

〈研究論文(學術)〉

## Nylon FDY와 POY로 제조한 ATY의 物性に 관한 研究

<sup>1</sup>김승진 · 김재우 · 홍상기

영남대학교 공과대학 섬유패션학부  
(2004. 7. 23. 접수/2004. 10. 18. 채택)

### A Study on the Physical Properties of ATY Produced with Nylon FDY and POY

<sup>1</sup>Seung Jin Kim, Jae Woo Kim and Sang Gi Hong

School of Textiles, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea  
(Received July 23, 2004/Accepted October 18, 2004)

**Abstract**—This study surveys the physical properties of ATY produced with FDY and POY. ATY is made with 70d Nylon FDY and 80d Nylon POY using AIKI air jet texturing machines, respectively. The processing parameters such as air pressure and yarn speed are varied, and air pressure is varied ranging with 8.5bar, 10.5bar and 11.5bar, and yarn speed is varied ranging with 400m/mim, 450m/mim, and 500m/min. The various physical properties of ATY made by POY and FDY denier, wet shrinkage, dry shrinkage, tensile properties, thermal stress and instability are measured and discussed with air pressure and yarn speed. The shrinkage simulation of ATY is performed for analysing the process shrinkage on the dyeing and finishing processes.

**Keywords** : Laurel, natural dyeing, cotton, silk, antibacterial property

## 1. 서 론

絲를 텍스처링(texturing)하는 방법 중에는 假撚(false twist)이 가장 보편적이지만 최근 ATY(Air Jet Texturing)기술이 몇 가지 이유<sup>1,2)</sup>로 그 사용이 급격히 증가하고 있다. 가연기술이 주로 사용되는 DTY 기술에 대한 논문은 주로 PET를 소재로 하는 논문으로서 가연기구에 따른 PET絲의 물성에 대한 연구<sup>3,4)</sup>와 국내기업에서 많이 사용되고 있는 belt type 가연기에서 가연공정조건에 따른 絲의 물성 변화에 관한 연구<sup>5-10)</sup> 그리고 가연공정에서의 장력불안정에 대한 연구<sup>11,12)</sup>가 있다.

그러나 공기가연기술인 ATY絲는 산업용도로

많이 사용되고 있기 때문에 의류용에 사용되는 DTY 기술에 비해 연구된 바가 적으며 특히 Nylon 소재에 대한 연구보문은 발표된 바가 많지 않다.

한편, 지금까지 DTY와 ATY기계의 발전은 고속화에 초점을 맞추어 진행되어 왔으나 Air jet texturing 기계의 고속화는 몇 가지 기계적 모순을 가지고 있었다. 특히 국내 대다수 업체에서 사용하는 Air jet texturing 기계에서 POY를 원료로 하여 ATY를 생산할때 Hot pin을 이용해 연신하게 되는데 이 경우에는 Hot pin의 굵은 絲導로 인한 絲切로 Air jet texturing 기계의 생산속도를 300m/min 이상으로 가동하기 힘들었다. Hot pin은 주로 2鍾당 1개가 장착되어 있어 그 絲導의 굵은 정도가 더 심하며, Hot pin 前後에 위치한 연신용 Feed roller가 Nip roller의 형태를 가지므로 사의

<sup>1</sup>Corresponding author. Tel. : +82-53-810-2771 ; Fax. : +82-53-812-5702 ; e-mail : sjkim@yumail.ac.kr

미끄러짐을 방지하기 위해 한번 감아주어야 하는데 이 또한 絲切의 원인이 되며 그 작업도 어렵다. 물론 연신할 필요가 없는 FDY(Fully Drawn Yarn)의 경우 Hot pin을 사용하지 않으므로 사절량이 적어 500m/min 까지 고속화가 가능하지만 POY를 사용했을 경우의 장점이 있기 때문에 사속이 낮음에도 불구하고 사용되어 왔다. 그러나 POY는 原絲 생산공정에서의 생산량이 높을 뿐만 아니라 FDY와 같은 속도로 texturing만 된다면 texturing 공정에서의 ATY 생산량도 FDY와 비슷하게 되기 때문에 원가절감을 해야하는 기업의 측면에서 볼 때 매우 중요시되는 부분이고, 염색성의 균제성으로 평가되는 品質면에서도 POY로 생산된 ATY가 우수하기 때문에 POY로 ATY를 생산하는 속도를 FDY로 ATY를 생산하는 속도까지 향상시키려는 노력이 있어 왔다. 그 결과 1999년 말부터 국내에 도입되기 시작한 일본 A사의 Air jet texturing 기계는 POY의 고속화를 위한 몇 가지 변화가 있었다. 일본의 텍스처링 기계 메이커 A사는 사절의 원인이 되는 Hot pin을 장치하는 대신 Feed roller를 Nip roller에서 Apron belt roller로 바꿔 Hot pin에 의한 가열 공정을 배제하고 단순히 Apron belt roller 간의 속도차로 연신하는 기술을 도입했다. 이 경우 絲導의 선형화로 사

