

전기전도성 의류소재의 제조 및 물성에 관한 연구

홍경화·오경화

중앙대학교 가정교육학과

Preparation and Properties of Electrically Conductive Clothing materials.

Kyung Hwa Hong · Kyung Wha Oh

Dept. of Home Economics Education, Chung-Ang University

(1999. 2. 23 접수)

Abstract

Highly conductive polyaniline(PAn)-nylon 6 composite fabric was prepared by immersing the nylon 6 fabric in 0.5M aniline+0.35M HCl aqueous solution at 40°C for 2hours. Polymerization was then followed by mixing the prepared oxidant and dopant solution(0.5M(NH₄)₂S₂O₈+0.35M HCl) to the diffusion bath at 5°C for 30minutes.

The conductivity of prepared PAn-nylon 6 composite fabrics reached as high as 0.5×10^{-1} S/cm. Their conductivity were significantly affected by the aniline and oxidant concentration. As compared to those of nylon 6 fabric, heat of fusion, melting point, the degree of crystallinity and tensile strength of PAn-nylon 6 did not significantly changed by inclusion of PAn. In the aspect of serviceability, whereas the fabric conductivity was significantly decreased after multiple washing, no significant changes in the fabric conductivity were observed after abrading the composite fabric over 50 cycles. However we found that the fabric conductivity could be recovered by acid re-doping with HCl.

Key words : conductive polymer, polyaniline, dopant, conductive fabric, 전도성 복합직물, 중합, 도핑

I. 서 론

의복 착용시 흔히 경험하게 되는 정전기는 섬유와 섬유 또는 섬유와 피부가 마찰되는 과정에서 발생한다. 이러한 정전기가 인체에 미치는 보다 구체적인 영향에 대해서는 아직까지 정확하게 밝혀지지 않았지만 방전스파크에 의하여 피부장애가 발생하고 대전된 의복에 항원이 되는 먼지가 부착됨으로써 호흡기 질환을 비롯한 각종 질병이 유발될 수 있다고 알려져 있다¹⁾. 따라서 최근에는 이와같은 정전

기를 방지하기 위한 다양한 섬유 가공제품들이 개발되어 시판되고 있는데 이들의 전도성 영역은 처리 물질에 따라 매우 다양하게 나타난다²⁾.

기존에 의류소재에 적용되어온 대전방지 가공에는 대전방지제를 방사액에 혼합하는 혼합방사액법과 직물표면에 코팅하는 후처리 방법이 있는데 이 중에서 후처리 방법은 주로 직물상태에서 적용할 수 있어 공정이 간편하고 경제적이어서 오늘날 널리 사용되고 있다. 후처리방법에는 처리물질에 따라 탄소나 금속 또는 고분자 등의 다양한 전도성 물질들이 이용되는데 최근에 전도성이 우수하고 접촉력

이 우수한 전도성 고분자를 이용한 가공이 점차 주목받고 있다.

한편 지금까지 알려진 전도성 고분자들에는 폴리아닐린(polyaniline), 폴리피롤(polypyrrol), 폴리아세틸렌(polyacetylene) 등이 있는데 이중에서도 최근 합성이 쉽고 가격이 싸며 우수한 전도도와 안정성을 부여하는 폴리아닐린에 관한 관심이 집중되고 있어 이에 관한 활발한 응용 연구가 진행되고 있다. 특히 MacDiarmid 연구진³⁾에 의해 개발된 폴리아닐린의 화학적 합성법에 의하여 우수한 물성을 갖고 분자량이 매우 큰 폴리아닐린필름을 대량으로 합성할 수 있게 된 이래 이들 고분자를 섬유재료에 처리하기 위한 방법에 관하여 많은 연구들이 진행되었다. 이중 의복재료의 후처리방법으로 이용이 가능한 것들로 산화제를 함유한 직물에 단량체와 도판트 증기를 쏘여주거나⁴⁾ 또는 단량체를 함유한 직물에 산화제 증기를 쏘여주는 방법⁵⁾과 단량체를 함유한 나일론 필름을 산화제와 도판트 수용액속에서 함침하는 방법⁶⁾, 그리고 HCl로 희석한 아닐린과 산화제의 혼합 가공액을 직물에 직접 처리하는 방법⁷⁾ 등이 있으며 이밖에도 혼합방사에 의한 방법으로 gel-inhibitors(GI)와 폴리아닐린의 EB form이 혼합된 용매를 섬유로 형성하는 방법 등이 있다.

