한국의류산업학회지
제18권 제1호, 2016
<연구논문>

pISSN 1229-2060
eISSN 2287-5743
Fashion & Text. Res. J.
Vol. 18, No. 1, pp.113-119(2016)
http://dx.doi.org/10.5805/SFTI.2016.18.1.113

고감성 PTT/Tencel/Cotton MVS 혼방사 패션소재의 물성에 관한 연구 (I)
- 사 구조에 따른 혼방사 물성 -

김현아†
한국패션산업연구원

Study on the Physical Property of PTT/Tencel/Cotton MVS Blended Yarn for High Emotional Garment (I)
- Physical property of blended yarn according to yarn structure -

Hyun Ah Kim†
Korea Research Institute For Fashion; Daegu, Korea

Abstract : The evolution of spinning technology was focused on improving productivity with good quality of yarns. More detail spinning technology according to mixing of various kinds of fibre materials on the air vortex spinning system is required for obtaining good quality yarns. This paper investigated the physical properties of air vortex yarns compared with ring and compact yarns using PTT/tencel/cotton fibres. It was observed that unevenness of air vortex yarns was higher than those of ring and compact yarns, which resulted in low tenacity and breaking strain of air vortex yarns. Initial modulus of air vortex yarns was higher than those of ring and compact yarns. Yarn imperfections of air vortex yarns such as thin, thick and nep were much more than those of ring and compact yarns. These poor yarn qualities of air vortex yarn were attributed to the fasciated yarn structure with parallel fibres in the core part of the air vortex yarn. However, yarn hairiness of air vortex yarns was less and shorter than those of ring and compact yarns. Thermal shrinkage of air vortex yarns were higher than that of ring yarns, which was caused by sensible thermal shrinkage of PTT fibres on the bulky yarn surface and core part of air vortex yarns.

Key words : air vortex spinning(에어 볼텍스 방적), compact spinning(컴팩트 방적), PTT(피티티), imperfection(결점수), force-elongation(인장곡선), thermal shrinkage(열수축)

1. 서 론

최근 방적기술은 품질과 생산성을 모두 개선하는 방향으로 발전되어 왔으며 컴팩트 방적법(compact spinning)과 에어제트 방적법(air jet spinning) 그리고 에어볼텍스 방적법(air vortex spinning)이 최근 방적공정에서 중요한 기술로 자리를 잡게 되었다. 컴팩트 방적기술은 모우를 줄이고 실의 역학특성을 크게 개선하였으며 에어볼텍스사는 에어제트사의 단점인 사의 탄성과 촉감이 부족한 물성을 개선하기 위해 사의 구조를 링 방적사(ring spun yarn)와 유사한 구조를 가지게 하는 방적기술로 알려져 있다. 한편, 폴리에스터 섬유의 단점인 탄성회복성을 개선하기 위해 PTT(polytrimethylene terephthalate)섬유가 개발되었으며 옥수수를 원료로 사용함으로써 고감성 소재로도 각광을 받고 있다. 면과 아크릴, 텐셀, 모달 등의 소재를 사용하여 링, 컴팩트 그리고 에어볼텍스 방적법으로 방적사를 제조하고 이들 직·편물의 물성을 방적사 특성과 관련시킨 논문은 많이 연구되어 왔다. 일본 Murata사에서 개발한 에어볼텍스 방적사인 MVS(Murata Vortex System)사의 물성에 대한 연구로는 100% 면 스테이플 섬유를 사용하여 MVS 공정인자와 사의 구조와 물성에 대한 연구(Basal & Oxenham, 2006; Ortlek & Ulku, 2005)가 있으며, Seo et al.(2004)도 100% cotton MVS 사의 물성을 링 방적사와 비교하여 MVS사가 링 방적사보다 모우가 적고 더 벌키한 사구조를 가지며 링 방적사보다 더 뻣뻣하며 절단강도는 더 낮은 값을 보였다는 연구결과를 발표하였다. Kilic et al.(2012, 2011)은 면/텐셀 MVS사의 물성을 링 방적사와 컴팩트 방적사와 비교하였다. 모우는 링 방적사가 가장 많았고 MVS사가 가장 적었으며 사의 불균제도(U%)는 컴팩트 방적사가 가장 우수했으며 MVS사가 가장 큰 값을 가진다는 연구결과를 발표하였다. 사의 절단 강·신도는 컴팩트 방

†Corresponding author; Hyun-Ah Kim
Tel. +82-53-721-7459, Fax. +82-53-986-6341
E-mail: ktufl@krifi.re.kr
© 2016 (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.

