

油面接着性FIPG・マグネシウム合金接着性FIPGの開発

はじめに

シリコン FIPG は硬化後に柔軟性が有り、耐熱性・耐薬品性にも優れることから、自動車のエンジン周りをはじめ、様々なシール・接着用途で使用されており、スリーボンドでもお客様のニーズに合わせた商品開発を進めてまいりました。

近年、自動車の製造ラインにおける工数コスト削減や有機溶剤使用の抑制、車輻の省燃費化に対応するため、自動車メーカーでは製造工程の見直し、鉄やアルミニウムに代わる軽量化素材の採用が進められています。製造工程の見直しの一つにケースやオイルパンの脱脂工程削減が検討されていますが、ケースやオイルパンの接着面にはどうしても汚れや油分が残るため、そこで使用される FIPG には油面に対する接着性が求められます。また、軽量化素材として検討されているマグネシウム合金やエンジニアプラスチックは接着が困難な部材として知られており、これら難接着部材への接着性を高めることも、FIPG に与えられた大きな課題です。

本稿では FIPG の最新技術として、油面接着性 FIPG と軽量化素材（マグネシウム合金）接着性 FIPG を紹介します。

目 次	
はじめに.....	1
1.背景.....	2
2.FIPGについて.....	3
3.求められる特性.....	4
4.商品紹介.....	5
5.ThreeBond1217M各種評価.....	6
6.ThreeBond1217N各種評価.....	7
おわりに.....	8

1.背景

1-1 自動車産業界の取り組み

近年、自動車産業をはじめとした製造業においては、CO₂の排出量削減や環境汚染物質の低減、車輛の省燃費化等の地球環境の保全に対応するものづくりが進められてきています。

CO₂排出量の削減対策や石油代替エネルギーへの変換を目的とし、ハイブリッド自動車（HV/PHV）、クリーンディーゼル自動車をはじめ、電気自動車（EV）、燃料電池自動車（FCV）等の環境対応車輛が順次市場へ投入され、シェアを伸ばしています。特に車輛の省燃費化に関しては各メーカーで競争が激化しており、モーター・バッテリーおよびエンジン性能の向上やトランスミッションと制御システムの最適化、低燃費オイルや低転がり抵抗タイヤの導入等、様々な改良が行われています。

1-2 軽量化素材の展開

燃費に直結する車輛の軽量化についても改良が進められており、部品の小型化や簡略化、軽量化素材の導入が検討されています。現在、自動車のエンジンブロックやケース・オイルパン等（図-1）に広く使用されている素材としては、アルミニウム（アルミダイカスト）や鉄（カチオン電着塗装板）が知られていますが、それらに代わる軽量化素材としてマグネシウム（Mg）合金やナイロンを中心としたエンジニアリングプラスチックに注目が集まっており、実用化に向けて様々なトライアルが進行しています。

1-3 製造工場における取り組み

また、地球環境の保全への対応については完成車輛（製品）のみにとどまらず、各メーカーの製造ラインにおいても、生産性の向上、CO₂の排出量削減、有機溶剤などをはじめとする環境汚染物質の低減に注目が集まっており、製造工程の見直し（工数削減や簡略化）が進められてきています。エンジンケースやオイルパンの脱脂洗浄工程についても、人件費がかかる上に有機溶剤等が使用されるため削減の対象です。

1-4 接着面の油分・汚れ

エンジンブロック等の部品は一般的に鉄やアルミダイカストを鋳造・切削加工して作られています。その際、加工クーラントと呼ばれる切削油が使用され、洗浄後もフランジ面に一定濃度の加工クーラントが残ります。

また、エンジン製造工場内では様々な工業設備が稼働していますが、それらの設備に使用されている潤滑油等が飛散してオイルミスト（オイルが微粒子化して空気中に浮遊している状態）が発生し、接着面に付着することでオイル漏れの原因となる接着性・追従性の低下を招く恐れがあります。

【用途】 ◆オイルパン・チェーンケース等の接着シール



図-1 FIPGの使用部位

2.FIPGについて

2-1 FIPGとは

液状ガスケット (FIPG :Formed In Place Gasket) のことで、液状の材料をフランジ面に塗布・貼り合わせた後、硬化させて接着・シールする手法です。現在は RTV シリコン系の材料が FIPG の主流となっています。

※RTV (Room Temperature Vulcanizing)

