

# 실리콘 반응성기가 도입된 Poly(hexamethylene guanidine hydrochloride)를 이용한 면직물의 항미생물 가공

최재원, 임광민\*, 김영호

승실대학교 섬유공학과, \*SK(주) 대덕기술원

## 1. 서론

미생물은 섬유 재료 자체를 취화, 착색시키거나 악취를 발생시키는데 이러한 미생물에 의한 영향으로부터 섬유를 보호하거나 사용자 및 착용자를 보호하기 위하여 섬유제품에 항미생물 가공을 한다. 섬유제품에 주로 사용되는 항미생물 가공제는 계면활성제계(제4급 암모늄계, 실리콘 함유 제4급 암모늄계), biguanidine계, 알콜계, 페놀계, 아닐리드계, 요소계, 당질계, 유기 및 무기 금속계, 천연화합물 등을 들 수 있다[1-3]. 이렇게 섬유제품에 항미생물 가공을 하는 경우 우수한 항미생물성과 함께 내세탁성이 중요하게 된다. 내세탁성을 부여하기 위해서는 섬유와 가공제 사이에 화학 결합을 형성시키는 것이 가장 좋은 방법이며 이러한 예로 Dow Corning사의 DC 5700을 들 수 있다.

본 연구에서는 DC 5700과 비슷하게 트리에톡시기가 있는 실리콘 화합물이 도입된 poly(hexamethylene guanidine hydrochloride)(PHGS)를 사용하여 면직물을 항미생물 가공하는 방법에 대해서 검토하였다. 이를 위하여 PHGS를 여러 가지 조건으로 면직물에 처리한 후 처리 직물의 항미생물성과 내세탁성을 조사하여 적합한 처리 조건을 설정하였으며, 처리 직물의 인장강도 및 인열강도를 측정하여 가공 전 후의 강도 변화를 검토하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 시료 및 시약

경사 40's, 위사 40's, 경사밀도 136올/in, 위사밀도 72올/in의 평직으로 된 정련, 표백, 머서화시킨 100% 면직물을 시료로 사용하였다.

실리콘 반응성기가 도입된 poly(hexamethylene guanidine hydrochloride)(PHGS)는 A사에서 합성한 것으로 고형분이 30%(w/w)인 에탄올 용액을 사용하였다. PHGS는 물로 희석하여 사용하였고, 이 때의 농도는 PHGS 고형분 농도가 아닌 PHGS 용액(30% 에탄올 용액)을 기준으로 나타내었다. 항미생물 시험용 시약으로는 Nutrient Broth와 Tryptone Glucose Extract Agar로 DIFCO Laboratories에서 시판되는 시약을 사용하였고, 기타 분석용 시약은 1급 이상의 시약을 정제하지 않고 사용하였다.

### 2.2. PHGS의 면직물 처리

PHGS의 농도와 처리 조건을 여러 가지로 변화시키면서 면직물에 처리하였다. 이때 처리

방법은 패딩 → 건조 → 큐어링 또는 큐어링 없이 단순히 패딩 → 건조하는 방법을 사용하였다. 패딩은 Mathis Lab Padder(Switzerland)를 사용하여 2 dip, 2nip으로 wet pickup이 80±2%가 되도록 하였다. 건조는 열풍건조기(DK-1M, Daiei Kagakuseiki, Japan)를, 큐어링은 Mathis Lab Curing machine(Switzerland)을 사용하였다.

### 2.3. 내세탁성 시험

JIS L 0217(부표 1의 103호)에 의하여 중성세제(애경산업, 울삼푸)를 사용하여 상온에서 욕비 30:1, 세제농도 0.2%로 하여 세탁하였다. 세탁기는 일반 시판용 세탁기(삼성, SEW- 50X1)를 사용하였고, 욕비를 맞추기 위해서 측정용 시료와 동일한 크기의 면직물을 부하포로 사용하였다. 이때 1회 세탁 cycle은 다음과 같다.

세탁 5분 → 탈수 → 헹굼 → 탈수 → 헹굼 → 탈수 → 상온건조

### 2.4. 항미생물성 실험

PHGS로 처리한 시료들의 항미생물성 평가는 그람 양성균인 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*, ATCC No. 6538)를 공시균으로 사용하여 AATCC 100 방법을 사용하여 균감소율을 계산하였다[4].

