

1 はじめに

自動車業界では、安全に対して非常に積極的な取り組みがなされている。具体的には、先日、アメリカの道路交通安全局(NHTSA)が米国内の自動車メーカーに対して側面からの衝突に対する安全規制を課す法案を提出した。これによると現在の技術を用いる限り、サイドエアバッグとサイドカーテンエアバッグの併用が、明文化はされていないものの、事実上義務付けられることになる。この動きにヨーロッパや日本も追随するものと思

われ、実際にトヨタ自動車は、乗用車全車にサイドカーテンエアバッグを標準装備すると発表している。日本では、運転席、助手席前方のエアバッグ搭載率はほぼ100%に達しているものの、サイド、サイドカーテン、ニーなどは30%未満の搭載率であるのが現状である。さらにバイク用、歩行者を守るための車の外周部用といった新たな提案もなされており、今後数年間のエアバッグの需要が大きく伸びていくことは確実である。

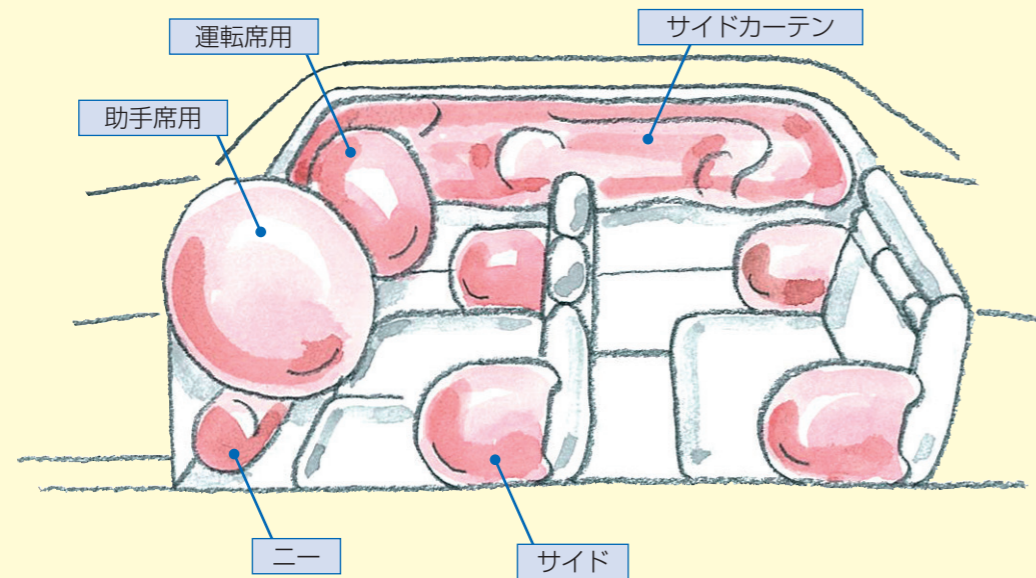


図-1 各種エアバッグ展開時のイメージ図

2 エアバッグとシリコン

現在のエアバッグは、袋状に加工された6,6-ナイロン、6-ナイロン、あるいはポリエステルなどの繊維布上にシリコン樹脂が塗工されたものが大半を占めている。大きく分けると、シリコンを基布に塗工した後に塗工布同士を糸で縫い合わせてバッグ上に加工する縫製(Cut

& Sewn)式と、Jacquard(ジャガード)式織機を用いて初めから袋状に織られた基布にシリコンを塗工する袋織(One Piece Woven: OPW)式がある。各々の製法でシリコンに要求される性能は若干異なるが、概ね共通しており以下のようなものが挙げられる。

耐久性、耐熱性・耐寒性

エアバッグは車内という非常に苛酷な環境下に長い間存在しながら、使用される際には正常な動作をしなければならない。しかし一旦エアバッグを車に装着した後に性能をチェックすることは出来ない。つまり、非常に高度な信頼性に基づいた優れた耐久性を求められる。これ

