

## 수용성고분자와 아민을 이용한 내구성 대전방지제 개발에 관한 연구

<sup>1</sup>박성우 · 이석영 · 서말용 · 서장혁\* · 신용섭\* · 구 강\*\*

한국섬유개발연구원

\* 경동유화공업 (주), \*\* 영남대학교 섬유패션학부

(2001년 10월 24일 접수)

## A Study on the Synthesis of Durable Antistatic Agent Using Water Soluble Polymers and Amines

Seong woo Park, Suk young Lee, Mal young Seo, Jang Hyuk Seo\*,  
Yong Sub Shin\*, and Gang Koo\*\*

Korea Textile Development Institute, \*Kyungdong Chemical Co.

\*\*School of Textile Engineering Yeongnam University.

(Received October 24, 2001)

**Abstract**—In this study, we synthesized durable antistatic agents with acrylic monomers for preventing the electrification of static electricity which is one of defects of polyester fabrics. Also we synthesized quaternary ammonium salts which give antistatic property and crosslinking agents which make antistatic agents adhere to fiber. The treatment of synthesized antistatic agents on polyester fabric carried out at the condition of various concentrations, treatment times and temperatures. The antistatic property, handle characteristics and other properties of treated and untreated polyester fabrics were also investigated.

### 1. 서 론

합성섬유인 폴리에스테르는 그 기능면에서 우수한 성능을 갖고 있으나 그 본래의 특성인 소수성으로 인하여 제조시 또는 공정 중 섬유와 기계 사이 또는 섬유와 섬유와의 마찰에 의해서 정전기를 발생한다. 이러한 자연 발생적 정전기는 생산 현장에서 합성섬유의 제조 가공중 모우의 발생, 사절, 로울러 감겨붙기, 먼지 흡착 등의 발생 원인이 되어 섬유공업의 고속화에 막대한 지장을 초래함은 물론 품질 저하와 수율을 저하시킨다. 또한 의복으로 제조된 후에도 착용시 정전기에 의한 불

쾌감을 주고 소비자에게 전달되는 과정과 사용 중 흡착 등에 의해서 먼지, 오물 등이 오염으로 인해 상품의 가치를 현저히 떨어뜨려 제품 고급화 추진에 막대한 지장을 주고 있어 폴리에스테르섬유의 대전방지가공은 더욱 더 절실히 요구된다<sup>1)</sup>.

이 정전기를 방지하는 방법으로 전하의 발생을 감소시키는 방법<sup>2)</sup>과 표면을 도전화시켜 전하의 누설속도를 높여주는 방법<sup>3)</sup>이 있다. 이 두 가지 방법 중에서 전하 발생량의 감소법은 그 실용성이 거의 없으나, 전하의 누설 측진법은 계면활성제를 사용해서 고분자 표면을 도전화시키는 방법이 있다. 이 중에서 합성섬유에 많이 사용되는 대전방지 가공제는 표면도포용이 많이 사용된다. 이러한 섬유 표면도포용에 내구성을 부여할 목적으로 대전방지제의 고분자화가 많이 시도되고 있는데

<sup>1)</sup>Corresponding author. Tel. : +82-53-560-6655 ; Fax. : +82-53-560-6677 ; e-mail : muya21@textopia.or.kr, swpark@textile.or.kr

Tambor 등<sup>4)</sup>은 면직물에 그래프트 공중합체에 의한 양이온화를, 橋詰忍<sup>5)</sup>는 폴리에스테르 직물에 폴리아민과 폴리우레탄을 조합한 수지를 사용하여 처리하였고, 小杉元吳<sup>6)</sup>는 일액형 열반응형 폴리우레탄을 폴리에스테르, 나일론 및 아크릴 섬유와 같은 합성섬유의 내구성 대전방지제를 처리한 사례도 있다. 또한 Park 등<sup>7~11)</sup>은 2-dimethyl aminoethyl methacrylate(DMA)를 아세트산 및 Dimethyl sulfate(DMS)를 사용하여 대전방지제를 제조한 후 폴리에스테르 직물에 적용하였다.

이 연구에서는 폴리에스테르 섬유의 결점 중의 하나인 정전기 발생을 억제하기 위하여, 폴리에스테르 섬유에 대해 친화력이 있는 아크릴계 단량체를 기본으로 지지 고분자를 중합하고, 4급 암모늄 염을 혼입 합성하여 대전방지성을 부여하고자 하였다. 또한 섬유와의 결합력 증진 등의 목적으로 가교제를 혼입하여 고분자 중합체와 섬유를 가교 반응시켜 세탁 내구성을 증진시킴으로써 폴리에스테르 섬유용 내구성 대전방지제를 합성하고, 이 합성된 대전방지제를 폴리에스테르 직물에 적용하여 내구 대전성, 처리 직물의 태변화 및 기타 물성에 대해 검토하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료

폴리에스테르 DTY faille 직물을 NaOH(50% soln.) 4g/l, 유화분산제 1g/l 및 경수 연화제 0.5g/l를 포함하는 혼합 용액을 사용하여 로터리 워셔로 축소하였고, 열고정기에서 예비고정(200°C, 80 m/min)하고, 연속 감량기에서 알칼리 감량(18~20%)하였으며, 최종 열고정(180°C, 50m/min)한 다음 데시케이터에서 24시간 컨디셔닝 후, 25cm×30cm 크기로 절단하여 시료로 사용하였다.

### 2.2 원료 및 시약

중합 단량체는 Table 1에 나타낸 바와 같이 가장 보편적으로 사용하는 수종의 단량체를 선정하여 이들로부터 합성을 실시하였는데 실험에 사용한 각각의 단량체는 1급 시약으로 정제하지 않고 그대로 사용하였다.

### 2.3 실험 방법

#### 2.3.1 대전방지제 합성

대전방지제 합성은 중류수에 유화제를 투입 용

해한 다음, 일정 조성의 단량체(아크릴 단량체, 가교제, 아민)를 각각 투입하고, 고속 교반기를 사용하여 강제유화를 10분간 실시하였다. 유화가 종료되면 반응조에 1/3정도 투입하고 나머지 유화액을 뷰렛에 투입하여 적하하였는데, 반응조 내의 온도는 85°C로 유지하고, 중합 개시제는 중류수에 용해해서 준비하였다. 반응 교반은 30rpm으로 유지하면서 중합 개시제와 단량체를 3시간 동안 일정하게 반응조로 적하하여 반응을 유도하고, 2시간 동안 같은 온도에서 숙성을 실시하였다. 반응이 완료되면 상온으로 냉각을 실시하고, 냉각 후 각각의 전환율과 합성 상태를 관찰하였다.

**Table 1.** Characteristics of monomers and chemicals used in this experiment

	Index	Name of chemicals	MW
Acrylic Monomer	AA	Acrylic acid	72
	MA	Methyl acrylate	86
	EA	Ethyl acrylate	100
	ITA	Itaconic acid	130
	BA	Butyl acrylate	128
	2-EHA	2-Ethylhexyl acrylate	116
Initiator	APS	Ammonium persulfate	228
	SBS	Sodium bisulfite	92
Cross-linking agents	N-MA	N-Methanol acrylamide	101
	2-HEM	2-Hydroxyethyl methacrylate	184
	GMA	Glyceryl methacrylate	142
Amine	AEEA	Aminoethyl ethanolamine	97
	DETA	Diethylenetriamine	100
	DMA	2-Dimethylamino ethyl methacrylate	157
	DEA	2-Diethylamino ethyl methacrylate	185
Emulsifier	NP-40	Polyoxyethylene alkyl aryl ether(40EO)	1980
Cationic agent	DMS	Dimethyl sulfate	120

#### 2.3.1.1 분자량 측정

합성한 대전방지제의 분자량을 측정하기 위해서 Gel permeation chromatography system

(GPCV2000, Waters Alliance Co., USA)를 사용하여 분석하였으며, 분석방법은 분포가 좁으면서 분자량을 이미 알고 있는 아크릴 고분자의 용출 위치 및 용출량을 측정하고, 측정하고자 하는 합성물의 용출량과 분자량의 관계를 나타내는 검량선을 작성하여 이 검량선으로부터 수평균분자량 ( $M_n$ : number-average molecular weight)을 환산하였다.

### 2.3.1.2 FT-IR 분석

고분자형성 상태는 FT-IR(FT-IR 420, Jasco Co., Japan)을 사용해서 분석하였으며 분석방법은 고분자 합성체를 유리판 위에 도포하고 50°C로 12시간 건조해서 필름상태로 분석하였다. 그리고 무기물의 분석은 KBr로 펠렛을 제조하여 분석하였다.

