

계면활성제의 구조와 방사 유제의 특성과의 관계

정원혜, 박수민

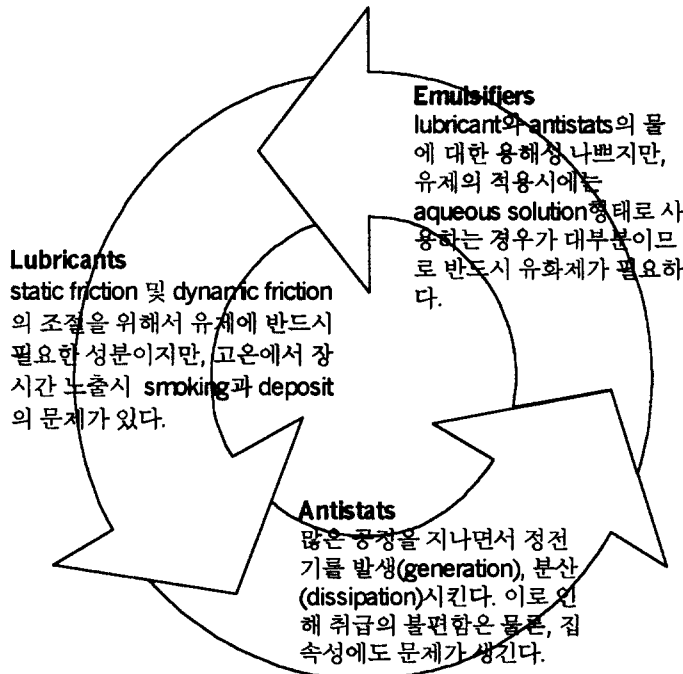
부산대학교 공과대학 섬유공학과

1. 서론

천연 섬유와 달리 합성 섬유의 방사시에는 fiber-fiber 사이 혹은 fiber-metal 사이에서 발생하는 마찰에 의해 섬유에 손상을 일으킬 수도 있고, 정전기 발생으로 인해 취급의 불편함은 물론 집속성에도 문제를 일으킬 수 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 계면활성제를 섬유 표면에 부여하게 된다. 이 때 계면활성제로 nondurable한 화학적 혼합물을 사용하게 되는데 이를 방사 유제(紡絲 油濟, spin finish)라고 한다.

일반적으로 polyester, polypropylene 또는 polyamide filament 등은 용융방사에 의해 미연신사로 제조되고, 방사, 연신 및 가연 공정을 거친 후 정경, 호부에 의한 제직 공정 등의 후가공 공정을 거치게 된다. 이러한 공정 중에 미연신사의 섬유 사조에 처리되는 방사 유제로는 제조 가공 공정을 원활히 수행시키면서 사의 품질을 저하시키지 않는 고도의 제품이 요구되고 있으며, 최근에는 합성 섬유 제조 기술이 현저히 진보함에 따라 차별화, 합리화, 고속

화를 목표로 각종 공정이 더욱 단축화 내지 저에너지화 되어 가는 추세에 있으므로 방사 유제에 대한 기술도 더욱 차별화된 고도의 복합기능이 요구되고 있다. 일반적으로 합성 섬유용 방사 유제에는 filament가 metal 혹은 ceramic 표면을 통과하면서 생기는 마찰을 줄이기 위한 평활제, 여러 가지 기계류를 통과할 때 yarn 표면상의 정전기 발생을 줄이기 위한 대전방지제, 기계류와 yarn 자체에 resin deposit의 생성을 감



소시키기 위한 산화방지제, 열안정제 그리고 aqueous emulsion으로 섬유에 적용되기 위해 유화제를 포함한다.

