

ThreeBond TECHNICAL NEWS

スリーボンド・テクニカルニュース
平成24年1月1日発行

79

加熱硬化型膨張接着シート

はじめに

創業以来スリーボンドでは、様々な液状接着剤、液状シール剤の開発に取り組んでいます。現在では、これまで液状材料で培ってきた技術を活かしながら、そこに新たな技術を付加した機能性シートの開発を進めています。この取り組みは、液状材料を単にシート化することではなく、液状接着剤、シート状接着剤双方の特長を活かしながら、さらに、シートに機能をもたせることにより、より実用的な接着剤を開発することです。今回はその第一歩として、自動車駆動用モータ向けの接着固定シートである、加熱硬化型膨張接着シート ThreeBond 1652 について紹介します。

以下、ThreeBondをTBと略す

目	次
はじめに..... 1	4.接着特性..... 5
1.背景..... 2	4-1 材料別嵌合接着強さ..... 5
2.加熱硬化型膨張接着シート開発経緯..... 2	4-2 熱時せん断接着強さ..... 6
..... 2	4-3 プラスチックの接着性..... 6
3.膨張接着シートTB1652..... 3	5.耐久性データ..... 6
3-1 膨張接着シートの特長..... 3	5-1 耐オートマチック・トランスミッション オイル性..... 6
3-2 性状..... 4	5-2 耐熱接着強さ変化..... 7
3-3 基本特性..... 4	5-3 耐寒接着強さ変化..... 7
3-4 硬化時間..... 5	6.シート転写工程..... 7
3-5 膨張倍率と嵌合接着強さの関係..... 5	おわりに..... 8

1.背景

近年、自動車産業界では石油代替エネルギーへの変換、地球温暖化の対策から二酸化炭素 (CO₂) 排出量の削減が求められています。その対応として開発されたハイブリッド車、電気自動車、燃料電池自動車の技術革新は目覚ましいものがあります。また、これら自動車のエレクトロニクス化にともない、自動車の駆動方式もエンジンからモータに置きかわろうとしています。

従来、自動車には数多くのモータが使用されており、それに使用される接着剤もまた、エポキシ系接着剤や、アクリル系接着剤などの液状材料が主流として使われてきました。しかしながら自動車駆動用モータは、従来のモータと構造面で異なることから、従来の液状接着剤では適応が困難な状況が生まれました。そのため、ニーズに合った材料開発が求められてきました。

2.加熱硬化型膨張接着シート開発経緯

自動車の駆動用モータには、永久磁石を用いた IPM (Interior Permanent Magnet) 構造 (図-1) のモータが採用される場合が多く、ロータ側 (回転子) を構成している積層ケイ素鋼板と永久磁石 (ネオジム磁石) の固定に接着剤が使用されます。

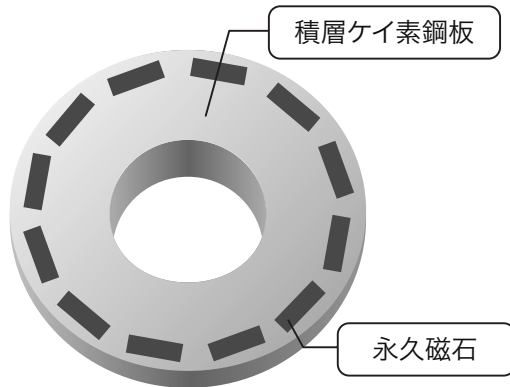


図-1 IPMモータ回転子の形状

しかし、積層ケイ素鋼板と永久磁石の充填接着に液状接着剤を適用する際の問題として、塗布量管理の難しさがあります。この積層ケイ素鋼板は、板を重ねたカシメ構造の部品であり、鋼板と鋼板の間に隙間ができます。充填された液状接着剤は、硬化する際に毛細管現象にて、この積層ケイ素鋼板の鋼板間

