

新物理発泡成形技術 SOFIT

1. はじめに

近年、自動車などの燃費向上のために部品の軽量化が進められており、その手段の一つとして射出発泡成形が注目されている。射出発泡成形には、ADCA（アゾジカルボンアミド）や重曹などの化学発泡剤を樹脂材料に混ぜて使用する化学発泡成形と、窒素や二酸化炭素などの不活性ガス（物理発泡剤）をシリンダやノズルから注入する物理発泡成形とがある。化学発泡成形は、成形装置の導入コストが安く、また取り扱いも簡単のため国内では広く普及しているが、化学発泡剤が高価で、また成形温度が高いスーパーエンブラなどに適用できないといった課題がある。一方、物理発泡成形は、適用樹脂が広く、ガスを樹脂に大量に溶解できるため発泡倍率を高くできるなどの利点があるが、専用のスクリュ・シリンダと高圧ガス注入装置が必要なため、成形装置の導入コストが高いといった課題がある。これらの課題を解決し、発泡成形の適用範囲を広げるために、新たな物理発泡成形システムを開発した。

この度、開発した物理発泡成形技術『SOFIT』（Simple Optimized Foam Injection Molding Technology）^{*}（図1）は、従来の物理発泡成形システムと同様の利点を残したまま、高圧ガス注入装置を不要にして成形装置の導入コストを低く抑えている。以下に、本技術の概要を示す。

^{*}本技術は、マクセル（株）と京都大学が開発したRIC-FOAM[®]技術がベースになっています。

2. 装置構成

図2に開発した成形機の構造を示す。SOFITは可塑化ゾーンの下流側に減圧ゾーンと不活性ガスを導入するためのガス導入口を配置した専用のスクリュ・シリンダを用いる。そして、本減圧ゾーンに10 MPa以下の低い圧力で不活性ガスをボンベから直接供給する。従来法（MuCell[®]法）と比較する

と、高圧ガス注入装置やガスの注入を制御するための注入弁が不要なため、より簡便でコストの低いシステムとなっている。

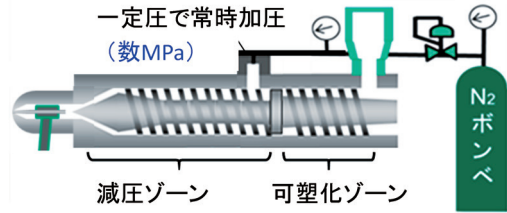


図2 SOFITのスクリュ・シリンダの構造

3. 特徴

図3はタルク20%強化ポリプロピレン（PP）樹脂製成形品の重量のショット間ばらつきを示す。一般に、発泡成形では標準成形に比べて重量ばらつきが大きくなるが、SOFITは、小型製品でも標準成形と同程度の重量安定性を示した。SOFITでは、一定圧力の窒素ガスをシリンダ内に常に供給するため、樹脂中の窒素ガス溶解量、および型内での発泡状態が安定しており、標準成形と同様の安定した成形を実現できる。

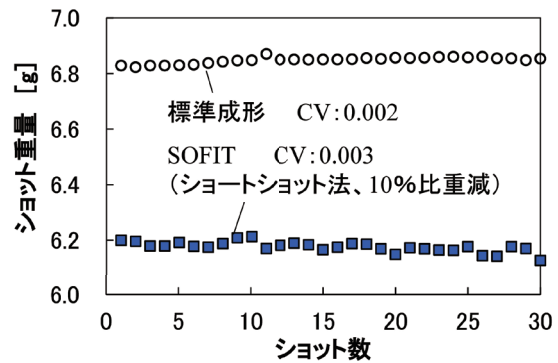
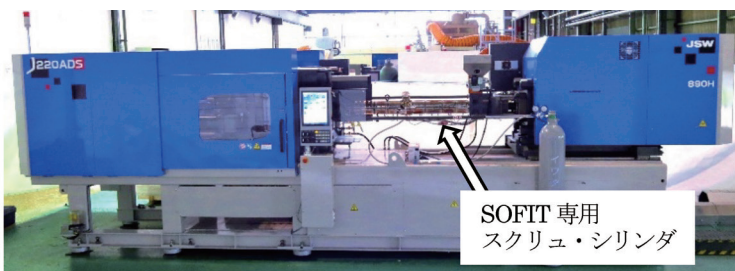
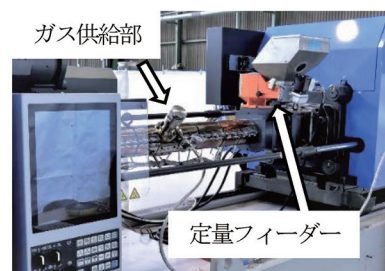


