

<研究論文(學術)>

Polyester 섬유직물에 함유된 불순물이 염색성에 미치는 영향

박민식 · 장철민 · 엄재영* · 김삼수 · 허만우**

영남대학교 공과대학 섬유학부

*섬유기능대학 염색가공과

**경일대학교 공과대학 섬유공학과

(1997년 7월 31일 접수)

The Effects of Impurities of Polyester Fiber Fabric on the Dyeing Property

Min Sik Park, Chul Min Jang, Jai Yeung Eum*, Sam Soo Kim, Man Woo Huh**

School of Textile Engineering, Yeungnam University, Kyeongsan 712-749, Korea

**Department of Dyeing & Finishing, Textile Polytechnic College, 149 Pyung Ri, Korea*

***Department of Textile Engineering, Kyungil University, 33 Kyungsan, Korea*

(Received July 31, 1997)

Abstract—In order to investigate the effect of contained impurities of polyester fiber fabric on the scouring and dyeing property, 3 kinds of polyester fabrics were heat-set treated at 160~200°C and evaluated its scouring and dyeing property by through with soxhlet extraction and K/S value of the dyed fabric derived from the surface reflectance. The impurities such as oiling and sizing agent are adhered more strongly on the polyester fabric surface by heat setting temperature. In scouring test, the removal of the these re-adhered impurities on the polyester fabric is very difficult in comparing with unheat-set treated polyester fabric. It is also confirmed that the remained impurities on the polyester fiber decreased its dyeing property.

1. 서 론

Polyester 섬유는 역학적 성질 및 물리적 성질이 매우 우수하지만, 염색성, pilling성, 흡습성 및 대전성 등에 있어서는 많은 결점을 지니고 있기 때문에¹⁾, 이를 개선하고자 하는 연구가 현재까지 수행되어지고 있다. 이들 연구는 주로 polyester 섬유의 단점개선을 위해, 주로 지방족 혹은 방향족 화합물을 이용한 공중합법과 vinyl monomer를 이용한 graft

공중합법 및 직물에 가공약제에 의한 후처리가공법 등으로 진행되어져 왔다^{2~10)}. 그러나 이러한 개선 방법중 화학적 조성의 변화를 수반하는 개질방법의 경우에는 polyester 섬유의 우수한 고유물성을 크게 손상시킬 우려가 있기 때문에, polyester 섬유에서 개질섬유는 대개 물성개선 효과면에서는 제한적인 효과만을 나타내는 방법이 되고 있다고 볼 수 있다^{11~14)}.

특히 최근의 polyester 섬유는 극세섬유와 이수축혼섬사 등을 위시한 고밀도 조직으로 초고속 방

사기술과 사가공기술을 구사하여 얻은 소재들이 대부분이며 기존의 섬유제조 기술을 한층 응용 발전시킨 것이라 생각된다.

그리고 최근의 섬유기계들은 높은 생산성을 목적으로 생산속도가 향상되고 있으며, 원활한 생산을 위해 섬유제조시 첨가되는 유제의 성분도 기존의 광물유, ester화유 뿐만 아니라 silicone계 등의 섬유친화성이 강한 유제가 다량 사용되고 있으며, 섬유제조시 모우방지, 대전방지성의 요구에 따른 각종 유제의 사용량은 점차 증가되고 있다. 한편 연사공정에서는 모우방지, 사분해방지, 사의 원활한 이동 등을 목적으로 정련성을 고려한 유화제가 배합된 광물류가 호제로 사용되고 있지만, 이러한 유제 및 호제들은 섬유 본래의 특성을 감소시키는 원인이 되어 정련, 염색가공 공정시 또하나의 불량원인으로 지적되고 있다¹⁵⁻¹⁹.

현재, 섬유제조 및 제직시 사용되는 유제들의 성분별로는 wax계 유제, oil계 유제, 음이온 및 비이온 계면활성제 및 silicone-oil 복합유제 등이 사용되고 있다.

이와 같이 섬유제조공정 중에 첨가된 각종 유·호제 등의 첨가제들은 그 제거가 불충분할 경우 염색공정에서 염색얼룩발생 등을 위시한 많은 염색가공 사고의 원인이 되고 있어, 이들 유제 및 호제의 완벽한 제거는 염색가공 공정에서 대단히 중요한 부분을 차지하고 있다²⁰⁻²².

