

クレハ KF ポリマー[®]

フッ化ビニリデン樹脂 / Poly(vinylidene fluoride) (PVDF)



株式会社 **クレハ**

<https://www.kureha.co.jp/>

目次

KF ポリマーの特長	3
KF ポリマーの構造	4
KF ポリマーのグレードと物性一覧	5
技術情報	6
機械的性質	6
熱的性質	8
電氣的性質	9
化学的性質	10
不純物の溶出	12
微量金属含有量	12
ガスバリア性	13
光学的性質	14
耐候性	14
取扱上の注意	15
成形加工	16
リサイクルと廃棄	17
FAQ	18

クレハ KF ポリマー[®]

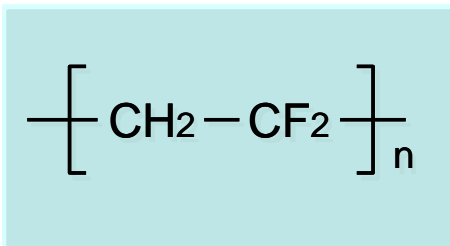
Poly(vinylidene fluoride) (PVDF)

クレハ KF ポリマー[®]は、1970 年にクレハが日本で最初に工業生産を開始したフッ化ビニリデン樹脂 (PVDF: Poly(vinylidene fluoride)) です。フッ素樹脂としての優れた性能と汎用樹脂並の成形加工性を持つバランスのとれた難燃性のエンジニアリングプラスチックで、耐熱・耐食・耐候分野を中心にリチウムイオン電池用バインダーをはじめとする電子材料や、水処理用膜、釣り糸、各種弦楽器の弦、ケミカルバルブなど様々な分野に使われています。

KF ポリマーの特長

- 他のフッ素樹脂と比べて、成形加工（射出成形、押出成形）、溶接などの二次加工性に優れています。
- 加工時に、可塑剤、熱安定剤等の添加が必要ないため、他の汎用樹脂等と比較して、TOC 成分、金属成分、金属イオンの溶出が極めて少なく、純度の高い樹脂です。（化学薬品、着色剤、補強剤等を添加する際は、添加物の種類によって予想外の分解を誘発する可能性があります。あらかじめ少量の混合試験を行い、安全性を十分ご確認ください。カラーマスターバッチを添加する場合は別途ご相談ください。）
- 耐薬品性に優れ、一部の極性溶媒には膨潤もしくは溶解しますが、それ以外に対しては安定です。（適用可能な薬液と条件につきましては、p10-11 の「耐薬品性リスト」をご参照ください。）
- 汎用樹脂等と比較して、耐熱性、耐候性に優れており、紫外線、放射線に対しても安定です。
- 他のフッ素樹脂と比べて、機械的強度が大きく、耐摩耗性、耐衝撃性にも優れています。
- 強誘電性を有するために、各種センサーに用いられています。

KF ポリマーの構造 (ホモポリマーの場合)



フッ化ビニリデン樹脂は、構造式が $-(\text{CH}_2-\text{CF}_2)_n-$ で表され、結晶化度が30~50%程度の結晶性高分子です。CH₂の部分が電子供与性を有し CF₂の部分が電子受容性を有するため、モノマー単位で極性を有する点が他のフッ素樹脂と異なります。一般に PVDF はその分子鎖中に $-\text{CH}_2-\text{CF}_2-\text{CH}_2-\text{CF}_2-$ のような正常結合の他に、 $-\text{CH}_2-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\text{CH}_2-$ のような異種結合を含んでおりますが、当社の KF ポリマーは市販されている PVDF の中でも異種結合の割合が少なく、かつ分岐が少ないため高い結晶性と融点を有しております。

PVDF は複数の結晶構造を取り得ますが、その中で代表的な3種の結晶の分子鎖モデルを図1に示します。

PVDF を熔融状態から結晶化させると、通常は α 型結晶構造を取ります。この構造では、分子鎖としての極性はありませんが、結晶格子内で分子鎖が逆平行に入っているため、結晶としては無極性結晶となります。 β 型結晶は α 型結晶を低温で延伸することで得られ、分子鎖として極性を持ち、かつ結晶格子内での分子鎖の向きもそろっているため、極性の結晶となります。 β 型結晶は最も双極子モーメントが大きい構造であるため、強誘電体材料として用いられます。 γ 型結晶は、 α 型結晶を高温で熱処理することで得られ、 β 型結晶と同様に分子鎖として極性を持つとともに結晶格子内の分子鎖の向きもそろっているため、極性の結晶となります。

