PTFE(Polytetrafluoroethylene) 라미네이팅 투습발수직물의 총음압 최소화를 위한 필름 타입 별 기본 특성과 역학 특성

이규린 · 이지현 · 진은정 · 양윤정 · 조길수[†]

연세대학교 의류환경학과

Basic and Mechanical Properties by Film Type to Minimize the Sound Pressure Level of PTFE Laminated Vapor-permeable Water-repellent Fabrics

Kyulin Lee, Jeehyun Lee, Eunjung Jin, Younjung Yang, and Gilsoo Cho[†]

Dept. of Clothing and Textiles, Yonsei University, Seoul, Korea

Abstract : This study investigates the sound properties of fabric frictional sound (SPL, ΔL , Δf) according to the film type of PTFE laminated vapor-permeable water-repellent fabrics in order to understand the relationship between SPL and the basic properties of fabrics such as layer, yarn type, and thickness of fiber. This study accesses their mechanical properties and determines how to control them to minimize SPL. Eight PTFE laminated water-repellent fabrics, composed of four different film types (A, B, C, D) and with two different fabrics, were used as test specimens. Frictional sounds generated at 1.21m/s were recorded by using a fabric sound generator and SPLs were analyzed through Fast Fourier Transformation (FFT). The mechanical properties of fabrics were measured by KES-FB. The SPL value was lowest at 74.4dB in film type A and highest as 85.5dB in type D. Based on ANOVA and post-hoc test, specimens were classified into less Loud Group (A, B) and Loud Group (C, D). It was shown that SPL was lower when 2 layer (instead of 3 layer), filament yarn than staple, and thin fiber than thick were used. In Group I, shearing properties (G, 2HG5), geometrical roughness (SMD), compressional properties (LC, RC) and weight (W) showed high correlation with SPL however, elongation (EM) and shear stiffness (G) did with SPL in Group II.

Key words: vapor-permeable water-repellent fabric(투습방수 직물), sound pressure level(총음압), basic properties(기본 특성), mechanical properties(역학 특성), KES.

1. 서 론

최근 소득 증가와 웰빙을 추구하는 경향으로 인해 스포츠 · 레저 활동에 참여하는 인구가 급격히 증가하고 있으며, 스포츠 · 레저활동에 적합한 고기능성 섬유에 대한 수요도 급증하고 있다. 기능성 직물에 대한 소비자의 관심과 지식이 높아지면서 보다 쾌적한 직물소재를 요구하게 되어 한층 복합화 된 기능 발현뿐만 아니라, 감성적인 측면까지 충족된 투습발수직물의 개발이 요구되고 있다.

일상 스포츠웨어의 소재로 많이 쓰이고 있는 투습발수직물은 기체상태의 수증기와 액체상태의 물방울 크기의 차를 이용해 고안되었다. 빗방울의 직경은 안개비의 경우 100 μm , 보통 비는 2000 μm , 폭우는 3000 μm 인 반면에 수증기의 분자 직경은 0.0004 μm 에 지나지 않으므로, 직물에 0.1-10 μm 정도의 미

세기공을 갖는 피막층을 형성시켜 투습성과 발수성을 동시에 부여할 수 있다. 이러한 특성은 체내에서 발생하는 땀과 같은 수증기와 체열을 의복표면을 통해 외부의 대기 중으로 증발시키고, 외부의 빗물 등의 침입을 막는 기능을 수행함으로써 의복 착용자에게 쾌적감을 줄 수 있다(Korea Textile Development Institute, 1999).

투습발수직물은 여러 가지 방법으로 제조되고 있는데, 그 중에서 후가공으로 제조되는 방법에는 코팅 타입과 필름 라미네이팅 타입이 있다. 코팅 타입은 직물에 폴리우레탄 수지로 미다공의 코팅막을 형성하여, 얇은 피막을 형성하는데 용이하고, 다양한 코팅 표면처리 가공이 가능한 건식 코팅과 통기성, 볼륨감, 부드러운 촉감 등을 부여할 수 있는 습식 코팅이 있다. 필름 라미네이팅 타입은 이형지 위에 수지를 코팅하여 친수성 무공형 혹은 다공질 필름을 제조한 후, 이를 직물에 접착제로 접합시켜서 투습발수직물을 제조하는 방식으로, 현재 사용되고 있는 대표적인 라미네이팅 타입의 투습발수직물은 GORETEX[®]이다. 이는 투습발수 및 방풍 기능성 직물로, 불소계 수지인 PTFE(Polytetrafluoroethylene) 필름을 사용한 직물이다. GORE-

