

长寿命FEPM TOUGHUORO

1. 前言

四丙氟橡胶(FEPM)是氟橡胶(FKM)的一种，是四氟乙烯(TFE)与丙烯(Pr)的共聚物构成的聚合物，有着与普通的氟橡胶(FKM：偏氟乙烯(VDF)与六氟丙烯(HFP)共聚物)不同的分子结构。

Table1 所示为FEPM与FKM的分子结构。

Table1 FEPM与FKM的分子结构

种类	分子结构
FEPM	$-(CF_2-CF_2)_p-(CH(CH_3)-CH_2)_q-$ TFE Pr
FKM (2元体系)	$-(CF_2-CH_2)_p-(CF_2-CF_2)_q-$ VDF HFP

具有此种分子结构的FEPM拥有FKM所欠缺的优异耐水蒸汽性和耐化学药品性，被用作食品、饮料设备的密封材料和轮胎硫化机用密封材料。但是，随着设备的高性能化和小型化，需要满足设备的清洗等采用的化学药液的高温和高浓度化、以及在更恶劣环境中的使用，对密封材

料的特性要求日益增高。

本次为大家介绍的是，通过运用本公司独有调配设计技术，作为提高了耐热性和耐水蒸气性而开发出的长寿命型FEPM的TOUGHUORO耐水蒸气用SS系列，和低压压缩永久变形用ZS系列。

2. TOUGHUORO的特点

TOUGHUORO是耐热性及耐水蒸气性比本公司现有FEPM的D0970及D0890大幅提升的材料。下面记载了TOUGHUORO的各种特性。

2-1) 压缩永久变形特性

压缩永久变形率是密封材料的耐热性指标之一。在相同环境下，压缩永久变形率越小，则作为良好的密封材料可使用的期限越长。

压缩永久变形率的测量及计算方法如Figure1所示。

通常，压缩永久变形率80%被视为密封材料中使用的材料寿命¹⁾，而TOUGHUORO的压缩永久变形率比本公司现有FEPM更为出色，在200℃干热环境下可实现4倍以上的长寿命化。200℃干热环境下的压缩永久变形试验结果如Figure2所示。

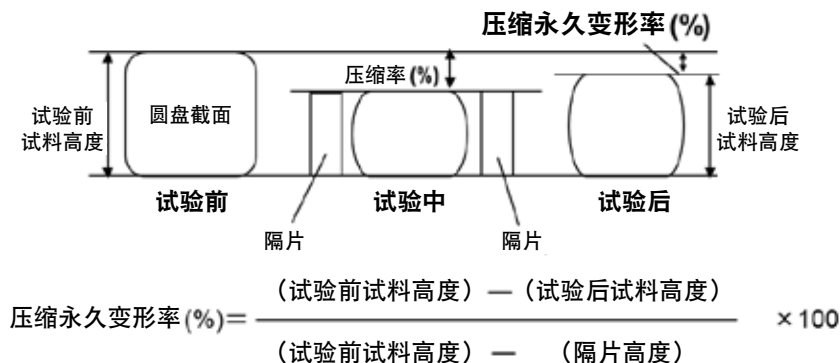


Figure1 压缩永久变形率的测量及计算方法

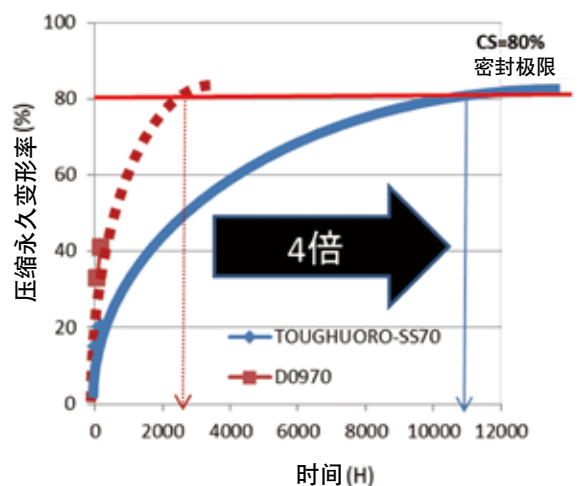


Figure2 200℃ (干热)环境下的压缩永久变形

2-2)耐水蒸气特性

在水蒸气环境下，为抑制被称为水泡的发泡现象，以往采用的是HNBR或EPDM²⁾，但在150℃以上的环境下，由于材料特性，难以使用上述材料。本次开发的TOUGHUORO还提高了机械强度，在230℃蒸汽环境中也未发现水泡痕迹，可作为良好的密封材料使用。各种材料在水蒸气环境下使用的范围如Figure3所示。

