

네오프렌 소재의 레이저 커팅기법 적용에 따른 물성 및 드레이프 형상 변화 연구

한유정 · 김종준[†]
이화여자대학교 의류학과

A Study on Changes of Drape Shapes and Physical Properties by Applying Laser-Cutting Technique on Neoprene Materials

Yoojung Han · Jongjun Kim[†]
Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University

Abstract

A wide variety of fashion materials focus on good drape property and softness. Among the recently emerging materials, Neoprene that consists of laminated knit on both sides of foamed neoprene sheet seeks a unique appearance that is considerably deviated from the current flow. Diverse processing methods for the newly released material heighten the value in function and beauty among trends of fashion materials by enhancing the appearance, touch and material property. Laser-cutting technique is one of the processing methods that is consistently used in the textile area. This study aimed to find the basic materials for applicability of laser-cutting technique to clothing goods after consideration of the changes in material property and drape shape, and to furthermore enforce different pattern conditions to Neoprene material, one of the newly attractive materials in the fashion area. In this study, we applied laser-cutting technique to Neoprene material sample under different conditions of pattern appearance, size and distance, based on current evaluation and theoretical background of Neoprene material, fashion trend and laser-cutting technique.

[†]Corresponding author: Jongjun Kim, Tel. +82-2-3277-3102, Fax. +82-2-3277-3079
E-mail: jjkim@ewha.ac.kr

This research is part of a master's thesis.

This research was presented at the 2015 spring Conference of The Korean Society of Fashion Business.

Drape property can improve and the drape direction could also be controlled by a wide variety of laser-cutting techniques applied to Neoprene materials that have uniquely different appearances from most other textiles. This technique could be applied to the design for diversification of Neoprene clothing goods in the future.

Key words : Neoprene(네오프렌), laser-cutting(레이저커팅), drape(드레이프)

1. 서론

오늘날 산업과 과학기술이 발전하고 경제가 성장함에 따라 소비자의 생활수준 또한 향상되고 소비자의 감성 또한 대단히 중요시 되고 있다. 이에 따라 섬유 패션 산업 분야에서도 소비자의 감성적 욕구를 충족시켜 줄 수 있는 새로운 기술과 소재에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 새로운 소재디자인의 개발은 차별화되고 고부가가치 상품을 개발하는데 있어 중요한 요소이기에 새로운 분야와의 융합으로 기술력과 창의력이 돋보이는 새로운 소재 디자인 개발하는 것에 보다 더 집중하고 있다(Kim & Cho, 2000). 최근 신축성 소재로써 신소재 중 하나인 발포 네오프렌 시트 양면에 니트를 라미네이트한(이후 네오프렌 소재로 약칭) 네오프렌 소재가 몇 년 전부터 패션소재로 쓰이면서 패션디자이너들의 컬렉션 무대는 물론 일상복에서까지 각광받고 있다(Choi, Jeon, & Kim, 2007).

네오프렌은 주성분이 클로로프렌(2-chloro-1,3-butadiene)인 monomer에 혼합물을 첨가 중합을 하여 생성된 중합체이다. 아세틸렌 2분자를 염화제일 구리의 촉매하에 중합시키면 비닐 아세틸렌(Monovinyl Acetylene)이 얻어진다. 이 비닐 아세틸렌에 염산을 첨가하여 클로로프렌을 얻고 이를 중합시키면 최종적으로 네오프렌을 얻을 수 있다(Munn, 1970).

네오프렌은 나일론의 발명자인 H. W. 캐러더스(Wallace Carothers)에 의해 합성되어, 1931년 처음 등장했다. 미국의 듀폰사(社)에서 듀프렌(Duprene)이라는 상품명으로 발매되었었지만, 얼마 후에 네오프렌으로 명칭을 바꾸었다.

네오프렌은 스타킹이나 속옷의 주재료인 나일론의 발명 이전에 만들어진 합성 고무이다. 신축성이 뛰

어나고 내약품성, 내후성, 내열성, 내마모성 등의 가능성이 좋아 전선의 피복, 토목공사용 고무벨트 등 산업용 재료로 사용되고 있지만 잠수복의 주재료로 이용된다고 널리 알려져 있다 (Kang, Lee & Kim, 2012; Long, 2001).

네오프렌은 탄력성이 좋고 가벼우며 표면에 니트, 메탈릭, 천연 소재, 저지 등 여러 소재와 결합하여 다양한 효과를 낼 수 있다. 또한 일반 직물과 달리 울이 풀리지 않아 슬래쉬, 레이저 커팅 등의 다양한 가공 방법을 통해 2차적 소재 개발이 가능한 장점이 있다.

