

신발용 합성피혁의 역학특성에 관한 연구

-이축신장 특성을 중심으로-

문영천, 박정우, 한원희*, 안승국

부산대학교 섬유공학과, *섬유패션기능대학

Study on the Mechanical Properties of Synthetic Leather for Footwear

-Focused on Biaxial Extension Property-

Young-Chon Moon, Jung-Woo Park, Won-Hee Han*, and Seung-Kook An

Department of Textile Engineering, Pusan National University, Pusan, Korea

*Department of Textile Manufacturing, Korea Textile and Fashion Institute

1. 서론

신발산업은 최근의 소비자들의 생활양식이 변화하면서 목적에 따른 다양한 요구를 수용하기 위한 노력을 기울이고 있다. 특히 신발을 착용할 때 요구되는 고도의 기능성 및 쾌적성은 이미 보편화된 요구조건이다. 이러한 관점에서 천연피혁제품은 다양한 기능성을 부여하는데 많은 제약을 받기 때문에 신발소재로서 합성피혁의 비중은 급속히 증가하고 있으며, 이와 관련한 연구는 주로 기능성 및 내구성을 부여하는데 초점을 두고 있다[1].

신발용 합성피혁은 니트·부직포 그리고 직물 등의 기재에 수지를 함침 또는 코팅하는 방법으로 만들며, 코팅의 방법으로는 크게 건식용고법, 습식용고법과 라미네이팅 방법으로 구분할 수 있다. 코팅과 관련한 최근의 연구동향은 기재로 사용하는 부직포의 형성과 이들의 물성에 관한 연구, 부직포에 함침·코팅되는 수지에 대한 연구, 인공피혁 제조방법에 대한 연구, 그리고 인공피혁의 다양한 기능에 관한 연구 등이 이루어 졌다[2].

신발제품을 착용할 때의 착용감이나 외부환경 및 변형에 대한 내구성을 평가하고 예측하는 것은 매우 중요하다. 특히 신발은 2차원의 소재를 사용하여 3차원의 제품을 형성한 후 의복에 비해 매우 복잡한 형태의 강한 변형 및 마모환경에서의 내구성을 필요로 하므로 소재로 사용되는 합성피혁의 역학특성 및 내구성을 측정하고 분석하여 보다 나은 물성을 갖는 소재를 개발할 필요가 있다.

본 연구에서는 니들펀치 부직포에 폴리우레탄 수지를 함침·코팅하여 만든 합성피혁의 역학특성을 측정하였으며, 특히 신발 착용시에 발생하는 복잡한 형태의 변형을 고려하여 이축신장 특성을 측정하여 분석하였다. 또한 이들 역학특성의 정확한 해

석을 위하여 부직포, 폴리우레탄 필름, 폴리우레탄으로 함침한 부직포의 역학특성을 측정하여 분석하였다.

2. 실험

2.1. 시료

실험에 사용된 부직포는 모두 니들펀칭법으로 제조된 6종을 선정하였으며, 그 세부사항을 Table 1에 나타내었다. 각 부직포에 사용된 섬유의 섬유장은 51mm, 섬도는 1.4d이며 부직포를 형성할 때 needle punching 밀도는 1,250 punches/m² 이다.

Table 1. The characteristics of nonwoven fabrics

Sample code	Fiber content(%)(nylon:polyester)	Weight (g/m ²)	Thickness (mm)
A1	20 : 80	180	0.80
A2	20 : 80	200	0.95
A3	20 : 80	240	1.25
B1	70 : 30	210	0.75
B2	70 : 30	240	0.88
B3	70 : 30	280	1.05

2.2 폴리우레탄 필름의 제조

폴리우레탄 필름은 두께 0.3mm, 0.5mm, 0.7mm, 1.0mm를 제조하였다. 제조방법은 먼저 폴리우레탄 수지와 DMF를 중량비 100:40으로 혼합한 후 유리판에 도포하였다. 비용매로써 물(20±1℃)에 25분간 침지하여 응고시켰으며, 잔류 DMF를 제거하기 위하여 운수 중에 12시간이상 방치 후 건조기(120℃)에서 20분간 건조하였다[3,4].

