

Nylon/아라미드 원사특성이 방호의류용 에어텍스처사의 물성에 미치는 영향

Effect of Nylon/Aramid Filaments Characteristics on the Physical Property of Air Textured Yarns for Protective Garment

김현아†
Hyun-Ah Kim†

한국패션산업연구원 연구개발본부
Korea Research Institute For Fashion Industry

Abstract

This study investigated the physical properties of aramid/nylon ATY and aramid ATY for protective garments according to the aramid and nylon characteristics fed on the core and effect components of air jet texturing equipment. Tenacity decrease of aramid ATY was much more higher than that of nylon ATY because of slick of aramid filament surface. Tenacity of aramid/nylon ATY was most affected by the tenacity of nylon on the effect component of ATY. Breaking strain of nylon ATY was two times higher than that of nylon before air jet texturing, then, in case of aramid ATY and aramid/nylon ATY, were 5.9-6.7 times higher than those before air jet texturing. Initial modulus decrease of aramid ATY showed 86.5% of initial modulus of aramid before air jet texturing, then aramid/nylon hybrid ATY showed arithmetic average value of initial modulus of aramid and nylon ATY. Wet and dry thermal shrinkages of aramid/nylon hybrid ATY were dominated by those of nylon filament on the effect component of ATY.

Key words: air jet texturing, aramid/nylon hybrid ATY, aramid ATY, protective garments, instability

요약

본 연구는 에어제트텍스처링 장치에서 공급되는 코어사와 이펙트사인 아라미드와 나일론의 구성이 방호의류용 아라미드/나일론 ATY와 아라미드 ATY의 물성변화에 대한 연구이다. 아라미드 필라멘트 표면의 매끄러움 때문에 아라미드 ATY의 강도 저하는 나일론 ATY에 비해 훨씬 높았다. 아라미드/나일론 ATY 강도는 ATY의 이펙트사인 나일론의 강도에 가장 영향을 많이 받았다. 나일론 ATY의 절단신도는 에어제트텍스처링 이전의 나일론에 비해 두 배정도 높은 값을 나타내었으며, 아라미드 ATY와 아라미드/나일론 ATY는 에어제트텍스처링 이전에 비해 5.9~6.7배 정도로 높았다. 아라미드 ATY의 초기탄성률은 아라미드의 에어제트텍스처링 이전에 비해 86.5% 정도 감소하였으며, 아라미드/나일론 ATY의 초기탄성률은 아라미드 ATY와 나일론 ATY 초기탄성률의 산술평균

* 본 연구는 산업융합원천기술개발사업 “인체보호 기능의 군사용 복합소재 및 스마트 군복개발”의 연구결과 일부로서 관계기관에 감사드린다.

† 교신저자 : 김현아(한국패션산업연구원 연구개발본부 신기술개발팀)

E-mail: ktufl@krifi.re.kr

TEL: 053-721-7456

FAX: 053-986-6341

치를 나타내었다. 아라미드/나일론 하이브리드 ATY의 습·건열 수축률은 나일론의 영향을 받음을 알 수 있었다.

주제어: 에어제트텍스처링, 아라미드/나일론 복합 ATY, 아라미드 ATY, 방호의류, 물성

1. 서론

에어제트텍스처링(air jet texturing)은 필라멘트사의 표면에 방적사와 같은 루프나 모우를 만들어 줌으로써 직물과 의류착용시에 부드러운 촉감과 착용성을 높여주는 역할을 한다. 특히 Nylon 소재를 많이 사용하는 스포츠 의류용에서는 투습방수성을 부여할 때 코팅과 라미네이팅을 하게되며 이때 사 표면의 루프는 접착강도를 높혀 박리를 막아줌으로써 에어텍스처링사를 많이 사용한다. 한편 파라아라미드 섬유는 고강도·고탄성률 그리고 내열성이 우수하기 때문에 방탄·방호 및 방검등 보호의류용으로 많이 사용되고 있다. 그러나 섬유표면이 미끄러워 섬유사이의 포합력이 부족하여 의류상태에서 착용성이 떨어지는 점과 필름 접착성이 부족하여 박리가 되는 단점을 가진다. 따라서 부드러운 촉감과 의류의 착용성을 높이기 위해서 에어텍스처링 가공을 거치게 되며 특히 소방복과 같은 방호의류에서는 에어텍스처링 가공이 라미네이팅 필름의 박리강도를 높여 주게 된다. 그러나 접착성과 촉감특성은 증진되지만 에어텍스처링에 의한 루프형성에 따른 사의 절단강도가 저하하는 문제가 발생하게 된다. 한편, 원가문제를 해결하기 위해 일반적으로 아라미드를 심사(core)로 고강도 Nylon 필라멘트를 effect로 하여 에어텍스처링을 하여 core/effect 하이브리드 ATY(air textured yarn)사를 만든 후 방호의류용사로 사용한다. 일반 PET와 Nylon등의 소재에 대한 ATY의 공정조건과 사의 물성에 대한 연구는 최근까지도 많이 발표되어 왔다(Manich et al, 2007; Sengupta et al, 1996; Zhang et al, 2007a,b). 특히 아라미드와 Nylon을 core와 effect로 한 아라미드 ATY의 공정 중 건·습텍스처링 가공조건이 방호의류용사의 물성에 미치는 영향에 대한 연구(Park et al, 2013)와 ATY 노즐직경에 따른 아라미드와 Nylon ATY의 물성변화에 대한 연구(Choi et al, 2013)도 최근 발표된 바 있다. 이들은 아라미드 ATY를 제조할 때 ATY 노즐에 물의 첨가가 ATY의 초기탄성률에 큰 영향을 주며 사의 루프안정

