

Ethoxylated Hexylaminoanthraquinone에 의한 나일론의 내구성 대전방지가공 및 친수화 가공

김명순 · 박현민* · ¹윤남식*

한국염색기술연구소, *경북대학교 섬유시스템공학과

Durable Antistatic and Hydrophillic Finishing of Nylon Using Ethoxylated Hexylaminoanthraquinones

Myung-Soon Kim, Hyun-Min Park* and ¹Nam-Sik Yoon*

Korea Dyeing Technology Center, Daegu, Korea

^{*}Dept. of Dyeing and Finishing, Kyungpook National University, Daegu,

(Received December 28, 2004/Accepted March 14, 2005)

Abstract—Nylon fabric is widely used in stocking, inner wear, sports wear, and casual wear, but has a defect of easy electric static charging. Accordingly there has been great demand for the hydrophillic finishing technology that could be applied to nylon fiber more easily and efficiently. In this study, ethoxylated hexylaminoanthraquinones were exhausted onto nylon from aqueous bath, and hydrophillicity of the nylon was discussed. In the treatment of nylon fabrics with ethoxylated hexylaminoanthraquinones, they were successfully exhausted onto nylon fabric without any aid of chemical auxiliary. The hydrophilicity of the dyed nylon fabrics were increased with the length of ethoxylate chain. The durability of antistatic and hydrophillic characteristics was good enough as to maintain the initial properties even after 30 repeated launderings.

Keywords : ethoxylated alkylaminoanthraquinone, nylon, hydrophillic, antistatic, durability

1. 서 론

나일론을 비롯한 합성섬유의 경우 거의 대부분 소수성으로 흡수율이 낮아 습도가 낮은 계절에는 마찰에 의해 발생하는 정전기가 쉽게 공기 중으로 방전되지 못하고 의류에 축적된다. 따라서 착용 시 먼지나 매연 등의 건성오물이 부착하여 때가 타기 쉽고, 의류가 피부나 내의류와 부착되어 착용감이 저하하고 외관을 해칠 염려가 있다. 더욱이 탈의시 발생하는 전기적 충격으로 합성섬유로 된 의복의 착용감은 더욱 나빠져 불쾌감을 주게 된다. 따라서 이를 개선하기 위하여 합성섬유의 친수화 및 대전 방지 가공에 관한 연구가 꾸준히 이루어져 왔다.

¹Corresponding author. Tel. : +82-53-950-5642; Fax. : +82-53-950-6617; e-mail: nsyoon@knu.ac.kr

일반적으로 섬유류의 대전을 방지하는 방법으로는 전하의 발생을 감소시키는 방법과 표면의 전도성을 높여 전하의 누설속도를 높여주는 방법이 있으나 전자보다는 후자의 방법이 주로 이용된다. 일반적으로 실시되고 있는 대전방지 가공법으로는 합성섬유의 중합 혹은 용융 방사시 대전방지성 물질을 첨가하거나^{1,2)}, 도전성 섬유의 혼입³⁾, 혹은 섬유나 직물을 친수성 대전방지제로 그래프트 공중합 시키거나 섬유표면에 불용성 피막을 형성시켜 표면저항을 저하시키는 방법^{4,7)} 등을 들 수 있다.

본 연구는 후 가공에 의한 나일론 섬유의 친수화 처리를 목표로 하여, 전보⁸⁾에서 합성한 ethoxylated hexylaminoanthraquinone 을 염색에서와 같은 흡진 처리에 의해 나일론에 흡착시킨 후, 처리된 나일론의 친수화 정도 및 대전방지성에 대해 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 기기

정련 처리된 100% 나일론 직물(평직, KS K 규격 0905)은 그대로 사용하였고, 접촉각측정용 나일론 필름(Kolon, 15 μ m 두께)은 아세톤으로 세척 건조 후 사용하였다.

