

폴리에스테르/셀룰로오스계 교직물의 탄화날염가공에 관한 연구

김 호 정

경성대학교 의상학전공

The Effects of Burn-out Printing on the Polyester/ Cellulosic Fiber Mixed Fabrics

Ho-Jung Kim

Dept. of Fashion Design and Merchandising, Kyungsoong University, Busan, Korea

Abstract : When the polyester/cellulosic fiber mixed fabrics were treated with sodium hydrogensulfate for burn-out printing, it is examined how the effects of process conditions as concentration of acid, fixation temperature and fixation time act onto the properties of the polyester ground fabrics. The print paste, indalca solution, was mixed with sodium hydrogensulfate and glycerine, and then screen-printed on the fabrics. The properties of the polyester ground fabrics after removing away the cellulosic fibers were investigated. The yellowness index and the breaking load of polyester ground fabrics affected by the process conditions, especially dry heat fixation temperature.

Key words : burn-out print, polyester/cellulosic fiber mixed fabric, heat fixation, yellowness index, breaking load

1. 서 론

“Burn-Out” 혹은 “Devore”로 불리는 탄화날염가공은 섬유 제품의 다양화, 고부가가치화 등의 관점에서 뿐 아니라 섬유에 습분야에서 그 표현 영역의 확대가 가능하도록 하는 날염가공 법이다(장은진, 1989). 탄화날염가공 되어진 소재는 그 종류나 형태, 사용용도 등이 더욱 다양하고 폭이 넓어져서 근래에 들어서서는 여성용 고급의류 및 패션소재로서 뿐 아니라 블라인드나 커튼 등과 같은 실내장식용 소재로써도 개발, 사용되어지고 있는 추세이다.

이와 같은 탄화날염가공의 기본적인 원리는 성질이 다른 두 가지 이상의 성분으로 구성된 직물의 구성 섬유 중 일부를 약품을 사용하여 태우거나 녹임으로써 직물상에 레이스나 자수형태의 독특한 입체 문양 효과와 색상을 얻게 되는 것이다. 결과적으로 탄화된 부분은 투명하게 비쳐보이게 되고 탄화되지 않은 부분은 원 상태로 남아 문양화된 직물이 되며 그 때 직물의 조직상태나 성분의 조합에 따라 각각 독특한 질감과 형태를 나타내므로 교직물의 경우는 “floating thread” 효과 혹은 “cut-worked”와 비슷한 느낌의 소재를 얻기도 한다(손번수, 1996; Wells, 1997; Storey, 1992; Corbman, 1983). 따라서 이미 제품화 된 직물을 가공처리 하였던 과거에 비하여 근래에

는 탄화가공을 목적으로 한 교직물을 개발, 제작하기에 이르고 있다. 또한 탄화가공은 탄화되는 섬유의 성분에 따라 그 처리 방법이나 적용되는 약품이 달라지게 되고, 탄화가공용으로 사용되는 직물은 기존의 생산품부터 탄화가공용으로 특별히 설계된 경우까지 아주 다양한 형태를 가지므로 가공 원리는 비교적 단순한 데 반하여 그 정보량은 큰 것으로 볼 수 있다.

이와 같이 예술성과 상업성을 함께 만족시킬 수 있는 탄화가공은 세계적인 패션 경향에 따라 국내에서도 성행하고 있으나 일부 섬유업체들간의 폐쇄적인 정보관리와 학계의 연구 부재등으로 인하여 그 기술력이나 날염디자인의 수준은 아직 개선해야할 여지가 많은 형편이다. 특히 섬유예술이나 직물디자인 혹은 소재디자인을 목적으로 가공처리할 경우 디자이너들의 이화학적 지식의 부족으로 탄화가공시 불필요하게 과다한 약제를 사용하거나 적정조건을 찾지 못해 직물과 가공제 등을 낭비하는 경우가 많음을 볼 수 있다.

이에 본 연구자는 레이스나 파일직물을 탄화가공할 때, 직물의 표면에 부가되는 탄화제의 농도나 가공제를 고찰할 때 가열시간, 가열온도등과 같은 여러 가지 가공 조건들이 바닥직물의 색상변화와 물성에 미치는 영향을 실험, 분석하고 각 조건에 따른 가공효과를 살펴 본 바 있다(김호정, 1999).