[†]Corresponding author; Gilsoo Cho
Tel. +82-2-2123-3104, Fax. +82-2-312-8554
E-mail: gscho@yonsei.ac.kr

Table 1. Characteristics of specimen

PTFE Type	Specimen	Layer	Fabric Composition*		Thickness of fiber(denier)		Yarn Type**				Fabric Construction		Fabric Count (Warp× Weft/inch)	Thickness (mm)	Weight (mg/ m ²)
			1st layer	3rd layer	1st layer		3rd layer	1st layer		3rd layer	1st layer	3rd layer			
					Warp	Weft		Warp	Weft						
A	A-1	2	P	-	1.12	1.09	-	F	F	-	Plain	-	110×96	0.21	11.5
	A-2	2	P	-	1.09	1.05	-	F	F	-	Plain	-	128×74	0.22	12.2
B	B-1	2	P	-	1.19	1.08	-	F	F	-	Twill	-	94×50	0.31	14.5
	B-2	3	P	N6.6	1.13	1.16	3.05	F	F	F	Twill	Tricot	128×36	0.48	18.0
C	C-1	3	N6	N6.6	4.26	4.33	3.49	F	F	F	Plain	Tricot	163×163	0.25	7.5
	C-2	3	N6	N6	1.16	1.2	3.05	F	F	F	Plain	Tricot	168×120	0.29	10.9
D	D-1	3	P80/ R20	N6.6	2.18	3.17	3.23	F	S	F	Plain	Tricot	128×80	0.42	19.0
	D-2	3	N6.6	N6.6	1.15	1.14	3.04	F	F	F	Plain	Tricot	176×76	0.42	19.5

* P: Polyester, N: Nylon, R: Rayon

**F: Filament, S: Staple

TEX[®]의 방수성은 65PSI로 일반 방수 직물의 방수성인 5PSI에 비해 매우 높으며, 투습성 역시 일반 코팅 직물보다 5.5배 정도 높아 의류뿐만 아니라 가방과 신발류까지 다양한 분야에 사용되고 있다(Chae, 2003).

한편, 감성이란 외부의 물리적 자극에 의한 감각, 지각으로부터 인간의 내부에서 일어나는 고도의 심리적인 체험으로, 의복의 청각적 감성 측면을 살펴보면 직물이 서로 스치면서 나는 소리는 착용자 및 주변 사람들의 심리적 쾌적성에 큰 영향을 미치게 된다. 특히 스포츠웨어는 운동용으로 착용되는 의복이기 때문에 다른 의복에 비해 직물간의 스치는 강도가 크고 횟수가 많으며, 특히 코팅된 투습발수직물은 약 70dB 이상의 총 음압을 가지는 것으로 나타났다(Yang et al., 2008). 투습발수직물의 현황과 전망에 대한 Jung(2003)의 연구에서도 투습발수직물의 소음은 문제점으로 지적된 바 있다.

스포츠웨어용 직물의 마찰음에 대한 선행연구에서는 시료의 역학 특성이 마찰음의 소리 특성에 미치는 영향과 그 상관관계를 분석한 연구(Yang et al., 2008)와, 동작 속도에 따른 직물 마찰음의 소리특성을 분석하는 연구(Kim et al., 2008), 그리고 투습발수 처리 방법에 따른 직물 마찰음의 소리 특성 분석에 대한 연구(Yang et al., 2008)가 이루어졌다. 그러나 언급된 선행연구에서는 사용된 필름의 종류를 고려하여 소리의 특성에 영향을 미치는 역학 특성들을 제어할 수 있는 조건이나 직물의 구조, 밀도, 실의 두께 등과 같은 직물의 기본 특성에 대한 고찰은 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 PTFE 라미네이팅 투습발수직물의 필름 타입 별 직물의 소리특성인 총음압, 음압차, 주파수차를 살펴보고자 한다. 또한 직물 소리 크기를 결정하는 데 가장 중요한 소리 특성인 총음압과 직물의 기본 특성과의 관계, 총음압과 직물의 역학 특성과의 관계를 규명하고자 한다. 마지막으로 이를 바탕으로 직물의 총음압을 예측할 수 있는 모델을 제시함

