

폴리에스테르 인터레이싱 텍스처가공 공정에서 가공사의 강신도와 인터레이싱 수의 변화 (I) - 노즐의 지름과 텐션 링의 영향 -

이춘길¹⁾ · 오봉호²⁾

1) 경일대학교 공과대학 섬유패션학과

2) 섬유기능대학 섬유생산기술학과

The Changes of the Textured Yarn Physical Properties in Polyester Interlacing Texturing Process (I) - The Effect of Nozzle Diameter and Tension Ring -

Choon Gil Lee¹⁾ and Bong Hyo Oh²⁾

1) Dept. of Textile and Fashion Technology, College of Eng., Kyungil University, Kyongsan, Korea

2) Dept. of Textile Production, Textile Polytechnic College, Taegu, Korea

Abstract : An experimental investigation has done for studying the changes of physical properties of the air-jet textured polyester yarn. Through the experiments of polyester 85/72 drawn yarn and 50/36 partially oriented yarn doubling, the following results are obtained. The tenacity of textured yarn decreased as the number of tension rings increased when the nozzle diameter was 1.2 mm. In the case when the tension ring was not used during the texturing process, the tenacity of textured yarn decreased as the nozzle diameter increased. But this tendency changed according to the number of tension rings used, the diameter of the nozzle, and yarn take-up speed. Breaking elongation decreased as the number of tension rings increased from one to four and the take-up speed increased at diameter 1.2 mm of the nozzle. The higher the diameter of the nozzle the higher the breaking elongation until 1.4 mm. The number of interlacing went down as the diameter of the nozzle increased and the take-up speed of the yarn increased. The higher the number of tension rings, the lower the number of interlacing.

Key words : air-jet texturing, interlacing, tension ring, textured yarn, texturing nozzle.

1. 서 론

합성섬유 생산기술은 합성섬유가 발명된 이후 지금까지 많은 연구와 개발을 통해 눈부신 발전을 해 왔으며, 현재는 의류용 및 산업용 전반에 걸쳐 광범위하게 응용되고 있다. 합성섬유는 섬도가 균일하고 내구성이 우수할 뿐만 아니라 많은 장점들을 가지고 있다. 그러나 차가운 느낌을 주고, 표면의 광택이 좋지 못하며, 방적성, 벌키(bulky)성, 태(hand) 등이 천연섬유에 비해 뒤지므로 이러한 결점들을 개선시키려는 노력이 끊임없이 진행되어 왔다.

텍스처가공 공정은 바로 이러한 합성섬유의 단점을 개선시켜 부품성과 신축성 등을 부여하는 공정이다. 텍스처가공에 관한 연구는 합성섬유가 출현된 이후인 1960년대부터 활발히 진

행되었고, 최종 제품의 용도에 따라 여러 가지 가공방법이 개발되었다. 그 중에서 가장 많이 사용하는 방법이 공기분사 텍스처가공 방법으로, 이는 1950년대 미국 du Pont사에서 처음 특허를 출원하였다.

공기분사에 의한 텍스처가공은, 필라멘트사에 공기를 분사함에 따라 필라멘트들을 무질서하게 배열시키므로, 천연섬유와 같은 걸보기 효과를 갖게 하여 벌키성과 신축성을 동시에 부여하는 방법이다. 이 방법에는 건식 및 습식 텍스처가공 방법이 있으며, 폴리에스테르, 폴리아미드, 폴리프로필렌, 비스코스 및 아세테이트 등 여러 가지 합성섬유에 다양한 용도로 매우 광범위하게 사용되고 있다.

특히 공기분사 텍스처 가공사는 공기의 난류효과를 이용한 압축공기에 의해 만들어지며 공기 압력이 필라멘트사에 벌키성을 부여할 뿐만 아니라 태를 개선시켜 피복성을 증가 시켜 준다. 공기분사 텍스처가공에 대한 연구로는, 루프가 형성되는 기구와 가공할 때의 공정인자가 가공사의 특성과 물성 등에 미치는 영향(Acar *et al.*, 1986, Wray, 1969) 등이 있으며, 지금

Corresponding author; Choon Gil Lee
Tel. 82-53-850-7203, Fax. 82-53-850-7605
E-mail: cglee@bear.kyungil.ac.kr

도 많은 연구가 진행(Lee et al., 1996)되고 있다.

최근 신소재 섬유제품으로 생산되고 있는 신합섬사의 제조 방법 중 혼섬과 사 교락 방법은 기계적인 가연과 공기유체를 이용한 텍스처가공 방법 등이 널리 이용되고 있다. 이중 혼섬 방법은 Taslan 방법과 Interlacing 방법으로 구분된다. Interlacing 방법은 단사 2종 이상의 실을 혼섬하는 방법으로 모노 필라멘트를 교락하여 일정한 매듭을 무질서하게 부여시키는 것이다.

본 연구는, 이러한 공기분사 텍스처가공에서 노즐의 지름과 텐션 링이 가공사의 물성에 미치는 영향인자를 실험적으로 연구·고찰하여 이를 밝힌 것이다.