네오프렌 소재가 가지는 볼륨감과 탄력성에 의해 아방가르드한 느낌을 만들어 낼 수 있어(Kim, 2013) 최근 새로운 패션 소재로 많이 쓰이고 있긴 하나 경우에 따라서는 가공을 통해 또 다른 형태의 실루엣을 만들거나 이를 조정할 필요가 있다.

전술한 것과 같이 컴퓨터 및 과학 분야의 신기술, 신소재가 텍스타일에 접목되어 빠르게 진화하고 있으며 섬유 외관과 촉감이나 물성을 향상시키기 위한 다양한 가공이 적용되어 심미성 높은 텍스타일 디자인이 가능해지고 있다(Kim, 2010). 그 중 한 가지 가공기술이 레이저 커팅이다. 레이저 커팅은 텍스타일 분야에서 가장 활발히 응용하고 있는 신기술 가공법으로 1990년대 후반부터 지속적으로 쓰이고 있다. 그 동안의 레이저 커팅과 관련한 선행연구들은 레이저 커팅 도입단계에서 신기술을 소개하고 정보를 제공하거나 Ham(2014), Kim(2015), Jang(2015)의 연구에서와 같이 레이저 커팅 기법을 이용한 의상 디자인 연구로써 레이저 커팅을 표현의 수단으로 이용하여 작품을 제작하는 것을 목적으로 한 연구가 대부분 이었다.

Kim(2010)은 레이저 커팅의 소재별 적정수치와 레이저 커팅 후 나타난 특징을 활용한 텍스타일 디

자인 적용에 대해 연구하였다. 하지만 그 외 아직까지 레이저 커팅 가공 기법을 텍스타일에 효과적으로 적용하기 위한 연구나 네오프렌 소재의 독특한 드레이프 형상을 조절할기 위한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구의 목적은 네오프렌 소재에 패턴 조건을 달리한 레이저 커팅 기법을 적용하여 그에 따른 물성 및 드레이프 형상의 변화에 대해 고찰하고, 향후 의류제품에 적용할 경우 기초 자료로 제시하고자 한다.

II. 실험

1. 시료의 선정

패턴의 모양, 크기, 간격에 따른 물성을 비교 분석하기 위해 예비 실험 결과를 바탕으로 1mm의 두께 네오프렌 소재에 패턴을 바이어스 방향으로 레이저 커팅 하였다.

레이저 커팅 조건은 다음과 같다. 같은 면적 대비 패턴 모양에 따른 차이를 알아보기 위해 동일한 면적의 네오프렌 시료에 개개의 면적이 동일하나 형태가 다른 모티브 원(Circle)과 정사각형(Square), 직사각형(Rectangle)을 동일한 개수와 동일 중심점에 균등하게 배치하였다.

시료에 레이저 커팅한 각 모티브의 치수는 Table 1과 같다.

또한 모티브 원(Circle)과 직사각형(Rectangle)의 경우 간격과 크기에 변화를 주어 조건을 다르게 하였다.

본 연구에서는 시료의 구분을 용이하게 하고자 Table 2와 같이 시료의 기호를 정하였다.

2. 실험 방법

1) 직물의 물성 측정

레이저 커팅 가공 후 네오프렌 소재의 단위면적당

Table 1. Dimension of Fabric Specimen Code (motifs with same area)

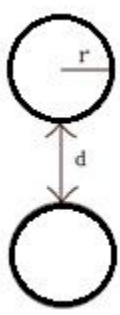
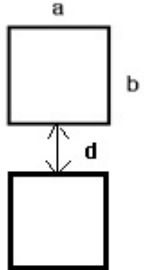
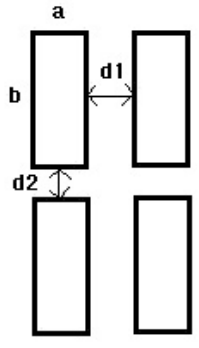
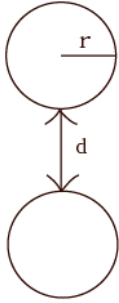
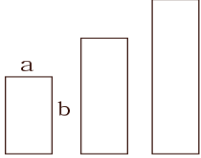
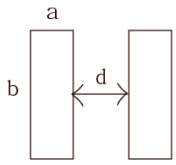
| Circle | Square | Rectangle |
|---|--|---|
| C8 | S7 | R12 |
|  <p>$r = 3.95\text{mm}$ $d = 7.9\text{mm}$</p> |  <p>$a=7\text{mm}$ $b=7\text{mm}$ $d=1.5\text{mm}$</p> |  <p>$a=4.08\text{mm}$ $b=12\text{mm}$ $d1=12\text{mm}$ $d2=4\text{mm}$</p> |