の隙間に浸透してしまいます。結果、所定量の液状接着剤が永久磁石の接着面に残らず、接着塗布量のばらつきとなっていました (図-2,3)。

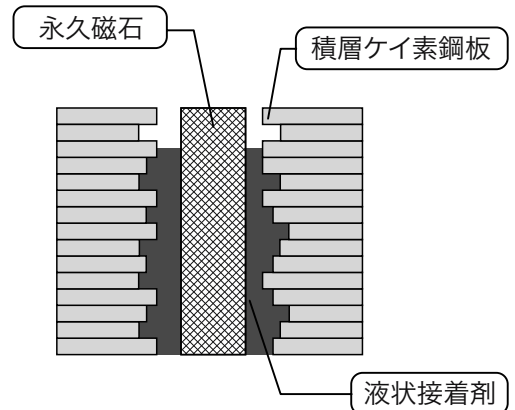


図-2 積層ケイ素鋼板 (スロット穴) に液状接着剤を塗布した状態

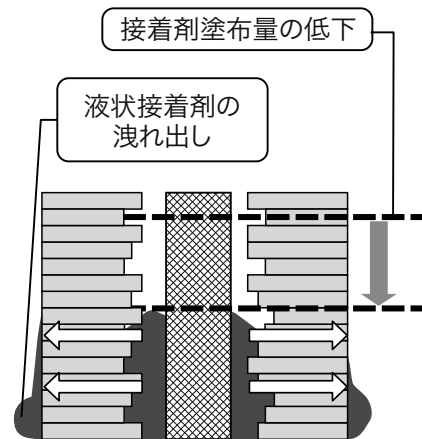


図-3 積層ケイ素鋼板 (スロット穴) から洩れ出した液状接着剤

この問題を解決するため、シート状接着剤によるアプローチを試みました。シート状接着剤は、常温で固体であり、あらかじめ必要な寸法にカットし、永久磁石の接着面に貼り付けることにより、接着剤の膜厚・接着面積を一定にすることができます。これにより、液状接着剤の問題点である接着剤塗布量のばらつきを大幅に改善することが可能です。しかし、永久磁石を積層ケイ素鋼板のスロット穴に挿入するには、スロット穴よりも寸法 (体積) を小さくしなければなりません。シート状接着剤は、液状接着剤と比較して寸法変形が少なく、厚みや形状の変化がほとんどありません。そのため、積層ケイ素鋼板に接することができなくなり、接着性が十分に確保できないという新たな問題が発生しました (図-4)。

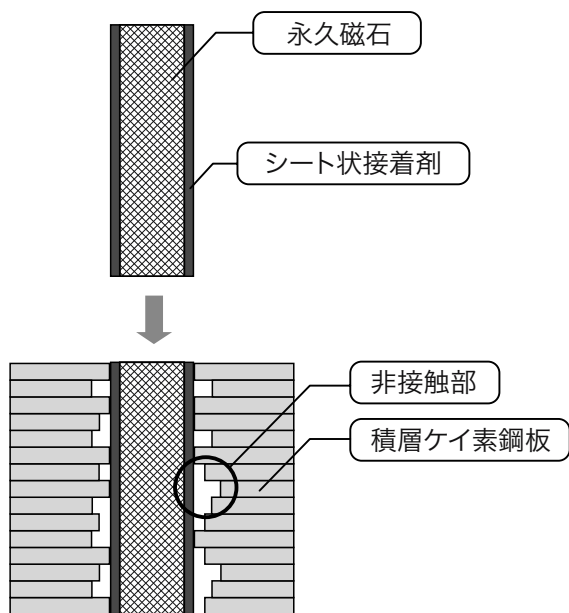


図-4 シート状接着剤による積層ケイ素鋼板の接着状態

そこで、積層ケイ素鋼板と永久磁石の間のできる挿入隙間を埋めるために、シート状接着剤に加熱膨張するカプセルを配合しました。反応硬化する直前にこのカプセルが膨張することで、シート状接着剤の厚みが膨張し、体積変化します(図-5)。この膨張機能により、隙間を埋めながら接着固定ができる、これまでにない新たな機能を持った加熱硬化型膨張接着シートの商品化に至りました(図-6,7)。この加熱硬化型膨張接着シート(以下、膨張接着シートと略す)は、エポキシ樹脂を主成分としているため、耐熱性、耐薬品性、高い接着安定性を実現することが可能となりました(表-1,2)。

