

# 今月の新技術①

A New technology of this month

## 金型ガス抜き成形「AIRPREST」の成形原理と成形事例の紹介

宇部興産機械株式会社  
成形機事業部・射出成形機技術部

主席部員 岡本 昭男

### 1. はじめに

同じ製品を精度良く低コストに短時間で大量に生産できる射出成形技術は、モノ作りの基幹として自動車・家電・住設・雑貨等、各産業分野で広く利用されている。射出成形技術で使われる樹脂素材は水分や油分等の揮発性ガス成分を含んでいるために、シルバー・ガス模様・転写不良・光沢感消失等ガスに起因する成形不良は周知のことである。更には、樹脂素材に各種改質剤を配合して、機械物性・電気特性・熱特性・耐燃焼性・耐候性等の

機能性をプラスする樹脂改良や、粉碎・再生樹脂素材の再利用、バイオ素材や無機質素材を混ぜた環境リサイクル樹脂素材の循環再利用等、樹脂素材の変革に伴いガスに起因する成形不良の拡大が懸念される。

そこで、射出成形の動作中に金型の型開閉位置を精密に制御できる型締自由制御「DIEPREST」の知見を応用して、金型に特別な細工を必要とせずに金型空間内のガスを効率よく排出する（空気をコントロールする）、金型ガス抜き成形「AIRPREST」を開発した。本稿ではAIRPRESTの成形原理と成形事例について紹介する。

表1 ガスに起因する成形不良

No	成形不良	内容
1	転写不良	• 製品外観：シボ模様の転写ムラ、曇り模様(光沢面)
2	ガス巻込み	• 製品内部：膨れ凸 • 製品外観：クレータ凹、アバタ模様、シルバー、ウエルド • 流動末端：流動ショート、ウエルド模様、ウエルド接合強度低下、ガス焼け
3	樹脂冷却不良	• 樹脂冷却を阻害(空気断熱層)：製品変形、寸法誤差
4	金型寿命の低下	• ガスペント詰り、シボ模様のガス汚染
5	成形サイクルの延長	• ガス排出速度 $\geq$ 樹脂流動速度(射出速度) • 断熱圧縮による温度上昇(樹脂、金型)：冷却時間の延長

表2 ガス抜き的手段

No	ガス抜き手段	内容
1	ガスペント	空圧または油圧駆動で樹脂流動に応じて開閉する弁+排気管路 排気管路の先端は、大気開放または真空吸引装置に接続
2	機械公差の利用	押しピンの摺動隙間からガス排気
3	分割Block	クリップ座などガス溜り箇所を分割Block構造としてBlock隙間からガス排気
4	多孔質金属の利用	多孔質金属で金型形成しガス排気を促進 樹脂や二成分が詰まりやすいので定期的な清掃が必要
5	金型PL面にベント溝形成	樹脂が漏れない程度の浅い溝を形成(溝からガス排気)
6	捨てタブ利用	金型PL面の外周に樹脂溜り(捨てタブ)を追加(樹脂と一緒にガス排気) 樹脂ウエルド不良の改善手段として好適手段をガス抜きに転用

## 2. AIRPREST成形原理

射出成形時のガス抜け不良に起因する成形不良を表1に示す。ガス残りによる意匠模様の転写不良やガス巻き込み及び樹脂冷却にかかわる製品変形や寸法変化等、射出成形品質に直接影響する成形不良に留まらず、金型寿命の低下や成形サイクルの延長等多岐にわたる成形異常を示す。

射出成形時の金型内のガス抜き手段を表2に示す。各種のガス抜き手段が考案されており、これらの組み合わせで利用されている。多くの手段はコア型（製品の裏面側）に処理される。実際の成形現場では、製品表面側（意匠模様）のガス抜け不良が問題視されているにもかかわらず、キャビ型（製品表面側）にガス抜き手段は金型構造から施工できない。金型PL面を細工する事例は製品表面側のガス抜きに有効であるが、局所的であるためガス抜きの効率が悪く、また樹脂バリの成形不良のリスクが多く積極的に利用されていない。いずれの手段も、

