

Poly(L-lactic acid) 직물의 열처리에 따른 물성변화

김민지 · 최재홍* · 이신희

경북대학교 의류학과, *경북대학교 섬유시스템공학과

1. 서 론

천연원료로부터 만든 섬유는 섬유로서 필요한 물성을 비교적 잘 충족시켜주기 때문에 천연원료로부터 생성된 생분해성 섬유로서의 이용에 관심이 증대되고 있다. 폴리락틱(poly-lactic acid) 섬유는 옥수수, 감자 등 천연 식물성 물질로부터 유산(lactic acid)을 얻고 이를 고분자로 합성하여 만든 섬유로 뛰어난 생분해성을 지니고 있고 원료를 재생할 수 있으며 다른 생분해성 고분자에 비해 영률이 우수하고 융점이 높은 장점이 있다. 반면 175℃의 다림질에서 완전히 용융될 정도로 융점이 낮으며 열처리후의 결정파괴에 의한 물성저하가 일어난다는 단점이 있다. 열고정은 섬유의 형태안정성 유지를 위해 중요한 공정 중 하나로 섬유의 축감, 염색성 등에 큰 영향을 미치며 열처리 시의 습도 및 이완율 등의 처리조건은 이후 섬유물성에 큰 영향을 미치므로 신중하게 결정되어야 한다.

본 연구에서는 이러한 PLA섬유의 열적 특성과 열처리 후의 물성 변화를 파악하여 적절한 처리기준상의 조건을 마련하고자 한다. 이에 본 연구에서는 PLA직물을 무 긴장의 batch type으로 각 온도의 포화수증기압에서 열고정을 행하였으며 열고정한 직물의 열적특성이 섬유물성에 미치는 특성을 알아보기 위하여 열적특성, 인장특성, 염착특성 등을 고찰하였다.

2. 실 험

연구에 사용된 직물은 100% PLA(75D/36fil) 원사 및 (주) HUVIS 원사를 사용하여 (주)신풍에서 제작된 직물을 사용하였고, 정련제 조정 Na_2CO_3 2g/l와 Kierlon jet B con.(BASF, non-ionic surfactant) 0.5g/l를 사용, 60℃에서 20분간 정련하였다. 염료는 3원색 분산염료(C.I. Disperse Yellow 54, C.I. Disperse Blue 56, C.I. Disperse Red 60)를 사용하였다. PLA섬유의 습윤 열고정성을 알아보기 위하여 50, 100, 110, 120, 130, 140℃의 포화수증기압상태에서 무긴장으로 열고정 하였으며, 이때 승온속도 2℃/min로 가열하여 각각의 열고정 온도에서 2분간 열고정한 후 즉시 냉각, 수세하여 시료를 제조하였다.

염색은 염료농도는 4% owf로 하였으며, 염색시간에 따른 염착특성을 고찰하기 위하여 C.I. Disperse Yellow 54, C.I. Disperse Blue 56, C.I. Disperse Red 60 염료를 사용하여 50℃에서 시작하여 승온속도

2°C/min로 110°C까지 가열한 다음 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60분 온도를 유지시킨 후 70°C로 냉각, 환원 세정하고 염착특성을 고찰하였다.

PLA섬유의 열적 특성은 DSC(Differential Scanning Calorimeter, TA 4000/Auto 2910)를 이용하여 승온 속도 10°C/min로 실온에서 300°C까지 분석하였으며, 직물의 기계적 물성을 평가하기 위하여 인장시험기(Textechno Fafegraph-M, Textechno Co., Germany)를 사용하여 KS K 0520-1995에 따라 각 시료 당 경사방향으로 5회 측정하여 평균하였다. 한편 K/S값은 CCM(Datacolor SF600 plus)을 사용하여 Kubelka-Munk 식으로부터 최대 흡수파장에서의 값을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 열고정 온도에 따른 DSC 분석

Fig. 1은 열고정 온도에 따른 PLA원단의 DSC분석 결과이다. Fig. 1에서 알 수 있듯이 HS100의 경우 약 155 및 170°C에서 용융으로 보여지는 흡열 peak를 확인할 수 있으며, 열고정온도가 높아질수록 peak의 온도차가 줄어들면서 HS140에서는 하나의 단일 peak를 확인할 수 있다. 본 실험에 사용한 직물이 순수 PLA직물임에도 불구하고 열처리 전과 저온 열처리에서 이중 peak를 나타내는 것은 PLA용융물의 섬유제조 시 빠른 냉각에 의한 표면층과 내부층의 분리에 기인한 것으로 판단된다.

