

부직포 충전재의 구조적 특성이 수분전달 특성에 미치는 영향 -단층구조와 이층구조 부직포의 비교-

김 희 숙 · 나 미 희

혜전대학 패션디자인과, 연세대학교 의류환경학과

The Effect of Geometrical Structure on the Moisture Transport Properties of Nonwoven Batting Materials

Hee Sook Kim · Mi Hee Na

Dept. of Fashion Design, Hyejeon College
Dept. of Clothing and Textiles, Yonsei University
(1999. 11. 30 접수)

Abstract

The purpose of this study was to analyze the effect of geometrical structure on the moisture transport properties of nonwoven batting materials.

Two types of nonwovens were used such as single and double layered nonwovens. Steady and dynamic state water vapor transport properties were measured by absorption, evaporation and cobaltous chloride method respectively.

The results of this study were as follows:

1) Geometrical structure affected water vapor evaporation, but there were no differences between single and double layered nonwovens in moisture absorption. Thickness and air permeability were influencing factor on water vapor transport rate.

2) Directionality of double layered nonwoven was observed both in steady and dynamic state moisture transport. There were differences between upper and lower layer of double layered nonwoven both in moisture absorption rate and color change by cobaltous chloride method.

3) In dynamic state of water vapor transport rate, single layered nonwoven reached more rapidly at the established relative humidity.

It was confirmed that geometrical structure affected water vapor evaporation and hydrophilicity of fiber affected moisture absorption because there were much more water vapor transport rate by evaporation than absorption within the same period of time.

Key words: Single and double layered nonwoven, Absorption, Evaporation, Directionality;
단층과 이층구조 부직포, 흡습, 증발, 방향성

※ 본 연구는 1999년 혜전대학 학술연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

I. 서론

충전재의 수분전달특성은 방한복의 착용시 쾌적감에 많은 영향을 미치는데, 충전재가 수분을 흡수하게 되면 단열치가 저하되며 레질리언스가 낮아져 두께가 감소하므로 보온성이 저하된다. 또, 충전재의 건조속도가 느리고 수분투과성이 낮으면 의복 내 습도가 상승하여 착용시의 쾌적성이 저하된다. 최근에는 겨울스포츠 활동이 증가하는 추세이므로 방한복에 있어서의 충전재의 수분전달특성은 매우 중요한 연구과제라고 생각된다.

직물의 투습성에 영향을 미치는 요인을 살펴보면 수증기 전달은 주로 기공을 통해 이루어지므로^{1,2,3)} 구성섬유에 관계없이 직물내의 섬유 양이 많을수록⁴⁾, 기공도가 작을수록⁵⁾, 밀도가 조밀하고 두께가 두꺼울수록⁶⁾, 무게가 무거울수록⁷⁾ 투습저항이 커져서 수분전달량이 감소된다. 습 절연재의 경우, 기공도, 두께, 기공크기중 수증기투과량에 가장 영향을 미친 요인은 기공도였으며⁸⁾, 편성물에서도 기공도가 높을수록 수증기전달율이 높았다⁹⁾. 한편, 섬유의 흡습시 팽윤에 의한 직물의 구조적인 변화도 수분전달 특성에 영향을 미치는데¹⁰⁾, 이러한 현상은 부직포에서도 나타난 바있다¹¹⁾. 또, 투습성은 치밀한 조직에서는 섬유의 특성에 의존하나 성근 조직에서는 직물의 구조에 영향을 받는다¹²⁾. 직물의 밀도, 기공도, 두께등이 동일할 때는 섬유의 성질에 의해서도 영향 받으며 섬유의 친수성에 따라 투습거동이 다르게 나타나고 있다¹³⁾.

직물에 비해 섬유의 함유량이 적고 기공도가 높은 부직포에서는 섬유의 종류보다는 구조적 특성이 건조속도에 더 영향을 미치며¹³⁾, 부직포의 두께는 흡습량과 증발량 모두에 영향을 주는 것으로 나타났다¹⁴⁾. 단층구조 부직포의 투습성에 대해 두께, 공기투과도의 구조적 특성이 영향을 미치는 것으로 나타났으므로¹⁴⁾ 단층과 이층구조 부직포의 구조에 따른 투습성의 차이를 비교해 보는 것은 매우 흥미 있다고 생각된다. 이층구조 부직포는 충전도가 높은 층이 복사열전달의 저항요인으로 작용하며 공기의 통로가 굴곡되어 전도, 대류 열손실을 감소시켜 단

층구조 부직포에 비해 보온성이 높으나 함수율이 높아질수록 충전도가 높은 부분에 수분이 밀집되어 열전도가 증가하는 것으로 나타났다¹⁵⁾.

