

황산구리를 이용한 면/폴리에스터 교직물의 탄화가공*

Burn-out Finishing of Cotton/Polyester Fiber Mixed Fabrics using Cupric Sulfate*

숙명여자대학교 의류학과
박사 과정 김 수 미
교 수 송 화 순

Dept. of Textile & Clothing, Sookmyung Women's Univ.

Doctor's Course : Su-Mi Kim

Professor : Wha-Soon Song

◀ 목 차 ▶

I. 서 론
II. 실험 방법
III. 결과 및 고찰

IV. 결 론
참고문헌

<Abstract>

This study used cupric sulfate as a burn-out agent. The concentration of cupric sulfate, temperature and time were varied with glycerin included or excluded on the properties of polyester ground fabrics. The results are as follows.

The effect of carbonization with glycerin included was decreased, but removal of carbide with glycerin included was easier than that with glycerin excluded.

The white index and tensile strength of polyester ground fabrics were decreased as the processing concentration, temperature and time increased. The shrinkage was increased as the processing concentration, temperature and time increased.

The optimum conditions with cupric sulfate as the burn-out agent was 5% concentration, 140°C, 3min., and 3kgf/cm² and with cupric sulfate added to glycerin was 5% concentration, 150°C, 5min., and 3kgf/cm².

주제어(Key Words): 탄화가공(burn out finishing), 황산구리(cupric sulfate), 글리세린 (glycerin)

Corresponding Author: Wha-Soon Song, Dept. of Textile & Clothing, Sookmyung Women's University, Chungpa-dong 2ka, Yongsan-ku Seoul 140-742, Korea Tel: 82-2-710-9462 Fax: 82-2-710-9479 E-mail: doccubi@sookmyung.ac.kr

* 본 연구는 2004학년도 숙명여자대학교 교내특별연구비로 수행되었음.

I. 서론

최근 섬유산업은 부가가치가 높은 섬유소재를 표현하기 위하여 가공기술에 대한 연구가 활발하다. 그 중 탄화가공은 가공공정이 간단하면서도 고부가가치 제품 개발에 쉽게 응용되고 있는 가공법으로 그 수요가 증대되고 있다.

이러한 탄화가공에 대한 연구로 폴리에스테르/셀룰로오스계 교직물의 탄화날염가공에 관한 연구(김호정, 2001)에서 탄화제의 농도와 탄화온도보다 탄화시간이 직물의 황변도에 미치는 영향이 적어 전반적으로 시간 경과에 따른 물성의 변화가 크지 않다고 보고하였다. 또, 신정숙과 송석규(2001)는 셀룰로오스계 직물의 탄화날염가공에서 탄화비율에 따른 섬유강도를 비교한 결과, 급격한 강도의 저하는 보이지 않아 탄화날염가공에 의해 의도하는 디자인을 충분히 나타낼 수 있다고 보고하였다.

탄화가공시 면/폴리에스테르 교직물의 물성에 관한 연구(김수미, 송화순, 2004)에서 가공제로 황산 제1철 및 수산을 단독 및 병용처리한 결과, 황산 제1철과 수산의 병용시 가공제의 사용량을 줄일 수 있으며 탄화 및 탄화물 제거도 각 가공제를 단독으로 사용한 경우보다 우수하다고 보고하였다.

吉川 斌(1994)은 울/나일론 교직물의 착색탄화가공시 탄화가공액 중에 배트염료를 혼합하여 날인, 처리하여 탄화가공과 동시에 착색시키는 방법을 소개하였다.

그러나 셀룰로오스를 제거하는 탄화가공시 가공제로 사용되는 종류가 한정되어 있고, 과다한 약품의 사용에 의한 섬유의 손상이 크므로 이에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 면/폴리에스테르의 코어 안으로 제작된 교직물에 탄화가공제로 아직 보고된

바 없는 황산구리를 사용하여, 농도, 온도 및 시간의 처리조건을 변화시켜, 바닥직물의 물성 비교를 통해 섬유손상을 최소화하며 가공효과를 높일 수 있는 최적 조건 및 글리세린 첨가 유무에 따라 물성에 미치는 효과를 검토하고자 한다.

II. 실험 방법

1. 시료 및 시약

실험에 사용된 시료는 면, 폴리에스테르의 코어 안으로 만들어진 교직물(이하 C/P교직물로 함)로 (주)대농에서 생산된 것이다. 시료는 호발·정련하였으며, 시료의 특성은 <Table 1>에 나타내었다.

