

全電動式コ・インジェクション射出成形機

宇部興産機械株式会社
技術開発センター 樹脂成形技術グループ
グループリーダー 岡本 昭男

1. はじめに

当社は、プラスチック成形加工ユーザにとって有益な成形機（ハード面）及び成形技術（ソフト面）を提供することを使命と考え、省エネ、ハイサイクル成形、低騒音、クリーンなどの環境負荷低減と生産性向上と、表面加飾化、モジュール化、リサイクル対応などの高付加価値成形をキーワードとして開発を進めてきた。ハード面では、油圧駆動式から全電動駆動式への転換であり、型締力29400KNまでの全電動式大型射出成形機をいち早く開発上市した。またソフト面では、高品質な表皮インサート成形を実現するダイプレスト成形法、更に金型内で成形品表面に塗装処理まで一体成形可能なインプレスト成形法を独自開発し、ハードとソフトのトータルシステム化により、環境負荷低減と生産性改善及び高付加価値成形を実現すべく開発を継続している。

更にまた、異なった樹脂を独立して金型内に射出充填させ、表層樹脂の中に例えばリサイクル樹脂を充填させるサンドイッチ成形や、順次樹脂を積層状態に充填させる積層成形などのコ・インジェクシ

ョン成形技術も、環境負荷低減と生産性及び高付加価値成形を達成させる有望な手段として期待が高い。

本稿では、コ・インジェクション成形技術と全電動式射出成形機を組み合わせた、全電動式コ・インジェクション射出成形機について、その特徴と成形事例を併せて紹介する。

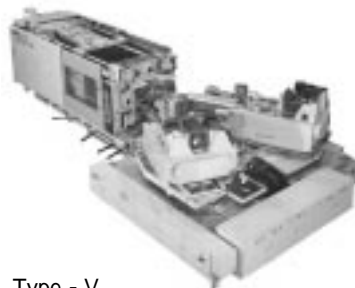
2. 成形機の概要

(1) 成形機の種類

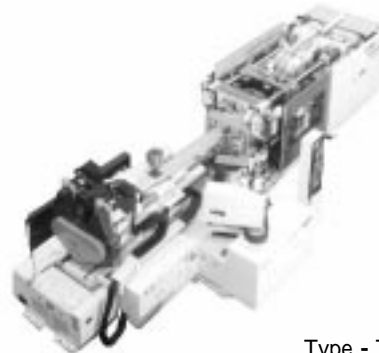
1つの型締ユニットに複数の射出ユニットを配置することでコ・インジェクション成形は可能となる。当社では、使用目的や設備レイアウトの変化に応じて種々対応できるように、3タイプの成形機をシリーズ化している（写真1）。



<サブ射出ユニットを直角に配置>



Type - V
<2つの射出ユニットをV型に配置>



Type - T
<サブ射出ユニットを斜めに配置>

写真1 全電動式コ・インジェクション射出成形機

1 タイプ - V

射出ユニット (A/B) をV字状に配列し、先端部にミキシングヘッドを組み合わせる。ミキシングヘッドにより樹脂A内部に樹脂Bが内包された状態で金型キャビティ内へ射出充填され、サンドイッチ成形品を得る。

2 タイプ - T

射出ユニット (A/B) を各々独立させて金型に直接ドッキングさせる。金型内で樹脂A及び樹脂Bを独立あるいは組み合わせて射出充填できる金型構造とすることで、サンドイッチ成形品や積層成形品が得られる。

3 タイプ - L

射出ユニット (B) を成形機反操作側から金型へ直接ドッキングさせる。射出ユニット (A/B) のサイズ選定の自由度が高く、また既設機のコ・インジェクション成形対応が容易である。

(2) 成形機の特徴

1 全電動式であることで、制御性能・応答性・省エネ・クリーン・低騒音などを実現できる。特に油圧式の場合に問題となっていた射出 (A/B) の切替え時の油圧ショックによる射出性能低下は、全電動式とすることで解決できた。更に射出 (A/B) 動作、型締動作など各個同時動作においても、独立した駆動形態を有する全電動式であることで各個動作速度の低下もなく、更なる成形サイクル短縮を可能とする。

2 射出 (A/B) とともに個別駆動のノズルタッチ方式を採用。ノズル固定方式と比較して射出 (A/B) の樹脂替え作業性が大幅に改善されると共に、例えば射出 (A) で成形中に射出 (B) で樹脂替えの同時作業ができることで成形準備時間の大幅低減も可能となる。