본 연구에서는 전보에 이어 최근에 국내에서 개발되어진 면과 레이스의 폴리에스테르와의 교직물을 대상으로 하여 면과 레이스를 탄화 제거시에 폴리에스테르 바닥섬유의 물성변화와 색상의 변화등을 각 가공조건에 따라 검토함으로써 생산업체나

Corresponding author, Ho-Jung Kim
Tel. +82-51-620-4666, Fax. +82-51-623-5248
E-mail: khjung@star.kyungsang.ac.kr

염색 및 직물디자이너들의 디자인 의도에 맞는 적정조건을 찾고자 하였다.

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

시료는 탄화날염가공을 목적으로 국내에서 생산되는 교직물로서 면과 레이온이 폴리에스테르 평직물에 위사로 투입된 폴리에스테르 25%(27denier monofilament), 면 75%(이하 P/C) 교직물과 폴리에스테르 30%(100 total denier 36plier), 레이온 70%(이하 P/R)교직물을 사용하였으며 사용된 교직물의 물성은 Table 1과 같다. 시약으로는 sodium hydrogen sulfate (Junsei Chemical Com., Ltd., extra pure)와 glycerine(Shinyo Pure Chemical Co., Ltd., first grade)을 정제하지 않고 실험에 사용하였으며 stock thickener로서는 Indalca PA/30을 사용하였다.

Table 1. Characteristics of fabrics

Material	Polyester25%/ Cotton75%	Polyester30%/ Rayon70%
Weave	plain	plain
Weight (g/m ²)	23	103
Density	122×122	265×74
Thickness (mm)	0.47	0.40

2.2. 실험방법

탄화가공 및 착색 : Indalca PA/30의 9%수용액에 일정량의 sodium hydrogensulfate와 glycerine을 잘 혼합한 후 탄화가공용 약제로써 사용하였다. 준비된 시료위에 테트론 180목 망사를 목재틀에 부착하여 제작한 스크린을 사용하여 hand screen stencil법으로 가공제를 시료의 표면에 인날하고 자연건조시킨 후 이를 hot-press를 사용하여 임의의 온도와 시간으로 건열고 착처리하였으며 탄화처리된 시료를 흐르는 물속에서 수세하면서 탄화부분을 제거한 후 건조하였다.

황색지수 및 색채변화 측정 : 탄화 후 남겨진 바닥직물의 황변정도를 Spectrophotometer(CM-500, Minolta)를 사용하여 yellowness index(ASTM E313)를 측정하여 비교분석하였다.

수축율 측정 : 탄화가공시 폴리에스테르성분의 열적변화저동을 알아보기 위하여 건열수축율을 다음과 같이 구하였다.

$$\text{Shrinkage}(\%) = (L_0 - L) / L_0$$

(L₀; 원 시료의 길이, L; 수축 후 길이)

절단하중 측정 : 가공 직물의 기계적 성질을 비교하기 위하여 KS K0520의 방법에 따라 Tensilon(Pinius Olsen 1000)을 사용하여 절단하중(Kgf)을 측정하였다.

SEM에 의한 표면형태 관찰 : 주사형 전자 현미경(SEM, S-4200, Hitachi)을 사용하여 탄화 처리된 섬유 표면의 미세구조 변화를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 탄화가공제 농도의 영향

황산수소나트륨을 탄화제로 하여 P/C교직물과 P/R교직물의 셀룰로오스계성분을 탄화시킬 때 탄화제의 함량이 남겨진 폴리에스테르 바닥섬유의 물성에 미치는 영향을 조사하였다.

Fig. 1은 P/C와 P/R 교직물의 가공제 내의 NaHSO₄ 함량 증가에 따른 바닥섬유의 황색지수의 변화를 조사한 것이다. 탄화제의 함량이 10%에서 22%로 증가함에 따라 바닥직물인 폴리에스테르섬유의 황색지수는 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었으며 이러한 경향은 P/C교직물 보다 P/R교직물에서 더욱 뚜렷하였다. 특히 P/R교직물의 경우 탄화제 농도가 16% 이상에서부터 뚜렷한 황변을 나타내어 황색지수의 값이 거의 3배 이상 증가됨을 볼 수 있었다. 백색탄화가공은 후속공정으로 염색을 실시하는 것이 일반적이므로 남겨진 바닥직물의 황변화는 염색가공에 좋지 않은 영향을 미칠것으로 생각되며 따라서 13% 이상의 탄화제 사용은 불필요한 것으로 생각된다.

