

プラスチックリサイクルに貢献する Direct-Sandwich成形

UBEマシナリー株式会社
射出成形機技術部 開発G

福田 裕一郎

1. はじめに

プラスチックのリサイクルへの取り組みは、世界各国や企業のリサイクル材利用を促進しており、今後急速に加速することが予想されている。しかしながら、日本においては、ここ数年のプラスチックリサイクル状況は、サーマルリサイクルが50%以上で、マテリアル・ケミカルリサイクル材利用の推移は、25%程度で推移しており伸び悩んでいる状況である。射出成形においてプラスチックへの再利用が進まない要因として、「リサイクル材はシルバーストリーク等の外観不良が発生しやすく外装品への適用が難しい」、「多色が混在するために黒以外の着色ができない」、「特有のにおいが残る」などが挙げられる。これらの課題に対して、従来から特殊ノズルによるサンドイッチ成形法を取り組んできたが、「専用の成形設備を必要とする」、「リサイクル材で形成する内層の充填率が低い（リサイクル利用率が低い）」、「成形性に技術的な課題が多い」などの理由から、製品への適用が制限されていた。この状況を打開すべく、サンドイッチ成形市場の拡大を図るため、全く新しい発想のサンドイッチ成形法「Direct-Sandwich」を開発した。本稿では、Direct-Sandwich成形法について紹介する。

2. 特殊ノズルによる従来のサンドイッチ成形法

(1) 成形設備及び成形工程

成形機は、型締ユニット1台に対し射出ユニット2台を連結した構成であり、2種の樹脂材料により表層／内層を形成するためのサンドイッチ樹脂流動を促す特殊ノズルを用いた専用の射出成形機を使用することでサンドイッチ成形が可能となる。

成形工程を以下に示す（図1）。

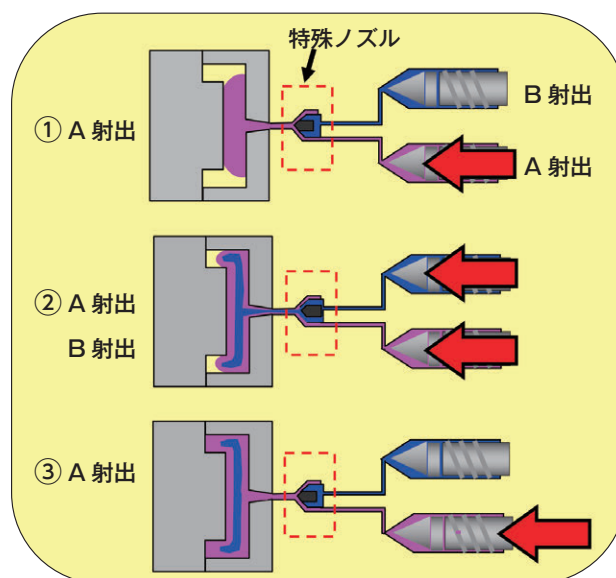


図1 特殊ノズルによるサンドイッチ成形

- ① A射出にて表層樹脂を金型キャビティ内にショートショット充填する。
- ② A射出を継続したまま、B射出にて内層樹脂の充填を開始する。
特殊ノズルにより、ノズル出口でサンドイッチ樹脂流動を形成している。
- ③ 充填完了手前でB射出を停止し、A射出にて表層樹脂を充填し封をする。

(2) 技術課題

内層樹脂のサンドイッチ充填のフローフロントが、先に充填した表層樹脂のフローフロント部に到達した場合、スキン層がほとんどないために表層樹脂を突き破って内層樹脂が漏れ出す反転不良が発生する。そのために、この不良の発生を抑えようとする、内層樹脂の充填率を下げる必要があり、内層充填率は最大でも40%程度となることが多い。また、複雑な形状やバルブゲート(V/G)金型及び多点ゲートの場合、特殊ノズルでサンドイッチ流動を作っても、流動が乱れ樹脂反転不良が発生する。

