

〈製品紹介〉

PTFE・PFA・PCTFE/ シート・テープ・ロッド・パイプ
「ナフロン® 素材」

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

1. はじめに

弊社では、優れた特性を持つふっ素樹脂を原料とした製品を総称してナフロン® 製品と呼んでいます。1951年に我が国において他社に先駆けてふっ素樹脂加工品の研究を開始して以来、ふっ素樹脂の特性を活かした製品を開発してきました。その間長年にわたり成形、加工技術を蓄積し現在に至っております。

本稿ではナフロン® 製品の中でも、切削加工や、打ち抜き加工に使用される「ナフロン® 素材」(図1)の種類、および特長をご紹介します。



図1 「ナフロン® 素材」

2. ふっ素樹脂について

ふっ素樹脂は優れた耐熱性、耐薬品性、電気絶縁性、非粘着性、耐候性を兼ね備えた合成樹脂で、化学工業、半導体、自動車産業からフライパンのコーティングなどの家庭用品にいたるまで幅広い分野で活躍しています。

2.1 ふっ素樹脂の種類

ふっ素樹脂は主に8種類¹⁾が知られています。その中でも、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE),

テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体 (PFA) が工業用途に多く使用されています。その他ガスバリア性と機械的特性に優れたポリクロロトリフルオロエチレン (PCTFE) などその特性を活かして利用されています (表1)。

表1 主要なふっ素樹脂の構造と特性

名称	構造式	特性
PTFE	$\left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right]_n$	耐熱性、耐薬品性、電気的特性、非粘着性、自己潤滑性に優れる。
PFA	$\left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right]_m \left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{ORf} \end{array} \right]_n$	PTFEに匹敵する特性を持ち、かつ複雑な形状でも熱溶融成形ができる。
PCTFE	$\left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{Cl} \end{array} \right]_n$	機械的特性に優れる。ガス透過が少ない。

2.2 ふっ素樹脂の特長

ふっ素樹脂は、以下に示す優れた特長を有しています²⁾。

①耐熱性

最高連続使用温度はPTFE、PFAで260℃であり、高温環境下でも使用可能です。

②耐薬品性

溶融状態のアルカリ金属や高温でのふっ素ガス、また高温で活性のふっ素ガスを出す化合物(CIF₃、OF₂)などの一部を除いて、実質的にほぼすべての工業薬品に対して不活性です。

③電気絶縁性

ふっ素樹脂はプラスチックの中で最も誘電率

が低く、非常に優れた電気絶縁材料として使用されています。

④非粘着性

表面エネルギーが低いため、他物質が付着しにくいという特異な性質を持っています。粘着性の物質でも付着しにくく、離型性も優れています。

⑤低摩擦性

全ての固体の中で最も低い摩擦係数を示し、自己潤滑性を持っています。

⑥耐候性

優れた耐候性を持ち、屋外で長時間使用しても劣化が見られません。

3. 「ナフロン® 素材」

3.1 概要

「ナフロン® 素材」とはPTFE, PFA, PCTFEを

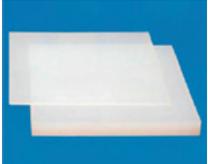
原材料とし、シート状、テープ状、ロッド状、パイプ状などの形状に成形したものです。表2に主な「ナフロン® 素材」の一覧と用途例を示します。

これらの素材は、お客さまの用途に応じて種々の形状に加工されて使用されます。例えばシート状の製品は、打ち抜き加工してガスケットとして使用され(図2)、PTFEのもつ耐薬品性や耐熱性を活かして、配管を流れる薬液の漏れを断つことが可能です。また棒状のロッドは旋盤加工などの切削加工により自由に各種形状に加工が可能です(図3)。

このように、「ナフロン® 素材」はふっ素樹脂の特長を必要とする部品の素材としてご活用いただけます。

また、ふっ素樹脂単体だけではなく、ガラスファイバー、グラファイトなどの無機充填材を

表2 主な「ナフロン® 素材」の一覧と用途例

原材料	形態	シート	テープ	ロッド	パイプ
PTFE	製品名	TOMBO™ No.9000 [ナフロン® PTFEシート]	TOMBO™ No.9001 [ナフロン® PTFEテープ]	TOMBO™ No.9002 [ナフロン® PTFEロッド]	TOMBO™ No.9008 [ナフロン® PTFEパイプ]
	写真				
	用途例	ガスケット用素材 ポンプ・バルブ部品	電子部品製造用離型材 絶縁フィルム	コネクタ 実験器具のコック	ボールシート バックアップリング Oリング
PFA	製品名	TOMBO™ No.9000-PFA [ナフロン® PFAシート]		TOMBO™ No.9002-PFA [ナフロン® PFAロッド]	
	写真				
	用途例	ガスケット用素材		溶接部品	
PCTFE	製品名	TOMBO™ No.9000-PCTFE [ナフロン® PCTFEシート]		TOMBO™ No.9002-PCTFE [ナフロン® PCTFEロッド]	
	写真				
	用途例	半導体部品搬送用具		高圧用バルブ	