図3 標準成形とSOFITの成形品重量のショット間ばらつき（マクセル（株）ご提供）



(a) SOFIT仕様機の外観



(b) シリンダエリア詳細

図1 物理発泡成形技術 SOFIT

図4は流動長評価用金型においてPP樹脂を用いて成形した際の型内での樹脂の流動長を示す。一般に物理発泡成形では、ガスの溶解量が増加すると、流動時の樹脂の粘度が低下するとともに発泡時の樹脂の膨張量が増加する。MuCellとSOFITでは、窒素ガス圧力、もしくは窒素ガス注入量の増加に比例して流動長が増加し、その増加量がほぼ同等であった。このことから、SOFITは、高压ガス注入装置を用いなくともMuCellと同程度のガスを溶解でき、同等の発泡状態が期待できる。また、MuCellと同様にSOFITでは樹脂の粘度低下と発泡による充填により、射出充填圧や保圧を低減し、成形品のばりを低減できる。

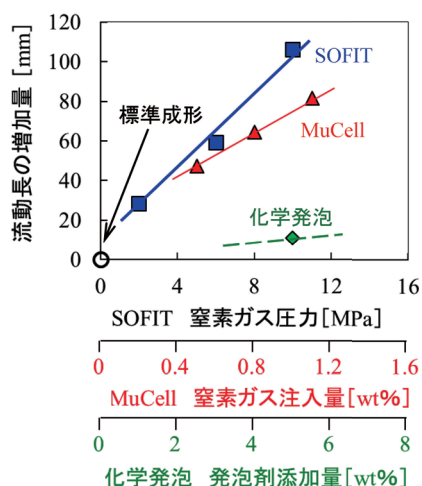


図4 PP樹脂を一定速度で一定時間射出した際の樹脂の流動長

図5はSOFITと化学発泡成形におけるPP樹脂成形品の反り量を示す。SOFITでは窒素ガス圧力の増加にともない反り量が低減し、最大で標準成形の1/5程度に改善した。また、化学発泡と比較し、軽量化率が低い領域で反り量が大きく改善される。反りの改善を目的として発泡成形が採用される場合においても、SOFITは強度低下が発生する領域まで軽量化率を増加させる必要がなく、反りの低減と強度の確保の両立が可能となる。

このほか、SOFITはエンブラやスーパーエンブラなどにも適用可能である。特に、SOFITは、ポリフェニレンサルファイド(PPS)やナイロン(PA6、PA66など)などの一部の樹脂において2MPa程度の低い窒素圧力でも良好な発泡状態を得られることが確認されている(図6)。

以上のような特長から、SOFITは、自動車などの軽量化だけでなく、従来法で適用が難しかったエンブラやスーパーエンブラ製の高強度小型精密部品などの反りやばりの低減、寸法精度向上などを期待されている。

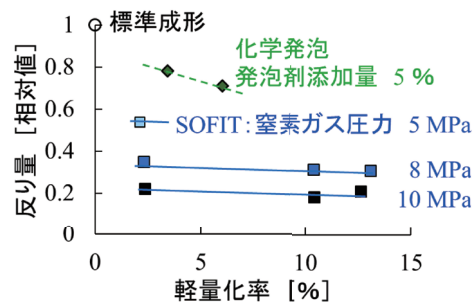


図5 PP樹脂製の成形品の反り量、軽量化率、および窒素ガス圧力との関係

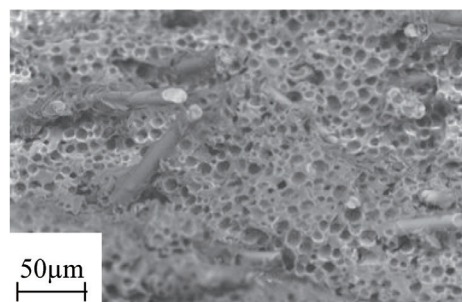


図6 SOFITでのスーパーエンブラの成形事例(マクセル(株)ご提供)

樹脂 : ポリフェニレンサルファイド(PPS)
 成形法 : ショートショット法
 軽量化率 : 10 %
 窒素ガス圧力 : 2 MPa

4. おわりに

表1に各発泡成形法の特徴を示す。SOFITは、従来の物理発泡成形や化学発泡成形の課題を改善できる欠点が少ないコストパフォーマンスに優れた技術である。今後、SOFITのさらなる性能向上を図り、市場ニーズに即応できるよう要素技術の向上に努める所存である。

表1 物理発泡成形 SOFIT の特徴

項目	標準成形	化学発泡	物理発泡	
			MuCell	SOFIT
発泡剤	—	重曹、ADCAなど	N ₂ 、CO ₂ など	N ₂ 、CO ₂ など
発泡力	—	△	○~◎	○
軽量化	×	△	○~◎	○
流動時の粘度低下	—	△	○~◎	○
反り・ひけ	×	△	○~◎	○
均一発泡	—	○~◎	△	○
成形の安定性	◎	△~○	△~○	○~◎
表面性状	◎	△~◎	×~△	×~○
エンブラ適用	◎	△	◎	◎
製品リサイクル	可*	不可	可*	可*
インシャルコスト	◎	◎	△	○
ランニングコスト	◎	△	◎	◎

*: 製品リサイクルは、材料樹脂、および添加物による