절을 줄여주어 500m/min 이상의 고속가동을 가능하게 했다. 하지만 絲는 연신 후 그 길이가 급속히 리렉스되기 때문에 원하는 纖維度を 감안해 연신비를 더 높혀 주어야 한다. 그러나 열을 주지 않는 상태로 강제 연신함으로써 사용할 수 있는 섬도에 한계가 있어 이 기술은 현재 80 denier의 Nylon POY를 2합하여 155 denier의 ATY를 생산하는데 한정되어 있다. 따라서 본 연구에서는 ATY 공정인 자인 공기압과 생산성에 중요한 인자인 사속을

변화시켜 일본 A社 기계에서 70d Nylon FDY로 생산된 ATY와 80d Nylon POY로 생산된 ATY의 물성의 차이를 비교해 봄으로서 FDY와 POY와 같은 소재와 공기압과 생산속도와 같은 ATY의 공정인자에 따른 Nylon ATY의 물성 data를 제시함으로써 새롭게 출시된 ATY 기계의 현장 적용성을 파악 해 보고자 한다. 또한 이 기계의 장점이 絲생산성 뿐만 아니라 생산되어지는 絲품질에도 실제로 좋은 영향을 미치는지를 연구하는데 그 목적이 있다

## 2. 실험

### 2.1 시료생산 공정조건

Nylon POY로 ATY를 제작하기 위한 기계 및 그 공정조건을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Processing condition of ATY M/C

	Processing condition
Machine	ATY M/C AT-501 B4F, AIKI, JAPAN
Heating	Setting heater, No hot pin
Heating Temp.	189 ℃
Jet core	HemaJet LB S315
Yarn wetting	only core yarn
Impact zone	Baffle ball, gap : 3.8 mm (without core)
Yarn overfeed	FDY : core 10%, effect 32% POY : core 15%, effect 42%
Feed yarn	Nylon FDY & Nylon POY
Texturing speed	400, 450, 500m/min
Air pressure	8.5, 10.5, 11.5bar

Table 2. Experimental Specimen

Supply Yarn	Nylon 70/24 FDY Nylon 70/48 FDY			Nylon 80/24 POY Nylon 80/48 POY		
	Specimen No.	Yarn Speed (m/min)	Air Pressure (bar)	Specimen No.	Yarn Speed (m/min)	Air Pressure (bar)
Air textured yarn (ATY)	1	400	8.5	10	400	8.5
	2	400	10.5	11	400	10.5
	3	400	11.5	12	400	11.5
	4	450	8.5	13	450	8.5
	5	450	10.5	14	450	10.5
	6	450	11.5	15	450	11.5
	7	500	8.5	16	500	8.5
	8	500	10.5	17	500	10.5
	9	500	11.5	18	500	11.5

## 2.2 실험 시료

실험에 사용한 시료는 Table 2에 나타내었다.

시료는 먼저 Nylon 70/24 FDY를 core yarn으로 하고 Nylon 70/48 FDY를 effect로 하여 사속을 400, 450, 500m/min으로 변화시키고 공기압을 각각 8.5, 10.5, 11.5bar로 변화시켜 9개의 ATY를 제조하였고 그 다음으로 Nylon 80/24 POY를 core yarn으로 하고 Nylon 80/48 POY를 effect로 하여 사속을 400, 450, 500m/min으로 변화시키고 공기압을 각각 8.5, 10.5, 11.5bar로 변화시켜 9개의 ATY를 제조하여 원사 4종류와 ATY가공사 18개를 준비하였다.

## 2.3 실험 방법

### 2.3-1 섬도 측정

KS K 0416 필라멘트사의 섬도 측정 방법(타래법)에 의거하여 둘레가 1m인 Reel에 90회 시료를 감아 채취된 타래를 Heating chamber 內 온도 50℃에서 30분간 건조시킨 후 허용오차 ±0.5mg의 저울을 사용하여 무게를 측정하여 絲의 섬도를 구하였다.

### 2.3-2 비등수 수축률

검척기의 Reel에 시료를 감아 타래상태로 만든 다음 絲에 0.1g/d의 초하중을 걸어 원장을 구한 후 Water bath 內에서 온도 100℃, 30분간 무긴장 아래에서 침지하여 습열처리를 하고 24시간 이상 상온에서 방치한 후 0.1g/d의 초하중을 시료에 걸고 길이를 측정하여 수축 변화량을 측정하였다.

Wet shrinkage (%)

$$= \frac{\text{initial length} - \text{wet treated length}}{\text{initial length}} \times 100$$

### 2.3-3. 건열 수축률

비등수 수축률에서와 같은 방법으로 시료를 준비 후 air temp.가 180℃인 Heating chamber 내에서 30분간 무긴장 열처리를 한 후 24시간 이상 방치하여 0.1g/d의 초하중을 걸고 길이를 측정하여 수축 변화량을 측정하였다.

Dry shrinkage (%)

$$= \frac{\text{initial length} - \text{dry treated length}}{\text{initial length}} \times 100$$

### 2.3-4 인장·특성

Testometric Co.(England) Model MICRO 350을 이용하여 상온에서 24시간 이상 방치한 각각의 시료를 sample 길이 100mm, Test speed 100mm/min의 조

건으로 10회 실험하였다. 실험 기기에서 제공하는 software로부터 Initial modulus, Breaking stress, Breaking strain을 구하고 각각의 결과에서 10회 평균값과 C.V.%를 구하였다. Yield stress, Yield strain은 주어진 S-S Curve에서 Coplan 작도법으로 구하였다.

