

## 감성 의류용 PET 絲의 물성 변화에 관한 연구

### A Study on the Variation of Physical Properties of the PET Filament Yarn for Sensitive Clothes

김승진\* · 홍성대\* · 서봉기\* · 심승범\*

Seung-Jin Kim, Sung-Dae Hong, Bong-Ki Seo, Seung-Bum Sim

**Abstract :** Recently PET fabrics woven by high sensitive PET yarns were used as a high sensitive clothing. Such high sensitive PET woven fabrics for clothing are passing through various processes, and are influenced by processing tension and heat, it makes the physical properties of PET yarns changing and makes the defects of PET fabric. Therefore many difficulties are faced to decide processing conditions for making high sensitive PET fabrics. But few research related to the processing conditions of PET yarns and issue point for producing high sensitive clothing was only performed.

In this study, POY and SDY of PET manufactured in seven filament manufacturing companies are selected, and their physical properties in each layers of filament cake divided by 50000m are measured and analyzed. Especially, wet and dry shrinkages according to the various wet and dry heat temperatures are analyzed for supplying basic physical data of PET yarn and for enhancing PET yarn quality used for the high sensitive clothing.

**Key word :** high sensitive PET yarn, POY, SDY, thermal shrinkage, thermal stress, denier, high sensitive clothing

**요 약 :** 최근 고감성 PET 絲를 이용하여 생산한 PET 직물은 고감성 의류용 직물로서 많이 사용되고 있다. 이러한 고감성 의류용 PET 직물은 다양한 공정을 거치면서 장력이나 열 등의 영향을 받으므로 絲의 물성의 변화를 초래하여 감성 의류용도의 PET 직물에 많은 결점을 유발시킴으로서 직물 생산 시 공정조건 설정 등의 어려움에 직면하고 있다. 이러한 고감성 의류에 치명적인 문제를 유발하는 문제점에 관한 감성 絲 제조 시의 공정조건 변화와 관련된 연구 논문은 많이 발표가 되지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 7개 원사 Maker의 cake내의 Denier 별 PET 絲의 물성을 균일한 길이의 Layer를 설정하여 분석, 조사하고 Layer 별 물성 차이와 습·건열 열처리 온도에 따른 絲의 수축률 등을 비교하므로써 감성 의류용 직물 생산에 필요한 기초 물성 Data를 제공하고 PET 絲의 품질향상을 도모하므로써 최종 감성 의류용 직물 소재 개발에 기여할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

**주요어 :** 고감성 PET 絲, POY, SDY, thermal shrinkage, 열응력, 섬도, 고감성 의류

## 1. 서 론

최근 PET 감성 絲를 이용한 감성 의류용 직물 개발이 활성화되면서 감성의류용 소재들이 다양해지고 있는 추세이다. 이러한 다양한 감성 소재 중에서 감성의류 용도로 많이 사용되고 있는 감성 絲는 POY 絲와 SDY 絲로서 이러한 감성 絲를 이용한 소재 개발

에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.

현재 국내에서 만들어지는 PET 제품은 PET 감성 絲에서부터 감성 의류용 직물이 만들어지기까지 여러 공정에서 絲나 織物에 받는 이력은 장력과 열이라고 볼 수 있다. 이들 공정인자인 장력과 열은 공정을 거치면서 絲나 직물에 물성변화를 초래하여 최종 감성의류용 직물의 제품 특성에 치명적인 영향을 미칠 수 있다.