2-2 FIPGのシール理論

固形ガスケットがフランジ面に対する反発力でシール性を確保するのに対して、FIPG は主にその密着性・接着性・粘弾性・凝集力によりオイルなどの媒体をシールします。FIPG がシール性能を十分に発揮するためには、これらの特性に優れていることがポイントです (図-2-1、図-2-2)。

固形ガスケット

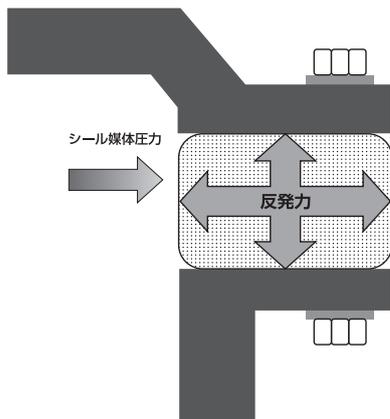


図-2-1 固形ガスケットのシール理論

液状ガスケット

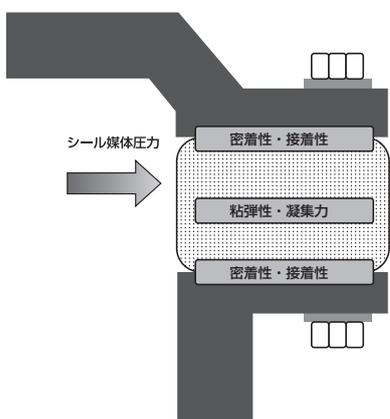


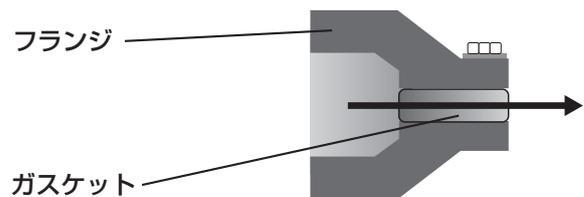
図-2-2 液状ガスケットのシール理論

2-3 「もれ」の種類について

主に「もれ」とはガスケットの内部を媒体が透過してしまふ「浸透(層内)漏洩」、ガスケットそのものが破壊されてしまふ「破壊(バースト)漏洩」、そしてガスケットとフランジ界面からもれてしまふ「接面漏洩」の3種類に分けられます(図-3)。

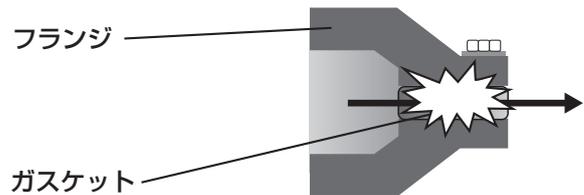
浸透(層内)漏洩

ガスケットの内部を透過してリーク
→ガスケットの耐薬品性不足が主な原因



破壊(バースト)漏洩

ガスケット自体が破壊して破壊面からリーク
→ガスケットの追従性・フランジの振動が主な原因



接面漏洩

ガスケットとフランジ界面からリーク
→密着性や接着性の不足が主な原因
※各部材に対する接着性が重要

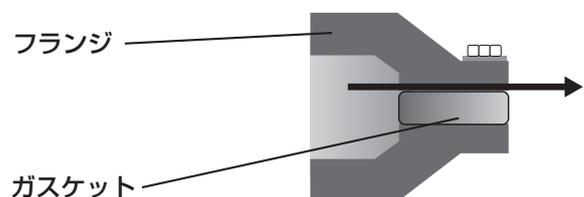


図-3 もれの種類について

それぞれもれの要因は異なりますが、「シール媒体に対する耐久性」「フランジ面の振動や口開き等に対する追従性」「フランジ面に対する接着性」が FIPG において非常に重要となります。

3. 求められる特性

3-1 油分等の汚れが付着した部材への接着性

現在は接着面に付着したオイルを除去する目的で脱脂洗浄工程が取り入れられていますが、環境対応に伴い同工程が削減された場合、今までは除去されていた油分や汚れが接着面に残ることになります。

接着面に油分や汚れが介在することで、接着性の大幅な低下を招くだけでなく、市場不具合につながる恐れがあることは一般的に知られており、FIPGにもそれらに対する接着性の向上が強く求められています。