탄화가공제는 황산구리(Junsei Chemical Co.), 호료는 인달카를 사용하였으며, 첨가제로 글리세린을 사용하였다.

2. 실험 방법

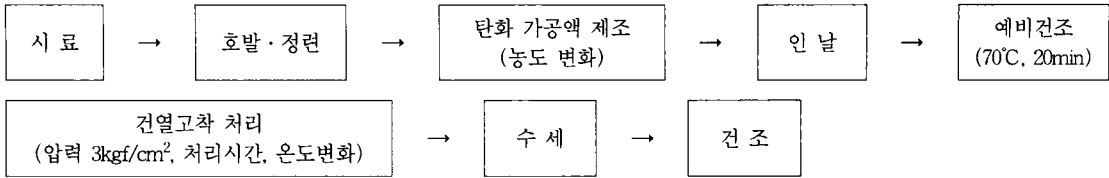
1) 탄화가공 처리

황산구리의 농도를 달리하여 인달카와 혼합하여 만든 탄화가공액을 핸드스크린법으로 면/폴리에스테르 교직물에 날인한 후, 선현연구(김수미, 송화순, 2004)를 토대로 압력은 3kgf/cm^2 로 고정하여 처리온도 및 시간을 변화시켜 톨러 프레스기(한국화이브론, H-700D)를 사용하여 탄화하였다. 탄화시킨 처리포는 0.5% 중성 세제액으로 1차 수세 후, 흐르는 물로 수 회 수세하여, 자연 건조하였다. 그 과정은 <Fig. 1>에 나타내었다.

탄화 가공액은 황산구리의 농도(3, 5, 7%)별로 인달카를 혼합하여 제조하였고, 또한 글리세린(10%,

<Table 1> Characteristics of fabric

Fabric	Weave	Fabric counts (thread/inch)		Weight(g/m ²)	Thickness(mm)
		Warp	Wef		
Cotton/Polyester(66%/34%)	Plain	80	70	80	0.202



<Fig. 1> The process of burn-out finishing

v/v) 첨가유무에 따른 물성을 비교하였다.

2) 물성 측정

(1) 백도 측정

탄화 가공 후, 바닥직물의 황변 정도를 관찰하기 위해 spectro-photometer(JX-777, 한국 C.T.S.)를 사용하여 white index를 측정, 비교하였다.

(2) 수축률 측정

탄화 가공 후, 바닥직물인 폴리에스터 성분의 열적변화에 따른 수축률은 다음과 같이 구하였다.

$$\text{Shrinkage}(\%) = (L_0 - L) / L_0 \times 100$$

L₀ : 가공 전 시료의 길이

L : 가공 후 시료의 길이

(3) 인장강도 측정

바닥직물의 손상 정도를 측정하기 위하여 KS K 0520에 준하여 인장강도 시험기(SS-121A, Sungshin Testing M.C Co.)를 사용하였다.

3) 주사전자현미경에 의한 표면관찰

탄화 가공시 섬유표면의 미세구조 변화를 관찰하기 위해 주사전자현미경(SEM, Jeol JSM-5410, Jeol Co.)으로 표면형태를 비교, 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 탄화가공의 효과

<Table 2>는 압력을 3kgf/cm²로 고정하고 황산구리의 농도, 온도 및 시간의 처리조건을 변화시켜 탄화가공 후, 탄화물의 가공정도를 나타낸 것이다.

<Table 2>에 나타난 바와 같이 농도 3%에서는 150°C, 5분부터 부분적으로 발식이 이루어져 160°C, 5분부터는 탄화물이 쉽게 완전 제거되었으며, 농도 5%에서는 140°C, 3분부터 탄화물이 완전 제거되었고, 7% 농도에서는 110°C, 5분부터 발식이 이루어져 처리 농도, 온도, 시간이 증가함에 따라 탄화 및 발

<Table 2> The effect of burn-out finishing with cupric sulfate(3kgf/cm²)

conc.(v/v)	temp. (°C)	time(min)			conc.(v/v)	temp. (°C)	time(min)			conc.(v/v)	temp. (°C)	time(min)		
		1	3	5			1	3	5			1	3	5
3%	110	×	×	×	5%	110	×	×	×	7%	110	×	△	○
	120	×	×	×		120	×	×	×		120	○	○	○
	130	×	×	×		130	×	△	○		130	○	○	○
	140	×	×	×		140	△	○	○		140	○	○	○
	150	×	×	△		150	○	○	○		150	○	○	○
	160	△	△	○		160	○	○	○		160	○	○	△
	170	○	○	○		170	○	○	○		170	○	△	△

× : 탄화가 이루어지지 않음, △ : 탄화물이 부분적으로 제거됨, △ : 탄화물이 어렵게 완전 제거됨, ○ : 탄화물이 쉽게 완전 제거됨

식이 쉽게 이루어짐을 알 수 있다.