3 射出速度、保圧は最大で10速、10圧の設定が可能 (写真 2)。更に各射出段数毎の充填圧力規制値が設定できる機能 (S-CPF制御) や、速度及び圧力をステップ状に切替える「階段制御」、スムーズな直線で切替える「折れ線制御」など、きめ細かい充填設定ができ、ウエルドやガス焼け不良低減を実現する。

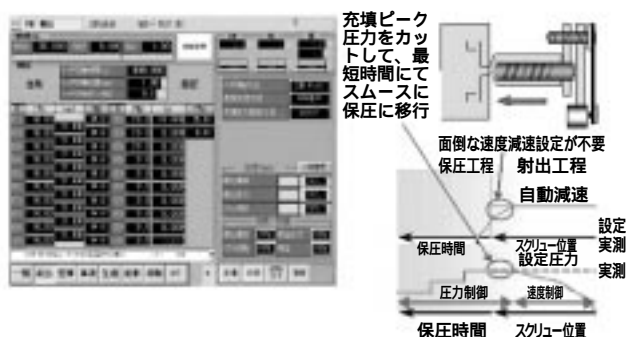


写真 2 射出設定画面 (10速10圧の場合) と CPF 制御

4 射出 (A/B) の設定画面を並列配置 (写真 3)、射出設定内容が一目で分かる工夫。



写真 3 設定・操作パネル

5 型締装置は大型機で実績の多いトグル式型締機構と電動ボールネジ駆動の組み合わせを採用。トグルリンク機構の最適設計によりボールネジストロークを短縮し、コンパクト&クイック動作によるハイサイクル成形を実現する。また、トグル倍力特性の利用と複数電動ボールネジのシンクロ駆動の組み合わせで、型締力 29400KNまでの大型化を実現した。

3. 成形機の機能アップ

全電動式コ・インジェクション射出成形機 (COIM) に、当社独自開発技術のダイプレスト成形 (DIEPREST) やインプレスト成形 (IMPREST) を組み合わせることで、更なる環境負荷低減と生産性改

善及び高付加価値成形の実現を可能とする（図1）。

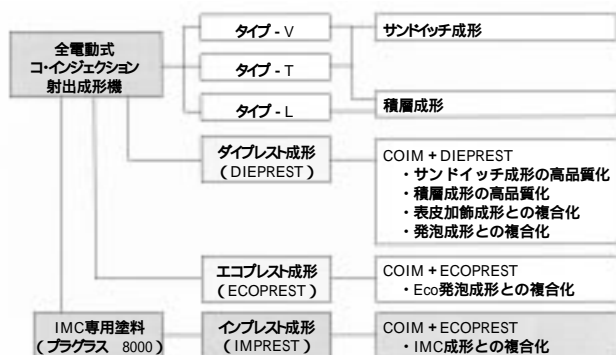


図1 全電動式コ・インジェクション射出成形機の機能マップ

(1) COIM + DIEPREST

DIEPRESTはトグル式型締機構のトグル倍力特性を利用して、繰返し安定性 = $\pm 0.01\text{mm}$ の高精度な型締多段制御を実現する。この高精度型締多段制御特性を利用して種々の高品質成形を可能とする。

例えば積層成形においては、1層目樹脂と2層目樹脂の各層厚み制御を、DIEPRESTによる型開位置制御で行うことで精度の高い厚み制御が容易に実現できる。また金型構造においても、樹脂充填の空間部形成用の油圧スライドコアなどが不要となることから、金型の簡略化&コストダウンが図れる。

また表皮材を用いた場合には、特定の条件下で微小型開(表皮と金型キャビティ面とに隙間形成)させることで、成形中に樹脂圧や樹脂熱でダメージを受けた表皮材が自己回復され(DIEPREST効果)、ソフト感や起毛手触り感のある表皮材で表面加飾されたサンドイッチ成形品や積層成形品が得られる。

(2) COIM + 射出発泡成形

軽量化や断熱/遮音特性付与などを目的とした射出発泡成形は、ここ数年で急速に需要が高まってきた。特に金型キャビティ内に発泡性樹脂をフルバック充填して、金型を拡張することで充填した樹脂を発泡膨張させるコアバック発泡成形法は、製品の形状自由度や表面品質の面で優れており、既に多くの製品分野で実用化されている。

射出発泡成形の難点は、製品内部に存在する発

泡セルによって製品強度(特に衝撃特性)が低下することであり、この課題に関してはソリッド樹脂層と発泡層を組み合わせる、COIM + 射出発泡成形が解決手段として注目されている。またCOIM + 射出発泡成形は、製品表面に例えばソフト感などの新しい意匠表現の可能性を秘めている。

