

厚肉成形品による成形品強度とスキン層厚さの関係検討

Investigation of Relationship Between Strength and Skin Layer in Thick-Walled Molded Products

(PLAMO(株)) 茂木淳志 ○菱田智大 (日本工大) 村田泰彦

Keywords: Injection Molding / Thick-Walled Molded / Skin Layer/ Strength

1. 緒言

プラスチック射出成形品の肉厚の大小は、成形性や成形サイクル、機械的強度に影響を与える。特に、ガラス繊維強化材料での肉厚成形品では、繊維が流動方向に配向するスキン層(以降、配向層とする)と配向がランダムになる層(以降、ランダム層とする)の影響が強く現れる。

既報¹⁾では、金型内にフル充填された樹脂を保圧工程で金型外に排出する機構により配向層を制御することで、配向層とランダム層の中で配向層の占める割合(以降、配向層割合とする)の強度への影響を検討し、同一形状でも配向層割合が高くなることで強度が向上することを確認した。また、ダンベル試験片形状の中央部では、肉厚形状でも高い配向層割合となっていることが確認された。

本報告では、既報のダンベル形状では中央部に向かって材料流れが絞られていることに着目し、厚肉成形品キャビティ内において流路が縮小あるいは拡大する部位における繊維配向と強度の関係を検討する。

2. 実験条件

図1に試験片形状を示す。長さ100mm、幅8mmの矩形試験片(形状①)に対して、両端部の幅が異なる合計4種類の1点ゲート試験片形状を用いる。

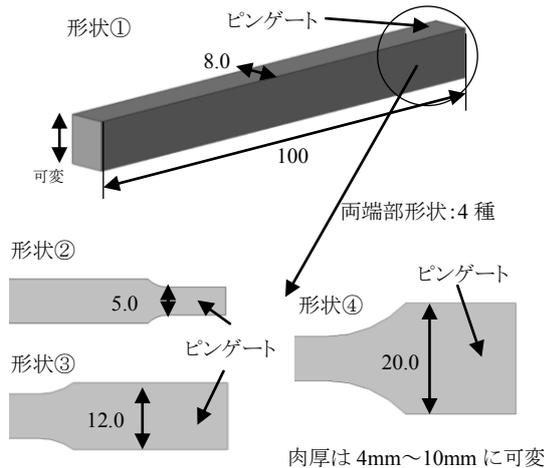


Fig.1 Molded specimen

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

ゲートから試験片中央部に向かって、充填する流路が拡大(形状②)、縮小(形状③)、形状③よりもさらに縮小(形状④)となる。両端部幅寸法の関係は形状②<①<③<④となる。試験片肉厚は4mm~10mmまで1mm刻みで可変できる構造となっている。

今回形状も試験片の充填末端部に金型外に樹脂を排出できる排出溝を設け、駒交換により①通常成形②充填工程にて金型外に樹脂を排出する排出成形を行う。図2に排出成形の成形状態を示す。

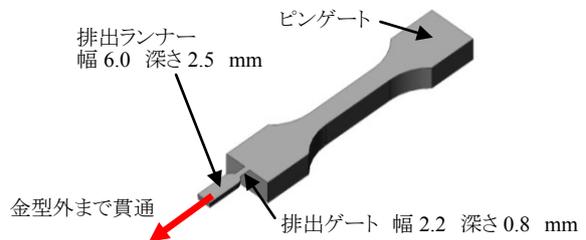


Fig.2 Principle of discharge molding

形状比較は、上記の両端部形状①~④の4種類に対して、通常成形・排出成形2種の計8パターンで行う。各パターンで肉厚4mm~10mmまで変化させて試験片を作成する。成形樹脂は、PA66-GF50%(ウルトラミッドA3WG10 BASFジャパン、曲げ強度カタログ値360MPa)を使用する。射出成形機はFNX110(日精樹脂工業、110tonf)を使用する。

表1に成形条件を示す。試験片がフル充填したタイミングでVP切替となる様、形状と肉厚の変化に合わせて成形機の計量値を可変させているが、その他の成形条件は一定としている。

通常成形と排出成形では同一の成形条件を設定している。充填時間(射出時間+保圧時間)15秒のうち、ゲートシールされるまでの間、充填圧力により金型外に樹脂が排出される。

試験片の両端部形状や肉厚を変更すると体積が変化するため、成形機の充填時間や射出率が一定だと試験片への保圧時間や充填速度は形状ごとに異なることになるが、今回は成形条件による影響は考慮せずに検討している。

強度測定は3点曲げ試験で評価を行う。曲げ試験にはテンシロンRTF-1350(株)エー・アンド・デイ、50kN)を使用した。試験片中央部の曲げ強度測定と破断面の観察から、強度変化と配向層・ランダム層の関係を検討する。