하지만 기존의 폴리아닐린 복합체에 관한 대부분의 연구는 주로 필름상태^{6,7)}에서 이루어져 왔으며 의류소재로 이용될 수 있는 직물에 대한 연구⁸⁾는 미비한 실정이다. 그러나 직물상태에 적용하면 강도가 우수하고 유연성을 지닌 전도성 물질의 제조가 가능하여 일반 의류소재로서 뿐만 아니라 전자파 차폐 성능을 이용하여 레이다 감지 방해재료나 화학적 센서등과 같은 특수한 목적을 위한 재료로도 다양하게 응용될 것으로 기대됨에 따라 직물상태에서의 폴리아닐린 중합과 전도성에 대한 연구, 그리고 이들 복합직물의 실용성에 관한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 기계적 강도가 우수하며 결정화도가 낮아 아닐린의 확산에 용이한 나일론 6 직물을 선택하여 아닐린을 in situ 중합시켜 의류소재로 이용가능한 우수한 피복재료를 개발하고자 하였다. 이를 수행하기 위해 산화 중합의 최적 가공조건을 제시하고 의류소재로서의 실용성 평가로 마찰과

세탁에 의한 안정성을 살펴보았다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

본 연구에 사용된 시료는 경 위사가 각각 70d이고 경사밀도 214올/5cm, 위사밀도 150올/5cm인 100% nylon 6 (KATRI, 평직) 직물이다.

확산단량체로는 아닐린 (Shiny Pure Chemicals Co., Ltd.)을 진공 정제하여 사용하였고 산화제로 사용한 ammonium peroxydisulfate, $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ (Junsei Chemical Co., Ltd.)는 특급시약을 그대로 사용하였으며 용매로는 증류수를 사용하였다. 폴리아닐린의 중합을 위한 도판트는 무기산인 HCl (Duksan Pure Chemical Co., Ltd.)를 사용하였다.

2. 전도성 복합 직물의 제조

Nylon 6 직물을 7cm×7cm로 잘라 준비한 후, 정제한 아닐린 용액을 각각 0.1M, 0.2M, 0.33M, 0.5M

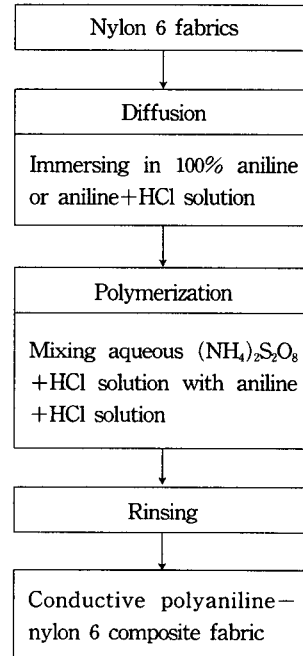


Fig. 1. Schematic diagram of PAn-nylon 6 composite fabric preparation process.

의 농도로 0.35M의 HCl로 희석한 용액속에 함침시켜 40°C의 항온수조속에서 교반을 통해 확산시킨 후 산화제와 도판트가 함유된 증합용액을 확산속에 부어 일정시간 증합시키는 방법으로 실험하였다. 대략적인 실험과정은 Fig. 1과 같다.

3. 측정 및 분석

직물에 증합된 폴리아닐린의 양을 알아보기 위해 서 부착량(% add-on)은 다음 식에 의해 계산 하였다.

$$Add-on(\%) = \frac{(W_1 - W_0)}{W_0} \times 100$$

이 때, W_0 , W_1 은 각각 가공 전후의 시료의 무게이다.

처리 직물의 전기 전도도는 four probe method를 통하여 전도도 측정장치 Keithley 238로 일정 전압(V)을 걸어주고 Fig. 2의 전주로 두 단자 사이의 전류량(I)을 측정하여 다음식으로부터 전도도값을 계산하였다.

$$\sigma(S/cm) = \frac{l}{dW} \cdot \frac{I}{V}$$

이 때, l 은 단자와 단자사이의 거리(0.3cm), d 는 시료의 두께(0.0111cm), W 는 단자선의 길이(1cm), I 는 시료에 가하는 전류(A), V 는 시료에 걸리는 전압(V)이다.

FT-IR spectrum은 Nicolet 5 DX system FT-IR spectrometer를 사용하여 얻었으며, 순수한 폴리아닐린의 경우에는 KBr pellet을 만들어 측정하였다.

열중량분석은 thermogravimetric analyser (TGA, Perkin-Elmer TGA 7, 승온속도 10°C/min, under N_2 gas)를 이용하여 온도변화에 따른 질량의 감소율을 구하였다.

