
半世紀に及ぶ慣習に一石を投じる ハングリー成形

われわれ中小企業にとって生き延びる道はただ一つ「顧客の求めていることにいかに知恵を絞り、満足を得られる仕事をするか」ではないだろうか。

プラスチックに携わって半世紀が過ぎた。第三の物質、プラスチックに最初に出会ったときの感動は、今も鮮明に五感に残っている。なぜ、このようにプラスチックにのめり込めたのだろう。一つには、第三の物質には新しい産業としての未来がある。もう一つには、われわれでもプラスチック製品のための新しい機械を造ることが可能だという希望を膨らませるスタートができたことだった。射出成形機の製造を始めた頃はまだ業界の創生期であり、現場の担当者とトライ＆エラーを繰り返しながら製品作りに挑戦し、達成感を共有できた醍醐味があった。振り返ると、冒頭に掲げた「顧客の求めていることにいかに知恵を絞り、満足を得られる仕事をするか」を実践してきた半世紀だった。

1. ハングリー成形法の経緯と背景

1-1 経緯

耳慣れない言葉の「ハングリー成形法」を語るには、1961年まで遡らなければいけない。

当時、当社がベント式射出成形機の製造に着手した際、ベント口よりの溶融樹脂漏れ防止対策のため、スクリュデザインの検討も行ったが、チャージタイムに問題を残した。その他さまざまな方法を講じたが結局は一番理に適った定量供給装置で解決した。しかしこの頃より、原料にあわせたスクリュの必要性を感じていたので、大手機械メーカーの進出を機にスクリュ（可塑化部）を専門とする事業に転じた。

1988年、成形工場内リサイクル装置（ミニ押出機）「SRルーダー・バンビ」を開発し、本装置に新しく開発した定量供給装置BF型を搭載した。

ベント式射出成形機に搭載した定量供給装置は、バージン原料の供給用であって、リサイクル用は粉碎材用に改良しなければ使用できない。スプル・ランナ、バリ、不良品等を粉碎したものはミスカットが混じり合っているので、これを処理する能力を必要とした。原料を送るためのフィードスクリュを本装置にも採用したが、粉碎材が不揃いでフィードスクリュの形状に、また、原料ホッパの形状にも苦勞した。

バンビ搭載の当社製BDSスクリュは、樹脂メーカー表示の設定温度より低温で加工できるため、再生ペレットは、バージン原料とほぼ同品質であるという樹脂メーカーからの物性試験結果が得られたことなどから急速に普及することになった。

バンビの普及と共に搭載した定量供給装置が思わぬ効果をもたらしていることに気づいた。一つには可塑化部の摩耗が発生しないこと。当社に設備しているテスト機の可塑化部がまったく摩耗していない。客先より送られてくるテスト材は、スーパーエンブラ、プラマグ、ガラス入りのものな

ど、かなり過酷な粉碎材が多いが、長時間使用しても原料落下口付近のシリンダの異常摩耗が発生していない。3 年以上経過しているのに納入先からスクリュ、シリンダのリピートオーダーがほとんど来ないという目論見違いが出てきた。定量供給装置の効果はこの他に、スクリュ回転トルクが半減することも判明していたが、「SR ルーダー・バンピ」(写真 1)は、時代の要求とともに改良、多機種化し、新たな用途へ対応しながら今日に至っている。

1-2 背景

初めて日本製の射出成形機が誕生したのは、写真 1 SR ルーダー・バンピ(標準型 40/30) 1953 年頃である。以来、原料を「供給する・溶かす・送る・射出する・冷却する」といった基本的機能はほとんど変わらないが、何らかの改善で機能向上されてきた。しかし、供給についてはどこまで機能向上されてきただろうか。

周知のように成形機に取り付けられている原料ホッパは、原料の貯蔵を兼用したもので、自重による自然落下で供給する方法である。熔融樹脂が射出され、可塑化部内に隙間ができれば原料は強制的に供給される。つまり、可塑化部内は常時満腹の状態、このことが成形不良の原因の一つになっているのではないだろうか。バンピに搭載した定量供給装置により原料落下口付近のシリンダの異常摩耗が発生しないことがヒントになり、従来の成形法が「過食成形」であることに気づき、その反対の概念としての「ハングリー成形法」開発に到達した。

