

스포츠웨어용 투습발수직물 소리가 심리음향학적 특성에 미치는 영향

Effect of Fabric Sound of Vapor Permeable Water Repellent Fabrics for Sportswear on
Psychoacoustic Properties

이지현, 이규린, 진은정, 양윤정, 조길수[†]

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

연세대학교 의류환경학과

Dept. of Clothing and Textiles, Yonsei University

Abstract

The objectives of this study were to investigate the psychoacoustic properties of PTFE(Poly tetra Fluoroethylene) laminated vapor permeable water repellent fabrics which are frequently used for sportswear, to examine the relationship among fabrics' basic characteristics, mechanical properties and the psychoacoustic properties, and finally to propose the predicting model to minimize the psychoacoustic fabric sound. A total of 8 specimens' frictional sound were recorded and Zwicker's psychoacoustic parameters such as loudness(Z), sharpness(Z), roughness(Z), and fluctuation strength(Z) were calculated using the Sound Quality Program. Mechanical properties of specimens were measured by KES-FB system. Loudness(Z) of specimen D-1 was the highest, which means the rustling sound of the specimen D-1 was the most noisy. Statistically significant difference among film type was observed only in loudness(Z) for fabric sound. Based on ANOVA and post-hoc test, specimens were classified into less loud PTFE film group (groupI) and loud PTFE film group (groupII). Loudness(Z) was higher when staple yarn was used compared when filament yarn was used. According to the correlation between the mechanical properties of fabrics and loudness(Z) in groupI, the shear properties, compression properties and weight showed positive correlation with loudness(Z). According to the regression equation predicting loudness(Z) of groupI, the layer variable was chosen. In groupII, variables explaining the loudness(Z) were yarn types and shear hysteresis(2HG5).

Keywords : PTFE film, vapor permeable water repellent fabrics, fabric frictional sound, Zwicker's psychoacoustic parameters, mechanical properties

요약

본 연구에서는 심한 소음으로 불편감을 주는 스포츠웨어용 PTFE 라미네이팅 투습발수 직물 8종을 대상으로 직물 마찰음의 심리음향학적 특성을 고찰하고, 심리음향학적 특성에 영향을 미치는 직물의 기본 특성과 역학적 특성 간의 관계를 파악함으로써, 직물의 심리음향학적 마찰음을 낮출 수 있는 변인을 찾아내고자 하였다. 직물 마찰음 시뮬레이터를 이용하여 녹음한 직물의 소리에서 Zwicker의 파라미터인 심리음향학적 크기(loudness(Z)), 날카로움(sharpness(Z)), 거칠기(roughness(Z)), 그리고 변동강도(fluctuation strength(Z))를 계산한 뒤, 소리특성

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

[†] 교신저자 : 조길수(연세대학교 의류환경학과)

E-mail : gscho@yonsei.ac.kr

TEL : 02-2123-3104

FAX : 02-312-8554

에 대한 사후검정 결과에 따라 시료를 덜 시끄러운 PTFE 필름 그룹과 더 시끄러운 PTFE 필름 그룹으로 나누어 마찰음의 심리음향학적 특성과 직물의 역학적 특성, 기본특성간의 관계를 고찰하였다. 심리음향학적 특성 중 loudness(Z)만이 시료의 마찰음과 유의한 관계에 있는 것으로 나타났으며, 분석 결과 직물의 기본 특성에서는 layer가 얇고 필라멘트사를 사용한 직물의 마찰음이 덜 시끄럽게 인지되는 것으로 나타났으며, 직물 마찰음의 심리음향학적 크기에 영향을 미치는 주요변수로는 layer로 것으로 나타났다. 마찰음이 작은 PTFE 필름 그룹의 경우 전단 방향으로의 변형이 어려울수록 마찰음이 시끄러워졌다. 시끄러운 마찰음을 갖는 PTFE 필름 그룹의 경우 심리음향학적 크기에 영향을 미치는 주요 변수로 전단이력이 설명 변인으로 포함되었다.

