

황산화 폴리아크릴형 내구성 대전방지제에 관한 연구

박홍수 · 박대원* · 김우재**

명지대학교 공과대학 화학공학과

*부산대학교 공과대학 화학공학과

** (주)럭키 생활용품연구소

(1990년 1월 17일 접수, 1990년 5월 17일 채택)

Studies on the Durable Antistatic Agent of Sulfated Polyacrylate and Additives

Hong Soo Park, Dae-Won Park* and Woo Jae Kim**

Department of Chemical Engineering, College of Engineering, Myong Ji University, Seoul 120-728, Korea

*Department of Chemical Engineering, College of Engineering, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

** Household Goods Research Institute, Lucky Corp., Cheongju 360-290, Korea

(Received 17 January 1990; accepted 17 May 1990)

요 약

4급화 2-dimethyl aminoethyl methacrylate(DMAC)와 N-methylol acrylamide(MAA)를 공중합시켜 모체수지 poly(DMAC-MAA)를 합성하고, 합성된 용성 공중합체에 높은 흡습성을 가진 lithium chloride와 sodium gluconate를 블렌딩시켜 PET 섬유용 대전방지제를 제조하였다. 제조된 대전방지제를 PET 직물에 단독 혹은 수지비용으로 처리한 후 내세탁성 실험결과 낮은 표면저항, 적은 값의 마찰대전압 및 짧은 감쇄 반감기 값을 가지는 양호한 대전방지제임이 입증되었다.

Abstract—Base resin of poly(DMAC-MAA) copolymer was synthesized by copolymerizing N-methylol acrylamide(MAA) with quaternized 2-dimethyl aminoethyl methacrylate(DMAC). Antistatic agent treating to PET woven fabrics was prepared by blending water soluble poly(DMAC-MAA) with lithium chloride and sodium gluconate having high hygroscopic properties. Treating with and without resin to PET textile and washing tests revealed that the synthesized antistatic agents were good durable ones having low surface resistance, small frictional voltage and short decay half time of electric charge.

1. 서 론

대전현상은 일찍이 기원전 6세기경에 그리이스 Thales에 의해 호박이 마찰되어 먼지를 끌어당기는 것에서 정전기 현상으로 기술되었으며, 그 후 18세기 들어와 Helmholtz[1]에 의하여 (+), (-)의 전기 2종류의 형성됨을 알았고 대전압이 생기는 것을 계산으로 규

명하였다. Cohen[2]은 유전율이 큰 물질과 작은 물질을 마찰하면 큰 쪽이 (+)로, 작은 쪽이 (-)로 대전하고 대전량은 두 물체의 유전율의 차에 비례함을 발견하였으며, Hersh와 Montgomery[3]는 마찰대전열을 조사했는데 양모, 나일론, 인모 등의 아미노 결합을 가진 섬유는 (+)에 대전하고 폴리에스테르, 폴리아크릴계 섬유는 (-)에 대전함을 밝혔다. 이와 같이 섬유를

마찰하면 대전하게 되는데 이것은 섬유간에 전하가 이동[4-6]하기 때문이라고 알려져 있다. 즉 두 가지 물질을 마찰시키면 양 물질간의 전자 또는 이온의 이동이 일어나 전하가 발생한다. 그러나 최근의 섬유 즉 고분자 물질과 같은 절연체에서는 발생한 전하가 누설[7]되지 않고 고분자 표면에 축적되는 현상이 일어난다. 합성섬유에 쓰이는 대전방지제는 주로 표면도포용이 많이 사용되는데 이는 성형 후의 고분자 표면에 도전성 물질의 수용액 또는 용제용액을 도포하여 표면에 균일한 도전성 박막을 형성시키는 방법으로 계면활성제가 주로 사용된다.

표면도포용 대전방지제 중 일시성 대전방지제[8-12]가 지금까지 많이 사용되어 왔는데, 일반적으로 수용성이 많고 흡수성이 풍부한 것이 많지만, 세탁에 의한 유출이나 균일한 도전성 박막배열의 뒤떨림 등에 의해 친수성기의 연속층에 결점이 생겨 대전방지능이 저하되기 쉬운 단점을 지니고 있다.

따라서 최근에는 내구성 향상을 목적으로 가열 경시변화에 의한 내부에서의 이동이 없고 세탁에 의해 쉽게 탈락되지 않는 접착성이 우수하고 강한 연속피막을 형성하는 고분자형 계면활성제가 주목을 받고 있다.

