

Poly(trimethyleneterephthalate, PTT) 1x1 리브 편성물의 신장특성에 관한 연구

A Study of the Tensile Properties for Poly(trimethylene terephthalate, PTT) 1x1 Rib Knitted fabrics

최재우*, 장봉식**

Jae-Woo Choi*, Boung-Sik Jang**

<Abstract>

The tensile properties of Poly(trimethylene terephthalate, PTT) 1x1 Rib knitted fabrics were experimentally studies, and the specimens has 1x1 rib stitched structure which are weft knitted fabrics with various lengths of loop. The 1x1 rib weft knitted fabric showed larger tensile linearity, tensile energy and tensile resilience in the direction of courses. The tensile properties increased with increasing the loop density in all directions, and perfectly increased with the course directions than the wale directions.

Keywords : Rib knitted fabric, Tensile linearity,
Tensile energy, Tensile resilience

1. 서 론

PTT 섬유는 신축성이 우수하며, 또한 반발력이 좋아 보행축감과 보행 후 회복력이 좋을 뿐만 아니라 정전기가 발생하지 않는 등의 특징을 지니고 있어 최근에는 PTT 섬유에 대한 연구가 폭넓게 이루어지고 있다. 또한 최근 신축성에 의한 제품의 소비가 많아지면서 직물과 니트에 대한 PTT 섬유의 소비량이 증가하고 있다¹⁾.

PTT 섬유는 우수한 신축성을 지니고 있으며, 내오염성이 높아 쉽게 더러워지지 않으며, 염색이 용이하여 Acetate, Rayon 및 기타 천연섬유와 혼용할 경우에도 풍부한 염색성을

얻을 수 있다. 또한 반발력이 좋아 보행 축감과 보행 후 회복력이 좋을 뿐만 아니라 정전기가 발생하지 않고 Polymer 제조가격이 Nylon보다 저렴하다. 이러한 특징을 지니고 있어 최근 PTT 섬유의 소비량이 직물과 니트에 대한 사용이 많아짐에 따라 PTT 섬유의 특성 발현을 위한 후가공 공정 기술에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으나, PTT 섬유를 이용한 편성물에 관한 연구가 그리 많지 않아 PTT 편성물에 관한 실험적 연구가 필요하다. 또한, PTT 섬유는 카페트, 부직포뿐만 아니라 열가소성 수지 및 film에 이르기까지 다양한 응용범위를 가지고 있다. PTT 고분자를 방사합으로서 필라멘트 및 스테이플사를 얻을

* 정희원, 상주대학교 섬유공학과 교수, 工博
742-711 경북 상주시 가장동 386

** 정희원, 한국섬유개발연구원, 연구원
750-711 경북 영주시 풍기읍 교촌동 1

* Prof. Dept. of Textile Engineering, Sangju
National University, cjw@sangju.ac.kr

** Korea Textile Development Institute
bschang@textile.or.kr

수 있으며, 이렇게 얻은 PTT 섬유는 PET의 안정성, 나일론의 부드러운 촉감과 더불어 우수한 신축특성을 가지고 있다^{2,3)}.

위편성물은 신축성이 우수하고 drape성이 우수해서 착용자에게 구속감을 주지 않으며, 통기성이 양호하고 편환으로 구성되어 있는 구조적인 특성 때문에 피부에 부드러운 촉감을 주므로 그 사용 용도가 넓어지고 있다.

Ikemura 등⁴⁾은 위편성물의 웨일방향 인장 이론식에 대한 타당성 및 섬유소재의 사특성과 편성물의 신장거동의 관계를 조사하여 편성물 설계의 기초 자료를 얻기 위하여 실험연구를 하였으며, Kawasaki⁵⁾는 스트레치사와 스판사를 이용한 양면 편성물을 사용하여 그들의 기하학적인 형상인자와 응력-신장거동의 관계를 고찰하였다. Oguchi⁶⁾ 등은 평편지의 인장특성과 사의 굽힘강성에 대하여 조사한 결과 사의 굽힘강성은 신장에 의해 많은 영향을 받는다고 보고하고 있다.

따라서 6종류의 PTT사를 이용하여 1×1리브 편성물을 제조하여 건조 이완과 열처리한 편성물에 대해 신장특성 및 절단강신도 특성을 조사·분석하여 현장에서 적용할 수 있는 기초 자료로 제공하고자 한다.