적사가 가장 큰 값을, MVS사가 가장 낮은 값을 보인다고 보고하였다. 한편 Erdumlu et al.(2009)도 면, 비스코스레이온, 그리고 면/모달 원료를 사용한 에어볼테스사 물성을 링 방적사와 오픈엔드(open-end)사와 비교 · 분석하였다. 사의 불균제도와 결점(imperfections)이 링 방적사가 가장 우수하고 절단 강 · 신도도 링 방적사가 가장 높은 값을 가졌다고 보고하였다. Beceren and Nergis(2008)도 30Ne 면 에어볼텍스사의 물성을 컴팩트 방적사와 링 방적사의 물성과 비교하였는데, 절단강도는 컴팩트 방적사가 가장 높은 값을 보였고, 절단신도는 에어볼텍스사가 링 방적사보다 큰 값을 보였다고 서술하였다. Unal(2010)은 링 방적사와 로터(Rotor)방적사, 그리고 에어볼텍스사를 사용하여 면 MVS 2합사 직물의 역학특성과 촉감을 비교하였다. 회전하는 원통 회전체의 원심력을 이용하여 방적하는 로터 방적사와 에어볼텍스사 직물보다 링 방적사 직물이 가장 부드러운 촉감을 가지며, 또한 에어볼텍스사 직물의 굽힘특성이 높은 값을 보여 가장 뻣뻣한 촉감을 나타낸다고 발표하였다. 현재까지의 연구는 면, 면/모달, 면/레이온 등의 MVS사 물성에 대한 연구가 대부분이며 최근 의류용으로 많이 사용되고 있는 새로운 소재인 PTT 섬유를 혼합한 소재의 MVS, 링, 컴팩트 방적사의 물성에 대한 연구는 비교적 적은 편이다.

PTT는 PTA(Purified Terephthalic Acid)와 PDO(1, 3-propanediol)의 축합중합에 의해 생산된다. CORTERRA는 Shell Chemicals의 상표이름이며 PTT는 폴리에스터와 달리 지그재그(zig-zag)의 고분자 구조를 가지며 이러한 구조가 탄성과 탄성회복성이 뛰어난 물성을 보유하고 있다(Zhao et al., 2011). 이러한 구조적 특성은 뛰어난 열적, 화학적 특성을 나타내며 따라서 최근 레져, 이너웨어 그리고 스포츠용 의류소재로 사용되고 있다. PTT와 관련된 연구는 필라멘트사 및 이들의 직 · 편물에 대한 연구가 많이 수행되었으나 PTT 스테이플 섬유를 사용한 방적사에 대한 연구는 많이 발표되지 않았다. 단지 PTT 스테이플 섬유와 여러 가지 섬유와의 혼합비를 달리한 방적사를 사용한 편성물의 물성에 관한 연구(Zhao et al., 2011)와 폴리에스터/PTT/레이온 직물의 역학특성을 연구한 논문(Lee et al., 2012)이 발표되었다. Zhao et al.(2011)은 PTT를 울, 텐셀, 면 그리고 모달과 밤부(bamboo), 흡한속건 폴리에스터 섬유 등과 혼합비를 달리한 5가지 혼방사를 사용하여 편성물을 편직하여 이들의 탄성회복, 필링성, 구김회복성, 수분투과도, 보온성 그리고 압축 역학특성 등의 착용물성을 측정하였다. PTT/울/텐셀과 PTT/밤부 혼방사 편성물의 착용물성이 가장 우수하며 PTT/울/모달 혼방사 편성물의 물성이 가장 좋지 않음을 보고하였다. PTT의 이러한 탄성적 역학물성 때문에 우수한 탄성회복성이 요구되는 편성물의 소재로서 많이 사용되는 울과 아크릴 그리고 레이온 등의 소재와 PTT와의 혼합 적합성에 대한 연구의 필요성이 요구되고 있다. 그러나 이 분야에 대한 연구는 많지 않으며 PTT 스테이플 섬유를 면, 텐셀 등과 혼합하여 최신 방적설비인 에어볼텍스 시스템(air vortex system)에서의 방적성과 혼방사 물성에 관한 연구는 아직 발표된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 (I)보와 (II)보로 나누어 (I)보에서는 PTT/텐셀/면 혼방사를 링, 컴팩트 그리고 에어볼텍스 방적기에서 혼방사를 제조하여 이들의 물성을 사의 구조와 관련시켜 연구하였다. 그리고 탄성회복성이 우수한 PTT 섬유 혼합 복합 방적사의 편성물 의류 적용 가능성에 관한 기초연구를 수행하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 실의 제조

실의 제조에 사용한 PTT, 텐셀, 그리고 면 섬유의 혼합비와 섬도 그리고 섬유장을 Table 1에 나타내었다.

특히, PTT 섬유는 링과 컴팩트 방적설비 에서는 섬유장을 40mm로 절단하여 사용하였으나 에어볼텍스 시스템인 MVS에서는 38mm로 섬유장을 절단하여 사용하였다. Table 2에 공정조건을 나타내었다. MVS, 컴팩트, 링 정방기에서 각각 20Ne, 30Ne 그리고 40Ne의 세 가지 방적사를 제조하였다.

