

# 膨潤-延伸法によるポリエチレンの高強度・高弾性繊維化に関する研究

藤松 仁・宇佐美久尚

信州大学 繊維学部 精密素材工学科

## 1. 緒言

我々は、膨潤時に僅かな応力を印加して伸長(プレ延伸)することにより試料中の絡み合いを減少させることができ、それを超延伸すると、ゲル紡糸法による力学特性を上回る繊維が得られることを報告してきた。膨潤-延伸法は溶解プロセスを必要としないため、分子量の高いポリエチレンでも適用できることから、さらに高性能な力学特性を有する繊維を製造できる可能性がある。そこで、本研究では、極めて分子量の高い試料(重量平均分子量 630 万)を本法に適用し、超延伸を可能にする条件を探索した。

## 2. 実験方法

実験に用いた超高分子量ポリエチレンは、三井石油化学工業製の重量平均分子量 630 万のHDPEである。膨潤溶媒には、*m*-xylene を使用した。実験用のシート状ポリエチレンは、200℃で 8 時間融解した後、1℃/分で室温まで降温して成形した。膨潤温度は 108.5℃~123℃の範囲内 8 点について検討した。膨潤時の荷重は、0.3~0.7g である。延伸温度は 115℃、延伸速度は 5.4 m/min である。

## 3. 結果および考察

種々の温度について異なる荷重を印加して膨潤挙動を調べた結果、分子量 175 万の試料について得られていた挙動とは大幅に異なる結果が得られた。すなわち、分子量 175 万のPE試料の場合、104℃で 0.3gの荷重を印加して、およそ 50 分間膨潤すると、プレ延伸率 26 倍程度まで滑らかな曲線を描いて伸長していたが、本超高分子量PE試料の場合、115℃以上の温度で膨潤しないと、滑らかな曲線を描いて伸長する荷重(0.5g程度)下では 80~90 分以内にプレ延伸率が 20 倍以上にならないことが明らかとなった。また、116℃ではプレ延伸はするものの荷重 0.3g

でも滑らかな伸長曲線にはならないことが判明した。膨潤温度 117℃では、70~80 分以上経過すると、急に伸長速度

が増加するようになり、膨潤温度の上昇に伴いこの傾向は顕著になることが判った。これは膨潤の進行

に伴い、一定の時間膨

潤後は荷重が過剰になるためである。これらの膨潤挙動を総合的に判断した結果、膨潤温度は 115℃付近が適切であると判断された。そこで、膨潤温度 115℃で種々の荷重下でプレ延伸した試料を延伸して延伸率の荷重依存性を調べた。その結果、荷重が 0.4g未滿であれば延伸性が高く、一方、0.7g を超えると極端に延伸性が失われることが判明した。本実験により得られた最大延伸率および強度は、それぞれ 45 および 1.8GPa であった。

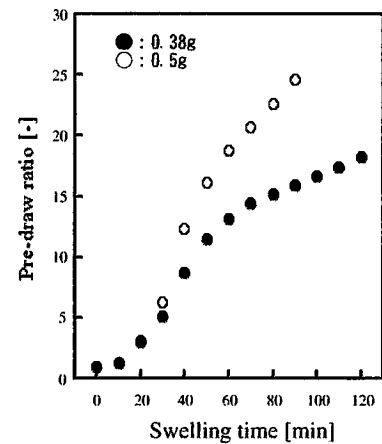


Fig. 1 Plots of the pre-draw ratio against swelling time for PE specimens swollen at 115°C under different weights

## 4. 結論

分子量 175 万の PE について得られていた膨潤条件と大幅に異なる条件で膨潤する必要が判明したことから、まだ本法の各プロセスにおける条件を最適化するには至らなかった。しかし、極めて高い分子量の PE についても膨潤-延伸法を適用する際の指針が得られたことから、条件を適切に設定すれば超延伸できる可能性を明らかにすることができた。