

プラスチック射出成形の基礎

その1

ポリテクカレッジ浜松 生産技術科 岡 達
(浜松職業能力開発短期大学校)

1. はじめに

1907年にベルギーのL.H.Bakelandによって発明され、最初に工業製品化されたといわれるベークライト(フェノール樹脂の商品名)は、あまりにも有名である。

その電気的な性質、機械的な性質、耐熱性、耐薬品性など従来の材料には見られない優れた性質を持っている。そのわりには、価格が安いなどといった優れた特徴を持ち、画期的な発明として人類から賞賛された。

今では、各種の性質を持った合成樹脂が多数発明され、生産数量は塩化ビニール、ポリエチレン、ポリスチレンなどに追い抜かれてきた。

人類はその昔、自然界にある石を農耕や狩猟などのための道具として使い、いわゆる石器時代を形成し、その後使用される材料も青銅時代、鉄器時代と進み、現在では軽金属、合成樹脂や複合材、新素材時代へと材料革命が進んでいる。

合成樹脂を原料としたプラスチック成形品は、私たちの身の回りに多数使われており、日常生活には必要不可欠の品物の1つとして重宝されている。

合成樹脂の発明は、人類最大の発明の1つとして現代社会には必要不可欠で、合成樹脂を着て、合成樹脂を食べ、合成樹脂の中に住んで(生活して)いるのが現状である(図1)。

それに伴ってプラスチック成形加工法の発展も著しく、圧縮成形法、射出成形法、押し出し成形法、

中空成形法、真空成形法などまさに多種多様である。

一方、射出成形機械やその周辺機器と、射出成形金型の設計・製作技術、各種成形技術も飛躍的に向上してきた。

そのような情勢から、当短大ではプラスチック成形法および射出成形金型の基礎についての必要性を痛感し、「プラスチック金型設計技術」「プラスチック成形技術」の能力開発セミナーを実施した。