따라서 이 연구에서는 polyester섬유의 염색가공공정의 전처리공정인 정련공정에 대해서, 첨가된 각종 유제 및 호제의 효율적인 제거방법에 대한 검토와 미세거둔 각종 유제 및 호제가 섬유상에 잔류할 경우 polyester섬유의 염색성에 미치는 영향을 검토하였다. 특히 정련공정에서 제거되지 못하고 섬유상에 잔류하는 각종 유제 및 호제가 염색성에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 미리 소정 조건에서 polyester직물을 열처리하여 각종 불순물이 염색성에 미치는 영향을 검토하였다. 그리고 SEM 사진으로부터 정련후 제거되지 않은 유제 및 호제의 불순물 부착상태를 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

실험에 사용한 polyester 섬유는 Table 1에 나타

낸 바와 같이 원사 제조회사의 구분없이 임의로 구입하여 사용하였다.

Table 1. Polyester fabric used in experiment

Sample	Warp	Weft	Fabric Design
A	ITY 135/108	SD 150/95	Plane
B	BSY 80/60	P/F 150/96	Plane
C	SD 75/72	SD 75/72	Plane

실험에서 사용한 정련제는 Greenda-SA[비이온 계면활성제, (삼일무역(주))]를 정제하지 않고 시판품 그대로 사용하였다. 기타 실험에 사용한 시약은 1급 시약을 시판품 그대로 사용 하였으며, 염색시 사용된 분산제는 비이온성 SS-P[신라교역(주)]를 사용하였다. 그리고 사용된 분산염료는 C. I. Disperse Blue 30(Azo type, Dianix 社)을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 Polyester 섬유의 열처리

3종의 시료를 160°C, 180°C, 200°C에서 3분간 drying oven(HB-502L, HANBAEK Co.)에서 정장열처리 하였다.

2.2.2 Polyester 섬유의 불순물 추출

열처리한 3종의 시료와 미열처리된 polyester 시료에 함유된 유제 및 호제 등의 불순물 함유량을 알아 보기위해, 석유 ether로 8시간 soxhlet 추출하여 그 함유량을 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Impurity extraction}(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

여기서, W_1 : The sample weight before extraction treatment.

W_2 : The sample weight after extraction treatment.

2.2.3 정련

Polyester 섬유직물의 정련은 실험실용 염색기(Mathis LOBOMAT Beaker-Dyer, BFA-8/16, Switzerland)를 사용하여 Table 2의 소정 조건에서 정련성을 검토하였다.

2.2.4 염색 및 염색성 평가

2.2.3의 조건으로 정련된 시료를 실험실용 염색

Table 2. Scouring conditions used in experiment

Conc. of Scouring agent(g/l)	1, 2, 3, 4
NaOH(g/l)	2
liquor ratio	30 : 1
Scouring temp. and time	90°C × 20min

기(Mathis LOBOMAT Beaker-Dyer, BFA-8/16, Switzerland)에서 C. I. Disperse Blue 30의 분산 염료로 Table 3의 소정 조건에서 염색을 실시하고, Table 4에 나타난 조건으로 환원세정 하였다. 그리고 분광광도계 (Mecbeth colour eye 3100, USA)로 염색된 직물의 반사율을 측정하여 Kubelka-Munk 식에 의해 K/S 값을 구한 후 각 시료의 염색성을 검토 하였다.

Table 3. Dyeing conditions used in experiment

pH of dye liquor	5.5
Conc. of dye(% o.w.f.)	1
Conc. of dispersing agent(g/l)	2
liquor ratio	30 : 1
Dyeing temp. and time	130°C × 40min

Table 4. Reduction cleaning conditions used in experiment

Na ₂ S ₂ O ₄	2g/l
NaOH	2g/l
nonionic surf.	2g/l
Treatment temp. and time	80°C × 20min

2.2.5 SEM에 의한 표면 관찰

정련처리 전후의 polyester 섬유표면을 scanning electronic microscopy(Hitachi S4100, Japan)를 사용하여 ×1500 배로 표면 상태를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Polyester 섬유내 함유된 불순물의 추출

섬유제조시 함유된 각종 유제 및 호제가 전처리 공정에서 효과적으로 제거되지 않으면 최종 염색물의 색차발생과 색상 재현성에 많은 문제가 야기된다.

