

耐酸性ふっ素系エラストマーシール製品 “TOUGHUORO[®]-AC85” の紹介

1. はじめに

昨今、メーカーで開発する装置・機器の高性能化が進んでいる。このことはエラストマー製シール材が曝される環境が厳しくなることとおおむねイコールであり、要求特性も厳しくなる。既存品で対応が出来ない場合、当社の強みでもある「配合技術」・「設計技術」、この二点を最大限に駆使し、新機軸の製品開発へのチャレンジが必要となる。

また、上記の「環境が厳しくなる」といった内容と考えられるリスクの一例としては、高出力化に伴う「高圧力化」や「高温化」、特殊な流体(主に薬液)環境下におけるエラストマーに対する「強い腐食性」や「抽出リスクの増加」、特殊な溝環境下で使用する事による「はみ出し・噛み込み現象の発生」など、挙げ始めるとキリがなく、それらが単一でなく複合的に発生するケースも珍しくはない。

そのような環境下においては、ニトリルゴム(NBR)を始めとする汎用的な合成ゴムでは、使用困難な場合が多くなるため、コストは大幅に上がってしまうが、ふっ素ゴム(FKM)を使用しなければならないケースが多くなる。

ここで先述のFKMという材料の特徴を、以下に記載する。

まず長所は大きく二つあり、一つは「耐熱特性」、もう一つに「耐油・薬品特性」が挙げられる。

耐熱特性に関しては、汎用的なNBRが80～100℃、EPDMが100～120℃であるところ、FKMは汎用グレードでも200℃程度までの耐熱性を有しており、他の合成ゴムと一線を画している。

次に耐油・薬品特性について挙げると、一例としてではあるが、NBRは鉱油などの耐性は優れているが、合成油には耐性は低く、膨潤とそれに伴う軟化が生じる。しかし、FKMはいずれの油に対しても耐性があり、その他多くの溶剤や薬液にも耐性を有する。

ただし、世の中の全ての油や薬液に耐性があるわけではなく、アミンなどが含まれる塩基性の薬液中では、脱HF反

応が起こりやすいため、膨潤とそれに伴う軟化が生じる点には注意が必要である。

補足ではあるが、アミンを含む塩基性溶液への耐性を有するテトラフルオロエチレンプロピレンゴム(FEPM)と呼ばれるFKMも存在しており、当社のTOUGHUORO[®]-SSシリーズ¹⁾が該当製品となるため、ご興味を持たれた方は、2019年に発行されたテクノロジーニュースNo.36をご確認いただければと思う。

次に短所について挙げると「コスト」と「耐寒性」である。

コストは、原料自体が高価であることに加え、比重も高いことも相まって、如何ともしがたい部分ではある。参考までに他の合成ゴムと比較した場合、製品価格がNBRやEPDMよりも数十倍になることも珍しくない。

耐寒性は、FKMの分子構造上の問題であり、低温環境下で分子運動が阻害されやすい骨格を有しており、そのため-15～-10℃で弾性がほぼ消失してしまい、シール材として使用する場合の低温での使用限界温度は上記程度と言われている。

この点についても補足をすると、耐寒性に優れたFKMも世の中には存在しており、当社の製品にもラインアップされている²⁾。こちらにご興味を持たれた方は、2008年に発行されたバルカー技術誌No.14をご確認いただければと思う。

本題に移り、本報で紹介する新規開発品 TOUGHUORO[®]-AC85は、昨年度上市したTOUGHUORO[®]-AC70³⁾と同じく、耐酸性や低溶出性といった点で優れた材料であり、それに加え材料としての剛性を高めることで、高圧環境や特殊な溝設計で使用する場合でも、はみ出し現象が起こりづらいといった特徴を持つ製品である。

詳細を次項より記載するので、ご一読いただければ幸いです。

2. TOUGHUORO[®]-AC85の特徴

TOUGHUORO[®]-AC85 (FKM 硬度 85) は、耐酸性、及

び低溶出性に優れたFKM製シール製品である。本製品は昨年度に上市したTOUGHUORO®-AC70 (FKM硬度70)と同じコンセプトのもと、開発した製品であり、二つの製品は、硬度・物性の異なる兄弟製品という位置付けとなる。