즉 표면도포용에 내구성을 부여할 목적으로 대전방지제의 고분자화가 많이 시도되어 Vigo와 Bruno[13]는 천연 및 합성섬유에 crosslinked polyethylene glycol을 사용하여 처리하였고, Tambor 등[14]은 hydroxyethyl cellulose graft copolymer를 셀룰로우스 섬유에, Maity 등[15]은 아크릴아미드와 diallyl dimethyl ammonium chloride의 혼합물을 폴리에스테르 직물표면에 공중합시킨 내구성 대전방지제의 제조사례도 있고, 이외에도 다수의 보고[16-18]가 있다.

최근의 일본의 Kyou Wa Gas Co.[19]에서 아크릴계 수지와 착이온성 유기붕소 화합물 및 fatty acid monoglyceride를 블렌딩시켜 내세탁이 극히 우수한 내구성 대전방지제를 개발한데 착안하여, 본 연구에서는 2-dimethyl aminoethyl methacrylate를 dimethyl sulfate로 양이온화 시킴과 동시에 N-methylol acrylamide와 공중합시켜 백색 점조상의 수용성 중합체를 합성하고 여기에 흡수성을 가진 무기염인 lithium chloride와 sodium gluconate를 블렌딩시켜 내구성 대전방지제를 제조하였다.

제조된 대전방지제를 polyethylene terephthalate (PET) 직물에 단독 및 수지병용으로 처리하고 세탁전 후에 있어서의 전기저항, 마찰대전압 및 대전하 감소 특성 측정 등[20]의 물성치를 비교 검토하였다. 또한

대전방지제 열처리온도, 사용농도 및 세탁 횟수의 변화에 따른 초기전압, 반감기 및 흡수도 측정 등을 통하여 제조된 대전방지제가 내구성 대전방지제임을 입증하는데 중점을 두고 연구하였다.

2. 실험

2-1. 합성원료

2-Dimethyl aminoethyl methacrylate(DMA)[Tokyo Kasei Co.]는 1급시약을 묶은 아황산나트륨 수용액, 5% 수산화나트륨 수용액, 20%의 식염수의 순서로 세정하고서 무수황산나트륨 상에서 24시간 건조 후 40°C에서 감압증류하였다. Ammonium persulfate(APS)[Kanto Chemical Co.]는 1급시약을 30°C의 물로 재결정시켜 CaCl₂상에서 감압건조시켰다. 기타 potassium persulfate(PPS), ammonium acetate(AAT), N-methylol acrylamide(MAA), dimethyl sulfate(DMS), lithium chloride anhydrous(LCA) 및 sodium gluconate(SGC) 등은 모두 1급시약을 그대로 사용하였다.

2-2. DMA의 양이온화

가열기, 교반기, 적가용 여두, 환류냉각기 및 온도계를 붙인 4구 플라스크에 DMA 39.3g(0.25 mole)과 ethyl cellosolve 40g을 가하고 DMS 15.8g(0.13 mole)을 45°C에서 1시간 동안 서서히 적가시켜 DMA를 양이온화시켰다. 물에 완전용해되는 것을 반응종말점으로 하여 반응을 중지시키고 25°C로 냉각하여 석출된 내용물을 여과한 후 다량의 THF 용액 중에 침전시켜 30°C, 5 mmHg 하에서 48시간 감압건조시켜 무색투명 액상의 양이온화물(DMAC)을 얻었다.

2-3. DMAC와 MAA와의 공중합

200 ml 4구 플라스크에 DMAC와 MAA를 넣고 redox계 수용성 촉매인 APS, PPS 및 AAT를 반응조건에 맞추어 변화시켜 가면서 가한 후 질소기류하에서 70°C에서 3시간 반응시켜서 유백색 paste 상 poly(DMAC-MAA)를 얻었다. 이것을 다량의 크실렌으로 침전시켜 30°C, 5 mmHg 하에서 48시간 감압건조시켰다. 이것과 별도로 DMAC와 MAA의 단중합체 poly(DMAC)와 poly(MAA)도 동시에 합성하였다.

poly(DMAC-MAA) 합성에 있어서의 반응조건과 물성 등을 측정하여 그 결과를 Table 1에 나타내었다.

