

## 신발용 직물의 투습방수 및 내열성 가공

이재호<sup>†</sup> · 최해욱

부산대학교 바이오소재공학과  
(2006년 7월 7일 접수, 2006년 9월 8일 채택)

### Water Vapour Permeable/Water Resistant and Heat Resistant Finishing of Footwear Fabric

Jae Ho Lee<sup>†</sup> and Choi Hae Wook

Department of Biomaterial Engineering, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea  
(Received July 7, 2006; Accepted September 8, 2006)

**요 약:** 내열성 및 투습방수기능을 가진 신발용 직물 및 부직포를 제조하기 위하여 스크린 방식으로 공정조건을 검토하고 투습방수 필름을 라미네이팅 한 후, 최종제품의 물성을 평가하였다. 결과는 다음과 같다. 열가소성 핫 멜트와는 달리 반응형 폴리우레탄 핫 멜트는 작업 이후에 적절한 내열성을 유지하는 것으로 나타났다. 최적의 용융접착 공정조건은 다음과 같다 ; 드럼 온도 95°C, 호스 온도 97°C, 공급파이프 온도 100°C, 스크린 온도 105°C이고, opposite roller의 압력은 1 kgf/cm<sup>2</sup>, laminating roller의 압력은 3 kgf/cm<sup>2</sup>이며, 가공속도는 15 m/min이다. 투습도는 필름의 두께가 증가함에 따라 투습도는 감소하였으나, 내수도는 증가하였고, 공기투과도는 필름의 영향이 지배적이었다.

**Abstract:** Water vapour permeable and water resistant film was laminated to made footwear woven fabric and non-woven fabrics by screen type with thermosetting reactive hot melt adhesive. Optimum conditions of each process were investigated, and the properties of film laminated fabric with optimum conditions are evaluated. The results are as follows. Thermosetting reactive polyurethane hot melt is retain proper heat resistance differently thermoplastic hot melt. Optimum melting adhesive process conditions are as follows ; drum temperature 95°C, hose temperature 97°C, feeding pipe temperature 100°C, screen temperature 105°C, pressure of opposite roller 1 kgf/cm<sup>2</sup>, pressure of laminating roller 3 kgf/cm<sup>2</sup>, finishing speed 15 m/min, melting temperature 120°C, cooling time 20 s, pressing temperature 130°C, pressing time 30 s. As the thickness of film was increased, the water vapour permeability was decreased but water resistance was increased, and the effect of film is dominant over all the others in the air permeability.

**Keywords:** water vapour permeability, water resistance, heat resistance, thermosetting reactive polyurethane hot melt, laminating

### 1. 서 론

신발용 제품의 고부가가치의 창출을 위해 현재 부가적인 기능부여가 가능한 코팅기술과 라미네이팅 기술에 큰 비중을 두고 개발되는 추세에 있는데, 그 중에서도 가장 중요한 기능은 투습방수 기능이다. 투습방수 기능성은 외부로부터 비나 물의 침투를 막는 방수성과 운동이나 활동에 의한 신체로부터의 땀을 수

증기의 형태로 외부로 발산시키는 투습성을 동시에 가지는 것이다. 이러한 기능은 단독 혹은 복합적으로 섬유에 부여된다[1-4]. 여기서 투습방수성은 신발 착용 시 인체의 쾌적성을 좌우하는 중요한 인자가 된다.

지금까지 잘 알려진 투습방수 기능을 가진 소재의 제조 방법에는 3가지가 있는데, 라미네이팅법(laminating), 직접 코팅법 및 초고밀도 편직물에 의한 방법이 있다[5]. 1976년 최초 투습방수 가공 소재인 고아텍스(Gore Tex)가 미국에서 개발되었는데, 이것은 폴리테트라플루오르에틸렌(polytetrafluoroethylene, PTFE)을 급

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

속 냉각(quenching)하여 필름을 만들어 열 연신 및 열 고정(heat setting)하여 피브릴(fibril)상 다공 구조를 갖는 필름을 만든 후, 라미네이팅법으로 접착시키는 방법으로 제조되었다. 한편, 일본에서는 용제형 형태의 폴리우레탄 수지액을 직물에 직접 코팅한 후 발수가공을 시키는 방법을 개발하였다[6-11]. 투습방수 소재를 얻기 위한 초고밀도 편직물법은 극세사로 고밀도 직물을 제직한 후 발수가공 시키는 것이다. 우리나라에서는 이 중 습식코팅법을 주로 사용하고 있다. 그러나 용제형 코팅법은 환경문제를 야기하는 용제를 사용하는 큰 단점을 지니고 있다. 이후 기능성의 복합화로 고기능성이 부여된 투습방수성 소재가 계속 연구 개발되어 생산되고 있다[12-19].

신발가공공정에 사용되는 접착제는 유기용제를 함유하고 있는 폴리우레탄(Polyurethane, PU)과 폴리클로로프렌(Polychloroprene, CR) 및 수분산 폴리우레탄(water-bone polyurethane, WBPU) 등을 들 수 있다.

열가소성 핫 멜트 접착제는 가열에 의해 용융된 후 냉각에 의해 접착성을 나타내는 것에 비해, 열경화성 핫 멜트는 가열에 의해 용융된 후 일정시간의 오픈타임(open time; 하단 피접착물에 접착제가 도포된 후 상단 피접착물과의 합포 되기까지의 시간)을 가지며 수분과 반응하여 경화되어 접착성을 가지는 것을 의미한다. 이러한 열경화성 접착방식은 드럼용융(drum melt)의 공급 공정, 전이 및 합포공정, 권취공정, 숙성공정 등으로 나누어지며 그 공정조건은 접착제와 피 접착물의 종류에 따라 조금씩 다르다[3-5,20].

열경화성에는 접착제가 드럼(drum)에 진공으로 포장이 되어 있어 수분과 반응하지 못하도록 되어 있는 것이 특징이며, 작업온도가 열가소성 접착제와 비교하여 약 100°C 정도 낮아 작업 시 외부온도에 의한 변화가 많이 없는 장점이 있다. 그리고 열가소성 핫 멜트에서는 오픈타임이 짧기 때문에 냉각장치가 필수적으로 있어야 하나, 열경화성 핫 멜트는 냉각장치가 필요 없는 것이 특징이다. 열경화성 핫 멜트의 단점으로는 드럼 형태로 되어져 있기 때문에 작업성이 떨어지고, 용융 시 취급이 상당히 까다로우며 숙성공정을 거쳐야 하는 단점을 가지고 있다[21-23].