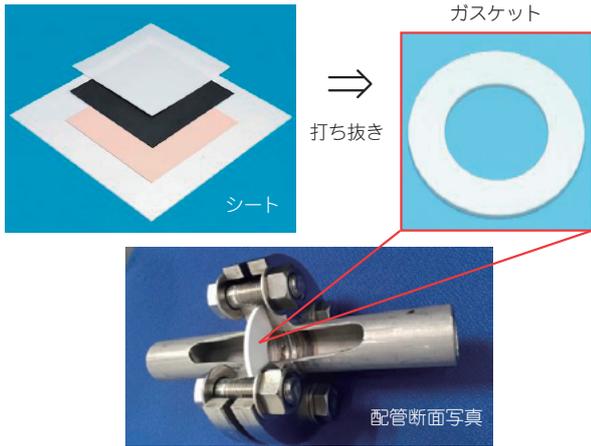


図2 シートの加工例

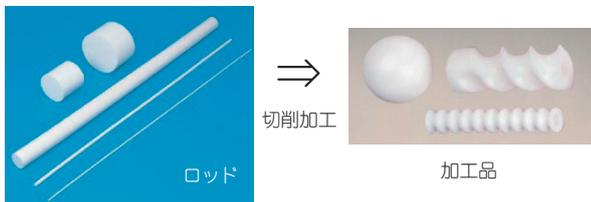


図3 ロッドの加工例

配合することで特性を改善した素材も取り揃えています。例えば、軸受素材のパイプの場合、PTFE単体では柔らかく、クリープしやすい為、高荷重での軸受では変形などの障害を起こしやすい欠点があります。この場合、充填材としてカーボンファイバーを配合することで、耐クリープ性を向上させた素材を成形することが可能です。表3に「ナフロン®素材」に使用される主な充填材の種類と特性を示します。

表3 主な充填材の種類と特性³⁾

充填材の種類	特性
ガラスファイバー	・機械的特性、耐摩耗性を大幅に改良する。 ・相手材を摩耗させる欠点もあり。
グラファイト	・耐コールドフロー*が向上する。 ・熱伝導が良好であり、耐薬品性にも優れる。
ブロンズ	・耐摩耗性、硬度、圧縮強度、熱伝導が向上する。 ・金属性のために耐薬品性が乏しい。
カーボンファイバー	・圧縮強度、耐摩耗性が向上する。 ・高温領域でのクリープ性と水中での耐摩耗性が優れている。

*コールドフロー：連続的な荷重を受けると、時間と共に形状が変化していく現象。

3.2 各種「ナフロン®素材」

3.2.1 シート

- ・ TOMBO™ No.9000 「ナフロン® PTFEシート」
- ・ TOMBO™ No.9000-PFA 「ナフロン® PFAシート」
- ・ TOMBO™ No.9000-PCTFE 「ナフロン® PCTFEシート」

シートは圧縮成形法により板状に成形した製品でPTFE、PFA、PCTFE製の3種類があります。前述のとおり打ち抜き加工によりガスケットや、PCTFEの機械的特性を活かし半導体用シリコンウエハー搬送治具の素材として利用されています。

3.2.2 テープ

- ・ TOMBO™ No.9001 「ナフロン® PTFEテープ」

テープは円筒状のPTFE素材をフィルム状に切削加工した製品です(図4)。電子部品製造用離型材や絶縁フィルムなどに利用されています。また、表面処理を施して接着剤による接着加工を可能にしたTOMBO™ No.9004 「ナフロン® PTFEセメンタブルテープ」も取り揃えています。

