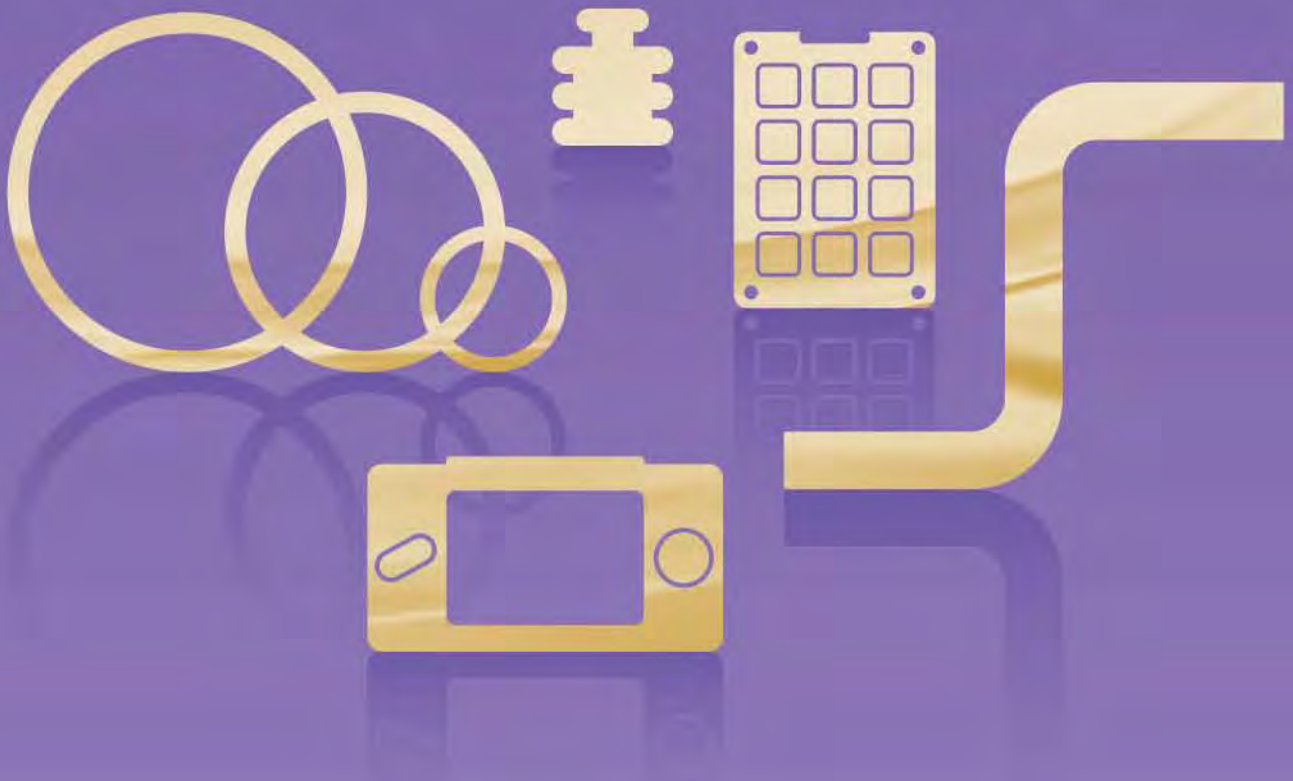


# 高機能 Highly Functional シリコーンゴム Silicone Rubber Compounds



## CONTENTS

☐ イン트로ダクション	P2
☐ 二次加硫不要型LIMS材料	P3
☐ 高速加硫型成形用シリコーンゴム	P6
☐ 高耐熱シリコーンゴム	P8
☐ 帯電防止付与シリコーンゴム	P10

**ShinEtsu**

信越シリコーン

## 省エネルギーや環境負荷の低減、生産性の向上など 時代のニーズに応える シリコーンゴム

信越シリコーンゴムコンパウンドは、無機と有機の特性を兼ね備えたシリコーン生ゴムと高純度のシリカを主成分とし、他の有機系ゴムにはないさまざまな特長を備えています。このため、電気・電子、自動車、OA機器、食品、家庭用品、レジャー用品など、さまざまな産業分野や生活用品に使われています。

信越シリコーンでは、省エネルギーや環境負荷の低減、生産性の向上など、時代のニーズに応える各種の高機能シリコーンゴムを開発しました。本カタログでは、その代表的な製品をご紹介します。

# 二次加硫不要型LIMS材料

成形の合理化が図れる材料として注目される液状シリコンゴムLIMS材料は、自動車用の材料としても採用が進んでいます。特に、低分子シロキサンを除去するための二次加硫が不要な低分子シロキサン対策品が開発され、より厳しい安定性能が要求される自動車用材料として、さらなる採用が期待されています。

## はじめに

シリコンエラストマー材料は、耐熱性、低温特性、電気特性などの利点により各種自動車部品に使われて久しいが、成形機、金型、材料開発の技術革新により、従来のミラブルゴムから、成形の合理化が可能な液状タイプのLIMS (Liquid Injection Molding System) 材料に切り替わりつつある。

LIMS成形で得られた硬化物の物性は、ミラブルゴムと遜色なく、低圧で射出成形が可能である。また成形機、金型の進歩から、成形時間の短縮化、ノーバリ、ランナーレスによる成形時に発生する廃棄物の削減などメリットも多い(図1)。

