

射出成形金型内コアピン駆動法による成形品フローフロント会合部の強度改善

Improving of Strength around Flow Front Meeting Area in Molded Products by Core Pin Driving Method inside Injection Mold

(PLAMO株) ○(正)菱田智大 (正)茂木淳志 (日本工大) (正)村田泰彦

Keywords: Injection Molding / In-Mold Core Pin Drive Method / Internal Melt Flow / Flow Front Meeting Area

1. 緒言

著者らは、射出成形金型内に設置したコアピンを昇降動作させることで内部樹脂流動を引き起こす金型内コアピン駆動法を提案した¹⁾。そして、コアピン移動量の増加に伴い成形品の引張強度が増加し、移動量がある一定の値に達すると増加しなくなること、また、引張試験の画像観察により、コアピン移動量と破断状況との関係を明らかにした²⁾。しかし、コアピン移動によって引き起こされる内部樹脂流動状況およびガラス繊維配向状況と成形品の引張強度の関係などを詳細に明らかにするには至っていない。

そこで、本研究では、内部樹脂流動状況の簡易的な推定方法を提案し、同方法により得られた内部樹脂流動状況と、ガラス繊維配向状況、成形品の引張強度と破壊状況との関係について検討を行った。

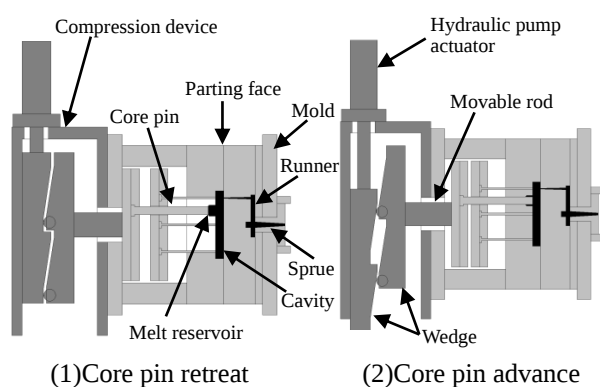


Fig.1 Structure of core pin driving method

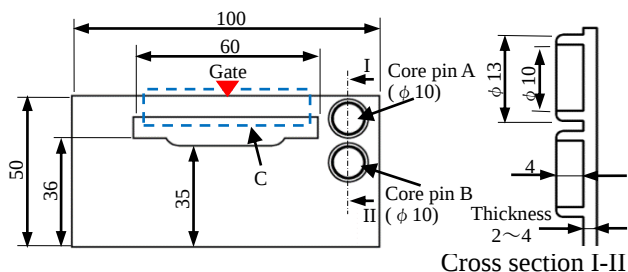


Fig.2 Cavity shape and core pin positions (unit: mm)

Tomohiro HISHIDA*, Atsushi MOTEGL,
and Yasuhiko MURATA
*PLAMO Co.,Ltd,
279 Nitte, Honjo-city, Saitama 367-0002, JAPAN
TEL: 0495-22-5056 FAX: 0495-22-5060
E-mail: t.hishida@plamo-k.com

2. 金型内コアピン駆動法の原理

図1に金型内コアピン駆動法の原理を示す。コアピンの駆動装置は、金型と組み合わせて成形機に設置される。アクチュエータの上下駆動をくさび機構により90° 転換し、プレートを前進・後退させ、プレートに設置されたコアピンを駆動させる機構となっている。コアピンは、ランナあるいは、キャビティ内の任意の位置に設置でき、コアピンの駆動により設置付近に内部樹脂流動を引き起こすことができる。

3. 実験方法

図2に本実験で使用したキャビティ形状とコアピン設置位置を示す。コアピンの移動量を0mmから10mmまで1mm毎に変化させて、移動量が成形品に及ぼす影響について検討を行った。なお、コアピンを1mm移動させることにより78.5mm³の樹脂が強制流動する。キャビティ全容積に対する強制樹脂流動量の割合を、以後、理論強制樹脂流動率と呼称する。成形実験には、ガラス繊維強化ポリプロピレン GF-PP(V7000、プライムポリマー株)を使用した。成形加工には、油圧式射出成形機FNX110(日精樹脂工業株、最大型締力1100kN)を使用した。

繊維配向を非破壊で計測するために、タルボ・ロー干渉原理³⁾に基づいた、X線が撮影対象を通過する際に生じる減衰、屈折、散乱を画像化するX線タルボ・ロー撮影装置(コニカミノルタ株)を利用した。また、万能試験機(テンシロンRTF-1350、株エー・アンド・デイ)により図2に示すC領域を切除した成形品の引張試験を行った。引張速度は10mm/minとした。

4. 実験結果および考察

4.1 強制樹脂流動率と内部樹脂流動状況の関係

図3に、理論強制樹脂流動率を変化させて得られた厚さ3mmの成形品外観の事例を示す。ゲートから流入した熔融樹脂の2つのフローフロントは、破線D-D'で示す位置で会合する。理論強制樹脂流動率0%では、成形品のフローフロント会合面付近においてボイドがほぼ直線状に連なって分布している様子が観察される。5.70%では、ボイドがD-D'の初期フローフロント会合面から左側に移動し、弓状に連なって分布している。X線タルボ・ロー撮影装置による図3の成形品の観察結果を図4に示す。(1)の繊維配向度は、白黒の濃淡が配向の強さを表す。白