전도성 복합직물의 용융온도 (T_m)와 용융열(ΔH_f)의 변화는 differential scanning calorimeter (DSC, Du Pont DSC 2100V 4.1C, 승온속도 10°C/min, under N_2 gas)로 측정하였으며, 결정 용융열의 변화로부터 결정화도(X_c)를 다음의 식으로부터 계산하

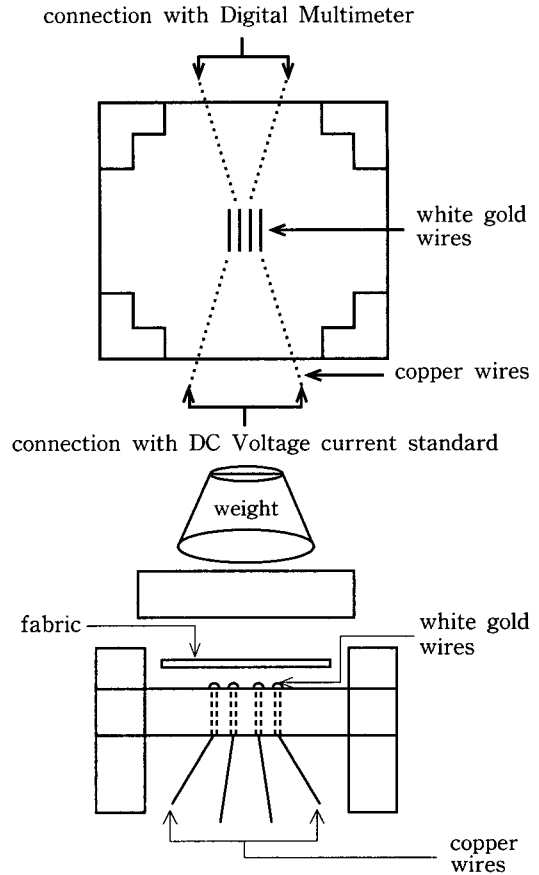


Fig. 2. Schematics of 4-probe electrode.

였다.

$$X_c = \frac{\Delta H}{\Delta H_c} \times 100$$

여기서 ΔH 는 측정 시료의 용융열이고, ΔH_c 는 100% 결정의 용융열을 나타낸다. 100% 결정의 용융열은 nylon 6의 경우 254J/g이다⁹⁾.

모체고분자와 복합직물의 결정구조는 Cu K α Ni filtered X-선 회절기(Rigaku Denki, RAD-C system)를 사용하여 측정하였다. 2θ 를 10°부터 35°까지 equatorial scanning하여 X-선회절 강도 곡선을 얻었다.

직물표면의 증합상태를 관찰하기 위하여 시료를 금과 팔라듐의 합금으로 피복한 다음 주사현미경

(International Scientific Instruments DS 130, Japan)을 이용하여 5000배로 관찰하였으며, 섬유의 단면형태를 살펴보고자 광학현미경(Olympus BH-2)을 이용하여 1000배의 배율로 관찰하였다.

가공한 직물의 기계적 성질 변화는 만능 인장시험기 (Instron 4465)를 이용하여 상온에서 crosshead speed를 10mm/min로하여 인장강도, 인장신도, 초기탄성률을 측정하였다.

처리 직물의 전도성에 관한 안정도는 세탁(KS K 0430)과 마찰(KS K 0650)견뢰도로 평가하였다. 세탁견뢰도는 Launder-O-Meter(Hanyoung Electronic Co.)를 사용하여 각각 중성세제, 알칼리성세제, 수돗물, 증류수 하에서 1, 2, 3, 5회 세탁후 그 전도도값의 변화를 살펴보고 마찰견뢰도는 UNIVERSAL WEAR ABRASION TESTER(Sung Shin M.C Co.)로 900g의 하중을 가해 경사방향으로 미찰하였다. 이 때 마찰속도는 10cm간격을 10초동안 10회씩 왕복하도록 하였으며 각각 10, 20, 30, 40, 50회 마찰 후 전도도값의 변화를 살펴보았다.

III. 결과 및 고찰

1. 중합 조건에 따른 전기적 성질

1) 확산농도에 따른 영향

폴리아닐린 중합시 확산용액내의 아닐린 농도변화에 따른 전도도값의 변화를 살펴보았다. 확산용액은 아닐린의 농도를 각각 0.1M, 0.2M, 0.33M, 0.5M로 변화시키며 0.35M의 HCl에 용해시켜 준비하였으며 여기에 나일론 직물을 함침하여 중합을 실시하였다. 이때 가공조건은 선행연구¹⁰⁾의 최적조건에 따라 40°C의 항온수조에서 교반을 통해 2시간 확산시킨후 산화제((NH₄)₂S₂O₈)를 도판트인 0.35M HCl에 용해시켜 준비한 용액을 확산용액에 혼합시켜 5°C에서 30분간 중합하였다. Fig. 3의 결과에 의하면 아닐린의 농도가 증가할수록 전도도값이 커지는 경향을 보였으며 특히 아닐린 0.1M 이상의 농도만으로도 약 10⁻²S/cm의 우수한 전기적 성질이 부여되는 것으로 나타났다. 이는 확산시 HCl수용액에 희석된 적은 양의 아닐린 함량만으로도 나일론 직물 표면에 충분히 부착된 아닐린 단량체가 산화제와 도판

