

〈研究論文(學術)〉

폴리에스테르 필라멘트의 텍스처링 공정조건이 絲물성에 미치는 영향

김승진 · 안병훈* · 이민수*

영남대학교 공과대학 섬유패션학부

* 제원화섬(주)

(1999년 9월 30일 접수)

Effect of Processing Condition of Texturing M/C on the Physical Properties of Textured Polyester Filament

Seung Jin Kim, Byung Hun An*, and Min Soo Lee*

School of Textiles & Fashion, Yeungnam University, Kyongsan, Korea

*Chewon Textured Co., Ltd., Kumi, Korea

(Received September 30, 1999)

Abstract—PET POY(pre-oriented-yarn) were treated by false twister to high bulky. False twister have many processing parameters velocity ratio(VR), belt cross angle(θ), 1st heater temp. and K(twisting tension/untwisting tension). we analyzed the effect of properties of textured polyester yarn on processing condition. Initial modulus, thermal stress, No. of snarl is decreased by 1st heater. In VR=1.97, Dry and wet shrinkage is increased but is decreased by 1st heater in VR=1.564. K/S and cristallinity tend to increase by decreasing VR.

1. 서 론

가공사는 Heberlein社(Switzerland)에서 1936년 rayon의 양모대체사를 만들기 위하여 개발된 이래 합섬섬유의 단점인 고광택 및 flat한 점을 보완하기 위하여 crimp를 부여하여 촉감개량을 목적으로 사용되었다. 이후 많은 발전을 거듭하여 제조방법에서도 선회성(가연-열고정-해연법, 가연법, 마찰법), 비선회성(stuffing법, 고압air-jet법, 복합권축사, bulky방적법, 개섬흔섬사)등으로 분류되면서 다양한 기술들이 개발되어 왔다.

이 filament 및 staple fiber에 bulky성과 신축성을 부여하는 것을 texturing가공 또는 high bulky 가공이라고 부른다. 가공사는 사에 2차원 또는 3 차원적인 권축변형을 부여하고 이 변형을 적당한 방법으로 고정하고 섬유간의 상호 평행성을 감소시키고 bulky성과 신축성을 부여한 사를 총칭하는 것이다.

이러한 사는 예외 없이 bulky성과 신축성의 두 특성을 가지며, 이 특성을 강조하여 bulky가공사(bulk textured yarn, stretch textured yarn)라고 부르기도 한다.

川崎¹⁾ 등은 high bulky 사는 2차원 또는 3 차원적 권축을 가지는 filament의 집합이고 과형, 섬세성, 균일성 등은 권축 형성기구에 의해 결정된다고 보고하였다. 木村²⁾ 등은 모노필라멘트에 의한 가연사 및 가연-열고정-해연사의 권축구조를 modeling하였다.

최근에는 대량생산 및 품질 안정성이 우수한 假撓法(false twist)이 널리 사용되고 있으며 twisting 기구에 따라 pin type, belt type, disk type 등 크게 3가지로 나누어지고 이들의 공정 변수로는 heater 온도, draw ratio, yarn speed, 사속비 등이 있다. 그러나 이를 공정 변수에 따른 선의 물성에 대한 자료는 각 기업마다 노출을 하지 않고 또한 데이터의 축적도 되지 않고 있다. 최근 들어서는 다양한 복합소재의 출현으로 이를 물성 데이터의 체계적인 정립이 필요한 단계에 와 있다. 따라서 본 연구에서는 최근 신소재로 많이 사용되고 있는 고신축용 폴리에스테르 원사를 사용하여 텍스처링 공정 변수에 따른 이들 가연사의 물성 분석 결과를 조사해 봄으로써 중소기업이 제품개발에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 실험

2.1 시료

국내 원사업체의 POY 250/48 SD를 소재로 하여 Table 1에 보이는 텍스처링 공정 조건을 변화시켜 6가지 시료를 생산하였다. 그리고 사용된 기계는 벨트타입의 Muratec 33H이며 이 기계의 모식도를 Fig. 1에 보인다.

