

## Super Bulky Yarn의 사가공 조건에 따른 물성변화

박명수

경일대학교 섬유패션학과

### The Physical Properties of Super Bulky Yarn According to Textured Condition

Myung Soo Park

Dept. of Textile and Fashion Tech., Kyungil University, Kyungsan, Korea

**Abstract :** In this study, physical properties were studied by using latent stretching yarn in order to develop the texturing yarn technique for super bulky yarn, which is better in bulkiness and handle than natural wool and also adds property of synthetic fiber to natural wool. In order to obtain textured conditions by analysing basic properties for manufacturing DTY yarn with super bulky property, DTY 50d/12 after spinning latent yarn spined POY 80d/12 was obtained under the two conditions of (i) false twist(T/M) level 3 in DTY texturing and (ii) draw ratio level 4 in draw texturing. For DTY texturing yarn, Elongation rate increased as the heat treatment time and temperatures increased. In addition, shrinkage became higher as false twist was higher, so that elongation rate became lower. When annealing became longer in time and higher in temperature, initial modulus increased. In addition, as the count of false twist increased, the initial modulus showed higher values. For draw texturing yarn, under the conditions of heat temperature 180 and heating time 30 minutes, shrinkage rate in draw ratio 1.55 and 1.6 draw ratio was 7%, and that in 1.65 and 1.7 draw ratio was 8.5%. High draw ratio samples' tenacity was much influenced by heating time and temperature, but low draw ratio samples' tenacity was influenced not by treated time, but by treated temperature.

**Key words:** Latent yarn, Conjugated spinning, Shrinkage, Initial elasticity, Super bulky

## 1. 서 론

의류용 직물은 원료인 fiber, yarn의 굵기와 형상, 직물의 조직과 밀도, 염색, 가공 등의 요소와 제조기술의 다양한 조합에 의하여 제품의 성능이 표출된다. 따라서 다양하고 창조성을 구사하는 풍부한 표현을 표출하기 위하여서는 직물의 물리적 성능, 관능적 성능의 양면에 여러 가지 새로운 특성이 요구되어지고 있으므로 단위공정 및 각 공정간 기술력이 효율적으로 연계되어야만 할 것이며, 무엇보다 각 공정에서의 상품재현성이 가능한 공정조건의 개발 또한 매우 중요할 것이다.

국내에서 소모조 기술은 복합가공 기술을 중심으로 전개되어 양모섬유의 외관과 특성을 구현하는 기술이 대다수이다. 국내의 원사메이커에서는 뉴 소모조 소재의 차별화제품을 상품화하기 위해 전력을 질주하고 있는 것은 사실이나 국외제품에 비해 제조기술수준이나 제품수준이 다소 뒤떨어진다. 이는 원사의 차별화기술의 부족에서부터 최종 염색 및 후가공 공정까지 각 공정간의 제조기술에 대한 전체적인 기술연계가 체계적으로 이루어지지 못하고 있어 상품화로의 기술개발이 매우 미흡하기

때문이다.

울은 초기탄성률이 낮고, 2종의 복합구조에 의해 미세한 crimp가 형성되며, 고급제품에 사용되는 섬도는 2d 정도로서 부품성이 있는 촉감과 스트레치성 등의 특성이 발현된다. 이러한 울 특성과 구조에 최대한 근접하면서 합섬소재에 모방하기 위해 우선적으로 폴리머 개질 및 복합방사 시스템을 이용한 하이 멀티 복합방사 제조기술(Sigeki, 2002)을 통해 super bulky섬유의 원천소재인 원사 spec.(합섬도, 단섬도, 수축응력, 권축력, 크립 구조, 표면형태 등)을 울 형태로 제조할 수 있는 방사 제조기술을 개발이 필요하며 이렇게 새롭게 개발된 원사를 이용한 복합사가공 기술의 개발, 그리고 새로운 울 효과를 가진 제품으로 접근하기 위한 제직 및 염색가공기술과의 기술연계를 통해서만 희소성이 있는 상품개발이 가능할 것이다.

지금까지는 합섬섬유에 bulky을 부여하기 위하여 복합사가공 및 이수축 혼섬 기술을 활용한 bulky섬유의 개발이 중심이었으나 최근에는 복합방사(conjugated spinning)기술 및 복합사가공 기술을 활용한 bulky섬유의 개발(Okamoto, Berkowitch, 1993).이 활발하게 추진되고 있다. conjugated spinning기술은 극세, 초극세 섬유에 응용되지만, 개발의 시초는 울의 바이메탈구조에 기인하는 권축을 발현시키기 위함이었으며, 수축률이 서로 다른 특수 복합한 바이메탈구조의 형태를 갖춤으로서 권축을

Corresponding author; Myung Soo Park  
Tel. +82-11-513-1704, Fax. +82-53-850-7605  
E-mail: mspark@kiu.ac.kr

**Table 1.** Physical property of super bulky yarn(POY 80/12)

Sample Spec.	Physical property			
	Yarn count (d)	Tenacity(g/d)	Strain(%)	Density(g/cm <sup>3</sup> )
PET POY 85d/12	84.66	2.31	112.60	1.34

발현시키는 복합방사 기술(Masakatsu, 1999)이 주종을 이루고 있으며, 특허출원 건수는 이 분야의 기술을 선도하고 있는 일본(Teljin Ltd, Unitika Ltd, 2001)이 가장 많으며 이 분야의 기술 잠재성을 높이 평가하여 국내의 대부분 원사메이커 등에서도 bulky섬유에 관한 특허 출원 건수가 급격히 증가하고 있는 추세이다.