2. 실험

2.1. 실험기계

본 연구에 사용한 인터레이싱 가공기계는 한국기계에서 제작한 모델 SZ-2로, 현장생산용으로 제작된 것을 사용하였다. Fig. 1은 이 기계의 개략도를 보인 것이다.

2.2. 실험조건

실험에 사용한 원료시료 : Polyester 85/72 filament POY(대한화섬)와 polyester 50/36 filament semidull yarn(금강화섬)을 합사하여 사용하였다.

노즐지름 : 시료를 생산하기 위하여 사용한 노즐의 지름은 각각 1.2, 1.4, 1.6 및 1.8 mm이었다. Fig. 2는 본 실험에 사용한 노즐을 보인 것이다.

Tension ring : 실험에 사용한 텐션 링의 개수는 0, 1, 2 및 4개로 하였다. Fig. 3은 본 실험에 사용한 텐션 링을 보인 것이다.

권취속도 : 생산한 텍스처 가공사의 권취속도는 240, 320, 400 및 480 m/min로 하였다.

공기압력 : 인터레이싱을 시키기 위하여 실험에 사용한 공기의 압력은 1.7 kg/cm³으로 하였다.

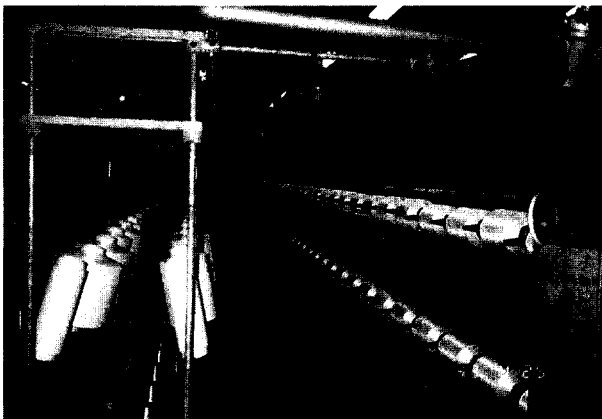


Fig. 1. A photograph of the polyester air-jet texturing machine.

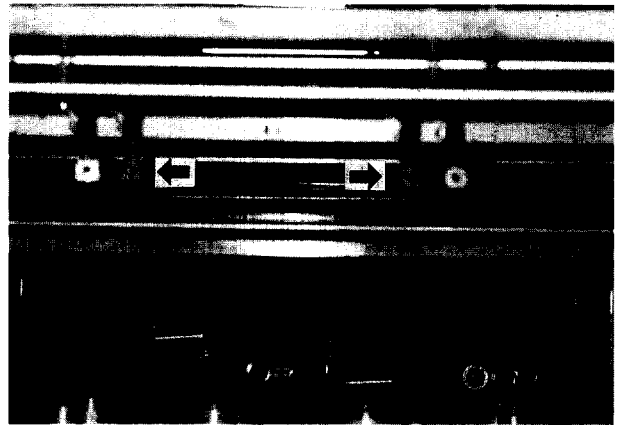


Fig. 2. A photograph of the polyester air-jet texturing nozzle.

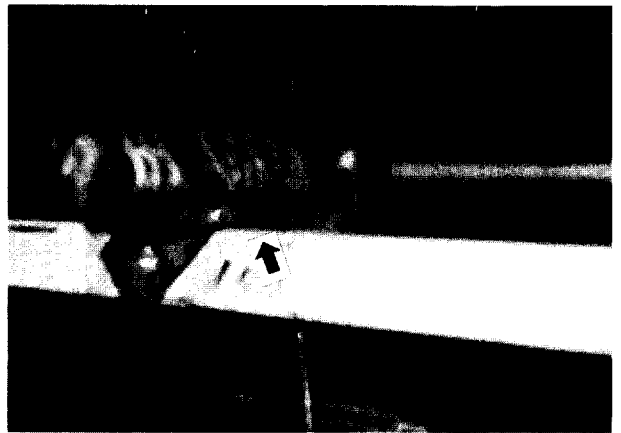


Fig. 3. A photograph of the polyester air-jet texturing tension ring.

2.3. 비강도와 절단신도의 측정

비강도 : 시료의 비강도 측정은 KS K 0412 방법으로 하였으며, 절단시의 하중(gf)을 평균하여, 다음식과 같이, 시료의 선밀도(denier)에 대한 비율로 표시하였다.

$$\text{비강도 (g/d)} = \frac{S_D}{D}$$

단, SD : 표준시 인장 하중 (g)

D : 시료의 선밀도 (denier)

절단신도 : 시료의 절단신도 측정은 비강도와 같이 KS K 0412 방법으로 하였으며, 절단시의 신장을 초기길이에 대한 비(%)로 표시하였다.

$$\text{신장률 (\%)} = \frac{E_2 - E_1}{E_2 + E_1} \times 100$$

단, E : 클램프 간격 (mm)

E₁ : 초 하중으로 늘어난 길이 (mm)

E₂ : 절단할 때 늘어난 길이 (mm)