2.2. 물성 측정

1) 실 균제도

Table 1. Fibre characteristics used on this yarn specimens

Blended fibres	Blend ratio(%)	Fineness(d)	Length(mm)
PTT	30	1.20	40*
Tencel	50	1.17	38
Cotton	20	1.40	28

*: MVS : 38mm

Table 2. Processing conditions of yarn specimens

Machine	Card	Combing	Drawing	Roving	Spinning
MVS system	speed (m/min):100	→	speed(m/min):180	→	speed(m/min):370 nozzle pressure:0.6 nozzle(dist):20
Compact system	grains/6y:400 speed(m/min): 40	grains/6y:400 speed(U/min):400	grains/6y:320 speed(m/min):300	rpm:500 TPI:0.7	rpm:10,000 pressure:3.6kpa TM:3.8
Ring system	grains/6y:400 speed(m/min):40	grains/6y:400 speed(U/min):400	grains/6y:320 speed(m/min):300	rpm:500 TPI:0.7	rpm:10,000 TM:3.8

아홉 가지 원사시료의 균제도는 Uster tester 5(Uster Co., Switzerland)를 사용하여 측정하였으며 300m/min의 사속에서 5분간 통과시켜 U%, Thin, Thick, Nep의 개수를 측정하였다.

2) 인장특성

KS K 0416 방적사의 강도 및 신도 시험 방법에 의거하여 Testometric Co.(England) Model MICRO 350을 이용하여 시료 길이 100mm, 인장속도 100mm/min의 조건으로 절단강도, 절단신도, 초기탄성률을 20회 실험하여 평균치로 측정하였다.

3) 습 · 건열수축률

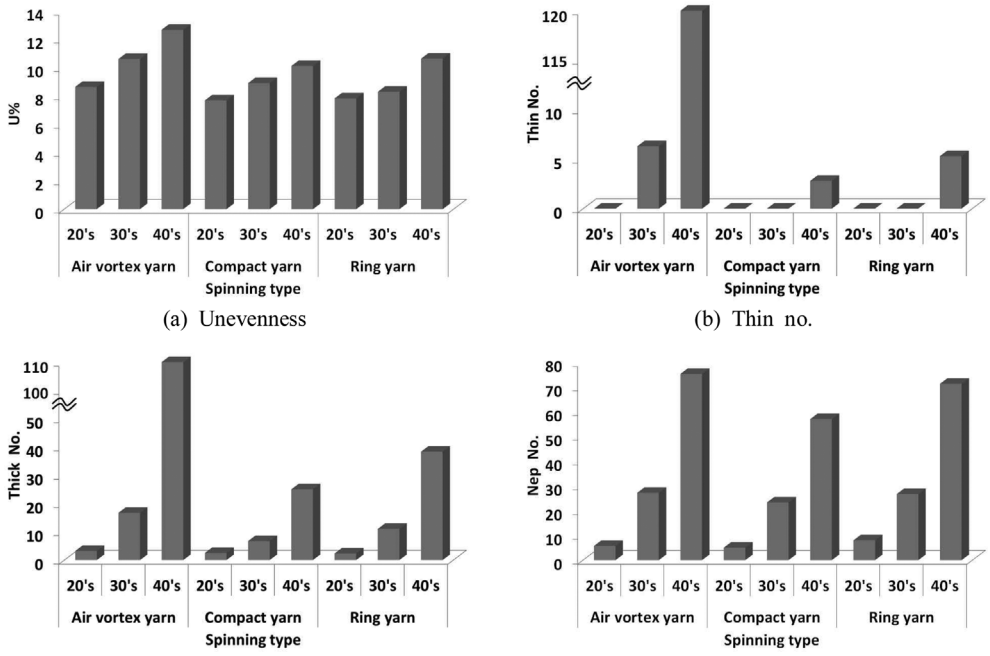
KS K 0423에 따라 습열수축률과 건열수축률을 측정하였다.

4) SEM 및 현미경 측정

사의 측면형상을 관찰하기 위해 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, S-4300, Hitachi Co., Japan)을 이용하여 가속전압 하에서 사의 측면을 측정하였다. 또한 광학현미경(i Camscope 305A, Korea)을 사용하여 사의 측면 모우 형상을 측정하였다.

Table 3. Details of yarn physical properties

Specimens			Measured yarn linear density (Ne)	Measured yarn twist (tpi/in)	Unevenness & imperfections				Tensile property			Thermal shrinkage (%)	
					U%	Thin	Thick	Nep	Breaking strength (cN)	Breaking strain (%)	Modulus (g/d)	Dry	Wet
1	Air vortex	20's	20.24	-	8.63	0	3.2	5.7	404.2	6.63	119.8	3.1	5.0
2		30's	29.70	-	10.6	6.3	16.7	27.2	271.6	6.43	117.8	2.1	3.0
3		40's	40.43	-	12.67	119.3	102	75.3	189.5	5.65	154.6	2.4	2.5
4	Compact	20's	20.32	17.47	7.68	0	2.5	5	493.0	8.86	107.6	5.9	4.6
5		30's	30.18	22.02	8.90	0	6.7	23.3	311.6	7.41	126.3	3.3	3.8
6		40's	39.89	25.11	10.11	2.8	25	57	231.4	6.62	130.4	3.2	3.0
7	Ring	20's	19.43	19.73	7.82	0	2.3	8	530.6	10.01	96.8	1.0	1.6
8		30's	29.82	24.70	9.29	0	11	26.7	318.0	8.31	115.3	1.4	1.5
9		40's	40.98	26.13	10.63	5.3	38.3	71.3	221.4	6.64	111.3	0.7	1.0



(a) Unevenness (b) Thin no.

