

# BTCA로 방추가공한 면직물의 수축 성질 및 물리적 성질의 연구

최 연 주 · 유 호 선

서울대학교 생활과학대학 의류학과

## A Study on the Sorption and Physical Properties of the BTCA Finished Cotton Fabrics

Yeon Joo Choi · Hyo Seon Ryu

Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1998. 3. 11 접수)

### Abstract

Cotton fabrics were treated with BTCA, which is used to improve the wrinkle recovery property of cotton fabrics. BTCA, with varying its concentrations, was treated on cotton fabrics by pad dry-cure technique. BTCA contents in treated cotton fabrics were determined by the weight gain and the FT-IR spectrometer. The effects on the sorption and physical properties of BTCA treated fabrics were investigated.

IR spectra showed that ester-crosslinks were produced in BTCA treated cotton fabrics. And as increasing the concentration of BTCA, ester-crosslinks are increased in amorphous regions of fabrics. Moisture regain and water imbibition of treated fabrics were reduced. But, they were increased over a certain concentration. Dye sorptions also were reduced, but they were similar over 6% BTCA.

When BTCA was treated on cotton fabrics, DP rating and wrinkle recovery angle were improved. On the other hand, strength retentions of treated fabrics were lower than untreated fabrics. Stiffness was increased.

**Key Words:** cotton fabrics, BTCA, sorption property, physical property; 면직물, 수축 성질, 물리적 성질

### I. 서 론

면직물은 셀룰로오스 분자사이의 수소결합에 의해 섬유 형태가 유지되고 있다. 그러나, 수소결합은 결합력이 비교적 약해서 압축이나 굴곡등의 외부 힘에 의해

쉽게 끊어지므로, 면직물은 구김이 쉽게 발생하는 단점을 갖는다. 이와 같은 구김 회복성을 향상시키기 위해서 가공제를 사용하여 섬유내 셀룰로오스간에 가교결합을 하는 것을 방추가공이라 한다. 방추가공에 의해 면직물은 구김과 seam puckering의 생성을 방지하며, 주름의 형태도 유지된다<sup>1-5)</sup>.

현재 가장 널리 사용되는 방추가공제는 DMDHEU (dimethyloldihydroxyethyleneurea)이다. DMDHEU는 셀룰로오스의 하이드록시기와 섬유내에서 분자내, 분자간 에테르 결합에 의해 가교를 형성하여 방추섬과 내기수분해성이 우수하고, 가격도 저렴하다. 그러나, DMDHEU는 반응 중에 인체에 해로운 포름알데히드가 발생하고, 처리과정에서 의해 강도 손상이 크며, 면직물의 염색성과 흡습성을 저하시키는 단점이 있다. 따라서, DMDHEU의 단점을 보완하기 위해 많은 연구가 진행되어 왔다<sup>5-9)</sup>.

포름알데히드를 생성하지 않는 가공제에는 glyoxal, DHDML, polycarboxylic acid 등이 있다. 특히, Polycarboxylic acid 중에서 BTCA(1, 2, 3, 4-butane tetracarboxylic acid)는 방추섬과 가교제의 내구성이 우수하므로 이에 대한 연구가 진행되고 있다.

BTCA는 분자내의 카르복시기와 면 셀룰로오스의 하이드록시기 사이의 친핵성 치환반응에 의해 에스테르화가 일어나면서 가교가 형성된다. 이때, 인을 함유한 무기산의 알칼리 금속염인 disodium hydrogen phosphate나 sodium hypophosphite를 촉매로 사용한다<sup>6,10-13)</sup>.

한편, 가공제를 이용하여 면직물에 화학적 가교를 형성시키면 면직물의 내부구조는 변하게 된다. 일반적으로 섬유내에 가교가 형성되면 섬유내에 존재하는 기공의 분포 및 크기는 감소하여 섬유의 수축성질이 변화된다<sup>14)</sup>. 그러므로, 섬유의 수축성질을 나타내는 수분율 및 수분의 흡수성, 염료의 흡착성을 측정하면 가교에 의한 섬유의 수축성질변화를 살펴 볼 수 있다.