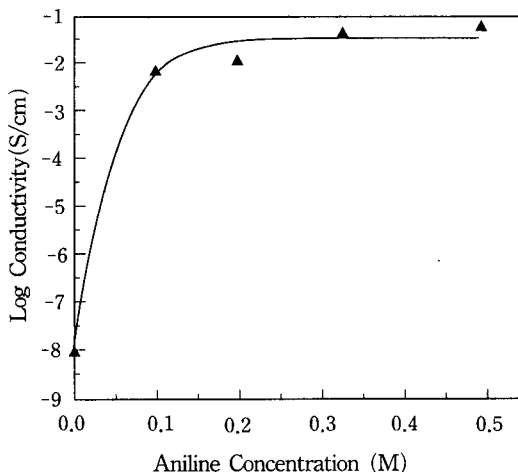


Fig. 3. Effect of diffusion time on the conductivity of PAn-nylon 6 composite fabrics.

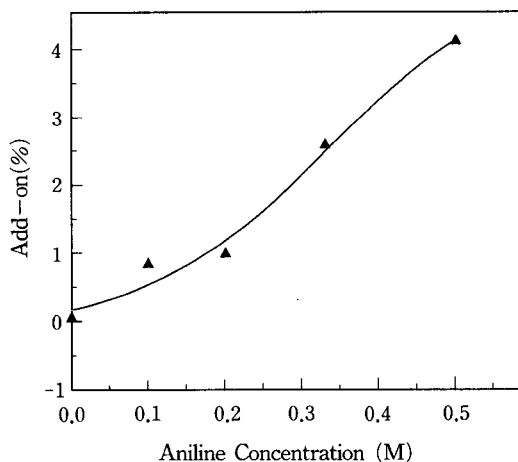


Fig. 4. Effect of diffusion time on the add-on(%) of PAn-nylon 6 composite fabrics.

트가 함유된 중합용액을 첨가함으로써 고르게 중합이 형성되어 우수한 전기적 흐름이 달성되는 것으로 생각된다. Fig. 4에서 나타난 아닐린 단량체 농도별 나일론 직물에서의 폴리아닐린 부착량을 살펴보면 확산용액내의 단량체 농도가 증가할수록 폴리아닐린 중합량이 거의 비례적으로 증가함을 볼 수 있다. 이는 Fig. 3의 전도도값의 변화와 비교해볼 때 복합 직물 표면에서 폴리아닐린의 network가 선형에 가

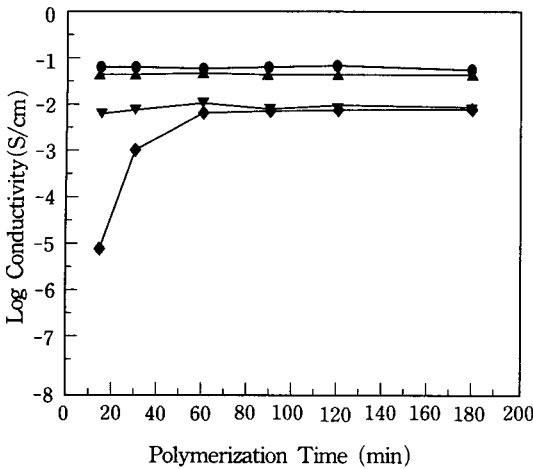


Fig. 5. Effect of polymerization time on the conductivity of PAN-nylon 6 composite fabrics.

◆:0.1M aniline, ▼:0.2M aniline,
▲:0.33M aniline, ●:0.5M aniline

감게 형성된 이후에는 중합량이 증가하더라도 그 형태가 부피로 또는 망상으로 성장하여 부착량의 증가에 비해 전기적 성질은 뚜렷이 증가하지 않는 것으로 생각된다.

2) 중합시간의 영향

아닐린과 0.35M의 HCl로 제조된 확산용액내에서 나일론직물을 40°C에서, 2시간 함침하여 단량체를 직물내로 확산시킨 후 산화제와 도판트가 함유된 중합용액((NH₄)₂S₂O₈, 0.5M+HCl 0.35M)을 확산용액에 부어 5°C에서 시간별 중합을 실시하여 Fig. 5와 같은 전도도값을 얻었다. 중합이 완성되는 시점은 아닐린 농도에 따라 다소 차이가 있었으나 대략 모든 경우에서 약 30분 이후에는 전도도값이 일정해지는 것으로 나타났다. 특히 확산용액의 아닐린 농도가 높을수록 초기의 폴리아닐린 중합이 완성되어 중합 시간 10분만으로도 충분한 전도도값이 부여되는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 선행연구¹⁰⁾와는 달리 중합시간이 증가함에 따라 전도도의 감소현상이 일어나지 않았다. 이는 산화제와 도판트가 함유된 중합용액을 확산용액에 참가함으로써 나일론직물 표면에서 폴리아닐린의 중합이 완료된 후 여분의 산화제가 용액내의 아닐린과 반응하여 소모되기 때문에 산화제가 함유된 중합용액내에 복합직물이 장시

