

レーザー光照射加熱延伸による繊維構造形成機構の解明

大越豊, 後藤康夫, 奈倉正宣

信州大学 繊維学部 繊維システム工学科

1. 緒言

熔融紡糸および延伸はポリエステル・ナイロンを含む最も一般的な合成繊維製造法である。然るにこの工程における繊維構造形成システムは現在でも明らかになっていない。これは主に繊維構造が形成される2次延伸工程における構造変化がたいへんに速く、しかも非線形・非平衡変化な配向結晶化過程を含む複雑なものだからである。我々は走行中の繊維にレーザー光を照射して加熱することにより繊維のネック延伸点の位置を0.1mm程度の範囲に精密に固定できることを利用し、変形過程での直径変化および延伸過程における温度プロファイルの測定を試み、この結果を使って繊維構造形成過程の解明を目指した。

2. 実験方法

位置分解能約0.35mmの赤外線糸温度測定システムを構築し、延伸過程での糸温度プロファイルrを測定した。また高速ビデオカメラシステムにより得られた画像の解析により、走行繊維の延伸点近傍における直径プロファイルを求めた。この直径プロファイルより、歪速度プロファイル、伸長粘度プロファイル、および延伸点における温度プロファイルを求めた。

3. 結果と考察

測定結果の一例として、図1に延伸倍率4~6倍について測定した直径プロファイルを示す。これらのプロファイルより、高速・高倍率・高分子量の条件において大きな歪速度と大きな昇温量を示す延伸挙動が観測され、この条件で以下に示す高強度高弾性率繊維が得られた。また延伸後における配向結晶化速度は数百 s^{-1} (無配向状態の数万倍)に達し、ほぼ変形が

終了してから起こるのにもかかわらず、延伸速度が速いほど速くなる様である。これは繊維構造形成メカニズムを解明する上で興味深い結果であると考えている。

この延伸システムによって1.3 GPaの強度、および19 GPaの弾性率と1.2%の沸水収縮率を持つPET繊維が安定的に生産できた。また20倍以上の高倍率まで安定的な流動延伸が可能になるなど、このレーザー加熱延伸システムによって高強度・高弾性率繊維を製造し得る可能性が示された。今後はこの方面の研究も同時に進めていく予定である。

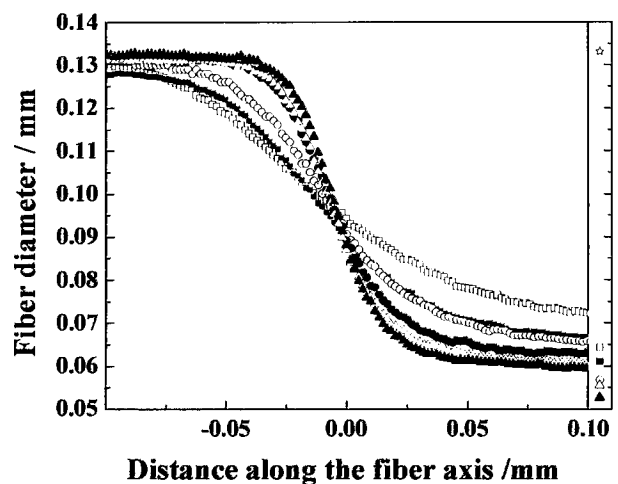


Fig. 1 Fiber diameter profiles at the neck-drawing point.

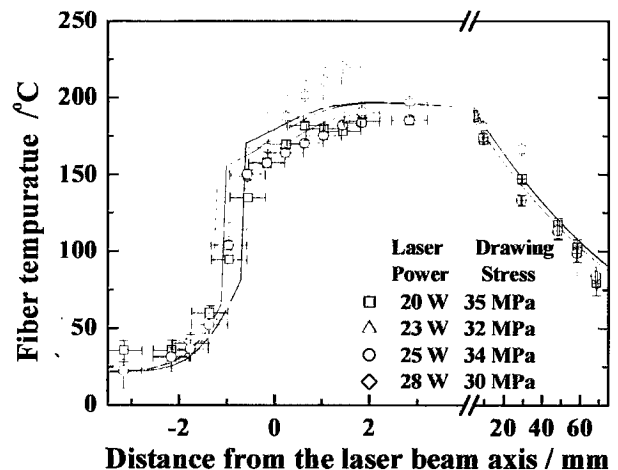


Fig. 2 Fiber temperature profiles on the drawing process.