

新型電動トグル式射出成形機 「UM-HHシリーズ」の特徴

宇部興産機械株式会社
射出成形事業部 射出成形機技術部
機械設計2グループ

主席部員 永富 浩路

1. はじめに

HH(ダブルエイチ)シリーズは、当社が、2020年8月に吸収合併したU-MHIプラテック株式会社(旧三菱重工プラスチックテクノロジー株式会社)と共同開発し、2018年に販売開始した融合機である。型締力350トンから850トンまでの中型機6種類のラインアップであったが、その後、更に技術のDNAを絡み合わせながら技術開発を重ね、この度、当社が最も得意とする大型機

にも展開を進め、型締力1,300トンの1300HHを開発したので、その特徴を紹介する。

2. 特徴

1300HHは、(1)高可塑化・高応答射出機構、(2)ハイサイクル・高剛性型締機構、(3)省スペース、(4)IoT拡張機能搭載制御装置MAC-IX、(5)高付加価値成形の進化等の最新技術を搭載した電動トグル式射出成形機である。



写真1 1300HH-i80 外観

(1) 高可塑性・高応答射出機構

1300HHでは中型HH及びemシリーズで好評を得ている独自開発の大容量ダイレクト (DD) サーボモータを搭載した射出装置を採用している(写真2)。可塑性機構部は高可塑性ダブルフライトスクリュの搭載及び、スクリュの高速回転化をはかり、可塑性能力を従来機より20%向上させた。これにより大物製品や厚肉製品の成形において、計量時間待ちがある場合の無駄が解消され、サイクル短縮が可能となる(図1)。

射出機構部のDDサーボモータの低慣性特性は、射出速度を急減速した際、オーバシュートやスプリングバックを防止し、成形機不良を低減できる効果を発揮する。また、ベルトレスとなったことでベルトの伸びや同期ベルトのずれ等のリスクがなくなり、低騒音にもつながっている。更にベルト交換のメンテナンスが不要のため、長期にわたって射出精度が維持できるメリットも継承している。

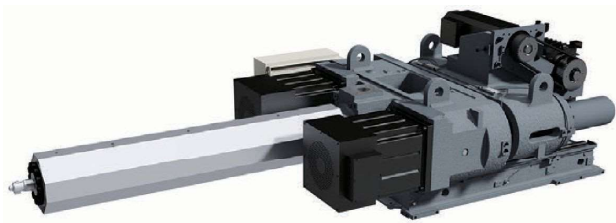


写真2 高可塑性・高応答射出装置外観

(2) ハイサイクル・高剛性型締機構

型締装置は従来機で定評のある高剛性プラテンと高剛性型締マシンベースのTAF clampユニットを採用している(写真3)。更なるハイサイクルを実現させるため、高速型開閉用ボールねじを開発し、型開⇒型締⇒型開の工程にて、最大型開閉ストローク時のドライサイクルを15%短縮化させ業界トップクラスのハイサイクルを実現した(図2)。また、押出装置の突出・戻り速度を9%向上させたことを併せて、実成形のハイサイクル化が可能となる。

射出成形機の理論型締力は、(製品投影面積)×(型内圧力)にて算出されるが、型締力が作用すると、盤面及び金型に変形が生じ、パーティング面よりバリが発生してしまう。そのため実成形においては、型締力を大きくしたり射出条件の見直し等、成形条件幅を狭めてしまう場合が多い。プラテンの変形、倒れを最小限に抑えたTAF clampユニットにより型内樹脂圧の低減による、低型締力化が可能となり、省エネを実現できる。