樹脂は漏れずにガス排気できる極薄い隙間を利用したものである。樹脂ガス残渣物の堆積による目詰り異常が生じ、定期的な分解清掃を必要とする。

AIRPRESTの成形原理を図1に示す。金型内への樹脂の射出充填動作と同調して型締力を変化させることで、金型PL面の適圧接触による金型PL面からの積極的なガス排気を実現する。射出成形時の型締力設定の算出は、「型締力＝製品投影面積×成形樹脂圧」であると成形スクールでも教育する。これは射出充填が完了した状態を示したものであって、射出充填開始の初期の段階では型締力は過大であり、金型PL面も過大に強固に押圧されているために金型PL面からガス抜きはゼロとなり、ガス抜け不良を誘発する。製品投影面積は射出充填とともに変化すると考え、「型締力＝射出充填面積×成形樹脂圧」に置き換えることで、金型PL面は適圧接触が維持でき金型PL面からのガス排気も容易となる。発想の転換である。

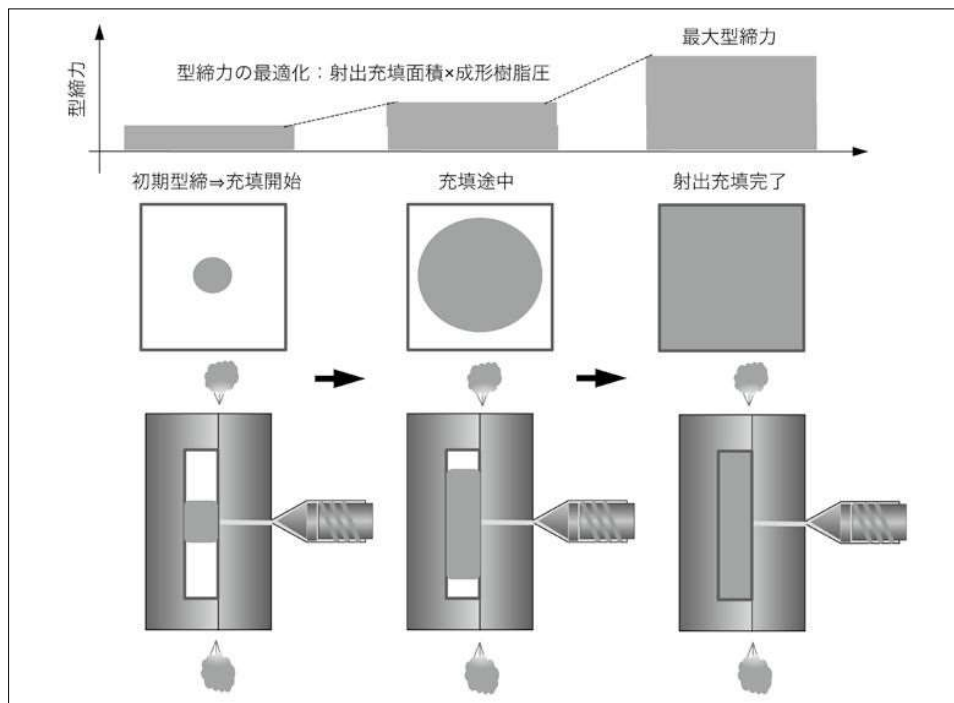


図1 AIRPREST成形原理

### 3. AIRPREST成形事例

ガスに起因するガス焼けやガス模様等の製品外観不良の改善事例を図2～図5に示す。外観不良が発生する金型をAIRPREST仕様の射出成形機に乗せ替え、既存の成形条件をベースにAIRPREST条件調整をプラスすることで改善困難であった製品意匠面の外観不良が改善でき、そのまま量産運転に進んだ。量産運転では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につながる2次の改善効果も得た。既設機にAIRPREST仕様を追加改造することも可能であり（現時点では当社製のトグル型締全電動射出成形機のみ対応）、追加改造機での製品外観不良の改善事例を図6に示す。

製品外観不良以外では、図7に示すようにヒケ不良（凹）の改善効果も得られた。製品裏面に配置された取り付け部材や補強部材等局所的な肉厚変化を伴う造形物の樹脂

収縮によって意匠面にヒケ不良が発生しやすい。金型内の残存ガスの排出により樹脂と金型表面との接触状態が改善されて樹脂の冷却状態が変化した効果と思われる。また、製品末端部の残存ガスの抵抗で保圧充填が利きにくい金型では、過剰な保圧設定でゲート部付近の樹脂圧が過大に増加し製品の離型不良が起きやすい。製品末端部の残存ガスの排出により、図8に示すように保圧設定の適正化で製品離型不良が改善された。

