

섬유의 열전달 특성이 보온용 부직포의 접촉온냉감에 미치는 영향

The Effects of Heat Transfer Characteristics of Fibers on the Warm/Cool Touch of Insulating Nonwovens

김 희 숙
해전대학 의상디자인과

Kim, Hee Sook
Dept. of Fashion Design, Hyejeon College

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of heat transfer characteristics of fibers on the Q_{max} of insulating nonwovens. The effects of fiber type, moisture content, washing cycles on the Q_{max} were observed. The correlations between Q_{max} measured by KES-F7 system and subjective warm/cool touch perception test was analyzed.

The results obtained were as followed:

1. Heat transfer characteristics of fibers effected on the Q_{max} of insulating nonwovens.
2. Moisture transport properties of fibers effected considerably on the Q_{max} of nonwovens and the increasing rate of Q_{max} by increasing moisture content was much higher at wool than polyester.
3. As a result of subjective perception test, subjective warm/cool touch and wettness of wool nonwoven was increased obviously by increasing moisture content.
4. At the same moisture content, wool nonwoven showed higher subjective cool touch and wettness than polyester.
5. In the physical properties of nonwovens, thickness was the most effective factor on the Q_{max} of insulating nonwovens.

I. 서 론

피복재료의 열전달 특성으로는 섬유의 열전도도, 열전달 계수, 열확산률, 열 통과율 및 보온률 등이 있다. 최근에는 의복의 열적 쾌적성에 영향을 미치는 인자로 접촉온냉감에 대한

관심이 높아지고 있다. 접촉온냉감과 직물 물성간의 관계에 관한 정량적 연구는 川端秀雄 등(1977)의 과도적 열전도 측정장치인 Thermo-Labo II가 개발되면서 본격화되었다. Thermo-Labo II는 유한열량의 열 양도체 열판(동판)을 시료에 압착시켜 열판으로부터의 초기 열유속 최대치(Q_{max})를 측정할 수 있는 장치로서, 川端秀雄등은 Q_{max}

가 접촉온냉감과 상관성이 높다고 하였다.

접촉온냉감에 영향을 주는 요인으로는 직물의 구조와 섬유성분, 그리고 표면특성, 압축특성 등의 역학적 특성과 피부와 직물의 유효접촉면적, 열전도도, 수분함량 등을 들 수 있다. Q_{max} 는 직물 표면의 열적 특성에 의존한다. 따라서 필라멘트사, 권축이 적은 섬유는 직물과 피부의 접촉면적이 크므로 피부로부터의 열이동이 커져 시원하게 느껴진다. 반면, 두께가 두껍고 텍스처가공이 된 것은 따뜻하게 느껴진다(Hock et al.,1944; Markee et al.,1990). 또, 표면의 요철이 크거나 표면섬유가 존재하는 경우(권오경,성수광, 1992, 1991, 1992; 媒尾順子 등,1985) 시료의 두께, 무게가 커질수록(媒尾順子 등,1985, 1986; 최석철 등,1991) Q_{max} 값은 작아지고 시료의 압축특성이 클수록 Q_{max} 값은 작아진다(媒尾順子 등,1985, 1986; 최석철 등,1991, 1991). 섬유의 종류에 따라서는 모> 폴리프로필렌> 아크릴> 폴리에스테르> 아세테이트> 면> 레이온> 린넨의 순서로 Q_{max} 값이 높아지며(媒尾順子 등,1985), 직물의 수분함량이 증가할수록 Q_{max} 값이 커지고(김은애 등,1995) 표면기공도가 클수록 Q_{max} 값은 작아지는 것으로 나타났다(媒尾順子 등,1985; 장지혜,1990).

보온용 피복재료로 많이 사용되는 부직포는 직물에 비해 같은 무게에서도 훨씬 두껍게 만들 수 있으며 압축특성 및 표면특성에 있어서도 차이가 있으므로 부직포의 열전달에 관련된 특성으로서 접촉온냉감에 관해 고찰해 보는 것은 매우 의미있을 것이라 생각된다. 따라서 본 연구에서는 섬유의 열전달 특성이 보온용 부직포의 접촉온냉감에 미치는 영향을 알아보기 위하여 모 부직포 및 폴리에스테르 부직포를 시료로 하여 다음과 같이 고찰하고자 한다.