그러나 7% 농도에서 160°C, 5분 처리시와 170°C, 3, 5분 처리시 탄화물의 완전제거는 어려웠다. 이는 처리농도와 온도가 높아짐에 따라 셀룰로오스의 분해에 의한 탄화가 급격히 이루어져 까맣게 탄화된 셀룰로오스가 바닥직물인 폴리에스테르에 견고하게 부착되었기 때문으로 생각된다.

2. 바닥직물의 백도

〈Table 3〉은 탄화가공 후, 탄화가 이루어진 바닥 직물의 황변 정도를 가공제 농도, 온도 및 시간변화에 따라 나타낸 것이다. 〈Table 3〉에 나타난 바와 같이 가공제 농도, 열처리온도 및 시간이 증가함에 따라 백도는 저하하였다.

황산구리 3% 농도에서는 160°C, 5분 처리시 99% 이상의 백도를 나타내었고, 170°C에서 처리시간이 증가함에 따라 1분 처리보다 5분 처리시 백도는 약 2%정도 저하하였다. 5% 농도에서는 130°C, 5분과 140°C, 3분 처리시 백도는 약 96%를 나타내었고 처리온도 및 시간이 증가함에 따라 백도는 저하하여, 170°C, 5분 처리시는 약 70%로 바닥직물의 황변은 눈에 띄게 증가하였다. 7% 농도에서는 처리온도 및 시간이 증가함에 따라 백도가 저하하여, 170°C, 5분 처리시는 약 60%로 황변이 상당히 진행된 것을 알

수 있었다.

3. 바닥직물의 수축률

〈Table 4〉는 탄화가공 후, 탄화가 이루어진 바닥 직물의 수축률을 나타낸 것이다. 〈Table 4〉에 나타난 바와 같이 가공제 농도, 온도 및 시간이 증가함에 따라 수축률은 증가하였다.

3% 농도에서는 처리온도가 160°C이상에서 탄화가 이루어졌으며, 3%이상의 수축률을 나타내었다.

5% 농도에서는 130~140°C처리시 수축은 2%이내로 안정적이나, 온도가 증가함에 따라 수축의 정도가 커져, 170°C, 5분 처리시에는 9%로 수축이 많이 진행되었음을 알 수 있었다.

7% 농도에서는 110~120°C처리시 2%이내로 안정적이다. 그러나 처리온도 및 시간이 증가함에 따라 수축률은 비례적으로 증가하여, 160°C, 5분 처리시부터는 10% 이상의 큰 수축차를 나타내었다.

4. 바닥직물의 인장강도

〈Table 5〉는 탄화가공 후, 탄화가 이루어진 바닥 직물의 인장강도를 나타낸 것이다. 〈Table 5〉에 나타난 바와 같이 처리농도, 온도 및 시간이 증가함에 따라 인장강도는 감소하였다. 이는 탄화 가공시 처

<Table 3> The effect of concentration of cupric sulfate on the white index of ground fabrics treated at various temperature & time(3kgf/cm²)

conc. (%)	time (min)	temperature(°C)						
		110	120	130	140	150	160	170
3	1	-	-	-	-	-	-	98.2594
	3	-	-	-	-	-	-	97.7780
	5	-	-	-	-	-	99.2527	96.1709
5	1	-	-	-	-	94.0658	90.7738	92.8445
	3	-	-	-	96.4533	93.7654	85.6413	79.4846
	5	-	-	96.2690	94.3068	91.8618	83.7238	70.0432
7	1	-	98.7101	95.5154	95.0754	88.0395	69.1400	67.9806
	3	-	97.3767	94.8793	93.2776	78.4421	68.8744	61.7200
	5	97.0709	96.3952	92.9847	92.0419	76.3469	68.2132	60.3395

