



解

説

無剪断可塑化スクリュアッシーによる 成形品質向上 ＜SPIRAL LOGIC＞

SPIRAL LOGIC LIMITED 神谷 宗克・菅原 壮浩

1. はじめに

プラスチック射出成形機に搭載されている可塑化ユニットは、加熱筒の中にスクリュが入っており、加熱筒の外側をバンドヒータで加熱するという構造である。スクリュによりプラスチック材料(ペレット)が前方に供給されて溶ける、という仕組みである。

そのスクリュは、計量部(浅溝部)・圧縮部(傾斜のある溝深さ)・供給部(深溝部)という3段階の溝の深さがある形状となっている。この構造は、射出成形機の構造が1950年代に欧州で開発されて以来、基本的には変化していなかった。成形機本体は、油圧駆動から、電動サーボモータ駆動と変化しているのに対し、樹脂を溶かす部分には、革新的な変化は起きていなかったのである。

SPIRAL LOGIC LIMITED (スパイラルロジック社・本社香港)は、2000年代に入り、エンブラ・スーパーエンブラの成形が増加し、さらにRoHSの影響でハロゲン系・リン系の難燃剤が規制されるようになり、成形不良現象として、ガスや炭化物などが問題となる現場に対応するべく、新たな発想を備えたスクリュの開発に着手した。

従来型スクリュを、さまざまな角度から観察・解析を重ね、上述のような問題を解決することができる、すなわち剪断発熱を発生させず、スムーズな融解と搬送を実現したSLスクリュの発明に至った(写真1)。

この成果は、2008年に幕張メッセで開催されたIPF2008で発表された。プラスチック成形加工学会の2009年第20回「青木固」技術賞を受賞しており、技術的にも裏付けのあるものとなっている。住友重機械工業(株)に技術供与を行い、一部の機種には標準搭載されるなど、SPIRAL LOGICが搭載された成



写真1 可視化バレルによる透明ペレットに一粒だけ黒いペレットを混入した状態の分解写真を合成

形機は、2008年の発売開始以来、すでに1,500台以上が納入されており、地味ではあるが業界に浸透してきた感がある。

しかしながら、発売から17年経過しているにもかかわらず、今に至ってもガスや黒点が射出成形現場の不良原因から駆逐されていない。

この投稿を通じて、改めて革新的な可塑化ユニットであるSLスクリュ搭載可塑化ユニットの機能と効果を紹介し、根本的な不良対策、さらにペレタイザによる省資源に貢献したいと考える。

2. SLスクリュ搭載可塑化ユニットの概要・特徴・設定方法

2-1 SLスクリュ

従来型スクリュは計量部・圧縮部・供給部という構造となっており、圧縮比(計量部と供給部の溝深さの差)は、一般に2～3程度である。つまり、出

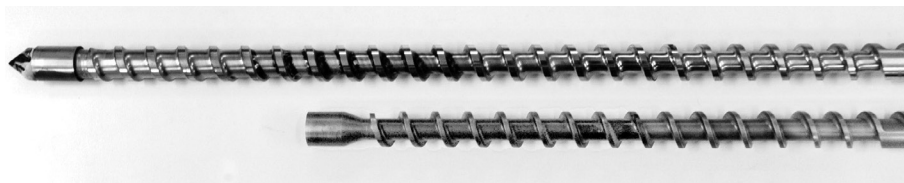
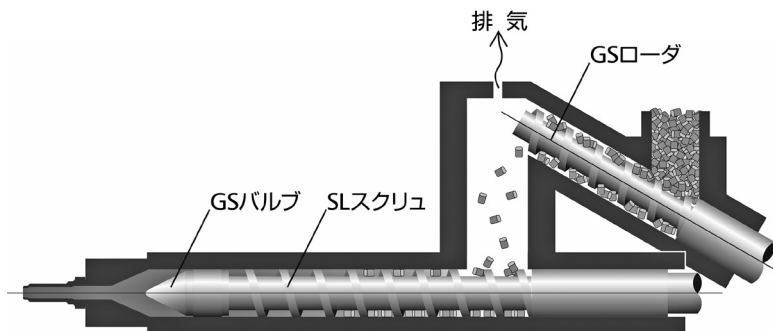