1. Q_{max} 와 각 열전달 특성들간의 상관관계를 규명하여 섬유의 열전달 특성이 접촉온냉감에 미치는 영향을 알아본다.
2. 함수율의 변화 및 세탁횟수에 따른 Q_{max} 를 측정하여 접촉온냉감의 차이를 알아본다.
3. 관능평가에 의한 주관적 접촉온냉감과 객

관적 접촉온냉감인 Q_{max} 와의 상관관계를 알아본다.

4. 섬유의 종류에 따른 접촉온냉감의 차이를 관찰한다.
5. 부직포의 여러 가지 물리적 특성중 Q_{max} 와 가장 상관관계가 높은 요인을 파악하여 접촉온냉감에 가장 영향 미치는 요인을 알아본다.

II. 실험

1. 시료

한국 바이린 주식회사의 보온용 부직포중 폴리에스테르 100% 제품 6종류, 즉, 공기의 함량이 되도록 많이 제작한 Air-Pack 3종류(제품구분: NF 450, NF 650, NF 950, 이하 NF시료)와 섬유의 구성비율이 높고 압축탄성이 좋도록 제작된 Uni-Warm 3종류(UN 4231, UN 4251, UN 6251, 이하 UN시료)를 사용하였고, 모 100% 제품으로는 Vi-Wool 1종류(KW 90, 이하 KW시료)를 사용하였다. 시료의 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 부직포의 물성 측정

시료의 물리적 특성으로서 두께, 충전도, 공기투과도, 압축탄성회복율을 측정하였다.

1) 두께

25cm×25cm 크기의 시료를 표준상태에서 24시간 이상 보관후 시료의 무게가 90g/m² 이하인 경우는 4매, 90g/m² 이상인 경우는 2매를 겹친 다음 크기가 625cm²이고 무게가 312.5g인 알루미늄 판을 위에 올려 놓고 측정하였다. 이때, 시료 1매의 두께는 전체 두께/시료의 매수가 된다.

2) 충전도(Solidity)

충전도는 직물의 단위 체적당 섬유가 차지하

(Table 1) Characteristics of the Commercial Nonwoven Samples

Sample	Fiber Fineness	Fiber neness (denier)	Thick- (10 ² m)	Weight (10 ² kg/m ²)	Solidity (%)	Porosity (%)	Air Permeability (cc/cm ² /sec)	Compressional Resilience (%)
NF 450 polyester		1, 2&3	0.7	4.80	0.49	99.51	986	79.20
NF 650 polyester		1, 2&3	1.0	6.00	0.43	99.57	846	92.75
NF 950 polyester		1, 2&3	1.6	9.00	0.41	99.59	820	85.88
UN4231 polyester		1, 2&3	0.6	9.00	1.08	98.92	854	77.12
UN4251 polyester		1, 2&3	0.8	13.00	1.17	98.83	647	84.21
UN6251 polyester		1, 2&3	1.0	17.00	1.23	98.77	635	83.00
KW 90 wool			0.9	9.00	0.76	99.24	866	58.26

는 비율로서, 시료의 두께, 무게 및 섬유 밀도에 의해 다음 식으로 계산하였다.

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

단, A : 시료의 면적(m²)

L : 시료의 두께(m)

W : 시료의 무게(kg)

ρ : 섬유 밀도(kg/m³)

이때, 100%에서 충전도를 뺀 값이 기공도로써 직물의 단위 체적당 공기가 차지하는 비율이다.

3) 공기투과도(Air permeability)

KSK 0570 Frazier법으로 측정하였다.

4) 압축탄성회복율(Compressional Resilience)

KSK 0815 압축탄성을 시험법으로 측정하였다.