### 2.3-5 열응력 특성

Kanebo Engineering. LTD.의 열응력 측정기를 사용하여 sample의 길이가 50mm가 되도록 hook 상태로 만들어, 승온속도 2.3℃/sec 하에서 초하중 0.1-gf/d를 주고 3회 반복 실험하여 peak 점에서의 응력과 온도를 측정하였다.

### 2.3-6 다단계 열수축률

경사의 비등수 수축률과 건열 수축률이 나타내는 값과 염색·가공 공정을 거친 후 직물 상태에서 발생하는 수축률과는 상당히 많은 차이가 있으므로 일반적인 원사의 비등수 수축률 및 건열 수축률 측정방법 만으로는 실제 공정상에서 발현되는 직물의 수축률을 예측하기 곤란하다.

따라서 Sizing-Scouring-Setting 공정을 연속 Simulation 하여 다단계 열수축 실험을 아래와 같이 하였다.

#### 2.3-6-1 Sizing simulation

원사를 검척기의 Reel에 감아 타래상태로 만든 다음 絲에 0.1g/d의 초하중을 준 상태로 Heat chamber에서 130℃에서 2분간 긴장·건열 처리하여 수축 변화량을 구하였다.

#### 2.3-6-2 Scouring simulation

Sizing simulation 실험을 한 絲를 초하중 없이 water bath에서 100℃, 20분간 자유장·습열 처리하여 수축 변화량을 구하였다.

#### 2.3-6-3 Heat-setting simulation

Scouring simulation 실험을 한 絲를 초하중 없이 Heat chamber에서 180℃, 2분간 무긴장·건열 처리하여 수축 변화량을 구하였다.

### 2.3-7 불안정성(Instability)

원주가 100 cm인 reel에 시료를 감아서 hank가 약 2500dtex가 되도록 시료를 준비한다. 이 때 reel에 감는 횟수는 다음과 같다.

$$\text{No. of group} = \frac{2500 \text{ (dtex)}}{2 \times \text{supply yarn linear density (dtex)}}$$

약 25cN(0.01cN/dtex, 가공하기전의 선밀도)의 하

중을 60초 동안 가한 후 길이 a를 측정한다. 1250-cN(0.5cN/dtex)으로 하중을 바꾼 후 60초 뒤에 길이 b를 측정한다. 그리고 다시 25cN의 하중을 60초 동안 가한 후 길이 c를 측정한다. 측정된 값으로부터 ATY의 불안정성은 다음 식에 의해 계산한다.

Instability I은 하중이 가해진 상태에서의 변형률이며, Instability II는 하중이 제거된 후의 영구변형률이다.

$$\text{Instability I (\%)} = [(b-a)/a] \times 100$$

$$\text{Instability II (\%)} = [(c-a)/a] \times 100$$

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 원사와 공정조건에 따른 ATY의 섬도특성

Fig.1은 POY와 FDY로 제조된 공기압과 사속이 다른 ATY의 섬도값을 도시한 것이다.

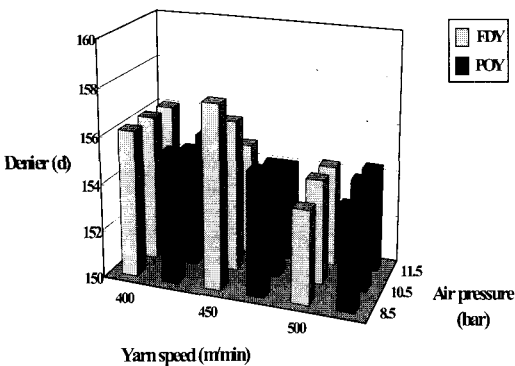


Fig. 1. Denier of ATY produced with FDY and POY according to texturing speed and air pressure.

Fig.1에서 볼 수 있듯이 FDY로 제조한 ATY가 POY로 제조한 ATY에 비해 약 1~2 denier 정도로 높은 섬도를 보이지만 그 차이는 미미하다. 그리고 FDY로 제조된 ATY와 POY로 제조된 ATY 모두 공기압이 8.5bar에서 11.5bar로 증가해도 섬도의 뚜렷한 변화를 보이지 않고 오히려 사속 450m/min에서는 감소하는 경향을 보인다. 이론적으로는 공기압이 증가함에 따라 치밀하고 많은 loop가 형성되어 단위길이당 무게의 증가로 섬도가 증가되는 것으로 알려져 있지만 400m/min이상의 생산속도에서는 공기압이 8.5bar에서 11.5bar로 증가할 때 사속이 450m/min까지는 감소하다가 더 높은 사속인 500m/min에서는 공기압 증가에 따라 약간 증가하는 현상을 보인다. 즉 FDY로 제조된 ATY와 POY로 제

조된 ATY 모두 사속이 400m/min에서 450m/min으로 증가함에 따라 섬도가 약간 감소하는 경향을 보인다. 이는 사속이 증가함에 따라 사에 주어지는 사의 축방향으로의 장력이 증가되어 길이 방향으로 다소 신장된 결과 섬도가 감소한 것으로 사료된다. 그러나 사속이 더 높은 500m/min에서는 사속의 영향보다 공기압의 영향이 더 크게 작용하여 공기압 증가에 따라 치밀한 loop가 형성되므로써 絲의 섬도가 증가하는 것으로 사료된다. 그러나 이러한 효과는 POY보다 FDY에서 더 명확히 보여진다.

