新しく実用化されたガスアシスト射出成形プロセス (エアーモールドコンツールプロセス)

Hulmut Eckardt*¹・(訳)手塚 昭*²
(訳)遠藤 透*²

1. エアーモールドコンツールプロセスの概要

エアーモールドコンツールプロセス（以下本プロセスと略す）は表面外観にすぐれる成形品を生産するために開発された新しいプロセスである。特に高品質な表面仕上げを必要とする外装用の部品の成形に適している。

2. はじめに

ガスアシスト射出成形プロセス^{1)~4)}が使用され始められてからすでに10年以上が経っており、3000種類以上もの成形品が生産されている。ガスアシスト射出成形プロセスにより成形された製品はすべて内部に少なくとも一つの中空部を形成するという特質をもっていた。すなわちガスアシスト射出成形プロセスで製品を成形する場合、製品中に中空が形成されるよう製品（金型を含め）のデザインを変更せざるを得なかった。製品の的外観上、そののないものが要求された場合、これに対応するために製品中に中空部を形成するという設計をしなければならない。このことが受け入れられない場合がある。すなわちガスチャンネルを設計せずに、しかもボイドを発生させずにガスアシスト射出成形プロセスの特徴を利用して低い型締力で成形したいという要求に答える必要があった。この要求に応えるために本プロセスが開発された。

この新しいプロセスを用いることにより中空部を形成することなくガスアシスト射出成形プロセスの特徴を生かした製品を作り出すことができる。

3. 本プロセスの概要⁵⁾

ポリマーの冷却に起因する収縮をなくすために、ガスが金型キャビティ表面とプラスチックの間に射出される。ガ

スはあらかじめ決められた面に拡がり、プラスチックの冷却中にガスはクッションとしての働きをする。リブの反対側の表面に発生するひけは壁面に対してプラスチックをガス圧により裏側より押しつけることにより防止することができる。このようにしてひけは表面に発生しない。

通常の射出成形において成形機側よりの保圧を必要としているが、本プロセスにおいては保圧としてガスを使用しており、成形機側からの溶融樹脂による保圧は必要としない。また本プロセスは樹脂の流れの末端に対しても効果を発揮し、ひけの発生を防止することが可能となった(図1)。

4. 本プロセスの特徴

本プロセスは、以下に示す数多くの特徴、利点を有している。

①完璧な表面の成形：ガスがキャビティの表面と成形品の間に射出されるので、ガスがクッションとして作用し、キャビティの反対側の金型面にプラスチックを押しつけることによりひけの発生を除去している。したがってリブセクションがあり、しかも完璧な表面を必要とする成

Fig. 1 Principle of surface gas pressure in preventing shrinkage defects

*¹ Hulmut Eckardt
Process and Engineering Dept.
Battenfeld GmbH
D-58540 Meinerzhagen,
Federal Republic of Germany

*² Tezuka, Akira / Endoh, Tohru
月島マシンセールス(株) 営業技術部
東京都中央区月島 2-14-22 月島セントラルビル (〒104-0052)
2000. 6. 1 受理

形品に対してはこの新しいプロセスが適している。

- ②ひけのない成形：従来の成形ではリブ構造のある平板の成形においては、ポリマーの収縮に起因するひけがリブの反対面（肉厚部）に発生するという欠点があった。この問題を解決するには本プロセスを適用することが最適と考える。ガスはプラスチックの射出とは関係なくひけが発生する箇所のみを使用することができる（図2）。

いくつかの部分で種々な厚みをもつ平らなパネル状の成形品は、ほとんどの場合リブ構造であるので、同様な問題（ひけ）が発生している。したがってこのような形状の製品では本プロセスの特徴を生かすことができる。

- ③そりのない成形：成形におけるそりの発生は材料の収縮と内部応力が原因である。内部応力は収縮を防ぐために必要とされる保圧から発生している。保圧の使用による好ましくない影響は冷却がすでに開始されているのに溶融樹脂がゲート中に射出されているということが原因である。

本プロセスでは必要とするより広い部分にガス圧を利用することができる。本プロセスでは樹脂がガス圧により一方の壁にのみ押しつけられる。すなわちガスは一方のみに方向づけられており、従来のプロセスとは異なる方法である。

