

ポリカーボネート樹脂

—現状・性質・用途—

三菱江戸川化学KK* 上野昭一**

1. 現 況

ポリカーボネート樹脂は米国GE社・独逸バイエル社により1959年ほとんど同時に開発されそれぞれレキサン、マクロロンと名称で市販されたが、比較的高価格であるにもかかわらず、多くの優れた性質から急速な発展遂げつつあり、現在バイエル社では成形材料用の300t/Mのプラントを500t/Mに増設中であり、この他にキャスト用50t/Mプラントが稼動している。一方GE社は既設の200t/Mプラントを750t/Mに増設中である。この他バイエル社とモンサント社の合併会社であるモーベイケミカル社は1960年より200t/Mのプラントを稼動中であるが、これも1964年には400t/Mに倍増予定の由である。

国内では、帝人、三菱江戸川化学、出光興産の3社がそれぞれ150t/M、60t/M、30t/Mの公称能力のプラントを独自の技術により稼動中であるが、最近の需要の急増に対応するため帝人、三菱江戸川化学の2社がバイエル社の技術を導入し、メルト法ポリカーボネート樹脂のプラントを建設中であり、その能力は、各100~150t/Mといわれている。

2. 性質と特徴

ポリカーボネート樹脂成形品の性質は、これまでの色々な合成樹脂の持っている特徴的な優れた性質を総合したものといっても過言ではなく、従って従来の単一の樹脂では用いられなかった多くの用途が考えられる。

(1) 機械的強度

表1 ポリカーボネートの機械的性質

	ASTM	単位	測定値
比重			1.20
耐衝撃性 (アイソット)	D256-50	ft-lb/in	12-16
抗張力	D638-58T	kg/cm ²	600-700
引張弾性率	D638-58T	kg/cm ²	21,000~24,000
抗折力	D760-58T	kg/cm ²	800~900
ロックウェル硬度	D785-51		M70-R118

* 豊中市神州町2 (大阪工場)

