

투습방수 소재의 역학적 성능에 관한 연구

권명숙* · 권진**

경희대학교 의상학과 겸임교수* · 세종대학교 의상학과 겸임교수**

A Study on the Dynamic Performance of Waterproof and Breathable Materials

Myoungsook Kwon* · Jin Kwon**

Concurrent Professor, Dept. of Clothing & Textiles, Kyunghee University*

Concurrent Professor, Dept. of Clothing & Textiles, Sejong University**

(2008. 1. 8 투고)

ABSTRACT

The purpose of this study was to create a database of information on the mechanical properties of two different waterproof and breathable shell fabric groups (high density woven and PTFE laminate) used for outdoor apparel and to compare and correlate data of their mechanical properties and hand values. The results of this study were as follows;

There were no statistically significant differences between two fabric groups in extension, bending and shearing properties. There were statistically significant differences between two fabric groups in MMD, SMD, LC and WC values. High density woven fabrics had smoother surface than PTFE laminated fabrics. PTFE laminated fabrics can be compressed easily more than high density woven fabrics but their recovery after compression was not better than high density woven fabrics. There were statistically significant differences between two fabric groups in NUMERI, FUKURAMI. There was statistically significant difference between two fabric groups in total hand value. Total hand value and mean deviation of MIU had a very high and statistically significant negative correlation coefficient.

Key words: mechanical property(역학적 특성), total hand value(종합태값), waterproof and breathable shell fabric(투습방수포), ptfe(polytetrafluorethylene) laminated fabric(ptfe 라미네이트 직물), high density woven fabric(고밀도직물)

I. 서론

투습방수소재는 인체에서 발산되는 땀은 방출하여 불쾌감을 없애주고 외부의 빗방울은 막아주는 투습성과 방수성을 모두 갖춘 소재이다. 투습방수소재의 이러한 성능은 기체상태의 수증기 분자와 액체 상태와 물 분자의 크기가 서로 다른 것을 이용한 것으로 두 상태에서의 분자직경의 중간 사이즈를 가지도록 직물이나 멤브레인에 미세다공막을 만들거나 친수성 고분자를 이용한 멤브레인을 제조하여 밖에서는 빗물의 침투를 막고 신체에서 발생하는 땀 등의 수증기는 외부로 발산시키게 하는 원리이다.

이러한 투습방수소재를 만드는 방법은 현재 극세사를 사용하여 고밀도 직물로 직조하거나, 소수성의 미세다공막을 코팅이나 라미네이트 처리하거나, 친수성의 무다공막을 코팅이나 라미네이트 처리하는 것 등으로 기본적으로 분류될 수 있다.¹⁾

일반적으로 고밀도 직물은 비코팅형으로 초극세사를 이용하여 고밀도 직물화하고, 주로 표면에 발수가공 처리하여 소재를 만든다. 고밀도 직물은 다른 방법에 비해 방수성은 좋지 못하나 투습성은 가장 우수하다.²⁾ 친수성의 무다공막을 이용한 직물은 소수성인 일반 폴리우레탄과 달리 친수성을 갖는 특수 폴리우레탄의 친수성관능기가 물을 인접한 관능기로 확산하는 원리로 인하여 미세다공이 아니나 투습방수의 성능을 가지는 직물이다.²⁾³⁾ 이러한 친수성의 무다공막은 원료가 싸고 공정이 간단하고 공정속도도 빠른 장점을 가지는 반면에 세탁할 때마다 방수성이 감소한다는 단점이 있다. 미세다공막은 이축연신시킨 PTFE 멤브레인이나 DMF(dimethylformamide)에 폴리우레탄을 용해시켜서 섬유제품에 코팅한 다음 물속에 침지하면 친수성인 DMF가 가스형태로 녹아 나오면서 형성된 미세다공성막을 주로 직물, 편성물, 부직포 등에 라미네이트하여 접합시켜 직물과 같은 외관과 태를 가진 직물이다.³⁾ 이 중에서 연신으로 인하여 생긴 독특한 찢어진 듯한 미세한 수많은 구멍들이 특징인 PTFE 필름은 듀폰사에서 개발되어 테프론(Teflon)라는 상표명으로 통용되며 이를 라미네이트한 소재 중에서 Gore-tex[®]는 가장 널

리 사용되는 투습방수 소재의 상표명이다.¹²⁾¹³⁾

현재 국내 기능성 섬유소재 시장은 스판덱스, 투습방수, 흡한속건, 원적외선 방사, 향균방취 등의 기능성소재들이 보편화된 상황으로 이 중 투습방수의 기능을 갖춘 소재는 이미 범용화되어 스포츠웨어와 아웃도어 소재는 물론 여성복과 캐주얼 시장에서도 큰 인기를 모으고 있다. 투습방수 소재는 앞으로도 더욱 성장 가능성이 큰 시장이라 할 수 있으나 소비자들의 빠르게 변화하는 욕구에 맞추기 위해서는 더욱 다양한 기능과 제품들을 개발해야 하며, 감성적인 측면까지도 충족된 투습방수소재 개발이 요구된다.