本プロセスでは通常の射出成形と比べ内部応力は減少し、最終的にそりはほとんど発生しない。

- ④型締め力の減少：ゲートからの保圧方式では、ゲートから樹脂が終着点までに流れる間に圧力ドロップが発生する。例えばひけの問題が樹脂の流れの末端に発生し、10 MPaの圧力がひけを防ぐのに有効である場合は、樹脂の流れに沿って圧力低下があるため、より高い圧力、例えば50 MPaの保持圧力をゲート付近で必要としている。

このことは実際の成形条件以上に高い圧力を設定することであり、言い換えれば実際にはひけが発生しやすい樹脂の流れの末端では最小の圧力となっているということである。

本プロセスは外部ガス圧が必要な場所にのみに正しく作用している。例えば10 MPaの圧力が必要な場合、ガス圧をその付近に適用することが可能である。結果としてキャビティの平均圧力は減らすことができる。成形品の形状にもよるが型締め力は通常の射出成形より30から60%減らすことができる。

- ⑤サイクルタイムの短縮：一般的にサイクルタイムは、非常に薄い成形の場合を除いて、主として冷却時間に影響

される。成形品がリブを有していたり、肉厚が複雑な場合、ひけを少なくするためには高い保持圧力および長い保圧時間が要求される。ガスによりこれらの保圧時間を減らすことができるし、あるいは保圧時間をなくすることも可能となる。磨きのかかった表面とキャビティの間に効果的なガスクッションを与える結果としてより積極的な冷却が可能となる。一方ガス圧がかかっている側に、ある種の断熱効果が見られるが、従来法に比較するとサイクルタイムは短縮されている。すなわち、薄い肉厚あるいは薄い断面のある成形品を作る場合、外観にすぐれる成形品を得るためには保圧時間を長く、また保持圧力を高くしなければならないことがある。このことは結果として冷却時間およびサイクルタイムを延ばすことになる。

本プロセスでは必要とところにガスが使われ、ある場合には今までの成形と比べて溶融温度を下げることも可能である。

- ⑥現有金型の使用：現有の金型で実施できることがこのプロセスの特徴である。必要とする改造の方法は金型構造により異なるが、改造の指示助言が行われる。

さらに、本プロセスの特徴はほとんどの場合、製品のデザインの変更は必要ないということである。

5. アプリケーション

このプロセスの利点から、基本的に下記の分野の成形に適用できる。

- ①一方の表面が滑らかなものの成形：Aクラスの表面を必要とする成形は本プロセスで実現できる。
- ②リブのあるパネル状の成形：特にこの種の成形は従来の方法ではひけやそりを取り除けないというような問題があったが、高品質で、しかも低コストでこれらの成形を行うことができる。
- ③厚さの異なるパネル状の成形：リブのあるパネル状の成形と同じように厚さの異なる板状の成形にも適用できる。
- ④棒状の成形：この種の成形は本プロセスではできない。
- ⑤中空部があると不都合となるものの成形：成形品の内面に中空部があると不具合となるような場合、本プロセスが効果を発揮する。内側には全く中空部が存在しない。

6. 実用化例

- ①化粧ケースのカバー：このケースのデザインは肉厚の薄いもので、外側にひけができていたことを示している。

本プロセスを用いることにより、ガスは金型のコアより出て外部に対してポリマーを押しつけるので、表面はひけのない完全なものができる（図3）。

このカバーは光沢をもったものとなるよう設計された。パウダーファンデーション用のケースに使われるので、内側に目立たないリブがあった。これらのリブは本プロセスを使用しない場合外側にひけを発生させた。

従来の成形法では収縮を防ぐために長時間にわたって非常に高い保圧が必要であった。90秒に及ぶ高い保圧はサイクルタイムが長くなる結果となったが、成形品はひけを防止することができなかった。

さらに、高い保圧の必要性から294 KNの型締め力を必要とした。

Fig. 2 Airmould-Contour

一方本プロセスを使用することにより成形はわずか40秒ですみ、外部には全くひけが発生しなかった。加えて型締め力は147 KNですむ結果となった。

- ②チョコレート型：このチョコレートの型は（図4）究極な意匠面を必要とし、如何なるひけも受け入れられない。内部のリブは強度を維持するため必要とされる。

また従来の射出成形では1960 KNの型締め力を必要とした。本プロセスを用いることにより、ポリカーボネートでの同様の成形品が980 KN以下で成形することができた（図4）。