このCOIM + 射出発泡成形においても、COIM + DIEPRESTを利用することで、DIEPRESTによる型開位置制御によりコアバック発泡量が制御でき、精度の高い発泡層厚みを有するCOIM + 射出発泡成形品が得られる(写真4)。

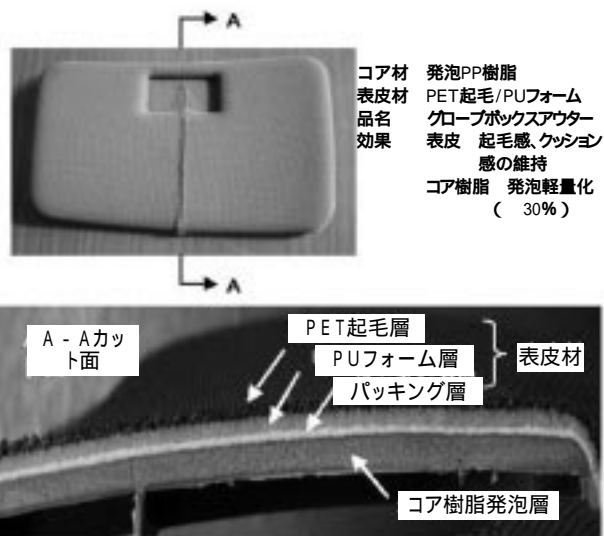


写真4 発泡 + 表皮加飾成形事例

(3) COIM + IMPREST

IMPRESTは当社と大日本塗料の共同開発技術で、熱可塑性樹脂成形と同時に金型内で樹脂成形品表面に塗装処理を一体で行う成形方法である。既に単層樹脂成形品においては、自動車外装規格値を満足するレベルに達しており、実製品での量産準備段階中である。

今後はサンドイッチ成形品や積層成形品にIMPREST技術を組み合わせて、全く新しい商品開発を進めて行く予定である。

4. 応用展開

上述した射出発泡成形は、熱分解により発泡性ガスを放出する発泡剤を基材樹脂に添加して行う化学発泡成形法と、熔融状態の基材樹脂に発泡性ガスを

強制的に注入するガス（物理）発泡成形法の2種類に分類される。特にガス発泡成形法においては、7 MPa以上（CO₂）の超臨界状態の高圧ガスを用いる方法（高圧ガス発泡成形法）が主流となっている。化学発泡成形法もガス発泡成形法も一長一短がある。

化学発泡成形法の場合は、発泡剤のハンドリング性（取り扱い、添加、混練など）は良好であるが、ガス発泡成形法に比べて発泡膨張力が低いことから高倍発泡に適していない。またガス発泡成形法は、取り扱う発泡性ガスが高圧であるためハンドリング性に問題が多く、逆に高い発泡膨張力を有していることで高倍発泡を可能とする。

当社は、化学発泡成形法のハンドリング性と、ガス発泡成形法の発泡膨張力とを兼ね備えた、新規の射出発泡成形法「エコプレスト（ECOPREST）」を新たに開発した。更に全電動式コ・インジェクション射出成形機との組み合わせ（COIM + ECOPREST）も同時に開発した（IPF2005で公開）。

(1) ECOPRESTの特徴

- 1 発泡性ガス圧力 < 1 MPa
- 2 発泡性ガスは大気中から必要成分 & 必要量のみ摂取
- 3 使用した発泡性ガスは再び大気に戻す完全循環タイプで環境に配慮した成形システム
- 4 専用スクリューにより高い可塑化能力を確保

5 DIEPREST、IMPRESTとのシステム共有が可能

(2) 成形事例

図2にECOPREST発泡成形 + 積層成形プロセスの動作パターンを、写真5に成形サンプルを示す。全電動式コ・インジェクション射出成形機は、「タイプ-L」を用いた。基材樹脂（射出A）は汎用PP樹脂、表面層樹脂（射出B）は軟質TPO樹脂の組み合わせとし、軟質TPO樹脂を発泡させることで製品表面ソフト感を意匠し、基材樹脂で製品剛性を確保させた。射出（B）にECOPRESTユニットを装備し、軟質TPO樹脂はECOPREST発泡とした。得られた発泡 + 積層製品の軟質TPO発泡層は、発泡倍率 = 2倍で内部は微細発泡セルの集合体である。