今回は、このLIMS材料で近年開発された二次加硫が不要な材料を紹介する。

## 1. 液状シリコンゴムLIMS材料の特長

### ①優れた材料特性

高強度、耐熱性、電気絶縁性など、優れた特性を兼ね備えている。また、透明性に優れているため顔料による着色も容易で、色鮮やかな成形品が得られる。

### ②工程時間の短縮

液状シリコンゴムを付加反応で硬化させるため、硬化時間が速く、成形時間の短縮が可能。

### ③生産性の向上

低射出圧での成形が可能で、精密部品の成形が可能。異物混入もなく、高品質で効率のよい成形が可能。

### ④成形の自動化

ノーバリ、ランナーレス成形に対応。硬化後の離型性も優れるため、成形工程の自動化が可能。

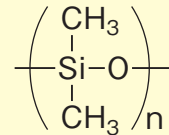
### ⑤環境への配慮

硬化反応に副生成物がなく、成形による廃材処理不要で環境に優しい成形が可能。

## 2. 低分子シロキサン対策材料

電気、電子機器回りに使われるシリコンゴム製品は、成形品内に残存する低分子シロキサン(図2)の揮発により、電気接点障害を起こす可能性がある。

図2 低分子シロキサン



低分子シロキサンによるシリカ発生メカニズム

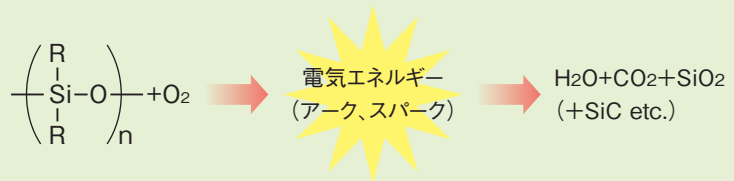


図1 LIMS成形によるメリット

### 液状シリコンゴム

- 高速硬化性
- ロングポットライフ
- 離型性良好、高引裂き
- 流動性

### 射出成形機

- 正確な吐出量
- 安定したショット

### 成形を自動化

### コスト削減

### 金型

- コールドランナー
- ノーバリ
- ランナーレス

### ポンプ

- 精密計量

したがって通常は、乾燥機を用いて二次加硫を行い、低分子シロキサンを除去して使用する。

低分子シロキサン対策LIMS材料は、二次加硫をすることなく、ミラブルゴムで200℃/4時間ポストキュアしたレベルまで削減したタイプである(図3)。

表1に、二次加硫を不要とした製品(KE-2019シリーズ)を紹介する。

### 3. ハーネス製品への応用

自動車の電装部分に使用されているハーネス製品は、各種情報、エネルギーを運ぶ電気配線システムとして欠かせない。近年、自動車の高性能化に伴い多種多様化し、その性能は信頼性に大きく影響を及ぼすようになった。

ハーネス製品の需要は、カーエレクトロニクス化の進展により増大傾向にあり、信頼性、生産効率アップの目的から、二次加硫が不要なLIMS化へ進んでいる。表2にハーネス製品に使用されているオイルブリードタイプの製品を紹介する。

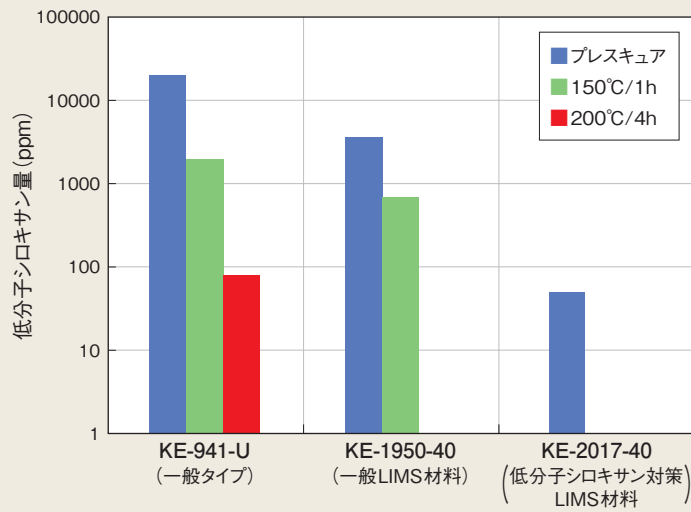
### 4. 選択接着LIMS材料

金型に接着せず、プラスチックのみに接着する選択接着LIMS材料は、プラスチックとの一体成形が可能であり、また低圧成形ができることから、樹脂の変形を抑えて成形を行うことができ、成形品の精度アップが容易である。しかしながら従来は、プラスチック材料の耐熱性の問題から、二次加硫の温度が上げられず、そのため、十分な低分子シロキサンの除去が困難な場合が多かった。

低分子シロキサン対策選択接着LIMS材料は、この問題を解決した材料である。

表3に同材料の高強度タイプ、表4にハーネス用途として、製品表面にオイルがにじみ出るオイルブリードタイプの製品を紹介する。

図3 溶剤抽出法による低分子シロキサン量の比較データ



### ■低分子シロキサン対策LIMS材料

表1 一般高強度タイプ

項目	製品名	KE-2019-30A/B	KE-2019-40A/B	KE-2019-50A/B
粘度(0.9S <sup>-1</sup> )	23℃ A/B Pa·s	300/320	340/340	900/920
	130℃:MDR T10/T90 s	31/84	33/61	23/44
密度	g/cm <sup>3</sup>	1.11	1.12	1.14
硬さ	デュロメータ	33	42	52
引張り強さ	MPa	6.9	10.1	11.1
切断時伸び	%	630	570	580
引裂き強さ	アングル形 kN/m	20	29	35
圧縮永久ひずみ	150℃/70h %	20	26	25
低分子シロキサン	ΣD <sub>3</sub> ~D <sub>10</sub> ppm	50	50	80

\*硬化条件:150℃/10minプレスキュア

(規格値ではありません)

表2 オイルブリードタイプ

項目	製品名	KE-2017-30A/B	KE-2017-40A/B	KE-2017-50A/B
粘度(0.9S <sup>-1</sup> )	23℃ A/B Pa·s	1500/1500	1500/1300	2000/1600
	130℃:MDR T10/T90 s	41/77	35/70	30/60
密度	g/cm <sup>3</sup>	1.13	1.13	1.14
硬さ	デュロメータ	32	42	52
引張り強さ	MPa	9.1	9.2	9.5
切断時伸び	%	740	600	500
引裂き強さ	アングル形 kN/m	23	30	35
圧縮永久ひずみ	150℃/70h %	18	15	20
低分子シロキサン	ΣD <sub>3</sub> ~D <sub>10</sub> ppm	100	50	80