그리고 공정 중의 습·건열 열처리가 주어지는 Sizing 공정, 2-for-1 연사 후의 스티밍 공정, 사가공 공정에서의 heater내에서의 열처리 그리고 직물상태에서의 scouring, relaxation, pre·final setting 공정 등의 많은 열처리 공정을 거친 감성 PET 직물은 감성 의류 생산 공정에서 수축을 야기시킨다. 섬유 수축거동에 영향을 주는 인자는 시간, 온도, 연신비, 배향도, 결정화도 등이 있고 PET 감성 絲의 생산시 필라멘트가 연신됨에 따라 배향된 필라멘트가 시간 및 온도에 따라 불균일하게 바뀌므로서 최종 생산된 감성 絲의 형태 안정성 등에 영향을 미칠 수 있다. 지금까지 이와 관련된 연구로서 섬유 공정에서 열처리 온도 변화에 따른 감성 絲의 layer별 습·건열 수축률을 예측한 연구와 공정 중 絲나 직물에 발생할 수 있는 물성변화를 줄이고 제품의 품질향상에 관련된 연구가 있다[1-4]. 그러나 국내 합섬 maker에서 생산되고 있는 PET의 cake layer별 물성 편차에 대한 연구는 중요한 기술임에도 불구하고 지금까지 연구된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 국내 7개 원사 Maker별, Denier별로 PET POY와 SDY 원사 Cake의 layer 간의 온도변화에 따른 습·건열 수축률의 변화 및 일반 물성을 분석하므로서 섬유공정에서 발생할 수 있는 불량률을 최소화하고 감성의류 생산에 필요한 최적 공정 관리를 위한 기초 연구 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 시료

본 연구에 사용된 PET 시료는 4가지의 섬도와 7개의 Maker 별로 구분하여 표 1에 보인다.

### 2.2 실험 항목 및 방법

각 시료별 측정횟수와 측정방법을 표 2에 나타낸다. 수축률의 측정은 그림 1에 도시한 Toray Fiber Thermal Analysis를 이용하였다.

layer의 구분은 그림 2에 나타나 있는 것과 같이 원사 cake의 무게에 따라 1 layer를 일정길이로 구분하

표 1. 시료

POY (85d/72f)	Layer구분 (50,000m)	POY (120d/36f)	Layer구분 (50,000m)
POY 1	7	POY 9	21
POY 2	29	POY 10	22
POY 3	22	POY 11	7
POY 4	23	POY 12	30
POY 5	25	POY 13(POY 125d/36f)	22
POY 6	21	POY 14(POY 115d/36f)	18
POY 7	11		
SDY (75d/36f)	Layer구분 (100,000m)	SDY (50d/36f)	Layer구분 (100,000m)
SDY 17	11	SDY 24	16
SDY 18	7	SDY 25	10
SDY 19	11	SDY 26	16
SDY 20	11	SDY 27	10
SDY 21	11	SDY 28	16
SDY 22	7	SDY 29	15
SDY 23	11		

표 2. 실험항목 및 방법

실험항목	측정장치	실험방법
인장특성	Textometric MICRO 350	- Test Speed : 100mm/min - Sample Length : 100mm
열수축	Hank (KS K 0215)	Wet-Heat Chamber Dry-Heat Chamber
	Toray	- 100c, 30min - 180c, 30min Toray Fiber Thermal Analysis (FTA-500) - Test Speed:10m/min - Wet Temp.(c):65,80,90,100 - Dry Temp.(c):70,120,180,220
열응력	Kanebo Engineering, LTD	- Test Speed : 300c/2min - Sample Length : 100 mm

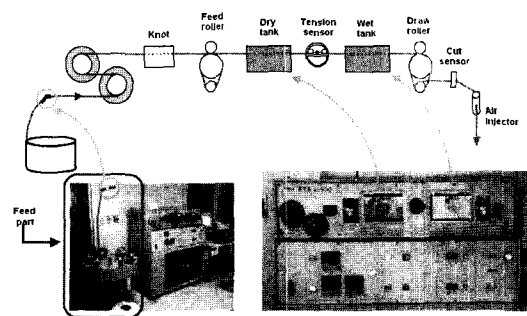


그림 1. Toray Fibre Thermal Analysis (FTA-500, Japan, Toray, ENG.)

여 최외곽층을 첫 번째 layer로 해서 내층으로 갈수록 layer 숫자가 증가한다.

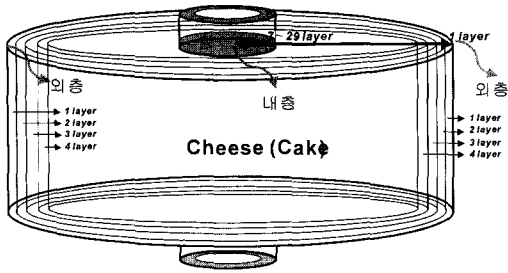


그림 2. Layer 구별 방법

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 Denier별, Maker별, layer 간 絲의 섬도 변화

그림 3은 POY 85d/72f의 국내 7개 회사의 섬도 측정 결과를 도시한 그림이다.