성이 높아진다고 보고하였다. 그러나 안정된 열 수축 특성을 원하면 물을 사용치 않는 것이 요구된다고 보고하였다(Park et al, 2013). 그리고 ATY 노즐직경이 증가할 때 아라미드 ATY의 루프압력은 크게 증대되며 신축성과 접착력은 향상되지만 절단강도를 저하시키기 때문에 보호복의 용도에 따른 적정 노즐 선택이 중요하다고 보고하고 있다(Choi et al, 2013). 한편 최근 연구에서는 아라미드/Nylon ATY의 여러 가지 공정조건(core/effect over-feed, 공기압, 히터온도 등)의 변화에 따른 사의 물성변화를 연구한 논문이 발표되었다(Kim et al, 2011; Park et al, 2012).

그러나 ATY 공정에서 core와 effect 부분에 사용되는 아라미드와 Nylon의 섬도와 이들 소재의 종류 그리고 core와 effect 부분에 소재의 종류와 굵기가 바뀌어서 만들어지는 ATY의 물성에는 어떤 변화가 있는지에 대한 연구는 보호용 의류 용도에 따른 ATY의 선택에 중요한 기술 정보임에도 이에 대한 연구결과는 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 보호의류용으로 많이 사용되는 파라아라미드 840d, 고강도 Nylon 420d 그리고 840d 등 3가지 원사소재를 사용하여 노즐내의 core와 effect부분에 피드시키는 소재와 이들의 섬도를 달리할 때 ATY의 물성의 변화를 조사·분석함으로써 용도에 맞는 방호의류용 아라미드 ATY의 최적소재물성을 연구하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료제조

본 연구에 사용되는 원사시료는 Heracron® para-aramid 840d와 고강도 Nylon 420d와 840d로서 Table 1에 사용된 그 물성을 보인다. 이들 원사를 사용하여 Fig. 1에 보인 에어제트텍스처링 기계(AIKI, Japan)에서 5가지의 에어텍스처사를 제조하였다. Table 2에 이들 5가지 시료를 보인다. Table 2에서 1번 시료는 Fig. 1에 보인 기계의 core 1(c)와 effect 1(e)부분에 각각 Nylon 420d

를 사용하였으며 2번 시료는 core부분에 Nylon 840d, effect부분에 Nylon 420d를 사용한 시료이며 3번 시료는 core와 effect에 모두 Nylon 840d를 사용하였다. 4번 시료는 core에 파라아라미드 840d, effect부분에 Nylon 840d를 피딩시켜 하이브리드 ATY를 제조하였다. 5번 시료는 core와 effect부분에 모두 파라아라미드 840d를 사용하여 core/effect ATY 시료가 임팩트볼(5)에 부딪쳐서 guide(3)를 빠져나오도록 만들었다. 이 때 Fig. 1에 보인 노즐 하우스내의 core nozzle 근처에서 사의 피딩 조건은 core의 over feed를 8.2%로 하여 수조(water bath)(4)를 통과시키고 effect의 over feed는 16.7%로서 수조를 통과치 않고 노즐 내부로 사를 투입시켰으며(2) 노즐 공기압은 10kg/cm², 그리고 투입속도(feed speed)는 220m/분으로 고정하였다. 또한 아라미드사의 특성을 고려하여 히터는 사용치 않았다.