으로써, 투습발수직물의 소음을 최소화할 수 있는 기본 특성과 역학적 특성 조건을 제시하고자 한다. 그리하여 청각적 쾌적감을 높일 수 있는 고감성 스포츠웨어용 소재 개발을 위한 방안을 모색하는데 기여하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료

본 연구에 사용된 시료는 A, B, C, D 4가지 타입의 PTFE 필름이 라미네이팅된 투습발수직물로, PTFE 필름 타입 별로 각각 2종씩 총 8종이다. 이들 시료는 GORETEX[®]사에서 제공되었으나 필름 타입 별 조성이나 제조 방식 등에 관해서는 정보를 제공받지 못했다. 기본 특성을 포함한 필름 타입 별 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2.2. 직물소리 녹음

직물의 소리는 잔향이 발생하지 않는 무향실(anechoic room, background noise=10 dB)에서 직물소리 발생장치를 이용하였다. 이 때, 직물의 마찰 속도는 짧은 남성이 가볍게 뛸 때(jogging), 팔꿈치 부위가 몸통과 마찰되는 평균 속도(1.21 m/s)를 구하여, 이를 마찰 속도로 설정하였다(Yang et al, 2009). 발생된 소리는 고성능 마이크로폰(Type 4190, B&K, Denmark)을 이용하여 녹음되었다.

2.3. 직물의 소리특성 계산

녹음된 직물소리를 FFT(Fast Fourier Transformation) 분석을 통하여 얻은 음향 스펙트럼에 기초하여, 직물음압 레벨인 총 음압(Sound Pressure Level, SPL)을 계산하였다. 또한 음향 스펙트럼 모양을 수치화한 선행연구(Lee & Cho, 1999)에서 고안된 소리특성 변수인 음압차(level range, ΔL), 주파수차

Fig. 1. ΔL and Δf in sound spectrum.

(frequency difference, Δf)를 계산하였다(Fig. 1).

2.4. 직물의 역학 특성 측정

역학 특성은 직물의 고유한 특성이므로, 이를 파악함으로써 직물 마찰시 발생하는 소리에 미치는 주요한 영향요인을 파악할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 KES-FB system (Kato Tech, Ltd, Japan)(Kawabata, 1980)을 사용하여 시료의 인장, 굽힘, 전단, 압축, 표면 및 두께와 무게 등 6개 항목에 대하여 17가지 역학 특성을 측정하였다. 실험은 표준계측 조건 (Matsudaira et al., 1985)하에서 실시되었다.

2.5. 통계 분석

자료의 분석은 SPSS 통계 패키지(Ver. 12.0)와 SAS 통계 패키지(Ver. 9.1.3)를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 사후 검정, Wilcoxon의 순위검정, Pearson 상관분석, 다중회귀분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. PTFE 필름 타입 별 직물의 소리특성

Fig. 2. SPL of specimens.

Fig. 3. Result of Post-Hoc Test for SPL according to PTFE types.

PTFE 필름 라미네이팅 투습발수직물의 총음압은 약 73 dB-86 dB로, 매우 시끄러운 소음이 발생하였다(Fig. 2). 이는 관련 선행연구(Cho, 2006; Lee & Cho, 2001)에서 다양한 직물들 (모: 48 dB-55 dB, 견: 36 dB-52 dB, 나일론: 44 dB-61 dB)에 비해 시끄러우며, 코팅 가공되지 않은 폴리에스테르나 나일론 (폴리에스테르 새틴: 34-50 dB, 나일론 태피트: 45-62 dB)에 비해 마찰음이 더 큼을 알 수 있다. PTFE 필름 타입 별로 총음압 차이를 살펴보면(Fig. 3), PTFE 필름 타입 A의 경우가 74.4 dB로 가장 낮고, D의 경우가 85.5 dB로 가장 높게 나타났으며, 분산분석 결과 PTFE 필름 타입에 따른 총음압이 유의적인 차이를 유발하는 것으로 나타났다(Table 2).

