필라멘트사용 PVA 호제의 유변학적거동

장갑식, 박정우, 안승국, 송기원
부산대학교 섬유공학과

Rheological Behavior of PVA Sizing Agents for Filament Yarn

Gap-Shik Chang, Jung-Woo Park, Seung-Kook An and Ki-Won Song
Department of Textile Engineering, Pusan National University, Pusan, Korea

1. 서 론

호부(sizing)의 목적은 제직시 발생하는 마찰, 긴장 등으로부터 경사를 보호하는데 있다. 방적사의 경우에는 제직시에 직기와의 접촉부위에서 받는 마찰로 인해 모우가 발생하고 이들은 다시 종광에 달라붙어 엉키거나 이웃한 실과 엉키어 경사절을 발생시키므로 제직효율 및 최종직물의 품질을 저하시키게 된다. 따라서 이 때 사용되는 호제는 경사를 구성하는 섬유를 접착하여 포합성을 증가시키고 실 외부를 피복해서 모우의 발생을 억제하는 역할이 필요하다.

필라멘트사는 방적사에 비해 모우의 발생 위험은 적으나 제직시의 개구운동, 바디침 운동에 의해 멀티필라멘트에서 각 모노필라멘트가 분리하여 서로 엉키면서 사절의 발생 위험이 있다. 따라서 필라멘트사의 가호시에는 필라멘트를 구성하는 각 모노필라멘트를 접착하여 집속성을 부여하는 것이 중요하다.

경사에 사용되는 실에 따른 요구물성의 차이를 충족하기 위해서는 호제의 종류와 혼합률 및 사용농도가 중요하다. 최근 방적사에는 주로 전분, PVA 및 아크릴계의 호제를 혼합해서 사용하며, 이는 이들 호제의 피막형성능 및 접착성능을 고려한 결과이다. 반면에 필라멘트사의 호부에는 주로 합성호제인 PVA 및 아크릴계 호제를 사용한다. 이는 호제의 조제가 간편하며 호부사 및 직물의 관리가 용이하고, 접착성 및 포합력이 양호하며, 호부사의 유연성이 우수하고 또한 직물의 전처리 시에 탈호가 용이하기 때문이다[1,2].

합성섬유 필라멘트 호부사의 물성은 주로 호제의 부착률(SPU : sizer pick up)과 호부착의 균일성 및 호제의 건조에 의해 결정되며, 이들은 호제의 유변학적 특성(또는 유동특성)과 밀접한 관련성을 가진다[3]. 따라서 각 호제의 온도 및 농도의 변화에 따른 유변학적 특성을 파악하고 이를 데이터 베이스화 하는 것은 호제의 물성평가 및 호제 혼합률 결정에 기초적인 자료를 제공해 줄 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 호제의 유변학적 특성을 파악하기 위한 첫 단계로서 PVA 호제의 전단속도에 따른 응력 및 점도의 변화를 살펴보았다. 또한 동적점탄성을 측정하여 각

주파수에 따른 저장탄성률 및 손실탄성률의 거동을 비교·평가하였다. 그리고 정상유동특성 및 동적점탄성에 미치는 호제의 온도 및 농도의 영향도 함께 검토하였다.

2. 실 험

2.1 시료 및 측정장비

실험에 사용한 PVA(Poly Vinyl Alcohol) 호제는 국내에서 시판되는 제품으로 중합도가 서로 다른 두종류(P205, P217)를 사용하였다. 검화도는 P205의 경우 85.5~87.5 mol%이며, P217의 경우 85.5~88.5 mol% 이다. PVA의 용매는 증류수를 사용하였으며 농도는 공정상의 호제 혼합률을 고려하여 1~10 wt%범위에서 제조하였다.

유변학적 성질 측정시스템으로는 Rheometric Scientific(USA)의 Advanced Rheometric Expansion System (모델명 : ARES-200FRTN1-BATH-STD)를 사용하였다. 측정부의 기하학적 형상으로는 반경 R=25 mm, 원추각 β=0.04 rad의 원추원판형을 채용하였으며 측정시 원추와 원판과의 간격은 d=0.05 mm로 일정하게 유지하였다.