2.2 수축률 시험

가. 습열 수축률 시험

둘레 1000mm의 Reel에서 10회 시료를 감는다. 0.1g/d의 초하중을 걸어 시료의 원장을 구한 후 Water Bath 내 물의 온도 100°C에서 시료를 30분간 무긴장하에서 침지하여 습열 처리를 한 후 아래 식에 의해 수축률을 계산하였다.

$$\text{습열 수축률} (\%) = \frac{\text{초기 원장} - \text{처리 후 수축장}}{\text{초기 원장}} \times 100$$

나. 건열 수축률 시험

습열 수축시와 동일한 방법으로 시료를 채취하

여 원장을 구한 후 Heating-chamber 내 공기의 온도 180°C 시료를 2분간 무긴장하에서 건열 처리를 한 후 2.2 가.의 방법으로 수축률을 구하였다.

Table 1. Processing condition

No.	YS	DR	VR	θ	Temp.	K(T_2/T_1)
1	400	1.6	1.97	120	230	60/80
2	400	1.6	1.97	120	220	60/80
3	400	1.6	1.97	120	210	60/80
4	400	1.6	1.564	105	210	90/95
5	400	1.6	1.564	105	230	90/95
6	400	1.5	1.564	100	240	60/80

DR (draw ratio) : POY(Pre-Oriented Yarn)의 최종 연신비

VR (velocity ratio) : Surface speed of belt/Yarn speed
 θ (heater temperature) : 1st heater의 온도,

T1 : 가연장력(gr)

T2 : 해연장력(gr)

YS : Yarn speed

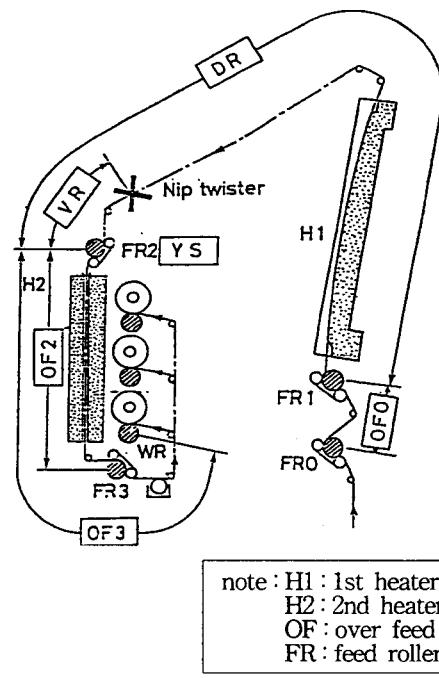


Fig. 1 Schematic diagram of false twist M/C.

2.3 열 응 력

원사 및 simulation 실험 후 열응력 측정기에 의해 絲의 열응력을 측정하였으며 열응력 측정에 사용한 기기는 Kanebo ENGINEERING, LTD. (Osaka, Japan)를 사용하였다.

2.4 Crimp 특성 시험

제조된 加工絲의 크림프 특성은 Hatra 방법에 의해 측정하였으며 crimp rigidity와 crimp retraction을 측정하였다.

가. crimp rigidity

시료를 타래상태로 만들어 0.1g/d의 초하중을 가하고 20°C의 물에서 2분간 방치 후 길이를 측정(L_1)한 뒤 하중을 0.002g/d로 감소시켜 2분간 방치후 길이를 측정(L_2)하여 아래의 식으로 crimp rigidity를 구하였다.

$$\text{Crimp rigidity} = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100$$

나. crimp retraction

0.002g/d의 초하중 상태에서 90cm의 가공사를 0.1g/d의 하중을 주고 2분간 실온에서 방치한 후 길이(L_1)을 측정한 뒤 하중을 0.002g/d로 감소시켜 2분 후 길이(L_2)를 측정하여 아래의 식으로 crimp retraction을 구하였다.

$$\text{Crimp retraction} = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100$$

3. 결과 및 고찰

3.1 공정 조건에 따른 섬도 변화

Fig. 2는 공정조건변화에 따른 섬도 변화를 보인다.

