

(東レエンジニアリング(株))○(賛)岡田 有司, (金沢工大)(正)瀬戸 雅宏, (正)山部 昌

In this study, the appearance mechanism about the injection velocity dependency of the pressure loss when VP was switched was considered based on viscosity depending on shear rate and temperature. When the injection velocity was decreased, it was able to be confirmed that the pressure loss increased because viscosity had increased.

Key Words: Injection molding / Verification / Validation / Pressure loss / Viscosity

1. 緒言

流入工程における射出成形 CAE の確からしさの確認^[1]に用いる代表的な実験データには、圧力(損失)プロファイル^[2]がある。測定が容易で、結果の信頼性も高いことから広く用いられている。

筆者らは、成形条件を変化させたときの、各種物理量と圧力損失変化の相関について、Fig.1 の通りまとめた。主に、樹脂流速および粘度の2つの要因に分けられる。前報^[3]にて、前者のメカニズムについて実験結果を踏まえ考察を行った。本報では、粘度のせん断速度および温度依存性についてレオメータを用いて測定を行い、粘度を決定する因子である温度とせん断速度を、成形実験での測定および理論式より算出する。当該物理量の測定結果を基に圧力損失変化のメカニズムを考察する。

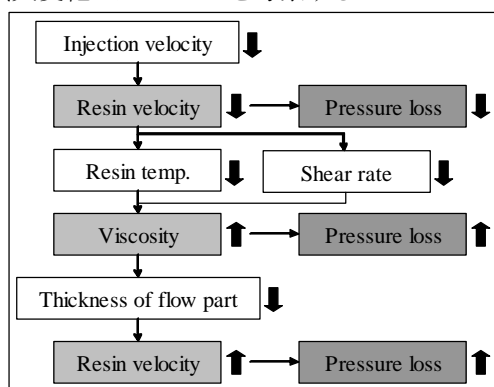


Fig.1 Correlation diagram between physical property and pressure loss

Yuji OKADA*: Toray Engineering Co.,Ltd. ,
Masahiro SETO and Masashi YAMABE: Kanazawa
Institute of Technology,
*1-1-1 Sonoyama, Otsu, Shiga, 520-0842,Japan
Tel. 077-533-7319, Fax. 077-533-7224
E-mail: yuji_okada@toray-eng.co.jp

2. 実験方法

2.1 成形実験

本実験では、供試材料として PP(住友化学工業社製, AZ564)と PMMA(三菱レイヨン社製, VH001)を用い、成形に用いた射出成形機は、東洋機械金属製の電動サーボ射出成形機「Si-180 III F200」(シリンダ径:40mm)である。試験片は、Fig.2 に示す平板形状(100×50×3mm)を用いる。成形条件は Table 1 に示す。

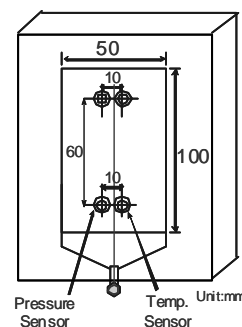


Fig.2 Shape used to compare pressure and temperature

Table 1 Molding conditions for PP and PMMA

	PP	PMMA
Resin temperature [C]	180/200/220	210/230/250
Mold temperature [C]	30	80
Injection velocity [mm/s]	1 / 5 / 10 / 50 / 100	

2.2 測定方法

Fig.2 に示した位置(2箇所)に、金型の固定側入れ子ブロックに直接式型内樹脂表面温度センサ(理化学工業社製, CAV-23)および直接式型内圧センサ(キスラー社製, 6157BA)を埋め込み成形中の樹脂温度および樹脂圧力を測定した。

2.3 データ解析

成形実験から得られた圧力プロファイルから、VP切替位置(射出速度が低下する位置)における測定点2点の圧力値の差を流入工程における圧力損失とし、温度プロファイル中の最大値を流入中の樹脂

温度 T_1 とする。また、各射出速度 V における平板部のせん断速度を平板流れの式(1)から算出し (Table 2), 圧力損失および温度の評価に用いる。

$$\dot{\gamma} = 6Q / (WH^2) \quad \dots(1)$$

Q: 流入流量[mm³/s], W: 幅[mm], H: 板厚[mm]

Table 2 Shear rate in each injection velocity

V [mm/s]	1	5	10	50	100
$\dot{\gamma}$ [1/s]	16.8	83.8	167.6	837.8	1675.5

3. 実験結果および考察

Fig.3 に PP および PMMA におけるレオメータにて測定した粘度物性を示す。測定温度は、Table 1 に示す成形温度と同一である。PP に比べ PMMA は、絶対値が大きく、さらに温度依存性が大きい特性を持つ。