그러나 투습방수소재에 관하여 국내외에서 직물의 제조⁴⁾⁵⁾나 가공에 따른 물성과 역학적 특성 변화⁶⁾⁷⁾ 성능 측정방법 비교에 관한 연구⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾ 등 주로 기능성과 성능 측정 방법에 대한 연구가 행하여 왔다. 생산단계에서 착용 시 최종 직물로서의 심미적인 특성과 관련된 역학적 성능과 태에 관한 연구는 아직 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 시판되는 투습방수 소재 중 가장 널리 사용되는 고밀도 직물과 미세다공의 PTFE 필름을 라미네이트 한 투습방수소재를 선정하여 두 직물 그룹의 역학적 성능과 태에 대한 데이터 베이스를 구축하고 이 직물 그룹 사이의 역학적 특성치를 비교 분석하고, 역학적 특성치와 이로부터 산출한 감각평가치와 태를 분석하여 투습방수소재의 제품 개발에 기초자료로 삼고자 하였다.

II. 본론

1. 실험

1) 시험포

시판 투습방수소재 중에서 가장 많이 이용되는 고밀도 직물 8종, PTFE 라미네이트 직물 9종, 총 17종을 선정하였으며 각 시험포의 특성은 다음의 <표 1>에서와 같다.

〈표 1〉 시험포의 특성

시험포 종류	No.	Shell fabric			Base fabric 조직	두께 (mm)	무게 (g/m ²)
		섬유 조성	조직	밀도			
고밀도 직물	A-1	Polyester 100%	Twill	123x99	Tricot	0.45	76.9
	A-2	Polyester 100%	Plain	128x104	Tricot	0.49	107.4
	A-3	Nylon 100%	Plain	130x104	Tricot	0.47	105.3
	A-7	Polyester 100%	Plain	180x138	Tricot	0.52	137.0
	A-11	Nylon 100%	Plain	113x77	Tricot	0.66	149.5
	A-12	Polyester 100%	Plain	187x133	Tricot	0.69	134.3
	A-14	Nylon 100%	Twill	160x73	Tricot	0.55	121.7
	A-15	Polyester 100%	Plain	167x110	Tricot	0.72	127.5
PTFE 라미네이트 직물	B-4	Nylon 100%	Plain	164x102	PTFE laminated	0.31	74.8
	B-5	Nylon 100%	Twill	160x73	PTFE laminated	0.42	94.5
	B-6	Polyester 100%	Plain	160x130	PTFE laminated	0.31	78.8
	B-8	Polyester 100%	Plain	190x90	PTFE laminated	0.33	78.5
	B-9	Polyester 100%	Plain	188x116	PTFE laminated	0.39	116.7
	B-10	Polyester 100%	Twill	180x138	PTFE laminated	0.34	95.3
	B-13	Polyester 100%	Plain	118x109	PTFE laminated	0.39	102.1
	B-18	Nylon 100%	Twill	124x106	PTFE laminated	0.38	130.4
B-20	Nylon 100%	Plain	152x58	PTFE laminated	0.54	141.9	

〈표 2〉 태의 측정치와 측정조건

성능	기호	특성	단위
인장특성	EM	Extension at maximum load	%
	LT	Linearity of load-extension curve	-
	WT	Tensile energy	gf·cm/cm ²
	RT	Tensile resilience	%
굽힘특성	B	Bending rigidity	gf·cm ² /cm
	2HB	Hysteresis of bending moment	gf·cm/cm
전단특성	G	Shear stiffness	gf/cm·deg
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5deg. of angle	gf/cm
압축특성	LC	Linearity of compression thickness curve	-
	WC	Compressional energy	gf·cm/cm ²
	RC	Compression resilience	%
표면특성	MIU	Coefficient of friction	-
	MMD	Mean deviation of MIU	-
	SMD	Geometrical roughness	μm

2. 실험방법

1) 역학적 특성 평가

시험포는 실험실에서 24시간 이상 표준 상태에서 방치한 후 역학적 특성치 6가지를 KES-FB System (Kawabata Evaluation System, Kato Tech. Co. Ltd., Japan)에 의하여 〈표 2〉와 같이 측정하였다. 감각적평가치는(Primary Hand Value, PHV)은 KN