3-2 様々な部材への接着性

軽量化素材として検討が進められているマグネシウム合金やナイロン等の材質は車輛の軽量化に貢献できる反面、アルミニウムや鉄と比較して接着が困難な材質として知られており、従来のFIPGでは十分な接着性が得られないため、軽量化素材に対する接着性を向上したFIPGの開発が急務となっています(接着性の判断基準については図-4)。

3-3 オイルに対する耐久性

シリコン系 FIPG は主にエンジンやトランスミッション等のオイルをシールする目的で使用されるため、高温条件下(120°C以上)でオイルに浸漬された際に、強度や弾性が大きく低下しないことはもちろん、シール材としての役割を考えると部材に対する接着性(密着性)の保持が非常に重要となります。

3-4 高伸張性

FIPG は常に振動や衝撃にさらされる自動車部品(エンジンやトランスミッション)に使用されるため、接着性に加えて、その部材の振動や口開き(変位)に対応できる追従性が求められます。接着性が十分でも追従性が不足している場合はFIPG自体の破断によりオイルリークの原因となってしまいます。

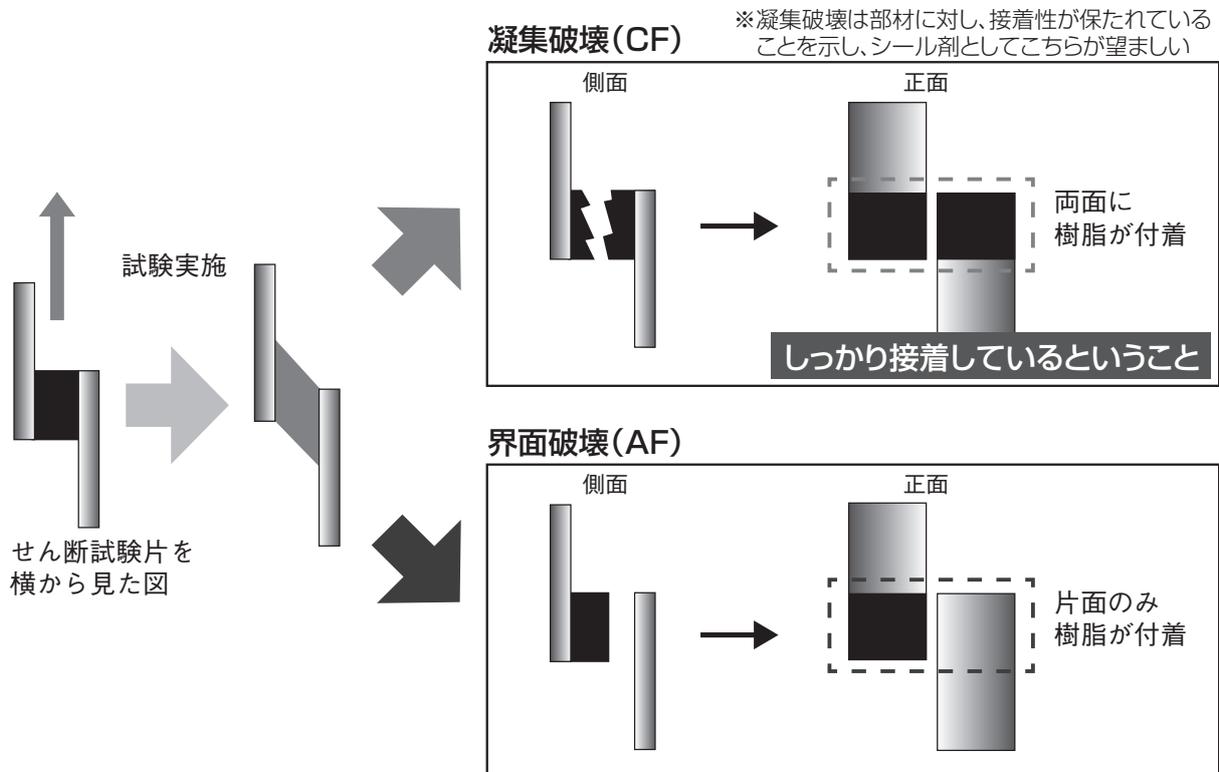


図-4 凝集破壊と界面破壊

4.商品紹介

前述の課題を克服した ThreeBond 1217M、ThreeBond 1217N（以下 TB1217M、TB1217N と略す）の特長、物性について紹介します（表-1、表-2）。