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

Fig. 1. Unevenness and imperfections of yarn specimens.

3. 결과 및 논의

3.1. 방적방법에 따른 실의 균제도 물성

Table 3에 9가지 방적사 시료의 물성을 보인다. Fig. 1에 아홉 가지 방적사의 균제도와 결점수를 도시화하였다.

Fig. 1(a)에서 볼 수 있듯이 세 가지 번수 모두 에어볼텍스사의 U%값이 다른 두 가지 방적사보다 큰 값을 나타내어 실의 불균제도가 불량한 것을 알 수 있다. 이것은 에어볼텍스사의 구조에서 기인하게 된다. 전체섬유의 80~90%가 사의 중심부(core)에서 평행한 다발을 형성하며 나머지 10~20% 섬유들이 실의 표면을 감싸는 섬유(wrapper fibre)로서 중심부분의 평행한 다발을 실의 길이 방향으로 주기적으로 꼬임구조를 가지게 한다. 에어볼텍스사의 불균제도가 링 방적사, 컴팩트 방적사 대비 높은 값을 나타내어 균제도가 나쁜 결과를 나타낸다고 사료된다. 이러한 결과는 100% 면 MVS사(Beceren & Nergis, 2008), 면/텐셀, 면/모달 MVS사(Erdumlu et al., 2009)에 대한 선행연구 결과와 일치하였다. Fig. 1(b), (c), (d)에서 thin, thick, nep의 결과를 살펴보면 태번수인 20Ne에서는 에어볼텍스사, 컴팩트 방적사, 링 방적사 간에 차이를 보이지 않았으나 30Ne와 40Ne에서는 에어볼텍스사가 컴팩트 방적사, 링 방적사보다 많은 결점을 보이며 특히 세 번수인 40Ne에서는 에어볼텍스사의 thin, thick, nep이 크게 증가하여 결점이 많아지게 된다. 이는 에어볼텍스 시스템이 20, 30Ne 정도의 태번수에서는 실의 결점 품질에서 링 방적사, 컴팩트 방적사 대비 큰 차이는 없으나 40Ne 이상의 세 번수에서는 사의 품질이 크게 불량해져 방적 번수에서 한계성을 보여주었다. 이러한 결과는 Ortlek and Ulku(2005)의 100% 면 에어볼텍스사의 연구결과에서 20Ne보다 40Ne일 때 사의 물성이 나쁘다는 연구결과와도 일치하였다. Erdumlu et al.(2009)의 연구에서도 면, 비스코스레이온, 면/모달 원료를 사용한 사의 결점이 에어볼텍스사보다 링 방적사가 더 우수하였다는 연구 결과와도 일치하였다.

Fig. 2에 이들 아홉 가지 시료의 현미경 사진을 나타내었다. Fig. 2에서 볼 수 있듯이 에어볼텍스사가 링과 컴팩트 방적사보다 불균제하며 특히, 컴팩트 방적사와 링 방적사보다 에어볼텍스사의 모우가 훨씬 더 적고 길이도 더 짧은 것을 볼 수 있다. 이것은 에어볼텍스사의 구조에서 간헐적이면서 주기적으로 꼬임을 형성하는 wrapper fibre들의 실 표면에서의 층이 얇고 이것들이 실 내부에 있는 섬유들이 바깥으로 나오는 것을 막아주면서 실의 축방향으로 거친 모우의 루프를 형성하기 때문에 에어볼텍스사의 모우가 적은 것으로 알려져 있다. 이러한 결과는 앞선 연구들(Beceren et al., 2008; Erdumlu et al., 2009; Seo et al., 2004)에서도 동일한 결과를 보여주었다. 이상의 결과에서 PTT/텐셀/면 MVS사의 불균제도와 결점수 물성이 100% 면, 면/텐셀, 면/레이온 MVS사의 물성과 동일한 경향성을 보이며 PTT가 MVS사의 원료로 사용하는데 큰 문제를 발생시키지 않는다는 것을 말해준다.

3.2. 방적방법에 따른 실의 역학특성

Fig. 3에 아홉 가지 시료의 인장특성치를 도시하였다. Fig. 3(a)에서 볼 수 있듯이 에어볼텍스사의 절단강도가 컴팩스, 링 방적사보다 낮은 값을 보였다. 링 방적사의 절단강도가 가장 높은 값을 보였으며 20, 30, 40Ne에서 모두 동일한 결과를 보였다. 이는 에어볼텍스사의 경우 노즐내에 형성되는 와류공기에 의해 사 표면에 느슨한 wrapper fiber가 생겨나게 되고 또한 거친 모우들이 사표면에서 고리를 형성하여 외부에서 가해지는 힘에 저항할 수 있는 섬유의 수가 줄어들기 때문으로 사료된다. 반면에 링 방적사의 경우 실내에서 섬유들의 나선형 구조에서 외력이 주어질 때 섬유들 사이에 강한 마찰력이 생겨 절단강도가 높은 값을 가지게 된다. 이는 여러 가지 선행연구결과(Beceren et al., 2008; Erdumlu et al., 2009; Seo et al.,