또한 신발제조 공정 중에는 열에 의한 처리가 많다. 기존에 사용하는 열가소성 접착제를 사용하여 만든 코팅 직물은 그 열가소성 접착제가 열에 쉽게 변형되므로, 높은 온도가 가해지는 신발가공 공정에서 코팅된 필름이 직물에서 분리되는 등 불량률이 발생할 수 있다. 이러한 문제점은 필름과 직물을 연결해 주는 역할을 하는 접착제가 열에 견디는 성질, 즉 내열성이 높으면 해결될 수 있을 것이다. 이러한 필요에 의해 높은 내열성을 가질 것으로 기대되는 반응형 핫 멜트

접착제를 사용하는 것이 반드시 필요할 것으로 여겨진다.

이에 본 연구에서는 투습방수성이 우수한 필름을 환경친화적이면서 내열성이 우수한 열경화성 반응형 핫 멜트 접착제로 접착시켜 신발용 직물을 제조하고, 이들 직물의 내열성 및 투습방수기능에 대하여 연구하고자 한다. 이 때, 투습방수 필름의 기공을 막지 않고, 스크린 형태의 도트(dot) 방식의 필름 접착용 기기를 사용하여 고열에서도 박리되지 않는 접착제로 기능성 필름과 직물을 라미네이팅 하였다.

## 2. 실 험

### 2.1. 재 료

#### 2.1.1. 접착제

열경화성 반응형 폴리우레탄 핫 멜트(reactive polyurethane hot-melt) 접착제(Fuller 9588, EU)를 사용하여 원단과 투습방수 필름을 접착하였다.

#### 2.1.2. 피접착물

직물은 능직(2/2)으로 제직한 폴리에스테르 직물, 나일론 직물, 폴리에스테르 및 나일론을 교직한 직물 등 3종(Ilshintextile Co., Korea)을 사용하였고, 부직포는 니들펀칭(needle-punching) 타입과 테크본(tech-bone) 타입의 2종(Ilshintextile Co., Korea)을 사용하였다. 그 규격은 Table 1과 같으며, 물성은 Table 2에 보였다.

#### 2.1.3. 필름

필름은 습식 타입으로 생산된 두께가 20, 30, 40  $\mu\text{m}$  인 폴리우레탄 투습방수 필름(Kolon, Korea)을 사용하였다. Table 3은 투습방수 필름의 기본적인 물성을 나타낸 것이다.

### 2.2. 실험방법

#### 2.2.1. 내열성

직물의 내열성을 측정하기 위하여 0.01  $\text{m}^2$ 의 시료가 항온항습장치에서 100°C에서 3시간 이후에 버블(bubble) 현상이 일어나는 정도(개수)를 보고 15회 측정하여 평균치를 구했다.

#### 2.2.2. 투습도

투습성 측정은 KS K 0594(섬유제품의 투습도 시험 방법)에 의거하여 40°C, 50%가 유지되는 항온항습기에서 규격 투습 컵을 사용하여 워터법으로 측정하였다.

#### 2.2.3. 내수도

물의 누수 또는 침수에 대한 직물의 저항성이나 방

**Table 1.** Specification of fabric

Sample NO.	Specification		Remark
	Direction	Composition	
TWILL fabric 1	WP	N/ATY 1000D	dyeing finishing
	WT	P/ATY 1000D	
TWILL fabric 2	WP	N/ATY 1000D	dyeing finishing
	WT	N 420D+P 500D/ATY	
TWILL fabric 3	WP	N/ATY 1000D	
	WT	P 750D+D/D 300/ATY	
Needle-Punching type non-woven fabric	P 250 g/m <sup>2</sup>		
Tech-bon type non-woven fabric	P 20 g/m <sup>2</sup>		

N : nylon, P : polyester, ATY : air textured yarn, D/D ; dope dyeing

**Table 2.** Properties of fabrics

Sample NO.	Properties			
	Direction	Strength (kgf/inch)	Tear Strength (kgf/inch)	Weight
TWILL fabric 1	WP	3.44	2.57	425 g/yd
	WT	3.04	1.90	
TWILL fabric 2	WP	3.92	2.48	425 g/yd
	WT	3.66	1.82	
TWILL fabric 3	WP	3.07	2.78	430 g/yd
	WT	2.30	1.61	
Niddle-punching type non-woven fabric	WP	1.56	0.96	250 g/m <sup>2</sup>
	WT	1.05	0.95	
Tech-bon type non-woven fabric	WP	0.15	0.12	20 g/m <sup>2</sup>
	WT	0.12	0.11	

수가공직물의 방수정도를 측정하기 위하여 내수도(AATCC 127-1998)방법을 이용하여 측정하였다.

#### 2.2.4. 접착강도

시료 폭을 25.4 mm로 한 시험편을 만능 인장시험기를 사용하여 clamp 간격 75 mm, 작동속도 100 mm/min로 하여 측정하였다.

#### 2.2.5. 세탁견뢰도

염색물이 세탁에 의해서 본래의 색상이 변하거나 다른 원단에 오염되는 정도를 측정하기 위하여 세탁 견뢰도 시험(ISO 105 C06)을 이용하여 실험을 행하였다. 이 때 시료 크기는 30×30 cm로 준비하여 측정하였으며, 색상이 변하는 정도에 따라 5개의 등급으로 나누어 평가하였다.

#### 2.2.6. 마찰견뢰도

마찰에 의해 염색물의 표면에서 다른 천으로 얼마만큼 오염이 되는가를 알기 위하여 마찰견뢰도 시험(ISO 105 X12)을 이용하여 실험을 하였으며, 표준회색 색표에 의해 5개의 등급으로 나누어 평가하였다.

#### 2.2.7. 일광견뢰도

염색물의 일광에 대한 변퇴 색 정도를 측정하기 위한 것으로, 태양광에 직접 노광시키거나, 태양광과 극히 비슷한 인공광원을 사용한 장치를 이용하는 것으로 시험편과 표준청색염포(blue scale)를 규정된 광원 하에서 바로 눈에 떨 수 있는 정도의 퇴색에 이르기 까지 퇴색시켜 시험편과 표준청색염포의 시험전후의 변퇴 색 정도를 비교하여 등급을 결정하였다.

#### 2.2.8. 인장강도

직물과 부직포의 라미네이팅 전후의 인장강도를 알아보기 위하여 인장시험기(Universe Testing Machine Series 1000 Tensile Machine)를 이용하여 시료 폭 1 inch, 시료길이 75 mm, 인장속도 300 mm/min로 하여 측정하였다.