### 2.3.1.3 DSC 분석

고분자 합성체의  $T_g$ 는 DSC(DSC-50, Shimadzu Co. Japan)를 사용해서 분석하였다. 분석할 시료를 유리판 위에 도포하고 10°C~50°C로 온도를 변화시키면서 24시간 건조시켜 얻은 필름을 사용하였다. 분석조건은 -100°C로 냉각하고 -100°C에서 150°C까지 분당 10°C씩 승온하면서 열이력의 변화를 관찰하였다.

### 2.3.1.4 아민 수율 측정

아민 수율은 초기 DEA 및 DMA의 아민값<sup>12)</sup>과 합성이 종료된 이후의 합성체의 아민값을 측정하여 아민 수율을 계산하였다. 여기서 아민값은 시료 1g 중의 전아민을 중화하는데 필요한 염산의 d양을 KOH의 양으로 환산한 값이다. 합성된 4급 암모늄의 형태가 양이온성을 나타내는지 유무를 확인하는 브로모 페닐 블루법<sup>13)</sup>을 사용하여 확인하였다.

### 2.3.1.5 전환율 측정

합성체의 전환율 측정은 적외선 건조기(FD-600, Kett Co., Japan)를 사용하여 건조감량에 의한 방법으로 건조무게를 측정하고 Karl-Fisher(AF8, Orion Co., USA)를 이용하여 수분율을 구한 다음 두 가지 측정값의 차이를 통해서 전환율을 아래식으로 계산하였다.

$$\text{Conversion rate}(\%) = \frac{S}{100-H} \times 100$$

Where S: Rate of dry weight(%),  
H: Moisture regain of Karl-Fisher(%)

## 2.3.2 대전방지제 가공

### 2.3.2.1 대전방지제 처리

합성된 대전방지제를 각각 0.5, 1.0, 2.0, 4.0%씩

회석하여 용액을 제조한 다음 맹글(P-A1, Rapid Labortex Co., Taiwan)로 2 dip, 2 nip 방식에 의해 피업률이 80%로 패딩하였다. 예비건조는 열풍순환식 건조기(No.549, Rapid Labortex Co., Taiwan)를 사용해서 120°C에서 3분간 건조하였으며 열고정 처리는 동일 열풍건조기를 사용해서 180°C에서 1분간 실시하였다.

### 2.3.2.2 마찰 대전압 측정

로터리 마찰 대전압 측정기(RST-201, Daiei kagakuseiki seisakusho Co., Japan)을 사용하여, JIS L 1094의 5.2 B법으로 각 시료에 대하여 5회씩 측정한 후 그 평균치를 마찰 대전압으로 하였다.

### 2.3.2.3 직물 물성 분석

각종 강도, 색상변화 및 내구성 등은 KS K 방법에 준하여 시험하였고, 태변화는 KES-FB system (Kato Tech Co., Ltd., Japan)을 이용하여 굽힘, 전단, 표면, 인장, 전단 등의 16특성을 표준 계측 조건에서 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 대전방지제 합성

**3.1.1 PA(polymerization acrylic monomer)의 합성**  
중합에 사용된 단량체를 Table 2에 나타내었는데, 합성조건은 합성섬유 가호공정에 많이 사용되는 아크릴 호재 합성의 온도와 시간을 기준으로 선정하였으며 각각의 단량체를 고정하고 중합 개시제의 투입량과 중합 개시제의 종류를 변경하여 합성을 실시하였다. 단량체의 조성을 고정한 것은 각각의 아크릴 단량체가 가지는  $T_g$ 를 몰비로 비로 계산해서 -30~-40°C 정도로 조정한 것이다. 이와 같이  $T_g$ 를 조정하는 것은 통상적으로 직물에 처리하게 되는 수지는 처리 직물의 촉감에 영향을 주지 않아야 하기 때문에 낮은  $T_g$ 를 가지는 것이 바람직하다.

그리고 아크릴 단량체의 조성비율을 Table 2에 나타낸 조성으로 하고 중합 개시제인 ammonium persulfate(APS)와 sodium bisulfite(SBS)종류에 따라 각각의 조성 비율에 따른 중합 전환율을 Table 3에 나타내었다. 이 결과를 살펴보면 전체적으로 중합 전환율이 93.2~98.4%로 높게 나타나고 있다. 이러한 높은 중합률(전환율)을 보이는 것은 아크릴 단량체가 갖고 있는 기본적인 특성중의 하나로 비닐기를 가진 아크릴 단량체가 라디칼

**Table 2.** Composition of acrylic monomer for emulsion polymerization

Composition monomer	AA	MA	EA	ITA	BA	H <sub>2</sub> O	NP-40
Concentration(mol)	0.05	0.05	0.20	0.02	0.40	20	0.002

**Table 3.** Addition amount of initiator for the preparation of acrylic monomer by emulsion polymerization

Conditions	Products	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
	APS	0.002	-	0.004	-	0.006	-
Initiators (mol)	SBS	-	0.002	-	0.004	-	0.006
Conversion rate(%)	94.1	93.2	98.4	96.4	98.1	97.2	

중합에서 중합 전환율이 상대적으로 높기 때문이다.

또한, 상기 조성으로 중합된 합성체는 중합 개시제의 종류에 따라 약간의 차이가 있는데, 개시제의 첨가량이 일정할 경우 APS를 사용한 경우가 SBS를 사용한 경우보다 전환율이 높게 나타났다. 그러나 APS를 단독 사용한 결과는 전환율이 P-3, P-5조성에서 98%정도로 높지만 단량체에서 미반응된 아크릴 특유의 냄새가 발생되는 것을 확인할 수 있었다. 통상적으로 비닐 단량체의 유화중합에서는 산화환원반응을 동시에 유도해서 중합을 실시하는데 산화환원반응을 지속적으로 유지할 경우 중합의 전환율은 증가하는 것으로 알려져 있다<sup>[14]</sup>. 따라서 여기서도 중합 전환율을 최대로 높일 수 있는 방법중의 하나로서 산화환원 반응을 동시에 실시하는 것을 검토하였다.

이 경우에도 중합개시제로는 APS와 SBS를 사용하였으며, 이때 APS는 일반적으로 산화중합 개시제로 사용되고, SBS는 환원중합 개시제로 흔히 사용되는 것으로 중합 개시제의 투입량은 1차 합성의 조건으로 하였다. 이때 과량의 중합 개시제를 사용하면 중합 전환율은 증가할 수 있지만 실제 대전방지제 합성에는 원가 상승의 요인이 되며, 지나친 중합개시제의 투입은 분자량 감소의 우려도 있어 1차 합성에서의 결과를 기준으로 단량체 합성을 실시하였다.

합성방법은 1차 합성에서와 동일 방법으로 실시하였으며 중합 개시제는 각각 종류수 2mol에 용해하고 이를 각각 분리해서 뷰렛에 투입하여 반응시작과 동시에 두 가지 중합 개시제를 일정한

속도로 투입하였다. 이러한 산화환원 반응을 통해 얻어진 중합개시제 농도에 따른 중합결과를 Table 4에 나타내었는데, 중합 전환율은 PA-1조건을 제외하고는 99%의 높은 전환율을 나타내었다.

그리고 중합 합성체의 외관과 형태도 거의 유사하였으며, 최종 합성체는 백색의 유화상으로 물에 희석할 경우 푸른색을 띠면서 자기유화 형태로 희석되어 유화안정성도 매우 양호한 것으로 나타났다. 그러나 실험조성에서 중합 개시제의 투입량을 상대적으로 증가시키거나 감소시켜 합성을 진행하더라도 전환율이 극단적으로 상승되거나 급격하게 감소하는 현상은 나타나지 않았다. 따라서 산화환원촉매를 사용한 합성의 경우 전환율과 제조 비용 등의 측면을 고려하여 효율적인 제조 조건으로 PA-2를 최적 조성으로 선정하고자 하였다. 그리고 중합온도와 반응시간도 상당히 중요한 변수로 작용될 수 있는데, 이 조건은 선행된 연구 결과에 따라 중합온도를 85°C로 고정하고, 중합시간은 3시간 적하 및 2시간 숙성의 조건으로 실시하였다.

