

今月の 新技術

1

カーボンニュートラル実現に向けた 射出成形ソリューション技術の紹介

UBEマシナリー株式会社
射出成形事業本部 射出成形機技術部 開発グループ

主席部員 信田 宗宏

1. はじめに

日本の射出成形機業界は世界に先立ち、射出成形機の電動化志向の下、更なる省エネ・高生産性を実現するために改良・開発を進めてきた。

近年、世界的な目標として掲げられたカーボンニュートラルの実現に向け、射出成形機業界でも省エネ性能の向上は言うまでもなく、多角的な視点からサステナブル技術の開発を行うことが必要不可欠となっている。

本稿では、環境負荷低減につながるマテリアルリサイクル、省エネ、省力化の観点から、サステナブル社会実現に向けた期待技術を紹介する。

2. マテリアルリサイクル技術

マテリアルリサイクルには、生産時に発生する不良製品やスブルー等といった廃材を粉碎して利用するリサイクル材が代表例として挙げられるが、昨今では木屑、お茶やコーヒーのこし殻や、海洋プラスチックを添加したリサイクル志向の製品化も多くみられる。

一方、リサイクル材の使用は、外観、物性などの品質確保が大きな課題であり、現状においては適用製品が限られたり、リサイクル材の添加率を抑えられる傾向がある。

リサイクル利用率向上の課題の一つである外観面に対しては、コア材にリサイクル材を使用するとともに少量のバージン材で表層（スキン層）を形成することで高外観が得られるサンドイッチ成形法（図1）の有用性が注目されている。サンドイッチ成形を行う射出成形機の特徴は、1台の射出成形機に表層材用／コア材用の射出ユニットそれぞれ1台（合計2台）が配置された構成である（成形品形状や金型に応じて射出ユニットの配置は様々である）。図2に代表的な射出ユニット配置例を示す。また当社は既設の汎用射出成形機をサンドイッチ成形機に低価格で改造可能な省スペース・高性能を特長とする小型電動射出ユニット「プチ射出」（写真1）を上市している。



「サンドイッチ成形サンプル」
●表層材：透明 PP
●コア材：着色(青)PP



図1 サンドイッチ成形法と成形サンプル

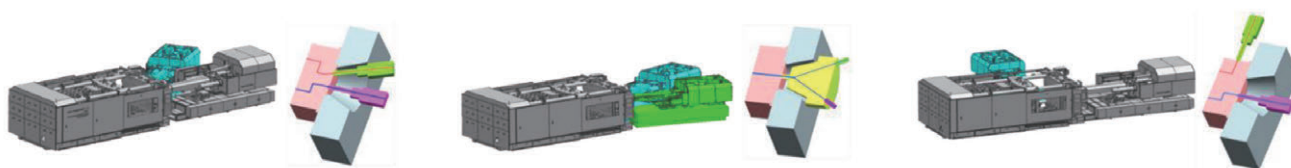


図2 サンドイッチ成形用 射出ノズル配置

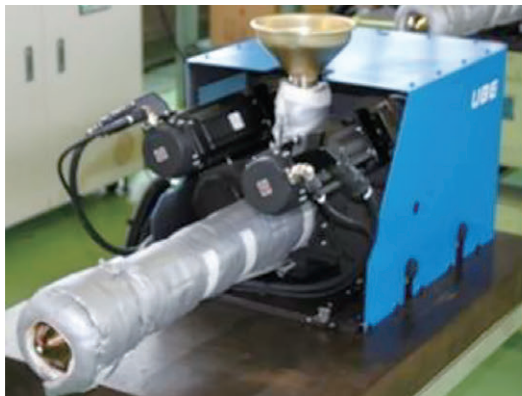


写真1 小型電動射出ユニット「プチ射出外観」

リサイクル材利用における色味やシルバーストリーク等の外観を損なうリスクは、サンドイッチ成形により解消されることから外装品へのリサイクル材適用範囲が広がるものと考ええる。更に当社は従来のサンドイッチ成形以上のリサイクル材充填が可能なDirect-Sandwich成形法を確立しており、現在成形ユーザー様へのご提案を行っている。

3. 省エネ技術

射出成形機は駆動部の電動化や動力伝達機構の工夫により、従来油圧駆動機の消費電力に対し60%以上の省エネ効果を達成している現状であるが、更なる省エネ

効果を追求する方向性の一つに1サイクルの成形工程におけるエネルギー効率を上げることが挙げられる。図3に、電動射出成形機における1サイクル中の各工程に占める消費電力割合の一例を示す。成形品により1サイクル中の各工程に占める消費電力割合は異なるが、図3の例では、可塑化・射出工程そして終始バレルを温調しているヒータで多くの電力を消費していることが分かる。これは成形材料特性をはじめとして、高品質な成形品を得るための成形条件に起因するためである。射出ユニットの消費エネルギーである可塑化電力と射出電力について以下に説明する。

