

## Sericite 항균처리 신발용 면직물의 접착공정 연구

윤래원 · 이재호<sup>1,†</sup> · 조현욱<sup>2</sup>

일신텍스타일, <sup>1</sup>부산대학교 바이오소재공학과, <sup>2</sup>부산대학교 섬유공학과  
(2006년 5월 11일 접수, 2006년 5월 29일 채택)

## A Study of Adhesion Process on the Footwear Cotton Fabric Treated with Sericite Antibacterial Agent

Rae Won Yoon, Jae Ho Lee<sup>1,†</sup>, and Hyun Hok Cho<sup>2</sup>

Ilshintextile, Busan 618-817, Korea, <sup>1</sup>Department of Biomaterial Engineering, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea,  
<sup>2</sup>Department of Textile Engineering, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

(Received May 11, 2006; Accepted May 29, 2006)

**요약:** 본 연구에서는 가격이 저렴하고 우수한 결과를 갖는 항균제인 견운모(sericite)를 사용하였다. 견운모의 입자 크기는 15  $\mu\text{m}$ 로 고정하였다. 박리강도의 효과는 접착제의 종류에 영향을 받지 않았다. 박리강도는 접착제 함량이 증가함에 따라 증가하였고, 접착제 함량이 20  $\text{g}/\text{m}^2$  일 때 기준 값을 만족하였다. 항균제로 처리된 면직물의 한국공업규격(KS) 세탁견뢰도를 만족하는 항균제 함량은 8%이다. 신발용 면직물에 있어 항균처리를 위한 연속적인 공정 조건들은 다음과 같다: 용융온도 120  $^{\circ}\text{C}$ , 냉각시간 20 s, 압착온도 130  $^{\circ}\text{C}$ , 압착시간 30 s.

**Abstract:** In this study, we used a sericite which is a cheap price antibacterial agent and had excellent results. The particle size of sericite was fixed to 15  $\mu\text{m}$ . The effect of the peel strength is not affected by several types of adhesives. Peel strength is increased with increasing adhesive content, and satisfied standard value of peel strength when adhesive content is 20  $\text{g}/\text{m}^2$ . Laundering cotton fabric treated with antibacterial agent, the optimum content satisfying Korean Standard (KS) is 8%. Continuous processing conditions for antibacterial treatment on the footwear cotton fabrics are follows : melting temperature 120  $^{\circ}\text{C}$ , cooling time 20 s, pressing temperature 130  $^{\circ}\text{C}$ , pressing time 30 s.

**Keywords:** sericite, peel strength, antibacterial and deodorant ratio, footwear

### 1. 서론

발바닥에 있는 약 620개의 땀샘에서 배출되는 땀에 의해 발 냄새가 나고, 무좀에 걸리게 된다. 특히 신발·양말·발가락 사이 등의 밀폐된 공간에서는 더욱 더 땀이 많이 차게 되어 박테리아 등 각종 세균이 활동하기에 최적의 조건이 된다.

발 냄새에 대한 연구에 의하면 발 냄새의 원인은 땀이 아니라, 땀이 박테리아로 인해 분해되면서 그 분해물질(불포화지방산 등)이 냄새의 주요 원인이며 이런 박테리아 수는 발에는 단위  $\text{cm}^2$ 당  $10^3 \sim 10^5$ 개, 신발에는  $2 \times 10^4$ (나일론),  $6 \times 10^3$ (면),  $4 \times 10^3$ (Polypropylene)개

가 존재한다고 한다[1,2]. 이런 결과에 기초하여 박테리아를 억제할 수 있는 항균물질을 신발이나 양말에 처리하여 발 냄새 및 무좀의 증식을 억제하는 효과를 얻기 위한 항균가공에 관한 연구가 진행되고 있다[3,4].

항균 방취 가공에 사용되는 항균물질[5,6]은 크게 무기계, 금속계[7,8], 암모늄(ammonium)계[9,10], 구아나이드(guanide)계[11,12], 구리화합물계, 천연계 항균물질[13-19]로 구분된다. 무기계 항균물질은 항균성 제올라이트(zeolite), 금속이온 함유 유리분말, 맥반석, 견운모(sericite) 등이 있으며 금속계는 은, 구리, 아연, 납, 주석, 알루미늄, 철 등의 금속산화물, 염화물의 형태로 사용된다. 구아나이드계 항균물질로 폴리헥사메틸렌 바이구아나이드 하이드로클로라이드(polyhexamethylene biguanide hydrochloride) 등이 있고 이 물질은 섬유에

<sup>†</sup> Corresponding author: e-mail: james007din@pusan.ac.kr

대한 흡착력이 매우 좋고 세탁내구성이 높고 살균효과가 좋은 반면 진균성은 떨어지는 단점이 있다. 구리 화합물계에는 황화구리 함유 재생 셀룰로오스(cellulose), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile) 황화구리복합체 등이 있으며, 천연물계 항균물질은 키토산, 키틴의 염산염, 죽염, 황토 등이 있다.