\*硬化条件:150℃/10minプレスキュア

(規格値ではありません)

## ■低分子シロキサン対策選択接着LIMS材料

表3 一般高強度タイプ

項目	製品名	KE-2091-30A/B	KE-2091-40A/B	KE-2091-50A/B
粘度(0.9 <sup>S</sup> -1) 23℃ A/B Pa·s		700/1800	850/2000	700/2400
120℃:MDR T10/T90 s		20/44	19/37	21/38
密度 g/cm <sup>3</sup>		1.13	1.13	1.14
硬さ デュロメータA		33	43	52
引張り強さ MPa		9.1	11.7	11.5
切断時伸び %		740	680	620
引裂き強さ アングル形 kN/m		20	33	40
圧縮永久ひずみ 150℃/70h %		28	29	35
低分子シロキサン ΣD <sub>3</sub> ~D <sub>10</sub> ppm		150	130	160

\*硬化条件:150℃/10minプレスキュア

(規格値ではありません)

表4 オイルブリードタイプ

項目	製品名	KE-2018-30A/B	KE-2018-40A/B	KE-2018-50A/B
粘度(0.9 <sup>S</sup> -1) 23℃ A/B Pa·s		1500/1500	1600/1400	1500/1300
120℃:MDR T10/T90 s		22/58	23/40	25/50
密度 g/cm <sup>3</sup>		1.14	1.13	1.13
硬さ デュロメータA		31	42	52
引張り強さ MPa		9.4	10.1	9.8
切断時伸び %		780	680	560
引裂き強さ アングル形 kN/m		23	30	35
圧縮永久ひずみ 150℃/70h %		18	15	20
低分子シロキサン ΣD <sub>3</sub> ~D <sub>10</sub> ppm		170	120	180

\*硬化条件:150℃/10minプレスキュア

(規格値ではありません)

## 5. 期待効果

低分子シロキサンを低減したことで、成形時の金型汚れが改善し、金型のクリーニング回数の減少につながる。

硬化時に揮発する低分子シロキサンが少ないため、環境に配慮した材料であり、かつ、成形時の収縮率の振れが少なく、高品質な成形品ができる。

## おわりに

近年の環境保全型製品の意識の高まりから、廃材処理不要で二次加硫による低分子シロキサン削減が不要な、本材料への期待は大きい。

本製品が、さまざまな分野で使用されることを期待している。

●記事は、2008年1月に掲載したものです。



ハーネス製品に使われる防水コネクタ

# 高速加硫型成形用シリコンゴム

シリコンゴムを成形、加工する方法としては、種々の方法が用いられているが、型成形に使用される加硫剤(当社製品名:C-8)では、高速加硫が困難でした。ゴムの特性を維持したまま、従来の型成形用の加硫系に比べ、高速での加硫(硬化)が可能な材料を開発したのでご紹介します。

## はじめに

シリコンゴムは、ケイ素—酸素結合(-Si-O-)を骨格としたシロキサン結合からなり、側鎖にメチル基、フェニル基などの有機基を有するため、一般の有機材料と異なり、優れた耐候性、耐熱性、耐寒性、電気特性などを有している。1940年代に工業化が開始されて以来、電気・電子、輸送機、建築など、さまざまな分野で幅広く使用されている。

シリコンゴムを成形、加工する方法としては、シリコンゴムのタイプなどにより、種々の方法が用いられている。近年、成形時間短縮の要望が強く、これを受けミラブル型シリコンゴム材料で高速加硫可能な成形用シリコンゴムを開発したので、以下に紹介する。

## 1. シリコンゴムの硬化機構

ミラブルタイプのシリコンゴムの架橋は、有機過酸化物架橋および付加架橋が用いられ、成形方法、用途により使い分けられている(表1)。

### ①有機過酸化物架橋

有機過酸化物による架橋は、ミラブルタイプのシリコンゴムで広く用いられている架橋方法であり、付加架橋に比べて不純物による硬化阻害を受けにくく、架橋剤を添加後の可使

時間が長い特徴がある。反応は図1の式のように進行するが、使用する有機過酸化物の種類により、どちらの反応が進行するか異なる。シリコンゴムに使用される有機過酸化物として代表的なものにアシル系の有機過酸化物とアルキル系の有機過酸化物が挙げられる(図1)。メチル基を置換したアシル系の過酸化物は主に図1中の(I)の反応が進行し、アルキル系の過酸化物を使用した場合は、(II)の反応が進行する。

### ②付加架橋

付加反応による架橋は、Si-H基とビニル基が反応して架橋が行われる。

付加反応は低温、短時間で進行し、添加する白金触媒の量、シリコンゴムの中に含まれるSi-H/Si-Viの比率、制御剤、反応温度などにより加硫速度を広範囲で調整することができる。注意すべき点としては、白金触媒は付加反応に対して良好な触媒であるが、白金と配位を形成する窒素、リン、イオウなどを含む化合物により硬化阻害を起こすことがあり、これらの成分の混入を防ぐ必要がある。

## 2. 高速加硫(硬化)材料 (KE-594、KE-597)

ミラブル型シリコンゴムでも、前述の付加

反応を用いることにより高速加硫することは可能であるが、触媒の白金が被毒され、硬化阻害を起こすことや、加硫剤練りこみ後の可使時間が短いなどの問題がある。また有機過酸化物の中でも加硫速度が速いアシル系の過酸化物を用いることにより、加硫速度を速くすることは可能であるが、有機過酸化物の分解物として安息香酸の誘導体が生成することから、圧縮永久歪などのゴム物性低下の要因となる場合がある。