Table 2. Fabric Specimen Code

| Circle | | Rectangle | |
|-------------|--|-------------|--|
| Sample code | Cutting condition | Sample code | Cutting condition |
| C4 |  <p>radius r = 4 mm distance (d=4,6,10,12 mm)</p> | R8-6 |  <p>R8-6 R12-6 R16-6</p> <p>a = 4 mm b = 8 . 12. 16 mm</p> |
| C6 | | R12-6 | |
| C10 | | R16-6 | |
| C12 | | (R12-6) |  <p>a = 4 mm b = 12 mm distance (d = 6, 10, 14 mm)</p> |
| | | R12-10 | |
| | | R12-14 | |

중량, 두께, 강연도의 기본물성을 측정하였다. 시료의 중량을 측정하기 위하여 KS K 0514:2011법에 준하여 각 시료를 10 × 10cm로 채취하여 전자저울을 사용하여 측정하였다. 두께 측정의 경우는 KS K ISO 5084:2011법에 준하여 측정하였다.

2) 드레이프 분석

소재의 자중에 의해 자연스럽게 드리워지는 곡선의 정도를 평가하는 드레이프성을 측정하여 레이저 커팅 가공 전과 후의 변화를 관찰하고자 하였다 (Lee, 2010). 드레이프 측정 시험법은 KS K ISO9073-9:2011법을 준용하여 시험편을 지름 20cm의 원형으로 준비 한 후, 6.25cm의 시험대 위에 시험편을 올려놓고 시험편이 투영된 디지털 화상

을 디지털 카메라로 촬영하였다.

드레이프 계수는 촬영된 이미지를 ImageJ(NIH, U.S.A)를 사용하여 면적 값을 산출 후 다음과 같은 식에 대입하여 드레이프율(%)을 구하였다.

$$\text{드레이프 계수(D)\%} = \frac{C - B}{A - B} \times 100$$

- A : 시험편의 면적(cm²)
- B : 원통 상부의 면적(cm²)
- C : 시험편의 투영면적(cm²)

3) 인장 변형 특성 평가

본 실험에서는 KS K 0815:2013에 따라 KS B 5521 「인장시험기」를 이용하여 시료에 하중을

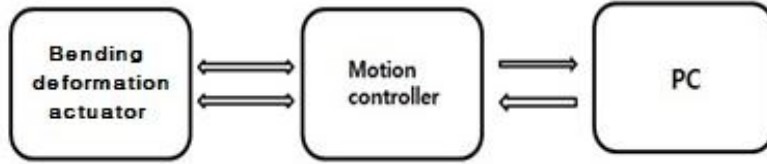


Figure 1. Process Diagram of Bending Rigidity

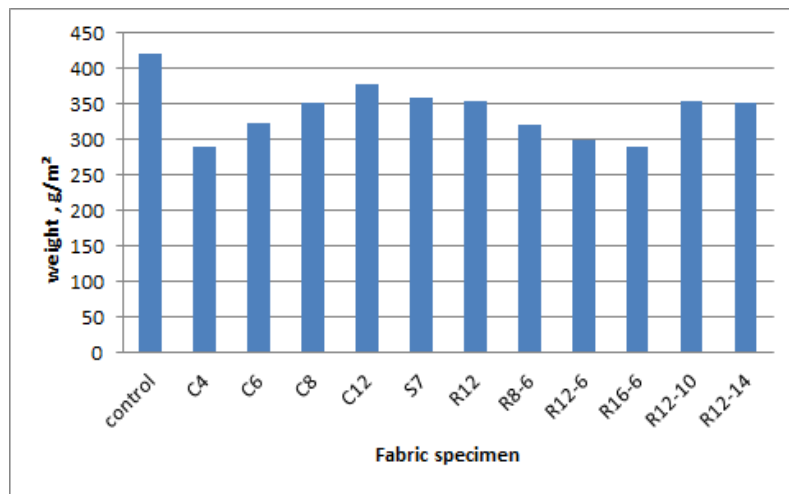


Figure 2. Weight(g/m²) of Specimens

가해 일정 신장 시의 인장강도를 구하였다.

시료(wale 20cm×course 8cm, 유효 시료장 10cm)를 wale방향으로 인장속도 20mm/min, 최대 인장 20mm로 3번 반복 변형시키고 그 때의 응력을 기록하였다.

