

特 集 プラスチック成形技術のトレンド

ブロー編 三次元ブロー成形（MES）の特徴と成形事例

エクセル(株) 田村 隆

1. はじめに

二次元・三次元に曲がった製品や蛇腹のある製品を、バリなしで成形する三次元ブロー成形は、ブロー成形金型のキャビティ内にパリソンを収納して、ブロー成形する方法である。ここでは、われわれの開発した三次元ブロー成形（MES）と、ソフト材とハード材を一体で成形するエクスチェンジブロー成形を組み合わせた例と併せて紹介する。これらの成形品はデザインに二次元・三次元形状や蛇腹構造を必要とする自動車吸気用ダクト・ホースなどに使用され、軽量化・部品削減・高機能化・コストダウンを図っている。

2. 三次元ブロー成形（MES）の機構と特長

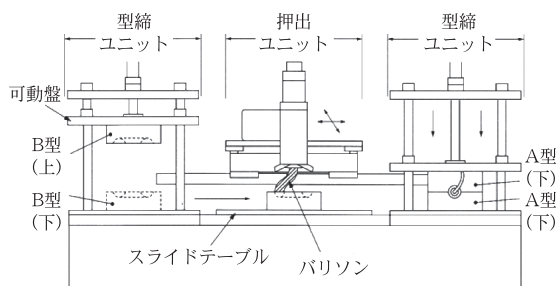
ブロー成形するパリソンを金型キャビティ内に収納する三次元ブロー成形（MES）は、押出機と金型を相対的にX-Y移動し、パリソンを横置きの下金型のキャビティ内に収納し、次いで下金型を型締め機構に移動させブロー成形する方法である。第1図は押出機を移動する三次元ブロー成形機（MES）の基本的な機構で、可塑化した樹脂のパリソンを供給し

ながらX-Y移動する押出ユニットと、横置金型とその金型を移動・開閉しブロー成形する型締ユニットからなり、その制御とパリソンの供給や肉厚の制御は、NC装置を備えた制御ユニットで行う。

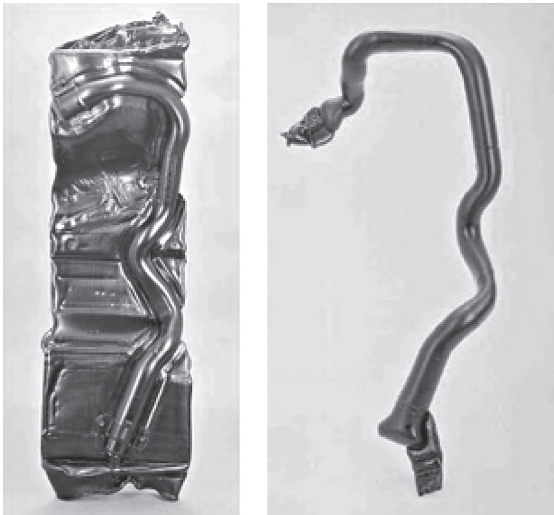
一般のブロー成形は、縦方向に供給したパリソンを、左右に型締める金型で挟み成形するので、溶融した樹脂であるパリソンのドロダウンドが起りやすく、高粘度材料（例えば、PE、PPなど）でないと成形できない。また、ダクトやホースなどの複雑な形状のものについては、バリが多く発生し、材料歩留りが悪い。

三次元ブロー成形（MES）は、押出機を横置きの下金型のキャビティに沿ってX-Y移動させ、キャビティ内にパリソンを収納してブロー成形するので、パリソンを押出すダイヘッドと下金型キャビティとの距離が近い。従って、パリソンのドロダウンドが少なく、溶融粘度の低いエンジニアリングプラスチック、ガラス繊維強化材料、熱可塑性エラストマーなどが容易に成形できる。また、これらの材料を使った複雑な二次元・三次元形状のダクト・ホースをバリなしで成形し、複数の蛇腹構造を持つ構造やパイプ・ブラケットなどの機能部品を一体に成形することができるので、エンジニアリングプラスチックによる耐熱性・耐油性などに優れた複雑な製品も得られる。

三次元ブロー成形と一般ブローとの成形品の比較を写真1に示す。折曲した製品の場合、一般のブロー成形ではバリの方が製品より多くなり製品の材料歩留りがきわめて悪く、繰り返し使用する材料の物性劣化が大きくなるが、三次元ブロー成形では材料ロスが少なく、リサイクル材を使用した場合でも、物性低下が少なく製品の品質への信頼性が高い。



