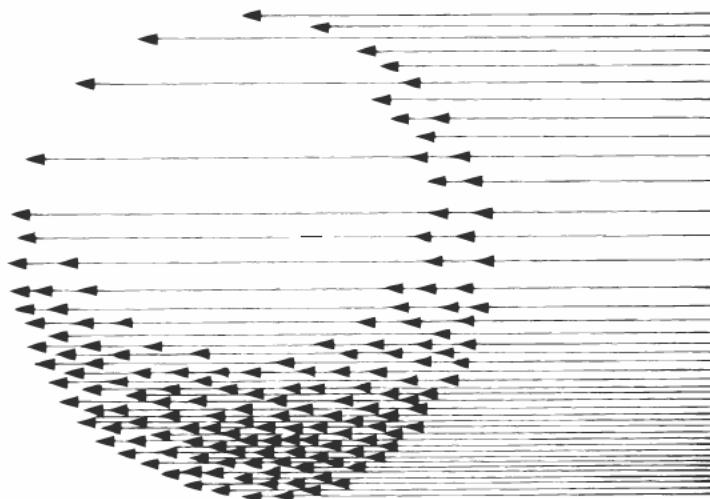


NO.1

素材編 プラスチックとは

執筆／（元）旭化成（株）

前田 邦夫



コガク



学習のねらい 1

第1週 プラスチックとその仲間 3

第1週の学習のポイント	3
1.1 はじめに	4
1.2 プラスチックとは	5
1.2.1 プラスチックの定義	5
1.2.2 高分子とは何か	5
1.2.3 天然高分子と合成高分子	6
1.2.4 プラスチックと合成樹脂	6
(コラム) 「プラスチック」と「ビニール」	7
1.3 材料としてのプラスチック	9
1.3.1 材 料	9
1.3.2 プラスチックは加工しやすい	9
1.3.3 物性面でもすぐれた性質	10
(コラム) 材料に形を与える方法	12
1.4 プラスチックの歴史	14
1.4.1 初期のプラスチック類	14
1.4.2 多様なプラスチックの登場	15
1.5 プラスチックの種類と化学構造	17
1.5.1 炭素主鎖の熱可塑性プラスチック	17
1.5.2 主鎖に炭素以外の元素を含む熱可塑性プラスチック	20
1.5.3 熱硬化性プラスチック	22
1.5.4 プラスチックの分類・別名と略号	22
(コラム) プラスチックの名前のつけかた	22
1.6 プラスチックの原料と合成	25
1.6.1 石油化学とプラスチック原料	25
1.6.2 ビニル重合	26
1.6.3 重縮合	27
1.6.4 熱硬化性プラスチックの反応	28
1.7 プラスチックの結晶性	29

1.8 プラスチックの配合	31
1.8.1 プラスチックに配合されるもの	31
1.8.2 軟質プラスチック	32
1.8.3 複合材料	32
1.8.4 ポリマーアロイ	34
1.8.5 プラスチック発泡体	36
第1週のまとめと練習問題	37

第2週 プラスチックの性質 39

第2週の学習のポイント	39
2.1 流動特性と成形性	40
2.2 比重と熱的特性	42
2.2.1 比 重	42
2.2.2 熱膨張率	43
2.2.3 比熱と熱伝導率	44
2.2.4 ガラス転移温度と融点	45
2.2.5 耐熱性	46
2.3 機械特性	48
2.3.1 粘弾性	48
2.3.2 強度と弾性率	49
2.3.3 硬 さ	50
2.3.4 衝撃強さ	51
2.3.5 クリープ特性	52
2.3.6 疲労特性	53
2.3.7 摩擦摩耗特性	54
2.4 光学・電気特性	56
2.4.1 屈折率と光線透過率	56
2.4.2 誘電率と誘電正接	56
2.4.3 その他の電気特性	57
2.5 耐薬品性と環境特性	59
2.5.1 溶解度パラメータ	59
2.5.2 吸水性と耐水性	60
2.5.3 耐油・耐化学薬品性	61
2.5.4 耐候性	63
2.6 その他の特性	65
2.6.1 燃焼性	65

