# プラスチックス利用のための綜説

## 永 井 芳 男

### I. 緒 🍵

1872 年, Adolf von Baeyer (獨) は石炭酸とフォル マリンとに少量の酸を加えて熱すると樹脂狀のものがで きることを認めたがこれがプラスチックスのそもそもの 起源であり、次で 1907 年, Hendrik Leo Baekeland (白)が工業的製造の端緒をつくつたのがプラスチックス 利用のはじめである。それから大約半世紀になんなんと する歳月を經て現代のように膨大で廣汎なプラスチック スの時代となつた. 電氣, 機械, 航空機, 自動車, 化學 装置、建築、美術品、醫薬、日用品等の材料としてます ます用涂をひろめつつあるが、その化學はまだ青年時代 にも達せず、前途は洋々たるものがあるだけにその後半 の發展は特に刮目すべきものがあると思われる. プラス チックスはその本質上、製造面と利用面との特に密接な 關連が價値を高めるのであつて、成型加工が大切であり, ことにこの分野がいわゆる Grenzgebiet 的な存在といわ れる所以がある。製造者が利用面のことをわきまえるこ とと、利用者がプラスチックスの性質と性能、製造法を 理解することがきわめて大切なことになる。現在迄に著 書や論述1)は多いが特に利用面の觀點から簡単に描かれ たものは餘りない、そこで、ここには特に利用者を主眼 とした簡單で實用的な紹介をして見たいと思う.

#### II. 分 類

利用面からも製造面からも分類はきわめて必要であり、一般にプラスチックスは次の六つ、すなわち、1) 取得法による分類、2) 原料による分類、3) 化學構造による分類、4)分子の形狀による分類、5)性質による分類、6)用途による分類があるが普通は――例えば――電纜用耐熱性珪素樹脂というように用途・性質・原料・構造の順に表現して取得法や分子の形狀には除りふれていない。もちろん、化學構造が定まれば性質は必然的に決定し、

また用途も定まるもので、互に關連しているから理屈からいえば取得法と化學構造で充分であるが、如上の表現は大變便利であるため、そういう表現が多いのである・精しい化學的の分類は利用者にとつてはむしろ煩雜であり、一般に大雜把に次のような原料または單位構造による表現が通用している。・

石炭酸樹脂,尿素樹脂,メラミン樹脂,アニリン樹脂,建素樹脂<sup>2)</sup>,アクリル酸樹脂,スチロール樹脂ポリアミド樹脂<sup>3)</sup>,ポリエステル樹脂(アルキッド樹脂),ビニール樹脂<sup>4)</sup>\*,「セルロイド,エストロン<sup>5)</sup>,アククロニトリル樹脂<sup>5)</sup>.

\* 「ポリ」を短頭につけた表現もされている。 また、性質の中には石炭酸樹脂のように熱硬化性のもの とビニール樹脂のように熱可塑性のものと二つがあるま たセルロイドやエストロンはそれぞれ繊維素の硝酸並に 醋酸による化學加工製品であり、他のもの」ように純合 成的製品ではない。

#### III. 性質概論

1940 年の Angewandte Chemie<sup>7)</sup> には工業化學材料に關する根本的な終説が出ており、その結論はきわめて常識的ではあるがわれわれの胸を打つものがある。すなわち、滑石、石墨の構造はその減摩作用とともに分子構造も平面であり、機械車軸に用うる潤滑油はやはり線状の整つた平面狀が效果をもたらすという。ダイヤモンド網玉、炭化砂素等の研摩材はその分子構造も三方面に角張つたもので立體的構造が根本をなすという。ゴム構造もその単位構造それ自身がすでに彈性の機相を持つている。プラスチックスもまさにこの範疇を出るものではないのであつて、ここに化學構造と性質との關係が大難把ではあるが簡單につかめる鍵がある。

さて私は有機化合物を次のような二つの概念にわけるととは大變興味あることと思う。分子全體の性質とその

Cis 型 Meyer-Mark による.