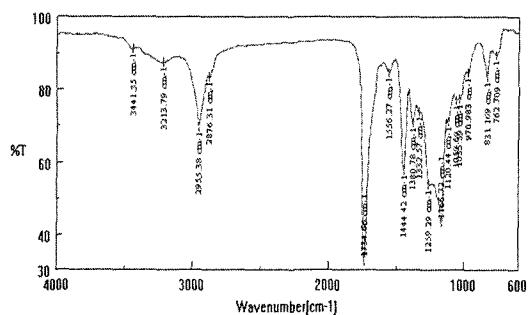
이렇게 합성한 아크릴 단량체 중합물을 FT-IR을 사용해서 분석하고 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 그림에서 나타난 결과를 토대로 합성의 정도를 확인하기 위하여 스펙트럼에서 사용된 각각의 아크릴 단량체의 특성파크를 확인할 수 있다.

BA의 특성 파크는 2,876cm<sup>-1</sup>에서 알킬기의 C-H의 신축진동(streching vibration) 영역이 나타나는데, 일반 알킬기의 C-H 신축진동 영역은 3,300~2,750cm<sup>-1</sup>의 범위에서 나타난다. 그러나 C-H 결합의 흡수 진동수는 C-H 결합의 활성화에 의해 좌우되기 때문에 이러한 단일 파크로 확인

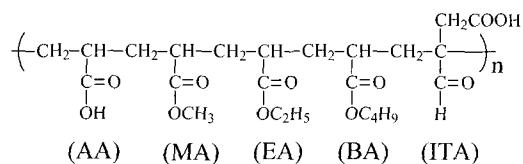
하는 것은 곤란하다. CH<sub>3</sub>의 대칭 신축진동은 2,872cm<sup>-1</sup>이고, 비대칭 신축진동은 2,962cm<sup>-1</sup>이다. 그러므로 2,876cm<sup>-1</sup>에 나타난 피크는 BA의 알킬기의 -CH<sub>3</sub> 대칭 신축진동 피크로 볼 수 있다. AA의 특성 피크는 3,213cm<sup>-1</sup>에서 나타나는데, 일반 O-H 피크는 매우 브로드하며 3,400~2,400cm<sup>-1</sup>에서 신축진동 형태로 존재하지만 C-H 흡수에 간섭을 받는다. 에스테르기의 C=O 피크는 브로드한 신축진동이 1730~1700cm<sup>-1</sup>에서 일어난다. 1,734cm<sup>-1</sup>에서 나타난 에스테르 피크는 아크릴 단량체의 알킬기의 영향으로 conjugation 효과로 나타난 것으로 볼 수 있다. MA의 특성 피크는 1,166cm<sup>-1</sup>에서 C-H 면상 변각 진동(in-plane bending vibration)에 의한 피크를 나타낸다. 또한 ITA와 EA의 경우는 AA 및 MA와 유사한 형태를 가지고 있으므로 FT-IR 피크상으로는 정확한 합성 형태를 나타내기 어렵다. 하지만 각각의 피크의 형태를 “Atlas of polymer and plastics analysis”<sup>[5]</sup>를 참고로 비교하면 공중합체의 형성여부를 확인할 수 있기 때문에 이 연구에서 진행한 실험 조건으로 합성된 공중합체는 각각의 아크릴 단량체에 의해 형성되었음을 알 수 있으며, 공중합체의 분자구조를 추정하여 나타낸 것이 Scheme 1이다.

### 3.1.2 제4급 암모늄염(QAS ; quaternary ammonium salts) 합성

아크릴 단량체만으로 합성한 PA는 대전방지성



**Fig. 1.** FT-IR spectrum of synthetic acrylic polymer(PA-2).



**Scheme 1.** Postulated structure of synthetic acrylic polymer(PA-2)

이 발휘하는 작용기 부족하다. 따라서 대전방지 성을 발휘하는 작용기의 도입이 필요한데, 이를 위해 2-dimethylaminoethyl methacrylate(DMA, MW 157), 2-diethyl amino ethyl methacrylate(DEA, MW 185)를 사용하였는데, 이들 아민 단량체는 아크릴형태의 비닐결합을 가지고 있으며 말단에는 3

**Table 4.** Addition amount of initiator for the preparation of acrylic monomer by emulsion polymerization

Products		PA-1	PA-2	PA-3	PA-4	PA-5
Conditions						
Initiators (mol)	APS	0.002	0.004	0.004	0.006	0.006
	SBS	0.002	0.002	0.004	0.004	0.006
Conversion rate(%)		97.3	99.4	99.4	99.4	99.3

**Table 5.** Yield of quaternary ammonium salts according to the amines & cationic agents

Synthetic method of QAS	Classification	Amine	Cationic agents	Yield(%)
Atlas Chemical	QAS-1	DEA	Acetic acid	38
	QAS-2	DMA	Acetic acid	40
Keun	QAS-3	DEA	Dimethyl sulfate	89
	QAS-4	DMA	Dimethyl sulfate	93

급 아민의 구조를 가지고 있다. 그러므로 초산을 사용하거나 alkyl chloride 또는 alkylsulfate 등을 사용하여 쉽게 4급 암모늄염의 형태로 제조가 가능하다<sup>16)</sup>. 이 연구에서는 아민의 4급화를 실시하는 방법을 Atlas Chemical Co.의 양이온 합성법<sup>17)</sup>과 Keun 등<sup>10)</sup>의 방법을 구분해서 진행하여 각각 합성한 4급아민의 수율은 총아민값을 정량분석하여 얻었는데, 초기 DEA 및 DMA의 아민값을 측정하고 합성이 종료된 이후의 합성체의 아민값을 측정하여 수율을 각각 측정하였으며 측정값은 Table 5에 나타내었다.

각각의 합성 수율을 관찰해 보면 사용한 양이온화제와 아민의 종류에 따라 많은 차이를 나타내고 있다. 그리고 합성에서 양이온화제로는 DMS를 사용한 경우가 초산을 사용한 경우 보다 약 50% 정도 높은 수율을 보이는 것으로 나타났으며, 아민의 종류에 따라서는 DEA 보다는 DMA의 경우가 약간 높은 수율을 얻을 수 있었다. 특히, 양이온화제로서 아세트산을 사용한 경우에는 수율이 낮은데, 이는 Keun 등<sup>10)</sup>의 연구결과와 어느 정도 일치하는 것으로, 합성에 사용한 아민이 비닐기를 가지고 있기 때문에 양이온화 과정이 진행되면서 일부 중합도 동시에 진행될 수 있다고 판단되기 때문에 낮은 수율을 나타내는 것으로 추정된다. 한편, 합성 4급 암모늄의 형태가 양이온성을 나타내고 있는지를 확인하기 위하여 브로모페닐블루법을 사용하였는데, 용액총이 심청색으로 변화되는 것으로부터 합성된 시료가 양이온성을 갖고 있음을 확인할 수 있었다.

또한 화학적인 구조 형태를 세부적으로 관찰하기 위해서 FT-IR을 측정하여 Fig. 2에 나타내었다. FT-IR 피크는 DMA를 DMS로 4급화시킨 QAS-4를 나타낸 경우인데, QAS-4의 합성을 용이하게 확인하기 위하여 중합에서 사용된 아민인 DMA의 피크를 함께 나타내어 비교하였다. 합성한 QAS-4에서  $1230\text{cm}^{-1}$ 와  $1250\text{cm}^{-1}$ 에서 4급화한 암모늄염의 작용기를 확인할 수 있다. 그리고 4급 암모늄 중에서 DMS를 사용한 경우는 참고문헌 "Analysis of surfactant"<sup>18)</sup>에서 나타내고 있는 경우와 동일한 경우인데, 모두  $1230\text{cm}^{-1}$ 과  $1250\text{cm}^{-1}$ 에서 sulfonamide S=O의 비신축 진동과 R-N 신축 진동의 강한 흡수 피크가 나타나 있다. 이러한 피크를 통해서 볼 때 이 연구에서 합성한 QAS-4의 경우 4급 암모늄의 형태를 갖고 있음을 확인할 수 있고, 이러한 결과로부터 DMA의 DMS에 의한 양

이온화 반응은 Scheme 2에 나타낸 바와 같은 구조로 QAS-4가 합성되어 있다고 추정할 수 있다.