第1図 三次元ブロー成形（MES）の基本的な機構



一般ブロー成形品

三次元ブロー成形品

写真1 三次元ブロー成形品と一般ブロー成形品の比較

3. 三次元ブロー（MES）成形品の 特長と適用例

横置きブロー成形金型のキャビティ内にパリソンを収納し、ブロー成形する三次元ブロー（MES）成形品の特長は、

- ① U・S・L字形など二次元・三次元形状製品がバリなしで得られる
- ② 複数の蛇腹を製品の任意位置に設けられる
- ③ パイプやブラケットなどのインサートを多数設けることができる
- ④ 製品部分にバリを発生させないので、ピンチオフによる強度低下がなく、パイプやホースの強度が強く、ピンチオフ強度が弱いエンブラやエラストマーなども使用できる
- ⑤ パリソンのドロウダウンの影響が少ない、したがって熔融粘度の低いエンブラ・エラストマー・フィラー強化材料などが成形できる
- ⑥ バリの発生が成形品の両端部のみなので、リサイクルによる材料物性の低下が避けられるなどのメリットがある。

成形できる樹脂の範囲は広く、汎用のオレフィン系樹脂（PE、PPなど）はもちろんのこと、オレフィン系エラストマー（TPO、TPV）、ポリアミド系（PA6、PA66、PA11、PA12、PPA）およびそのフィラー強化グレード、エラストマーグレード、ポリエステル系のポリブチレンテレフタレート（PBT）やポリエステルエラストマー、スーパーエンブラの

ポリフェニレンサルファイド（PPS）などが成形できる。

これらの特長を活用した自動車用部品への各種適用例を以下に紹介する。

写真2は、三次元的なU字形状を持つ外気導入のエアインテークホース（PP）で、狭い空間を有効に利用し、吸気ダクトに必要な長さを取っている。



写真2 エアインテークホース（PP）

写真3は、U字形状を持ったトラック用ターボ吸気ダクト（PP-T）で、口径の異なる部分を接続するため両端末の口径比が3：1と大きいですが、パリソンコントロールにより肉厚の均一化を図っている。



写真3 ターボ吸気ダクト（PP-TalC）

写真4は、オレフィン系エラストマー（TPO）によるエアインテークホースの例で、車体側とエンジン側をつなぐホースに2ヶ所の蛇腹を設け振動を吸収している。

写真5は、クリーンエアダクトでポリプロピレン

(PP) のダクトとガラス繊維強化ポリアミド6 (PA6-GF) のサイドブランチを三次元ブローで成形した例である。ダクト本体部は、パイプ、金属ネジ付き連結部、ホルダー、コードクランプ、固定用ブラケットなど9個のインサート部品を設けたもので、三次元形状のサイドブランチは、周辺部品との干渉を避ける設計自由度を生かしたものである。

写真6は、ガラス繊維強化ポリフェニレンサルファイド (PPS-GF) による冷却水系パイプの成形例である。全長が約1,800 mmある長尺のスーパーエ



写真4 エアインテークホース (TPO)
(下段：レゾネータ取り付け状態)

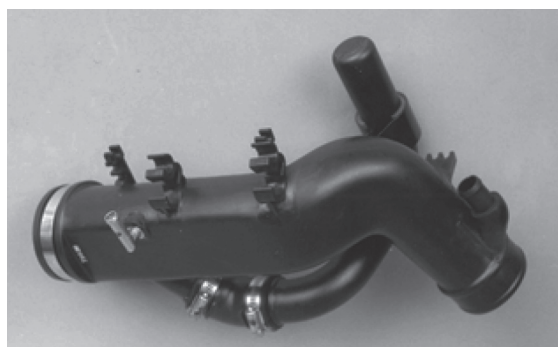


写真5 クリーンエアダクト
(ダクト：PP、サイドブランチ：PA6-GF)

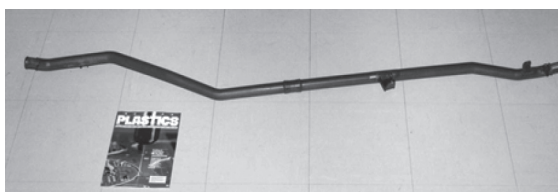


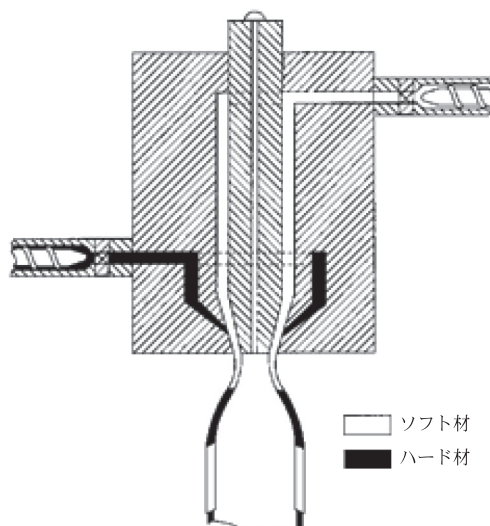
写真6 冷却水系パイプ (PPS-GF)