2-4. 대전방지제의 제조

Table 1. Polymerization conditions and physical properties of poly(DMAC-MAA)

Exp. no.	Reactants				Reaction conditions		Copolymer ^{a)}		η_{int}^b	Conversion (%)
	DMAC g(mole)	MAA g(mole)	Cat g	Water g	Temp. (°C)	Time (hr)	(DMAC) Block unit (mole%)	(MAA) Block unit (mole%)		
Poly(DMAC)	14.15(0.05)	—	APS 0.3	80	70	3	—	—	0.70	73
Poly(MAA)	—	15.2(0.15)	APS 0.3	80	70	3	—	—	1.35	78
Poly(DMAC- -MAA)-1	14.15(0.05)	2.02(0.02)	APS 0.3	80	70	3	58	42	1.41	65
Poly(DMAC- -MAA)-2	14.15(0.05)	2.02(0.02)	PPS 0.3	80	70	3	51	49	1.33	61
Poly(DMAC- MAA)-3	14.15(0.05)	2.02(0.02)	AAT 0.3	80	90	10	—	—	—	—

^{a)}Determined by the integration of DMAC group and MAA group peak of NMR spectrum.

^{b)}Determined by Cannon-Fenske viscometer (Model No. 150, 20 ± 1 °C).

Table 2. Preparation of antistatic agents

Exp. no.	Polymer(g)		Materials			Blending conditions		η^* (cp)
			LCA(g)	SGC(g)	Water(g)	Temp.(°C)	Time(hrs)	
DMMA-1	Poly(DMAC)	40	5	5	50	50	1	1.3
DMMA-2	Poly(MAA)	40	5	5	50	50	1	2.4
DMMA-3	Poly(DMAC-MAA)-1	40	—	—	50	50	1	2.2
DMMA-4	Poly(DMAC-MAA)-1	40	5	5	50	50	1	2.0
DMMA-5	Poly(DMAC-MAA)-2	40	5	5	50	50	1	1.8

*Viscosity was measured by Cone-plate viscometer with 30% water solution of DMMA at 25 ± 1 °C.

대전방지제의 모체수지인 단중합체와 공중합체에 흡수성의 성질을 가진 무기염들을 블렌딩하여 대전방지제(DMMA)를 제조하는 혼합조건을 일괄하여 Table 2에 나타내었다.

2-5. 대전방지 가공시험

DMMA를 100% PET가공사 직물에 다음과 같이 처리하여 그 성능을 시험하였다.

2-5-1. 배합

단독처리시의 대전방지제 용액의 조성은 DMMA 각 10-20g/l 수용액으로 하였다. 수지병용시의 용액의 조성은 DMMA 수용액 10-20g/l을 취하고 수지로서 Sumitex resin M-3(Sumitomo Chemical Co., 멜라민계, control resin) 3g/l과 촉매인 Sumitex accelerator ACX(Sumitomo Chemical Co., amine salt계) 0.3g/l 수용액을 택하였다.

2-5-2. 처리조건

시료를 30°C에서 2분간 1 dip, 1 nip padder로 2회 padding 하였다. Padding은 Pneumatic heavy padeler(Unenoyama Kiko Co., 공기압착형)로 wet pick-up

[21]이 80 wt%가 되도록 하였다.

예비건조는 열풍식 순환건조기(Lewis Corporation Co.)로서 100°C에서 2분간 건조하였으며, 열경화[22]는 Flat bed press(Toyo Seiki Seisaku-sho Ltd.)로서 180°C에서 1분간 경화시켰다.

2-6. 대전방지 시험

대전방지 시험 중 전기저항 측정은 Fibre conductance tester(Taiki Industrial Co., model Texor-23), 마찰대전압 측정은 Friction electric charge voltmeter(Rion Co., model E-1401)로서 하였는데, 처리조건은 회전수 600 rpm이고 마찰직물은 면직물로 하였다. 초기전압과 반감기 측정은 Static honestometer[20](Saitowa Technical Co., model Hotac S-4104)를 사용하여 방전전압은 +10,000 volt, 전극시료간 거리는 1.5 cm 및 회전수는 1,500 rpm으로 하였다. 이상 3가지 측정의 환경은 온도 25 ± 1°C, 상대습도 60 ± 1%였다.

