

# 습·건열 열처리 온도 변화에 따른 PET 絲의 수축률 변화 (II)

서봉기, 김승진, \*김태훈

영남대학교 섬유패션학부, \*영남대학교 의류학과

## 1. 서 론

합섬소재가 다양화됨에 따라 원사가 다양화되고 그의 가공기술 등의 공정이 복잡해짐에 따라 이들 소재의 기본이 되는 원사의 물성이 중요시되고 있는 실정이다. 이들 원사들은 공정을 거치면서 장력과 열에 가장 민감한 반응들을 보인다. 공정을 진행하는 동안 원사에 주어지는 장력과 열은 그 공정뿐만 아니라 후공정이라 할 수 있는 제직, 염색, 가공 그리고 생산된 최종직물의 품질에도 큰 영향<sup>1)~6)</sup>을 미친다.

합섬 filament絲의 경우 전보<sup>7)</sup>에서 소개된 바와 같이 제직준비와 염·가공공정 중에서 여러 가지 습·건열 열처리 온도변화를 받게 되며 이들 공정 중 제일 먼저 행하여지는 假撚 공정에서의 열처리온도변화에 따른 수축률 변화는 공정조건인 연신비와 섬도라는 제품물성에 큰 영향을 미치므로 정확한 data에 의한 관리가 필요한 실정임에도 불구하고, 현재 이러한 열처리 온도에 따른 원사의 물성변화에 관한 data가 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 생산된 PET filament원사 POY 120d/36f 6종류를 각 layer 별로 습·건열 열처리 온도 변화를 주고 이에 따른 PET POY filament의 수축률의 변화를 실험·분석하여 제직준비 공정과 염·가공공정에서의 공정조건 설정에 참고가 될 수 있는 기초 data를 제공하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 시료

이 실험에 사용한 시료를 Table 1에 보인다.

본 연구에서는 국내 6개社의 PET filament 120d/36f POY가 사용되었다.

### 2.2 실험 방법

6개의 PET POY cake를 각각 100,000m로 layer를 나누어 layer 별로 습열온도 65℃, 8

0℃, 90℃, 100℃와 건열온도 70℃, 120℃, 180℃, 220℃로 각각 4가지의 습·건열수축률을 측정기기, Toray Fibre Thermal Analysis(FTA-500, Japan, Toray, ENG.)를 사용하여 측정하였으며 장력은 습·건열 전온도에서 1.2g(0.01g/d)으로 고정하였다. Fig. 1에 실험장치를 보인다.

Table 1. 시료 및 실험 조건

	POY9	POY10	POY11	POY12	POY13	POY14
섬 도	PET 120d/36fPOY絲					
실험조건	-. tension : 1.2g (0.01g/d) -. test speed : 10m/min. -. numbers of test : 3times/each temp.(℃)					
습열온도	65℃, 80℃, 90℃, 100℃					
건열온도	70℃, 120℃, 180℃, 220℃					

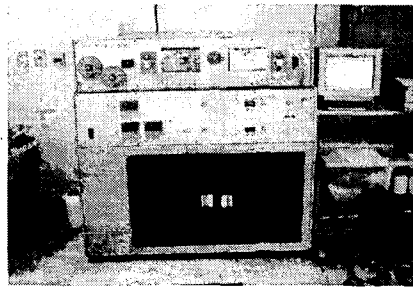


Fig. 1. Toray Fibre Thermal Analysis

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 원사 maker 별 열처리 온도변화에 따른 습·건열 수축률 변화

Fig. 2와 3은 원사 maker 별 열처리 온도변화에 따른 습·건열 수축률의 변화를 보인다.

