

## BTCA와 실리콘 처리 면직물의 물리적 성질

남 승 현 · 유 호 선

서울대학교 생활과학대학 의류학과

### Physical Properties of Cotton Fabric Treated with BTCA and Polyalkyleneoxide-modified amino-functional silicone

Sunghyun Nam · Hyoseon Ryu

Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1998. 2. 25 접수)

#### Abstract

Cotton fabrics were finished with mixture of BTCA(1,2,3,4,-butanetetracarboxylic acid) and polyalkyleneoxide-modified amino-functional silicone by pad-dry-cure process to achieve better DP performance with a higher retention of physical properties as compared to those of finished with BTCA alone.

The results indicated that BTCA improved the wrinkle recovery but reduced significantly the tensile and tear strength of the treated fabrics. Whereas silicone imparted a lower wrinkle recovery, a lower loss of tensile strength than BTCA, in addition improved considerably the tear strength owing to reduction in inter-fiber and/or inter-yarn frictional forces. The concentration and curing temperature needed to enhance physical properties were as follows; for BTCA treatments 6%, at 180°C, for silicone treatments 1% at 140°C. This optimum concentration of silicone was observed by using the mixture of BTCA and silicone.

The wrinkle recovery and DP rating of cotton fabrics treated with mixture of 4% BTCA and 1% silicone at a curing temperature of 170°C was similar to those of treated with 6% BTCA at a curing temperature of 180°C, and other performance properties observed were; an increase in tensile strength, extension, toughness, abrasion resistance and moisture regain due to the reduction of BTCA concentration and curing temperature, furthermore an improvement in bending and surface properties due to the lubricating effect of silicone.

On the other hand 1% aqueous silicone solution showed the lowest surface tension. Such nonionic surface activity resulted in a more uniform and rapid deposition of BTCA on the fiber or fabric.

**Key Words:** cotton fabrics, mixture of BTCA and silicone, wrinkle recovery, tensile strength, tear strength; 면직물, BTCA와 실리콘 혼합용액, 방추도, 인장강도, 인열강도

\*본 논문은 1998학년도 서울대학교 생활과학대학 생활과학연구소의 일부 연구비지원으로 수행되었음.

## I. 서 론

면직물의 착용과 관리시 구김이 생기는 결점을 해결하여 easy-care성을 증대시키기 위해 DP(Durable Press)가공이 행해지는데, 이것은 DP가공제가 셀룰로오스 분자쇄 사이에 있는 하이드록시기와 가교를 형성함으로써 분자쇄의 미끄러짐을 방지해 면직물의 구김회복성을 향상시키는 것이다<sup>1-3)</sup>.

DP가공제로는 아미드와 포름알데히드가 반응하여 형성되는 메틸올아미드 화합물인 DMDHEU(dimethyloldihydroxyethyleneurea)가 널리 사용되었으나, 중합반응시 인체에 유해한 포름알데히드가 발생하는 문제점이 있어 포름알데히드의 생성을 억제하는 조건에서 처리하거나 포름알데히드를 발생시키지 않는 가공제를 개발하여 사용하고 있다<sup>4)</sup>.

Formaldehyde-free 가공제의 하나인 BTCA(1,2,3,4-butanetetracarboxylic acid)는 무기산을 포함한 인의 알칼리 금속염을 촉매로 하여 고온에서 면섬유의 셀룰로오스와 에스테르결합에 의해 가교를 형성함으로써 우수한 구김회복성과 워시앤드웨어(wash & wear)성을 부여하고, 또 유연한 분자쇄로 인하여 다른 물리적 성질의 저하도 비교적 작다<sup>5)</sup>.

그러나 이러한 DP가공은 가교의 형성으로 섬유내 구조적 변화를 가져와 직물의 물리적, 역학적 성질에 영향을 주어 역효과를 가져 오기도 하는데 가장 큰 문제점이 인장강도의 큰 손실이며 이에 대한 해석과 해결을 위해 많은 연구가 진행되어 왔다<sup>6)</sup>. 즉 DP가공에 의한 가교로 섬유의 비결정 영역이 뺏겨 딱딱하게 되어 외부로부터의 응력이 집중화<sup>7)</sup>되기 때문이며, Bertoniere와 King<sup>8)</sup>은 셀룰로오스 구조의 고착 및 기공구조 파괴로 인한 엘리멘트리 피브릴과 마이크로 피브릴 사이의 공간 크기 분포 변화와 관련지어 설명하였다. 이러한 구조적 메카니즘 외에 산에 의한 손상도 중요한 요인이 된다.

또 다른 DP가공에 의한 물리적 성질의 역효과는 직물의 촉감과 태의 변화로 가교가 형성되면 섬유의 신도가 감소되고, DP가공제가 섬유표면에 침착되어 유연성이 떨어지고 강직해진다.

DP가공 후 불량해진 태는 세탁시 후처리로 직물유연제를 첨가하여 개선할 수 있는데, 일반적으로 정전기적

인력에 의해 섬유에 흡착되어 친유기로 섬유유행작용을 하는 양이온계면활성제와 섬유표면에 얇은 막을 형성하여 유행제 역할을 하는 비이온계면활성제가 많이 사용되나 안정한 화학 결합이 아니므로 내구성이나 나쁘다<sup>9)</sup>. 이와 달리 amine, epoxy, vinyl 등과 같은 organo reactive group을 도입한 organofunctional silicone은 셀룰로오스와 반응하여 보다 높은 내구성있는 독특하고 유연한 태를 부여할 뿐 아니라 DP성을 비롯한 인열강도, 마모강도 등의 물리적 성질의 향상을 부여한다<sup>10,11)</sup>. 실리콘 유연제 처리는 DP가공과 같은 pad-dry-cure법으로 혼합처리가 가능하며, Welch<sup>12)</sup>는 glyoxal에 silanol group을 가진 reactive silicone을 첨가하여 저온의 큐어링 온도에서 DP성을 향상시켰다.