3.2. 열고정 온도와 강신도 특성

Fig. 3은 열고정 온도에 따른 강신도 특성을 나타낸 것이다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 100°C에서 열고정한 PLA직물(HS100)이 강도, 신도가 가장 높고, HS110이 그 다음 순으로 높은 것으로 보아 약 100 내지 110°C에서 열처리에 의한 결정화가 진행되고 동시에 안정한 구조를 가지는 것으로 사료된다. 초기탄성률은 50°C로 열고정한 HS50이 가장 낮으며 열고정 온도가 증가할수록 증가함을 알 수 있다. 이것은 고장력 하에서 연신되어 고배향 되었던 PLA섬유의 불안정한 구조들이 열자극을 받아 변화가 일어나면서 안정한 구조를 가지게 된 것에 기인한 것으로 생각되며 열고정 온도가 증가함에 따라 초기 탄성률이 증가하는 것으로부터 열고정 처리온도가 높아질수록 직물의 촉감이 점점 뻣뻣해짐을 알 수 있다.

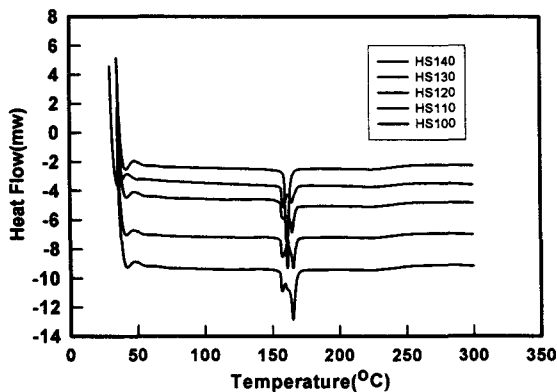


Fig. 1. DSC thermograms of PLA fabrics.

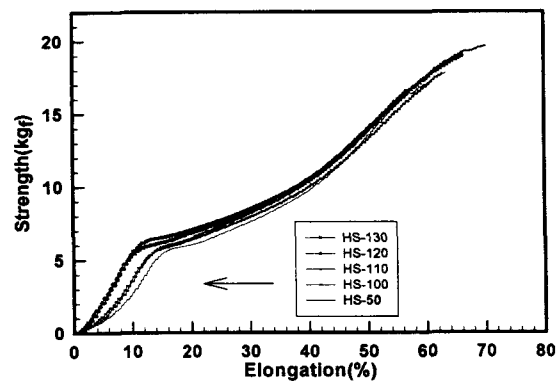


Fig. 2. Strength-elongation curves of PLA fabrics.

3.3. 열고정 온도에 따른 염착 특성

Fig. 3은 PLA 직물의 열고정 온도에 따른 염착거동(K/S)을 나타낸 것이다. 염료의 종류에 관계없이 열고정 온도 90에서 110℃까지는 염착율의 변화가 거의 없거나 약간 감소하는 경향을 보이고 있으며, 열고정 온도 110℃를 정점으로 염색성이 증가하였다.

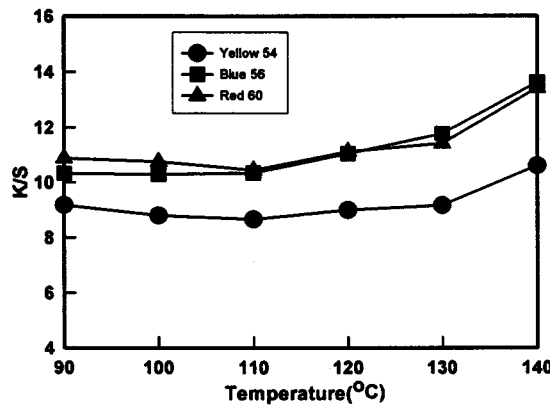


Fig. 3. Effect of dyeing time on dyeability(K/S).

4. 결 론

PLA직물의 열에 대한 내부구조 안정화 및 형태안정화, 염색성 개선, 촉감 개선 등을 위하여 무긴장의 batch type으로 각 온도의 포화 수증기압에서 열고정을 행하였으며, 직물의 열고정 특성이 열적특성, 인장특성, 염착특성 등에 미치는 영향을 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 저온에서 열고정한 직물의 용융흡열 peak는 155℃와 170℃에서 이중peak가 나타났으나 고온에서 열고정한 용융흡열 peak는 단일 peak 였다.
- 2) 100℃에서 열고정한 PLA직물(HS100)이 강도, 신도가 가장 높고 초기 탄성률은 50℃로 열고정한 HS50이 가장 낮으며 열고정 온도가 증가할수록 증가하였다.
- 3) 염료의 종류에 관계없이 열고정 온도 90에서 110℃까지는 염착율의 변화가 거의 없거나 약간 감소하는 경향을 보였으며, 열고정 온도 110℃를 정점으로 염색성이 증가하였다.

참고문헌

1. J. H. Park and Y. S. Nam, "Corn fiber", J. Korean Fiber Soc.(Fiber Technology and Industry), 6(1), 124-135(2002).
2. 谷山陽一, "生分解性合成纖維 ラクトロン - とうもろこし纖維", 加工技術, 33(4), 264-269(1998).
3. 한국섬유공학회, "최신합성섬유", 형설출판사, 서울, p.216, 2001.