

전투복의 마찰음이 심리음향학적 특성에 미치는 영향

Effect of Frictional Sound of Combat Uniform on Psychoacoustic Properties

진은정*, 이지현, 이규린, 조길수

연세대학교 의류환경학과

Key words: 'Fabric sound', 'Combat Uniform', 'Psychoacoustic properties', 'Mechanical properties'

1. 서론

전투복(Combat Uniform)은 전쟁에 참가하는 군인들이 자신의 몸을 보호하기 위한 목적으로 입는 특수한 복식이다. 특히 전투복에서 발생하는 과도한 소음은 전장에서 적의 감시 시스템에 의해 목표물로 탐지될 수 있는 위험을 갖고 있어 생명을 위협하는 요소가 된다[1]. 따라서 전시 상황 하의 다양한 위험 요소로부터 군인의 생존과 직결될 수 있는 전투복 직물의 소음을 저감시키는 방안이나, 청각적 위장 성능을 고려한 무소음 지향 전투복 직물 개발에 대한 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 전장과 같이 특수한 상황에서 요구되는 움직임에 고려하여 워킹, 조깅, 러닝의 동작 속도 단계별로 발생된 직물 마찰음이 심리음향학적 특성에 미치는 영향을 알아보려고 한다. 또한 심리음향학적 특성과 역학적 성질 사이의 관계 분석을 통해 직물의 마찰음을 감소시킬 수 있는 요인을 분석하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료

본 연구에서 사용된 시료는 구형 얼룩 무늬 전투복 직물 3 종과 신형 디지털 무늬 전투복 직물 3 종이다. 구형 얼룩무늬 전투복 직물은 하복용 립스탑(W-S), 동복용 개버딘(W-W), 투습방수가공 태피터(W-WR)이고, 신형 디지털무늬 전투복 직물은 사계절용 립스탑(D-F), 특전사용 개버딘(D-UDT), 난연가공 립스탑(D-FR)이다.

2.2. 직물 마찰음의 녹음

무향실(anechoic room, background noise 20dB)에서 직물소리 발생 장치인 Simulator for Frictional Sound of Fabrics(Patent, No. 10-2008-0105524)를

이용하여 직물을 왕복 마찰시켰으며, 발생된 소리는 고성능 마이크로폰(Type 4190, B&K)과 Sound Quality System(Type 7698, B&K)을 이용하여 녹음하였다. 직물의 마찰 조건은 동작 속도 walking(0.6m/s), jogging(1.0m/s), running(1.8m/s)이며, 정확한 측정을 위해 3 회씩 반복 녹음하였다.

2.3. 직물 마찰음의 소리 특성 분석

녹음된 소리는 0~17,000Hz 의 주파수 범위에서 FFT(Fast Fourier Transformation) 분석으로 스펙트럼을 얻고 이에 기반하여 물리적 소리 특성인 SPL(Sound Pressure Level, dB)과, Zwicker(1990)가 제안한 심리음향학적 소리 특성인 Loudness(Z), Sharpness(Z), Roughness(Z), Fluctuation Strength(Z)를 계산하였다.

2.4. 직물의 역학적 성질 측정

KES-FB system(Kawabata, 1980)을 사용하여 직물의 인장, 굽힘, 전단, 압축, 표면 특성과 두께 및 무게에 관한 17 개 역학적 특성치를 측정하였다.

2.5. 통계분석

SPSS 통계 패키지(Ver. 18)를 사용하여 분산분석(ANOVA)과 상관분석을 실시하였다.

3. 연구 결과

3.1. 구형과 신형 전투복 직물의 총음압 비교

객관적인 소리 크기를 나타내는 총음압(SPL)은 64.73~77.93dB 범위의 분포를 보였으며, 마찰 속도에 따라 점차 증가하는 경향을 보였다. 시료 별로 총음압의 차이를 비교해 본 결과, 구형 얼룩무늬 전투복 직물 3 종이 신형 디지털무늬 전투복 직물 3 종보다 총음압이 높아 더 큰 소리 특성을 갖는 집단으로 나타났다(그림 1).

