

합섬-직물의 대전과 그 방지

I. 서 언

합성섬유 급 합성수지제품은 현재 크게 발전하였으며 또한 신장되고 있다. 합성섬유에 있어서는 비니론, 나일론섬유를 위시하여 폴리염화비니리덴, 폴리염화비닐섬유, 폴리아크릴섬유, 폴리에스터섬유, 폴리프로필렌섬유 등으로 생산되고 있으며 이러한 섬유의 특징을 이용해서 신축성을 준 소위 스트레치사, 에라스�틱사, 벌키사 등 가공사가 있는가 하면 폴리우레탄섬유인 스팅덱스와 같은 탄성섬유가 출현하고 있다. 그러나 수다한 특징과 이용점이 허다한 합성섬유는 그 섬유자체가 소수성이고 비전도성이기 때문에 면, 견, 양모와 같은 천연섬유에서 볼 수 없는 대전에 의한 장애가 있는 결점이 있다.

대전에 의한 장애는 방사, 방적, 권사, 제직등 공정에서 일어나고 일상시에 의류를 착탈의할 때 일어나는 정전기 발생의 불쾌음이라든가 진애의 부착 등은 흔히 체험하는 바이다.

특히 합성섬유의 방적 또는 편직공정에 있어서 공정중의 섬유가 서로 반발하다던가 기계에 흡착되적하여서 섬유가 교란되어 능률과 품질이 저하하여 심해 지면 작업이 불가능하게 된다. 면방방식의 경우는 다음과 같은 상태가 일어난다.

타면공정 : 기계측벽, 커버 등에 부착되적하고 페달·롤러에 말리어 좋은 랩(Lap)형성이 불능해진다.

소면공정 : 실린더, 톱프에 심면이 증가하고 웹(Web) 중의 섬유가 섬유동지간에 반발하여 일어나는 이완설물 냅의 증가라든가 더욱 심해지면 돗파, 실린더와 테이카인에 말리고 웹의 형성이 되지 않는다.

연조공정 : 롤러에의 말림트럼페트에 부착한다던지 코일러 튜브가 막혀서
풍면이 증가된다.

조방공정 : 롤러에 말리거나 프론트 롤러와 프라이어 간의 섬유가 불안정
하여 조사형성이 불능해진다.

정방공정 : 롤러와 에프론에 섬유가 감기어 지고 모우가 심히 산발해 진다.

소모방적의 전방공정 등에는 로빙에 의하여 정전기가 발생하며 만족할만
한 방출이 곤란케 되고 파룩방식(Perlchrke)에 의한 견절기, 직방기등에는 섬
유의 마찰외에 섬유의 연신, 파단에 의해서도 다량의 정전기가 발생하여 드
래프트·존(Draft Zone)중의 섬유배열을 산란케 한다.

이와 같은 정전기장해는 소수성섬유인 합성섬유의 방적·제직에 있어서는
극히 중요한 문제인 것이며 합성섬유의 수요증대에 비례하는 대전을 방지하
는 연구는 의욕적으로 전개하여야 할 것이다.

II. 정전기의 발생

정전기의 발생기구는 극히 복잡하나 그 원인으로서는 접촉된 식층○ 급격
히 분리될 때 전자이동으로서 소위 접촉전위차로 생기는 것과, 마찰에 의한
온도상승에 기인된 여기전자의 이동, 열분해 내지는 표면수분을 흡착함으로
서 일어나는 이온의 이동, 재료의 파단에 의한 분자의 기계적 분열등이 고려
되고 있다. 그러나 실제로 정전기장해의 원인이 되는 대전량은 이상의 원인
으로 발생한 정전기 그대로가 아니다 섬유 내지는 기계부분의 표면에 존재
하는 실제의 정전기량은 발생전기량에서 방전, 전도 등으로 외부에 누설된
양을 감한 것이다.

방적공정중의 대전현상으로는 (1)섬유의 종류와 방기의 재질, (2)방출속도,
접촉압등의 섬유에 대한 작용의 강약, (3)섬유와 그 주위환경의 전도성 등의

면에서 고려할 수 있다. 여기서는 섬유의 종류의 영향으로 인한 대전성을 보기로 한다.