** 技師

ポリカーボネート成形品の機械的性質は下表の通り

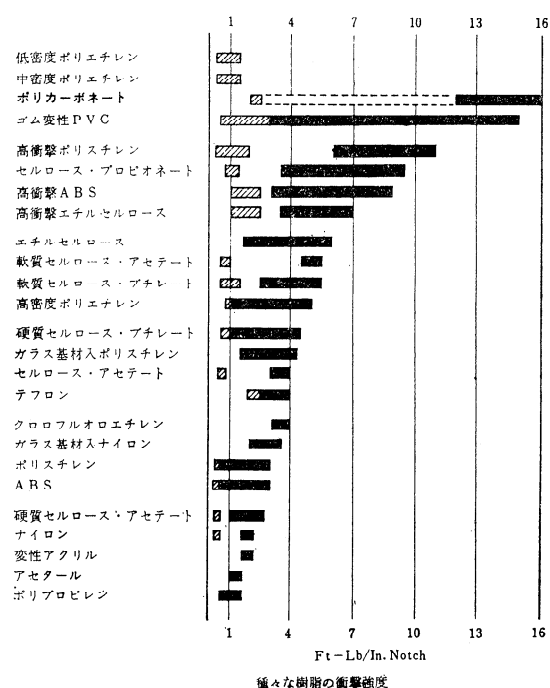


図1 種々な樹脂の衝撃強度

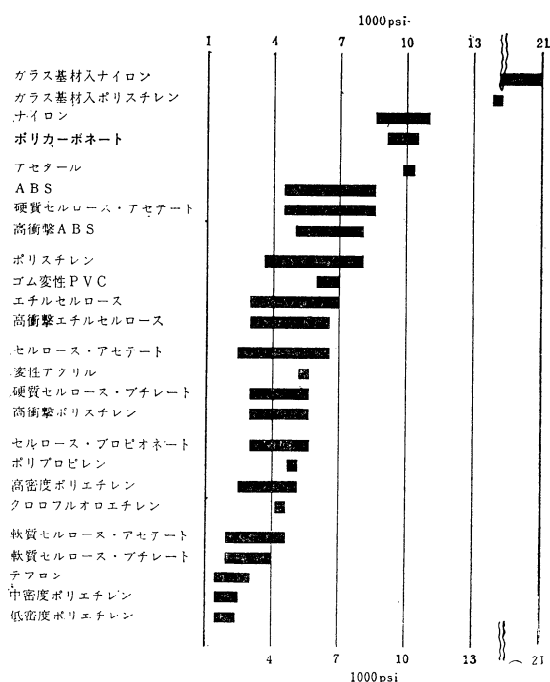


図2 種々な樹脂の破断応力

で、特に耐衝撃性は、これまでの熱可塑性樹脂には見られなかった高い値を有し、麻基材のフェノール樹脂、ガラス基材のポリエステルに匹敵する。引張降伏力の温度変化は図3の如くで、常温ではポリアミドが最大である

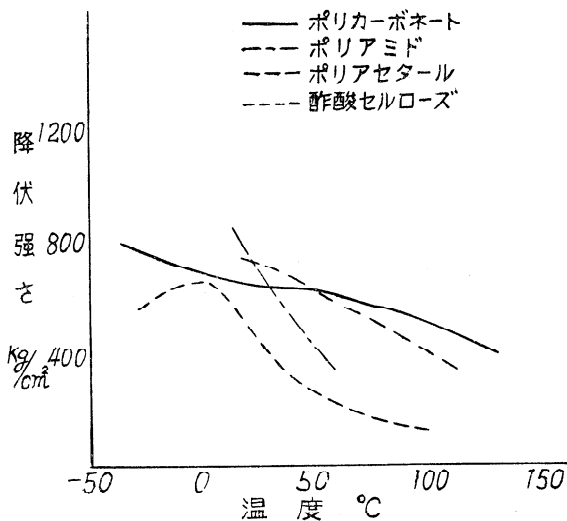
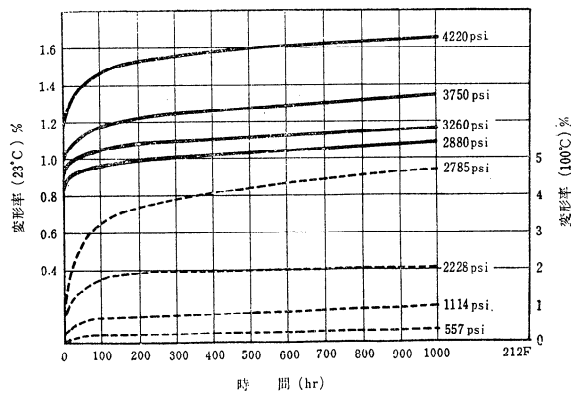


図3 各種プラスチックの引張降伏強さ

が、50°C以上ではポリカーボネートが優っている。またクリープ特性についても図4の如く高温における値も可成り優秀で熱可塑性樹脂中最良である。



実線 23°C 点線 100°C

図4 ポリカーボネートの引張りクリープ

(2) 熱的性質

表2 ポリカーボネートの熱的性質

	ASTM	単位	測定値
融点	—	°C	220—230
熱変形温度	D648—56	°C (264psi)	138—143
熱膨脹係数	D696—44	/°C	60—70 × 10 ⁻⁴
熱伝導率	—	Cal/cm ² /sec/°C/cm	4.6 × 10 ⁻⁴

ポリカーボネートの熱変形温度を他の熱可塑性樹脂と比較すると、図5の如くで、低荷重の場合はポリアミド、アセタールが優っているが、高荷重下ではポリカーボネートが熱可塑性樹脂中最高の値を有している。また長

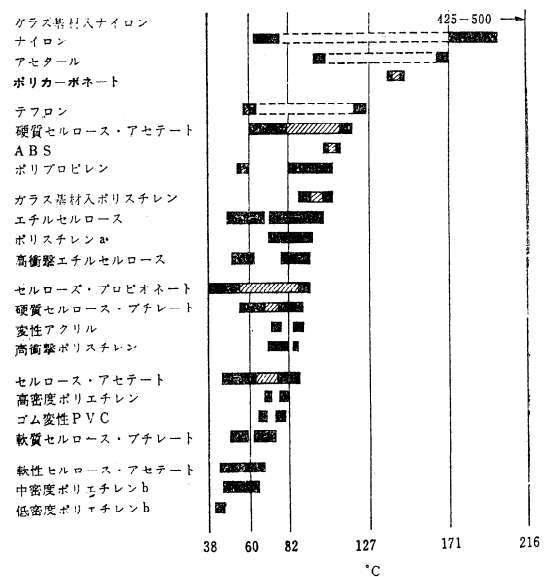


図5 種々な樹脂の熱変形温度

(a=264psi b=66psi のみ、他は 264psi と44psi の両方の値を示し、両者の値の重複する部分は斜線で示してある)