3. Qmax측정

시료의 Qmax의 측정에는 일시적 열전도 측정장치인 Thermo-Labo II를 이용하였으며 그 단면도는 Fig. 1과 같다. 이 장치에 의해 열류

속 q(t)는 다음과 같은 식으로 얻을 수 있다.

$$q(t) = - a_0 \cdot dy/dt$$

여기서, q(t): 열원(熱源)과 시료간의 접촉면에서의 t시간동안에 열원으로부터 시료로 유입되는 열류속(kW/m²)

a0 : 상수(c = 4.186 × 103J K⁻¹ m²)

dy : 열원의 온도차(deg)

dt : 시간차(sec)

4. 시료의 수분함량 조절

건조시의 Qmax값은 8.5cm×8.5cm의 크기로 시료를 잘라 110℃의 오븐에 1시간 건조시킨 후 사용하였다. 수분함량 변화에 따른 Qmax 측정을 위해, 우선 시료를 0.05% 계면활성제 수용액에 1시간 침지후 꺼내어 흡습지에 놓고 여분의 수분을 제거하였다. 그 후, 선풍기를 사용하여 건조시키면서 수분함량이 건조시료 무게의 0%, 15%, 25%, 35%, 50%, 100%가 될 때까지 직시저울로 중량을 측정한다. 각각의 함수상태 시료들의 Qmax를 재빨리 측정하였다.

5. 세탁실험

가정용 세탁기(삼성 SW-1028)를 사용하여 시료를 면백포와 함께 1회, 3회, 5회, 10회 세탁

하였다. 시료의 크기는 30×30cm로 하였고, 세제는 시판세제(상품명:비트-제일제당)를 사용하였다. 세탁조건을 보면, 액비는 1:28로 하였고 수량은 소수위(57L), 세제농도는 0.08%였으며 세탁온도는 30±2℃였다.

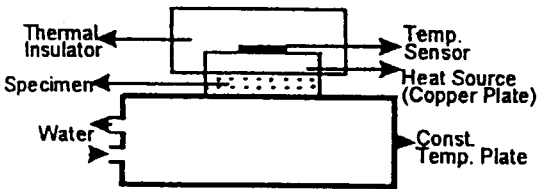


Fig.1 A device for measuring transient heat conduction.

6. 주관적 접촉온냉감 관능검사

Thermo-Labo II로 측정된 Q_{max} 와 주관적 접촉온냉감과의 상관성을 검토하기 위해 조합비교법(paired test)에 의해 관능검사를 실시하였다. 피험자는 21~26세의 여자 대학생 7명으로서 전체 시료중 임의로 선택한 2종의 시료를 피험자가 손바닥으로 가볍게 접촉하여 온냉감 및 습윤감의 차이에 관해 다음의 기준에 따라서 판정하도록 하였다.

7. 통계분석 방법

조합비교법에 의한 관능검사의 데이터는 쉐

훼(Scheffe)의 방법에 의해 분석하였다. 피험자의 판별결과는 판별의 빈도에 의한 순위를 의미하는 값(degree of preference)인 a_i 에 의해 분석되며 그 산출공식은 다음과 같다.

$$a_i = x_i \dots / t_n$$

여기서, $x_i \dots$: 각 시료에 대해 산출된 평점 합계의 행의 합

t : 자유도

n : 피험자 수

III. 결과 및 고찰

1. 섬유유의 열전달특성이 Q_{max} 에 미치는 영향

보온용 부직포의 열전달 특성이 Q_{max} 에 미치는 영향을 알아보기 위하여 건조시의 Q_{max} 를 측정하였으며 이를 열전도도(k ; 10^{-2} kcal/m · h · °C), 열전달계수(h ; kcal/m² · h · °C), 보온율(warmability; %)등의 다른 열전달특성의 수치들(김희숙, 김은애, 1994; 김희숙, 김은애, 1996; 김희숙, 1998)과 비교하여 <Table 2>에 제시하였다. 그 결과, Q_{max} 와 가장 상관관계가 높은 열전달특성은 열전달계수로서 상관관계는 $r=0.55$ 이었으며, 다른 열전달특성과의 상관관계를 살펴보면 열전도도는 $r=0.51$ 이며, 보온율은 $r=0.50$ 으로 나타났다. 따라서, 섬유유 열전달특성인 열전도도, 열전달계수, 보온율은 Q_{max} 에 영향을 미치며 그 중 열전달계수가 Q_{max} 와 가