3. 결과 및 고찰

3.1. 노즐의 지름과 텐션 링의 개수에 따른 텍스처 가공사의 비강도의 변화

Fig. 4, 5, 6 및 7은 노즐의 지름에 따른 텍스처 가공사의 비강도 변화를 나타낸 것이다. 이 그림에서 노즐의 지름은 1.2 mm, 1.4 mm, 1.6 mm 및 1.8 mm으로 하였으며, 각각에 대한 권취속도는 240 m/min., 320 m/min., 400 m/min. 및 480 m/min.으로 하였다. Fig. 4는 텐션 링을 사용하지 않은 경우이며, Fig. 5는 1개, Fig. 6은 2개, Fig. 7은 4개를 사용한 경우를 보인

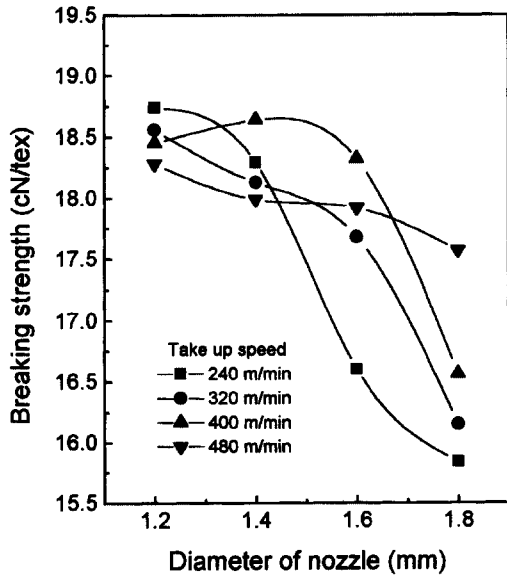


Fig. 4. The effect of nozzle diameter on the breaking strength of yarn at different take-up speeds without a tension ring.

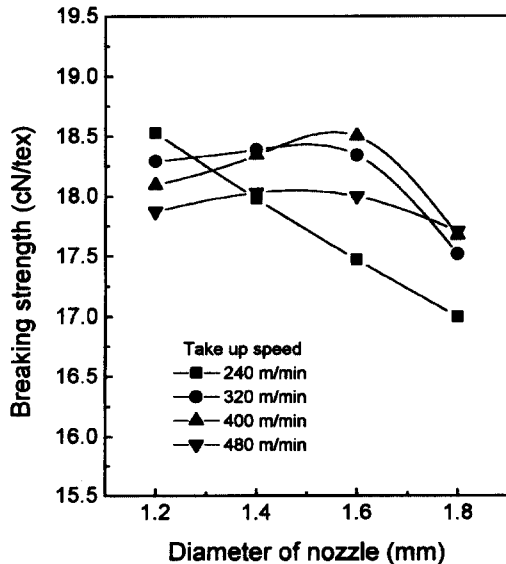


Fig. 5. The effect of nozzle diameter on the breaking strength of yarn at different take-up speeds with one tension ring.

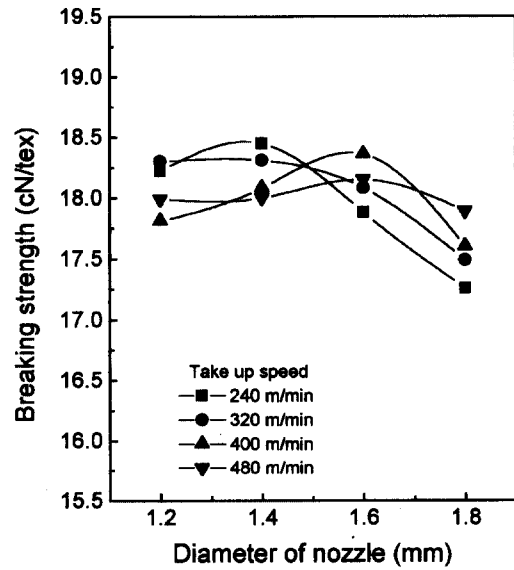


Fig. 6. The effect of nozzle diameter on the breaking strength of yarn at different take-up speeds with two tension rings.

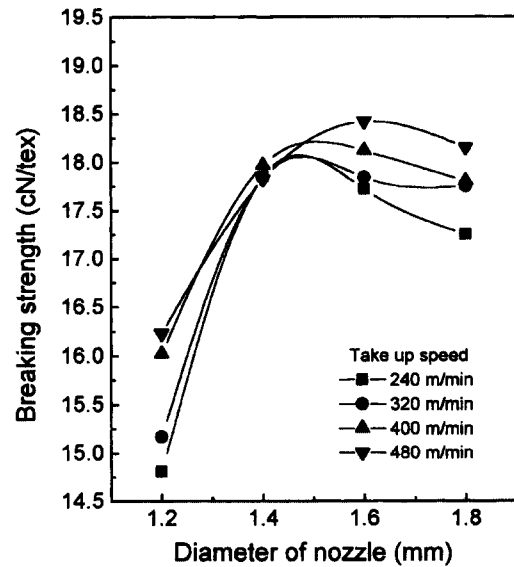


Fig. 7. The effect of nozzle diameter on the breaking strength of yarn at different take-up speeds with four tension rings.

