

## プラスチックの物性一覧表

試験 記号	プラスチックの名称	試験規格		ポリエチレン		ポリプロピレン	ポリカーボネイト	塩化ビニール樹脂	メタクリル樹脂	ポリスチレン	ステレン・アクリロ	ABS樹脂	
				低密度	高密度	非強化		硬質	一般用	一般用	ニトリルコポリマー	一般用	
		JIS	ASTM	LD-PE	HD-PE	PP	PC	PVC	MA	PS	AS	ABS	
透明性				透明～不透明	透明～不透明	透明～不透明	透明～不透明	透明～不透明	透明～不透明	透明	透明	半透明～不透明	
密度(比重)	g·cm <sup>-3</sup>	K6911・K7112	D792	0.91～0.92	0.94～0.965	0.90～0.91	1.2	1.30～1.58	1.17～1.20	1.04～1.09	1.075～1.10	1.01～1.04	
引張強さ	MPa		D638	8～31	23～31	31～41	64～66	41～52	48～73	36～52	69～82	23～55	
最大伸び率	%	K7113	D638	90～600	20～1300	200～700	100～130	4.0～8.0	2.0～10.0	1.0～2.5	1.5～3.7	5.0～7.0	
引張り弾性率	MPa		D638	180～280	1070～1090	1100～1600	2400	2400～4100	2200～3200	2300～3300	3300～3900	1900～2800	
圧縮強さ	MPa		D695	—	19～25	38～55	69～86	55～89	73～125	82～89	96～104	45～52	
曲げ強さ	MPa		D790	—	38～60	41～55	93	69～110	73～131	69～101	76～131	43～96	
衝撃強さ(アイソットノッチ付き)	J/m		D256	破壊せず	22～216	22～75	640～854	22～1177	11～22	19～24	22～32	75～640	
硬さ	ロックウェルデュロメータ	D785	—	—	R80～102	M70～72	—	M68～105	—	M60～75	M80・R83	R100～120	
		D2240	D44～50	D66～73	—	—	D65～85	—	—	—	—	—	
熱伝導率	W/(m·K)		C177	0.33	0.46～0.50	0.12	4.7	0.15～0.21	0.167～0.252	0.126	—	—	
線膨張率	x10 <sup>-5</sup> /°C		D696	10～22	5.9～11	8.1～10	6.8	5.0～10.0	5.0～9.0	5.0～8.3	6.5～6.8	6.5～9.8	
耐熱性(連続使用温度)	°C			82～100	121	121～160	121	66～79	60～88	66～77	60～96	71～99	
熱変形温度	°C(18.6kgf/cm <sup>2</sup> )	K7206	D648	50～58.3	61～72.2	69～77	129～140	60～76.7	72～98	104	87～104	96～105	
	(4.6kgf/cm <sup>2</sup> )	K7207							79～107				
体積抵抗率	Ω·cm		D257	>10 <sup>16</sup>	>10 <sup>16</sup>	>10 <sup>16</sup>	2.1x10 <sup>16</sup>	>10 <sup>16</sup>	>10 <sup>14</sup>	>10 <sup>16</sup>	>10 <sup>16</sup>	1～4.8x10 <sup>16</sup>	
絶縁強さ(短時間法)	(3.18mm)/kV·mm <sup>-1</sup>	C3005	D149	16.5～27.5	17.3～23.6	>28	14.9	13.7～19.6	15.7～19.6	19.6～27.5	11.8～23.6	17.3～17.7	
		C6481											
比誘電率	60Hz 10 <sup>6</sup> Hz(MHz)	ε <sub>Y</sub>	C3005	D150	2.25～2.35	2.30～2.35	2.2～2.6	2.9～3.1	3.2～4.0	3.3～3.9	2.4～3.1	2.6～3.4	2.4～5.6
			C6481		2.25～2.35	2.30～2.35	2.2～26	3.1	2.8～3.1	2.2～3.2	2.4～2.7	2.4～3.8	2.4～3.8
誘電正接	60Hz 10 <sup>6</sup> Hz(MHz)	tan <sub>Δ</sub>	C3005	D150	<0.0005	<0.0005	<0.0005～	0.009	0.007～0.02	0.04～0.06	0.0001～0.0006	0.003～0.008	0.003～0.008
			C6481		<0.0005	<0.0005	0.0018	0.01	0.006～0.019	0.02～0.03	0.001～0.0004	0.007～0.015	0.007～0.015
耐アーク性	sec		D495	135～160	200～300	136～185	10～120	60～80	トランクなし	60～140	100～150	—	
吸水性(24h)	重量%		D570	<0.01	<0.01	0.01～0.03	0.15	0.04～0.40	0.1～0.4	0.01～0.03	0.15～0.25	0.2～0.6	
燃焼速度(燃焼性)	mm/min		D635	26.4	25.4～26.4	19.1～21.1	自消性	38～39	15.2～30.5	<38	15.2～25.4	15.2～25.4	
日光の影響				白化	白化	白化	わずか退色せい化	形で変わる	無	黄色(わずか)	黄色(わずか)	無し～わずか 黄色化、せい化	