以上の観点から、分解残渣として安息香酸誘導体が発生しない、なおかつ分解温度の低い有機過酸化物を選択し、これに適したシリコンゴムコンパウンドを組み合わせることにより、ミラブルタイプの高速加硫型成形用シリコンゴムを開発した。

高速加硫型成形用シリコンゴムは、ゴム硬度40度の「KE-594」とゴム硬度70度の「KE-597」の2種類をラインナップしており、いずれも硬化剤はあらかじめ添加されており、加硫剤を練り込む作業なしに使用することができる。それぞれの物性は表2の通りである。

当社の一般成形用(KE-941-U)、押し出し用材料(KE-541-U)を型成形用の一般的なアルキル系加硫剤(当社製品名:C-8B)で硬化させた場合と比較すると、約5の分の1の時間短縮が可能である。硬化温度160℃での加硫特性を図2に示す。

表1 ミラブル型シリコンゴムの架橋反応と特徴

架橋タイプ	特徴	代表的化合物
有機過酸化物架橋	●有機過酸化物 長所:取り扱いが容易。可使時間が長い 短所:副生成物が生じる	●アシル系有機過酸化物 用途:常圧熱気加硫(HAV)用 当社製品名:C-23
	●アシル系有機過酸化物 長所:活性が高く低温で加硫 短所:酸類を副生(クラッキングの原因)	●アルキル系有機過酸化物 用途:モールド成形用 当社製品名:C-8
	●アルキル系有機過酸化物 長所:副生成物の影響が少ない 短所:活性が低く高温で加硫	
付加架橋	●白金触媒 長所:副生成物がない 短所:白金触媒の被毒。可使時間が短い	白金化合物

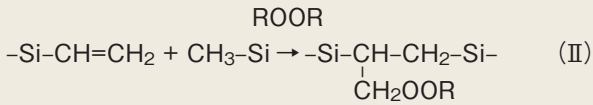
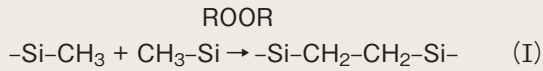


さまざまなゴム成形品に応用できる

図1 硬化機構

**有機過酸化物架橋タイプ**

過酸化物の分解ラジカルにより架橋



**付加架橋タイプ**

触媒によりビニル基とSi-Hが反応  
cat.

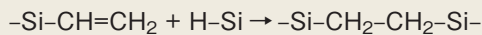
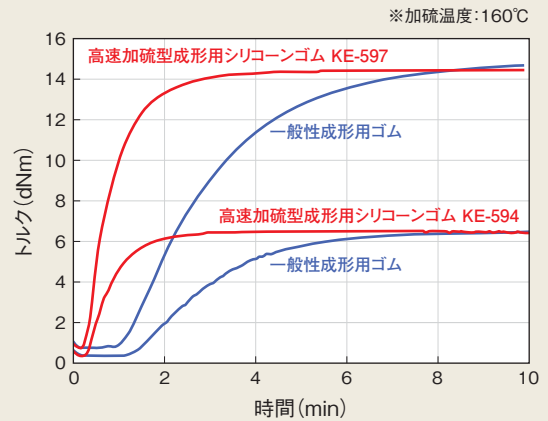


図2 高速加硫型成形用シリコンゴムKE-594とKE-597の加硫特性



同製品は、

- ①時間当たりの成形個数を増やすことができるため、金型面数、成形機、人員などのコスト低減や省エネルギー化につながる。
- ②金型の取り数が少なくなるにより、成形品の寸法精度の向上や不良品の低減につながる。
- ③加硫剤が添加済みで、前工程が不要。
- ④米国食品医薬品局 (FDA: Food and Drug Administration) にも準拠し、食品関連の用途にも安心して使用できる。

など優れた特長を兼ね備えている。

また新たに開発した高速加硫型成形用シリコンゴムは、ゴム硬度40度の「KE-594」とゴム硬度70度の「KE-597」の2種類あるが、両製品をブレンドして使用することができる。KE-594とKE-597を任意の割合で混合すると表3の通り40～70度の必要な硬度のシリコンゴムを得ることができる(表3)。

**おわりに**

本製品は従来の材料に比べ加硫速度が速く、成形時間の短縮が可能である。そのため成形サイクルが短縮でき、コスト削減や省エネルギー化に貢献できると考えている。

●記事は、2008年7月に掲載したものです。

表2 高速加硫型成形用シリコンゴムの一般特性

項目	製品名	KE-594	KE-597
外観		乳白色半透明	乳白色半透明
可塑性		157	249
密度	g/cm <sup>3</sup>	1.09	1.20
硬さ	デュロメータ タイプA	40	70
引張り強さ	MPa	7.3	8.8
伸び	%	600	350
引裂き強さ	クレセント型 kN/m	7.0	13.0
反発弾性	%	70	50
圧縮永久歪*	150°C/22h %	8	9
線収縮率*2	%	3.9	3.6

硬化条件: プレスキュア160°C×2min、ポストキュア200°C×4h(2mmシート) (規格値ではありません)  
\*1 プレスキュア160°C×10min、ポストキュア200°C×4h  
\*2 プレスキュア165°C×10min、ポストキュア200°C×4h

表3 高速加硫型成形用シリコンゴムのブレンド比と物性

配合比	%							
	KE-594	KE-597	0	20	40	60	80	100
密度			1.20	1.18	1.15	1.13	1.11	1.09
硬さ			72	67	60	54	48	41
引張り強さ			8.6	9.2	8.9	8.8	7.8	7.5
伸び			350	430	490	540	580	610
引裂き強さ			12	13	12	10	8	7
反発弾性			53	57	64	67	71	75
圧縮永久歪*			9.4	9.9	8.8	8.6	8.3	7.6

硬化条件: プレスキュア160°C×2min、ポストキュア200°C×4h(2mmシート) (規格値ではありません)  
\*プレスキュア160°C×10min、ポストキュア200°C×4h