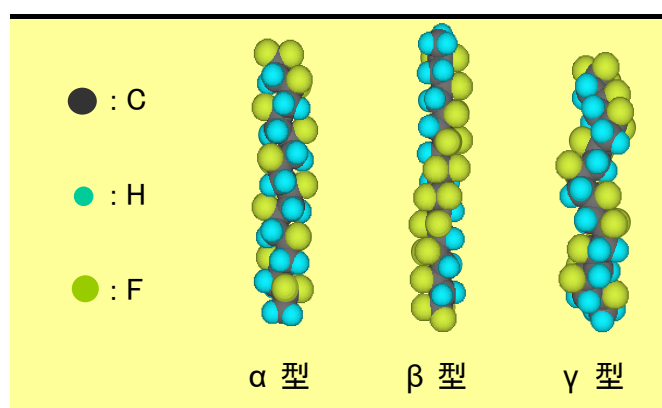


図1 PVDFの結晶構造

KF ポリマーのグレードと物性一覧

特性	単位	評価規格	評価条件	Grade*							
				#850	#1000	#1100	#1300	#1550	#1700	#2950	
ポリマータイプ	-	-	-	ホモポリマー							コポリマー
特徴 主な成形方法	-	-	-	低粘度 射出・押出成形	低粘度 射出・押出成形	中粘度 射出・押出成形	高粘度 高機械特性 押出成形	高粘度 高機械特性 押出成形	超高粘度 高機械特性 押出成形	低粘度 低溶出 押出成形	
適用分野一例	-	-	-	バルブ、パイプ、 フィルム	バルブ、パイプ、 繊維、フィルム	継手、繊維、 フィルム	繊維、フィルム	水処理膜	-	パイプ・チューブ	
形態	-	-	-	パウダー、ペレット				パウダー		ペレット	
物理的性質											
密度	g/cm ³	ASTMD792		1.77 - 1.79							
インヘレント粘度	dl/g	ISO1628-1	30°C,DMF	0.85	1.00	1.10	1.30	1.50	1.70	1.05	
屈折率	-	ASTMD542	25°C	1.42							
吸水率	%	ASTMD570	23°C	0.03							
溶融粘度	Pa·s	ASTMD3835	240°C,50sec ⁻¹	1200	2200	3300	5000	-	-	2700	
			260°C,50sec ⁻¹	-	-	2500	4500	6500	8500	-	
メルトフローレイト	g/10min	ASTMD1238	230°C,5kg	15-30	5-8	2-4	0.8-1.4	-	-	4-8	
			230°C,21.6kg	-	-	-	11.2	3.8	1.7	-	
熱的性質											
融点	°C	ASTMD3418		173	173	173	173	173	173	172	
結晶化温度	°C	ASTMD3418		140	140	140	140	140	140	140	
ガラス転移点	°C	DMA法		-35							
脆化温度	°C	ASTMD746		-13	-31	-37	-47	-	-	-30	
ピカット軟化点	°C	ISO 306	50°C/h,10N	171	172	172	173	-	-	166	
線膨張係数	10 ⁻⁴ K ⁻¹	ISO 11359-2	RT-80°C	1.6							
熱伝導率	W/m·K	ASTME1530	23°C	0.17							
比熱	J/g·K	JIS K7123	23°C	1.2							
機械的物性											
Izod衝撃強度	kJ/m ²	ASTMD256 Vノッチ (ISO180相当)	20°C	7.9	15	33	77	-	-	14	
			0°C	5	9.7	13.3	37	-	-	8.2	
			-20°C	3	3	3.4	11.5	-	-	3	
			-40°C	3	2.7	2.9	3.6	-	-	2.8	
ショア硬度	D	ISO 868	23°C,50N	78	78	79	78	-	-	77	
引張降伏強度	MPa	ISO 527-2		57	57	59	67	-	-	54	
引張破断伸度	%			76	28	36	25	-	-	29	
引張弾性率	MPa			2510	2330	2430	2580	-	-	2120	
曲げ強度	MPa	ISO 178		75	74	71	70	-	-	67	
曲げ弾性率	MPa			1990	1570	1500	1870	-	-	1760	
圧縮強度	MPa	ISO 604		76	74	71	68	-	-	65	
圧縮弾性率	MPa			1700	1570	1500	2020	-	-	1770	
耐摩耗性	10 ⁻⁶ kg	Taber CS-17	1kg, 1000回転	31	31	31	31	-	-	32	
電氣的物性											
体積固有抵抗	Ωcm	ASTMD257	DC1kV	10 ¹⁴⁻¹⁵							
表面抵抗	Ω/□	ASTMD257	DC500V	>10 ¹⁵							
絶縁破壊強さ	MV/m	ASTMD149	34μm厚	300							
誘電率		ASTMD150	1kHz	10	10	10	10	-	-	10	
誘電正接		ASTMD150	1kHz	0.015	0.015	0.015	0.015	-	-	0.02	
難燃性											
UL 難燃性		UL94		V-0相当	V-0	V-0相当	V-0	V-0相当	V-0相当	V-0相当	
限界酸素指数	%	ISO 4589-2	TYPE-IV	44							

* 製品名には、グレード名の先頭に原料形態記号を付与しています。パウダーグレード：W, ペレットグレード：T

機械的性質

PVDF のガラス転移温度は約-35℃ですが、結晶性が高いため、他のフッ素樹脂に比べ優れた機械的特性を示します。また、結晶化速度は速い（熱的性質の項参照）ので、成形後に約 80-150℃でアニーリングすると成形品を安定化することができます。

引張特性 (ISO527-2 準拠)

温度の上昇と共に引張強度は減少しますが、100℃でも約 35MPa 以上の強度を有します。

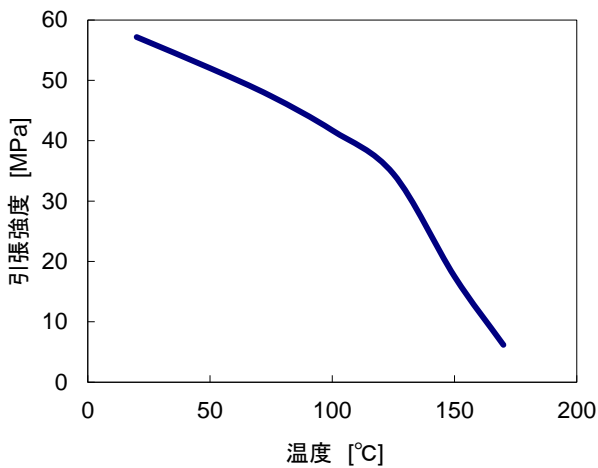


図2 引張強度の温度特性 (KF ポリマー #1000)

引張クリープ (ASTM D2990 準拠、荷重 10MPa)

フッ素樹脂は一般にクリープが大きい傾向にありますが、PVDF はフッ素樹脂としては極めて優れた耐クリープ性を示します。

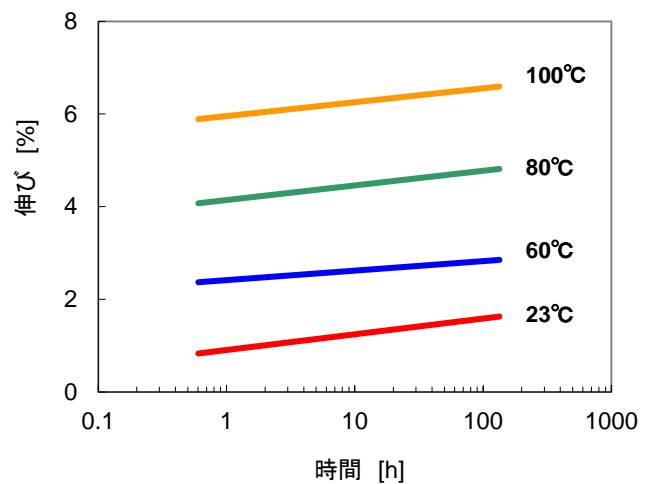


図3 引張クリープ(伸び)(KF ポリマー #1000)

引張及び曲げクリープ (引張 ISO899-1、曲げ ISO899-2 23°C、荷重 8MPa)

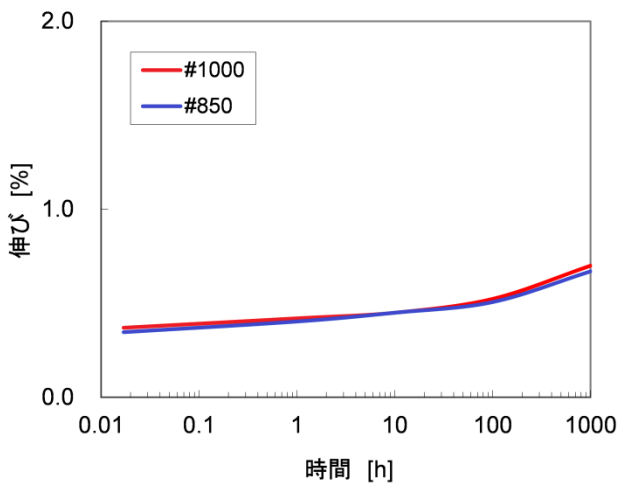


図4 引張クリープ

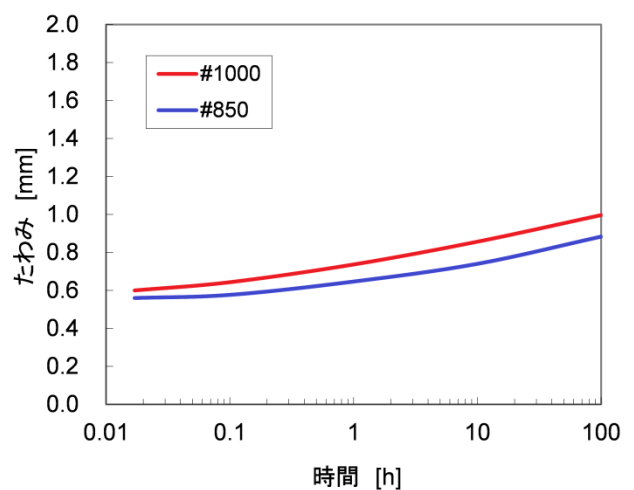


図5 曲げクリープ

溶融粘度 (Shear Rate = 100sec⁻¹)