또한 사후검정 결과(Fig. 3), PTFE 필름 타입에 따라 덜 시끄러운 그룹 I(A, B)과 시끄러운 그룹 II(C, D)로 나눌 수 있었다.

Table 3은 8종 시료의 ΔL 과 Δf 를 나타낸다. 최고 음압과 최저 음압 간의 차이인 ΔL 값은 44.37~66.40의 분포를 보였다. C-2시료의 ΔL 은 44.37로 8종 시료들 중 가장 낮은 값을 보였는데, 이는 음향 스펙트럼에 나타나는 커브의 깊이변화가 가장 적음을 의미한다. 또한 이를 통해 직물 마찰시 C-2시료의 음압이 8종 시료들 중 가장 일정한 것으로 해석할 수 있다. A-2시료는 ΔL 66.40로 가장 큰 ΔL 값을 보여서, 음향 스펙트럼 커브의 깊이 변화가 가장 크고, 음압이 가장 일정하지 않은 것으로 사료된다.

최고 음압과 최저 음압에 해당되는 주파수 간의 차이인 Δf 는 -15980.98~10739.00의 분포를 보였다. 모든 시료의 Δf 가 음의 값을 가지므로, 최고 음압의 주파수가 최저 음압의 주파수보다 낮은 것으로 사료된다.

Table 2. ANOVA result for SPL according to PTFE types

Source	df	F	p-value
SPL PTFE Types	3	13.866	.000

Table 3. ΔL and Δf of specimens

	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2
ΔL	63.22	66.40	51.00	47.50	49.50	44.37	54.73	65.40
Δf	-14574.31	-11932.67	-15363.91	-17112.85	-10739.00	-15980.98	-12765.33	-13282.33

Table 4. SPL according to layer and yarn type

	2 layer	3 layer	T-test p-value	Wilcoxon p-value
	Mean $\pm$ S.D	Mean $\pm$ S.D		
SPL(Group I)	75.400 $\pm$ 3.3664	82.100 $\pm$ 6.3628	.013	.007
	Filament	Staple	T-test p-value	Wilcoxon p-value
	Mean $\pm$ S.D	Mean $\pm$ S.D		
SPL(Group II)	79.944 $\pm$ 5.6454	85.400 $\pm$ 5.6400	0.178	.079

3.2. 투습발수직물의 기본 특성과 직물 마찰음의 총음압과의 관계

Layer와 총음압의 관계를 살펴보고자 2 layer의 시료와 3 layer의 시료가 속한 그룹 I의 시료로 독립표본 T-test와 비모수 검정을 실시한 결과는 Table 4과 같다. 분석 결과 layer에 따라 총음압에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났으며, 2 layer인 A-1, A-2, B-1 시료의 경우 총음압은 약 75 dB이었으며, 3 layer에 해당하는 B-2 시료의 경우는 약 77 dB로, 3 layer 시료의 마찰음이 2 layer 시료보다 더 시끄러움을 알 수 있었다. 라미네이팅 직물의 경우 층이 늘어나게 되면 2층으로 된 직물보다 더 시끄러운 소리를 내는 것으로 나타났다.

Yarn type과 총음압의 관계를 살펴보고자, 필라멘트사와 방적사의 시료가 속한 그룹 II의 시료로 T-test와 비모수 검정을 실시한 결과는 Table 4과 같다. 경사와 위사가 모두 필라멘트사인 C-1, C-2, D-2 시료의 경우 총음압은 약 80 dB이었으며, 위사가 방적사인 D-1 시료의 경우는 약 85 dB로, 방적사가 포함된 실로 이루어진 직물이 필라멘트사로 구성된 직물보다 더 시끄러운 것으로 나타났다. 이는 긴 한 가닥의 섬유로 직물을 만들어 직물의 표면이 매끄러운 필라멘트사 직물과는 달리, 방적사 직물은 짧은 섬유들로 구성되어 실의 표면이 매끄럽지 않기 때문에 더 큰 마찰음이 발생한 것으로 생각된다. 하지만 이에 대한 보다 상세한 논의는 다른 변수들이 통제되고 실의 종류만 다르게 한 직물을 사용하여야 할 수 있을 것이다.