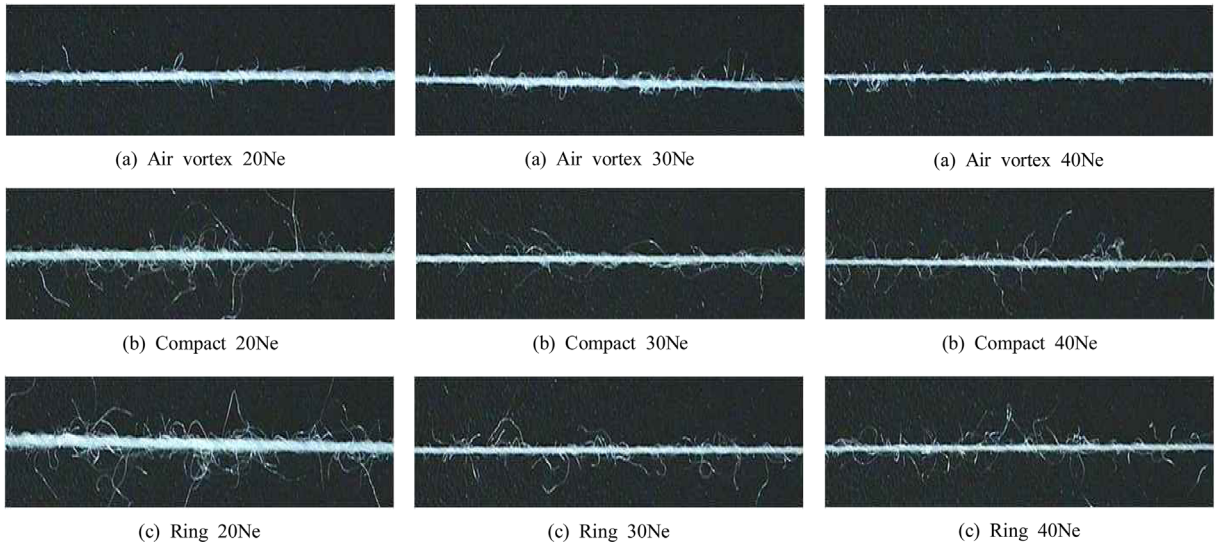
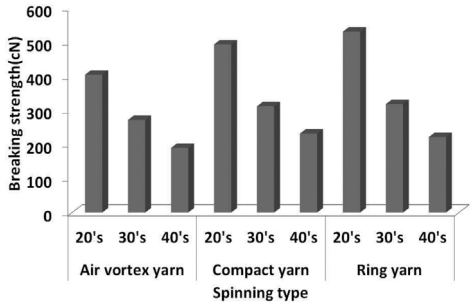
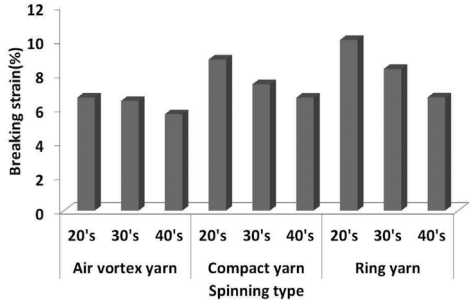


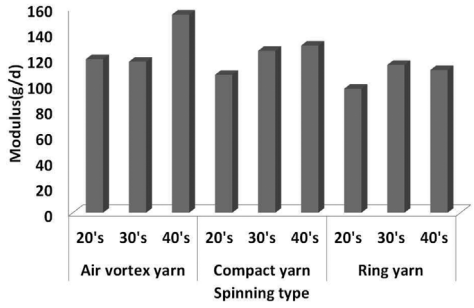
Fig. 2. Microscopy photograph of yarn specimens.



(a) Breaking strength



(b) Breaking strain



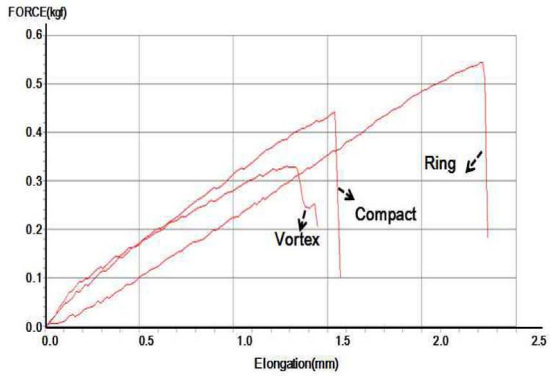
(c) Modulus

Fig. 3. Tensile property of yarn specimens.