2. 실험

2.1 편사 및 편성조건

본 실험에서 사용한 편성용 편사는 PTT 필라멘트사(75d/36f, 75d/72f, 80d/36f, 150d/72f, 150d/144f, 160d/72f) 6종을 사용하였으며, 편사의 특성은 Table 1에 나타내었다. 리브편기(Hukuhara社, 18", 18G, 44F.)에 의해 stitch cam 조정으로 75d/36f, 75d/72f, 80d/36f는 18.1, 16.5, 13.8의 3단계 코오스 밀도로, 150d/72f, 150d/144f, 160d/72f는 22.8, 20.5, 16.5의 3단계 코오스 밀도를 변화시켜 총 18종을 편성하였다. 편성 조건은 Table 2에 나타내었다.

2.2 편성물의 이완 및 열처리

건조 이완 처리는 시료를 평탄한 Table 위에서 3일간 방치한 후 건조처리를 하였다. 열처리하는 건조 이완처리가 끝난 시료를 Dry oven에서 130℃에서 20초 동안 건열 처리로 열고정 시킨 후 표준상태의 desiccator에서 3

일간 방치하였다.

Table 1. Characteristics of knitted yarn

Yarn	Yarn (d/f)	Tenacity (gf/d)	Elongation (%)
PTT filament	75/36	3.68	43.54
	75/72	3.34	49.62
	80/36	3.21	47.46
	150/72	3.49	40.06
	150/144	3.35	43.39
	160/72	3.17	41.12

Table 2. Knitting conditions of 1X1 Rib knitted fabrics

Sample (No.)	Yarn (d/f)	Density	
		Course/cm	Wale/cm
1	75/36	18.1	11
2		16.5	
3		13.8	
4	75/72	18.1	11
5		16.5	
6		13.8	
7	80/36	18.1	11
8		16.5	
9		13.8	
10	150/72	22.8	10
11		20.5	
12		16.5	
13	150/144	22.8	10
14		20.5	
15		16.5	
16	160/72	22.8	10
17		20.5	
18		16.5	

2.3 편성물의 인장특성

인장강도와 인장신도는 Universal Electronic Tester(M 500 PCX-10, 스위스)를 사용하여 그래프법으로 측정하였으며 시료의 크기는 5×10cm로 하였고 Clamp의 거리는 50mm로 하여 코오스(0°) 방향과 웨일(90°) 방향에 따라 구하였다⁵⁾.

2.4 편성물의 신장특성

신장·전단 시험기 (KES-FB1, Tensile & Shear Tester, Kato tech CO., LTD)를 사용하여 시료는 가로 세로 20×20cm에 대하여 최대 하중 250gf/cm까지 인장하였다가 회복시켰으며, 신장특성(LT, WT, RT, 신도, 초기탄성계수)을 코오스(0°) 방향과 웨일(90°) 방향에 따

라 구하였다. Fig. 1은 신장특성을 나타낸 것이다.

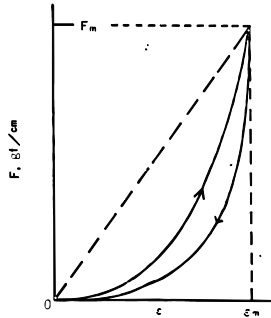


Fig. 1. Diagram of tensile property.

신장 특성치는 다음과 같이 정의 한다.

$$LT = WT/WOT$$

$$WT = \int_0^{\epsilon_m} F d\epsilon (gf \cdot cm/cm^2)$$

$$RT = (WT' / WT) \times 100(\%)$$

여기서, $WOT = F_m \cdot \epsilon_m / 2$ (Fig. 1의 점선내의 면적)

F : 단위 면적당의 인장력(gf/cm)

ϵ : 인장변형(신장/초긴장)

$F_m \cdot \epsilon_m$: F 와 ϵ 의 각각의 최대치

WT' : $\int_0^{\epsilon_m} F' d\epsilon$ (단위 면적당의 회복 energy)

F' : 회복 과정의 인장력

3. 결과 및 고찰

3.1 Tensile linearity(LT)

Fig. 2는 리브 편조직의 인장선형성(LT)값을 나타낸 것이다. 그림에서 보면 각 시료별 방향에 관계없이 편환밀도가 큰 시료의 LT 값이 증가하고 있다. 즉 편환밀도가 증가할수록 편성물의 신축성이 적다는 것을 알 수 있다. 이것은 편환밀도가 증가함에 따라서 편환이 조밀하게 배치되어 편환이 움직일 수 있는 공간이 적기 때문인 것으로 생각된다. 또한, 방향에 따른 LT 값은 코오스 방향보다 웨일 방향으로 크게 나타나고 있다. 일반적으로 리브 편조직은 웨일 방향보다 코오스 방향으로 신축성이 크다는 특징에 부합하며 편환밀도가 증가할수록 인장이 어렵다는 것을 나타내고 있다.

