PLASTICS LIFE

ぷらすちっく・らいふ

〈4〉ファッション

装う・飾る “ノーアイロン”のキャッフレーズで知られる合成繊維もプラスチックの一種である。1935年、高価で手に入りにくい絹に代わる繊維の開発をめざしたアメリカの化学者カロザスが、コールタールに含まれる分子をもとにナイロンを発明したのがきっかけで、今日では、三大合繊と呼ばれる“エステル、ナイロン、アクリル”を始め様々なプラスチックが繊維として利用され、被服・装飾面で私たちの生活を彩ってくれている。

●明治時代の初め頃、日本の髪飾りはべっこうやサンゴに似せたセルロイドで作られていた。日本のプラスチック工業の夜明けの時代のことである。

●装飾性が重視されるボタンには、アセテート樹脂や不飽和ポリエステルといった着色しやすい材料が使われている。一方、機械的な強度が要求されるホックやファスナーには、ポリアセタールやポリアミドのような高性能プラスチックが用いられている。

●合成皮革もプラスチック製品の傑作。特に銀皮タイプの靴は、雨に濡れても型くずれしないため実用性の高い靴として好評。その他にも合成皮革は、カバンやジャケット、インテリア等に用いられている。

●衝撃に強く軽いという理由から開発されたのがプラスチックの眼鏡レンズ。現在、最も多く使われているのがポリジエチレングリコールビスアリルカーボネートで、光学的特性に優れている上、比重はガラスの半分という特性がある。

ナイロン誕生秘話

人類が始めて人工的に作った本格的な合成繊維・ナイロン。その研究・発明を行なったのが、デュポン社から要請されたカロザス博士である。

1928年、当時、ゴムやセルロース(繊維素)といった天然高分子物の分子は、鎖状の形をした大変に細長いもので、一定の構造を持つ単量体が何千何百と重合したもの。またゴムはイソプレンが、そしてセルロースはぶどう糖がつながったものであるということがわかっていた。

とはいうものの実験は決して容易ではなく、研究員のヒル博士が、重合できた鎖状高分子の物質から糸のように伸び、かつ伸ばせば伸ばすほど強さを増す性質のものを発明したのが1930年のこと。織物用繊維として利用できる見通しが立つまでには、さらに5年の歳月を擁している。

1938年、試験工場の運転に伴い、デュポン社はニューヨークにて劇的なナイロン発表の記者会見を行なう。この時に述べられた「鋼鉄より強く、蜘蛛の糸より細く、石炭と空気と水から作られた優れた弾性と光沢を持つタンパク類似の繊維」という言葉は、後世に残る名文句として名高い。

翌1939年、デラウェア州に生産工場を建設。そして40年になるとナイロン靴下が発表され、世界中で大ブームを巻き起こすようになっていく。なにしろ絹に似た光沢を持ち、しかも弾力・耐久性に優れ、透明でふしもないのだから、女性たちが飛び付いたのもうなずけよう。

もちろん、このブームは日本にも飛び火するのだが、ナイロン発表当時の日本は、折しも日中戦争の真っ最中。新聞でも経済欄のコラムで簡単に紹介されただけであった。

またナイロンの発明者であり、プラスチック史への多大なる貢献者でもあるカロザス博士は、このブームを目にすることなく、1937年、42歳で自らの命を絶っている。

その後、ナイロンは繊維としてだけでなく、糸やシートといったプラスチック成形の用途も果たしていった事実を考えると、なんとも皮肉な結末である。

※内田安三監修「プラスチック」(フレーベル館発行)、野口逢彌著「プラスチック時代」(講談社発行)、本山卓彦著「おもしろいプラスチックのはなし」(日刊工業新聞社発行)、中村次雄／佐藤功共著「選ぶ・つくる・使う　初歩から学ぶプラスチック」(工業調査会発行)より一部抜粋・要約した。

