

ガラスインサート金型によるガスベント効果の検証

Visual Analysis of Gas-vent Effect by Glass-inserted Mold

村田 泰彦*・横井 秀俊*・内藤 貴弘**・永見 哲***
Yasuhiko MURATA, Hidetoshi YOKOI, Takahiro NAITO and Satoru NAGAMI

1. 緒 言

射出成形における不良現象の一つであるウェルドライン(以後ウェルドと略記)は、成形品の外観阻害および強度低下を引き起こすため、生産現場において困難な問題とされてきた。そのため、これまで多くの研究が行われてきた^{1)~5)}。ウェルドには、(1)多点ゲートキャビティ等に代表される複数の流動先端が、相対向する方向から衝突して生成されるパターン、(2)キャビティ内の突起物・偏肉部により流動樹脂が一旦分岐した後再び会合し、そのまま並走しながら流動方向に平行に生成するパターンが存在する。(1)のウェルドについては、2つのメルトフロントが衝突する際の残留ガス排気状況が、ウェルド形状を支配するものと考えられており⁶⁾、ウェルド生成部分にガスベント溝およびピン等を設けることで対策がなされてきた。しかしながら、ガスベントの効果については、観察手法の困難さから成形品による評価のみにとどまっていた。著者らの一部は、型内樹脂流動挙動を動的に観察することができるガラスインサート金型を提案した⁷⁾。そして、これまでに(2)のウェルド形状が、2つの分岐したメルトフロントが再び会合する時の会合角によって支配されることを明らかにした⁸⁾。

本報では、ガラスインサート金型を用いて、対向ゲートキャビティにおいてガスベントピンの有無が樹脂流動に与える影響について定量的評価を行い、またウェルド形状との相関関係の検討も行った。

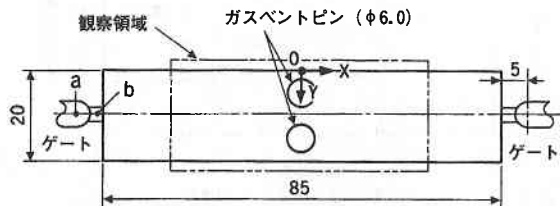
2. 実験方法

図1にキャビティ形状を示す。ウェルドが会合するキャビティ中央部の2箇所に、(1)焼結金属製のガスベントピンを設けた場合と、(2)純銅製ピンを締めばめで打ち込みガスを抜けなくした場合とについて、それぞれ検討

*東京大学生産技術研究所 第2部

**凸版印刷(株) 包装研究所

***三井石油化学工業(株)



a 部断面 (幅×深): 5.0×4.0
b 部断面 (幅×深): 3.0×1.5
キャビティ厚さ: 2.0

図1 キャビティ形状 (単位:mm)

表1 成形条件

	GPPS (エスプライト 2V) (住友化学工業(株))	PMMA (アクリペット VH) (三菱レーヨン(株))
射出率 [cm ³ /s]*	5.3, 10.6, 15.9 21.2, 26.5	10.6
樹脂温度 [°C]*	220	240
金型温度 [°C]*	40	60

*) いずれも設定値

した。ただし、金型パーティング面には、この面を介してのガスベント抑制用のシール構造はとられていない。ガラスインサート金型構造は、既報⁷⁾に詳しいので省略する。表1に成形条件を示す。型内樹脂流動挙動は、高速ビデオシステム HSV-400 (株ナック) を用いて、観察領域を毎秒200コマで拡大撮影した。キャビティ内実射出率は、画像より得られる単位時間当たりフローフロント形状変化量とキャビティ厚さにより画像処理装置 ID-8000 (株ナック) を用いて計算した。ウェルド深さは、表面粗さ形状測定機 サーフコム200B (株東京精密、触針先端 5μmR) により計測した。使用した射出成形機は、Ti-80G (東洋機械金属(株)、型締力80トン) である。

3. 実験結果および考察

3.1 型内樹脂充填パターンの観察

図2は、ガスベントピンの有無がフローパターンに及ぼす影響の一例 (GPPS) を具体的に示したものである。ガスベントピンのある場合では、2つのフローフロントが会合する直前においてフローフロント前進量に変化が見られないが、ガスベントピンがない場合は、前進量が小さくなる様子がわかる。

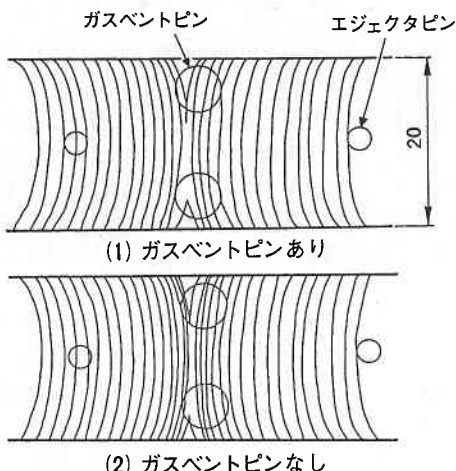
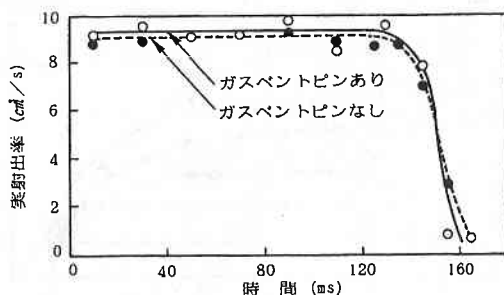