時間の加熱による劣化現象については 140°C 以下であれば空気中でも分子鎖の切断等は起らないが、比較的単時間で組織変化が起り、熱変形温度、抗張力、抗折力、ロックウェル硬度の上昇と衝撃力の低下が見られる(図6)。又ポリカーボネート樹脂は耐寒性も優秀で、脆化温度は-100~130°Cである。

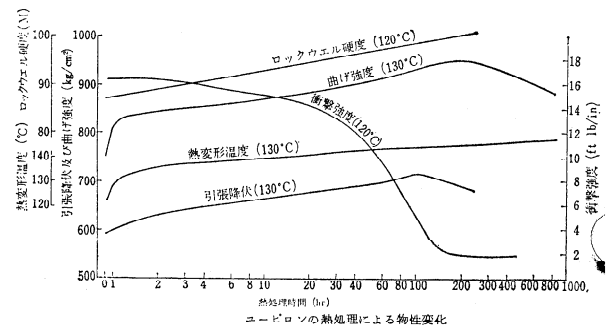


図6 ニーロンの熱処理による物性変化

(3) 寸法安定性

ポリカーボネートの成形収縮は0.006~0.008で、ポリ

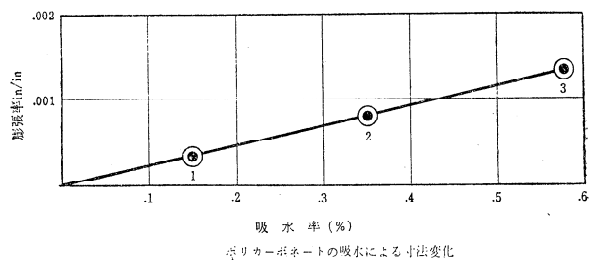


図7 ポリカーボネートの吸水による寸法変化

(1室温・相対湿度50%, 2室温・水中浸漬, 3沸騰水浸漬)

表 3 種々な樹脂の吸水率
ASTM—D570 (24hr 後)

物 質 名	吸水率 (%)
低密度ポリエチレン	<0.01
ポリカーボネート	0.3
ゴム変性PVC	0.07~0.2
セルロース・プロピオネート	1.2~2.8
高衝撃ABS	0.3
高衝撃エチルセルロース	0.8~2.0
エチルセルロース	1.2~2.0
軟質セルロース・アセテート	2.3~6.5
軟質セルロース・ブチレート	0.9~1.3
硬質セルロース・ブチレート	1.3~1.8
セルロース・アセテート	1.9~4.0
アフロソ	0.00
ガラス基材入ナイロン	0.7~1.4
ポリエチレン	0.04~0.08
ABS	0.2
硬質セルロース・アセテート	1.6~3.8
ナイロン	1.5~2.3
変性アクリル	0.2~0.4
アセタール	0.41
ポリプロピレン	<0.01

アミド、アセタールに比較すると著しく小さく、成形後の後収縮もほとんど認められない。一例として120°C、720hr 熱処理後の後収縮は高々0.15%であった。

またポリカーボネートの吸水性は24hr 後で0.13%、飽和値で0.24~0.36%で可成り少く、従って吸水による寸法変化もほとんど認められない。このためポリカーボネート樹脂は成形時に精度の高い部品を作りやすいばかりでなく、成形後の寸法安定性も非常に優れている。