항균물질의 항균 메커니즘[6]은 항균물질의 종류에 따라 다르며 무기계 항균 물질 중 하나인 제올라이트에 은 이온이 결합된 것은 은 이온 및 활성산소가 서서히 용출, 박테리아의 세포 속으로 확산되면서 단백질을 파괴하여 항균효과를 가지게 하며, 금속계 항균물질은 전자 전달계 장애를 일으키거나 단백질 구조를 파괴하는 항균 메커니즘을, 암모늄염계 및 구아나이드계는 염의 강력한 양 이온력에 의한 정전기 유도에 의해 세균의 세포벽을 파괴시키는 메커니즘을, 천연계 항균물질인 키토산은 키토산의 아미노기(amino group)가 세균을 흡착하여 세포벽의 음이온의 생체활동을 억제시키는 항균 메커니즘을 가진다.

약취성분은 대략 100여 가지인데, 특히 이중에서 암모니아, 황화수소, 트리메틸아민(trimethylamine), 메틸메르캡탄(methyl mercaptan)의 4대 약취성분이 80~90%를 이루고 있다[20,21].

이런 약취를 제거하는 소취방법은 보통 다공 흡착 방법으로 다공성 활성탄, 세라믹 등을 이용한 물리적인 방법, 산화, 환원시켜 중화하는 화학적 방법, 식물 추출물로 분해, 탈취하는 생물학적 방법 등 3가지로 이루어진다[22,23].

발 냄새도 약취의 일종이므로 위의 3가지 방법 중 하나를 사용하여 제거할 수 있다. 항균성을 가지는 신발의 제조방법은 신발의 통풍기능을 활성화시켜 땀의 양을 줄여 세균의 발생을 줄이는 방법이나 신발용 직물의 표면에 항균처리를 하는 방법 등이 사용되어 왔으나, 전자는 근본적인 항균대책이 될 수 없고 후자는 직물의 표면에 처리를 하는 방법상의 문제로 인해 내구성이 저하하는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 항균처리방법을 직물의 표면이 아닌 내부에 항균제를 첨가시키는 방법을 사용하여 내구성의 향상을 시도하였다.

신발은 그 제조단가에 제한이 많은 제품 중 하나로 항균성을 가지는 신발을 제조하기 위해서는 될 수 있는 한 제조단가를 최저로 하여야 하는 문제점이 있기 때문에 항균성 직물을 제조하기 위한 가장 간단한 방법인 비싼 항균성 섬유로 직접 제작하는 방법을 사용하는 어렵다. 또한 이전부터 많이 가장 사용되어 온 무기물 항균제인 은 이온 함유 항균제나 제올라이트와 같은 항균제는 그 가격이 매우 비싸기 때문에 신발용으로 사용하는 것은 많은 무리가 따를 것으로 생

각된다. 따라서 본 연구에서는 가격이 저렴하면서 항균성 및 향취성이 우수한 견운모를 사용하여 최대의 항균효과를 가지는 신발용 합포직물을 핫 멜트(hot melt) 법으로 제조하였으며, 그들의 물성을 조사하여 최적의 제조공정을 도출하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1. 재 료

#### 2.1.1. 항균제

항균제는 15  $\mu\text{m}$ 의 입자크기를 가지는 다공성 이타리아제 견운모를 사용하였다.

#### 2.1.2. 접착제와 직물

접착제는 핫 멜트 용으로 ethylene vinyl acetate copolymer (EVA, Scheatti Co., Swiss), polyamide copolymer (co-PA, ATo Co., Germany), polyester copolymer (co-PET, Cepat Co., Italy) 3종류를 사용하였고, 모두 10  $\mu\text{m}$ 의 입자크기를 가진다. 사용한 직물은 면직물(Ishintextile Co., Korea)이다.

### 2.2. 항균·향취 합포직물제조

접착제와 피착제의 접착 상관성을 알기 위해 현재 사용되고 있는 대표적인 핫 멜트 접착제인 EVA, co-PA, co-PET 3종류의 접착제를 10~30  $\text{g}/\text{m}^2$ 의 범위로 함량을 조절하여 면직물에 도포시킨 후 Table 1에 보인 바와 같은 기존의 신발용 합포공정에 있어서의 기준조건하에서 면직물을 합포하여 박리강도를 측정하여 최적의 접착제량을 선정한다. 다음에 15  $\mu\text{m}$ 의 견운모 항균제를 함량 2~15 wt%로 변화시키고, 앞서 선정된 접착제량과 기존 기준조건하에서 항균제를 처리하여 접착성과 항균성, 향취성, 인열강도, 인장강도, 세탁내구성 등을 측정하여 적정 항균제 함량을 선정하기 위한 실험을 하였으며, 이 때 사용한 접착제는 현재 가장 많이 쓰이면서 가격이 가장 저렴한 EVA 접착제를 사용하여 실험하였다.