Trans 型 Staudinger による。 單位體との關係により類堆性と綜合性の二つの物質群を 考えることができる。

今,ゴムというイソプレン の鎖狀構造を考えて見よ う。

いずれの構造が真であるかは別として Zigzag 型であることはたしかであり、そこに彈性の根源があるというわけである。單體としての構造が全體の性質を或程度支配しており、私はこれを"類堆性"と名付けて見た。

また、染料、例えばクリソフェニン G の構造を考えて見よう。この染料の黄色は化合物全體にわたる共軛二重結合 (ーニーニー)と -OH の影響であり、直染性はこの長い共軛二重結合鎖の影響であり、酸性、媒染性、水溶性等は -OH、-COOH の效果である。すなわ

ち、染料としての諸因子はそれぞれ特定の位置に存在し これが集つて全體の性質を支配することになる。これは 黄色系直接酸性媒染染料である。前の類堆性に對比して これを「綜合性」とよぶこと」した。高分子化合物は必然 的に前者に屬し、染料、醫藥、香料等はまた必然的に後者 に屬しており、兩者の間にはこのような根本的の差があ るのである。プラスチックスは高分子物質の中に見出さ れ、別に可塑性物質といわれるよう。に使用面では固體で あり、且形をつくり得るものでなければならない。この 意味では合成繊維も明かにプラスチックスの中に入る。

さて次にプラスチックスの諸性質を考えて見よう。 **I. 耐熱性** 一般に極性基をもつたものが耐熱性を示

1. 耐熱性 一般に極性基をもつたものが耐熱性を示す。高分子とはその主要結合様式が,共有結合によつて形成された巨大な分子量をもつ化合物を云うのであるから,極性高分子における副原子價は相當大ではあるが第1次的共有結合にくらべてははるかに弱い。したがつて無極性分子はもちろんであるが,加熱により分子が位置の移動(軟化融熔)を起す前に熱分解することになる。耐熱性とは加熱による軟化點の高いもの,且分解點の高いものということになる。以上の見解から實際的に例を示して見ると

- 1) 純炭化水素, 耐熱性小.
- 2) 極性基を有する化合物, 耐熱性大.

例 ポリビニール・カーバゾール

ポリメチレン・カーバミド (ナイロン)
—NH・CO—(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub> NH・CO—(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>

フェノール・フォルムアルデヒド樹脂 (ベークライト)

3) 珪素等の無機性元素を有する化合物、耐熱性大、 珪素樹脂はもつとも代表的なもの、この他にチタン研素 等より諸種の常用金屬と考えられる。ただし、この群に は酸素のような極性基もふくまれているが 2) と異ると ころは無機性元素が存在することである。

### 例 珪素樹脂

2. 電氣絕緣性 一般に電子を容易に移動し得る構造のもの具體的にいえば極性基をもつものは概して電氣絕緣性が悪い. したがつて 1) C,Hのみから成る物質,例えばポリスチロール,ポリイソブチレン,ポチメリレン等は高周波絕緣體として優秀である.