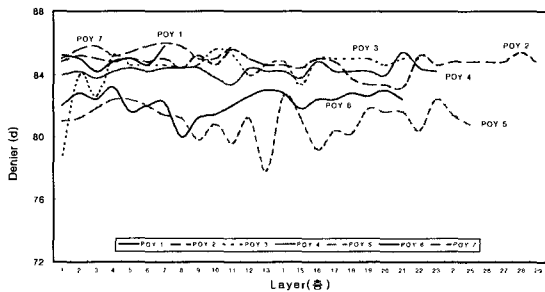


그림 3. POY 85d/72f의 Maker별 layer 간의 섬도 변화

POY 1, 4, 7번 시료가 layer 간 섬도 편차가 약 2~3d로서 가장 작은 값을 보임으로서 섬도가 가장 양호한 값을 가진다. POY 5와 POY 6은 layer 간 편차가 5~6d 정도로 다른 시료에 비해 큰 편차를 보인다.

그림 4는 POY 120d/36f의 Maker별 layer간의 섬도

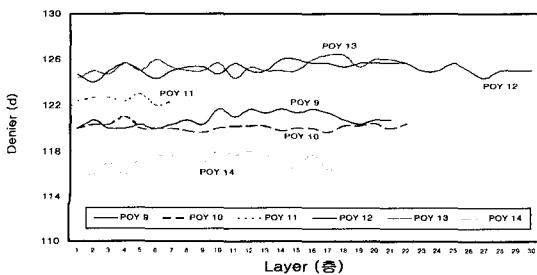


그림 4. POY 120d/36f의 Maker별 layer 간의 섬도 변화

변화를 나타낸 그림이다. POY 10 시료가 실제 변수에 가장 정확한 섬도를 가지면서 layer 간 섬도도 균일한 값을 가진다. 반면에 115d/36f의 POY 14 시료는 layer 간의 섬도편차가 1d~2d 정도 보이고 있으며 다른 시료에 비해서 섬도편차가 심하게 나타난다.

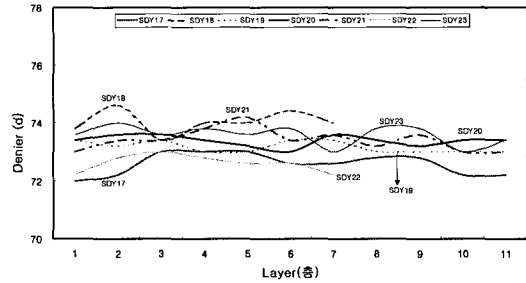


그림 5. SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간의 섬도 변화

그림 5는 SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간의 섬도 변화를 도시한 그림이다. 각 Maker별 평균섬도가 72d~74d의 분포를 보이고 SDY 19번과 SDY 20번 시료의 평균섬도가 73d로서 가장 안정적인 섬도를 보이고 있다. 하지만 SDY 17번과 SDY 18번 시료는 layer 간 편차가 2d 정도 보임으로서 layer 간 최대 편차를 보이고 있다. 이러한 layer 간의 섬도 편차는 가연사의 벌키성이나 크림프 특성에 영향을 주어 최종 감성의 유용 직물 생산시 많은 문제점을 유발시킬 수 있다.

#### 3.2 Denier별, Maker별, layer 간 絲의 인장특성 변화

그림 6은 POY 120d/36f 絲의 Maker별 layer 간 절단 강도를 도시한 그림으로서 POY 14번 시료가 layer 별 편차가 제일 작고 POY 9번, POY 10번, POY 13번

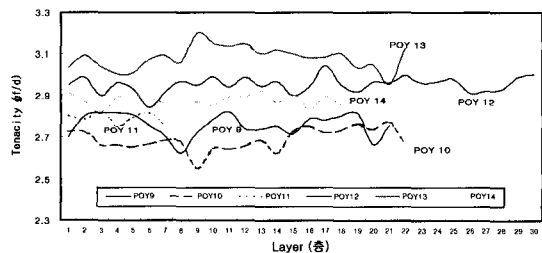


그림 6. POY 120d/36f의 Maker별 layer 간의 절단 강도

시료의 layer 간 편차가 약 0.2gf/d로서 큰 값을 보이고 있다.