Table 1. The physical properties of materials used for specimens

	Linear density (d/f)	Tenacity (g/d)	Breaking strain (%)	Initial modulus (g/d)
Aramid (Heracron®)	840/560	20.37	2.96	636.2
	420/48	8.77	23.07	21.92
Nylon	840/210	9.86	21.0	29.83

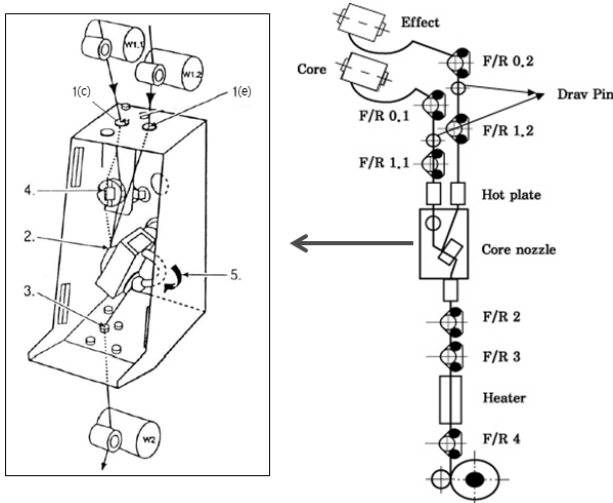


Figure 1. ATY process

Table 2. The ATY specimens according to core/ effect yarn combination

Specimens no.	feed yarns(d)		Process conditions
	Core	Effect	
1	N 420	N 420	
2	N 840	N 420	• Yarn speed: 220m/min
3	N 840	N 840	• Core O/F : 8.2%
4	PA 840	N 840	• Effect O/F : 16.7%
5	PA 840	PA 840	• Air pressure : 10kg/cm ²

2.2. 물성측정

에어제트텍스처링 기계에서 core와 effect부분에 삽입되는 필라멘트소재의 종류에 따라 만든 5가지 ATY의 역학특성을 측정하였다. Micro 350(영국, Testometric 사)을 사용하여 시료길이 100mm, 인장속도 100m/분으로 시료당 10회 시험하여 절단강도, 절단신도 그리고 초기탄성률의 평균값을 계산하였다. 그리고 시료의 열적특성을 KSK 0215 합성필라멘트사의 습·건열 수축률 측정방법에 의해 측정하였다. 사 표면의 루프 발현정도는 Heberlein 시험방법(Demir et al, 1986)으로 불안정성(Instability)을 측정하였으며 영상현미경을 사용하여 ATY의 표면특성을 관찰하였다. Table 3에 시료의 물성 측정항목과 방법을 나타낸다.

Table 3. Assessment of yarn physical properties

Measuring item	Measuring equipment	Detail method	Standard
Yarn linear density	Wrap Reel	sample length: 90m	KSK ISO 2060
Tensile property	Testometric MICRO 350	sample length : 100m test speed : 100mm/min	KSK 0520
Thermal shrinkage	Dry-(heat chamber) Wet-(water bath)	180 °C, 30min 100 °C, 30min	KSK 0215
Instability	Scale and weight	Instability I (%)= [b-a/a]×100	Heberlein test method
Microscope	iCamscope-305A	×40	

3. 결과 및 고찰

3.1. 선밀도 측정

ATY 사의 선밀도는 에어제트가공에 따른 사의 구조와 사의 인장특성을 분석할 때 필요한 중요한 물성 분석이 된다. Fig. 2에 5가지 ATY의 선밀도를 나타낸다. Nylon 소재인 1번, 2번 그리고 3번 시료는 ATY 가공에 의해 20d~80d 정도 선밀도가 증가함을 알 수 있고 파라아라미드 ATY 시료인 4번과 5번 시료는 약 100d 정도 증가함을 알 수 있다. 이는 Acar and Wray(1986)의 연구에서 언급했듯이 core사가 노즐 내에 들어가기 전 수조를 통과함으로써 물이 필라멘트사이에서 윤활유 역할을 함으로써 필라멘트사의 마찰을 감소시켜 노즐 내에서 공기와류에 의한 필라멘트의 움직임이 활발해지고 많은 루프를 형성하여 선밀도가 증가하는 것으로 예측된다. 그리고 Nylon ATY 시료인 1, 2, 3번 시료의 선밀도 증가율은 2.4%, 3.2% 그리고 3.6% 인데 반해 아라미드 ATY 시료인 4번과 5번 시료는 각각 5.6%의 선밀도 증가를 볼 수 있다. 일반적으로 노즐내부로 10kgf/cm²의 공기압이 주어질 때 파라아라미드가 Nylon보다 굽힘강성과 비틀림 강성이 큰 값임에도 불구하고 선밀도 증가 비율이 Nylon보다 아라미드가 더 큰 값을 보이는 것으로 보아서 노즐 내에서 굽혀지고 헝클어지는 정도가 아라미드 섬유 특성인 미끄러움에 의해 큰 값을 가진다는 연구결과(Chaithanya, 2002)를 고려하면 노즐내의 압축공기에 의해 마찰을 줄여주게 되고 이것이 선밀도의 증가를 가져오는 것으로 보여진다. 그리고 Nylon ATY의 경우는 노즐내