# 高耐熱シリコンゴム

耐熱性に優れたシリコンゴムは、ガスケット材料やエンジンルーム内の部材など、高温環境下で使われる材料として最適です。近年、エンジン設計のコンパクト化かつ高出力化にともない、エンジンルーム内で使用される部材にもさらなる過酷な条件が求められています。本稿では、この要求に応えるために開発された高耐熱シリコンゴムについてご紹介します。

## はじめに

シリコンゴムは、他の有機系ゴムと比較して耐熱性に優れていることから、電線材料、ガスケット材料、ロール材料、エンジンルーム内の部材などに応用され、100～180℃の高温環境下で使用されている。また、電子レンジや加熱炉などのドア用ガスケットにも使用実績があり、200℃付近の温度においても使用されている。近年、エンジン設計において、コンパクトかつ高出力が求められることから、エンジンルーム内で使用されるターボホースなどの部材に対しても、従来よりも過酷な条件である200℃を超える耐熱性が要求されている。

ターボホースの主流の形状は2層構造であり、外側がジメチルシリコンゴム、内側は燃料ガスが直接触れるため、フッ素ゴムまたはフロロシリコンゴムが用いられている(図1)。しかしながら、フッ素ゴムは200℃を超える耐熱性を有しているものの柔軟性に劣り、また幅広い温度領域で安定性が求められる用途において低温特性に劣るといったデメリットがある。そ

こで、フッ素ゴムよりも柔軟性があり、使用温度範囲の広いフロロシリコンゴムに200℃を超える耐熱性が求められている。同時に、ターボホースとして使用する外側のジメチルシリコンゴム、あるいは高耐熱電線材や、電子レンジのドア用ガスケット材などの用途でさらなる高温安定性の要求があり、ジメチルシリコンゴムにも200℃を超える耐熱性が求められている。

## 高耐熱フロロシリコンゴム

従来のフロロシリコンゴムは180℃付近までの耐熱性は良好であるが、200℃を超えると十分なゴム特性が得られなかった。耐熱性向上の要求が高まる中で、分子設計と耐熱用添加剤を最適化することにより、新たにX-36-434-Uを開発した。同製品は、225℃

の高温において優れたゴム特性を有する(表1)。特に、従来品は225℃では引張り強さが低下する傾向がある中で、同製品は引張り強さが少なくとも7MPa以上となり、優れた強度を有する材料である。また、プライマー処理などをしなくても汎用のジメチルシリコンゴムとの接着性が良好であり、この点からも、ターボホース用内層材をはじめとするジメチルシリコンゴムとの複合化に適した材料であると言える。

## 高耐熱ジメチルシリコンゴム

高耐熱ジメチルシリコンゴムとして、40度～80度品を開発した(表2)。当社の従来品にはKE-552D-Uなどがあり、220℃付近でも使用できる材料であったが、新規に開発した材料は耐熱用添加剤を最適化したことによ

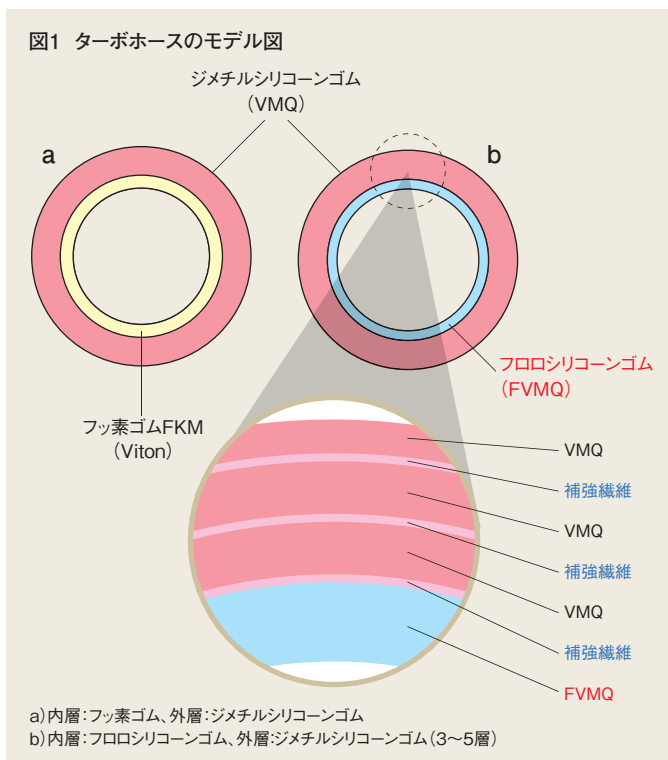


表1 高耐熱フロロシリコンゴム

項目	製品名	X-36-434-U	FE-241-U (汎用品)
加硫剤		C-8A/0.8部	C-8A/0.8部
プレスキュア		165℃×10min	165℃×10min
ポストキュア		200℃×4h	200℃×4h
初期物性			
外観		黒色	淡黄色
密度	g/cm <sup>3</sup>	1.43	1.38
硬さ Type-A		47	42
引張り強さ	MPa	10.4	8.5
切断時伸び	%	470	480
引裂き強さ クレセント	kN/m	21	12
圧縮永久歪 180℃×22h	%	13	17
耐熱性 225℃×168h			
硬さ Type-A		47	44
引張り強さ	MPa	8.4	4.2
切断時伸び	%	410	350
硬さ変化	point	±0	+2
引張り強さ変化率	%	-19	-51
切断時伸び変化率	%	-12	-27
耐燃料油性 Fuel C 23℃×70h			
体積変化率	%	+21	+25
ジメチルシリコンゴム(KE-551-U)との接着性*			
プレスキュア 165℃×10min	N/mm	1.7	0.2
ポストキュア 200℃×4h	N/mm	1.7	0.2