따라서 이 연구에서는 섬유내 함유된 각종 유제 및 호제가 효과적으로 제거되지 않을 경우 염색성에 미치는 영향이 어느 정도인지 검토하기 위하여 먼저 160°C, 180°C, 200°C에서 열처리를 실시하여 미열처리한 시료와 염색성을 검토하였다. 먼저 이들 섬유의 섬유내 함유된 불순물을 석유 ether로 8시간 soxhlet 추출한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 3종의 시료 모두에서 미열처리 시료의 불순물 추출량(Sample A : 4.9%, Sample B : 5.2%, Sample C : 5.3%)에 비해 열처리 온도가 증가할수록 불순물 추출량이 감소하는 것을 알 수 있다. 특히 200°C에서 열처리된 시료의 불순물 추출량은 현저히 감소하였다. 이와 같은 결과는 섬유표면에 부착된 유제 및 호제 등이 고온의 열처리 조건에서 일시 일부 및 호제가 용융되었다가 열처리 후 온도 감소와 함께 섬유상에 더 강하게 재부착됨으로써, soxhlet 추출에서도 추출량이 감소하는 것으로 여겨진다. 이와 같이 정련공정에서 유제 및 호제의 충분하지 못한 제거는 정련공정후 실시되는 polyester섬유의 pre-setting시에도 이들 불순물이 강하게 섬유에 부착될 수 있으므로 실제 염색 공정에서 염색불량, 염착량 감소 및 색차발생 등의 문제가 초래될 것으로 추측된다. 그리고 이러한 결과는 photo 1에 나타난 SEM 사진에서 잘 알 수 있다.

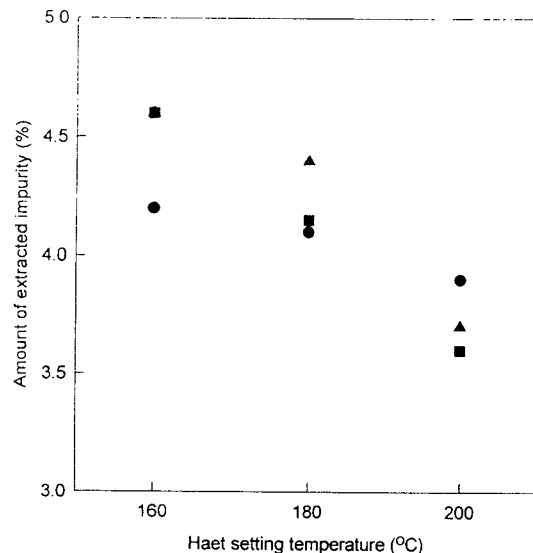


Fig. 1 The amount of extracted impurity according to the heat setting temperature. sample A(●), sample B(■), sample C(▲)

3.2 SEM에 의한 표면관찰

Photo 1은 시료 A에 대해 미열처리 시료와 3가지 온도에서 열처리한 시료를 정련후 SEM사진으로 나타낸 것이다. 미열처리 시료와 비교하여 열처리 온도가 높아질수록 유제 및 호제와 같은 불순물의 재부착량이 많음을 알 수 있다. 특히 200℃에서 열처리한 시료의 경우 불순물이 섬유표면에 심하게 재부착된 것을 알 수 있다.

3.3 열처리 유무에 따른 polyester 섬유조직의 정련성 비교

3.1에서 알 수 있는 바와 같이 섬유내 함유된 각종 유제 및 호제 등의 불순물은 정련공정에서 충분히 제거되지 못하면, 실제 염색가공 공정에서 가해지는 많은 열처리에서 그 제거가 어렵게 되어 염색시 불량원인이 되므로, 정련전 실시한 열처리 시료와 미열처리 시료 각각의 정련성을 비교검토하기 위하여 각각의 시료에 대하여 소정의 정련조건에서 열처리온도 변화에 따른 불순물의 제거율을 정련 전후의 무게 감소량으로 환산하여 Fig. 2, Fig. 3 및 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 2는 시료 A를 정련제 농도를 1, 2, 3g/l