また、2)極微量の水分をも含有しない性質のもの、これは1)の條件にも關連するのであるが、いわゆる、親

		,		• 📑				(型)				換				科	L.	介			)			类		JEC	対質名	Þ	1
多硫化系製品	楚	1	ポリエチリカーバミド	ポリチャラエチャン	ポリエチレン樹脂	ポリビニ カーバゾル	ステロール樹脂	メチル メタクリル酸樹脂	ピニル・ブチゥ	ビニル・フォルマル樹脂	ピール・イニング・	塩化ビニリデン	福代でごろ	醋酸に少れ	在 本 今	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	<b>赶素</b>	アルキッド	アニリント	樹脂 7	メラミン	尿素 樹脂		位束要包温 人名罗西西	アーサー	(但レコンパウンド)	/=		
	·	Ľ		ラブロナーン	-	部間	-		プチウル樹脂 1		心樹脂 /	樹脂			醋販 /	東京 連維素 / 7		* 樹脂 8	樹脂	アスベスト 6	1811 7 5	成型品 4	77471 3	*	無模材	J-H		性質	1
7	25	24 P	23	22 76	21 AL	17, 02	19 52	18 有	17 7t	16 F	75	14 5	13 E	12 73	1 Fi	10 Ce	9 5%		7 Cii	-	<del></del>		~	L	Ba		* .	-	_
Thiokol	Ace	Parlon	Nylon		Alathon Alkathene	Luvican		有機ガラス Plexiglas	invite	Formvat	Floamol		Tinylite	チッソニール プラスニール Vinylite	Fibestos	Celcon	Silastic	Glypthal	Cibanite	`	Melantin	Plaskon	1		N-7511 Bakelite				_
原治な、ゴス代用に用っ、其ノ街	古典的電気絶縁材	泽村	サイロン・ペアリングングング	所 王		(79) (C混合し用う) 全上	高周波電気絶縁用 塗料	有機ガラス		M+	層接着用材 合成樹維		関類用・ホース・合成繊維・ゾード		フィルム・布人造機雑	フィルム.布. 塗料	モーター, 変圧器 等, 電気部品		ラジオ部品	は塗料用	機械部品・	模械部品. 電気材料.其7他	板. 絶緣材料 其/他	たるながれ、同人展画 品はギャー材、代雅	級用品,機械部品		(愛)	用途	
チクロルエタン	ゴム	はなって	4炭酸・側酸・ アンモニア・水素	アセナレン 塩素・弗素	エナレン	カーパゾールフセチレン	ベンン・リー・エチワン・編末・編代化 対称ソーダ	アセドン・青蝦メタノール 復版	ブラルアルデヒト	(25) フォルマリン	アカキフン・語歌を歌歌歌	ノセナレン 塩素 フルカリ	アセチワン塩代火素	経験をサウン	棚も(リンターバルブ) 無水値般 アセトン	雑代(ジンダー)バック) 植代木栄 エタノーブ	珪素・塩化水素、メタノール	ナフタリングリセリン	アニリンフォルマリン	7	石灰窒素 フォルマリン	アメ フォルマリン	,	ì	石炭優 クレゾール フォルマリン	类	小面	追作なる	
0	000	٥	0	××	×	×	.0	000	0	0	000		000	000	00	×	×	00	×	0	0	000	-	1	-			十二年	-
				550		~450		1200	1200 Ca	~1100	2000		800	850	<u> </u>	0.66				Ĺ	~ 700	300	400	320	700	(E)	сЩ,	<u>₹</u> \$	\$ ] T
0	٥	0	0,	_	0	0	0	0	0	٥	0	0	0	0	0	0	0		0	0	٥	0 0	, .	00	0	ļ	成型	<u></u>	
221 921 921	1.74	1.64	1.12	~2.7	_	1.2	~1.05	7.16 ~1.20	~1.7	_	~1.21 ~1.31		-1.6	1.34 ~1.45	7.27	3	2.04		1.25	2.0	7	1.35	7.55	1,47	7.25	% m	<u> </u>	裹	
0.7	6.3	25	-67	2.4		_		~20	2.8	~9.5	1.05 ~4.2		0.7	3.1 ~5.6	1~6	-	-046		6~7	3.9 -5	<u> ~ </u>	4.2 -85	2.8	100	4.9 -56	Mary H	抗張		
86	7.5	0.5 ~2.2	280 420	~400 400	200		-3.6 -3.6	7.75	200				-550		200		~225			0.45	2005			0.4	1	96 Ci			