4) 굽힘 강성

시료의 굽힘 강성은 다음과 같은 장치를 사용하여 측정하였다. KES 굽힘시험기의 조건을 참조하여 굽힘 변형 범위와 속도를 조절하였고 시료는 5×5 cm 크기로 각 Wale/Course 방향으로 2회씩 측정하여 평균을 구하였다. 시료의 굽힘 변형에 따른 굽힘 모멘트는 Torque sensor (capacity : 2kgf·cm)를 사용하여 기록하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 직물의 물성 측정

1) 단위면적당 중량

Figure 2를 보면 전체적으로 레이저 커팅 가공 후 문양부분의 네오프렌이 제거되었기 때문에 시료의 중량이 낮게 나타났다. 같은 면적대비 패턴의 차이에 따른 시료 측정 결과 패턴의 면적이 동일한 C8, S7, R12 모두 거의 동일한 수치를 보였다.

원형(Circle) 모티브의 경우 간격이 넓어질수록 중량이 높게 나타났고, 모티브 직사각형(Rectangle)의 경우 모티브의 크기가 커질수록 레이저 커팅에 의해 탈락된 시료의 비율이 커지므로 중량이 낮게 나타났다.

2) 두께

발포 네오프렌 시료의 표면/이면에는 나일론 저지가 접합되어 있기 때문에 공칭규격은 1mm로 표기되지만 실제 측정치는 높아지게 된다.

네오프렌시료의 두께 측정결과 각 부위마다 두께가 불균일하였다. 이는 네오프렌 시트를 1mm두께로 제조할 때 공정상의 이유인 것으로 추정된다. 네오프렌 두께의 차이가 강연도나 인장강도 등에 영향을 미치게 되어 두께의 평균치 뿐만 아니라 두께의 불균일성에 대한 평가가 필요하다.

Table 3은 시료 두께의 불균일 확인을 위해 위치별로 표준편차를 계산한 것이다. 공칭1mm인 동일 시료에서 채취하여 다른 형태의 패턴으로 레이저 커팅을 한 시료 중 R16-6의 CV%는 4.6%로 나타나 각 부위별로 두께의 편차가 큰 것을 알 수 있다. 이는 강연도나 인장강도 등에 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

3) 강연도

하트 루프법을 사용하여 강연도를 측정한 결과는 Figure 3과 같다. 전체적으로 레이저 커팅을 하지

않은 두께별(3, 2, 1.5, 1mm)시료보다 레이저커팅 가공한 시료들의 값이 높게 나타나 가공 후의 시료들이 더 유연함을 알 수 있다. 전체적으로 wale방향이 course방향보다 측정치가 더 높게 나타났다.

같은 면적일 때 패턴에 따른 차이를 본 결과 시료 C8에 비해 S7과 R12의 하트루프의 측정치가 더 높게 나왔다. 원형(Circle)보다는 사각형, 정사각형(Square)보다는 직사각형(Rectangle) 형태로 레이저 커팅할 경우 유연성이 더 좋아짐을 알 수 있다. 이는 동일한 면적일지라도 모든 방향으로 균일한 등방성 형태의 모티브보다 직사각형 같은 비등방성의 형태가 드레이프성이 더 용이하다는 것을 보여준다.

2. 드레이프 계수

전체적으로 레이저 커팅을 하지 않은 시료(Control)에 비해 레이저 커팅을 한 시료들의 드레이프 계수가 낮아진 것으로 보아 드레이프성이 더 좋아졌음을 알 수 있다. (Figure 4)

같은 면적 대비 패턴 모양에 따른 차이를 본 시료 C8과 S7, R12를 비교해 본 결과 R12의 계수가 가장 낮았다. 모티브가 원형(Circle)과 정사각형(Square)일 때 보다는 비등방성 형태의 모티브인 직

Table 3. Thickness(mm) of Specimens (6 measurements /sample)

| sample | average | stdev | cv% |
|-------------|---------|--------|------|
| control 1mm | 1.863 | 0.0163 | 0.88 |
| c4 | 1.819 | 0.0186 | 1.02 |
| c6 | 1.752 | 0.0232 | 1.32 |
| c8 | 1.923 | 0.0197 | 1.02 |
| c12 | 1.720 | 0.0210 | 1.22 |
| S7 | 1.890 | 0.0654 | 3.46 |
| R12 | 1.900 | 0.0860 | 4.53 |
| R8-6 | 1.722 | 0.0454 | 2.63 |
| R12-6 | 1.795 | 0.0302 | 1.68 |
| R16-6 | 1.682 | 0.0773 | 4.60 |
| R12-10 | 1.788 | 0.0325 | 1.82 |
| R12-14 | 1.582 | 0.0256 | 1.62 |