2종의 물질을 마찰하면 양자에 발생하는 전하의 정부는 일반적으로 대전예의 법칙을 따른다. 다음 표는 Lehmicke, Montgomery, Ballou가 작성한 대전예를 표시한 것이다.

대전예

測定者	Lehmicke	Montgomery	Ballou
↑ 例	硝子 나 이 론 羊 毛 綿 비스코-스 綿 紙 麻(라미) 醋酸人絹 合成 고무	羊毛 나 이 론 비스코-스 綿 醋酸人絹 루-사이트 데-크론 오-론 다이넬	羊毛 나 이 론 비스코-스 綿 麻(라미) 醋酸人絹 데-크론 오-론
↓ 例			

주 : “ ”는 상표, “데크론” “오론” “루사이트”는 Dupont사 “사란”은 Dow Chemical 사, “다이넬”은 Union Carbide사.

섬유는 각 분자가 선상으로 결합되어 있는 것이며 순수한 섬유자체는 전기도체는 아니고 우수한 절연체이기도 하나 그러나 섬유가공시에 발생한 마찰전기가 섬유표면에서 유출하지 못하고 정전기가 괴이게 되어서 공정진행

상 중대한 지장을 일으키게 되는 것이므로 이 정전기의 대전을 제거하는 대책이 필요한 것이다.

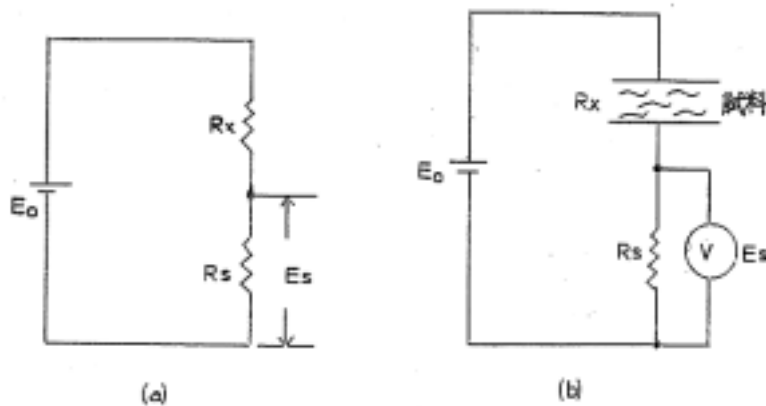
Ⅲ. 대전성의 측정방법

합성섬유의 대전방지는 방지제처리로서 그 대책이 강구되고 있지만 섬유
의 대전도의 사전탐지가 필요하다.

합섬의 대전성측정에는 전기저항도와 정전측정의 2종의 방법이 기본으로
되어 있다. 측정결과에 장차, 측정조건등의 상위에 따라 약간의 변동이 있다.

(1) 전기저항도

이 원리는 그림 (a)와 표시한 바와 같이 기저저항-표준저항-(Rs)와 미저항
(Rx)를 직렬로 결선하여 그 양단에 기저전압(Eo)를 가하고 미저항과 표준
저항의 양단에 발생하는 전압(Es)을 측정하므로서 얻어 지는 것이다.



$$\text{즉, } \frac{E_o}{E_s} = \frac{R_x + R_s}{R_s}$$

$$\text{- } R_s = \left(\frac{E_o}{E_s} - 1 \right) R_s$$

이때 표준저항으로서는 $10^8 \Omega$ 또는 $10^{10} \Omega$ 정도이고 저항치로서는 섬유는

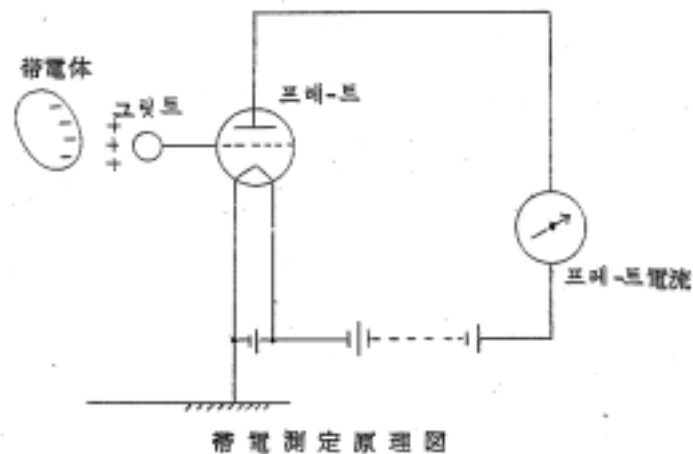
단면적에 의한 것은 곤란하므로 질량 고유저항이 사용되고 길이 1cm, 무게 1g, 단위의 저항으로 표시된다. 측정에 사용되는 전극의 형은 그림 (b)의 원리도와 같다.