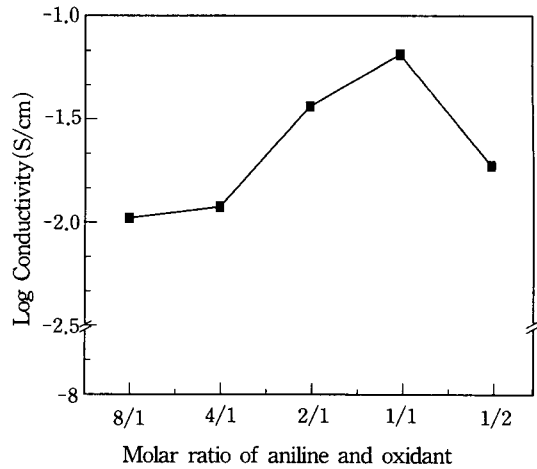


Fig. 6. Effect of molar ratio of aniline and (NH₄)₂S₂O₈ on the conductivity of PAN-nylon 6 composite fabrics.

간 노출되어도 직물표면의 폴리아닐린이 dedoping 되거나 화학적 산화분해에 의한 전도도 감소는 발생하지 않는 것으로 생각된다.

3) 산화제의 농도변화에 따른 영향

단량체를 활성화시키는 산화제의 양이 전도도에 영향을 줄 수 있으므로 최적의 확산조건(0.5M aniline +0.35M HCl solution and 40°C, 2hrs)하에서 산화제의 농도변화가 Polyaniline-nylon 6 복합직물의 전도도에 미치는 영향을 살펴보았다. Fig. 6에 나타난 결과에 의하면 0.5M 아닐린+0.35M HCl의 용액내에서 단량체를 직물내로 확산한 후 중합한 결과 최종 중합용액내에서 아닐린과 산화제의 몰비가 1:1일 때, 즉 (NH₄)₂S₂O₈의 농도가 0.5M일 때 가장 우수한 전기 전도도를 나타내었다. 이는 최¹¹⁾에 의한 선행연구에서 산화제와 아닐린의 단량비가 1:1일 때 가장 우수한 수득률(%)과 전기 전도도를 갖는다는 결과와 일치하는 것이다. 이와같은 산화제의 농도와 전도도 값의 관계는 산화제의 농도가 적정수준 미만일 경우에는 개시제의 양이 폴리아닐린의 충분한 중합에 절대적으로 부족하여 전도도값이 낮아지나 산화제의 농도가 지나치게 높아지면 아닐린이 과산화되어 폴리아닐린의 주쇄내에 비선형 구조가 존재함으로써 전자의 흐름이 방해되기 때문에 전기적 성질이 감소되는 것이라 생각된다¹²⁾.

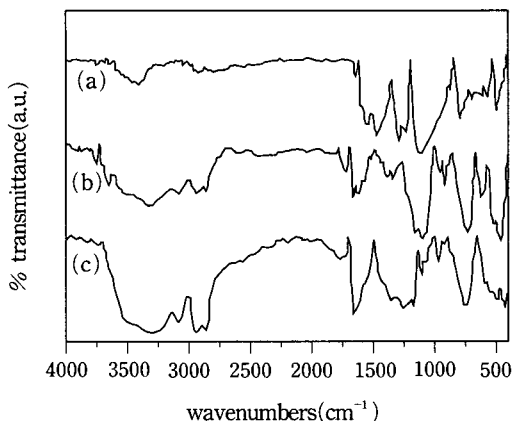


Fig. 7. FT-IR spectra of polyaniline(a), PAn-nylon 6 composite fabric(b) and control nylon 6 fabric (c).

2. 복합직물의 구조와 특성

1) FT-IR spectrum의 변화

Fig. 7에서는 Nylon 6 직물과 폴리아닐린(emeraldine salt form) 그리고 polyaniline-nylon 6 복합직물의 FT-IR spectra를 나타낸 것이다. 여기서 보이는 것처럼 나일론 6의 경우에는 amide의 N-H stretching에 의한 peak가 3309cm⁻¹에서 나타나고 있고, C=O (amide I band)와 C-N stretching (amide III band)에 기인하는 peak가 각각 1659와 1116cm⁻¹에서, aliphatic C-H stretching에 의해 2940cm⁻¹ 부근에서 흡수 peak를 나타내고 있다. Polyaniline-nylon 6 복합직물의 경우 폴리아닐린이 나일론 6의 특성 peak에 겹쳐 나타나고 있으나, 순수한 폴리아닐린에서 관찰되는 1468cm⁻¹에서의 aromatic C=C band가 1445cm⁻¹로 이동되어 나타나는 것을 관찰할 수 있다. 이것은 폴리아닐린과 나일론 6간에 원활한 전기적 흐름을 방해하는 수소결합이 일부 발생하였음을 보여주는 것으로 생각되어 진다.¹³⁾