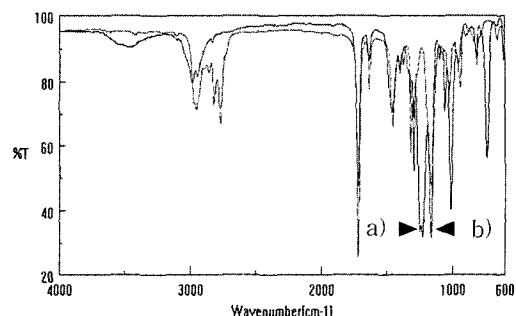
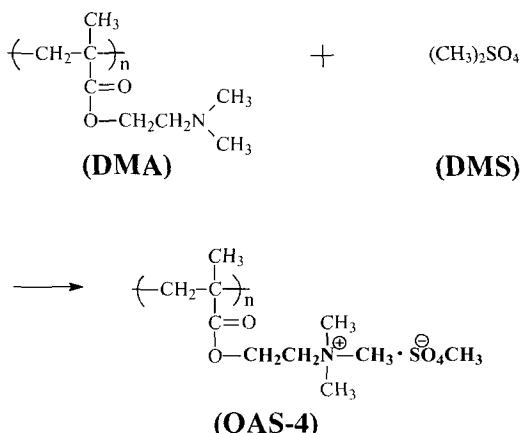


Fig. 2. FT-IR spectra of DMA and QAS-4;  
a) QAS-4, b) DMA.



Scheme 2. Quaternary reaction of DMA with DMS

### 3.1.3 PA와 QAS의 합성

전술한 QAS-4를 사용하여 각각의 단중합체를 합성하고 대전방지제로의 사용가능성 등에 대하여 검토하였다. 그 결과 초기 대전방지 기능은 우수한 것이 확인되었으나 세탁에 의한 내구성 측면에서는 미흡한 것이 판찰되었다. 그래서 직물과의 접착력이 우수한 아크릴 단량체를 합성에 응용하는 실험을 진행하였다. 아크릴 단량체에 대한 실험은 전술한 예비 실험에서 중합에 영향을 크게 미치는 인자 중에서 중합 개시제에 의한 영향을 검토하였다. 이러한 중합 개시제 투입 및 종류에 따른 실험 결과를 바탕으로 이 연구에서는 아크릴 단량체와 아민을 사용하여 공중합체를 합성하는

실험을 진행하였다. 합성 방법은 전술한 중합 방법과 동일 조건으로 실시하였으며, 단량체 조성을 일정하게 하고 아민 공중합체 조성을 변화시켰다.

QAS-4의 조성 비율을 0.2%에서 1.4%로 증가시키면서 대전방지제를 합성하였는데, 각각의 투입 비율에 따른 차이는 Fig 3에 나타낸 FT-IR 피크를 통해 확인이 가능하다. 합성된 PQAS-1과 PQAS-6의 스펙트럼을 함께 나타내었는데, 아민의 전형적인 피크인  $1650\text{cm}^{-1}$ 에서 1차 아민의 N-H 변각 진동이 PQAS-1에 비해 PQAS-6이 더 옥 더 강하게 피크가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 따라서 합성에서 아민의 농도별로 양호한 합성이 진행되었음을 추정할 수 있다.

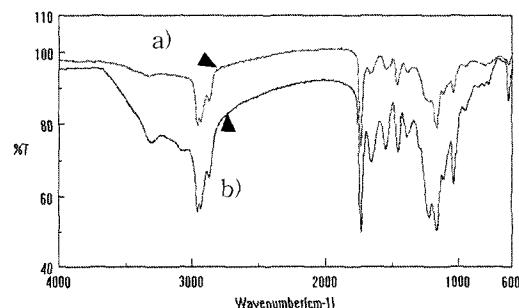


Fig. 3. FT-IR spectra of PQAS-1 and PQAS-6 ;  
a) PQAS-1, b) PQAS-6.

그리고, QAS-4 투입량에 따른 합성 결과를 Table 6에 나타내었는데, 그 결과는 살펴보면 PQAS 1~6 조건에서는 99%의 높은 전환율을 나타내고 있으나, PQAS-7 (1.4mol)의 경우는 62%의 낮은 전환율로 중합 후 분리 현상이 나타났다. 이러한 분리 현상이 발생되는 원인으로는 친수성 단량체와 소수성 단량체에 의한 유화중합에 있어 각각 불규칙하게 중합되지 않고, 수용성 및 소수성 단량체가 각각 단일 합성체를 형성하면서 소수성 단량체의 중합체는 수용성 고분자를 형성하지 못하기 때문에 분리현상이 일어나는 것으로 추정

된다.

또한, QAS를 사용하여 합성한 대전방지제는 그 투입량과 마찰대전압에는 상관관계가 있음을 알 수 있는데 그 측정결과를 Fig. 4에 나타내었다. 합성된 대전방지제를 직물에 처리할 때 조성을 일정하게 하기 위하여 고형분을 40%로 조정하고 대전방지제를 각각 2.0%로 회색 조정해서 폴리에스테르 직물에 처리하였다. 마찰대전압 측정 결과 QAS의 투입량에 따른 마찰대전압의 차이는 분명하게 알 수 있었다. 특히, QAS의 투입량을 증가시킬수록 마찰대전압은 낮게 나타났으며 이러한 사실은 화학적인 구조에서 오는 현상으로 추정할 수 있다. 하지만 QAS의 투입량을 과다하게 증가시킬 경우 중합상태가 균일하지 못한 것으로 확인되어 QAS의 투입량은 일정한 비율을 유지해야 균일한 합성과 우수한 중합체 특성이 유지될 수 있음을 확인하였다.

### 3.1.4 PQAS(QAS/acrylic monomer)와 가교제와의 반응

전술의 실험에서 QAS의 투입량에 따라 초기 마찰 대전압에는 상당한 차이를 보이는 것을 확인할 수 있었고, 중합조건에서 중합 개시제 종류 및 사용량에 따른 전환율의 차이도 확인할 수 있었다. 그러나 QAS의 투입량, 중합 개시제 등은 내구성에는 상관관계가 없는 것으로 나타나서, 세탁 후에는 대전성이 전혀 발휘되지 않았다. 대전방지제의 내구성을 향상시키는 방안으로는 가교 단량체를 적절하게 조합하는 방법이 있고, 합성된 수지의 접착력을 향상시켜 섬유와의 친화성을 높이는 방법도 선택할 수 있으며 합성체의 분자량을 조정하는 방법 등을 검토할 수 있다.

이 실험에서는 내구성을 향상시키는 방법으로 가교 단량체를 투입하여 합성하는 방법을 적용하였는데, 사용한 조성은 QAS와 중합 개시제의 투입량을 각각 고정하고 가교 단량체의 투입 조성을 0.2mol에서 1mol로 증가시키면서 합성하였다. 투입된 가교제의 농도에 따른 중합 합성체의 전환

Table 6. Addition amount of QAS-4 for the preparation of acrylic monomer by emulsion polymerization

Products Conditions	PQAS -1	PQAS -2	PQAS -3	PQAS -4	PQAS -5	PQAS -6	PQAS -7
QAS-4(mol)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
Conversion rate(%)	98.7	98.9	99.1	99.2	99.1	99.1	62.0

\* PQAS : QAS-4 / acrylic monomer

율을 Table 7에 나타내었는데, 중합공정에서 N-methanol acrylamide (N-MA)의 투입량에 따라 상당한 차이를 보였다. N-MA의 투입량이 0.6mol 이하에서는 99%의 높은 전환율을 나타내지만, N-MA를 0.8mol 이상 투입한 경우는 숙성 과정에서 겔화되는 것이 확인되었다. 합성된 상태로 보아 N-MA 투입량은 반응성과 밀접한 관계가 있으며 N-MA를 투입하고 합성을 진행할 경우 과량의 N-MA 사용은 중합 과정에서 가교화가 진행되는 것으로 판단된다.

이렇게 가교제가 혼입된 합성체 PQASC를 고형분 40%로 조정하고 대전방지제를 각각 2.0%로 회석하여 마찰대전압과 10회 세탁후의 마찰대전압을 측정하여 Fig. 5에 나타내었다. 물성 측정의 결과 내구성은 가교 단량체의 사용과 밀접한 관련이 있음을 보여주고 있다. 즉, 마찰대전압 측정의 결

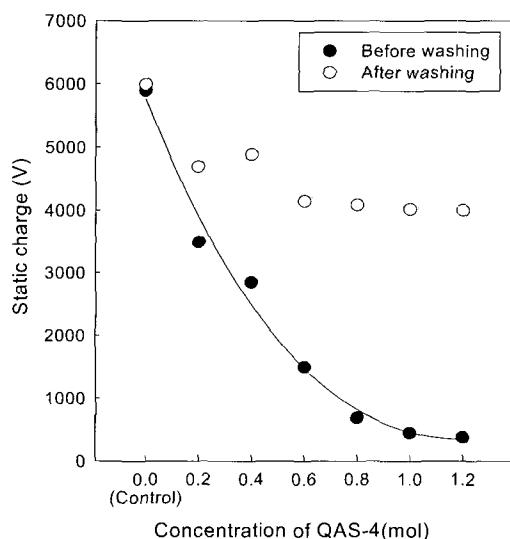


Fig. 4. Antistatic properties of polyester fabrics treated with antistatic agents and washed for 10 times according to the concentrations of QAS-4.