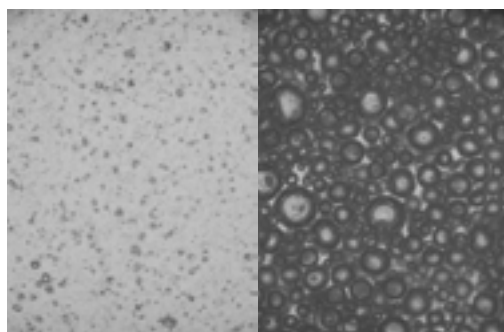


図-5 左：シート中に分散された膨張カプセル
右：シート膨張後のカプセルの状態

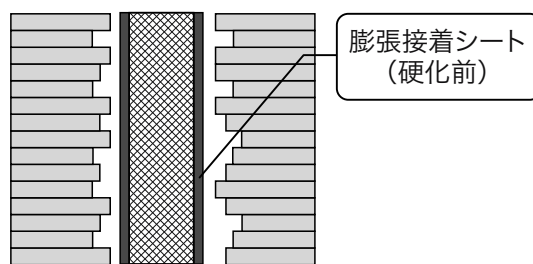


図-6 膨張接着シートが転写された永久磁石を積層ケイ素鋼板に挿入

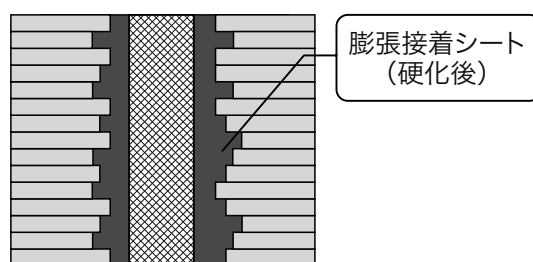


図-7 加熱硬化により、シートが膨張し積層ケイ素鋼板と永久磁石とを接着固定

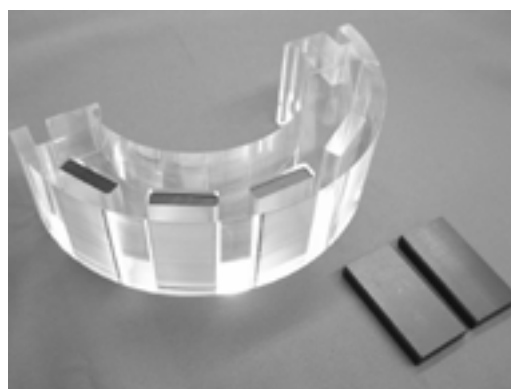


図-8 膨張接着シートにて接着した模擬ワーク

3.膨張接着シートTB1652

3-1 膨張接着シートの特長

- ・常温固体のシート状であり、取り扱い・作業性に優れる。
- ・シート状であるためあらかじめ必要寸法にカットできる。
- ・隙間挿入接着が可能となり、接着工程の簡素化が可能である。
- ・耐熱性、耐薬品性が良好であり、高い信頼性を確保できる。

3-2 性状

表-1 TB1652性状

	単位	TB1652	試験方法	備考
外観	—	白色	3TS-201-92	
シート膜厚	μm	40	3TS-261-01	
加熱減量	%	2.0以下	3TS-216-01	80°C×30分

