

<研究論文(學術)>

섬도와 염료구조가 폴리에스테르 직물의 세탁견뢰도에 미치는 영향

¹강연희 · 백지연 · 이재웅 · 김삼수 · 허만우* · 이난형**

영남대학교 공과대학 섬유패션학부

*경일대학교 공과대학 섬유패션학부

**영남대학교 부설 공업기술연구소

(2001년 3월 5일 접수)

Effect of Denier and Dyestuff Structure on Washing Fastness of Polyester Fabric

¹Yeun Hee Kang, Jee Yun Paik, Jea Woong Lee, Sam Soo Kim,
Man Woo Huh*, and Nan Hyong Lee**

School of Textiles, College of Eng., Yeungnam University

**School of Textile & Fashion, College of Eng., Kyungil University*

***The Institute of Industrial Technology in Yeungnam University*

(Received March 5, 2001)

Abstract—Generally, polyester microfiber has much greater dye uptake than that of regular ones. In spite of high dye up-take visual shade depth of dyed fabric decreases with smaller denier, which results in poor washing fastness of dyed fabric.

In this study, in order to investigate the washing fastness, polyester microfiber fabric was dyed by using two type of disperse dyes and treated with 3 different reduction clearing methods. The reduction clearing methods in this study are normal alkaline reduction clearing, N₂ gas replacement method, and ultrasonic treatment during reduction clearing. The results were as followings; The most important factors affecting the washing fastness of polyester artificial suede fabric were found to be the reduction clearing method, the chemical structure of used disperse dyes and the structure and denier of fibers. It was also obtained that the heat treatment of dyed fabric decreased the washing fastness due to the dye migration from inner phase to surface.

1. 서 론

의류용이나 인테리어용 등에 사용되는 인조 suede 소재를 제품화하기 위해서는 여러 가지 색상으로 고견뢰하게 염색하지 않으면 안된다. 폴리

에스테르 극세 섬유 염색은 가공기술 중에서도 매우 중요한 영역으로서, 일반적으로 섬도가 가늘어질수록 전체, 표면적이 증가하여 초기 염색속도는 빨라지므로 불균염의 원인이 되며 또한, 겉보기 염착량도 저하하게 되어 염료 사용량이 증가한다. 그 결과, 극세섬유는 일반섬유보다 염착량이 훨씬 많아져 습윤, 승화, 일광견뢰도가 저하되기 쉽다.¹⁻⁴⁾

¹Corresponding author. Tel. : +82-53-810-2537; Fax : +82-53-811-2735; e-mail : spring@lgcare.co.kr

실제로 인조 스웨드 소재를 염색하는 기술은 초극세섬유와 polyurethane의 영향을 충분히 고려하여 염료의 선택, 염색조건을 설정하는 것이 매우 중요하다. 또한, 극세섬유는 염색속도나 염착량이 매우 다르며, 주행성도 나쁘기 때문에 일반적으로 염색시간이 장시간 이루어지고 있어 생산성이 저하되기도 한다.

폴리에스테르 극세섬유의 세탁견뢰도는 섬유의 구조와 굵기, 염료의 화학구조와 염착량에도 크게 영향을 받을 뿐만 아니라, 분산염료의 경우에는 thermomigration에 대한 영향도 고려하지 않으면 안된다. 즉, 분산염료로 염색한 폴리에스테르 직물을 환원세정 하면 섬유표면에 부착된 염료는 제거되지만, 염색 후의 가공 공정에서 열처리를 하면 섬유 내에 염착되어 있던 염료의 일부가 섬유표면으로 이행하게 되어, 세탁견뢰도에 나쁜 영향을 미치기 때문이다.

이 연구에서는 일반적으로 시행되고 있는 환원세정법과 함께 질소 gas 존재 하에서의 환원세정 그리고, 초음파 발생 하에서의 환원세정 후의 세탁견뢰도를 상호 비교 검토하고, 아울러 세탁견뢰도의 영향 인자로서, 세탁견뢰도가 비교적 우수하다고 알려진 분산 염료를 선별하여, 그 염료의 화학구조에 따른 염착량과 세탁견뢰도의 영향, 섬유의 굵기에 따른 겉보기 염착량, 승온흡수곡선 등의 염색특성과 세탁견뢰도의 영향, 염색 후 열처리에 따른 세탁견뢰도의 변화를 검토하였다.

