

耐熱性アクリルゴムL6070

1. はじめに

自動車には、オイルシールをはじめ、ベルト、ホース、パッキン、Oリング、ダイヤフラムなど、数多くのゴム製品が重要な機能部品として使用されている。その理由は、ゴム材料が持つ、①大変形が可能である、②フレキシブルである、③ダンピング特性がよい、など他材料では代替出来ない特有の性質のためである¹⁾。

近年、自動車向けエンジン周辺部で使用される用途では、耐油性、耐フルード性だけでなく、メンテナンスフリーによるロングライフ特性、エンジンルームの省スペース化、高性能高出力化などによる耐熱性など、これまで以上に過酷な環境で使用されることからシール材への要求はますます高まってきている。Table1に各種オイルにて使用されるシール部品と使用材料を示す。

Table1 自動車用耐油、耐フルード系ゴム部品²⁾

オイル分類	部品名	使用材料
エンジンオイル	クランクオイルシール	VMQ、FKM
	カムオイルシール	VMQ
	バルブステムシール	FKM
	オイルパンパッキン	NBR、ACM
	ヘッドカバーパッキン	NBR、ACM
	オイルクーラーホース	NBR、ACM
ATFミッションオイル	Oリング類	NBR、ACM
	ミッションオイルシール	ACM、VMQ
	オイルクーラーホース	NBR、ACM
	Oリング、パッキン類	NBR、ACM
PSF	パワーステホース	NBR
	ラックエンドシール	U、NBR
	オイルポンプオイルシール	NBR
	Oリング、パッキン類	NBR
フューエル	フューエルホース	NBR
	エバポホース	NBR
	フューエルポンプダイヤフラム	NBR
	チェックバルブ類	NBR、FKM
	高圧フューエルホース	NBR、FKM
	レギュレーターダイヤフラム	NBR、FKM
	インジェクターシール	FKM
クーラント	Oリング、パッキン類	NBR、FKM
	ラジエーターホース	EPDM
	ブレーキフルード	EPDM
	など	NR、SBR、CR
マスターシリンダーカップ	マスターシリンダーカップ	SBR
	ホイールシリンダーカップ	SBR
	キャリパーシール	EPDM

アクリルゴムは、耐油性と耐熱性を同時に要求される用途において、ふっ素ゴム、シリコンゴムに次ぐ、ゴム材料に位置付けられている。各種ゴム材料の耐油性、耐熱性の位置づけをFigure1に示す。

これまで耐油性ゴムとして幅広く使用されてきた、アクリロニトリルブタジエンゴムは、高性能化が進む自動車向け用途としては耐熱性が不足、またふっ素ゴムは価格上の問題から、性能とコストのバランスによりアクリルゴムへの転換がますます進んできている。

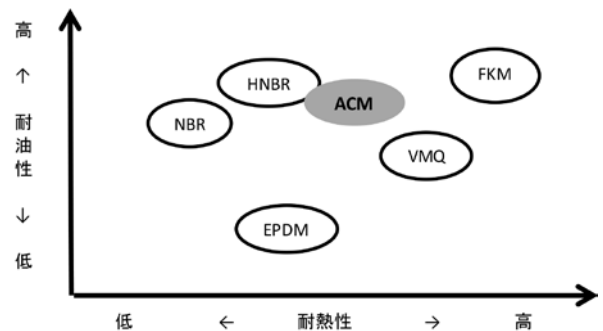


Figure1 各種ゴム材料の耐熱性と耐油性

2. 開発品L6070の特徴

アクリルゴムは、アクリル酸エステルを主成分とするコポリマーであり、ASTM略号はACMと示される。アクリルゴムの化学構造をFigure2に示す。

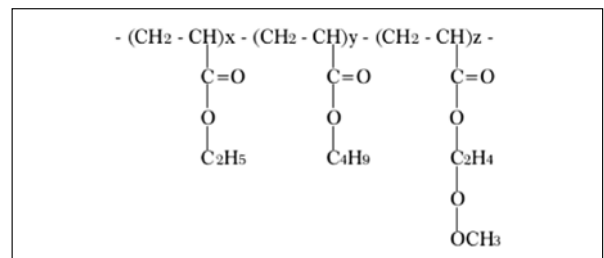
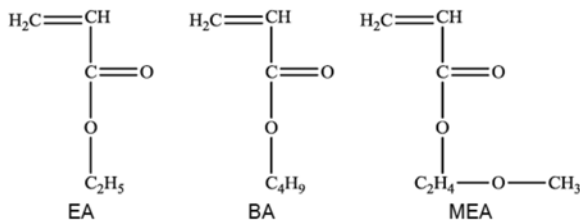