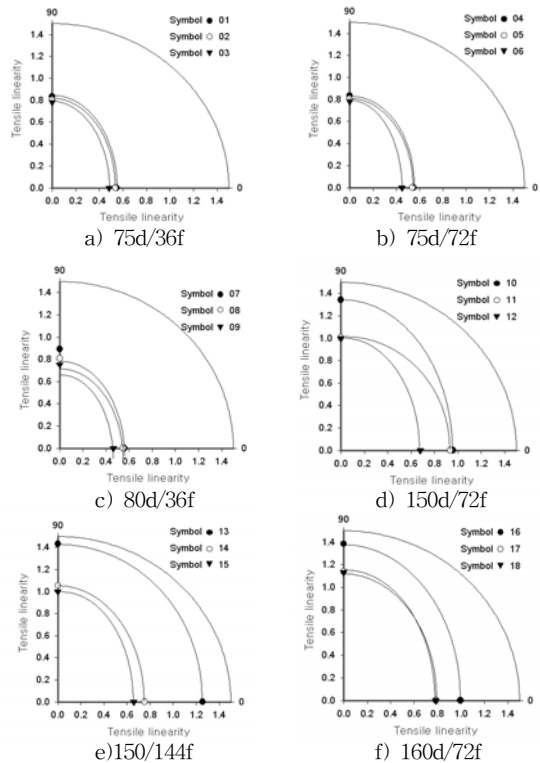


Fig. 2. LT of 1x1 rib knitted fabrics.

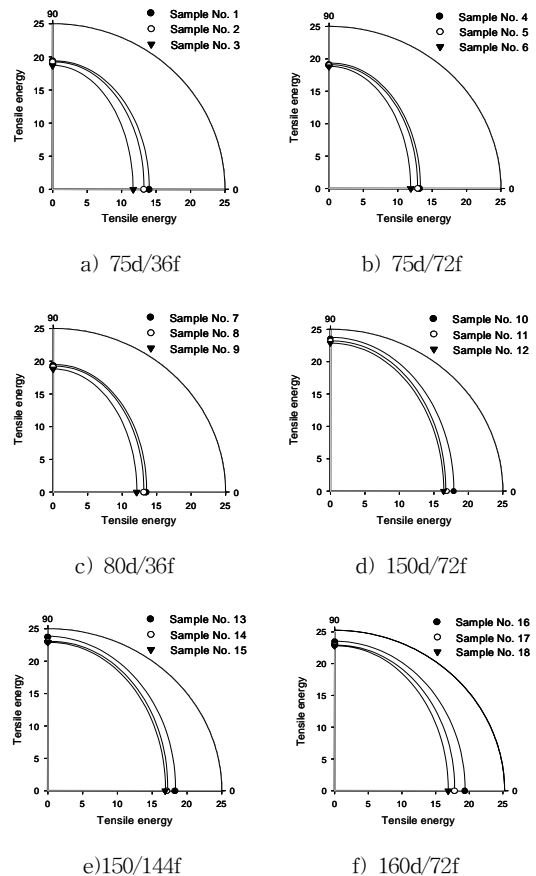


Fig. 3. WT of 1x1 rib knitted fabrics.

사의 굵기에 대한 영향은 각 방향에 관계 없이 150데니어 이상(태사)일 경우 LT값이 증가하고 있다. 또한 같은 굵기의 사의 경우 필라멘트의 수와는 상관없이 유사한 값을 보이고 있다. 따라서 필라멘트수와는 상관없이 80 데니어 이하(세사)이면서 편환밀도가 작을 경우 양방향으로 인장이 쉽다는 것을 의미한다. 본 실험조건에서 리브 편조직의 특징인 코오스 방향으로 가장 쉽게 인장이 되는 편지는 시료번호 3, 6, 9에 해당된다.

3.2 Tensile Energy(WT)

Fig. 3은 리브 편조직의 인장에너지(WT)값을 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 편지의 편환밀도가 증가할수록 양 방향별 WT값이 증가하는 것을 알 수 있다. 편환밀도가 증가할수록 방향별 WT값이 증가하는 것은 편환밀도가 증가하면 하중-신장 곡선이 급하게 상승하여 면적이 증가하기 때문이라 생각한다. 방향에 따른 WT값은 LT변화와 같이 코오스 방향보다 웨일 방향으로 크게 나타나고 있다. 이것은 웨일방향으로 신축성이 적기 때문이라 사료된다.

