

PTFE線膨張係数解説

1. はじめに

線膨張とは、温度の変化によって、物質の大きさが変化することであり、変化の大きさは各材質によって異なる。線膨張係数とは、温度が変化したときに物質がどれくらい膨らんだり縮んだりしたのかを、長さ、大きさの変化で示すためのパラメーターである。

プラスチックの線膨張係数は、金属に比べると一桁大きく、セラミックスに比べると二桁数値が異なる。

PTFE(フッ素樹脂)もプラスチックの分類に入り、温度によって長さや体積が変化する材料である。

今回、PTFEの線膨張係数のデータを示し、温度による寸法の変化をご理解いただくとともに、寸法の補正計算を解説する。

ば表記“~20℃”温度範囲は25~20℃での線膨張係数が右側に表示され 79.0×10^{-5} となる。ただし()内は除く。

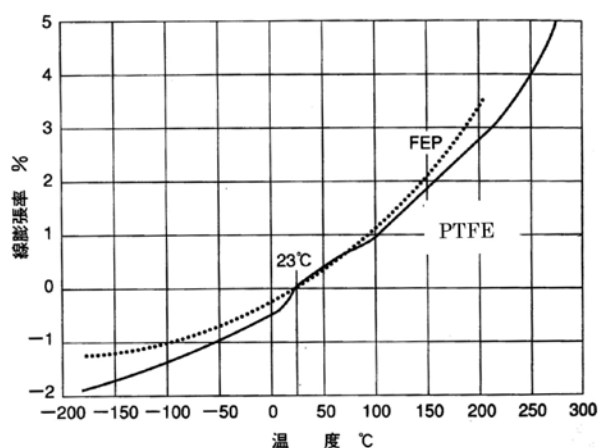


Figure1 線膨張率

2. PTFEの線膨張係数と線膨張率

Table1にPTFEの線膨張係数を示す。

また、Figure1にPTFEとFEPの温度と線膨張率の関係を示す。

Table1の温度範囲は25℃を基準とした範囲である。例え

PTFEは23℃付近で転移点があり(Figure1参照)、体積が約1~2%変化する。そのためPTFE成型品の寸法は、この転移点の上下で明らかな寸法変化が生じる。従って、機械加工を行うとき、あるいは寸法検査を行うときはこの点を常に考慮する必要がある。

また、機械加工や寸法測定を行う温度環境は重要であり一定温度(一般に $25 \pm 2^\circ\text{C}$)で行う必要がある。

Table1 PTFEの線膨張係数

温度範囲(°C)	$\times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
25~300	21.8
~250	17.5
~200	15.1
~150	13.5
~100	12.4
~50	12.4
~30	16.0
~20	79.0
~0	20.0
~-50	13.5
~-100	11.2
~-150	9.6
~-190	8.6
(10~20)	(16.0)

3. 寸法補正計算例

PTFEの機械加工製品を購入したが、寸法が許容範囲に入っていなかったり、冬場にPTFEの材料を購入したところ、屋外で寸法を測定すると製品が小さいなどの確認依頼があった場合に、まずは寸法を測定する場所の温度や製品自体の温度の高低差によって寸法変化が起きる。Table1の線膨張係数を使用して寸法の補正計算について解説する。

例1

寸法：φ100×φ80×10H (mm)
 リング状のPTFE加工品 (25℃にて加工)
 温度：100℃にて使用した場合
 外径φ100はどのくらい、寸法変化するか?
 計算式
 寸法変化=製品寸法 (25℃)×温度差×線膨張係数
 数値を代入すると、
 寸法変化=100×(100-25)×12.4×10⁻⁵
 =0.93
 よって、100℃での外径は100.93mm (膨張)となる。

例2

寸法：φ30×1000L (mm)
 PTFE丸棒素材
 温度：0℃
 長さ1000Lはどの位、寸法変化するか?
 計算式
 寸法変化=製品寸法 (25℃)×温度差×線膨張係数
 数値を代入すると、
 寸法変化=1000×(100-0)×20×10⁻⁵
 =20
 よって、0℃での長さは980mm (収縮)となる。
 このように、製品寸法が大きくなるほど、線膨張影響を受けて寸法変化の値が大きくなるので注意する必要がある。
 なお、製品を25℃の環境下に戻せば、元通りの25℃での寸法に戻る。

4. 充填材入りPTFEの線膨張係数

PTFEが持つ優れた性質、すなわち低摩擦性、耐熱性、耐油性などを基本的に変えることなく、耐摩耗性・耐クリープ性・圧縮強度・剛性・熱伝導率・線膨張係数などの機械的・熱的物質を改良した材料が充填材入りPTFEである。