また、特殊ノズルは複雑で長い流路構造を持つため、圧力損失の増加や色替え性の低下を招き通常成形を

行う場合には良品条件の幅を縮めることとなることから市場拡大を阻害している要因の一つとなっている。

3. Direct-Sandwich成形法

(1) 成形設備概要

Direct-Sandwich成形機の特徴を以下に示す。

「射出ユニット」

汎用機をベースに図2に示す

2台の射出ユニットを配置

「型締ユニット」

汎用型締機構に微量な型開閉動作を多段制御する

「DIEPREST」制御を搭載

「金型」

バルブゲート(V/G)金型(推奨)

上記設備によって、汎用性の課題となる特殊ノズルが不要となるため、汎用成形との兼用機として高い汎用性とパフォーマンスを発揮することが可能となる。また、表層樹脂と内層樹脂がそれぞれ同時の流路で金型内にアプローチするため、V/Gや多点ゲートでも成形が可能である。

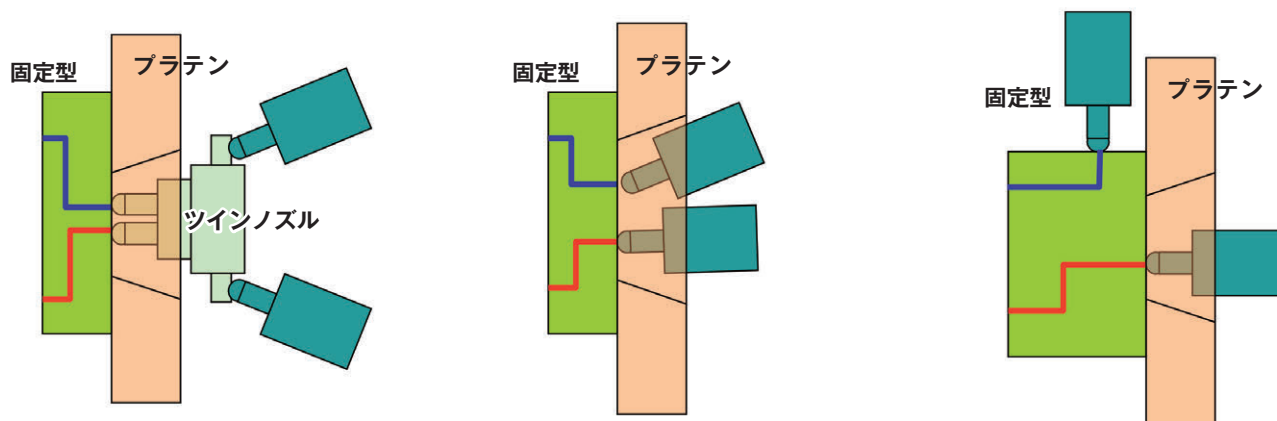


図2 Direct-Sandwich成形機

(2) 成形工程

Direct-Sandwich成形法の成形工程 1 例を図 3 に示す。

- ① A射出にて表層樹脂を金型キャビティ内にショートショット充填する。
- ② A射出を止め、B射出にて表層樹脂内部に内層樹脂を、金型内に直接サンドイッチ充填する。内層樹脂の射出樹脂圧を利用して、表層樹脂のスキン層を貫通させて表層樹脂の内部に直接的に内層樹脂を充填させる。フル充填させることで金型に密着させて表面のみ薄いスキン層に囲まれた状態を得る。
- ③ DIEPREST 制御で金型キャビティを寸開することで樹脂流路を拡張させる。
- ④ B射出にて、更に内層樹脂を充填する。この工程により充填された内層樹脂はスキン層により保護され樹脂反転不良を完全に防止できる。また同時に金型拡張により表層樹脂内部の樹脂圧は低下し、内層樹脂のサンドイッチ樹脂流動を容易化させるため、均一な充填が可能となる。
- ⑤ DIEPREST 制御で型締プレス動作を行い、内層樹脂をより末端へ流動させる。

(3) 成形事例

表層樹脂に半透明PP、内層樹脂に黒色PPを用いて Direct-Sandwich成形を行った試作品便座カバーの製品の表裏写真を写真 1 に示す。黒色PPの充填状態から、内層樹脂が流動末端近傍まで充填されていることが確認できる。