2.3 함침·코팅 시료의 제조

함침 및 코팅 수지의 농도는 일정하게 유지하여 시료를 제조하였다. 부직포를 폴리우레탄수지에 함침한 후에 상온에서 15% DMF용액에 25분간 침지하여 응고하였으며, 함침포 위에 다시 폴리우레탄 수지를 0.3mm ~ 1.0mm 두께로 코팅 후 수세 및 건조를 하였다.

2.4 물성 측정 및 단면·표면 관찰

가공에 의한 필름 및 함침·코팅포의 두께변화를 측정하였으며, 함침·코팅에서의 수지부착률을 측정하였다. 또한 SEM 및 Optical microscope을 사용하여 시료 각각의 표면 및 단면을 촬영하여 관찰하였다.

2.5 역학적 특성 측정

각각의 시료에 대해 KES FB 시스템을 이용하여 인장, 굽힘, 전단 압축 및 표면 특성을 측정하였으며, KES-G2-SB1 strip biaxial tensile tester를 사용하여 이축신장 특성을 측정하였다. 또한 Instron을 이용하여 파단강도 및 인장변형률을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 폴리우레탄 필름의 이축신장 특성

Figure 1과 2는 두께를 달리한 폴리우레탄 필름의 기계방향과 폭방향의 이축신장 실험에 의한 신장-하중 곡선을 나타낸 것이다. 그 결과 기계방향의 하중이 수직방향에 비해 매우 큰 값을 나타내었으며 필름 두께의 증가에 따라 하중은 선형적으로 증가하는 결과를 나타내었다. 이는 필름을 제조할 때 고점도의 폴리우레탄 수지를 사용하여 현장의 방법에 따라 나이프로 필름의 수직방향으로 하중을 가하면서 기계방향으로 당기면서 만들었기 때문에 필름내부에 기계방향의 배향이 발생하였기 때문인 것으로 판단된다.

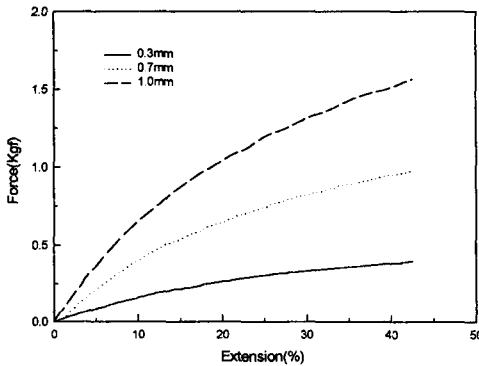


Figure 1. Biaxial load-extension curves of polyurethane film in machine direction with thickness.

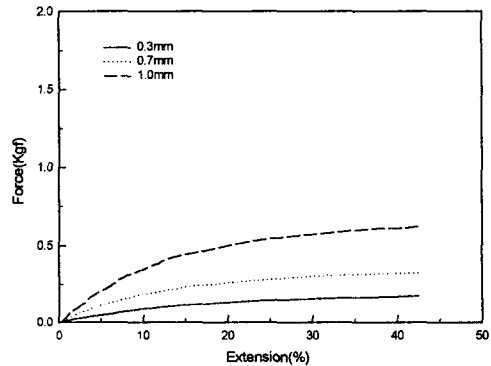


Figure 2. Biaxial load-extension curves of polyurethane film in cross direction with thickness.

3.2 니들펀치 부직포의 이축신장 특성

Hearl이 제시한 니들펀치 부직포의 기하학적 모델에 의하면[5], 니들의 펀칭에 의해 웹을 관통하여 끌어당겨진 섬유들의 tufts를 vertical structure로 정의하고, vertical tufts 주변으로 굴곡된 섬유들을 horizontal structure라 하였다. 이 두 structure는 내부적으로 연결되어 있으며 응력이 가해졌을 경우 그 변형거동이 서로 영향을 끼치게 된다. 즉, 신장변형이 가해지는 경우 응력이 가해지는 방향 뿐 만이 아니라 그 수직방향으로도 변형을 수반하게 되므로, 이에 대한 이축신장 거동에 대한 고찰이 필수적이라 할 수 있다.