Table 7. Addition amount of crosslinking agent(N-MA) for the preparation of acrylic monomer by emulsion polymerization

Conditions \ Products	PQASC-1	PQASC-2	PQASC-3	PQASC-4	PQASC-5
N-MA	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
Conversion rate(%)	99.5	99.7	99.3	35.2	27.5

\* PQASC : polymerization of PQAS & crosslinking agent

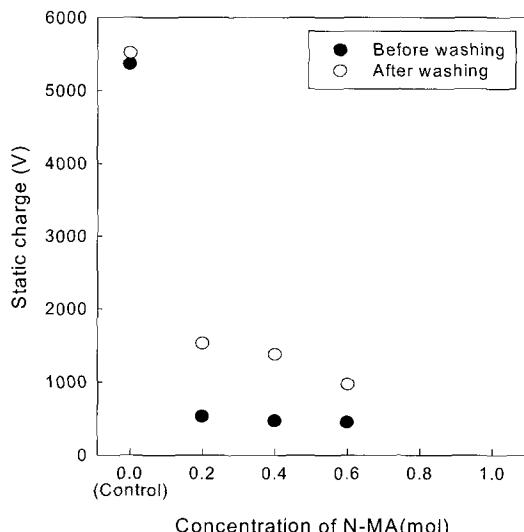


Fig. 5. Antistatic properties of polyester fabrics treated with antistatic agents and washed for 10 times according to the concentrations of cross-linking agent(N-MA).

과 초기 마찰대전압은 가교 단량체가 증가할수록 약간의 차이를 확인할 수 있는데 이러한 물성의 차이를 보이는 것은 가교 단량체로 사용한 N-MA도 아마이드기를 가지고 있기 때문에 이 아마이드 성분이 마찰대전압을 낮추는 역할을 하는 것으로 판단된다. 또한 합성된 대전방지제가 폴리에스테로 직물에 처리될 경우 큐어링에 의한 대전방지제 중합체의 형태 변화 반응은 열고정시 열에 의해서 N-MA의 고분자기지에 공중합된 methyol기나 hydroxyl기가 서로간의 결합으로 물분자나 포름알데히드를 방출하면서 가교화되어 전체 고분자사슬은 거대한 망상의 구조를 가질 것으로 추정되며 이러한 망상구조를 형성함에 따라서 세탁이후에도 내구적으로 직물에 부착된 형태를 유지하는 것으로 판단된다.<sup>19)</sup> 전체적인 물성결과를 통해서 볼 때 마찰대전압 및 세탁후의 대전압은 PQASC-3 조

성(0.6mol)이 가장 균접된 결과를 보이고 있으나, 목표 수준인 10회 세탁후 500V 이하에는 미달하는 970V를 나타내어 개선이 요구되었다.

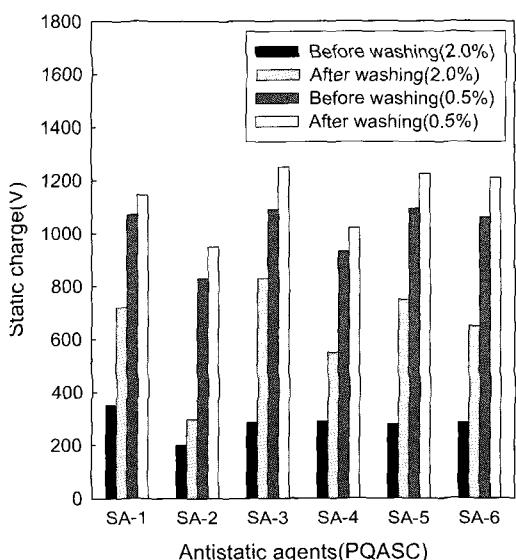
### 3.1.5 PQASC(PQAS/가교제)와 유연화 가교제 및 아민 합성

전술한 결과에서 가교제(N-MA) 첨가에 대한 마찰 대전압 변화는 초기 마찰 대전압은 비교적 양호한 수준을 나타내고 있으나, 세탁후의 마찰대전압은 목표로 하는 기준에 미흡한 것으로 나타났다.

그리므로, 내구성을 향상시키고 촉감을 부드럽게 유지하면서, 처리물의 색상 변화를 적게 하기 위하여, 유연화 가교제 및 아민을 추가 투입하여 실험을 진행하였다. 투입된 가교제와 아민의 조성은 각 단량체별로 복합하여 중합을 실시하였으며, 사용 비율은 각각 동일 조건으로 실시하였다. 특히 유연화 가교제의 투입량을 0.05mol, 0.1mol로 적게 사용한 것은 전술한 실험에서 가교제의 투입량이 증가할 경우 겔화되는 현상이 확인되었기 때문이며, 가교제의 투입 비율이 극단적으로 높게 되면 촉감이 크게 저하될 수 있기 때문에 소량 사용하였다.

가교 단량체의 종류 및 농도에 따른 합성된 중합체의 전환율을 Table 8에 나타내었는데, 모든 조건에서 균일한 중합 형태를 보였다. 중합 전환율도 99% 이상으로 높게 나타났고, 합성결과는 모두 유사한 형태를 보이는 것으로 판단된다. 각각의 합성물에 대해 물성 실험을 실시한 결과를 살펴보면 마찰대전압 변화를 Fig. 6에, 태(굽힘)와 색상변화를 Fig. 7에 각각 나타내었다. Fig. 6에는 대전방지제 농도를 0.5% 처리와 2% 처리시 결과를 나타낸 것으로 통상적으로 대전방지제는 0.5~2% 범위로 처리하는데 현장 조건과 가장 유사한

방법을 선택하기 위해 처리한 경우이다. 실험결과를 보면 목표로 하는 마찰대전압에 어느 정도 균접된 결과인 500V 수준의 물성은 나타내고 있다. 특히 PQASC-SA-2의 경우는 세탁 10회 후의 마찰대전압이 350V로 양호한 물성을 나타내고 있다.



**Fig. 6.** Antistatic properties of polyester fabrics treated with antistatic agents and washed for 10 times according to the antistatic agents with soft crosslinking agents and amines.

따라서, 이 실험결과를 통해서 확인될 수 있는 것은 가교제로는 glyceryl methacrylate(GMA), diethylene triamine(DETA)보다는 2-hydroxyethyl methacrylate(2- HEM), aminoethyl ethanol amine (AEEA)를 사용한 경우가 낮은 대전압을 유지하

**Table 8.** Preparation of crosslinking agents and amine for emulsion polymerization

Conditions \ Products	PQASC-SA-1	PQASC-SA-2	PQASC-SA-3	PQASC-SA-4	PQASC-SA-5	PQASC-SA-6
Cross linking agents & amine (mol)	2-HEM	0.05	0.10	-	-	0.05
	GMA	-	-	0.05	0.10	0.05
	AEEA	0.05	0.10	-	-	0.10
	DETA	-	-	0.05	0.10	-
Conversion rate(%)	98.7	98.9	99.1	99.2	99.1	99.1

\* PQASC-SA : PQAS with soft crosslinking agents & amine

고, 각각 0.1mol 투입되었을 때, 내구성이 우수한 것을 확인 할 수 있다.

PQASC-SA-1에서 PQASC-SA-6까지의 조성 비율로 중합된 대전방지제를 폴리에스테로 직물에 처리하여 촉감 및 색상 변화를 분석한 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 색차는 중합용 아민의 사용량이 증가할수록 변색이 크게 나타났는데 이러한 원인은 중합용 아민이 열에 약한 특성을 가지고 있기 때문인 것으로 판단된다. 또한 아민의 사용량이 증가시킨 경우에는 태의 변화도 오히려 나쁜 결과를 가져오는데 이것은 아민의 영향이라기 보다는 가교제의 사용량이 증가하였기 때문으로 판단된다. 가교제의 종류에 따른 촉감은 GMA의 경우가 약간 강한 것으로 나타난다. 이것은 GMA는 열가교

하면 애폭시기가 가교를 형성하기 때문에 약간 강한 태를 나타내는 것으로 평가할 수 있었다.