국내의 특허기술 동향을 살펴보면 고, 저점도의 폴리에스테르 폴리머가 side by side형으로 접합되어 있는 복합섬유제조용 방사구금(nozzle) design에 관한 특허(효성, 2001a)가 주종을 이루고 있으며, 나일론 6와 나일론 66의 단독중합체(효성, 2002) 및 고수축성 폴리아미드계 공중합체의 조합을 통한 원형 및 이형단면의 구금(spinneret design)을 주요기술로 성능제고를 추구하는 기술성향이 나타나고 있다. 이러한 conjugated spinning기술에 의하여 개발되어지는 소재는 bulky성 뿐만 아니라 권축기능성을 갖고 있으므로 소모조 소재 및 Bulky성 소재로 널리 사용되고 있는 잠재 권축사(Takayuki, 2002)는 Side by side형 복합사로 조합된 원형의 복합 혼섬 형태로 소모조 소재로 전개되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 천연 울의 bulkiness성과 촉감을 증가하는 합섬소재 특유의 제품발현 하는 super bulky성 섬유를 개발하고자 side by side형 잠재권축사의 복합사가공기술을 개발하기 위한 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 실험 및 방법

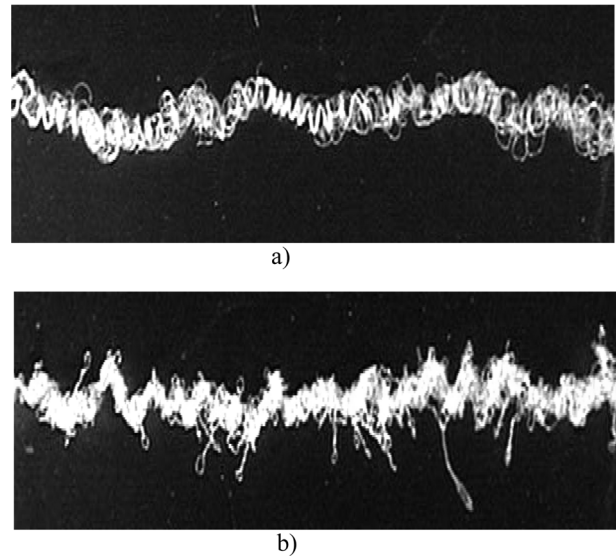
### 2.1. Super bulk yarn 제조

Super bulk yarn 제조를 위하여 polyester 저IV와 regular IV polymer 이종의 폴리머를 복합방사기(TMT, Japan)로 side

by side형으로 방사 하여 super bulky성을 발현하는 잠재권축사(POY 80d/12)를 제조 하였다. 이때 spin beam의 온도는 290로 하였고 방사속도는 3,200 m/min으로 하였다. 방사된 시료의 물성은 Table 1에 나타내었다.

### 2.2. Super bulky 가공사 제조

Super bulky성을 향상시키기 위한 DTY(Draw Textured Yarn) 가공사 제조는 2-1에서 제조된 잠재권축 POY 80d/12



**Fig. 1.** Photograph of latent yarn after treated boiling water  
 a) Drown yarn of latent crimp treated at boiling water  
 b) DTY of latent crimp treated at boiling water

**Table 2.** Texturing(DTY) method of samples

Sample NO	Twist (T/M)	Draw ratio	1st Heater(°C)	Tension 1(g)	Tension 2(g)
T1	3900	1.60	145	20	30
T2	3600	1.60	145	20	32
T3	3300	1.60	145	24	36

**Table 3.** Texturing(Drawing) method of samples

Sample NO	Twist (T/M)	Draw ratio	1st Heater(°C)	Tension 1(g)	Tension 2(g)
D1	3900	1.70	145	28	40
D2	3900	1.65	145	24	34
D3	3900	1.60	145	20	30
D4	3900	1.55	145	15	27

를 Nip belt type 가연기(Murada, Japan)를 사용하여 Twist [turns/meter(T/M)] 3단계(Table 2)변화시켜 DTY 50d/12를 제조하였다. 그리고 연신사 제조는 Draw-winder(Zinser, German)를 사용하여 연신 비를 4단계(Table 3)로 변화시켜 Super bulky성 50d/12 연신사를 제조하였다.

Fig. 1의 a)는 2-1에서 제조된 잠재권축 가공사를 연신한 시료를 비수에 수축한 후의 표면사진이고 b)는 잠재권축 가공사를 가연한 시료를 비수에 수축한 후의 표면사진을 나타낸 것이다. 여기서 보면 super bulky성이 잘 나타나고 있음을 알 수 있다.

### 2.3. 시료의 물성 측정

#### 2.3.1. 수축률

수축률은 시료길이 30 cm로 하여 비수 수축률은 온도 100°C의 열수에 20분간 처리한 후 가공 공정조건을 고려하여 비수 측정 후 초 하중(0.1 g/d) 상태로 100, 120, 140, 160, 180°C 열풍 oven에서 5분, 10분, 30분, 60분간 처리한 후 수축률을 10회 측정하여 평균치를 계산 하였다.

#### 2.3.2. 비강도, 신도 및 초기탄성률 측정

초기탄성률과 비강도 및 변형률은 만능시험기(Hounsfield사 영국)를 사용하여 얻은 응력 변형률 곡선에서 구하였다. 이때 측정조건은 아래와 같다.