1번, 3번, 6번 시료가 섬도의 분포가 2번, 4번, 5번 시료보다 큰 값을 보임을 알 수 있다. 이것은 Table 1에 보인 여러 가지 공정변수 변화중에서 1번, 3번, 6번 시료의 가연장력 및 해연 장력의 비(K)가 60/80으로써 4번, 5번의 K치인 90/95 보다 큰 값을 가진다는 사실로써 K값이 絲의 섬도의 불균제에 영향을 미치며 K값이 작은 값일수록 섬도의 편차가 작음을 알 수 있다. 특히 1번 lot 즉

Velocity ratio 1.97, belt 교차각 120°, 1st heater 온도 230°C 그리고 K 값이 0.75인 공정조건이 絲의 섬도의 불균제가 가장 큰 값을 보인다. 이것은 velocity ratio가 1.97이면 벨트가 필라멘트를 마찰하면서 지나는 속도가 크면서, 또한 벨트 교차각이 120°로 각도가 클수록 필라멘트와 마찰되는 면적이 또한 커져 絲의 벌기성이 커지면서 이들의 변화도 커지게 된다. 이러한 사실이 絲의 불균제의 원인으로 보여지며 또한 이 시료는 velocity ratio와 belt 교차각 그리고 장력비 등이 큰 값의 조건으로서 이 경우 setting 온도를 230°C로 비교적 높은 온도로 처리하더라도 加工絲의 섬도 불균제가 발생함을 볼 수 있다.

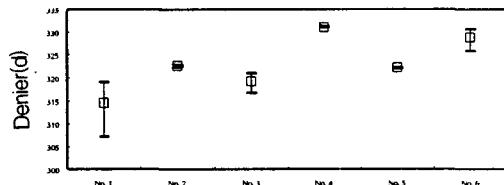


Fig. 2 Denier of specimens.

3.2 공정조건에 따른 인장특성 변화

Fig. 3은 Table 1에 보인 velocity ratio별로 1st heater 온도에 따라 초기탄성을 도시한 것이다. Velocity ratio가 높은 1.97의 경우 1st heater 온도가 증가할수록 초기탄성을 값은 감소하므로써 加工絲의 신축성은 커지는 것으로 나타난다. 이것은 velocity ratio가 클수록 벨트가 필라멘트 絲에 주는 마찰이 커지므로써 필라멘트 내의 섬유가 많이 흐트러진 상태로 되며 이때 1st heater 온도가 큰 값을 가질수록 이들 섬유들의 흐트러짐이 증가되면서 섬유의 크림프가 증가되어 초기탄성을 감소하고 絲의 신축성이 커지는 것으로 사료된다. 그러나 velocity ratio가 낮은 1.56의 경우는 210°C에서 230°C로, 1st heater 온도 증가에 따라 絲의 초기탄성을은 증가하다가 240°C로 더욱 증가하면 감소하는 현상을 보인다. 이것은 velocity ratio가 낮을 경우 벨트가 필라멘트에 주는 마찰이 적고 온도가 230°C 범위까지는 필라멘트 내의 섬유가 오히려 stiff하게 되나 용융온도에 가까운 240°C 근처에서는 필라멘트 내의 섬유의 흐트러짐이 증

가하여 크립프가 많아지므로써 絲의 초기탄성을 감소하는 것으로 보여진다.

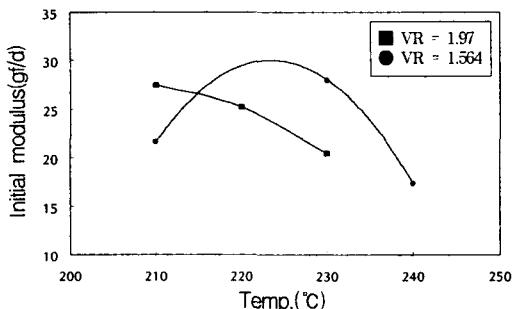


Fig. 3 Effect of temperature on initial modulus (VR=1.97 and 1.564).

3.3 공정조건에 따른 열수축률과 열응력 변화

Fig. 4는 공정조건에 따른 가연사의 습열과 건열 수축률을 보인다. 본 연구에서 실험한 일반 DTY의 경우, 습열수축률은 9%, 그리고 건열수축률은 1.5% 정도의 값을 보인다.

일반 DTY사에 비해 고신축·non-torque 絲의 습열 수축률은 4~5% 정도 낮은 값을 보이며 건열수축률은 5~8% 정도 높은 값을 보인다.

