

경사호제로서 아크릴 공중합물의 합성과 성능

최민호, 이명학, 김영호*

한국섬유기술연구소, *충실대학교 섬유공학과

1. 서 론

가호는 경사가 제직공정 중에 받게되는 인장, 굽힘 및 마모응력에 견딜 수 있도록 경사에 고분자 물질로 구성된 호제를 처리하는 공정으로서 가호공정의 효율은 호제의 필름형성능과 유동학적 성질, 호제와 실 사이의 접착력, 그리고 실과 가호기의 종류에 영향을 받기 때문에 목적에 따라서 적합한 호제의 선택이 중요하다[1-2]. 최근 수년동안 고속혁신직기의 사용이 증가되고, 직물이 다양화, 광폭화, 고급화됨에 따라서 이에 적합한 호제를 사용해야 하지만, 지금까지도 면사의 가호에는 전분과 poly(vinyl alcohol)(PVA)를 주성분으로 하는 배합호제가 사용되고 있다. 이와같은 배합호제는 전분의 유동성질이 온도에 따라 변하기 때문에 쿠킹공정이 필요하고, 호부착량 및 가호를 균일하게 조절하기 위하여 호박스의 온도를 높게 유지해야 한다. 또한 탈호공정에서는 약제, 용수 그리고 에너지 비용이 많이 소비된다. 한편, 탈호공정에서 발생하는 PVA는 생물학적인 방법으로 처리가능하지만 분자량이 크기때문에 분해되는데 상당한 시간이 소요되고 환경적으로도 문제를 발생시킨다[3].

이와같은 문제들을 해결하기 위하여 거품가호 등 저에너지 가호방법[4], 폴리에스테르등 합성호제의 개발 및 개질, 그리고 PVA와 아크릴 호제를 한외여과장치로 회수하여 재활용하는 방법[5]에 대해서 많은 노력을 해왔지만, 아직까지 확실한 해결방안이 없는 상황이다.

따라서 본 연구에서는 쿠킹공정 등의 가호공정을 단순화시키고 탈호가 용이한 호제를 제조하기 위하여 유화중합법으로 아크릴산(AA), 비닐아세테이트(VAc)로 된 아크릴 공중합물을 합성하였고, 이들의 경사호제로서 제반성능을 분석하였다. 또한 가호시 분리로드에서 경사시트의 분할성을 향상시키기 위하여 공중합물에 산화전분을 혼합한 후 제반 물성을 검토하였다.

2. 실 험

2.1 시약

실험에 사용한 모든 약제는 1급 이상의 시약을 사용하였다. 공중합체 제조에는 AA와 VAc를 사용하였고, 계면활성제로 sodium dodecylbenzene sulfonate(SDBS)와 octylphenoxy polyethoxy ethanol(Triton X-405, Union Carbide)을, 보호 콜로이드로 PVA 217(Kurare)를, 반응개시제와 환원제로 ammonium persulfate와 sodium bisulfite를, 완충용액으로 28% 암모니아 용액을 각각 사용하였다.

2.2 유화공중합

4구 반응조에 계면활성제(SDBS)와 이온교환수를 넣고 AA와 VAc의 혼합 비율을 달리한 단량체를 첨가한 후 상온에서 1시간 동안 교반하여 단량체 에멀전을 제조하였다.

이 단량체 에멀전을 다음과 같은 방법으로 유화 중합시켜 P(AA-co-VAc)를 합성하였다. 4구 반응조에 이온교환수, 계면활성제 및 보호 콜로이드를 넣고 질소 기류하에서 교반하면서 온도를 80℃로 상승시켜 내용물을 완전히 용해시켰다. 내부의 온도를 63℃ 정도로 낮추어 유

지하면서 단량체 에멀전, ammonium persulfate 및 sodium bisulfite를 소량씩 넣고 반응시켰다. 30분 후 나머지 sodium bisulfite를 반응기에 넣고 온도를 67°C 상태로 유지하면서 남아있는 단량체 에멀전과 ammonium persulfate를 3시간 동안에 서서히 투입하여 반응시켰다. 단량체 에멀전의 주입 완료후 온도를 70°C로 올리고 1시간 정도 반응시킨후 중합율을 측정하였다.