従来の過食成形で発生する不良要因をあげ整理すると

自重落下した原料は、スクリュ回転で強制的に計量される

加熱筒内で発生したガス、水分、エアも同時に射出される

原料が完全に熔融されたものと未熔融のものも同時にチャージされる

強制供給によるスクリュ回転負荷は、せん断発熱によるガスの発生およびスクリュ・シリンダ摩耗の原因となっている

などが挙げられよう。

このように、不純物の巻き込みは製品の強度にも影響し、外観を損なう要因になっている。

2. ハングリー成形法の概要

「日本ではすっかり失われた」といわれる、あの「ハングリー精神」のハングリーに由来している。文字通り飢餓、飢えと訳されてきた言葉だ。これをプラスチック成形法に活用しようと「ハングリー成形法」と呼称することにした。

スクリュの 3 から 4D 程度までをハングリー状態になるよう計量し、この空間を作ることにより熔融時に発生したガスや水分を排出しやすくする。このことがさまざまな成形不良(シルバー、ひけ、シンクマーク、ヤケ、曇り、ボイド、ヤニ)を飛躍的に改善した。また過剰供給で発生するせん断発熱を防止し、スクリュ・シリンダの摩耗を抑制する。モータートルクが約 1/2 に低くなるので電力が節約される。

成形不良の劇的な現象とコストダウンを実現する技術こそが、過食成形からハングリー成形への転換を主唱するポイントである。



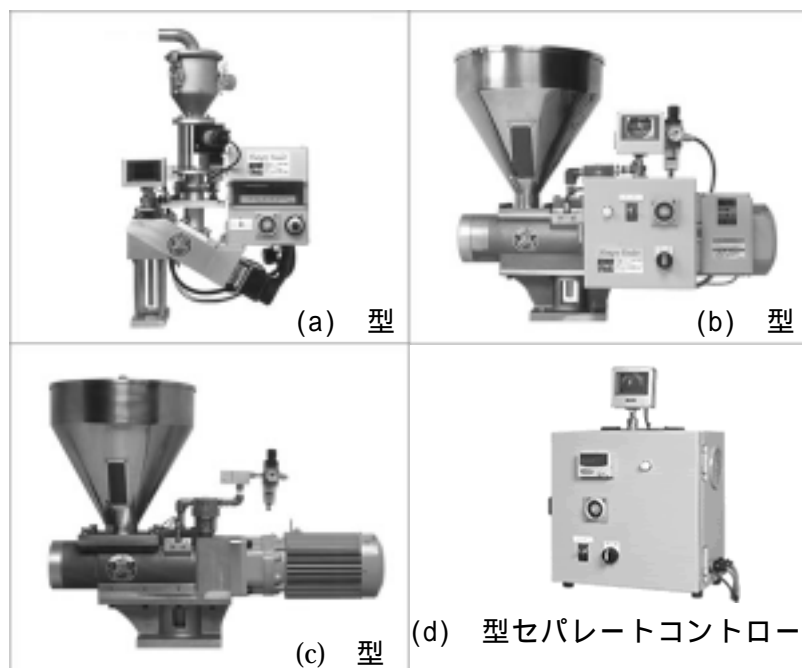


写真 2 ハングリーフィーダ 3 タイプ (型、 型、 型)

3. ハングリーフィーダ

前述したように、ハングリーフィーダは SR ルーダー・バンピに搭載している定量供給装置を射出成形機用に改良したものである。現在では射出成形機 7 ～ 1,500 トンクラスまで対応できるよう 3 機種揃えている (写真 2)。

射出溶融時に発生したガスや水分は、強制的に真空エジェクタで排出するように、小型機用 型は 1 個、中型機用 型、大型機用

型はそれぞれ 2 個装備している。また、スクリュの 3 ～ 4D 程度をハングリーに保つため、原料供給にはフィードスクリュによる調節と同時に、その最適状態を目視できるようモニタカメラを標準装備している。

表 1 ハングリー成形法による改善事例 (成形不良改善の一例)