가공제내의 NaHSO₄ 함량 증가가 폴리에스테르 바닥섬유의

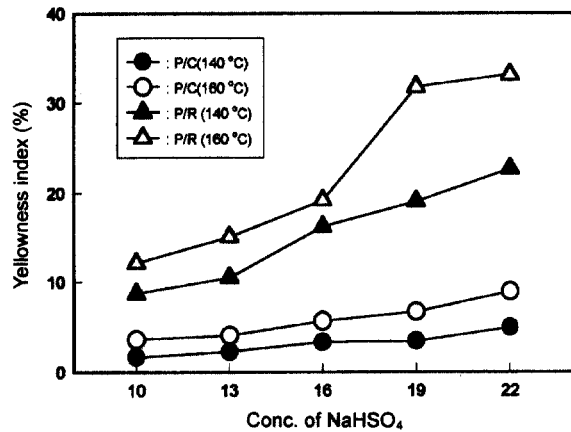


Fig. 1. Effects of concentration of NaHSO₄ on the yellowness index (%) of ground fabrics treated at 140°C and 160°C for 3 min.

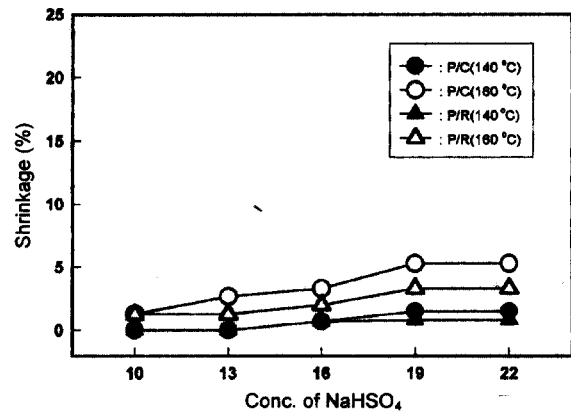


Fig. 2. Effects of concentration of NaHSO₄ on the shrinkage (%) of ground fabrics treated at 140°C and 160°C for 3 min.

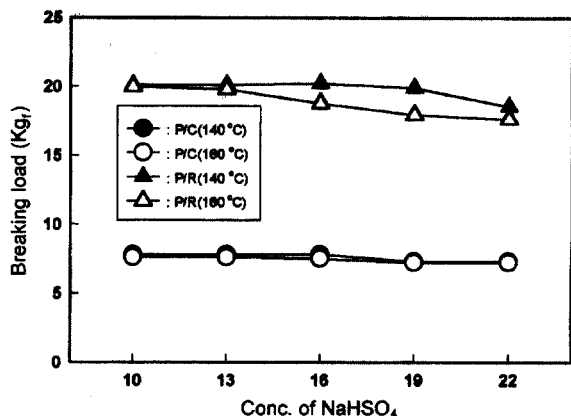


Fig. 3. Effects of concentration of NaHSO₄ on the breaking load (kgf) of ground fabrics treated at 140°C and 160°C for 3 min.

수축율에 미치는 영향을 Fig. 2에 나타내었다. P/C교직물과 P/R교직물을 140°C로 처리한 경우에는 거의 수축현상은 일어나지 않고 있으나 P/C교직물과 P/R교직물을 160°C로 처리한 경우에는 탄화제의 농도 증가와 함께 다소간 수축율이 증가하는 것으로 나타났다.

바닥섬유의 절단하중의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. P/C 교직물은 탄화제의 농도가 10%에서 22%까지 증가할 때 절단하중은 7.8 Kgf에서 7.3 Kgf으로 극히 미소한 변화를 보였으며 P/R교직물의 경우에는 3 Kgf정도의 감소를 나타내어 전체적으로 가공제내의 산의 함량이 폴리에스테르 바닥섬유의 기계적 물성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 일반적으로 폴리에스테르섬유는 내약품성이 강하며 알칼리에 대해서는 에스테르결합의 일부가 가수분해에 의한 취화현상이 일어나지만 산에 대해서는 특히 우수한 내성을 가지는 것으로 알려져 있다. 그러나 탄화가공과 같이 산을 고온으로 가열처리할 경우에는 직물 표면에 존재하는 폴리에스테르섬유의 부분적인 손상이 예상되며 이는 다소간의 기계적 저하를 초래할 수 있을 것으로 생각된다.