#### 2.2.9. 인열강도

직물과 부직포의 라미네이팅 전후의 인열강도를 알아보기 위하여 인장시험기(Universe Testing Machine Series 1000 Tensile Machine)를 이용하여 측정하였다. 시료 폭 2 inch, 시료길이 150 mm의 시편을 75 mm 찢어서 인장속도 300 mm/min로 하여 측정하였다.

#### 2.2.10. 공기투과도(통기성)

직물의 공기투과도 시험을 KS K 0570에 의거하여 프래지어 법으로 측정하였다. 각각의 직물에 반응형 폴리우레탄 핫 멜트 접착제로 필름을 라미네이팅 하

**Table 3.** Properties of water vapour permeable and resistant film

Properties	Specification			Test method
	20	30	40	
Thickness ( $\mu\text{m}$ )	20	30	40	STM 229
Weight ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	24.7	29.5	41.7	STM 230
Shrinkage at 140°C (%)	2	1.9	1.7	STM 205
Tensile Strength ( $\text{kgf}/\text{inch}$ )	0.153	0.162	0.18	STM 007
Elongation at Break (%)	150	145	135	STM 007
Density ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )	1.343	1.320	1.301	Density gradient tube method
Water Vapor Permeability ( $\text{g}/\text{m}^2/24$ hour)	4500	4200	4000	KS K 0594
Water Resistance ( $\text{mmH}_2\text{O}$ )	4500	4700	5000	AATCC 127-1998

여 실험을 행하였다. 이 때 시료크기는  $20 \times 20$  cm로 준비하여 측정하였으며, 통기성은 한 시료 당 5회 측정하여 그 평균값을 나타내었다.

### 2.3. 투습방수 및 내열성 직물제조

Table 1에 보인 3종류의 능직물과 2종류의 부직포에 Table 3에 보인 바와 같은 물성을 갖는 두께가 다른 투습방수 필름을 스크린 방식으로 열경화성 반응형 폴리우레탄 핫 멜트 접착제를 사용하여 라미네이팅 시켰다. 열경화성 수지의 접착장치를 좌중우 세부분으로 나누어 생각하면, 좌측부분에서 원단이, 우측부분에서 필름이 공급되면 중앙부에서 라미네이팅이 이루어지고 이후 좌측으로 라미네이팅 되어진 원단이 감겨진다. 각 부분에서의 장력이 장력조절 바(compensator bar)에 의해서 조절되어지며, 각각의 속도는 상호 보완적으로 속도가 조절되어지도록 설계하였다.

열경화성 수지의 접착방식은 드럼용융의 공급공정, 전이 및 합포공정, 권취공정, 숙성 공정 등으로 분류되고 그 공정조건은 접착제와 피 접착물의 종류에 따라 조금씩 다르다. 따라서 투습방수 필름을 직물과 부직포에 최적의 접착성과 투습성을 나타낼 수 있도록 하기 위하여 공정인자별 최적의 조건을 검토하였다. 다음에 공정별 최적 조건으로 필름을 라미네이팅 하여 투습방수도, 접착강도, 내열성, 세탁견뢰도, 인장·인열강도 등의 물성을 조사하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 용융접착 생산공정 조건의 선정

#### 3.1.1. 드럼용융의 공정(용융온도 및 드럼온도의 설정)

일반적으로 섬유 제조용 고분자 수지는 단 중합체(homopolymer)로 그 용융 조건은 수지가 가지는 고유 용융온도보다는  $30 \sim 50^\circ\text{C}$  높게 설정된다. 그러나 접착용 고분자 수지는 섬유용 고분자 수지와는 달리 대부분 공중합체(copolymer)로 이루어져 있고, 그 고유 용

융온도도  $100^\circ\text{C}$  전후로 대체적으로 낮기 때문에 접착제에 맞는 각각의 최적 용융조건을 설정하여야 한다.

드럼 온도의 선정은 어떠한 접착제를 쓰느냐에 따라 달라질 수 있는데, 본 기술개발에서 사용된 반응형 폴리우레탄 핫 멜트 접착제의 열적 특성을 검토하기 위하여 DSC 및 TGA를 측정한 결과 DSC thermogram에서는 용융흡열 피크가 약  $73^\circ\text{C}$  부근에서 관찰되었으며, TGA 결과에서는 약  $350^\circ\text{C}$  부근에서 중량감소가 현저하게 나타남을 확인할 수 있었다. 그러나 접착제가 피착체에 대해서 이전이 되기 위해서는 어느 정도 온도를 유지해야 하고, 피착체가 접착제와의 접착 당시 변형이 없어야 하는 것이 가장 중요하다. 예비실험에서  $95^\circ\text{C}$  미만일 때에는 점도 때문에 접착제를 피착체에 도포하기가 어려웠고, 접착제의 온도가  $95^\circ\text{C}$  보다 높아지면 피착체인 필름에 문제가 발생되었으므로 드럼의 온도를 모든 시편에 대해  $95^\circ\text{C}$ 로 고정하여 시행하였다.

#### 3.1.2. 전이 및 합포공정

##### 3.1.2.1. 호스(Hose), 공급파이프(Feeding Pipe), IR 히터(IR-Heater)의 온도 선정

드럼과 함께 공정상에서 온도 설정이 가능한 곳은 호스, 공급파이프, IR 히터의 3곳으로서, 국내에 있는 도트 롤러(dot roller) 방식보다 온도에 더욱 민감하게 반응하기 때문에 스크린 타입의 공정은 일반 원단의 합포보다는 필름과 같은 정밀한 합포 작업에 더욱 적합한 것으로 생각된다. 온도의 설정은 상온에서  $200^\circ\text{C}$ 까지 가능하나 드럼과 마찬가지로 접착제에 따른 처방이 되어져야 할 것으로 생각된다.

먼저 공정상에서 접착제의 공급과정을 살펴보면, 드럼에서 용융된 반응형 폴리우레탄 핫 멜트 접착제는 호스를 통해 공급파이프를 거친 후 스크린으로 공급되게 되므로, 호스와 공급파이프의 온도의 설정도 중요한데, 드럼의 온도가  $95^\circ\text{C}$ 로 고정되었으므로 스크린으로 접착제가 원활히 공급될 수 있도록 하기 위해

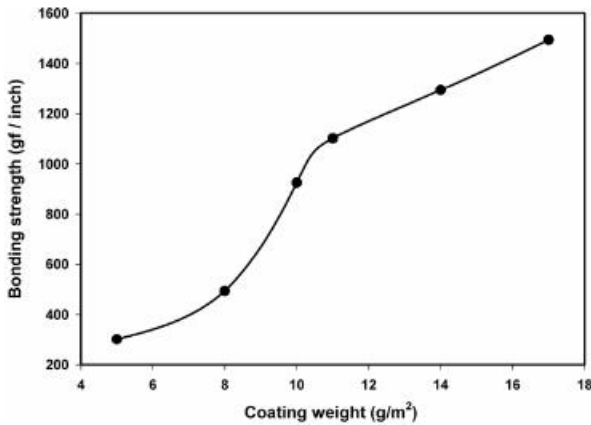


Figure 1. Relationship between coating weight and boning strength on the film laminating fabrics.