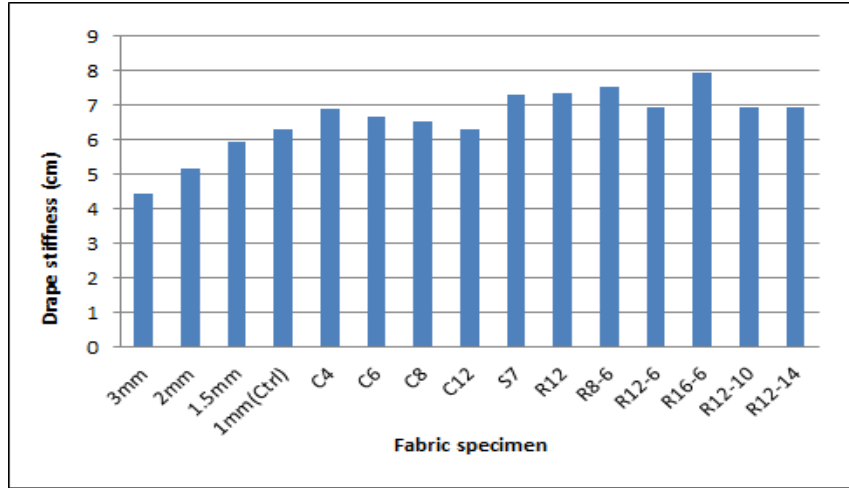


Figure 3. Drape Stiffness(cm) of Specimens

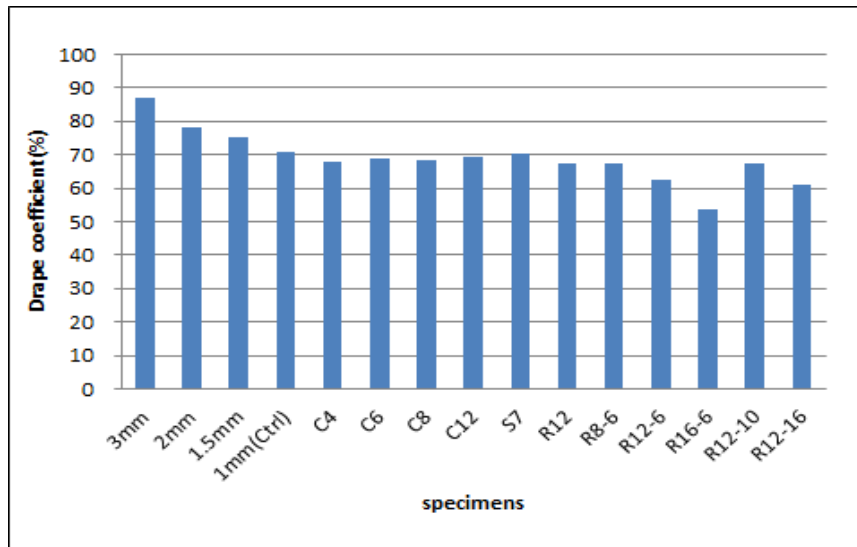


Figure 4. Drape Coefficient of Specimens

사각형(Rectangle)일 때가 드레이프성이 더 좋아짐을 알 수 있다.(Figure 5)

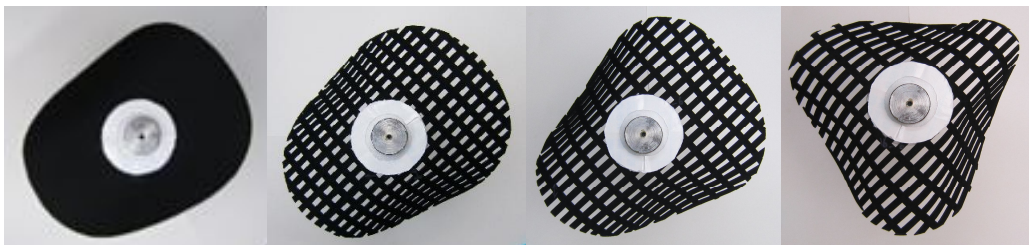
직사각형(Rectangle)으로 레이저 커팅한 시료에서는 동일한 간격, 크기에 따른 변화를 주었던 시료에서 모티브의 크기가 커질수록 드레이프 계수가 낮아지는 경향이 뚜렷하게 나타났다. 또한 Figure 6

에서 보는 바와 같이 드레이프가 지는 방향도 모티브의 길이가 길어지는 방향으로 처짐이 보였다.

이를 통해 방향에 따라 물체의 물리적 성질이 달라지는 비등방성의 형태의 모티브로 레이저 커팅을 할 경우 드레이프 방향을 조정하는데 있어 도움이 될 것으로 사료된다.



c8 S7 R12
Figure 5. Shape of Drapes of Motifs with Same Area



control 1mm R 8-6 R 12-6 R 16-6
Figure 6. Shape of Drapes according to Height Length of Rectangle

3. 인장 변형 특성

시료의 인장변형에 대한 최대 응력을 측정된 결과 다음과 같다. 레이저 커팅 가공한 각 시료에 일정한 수준으로 신장했을 때 전체적으로 레이저 커팅을 하지 않은 시료에 비해 응력이 모두 낮게 측정되었다.