ンプラ成形品である。

4. 三次元エクスチェンジブロー成形 (MES-Exchange Blow Molding)

三次元ブロー成形 (MES) と、ソフト樹脂とハード樹脂を一体でブロー成形するエクスチェンジブロー成形法を組み合わせた三次元エクスチェンジブロー成形は、従来の金属パイプやゴムホースの組合せによる複数の部品を、ハード樹脂とソフト樹脂の組合せで一体化したシンプルなブロー成形によるプラスチック部品に替え、大幅な部品削減と軽量化及びコストダウンを図り、自動車用吸気ダクトなどで広く活用されている。

エクスチェンジブロー成形の成形機構とパリソンの例を第2図に示す。



第2図 エクスチェンジブロー成形機構及びパリソンの一例

エクスチェンジブロー成形は、2つの押出機で可塑化された性質の異なる樹脂（ソフト樹脂とハード樹脂）を押出ヘッド内で合流させ、押出機の射出制御を使い、選択的に材料を切り替え、ノズルの先端からそれらの樹脂を交互に連続的に押し出し、樹脂の射出方向にシャープに切り替わった基本的に単層でリング状の異なる樹脂から構成されるパリソンを作り、このパリソンを金型内に収納し、エアブロー・冷却して、エクスチェンジブロー成形品を得る。

ハード樹脂とソフト樹脂の組合せは、大別するとオレフィン系、ポリアミド系、ポリエステル系の3

種であるが、スーパーエンブラ系も開発している。製品に要求される性能や使用環境などにより樹脂の組み合わせやソフト材料の硬度を使い分けている。

5. 三次元（MES）エクスチェンジブロー成形と成形品の特長

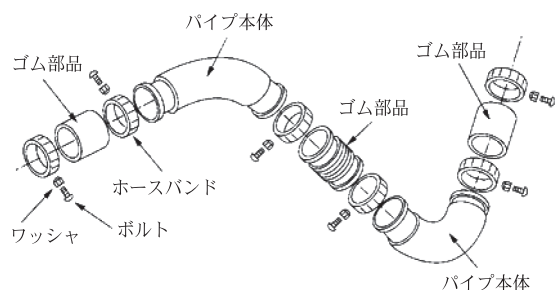
エクスチェンジブロー成形は、部分的に性質の異なる材料を設定した製品が得られるが、一般のブロー成形ではバリが発生すること（写真1）や、パリソンを吸引するサクションブロー成形法ではエクスチェンジパリソンの位置ずれを生じることなどから、その利点を十分活用できない。

三次元ブロー成形（MES）は、パリソンの供給・肉厚制御・材料切替えなどをコンピューター制御し、横置き金型上でのパリソンの供給位置・材料の切替え位置が正確に設定できる。この三次元ブロー成形（MES）とエクスチェンジブロー成形を組み合わせることによって、エクスチェンジブロー成形の特長が活かされ、従来は複数の金属パイプやゴムホースなどから構成されていた部品群を、一部品で一体的にブロー成形することができる。

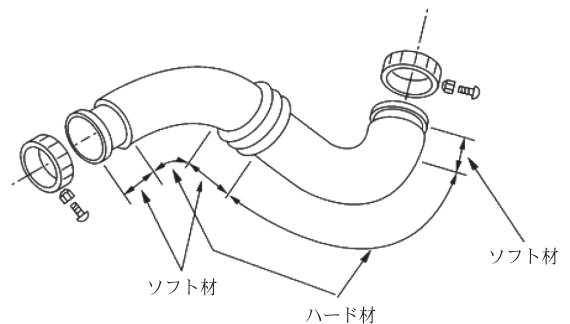
第3図は従来の構成による自動車用エアインテークパイプを、第4図に三次元（MES）エクスチェンジブロー成形によるエアインテークパイプを示す。従来は金属などであったパイプ部をハード樹脂、ゴム部品をソフト樹脂に置き換え、それらの接続部品はハード樹脂とソフト樹脂の切換え部になり、一体化したシンプルなブロー成形部品になる。この構成例では、従来の製品に比べ、部品点数・組付け工数で約65～70%の削減が達成できる。