2. 시료 및 실험방법

2.1 시 료

기모 처리된 해도사 polyester suede 직물로, (주) 새한에서 제조된 ASUA 2000 과 섬유의 굵기가 다른 3종류의 감량가공 처리된 polyester 직물을 사용하였으며, 경·위사 각각의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Properties of used fabric

Sample	Warp	Weft
Sample - A	0.05 d High-shrinkage fiber	75 d/36 f DTY
Sample - B	50 d/72 f	DTY 50 d/72 f DTY
Sample - C	75 d/72 f	DTY 75 d/72 f DTY
Sample - D	300 d/96 f	DTY 300 d/96 f DTY

2.2 염료 및 시약

실험에 사용한 분산염료는 C. I. Disperse Blue 56 [Foron Blue EBL 150 (Clariant)]과 C. I. Disperse Blue 79 [Foron Navy S-2GL 200 (Clariant)]를 사용하였으며, 염료 구조와 특성을 Table 2에 나타내었다. 그리고 분산제는 Sunmorl BK-20T [韓國精密化學(株), 韓國]를 사용하였으며, 환원세정에는 Na₂S₂O₄, NaOH [和光純藥工業(株), 日本] 및 Non-ionic Surfactant [PROTESOL RLN2, 정진화성]를 사용하였다.

Table 2. Chemical structures of used dyes

C. I. Name	Chemical Structure	IOB
C. I. Disperse Blue 56		1.50
C. I. Disperse Blue 79		0.91

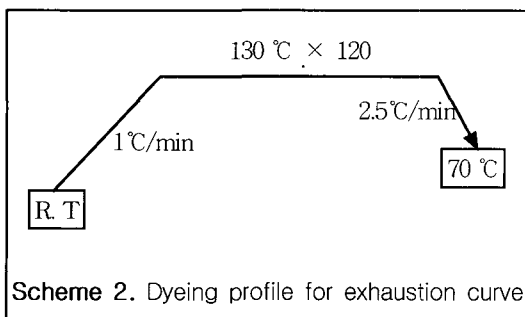
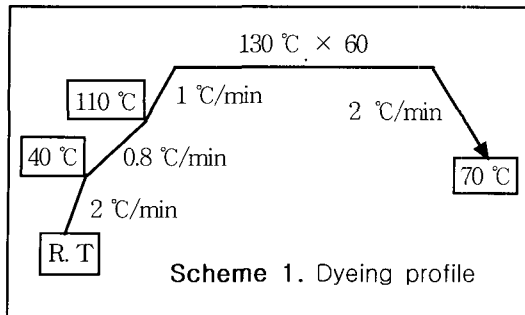
2.3 실험방법

2.3.1 염 색

고온고압염색기(Mathis Labomat Beaker Dyer-Type BFA 9/16 - Wener Mathis AGCO 社, Switzerland)를 사용하여 액비 1 : 30, pH 5, 분산제 농도 4g/l로 Scheme 1에 나타낸 공정으로 염색하였다. 그리고 승온흡착곡선은 섬도가 다른 4가지 폴리에스테르 직물을 Scheme 2의 방법으로, 염료 농도 1% o.w.f., 액비 1 : 100, 승온속도 1℃/min로 염색하면서, 염색온도 70℃부터 30분 간격으로 염색시간과 온도에 따른 피염체의 흡진율을 측정하여 승온흡수곡선을 측정하였다. 피염물의 흡진율 측정은 100% 아세톤 용액으로 microwave 고속 추출기를 사용하여 추출한 후, UV-Spectrophotometer(Spectronic GENESYS 5, MILTON ROY Co., U. S. A.)를 사용하여 흡광도를 측정한 후 계산하였다.

2.3.2 환원세정

환원세정 조건은 NaOH 2g/l, Na₂S₂O₄ 2g/l,



Non-ionic Surfactant 2g/l의 농도로 80 °C × 20min. 처리하였으며, 환원세정 시 질소 gas의 치환을 이용한 세정은 환원세정용에 질소 gas를 계속 주입하면서 일반 환원세정 조건으로 환원세정하였다. 또한, 초음파 환원세정은 magnetostrictive형 초음파 장치(USP-4, JIN-BO Co.)가 부착된 고압염색기를 사용하여 상기와 동일한 조건으로 환원세정 하였다.

그리고 열처리가 필요한 경우에는 3가지의 환원세정 방법 중 어느 하나를 거친 후 자연건조시킨 다음, Drying Oven(HB-502L, HANBAEK CO.)을 사용하여 180 °C × 60sec. 열처리하였다.