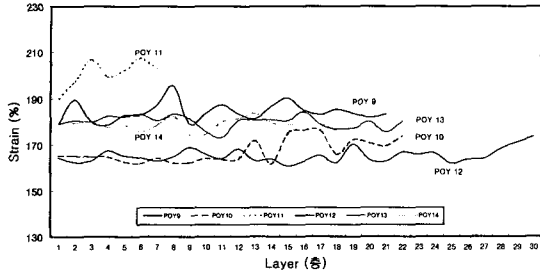


그림 7. POY 120d/36f의 Maker별 layer 간의 절단 신도

그림 7은 POY 120d/36f의 Maker별 layer 간의 절단 신도를 보인 그림으로 약 165%~190%의 분포를 보이며 POY 10번과 POY 12번 시료가 165%~170%로서 가장 낮은 분포를 보인다. 그리고 POY 11번 시료는 190%~210% 분포로 다른 시료에 비해 높은 값을 보이고 있다. 각 layer 간의 편차는 POY 12,13,14번 시료가 비교적 작은 값을 보이며 POY 9,11번 시료가 다소 높은 편차를 보인다. 절단 신도는 공정이 진행되는 동안은 어느 정도 큰 값을 가지는 것이 좋으며 낮은 신도를 가진 絲는 공정의 효율성을 떨어뜨리거나 제품의 물성에 많은 영향을 끼칠 것으로 사료된다.

그림 8은 SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간 절단강도를 나타낸 그림으로서 SDY 21번 시료가 5gf/d로 가장 높은 절단강도를 보이며 SDY 18,19,22번 시료가 4.5gf/d~4.6gf/d 정도의 낮은 절단강도를 나타낸다. layer 간 편차는 모든 시료들이 0.2 gf/d 정도의 편차를 보이고 SDY 21번 시료가 상대적으로 양호하다.

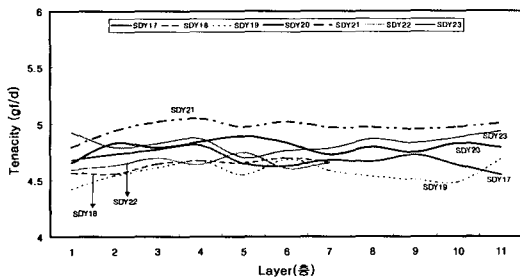


그림 8. SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간의 절단강도

그림 9는 SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간의 절단신도를 나타낸 그림이다. 7개 Maker별 시료의 절단신도가 30%~55% 범위로서 넓게 분포하고 있으며 SDY 22번 시료가 50%~55%의 가장 높은 절단신도를 보이며 SDY 20,23번 시료가 30%~35%의 가장 낮은 절단신도값을 보이고 있다. layer 간 편차는 SDY 22, 23번 시료가 다소 불량한 값을 가지며 SDY 17, 18, 19, 20, 21번 시료는 상대적으로 그 편차가 양호하다.

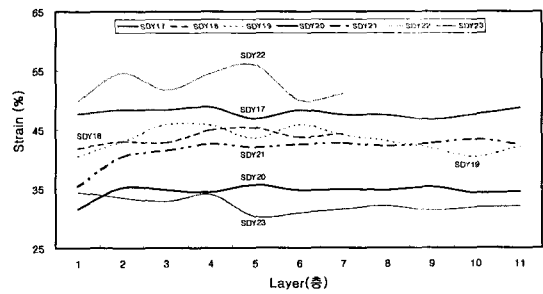


그림 9. SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간의 절단신도

### 3.3 Denier별, Maker 별, layer 간 습·건열 수축률의 변화

그림 10은 POY 85d/72f의 Maker별 hank법에 의한 건열 수축률을 보인 그림이다. POY 5번 시료와 POY 6번 시료는 초기에는 layer 간의 편차가 약 10% 정도 크게 나타나며 특히 POY 5번 시료는 40만m 이후에 건열 수축률값이 약 45% 정도의 낮은 값을 보이고 있다.