같은 면적 대비 패턴 모양에 따른 차이를 본 시료 C8과 S7, R12를 비교해 본 결과 R12의 수치가 가장 낮았다. 모티브 형태가 원형(Circle) 보다는 사각형, 정사각형(Square)보다는 직사각형(Rectangle)일 때가 더 유연한 것으로 확인되었다. (Figure 7) 등방성 형태의 모티브보다는 비등방성 형태의 모티브가 인장변형에 대한 저항이 낮음을 알 수 있다.

간격이 다른 원형(Circle)의 시료에서는 레이저 커팅 된 부분의 비율이 많은 C4의 시료에 경우 그 수치가 가장 낮았다. 이는 레이저 커팅에 의해 제거된 네오프렌 소재의 비율이 크면 인장변형에 대한 저항이 낮아진다는 것을 의미한다. 간격이 넓어질수록

인장 변형 응력이 높게 측정되었다.(Figure 8)

모티브 직사각형(Rectangle)의 시료 역시 동일한 간격 다른 크기일 때 크기가 가장 큰 R16-6시료가 수치가 가장 낮게 측정 되었다.(Figure 9)

동일한 크기 다른 간격의 시료들에서도 홀의 간격이 넓어질수록 수치가 높아지고 있는 경향이 뚜렷하게 보였다.(Figure 10)

4. 굽힘 강성

네오프렌 소재의 굽힘 강성을 측정된 결과는 다음과 같다.

같은 면적 대비 패턴 모양에 따른 차이를 본 시료 C8과 S7, R12를 비교해 본 결과 R12의 수치가 가장 낮았다. 같은 면적일 때 모티브의 형태별로 비교하면 원형(Circle) 보다는 사각형, 정사각형(Square) 보다는 직사각형(Rectangle)일 때가 더 유연한 것으로 확인되었다.(Figure 11) 이는 모티브의 형상이 비

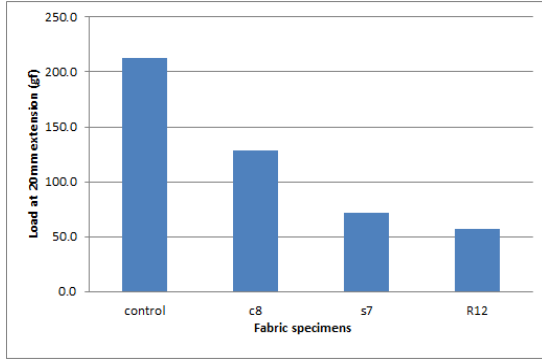


Figure 7. Tensile Stress of Specimens of Motifs with Same Area (mm)