2) 열적 성질

Fig. 8은 나일론 원포와 전도성 복합직물의 열적 거동을 TGA로 살펴본 결과이다. polyaniline-nylon 6 복합직물은 나일론 원포에 비해 분해시작온도가 낮아졌는데 이는 복합직물내에서 중합중 미반응한

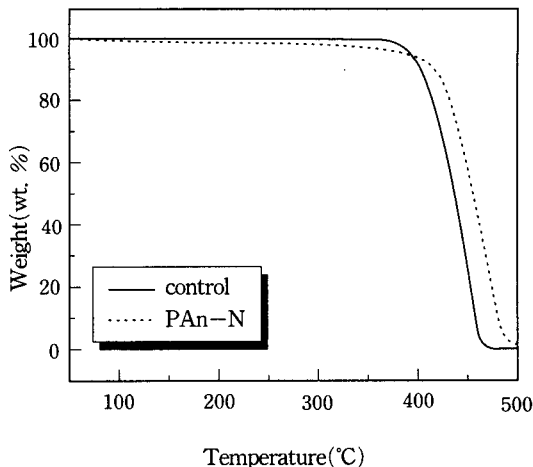


Fig. 8. TGA thermograms of control nylon 6 fabric and PAn-nylon 6 composites fabric.

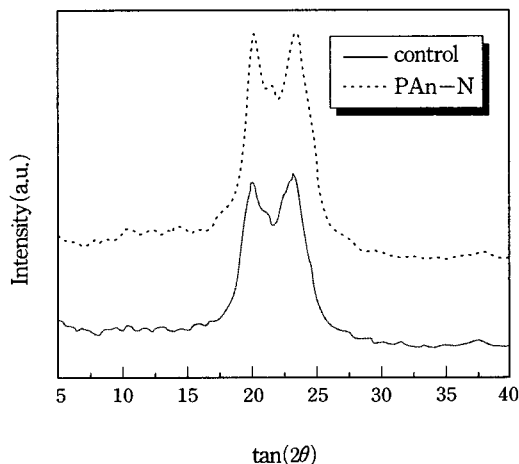


Fig. 9. X-ray diffraction patterns of control nylon 6 fabric and PAn-nylon 6 composite fabric.

아닐린 단량체나 oligomer 들이 나일론보다 낮은 온도에서 분해되기 때문인 것으로 생각된다. 하지만 500°C에서의 residue% 결과 복합직물의 경우에는 기질에 생성된 폴리아닐린 고분자로 인해 원포보다 많은 양이 남게 됨을 확인할 수 있었다.

3) 결정 구조의 변화

Fig. 9는 polyaniline-nylon 6 복합직물의 X-ray diffraction pattern의 변화를 나일론 원포와 비교하여 살펴본 것이다. 나일론 6는 분자간 수소결합에

Table 1. Physical properties of control nylon 6 fabric and PAN-nylon 6 composite fabric.

Properties	nylon 6	PAN-nylon 6
Heat of Fusion, ΔH_f (J/g)	67.8	65.1
Melting Point, T_m (°C)	213.6	214.3
Crystallinity, X_c (%)	26.7	25.6
Tensile strength (MPa)	119.2	112.5
Tensile strain (%)	92.9	53.6

의하여 결정영역이 형성되며 α , β 두 형태가 존재하는데 α 형은 열역학적으로 안정하며 β 형은 다소 불안정한 것이 특징이다. 본 실험에서 사용한 나일론 6는 X-ray 측정결과 $2\theta=20.5^\circ$ 부근에서 (200)면을, $2\theta=23.8^\circ$ 부근에서 (020)면을 나타내는 것으로 보아 α 형의 결정구조를 갖고 있음을 확인할 수 있다. polyaniline-nylon 6 복합직물의 경우 피크위치 ($\tan 2\theta$ 값)가 거의 변하지 않았고 그 강도(intensity)도 유사한 것으로 보아 복합직물의 결정형태에는 변화가 없었음을 알 수 있었다.

4) 기계적 성질의 변화

DSC 측정결과 나타난 열적 성질을 살펴보면 polyaniline-nylon 6 복합직물의 경우 용융열과 결정성은 원포에 비해 다소 감소하였으나 T_m 은 거의 변화하지 않은 것을 알 수 있었다. 이는 이와같은 방법으로 가공한 경우 폴리아닐린의 중합이 주로 나일론직물의 표면에서 발생하여 기질 내부의 결정성에

는 거의 영향을 주지 않는 것으로 생각된다. 한편 polyaniline-nylon 6 복합직물의 물리적 성질은 인장강도, 인장신도, 초기탄성률을 측정하여 평가하였는데 표면중합으로 복합직물의 결정성에 큰 변화가 없었던 복합직물의 경우 인장강도의 감소율은 크지 않은데 비해 섬유표면에 형성된 폴리아닐린의 중합층이 나일론의 신장을 방해하여 신도는 감소하였다.