KF ポリマーの成形加工温度は 200-240°Cが
適当です。

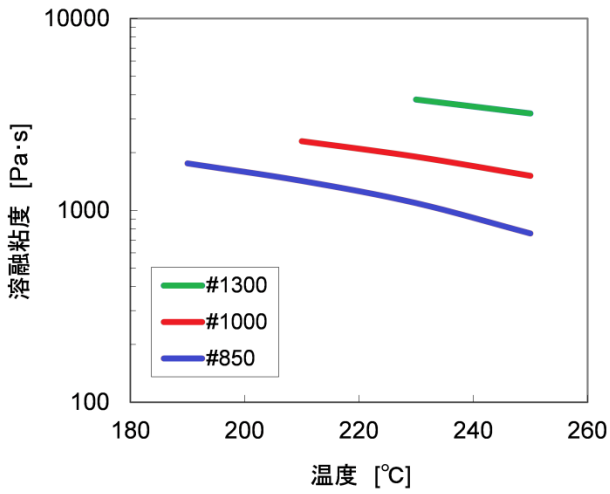


図 6 溶融粘度の温度特性

アイゾット衝撃強度

(ASTM D256 準拠(ノッチ付き))

低温でも優れた値を保持します。

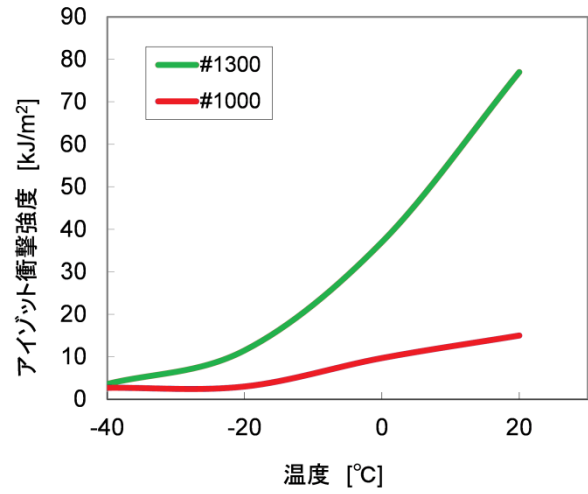


図 7 衝撃強度の温度特性

動的粘弾性 (昇温速度 2°C/min, 10Hz)

-35°Cにガラス転移を示すピークが現れます。ガラス転移点以上では弾性率 (E') は徐々に減少します。

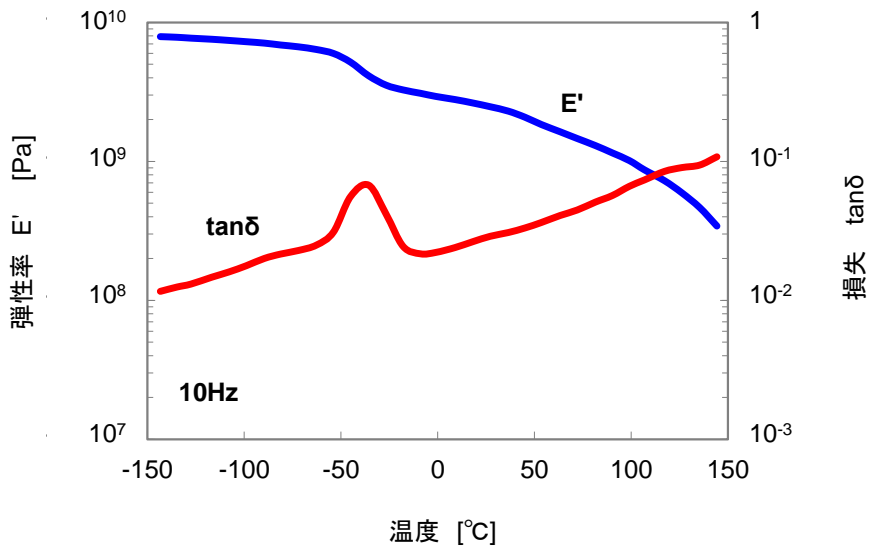


図 8 粘弾性 温度分散 (KF ポリマー #1000)

熱的性質

KF ポリマーの融点 (T_m) はホモポリマーの場合、約 175°C です (ピーク値)。ガラス転移 (主分散) 温度は動的粘弾性法で約 -35°C となります。また KF ポリマーは無添加で難燃性 (UL94V-0 あるいは UL94V-0 相当、限界酸素指数 $\text{LOI} = 44$) を有します。

融解・結晶化 (DSC、ASTM D3418 準拠)

KF ポリマー (ホモポリマー) の融点は約 175°C です。結晶化温度は約 145°C で、冷結晶化温度は結晶化速度が早いので通常は観測されません。共重合タイプの KF ポリマーの融点は、ホモポリマーに比べ若干低い値となります。

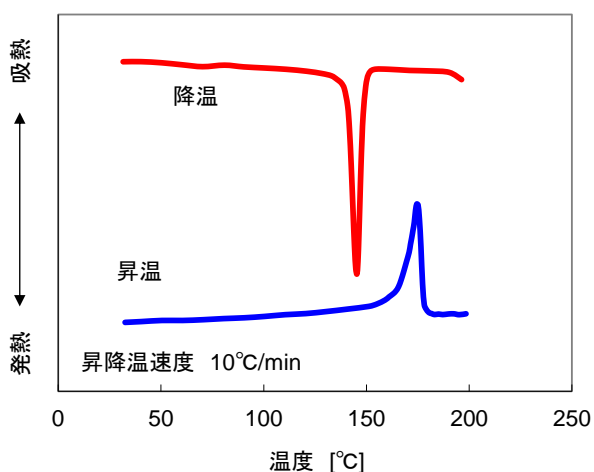


図9 融解・結晶化挙動(KF ポリマー #1000、 N_2 雰囲気)

熱分解 (TGA、ISO 11358 準拠)

明確に分解が始まる温度は約 360°C です。しかし高温で長時間保持するような場合にはこの温度よりかなり低い温度で分解する可能性が高くなります。成形時は樹脂温度を 280°C 以上にしないでください。