Ethoxylated hexylaminoanthraquinone(Fig. 1)은 전보⁸⁾에서 합성된 것(Dye-6-13, Dye-6-22, Dye-6-45)을 그대로 사용하였다. 각 염료는 오렌지 색상을 띠고 있으나 정량을 위해 그대로 사용하였으며, 각각의 DMF 용액에서의 몰 흡광계수는 4.95 \times 10³, 3.92 \times 10³, 2.31 \times 10³L/mole \cdot cm이다.

UV/Visible spectra는 Hewlett Packard HP8453, 염색기는 고온고압 pot형의 Mathis BFA-24(Mathis, 스위스), 물 접촉각 측정기는 KRUSS Processor Tensiometer K100, 대전 방지성 시험기는 Kanebo EST-7(일본)을 사용하여 측정 및 시험하였다.

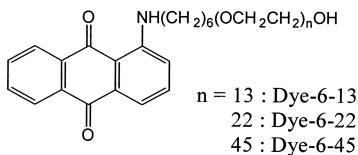


Fig. 1. Structure of ethoxylated hexylaminoanthraquinones.

2.2 나일론 직물의 흡진처리

나일론 섬유에 ethoxylated hexylaminoanthraquinone의 농도에 따른 염착성을 알아보기 위해 1.25, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0% o.w.f.의 농도로 조제 첨가 없이 용비 80:1, 1.5 $^{\circ}$ C/min의 승온 속도로 100 $^{\circ}$ C에서 40분간 염색하였으며, 온도에 따른 염착성을 알아보기 위해 70 $^{\circ}$ C, 80 $^{\circ}$ C, 90 $^{\circ}$ C, 100 $^{\circ}$ C까지 1.5 $^{\circ}$ C/min의 속도로 승온시키고, 각 온도에서 40분간 염색하였다. 염색이 끝난 나일론직물은 아세톤으로 3회 세척 후 진공건조 하였다. 건조된 나일론 직물은 90 $^{\circ}$ C의 DMF로 완전히 추출하고, 분광광도계를 사용하여 흡광도를 측정 후 미리 작성한 검량선으로부터 흡착량을 구하였다.

2.3 세탁에 의한 염료의 탈착변화

세탁에 의한 염료의 탈착 변화를 알아보기 위해 세탁 전·후 시료를 90 $^{\circ}$ C의 DMF로 완전히 추출하고, 분광광도계를 사용하여 흡광도를 측정 후 미리 작성한 검량선으로부터 흡착량을 구하였다.

2.4 대전방지성 평가

대전성 시험은 JIS L 1094(4) 마찰대전감쇠측정법을 이용하여 측정하였다. 실험은 20 $^{\circ}$ C, 상대습도 40%, 마찰횟수 10회의 조건에서 KS K 0905의 염색 견뢰도 시험용 침부백포로 규정된 cotton, wool을 마찰포로 사용하여 실험하였다. 표면 대전압 측정은 Kanebo EST-7(일본)을 사용하여 인가전압 5kV가 반으로 감소하는 반감시간을 측정하였다.

2.5 물 접촉각 측정

물 접촉각의 측정은 직물의 경우 직물자체의 요철 및 흡수작용으로 정확한 측정에 어려움이 있으므로 평활한 필름을 이용하여 측정하였으며, 3회 측정 후 평균값을 취하였다.

2.6 흡수성 측정

JIS L 1096의 적하법을 이용하여 흡수속도를 측정하였다. 마이크로 피펫을 이용하여 시료 위 1cm에서 물방울(15 μ l)을 떨어뜨린 후 시료 위에 떨어진 물방울이 특별한 반사를 일으키지 않을 때까지 소요시간(wetting time)을 측정하였다.

2.7 세탁 내구성 평가

KS K 0430 A-1법에 따라 Launder-O-Meter(ATLAS LP2, 미국)를 이용하여 40 $^{\circ}$ C에서 30분 세탁 처리하는 것을 1회 세탁으로 하고, 계면활성제는 KS M 2715의 표준세제를 사용하였다. 세탁시험은 1, 10, 30회 세탁 후의 세탁에 의한 염료의 탈착 변화, 마찰 대전압, 흡수성을 관찰하였다. 세탁 후 잔류한 세제는 온세(40 $^{\circ}$ C)에서 3회 반복하여 수세하였다.