드럼의 온도보다 조금 높은 온도 설정이 필요할 것으로 사료된다. 접착제는 온도에 따라서 점도변화가 심하기 때문에 여러 번의 예비실험 결과 호스 온도가 97°C, 공급파이프의 온도가 100°C일 때 접착제가 가장 원활히 공급되었으므로 모든 시편에 대해 설정 온도를 고정하였다.

또한 IR 히터는 스크린을 감싸고 있는 장치를 의미하는데, 스크린 내부의 온도를 일정하게 유지할 수 있게 하는 장치로써 스크린 타입의 대표적인 특징이라 할 수 있다. IR의 온도가 낮을 경우에는 스크린에서 접착제가 일정하게 도포가 되지 않게 되어 원단의 폭 방향으로 균일한 접착이 이루어지 않았으며, 반대로 IR의 온도가 높을 경우에는 점도가 낮아 스크린에서 접착제가 세어 나오는 문제가 발생하였다. 따라서 코팅 중량을 일정하게 할 필요가 있으므로 본 연구에서는 코팅 중량과 접착강도의 상관관계를 나타낸 Figure 1을 검토한 결과 코팅 중량에 따라 접착강도는 많은 차이를 나타내는데 코팅 중량이 8 g/m<sup>2</sup> 미만일 때에는 접착력이 낮고, 일정한 접착력을 나타내지 않아 접착 신빙성이 떨어지며, 내수도에서도 상당히 낮은 값을 나타냄을 알 수 있었다. 코팅 중량이 9~11 g/m<sup>2</sup> 일 때 가장 적당한 접착력을 나타내는 것으로 보이고, 원단에 정확하게 도포만 된다면 투습도 또한 가장 좋은 것으로 보인다. 12 g/m<sup>2</sup> 이상에서는 접착신뢰성은 확보할 수 있었으나, 접착제의 양이 많아 투습방수 원단의 특성을 떨어지게 함과 동시에 원단이 딱딱해져 문제가 발생하는 경우도 있었다. 따라서 본 연구에서는 코팅 중량이 10 g/m<sup>2</sup> 정도가 되도록 하였다. 그리고 작업 시에 스크린의 mesh 등의 선정도 상당히 중요하였지만, 접착 시의 주변온도를 일정하게 유지해주는 것이 본 작업에서 상당히 중요한 것임을 확인할 수 있었다. 물론 접착제에 따라 설정온도가 달리 나타

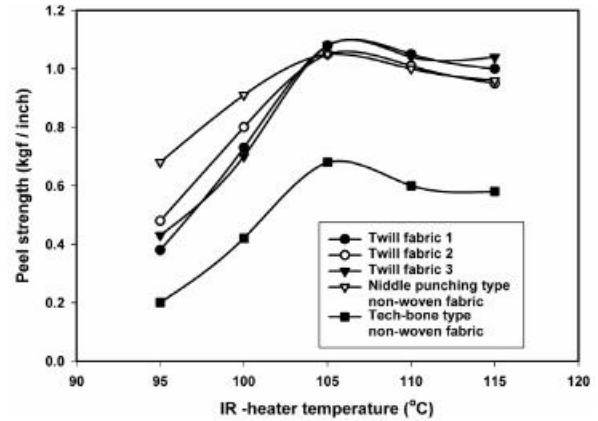


Figure 2. Effect of the IR-heater temperature on the peel strength of the film laminating fabrics.

나야 하겠으나, Figure 2와 같이 본 실험에서는 IR 히터를 통해 스크린의 온도를 105°C를 유지했을 때 가장 좋은 박리강도를 나타냄을 확인할 수 있었으므로 모든 시편에 대해 105°C로 고정하였다.

### 3.1.2.2. 적정압력의 선정

스크린과 opposite roller 사이의 압력과 laminating roller와 opposite roller 사이의 압력에 따라 합포 이후의 접착성과 접착의 균일성이 좌우될 수 있기 때문에 적절한 압력 조건의 선정이 필요하다. 먼저 스크린과 opposite roller 사이의 압력은 Figure 3과 같이 압력이 증가함에 따라 피 접착물과의 박리강도는 향상되었지만 스크린이 얇은 금속으로 되어 있으므로 높은 압을 가할 경우 스크린에 생긴 상처가 필름에 그 현상이 그대로 전이되는 문제가 발생하였다. 따라서 모든 공정에 대해 스크린과 opposite roller 사이의 압력이 1 kgf/cm<sup>2</sup> 미만이 되도록 고정하여 행하였다.

Figure 4는 laminating roller와 opposite roller 사이의 압력을 선정하기 위해, 1 kgf에서 5 kgf까지 roller 사이의 압력을 변화시키면서 라미네이팅 후의 박리강도의 변화를 나타낸 결과이다. 2 kgf까지 증가하던 박리강도는 롤러사이의 압력이 3 kgf 이상이 되면서 더 이상의 증가를 보이지 않으므로, laminating roller와 opposite roller 사이의 압력은 3 kgf/cm<sup>2</sup>로 고정하였다.

### 3.1.2.3. 가공속도의 영향

본 기술개발에서 사용된 접착기의 가공속도는 일반 원단과의 합포 일 경우에는 50 m/min까지 가능하다. 가공속도는 공정의 효율성 및 생산성과 관계가 있는 중요한 요소이다. 그러나 가공속도를 증가시키면 오픈 타입이 단축되어 최종 제품의 박리강도에 영향을 줄 것으로 사료된다.

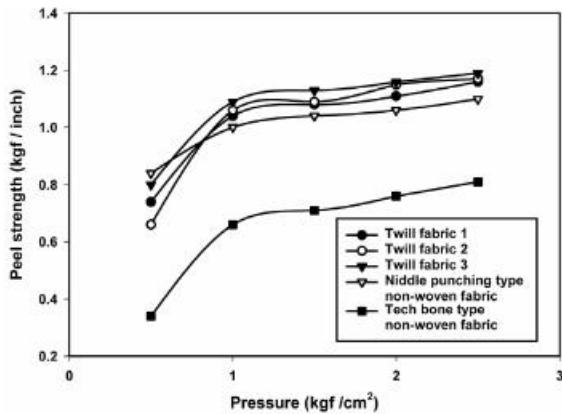


Figure 3. Effect of the pressure between screen and opposite rollers on the peel strength of the film laminating fabrics.