2.3.3 세탁견뢰도 측정

고온고압염색기(Mathis Labomat Beaker Dyer - Type BFA 9/16 - Wener Mathis AGCO 社, Switzerland)를 사용하여, KS K 0430의 A-4법으로 세탁견뢰도를 측정하였다. 또, 백포를 침부하지 않고 염색된 직물만을 세탁한 후, 그 세탁액에 동량의 폴리에스테르 백포를 넣고 130 °C × 40min. 동안 염색하여 세탁시에 빠져나오는 분산염료의 양을 측정하였다.

2.3.4 K/S 및 ΔE_{ab}* 값 측정

피염물의 길보기 염착량 측정은 Computer Color Matching(Color Eye 3100, Macbeth, USA)을 사용하여 각 염료의 최대흡수파장(Blue 56, λ_{max}=

640nm; Blue 79, λ_{max}=620nm)에서의 반사율을 측정 후 아래의 Kubelka-Munk 식에 의한 K/S 값으로 평가하였다.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

where, K : coefficient of absorption
of the dye at λ_{max}

S : coefficient of scattering at λ_{max}

R : reflected light at wavelength λ_{max}

세탁견뢰도 측정 시 침부백포의 오염정도는 CIE Lab 색좌표계를 이용하여 ΔE_{ab}*=(ΔL*²+Δa*²+Δb*²)^{1/2} 식에 의한 색차값으로 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 염료의 화학구조에 따른 세탁견뢰도의 영향

염료의 화학구조가 다르면 염색된 직물의 K/S 값도 조금 다르겠지만, 비슷한 K/S 값을 가진 직물은 비슷한 농도로 염색이 되었다는 가정 하에서 세탁견뢰도를 측정하였다.

Fig. 1은 환원세정 방법을 달리하여, 염료의 화학구조에 따른 세탁 시 침부백포의 오염도를 ΔE_{ab}* 값으로 나타낸 것이다. 모든 염료농도에 걸쳐, 환원세정 방법의 차이에 무관하게 Azo type의 염료로 염색한 직물보다는 anthraquinone type으로 염색한 직물의 세탁시 침부백포에 오염이 많이 되어 ΔE_{ab}* 값이 증가한 것을 확인할 수 있다. 그리고 폴리에스테르 침부 백포 보다는 면 침부 백포가 훨씬 더 많이 오염되었음을 알 수 있다.

Fig. 2는 세탁 시 빠져나온 분산염료의 양을 확인하기 위하여 전술한 방법으로 화학구조가 서로 다른 두 가지 염료에 따라 비교하여 나타낸 것이다. 이 결과에서도 마찬가지로 anthraquinone type의 분산염료가 azo type보다 세탁 시 더 많은 양의 염료가 빠져나온다는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 염료의 특성치를 나타내는 무기성/유기성의 비율(Inorganic Organic Balance, IOB)로써 고려할 수 있다. 이 값을 염료에 적용한 예는 일본의 Kuroki⁵⁾가 제안한 것을 시작으로 이 값이 클수록 염료의 친수성이 증가됨을 의미하는데, 이 연구에 사용한 2종의 염료에 대해서는 전술한 Table 3에 염료의 화학구조와 IOB값을 나타내었다. azo type(C.I. Disperse Blue 79) 분산염료의 IOB 값은 0.91을 가지는데 비해, anthraquinone