섬유의 굵기와 총음압과의 상관관계 분석 결과를 살펴보면 (Table 5), 총음압과 섬유의 굵기는 정적인 상관관계를 보여, 섬유의 굵기가 굵을수록 더 시끄러운 경향을 나타냈다. 하지만, 경사와 위사 방향에서의 섬유의 굵기의 상관정도는 서로 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 5. Relationship between SPL and thickness of fiber

	SPL	
Thickness of Fiber (denier)	Warp	.506*
	Weft	.506*

* $p < .05$

3.3. 투습발수직물의 역학 특성 평가

KES-FB system으로 측정한 17개의 역학 특성 중에서 인장, 굽힘, 전단, 압축, 표면 특성과 두께 및 무게에 관련된 대표적 특성치를 Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9에 나타내었다. 인장 특성 중 신장성(EM)과 인장 에너지(WT)는 필름 타입 B가 가장 크고, D가 가장 작게 나타났으며, 인장 회복력(RT)은 이와는 반대의 경향을 보였다(Fig. 4). 따라서 필름 타입 B는 가장 신장성이 좋고 인장이 잘 되지만, 변형에 대한 회복은 좋지 않음을 알 수 있었으며, 필름 타입 D는 신장성은 나쁘지만 인장 변형에 대한 형태 유지력이 뛰어난 시료인 것으로 나타났다. 또한 필름 타입 D는 굽힘 특성에 해당하는 굽힘강성(B)와 굽힘이력(2HB)이 다른 필름 타입에 비해 월등히 큰 것으로 나타나, 다른 필름 타입의 직물보다 뻣뻣하고 쉽게 굽혀지지 않음을 알 수 있었다(Fig. 5). 전단 특성에 해당하는 전단강성(G)와 전단 이력(2HG5)에서도 필름 타입 D의 경우가 가장 큰 값을 나타내(Fig. 6), 다른 필름 타입의 직물보다 전단 방향으로의 변형이 더 어려움을 알 수 있었다. 압축 특성에 해당하는 압축 에너지(WC)와 압축 회복력(RC)은 필름 타입 A, B보다 C, D가 더 큰 값을 갖는 것으로 나타나(Fig. 7), 필름 타입 C, D가 사용된 직물은 폭신하고 별키하며, 압축 변형에 대한 회복력이

Fig. 4. Elongation(EM), tensile energy(WT) and tensile resilience (RT) of specimens according to film types.

Fig. 5. Bending rigidity(B) and hysteresis of bending moment(2HB) of specimens according to film types.

Fig. 8. Mean deviation of coefficient of friction(MMD) and geometrical roughness(SMD) of specimens according to film types.

Fig. 6. Shear stiffness(G) and hysteresis of shear force(2HG5) of specimens according to film types.

Fig. 9. Thickness(T) and weight(W) of specimens according to film types.

Fig. 7. Compressional energy(WC) and compressional resilience(RC) of specimens according to film types.

더 우수한 것을 알 수 있었다. 표면 특성에 해당하는 마찰 계수의 표준편차(MMD)와 표면 거칠기(SMD)역시 필름 타입 C, D 직물에서 큰 값을 가져(Fig. 8), 필름 타입 C, D의 직물이 필름 타입 A, B 직물보다 표면이 더 거칠음을 알 수 있었다. 두께(T)와 무게(W)는 필름 타입 D의 직물이 가장 큰 값을 가져

(Fig. 9), 필름 타입 D 직물이 다른 직물보다 두껍고 무거운 직물임을 알 수 있었다.

3.4. 투습발수직물의 역학 특성과 직물 마찰음의 총음압과의 관계

투습발수직물을 총음압의 크기에 따라 두 그룹으로 나누어 역학특성과 총음압과의 관계를 살펴보았다. 그룹 I을 대상으로 직물의 역학 특성과 총음압과의 상관관계를 분석한 결과는 Table 6와 같다. 전단 특성(G, 2HG5)은 총음압과 정적 상관관계를 보여 전단 방향으로의 변형이 어려울수록 시끄러운 마찰음이 발생함을 알 수 있다. 또한 표면 거칠기(SMD), 압축선행성(LC), 압축 회복력(RC), 그리고 무게(W)와도 상관관계를 보여, 표면이 거칠고, 압축이 어렵고, 벌키하고, 무거운 직물일수록 마찰음이 시끄러움을 알 수 있다.