판정치	판정 기준
+2	좌보다 우가 확실히 차갑다, 확실히 축축하다
+1	좌보다 우가 약간 차갑다, 약간 축축하다
0	좌우 차이가 없다
-1	좌보다 우가 약간 따뜻하다, 약간 건조하다
-2	좌보다 우가 확실히 따뜻하다, 확실히 건조하다

<Table 2> Heat Transfer Characteristics of Nonwovens.

Sample	k (10 ⁻² kcal/m·h·°C)	h (kcal/m ² ·h·°C)	Warmability (%)	Qmax (kW/m ²)
NF 450	4.62	6.59	52.42	0.016
NF 650	4.76	4.76	61.28	0.015
NF 950	4.98	3.12	60.88	0.010
UN 4231	4.55	7.58	56.24	0.014
UN 4251	4.93	6.16	63.26	0.013
UN 6251	4.17	4.17	63.04	0.014
KW 90	4.57	5.08	58.86	0.015

장 상관관계가 높음을 알 수 있다.

2. 섬유의 수분전달 및 압축 특성이 Qmax에 미치는 영향

<Table 3>은 시료의 함수율 변화에 따른 Qmax를 측정된 결과이다. <Table 3>에서 보는 바와 같이 모든 시료에서 함수율이 높아질수록 Qmax가 증가하였다. Qmax의 증가율을 시료별로 비교해 보면, NF가 227~280%가 증가하였고, UN이 221~329% 증가하였으며, 모 부직포인 KW90의 경우는 540%로 가장 많이 증가하였다. 이처럼 NF나 UN에 비해 KW의 증가율이 높은 이유는 부직포를 구성하고 있는 섬유의 친수성의 차이 때문으로 생각할 수 있다. 즉, 폴리에스테르 섬유로 이루어진 NF와 UN시료의 경우는 섬유자체가 수분을 거의 함유하지 못하므로, 부직포의 구조내에서 수분을 함유하게 되어 부직포의 표면에 존재하는 수분의 양이 적다. 그러나, 친수성인 모 섬유로 구성된 KW시료는 섬유자체가 함유하는 수분에

의하여 함수율이 높아질수록 부직포의 표면에 존재하는 수분의 양이 많아지므로 시료 표면의 열전도가 증가하게 된다. 직물의 Qmax는 직물 표면층의 열적 특성에 의존하므로(김은애 등, 1995) KW시료의 Qmax의 증가율이 더욱 높았다고 생각된다. 따라서, 섬유의 수분전달 특성은 Qmax에 많은 영향을 미침을 알 수 있다.

또한, 압축특성의 영향을 관찰하기 위하여 세탁횟수에 따른 Qmax의 변화를 측정된 결과는 <Table 4>와 같다. 세탁횟수가 증가할수록 모든 시료는 Qmax가 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 이처럼 Qmax가 감소한 이유로는 첫째, 시료의 표면특성의 변화를 들 수 있는데, 세탁에 의하여 표면섬유가 뭉쳐 부직포의 표면에 요철을 형성하기 때문이고(조현정, 1997), 둘째는 세탁시의 마찰에 의하여 섬유가 서로 엉켜 부직포의 두께가 증가하므로 Qmax는 감소하는 것으로 생각된다(媒尾順子 등, 1986; 최석철 등, 1991, 1991; 조현정, 1997)). 세탁횟수에 따른 Qmax의 감소율을 시료별로 비교해 보면, 폴리에스테르인 UN이 14~21%, NF는 20~27%가

<Table 3> Qmax of Nonwovens at Various Moisture Contents(kW/m²).

