수용성고분자와 아민을 이용한 내구대전방지제 개발에 관한 연구

박성우·이석영·서말용·서장혁*·신용섭*·구강**·황종호***

한국섬유개발연구원·*경동유화공업 (주)·**영남대학교 섬유패션학부·

***계명문화대학 섬유디자인과

I. 서론

합성섬유인 폴리에스테르는 그 기능면에서 우수한 성능을 갖고 있으나, 그 본래의 특성인 소수성으로 인하여 제조시 또는 공정중 섬유와 기계 사이 또는 섬유와 섬유와의 마찰에 의해서 정전기를 발생시킨다. 이러한 자연 발생적 정전기는 생산현장에서 합성섬유의 제조 가공중 모우의 발생, 사절, 로울러 감겨붙기, 먼지 흡착 등이 발생하여, 섬유공업의 고속화에 막대한 지장을 초래함은 물론 품질 저하와 수율을 저하시킨다. 또한 의복으로 제조된 후에도 착용시 정전기에 의한 불쾌감을 주고 소비자에게 전달되는 과정과 사용 중 흡착 등에 의해서 먼지, 오물 등의 오염으로 인해 상품의 가치를 현저히 떨어뜨려 고급화 추진에 막대한 지장을 주고 있어 폴리에스테르섬유의 대전방지가공은 절실히 요구된다.

이번 연구는 기존에 안고 있는 이러한 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 방법으로 수용성 고분자인 아크릴 모노머를 주요 골격으로 하는 지지고분자를 중합하고, 이 고분자 중합체를 2급 또는 3급 아민을 사용하여 양이온화(cationic)하여 섬유의 친화성을 높임과 동시에 고분자 중합체가 가지는 특성을 응용하여 가교화시킴으로써 섬유에 내구적으로 부착되어 세탁공정 그리고 외부의 영향(자외선, 산화성 오염물질등)에 의한 견뢰성을 향상시켜, 요구하는 물성을 최대한 발휘할 수 있는 내구성 대전방지제를 개발하여 폴리에스테르 직물에 적용하고자 하였다.

Ⅱ. 실험

1. 시료 및 약제

Polyester DTY Faille 직물을 연속 감량기에서 alkali 감량(18 - 20 %)한 다음, 25 cm × 30 cm 크기로 절단하여 시료로 사용하였고, 각종 아크릴 모노머, 촉매, 가교제 등의 약제는 시판 1급 시약을 정제하지 않고 그대로 사용하였다.

2. 실험방법

2-1. 대전방지 합성

연구의 진행은 첫째 고분자 합성에서 적용되고 있는 여러 가지 연구방법을 이용하여 가장 이상적으로 합성을 유도할 수 있는 방법을 개발하였고, 촉매, 모노머의 종류, 반응시간, 반응온도 및 조건을 설정하는 연구를 진행한 다음 대전방지 기능을 가지는 모노머를 선정하는 합성실험을 진행하였다. 둘째 합성된 대전방지제를 폴리에스테르 직물에 적용하여 요구되는 물성의 정도를 측정하고 모노머의 종류를 변경하는 연구를 진행하였다. 셋째 모노머의 종류를 선정하고 Tg 변화에 따른 영향, 가교제의 영향, 처리량의 영향 등을 실험을 통해 실시했으며 가장 우수한 물성을 보이는 조성을 사용하여 현재 시판되는 제품과 상호 물성 비교를 실시하였다.

2-2. 대전방지제 처리

대전방지제 처리는 합성된 대전방지제를 각각 0.5, 1.0, 2.0, 4.0%씩 희석하여 제조한 다음 AUTO MANGLE(고려과학산업 AUTO-MANGLE MODEL K.S.400-2, Korea)로 2dip, 2nip padder로 padding하였으며 공기압축방식으로 pick-up은 80wt%가 되도록 조정하였다. 예비건조는 열풍순환식 건조기(고려과학산업, Korea)를 사용해서 120℃에서 3분간 건조했으며 열처리는 동일 열풍건조기를 사용해서 180℃에서 3분간 실시하였다.