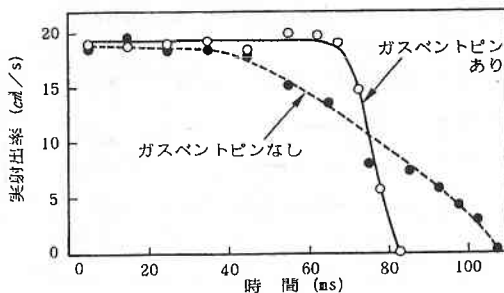
図2 樹脂充填パターン (GPPS, 設定射出率 $26.5\text{cm}^3/\text{s}$, 時間間隔 5 ms)

3.2 キャビティ内充填率に及ぼすガスベント効果の検討

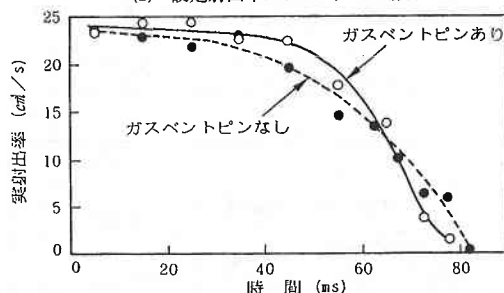
図3に、各設定射出率における実射出率の経時変化を示す。設定射出率 $10.6\text{cm}^3/\text{s}$ においては、ガスベントピンの有無にかかわらず、キャビティ充填直前まで一定の実射出率を維持し、樹脂流動の違いは見られない。 $21.2\text{cm}^3/\text{s}$ において、ガスベントピンがある場合は、 $10.6\text{cm}^3/\text{s}$ と比較して充填挙動に違いが見られないが、ガスベントピンがない場合には、充填完了のかなり前 (50ms 付近) から実射出率が低下を始め、また射出時間も長くなっている。さらに、 $26.5\text{cm}^3/\text{s}$ の場合にもガスベントピンの影響が若干見られる。図4に設定射出率を $5.3\sim 26.5\text{cm}^3/\text{s}$ に変化させた場合の実射出率とキャビティ全容量に対する樹脂充填率の関係を示す。ガスベントピンのある場合は、 $21.2\text{cm}^3/\text{s}$ までは実射出率の低下は見られず、 $26.5\text{cm}^3/\text{s}$ においてガスベント効果にかげりが見え始める。一方、ガスベントピンのない場合は、 $10.6\text{cm}^3/\text{s}$ まで実射出率が低下しない。これは、樹脂充填速度が遅いため、パーティング面の隙間からガスが抜ける時間が十分あるためと推察される。 $15.9\text{cm}^3/\text{s}$ 以上では、実射出率の低下現象が早くから発生し、その速度



(1) 設定射出率 $10.6\text{cm}^3/\text{s}$ の場合



(2) 設定射出率 $21.2\text{cm}^3/\text{s}$ の場合



(3) 設定射出率 $26.5\text{cm}^3/\text{s}$ の場合

図3 各設定射出率における実射出率の経時変化 (GPPS)

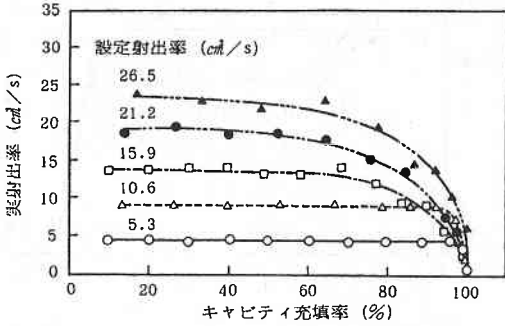
低下領域は、キャビティ充填率の60%から観察され始め70%以上で顕著となっている。これは、樹脂充填速度が速いため、パーティング面からガスが抜ける時間的余裕がなく、ガスの断熱圧縮によりフローフロントに反力が作用するためと推察される。