### 2.5. 처리 직물의 강도 측정

인장강도는 만능재료시험기(Instron사, Instron 1011, USA)를 사용하여 KS K0520 Ravelled Strip법에 의해 파지거리 7.6cm, 인장속도 30±1cm/min로 5회 측정하여 평균값을 취하였고, 인열강도는 Digital Elmendorf Tearing Tester(Textest사, FX3700, USA)로 5회 측정하여 평균값을 취하였다.

## 3. 실험 결과 및 고찰

일반적으로 면직물을 섬유용 가공제로 처리하는 경우 가공제 액에 섬유제품을 패딩한 후 건조, 큐어링하는 과정을 거치게 된다. 이때 건조공정에서는 가공 약제를 운반한 물을 증발시키며, 보통 큐어링 공정에서 가공제와 섬유 사이의 반응이 일어나게 된다.

본 연구에서 사용한 PHGS는 poly(hexamethylene guanidine hydrochloride)에 triethoxy silane이 결합되어 있는 화합물이다. PHGS를 물로 희석하면 PHGS에 있는 에톡시기는 히드록시기로 가수분해되고 이 히드록시기가 면섬유의 히드록시기와 반응하여 화학 결합을 형성할 것으로 생각되는데 이같은 화학 반응이 어느 정도의 온도에서 일어나는지를 알아야 한다. 즉, 화학 반응이 일반적인 면섬유의 큐어링 온도에서 일어나는지 이보다 낮은 조건에서도 가능한지를 검토하기 위해서 본 연구에서는 여러 가지 온도에서 처리한 시료들의 항미생물성과 내세탁성을 조사하였다.

먼저 PHGS의 농도를 1%로 고정하여 패딩처리하고 100℃에서 3분간 건조한 후 각각 150℃와 160℃에서 서로 다른 시간 동안 큐어링한 면직물 시료에 대해서 10회까지 세탁하고 세

탁 회수에 따른 균감소율 결과를 나타낸 것이 Fig. 1과 2이다. 세탁하기 전의 결과를 보면 모든 시료에서 100%에 가까운 균감소율을 나타내어 우수한 항미생물성을 나타내었다. 또한 세탁한 시료들을 보면 큐어링 시간과 세탁 회수에 관계없이 모두 95% 이상의 균감소율을 나타내었다. 따라서 PHGS의 농도를 1%로 하여 패딩하고 건조한 후 150℃ 및 160℃에서 큐어링하면 큐어링 조건에 관계없이 항미생물성과 내세탁성이 우수함을 알 수 있으며 이후의 실험에서는 가공제의 농도를 1%로 하여 실험하였다.

Fig. 3은 큐어링 온도와 시간에 따른 영향을 알아보기 위해 PHGS의 농도를 1%로 고정하고 큐어링 온도를 130℃에서 160℃까지 변화시키면서 큐어링 시간을 2~5분으로 변화시켜 처리한 후 10회 세탁한 시료들의 균감소율 변화를 나타낸 것이다. 이를 보면 큐어링 온도와 시간에 관계 없이 모든 시료가 10회 세탁 후에도 균감소율이 93~95%로 나타나 우수한 내세탁성을 나타내고 있다.

이같이 세탁 10회 후에도 높은 균감소율과 내세탁성을 나타내는 것은 PHGS에 있는 실리콘 반응성기와 면섬유간에 화학 결합을 한다는 것을 뒷받침하여 주고 있다. 그런데 이와 같은 결과들은 건조 후 큐어링하고 큐어링 온도나 시간에 따라서 섬유에 결합되는 가공제의 양이 변한다는 일반적인 가공효과와 크게 다른 것으로 볼 수 있다. 즉, 130~160℃의 온도 변화와 시간 변화에 의해 10회 세탁 후의 항미생물성이 거의 차이가 없다는 것은 가공제와 섬유 사이에 반응이 어느 조건 이상에서 매우 쉽게 일어나 내세탁성을 갖는다고 볼 수 있다. 따라서 위에서 처리한 조건보다 훨씬 낮은 온도에서 처리하여도 우수한 내세탁성을 나타낼 수 있을 것으로 예상되며, 이러한 사실을 확인하기 위해서 PHGS 처리 시료의 반응 조건을 훨씬 완화시켜 그 결과를 나타낸 것이 Fig. 4이다.

Fig. 4는 Fig. 1~3의 큐어링 과정을 생략하고 80~100℃에서 건조만 시킨 시료들에 대해서 10회 세탁하고 난 후의 균감소율 결과를 나타낸 것이다. 큐어링을 하지 않고 80~100℃에서 건조시간 2분 이상으로 단순히 건조만 시켰을 때에도 모든 시료들이 10회 세탁 후에 거의 90% 이상의 우수한 균감소율을 나타내었다.