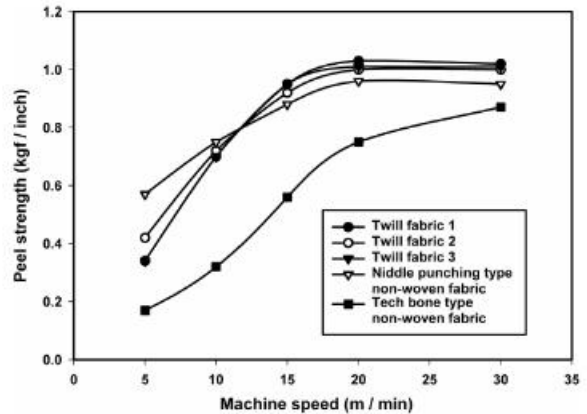


Figure 5. Effect of the processing speed on the peel strength of the film laminating fabrics.

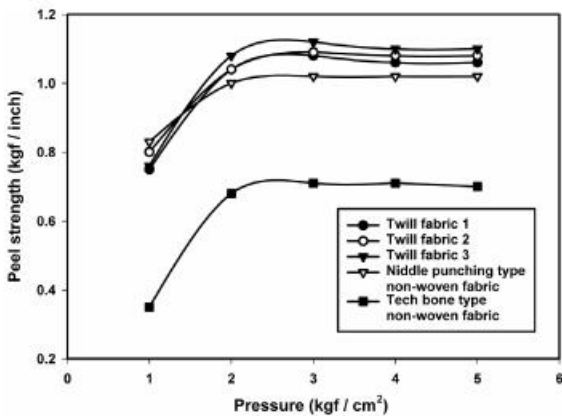


Figure 4. Effect of the pressure between laminating roller and opposite rollers on the peel strength of the film laminating fabrics.

Figure 5는 가공속도의 변화에 따른 최종제품의 박리강도의 변화를 나타낸 결과이다. 가공속도가 20 m/min까지는 박리강도가 증가함을 알 수 있다. 그러나 원단과 합포가 아닌 투습방수 필름의 경우에는 박리강도뿐만 아니라 투습방수성의 변화를 살펴볼 필요가 있다. 따라서 Figure 6은 가공속도에 따른 최종 제품의 투습도의 변화를 나타낸 결과이다. 가공속도가 증가함에 따라 투습도는 향상되고 있지만 가공속도가 15 m/min를 초과함에 따라 투습도가 감소하고 있음을 확인할 수 있다. 따라서 투습방수 필름의 합포 작업일 경우에는 투습성 향상을 위해서 가공속도를 높일 수가 없었으며, 모든 시편에 대해 가공속도는 15 m/min로 고정하여 실시하였다.

3.1.2.4. 피 접착물의 표면 거칠기(조도)의 영향  
접착력을 부여하는 접착 메커니즘은 여러 가지가

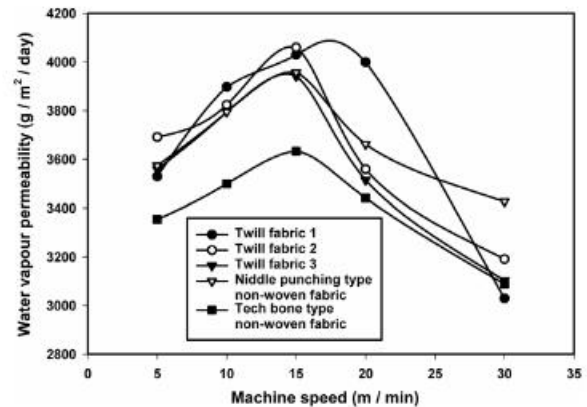


Figure 6. Effect of the processing speed on the water vapour permeability of the film laminating fabrics.

제안되어 있고, 그 중 하나가 피 접착물의 표면조도이다. 일반적으로 표면조도가 증가하면 접착력이 증가하는 것으로 알려져 있으며, 그러한 표면조도의 개선방법으로 이용되는 것에는 플라즈마 처리와 코로나 방전처리가 있는데, 이러한 처리는 고가의 장비가 필요하기 때문에 본 실험에서는 표면조도를 증가시키는 방법으로 기모처리를 하여 최종제품의 박리강도를 조사하였다.

Figure 7은 기모횟수에 따른 각 직물의 박리강도의 변화를 나타낸 결과이다. 2회 기모까지는 그 효과가 적지만 3회 이상의 기모 처리를 했을 때 그 효과는 탁월한 것으로 나타났다. 그러나 기모처리를 하는 것은 직물의 형상 및 물성에 조금이라도 영향을 줄 수 있는 요인이 될 수 있기 때문에 직물 표면이 매끄러워 접착력이 떨어지는 경우에만 국한시켜 작업함이 바람직하다고 생각된다. 따라서 피 접착물의 물성에 영향을 주지 않을 정도의 표면 조도를 조절하는 것이 매우 중요하며, 향후 시험에서는 기모 회수를 3회로 하였다.

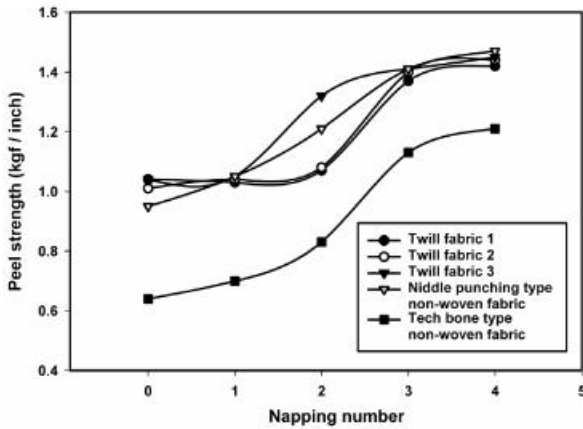


Figure 7. Effect of the napping number on the peel strength of the film laminating fabrics.