Moisture Content Sample (%)	0	30	50	75	100
NF 450	0.016	0.021	0.032	0.037	0.041
NF 650	0.015	0.020	0.029	0.030	0.034
NF 950	0.010	0.019	0.024	0.025	0.028
UN 4231	0.014	0.026	0.030	0.041	0.046
UN 4251	0.013	0.024	0.029	0.034	0.035
UN 6251	0.014	0.022	0.028	0.030	0.031
KW 90	0.015	0.036	0.041	0.060	0.081

<Table 4> Qmax of Nonwovens by Washing Cycles(kW/m²).

Washing times Sample	0	1	3	5	10
NF 450	0.016	0.016	0.016	0.013	0.012
NF 650	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011
NF 950	0.010	0.010	0.009	0.008	0.008
UN 4231	0.014	0.014	0.013	0.012	0.012
UN 4251	0.013	0.013	0.012	0.012	0.011
UN 6251	0.014	0.013	0.012	0.011	0.011
KW 90	0.015	0.012	0.012	0.012	0.013

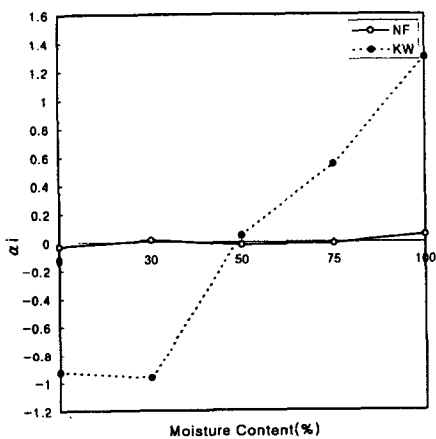


Fig.2. Subjective Evaluation of Warm / Cool Touch by Moisture Content

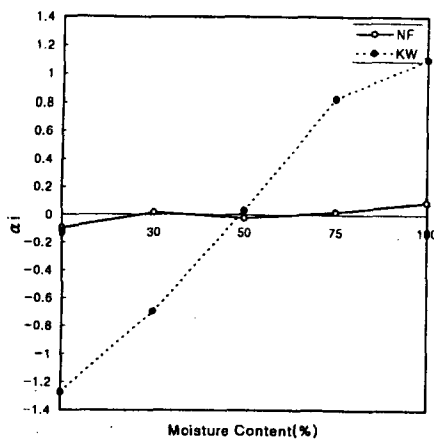


Fig.3. Subjective Evaluation of Wetness by Moisture Content

<Table 5> Warmability(%) of Nonwovens by Washing Cycles.

Washing times Sample	0	1	3	5	10
NF 450	52.42	52.10	52.10	53.37	55.26
NF 650	61.28	60.59	61.97	62.32	63.36
NF 950	60.88	60.88	60.88	62.88	61.88
UN 4231	56.24	56.24	57.17	57.17	56.86
UN 4251	63.26	63.26	63.26	63.60	63.60
UN 6251	63.04	62.70	62.70	63.04	63.38
KW 90	58.86	60.53	60.53	60.53	60.19

각각 감소하였고 모섬유인 KW는13%가 감소하여서 가장 적게 감소한 것을 볼 수 있는데, 그 이유는 압축탄성 회복율이 NF보다 낮아서 다른 시료에 비해 두께의 증가가 적기 때문이라 생각된다. 따라서, 섬유의 압축탄성 회복율도 역시 Qmax에 영향을 미침을 알 수 있다.

또, 세탁횟수의 증가에 따라 부직포의 두께가 증가하므로 보온율에도 변화가 있는지를 알아보았다. 그 결과는 <Table 5>와 같으며, 모든 시료는 세탁횟수의 증가에 따라 보온율의 변화는 크지 않으나 0.5~5% 정도로 약간 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 Qmax가 감소하여 온감이 증가한 것과 일관된 결과라고 볼 수 있다.