본 연구에서는 BTCA로 면직물을 방추가공할 때, 면직물내의 BTCA 함량을 분석하기 위해 직물의 무게증가량 및 적외선 분광분석을 측정하였다. 또한 방추가공에 의해 형성되는 면직물의 수축성질변화를 고찰하기 위해 방추가공제인 BTCA의 농도 변화에 따른 면직물의 수분율 및 수분의 흡수성, 염료의 흡착성을 각각 측정하고, 물리적 성질의 변화도 측정하고자 하였다.

## II. 시험포 및 시약

### 1. 시험포

#### 1) 시험포

한국 의류 시험 검사소에서 제작한 섬유류 제품의 염

색 견뢰도 시험용 면 침부백포를 정련하여 사용하였으며, 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of fabric

Material	cotton 100%
Weave	plain
Yarn Number (Ne)	36×36
Fabric count (ends×picks/5 cm)	148×133
Thickness (mm)	0.299
Fabric weight (g/m <sup>2</sup> )	105

### 2) 시약

가공제는 BTCA(Aldrich Chemical Co., Inc), 촉매로는 sodium hypophosphite, 유연제로는 polyethylene glycol(n=10), 습윤제로는 Triton X-100을 사용하였고, 이외의 시약은 1급 이상을 사용하였다.

## 2. 실험방법

### 1) 면직물의 BTCA 가공<sup>12)</sup>

가교제의 농도를 2% 및 4%, 6%, 8%, 10%, 12%로 변화시키고, 이때 촉매의 농도는 각 BTCA 농도에 대해 물비가 1.5mol이 되도록 조정하였다. 여기에 유연제는 1%, 습윤제는 0.1%가 되도록 첨가하여 가공액을 만들어서 시험포를 침지하였다. 단, 종류수에 침지한 후 BTCA가공과 동일한 방법으로 처리한 직물을 control 직물로 하였다. 침지후, wet pick-up이 90~100%가 되도록 링거로 여분의 액을 제거한 뒤, pin frame에 직물을 걸었다. 수평상태로 직물을 놓고, 85°C에서 먼저 5분간 건조한 후, 180°C에서 90초 간 열처리하여 종류수로 여러번 수세하고, 85°C에서 5분간 다시 건조한 뒤 공기 중에서 건조하였다.

### 2) 직물내 BTCA의 함량의 측정

#### ① 직물의 무게증가량 측정

방추가공 전·후의 무게증가량을 BTCA의 양으로 하여 직물내 BTCA의 양을 추정할 값이다. 이때, 측정 전에는 24시간 이상 컨디셔닝한 뒤 측정하였다.

#### ② 적외선 분광분석<sup>15)</sup>

적외선 분광분석은 Bomem FT-IR spectrometer DA8을 사용하였다. 먼저, 방추가공된 면직물을 0.1N HCl 용액에서 4시간 교반한 뒤, 수세하여 85°C에서 건조하였다. 건조된 직물을 분쇄하여 KBr 펠렛으로 만들

어 측정하였다. 가교제의 처리농도에 따른 FT-IR스펙트럼을 얻어 미처리 직물의 경우와 비교하였다.

3) 직물의 수축성질 측정<sup>14)</sup>

① 직물의 수분율

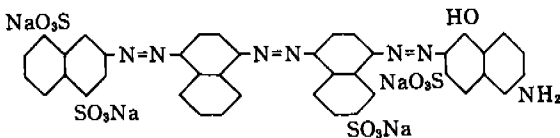
직물의 수분율은 오븐 건조법에 의해서 측정하였다. 먼저, 시료를 60°C 진공오븐에서 항량이 될 때까지 건조하여 무게를 측정한 뒤, 21°C, 65%RH에서 컨디셔닝하였다. 시료무게가 일정해지면 18시간 동안 110°C의 진공오븐에서 건조한 후, 무게를 측정하여 무게차로 수분율을 구하였다.

② 수분의 흡수성(water imbibition)

수분의 흡수성은 Weloo에 의해 제시된 것의 변형방법인 Bertoniere의 방법을 따랐다. 그 방법은 다음과 같다. 먼저, 시료를 물에 24시간 침지한 후 과량의 물을 제거하였다. 그 뒤에 원심력이 1300 g이 되도록 rpm을 조정하여 1시간 원심분리한 후, 측정된 무게와 110°C에서 18시간 건조한 건조무게의 차이를 건조무게에 대한 백분율로 계산하여 수분의 흡수성을 측정하였다.