#### 3.2 원사와 공정조건에 따른 ATY의 인장특성

##### 3.2-1 절단강도

Fig. 2는 원사와 가공사의 평균절단강도를 보인다.

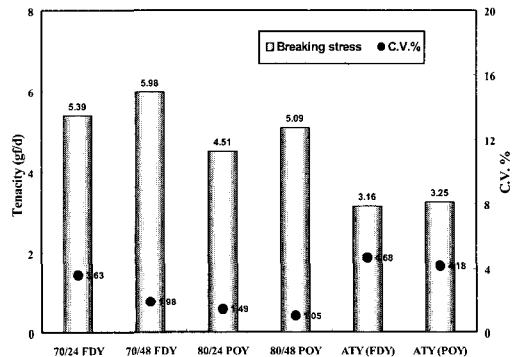


Fig. 2. Average tenacity of supply yarn and ATY.

Nylon FDY와 Nylon POY 원사의 경우 그 filament 수가 많을수록 강도가 높은 값을 보인다. 이는 동일한 denier에서는 filament 수가 많으면 더 가는 mono filament가 많아져 인접한 filament 간의 마찰력이 증가하기 때문에 보다 치밀하게 packing 되어 절단강도가 증가된 것으로 사료된다. 그리고 POY로 제조된 ATY가 FDY로 제조된 ATY에 비해 0.1gf/d 정도 높은 절단강도를 가지는 것을 보이지만 그 차이는 미미하다. 절단강도의 변동계수 값은 FDY로 제조된 ATY가 POY로 제조된 ATY에 비해 변동계수의 값이 높은 것으로 보아 좀 더 불균일한 절단강도를 가짐을 보인다. 하지만 원사보다는 변동계수의 값이 높다. 이와 같은 결과로서 FDY와 POY로서 ATY를 제조할 때 ATY의 절단강도는 비슷하나 이들의 균제성은 POY로 만든 ATY가 다소 우수함을 알 수 있다. Fig. 3은 공기압과 사속에 따른 FDY와 POY로 제조된 ATY의 절단강도를 보인다.

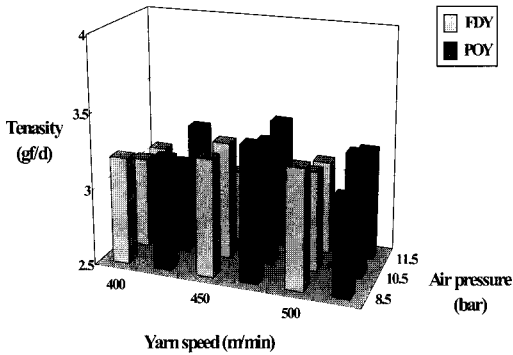


Fig. 3. Tenacity of ATY produced with FDY and POY according to texturing speed and air pressure.

FDY로 제조된 ATY는 공기압이 8.5bar에서 11.5bar로 증가함에 따라 절단강도가 감소하는 경향을 보인다. 이는 공기압이 높을수록 loop가 형성이 많아 flat한 부분이 감소해 하중 분담 portion이 감소함으로서 절단강도가 감소한 것으로 사료된다. POY로 제조한 ATY의 경우 공기압이 8.5bar에서 11.5bar로 증가해도 절단강도의 뚜렷한 경향을 보이지 않는다. 이론적으로는 공기압이 증가함에 따라 loop 형성이 많아 flat한 부분이 감소해 하중 분담 portion이 감소함으로서 절단강도가 감소되는 것으로 알려져 있지만 POY로 제조한 ATY의 경우 400m/min이상의 생산속도에서는 공기압이 8.5bar에서 11.5bar로 증가해도 절단강도의 변화에 큰 영향을 주지 못함을 알 수 있다. 한편, FDY로 제조된 ATY는 사속이 400m/min에서 500m/min로 증가함에 따라 절단강도가 약간 증가하는 경향을 보인다. 이는 사속이 증가함에 따라 사에 주어지는 사의 축방향으로의 장력이 증가되어 길이 방향으로 다소 신장된 결과 filament들이 평행화 되어 절단강도가 증가한 것으로 사료된다. 그러나, POY로 제조된 ATY의 경우 사속이 400m/min에서 500m/min로 증가해도 뚜렷한 절단강도의 경향을 보이지 않는다. 하지만 450m/min의 사속에서는 공기압의 변화에 관계없이 다소 높은 절단강도를 가짐을 볼 수 있다.