Fig.4 に両材料における平板部の樹脂温度増加率 h_i のせん断速度およびシリンダ温度の依存性を示す。当該値は、式(2)の通り定義する。

$$h_i = (T_1 - T_i) / (T_1 - T_{cyl}) \times 100 \quad \dots(2)$$

T_1 : 樹脂温度 ($V=1\text{mm/s}$) [C], T_{cyl} : シリンダ温度 [C]

せん断速度が増加したとき、 h_i 値は増加する。上流および内部発熱により熱量が供給されるからと考えられる。シリンダ温度が低下したとき、 h_i 値は増加する。Fig.3 に示す通り、低温ほど粘度が高いことに起因する内部発熱量の差異によるものと考えられる。PP に比べ PMMA の方が h_i 値は大きい。Fig.3 に示す通り、粘度の絶対値の差異に起因する内部発熱量の差異によるものと考えられる。

Fig.5 に両材料における圧力損失のせん断速度およびシリンダ温度の依存性を示す。せん断速度が大きくなるに従い、圧力損失は低下後、増加に転じる。

(A) せん断速度依存: 射出速度が低下するに従い、前述 Table 2 の通りせん断速度は低下し、その結果、粘度は増加する。

(B) シリンダ温度依存: 射出速度(せん断速度)が低下するに従い、前述 Fig.4 の通り、樹脂温度は低下し、その結果、粘度は増加する。

4. 結言

射出速度変化に対する圧力損失変化のメカニズムの内、粘度因子(温度/せん断速度依存)について確認を行った。射出速度が低下するに従い、樹脂温度およびせん断速度が低下し、その結果、粘度が増加し、圧力損失が増加方向に変化するメカニズムであることが実験的に確認できた。

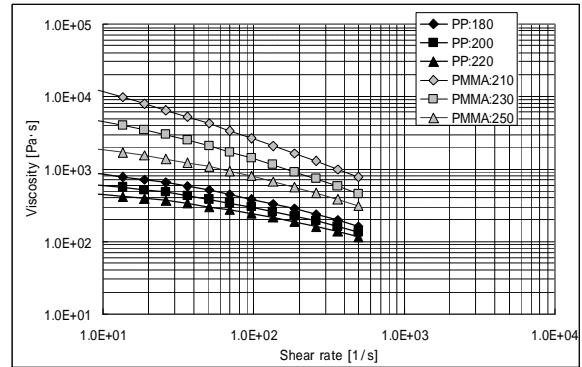


Fig.3 Rheologic properties: viscosity depending on shear rate and resin temperature for PP and PMMA

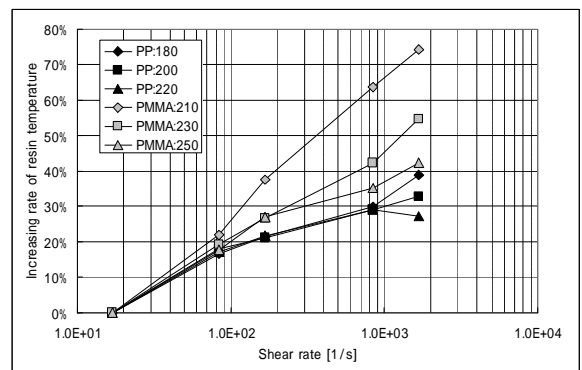


Fig.4 Increasing rate of resin temperature in cavity depending on shear rate in cavity and resin temperature in cylinder for PP and PMMA

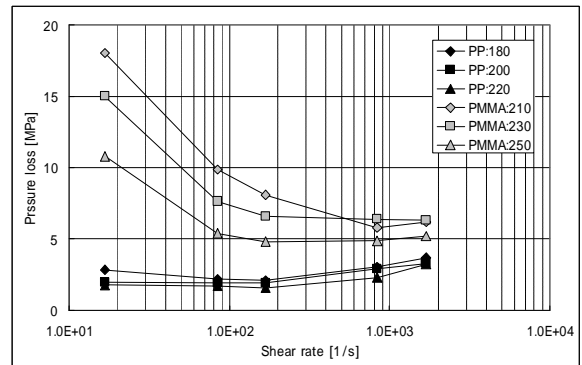


Fig.5 Pressure loss depending on shear rate in cavity and resin temperature in cylinder for PP and PMMA

参考文献

- [1] 岡田有司, 中野亮, 本田哲也, 瀬戸雅宏, 山部昌: 成形加工'08, pp.57-58(2008)
- [2] 相野谷慶太, 天野 修: 成形加工, 14(8), 519(2002)
- [3] 岡田有司, 瀬戸雅宏, 山部昌: 成形加工'10, pp.187-188(2010)