株式會社 名機製作所

●本社・工場
〒474 愛知県大府市北崎町大根2 ☎〈0562〉48−2111㈹ FAX〈0562〉47−2316
●東京支店
〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1(国際ビル) ☎〈03〉3212−7731㈹ FAX〈03〉3212−7730
●関東支店
〒362 埼玉県上尾市大字平塚字西原840-1 ☎〈048〉776−3811㈹ FAX〈048〉776−3815
●中部支店
〒474 愛知県大府市北崎町大根2 ☎〈0562〉47−2391㈹ FAX〈0562〉47−2395
●大阪支店
〒564 大阪府吹田市南吹田3-4-32 ☎〈06〉386−2151㈹ FAX〈06〉386−0932
●足利営業所
〒329-42 栃木県足利市迫間町字西浦445 ☎〈0284〉91−0816㈹ FAX〈0284〉91−0044
●厚木営業所
〒243-02 神奈川県厚木市飯山2120-11 ☎〈0462〉42−0493㈹ FAX〈0462〉42−2046
●静岡営業所
〒422 静岡県静岡市敷地2-22-23 ☎〈054〉238−0826㈹ FAX〈054〉238−0827
●北陸営業所
〒933 富山県高岡市井口本江494 ☎〈0766〉24−1012㈹ FAX〈0766〉24−1014
●広島営業所
〒734 広島県広島市南区東本浦町11-4 ☎〈082〉283−7941㈹ FAX〈082〉283−7948
●九州営業所
〒816 福岡県大野城市大城1-24-1 ☎〈092〉503−5882㈹ FAX〈092〉503−5890
●本社技術センタ
〒474 愛知県大府市北崎町大根2 ☎〈0562〉48−2111㈹ FAX〈0562〉47−2317
●東京テクニカルセンタ
〒362 埼玉県上尾市大字平塚字西原840-1 ☎〈048〉776−3811㈹ FAX〈048〉776−3815
●大阪成形センタ
〒564 大阪府吹田市南吹田3-4-32 ☎〈06〉386−2151㈹ FAX〈06〉386−0932
●仙台出張所
〒982 宮城県仙台市太白区大野田字王ノ壇7-1 ☎〈022〉248−3130 FAX〈022〉247−9605
●郡山出張所
〒963 福島県郡山市小原田2-18-14 ☎〈0249〉42−2031 FAX〈0249〉42−2032
●新潟出張所
〒955 新潟県三条市下坂井7-19-1 ☎〈0256〉35−3164 FAX〈0256〉35−7190
●高崎出張所
〒370 群馬県高崎市中居町1-4-12 ☎〈0273〉53−4322 FAX〈0273〉53−4323
●水戸出張所
〒310 茨城県水戸市元吉田町字原2062-5 ☎〈0292〉47−2667 FAX〈0292〉47−1691
●伊那出張所
〒396 長野県伊那市大字伊那5710-1 ☎〈0265〉76−9374 FAX〈0265〉76−9374
●浜松出張所
〒437-11 静岡県磐田郡浅羽町長溝738-16 ☎〈0538〉23−7637 FAX〈0538〉23−7638
●三重出張所
〒514 三重県津市大字藤方1563-1 ☎〈0592〉23−1671 FAX〈0592〉23−1672
●岐阜出張所
〒501-61 岐阜県羽島郡岐南町上印食8-104 ☎〈0582〉47−2674 FAX〈0582〉47−2674
●滋賀出張所
〒525 滋賀県草津市南山田町1100-15 ☎〈0775〉64−1645 FAX〈0775〉63−8983
●奈良出張所
〒634 奈良県橿原市石原田町203-9 ☎〈07442〉3−7771 FAX〈07442〉3−7771
●姫路出張所
〒679-22 兵庫県神崎郡福崎町南田原3156-7 ☎〈07902〉2−6040 FAX〈07902〉2−6379

'95.11.1000K

MEIKI NEWS

1995年8月発行　No. 151

■発行責任者　土師良一　名機ニュース

特集 低圧射出成形法

1 射出圧縮成形(型締圧力6段制御)

2 低圧高速成形(DFシリーズ)