2-7. 흡수도 측정

흡수도의 측정은 적하법[23]으로 하였는데 시험횟

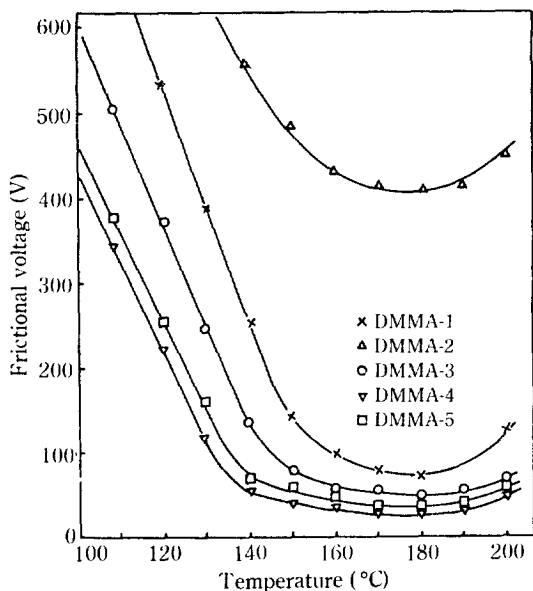


Fig. 1. Effect of treating temperature on frictional voltage of DMMA in independent treatment.

수는 10회로 하였고 그 평균치를 취하였다.

2-8. 세탁시험

Marseilles soap 0.5g, 탄산나트륨 0.2g 및 물 100g 으로 이루어진 세정액을 사용하여 $70 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 45분간 S · J · K laundry tester(Showa Jaki Co.)를 사용하여 세탁하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 열처리 온도

각종 대전방지제의 적정 열처리 온도를 추정하기 위하여 PET 직물에 DMMA를 2-5에서와 같이 단독처리하여 각각의 시료를 100-200°C까지 온도를 변화시키면서 1분간씩 열처리시킨 후 2-6의 여러 가지 측정 중 마찰대전압을 측정하여 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

Fig. 1은 열처리 온도에 따른 마찰대전압을 plot한 것인데 모두 160-180°C에서 최고의 대전방지 효과를 보이고 있어 이 범위가 적정 열처리 온도임을 알 수 있었고 DMMA계열 중 대전방지성은 DMMA-4 > DMMA-5 > DMMA-3 > DMMA-1 > DMMA-2의 순서로 양호하게 나타났다.

3-2. 사용농도

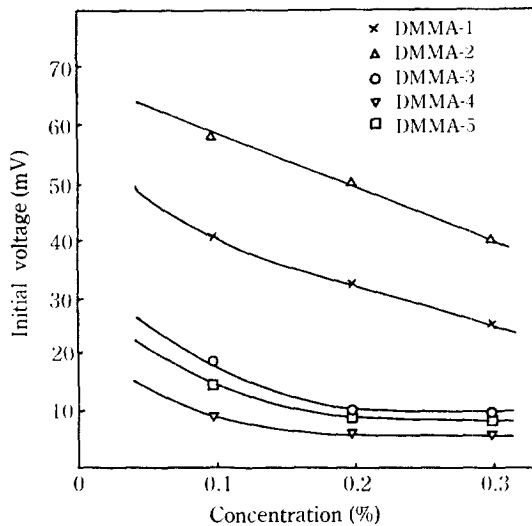


Fig. 2. Relation between treating concentration and initial voltage of DMMA in initial treatment.

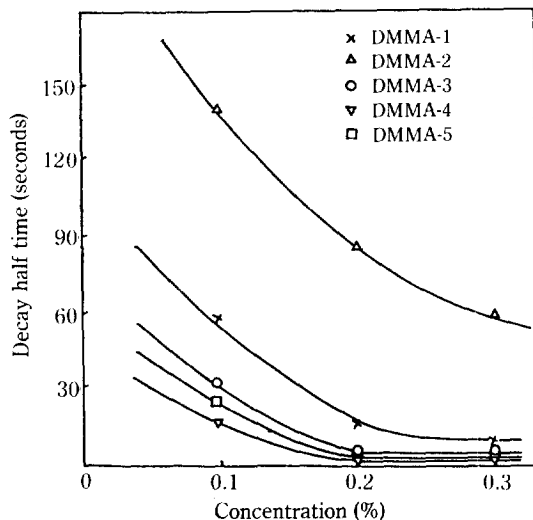


Fig. 3. Decay half time of antistat treated fabrics as a function of concentration.