본 연구에서는 부직포 충전재의 구조적 특성이 수분전달 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 단층구조와 이층구조로 이루어진 부직포 충전재에 대하여 다음과 같이 알아보려 한다.

첫째, 단층구조와 이층구조부직포 충전재에 있어서의 평형상태의 수분전달특성의 차이점을 비교한다.

둘째, 이층구조 부직포의 투습성에 있어서의 방향성을 관찰한다.

셋째, 단층구조와 이층구조부직포 충전재에 있어서의 동적상태의 수분전달특성의 차이점을 알아본다.

II. 실험

1. 시료

한국바이린 주식회사의 폴리에스테르 100%의 보온용 부직포중 충전도가 서로 다른 두층을 아크릴 접착제로 결합시켜 이층구조로 제작된 KN 3종류(제품명: KN4230, KN4250, KN6250)를 사용하였고 이와 비교하기 위하여 단층구조 부직포로 UN 1종류(제품명: UN4251)를 사용하였다. 시료의 특성은 Table 1과 같으며 이층구조 부직포의 각층의 특성은 Table 2와 같다.

2. 시약

습도조절용 시약으로 모두 시약일급인 Calcium Chloride(소화화학주식회사), Chromium Trioxide(편산화학공업주식회사), Potassium Carbonate(순정화학주식회사), Sodium Dichromate Dihydrate(순정화학주식회사), Sodium Bromide(순정화학주식회사), Sodium Chloride(일본도구약품주식회사), Potassium Chloride(일본시약공업주식회사)를 사용하였으며, 직물표면의 수분분포를 측정하기 위한 시약으로는 Cobaltous Chloride(소화화학주식회사)를, 습윤제로는 Triton X-100을 사용하였다.

Table 1. Characteristics of the Commercial Nonwovens

Sample	Fiber Fineness (denier)	Fiber (10 ⁻² m)	Thickness (10 ⁻² kg/m ²)	Weight (%)	Solidity (%)	Porosity (%)	Specific volume (10 ⁻² m ³ /kg)	Air permeability (cc/cm ² /sec)
UN 4251	polyester	1,2 3*	0.8	13.00	1.18	98.82	6.15	647
KN 4230	polyester	1,2 3	0.5	10.00	1.45	98.45	5.00	624
KN 4250	polyester	1,2 3	0.7	14.00	1.45	98.45	5.00	590
KN 6250	polyester	1,2 3	0.9	18.00	1.45	98.45	5.00	392

*mixture

Table 2. Characteristics of Double Layered Nonwovens

Sample	Fiber	Fiber Fineness (denier)	Thickness (10 ⁻² m)	Weight (10 ⁻² kg/m ²)	Porosity (%)	Solidity (%)	Specific volume (×10 ⁻²)	Air permeability (10 ⁻² m ³ /kg)
KN 4230	(K:upper layer)	1,2 3*	0.25	4.50	98.70	1.30	5.55	
	(N:lower layer)	1,2 3	0.25	5.50	98.41	1.59	4.55	
KN 4250	(K:upper layer)	1,2 3	0.35	6.50	98.65	1.35	5.38	
	(N:lower layer)	1,2 3	0.35	7.50	98.45	1.55	4.67	
KN 6250	(K:upper layer)	1,2 3	0.45	8.50	98.63	1.37	5.29	
	(N:lower layer)	1,2 3	0.45	9.50	98.47	1.53	4.74	

*mixture

3. 부직포의 물성 측정

1) 두께

25cm×25cm 크기의 시료를 무게가 90g/m²이하인 경우는 4매, 90g/m² 이상인 경우는 2매를 겹친 다음 0.5g/cm²의 같은 크기의 알루미늄판(전체 중량; 312.5g)을 위에 올려 놓고 측정하였다. 이때, 시료 1매의 두께는 전체 두께/겹친 시료의 매수가 된다.

2) 충전도(Solidity)

충전도는 직물의 단위 체적당 섬유가 차지하는 비율로서, 시료의 두께, 무게 및 섬유 밀도에 의해 다음과 같이 계산하였다. 이때, 100%에서 충전도를 뺀 값이 기공도(%)로서 직물의 단위 체적당 공기가 차지하는 비율이다.

$$\text{충전도}(\%) = \left(\frac{W}{\rho AL} \right) \times 100$$

단, A : 시료의 면적(m²)

L : 시료의 두께(m)

W : 시료의 무게(kg)

 ρ : 섬유 밀도(kg/m³)

3) 비체적(Specific volume)

비체적은 직물의 단위중량에 대한 체적을 의미하며, 시료의 두께와 무게에 의해 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{비체적}(\%) = \frac{AL}{W}$$

단, A : 시료의 면적(m²)

L : 시료의 두께(m)

W: 시료의 무게(kg)

4) 공기투과도(Air-Permeability)

공기투과도는 KSK 0570 프라지르법에 의하여 측정하였다.