2.6.2 気体透過性	67
第2週のまとめと練習問題	68

第3週 一般的なプラスチック 71

第3週の学習のポイント	71
3.1 熱硬化性プラスチック	72
3.1.1 フェノール樹脂 (PF)	72
3.1.2 ユリア樹脂 (UF)	74
3.1.3 メラミン樹脂 (MF)	75
3.1.4 エポキシ樹脂 (EP)	77
3.1.5 不飽和ポリエステル樹脂 (UP)	78
3.2 汎用熱可塑性プラスチック	81
3.2.1 ポリエチレン (PE)	81
3.2.2 ポリプロピレン (PP)	84
3.2.3 ポリ塩化ビニル (PVC)	85
3.2.4 ポリスチレン (PS)	87
3.2.5 AS樹脂 (SAN)	89
3.2.6 ABS樹脂 (ABS) および近縁のプラスチック	90
3.2.7 ポリメタクリル酸メチル (PMMA)	91
3.2.8 その他の汎用熱可塑性プラスチック	93
3.3 汎用エンジニアリングプラスチック	95
3.3.1 ポリアセタール (POM)	95
3.3.2 ポリアミド (PA)	97
3.3.3 ポリカーボネート (PC)	98
3.3.4 ポリブチレンテレフタレート (PBT)	100
3.3.5 ポリエチレンテレフタレート (PET)	101
3.3.6 変性ポリフェニレンエーテル (m-PPE)	103
第3週のまとめと練習問題	105

第4週 特殊プラスチックと周辺材料 109

第4週の学習のポイント	109
4.1 ポリマーアロイ系エンプラ	110
4.2 スーパーエンプラ	111
4.2.1 ポリフェニレンスルフィド (PPS)	111
4.2.2 ポリスルホン (PSU) とポリエーテルスルホン (PES)	111

4.2.3 ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)	112
4.2.4 ポリアリレート (PAR)	112
4.2.5 液晶ポリマー	113
4.2.6 イミド基をもつエンプラ	113
4.3 ふっ素系・シリコーン系プラスチック	115
4.3.1 ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)	115
4.3.2 その他のふっ素系プラスチック	115
4.3.3 シリコーン系ポリマー	116
4.4 熱可塑性エラストマー	117
4.4.1 スチレン系熱可塑性エラストマー	117
4.4.2 オレフィン系熱可塑性エラストマー	118
4.4.3 ウレタン系熱可塑性エラストマー	118
4.4.4 エステル系熱可塑性エラストマー	119
4.5 特殊機能プラスチック	120
4.5.1 崩壊性および分解性プラスチック	120
4.5.2 感光性ポリマー	121
4.5.3 分離機能をもつプラスチック	122
4.5.4 その他の特殊機能ポリマー	124
4.6 プラスチックの見分け方	125
4.7 プラスチックの選択	127
4.7.1 選択にあたっての判断事項	127
4.7.2 機能・特性をよくみて選ぶ	128
4.8 プラスチックの将来	131
第4週のまとめと練習問題	133
 STEP UP	135
参考文献	139
練習問題の解答	140
索引	142



プラスチックとその仲間

P point 学習のポイント

第1週では、プラスチックの世界に足を踏み入れるにあたって、その最も基本的なことがらについて概説する。

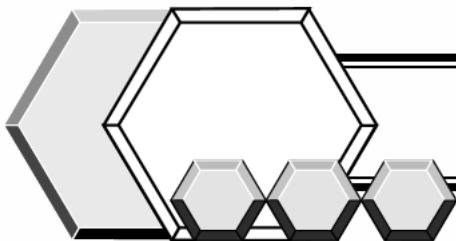
最初にプラスチックという用語の概念をはっきりさせておく。そしてその簡単な歴史とともに、他の材料と比較したプラスチックの特徴を整理する。

次いで、プラスチックの特徴を生み出す要因となっているその分子構造について理解する。ここでプラスチックには実は非常に多くの種類があることを、分子構造と関連つけて学ぶ。その多くの種類の名前は簡単に覚えるものではないが、あとで必要に応じて参照できるように、名前やよく使われる略号を整理しておく。