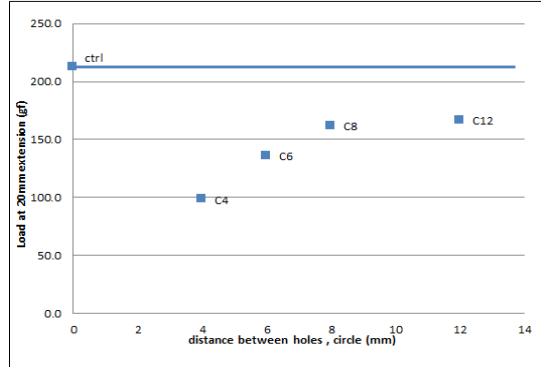


Figure 8. Tensile Stress of Circle Specimens

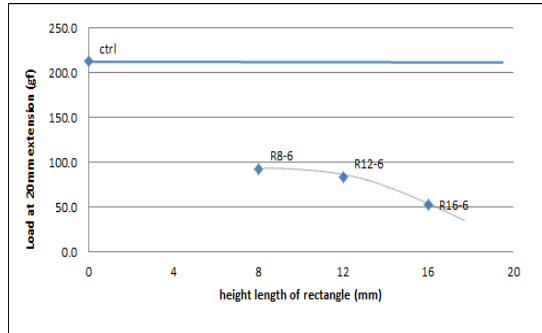


Figure 9. Tensile Stress of Rectangle Specimens according to Height Length Holes

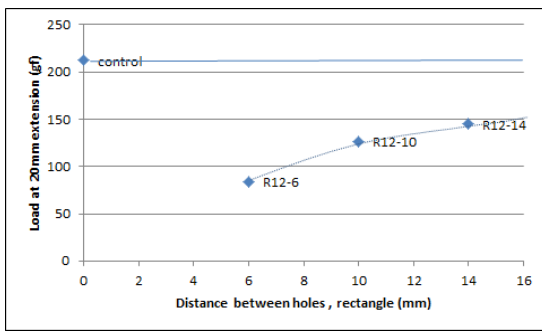


Figure 10. Tensile Stress of Rectangle Specimens according to Distance between

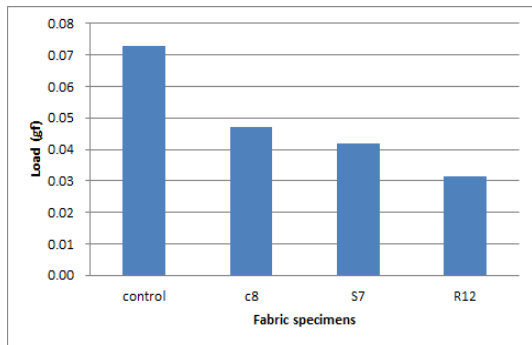


Figure 11. Bending Rigidity of Motifs with Same Area

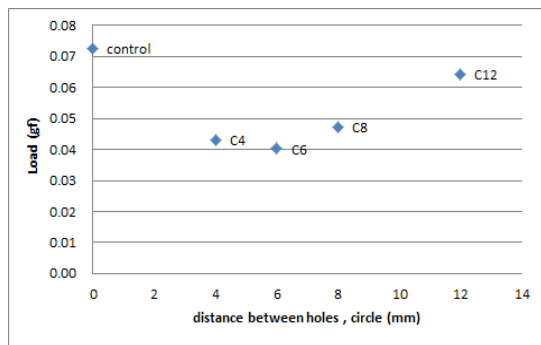


Figure 12. Bending Rigidity of Circle

등방성이 높아짐에 따른 결과인 것으로 판단된다.

원형(간격별)으로 레이저 커팅한 시료를 측정할 결과, 레이저 커팅을 하지 않은 Control시료 보다는 대체로 값이 낮아 유연해짐을 알 수 있다.(Figure 12)

레이저 커팅한 홀 사이의 거리가 짧을 때 보다는 멀어질수록 뽀뽀해지는 경향이 보였다. 이는 레이저 커팅에 의해 제거된 네오프렌의 면적이 작아지기 때문이다.

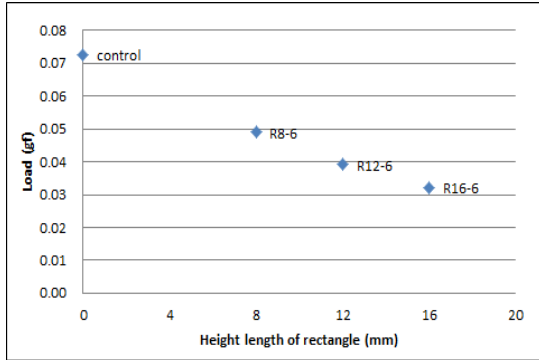


Figure 13. Bending Rigidity of Rectangle according to Height Length

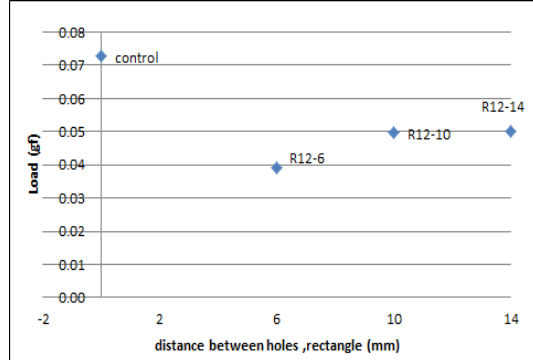


Figure 14. Bending Rigidity of Rectangle according to Distance between Holes

직사각형 모티브로 커팅한 시료 역시 레이저 커팅을 하지 않은 Control시료 보다는 대체로 값이 낮아 유연해짐을 알 수 있다. 또한 크기별, 간격별의 데이터 경향이 뚜렷하게 잘 보인다.

같은 간격인 경우, 레이저 커팅 한 홀의 크기가 커질수록 유연해짐을 보였다. 특히 R16-6시료는 값이 가장 낮은 것으로 보아 드레이프성이 가장 좋음을 알 수 있다.(Figure 13)

IV. 결론

본 논문에서는 최근 패션분야에서 주목받고 있는 신소재 중 하나인 네오프렌 소재에 패턴 조건을 달리한 레이저 커팅 기법을 적용하여 그에 따른 물성 및 드레이프 형상의 변화에 대해 고찰하고, 향후 의류제품에 적용할 경우의 기초 자료로 활용하기 위해 연구를 진행하였다.