주제어 : PTFE필름, 투습발수 직물, 직물 마찰음, Zwicker의 심리음향학적 특성, 역학적 특성

1. 서론

소득수준의 증가와 함께 건강과 웰빙, 로하스에 대한 관심이 고조됨에 따라 다양한 여가생활이 보편화되면서 등산, 캠핑과 같은 적극적인 아웃도어 활동이 증가하고 있다. 이에 따라 기능성소재에 대한 소비자들의 관심과 수요가 크게 증가하고 있으며 아웃도어 활동에 요구되는 고기능성 직물에 대한 개발도 이어지고 있다.

아웃도어 웨어에 요구되는 방풍, 흡한속건 또는 향균소취나 체온조절과 같은 기능 이외에도 투습발수 기능을 가진 소재는 특히 범용화 되어 있는 상태이다. 투습발수 소재는 투습과 발수 성능을 동시에 발현하는 기능성 소재로서, 내부의 수증기나 땀을 배출시키고 외부의 물방울은 차단해 착용자의 체온조절을 돕고 쾌적감을 유지하도록 한다.

빗방울 직경과 수증기 직경 사이의 직경을 갖는 미세다공을 무수히 형성시켜 투습성과 발수성이라는 서로 상반되는 성질을 동시에 보유하도록 한 원리이다. 투습발수직물의 기능성 강화를 위하여 여러 가공 방식들이 시도되어 왔으며, 최근에는 이러한 기능성과 동시에 착용쾌적감과 관련된 감성에 대한 요구가 강해지고 있다(정혜진 외, 2003).

직물이 서로 스치면서 나는 소리는 섬유 제품의 중요한 감성적 특성으로(김기정, 1987), 그 용도와 상황에 따라 착용자에게 쾌적감이나 불쾌감을 주게 되어 의복의 심리생리적 쾌적성을 결정하는데 큰 영향을 미치는 요소가 된다(조길수, 김춘정, 2006; 조자영 외, 2001; 최계연 외, 2002; Cho J. and Cho G, 2007; Cho S. et al., 2006). 특히 투습발수 기능을 부여하기 위하여 코팅 가공을 한 직물 소리의 경우 약 70dB의 총음

압을 가져 유난히 버스럭대는 소리로 인해 착용 쾌적감을 저하시킨다(Bishop, 1996). 투습발수 직물로 만들어진 스포츠 아웃도어웨어는 주로 운동용으로 많이 착용되기 때문에 다른 의복에 비해 직물간의 스치는 강도가 크고 그 횟수가 많다.

지금까지 이루어진 스포츠웨어용 투습발수 직물의 마찰음에 대한 연구를 살펴보면, 투습발수 처리 방법에 따른 고밀도 직물, 코팅직물 그리고 라미네이팅 직물의 소리 특성을 비교 분석한 연구(양윤정 외, 2008)가 보고된 바 있다. 또한 느린 마찰속도에서 코팅직물의 직물 마찰음의 소리특성을 분석하는 연구(Kim et al., 2008)가 이루어졌다.

그러나 선행연구에서는 대표적인 투습발수 직물인 PTFE 필름 라미네이팅 투습발수 직물의 마찰음에 대하여 집중적으로 밝힌 연구는 이루어지지 않았다. PTFE 필름은 고정된 레이어로써 직물의 마찰음에 영향을 미치므로, 라미네이팅 시 부착되는 레이어들의 구조, 밀도, 실의 두께 등과 같은 직물의 기본 특성이 라미네이팅 투습발수 직물의 심리음향학적 특성에 미치는 영향을 규명함으로써 보다 조용한 라미네이팅 투습발수직물을 얻고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 최근 아웃도어 웨어에 많이 사용되고 있으며, 마찰음이 시끄러운 투습발수 직물에 속하는 PTFE 필름 라미네이팅 투습발수 직물을 선정하여 직물마찰음에 대한 심리음향학적 특성을 알아보고, 심리음향학적 특성에 영향을 미치는 변인들로, 직물의 기본 특성, 역학적 특성과의 관계를 고찰하였다. 이를 통해 가공 방법이 통제된 상태에서 심리음향학적으로 느껴지는 마찰음을 최소화할 수 있는 조건을 제시하고자 하였다.