## 1.引張り強さ

引張り強さは引張り応力を集中させるために中央部を細くしたダンベル形の試験片を用い、両端をつかみ具でつかんで一定速度で引張り、試験片を破断する。そのときの最大荷重を試験片のものと最小断面積で除した値で表す。

## 2.伸び率

引張り試験のとき、引張り試験片の中心より定められた距離に2本の標線を引いておき、試験片が破断したときの標線間距離を測定して、もとの標線間距離に対しどれだけ伸びたかを百分率で表したのが伸び率である。

## 3.引張り弾性率

引張り試験の場合、試験片にDTFや箔ヒズミ計などを取付け、荷重と標線間伸びとの関係を記録すると曲線が得られる。この関係において、最初の直線部分の傾きが引張り弾性率(ヤング率)に相当する。

## 4.圧縮試験

圧縮強さは、円柱形あるいは直方体の試験片を加圧ジグに挟んで一定速度[0.3(mm/min); h=試験片の高さ]で圧縮し、試験中に試験片に加えられた最大荷重(通常は破壊時の荷重)を試験片の元の最小断面積で除して求める。

## 5.曲げ強さ

曲げ強さは試験片を二つの支点で水平に支え、中央部に上から荷重を加えて試験片を折り曲げ試験片が破断するまでの最大荷重を読み取って算出する。(3点曲げ試験)

## 6.アイソット式衝撃試験

試験片を垂直に固定して、ノッチのついている側からハンマを振り下ろして試験片を一撃に破壊し、これに要したエネルギーを試験片の切欠き部の断面積で除して衝撃強さとして表す。

## 7.ロックウェル硬さ試験

試験片に鋼球を接触させたのち、10kgの基準荷重をかけて試験機の指針を0点にあわせる。次に所定の試験荷重を15秒間かけたのち、荷重を再び基準荷重に戻し、15秒後に試験片の表面にできた永久くぼみの深さを指針の目盛から読み取って硬さとする。

## 8.熱伝導率

熱の伝わる方向に垂直にとった等温平面の単位面積を通して単位時間に垂直に流れる熱量と、この方向の温度勾配との比率を熱伝導率といつ。熱伝導率は温度によって変化する。

## 9.熱膨張率

熱膨張率試験では10×10×120mmの試験片を加熱器に入れ、室温から約80°Cまで約1時間で温度を上昇させたときの試験片の伸びを測り、温度1°Cに対する熱膨張の割合(熱膨張係数)を算出する。

## 10.耐熱性

所定温度の循環空気浴の中に試験片を4時間つるし、外観に損傷がなければ、その後は損傷が認められるまで、温度を4時間ごとに順次25°Cずつ上昇させて試験する。

## 11.熱変形温度

曲げ強さ試験と同じように試験片を両端で支え中央に所定の曲げ応力がかかるように重錐をのせ、毎分2±0.2°Cの割合で油槽の温度を上昇させる。試験片が0.254mmわんだときの温度を熱変形温度(HDT)、あるいは荷重たわみ温度とする。

## 12.体積固有抵抗試験

体積固有抵抗は試験片の内部が示す絶縁抵抗である。体積固有抵抗は単位長さを1辺とする立方体の相対する面間の体積抵抗に等しく、つぎのように測定する。円板状試験片の両面に電極を接触させ、結線し、一定の直流電圧(通常は500V)を印加し、1分後の体積抵抗を測定して体積固有抵抗を算出する。

## 13.絶縁破壊強さ

絶縁破壊強さは試験片が絶縁破壊したときの電圧を試験片の破壊点またはその近くの厚さで除した値として表す。電圧印加方法には短時間と段階法がある。前者は、平均10～20秒で絶縁破壊が起こるような一定の速度で電圧を上昇させる方法である。後者は短時間法で得られた絶縁破壊電圧の約40%まで急速に昇圧して20秒毎に規定の割合で段階的に昇圧して20秒間絶縁破壊しなかった最高電圧を絶縁破壊電圧とする方法である。