요컨데 전기전도성이 양호한 섬유는 발생한 전하의 축적이 적은 것이고 대전이 불용이한 섬유는 전기저항도가 낮(低)고 대전이 용이한 섬유는 높은 것이다. 20°C, 65%의 RH의 조건하에서 측정한 섬유평직포의 전기저항도는 다음과 같다.

섬 유	표면전기저항도(Ω)
나 일 론	$>10^{13}$
폴리에스터	$>10^{13}$
아 크 린	10^{12}
폴리프로필렌	10^{13}
레 이 온	10^{10}
면	10^{10}
양 모	10^{11}
견	10^{12}

(2) 정전측정

대전방지는 적당한 습기중에서 작업을 하던지 유제를 가미해서 전도성을 개선하는 방법이 있지만 그래도 정전기가 발생하는 경우가 있으므로 그러한 상태를 측정하여 제반대책을 세워야 한다. 마찰대전압측정의 원리는 다음 그림과 같다.



이에 따라 대전체와 상대하는 측에 대전체의 전하와 반대되는 극성전하가 일어난다. 그림과 같이 대전체를 전자관의 그릿드(Grid)에 유도하면 관내의 전자류는 그릿드전위에 의하여 제어된다. 따라서 프레트전류를 측정하면 대전체의 전위를 알 수 있다.

요컨대 섬유가 대전 때문에 얻는 장애는 타종물체와의 마찰로서 발생하는 전하의 축적도와 관련되는 것이므로 합성섬유의 대전거동에 대하여 명확성을 기하려면 마찰에 의하여 발생하는 대전압과 발생전하의 소감도를 표시하는 잔류보지전압을 측정함이 필요하다.

이 방법은 측정장소의 온도, 습도, 포지의 조직, 두께등 이외에 마찰체, 마찰압, 마찰속도에 따라 결과가 다르다. 20℃ 45% RH의 조건하에서 측정한 섬유포지의 결과는 다음과 같다.

직 물	마찰대전압(V)		잔류보지전압(V)
	1분	5분	1분
나일론타흐타	1,100	1,200	200

폴리에스터타hta	2,000	3,500	3,000
아크릴머스린	700	900	500
폴리프로필렌타hta	500	600	400
면브로드	30	20	2

즉 측정조건은 마찰체피혁, 하중 30g, 회전속도 1,000회/분

IV. 정전기의 제거

섬유상에 발생한 정전기의 제거방법에는

- 1) 발생한 정전기를 중화하는 방법
- 2)발생한 정전기를 공기중에 방출하는 방법

등이 있으나 이를 기능적으로 분류하면 물리적 방법과 화학적 방법이 있다.

4-1물리적 방법

1) 섬유상에 축적된 정전기를 제거하기 위하여 섬유표면에 코로나방전을 하는 방법외에 레이드오아이소토프를 사용하는 방법이 있으며 코로나 방전법은 현재 합성섬유편직물의 가공공장에서 널리 사용되고 있다.

2) 타종섬유와의 혼용 즉, 합성섬유와 친수성천연섬유와의 혼합사용으로 합성섬유의 대전은 저하한다. 또한 대전열이 다른 섬유의 혼용으로 전하의 중화가 용이하게 된다.

3) 환경의 습도를 높이는 방법과 접지된 금속을 접촉하는 방법이 있다.

4-2 화학적 방법

화학시제를 사용하는 방법으로서는

- 1) 섬유의 화학적 개질

2) 대전방지성 고분자물과의 혼합

3) 대전방지성 시제에 의한 섬유의 표면처리

등으로 분류된다. 특히 3)에 사용되는 시제의 주체는 대전방지에이고 특수한 방법으로서 기화, 가열된 $\text{Ni}(\text{CO})_4$, $\text{Cr}(\text{CO})_6$ 를 섬유표면에 부착시키는 방법이 있다.