3.2-2 초기탄성률

Fig.4는 원사와 공정조건에 따른 ATY의 초기탄성률을 도시한 것이다. Fig.4에서 볼 수 있듯이 FDY로 제조된 ATY는 공기압이 8.5bar에서 11.5bar로 증가하여도 뚜렷한 일관성 있는 변화를 보이지 않는다. 그러나 POY로 제조한 ATY의 경우 공기압이 8.5bar에서 11.5bar로 증가함에 따라 초기탄성률이 약13%정도 증가하는데 이는 core絲에 effect

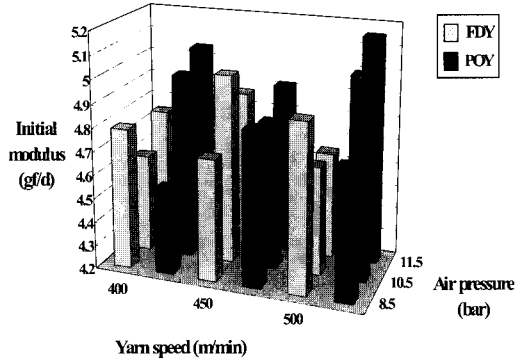


Fig. 4. Initial modulus of ATY produced with FDY and POY according to texturing speed and air pressure.

絲가 효과적으로 교락된 결과 치밀하고 안정적인 loop가 형성된 결과로 사료된다. 그리고 사속에 따른 변화는 FDY로 제조된 ATY는 사속이 400m/min에서 500m/min으로 증가해도 역시 뚜렷한 경향성을 보이지 않는다. 이는 공기압 8.5bar에서 11.5bar의 영역에서는 사속의 변화가 초기탄성률에는 큰 영향을 주지 못함을 나타낸다. POY로 제조된 ATY의 경우에도 사속이 400m/min에서 500m/min으로 증가해도 뚜렷한 초기탄성률의 변화를 보이지 않는다. 그러나 450m/min의 사속에서는 10.5bar의 공기압에서 FDY를 사용할 때는 최대초기탄성률을 보이며, POY를 사용할 때는 공기압 11.5bar에서 최대초기탄성률을 가짐을 볼 수 있다.

3.2-3 절단신도

Fig. 5는 사속과 공기압의 증가에 따른 FDY와 POY로 제조된 ATY의 절단신도를 보인다. FDY로 제조된 ATY와 POY로 제조된 ATY 모두 공기압이 8.5bar에서 11.5bar로 증가함에 따라 절단신도가 감소하는 경향을 보인다. 이는 공기압이 높을수록 loop 형성이 많아 flat한 부분이 감소해 하중 분담 portion이 감소함으로서 절단점이 보다 낮은 점에 형성되어 절단 신도가 감소한 것으로 사료된다. 한편, FDY로 제조된 ATY와 POY로 제조된 ATY 모두 사속이 400m/min에서 500m/min으로 증가할 때 공기압 8.5bar의 낮은 값에서는 POY와 FDY 모두 절단신도가 감소하지만 공기압이 10.5bar와 11.5bar에서는 절단신도가 뚜렷한 경향을 보이지 않는다. 이는 다소 높은 공기압인 10.5bar에서 11.5bar의 영역에서는 사속의 변화가 절단변형률에는 큰 영향을 주지 못함을 나타낸다. 그리고 사속 500m/min에서는 모든 공기압 조건에서 POY보다 FDY로 제조된 ATY의 절단신도가 큰 값을 보인다.

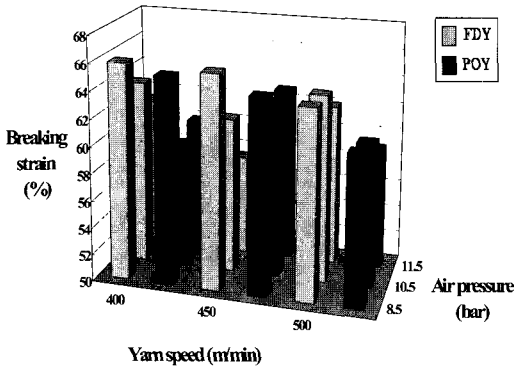


Fig. 5. Breaking strain of ATY produced with FDY and POY according to texturing speed and air pressure.

3.3 원사와 공정조건에 따른 ATY의 열적특성

Fig. 6은 원사와 가공사의 평균 최대 열응력과 열응력 편차를 보인다. Nylon FDY와 Nylon POY 원사의 경우 그 filament 수가 많을수록 최대 열응력이 높은 값을 가진다. 이는 같은 denier에서는 filament 수가 많으면 더 가는 mono filament가 많아져 인접한 filament 간의 마찰력이 증가하기 때문에 보다 치밀하게 packing되어 강도와 초기탄성

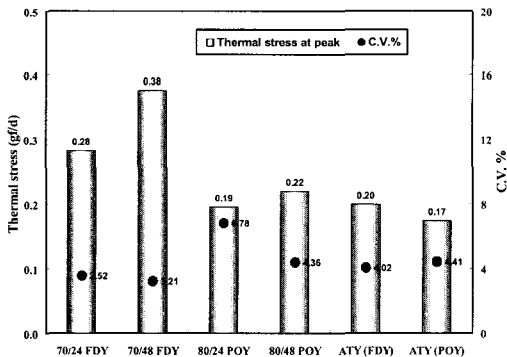


Fig. 6. Average maximum thermal stress of supply yarn and ATY.

률의 증가와 함께 최대 열응력 값도 높게 나타나는 것으로 사료된다. 그리고 POY로 제조된 ATY가 FDY로 제조된 ATY에 비해 0.03gf/d 정도 낮은 최대 열응력값을 보이는데 이는 Nylon POY 원사의 최대 열응력 값이 Nylon FDY 원사의 최대 열응력 값보다 낮은 것에 기인하는 것으로 보여진다.