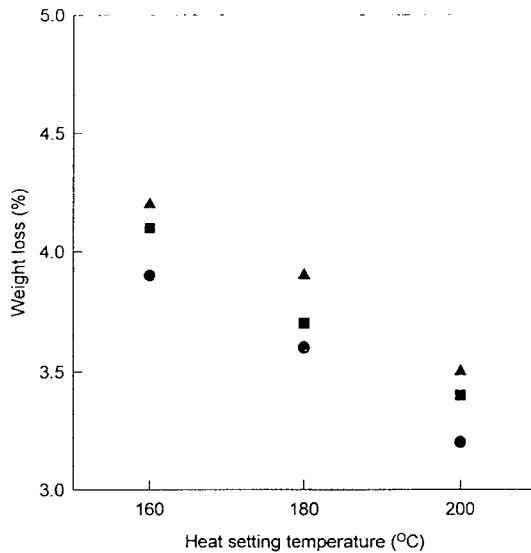
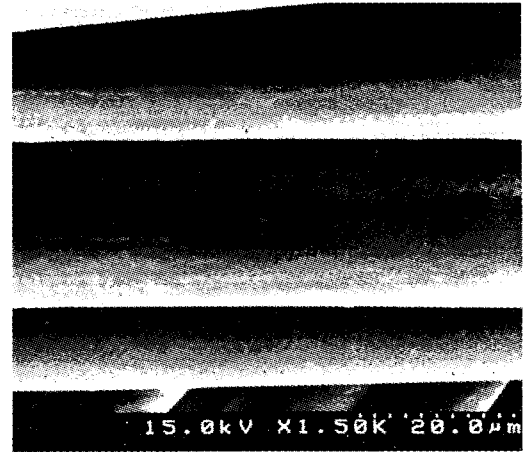
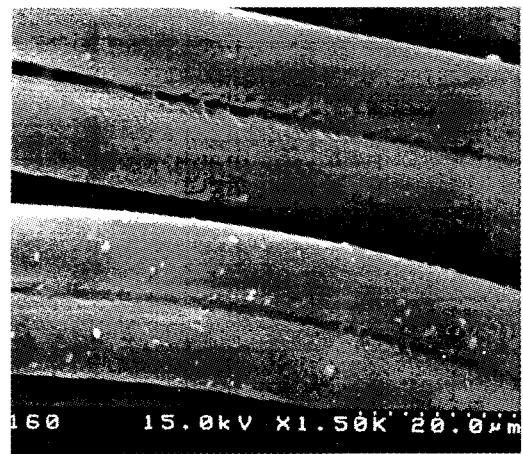


Fig. 2 The scouring effect of polyester fabric sample A according to the heat setting temperature.

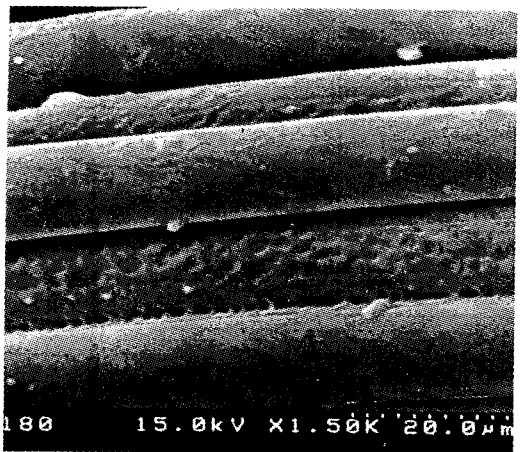
Conc. of scouring agent 1g/l(●),
 Conc. of scouring agent 2g/l(■),
 Conc of scouring agent 3g/l(▲)



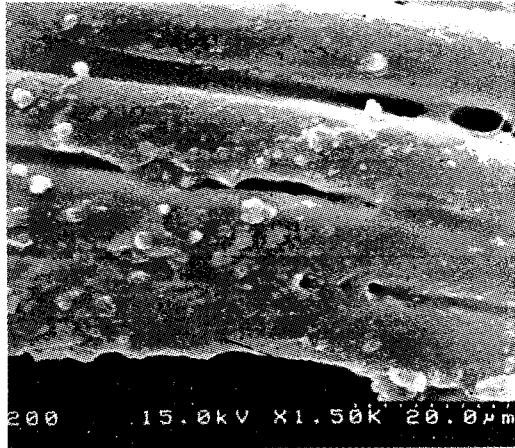
(A)



(B)



(C)



(D)

Photo 1 SEM photographs of scoured polyester sample A

- (A) Untreated sample
- (B) Treated at 160°C
- (C) Treated at 180°C
- (D) Treated at 200°C