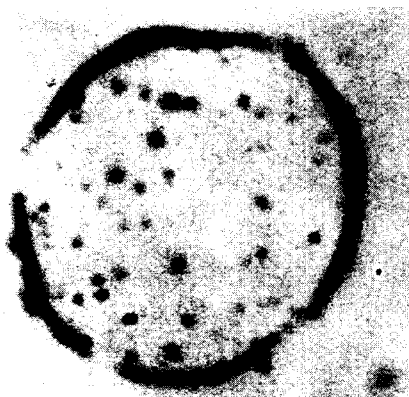
5) 표면상태의 변화

광학현미경과 전자현미경을 통해 본 연구에서 제작한 polyaniline-nylon 6 복합직물의 단면과 표면 상태를 살펴본 결과 섬유표면에 고른 폴리아닐린의 피막이 형성되어 있음을 확인할 수 있었다.

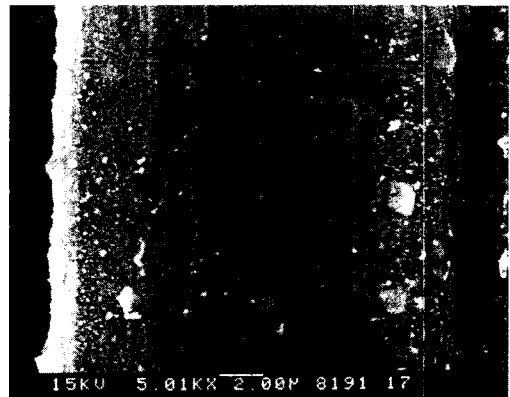
3. 복합직물의 마찰과 세탁 견뢰도

마찰에 대한 견뢰도는 KS K 0650에 의거하여 마찰횟수를 10, 20, 30, 40, 50회까지 증가시켜 전도도값의 변화를 평가하였다. Fig. 11에 나타난 결과에 의하면 복합직물의 경우 마찰횟수가 증가함에 따라 50회까지 전도도값의 변화가 거의 없는 것으로 나타나 마찰에 대한 내구성이 매우 우수함을 알 수 있었다.

세탁에 대한 견뢰도는 KS K 0430법에 따라 Launder-O-Meter(Hanyoung Electronic Co.)를 사용하여 알칼리성 세제(0.1%), 중성 세제(0.133%), 수돗물, 증류수 하에서 각각 1, 2, 3, 5회 세탁한 후 그 전도도값의 변화를 살펴보았다. 이 때 용액의 pH는 각각 10.1, 7.4, 7.6, 5.6이었다. Fig. 12에 나타난



(a)



(b)

Fig. 10. Cross sectional (a) and Longitudinal (b) view of PAN-nylon 6 composite fabric.

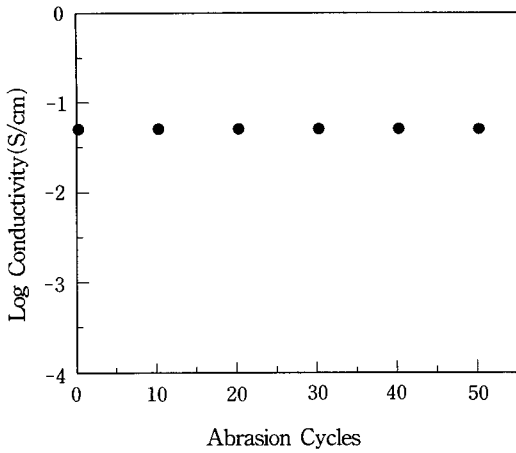


Fig. 11. Variation of the conductivity of PAN-nylon 6 composite fabrics with abrasion cycles.

실험결과에 따르면 복합직물의 전기 전도도는 세탁 횟수가 증가함에 따라 모두 크게 하락하였는데 세탁용수에 의한 영향이 큰 것을 알 수 있었다. 알칼리성 세제나 수도물로 세탁한 경우에는 그 감소율이 매우 커서 1회 세탁만으로도 전도도가 크게 저하되었으며 중성 세제와 증류수로 세탁한 경우에는 다소 감소율이 적었다. 따라서 의류소재로 사용시 세탁방법에 있어서는 중성세제를 이용하여 세탁하는 것이 보다 바람직할 것으로 생각된다. 한편 5회 세탁이 끝난 polyaniline-nylon 6 복합직물을 0.35M의 HCl 수용액하에서 24시간 re-doping시켜 본 결과 거의 원래의 전도도값으로 회복되는 것을 알 수 있었는데 이로서 세탁에 의한 전도도 하락의 이유가 절대적인 폴리아닐린 고분자의 탈리에 의한 것이 아니고 수용액에 의한 전도성 고분자의 de-doping에 의한 것으로 생각할 수 있다. 따라서 의류제품으로 사용시 세탁에 의하여 전도도가 감소된 경우에는 산처리에 의해 회복이 가능하리라는 것을 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