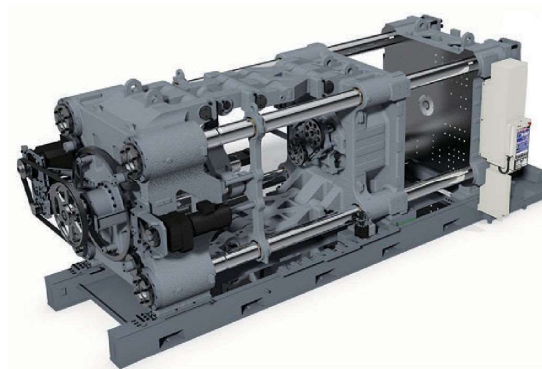


写真3 TAF clamp ユニット外観

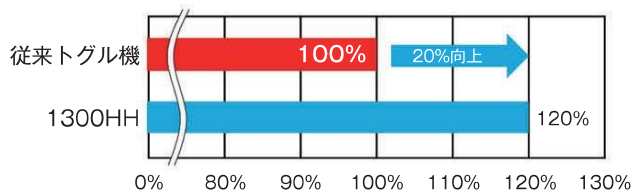


図1 可塑性能力比較

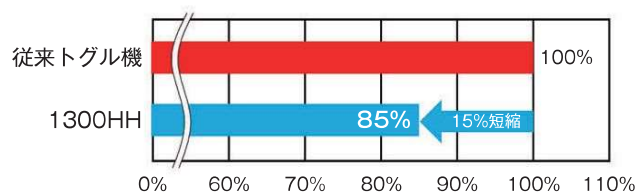


図2 型開閉動作時間比較

(3) 業界最小の機長

1300HHは型締、射出の構造の更なる見直しを行い、ビルトインタイプの油圧ユニット（金型ユーティリティー用）を標準搭載しつつ、従来機のマシン全長を更に短縮させ、電動トグル機において業界最小の機長（12.0m）を実現させた。設置スペースを確保しやすく、設備導入時のレイアウト合理化や既存機からの置き換えの検討がしやすくなる。

(4) IoT拡張機能搭載制御装置MAC-IX

1300HHに搭載したMAC-IXは、emⅢシリーズと同様に、当社中型電動射出成形機HHシリーズに搭載し好評を得ているMAC-IXに対し、画面を15.6インチから18.5インチに拡大、画面スイング機能、キーパネルのチルト機能を追加するなど操作性を向上させた(写真4)。制御装置MAC-IXの基本機能は、画面の大型化により表示領域を上下に分割し、異なる2つの設定画面を同時に表示できるようになっており、関連した互いの画面を参照しながら設定することが可能である。その他、RFIDカードによるセキュリティー機能や消費電力表示画面など作業サポート機能が充実している。

また制御装置MAC-IXは、品質情報管理システム「ROBOSHOT-LINKi」（ファナック株式会社製）と接続することが可能である。このシステム（図3）は、成形機の工程監視や稼働実績表示、アラーム履歴管理、成形状態がモニタでき、成形条件設定データの相関解析を行える成形品質データ機能を有している。「ROBOSHOT-LINKi」におけるIoTのフェーズマップを図4に示す。

現在、フェーズⅠ「見える化」の開発段階にあり、生産管理・品質管理のデータ集中管理機能や、トラブルが発生した時点の前後の入出力データを自動取得して原因究明時間の短縮につなげるドライブレコード機能がある。また、世界的な規格標準化の動きに対応できるように、EUROMAP63ミドルウェアにも接続ができる。近日、フェーズⅡ「つながる」でOPC40077をはじめとした各種次世代規格やトレーサビリティへの対応、保全情報等の遠隔取得が可能になる予定である。