로 변화시키면서 섬유내 불순물 제거율을 정련전후의 무게감소량으로 나타낸 것이다. 미열처리 시료의 불순물 함유량 4.9% (sample A)와 비교하여 정련제 농도 3g/l로 정련하였을때, 160°C에서 열처리된 시료의 경우 4.2%, 180°C의 경우 3.9%, 200°C의 경우 3.5%의 제거율을 나타내었다. 미열처리시료와 비교하여 200°C에서 열처리된 시료의 경우 1.4%의 불순물이 정련시 제거되지 않고 시료에 잔류하는 것을 알 수 있다. Fig. 3과 Fig. 4는 처리온도 변화에 따른 정련효과를 미열처리시료와 비교하여 나타낸 것이다. 시료 B의 경우도 시료 A에서와 마찬가지로 200°C에서 열처리되었을 때 3.6%의 불순물 제거율을 나타내어 약 1.7% 정도의 불순물이 정련시 제거되지 않고 시료에 잔류하는 것을 확인하였다. 그리고 시료 C의 경우도 시료 A, B에서와 같이 200°C에서 열처리되었을 때 3.7%의 제거율을 보였으며, 1.5%의 불순물이 제거되지 않고 잔류함을 알 수 있다.

이상에서 염색가공 공정의 전처리 공정에서 유제 및 호제 등의 효율적인 제거가 대단히 중요함을 의미하며, 정련공정에서 일부 미제거된 불순물이 섬유상에 잔류할 경우 염료의 염착량 저하와 염색불량의 원인으로 작용될 것으로 추측된다.

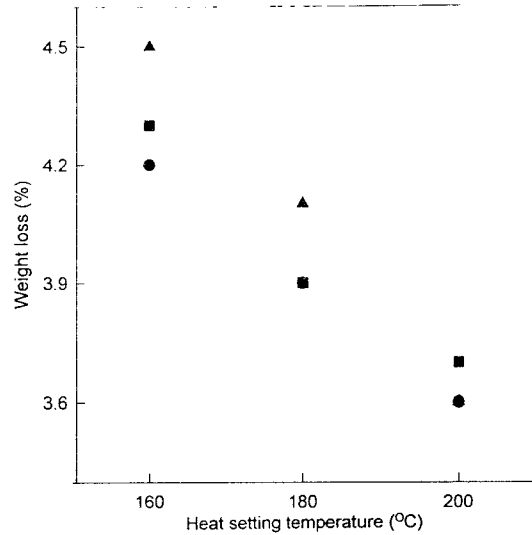


Fig. 3 The scouring effect of polyester fabric sample B according to the heat setting temperature.

Conc. of scouring agent 1g/l(●),
Conc. of scouring agent 2g/l(■),
Conc of scouring agent 3g/l(▲)

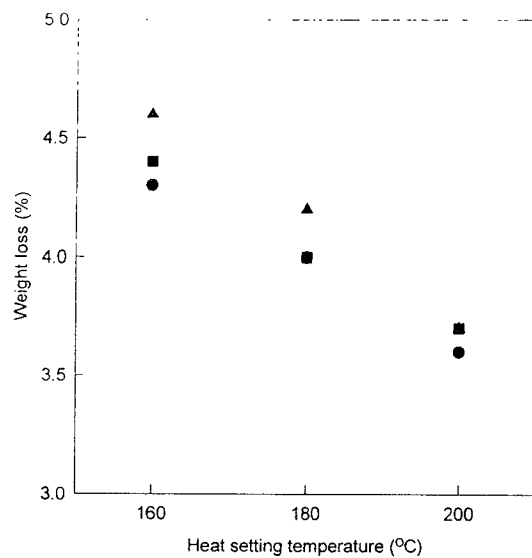


Fig. 4 The scouring effect of polyester fabric sample C according to the heat setting temperature.

Conc. of scouring agent 1g/l(●),
Conc. of scouring agent 2g/l(■),
Conc of scouring agent 3g/l(▲)

3.4 정련제 농도변화에 따른 polyester섬유직물의 정련성

Fig. 5는 시료 A에 대해 열처리 유무에 따라 정련제의 농도를 1, 2, 3, 4g/l로 변화시키면서 섬유내 불순물 제거율을 정련전후의 무게감소량으로 나타낸 것이다.