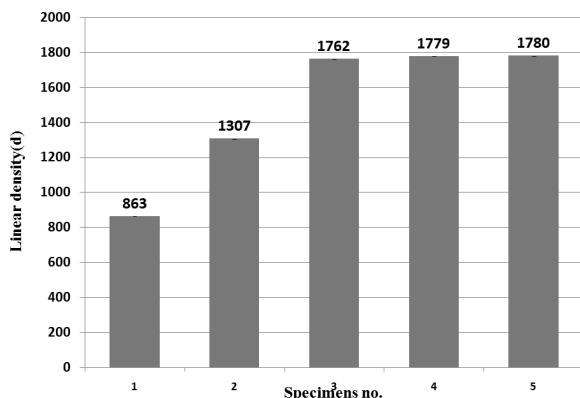


Figure 2. Yarn linear density of ATY specimens

로 피드되는 core와 effect사의 번수가 증가함에 따라 ATY의 선밀도 증가율이 증가하는 현상을 볼 수 있다.

3.2. 인장특성

Fig. 3은 5가지 ATY시료의 절단강도를 보인다. 에어텍스처링 가공을 함으로써 촉감과 접착특성은 증진되지만 절단강도의 감소가 발생하여 이를 최소화하는 가공조건이 중요한 기술이다. Fig. 3에서 볼 수 있듯이 Nylon ATY 시료인 1, 2, 3번 시료의 절단강도는 6.6g/d에서 6.38g/d를 보이며 아라미드 ATY 시료인 4번과 5번시료는 각각 5.68g/d와 7.47g/d를 나타내었다. 이러한 결과는 Nylon ATY의 경우 core와 effect에 투입되는 필라멘트의 선밀도가 ATY의 절단강도에 큰 영향을 주지 않으며 에어텍스처링 하기전의 Nylon 원사의 절단강도 8.77g/d와 9.86g/d보다 24.2%와 35.3% 정도 감소한다는 것을 보여주었다. 반면에 아라미드/Nylon 하이브리드 ATY의 경우 effect에 투입된 원사의 인장강도에 지배를 받으며 따라서 effect에 Nylon이 들어간 4번 ATY의 절단강도는 5.68g/d 값을 보였다. 그리고 core와 effect 부분에 모두 아라미드가 들어간 5번 시료의 경우 ATY의 절단강도가 7.47g/d로서 ATY 가공 전 아라미드 절단강도 값의 63.3% 정도 감소하였으며 이는 아라미드섬유의 특성인 섬유표면의 미끄러움이 Nylon보다 훨씬 크며 노즐내의 압축공기에 의해 교락이 Nylon보다 많이 증가하여 ATY의 선밀도가 증가한 것으로 판단된다. 또한 사의 외부에서 인장력이 작용할 때 상대적으로 인장력에 대응할 수 있는 필라멘트의 수가 많은 교락으로 인해 적어져 외부 하

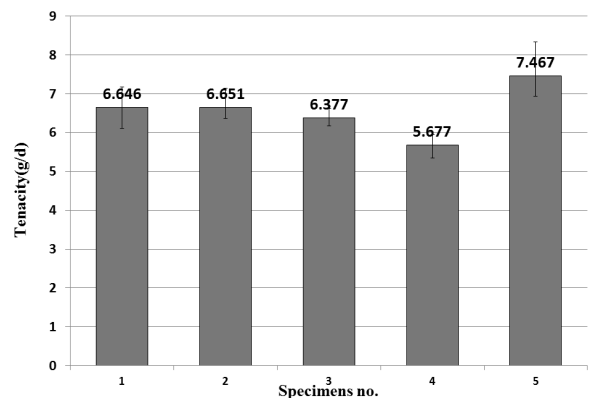


Figure 3. Tenacity of ATY specimens

중에 대한 분담률이 감소하여 절단강도가 크게 감소하는 것으로 추정된다.

Fig. 4는 5가지 시료의 절단신도를 나타낸다. Nylon ATY 시료(1, 2, 3번)들의 절단신도는 53.7%, 56.8% 그리고 60.6%를 보인다. core와 effect에 들어가는 필라멘트의 선밀도가 840d, 1260d, 1680d로 증가함에 따라 3%에서 약 7%까지 증가됨을 알 수 있다. 이는 ATY의 선밀도가 증가함에 따라 필라멘트 내의 섬유가닥수가 증가하며 따라서 절단신도가 증가되는 것으로 판단된다. 그리고 ATY가 됨으로써 Nylon 원사의 절단신도가 21%내지 23%보다 약 2배이상 증가됨을 알 수 있다. 이는 ATY 제조시 core 부분에 물이 첨가됨으로써 공기압력에 의해 버클링(buckling)된 루프가 증가함으로써 절단신도가 증가한다는 Dani(2004)의 연구결과와 일치함을 알 수 있다. 반면에 아라미드 ATY 시료(4번, 5번)의 절단신도는 19.9%와 17.5%를 보인다. Nylon ATY보다는 훨씬 낮은 값을 보이지만 아라미드 원사의 절단신도 2.96%보다는 5.9배에서 6.7배 정도 높은 값을 보인다. 이러한 현상도 Nylon ATY의 절단신도가 증가하는 이유와 같이 아라미드 필라멘트 core 부분의 수분이 아라미드 필라멘트 사이에 마찰력을 줄여주고 노즐에 가해지는 압축공기가 아라미드 필라멘트들의 루프를 증가시켜 절단신도가 증가됨을 알 수 있다(Dani, 2004). 이때 증가비율이 Nylon ATY 보다 더 큰 이유는 아라미드 필라멘트 고유의 미끄러움이 사의 구조를 더 많이 헝클어지게 하는데 기인하는 것으로 보여진다. 아라미드와 Nylon 하이브리드 ATY인 4번 시료의 절단신도가 19.9%로서 core와 effect가 모두 아라미드인 5번 시료의 절단신도 17.5% 보다는