写真4 18.5インチモニター搭載の制御装置 MAC-IX 外観

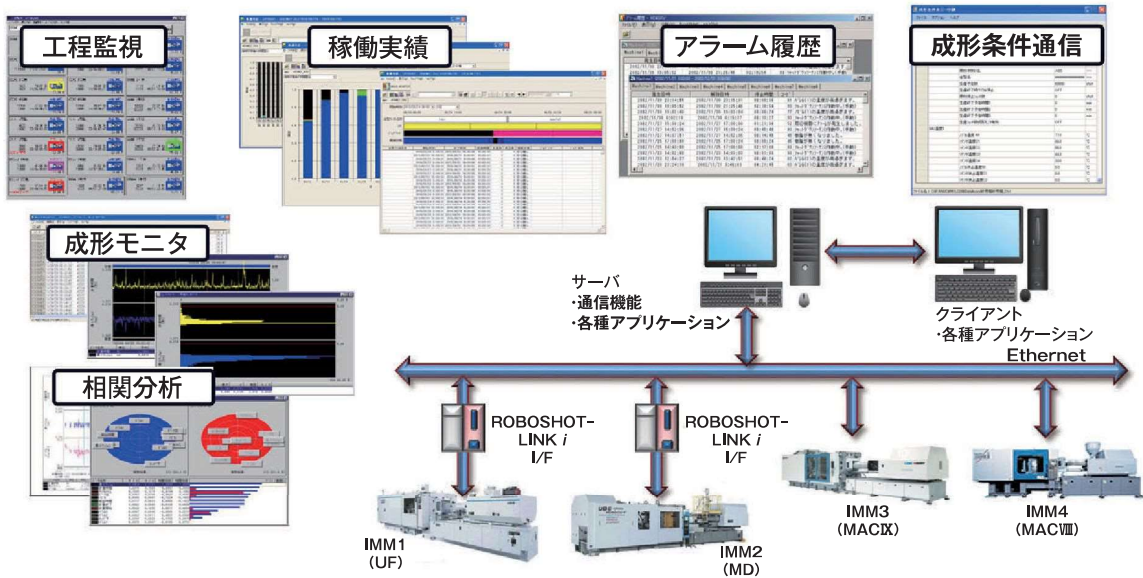


図3 IoT 品質情報管理システム

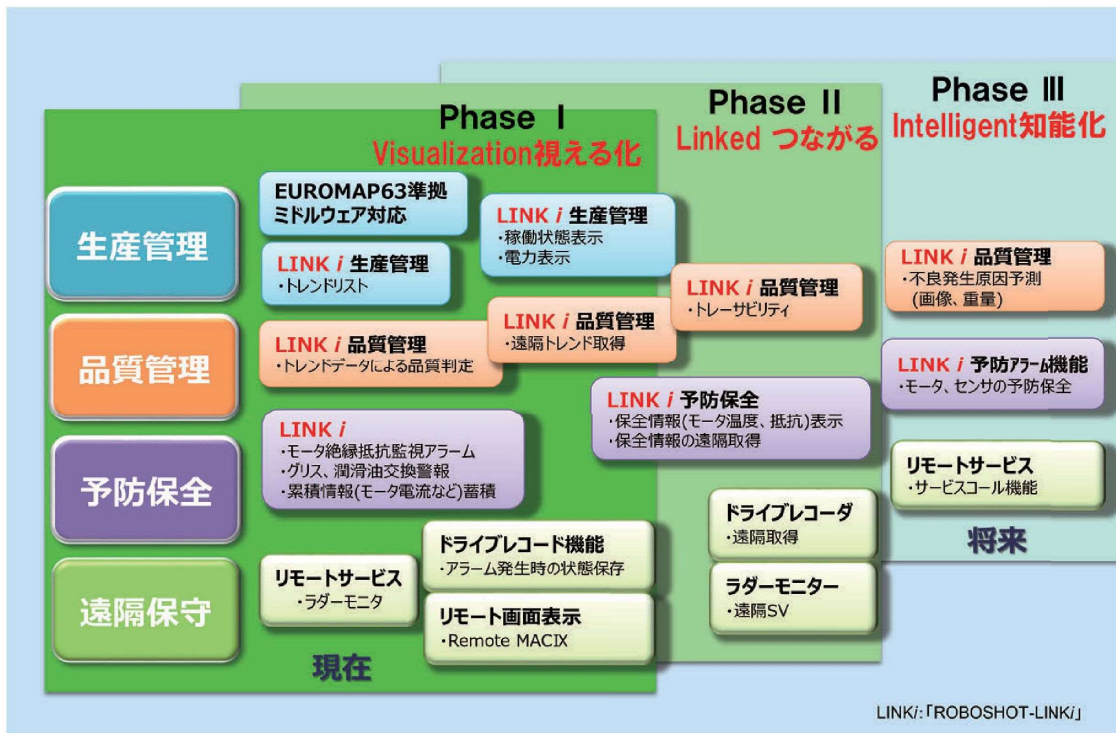


図4 IoT フェーズマップ

(5) 高付加価値成形の進化

① DIEPREST (ダイプレスト) トグル型締型開精密多段制御

DIEPRESTは電動トグル型締機構による型開閉精密多段制御機能であり、DDサーボモータによる高応答射出機構との連動により、射出工程中の金型の開閉をより精密にコントロールすることができる。TAF clampのトグル式型締機構はトグルリンクの動きで型開、型締の動作がスムーズに行えることが特徴であり、射出動作に連動して型締圧縮や型開コアバックといった動作を容易にイメージ通りに実現でき、樹脂製品の高機能化や生産性の向上に役立つ多様な成形プロセスへ適用することができる。HHシリーズでは精密型締力調整制御を進化させ、より精密な型締力コントロールが可能となり、成形品質のバラツキ低減に貢献できる。以下に主な活用事例を紹介する(図5)。

i) キャビティガス抜き成形 AIRPREST

射出成形では、金型キャビティへの樹脂の充填にあわせてキャビティ内の空気を排出し樹脂との

置換が機能しない場合、成形不良や生産性の悪化を招くことになる(表1)。一般に金型内の空気や樹脂から発生するガスの排出は、金型内に設けられたエアバント機構や、押出ピン、中子等の可動部品のクリアランスから排出することもあるが、ゲートの多点化や複雑形状物では、CAEなど流動解析によって充填状態は予測することができるものの、局所的な樹脂の合流による空気の残留による、ガス焼けや熱的に繊細な樹脂材料や分解ガスの発生など予期せぬガス抜け不良が発生することもある。

