

接着剤の引張せん断接着強さにおける温度依存性の評価

山本 翼、西川 祐貴、矢野 文彬

ユーザーベネフィット

- ◆ JIS K 6850、JIS K 6831に準拠した接着剤の引張せん断接着強さの測定が可能です。
- ◆ 本稿で紹介する恒温槽を使用することで、-40℃～250℃までの温度環境下にて引張せん断接着強さを測定できます。
- ◆ AGX-V2は最高10kHzのサンプリングレートにより、温度環境下の脆性破壊における急激かつ微小な変化を詳細に測定することが可能です。

■はじめに

接着剤は物と物をつなぎ合わせることで古くから様々な用途で用いられてきました。近年では、自動車業界での需要が増加しています。これまで、車載部品は金属材料が用いられており、その接合方法は溶接やボルト接合が主流でしたが、金属の代替として強化樹脂などの軽量素材を用いた車載品の増加に伴い、異種材料同士の接合に適した接着剤の使用機会が増えてきました。更に、接着剤を用いた部材の接合は、面接合による接合部の応力分散・剛性の向上や接合面の研磨工程の短縮など、従来の溶接やボルト接合にはない利点も期待されています。

車載用接着剤は極寒地の低温環境下における耐寒性や砂漠地帯の高温環境下における耐熱性の他、エンジンルームやブレーキ周辺の高温環境においても高い耐熱性が求められます。そのため、使用環境条件に適した接着剤の選定が必要です。本試験では精密万能試験機と恒温槽を使用し、接着剤の温度変化が及ぼす引張せん断接着強さの影響を評価しました。

■試験片情報

本試験では、ThreeBond（以下TB）の4種類の接着剤を使用しました。図1に試験片形状を示します。また、表1に試験片情報を、表2に各接着剤の硬化条件を示します。被着材はSUS304を用い、接着接合面に荷重が正しくかかるよう、つかみ部にスペーサーを用いました。また、TB1160は大気中の水分と反応して硬化する湿気硬化型のため、接着層の厚みを1mmにしています。

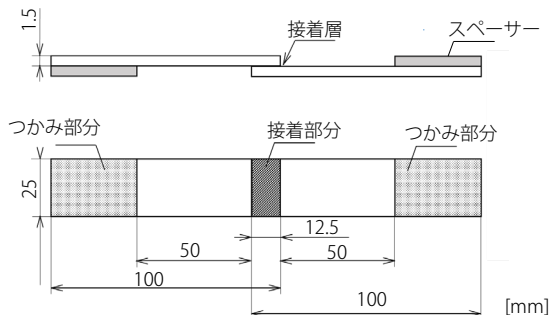


図1 試験片形状

表1 試験片情報

接着剤種類	TB1160(一液常温硬化型非シリコン系シーラ剤) TB2049/2149(二液室温硬化型エポキシ配合樹脂) TB2237J(一液加熱硬化型エポキシ配合樹脂) TB3953(二液常温硬化型弾性接着剤)
被着材	SUS304
接着面積	25×12.5
試験片寸法	W25×t3×L187.5 mm (TB1160のみt4mm)

表2 硬化条件

TB 1160	: (23℃, 50%RH)×168 h
TB 2049/2149	: 25℃×24 h
TB 2237J	: 120℃×60 min
TB 3953	: (23℃, 50%RH)×168 h

■測定装置・条件

引張せん断試験は、精密万能試験機AGX-V2、恒温槽TCR1WFを用いて実施しました。図2に試験の様子を、表3に装置構成を示します。また、試験条件を表4に示します。本試験では、-25℃～150℃までの計8つの温度条件を設定しました。試験片は設定した雰囲気温度の槽内にて十分な時間を置いた後、治具に取り付け、温度が安定したことを確認してから試験しました。

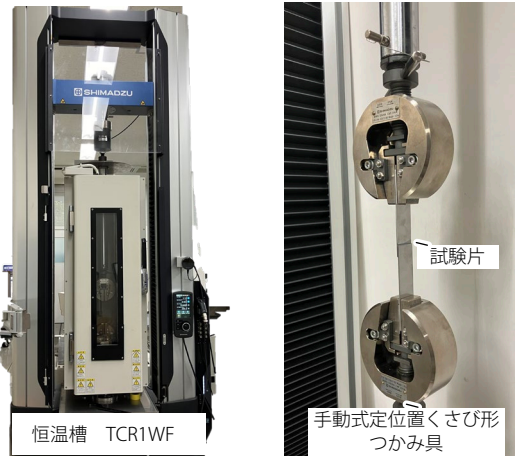


図2 試験の様子

表3 装置構成

精密万能試験機	: AGX-50kNV2D
ロードセル容量	: 10kN
試験治具	: 10kN手動式定位置くさび形つかみ具
恒温槽	: 冷凍機式恒温槽 水冷式 TCR1WF (温度範囲 -40℃～250℃)
ソフトウェア	: TTRAPEZIUM™X-V