3. 주관적 접촉온냉감과 Qmax간의 상관관계

객관적 접촉온냉감인 Qmax와 주관적 접촉온냉감간의 상관관계를 알아보기 위하여 함수율의 변화에 따른 주관적 온냉감과 습윤감에 대하여 관능평가를 실시하였으며, 그 결과는 Fig.2 및 Fig.3과 같다.

폴리에스테르 부직포인 NF는 함수율 100%에서 주관적 냉감이 약간 증가하였고, 습윤감은 함수율 75%이상에서 약간 증가하여서 함수율의 증가에 따른 주관적 온냉감과 습윤감은 차이가 크지 않아서 젖었을때 차갑고 축축한 느낌의 증가가 적음을 알 수 있다. 이에 비해 모 부직포인 KW시료는 함수율이 증가할수록 주관적 냉감과 습윤감이 모두 크게 증가하여 NF시료와 뚜렷한 차이를 나타내었는데, 이는 젖을수록 차갑고 축축하게 느끼는 정도가 증가함을 의미한

다. 이와 같이 주관적 접촉온냉감의 차이가 나타나는 이유로는 섬유의 수분율의 차이를 생각할 수 있는데, 모섬유로 구성된 KW부직포는 섬유자체가 수분을 많이 함유하므로 부직포의 표면에 존재하는 수분의 양이 많아 표면접촉시 축축하고 또한 시료 표면의 수분에 의해 열전도가 증가하므로 차갑게 느껴진다. 폴리에스테르인 NF부직포는 섬유가 수분을 함유하지 못하고 부직포 구조내에 수분이 존재하게 되므로 표면에 존재하는 수분의 양이 적어 접촉시의 축축하고 차가운 느낌이 적은 것으로 생각된다.

이러한 주관적 온냉감 및 습윤감이 Qmax와 관계가 있는지를 알아보기 위하여 함수율 변화에 따른 Qmax의 변화량과 주관적 온냉감 및 습윤감의 수치와의 상관계수를 알아본 결과, 모 부직포인 KW는 Qmax와 주관적 온냉감간의 상관계수는 r=0.94이고 Qmax와 주관적 습윤감간의 상관계수는 r=0.96로서 객관적 접촉온냉감과 주관적 접촉온냉감 및 습윤감간에는 매우 높은 상관관계가 있으므로 Qmax가 주관적 접촉온냉감을 잘 나타낸다고 볼 수 있다. 그러나 폴리에스테르인 NF시료는 Qmax와 주관적 온냉감과의 상관계수는 r=0.57이고 Qmax와 주관적 습윤감의 상관계수는 r=0.80으로서 KW에 비해 상관관계가 낮았다. 따라서 객관적 접촉온냉감의 측정치인 Qmax와 주관적 접촉온냉감간의 상관관계에 있어서 모섬유인 KW가 상관관계가 높았으므로 모 부직포처럼 함수율에 따른 온냉감의 변화량이 많은 경우에는 Qmax가 이를 잘 나타내줄 수 있으나 폴리에스테르와 같이 온냉감의 변화량이 적은 경우에는 잘 나타낼

수 없음을 알 수 있다. 또, 모와 폴리에스테르 부직포 모두에 있어서 Qmax는 주관적 온냉감보다는 습윤감을 더욱 잘 나타내줌을 알 수 있다.

4. 섬유 종류가 접촉온냉감에 미치는 영향

섬유의 종류에 따라 Qmax의 차이가 있는지를 알아보기 위하여 폴리에스테르와 모 부직포의 Qmax를 비교한 결과, 건조시의 Qmax는 NF가 0.13~0.15 kW/m², KW가 0.15 kW/m² 로서 큰 차이가 없었다. 그러나 함수율이 높아질수록 모 부직포인 KW는 NF나 UN에 비해 Qmax의 증가율이 많은 것으로 앞에서 나타난 바 있다.