본 연구는 BTCA와 실리콘의 단독처리에 의한 면직물의 방추도, 인장강도, 인열강도의 효과와 그 메카니즘을 가공제 농도와 큐어링 온도의 변화에 따라 비교한 후, BTCA와 polyalkyleneoxide-modified amino-functional silicone을 pad-dry-cure법으로 혼합처리하여 저농도의 BTCA처리에서도 우수한 방추성을 부여하고, DP 가공제의 단독처리에서 초래되는 인장강도, 신도, 터프니스, 마모강도, 흡습성 등의 물리적 성질의 역효과를 보완하고자 하였다. 또 실리콘의 유연성과 계면활성으로 기대되는 굽힘특성, 표면특성 및 침지시간의 영향을 고찰하였다.

## II. 실 험

## 1. 시험포 및 시약

## 1) 시험포

한국 의류시험 검사소의 염색건뢰도 시험용 침부 백포(KS K 0905)를 농도 10%(o.w.f) sodium carbonate( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 용액으로 액비 1:50에서 2시간 끓인 후 증류수로 충분히 헹군 다음 자연건조하여 사용하였으며, 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of fabric.

Material	cotton 100%
Yarn number (Ne)	36×36
Weave	Plain
Fabric count (ends×picks/5 cm)	141×135
Thickness (mm)	0.28

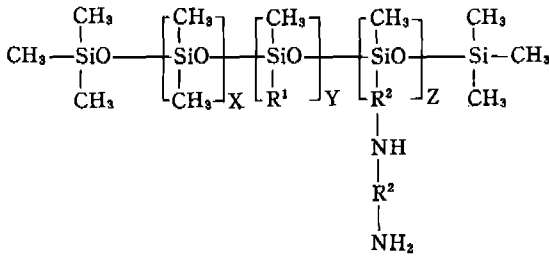
2) 시약

BTCA(1, 2, 3, 4-butonetetracarboxylic acid)

시약일급 Aldrich Chemical Co., Inc.

MAGNASOFT HSSD

(Polyalkyleneoxide-modified amino-functional silicone) viscosity 3700 cst(25°C), OSi Specialties, Inc.



$$R^1 = C_nH_{2n}(EO)_a(PO)_bOR$$

$$R^2 = C_nH_{2n}$$

Fig. 1. Structure of Polyalkyleneoxide-modified amino-functional silicone

Sodium hypophospite·monohydrate(NaH<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O), 시약일급 Junsei Chemical Co., Ltd.

Triton X-100, 시약일급 Junsei Chemical Co., Ltd.

Acetic acid, 시약일급, Junsei Chemical Co., Ltd.

기타 시약은 시약일급을 사용하였다.

2. 실험방법

1) BTCA, 실리콘, BTCA와 실리콘의 혼합처리

30 cm×30 cm 크기의 정련한 면직물을 증류수에 30

분간 예비 침지 후 wringer로 wet pick up이 50~60% 되도록 짜고, Table 2의 조성으로 액비 1:30의 패딩액에 BTCA는 1시간, 실리콘은 2분, BTCA와 실리콘의 혼합액은 0.03~100분간 침지하였다. wet pick up이 90~100%가 되도록 wringer로 여분의 액을 제거하고 이 시험포를 pin frame에 걸어 수평상태로 놓고 85°C에서 5분간 건조한 다음, convective oven으로 옮겨 BTCA처리포는 140, 160, 170, 180°C에서 2분, 실리콘처리포는 100, 120, 140, 160, 180°C에서 1.5분간 cure하였다. curing이 끝난 가공포는 증류수로 충분히 헹군 후 자연건조하였다.

2) 표면장력

실리콘 수용액의 농도별 표면장력을 FACE surface tensiometer(model CBVP-A3)를 사용하여 30분 이상 방치한 후 측정하였다.

3) 방추도

KS K 0550에 의해 Monsanto wrinkle recovery tester를 사용하여 경·위방향의 개각도를 측정된 후 평균치를 구하여 경위방향의 합을 취하였다.

4) 인장강도, 신도, 터프니스

KS K 0520 Ravelled Strip법을 따라 경사방향의 강도를 측정하였고, 이 때 시료가 절단될 때까지의 하중-신장 곡선을 통해 터프니스를 구하였다.

5) 인열강도

KS K 0536 텅법을 따라 경사방향의 강도를 측정하였다.

6) DP rating

AATCC Test Method 124~1984법에 준하여 시험포를 5회, 10회 세탁한 후 3명의 평가자가 replica 비교를 통해 평가하였다.

Table 2. Compositions of padding solution

Chemicals	Concentration(% o.w.b)												
	BTCA treatment (Bath pH 2.3-2.5)				silicone treatment (Bath pH 4.5-5)				mixture treatment (Bath pH 2.6-2.8)				
BTCA	2	4	6	8					1	2	3	4	5
NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	2	4	6	8					1	2	3	4	5
Triton X-100	0.1												
silicone					0.5	1	1.5	2	1				
Acetic acid					0.1								

7) 마모강도

KS K 0604의 마르틴데일법을 따랐으며 마모과정의 시험포 변화를 보기 위해 마찰횟수 1000회 간격으로 마모된 시험포의 두께를 측정하였으며 최종 마찰 횟수는 실 두 가닥이 절단될 때로 하였다. 이 때 BTCA는 최종 마찰횟수가 1000회 이하였기 때문에 100회 간격으로 두께를 측정하였다.