Table 1. Characteristic of Specimens

PTFE Type	Specimens	Layer	Fabric Composition		Thickness of fiber (denier)			Yarn Type			Fabric Construction		Fabric Count (Warp X Weft/inch)	Thickness (mm)	Weight (mg/m ²)
			1st layer	3rd layer	1st layer		3rd layer	1st layer		3rd layer	1st layer	3rd layer			
			layer	layer	Warp	Weft	layer	Warp	Weft	layer	layer	layer			
A	A-1	2	P	-	1.12	1.09	-	F	F	-	Plain	-	110x96	0.21	11.5
	A-2	2	P	-	1.09	1.05	-	F	F	-	Plain	-	128x74	0.22	12.2
B	B-1	2	P	-	1.19	1.08	-	F	F	-	Twill	-	94x50	0.31	14.5
	B-2	3	P	N6.6	1.13	1.16	3.05	F	F	F	Twill	Tricot	128x36	0.48	18.0
C	C-1	3	N6	N6.6	4.26	4.33	3.49	F	F	F	Plain	Tricot	163x163	0.25	7.5
	C-2	3	N6	N6	1.16	1.2	3.05	F	F	F	Plain	Tricot	168x120	0.29	10.9
D	D-1	3	P80/R20	N6.6	2.18	3.17	3.23	F	S	F	Plain	Tricot	128x80	0.42	19.0
	D-2	3	N6.6	N6.6	1.15	1.14	3.04	F	F	F	Plain	Tricot	176x76	0.42	19.5

P: Polyester, N: Nylon, R: Rayon, F: Filament, S: Staple

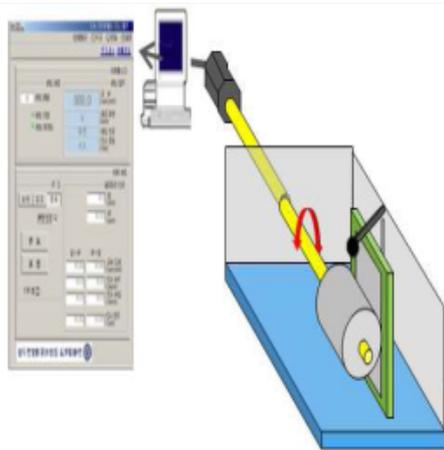


Figure 1. Simulator for Frictional Sound of Fabrics (Patent, No. 10-2008-0105524, 2008)

Table 2. Frictional speeds and time by motion analysis

		Frictional speed (m/s)	Frictional time (sec)	Non-frictional time (sec)
Direction	Front→Back	0.64	0.19	0.19
	Back→Front	0.62	0.19	0.22

2. 실험

2.1. 시료

본 연구에 사용된 시료는 4가지 타입의 PTFE 필름이 라미네이팅된 GORETEX사의 투습발수 직물로,

PTFE 필름 타입별로 각 2종씩 총 8종이다. 시료의 특성은 Table 1. 과 같다.

2.2. 직물 마찰음의 녹음

간향이 발생하지 않는 무향실(anechoic room, background noise 20dB)에서 직물소리 발생 장치인 Simulator for Frictional Sound of Fabrics(Patent, No. 10-2008-0105524)(Figure 1)를 이용하여 직물을 왕복마찰시켰고, 발생된 소리는 고성능 마이크로폰 (Type 4190, B&K)과 Sound Quality System(Type 7698, B&K)을 이용하여 녹음하였다. 정확한 측정을 위해 4회씩 반복 녹음하였다. 이때 직물의 마찰 조건은 Table 2. 에 제시한 속도와 시간으로 직물을 마찰시켰다.

