한국의류산업학회지
제20권 제5호, 2018
<연구논문>

pISSN 1229-2060
eISSN 2287-5743
Fashion & Text. Res. J.
Vol. 20, No. 5, pp.600-607(2018)
https://doi.org/10.5805/SFTI.2018.20.5.600

Polypropylene 복합방적사의 섬도와 혼용율에 따른 물성

김정화 · 이정순†
충남대학교 의류학과

Physical Properties of Polypropylene Blended Yarns with Yarn Counts and Blended Ratio

Jeong-Hwa Kim and Jung-soon Lee†
Dept. of Clothing and Textiles, Chungnam National University; Daejeon, Korea

Abstract: Polypropylene fibers, while having many advantages such as light weight, sweat fast drying, water-repellent, drainage, thermal insulation, anti-static property has a drawback in dyeing. In recent years, the development of dyeable polypropylene fibers has expanded its value in the textile market. The purpose of this study is to fabricate composite spun yarns using polypropylene, acrylic, rayon and wool and to analyze tensile properties, uniformity characteristics, bending properties, hairiness, and surface shape according to the degree of fineness and blended ratio. The specimens consisted of 100% polypropylene spun yarn pp30, pp40 and ppa(pp/acrylic), ppr(pp/rayon), ppw(pp/wool), 5 altogether sed in this study. The results of the study are as follows. The breaking strength of polypropylene spun yarn blended with rayon and acrylic was higher than that of 100% polypropylene spun yarn. The polypropylene spun yarn is higher the fineness been shown to decrease the breaking strength and elongation. The bending properties of polypropylene spun yarns were in the order of ppa>ppr>pp40>pp30>ppw. The unevenness of ppw, ppr, and ppa was higher than pp40 and pp30. With the exception of ppw with crimp properties, pp30 and pp40 were found to have a hairiness index greater than ppr, ppa. In the microscopic photographs of polypropylene spun yarn, pp30, which had the highest hairiness index, was found to have a thick yarn and a large number of hairs, and ppw had hairs of 3 mm or more protruding elongated outwardly.

Key words: polypropylene blended yarn (폴리프로필렌 혼방사), physical property (물리적 특성), acrylic (아크릴), rayon (레이온), wool (모)

1. 서 론

최근 고감성, 고기능성 의류소재용으로 사용되는 실은 각각의 소재가 가진 특성의 시너지 효과를 산출하는 복합소재가 많이 사용되고 있다. 특히 천연섬유와 합성섬유의 혼방사는 의류소재의 열적 쾌적성(Chen & Zhao, 2015; Kakvan et al., 2015; Kim, 2015a; Mahbub et al., 2014), 투습저항성(Das et al., 2009; Karthik et al., 2016), 친환경성(Yea & Song, 2013), 관리성(Kim & Na, 2014)뿐 아니라 촉감 등 새로운 다양한 특성(Baykal et al., 2006; Chio et al., 2011; Das et al., 2007; Gupta et al., 1982)을 부여하는 목적으로 개발되어 왔다.

폴리프로필렌(polypropylene)은 표준수분율이 거의 0에 가까운 0.05%로서 면의 9%, 나일론의 4%, 폴리에스터의 0.4%에 비하여 매우 낮아 인체에서 발생되는 땀을 함유하지 않고 바로 섬유 바깥으로 배출하려는 성질이 우수하고, 세균 발생의 요인이 원천적으로 제거됨으로써 자체적 항균 기능을 갖게 된다. 또한 섬유를 구성하는 분자구조가 C와 H 만으로 이루어져 있기 때문에 리싸이클링 시, 폴리머의 성능저하가 없고 소각 시에도 유해 독성 가스를 발생하지 않는 다는 점 등 다양한 친환경적인 요소를 갖추고 있으며, 섬유의 비유전율은 2.2로 낮아 정전기 발생율이 낮기 때문에 편안한 착용감을 제공한다(Kwon et al., 2005). 이와 같이 폴리프로필렌 섬유는 경량성, 흡한속건성, 발수성, 배수성, 보온성, 항정전기성 등 많은 장점을 가지고 있는 반면 염색성면에서 단점을 가지고 있어 수년 동안 PP섬유의 염색성을 개선하기 위한 다양한 연구들이 진행되었으나 (Ahmed, 1982; Lokhande et al., 1984; Sekar, 2000). 원착섬유에 의존할 수밖에 없었다. 따라서 폴리프로필렌 섬유는 섬유의 주 용도인 의류용에서 외면을 받아 폴리에스터나 나일론과

†Corresponding author; Jung-soon Lee
Tel. +82-42-821-6820, Fax. +82-42-821-8887
E-mail: jungsoon@cnu.ac.kr
© 2018 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

같이 다양한 형태로 개발되지는 못하고, 산업자재, 생활자재용 분야에서 성장을 보였다. 이러한 가운데 최근 분산염료를 고농도로 분산시켜 pellet으로 입자분산력을 극대화한 color master batch 공정을 도입하여 가염 폴리프로필렌이 개발되면서 패션성이 요구되는 의류분야에서의 다색전개성이 가능하게 되었고 (Kuo et al., 2018; Kuo et al., 2017; Teli, 2013), 또한 세섬화 방사기술과 방적기술이 확보되고 고감성, 고기능성 섬유로서 의류용 섬유시장에서의 가치가 확대되면서 가염 폴리프로필렌 방적사에 대한 관심이 집중되고 있다. 지금까지 폴리프로필렌에 대한 연구는 주로 PP 필라멘트의 특성과 이들의 염색성 (Dayioglu, 1992; Sciarratta et al., 2003; Son et al., 1999; Yu et al., 2001)에 관한 연구, 텐셀, bamboo 등의 스테이플 섬유와 PP와 PET 등의 필라멘트를 사용하여 서로 다른 방적 시스템에서 제조된 복합사의 특성에 관한 연구(Kim et al., 2015), 폴리프로필렌 필라멘트 이중구조 편성물의 특성에 관한 연구(Geralders et al., 2002; Piller, 1986; Ucar & Yilmaz, 2004) 등 의류소재로 사용된 폴리프로필렌이 필라멘트사로 구성된 경우가 대부분이며, 폴리프로필렌 스테이플 섬유와 다른 섬유와의 복합방적사 물성 특성에 관한 연구는 찾아보기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 100% 가염 폴리프로필렌 방적사와 폴리프로필렌과 wool, acrylic, rayon섬유 등과 혼용율, 섬도를 달리한 복합방적사를 제조하고 이들의 물성 특성을 살펴보고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1. 시료