Figure2 アクリルゴムの化学構造

アクリルゴムの特性は、側鎖の異なる3種類のモノマー（アクリル酸エチル:EA、アクリル酸ブチル:BA、アクリル酸2-メ

トキシエチル(MEA)の組み合わせにより異なる。主成分モノマー種の化学構造と、その特性をFigure3に示す³⁾。



	耐熱性	耐油性	耐寒性
EA	◎	○	△
BA	○	△	◎
MEA	△	◎	○

◎：優良 ○：良好 △：劣る

Figure3 アクリルゴムのモノマーの化学構造と各特性

アクリルゴムは主鎖が飽和結合のみで構成されているため、架橋点を有する官能基を導入する必要がある。アクリルゴムの架橋サイトの違いによる特徴について、Table2にまとめた。

Table2 各種架橋サイトにおける官能基の種類と物性³⁾

架橋サイト	架橋速度	加工性	貯蔵安定性	圧縮永久ひずみ特性	耐熱性
活性塩素基	○	×	△	○	○
エポキシ基	×	○	○	○	○
カルボキシル基	○	○	○	○	○

アクリルゴムは、その特徴から自動車のエンジン周辺部で、オイルシールやホース用途で使用されてきた。当社の既存アクリルゴムL1270も、オイルシールやガスケットとして、これまで多くのエンジン周辺部で採用されてきたが、近年のエンジン近傍の高温環境下では仕様を満足出来なくなっている。

当社では、これまで培ってきた独自の配合設計技術を活用することで、アクリルゴムが持つ耐油性を維持したまま、耐熱性を向上させたアクリルゴムL6070を開発した。以下に、開発材料L6070と従来材料L1270の各種特性について記載する。

2-1) 圧縮永久ひずみ特性

シール材の耐熱性の指標として、圧縮永久ひずみ率が用いられている。同一環境下においては、圧縮永久ひずみ率が小さい程、良好なシール材として、より長期間の使用が期待出来る。

圧縮永久ひずみ率の測定、及び算出方法をFigure4に示す⁴⁾。

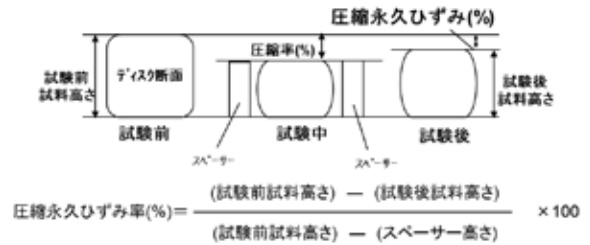


Figure4 圧縮永久ひずみ率の測定、及び算出方法

一般的に圧縮永久ひずみ率80%が、シール材に用いられる材料の寿命として用いられている⁵⁾。

本報では、エンジン周辺部のシールに要求される150℃環境下におけるシール寿命、圧縮永久ひずみ率80%到達時間を算出するため、L6070とL1270の圧縮永久ひずみ率をプロットし、近似式から圧縮永久ひずみ率80%到達時間を算出した。150℃空気中における圧縮永久ひずみ試験の結果をFigure5に、近似式と算出結果をTable3に示す。

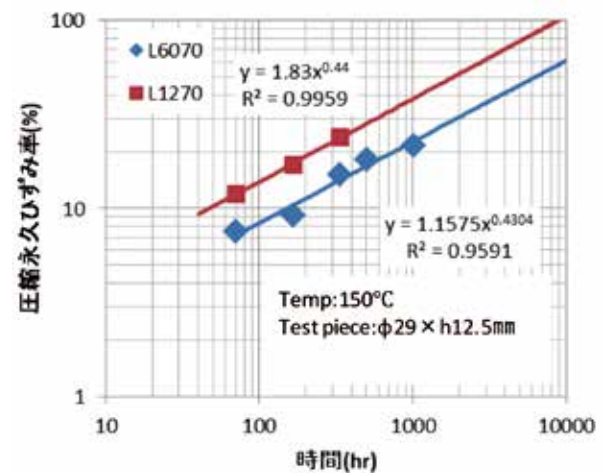


Figure5 150℃空気中における圧縮永久ひずみ試験の結果

Table3 150℃環境下での圧縮永久ひずみ率80%到達時間

材料記号	近似式	圧縮永久ひずみ率80%到達時間 (hr)
L6070	$y = 1.1575x^{0.4304}$	1.88×10^4
L1270	$y = 1.83x^{0.44}$	5.35×10^3

