

今月の新技術①

A New technology of this month

全電動式射出成形機によるハイサイクル成形事例の紹介

宇部興産機械株式会社
射出成形事業部 射出成形機技術部
ソリューション開発グループ
グループリーダー 信田 宗宏

1. はじめに

射出成形は製品を安く大量に生産することのできる代表的な成形加工のひとつであるが、無駄を削り、高品質な成形品をより安価で効率的に生産することがモノづくりの永遠のテーマである。当社では図1のような成形ソリューション技術によって成形品の開発支援や成形トライ検証を行っているが、本稿ではそのひとつである生産性改善について取り上げ、成形サイクルの短縮を達成させるための一般的な成形条件の最適化、例えば、射出・保圧条件や計量条件及び型開閉条件の高速化等に

ついては割愛し、当社が得意とする大型全電動トグル式射出成形機のメリットを生かした成形事例を紹介する。

2. サイクル短縮効果

サイクル短縮によるコスト改善効果を図2に示す。

対象となる射出成形機のマシンサイズによってその改善効果は大きく変動するが、型締力1,000トンクラスの成形機におけるコスト削減効果（マシンチャージ料）を試算すると、「1秒」のサイクル短縮を図ることができれば、年間100万円に近いコスト削減が見込まれる。

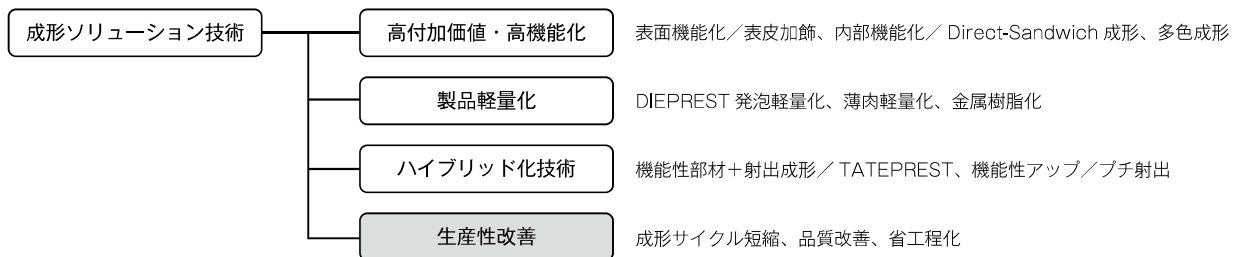
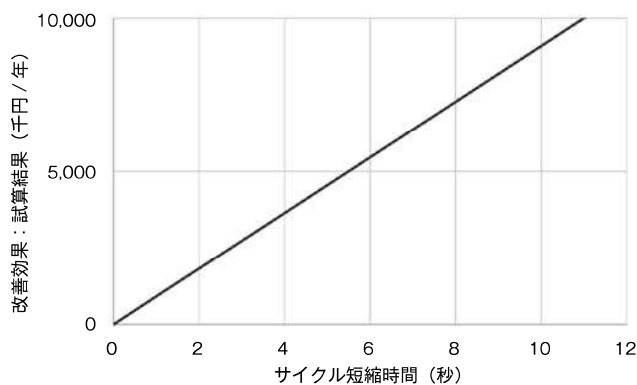


図1 当社成形ソリューション分類



成形機：1000T（全電動式）
対象製品：自動車部品（PP樹脂・塗装なし）
成形サイクル：30秒
生産稼働時間：21日/月

図2 サイクル短縮によるコスト改善効果

3. 成形事例① F射出及びF圧抜き

射出成形機の電動化による制御精度の向上により、図3に示すような射出工程と型開閉工程の同時動作が可能である。

本成形によるサイクル短縮事例を表1に示す。

(1) F射出

F射出とは、型締昇圧工程の途中から射出動作を開始するラップ動作である。通常はトグルを伸ばし切り、型締昇圧を完了させてから射出動作を開始するが、射出開始直後の充填率が低い状態で必要な金型PL面の接触圧力(型締力)は低圧力で十分であり、型締昇圧

工程の途中から射出を開始しても樹脂バリを抑制できることから、昇圧工程の動作時間分のサイクル短縮が可能である。ただし型締限動作の中子が装備された金型については本動作の実施にあたり制約を受ける。

(2) F圧抜き

F圧抜きとは、冷却工程が完了する前(冷却行程中)に型締力を高圧から低圧に下げ、冷却時間タイムアップまで低圧型締力を保持するラップ動作である。射出充填が完了し、成形品の変形や収縮がある程度まで抑制できれば、それ以降は高圧型締力を保持する必要はなく、(1)と同様に型締降圧工程の動作時間分のサイクル短縮が可能である。