3.2. 탄화가공 고착온도의 영향

탄화가공에는 증열고착법과 건열고착법이 사용되고 있으며 날염을 동시에 해야할 경우에는 염료의 특성을 고려하여 고착 방법을 선택해야 한다. 본연구에서는 백색탄화가공을 중심으로 고찰하였으므로 건열고착법을 사용하였으며 이때 처리온도의 조건이 가공직물의 물성에 미치는 영향을 살펴보았다.

Fig. 4는 탄화가공시 건열고착처리 온도가 폴리에스테르바닥지의 황변도에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 처리온도를 120°C에서 200°C까지 변화시켰을 때 13% NaHSO₄ 처리시료와 16%NaHSO₄ 처리시료 모두 황색지수는 증가되었다. 특히 160°C를 경계로 하여 뚜렷한 황색지수값의 증가를 나타내어 200°C의 경우 YI값이 P/C교직물은 21%, P/R교직물은 34%로서 탄화가공시 바닥직물의 황변도는 온도의 영향을 크게 받는

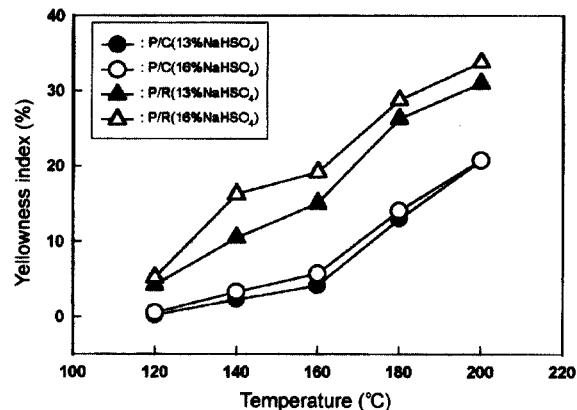


Fig. 4. Effects of dry heat fixation temperature on the yellowness index (%) of ground fabrics treated with 13% and 16% NaHSO₄.

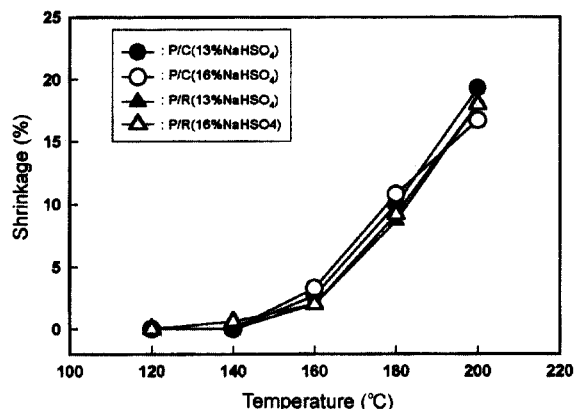


Fig. 5. Effects of fixation temperature on the shrinkage index (%) of ground fabrics treated with 13% and 16% NaHSO₄.

것으로 나타났다.

이것은 다음의 Fig. 5에서 나타난 탄화온도의 상승에 따른 바닥직물의 수축율의 증가에서도 볼 수 있어서 건열고착온도의 증가와 함께 수축 현상은 급격하게 일어나고 있다. 폴리에스테르섬유의 유리전이온도가 80°C이고 용융온도가 260°C 부근임을 고려하면 처리온도 범위에서 폴리에스테르 분자쇄의 유동성으로 인한 수축을 예상할 수 있다. 본 연구에서는 160°C이상의 탄화온도는 바닥직물이 폴리에스테르섬유인 경우 그 형태안정성에 좋지 못한 영향을 미칠 것으로 생각되며 특히 폴리에스테르 교직물의 착색탄화날염시 분산염료의 고착을 위한 200°C의 처리온도는 충분히 재검토되어야 할 것으로 생각된다.