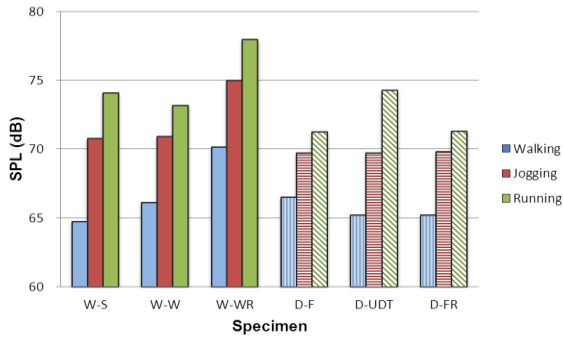


그림 1. 시료에 따른 총음압(SPL)

3.2. 마찰 속도 별 직물 마찰음의 심리음향학적 특성

마찰 속도 별 심리음향학적 특성에 차이가 있는지 알아보려고 분산분석을 실시한 결과, Sharpness(Z)를 제외한 소리 특성은 속도에 따라 유의적인 차이를 나타냈다. 심리음향학적 크기인 Loudness(Z)의 경우, 8.07~16.47sone 사이의 범위를 보였으며 jogging 과 running 시가 walking 시 보다 유의적으로 높은 값을 가져, 심리적으로 더 시끄러운 소리로 인지됨을 알 수 있다(그림 2). Sharpness(Z)는 속도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다. Roughness(Z)와 Fluctuation Strength(Z)는 jogging, running 시가 walking 시 보다 높은 값을 가져, 고속 마찰 시 마찰음이 더 거칠고 변화있게 인지되는 것으로 나타났다. 시료 별로 살펴보면, W-WR 은 다른 시료에 비해 Loudness(Z), Sharpness(Z), Roughness(Z)가 높아, 가장 시끄럽고, 날카로우며 거친 소리 특성 갖는 직물로 나타났으며, 이는 투습발수 가공 방법이 소리 특성에 영향을 미친 것으로 사료된다[2]. 반면 디지털무늬 전투복 직물인 D-FR 은 Loudness(Z), Sharpness(Z)의 최소값을 가졌고, D-UDT 는 Sharpness(Z), Roughness(Z)의 최소값을 나타냈다.

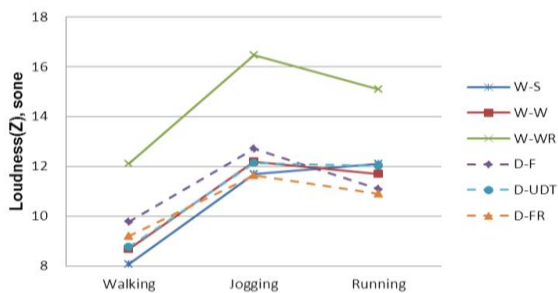


그림 2. 마찰 속도에 따른 심리음향학적 크기

3.3. 심리음향학적 특성과 역학적 성질간의 상관관계

심리음향학적 특성에 영향을 미치는 역학적 요인을 구체적으로 파악하기 위해 상관분석을 실시한 결과, Loudness(Z)와 Sharpness(Z)는 모든 속도에서 표면 마찰계수(Loudness(Z), $r=-0.91$; Sharpness(Z), $r=-0.98$)와 압축회복력(Loudness(Z), $r=0.90$; Sharpness(Z), $r=0.92$)과 유의한 상관관계를 가져, 마찰력이 작고 압축변형에 대한 회복성이 좋을수록 소리가 더 시끄럽고 날카롭게 인지되는 것으로 나타났다. Roughness(Z)와 Fluctuation Strength(Z)는 마찰 속도에 따라 현저한 차이를 보였으며, Roughness(Z)는 running 시 인장회복력($r=0.94$)과 표면마찰계수($r=-0.95$)와 높은 상관관계를, Fluctuation Strength(Z)는 walking 시 압축에너지($r=-0.91$), 두께($r=-0.82$)와 부적 상관관을 나타냈다.

4. 결론

전투복 직물의 마찰음을 비교한 결과 구형보다 신형 전투복 직물의 총음압이 더 낮아 조용한 것으로 나타났으며, 동작 속도에 따른 심리음향학적 특성을 비교한 결과, jogging과 running 시가 walking 시 보다 Loudness(Z)가 더 커서 심리적으로 더 시끄러운 소리로 인지됨을 알 수 있었다. 또한 직물의 역학적 특성과 심리음향학적 특성 간의 관계 분석을 통해 소리를 감소시키기 위해서는 표면마찰계수(MIU)를 올리고 압축회복력(RC)을 낮춰야 할 것으로 나타났다.

본 연구는 청각적 위장 성능을 갖춘 무소음 원단 개발을 위한 기초 자료로 사용될 수 있을 것이며, 후속 연구에서는 주관적 감각 및 생리적 반응 평가를 통해 실질적인 검증이 필요할 것으로 사료된다.

“이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2011-8-0495).”

참고문헌

- [1] Eugene Wilusz (2008). Military textiles. UK: Woodhead Publishing.
- [2] 양윤정, 박미란, 조길수(2008). 스포츠웨어용 투습발수직물의 마찰음과 역학적 성질간의 상관성. 의류산업학회지, 10(4), 566-571.