이를 위해 네오프렌 시료를 패턴의 모양, 크기, 간격을 다르게 하여 레이저 커팅한 후 단위면적당 중량, 두께, 강연도, 드레이프 계수, 인장강도, 굽힘강성을 측정하였다. 이들의 결과가 물성 및 드레이프 형상 변화에 어떠한 영향을 주는지 고찰하였다. 본 논문의 결과는 다음과 같다.

기본 물성 중 중량의 경우 레이저 커팅 후의 시료의 무게가 전체적으로 낮게 나타났다. 입수된 시료의 두께는 불균한 특징이 있었다. 이 불균일로 인해

중량의 불균일도가 높았다. 강연도에서는 모티브 원형(Circle)에 비해 정사각형(Square), 직사각형(Rectangle)의 시료들의 강연도 수치가 더 높게 나온 것으로 보아 원형보다는 사각형의 형태로 레이저 커팅 할 경우 유연성이 더 좋아짐을 알 수 있었다.

드레이프성을 측정한 결과 전체적으로 레이저 커팅을 하지 않은 시료(Control)에 비해 레이저 커팅한 시료들의 드레이프 계수가 낮았다.

같은 면적 대비 패턴 모양에 따른 차이를 본 결과 모티브가 원형(Circle)이나 정사각형(Square)일 때 보다는 직사각형(Rectangle)일 때가 드레이프성이 더 좋아짐을 알 수 있다.

직사각형으로 레이저 커팅한 시료에서는 모티브의 형태가 길어질수록 드레이프 계수가 낮아지는 경향이 뚜렷하다. 이를 통해 방향에 따라 물체의 물리적 성질이 달라지는 비등방성 형태의 모티브로 레이저 커팅을 할 경우 드레이프 방향을 조정하는데 있어 도움이 될 것으로 사료된다.

인장 변형 특성을 측정한 결과 레이저 커팅 가공한 시료가 레이저 커팅을 하지 않은 시료에 비해 응력이 모두 낮게 측정되어 가공 후에 유연해졌음을 확인할 수 있었다. 인장변형특성과 굽힘강성의 같은 면적 대비 패턴 모양에 따른 차이를 본 결과 모두 모티브 형상이 원형(Circle)보다는 직사각형(Rectangle)일 때가 더 유연한 것으로 확인되었다.

본 연구에서는 네오프렌 소재를 사용한 디자인의 기존 트렌드와 차별화된 특징인 볼륨감, 탄력성, 독

특한 실루엣 등의 특성을 적절히 표현하기 위한 기초자료로써 네오프렌 소재에 레이저 커팅기법을 다양하게 적용을 하였다. 그 결과 네오프렌 소재의 드레이프성의 향상과 드레이프 방향의 조절이 가능함을 확인하였다. 또한 레이저 커팅기법을 적용함으로써 디자인을 다양화하게 변화시킬 수 있을 것으로 사료된다.

References

- Choi, J., Jeon, D. & Kim, J. (2007). A study of elasticity fabrics expressed on fashion style. *Journal of fashion business*, 11(4), 94.
- Ham, S. (2014). *A study on fashion design applying the formativeness of dancheong pattern -focusing on the laser cutting technique-* (Unpublished Master's thesis). Ewha Womans University, Seoul, Korea.
- Joan, C. (2001). The history of rubber—a survey of sources about the history of rubber. *Rubber chemistry and technology*, 74(3), 493-508.
- Jang, K. (2015). *A study on the fashion design applying formal character -istics in the Yayoi Kusama's fruits basket series* (Unpublished Master's thesis). Ewha Womans University, Seoul, Korea.
- Kang, B., Lee, B. & Kim, S. (2012). Design development for the ocean & leisure industry. *International journal of contents*, 12(12), 121.
- Kim, H., & Cho, K. (2000). A Study of Bias Draping Design. *Journal of fashion business*, 4(4), 1-16.
- Kim, J. (2010). *Study on effects of laser cutting technique on different types of fabrics* (Unpublished Master's thesis). School of Konkuk University, Seoul, Korea.
- Kim, M. (2013). *A study on the sport-fashion designby means of slash techniques* (Unpublished Master's thesis). Ewha Womans University, Seoul, Korea.
- Kim, S. (2015). *Study on the floral pattern fashion design adapting kiss-cut effect* (Unpublished Master's thesis). Hongik University, Seoul, Korea.
- Lee, Y., & Kim, J. (2011). A Study on the Drape Profile Analysis of the Apparel Textiles and 3D Virtual Textiles using a 3D Digital Clothing Software. *Journal of fashion business*, 15(5), 103-114.
- Munn, J., (1970). Neoprene rubber. *Korea Tire Manufacturers Association*, 4(6),18.

Received (May 31, 2015)

Revised (August 31, 2015)

Accepted(September 12, 2015)