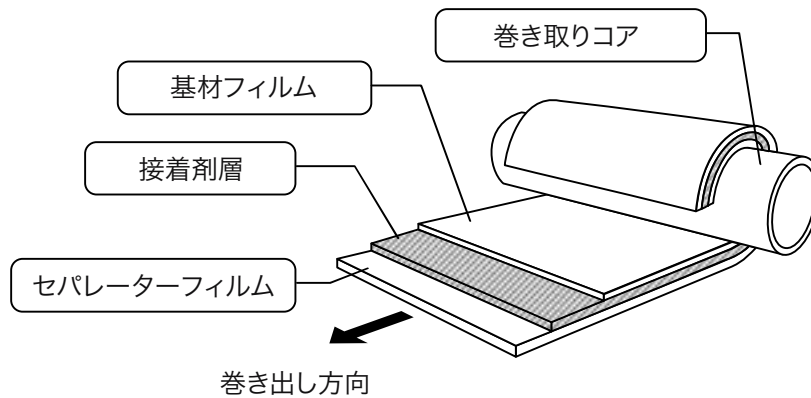


図-9 製品構成

3-3 基本特性

表-2 TB1652基本特性

	単位	TB1652	試験方法	備考
引張せん断接着強さ	MPa	11	3TS-301-21	Fe/Fe
		2.4		PPS/PPS (ガラス粉40%含有)
		3.0		PBT/PBT (ガラス粉30%含有)
嵌合接着強さ	MPa	39	3TS-305-01	SUS304製ピン、カラー (接着面積φ6×15mm、クリアランス1/10mm)
ガラス転移温度	°C	165	3TS-504-01	DMA (動的熱機械分析) E''ピークトップ、周波数:1Hz
貯蔵弾性率	Pa	2.8×10^8	3TS-504-01	膨張接着シート4倍膨張時のDMA E' 25°C、周波数:1Hz
表面抵抗率	Ω	3.0×10^{16}	3TS-402-01	
体積抵抗率	Ω·m	4.8×10^{15}	3TS-401-01	
膨張倍率	倍	4	3TS-261-01	オープン状態で、昇温速度 5°C/分で硬化させた場合の膨張倍率

※硬化条件: 150°C×30分

※引張せん断接着強さ試験片: t2.0×25×100mm、クリアランス 50μm、シート膜厚 40μm

3-4 硬化時間

膨張接着シートの硬化には150℃以上の硬化温度が必要です。また、各温度における硬化速度を、熱分析装置であるDSC(示差走査熱量分析)による測定結果をもとに、各温度における反応時間を算出しました(図-10)。(膨張接着シートの標準硬化条件は、150℃×30分です。)

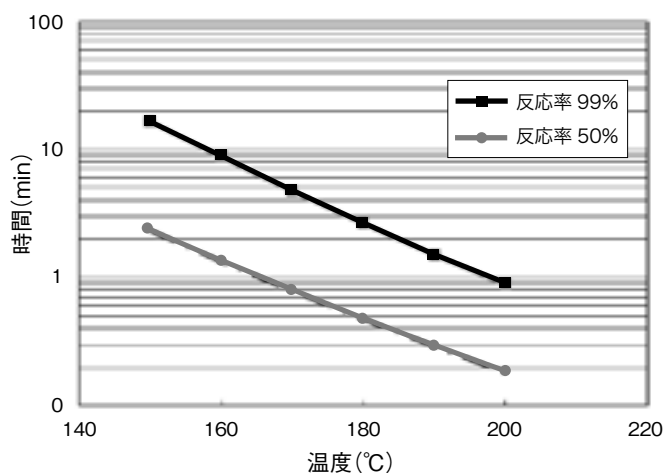


図-10 TB1652 DSCによる反応速度測定結果

3-5 クリアランスと嵌合接着強さの関係

膨張接着シートは、シート膜厚に対してクリアランスが広がるとともに、膨脹倍率が高くなるため材料強度が低下し嵌合接着強さも低くなります(図-11)。

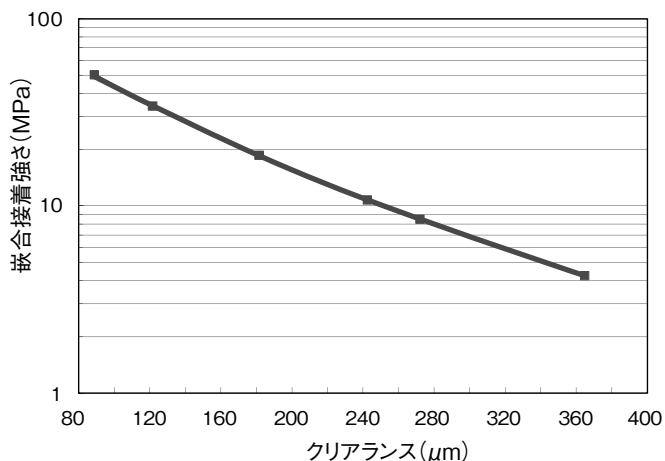


図-11 TB1652クリアランスと嵌合接着強さの関係

※測定方法: 3TS-305-01

※硬化条件: 150℃×30分

※試験片: SUS304製ピン、カラー

(接着面積 φ6×15mm、シート膜厚 40μm)