2.3. Zwicker의 심리음향학적 파라미터

직물 마찰음에 대한 심리음향학적 특성으로는 음향의 주관적 감각을 고려하여 음향스펙트럼을 기초로 크기(loudness), 날카로움(sharpness), 거칠기(roughness), 변동강도(fluctuation strength) 등을 고안한 Zwicker(1990)의 심리음향학적 모델이 있다(Table 3).

Zwicker의 파라미터는 Sound Quality Program (Type 7698, B&K)으로 아래와 같은 수식을 통해 계산하였다.

Loudness(Z)

$$= \sum_{i=0}^{24} N'(z_i) \Delta z_i \text{ sone} \quad (1)$$

where $\Delta z_i = 1$ bark and $N' =$ specific loudness.

Sharpness(Z)

$$= 0.11 \frac{\int_1^{24} N'(z) g(z) dz}{\int_1^{24} N'(z) dz} \text{ acum} \quad (2)$$

$$\text{where } g(z) = \begin{cases} 1 & \text{for } z \leq 16 \\ 0.066e^{0.171z} & \text{for } z > 16 \end{cases}$$

Roughness(Z)

$$= \sum_{z=1}^{24} R'(z) \text{ asper} \quad (3)$$

Fluctuation strength(Z)

$$= \sum_{z=1}^{24} F'(z) \text{ vacil} \quad (4)$$

$$\text{where } F'(z) = \frac{0.032 \Delta L(z)}{f_{\text{mod}}(z) / 4 + 4 / f_{\text{mod}}(z)} \text{ vacil}$$

$$\Delta L = 20 \log(N'(1) / N'(99)),$$

and $f_{\text{mod}} =$ modulation frequency

2.4. 직물의 역학적 성질 측정

역학적 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 역학적 성질을 측정하였다. 실험은 표준계측 조건(Matsudaira, Kawabata & Niwa, 1985) 하에서 실시되었다.

2.5. 통계분석

자료의 분석은 SPSS 통계 패키지(Ver. 12.0)와 SAS 통계 패키지(Ver. 9.1.3)를 이용하여 분산분석(ANOVA), 사후 검정, Pearson 상관분석, 다중 회귀 분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. PTFE 필름 라미네이팅 투습발수 직물의 심리음향학적 특성

PTFE 필름 라미네이팅 투습발수 직물의 마찰음에 대한 심리음향학적 특성인 크기, 날카로움, 거칠기, 변동강도를 세 번 측정된 값의 평균과 PTFE 필름 타입에 따른 심리음향학적 특성의 유의한 차이를 알아보기 위한 분산분석의 결과는 Table 4. 와 같다.

시료들의 심리음향학적 크기를 살펴보면, 10.36sone ~ 25.03sone 범위의 분포를 보였고, 그 중 PTFE 필름 타입 A에 속한 시료가 최소값을, PTFE 필름 타입 D에 속한 시료들이 최대값을 가졌다. 선행연구에서 일반 직물의 소리 크기가 0.21sone ~ 3.76sone의 값을 가졌고(이은주, 1999), 폴리에스테르 직물의 크기가 8.2sone ~ 11.2sone (Kim C. al., 2003), 편성물의 크기가 1.8sone ~ 2.8sone의 값을 가졌으므로(조수민, 2006), PTFE 필름 라미네이팅 투습발수 직물은 일반적인 직물과 비교하여 훨씬 더 큰 소리로 인지됨을 알 수 있다. 심리음향학적 날카로움은 1.67acum ~ 1.96acum 범위의 값을 가졌다. 이는 목관 악기의 날카로운 정도인 약 0.5acum ~ 2.0acum(Goad, 1991)보다 더 날카롭게 느껴지는 값이다. 심리음향학적 거칠기는 3.14asper ~