	2.1	0.7 ~4.2					32	28	25				34	2.5 ~2.9		2.8			20-30			~70 02		3.5 8.0	70	i Ty	単性保	裳	
	5.6- ~8.4			1.2			17	~10.3 20.3							9.1 ~25.4				7.4 ~16		•	78 27	-	~253	7 ~12	恢星	圧縮強		
	70.5	6.S	2.3	1.4	1.0		3.4 ~13.3	-134	Ö									~11.8			25	~13	~9.2°	285	8.2 ~105	联 灣	挽み頭		
			, ·												>150		_		25			> 50		> 50	~Z5	1000	温春里	罗	
		156		1.35	1.52		159		1.48 -1.49					7.52 ~7.53				1.57				1.54 ~1.56			15 ~1.7	Į.	用产		
	2.9	30	6.5	05	8-3		~33 33	4-6			5-8	<u> </u>	~4.0	4.0	4~8				2.6	~17	10	7-13	8~16	4~7	3-6	2, 75	學事的	澳	
	0.40	0.39				L.,	32.	45	•				24	0.24	-	25								36,23		£ 3€ 3€	Ħ	17/4	
	77	₹ ≥	3	9	8		8-8	8~9	8 ~ 72					6.9	8-16			'		5-6	~45	2.4	1.5 ~2.5	3.0	-60 -60	级路			
777				205	100		~ું દ	% 8	64				% ⊗ ⊗	72	~ 75 75	1	180			~205	700	25	~205	150	120	度。	断款温度	巴	
		%	\$ ##	148	80 **	716 ~167	92 ~125		64 ~78	~95 ~95		¥ 83		70 ~75		~130 130		~108	-736	147	148	~155 155	~158 195	74.4 ~189	~733	. : : :	牧作編		
	2×10'5	25×10'5	10'8	109	103	109-10	1000	10 3 43	>10"				8×10°	>108	104.6		15×10×		10-01			106.7	103-6	103-6	105-6	Ðςm	图有抵 体液	4	
			07-8 74.4 /		~20		14 ~28	20					12.8 ~16.7	76 ~17	2.8		~18		~24			77.	~ 14	~16 8.8	~12 21/2	KW <sub>m</sub>	改要電	세	
			10-14 2 (1000T) (	2.0	225		25 ~30						2,23		32 ~70		3.2 ~7.4		~3.5 -3.6			25	28	75	4.5 ~50	1MC			
			230~ 350 (1000°C)	< 0.2	<i>a3</i> <		01 -05	~30						78 ~19			0.4 ~3		8~9			27 ~40	002~ OS	99~ OE		·/0/3 /////	誘電力	罗	
			2.3	000	<0.01		0.04 ~0.27	0.3 -0.5			0.7		0.1 -06		6.0		0.25 ~1.0		0.01 10.0	0.08 80.0	90~	0.75	01 ~03	01-	70-	% 倒	吸水	弁	
1	+	+	1	1	702< +	H	+	H	1+	H	4	1	н	+	+	+	H	H	H	ı	ı	Ì	1	ł	ł	+ 型   	有機改可不		
J	1	+	+	4	#	1	+	+	+,'	<u></u>	<u>,</u>	+,-	+	+,-	+,-	+,-	ı	+	+	1	1	+	ı	ı	+		这明		
0	0	0	×	0	0	0	0	0	×	×	×	0	0	0	×	Ø	Ø	⊗	⊗.	Ø	⊗	Ø	.0	Ø	Ø	牟	酸不	#	
×	×	0	×	0	0	×	×	×	×	×	×	0	0	0	×	×	×	×	×	×	·×	× .	×	×	×	知趣	型型 × 0		
0	0	0	0	0	,0	0	0	0	×	0	×	0	0	0	Ø	0	0	8	0	0	0	Ø	8	⊗	Ø	*	アルカラ		1
×	0	0	0	0	0		0	0	×	0	×	0	0	0	×	Ø	Ø	×	8	0	×	×	×	×	×	臓	기 퇴학 × 0		
															7										-			也	ŀ
%	25	24	23	22	21	20	19	78	17	76	25	14	73	12	77	10	9	.00	7	6	2	4	ن	2	,	工籍员	<u>_</u>	IK	监