に対し、シリコン樹脂の繰り返し単位である $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-$ は、炭化水素の $-\text{CH}_2-$ 等と比較するとはるかに酸化劣化等の影響を受けにくく安定である。したがって経時劣化ならびに耐熱・耐寒性にも優れる、まさにエアバッグコーティングのための樹脂とすることが出来る。

柔軟性、耐ブロッキング性、滑り性

エアバッグが収納されるスペースが大きくなると、車自体が大きく、または車内空間が小さくなる不具合が生じる。エアバッグはコンパクトに折りたたんで収納されており、樹脂の柔軟性が要求される。シリコン樹脂の主骨格である $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-$ は、 $\text{Si}-\text{O}$ 間の結合距離が $\text{C}-\text{C}$ に比べて長く、回転しやすいため、非常に柔軟な構造を持っている。また、樹脂面同士が接

触する場合にもブロッキングを起こしてはいけない。ブロッキングすると瞬時にエアバッグを展開することが出来ないからである。シリコン樹脂の $\text{Si}-\text{CH}_3$ 基は表面エネルギーが非常に小さい、すなわち、相互作用が少ないためブロッキングなどの弊害は起こしにくい。同様に摩擦係数も低く、速やかな展開を可能とする役割を果たす。

耐燃焼性

多くのエアバッグは物質の爆発を利用して、瞬時の展開がなされる。すなわち、運転手・助手席前方など小さいサイズのエアバッグでは、高温のガスがシリコンを塗工した布に溶びせられることになる。また、車両火災などの場合、エアバッグが容易に燃えてしまうと被害が大き

くなってしまふ。ナイロン自体は炎により溶けてしまふが、シリコンを塗工することで耐燃焼性を向上させることが出来る。これはシリコン樹脂が有機化合物に比べて分解温度が約 100°C 高いことに起因している。

3 エアバッグ用シリコン樹脂の反応

エアバッグに使用されるシリコン樹脂としては、無溶剤タイプ、エマルジョンタイプ、溶剤希釈タイプなどが挙げられる。性能面、コスト面はもとより、車内という閉じられた空間であることから、VOCなどの環境面が重要視される。そのため、無溶剤タイプのものが多く使用される傾向が見られる。無溶剤タイプのシリコンは、一般に2種の液状シリコンを混合・塗工し、熱により硬化させて基布上に塗膜を形成する。反応のタイプは、反応性

が良好で、副生物の無い付加重合型が一般的に用いられる。すなわち、白金などの触媒存在下でSiH基と二重結合とを反応させるタイプである。その他の添加剤として、エアバッグの強度(引裂、引張等)を補強するための無機フィラーが挙げられる。また、シリコン硬化膜とナイロンとの密着性を向上させるために、双方に結合、あるいは相互作用するようなシランカップリング剤なども用いられる。