ガス抜けの不良は焼けや外観不良だけでなく、空気断熱層の形成により、溶融樹脂の冷却(金型への熱伝達)効率が悪くなることで、冷却時間の長化、生産性の悪化や、金型メンテナンス時間、回数の増加等、成形工程全体に及ぼす影響が大きい。

DIEPRESTの機能を応用して、射出充填中に型締力を通常の型締力よりも低く設定することができるため、射出充填中に金型パーティング面から空気を排出することができる。高応答型締機構と

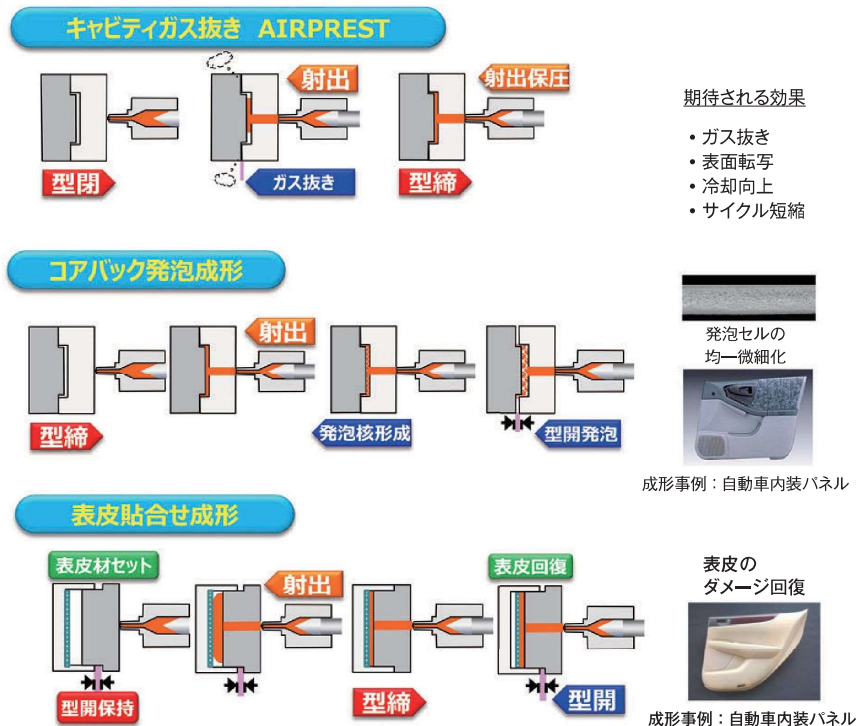


図5 DIEPREST 応用成形例

DDサーボモータ射出により、型締力の変換点と射出スクリュ位置（樹脂の流動点）を再現性よく連動させることができる。また、樹脂の金型表面への密着性が向上するため、表面転写性の向上や冷却時間を短縮する効果が期待できる。これまでの電動トグル式射出成形機でのAIRPREST成形事例においては外観不良の改善、ヒケ不良の改善、成形サイクル短縮や型締力クラスダウン等の生産性改善効果も確認している。

ii) コアバック発泡成形

射出発泡成形は発泡材料によって化学発泡材の熱分解反応によって発泡ガスを発生させる化学発泡成形と、高圧ガスを樹脂に直接混合する物理発泡成形に大別され、両者ともに発泡させる方法は、ショートショットで発泡させる方法と金型キャビティにフル充填させた後に金型を開いて発泡させるコアバック成形方法がある。最近では表面性と成形機の高機能化に伴って、コアバック成形が主流になっており、コアバック射出発泡成形においては、発泡しない状態で金型キャビティへ樹脂をすばやく充填し、充填完了直後に発泡が開始されるようにすばやい型開動作を行うこと

が重要である。DDサーボモータの高応答射出機構とトグル高応答・精密型締機構によるDIEPRESTシステムの連動により、樹脂の高速充填、発泡前の減圧、発泡核形成、コアバック発泡の一連の工程を射出、型締連動のスムーズな動作を行うことができるため、発泡成形品の表面性向上、発泡高倍率化、均一緻密化など高品質な発泡成形が可能となる。

iii) 表皮貼合せ成形

シート材やフィルム等の表皮材を金型内にインサートして一体成形を行う表皮貼合せ成形は、樹脂製品の高機能化、意匠性向上を目的に自動車内装部品や家電製品に使用されている。この表皮貼合せ成形においては、金型内への樹脂の射出によって表皮材が損傷を受けないようにする必要があり、DIEPRESTシステムは型締力の低減や型開動作によって樹脂の流動圧力を低減する効果が得られる。また、微小型開動作により樹脂流動によって表皮材が受ける熱的ダメージを回復できるため、成形前の表皮材の性能を保持できる高品質な貼り合せ成形が可能となる。