Full scale: 10 kgf                      Load cell: 50 kgf  
 Sample length: 10 cm                  Extension speed: 3 cm/sec

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. DTY공정 중 false twist에 따른 물성변화

Fig. 2는 Table 2의 조건으로 사가공한 DTY시료의 열처리 시간에 따른 수축률의 변화를 열처리 온도별로 나타낸 것이다. 여기서 DTY가공 시 시료 T3는 꼬임수가 3,300, 시료 T2는 3,600, 시료 T1은 3,900인 경우를 나타낸 것이다. 열처리 시간과 온도가 증가할수록 수축률은 증가하고 있으며 열처리 시간이 30분 까지는 수축률이 급격히 증가하나 30분 이상의 시간에서는 거의 평형에 도달함을 알 수 있다. DTY가공 시 꼬임수에 의한 영향은 꼬임수가 3,300(T/M)과 3,600(T/M)인 경우는 비슷하게 나타났으나 꼬임수가 3,900(T/M)인 경우는 조금 높게 나타났다. 꼬임수 3,900(T/M)인 Sample T1인 경우 열처리 온도 180°C, 열처리 시간 30분에서는 수축률이 약 8.5% 정도로 나타나나 3,300(T/M)인 시료 T3인 경우 열처리 온도 180°C, 열처리 시간 30분에서는 수축률이 약 7.5% 정도로 나타나고 있다. 그러나 열처리 온도가 저온인 100°C, 120°C에서는 열처리 시간 30분인 경우는 약 4~4.5%정도로 비슷하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 열처리 온도가 높은 경우에는 결정화가 일어나서 비정형부분의 분자쇄가 결정으로의 재배치가 되어 진 결과(Valk et al., 1980) 수축률이 증가한 것으로

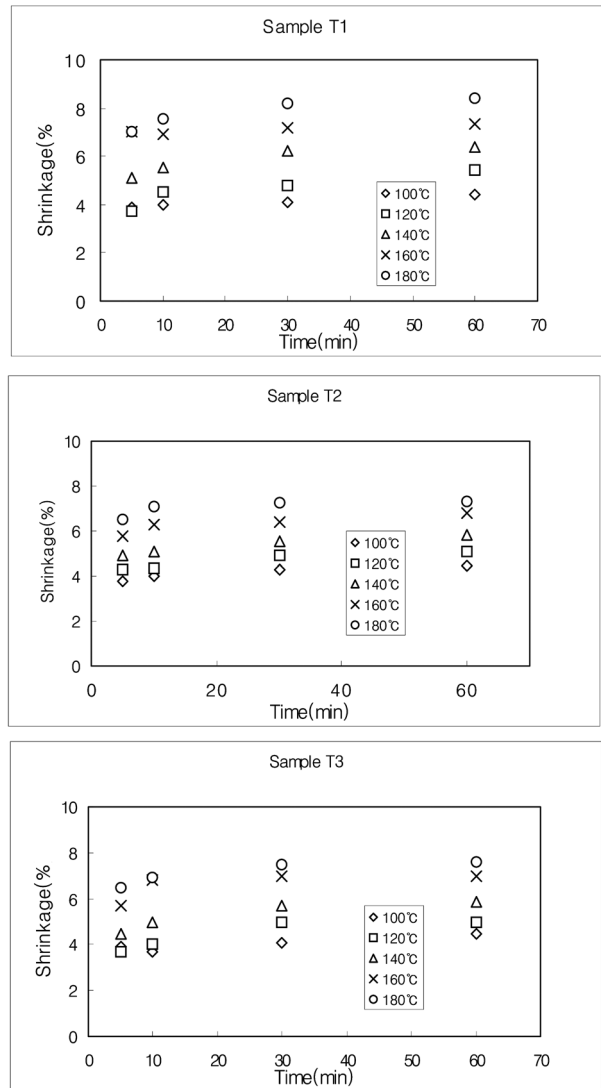


Fig. 2. Shrinkage vs. treated time at various heating temperature

생각되며 또한 false twist가 많을수록 bulky성이 증가하여 yarn을 구성하는 filament가 disorientation을 일으켜 coil 형으로 되면서 수축률이 증가한 것으로 생각된다.

Fig. 3은 T1, T2, T3 DTY 시료의 열처리 시간에 따른 변형률의 변화를 열처리 온도별로 나타낸 것이다. 변형률은 열처리 시간이 길고 열처리 온도가 높을수록 낮게 나타나고 있다. 그리고 DTY가공 시 꼬임수가 많을수록 변형률은 낮게 나타나 꼬임수 3,900(sample T1)인 경우 열처리 온도 180°C, 열처리 시간 30분에서는 변형률은 약 85% 정도로 나타나나, 꼬임수 3,300(sample T3)인 경우는 약 95% 높게 나타나고 있다. 이는 Fig. 1의 결과인 false twist가 많을수록 수축률이 증가한 결과 변형률이 낮게 나타난 것으로 생각된다.