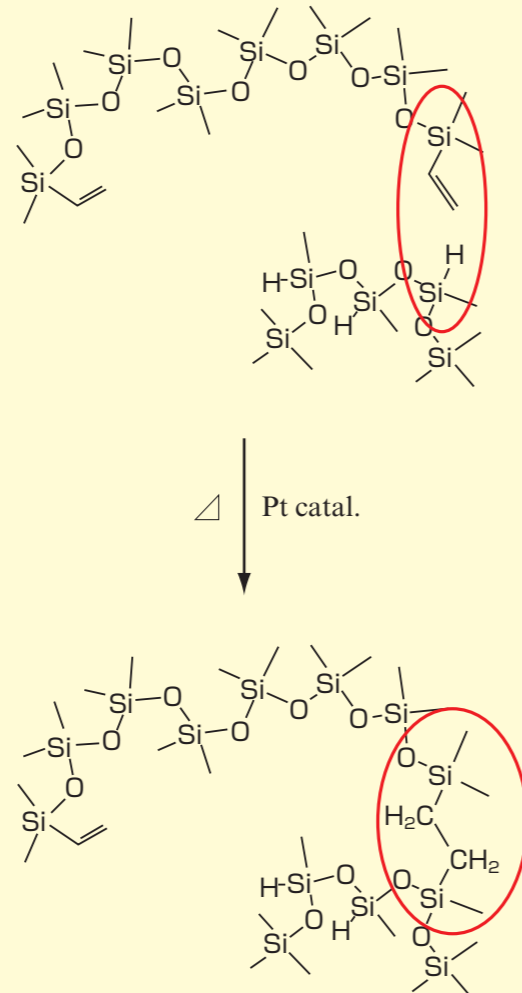


図-2 シリコンの付加反応

テキスタイルコーティング
エアバッグ用シリコン樹脂
「ロードシル™ TCSシリーズ」
について
化成事業部 研究開発部 永原 栄治

4 エアバッグの性能評価方法

性能評価方法については、実際にエアバッグを作製して試験を行うのは時間、お金、労

力が必要なため、開発初期段階では以下のような方法が用いられる。

(シリコン硬化物単体)



図-3

ショアA硬度：硬化物の硬さ測定



図-4

レオメトリー：硬化速度、硬化率の判断

※他には、破断点応力・伸び：硬化物の引張り強度・伸びを測定

(シリコン塗工布)

