

335 熔融高分子のぬれにおよぼす表面張力と粘度の影響について

福井大学 工学部
大和紡績(株)
田村駒常任(株)

○井町 正樹, 木村 博
小山 晴幸
竹田 篤

1. 緒言

ポリエチレン,あるいはガラス繊維などを含むポリエチレンが, 熔融状態において示すぬれ挙動と接着性についてはすでに報告し¹⁾²⁾, そこでぬれについては, 接触角 θ の時間的变化が $\cos\theta/\cos\theta_0 = 1 - e^{-\gamma t/k}$ (θ_0 : θ の最終到達値, γ : 液滴の表面張力, k : 定数) をほぼ満足することを示したが, 時定数 k/γ における k は, 主として液滴の粘度によって支配されるものと一般推察される. そこで本報では, 表面張力, 粘度をそれぞれ測定して, ぬれ挙動との関係を検討した.

2. 実験方法

供試材料としては, 低密度ポリエチレン(ミラソン16P)を用いた. またこれにガラス繊維(長さ0.5~3mm)などを混合した場合についても検討した.

熔融ポリエチレンの表面張力 γ の測定には静泡法 (Sessile bubble method) を採用し, 表面張力測定装置(柴山科学, SS-PM2型)を用いておこなった. すなわち所定の温度にて加熱熔融状態にあるポリエチレン内にアルゴン気泡を生成させたのち, 気泡の最大半径 r と, 最大半径を通る面からの気泡の高さ h を測定し, r と h から γ を計算(主としてPorterの方法)によって求めた. 粘度 η については cone-plate 型の粘度計を用いて測定した.

3. 実験結果

熔融ポリエチレンの表面張力 γ と温度との関係を求めた結果は Fig. 1 のごとくである. 120°C において 28.9 dyne/cm, 温度が 1°C 上昇するごとに 0.063 dyne/cm の低下

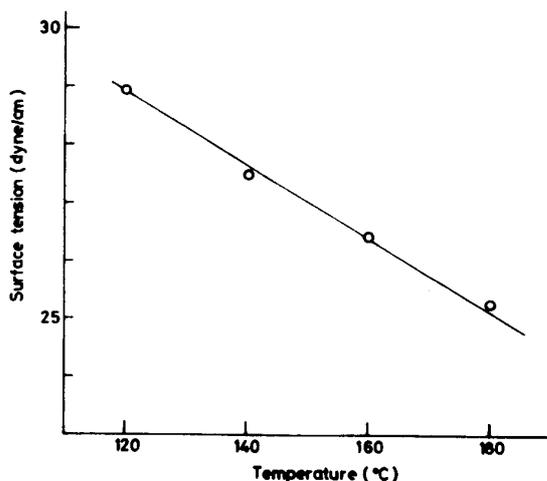


Fig. 1 熔融ポリエチレンの表面張力と温度の関係

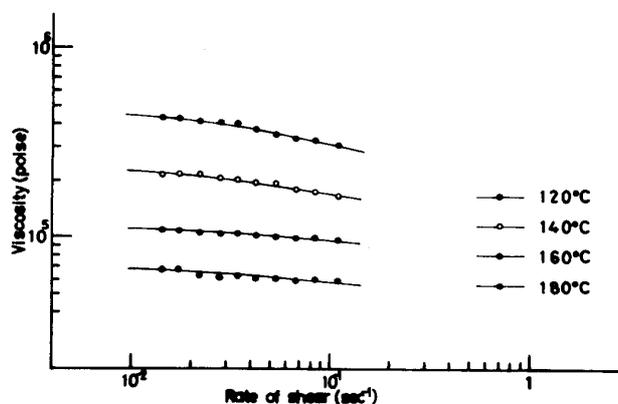


Fig. 2 ポリエチレンの熔融粘度

を示している。ついでポリエチレンの溶融粘度を種々の温度について測定した結果を Fig. 2 に示す。速度勾配 D が増すにつれて粘度の測定値は低下する傾向が認められるが、ここでは $D = 1.44 \times 10^{-2} / \text{sec}$ の値をとって比較検討した。さらにガラス繊維や炭素繊維を混入したポリエチレンについても 120°C から 180°C の温度範囲について粘度測定をおこなったが、Fig. 3 は長さ 1mm のガラス繊維を $0 \sim 25\text{wt}\%$ 混入した場合の結果である。なお横軸は絶対温度の逆数で示されている。