(4) 耐摩耗性

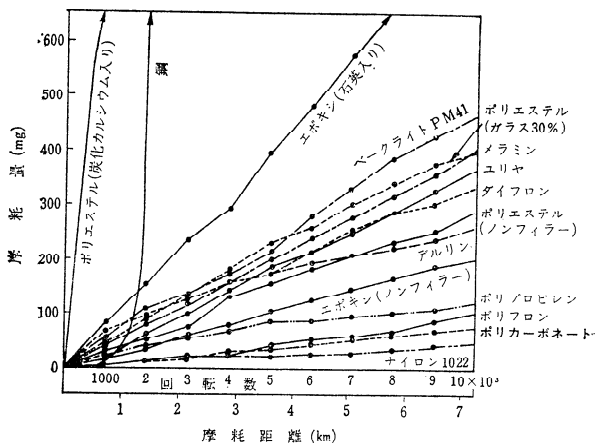


図 8 プラスチックの摩耗距離と摩耗量との関係
(摩耗速度平均0.235m/sec, 摩耗圧力12kg/cm², 摩耗剤アルミ粉末平均粒度170メッシュ)

耐摩耗性は、その磨耗の形式によって全く異なる結果を示すので、総合的判断は磨耗機構の異なる多くの試験結果より判定する必要があるが、ポリカーボネートのテーバー試験機による測定結果は-13mg/1000cycles (CS-17輪, 1000g 荷重) でこの値はポリアミドに次いで優れている。ベルトサンダー式試験機による他の熱可塑性、熱硬化性樹脂との比較は図8の如くで、これもテーバー式の場合と同様ポリカーボネートは優れた結果を与えている。

(5) 透明度

ポリカーボネートのJIS規格による透明度は87~92%でアクリル樹脂に次いで優れている。また分光透過率については図9の如くで、紫外線はほとんど透過しない。

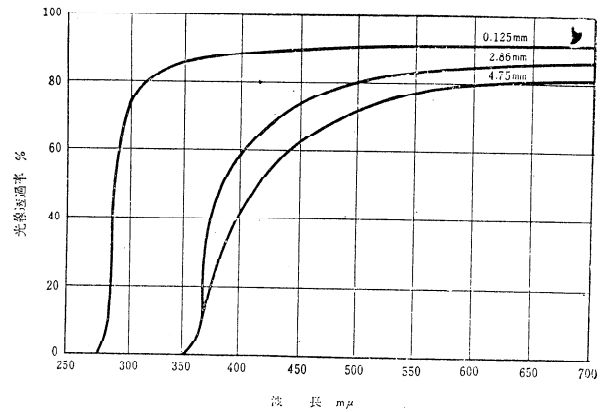


図 9 ユーピロンの光線透過率

(6) 耐候性

表 4 ユーピロンの耐候性試験結果

試験機：島津ウエザー・テスターCW—DV型
試験条件：室内温度50°C, ブラックパネル温度60°C
相対湿度50%, スプレーは120分中18分作動
紫外線照射量は1,000hrが屋外暴露5年相当

試験時間 hr	引張降伏 kg/cm ²	引張破断 伸び%	透明度 %	霞度 %	衝撃値 ft·lb /in × 10 ⁻⁴	分子量 × 10 ⁻⁴	APHA
0	597	118	93	10	16.6	3.0	30
200	590	127	94	12	17.6	3.0	30
400	591	123	94	11	17.6	3.0	40
800	584	121	92	13	18.2	2.9	55
1200	601	123	91	15	19.1	2.9	75
1600	617	117	89	16	17.4	2.8	80
2000	618	117	88	21	18.2	2.8	90

註：透明度・霞度は、厚み 3mm にて測定。

APHA は黄変の程度を示す。

ポリカーボネートの紫外線による劣化特性は表4の如くで非常に優れておりメタアクリル樹脂に匹敵する。

(7) 電気的性質

ポリカーボネートは電気的性質も優れ体積固有抵抗、

表 5 ポリカーボネートの電気的性質

	ASTM	単位	測定値
体積固有抵抗	D257-58	$\Omega \cdot \text{cm}$	2×10^{16}
誘電率	D150-54T	50c/s	3.0
誘電体損失	D150-54T	50c/s	0.0009
耐電圧 $\frac{1}{8}$ 厚	D149-55T	kV/mm	16
0.02 厚	〃	〃	<100
アーク抵抗	D495-58 (ステンレ ス電極)	sec	12