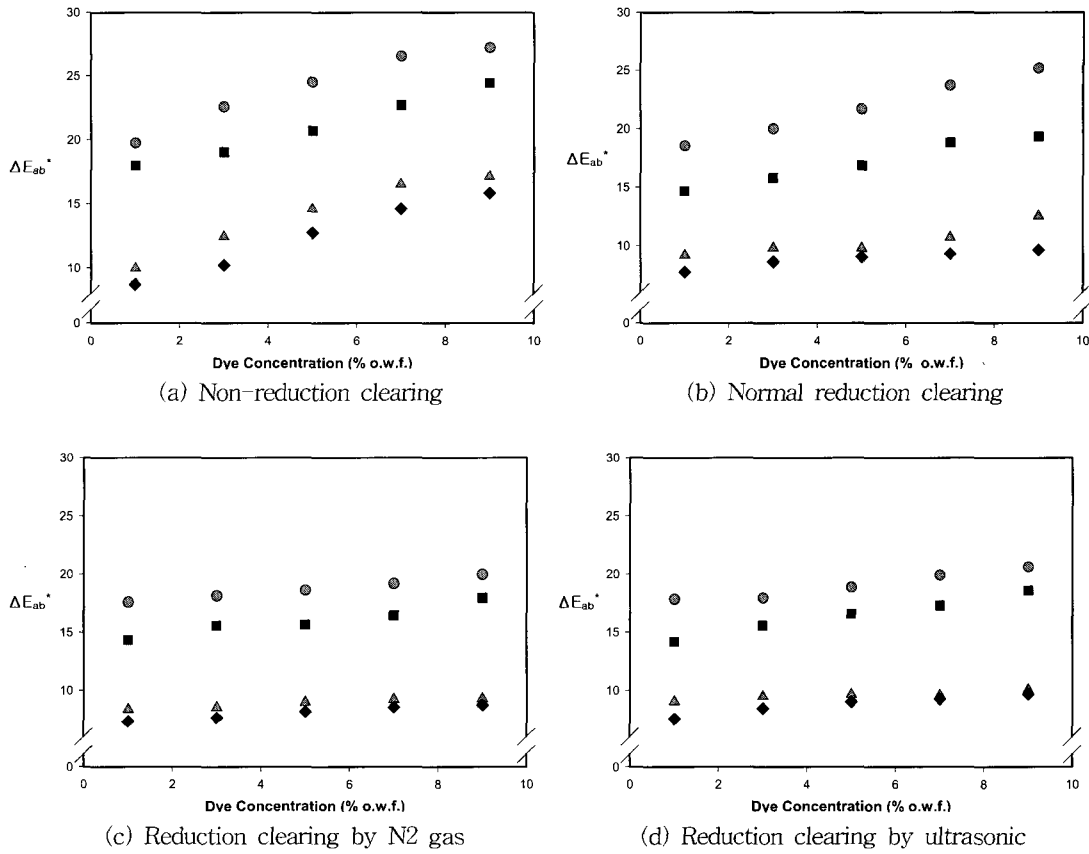


Fig. 1. ΔE_{ab}^* values of the stained fabric according to chemical structure of disperse dye.

- (●): Stained cotton fabric by C. I. Disperse Blue 56
- (▲): Stained polyester fabric by C. I. Disperse Blue 56
- (■): Stained fabric cotton by C. I. Disperse Blue 79
- (◆): Stained fabric polyester by C. I. Disperse Blue 79

Table. 3 The ratio of disperse dye extracted by thermomigration

Dye	Reduction cleaning method	Dye conc. (% o.w.f.)	Ratio of dye extracted by Thermomigration(%)
C.I. Disperse Blue 56	Normal reduction cleaning	1	35.34
		5	48.41
		9	31.13
	Reduction cleaning by N ₂ gas replacement	1	28.19
		5	21.32
		9	19.56
C.I. Disperse Blue 79	Normal reduction cleaning	1	48.72
		5	37.48
		9	52.14
	Reduction cleaning by N ₂ gas replacement	1	25.19
		5	18.99
		9	29.14

type 분산염료의 IOB 값은 1.50으로 훨씬 더 큰 값을 갖게됨으로써 염료의 친수성이 큼을 알 수 있다.⁶⁾ 따라서 분산염료의 경우에도 보다 우수한 세탁견뢰도 특성을 갖기 위해서는 작은 IOB 값을 갖는 것이 훨씬 유리함을 알 수 있다.

그리고 염료와 섬유 사이에 있어서도 폴리에스테르 섬유의 IOB 값은 0.7⁶⁾이므로 이 값에 근접한 염료를 사용할수록 보다 우수한 염착 특성을 갖게 되므로 결국 우수한 세탁견뢰도를 가질수 있다고 여겨진다. 따라서 우수한 세탁견뢰도 특성을 갖기 위해서는 분산염료의 친수성이 작을수록, 폴리에스테르 섬유의 IOB 값과 근접할수록 세탁견뢰도가 우수할 것으로 기대된다.

3.2 섬도에 따른 염착량의 변화

Fig. 3은 섬유의 섬도가 각기 다른 4종류의 피

염물에 대해 K/S 값을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이, 섬도가 가늘어질수록 겉보기 염착량이 감소하는 경향을 알 수 있다. 특히, 0.05 denier의 폴리에스테르 스웨드 직물의 경우에는 다른 폴리에스테르 직물에 비해 K/S 값이 현저하게 저하됨을 알 수 있다.