### 3.1.6 PQASC-SA의 분자량 및 $T_g$ 조정<sup>19~21)</sup>

전술한 결과에서 PQASC-SA-2의 조성이 10회 세탁후의 마찰 대전압에 대해서 500V 이하의 대전방지 기능을 부여하고 내세탁성도 양호하였다. 그러나 굽힘 특성면에서 가교제 투입으로 인하여 강한 결과를 얻을 수가 있었다. 따라서 PQASC-SA-2를 기본으로 해서 중합도를 조정하고  $T_g$ 를 변경하는 실험을 실시하였다. 분자량의 조정은 가장 많이 사용하는 방법인 중합 개시제 투입량을 조정하는 방법을 사용하였다. 중합 개시제 투입량을 조정하는 방법으로는 지금까지 합성한 경우 보다 중합 개시제 투입량을 증량해서 중합을 실시하는 방법이다.

중합개시제의 농도에 따른 합성 중합체의 분자량과 전환율을 Table 9에 나타내었는데, 합성된 합성체의 분자량은 각각 상온에서 48시간 동안 감압건조하고 점성의 액체를 THF에 용해하여 1% 용액으로 GPC를 사용해서 분자량을 각각 측정하였다. 중합개시제의 농도가 증가함에 따라 분자량은 감소하고, 전환율은 전술한 바와 같이 높은 수율을 얻을 수 있었다. 또한 물성의 변화를 각각 관찰한 결과 Fig. 8에 나타낸 바와 같이 특이한 물성 변화는 관찰되지 않았으나 중합도가 높은 경우 세탁내구성이 약간 개선되는 것이 확인되었다. 세탁 내구성이 개선되는 것은 상대적으로 높은 분자량을 가지는 합성체가 수세에 의해 쉽게 탈락되지 않기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 고분자 사슬로 형성된 중합특성과 일부 가교화된 특성을 고려하여 처리직물의 태(굽힘)가 요구 물성에서 크게 저하되는 결과를 얻을 수가 있었다.

이러한 부분에 대한 물성을 보완하기 위해서 아크릴 단량체의 조성을 변경해서 촉감을 개선하는

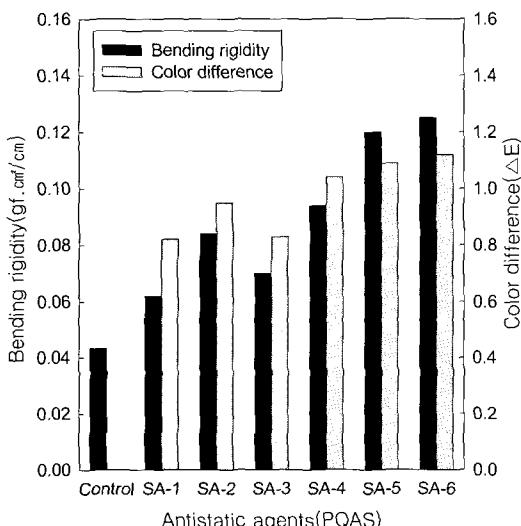


Fig. 7. Bending rigidity or color difference properties of polyester fabrics according to antistatic agents with soft crosslinking agents and amines.

Table 9. The molecular weight and conversion rate variation of PQASC-SA according to the initiators

Conditions	Products	PQASC-SA-7	PQASC-SA-8	PQASC-SA-9	PQASC-SA-10
Molecular weight		65,420	56,126	50,954	44,668
Initiators	APS	0.002	0.003	0.004	0.008
	SBS	0.002	0.002	0.002	0.004
Conversion rate(%)		99.5	99.4	99.4	99.3

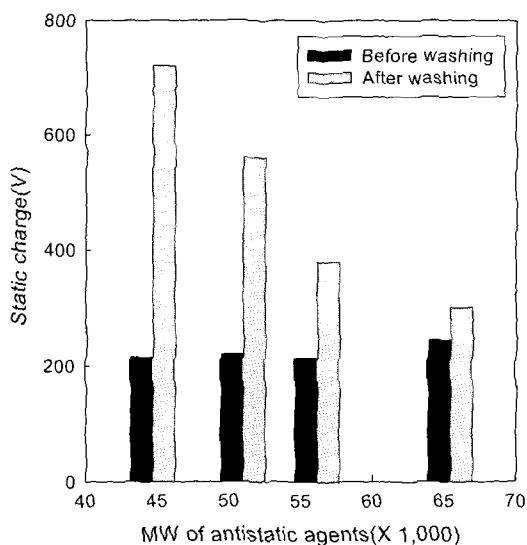


Fig. 8. Antistatic properties of polyester fabrics treated with antistatic agents and washed for 10 times according to the molecular weight of antistatic agents.

실험을 하였다. 조성의 변화를 시도한 성분은 butyl acrylate(BA), 2-ethylhexyl acrylate(2-EHA) 두 성분이며 이 성분은  $T_g$ 가 낮아 조정이 가장 용이한 성분인데 BA의  $T_g$ 가  $-54^{\circ}\text{C}$ 이고, 2-EHA의  $T_g$ 가  $-85^{\circ}\text{C}$ 이므로 합성물의 전체  $T_g$ 를 저하시키기 위해서는 BA를 2-EHA로 변경하면 낮은  $T_g$ 를 얻을 수 있었다.

이들 아크릴 단량체의 조성 변화에 따른 합성물의  $T_g$  및 전환율을 Table 10에 나타내었는데 2-EHA로 변경함에 따라 BA를 사용하였을 때 보다 약  $18^{\circ}\text{C}$  낮음을 확인할 수 있다. 또한 대전성 및 태(굽힘), 색차의 물성결과는 Fig. 9과 Fig. 10에 각각 나타내었는데, 실험결과에서도 알 수 있듯이 2-EHA의 부드러운 단량체의 사용비율을 증

가할수록 대전성과 색차에는 큰 변화를 보이지 않으나 태에서는 많은 물성적인 차이를 나타내는데  $T_g$ 를 낮게 합성한 경우인 PQASC-SA-13의 경우가 가장 양호한 태를 보이는 것으로 판단된다. 따라서 실험결과  $T_g$ 가 가장 낮은 PQASC-SA-13의 경우 촉감이 부드럽고 다른 물성도 어느 정도 유지하는 것으로 나타났다.

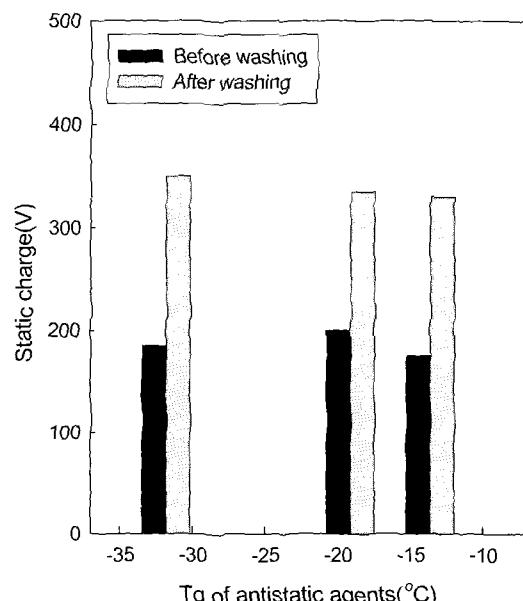


Fig. 9. Antistatic properties of polyester fabrics treated with antistatic agents and washed for 10 times according to the  $T_g$  of antistatic agents.

상기 조성으로 합성한 대전방지제의 구조를 확인하기 위해서 각각 FT-IR을 사용하여 일반 아크릴 중합체(PA-2), 아민첨가 중합체(PQAS-6), 최종 내구 대전방지제 중합체(PQASC-SA-13)를 분석한 결과를 Fig. 10에 나타내었다. 그림을 살펴

Table 10.  $T_g$  and conversion rate variation of PQASC-SA according to the acrylic monomers

Conditions	Products	PQASC-SA-11	PQASC-SA-12	PQASC-SA-13
$T_g$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		-31.8	-19.11	-13.62
Acrylic monomers	BA	0.4	0.2	0.0
	2-EHA	0.0	0.2	0.4
Conversion rate(%)		99.5	99.4	99.4

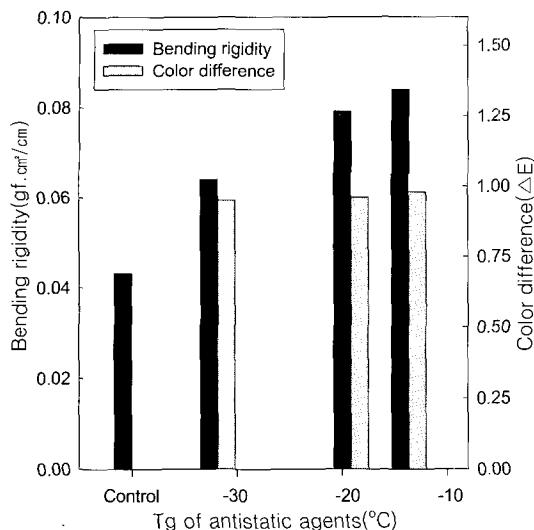


Fig. 10. Bending rigidity and color difference properties of polyester fabrics according to the  $T_g$  of antistatic agents.