2-3. 마찰대전압 및 내구성 측정

마찰대전압 측정은 Rotary static tester RST - 201 (Daiei kagakuseiki seisakusho Co., Ltd. Japan)을 사용하여, JIS L 1094 의 5.2 B 법(마찰대전압 측정법)으로 각 시료에 대하여 5 회씩 측정하였고, 세탁 내구성은 Launder - O - meter (Atlas electric devices Co.,

Ltd. USA)를 사용하여, JIS L 0844의 6.1 A - 1법(세탁에 대한 염색견뢰도 시험 방법)으로 각 시료를 세탁하여 측정하였고, 대전성의 내구성은 이 방법으로 각 시료를 10 분간 세탁한 것을 세탁 1 회로 하여 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 중합조건 설정 실험

유화중합은 용제로는 물을 사용하고 지용성인 수지 및 모노머는 유화제를 사용해서 중합과정에서 유화되는 형태를 가지거나 아니면, pre-emulsion 형태로 선행에 유화를 실시하고 이것을 단계적으로 중합하는 방법을 택한다. 그러므로 중합도는 용액중합에 비해 높고 중합과정에서 온도 조정이 용이하며 중합이후 용제 추출 공정이 필요 없고 곧바로 상품화할 수 있다. 그러므로 제조경비가 적게 투입되면서도 손쉽게 최종 제품을 얻을 수 있는 장점이 있어, 이번 연구에서는 먼저 아크릴계 모노머의 유화중합을 실시하고 각각의 중합체별로 수율과 중합상태를 관찰하고 가장 이상적인 중합체를 형성하는 조건을 찾는 연구를 우선 진행하였다.

중합에 사용된 아크릴 모노머와 촉매의 종류와 합성조성 온도와 시간을 기준으로 선정했으며 각각의 모노머를 고정하고 촉매의 투입량과 촉매의 종류를 변경하여 합성을 실시하였다. 결과는 중합 수율이 높게 나타나는 APS, SBS를 사용하여 기준으로 하였다. 또한 수용성 고분자와 아민을 합성하는 실험을 진행하였는데, 합성 방법은 앞서 실시한 중합 방법과 동일 조건으로 실시했으며, 아민 공중합체 조성을 변화하여 시험하였는데, AMINE의 투입량이 1.2mol일때 가장 우수한 대전성을 나타내었다.

그러나 암모늄염의 투입량, 촉매 등은 내구성에는 상관관계가 없는 것으로 나타났으며 특히 세탁후에는 대전성이 전혀 발휘되지 않은 것으로 나타났다. 내구성을 향상시키는 방향으로 가교 모노머의 투입을 조정하는 실험을 실시했는데, 가교제로서는 N-MA, 2-HEM, AEEA를 사용하였으며, 촉감을 soft하게 유지하거나, 염색물의 색상 변화의 정도를 고려하여 table 1과 같은 조성으로 합성하였다. 실험결과 내구 대전방지성은 물론이고, 촉감이 soft하고 다른 물성도 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

Table 1. 중합 조성 비율

약제	APS	SBS	2-EHA	Amine	N-MA	2-HEM	AEEA	AA	ITA
조성비율	0.004	0.002	0.4	1.2	0.6	0.1	0.1	0.05	0.2

2. 합성한 대전방지제 비교실험

합성한 대전방지제는 모든 물성적인 측면에서 가장 양호한 것으로 평가되었다. 그래서 외국에서 수입되고 있는 대전방지제와 국내업체에서 생산 판매되는 일시성 대전방지제를 입수해서 각각 물성평가를 실시해 보았다. 물성평가는 내구 대전방지제는 현재 업계에서 널리 사용중인 외산 내구성 대전방지제로 이용하였고, 국내제품은 일반 제품으로 내구성은 없으나 일시성 대전방지제로 초기의 대전방지 성능이 우수하다고 평가받고 있는 제품을 이용하여, 각각의 물성실험을 실시하였는데 그 결과는 다음과 같다.

Fig. 1은 각 대전방지제의 농도를 0.5, 1, 2, 4%로 달리 하였을 때 각각의 농도에 따른 마찰대전압을 측정한 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이, 0.5%의 낮은 농도에서도 대전압이 낮게 고른 분포가 나타내고, 미처리 직물의 5,366V의 높은 대전압에 비해 모든 약제에서 현저히 낮은 값을 보이고 있다.

