

伊香賀敏文・大越豊・後藤康夫・奈倉正宣

目的別テーマ：ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維の開発

17年度研究テーマ

15-5-2：レーザー加熱延伸によるハイパフォーマンス繊維の開発

ABSTRACT

Poly(vinylidene fluoride) monofilaments were drawn continuously under heating by CO₂ laser irradiation. The structure and properties of the drawn filaments were analyzed as the function of draw ratio and diameter of pre-drawn filaments by tensile test, wide-angle x-ray diffraction, refractive index, and thermal shrinkage measurements. The 300 μm diameter filament shows obviously smaller strength after drawing over 100 MPa of drawing stress than 200 μm filament. The birefringence unevenness in the cross-section of fiber also observed at the condition. The 1.0 GPa tensile strength was obtained by drawing 200 μm filament to the draw ratio of 6.0.

研究目的

炭酸ガスレーザーを照射して繊維を急速かつ均一に繊維を加熱・延伸することにより、高性能で均質な繊維・モノフィラメントを高速かつ安価に製造するシステムを開発する。

一年間の研究内容と成果

炭酸ガスレーザーを走行中の繊維・モノフィラメントに照射して急速かつ均一に繊維を加熱し、高歪速度もしくは高倍率まで均一に延伸することによる、高性能で均質な繊維・モノフィラメントの高速かつ安価に製造するシステムを開発する。今年度はPVDF, PPS, PLLA/CL, PP, PE, PFA 繊維を対象素材とし、これらを既存の熔融紡糸装置もしくは圧縮成形・固相押出装置により繊維・モノフィラメント・スリットヤーン等の形態に予備成形後、既存のレーザー加熱延伸システムにより延伸し、得られた繊維の構造・物性を解析した。この際、特に力学物性および熱物性に注目し、製造条件および繊維構造との対応について考察する。本年度は、上記プロジェクトのうち特に進展の大きかったポリフッ化ビニリデン (PVDF) モノフィラメントについて報告する。

レーザー加熱における温度シミュレーションから、繊維内部まで均一に加熱されると推定される直径 0.2 mm, 及び温度分布が生じる直径 0.3mm のモノフィラメントについてレーザー加熱延伸を行った。干渉顕微鏡による観察の結果、直径 0.2 mm では延伸応力 MPa145 まで屈折率分布は見られなかったが、直径 0.3mm では延伸応力 100MPa 以上で屈折率分布が生じた。この原因は、直径 0.3 mm の試料のほうが延伸時の温度分布が大きかったためだと思われる。延伸応力に対して強度をプロットしたグラフでは(図 1), 低倍率で延伸した繊維では直径による違いは見られないが、干渉顕微鏡像で構造分布が見られる高倍率延伸では、延伸応力から推定される強度よりも小さい強度しか得られない。すなわち、延伸時に繊維内部温度差が生じていた繊維では、高倍率延伸時に構造分布が生じやすく、結果として相対的に低い強度の繊維しか得られないことがわかった。直径 0.2 mm の試料を 6.0 倍に延伸した試料の強度は 1.0 GPa に達した。

展望

未延伸糸の性状と延伸挙動および得られた繊維の構造・物性との関連を明らかにすることで、この延伸手法の特徴と有用性を検証していく。

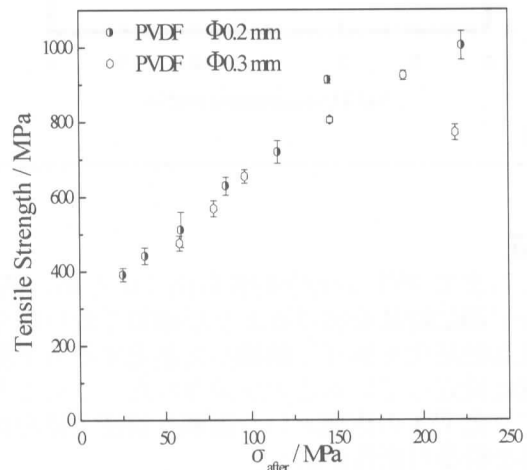


Fig.1 Relationship between σ_{after} and Tensile Strength