4. 수분전달 특성

1) 평형상태의 수분전달 특성

(1) 흡습법(Absorption Method)

KSK 0594에 준하며, 온도 20°C, 30°C, 40°C, 상대 습도 50%, 65%, 80% 및 풍속 0.5m/sec로 환경을 조절하였다. 투습면적이 60.8cm²의 투습컵내부에 염화칼슘(CaCl₂)을 넣고 시료포로 덮은 후 파라핀으로 봉합한 시험체를 각 온습도를 유지하는 항온항습기에 넣고 1시간 투습시킨 후에 꺼내서 바로 무게 a₁(mg)을 측정하고 다시 항온항습기에 넣어서 1시간 후에 꺼내 곧바로 무게 a₂(mg)을 측정하였다. 투습도의 산출방법은 다음과 같다.

$$WVT = 10 \times (a_2 - a_1) / A$$

단, WVT = rate of water vapor transport, g/m² · h

A = exposed area of specimen, m²

(2) 증발법(Evaporation Method)

KS K 0594에 준하며 온도 20°C, 30°C, 40°C, 상대 습도 50%, 65%, 80%로 환경을 조절하였으며, 투습면적 60.8cm²인 증발컵에 증류수를 표면에서 1cm 떨어진 곳 까지 채운 다음 시료를 증발컵의 표면위에 고정하고 증발컵 둘레를 밀폐한 후 흡습법과 동일한 방법으로 온습도의 변화에 따른 각각의 투습도를 측정하였다. 투습도는 다음과 같은 방법으로 산출하였다.

$$WVT = 10 \times (a_2 - a_1) / A$$

단, WVT = rate of water vapor transport, g/m² · h

A = exposed area of specimen, m²

2) 동적상태의 수분전달 특성

(1) 염화코발트법

염화코발트법은 나미희등¹⁶⁾에 준하였다. 폴리에스테르 부직포에 염화코발트를 처리시 색구별이 어려

우므로 부직포위에 염화코발트가 처리된 지시용 면직물을 두어 측정하였다. 지시용 면직물은 습윤제가 첨가된 25% 염화코발트 용액에 30분간 담근 후 맹글을 이용해 짜는 것을 2회 반복한 후 건조하여 사용하였다. 가열판을 이용하여 피부온이 32±1°C인 땀발생 모형을 설치하고 지름 10cm인 원형시료(NF650, UN4251, KW90)를 모형위에 덮고 그 위에 지시용 면직물을 각 부직포 원형시료위에 밀착되게 둔 후 지시용 면직물이 포화염용액상에 있는 표준시료에 해당하는 색에 도달할때까지 걸리는 시간을 측정하였다. 표준시료는 염화코발트가 첨가된 면직물을 건조시켜 1cm×7cm로 절단한 다음 온도 20°C에 각각 상대습도 0%, 35%, 44%, 52%, 62%, 75%, 85%를 유지하는 포화염용액(Calcium Chloride, Chromium Trioxide, Potassium Carbonate, Sodium Dichromate Dihydrate, Sodium Bromide, Sodium Chloride)이 있는 시험관속에 시료를 넣은뒤 밀봉하여 항온항습기에 방치한 후 평형상태에 도달했을때의 색을 표준색으로 하였다.

(2) 흡습법과 증발법

동적 상태의 흡습법과 증발법은 평형상태의 수분전달 특성과 동일한 방법으로 1시간 동안의 투습량을 10분 간격으로 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 부직포의 구조적 특성이 평형상태의 수분전달에 미치는 영향

부직포의 단층과 이층의 구조적 특성이 수분전달에 미치는 영향을 습도의 변화에 따라 흡습법과 증발법으로 관찰하였다. Fig. 1은 20°C, 30°C, 40°C에서의 습도변화에 따른 투습도를 흡습법으로 관찰한 것이다. 일정한 온도에서 습도가 증가할수록 흡습량은 증가하며 시료별로 비교해보면 KN4230(두께:0.5cm), KN4250(두께:0.7cm), KN6250(두께:0.9cm)의 순서로 두께가 두꺼울수록 투습량이 낮아서 편성물 및 단층 구조 부직포에서와 마찬가지로^{12, 14)} 이층구조 부직포의 투습성에서도 두께의 영향을 관찰할 수 있다.