ぷらすちっく・らいふ

〈4〉ファッション― 装う・飾る

MEIKI

●地球にやさしいプラスチック文化の創造――私たちのテーマです。

1/2の力で、ひけ、そり、ひずみレス。

M-100B-DF-DM

低圧射出成形法

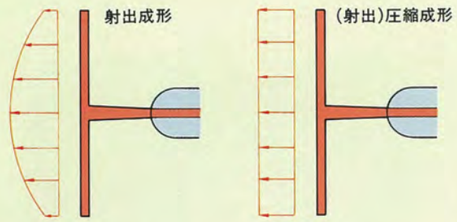
成形品のコストダウンや付加価値を高めるための手段として今、注目されている成形法に低圧射出成形法があります。

低圧射出成形法には射出圧縮成形、射出プレス成形、ガス射出成形、低圧高速成形、フローモールディング等がありますが、今回は射出圧縮成形と低圧高速成形について、その概略と成形事例について紹介します。

1 射出圧縮成形

一般の射出成形では、あらかじめ閉鎖されたキャビティに溶融樹脂を高圧充填するので大きな分子配向が起こります。この配向は流れの方向とそれに直角の方向とでは異なった収縮挙動を示し、成形品の歪みの原因となります。また保圧工程では高い保持圧力をゲートやランナーを介しておこなうため、さらに強い保圧配向が現れます。これに対して射出圧縮成形は、低い型締力や圧縮ストローク分だけ大きくした金型空間に溶融樹脂を充填し、樹脂の加圧を型締力や金型内のコアを利用して行うため、歪のない、均一な成形品が得られます。

図－1

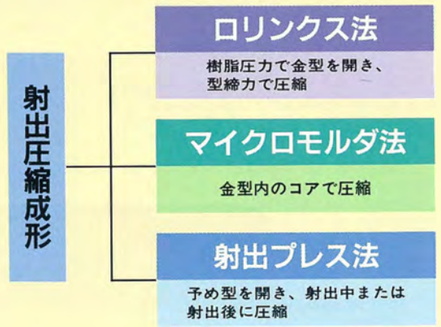


図－1 キャビティ内樹脂圧の分布の違い

1) 射出圧縮成形の分類

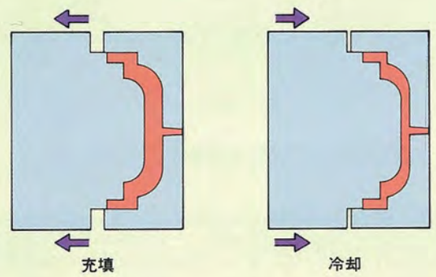
射出圧縮成形は、目的とする成形品により次の３つの方法に分類できます。

表1 射出圧縮成形の分類



1 ロリンクス法

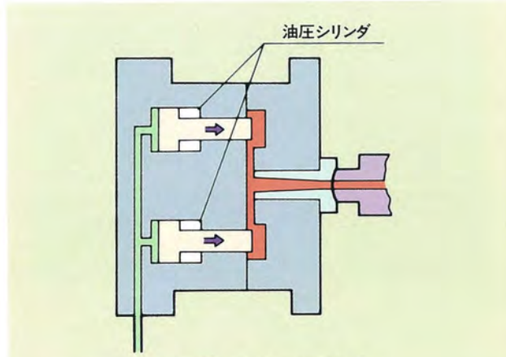
1960年代、イギリスのロリンクス社が低い型締力によって、より大きな成形品を得る方法として開発したのが始まりとされています。



図－2 ロリンクス法

2 マイクロモルダ法

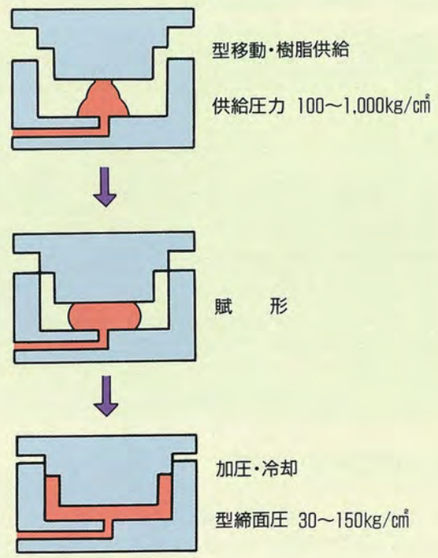
マイクロモルダ法は、キャビティ内の樹脂を部分的に加圧するもので、型締力によって金型の分割面を閉じ、充填後、別の独立した加圧装置によって樹脂に圧縮力を加える方法です。樹脂への圧縮力は樹脂の一部分にだけ働くもので、いわば部分的な射出圧縮成形法ともいえます。