8) 주사현미경 관찰

최종 마찰 후 표면 변화를 보기 위해 금으로 피복한 다음 주사전자현미경(JEOL JSM-35)으로 1000배로 관찰하였다.

9) 굽힘특성, 표면특성

20 cm×20 cm의 크기로 시료를 준비하여 KES-FB2와 KES-FB4를 사용하여 표준제측 조건에서 굽힘, 표면특성을 측정하였다.

10) 흡습성

KS K 0220의 오븐건조수분율법에 따라서 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. BTCA와 실리콘의 단독처리 조건의 영향

가공제의 농도를 달리하여 처리한 면직물의 방추도 변화를 Fig. 2에 나타내었다. BTCA의 농도가 증가함에 따라 BTCA의 -COOH기가 셀룰로오스 분자쇄의 OH기와 반응하여 가교를 형성함으로써 분자쇄의 미끄러짐이 방지되어<sup>2,3)</sup> 방추도가 크게 향상되었고 6% 이상에서는 그 비례정도가 감소하였다. 실리콘처리시에는 방추도의 증가가 작았는데 이것은 BTCA와 구김회복의 메카니즘이 다를 것을 나타내어 준다. 즉 실리콘은 섬유 내부의 가교가 아닌 섬유 표면에서 탄성 고분자 망조직을 형성하기 때문이며, 또 실리콘 분자가 비교적 커 셀룰로오스 체인에 접근이 어렵고, polyalkyleneoxide-modified amino-functional silicone의 작용기는 BTCA 만큼 효과적인 가교력을 갖고 있지 않기 때문이다<sup>10)</sup>.

Fig. 3의 인장강도의 변화를 살펴보면 BTCA처리에 의해 면직물의 인장 강도가 50%이하로 현저히 감소하였으며, 특히 가공제의 도입정도와 상관없이 인장강도의 손실이 비슷한 것으로 보아, 용력 집중화의 구조적 요인보다 BTCA 자체의 산도와 고온 큐어링이 더 크게

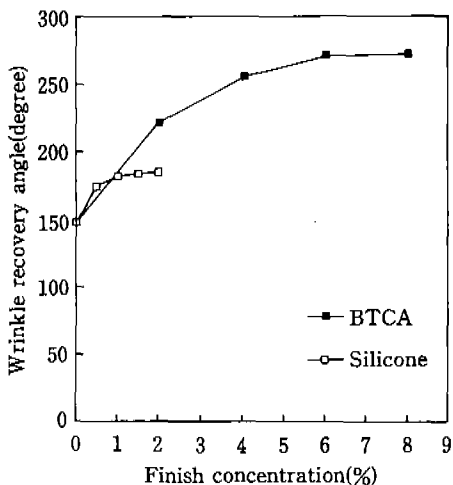


Fig. 2. Effect of finish concentrations on the wrinkle recovery of treated cotton fabrics.  
curing conditions:  
BTCA: 180°C, 2 min., silicone: 140°C, 1.5 min.

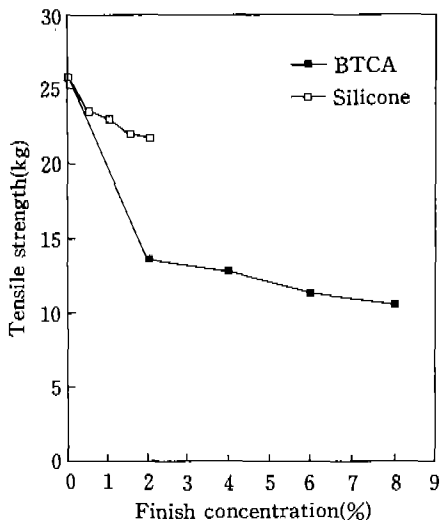
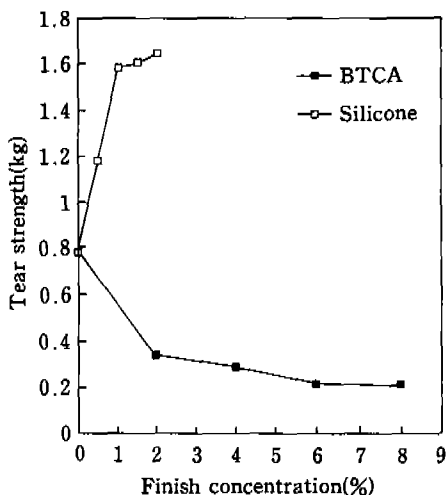


Fig. 3. Effect of finish concentrations on the tensile strength of treated cotton fabrics.  
curing conditions:  
BTCA: 180°C, 2 min., silicone: 140°C, 1.5 min.

작용하였다고 생각된다. 실리콘처리시에는 인장강도가 약간 감소하였는데, 이것은 실리콘의 윤활효과로 섬유와 실간의 구조적 미끄러짐이 일어났기 때문이다<sup>11)</sup>.