③ 염료의 흡착성(dye sorption)

직물의 염료흡착성을 살펴 보기 위해서 직접염료를 사용하였다. 여기에 사용된 직접염료는 C.I. Direct Blue 71로 그 화학구조는 다음과 같다.



사용된 염료는 발색단으로 아조기를 3개 갖고 있어서 섬유소 섬유에 직접성을 갖고 있는 trisazo 염료이다. 직물에 흡착된 염료량은 염색 전·후의 염료용액의 농도차이에 의해 구하였다. 이때, 염색은 50°C에서 18시간 동안 행하였다.

4) 직물의 물리적 성질의 평가

직물의 DP성은 KS K 0217에 의해 측정하였다. 이때, 세탁조건은 KS K 0465(40°C, line dry)를 따랐으며, 5회 세탁후 DP등급을 측정하였다. 구김회복각의 측정은 KS K 0550에 의한 몬산토 시험기를 이용하였다. 강연도는 KS K 0539의 첸티레버법을 이용하여 측정하였고, 이때 강연도값은 KS K 0539에 명시된 식에 따라 구하였다. 인장강도는 KS K 0520에 명시된 래블드스트립법으로 경사방향의 강도를 Instron(Universal

testing instrument, table model 1130)을 이용하여 측정하였으며, 이외에 인열강도는 KS K 0536의 텅법, 마모강도는 KS K 0604의 마르틴데일법에 의해 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. BTCA의 함량 측정

1) 직물의 무게증가량(%)

직물내에 있는 BTCA의 함량을 측정한 결과는 Fig. 1

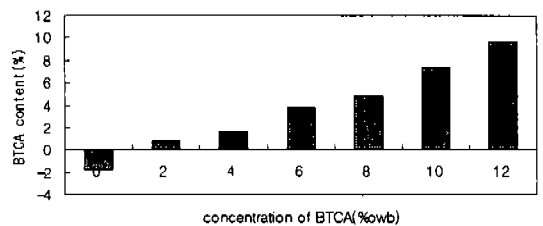


Fig. 1. BTCA contents of untreated & BTCA treated cotton fabrics.

과 같다. control 직물의 경우, 침지공정과 열처리에 의해 직물이 손상되어 무게가 감소하였다. BTCA로 처리한 가공포는 BTCA의 농도가 증가함에 따라 BTCA의 함량은 점차 증가하였으며, 열처리에 의한 직물의 손상을 고려한다면 무게증가량은 더욱 증가함을 알 수 있다.

2) 적외선 분광분석<sup>15,16)</sup>

Fig. 2는 1600~1900 cm<sup>-1</sup> 범위에서의 적외선 분광분석을 통해 미처리 면과 BTCA로 처리한 면에 에스테르화 반응이 일어났는지를 살펴본 것이다. 에스테르 결합 및 카르복시기의 C=O peak는 1730 cm<sup>-1</sup> 부근에서 나타난다. 한편, 미반응 BTCA의 카르복시기는 알칼리 세제에 의해 카르복시산염으로 전환되어 C=O peak의 위치가 1730 cm<sup>-1</sup>에서 1580 cm<sup>-1</sup>로 이동하므로 처리한 BTCA의 함량이 감소하게 된다. 그러므로, 처리한 BTCA의 함량을 정확히 측정하기 위해서는 적외선 분광분석을 측정하기 전에 직물을 묽은 산으로 처리하여 카르복시산의 염형태를 카르복시기로 전환시켜서 1730 cm<sup>-1</sup>에서 peak가 나타나도록 조정해 주어야 한다.