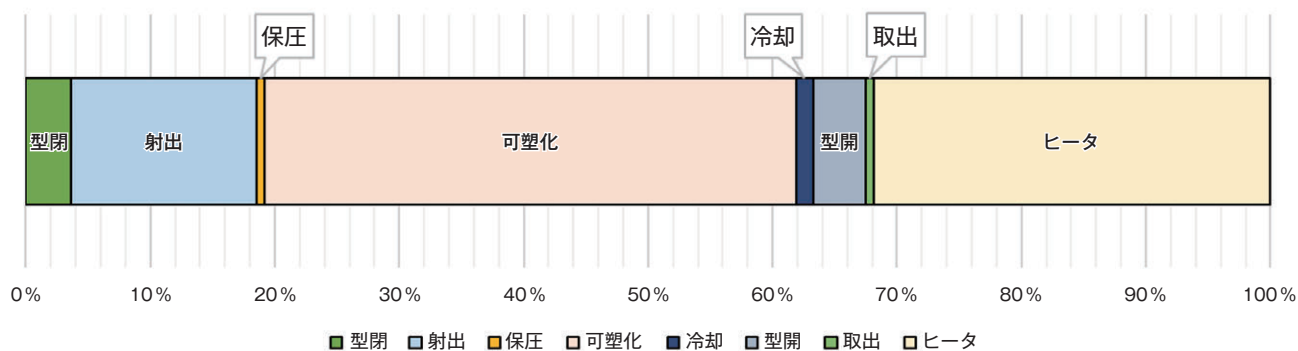


図3 電動射出成形機における各工程の消費電力割合(当社機比率)

(1) 可塑化電力

カラーマスターバッチの分散不良（製品の色ムラ）は樹脂の熔融状態・温度のバラツキといったスクリュ特性（またはデザイン）起因の要素の影響が大きい。一般的に色ムラ対策として、可塑化背圧を上げる、ミキシングノズルを装着するなど手段が用いられるが、これらの方法は分散性を確保するために樹脂を熔融するエネルギー以外の無駄なエネルギーを消費していることとなる。

可塑化背圧と可塑化電力の関係を図4に示す。可塑化電力はスクリュ回転動力を可塑化計量時間で積算したものであるが、図4の関係は背圧を上げることで長大化した計量時間分だけ余分なスクリュ動力（電力）が増加することを意味している。

(2) 射出電力

射出圧力と射出電力の関係を図5に示す。ミキシングノズルの分散性能は極めて高いが、射出時に熔融樹脂がミキシングノズルを通過する際の抵抗（圧力損失）が大きくなり、金型充填に必要な射出圧力が増大する。

ミキシングノズルの形状や樹脂粘度・射出速度（流速）によってミキシングノズル通過時の抵抗が変動するが、最大で射出電力の20%程度が圧力損失となる場合がある。

(3) 高分散型スクリュの有効性

射出ユニットの省エネ化の手法として、成形品の品質を維持しながら可塑化電力と射出電力の低減に貢献できる当社の高分散性スクリュ「MF-UB」について紹介する。

MF-UBスクリュは、先端に多段の多条フィン型ミキシングを備えるとともに可塑化熔融ゾーンにロングバリア型フライトを備えたスクリュであり、そのデザイン特性により低背圧（低可塑化電力）で高分散を可能とし、可塑化工程でミキシングノズル装着相当の分散性を確保できる。このため、ミキシングノズルを使用しなくても高分散が得られるMF-UBスクリュは、射出電力ロスを生じない高機能スクリュとしてマスターバッチを使用している成形ユーザー様に多数ご利用いただいている。

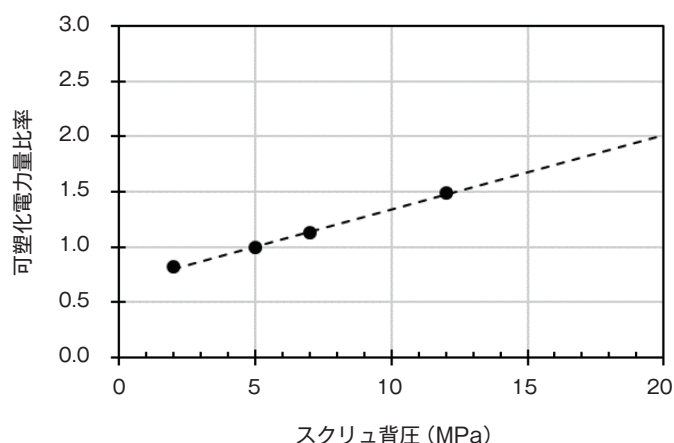


図4 背圧と可塑化電力の関係

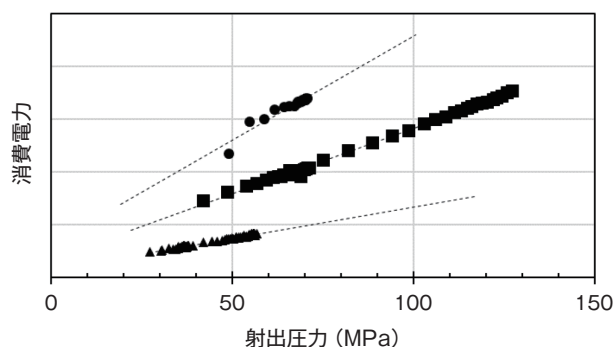


図5 射出圧力と射出電力の関係

4. 省力化技術

設備の集中管理や段取り工程の自動化の他に、複数の射出成形機で生産している複数の製品を1台の射出成形機で生産する設備集約が省力化の一手法として期待されている。複数製品を1台の射出成形機で生産する成形法として、複数の異形状のキャビティを1つの金型内に配置し、バルブゲートの開閉タイミングを調整して同時成形するファミリーモールドが代表的な事例であるが、製品の総投影面積に応じた大きな型締力が必要となる他、同時成形する製品数が多いほど、また製品ごとの形状差が大きいほどゲートバランス調整が難しい等の課題がある。