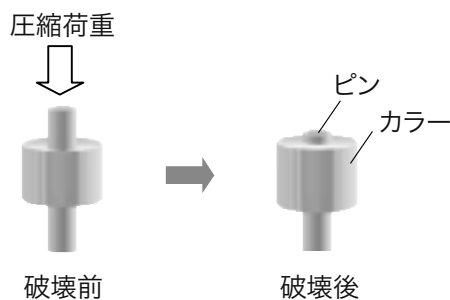


図-12 嵌合接着強さ測定方法

ピンに圧縮加重をかけ破壊加重を測定する様子

4. 接着特性

4-1 接着剤別嵌合接着強さ

膨張接着シートと一般的な液状エポキシ樹脂の嵌合接着強さの比較を実施しました。結果として、加熱硬化型の1液性のエポキシ樹脂の接着強度は最も高い値を示しました。しかし、加熱硬化時にエポキシ樹脂の液ダレにより接着面積が安定しなかったことから、測定毎に接着強さのばらつきが発生しました。また、2液性のエポキシ樹脂は常温硬化が可能であることから、接着面積が安定し接着強さも安定しますが、接着強さそのものが低い結果となりました。膨張接着シートの最大強度は1液性のエポキシ樹脂に劣るものの、隙間にて安定した接着面積が得られることから、接着強さも高く安定した結果となりました(図-13)。(測定結果は、試験数n=3とし、それぞれ個々の測定結果について記載。)

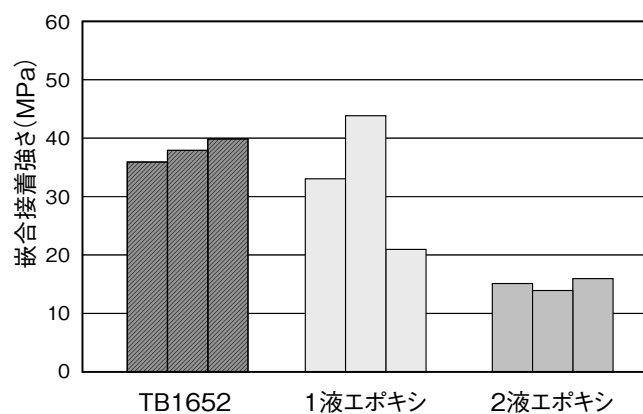


図-13 接着剤別嵌合接着強さ

※測定方法: 3TS-305-01

※試験片: SUS304製ピン、カラー

(接着面積 φ6×15mm、クリアランス 1/10mm、シート膜厚40μm)