3.3 ウェルド深さに及ぼすガスベント効果の検討

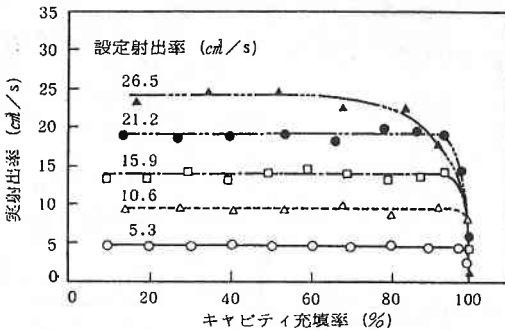
図5にガスベントピンの有無が、ウェルド深さに及ぼす影響の一例 (PMMA) を示す。これは、ウェルド会合部に沿ってキャビティ端面からY方向 (図1参照) に測定した PMMA 成形品中央領域 (7.0~12.0mm) のウェルド深さ変化である。深さ分布がYに沿って若干傾斜しているものの、ガスベントピンがある場合のウェルド深さが、同ピンのない場合の70~80%にまで低減されており、ベント効果が明確に現れている。

ガスベント促進によるこうしたウェルド深さ低減効果

研究速報



(1) ガスベントピンなしの場合



(2) ガスベントピンありの場合

図4 実射出率とキャビティ充填率の関係 (GPPS)

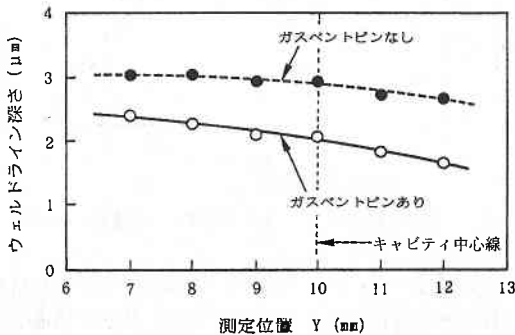


図5 ウェルドライン形状 (PMMA, 設定射出率10.6cm³/s)

は、次のような原因によると考察される。一般にガスベントがない場合には、キャビティ内を満たしていたガス(空気や分解ガス)は断熱圧縮されて行き場を失い、フローフロント会合部のわずかな隙間へと逃げ込み、ここでさらに加圧圧縮される。こうした圧縮ガスは、3.2にも述べたようにボイル-シャルルの法則に従って体積圧縮に逆比例した反力をフローフロント前面に作用させ、その前進を抑制すると同時に、発熱現象を引き起こす。この発熱現象は、時としてフロント部樹脂の熱劣化を惹起させ、いわゆる“焼け”を引き起こすが、本実験においてはフローフロント会合部溝内に一定の隙間を残して

ウェルドが形成、残留したため、“焼け”には到らずに成形を終了することとなっている。こうした残留溝部の圧縮の可否は、その溝部に封じ込まれた残留ガスの総量に依存し、その量が多いほど反力もまた大きくなる。すなわち、ガスベントがない場合は、この溝部を圧縮消失させるのに多くの圧力が必要となり、結果として図5のように同一条件下での残留ウェルド深さもまた大きくなると考えられる。

4. 結 言

- (1) 排気不良が生じると樹脂の充填が進むにつれて、実射出率の低下を引き起こし、その低下現象は、特に70%以上のキャビティ充填率において顕著になる。
- (2) 一定の設定射出率範囲内では、ガスベントピンを設けることでキャビティ内の排気が十分行われ、残留空気、ガスが圧縮されることによる流動抵抗が生じなくなるが、ある速度以上の領域ではその効果が少なくなる。
- (3) ガスベントピンのない場合においては、ガスの断熱圧縮によりフローフロント会合部(ウェルド部)に封じ込められる残留ガス量が増大する結果、同会合部のウェルドが深くなることを明らかにした。

本実験では、インサートガラス保護のために26.5cm³/sより的高速の実験を行っていないが今後は真空射出成形時の現象とともに、高速射出時のベント効果ならびに“焼け”等の解析に本手法の適用が強く望まれよう。

最後に画像処理ソフトウェアの開発にご協力いただきました東レ(株) 澤田 聡氏に感謝致します。

(1993年3月30日受理)

参 考 文 献

- 1) Malguarnera, S. C., Manisali, A. I. and Riggs, D. C.: Polym. Eng. Sci., 21, 17 (1981).
- 2) Criens, R. M. and Mosle, H. G.: Polym. Eng. Sci., 23, 10, 591 (1983).
- 3) 泊 清隆, 濱田泰以, 前川善一郎: 成形加工, 1, 1, 71 (1989).
- 4) 割野孝一, 田村 弘, 松丸重雄: 成形加工 '90, 207 (1990).
- 5) Hieber, C. A., Socha, L. S., Shen, S. F., Wang, K. K. and Isayev, A. I.: Polym. Eng. Sci., 23, 1, 21 (1983).
- 6) 黒田英夫, 下平勝義: 成形加工, 2, 2, 159 (1990).
- 7) 横井秀俊, 林 高樹, 平岡弘之: 生産研究, 39, 7, 306 (1987).
- 8) 横井秀俊, 村田泰彦, 織山俊雄, 戸田清登: 成形加工 '89, 245 (1989).