

高速溶融紡糸過程に設置した液体恒温槽による 紡糸線結晶化制御を通じた生分解性 PHBH 繊維の高強度化

(東工大・物質理工) ○宮尾友貴、宝田亘、鞠谷雄士

＜緒言＞

PHBH(poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate))は、近年注目されている微生物由来の生分解性樹脂である。PHBH は溶融成形が可能であることが知られているが、ガラス転移点が室温以下であり、結晶化速度が極めて遅いため、成形時に溶融状態から室温まで冷却してもゴム状態に留まるという問題が生じる。これに対し我々は、高速溶融紡糸法を適用し、高伸長応力下の配向誘起結晶化現象を利用すると高配向度、高結晶化度の繊維の形成が可能であることを示したが、十分な強度を持つ繊維を得ることは困難であった。そこで本研究では、液体恒温槽 (LIB ; Liquid Isothermal Bath) を紡糸線上に設置した高速溶融紡糸を行い、液浴中を通過する紡糸線に空气中に比べ約 100 倍の摩擦応力が加わることを利用して PHBH の分子配向及び配向誘起結晶化を促進することで、機械特性に優れた PHBH 繊維の製造を試みた。

＜実験＞

原料樹脂に PHBH(分子量 53 万、3-hydroxyhexanoate 組成 5.4 mol%) を使用し、ノズル直径 1 mm、ノズル温度 180 °C、吐出量 5 g/min の吐出条件で溶融紡糸を行った。紡糸を行う際に、紡糸線に LIB を設置した。LIB にはポリエチレングリコール系の水溶性オイルを使用し、液温 30～110 °C、液浴深さ 5～20 cm とした。紡糸した繊維について、広角 X 線回折測定、複屈折測定等による高次構造解析を行うとともに、引張試験により力学特性を評価した。

＜結果及び考察＞

LIB を用いた溶融紡糸では、液体の高い摩擦力の影響で通常紡糸より可紡性が低下したが、得られた繊維の引張試験の結果、通常的高速紡糸繊維に比べ高い強度を持つ繊維が低巻取速度で得られることが明らかになった(Fig.1)。特に液温 40 °C、深さ 20 cm、巻取速度 1 km/min の条件で、215 MPa という通常的高速紡糸繊維の 2 倍以上の強度を示す繊維が得られた。LIB 出口付近の紡糸線をハイスピードカメラにより観察したところ、LIB 直下で繊維直径の細化が十分に進んでいることが明らかになった。この結果に基づいて紡糸線応力を概算すると、液浴中で紡糸線の細化が進行すると高い摩擦応力が加わり、その結果紡糸線応力が高くなることが確認された。なお、得られた繊維では低巻取速度から β 晶が形成され、引張強度と β 晶分率の間には正の相関が確認されており、紡糸線の高応力化が β 晶分率の増加及び高い引張強度の要因だと考えることができる。

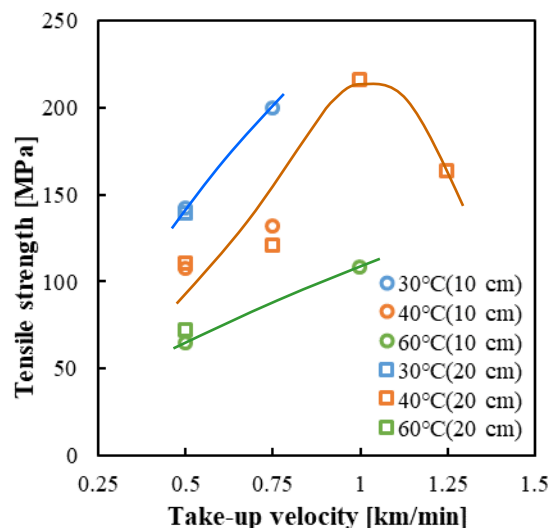


Fig. 1 Variation of tensile strength with take-up velocity for PHBH fibers prepared using LIB of various temperatures and liquid depths.

Improvement of tensile strength of biodegradable PHBH fibers through control of spin-line crystallization in high-speed melt spinning process equipped with liquid isothermal bath, Yuki MIYAO, Wataru TAKARADA, Takeshi KIKUTANI, Department of Materials Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Okayama, Meguro-ku Tokyo 152-8550, Japan, Tel :03-5734-2468, E-mail : kikutani.t.aa@m.titech.ac.jp