구조적 특성중 첫번째로 두께증가에 따른 투습량의 감소율을 알아보면 두께가 0.5cm에서 0.9cm으로

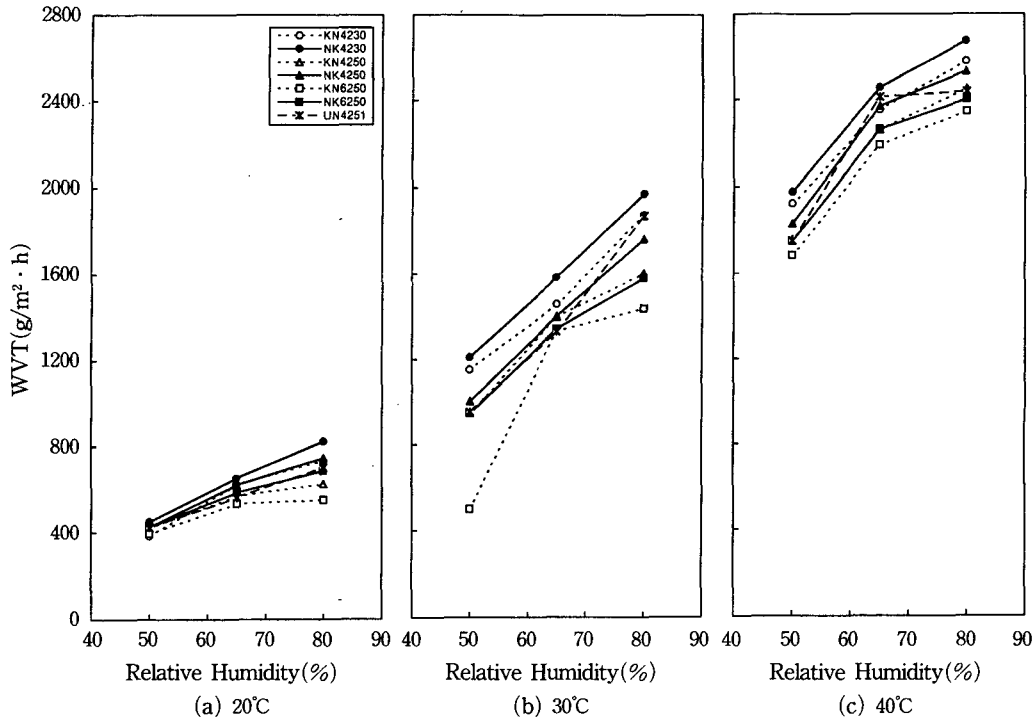


Fig. 1. Effect of relative humidities on water vapor of nonwovens at various environmental temperatures (evaporation method).

80% 증가할 때 투습량은 3~25%가 감소된 것으로 나타났다. 선행연구에서 편성물은 두께가 57% 증가 시 투습완충지수는 114%가 증가하였고¹²⁾ 단층구조 부직포는 두께가 100% 증가 시 투습량은 약 12~15%가 감소되었다⁴⁾. 이와 비교할 때 이층구조 부직포는 두께증가에 따른 투습량의 감소율이 편성물보다 낮으며 단층구조 부직포에 비해 약간 많다. 이는 이층구조 부직포가 단층구조 부직포에 비해서는 기공도가 낮아서 섬유층의 충전도가 상대적으로 높으므로 두께증가에 따른 투습저항의 증가가 더 크고 편성물보다는 기공도가 높기 때문에 두께증가에 따른 영향이 적게 나타남을 알 수 있다.

두번째로 구조적 특성의 차이에 있어서 단층과 이층구조를 비교해보면 흡습량의 차이가 일정한 경향을 보이지 않으므로 단층과 이층의 구조적 차이가 흡습량에 미치는 영향은 뚜렷하게 관찰되지 않았다. 이는 흡습량은 구조적 특성보다는 구성섬유의 흡습성에 더 영향을 받기 때문이라 생각되는데 섬

유의 종류가 동일하므로 구조만의 차이에 의해서는 흡습량의 차이가 나타나지 않았다고 생각된다. 따라서, 흡습량에 대한 구조적 특성의 영향을 관찰한 결과, 두께는 흡습량에 영향을 미치나 단층과 이층의 구조적 특성의 영향은 거의 없음을 알 수 있다.

다음은 증발량에 대한 구조의 영향으로서, Fig. 2는 20°C, 30°C, 40°C에서의 습도변화에 따른 투습성을 증발법으로 관찰한 것이다. 일정한 온도에서 습도가 증가할수록 증발량은 감소하는데 이는 고습환경에서는 외기의 증기압이 높아지므로 증발법의 실험조건에 있어서 시료 내부와의 습도구배가 감소됨에 따라 수분이동이 줄어들기 때문이다.