写真5 ECOPREST発泡成形 + 積層成形事例

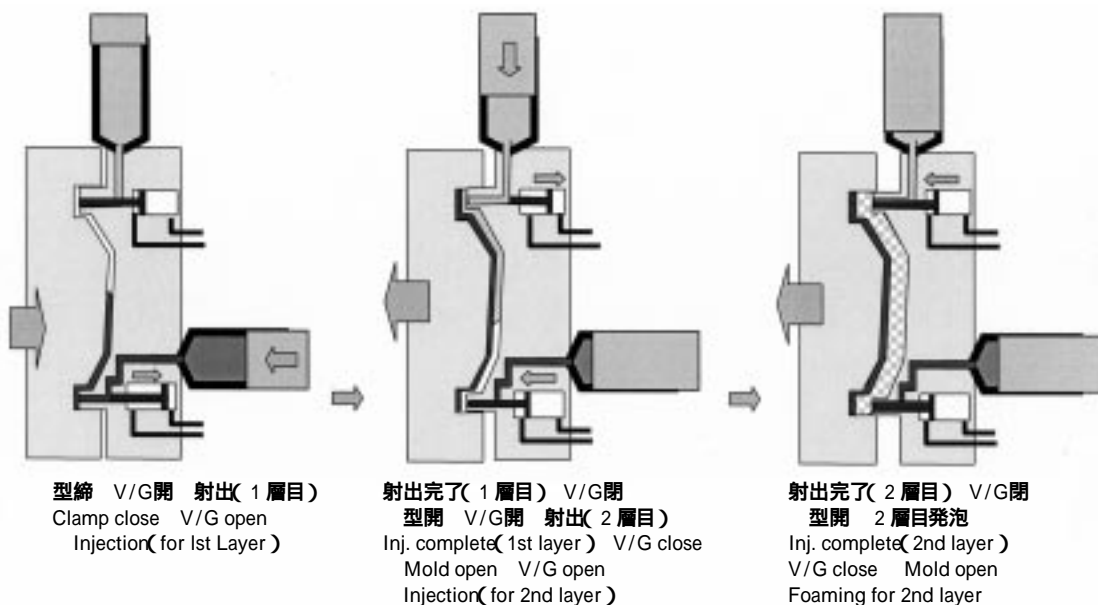


図2 ECOPREST発泡成形 + 積層成形プロセス

5 . おわりに

プラスチック成形加工分野において、省エネ・ハイサイクル・低騒音・クリーンなどの環境負荷低減&生産性向上と、表面加飾化・モジュール化・リサイクル対応などの高付加価値成形の技術進歩に、全電動式射出成形機をベースとしたコ・インジェクション成形機、及びシステム化したダイプレスト成形/インプレスト成形/エコプレスト成形が少なからずとも貢献できていると思っている。紹介した成形事例をほんの一例に過ぎないが参考になれば幸いである。

今後も、全電動式コ・インジェクション射出成形機のラインアップとダイプレスト成形/インプレスト成形/エコプレスト成形を軸とした新商品開発を続けていくことにより、新たな応用分野が広がり、ひいてはプラスチック成形加工ユーザにとって有益な商品が提供できるように努力を継続したいと考えている。

<参考文献>

- 1) 陶山真一「大型電動成形機、成形事例の紹介」、『産業機械』、No.594、2000.05
- 2) 高取宏幸「大型電動射出成形機による精密成形、高機能成形の事例」、『プラスチック』、Vol.51、No.8、2000
- 3) 岡本昭男「射出成形による表皮一体貼合せ成形技術 - ダイプレスト成形法の特徴、成形技術と今後の市場展開・応用開発事例」、『プラスチック工業技術研究会、資料、2000.12
- 4) 岡本昭男「大型電動ダイプレスト成形機による高機能・複合成形の事例 - UBE電動射出成形機MD - DPシリーズ」、『プラスチック成形技術』、第18巻、第2号、2001.02
- 5) 岡本昭男「電動ダイプレスト成形機による高機能・複合成形」、『プラスチックエージ』、2002.11
- 6) 新関直也・米原祥二「世界最大電動射出成形機、MD850S - の紹介」、『プラスチック』、1999.08
- 7) 新関直也・早川憲司「電動式射出成形機MD-S シリーズの制御装置」、『合成樹脂』、Vol.44、No.11、1998.11
- 8) 岡原悦雄「射出成形による表皮一体貼合せ成形技術」、『成形加工』、Vol.11、No.5、1999
- 9) 岡原悦雄「金型内塗装技術 (IMPREST)」、『成形加工学会、資料、2005.05.13