polyester를 비롯한 합성 섬유의 방사시에는 섬유자체의 소수성으로 인한 상당한 정전기 발생이 우려되므로 우수한 제전 성능을 가진 대전방지제가 요구되며, 또한 고속으로 방사하기 때문에 fiber-metal 사이의 friction을 줄일 수 있는 평활제가 필요하다. 하지만, 이러한 계면활성제들은 열적 안정성이 좋지 않아서 대기 오염 등의 문제가 발생하며, 유제는 일반적으로 10~15% aqueous emulsion으로 적용되어지는데, 물에 대한 가용성이 좋지 않아서 유화제를 동반하게 된다. 그러나, 과도한 유화제는 마찰 계수를 증가시키므로 주의 깊게 다루어야 한다. 또한, 섬유 사조의 물성을 향상시키기 위하여 열처리 공정을 실시할 때 섬유 사조가 hot-roller나 heater plate 상에서 접촉 주행시 섬유 사조에 처리된 유제 성분이 휘발되거나 또는 열분해로 인한 변성이 일어나므로써 유제 성분이 탈락되거나 또는 발연으로 인해 오염될 수 있고, 타르상 물질에 의해 섬유 사조가 손상 내지는 사절되게 되므로 내발연성과 내타르성 및 열안정성 등이 요구된다.

상술한 바와 같이 방사 유제는 서로 다른 특성을 지니는 여러 계면활성제들의 혼합물이므로 서로 상반되는 특성을 가지고 있어서 각기 배합 비율이나 성분의 구조가 상승 효과를 발휘할 수 있도록 해야한다.

따라서, 본 실험에서는 유제 제조에 사용되는 계면활성제, 특히 비이온성 계면활성제의 농도 및 화학적 구조의 변화에 따른 유제의 특성을 평가함으로써 요구 특성에 적합한 유제를 제조하고자 하였다.

2. 실험

2. 1 계면활성제

본 실험에서는 polyester filament 방사시에 적절한 특성을 부여하기 위한 유제를 제조하기 위해 base oil로 한국혹스윤활유(주)로부터 제공받은 SUPER-360을 사용하였고, 비이온성 계면활성제로는 NIPPON SHOKUBAI社의 softanol series를 사용하였다. 이는 secondary alcohol에 ethylene oxide가 부가된 polyoxyethylene alkylether형으로 ethylene oxide unit를 달리하여 각기 다른 HLB(Hydrophile-Lipophile Balance)를 가지는 것을 특징으로 한다. softanol series의 특징을 Table 1에 나타내었다.

2. 2 유제의 물성 측정

제조된 유제 원액을 25℃의 증류수를 이용하여 10% emulsion 상태로 만들어 외관, 색상, 분산성 및 pH 등을 관찰하였다. 또한 Tensiometer(吉田製作所, Japan)를 이용하여 메달린 고리법으로 표면장력을 측정하였으며, Advanced Rheometric Expansion System(모델명:ARES-200 FRTN1)을 이용하여 25℃에서 원추각은 0.04 radians이고, 원추와 원판 사이

의 간격을 0.05mm로 일정하게 유지하여 점도를 측정하였다.

Table 1 Properties of nonionic surfactants

Nonionic surfactant	Appearance (25°C)	EO mole number	Cloud Point ¹⁾ (°C)	HLB ²⁾	Viscosity ³⁾ (cPs)	Surface Tension ⁴⁾ (dyne/cm)
softanol 3	clear liquid	3	<0	7.9	25	28
softanol 5	clear liquid	5	<0	10.5	33	28
softanol 7	clear liquid	7	33	12.1	52	28
softanol 9	clear liquid	9	56	13.3	65	29

1) 1% aqueous solution

2) Griffin's HLB

3) Brookfield viscometer (25°C)

4) Wilhemey method (25°C)

3. 결과 및 고찰

3. 1 비이온성 계면활성제의 농도와 유제의 특성

softanol series 중에서 ethylene oxide가 3mole 부가된 softanol 3을 사용하여 그 농도를 달리하였다. 그 결과, 제조된 유제 원액은 모두 황갈색의 투명액이었으며, 10% emulsion으로 제조시 푸른빛(형광등 아래에서는 노을빛을 띠는 색상) 투명액이었다. 제조된 10% emulsion 용액의 pH는 7.35 정도로 균일한 값을 보였으며, 표면장력은 비이온성 계면활성제의 농도가 증가할수록 감소하였고, 분산성은 증가하였으며, 점도는 1.94 cPs 정도로 거의 일정한 값을 보였다. 이를 Table 2에 나타내었다.