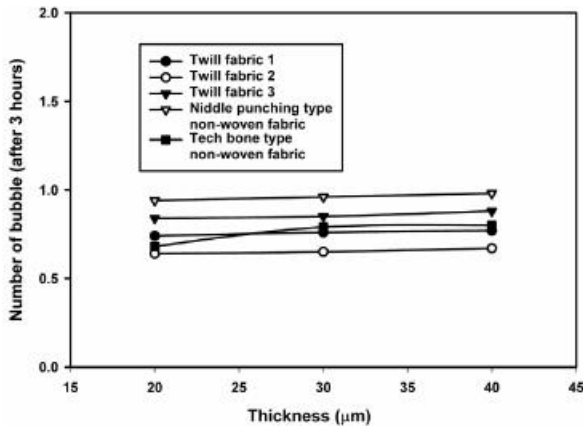


Figure 8. Variation of heat resistance with film thickness on the film laminating fabrics (after 3 hrs. at 100°C).

3.2. 라미네이팅 후의 내열성

Figure 8은 열경화성 폴리우레탄 핫 멜트 접착제를 이용하여 직물에 필름을 라미네이팅 한 이후 1일 동안 경화시킨 시료를 100°C에서 3시간 후 버블 개수를 측정된 결과이다. 신뢰성을 높이기 위해 15회 측정을 하여 평균치를 구하였기 때문에 1 이하의 값도 나올 수 있다. 열경화성 핫 멜트 접착제로 라미네이팅 한 시료는 100°C에서 3시간이 경과한다 할지라도 거의 변화가 없다. 이는 열경화성 핫 멜트는 한번 경화된 이후에는 수분과의 반응에 의해 유도되는 가교결합으로 인하여 내열성을 보유하게 되었기 때문이라 생각된다. 또한 필름의 두께에 따라 내열성의 변화가 거의 없는 것으로 보아, 열경화성 폴리우레탄 핫 멜트 접착제로 라미네이팅 한 직물은 필름의 두께와 상관없이 그 내열성은 뛰어나고 생각된다.

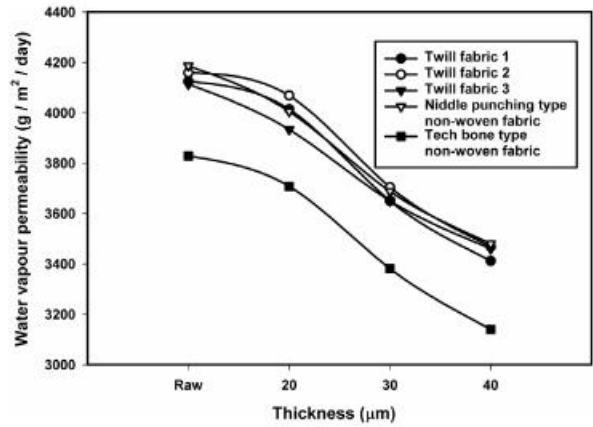


Figure 9. Variation of water vapour permeability with film thickness on the film laminating fabrics.

Table 4. Water vapour permeability with film thickness on the film laminating fabrics

Sample No.	Water permeability (%)		
	Film thickness 20 μm	Film thickness 30 μm	Film thickness 40 μm
TWILL fabric 1	89.2	86.9	85.3
TWILL fabric 2	90.4	88.2	86.7
TWILL fabric 3	87.4	86.9	86.5
Niddle-punching type non-woven fabric	89.0	87.8	87.0
Tech-bone type non-woven fabric	82.4	80.5	78.5

3.3. 라미네이팅 전후의 투습도 변화

Figure 9는 시료별로 필름을 라미네이팅 한 전후의 투습도를 측정된 것이다. 필름의 두께가 얇을수록 각 시료마다 투습도가 향상되었으며, 중량 및 조직에 따라 투습도가 차이를 보이는 것으로 보인다. 필름 두께가 증가하면 기공 밀도 및 크기의 감소로 공극률이 감소하여 수증기가 통과하게 되는 피막 안팎을 통하는 통로(tortuous pathway)의 길이가 증가하기 때문이다. 투습도는 필름의 물성이 가장 크게 작용하는 것으로 생각되며 라미네이팅 조건 설정에 따라 투습방수 직물의 기능향상에 상당한 영향이 주어지는 것을 알 수 있다.

Table 4는 투습도(%)=필름 접착된 직물의 투습도/원 필름의 투습도×100에 의해 구한 라미네이팅 한 후의 투습도를 구한 것으로 직물인 경우 85% 이상의 투습도를, 부직포인 경우 테크본 타입의 40 μm를 제외하고는 80% 이상을 보였다.

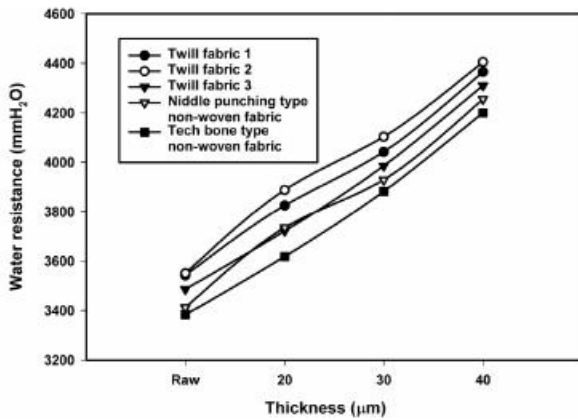


Figure 10. Variation of water resistance with film thickness on the film laminating fabrics.

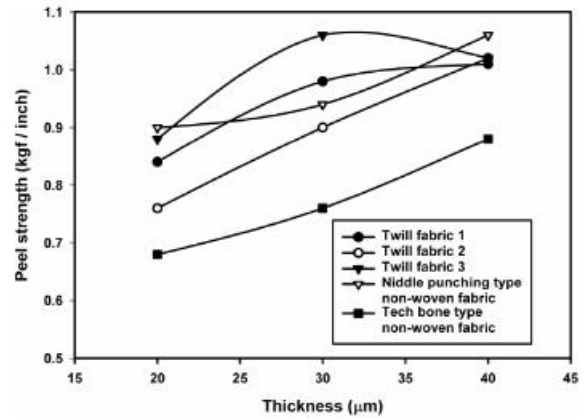


Figure 11. Variation of peel strength with film thickness on the film laminating fabrics.