2.8 견뢰도 측정

염색된 나일론 직물의 세탁견뢰도(KS K 0430 A-1), 물견뢰도(KS K 0645), 마찰견뢰도(KS K 0650), 일광견뢰도(KS K 0218)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 처리농도 및 온도에 따른 염착량

본 실험은 분자 내에 친수성기와 소수성기를 동시에 가진 계면활성제형의 저분자를 나일론 섬유에 흡착시켜 나일론 섬유에 내구성이 있는 친수성을 부여하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 흡진 처리는 그래프팅법이나 기타 페드-드라이-큐어링법 등에서 발생되기 쉬운 가공포의 변퇴색, 견뢰도 저하

및 패딩 롤러에 의한 불균염 등의 문제점들을 일으킬 우려가 없고 촉감 면에서도 장점을 가질 것으로 생각된다.

사용한 염료의 나일론 직물에 대한 염색성을 알아보기 위해 각 염료를 1.25, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0% o.w.f.의 농도로 100 °C에서 40분간 염색하였다. 합성한 염료는 모두 수용성이므로 염색 시 다른 조제의 첨가 없이 중성욕에서 처리하였다. Fig. 2는 염욕 농도에 따른 나일론 섬유에 흡착된 염료의 양을 나타낸 것이다. 전반적으로 균일한 염색이 가능하였으며, Dye-6-13, Dye-6-22, Dye-6-45에서 불 때 친수성기인 ethylene oxide의 개수가 증가할수록 흡착량은 감소하였다. 이는 친수성기인 ethoxylate의 길이가 길어짐에 따라 염료의 물에 대한 친화도가 증가하고, 나일론 섬유에 대한 친화력은 감소하여 흡착이 어려워지기 때문으로 생각된다.

한편 온도에 따른 흡착량은 실험한 조건에서 온도에 따라 증가하였다(Fig. 3).

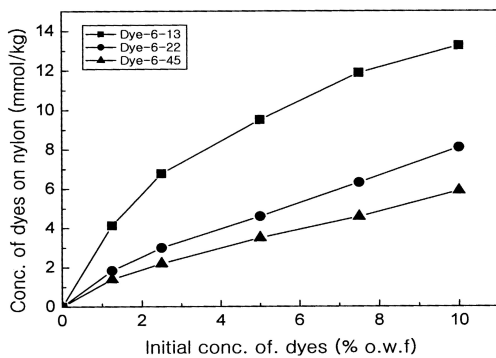


Fig. 2. Dye uptake of nylon fabric dyed for 40 minutes at liquor ratio of 80:1 at 100 °C

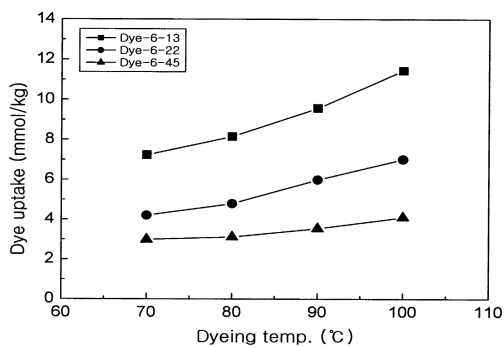


Fig. 3. Dye uptake of nylon fabric dyed for 40 minutes under the condition of 7.5% o.w.f. of dye and liquor ratio of 80:1 at various temperatures.