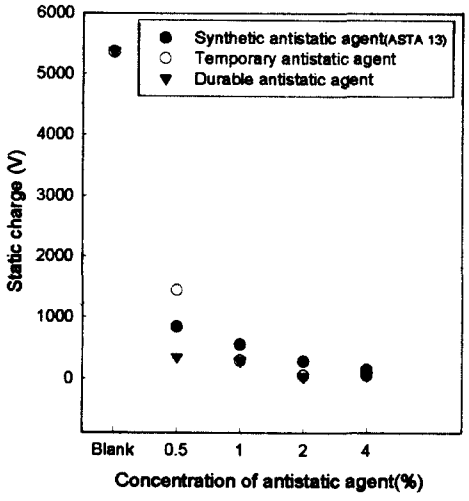

Fig. 1. 대전방지제 농도에 따른 마찰대전압 변화(초기)

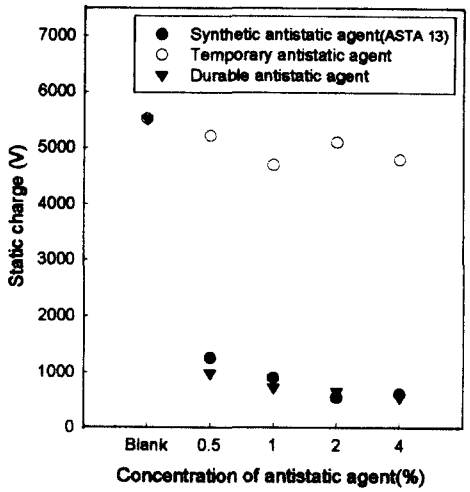

Fig. 2. 대전방지제 농도에 따른 마찰대전압 변화(세탁 10회 후)

Fig. 2는 Fig. 1의 시료를 10회 세탁후 마찰대전압을 측정한 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 초기 대전압보다 약간 떨어지는데, 이것은 표면에 도포되어진 대전방지제 중 섬유와 화학적 결합을 하지 않은 것들이 물리적인 처리에 의해 떨어져 나간 것이라고 생각한다. 그러나 개발된 대전방지제는 약제 농도 2%에서 마찰대전압이 500V 이하임으로 내구성을 갖고 있다고 할 수 있다. 일시성 대전방지제의 경우 초기 마찰대전압은 매우 낮게 나타내나, 10회 세탁 이후의 마찰대전압은 매우 높아 일시성 대전방지제 적용은 가능하지만 내구성은 전혀 없는 것으로 판단된다. 세탁이후의 내구성은 대전방지제가 직물에 어느 정도 부착되어 있는가 하는 것이 가장 큰 비중을 차지할 것으로 보인다. 또한 현재 시판되고 있는 외국 대전방지제 제품은 초기 마찰대전압도 매우 낮고 세탁이후의 대전압도 비교적 낮은 값을 나타내어, 우수한 내구성 대전방지제로 판단되나, 이번에 합성한 대전방지제로 외국제품을 대체하면 효과가 클 것으로 예상된다.

Ⅳ. 결 론

수용성 고분자를 주요 골격으로 하는 지지고분자를 중합하고 이 고분자 중합체를 2급 또는 3급 아민을 사용하여 양이온화(cationic)하여 섬유의 친화성을 높임과 동시에 고분자 중합체가 가지는 특성을 응용하여 가교화 시킴으로 섬유에 내구적으로 부착되어 세탁공정 그리고 외부의 영향(자외선, 산화성 오염물질등)에 의한 견뢰성을 향상시켜 요구하는 물성을 최대한 발휘할 수 있는 내구성 대전방지제를 합성하여 폴리에스테르 직물에 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수가 있었다.

1) 중합에 사용된 모노머는 태, 변색성, 대전성을 고려할 때 AA, ITA, BMA, 2-EHA가 적당하며, 촉매는 APS가 0.004mol, KPS가 0.002mol 일때 가장 양호하고, 양이온화된 아민의 투입량은 1.2mol일 때가 가장 낮은 대전성을 나타내었다.

2) 내구성을 향상시키기 위해서 가교제인 N-MA는 0.6mol, 2-MEM과 AEEA는 각각 0.1mol이 적당하고, 이러한 조성으로 합성한 내구성 대전방지제는 초기 대전압 뿐만 아니라 세탁10회 이후에도 대전압이 500V 이하의 낮은 대전압을 유지하고 있어, 내세탁성

이 우수하다는 것을 알 수 있다.

3) 또한 대전방지 기능 이외의 물성에서는 각종 강도, 견뢰도에서는 문제가 없지만 처리 전후의 태, 색상변화 등에서는 기본 아크릴 모노머 수지로 인하여 약간 물성이 변화가 있으나 물성에 영향을 미칠 수준은 아니다.