Direct-Sandwich成形法による内層樹脂の充填性能について、特殊ノズルを使用する従来のサンドイッチ成形法との製品肉厚に対する内層樹脂の充填率比較を図 4 に示す。

図 4 に示す Direct-Sandwich 成形法における各製品肉厚の充填率は、金型拡張前の初期板厚 2.0mm から DIEPREST 制御により各目標製品肉厚となるよう成形したものである。図 4 より、同板厚において Direct-Sandwich 成形法が内層充填率向上に大きく寄与していることが確認できる。特に、拡張させた量は内層樹脂になるため、板厚 3.8mm においては内層充填率 70% を達成している。この成形法をより活用するためには、金型拡張前の初期板厚を薄くできるようにすれば、同板厚にて更に内層充填率を向上させることが可能である。

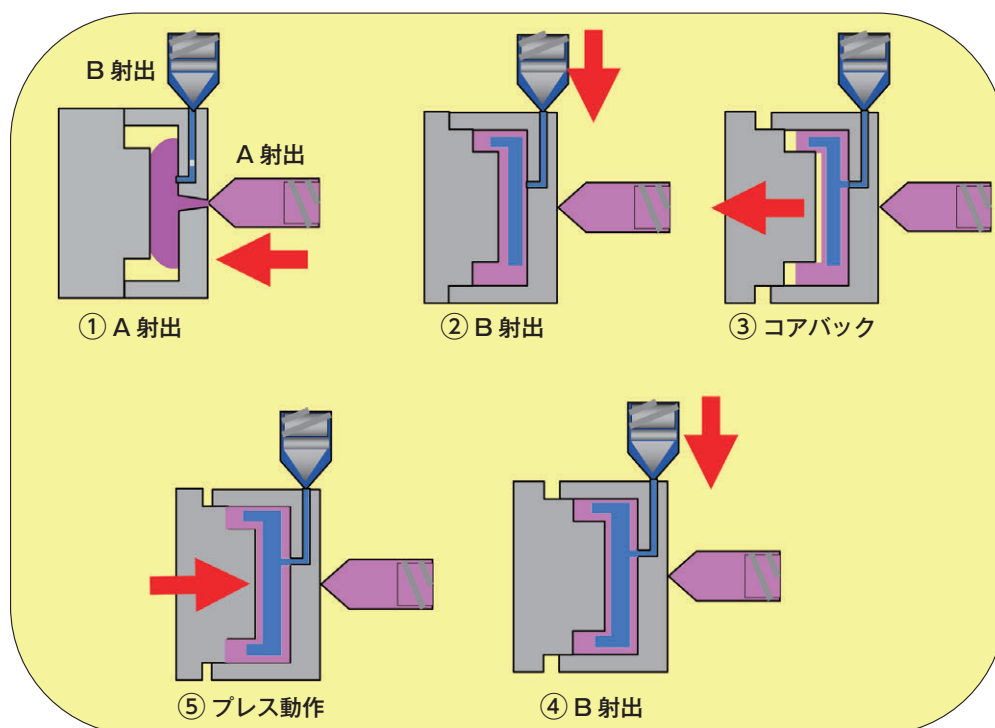


図3 Direct-Sandwich成形法

また、プラスチックのリサイクル材使用における課題についても、バンパーや発泡成形品、海洋性プラスチックのリサイクル材やバイオマス樹脂にてDirect-Sandwich成形を行い、外観や匂いに対して効果が確認できた。

4. おわりに

カーボンニュートラルへの取り組みはより一層求められることから、本稿で紹介した事例以外にも、成形機の省エネや生産性改善、発泡軽量化成形、今後も顧客ニーズに応える技術の開発に取り組む所存である。