本項では、TOUGHUORO®-AC70や、同じく耐酸性FKMシール製品のD2470、汎用FKMシール製品FKM-70と物性の比較をすることで、TOUGHUORO®-AC85の優れた機械的特性・耐熱特性・耐酸特性・含有金属成分分析による低溶出性を示す。

2-1) 機械的特性

初めにTOUGHUORO®-AC85の機械的特性について示す。

測定内容としては、JIS K 6253-3に準拠したデュロメータA硬度計を用いたゴム硬度の測定 (Figure1) の結果と、JIS K 6251に準拠した引張試験 (Figure2) の測定の結果 (引張強度・伸び・100%引張応力) となる。

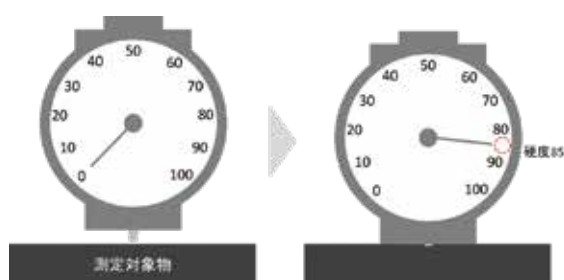


Figure1 デュロメータ硬度計を用いた硬度測定方法 模式図

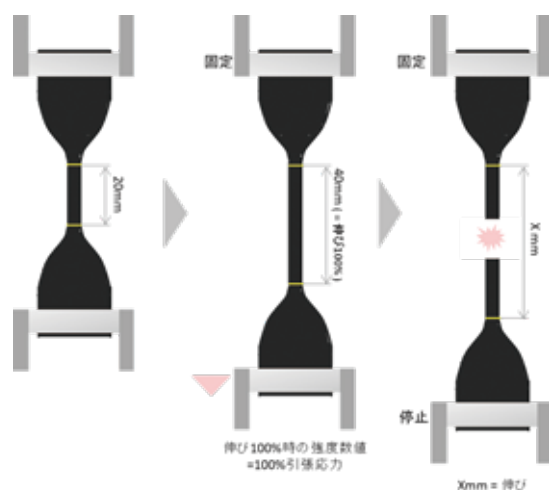


Figure2 引張試験機を用いた引張試験実施方法 模式図

次にTOUGHUORO®-AC85の硬度・引張試験の測定結果をTable1に示す。比較として、TOUGHUORO®-AC70の測定結果を併記する。

Table1 TOUGHUORO®-AC85常態物性試験結果

試験内容	項目	単位	TOUGHUORO®-AC85	TOUGHUORO®-AC70
常態物性試験	硬度	ShoreA	86	70
	引張強度	MPa	29.4	24.2
	伸び	%	225	330
	100%引張応力	MPa	10.9	3.1

TOUGHUORO®-AC70も機械的特性に優れた製品であるが、TOUGHUORO®-AC85は引張強度が約30MPaを有しつつも、伸びが200%以上、100%引張応力も10MPa以上あることから、強靱でありながらも、比較的高い伸びを有している材料であり、こちらも機械的特性に優れた製品であることが確認された。

2-2) 耐熱特性

エラストマーシール材の耐熱性には、空気老化試験 (JIS K 6257) 後の物性値 (硬度・引張強度・伸び) の変化度や変化率の測定、圧縮永久ひずみ試験 (JIS K 6262) による、圧縮永久ひずみ率の測定結果が指標として用いられる。

温度・時間の要素が同一である場合、空気老化後の物性値の変化や、圧縮永久ひずみ率が小さいほど、長寿命であり環境に適したシール材であるとされている。

各試験の試験方法について、以下に記載・図示する。

初めに空気老化試験は、ギヤー式オープン中にダンベル状3号形試験片を、所定の温度・時間で加熱処理した試料を、「2-1) 機械的特性」に記載の測定方法にて、硬度測定・引張試験を実施し、常態物性試験の結果との変化を確認する評価である。

次に圧縮永久ひずみ試験は、金属フランジにスペーサーを装着し、圧縮量を一定にした状態で、試験片 (JIS大型試験片・小型試験片・Oリングなど) を圧縮し、所定の温度・時間で加熱処理したのち、圧縮開放した試験片の高さから、圧縮永久ひずみ率を算出する評価である (Figure3)。