또, 단층과 이층구조 부직포의 증발량을 비교해보면, 이층구조인 KN 4250(0.7cm) 및 KN 6250(0.9cm)과 비교할 때 비슷한 두께의 단층구조인 UN4251(0.8 cm)의 증발량이 대체적으로 더 많은 것으로 나타났다. 이처럼 이층구조 부직포가 증발량이 적은 이유로는 기공도와 공기투과도의 영향을 생각

할 수 있는데, Table 1에서 기공도를 비교해 보면, 단층구조에 비해 이층구조는 기공도가 0.37% 낮으며 이층구조 부직포의 기공도는 모두 동일하다. 한편, 공기투과도는 이층구조 부직포가 단층구조에 비해 4~40%가 낮는데 공기투과도가 낮아짐에 따라 투습량은 22%까지 감소하고 있다. 선행연구에서 단층구조 부직포의 경우, 기공도 보다는 공기투과도가 투습성과 상관관계가 높았으며¹⁴⁾ 편성물^{15, 17)}에서도 같은 결과가 나타난 바 있다. 이와 같은 결과에서 공기투과도는 투습성과 가장 상관관계가 높은 특성임을 알 수 있다. 특히 이층구조 부직포는 충전도가 서로 다른 두 층으로 구성되어 있으므로 기공의 상호연결성과 공기의 통로가 굴곡되어 있어서 수분 이동시 받게되는 저항이 더 커지므로 투습량이 적은 것으로 생각된다. 즉, 수증기의 증발에 의한 투습성은 섬유층의 친수성보다는 구조의 영향을 받으므로 이층구조 부직포는 단층구조에 비해 투습저항을 더

많이 받게됨을 알 수 있다.

2. 이층구조 부직포의 방향성

이층구조 부직포의 두 층의 충전도 차이에 따른 투습성에 있어서의 방향성 여부를 관찰한 결과, Fig. 1에서 볼 수 있듯이 KN보다 NK가 흡습량이 많아서 lower layer 즉, 충전도가 낮은층이 수증기압이 낮은쪽에 위치할 때 투습이 잘되는 것으로 나타나고 있다. 이는 섬유의 종류와 조합방법에 따른 투습도에 관한 연구^{16, 17, 18)}에서 천연섬유가 증기압이 낮은쪽에, 합성섬유가 증기압이 높은쪽에 위치할 때가 그 반대 조합보다 투습도가 높았던 결과를 생각해 볼때 이층구조 부직포에서는 충전도가 낮아 투습저항이 낮은 lower layer가 친수성 섬유층과 같은 역할을 한다고 볼 수 있다. 이층구조 부직포에서 충전도가 높은층의 내부에 존재하는 수분은 투습저항이 높은 상태이며 충전도가 낮은층의 내부는 상대적