DMMA류를 농도 0.1, 0.2, 0.3%(owf)로서 2-5의 조건으로 단독처리한 다음 Static honestometer로서 초기전압과 반감기를 측정한 후 농도를 따라 plot한 결과를 Fig. 2와 3에 각각 표시하였다.

Fig. 2에서 DMMA-3, -4, -5는 0.2-0.3%(owf)에서 낮은 초기전압 상태를 나타내어 우수한 대전방지 효과를 나타내었으나, DMMA-2의 경우는 매우 불량하게 나타났다. Fig. 3에서 DMMA-3, -4, -5는 낮은 반감기를, DMMA-1, -2는 높은 반감기를 나타내었다. 따

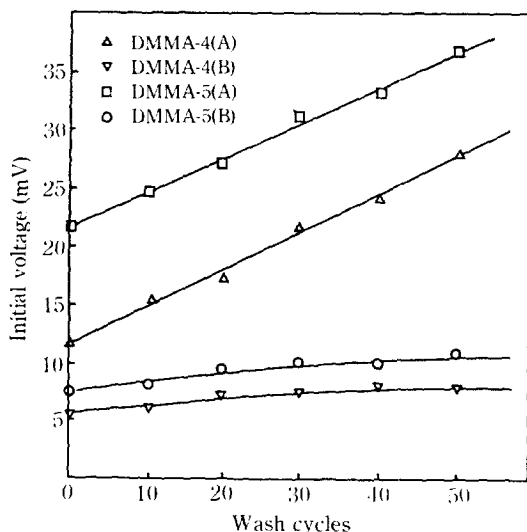


Fig. 4. Initial voltage on antistat treated fabrics as a function of wash cycles.

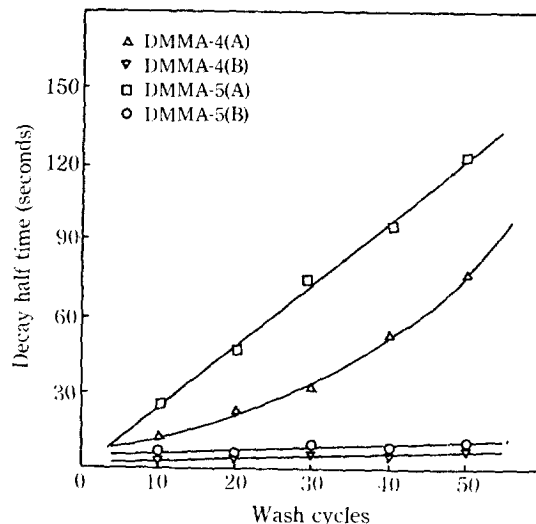


Fig. 5. Decay half time on antistat treated fabric versus wash cycles.

라서 Fig. 2와 3의 결과를 보아 적정 사용농도는 0.2-0.3 % (owf) 임이 밝혀졌다.

3-3. 열처리 온도에 따른 내세탁성 거동

DMMA-4와 DMMA-5를 PET 직물에 단독처리하여 140°C에서 열처리시켰을 때를 각각 DMMA-4(A), DMMA-5(A)라 하고 180°C에서 열처리시켰을 때를 DMMA-4(B), DMMA-5(B)라 할 때, 세탁 50회 처리시의 초기전압과 반감기와의 관계를 Fig. 4와 5에 각각 plot하였다.

Fig. 4에서 DMMA-4(B)의 초기전압이 최소값을 나타내었고 DMMA-5(A)가 최대값을 나타냈으며 세탁횟수의 증가에 따라 DMMA-4(B)와 DMMA-5(B)의 초기전압은 큰 변화가 없었으나 DMMA-4(A) DMMA-5(A)의 초기전압은 계속 상승하였다.

또한 Fig. 5에서 DMMA-4(B)와 DMMA-5(B)의 반감기의 증가속도는 세탁횟수 50회까지 큰 변화가 없어서 내세탁성이 강함을 보여 주었고 DMMA-4(A)는 세탁 20회까지는 만족스러웠으나 그 이상에서는 내세탁성이 결여되었다. 한편, DMMA-5(A)의 경우는 세탁횟수의 증가에 따라 반감기가 계속 상승하여 내세탁성이 거의 없음이 밝혀졌다.