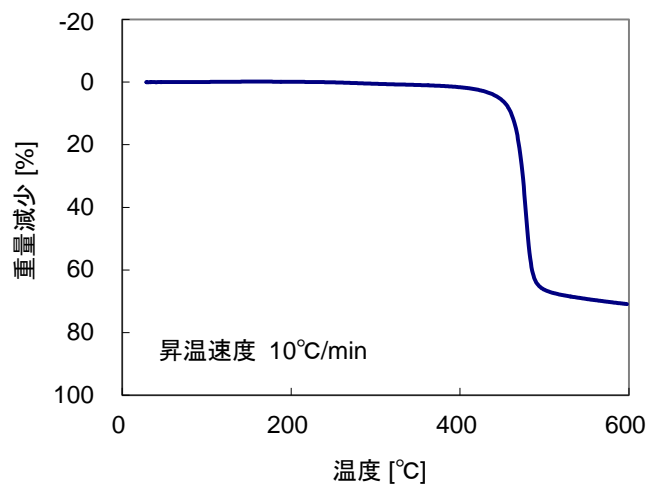


図10 熱重量分析(KF ポリマー #1000、 N_2 雰囲気)

電氣的性質

KF ポリマーは非常に大きな双極子モーメントを持つため、誘電率が約 10（無配向試料）と、高分子の中でも非常に高い値を示します。また一般の誘電体では誘電率が高いほど体積固有抵抗が低下しますが、KF ポリマーは高い絶縁性を有しています。同様に絶縁破壊強度も優れていますが、誘電損失は約 0.013 と比較的大きな値を示します。

誘電率の周波数分散（ASTM D150 準拠、23°C）

高周波数側で損失が大きい傾向を示します。

誘電率の温度分散（昇温速度 2°C/min）

動的粘弾性と同様にガラス転移点が -35°C に観察されます。ガラス状態（分子運動が規制された状態）では誘電率は 3 程度ですが、分子鎖が自由に運動可能な温度では高分子の中でも非常に高い値を示します。また 80°C 付近に結晶分散と推測されるピークが存在します。

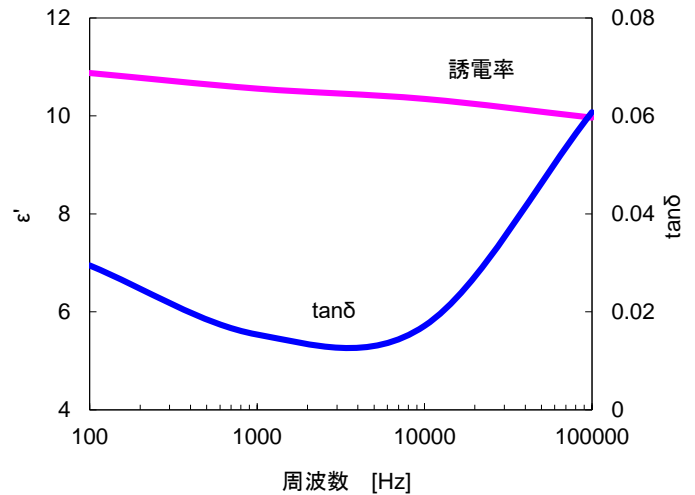


図 11 誘電率、周波数分散(KF ポリマー #1000)

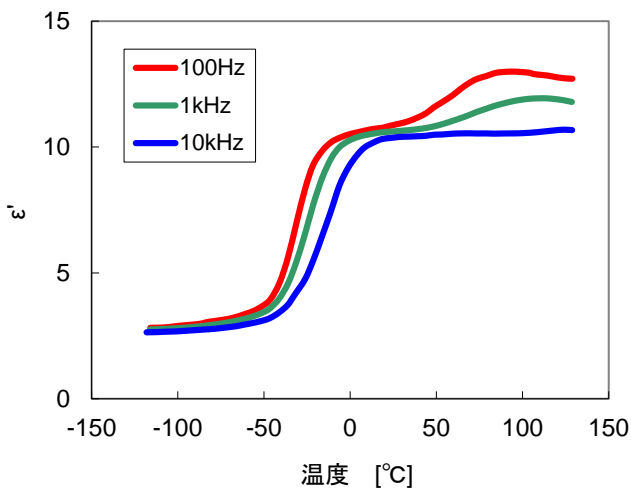


図 12 誘電率 温度分散(KF ポリマー#1000)

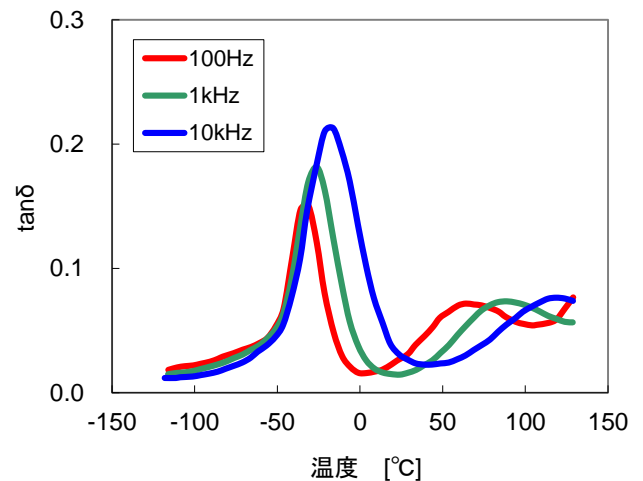


図 13 $\tan \delta$ 温度分散(KF ポリマー #1000)

化学的性質

KF ポリマーは強い極性を持つため極性溶媒には侵されやすい性質を持っています。またアルカリやアミンにより脱フッ酸を起こしやすく着色現象が見られますが、機械的強度の著しい低下はみられません。酸には比較的耐えますが一部の強酸（発煙硫酸、発煙硝酸）に侵されます。有機溶剤に対しては、炭化水素、有機酸、アルコールおよび塩素系炭化水素に対しては使用可能ですが、塩基性のアミン類、極性の強いエステル、ケトン、エーテルおよびアミド類には膨潤もしくは一部溶解します。KF ポリマーを溶解させる極性溶媒の例としては、NMP（N-メチルピロリドン）、DMF（ジメチルホルムアミド）、DMA（ジメチルアセトアミド）、DMSO（ジメチルスルホキシド）が挙げられます。

<試験方法と判定基準>

- ・ 試験サンプル；KF ポリマーシート 50mm×50mm×2mm
- ・ 浸漬時間；1000 時間以上(重量増加が恒量化するまで)
重量増加の規定値；無機系薬品では 3.0mg/cm²、有機系薬品では 7.0mg/cm²
- ・ 判定基準；

1	変化を受けない	重量変化が規定値より低い値で恒量化し、外観変化などに全く異常がない
2	若干変化を受けるが使用可能	重量変化が規定値を若干下回る値で恒量化し、外観変化などに異常がない
3	使用に注意を要する	重量変化が規定値を若干上回る値で恒量化し、外観変化などに若干の影響がある
4	侵される	重量変化が恒量化せず増え続ける、溶解する、外観に亀裂や割れが発生する、等

(注)：外観変化とは試料に亀裂や割れが発生することであり、色調の変化は含まれておりません。

KF ポリマーの耐薬品性リスト(1)