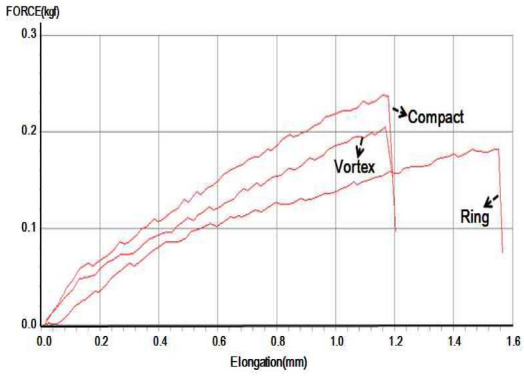
2004)와 유사한 결과를 보였다.

Fig. 3(b)에는 세 가지 방적사의 절단신도를 나타내었다. 20, 30, 40Ne 모두 에어볼텍스사가 링과 컴팩트 방적사보다 낮은 값을 보였다. 절단강도와 같은 경향을 보였으며 링과 컴팩트 방적사에서의 나선 구조의 섬유배향이 신축성을 증가시키며 따라서 절단신도도 에어볼텍트사보다 큰 값을 보인 것으로 판단된다.

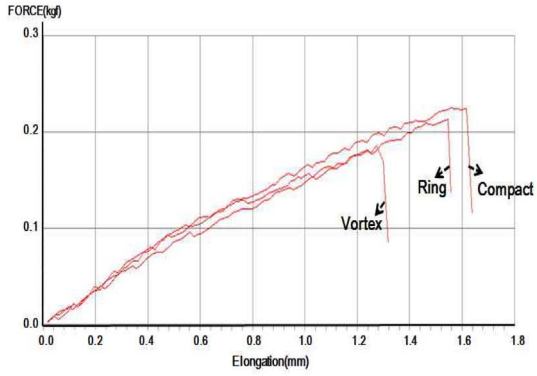
Fig. 3(c)에는 세 가지 방적사의 인장탄성률을 보였다. 태번수인 20Ne에서 에어볼텍스사가 링 방적사보다 인장탄성률이 높은 값을 보였으며 세 번수인 40Ne에서도 에어볼텍스사가 가장 큰 값을 보였고 링 방적사에서 가장 낮은 값을 보였다. 이는 에어볼텍스사에서 core부에 평행한 섬유다발의 초기탄성률에의 기여가 링 방적사의 나선구조의 초기탄성률에의 기여보다 더 커서 에어볼텍스사가 높은 초기탄성률을 보인 것으로 사료되며, 이는 에어볼텍스사 직·편물의 착용 촉감을 나쁘게 한다



(a) 20Ne



(b) 30Ne



(c) 40Ne

Fig. 4. Force-elongation diagram of yarn specimens.

는 선행연구(Li et al., 2008; Unal, 2010)와 부합됨을 확인할 수 있었다.

Fig. 4에 실의 굵기별 에어볼텍스, 컴팩트, 링 방적사의 인장변형률 곡선을 나타내었다. Fig. 4에서 에어볼텍스사 절단강도와 절단신도가 컴팩트, 링 방적사 대비 20, 30, 40Ne 모든 번수에서 낮은 값을 보임을 알 수 있다. 20, 30, 40Ne 등 번수에 따라 다소 다른 거동을 보이는 것은 방적사의 불균제성과 관련이 있는 것으로 판단된다.

Fig. 5에 아홉 가지 방적사의 SEM 사진을 보였다. Fig. 5에서 볼 수 있듯이 에어볼텍스사의 경우 사의 길이 방향 중앙 core 부에 평행한 섬유다발을 볼 수 있으며 간헐적이면서도 주