항균제를 첨가시키면서 제조공정 조건의 변화가 필수적으로 일어난다. 항균제를 접착제 내에 첨가시키기 위해서는 먼저 항균제와 접착제를 균일하게 혼합시켜야 하는 문제점이 발생하지만 이 문제는 고속 믹서기를 사용하여 문제점을 해결하였다. 그 외 접착제 내에 항균제를 첨가함으로써 접착제의 건조온도와 시간, 합포 시 압착온도와 시간 등에서 기존 공정조건과의 오차가 발생할 수 있다. 이런 오차를 보정하고 연속 제조공정에서 최적의 항균 및 향취성능을 가지는 제품을 만들기 위해 선행된 실험에서 최종적으로 선정하

**Table 1.** Experimental conditions for continuous processing

Melting temperature (°C)	Cooling time (sec)	Pressing temperature in adhesion (°C)	Pressing time in adhesion (sec)	Note
110	10	100	10	
115	15	110	20	
120	20	120	30	critierion process conditior
125	25	130	40	
130	30	140	50	

접착제량과 항균제 함량으로 각 연속 공정상의 조건을 변화시켜 가면서 실험을 하였다. 따라서 기준 공정 조건을 기초로 하여 Table 1과 같이 용융온도와 냉각 시간 및 합포 시 압착온도와 시간을 변화시켜 실험하여 박리강도가 크게 저하되지 않는 조건을 선정하려고 하였다.

### 2.3. 실험방법

#### 2.3.1. 항균성 시험(KS K0693법)

시험 시험편과 대조편을 공시균[스타필로코쿠스 아우레우스(*Staphylococcus aureus*)와 클렙시엘라 뉴모니아(*Klebsiella pneumoniae*)]으로 접종 및 배양시킨 후 일정량의 액체 속에 진탕시켜 배양된 세균을 추출시키고, 이 액체 속에 존재하는 세균의 수를 측정하여 항균성이 있는 시험편에서의 세균 감소율을 계산하였다.

$$\text{감소율(\%)} = \frac{B-A}{B} \times 100$$

A : 접종 후 일정 접촉시간(24시간)을 통하여 배양된 시험편으로부터 재생된 세균 수

B : 접종 후 일정 접촉시간(24시간)을 통하여 배양된 대조편으로부터 재생된 세균 수

#### 2.3.2. 항취성 시험

100×200 mm 직물류 8 g의 시험편을 암모니아 가스 속에 넣어 60 min 후에 남아 있는 암모니아 양을 측정하여 항취율을 계산하였다.

$$\text{항취율(\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

A : 주입된 암모니아 양(ppm)

B : 60분 후에 측정된 암모니아 양(ppm)

#### 2.3.3. 세탁 내구성 시험(KS K0430 A-1법)

Launder-O-meter를 사용하여 40 °C에서 30 min간을 1회 세탁으로 하고, 세제로는 음 이온계 일반세제(사

용농도 1 g/l)를 사용하였다. 세탁회수는 10, 30, 50 회로 하였다.

#### 2.3.4. 박리강도

시료 폭을 20 mm로 한 시험편을 만능 인장시험기를 사용하여 clamp 간격 75 mm, 작동속도 300 mm/min로 하여 측정하였다.

#### 2.3.5. 인열강도(ASTM D 2262)

폭 75 mm, 길이 150 mm 시료를 준비하여 시료 중앙의 위에서부터 75 mm를 칼로 베어 놓고 만능 인장시험기를 사용하여 clamp 간격 75 mm, 작동속도 300 mm/min로 하여 시료가 파손될 때까지의 극대치의 평균값을 인열강도로 하였다.