따라서, 동일한 함수율에서 NF와 KW의 주관적 접촉온냉감과 습윤감에 차이가 있는지를 비교해 보았으며, 그 결과는 Fig.4 및 Fig.5에 제시하였다. 그 결과, 습윤감의 수치는 함수율이 0%일때를 제외한 모든 함수율에서 KW가 높았고, 온냉감의 수치는 모든 함수율에서 KW가 높아서 피험자들은 동일한 함수율에서 폴리에스테르인 NF보다 모섬유인 KW를 더 차갑고 축축하게 느끼는 것으로 나타났다. 따라서 섬유

의 종류가 주관적 접촉온냉감에 영향을 미침을 알 수 있다.

5. Qmax에 영향 미치는 물리적 특성

보온용 부직포의 Qmax에 가장 영향을 미치는 물리적 특성을 알아보기 위하여 두께, 충전도, 공기투과도, 압축탄성회복율과 Qmax간의 상관관계를 알아본 결과, Qmax와 두께간의 상관계수는 r=0.78, Qmax와 충전도간의 상관계수는 r=0.04이며 Qmax와 공기투과도간의 상관계수는 r=0.38이었고 Qmax와 압축탄성회복율간의 상관계수는 r=0.30으로 나타났으므로 보온용 부직포의 Qmax에 가장 영향을 미치는 물리적 특성은 두께임을 알 수 있다.

IV. 결론

본 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 섬유의 열전달 특성은 Qmax에 영향을 미치며, 그 중 열전달계수가 Qmax와 상관관계가 가장 높은 것으로 나타났다.

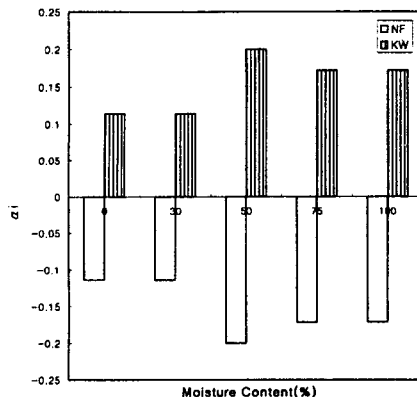


Fig.4. Comparison of Warm/Cool Touch by Moisture Content

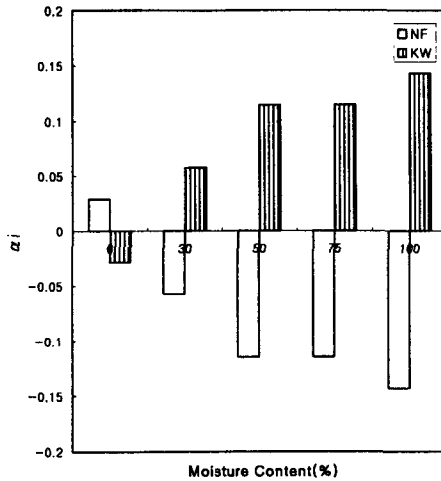


Fig. 5. Comparison of Wetness by Moisture Content

2. 섬유의 수분전달 및 압축특성이 Q_{max} 에 미치는 영향을 알아본 결과, 함수율의 증가에 따라 모든 시료는 Q_{max} 가 증가하였으며, 모 부직포인 KW의 Q_{max} 증가율이 폴리에스테르 부직포에 비해 높았다. 또, 세탁횟수의 증가에 따라 시료의 두께 증가로 인해 Q_{max} 는 약간 감소하였고 보온율은 약간 증가하였다.
3. 관능평가에 의하여 주관적 접촉온냉감을 측정된 결과, 함수율의 증가에 따라 모 부직포는 냉감과 습윤감이 증가하였고 폴리에스테르 부직포는 큰 차이가 없었다.
4. 섬유의 종류에 따른 접촉온냉감의 차이는, 동일한 함수율에서 모 부직포는 폴리에스테르 부직포보다 냉감과 습윤감이 더 높은 것으로 나타났다.
5. 보온용 부직포의 물리적 특성중 Q_{max} 에 가장 영향 미치는 요인은 두께인 것으로 나타났다.