Fig. 5에서 알 수 있는 바와 같이 어느 경우나 정련제 농도가 증가하면 열처리 온도에 관계없이 섬유내 불순물의 제거는 증가되지만 미열처리 시료에 비해 그 제거율은 감소하였다. 그리고 정련제 농도 3g/l 이상에서는 불순물 제거량의 증가현상은 크지 않았다. 이와 같은 결과는 이 실험에 사용된 비이온계면활성제가 3g/l 이상에서는 그 정련성이 증가되지 않는 것으로 보아 임계미셀농도(c.m.c.)에 도달된 결과라 추측할 수 있다. 또한 열처리 유무에 따른 시료 A의 불순물 제거율은 미열처리 시료의 경우 정련제 농도에 따라서 4.7~4.8%의 무게감소가 일어날 만큼 많은 양의 불순물이 섬유로부터 제거될 수 있음을 알 수 있으나 열처리 온도 160°C에서는 정련제 농도의 변화에 따라서 3.9~4.2%, 열처리 온도 180°C에서는 3.6~3.9%, 열처리 온도 200°C에서는 3.2~3.5%의 무게감소가 확인되었다. 이와 같이 열처리 온도가 증가할수록 섬유내 함유된 각종 유제 및 호제는 더 강하게 섬유상에 부착됨으로써 정련제 농도를 증가하더라도 이들의 제거는 훨씬 어렵게 됨이 확인되었다.

3.5 Polyester 섬유의 염색성

일반적으로 polyester 섬유의 염색에서 염색공정 전에 열처리를 행하면 열처리 온도가 100°C 이상으로 높아짐에 따라 염착량이 감소하다가 일정이상의 온도(170°C~190°C)에서는 염색성이 다시 증가하는 것으로 알려져 있으며, 이러한 열처리에 따른 polyester 섬유의 염착량 차이는 polyester 섬유의 내부미세구조의 변화로 설명되고 있다. 즉 열처리 온도가 높아질수록 일반적으로 결정화도가 증가하는데 이때 주로 배향성 비정형영역(extended non-crystalline region)이 결정영역으로 편입되지만, 비배향 무정형영역(disordered amorphous region)은 조금씩 증가하는 것으로 분석되며 증가된 무정형 영역에

의해 염색성이 향상되는 것으로 설명된다. 그러나 이에 따른 polyester 섬유의 handle 특성은 결정화도 증가의 영향에 의해 다소 딱딱해지는 것으로 보고되고 있다²³⁾. Fig. 6~8은 열처리 온도를 달리하여 처리된 시료 A, B, C에 대해 최적 조건으로 정련한 후 염색한 직물의 K/S값을 나타내었다. 정련제 농도 3g/l로 정련처리한 직물이 어느 경우에서나 가장 높은 염착량을 나타내었다. 이와 같은 결과 역시 섬유내 함유된 각종 유제 및 호제의 철저한 제거가 염착량의 증가와 밀접한 관련이 있음이 확인되었다. 그리고 열처리 온도변화에 따른 K/S값은 180°C 열처리 온도에서 가장 높은 값을 나타냈고, 열처리 온도 200°C에서는 유제 및 호제 등의 재부착에 따라 K/S값이 급격히 감소하는 것을 확인하였다. 이들 결과는 전술한 바와 같이 섬유내 존재하는 유제 및 호제의 영향과 함께 열처리 온도변화에 따른 polyester 섬유내 미세구조의 변화에 기인한 염착량의 변화를 가져 온 것으로 여겨진다.

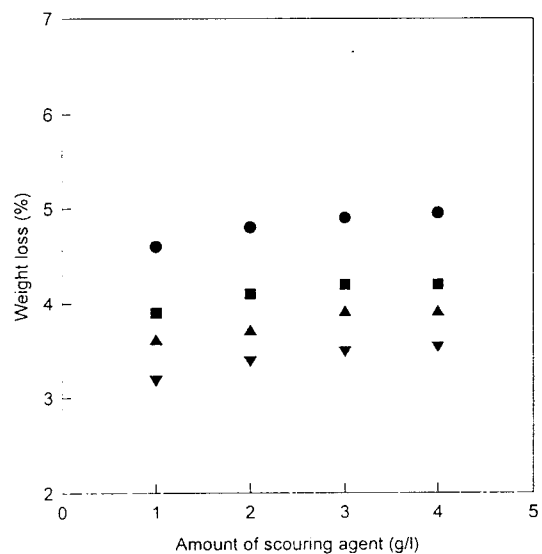


Fig. 5 The relationship between the concentration of scouring agent and weight loss of polyester sample A after scouring treatment.