図－3 マイクロモルダ法

3 射出プレス法

最近注目されている成形法で、あらかじめ圧縮ストローク分だけ開いた金型空間に溶融樹脂を射出し、充填中または充填完了した時点で金型を閉じ、型締力で圧縮を行うものです。



図－4 射出プレス法の一例

射出圧縮成形法の金型構造と適応成形品をまとめてみると次のようになります。

表2　金型構造と適応成形品

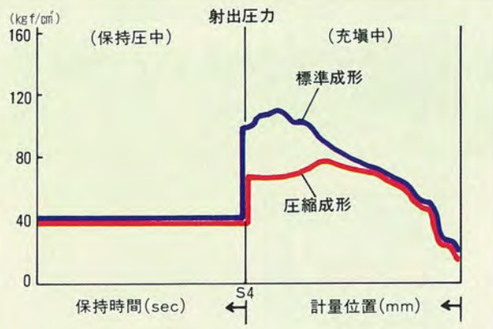
圧縮方法	金型構造（PL）	適応成形品
ロリンクス法	ポジティブタイプ	小物から大物成形品
マイクロモルダ法	フラッシュタイプ	小物精密成形品
射出プレス法	ポジティブタイプ	大物表面加飾成形品

2）射出圧縮成形の特長と事例

（型締圧力6段制御の効果）

1 射出充塡圧力の低減

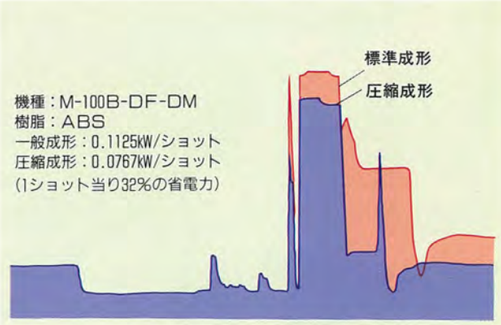
低い型締力で金型を閉じ射出充塡すると、型締力が射出圧力に負け金型が開く（または射出前から金型を開いておく）ため、材料流路の抵抗はきわめて小さく、単位投影面積当りの成形圧力は一般の射出成形の数分の１で成形できます。



グラフ－1　射出充塡圧力の比較

2 消費電力量の低減

一般成形では、充塡工程の流動抵抗が高く保圧工程でも成形品の末端まで保持圧力をかけるので、高い射出圧力と長い保持時間を必要とします。また冷却工程では樹脂の転写不足を補うため、長い冷却時間をかけることになります。射出圧縮成形ではこれらが解消され、消費電力量の低減を図ることができます。



グラフ－2　電力量の比較

3 成形品のソリ

分子配向の少ない射出圧縮成形は、成形品に歪を生じさせないことが次の例でも良く分ると思います。
一般成形では、成形品のソリが3.0mm以上となり、治具を使用しソリを矯正していましたが、射出圧縮成形では、成形品のソリを0.5mmに抑えることができました。