Fig. 7은 원사와 가공사의 평균 최대 열응력 온도를 보인다. Nylon FDY와 Nylon POY 원사의 경우 그 filament 수가 많을수록 최대 열응력온도는 낮은

값을 가진다.

FDY로 제조된 ATY는 160°C에서 POY로 제조된 ATY는 90°C에서 최대 열응력 온도를 가진다. 이는 공급사인 Nylon FDY 원사의 최대 열응력온도가 Nylon POY 원사의 최대 열응력온도에 비해 높은 것에 기인하는 것으로 사료된다. 그리고 FDY가 POY보다 필라멘트수가 많을수록 최대 열응력 온도가 영향을 많이 받는 것을 알 수 있다.

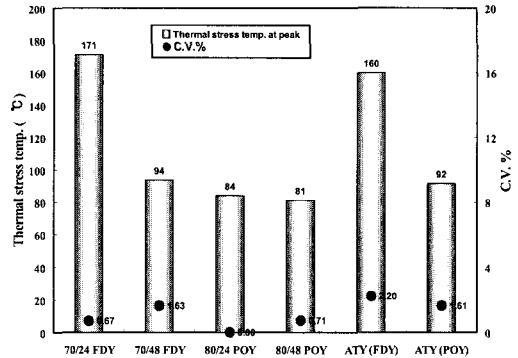


Fig. 7. Average maximum thermal stress temperature of supply yarn and ATY.

Fig. 8는 공기압과 시속에 따른 ATY의 최대 열응력을 도시한 것이다. Fig. 8에서 볼 수 있듯이 FDY와 POY 사용 ATY 모두 공기압이 증가해도 최대 열응력은 뚜렷한 경향을 보이지 않는다. 이는 열응력은 공정에서 받는 열과 깊은 관계가 있는데 시료 제작을 위한 ATY 제조공정에서 열응력에 영향을 줄만큼의 열을 받지 않았기 때문에 뚜렷한 경향을 보이지 않는 것으로 사료된다. 또한 시속 증가에 따른 최대 열응력도 뚜렷한 변화를 보이지 않는다. 이

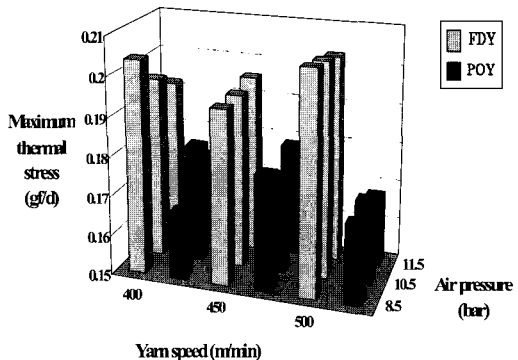


Fig. 8. Maximum thermal stress of ATY produced with FDY and POY according to texturing speed and air pressure.

는 열응력은 공정에서 받는 열과 깊은 관계가 있는데 시료 제작을 위한 ATY 제조공정에서 사속의 변화가 열응력에 영향을 크게 주지 못하기 때문에 뚜렷한 변화를 보이지 않는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 최대열응력 온도에도 큰 변화를 주지 못하게 된다.

3.4 원사와 공정조건에 따른 ATY의 수축특성

Fig. 9와 10은 공기압과 사속에 따른 ATY의 건열과 습열수축특성을 도시한 것이다. Fig. 9에 보인 건열수축률의 경우 Nylon FDY와 Nylon POY 원사를 사용한 경우 FDY를 사용한 ATY의 건열수축률이 높게 나타난다. 이는 FDY의 경우 최대 열응력 값이 높게 나타남으로 열수축하려는 잠재응력이 높은 것에 기인한다. 한편, FDY로 제조한 ATY의 경우 공기압이 8.5~11.5 bar로 증가함에 따라 건열수축률이 증가함을 보인다. 이는 공기압이 증가함에 따라 치밀

하게 많이 형성된 loop가 무긴장하에 건열을 받아 더 많이 수축한 것으로 사료된다.

반면에 POY로 제조한 ATY의 경우 공기압이 8.5~11.5 bar로 증가해도 건열수축률의 뚜렷한 변화를 보이지 않는다. POY로 제조한 ATY의 경우 400m/min이상의 생산속도에서는 공기압이 8.5~11.5 bar로 증가해도 건열수축률에 큰 영향을 주지 못함을 알 수 있다. FDY로 제조한 ATY는 사속증가에 따라 수축률이 약간 증가하는 현상을 보이거나 POY로 제조한 ATY는 뚜렷한 경향을 보이지 않는다. 이는 공기압 8.5~11.5 bar의 영역에서는 사속의 변화가 FDY에는 영향을 주지마는 POY의 건열수축률에는 큰 영향을 주지 못함을 나타낸다.