## 14.誘電率

コンデンサーの極板の間に試験片を入れ電場をかけ、電気容量を測定する。今真空の場合の静電容量をa、誘電体(試験片)を挿入した場合の静電容量をbとすればb/aをその誘電率という。

## 15.誘電体力率

交流電圧および電流が、時間の正弦関数で両者の位相差がθであるとき、誘電体中に電圧と同相の微少電流が流れ、電力エネルギーが消費されることになる。これを誘電損失といい、誘電損失をPとすると、 $P_k F E \varepsilon \cos \theta$ で表される。ここでは周波数Eは電界強度、εは誘電率、kは比例定数。この場合のcosθを誘電体力率といふ。

## 16.耐アーク性試験

2本のタンゲステン電極を試験片の上に対向して置き、これに高電圧、微少電流のアーク(12,500V、10～40mA)をばらせて、試験片表面が炭化した絶縁性が無くなるまでの時間を測定する。耐アーク性は秒単位で表す。

## 17.吸水性

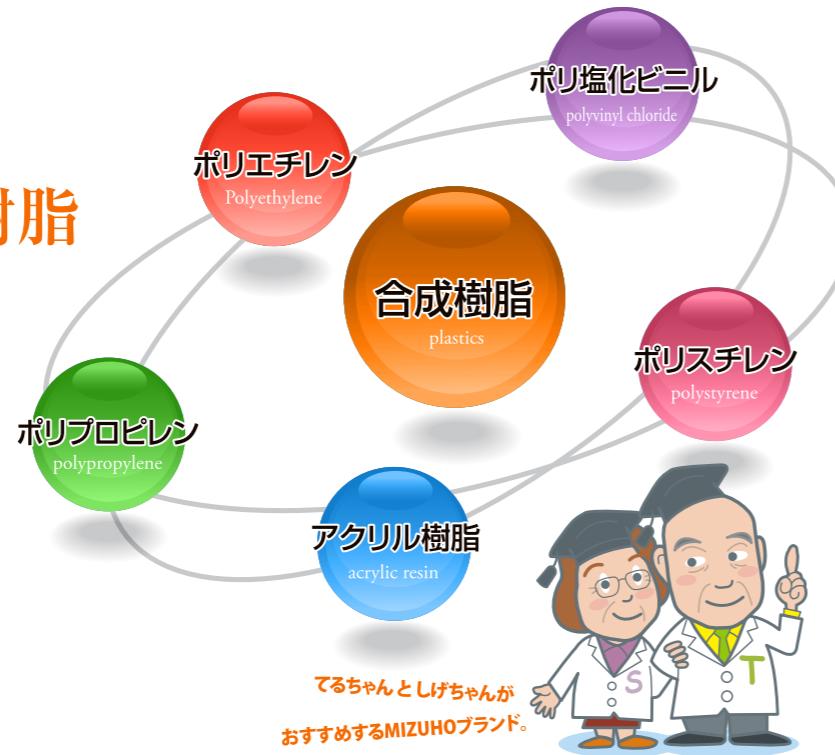
試験片を一定温度において一定時間蒸留水に浸漬し、そのときの重量増加分と元重量との比を百分率で表したもの。また、物体の単位表面積当たりの吸水量で表すこともある。

## 18.燃焼試験

試験片を炎に近接し、次に炎に入れ、最後に離してその間の軟化の有無、炎の性状、燃焼の難易、自消性の有無、煙の色、燃焼速度、臭い、リトマス反応等を調べて識別する。燃焼速度

# MIZUHO製品を カタチづくる汎用性樹脂

多種多様に変化することで、直接的あるいは間接的に、人々の暮らしに広く深く関わっている合成樹脂。形状、大きさ、硬さや柔らかさ、色、艶…。そのすべてが利用者の目的に適うよう姿を変える、無限の可能性を秘めた素材です。ここではMIZUHO製品をカタチづくる、主要な樹脂について解説します。



## 合成樹脂

合成樹脂とは、高分子化合物からなる物質の中で、成形品や薄膜に加工して使用することを目的に製造されたものを指します。また、合成樹脂は「可塑性」を持っています。

プラスチックは「可塑性物質」という意味ですが、ほとんどの場合は合成樹脂に限って用いられます。ちなみにプラスチックとはギリシャ語から来た英語で、「可塑性を持つもの」という意味です。

