

## 새로운 플라스틱 材料

韓國科學院 趙 義 煥

### 1) Union Carbide, P-1700

#### 序 論

最近 數年間の 새로운 플라스틱 材料의 開發研究의 方向은 새로운 구조의 polymer를 合成開發하는 것이 아니라 이미 알려진 polymer들을 다시 合成面에서 또는 應用面에서 檢討하여 보자는 것이다.

새로운 合成反應을 利用하여 polymer들의 性質改良이라든가 生産價格의 低下를 勘案하여 새로히 開發되는 處理, 加工技術을 適用하여 이들 알려진 polymer들의 새로운 用途를 研究開發하는 것이다.

近來에 世界의 플라스틱 材料市場에 紹介되는 材料들은 大部分은 새로운 構造의 polymer들이 아니며 이미 알려진 polymer들의 改良品이든가 아니면 이들 polymer들의 物理的 또는 化學的 combination에 依하여 얻어진 材料들이다.

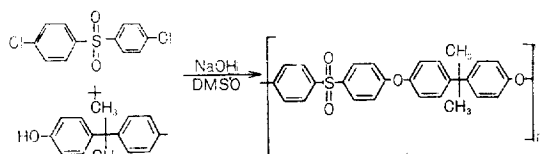
近來의 有機材料의 發展은 또한 側面에서 본다면 specialty polymer의 時代라고도 할 수 있겠는데 이는 수많은 다른 구조의 polymer의 合成과 얻어진 polymer들의 特性을 檢討함으로써 structure-property correlation이 特實化되었고 어떠한 特性을 要하는 어떤 用途에 必要한 polymer를 設計, 合成한다는 것이다. "molecular design." 다시 말하여 polymer의 合成이 우선 아니고 用途가 먼저 모색되며 이에 應하여 合成技術이 適用된다.

이러한 狀況 밑에서 本橋에서는 韓國에 導入 利用되어 있지않은 몇가지 engineering plastics를 紹介하여 보고자 한다.

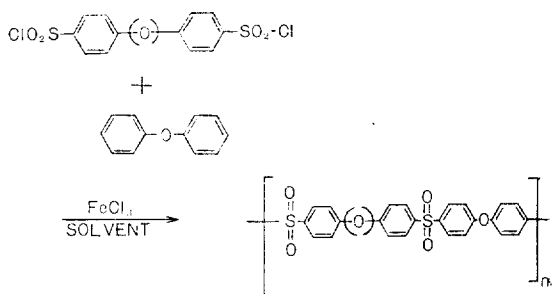
### 1. Poly-sulfones

Sulfone 基를 含有하는 plastics는 Union Carbide Co.로 시작하여 現在 3個會社에 依하여 市場에 導入되어 있다. 이들을 그 合成法과 性質, 用途別로 考察하여 보고자 한다.

合成:



### 2) 3γ. Astrel 360



3) ICI polysulfone은 3γ의 Astrel과 同一한 合成法으로 製造된다고 알려져 있다.

性質:

Union Carbide의 P 1700이나 3γ의 Astrel 360이나 모두 높은 常用溫度를 가지고 있으며 Astrel 360의 경우 Tg가 290°C나 되어 加工이 어렵다고 알려져 있다. 이들 polysulfone의 性質은 <表 1>에 정리 비교하였다.

P 1700은 射出用, 押出用 등의 여러 grade로 市販되고 있으며 그 特性은 300°F까지의 混度範圍에서 적어도 一年以上 常用할 수 있다는 것이다.

이들 poly-sulfones들은 모두 加工이 잘 된다고 報告되어 있으나 그 處理溫度가 높아(P1700인 경우 370°C) strain이 없는 製品을 만들기는 容易치 않으며 現在도 이들 polysulfone들이 實際로 많이 쓰이지 않는 理由가 그 價格(\$1.00/lb)도 있겠으나 그 處理가 어렵다는 것이 제일 큰 理由일 것이다.