4-2 熱時の引張せん断接着強さの測定結果

膨張接着シートの特長として、耐熱性に優れていることがあげられます。150°Cの高温環境下でも、常温時の約70%の接着強さを維持しています(図-14)。

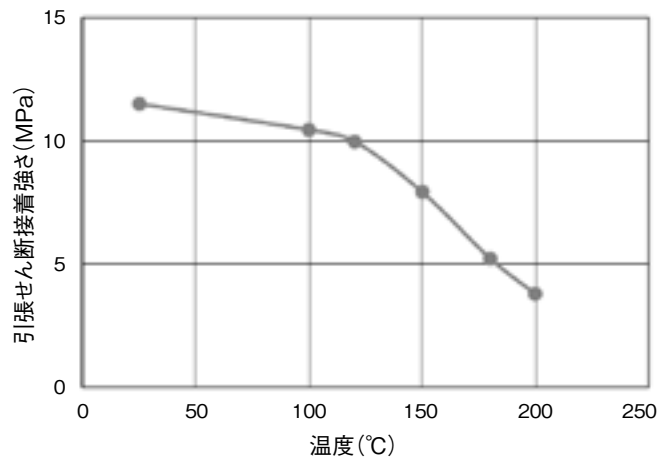


図-14 各雰囲気温度における引張せん断接着強さの変化

※測定方法:3TS-301-21

※硬化条件:150°C×30分

※試験片 :Fe/Fe t2.0×25×100mm、クリアランス 50μm、シート膜厚 40μm

4-3 プラスチック材の接着性

膨張接着シートは、高耐熱、高Tg(ガラス転移点が高い)でありながら、通常のエポキシシートと比較して、

低い弾性率を示します。これは、シートが体積膨張することによる弾性率低下の効果であると考えられます。

そのため、自動車品等に使用されるエンジニアリング・プラスチックであるPPS、PBTなどの接着性向上効果があり、今後の応用が期待されます(図-15、表-3)。

表-3 シート膨張によるプラスチック接着性の向上

	単位	通常のエポキシシート	膨張させたエポキシシート
PPS/PPS	MPa	0.8	2.4
PBT/PBT	MPa	1.1	3.0

※測定方法:3TS-301-21

※硬化条件:150°C×30分

※試験片 :通常のエポキシシート t2.0×25×100mm、クリアランスなし シート膜厚 40μm

:膨張させたエポキシシート t2.0×25×100mm、クリアランス 50μm、シート膜厚 40μm

5.耐久性データ

5-1 耐オートマチック・トランスミッションオイル性

150°Cオートマチック・トランスミッションオイル浸漬での膨張接着シートの引張せん断接着強さ変化について測定しました。膨張接着シートは、オートマチック・トランスミッションオイルへの耐性も高く、