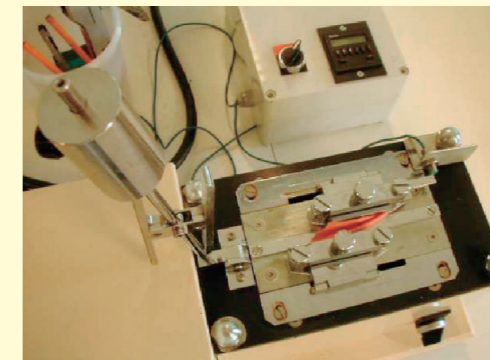


図-5

耐もみ性(スクラブ)試験：
シリコンと基布との密着性を評価

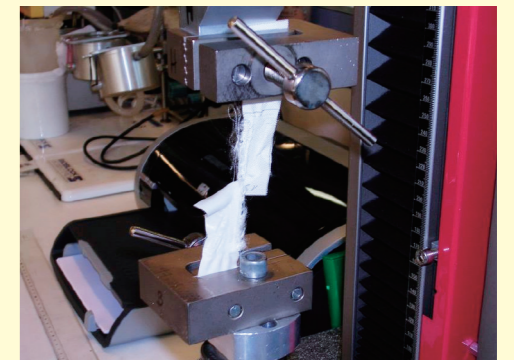


図-6

引裂き試験：
塗工布の引裂き強度を測定

テキスタイルコーティング エアバッグ用シリコン樹脂 「ロードシル™ TCSシリーズ」 について

化成品事業部 研究開発部 永原 栄治

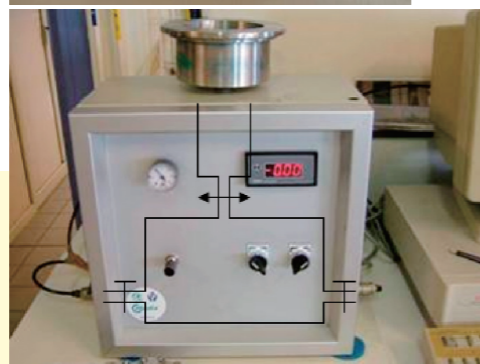


図-7 動的透気度：塗工布の気密性を測定
図-8

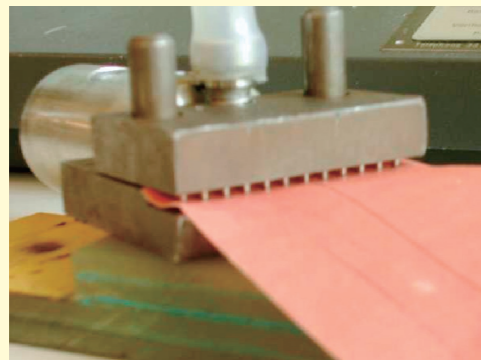


図-9 くし引き抜き試験：塗工布の滑脱抵抗力の測定

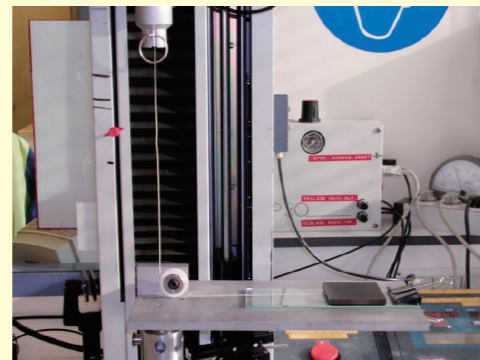


図-10 摩擦係数：塗工布の滑り性を測定

※他には、可燃性試験：塗工布の可燃性を測定

5 エアバッグ用シリコン樹脂 「ロードシル™ TCSシリーズ」

当社はBluestar Silicones社(旧Rhodia社)の技術協力の下、ロードシル™ Textile Coating System：TCSシリーズを販売している。このうち前述の要求性能を満たした代表的なエアバッグコーティング用シリコンである、TCS7510、7531、および7534の基本物性、応用性能等を表-1に示す。

表-1 TCSシリーズの各種性能 (シリコン塗工量：25 g/m²、基布：470 dtex nylon 6,6, 18/18)

	TCS7510		TCS7531		TCS7534	
混合前性状						
A:架橋剤側、B:触媒側	7510 A	7510 B	7531 A	7531 B	7534 A	7534 B
外観	透明粘稠液	透明粘稠液	透明粘稠液	透明粘稠液(着色可)	白色粘稠液	透明粘稠液(着色可)
比重(g/cm ³ 、25℃) ASTM D792	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0
粘度(mPa·s、25℃) ASTM D1084	10,000	15,000	40,000	50,000	44,000	47,000
混合比率	10	1	10	1	10	1
混合物のポットライフ(h、25℃)	16		16		16	
混合物の粘度(mPa·s、25℃) ASTM D1084	12,000		42,000		45,000	
硬化時間(min.、150℃)	1		1		1	
硬化物の機械的特性						
ショア A 硬度 ASTM D2240	25		29		40	
破断点応力(MPa) ASTM D412	2.0		3.5		5.0	
破断点伸び(%) ASTM D412	200		260		200	
引裂強度(kN/m) ASTM D412	3		9		12	
ナイロン塗工品の各種物性値						
スクラブ(サイクル) ISO 5981	>1,000		>1,000		>1,000	
引裂強度(N) ISO 13937-4	300		310		350	
滑脱抵抗力(N) ASTM D6479-02	490		540		650	
通気性 (l/dm ² /min、500Pa)ISO 9237	~ 0		~ 0		~ 0	
耐燃焼性(mm/min) FMVSS 302	50		50		50	
摩擦係数 ISO 8295	<1		<1		<0.4	

このようにエアバッグ用シリコンに適した各種性能を有している。また、誌面の都合上省略したが、この他にもユニークな特徴を持った、多様な塗工形式に対応出来るグレードをラインアップしている。

6 おわりに

今後大きく普及が予想されるエアバッグには、軽量化、省スペース化、および低コスト化が求められている。この要求を満たすために、塗工量を抑えても各種性能を維持できる、より優れたシリコンが求められている。また、より高い気密性を達成するために縫製部などをシールするシリコン接着剤の需要も大きい。我々も高性能を有する接着剤を開発しており、コーティング剤と併せて高性能なエアバッグの開発に寄与できる商品を世の中に提供していきたい。

(ロードシル™: Bluestar Silicones社の商標)

テキスタイルコーティング
エアバッグ用シリコン樹脂
「ロードシル™ TCSシリーズ」
について

化成品事業部 研究開発部 永原 栄治