1 denier와 3 denier의 일반 폴리에스테르 직물은 염료의 농도가 3~5% o.w.f.에 도달하면 K/S 값의 증가가 현저하게 둔화되고 있는 것으로 보아 포화 염착량에 접근하였다고 생각할 수 있는데, 0.7 denier와 0.05 denier의 극세사 폴리에스테르 직물은 염료의 농도가 증가함에 따라 K/S 값이 직선적으로 계속해서 증가하고 있는 것을 확인할 수 있다. 또, Fig. 4에서 알 수 있는 바와 같이 염료농도 1% o.w.f.에서 3 denier의 폴리에스테르 직물이 갖는 K/S 값과 비슷한 값을 갖기 위한 0.05 denier

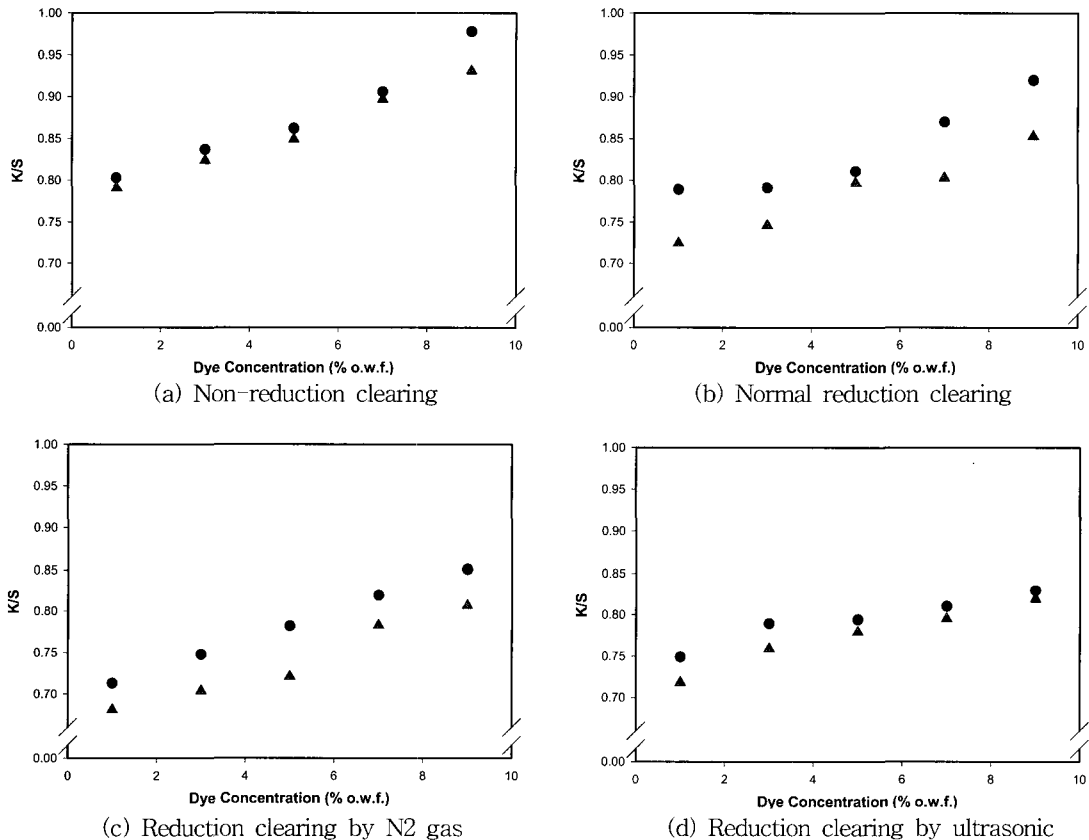


Fig. 2. K/S values of stained polyester fabric in washing liquor after KS K A-4 washing treatment according to chemical structure of disperse dye.

(●) : C. I. Disperse Blue 56 (▲) : C. I. Disperse Blue 79

Polyester suede 직물은 염료 농도가 5% o.w.f의 영역으로 약 5배의 염료가 필요함을 예측할 수 있다. 이러한 결과는 섬도가 가늘어질수록 섬유 전체 표면적은 증가하여 섬도가 서로 다른 피염물이 같은 겉보기 염착량을 갖기 위해서는 더 많은 염료 사용량이 필요함을⁶⁾ 나타내고 있다.