사의 굵기에 따른 변화는 양방향 공히 태사일 경우 WT값이 증가하고 있다. 이것은 태사일 경우 코오스 밀도가 높기 때문이라고 생각한다. 같은 굵기의 사의 경우 필라멘트의 수와는 상관없이 유사한 값을 보이고 있다. 따라서 WT값은 편성물의 편환밀도와 사의 굵기에 많은 영향을 받는 것으로 사료된다.

3.3 Tensile Resilience(RT)

Fig. 4는 리브 편조직의 인장회복도(RT)값을 나타낸 것으로 방향별 관계없이 편환밀도가 증가할수록 RT값이 증가하는 것을 볼 수 있다. 전반적으로 동일 코오스 밀도에서 세사에 비해 태사의 값이 크며, 코오스 방향에 비해 웨일 방향의 값이 크게 나타나기 때문에 세사보다 태사, 코오스 방향보다 웨일 방향의 치수안정성이 큼을 알 수 있다. 인장 후 회복시의 회복에너지는 편환밀도가 증가하면 편사의 구성 상호간에 교차영역이 증가한다. 이것은 편사 간의 마찰저항을 증가시키게 됨으로 탄성회복이 저하하게 되며, 따라서 인장회복도는 증가하게 된다고 생각된다.

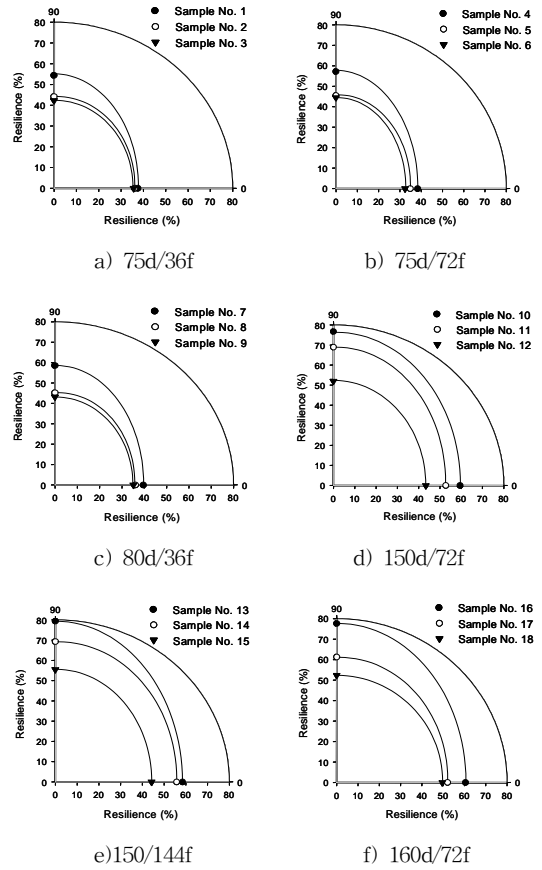


Fig. 4. RT of 1x1 rib knitted fabrics.

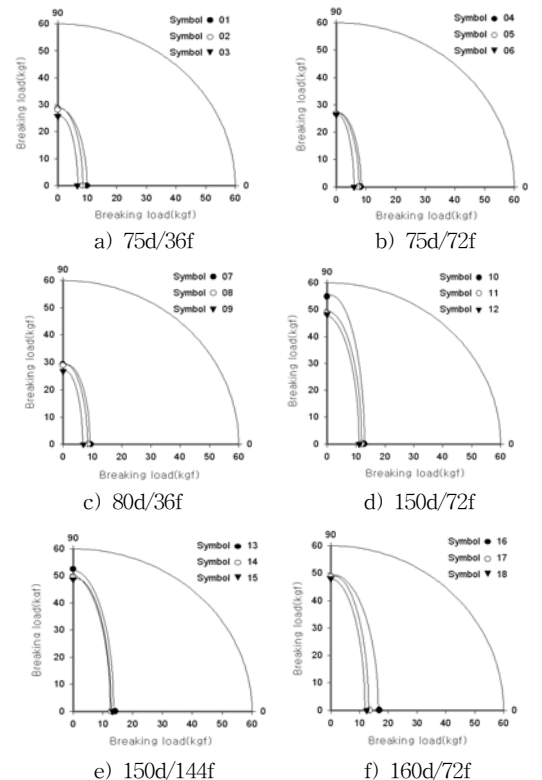


Fig. 5. Breaking load of 1x1 rib knitted fabrics.