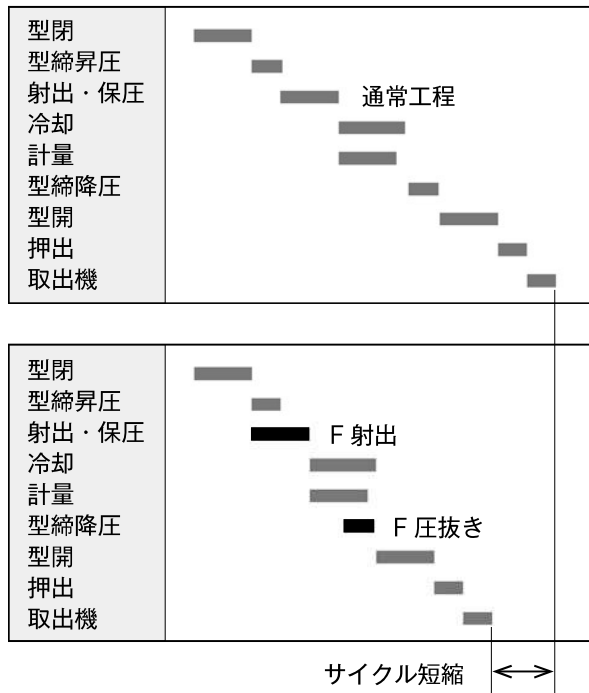


図3 サイクルチャート

表1 サイクル短縮事例

成形機	樹脂	動作選択		成形サイクル (s)		
		F 射出	F 圧抜き	改善前	サイクル短縮後	
MD1400	PP		●	41.7	41.0	▲ 0.7
	PP	●	●	33.7	31.8	▲ 1.9
MD3000	PP		●	42.5	40.5	▲ 2.0
	PP	●	●	40.9	38.3	▲ 2.6

4. 成形事例② SAHP成形

SAHP成形の成形原理を図4に示す。

射出開始後に前進動作中のスクリュの位置がVP切替位置に到達して、射出工程から保圧工程へ切り替わる際に、スクリュは圧抜き動作のためにいったん後退動作をする場合が多い。その後、スクリュは再び前進動作を始め設定保圧力を保持するが、この圧抜き動作中に金型キャビティ内の樹脂流動はいったん停止し、更にキャビ

ティ内からスクリュ側へ逆流する(引き戻される)現象が発生する。樹脂収縮分の不足樹脂を補うことが保圧工程の目的であることから、これは無駄な動作とも考えることもできる。

SAHP成形は、この圧抜き動作を排除してキャビティ内からスクリュ側への樹脂逆流を防ぎ、保圧工程中に充填が必要な樹脂量を短時間で金型キャビティ内へ押し込む成形方法である。