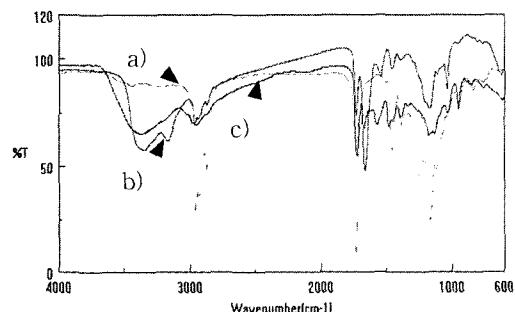
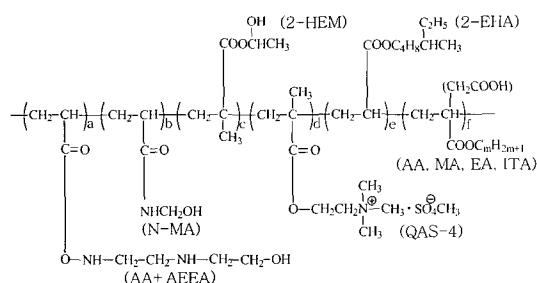


Fig. 11. FT-IR spectra of antistatic agents ;  
a) PA-2(Synthesis of acrylic monomer)  
b) PQAS-6(Synthesis of QAS)  
c) PQASC-SA-13 (Final antistatic agent).



Scheme 3. Structure of synthetic antistatic agents

보면 FT-IR 피크 중  $1660\text{cm}^{-1}$ 에 아마이드 결합 피크의 작용기는 PA-2 중합체에서는 나타나지 않

았으나 아민이 첨가된 PQAS-6, PQASC-SA-13에서는 확인이 되고,  $1735\text{cm}^{-1}$ 에 에스테르( $>\text{C=O}$ )의 신축진동 피크가 나타나서 전체적으로 에스테르 형태의 공중합체가 이루어졌음을 확인할 수 있다. 이러한 Fig 11의 FT-IR 스펙트럼의 측정결과로 부터 분자구조를 추정하면 Scheme 3의 형태를 가질 것으로 예상되며, 이러한 분자 구조는 이 실험에서 개발하고자 하는 고분자 합성체의 기본 골격구조이다.

### 3.2 합성 대전방지제를 사용한 직물 가공

#### 3.2.1 대전방지제 농도에 따른 대전성 변화

##### 3.2.1.1. 내구 대전성

합성한 내구 대전방지제(PQASC-SA-13)의 농도를 0.5%, 1%, 2%, 4%로 달리 하였을 때 각각의 농도에 따른 마찰대전압을 세탁전과 세탁 10회 후에 측정한 값을 Fig. 12에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 세탁전 초기 마찰 대전압은 0.5%의 낮은 농도에서도 대전압이 842V로 낮은 대전압을 나타내고 있고, 세탁후에도 950V로 미처리 직물의 세탁후 대전압 5,520V에 비해 현저히 낮은 값을 보이고 있다.

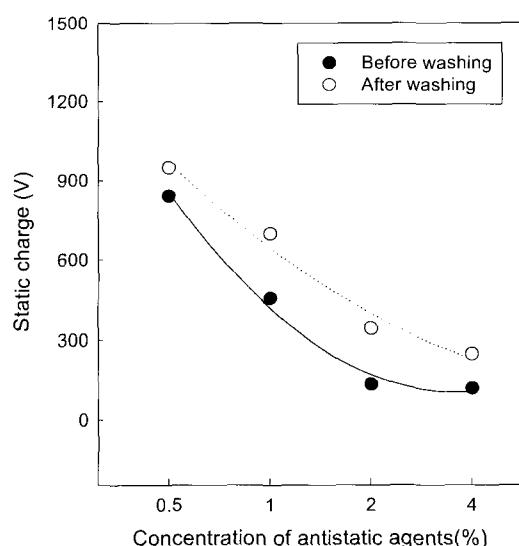
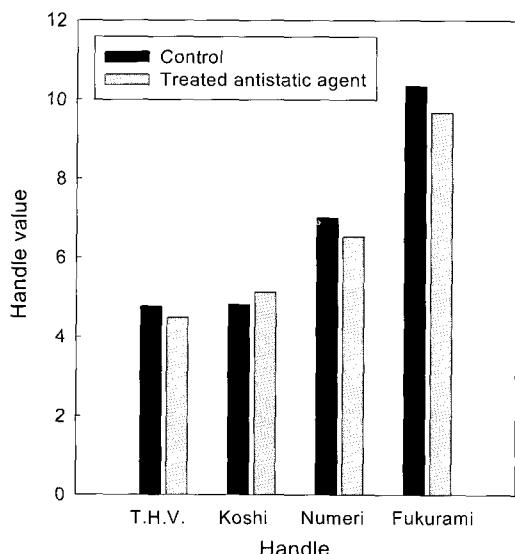


Fig. 12. Antistatic properties of polyester fabrics treated with antistatic agents and washed for 10 times according to the concentration of antistatic agents(PQASC-SA-13).

10회 세탁후의 마찰 대전압은 초기 대전압보다 약간 떨어지는데 이것은 표면에 도포되어진 대전

방지제 중 섬유와 화학적 결합을 하지 않은 것들이 물리적인 처리에 의해 떨어져 나간 것이라고 생각한다. 그러나 합성된 대전방지제의 경우 농도 2%에서 초기 대전압은 135V, 10회 세탁 후 마찰 대전압은 344V로 우수한 대전성을 확인할 수 있어 내구성을 갖고 있다고 할 수 있다.



**Fig. 13.** Handle properties of polyester fabrics treated with antistatic agents.  
(Koshi, Numeri, Fukurami-Strong : 10, weak : 1,  
Lady dress T.H.V.-excellent : 5, poor : 1)

폴리에스테르 직물은 반응을 진행할 작용기를 가지지 않기 때문에 내구성을 유지하기 위해서는 고분자 중합체가 가교성을 가질 경우 필라멘트 사이에 가교를 형성하여 접착될 수 있으며, 이 연구의 이론도 이러한 가교성을 근거<sup>11)</sup>로 진행된 것이라고 할 수 있다.

### 3.2.2 대전방지제와 태변화

미처리 시료와 PQASC-SA-13을 2%의 농도로 처리한 폴리에스테르 직물을 KES-FB system으로 인장, 압축, 전단, 굽힘, 표면 등의 16개 항목을 측정하여 여성용 드레스용지로 적용하였을 때 T.H.V.(Total handle value)와 Koshi, Numeri 및 Fukurami의 값을 Fig. 13에 나타내었다.

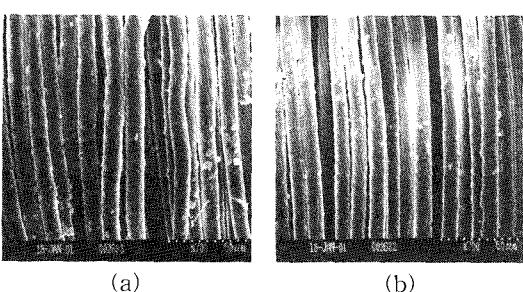
이들의 결과에서 알 수 있는 바와 같이 강연도 특성의 Koshi는 합성분이 미처리 시료보다 약간 강하고, 유연성의 특징인 Numeri와 Fukurami는 약간 낮게 측정되어 대전방지제 처리된 폴리에스

테르 직물의 유연성이 약간 부족하였다. 그러나 여성용 드레스 용도의 T.H.V. 값이 4이상을 유지함으로서 대전방지제 처리 직물을 여성용 드레스 등으로 활용하는데 문제가 없다고 판단된다.

### 3.2.3 SEM에 의한 표면 관찰

세탁에 대한 내구성은 대전방지제가 직물에 거듭되는 세탁에 대하여 어느 정도 부착되어 있는가가 큰 비중을 차지할 것으로 생각된다. 합성섬유 중 특히 폴리에스테르 직물은 결합 반응을 일으키는 작용기를 가지지 않기 때문에 특정 약제가 직물에 직접 화학결합을 할 수 없다. 그러나 고분자 중합체가 가교성을 가질 경우 직물의 필라멘트 사이에 가교를 형성하여 접착될 수 있어, 합성된 대전방지제도 이러한 가교성을 근거로 내구성이 유지된다. 따라서 이러한 합성 대전방지제가 직물에 부착된 정도를 가장 쉽게 판단하기 위하여 전자현미경으로 확인하였으며 그 결과를 Photo 1에 나타내었다.