요컨대 정전기의 제거로서의 대전방지제는 천연섬유의 경우는 관계온도를 높이므로써 어느정도의 정전기에 의한 장애를 방지할 수가 있지만 합섬일 때에는 급습으로서는 충족시키지 못한다. 전기한 물리적 방법은 공업적 수단으로서 기계를 아스하거나 공기를 이온화하여 전기를 누설소감시키는 방법으로써 과대한 장치를 요하므로 불경제적일뿐더러 국부적인 효과가 있을 뿐이므로 실제조업에 있어서는 잡다한 대전방지제의 사용이 고려되고 있는 것이다. 대전방지제를 선정사용함에 있어서는 그 목적-대전방지-을 충족시켜야 할건데 타의 성능에 악영향을 주지 않고 오히려 타의 성능을 겸비하는 필요가 있는 것이다. 환언하면 최종용도용에는 단독의 대전방지제로서는 무의미하고 평활제, 유연제, 방수제등 조절제로서의 약제가 필요한 것이다.

V. 대전방지제

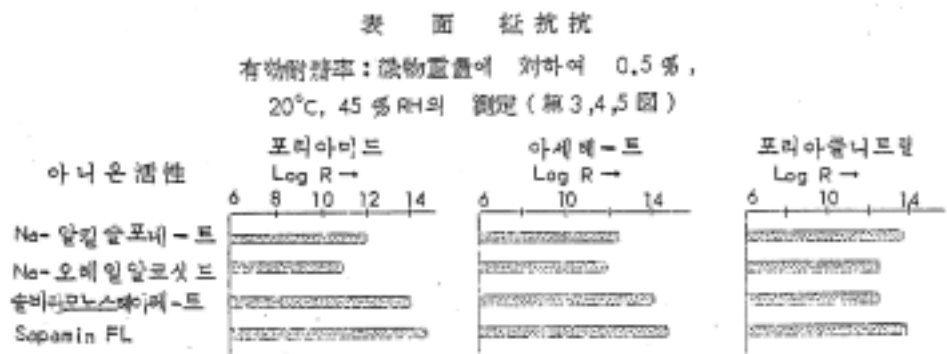
화학적 대전방지에는 영구방지제와 일시방지제(비영구적)로 대별한다.

Swiss의 CiBa사의 G..Durig는 직물의 유연가공제의 비영구적 대전방지성에 대한 문헌(G.Durig Sekfen-Ole-Fette-Wachse.91,1965)에서 직물의 유연을 겸한 일시대전방지에 대하여 기술한바를 여기 소개코자 한다.

직물등의 대전방지는 방지제처리에 의하여 그 표면저항을 저하시키는 것이 가장 실제적인 것이다. 대전방지제의 화학적 성질과 그 작용에 대하여는 많은 연구가 거듭되어 왔으나 원칙적으로는 모든 계면활성제는 대전방지에

그 성능이 있는 것이다. 즉, 계면활성제의 소수성탄수소부가 섬유내측으로 향하고 타의 친수성부가 섬유외측을 향하면서 섬유를 층상으로 둘러싸게 되므로서 섬유표면의 전도성을 향상함과 동시에 표면은 이전의 섬유와 화학적으로 전혀 다른 상태로 된다.

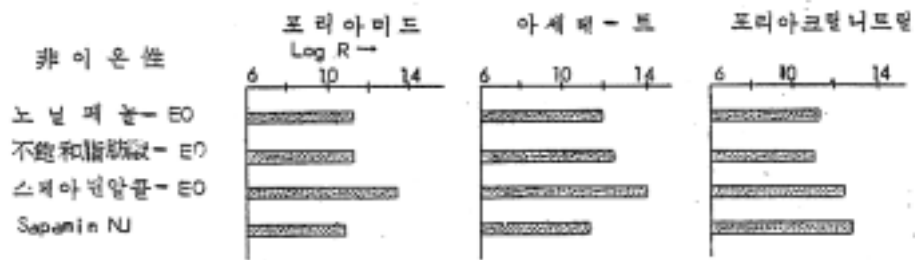
대전방지작용과 계면활성이 결합되는 거이라 할건데 아ни온활성의 세제도 유효하다 하겠으나 실제로는 극히 일부분만이 유효하고 대부분의 실용세제는 섬유에 부착되어 있는 불순물을 제거한다는 것이 주작용이고, 대전방지작용은 적은 것이다. 아ни온활성의 유연제에 대하여도 그와 같은 것이고 용처리애 아ни온활성세제를 혼합처리하여도 대전방지성은 없다(그림 3).



