

Improvement of residual deformation in injection molded products
by In-Mold Core Pin Drive Method

(PLAMO(株)) 茂木淳志 ○菱田智大 (日本工大) 村田泰彦

Keywords: Injection Molding / Residual Deformation / Glass Fiber / Strength

1. 緒言

ガラス繊維で強化されたプラスチック射出成形品では、ウェルドラインやガラス繊維配向が成形品の機械的強度の低下に大きな影響を及ぼす。著者の一部らが開発した金型内コアピン駆動法¹⁾(以降、C.P.D.)によるウェルドラインの改善や、金型外に樹脂を排出する金型構造を用いてガラス繊維が樹脂流動方向に配向した層を厚くすること²⁾が、曲げ強度向上につながることを確認している。一方、成形品の機械的特性は曲げ強度の他にも数多くあるため、繊維配向制御の効果が及ぶ範囲をより明確化する必要がある。

本報告では、成形品に加わった外力が除去された際に残る塑性変形状態(以降、残留変形)について検討を行った。

2. 金型内コアピン駆動法(C.P.D.)の原理

ガラス繊維配向の制御にはC.P.D.を使用した。射出工程中の任意のタイミングにおいて金型内のコアピンを前進させ、樹脂溜内の樹脂をキャビティ内に流し込むことで強制流動を起こす方法である。図1に成形工程におけるコアピン駆動タイミングを示す。 t_0 で射出を開始した後、射出工程中の t_1 でコアピンを駆動させ樹脂溜内の熔融樹脂を再流動させる。その後、保圧冷却工程を経て成形が完了する。

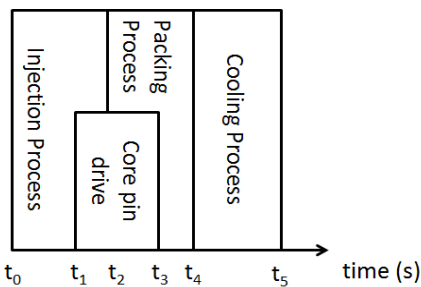


Fig.1 Molding process of core pin drive

3. 実験方法

3.1 試験片形状

図2に本実験で使用した成形品の形状を示す。矩形の棒状試験片で、ピンゲートが設けられている。ゲートは、1点と2点が切替可能になっている。成形パターンは、(1)1点ゲート成形、(2)2点ゲート成形、(3)2点ゲートでC.P.D.を適応した成形の3パターンである。樹脂溜は、C.P.D.のみに設置されており、ゲートAの末端側に位置する。また、成形品肉厚の影響を検討するため、肉厚を3mm、7mm、10mmの3パターンに変化させた。

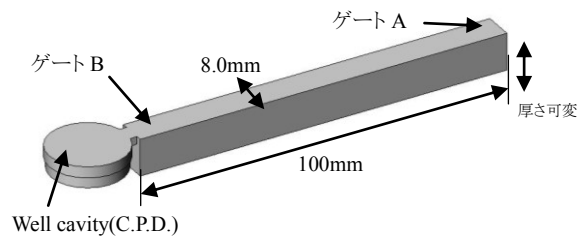


Fig.2 Molded specimen

成形樹脂は、PA66-GF50%(ウルトラミッドA3WG10 BASFジャパン、曲げ強度360MPa(カタログ値))を使用した。射出成形機は、FNX110(日精樹脂工業、110tonf)を使用した。

3.2 評価試験方法

本研究では、曲げ強度および残留変形の評価を行った。曲げ強度測定には、テンシロンRTF-1350(株エー・アンド・デイ、50kN)を使用し、3点曲げ試験を行った。試験片の中央部における曲げ強度測定と破断面の観察を行った。残留変形の評価は新しく提案した治具を用いて行った。図3に残留変形評価治具の形状を示す。

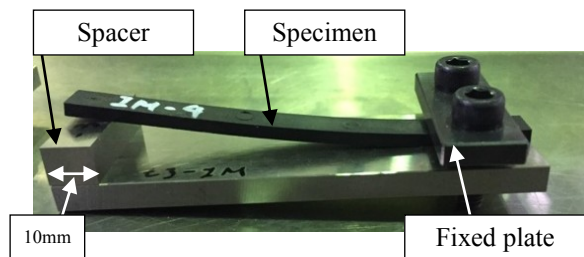


Fig.3 Residual deformation testing jig

Tomohiro HISHIDA*, Atsushi MOTEGI,
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

試験片の片側を固定板で締結し、反対側の先端に変形を起すためのスペーサを設置した。スペーサによる変形量は計算により、片持ち梁先端荷重が80Nとなるようにスペーサ厚さを設定した(肉厚3mm:スペーサー厚さ8.4mm、肉厚7mm:3.6mm、肉厚10mm:2.5mm)。試験片を治具にセットした状態で130℃に設定された恒温槽内に24時間保管した後、スペーサを除去した際に発生する変形量を残留変形量と定義して評価した。

4. 実験結果および考察

4.1 曲げ試験結果

図4に各条件における曲げ試験より得られた応力-ひずみ線図を示す。C.P.D.では、ウェルドライン部において繊維を樹脂流動に沿った方向に変化させているために、曲げ強度が1点ゲートに迫る値まで改善されている。特に、肉厚3mmでは、1点ゲートの場合以上の曲げ強度と曲げ弾性率が得られている。