		温度 [°C]							化学式
		25	50	65	80	100	110	120	
無機酸	塩酸 (35%)	1	1	1	1	2	2	3	HCl (35%)
	塩化水素 (gas)	1	1	1	1	1			HCl (gas)
	塩素 (dry)	1	1	1	1	1			Cl ₂ (dry)
	過酸化水素 (30%)	1	1	1	1				H ₂ O ₂ (30%)
	クロム酸 (50%)	1	1	1	2	3			CrO ₃ + H ₂ O
	シアン化水素 (gas)	1	1	1	1	1	1	1	HCN (gas)
	臭化水素酸 (50%)	1	1	1	1	1			HBr (50%)
	臭素 (wet)	1	1	1	1	1			Br ₂ (wet)
	硝酸 (60%)	1	2	2	3	4			HNO ₃ (60%)
	炭酸	1	1	1	1	1	1	1	H ₂ CO ₃
	フッ酸 (35%)	1	1	1	1	1	1	1	HF (35%)
	硫化水素 (dry)	1	1	1	1	1	1	1	H ₂ S (dry)
	硫酸 (60%)	1	1	1	1	2	2	3	H ₂ SO ₄ (60%)
	リン酸 (30%)	1	1	1	1	1	1	1	H ₃ PO ₄ (30%)

KF ポリマーの耐薬品性リスト(2)

		温度 [°C]							化学式
		25	50	65	80	100	110	120	
有機酸	酢酸 (50%)	1	1	1	1	2	3	3	CH ₃ COOH (50%)
	無水酢酸	3	4						(CH ₃ COO) ₂ O
	クレゾール	1	1	2	2	3			C ₆ H ₄ (CH ₃)OH
	フェノール (10%)	1	1	1	1	2			C ₆ H ₅ OH (10%)
アルカリ	アンモニア水 (30%)	1	1	1	1	1			NH ₃ + H ₂ O (30%)
	水酸化ナトリウム (10%)	1	1	2	2	3			NaOH (10%)
	炭酸ナトリウム	1	1	1	1	1	1	1	Na ₂ CO ₃
炭化水素	メタン	1	1	1	1	1	1	1	CH ₄
	プロパン	1	1	1	1	1	1	1	CH ₃ CH ₂ CH ₃
	ヘキサン	1	1	1	1	1	1	1	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃
	ヘプタン	1	1	1	1	1	1	1	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃
	オクタン	1	1	1	1	1	1	1	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃
	シクロヘキサン	1	1	1	1	1	1	1	C ₆ H ₁₂
	ベンゼン	1	2	2	2	3			C ₆ H ₆
	トルエン	1	1	2	2	3			C ₆ H ₅ (CH ₃)
	キシレン	1	1	1	1	1			C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂
ハロゲン化炭化水素	塩化ブチル	1	1	1	1	1	1	1	C ₄ H ₉ Cl
	トリクロロエチレン	1	1	1	1	1	1	1	Cl ₂ C=CHCl
	ジクロロエタン	1	1	1	2	2	2		ClCH ₂ CH ₂ Cl
	パークロロエチレン	1	1	1	1	1	1		CCl ₂ =CCl ₂
	モノクロロベンゼン	1	1	1	1	2			C ₆ H ₅ Cl
	ジブromoエタン	1	1	1	1	2	2		BrCH ₂ CH ₂ Br
	臭化ブチル	1	1	1	1	1	1	1	C ₄ H ₉ Br
アルコール	メタノール	1	1	1	1	1	1	1	CH ₃ OH
	エタノール	1	1	1	1	1	1	1	C ₂ H ₅ OH
	プロパノール	1	1	2	2	3			C ₃ H ₇ OH
	1-ブタノール	1	1	1	1	1	1	1	CH ₃ (CH ₂) ₃ OH
	2-ブタノール	1	1	1	1	1	1	1	CH ₃ CH ₂ CH(OH)CH ₃
エステル	酢酸エチル	2	3						CH ₃ COOC ₂ H ₅
	酢酸ブチル	1	2	3	4				CH ₃ COOC ₄ H ₉
ケトン	アセトン (50%)	2	3	4					CH ₃ COCH ₃ (50%)
	2-ブタノン	2	3	4					CH ₃ COCH ₂ CH ₃
	シクロヘキサノン	1	3	3	4				C ₆ H ₁₀ O
アミン	ジメチルアミン	2	3	4					(CH ₃) ₂ NH
	トリエチルアミン	1	3	3	4				(C ₂ H ₅) ₃ N
	アニリン	1	2	2	2	3			C ₆ H ₅ NH ₂
アルデヒド	ベンズアルデヒド	2	3						C ₆ H ₅ CHO
	ホルムアルデヒド (37%)	1	1						HCHO (37%)
	サリチルアルデヒド	1	2	3					C ₆ H ₄ (OH)(CHO)
エーテル	ジエチルエーテル	1	2						(C ₂ H ₅) ₂ O
	ジオキサン	3	3	4					C ₄ H ₈ O ₂
	エチレンオキシド	2	3	4					C ₂ H ₄ O
シアン化物	アセトニトリル	1	1	3					CH ₃ CN

耐オゾン性

KF ポリマーの耐オゾン性は高密度ポリエチレン (HDPE) と比較して優れています。

(暴露条件； 1.0-1.2% オゾン, 室温
サンプル厚み=0.15mm, サンプル幅=5mm,
テスト長=20mm, 引張速度=1.0mm/min.)

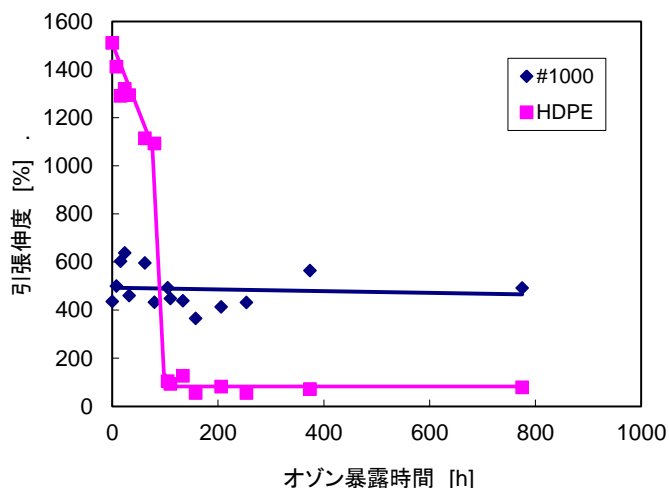


図 14 オゾン暴露後の引張伸度

不純物の溶出

KF ポリマーは、不純物が少なく、超純水用配管等に使用されています。

全有機体炭素 (Total Organic Carbon) 溶出量 (95°C熱水×6日間)

	単位	ホモポリマー			コポリマー
		#850	#1000	#1100	#2950
TOC	µg/g	1.6-2.3	1.6-2.2	1.6-2.2	1.2-1.8

* サンプル形状：ペレット

微量金属含有量

KF ポリマーは、金属含有量が少なく、金属溶出を嫌う高純度用途にも使用されています。

微量金属含有量 (中性子放射化分析) (KF ポリマー #1000)