今回、能力開発セミナーで使用したテキストに修正を加えて、その概要について連載したいと思う。

2. 成形加工概論

2.1 成形加工について

プラスチック成形品に限らず、ある製品を外観、寸法精度、機能など思いどおりのものを作るためには、いろいろな知識、技能、技術が要求される。

特に金型(プレス金型、プラスチック金型など)による成形加工では、ノウ・ハウも含めたそれらの総合的なものが必要とされる。

プラスチック成形加工は「一工程で完成品」ができるという大きなメリットが、ややもすれば「簡単に作れる、簡単だ」と思われやすい。

事実、射出成形作業では、安全ドアを締め、スタートボタンを押せば、次々と完成品の成形品ができてくる。その作業を見ている限りでは、いとも単純で、簡単そうである。

しかし、そのように「一工程で完成品」を実現させるためには、成形材料(Materials)、成形品の意

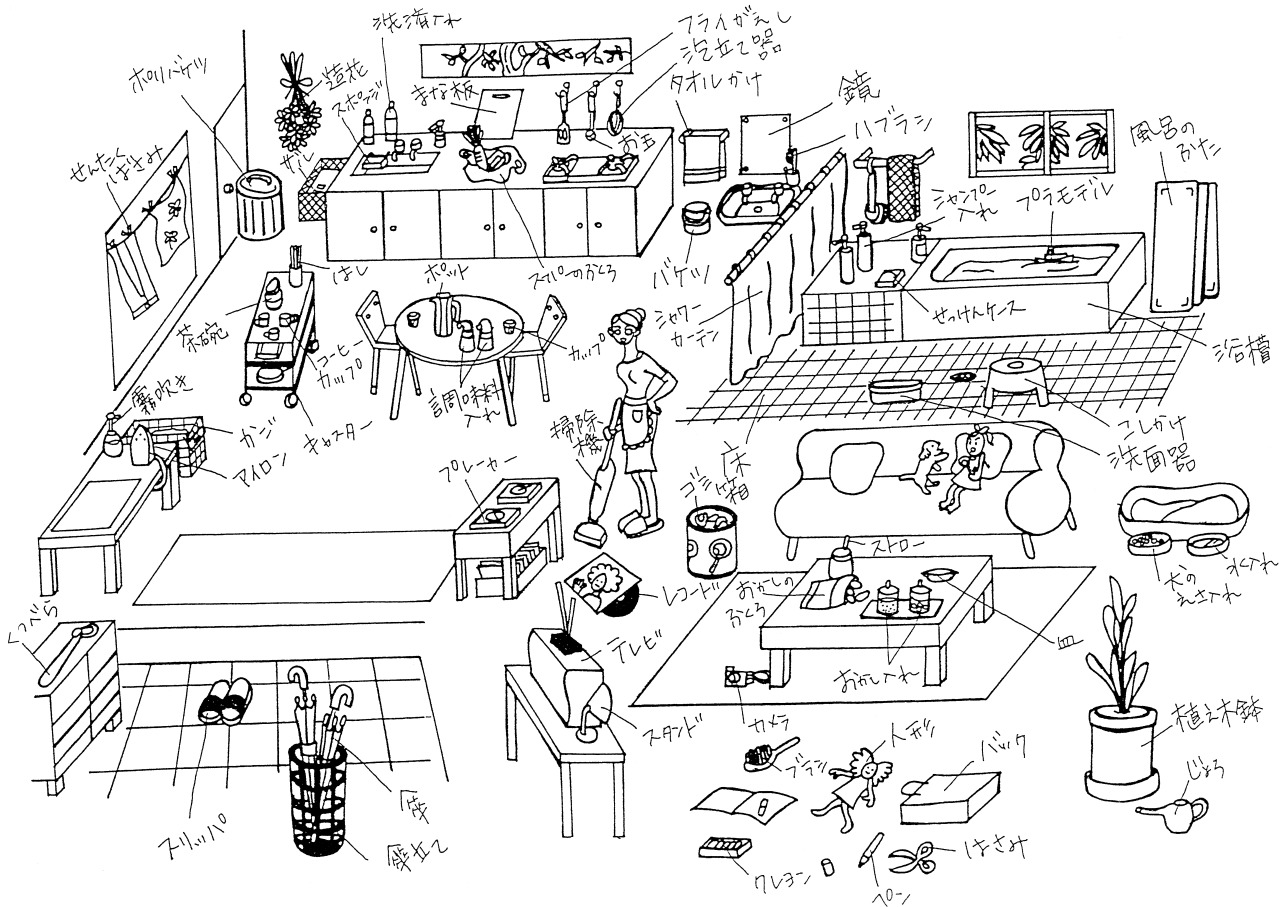