3.2 세탁에 의한 염료의 탈착변화

나일론에 염착된 염료의 세탁에 의한 탈착 여부를 확인하기 위해 1.25, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0% o.w.f.의 농도로 Dye-6-45의 염료를 100 °C에서 40분간 염색 후 KS K 0430 A-1의 세탁시험법을 기준으로 1, 10, 30회 세탁 후 90 °C의 DMF로 완전히 추출하여 세탁 전·후의 나일론 직물상의 염료농도를 측정하였다. Fig. 4는 Dye-6-45에 대한 세탁 시험 결과로서 세탁 1회에 약간의 탈착이 일어났으나, 이후 30회 세탁까지 더 이상의 탈착은 일어나지 않았다.

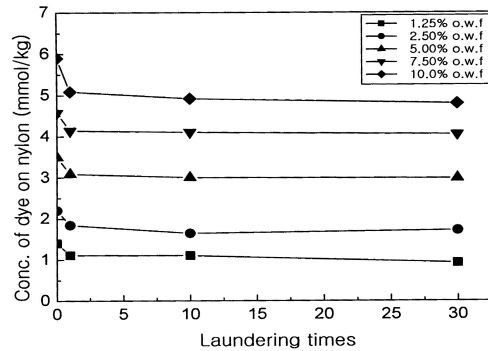


Fig. 4. The effect of laundering on the desorption of Dye-6-45 on nylon.

3.3 대전방지성 평가

Ethoxylated hexylaminoanthraquinone으로 처리한 나일론은 미처리 시료에 비해 양호한 대전방지 효과를 나타내었다. Fig. 5와 6은 Dye-6-45로 처리된 나일론의 흡착량 및 세탁 횟수에 따른 반감기 측정결과로서 1.25% o.w.f.(흡착된 염료의 양: 1.60 mmol/kg) 농도의 처리만으로도 반감기가 6초 이하로 낮아졌으며, 5.0% o.w.f.(흡착된 염료의 양: 3.36 mmol/kg)의 농도로 처리 할 경우 3초 이하의 반감기를 나타내었다. 이와 같이 Dye-6-45는 1 mmol/kg 정도의 낮은 흡착량에서도 우수한 반감기를 나타내며, 농도가 증가할수록 반감기는 더욱 줄어드는 것을 확인 할 수 있다. 이는 처리농도가 증가함에 따라 친수성기인 ethoxylate기를 가지는 Dye-6-45의 흡착량이 늘어났기 때문으로 친수성기인 ethoxylate기가 나일론 표면에서 공기 중의 수분과 수소결합을 하여 물분자를 함유한 도전층을 형성시켜 높은 대전방지성능을 나타내는 것으로 생각된다.

또한, 세탁에 따른 대전성의 변화에서 세탁횟수에 따라 반감기가 다소 증가하는 경향을 나타내고 있

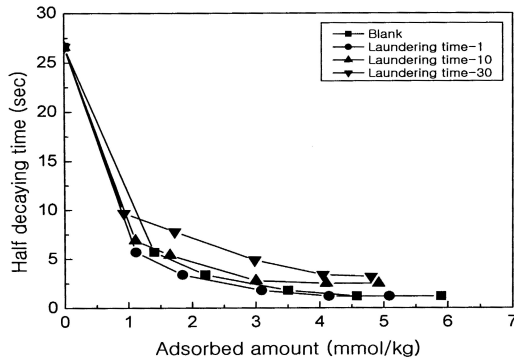


Fig. 5. Half-decaying time of nylon fabric treated with Dye-6-45 (Rubbing fabric : wool).

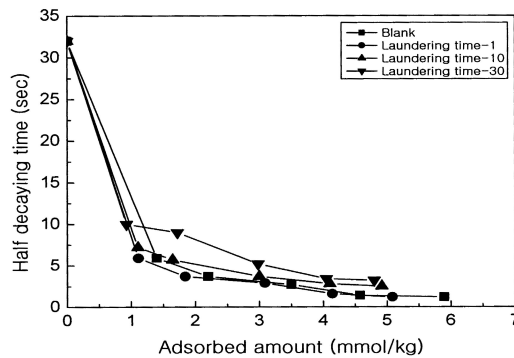


Fig. 6. Half-decaying time of nylon fabric treated with Dye-6-45 (Rubbing fabric : cotton).