Fig. 4는 T1, T2, T3 DTY 시료의 열처리 시간에 따른 초기탄성률의 변화를 열처리 온도별로 나타낸 것이다. 열처리 시간

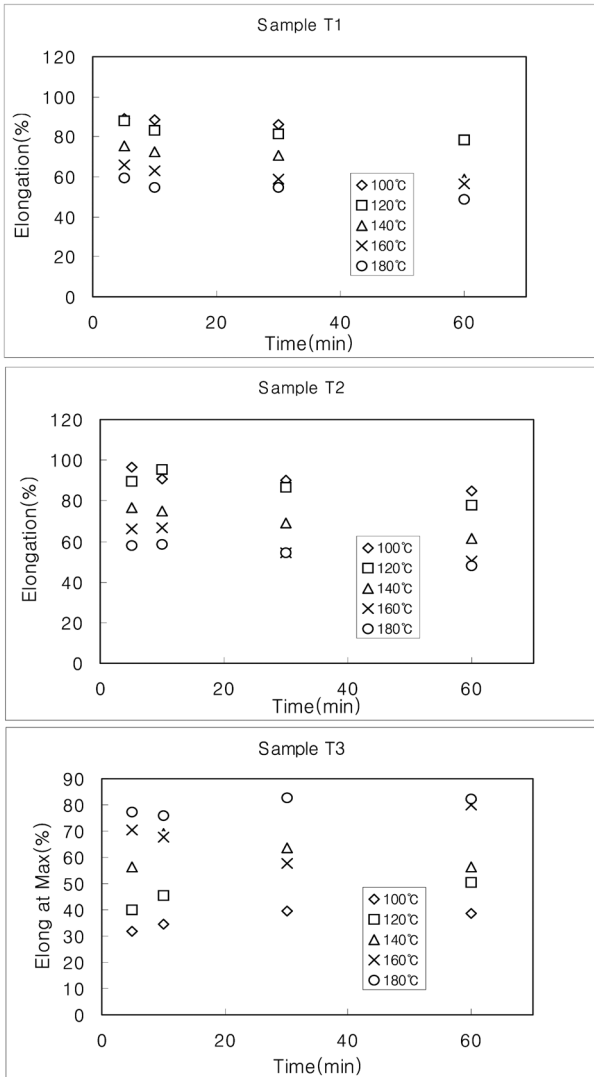


Fig. 3. Elongation vs. treated time at various heating temperature

이 길고 온도가 높을수록 초기탄성률은 높아지고 있고 DTY가 공 시 꼬임수가 많을수록 초기탄성률은 높게 나타나고 있다. 그리고 사가공시 꼬임 수에 따른 초기탄성률의 변화는 꼬임수가 3900(T/M)과 3600(T/M)의 경우는 초기탄성률 값이 비슷하게 나타나나 꼬임수가 3399(T/M)인 경우는 낮게 나타나서 시료 T1인 꼬임 수 3,900(T/M)의 경우 열처리 온도 180°C, 열처리 시간 30분에서는 초기탄성률이 약 0.9 kgf/d 정도로 나타나나 꼬임 수 sample T2의 3600(T/M)인 경우는 약 0.8 kgf/d, 꼬임 수 3,300(T/M)인 경우는 약 0.65 kgf/d로 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 초기탄성률은 비결정 영역의 분자 쇠에 영향을 많이 받는데(Miller, Southern, 1983) 열처리 온도가 높고 처리시간이 길수록 결정화도가 높아짐에 따라 비결정부분인 tie chain 의수가 증가하여진 결과라 생각되고 false twist가 많을수록 열수축률은 증가되어 초기탄성률이 높게 나타난 것으로

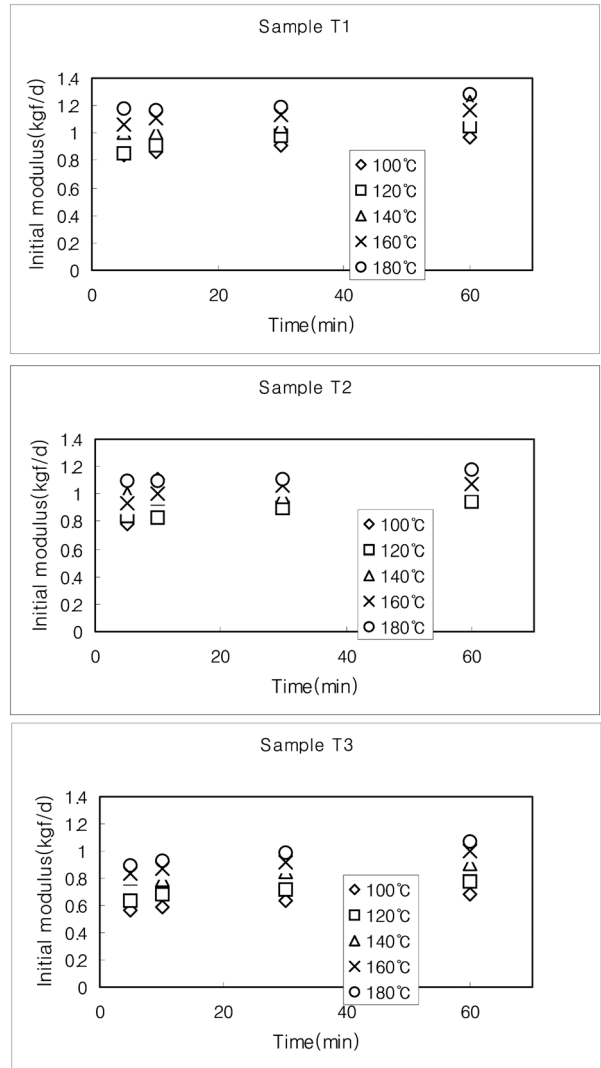


Fig. 4. Initial modulus vs. treated time at various heating temperature

생각된다.