写真2 従来型スクリュ (上) とSLスクリュ (下)



第1図 模式図によるSLスクリュ搭載可塑化ユニットのシステム構成

口部分では溝の深さが入口部分の半分以下になっている。SLスクリュは、入口から出口まで溝の深さが一定となった無圧縮スクリュである。また、長さは従来のスクリュに比べおよそ2/3と短くなっている(写真2)

これらの特徴により、樹脂は剪断を受けることなく、ヒータの熱量だけで融解し、受ける熱履歴も短くなっている。ただし、単にスクリュが変わっただけではなく、次のような部材によりシステムが構成されている(第1図)。

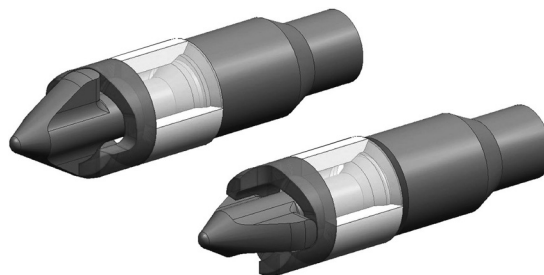
2-2 GSローダ

圧縮部のないスクリュでも、ペレットを無制限に供給すれば、ペレットがスクリュで押し込まれるため、加熱筒の内部で摩擦熱、いわゆる剪断発熱が発生する。SLスクリュでのペレットの融解は、この摩擦熱を利用しない。そのため、ペレットの供給を適量に制限する必要がある。

GSローダは、モータとスクリュから構成され、SLスクリュへのペレット供給を適量に制御するフィーダである。ペレットはスクリュのフライト全体には供給されず、概ねスクリュフライトの上部にはペレットがない状態となる。このため、ペレットは加熱筒の内壁からの伝熱により融解する。

2-3 GSバルブ

従来のスクリュヘッド3点セットは、射出時にチェックリングが後方に動く前に、多少の樹脂の逆流が発生する。SLスクリュでは、上述のように概



第2図 GSバルブ 射出時(上)と計量時(下)

ねスクリュフライトの上部にペレットがない=後ろから押す力が弱いために、この逆流が増えることになる。

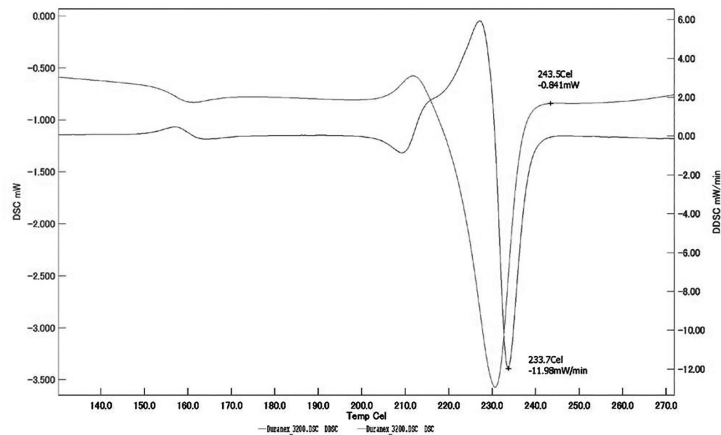
そこで、計量完了後、スクリュを反転させてチェックリングを強制的に閉める機構を追加した。段差のあるチェックリングが特徴である。計量時にはチェックリングとシールリングに隙間があるが、スクリュヘッドの反転により段差が変わり、チェックリングを強制的に後方に押すという構造になっており、優れたシール機能を発揮する(第2図)。

