

내열성 방염직물의 역학 특성과 수분전달 특성

정유민, 안승국
부산대학교 섬유공학과

1. 서 론

의복의 여러 가지 기능 중 하나는 인간을 열이나 추운 환경으로부터 보호하는 것이다. 이러한 의복 중 방염직물(flame-resistant fabrics)은 산업적으로 열과 접촉하거나 위험한 환경에서 작업하는 작업자들을 열로부터 보호하는 중요한 역할을 하고 있다. 내열성 방염직물로 만들어진 작업복이 요구되어 지는 작업환경은 제철소에서와 같이 연속적으로 위험성이 있는 곳과 비행기 사고나 건물화재와 같은 잠재 위험성이 있는 곳 등이다[1].

방염직물에 관한 연구는 지금까지 소방복의 열과 빛에 대한 내구성에 관한 연구[2], 폴리에스테르 직물의 plasma처리가 직물의 방염성에 어떤 영향을 미치는 지에 관한 연구[3], 통풍구를 새롭게 한 소방복의 모형에 관한 연구[4]와 방염처리된 직물의 객관적인 태평가에 관한 연구[5] 등이 이루어져 왔다.

본 연구에서는 5가지 국내의 산업용 의복으로 사용되어 지는 방염직물을 시료로 하여, 역학 특성과 수분전달 특성 및 물리적 특성을 측정하고 분석하여, 서로간의 상관관계에 대하여 고찰하였다.

2. 실 험

실험에 사용된 시료는 산업용 의복으로 사용되는 방염직물로 아래 Table 1과 같다.

Table 1. The characteristics of sample fabrics

Sample no.	Materials	Fabric construction (warp x weft)	Weave type
1	Nomex	47 x 44	plain
2	Flame resistant polyester	135 x 68	2/1 twill
3	Flame resistant cotton	79 x 48	3/1 twill
4	Cotton(40)/Basofil(60)	79 x 48	3/1 twill
5	Aromatic polyamide/ aluminum coating	41 x 35	2/1 broken twill

2.1. 물리적 특성

실험에 사용되어진 내열성 방염직물의 무게는 ASTM D 3776-85의 규정에 의해서 측정

하였고, 두께는 KES-FB-3의 compression tester로 측정하였으며, 공기투과성은 Porous materials, inc.의 automated perm porometer를 사용하여 1기압(14.7psi)의 공기를 10분간 시료에 투과시켰을 때 직물에 투과된 공기투과정도를 psi단위로 측정하였다.

2.2. 수분전달 특성

수분전달 특성은 두가지 방법으로 측정하였다. 첫 번째는 vertical wicking test (BS3424)로 시료의 폭을 25mm, 길이를 170mm로 하여 21℃의 증류수에 직물을 수직으로 침지시켜 10분 후에 시료로 이동한 수분의 길이로써 직물 축과 평행한 wickability를 측정하였고, 두 번째는 single spot drop test로 고정된 높이에서 시료에 물방울을 떨어뜨린 후 이것이 시료 표면에 닿아서 완전히 스며들 때까지의 시간으로 직물의 젖음성(wettability)을 측정하였다 [7].

2.3. 역학 특성

Kawabata evaluation system (KES-FB)을 사용하여 측정하였으며, 이것에 의해 측정된 각각의 역학적 수치를 이용하여 Kato tech co., ltd.의 calculation program에 의해 total hand value (THV)를 구하였다[8].

3. 결과 및 고찰

KES-FB에 의해 역학 특성을 측정하여 Kato tech co., ltd의 calculation program에 의해 구해진 THV는 일반적으로 0에서 5까지의 수치로 나타나며 그 가치는 (out of use) $0 < 1 < 2 < 3 < 4 < 5$ (excellent)의 순으로, 그 수치가 높을수록 외관과 편안함이 우수함을 나타내는데, 실험결과는 Table 2에 나타내었다. 실험되어진 산업용 의복으로 사용되어 지는 방염직물의 경우 THV에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 fukurami였으며 이것의 상관관계를 Figure 1에 나타내었다. Table 3에서 보는 바와 같이 stepwise-block-regression법에 의해 fukurami에 영향을 미치는 인자는 compression, surface, tensile property의 순서대로였으며, 실험되어진 방염직물의 경우 이 property들의 개선으로 의복의 comfort 중 tactile comfort를 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

Table 2. Total hand value of sample fabrics

Sample no.	Koshi	Numeri	Fukurami	THV
1	7.76	0	1.35	2.05
2	7.26	4.29	1.43	1.98
3	7.76	3.95	4.44	2.83
4	4.75	2.17	3.34	2.11
5	9.60	0.85	0.01	0.53

공기를 잘 투과시키는 순서는 Table 4에 나타내었듯이 sample $3 > 4 > 2 > 1 > 5$ 순인데, 이것은 직물이 가지고 있는 조직의 특성상 일반적으로 능적인 경우가 평적인 경우보다 공기를 더 잘 투과시키기 때문에 비록 다른 fiber type으로 제직되기는 하였으나 Table

4와 같은 결과를 나타낸다고 생각할 수 있다[6]. 공기투과성과 THV는 Figure 2에서 보듯이 높은 상관관계가 있음을 알 수 있다. 일반적으로 직물의 조직이 능직인 경우가 평직인 경우보다 공기를 더 잘 투과시키고, 표면요철이 적으므로 마찰 또한 작다. 그러므로 surface property가 더 우수하여 THV와 높은 상관성을 나타낸다고 사료된다[9].