- : 탄화가 이루어지지 않음

<Table 4> The effect of concentration of cupric sulfate on the shrinkage of ground fabrics treated at various temperature & time(3kgf/cm²)

conc. (%, v/v)	time (min)	temperature(°C)						
		110	120	130	140	150	160	170
3	1	-	-	-	-	-	-	3.33
	3	-	-	-	-	-	-	4.67
	5	-	-	-	-	-	3.33	5.33
5	1	-	-	-	-	2.67	4.34	5.00
	3	-	-	-	1.33	3.30	5.00	6.66
	5	-	-	1.33	1.34	3.33	5.00	9.00
7	1	-	1.00	2.00	3.33	5.00	6.67	10.66
	3	-	1.25	2.33	4.33	6.00	8.67	11.00
	5	1.50	2.00	2.66	4.67	6.66	10.67	13.33

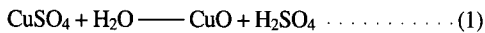
- : 탄화가 이루어지지 않음

<Table 5> The effect of concentration of cupric sulfate on the tensile strength of ground fabrics treated at various temperature & time(3kgf/cm²)

conc. (%, v/v)	time (min)	temperature(°C)						
		110	120	130	140	150	160	170
3	1	-	-	-	-	-	-	11.9
	3	-	-	-	-	-	-	11.1
	5	-	-	-	-	-	11.8	10.7
5	1	-	-	-	-	11.6	11.3	11.1
	3	-	-	-	12.2	11.3	10.9	9.7
	5	-	-	12.4	11.1	11.0	10.4	7.6
7	1	-	12.7	11.9	11.6	10.6	9.8	9.2
	3	-	12.2	11.7	11.1	10.2	8.7	7.9
	5	12.8	11.4	11.2	10.7	10.0	7.8	6.2

- : 탄화가 이루어지지 않음

리온도 및 시간이 증가함에 따라 발생된 황산으로 인하여 폴리에스터 섬유 손상이 커졌기 때문이라 생각된다. 이러한 반응은 다음의 (1)과 같이 설명할 수 있다.



이상의 결과에서 황산구리를 사용한 적정 탄화조건은 탄화 및 발식효과, 바닥직물인 폴리에스터의 백도, 수축률 및 인장강도를 종합적으로 고려하여 농도 5%, 온도 140°C, 시간 3분, 압력 3kgf/cm²이다.

5. 글리세린의 영향

황산구리를 사용한 면/폴리에스터 교직물의 탄화가공시, 적정으로 설정된 농도 5%와 압력 3kgf/cm² 조건에서 첨가제로 글리세린 혼합시, 처리온도 및 시간 변화에 따라 글리세린이 탄화물의 제거 및 바닥직물에 미치는 영향을 백도, 수축률, 인장강도를 비교하여 검토하였다.

<Table 6>은 글리세린 첨가유무에 따른 탄화물의 가공정도를 나타낸 것으로 글리세린 첨가시 글리세린 미첨가시보다 탄화 및 탄화물이 제거되는 온도 및 시간이 높았다. 이는 글리세린이 섬유표면에 얇

<Table 6> The effect of burn-out finishing using cupric sulfate added to glycerin(conc. 5%, 3kgf/cm²)

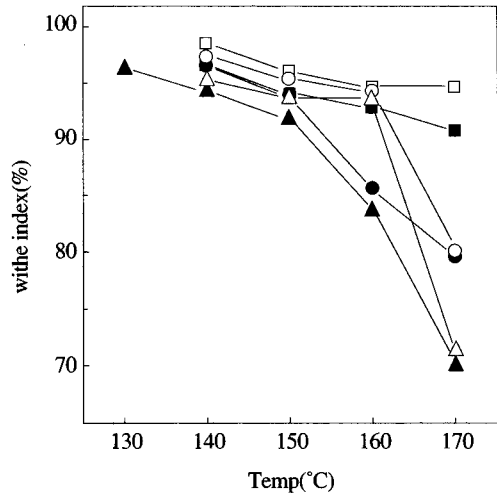
temp.(°C)	glycerin	time(min)		
		1	3	5
110	×	×	×	×
	○	×	×	×
120	×	×	×	×
	○	×	×	×
130	×	×	△	○
	○	×	×	×
140	×	⊕	○	○
	○	⊕	⊕	○
150	×	○	○	○
	○	○	○	○
160	×	○	○	○
	○	○	○	○
170	×	○	○	○
	○	○	○	○

×: 탄화가 이루어지지 않음, △: 탄화물이 부분적으로 제거됨, ⊕: 탄화물이 어렵게 완전 제거됨, ○: 탄화물이 쉽게 완전 제거됨

은 막을 형성하여 탄화가공액이 섬유에 침투되지 못하였기 때문이라 생각된다. 또, 글리세린 첨가시 가공액이 섬유내부까지 침투되지 않고 표면에서만 탄화가 이루어지므로 탄화물의 제거는 글리세린 미첨가시보다 물리적인 마찰없이 용이하게 할 수 있었다.