미처리 면은 1730 cm<sup>-1</sup>부근에서 peak가 나타나지 않

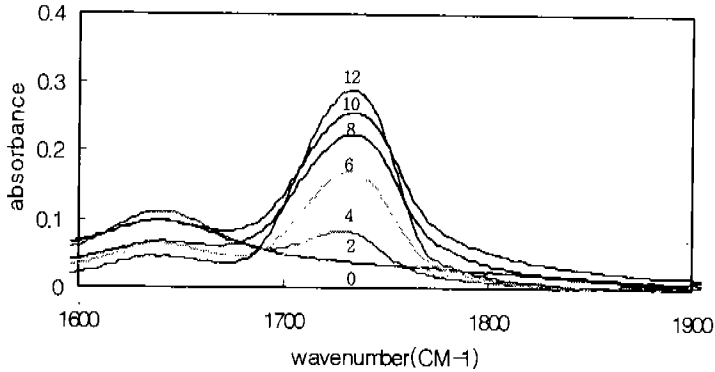


Fig. 2. Infrared spectra of untreated and BTCA treated cotton fabrics.

는 반면, BTCA로 직물을 처리하면 1730 cm<sup>-1</sup>에서 C=O peak가 나타났다. 이때, BTCA의 처리농도가 증가함에 따라 C=O peak의 강도는 점차 증가하였다. 즉, BTCA처리에 의해 직물내에 에스테르 결합이 형성되며, BTCA의 농도가 증가하면 직물내 에스테르 결합량이 증가함을 알 수 있다.

Fig. 3은 직물에 처리한 가공제의 농도에 따른 1373 cm<sup>-1</sup>에서의 peak높이에 대한 1730 cm<sup>-1</sup>에서의 peak높이를 비로 표시한 것이다. 이때, 1373 cm<sup>-1</sup>에서 나타나는 peak는 셀룰로오스내 -CH<sub>2</sub> bending peak인 반면, 1730 cm<sup>-1</sup>에서의 peak는 ester/acid C=O peak가 된다. 이 강도비를 이용하면 직물내 BTCA의 양을 측정할 수 있다<sup>10)</sup>.

면직물을 BTCA로 처리하면 1373 cm<sup>-1</sup>에서의 peak는 처리농도에 따라 비슷한 값을 나타내지만, ester/acid C=O peak를 나타내는 1730 cm<sup>-1</sup>에서의 peak는 가공에 의해 에스테르 결합이 직물내에 형성되므로 BTCA 처리농도가 증가함에 따라 점차 증가하였다.

즉, BTCA의 처리농도가 증가함에 따라 강도비는 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나, BTCA 처

리농도가 10%이상에서는 강도비가 거의 일정한 값을 나타내었다.

2. 직물의 수축성질의 측정<sup>14)</sup>

1) 직물의 수분율

직물의 수분율은 대기상태 또는 비팽윤 상태에서 섬유의 내부표면을 고찰하기 위해서 측정된 값이다. Fig. 4는 방추가공에서 BTCA의 함량을 증가시키에 따라 나타나는 수분율의 변화를 미처리 직물과 비교한 것이다. BTCA를 처리하면 직물내 카르복시기의 함량은 증가하고 하이드록시기의 함량은 감소하여 수분율에 영향을 미친다. 이외에도 비결정 영역에서 가교결합이 형성되어 수분이 침투할 수 있는 비결정 영역이 감소하고 기공구조도 변화에 따라 수분율의 변화가 나타난다.

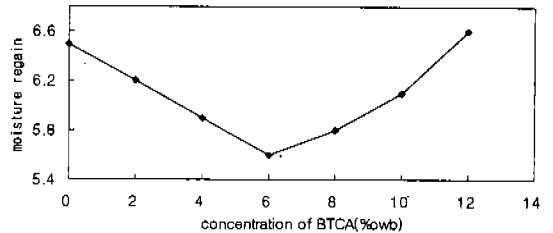


Fig. 4. Moisture regains of untreated & BTCA treated cotton fabrics.

미처리 직물의 수분율은 6.8%인 반면, 열처리만 한 control직물도 수분율이 6.5%로 감소하였다. 또한, 미처리 직물에 BTCA를 처리하면 BTCA의 농도가 증가함에 따라 수분율은 점차 감소하였다. 그러나, BTCA의 농도가 6% 일 때 수분율은 최소값을 나타낸 후, 점차 농도 증가에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 즉,

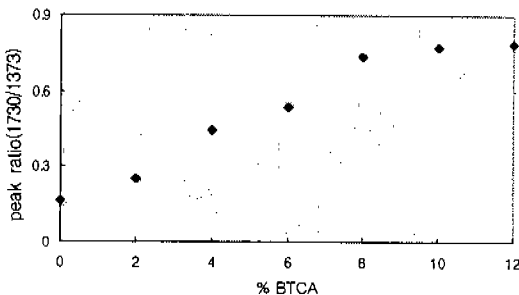


Fig. 3. Peak ratios of BTCA treated cotton fabrics.