色は繊維が配向する傾向が強く、黒色に近づくほど繊維配向がランダムであることを示す。(2)は、繊維配向角度分布を色の違いにより示しており、X軸に沿った繊維の配向角を 0° (180°)と定義している。(1)の黒色と灰色の境界が、強制樹脂流動により惹起された内部樹脂流動によって、初期フローフロント会合面が移動してできた会合面の先端部に対応している。そして、(2)の繊維配向角度分布より、会合面近傍では、会合面に沿った方向に繊維が配向していることがわかる。図3のボイドが連なったラインと、図4(1)の黒色と灰色の繊維配向の境界の位置が概ね一致していることから、ボイドが連なったラインが、理論強制樹脂流動率0%では、初期フローフロント会合面に対応し、一方、5.70%では内部樹脂流動によって移動した後の会合面の先端部にそれぞれ対応しているものと推察される。このように、ボイドが連なったラインを抽出することにより、内部樹脂流動状況を簡易的に推定できることがわかった。

4.2 理論強制樹脂流動率と成形品引張強度の関係

理論強制樹脂流動率を変化させて得られた成形品の引張試験を行った。また、ボイドが連なったラインを抽出して得られたフローフロント会合面形状を楕円体と見なし、その表面積をフローフロント会合面

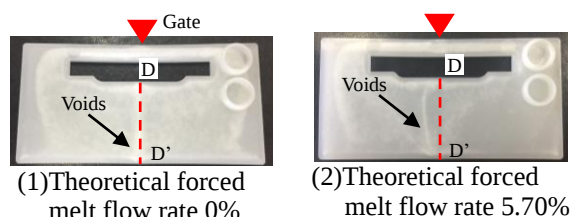


Fig.3 Observation results of the molded products (Cavity thickness 3mm)

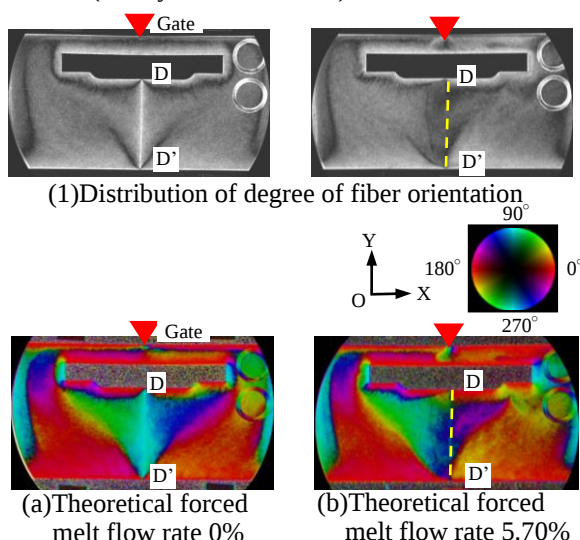


Fig.4 Measured distribution of degree of fiber orientation and orientation angle by Talbot-Lau interferometry (Cavity thickness 3mm)

面積と仮定して計算した。得られた引張強度とフローフロント会合面面積の関係を図5に示す。会合面面積の増加に伴い、引張強度が増加している。一方、厚さの増加に伴い、引張強度が減少している。図6に厚さ3mmの成形品の破断状況を示す。(1)の理論強制樹脂流動率0%では、図3(1)のD-D'の初期フローフロント会合面において破断、(2)の2.85%では、移動後のフローフロント会合面の先端部で破断している。(3)の5.70%では、上記会合面の先端部よりも若干右側、すなわち、D-D'の初期会合面寄りの上流側で破断している。(1)(2)のフローフロント会合面で破壊する場合を破断モードⅠ、(3)の会合面先端部より上流側で破断する場合を同Ⅱと呼称する。ⅠからⅡのモードに移行する理論強制樹脂流動率は、図5に示すようにそれぞれ4.25%、3.99%、3.87%であること、また、その場合の会合面面積が320から360mm²の狭い範囲内に収まっていることを確認した。すなわち、成形品厚さに関わらず、一定の会合面面積で破断モードが変化していることがわかる。以上のように、破断モードとフローフロント会合面面積との間には、相関関係があることが示された。

5. 結言

金型内コアピン駆動法におけるフローフロント会合面およびガラス繊維配向状況、引張強度、破壊状況の関係について明らかにした。本研究で得られた知見は、本方法を用いた製品製造において最適な使用条件を設定するための指針となる。

おわりに、X線タルボ・ロー撮影にご協力をいただいたコニカミノルタ㈱に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 茂木, 楠, 村田: 成形加工'12, 363 (2012)
- 2) 茂木, 福島, 村田: 成形加工'27 (12), 540 (2015).
- 3) A. Momose, et al.: Jpn. J. Appl. Phys. 42(7B), 866 (2003)

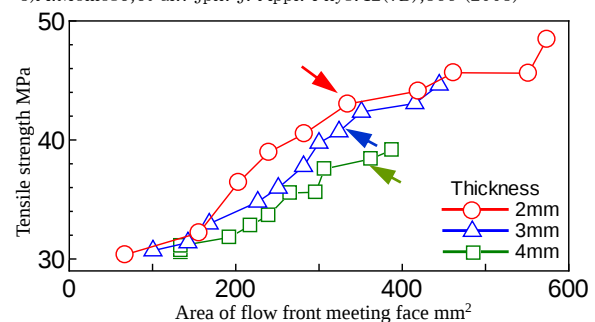


Fig.5 Relationships between area of flow front meeting face and tensile strength

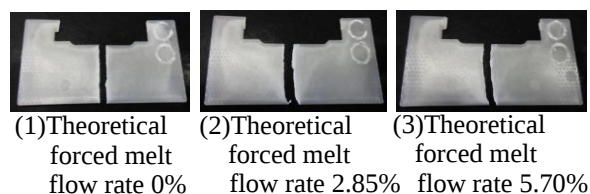


Fig.6 Observation results of molded product after tensile test (Cavity thickness 3mm)