<Fig. 2>는 황산구리 5% 농도에서 처리온도 및 시간을 변화시켜 탄화 가공시, 글리세린 첨가유무에 따른 바닥직물의 백도를 나타낸 것으로, 글리세린의 첨가로 황변을 완화시킬 수 있었다. 이는 첨가된 글리세린이 섬유표면에 막을 형성하여 황산구리가 섬유내부로 침투되는 것을 막아주었기 때문이라 생각된다.

한편, 글리세린 미첨가시는 160~170°C, 3~5분 처리시 백도의 저하가 약 30% 정도로 크게 나타났으나, 글리세린 첨가시는 170°C, 3~5분 처리시 15%이상 백도의 저하를 감소시킬 수 있었다. 그러나 폴리에스터 섬유의 안전 다림질 온도인 150°C이상에서의 처리는 바람직하지 않음을 알 수 있다.

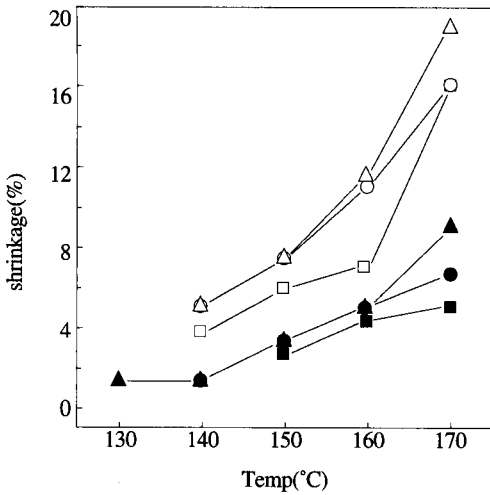


<Fig. 2> Effect of CuSO₄ on the white index of ground fabrics treated at various temperature & time (3kgf/cm²)

■- 5%, 1min. □- 5%, glycerin, 1min.
●- 5%, 3min. ○- 5%, glycerin, 3min.
▲- 5%, 5min. △- 5%, glycerin, 5min.

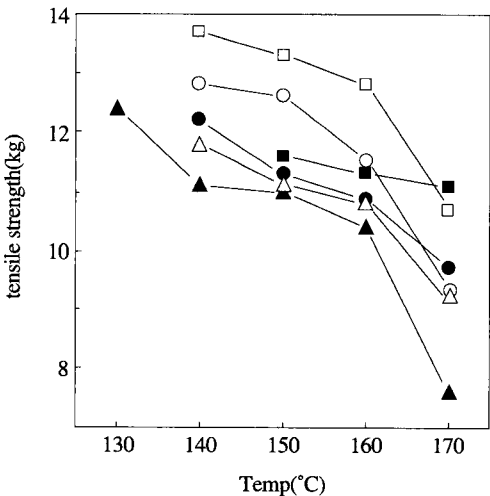
<Fig. 3>은 황산구리 5% 농도에서 처리온도 및 시간을 변화시켜 탄화 가공시, 글리세린 첨가유무에 따른 바닥직물의 수축률을 나타낸 것으로, 글리세린 미첨가시 140°C까지는 수축률이 2% 이내로 안정적이거나, 처리온도 및 시간이 증가함에 따라 점진적으로 수축률이 증가하여 170°C, 5분 처리시는 9%로 크게 증가하였다. 글리세린 첨가시 글리세린 미첨가시보다 수축률이 증가하였는데, 이는 폴리에스터 분자쇄의 유동에 의한 수축과 열에 의해 황산구리가 분해되면서 발생된 황산에 의해 글리세린의 변성 및 응고가 유도되었기 때문에 수축의 정도가 크게 나타난 것이라 생각된다.