これらのプラスチックがどのような原料からどのようにして合成されるかについても記したが、これは参考であり、プラスチックを使う立場の方は読み飛ばしていただいてよい。

プラスチックの結晶性についてはごく概略の説明を加えた。

プラスチックは物質単体で使われるだけでなく、いろいろな添加剤、配合材を加えて、幅広い性質を持つ材料として供給される。あとでプラスチックの応用について学ぶ際に、このようなバリエーションの存在についても一応の基礎知識を持っておきたい。



1.1 はじめに

試みにあなたの周囲を見回して、プラスチックでできた物を数え上げて見よう。もしそこが学校やオフィスだったら、まずパソコンが目に入るだろう。よく見ると、CRTもキーボードもプリンタも、外側はほとんどプラスチックのようだ。電話機やファックス、コピー機、天井のエアコンの吹き出し口もそうらしい。書類入れや小物文房具、ライター、肩籠、それから？

自宅だったら、テレビ、照明カバー、時計。台所に行けばミキサー、まな板、保存用食器。洗剤や食料品もプラスチックの容器に入っているものが多い。冷蔵庫を開ければ内側はほとんどプラスチックだ。洗面所・浴室に行けばさらにあれもこれも。

さて、プラスチックとはどんなものだというイメージをあなたはもっているだろうか。色がきれい、軽い、冷たくない、形が複雑、安っぽい、壊れやすい、熱には弱いけれど燃えないごみ…。

そう、あなたのイメージはおおむね正しい。しかし、あなたはまだプラスチックのごく一面を見ているに過ぎないのだ。たとえば見えないところで人知れず高度な働きをしているプラスチックがある。高熱に耐えて丈夫なプラスチックがある。もしプラスチックがなければ今のようなコンピュータ社会が成立し得なかっただろうということをあなたは信じられるだろうか。

このコースを学ぼうとしているあなたがたの大部分は、おそらくこれからプラスチックを使って何かを作ったり、作られたプラスチック製品を取り扱う必要のある方だろう。プラスチックとは何物なのか、その本当の特性を知り、長所を生かし、短所が製品の問題点にならないように、上手にプラスチックを使いこなすすべを身につけていってほしい。



1.2.1 プラスチックの定義

「プラスチック」は、JIS K 6900-1994では、「必須の構成成分として高重合体を含み、かつ完成製品への加工のある段階で流れによって形を与える材料。(注1. 同様に流れによって形を与える弾性材料はプラスチックとは考えない。)」と記されている。改訂前のJIS K 6900-1977では、「高分子物質(合成樹脂が大部分である)を主原料として人工的に有用な形状に形づくられた固体。ただし繊維、ゴム、塗料、接着材などは除外される。」というように書かれていた。

これを読んでもおそらく頭が混乱するだけであろう。このコースの勉強の目的からして、科学的ないし工学的に厳密な定義に深入りすることは意味がないが、このままではあまりにも混沌としている。最初にここに登場する言葉を整理して、もう少しイメージをはっきりさせておく必要がある。

1.2.2 高分子とは何か

まず「高分子」というのは、単純にいえば大きな分子のことである。水の分子が酸素1個と水素2個が結合(共有結合)してできていることはよくご存知であろう。エチルアルコール(エタノール)であれば、その分子は炭素2個・水素6個と酸素1個から成っている。

「分子量」という言葉もご記憶にあろう。最近は「分子相対質量」というのが正式らしいが、ここでは一般に普及している「分子量」を使う。いずれにしても分子の相対的な大きさ(重さ、正確には質量)を表わす概念で、その分子を構成する原子の「原子量」の和である。原子量は大略その原子の原子核中の陽子と中性子の数の合計であり、水素が1(陽子1個)、酸素が16(陽子8個+中性子8個)、炭素が12(陽子6個+中性子6個)である。