〈表 1〉 Polysulfones 의 性質

性 質	ASTM 方 法	360	PI 700
Specific gravity		1.36	1.24
Glass-transition temperature, °C		290	190
Color		clear	amber
Water absorption, % in 24 hr		1.4	0.22
Flammability		self-extinguishing	0.22

## 機械的 性質

Tensile strength, psi	D638	13,000	10,200
Tensile modulus, psi	D638	370,000	360,000
Tensile elongation, %	D638		
at yield		8	9
at break		10	50-100
Flexural strength, psi(yield)	D790	17,200	15,400
Flexural modulus, psi	D790	395,000	390,000
Compressive strength, psi (yield)	D695	17,900	40,000
Compressive modulus, psi	D695	191,000	374,000
Izod notched impact strength, ft-lb/in. notch	D256	2-4	1.3
Rockwell hardness	M110		M69

## 熱的 性質

Thermal conductivity, Btu/hr/ft²/°F/in.		1.32	1.8
Coefficient of linear expansion, per °F	D696-44	$2.6 \times 10^{-5}$	$3.1 \times 10^{-5}$
Mold shrinkage, in. /in.		0.008	0.007
Heat deflection temperature at 264 psi, °F	D648-55 modified	525	345

## 電氣的 性質

Dielectric constant, 60 cps	D150	3.94	3.07
Dielectric constant ( $8.5 \times 10^9$ )	D150	3.24	
Dissipation factor, 60 cps	D150	0.0030	0.0008
Dissipation factor( $8.5 \times 10^9$ )	D150	0.010	
Volume resistivity, ohm-cm	D257	$3.2 \times 10^{10}$	$5 \times 10^{16}$
Surface resistivity, ohm²		$6.2 \times 10^{13}$	$3 \times 10^{16}$
Dielectric strength, V/mil	D149		
short time, 1/16 in. thick		350	425
short time, 0.011 in. thick (2-in. electrode in oil)		1600	2200
Cut-through temperature, 10-mil coating on 18-gage wire, a °F		650	

앞으로 加工技術의 發展과 polysulfone 들의 性質改良으로(例: blend) 더 넓은 應用이 기대되기는 한다.

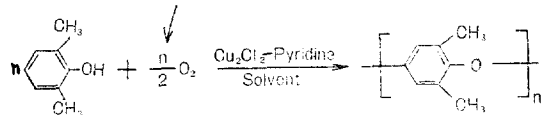
## 用途:

主로 polysulfone 은 그의 熱安定性和 좋은 電氣的性質을 要하는 用途에 쓰여진다. 電子製品의 여러 附屬品(스위치, 텔레비部分品 등)에 많이 利用되고 있으며 이 以外에도 熱安定性和 高溫에서의 크기 安定性이 要求되는 여러 用途에 利用이 開發되고 있다.

## 2. PPO 와 Noryl 樹脂

美國 제네랄 이렉트릭會社에 依하여 1964년에 처음 engineering plastics 으로서 선을 보인 PPO 는 그後 여러차례 그의 關聯製品이 市場에 紹介되었다. PPO 나 PPO 와 polystyrene 의 blend 인 Noryl 樹脂는 값싼 原料에서 出發한다는 利點도 있겠으나 그의 좋은 加工性 때문에 實際로 널리 使用되고 있다.

## 合成:



反應은 容易하게 進行한다고 알려져 있으며 phenol 의 2,6 위치는 block 하여야 高分子량의 線狀 重合體를 얻을 수 있다.

구체적인 反應 機構에 關하여서는 現在로 많은 研究가 進行되고 있다.

여러가지 共原體도 phenol 을 바꿈으로써 合成이, 可能하다.

## 熱安定性:

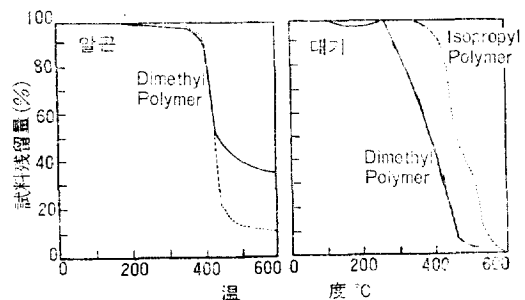


圖 1. PPO 의 알콘과 대기중의 比較

PPO의 구조가 보여주듯 이 PPO의 methyl 그룹은空氣酸化에 弱한 group이며 市販用 PPO는 이 酸化에 對한 安定劑가 많이 包含되어 있는 것으로 알려져 있다.