Table 3. Definition of Zwicker's parameters

Parameters	Unit	Descriptions
Loudness(z)	Sone	A measure of the effect of the energy content of sound on the ear. One sone is a loudness equivalent to a 1 kHz tone presented at 40 dB.
Sharpness(z)	Acum	A measure of the high frequency content of a sound. One acum is a narrow band noise one-critical band wide at a center frequency of 1 kHz having a level of 60 dB.
Roughness(z)	Asper	Criteria to identify the perturbing effect of mid-frequency (20~300 Hz) modulation. One asper is defined as the roughness produced by a 1 kHz tone of 60 dB which is 100% amplitude modulated at 70 Hz.
Fluctuation strength(z)	Vacil	The sound models for modulation frequencies perceived to be less than 20 Hz. One vacil is defined as the fluctuation strength produced by a 1 kHz tone of 60 dB which is 100% amplitude modulated at 4 Hz.

5.14asper 사이의 값을 가졌다. 선행연구에서 폴리에스테르는 약 1.7asper~2.0asper의 값을 가졌고(Kim C. et al., 2003), 편성물은 약 0.5asper~0.7asper의 값을 가졌다(조수민, 2006). 따라서 PTFE 필름 라미네이팅 투습발수 직물은 다른 직물과 비교하여 마찰음이 더 거칠게 느껴지는 것으로 나타났다. 심리음향학적 변동강도는 4.05vacil~5.3vacil 사이의 값을 가졌다. 선행연구의 결과와 비교해보면, 폴리에스테르 직물은 약 1.7vacil~2.2vacil의 값을 가졌고(Kim C. et

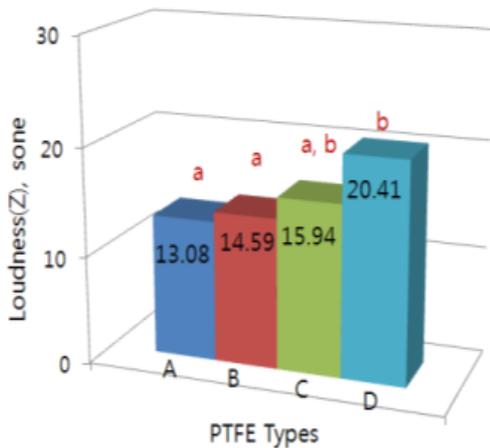


Figure 2. Result of Post-Hoc Test for loudness(Z) According to PTFE Types

al., 2003), 편성물은 약 0.4vacil~0.9vacil의 값을 가져, PTFE 필름 라미네이팅 투습발수 직물의 변동 강도가 다른 직물보다 높음을 알 수 있다. 변동 강도는 섬유 조성에 따라 차이가 있기는 하지만, 음의 변화와 단조로운 정도를 나타내는 지표라고 할 수 있으므로, 큰 변동 강도를 갖는 이유는 본 연구의 마찰 방식과 관련이 있을 것으로 사료된다. 선행 연구들과 달리 본 연구는 마찰이 일어나는 동작 분석을 통해 팔의 움직임에 따라 마찰음이 발생하는 부분과 발생하지 않는

부분을 고려하여 마찰음을 발생시킴으로써 실제 동작을 하는 것과 같은 마찰음을 분석하였다. 때문에 마찰음이 주관적으로 훨씬 더 변화롭게 느껴지는 것으로 유추할 수 있다. PTFE 필름 타입에 따라서는 심리음향학적 크기만이 유의적인 차이가 있는 심리음향학적 특성으로 나타났다(Table 4). PTFE 필름 타입에 따른 심리음향학적 크기의 유의적인 차이를 알아보기 위하여 사후분석을 실시한 결과는 Figure 2. 와 같다. 사후분석 결과, 시료들은 심리음향학적 크기에 따라 덜 시끄럽게 인지되는 타입 I (A, B, C) 그룹과 더 시끄럽게 인지되는 타입 II (C, D)으로 나뉘었다. 시끄러운 I 그룹과 PTFE 필름타입 C, D를 포함한 II 그룹으로 나누어 직물의 기본 특성과 역학적 성질이 마찰음의 심리음향학적 크기에 영향을 미치는 조건들을 살펴보기로 하였다.