充填材入りPTFEの線膨張係数は、PTFE (無充填)よりも小さな値となり、熱的寸法安定性が改良されている。

Table2に代表的な充填材入りPTFEの線膨張係数の測定値を紹介する。表に示すMDとCDは素材の成型方向を示し、材料成型時に充填材が配向するため、線膨張係数の値が異なる。

この異方性は、製品設計にあたって注意すべきである。

なお、PTFE (無充填)について異方性に顕著な差は見られない。

Table2 充填材入りPTFEの線膨張係数

項目	方向	単位	充填材識別記号				
			2N0	1K0	3M0	6T0	8H0
線膨張係数							
充填材含量	—	重量%	グラスファイバー 20%	グラファイト 15%	ブロンズ 60%	カーボングラファイト 25%	炭素せんい 10%
25~90℃	MD	10 ⁻⁵ /℃	10.2	12.6	9.7	8.5	13.4
	CD		9.5	7.9	7.8	7.2	9.9
25~150℃	MD		10.3	13.5	10.3	9.4	14.5
	CD		9.9	8.5	7.9	7.7	10.0
25~200℃	MD		11.4	14.6	11.4	10.6	15.7
	CD		11.1	9.2	9.0	8.5	11.1
25~260℃	MD		13.4	17.6	14.0	13.5	18.2
	CD		13.2	10.8	10.4	9.7	13.1

上記数値は測定結果の一例であり規格値ではない。

MD=molding direction 成型方向

CD=cross sectional direction 直角方向

5. 線膨張係数を考慮した応用

充填材入りPTFEを使用した製品は、各種シール製品、軸受け、各種摺動材製品として幅広い分野で使用されている。

特に軸受けは、低摩擦・耐薬品性・耐熱性・無潤滑での用途で使用されている。そこで高温下での環境で使用される場合は、線膨張を考慮して設計を行う必要がある。

高温下では軸受けが拘束されていないフリーの状態では、外径内径及び高さが大きくなるが、例えば、外径が拘束されていると外径が膨張しきれずに、高さ方向への伸長や、内径側に膨張し、軸に抱きついてしまうことが考えられるため、あらかじめ内径寸法を大きくするなどの使用温度環境下での寸法設定が必要である。

その他に線膨張を利用して、金属などの異材質にPTFEのリングやパイプをはめ込んだり、密着させたい場合にはPTFEを加熱させ、はめ込み常温に戻して使用方法や、加熱とは逆にPTFEを冷却して寸法が収縮した状態で異材質にはめ込む方法が、一般的には熱バメ及び冷却バメと言われる手法である。このようにして複合化した製品をつくることがある。こちらも使用される温度環境により、はめ込んだ材料が抜け落ちたり、緩んだりすることがあるので寸法設定や緩み防止の検討が必要である。

6. おわりに

PTFEは耐熱性、耐薬品性、電気的特性、摩擦係数、非粘着性において、あらゆるプラスチックの中でも優れた性

質を持った材料であり、半導体製品の分野をはじめ多くの分野で機能部品として使用されている。

その中でもPTFEが温度によって寸法変化する線膨張係数の特性を再認識してご使用していただくとともに、新たな分野や新たな製品で使用されることを期待したい。

7. 参考文献

- 1)バルカーハンドブック 技術編 平成22年9月
- 2)三井・デュボンフロケミカル株式会社
ふっ素樹脂 デュボン™ テフロン® 実用ハンドブック
- 3)原 治左エ門：バルカーレビュー. VOL.24 (1980-12)

(Abstract)

Due to the nature of the resin, dimensional change of the product will occur due to temperature change. Similarly dimension changes of PTFE occur due to temperature changes according to each temperature conditions. It is also recognized that PTFE, super engineering plastics is also an excellent heat resistance under various temperature environments. For future product design and manufacturing, clear understanding of PTFE's linear expansion co-efficient is important.

Keywords:

dimensional change, PTFE, super engineering plastics, heat resistance, product design, linear expansion co-efficient

(摘要)

由于树脂本身的性质，温度变化会导致产品发生尺寸变化。PTFE也同样的会由于温度变化产生尺寸变化，因此在确认各温度条件下尺寸变化程度的同时，我们认为超级工程塑料的PTFE耐热性优良，可以用于多种温度环境。希望能够在理解PTFE的线膨胀系数的基础上，结合产品设计及制造得到进一步应用。

关键词:

尺寸变化、PTFE、超级工程塑料、耐热性、线膨胀系数、产品设计



太田 伸幸

研究開発本部 開発部
機能樹脂製品開発グループ 樹脂第3チーム