것이다.

Fig. 4는 노즐의 지름이 증가할수록 비강도가 감소하는 경향을 보여주고 있다. 그 감소율은 권취속도가 낮을 때 더 큰 값을 보여주고 있다. 그러나 텐션 링을 1개 사용한 Fig. 5에서는 감소율이 많이 둔화된 양상을 띠고 있다. 이 경우에도 권취속도가 240 m/min.일 때 감소율이 가장 큰 값을 보여주었으나 권취속도가 320 m/min. 이상일 때에는 노즐의 지름이 1.6 mm일 때까지 오히려 소폭 증가하는 경향을 나타내었다. 텐션 링을 2개 사용한 Fig. 6에서는 다소 복잡한 모양을 보이고 있으나 노즐의 지름이 증가함에 따라, 비강도는 노즐의 지름이 1.6

mm까지는 일정한 경향을 보이지 않으나, 그 이상에서는 대체적으로 감소하는 경향을 보이고 있다.

Fig. 7은 텐션 링을 4개 사용한 경우로, 비강도는 노즐의 지름이 증가함에 따라 일정 범위까지 증가한 후 다시 감소하는 경향을 보이고 있다. 권취속도가 느릴 때 비강도가 낮으며 증가 후 감소도 빨리 일어나고 있다. 그러나 권취속도가 480 m/min에 이르면 노즐의 지름이 1.6일 때까지 비강도가 증가하며 그 이후에 감소하는 경향을 보이고 있다.

이들 그림은 노즐의 지름과 텐션 링의 개수 그리고 권취속도 모두가 비강도에 복잡하게 영향을 미친다는 것을 말해주고 있다. Fig. 4에서 노즐의 지름이 클수록 비강도가 감소하는 것은, 노즐의 지름이 커짐에 따라 교락부가 넓어지고 필라멘트들 간의 평형상태가 감소하여 필라멘트들 사이의 마찰력이 감소함에 기인한 것이다. 즉, 노즐의 지름이 커짐에 따라 하중전달이 효과적이지 못하여 비강도가 감소한 것이다. 그러나 텐션 링의 개수가 점점 많아짐에 따라 이러한 영향인자는 점점 바뀌어 비강도의 변화형태가 달라진다. Fig. 5, 6 및 7에서 보듯이 텐션 링이 1개, 2개 및 4개로 점점 많아질 때 노즐의 지름이 적을 때는 점차적으로 비강도가 감소하고 있다. 이는 필라멘트들 간의 평형도가 점차적으로 나빠지기 때문에 일어난 현상이다. 이러한 현상은 노즐의 지름이 작아 효율적인 인터레이싱이 일어나다가 텐션 링의 개수가 많아짐에 따라 장력이 증가함에 따라 평형도가 감소한 것에 기인한 것으로 사료된다. 한편 노즐의 지름이 큰 범위에서는 텐션 링의 개수가 많아짐에 따라 장력이 증가되고 필라멘트들이 평행화되어 하중전달이 보다 효과적이 되므로 비강도가 높아진 것이다.

권취속도도 노즐의 지름과 텐션 링의 개수와 함께 비강도에 영향을 미친다. 노즐의 지름이 작고 텐션 링의 개수가 작을 때는 권취속도가 240 m/min에서 480 m/min까지 증가함에 따라 비강도가 감소한다. 이는 필라멘트 사이의 마찰력이 감소되기 때문이다. 노즐의 형태 T자형이며 공기의 분사방향이 필라멘트사의 축에 대해 90°각도를 이루고 있으므로 권취속도가 480 m/min까지 증가함에 따라 필라멘트사의 교락수가 적어지며 교락부의 범위가 좁아진다. 또한 교락부의 생성간격이 넓어지므로 이러한 현상이 필라멘트사의 마찰력을 감소시키는 원인이 되어 비강도를 저하시킨 것으로 사료된다. 그러나 노즐의 지름이 증가하고 텐션 링의 개수가 많아지면 위와 같은 효과는 상실되어가고 그 값이 계속 커지면 그 반대의 현상이 일어나 비강도가 오히려 증가된 것으로 사료된다.

3.2. 노즐의 지름과 텐션 링의 개수에 따른 텍스처 가공사의 절단신도의 변화

Fig. 8, 9, 10 및 11은 노즐의 지름에 따른 텍스처 가공사의 절단신도 변화를 나타낸 것이다. 이들 그림에서 보여주듯이 노즐의 지름이 클수록 절단신도는 대체적으로 일정범위까지는 증가하다가 그 이상에서는 감소하는 경향을 나타내고 있다. 비강도의 증가율과 감소율은 텐션 링의 개수에 많은 영향을 받

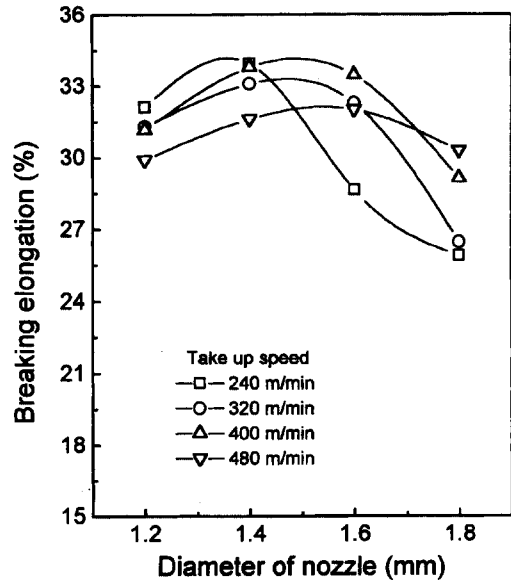


Fig. 8. The effect of nozzle diameter on the breaking elongation of yarn at different take-up speeds without a tension ring.