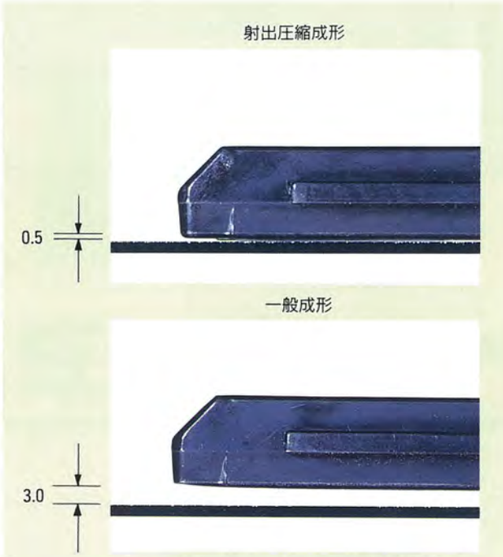


写真1　射出圧縮成形と一般成形のソリ比較

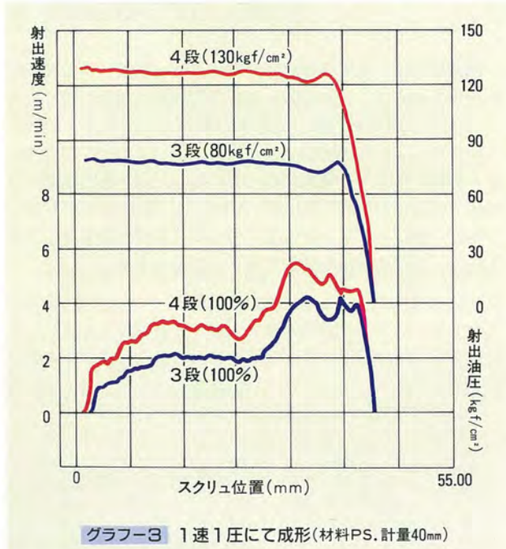
4 成形品のガス焼け対策

一般成形では、金型を高い型締力で保持し、高速射出するため、ガスベントの効果が減少し、成形品の最終充塡位置のガス焼けは避けられません。射出圧縮成形では低い型締圧で充塡圧力を受け、射出充塡中は金型の分割面から積極的にキャビティ内のエア、モノマーガスを排出することで、成形品の艶不良を防止することができます。

写真2　射出圧縮成形(左)と一般成形(右)との表面比較

2 低圧高速成形

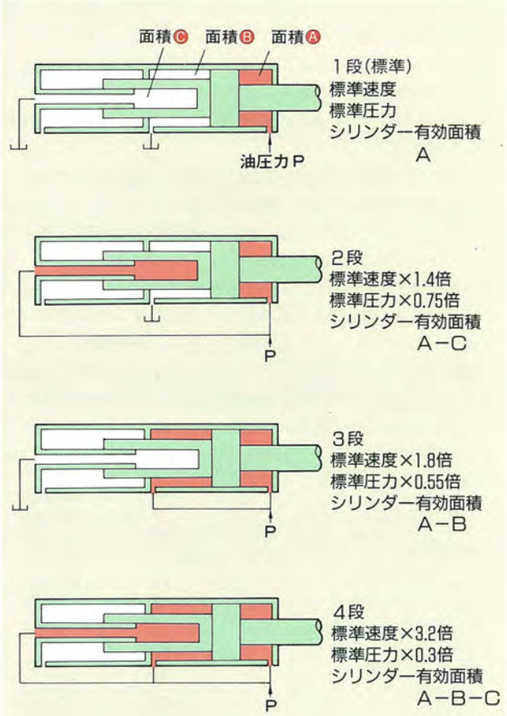
一般的には、射出充塡は速度制御であり、射出圧力は最大速度を確保するための圧力に設定されています。このため充塡過程でのピーク圧力は避けられず、成形品のソリ、バリ、細いコアピンの折損等の不良現象の要因となっています。これに対して低圧高速成形は、基本的には一速一圧の圧力制御であり、充塡初期には速度は速く、充塡完了と共に速度は遅くなってきます。一方、圧力は充塡途中から設定圧力となり、ピーク圧力がカットされ一定となります。



グラフ－3　1速1圧にて成形(材料PS.計量40mm)