시료로 사용된 실 중, 폴리프로필렌 방적사(pp30, pp40)는 Yusung Tex.로부터, 폴리프로필렌/모 복합방적사(ppw)는 묘산섬유(Co.)로부터, 폴리프로필렌/레이온 복합방적사(ppr)와 폴리프로필렌/아크릴 복합방적사(ppa)는 금보섬유(Co.)로부터 제공받아 실험에 사용하였다. 실의 제조에 사용된 폴리프로필렌 섬유는 섬도 1.6d, 섬유장 41mm가 사용되었다. Acrylic 섬유는 1.5d, 41mm, rayon 섬유는 1.7d, 41mm가 사용되었으며, wool 섬유는 평균섬도 4.5d, 51mm 섬유장의 스테이플 섬유가 사용되었다. 혼합비는 폴리프로필렌 100%, 폴리프로필렌과 acrylic (50:50), 폴리프로필렌과 rayon(60:40), 폴리프로필렌과 wool (40:60)이었으며 이 들 원료를 링 정방기(Zinser, MAT 670)에서 30Ne, 40Ne로 방적하여 실이 제조되었다. 혼용율과 섬도가 다른 복합 방적사의 특성은 Table 1과 같다.

2.2. 인장특성

복합 방적사의 인장특성은 KS K ISO 2062: 2012, C.R.E, B법에 의거하여 Instron 3345(Illinois Tool Works Inc. USA)를 사용하여 시료길이 100mm, 인장속도 100mm/min의 조건으로 절단강도, 절단신도를 20회 실험하여 평균치로 측정하였다.

2.3. 굽힘특성

복합 방적사의 굽힘특성은 선행연구(Koo, 2001)를 참고하여 시료를 제작한 후, KES-FB2를 사용하여 측정하였으며, 다음 식(1)을 이용하여 굽힘강도를 산출하였다.

$$\text{Bending(flexural)} = \frac{1}{4\pi} = \frac{\eta E T^2}{\rho} \quad (1)$$

2.4. 실 균제도

복합 방적사의 균제도는 Uster tester 3(Uster Co., Switzerland)를 사용하여 측정하였으며 300m/min의 사속에서 5분간 통과시켜 U%, 결점수(imperfection, thin, thick, nep)의 개수를 측정하였다. 이 때 thin은 −50%, thick은 ＋50% 그리고 nep은 ＋200%를 판정 기준으로 평가하였다.

2.5. 잔털지수

복합 방적사의 잔털지수는 잔털량 측정기 Hairiness tester. G 565(Zweigle., Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

2.6. 꼬임수 및 꼬임계수

꼬임수를 측정하기 위해 KS K ISO 17202: 2008의 해연가연법을 이용하였고 1m당 꼬임수인 T.P.M(Twist per meter)으로 나타내었으며, 실의 굵기에 관계없이 꼬임의 정도를 나타내는

Table 1. Details of the physical properties of yarn specimens

Yarns	Fiber characteristics				Linear density (Ne)	Twist (t.p.m.)
	Blended fibers	Blend ratio (%)	Fineness (d)	Length (mm)		
pp30	PP	100	1.6	41	30	236
pp40	PP	100	1.6	41	40	394
ppa	PP	50	1.6	41	30	316
	Acrylic	50	1.5	41		
ppr	PP	60	1.6	41	30	345
	Rayon	40	1.7	41		
ppw	PP	40	1.6	41	30	460
	Wool	60	4.5	51		

꼬임계수도 나타내었다.

$$T.\ M(\text{Twist Multiplier}) = t_e/\sqrt{N_{ec}}$$

여기서, t_e = T.P.I.(Twist per inch)

2.7. 표면관찰

실의 표면 관찰을 위해 실체현미경(Mi-9000Zoom, World Sindo Co. Korea)을 사용하였으며, 복합방적사의 측면 모우형상을 살펴보았다.