成形直後の製品表面温度を計測したサーモカメラ画像を図9に示す。金型内の残存ガスは射出充填の樹脂流動により圧縮され発熱する。その発熱量は大きく、例えば製品末端部に樹脂焼け不良が発生する場合で瞬間的に数百度に達すると言われている。残存ガスの圧縮発熱により金型表面温度も加熱され、連続運転で蓄積され金型温度は徐々に上昇する。その結果、金型の冷却効率が低下し成形直後の製品表面温度は高温化



図2 AIRPREST成形事例①

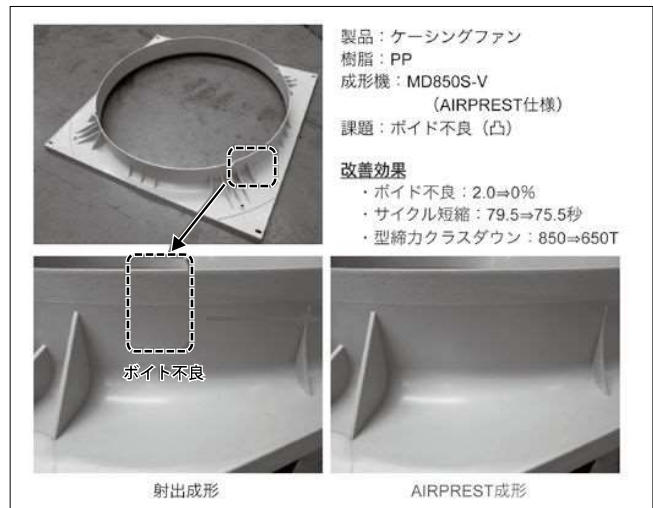


図3 AIRPREST成形事例②



図4 AIRPREST成形事例③

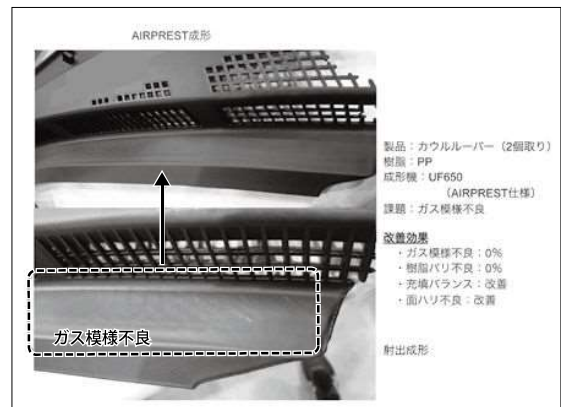


図5 AIRPREST成形事例④

となり、2次収縮による製品変形や製品意匠面の品質低下、後工程の塗装やメッキ処理での不具合を招く。そのために、冷却時間を長く設定する暫定処置を採用しなければいけない(成形サイクルの延長)。

AIRPRESTの採用により冷却時間を調整することなく、製品表面温度の低温化&安定化を実現した。これを用いて、冷却時間の短縮による成形サイクルの短縮事例を図10に示す。