저농도의 BTCA로 처리한 경우, 반응에 따른 하이드록시기의 감소 및 비결정 영역의 감소로 인하여 수분율이 점차 감소하나, 고농도로 갈수록 BTCA에 의해 직물의 손상이 증가하고, 가교결합 길이가 증가함에 따라 기공이 증가하여 수분율이 점차 증가하는 것으로 예측된다.

**2) 직물의 수분 흡수성(Water Imbibition)**

수분 흡수성은 팽윤상태에서 섬유 내부부피를 고찰하기 위해서 측정된 값이다. 즉, 섬유내부에 침투하여 일정 시험조건에서 원심력을 견디는 물의 양을 측정된 것이다. Fig. 5는 BTCA 농도에 따른 직물의 수분 흡수성 변화를 나타내었다.

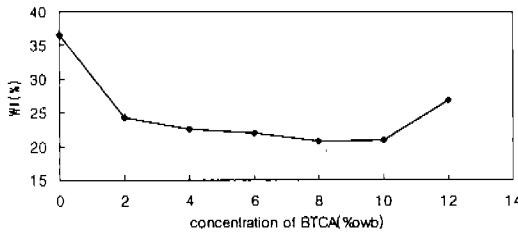


Fig. 5. Water imbibitions of untreated & BTCA treated cotton fabrics.

고온에서 열처리하여 가교된 직물을 물에 침지하면 물분자가 셀룰로오스 분자쇄 사이로 침투한다. 이때, 직물내에 형성된 가교에 의해 물의 침투가 제한되므로, 가공제를 처리하면 직물의 수분 흡수성은 감소하는 경향을 나타낸다. 가공제의 농도가 증가하면 수분 흡수성은 점차 감소하다가 BTCA의 농도가 8%일 때, 최소값을 나타낸 후 8%이상의 농도에서는 점차 증가하는 경향을 보였다. 즉, 수분율에서의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

**3) 염료의 흡착성**

염료 흡착량은 팽윤상태에서 섬유의 접근가능한 내부 표면적을 살펴 보기 위해서 측정된 값이다. Fig. 6은 미처리 직물과 가공제의 농도를 달리한 6가지 직물을 직접염료로 염색하였을 때 나타나는 염료흡착량의 결과이다.

직접염료는 선형이며 평면구조를 하고 있어서 섬유와 염료사이에 친화성이 있다. 즉, 섬유소 내에 있는 하이드록시기가 염료분자내에 있는 -OH기 및 -NH<sub>2</sub>기, -N=N-기 등과 수소결합을 하거나 분자사이의 반데르발스 결합에 의해 염색된다. 이때, 염료의 농도가 증가

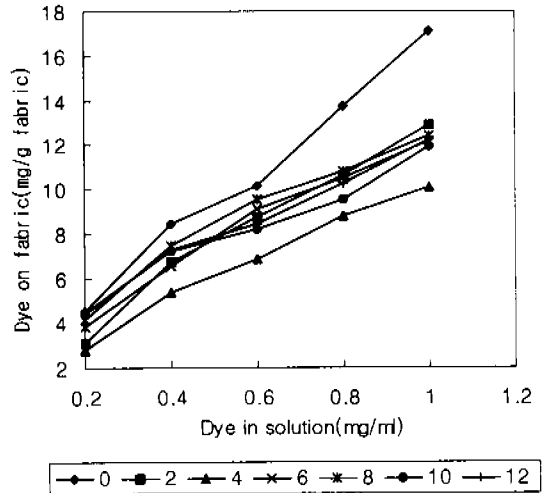


Fig. 6. Dye sorption isotherms of Solophenyl Blue GL on BTCA treated fabrics.

함에 따라 염료의 흡착량은 증가하게 된다.