Fig. 6은 건열고착온도의 변화에 따른 폴리에스테르섬유의 절단하중의 거동을 나타낸 것이다. 수축거동에 비하여 전체적인 절단하중의 감소 정도는 크지 않았지만 180°C를 지나면서 현저한 감소율을 나타내었다. 또한 P/C교직물의 경우보다 P/R교직물의 강도저하가 큰 것으로 나타났다. 이것은 P/C교직물의 폴리에스테르 모노필라멘트와 비교해 볼 때 P/R교직물의 합연사의 경우에는 섬유표면적이 커서 표피층의 손상도가 크기 때

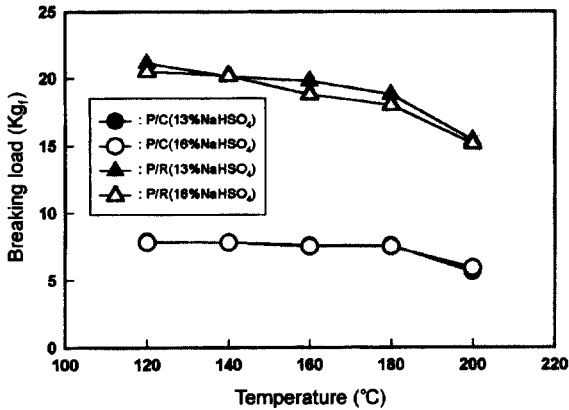


Fig. 6. Effects of fixation temperature on the breaking load (kgf) of ground fabrics treated with 13% and 16% NaHSO₄.

문인 것으로 생각된다.

3.3. 탄화가공시간의 영향

Fig. 7은 13% NaHSO₄, 고착온도를 140°C와 180°C로 하여 탄화가공시 건열고착처리 시간이 바닥성분의 황변도에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 처리시간이 길어짐에 따라 폴리에스테르섬유의 황색지수는 증가되었으나 처리 온도가 비교적 낮을 때는 황색지수의 값이 낮고 일정시간 후에는 거의 일정한 값을 나타내어 탄화시간은 탄화제의 농도와 탄화온도보다는 황변도에 미치는 영향이 적은 것으로 생각된다.

건열고착처리 시간이 바닥성분의 수축율에 미치는 영향을 Fig. 8에 나타내었다. 처리시간의 경과에 의한 수축율의 변화율은 처리온도가 140°C의 경우에는 거의 차이가 없었으며 180°C의 경우에 약간의 변화를 보였다. 이는 수축거동은 처리시간보다는 온도의존성이 크기 때문으로 생각된다.

처리시간의 변화와 폴리에스테르섬유의 절단하중의 관계를 Fig. 9에 나타내었다. P/C교직물의 경우에는 거의 변화가 없는 편

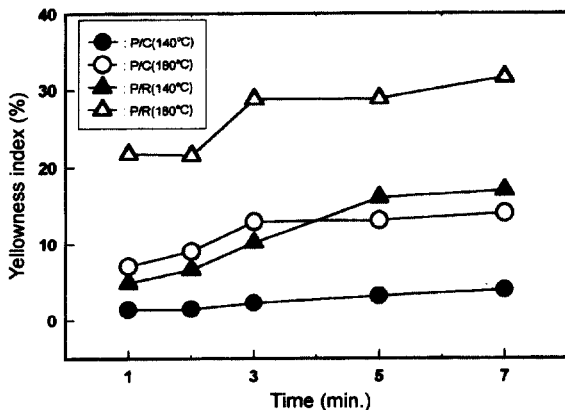


Fig. 7. Effects of fixation time on the yellowness index (%) of ground fabrics treated at 140°C and 180°C.

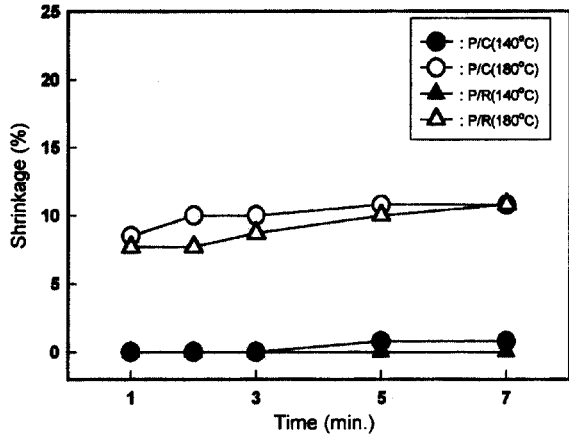


Fig. 8. Effects of fixation time(min.) on the shrinkage (%) of ground fabrics treated at 140°C and 180°C..