Fig. 5는 T1, T2, T3 DTY 시료의 열처리 시간에 따른 절단 비강도의 변화를 열처리 온도별로 나타낸 것이다. 사가공시 꼬임 수에 따른 절단 비강도의 변화는 꼬임 수 3300(Sample T3)인 경우는 열처리 온도 160°C 이상인 시료에서는 절단강도가 0.03 kgf/d 이하로 낮게 나타나나 꼬임 수 3,900(Sample T1), 3,600(Sample T2)인 경우는 모든 시료가 0.03 kgf/d~0.035 kgf/d 사이에 존재하고 있음을 알 수 있다. 이는 꼬임수가 증가할수록 사를 구성하는 섬유가 내부로 작용하는 압축력이 증가한 결과라 생각된다.

### 3.2. 연신공정 중 연신 비에 따른 물성변화

Fig. 6은 Table 1의 조건으로 연신한 D1, D2, D3, D4 시료의 열처리 시간에 따른 수축률의 변화를 열처리 온도별로 나

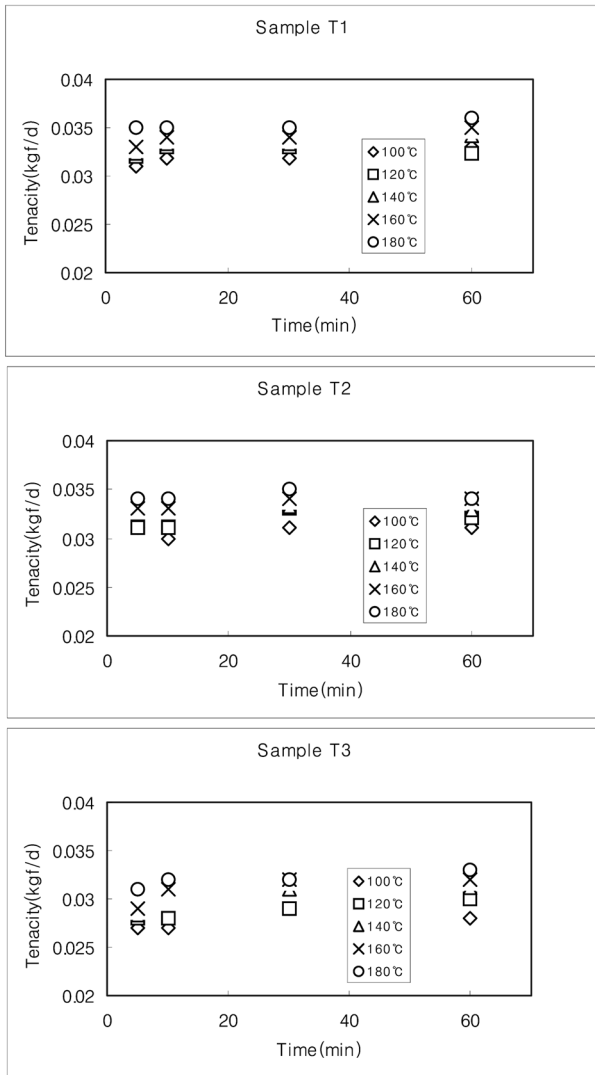


Fig. 5. Tenacity vs. treated time at various heating temperature

타낸 것이다. 열처리 온도가 160°C 이상인 고온에서는 열처리 시간에 따른 수축률의 변화가 많이 일어나고 있으나 열처리 온도가 낮은 경우에는 열처리 시간과 연신 비에 의한 수축률의 효과는 나타나지 않고 있다. 연신 비에 따른 영향을 살펴보면 연신비가 많을수록 열처리 온도에 의한 수축률의 영향이 높게 나타나고 있다. 열처리 온도가 180°C, 열처리 시간이 60분인 경우 연신비가 1.55, 1.6인 경우는 수축률이 약 7%로 나타나나 연신비가 1.65, 1.7인 경우는 수축률이 약 8.5%로 나타났다. 이는 thermal shrinkage는 연신비가 증가할수록 배향된 비결정 영역의 분자가 coil형으로 되면서 열수축 거동을 일으키나 고온에서는 annealing 효과에 의해 분자의 re-crystallization이 진행되어지므로 전체적인 수축률은 높게 나타난 것으로 생각된다 (Park, Yoon, 2000).