한편, 면직물을 BTCA로 처리하여 방추가공하면 면직물내의 -OH기는 BTCA와 반응하므로 직물내 -OH기의 수가 감소하고, 반응하지 않은 -COOH기가 직물에 남아서 미처리 직물에 비해 직접염료의 흡착량은 감소한다. 즉, BTCA의 처리농도가 증가함에 따라 흡착량은 점차 감소하다가 4%에서 최소값을 나타내었다. 그러나, BTCA를 6%이상 사용하면 흡착량은 다시 증가하나, 6%이상에서는 처리농도에 따른 차이가 거의 나타나지 않았다.

**3. 직물의 물리적 성질 평가**

**1) DP성 및 방추도**

Fig. 7은 BTCA의 처리농도에 따른 DP성의 변화율, Fig. 8은 방추도의 변화를 나타내고 있다. 이때, 방추성은 BTCA의 농도가 증가함에 따라 증가하였다.

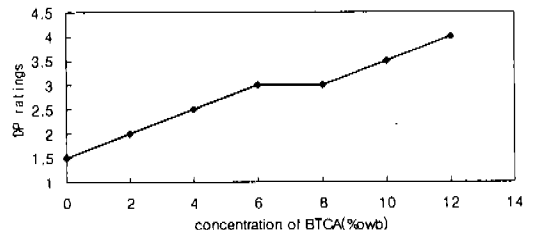


Fig. 7. DP ratings of untreated & BTCA treated cotton fabrics.

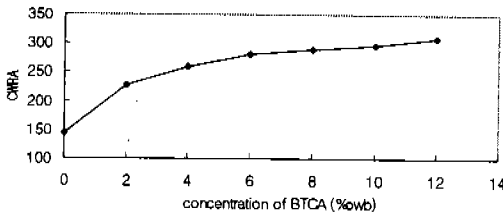


Fig. 8. Conditioned wrinkle recovery angles of untreated & BTCA treated cotton fabrics.

BTCA의 카르복시기는 셀룰로오스 분자쇄의 하이드록시기와 가교를 형성한다. 분자쇄사이에 형성된 가교는 스프링 작용을 하여 셀룰로오스 분자중 하나가 변형에 의해 밀리더라도 원래상태로 돌아가게 하므로 직물에 방추성을 부여한다<sup>17)</sup>.

2) 강연도

Fig. 9는 BTCA의 처리농도에 따른 직물의 강연도를 측정 한 것이다. 강연도는 BTCA의 농도가 증가함에 따라 점차 증가하는 경향을 나타내었다. BTCA에 의해 직물내에 형성된 가교는 직물이 변형될 때, 섬유 의 상대적 운동을 방해하므로 강연도는 증가하게 된다. 그러나, 처리직물간 강연도에는 큰 차이가 없었다.

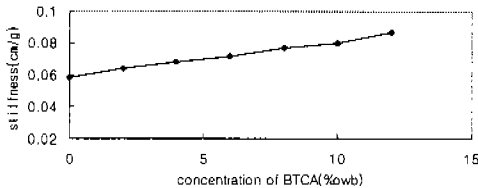


Fig. 9. Flex stiffness of untreated & BTCA treated cotton fabrics.

3) 인장강도

Fig. 10은 BTCA의 처리농도에 따른 인장강도 유지율을 측정 한 결과이다. 2% BTCA로 처리한 직물을 제외하고 BTCA가공에 의한 처리직물의 인장강도는 50% 이하로 현저히 감소하며, 가공제의 함량이 증가할 수록 강도저하는 더 크게 나타났다. BTCA처리에 의해 셀룰로오스 분자쇄에 가교가 형성되면 분자쇄의 교체가 쉽게 일어나지 않아서 섬유에 가해진 응력이 일부에 집중되므로 강도는 미처리 직물에 비해 감소하게 되는 것이다.

그러나, BTCA를 6% 이상 사용한 직물사이에는 강

도감소율에서 큰 차이를 보이지 않았다. 즉, BTCA처리농도가 높은 농도영역에서는 인장강도가 급격히 감소하다가 진한 농도영역에서는 인장강도의 감소율이 둔화되었다. 이는 농도가 증가함에 따라 가교량이 증가하여 가교의 분포가 상대적으로 균일하게 되기 때문인 것으로 생각된다.