전기 전도성 직물을 제조하기 위하여 전도성 고분자들 중 우수한 물성과 대기 안정성, 그리고 저렴한 가격으로 주목받고 있는 폴리아닐린을 이용하여

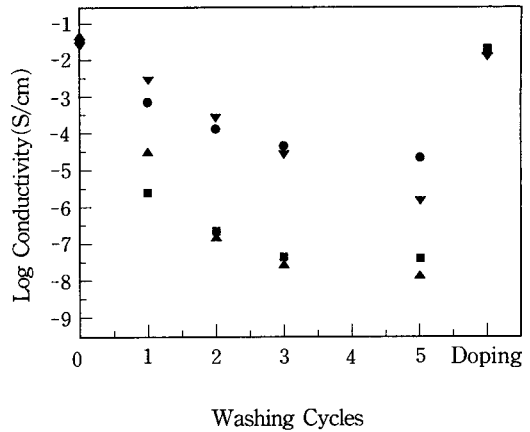


Fig. 12. Variation of the conductivity of PAN-nylon 6 composite fabrics with abrasion cycles.

- :alkali detergent, ● :neutral detergent,
- ▲ :tap water, ▼ :distilled water

나일론 6 직물에 중합을 실시한 결과, 최적의 가공 조건하에서 우수한 전도성을 지닌 복합직물의 제조가 가능하였으며 확산과 중합조건에 따른 전도도의 변화를 살펴보면 다음과 같은 결론을 얻었다.

본 연구의 결과에 의하면 중합시 확산용액내에서 아닐린 단량체의 농도가 증가할수록 전도도값이 증가하는 경향을 보였으나 그 변화의 정도는 크지 않았으며 비교적 적은 양만으로도 약 $0.5 \times 10^{-1} \text{ S/cm}$ 의 우수한 전도도가 달성되는 것으로 나타났다. 또한 약 30분 정도만 중합하여도 충분한 전도도가 부여되므로 나일론 직물을 HCl 수용액에 장시간 노출하여 발생하는 기질의 손상을 막을 수 있다. 이와 같이 제조된 polyaniline-nylon 6 복합직물의 구조적인 특성을 살펴보면 결정의 형태와 결정화도는 거의 변화하지 않았으며 인장신도는 다소 감소하였지만 인장강도는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 의류소재로 사용시 중요한 요소인 마찰과 세탁에 의한 견뢰도 평가결과에 따르면 마찰견뢰도는 우수하였으나 세탁견뢰도는 우수하지 못한 것으로 나타났다. 그러나 세제종류를 선별하여 사용하거나 사용중 re-doping과정을 통해 전도성 회복이 가능하므로 실용화 가능성은 높다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 권오경, 김희은 편역, "새로운 의복위생", p153, 경춘사, 1998.
2. Yasuhiro Washino, "FUNCTIONAL FIBERS trends in Technology and Product Development in Japan", Toray Research Center, Inc., pp16, Asahi Kosoku Insatsu K. K., 1993.
3. 심홍구, "전도성 고분자", 물리학과 첨단기술, 3, 18-24(1994).
4. Y. H. Park, S. H. Choi, S. K. Song, "Synthesis of Highly Conducting Nylon-6 Composites and Their Electrical Properties", *Journal of Applied Polymer Science*, 24, 843-851(1992).
5. Newman et al. "Process for Producing Electrically Conductive Composites and Composites Produced Therein", *U.S. Pat.* 4, 617, 228(1986).
6. S. S. Im and S. W. Byun, "Preparation and Properties of Transparent and Conducting Nylon 6-Based Composite Films", *Journal of Applied Polymer Science*, 51, 1221-1229(1994).
7. R. V. Gregory, W. C. Kimbrell and H. H. Kuhm, "Conductive Textiles", *Synth. Met.*, 28, C823-C835(1989).
8. C. L. Heisey, J. P. Wightman, E. H. Pittman, and H. H. Kuhn, "Surface and Adhesion Properties of Polypyrrole-Coated Textiles", *Textile Res. J.*, 63(5), 247-256(1993).
9. J. Brandrup and E. H. Immergut, "Polymer Handbook", 3rd Ed., John Wiley & Sons Press (1989).
10. 홍경화, 오경화, "Polyaniline의 in situ중합에 의한 전도성 나일론 직물의 제조", *한국의류학회지* 23(2) 326-334(1999).
11. 최원숙, "폴리아닐린의 중합 메커니즘에 관한 연구", 서강대학교 석사학위논문(1997).
12. K. Keiji Kanazawa, A. F. Diaz and M. Krounbi, "A Chemical Route to Pyrrole Polymer Films", *J. of Polymer Sci: Polymer letters Ed.*, 20, 187-193(1982).
13. 변성원, "투명한 전도성 고분자 복합재료의 제조 및 구조물성", 한양대학교 박사학위논문(1994).