No.36

長寿命FEPM TOUGHUORO

1. はじめに

テトラフルオロエチレンプロピレンゴム(FEPM)は、ふっ素 ゴム(FKM)の1種で、テトラフルオロエチレン(TFE)とプロピ レン(Pr)の共重合体からなるポリマーであり、一般的なふっ 素ゴム(FKM:ビニリデンフロライド(VDF)とヘキサフルオロプ ロピレン(HFP) 共重合体)とは異なる分子構造を持つ。 Table1に、FEPMとFKMの分子構造を示す。

Table1 FEPMとFKMの分子構造

種類	分子構造			
FEPM	CH ₃ -(CF ₂ -CF ₂)p-(CH-CH ₂)q- TFE Pr			
FKM (2元系)	CF ₃ -(CF ₂ -CH ₂)p-(CF-CF ₂)q- VDF HFP			

このような分子構造を持つFEPMは、FKMの弱点となっていた耐水蒸気性や耐薬品性に優れるといった特徴を有し、食品・飲料設備のシール材やタイヤ加硫機用シール材として使用されている。しかし、設備の高性能化やコンパクト化

により、設備の洗浄などに使用される薬液の高温・高濃度化 や、より厳しい環境で使用されることになり、シール材に要求 される特性がますます高まってきている。

今回、当社独自の配合設計技術を活用することで、耐熱性及び耐水蒸気性を向上させた長寿命型FEPMとしてTOUGHUORO(タフオロ)の耐水蒸気用SSシリーズ及び、低圧縮永久ひずみ用ZSシリーズを開発したのでご紹介する。

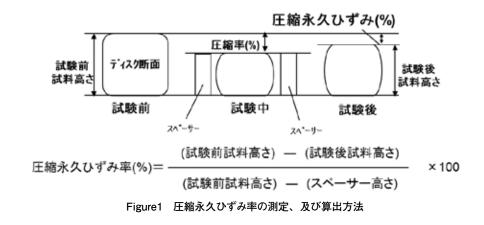
2. TOUGHUOROの特徴

TOUGHUOROは、当社既存FEPMであるD0970や D0890と比較して、耐熱性及び耐水蒸気性を大きく向上させた材料である。以下にTOUGHUORO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できる。

圧縮永久ひずみ率の測定、及び算出方法をFigure1に示す。



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¹⁾が、TOUGHUOROの圧縮永久ひずみ率は、当社既存FEPMより良好な結果を示し、200℃乾熱環境下では4倍以上の長寿命化が期待出来る。200℃乾熱環境下における圧縮永久ひずみ試験の結果をFigure2に示す。

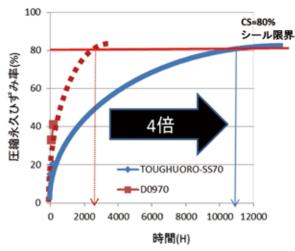


Figure 200℃ (乾熱)環境下圧縮永久ひずみ

2-2)耐水蒸気特性

水蒸気環境下では、プリスタと呼ばれる発泡現象を抑えるため、従来はHNBRやEPDMが使用されてきた²⁾が、150℃を超える環境下では、材料の特性上、これらの材料の使用は困難な状況であった。今回開発したTOUGHUOROは、機械的強度も向上したため、230℃蒸気環境中においても、ブリスタ痕は確認されず、良好なシール材としての使用が可能となる。各種材料が水蒸気環境下で使用される領域をFigure3に示す。

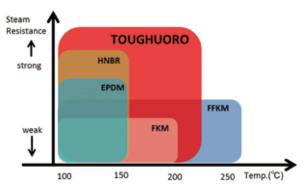


Figure3 各種材料が水蒸気環境下で使用される領域

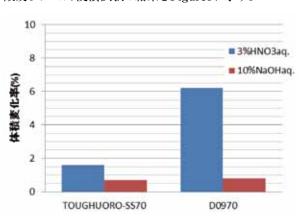
230℃蒸気中における圧縮永久ひずみ試験後試料の断面 写真をFigure4に示す。



TOUGHUORO-SS70 D0970 Figure4 230℃蒸気中圧縮永久ひずみ試験後試料の断面写真

2-3) 耐酸、耐アルカリ性

TOUGHUORO-SS70の耐酸、耐アルカリ性については、D0970と同等、もしくは同等以上の特性を有する。TOU-GHUOROの耐熱性が向上しているため、より高温環境下での使用または、同一環境下における長寿命化が期待できる。酸及びアルカリ浸漬試験の結果をFigure5に示す。