본 실험에 사용되어진 시료의 경우, 수분전달 특성 중 하나인 vertical wicking height는 여러 가지 물리적 성질 및 경·위사 밀도에 따라서는 측정치에 큰 차이가 없었으나, 이에 비해 drop spread time은 경·위사 밀도 및 직물의 두께 그리고 무게에 따라 측정값이 많이 달라짐을 알 수 있었는데, 이것은 single drop spot test가 직물 표면의 wettability를 나타내는 것이므로 직물 밀도와 두께에 큰 영향을 받기 때문으로 생각된다.

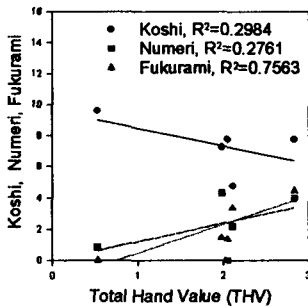


Figure 1. THV vs Koshi, Numeri, and Fukurami.

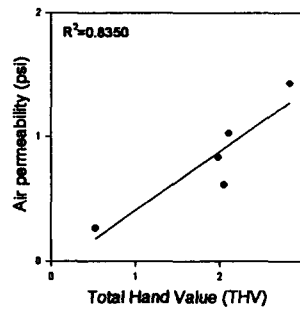


Figure 2. THV vs air permeability.

Table 3. The order of the block obtained by the stepwise-block-regression

Property		The order of block		
Japanese	English	1 st	2 nd	3 rd
Numeri	Smoothness	Surface	Compression	Shear
Koshi	Stiffness	Bending	Shear	Weight & Thickness
Fukurami	Fullness & Softness	Compression	Surface	Tensile

Table 4. Physical and water transport properties of sample fabrics

Sample no.	Weight (g/m^2)	Thickness (mm)	Air permeability (psi)	Vertical wicking height (cm)	Drop spread time (secs)
1	255.8	0.86	0.612	0.30	> 600
2	120.9	0.28	0.835	0.33	17
3	363.3	0.75	1.428	0.35	265
4	253.4	0.87	1.027	0.25	> 600
5	401.7	0.87	0.265	0	> 600

4. 결 론

(1) 공기투과성은 직물의 조직에 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 의복 외부 온도와 의복 내의 온도차가 심하게 되면 heat stress를 받을 위험이 많으므로 실험된 시료와 같이 산업용 의복으로 사용되어지는 방염직물의 경우 공기를 잘 투과시키는 직물조직이 적합하다. 그러므로 평직에 비해 공기를 더 잘 투과시키는 능직으로 직물이 짜여질 경우 최종 용도인 작업복으로서 더 큰 효율성이 있을 것으로 생각된다.

(2) 직물 표면의 젖음성을 나타내는 수분전달 특성의 경우 직물의 밀도와 두께가 커질수록 직물표면이 더 잘 젖지 않음을 알 수 있었다. 실험된 시료와 같이 산업용 의복으로 사용되어지는 방염직물의 경우에는 직물이 수분을 함유하여 작업자에게 화상의 위험을 부여할 수 있다. 그러므로 직물의 밀도를 높게, 두께를 두껍게 하는 것이 작업복으로서의 효율성을 극대화시킬 수 있을 것으로 생각된다.

(3) 실험에 사용된 산업용 의복으로 사용되어 지는 방염직물의 경우 THV에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 fukurami였다. 이 fukurami는 stepwise-block-regression법에 의해 순서대로 compression, surface, tensile property의 영향을 받으므로 직물의 tactile comfort를 개선시키기 위해서는 이 인자들의 개선이 요구되어진다. 일반적으로 직물 조직을 능직으로 하였을 경우가 평직의 경우보다 표면요철이 작으므로 마찰 또한 작고 surface property가 우수하여 THV를 더 향상시킬 수 있다고 사료된다.

5. 참 고 문 헌

1. Y. M. Lee, *J. Korean Fiber Soc.*, 27, 1(1990).
2. M. Day, J. D. Cooney, and T. Suprunchuk, *Text. Res. J.*, 58, 141(1988).
3. G. Akovali and F. Takrouri, *J. App. Poly. Sci.*, 42, 271(1991).
4. U. Reischl, *Text. Res. J.*, 52, 141(1998).
5. J. O. Kim and L. Slater, *J. Test. and Eval.*, 24, 223(1996).
6. W. M. Lu, K. L. Tung, and K. J. Hwang, *Text. Res. J.*, 56, 311(1996).
7. P. R. Harnett and P. N. Mehta, *Text. Res. J.*, 54, 471(1984).
8. S. Kawabata, "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation", 2nd Ed., pp.74-84, The Hand Evaluation and Standardization Committee, The Textile Machinery Society of Japan, Osaka, 1980.
9. 장병호 외, "직물구조학", pp.29, 형설출판사, 서울, 1994.