3. 결과 및 논의

3.1. 복합방적사의 인장특성

Fig. 1에 복합방적사 5가지 시료의 인장특성 변화를 나타내었다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 100% pp 방적사는 섬도가 낮은 pp30이 pp40에 비해 절단강도와 신도가 큰 것으로 나타났다. 이는 Table 1에서 보는 바와 같이 pp40의 꼬임수가 더 크기 때문인 것으로 사료된다. 또한 CDP/Tencel 혼방사의 혼합비와 섬도에 따른 물리적 특성변화에 관한 연구(Choi et al., 2011)에서 혼방사의 섬도가 가늘어짐에 따라 절단강도와 신도가 감소하였다고 보고한 것과 일치하는 결과이다. 혼섬사의 절단강도를 살펴보면 ppr이 가장 큰 것으로 나타났으며 다음으로 ppa, ppw의 순으로 나타났다. 이는 pp섬유와 함께 혼방사를 구성하는 혼용된 섬유의 특성에 영향을 받은 것으로 볼 수 있는데 ppr에 혼용된 tencel의 강도는 4.3~4.8g/d, ppa에 혼용된 acrylic의 강도는 2.5~4.0g/d, ppw에 혼용된 wool의 강도는 1.0~1.7g/d로서 일차적으로 실을 구성하는 섬유자체의 강도 차이에 의한 결과로 볼 수 있다. 절단신도는 ppw>ppr>ppa의 순서로 나타났다. 절단강도가 가장 작게 나타난 ppw를 제외하고 100% pp 방적사와 혼섬사들 간의 절단강도를 비교해보면 혼섬사의 강도가 100% pp 방적사의 강도보다 높게 나타났다. 이는 폴리프로필렌섬유의 특성 상, 표준수분율이 0.05%로 거의 0에 가까운 소수성 때문에 마찰계수가 작아 인장 시 방적사를 구성하는 섬유 간 슬립(slip)현상이 발생하여 사 강도가 혼섬사에 비해 낮게 나타난 것으로 보인다. 반면에 ppr, ppa사를 구성하는 텐셀의 표준수분율은 12~14%, 아크릴이 1.5~2.0%로 폴리프로필렌에 비해 마찰계수가 높아 인장 시 사를 구성하는 섬유 간 응집력으로 인해 미끄러짐이 덜 일어나므로 절단강도가 크게 나타난 것으로 보인다. 방적사의 인장특성에 영향을 미치는 꼬임계수로 살펴보면, Fig. 2에서 보는 바와 같이 절단강도가 더 큰 pp30의 꼬임계수는 1.1이었으며, pp40은 1.6으로 나타났다. 또한, 혼섬사의 꼬임계수를 살펴보면 절단강도가 가장 큰 값을 보인 ppr이 1.6, 다음으로 큰 값을 보인 ppa가 1.5로 나타났으며, 가장 작은 값을 보인 ppw의 꼬임계수는 2.1로 나타났다. 이는 PET, tencel, cotton혼방사의 적절한 사강력을 위한 꼬임계수는 0.9~1.2로 이보다 꼬임계수가 낮거나 높으면 사강력이 감소하였다고 보고한 연구(Sa & Lee, 2015)를 비추어 볼 때, pp 방적사와 혼방사의 사강력을 위한 최적의 꼬임계수를 찾기 위해서는 좀 더 다양한 범위의 굵기와 꼬임수에 따른 pp 방적사의 추가 실험이 필요한 실정이다.

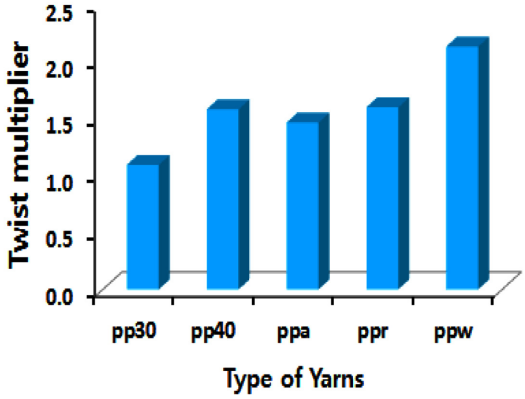
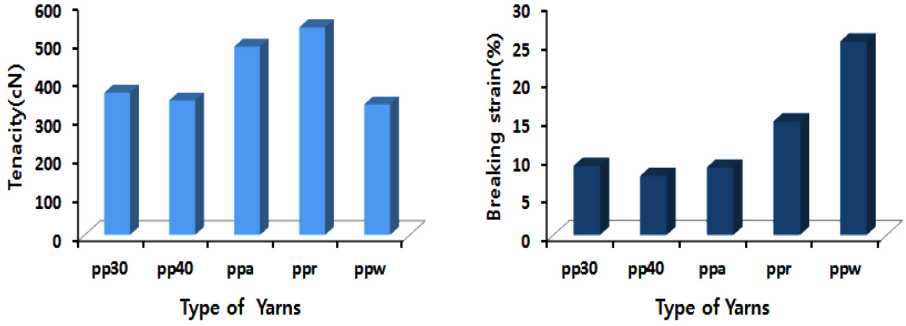


Fig. 2. Twist multiplier of yarn specimens.

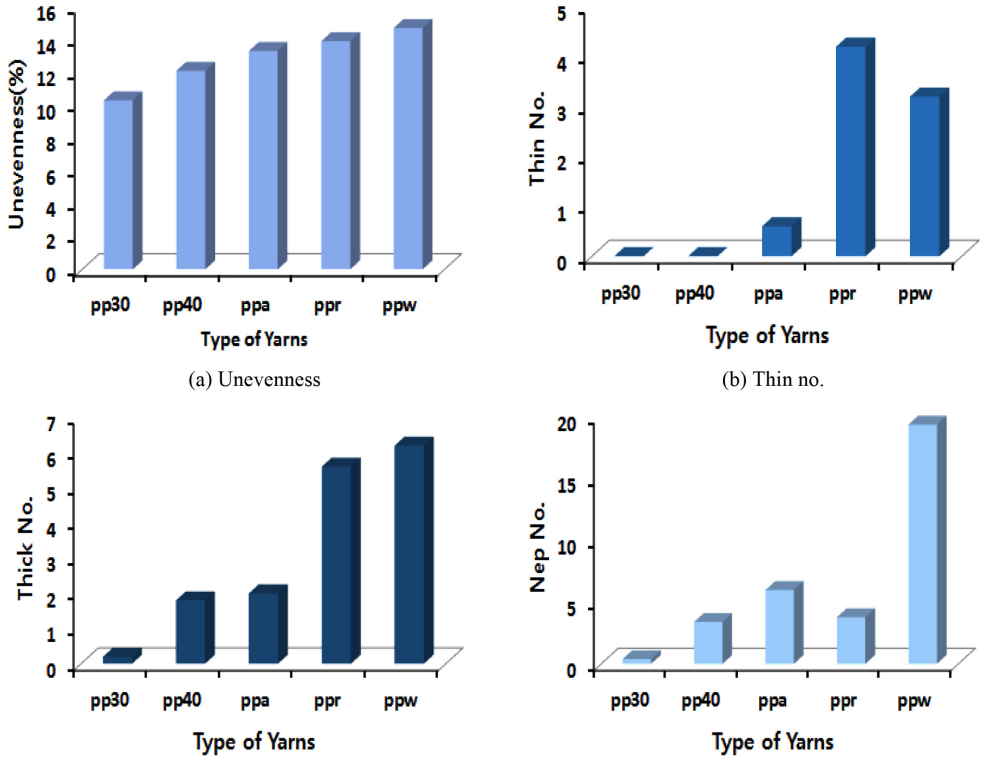
3.2. 복합방적사의 균제도

복합방적사의 실 균제도와 결점수를 그래프로 나타내었다.