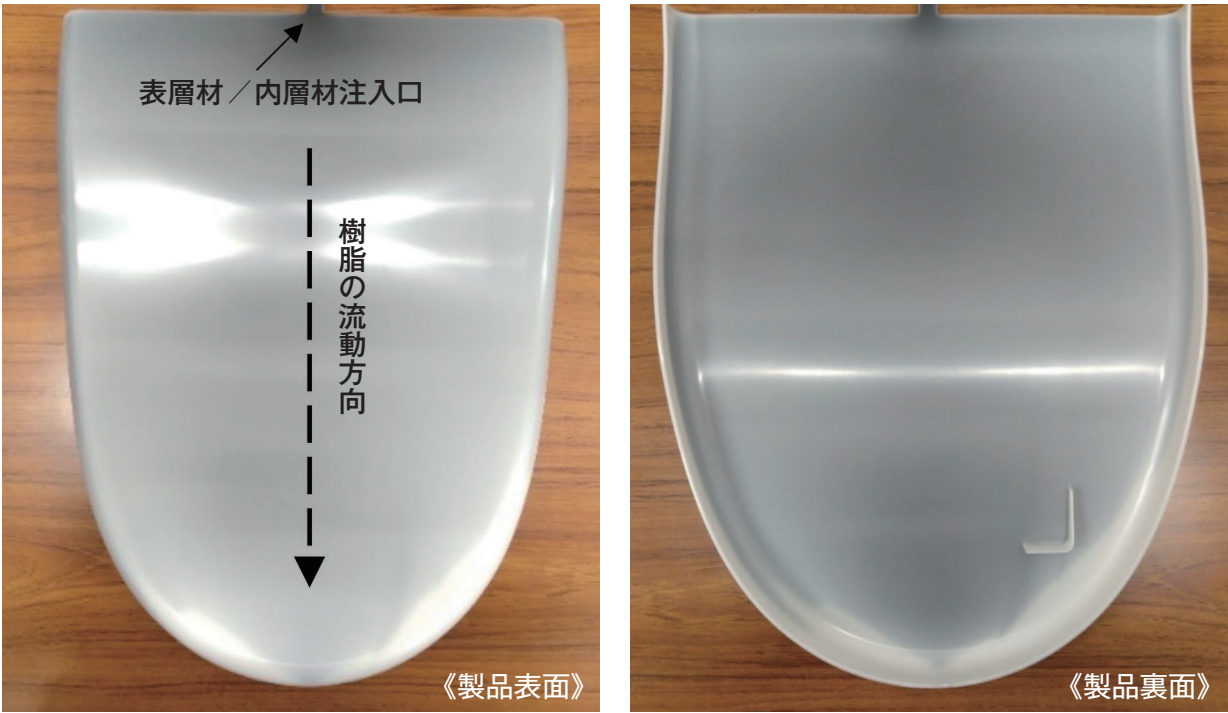


写真1 便座カバー成形品

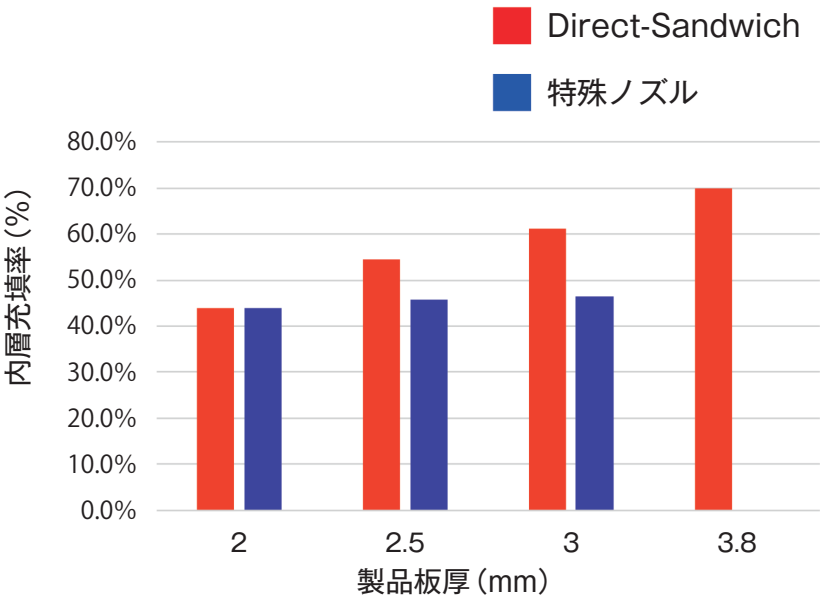


図4 Direct-Sandwich成形と特殊ノズルによるサンドイッチ成形の内層充填率