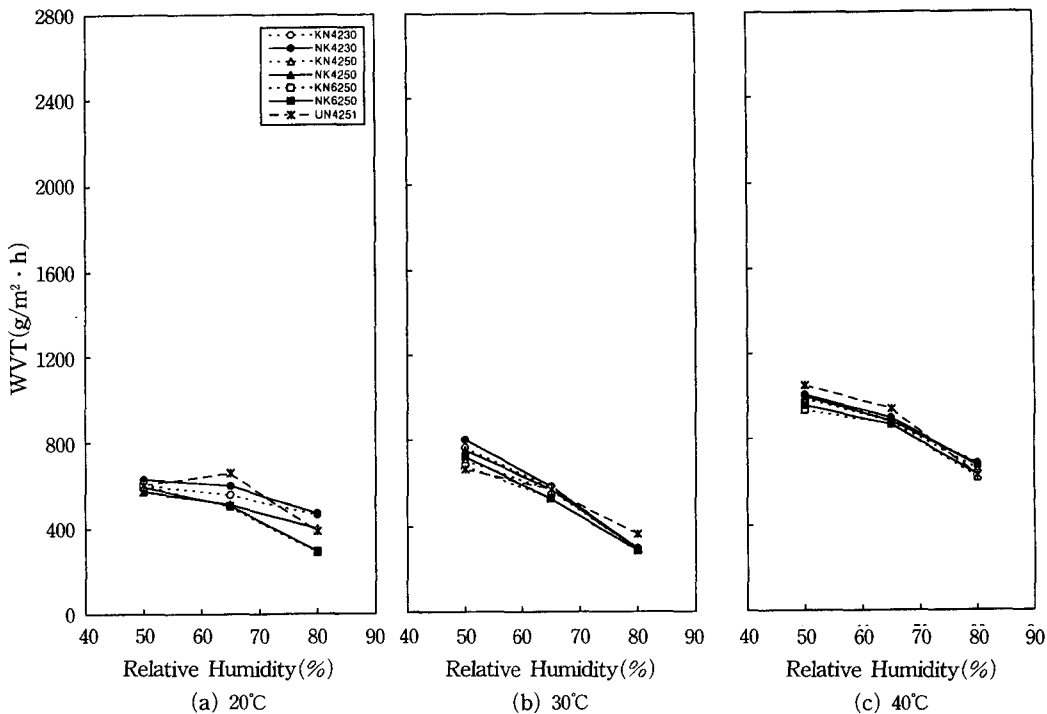


Fig. 2. Effect of relative humidities on water vapor of nonwovens at various environmental temperatures (evaporation method).

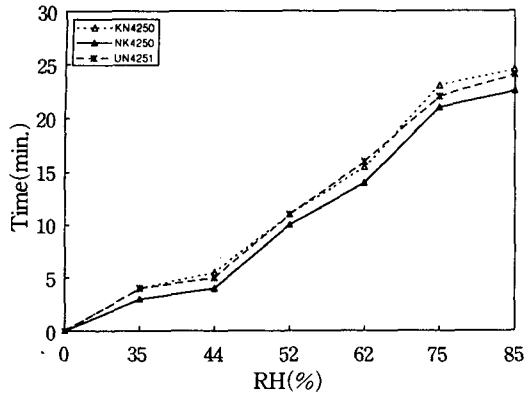


Fig. 3. Dynamic moisture transfer determined by cobaltous chloride method.

로 투습저항이 낮은 상태가 된다. 따라서 흡습법의 실험시 수증기압이 높은 외기환경에서 투습저항이 상대적으로 높은직물을 통과한 수분은 투습저항이 낮은 내부환경으로의 수분의 이동이 용이한 조건이 된다고 볼 수 있다.

증발량에 있어서의 이층구조 부직포의 방향성을 관찰한 결과(Fig. 2), 흡습법과는 달리 증발법에서는 거의 방향성의 차이가 없는 것으로 나타나며 NK의 증발량이 대체적으로 약간 많으나 차이는 거의 없었다. 즉, 이층구조의 방향성의 차이는 흡습법에서

나타나고 있음을 알 수 있다.

3. 부직포의 구조적 특성이 동적상태의 수분전달에 미치는 영향

부직포의 구조적 특성이 동적상태의 수분전달에 미치는 영향을 염화코발트법과 시간경과에 따라 관찰하였다. Fig. 3은 염화코발트법의 실험결과로서 일정습도에 도달할때까지 걸린 시간을 비교해보면 이층구조의 경우는 NK가 KN보다 색상변화에 시간이 짧게 걸리는데 습도가 높을수록 방향에 따른 차이가 점차 커짐을 볼 수 있다. 이층구조의 방향성의 원인을 생각해 볼때, 단층구조 부직포는 KN보다는 시간이 약간 더 오래 걸리며 NK와는 비슷한 정도이나 습도가 높아질수록 단층구조는 NK에 비해 걸리는 시간이 점차적으로 짧아지고 있다. 선행연구¹⁶⁾에서 폴리에스테르는 수분을 빠르게 투과시켜 색상이 초기에 빨리 변화하고 천연섬유는 계속적으로 투습되므로 시간이 오래 걸리는 것으로 나타났다. 그러나 본 실험에 사용된 시료는 섬유의 종류가 같으므로 구조에 의한 영향을 생각할 수 있다. 즉, NK 시료는 색상이 관찰되는 방향(윗쪽)에 섬유의 충전도가 높은층이 위치하므로 시료표면에 수분이 밀집되어¹⁷⁾ 색상변화가 빨리 나타나며 반대로 섬유의 충전도가 낮은층이 윗쪽에 놓여있는 KN시료는 시료표

