

열연신 및 열고정에 의한 겔방사 PVA 모노필라멘트의 특성변화

홍원표, 김진훈, 김도훈, 김석훈, 오영세*, 김준호

영남대학교 섬유패션학부, *(주)코오롱 기술원

Properties Change of Gel-spun Monofilaments with Hot Drawing and Heat Treatment

Won Pyo Hong, Jin Hoon Kim, Do Hoon Kim, Seok Hoon Kim, Young Se Oh*,

Joon Ho Kim

School of Textiles, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

*Kolon Central Research Park, Gumi, Korea

1. 서 론

PVA는 흰색의 결정성 고분자로 필름 및 섬유 형성성이 용이하고 표면 활성도가 높으며, 기계적 강도와 접착 강도가 높고 용해도와 화학적 반응성이 우수하다. 또한 PVA는 생분해가 가능하고 수용성이며 토양에서 발견되는 박테리아에 의해 분해되므로 환경 보호 용도의 재료로 각광 받고 있다. 최근에 섬유의 고강도화에 따라 로프, 타이어코드, 고무보강재, 섬유강화 콘크리트(FRC), 섬유강화 플라스틱(FRP), 내구성 토목시트, 방수포 등으로 사용되고 있다[1]. 또한 PVA섬유는 높은 용점, 경량화, 유연성 때문에 다양한 보강소재로서 사용이 가능하다. 일반적으로 PVA 섬유는 스테이플과 필라멘트사로 제조되고 있는데 섬유의 강도는 10~18g/d 수준으로 범용 섬유 중에서 가장 높으며, 초고강도 섬유는 20g/d 이상의 제품도 생산되고 있다. 탄성률은 400~560g/d 정도가 대부분이지만 600g/d 이상인 것도 있다. 이러한 고강력 PVA 섬유 제조방법 중 가장 효과적인 것으로 알려진 제조방법은 DMSO(dimethylsulfoxide)/물의 혼합용매를 이용한 겔방사를 통하여 PVA 섬유를 제조하고, 고배율 연신[2]하는 것이다. 그리고 PVA 겔방사시 기격과 용고육의 온도, 방사온도, 전해질 농도 및 방사원액의 농도는 고강도 섬유제조에 매우 중요한 요소로 작용한다. 본 연구에서는 PVA의 농도 및 열고정 시간에 따른 PVA 모노필라멘트의 기계적 특성의 변화를 평가하였다. 또한 농도 및 열고정 시간에 따른 PVA 모노필라멘트의 열적특성 및 표면특성 등을 고찰하였다.

2. 실험

2.1. 겔방사

PVA 겔방사에 사용된 PVA 수지는 영남대학교에서 제조된 것으로, 비누화도 99.9%, 수평균중합도(Pn) 4000인 혼성배열 PVA 수지이며, 용매는 DMSO/water(w/w, 80/20)을 사용하였다. 방사원액의 농도는 각각 14wt%, 15wt%, 16wt% 로 하였으며, 방사구금의 직경 0.4mm, L/D 1.5의 것을 사용하여 방사 연신 비 1.2로 하여 방사하였고, 용고액은 -25℃의 메탄올을 사용하였다. 이때 방사온도 110℃, 기격 10mm 조건에서 겔방사를 실시하여 PVA 모노필라멘트 섬유를 제조 실온의 메탄올 안에서 보관하였다.

2.2. 열연신

PVA 모노필라멘트의 특성을 알아보기 위하여 메탄올에 보관하던 필라멘트를 30분간 건조후 연신 온도 220℃에서 각각 연신하였으며, 연신후 열고정시간에 따른 모노필라멘트의 기계적 특성을 평가하기 위해 240℃에서 0분, 10분, 20분, 30분 동안 열고정한 PVA 필라멘트를 제조하였다.

2.3 DSC 측정

농도 및 연신조건에 따른 PVA 모노필라멘트 섬유에 대하여 열적 성질을 고찰하기 위하여 시차주사열량계(Differential Scanning Calorimeter, DSC)(TA Instrument 2010, USA)를 사용하였다. 시료를 각각 3.0mg 정도씩 취하여 질소기류 하에서 10°C/min 속도로 0°C에서 270°C까지 승온시키면서 측정하였다.

2.4 기계적 특성

농도 및 연신조건에 따른 PVA 모노필라멘트 섬유에 대하여 기계적 특성을 고찰하기 위하여 25kgf의 load cell이 장착된 인장시험기(Micro-350, Testometric Co., England)를 사용하였다. 시료길이를 50mm로하고, 100mm/min의 인장속도로 인장강도와 초기탄성율(Young's modulus)을 측정하였다. 각 시료에 대해서 10회 반복하여 측정한 후 그 평균값을 취하였다.

2.5. 표면 형태

SEM(Hitachi S-4200, Hitachi Co., Japan)을 사용하여 농도 및 연신조건에 따른 PVA 모노필라멘트 섬유의 표면형태적 특성을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

Figure 1-2는 PVA 농도 16wt%로 방사하여 연신한 모노필라멘트의 열고정 시간별 인장강도 및 초기탄성률의 변화를 나타낸 것이다. Figure 1에서 보는바와 같이 인장강도는 열고정 시간이 10분일 때 23.4g/d로 가장 강하며, 열고정 시간이 증가할수록 감소함을 알 수 있다. Figure 2에서 보는 바와 같이 초기탄성률은 열고정을 하지 않았을 때 443.1g/d로 가장 높았고 열고정 시간이 늘어날수록 감소함을 보인다. 이런 결과는 PVA를 고배율 연신후 열고정을 함으로써 모노필라멘트의 배향된 비결정영역이 결정화 하면서 구조를 더욱 안정화 시키는 역할을 하기 때문인 것으로 해석된다. 그러나 장시간의 고온 열처리에는 오히려 섬유를 열취화 시켜서 기계적 성질을 떨어뜨리는 것으로 나타났다.

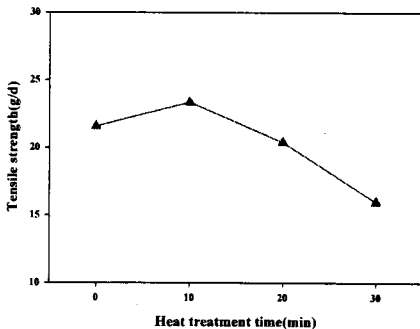


Figure 1. Tensile strength of PVA monofilaments with different heat treatment time at PVA concentration is 16wt%

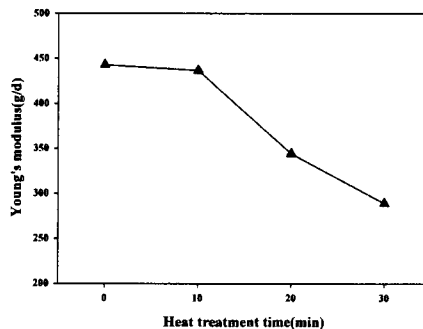


Figure 2. Young's modulus of PVA monofilaments with different heat treatment time at PVA concentration is 16wt%

4. 감사의 글

본 연구는 산업자원부 중기거점기술개발사업(10006841-2005-21) 지원으로 수행되었음.

5. 참고문헌

- [1] Kuraray Company Ltd., U. S. Patent, 5110678.
- [2] M. Ohkura, T. Kanaya and K. Kaji, "Gels of poly(vinyl alcohol from dimethylsulphoxide/ water solutions", *Polymer*, 1992, 33, 3686-3690.