#### 2.3.6. 인장강도(ASTM D 5035)

폭 25.4 mm, 길이 150 mm 시료를 만능 인장시험기를 사용하여 clamp 간격 75 mm, 작동속도 300 mm/min로 하여 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 접착제 함량에 따른 처리직물의 접착성

EVA, co-PA, co-PET 함량을 10~30 g/m<sup>2</sup>로 변화시켜 가면서 면직물에 처리하여 접착제 함량에 따른 박리강도를 분석한 결과를 Figure 1에 나타내었다. Figure 1에서 알 수 있듯이 접착제 함량이 증가할수록 박리강도는 증가하고 있는 것을 알 수 있으며, 특히 접착제 함량이 20 g/m<sup>2</sup>를 기점으로 박리강도의 증가폭이 더 커지는 것을 알 수 있다. 따라서 전체적으로 접착제 처리량이 20 g/m<sup>2</sup> 이상으로 처리하는 것이 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 접착제와 처리직물의 접착관계를 비교하여 보면 co-PA 접착제를 사용하였을 때 가장 큰 박리강도를 가지며 다음이 co-PET, EVA 순으로 나타났다. 접착제는 2개의 물질 사이에 첨가되어 두 물질을 접착시키는 것으로 접착 메커니즘은 간단하게 규명되지 않는다. 대표적인 메커

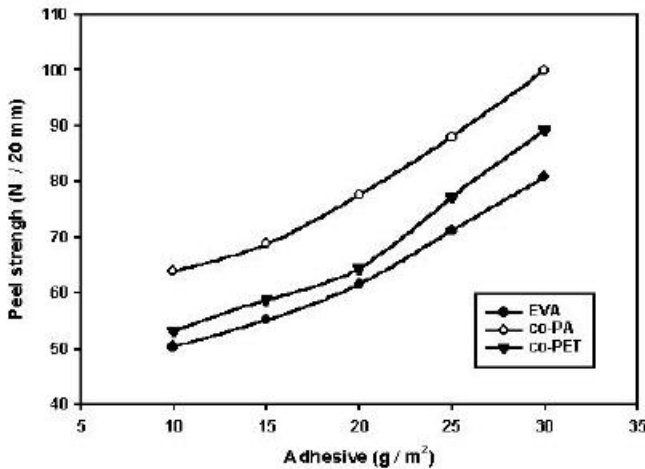


Figure 1. Peel strength with adhesive.

니즘으로 원자간 결합, 기계적인 결합으로 설명될 수 있으며 어느 한쪽의 기구로 단순하게 규명되지 않고 이들 여러 기구들의 복합적인 방법에 의해 접착이 이루어진다고 알려져 있다.

3.2. 항균제 함량에 따른 처리직물의 특성

Figure 2는 sericite 항균제 함량을 EVA 접착제에 대해 0~15 wt%로 변화시키면서 처리한 후 박리강도를 측정한 결과이다. 항균제 함량을 10 wt%까지 증가시켜도 기준치인 50 N/20 mm 보다 높은 52.6 N/20 mm의 박리강도를 보이고 있다. 여기에 사용된 접착제는 다른 접착제에 비해 박리강도가 가장 낮은 것이기 때문에 타 접착제를 사용할 경우 충분한 박리강도가 나올 것으로 생각된다. 그러나 항균제 함량이 10 wt%를 넘으면 기준치보다 적은 값을 나타내므로 EVA 접착제를 면직물에 적용할 때는 10 wt% 이상의 항균제 함량을 첨가시키지 않아야 한다. 즉 항균제가 접착제에 첨가되면 접착제의 점도가 상승하고 열전도도가 변하게 되어 접착제 응고 시 기존 공정의 박리강도보다 저하되는 것이라 생각된다.

Figure 3은 동일 조건으로 처리한 직물의 항균율과 향취율을 나타낸 것이다. 이 그림에서 나타난 것처럼 항균율은 항균제 함유량이 6 wt% 이상, 향취율은 항균제 함유량이 8 wt% 이상일 때 포화치를 이루고 있으며 그 이하에서는 급격한 항균 및 향취효과가 떨어지고 있다.

Figure 4는 항균제 함량변화에 따른 인열강도와 인장강도의 값을 나타낸 것으로 항균제 함량에 따른 변화는 극히 미미한 수준이며, 이 값들은 인열강도와 인장강도의 기준치(각각 40/40 N, 100/90 N/cm)를 충분히 만족하고 있다.

본 실험에서 사용된 항균처리 방법은 직물과 직물

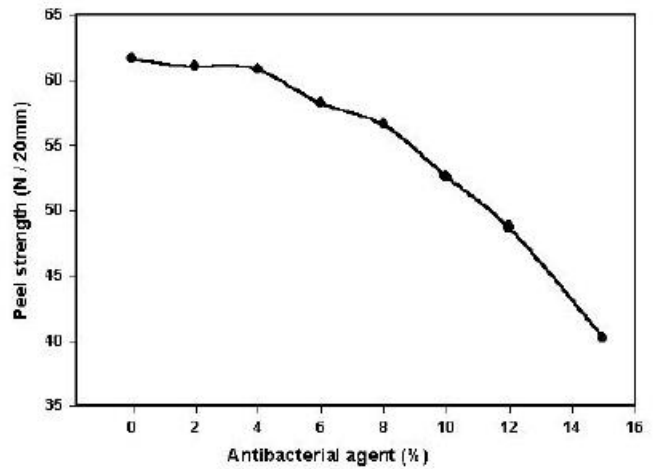


Figure 2. Peel strength with antibacterial agent in EVA-typed adhesive.