これらの課題を解決するために当社が開発した、複数製品を配置・集約した金型キャビティへの順次射出(図6)により設備集約効果を発揮する制御技術「SCS制御」(Sequential Cavity Separation)を以下に説明する。順次射出の利点は、冷却時間の長い製品から順次射出充填することで、冷却工程中の製品と次の製品の射出充填工程の同時進行により生産効率向上が確保できることと、充填されるキャビティが局部的となり必要型締力が分散されるため成形機に必要とされる最大型締力を小さく抑えられることにある。SCS制御は順次射出による

各キャビティの充填挙動の安定に必要な射出充填時のスクリュ位置を自動計算しフィードバック制御する機能を特徴としている。これにより、ユーザーは従来の単独成形と同様に個別に射出条件出しすることができる。SCS制御は1回の可塑化・計量で複数の製品を成形するものであることから、主に複数パーツで構成される同色部品の生産に採用されており、省力化と併せ設備集約による設備コスト低減やサイクル短縮の実績を持つ。

5. おわりに

当社は長年にわたりトグル／2プラテンの両型締機構の開発・改善に取り組んできており、また成形ソリューションの観点からもユーザーへのアプローチに力を入れてきた。カーボンニュートラル実現に向け、温故知新も含めた既知技術の有用性・適用性を顧みながら、従来の射出成形の在り方に捕われない視点で時代のニーズにあった技術開発に今後も尽力していく。

<参考文献>

- 1) 芹澤孝悦、プラスチックス、11月号、37、(2015)
- 2) 日本経済団体連合会、「SDGsに資するプラスチック関連取組事例集<第3版>」、103、213、(2019)

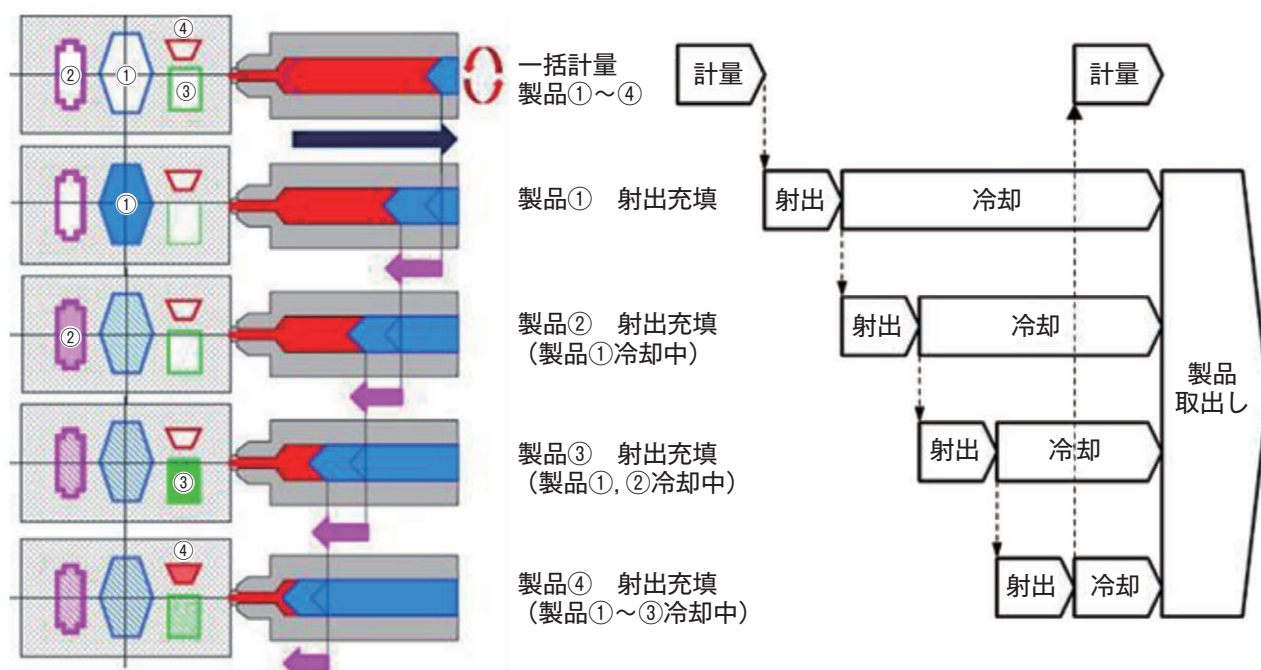


図6 SCS制御を用いた順次射出動作