따라서 Fig. 4와 5의 결과치를 보아 열처리 온도가 내세탁성에 미치는 영향이 얼마나 큰가를 보여주었으며 적정 열처리 온도가 내구성 대전방지제의 한 인자임을 알 수 있었다.

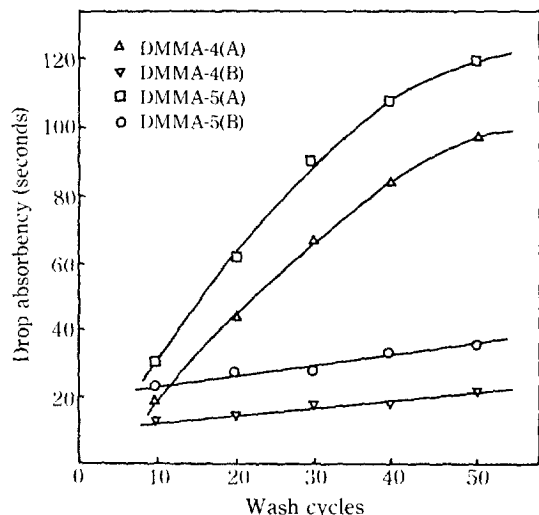


Fig. 6. Drop absorbency time plotted against wash cycles.

3-4. 열처리 온도가 친수도에 미치는 영향

대전방지제는 섬유표면에 도전성 박막을 형성[7]하는 것으로 알려져 있다. 따라서 흡수도는 친수도와 관계가 깊은데, 이는 섬유표면에서 대전방지제의 친수성기가 공기 중의 물분자와 수소결합을 형성하기 때문이다[24]. 즉 대전방지제의 친수성 부분을 고분자측에, 친수성 부분을 공기측에 향하도록 배향해서 최고 표피층에 친수성기가 분극해서 대기 중의 수분을 흡착한다. 흡착된 물은 수소결합을 형성해서 고분자의 표

Table 3. Antistatic effect on woven fabrics of PET textured yarn

Antistatic agent	Testing condition		Surface resistance (Ω)	Frictional voltage (V)	Static honestometer	
					Initial voltage (mV)	Half Life (sec)
Blank	IT ^{a)}	Just treated	1×10^{12}	6000	100.0	180 <
	CT ^{b)}	Washed 5 times	1×10^{12}	5800	100.0	180 <
	IT	Just treated	1×10^{12}	4200	95.3	180 <
	CT	Washed 5 times	1×10^{12}	4500	98.1	180 <
DMMA-1	IT	Just treated	5×10^8	70	25.4	3.4
	CT	Washed 5 times	7×10^9	85	22.0	3.0
	IT	Just treated	3×10^9	80	30.3	4.8
	CT	Washed 5 times	2×10^{10}	95	28.4	6.8
DMMA-2	IT	Just treated	8×10^{11}	410	40.1	60
	CT	Washed 5 times	7×10^{11}	375	39.0	59
	IT	Just treated	1×10^{12}	3700	96.0	150
	CT	Washed 5 times	1×10^{12}	3800	98.0	160
DMMA-4	IT	Just treated	4×10^6	28	5.5	0.7
	CT	Washed 5 times	4×10^7	35	7.9	0.8
	IT	Just treated	8×10^6	34	6.5	1.0
	CT	Washed 5 times	5×10^7	39	8.8	1.0
DMMA-5	IT	Just treated	7×10^6	33	7.6	0.8
	CT	Washed 5 times	9×10^7	50	12.6	1.7
	IT	Just treated	3×10^7	48	10.3	1.5
	CT	Washed 5 times	5×10^8	53	15.1	2.0
Eletat M-65	IT	Just treated	8×10^7	47	9.0	0.9
	CT	Washed 5 times	8×10^8	55	16.4	2.4
	IT	Just treated	4×10^9	85	21.0	3.0
	CT	Washed 5 times	7×10^9	89	26.2	3.1
JAK-323	IT	Just treated	5×10^7	38	10.0	1.0
	CT	Washed 5 times	7×10^7	41	8.0	0.9
	IT	Just treated	2×10^7	31	7.5	0.8
	CT	Washed 5 times	9×10^7	45	8.5	1.0

^{a)} IT stands for independent treatment.

^{b)} CT stands for conjunct treatment.

면전도율을 높혀 대전방지 효과를 발휘하는 것이다.