図1 家庭で使用されているプラスチック製品

匠デザインと設計 (Manufactured goods or Moldings), 成形機械 (Machine), 金型の設計技術と製作技術 (Manufacture or Make), それに加えて成形加工技術 (Method) の6 Mに関することなどの集大成が、「成形品」といっても過言ではない。

プラスチック成形品を完成させるためには、関連する知識、技能、技術、経験が増して必要で、何度か試行錯誤的な作業を繰り返しながら進めていくことになり、苦労も多い。

それだけに、「成形品」に携わる人は、より高度で総合的な技術と経験が必要とされる。

2.2 プラスチックとは

プラスチック (Plastic) とは、「可塑性を持つ高分子物質 (合成樹脂が大部分である) を主原料とし

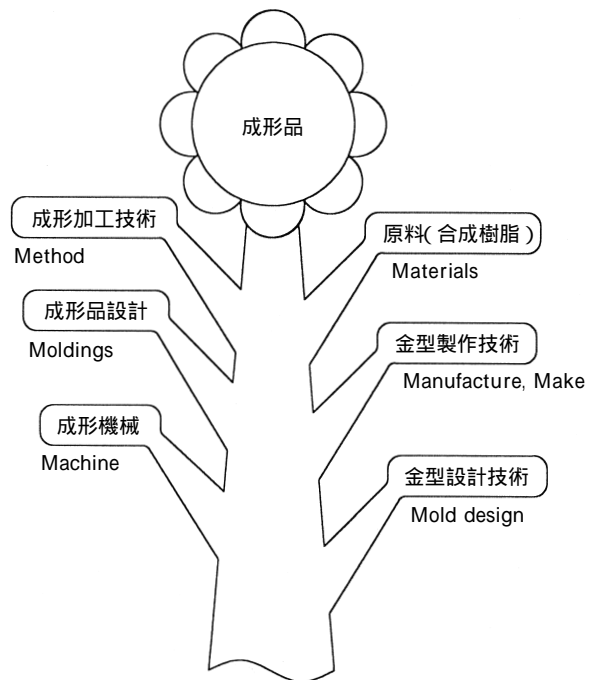


図2 成形品の6要因 (6 M)