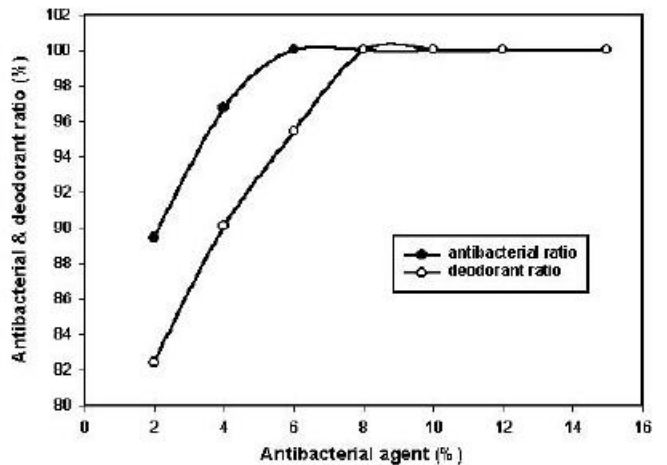


Figure 3. Antibacterial and deodorant ratio with antibacterial agent in EVA-typed adhesive.

사이에 들어가는 접착제에 항균제를 첨가시키는 방법으로 기존의 항균처리 방법인 표면처리나 master batch의 가공 등에 비해 접착제와 직물이라는 이중의 차단 효과를 가지기 때문에 세탁내구성이 매우 우수할 것으로 사료된다.

최적의 항균제 함량의 선정을 위해 항균제 함량에 따른 실험을 행한 결과를 토대로 항균력에 대한 세탁 견뢰도 실험을 행하였다. 시료는 항균력이 포화치를 이루는 6 wt%를 기준으로 하였고, 6 wt% 미만은 향취율이 매우 낮아지기 때문에 적절한 조건의 항균제 함량이 아닐 것으로 생각되어 시료에서 제외하였고, 12% 이상으로 처리한 경우는 박리강도 값이 기준치 이하로 떨어지기 때문에 제외하였다. 따라서 이 실험에서는 항균제 함량이 6, 8, 10 wt%인 시료를 채택하였다.

Figure 5에 항균 처리된 면직물에 대한 세탁회수에

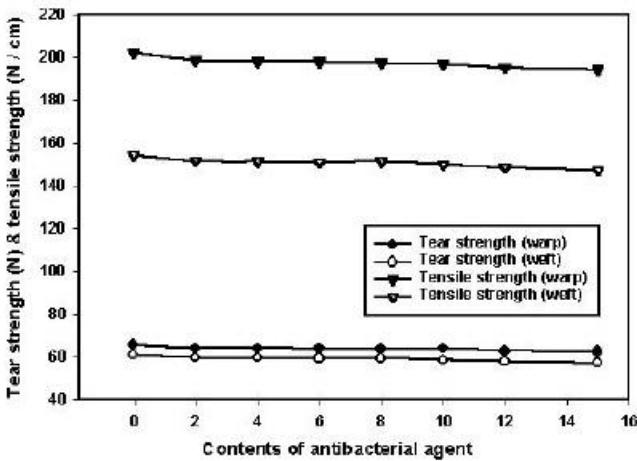


Figure 4. Tear and tensile strengths with antibacterial agent content in the adhesive.

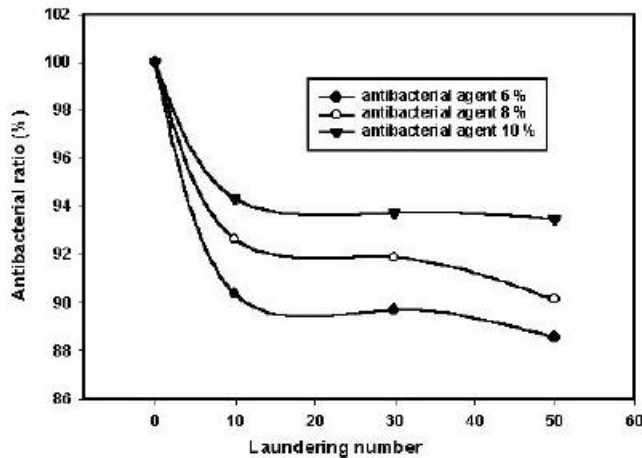


Figure 5. The change of antibacterial ratio on cotton fabric with laundering number.