4-1 TB1217M 油面接着性FIPG

優れた油面接着性を有しています。また従来品と同等の変位追従性、硬化性や特性、耐薬品性を有します。脱脂洗浄工程のバラつきやオイル汚れ等で従来の FIPG では十分な接着性が得られない部位のシール・接着用途に適しています。

※すべての油種に対して効果があるわけではありません。脱脂洗浄後の使用を前提とし、対応できる油種や濃度については確認が必要です。

4-2 TB1217N マグネシウム合金接着性FIPG

マグネシウム合金に対する接着性に優れます。また従来品と同等の変位追従性、硬化性や特性、耐薬品性を有します。従来の FIPG では対応が難しい軽量化素材（マグネシウム合金）のシール・接着用途に適しています。

※マグネシウム合金の種類によって接着性が異なりますので、実際に使用される材質での確認が必要です。

表-1 性状

性状	単位	従来品	TB1217M	TB1217N	試験方法	備考
硬化形態		脱オキシム	脱オキシム	脱オキシム	—	
外観		灰色	黒色	灰色	3TS-2100-002	
粘度	Pa·s	300	280	280	3TS-2F30-001	SOD
比重		1.37	1.37	1.45	3TS-2500-002	
指触乾燥時間	min	5	7	6	3TS-3130-003	
厚膜硬化性	mm/day	2.4	2.2	2.9	3TS-3160-005	

※試験環境:23°C, 50%RH

表-2 硬化物特性

硬化物特性	単位	従来品	TB1217M	TB1217N	試験方法	備考
硬さ	—	A60	A45	A35	3TS-2B00-004	
伸び率	%	430	500	440	3TS-4190-005	
引張強さ	MPa	2.6	2.5	3.1	3TS-4190-005	
せん断接着強さ	MPa	2.1	1.6	2.7	3TS-4100-023	Al/Al

※硬化条件:23°C, 50%RH×168h

※Al:アルミニウム

5.ThreeBond1217M各種評価

5-1 油面接着性

油分等の汚れが付着した部材に対する接着性の確認方法として、エンジンオイルを溶剤にて規定濃度に希釈し、アルミニウム板に付着させたものを試験片として用いて、せん断接着強さを確認しました(図-5)。