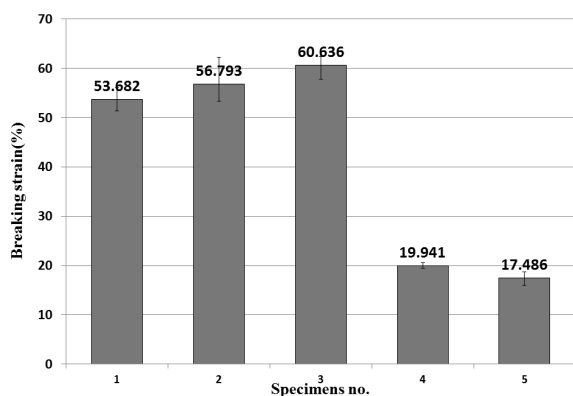


Figure 4. Breaking strain of ATY specimens

약 2.4% 정도 높은 값을 보임을 알 수 있다. 이는 아라미드 보다 상대적으로 굵힘과 비틀림 강성이 낮은 effect부분의 나일론이 외부 응력이 주어질 때 변형이 많이 일어나 절단신도가 다소 높은 값을 보이는 것으로 사료된다.

Fig. 5는 5가지 시료의 초기탄성률을 보인다. Nylon ATY(1, 2, 3번)들의 초기탄성률은 10.1g/d, 10.2g/d 그리고 9.5g/d를 보였다. 절단강도와 같이 core와 effect에 공급되는 필라멘트의 선밀도에 관계없이 ATY 가공이 됨으로써 초기탄성률이 53.9%에서 68.2%까지 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 Kothari et al.(1991 b)이 언급했듯이 core부분의 Nylon 필라멘트가 물의 첨가로 팽윤과 가소화가 일어나 모듈러스가 감소한다는 연구결과와 동일한 결과를 보이지만 노즐내부에 주어지는 공기압에 의해 루프의 엉킴과 교락에 의해 초기탄성률이 감소하는 원인도 추가적인 이유가 되는 것으로 추정된다. 한편 아라미드 ATY시료인 5번 시료의 초기탄성률은 86.2g/d를 보였다. 이는 아라미드 필라멘트 초기탄성률 값의 13.5%에 해당하는 값으로 ATY 가공에 의해 절단강도와 절단신도의 변화폭보다 더 큰 폭으로 감소하는 것을 알 수 있다(Park et al. 2013). 이처럼 초기탄성률의 값이 크게 감소하는 것은 의류에서 부드러운 촉감과 좋은 착용성을 유지하는데 큰 역할을 하게 된다. 그리고 Nylon과 아라미드의 하이브리드 ATY인 4번 시료의 초기탄성률이 43.9g/d로서 이는 Nylon ATY 시료(1, 2, 3번)의 초기탄성률인 10g/d 정도의 값과 아라미드 ATY 시료(5번)의 초기탄성률 86g/d값의 산술평균치와 비슷한 값으로서 ATY가공에 의해 루프의 교락과 엉킴에 의한 사의 구조가 초기탄성률의 큰 감소를 가져온다는 사실을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 Choi et al(2013)의 연구결과에서 노즐 직경 1.2mm를 사용하여 아라미드 840d를 core부분에 삽입시킨 ATY 단사의 초기탄성률과 core부분에 아라미드 840d, effect 부분에 Nylon 420d를 사용한 아라미드 ATY의 초기탄성률 값과 유사한 결과를 보임을 확인 하였다. 이상의 결과에서 볼 수 있듯이 아라미드와 Nylon 소재를 사용하여 core/effect 하이브리드 ATY를 제조할 때 초기탄성률이 Nylon ATY와 아라미드 ATY의 산술평균치 값을 나타내는 것을 확인 할 수 있었으며 아라미드 core/effect ATY의 초기탄성률은 아라미드 필라멘트

의 초기탄성률의 13.5% 정도로 크게 감소함으로써 절단강도와 절단신도의 변화에 비해 가장 큰 폭으로 물성치가 감소함을 확인하였다.