<Fig. 4>는 황산구리 5% 농도에서 처리온도 및 시간을 변화시켜 탄화 가공시, 글리세린 첨가유무에 따른 바닥직물의 인장강도를 나타낸 것으로, 글리세린 첨가시 인장강도는 글리세린 미첨가시보다 인장강도의 저하를 완화시킬 수 있었다. 이는 첨가된 글리세린이 전체적으로 섬유표면을 둘러싸고 있어, 황



<Fig. 3> Effect of CuSO₄ on the shrinkage of ground fabrics treated at various temperature & time (3kgf/cm²)

- 5%, 1min. □ 5%, glycerin, 1min.
- 5%, 3min. ○ 5%, glycerin, 3min.
- ▲ 5%, 5min. △ 5%, glycerin, 5min.



<Fig. 4> Effect of CuSO₄ on the tensile strength of ground fabrics treated at various temperature & time (3kgf/cm²)

- 5%, 1min. □ 5%, glycerin, 1min.
- 5%, 3min. ○ 5%, glycerin, 3min.
- ▲ 5%, 5min. △ 5%, glycerin, 5min.

산구리가 섬유 내부까지 침투되지 못하여 고온의 열처리에서도 섬유가 손상되는 것을 막을 수 있었기 때문에 생각된다.

따라서 글리세린의 첨가로 백도와 인장강도의 저하는 완화시킬 수 있으나, 수축률은 글리세린 미첨가시보다 증가하므로 사용시 충분히 고려해야 할 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 황산구리를 탄화 가공액으로 하여 글리세린 첨가시의 적정 조건은 농도 5%, 온도 150°C, 시간 5분, 압력 3kgf/cm²이 바람직할 것으로 생각된다.

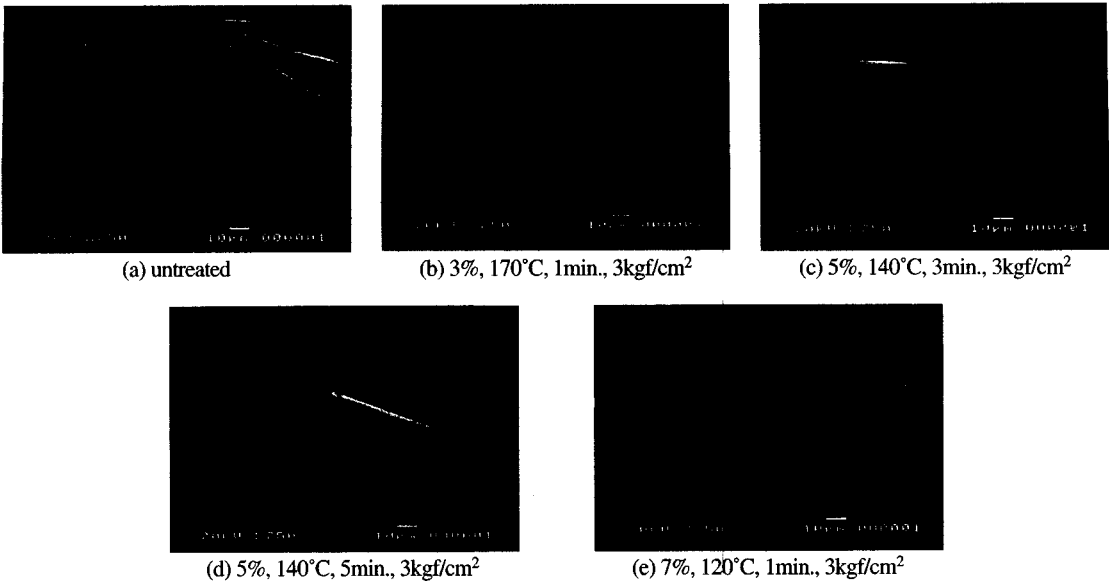
6. 바닥직물의 표면형태

바닥직물의 표면형태는 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰하였고, 그 결과를 <Fig. 5>와 <Fig. 6>에 나타내었다.