圖 1은 PPO의 알콘과 空氣中에서의 TGA이다.

性質: <表 2>에서 보여준 바와 같이 PPO와 Noryl resin은 engineering plastics로서 그 加工性이 좋은 것이 特徵이라고 할 수 있다. Noryl은 또한 유리섬유로 強化시키는 것이 可能하다고 알려져 있다.

耐候性 또한 좋은 것으로 알려져 있으나 carbon

black이 必要하다.

用途: 제네랄 일렉트릭社에서 PPO를 開發한 理由의 하나가 그의 우수한 電氣的 性質에 있다고 한다. micro wave insulation, coil core等 많은 電氣的 用途가 開發되어 있으며 PPO나 Noryl의 좋은 藥品 저항성과 加水分解에 대한 저항성은 여러가지 工業用水處理 장치에 많이 쓰이고 있다.

熱水用器에 많이 使用되며 藥의 殺菌이 必要한 手術用, 醫學機構등에 많이 쓰이고 있다. 特히 metal coating이 잘 된다고 알려져 있다.

<表 2> 2-6-dimethylphenylene oxide의 性質

	ASTM 方法	PPO, Grade 534	Noryl 樹脂		
			Grades 731 and SEI	Noryl-2	Noryl-3
物理的 性質					
Specific gravity, 73°F	D792	1.06	1.06	1.21	1.27
Specific volume, cu in./lb		26.1	26.1	22.9	21.8
Water absorption	D570				
24 hr, 73°F		0.03	0.07	0.06	0.03
equilibrium, 50% rh, 73°F		0.03	0.07	0.03	0.03
equilibrium, continuous immersion, 73°F		0.10	0.14	0.14	0.12
熱的 性質					
Heat-deflection temperature, °F	D648				
at 66 psi		355	279	293	317
at 264 psi		345	265	283	310
Thermal conductivity, Btu/hr/ft²/°F/in.	C177	1.33	1.5	1.15	1.1
Coefficient of linear thermal expansion, in./in./°F(−20°F to 150°F)	D696	2.9×10 <sup>−5</sup>	3.3×10 <sup>−5</sup>	2.0×10 <sup>−5</sup>	1.4×10 <sup>−5</sup>
Mold shrinkage, in./in.	D1299	0.007–0.009	0.005–0.007	0.002	0.001
Flammability	D635	..... self-extinguishing, nondripping <sup>a</sup> .....			
電氣的 性質					
Dielectric constant, 50% rh, 73°F	D150				
at 60 cps		2.58	2.64		2.93
at 10 <sup>6</sup> cps		2.58	2.64		2.92
Dielectric constant, 150°F	D150				
at 60 cps		2.56	2.63		2.92
at 10 <sup>6</sup> cps		2.55	2.63		2.90
Dissipation factor, 50% rh, 73°F	D150				
at 60 cps		0.00035	0.0004		0.0009
at 10 <sup>6</sup> cps		0.0009	0.0009		0.0015
Dissipation factor, 150°F	D150				
at 60 cps		0.00033	0.0006		0.0012
at 10 <sup>6</sup> cps		0.0004	0.0006		0.0012
Volume resistivity, dry, 73°F, ohm, cm	D257	10 <sup>18</sup>	10 <sup>17</sup>		10 <sup>17</sup>
Surface resistivity, ohm/sq	D257	10 <sup>17</sup>	10 <sup>16</sup>		10 <sup>17</sup>