Fig. 7은 시료의 열처리 시간에 따른 변형률의 변화를 열처

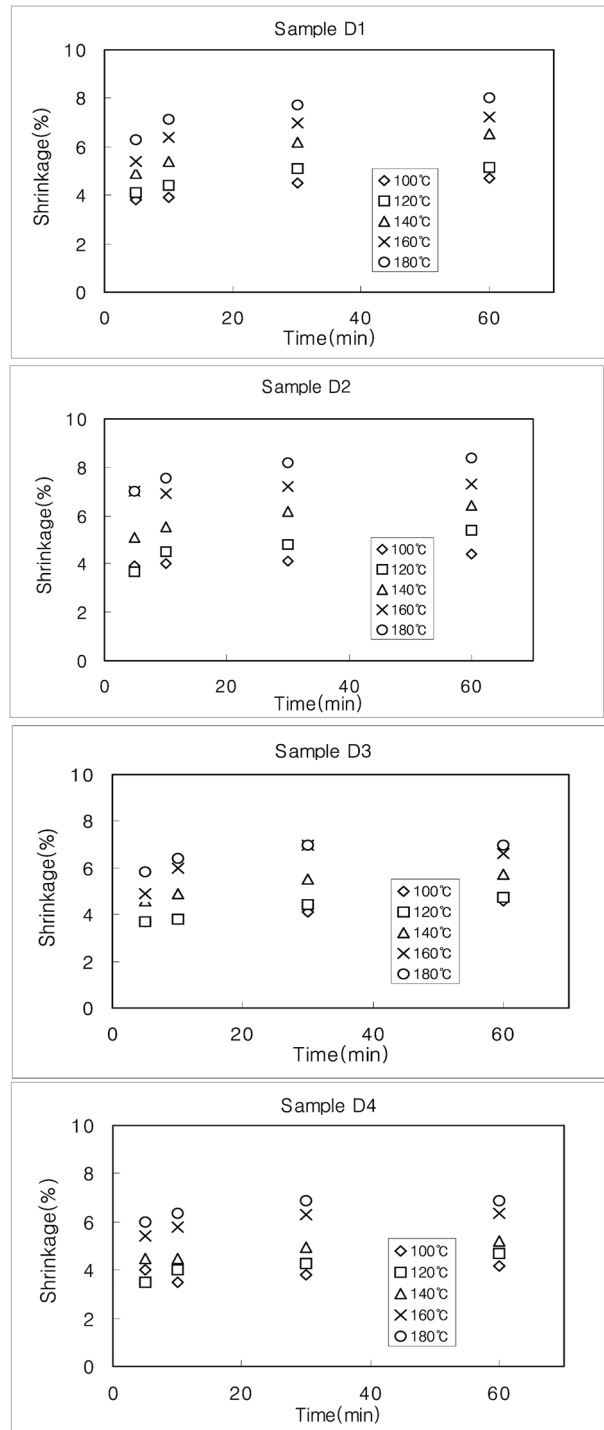


Fig. 6. Shrinkage vs. treated time at various heating temperature

리 온도별로 나타낸 것이다. 열처리 온도가 높을수록 열처리 시간이 길수록 변형률은 높게 나타나고 있어 수축률의 변화와 상반되는 거동을 하고 있다. 그리고 열처리시간 30분, 열처리 온도 180°C의 경우를 보면 시료 D1, D2는 약 80%정도의 변형률을 나타내나 시료 D3, D4는 변형률은 약 65%정도로 낮게 나