て、人工的に有用な形状に形づくられた固体をいう。ただし、繊維、ゴム（弾性体）、塗料、接着剤などは除外される」とJIS用語集にある。

天然樹脂は、植物または動物から得られる樹脂状の物質で、植物性天然樹脂と動物性天然樹脂とがある。

以前にはプラスチック＝合成樹脂というように同義語に使用されたこともあったが、現在では合成樹脂＝原料、プラスチック＝製品（成形品）というように区別して使用されているようである。

しかし、プラスチック、合成樹脂、プラスチック成形品、プラスチック製品などと使用しても、その語句の前後関係で材料を指しているのか、製品であるのか判断がつくので、それほど厳密に気にしなくてもよいのではないかと考える。

2.3 合成樹脂の種類

人間は性別によって、男性と女性とに分類することができる。

合成樹脂を熱に対する性質から分類すれば、熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂とに大別できる。

また、合成樹脂は100～200種類にも及ぶといわれ、年々新しい機能、性質を持った合成樹脂も開発されている。

しかし、工業的に量産されている合成樹脂は20～30種類くらいである。その中でも射出成形品として利用されている汎用熱可塑性樹脂は10数種類程度である。

図3に主な合成樹脂の種類と用途の一例を示す。

熱可塑性樹脂は、常温では固体であるが加熱して温度を上昇させると次第に軟化（可塑性）し、温度

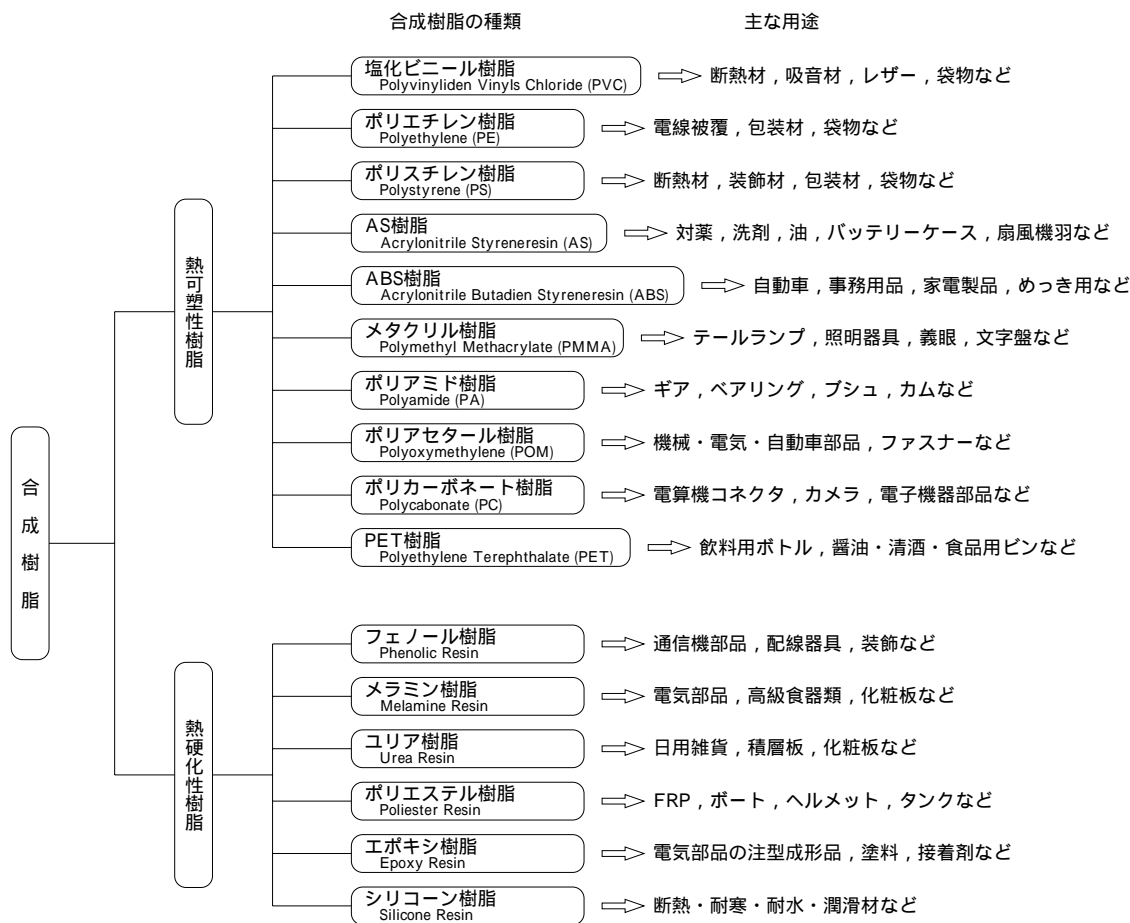


図3 合成樹脂の主な種類と用途

の上昇に従ってやがて流動体となる。

加熱を中止して温度を下降させると、次第に元の固体に硬化する性質を持った樹脂である。

硬化した樹脂を再度加熱して温度を上昇させると再度軟化可塑化する。

私たちの身の回りで見かける合成樹脂以外のものでは、チョコレート、飴などがその例である。

熱硬化性樹脂は、加熱して温度を上昇させると固体であった材料は、次第に軟化溶融（可塑化）するが、熱可塑性樹脂とは反対に時間の経過とともに硬化を始める。

一度硬化した樹脂は、再度加熱または溶剤などによっても、再度軟化溶融させることはできなく、硬化し続ける性質を持った樹脂である。

したがって、一度各種成形法によって成形した熱硬化性樹脂は、加熱によって可塑化、成形して再利用することはできない。

私たちの身の回りで見かける合成樹脂以外のものでは、煎餅、ビスケットなどがその例である。

2.4 合成樹脂の一般的な特徴

合成樹脂は、各種成形法によって成形加工し、成形品として固体の状態を利用する場合と、各種の塗料や接着剤などのように液体で使用されることも多い。

成形品（製品）としての特徴は、

軽くて強い製品が得られる

金属などと比較して軽く、機械的な性質がよい材料もあるので、軽くて丈夫な製品が得られる。

金属とプラスチック成形品を比重換算で比較すると、鋼より強いプラスチック成形品はたくさんあり、近年はガラス繊維を混入したエンブラ（エンジニアリングプラスチック）は特段の強度がある。