다른 항균율을 변화를 나타냈다. 항균율을 검토해 보면 면직물에 항균제를 6 wt% 첨가한 경우(88.56%)를 제외하고 50회의 세탁 후 항균율이 90% 이상이라는 기준치를 모두 만족하고 있음을 알 수 있다. 세탁회수에 따른 항균율의 감소는 대부분 초기에 일어나고 10회 이상 세탁할 경우 항균율의 변화는 매우 적기 때문에 추후 항균시험은 10회로 하여도 무관할 것으로 생각된다.

Figure 6은 항균 처리된 면직물에 대한 세탁회수에 따른 항취율 변화를 나타낸 것이다. 항취율의 경우 50회 이상의 세탁 시 항취 기준치인 90%에 들어가는 것은 항균제 함량이 8 wt% 이상일 경우가 대부분이다. 항균제 함량 6 wt%는 모두 50회 세탁 시 90% 이하의 결과를 보이고 있다.

신발용 직물은 박리강도가 가장 중요한 요소이므로 박리강도를 적게 저하시키면서 항균성 및 항취성이

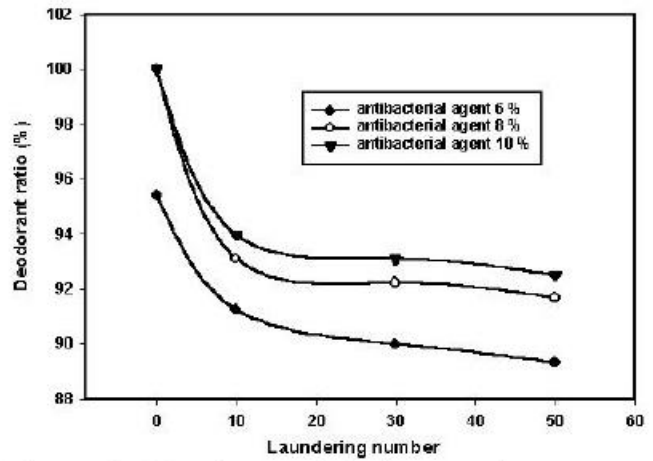


Figure 6. The change of deodorant ratio on cotton fabric with laundering number.

기준치를 만족하는 최적의 항균제 함량조건은 이상의 결과로부터 생각할 때 항균제 함량이 8 wt%일 때라고 판단된다.

### 3.3. 합포 연속공정에서 공정조건 변화에 따른 처리직물의 접착력

#### 3.3.1. 용융온도의 선정

기준 공정조건인 용융온도 120°C, 냉각시간 20 s, 합포 시 압착온도 120°C, 합포 시 압착시간 30 s를 근간으로 용융온도를 110~130°C의 범위 내에서 5°C 간격으로 변화시켜 박리강도의 변화를 측정하여 그 결과를 Figure 7에 나타내었다.

Figure 7에서 알 수 있듯이 접착제의 종류에 관계없이 기존 공정조건인 120°C에서 변곡점을 보이고 있으며 이 변곡점 이하의 온도에서는 용융온도에 따른 박리강도의 기울기가 크지만 그 이상의 온도에서는 기울기가 매우 작아지고 있는 것으로 보아 직물 위에 점(dot) 형태의 접착제를 부착시키기 위한 적정 용융온도는 120°C일 것으로 생각된다.

#### 3.3.2. 냉각시간의 선정

앞서 선정한 용융온도인 120°C를 고정시키고 그 외 조건은 기준 공정조건으로 하여 냉각시간을 10 s에서 30 s까지 5 s씩 변화시키면서 항균처리된 합포직물을 제조하여 박리강도를 측정하였다.

Figure 8은 접착제 종류별로 냉각시간에 따른 박리강도의 변화를 나타낸 것으로, 본 실험에서 사용된 접착제의 종류나 냉각시간의 변화는 박리강도에 크게 영향을 주지 않는 것으로 확인되었다.

#### 3.3.3. 합포 시 압착온도의 선정

앞서 선정한 용융온도 120°C와 냉각시간 20 s를 고



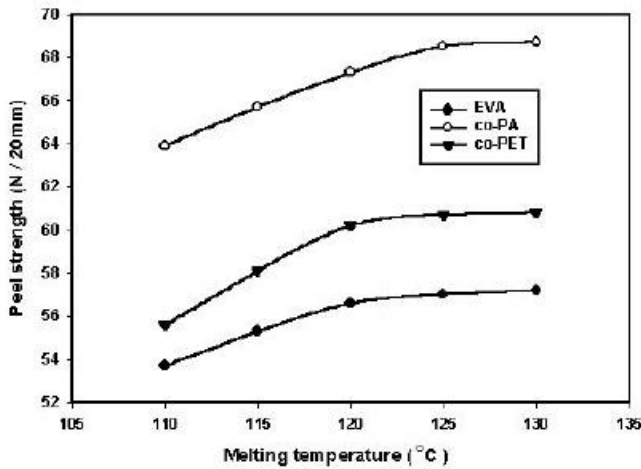


Figure 7. The change of peel strength with melting temperature.