201 MDY 교환식에 의해 KOSHI, NUMERI, FU-KURAMI를 산출하였으며 이를 이용하여 KN 301 WINTER의 변환식에 의해 종합태값(Total Hand Value, T.H.V.)을 산출하였다.

2) 통계처리

SPSS WIN 10.0을 사용하여 두 직물 그룹간의 역학적 특성치와 감각적평가치 및 종합태값의 차이를

알아보기 위하여 t-test를 실시하였으며 역학적 특성치들과 감각적평가치 및 종합태값 사이의 관계를 알아보기 위하여 Pearson의 적률상관관계를 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 토론

1. 역학적 특성

1) 인장특성

각 소재들의 역학적 특성치와 두 소재 그룹의 역학적 특성치 간의 평균을 비교한 t-test 결과는 <표 3>에 나타내었다.

인장특성은 외력에 의한 신장성 및 회복성을 나타내는 특성치로 착용 시 압박감과 관련된 특성이다. 이중 소재의 신장률(EM)은 <표 3>에 따르면 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 크게 나타났으며 이는 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 같은 힘을 주었을 때 더 많이 신장됨을 의미한다. 그러나 t-test 결과, 두 소재 그룹사이의 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 인장특성의 선형도(LT)는 늘어나기 위해 필요한 힘을 의미하여 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물보다 약간 크게 나타났으나 신장률(EM)에서와 마찬가지로 유의한 차이는 보이지 않았다. 인장회복도(RT)는 인장 후의 회복성으로 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물 보다 크게 나타났다. 즉 늘어난 후에 다시 회복되는 성질이 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 좋음을 의미한다. 그러나 인장회복도(RT)값 역시 인장선형도(LT)와 신장률(EM)과 마찬가지로 t-test결과 두 소재 그룹사이의 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

2) 굽힘특성

굽힘특성은 구부렸을 때 나타나는 특성치로서 인체와의 융합치를 나타낸다. 굽힘강성(B)은 구부림에 대한 저항성으로 그 수치가 낮을수록 같은 힘에 더 잘 굽혀짐을 의미하며 굽힘이력(2HB)는 굽힘 시 변형 및 회복에 관한 성질로서 적을수록 잘 회복됨을 의미한다. <표 3>에 따르면 굽힘강성(B)과 굽힘이력(2HB) 모두 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물

보다 낮은 것으로 나타났다. 즉 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물보다 같은 힘으로 더 쉽게 굽혀져서 유연하고, 굽힘 후 회복되지 않는 변화량이 작고 굽힘에 대한 탄성 또한 좋아서 인체에 대한 융합도 잘되는 것을 의미한다. 그러나 t-test 결과 굽힘이력과 굽힘강성 모두 두 소재 그룹 사이의 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

3) 전단특성

전단특성은 전단방향으로의 신장성을 의미하며 굽힘특성과 함께 의복착용시의 외관, 형태, 착용감과 관련된 특성이다. 전단강성(G)은 전단변형에 대한 저항성이며 전단이력(2HG)는 전단변형 시 변형 및 회복에 관한 성질이다. <표 3>에 따르면 전단강성과 전단이력 모두 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물보다 적은 것으로 나타났으며 이는 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물보다 전단변형에 대한 저항성이 낮고 전단방향으로의 신축성은 더 좋으며 전단변형 시 회복되지 않는 변화량이 적음을 의미한다. 그러나 t-test 결과 전단특성치들 또한 두 소재 그룹사이의 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

4) 표면특성

표면의 마찰특성과 거칠기를 나타내는 특성이다. <표 3>에 따르면 마찰계수(MIU)에서는 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물에 비해 다소 높은 값을 보이고 있으나 t-test 결과 통계적으로 의미 있는 차이는 아니었다. 기하학적 요철에서 기인하는 마찰계수의 표준편차인 MMD와 표면의 요철변동인 표면 거칠기를 나타내는 SMD 모두 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물보다 크게 나타났다. MMD와 SMD 모두 유의수준 0.05 수준에서 의미 있는 차이를 보이므로 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물에 비해 표면이 거칠며 그 거친 정도가 고밀도 직물 보다 더 불규칙함을 알 수 있다.