(a) Tenacity (b) Breaking strain

Fig. 1. Tensile property of yarn specimens.



(a) Unevenness (b) Thin no.

(c) Thick no. (d) Nep no.

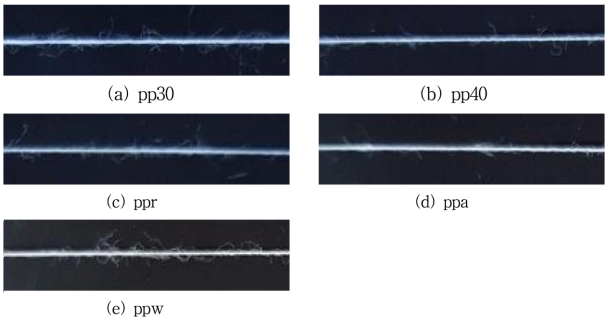
Fig. 3. Unevenness and Imperfections of yarn specimens.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 pp30과 pp40을 비교해 볼 때 pp40의 U%값이 큰 값을 보여 불균제도가 높은 것을 알 수 있었다. 사의 결점 개수, 즉 thick, nep의 개수도 pp40에서 큰 값을 보였다. 이는 PTT/울/모달 스테이플 섬유를 이용한 링, 컴펙트, 에어 볼텍스 복합사의 물성에 관한 연구에서 20Ne보다 30Ne, 40Ne 세 번수사에서 더 높은 불균제도를 보였고 특히, 40Ne 번수에서 결점수가 크게 증가하였다고 한 Kim(2015a)의 연구 결과와도 일치하는 결과이다.

또한 혼섬사인 ppa, ppr, ppw의 불균제도가 100% pp방적사에 비해 높게 나타났다. Fig. 4에 5가지 방적사의 실체현미경 사진을 제시하였는데, 이는 단일 섬유 구성사인 pp30, pp40에 비해 이질적인 특성을 지닌 두 섬유로 구성된 방적사의 불균제도가 높게 나타난 것으로 사료된다. 사의 결점 개수를 보면 ppr은 thin no.와 thick no.에서 높게 나타났으며 ppw는 thin, thick, nep의 개수 모두에서 높은 수치를 나타내어 가장 큰 불균제도 값을 보였다. 이는 크림프 특성이 큰 울 소재가 들어있기 때문에 사 형성 시 섬유의 배향이 균일치 못하여 불균제도가 큰 값을 보인 것으로 사료된다.

3.3. 복합방적사의 굽힘특성

굽힘특성은 굽힘강성(B: Bending Rigidity)과 굽힘이력(2HB: Bending Hysteresis) 값으로 평가하며, 섬유의 미끄럼 저항과



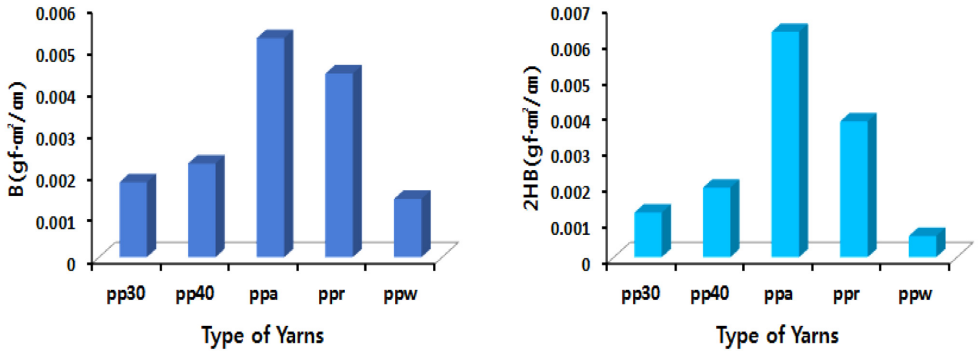
(a) pp30 (b) pp40

(c) ppr (d) ppa

(e) ppw

Fig. 4. Microscopy photographs of yarn specimens.

실의 굽힘특성 그리고 실의 오차압력 등의 변화에 영향을 받는다. 굽힘강성은 큰 값을 나타낼수록 뻣뻣한 촉감이 증대되며 작은 값을 나타내면 곡면형성 능력이 우수하고, 굽힘이력은 굽힘변형과 회복과정 중에 발생하는 에너지 손실량과의 비례관계를 나타내는 값으로 작은 값을 보이면 굽힘 후 회복성이 우수하다는 것을 의미한다. 따라서 이 들 특성치는 직물로 의복을 제작하여 착용시 인체곡면과의 융합정도를 나타내는 특성치로서 의복착용 시 관련되는 안정성, 드레이프성, 구김성 등의 의복착용 성능과 깊은 관련이 있다(Kang & Lee, 2009a; Kang & Lee, 2009b).



(a) Bending rigidity (b) Bending hysteresis

Fig. 5. Bending properties of yarn specimens.