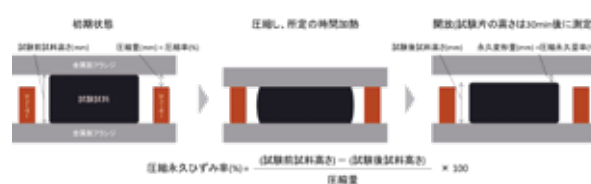


Figure3 圧縮永久ひずみ試験の試験方法、及び算出方法

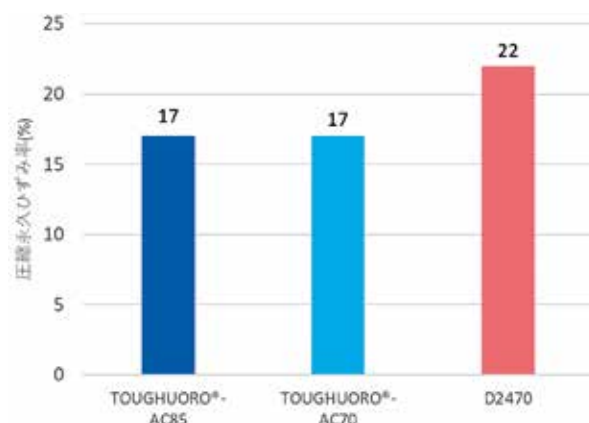
上記の試験方法でTOUGHUORO[®]-AC85の空気老化試験、及び圧縮永久ひずみ試験を実施した結果を、Table2・Figure4に掲載する。

表中には、TOUGHUORO[®]-AC70と、当社の耐酸性FKMシール製品D2470の測定結果も比較として併記する。

Table2 TOUGHUORO[®]-AC85の空気老化試験測定結果

試験内容	項目	単位	TOUGHUORO [®] -AC85	TOUGHUORO [®] -AC70	D2470
空気老化試験	硬度変化	point (ShoreA)	+1	-1	+2
	引張強度変化率	%	-11	-24	-25
	伸び変化率	%	±0	+18	±0

試験条件：230℃×72h



試験条件：200℃×72h

試験形状：φ29×12.5h (JIS 大型試験片)

圧縮率：25% 圧縮

Figure4 TOUGHUORO[®]-AC85 圧縮永久ひずみ試験測定結果

TOUGHUORO[®]-AC85は空気老化試験、圧縮永久ひずみ試験、どちらの試験結果を取っても、TOUGHUORO[®]-AC70やD2470と比較し、同等以上の性能を有していることから、十分な耐熱特性を有していることが確認された。

2-3) 耐酸特性

TOUGHUORO[®]-AC85の無機酸への耐性評価を実施するために、36% 塩酸、及び98% 硫酸の2種への浸漬試験を実施した。

浸漬試験の試験方法は次の通りである。

事前に所定の寸法に打ち抜いた体積片を、比重測定器で体積を測定し、その後浸漬液へ室温環境下で168h 浸漬した。

浸漬後、イオン交換水で表面に付着した浸漬液を洗浄し、表面に残った水分を拭拭したのち、再度比重測定器で体積を測定することで、体積変化率を算出した (Figure5)。

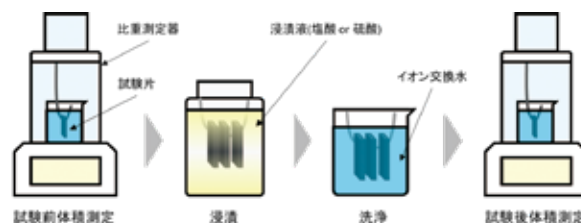


Figure5 無機酸浸漬試験の試験方法 模式図

また今回の評価では、試験に用いた体積片の酸溶液浸漬前後の硬度を測定することで、硬度変化も併せて確認した。

次に本試験の結果を Table3に掲載する。

表中には、TOUGHUORO[®]-AC85の他に、TOUGHUORO[®]-AC70、及び汎用グレードであるFKM-70の浸漬試験結果を、比較として併記する。

Table3 TOUGHUORO[®]-AC85耐酸性試験結果

浸漬溶液	評価項目	単位	TOUGHUORO [®] -AC85	TOUGHUORO [®] -AC70	FKM-70
36% 塩酸	硬度変化	point (shoreA)	-1	-1	-1
	体積変化率	%	+0.3	+0.2	+12.0
98% 塩酸	硬度変化	point (shoreA)	±0	±0	±0
	体積変化率	%	+0.8	+0.3	+1.0