Dielectric strength, V. mil, short-time	D149	500 (1/8-in. sample)	550 (1/8-in. sample)	850 (1/32-in. sample)	1,020 <sup>a</sup> (1/16-in. sample)
Arc resistance, sec 9 tungsten electrode)	D195	75	75		120 <sup>a</sup>
機械的 性質					
Tensile strength at 73°F	D638				
at 200°F		11,600 8,000	9,600 6,500	14,500 10,600	17,000 <sup>a</sup> 14,500
Elongation at break, % at 73°F	D638				
at 200°F		20-40 30-70	20-30 30-40	4-6 4-6	4-6 4-6
Tensile modulus, psi	D638				
at 73°F		390,000	355,000	925,000	1,330,000
at 200°F		360,000	230,000	750,000	1,280,000
Flexural strength, psi	D790				
at 0°F		19,100	15,900	22,800	25,000 <sup>a</sup>
at 73°F		16,500	13,500	20,500	22,000 <sup>a</sup>
at 200°F		12,600	7,300	13,500	18,000 <sup>a</sup>
Flexural modulus, psi	D790				
at 0°F		385,000	380,000	870,000	1,150,000 <sup>a</sup>
at 73°F		375,000	360,000	740,000	1,040,000 <sup>a</sup>
at 200°F		360,000	260,000	590,000	1,000,000 <sup>a</sup>
Compressive stress, psi, at 73°F, 10% deformation	D695	16,500	16,400	17,600	17,900
Shear strength, psi	D732	11,000	10,500	10,400	10,600
Deformation under load, %, at 122°F, 2,000 psi	D621	0.1	0.3	0.2	0.12
Creep, 300hr, 73°F, 2,000 psi, %	D674	0.5	0.75	0.33	0.2
Izod impact strength, notched $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$ in. bar,	D256				
at -40°F, ft-lb/in. notch		1.0	1.4	1.5	1.9 <sup>a</sup>
at 73°F, ft-lb/in. notch		1.2	1.8	1.6	1.9 <sup>a</sup>
at 200°F, ft-lb/in. notch		1.7	4.2	1.5	1.7
Izod impact strength, unnotched, 1/8-in. bar, ft-lb/in.	D256	40	40	10	10
Tensile impact, L-type bars, ft-lb/in <sup>2</sup> .	D1823	185	120	56	50 <sup>a</sup>
Rockwell hardness	D785	M78 R119	M78 R119	M90 L106	M93 L108
Taber abrasion, CS17, 1000-g load, mg	D1044	17	20	35	35 <sup>a</sup>
Shear resistance, 1000-g load, mg		1,330	1,250	1,430	1,450 <sup>a</sup>
Fatigue endurance limit, psi, at $2 \times 10^6$ cycles	D671	1,200	2,500		5,000 <sup>a</sup>

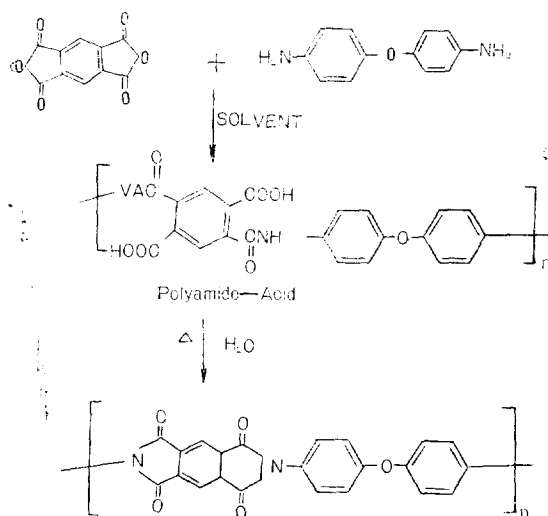
polybenzimidazole(PBI)에 關하여 紹介하여 보고자 한다.

### 3. Poly-aromatic heterocyclics

#### Polyimides

合成 :

많은 耐熱性 polymer 가 研究, 報告되어 있으나 그 중 가장 實用性이 있다고 생각되어지는 polyimide 와



性質: 圖 2는 aromatic diamine 으로부터 얻어지는 polyimide 樹脂들의 TGA 인데 大部分이 分解溫度 500°C 以上을 보여주고 있다.

여러가지 形態의 市販 polyimide 中 比較的 널리 알려진 Du Pont 의 Kapton H 필름의 性質을 Mylar 필름의 性質과 比較한 것은 <表 3>에 주었다. Kapton H 필름은 250°C에서 service life(1% 伸張率)가 約 10年이라고 하는데 注目할만하다.

成形樹脂로서 Du Pont 에서 市販한 vespel (sp-1)은 graphlente 15%를 含有한다고 하는데 <表 4>와 같은 性質을 가지고 있다.