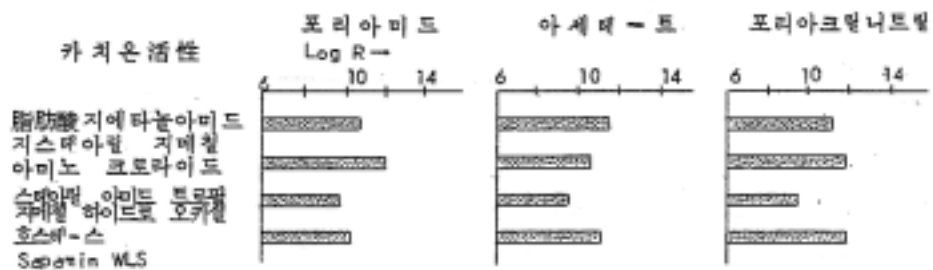
<그림 3>

세욕에 첨가하여 실효를 거둘 수 있는 것은 카치온활성과 비이온성의 화합물이 있고 이러한 화합물에는 다음과 같은 부산적 효과가 있다.

흡착성의 양호성, 비황갈변성, 용해성이 좋고 촉감성이 좋아지며, 아ни온세제와 조합이 잘되고 합성섬유에 직접적이다. 그러나 비이온성은 합성섬유와 흡착율이 불충분하고, 장기간처리를 요하며 세욕처리에는 문제가 있다(그림 4).



<그림 4>

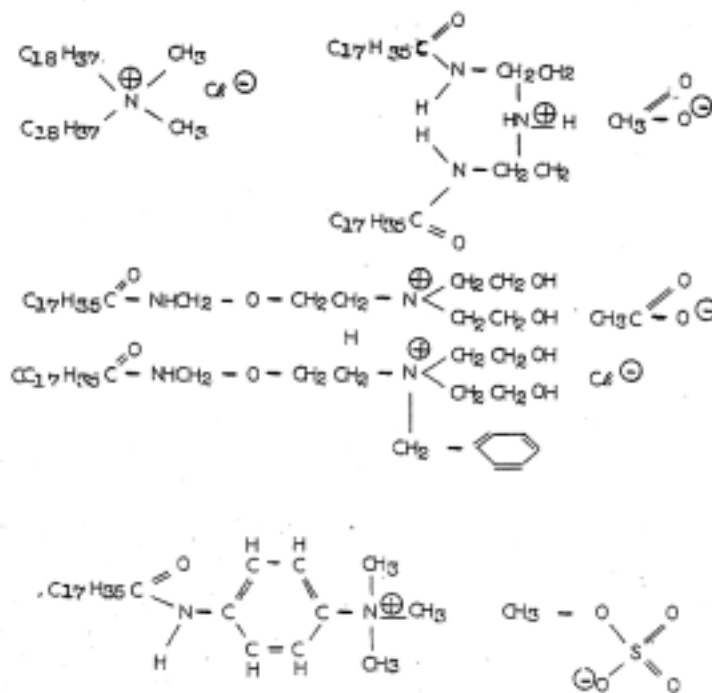


<그림 5>

카치온활성제는 그 정전하가 원인하여 습윤시에 부로 대전하는 섬유표면에 잘 흡착되어 다소간 그곳에 고정된다. 일부는 물에 용출되나 표면에 층상으로 흡착되며 이 흡착은 아니온성 세제를 함유한 비등액에 의해서 수세된다(그림 5). 따라서 카치온활성제 등에 의한 층상은 비영구성 피막이기는 하나 대전방지성과 동시에 유연가공으로서도 촉감이 풍부한 성질이 부여되는 것이다. 이러한 대전방지점 유연제로서의 화합물은 대부분이 지방산 축합물의 각종 제4급 화합물인 것이다(그림 6)