Fig. 5에서 보는 바와 같이 pp30과 pp40의 굽힘특성을 살펴보면 실의 굵기가 가는 pp40이 굽힘강성, 굽힘이력이 큰 것으로 나타났다. 이는 두 방적사의 꼬임수와 연관이 있는데 pp30은 꼬임수(tpm)가 236, pp40은 394로 꼬임수가 많은 pp40이 굽힘특성이 큰 것을 알 수 있었다. Chapman(1974)은 꼬임이 증가할수록 굽힘강성이 증가하다가 감소한다는 결과를 발표한 바 있다. 또한, 혼섬사의 굽힘특성을 살펴보면 ppa>ppr>ppw의 순으로 굽힘특성이 큰 것으로 나타났다. 굽힘강성이 가장 큰 ppa가 굽힘이력도 가장 큰 값을 보였는데 이는 굽힘강성이 큰 실이 굽혀진 후에도 굽힘변형으로부터 잘 회복되지 않음을 의미한다. Fig. 6에는 복합방적사의 인장응력-변형율 곡선을 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 혼섬사의 초기탄성율은 ppa가 가장 큰 값을 나타내었는데 초기탄성율이 클수록 강직하고 뻣뻣한 성질이 있어 굽힘강성과 굽힘이력이 모두 크게 나타난 것으로 보인다. Sa and Lee(2015)는 PET, tencel, cotton 혼방사의 혼용율에 따른 물성 연구에서 초기탄성율이 큰 폴리에스터의 비율이 증가하고 면의 비율이 감소할수록 굽힘특성이 커진다고 하였으며, 폴리에스터 비율이 감소하고 면의 비율이 증가할수록 부드러워지며 굽힘변형으로부터 회복이 잘 됨을 의미한다고 보고하였다. 가장 유연한 wool 섬유가 혼방된 ppw의 굽힘특성이 가장 작게 나타났으며, S-S curve에서도 가장 작은 초기탄성율의 값을 보였다.

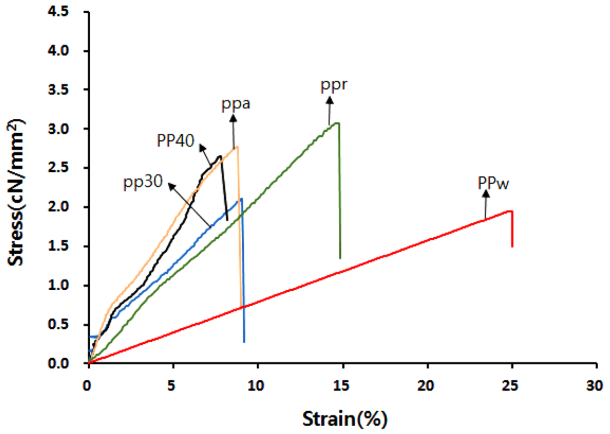


Fig. 6. Stress-strain diagram of yarn specimens.

3.4. 복합방적사의 잔털지수

실의 잔털(hairness)은 실의 중심축으로부터 섬유가 뻗어나온 길이와 개수로 측정하며, 필라멘트사보다는 방적사에서 발생율이 높고 섬유장, 섬도, 섬유의 강연도, 굴곡특성, 비틀림 특성 등에 의해 영향을 받는다(Huh et al., 2002; Kang, 1987; Wang et al., 1997). 방적사의 고유 특성인 잔털은 직물 및 편성물의 촉감을 부드럽게 하거나 최종제품의 태를 결정할 때 반드시 필요한 인자이다(Fuh et al., 2003). 1~2mm의 길이를 가지는 잔털은 직, 편성물의 특성 및 태를 결정하는 것이고, 3mm 이상의 잔털은 제품의 특성 및 태에는 큰 영향을 미치지 않고, 후 공정에서 문제를 일으키는 원인이 될 수 있다(Yang et al., 2005). Fig. 7에서 보는 바와 같이 pp100% 방적사가 혼섬사에 비해 잔털지수가 높은 값을 보였다. 실의 굵기가 가는 pp40이 pp30보다 더 낮은 잔털지수를 나타내었다. 이는 실의 번수가 큰 pp40이 꼬임수가 더 큰데, 일반적으로 꼬임은 실의 표면에 돌출된 루프와 돌출섬유의 길이를 감소시켜 주기 때문에 꼬임이 많을수록 잔털이 감소한다고 한 연구(Choi et al., 2011)와 일치하는 결과이다. 또한 혼섬사의 잔털지수를 보면 1mm 이상 잔털양은 ppa가 가장 작은 값을 보였으며, 3mm 이상 잔털량은 ppr이 가장 낮게 나타났다. ppw는 혼섬사 중 가장 많은 잔털량을 보였는데 이는 사 구성섬유의 비율이 pp:wool (4:6)으로 크림프 특성이 있는 wool 섬유가 들어있기 때문에 섬유들의 배향이 균일하지 못하며, 바깥 섬유들은 랜덤하게 헝클어지는 사의 구조를 가짐으로써(Kim, 2015b) 잔털지수가 가장 높게 나타난 것으로 사료된다. pp 100%방적사와 pp혼섬사의 잔털량을 비교해 보면, 구성섬유의 크림프 특성이 있는 ppw를 제외하고, pp30과 pp40이 ppr, ppa보다 잔털지수가 높은 것을 알 수 있었다. 이는 폴리프로필렌 섬유의 특성 중 표준수

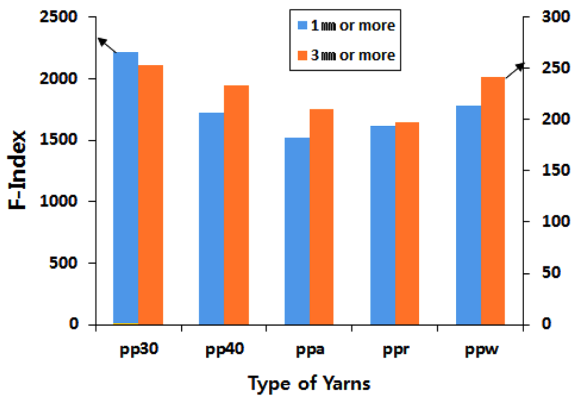


Fig. 7. F-index of yarn specimens.