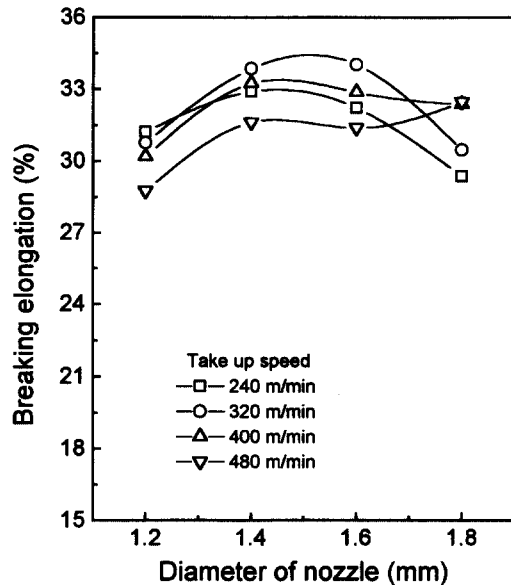


Fig. 9. The effect of nozzle diameter on the breaking elongation of yarn at different take-up speeds with one tension ring.

으며 권취속도의 변화에 따라서도 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

Fig. 8은 권취속도가 작을수록 절단신도가 증가하다 감소하는 변곡점에 해당하는 노즐의 지름이 작아짐을 보이고 있으며, 노즐의 지름이 작을 때는 권취속도가 낮을수록, 노즐의 지름이 클 때는 권취속도가 빠를수록 절단신도의 값이 더 크게 나타나고 있음을 보여주고 있다. 이러한 경향은 텐션 링이 1개인 Fig. 9에서도 유사하게 나타나고 있다. 그러나 증가하다가 감소하는 비율이 많이 둔화되고 있음을 알 수 있다. 권취속도가

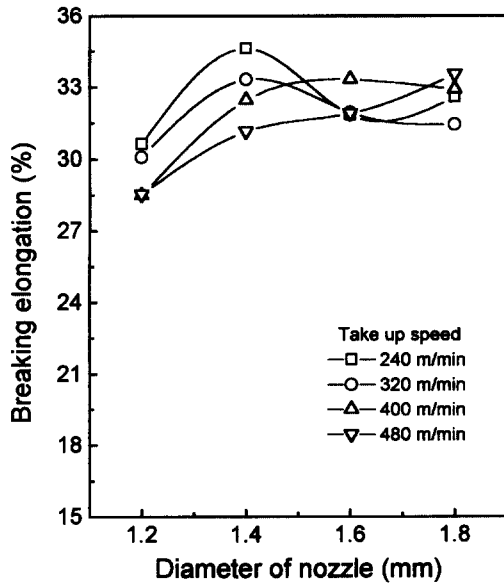


Fig. 10. The effect of nozzle diameter on the breaking elongation of yarn at different take-up speeds with two tension rings.

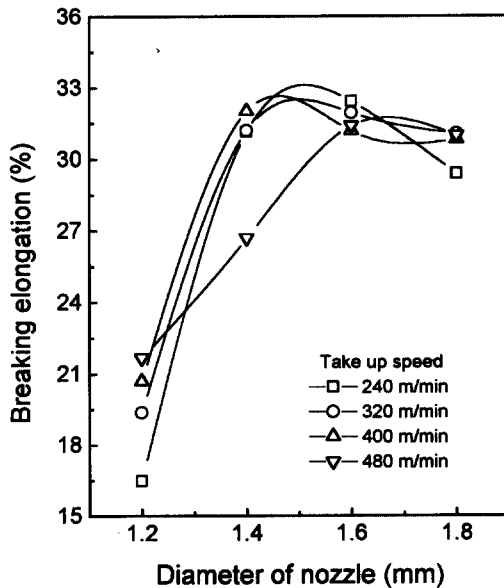


Fig. 11. The effect of nozzle diameter on the breaking elongation of yarn at different take-up speeds with four tension rings.