이상에서, 섬유의 열전달특성보다는 수분전달 특성이 보온용 부직포의 접촉온냉감에 더욱 영향을 미치며, 수분율이 높은 모섬유의 경우는 폴리에스테르보다 주관적 접촉온냉감의 차이가 뚜렷하게

나타나고 이는 객관적 접촉온냉감인 Q_{max} 에 의해 잘 설명될 수 있음을 알 수 있다.

참 고 문 헌

권오경, 성수광(1992). 편성포의 온냉감 및 열이동 특성에 관한 연구(I): 상대습도 및 투과특성이 온냉감에 미치는 영향. 한국섬유공학회지, 29(7), 13-22.

권오경, 성수광(1991). 견직물의 보온성과 온냉감에 관한 연구. 한국섬유공학회지, 27(3), 61-68.

권오경, 성수광(1992). 편성포의 온냉감 및 열이동 특성에 관한 연구(II): 공기층 및 상대습도가 열이동 특성에 미치는 영향. 한국섬유공학회지, 29(7), 23-32.

김은애, 나미희, 안미영(1995). 기모가공된 직물의 수분함량이 접촉온냉감에 미치는 영향. 연세대학교 생활과학논집, 9, 1-10.

김희숙, 김은애(1994). 부직포내 공기함량이 열전달에 미치는 영향. 한국의류학회지, 18(2), 244-251.

- 김희숙, 김은애(1996). 섬유의 종류와 압축특성 및 수분전달특성이 보온용 부직포의 열전달에 미치는 영향. *한국의류학회지*, 20(4), 647-654.
- 김희숙(1998). 보온용 부직포의 구조적 특성이 열전달에 미치는 영향: 단층구조와 이중구조 부직포의 비교. *한국생활과학회지*, 7(2), 113-119.
- 장지혜(1990). 면직물의 구성특성과 온냉감과의 상관성에 관한 연구(1). *한국의류학회지*, 14(2), 152-163.
- 조현정(1997). 반복세탁과 섬유유연제 처리에 따른 기모직물의 표면특성 및 감성특성. 연세대학교 대학원 석사학위 논문.
- 최석철, 정진순, 천태일(1991). 양모복지의 초기열유속최대치(Qmax)에 관한 연구(I): 열전도도, 열통과성, 표면기공도와의 상관성을 중심으로. *한국의류학회지*, 15(4), 367-372.
- 최석철, 정진순, 천태일(1991). 양모복지의 초기열유속최대치(Qmax)에 관한 연구(II): 직물표면형태인자와의 상관성을 중심으로. *한국의류학회지*, 15(4), 373-380.
- Hock, C. W., Sookne, L. & Harris, M. (1944). Thermal Properties of Moist Fabrics. *J. Res. Natl. Bur. Standards*, 32, 229.
- Markee, N. L., Hatch, K. L. & Maibach, H. L. (1990). In Vivo Cutaneous and Perceived Comfort Response to Fabric. Part II: Mechanical and Surface Related Comfort Property Determinations for Three Experimental Knit Fabrics. *Tex Res. J.*, 60(8), 490-494.
- KSK 0570. 직물의 공기투과도 시험방법.
- KSK 0815. 직물의 압축탄성을 시험방법.
- 川端秀雄, 赤木陽子(1977). 衣服用布の冷温感と熱吸收特性との關係について. *纖維機械學會誌*, 30(1), 83-92.
- 媒尾順子, 永田守宏, 丹羽雅子(1985). 被服材料の熱傳導特性に關する基礎的研究(第1報). *日本家政學會誌*, 36(4), 241-250.
- 媒尾順子, 永田守宏, 丹羽雅子(1985). 被服材料の熱傳導特性に關する基礎的研究(第2報). *日本家政學會誌*, 36(4), 251-260.
- 媒尾順子, 永田守宏, 丹羽雅子(1986). 被服材料の熱傳導特性に關する基礎的研究(第3報). 布の接觸冷温感測度としての初期熱流動最大値(Qmax)について, *日本家政學會誌*, 37(12), 41-53.

* 본 연구는 1998년도 해전대학 학술연구비 지원에 의하여 이루어졌음.