### 概要

エチレンを重合して得られる結晶性の熱可塑性樹脂。圧力、触媒などの重合条件により高密度ポリエチレン(HDPE)、高圧法低密度ポリエチレン(LDPE)、直鎖状低密度ポリエチレン(L-LDPE)など性能の異なるポリエチレンが得られる。また、最近ではメタロセン触媒を使用したポリエチレンも上市され、そのすぐれた物性が注目されている。

### 主な特徴

#### 長所

- 電気を通さない…絶縁体として使用できる。
- 軽くて強い。
- 錆びたり腐ったりしない。

#### 短所

- 熱に弱く、燃えやすい。
- 紫外線に弱く、日光の当たる場所では劣化が早い。ただし現在では、これらに当てはまらないプラスチックも開発されている。

#### どちらともいえない

- 水や薬品に強く腐食しにくい…廃棄後の処理が行いにくく、環境問題を引き起こす原因もある。
- 電気を通す「導電性プラスチック」。

### 歴史

1835年に塩化ビニルとポリ塩化ビニル粉末が発見されたのが最初とされています。商業ベースに乗ったのはセルロイドですが、植物を原料としているので半合成プラスチックとも言います。1909年、本格的な合成樹脂第一号としてベークライト(商品名)が誕生。一般にはフェノール樹脂と呼ばれています。その後、レーヨンやポリ塩化ビニルなどが工業化され、戦後になるとさらに多様な合成樹脂がつくられます。1960年代には、日本でも日用品に多く用いられるようになりました。

### 合成樹脂の分類

熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂があります。熱可塑性樹脂は、ガラス転移温度もしくは融点まで熱を加えることで軟らかくなり、任意の形に成形できる樹脂を指します。切削や研削などの機械加工に不向きなことが多く、熱して軟らかくなった状態で金型に押し込み、冷やして固めることで製品化する射出成形加工などが広く用いられています。チョコレートタイプのプラスチックと言えます。一方、熱硬化性樹脂は原料を熱で溶かすと溶けて軟らかになりますが、型に入れて加熱すると硬くなります。成形後は再加熱しても軟らかくならず、火に近づけると焦げてしまいます。ビスケットタイプのプラスチックと言えるでしょう。

熱可塑性樹脂には、汎用プラスチック、エンジニアリングプラスチック、スーパーインジニアリングプラスチックがあります。汎用プラスチックは家庭製品や電気製品の外箱、窓の冊子、雨桶、クッション、フィルムなど比較的大量に用いられます。ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、アクリル樹脂などがあります。プラスチック製品選びには、使用目的に合ったタイプの素材を使っているかどうかを確認することが大切です。

**主な用途**

各種日用品、包装材料、ペットボトル、電子機器、家電製品、家具、小型機械、コンパクトディスクなどのメディア、光ファイバー、小型船、自動車などの内装、農業用フィルム、食器、風呂、建築材料、繊維材料など。

## ポリエチレン

### 略記号

PE

### 概要

ポリエチレンは、エチレンを重合して得られる結晶性の熱可塑性樹脂を指します。圧力、触媒などの条件により、高密度ポリエチレンや低密度ポリエチレンをはじめ、性質の異なるポリエチレンを得ることが可能です。近年にはメタロセン触媒を使用したポリエチレンも発売され、優れた特性が注目を集めています。2004年、国内における高密度ポリエチレンの生産量は117万トン、低密度ポリエチレンでは184万トンでした。どちらもフィルムがトップシェアを占め、高密度ポリエチレンは中空成形、射出成形が続き、低密度ポリエチレンでは加工紙などが続きました。高密度ポリエチレンにおいては、自動車の燃料タンクへの採用が増加。従来の鋼鉄では難しい軽量性や耐錆性などが可能であり、ブロー成形品に用いられています。