加工 공정 파라메타에 따른 6가지 가공사에 있어서는 건열·습열 수축률 모두 큰 차이를 보이지는 않으나 건열 수축률의 경우 1번 시료가 8% 정도의 다소 높은 건열 수축률을 보이면서 수축률의 편차도 가장 큰 값을 보인다. 이는 Fig. 2에서 絲의 섬도가 가장 낮은 값을 보이면서 가장 큰 편차를 보이는 결과와 상관성이 있는 것으로 보여진다. 즉 1번 시료의 경우 자연장력과 해연장력의 比(K)가 큰 값의 경우이며 velocity ratio(VR)가 1.97, belt 교차각(θ)이 120°로써 공정에서 필라멘트의 변형과 인장을 많이 받으므로써 사의 섬도는 낮은 값을 보이며 반면에 응력완화 수축인 건열 수축률 값은 가장 높은 값을 보이는 것으로 보여진다. 그리고 絲의 섬도의 변화가 크고 건열 수축률의 변화도 가장 큰 폭을 보이는 것으로 사료된다.

Fig. 5는 Fig. 4의 data를 사가공 공정 파라메타 중 Velocity ratio(VR)별로 1st heater 온도에 따른 습열·건열 수축률을 도시 한 것이다. Velocity

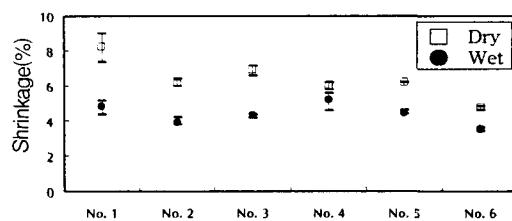


Fig. 4 Dry and wet shrinkage of specimens.

ratio에 따른 습·건열 수축률의 변화는 크게 보이지 않으나 1st heater 온도가 210°C에서 230°C로 증가함에 따라 Velocity ratio가 1.97인 경우, 습열·건열 수축률이 증가함을 보인다. 그러나 VR이 1.56인 경우는 오히려 210°C에서 230°C, 240°C로 온도 증가에 따라 습·건열 수축률이 감소하는 경향을 보인다. 이러한 현상은 벨트의 속도가 빨라질수록 絲가 받는 변형이 온도증가에 따라 커짐으로써 더 별거한 상태로 되어 습·건열 수축률이 증가하게 되나 벨트의 속도가 낮은 경우는 히터의 온도 증가가 오히려 필라멘트 내의 섬유들을 세트하게 만들므로써 습·건열 수축률이 감소하게 되는 것으로 사료된다.

Fig. 6은 공정 파라메타인 Velocity ratio 별로 1st heater 온도 변화에 따른 최대 열응력과 최대 열응력온도를 도시한 것이다.

최대 열응력은 1st heater 온도 증가에 따라 감소하는 반면 최대 열응력온도는 증가하는 현상을 보인다. 이는 1st heater에서 열처리온도가 증가하면 필라멘트 내부의 분자세그먼트의 열가소성이 증가하게 되고 따라서 필라멘트에 2차적인 열이

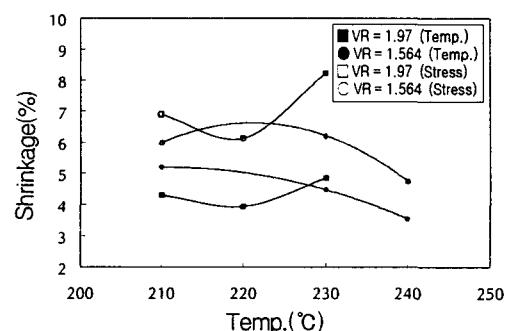


Fig. 5 Effect of temperature on shrinkages (VR=1.97 and 1.564).

주어질 때 최대 열응력의 감소를 가져오며 이들 최대 열응력을 보이는 온도는 열가소성의 증가로 인해 오히려 증가하게 되는 것으로 사료된다.

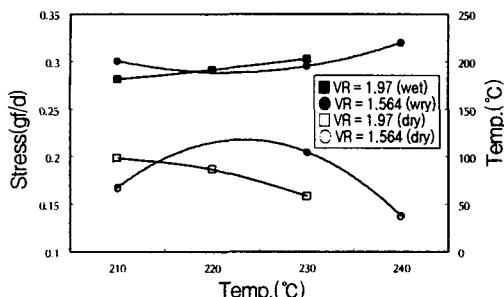


Fig. 6 Effect of temperature on max. thermal stress and temperature (VR=1.97 and 1.564).

