

PTFE テープ

TOMBO™ No.9001 「ナフロン® PTFE テープ」

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

1. はじめに

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、電気・電子、半導体、自動車産業などにおいて幅広く活躍しています。弊社では1951年、日本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開発を行ってまいりました。弊社のふっ素樹脂製品を総称して「ナフロン®」と呼んでいます。

本稿では「ナフロン®」製品の中でも薄いフィルム状に加工したTOMBO™ No.9001「ナフロン® PTFE テープ」についてご紹介します。

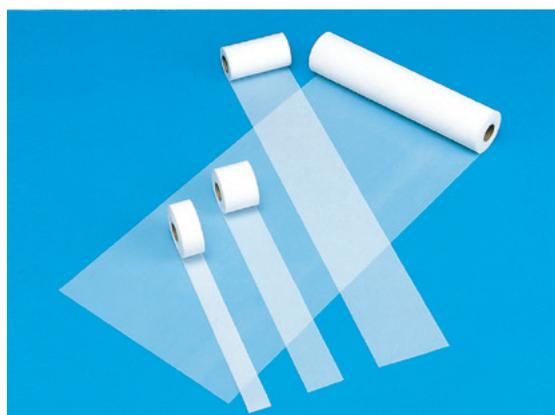


図1 PTFEテープ外観

2. PTFEテープとは

弊社では薄くフィルム状に加工したPTFEをテープと呼んでいます。一般にテープと聞くと粘着テープを想像されるかもしれませんが、弊社

PTFEテープには一部製品を除き基本的に粘着剤は付いておりません。

2.1 ふっ素樹脂の種類とPTFE

ふっ素樹脂は主に8種類が知られています¹⁾。その中でもポリテトラフルオロエチレン（以下、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（以下、PFA）が工業用途に多く使用されています。また、その他ガスバリア性と機械的強度に優れたポリクロロトリフルオロエチレン（以下、PCTFE）などもその特性を活かして利用されています。

表1に主要なふっ素樹脂の例を、表2にその物性一覧を示します。

【ふっ素樹脂の特長】

- ・高い耐熱性
- ・優れた耐薬品性
(ほとんどの酸・アルカリに侵されない)
- ・優れた電気特性
- ・低い摩擦係数
- ・優れた非粘着性

表1 主要なふっ素樹脂の例

名称	構造式	特性
PTFE	$\left[\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C}- & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$	耐熱性、耐薬品性、電気特性、非粘着性、自己潤滑性に優れる。
PFA	$\left[\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C}- & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_m \left[\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C}- & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{ORf} \end{array} \right]_n$	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	$\left[\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C}- & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{Cl} \end{array} \right]_n$	機械的特性に優れる。ガス透過が少ない。

表2 ふっ素樹脂の物性一覧 (代表値)¹⁾

物性	単位	試験法		樹脂種類			備考	
		JIS	ASTM	PTFE	PFA	PCTFE		
物理的	融点	℃	K 6395	D 4591	327	310	220	
	比重	-	K 7112	D 792	2.12 ~ 2.17	2.13 ~ 2.20	2.10 ~ 2.20	
機械的	引張強度	MPa	K 7162	D 638	20 ~ 35	25 ~ 35	31 ~ 41	
	伸び	%			200 ~ 400	300 ~ 350	80 ~ 250	
	圧縮強度	MPa	K 7181	D 695	10 ~ 15	15 ~ 20	31 ~ 51	10%変形
	ショア硬さ	[Dスケール]	K 7215	D 2240	50 ~ 55	62 ~ 66	75 ~ 80	
熱的	熱伝導率	W/[m・K]	A 1412	C 177	0.23	0.19	0.22	
	比熱	10 ³ J/[kg・K]	K 7123	-	1.0	1.0	0.9	
	線膨張係数	10 ⁻⁵ /K	-	D 696	10	12	6	- 30℃ ~ + 30℃
	最高使用温度	℃	K 7226		260	260	120	連続使用
電気的	体積抵抗率	Ω・cm	K 6911	D 257	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸	
	絶縁破壊電圧	kV/mm		D 149	19	20	22	3.2mm厚, 短時間法
	比誘電率	-	K 6935	D 150	2.1	2.1	2.6	at 1MHz
	誘電正接	-			0.0002	0.0003	0.020	at 1MHz
その他	吸水率	%	K 7209	D 570	0.01	0.01	0.01	

2.2 PTFEテープの製造方法

PTFEの代表的成形方法には圧縮成形法、ペー
スト押出法およびディスパージョン含浸の3つが
あります。PTFEは熱可塑性樹脂の一つですが、
分子量が百万~数千万と非常に大きいために熔融
しても粘度が高く、一般の熱可塑性樹脂のように
溶かして押し出すような成形方法を用いることが
できません。