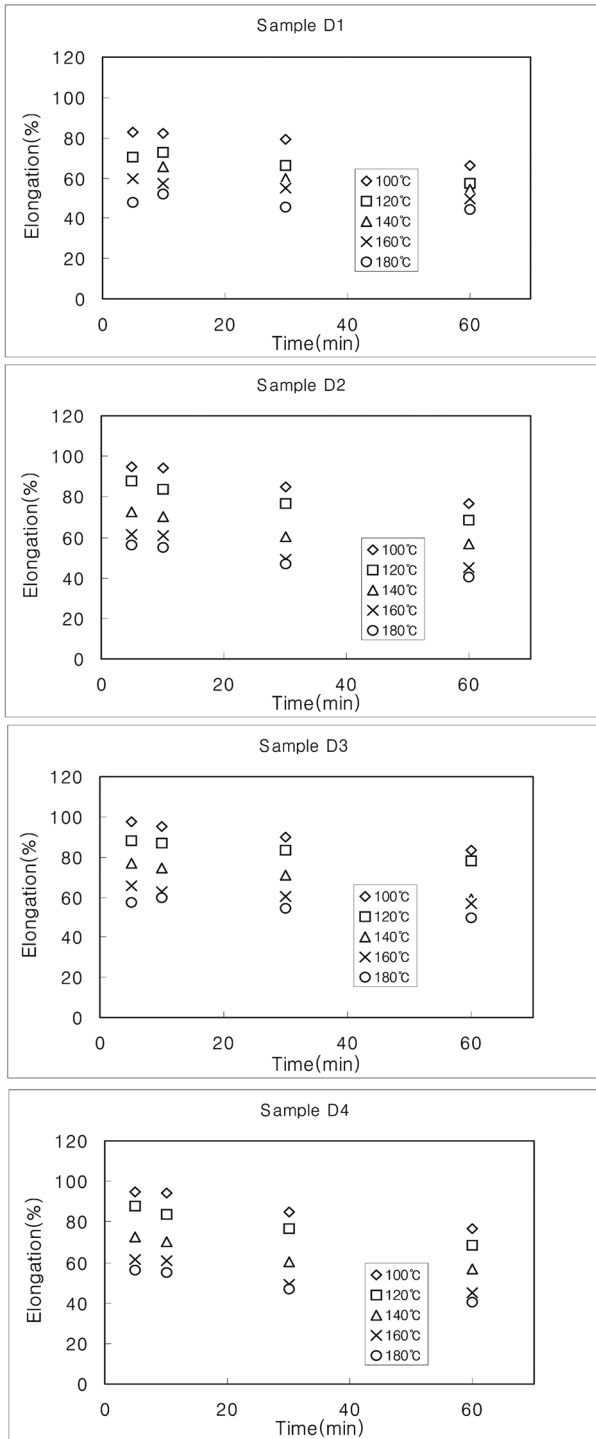


Fig. 7. Elongation vs. treated time at various heating temperature

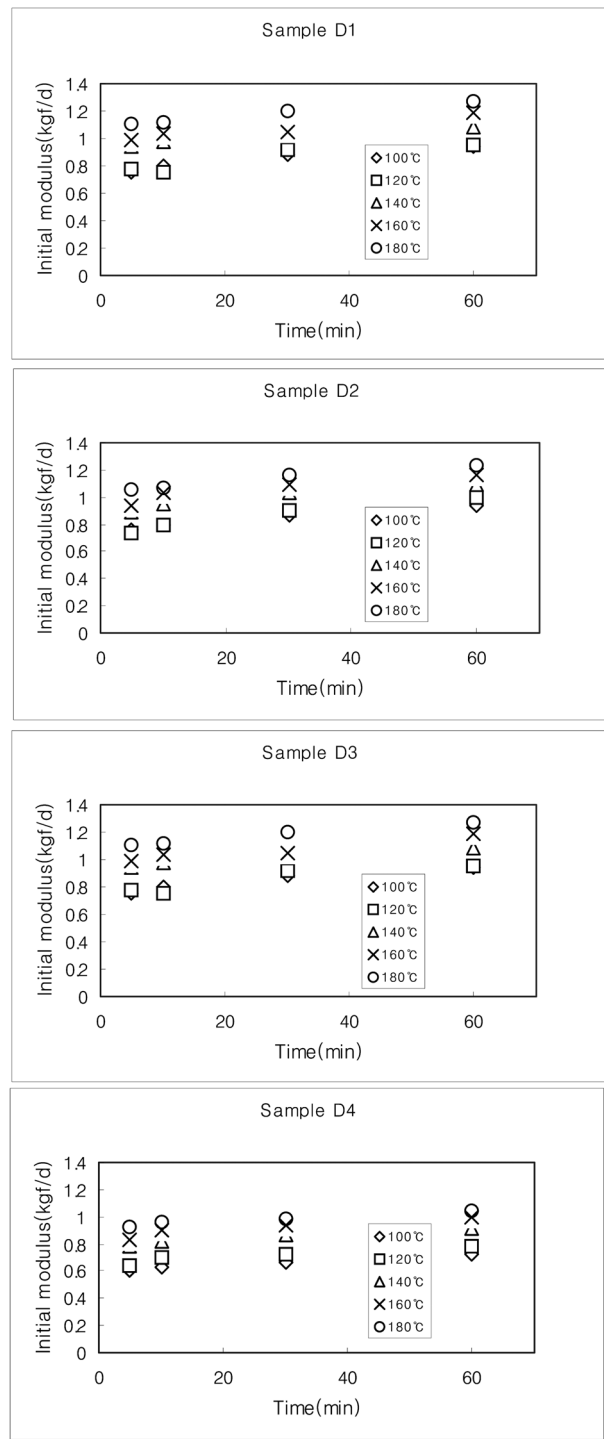


Fig. 8. Initial modulus vs. treated time at various heating temperature

타나고 있다. 따라서 DTY 가공 시 연신비가 1.6에서 연신 비에 따른 변형률의 변화가 크게 일어난다고 생각된다.

Fig. 8은 시료의 열처리 시간에 따른 초기탄성률의 변화를 열처리 온도별로 나타낸 것이다. 연신비가 높을수록 열처리 온

도가 높고 시간이 길수록 초기탄성률은 높게 나타나고 있어 열처리 시간 30분에서 열처리 온도가 고온인 160°C, 180°C인 경우 연신비가 1.7, 1.65인 시료 D1, D2의 경우는 약 1.1 kgf/d, 열처리 온도가 저온인 120°C 경우는 약 0.9 kgf/d 정도로 초기

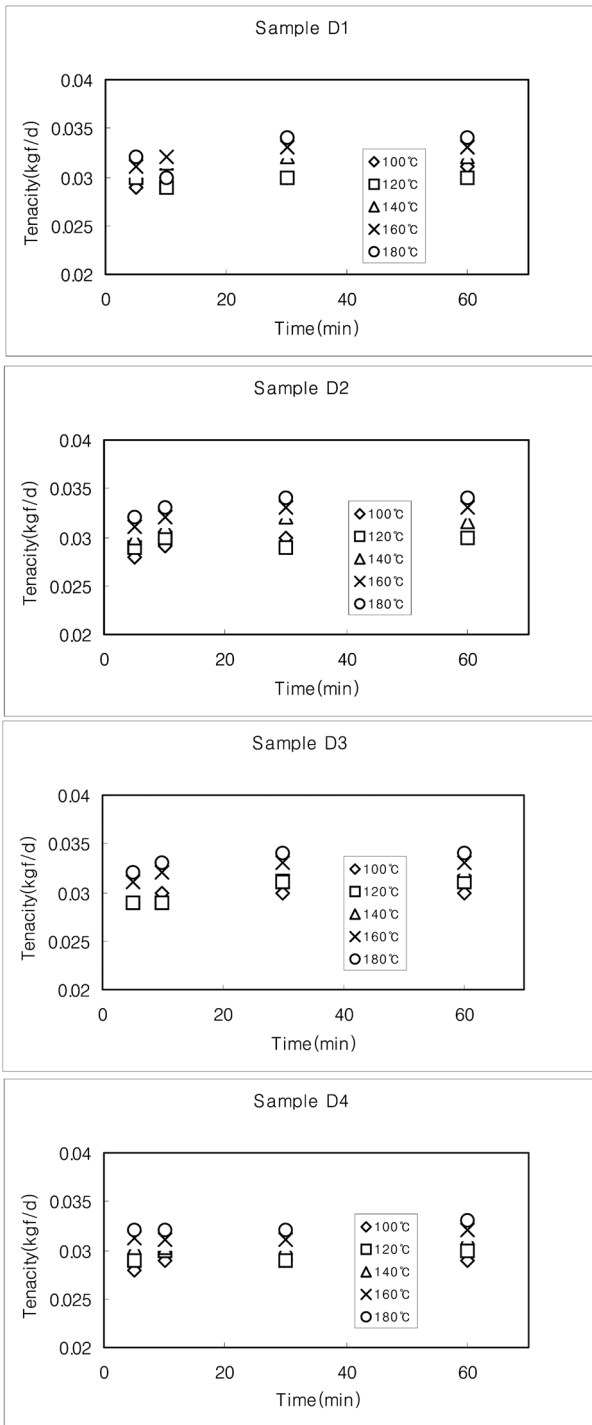


Fig. 9. Tenacity vs. treated time at various heating temperature

탄성률이 높게 나타나나 연신비가 1.6, 1.55인 시료 D3, D4의 경우는 고온인 경우는 약 1.0 kgf/d, 저온인 경우는 약 0.8 kgf/d 정도로 낮게 나타남을 알 수 있다. 이는 연신비가 증가할수록 배향결정화에 의하여 비결정의 order가 증가하고 또한 열처리에 의한 결정화도가 증가함에 따라 tie-chain의 수가 증가한