■ 従来FIPG

油面濃度1%付近からせん断接着強さ、せん断伸び(変位)、凝集破壊率ともになり始め、5%

付近でほとんど界面破壊(AF)となってしまいます(図-6-1、図-6-2)。

■ TB1217M

油面濃度7%付近まで、せん断接着強さ、せん断伸び、凝集破壊率とも低下は見られず、接着性を維持しています(図-7-1、図-7-2)。

下記試験結果から、TB1217Mは従来FIPGと比較して優れた油面接着性を有していることが見て取れます。

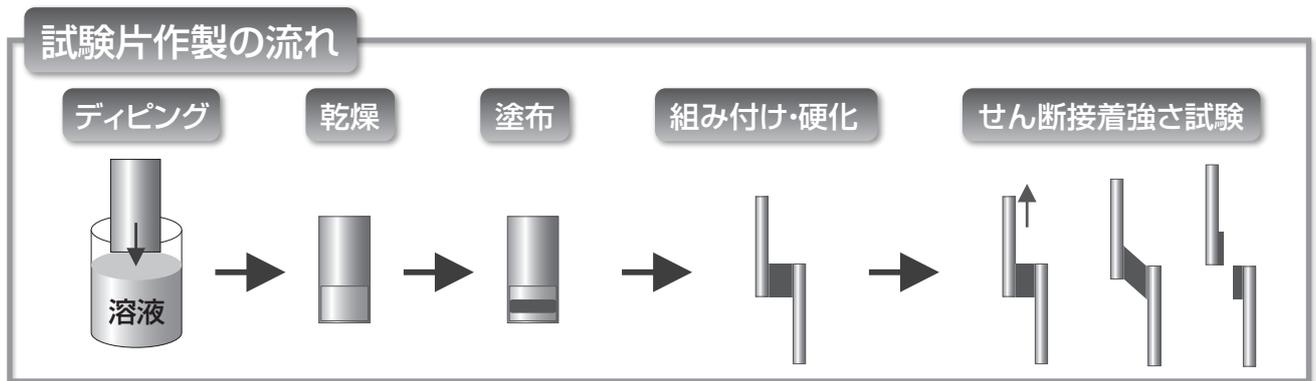


図-5 試験片作製方法

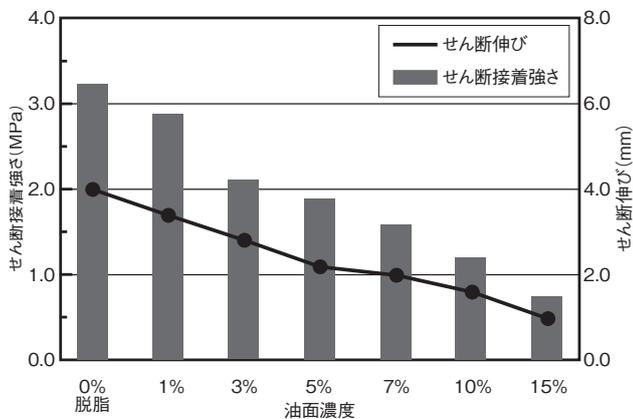


図-6-1 従来FIPGの油面接着性試験結果

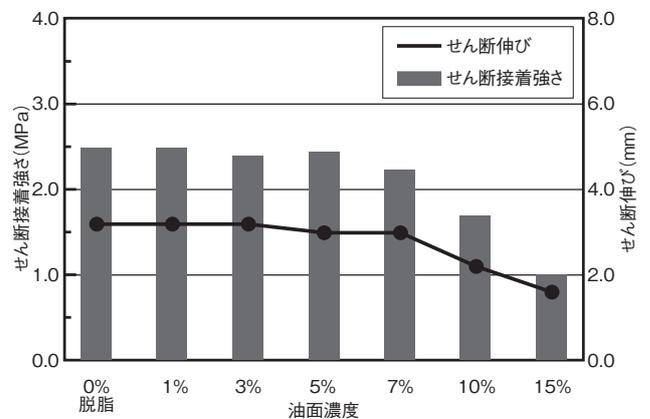


図-7-1 TB1217Mの油面接着性試験結果

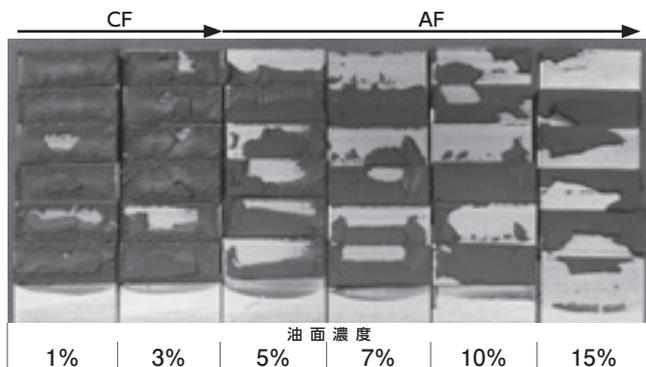


図-6-2 従来FIPGの試験片破断面様子

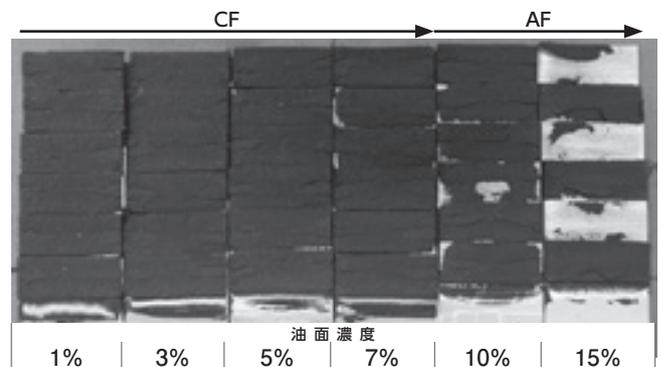
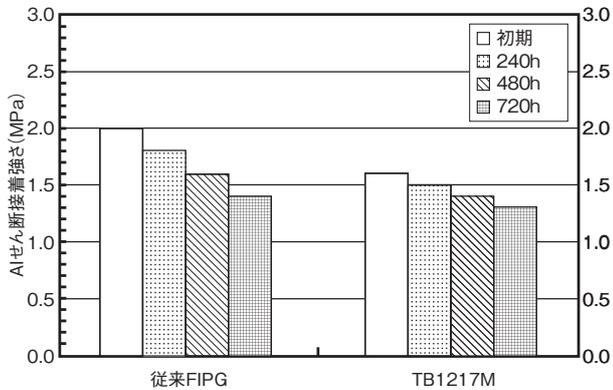