Table 5. Water resistance with film thickness on the film laminating fabrics

Sample No.	Water resistance (%)		
	Film thickness 20 μm	Film thickness 30 μm	Film thickness 40 μm
TWILL fabric 1	85.0	86.0	87.3
TWILL fabric 2	86.4	87.3	88.1
TWILL fabric 3	82.7	84.8	86.2
Niddle-punching type non-woven fabric	83.0	83.6	85.1
Tech-bone type non-woven fabric	80.4	82.6	84.0

Table 6. Colorfastness on the film laminating fabrics

Sample NO.	Properties		
	Colorfastness to Washing	Colorfastness to Rubbing	Colorfastness to Light
TWILL fabric 1	4~5	4~5	7 over
TWILL fabric 2	4~5	4~5	7 over
TWILL fabric 3	4~5	4~5	7 over
Niddle punching type non-woven fabric	3~4	4	7 over
Tech bone type non-woven fabric	3~4	4	7 over

3.4. 라미네이팅 전후의 내수도 변화

Figure 10은 각 원단별로 필름을 라미네이팅 한 후에 필름의 두께에 따라 내수도를 측정된 결과를 나타낸 것이다. 필름의 두께가 두꺼울수록 내수도는 각 시료마다 증가하였으며, 폴리우레탄 핫 멜트 접착제로 라미네이팅 작업을 한 이후에는 필름에서의 파괴가 일어나기 전까지는 접착에서 문제가 발생하지 않는 것으로 보아 내수도는 접착제의 성능이 우수하므로 필름이 찢어지지 않는 이상에는 아무런 변화가 없을 것이라 사료된다.

Table 5는 필름 두께에 따른 라미네이팅한 후의 내수도(S)를 나타낸 것으로 내수도(%) = 필름 접착된 직물의 내수도/원 필름의 내수도×100에 의해서 구했다. 직물이나 부직포 모두 최소한 80% 이상의 내수도를 보이는 것으로 나타났다.

일반적으로 투습방수용으로 사용되는 직물에 대하여 정확한 규정은 없으나, 투습도 4,000 g/m<sup>2</sup>/day, 내수도 2,000 mmH<sub>2</sub>O, 박리강도 400 g/cm 이상이 되면 뛰어난 것으로 평가되고 있다. 본 실험에서는 필름 라미네이팅 후 투습도가 최저 3,100~3,500 g/m<sup>2</sup>/day, 내수

도는 최저 3,500 mmH<sub>2</sub>O로 투습도는 양호한 편이고, 내수도는 아주 뛰어나다고 볼 수 있다.

3.5. 라미네이팅 후의 접착강도

Figure 11은 각 원단별로 필름을 라미네이팅 한 후에 필름의 두께에 따라 박리강도를 측정된 결과를 나타낸 것이다. 필름의 두께가 증가할수록 박리강도는 각 시료마다 증가하였다. 그리고 필름의 두께가 40 μm인 경우의 박리강도가 1 kgf/inch를 넘는 것을 볼 때, 양호한 박리강도를 갖는다는 것을 알 수 있다.

3.6. 라미네이팅 후의 견뢰도

습식이나 건식 타입의 투습방수 원단은 직물의 종류에 따라 작업이 원활하지 못하고, 직물의 손상을 가져오기 때문에 제한된 원단에만 적용이 가능한 것이 단점이다.

따라서 필름을 라미네이팅 한 이후에 원단의 세탁 견뢰도, 마찰견뢰도, 일광견뢰도의 변화를 측정하여 Table 6에 나타내었다. 모든 제품에 있어서 세탁견뢰도 및 마찰견뢰도는 4급 이상, 일광견뢰도는 7급 이상



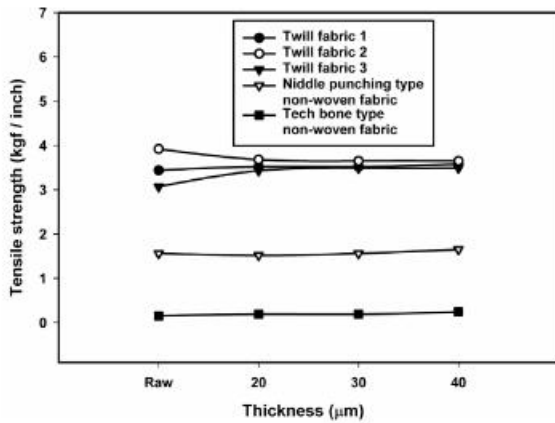


Figure 12. Variation of tensile strength with film thickness on the film laminating fabrics (warp direction).

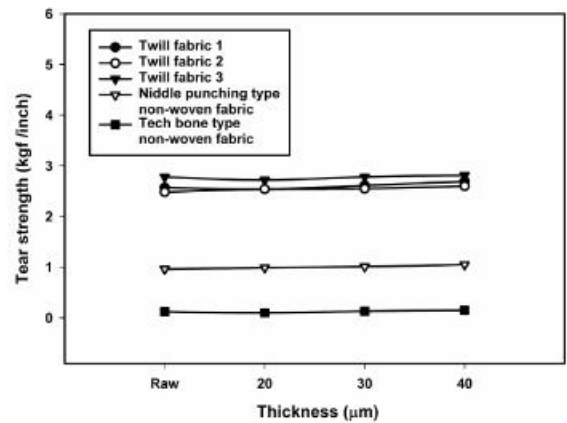


Figure 14. Variation of tear strength with film thickness on the film laminating fabrics (warp direction).

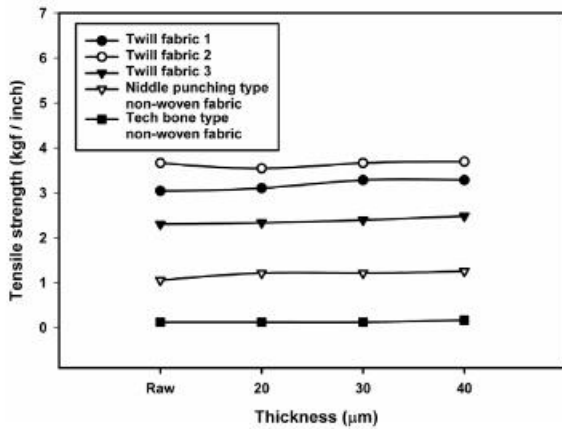


Figure 13. Variation of tensile strength with film thickness on the film laminating fabrics (weft direction).

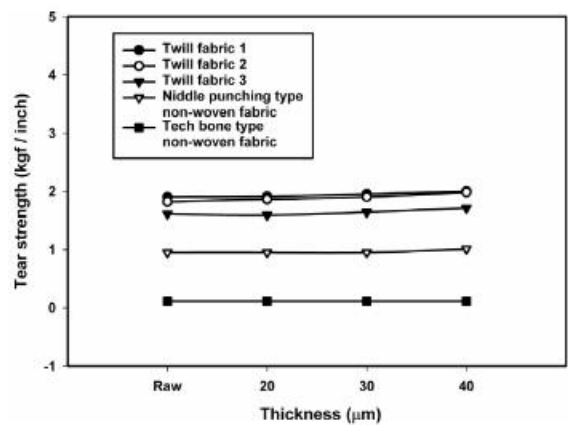


Figure 15. Variation of tear strength with film thickness on the film laminating fabrics (weft direction).