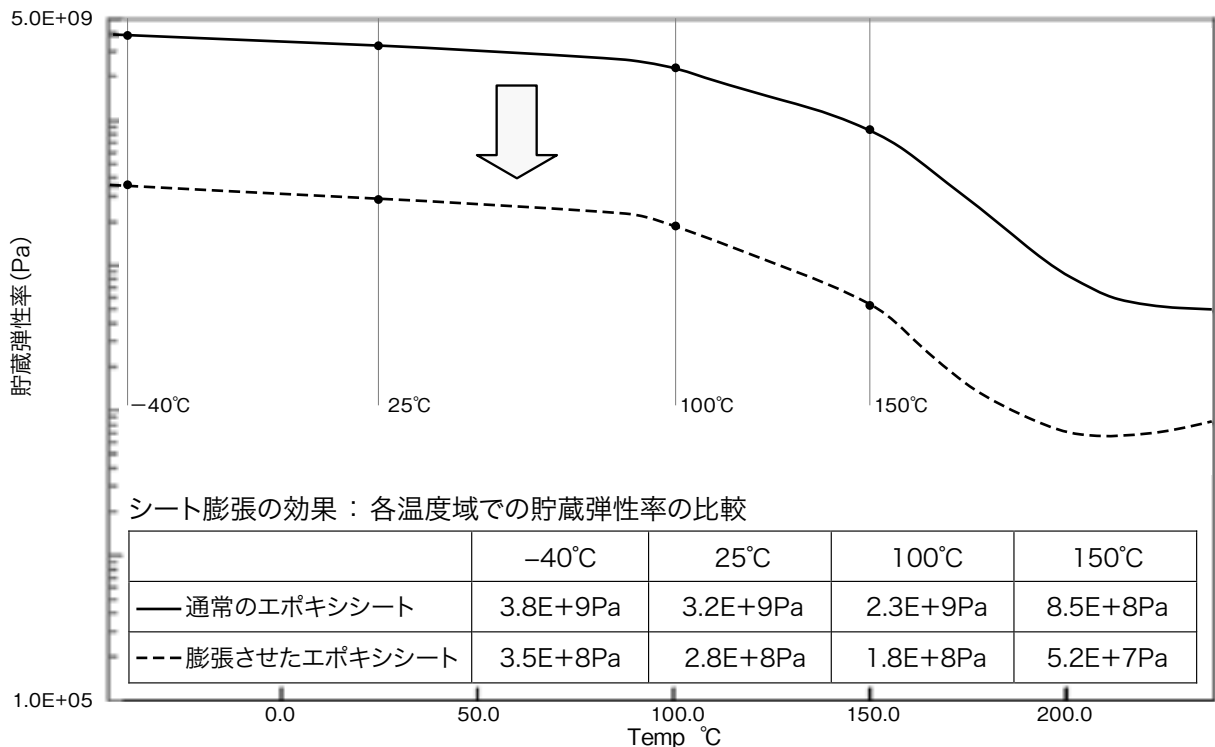


図-15 DMAによる貯蔵弾性率の測定結果

※DMA E'、周波数:1Hz

膨潤などの著しい劣化は見られません。また、1000時間浸漬後も引張せん断接着強さの低下はありません(図-16)。

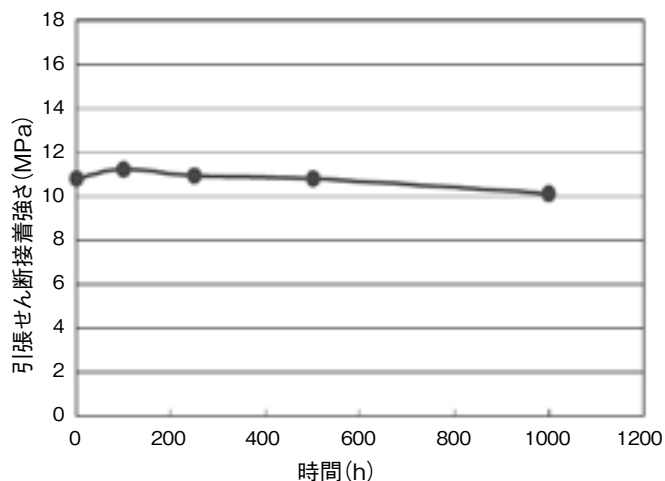


図-16 150°Cオートマチック・トランスミッションオイル浸漬後の引張せん断接着強さ変化

※測定方法：3TS-301-21
 ※硬化条件：150°C×30分
 ※試験片：Fe/Fe t2.0×25×100mm、
 クリアランス 50μm、シート膜厚 40μm

5-2 耐熱接着強さ変化

150°C環境下での引張せん断接着強さの変化を測定しました。1000時間後も引張せん断接着強さの低下はありません(図-17)。

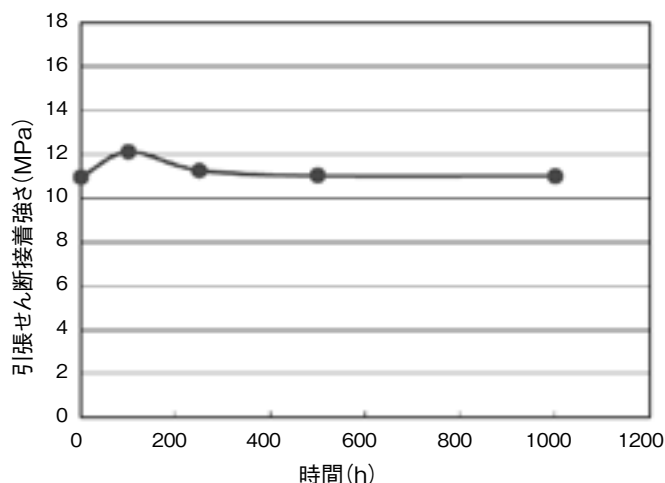


図-17 150°C放置後の引張せん断接着強さ変化

※測定方法：3TS-301-21
 ※硬化条件：150°C×30分
 ※試験片：Fe/Fe t2.0×25×100mm、
 クリアランス 50μm、シート膜厚 40μm

5-3 耐寒接着強さ変化

-40°C環境下での引張せん断接着強さの変化を

測定しました。1000時間後も引張せん断接着強さの低下はありません(図-18)。

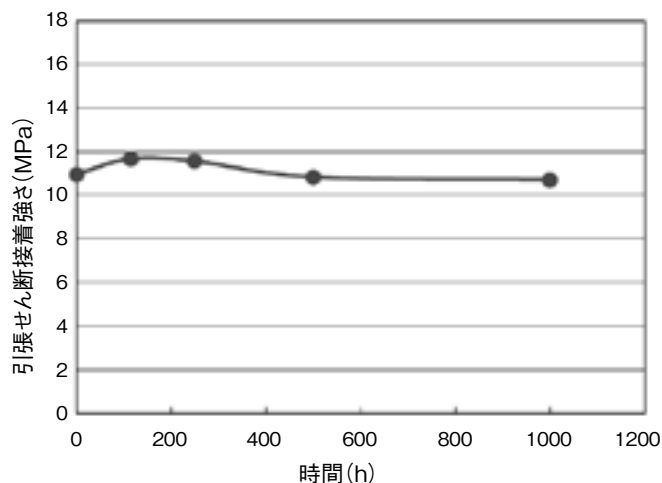


図-18 -40°C放置後の引張せん断接着強さ変化

※測定方法：3TS-301-21
 ※硬化条件：150°C×30分
 ※試験片：Fe/Fe t2.0×25×100mm、
 クリアランス 50μm、シート膜厚 40μm