Fig. 4의 인열강도에서 BTCA처리하는 분자간의 가교 뿐 아니라 피브릴과 피브릴, 섬유와 섬유 사이 바인딩



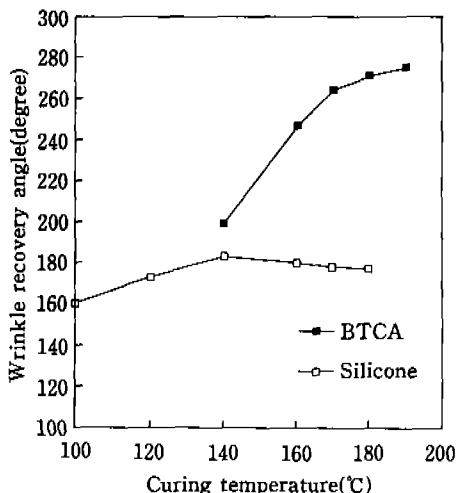
**Fig. 4.** Effect of finish concentrations on the tear strength of treated cotton fabrics.  
curing conditions:  
BTCA: 180°C, 2 min., silicone: 140°C, 1.5 min.

(binding)이 일어나 피브릴 및 섬유간의 마찰력이 커져 그 움직임이 제한되므로 인열시 응력이 고르게 분산되지 못하고, 또 산과 고온의 큐어로 인한 섬유의 약화로 인열강도가 크게 감소하였다. 이와 달리 실리콘은 섬유와 섬유, 실과 실 사이의 움직임을 부여하여 가해지는 응력을 분산시키므로 인열 강도가 농도의 증가에 따라 향상되었다.

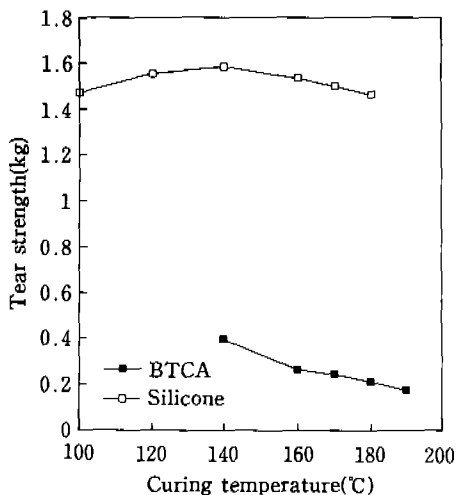
**2. 큐어링온도에 따른 물성변화**

큐어링은 기질로부터 수분을 제거하고 셀룰로오스의 -OH기와 반응을 촉진하기 위해 요구되는데, Fig. 5를 보면 BTCA처리면은 큐어링 온도가 증가할수록 방추도가 비례하여 증가하여, 160°C 이상에서 우수한 방추 효과가 나타났다. 실리콘처리면의 방추도는 140°C에서 가장 좋고 그 이상의 온도에서는 polysiloxane chain의 탄성이 손실되어 딱딱해져, 변형된 직물을 회복시키는데 유용한 에너지가 감소되므로<sup>13)</sup> 방추도가 다소 감소하였다.

인열강도(Fig. 6)는 BTCA처리에서 큐어링온도가 증가할수록 인열강도가 감소하였으나, 실리콘의 경우에는 140°C까지 증가하고, 그 이상에서 감소하여 실리콘의 최적 탄성과 윤활 효과를 위한 큐어링 온도는 140°C임을 나타내었다.



**Fig. 5.** Effect of curing temperature on the wrinkle recovery of treated cotton fabrics.  
treating conditions:  
BTCA: concentration 6%, curing time 2 min.  
silicone: concentration 1%, curing time 1.5min.



**Fig. 6.** Effect of curing temperature on the tear strength of treated cotton fabrics.  
treating conditions:  
BTCA: concentration 6%, curing time 2 min.  
silicone: concentration 1%, curing time 1.5min.

**3. BTCA와 실리콘 혼합물의 처리조건의 영향**

**1) 실리콘 농도**

일정 BTCA농도에서 실리콘 농도의 변화에 따른 방추도(Fig. 7)를 측정한 결과, 실리콘의 혼합으로 방추

도가 증가하였으며, 이것은 BTCA에 의한 섬유내의 분자간 가교와 실리콘처리로 형성된 섬유 표면의 탄성 고분자 망조직에 의해 섬유 내부와 외부의 두 구김 회복력이 함께 작용하였기 때문이다. Fig. 8의 인열강도는 유연한 실리콘 폴리머가 섬유표면을 코팅하여 BTCA처리에 의해 경직된 직물내 구성 요소에 움직임

을 부여하여 인열에 대한 저항성을 최소화시켜 증가하였다. 그러나 실리콘의 농도가 지나치게 크면 솔기의 미끄러짐이 일어나고 인장강도도 감소하는 경향이 있으므로 혼합처리시 실리콘 농도를 1%로 정하였다.

2) BTCA농도 및 큐어링온도

실리콘은 농도 1%에서 구김 회복성을 비롯한 최적의 물리적 성질을 부여하므로 BTCA와 혼합처리하면 저농도의 BTCA에서도 우수한 DP성을 나타내리라 예상하여, 실리콘 농도를 1%로 고정시키고 BTCA의 농도와 큐어링온도 변화에 따른 물성을 측정하였다. 160°C에서는 BTCA 농도에 따른 방추도의 증가율이 작고 고온으로 갈수록 커지며, 160°C, 170°C 경우 저농도의 BTCA에서는 180°C의 방추도와 비슷하나 고농도일수록 차이가 커진다. 이러한 결과는 고농도의 BTCA가 충분히 큐어되지 못했기 때문이라 생각된다. 큐어링 온도 170°C의 4% BTCA처리면의 방추도는 180°C의 6% BTCA로 단독처리한 것과 비슷한 수준으로 향상되었다. 즉 실리콘을 함께 처리함으로써 저농도의 BTCA 처리에서도 고농도의 BTCA 단독 처리면과 비슷한 방추성을 유지하였다.