그러나 습열수축률의 경우는 사속과 공기압이 FDY와 POY 모두 ATY의 습열 수축률에 경향성을 주지 못하며 단지 사속 500m/min일때만 공기압 증가는 FDY와 POY 모두 습열수축률의 증가를 보여주며 FDY보다 POY로 제조된 ATY의 습열수축률이 큰 값을 보인다. 3.5 ATY의 염·가공 공정별 수축특성 시뮬레이션

Fig. 11은 염가공공정에서 받게 되는 열을 감안해 설계된 simulation 공정에서의 FDY와 POY로 제조된 ATY의 총수축률을 보인 것이다. FDY로 제조한 ATY는 130℃ sizing 정상열처리온도에서 수축이 거의 일어나지 않는 반면 POY로 제조한 ATY의 경우 -2에서 -3%의 수축률 이완현상을 보이는데 이는 FDY로 제조한 ATY의 최대 열응력온도가 약 160℃인 반면 POY로 제조한 ATY는 약 90℃로, 130℃의 정상 sizing 열처리 온도에서 POY로 만든 ATY는 이완변형이 일어남을 보여준다.

그 이후의 Scouring에서의 100℃ 습열처리와 Set

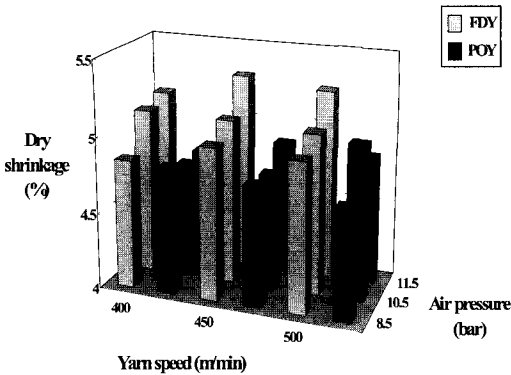


Fig. 9. Dry shrinkage of ATY produced with FDY and POY according to texturing speed and air pressure.

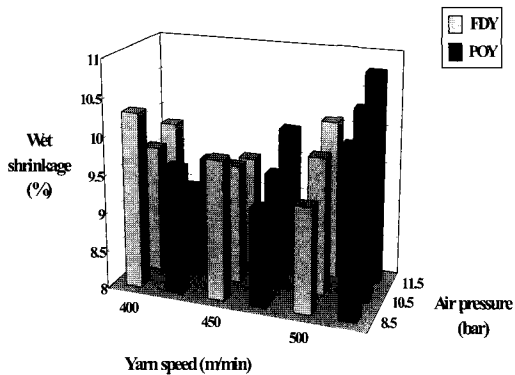


Fig. 10. Wet shrinkage of ATY produced with FDY and POY according to texturing speed and air pressure.

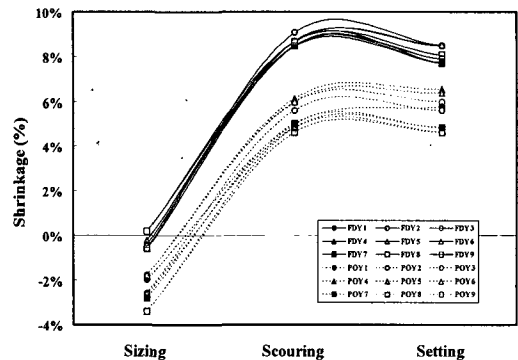


Fig. 11. Total shrinkage of ATY produced with FDY and POY.

ting공정에서의 180℃ 건열처리에 따른 수축률은 FDY로 만든 ATY는 8~9%, 그리고 POY로 만든 ATY는 5~7%를 보임으로서 FDY소재가 POY소재 보다는 2~3% 높은 수축률을 보임을 알 수 있다.

그리고 FDY보다 POY로 만든 ATY가 공기압과 사속 변화에 따른 수축률이 최대 2%정도의 차이를 가져옴을 알 수 있다. 결국 sizing 공정에서 2~3% 이완신장으로 인해 최종수축률이 POY로 제조한 ATY가 2~3%정도 낮게 나타난다는 결과를 보여 준다. 3.6 ATY의 불안정성

Fig. 12는 ATY의 Instability I과 II를 보인다. POY로 제조한 ATY가 FDY로 제조한 ATY보다 Instability I이 0.6%정도 낮게 나타난다.

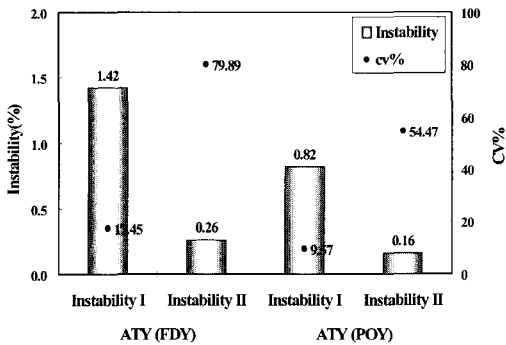


Fig. 12. Instability of supply yarn and ATY.

하중이 주어지면 loop가 퍼지는 현상이 발생하는데 core에 loop가 치밀하고 안정적으로 고정된 경우 loop가 안정화되므로 Instability I 값이 낮게 나타나게 된다. 따라서 POY로 제조한 ATY가 공정 중에 받게 되는 장력에 좀 더 안정한 loop를 형성함을 보인다. 영구변형률을 나타내는 Instability II 값도 POY로 만든 ATY가 낮은 값을 보임으로서 ATY의 loop 안정성은 FDY 보다 POY소재가 더 우수함을 알 수 있다.