나 그 폭은 그리 크지 않음을 알 수 있는데, 이는 세탁시 섬유에 염착된 염료의 탈착이 거의 일어나지 않기 때문으로 생각된다(Fig. 4).

3.4 물 접촉각

물 접촉각의 경우 측정 시료가 직물인 경우 표면의 요철이 많아 평활하지 못하고, 직물 공극의 영향이나 모세관 현상 등의 영향이 크기 때문에 나일론 필름을 염색한 후 필름 상에서 접촉각을 측정하였다. Fig. 7은 각각의 염료로 염색한 나일론 필름의 물 접촉각 결과로서, 사용한 염료의 종류에 관계없이 흡착량이 증가할수록 접촉각이 감소하여 나일론 필름의 표면이 친수화됨을 알 수 있었다. 또한 동일 농도로 염색하였을 경우 Dye-6-13, Dye-6-22, Dye-6-45의 순으로 즉, ethoxylate의 길이가 길어짐에 따라 접촉각이 감소하였다.

3.5 흡수성 평가

흡수성 평가는 Dye-6-45 염료를 1.25, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0% o.w.f. 농도에서 염색시켜 그 변화를 측정하였으며, 30회 세탁 전·후의 세탁내구성도 측정하였다. Fig. 8에서 보듯이 Dye-6-45의 경우 1.25% o.w.f (흡착된 염료의 양: 1.60 mmol/kg)의 농도에서도 미처리 시료에 비해 상당한 흡수성의 향상을 보였다. 이는 염료가 흡진 처리에 의해 직물 전체에 균일하게 흡착되고 친수성기인 ethoxylate기가 섬유 바깥쪽으로 배향되어 흡수성을 향상시켰기 때문으로 생각된다.

또한 1, 10, 30회 세탁후의 흡수성을 측정한 결과, 세탁에 의한 흡수율은 세탁회수에 관계없이 거의 변화가 없었다. 이는 앞서서의 결과와 같이 섬유에 염색된 염료가 세탁에 의해 거의 탈착되지 않기 때문으로 생각되며, 이러한 세탁 내구성에 의해 흡수 내구성이 유지되는 것으로 생각된다.

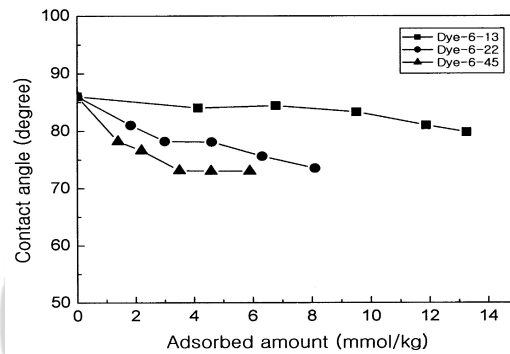


Fig. 7. Water contact angle on nylon film treated with Dye-6-13 (■), Dye-6-22 (●), and Dye-6-45 (▲).

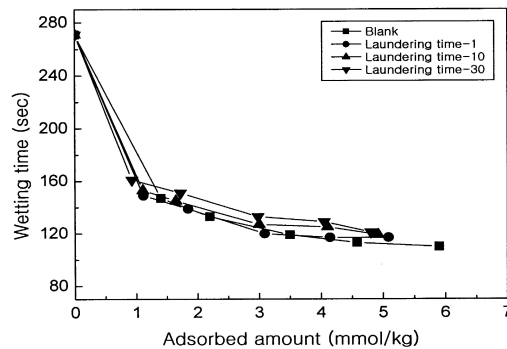


Fig. 8. Wetting time of nylon fabric treated with Dye-6-45.