2.2 실험방법

우선 정상유동특성의 전단속도 의존성을 조사하기 위해 시간 t에 따라 전단속도를 $\dot{\gamma} = 0.01 \sim 1000\,1/s$의 범위에서 단계적으로 증가시키면서 이에 대한 점도변화를 측정하였다. 다음으로 선형거동이 인정되는 작은 크기의 일정한 스트레인 진폭 $\gamma_0 = 0.5$을 유지하면서 시간 t에 따라 각주파수가 $\omega = \omega(t)$로 점차 증가하는 $\gamma = \gamma_0 \sin \omega t$의 정현적 진동전단변형을 시료에 부가하여 그 응답을 측정함으로서 동적점탄성의 각주파수 의존성을 파악하였다. 이때 각주파수는 $\omega = 0.025 \sim 100\,rad/s$의 범위에서 단계적으로 증가시켰다. 이상의 모든 실험을 온도 T = 20~60 ℃의 범위에서 측정하였으며 시료가 온도 평형상태에 도달하였음을 확인한 후 측정을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

Figure 1은 10wt% PVA 205호제의 전단속도에 따른 정상유동특성을 온도별로 나타낸 것이다. 전단속도가 1 1/s보다 낮은 영역에서의 데이터는 ARES의 토오크 측정범위(0.008~200 gf·cm)보다 작은 토오크치가 얻어지므로 결과 해석시에는 생략하였다. *Figure* 1에서 알 수 있듯이 실험에 사용한 호제는 전단속도가 증가함에 따라 점도가 일정하게 유지되는 뉴튼거동(Newtonian behavior)을 나타내고 있다. 이는 호제가 전단속도 증가에 따라 점도가 감소하는 shear thinning 거동을 보인다는 Hebeish 등[4]의 연구 결과와는 다소 차이가 있다. 한편 온도에 따른 유동특성을 살펴보면 온도가 증가하여도 점도 및 응력의 전단속도 의존성은 변하지 않으며 단순히 그 값만 점차 감소하는 일반적인 경향을 나타낸다. 이로부터 본 연구에서 사용한 PVA 호제는 전단속도에 따라 내부구조의 변화가 발생하지 않으며, 온도 증가에 따라 시료 내부의

2차적인 구조 파괴현상은 발생하지 않음을 알 수 있다.

Figure 2는 10wt% PVA 205호제의 각주파수에 따른 저장탄성률 및 손실탄성률을 측정 온도별로 나타낸 것이다. 이때 측정온도가 20, 40 ℃ 에서는 각주파수 1 rad/s, 60 ℃에서는 각주파수 5 rad/s 보다 낮은 영역에서의 결과는 측정장비의 토오크 측정 범위를 벗어나기 때문에 결과 해석시에는 생략하였다. 저장탄성률 및 손실탄성률의 각주파수 의존성을 살펴보면 온도에 상관없이 모두 유동(flow or terminal) 영역에서의 거동을 보여주고 있다. 온도가 증가할수록 저장탄성률 및 손실탄성률은 점차 감소하는 경향을 보이며, 저장탄성률이 손실탄성률에 비해 온도 의존성이 적게 나타남을 알 수 있다. 동적 점탄성 측정시 저장탄성률은 탄성적 성질을 손실탄성률은 점성적 성질을 나타내는 물리량으로 사용된다. 따라서 실험에 사용한 호제는 온도 증가에 따라 탄성적 성질보다 점성적 성질의 감소가 두드러지게 나타남을 알 수 있다.

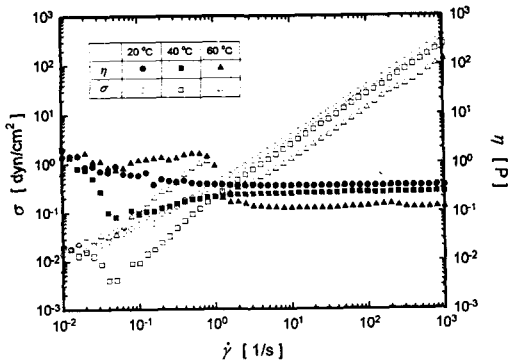

Figure 1. Steady flow properties of 10wt% aqueous PVA 205 solution at various temperatures.

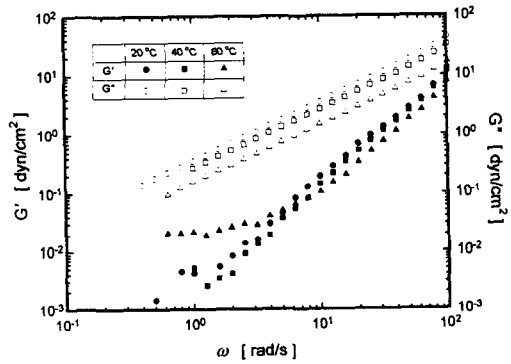

Figure 2. Dynamic viscoelastic properties of 10wt% aqueous PVA 205 solution at various temperatures.

4. 참고문헌

[1] "사이징 공정기술", 영남대학교 지역협력연구센터, 1996.

[2] "제직준비 공정기술", 영남대학교 지역협력연구센터, 1997.

[3] T. Isono, F. Sugimoto, K. Komurasaki, and T. Yamamoto, *Sen'I Gakkaishi*, **56**, 493 (2000).

[4] A. Hebeish, N. A. Ibrahim, M. H. Abo Shosha, and H. M. Fahmy, *Polym.-Plast. Technol. Eng.*, **35**, 517 (1996).