

## 結晶性ポリスチレンの熔融紡糸条件と物性の関係

東京工業大学物質理工学院 ○于洋、宝田亘、塩谷正俊

### 1. 緒言

Syndiotactic Polystyrene (SPS) は、シンジオタクチック構造を持たせた結晶性ポリスチレンで高機能性を持つ素材である。SPS は疎水性や耐熱性、保温性、速乾性に優れ、衣料用繊維としての利用が期待されているが、一般的な熔融紡糸設備で作製された SPS 繊維は他の衣料用合成繊維と比較して強度が低くその改善が求められている。先行研究では、ポリエチレンテレフタレート繊維の熔融紡糸において吐出直後に紡糸線をレーザーにより加熱し紡糸ドラフトを低下させることで最終的な延伸繊維の強度を向上できることが報告されている。本研究では、熔融紡糸・延伸法で作成される SPS 繊維について、口金下にヒートチャンバーを設置して加熱を行い、その際の繊維構造と物性の変化から強度に優れる繊維の製造条件を見出すことを目標としている。

### 2. 実験方法

MFR 30 g/10min の SPS ペレットを用い、直径 1 mm の単孔口金を設置した熔融紡糸装置を用いて、紡糸温度 300 °C、吐出量 6 g/min の条件で熔融紡糸を行った。通常、口金から吐出された紡糸線は直接紡糸室の環境に晒され吐出直後から冷却されるが、本研究では通常の条件に加え、口金下部に長さ 12 cm の筒状のヒートチャンバーを設置し、チャンバー内面の温度を 300°C、350°C、400°C に設定して紡糸線を保温/加熱し、繊維を作製した。押し出されたポリマーは、口金から 3.5 m 下に配置された高速ワインダーを使用して巻き取りを行った。紡糸速度は 1000 m/min から 1000 m/min ずつ速度を増加させ、糸切れが発生するまでサンプルを採集した。同時に、紡糸過程での繊維の変形挙動を調べるため、紡糸線上の直径変化の測定を行った。

得られた繊維については、複屈折、DSC、広角 X 線回折の測定によりその構造を解析するとともに、引張試験を行って力学特性を測定した。

### 3. 結果と考察

紡糸線の直径計測の結果から、巻取速度 1000 m/min の条件では変形が 10 cm 程度下流にシフトしていることが確認された。これは、冷却開始がヒートチャンバーの分遅れたことを反映している。一方で、巻取速度 3000 m/min の条件では、ヒートチャンバーを設置することによりネック状変形が発生する位置が 40~50 cm 程度下流にシフトした。樹脂の冷却が遅れることに加え、上流側の紡糸線で張力が低下し分子配向が制御されることで、配向結晶化が発生する位置が下流側にシフトしたものと考えられる。

広角 X 線回折の結果からは、ヒートチャンバーの温度上昇に伴い 3000 m/min における結晶反射の強度が低下したことが示され、結晶性が低下していることが示された。DSC 測定の結果もヒートチャンバーの設置による結晶化度の低下を示しており、口金下を加熱することにより、繊維の結晶化を抑制できることが示された。

巻取繊維の強度を Fig.1 に示す。全ての条件において、巻取速度 3000 m/min で最大強度を示し、巻取速度 4000 m/min では強度が低下することが示された。またヒートチャンバーを設置することにより、最大強度が向上したことがわかる。応力-歪曲線から、低巻取速度では自然延伸比の向上が見られ、高巻取速度では伸度の向上に伴い強度が増加していることが示された。

### 4. 結論

SPS の熔融紡糸において、口金下部にヒートチャンバーを設置して紡糸線を加熱することにより、紡糸線上での結晶化を抑制し、得られる繊維の強度と伸度を向上できることが明らかになった。このことから SPS では、紡糸線上で発生する結晶化が繊維強度を低下させる要因となっており、結晶化の制御が重要であることが示された。

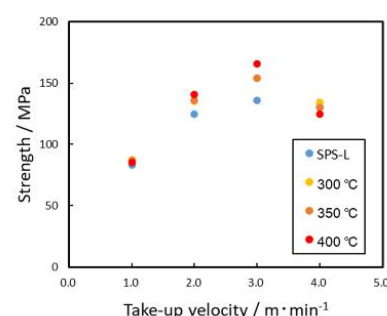


Fig.1 Strength of SPS fibers with various heat chamber temperatures.