

超高分子量ポリエチレン溶融紡糸繊維の二次延伸条件が 高強度・高弾性率化に及ぼす影響

(信州大院・繊維) ○高見駿佑、村瀬天郁、後藤康夫 (群馬大・理工) 攪上將規

【緒言】 超高分子量ポリエチレン (UHMW-PE) は、高強度・高タフネス、軽量、耐薬品性、耐摩耗性など優れた特徴を有し、産業用途を中心として市場規模は大きく成長することが見込まれている^[1]。従来 UHMW-PE 繊維の製造は、溶媒を使用したゲル紡糸により行われている。溶融紡糸法は、高い溶融粘度のため実用例は限られているが、溶融紡糸を UHMW-PE に適用できれば環境負荷およびコストを大幅に低減できる。UHMW-PE の溶融紡糸に関して、分子量 110 万の UHMW-PE を溶融紡糸・二次延伸することで引張強度 1.06 GPa の繊維が得られることが報告されている^[2]。本研究では、小型高性能二軸混練機にて溶融紡糸した UHMW-PE を用いて、気中加熱延伸条件が高強度・高弾性率化に及ぼす影響について検討を行った。ここでは、延伸温度・糸送り出し速度が繊維構造に与える影響について報告する。

【実験】 分子量 110 万の UHMW-PE 粉末を二軸混練押出機で溶融紡糸することにより As-spun 繊維を作製した^[3]。二次延伸は気中加熱チャンバーに繊維を連続的に通過させることで行った。延伸倍率は 15 倍に固定し、延伸温度 (140～145℃)、糸送り出し速度 (1～5 cm/min) を変化させた。得られた繊維について DSC、XRD、引張試験等を測定した。

【結果・考察】 Fig.1 に延伸温度 T_D (a)140℃、(b)142℃、(c)145℃にて、糸送り出し速度をそれぞれ 1～5 cm/min に変化させて 15 倍延伸した繊維の DSC 測定結果を示す。Fig.1(a)には As-spun の結果も合わせて示した。As-spun 繊維は 132℃に折りたたみ鎖結晶 (FCC) の融解に帰属される吸熱ピークのみ観察された。Fig.1(a)の 140℃延伸繊維は 140℃付近に伸びきり鎖結晶 (ECC) 関わる吸熱ピークが観察された。一方、Fig.1(b)、(c)では、FCC と ECC による吸熱ピークが共存した。 T_D が高くなると分子鎖の熱運動性が活発化し絡み合いの影響が少ない分子鎖が FCC を形成したためと考察した。また Fig.1(b)、(c)では、糸送り出し速度が増加するにつれ FCC が減少し、ECC が増加した。これは、糸送り出し速度が大きくなりチャンバー内での滞留時間が短くなるため、配向緩和が抑制されたことによるもの推察した。その他、繊維の構造・物性に加え、温度の異なるチャンバーを連結して行った延伸についても検討した。

[1] <https://www.value-press.com/pressrelease/269333>

[2] M. Kakiage, D. Fukagawa, *Mater. Today Commun.*, 23 100864 (2020).

[3] 高見駿佑, 後藤康夫, 高澤彩香, 上原宏樹, 攪上將規, 2022年繊維学会年次大会予稿集, 1PB213 (2022)

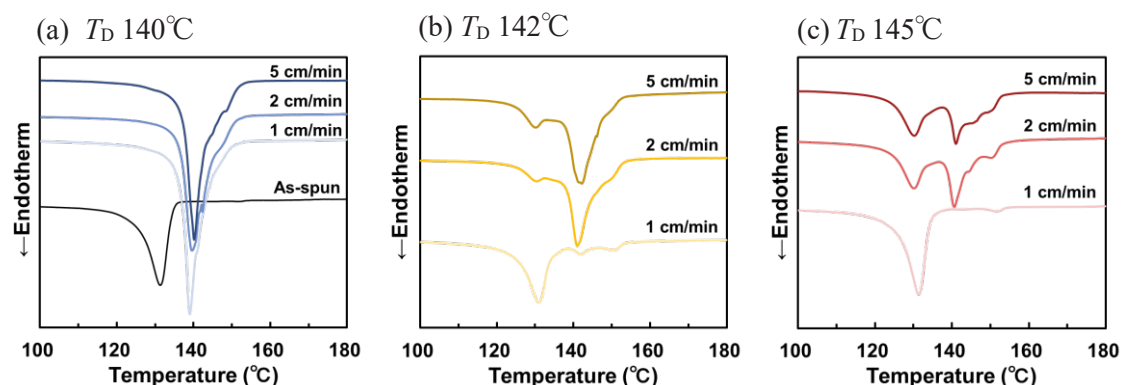


Fig. 1 DSC curves of drawn fibers at different drawing temperatures (T_D) and feed speeds.

Influence of Drawing Conditions on High Strength and High Modulus of Melt-Spun UHMW-PE Fibers, Shunsuke TAKAMI, Takafumi MURASE, Yasuo GOTOH, Masaki KAKIAGE, Shinshu University, 3-15-1 Tokida, Ueda, Nagano 386-8567, Tel:0268-21-5366, E-mail: ygotohy@shinshu-u.ac.jp