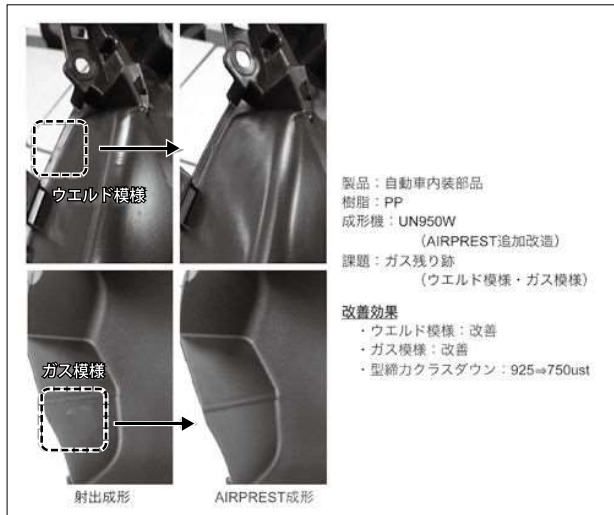


図6 AIRPREST成形事例⑤

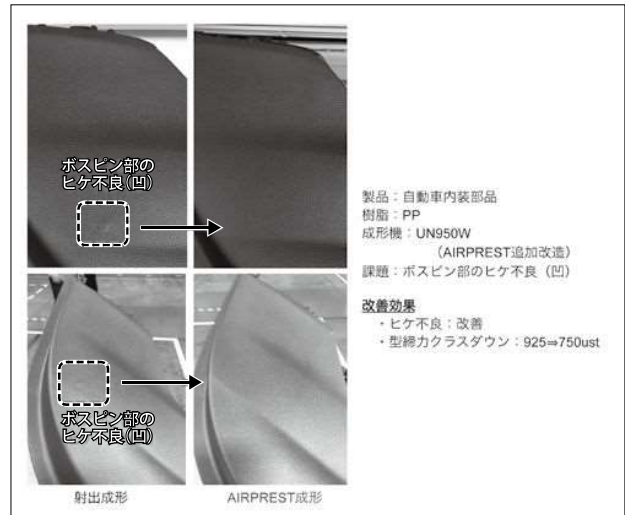


図7 AIRPREST成形事例⑥



図8 AIRPREST成形事例⑦

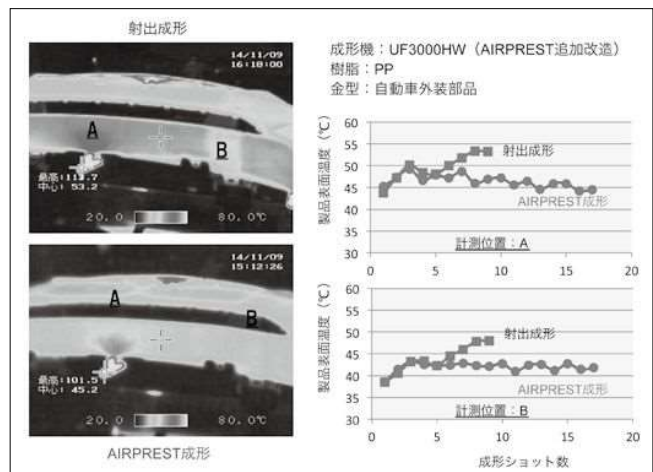


図9 AIRPREST成形事例⑧

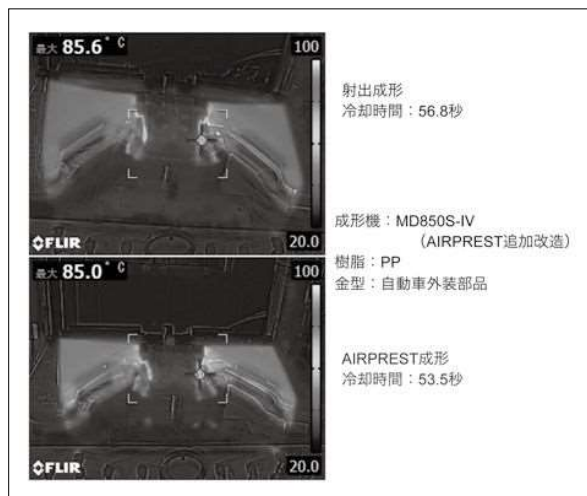


図10 AIRPREST成形事例⑨

また、残存ガスの圧力は約3～5MPaの高い数値を示した（射出装置内の樹脂圧センサでの計測値）。製品意匠面にシボ模様と言われる微細な凹凸を施した製品の場合では、微細な凹凸面に残存ガスが入り込み転写不良となる。そのために過剰な保圧充填を必要とし、前述した成形不良やサイクル延長の危険性が高まる。金型全体の残存ガスの排気が可能なAIRPRESTは、シボの転写不良の改善効果の事例報告も多い。AIRPRESTの改善効果を表3にまとめた。

#### 4. AIRPREST応用展開

射出成形に発泡成形技術をプラスした射出発泡成形は、製品軽量化・高剛性化・断熱性・吸音性・ソフト触感等の機能性を付与できる成形手段として、自動車産業分野を中心に幅広く利用されている。射出発泡成形行程の中で、発泡剤を含む発泡性溶融樹脂の射出充填時に

樹脂の流動先端から発泡性ガスは発散するために、射出成形よりは残存ガス量は多くガスに起因する成形不良が心配される。発泡性ガスの発散防止として高速射出充填が一般的である。また、金型内に射出充填した樹脂温度の安定化を得る目的で高速射出充填とする。そのために、射出発泡成形では発泡性ガスも含め残存ガスの危険性はより高くなる。そこで、AIRPREST+射出発泡成形の商品開発に着手した。量産金型への展開を準備中である。

#### 5. おわりに

今回紹介したAIRPRESTは、技術パートナーの2社（関東エリア/㈱セイコーレジン、中部エリア/和光技研工業(株)）で、成形トライ検証と量産運転の実機見学ができる体制を整えています。

注：宇部興産機械株式会社の日本における登録商標です。  
DIEPREST AIRPREST

表3 AIRPREST改善効果