Fig. 6은 세탁에 따른 대전방지제의 물의 흡수도를 나타낸 것인데, 세탁의 초기단계에서 흡수도는 DMMA-4(B), DMMA-5(B)와 비교해서 DMMA-4(A), DMMA-5(A) 쪽이 저하되었다. 또한 DMMA-4(B), DMMA-5(B)의 경우는 50회 세탁을 계속하여도 흡수도가 거의 일정한 반면에 DMMA-4(A), DMMA-5(A)는 각각 세탁 20-40회까지 흡수도가 급격히 상승하다가 그 이상에서는 완만한 흡수도의 증가를 나타내었다.

본 흡수도 측정에서 흡수도가 낮다는 것은 공기 중의 물분자 흡수가 많다는 것을 의미한다. Fig. 6에서 흡수도가 낮은 DMMA-4(B)와 DMMA-5(B)는 180°C의 적정 열처리 온도에서 열경화한 것으로 이들은 물분자의 흡수가 대단히 빠르므로 내구성의 우수한 대전방지제

임을 알 수 있다. 이러한 현상은 적정 열처리 온도로서 열경화하면 섬유 표면에 대전방지제의 도전성 박막 형성이 잘 되어 친수성기가 섬유표면에 쉽게 배향해서 공기 중의 물분자와 수소결합을 용이하게 해 줌으로써 결국 물분자의 빠른 흡수를 가져오는 것으로 사료된다.

3-5. 대전방지 성능의 비교 검토

DMMA계열과 시판 대전방지제 2종류를 선택하여 2-5에서와 같이 PET 가공사 직물에 단독 및 수지병용으로 처리한 후 초기와 강세탁 5회 후의 대전방지 효과와 수지와와의 상용성 및 대전방지제의 내구성 시험하여 Table 3에 표시하였다.

시판 대전방지제 중 Eletat M-65(Ipposha Oil Co., cation계)는 제 4급 암모늄의 계면활성제이고, JAK-323

(Ipposha Oil Co., cation계)은 특수고분자형으로 알려져 있다.

Table 3에서 DMMA-4와 DMMA-5는 대전방지성이 대체로 양호하였으나 DMMA-1과 DMMA-2는 현저한 성능저하를 일으켰다. 이러한 현상은 대전방지제의 모체수지가 대전방지성에 큰 영향을 끼침을 알 수 있었다. 즉, DMMA-1은 DMAC의 단중합체이고 DMMA-2는 MAA의 단중합체인데 DMAC와 MAA 각각의 단중합체는 Table 3에서와 같이 대전방지성이 약해서 대전방지제의 모체수지로 적당하지 않음을 알 수 있었다. DMMA-4와 DMMA-5의 대전방지 성능 차이는 근소하였으나 DMMA-4가 대전방지 효능이 더 좋게 나타났는데, 이것은 2-3의 공중합체 제조시의 사용촉매의 변화에 따른 모체수지의 차이점에 기인된다.

대전방지제의 상용성면을 검토해 보면 DMMA-4의 경우에 단독 및 수지병용 처리시의 마찰대전압이 각각 28 V와 34 V로서 큰 차이가 없었다. 이것은 단독처리시의 대전방지성은 양호하나 상용성의 불량으로 수지병용 처리시의 대전방지 효능이 급격히 저하되는 재래식의 제 4급 암모늄 형태의 계면활성제형 대전방지제 [25], 예를들어 본 실험의 Eletat M-65와 비교해 볼 때 DMMA류의 대전방지제는 섬유가공용 수지와 상용성이 좋은 것으로 생각된다.

또한 세탁 전후를 비교해 보면, DMMA-4의 경우 마찰대전압이 각각 28 V와 35 V로 측정되어 본 대전방지제가 세탁 전후에 있어서 대전방지 효능을 거의 변함없이 보유하고 있어 내구성도 양호한 것으로 판단된다.

한편, 공시험에서는 표면저항치가 $1 \times 10^{12} \Omega$ 마찰대전압이 6000 V, Static honestometer의 초기전압이 100 V, 반감기가 180 sec 이상이지만, DMMA-4와 DMMA-5의 경우 표면저항치가 각각 $4 \times 10^{16} \Omega$ $7 \times 10^6 \Omega$ 이고 마찰대전압이 28 V, 33 V이며 초기전압은 5.5 mV, 7.6 mV이고 반감기가 0.7 sec, 0.8 sec로 나타난 것으로 미루어 DMMA-4와 DMMA-5는 우수한 대전방지 효과를 갖고 있음을 확인할 수 있었고, 또한 시판의 2종류 대전방지제와 비교해 보아도 큰 손색이 없는 점으로 보아 앞으로 그 공업적 응용이 기대된다.