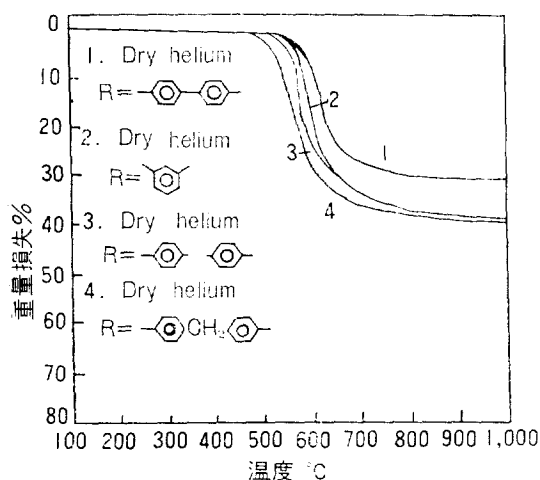


圖 2. Effect of diamine structure on weight loss of PMDA-polyimide during thermal grammtric analysis

<表 3> Kapton H vs. Mylar 의 物理的 性質

物 性	Mylar	Kapton H
Ultimate tensile strength, psi ...	23,000	25,000
Yield point, psi .....	12,000	14,000
Stress to produce 5% elongation, psi .....	13,000	13,000
Ultimate elongation, % .....	100	70
Tensile modulus, psi .....	550,000	430,000
Pneumatic impact strength, Kg-cm/mil (DuPont test) .....	6	6
Folding endurance, folds (M. I. T. - $\frac{1}{2}$ -Kg load) .....	$10^5$	$10^4$
Tear strength, G/mil (propagating Elmendorf) ...	15	8
Bursting strength, psi (Mullen) .....	30	75
Density, g/cc	1.4	1.42
Coefficient of friction (kinetic, film-to-film) .....	0.45	0.42
Area factor, ft <sup>2</sup> /(lb) (mil) ...	140	135

<表 4> SP-1의 物性(23°C)

	Value
Specific gravity .....	1.41-1.43
Tensile strength, psi .....	13,500
Elongation, % .....	6-8
Shear strength, psi .....	11,900
Compressive strength, psi .....	24,400
Flexural modulus, psi $\times 10^{-5}$ .....	4.50
Thermal conductivity, Btu-in. / (ft <sup>2</sup> ) (hr) (°F) .....	2.20
Specific heat, Btu/(lb) (°F) .....	0.27
Impact strength, ft/lb/in. :	
Unnotched .....	9.6
Notched .....	0.7
Hardness, Rockwell H .....	83-89
Abrasion resistance, 1,000-g load, CS-17 wheel, mg/kc .....	6.3

用途 :

主로 電氣製品들의 被覆 또는 絶緣劑로 쓰이며 Sp-type polymer 의 molding resin 들은 高温 bearing 의 材料로서 紹介되었다. 다이아몬드의 연마輪의 製造에 用途가 開發되어 있다.

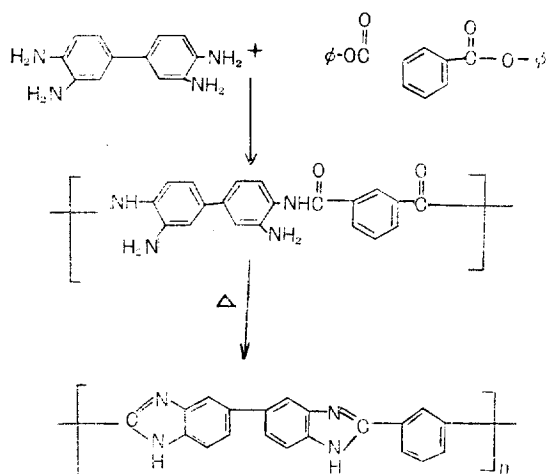
主로 現在까지는 우주산업에 쓰이고 있으나 앞으로 널리 一般用途에 應用을 볼 수 있을런지는 의문이다.