表4 試験条件

試験速度	: 1.2 mm/min
設定雰囲気温度	: -25℃、0℃、25℃、50℃、75℃、100℃、125℃、150℃ (計8条件)
つかみ具間距離	: 112.5mm
試験数	: N=3

■ 試験結果

図3に各接着剤の試験結果の一例として、温度条件-25℃、25℃、75℃、125℃の時の試験力-変位線図を示します。また、図4に引張せん断接着強さと温度の関係を示します。図3と図4より、TB1160は0℃で強度が大きく低下し、その後はなだらかに低下していることがわかります。TB2049/2149は常温で最も強度が高く、常温以下で強度の低下が見られました。これは、図5の破断面観察から、0℃、-25℃と低温になるにつれて、接着剤と被着材の接合界面での破壊(界面破壊)の割合が増加していることが原因であると考えられます。界面破壊の場合、接着強さのばらつきが大きくなり、適正な破壊状態ではありません。一方、接着剤の内部で破壊する凝集破壊は接着剤の物性で決まるため、接着強度のばらつきは小さく、理想的な破壊状態です。破壊状態が界面破壊の場合、被着材に表面処理を施し、界面の接着接合を強化することで、凝集破壊の割合を増やせる可能性があります。また、50℃で大きく強度が低下しました。

TB2237Jは他の3種類の接着剤と比較して、高温下でも高い接着強さを有し、温度が高くなるに従って徐々に強度が低下していくことがわかります。TB3953は25℃まで著しく接着強さが低下しますが、その後、25℃から75℃までは維持、75℃から125℃までで再度低下し、125℃以降は一定の強度を示しました。接着剤はガラス転移温度(Tg)を超えると強度が著しく低下する傾向にあり、TB3953はエポキシ樹脂と変成シリコンの2液混合樹脂であるため、ガラス転移温度が2つ存在することが原因と考えられます。本試験により、各接着剤の温度特性の違いを測定することができました。