元素	含有量 [µg/g]	元素	含有量 [µg/g]	元素	含有量 [µg/g]	元素	含有量 [µg/g]
Na	0.07	Zn	<0.1	Mo	<0.02	Ba	<0.3
K	<0.1	Ga	<0.001	Ag	<0.02	La	<0.001
Sc	<0.0003	As	<0.001	Cd	<0.03	W	<0.001
Cr	<0.03	Se	<0.03	In	<0.0003	Ir	<0.002
Fe	<3	Rb	<2	Sn	<2	Au	<0.0001
Co	<0.01	Sr	<0.2	Sb	<0.001		
Ni	<3	Zr	<0.3	Cs	<0.005		

ガスバリア性

KF ポリマーの水蒸気透過性 (Water Vapor Transmission Rate (WVTR)、ISO 15106-2 準拠)

KF ポリマーは、他の汎用樹脂に比べ非常に低い水蒸気透過率を示します。

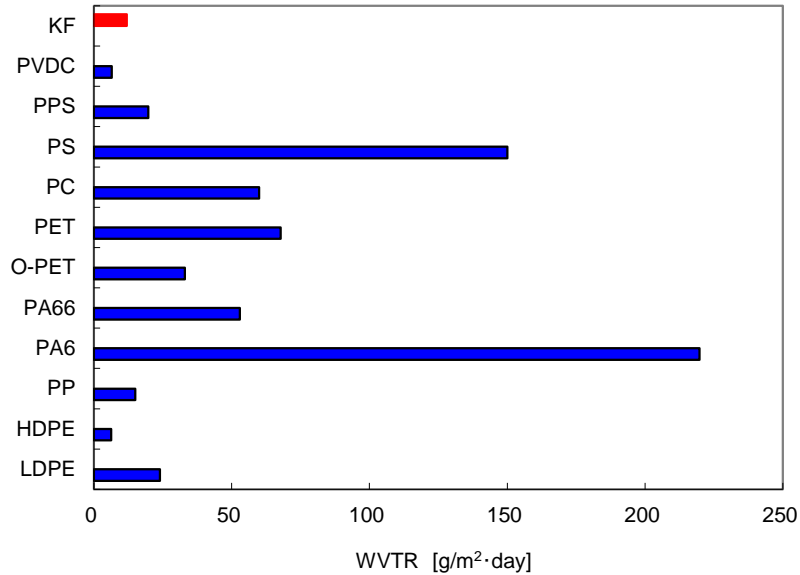


図 15 KF ポリマーと各種高分子の水蒸気透過率
(フィルム厚 20 μm、40°C 90%RH)

KF ポリマーのガスバリア性

KF ポリマーのガスバリア性 (酸素、二酸化炭素) は、汎用樹脂に比べ非常に優れています。また他のエンジニアリングプラスチックと比較しても遜色ない物性を示します。

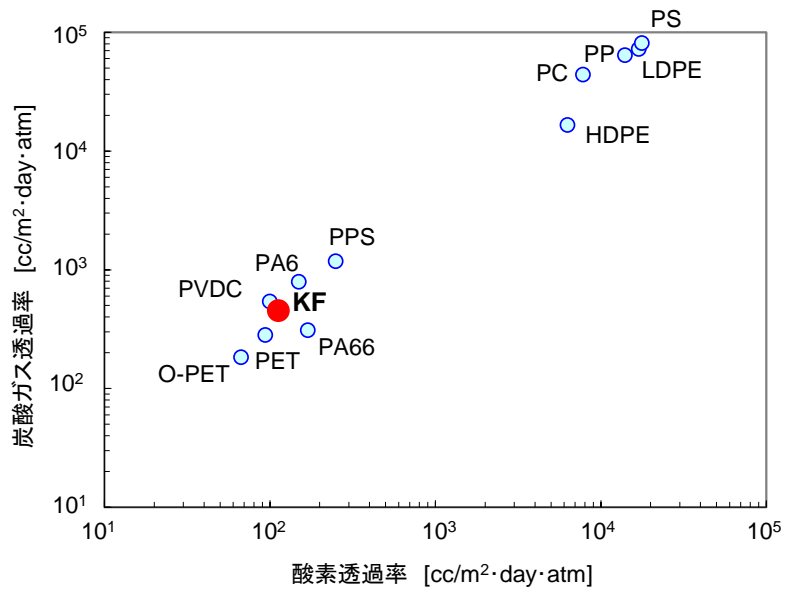


図 16 各種高分子の酸素及び炭酸ガス透過率
(フィルム厚 20 μm、30°C 80%RH)

光学的性質

KF フィルムの可視紫外透過性

フィルム状（厚さ約 100 μ m）では可視光線透過率（平行光線透過率）は約 60%です。薄膜化（二軸延伸フィルム等）することにより大きな光線透過率を持たせることが可能です。

肉厚成形物（無配向結晶化物）は微結晶による光散乱のため白色・不透明となります。

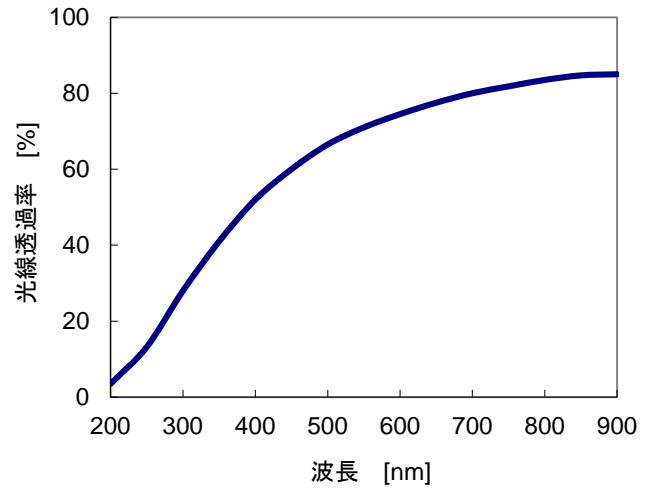


図 17 KF フィルムの可視・紫外スペクトル (KF ポリマー #1000、フィルム厚 100 μ m)

耐候性

KF ポリマーの耐候性（機械的物性）

KF ポリマーは、優れた耐候性を有するため、屋外用の透明防汚フィルム材料として使用されています。

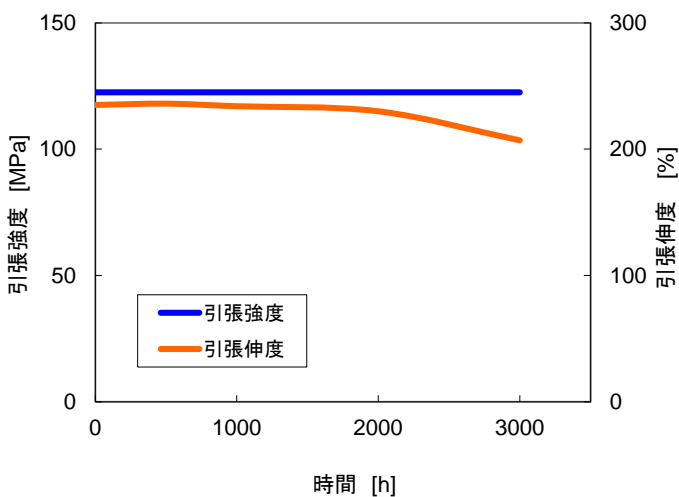


図 18 耐候性試験 機械特性

暴露条件: ウェザロメーター、カーボンアーク、
降雨サイクル 12 分噴霧/60 分停止、63 \pm 3 $^{\circ}$ C、50~60%RH
試料: KF ポリマー #1000、フィルム厚 35 μ m