Figure 3과 4는 니들펀치 부직포의 이축신장 특성의 측정에 따른 하중-신장 곡선을 나타낸 것이다. 그 결과 폭방향에 비해 기계방향의 하중이 다소 크게 나타났으며, 부직포의 단위면적당 중량의 증가에 따라 신장하중이 다소 증가하였다. 일반적으로 직물이나 편물에 비해 그 이방성이 낮기는 했지만, 기계방향의 하중이 폭방향에 비해 높게 나타났으며, 이는 부직포의 제조 공정 중 carding 및 web의 drawing시 섬유의 기계방향의 배향과 펀칭공정에서의 니들에 의해 발생하는 섬유의 배향에 의해 신장변

형에 대한 저항력이 증가하기 때문으로 판단된다.

폴리우레탄 필름과 비교해서 부직포의 초기 초기신장영역에서 탄성율이 상대적으로 낮은 것을 알 수 있는데, 이는 초기 신장시 부직포 내의 굴곡된 섬유가 펼쳐지면서 horizontal structure가 변화하게 되고, 이후 부직포 내 섬유간 미끄러짐이 발생하기 때문인 것으로 생각된다.

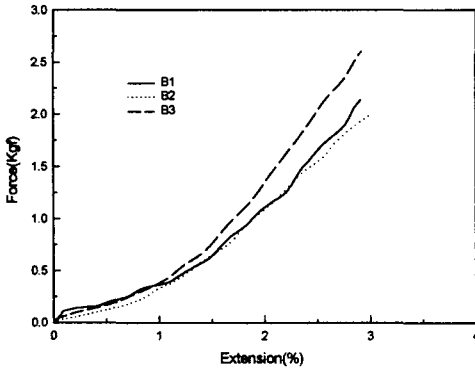


Figure 3. Biaxial load-extension curves of nonwoven in machine direction with thickness.

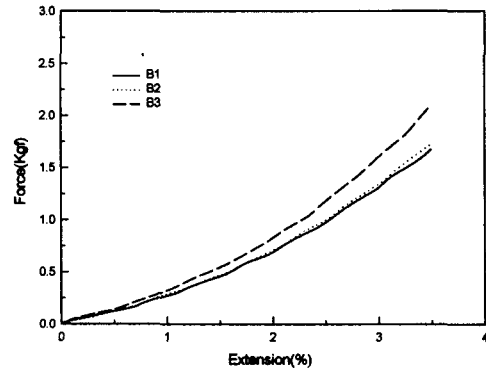


Figure 4. Biaxial load-extension curves of nonwoven in cross direction with thickness.

4. 참고문헌

1. L. Fourt and N. R. S. Hollies, "Clothing Comfort and Function", p.1, Marcel Dekker, New York., 1970.
2. M. Enomoto, K. Suehiro, and Y. Muraoka, "Effect of Composition and Coagulation Structure of Coating Polymers made from Hydrophobic and Hydrophilic Polyurethane Resin on Moisture Transporting Properties in Waterproof/Moisture-permeable Fabrics", *J. Text. Mach. Soc. of Japan*, **50**, pp.233-241(1997).
3. M. Enomoto, K. Suehiro, Y. Muraoka, K. Inoue, and M. Sumita, "Physical Properties of Polyurethane Blend Dope-Coated Fabrics", *Textile Res. J.*, **67**, pp.601-608(1997).
4. M. Enomoto, K. Suehiro, T. Tanaka, and Y. Kiso, "Effect of Composition and Structure of Coating Polymers on Moisture Transporting Properties in Waterproof/Moisture-permeable Fabrics Prepared by Wet-Coagulation Process", *J. Text. Mach. Soc. of Japan*, **49**, pp.49-55(1996).
5. J. W. S. Hearl, "A Theory of The Mechanics of Needled Fabrics", pp.52-63, The Textile Trade Press, Manchester, 1972.