PTFEテープは、素材となるPTFEビレット（円
筒状のブロック）を圧縮成形法によって成形し、
そのビレットから“スカイブ”という方法で薄い
フィルム状に加工します。

2.2.1 PTFEビレットの圧縮成形法

原料としてモールドイングパウダーと呼ばれる

種類のPTFEパウダーを用います。

①金属の金型内にPTFEパウダーを充てんしま
す。②プレスによって圧縮します。③圧縮された
成形体を取り出し、PTFEの融点以上の温度で焼
成し、冷却します。④焼成によりPTFEのパウダー
同士は一体化し緻密なブロックとなります（図2）。

2.2.2 PTFEテープのスカイブ加工

PTFEビレットの内径に軸となる治具を挿入し、
回転させながら刃物を当てて薄く連続的に剥いて
巻き取ります。大根のかつら剥きをイメージする
と分かりやすいでしょう。図3にPTFEビレット
の外観を、図4にはスカイブのイメージを示します。

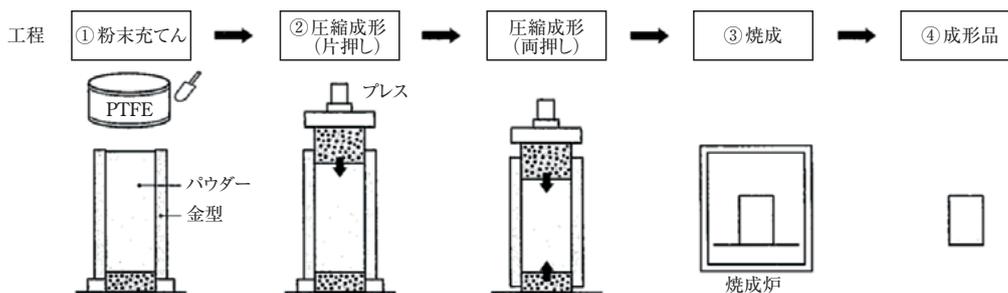


図2 圧縮成形法模式図²⁾



図3 PTFEビレット外観

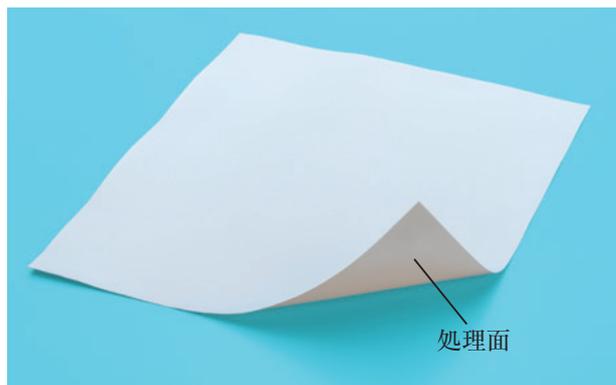


図5 セメントブルテープ外観 (TOMBO™ No.9004-K)

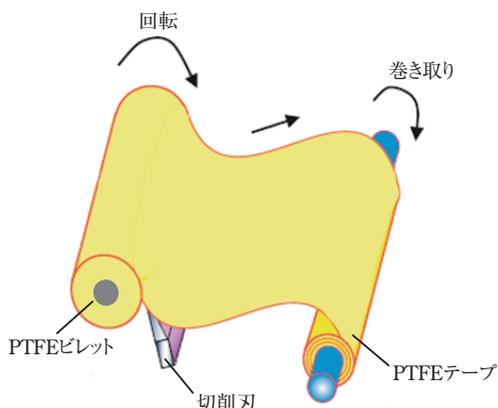


図4 スカイク模式図と大根のかつら剥き

2.3 PTFEテープのセメントブル処理 (接着前処理)

PTFEは優れた非粘着性（水や油を強く弾く性質）を有しておりますが、用途によってはPTFEテープを金属等の相手材に接着したい場合があります。その場合はPTFEの接着したい面を薬液処理することにより接着可能な面とすることができます（処理面は茶褐色に変色します）。弊社ではこれをセメントブル処理と呼んでいます。片面処理した製品（TOMBO No.9004-K）と両面処理した製品（TOMBO No.9004-R）があります。

2.4 PTFEテープの用途

PTFEテープはさまざまな用途にご使用いただいています。

- ・電気絶縁フィルム…PTFEの高い絶縁抵抗
- ・打ち抜きパッキン…PTFEの高い耐薬品性
- ・耐熱離型材…PTFEの高い融点（327℃）、連続使用温度（260℃）、非粘着性
- ・スライド部材…PTFEの低い摩擦係数
- ・プリント基板材料…PTFEの低い誘電率および誘電正接