近似式から算出した150℃空気中における圧縮永久ひずみ率80%到達時間は、L6070が 1.88×10^4 時間、L1270が、 5.35×10^3 時間となり、L6070のほうが3.5倍以上の長寿命性が期待出来る。

L6070は、150℃以上の高温環境下においても良好な圧縮永久ひずみ特性を有する。同一試験時間で評価した場合、L6070の170℃とL1270の150℃の圧縮永久ひずみ率が同等

であることから、サービス温度の上昇も期待できる。高温環境下での圧縮永久ひずみ試験結果をFigure6に示す。

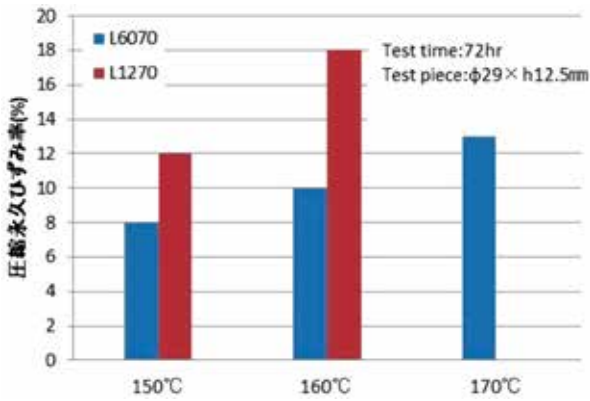


Figure6 圧縮永久ひずみ温度依存性

2-2) 耐エンジンオイル特性

自動車用エンジンオイルは、品質と粘度について、それぞれ規格で分類されている。各規格について、Table4に示す。

Table4 エンジンオイルの分類

種類	規格名称	内容
品質規格	API: American Petroleum Institute (アメリカ石油協会)	国際的に使用されるエンジンオイルの性能分類規格
	ILSAC: International Lubricant Standardization and Approval Committee (国際潤滑油標準化認証委員会)	APIより省燃費性能を要求される規格
粘度規格	SAE: Society of Automotive Engineers (自動車技術者協会)	オイルの粘度を分類する規格

品質を分類するAPI規格は、エンジンオイルの省燃費性、耐熱性、耐摩耗性を設定した規格で、SA~SPで分類されていたが、一部は2020年までに廃止されている。ILSACは、更に省燃費性を要求している規格で、APIのSH~SPをGF-1~GF-6に分類している。Table5に自動車用エンジンオイルの品質分類を示す^{6), 7)}。

Table5 API規格及びILSAC規格

API規格	ILSAC規格	性能
SA		↑ 低 性能 ↓ 高
SB		
SC		
SD		
SE		
SF		
SG		
SH	GF-1	
SJ	GF-2	
SL	GF-3	
SM	GF-4	
SN	GF-5	
SNPlus		
SP	GF-6	

粘度を分類するSAE規格は、SAEが制定したSAE J300規格が使用される。例えば、5W-30と表記されている場合、左側表記は低温時の粘度、右側表記は高温時粘度を示す。いずれも数字が大きくなるほど、エンジンオイルが硬くなることを表している。Table6に自動車用エンジンオイルの粘度分類を示す⁸⁾。

Table6 SAE J300

SAE粘度グレード	低温粘度		高温粘度		
	CCS粘度 (cP) / 温度 (°C)	ポンピング粘度 (cP) / 温度 (°C)	動粘度 (cSt) (100°C)		高せん断における粘度 (cP) (150°C、106S-1最小値)
			最低	最高	
0W	6,200/-35	60,000/-40	3.8	—	—
5W	6,600/-30	60,000/-35	3.8	—	—
10W	7,000/-25	60,000/-30	4.1	—	—
15W	7,000/-20	60,000/-25	5.6	—	—
20W	9,500/-15	60,000/-20	5.6	—	—
25W	13,000/-10	60,000/-15	9.3	—	—
8	—	—	4	<6.1	1.7
12	—	—	5	<7.1	2.0
16	—	—	6.1	<8.2	2.3
20	—	—	6.9	<9.3	2.6
30	—	—	9.3	<12.5	2.9
40	—	—	12.5	<16.3	3.5 (0W-40,5W-40,10W-40グレード)
40	—	—	12.5	<16.3	3.7 (15W-40,20W-40,25W-40,40グレード)
50	—	—	16.3	<21.9	3.7
60	—	—	21.9	<26.1	3.7

耐エンジンオイル特性の評価は、入手性の観点から、API: SN/CF (ガソリン車/ディーゼル車併用化)、ILSAC: GF-5 (省燃費・排ガス浄化・オイル劣化防止・耐熱・耐摩耗)、SAE: 5W-30 (外気温-30°Cでも使用可+高温時粘度中程度)を用いて評価を行った。