錆びたり、腐食したりしない

金属などのように錆が出たり腐食したりせず、油や湿気などに耐えられる。

着色が比較的容易で簡単にできる

合成樹脂材料には、もともと透明や半透明の美しいものもあるが、光沢のある滑らかな美しい表面の

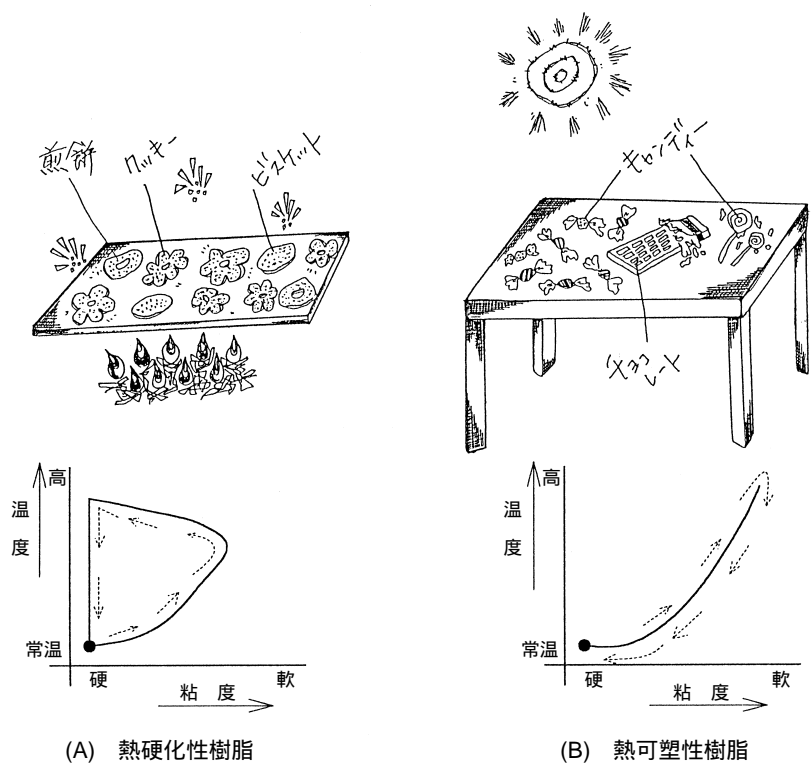


図4 熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂の温度と粘度の関係（概念図）

製品もできる。

材料に染料や顔料を混ぜ合わせることによってスモークをかけたり、自由に好みの色に着色することができるので、商品価値を高めることができる。

塗装加工やめっき処理ができる

成形加工したそのままでも美しい表面であるが、成形加工した後でも、好みの色に自由に着色、塗装することができ、美しい表面の製品に仕上げることがもできる。

また、成形品表面にめっき処理もできるので金属にめっき加工を施した表面と遜色なく、高い商品価値を付与することができる。

電気や熱の絶縁性に優れている

合成樹脂は、もともと電氣的な絶縁性に優れた材料で、現在では合成樹脂が使用されていない電気製品はないと言ってよいくらい各方面で使用されている。

しかし、合成樹脂原料の中に銀粉やカーボンなどの電氣的な良導体を混入して成形し、電氣的な良導体の成形品も得られる。

一方、熱に対しては通しにくい性質があるので、断熱材や保温材などとしても各方面で使用されている。

薬品に対して比較的強い

金属などのように薬品に対して侵されたり、腐食したりしにくく、湿気などによく耐えられる。

原材料が安定して供給できる

合成樹脂原材料が安定して供給（入手）できるので価格が安定し、大量生産に向いている

特別な性質を持った製品が作れる

台所用品では、焦げにくいテフロン（フッ素樹脂）加工された鍋やフライパン、機械部品関係では摩擦の少ない滑りやすい摺動部品（ナイロン：ポリアミド）や、無給油軸受けや無騒音軸受けなど他の金属材料では見いだせないようなメンテナンスフリーの性質を持っているので、目的に応じて掃除機や洗濯機など各方面で使用されている。

成形加工が容易で、製品コストが安い

材料を加熱、可塑化させ金型のキャビティ内に充填、冷却後金型から取り出せば製品となる。

金型から取り出せる形状であればかなり複雑なものでも、比較的容易に自動運転などで大量に能率的に作ることができる。

したがって、成形加工に係わる製品コストもかなり安くできる。

などの数多くの長所を持っているが、その反面、

温度変化に弱く燃えやすい

合成樹脂の最大の短所は熱に弱いことである。金属材料などと比較すると比べものにならないくらい悪く、わずかな温度上昇でも変形してしまう。

低温の温度変化に対しても低温脆性など各種の性質が大きく変化してしまう。

また、比較的燃えやすく、燃焼すると大量の煙と有毒ガスを発生すると同時に大量の熱を発生してしまうものが多い。

機械的な強度が弱い

単位面積当たりの機械的強さは、金属と比較すれば数段劣り、熱膨張係数は大きい。

溶剤に対しては非常に弱い

一般的に、耐薬品性は優れているが、溶剤などに対しては、非常に劣るが、熱硬化性樹脂ではかなりの耐力を持ち合わせている。

表面が軟らかく、傷がつきやすい

一般的に表面の硬度が低いのでわずかな摩擦でも傷がつきやすく、その傷の補修は困難である。

汚れやすい

静電気を帯やすく、表面には塵やほこりが付着し、汚れが目立ち美観を損なう。

その汚れを拭うとき、摩擦によって傷がつきやすい。

寸法確保と寸法安定性が良くない

切削加工による金属製品と比較して、成形品は加熱を伴う塑性加工であるから、体積収縮や温度、湿度、経年変化などにより製品寸法とその安定性の確保が困難である。

耐久性が劣る

強度、表面の硬度と光沢、透明性など合成樹脂は、太陽光線や紫外線、風雨などによる耐候性の面では非常に劣る一面を持っている。

などの多くの短所も併せ持っている。

これらの短所をよく認識したうえで使用するか、その短所をうまく利用すれば非常に便利なものとなると思う。

合成樹脂自体は、まだ開発段階との見方もあるので、各方面で技術開発や改良が日夜行われており、強度、耐熱性、耐候性などこれらの短所を補う新しい材料や加工法、加工技術が実現しつつある。