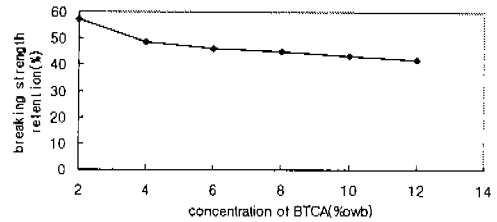


Fig. 10. Breaking strength retentions of BTCA treated cotton fabrics.

이외에도 BTCA 자체가 pH3정도의 산성을 나타내므로 면직물에 손상을 주어 강도가 저하되는 것으로 생각된다<sup>17)</sup>.

4) 인열강도

Fig. 11은 BTCA의 처리농도에 따른 직물의 인열강도 유지율을 측정 한 결과이다. BTCA의 처리농도가 증가함에 따라 인열강도는 감소하는 경향을 나타내었다. 직물에 BTCA를 처리하면 분자간의 가교뿐 아니라 피브릴간, 섬유간에 서로 결합되는 바인딩 현상이 일어난다. 그러므로, 피브릴 및 섬유간의 마찰력이 증가하여 그 움직임이 제한되므로 인열시 응력이 고르게 분산되지 못하여 강도는 크게 감소한다.

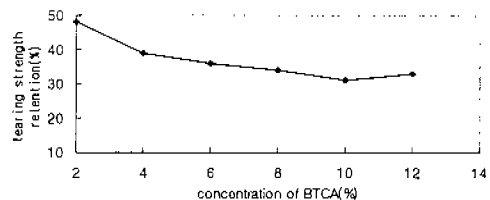


Fig. 11. Tearing strength retentions of BTCA treated cotton fabrics.

5) 마모감도

Fig. 12는 BTCA의 처리농도에 따른 직물의 마모감도 유지율을 측정 한 것이다. BTCA 처리농도가 증가

함에 따라 마모강도는 크게 감소하였다. 직물에 마찰을 가하면 직물의 약한 부위에서 절단이 시작되는데, 가공된 직물에서 나타나는 바인딩 현상에 의해 절단이 빠르게 전이되어 마모강도는 인장강도나 인열강도에 비해 크게 감소한다.

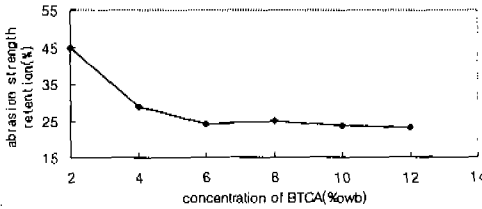


Fig. 12. Abrasion strength retentions of BTCA treated cotton fabrics.

#### IV. 결 론

면직물의 방추성을 향상시키기 위해서 포름알데히드를 생성하지 않는 가공제인 BTCA를 사용하여 방추가공을 행하였다. 가공제로 면직물을 처리하면 주로 비결정 영역에 화학적 가교가 생성되어 면직물의 수축성질 및 물리적 성질은 변하게 된다. 본 논문에서는 직물내 함유된 가공제의 함량을 측정하였고, 가공제 농도에 따른 면직물의 수축성질 및 물리적 성질의 변화를 살펴 보았다.

직물의 무게증가량을 BTCA의 함량으로 추정하면 BTCA의 처리농도가 증가함에 따라 직물내에는 BTCA의 함량이 점차 증가함을 알 수 있었고, 이 결과는 적외선 분광분석을 통하여 확인되었다. 즉, BTCA의 처리농도가 증가함에 따라 에스테르 결합의 C=O peak가 점차 증가하였다.

BTCA의 농도가 증가함에 따라 직물내 비결정 영역에 가교가 증가하여 물의 침투가 어려워진다. 따라서, 수축성질인 직물의 수분을 및 수분 흡수성은 감소하였다. 그러나, 수분율의 경우에는 가공제 6% 처리시에 최소값을 나타내다가 그 이상의 농도증가에 따라 점차 증가하였고, 수분 흡수성에서는 가공제 8% 처리시에 최소값을 나타내다가 8% 이상의 농도에서는 점차 증가하였다. 즉, 직물의 수축성질은 저농도에서는 점차 감소하다가 일정 농도 이상에서는 다시 증가하는 경향을 나

타내었다. 염료 흡착량도 BTCA 처리농도가 증가하면 점차 감소하였다. 그러나, 6% 이상의 BTCA를 사용하였을 때는 비슷한 흡착량을 나타내었다.