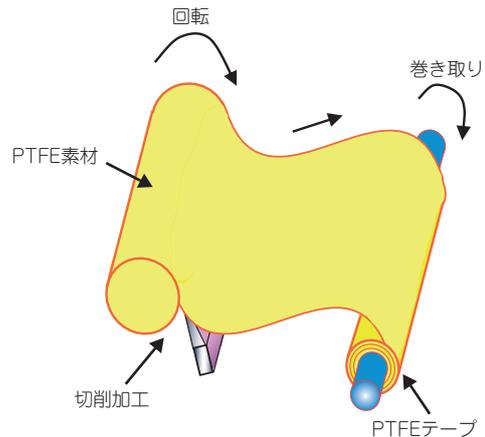


図4 PTFEテープの切削加工

3.2.3 ロッド

- ・ TOMBO™ No.9002 「ナフロン® PTFEロッド」
- ・ TOMBO™ No.9002-PFA 「ナフロン® PFAロッド」
- ・ TOMBO™ No.9002-PCTFE 「ナフロン® PCTFEロッド」

ロッドは丸棒状に成形した素材でPTFE、PFA、PCTFE製の3種類があります。中でも、PFA製のロッドは熱溶解性という性質を活かしてふっ素樹脂同士の溶接部材に使用されています。また、PCTFEのロッドは圧縮強さ、ガスバリア性に優れている点を活かして高圧用のバルブシートに使用されています。

表4 ナフロン素材の対応寸法* (単位mm)

原材料	シート	テープ	ロッド	パイプ
PTFE	厚さ：1~75 幅：300~1220 長さ：300~1220	厚さ：0.05~2 幅：300~500 長さ：10MT~100MT	外径：1~220 長さ：100~1000	外径：20~1115 長さ：100~1000
PFA	厚さ：3~40 幅：200~500 長さ：200~500	—	外径：1~100 長さ：300~1000	—
PCTFE	厚さ：3~40 幅：200~500 長さ：200~500	—	外径：25~50 長さ：300	—

*厚さ、外径、充填材種類により製作可能な寸法の組み合わせが異なります。詳細はお問い合わせください

3.2.4 パイプ

・TOMBO™ No.9008 「ナフロン® PTFEパイプ」

パイプは圧縮成形法により、円筒状に成形した厚肉パイプ素材です。PTFE特有の低摩擦性を活かして、軸受などの素材に使用されています。また、リング形状部品の加工用素材として用いられます。

4. 「ナフロン® 素材」の強み

弊社は、種々の製法を用いて「ナフロン® 素材」を自社で製造しているため、表4に示すように幅広い寸法に対応することが可能です。

また、これまでにご紹介した基本形状のほかに、あらかじめ最終加工品の形状に合わせて成形した素材をご提供することも可能で、加工時間の短縮、素材歩留向上にご協力できます。

例えば、薄肉や異形管などの中空品の素材を圧縮成形法で製作するのは非常に困難なため、通常は厚肉の素材から切削して製作しています。そのため加工に時間を要し、部材ロスが多くコストがかかることとなります。しかし、弊社ではポアソン成形法という製造技術(図5)を用いることで希望する製品形状に近い中空品素材を製作することが可能です。

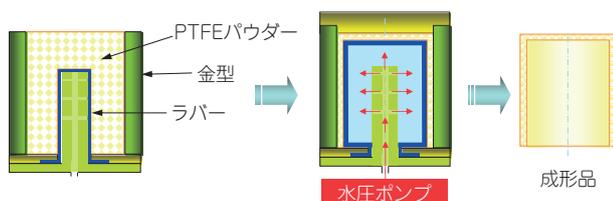


図5 ポアソン成形法の概要

5. おわりに

今回ご紹介した「ナフロン® 素材」はパッキン、絶縁材、断熱材、ベアリング、ワッシャーなどに生まれ変わり、ふっ素樹脂の優れた材料特性を活かして私たちの生活の至るところで使用されています。

今後とも、お客様のニーズに対応し、より使いやすい素材製品とすべく、新たな技術・品質向上を目指していく所存です。本製品に対するお問い合わせは工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部までお願いいたします。

参考文献

- 1) 里川孝臣編：ふっ素樹脂ハンドブック，日刊工業新聞社 P.142 (1990)
- 2) 三井・デュポンフロロケミカル株式会社編：ふっ素樹脂 デュポン™ テフロン® 実用ハンドブック，三井・デュポンフロロケミカル株式会社 P.6 (1990)
- 3) 日本弗素樹脂工業会 改定13版 編集委員会：ふっ素樹脂ハンドブック，日本弗素樹脂工業会，P.52 (2014)

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*「ナフロン」はニチアス(株)の登録商標です。