KF ポリマーの耐候性（光学的物性）

KF ポリマーは屋外で暴露されても光学的物性がほとんど変化しないため、各種のカバーフィルムとして使用されています。

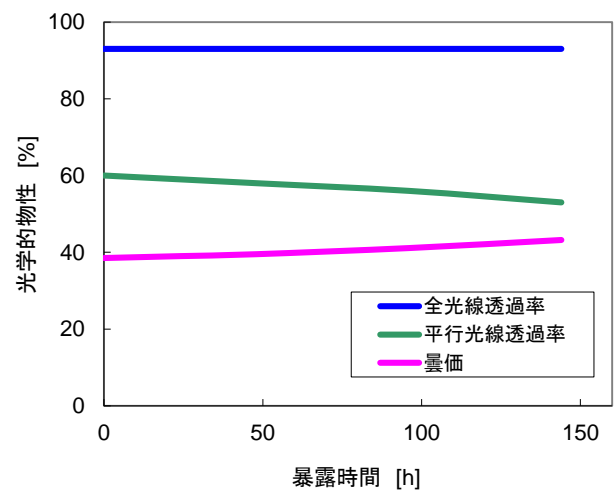


図 19 耐候性試験 光学的特性

暴露条件: スーパーUVテスター、83 mW/cm²、
ブラックパネル温度63 $^{\circ}$ C、60%RH
試料: KF ポリマー #1000、フィルム厚 100 μ m

取扱上の注意

原料取り扱い

KF ポリマーは 280℃を超える温度で使用または加熱をしないでください。280℃を超える温度に曝されるおそれがある場合は、発生ガスの吸入をさけるために換気をよくすると共に、局所排気装置を設置してください。

本製品は帯電し易いので取扱い時に周囲に飛散しないように注意してください。必要に応じて取扱い容器などの帯電防止の措置をとってください。

本製品に顔料などの各種無機物を添加した場合、無機物の種類によっては触媒的に分解を促進する場合があります。ガラス繊維、酸化チタン等は分解作用を有することが知られています。また、熔融樹脂がホウ素を含む合金に接触した場合には、異常な分解を起こし爆発する危険性があります。

KF ポリマーは自己消火性に優れていますが、例えば火災等により高熱を供給され続けると分解します。従って万一火災が発生した場合には風上から消火活動等を行ってください。消火剤の種類には特に限定はありません。

KF ポリマーは粉塵爆発試験においても不爆と判定されております。

□ 下限界濃度測定

試験規格； (社) 日本粉体工業技術協会規格 APS002-1991

試験装置； 吹上げ式粉塵爆発試験装置 (アマノ株式会社製)

試料名； KF ポリマー #1000

結果； 1,200g/m³ 以下で不爆

□ 最小発火エネルギー測定

試験装置； 吹上げ式粉塵爆発試験装置 (アマノ株式会社製)

最小発火エネルギー装置 (株式会社指月電機製作所製)

試料名； KF ポリマー #1000

結果； 1,000~2,000g/m³ の時、2000mJ 以下で不爆

保管

製品の性能を維持するためには結露を生じない室内環境下で直射日光を受けないように保管してください。

* 原料の取り扱いに関して、安全データシート (SDS) で詳細を確認ください。

成形加工

一般事項

KF ポリマーはポリエチレンやポリプロピレン等の汎用結晶性樹脂と同等の設備で成形加工が可能です。しかしポリマーが熱分解を起こすと腐食性のガスが発生するため温度管理（自己剪断発熱も含む）が重要です。明確に分解が生じるのは約 360°C以上ですが、長時間の滞留等がある場合にはより低い温度で分解するので御注意ください。（熱的性質の項を参照してください。）また触媒作用のある物質（例えばガラス繊維、酸化チタン、ホウ素含有合金）に触れた場合も、分解が起こることがあります。

KF ポリマーは吸水性がほとんどありません。また室温で結晶化が進みます。したがって、乾燥や結晶化のための熱処理等は不要です。しかし原料が水に濡れているような場合には、100°Cで 2 - 4h 程度乾燥してください。

再生ペレットを用いることが可能です。しかし熱履歴により樹脂はダメージを受けますので混合率は 20% を目安としてください。成形品が着色するようであれば混合率を下げる必要があります。

成形機の近傍には局所排気装置を設けてください。通常の成形条件内では全く問題ありませんが、事故等により樹脂温が上昇し、かつ滞留する場合には分解ガスが発生する可能性があります。分解生成物はフッ化水素、一酸化炭素、二酸化炭素などです。またスクリュー等を洗浄する際に、樹脂を直接バーナー等で加温または焼却する方法は、分解ガスを発生させるので行わないでください。

樹脂の選択

MFR の値を参考にして、使用するグレードを選択してください。KF ポリマー（非強化グレード）の衝撃強度はさほど高くはないので、製品の強度については十分に配慮して金型を製作してください。

スクリュー

一般の射出成形機、押出成形機用のもので成形可能です。参考値を次に示します。

L/D = 20 - 24、 圧縮比 = 2 - 3

供給部 = 10 - 14D、 圧縮部 = 3 - 4D、 計量部 = 6 - 7D

成形機の材質

長時間生産のためには、スクリュー、バレルおよびノズルの材質としてアルミニウム、チタン、ホウ素等の軽金属が主成分のひとつとして含まれている合金は避けてください。軽金属系の合金を使用しますと樹脂が分解しやすくなります。また、分解に至らなくても金属と樹脂が離型しにくくなります。推奨される材質として、スクリューはハードクロムメッキ、バレル・ノズルはステンレスまたは窒化鋼が挙げられます。金型の材質についてもバレル・ノズルと同様の注意を払ってください。

温度の設定

シリンダー温度は、一般的な射出成形の場合、下記の設定を参考にしてください。樹脂の MFR やゲートの形状等により若干の調整を必要としますが、必要以上に温度を上げないでください。上げすぎると樹脂が分解する可能性があります。成形品に変色が見られるようであれば、ゲートの設計を変更するなどして、樹脂に過度の熱履歴（剪断発熱を含む）がかからないようにしてください。

供給部	圧縮部	計量部	ノズル	金型温度
170～190℃	200～220℃	220～240℃	220～240℃	90～120℃

主に押出成形に用いる高粘度グレード(#1300 や#1550)では、射出成形向け低粘度グレード(#850 や#1000)に比べて流動性が劣るため、温度設定を高めにする必要がある場合があります。その場合、溶融滞留時間によっても異なりますが、樹脂の分解を避けるため樹脂温度が 280℃以上にならないようにしてください。なお、超高粘度グレード#1700 は、非常に高粘度であるために一般的な溶融押出が困難です。成形の方法については、別途ご相談ください。