Polybenzimidazole (PBI)

合成 :

〈表 5〉 Softening Point and Thermal Stability

Structure		Softening point, °C	Weight loss in nitrogen			
Parent tetramine	Parent diacid		400°	500°	550°	600°
Tetraminobenzene .....	Terephthalic acid	.....	2.8	1.0	1.9	4.0
	Isophthalic acid	.....	0.7	0.3	1.4	1.4
3, 3'-Diaminobenzidine .....	Terephthalic acid	.....	1.0	0.	1.7	1.0
	Isophthalic acid	.....	0.6	0.4	1.3	2.2
	2, 5-Pyridinedicarboxylic acid	.....	0.2	0.5	1.4	2.7
	2, 5-Furandicarboxylic acid	480 d	1.4	2.6	2.8	2.0
	2, 7-Naphthalenedicarboxylic acid	.....	0.4	0.8	1.2	3.7
	4, 4'-Biphenyldicarboxylic acid	.....	0.3	0.8	0.3	2.1
Bis-3, 4-diaminophenylmethane	Isophthalic acid	380-90	.....	5.16	15.45	31.30
	Terephthalic acid	400-10	.....	3.44	7.95	15.35
3, 3'-Diaminobenzidine .....	Bis-4-carboxyphenyl ether	460-70	.....	5.44	7.41	10.20
Bis-3, 4-diaminophenylmethane	Bis-4-carboxyphenyl ether	350-70	.....	3.40	7.24	16.20
Bis-3, 4-diaminophenyl ether...	Bis-4-carboxyphenylmethylphosphine oxide	380-400	.....	27.50	39.80	47.85
Bis-3, 4-diaminophenylmethane	1, 4-phenylenediboric acid	500	.....	2.64	7.16	12.80
3, 3'-Diaminobenzidine	2, 6-Naphthalenedicarboxylic acid	.....	.....	5.0	10	15
	2, 3-Naphthalenedicarboxylic acid	.....	.....	25	20	35(700°)
3, 3'-Diaminobenzidine.....	2, 7-Naphthalenedicarboxylic acid	.....	.....	35	30	40(700°)
	4, 5-Imidazoledicarboxylic acid	.....	5	5	7-10	
	Ferrocenedicarboxylic acid	.....	.....	25	25	30
	Maleic acid	.....	.....	20	.....	25
3, 3'-Diaminobenzidine.....	3, 3'-Biphenyldicarboxylic acid	.....	.....	20	.....	25
	2, 2'-Biphenyldicarboxylic acid	.....	.....	20	.....	25
	Perfluorosuberic acid	.....	.....	30	.....	35
	Perfluoroglutaric acid	.....	.....	40	.....	50



性質: 〈表 5〉에 구조를 달리하는 各 PBI 들의 熱安定度를 表示하였다.

〈表 6〉 Properties of polybenzimidazole molded foam

Density, lb/cu ft	25-31
Cell size, microns	30-300
Compressive strength, psi	
at 75°F	3650
at 600°F	2971
at 1000°F	776
Compressive modulus, psi×10 <sup>5</sup>	
at 75°F	2.41
at 600°F	0.36
Tensile strength, psi	
at 75°F	1300
at 600°F	1278

at 1000°F	284
Tensile modulus, $\text{psi} \times 10^5$	
at 75°F	1.09
at 600°F	1.06
Water absorption, % by volume	34
Swelling, % by volume	5
Maximum continuous operating temperature, °F	600
Dielectric constant at 9375 Mc	
at 75°F	1.82
at 500°F	1.85
at 1000°F	1.91
at 2000°F	2.40
Loss tangent at 9375 Mc	
at 75°F	0.0046
at 500°F	0.0054
at 1000°F	0.0182
at 2000°F	0.0423
Thermal conductivity, 250-500°F, Btu/ft/°F-hr-ft <sup>2</sup>	0.35-0.0065

a: After 24-hr immersion, Federal Specification  
L-P-4065, Method 7031.

여러가지 形態의 製品中 molding powder에 적당한 充填劑를 섞어서 만들어지는 發泡形의 製品이 알려져 있는데 이의 性質은 <表 7>에 表示하였다.

用途: 價格面에서나 또는 加工面에서 廣範圍한 用途는 期待하기 어려우나 우주산업과 같은 特殊分野에 應用되고 있을 뿐이다.