耐電圧が高く、しかも $\tan \delta$ は比較的小さい。その上 $\tan \delta$ 、誘電率の周波数変化、温度変化が少いためコンデンサーの絶縁フィルムには最適と考えられる。

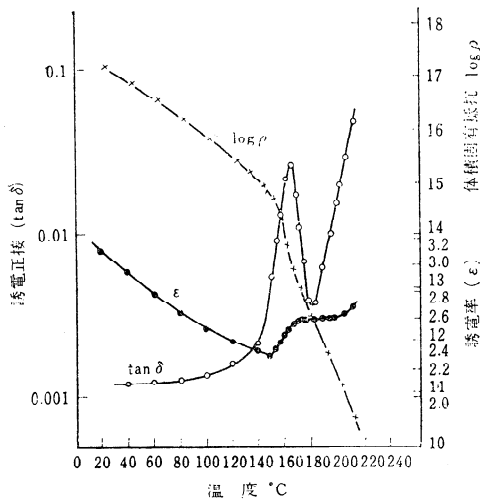


図10 ポリカーボネートフィルムの体積固有抵抗誘電正接誘電率の温度特性

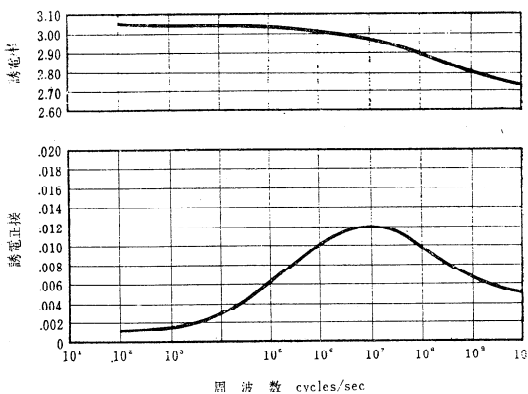


図11 ポリカーボネートの誘電率と誘電正接との周波数特性

(8) 耐薬品性

ポリカーボネートは脂肪族炭化水素、アルコールに不溶、稀酸及び塩類水溶液には変化を受けないが芳香族炭化水素、ケトン、エステルには一部溶解しアミン、アンモニア、アルカリ類には浸される。このため物的には耐薬品性はポリカーボネートの欠点といえるが、加工性から見る時は接着性、印刷性、真空蒸着、鍍金の加工性

良く利点と考えられる場合もある。

3. 用途

上述のようにポリカーボネート樹脂の性質は在来の熱可塑性樹脂に比して最も優れ金属に近い性質を有するものとしてプラスチックの利用分野を一段と拡大しつつあるが、その実用化をやや制限しているのはその価格である。

ポリカーボネート樹脂の価格は原料的にビスフェノールの価格に支配され、生産の初期に比しかなり値下りしたとはいえ、現在のところは比較的高価である。たとえばアメリカのレキサソでみると、パイロットプラントで製造されていた頃は 2,000円/kg、工業生産の始まった1960年9月頃は1,200円/kg、同年12月には 1,056円/kgであったが、1962年1月に大巾に値下げされ、現在 85円/kgである。一方マクロロンは初期の 1200円/kg に対し現在は国内価格 720円/kg 前後といわれている。また本邦では生産の開始された1961年の 850円/kg に対し、現在は700円前後である。この価格は生産量の増加と共に次第に低下することは必至と思われるが、これについてはGE社が次のような予想を発表している。即ち1970年の予想は需要量40,000~50,000t/Y、価格は 500~700円/kg となっている。このように将来生産量の増加により価格が低下して 500円/kg 程度で、従って従来のスチロール、ポリエチレン、塩化ビニル等の樹脂とは自から異った用途、利用法が要求されてくる。この意味からポリカーボネート樹脂の用途分野を従来の他の材料の代替という点から考えると最も可能性あるのは次の通りである。

(1) 金属ダイカストの分野

金属ダイカスト特に砲金、亜鉛ダイカストは価格的に高価である上、成形後の仕上げ研磨、メッキといった加工を必要とし、従ってポリカーボネート化した場合には価格が低下する上、軽量化の利点もあって、最も期待される分野である。