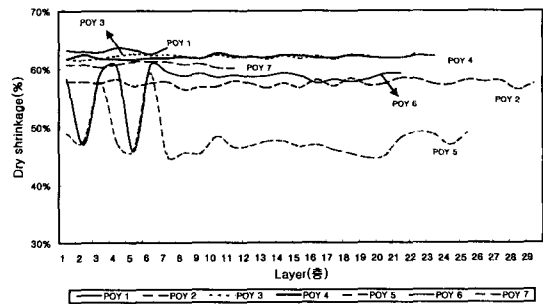


그림 10. POY 85d/72f의 Maker별 layer 건열 수축률의 변화 (hank 법)

그림 11은 POY 85d/72f의 Maker별 Toray법에 의한 건열 수축률의 변화를 나타낸 그림으로 Toray

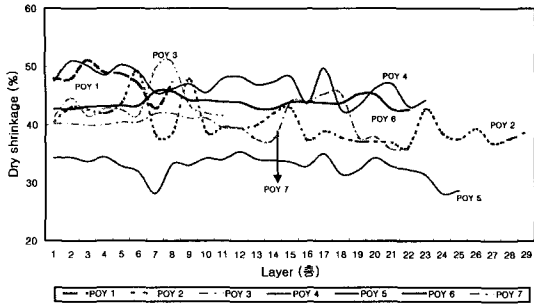


그림 11. POY 85d/72f의 Maker별 layer 건열 수축률의 변화 (Toray 법)

법에 의한 건열 수축률의 값은 전체 시료가 40%~50%의 범위를 가지며 Hank법(KS K 0215)보다 약 10%~20% 정도 낮은 값을 보인다. POY 5번 시료는 Hank법에서 가장 낮은 수축률을 보인 시료로서 Toray법에서도 역시 가장 낮은 수축특성을 보이고 있다. 이렇게 180℃ 정도에서 주어지는 열처리에서의 낮은 수축특성은 후공정인 사가공공정의 Heater의 열 처리에 있어서 연신의 불균일에 의한 사의 벌키성이나 크럼프 특성의 변화를 초래하여 감성 絲 물성의 불안정을 야기시킬 수 있을 것으로 사료된다. layer 간 편차는 Hank법보다 Toray법이 4%~13% 정도 더 심한 편차를 보인다.

그림 12는 SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간 Hank 법에 의한 습열 수축률을 나타낸 그림이다.

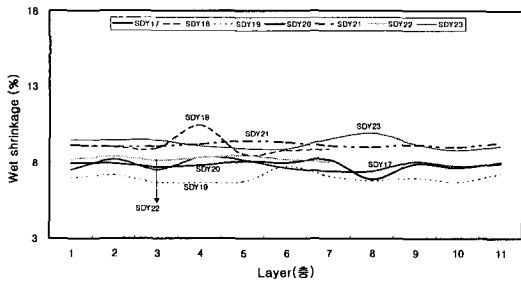


그림 12. SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간 습열 수축률의 변화 (Hank법)

모든 시료가 7%~9.5% 범위의 습열 수축률 분포를 가지며 SDY 18,21,23번 시료가 약 9%~9.5%의 가장 높은 수축률 값을 가지며 SDY 19번 시료가 약 7%의

가장 낮은 습열 수축률을 보인다.

그림 13은 SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간 Toray 법에 의한 습열 수축률을 나타낸 그림으로 4.5%~7.5%범위의 수축률을 가지며 전 layer에 걸쳐 비교적 균일한 수축률값을 가진다. SDY 18번 시료가 7.5%의 가장 높은 수축률을 가지며 SDY 19번 시료가 4.5%의 가장 낮은 수축률값을 보인다.

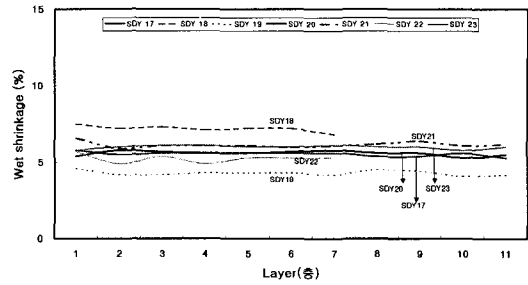


그림 13. SDY 75d/36f의 Maker별 layer 간 습열 수축률의 변화 (Toray 법)