### 特徴

- ポリエチレンの外観は、結晶化度と対応する。高密度ポリエチレンを用いた製品は半透明で結晶のサイズも大きい。一方、高圧法低密度ポリエチレンや直鎖状低密度ポリエチレンは、結晶化度が低いため透明度は高い。
- 密度や分子量、分子量分布、さらには種類や分岐度分布などの分岐構造によって成形性や製品物性に特徴が出る。用途に合わせた各種レベルの製品が発売されている。
- 転移点は-120度と極めて低い。このため、耐衝撃性・耐寒性はたいへん優れている。耐水性や耐薬品性も高いが、密度が濃いほど界面活性剤によるストレスクラックを起こしやすい性質がある。
- 剛性は密度の高さに比例する。直鎖状低密度ポリエチレンでは、ヘキサンやブテンなどをコマノマーとして共重合させることで密度を制御している。しかし、コマノミー種によって分岐の種類は変化することになり、強度特性も変化する。一方、分岐度分布が均一になるのが、メタロセン触媒を使ったグレード。これにより、表面特性や強度が高い成形品が得られる。高圧法低密度ポリエチレンの結晶化度は、重合中の連鎖移動反応で側鎖が生成することで決定する。同時に長鎖分岐が生成され、高圧法低密度ポリエチレン溶融張力は高まり、押出特性も良好となる。
- 接着や印刷には、表面の改質を行う必要がある。これは表面張力が弱いためであり、改質には火炎処理やコロナ放電処理などが適している。
- 透湿性が低く、防湿フィルムとして効果を発揮する。一方、ガス(酸素や炭酸ガス、窒素など)は透過しやすい性質を持つ。
- 電気絶縁性が良好で誘電損失が少ないなど、電気的性質にも優れている。吸水性が非常に少ないのも大きな特徴である。

### 高密度ポリエチレン

### 略記号

HDPE

原 料 エチレン、触媒。

性 状 微細結晶構造は温度によって変化します。熱を加えると結晶体は非結晶体へと変化し、物性常数も急激に変化します。半透明であり、透明性はありません。各種容器をはじめ、金属材を保護するための塗布に適しています。電気の絶縁性が優れているので高周波絶縁被覆に、また耐薬品性に利点があることから化学用パイプ、ピン類にも使用されています。

#### 用途

射出成形(家庭用品、電気、機械部品)、中空成形(各種容器)、フィルム、フラットヤーン、結束テープ、繊維、パイプ、その他。

### 低密度ポリエチレン

### 略記号

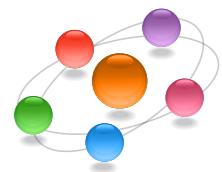
LDPE

原 料  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  エチレン。

性 状 乳白色半透明の結晶性樹脂です。弾力性があり、柔軟で、低温に強い性質です。水や酸、アルカリ、化学薬品類に強く、電気絶縁性に優れています。しかし、接着性やガスバリヤ性には劣ります。融点以上で流動状態になり、およそ300°Cまではほとんど分解反応が起こりません。極めて加工性に優れていると言えます。

#### 用途

包装用フィルム、農業用フィルム、電線、土木・建築資材、各種雑貨類、その他。



## ○ ポリプロピレン

略記号

PP

## 概要

熱可塑性樹脂の一つであり、最も幅広く使用されている汎用プラスチックのポリプロピレン。昭和28年、イタリアにおいて結晶性ポリプロピレンが合成されて以来、世界各国で企業化され、用途の開発から物性改良、製造技術の改良が進められてきました。比較的高強度で高耐熱性、軽量であることが、日用品から工業部品、各種包装資材まで多用途の理由。昭和58年以降、10年連続の史上最高を記録し、平成4年には200万トンの大台に乗せ、我が国で最も生産量の多い樹脂になりました。現在、製造されているポリプロピレンは、ほとんどがアイソタックチックタイプ(側鎖のメチル基が同方向に配列)。 $\alpha$ オレフィンを共重合して透明性を持たせたランダム共重合体、低温化による耐衝撃性を高めたブロック共重合体などが、各用途別に使用されています。

## 特徴

- ポリプロピレンは組成や分子量、立体規則性などを制御したポリマー設計が可能。様々な用途に使用可能な性質と言える。
- 汎用プラスチックの中では最も比重が小さい(0.90～0.91)。
- プロピレンの単独重合体はホモポリマーと呼ばれ、ポリプロピレン品種の中で最も剛性や耐熱性が高い。しかし、分子量の低いグレードでは韌性に劣る。ガラス転移温度が0度付近のため低温環境下ではもろくなる性質を持つ。
- プロピレンとエチレンなどをブロック的に共重合したタイプはインパクトポリマーと呼ばれ、剛性や耐熱性を保持したまま低温環境下においても耐衝撃性を有する。
- プロピレンの単独重合体は半透明もしくは不透明な外観だが、プロピレンとエチレンなどをブロック的に共重合した場合は乳白色に、ランダムに共重合した場合は透明性に優れた外観になる。
- プロピレンを重合したポリマーは熱や光、放射線などに対する耐劣化性に劣るため、酸化防止剤を配合する。屋外用途には紫外線吸収剤や光安定剤を配合。銅に接触した状態で温度が高くなると劣化が進むので、この場合も添加剤が配合される。
- ホモ・インパクトにおいては、融解温度は160～170度と比較的耐熱性に優れる。ランダムでは125～160であり、低融点タイプは易ヒートシール用途に適している。
- 成形収縮率はポリエチレンより小さく、異方性バランスも良い。
- ポリマー基本骨格が水素と炭素で構成されているため、塩化ビニルなどと比較すると難燃性に劣るが、添加剤が配合されることで難燃用途にも使われる。
- 常温においては鉛物油や硝酸以外、対薬品性に優れており、有機溶剤には耐性がある。
- 熱可塑性だが加工により耐熱劣化性も高められるので、リサイクルにも有効である。