ポリエチレン --CH<sub>2</sub>--CH<sub>2</sub>--CH<sub>2</sub>--CH<sub>2</sub>--

水性の基、例えば -OH,-NH<sub>2</sub>,-COOH,>C=O 等、を もつたものはどうしても水分を微量包藏し、この結果絕 総性を低下させる。逆にこれ等の基(例えば -COO・Na) を有するものは導體樹脂としての性質が表われてくる・

3. 耐油性 これに関しては油溶性、膨潤性と関連して考えると解りやすい、膨潤とは溶媒の種類によつて高分子個體間の副原子價が減少され、分子自身原構造を維持できず變化(疎散)することであり、さらに度が進めば溶解ともなる。

生ゴムは揮發油に一部溶解し、大部分膨潤する。もし揮發油より分子量の大きな潤滑油をもつてすれば、また高温を用うることにより溶解迄持ちきたすことができるベークライト中に脂肪疾基を導入すると、その炭素敷の大きいほど。いわゆる親油性を増して油に溶けるようになる。普通油溶性樹脂といわれているもるはこの性質を利用したものである。さて耐油性とは如上の性質を逆に考慮したもので、膨潤性を回避させるためには副原子價の強化を、油溶性を回避するためには親油性の減少、極性基の導入等が行われる。

例

4. 熱硬化性と熱可塑性との優劣 工業處理における 實利を列撃すれば、熱可塑性 (thermoplastic) の場合、 液體または粉末狀態で型に入れ、塡材とともに加熱壓縮 するから廢品も再び利用し得る利點がある。ただしこの 場合、加熱壓縮後は冷却後に型から出さないと放冷にと もなう歪により形が變形する決定的の缺點があり、型を 冷却する迄占有させることは生産速度上不利である。また た熱硬化性 (thermosetting) の場合は前述のような不 利はないが、廢品は再使用できない缺點がある。

さて諸性質に闘しては以上のようであり、すべての性

質を具備させることはきわめて困難である。幸に實用に 當つては,美術品に强度は必しも必要でなく,電氣絕緣 材に藝術的なものは一應不要である。したがつてプラス チックスの種類と用途と結局は使用箇所の函數であり, 特長を生かして用いることが大切である。

#### IV. 性質各論

ことには利用者の側に立つて見た各プラスチックスに 闘する諸性質を擧げて見よう。紙面の都合上網羅はできないが、著名なものについての性質を述べて見たい。特 に製造原料と製造法、現在のわが圏における入手の難易 もつけ加えて見た。III の性質概論をよく記憶すれば8 頁の表の實際的なプラスチックスの性質をよく理解する ことができると思う。ただし、プラスチックスには主體 樹脂の外に諸種の塡材、着色劑、可塑劑等を混合して製 品ができ上ることはいうまでもないが、それ等の存否多 寡は使用面により干差萬別であつて一概にいうことはできない。ここにいう塡材は増量劑という意味ではなくむ しろ主體である樹脂の缺點を補い諸性質を向上させる意味できわめて注目に値するものである。なお、ただちに 成型できるように塡材、可塑劑、着色劑等を混合した樹脂の塊粒をコンパウンドといつている。

#### V. 結 び

プラスチックスがわれわれの生活にどの位役立つか否かは、一に廣汎な利用の研究にまたなければならないのであつて、製造面は造るだけでとどまり、利用面は現在の出廻りの商品の枠内で利用するにとどまるのでは、プラスチックスは大して文化には貢献し得ない、ベークライトの揺籠時代にその製造工業界を鞭つたのは電氣絕緣の需要であつたように、今日の珪素樹脂の發祥もやはり、有機絕緣材料の熱に對して弱いことに對する不斷の要求からであつた。利用面が先に立ちその要求の線にそつで製造面が目的を完整して行くようにすることが大切であり、したがつてまた兩者の緊密な連繋がその礎石となるのはいう迄もないことである。

#### 文 献

1) R. Nauth. Chemistry and Technolozy of Plastics (1947) (永井・山崎・石井・安倍・山下共闘。プラステックスの化學と技術、観 倉書店)

Dunham, Working with Plastics Wakeman, Chemistry of Commercial plastics Mark & Proskauer, The Science of Plastics

- 2) 化學工業, 7 月號 3) 6) 同上 8 月號
- 4) 5) 同上 5 月號
- 7) H.G, Grimm; Ang. Chem, 53, 288 (1940). 彩譯, 安倍·友田·村上·吉川, 工化, 昭 18, 46, 601
- 8) T.S. Carswell; Phenolplastics (1947)