2.3 중합물의 분석

중합율은 무게측정법에 의해서 측정하였으며[6], 평균분자량은 GPC(Shimadzu, 컬럼 OHPak SB series)를 사용하여 측정하였다. 이때 이동상으로는 sodium nitrate 수용액(0.05N)을 사용하였다. 중합물을 필름으로 제조한 다음 FT-IR 분광분석기(Nicolet)를 사용하여 resolution 4cm⁻¹, scan 수 32로 스펙트럼을 얻었다.

2.4 경사가호

실험실용 가호기(Roaches사, 영국)를 이용하여 Ne 40 면사에 대해서 호액 농도를 8~16%로 변화시키면서 가호하였다. 이때 호박스 온도는 30°C, 압착탈수압력은 4psi, 건조실린더 온도는 110°C, 가호속도는 20m/min로 고정하였다. 비교 실험을 위한 공장가호사는 일반적으로 사용되는 전분과 PVA의 배합호제로 공장에서 가호한 Ne 40 면사를 사용하였다.

2.5 가호사의 물성 측정

가호사의 호부착률은 JIS L-1095, 7-27 방법에 따라서 구하였으며, 인장강신도는 표준상태에서 USTER Tensorapid III (CRE 형)을 이용하여 KS K0409에 의하여 시료당 200회를 측정하여 구하였다. 잔털은 Zweigle Hairiness 시험기(모델 G-565형)를 이용하여 가호사 1km에 대해서 측정한 후, 10m당 3mm 이상의 잔털 수(S₃)를 구하였다. 포함력은 TM식 사포합력 시험기(大榮機械, 일본)를 이용하여 시료 10올에 400gf의 하중을 부여한 다음 시료가 절단될 때까지 마찰회수를 측정하여 구하였는데, 한 시료에 대해서 10회 측정하였다. 개구시험은 실험실에서 제작한 개구시험기를 이용하여 시료 16올에 1,300gf 하중을 부여하고 180rpm 속도로 개구운 동시켜 시료 1올이 절단될 때까지 개구회수를 측정하여 구하였으며, 한 시료에 대해서 6회 측정하여 평균하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 중합물의 분석

AA와 VAc의 유화공중합시 개시제 및 환원제 농도 등의 반응조건을 일정하게 하는 경우 VAc의 비율이 증가할수록 초기에는 중합반응속도가 느린 경향을 보였지만, 후기에는 반응속도가 급격히 빨라지는 경향을 나타내었다. 최종 중합수율은 AA/VAc 혼합 비율과 관계없이 모두 95% 이상이었는데, 이같이 높은 중합수율은 일반 용액중합에 의한 아크릴 호제가 미반응 단량체를 많이 포함하고 있는 것[7]과 비교할 때 매우 우수한 것이라고 할 수 있다.

GPC로 측정한 공중합물의 무게 평균분자량은 조성에 따라 약간 차이가 있으나 대략 200,000~300,000 정도였다. 한편, 공중합물에 대해서 적외선 분광스펙트럼을 분석한 결과 단량체의 2중결합에 의한 피크가 모두 없어졌으며, VAc 비율이 증가함에 따라서 1370 cm⁻¹ 부근에서 나타나는 -CH₃ 피크의 크기가 커지는 사실로 부터 공중합물이 제대로 합성되었음을

확인할 수 있었다.