- ③ギヤボックスカバー：このギヤボックスカバーはABS樹脂で成形されている。カバーの裏側は強度を保つためにリブが交差している。本プロセスの特徴を見るために金型の半分をエアームールドコンツールが使えるように改造した。

同じサイクルタイムで本プロセスでは全くひけなしに成形でき、一方他の半分はひけができたことがはっきり見ることができる。従来の方法での成形では、1960 KNの型締め力が必要であったのに対し、本プロセスでは980 KNの型締めで十分であった（図5）。

Fig. 3 Cover for cosmetic closure

Fig. 4 Container

Fig. 5 Gear box cover

7. 装置

本プロセスのための装置は従来の装置と全く同じものであるが、ガスが金型の中に射出されるという点が従来と異っている。

そして本プロセスを実施するにあたっては従来のガスアシスト射出成形モジュラーシステムのすべての機器を使用できる。ガスアシスト射出成形装置（図6）を本プロセスにも適用できる⁶⁾。

ノウハウは金型の修正方法および金型の中にガスを射出する方法である（図6）。

8. 特許関係

本プロセスは多くの国ですでに登録されている世界的な特許により保護され、バッテンフェルド社は独占的な特許使用権をもっている。

また他のプロセスとの組み合わせも可能である。例えば二色成形⁷⁾と本プロセスとの組み合わせも可能である。

Compressor DE 11

Monomodule

Fig. 6 Airmould modular system

9. 結 論

本プロセスのような先進射出成形プロセスは、産業界に対し多くの可能性を提供する。

特殊な製品のため開発されたプロセスの応用を考えるばかりでなく、プロセスそのもののもつ可能性を追求することが重要である。その結果として、2種以上の射出成形プロセスの組み合わせを検討することも必要になるだろう。

革新的な射出成形プロセスは、製品性能を高め、生産コストを低減する。エアーモールドコントロールプロセスはこのような革新的プロセスの一つであり、将来性に富むプロセスといえる。

*The 14th Annual Meeting of the Polymer processing Society (PPS-14) の提出文書より翻訳

参 考 文 献

- 1) Eckardt, H. and Erritt, J. : *Plastverarbeiter*, (1) (1989)
- 2) Eckardt, H. and Erritt, J. : *Plastverarbeiter*, (2) (1989)
- 3) Eckardt, H. : *SPI Structural Foam Conference*, (4) (1990)
- 4) Eckardt, H. : ガスアシスト成形プロセスバッテンフェルド Open House Meeting, (9) (1991)
- 5) AIRMOULD and AIRMOULD Contour, バッテンフェルドパンフレット (1998)
- 6) 日本特許公告 2139877 号
- 7) Ehrhrit, J. and Schroeder, K. : バッテンフェルドガスインジェクション 2 色成形 (1995)

■ 文 献 抄 録 ②

Kunststoffe

• Vol. 89 (1999), No. 9

Johannaber, F. : The Logic Behind Machine Selection (p. 6)

Johannaber, F. : What Still Needs to be Done (p. 12)

Steinbichler, G. et al. : Injection Moulding of Structural Foam (p. 15)

Michaeli, W. et al. : A Comparison of Gas and Water (p. 18)

Bürkle, E. and Wohlrab, W. : Injection-Compression Moulding (p. 21)

Schumacher, C. : Powder Injection Moulding for Novel Part Shapes (p. 23)

Dworog, A. et al. : Magnesium Injection Moulding (p. 25)

Michaeli, W. et al. : Mass-Production of Microstructures (p. 27)

Jaeger, A. : New Multi-Component Injection Moulding Processes (p. 29)

Kudlik, N. : Thin-Wall Technique (p. 31)

Eckardt, H. : Gas-Assisted Injection Moulding (p. 33)

Enewoldsen, P. and Braun, H. : In-Mould Decoration (p. 35)

Schmachtenberg, E. and Schröder, O. : Fusible Core Technology (p. 36)

Kuhmann, K. et al. : Increasing Functionality through Overmoulding (p. 39)

Kaufmann, G. : A Mould for Encapsulating Sound-Insulating Textiles (p. 41)

Goerz, R. : Barrier Screws for Film Extrusion Specially Designed for Recyclate (p. 42)

Michaeli, W. et al. : Non-Destructive Measurement of Fibre Orientation (p. 45)