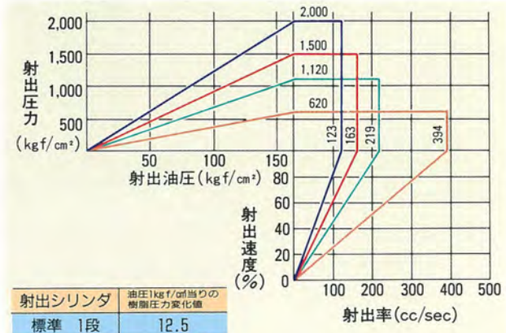
1）低圧高速成形法

当社の低圧高速成形機（ＤＦシリーズ）は、4段階の射出パターンの選択ができます。



図－5　低圧高速射出シリンダ(油圧160kgf/cm²)
M-100B-DF-DM

Ⓐに圧油を入れⒷ、Ⓒをタンクポートに接続すれば、従来機と同じ射出率と射出圧力が得られる１段となります。
図-6の線図に示すように、M-100B-DF-DMの場合、最大射出率は123cc/sec、最大射出圧力は2000kgf/cm²(このとき油圧回路圧は160kgf/cm²）となります。



射出シリンダ	油圧1kgf/cm²当りの樹脂圧力変化値
標準　1段	12.5
2段	9.4
3段	7.0
4段	3.9

単位：kgf/cm²

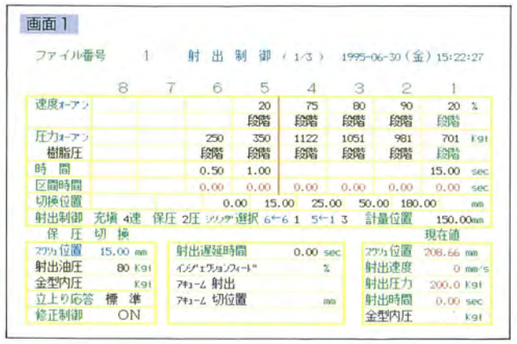
図－6　射出率と射出圧力線図

２段はⒶ、Ⓒに圧油を入れる場合です。Ⓒの圧油はⒶと差動回路を形成しⒶに入るように働き、結果としてⒶ－Ⓒの力でスクリュが前進することになり、１段より小さい射出圧力と大きい射出率が得られることになります。このようにして、射出圧力は１段から４段に変わるにつれて小さくなり、逆に射出率は大きくなります。

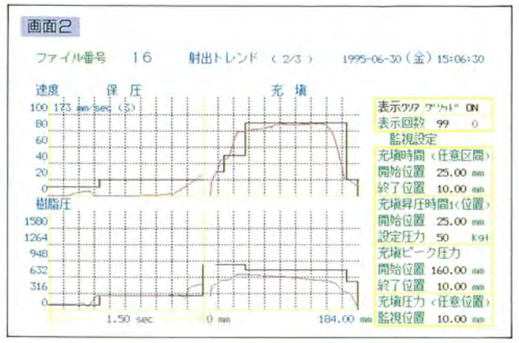
この低圧高速成形機の設定は、MEIKI VISTAC-1000により、簡単かつ間違いのない設定が可能となります。たとえば射出圧力、スクリュ背圧は、従来の油圧の他に樹脂圧でも設定ができるため、４段階の射出パターン選択時、煩わしい油圧・樹脂圧の換算表による確認が不要となります（射出圧力設定値は樹脂圧設定値が基準となり油圧力が自動変換されると共に、設定フィールドも変換されます）。画面１

速度トレンドは、選択したシリンダでのMAX速度を100%表示すると共に、100%時の速度値がmm/secにて表示されます。シリンダの切り換えは、射出工程中の充塡から保圧１段目と保圧２段目以降の２工程に分かれているため、保圧は従来機と同圧まで上げることが可能です。画面２

画面１



画面２



2）低圧高速成形の特長と事例

1 重量バラツキの低減とコアピンの折損防止

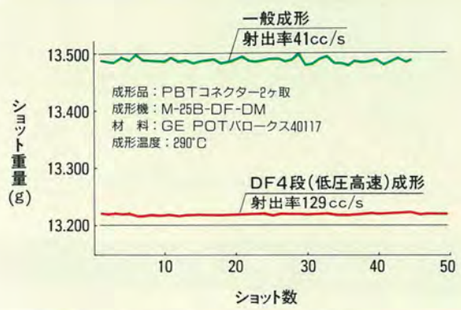
機種／M-25B-DF-DM(4段使用)