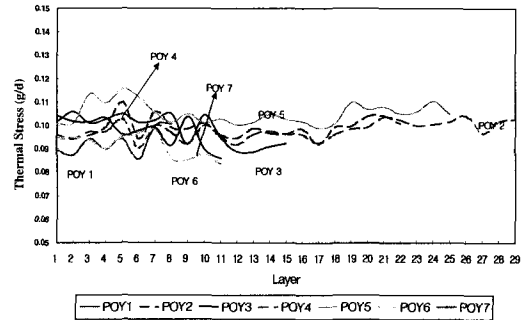


그림 14. POY(85d/72f)의 Maker별 Layer간 열응력 변화

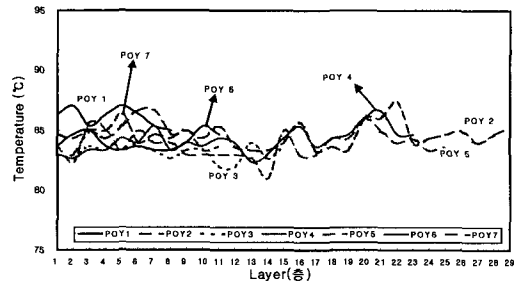


그림 15. POY(85d/72f)의 Maker별 최대 열응력 온도

그림 14는 국내 각 기업 원사의 각 layer별 絲의 최대 열응력을 도시한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이

모든 시료에 있어서 cake의 최외곽층 영역에서 layer 간 최대 열응력의 편차가 심하게 나타난다. layer별로 0.01~0.02g/d의 편차를 보이고 있다. 그림 15는 POY 85d/72f의 7개 원사 Maker 별로 최대 열응력 온도분포를 도시한 그림이다. 7개 원사 Maker별 열응력 온도는 82℃~87℃에 분포하며 POY 3번 시료가 83℃ 정도로 비교적 안정된 값을 보인다.

#### 4. 결 론

국내 7개 Maker별 섬도별 원사 layer 간의 물성을 측정하고 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) POY 85d/72f의 layer 간 섬도는 POY 1,4,7번 시료가 상대적으로 섬도편차가 낮게 나타났으며 7개 Maker의 평균섬도는 약 5~6d 정도 차이를 보인다. POY 120d/36f의 layer 간 섬도는 POY 85d/72f에 비해 비교적 균일하게 나타나며 Maker별 섬도는 4~5d 정도 차이를 보인다. SDY 75d/36f의 layer 간 섬도는 72~74d의 분포를 보인다.

2) POY 120d/36f의 layer 간 절단강도에서 Maker별 강도의 편차는 약 2.5gf/d~3.2gf/d의 편차를 보이며 POY 14번 시료가 layer별로 가장 안정적인 절단강도 값을 보인다. 절단신도는 약 165%~190%의 분포를 보이며 POY 11번 시료가 다른 시료에 비해 190%~210% 분포로 높은 값을 보인다.

3) POY 85d/72f의 layer 간 hank법에 의한 건열 수축률은 약 45%~63%의 범위를 가지며 Toray법은

30%~50%범위를 보인다. SDY 75d/36f의 습열 수축률은 SDY 21,22번 시료가 layer 간 습열 수축률 편차가 가장 양호하게 나타나며 SDY 19번 시료가 7%의 가장 낮은 수축률을 보인다.

4) POY 85d/72f의 layer 간의 최대 열응력 온도 분포는 82℃~87℃이며 열응력의 변화는 최외곽층에서 많은 편차가 발생하므로 물성변화를 초래하여 최종 제품에 치명적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 체계적인 공정관리를 통해 이러한 cake의 layer별 편차를 줄이는 방향으로 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- [1] 김승진(1998). 폴리에스테르와 나일론 加工絲의 물성과 제조기술(I), RRC, 대구.
- [2] 김승진(1998). 폴리에스테르와 나일론 加工絲의 물성과 제조기술(II), RRC, 대구.
- [3] 김승진, 오애경, 조대현, 장동호, 송재수(1995). 폴리에스테르 직물의 공정수축특성과 직물구조인자와의 상관성 연구, 한국섬유공학회지, 32-5, 480-487.
- [4] 김승진, 오애경(1992). 섬유집합체의 수축특성(I), 한국섬유공학회지, 29-4, 14-20.

감사의 글 : 본 연구는 영남대학교 RRC와 영남대 연구구조 사업의 연구비에 의해 수행하였기에 감사드립니다.