3. 2 비이온성 계면활성제의 화학구조와 유제의 특성

polyoxyethylene alkylether형의 비이온성 계면활성제인 softanol series의 특성에 따라 부가된 ethylene oxide의 mole수가 각각 3, 5, 7, 9로 증가함에 따라 계면활성제의 친수성 부분의 증가에 따른 유제의 특성을 살펴보았다. 10% emulsion으로 제조시 ethylene oxide의 부가 mole 수가 3, 5 정도로 적은 경우는 푸른빛 투명액인 반면 7, 9 정도로 많은 경우는 우유 빛이었다. 부가된 ethylene oxide mole 수가 증가할수록 pH는 7.31 정도로 균일하였고, 분산성은 감소하였다. 또한 비이온성 계면활성제의 친수성 부분이 증가할수록 표면장력은 감소하였고, 점도는 1.96 cPs 정도로 큰 변화를 보이지 않았다. 이를 Table 3에 나타내었다.

Table 2 Properties of spin finish by different concentration of nonionic surfactant

검사 항목 \ nonionic surfactant (wt%)	3	3.5	4	4.5	5
외관	푸른빛 투명액	푸른빛 투명액	푸른빛 투명액	푸른빛 투명액	푸른빛 투명액
pH	7.34	7.35	7.33	7.36	7.35
투과율 (%)	81.7	83.8	85.6	86.1	87.0
표면장력 (dyne/cm)	34.48	33.67	32.22	31.61	30.12
점도 (cPs)	1.94	1.93	1.94	1.94	1.93

Table 3 Properties of spin finish by different ethylene oxide numbers of nonionic surfactant

검사 항목 \ nonionic surfactant (wt%)	softanol 3	softanol 5	softanol 7	softanol 9
외관	푸른빛 투명액	푸른빛 투명액	우유빛액	우유빛액
pH	7.33	7.30	7.32	7.32
투과율 (%)	85.6	78.9	50.2	34.9
표면장력 (dyne/cm)	32.22	29.79	28.69	28.03
점도 (cPs)	1.96	1.95	1.98	1.96

4. 결론

합성 섬유 방사시 평활성, 집속성, 대전방지성 등을 목적으로 여러 가지 계면활성제들을 혼합해서 사용하게 된다. 이러한 계면활성제의 혼합물인 방사 유제의 주요 성분인 비이온성 계면활성제의 농도를 변화시켜 보았고, 화학적 구조의 변화 즉, 친수성 부분으로 작용하는 ethylene oxide의 부가 mole 수 변화에 따른 유제의 특성 변화를 살펴보았다.

이에 따라 제조된 유제를 10% emulsion 상태로 하여 외관, 색상, pH와 분산성을 관찰하였고, 25℃에서 각각 매달린 고리법으로 표면장력을, Advanced Rheometric Expansion

System(cone-plate형)으로 점도를 측정하여 그 특성을 살펴보았다.

그 결과, 비이온성 계면활성제의 농도가 증가할수록 외관상의 큰 변화는 나타나지 않았고, pH는 거의 일정한 값을 보였으며, 분산성은 증가하였다. 또한, 표면장력은 감소하였으며, 점도는 그다지 큰 변화를 보이지 않았고 일정한 값을 나타내었다.

반면, 친수성이 부분이 증가할수록 외관상의 변화가 나타났으며, 분산성은 감소하고, 표면장력도 감소하였다. 그러나, pH와 점도는 큰 변화를 나타내지 않았다.

참고 문헌

1. Kor. Patent 92-6474
2. Kor. Patent 10-0235097
3. 小田 良平 共著, 纖維用油濟, 日本纖維機械學會 (1969)
4. 李廷玟 共編, 콜로이드와 界面活性劑, 大光書林 (1997)
5. 강두환, 심정섭, 한국섬유공학회지, vol. 11, no. 3, p. 26 (1974)
6. 박홍수, 배장순, 김성길, 한국유화학회지, vol. 12, no. 2, p. 13 (1995)
7. W. Postman, *Text. Res. J.*, vol. 50, no. 7, p. 444 (1980)