그룹 II 시료들의 역학 특성과 총음압과의 상관관계 분석 결과는 Table 7과 같다. 인장 특성(EM)과 총음압은 부적 상관관계를 보여, 신축성이 좋은 직물일수록 덜 시끄러운 것으로 나타났다. 또한 전단 강성(G)은 그룹I의 경우와 동일하게 정적 상관관계를 보여, 바이어스 방향으로의 변형에 힘이 많이 드는 뻗

Table 6. Relationship between SPL and mechanical properties in Group I

	SPL
EM	-.552
LT	.197
WT	-.559
RT	.440
B	.757
2HB	.697
G	.821*
2HG	.589
2HG5	.831*
MIU	.380
MMD	.672
SMD	.589*
LC	-.880*
WC	.660
RC	.834*
T	.670
W	.838*

* $p < .05$ **Table 7.** Relationship between SPL and mechanical properties in Group II

	SPL
EM	-.993*
LT	-.328
WT	-.857
RT	.673
B	.705
2HB	.634
G	.965*
2HG	.788
2HG5	.851
MIU	.477
MMD	.019
SMD	.310
LC	-.629
WC	.195
RC	.864
T	.802
W	.767

* $p < .05$

뻗은 직물일수록 더 시끄러운 것을 알 수 있다.

3.5. 직물 마찰음의 총음압 예측 모델

직물 마찰음의 총음압에 영향을 미치는 직물의 기본 특성과

Table 8. Parameters of regression equations for predicting SPL in Group I and Group II

	Y	i	X_i	C_i	C_0	Adj. R^2
		1	Layer	3.216		
SPL	Group I	2	G	1.716	39.253	1
		3	RC	0.686		
	Group II	1	EM	-6.670	108.903	0.979

역학 특성을 복합적으로 고려한 다중회귀분석을 통해 직물 마찰음의 총음압 예측 모델을 개발하였다. 그룹I의 경우, 총음압을 예측할 수 있는 회귀식에는 전단 강성(G), 압축 회복력(RC), 기본특성인 layer가 포함되었으며(Table 8), R^2 값이 1로 나와 해당 변수들로부터의 총음압 예측력이 매우 우수함을 알 수 있었다. 이같은 회귀식을 바탕으로 전단 강성, 압축 회복력을 낮춰, 전단 방향으로의 변형이 쉽고, 압축 변형에 대한 회복력을 좋게 하면 총음압이 낮은 PTFE 필름 라미네이팅 투습발수직물을 제작할 수 있을 것으로 사료된다.

그룹II의 경우, 총음압을 설명하는 변수로는 Table 7에서 총음압과 유의한 상관 관계를 보였던 특성 중 신장성(EM)만이 포함되었으며(Table 8), 0.9이상의 R^2 값을 보여 해당 변수로부터의 총음압 예측력이 우수함을 알 수 있었다. 따라서 직물의 신장성을 증가시킴으로써, 직물 마찰음의 총음압을 감소시킬 수 있을 것으로 예상된다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 PTFE 필름 라미네이팅 투습발수직물을 대상으로 직물 마찰음의 총음압과 직물의 기본 특성, 역학 특성과의 관계를 고찰함으로써, 가공 방법이 통제된 상태에서 다른 요인들을 어떻게 제어해야 마찰음을 최소화 할 수 있는지를 살펴 보았다.

PTFE 필름 타입 별 총음압은 필름 타입 A의 경우(74.4 dB)가 가장 낮고, 필름 타입 D(85.5 dB)가 가장 높게 나타났으며, 필름 타입에 따라 덜 시끄러운 그룹I(A,B)과 시끄러운 그룹(C,D) 그룹II으로 나눌 수 있었다.

PTFE 필름 타입 별 소리 특성에 영향을 미치는 요인에는 layer, yarn type, 섬유 굵기가 도출되었으며, 2 layer, 필라멘트사, 얇은 섬유로 제작된 직물에서 낮은 총음압이 발생하는 것으로 나타났다.