## 原料 プロピレン、エチレン。

結晶性プラスチックであり、その成形品の機械的性質は結晶の数や大きさ、さらには種類などで相違します。結晶化度の増加に伴って、剛性や硬度、引張降伏強度、耐薬品性は向上します。しかし、その一方で耐衝撃性は低下します。

ポリプロピレンが一般に言われることは、成形性に優れ、絵付け成形が容易ということ。表面の光沢が良く、比較的表面が硬くて傷がつきにくく、耐衝撃性も高いということです。

また、繰り返し曲げに強いというヒンジ特性を持つことも、大きな特性と言えます。

## ■用途

## インジェクション成形(射出成形)

(扇風機・洗濯機・掃除機・換気扇・食器乾燥機・珈琲メーカー・電子レンジ・冷蔵庫・エアコン・コタツなどの各部品、日曜家庭用品、バルブ、リング、バンパー、インパネ、コンソール、グリル、バッテリーケース、ファンシュラウド、各種コンテナー、エアクーラーケース、カーヒーターケース、ハンドル、グローボックスなど)。

## ブロー成形(中空成形)

(食品トレイ、医療容器、文具、フェンダライナー、多層容器)。

## その他

(カーペット、フトン綿、バンド、ロープ、バンド、袋)



## ○ ポリ塩化ビニル

略記号

PVC

## 概要

塩素及びエチレンの合成で得られる塩化ビニルモノマーを重合した熱可塑性プラスチックです。加工が容易で、他のプラスチックよりコストが比較的安価なため、世界的に普及しています。

## 原料 塩化ビニルポリマー。

## 性状

耐水性や耐酸性、耐アルカリ性、電気絶縁性が良く、しかも無毒で難燃性です。

しかし、比較的に熱や光に弱く、安定剤や可塑剤などを添加して加工します。

## ■用途

平板、波板、硬質フィルムシート、パイプ、断手、異型押出品、軟質押出品、ブロー成形品、レザー、農ビ、軟質フィルムシート、電線、繊維、床材、その他。

## ○ ポリスチレン

略記号

PS

## 概要

一般用ポリスチレンと耐衝撃性ポリスチレン、両者をブレンドした中間のグレードがあります。

電気工業用品や家具建材、一般日用雑貨など広い分野で用いられています。

## 原料

一般用ポリスチレンはスチレンモノマー。

耐衝撃性ポリスチレンは、スチレンモノマーとポリブタジエン。

## 性状

一般用ポリスチレンは透明分野に広範囲で用いられています。また、耐衝撃性ポリスチレンは、半透明で割れにくいため、日用雑貨から家電製品など多くの用途に使用されています。

## ■用途

電気器具(ステレオカバー、照明器具)、雑貨(食卓用品)、文具(定規)、車両関係(ランプレinz、メーターカバー)、玩具(一般玩具)、医療器、その他。

## ○ アクリル樹脂

略記号

PMMA

## 概要

メタクリル酸メチル(MMA)を主体とするポリマーです。プラスチックの中では、最高の透明性と抜群の耐候性を有しています。

## 原料

[ACH法] アセトン、青酸、硫黄及びメタノール。

[Escambia法(硝酸化法)、直接酸化法] イソブチレン、メタノール。

## 性状

光線透過度はガラスより高くて着色が自由、耐候・耐水性に優れ、有機ガラスとして需要を拡大しています。無機ガラスより耐衝撃性が強く、耐酸・耐アルカリ性で、潤滑油にも良好に耐えます。

## ■用途

看板、ディスプレイ、照明器具、風防ガラス、光学用、医療用、建築用、医療用、家具、電気器具、計器カバー、装身具、歯科材料、時計、その他。