3) 침지시간

Polyalkyleneoxide-modified amino-functional silicone은 친유성 dimethylpolysiloxane에 아민과 친

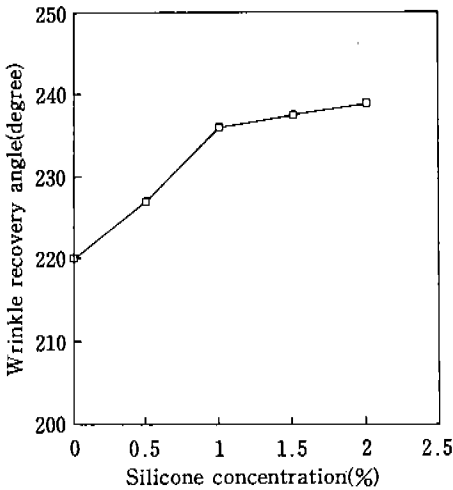


Fig. 7. Effect of silicone concentration on the wrinkle recovery of cotton fabrics treated with mixture of 2% BTCA and silicone. curing conditions: 180%, 2 min.

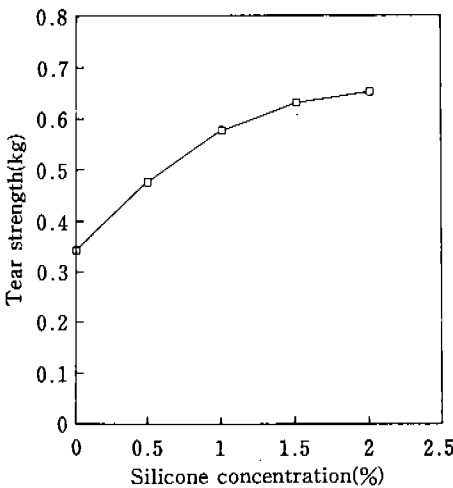


Fig. 8. Effect of silicone concentration on the tear strength of cotton fabrics treated with mixture of 2% BTCA and silicone. curing conditions: 180%, 2 min.

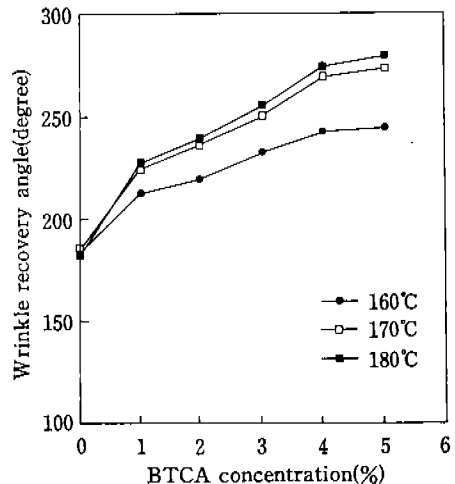


Fig. 9. Effect of BTCA concentration and curing temperature on the wrinkle recovery of cotton fabrics treated with mixture of BTCA and 1% silicone. curing time: 2 min.

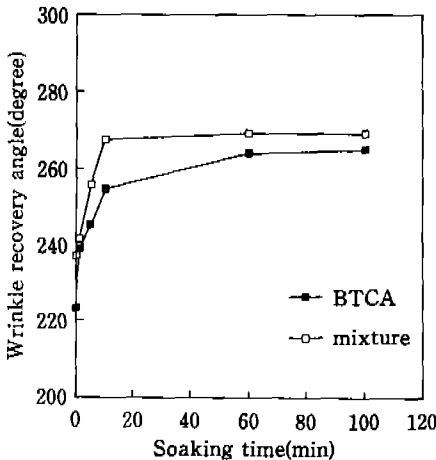
수성의 polyalkyleneoxide를 첨가시킨 것으로, 실리콘 수용액은 농도 1%에서 최저의 표면장력을 나타내었다 (Table 3). 이러한 실리콘의 비이온 계면활성은 BTCA 단독처리면과 혼합처리면의 방추도를 Fig. 10에서와 같이 비교한 결과, 단독 및 혼합처리면 모두 침지시간이 증가할수록 방추도는 증가하나, 혼합처리면이 보다 빨리 그 증가율이 감소하여 면직물에 BTCA의 침투를 빠르고 균일하게 하였다고 생각된다.

**3. BTCA와 실리콘의 단독 및 혼합처리에 따른 물리적 성질의 변화**

미처리면을 비롯한 큐어링온도 140°C의 1% 실리콘 처리면, 180°C에서 처리한 6% BTCA처리면, 그리고 170°C에서 처리한 4% BTCA와 1%실리콘의 혼합처리

**Table 3.** Effect of silicone concentrations on the surface tension of aqueous silicone solution at 25°C.

cons. (% owb)	0	0.01	0.05	0.1	0.5	1	1.5	2
surface tension (dyne/cm)	72.0	36.9	31.6	28.5	25.7	25.2	25.5	25.8



**Fig. 10.** Effect of soaking time on the wrinkle recovery of cotton fabrics treated with 4% BTCA and mixture of 4% BTCA and 1% silicone.  
treating conditions:  
BTCA: cons. 4%, curing 170°C, 2 min.  
mixture: cons. 4% BTCA+1% silicone, curing 170°C, 2 min.

면의 물리적 성질을 비교하여 가공제의 혼합에 의한 상호 보완 효과를 고찰하였다.