2.5 成形法の種類

プラスチックの成形加工法を大きく分類すると、液体、熔融または軟化状態の材料を所定の形状、寸法に仕上げられた金型の内部に注入して成形品を得る型物加工と、液体または熔融状の材料を所定の形状、寸法に仕上げられた間隙から連続的に押し出

して連続した成形品を得る方法とに大別できる。

前者は、圧縮成形法や射出成形法などがその例で、ブロック物を1サイクルで1～数個（時として数十個）成形する加工法である。

一方後者は、代表的な成形加工法として押し出し成形法がその例である。

パイプ、フィルム、シートなどのようなエンドレスの長尺物を連続的に成形加工する方法である。金型の形状によって板物、中空棒（パイプ）や中実棒、シート、異形材など各種断面形状の製品を成形加工することができる。

また、使用する成形材料の性質から、熱硬化性樹脂の成形加工法と熱可塑性樹脂の成形加工法とに大別できる。

成形加工にあたっては、使用する材料の種類、成形品の形状、大きさ、寸法精度、生産数量、インサートの有無などを勘案し、それに適した成形法を選択する。

図5に各種成形法の種類と主な製品例を示す。

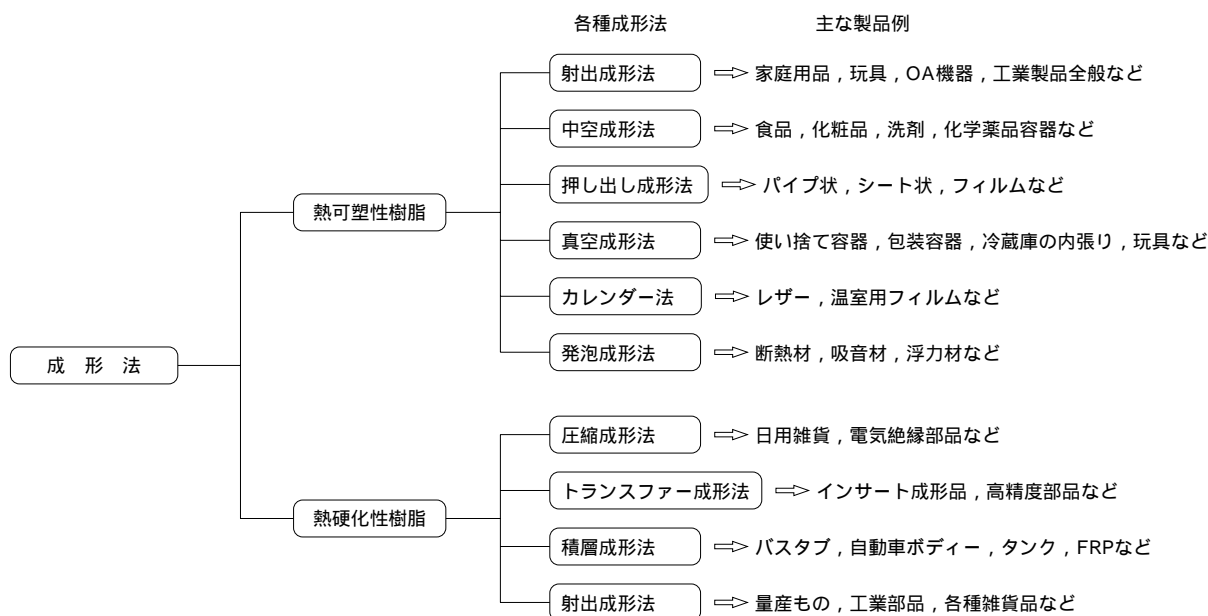


図5 各種成形法の種類と主な製品例