2-4 各部の設定

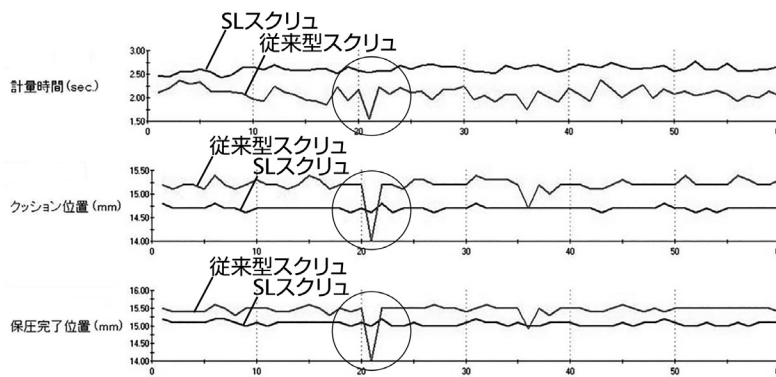
上述のようにSLスクリュ搭載可塑化ユニットでは、従来の可塑化ユニットとは違う部材の構成となり、その設定には次のような特徴がある

(1) GSローダのペレット供給量の設定

SLスクリュの回転数を上げて、計量時間は短



第3図 示差走査熱量計による融点(DSC)の確認例



第4図 従来型スクリュでは突発性ショートショットが発生する(円内)

くならない。というのは、ペレットの供給量はGSロードで設定されるためである。しかし、GSロードからのペレット供給量が多すぎると、無圧縮のSLスクリュでも剪断発熱が起きてしまう。徐々にペレット供給量を増やしていく過程で、ヒータ温調ゾーン2(右から2番目のヒータ)の温度が設定よりも上がる場合は、剪断発熱が起きているため、その時点で供給量を減らせば良い。

(2) ヒータ温度の設定

SLスクリュは剪断発熱を利用しないため、加熱筒の設定温度はその樹脂の融点となる。示差走査熱量計により、融点(DSC)を確認し、その温度を各ゾーンのヒータに設定する(第3図)。つまり、加熱筒のヒータ温度設定は、各ゾーンで同一となる。なお、ノズル部温度は別途調整する必要がある。

(3) GSバルブの設定

成形機の計量設定には、計量完了後スクリュ反転というモードがある。これを利用して、GSバルブ

の3点セットを反転させて、チェックリングを強制的に後ろに押し、樹脂流路を完全にシールする。

3. SLスクリュ搭載可塑化ユニットの効果

3-1 突発性のショートショット対策

インラインスクリュは、計量によりスクリュが後退し、その後退した分を押し出すことで射出動作をするという、2つの機能を兼ねている。しかし、計量時に押し込まれたペレットが押し固められると、樹脂が押し出されることがないまま、スクリュが後退する。これは、いわゆる「ネジ抜き」という現象である。この結果、計量の密度が上がらないままスクリュのみ後退し、そして射出すれば、樹脂が足りない状態＝ショートショットの原因となる。SLスクリュは、GSロードによりペレットの供給を適量に制限しているため、ネジ抜きが起きない。原因不明とされた突発性のショートショットは、発生しなくなる(第4図)。

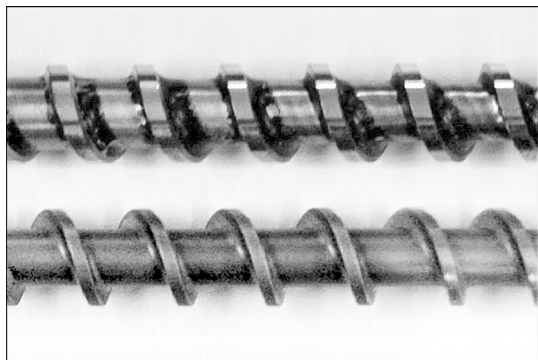


写真3 炭化物が付着した従来型スクリュ（上）とSLスクリュ（下） SLスクリュは滞留炭化が起らない

3-2 黒点对策

従来型スクリュでは、樹脂が圧縮部で滞留し、その樹脂が時間の経過により炭化して、黒点となって成形品に混入する。SLスクリュは圧縮部がないので、このような黒点は発生しない(写真3)。

