

PS のホットタック強度に超高分子量成分が及ぼす影響

山形大工 今井悟、杉本昌隆、谷口貴志、小山清人

Effect of ultra high molecular weight component on the Hot Tack strength of PS

S. Imai, M. Sugimoto, T. Taniguchi and K. Koyama

Department of polymer Science and Engineering, Yamagata University

ABSTRACT

We investigated an effect of ultra high molecular weight polystyrene (UHMW-PS) on the Hot Tack strength of PS. Two kind of monodisperse polystyrenes that have F20 ($M_w = 2.0 \times 10^5$) and F288 ($M_w = 2.88 \times 10^6$) were used. As for F20 and F288, the blend was done at a rate of 98:2. These samples were measured by dynamic viscoelasticity, uniaxial elongational viscosity and Hot Tack strength. Hot Tack strength of F20/F288 blend system increased.

1.緒言

接着の評価法の一つにタック試験がある。タック試験とは、短い接着時間と低い圧力で接着し、即座に変形を加え接着強度を測る試験のことである。高分子材料のホットタック特性は、連続的に内容物の充填から整袋までを行う自動充填製袋機等の成形において、重要な指標となる性質であるが、ホットタック強度の発現機構についてはよくわかっていない。そのため、熱融着が不完全な場合に成形不良が発生し、生産性や能率の低下を引き起こす。本研究では、ホットタック強度の発現要因として、接着層のはく離(融着面での材料の伸長)プロセスが重要であると考えられることから、ひずみ硬化性とその強度に関係しているのではないかと考えた。また、ポリスチレン(PS)に超高分子量成分を臨界濃度以上添加することで、ひずみ硬化性の顕著な増加が見られるということが報告されている^[1]。以上のことから、超高分子量添加系と非添加系を用いて比較を行い、超

高分子量成分がホットタック強度に与える影響を調査することを目的とした。

2.実験方法

実験に用いる試料として、分子量が 20 万 ($M_w/M_n = 1.04$)の PS(東ソー(株)製、以下 F20)と、F20 に分子量が 288 万($M_w/M_n = 1.08$)の PS(東ソー(株)製、以下 F288)を溶媒キャスト法により 2.0wt%混練した試料(以下 F20/F288)を用意した。この際、超高分子量成分同士の絡み合い個数は以下の式より計算した。

$$N_u = \phi \frac{M_{\text{UHMW-PS}}}{M_c} \quad (1)$$

$M_{\text{UHMW-PS}}$ は超高分子量成分F288の重量平均分子量、 ϕ は重量分率、 M_c は絡み合い点間分子量、 N_u は超高分子量PSどうしの絡み合い個数である。本研究では十分に絡み合う様に $N_u = 3.2$ 個で調整した。これらの試料に対して、せん断動的粘弾性測定と一軸伸長粘度測定を行った。また、ホットタック強度測定用の試験片の作製のため、溶液としたF20とF20/F288を研究室製のフロートコーターで基材にコートした。この際、試験片の基材としてPETフィルムを用いた。ホットタック強度測定のため、F20のせん断動的粘弾性測定を行い、最長緩和時間(以下 τ_d)を求めた。その結果、140での τ_d は約100秒、160では約8秒であった。以上から、実験温度を140と160、ヒートシール時間を1.0~100秒に設定して、一般的なホットタック強度測定法であるT型はく離試験を行い、ホットタック強度を測定した。

3.結果・考察

T=160 における一軸伸長粘度測定結果を Fig.1 に示す。Fig.1 の実線は線形領域のせん断動的粘弾性測定より得られた η_s を 3 倍にしたものである。線形領域では伸長粘度はせん断粘度の3倍に等しくなるという法則(トルートン則)^[2]がある時刻まで良く成立している。140 においては両試料ともひずみ硬化性を発現したが、F20/F288の方がやや強いひずみ硬化性を示した。また、160 において、F20 はひずみ硬化性を示さなかったが、F20/F288 はひずみ硬化性を確認できた。これは、超高分子量成分F288 がF20 に対して臨界濃度(超高分子量成分同士の絡み合い個数が 1 つ)以上混ぜられたことによる結果であると考えられる。