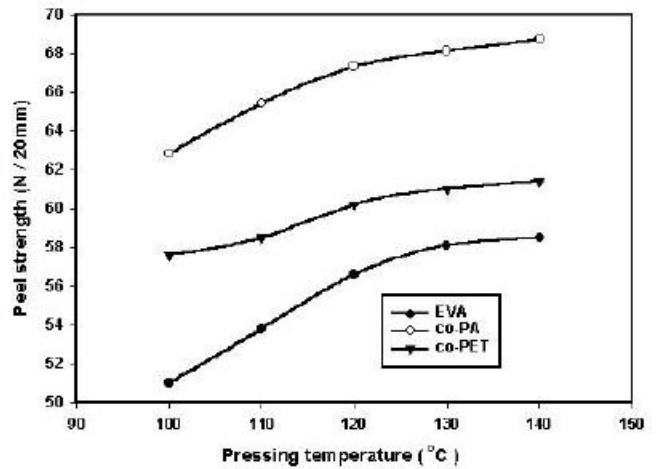


Figure 9. The change of peel strength with pressing temperature.

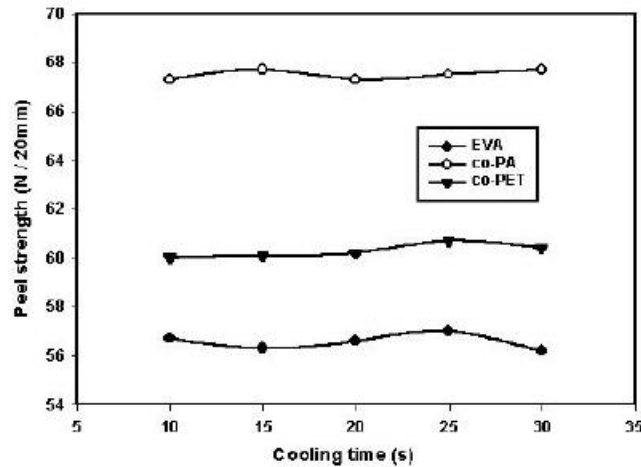


Figure 8. The change of peel strength with cooling time.

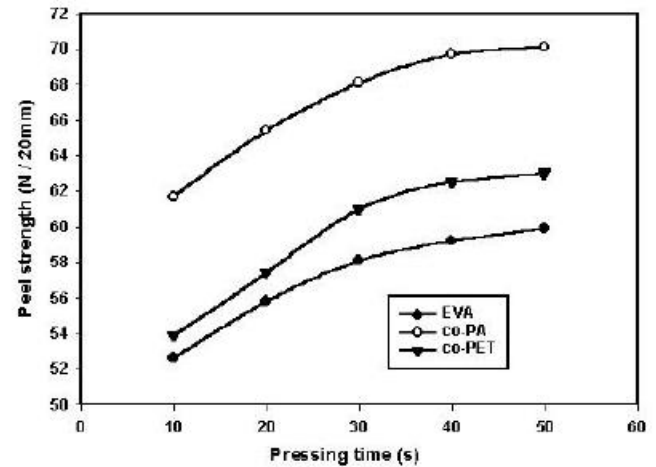


Figure 10. The change of peel strength with pressing time.

정하고 합포 시 압착시간을 기존 공정조건인 30 s로 하여 합포 시 압착온도를 100~140°C 범위에서 10°C 변화시키면서 적절한 압착온도를 선정하였다.

Figure 9는 합포할 때의 압착온도에 따른 박리강도를 나타낸 것으로 압착온도에 따라 박리강도는 점차 증가하는 경향을 보이고 있으며, EVA 접착제의 경우는 120~130°C에서, co-PA 접착제는 120°C에서 기울기의 변곡현상을 나타내고 있다. 물론 압착온도를 더 많이 올리면 박리강도도 더 상승할 것으로 생각되지만 온도상승에 따른 에너지 비용의 비효율성과 접착제의 산화 때문에 고온으로 압착온도를 선정하는 것은 적절하지 않을 것으로 사료된다. 따라서 합포 시의 최적의 압착온도를 130°C로 선정하였다.

