

プラスチック利用のための綜説

永井芳男

I. 緒言

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状のものができると認められたがこれがプラスチック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利用のはじめである。それから約半世紀になんなんとする歳月を経て現代のように膨大で廣汎なプラスチックの時代となつた。電気, 機械, 航空機, 自動車, 化学装置, 建築, 美術品, 醫藥, 日用品等の材料としてますます用途をひろめつつあるが, その化学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。プラスチックはその本質上, 製造面と利用面との特に密接な關連が價值を高めるのであつて, 成型加工が大切であり, ここ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単に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) 化学構造による分類, 4) 分子の形状による分類, 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状には餘りふれていない。もちろん, 化学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学構造で充分であるが, 如上の表現は大變便利であるため, そういふ表現が多いのである。精しい化学的の分類は利用者にとつてはむしろ煩雜であり, 一般に大雑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, 珪素樹脂²⁾, アクリル酸樹脂, ステロール樹脂, ポリアミド樹脂³⁾, ポリエステル樹脂 (アルキッド樹脂), ビニール樹脂⁴⁾*, セルロイド, エストロン⁵⁾, アククロニトリル樹脂⁵⁾。

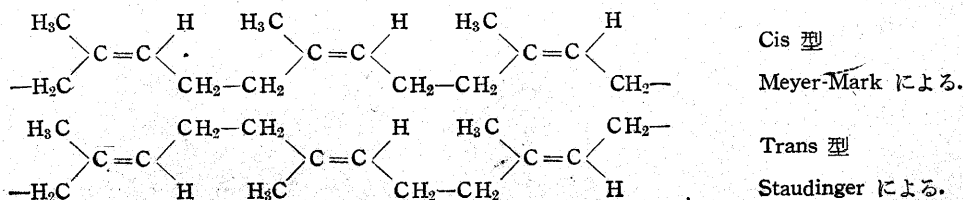
* 「ポリ」を冠頭につけた表現もされている。

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の二つがあるまたセルロイドやエストロンはそれぞれ纖維素の硝酸鹽に醋酸による化学加工製品であり, 他のものゝように純合成的製品ではない。

III. 性質概論

1940年の Angewandte Chemie⁷⁾ には工業化学材料に關する根本的な綜説が出ており, 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練状の整つた平面状が効果をもたらすという。ダイヤモンド鋼玉, 炭化珪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。ゴム構造もその單位構造それ自身がすでに弾性の機相を持つている。プラスチックもまさにこの範疇を出るものではないのであつて, ここに化学構造と性質との關係が大雑把ではあるが簡単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は大變興味あることと思う。分子全體の性質とその

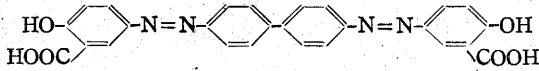


單位體との關係により類堆性と綜合性の二つの物質群を
考えることができる。

今、ゴムというイソプレンの鎖状構造を考へて見よう。

いずれの構造が眞であるかは別として Zigzag 型であることはたしかであり、そこに弾性の根源があるというわけである。単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 の構造を考へて見よう。この染料の黄色は化合物全體にわたる共軛二重結合(= = = =)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 の効果である。すなわ



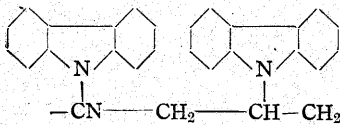
ち、染料としての諸因子はそれぞれ特定の位置に存在しこれが集つて全體の性質を支配することになる。これは黄色系直接酸性媒染染料である。前の類堆性に對比してこれを「綜合性」とよぶこととした。高分子化合物は必然的に前者に屬し、染料、醫藥、香料等はまた必然的に後者に屬しており、兩者の間にはこのような根本的の差があるのである。プラスチックは高分子物質の中に見出され、別に可塑性物質といわれるように使用面では固體であり、且形をつくり得るものでなければならぬ。この意味では合成纖維も明かにプラスチックの中に入る。

さて次にプラスチックの諸性質を考へて見よう。

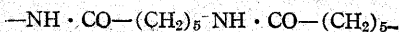
I. 耐熱性 一般に極性基をもつたものが耐熱性を示す。高分子とはその主要結合様式が、共有結合によつて形成された巨大な分子量をもつ化合物を云うのであるから、極性高分子における副原子價は相當大ではあるが第 1 次的共有結合にくらべてははるかに弱い。したがつて無極性分子はもちろんであるが、加熱により分子が位置の移動(軟化融熔)を起す前に熱分解することになる。耐熱性とは加熱による軟化點の高いもの、且分解點の高いものということになる。以上の見解から實際的に例を示して見ると