5) 압축특성

압축특성은 직물의 두께, 부피감과 관계있는 특성치로 압축시의 압축력과 회복력을 나타내는 특성이

〈표 3〉 소재의 역학적 특성치와 t-test 결과

Sample	EM	LT	RT	B	2HB	G	2HG	MIU	MMD	SMD	LC	WC	RC	T	W	
고밀도 직물	A-1	4.43	0.85	58.28	0.19	0.12	5.48	15.21	0.11	0.01	2.61	0.51	0.07	49.23	0.45	7.69
	A-2	6.20	0.81	61.85	0.18	0.11	5.44	11.84	0.13	0.01	2.23	0.44	0.06	49.12	0.49	10.74
	A-3	4.68	0.84	58.42	0.22	0.13	5.95	14.95	0.13	0.01	2.58	0.44	0.05	53.70	0.47	10.53
	A-7	3.67	0.70	61.04	0.32	0.21	7.11	14.40	0.14	0.01	2.17	0.40	0.05	52.83	0.52	13.70
	A-11	2.68	0.80	63.06	0.33	0.22	5.72	11.41	0.15	0.01	4.77	0.51	0.15	48.98	0.66	14.95
	A-12	3.9	0.70	64.76	0.29	0.14	4.18	7.56	0.13	0.02	2.26	0.50	0.11	53.77	0.69	13.43
	A-14	8.99	0.71	46.52	0.08	0.07	4.18	10.57	0.18	0.01	1.66	0.51	0.07	45.07	0.55	12.17
	A-15	5.55	0.79	57.56	0.15	0.09	4.39	11.35	0.14	0.02	3.21	0.56	0.12	50.41	0.72	12.75
	Mean	5.01	0.78	58.94	0.22	0.14	5.31	12.16	0.14	0.01	2.69	0.48	0.09	50.39	0.57	12.10
	S.D.	1.94	0.06	5.61	0.09	0.05	1.01	2.59	0.02	0	0.95	0.05	0.04	2.97	0.10	2.29
PTFE 라미네 이트 직물	B-4	4.03	0.87	53.60	0.12	0.07	4.49	9.64	0.14	0.05	3.33	0.35	0.04	57.89	0.31	7.48
	B-5	15.55	0.68	39.72	0.05	0.05	2.98	7.18	0.20	0.01	1.03	0.47	0.05	41.67	0.42	9.45
	B-6	6.16	0.73	50.03	0.06	0.04	3.51	11.99	0.17	0.03	1.49	0.30	0.03	38.46	0.31	7.88
	B-8	5.67	0.77	52.21	0.06	0.05	3.30	11.66	0.16	0.02	1.24	0.37	0.03	51.72	0.33	7.85
	B-9	4.83	0.75	59.98	0.16	0.09	4.58	10.68	0.18	0.03	7.84	0.49	0.05	44.44	0.39	11.67
	B-10	3.15	0.74	53.96	0.12	0.10	4.92	10.18	0.14	0.01	1.57	0.32	0.03	57.58	0.34	9.53
	B-13	1.89	0.78	58.75	0.32	0.17	7.31	9.36	0.13	0.01	1.05	0.25	0.03	58.82	0.38	13.04
	B-18	3.43	0.74	57.61	0.44	0.37	6.33	15.45	0.16	0.02	6.90	0.48	0.12	48.33	0.54	14.19
	B-20	3.68	0.73	61.35	0.13	0.08	4.03	5.75	0.15	0.04	3.72	0.38	0.05	47.92	0.39	10.20
	Mean	5.38	0.75	54.13	0.16	0.11	4.61	10.21	0.16	0.02	3.13	0.38	0.05	49.65	0.38	10.14
S.D.	4.03	0.05	6.60	0.13	0.10	1.43	2.81	0.02	0.01	2.60	0.09	0.03	7.42	0.07	2.38	
전체	Mean	5.21	0.76	56.39	0.19	0.12	4.94	11.13	0.15	0.02	2.92	0.43	0.07	50.00	0.47	11.01
	S.D.	3.13	0.06	6.45	0.11	0.08	1.27	2.81	0.02	0.01	1.96	0.09	0.04	5.61	0.13	2.46
t값	-0.24	0.73	1.62	1.07	0.58	1.18	1.49	-1.96	-2.26*	-0.45*	3.10**	2.30**	0.26	4.27**		1.63

* $p \leq .05$, ** $p \leq .01$

다. 〈표 3〉에 따르면 압축선형도 LC값과 압축변형에 필요한 에너지 WC값, 압축에 대한 회복도를 나타내는 RC값 모두 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도직물 이보다 작은 것으로 나타났다. 이 중 LC와 WC값은 유의수준 0.01에서 의미있는 차이를 보이고 있으나 RC값은 두 직물 그룹 사이에 의미 있는 차이는 아니 었다. LC와 WC는 작을수록 압축력이 좋음을 의미하 므로 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물보다 같 은 힘으로 더 잘 압축이 되며 더 적은 힘으로 쉽게 압축되나 압축에 대한 회복도, 즉 압축탄성은 두 그 룹 사이의 차이는 없는 것으로 나타났다.

