石膏入り高密度ポリエチレンのスパイラル・フロー・テスト*

林 田 建 世** 大 谷 正 男***

Spiral Flow Tests for High Density Polyethylene Mixed with Gypsum

by

Kensei HAYASHIDA

(Kyoto University of Industrial Arts and Textile Fibers, Kyoto)

and Masao ÔTANI

(Tôyô Linoleum Co., Itami)

The spiral flow tests have been carried out on high density polyethylene (SHOLEX 4250H) and the same polymer mixed with 50 wt % gypsum by use of a vertical type injection molding machine with a spiral cavity.

The results obtained are as follows:

(1) For both of the materials, the spiral flow length is expressed by a polynomial whose variables are injection pressure, resin temperature, mold temperature and injection rate.

(2) The spiral flow length measured for both of the materials is affected primarily by injection pressure and secondarily by mold temperature. For the high density polyethylene mixed with gypsum, the spiral flow length is affected by resin temperature more strongly than by injection rate.

(3) The range of the combination of injection pressure and resin temperature in which injection molding of the mixture is possible, shifts to the high pressure side as compared with that for the pure high density polyethylene at the same temperature. But the extent of the range is almost equal for both of the materials.

(Received Oct. 6, 1975)

1 緒 言

最近，燃焼時における発熱量の低下とガス発生量の減少ならびに低廉化と省資源をめざすいわゆる“無公害樹脂”として，石膏入り高密度ポリエチレンが開発されている。石膏入り高密度ポリエチレンの射出成形品は，通常の高密度ポリエチレンの射出成形品に比べ，剛直性などにおいても優れている。本研究では，石膏入り高密度ポリエチレンと高密度ポリエチレンのスパイラル・フロー・テストを行ない，両者の射出成形時における流動性を比較し，石膏混入が射出成形性に及ぼす影響を検討した。

2 実 験

2・1 試料

使用した試料は高密度ポリエチレン (SHOLEX 4250H, 密度 0.942 (25℃), 重量平均分子量約 20×10^4) と，これに石膏（白色斜方結晶体の硫酸カルシウムで，その比重は 2.5, 平均粒度は 5μ ）を重量比

で 50 : 50 の割合で混練したものである。

2・2 実験装置および方法

実験装置としては，自動式立型プランジャ式射出成形機に，Fig. 1 に示す全長 110 cm のスパイラル溝（断面は半円に近い三ヶ月形で弦の長さは 5.75 mm, 深さは 2.50 mm）つき金型を装着したものを用いた。

射出プランジャの径 (D_p) は 24 mm, ストロークは 135 mm である。油圧計により直読できるラム圧を P_R , ラムの直径を $D_R (=80 \text{ mm})$ とすると，プラ

Fig. 1. The spiral cavity used for spiral flow test.

* 原稿受理 昭和50年10月6日

** 正 会 員 京都工芸繊維大学繊維学部

京都市左京区松ヶ崎御所海道町

*** 東洋リノリューム(株) 伊丹市東有岡

ンジャ圧, すなわち射出圧力 P は次式から求められる.

$$P = P_R \left(\frac{D_R}{D_P} \right)^2 \quad (1)$$

本実験機における P_R の最高値は 65 kg/cm^2 , したがって P の最大値は 722 kg/cm^2 であった.

射出速度 $V(\text{cm}^3/\text{sec})$ は次式から計算される.

$$V = \frac{LA}{t} \quad (2)$$

ここで, $L(=13.5 \text{ cm})$ はストローク長, $A(=4.5 \text{ cm}^2)$ はプランジャ断面積, $t(\text{sec})$ は1ストロークに要する時間を表す. 本実験における V の最大値は $P=722 \text{ kg/cm}^2$ に対する $25 \text{ cm}^3/\text{sec}$ であった.

樹脂温度 $T_r(^\circ\text{C})$ は加熱筒のサーモスタットが示す温度とした. 金型温度 $T_m(^\circ\text{C})$ は温度計によって測定したが, 金型冷却水量等によって調節できる. なお成形サイクル時間(射出 15 sec, 冷却 20 sec, 死時間 25 sec)は一定とした.

成形条件として, 射出圧力 P , 射出速度 V , 樹脂温度 T_r , 金型温度 T_m の4因子をとり, これらがスパイラル長さ $X(\text{cm})$ に及ぼす影響を調べた. 同一成形条件のショットでスパイラル長さの変動がほとんど認められなくなる定常状態で5個の射出成形物を取り, それらのスパイラル長さの平均値を求め $X(\text{cm})$ とした.

3 結果および考察

3・1 スパイラル長さ

Fig. 2 は金型温度 T_m , 射出速度 V を一定としたとき, 樹脂温度 T_r をパラメータとするスパイラル長さ X と射出圧力 P との関係を示す.

Fig. 3 は金型温度 T_m , 射出速度 V を一定としたとき, 射出圧力 P をパラメータとする樹脂温度 T_r とスパイラル長さ X との関係を示す.