3-3 ガス対策

射出成形におけるガスとは、ペレットが溶けた時に発生する添加剤の分解や、ペレットに含まれた水分などによるものである。従来型スクリュでは、ぎっしりとペレットが詰まっているため、ガスが抜けていく間隙がない。SLスクリュ搭載可塑化ユニットでは、GSローダのペレットの適量供給により、スクリュフライトの上部に空いた隙間を通して、これらのガスが後方へ排出されるため、ガスによる不良をなくすことが可能である(第1図)。

4. SLスクリュ搭載可塑化ユニットの 押出機への展開

4-1 エンプラ専用再生ペレタイザ Raptor22の概要

Raptor22は、SLスクリュ・GSローダを装備した押出機と、冷却装置・カッタを組み合わせた、当社開発によるエンブラ粉碎材専用の再生ペレタイザである(写真4)。

4-2 Raptor22の特徴

粉碎材は大きさにばらつきがあり、しかも表面が滑らかではないため、熱が均一に伝わらず、未熔融部分を残すことにもなり、さまざまな不良を引き起こす。再生材を粒状のそろったペレットにしてしまえば、バージン材と同様の成形が可能となる。Raptor22は、上述したSLスクリュとGSローダの

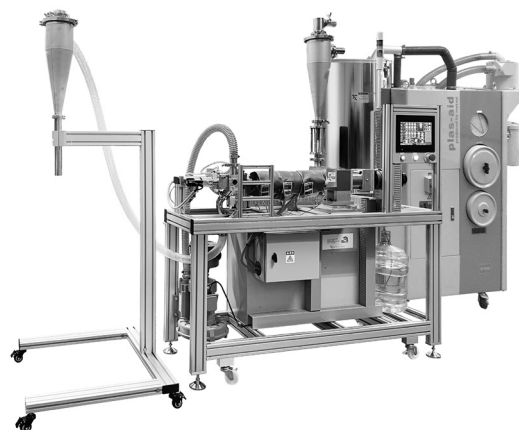


写真4 エンプラ専用再生ペレタイザ Raptor22



写真5 粉碎材(上)とRaptor22による再生ペレット(下)

たらず性能特性から、樹脂の物性を損なわない、複数回再生をも可能とする、優れた再生能力を有している(写真5)。

5. おわりに

SLスクリュ搭載可塑化ユニットは、射出成形機向けとしては、住友重機械工業に技術供与しており、小型成形機・堅型成形機に搭載され、顧客の成形現場の不良対策と効率生産に貢献している(写真6)。既納の成形機への対応としては、住友重機械の純正部品での改造のほかに、当社で製作した部材一式による改造の実績もあり、他の成形機メーカーへの技術供与、部材の供給も問題ない。

また、エンブラ専用再生ペレタイザ Raptor22は、

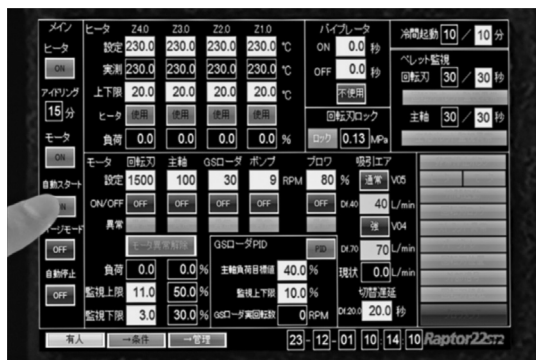


写真6 操作画面

すでに100台以上の販売実績がある。貴重な樹脂資源を再生してリサイクルすることにより、大きな経済効果を期待できるほか、石油由来のプラスチック

廃棄物の焼却時に発生する炭酸ガスを抑制し、地球温暖化対策にも寄与している。

SLスクリュ搭載可塑化ユニットの開発および納入実績により、いくつかの伝統的な射出成形不良が解消された。今後もさらなる普及によって、生産性の改善が進むことを期待している。

【筆者紹介】

神谷 宗克

SPIRAL LOGIC LIMITED Managing Director

菅原 壮浩

SPIRAL LOGIC LIMITED Director