#### 4. Poly-terephthalate ester

Polyterephthalate, polyethylene terephthalate는 섬유용으로 韓國에서도 多量 生産되고 있는데 Eastman Chemical 會社에서 近來에 Temite라는 이름으로 plastic 用 polyester를 市販하기 始作하였다.

polymer의 구조는 確實치 않으나 주로 poly-tetramethylene terephthalate라고 하며 grade에 따라서 butanedial 대신 cyclohexane-1, 4-dimethanal로 쓰이고 terephthalic acid 대신 isophthalic acid로 쓰인다고 한다. 또한 grade에 따라서 透明性等이 다른 것으로 알려져 있다. Tenite 7DRO는 보통 tenite가 不透明한데 比하여 透明하다고 한다.

Tenite는 processor-rienteal 製品이라고 Eastman은 말하고 있는데 이는 性質上에 不足한 點이 있다하여도 processability가 좋으므로 많은 實際의 用途가 있을 것을 노린 것이다.

<表 1> 새로운 Polyterephthalate 材料의 性質

Properties	Unmodified molding grade	20% glass-reinforced molding grade
Tensile strength, p. s. i.	8200	14,000
Elongation at fracture, %	250	—
Flexural modulus, $10^5$ p. s. i.	3.1	8.7
Impact strength		
Notched Izod at -40°F. ft. lb./in. of notch	0.8	1.0
Unnotched Izod at -40°F., ft. lb./in. of width	No break	7
Drop at 73°F. (1/8-in. plaque), ft. -lb.	42	—
Drop at -40°F. (1/8-in. plaque), ft. -lb.	35	—
Cold flow, % at 122°F.		
at 2000 p. s. i.	2.6	2.1
at 4000 p. s. i.	6.5	2.5
Deflection temperature, °F.		
at 66 p. s. i.	302	430
at 264 p. s. i.	122	380
Abrasion resistance, g./1000 rev.	0.03	0.03
Coefficient of friction		
Plastic to plastic	0.17	0.17
Plastic to steel	0.13	0.13
Molding shrinkage, in./in.	0.02	0.003
Recommended cylinder temperatures, °F.	480-500	480
Price, ¢/lb., truckload	68	92
Cost, ¢/cu. in.	3.2	4.8
Specific gravity	1.31	1.45

Tenite의 特徵의 하나는 tenite가 硝子섬유에 의하여 rein force가 잘 된다는데 있다. <表 7>에 tenite의 성질과 20% glass-reinforced tenite의 성질을 비교하였다.

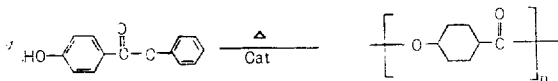
Tenite의 性質中 engineering plastic으로서의 큰 결점은 heat-deflection temp에 264 psi(18 기압)에서 122°F(55°C) 밖에 안되며 이는 앞으로 tenite의 用途에 큰 break를 걸것으로 예상된다.

用途面에서 볼 때 주로 필름으로서의 用途가 強調되고 있는데 包裝後 50 Mrad의 X線 殺菌을 한 後로 性質의 變化가 전혀 없다는 것이다. plastic으로서의 용도는 self-lubrication이 要하는 용도 即 gear, bearing 등에 用途가 보이며 自動車部分品, 家庭用 電氣用具 등에 用途 또한 보인다.

## 5. Poly-p-hydroxybenzoate

美國 Carborundum Co. 에서 市販하기 시작한 Ekonol 은 색다른 工程을 應用할 수 있는 高溫用 樹脂로 선견되고 있으며 近來에 polysulfone 과의 blend 또한 市販을 기도하고 있다.

合成:



性質: 分子量은 10,000前後로 報告되어 있으며 結晶性이 높다. 耐熱性은 圖3과 圖4에 나타내었다. 기계적 性質과 기타 관련된 성질이 <表 8>에 주었다.

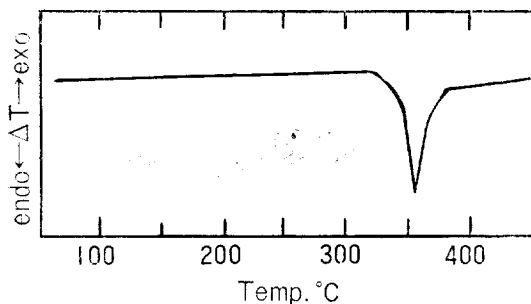


圖3. Differential thermal analysis scan of Ekonol (air)

常用溫度 600°F(300°C)의 high temperature polymer가 여러가지 좋은 性質을 가지고 있으나 加工에 있어 問題가 많으며 金屬加工技術의 導入이 必要한 것으로 알려져 있다.