3.4 공정 조건에 따른 crimp 특성 변화

Fig. 7은 Velocity ratio 별로 1st heater 온도에 따른 snarl 특성 결과를 도시한 것이다. Velocity ratio 별로는 큰 차이를 보이지 않으며 1st heater 온도가 증가함에 따라 snarl index가 약간 감소하는 현상을 보인다. 이는 히터의 온도가 증가함에 따라 별기하면서 크립트가 발현된 필라멘트 내의 섬유가 열에 의해 세트가 되므로 snarl의 현상이 감소하는 것으로 생각된다.

Fig. 8은 6개 시료의 Velocity ratio 별 1st heater 온도 변화에 따른 crimp rigidity 와 crimp retraction 결과를 도시 한 것이다. crimp rigidity

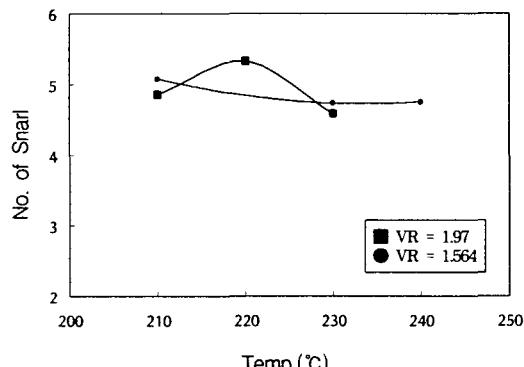


Fig. 7 Effect of temperature on no. of snarl (VR=1.97 and 1.564).

는 1st heater 온도가 증가함에 따라 증가하는 현상을 보이며 crimp retraction은 velocity ratio가 1.56인 경우는 큰 변화를 보이지 않으나 velocity ratio가 1.97인 경우는 1st heater 온도가 증가함에 따라 감소하다가 증가하는 현상을 보이나 velocity ratio와 heater 온도에 따라서 일관된 경향성을 보이지 않으므로써 추가적인 실험에 의한 결과를 다시 분석해 볼 필요가 있다고 보여진다. 단지 열응력과 열수축률에서 가장 큰 값을 보인 3번 시료의 경우 crimp rigidity는 낮은 값을 보이며 crimp retraction은 높은 값을 보이므로써 우수한 crimp 효과를 보인다고 사료된다.

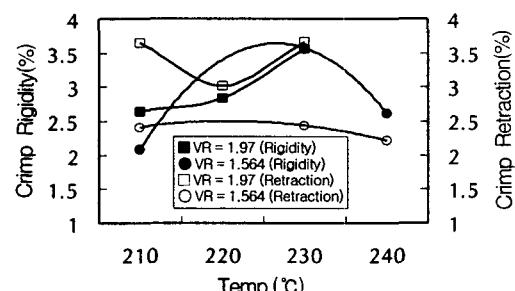


Fig. 8 Effect of temperature on crimp rigidity and retraction (VR=1.97 and 1.564).

4. 결 론

250d/48f POY를 사용하여 velocity ratio(VR), belt 교차각(θ), 1st heater 온도, 가연장력과 해연장력의 比(K) 등의 공정 파라메타를 변화시켜 선의 물성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- Initial modulus, 열응력, snarl지수는 1st heater 증가에 따라 감소하는 경향을 보인다.
- 가연장력 및 해연장력의 비(K)가 클수록 사의 섬도불균제에 영향을 미치고 높은 가연온도 또한 불균제에 영향을 미친다.
- VR이 높은 1.97에서는 견열, 습열수축률이 증가하는 경향을 보이며 VR이 1.564에서는 반대로 감소하고 있다.
- Crimp rigidity는 1st heater 온도증가에 따라 증가하나 crimp retraction은 감소하는 경향을 보인다.

감사의 글

본 연구는 RRC 연구결과 (과제번호 : 96-10-02-02-A-3)의 일부로써 관계기관에 감사를 드린다.

참고문헌

1. 川崎, バルキ加工法, 合纖紡績技術懇談會, 196

3-2-26.

2. 木村, 米山, 安塚 : 織學誌, 19(1963).
3. フィラメント加工技術マニュアル (I), 日本織維機械學會(1976).
4. 김승진, “사가공 공정기술”, RRC기술자료, 8 (1996).
5. 김승진, “복합사 제조공정기술”, RRC기술자료, 9(1997).