3.6 염색견뢰도

Dye-6-13, Dye-6-22, Dye-6-45 각각의 염료를 2.5% o.w.f.로 염색한 나일론 직물을 세탁, 물, 마찰, 일광 견뢰도를 측정하여 Table 1에 나타내었다. 흡착된 염료의 양은 각각 6.77 mmol/kg (Dye-6-13), 3.04 mmol/kg (Dye-6-22), 2.20 mmol/kg (Dye-6-45)이었으며, 세탁, 물견뢰도의 오염 판정의 경우 동일 직물인 나일론에 대하여 측정하였다. 세탁, 물, 마찰견뢰도의 경우 4급 이상의 상당히 우수한 결과를 보였으나 일광견뢰도는 2~3급 이상의 수준으로 상대적으로 낮게 나타났다.

Table 1. Color fastness of nylon fabrics dyed in 2.5% o.w.f. of each dye

Fastness Dye	Washing		Water		Rubbing		Light
	Color change	Color staining	Color change	Color staining	Dry	Wet	
Dye-6-13	5	3~4	5	3~4	5	5	2~3
Dye-6-22	5	4	5	4~5	5	5	3
Dye-6-45	5	4~5	5	5	5	5	3~4

4. 결 론

Ethoxylated hexylaminoanthraquinone 을 이용하여 나일론에 흡진 처리를 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 사용한 염료는 수용성이고 아무런 조제의 첨가 없이도 비교적 우수한 염착율이 얻어졌다.
2. 대전방지성 시험결과 Dye-6-45 염료는 1.25% o.w.f. (흡착된 염료의 양 : 1.60mmol/kg)농도의 처리만으로도 반감기가 6초 이하로 낮아졌으며, 5.0% o.w.f. (흡착된 염료의 양 : 3.36mmol/kg)의 농도로 처리할 경우 3초 이하의 반감기를 나타내었다.
3. 염색된 나일론 직물의 세탁에 의한 내구성 실험 결과, 세탁 후에도 염료의 탈락은 거의 일어나지 않았으며, 세탁횟수에 따른 대전방지성 흡수성의 변화도 거의 나타나지 않았다.
4. 견뢰도 시험결과 세탁, 물, 마찰 견뢰도에서 4 급 이상의 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 과제는 산업자원부의 출연금 등으로 수행한 지역전략산업 석박사 연구 인력 양성사업의 연구결과입니다.

참 고 문 헌

1. K. Iwasaki, Electrically Conductive Thermoplastic Resin Compositions, *JP* 9077442(1990).
2. M. Tanitsu and T. Yamaguchi, Antistatic Fibers Containing Metals and No Carbon particles, *JP* 98280240(1990).
3. O. Masashi, M. Tadayuki, O. Shigeru, K. Tokinori, and N. Kyoyuki, Electric Conductive Fiber-Containing Textile with Good Heat Absorption and Antistatic Properties, *Jpn. Kokai Tokkyo koho*(1995).
4. B. Clauss and H. Herlinger, Electron Beam-Induced Polymerization Reactions and Their Application in Textile Finishing Processes. Part 3. Antielectrostatic Finishing and Hydrophilization of Polyester Textile with Polyethylene Glycol Dimethacrylates, *Text. Prax. Int.*, **43**(5), X-XII(1988).
5. Seong-il Eom, Using Chitosan as an Antistatic Finish for Polyester Fabric, *AATCC Review*, **1**(3), 57-60(2001)
6. H. Toxhihiro and N. Shigeru, Antistatic Finish of Polyester Fabrics by Plasma Graft Polymerization and Ionization, *Sen'i Gakkaishi*, **43**(12), 666-668(1987).
7. T. Vigo and J. Bruno, Improvement of Various Properties of Fiber Surfaces Containing Crosslinked Polyethylene Glycols, *J. Appl. Polym. Sci.*, **37**(2), 371-379(1989)
8. Namsik Yoon and Yongzhu Cui, Durable Hydrophilic Finish of PET Fabrics with Ethoxylated Alkyl - aminoanthraquinone, *J. Kor. Soc. Dyers and Finishers*, **15**(4), 251-256(2003)