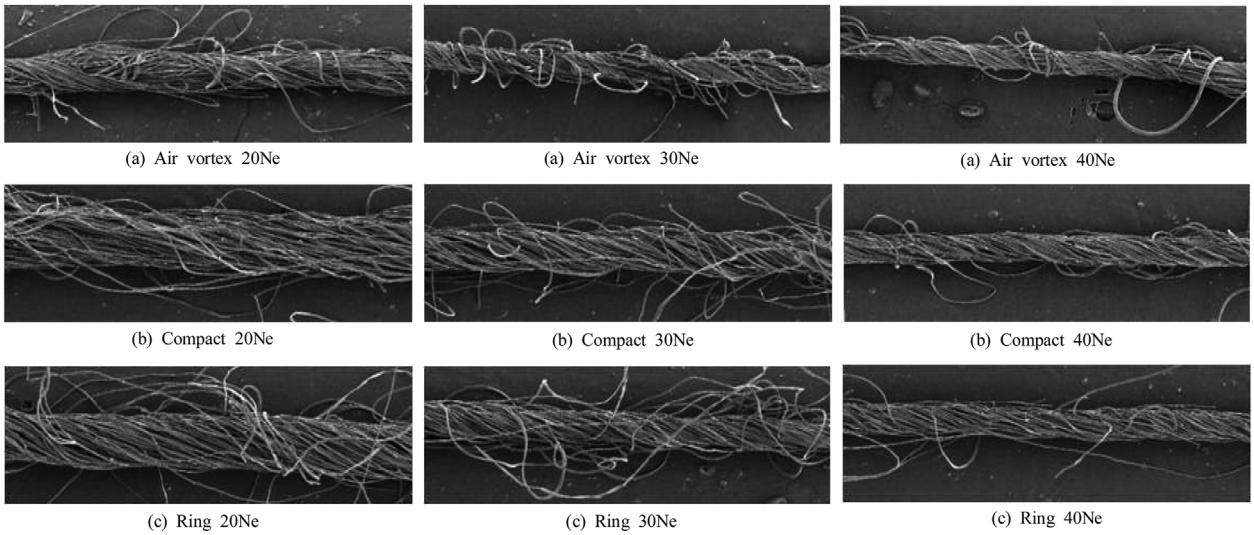
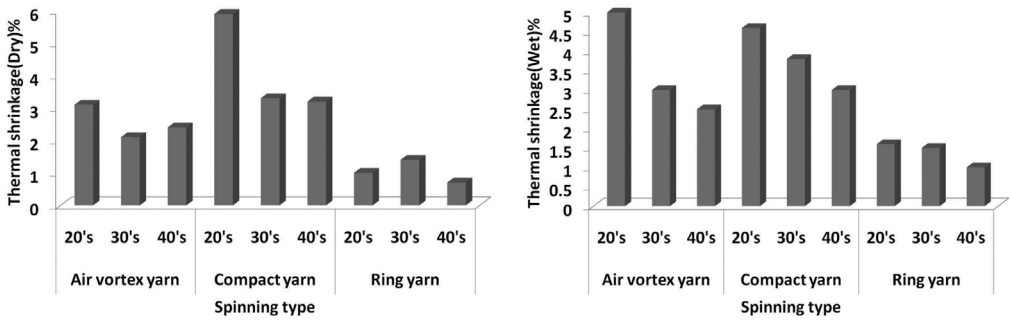


Fig. 5. SEM photographs of yarn specimens.

기적으로 wrapper fibre들이 꼬임을 형성하고 있음을 볼 수 있다. 에어볼텍스사 표면에는 wild loop가 형성된 것을 볼 수 있고 이러한 사의 구조가 절단강도를 낮게 하는 원인으로 볼 수 있다. 그러나 에어볼텍스사의 표면의 모우는 컴팩트, 링 방적사 대비 상대적으로 적음을 알 수 있다. 에어볼텍스사의 모우가 적은 것은 선행연구(Beceren et al., 2008; Erdumlu et al., 2009; Seo et al., 2004)에서도 확인할 수 있다. 에어볼텍스사 표면에 wild fibre loop가 형성된 것을 볼 수 있으며, 이러한 사의 구조가 절단강도를 낮게 하는 원인으로 볼 수 있다. 반면, 컴팩트와 링 방적사에서는 섬유들이 나선구조의 배향을 하고 있으며 사 표면의 모우는 링 방적사 대비 컴팩트 방적사가 적음을 볼 수 있다.

3.3. 방적방법에 따른 실의 열수축특성

Fig. 6은 아홉 가지 시료의 건 · 습열 수축율을 나타낸 것이다. PTT 섬유는 Tg가 40°C 정도로 낮아 비결정 부분의 분자 chain들이 열역학적으로 안정된 상태로 재배열 하려는 특성에 의해 수축이 발생하며 특히 staple fibre의 수축현상은 최종 제품의 물성에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다. Fig. 6(a), (b)에서 볼 수 있듯이 에어볼텍스사의 건열수축률은 2~3%, 습열수축률은 3~5%를 보이며 이는 링 방적사의 습 · 건열수축률 1~2%보다 더 큰 값을 보였다. 그리고 에어볼텍스, 컴팩트, 링 방적사 모두 세 번수인 40Ne에서 가장 낮은 수축률을 나타내어 형태 안정성이 우수한 것을 볼 수 있다. 이는 에어볼텍스사의 구조가 벌키하고 링 방적사의 구조는 섬유들의 나선구조 배향으로 컴팩트한 구조를 가지므로 습 · 건열 등의 열응력에 의한 섬유들의 재배열 변형이 컴팩트한 링 방적사가 더 적게 일어나는 것으로 사료된다. 이는 20Ne보다 40Ne의 사 구조가 더 컴팩트하여 수축이 적고 20Ne보다 40Ne에서 낮은 수축률을 보이는 현상의 설명도 가능하다. 이 결과는 선행연구(Erdumlu et al., 2009)에서 링 방적사와 에어볼텍스사 편물의 열적 형태 안정성이 비슷하다는 연구결과와는 다소 차이가 있으나 Li et al.(2008)의 연구에서 에어볼텍스사 직물이 링 방적사 직물보다 응력완화 수축이 더 큰 값을



(a) Dry shrinkage (b) Wet shrinkage

Fig. 6. Dry and wet thermal shrinkages of yarn specimens.

보인다는 결과와는 일치하였다. 그러나 컴팩트 방적사의 열수축률이 링 방적사보다 높은 값을 보이는 것은 사 표면의 모우가 링 방적사보다 적어 습·건열에 대한 열수축이 많이 발생한 것으로 사료된다.

