める必要があるが、たとえば溶剤クリーナーまたは水性クリーナーを使って一般的な洗浄を行うだけでは、不十分な場合がある。このような場合、別途プライマーを塗布することにより、接着性を向上させ、かつ接合部の耐久性を高めることができる。

また、コロナ放電やプラズマ放電処理などの表面処理を行い、新たに活性面を形成することも可能である。特殊プラズマ処理(主に大気圧または真空プラズマ)は、容易な作業で非常に高い接着性を得られるため、連続処理が必要な場合によく用いられる方法である。

接着面積を増やし、表面をきれいにするために、接着前に金属部品をサンドブラスト処理するとよい。ただし、サンドブラストは洗浄とは異なる点に注意しなければならない。洗浄とは、部品を清浄な状態にすることである(油分、グリス、粉塵を除去した後、サンドブラストを行う)。サンドブラスト後は再度、部品を洗浄する必要がある。

る(処理材から出た粉塵を除去する)。サンドブラストの直後から金属は腐食し始めるため、サンドブラスト後はできるだけ早く接着しなければならない。

接着剤は、手持ちタイプの塗布器具(機械式または空圧式)を使って手動で塗布可能である。初めて使用する接着剤の場合、単独使用の場合、量を増やしながらか連続塗布する場合、少量を塗布する場合は手動が望ましい。

自動接着工程向けに、ペール缶入りやドラム缶入りなどの大容量サイズの接着剤もある。要求事項に対応して塗布装置を個別設計することも可能である。

ヘンケルは、メーカー、保守会社、部品サプライヤーに対して、その製品、プロセス、サービスに新たな可能性をもたらす包括的なバリューチェーンを提供する。



弾性接着剤の中でもヘンケルは、ベアリング、フランジ、ボルトなどの機械部品を対象とした嫌気性接着剤や焼き付き防止潤滑剤、ゴム、プラスチック成形品、あらゆる小型エレメントに対して速硬化性を発揮するシアノアクリレート系接着剤、高負荷に耐える強靱なエポキシ系、アクリル系、ポリウレタン系構造用接着剤を展開している。