6) 두께와 중량

시험포의 두께는 0.31~0.72mm 사이였으며, 평균 두께 0.47mm, 표준 편차 0.13mm이었다. 무게는 7.48g ~14.95g/m² 사이였으며, 평균 무게는 11.01g/m², 표

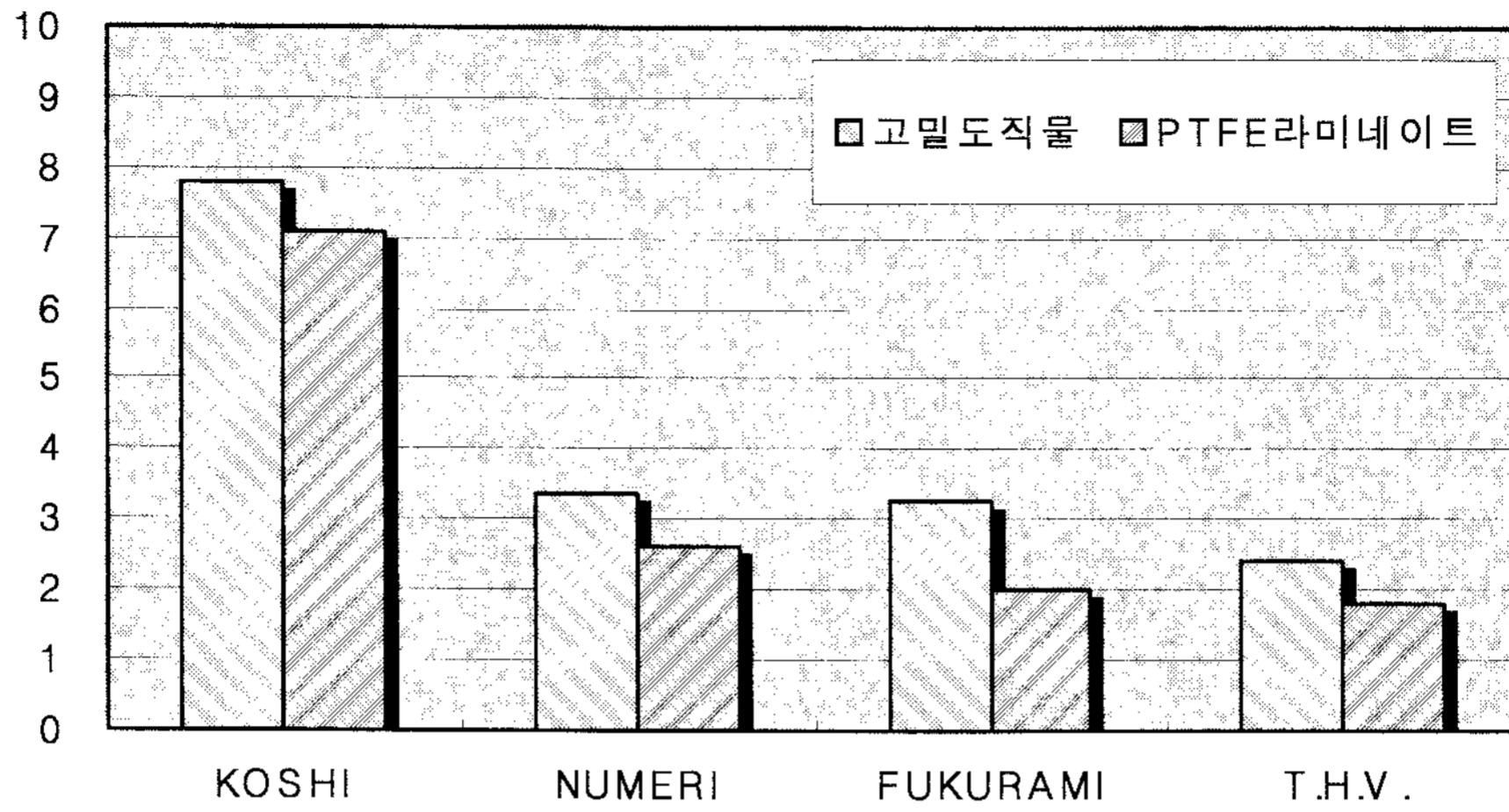
준편차 2.46g/m²로 경량의 얇은 소재이다.

〈표 3〉에 따르면 t-test 결과 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 두꺼운 것으로 나타났으 며 이는 유의수준 0.05에서 의미 있는 차이였다. 무 게의 경우 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보 다 무거운 것으로 나타났으나 이는 통계적으로 의미 있는 차이는 아니었다.

2. 감각평가치 및 종합태값

각 소재의 역학적 특성치를 이용하여 산출된 KOSHI, NUMERI, FUKURAMI의 감각평가치 및 종합태값 과 두 소재 그룹간의 t-test 결과를 〈그림 1〉과 〈표 4〉에 나타내었다.