인데 비하여 P/R교직물에서는 절단하중의 감소를 나타내었다. 이것은 앞서 Fig. 6의 경우와 같은 이유로 해석된다. NaHSO₄는 가열에 의해 산을 발생시키는 잠재성 산발생염이므로 처리시간이 부족하면 반응이 일어나지 않는 경우가 있고 또한 적정시간의 경과 후에는 산발생량은 감소하여 처리 효과보다는 섬유 손상을 초래할 수 있으므로 그 적정시간을 잘 검토해야 할 것으로 생각되며 본 연구에서는 3분 정도의 처리 시간이면 충분히 좋은 결과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

3.3. 표면형태 변화

가열에 의하여 산을 발생시켜 셀룰로오스계 성분을 탄화시키는 과정에서 폴리에스테르 바닥섬유의 표면의 변화를 보기 위하여 SEM 관찰을 하였다.

Fig. 10은 탄화제 농도가 각각 13%와 22%인 경우, 140°C에서 3분간 고착처리한 폴리에스테르섬유의 표면구조를 주사전자현미경으로 관찰한 사진이다. P/C교직물의 경우에는 외관상 탄

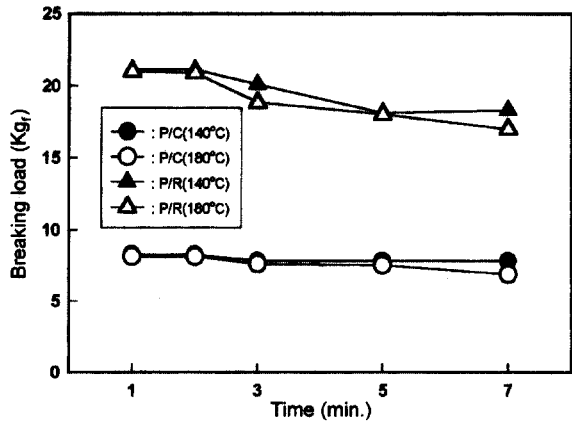


Fig. 9. Effects of fixation time(min.) on the breaking load (kgf) of ground fabrics treated at 140°C and 180°C.

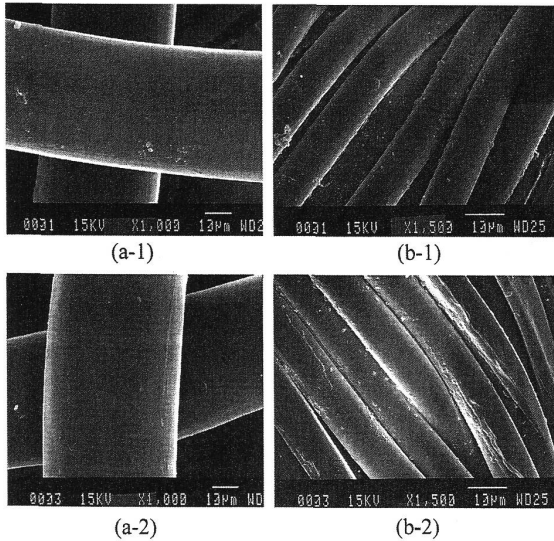


Fig. 10. SEM Photographs of polyester ground fabric treated at 140°C. (a-1); P/C, 13% NaHSO₄ (a-2); P/C, 22% NaHSO₄, (b-1); P/R, 13% NaHSO₄ (b-2); P/R, 22% NaHSO₄