三次元（MES）エクスチェンジブロー成形品は次のような特徴を持つ。

- ① 複数部品の統合一体化ができるとともに、設計自由度が増し、信頼性も向上する。



第3図 従来のエアインテークパイプ



第4図 三次元（MES）エクスチェンジブローエアインテークパイプ

- ② 部品点数と組付け工数が大幅に減り、製品のコストダウンが図れる。
- ③ 軽量化が図れ、熱可塑性樹脂を使用しリサイクルも可能である。
- ④ エンジニアリングプラスチックを利用した高品位の製品ができる。

このように、複数の部品を統合一体化した三次元（MES）エクスチェンジブロー成形品は自動車用部品に多く採用されている。その適用事例をいくつか紹介する。

写真7は乗用車の吸気系エアフロダクトの例で、従来は金属ダクトとゴムホース（上段）であった製品を三次元（MES）エクスチェンジブローで一体化した例である。金属ダクト部をPP、蛇腹部分と両端組付け部分をTPVとしたもので、45%の部品削減、50%の軽量化とコストダウンが図れた代表的な例である。

写真8は、ターボエアインテークパイプの例で、PA6-GFとTPAEの組合せで従来の金属パイプとゴ

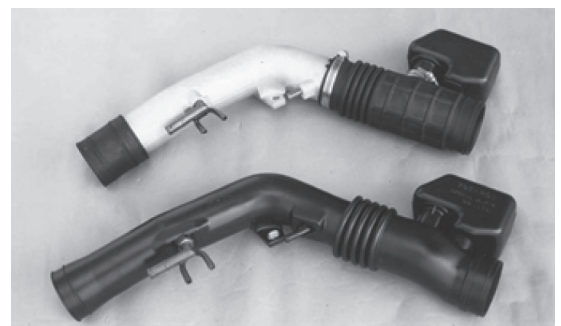


写真7 吸気系エアフロダクト
((上) 従来の吸気ダクト（本体：金属ダクト、両端・蛇腹部：ゴムホース、(下) MESエクスチェンジダクト（本体：PP、両端・蛇腹部：TPV)）

ム部品を樹脂化した例である。長尺製品をエンジニアリングプラスチックで樹脂化した代表例である。写真9は、高温の耐熱性が要求されるジーゼル系ターボパイプの例で、従来は金属パイプと繊維補強したゴムホースで構成されていた高温過給側の部品を、PBT-GFとTPCの組合せで樹脂化し、40%の軽量化と部品削減をしている。

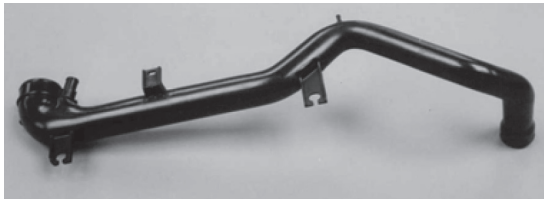


写真8 ポリアミド系ターボエアパイプ
(本体：PA6-GF、端部：PA11)



写真9 ポリエステル系ターボエアインテークパイプ (過給高温側)
((上) 従来のターボパイプ本体：金属ダクト、両端：繊維強化ゴムホース、(下) MESエクスチェンジパイプ本体：PBT-GF、両端・蛇腹部：TPC)

写真10は、ブローバイパイプの例で、金属パイプとゴムホースをPA6とTPAEの組合せで樹脂化しパイプに柔軟性を持たせ組付け性を改善したもので、45%以上の部品削減と70%の軽量化が図れたものである。

写真11は、新たに開発したエクスチェンジブロー成形技術で、多機能エクスチェンジブロー (Multi-Functional Exchange Blow) と名付けたものの例である。従来はダクトに、別体で成形したレゾネータ (消音器) をバンドで組付けたり、熱溶着で装着したりしていたもの (たとえば、写真7) を、一工程で一体化成形するもので、両端組付け部と蛇腹部はソフト樹脂とし、中央本体部とそれに付加して

いるレゾネータ部分をハード樹脂で形成し、一体的に成形したものである。特殊なパリソンコントロールにより、両端と蛇腹部は小さなパリソンを、中央のレゾネータを形成させる部分は大きなパリソンを供給し、従来は別体であったレゾネータを一体化成形し、成形コスト・加工コスト・投資コストを削減したものである。



写真10 ブローバイパイプ
((上) MESエクスチェンジパイプ (本体：PA6+TPAE)、(下) 従来のパイプ (金属パイプ+ゴムホース+クランプ))



写真11 多機能エクスチェンジブロー成形 (MF-Exchange Blow Molding) による製品例 (両端組付け部・蛇腹部：TPV、本体部・レゾネータ部：PP、レゾネータ部は一体成形)

【筆者紹介】

田村 隆

エクセル㈱ 取締役 営業部長