을 나타내어 투습방수 필름을 라미네이팅 한 직물의 견뢰도는 상당히 우수한 것으로 생각된다. 라미네이팅 방식은 건식 및 습식 코팅 방식과는 달리 신축이 있는 원단이라 할지라도 라미네이팅 이후에 전혀 견뢰도에 문제가 없는 것으로 나타났다.

3.7. 라미네이팅 전후의 인장·인열강도 변화

Figure 12, 13은 각기 다른 두께의 투습방수 필름을 직물과 부직포에 라미네이팅 하기 전후의 인장강도의 변화를 나타낸 결과이다. 모든 시편에 대해 경사방향의 강도가 위사방향보다는 더 큰 강도를 보이고 있다. 또한 라미네이팅 한 이후에는 필름의 강도에 의존하기 보다는 직물과 부직포 자체의 인장강도에 좌우되는 경향을 보였다. 다만 tech bone type의 부직포는 부직포와 필름의 인장강도가 비슷하기 때문에, 필름과 부직포의 인장강도가 합성된 것이라 생각된다.

Figure 14, 15는 각기 다른 두께의 투습방수 필름을

직물과 부직포에 라미네이팅 하기 전후의 인열강도의 변화를 나타낸 결과이다. 모든 시편에 대해 인장강도와 유사한 경향을 보이고 있으며, tech bone type의 부직포를 제외하고는 필름의 강도가 원단의 강도에 비해 극히 미미하므로 라미네이팅 한 이후의 강도에 거의 영향을 미치지 않는다고 사료된다. tech bone type의 부직포는 인장강도와 마찬가지로 필름과 부직포의 인열강도가 합성된 것으로 사료된다.

3.8. 라미네이팅 전후의 공기투과도의 변화

Figure 16은 각기 다른 두께의 투습방수 필름을 라미네이팅 한 후 통기성의 변화를 측정된 결과 치이다. 투습방수 필름을 라미네이팅 한 후에는 필름의 두께와 관계없이 통기성이 현저하게 떨어지는 것을 알 수 있다. 이것은 필름의 통기성이 좋지 않기 때문에 접촉상태와는 관계없이 라미네이팅 한 투습방수 직물의 통기성은 필름의 통기성에 의하여 좌우됨을 알 수 있다.

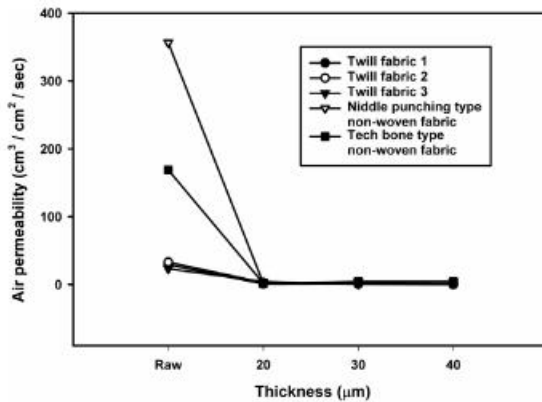


Figure 16. Variation of air permeability with film thickness on the film laminating fabrics.

#### 4. 결 론

내열성 및 투습방수기능을 가진 신발용 직물 및 부직포를 제조하기 위하여 스크린 방식으로 공정조건을 검토하고 투습방수 필름을 라미네이팅 한 후, 최종제품의 물성을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 열가소성 핫 멜트와는 달리 반응형 폴리우레탄 핫 멜트는 작업 이후에 적절한 내열성을 보유하는 것으로 나타났다.

2) 적절한 용융접착 공정은 드럼 온도 95°C, 호스 온도 97°C, 공급파이프 온도 100°C, 스크린 온도 105°C이었으며, opposite roller의 압력은 1 kgf/cm<sup>2</sup>, laminating roller의 압력은 3 kgf/cm<sup>2</sup>이었고, 가공속도는 15 m/min일 때 가장 뛰어난 접착강도를 보였다.

3) 투습도는 필름의 두께가 얇을수록 증가하였으며, 내수도는 필름의 두께가 두꺼울수록 증가하였고, 공기 투과도는 필름의 영향이 지배적이었다.

#### 사 사

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

#### 참 고 문 헌

1. 西川 剋弘, *加工技術*, **17**, 31 (1982)
2. 西川 剋弘, *纖維科學(日)*, **24**, 3 (1982).
3. G. R. Lomax, *J. Coated Fabrics*, **15**, 40 (1985).
4. I. G. Park, Y. H. Kim, H. T. Cho, and K. B. Lee, *J. Korean Fiber. Soc.*, **29**, 69 (1992).
5. S. D. Kim and S. S. Kim, *J. Korea Soc. Dyers and Finishers*, **7**, 23 (1995).
6. 森岡敦美, 内田 昭, *纖維製品消費科學(日)*, **23**, 392 (1982).
7. 森岡敦美, *纖維と工業(日)*, **41**, 410 (1985).
8. 齊藤利忠, *纖維と工業(日)*, **41**, 415 (1985).
9. 森内昭夫, *纖維學會誌(日)*, **45**, 41 (1989).
10. 浮田 影, *纖維科學(日)*, **25**, 22 (1983).
11. 星合文隆, 田中督三, *纖維科學(日)*, **25**, 40 (1983).
12. 安田 武, 横山廣太郎, 井屏登美子, *纖維製品消費科學(日)*, **24**, 485 (1983).
13. 橋本 勇, *纖維加工(日)*, **36**, 503 (1984).
14. J. H. Keighley, *J. Coated Fabrics*, **15**, 11 (1985).
15. 善田達也, *加工技術(日)*, **20**, 689 (1985).
16. G. R. Lomax, *J. Coated Fabrics*, **15**, 40 (1985).
17. R. Heath, *J. Coated Fabrics*, **15**, 78 (1985).
18. 松井雅男, *加工技術(日)*, **22**, 5 (1987).
19. 森坂鶴江, 木下佳紀, *纖維加工(日)*, **40**, 151 (1988).
20. 安田 武, *纖維機械學會誌(日)*, **35**, 334 (1982).
21. D. H. Lim, S. E. Kim, B. J. Kim, H. S. Do, and H. J. Kim, *J. Adhesion and Interface*, **4**, 7 (2003).
22. J. S. Yoo and S. H. Lee, *J. Adhesion and Interface*, **1**, 63 (2000).
23. H. J. Kim, *J. Adhesion and Interface*, **2**, 31 (2001).