140 及び 160 における F20 と F20/F288 のホットタック強度とヒートシール時間依存性の結果を Fig.2 に示す。接着層のはく離形式が凝集破壊に変化したと思われるヒートシール時間(高分子鎖 1 本当たりの新しく絡み合いを組み替えた個数 $N=1$ 個以上)から、ほぼ一定のホットタック強度を示すことがわかった。また、F20 と比較すると、F20/F288 に強いホットタック強度が見られた。これは一軸伸長粘度測定において、超高分子量成分を添加したことによるひずみ硬化性の向上が関係していると考えられる。F20/F288 は F20 と比較して、ひずみ硬化性の増加が大きかった。接着層のはく離形式は伸長粘度に依存すると考えられるため、より強いひずみ硬化性を示した F20/F288 のホットタック強度が F20 よりも高い値を示したと考えられる。

参考文献

- (1)A. Minegishi, A. Nishioka, T. Takahashi, Y. Masubuchi, J. Takimoto and K. Koyama, *Rheol. Acta.*, 40, 329-338 (2001)
- (2)F. T. Trouton, *Proc. Roy. Soc.*, A77, 426 (1906)

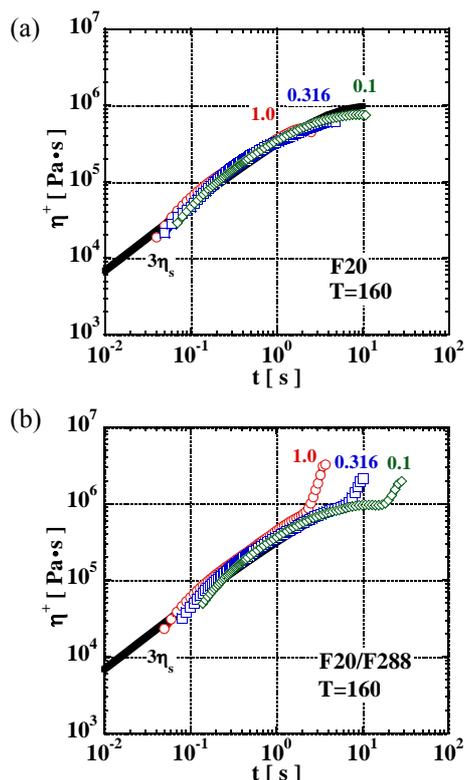


Fig.1 Uniaxial elongational viscosity for (a) F20 and (b) F20/F288 at 160

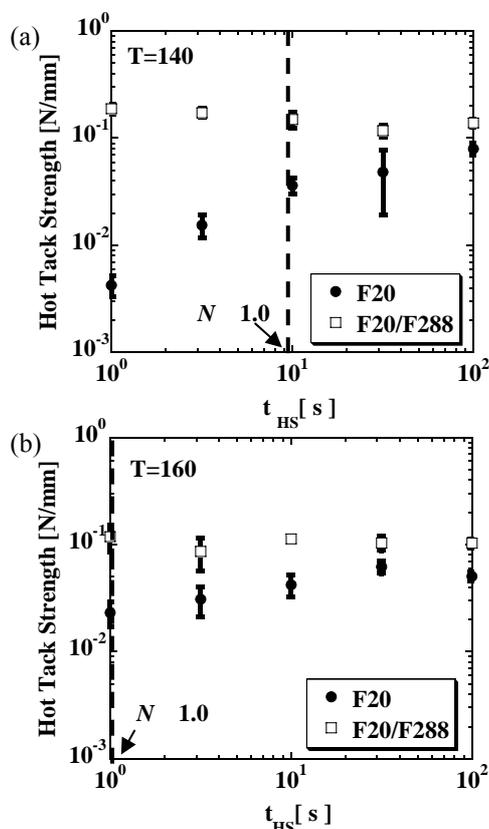


Fig.2 Hot Tack strength as a function of heat seal time for F20 and F20/F288 at (a) 140 and (b) 160