분율이 거의 0에 가까운 소수성에 기인하는 것으로, 방적 시 pp섬유의 마찰계수가 작아 섬유들끼리 포합도가 저하되어 사 표면의 모우가 실 내부로 응집되는 비율이 줄어듦으로써 나타난 결과로 판단된다.

3.5. 복합방적사의 표면형상

Fig. 8은 pp복합방적사의 표면형태와 잔털 정도를 실체현미경을 통하여 80배로 촬영한 것이다. Fig. 8에서 볼 수 있듯이 모든 방적사의 길이 방향으로 중앙부에 평행한 섬유다발을 볼 수 있었으며 표면의 모우 형상은 각각의 실에서 차이를 보였다. 잔털지수가 가장 높았던 pp30을 보면 실의 굵기가 굵고 따라서 실의 단면적이 커서 실의 바깥쪽 가장자리 모우의 수가 많음을 확인할 수 있었다. 다음으로 잔털지수가 높았던 ppw의 표면상태를 보면 3mm 이상의 모우가 길게 바깥쪽으로 돌출한 것을 볼 수 있다. pp40은 꼬임수가 pp30보다 많아 실의 굵기와 단면적이 작아지면서 모우가 줄어든 것으로 보인다. 하지만 다른 구성섬유가 혼섬된 ppa나 ppr에 비하면 잔털량이 많은 것을 관찰할 수 있는데 이는 앞서 설명한 폴리프로필렌 섬유의 소수성으로 인한 마찰계수 저하로 섬유 간 응집력이 낮아서 생긴 결과로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 폴리프로필렌, acrylic, rayon, wool을 사용하여 복합방적사를 제조하고, 섬도와 혼용율에 따른 인장특성, 균제도 특성, 굽힘특성, 잔털지수, 표면형상 등을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 폴리프로필렌 방적사의 섬도에 따른 인장특성을 살펴 본

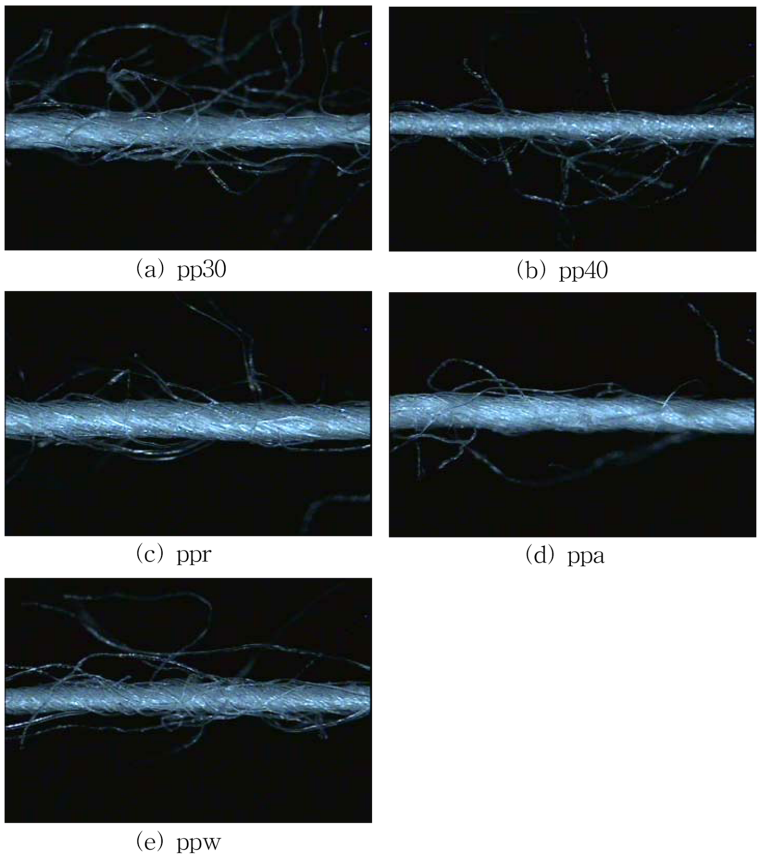


Fig. 8. Stereomicroscopic photographs of yarn specimens.

결과, 섬도가 높을수록 절단강도와 신도가 감소하는 것으로 나타났다. 혼섬사의 인장특성은 ppr>ppa>ppw의 순으로 rayon과 폴리프로필렌이 혼섬된 방적사가 절단강도가 가장 크게 나타났고 wool과 폴리프로필렌 복합방적사가 가장 작게 나타났다. 절단신도는 ppw>ppr>ppa의 순으로 wool과 폴리프로필렌 복합방적사가 가장 큰 값을 보였다. 또한 100% 폴리프로필렌 방적사의 절단강도는 복합방적사의 강도에 비해 낮게 나타났는데 이는 폴리프로필렌 섬유의 특성 상, 표준수분율이 0.05%로 거의 0에 가까운 소수성 때문에 마찰계수가 작아 인장 시 방적사를 구성하는 섬유 간 슬립(slip)현상이 발생하여 사 강도가 혼섬사에 비해 낮게 나타난 것으로 사료된다.

2. 폴리프로필렌 방적사의 균제도 물성을 살펴본 결과, pp30보다 pp40의 불균제도가 높은 것으로 나타났다. 또한, 혼섬사인 ppa, ppr, ppw의 불균제도가 100% pp방적사에 비해 높게 나타났다. ppw는 thin, thick, nep의 개수 모두에서 높은 수치를 나타내어 가장 큰 불균제도 값을 보였다.