따라서 위의 결과들을 볼 때, PHGS는 단순히 용매가 건조되는 정도의 온도에서 면섬유와 반응하여 화학 결합을 이루어 우수한 내세탁성을 부여한다는 것을 알 수 있다.

## 참고문헌

1. 高麗 寛紀, “抗菌防臭”, pp.48~84, (株)纖維社, Japan, 1989.
2. 高麗 寛紀, “人にやさしい繊維と加工”, pp.65~89, (株)纖維社, Japan, 1995.
3. 大谷 朝男, “抗菌のすべて”, pp.125~150, (株)纖維社, Japan, 1997.
4. AATCC, “AATCC Technical Manual”, Vol. 68, p.148, 1993.

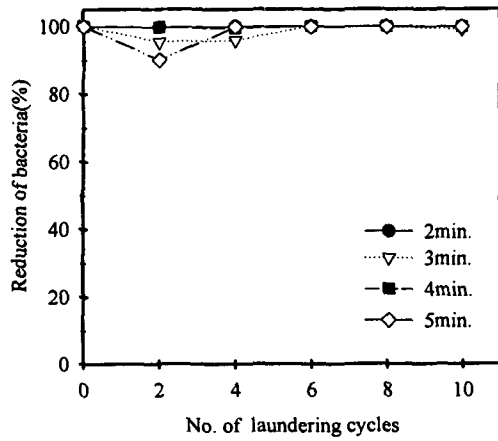


Fig. 1. Effect of laundering on antimicrobial activity of the treated cotton fabric cured at 150°C for various curing times. (PHGS concentration : 1%)

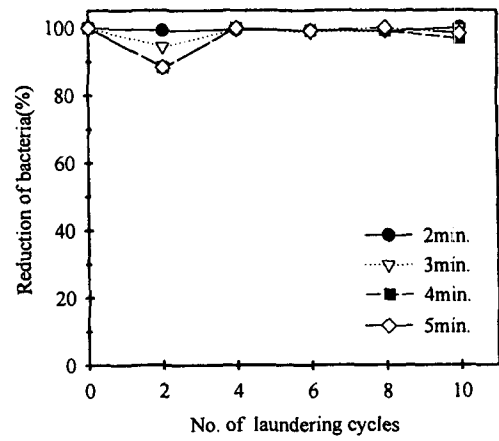


Fig. 2. Effect of laundering on antimicrobial activity of the treated cotton fabric cured at 160°C for various curing times. (PHGS concentration : 1%)

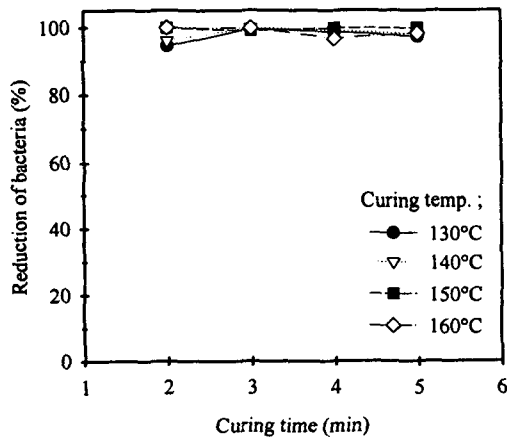


Fig. 3. Effect of curing times on antimicrobial activity of the treated cotton fabrics after 10 laundering cycles. (PHGS concentration : 1%, drying : 100°C, 3min)

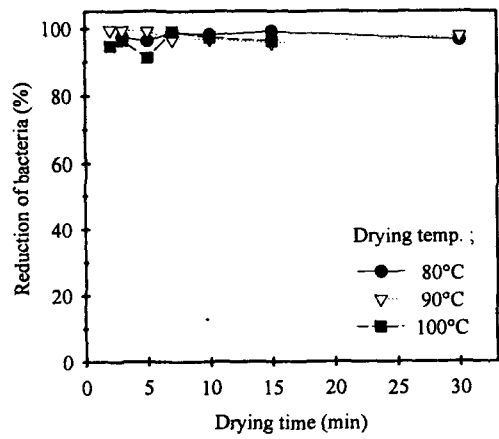


Fig. 4. Effect of drying time on antimicrobial activity of the treated cotton fabrics after 10 laundering cycles. (PHGS concentration : 1%)