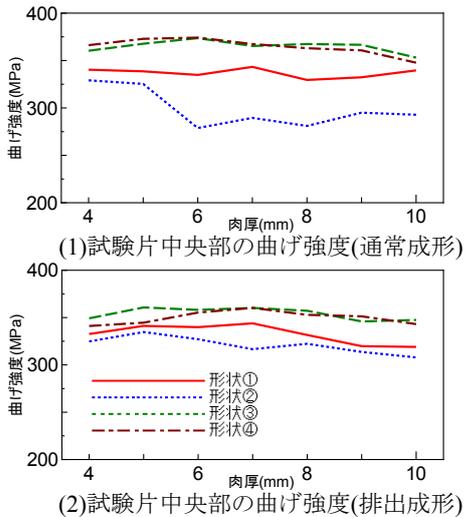
Table .1 Molding conditions

Material	PA66-GF50%
Nozzle Temperature (°C)	280
Mold Temperature (°C)	40
Injection Rate (cm ³ /s)	31.8
Holding Pressure (MPa)	100
Injection Time (s) (Injection+Holding)	15
Charging Stroke (mm)	肉厚により可変

3. 実験結果

3.1 曲げ試験結果

図3に各条件における曲げ試験結果を示す。



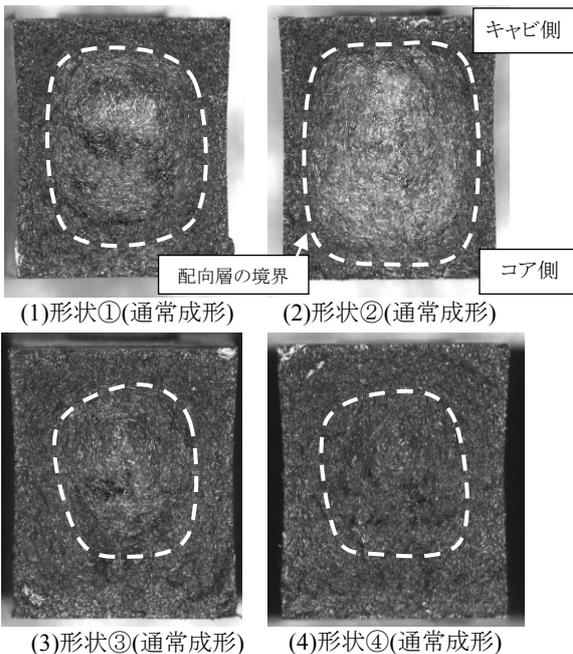
(1)試験片中央部の曲げ強度(通常成形)

(2)試験片中央部の曲げ強度(排出成形)

Fig.3 Maximum Bending load vs. thickness

3.2 破断面の状態

図4に曲げ試験による破断面の一例(肉厚 10mm)を示す。破断面のガラス繊維配向の傾向変化から、点線部を配向層とランダム層の境界と判定する。



(1)形状①(通常成形) (2)形状②(通常成形)

(3)形状③(通常成形) (4)形状④(通常成形)

Fig.4 Fracture Surface of Bending test pieces

4. まとめおよび考察

4.1 実験結果まとめ

(1)強度の違い・通常成形 (図 3(1))

中央部曲げ強度は、形状②<①<③≒④となっており、試験片両端部幅寸法の関係②<①<③<④と近い関係を示した。肉厚の変化については、形状①、③、④はほぼ一定強度～微小な減少傾向となっているが、形状②では明確な減少が見られる。

(2)強度の違い・排出成形 (図 3(2))

通常成形と同様に、肉厚の変化に対してはほぼ一定強度～微小な減少傾向となっているが、通常成形の形状②で見られた肉厚増加による強度減少が緩和されている。通常成形・排出成形の関係を強度比較すると、形状③、④は排出により強度減少、形状①はあまり変化なし、形状②は排出により若干の強度向上が見られる。

(3)破断面の状態 図 3(3))

肉厚 10mm、通常成形の配向層割合は形状②<①<③≒④となっており、試験片両端部の幅が大きくなる(流路が縮小すると)、配向層が増加している。これは上記(1)の強度変化の傾向と一致している。

4.2 考察

両端部形状の影響により、ゲートから中央部に充填されていく際、流路の拡大・縮小が起きている。

縮小流・拡大流の考え方として、形状③、④の縮小後の流路内ではせん断流動がより支配的となり繊維が流動方向に配向しやすく、逆に形状②の拡大後の流路内ではせん断流動から拡大流動となり繊維が流動方向から流動に対して平行方向に回転する。本試験片もこの現象が現れていると推察する。

排出成形ではキャビティ壁面から中心部にかけて固化が徐々に進んでいくため、せん断流動の範囲も徐々に中心部へと移動し、中央部まで流動方向に平行な配向状態となり、強度が増加するものと推察する。形状③、④での強度減少は、通常成形でも既に高い配向層割合が形成されているなかで、排出成形はキャビティが開放されているため樹脂に圧力が十分に負荷されていないためと推察する。

5. 結言

厚肉成形品キャビティ内における流路が縮小あるいは拡大する領域では、拡大流・縮小流の現象が繊維配向に影響を及ぼし、強度変化を引き起こすことを確認した。製品設計(特に肉厚製品)においては、急な肉厚の変化が思わぬ強度低下の可能性となり、またランダム層の配向を制御することが強度の向上・安定につながる。

【参考文献】

1)茂木, 菱田, 村田:成形加工'18, 87 (2018)