4. 결 론

고감성 의류용으로 사용되는 PTT/텐셀/면 혼방사를 MVS, 컴팩트 그리고 링 정방기에서 각각 생산하여 이들의 물성을 비교·분석하였으며 PTT 섬유의 MVS 정방기에서 적용 가능성을 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 에어볼텍스사의 불균제도가 컴팩트 및 링 방적사보다 높은 값을 보였으며 사의 결점수에 있어서도 에어볼텍스사가 링 방적사와 컴팩트 방적사 대비 불량함을 보였다. 그러나 모우의 개수와 크기는 에어볼텍스사가 링 방적사 및 컴팩트 방적사 대비 우수하여 면, 모달, 레이온 등의 소재와 유사한 결과를 나타내어 PTT의 MVS 설비 적용이 가능함을 확인할 수 있었다.

2. 에어볼텍스사의 절단강도와 절단신도 모두 컴팩트 방적사와 링 방적사 대비 낮은 값을 보였으며 인장 모듈러스는 태번수와 세 번수 모두 컴팩트 방적사와 링 방적사 대비 높은 값을 보였다. 이는 MVS 정방기에서 core부의 평행한 섬유다발과 간헐적인 꼬임에 기여하는 섬유다발이 초기탄성률을 증가시키며, 이는 에어볼텍스사 직·편물의 착용촉감을 나쁘게 함을 확인할 수 있었다.

3. 에어볼텍스사의 건열수축률은 2~3%, 습열수축률은 3~5%를 보였으며 링 방적사의 습·건열수축률 1~2%보다 훨씬 큰 값을 보였다. 이는 PTT의 열수축율이 높아서 벌키한 사의 구조를 가지는 에어볼텍스사에서는 컴팩트한 사구조를 가지는 링 방적사보다 열에 민감하여 높은 열수축을 나타내었다. 특히, 태번수로 의류용에 적용할 때는 열수축에 주의가 요구됨을 확인할 수 있었다. 반면 40Ne의 세번수에서는 에어볼텍스, 컴팩트, 링 방적사 모두 태번수인 20Ne보다 낮은 열수축률을 보여 열적 안정성이 우수함을 확인할 수 있었다.

References

Basal, G., & Oxenham, W. (2006). Effects of some process parameters on the structure and properties of vortex spun yarn. *Textile Research Journal, 76*(6), 492-499. doi:10.1177/0040517506064253

Beceren, Y., & Nergis, B. U. (2008). Comparison of the effects of cotton yarns produced by new, modified and conventional spinning systems on yarn and knitted fabric performance. *Textile Research Journal, 78*(4), 297-303. doi:10.1177/0040517507084434

Erdumlu, N., Ozipek, B., & Oztuna, A. (2009). Investigation of vortex spun yarn properties in comparison with conventional ring and open-end rotor spun yarns. *Textile Research Journal, 79*(7), 585-595. doi:10.1177/0040517508093590

Seo, A. K., Takahashi, M., Nakajima, M., Matsuo, T., & Matsumoto, T. (2004). Structure and properties of MVS yarns in comparison with ring yarns and open-end rotor spun yarns. *Textile Research Journal, 74*(9), 819-826. doi:10.1177/004051750407400911

Kilic, G. B., & Sular, V. (2012). Frictional properties of cotton-tencel yarns spun in different spinning systems. *Textile Research Journal, 82*(12), 755-765. doi:10.1177/0040517511429610

Kilic, M., & Okur, A. (2011). The properties of cotton-tencel and cotton promodal blended yarns spun in different spinning systems. *Textile Research Journal, 81*(2), 156-172. doi:10.1177/0040517510377828

Lee, D. H., Choi, G. L., Na, M. H., & Cha, H. C. (2012). Mechanical properties of PET/PTT/Rayon staple blended fabrics. *Textile Science and Engineering, 49*(2), 126-132. doi:10.12772/TSE.2012.49.2.126

Li, Q., Brady, P. R., Hurren, C. J., & Wang, X. G. (2008). The dimensional and mechanical properties of wool/polyester fabrics made from vortex and ring-spun yarns. *Journal of the Textile Institute, 99*(6), 561-568. doi:10.1080/00405000701692411

Ortlek, H. G., & Ulku, S. (2005). Effect of some variables on properties of 100% cotton vortex spun yarn. *Journal of the Textile Institute, 75*(6), 458-461. doi:10.1177/0040517505053835

Unal, P. G. (2010). Investigation of some handle properties of fabrics woven with two folded yarns of different spinning systems. *Journal of the Textile Institute, 80*(19), 2007-2015. doi:10.1177/0040517510369410

Zhao, L., Hu, H., & Wang, S. H. (2011). Fuzzy-integrative judgement on the end-use performance of knitted fabrics made with polytrimethylene terephthalate blended yarns. *Journal of the Textile Institute, 81*(17), 1739-1747. doi:10.1177/0040517511410103

(Received 5 October 2015; 1st Revised 21 October 2015; 2nd Revised 26 October 2015; Accepted 10 January 2016)