4. 결 론

내구성 대전방지제의 모체수지를 제조하기 위하여 poly(DMAC-MAA)를 합성하였고, 합성된 수용성 공중합체에 흡수성의 무기염인 LCA와 SGC를 블렌딩시켜

내구성 대전방지제(DMMA)를 제조한 후에 PET 직물에 대한 대전방지 효과를 비교 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 제조된 대전방지제는 단독 및 수지병용 처리가 가능하였고 적정 열처리 온도는 160-180°C였으며 적정 처리농도는 0.2-0.3%(owf)였다.
2. 단독 및 수지병용 처리시 어느 경우에도 PET 직물의 초기 및 5회 세탁 후의 대전방지 성능간에는 큰 변화가 없어서 내구성 대전방지제임이 입증되었다.
3. 열처리 온도가 내세탁성 및 친수도에 미치는 영향이 큼을 알았다.
4. DMMA-4와 DMMA-5는 시판의 대전방지제와 비교하여 대전방지 효과가 양호한 것으로 나타나 그 공업적 응용이 기대된다.

REFERENCES

1. Helmholtz, H.: *J. Am. Phys.*, **7**, 337 (1879).
2. Coehn, A.: *J. Wred. Ann.*, **64**, 217 (1898).
3. Hersh, S.P. and Montgomery, D.J.: *Text. Res. J.*, **25**, 261 (1955).
4. Gonsalves, V.E. and van Dongeren, B.J.: *Text. Res. J.*, **24**, 1 (1954).
5. Hersh, S.P. and Sharman, E.P.: *Text. Res. J.*, **24**, 426 (1954).
6. Cunningham, R.G. and Montgomery, D.J.: *Text. Res. J.*, **18**, 971 (1958).
7. Sugiyama, S.Z.: *Surface*, **21**, 36 (1983).
8. Henshall, A.E.: *J. Soc. Dyers Color.*, **76**, 525 (1960).
9. Marumo, H., Takai, M. and Saito, M.: *Kogyo Kagaku Zasshi*, **72**, 940 (1969).
10. Wilson, N.: *Text. Inst. Ind.*, **10**, 235 (1972).
11. Mizutani, T., Mitani, K. and Ieda, M.: *Jpn. J. Appl. Phys.*, part 1, **22**(4), 677 (1983).
12. Lewis, D.M.: *Text. Res. J.*, **54**(5), 279 (1984).
13. Vigo, T.L. and Bruno, J.S.: *J. Appl. Polym. Sci.*, **37**(2), 371 (1989).
14. Tambor, M., Cope, J.L. and Jerome, J.L.: U.S. Patent, 4,737,156 (1988).
15. Maity, N.C., Kartha, K.P.R. and Srivastava, H.C.: *Colourage*, **31**(24), 11 (1984).
16. Wilson, N.: *Text. J. Austr.*, **51**(7), 10 (1976).
17. Kimura, Y.: *Angew. Makro. Chemie*, **132**, 169 (1985).
18. Ona, I. and Ozaki, M.: *Jap. Kokai*, **88**, 23,976 (1988).
19. Kyou Wa Gas Co.: *Jap. Kokai*, **86**, 40,258 (1986).
20. Ganmo, S.: *Kogyo Kagaku Zasshi*, **69**, 1504 (1966).

21. Rath, H., Herbolsheimer, E. and Stapt. S.: *Text. Res. J.*, **30**, 201 (1960).
22. Marsh, J.T.: "An Introduction to Textile Finishing", 1st ed., p. 247, Chapman & Hall Ltd., New York (1950).
23. Venkatesh, G.M., Das, T.K. and Pal, S.: *Atira Tech. Dig.*, **13**(2), 4 (1979).
24. Holmes, F.H. and Heap, S.A.: *J. Soc. Dyers Color.*, **83**, 12 (1967).
25. Ganmo, S.: *Kogyo Kagaku Zasshi*, **72**, 940 (1969).