L6070、L1270のいずれの材料も150°C×70時間の浸漬試験後の体積変化率は10%以下と小さく、両材料共に耐性を有することを確認した。Figure7に浸漬試験後の体積変化率を示す。

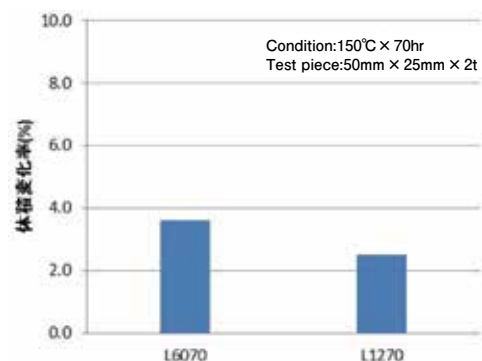


Figure7 ガソリンオイル浸漬後の体積変化率

2-3) 低温特性

低温特性は、低温弾性回復試験(TR試験)にて確認した。L6070は、L1270と同等のTR10値を示し、エンジン周辺部で使用するシール材として使用できる低温特性を有することを確認した。Table7にL6070とL1270のTR値を示す。

Table7 L6070とL1270のTR値比較

	L6070	L1270
TR10 (°C)	-21.5	-20.7
TR30 (°C)	-16.5	-16.1
TR50 (°C)	-12.9	-12.9
TR70 (°C)	-8.7	-9.3

2-4) 製品形状

アクリルゴムL6070は、一般的な合成ゴムと同等の加工性を有するため、Oリング(バルカーNo.640)、Vパッキン(バルカーNo.2631)、Xリング(バルカーNo.641)など、様々な断面形状や大口径製品についても製作可能である。

2-5) 機械的特性

L6070とL1270の常態物性及び各種耐久試験を実施した結果をTable8に示す。

Table8 L6070とL1270の物性比較

特性		試験方法	単位	L6070	L1270
硬度		JIS K 6253	SHORE A	71	72
引張強度		JIS K 6251	MPa	11.8	11.0
伸び			%	250	190
耐熱性	圧縮永久ひずみ率 25%圧縮 φ29×h12.5	JIS K 6262 150°C x70h	%	7	12
	硬さ変化	JIS K 6257 150°C x70h	POINT	+1	+2
	強度変化率		%	-3	+3
	伸び変化率		%	-6	-3
耐油性	硬さ変化	JIS K 6258	POINT	-4	±0
	強度変化率	SN/CF, GF-5	%	+1	-6
	伸び変化率	5W-30 oil	%	-6	-12
	体積変化率	150°C x70h	%	+3.6	+2.5
低温性	TR10 値	JIS K 6261	°C	-21.5	-20.7

※実測値であり、規格値ではありません。

3. 使用用途

開発品アクリルゴムL6070は、自動車市場向け(特にエンジン周辺部)への展開が期待出来る。

※オイルフィルターガスケット(自動車、建設機械、農産機など)ヘッドカバーガスケット、オイルシール、オイルポンプ用ガスケットなど

4. おわりに

今回ご紹介したアクリルゴムL6070は、従来材料と同等の耐油性を維持したまま、ワンランクアップした耐熱特性を有する材料である。自動車向け用途では、使用環境はますます高温化になっていく傾向にあり、シール材には高い耐熱性が求められているが、充分に対応可能な材料と思われる。また、エンジンオイルの品質規格が2020年10月に改訂された。今回の改定により、これまでより環境に対する基準が厳しく、オイル性能が向上していることから、シール製品への要求内容も変化していくことが考えられる。われわれシールメーカーは、今後もユーザー各位へのご要望に対して、お応え出来るよう、市場の最新動向をいち早くキャッチし、新規材料の開発及び既存材料の改良に努めていく所存である。

5. 参考文献

- 1) 幸田忠士、日本ゴム協会誌、55、689-697、1982
- 2) 吉田宏、日本ゴム協会誌、58、141-147、1985
- 3) 杉山守、日本ゴム協会誌、89、22-27、2016
- 4) 圖師浩文、バルカーテクノロジーニュース、No.36、25-28、2019
- 5) 川村敏夫、バルカーレビュー、Vol.26、No.6、1982
- 6) American Petroleum Institute,2020
- 7) International Lubricant Standardization and Approval Committee,2020
- 8) SAE International, SURFACE VEHICLE STANDSRD、SAE J300、2015



圖師 浩文

研究開発本部
商品開発部 エラストマーチーム