本成形によるサイクル短縮事例を表2に示す。

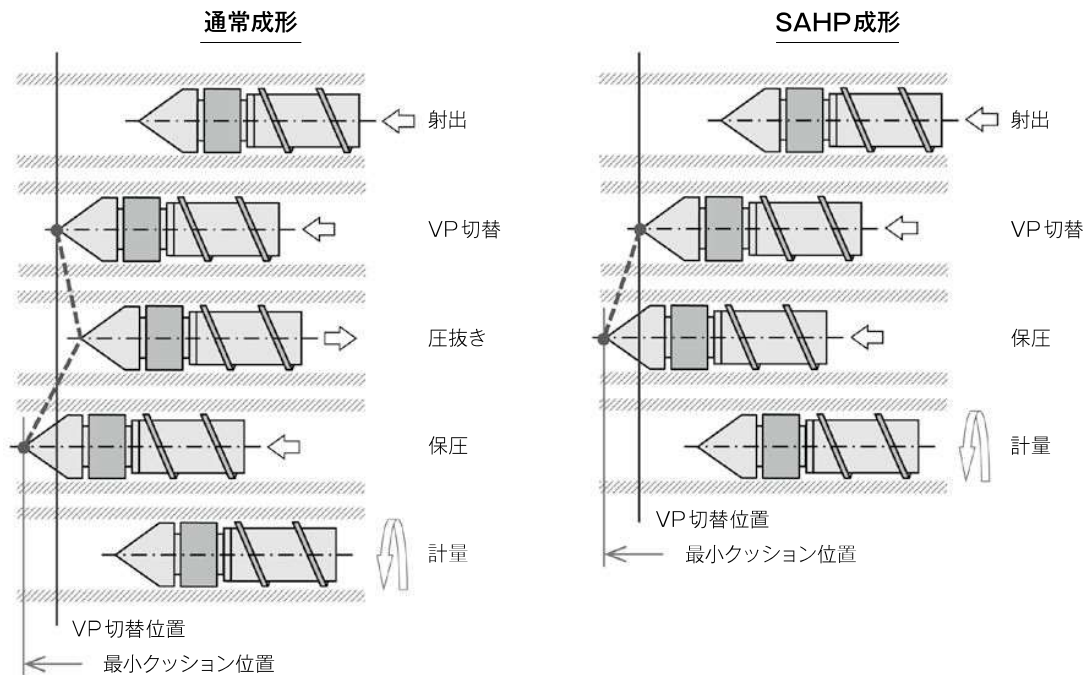


図4 SAHP成形原理

表2 サイクル短縮事例

成形機	樹脂	成形サイクル (s)		
		改善前	サイクル短縮後	
MD650	PP	44.5	43.1	▲ 1.4
	PA6-GF	41.0	36.2	▲ 4.8
MD1400	PP	28.5	26.5	▲ 2.0

5. 成形事例③ 金型ガス抜き成形 AIRPREST

本誌835号(2020年4月号)で紹介したように、射出充填中の型締力を精密に制御することで、金型キャビティ内に留まる空気をコントロールして、効率良く金型ガス抜き成形を行うAIRPRESTを開発した。AIRPRESTの成形原理を図5に示す。

金型キャビティ内への射出充填動作と同調して型締力を変化させることで、射出充填動作中に必要な金型PL面の接触圧力を必要最小限に保ち、金型PL面からの積極的なガス排気を実現させている。それにより、成形品のガス焼けやガス巻き込みによる転写不良のような、射出充填時のガス抜け不良に起因する成形不良の解消に寄与するだけでなく、成形品の冷却効率を上げて冷却時間の短縮につなげる効果を狙っている。

(1) 成形事例③-1

金型コア側には押出ブロックや押出ピン等の合せ面が存在するため、こちら側からのガス抜きが可能であるが、意匠面である金型キャビティ側からのガス抜きは金型構造上どうしても難しい。製品意匠面と金型キャビティとの間に残った残存ガスは空気断熱層となり、成形品の冷却効率を著しく低下させてしまう。

また、金型内の残存ガスは射出充填中の流動樹脂により圧縮されて発熱する。この熱量は連続成形開始から徐々に金型に蓄積されて行き、成形品の効率的な冷却の妨げとなる。成形直後の製品表面温度を計測したサーモカメラ画像を図6に示す。同一サイクルで通常成形、AIRPREST成形、それぞれの連続成形を行って製品表面温度を計測した結果、測定部位によって違いがあるもののガス抜きの促進により約4~19℃の製品温度抑制効果が確認できた。