材料／PBT

表3 重量バラツキ比較

	一般成形	低圧高速成形
MAX	13.498g	13.228g
MIN	13.476g	13.215g
R	0.022g	0.013g
$\bar{X}$	13.486g	13.221g
σn-1	0.0046g	0.0023g
CV値	0.000344	0.000176

一般成形では、低圧高速成形の場合と比べ重量バラツキ幅が約２倍と大きく、しかも同一条件下で成形品重量が重くなっています。これは保持圧切換え時のピーク圧が大きく起因しています。またこの成形品の金型には細いコアピンが立ち、よく折損するという現象が起っていましたが、低圧高速の４段圧（樹脂圧MAX640kgf/cm²）を使用し、粘性が上がらないうちに、細いコアピンを低圧でつつみこむ成形をすることによって、ピンの折損を防止することができます。



グラフ－4 一般成形と低圧高速成形による重量バラツキ比較

2 ソリ、歪の緩和

機種／M-100B-DF-DM(3段使用)

材料／PP

L/Tの大きい薄肉成形品であるため、充塡時のズリ応力が大きく、これが歪の原因となっていました。低圧高速成形では、高速充塡するためズリ応力が緩和され、歪の小さい成形品が得られました。

写真3 一般成形(左)と低圧高速成形(右)の比較

3 投影面積の大きい成形品

機種／M-100B-DF-DM(2段使用)

材料／PP

この成形品の投影面積は752cm²で、型内平均樹脂圧力を300kg/cm²に見込むと、一般成形では 225ton 以上の成形機が必要となります。低圧高速成形では樹脂の粘性が低い状態で低圧高速充塡が可能となるため、型締力 100ton でも十分成形可能となりました。

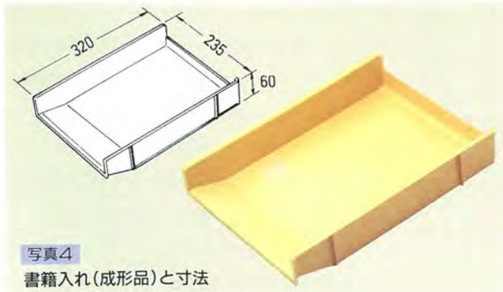


写真4
書籍入れ(成形品)と寸法

4 充塡圧力とソリ量の比較

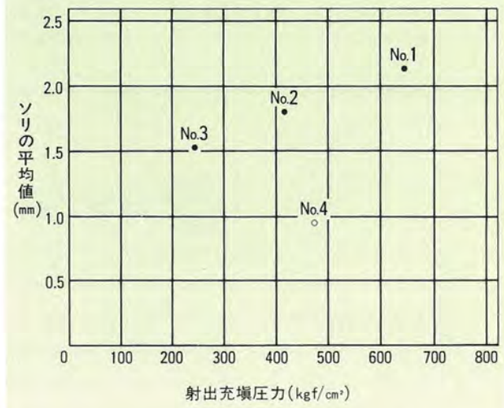
機種／M-100B-DF-DM

材料／PP

表4 成形条件による射出充塡圧力、ソリの平均値の比較

No.	成形条件	射出充塡圧力（kgf/cm²）	ソリの平均値（mm）
1	１段（速度制御）	650	2.123
2	４段（圧力制御）	420	1.780
3	４段（圧力制御）	246	1.516
4	４段（圧力制御＋射出圧縮）	474	0.954

（No.2、3、4の条件はDF4段で設定圧力を変更する）



グラフ－5 充塡射出圧力、ソリの平均値分布

以上述べてきましたように、射出圧縮成形、低圧高速成形は今後ますます盛んに行われると思われます。当社としてもこの成形法の応用として型内ゲートカットや反抗シリンダを使用した射出プレス成形など日々技術開発に取組んでいますのでご相談をお待ちしております。