**1) DP rating**

AATCC Test Method 124-1984에 따라 5회 세탁한 후 평가한 DP rating을 Table 4에서 보면 미처리면 보다 BTCA 단독처리면과 BTCA와 실리콘 혼합처리면이 비슷한 수준으로 향상되었고 실리콘 단독처리면은 이보다 떨어졌다. 10회 더 세척한 결과에서는 BTCA 처리면은 거의 변화가 없었고, 실리콘처리 면직물의 내세탁성이 다소 감소하였으나, 혼합처리에서는 BTCA와의 상호보완 효과로 내세탁성이 좋았다.

**Table 4.** Effect of finishing agents on the DP rating and tensile properties of finished cotton fabrics.

	untreated	BTCA	silicone	mixture	
DP rating	5 washing cycles	1.6	3.1	2.6	3.2
	15 washing cycles	1.6	3.0	2.4	3.1
Tensile strength(kg)	26.1	11.4	22.3	14.5	
Extension(%)	15.5	10.3	17.2	11.5	
Thoughness(kg·mm)	84.5	21.9	91.8	35.6	

treating conditions :

BTCA : cons.6%, curing 180°C, 2 min.

silicone : cons.1%, curing 140°C, 1.5 min.

mixture : cons. 4% BTCA+1%silicone, curing 170°C, 2 min.

**2) 터프니스**

BTCA 처리면의 터프니스는 Table 4에서 보면 강도와 신도가 감소함으로써 크게 저하하여 직물의 내구성이 심하게 떨어졌다고 볼 수 있다. 실리콘 단독 처리면의 터프니스는 신도의 증가로 미처리면 보다 조금 크고, BTCA와 실리콘의 혼합처리면은 BTCA 단독 처리면 보다 강도와 신도가 향상되어, 터프니스가 증가하여 의복재료로서 내구성이 개선되었음을 알 수 있다.

**3) 마모강도**

미처리면을 비롯한 가공면의 마모강도를 두 올의 실이 절단될 때까지 일정 마모횟수 간격으로 직물의 두께를 측정하여 Fig. 11에 나타내었고, 섬유 절단 부위를 관찰하여 Fig. 12에 나타내었다.

면 섬유는 1차막과 2차막의 층(layer)으로 구성되어

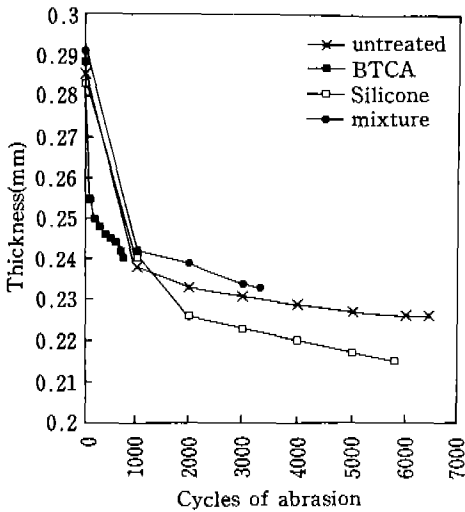


Fig. 11. Effect of abrasion cycles on the thickness of finished cotton fabrics.  
 treating conditions:  
 BTCA: cons. 6%, curing 180°C, 2 min.  
 silicone: cons. 1%, curing 140°C, 1.5 min.  
 mixture: cons. 4% BTCA+1% silicone, curing 170°C, 2 min.

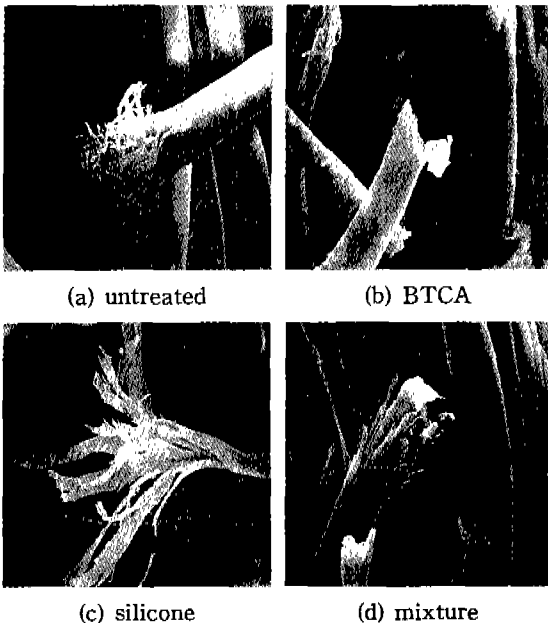


Fig. 12. Scanning electron micrographs of cotton fabrics treated with BTCA, silicone, and mixture of BTCA and silicone after the abrasion. (×1000)

마찰될 때 섬유축을 중심으로 세로로 갈라지는 fibril화가 일어나는데<sup>14)</sup> 이러한 현상은 실리콘 처리에 의해 더욱 촉진되므로 실리콘처리면이 미처리면에 비해 두께의 감소가 약간 컸다. BTCA 처리면은 탄성회복성이 증가됨에도 불구하고 마모강도가 현저히 감소하였는데, 이것은 터프니스의 감소로 설명될 수 있다. 이 때 직물 내 구성요소의 바인딩으로 절단 부위가 깨끗하였다. 따라서 마찰저항성과 터프니스는 항상 비례관계가 아니며 직물의 구조적 특성 등의 복합적인 관계가 작용한다. BTCA와 실리콘의 혼합처리면은 섬유간의 마찰력 감소로 인한 움직임의 증가로 BTCA 단독처리에 의해 저하된 마모강도를 크게 향상시켰다.