480 m/min.에 이르면 노즐의 지름이 1.6 mm 이상에서 오히려 증가하고 있음을 보여주고 있다. Fig. 10은 노즐의 개수가 2개 인 경우를 나타낸 것으로 이 때는 절단신도의 변화가 매우 복잡하게 나타나고 있다. 이는 노즐의 지름과 텐션 링의 개수 및 권취속도가 절단신도에 복잡하게 영향을 미치고 있음을 설명해 주는 것이다. 그러나 텐션 링의 개수가 4개에 이르면 필라멘트에 걸리는 장력의 증가로, Fig. 11과 같이 노즐의 지름이 1.2mm일 때 절단신도의 값이 가장 작으며 1.4 mm까지는 큰 폭으로 상승한 후 1.6 mm 이상에서 다소 둔화되면서 차츰 감소하

는 경향을 보여주고 있다. 권취속도가 480 m/min.에 이르면 초기 증가율이 다소 감소되며 노즐의 지름이 1.6 mm에 다다를 때 절단신도가 감소하기 시작한다. 따라서 Fig. 11의 경우는 앞에서 보여준 그림과는 상당히 다른 경향을 나타내고 있다.

이들 그림에서 노즐의 지름이 일정범위보다 크면 절단신도가 감소하고 있다. 이러한 현상은 노즐의 지름이 커짐에 따라 교락이 이루어지는 횡수가 감소할 뿐만 아니라 교락부가 넓어지게 되어 인장에 대해 효율적이지 못한 구조로 인터레이싱이 이루어지기 때문이다. 이러한 현상은 필라멘트들 간의 평형상태가 감소함에 따라 마찰력이 줄어들게 되고 영킴현상이 규칙성을 많이 잃게되어 신장에 대한 안정된 구조를 하지 못하기 때문이다. 반면에 노즐의 지름이 1.4~1.6 mm 이내의 일정범위에서 절단신도가 증가한 것은, 노즐의 지름이 증가함에 따라 인터레이싱에 의해 이루어지는 섬유간의 변형형태가 상당한 규칙성을 띠게 되기 때문으로 사료된다. 따라서 필라멘트들 간의 평형상태가 증가하고 마찰력이 커져 신장에 대한 안정된 구조를 하였기 때문으로 분석이 된다.

한편, Fig. 8~11을 비교해 보면 텐션 링이 1개, 2개 및 4개로 점점 많아질 때 노즐의 지름이 적을 때는 점차적으로 비강도가 감소하고 있다. 특히 텐션 링의 개수가 4개일 때는 이러한 현상이 두드러지게 나타나고 있다. 이는 필라멘트들 간의 평형도가 점차적으로 나빠지기 때문에 일어난 현상이다. 이러한 현상은 노즐의 지름이 작아 효율적인 인터레이싱이 일어남에 따라 신장에 대한 안정적인 구조로 텍스처 가공사가 만들어지는 시스템에서 텐션 링의 개수가 많아짐에 따라 장력이 증가하여 평형도가 감소함에 따라 신장에 대해 효율적이지 못한 구조를 형성하는 시스템으로 바뀌었기 때문으로 사료된다. 노즐의 지름이 일정범위 이상일 경우에는 텐션 링의 개수가 많아짐에 따라 절단신도가 증가하다가 텐션 링이 4개에 이르면 오히려 감소하는 모양을 나타내고 있다. 이는 점차적으로 필라멘트들이 평행화되어 보다 신장에 효과적이다가 장력이 더 커지면 그 효과가 오히려 감소되었기 때문으로 사료된다.

Fig. 8~11에서 권취속도도 노즐의 지름과 텐션 링의 개수와 함께 절단신도에 어느 정도 절단신도에 영향을 미치고 있음을 말해주고 있다. 노즐의 지름이 작고 텐션 링의 개수가 2개 이하일 권취속도가 240 m/min에서 480 m/min까지 증가함에 따라 필라멘트 사이의 마찰력이 감소되기 때문에 효율적인 구조가 되지 못하여 절단신도가 감소한다. 권취속도가 480 m/min까지 증가함에 따라 필라멘트사의 교락수가 적어지며 교락부의 범위가 좁아지고, 필라멘트사의 마찰력을 감소시키는 구조가 되어 절단신도를 저하시킨 것으로 생각된다. 그러나 노즐의 지름이 커지면 속도가 낮은 경우 오히려 필라멘트들이 높은 속도에 비해 구조가 더욱 불안정화되는 경향이 있기 때문으로 보인다. 그러나 텐션 링의 개수가 4개에 이르러 장력이 더욱 증가하면 노즐의 지름이 1.2mm일 경우에도 권취속도가 느려도 효율적인 구조를 형성하지 못하여 절단신도는 더욱 작아진 것이다. 이러한 사실들로 보아, 필라멘트사가 노즐을 통과하면

서 발생하는 엉킴의 현상 즉 교락의 형성이 신장에 효율적인 구조로 잘 이루어지기 위해서는 권취속도와 더불어 노즐의 지름과 텐션 링의 개수에 의해 결정이 되므로 상당히 복잡한 양상을 띠고 있음을 말해주고 있다.