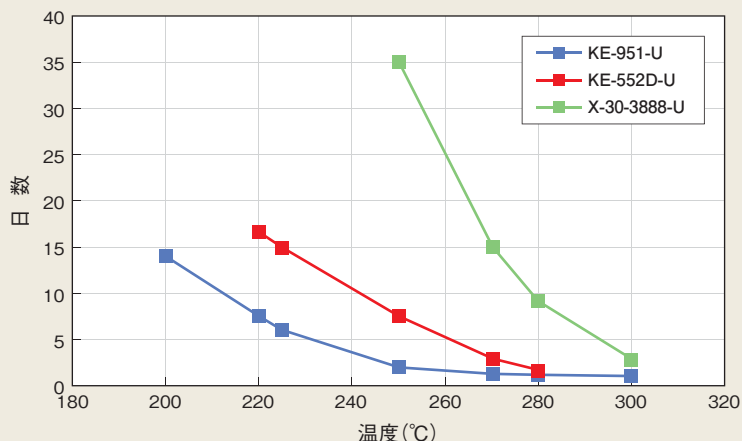
\*ピール試験

(規格値ではありません)



コンパクト化が進むエンジンルーム

図2 各材料の耐熱性比較



り、250℃～300℃の高温領域でも優れたゴム特性を発揮する。耐熱性の指標として、各材料の初期切断時伸びを100とした時に、70となった時の時間を温度毎にプロットして図2に示す。図2の中でプロットされる点が上側にあるほど、該当温度での切断時伸びが変化しにくく、常態値に近い状態での使用が可能と考えられる。250℃の場合、KE-951-U（汎用品）は切断時伸びが3割低下するのが2日であるのに対し、KE-552D-Uは同条件で7日、新規に開発したX-30-3888-Uは同条件で35日と大幅に伸びている。220℃付近ではKE-552D-UとX-30-3888-Uとでは耐熱

性に差が出にくい、250℃～300℃の高温領域では、KE-552D-Uを含めた従来のシリコンゴムは硬化劣化が起こりやすくなる。それに対して、新規に開発したX-30-4084-U（40度品）、X-30-3888-U（60度品）、X-30-4079-U（80度品）は、高温領域でも脆くなりやすく、ゴム弾性を保持している。ターボホースの外層材をはじめとする、より高耐熱が要求される用途での使用が見込まれる。

### おわりに

従来のシリコンゴムは、他の有機系ゴムと比較して耐熱性に優れるものの、安定して使

用出来るのは200℃付近までであり、220℃以上では不十分であった。今回開発したフロロシリコンゴム（X-36-434-U）とジメチルシリコンゴム（X-30-4084-U、X-30-3888-U、X-30-4079-U）は、220℃を超える高温領域でのゴム特性が改善された材料であり、これまでよりも高耐熱性が要求される用途への展開が期待される。

●この記事は、2010年1月に掲載したものです。

表2 高耐熱ジメチルシリコンゴム

a) 加硫剤：C-8使用

項目	製品名	40度品	60度品	80度品	汎用品
	X-30-4084-U	X-30-3888-U	X-30-4079-U	KE-951-U	
加硫剤	C-8/2.0部				
プレスキュア	165℃×10min				
ポストキュア	200℃×4h				
初期物性					
外観	茶色	茶色	茶色	乳白色半透明	
密度 g/cm <sup>3</sup>	1.15	1.20	1.29	1.15	
硬さ Type-A	40	60	82	50	
引張り強さ MPa	9.2	9.2	9.3	8.8	
切断時伸び %	600	290	270	350	
耐熱性 300℃×72h					
硬さ Type-A	46	60	87	70	
引張り強さ MPa	5.2	6.2	5.1	4.4	
切断時伸び %	480	260	90	110	
硬さ変化 point	+6	±0	+5	+20	
引張り強さ変化率 %	-43	-33	-45	-50	
切断時伸び変化率 %	-20	-10	-67	-69	

(規格値ではありません)

b) 加硫剤：C-23N使用

項目	製品名	40度品	60度品	80度品	耐熱用(従来品)
	X-30-4084-U	X-30-3888-U	X-30-4079-U	KE-552D-U	
加硫剤	C-23N/1.3部				
プレスキュア	120℃×10min				
ポストキュア	150℃×1h				
初期物性					
外観	茶色	茶色	茶色	淡黄色	
密度 g/cm <sup>3</sup>	1.14	1.19	1.28	1.15	
硬さ Type-A	37	57	74	55	
引張り強さ MPa	8.1	9.1	11.0	9.3	
切断時伸び %	640	360	390	320	
耐熱性 300℃×72h					
硬さ Type-A	40	57	87	75	
引張り強さ MPa	4.8	6.2	5.5	4.5	
切断時伸び %	490	320	120	80	
硬さ変化 point	+3	±0	+13	+17	
引張り強さ変化率 %	-41	-32	-50	-48	
切断時伸び変化率 %	-23	-11	-70	-74	

(規格値ではありません)

# 帯電防止付与シリコンゴム

シリコンゴムは電気・電子をはじめ、自動車、事務機などあらゆる産業分野で重要な役割を果たしています。今回は、シリコンゴムの特性はそのままに、従来の帯電防止付与シリコンゴムの欠点を改良した製品を開発したのでご紹介します。

## はじめに

シリコンゴムは、一般的には高重合度のオルガノポリシロキサンと補強性充填材とを含有する組成物のかたちで供給される。オルガノポリシロキサンやシリカなどの補強性充填材は電気絶縁性であり、それを配合して得られるシリコンゴム組成物およびその硬化物であるシリコンゴムは、各種物質との接触により帯電してしまう。

今回開発した帯電防止付与シリコンゴムは、絶縁体であるのにも関わらず優れた帯電防止効果を発揮する。また、従来の帯電防止材料の①高温では帯電防止効果が持続しない ②電気絶縁性の維持が困難 ③色が黒色に限定されてしまうといった問題点を一気に解決している。