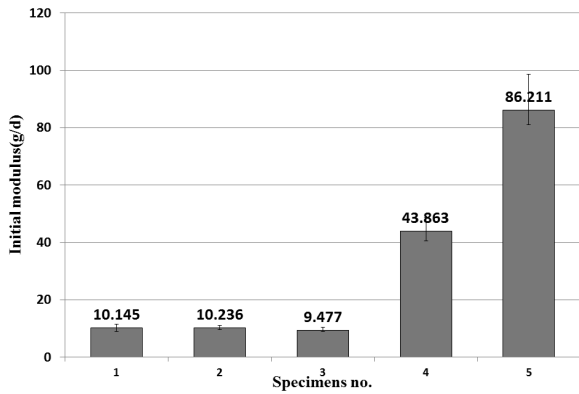


Figure 5. Initial modulus of ATY specimens

3.3. 열수축률

Fig. 6은 5가지 ATY시료의 습·건열 수축률을 나타낸다. Nylon ATY 시료(1, 2, 3번)들의 습열수축률은 건열수축률보다 약 2배정도 높은 값을 보였다. 그리고 core와 effect 부분에 투입되는 Nylon 필라멘트의 굵기는 습·건열 수축률의 차이를 유발하지 않음을 알 수 있다.

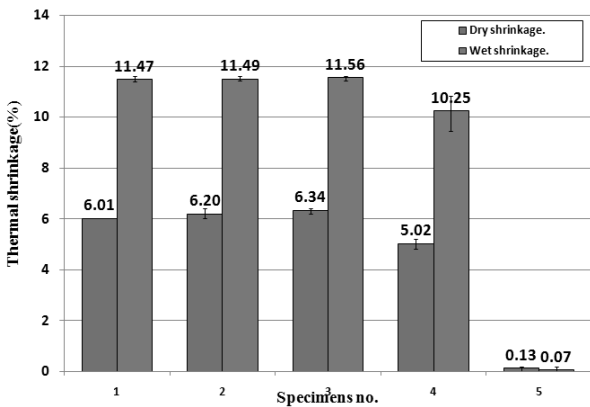


Figure 6. Thermal shrinkages of ATY specimens

아라미드와 Nylon이 core와 effect로 구성된 아라미드/Nylon 하이브리드 ATY인 4번 시료의 습·건열 수축률은 각각 10.3%와 5.0%를 보임으로써 역시 습열수축률이 건열수축률(1, 2, 3번)들의 2배정도 높은 값을 보인다. 그러나 core와 effect가 모두 Nylon으로 구성된

ATY시료(1, 2, 3번)들의 습·건열 수축률보다는 다소 낮은 값을 보인다. 아라미드가 열에 대한 저항성이 크지만 Nylon과 하이브리드 ATY가 형성될 때는 Nylon의 열 수축에 지배를 받는다는 것을 알 수 있다. 이는 core와 effect가 모두 아라미드로 구성된 ATY시료인 5번 시료의 습·건열 수축률이 거의 0%에 가까운 값을 보이는 것으로 확인할 수 있다.

3.4. 불안정성(Instability)

Fig. 7은 5가지 ATY 시료의 불안정성을 나타낸다. ATY의 불안정성은 ATY가 제작준비 및 제·편직 공정을 통과할 때 받는 장력과 장력이 제거될 때 사의 탄성회복의 정도를 평가하는 척도로서 불안정성 수치가 낮을수록 탄성회복 특성이 우수한 것으로 판정된다. Fig. 7에서 볼 수 있듯이 Nylon ATY 시료(1, 2, 3번)들의 불안정성은 0.88에서 1.15의 분포를 보이고 core와 effect사의 굵기에 따른 불안정성의 경향성은 볼 수 없었다. 아라미드/Nylon 하이브리드 ATY인 4번 시료와 아라미드 core/effect ATY시료인 5번 시료의 불안정성도 각각 1.08과 0.88로서 아라미드/Nylon 하이브리드 ATY보다 core/effect 아라미드 ATY가 낮은 불안정성 값을 보임으로써 아라미드 100% ATY가 공정장력에 더 안정한 사의 구조를 가짐을 알 수 있다. 그러나 Nylon ATY 시료(1, 2, 3번)보다 아라미드 ATY 시료(4번, 5번)의 불안정성 값의 편차가 훨씬 큰 값을 보임을 알 수 있다. 이는 아라미드 섬유가 섬유 표면이 매끄러워 마찰이 적음으로써 노즐 내에 주어지는 공기압에 의한 많은 루프와 헝클어짐이 생겨 더 불안정한 사의 구조를 가지게 됨에 기인되는 것으로 사료된다. 즉 이러한 사의 구조는 외부에서 가해진 장력이 제거될 때 ATY에 형성되어 있는 루프 및 헝클어진 사의 구조가 사의 길이 방향으로 규칙적이지 못함으로써 불안정성의 편차가 큰 것으로 사료된다. 이는 Sengupta et al.(1992)의 연구와 Kothari et al.(1991 a, b), Rengasamy et al.(2004)등의 연구결과와 유사한 결과로 해석이 가능 한 것으로 보여 진다.