Fig. 4 は射出速度 V を一定としたとき, 射出圧力 P と樹脂温度 T_r をパラメータとする金型温度 T_m とス

○ : High density polyethylene
● : High density polyethylene mixed with gypsum

Fig. 2. Influence of injection pressure P and resin temperature T_r upon spiral flow length X at constant mold temperature $T_m=70^\circ\text{C}$ and constant injection rate $V=23 \text{ cm}^3/\text{sec}$.

○ : High density polyethylene
● : High density polyethylene mixed with gypsum

Fig. 3. Influence of resin temperature T_r and injection pressure P upon spiral flow length X at constant mold temperature $T_m=70^\circ\text{C}$ and constant injection rate $V=23 \text{ cm}^3/\text{sec}$.

○ : High density polyethylene
● : High density polyethylene mixed with gypsum

Fig. 4. Influence of mold temperature T_m , injection pressure P and resin temperature T_r upon spiral flow length X at constant injection rate $V=23 \text{ cm}^3/\text{sec}$.

○ : High density polyethylene
● : High density polyethylene mixed with gypsum

Fig. 5. Influence of injection rate V , injection pressure P and resin temperature T_r upon spiral flow length X at constant mold temperature $T_m=50^\circ\text{C}$.

パイラル長さ X との関係を示す.

Fig. 5 は金型温度 T_m を一定としたとき, 射出圧力 P と樹脂温度 T_r をパラメータとする射出速度 V とスパイラル長さ X との関係を示す.

結局、スパイラル長さ X (cm) は、樹脂温度 T_r (°C)、射出圧力 P (kg/cm²)、金型温度 T_m (°C) および射出速度 V (cm³/sec) を変数とする多項式によってほぼ次のように表わされた。すなわち、

高密度ポリエチレンに対しては：

$$X = -24.3 + 6.5 \times 10^{-6}(T_r + 2689)(P + 982) + 0.042T_m + 0.075V \quad (3)$$

石膏入り高密度ポリエチレンに対しては：

$$X = -9.2 + 22.4 \times 10^{-6}(T_r + 543)(P + 171) + 0.049T_m + 0.075V \quad (4)$$

本実験の範囲においては、 X の値は高密度ポリエチレンに対しては 4.4~13.0 cm、石膏入り高密度ポリエチレンに対しては 3.0~11.9 cm であり、いずれの場合も成形物の外観は良好であった。同一成形条件ではスパイラル長さは高密度ポリエチレンの方が大であるが、これは粘性が小さいためと考えられる。

スパイラル長さに及ぼす影響は、両試料の場合とも、射出圧力が最も大きく、つぎに金型温度の影響が大きい、続いて高密度ポリエチレンに対しては射出速度、樹脂温度の順に、石膏入り高密度ポリエチレンに対しては樹脂温度、射出速度の順に影響する。なおスパイラル長さの射出圧力依存性は高密度ポリエチレンの方が大で、金型温度依存性は石膏入り高密度ポリエチレンの方が大である。また射出速度の影響は両試料とも同程度である。

3・2 射出成形領域

Fig. 6 は高密度ポリエチレンに対する射出速度一定の場合、一定長のスパイラル長さ X を得るための射出圧力 P と樹脂温度 T_r との関係を金型温度をパラメータとして示す。Fig. 7 は石膏入り高密度ポリエチレンに対する射出速度一定の場合、一定長のスパイラル長さ X を得るための射出圧力 P と樹脂温度 T_r との関係を金型温度 T_m をパラメータとして示す。

Fig. 6. Relation between injection pressure P and resin temperature T_r to get same spiral flow length X at various mold temperature T_m at constant injection rate $V=23$ cm³/sec for the high density polyethylene.

Fig. 7. Relation between injection pressure P and resin temperature T_r to get same spiral flow length X at various mold temperature T_m at constant injection rate $V=23$ cm³/sec for the high density polyethylene mixed with gypsum.

..... : High density polyethylene
— : High density polyethylene mixed with gypsum

Fig. 8. Ranges of combinations of injection pressure P and resin temperature T_r to get the spiral flow length X from 7 cm to 9 cm at constant injection rate $V=23$ cm³/sec and constant mold temperature $T_m=50$ °C for the both testing materials.

Fig. 8 は両試料に対する一定射出速度、一定金型温度の場合、一定範囲のスパイラル長さ $X=7\sim 9$ cm を得るための射出圧力 P と樹脂温度 T_r の組合せの範囲を示す。すなわち、 $X=7$ cm の曲線と $X=9$ cm の曲線の間の領域がその範囲を示す。この領域の面積が広く、また圧力、温度とも低い方にずれる方が射出成形しやすいことになる。Fig. 8 からわかるように、この領域は石膏入り高密度ポリエチレンの場合の方が高压側にずれているので成形圧力は高めとなるが、面積についてみれば両試料とも同程度であり、成形領域の広さは同程度であるとみられる。

最後に試料を提供していただいた昭和油化株式会社に厚く感謝する。

参考文献

- 1) 井上正男, 山田久男, 深見徳繁, 高木幹夫, 高化, **20**, 395 (1963).
- 2) 林田建世, 山口 明, 材料, **25**, 700 (1976).