

# 住宅とプラスチック

## 第1部プラスチック材の性状と加工

永井芳男

### 1. 緒言

“20世紀の前半は鉄とコンクリートが建築形態を支配したが後半はプラスチックが建築内外の容姿を一変するであろう”といわれる。近代化学技術の産んだ透明性と可塑性と着色性とを有し、しかも力学的要求をも満足し得るプラスチックは特に未研の曠であつて使用者のアイディアによつて、われわれはただちに美と実用の渾然たる世界に導かれることであろう。プラスチックは夢多き材料である。

### 2. 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) 用途による分類等があるが、普通は大雑把に次のような原料または単位構造による表現が通用している。

石炭酸樹脂 (Phenolic resin), 尿素樹脂 (Urea resin) メラミン樹脂 (Melamine resin), アニリン樹脂 (Aniline resin) 珪素樹脂 (Silicone resin), アクリル樹脂\* (Acrylic resin), スチロール樹脂\* (Styrene resin), ポリアミド樹脂 (Polyamide resin), ポリエステル樹脂: アルキッド樹脂 (Poly ester resin; Alkyd resin), ビニール樹脂 (Vinylresin), セルロイド, 酢酸纖維素 アクリロニトリル樹脂 (Acrylonitril resin)

\*「ポリ」を冠頭につけた表現もされている。

また、これらは石炭酸樹脂のように熱硬化性 (Thermo setting) のものとビニール樹脂のように熱可塑性 (Thermo plastic) のものに2大別される。前者は加熱により硬化固定し、そのものは更に熱を加えても軟くはならないもので、後者は熱の与除に従いそれぞれ軟硬の性質を随時示すものである。プラスチック利用にはこの性質を特に注目することが重要で、成型加工に密接な関係をもつものである。

### 3. 種類と性質

すでに近代化学の物質構造論は工業化学材料の構造と性質に関して明快な解答を与えている。すなわち、滑石、石墨の構造はその減摩作用と共に分る構造も平面でありダイヤモンド、鋼玉、炭化硼素等の研摩材はその分る構

造も三方向に角張つた立体的構造である。熱可塑性物質はすべてが線状構造の集りであり、熱硬化性物質はビルディングの鉄骨構造のように立体的である。極めて常識的なことであるが、構造と性質の関係を大雑把につかむ鍵である。

種類と性質を第1表に示す。

### 4. 成型加工

#### (1) 成型粉

一般に成型粉 (コンパウンド) は次のような成分からできている。1) 結合剤 (Binder), プラスチックがこれに当る。2) 充填剤 (Filler), 結合剤の担体で、機械的強度, 耐熱性, その他欲する性質を成型品に賦与するためのもの, (例: 木粉, 石綿, 屑綿, ツック等) プラスチックのみ (ストレートという) で充分の場合はもちろん不要である。3) 着色剤 (Colorant) 顔料, 染料等で成型品に色彩を与えるもの, 4) 潤滑剤 (Lubricant) 型離れをよくするためのもの (例: ステアリン酸塩, シリコン油等) 5) 可塑剤 (Plasticizer) 成型粉の流動性を増し, かつ成型品に柔軟性を与えるもの (例: DOP, BPBG 等) 熱硬化性のものにはその性質上不要である。6) 熱硬化触媒 (Thermo Setting Catalyst), 熱硬化の時間短縮並に低温処理の目的のため用う。 (例: イキサメチレンテトラミン等) 熱可塑性のものにはその性質上不要である。

この成型粉を加熱により一時的に流動性として、その間に型中に入れていわゆる成型するのであるが、この際注目すべきことは熱硬化性のものである。一般に熱硬化は原料より線状重合を経て (A段階レジンという。これに上記諸剤を加えたものをB段階レジンという。) 立体縮合迄に発達するのであり、前者は軟化点低く普通粘潤性であり後者は硬化状態 (C段階レジンという) である。成型にはB段階レジンが使われるのである。

#### (2) 金型

成型に使用する金型の種類には次の基本的な9種がある。

- 1) フラッシュ型 (Flash mold; Over flow mold)
- 2) ランド面のあるプランジャー型 (Landed plunger mold), 3) 仕込用シューのある型 (Loading shoe mold)
- 4) ポジティブ型 (Positive mold), 5) セミポジティブ型 (Semipositive mold), 6) サブキャビティ・ギヤ



ング型 (Subcavity gang mold), 7) スプリット・キャビティ型 (Split cavity mold), 8) ストリッパー・プレート型 (Stripper plate mold), 9) 標準フレーム型 (Standard frame mold)