6個)など、全ての元素が固有の数値をもっている。厳密にはこれらの数値には端数があるが、ここではそれまで考えなくてもよい。

したがって、さきの水の分子量は18、エタノールの分子量は46と計算される。

「高分子」というのは、分子量が大体1万以上あるような大きな分子のことである。

1.2.3 天然高分子と合成高分子

高分子には人間が合成したもの（合成高分子）と天然に存在するもの（天然高分子）がある。天然高分子は全て何らかの生命作用で自然に合成されたものである。天然に得られたものをそのまま使うこともあるし、人間が化学的に変性を行うこともある。あまり一般的ではないが、変性したものには「半合成高分子」という呼び方がある。

天然高分子の例として、木材・紙・綿糸・麻（セルロース）、天然ゴム（ポリイソプレン）、絹・羊毛（一種のポリペプチドが主成分）などはすぐに思い浮かぶと思うが、このほかにもべっ甲・動物の角・琥珀、塗料として使われる漆など、枚挙に暇がない。そもそも動物の体を構成するたんぱく質や、遺伝子のDNAも高分子そのものである。

半合成高分子としては、セルロースをニトロ化したニトロセルロース（セルロイド）、同じくアセチル化した酢酸セルロース（アセテート繊維）などがある。

高分子を人間が合成するときには、ほとんどの場合、入手しやすい低分子量の原料を使って、これをつなげて作る。このような合成方法を「重合」という。こうして重合して作った高分子のことを「高重合体」あるいは単に「重合体」と呼ぶ。「ポリマー」という用語の原義はほぼこれに近いが、むしろ高分子全体を指すことが多い。

1.2.4 プラスチックと合成樹脂

プラスチックは一般に、主成分の高分子に安定剤や補強材など高分子でない成分を配合して作られており、これらをも含んだ混合物である。この主成分の高分子のことを「合成樹脂」あるいは単に「樹脂」という。

合成樹脂には塗料や接着剤（材）など、プラスチックの定義外の原料となるものも含まれる。

「合成樹脂」という言葉は新しいJISでは消えてしまったが、天然に得られる「樹脂」に類似の物質で人間が合成したもの、という意味をもつている。樹脂とは、松ヤニのように樹木から分泌されるもので、高分子が主成分になっている。琥珀は樹脂が化石になったものである。

上に出てきた主要な用語の概略の関係を図1.1に示す。

ところで、プラスチックという言葉は、ラテン語の *plasticos*（可塑性のある）から来ている。これは可塑性（自由に形を変えられる性質）を利用して成形する材料という意味をよく現わしている用語である。以前は英語では *plastics* が正式呼称だったため、正確には「プラスチックス」だという人もあったが、現在のISO（国際標準規格）では plastic と s を含まないのが正しい。JISでも「プラスチック」が正式な呼称である。

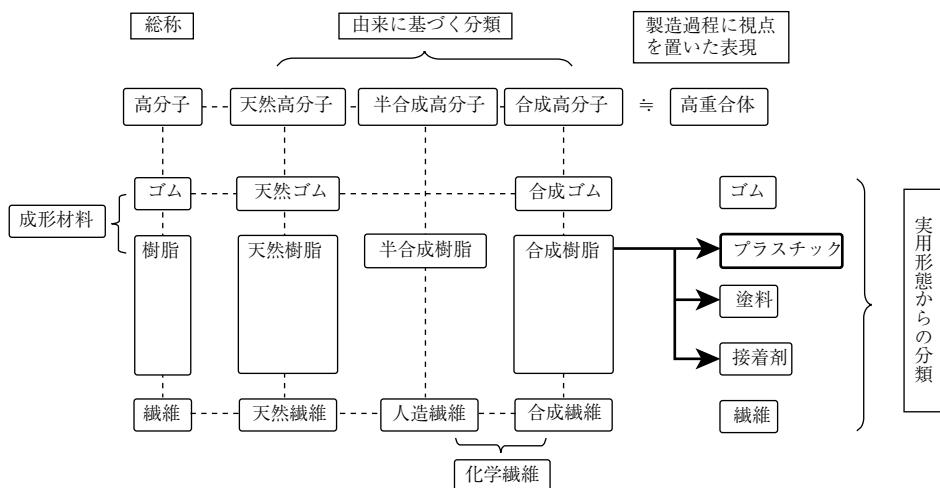


図1.1 「プラスチック」および関連用語の関係