KOSHI는 Stiffness를 의미하며 굽힘성과 관련된 특성으로 직물의 밀도가 높고 탄력성이 있는 실로 제작한 것과 같은 느낌을 의미한다. NUMERI는



〈그림 1〉 기본태값과 종합태값

〈표 4〉 각 소재의 기본태값 및 종합태값

Sample No.	KOSHI	NUMERI	FUKURAMI	THV	
고밀도 직물	A-1	7.51	3.18	2.96	2.28
	A-2	7.65	3.81	3.27	2.52
	A-3	7.97	3.65	3.09	2.39
	A-7	8.89	4.01	3.41	2.45
	A-11	8.66	3.09	3.55	2.30
	A-12	8.29	2.36	3.00	2.08
	A-14	6.17	4.17	3.64	2.76
	A-15	7.16	2.76	3.26	2.32
	Mean	7.79	3.38	3.27	2.39
	S.D.	0.88	0.64	0.25	0.20
PTFE 라미 네이트 직물	B-4	7.02	0.71	0.80	1.16
	B-5	4.90	4.88	3.72	2.89
	B-6	5.79	2.16	1.15	1.35
	B-8	5.73	2.80	1.72	1.71
	B-9	7.62	1.03	0.94	1.19
	B-10	7.27	3.94	2.71	2.40
	B-18	9.26	4.39	3.09	2.39
	B-20	9.01	2.22	2.95	1.92
	B-13	7.35	1.17	1.18	1.33
	Mean	7.11	2.59	2.03	1.82
S.D.	1.56	1.53	1.12	0.64	
전체	Mean	7.43	2.96	2.61	2.08
	S.D.	1.24	1.23	1.02	0.55
t값	1.15	1.36*	3.13**	2.47**	

* $p \leq .05$, ** $p \leq .01$

Smoothness를 의미하며 부드럽고 유연함이 혼합된 느낌이며 FUKURAMI(Fullness and softness)는 부피감과 부드러움을 나타내는 느낌이다. <그림 1>에 의하면 두 직물 그룹 모두 KOSHI값이 NUMERI와 FUKURAMI 보다 높은 것으로 나타났다. 즉 두 직물 모두 부드럽고 부피감이 있는 감각보다는 밀도가 높고 뻣뻣한 감각을 주는 것을 알 수 있다. <표 4>에 따르면, t-test 결과 고밀도직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 KOSHI, NUMERI, FUKURAMI 모두 높게 나타났다. 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 압축탄성이 풍부하고 포근한 느낌을 주며, 더 매끄럽고 유연한 것으로 보이나 KOSHI값에 있어서 는 두 직물 그룹 사이에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

감각평가치로부터 산출된 겨울철 외의로서의 종합태는 고밀도직물이 PTFE직물보다 높은 값을 보이며 이는 유의수준 0.01에서 통계적으로 의미 있는 차이를 보이고 있다. 즉 고밀도 직물이 부피감과 부드러움이 요구되는 동절기 외의로서 더 적당한 것으로 보인다. 그러나 두 직물 그룹 모두 평가치는 1~3사이로 평균~평균이하로 평가되어 겨울철 정장용 외의로서는 그다지 적합하지 않다. 그러나 투습방수소

재는 겨울철 정장용 외의로서 사용되기 보다는 사계절 아웃도어 외의로서 사용이 되므로 산출된 겨울 외의로서의 종합태값을 적용시키기에는 적당하지 않은 것으로 여겨진다.

3. 역학적 특성치와 태의 상관관계

역학적 특성치와 기본태값의 상관계수는 <표 5>에 나타내었다. 상관계수 $\pm 0.8 \sim \pm 1$ 은 매우 높은 상관관계, $\pm 0.6 \sim \pm 0.8$ 이상은 높은 상관관계가 있음을 의미한다.

직물의 두께는 압축변형 특성치인 LC, WC값과 매우 높은 정적인 상관관계(상관계수 0.76, 0.88)를 보이고 있다. 직물의 무게는 굽힘특성치인 굽힘강성(B), 굽힘이력(2HB) 및 두께와 높은 정적인 상관관계(상관계수 0.76, 0.70)를 보인다. KOSHI와 통계적으로 의미 있는 높은 정적 상관관계를 보인 역학적 특성치는 굽힘강성(B)로 상관계수는 0.92였으며 다음으로 전단강성(G)으로 상관계수 0.88로 모두 매우 높은 정적 상관관계를 보이고 있다. 투습방수포의 Stiffness는 굽힘강성과 전단강성값이 적을 수록 즉 잘 굽혀지고 전단방향으로의 신장이 적을수록 오히