3.2 조성비가 다른 P(AA-co-VAc) 호제를 사용한 가호사 물성 변화

아크릴계 호제의 단량체로서 많이 사용되고 있는 AA, VAc, 그리고 부틸아크릴레이트 등의 단독중합물을 호제로 사용하여 가호사 물성을 검토한 결과 AA가 경사호제로서 가장 우수한 물성을 나타내었다. 그러나 호제 제조 원가측면에서 VAc가 AA보다 가격이 저렴하기 때문에 AA와 VAc의 공중합체 물성이 어느 정도만 유지되면 호제로 사용할 수 있을 것으로 생각되어 AA와 VAc의 조성비에 따른 P(AA-co-VAc) 가호사 물성을 검토하였다.

Fig. 1은 AA/VAc의 조성비에 따른 P(AA-co-VAc) 가호사의 절단강력과 신도를 나타낸 것이다. P(AA-co-VAc) 가호사는 공장가호사(A)와 비교하였을때 절단강력은 비슷하지만 신도는 높게 나타났다. 그리고 AA와 VAc의 조성비에 따라서 절단강력은 큰 차이가 없지만, 신도는 VAc 비율이 증가함에 따라서 감소하였다.

Fig. 2는 가호사의 잔털 수와 포합력을 나타낸 것이다. P(AA-co-VAc) 가호사는 공장가호사(A)보다 호부착률이 낮음에도 불구하고 잔털 수가 크게 감소하였다. 또한 포합력은 VAc 비율이 25%인 경우에는 공장가호사(A)보다 높았지만, 50% 이상인 경우에 낮게 나타났다.

3.3 P[(AA-co-VAc), 75/25]와 산화전분의 혼합호제를 사용한 가호사 물성 변화

위의 실험 결과로부터 면사에 대한 호제로서 PAA와 P(AA-co-VAc)의 사용가능성을 확인하였는데 호제 제조 원가와 경사시트의 분할성을 고려하여, P[(AA-co-VAc), 75/25]/산화전분 혼합호제의 가호사 물성을 검토한 것이 Fig. 3~6이다. Fig. 3은 P[(AA-co-VAc), 75/25]/산화전분의 혼합비율에 따른 절단강력과 신도를 나타낸 것이다. 산화전분의 비율에 따라서 절단강력과 신도는 큰 차이가 없지만 공장가호사(A)와 비교하면 절단강력과 신도는 높게 나타났다. Fig. 4는 잔털 수와 포합력을 나타낸 것이다. 잔털 수는 P[(AA-co-VAc), 75/25]/산화전분의 혼합호제가 공장가호사보다 적지만, 포합력은 산화전분의 비율이 25% 이상인 경우에는 공장가호사보다 낮게 나타났다. Fig. 5는 제직효율을 비교 검토하기 위해서 측정된 가호사의 개구시험 결과를 나타낸 것이다. P[(AA-co-VAc), 75/25]/산화전분의 혼합호제는 산화전분의 비율이 30% 이내인 경우에 공장가호사와 비슷하거나 높게 나타났다. Fig. 6은 P[(AA-co-VAc), 75/25]/산화전분의 혼합호제에 유제(V-7) 첨가가 가호사 물성에 미치는 영향을 살펴보기 위한 포합력을 나타낸 것이다. 유제 함유량이 증가함에 따라서 포합력이 감소하며, 유제 함유량이 1%인 경우에 가장 높게 나타났다.

참고문헌

1. J. P. Moreau, *Text. Chem. Colour*, **13**, 273(1981).
2. S. D. Slauson, B. Miller, and L. Rebenfeld. *Text. Res. J.*, **54**, 655(1984).
3. P. K. Hary and T.A. Subramania, *Text. Asia*, **18**, 16(1987).
4. W. L. Kim, J. K. Lee, and T. J. Kang, *J. Korean Fiber Soc.*, **25**, 204(1988).
5. M. Diehl, W. Schindler, *Melliand(Eng.)*, **76**, E6(1995).
6. B. P. Huo, A. E. Hamielec and J. F. Macgregor, *J. Appl. Poly. Sci.*, **35**, 1409(1988).
7. 砂田英明, *加工技術*, **23**, 374(1988).