## 帯電防止付与シリコンゴムの特長

新規に開発した帯電防止付与シリコンゴムの特長として次の点が挙げられる。

### ①帯電防止効果(高温においても効果は持続)

帯電防止効果の評価方法として、スタチックオネストメーター(シジド静電気(株)製)を用いた。6kVのコロナ放電によって材料を帯電させ、半減期(帯電圧が半分になる時間)を測定した(図1)。一般的なシリコンゴムをこの装置を用いて測定すると、帯電の半減期は10分以上であり、きわめて長い。

表1に帯電防止付与シリコンゴムの半減期を示す。パーオキサイドを用いて加硫したシートに、200℃の熱履歴を与えたときの半減期を示した。200℃×300hの熱履歴を与えても、優れた帯電防止効果は持続する。これは高温で低分子シロキサンを除去したい場合、非常に有効である。結果的に従来行われてきた200℃で成形品を処理できる(帯電防止効果を持続したまま、シリコンゴム中に残存している低分子シロキサン成分、あるいはパーオキサイドの分解物を十分に取り除くことができる)。また、長時間高温にさらされる用途にも使用可能である。

### ②基本物性は一般シリコンゴムと同様

帯電防止付与シリコンゴムの基本物性は、一般のシリコンゴムと同様である。

は、一般のシリコンゴムと同様である。

### ③着色が可能

一般のシリコンゴムと外観が同じであるため、着色が可能である。

### ④電気絶縁性を維持

ポストキュア後の体積抵抗は $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であり、電気絶縁性を維持できる。そのため、電線被覆やキーパッド用途などに十分使用可能な絶縁レベルとすることができる。

## 帯電防止付与シリコンゴムの種類

現在、帯電防止付与シリコンゴムには、次の3製品がラインアップされている。

### 1. 帯電防止付与ゴムコンパウンド

一般タイプ、高強度タイプともに、基本物性は、一般のシリコンゴムコンパウンドと同様である(表2)。

### 2. 帯電防止付与LIMS材料

硬さ50°品のLIMS材料の一般特性を表

3に示す。基本物性は、一般LIMS材料と同様である。

### 3. 帯電防止付与型取り用シリコンゴム

従来品であるKE-1310ST/CAT-1310Lでは帯電し続けるが、帯電防止付与型取り用シリコンゴムX-32-2903/CAT-1310Lでは半減期が1sであり、良好な帯電防止効果が確認できる(図2)。また、図3からわかるように、ウレタン破材の付着が抑制されている。このため、精密な型取り作業が行え、かつゴミやちりが付着しないことから作業性にも優れている。

表4に、帯電防止付与型取り用シリコンゴムの一般物性を示す。

## おわりに

今回開発した帯電防止付与シリコンゴムの特長は、従来のシリコンゴムの外観、耐熱性、低圧縮永久歪、弾性、離型性などを維持したまま、帯電防止効果を付与した点にある。したがって、低分子カットされた帯電防止シート

図1 半減期測定チャート

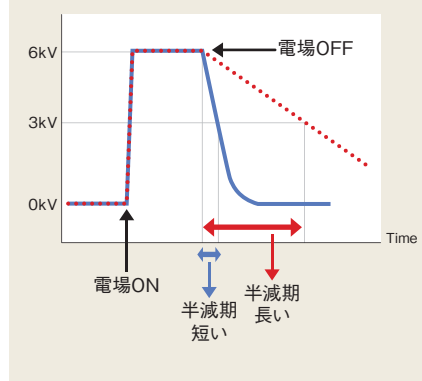


表1 半減期測定結果

経過時間	半減期
初期	3秒
4h後	3秒
50h後	6秒
100h後	6秒
300h後	6秒

図2 半減期測定チャート

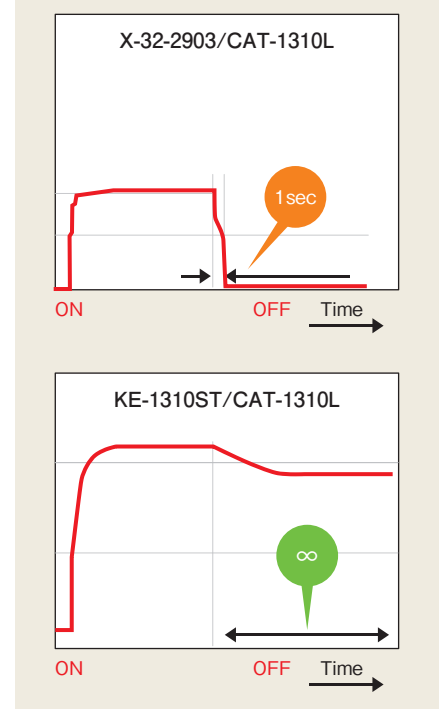


表2 帯電防止付与ゴムコンパウンドの一般特性

項目	製品名	一般タイプ			高強度タイプ					
		KE-9490-U	KE-9590-U	KE-9690-U	KE-5490-U	KE-5590-U		KE-5690-U		
色調(外観)		乳白色半透明	乳白色半透明	灰白色	乳白色半透明	乳白色半透明		乳白色半透明		
密度 23°C	g/cm <sup>3</sup>	1.11	1.14	1.22	1.10	1.13		1.17		
可塑性 ウィリアムス再練10分後		190	240	280	150	200		250		
加硫剤		C-8	C-8	C-8	C-23N	C-8	C-23N	C-8	C-23N	C-8
加硫剤の添加量	%	2.0	2.0	2.0	1.3	2.0	1.3	2.0	1.3	2.0
硬さ デュロメータA		43	52	63	40	40	50	53	60	63
引張り強さ	MPa	6.5	8.2	7.3	9.0	7.4	9.7	9.3	9.0	9.5
切断時伸び	%	365	325	320	600	570	370	430	500	600
引裂き強さ*	kN/m	15	23	20	10	12	12	16	20	25