試験条件:90℃×168Hrs

Figure5 酸及びアルカリ浸漬試験後の体積変化率

2-4) 耐水グリコール系難燃作動油性

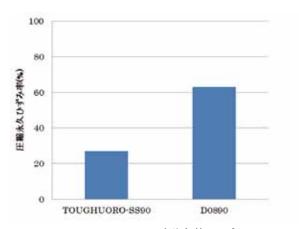
TOUGHUORO-SS90の水グリコール系難燃性作動油 (MORESCO製ハイドールHAW)耐性は、D0890と同等、もしくは同等以上の特性を有する。合否判定については、伸び変化率と体積変化率で行った(判定基準:伸び変化±50%以内、体積変化率+10%以内を○、基準をわずかに超えるものを△、明らかに超えるものを×とする³)。水グリコール系難燃性作動油に対する耐性の判定結果をTable2に示す。

Table2 難燃性作動油に対する耐性の判定結果

種類	TOUGHUORO-SS90	D0890	
伸び変化率	0	0	
体積変化率	0	0	

備考 試験条件:120℃×1000時間

圧縮永久ひずみ率は、TOUGHUORO-SS90に優位性があることが確認され、より長期間の使用が期待出来る。水グリコール系難燃性作動油試験後の圧縮永久ひずみ率をFigure6に示す。



試験条件:120℃×1000Hrs 25%圧縮、φ29×12.5H

Figure6 難燃性作動油に対する圧縮永久ひずみ率の比較

2-5) 食品衛生法

TOUGHUOROは、厚生労働省告示第595号に定められた基準(溶出条件:使用温度が100℃を超えるもの)に適合した材料である。

2-6) 製品形状

TOUGHUOROは、Oリング(No.4640)、Vパッキン(No.4631)、Xリング(No.4641)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。

2-7) 機械的特性

TOUGHUOROは、耐水蒸気用SSシリーズ及び、低圧縮永久ひずみ用ZSシリーズの2つのグレードが存在する。各グレードの常態物性及び200℃空気/蒸気中における圧縮永久ひずみ率をTable3に示す。

Table3 TOUGHUOROの材料特性

	l able3	TOUGHUOROの材料特性	<u> </u>		
材料名称	開発品				
	耐水蒸気用SSシリーズ			低圧縮永久ひずみ用 ZSシリーズ	
	TOUGHUORO -SS70	TOUGHUORO -SS80	TOUGHUORO -SS90	TOUGHUORO -ZS80	
常態物性					
硬度 (ShoreA)	74	84	90	85	
引張強度 (MPa)	23.1	24.6	22.8	24.3	
伸び (%)	190	150	110	120	
100% モジュラス (MPa)	8.3	15.2	20.9	19.9	
圧縮永久ひずみ試験_200℃×70時間					
圧縮永久ひずみ率 (%) 空気中	16	19	18	14	
圧縮永久ひずみ率 (%) 蒸気中	14	20	18	11	
圧縮永久ひずみ試験_230℃×70時間					
圧縮永久ひずみ率 (%) 空気中	22	26	27	21	
圧縮永久ひずみ率 (%) 蒸気中	20	26	27	19	

備考 数値は実測値であり、規格値ではありません。

No.36

3. TOUGHUOROの用途

TOUGHUOROは、耐熱性や耐水蒸気性に優れているため、以下の用途への展開が想定される。

- 掘削市場
 ビットシール
- 2. 製鉄市場 回転継手用シール
- 3. タイヤ製造市場 タイヤ加硫機用シール
- 4. 食品・飲料市場 食品・飲料設備用シール
- 5. 原子力市場 高温動的用シール

4. おわりに

今回ご紹介したTOUGHUOROは、高温蒸気環境下で最も優れた特性を示す材料である。今後、シール材にはこれまで以上に高い要求が求められることが予測されるが、十分に対応出来る材料と思われる。

今後とも、ユーザー各位のご要望にお応えできるよう、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)川村敏雄:バルカーレビュー,Vol26,No.6 (1982)
- 2) 圖師浩文: バルカーテクノロジーニュース, No.31 (2016)
- 3) 鈴木憲: バルカーテクノロジーニュース,No.24 (2013)

*「TOUGHUORO」は(株)バルカーの日本における登録商標です。



圖師 浩文 研究開発本部 第1商品開発部