3.3. 노즐의 지름과 텐션 링의 개수에 따른 텍스처 가공사의 인테레이싱 수의 변화

Fig. 12, 13, 14 및 15는 노즐의 지름에 따른 텍스처 가공사의 인테레이싱 수의 변화를 나타낸 것이다. 노즐의 지름은 1.2, 1.4, 1.6, 1.8 mm으로 하였으며 권취속도는 각각 240, 320, 400, 480 m/min으로 하였다. 이들 그림에서 인테레이싱의 수

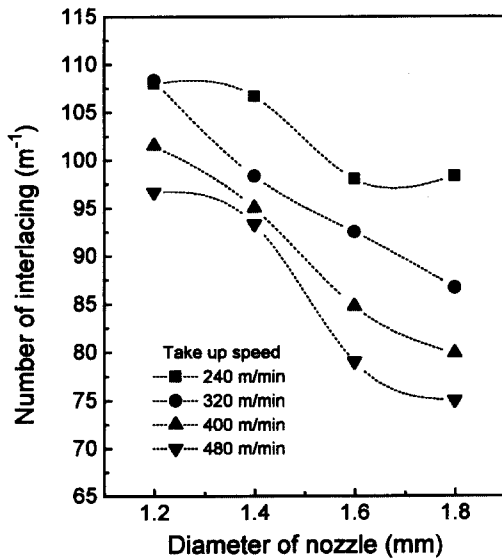


Fig. 12. The effect of nozzle diameter on the number of interlacing at different take-up speeds without a tension ring.

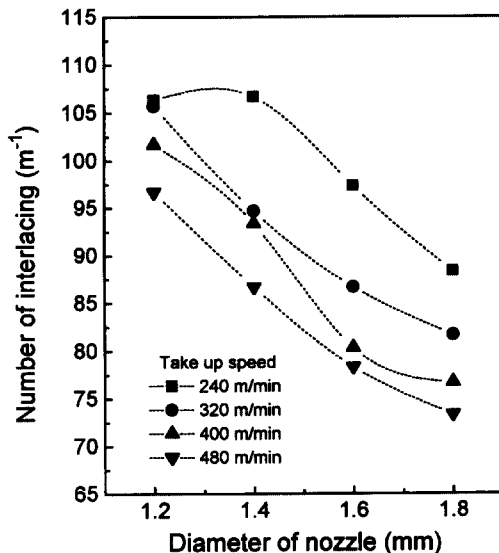


Fig. 13. The effect of nozzle diameter on the number of interlacing at different take-up speeds with one tension ring.

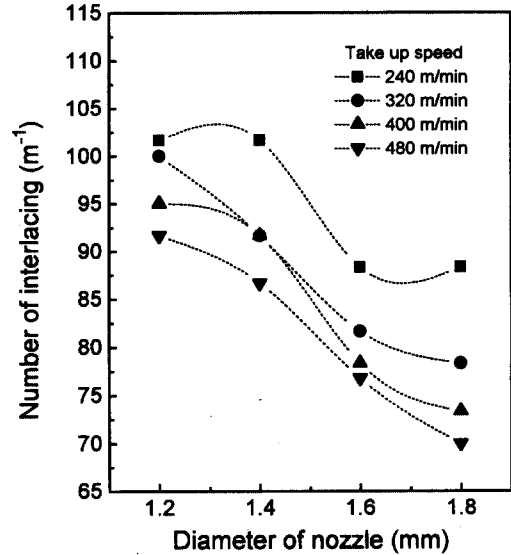


Fig. 14. The effect of nozzle diameter on the number of interlacing at different take-up speeds with two tension rings.

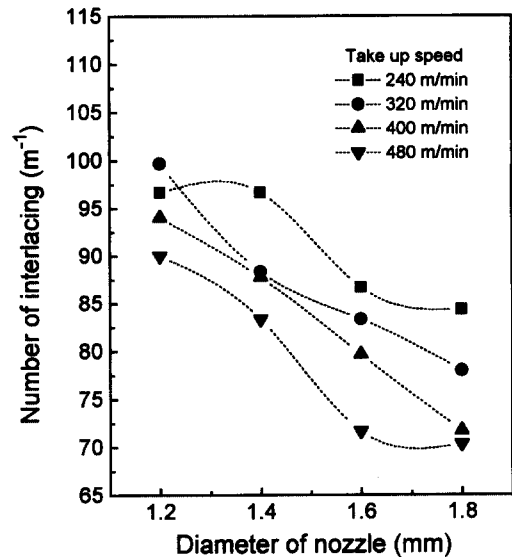


Fig. 15. The effect of nozzle diameter on the number of interlacing at different take-up speeds with four tension rings.

는 노즐의 지름이 클수록 점점 작아지는 경향을 보여주고 있으며, 권취속도가 작을수록 인테레이싱 수는 많게 나타나고 있다. Fig. 12는 텐션 링을 사용하지 않는 경우이며, Fig. 13은 1개, Fig. 14는 2개, Fig. 15는 4개의 텐션 링을 사용한 경우를 보인 것이다. 그리고 Fig. 12~15를 비교하면 인테레이싱 수의 변화가 서로 비슷한 경향을 보여주고 있으나, 텐션 링을 전혀 사용하지 않는 Fig. 12에 비해서 텐션 링의 수가 증가할수록 인테레이싱 수는 점점 감소하고 있음을 보여주고 있다.