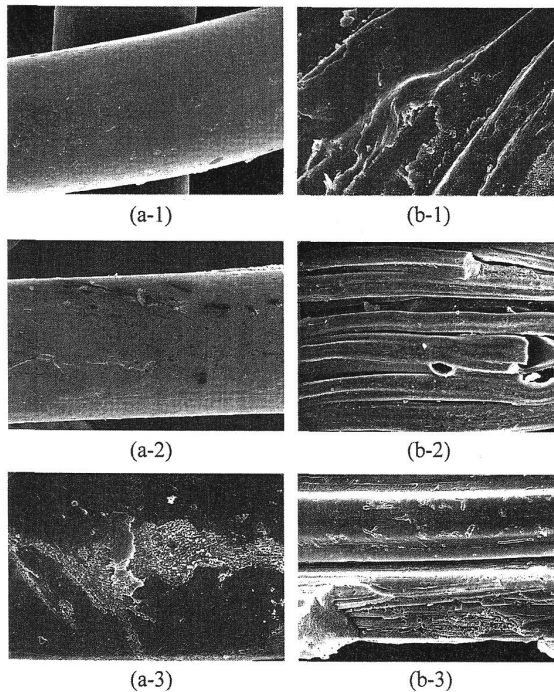


Fig. 11. SEM Photographs of polyester ground fabric. (a-1); P/C, 13% NaHSO₄ 200°C, (a-2) (a-3); P/C, 16% NaHSO₄ 200°C, (b-1); P/R, 13% NaHSO₄, 200°C, (b-2) (b-2); P/R, 16% NaHSO₄, 200°C

화제 농도에 따른 섬유표면의 손상이 거의 나타나지 않고 있는데 반해 P/R교직물에서는 부분적인 표피의 해리 현상을 볼

수 있었다. 이러한 현상은 탄화제의 농도를 달리하고 200°C에서 3분간 처리한 경우를 나타낸 Fig. 11에서 보다 뚜렷하게 나타나고 있다. 같은 조건상에서 P/R교직물의 경우가 표면에 위치한 섬유 손상이 확인하였고 처리제 농도가 클 때는 표면에 위치한 섬유가 산에 의한 열분해의 촉진에 의해 부분적으로 소실되거나 주쇄의 절단에 의한 해리현상과 엇칭현상을 나타내었다. 이와 같은 SEM사진의 결과에서부터 탄화가공의 조건들은 탄화가공된 섬유제품의 소비성능에도 큰 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

폴리에스테르/셀룰로오스계교직물에 NaHSO₄를 탄화제로 하여 탈염가공시 산의 농도, 건열처리 온도와 건열처리 시간등의 가공 조건들이 셀룰로오스계 성분들을 탄화 후 남겨진 폴리에스테르 바닥직물의 황변도와 수축율, 절단하중에 미치는 영향을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. NaHSO₄의 농도가 증가할수록 폴리에스테르 바닥직물의 황색지수는 증가되는 경향을 나타내었으나 기계적 성질에서는 뚜렷한 영향을 나타내지는 않았다.
2. 탄화탈염가공시 건열처리 온도는 폴리에스테르 바닥직물의 물성에 비교적 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 특히 160°C이상의 처리온도에서는 황색지수의 증가와 수축율의 급격한 변화를 나타내었다.
3. 탄화제의 처리시간은 초기에는 다소간의 황색지수의 증가와 강력저하를 나타내었으나 전반적으로 시간경과에 따른 큰 영향은 나타나지 않았다.
4. SEM에 의한 폴리에스테르 섬유의 표면 관찰 결과 구성 섬유의 점도에 따른 다소간의 차이는 있으나 과도한 농도의 산 처리는 부분적인 표면해리를 일으키며, 특히 이때 건열처리 온도가 높으면 섬유내 절단, 기공형성 그리고 섬유간의 융착현상 등이 일어날 수 있음을 확인하였다.

감사의 글: 이 논문은 2000학년도 경성대학교 학술지원 연구비에 의하여 연구되었습니다.

참고문헌

장은진 (1989) 착색탄화탈염에 관한 연구. 홍익대학교 산업대학원 석사학위논문.
 송번수 (1996) "염색의 실제". 미진사, p. 214.
 Wells K. (1997) "Fabric Dyeing & Printing". Interweave Press, p. 165.
 Storey J. (1992) "Dyes and Fabrics". The Thames and Hudson, p. 150.
 Corbman B. P. (1983) "Textiles". McGraw Hill Inc., p. 179.
 김호정 (1999) 셀룰로오스계 파일직물의 탄화가공. *한국의류학회지*, 23(5), 757-763.

(2001년 10월 14일 접수)