	成形品の種類	使用樹脂名	改善効果
1	レンズ	特殊樹脂	製品の曇りが 70% 減少した
2	OA 機器	特殊 PC	シルバーが消え、不良品が 1/10 程度に減少した 連続成形が 1000 点単位から、3 ～ 6 万点へと改善された
3	ギア・インサート成形品	PA4・6	ガスによる金型の曇りで 1 日 4 ～ 6 回のメンテナンスを必要としたが、1 日 2 回程度に改善された
4	自動車部品	ABS	無乾燥で成形可能となった
5	筆記用具	PC、PS	気泡が消えた
6	カメラ部品	ABS+PA CF15% 入り	ガスにより成形不良が発生していたが、ガスの減少により生産量 2,500 個から 3,500 個へアップした
7	照明器具	PET・PBT	・流動末端付近でのガス滞留によるウェルドが発生していたが、消滅した ・流動末端付近にガスの巻き込みによってできる転写不良が見られたが、ガス量の軽減と成形条件幅の拡大により転写不良が解消された ・成形条件幅が狭く安定しないため、多いときは 4 割程度が不良となっていたが (フラッシュ不良) が、サブフライトでの良好な混練状態とハングリーフィーダがガス・若干の水分 (溶融時に発生) を吸引することで条件幅が拡大し解消された ・ガスの影響でシボ転写不良があったが、ガス量の軽減と成形条件幅の拡大によりシボ転写ムラが解消
8	電機部品	PPS	金型メンテナンスが 1 回/2 日 ～ 1 回/3 日になった。ショートショットが少なくなりロスが減少した
9	PC 箱物	PC	金型メンテナンス 1 回/3 日 ～ 1 回/5 日になった。シルバーも大幅減少
10	自動車ヘッドランプ	PMMA	1 回/時間のシルバー不良がなくなった
11	自動車ミラーステイ	PAMXD6	HF 使用前は立ち上げ約 30 分 (40 ショット)、ガスによる製品表面不良が出ていたが、HF 使用により約 8 ショット減少
12	TV 外枠	PC+ABS	シルバー不良が従来に比べ 80% 減少

表 2 ハングリー成形法による改善事例（金型メンテナンスへの効果）

樹脂名	用途	金型メンテナンスの周期		伸び率
		使用前	使用后	
LCP	電気部品	1 回/8 時間	1 回/3 日	9 倍
LCP	電気部品	6 回/日	2 回/日	3 倍
PA+GF	二輪部品	1 回/2 日	1 回/3 日	1.5 倍
PA+GF	携帯部品	1 回/3 日	1 回/5 日	1.7 倍
PBT+GF	自動車部品	1 回/1 日	1 回/2 日	2 倍
PPS+GF	自動車部品	4 回/1 日	1 回/1 日	4 倍
PPS	電気部品	1 回/3 日	1 回/5 日	1.7 倍
POM	自動車部品	2 回/1 日	1 回/3 日	6 倍
PA46	ギアインサート部品	1 回/3 時間	1 回/24 時間	8 倍
PC	PC 箱物メーカー	3 回/1 日	1 回/1 日	3 倍

次に、ハングリー成形法を実現するためのハングリーフィーダの使用による改善例の一部を表 1、表 2 にまとめた。また当社製 BDM スクリュとハングリーフィーダの組み合わせによる相乗効果の一例を表 3 に掲示した。

曲がりなりにも、射出成形機の草分けとしてこの業界に参入し、スクリュを専門とすることで機械に見切りをつけたつもりだったが、リサイクル装置（押出機）の製造を始めたことがきっかけとなって、いままた射出成形の世界へ立ち返ることになった。

スクリュの研究や SR ルーダー・バンビも、今回のハングリー成形法、ハングリーフィーダも、目的は成形不良対策であり、いずれも発想の転換、従来からの慣習の見直しからの展開だったと思う。

スクリュデザイン・バンビ・ハングリーフィーダを三位一体として、これからも成形工場の悲願である成形不良ゼロに役立てたい。これまでの技術の蓄積が自社ブランド品を開発する原動力（力）になっている。長年の慣習を破ることは難しいが、挑戦しなければ何も始まらない。ハングリー成形法はあえてこれまでの慣習に一石を投じたつもりである。

「顧客の求めていることにいかに知恵を絞り、顧客の満足を得られる仕事をするか」、これまでもそうであったように、これからもその姿勢を貫いていきたい。

（2005.8.23 （社）西日本プラスチック製品工業協会において、新技術セミナーとして講演）

お問い合わせ先（株式会社日本油機 代表取締役社長 市川 十四男 氏、

〒229-0011 神奈川県相模原市大野台 6 丁目 3 番 40 号

電話番号：042-757-6681、FAX 番号：042-757-6683、

メールアドレス：nihonyuki@sunny.ocn.ne.jp、URL：http://nihon-yuki.co.jp/）