노즐의 지름이 1.2 mm일 때에는 압력공기의 작용점이 집중화되어 있음에 따라 인테레이싱이 형성될 수 있는 공간이 좁

으므로 인터레이싱이 용이하게 이루어질 수 있으나, 노즐의 지름이 1.4, 1.6, 1.8 mm로 커짐에 따라 작용점의 집중도가 점점 떨어져 인터레이싱이 용이하게 이루어질 수가 없음을 기인하여 인터레이싱의 수가 점점 작아지는 경향을 보여준 것이다. 그리고 권취속도는 각각 240, 320, 400, 480 m/min으로 증가할수록 인터레이싱 수는 오히려 감소한 것은 압축공기의 집중도가 권취속도가 증가함에 따라 효율적으로 작용하지 못했기 때문이다. 한편, 텐션 링을 1개, 2개 및 4개를 각각 사용한 Fig. 13~15를 텐션 링을 전혀 사용하지 않는 Fig. 12에 비교하면 텐션 링을 쓰지 않을 때보다 텐션 링을 사용할 때가 인터레이싱의 수가 적고, 텐션 링의 수가 증가할수록 인터레이싱 수는 점점 감소한 것은, 텐션 링의 개수가 많을수록 가공사에 걸리는 장력이 커짐으로 압축공기의 분사가 인터레이싱을 형성하는데 보다 많은 어려움이 있었기 때문이다.

4. 결 론

Polyester 85/72 연신사 및 polyester 50/36 미연신사를 이용한 공기분사 텍스처가공 실험을 통하여, 노즐의 지름과 텐션 링 그리고 권취속도의 변화에 따른 텍스처 가공사의 비강도, 절단신도 및 인터레이싱 수의 변화를 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 노즐의 지름이 1.2 mm인 경우, 텐션 링의 개수가 증가함에 따라 비강도가 점점 감소하며, 노즐의 지름이 1.8 mm까지 점점 커질수록 텐션 링을 사용하지 않을 경우에는 비강도가 급격히 감소한다. 텐션 링의 개수가 점점 많아지면 비강도의 감소율은 둔화되며, 텐션 링의 개수가 4개에 이르면 노즐의 지름이 작은 범위에서는 그 지름이 커짐에 따라 오히려 비강도가 증가한다. 그리고 권취속도가 빠를수록 비강도의 감소폭이 더 커졌으며, 노즐의 지름이 작을 경우에는 권취속도가 빠를수록 비강도가 크나, 텐션 링의 개수가 4개로 증가하면 오히려 그 반대의 경향을 보인다.

2. 노즐의 지름이 클수록 절단신도는 계속 증가하다가 1.4

mm를 넘어서면 대체적으로 감소한다. 그러나 텐션 링을 쓰면 그 감소율은 두드러지게 둔화된다. 한편, 노즐의 지름이 작은 범위 내에서 텐션 링의 개수가 많아질수록 절단신도는 점차 감소하여진다. 특히 링의 개수가 4개일 때는 이러한 현상이 매우 크게 나타난다. 그리고 권취속도가 증가할수록, 노즐의 지름이 작은 경우에는 절단신도가 증가하나, 텐션 링의 개수가 4개에 이르면, 권취속도가 증가할수록 오히려 감소한다. 노즐의 지름이 커지면, 대체적으로, 권취속도가 빠를수록 절단신도가 커진다.

3. 인터레이싱의 수는 노즐의 지름이 클수록 점점 적으며, 권취속도가 낮을수록 점점 증가된다. 한편, 텐션 링의 수가 증가할수록 인터레이싱의 수는 점점 감소하는 경향을 보인다.

참고문헌

- Acar M. Turton R.K. and Wray G.R. (1986) An Analysis of the Air-Jet Yarn Texturing Process. *J. Text. Inst.*, **77**, 247-254.
- Kothari V.K. Sengupta A.K. Rengasamy G.S. and Goswami B.C. (1989) Influence of Interfilament Friction on Structure and Properties of Air textured Yarns. *Text. Res. J.*, **59**, 317-323.
- Kothari V.K. Sengupta A.K. Srinivasan J. and Goswami B.C. (1989) Air-Jet Texturing of Cotton-filament Composite Yarns for Better Apparel Comfort. *Text. Res. J.*, **59**, 292-299.
- Lee C.G. and Park J.H. (1996) Air-Jet Texturing for POY Filament Yarns by the Interlacing Method. *J. Korean Fiber Soc.*, **33**, 366-375.
- Sengupta A.K. Kothari V.K. and Srinivasan J. (1991) Effect of Process Variables in Air-Jet Texturing on the Properties of Spun Yarns with Different Structures. *Text. Res. J.*, **61**, 729-731.
- Sengupta A.K. Chattopadhyay R. and Sensarma J.K. (1992) Air-Jet Texturing of Sirospun Yarn. *Text. Res. J.*, **62**, 328-334.
- Srinivasan J. Sengupta A.K. and Kothari V.K. (1992) Air-Jet Texturing of Spun Cotton Yarns for Improved Comfort. *Text. Res. J.*, **62**, 40-43.

(1999년 5월 10일 접수)