카치온활성제 등은 알칼리욕에서는 불안정하므로 중성 또는 약산성 PH역에서 사용하고 처리시의 욕온도는 각별 주의할 필요는 없으며 20~40°C에서 그 흡착율은 거의 불변이고 수분간의 처리로 최대흡착량 70% 정도까지 흡착된다. 균일처리로서는 30~40분이 좋고 추장되는 처리법은 욕비 1:30, 온도

20~30°C, 시간 5~10분 PH 4.5~6.6, 농도는 직물중량에 대한 계산으로 약 0.5%의 흡착율이 되도록 하며 처리 후 원심탈수 또는 자연건조로서 족하다.



<그림 6>

차종의 유연제와 아니온성 광택제를 병용할 시는 저온조건으로서 사용하여야 한다. 이와 같은 욱조직의 한 예를 들면

500cc ▪ Sapamin WLF ▪ 10%용액

10cc ▪ Neolansalz P

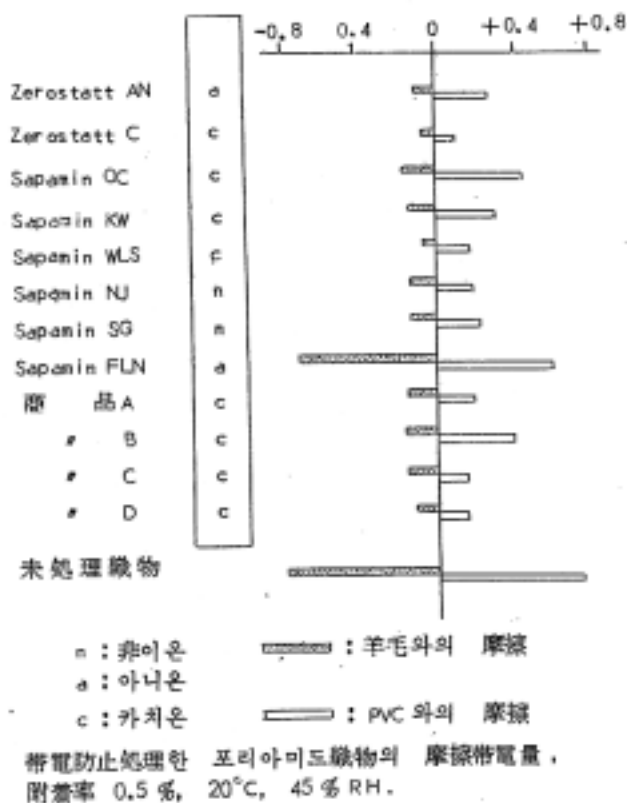
100cc ▪ Unitex SFC의 5% 용액

이 혼액의 약 6g/l로 30°C 10분간 욱비 1:20으로 면에 처리한 결과를 광택이 있고 유연성이 양호하여 흡습성도 하등 악영향을 받지 않는다.

대전방지제(▪ Zerostatt)와 아니온 비이온, 카치온의 각종 유연제로서 작용

하는 수열을 폴리아마이드직물에 처리하여 그 대전성을 상호 비교하여 보면 그림 7의 결과와 같다. 이 경우 마찰상대물질로서 대전열의 (+)단에 우치하는 양모와 (-)단에 있는 로빌(Rhovyl)을 사용한 것이다. 이상적인 경우는 이 양측의 마찰로 그 대전량은 공히 영이라야 한다.

<그림 7> 마찰대전량(10^{-9} 크론/cm³)



합성직물이 “더러움을 잘 탄다”에 대하여는 정전기로 인한 진애의 흡착이라고 해명할 수도 있으나 그러나 일반적으로 인식되고 있는 대전방지 즉, 더러움방지라는 개념은 옳지 않다. 대전이 적으면 진애의 흡인도 감소한다는 것은 사실이나 연구결과에 의하면 반드시 그렇지도 않고 대부분의 처리제는 오히려 합성섬유의 진애에 의한 “더러움”을 촉진하고 있다는 것이 표명되었

다. 예컨대 양모지등을 용해한 욕에 의한 오염시험에 의해서도 대전방지처리
직물이 오히려 그 “더러움”흡착이 많았다.

이 분야에 있어서는 많은 문제가 남아 있는 것이다.