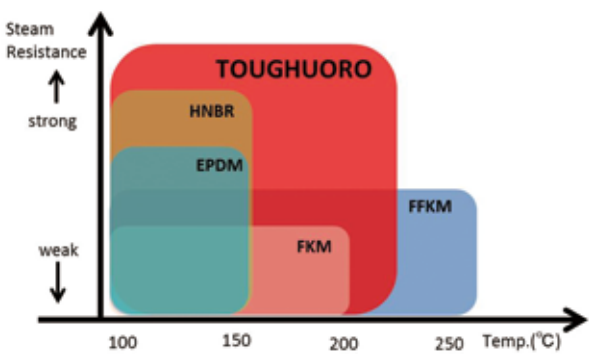


Figure3 各种材料在水蒸气环境下使用的范围

230℃蒸汽中的压缩永久变形试验后试料的截面图如图Figure4所示。

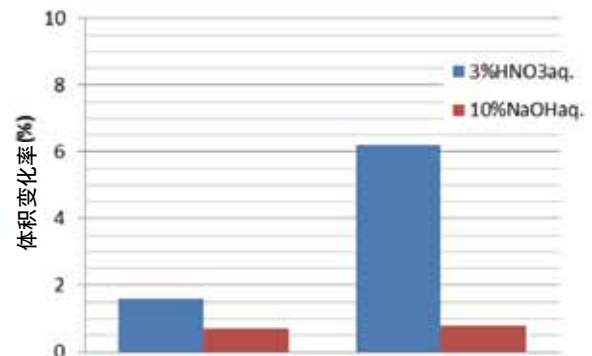


无水泡
TOUGHUORO-SS70
有水泡
D0970

Figure4 230℃蒸汽中压缩永久变形试验后试料的截面图

2-3)耐酸、耐碱性

TOUGHUORO-SS70具有与D0970相同或更高的耐酸、耐碱性。TOUGHUORO的耐热性得到了提高，因此可在更高的温度环境下使用，或在相同环境下实现更长寿命。酸和碱浸渍试验的结果Figure5所示。



试验条件：90℃ × 168Hrs
Figure5 酸和碱浸渍试验后的体积变化率

2-4)耐水-乙二醇系难燃性液压工作液性

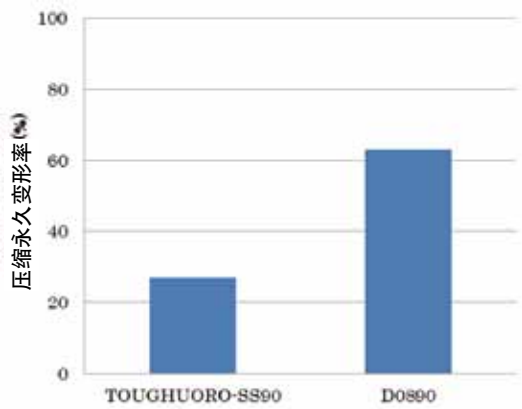
TOUGHUORO-SS90具有与D0890相同或更高的耐水-乙二醇系难燃性液压工作液(MORESCO制造的Hydraulic HAW)性。合格判定通过伸长变化率和体积变化率进行(判定标准：伸长变化率±50%以内、体积变化率+10% 以内为○，略微超出标准的为△，明显超出标准的为×³⁾)。对水-乙二醇系难燃性液压工作液的耐性判定结果如Table2所示。

Table2 对难燃性液压工作液的耐性判定结果

种类	TOUGHUORO-SS90	D0890
伸长变化率	○	○
体积变化率	○	○

备注 试验条件：120℃ × 1000小时

经确认，TOUGHUORO-SS90 的压缩永久变化率更优秀，并可更长久使用。水-乙二醇系难燃性液压工作液试验后的压缩永久变形率如Figure6 所示。



试验条件：120℃ × 1000Hrs

25% 压缩，φ 29×12.5H

Figure6 对难燃性液压工作液的压缩永久变形率的比较

2-5)食品卫生法

TOUGHUORO 是符合厚生劳动省告示第595号所规定标准(析出条件：使用温度超过100℃的)的材料。

2-6)产品形状

TOUGHUORO 可以加工成O形圈(No.4640)、V形填料密封圈(No.4631)、X形圈(No.4641)等各种截面形状和大口径产品。

2-7)机械特性

TOUGHUORO 有耐水蒸汽用SS系列和低压压缩永久变形用ZS系列的2个等级。各级的常态物性及200℃空气/蒸汽中的压缩永久变形率如Table3 所示。

Table3 TOUGHUORO 的材料特性

材料名称	开发产品			
	耐水蒸气用SS系列			低压压缩永久变形用ZS系列
	TOUGHUORO-SS70	TOUGHUORO-SS80	TOUGHUORO-SS90	TOUGHUORO-ZS80
常态物性				
硬度 (ShoreA)	74	84	90	85
拉伸强度 (MPa)	23.1	24.6	22.8	24.3
伸展率 (%)	190	150	110	120
100%模数 (MPa)	8.3	15.2	20.9	19.9
压缩永久变形试验_200℃ × 70小时				
压缩永久变形率 (%) 空气中	16	19	18	14
压缩永久变形率 (%) 蒸汽中	14	20	18	11
压缩永久变形试验_230℃ × 70小时				
压缩永久变形率 (%) 空气中	22	26	27	21
压缩永久变形率 (%) 蒸汽中	20	26	27	19

备注 数值为实测值，并非规格值。

3. TOUGHUORO的用途

TOUGHUORO具有优异的耐热性和耐水蒸气性，因此预计将被应用到下列用途。

1. 挖掘市场
钻头密封(Bit Seal)
2. 制铁市场
旋转接头用密封
3. 轮胎制造市场
轮胎硫化机用密封
4. 食品、饮料市场
食品、饮料设备用密封
5. 核能市场
高温动态用密封

4. 结语

本次介绍的TOUGHUORO是在高温蒸汽环境下显示出最佳特性的材料。今后，密封材料预计需要面对比以往更高的要求，而TOUGHUORO则是可充分满足这些要求的材料。

为了满足广大用户的需求，今后我们将继续努力开发新材料，并对现有材料进行改良。

5. 参考文献

- 1) 川村敏雄：华尔卡评论，Vol26, No.6 (1982)
- 2) 图师浩文：华尔卡技术志，No.31 (2016)
- 3) 铃木宪：华尔卡技术志，No.24 (2013)



图师 浩文
研究开发本部
第1商品开发部

*“TOUGHUORO”是株式会社华尔卡的商标。