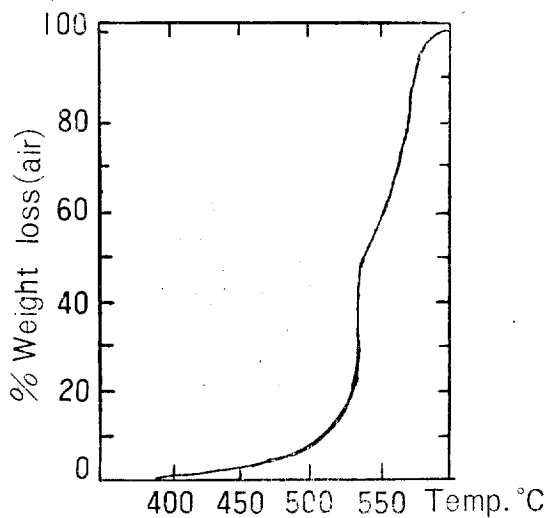


圖4. Thermogravimetric analysis of Ekonol in air at 5°C/min

<表 8> 非充填 Engineering Plastics 의 性質

性 質	Polyester <sup>a</sup>	Polysulfone (17)	Polyimide (18)	Polytetra- fluoroethylene (19)
Density, g/cm <sup>3</sup>	1.44	1.36	1.40	2.13
Flexural strength(room temp), psi	10,700	17,200	11,800-14,000	
Elastic modulus, 10 <sup>6</sup> psi	1.03	0.39	0.46	0.09
Compressive strength, 10 <sup>3</sup> psi	38.5	17.9	24.0	1.0
Machinability	excellent		fair	good
Thermal conductivity, 10 <sup>-4</sup> cal/(sec) (cm <sup>2</sup> ) (°C/cm)	18.0	6.0	6.0	6.0
Coefficient of thermal expansion, 10 <sup>-5</sup> in./(in. °F)	2.8	2.6	2.4	5.5
Weight loss in air at 260°C (2000hr), %	1		1	0
at 400°C, %/hr	1		1	deccmp.
Dielectric strength(thickness 0.125 in.), vol/mil	660	300	430	620
Dielectric constant	3.8	3.9	3.6	2.
Dissipation factor	1.98×10 <sup>-4</sup>	30×10 <sup>-4</sup>	34×10 <sup>-4</sup>	3.0×10 <sup>-4</sup>
Volume resistivity, —cm	10 <sup>15</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>16</sup> -10 <sup>17</sup>	10 <sup>18</sup>
Water absorption at room temp (24 hr), %	0.02	0.22	0.30	0.01
at 100°C hr), %	0.40			



Ekonol 301 性質이라고 불리는 얼마 前에 市場에 紹介된 樹脂는 polysulfone 과의 30 : 70 또는 50 : 50 blend 로서 injection molding 이 보다 容易하다고 선언되고 있다. Ekonol 301은 市販 16當 20弗을 呼價하고 있어 加工上에 問題에다가 高價이므로 앞으로 얼마나 實際的 用途를 볼는지 의문이다.

## 結 論

以上 몇가지 플라스틱 材料에 관하여 소개하여 보았는데 좋은 性質을 가진 材料라 하여도 現在 工業적으로 使用되고 있는 加工施設에 依하여 加工될 수 없을

경우 그 材料의 용도는 極히 制限을 받는다. 높은 Tg 를 갖는 材料를 높은 溫度에서 加工하지 않겠다는 것은 모순이며 앞으로 加工技術의 많은 發展이 기대된다.

Powder molding, plasma spraying 등의 새로운 유기材料 加工技術이 開發되고 있으며 또한 high temperature molding machine 의 개발이 時急하다.

結論에서 序論에서도 지적한 바와 같이 specialty polymer 의 時代는 요고 있다는 것을 지적하고 싶으며 앞으로 韓國工業界에서도 더지않아 좀더 새로운 特殊材料가 要求될 것이다.