### 3.3.4. 합포 시 압착시간의 선정

향균 합포직물을 제조할 때의 합포 시 압착시간을

선정하기 위해 앞서 선정한 조건인 용융온도 120°C, 냉각시간 20 s, 합포 시 압착온도 130°C를 고정한 후 합포 압착시간을 10~50 s 범위에서 10 s씩 변화시키면서 박리강도의 변화를 Figure 10에 보였다. Figure 10에서 알 수 있듯이 압착시간에 따른 박리강도의 변화는 압착시간이 증가함에 따라 계속적으로 증가하고 있으나, 기존 공정조건인 30 s를 전후하여 30 s 이전에는 그 기울기가 큰 반면 이후에는 기울기가 작아지고 있다. 압착시간이 길어짐에 따라 접착제의 탄성계수는 증가되고 손실계수는 커지게 되며, 손실계수의 증가는 접착제의 젖음성과 흐름성을 증가시켜 결과적으로 접착면적을 증가시킨다[24]. 따라서 박리강도가 증가하게 되기 때문에, 더 큰 박리강도를 얻기 위해서는 압착시간을 길게 할수록 좋으나 생산효율을 생각하면 압착시간은 짧을수록 좋다. 따라서 적정 압착시간은 기울기가 완만해지기 시작하는 시간인 30 s로

하는 것이 적절할 것으로 생각된다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 비교적 가격이 저렴하면서 항균성 및 향취성이 우수한 신발용 합포 직물을 개발하는 것이 목적이며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 접착제 함량이 증가할수록 박리강도는 증가하나, 접착제 함량이 20 g/m<sup>2</sup>만 되어도 기준 박리강도를 만족한다.

2) 합포 처리된 합포직물을 50회 세탁한 후 기준치를 만족하는 적정 항균제 함량은 8 wt% 이다.

3) 신발용 직물에 항균처리를 하기 위한 연속 공정 조건은 용융온도 120°C, 냉각시간 20 s, 합포 시 압착온도 130°C, 합포 시 압착시간 30 s가 적정 조건이다.

#### 사 사

“이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음”

#### 참 고 문 헌

1. 渡部 七郎, 纖維科學(日本), **26**, 29 (1984).
2. 弓削 治(監修), 抗菌防臭, 纖維社(日本), 45 (1990).
3. H. G. Baek and K. Joo, *J. Korean Fiber. Soc.*, **23**, 161 (1986).
4. J. H. Woo, *J. Korean Fiber. Soc.*, **20**, 246 (1983).
5. 弓削 治(監修), 抗菌防臭, 纖維社(日本), 67 (1990).
6. 이정민, 김진우, 김공주, 구강, 섬유가공학, 형설출판사, 373 (2000).
7. S. Y. Yeo, Preparation and Characterization of PP/Ag Nanocomposite Fibers, Masters Thesis, Hang-yang University (2001).
8. D. H. Kim, S. H. Lee, H. K. Jung, and H. H. Cho, *Visions of the Textile and Fashion Industry*, 441 (2002).
9. Y. Sun, G. Sun, *J. Appl. Polym. Sci.*, **84**, 1592 (2002).
10. Y. J. Kim and N. S. Yoon, *J. Korean Fiber. Soc.*, **38**, 135 (2001).
11. Y. H. Kim and J. W. Choi, *J. Korean Fiber. Soc.*, **37**, 59 (2001).
12. Y. H. Kim and J. W. Choi, *J. Korean Fiber. Soc.*, **38**, 410 (2001).
13. S. Wildwood, “Aromatherapy”, 13-38, Bloomyshury Pub., London (1996).
14. R. Wilson, “Aromatherpy for Vibrant Health and Beauty”, 79-81, Avery Publish Group, N.Y. (1995).
15. H. R. Kim and W. S. Song, *J. Korean Fiber. Soc.*, **38**, 596 (2001).
16. X. D. Liu, N. Nishi, S. Tokura, and N. Sakairi, *Carbohydrate Polym.*, **44**, 233 (2001).
17. Y. Shin, D. Y. Yoo, and K. Min, *J. Appl. Polym. Sci.*, **74**, 2911 (1999).
18. W. H. Park, K. Y. Lee, J. H. Choi, W. S. Ha, and B. H. Chang, *J. Korean Fiber. Soc.*, **33**, 855 (1996).
19. S. H. Kim, T. S. Lee, and W. H. Park, *J. Korean Fiber. Soc.*, **39**, 390 (2002).
20. 檜垣 誠吾, 人にやさしい, 繊維と加工-消臭加工, 繊維社(日本), 223 (1995).
21. H. Shirai, *Sen'i Gakkaishi*, **41**, 267 (1985).
22. Y. Shigeta, *J. Text. Mach. Soc.*, Japan, **40**, 104 (1987).
23. Y. Washino, “Functional Fiber” Toray Research Center, Inc., 216 (1993).
24. D. H. Lim, S. E. Kim, B. J. Kim, H. S. Do, and H. J. Kim, *J. Adhesion & Interface*, **4**, 7 (2003).