3. 폴리프로필렌 방적사의 굽힘특성을 살펴본 결과, 실의 굵기가 가는 pp40이 굽힘강성, 굽힘이력이 큰 것으로 나타났다. 또한, 혼섬사의 굽힘특성을 살펴보면 ppa>ppr>ppw의 순으로 굽힘특성이 큰 것으로 나타났다. 굽힘강성이 가장 큰 ppa가 굽힘이력도 가장 큰 값을 보였다. 가장 유연한 wool 섬유가 혼방된 ppw의 굽힘특성이 가장 작게 나타났다. 100% 폴리프로필렌 방적사는 ppw 혼섬사 다음으로 굽힘특성이 작은 값을 보였다.

4. 폴리프로필렌 복합방적사의 잔털지수를 살펴 본 결과, 100% pp방적사가 혼섬사에 비해 잔털지수가 높은 값을 보였다. 실의 굵기가 가는 pp40이 pp30보다 더 낮은 잔털지수를 나타내었다. 1mm 이상 잔털양은 ppa가 가장 작은 값을 보였으며, 3mm 이상 잔털량은 ppr이 가장 낮게 나타났다. ppw는 혼섬사 중 가장 큰 잔털 지수값을 보였다. 혼방된 구성섬유의 크림프 특성이 있는 ppw를 제외하고, pp30과 pp40이 ppr, ppa보다 더 큰 잔털지수 값을 가지는 것을 확인하였다.

5. 폴리프로필렌 복합방적사의 표면형상을 살펴본 결과, 잔털지수가 가장 높았던 pp30은 실의 굵기가 굵고 따라서 실의 단면적이 커서 실의 바깥쪽 가장자리 모우의 수가 많음을 확인할 수 있었다. ppw의 표면상태를 보면 3mm 이상의 모우가 길게 바깥쪽으로 돌출한 것을 볼 수 있었다. pp40은 꼬임수가 pp30보다 커서 실의 굵기와 단면적이 작아지면서 모우가 줄어든 것으로 보이나 다른 구성섬유가 혼섬된 ppa나 ppr에 비하면 잔털량이 많은 것을 관찰할 수 있었다.

이상의 연구 결과를 통해, 폴리프로필렌 방적사와 다른 섬유와의 혼방을 통한 복합방적사의 개발은 폴리프로필렌 섬유의 경량성, 흡한속건성, 발수성, 배수성, 보온성, 항정전기성 등의 장점에 촉감과 착용쾌적성, 패션성이 더욱 부각되어 의류용 섬유시장에서의 가치가 확대될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 연구결과임(NRF-2017R1A2B4009315).

References

Ahmed, M. (1982). *Polypropylene fibers, science and technology* (Vol. 5). New York: Elsevier Science & Technology.

Baykal, P. D., Babaarslan, O., & Erol, R. (2006). Prediction of strength and elongation properties of cotton/polyester-blended OE rotor yarns. *Fibers & Textiles, 14*(1), 18-21.

Chapman, B. M. (1974). The bending and creasing of multicomponent viscoelastic fiber assemblies. *Textile Research Journal, 44*(4), 306-309. doi:10.1177/004051757404400405

Chen, Q., & Zhao, T. (2015). The thermal decomposition and heat release properties of the nylon/cotton, polyester/cotton and nomex/cotton blend fabrics. *Textile Research Journal, 86*(17), 1859-1868. doi:10.1177/0040517515617423

Choi, H. Y., Choi, H. N., Lee, S. W., Hong, Y. K., & Lee, S. G. (2011). Effects of blend ratio and fineness on the physical properties of CDP/tencel blended yarns. *Textile Science and Engineering, 48*(3), 187-192.

Das, A., Kothari, V. K., & Balaji, M. (2007). Studies on cotton-acrylic bulked yarns and fabrics. Part I: Yarn characteristics. *The Journal of the Textile Institute, 98*(3), 261-267. doi:10.1080/00405000701550163

Das, B., Das, A., Kothari, V. K., Fangueiro, R., & Araujo, M. (2009). Study on moisture transmission properties of PV-blended fabrics. *The Journal of the Textile Institute, 100*(7), 588-597. doi:10.1080/00405000802125097

Dayioglu, H. (1992). Polymeric dye receptors for disperse dyeable polypropylene fibers. *Journal of Applied Polymer Science, 46,* 1539-1545. doi:10.1002/app.1992.070460904

Fuh, P. H., Cheng, L. D., & Yu, X. Y. (2003). Relationship between the hairness and twisting principles of solospun and ring spun yarns. *In: Annual conference of the Textile Institute, Shanghai, China,* 23-27.

Geraldes, M. J., Hes, L., & Araujo, M. (2002). How to improve the thermal comfort with high performance pp fibers. *In: Proceeding of the 2nd AUTEX Conference, Bruges, Belgium, July,* p. 428.

Gupta, N. P., Majumdar, A., Bhattacharya, G. K., Sur, D., & Roy, D. (1982). Chemically texturizing jute and jute-polypropylene blended yarns. *Textile Research Journal, 52*(11), 694-702. doi:10.1177/004051758205201103

Huh, Y., Kim, Y. R., & Oxenham, W. (2002). Analyzing structural and physical properties of ring, rotor, and friction spun yarns. *Textile Research Journal, 72*(2), 156-163. doi:10.1177/004051750207200212

Kakvan, A., Najar, S. S., & Psikuta, A. (2015). Study on effect of blend ratio on thermal comfort properties of cotton/nylon-blended fabrics with high-performance Kermel fibre. *The Journal of the Textile Institute, 106*(6), 674-682. doi:10.1080/00405000.2014.934045

Karthik, T., Senthilkumar, P., & Murugan, R. (2016). Analysis of comfort and moisture management properties of polyester/

milkweed blended plated knitted fabrics for active wear applications. *Journal of Industrial Textiles, 47*(5), 897-920. doi:10.1177/1528083716676814

Kang, D. H., & Lee, J. S. (2009a). Physical performance of metalic jacquard fabrics. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 33*(1), 149-159. doi:10.5850/JKSCT.2009.33.1.