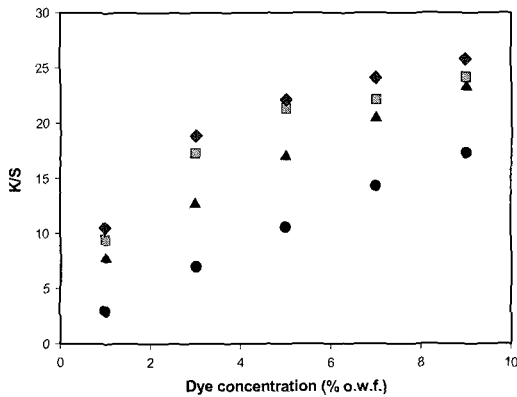


Fig. 3. K/S values of Polyester fabric according to the denier.

(●): 0.05 denier, (▲): 0.7 denier, (■): 1 denier (◆): 3 denier

3.4 섬도에 따른 승온흡수곡선

Fig. 4는 C. I. Disperse Blue 56의 염료를 1% o.w.f.로 염색 시의 승온흡수곡선을 각 denier 별로 측정하여 나타낸 것이다. 각 denier 별로 최종 포화 염료량을 100으로 했을 때 염색시간의 변화에 따른 흡수율을 나타낸 것으로 그림에서 보면, 염색온도 70°C에서 3 denier의 일반 폴리에스테르 직물은 거의 흡수가 진행되지 않았지만 0.05 denier의 극세사 폴리에스테르 스웨드 직물은 약 30% 정도의 높은 초기 흡수율을 나타내고 있다. 그리고 포화치에 도달하는데 걸리는 시간은 3 denier의 일반 폴리에스테르 직물의 경우는 150분 이상의 장시간이 소요되지만, 0.05 denier의 극세사 폴리에스테르 스웨드 직물의 경우는 90분 가량이 소요되어 포화치에 도달 시간이 빨라짐을 알 수 있다. 이러한 결과는 섬유 굵기가 가늘어질수록 흡수개시온도가 낮아지는 것은 물론이고 포화치에 도달하는데 소요되는 시간도 단축된다⁷⁾는 것을 의미한다. 따라서, 이러한 결과의 예로서 흔히 이섬도 혼섬직물의 염색에서는 잦은 염색농도차가 발생하여 불균형과 염색불량의 원인이 되기도 한다.

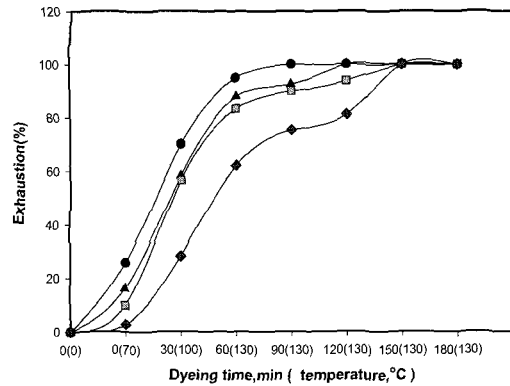


Fig. 4. Exhaustion of Polyester fabric according to the denier(dye conc.; 1% o.w.f., L/R. 100 : 1). (●): 0.05 denier, (▲): 0.7 denier, (■): 1 denier, (◆): 3 denier

3.5 섬유의 굵기에 따른 세탁견뢰도의 영향

Fig. 5는 섬유의 굵기에 따라 세탁 시 빠져나오는 분산염료의 양을 비교하여 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이, 3 denier의 폴리에스테르 직물에 비해 0.05 denier의 polyester suede 직물은 세탁 시 빠져나오는 분산염료의 양이 현저하게 많음을 알 수 있다. 이 결과로부터 섬도가 가늘어질수록 표면농도가 저하되어 염료 사용량이 증가하고, 그 결과 염착량이 증가하여 세탁견뢰도에 나쁜 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다.