表1 金型ガス抜き不良によって発生する問題点

| 成形不良 | 原因 |
|-----------|---------------------------------|
| 成形品表面不良 | 金型表面への転写不良、転写ムラ、曇り |
| | ウェルドへの空気残留、焼け、変色 |
| | ガスの巻き込み、充填不良（ショート）、樹脂自体から発生するガス |
| 樹脂の劣化、変色 | 空気の断熱圧縮による高温化、ガス焼け |
| 製品強度劣化 | ウェルド樹脂融合不十分、充填不足 |
| 成形品の変形、ソリ | 空気断熱層による冷却不良 |
| 金型損傷 | 樹脂添加剤の気化ガスによる腐蝕、ベント詰まり |
| 生産性悪化 | 空気断熱層の残留による冷却効率の低下 |
| | 射出速度を抑制するため成形時間長化 |
| | 金型メンテ時間、回数の増加 |

② SCS (Sequential Cavity Separation)
ファミリーモールド成形システム

大小形状、肉厚の異なる製品を個別に成形するにはそれぞれに金型、成形機が必要になるが、同一材料であれば、ひとつの金型に複数のキャビティを設けて、1つの射出成形機で順次成形を行うファミリー成形を行うことが知られている。それぞれのキャビティの投影面積に応じて、ひとつのキャビティ内にバランス良く配置して、樹脂の可塑化計量、順次の射出をシーケンシャルに行う機能（特許技術）を設けている。（図6）複数のキャビティに順次射出充填していくために、型締力は成形機の最大型締力を必要としないため、型締力に制限をかけることで、偏荷重による成形機や金型への負荷を低減させている。

3. おわりに

以上、1300HHの特徴を紹介したが、UM-HHシリーズは当社と旧U-MHIプラテックの技術を融合させた新たなDNAをもつ電動射出成形機であり、これまで以上にお客様のニーズにお応えできる成形機に進化し、次世代製品開発にフレキシブルに対応が可能となっている。今後更に多様化するニーズにも応えるために、更なる大型化のラインアップし、お客様の生産活動に貢献できる射出成形機、成形システムやニーズにマッチした成形技術を提供できるよう努力を重ねていきたい。

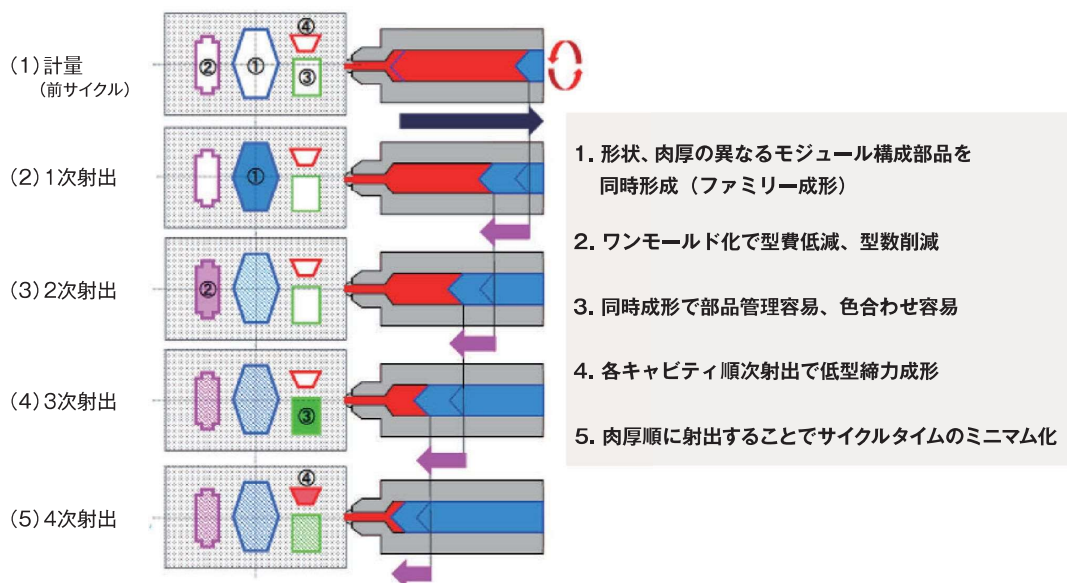


図6 SCS (Sequential Cavity Separation)成形