직물의 역학 특성 중 인장 특성인 신장성(EM)과 인장 에너지(WT)는 필름 타입 B가 가장 크고, D가 가장 작게 나타났으며, 인장 회복력(RT)은 이와는 반대의 경향을 보였다. 굽힘 특성에 해당하는 굽힘강성(B)과 굽힘이력(2HB), 전단 특성에 해당하는 전단강성(G)와 전단이력(2HG5)에서도 필름 타입 D가 다른 타입의 필름에 비해 월등히 큰 값을 갖는 것으로 나타났다. 압축 특성인 압축 에너지(WC)와 압축 회복력(RC), 표면 특성에 해당하는 마찰 계수의 표준편차(MMD)와 표면 거칠기

(SMD)는 필름 타입 A, B보다 C, D가 더 큰 값을 갖는 것으로 나타났으며, 두께(T)와 무게(W)는 필름 타입 D의 직물이 가장 큰 값을 갖는 것으로 나타났다.

필름 타입 별 직물의 역학 특성과 직물 마찰음의 총음압의 관계에서는 그룹 I의 경우, 전단 특성(G, 2HG5), 표면 거칠기, 압축 특성, 무게의 요인에서 상관관계를 보였다. 그룹 II의 경우에는 인장 특성(EM)과 전단 강성(G)에서 총음압과 각각 부적, 정적 상관관계를 보였다.

또한, 직물 마찰음의 총음압에 영향을 미치는 직물의 기본특성과 역학 특성을 복합적으로 고려한 직물 마찰음의 총음압 예측 모델에서는 그룹 I의 경우, 전단 강성(G), 압축 회복력(RC), 기본특성인 layer가 포함되었으며, 그룹 II의 경우, 신장성(EM)만이 변수로 포함되었다.

본 연구는 PTFE 필름 라미네이팅 투습발수직물의 마찰 소음을 감소시켜 청각적 쾌적감을 부여한 고부가가치 직물이 개발되는 기초 자료로 활용될 수 있을 것이며, 소비자에게 보다 나은 고감성 제품이 제안될 수 있도록 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

또한 본 연구에서는 시료에 사용된 PTFE 필름의 물성과 처리 방법은 변수로 설정되지 않았으므로, 필름의 물성과 처리 방법에 따른 직물의 기본 특성, 역학 특성, 총음압에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0015658).

References

Chae, S. J. (2003). *Sensibility analysis of rustling sound for the*

development of active wear. Unpublished master's thesis, Yonsei University, Seoul.

Cho, G. S. (2008). *Korea Patent No. 10-2008-0114842*. Kipris.

Cho, G. S. (2008). *Korea Patent No. 10-2008-0105524*. Kipris.

Cho, G. S. (2005). *Korea Patent No. 10-2005-31110*. Kipris.

Cho, G. S. (2005). *Korea Patent No. 10-0539368-0000*. Kipris.

Cho, S. M. (2006). *Physiological and psychological responses for the sounds of Korean traditional silk fabrics*. Unpublished master's thesis, Yonsei University, Seoul.

Jung, W. H. (2003). Vapor permeable water repellent fiber. *Fiber Information*, 31(1), 72-84.

Kawabata, S. (2008). *The standardization and analysis of hand evaluation*. Japan: Tiger Printing Co. Ltd.

Kim, C. J., Yang, Y. J., & Cho, G. S. (2008). Characteristics of sounds of generated from vapor permeable water repellent fabrics by low-speed friction. *Fibers and Polymers*, 9(5), 639-645.

Korea Textile Development Institute. (1999). *Trends and perspectives of high performance vapor permeable water repellent fabrics*. 13(7), 39-47.

Lee, E. J., & Cho, G. S. (1999). Analysis of fabric sound by quantification of sound color. *Journal of the Korean Fiber Society*, 36(7), 554-564.

Lee, E. J., & Cho, G. S. (2001). Sound sensation and its related objective parameters of nylon fabrics for sports outerwear. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 25(9), 1593-1602.

Yang, Y. J., Kim C. J., & Cho, G. S. (2008). Subjective evaluation of frictional sound of vapor permeable water repellent fabrics for active wear according to frictional speed. *Proceeding of the Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility, Fall Conference, Korea*, pp. 25-29.

Yang, Y. J., Kim, C. J., Park, J. W., You, H. C., & Cho, G. S. (2009). Application of fabric frictional speeds to fabric sound analysis using water repellent fabrics. *Fibers and Polymers*, 10(4), 557-561.

(2012년 1월 16일 접수/2012년 4월 2일 1차 수정/2012년 6월 19일 게재확정)