- 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・カーバミド

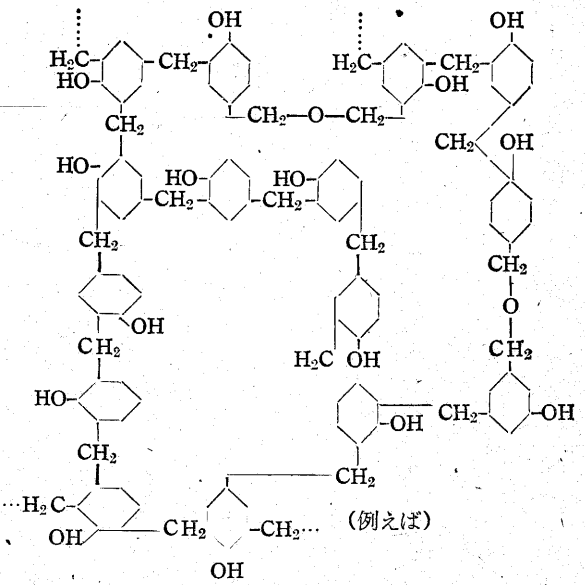


ポリメチレン・カーバミド (ナイロン)



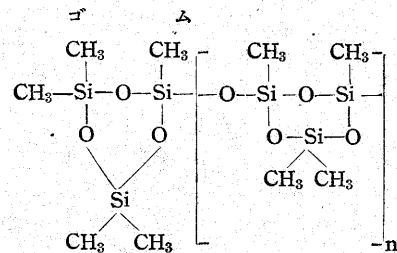
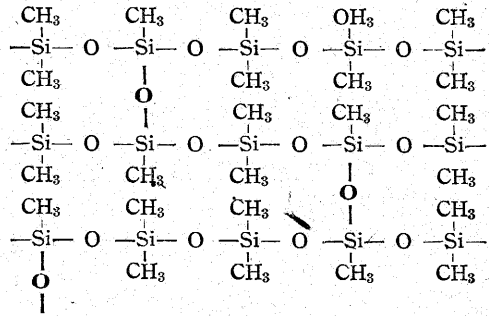
フェノール・フォルムアルデヒド樹脂

(ベークライト)



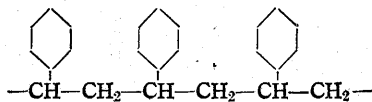
3) 珪素等の無機性元素を有する化合物、耐熱性大、珪素樹脂はもつとも代表的なもの、この他にチタン燐素等より諸種の常用金属と考へられる。ただし、この群には酸素のような極性基もふくまれているが 2) と異なるところは無機性元素が存在することである。

例 珪素樹脂

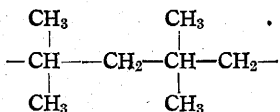


2. 電気絶縁性 一般に電子を容易に移動し得る構造のもの具體的にいえば極性基をもつものは概して電気絶縁性が悪い。したがつて 1) C,H のみから成る物質、例えばポリスチロール、ポリイソブチレン、ポチメリレン等は高周波絶縁體として優秀である。
また、2) 極微量の水分をも含有しない性質のもの、これは 1) の條件にも關連するのであるが、いわゆる、親

ポリスチロール



ポリイソブチレン



ポリエチレン

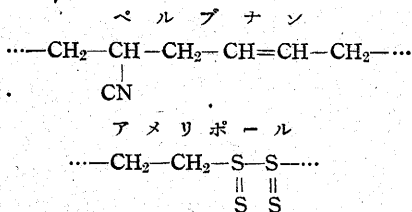


水性の基、例えば ---OH 、 ---NH_2 、 ---COOH 、 >C=O 等、をもつたものはどうしても水分を微量包蔵し、この結果絶縁性を低下させる。逆にこれ等の基(例えば $\text{---COO}\cdot\text{Na}$)を有するものは導電樹脂としての性質が表われてくる。

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。

生ゴムは揮発油に一部溶解し、大部分膨潤する。もし揮発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こたすことができるベークライト中に脂肪族基を導入すると、その炭素数の大きいほど、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の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挙すれば、熱可塑性 (thermoplastic) の場合、液體または粉末状態で型に入れ、填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。

さて諸性質に関しては以上のものであり、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、美術品に強度は必しも必要でなく、電氣絶縁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の種類と用途と結局は使用箇所の函数であり、特長を生かして用いることが大切である。

IV. 性質各論

ここには利用者の側に立つて見た各プラスチックに關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、現在のわが國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、プラスチックには主體樹脂の外に諸種の填材、着色劑、可塑劑等を混合して製品ができ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千差萬別であつて一概にいうことはできない。ここにいう填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ひ諸性質を向上させる意味できわめて注目し得るものである。なお、ただちに成型できるように填材、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

プラスチックがわれわれの生活にどの位役立つかは、一に廣汎な利用の研究にまたなければならぬのであつて、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ことにどまるのでは、プラスチックは大して文化には貢献し得ない、ベークライトの搖籠時代にその製造工業界を鞭つたのは電氣絶縁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絶縁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て製造面が目的を完遂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繫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 Technoogy of Plastics (1947) (永井・山崎・石井・安倍・山下共譯。プラスチックの化學と技術, 朝倉書店)
- 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). 邦譯, 安倍・友田・村上・吉川, 工化, 昭 18, 46, 601
- 8) T.S. Carswell; Phenoplastics (1947)