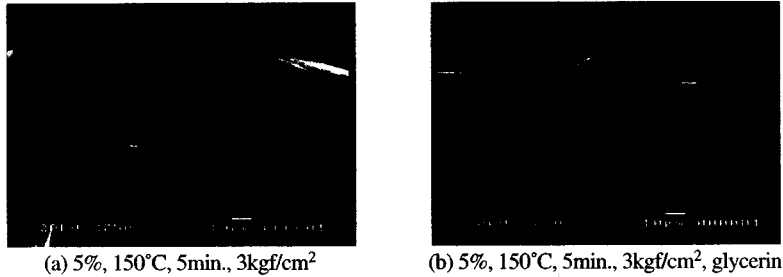
<Fig. 5>는 처리농도, 온도 및 시간에 따른 바닥직물의 표면형태를 탄화 및 탄화물 제거가 비교적 용이하게 이루어진 조건을 중심으로 나타낸 것이다.

(a)는 미처리 원포를 나타낸 것으로, 그림(a)에 나타난 바와 같이 미처리 원포는 육안으로 보이지 않는 굵은 폴리에스터 섬유를 가는 여러 가닥의 면 섬유가 감싸고 있어, 표면에서는 면섬유만을 확인할 수 있었다. (b)는 농도 3%에서 탄화물 제거가 비교적 쉽게 이루어진 170°C, 1분 처리한 것으로 고온에서 섬유가 손상된 것을 알 수 있었다. (c)는 적정으로 설정된 조건, 농도 5%, 140°C에서 3분 처리한 것으로 폴리에스터 섬유의 손상 없이 면섬유가 깨끗하게 제거된 것을 알 수 있다. (d)는 농도 5%, 140°C에서 5분 처리한 것으로 처리시간이 길어짐으로써 폴리에스터의 섬유표면이 손상된 것을 알 수 있다. (e)는 농도 7%에서 탄화물 제거가 비교적 쉽게 이루어진 120°C, 1분 처리한 것으로 황산구리의 농도가 증가하면서 섬유가 패인 것으로 나타나 폴리에스터 섬유가 손상되는 것을 확인할 수 있었다.

<Fig. 6>은 황산구리 5% 농도에서 글리세린 첨가시 섬유손상을 최소화시킬 수 있는 조건으로 설정된 150°C, 5분 처리시 글리세린 첨가유무에 따른 바



<Fig. 5> SEM photographs of untreated fabric and polyester ground fabrics treated with cupric sulfate in the various conditions



<Fig. 6> SEM photographs of polyester ground fabrics treated with cupric sulfate

닥직물의 손상정도를 관찰한 결과이다.

(a)는 글리세린 미첨가시 폴리에스터 섬유 표면형태로 섬유가 손상되어 패임과 동시에 섬유의 균열을 확인할 수 있는 반면, (b)는 글리세린 첨가시의 표면형태로 글리세린이 섬유표면에 보호막을 형성하여 150°C에서 5분 동안 처리하여도 섬유는 손상되지 않음을 확인할 수 있었다. 즉, SEM에 의한 표면형태 관찰에서도 글리세린이 섬유를 보호하는 것을 확인할 수 있었다.

IV. 결론

본 연구에서는 면/폴리에스터 교직물의 탄화가공시 가공제로 황산구리를 사용하여 글리세린 첨가유무에 따른 가공조건 및 효과에 대해 다음과 같은 결론을 얻었다.

글리세린 첨가시 탄화는 미첨가시보다 효과는 감소하였으나, 탄화물 제거는 미첨가시보다 용이하였다.

가공제의 농도 및 처리온도, 시간이 증가할수록 백도, 인장강도는 감소하였고, 수축률은 증가하였다. 또한 글리세린 첨가로 글리세린 미첨가시보다 백도와 인장강도의 저하는 완화시킬 수 있었으나 수축

률은 더 크게 나타났다.

황산구리를 이용한 탄화가공시 글리세린 미첨가시의 최적 조건은 농도 5%, 140°C, 3분, 3kgf/cm²이며, 글리세린 첨가시는 농도 5%, 150°C, 5분, 3kgf/cm²이다.

■ 참고문헌

- 吉川 斌(1994). 울·獸毛ニットのオパール加工, 纖維加工, 46, 35-44.
- 김수미, 송화순(2004). 탄화가공시 면/폴리에스터 교직물의 물성. 한국의류학회지, 28(1), 131-142
- 김호정(2001). 폴리에스테르/셀룰로오스계 교직물의 탄화탈염가공에 관한 연구. 한국의류산업학회지, 3(4), 373-377.
- 신정숙, 송석규(2001). 섬유소계 직물의 탄화탈염가공이 섬유손상에 미치는 영향. 한국의류학회지, 25(1), 124-131.
- (2004년 3월 17일 접수, 2004년 6월 10일 채택)