3.2. 직물 마찰음의 심리음향학적 크기와 직물의 기본 특성과의 관계

3.2.1. Layer에 따른 특성

동일 그룹 내의 시료 간에 layer구조 차이가 있는 I 그룹의 시료를 대상으로 layer에 따른 심리음향학적 크기 차이를 분석하였다. 2layer와 3layer 시료의 소리특성에 유의적인 차이가 있는지 알아보고자 독립표본 T-test와 비모수 검정을 실시한 결과는 Table 5. 와 같다. 분석 결과 심리음향학적 크기는 2 layer의 경우 약 10sone~12sone, 3layer의 경우 약 15sone~19sone으로 나왔다. 따라서 3layer 시료의 마찰음이 2layer 시료보다 통계적으로 유의하게 더 시끄럽게 느껴짐을 알 수 있었다.

Table 4. Psychoacoustic Characteristics of Specimens and ANOVA Results

PTFE Type	Specimens	Loudness(Z), sone	Sharpness(Z), acum	Roughness(Z), asper	Fluctuation Strength(Z), vacil
A	A-1	11.52	1.75	3.99	4.7
	A-2	10.36	1.78	3.46	4.22
B	B-1	10.93	1.69	3.57	4.4
	B-2	13.96	1.67	3.86	4.87
C	C-1	13.73	1.87	4.01	4.36
	C-2	13.53	1.96	3.14	4.38
D	D-1	16.7	1.72	4.16	4.05
	D-2	15.1	1.7	4.16	4.57
F Value		11.852**	2.732	2.627	0.075

** P<0.01

3.2.2. 섬유 굵기와 직물 밀도에 따른 특성

시료의 섬유 굵기와 직물의 밀도에 따른 소리 특성을 살펴보기 위하여, 상관관계 분석을 실시하였다. 상대적으로 덜 시끄러운 PTFE 필름 타입 I 그룹과 더 시끄러운 II 그룹으로 나누어 소리 특성과 섬유의 굵기, 직물 밀도의 상관관계를 분석한 결과는 Table 6. 과 같다. 그룹 I 과 그룹 II의 심리음향학적 크기는 섬유의 굵기와 밀도에 따른 소리 특성에 따른 차이는 없었다.

3.3. PTFE 필름 타입 별 역학적 특성과 심리음향학적 특성과의 관계

Table 5. Loudness(Z) According to Layer

	2 layer Mean±S.D	3 layer Mean±S.D	T-test p-value	Wilcox on P-value
Loudness (Z)	10.937±1.7650	15.587±4.0473	.009	.024

Table 6. Relationship between Loudness(Z) and Thickness of Fiber · Fabric Count of Specimen

		Loudness(Z)	
		Group I : less noisy	Group II : more noisy
Thickness of fiber	Warp	.221	.099
	Weft	.237	.094
Fabric Count	Warp	-.351	-.550
	Weft	-.182	-.475

유사한 소리 특성을 갖는 것으로 분류된 PTFE 타입 I 그룹과 PTFE 타입 II 그룹의 심리음향학적 크기와 역학적 특성간의 상관관계를 분석한 결과 중 상관관계가 있는 변수들을 Table 7. 에 나타내었다. 덜 시끄러운 마찰음을 갖는 PTFE 타입 I의 경우 전단 특성(G, 2HG5)과 심리음향학적 크기가 정적(+)상관관계를 보여 전단 방향으로의 변형이 어려울수록 마찰음이 시끄럽게 인지됨을 알 수 있었다. 또한 심리음향학적 크기는 압축 특성(WC, RC)과 무게(W)와도 상관관계를 보였다. 따라서 압축이 어렵고, 벌키하고 무거운 직물일수록 시끄럽게 느껴짐을 알 수 있었다. PTFE 타입 II 그룹 시료들의 경우 심리음향학적 크기와 역학적 특성간의 유의미한 상관관계는 나타나지

않았다. 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타난 PTFE 타입 I 시료들의 역학적 특성으로부터 심리음향학적 크기를 예측하기 위하여 회귀분석을 실시한 결과는 Table 8. 과 같다.