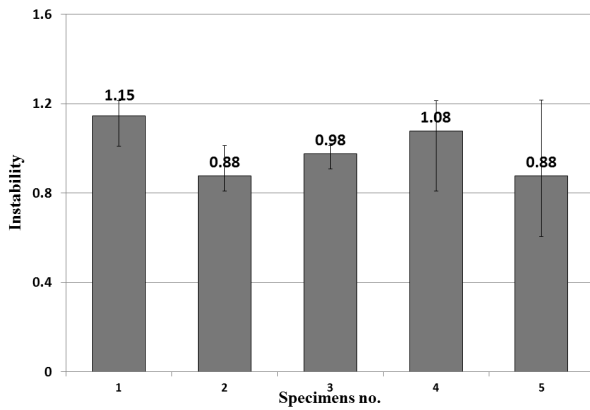


Figure. 7 Instability of ATY specimens

3.5. 표면특성

Fig. 8은 5가지 ATY 시료의 현미경으로 측정된 사 표면사진을 나타낸다. Nylon ATY 시료 중 사의 선밀도가 높아질수록(1번 보다 3번 시료가) 사의 벌키성이 더 높아 보임을 알 수 있다. 이러한 사의 구조 변화가 ATY의 절단신도의 증가를 보여 주었으며 절단강도와 초기탄성률의 감소를 가져왔다. 그리고 아라미드/Nylon 하이브리드 ATY 4번 시료보다 아라미드 100% ATY 인 5번 시료의 벌키성이 더 높은 것을 볼 수 있다. 이러한 사의 구조는 아라미드 100% ATY의 절단강도와 초기탄성률의 큰 감소를 보여주었으며 절단신도의 큰 증가를 보여주었다. 그리고 아라미드 core/effect ATY의 구조가 사 내부적으로 섬유와 엉킴과 헝클어짐이 더 많은 벌키한 구조를 가짐으로써 공정장력에 대한 사의 탄성회복성 및 안정성이 더 우수한 결과를 보여주었다. 그러나 사의 길이 방향으로의 안정한 구조를 나타내는 불안정성의 편차는 Nylon ATY에 비해 아라미드 ATY가 큰 값을 보임으로써 ATY 사가공 공정에

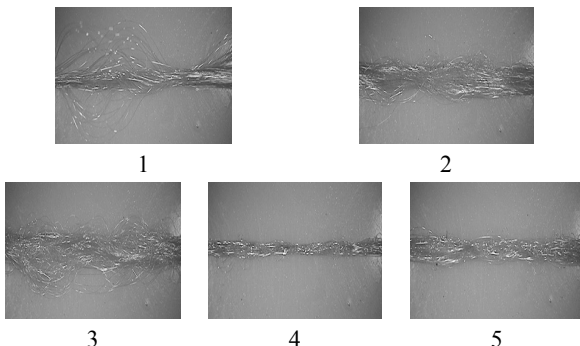


Figure. 8 Microscope photograph of ATY specimens

서의 공정관리가 더욱 요구된다고 보여진다.

4. 결론

본 연구의 목적인 아라미드 섬유를 방호의류 용도로의 증대를 위해 아라미드의 단점인 축감을 향상시키기 위한 ATY의 물성 변화를 연구하였다. 또한 원가를 감소시키기 위해 나일론과의 ATY를 제조할 때 사의 물성변화에 대해 초점을 두어 결론을 요약하였다.

- 1) Nylon ATY의 절단강도는 에어텍스처링 전 절단강도 보다 24-35% 감소하나 아라미드 ATY의 절단강도는 63.3% 정도 감소하였다. 그리고 아라미드/Nylon ATY의 절단강도는 effect인 Nylon의 절단강도에 지배를 받는다는 것을 확인 하였다.
- 2) Nylon ATY의 절단신도는 에어텍스처링 전 절단신도 보다 2배정도 증가하였으며 core와 effect에 피드되는 사의 선밀도가 증가함에 따라 증가하는 현상을 보였다. 반면 아라미드 ATY의 절단신도는 에어텍스처링 전 절단신도 보다 5.9-6.7배 정도 증가하였다. 그리고 아라미드/Nylon ATY의 절단신도는 아라미드에 지배를 받아 아라미드 100% ATY의 절단신도 값과 비슷한 값을 보였다.
- 3) 아라미드/Nylon ATY의 초기탄성률은 아라미드 ATY와 Nylon ATY의 초기탄성률의 산술평균치를 나타내며 아라미드 ATY의 초기탄성률은 에어텍스처링 하기 전 아라미드 원사의 초기탄성률의 86.5%까지 감소하였다.
- 4) 아라미드/Nylon ATY의 습·건열 수축률은 Nylon의 습·건열 수축률에 지배를 받으며 습열 수축률이 건열 수축률의 거의 2배정도 높은 값을 보였다.
- 5) 아라미드의 미끄러운 특성 때문에 아라미드/Nylon ATY보다 아라미드 ATY가 낮은 불안정성을 보였으며 공정장력에 더 안정한 사의 구조를 가짐을 확인 하였다. 이러한 물성치의 특성은 현미경에 의한 사 구조에서 확인 할 수 있었다.