\* 一般タイプはアングル形、高強度タイプはクレセント形により測定 (規格値ではありません)  
 試験片成形条件: 一般タイプ プレスキュア165°C×30min + ポストキュア200°C×4h  
 高強度タイプ C-23N プレスキュア120°C×10min + ポストキュア200°C×4h  
 C-8 プレスキュア170°C×10min + ポストキュア200°C×4h

など従来技術ではできなかった製品を得ることができる。また、データとして例示しなかったが、高温領域でも帯電防止効果が得られている点も注目したい。

この特長を生かし、以下のような分野での応用が考えられる。

- 1) 定着ロールユニット
- 2) 型取り用母型材料
- 3) キーパッドなどのインターフェース
- 4) 電子部品の保護材

本製品は、①高温にさらされても帯電防止効果が持続する ②着色が可能である ③電気

絶縁性を維持できるなど多くのメリットがあり、今後、さまざまな分野で使用されることを期待している。

●この記事は、2011年10月に掲載したものです。

表3 LIMS材料の一般特性

項目	製品名	帯電防止付与タイプ	一般タイプ
		X-34-4045A/B	KE-1950-50A/B
粘度*1 23°C	Pa·s	A:720/B:730	A:690/B:680
硬化時間*2	sec	T10:38/T90:81	T10:39/T90:83
密度	g/cm <sup>3</sup>	1.13	1.13
硬さ タイプA		50	50
引張り強さ	MPa	8.6	8.6
伸び	%	560	550
半減期(s)		2s	10min以上

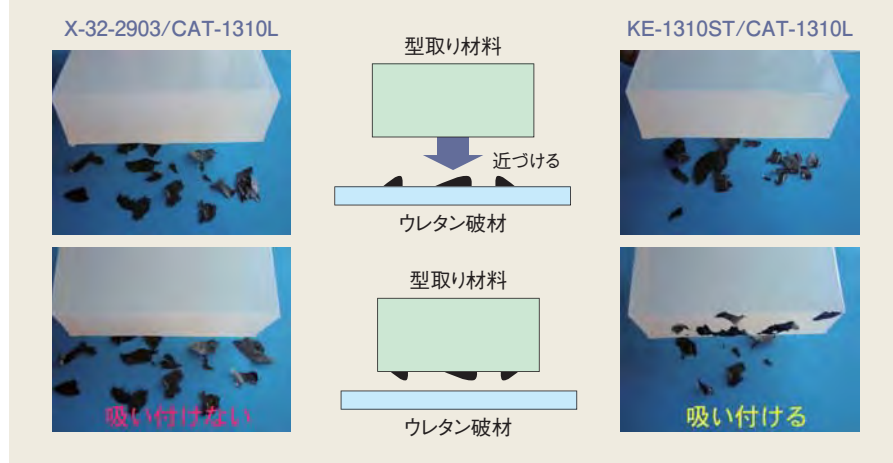
\*1 CRレオメーター(0.9s<sup>-1</sup>) (規格値ではありません)  
 \*2 レオメーター条件:130°C

表4 帯電防止付与型取り用シリコンゴムの一般特性

項目	製品名	ノンブリードタイプ	オイルブリードタイプ	
		X-32-2903	X-32-2844-1	
硬化前	主剤外観	半透明	半透明	
	主剤粘度* 23°C	Pa·s	90	100
	硬化剤		CAT-1310L	CAT-1314L
	主剤/硬化剤、混合比		100/10	100/10
	作業可能時間 23°C	min	570	360
	標準硬化条件		60°C×4h	60°C×4h
硬化後	密度	g/cm <sup>3</sup>	1.08	1.08
	硬さ タイプA		41	40
	引張り強さ	MPa	5.8	5.0
	伸び	%	370	320

\* 回転粘度計 (規格値ではありません)

図3 ウレタン破材の付着の様子



帯電防止付与ゴムコンパウンドで成形したゴム部品

シリコンゴムについてのお問い合わせは

本社 シリコン事業本部 〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-1

営業第三部(ゴム、LIMS)..... ☎ (03)3246-5151

営業第四部(型取り用シリコンゴム)..... ☎ (03)3246-5152

大阪支店 〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-11-4 日本興亜肥後橋ビル ..... ☎ (06)6444-8226

名古屋支店 〒450-0002 名古屋市中村区名駅4-5-28 近鉄新名古屋ビル ..... ☎ (052)581-6515

福岡支店 〒810-0001 福岡市中央区天神1-12-20 日之出天神ビルディング..... ☎ (092)781-0915

札幌駐在所 〒004-0843 札幌市清田区清田3条1丁目2-6 アフロディテ102号..... ☎ (011)888-8533

ご用命は

- 当カタログのデータは、規格値ではありません。また記載内容は仕様変更などのため断りなく変更することがあります。
- ご使用に際しては、必ず貴社にて事前にテストを行い、使用目的に適合するかどうかご確認ください。なお、ここで紹介する用途はいかなる特許に対しても抵触しないことを保証するものではありません。
- 当社シリコン製品は、一般工業用途向けに開発されたものです。医療用その他特殊な用途へのご使用に際しては貴社にて事前にテストを行い、当該用途に使用することの安全性をご確認のうえご使用ください。なお、医療用インプラント用には絶対に使用しないでください。
- このカタログに記載されているシリコン製品の輸出入に関する法的責任は全てお客様にあります。各国の輸出入に関する規定を事前に調査されることをお勧めいたします。
- 本資料を転載されるときは当社シリコン事業本部の承認を必要とします。



当社のシリコン製品は品質マネジメントシステムおよび環境マネジメントシステムの国際規格に基づき登録された下記事業所および工場にて開発・製造されています。

群馬事業所	ISO 9001	ISO 14001
	(JCQA-0004)	(JCQA-E-0002)
直江津工場	ISO 9001	ISO 14001
	(JCQA-0018)	(JCQA-E-0064)
武生工場	ISO 9001	ISO 14001
	(JQA-0479)	(JQA-EM0298)

<http://www.silicone.jp/>