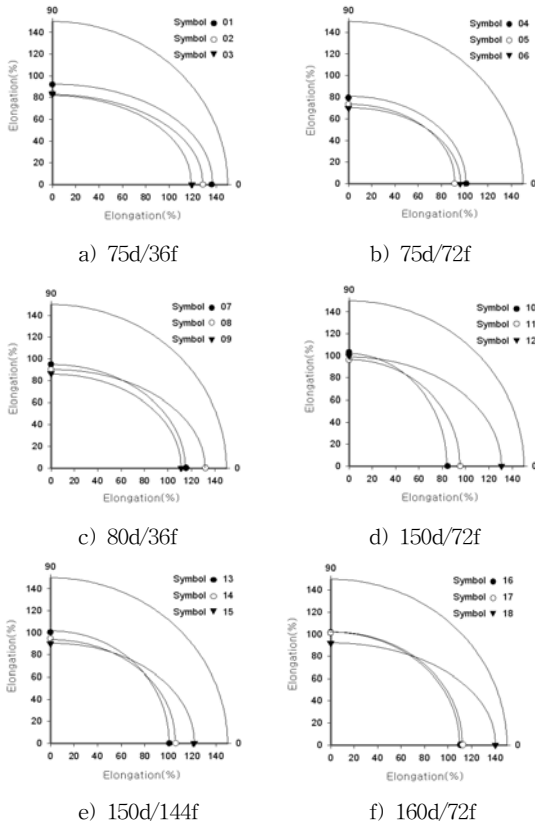


Fig. 6. Elongation of 1x1 rib knitted fabrics.

3.4 절단강도와 절단신도

Fig. 5와 Fig. 6은 리브 편조직 편성물의 코오스와 웨일 방향에 따라 절단강도와 절단신도를 나타낸 것으로서 절단하중은 코오스 방향보다 웨일 방향으로 크게 나타나고 있으며, 편환밀도가 감소할수록 방향에 관계없이 감소하고 있다. 특히 편환밀도가 적을수록 조직에 의한 편환 끼리의 형성 고리에 대한 저항력이 약하기 때문에 절단하중이 감소한다고 생각된다. 사의 굵기에 따라서는 방향에 관계없이 태사일 경우 절단하중이 증가하지만 코오스 방향보다 웨일 방향으로 사의 굵기에 따라 현저한 값의 차이를 보이고 있다. 이러한 이유는 리브편조직의 구조적 특징인 웨일 방향보다 코오스 방향으로 신축성이 현격하게 크기 때문에 사의 굵기에는 많은 영향을 받지 않는 것으로 생각된다.

절단신도 값은 오차에 의하여 일정하지 않게 나타나고 있으나, 전반적으로는 코오스 방향으로 증가하는 경향을 나타내고 있다.

4. 결론

6종류의 PTT 사를 이용하여 1×1 리브 편성물을 제조하여 건조 이완과 열처리한 편성물에 대해 신장특성 및 절단강신도 특성을 조사·분석한 결과 신장특성치 (LT, WT, RT)는 각 방향에 관계없이 편환밀도가 증가할수록 증가하였으며, 웨일 방향보다는 코오스 방향으로 크게 나타내었다. 사의 굵기에 따른 편성물의 신장 특성치는 태사일 경우 증가하였으며, 필라멘트의 수에는 영향이 미진하였다. 본 실험조건에서 신축성은 3, 6, 9번 편성물이 양호하였다. 절단하중은 코오스 방향보다 웨일 방향으로 크게 나타났으며, 편환밀도가 증가할수록 방향에 관계없이 증가하였다.

참고문헌

- 1) 윤인선, 차세대 섬유 후보로서의 PTT, 한국 섬유공학회 추계세미나, pp.109-115, (1997)
- 2) 김정철, 오태환, 현정훈 : 고부가 하이테크 섬유 : 21c 신소재 -PTT섬유, 섬유기술과 산업논문집, Vol.6, No.1/2, pp.29-40,(2002)
- 3) 이종복, 고부가 하이테크 섬유 : PTT소재 카페트의 개발동향 및 미래, 섬유기술과 산업논문집, Vol.6, No.1/2, pp.41-50,(2002)
- 4) S.Ikemura and Y.Shimizu, Stress-strain properties of Plain weft knitted fabrics, Vol.19, No.12, 856-863 (1966)
- 5) K.Kawasaki, Stretch properties and their relation with the geometrical factors in weft knitted fabrics, Vol.19, No.12, 864-871 (1966)
- 6) N.Oguchi and N.Yonekura, On the extensional properties of Plain knitting with relation to the change of yarn blending rigidity, Vol.19, No.12, 872-875 (1966)

(2006년 9월 12일 접수, 2006년 11월 20일 채택)