Untreated sample (●),
Heat-setted sample at 160°C (■),
Heat-setted sample at 180°C (▲),
Heat-setted sample at 200°C (▼)

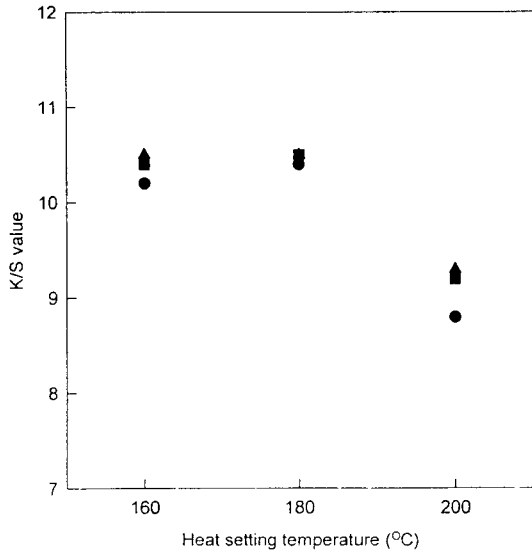


Fig. 6 The K/S values of dyed polyester fabric sample A according to the heat setting temperature.

Conc. of scouring agent 1g/l(●),
 Conc. of scouring agent 2g/l(■),
 Conc. of scouring agent 3g/l(▲),
 (K/S value of untreated sample A: 10.5)

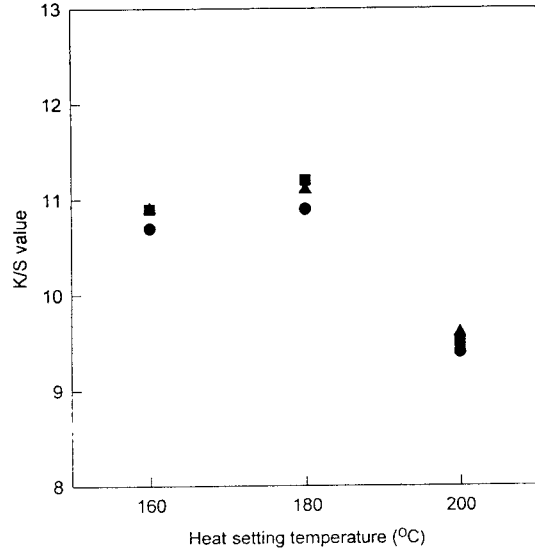


Fig. 8 The K/S values of dyed polyester fabric sample C according to the heat setting temperature.

Conc. of scouring agent 1g/l(●),
 Conc. of scouring agent 2g/l(■),
 Conc. of scouring agent 3g/l(▲),
 (K/S value of untreated sample C: 11.1)

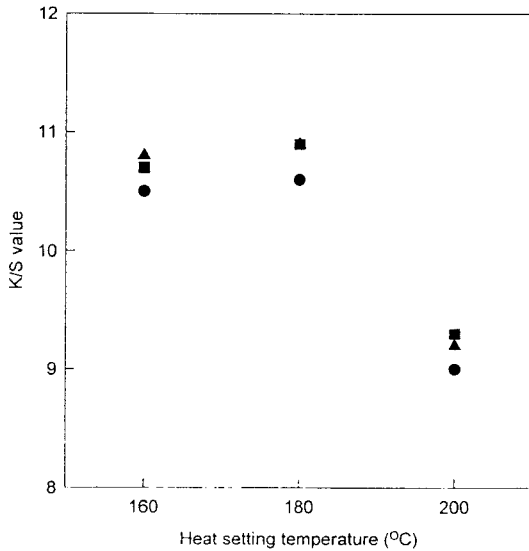


Fig. 7 The K/S values of dyed polyester fabric sample B according to the heat setting temperature.