(3) 成型準備作業

熱硬化性材料を圧縮成型又はトランスファー成型によつて加工する場合には、あらかじめ成型粉末を圧縮して一定の形としておくことと便利である。これをプレフォーミング (Preforming) といひ圧縮したものはタブレット (Tablet) 又はプレフォーム (Pr. form) と呼ばれる。

又、加工する前にあらかじめ或程度加熱しておけば、時間の短縮、操作の容易性等が得られて便利であるが、現在は高周波予熱法と蒸気予熱法の二つがある。

(4) 加工

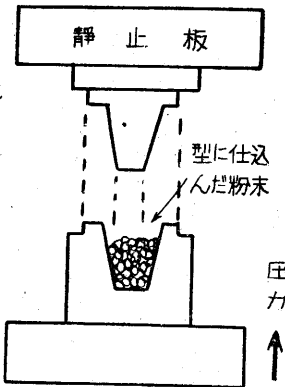
加工法は原理的に異つた種々の方法が考案されている

(a) 流込成型 (Casting) 最も簡単な方法であるが樹脂は重力のみによつて注入しうるいわゆる流込型でなければならない。(成型温度 100°C 以下) すなわち、フェノール系並に尿素 B 系段階レジン、半重合の流動性のメタアクリル酸メチル樹脂並にアリアル樹脂等に用いられる。

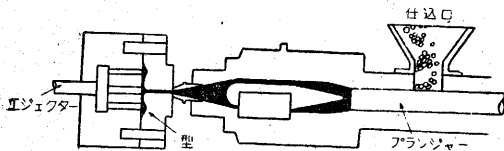
(b) 圧縮成型 (Compression molding) 普通水圧乃至油型により城力をかける冷温式と加温式とがあり、前者は 20°C 以下、後者は 100~200°C 3g~350 kg/cm<sup>2</sup> が樹脂の種類によりきめられる。

(c) 射出成型 (Injection molding) 熱で軟化されたプラスチックを

冷い型に押込んで最終品に成型する成型法、1回の最大射出量 24~32 oz, 毎分6回の射出、840~2100 kg/cm<sup>2</sup>



第1図 圧縮成型の原理



第2図 射出成型の原理

(d) 移送成型 (Transfer molding) 熱硬化物の半注入成型ができるように設計された型による成型、小型で比較的製作費のかからない金型で、高速度生産を行うに適する、毎分6回の移送城力 210~840 kg/cm<sup>2</sup>

(e) 噴射成型 (Jet molding) 高温において分解を起すような樹脂の高速度成型に用いられる。

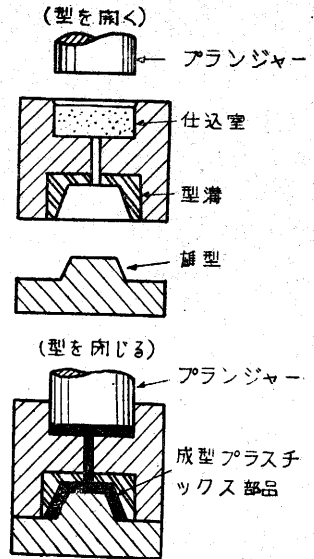
(f) 押圧加工

(Extrusion) 温度を調節した加熱部に材料を入れ、これを可塑化し、次でスクリウ装置によつて加圧前進せしめオリフィス又は口金を通して一定の形状を与えるもの、フィルムシート、繊維、チューブ、特殊形状の断面をもつ棒等容易に作られる。

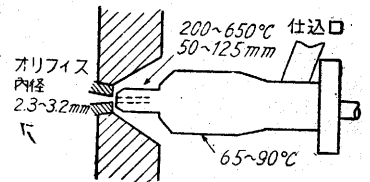
(g) 積層加工 (Laminating)

木板、布、金属等を樹脂により加塑接着硬化したものをベニヤ板はこの代表例、別に説明する迄もない。ただ特殊のベニヤ製造法としてバイダル法 (Vidal 法) とジュラモルト法 (Dura mold process) がある。彎

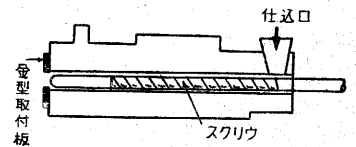
曲ベニヤに好適である。なお、ベニヤ (Plywood) は一般に薄いが積層品 (Laminates) はベニヤよりずつと厚い