결과 초기탄성률이 증가한 결과라 생각된다.

Fig. 9는 시료의 열처리 시간에 따른 절단 비강도의 변화를 열처리 온도별로 나타낸 것이다. 연신비가 높은 시료 D1, D2인 경우의 절단강도는 열처리온도와 시간에 영향을 많이 받고 있으나 연신비가 낮은 시료 D3, D4경우는 열처리온도에 의한 영향은 높으나 열처리시간에 의한 영향은 거의 나타나지 않고 있다. 이는 사가공시 연신비가 높을수록 섬유 축 방향으로의 분자배향이 향상되어지고 열처리에 의하여 배향결정화가 연신비가 낮은 경우보다 많이 일어난 결과 라 생각된다.

#### 4. 결 론

Super bulky성 DTY 가공사 제조를 위한 기초물성 분석을 위하여 잠재권축 POY 80<sup>D</sup>/12를 사용하여 DTY 가공시 false twist(T/M) 3단계로 하였고, 연신사의 경우 draw ratio 4단계로 변화시켜 제조된 50<sup>D</sup>/12의 기초 물성을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. DTY 가공사는 false twist 3,900(T/M)인 경우 열처리 온도 180°C, 열처리 시간 30분에서는 수축률이 약 8.5% 정도로 나타나나 3,300(T/M)인 경우는 수축률이 약 7.5% 정도로 나타났다.
2. DTY 가공사의 변형률은 열처리 시간이 길고 열처리 온도가 높을수록 낮게 나타나고 있고 DTY가공 시 꼬임수가 많을수록 변형률이 낮게 나타났다.
3. DTY 가공사는 열처리 시간이 길고 온도가 높을수록 초기탄성률은 높아지고 있고 DTY가공 시 꼬임수가 많을수록 초기탄성률은 높게 나타나고 있다.
4. 연신 가공사는 열처리온도가 180°C, 열처리 시간이 60분인 경우 연신비가 1.55, 1.6인 경우는 수축률이 약 7%, 연신비가 1.65, 1.7인 경우는 약 8.5%로 나타났다.
5. 연신 가공사는 연신비가 높은 경우의 절단강도는 열처리 온도와 시간에 영향을 많이 받고 있으나 연신비가 낮은 경우는 열처리온도에 의한 영향은 높으나 열처리시간에 의한 영향은 거의 나타나지 않고 있다.

#### 참고문헌

Berkowitch, J. E. (1993). *In tomorrow's Ideal and Profits: Polyester 50 years of Achievement Textile Institute, Manchester*, pp.112.  
 Masakatsu, O. (1999). Multi Functional Fiber "Z-10" *J. Text, Mach. Soc. of Japan.*, 52, 136-138.  
 Miller, R. W., Southern, J. H., and Ballman, R. (1983). Investigation of Polyester Fiber Process/Structure/ Property Relationships Part 1, *Text. Research., Journal.*, 53, 670-677  
 Okamoto, M. (1993.). *In tomorrow's Ideal and Profits: Polyester 50 years of Achievement Textile Institute, Manchester*, pp.108.  
 Park, M. S., & Yoon, J. H. (2000). The Change of Crystal Structure and Physical Properties of Partially Oriented Polyester Yarn(POY) on the Draw Ratio and Heat Setting Temperature, *Journal. Korean Society. Dyers & Finishers*, 12, 103-110

Sigeki, H. (2002). Technology of Hi-Component Spinning, *J. Text, Mach. Soc. of Japan.*, 55, 270-272.

Takayuki, I. (2002). The Thought of Development Based on Bi-Component Spinning Technology *J. Text, Mach. Soc. of Japan.*, 55, 273-276

Teijin Ltd. (2002). *Elastic core-sheath type conjugate yarn and elastic woven or knitted fabric*, Japan Patent. 200200094558

Unitika Ltd. (2001). *Latent crimping polyamide yarn and method for producing the same*, Japan Patent. 200100171170

Valk, G., Jekkinek, G., & Schroder, U. (1980). The Non crystalline

State Within PET Fibers-Meaning and Characterization by Mechanical-Relaxation Measurement, *Text. Research., Journal.*, 50, 46-54

- 주) 효성. (2001a). 폴리에스테르계 복합섬유 및 그 제조방법, 대한민국특허청, 10-2001-0054945
- 주) 효성. (2001b). Korea Patent. 세데니어 나일론 잠제권축사의 제조방법, 대한민국특허청, 10-2001-0088721
- 주) 효성. (2002). 사이드 바이 사이드형 복합방사 구금, 대한민국특허청, 10-2002-0051300

(2010년 4월 5일 접수/ 2010년 5월 10일 1차 수정/2010년 5월 10일 게재확정)