4) 굽힘특성

실리콘은 Si-O-Si 결합과 메틸 그룹의 낮은결합에너지로 자유회전을 하는 주쇄와 친유성 메틸 그룹에 의해 유연한 필름 코팅을 형성하므로 섬유 표면과 내부에 윤활 거동을 부여하여 Fig. 13에서와 같이 굽힘강성(B)이 감소하였다.

반면 BTCA처리면은 가교로 인해 비결정 영역이 뺏겨지게 되고, 섬유간의 움직임이 저지되어 굽힘강성이 증가하였다. 따라서 혼합처리에서는 BTCA에 의해 증가된 굽힘강성을 다소 낮출 수 있다.

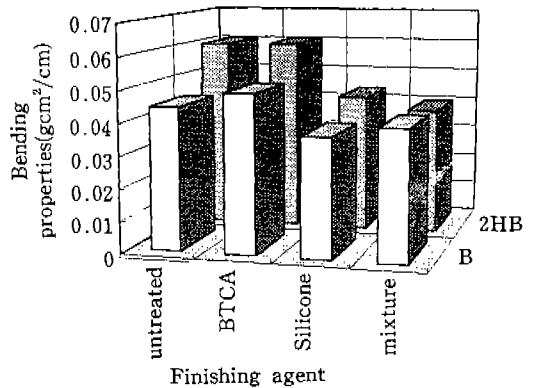


Fig. 13. Effect of finishing agents on the bending rigidity(B) and bending hysteresis(2HB) of finished cotton fabrics.  
 treating conditions:  
 BTCA: cons. 6%, curing 180°C, 2 min.  
 silicone: cons. 1%, curing 140°C, 1.5 min.  
 mixture: cons. 4% BTCA+1% silicone, curing 170°C, 2 min.



굽힘이력(2HB)은 BTCA 처리면이 약간 증가하였는데 이것은 섬유내 형성된 가교가 굽힘에 의한 분자쇄의 변형을 빨리, 완전하게 회복시킨다는 점에서 상반된 결과이나 굽힘이력이 굽힘강성에 비례하기 때문에 굽힘강성의 증가에 수반되는 현상이라 볼 수 있다.

그러나 BTCA와 실리콘 혼합처리면은 굽힘강성이 실리콘의 단독처리면보다 큼에도 불구하고 굽힘이력이 작았는데, 이것은 BTCA의 우수한 DP성과 실리콘의 유연성의 복합적인 효과라 생각되며 이것은 의복재료로써 요구되는 이상적인 성질이라 하겠다.

5) 표면특성

Table 5의 표면특성을 보면 MIU값은 BTCA처리면이 가장 크고 BTCA와 실리콘의 혼합처리면, 미처리면, 실리콘처리면의 순으로 나타났고, 마찰계수의 표준편차값인 MMD는 BTCA처리면이 가장 크고 실리콘처리면, BTCA와 실리콘의 혼합처리면, 미처리면 순이었다. SMD값은 실리콘처리면이 가장 크고, 미처리면, BTCA와 실리콘의 혼합처리면, BTCA처리면 순이었다. SMD값은 두께가 적용되어 산출되는 것으로<sup>15)</sup>, 직물표면에 형성된 실리콘의 film coating은 두께의 변화를 가져와 SMD값이 커졌다고 생각된다. 반면 BTCA처리면은 섬유간의 접합이 잘 이루어져 표면의 도드라짐이 감소하였기 때문에 SMD값이 감소하였다고 생각되며, 실리콘과 혼합처리에서는 BTCA의 상호보완효과로 실리콘처리면 보다 SMD값이 작았다.

그러나 손끝으로 직접 느끼는 촉감은 실리콘단독처리면의 표면이 가장 매끄럽고 BTCA단독처리면이 가장 까슬하게 느껴졌는데, 이것은 표면마찰시험기의 측정스케일 등 주관적 평가와의 차이에서 기인되었다고 생각된다.

Table 5. Effect of finishing agents on the surface properties of finished cotton fabrics.

		untreated	BTCA	silicone	mixture
surface properties	MIU	0.194	0.249	0.174	0.220
	MMD	0.022	0.027	0.023	0.023
	SMD	6.515	6.493	6.693	6.511

treating conditions :

BTCA : cons.6%, curing 180°C, 2 min.

silicone : cons.1%, curing 140°C, 1.5 min.

mixture : cons. 4% BTCA+1% silicone, curing 170°C, 2 min.

6) 흡습성

수분율을 측정된 결과는 Fig. 14에서 보듯이 BTCA 처리면은 미처리면에 비해 수분율이 15% 내외의 저하되었는데, 이것은 -COOH기의 도입으로 인한 흡습성의 향상 보다 흡습성의 저하를 가져오는 -OH기의 감소, 그리고 가교로 인한 비결정 영역의 붕쇄와 컨디션 상태에서 접근 가능한 섬유 내부의 표면 감소가 더 크게 작용하였기 때문이라 생각된다.

실리콘 처리면은 실리콘의 친수기에 의해 섬유 표면에 친수화가 이루어져 수분율의 저하가 작았고, BTCA와 실리콘의 혼합처리에서는 저농도의 BTCA로 비결정영역의 붕쇄가 적어 BTCA단독 처리면 보다 수분율이 다소 향상되었다.