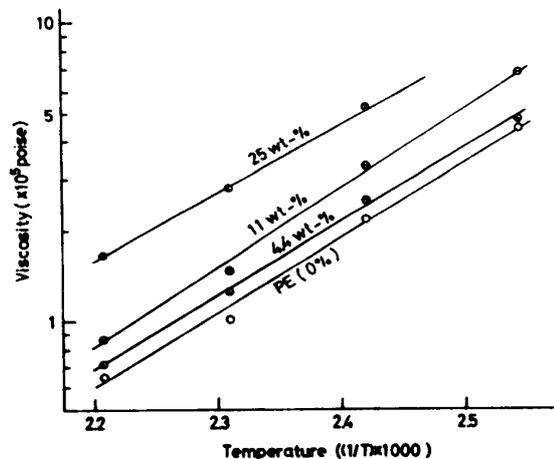


Fig. 3 ガラス繊維混入ポリエチレンの溶融粘度と温度の関係

ガラス繊維の含有割合が増すと粘度の増加することは明らかであるが、直線の勾配はあまり変化しないことがわかる。粘度と温度との関係に対して最も普通に用いられる Arrhenius の式 $\eta = A e^{E/RT}$ より活性化エネルギー E を求めると 10.2 kcal/mol である。この値は溶融ポリエチレンのぬれに因してすでに求められている見かけの活性化エネルギー 10.1 kcal/mol とほぼ一致している。このことから、ぬれの速度が液滴の粘度と密接な関係をもつことがわかる。

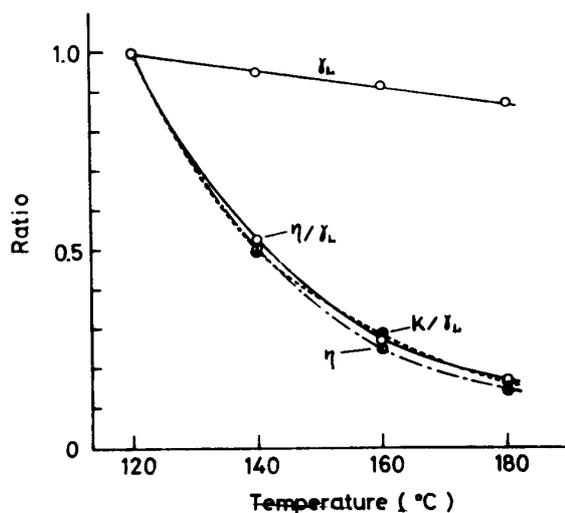


Fig. 4 K/η_L , η_L , η/η_L の温度による変化 (120°C 基準)

緒言において述べたぬれに因する時定数 K/η_L は、温度の上昇とともに急速に低下する。そこで 120°C での値に対する各温度での値の比を求めた。また η_L , η/η_L についても同様にして 120°C での値に対する比を求め、これを図に示したのが Fig. 4 である。 K/η_L と η/η_L に関する両曲線がほぼ一致しており、 K が主として η によって定まることが明らかである。ここで $K = \eta L$ とおけば、 L は長さの次元を有することになる。

ポリエチレンについては $L = 0.77 [\text{cm}]$ であった。なお、ぬれ速度は主として粘度により決定されるが、ガラス繊維の混入によって粘度が増加した場合、粘度の増加割合から予想されるよりも以上のぬれ速度の低下が観察された。

- 1) 井町, 溶接学会講演要旨集 (第13集) (1973) p. 388 ~ p. 389
- 2) 井町他, " (第15集) (1974) p. 238 ~ p. 239