溶液への浸漬条件：RT×168h

TOUGHUORO[®]-AC85は、TOUGHUORO[®]-AC70と同等の耐酸特性を有していることが確認された。

また、比較対象として掲載したFKM-70の36% 塩酸の浸漬試験の結果より、体積変化率に有意差が確認されたことから、TOUGHUORO[®]-AC85もまた、TOUGHUORO[®]-AC70と同じく耐酸性を有した製品であると言える。

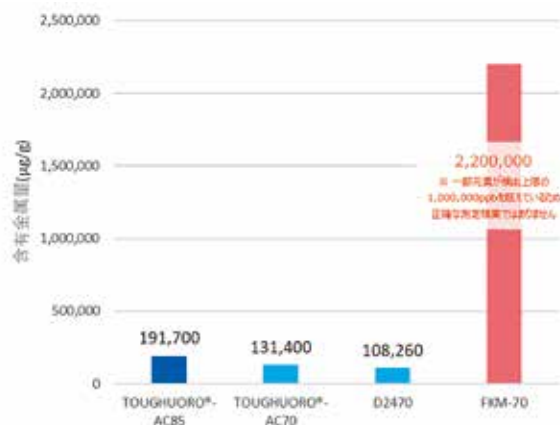
2-4) 含有金属成分分析

化学薬品を主とする薬液向けのシール材では、薬液の汚染を抑制するために、シール材からの溶出成分が少ないということが非常に重要である。

金属溶出成分を確認するために、TOUGHUORO[®]-AC85をICP-MSを用いて、含有微量金属分析を実施した。ICP-MSを用いた含有元素の測定は、ppb・ppt オーダーで

の元素検出が可能であるため、金属溶出成分を確認する上では有効な手段であると考ええる。

上記装置を用い、TOUGHUORO®-AC85の含有微量金属分析を実施した結果をFigure6に掲載する。



前処理：希酸灰化処理

測定機器：ICP-MS

測定元素：62元素

Figure6 TOUGHUORO®-AC85の含有金属測定結果

TOUGHUORO®-AC85の含有微量金属量は、FKM-70の測定結果で得られた数値と比較すると、圧倒的に検出量としては少ないことが確認された。(FKM-70は一部検出量が多い元素があり、検出上限をオーバーしているため、実際はここに表示されている数値より多くの金属成分が含有されていると考えられる)

また、TOUGHUORO®-AC70やD2470で得られた数値と同等レベルであることから、TOUGHUORO®-AC85もまた溶出成分が少なく純粋性が高い製品であると言える。

2-5) 製作可能形状

TOUGHUORO®-AC85は、同じく耐酸性FKMシール製品であるTOUGHUORO®-AC70と同じように、Oリング(バ

ルカーNo.4640)以外にも、Vパッキン(バルカーNo.4631)、異形シール成型品(バルカーNo.4060)など、様々な断面形状についても製作可能である。

3. TOUGHUORO®-AC85の用途

TOUGHUORO®-AC85は、優れた耐熱性、耐酸性、及び低溶出性を有することから、下記のように幅広い市場向けのシール材として適応が期待出来る。

1. 水素市場(水電解水素発生装置など耐酸性や低溶出性を有する材料が望まれる機器など)
2. 半導体wet市場
3. 化学プラント市場
4. 分析器機器市場
5. その他、FFKMではオーバースペックではあるが、耐酸性が要求される装置や機器のシール材

4. おわりに

冒頭にも記載した通り、昨今の市場の発展に伴いエラストマー材料の使用環境は、今後も厳しくなることは必然であると考ええる。

今後とも、その市場の発展速度に後れを取らぬよう、ユーザー各位へのご要望に対して迅速にお応えし、今回紹介をしたFKMシール製品以外にも、新たなエラストマー材料の開発や、既存材料の改良に勤めていく所存である。

そのため、お困りごとやご要望があれば、ぜひ当社までご一報いただければ幸いです。

5. 参考文献

- 1) 圖師浩文、バルカーテクノロジーニュース、No.36、2019
- 2) 鈴木憲、バルカー技術誌、No.14、2008
- 3) 圖師浩文、バルカーテクノロジーニュース、No.46、2024



西原 亮平

H&S事業本部
商品開発部
エラストマー開発チーム

※TOUGHUOROは、株式会社バルカーの商標または登録商標です。
※本紙に掲載した数値は全て実測値であり、規格・保証値ではない旨ご留意下さい。