폴리에스테르 직물에 PQASC-SA-13을 5% 농도로 처리한 다음 10회 세탁 전후의 상태를 700배로 확대하여 나타낸 것으로 사진에서 알 수 있는 바와 같이 마찰대전압 측정 결과와 상호 일치하는 것을 확인할 수 있다. 세탁전의 초기 형태뿐만 아니라 10회 세탁 이후에도 합성 대전방지제의 부착 정도가 크게 차이나지 않음을 확인할 수 있었다.



**Photo. 1.** SEM photographs of polyester fabric treated with synthetic antistatic agents.  
(a) before washing, (b) after 10 times of washing,  
concentration of antistatic agents : 5%

### 3.2.4 기타 물성 변화

합성 대전방지제 처리 직물의 기타 물성을 확인하기 위하여 폴리에스테르 직물에 PQASC-SA-13을 2% 농도로 처리하고 미처리 시료와 세탁과 마찰 견뢰도, 처리전후의 색차 및 인열과 인장 강도 등을 각각 측정하여 그 결과를 Table 11

**Table 11.** Properties of polyester fabric treated with antistatic agents

Antistatic agents	Fastness (grade)		Strength		Color difference ( $\Delta E$ )
	Washing (stain)	Rubing (wet)	Tearing (g)	Tensile (kg/cm <sup>2</sup> )	
Control	4-5	4-5	1830	171.18	-
PQASC-SA-13	4-5	4-5	1850	173.37	0.98

\* Concentration of antistatic agents ; 2%

에 나타내었다. 이를 결과에서도 알 수 있는 바와 같이 세탁 및 마찰견뢰도는 4~5급으로 비슷한 수준을 유지하였으며, 인열과 인장강도도 비슷하였다. 색차의 경우에는 아크릴 수지계통의 가공제를 사용하였기 때문에  $\Delta E$  값이 0.98로 다소 변화가 있다. 그러나 통상적으로  $\Delta E$  값이 1이하가 되면 큰 문제가 없다고 판단되어 합성 대전방지제에 의한 색차변화는 큰 문제가 되지 않는 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

폴리에스테르 섬유에 대해 친화력이 있는 아크릴계 단량체를 기본으로 지지 고분자를 중합하고, 4급 암모늄염을 혼입 합성하여 대전방지성을 부여하였으며, 섬유와의 결합력 증진 등의 목적으로 가교제를 혼입하여 고분자 중합체와 처리 직물과의 가교화를 통하여 세탁 내구성을 증진시킴으로써 폴리에스테르 섬유용 내구성 대전방지제를 합성하였다. 그리고 합성된 대전방지제를 폴리에스테르 직물에 처리하고, 폴리에스테르 섬유의 대전성, 처리 직물의 태변화 및 기타 물성에 대해 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다

- 1) 폴리에스테르 섬유에 적용할 우수한 대전방지제의 합성에서 아크릴계 단량체와 각각의 조성비는 아크릴산(AA) 0.05mol, 메타크릴레이트(MA) 0.05mol, 에틸아크릴레이트(EA) 0.2mol, 이타콘산(ITA) 0.02mol, 2-에틸헥실아크릴레이트(2-EHA) 0.5mol일 때이며, 이때 중합 개시제로는 암모늄퍼슬레이트(APS) 0.004mol과 소다음바이솔파이트(SBS) 0.002mol에서 고효율의 중합 전환율을 얻을 수 있다.
- 2) 합성된 고분자 중합체가 폴리에스테르 직물에 우수한 대전방지성을 부여하기 위해서 아

민으로는 2-디메틸아미노에틸메타아크릴레이트(DMA) 1mol과 양이온화 보조제로 디메틸술레이트(DMS) 1mol으로 4급 암모늄화합물(QAS)을 합성하였다. 합성한 QAS에 의한 폴리에스테르 섬유에의 대전성은 아크릴 단량체에 혼입된 QAS 투입량이 1.2mol 일 때가 가장 낮은 380V 마찰대전압을 나타내어 우수한 대전성을 부여할 수 있다.

- 3) 합성된 QAS 대전방지제가 폴리에스테르 섬유와의 우수한 내세탁성을 부여하기 위해서 아크릴 단량체와 QAS의 중합체인 PQAS 합성체에 가교제와 아민으로 메탄올아크릴아마이드(N-MA) 0.6mol, 2-하이드록시에틸메타아크릴레이트(2-HEMA) 0.1mol 및 아미노에틸에탄올아마이드(AE EA) 0.1mol을 각각 혼입하여 여러 가지 대전방지제를 합성하였다. 합성된 PQASC-SA-1~13의 중합체 중 PQASC-SA-13이 합성 대전방지제로서 폴리에스테르 섬유를 처리하였을 때 초기 대전압뿐만 아니라 세탁 10회 이후에도 대전압이 500V 이하의 낮은 대전압을 유지하는 것으로 보아 우수한 대전방지성과 함께 우수한 내구성을 가지고 있음을 알 수 있다.
- 4) PQASC-SA-13의 합성된 대전방지제로 처리한 폴리에스테르 직물의 태변화를 보면 Koshi의 경우 미처리 직물에 비해 약간 높게 나타났고, Numeri와 Fukurami는 약간 낮게 나타났으며, 합성 대전방지제로 처리된 직물의 유연성은 부족하였으나 T.H.V. 값은 거의 비슷하여 큰 차이를 발견할 수 없다.
- 5) PQASC-SA-13의 합성된 대전방지제로 처리한 폴리에스테르 직물의 인장강도, 인열강도 및 각종 견뢰도의 측정에서는 큰 변화가 없다. 그리고 대전방지제 처리에 의해 색상변화는 있으나 미처리 직물과의  $\Delta E$  값의

차이가 1이하이므로 현저히 색상의 차이가 나타나지 않는 수준이다.

### 참고문헌

1. 吉岡 勲, “新・導電性の樹脂実際技術”, p127, シーエムシー, 1988.
2. H. S. Park, D. W. Park, and W. J. Kim, *HWAHAK KONGHAK*, **28**(4), 403(1990).
3. Cohen, A, *J. Wred. Ann.*, **64**, 217(1898).
4. M. Tamber, J. L. Cope, and J. L. Jerome, U. S. Patent, 4,737,156(1988).
5. 橋詰忍, *加工技術*, **19**, 1, 19(1984).
6. 小杉元吳, *加工技術*, **22**, 9, 603(1987).
7. H. S. Park, Y. G. Kim, J. S. Bea, and H. C. Choi, *Polymer(Korea)*, **14**(2), 153(1990).
8. H. S. Park, Y. G. Kim, J. S. Bea, and H. C. Choi, *Polymer(Korea)*, **14**(3), 211(1990).
9. H. S. Park, D. W. Park, and W. J. Kim, *HWAHAK KONGHAK*, **28**(4), 403(1990).
10. J. H. Keun, Y. G. Kim, and H. S. Park, *Journal of Korean Fiber Society*, **28**, 715(1991).
11. S. J. Oh, H. S. Park, and J. S. Bae, *Journal of Korean Fiber Society*, **29**, 429(1992).
12. 日本分析化學會, “分析化學便覽 改訂4版” p.343, 丸善株式會社, 1993.
13. 北原文雄, 早野茂夫, 原一郎, “界面活性剤の分析と試験法”, p.125, 講談社, 日本, 1982.
14. George Odian, “Principles of Polymerization”, p.201, Second Edition, John wiley & sons, 1996.
15. Dieter O. Hummel, “Atlas of Polymer and Plastics Analysis”, p.442, Volume 1, 3rd, completely revised edition, Hanser Publisher Munich, Vienna, New York, Barcelona, 1991.
16. T. Fujimoto, “New Introduction to Surface Active Agent”, p.65, Sanyo Chemical Industry, LTD., Japan, 1985.
17. Atlas Chemical Co., Brit. Patent, 953496 (1964).
18. Dieter O. Hummel, “Analysis of Surfactants Atlas of FTIR-spectra with Interpretations”, p.142, Hanser Publisher, Munich, Vienna, New York, 1996.
19. K. E. Johnson, A. L. Pometto III, and Z. L. Nikolov, *Applied and Environmental Microbiology App.*, 1155, (1993).
20. F. Warson, “The application of synthetic resin emulsions”, p.713, Ernest Benn Limited, London, 1978.
21. P.K.T. Ordring BA, G. Hayward, “A manual of resins for surface coatings”, p.121, SITA Technology, 1987.