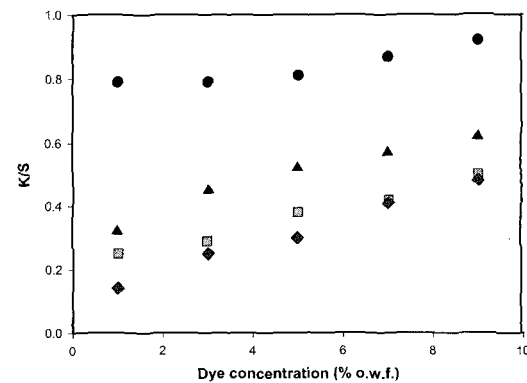


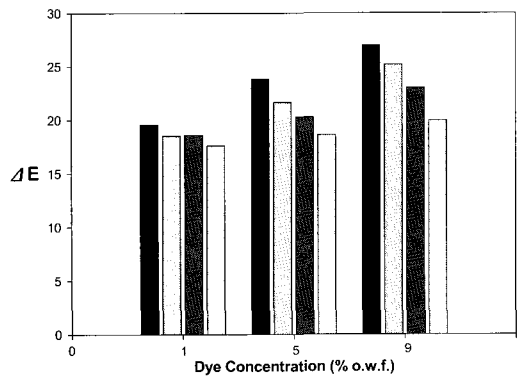
Fig. 5. K/S values of stained polyester fabric in washing liquor after KS K A-4 washing treatment according to the denier. (●): 0.05 denier, (▲): 0.7 denier, (■): 1 denier, (◆): 3 denier

3.6 열처리가 세탁견뢰도에 미치는 영향

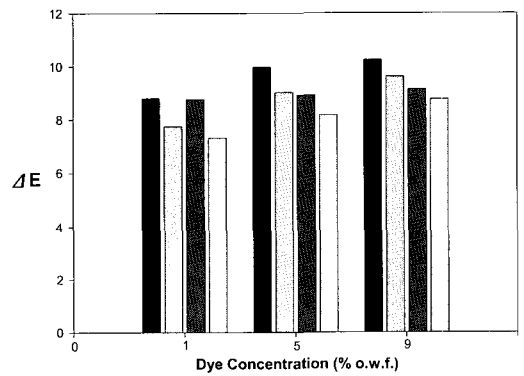
분산염료의 경우는 thermomigration 현상으로

인해, 분산염료로 염색된 폴리에스테르 직물을 환원세정 하면 섬유표면에 부착된 염료는 제거되지만, 염색 후 가공공정에서의 열처리에 의해 섬유 내부에 염착되어 있던 염료의 일부가 섬유표면으로 이행하게 된다. 이러한 직물로 만들어진 어패럴 등은 세탁을 할 경우 섬유표면에 존재하는 염료가 이탈하여 다른 섬유를 오염시키므로 세탁견뢰도가 현저하게 저하될 수 있다.⁸⁾ 특히, 극세직물의 경우 이러한 현상이 더욱 현저하게 나타난다.

Fig. 6과 Fig. 7은 각각 C. I. Disperse Blue 56과 C. I. Disperse Blue 79로 염색한 후, 일반적인 환

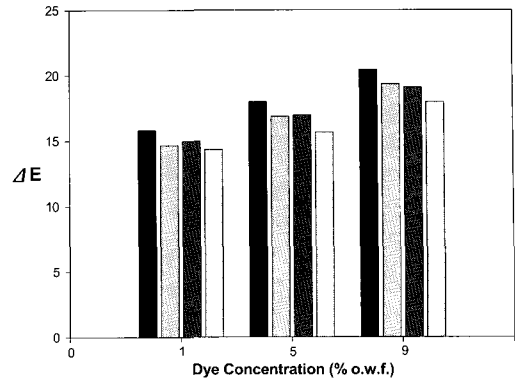


(a) Stained cotton fabric

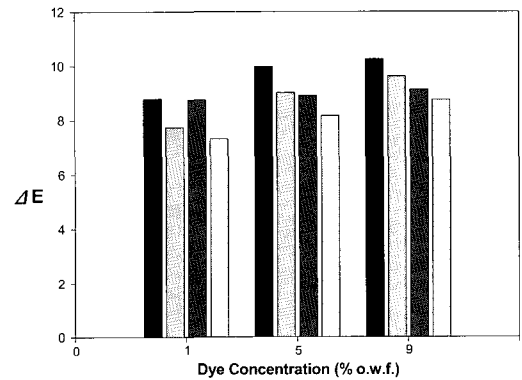


(b) Stained polyester fabric

Fig. 6. ΔE_{ab}^* values of stained fabric in wash liquor of heat-set and non-heat-set polyester artificial suede fabric with C. I. Disperse Blue 56.



(a) Stained cotton fabric



(b) Stained polyester fabric

Fig. 7. ΔE_{ab}^* values of stained fabric in wash liquor of heat-set and non-heat-set polyester artificial suede fabric dyed with C. I. Disperse Blue 79.