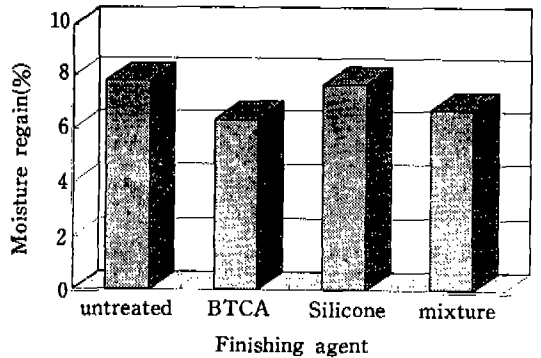


Fig. 14. Effect of finishing agents on the moisture regain of finished cotton fabrics.

treating conditions:

BTCA: cons. 6%, curing 180°C, 2 min.

silicone: cons. 1%, curing 140°C, 1.5 min.

mixture: cons. 4% BTCA+1% silicone, curing 170°C, 2 min.

IV. 결 론

본 연구에서는 BTCA(1,2,3,4-butanetetracarboxylic acid)와 polyalkylene oxide-modified amino-functional silicone를 pad-dry-cure법으로 혼합처리하여 두 가공제의 상호 보완 효과로 우수한 DP성을 부여하면서 DP가공제의 단독처리에 의한 물리적 성질의 역효과를 감소시키고자 하였다.

1. BTCA처리면은 방추도는 증가하였으나 인장강도

와 인열강도는 크게 감소하였고, 실리콘처리는 구김회복력을 약간 증가시켰으며, 인장강도는 직물내 구성요소간의 미끄러짐으로 약간 감소하였으나 인열강도는 마찰력 감소로 증가하였다. 이 때 가공제의 최적농도는 BTCA 6%, 실리콘 1%였다.

2. BTCA는 180°C에서 우수한 방추효과가 나타났으나 인장강도와 인열강도는 크게 저하하였고, 실리콘은 140°C에서 방추도, 인열강도가 가장 좋았다.

3. BTCA와 실리콘의 혼합처리에서 실리콘의 최적농도는 단독처리에서와 같이 1%였으며, BTCA농도와 큐어링 온도가 증가함에 따라 방추도가 증가하였으나 인장강도와 인열강도는 감소하였다. 170°C 큐어링 온도에서 4% BTCA와 1% 실리콘의 혼합 처리한 면직물의 방추도는 180°C에서 6% BTCA 단독처리면과 비슷한 수준으로 향상되었다.

4. 실리콘은 농도 1%에서 최저의 표면장력을 나타내었으며, 이러한 비이온 계면활성은 면직물에 BTCA 침투를 빠르고 균일하게 하였다.

5. 4% BTCA와 1% 실리콘을 혼합처리한 면직물의 DP rating은 BTCA 단독처리면과 비슷하였고 반복세탁에 대한 내구성도 좋았으며, 인열강도도 크게 향상되었다. 이와 같이 실리콘의 혼합으로 보완된 인장강도와 신도는 하중-신장곡선을 변화시켜 터프니스 및 이와 관련된 마모강도도 향상되어 의복재료로서 내구성이 개선되었다. 또한 실리콘의 유연한 특성은 굽힘특성과 표면특성에도 영향을 주었으며, 수분율에 있어서도 혼합처리면이 BTCA 단독처리면 보다 향상되었다.

### 참 고 문 헌

- 1) 김성련, "피복재료학", 교문사, pp 16-58 (1994)
- 2) J.T. Marsh, "Self-smoothing fabrics", Chapman and Hall Ltd., pp 330-353 (1962)
- 3) H. Tovey, Cotton Quality Study VI: Wrinkle Resistance and Recovery from Deformation, *Text. Res. J.*, **31**, 185 (1961)
- 4) S.L. Vail, Cross-linking of cellulose in "Cellulose Chemistry and its application" edited by T.P. Nevell and S.H. Zeronian, John Wiley & Sons, pp 384-422
- 5) C.M. Welch, Tetracarboxylic Acids as Formaldehyde-Free Durable Press Finishing Agents, Part I: Catalyst, Additive, and Durability studies, *Tex. Res. J.*, **58**, 480 (1988)
- 6) F.H. Steiger, S.Y. Wang, and M.D. Hurwitz, Changes in the Physical Properties of Cotton on Cross-Linking, *Text. Res. J.*, **31**, 327 (1961)
- 7) J.L. Gardon and R. Steele, Some Theoretical Considerations of Cellulose Cross-Linking, *Text. Res. J.*, **31**, 160, (1961)
- 8) N.R. Bertoniere and W.D. King, Residual Pore Volume, Resilience, and Strength of Crosslinked Cotton Cellulose, *Text. Res. J.*, **60**, 606 (1990)
- 9) C.G. Naylor, Nonionic Surfactants Containing Propylene Oxide, *J. Amer. Oil Chemists Soc.*, **63**, 1201 (1986)
- 10) K.W. Oh, Effects of Silicone Softeners and Silane Coupling Agent on the Performance Properties of Cotton Fabrics, Doctor's Thesis, University of Maryland (1992)
- 11) J.D. Turner, Improving the DP Appearance of Cotton Fabrics with Additives and Aminofunctional Silicones, *Text. Chem. & Color.*, **20**(5), 36 (1988)
- 12) C.M. Welch, Glyoxal as a Formaldehyde-Free Durable Press Reagent for Mild Curing Applications, *Text. Res. J.*, **53**, 181 (1983)
- 13) B.B. Hardman and A. Torkelson., Silicon Compounds(silicones) in "Encyclopedia of Chemical Technology, vol 20", John Wiley & Sons, Inc., New York, pp 922-962 (1982)
- 14) J.P. McNally and F.A. McCord, Cotton Quality Study V: Resistance to Abrasion, *Text. Res. J.*, **30**, 715 (1960)
- 15) S. Kawabata, The standardization and analysis of hand evaluation, 2nd, The Hand Evaluation and Standardization Committee, pp 32-34 (1980)