

(信州大院・総合理工) ○小松健太 (信州大・IFES) 撓上将規

【緒言】分子量 100 万以上のポリエチレンは超高分子量ポリエチレン (UHMW-PE) と呼ばれ、エンジニアリングプラスチックとして用いられている。UHMW-PE は多くの絡み合いを有するため溶融粘度が高く、成形性に乏しい。そのため、UHMW-PE テープは工業的にスカイブ法と呼ばれる圧縮、切削の不連続な工程で作製されている。また、スカイブ法で得られたテープは最も薄いものでも 100 μm 程度であることも課題である。そこで本研究では、押出成形によって作製したロッド状試料を圧延成形、さらに溶融延伸¹⁾することで、連続的な工程におけるテープの作製と高強度化を目指した。

【実験】粘度平均分子量 600 万の UHMW-PE 粉末を混練機温度 180 $^{\circ}\text{C}$ で押出成形し、直径 1.7mm のロッド状試料を作製した。このロッド状試料を圧延することで UHMW-PE テープを作製した。ロール圧延機を用いて、ロール間距離 (L_r) = 1~0.3mm は 155 $^{\circ}\text{C}$ 、 L_r =0.2~0.01mm は 150 $^{\circ}\text{C}$ で多段圧延を行った。得られた未延伸 (as-rolled) テープに対して延伸温度 155 $^{\circ}\text{C}$ 、ひずみ速度 1, 5, 10 min^{-1} で溶融延伸を行った。作製したテープに対して、広角 X 線回折 (WAXD) 測定および示差走査熱量 (DSC) 測定により結晶状態の評価、引張試験により力学物性の測定を行った。

【結果と考察】押出成形でロッド状試料を作製し、ロール圧延成形の工程を経ることで連続的な UHMW-PE テープの作製を可能とした。Fig.1 に as-rolled およびひずみ速度 5 min^{-1} で作製した溶融延伸テープの応力-ひずみ曲線を示す。延伸倍率 (DR) の増加にともない延伸テープの引張強度が増加した。DR=15 の延伸テープは破断強度 0.56GPa、厚さ約 70 μm であり、スカイブ法による市販テープの引張強度 (約 0.04GPa²⁾) を上回り、100 μm 以下への薄肉化がなされた。

次に延伸による結晶状態の変化を評価した。Fig.2 に各テープの DSC 測定の結果を示す。延伸テープには二つの融解ピークが確認された。130 $^{\circ}\text{C}$ 付近の低温側ピークは折りたたみ鎖結晶、145 $^{\circ}\text{C}$ 付近の高温側ピークは伸び切り鎖結晶に由来すると考えられる。この伸び切り鎖結晶の出現により、延伸テープの引張強度が as-rolled テープと比較して上昇したと考えられる。また、DR の増加とともに伸び切り鎖結晶由来のピークが大きくなっていることがわかる。さらに、WAXD 測定による延伸テープの直方晶 (110) 反射の方位角プロファイルから結晶配向度を算出したところ、DR の増加にともない結晶配向度の増加が確認された。これらの結果より、DR の増加にともない伸び切り鎖結晶が発達するため、高強度テープの作製が可能となったといえる。

【参考文献】

- 1) H. Uehara, M. Nakae, T. Kanamoto, A.E. Zachariades, R.S. Porter, *Macromolecules*, 32, 2761 (1999).
- 2) H. Uehara, *Chem. Eng.*, 47, 358 (2002).

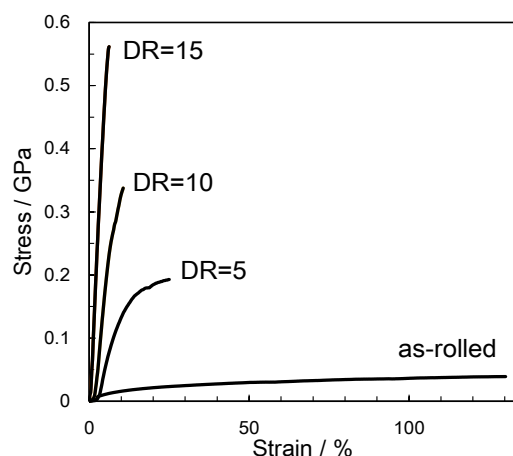


Fig.1 Stress-strain curves of UHMW-PE tapes prepared at different DRs.

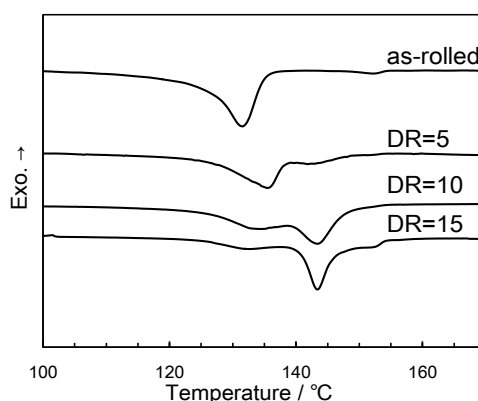


Fig.2 DSC heating thermograms for UHMW-PE tapes prepared at different DRs.

Continuous Preparation of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene Tapes by Melt Processing, Kenta KOMATSU¹ and Masaki KAKIAGE²: ¹Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, ²Institute for Fiber Engineering, Shinshu University (IFES), Interdisciplinary Cluster for Cutting Edge Research (ICCER), Shinshu University, 3-15-1 Tokida, Ueda, Nagano 386-8567, Japan, Tel & Fax: 0268-21-5485, E-mail: kakiage@shinshu-u.ac.jp