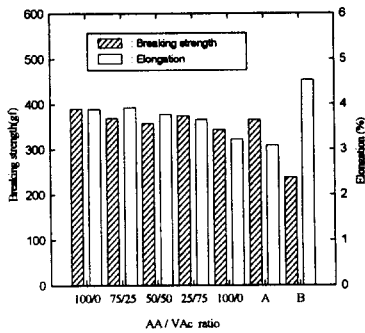


Fig. 1. Effect of the composition ratio of P(AA-co-VAc) on the breaking strength and elongation of sized yarn (size add-on : 14%). A : mill sized yarn(16% add-on), B : unsized cotton yarn, Ne 40)

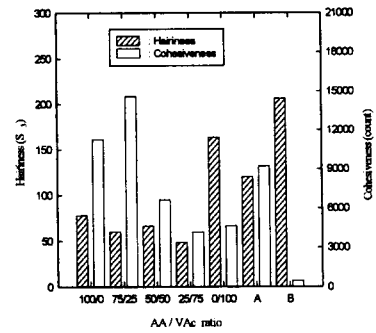


Fig. 2. Effect of the composition ratio of P(AA-co-VAc) on the hairiness and cohesiveness of sized yarn(size add-on : 14%). A : mill sized yarn(16% add-on), B : unsized cotton yarn, Ne 40)

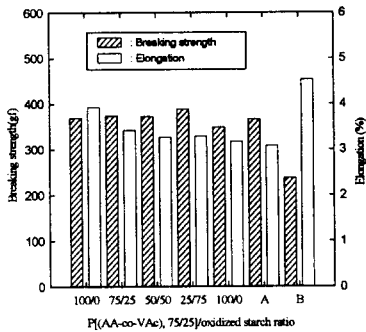


Fig. 3. Effect of the mixture ratio of P[(AA-co-VAc), 75/25]/oxidized starch mixture on the breaking strength and elongation of sized yarn(size add-on : 14%). A : mill sized yarn(16% add-on) B : unsized cotton yarn, Ne 40

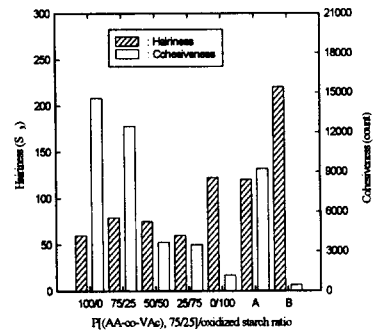


Fig. 4. Effect of the mixture ratio of P[(AA-co-VAc), 75/25]/oxidized starch mixture on the hairiness and cohesiveness of sized yarn(size add-on : 14%). A : mill sized yarn(16% add-on) B : unsized cotton yarn, Ne 40)

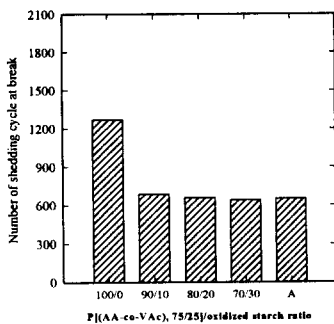


Fig. 5. Effect of the mixture ratio of P[(AA-co-VAc), 75/25] / oxidized starch mixture on the number of shedding cycle at break of sized yarn(size add-on : 14%). initial load : 1,300gf, A : mill sized yarn(16% add-on)

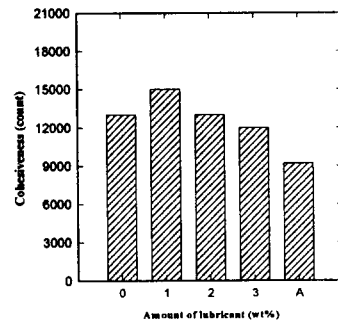


Fig. 6. Effect of the amount of lubricant on the cohesiveness of yarn sized with P[(AA-co-VAc), 75/25]/oxidized starch mixture(size add-on : 14%). A : mill sized yarn(16% add-on)