원세정과 질소 gas 존재 하에서의 환원세정을 거친 후, 180 °C에서 60초간 열처리를 한 피염물에 백포를 첨부하여 세탁하고, 그 오염포의 ΔE_{ab}^* 값을 담·중·농색에 따라 열처리하지 않은 직물과 비교한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이, 담색의 경우에는 환원세정 방법이나 열처리 유무에 따라 그다지 큰 차이가 나타나지 않지만, 농색의 경우에는 질소 gas 존재 하에서나 일반적인 환원세정에서나 열처리를 한 직물이 하지 않은 직물에 비

해 높은 ΔE_{ab}^* 값을 나타내고 있으며, 그 경향은 일반적인 환원세정의 경우 더욱 뚜렷하게 나타나고 있다. 이 결과로부터 분산염료의 thermomigration 현상에 의한 세탁견뢰도의 저하가 일어났음을 예상할 수 있다. 또한, 염색후 열처리한 직물로부터 세탁시 빠져나오는 분산염료의 양을 thermomigration에 기인하는 분산염료의 비율로 고려해 보면, 다음식으로 부터 구할 수 있다.

$$\text{즉, 분산염료 비율} = \frac{((K/S)_1 - (K/S)_2) \div (K/S)_1}{(K/S)_1} \times 100(\%)$$

$(K/S)_1$: 열처리한 염색물을 세탁한 세정욕에서 염색시킨 폴리에스테르 직물의 K/S 값

$(K/S)_2$: 미열처리한 염색물을 세탁한 세정욕에서 염색시킨 폴리에스테르 직물의 K/S 값이다.

위 식에 의해 계산된 값들을 Table 3에 나타내었다. 이러한 값들은 염색농도에 따라 증가하기도 하고, 감소하기도 하여, 염료나 농도별로 일정한 경향은 구할 수가 없었다. 그러나, 전체적으로 볼 때, 일반적인 환원세정을 한 경우보다는 질소 gas 존재 하에서 환원세정을 한 경우가 담·중·농색의 모든 염료농도에 걸쳐 thermomigration에 기인하는 분산염료의 비율이 다소 낮게 나타나는 경향을 보이고 있으며, 또한, 세탁 시 빠져나오는 염료의 20~50%정도가 thermomigration에 기인하고 있음을 알 수 있다. 실험오차를 감안하더라도 thermomigration이 세탁견뢰도의 저하에 많은 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있다.

4. 결 론

극세사 폴리에스테르 스웨드 직물을 4 종의 분산염료로 염색한 후, 여러 가지 방법의 환원세정을 거친 다음 세탁견뢰도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 섬유 굵기가 가늘어질수록 염색 시 흡수계 시온도는 낮아지고, 포화치에 도달하는데 소

요되는 시간도 단축되며 또한, 섬유 굵기가 가늘어질수록 겉보기 농도는 저하되어 염료 사용량이 증가하므로 세탁견뢰도에 나쁜 영향을 끼친다.

2. 분산염료는 다른 부속 염료와는 달리 thermomigration 현상이 일어나므로, 열처리로 인해 염착되어 있던 염료가 섬유 표면으로 이행하여 세탁견뢰도를 저하시키는데, 세탁시 빠져나오는 분산 염료의 20~50% 정도가 thermomigration에 기인하고 있다.
3. 특히 anthraquinone 구조를 가진 분산염료에 비해 azo기를 가진 분산염료가 thermomigration에 의한 분산염료 이행이 현저하게 일어나고 있다.

감사의 글

이 연구는 영남대학교 지역협력연구센터 (RRC) 의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Seo Moon Ho, *Japan Chemical Fibers Monthly*, **89**, 105(1991).
2. Ou Young Soo, *Triron*, **6**, 159(1992).
3. Choi Chang Ho, *Dyeing & Printing Economy*, **6**, 296(1992).
4. Taen Yoo, *Dyeing Industry*, **25**, 2(1980).
5. T. Nakamura, S. Ohwaki, and T. Shibusawa, *Textile Res. J.*, **65**, 113(1995).
6. Toda, "Systematic organic qualitative analysis", pp. 61~84, 1953.
7. *Magazine dyeing vision*, **3**, 84(1999).
8. P. W. Leadbetter and A. T. Leaver, *Textile Processing Technology*, **25**, 557(1990).