3.4. 직물 마찰음의 심리음향학적 특성 예측 모델

직물의 기본특성과 역학적 특성을 복합적으로 고려하여 직물 마찰음의 심리음향학적 특성을 예측하고자, 다중회귀분석을 사용하여 PTFE 필름 타입에 따라 유의적으로 덜 시끄럽게 인지되는 타입 I 그룹과 더 시끄럽게 인지되는 타입 II 그룹간의 마찰음에 대하여 심리음향학적 크기를 예측하는 모델을 제시하였다(Table 9). PTFE 필름 타입 I 그룹의 마찰음을 예측하는 회귀식에는 layer가 설명 변수로 포함되었고, 예측력도 비교적 높게 나타났다. 회귀식에 따르면 layer에 따른 심리음향학적 크기 특성 분석결과와 마찬가지로 2layer보다 3layer의 경우 더 시끄럽게 인지되는 것으로 예측되었다. 따라서 직물을 2layer로 가능한 납작하게 제작한다면 마찰소음이 작고, 덜 시끄럽게 느껴지는 직물의 제작이 가능할 것으로 사료된다.

Table 7. Relationship Between Loudness(Z) and Mechanical Properties at PTFE Film Type Groups

	Loudness(Z)	
	Group I : less moisy	Group II : more noisy
G	.880*	.834
2HG5	.844*	.678
WC	.928*	.664
RC	.887*	.511
W	.869*	.780

*: <.05

Table 8. Regression Models for Mechanical Properties and Loudness(Z)

	Y	R ²
WC(gf · cm/m ²)	63.516x + 8.1251	0.7762
RC(%)	0.46x + 8.4244	0.7863
W(mg/cm ²)	0.0703x + 2.1697	0.7558

Table 9. Regression Models for Mechanical Properties and Loudness(Z)

Y		i	X _i	C _i	C ₀	Adj. R ²
Loudness(Z)	Group I : less noisy	1	Layer	2.806	10.937	0.924
	Group II: more noisy	2	2HG5	0.179	11.864	0.999

PTFE 필름 타입 II 그룹의 심리음향학적 특성을 예측하는 회귀식에는 전단이력(2HG5)이 포함되었고 예측력도 R²가 1에 가까워, 높게 나타났다.

회귀식에 따르면 전단 이력이 클수록 더 시끄럽게 느껴지는 마찰음이 발생함을 알 수 있었다. 따라서 전단방향으로의 변형이 쉬운 2layer직물은 심리적으로 덜 시끄럽게 느껴지는 마찰음을 가질 것으로 사료된다.

4. 결론 및 제언

본 연구에서는 PTFE 필름 라미네이팅 투습발수 직물을 대상으로 직물마찰음의 심리음향학적 특성과 직물의 역학적 특성, 기본 특성과의 관계를 고찰

함으로써, 가공방법이 통제된 상태에서 마찰음 최소화를 위한 요인들에 대해 살펴보았다.

PTFE 필름 라미네이팅 투습발수 직물 소리의 심리음향학적 특성 4가지(심리음향학적 크기, 날카로움, 거칠기, 변동강도)를 분석하여 PTFE 필름 타입에 따른 차이를 살펴본 결과, 심리음향학적 크기에서 PTFE 필름 타입별로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 분산분석과 사후검정을 실시한 결과 시료들은 PTFE 필름 타입에 따라 덜 시끄러운 타입 I (A, B, C) 그룹과 시끄러운 타입 II(C, D) 그룹으로 나뉘었다.

두 그룹 간 마찰음의 심리음향학적 크기와 직물의 기본 특성간의 관계를 살펴본 결과 직물의 layer가 심리음향학적크기에 영향을 미치는 것으로 나타나, 3layer보다 2layer가 덜 시끄럽게 인지됨을 알 수 있었다.

PTFE 필름 타입별 직물의 역학적 특성과 마찰음의 심리음향학적 특성과의 상관관계분석 결과 전단방향으로의 변형이 어렵고 두껍고 무거운 직물일수록 마찰음이 시끄럽게 인지됨을 알 수 있었다.