REFERENCES

- Acar, M., & Wray, G. R. (1986). An analysis of the air-jet yarn-texturing process part : The effect of wetting the yarns, *Journal of The Textile Institute*, 77(6), 359-370.
- Chaithanya, R. (2002). Relationship between the processing parameters and tensile properties of air textured Kevlar yarns, Unpublished master's thesis, North Carolina State University, North Carolina.
- Choi, L. H., Kim, H. A. & Kim, S. J. (2013). Physical properties of aramid and aramid/nylon hybrid ATY for protective garments relative to ATY nozzle diameter (ATY 노즐 직경에 따른 방호의류용 아라미드와 아라미드/나일론 하이브리드 ATY사의 물성변화), *Fashion & Tex. Res. J.*, 15(3), 437-443.
- Dani, N. (2004). The fundamentals of air-jet texturing, Unpublished doctoral dissertation, North Carolina State University, US.
- Demir, A., Acar, M., & Wray, G. R. (1986). Instability tests for air-jet textured yarns. *Textile Research Journal*, 56(3), 191-202.
- Kim, S. J., Park, M. R., Choi, R. H. & Ma, H. Y. (2011). The effect of the ATY processing condition on the physical properties of para-aramid/nylon hybrid filament (건·습 텍스처링 가공조건이 방호의류용 Aramid ATY와 Aramid/Nylon hybrid 사의 물성에 미치는 영향), *The 40th Textile Research Symposium, Kyoto(Japan)*.
- Kothari, V. K., Sengupta, A. K., & Goswami, B. C. (1991a). Role of water in air-jet texturing part I: Polyester filament feeder yarns with different frictional characteristics, *Textile Research Journal*, 61(9), 495-502.
- Kothari, V. K., Sengupta, A. K., & Goswami, B. C. (1991b). Role of water in air-jet texturing part II: Nylon 6 yarns conditioned in different environments, *Textile Research Journal*, 61(10), 575-580.
- Manich, A. M., Maillo, J., Cayuela, D., Gacén, J., Castellar, M. D., & Ussman, M. (2007). The effects of texturing induced microstructural changes on the relaxation behaviour of polyamide 66 multifilament yarns, *Fibers and Polymers*, 8(5), 512-519.
- Park, M. R., Choi, L. H., Ma, H. Y. & Kim, S. J. (2012). Physical property of para-aramid/nylon hybrid filament according to the ATY processing condition, *Asian Textile Conference-11, Daegu, Exco(Korea)*.
- Park, M. R., Kim, H. A. & Kim, S. J. (2013). Physical properties of aramid and aramid/nylon hybrid ATY for Protective garments according to the dry and wet texturing conditions (건·습 텍스처링 가공조건이 방호의류용 Aramid ATY와 Aramid/Nylon hybrid 사의 물성에 미치는 영향), *Fashion & Tex. Res. J.*, 15(3), 444-450.
- Rengasamy, R. S., Kothari, V. K., & Patnaik, A. (2004). Effect of process variables and feeder yarn properties on the properties of core-and-effect and normal air-jet textured yarns. *Textile Research Journal*, 74(3), 259-264.
- Sengupta, A. K., Chatopadhyay, R., & Sensarma, J. K. (1992). Air-jet texturing of sirospun yarn. *Textile Research Journal*, 62(6), 328-334.
- Sengupta, A. K., Kothari, V. K., & Sensarma, J. K. (1996). Effect of filament modulus and linear density on the properties air-jet textured yarns. *Textile Research Journal*, 66(7), 452-455.
- Zhang, J., Zhang, Z., Wang, S., & Qin, X. (2007). Investigation on air texturing process for diacetate blending with polyester filaments. *Fibers and Polymers*, 8(4), 427-431.
- Zhang, J., Zhang, Z., Wang, S., & Qin, X. (2007). Properties of core-and-effect air textured yarns blended by diacetate and polyester filament. *Fibers and Polymers*, 8(1), 84-88.

원고접수: 2014.07.08

수정접수: 2014.08.20

게재확정: 2014.08.25