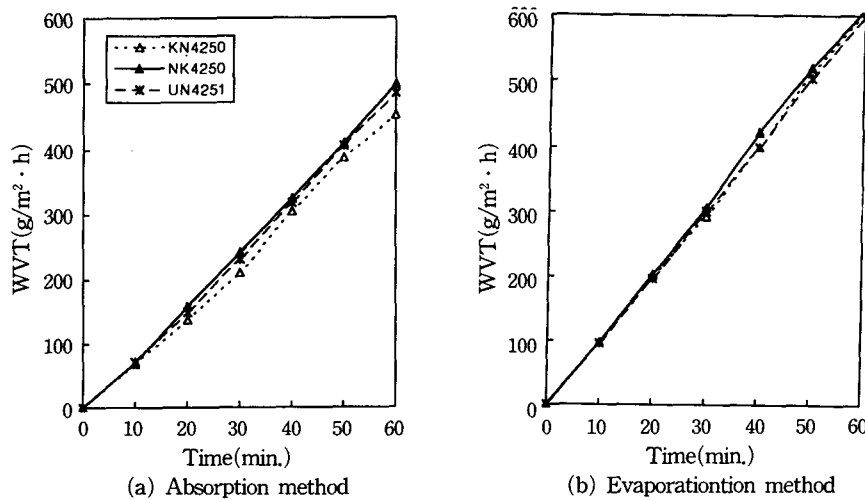


Fig. 4. Water vapor transport through nonwovens with time.

면에 나타나는 색상변화가 느린 것으로 생각된다.

Fig. 4는 시간경과에 따른 투습량을 흡습법과 증발법으로 관찰하여 비교하였다. 흡습량은 10분까지는 거의 동일하나 그 이후는 역시 앞에서와 마찬가지로 NK 4250, UN4251, KN4250의 순서로 투습량이 많으며, 60분이되면 투습량의 차이는 더욱 커짐을 볼 수 있다. 그러나 이층과 단층의 차이는 거의 없고 방향성의 차이는 더욱 커지는데 이는 앞에서 살펴 보았던 것처럼 충전도가 서로 다른 두층이 위치하는 방향에 따른 수분이동의 용이성이 시간이 지날수록 더 차이가 많아짐을 알 수 있다. 증발법에 있어서도 20분까지는 시료간 차이가 별로 없으나 그 이후는 NK4250, KN4250, UN4251의 순서로 투습량이 많고 그 차이는 점차 커지나 흡습법에 비하면 적은 차이를 나타내는데 이는 역시 증발량은 구조의 영향을 받기 때문이라고 볼 수 있다. 또, 같은 시간 내의 투습량을 비교해보면 흡습량보다는 증발량이 22~46% 더 많은 것으로 나타났다. 이는 흡습량에는 섬유 친수성이 중요하나 부직포의 구성섬유는 폴리에스테르이므로 섬유 자체에 의한 흡습량은 거의 없고, 수증기의 증발에는 구조적 특성의 영향이 큰데 부직포는 다공성구조로서 기공을 통한 증발이 용이하므로 동일시간내에 흡습되는 양보다는 증발되는 양이 더 많은 것으로 생각된다. 선행연구¹⁴⁾에서 단층구조 부직포의 경우도 흡습량보다는 증발량이 25~34% 더 많은 것으로 나타났으나 직물의 경우는 증발량보다 흡습량이 훨씬 많았으므로(714%)⁷⁾ 부직포에 비해 충전도가 높은 직물에서는 섬유에 의한 흡습이 많이 이루어지며 구조를 통한 증발은 잘 이루어지지 못함을 알 수 있다. 이상의 결과에서 피복재료의 투습성에 있어서 충전도가 높을 때에는 섬유의 영향이 크며 낮을 때에는 기공도의 영향이 많음을 확인할 수 있다.

IV. 결론

본 연구의 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 흡습법과 증발법의 실험을 통하여 부직포 충전제의 구조적 특성의 차이에 따라 평형상태의 수분전달 특성의 차이가 있는지를 알아본 결과, 흡

습량에서는 단층과 이층구조의 차이를 관찰할 수 없었으며 증발량에서는 공기투과도가 낮은 이층구조 부직포의 증발량이 낮게 나타나서 구조의 차이는 수증기 증발에 영향을 미침을 알 수 있었다.

둘째, 이층구조 부직포의 투습성에 대한 방향성 여부를 관찰한 결과, 흡습시에는 습도구배의 형성에 따라 방향성이 관찰되었고 염화코발트법에 있어서도 표면층의 충전도의 차이에 따라 색상변화에서 방향성이 나타났다.

셋째, 단층구조와 이층구조 부직포 충전제에 있어서의 동적상태의 수분전달 특성의 차이점을 규명하기 위하여 염화코발트법과 시간의 변화에 따른 흡습거동을 관찰한 결과, 단층구조는 이층구조에 비해 일정습도에 도달할 때까지 걸리는 시간이 짧으며, 같은 시간내에 투습되는 양중 증발량이 흡습량보다 많아서 수증기 증발에는 구조의 영향이 크고 흡습에는 섬유의 친수성의 영향이 큼을 확인하였다.