PTFE 필름 타입 별 직물의 기본 특성과 역학적 특성 중 직물 마찰음의 심리음향학적 특성에 영향을 미치는 주요 변수를 다중회귀분석을 통해 살펴본 결과 2layer로 직물을 가능한 납작하게 할수록, 전단방향으

로의 변형이 쉬울수록 심리음향학적으로 덜 시끄럽게 인지됨을 예측할 수 있었다.

이와 같이 도출된 역학적 특성과 기본 특성을 제어함으로써 투습발수 직물에 청각적 쾌적감을 부여할 수 있는 고감성 직물의 개발에 도움을 줄 수 있을 것이다. 본 연구는 직물의 기본 특성과 역학적 특성이 직물 마찰음의 심리음향학적 특성에 미치는 영향을 통해 소음을 낮출 수 있는 요인을 예측하였으므로, 추후 연구에서는 직물 마찰음에 대한 주관적 감성 평가를 통해 주관적인 청감성에 영향을 미치는 요인에 대한 연구가 더 필요할 것이다.

참고문헌

Bishop, D. P., *Fabrics: Sensory & Mechanical Properties*, Textile Progress, 26(3), 1996.

Cho, G., Kim, C. J., Cho, J. Y., & Ha, J. Y. (2005). Physiological signal analyses of frictional sound by structural parameters of warp knitted fabrics, *Fibers and Polymers*, 6(1), 89-94.

Cho, J. Y., Yi, E. J., Sohn, J. H., & Cho, G. S. (2001). Psychophysiological Responses to the Sound of Fabric Friction, *Journal of Korean Society for Emotion and Sensibility*, 4(2), 79-88.

Choi, K. Y., Kim, C. J., & Cho, G. S. (2002). Relationship between Physical Properties and Sensibility of the rustling Sounds of Silk Fabrics, *Journal of Korean Society for Emotion and Sensibility*, 5(3), 39-46.

Cho, S., Yi, E., & Cho, G. (2006). Psychological and physiological responses to the rustling sounds of Korean traditional silk fabrics, *Fibers and Polymers*, 7(4), 450-456.

Chung, H., Kim, C., & Cho, G. (2003). Effect of Fabric Sound from Active Wear on Electrodiagnosis and Subjective Sensation and Sensibility, *Journal of*

- Korean Society for Emotion and Sensibility*, 6(1), 27-32.
- Goad, P. (1991). Sharpness Measurements for Musical Instrument Timbers, *Journal of Acoustic Society of America*, 89(4), 1270-1277.
- Kim, C. J. & Cho, G. (2002). Development of Rustling Sound Generator Using Reciprocating Motion and Evaluation of Its Fabric Sound, *Journal of Korean Society for Emotion and Sensibility*, 9(2), 133-140.
- Kim, C. J. et al. (2003). Sound Characteristics According to Cross-sectional Shapes of Fibers, *Fibers and Polymers*, 4(4), 199-203.
- Kim, C., Yang, Y., & Cho, G. (2008). Characteristics of Sound of Generated from Vapor Permeable Water Repellent Fabrics by Low-speed Friction, *Fibers and Polymers*, 9(5), 639-645.
- Kim, K. J. (1987). High Performance Textile Products ; Moisture Permeable Water Proof Finish, *The Korean Fiber Society*, 24(6), 699-718.
- Yang, Y., Park, M., & Cho, G. (2008). Relationship Between Frictional Sounds and Mechanical Properties of Vapor Permeable Water Repellent Fabrics for Active Wear, *Journal of Korean Society for Clothing Industry*, 10(4), 566-571.
- Yi, E. J. (1999). *Effect of Fabric Sound and Physical properties on Subjective Sensation*, Unpublished Dissertation, Yonsei University, Seoul.

원고접수: 2012.01.12

수정접수: 2012.03.12

게재확정: 2012.03.26