図-7-2 TB1217Mの試験片破断面様子

5-2 長期耐久性

標準条件 (23°C, 50%RH×168h) で硬化させた試験片を 150°Cのエンジンオイルに浸漬させ、物性の変化を確認しました。

150°Cエンジンオイル浸漬後も従来 FIPG と比較し良好な特性を維持しています (図-8)。



※Al:アルミニウム

図-8 TB1217M の長期耐油試験結果 (アルミニウム/アルミニウム)

6.ThreeBond1217N各種評価

6-1 マグネシウム合金接着性

マグネシウム合金 (AZ-91D) を試験片として用いて、せん断接着強さを確認しました。

■ 従来FIPG

マグネシウム合金に対する接着性が乏しいため、せん断接着強さも低く、接着面も界面破壊 (AF) となります。

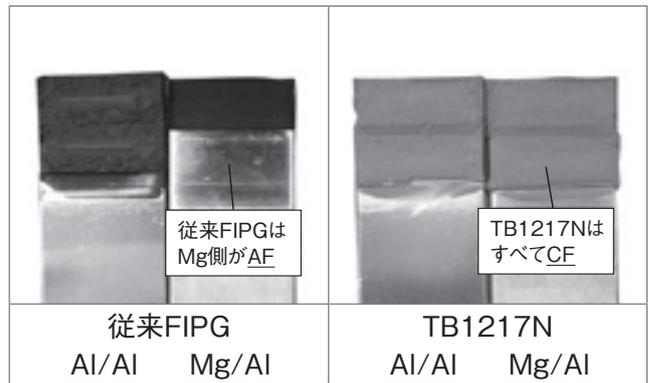
■ TB1217N

マグネシウム合金に対してもアルミニウム試験片と同等のせん断接着強さを発現しており、良好な接着性を有しています (表-3、図-9)。

表-3 マグネシウム合金への接着性

項目	単位	従来FIPG	TB1217N	
Mg/Al	せん断接着強さ	MPa	0.2	2.6
	凝集破壊率	%	0	100
Al/Al	せん断接着強さ	MPa	2.0	2.7
	凝集破壊率	%	100	100

※試験方法:3TS-4100-023 ※Mg:マグネシウム Al:アルミニウム
硬化条件:23°C, 50%RH×168h

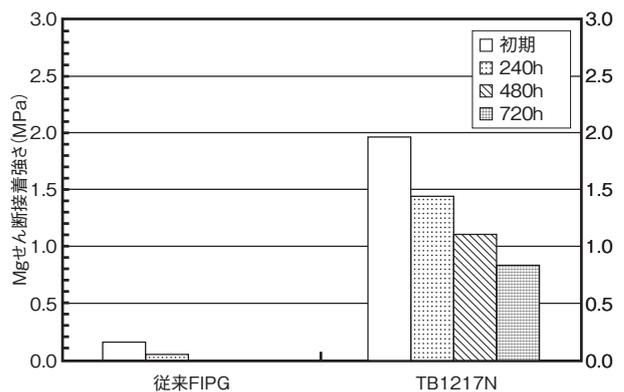


※Mg:マグネシウム Al:アルミニウム

図-9 せん断接着破断面の様子

6-2 長期耐久性

5-2と同様の試験条件においても従来 FIPG と比較し良好な特性を維持しています。また、難接着部材であるマグネシウム合金に対する接着性を保っています (図-10)。



※Mg:マグネシウム

図-10 TB1217N の長期耐油試験結果 (マグネシウム/アルミニウム)

上記のとおりTB1217Mは油面接着性、TB1217Nはマグネシウム合金接着といった特長を持ちつつ、従来FIPGと同等の性状、特性、耐久性を有しています。

おわりに

今回ご紹介しました油面接着性 FIPG : TB1217M とマグネシウム接着性 FIPG : TB1217N は、工程削減や車輻の軽量化をはじめ、地球の省資源化・環境保全の一助となる製品です。スリーボンドではさらなる技術開発に努め、多様化するニーズに対応した製品の開発に継続して取り組んでまいります。

スリーボンドファインケミカル株式会社 研究開発本部
開発一部 輸送開発課 井上 正雄
渡辺 陽介



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 スリーボンドファインケミカル株式会社
神奈川県相模原市緑区大山町1-1
電話 042(774)1333 (代)