<표 5> 역학적 특성치와 태의 상관계수

성능	두께	무게	KOSHI	NUMERI	FUKURAMI	T.H.V.
EM	0.06	-0.28	-0.78**	-0.38	-0.24	0.38
LT	-0.11	-0.31	-0.20	-0.23	-0.17	-0.18
WT	0.08	-0.34	-0.79**	0.37	0.22	0.37
RT	0.39	0.48	0.82**	-0.32	-0.03	-0.21
B	0.48*	0.76**	0.92**	0.04	0.38	0.14
2HB	0.42	0.70**	0.79**	0.05	0.38	0.16
G	0.19	0.54*	0.88**	0.27	0.38	0.27
2HG	0.11	0.07	0.32	0.14	0.22	0.14
MIU	-0.18	0.02	-0.60	0.01	-0.13	-0.07
MMD	-0.37	-0.36	-0.17	-0.90**	-0.88**	-0.89**
SMD	0.19	0.38	0.40	-0.61**	-0.29	-0.47*
LC	0.76**	0.38	0.01	-0.01	0.43	0.29
WC	0.88**	0.68**	0.39	0.08	0.45	0.20
RC	-0.04	0.12	0.53*	0.06	0.08	0.79
T	-	0.75**	0.38	0.16	0.64**	0.44
W	0.75**	-	0.69**	0.18	0.54*	0.34

* : ≥ 0.05 ** : ≥ 0.01

려 뻣뻣한 느낌은 줄어드는 것을 알 수 있다. KOSHI는 RT와는 정적으로 높은 상관관계를, EM과 WT와는 부적으로 높은 상관관계를 보이고 있다. NUMERI FUKURAMI 모두 MMD와 매우 높은 부적인 상관관계(상관계수 -0.90)을 보이며 즉 표면의 거친 정도가 균일할수록 부드럽고 유연하며, 부피있는 포근한 감각이 줄어들음을 알 수 있다.

종합태값도 표면거칠기의 표준편차인 MMD와 가장 높은 부적인 상관관계(상관계수 -0.89)를 보이고 있다. 이는 투습방수포의 겨울 외의로서의 감각평가치 뿐 만 아니라 종합태값도 표면이 얼마나 거친가가 아닌 표면의 거친 정도의 균일함과 관련이 있으며 표면의 거친 정도가 균일할수록 감각치와 종합태값은 향상되며 이러한 관계는 상관성이 매우 높음을 의미한다. 따라서 표면의 조직, 치밀함의 정도를 균일화하여 투습방수포의 태의 개선을 가져올 수 있을 것으로 여겨진다.

IV. 결론

본 연구에서는 시판 투습방수소재 중 가장 일반적으로 사용되는 이중 고밀도 직물과 PTFE 라미네이트 직물을 선정하여 소재에 대한 데이터베이스를 구축하고, 소재 그룹간의 그 역학적 특성치들을 비교, 분석하고 기본태값 및 종합태값의 관계를 분석하여 새로운 투습방수소재의 개발에 대한 기초 자료를 제공하고자 하였다. 투습방수 소재 중 고밀도 직물과 미세다공의 PTFE 라미네이트 직물의 역학적 성능과 태에 대한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 인장특성에서 소재의 신장률(EMT)과 인장회복도(RT), 인장특성의 선형도(LT)는 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 큰 것으로 나타났으나, EMT, LT, RT 모두 두 직물 그룹 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

2. 굽힘특성은 굽힘강성(B)과 굽힘이력(2HB) 모두 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 높은 것으로 나타났으나 굽힘이력과 굽힘강성 모두 두 직물 그룹 사이에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

3. 전단특성에서 전단강성(G)과 전단이력 모두 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물에 비해 작게 나타났으나 전단특성 또한 두 직물 그룹 사이에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

4. 표면특성에서 MMD값과 SMD값은 모두 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 작은 것으로 이는 통계적으로 유의한 차이였다. 즉 고밀도 직물이 PTFE 직물에 비해 더 표면이 매끄럽고 그 거칠기의 정도가 균일한 직물임을 알 수 있었다.

5. 직물의 부피감과 관계있는 압축특성에서 두 직물 그룹 사이에 가장 큰 차이를 보이고 있다. LC값과 WC값 모두 유의수준 0.01에서 두 소재 그룹사이의 의미 있는 차이를 보이고 있다. 즉 PTFE 라미네이트 직물이 고밀도 직물보다 적은 힘으로 더 쉽게 압축되거나 압축에 대한 탄성은 두 그룹사이에 차이가 없는 것으로 나타났다.