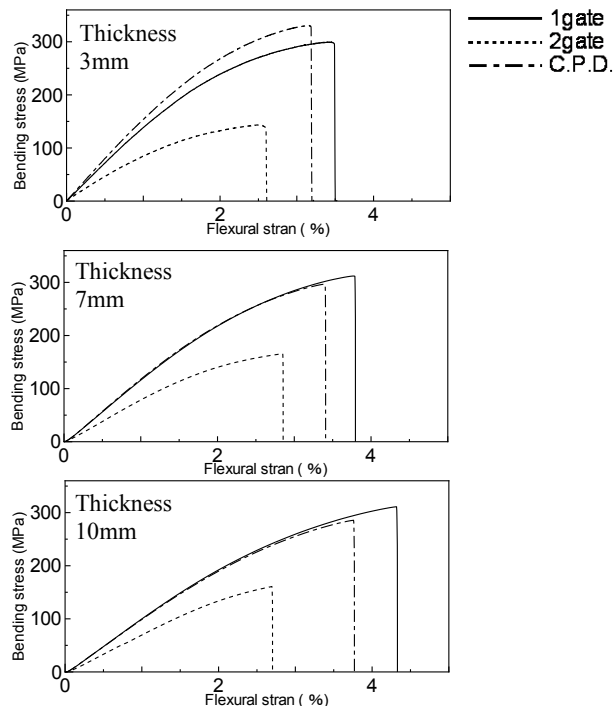


Fig.4 Stress-Strain diagram of bending test pieces

4.2 破断面の観察

図5に曲げ試験により破断した成形品の破断面の観察例(肉厚3mm)を示す。破断面を比較すると、1点ゲートでは破断面中央部に配向がランダムな層(以降、ランダム層)が存在し、一方、C.P.D.では、ウェルドラインの改善と共にランダム層が消失していることがわかる。なお、肉厚7mmと10mmのC.P.D.では、ランダム層が消失していないものの、ランダム層が減少することを確認している。

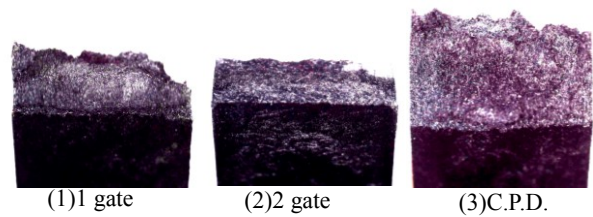


Fig.5 Fracture surface of bending test pieces (Thickness 3mm)

4.3 残留変形量の測定

図6に残留変形評価試験により得られた、初期変形量および24時間経過後の残留変形量を示す。なお、初期変形とは、スペーサが設置されている際の試験片端部における高さを測定した値であり、スペーサ厚さとは異なる。残留変形量は、肉厚によらず2点ゲート、1点ゲート、C.P.D.の順に、変形量が小さくなっている。すなわち、スペーサ除去後の変形戻り量が大きくなっていることがわかる。C.P.D.では、ウェルドラインが改善しランダム層が減少していることが、残留変形量の減少に影響しているものと推察される。ただし、肉厚7mmと10mmでは、曲げ強度と弾性率ともにC.P.D.と1点ゲートほぼ同等の値となっており、残留変形量との明確な相関関係は確認されない。この点については、今後、さらなる検討が必要と考えられる。

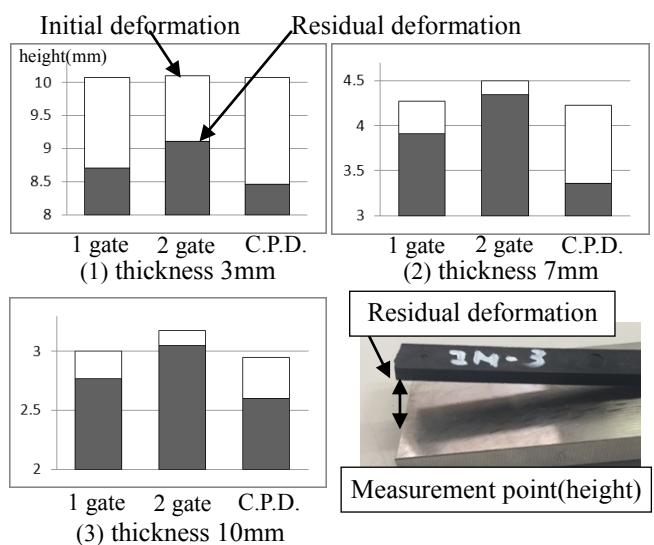


Fig.6 Measured value of residual deformation test

5. 結言

ガラス繊維配向を制御するC.P.D.を用いることで、成形品の強度と共に残留変形量に対する向上効果が得られることが明らかとなった。プラスチック成形品では、長期間に渡る使用環境下において、変形の問題が顕在化するため、環境条件による影響をさらに検討する必要があるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 茂木, 菱田, 村田: 成形加工'17, 303 (2017)
- 2) 茂木, 菱田, 村田: 成形加工'18, 87 (2018)