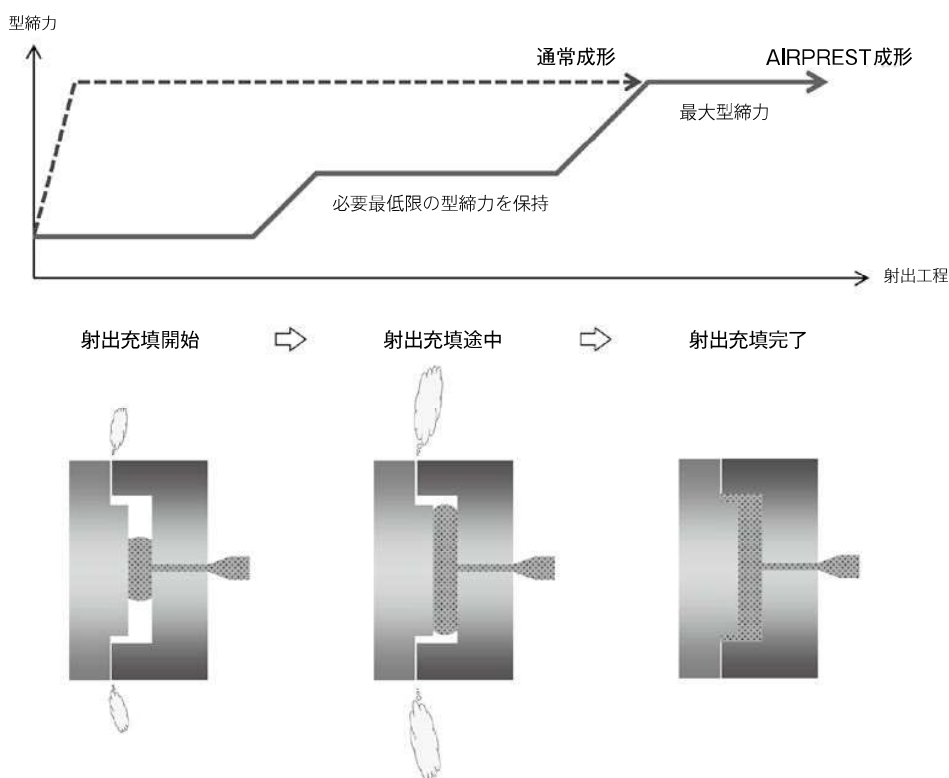
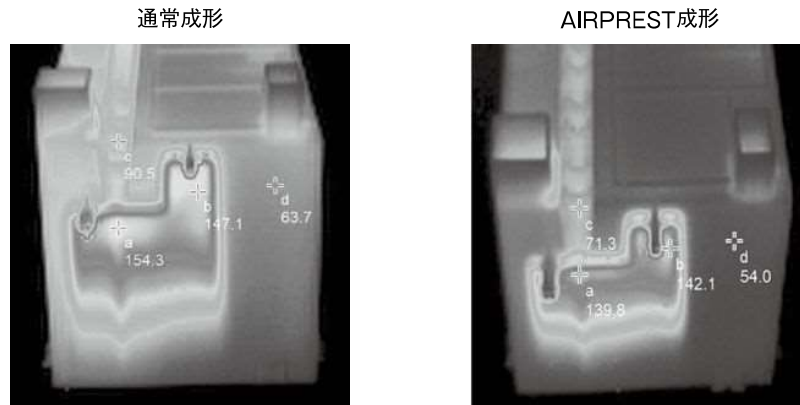


図5 AIRPREST成形原理



成形機	樹脂	測定部位	成形品温度 (°C)		
			通常成形	AIRPREST成形	
MD1300	PA6-GF	a	154.3	139.8	▲ 14.5
		b	147.1	142.7	▲ 4.4
		c	90.5	71.3	▲ 19.3
		d	63.7	54.0	▲ 9.7

図6 AIRPREST成形品のサーモカメラ写真

(2) 成形事例 ③-2

シボ模様が施工された成形品では、金型キャビティ面（意匠面）の微細な凹凸に金型内の残存ガスが入り込み、シボ模様の転写不良を引き起こしやすい。保圧を高め、更に保圧時間を長く設定することで不良解消が期待できるが、過剰保圧による別の成形不良の誘発の恐れやサイクルタイムの延長に直結してしまう。AIRPRESTによる積極的なガス排気によってシボ転写不良の解消も報告されており、射出充填中の残存ガスが十分に排出できていれば保圧時間を延長する必要はなく、条件の最適化によるサイクル短縮にも期待が持てる。

(3) 成形事例 ③-3

AIRPRESTを利用した空気コントロールにより冷却効率を改善し、冷却時間短縮を達成したサイクル短縮事例を表3に示す。自動車関連部品や住設関連部品等、

多くの成形品で成果を挙げている。また、積極的なガス排気を行うことで成形品のガス焼けや転写不良を解消させるだけでなく、金型内残留ガスによる成形品の冷却ムラを抑え、成形品の反り、変形の解消にも成果を挙げており、成形不良率の低減にも大きく貢献できている。

6. おわりに

昨今のコロナ禍の影響により、成形現場での生産性改善や高付加価値成形によるコストダウンはより一層求められている。本稿で紹介した事例以外にも、更なる生産性改善や発泡軽量化成形、異材成形等の高機能化成形等、今後も顧客ニーズに応える成形ソリューション技術の開発に取り組む所存である。

※AIRPREST、DIEPREST、Direct-Sandwich、TATEPREST、ブチ射出は、宇部興産機械株式会社の日本国内における登録商標です。

表3 サイクル短縮及び不良率改善事例

成形機	樹脂	成形サイクル (s)			成形不良率 (%)	
		改善前	AIRPREST 成形		改善前	AIRPREST 成形
MD850	PP	56.8	53.5	▲ 3.3	—	—
	PP	79.5	75.5	▲ 4.0	2.0	0.0
	PP	72.0	59.7	▲ 12.3	0.5	0.0
MD1300	PP	75.0	64.0	▲ 11.0	0.0	0.0
	PA6-GF	180.0	138.0	▲ 42.0	4.5	0.0
MD1400	PP	52.9	50.6	▲ 1.3	—	—
MD3000	PP	39.1	38.0	▲ 1.1	—	—