(2) 熱硬化性樹脂の分野

この分野はポリカーボネート樹脂がそれに匹敵する耐熱性を有すること、しかも前者はその本来の性質としてある硬く脆い性質を改善するため添加される基材からくる欠点即ち透明性の欠如、異方性、層間ハクリ、パンチング性不良といった欠点を有しない上熱硬化性樹脂のように非能率なコンプレッション成形によらずインジェクション成形によって複雑精密な部品を一行程で短時間に作れるため特に量産部品については有利である。

(3) 熱可塑性樹脂の分野

熱可塑性樹脂の中でコスト的に競合する樹脂はアセタール、ポリアミド、ABS 等であるが、これらは吸水性

寸法安定性、透明性の点でポリカーボネートに劣り、一方アセタールは加工性が良い点で、ポリアミドは耐磨耗性が良い点で ABSは価格が安い点でポリカーボネートに優っており、将来はおのおの用途分野が明確化し競合はなくなるものと思われる。

次にこれまで各国で開発されたポリカーボネートの需要を使用面から分類すると次の表の如くである。即ち各国とも最も大きな比率を占めるのは電気部品で2位は雑貨関係であり、本邦の状況と同様である。次にこれまでに本邦において開発された具体例を列記する。

① 電気工業及び電子工業部門

公衆電話ボックス、TVフロントガラス、ツマミ類、IFTボビン、高圧整流管コロナ防止用カバー、バリコン構造部品、電気洗濯機絞り機ハンドルスリーブ、扇風機トターカバー、リレーカバー、リレー構造部品、電気掃除機コード捲き取りリール、同ファン、同上用側板、テープレコーダーリール台、同上用アイドラー、シンクロナスモーターハウジング、電気カミソリハウジング、同上用モーターブラケット、ワットメーター文字車、アンテナ絶縁台、エアコンディショナー用軸流ファン、電気ポット。

② 車輻関係

エアコンディショナー用グリル、テールランプフレーム、ルームライトカバー、カーヒーター用シロコファン、スピードメーターカバー、肘掛け、

③ 機械部品

ミシンモーターハウジング、量水計ギヤーおよびハウジング、ベルトコンベアーローラー、計算機カウンタホイール、プレッシャーゲージハウジング、消火器キャップ、

④ 光学部品

カメラパトローネ用リール

⑤ 医療器具

実験動物用飼育箱、注射器、リングル容器、シャーレ、血液沈殿分離管、目薬容器、

⑥ 雑貨

哺乳ビン、ガスライター、エアロゾル香水容器、ハイヒールリフト、スキー上張りフィルム、ビール樽オスカラン、搾乳器、ヘルメット、保温ビン

以上のようにポリカーボネートは最も代表的な工業用プラスチックとして市場の中に大きな地位を占めつつあり、将来は生産量の増加に伴う価格の低下と共に一層の飛躍が期待される。さらに最近はその耐熱性、機械的強度を一段と向上させるためガラス基材入りのものも市場に現われ、またフィルムでは他の樹脂とのラミネートしたものも商品化されてその用途を広めつつある。

表 6 マクロロンの用途別需要状況 (1963年)

用 途	需要比率
1. 電気関係	
テレビフロントガラス	40%
リレーカバー	10
家庭電気器具部品	4
信号灯部品 玩具、自動車部品	9
電子機器部品 電話関係部品	6
その他	1
2. 雑貨	
食器 (皿、カップ、茶碗)	15
動物飼育箱 (モルモット、鼠用)	3
ハイヒールリフト	3
カメラ・映写機部品	1
安全帽その他	3
押出関係	5

註 上表のほかにキャストフィルムフィルムの需要が上表合計に対し約10%程度ある。

表 7 レキサンの用途別需要状況

	1962年		1963年		
	1000 ポンド	%	1000 ポンド	%	
射出・ 押出 グ レ ー ド	安全および医療器具	400	10	1,400	17.5
	照明器具	900	22.5	2,900	36.5
	機械、車輻部品	300	7.5	600	7.5
	データ処理装置 電気・電子機器部	1,900	47.5	1,600	20.0
	その他	100	2.5	700	8.8
流延 フィルム	印刷フィルムベ スその他	400	10.0	800	10.0
合 計	4,000	100	8,000	100	