Conc. of scouring agent 1g/l(●),
 Conc. of scouring agent 2g/l(■),
 Conc. of scouring agent 3g/l(▲),
 (K/S value of untreated sample B: 10.8)

4. 결 론

Polyester섬유 직물에 함유된 각종 유제 및 호제가 염색성에 미치는 영향을 검토하고자 정련공정에 앞서 160°C, 180°C, 200°C에서 열처리를 행하고 이들 섬유에 정련시 불순물 제거량을 미열처리 시료와 비교 검토하였다. 또한 섬유상에 부착된 유제 및 호제의 부착상태를 SEM으로부터 확인하고, 정련공정이 염색성에 미치는 영향을 알아보기 위해 K/S 값을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 온도를 달리하여 열처리한 시료를 석유 ether를 용제로 사용하여 soxhlet 추출한 결과 미처리 시료의 불순물 추출량이 가장 많았고, 열처리 온도가 상승함에 따라 불순물 추출량이 감소하는 경향을 나타낸다. 그리고 SEM사진으로부터 섬유내 미제거된 각종 유제 및 호제 등의 불순물은 염색가공공정에서 가해지는 열처리에 따라 재부착 됨으로서 정련성 감소가 나타났다.
2. 정련제의 농도변화에 따른 정련성은 3종의 polyester시료에서 모두 정련제 농도 3g/l에

서 가장 증가되었으며, 섬유상에 잔류하는 미 제거된 유제 및 호제는 열처리 온도가 증가할 수록 정련 성이 감소되었다.

- 열처리 시료에 대한 염색포의 K/S 값의 변화는 열처리 온도 180°C까지는 염색성이 증가하지만, 200°C 이상에서는 각종 불순물의 재부착에 따라 염색성이 오히려 감소하였다.

감사의 글

이 연구는 한국과학재단 지원의 영남대학교 지역 협력연구센터(RRC/PDRC)와 영남대학교 연구조교 지원사업에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Du pont., *Dacron Bulletin*, D-229, PP. 7-9 (1969).
- 이주형, 김삼수, 허만우, 윤종호, 조용석, *한국염색가공학회지*, 8, 36(1996).
- H. F. Mark and N. M. Bikales, "*Encyclopedia of Polyscience and Technology*", Suppl. Vol. 1, Wiley-interscience, P.444 (1976).
- T. Jinda, M. Noyori and T. Matsuda, *Sen-I Gakkaishi*, 40, T-104(1984).
- P. Bajaj and D. N. Khanna, *Text. Res. J.*, 51, 696 (1981).
- W. Marrs, R. H. Peters and R. H. Still, *J. Appl. Polymer. Sci.*, 23 (1979).
- M. Ohguchi. *Sen-I Gakkaishi*, 40, T-147 (1984).
- S. Kubota, S. Ohagi and C. Nakaoka, *Sen-I Gakkaishi*, 39, T-421 (1983).
- P. D. Kale and H. T. Lokhande, *J. Appl. Polymer. Sci.*, 19, 461 (1975).
- C. J. Kibler, A. Bella and J. G. Smith, *J. Polym. Sci.*, Part A2, 2115 (1964).
- S. Shakra, S.S. Dhuri, *American Dyestuff Reporter*, 81, P.28 (1992).
- M.R. Porter, "Surfactant Science & Technology." 25, P.135 (1993).
- H.M. Heuvel & R. Huisman, *JAPS*, 22, 2229 (1978).
- 윤원식, 이승환, 손태원, 지병철, 최경식; *한국 섬유공학회지*, 33, 282 (1996).
- Arvel Datyner, "*Surfactant in Textile processing*." P.241 (1991).
- R. De. P. Daubeny, C. W. Bunn, C. J. Brown, *Proc. Roy. Soc. (London)*, A226, 531 (1991).
- J. J. F. Knapton, F. J. W. W. Ingenthron, and W. Fang, *Textile Research Journal*, 38, pp.1013-1026(1968).
- 생산기술 연구원, "염색가공 기반기술에 관한 연구", P.263(1995).
- S. Shakra, S. S. Dhuri, *American Dyestuff Reporter*, 85, P.28(1992).
- S. R. Sulka and Dhuri; *American Dyestuff Reporter*, 81, P.32(1992).
- Jiro Shimizu, Ko-Ichiro Toriumi, Ken-Ichiro Tamai, "*Sen-i Gakkaishi*", 34, T-93(1978).
- Kazushi Fujimoto, Koichi Iohara, Shinji Owaki and Yasuhiro Murase, "*Sen-i Gakkaishi*", 44, T-171(1988).
- S. Niu. and T. Wakida, *Textile Res. J.*, 63, 346 (1993).