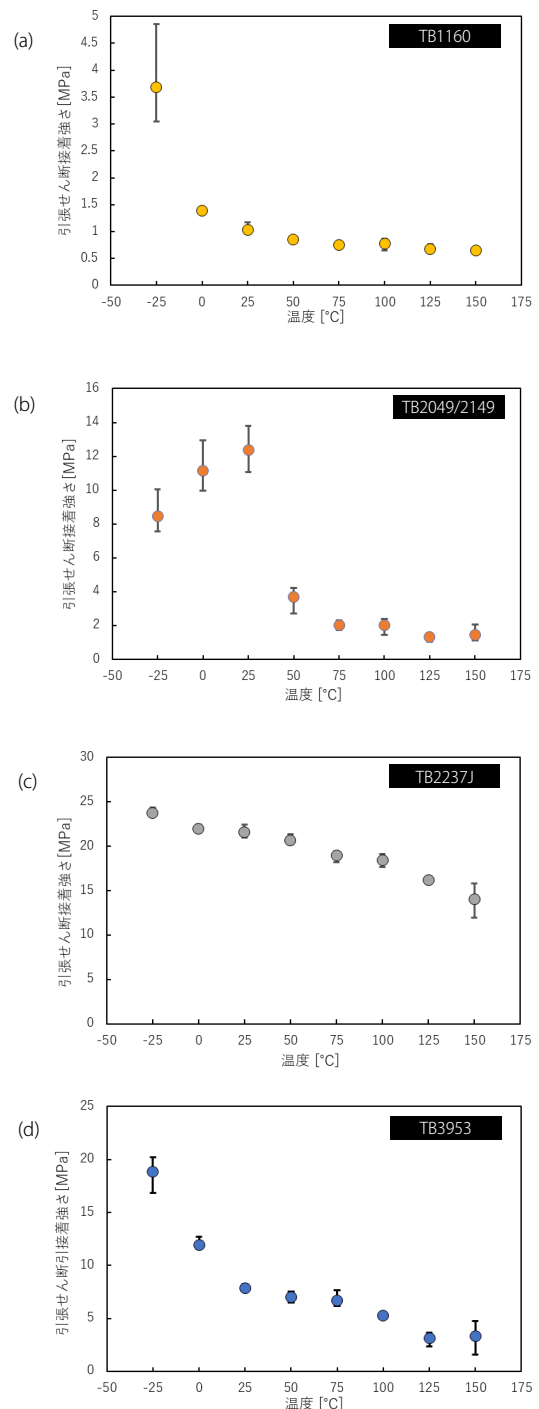
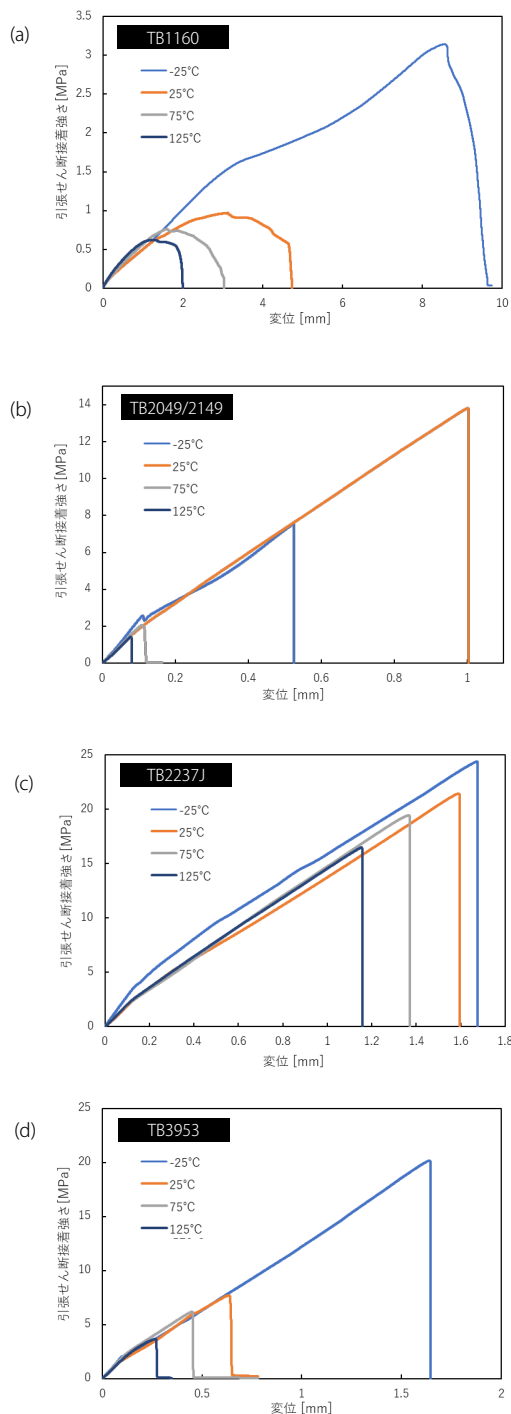


図3 引張せん断接着強さ-変位線図
(a)TB1160, (b) TB2049/2149, (c) TB2237J, (d) TB3953

図4 引張せん断接着強さ-温度曲線
(a)TB1160, (b) TB2049/2149, (c) TB2237J, (d) TB3953



図5 TB2049/2149 破断面の様子

■まとめ

本試験では、4種類の接着剤の引張せん断接着強さに対する温度特性を評価しました。TB1160は0℃で大きく接着強さが低下し、TB2049/2149は低温において界面破壊による接着強さの低下が見られました。TB2237Jは高温下でも高い接着強さを保持し、TB3953はエポキシ樹脂と変成シリコーンの2液混合樹脂であり、接着強さが段階的に低下することが確認されました。本装置構成を用いることで、JIS K 6850およびJIS K 6831に準拠した引張せん断試験と接着剤の引張せん断接着強さにおける温度依存性の評価が可能です。

<謝辞>

本アプリケーションの作成にあたり、株式会社スリーボンド様、スリーボンドアーベル京滋株式会社様には、試料のご提供など多大なるご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

<関連アプリケーション>

1. 接着剤のせん断強さの速度依存性評価と破壊観察
Application News No.01-00743-JP
2. 接着剤のせん断疲労試験
Application News No.01-00790-JP

AGX、TRAPEZIUMは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

▶ アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



▶ オートグラフ AGX-V2 シリーズ
精密万能試験機

関連分野

▶ 化学

▶ 接着剤

▶ 価格お問い合わせ

▶ 製品お問い合わせ

▶ 技術お問い合わせ

▶ その他お問い合わせ