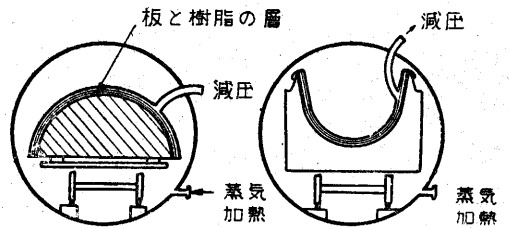
第3図 移送成型の原理



第4図 噴射成型の原理



第5図 スクリウ押出加工の原理



第6図 バイダル法ジュラモールド法

なお、これ等の他空胴製品を作るに適したブロー成型 (Blow molding), 周知のカレンダー法やペースト法によるシート加工 (Sheeting) があるが省略する。

5. 利用のための選定要件

多種類のプラスチックと多方面の用途を最適に結びつけなければならない。それには実利性、加工性、外観値段の四つの点から考えることが望ましい。参考データを第2表に概示する。

第 2 表 S: 熱硬化性, P: 可塑性

|    | プラスチック             | 分類           | 素材の形状                                              | 加工法                                            | 特徴                           | 用途例                                |
|----|--------------------|--------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1  | アルリ樹脂              | S            | 液状樹脂, 板, 管, 棒                                      | 流込成型, 積層加工                                     | 透明, 表面硬度大                    | 宝石模造品, レンズ, 裝飾容器                   |
| 2  | アニリン・フォルムアルデヒド樹脂   | S・P<br>(制限付) | 成型粉, ワニス, 標準素材                                     | 圧縮成型, 射出成型(粉), 含浸, クォーシング, 機械加工                | 電気絶縁性良, 誘電損失小, 絶縁性大, 耐候性大    | 高周波用電気部品, 特に屋外用                    |
| 3  | メラミン樹脂             | S            | 成型粉, 樹脂溶液                                          | 圧縮成型, 含浸, 塗装, 機械加工                             | 耐電流性大, 透明, 着色性良              | 台所用品, 電気器具, 壁板, テーブルトップ, 接着剤       |
| 4  | フェノール・フォルムアルデヒド樹脂  | S            | 成型粉, 積層品, 流込注型用樹脂, リニス                             | 圧縮成型, 押出加工(制限付) 移送成型, 積層加工, 塗装, 含浸, 流込成型, 機械加工 | 耐熱性大, 表面硬度大, 機械強度大, 絶縁性大     | 計器外函, 絶縁物, ツマミ, 保護塗料, 大型構造の部品, 人造漆 |
| 5  | 流込成型用フェノール・レジジン    | S・P<br>(制限付) | 液状樹脂, 流込成型板, 標準方法の素材                               | 流込成型, 機械加工                                     | 外觀良, 耐性良                     | 室内装飾品, 電気計器, カバーキャビネット, 把手         |
| 6  | レゾルシン・フォルムアルデヒド樹脂  | S            | 樹脂溶液                                               | 含浸, 接着, 流込成型                                   | 耐水性良, 低溫硬化, 木材に親和性大          | 木材家具, ベニヤ                          |
| 7  | 尿素樹脂               | S            | 成型粉( $\alpha$ -纖維素入)                               | 圧縮成型, 接着塗料                                     | 4と同じ, 着色性良好                  | 裝飾外函, 接着剤, 人造漆, テーブルトップ            |
| 8  | 珪素樹脂               | S            | 固体樹脂, 珪素ゴム, グリース油, ワニス, 標準寸法の板等                    | 塗装, 含浸, 積層加工                                   | 高濕に於ける電気特性良, 耐水性大, 耐薬品性大     | 電線, 絶縁物, 把手, 接着剤, ペイント, 防水塗料       |
| 9  | 不飽和ポリエステル          | S            | 液状樹脂, 半固状樹脂, 標準寸法の素材                               | 含浸, 積層加工, 低圧成型                                 | 常圧熱硬化                        |                                    |
| 10 | アクリル樹脂             | P            | 成型粉, 液状樹脂, 溶液, 乳化液, 標準寸法の板, 棒, 管                   | 射出成型, 圧縮成型, 押出加工, 流込成型, 塗装, フォーミング, 機械加工       | 耐候性良, 光学的透明, 尖端照明            | 窓ガラス, 家具, 塗料, 照明具                  |
| 11 | アルキッド樹脂            | P            | 空乾性樹脂の溶液及乳化液, 不乾性樹脂の溶液, 高磁硬質樹脂                     | 塗装, 接着                                         | 速乾性皮膜強靱                      | ペイント, エナメル, インキ                    |