特に近年、需要の高まっている用途として以下があげられます。

- (1) 電子部品の製造工程中における耐熱離型材
- (2) 航空・宇宙関連の大型CFRP成形工程における離型材
- (3) 5G通信関連に用いられるふっ素樹脂製プリント基板の材料

3. 弊社PTFEテープの種類

弊社のPTFEテープは、組成としてPTFEのみの純PTFEとPTFEに各種充てん材を配合した充てん材入りに分けられます。

充てん材入りはPTFEの持つ優れた特性を基本的に変えることなく、強度、耐摩耗性、耐クリープ性、熱伝導率、線膨張率などの機械的・熱的物性を改良したPTFEテープです。表3に充てん材入りの種類と特長を示します。

また、純PTFEには従来から生産している「ナフロンPTFEテープ」に、今春より「ナフロン

表3 充てん材入りの種類と特長

TOMBO™ No.	充てん材種類	特長
9001-G20	ガラスファイバー (20%)	耐摩耗性
9001-GR15	グラファイト (15%)	低摩擦性, 耐摩耗性
9001-GMo	ガラスファイバー (20%) + 二硫化モリブデン (5%)	耐摩耗性, 耐クリープ性, 曲げ/圧縮強度, 硬度, 低摩擦性
9001-GGR	ガラスファイバー (20%) + グラファイト (5%)	耐摩耗性, 低摩擦性
9001-CF15	カーボンファイバー (15%)	引張強度/伸び, 耐摩耗性 耐クリープ性

※その他の充てん材についてはご相談ください。

表4 各品種の製作可能寸法

TOMBO™ No.	厚さ [mm]	最大幅 [mm]	最大長さ [mm]
9001	0.05 ^{*1} ~ 3.00	500	5 ~ 100
9001-H	0.05 ^{*1} ~ 0.25	1300	120 ~ 600
充てん材入りグレード	0.20 ~ 1.50	200	20 ^{*2} ~ 150

※1 厚さ0.05mm未満のテープも製造可能です。規格外の厚さ・幅についてはご相談ください。

※2 厚さおよび充てん材種類による。

表5 各品種の代表物性

項目	単位	測定条件	純PTFE	充てん材入り				
				G20	GR15	GMo	GGR	CF15
融点	℃	-		327				
比重	-	25℃	2.17	2.24	2.17	2.29	2.23	2.04
引張強さ	MPa	JIS K 6891	32.4	22.9	19.6	17.5	15.8	20.6
伸び	%	JIS K 6891	350	338	325	300	220	280
圧縮強さ	MPa	0.2% オフセット CD 方向	7.2	7.5	9.8	8.2	9.8	11.4
硬度	-	ショアー D	55	62	61	65	65	64
絶縁耐力	kV/mm	JIS C 2210 (油)	46.4	15.5	4.1	20.2	10.2	-
吸水率	%	ASTM D570	0.00	0.014	0.00	0.010	0.016	-
動摩擦係数	-	P = 0.7MPa V = 0.5/sec	0.22	0.38-0.42	0.22-0.25	0.29-0.31	0.29-0.30	0.29
静摩擦係数	-	P = 3.43MPa	0.05-0.08	0.10-0.13	0.08-0.10	0.08-0.10	0.08-0.10	-
磨耗係数	mm/[km・MPa]	65hrs 鈴木式	2 × 10 ⁻¹	1.1 × 10 ⁻⁴	6.8 × 10 ⁻⁴	1.0 × 10 ⁻⁴	0.5 × 10 ⁻⁴	1.0 × 10 ⁻⁴

※各種充てん材入り PTFE の代表値でありテープの実測値ではありません。

PTFEテープ-H」が加わりました。「ナフロン PTFEテープ-H」は「ナフロン PTFEテープ」に比べ製品幅が最大1300mmまでとれることが特長で、これまで対応できなかった幅広品の需要に応えることが可能になりました。

3.1 寸法仕様

各品種の製作可能寸法を表4に示します。

3.2 代表物性

純PTFEと充てん材入り各種の代表物性を表5に示します。

4. おわりに

今回ご紹介したTOMBO™ No.9001「ナフロン® PTFEテープ」はPTFEの優れた材料特性を活か

してさまざまな工業製品の部材や製造工程に用いられ、私たちの生活をより便利にしています。

今後ともお客様のニーズに対応すると共に、より環境にやさしい製品・製造工程とすべく、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) 日本弗素樹脂工業会編 ふっ素樹脂ハンドブック 2011年11月改訂12版。
- 2) 三井・ケマーズフロプロダクツ株式会社編 フッ素樹脂テフロン™実用ハンドブック 2019年(令和元年)6月改訂。

*「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。

*本稿の測定値は参考値であり、保証値ではありません。