면직물에 BTCA를 처리하면 분자쇄 사이에 형성된 가교의 스프링 작용에 의해 방추성이 부여된다. 방추성은 BTCA 처리농도가 증가함에 따라 향상되었다. 그러나, BTCA를 처리하면 직물은 미처리 직물에 비해 약간 뻣뻣해지는 경향이 있으며, 강도유지율은 감소하였다. BTCA 처리농도가 증가할수록 강도감소는 더욱 크게 나타났다. 이때, 강도 중에서는 마모강도가 가장 크게 저하하는 경향을 나타내었다. 그러나, 일정농도 이상에서는 유사한 값을 나타내었다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 김성련, 피복재료학, 교문사, 46-53(1993)
- 2) S.B. Sello, Functional Finishes for Natural and Synthetic fibers: Applied Polymer Symposium (Lewin ed.) 31, 229 (1977)
- 3) T.F. Cooke and H.D. Weigman, The Chemistry of Formaldehyde Release from D.P Fabric(I), *Text. Chem. Color.*, 14, 122 (1982)
- 4) B.F. North, Reactants for Durable Press Textiles: The Formaldehyde Dilema, *Text. Chem. Color.*, 23 (10), 21 (1991)
- 5) S.B. Sello, Certain Aspects of Cellulose Crosslinking, *Text. Chem. Color.*, 14, 222 (1982)
- 6) N.R. Bertoniere & W.D. King, Pore Structure and Dyeability of Cotton Crosslinked with DMDHEU and with DHDMI, *Text. Res. J.*, 59, 608 (1989)
- 7) A.J. Hall, Textile Finishing, New York: American Elsevier Publishing Co. (1966)
- 8) U. Meyer, K. Muller & H. Zollinger, The Mechanism of Catalysis in the Crosslinking of Cotton with Formaldehyde, *Text. Res. J.*, 46, 756 (1976)
- 9) 李義昭, 섬유제품에 있어서 Formaldehyde 발생에 관한 연구, 섬유기술, 4, 20 (1975)
- 10) C.M. Welch & G.F. Danna, Glyoxal as a Non-nitrogenous Formaldehyde-Free Durable Press Reagent for Cotton, *Text. Res. J.*, 52, 149 (1982)
- 11) S.P. Rowland, C.M. Welch, M.F. Brannan & D.M. Gallagher, Introduction of Ester Crosslinks into Cotton Cellulose by a Rapid Curing Process, *Text. Res. J.*, 37(11), 933 (1967)
- 12) C.M. Welch, Tetracarboxylic Acids as Formalde-

- hyde-Free Durable Press Finishing Agents. Part 1: Catalyst, Additive, and Durability Studies, *Text. Res. J.*, 58(8), 480 (1988)
- 13) C.M. Welch & B.A.K. Andrews, Ester Crosslinks: A Route to High Performance Nonformaldehyde Finishing of Cotton, *Text. Chem. Color.*, 21(2), 13 (1989)
- 14) N.R. Bertoniere et al, Alteration of the Pore Structure of Cotton by the Wet-Fixation Durable-Press Process, *Text. Res. J.*, 42(12), 734-740 (1972)
- 15) 임정남, 이의소, 고석원, BTCA에 의한 폴리에스테르/면 혼방직물의 DP가공, 한국섬유공학회지, 34(8), 517-523 (1997)
- 16) N.M. Morris, B.A.K. Andrews, & E.A. Catalano, Determination of Polycarboxylic acids on Cotton Fabric by FT-IR Spectroscopy, *Text. Chem. Color.*, 26, 19 (1994)
- 17) J.J. Ryan, Wash & Wear Fabrics in Chemical Aftertreatment of Textiles, H. Mark, S.M. Atlas, & N.S. Wooding ed., John Wiley and sons, 417-463 (1971)