이상의 연구결과로부터 이층구조 부직포는 보온성을 높이기 위해 제작된 것으로서 구조적 특성상 공기의 통로가 굴곡되어 공기의 전도, 대류열손실을 감소시키나 이는 투습시에는 저항요인으로 작용하므로 투습성이 저하되는 것으로 나타났다. 따라서 의복착용시 의복내의 쾌적성을 높이기 위하여 우수한 열전달 특성이 요구되는 용도에는 이층구조 부직포가 적합하나 수분전달특성이 필요한 용도에는 단층구조 부직포가 더욱 적합함을 알 수 있다.

참고 문헌

1. Knight, B. A., Hersh, S. P. and Brown, P., "Moisture Characteristics of Some Knit Fabrics Made From Blend Yarns", *Textile Res. J.*, **40**(12), 843-851(1970).
2. Harper, R. J. Jr., Bruno, J. S., Blanchard, E. J. and Gautreaux, G. A., "Moisture Related Properties of Cotton-Polyester Blend Fabrics", *Textile Res. J.*, **46**(1), 82-90(1976).
3. Wang, J. H. and Yasuda, H., "Dynamic Water Vapor and Heat Transport Through Layered Fabrics, Part I: Effect of Surface Modification",

- Textile Res. J.*, **61**(1), 10–20(1991).
4. Kim, J. O., "Surface Temperature Changes and Moisture Transfer Through Fabric and Porous Film Assemblies", Unpublished Doctoral Dissertation, Univ. of Maryland(1987).
 5. Yoon, H. N. and Buckley, A., "Improved Comfort Polyester, Part I: Transport Properties and Thermal Comfort of Polyester/Cotton Blend Fabrics", *Textile Res. J.*, **54**(7), 289–298(1984).
 6. Fourt, L. and Hollies, N. R. S., *Clothing Comfort and Function*, Marcel Dekker, Inc., New York(1970).
 7. Crippen, L. K., "Moisture Transport Properties of Selected Knit Fabrics", *Unpublished Doctorial Dissertation*, Univ. of North Carolina, Greensboro, NC(1975).
 8. Wehner, J. A., Miller, B., and Rebenfeld, L., "Dynamics of Water Transmission Through Fabric Barriers", *Textile Res. J.*, **58**(10), 581–592(1988).
 9. Wehner, J. A., Miller, B. and Rebenfeld, L., "Moisture Induced Changes in Fabric Structure as Evidenced by Air Permeability Measurements", *Textile Res. J.*, **57**(5), 247–256(1987).
 10. Yasuda, T. Miyama, M. and Yasuda, H., "Dynamic Water Vapor and Heat Transport Through Layered Fabrics, Part II: Effect of the Chemical Nature of Fibers", *Textile Res. J.*, **61**(4), 227–235 (1991).
 11. Rees, W. H., "Physical Factors Determining The Comfort Performance of Textiles", In Papers presented at the 3rd Shirley International Seminar: *Textile for Comfort*, Shirley Institute(1971).
 12. 허윤숙 · 유화숙 · 김은애, "편성물의 섬유 종류, 실의 굵기 및 니트타입에 따른 투습완충능력", *한국의류학회지*, **20**(1), 228–238(1996).
 13. 김희숙 · 김은애, "섬유의 종류와 압축특성 및 수분전달특성이 보온용 부직포의 열전달에 미치는 영향", *한국의류학회지*, **20**(4), 647–654(1996).
 14. 김희숙 · 나미희 · 김은애, "부직포 충전재의 수분투과성", *한국의류학회지*, **22**(1), 72–79(1998).
 15. 김희숙, "보온용 부직포의 구조적 특성이 열전달에 미치는 영향: 단층구조와 이중구조부직포의 비교", *한국생활과학회지*, **7**(2), 113–119(1998).
 16. 나미희 · 김은애, "섬유의 종류와 조합에 따른 직물의 수분전달특성에 관한 연구", *한국의류학회지*, **14**(3), 229–240(1990).
 17. 유화숙, "편성물의 특성과 의복 개구부 요인이 평판형착의모형의 의복내 미세기후에 미치는 영향", 연세대학교 대학원 박사학위논문(1995).
 18. Spencer-Smith, J. L., "Some Aspects of Tropical Clothing", In Papers presented at the 3rd Shirley International Seminar: *Textile for Comfort*, Shirley Institute(1971).
 19. 류숙희, "면/폴리에스테르 양면 이중 편성물 내의 착용감에 관한 연구", 서울대학교 대학원 박사학위논문(1993).