スタートと終了

成形機が清浄な状態から成形を始めてください。別の樹脂を成形した後に KF ポリマーの成形を行う場合には高密度ポリエチレン (HDPE) やポリプロピレン (PP) などのポリオレフィンを用いて十分にパージ（置換・除去）した後に行ってください。また一般のガラス繊維、あるいは塩基性の無機系顔料のような材料を含む樹脂を成形した後は、これらの物質が異物として KF ポリマーに混入することがないように注意してください。これらの物質が混入すると樹脂の分解が早まる可能性があります。

成形を終了する際には HDPE や PP などのポリオレフィンを使用して十分にパージしてください。市販のパージ材料を使用する場合は上記の樹脂で十分にパージした後に用いてください。

成形を一時中断する場合はシリンダーの設定温度を 180℃程度まで下げてください。この程度の温度であれば 2-3 時間の滞留では問題は起こりません。しかし長時間中断する場合は必ず樹脂をパージしてください。

リサイクルと廃棄

リサイクル

成形加工後のくずやスクラップを再度ペレットに加工して利用することは原則として可能です。ただし、樹脂に与える熱的履歴を最低限に抑えることおよび樹脂の分解を促進する可能性のある異物（例えばガラス繊維、塩基性の無機系顔料）等の混入を極力避けるようにしてください。

リサイクル率は 20%が目安ですが成形品に着色があるときはより少なくする必要があります。

廃棄

本製品の廃棄および本製品を加工した製品を廃棄する場合は、廃棄物の処理に関する法律、規則、条例に則って処理、処分してください。

FAQ

Q1. KF ポリマーの加工温度はどのくらいですか？

A1. KF ポリマーのグレードや加工装置の仕様、熔融樹脂の滞留時間によっても異なりますが、シリンダー温度で 200°C~240°C 程度です。樹脂温度が 280°C 以上になると分解しフッ化水素を発生します。一般的な射出成形においては、パージされる樹脂温度が 220~240°C となるように条件設定すると着色が少ない成形物が得られます。なお、#1700 は熔融粘度が非常に高いため、一般的な熔融押出は困難です。成形方法については別途御相談ください。

Q2. 何度で分解しますか？

A2. 280°C 以上に加熱しないでください。

Q3. 分解生成物は何ですか？

A3. フッ化水素、一酸化炭素、フロロホスゲン等が発生します。樹脂加工の際には念のため局所排気装置を設置してください。

Q4. 成形機のマテリアルは特殊なものが必要ですか？

A4. スクリュー、バレル等の成形機の金属部分にハステロイ[®]*などの特殊素材を使用する必要はありません。硬質クロム等のメッキで完全に被覆されていることを確認してください。メッキの剥がれなどで鋼材が剥き出しになっている場合には樹脂の着色や分解が促進されることがあります。長時間生産のためには、スクリュー、バレルおよびノズルの材質としてアルミニウム、チタン、ホウ素等の軽金属が主成分のひとつとして含まれている合金は避けてください。軽金属系の合金を使用すると樹脂が分解しやすくなります。また、分解に至らなくても金属と樹脂が離型しにくくなります。

* ハステロイ[®] (Hastelloy) は Haynes International, Inc の登録商標です。

Q5. 予備乾燥は必要ですか？

A5. KF ポリマーは低吸水性の樹脂ですので、通常、予備乾燥の必要はありません。

Q6. 成形物をアニールする必要はありますか？

A6. 成形物の形状にもよりますが、肉厚成形物の場合、アニールすることで残留応力の除去、寸法安定性の向上が期待できます。アニール条件は、肉厚 50mm の場合、100~120°C で 3 時間程度を推奨します。さらに肉厚が厚い場合は、アニール時間を長くしてください。

Q7. 加工の際、加工助剤や熱安定剤のような添加剤は必要ですか？

A7. 加工のために添加する添加物は不要です。その他の目的で添加物（化学薬品、着色剤、補強剤等）を添加する際は、添加物の種類によって予想外の分解を誘発する危険性があります。あらかじめ少量の混合試験を行い、安全性を十分ご確認ください。

Q8. 推奨する顔料はありますか？

A8. 推奨の着色剤については弊社にお問い合わせください。

Q9. 不純物はありますか？

A9. 重合触媒等に由来する不純物は含まれますが、その量は汎用樹脂と比較して少量です。

Q10. 酸・アルカリに対しては？

A10. 一般の酸には耐性がありますが、強酸には侵されます。またアルカリには比較的侵されやすく着色します。

Q11. オゾンや次亜塩素酸ナトリウム等の酸化剤に対して耐性はあるですか？

A11. 長期使用時はわずかに劣化しますが、HDPE等の汎用樹脂と比較して優れた耐性を有します。

Q12. 着色はなぜおこるのですか？

A12. 温度条件により、主にポリマー末端部の構造変化がおきることで着色する化学構造になります。分解に至らない条件で着色が発生した場合には、ポリマー主鎖の構造変化はほとんどありませんので、通常、物性への影響はありません。

Q13. 他のフッ素樹脂に比べて何が違うのですか？

A13. ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)やパーフルオロエチレンプロペノコポリマー(FEP)は水素原子を持たない構造のため、全体的には極性が小さく分子間力が比較的小さな柔らかい樹脂となっています。また撥水(疎水)性、非接着性や耐薬品性というようなフッ素樹脂特有の物性を発現します。これに対しPVDFは分子間力が大きく結晶性であるためガラス転移点以上でも機械的特性が優れています。またフッ素樹脂であるにもかかわらず接着が可能で、撥水性も示すというように、フッ素樹脂と汎用樹脂の中間的な物性を示します。

Q14. なぜ誘電率が高いのですか？

A14. CH_2 と CF_2 が交互に規則正しく結合しているため分子鎖自身が大きな双極子モーメントを持っており、かつガラス転移温度が低い(約 -35°C)ため室温付近では分子鎖の運動性が高くなっているため大きな誘電率を示します。

Q15. 医療、食品用途で使用できますか？

A15. 人体に直接接触する医療用途には原則として御使用をお断りしています。血液、体液、医薬品あるいは食品を扱う用途につきましては、個々の製品の安全性と法的規制をお客様の開発段階で御確認ください。



The Pursuit of Excellence

本カタログに記載されているデータは、標準的な試験法を用いた代表値です。これらのデータは保証値ではありませんし、異なった使用条件下では適用できません。

本カタログに記載されているデータは、試験方法や試験条件の変更に伴って変更される場合があります。
本カタログに記載されていない物性、技術情報、特定の条件下でのデータ等に関してはお問合せください。

クレハ KF ポリマーは、株式会社クレハの日本における登録商標です。

Copyright ©2019 KUREHA. All rights reserved.

Date of revision: March 1, 2019.

株式会社クレハ

フッ素製品部

〒103-8552 東京都中央区日本橋浜町 3-3-2 TEL: 03-3249-4656 FAX: 03-3249-4614