6. KOSHI를 제외한 NUMERI, FUKURAMI의 감각치 모두 두 직물 사이의 유의한 차이를 보인다. 즉 고밀도 직물이 PTFE 라미네이트 직물보다 압축탄성이 풍부하고 포근한 느낌을 주며, 더 매끄럽고 유연한 것으로 나타났다. 겨울철 외의로서의 종합태값은 고밀도직물이 PTFE직물보다 높았으며 유의수준 0.01에서 의미 있는 차이를 보이고 있다. 그러나 두 직물 그룹 모두 겨울철 정장용 외의로서는 그다지 적합하지 않은 것으로 나타났으나 사계절 아웃도어 외의로서 사용되는 투습방수소재에 적용하기에는 적당한 것으로 여겨진다.

7. KOSHI는 RT와는 정적으로 높은 상관관계를, EM과 WT와는 부적으로 높은 상관관계를 보이고 있다. NUMERI FUKURAMI와 종합태값모두 MMD와 매우 높은 부적인 상관관계(상관계수 -0.90)을 보이며 즉 표면의 거친 정도가 균일할수록 부드럽고 유연하며, 부피있는 포근한 감각이 줄어들고 종합태값과의 상관성도 높음을 알 수 있었다. 따라서 표면의 조직, 치밀함의 정도를 균일화하여 투습방수포의 태의 개선을 가져올 수 있을 것으로 여겨진다.

이번 연구는 투습방수소재의 태에 관한 연구로서 아웃도어 의류 설계에 있어서 착용감개선을 위한 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 여겨진다. 투습방수

소재는 앞으로도 더욱 성장 가능성이 큰 시장이라 할 수 있으나 소비자들의 빠르게 변화하는 욕구에 맞추어 다양한 기능이 첨가된 소재와 제품들을 개발해야하며, 감성적인 측면까지도 충족된 투습방수소재 개발이 요구된다. 이 연구에서는 두 소재그룹간의 보다 명확한 차이가 발견되지 않고 비교 변수가 많지 않아 명확한 해석에 제한이 있는 것이 한계점으로 여겨진다. 따라서 고품질의 투습방수소재의 설계를 위하여 섬유조성, 직물의 조직, 밀도, 구조 변화에 따른 더 심도 있는 투습방수소재의 역학적 성능과 태 차이 뿐 만 아니라 고기능성 부과를 통한 부가가치 소재의 개발을 위한 후속 연구가 필요한 것으로 사 려 된다.

참고문헌

- 1) Lomax, G. R. (1991). Breathable, waterproof fabrics explained. *Textiles*, 20(4), pp. 12-15.
- 2) Lomax, G. R. (1985). The design of waterproof, water vapour-permeable fabrics. *Journal of Coated Fabrics*, 15(7), pp. 40-66.
- 3) Painter, C. J. (1995). Textiles for sportswear. *Textile Asia*, 26(7), pp. 89-93.
- 4) 정용채, 조재환, 전병철 (2001). 지능형 수분투과 직물의 제조와 특성. 한국섬유공학회지, 추계학술발표회 논문집, 34(2), pp. 462-465.
- 5) 정혜진, 조길수 (2003). PCMs 함유 마이크로캡슐처리 투습, 발수직물의 제조 및 물성. 한국섬유공학회 논문집, 36(2), pp. 392-393.
- 6) 양정한, 윤남식 (2003). 전처리 및 코팅가공 조건의 변화가 Hydrophilic breathable fabric 내구성 및 물성에 미치는 영향에 관한 연구. 한국염색가공학회 춘계학술대회, pp. 101-107.
- 7) 정원열, 안승국 (2002). PTFE막-직물 복합체로 제조된 투습 방수 직물의 물성 및 역학특성에 관한 연구. 한국 의류학회, 26(12), pp. 1685-1693.
- 8) Dolhan, P. A. (1987). A comparison of apparatus used to measure water vapor resistance. *Journal of Coated fabrics*, 17(10), pp. 96-109.
- 9) Farnworth, B., & Dolhan, P. A. (1984). Apparatus to measure the water-vapor resistance of textiles. *Journal of Textile Institute*, 76(2), pp. 142-145.
- 10) Kwon, M. S. (2001). *Comparison of standard test methods for measuring the performance of waterproof, windproof, and breathable shell fabrics*. Kansas State Univ.
- 11) 권명숙, 정기수 (2007). 실리콘이 라미네이팅된 신축성 소재의 위생 및 안전성과 역학적 성능. 한국 의류학회, 31(1), pp. 77-84.
- 12) Shishioo, R. (1987). Recent developments in breathable high functional fabrics. *Nonwovens World*, 2(1), pp. 890-894.
- 13) Painter, C. J. (1996). Waterproof, breathable fabric laminates: a perspective from film to market place. *Journal of Coated Fabrics*, 26(10), pp. 107-129.