### 4. 결 론

1. ATY의 섬도는 사속 450m/min에서는 공기압 증가에 따라 감소하지만 500m/min 의 사속에서는 공기압 증가에 따라 섬도가 증가하는 현상을 보인다. 그리고 400m/min의 낮은 사속에서는 공기압이 섬도에 큰 영향을 미치지 못하며 이러한 현상은 POY보다 FDY에서 명확하게 보여진다.

2. FDY보다 POY로 제조된 ATY가 절단강도의 균제성은 우수하며 절단강도는 비슷한 값을 보인다. 그리고 POY로 제조된 ATY는 사속과 공기압에 따른 절단강도의 변화에 뚜렷한 경향을 보이지 않는 반면 FDY로 제조된 ATY는 공기압이 증가함에 따라 절단강도는 감소하며 사속이 증가함에 따라 절단강도는 증가하는 경향을 보인다. 절단신도는 FDY, POY 소재에 관계없이 공기압 증가와 함께 감소하며 사속 증가에 따라서는 뚜렷한 경향성을 보이지 않는다.
3. FDY와 POY로 제조된 ATY의 초기탄성률은 절단강도와는 반대로 FDY 사용 ATY는 사속과 공기압에 따른 뚜렷한 경향성을 보이지 않으나 POY 사용 ATY는 공기압 증가에 따라 초기탄성률의 증가현상을 보인다. 그리고 사속 450m/min 에서 FDY 사용 ATY의 초기탄성률은 최대치를 보이나 POY사용 ATY는 500m/m에서 최대 초기탄성률을 보인다.
4. 사속과 공기압 변화는 FDY와 POY 사용 ATY 모두 최대 열응력과 최대 열응력 온도 변화에 영향을 주지 못한다. 그러나 FDY 사용 ATY의 건열 수축률은 공기 압 증가에 따라 증가하며 사속은 큰 영향을 주지 않는다. 습열수축률은 공기압과 사속에 따른 뚜렷한 경향성을 보이지 않는다.
5. ATY의 염가공수축 시뮬레이션에 의한 수축률은 POY로 만든 ATY는 5~7%, FDY를 만든 ATY는 8~9%의 공정수축률을 보임으로서 POY보다 FDY소재가 2~3% 높은 수축특성을 보인다. 그리고 POY로 만든 ATY는 공기압과 생산속도에 따라 최대 2%정도의 수축률 차이를 보인다.
6. ATY의 loop 안정성은 FDY보다 POY소재가 더 안정된 ATY를 만들게 된다.

### 감사의 글

본 연구를 지원해 주고 있는 영남대학교의 지역 협력센터(RRC)에 감사를 드립니다.  
(Project No. : R12-1996-013-00012-0)

### 참고문헌

- 1) Ali Demir and H. M. Behery, "Synthetic Filament Yarn Texturing Technology", Prentice Hall Inc., pp.211-303(1997).



- 2) J. W. S. Hearle, L. Hollick and D. K. Wilson, "Yarn texturing technology", The Textile Institute, pp.211-243(2001).
- 3) Gye Hyeon Jeon and Seung Jin Kim, The study on the physical properties of DTY produced by pin and belt false twist texturing systems, *J. Korean Soc. Dyers & finishers*, **12**(2), 79-88 (2000).
- 4) Seung Jin Kim, Jong Gul Lee and Kyung Soon Park, A Study on the Physical Properties of DTY Composite Yarns Manufactured by Pin, Disk and Belt Texturing System, *J. Korean Soc. Dyers & finishers*, **16**(3), 39-46(2004).
- 5) Min Su Lee, Seung Jin Kim and Kyung Soon Park, Effect of False Twist Processing Conditions on the Physical Properties of PET DTY, *J. Korean Soc. Dyers & finishers*, **15**(6), 33-38 (2003).
- 6) Seung Jin Kim, Byeong Hun An and Min Su Lee, Effect of processing condition of texturing M/C on the physical properties of textured polyester filament, *J. Korean Soc. Dyers & finishers*, **11**(6), 18-23(1999).
- 7) Seung Jin Kim, Dae Hyeon Jo and Dong Ho Jang, "international Symposium on Dyeing and Finishing of Textiles, Wakayama", pp.244-245 (1998).
- 8) Seung Jin Kim, Tae Hun Kim, Seong Gwang Yun and Jong Gul Lee, "Proceeding of the Spring 2000 Meeting of Fiber Society, Guimaraes (Portugal)", p.141(2000).
- 9) Seung Jin Kim, Seung bum Sim and Min Su Lee, "Extended Abstracts of the 32nd Textile Research Symposium, Mt.Fuji", pp.1-62(2003).
- 10) Seung Jin Kim and Min Su Lee, "In Celebration of the 40th Anniversary of the Korean fiber society, Hanyang University in seoul", pp.39-40 (2003).
- 11) Min Su Lee, Seung Jin Kim and Kyung Soon Park, A Study on the Threadline Instability on the Belt-type Texturing Process, *J. Korean Soc. Dyers & finishers*, **16**(1), 5-9(2004).
- 12) Min Su Lee, Seung Jin Kim and Kyung Soon Park, Effect of the Processing Condition to the Yarn Tension on the Belt-type Texturing m/c, *J. Korean Soc. Dyers & finishers*, **16**(1), 1-4 (2004).