Kang, D. H., & Lee, J. S. (2009b). Sensibility evaluation of metalic jacquard fabrics. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 33*(2), 299-307. doi:10.5850/JKSCT.2009.33.2.

Kang, T. J. (1987). The hairiness measurement method of spun fiber and effect of the spinning processing condition. *Journal of Korean Fiber Society, 24*(5), 103-113.

Kim, H. A. (2015a). Wearing performance of garment for emotional knitted fabrics made of PTT/Tencel/Cotton MVS blended yarns(II) - Physical property of knitted fabric according to yarns structure -. *Fashion & Textile Research Journal, 17*(6), 1020-1029. doi:10.5805/SFTI.2015.17.6.1020

Kim, H. A., Son, H., & Kim, S. J. (2015). Effect of hybrid yarn structure composed of PP/Tencel/Quick dry PET on the physical property of fabric for high emotional garment. *Fashion & Textile Research Journal, 17*(3), 462-475. doi:10.5805/SFTI.2015.17.3.462

Kim, H. (2015b). Physical property of PTT/wool/modal air vortex yarns for high emotional garment. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 39*(6), 877-884. doi:10.5850/JKSCT.2015.39.6.877

Kim, H. S., & Na, M. H. (2014). Evaluation of texture image and preference to men's suit fabrics according to mechanical properties, hand and fabric information of wool blended fabrics. *Korean Journal of Human Ecology, 23*(2), 317-328. doi:10.5934/kjhe.2014.23.2.317

Koo, Y. S., (2001). Bending Behavior of Coated Yarns. *Fibers and Polymers, 2*(3), 148-152. doi:10.1007/BF02875328

Kuo, C. F. J., Lan, W. L., Chen, S. H., Lin, F. S., & Dong, M. Y. (2018). Development of disperse dye polypropylene fiber and process parameter optimization Part I: Development of dyeable polypropylene fiber and parameter optimization. *Textile Research Journal, 88*(1), 3-13. doi:10.1177/0040517516673335

Kuo, C. F. J., Lan, W. L., Dong, M. Y., Chen, S. H., & Lin, F. S. (2017). Development of disperse dyes polypropylene fiber and process parameter optimization Part II: Dyeable polypropylene fiber production and melt spinning process parameter optimization. *Textile Research Journal, 88*(13), 1505-1516. doi:10.1177/0040517517703600

Kwon, H. S., Park, J. H., Choi, J. H., & Kim, J. H. (2005). Development trend of dyeable polypropylene fiber. *Fiber Technology and Industry, 9*(3), 301-311.

Lokhande, H. T., Thakar, V. S., & Shukla, S. R. (1984). Electrokinetic properties of acrylic acid-and methaacrylic acid-grafted polypropylene during chemically initiated graft copolymerization. *Journal of the Applied Polymer Science, 29*(10), 2989-2996. doi:10.1002/app.1984.070291005

Mahbub, R. F., Wang, L., Arnold, L., Kaneslingam, S., & Padhye, R. (2014). Thermal comport properties of Kevlar and Kevlar/wool fabrics. *Textile Research Journal, 84*(19), 2094-2102. doi:10.1177/0040517514532157

Piller, B. (1986). Integrated multi-layered knitted fabrics – A new generation of textiles polypropylene fibers. *Melliand Textilberich, 67,* 412-416.

Sa, A. N., & Lee, J. S. (2015). Physical properties of polyester, tencel and cotton MVS blended yarns with yarn counts and blended ratio. *Fashion & Textile Research Journal, 17*(2), 287-294. doi:10.5805/SFTI.2015.17.2.287

Sciarratta, V., Vohrer, U., Hegemann, D., Muller, M., & Oehr, C. (2003). Plasma functionalization of polypropylene with acrylic acid. *Surface and Coatings Technology*, *174,* 805-810. doi:10.1016/S0257-8972(03)00564-4

Sekar, N. (2000). Dyeable polypropylene fibers : On the research front review of development. *Colourage, 47*(2), 33-34.

Son, T. W., Lim, S. K., Chang, C. M., Kim, S. S., & Cho, I. S. (1999). Physical modification of polypropylene: preparation of fibers dyeable with disperse dyes. *Coloration Technology, 115*(12), 366-369. doi:10.1111/j.1478-4408.1999.tb00294.x

Teli, M. D., & Desai, P. V. (2013). Polypropylene/Poly(trimethylene terephthalate) meltblend fibres with enhanced dyeability. *International Journal of Engineering Research & Technology, 2*(7), 24-29.

Ucar, N., & Yilmaz, T. (2004). Thermal properties of 1× 1, 2× 2, 3× 3 rib knit fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe, 3*(47), 34-38.

Wang, X., Miao, M., & How, Y. (1997). Studies of jetring spinning part Ⅰ:Reducing yarn hairiness with the jetring. *Textile Research Journal, 67*(4), 253-258. doi:10.1177/004051759706700403

Yang, J. S., Kim, M., & Kim, G. H. (2005). Compact ring spinning technology. *Fiber Technology and Industry, 9*(2), 126-134.

Yea, S. J., & Song, W. S. (2013). Comfort and physical properties of linen blended knitted fabrics. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 37*(5), 715-723. doi:10.5850/JKSCT.2013.37.5.715

Yu, C., Zhu, M., Shong, X., & Chen, Y. (2001). Study on dyeable polypropylene fiber and its properties. *Journal of the Applied Polymer Science, 82*(13), 3172-3176. doi:10.1002/app.2175

(Received 27 July, 2018; 1st Revised 27 August, 2018;
Accepted 5 October, 2018)