6. シート転写工程

膨張接着シートの永久磁石への転写工程について紹介します。両面加熱プレス装置(図-19)を用いて、膨張接着シートを永久磁石の両面に熱転写します。その後、基材フィルムをはく離して、膨張接着シートが永久磁石の表面に転写され転写工程が完了します(図-20,21)。



図-19 両面加熱プレス装置

膨張接着シートの転写工程

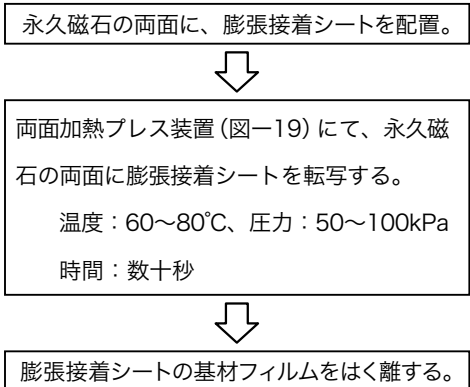


図-20 転写工程の流れ

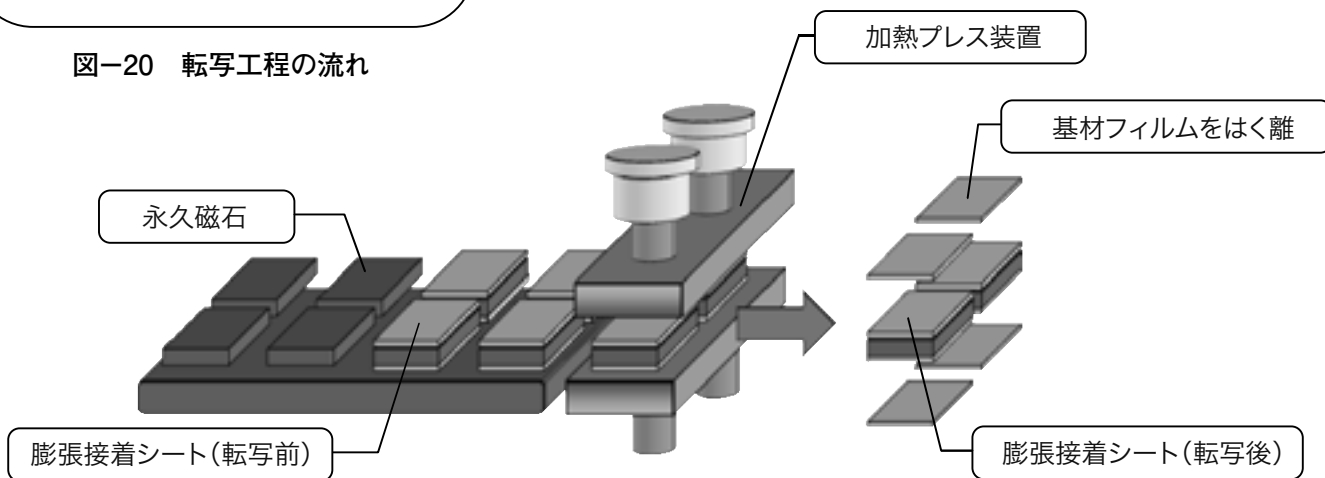


図-21 膨張シートの転写工程

おわりに

今後もエレクトロニクス化が進む自動車産業界では、従来自動車に使用されていなかった、新たな素材を用いた機能部品を検討される機会が増すことが予測されます。また、新たな素材には、新たな接着剤、シール剤の開発要望が生まれます。スリーボンドでは、お客様の变化するニーズにあわせた機能的なシート材料の開発を行っています。今回はその第一歩として、自動車駆動モータ用の接着剤である「加熱硬化型膨張接着シート」を商品化しました。今後も、大きな変化が予想される自動車産業界に向け、スリーボンド独自の技術、アイデアを盛り込んだ新たな材料を提案させていただきます。

株式会社スリーボンド 研究開発本部
 開発部 機能材料開発課
 荒井 佳英
 木村 浩

ThreeBond
TECHNICAL NEWS

企画 株式会社 URC 編集室
 編集 東京都渋谷区恵比寿1-18-15
 スリーボンドビル2F
 電話 03(5447)5333

発行 株式会社 スリーボンド
 東京都八王子市狭間町1456
 電話 042(661)1333(代)