| 12 | ポリアミド(ナイロン, アミラン)  | P            | 成型粉, 纖維, ロープ, 板, 棒, 管                              | 射出成型, 押出加工, フォーミング, 機械加工                       | 粉砕困難, 高濕物理特大, 耐薬品性大          | ワイヤー被覆, チューブ, 布, 塗料, 室内装飾品         |
| 13 | ポリエチレン             | P            | 成型粉, 標準寸法の素材, フィルム                                 | 圧縮成型, 押出加工, 射出成型, プロー成型, 機械加工                  | 高周波特性良, 耐湿性良, 耐薬品性良, 比重小     | ワイヤー被覆, ホース内張り                     |
| 14 | ポリステロール及びコーポリマー    | P・S<br>(制限付) | 成型粉, フィルム, 液状樹脂, 乳化液, 溶液                           | 射出成型, 圧縮成型, 押出加工, 流込成型, 含浸, 塗装                 | 吸湿性小, 低廉, 高周波特性良             | 照明器具, 壁タイル, 食器                     |
| 15 | ポリ四弗化エチレン(Teflon)  | P            | 標準寸法の板, 棒, 管, テープ                                  | 機械加工, 打抜加工, 射出成型, 押出成型                         | 耐熱性大, 耐薬品性極めて大, 高価           | バルブ・パッキング, 隔膜                      |
| 16 | ポリビニルアセタール         | P            | 成型品, 液状樹脂, 溶液, 標準寸法の板, 素材                          | 圧縮成型, 射出成型, 押出加工, 塗装                           | 冷流流動小, 表面硬度大, 強靱             | 接着剤                                |
| 17 | ポリ酢酸ビニル            | P            | 粉末, 溶液, 乳化液                                        | 射出成型, 圧縮成型, 塗装                                 | 接着力大                         | 接着剤, ラッカー                          |
| 18 | ポリビニルアルコール(ボパール)   | P            | 粉末, 水溶液, 標準寸法の板, 棒, 管, フィルム                        | 圧縮成型, 押出加工, 塗装                                 | 溶剤, グリセロール耐性大, 水溶性           | 溶剤用ホース                             |
| 19 | ポリビニルブチラール         | P            | 成型粉, ラッカー                                          | 圧縮成型, 射出成型, 押出加工, カレンダー加工, 接着含浸, 塗装            | 低漣可撓性大, 透明度大, 接着性大           | 安全ガラス中間張, 織物, 接着剤, 家具              |
| 20 | ポリビニルカルバゾール        | P            | 成型粉, 樹脂溶液                                          | 圧縮成型, 射出成型, 押出加工, 含浸, 塗装                       | 耐熱性大, 絶縁性大, 耐湿性大             | 絶縁物, 布, 紙の防湿剤                      |
| 21 | ポリ塩化ビニル            | P            | 成型粉, 樹脂溶液, 乳化液                                     | 圧縮成型, 射出成型, 押出加工, カレンダー加工, 含浸                  | 耐湿性良, 不燃性, 耐薬品性良, 熱融着可能      | 絶縁用チューブ, タンク内張, カーテン, 床タイル, 床張り布   |
| 22 | 塩化ビニル・酢酸ビニル・コーポリマー | P            | 成型粉, 溶液, 分散液, 標準寸法の板, 管, 棒, フィルム                   | 射出成型, 圧縮成型, カレンダー加工, 含浸, 塗装                    | 不燃性, 耐湿性, 耐薬品性大, 熱融着可能, 寸法安定 | 絶縁物, 窓ガラス, カーテン, ラッカー              |
| 23 | ポリ塩化ビニリデン          | P            | 成型コンパウンド, ラテックス, 乳化液, ラッカー, 標準寸法の板, 棒, 管, フィルム, 纖維 | 射出成型, 圧縮成型, 押出加工, 塗装                           | 耐候性大, 耐薬品性優秀, 強靱             | 管, タンク内張り, 家具, 容器, 織物, フィルター布, 等   |
| 24 | 酢酸セルローズ            | P            | 成型粉, 標準寸法の板, 棒, 管, フィルム, 素材                        | 射出成型, 圧縮成型, 押出加工, カレンダー加工, 機械加工                | 機械的強度大, 着色性良                 | 一般室内品                              |

文 献

プラスチックの化学と技術 (506頁) R・ナウス著, 永井・山崎・石井・安倍・山下訳, 朝倉書店 1,500 円 (昭 25)

合成樹脂加工技術 (295 頁) 櫻井・中村著, 丸善 500 円 (昭 25)

【附記】 データのある部分は早瀬友二氏 (紅屋商店) の示唆によつた。ここに深謝する。