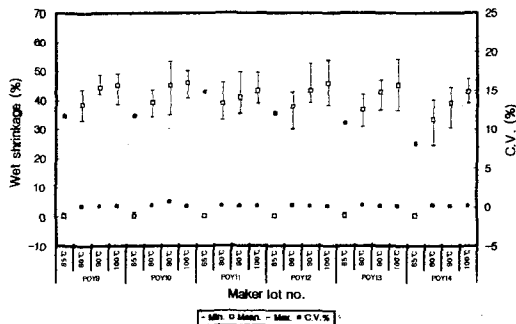


Fig. 2. maker별 열처리 온도에 따른 습열수축률

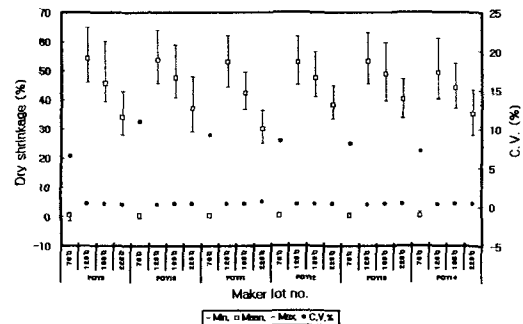


Fig. 3. maker별 열처리 온도에 따른 건열수축률

Fig. 2의 경우, 6개의 lot 모두 온도가 65℃에서 100℃로 증가함에 따라 wet shrinkage가 증가하는 경향을 보인다. 65℃에서는 wet shrinkage가 거의 발생하지 않으나 80℃에서는 약 40% 안팎까지 증가하며 80℃에서 90℃로 열처리 온도가 증가함에 따라 약 5~7%의 wet shrinkage가 더 발생하여 45%안팎의 수축률을 보인다. 90℃이후의 온도에서는 수축률의 변화가 미미함을 알 수 있다. 습열온도 80℃에서 거의 모든 wet shrinkage가 발생함을 알 수 있다.

Fig. 3의 경우, 70℃에서는 습열 열처리와 마찬가지로 dry shrinkage의 변화가 거의 없으며, 120℃에서 dry shrinkage가 55%까지 증가하며 180℃까지 온도 증가시 약 45% 안팎으로 감소하는 현상을 보인다. 열처리 온도를 220℃까지 증가시키면 dry shrinkage의 평균값이 각 lot 마다 약 30~35%를 유지하며 이는 180℃에 비해 10%정도 감소된 값이다. 120℃이후에 온도증가에 따른 dry shrinkage의 감소하는 현상은 실험 시 주어진 초하중(0.01g/d)과 Tg온도와 Tm온도 사이의 絲내부의 고무거동으로 인한 인장으로 dry shrinkage가 감소한 것으로 사료된다.

각각의 wet·dry shrinkage는 lot별로 10%정도의 차이를 보이며 dry shrinkage가 wet shrinkage보다 더 큰 값을 보인다. 또 각 온도내의 shrinkage의 편차도 dry shrinkage가 더 큼을 볼 수 있다.

Fig. 4와 5는 각각 wet shrinkage에서 layer별 비교적 큰 편차를 나타내는 POY12 絲와 POY13 絲 cake의 온도변화에 따른 각 layer의 wet shrinkage를 보인 것이다.

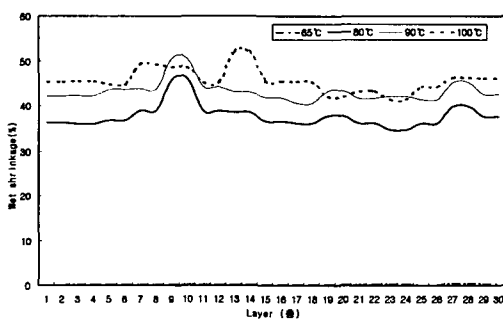


Fig. 4. POY12 絲의 layer별 wet shrinkage

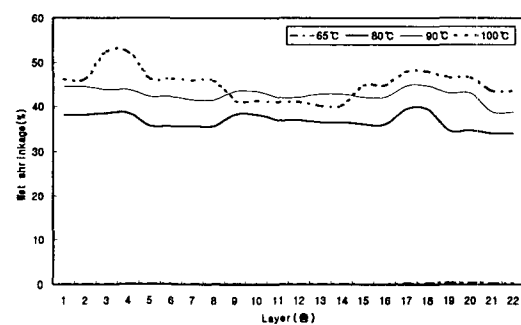


Fig. 5. POY13 絲의 layer별 wet shrinkage

Fig. 4와 5에서와 같이 습열 열처리 온도 65℃일 때 각 layer별 wet shrinkage의 편차는 거의 없으며, 대부분의 시료가 열처리 온도 65℃일 때 같은 경향을 보인다.

Fig. 4의 POY12 絲는 열처리 온도가 80℃와 90℃일 경우 layer별 최고 shrinkage의 편차가 약 10% 이내로 최고 열수축률의 편차 15%이상을 보이는 열처리 온도 100℃일 때 보다 적음을 알 수 있다. 특히, 열처리온도 80℃와 90℃에서는 cake 외곽층에서부터 8~10 layer, 즉, 40만m에서 50만m 부근에서 약 10%의 편차변화와 열처리온도 100℃에서는 40만m에서 60만m부근에서 15%이상의 심한 편차를 보임을 알 수 있다.

Fig. 5의 POY 13絲에서도 습열 열처리온도 80℃와 90℃일 때 layer간 약 5~8%의 heat shrinkage의 편차와 100℃일 때 약 15% heat shrinkage의 편차를 보이며, 이러한 경향은 80℃와 90℃보다 100℃가 더 큰 편차를 보이는 POY 12絲와 비슷한 경향을 보인다.

이러한 습열 열처리시 cake내의 layer 간의 wet shrinkage의 변화로 인해 sizing 호부착 과정과 steammer등의 제직준비공정에서 사의 물성 불안정성을 초래할 수 있으며, 이러한 불안정성으로 인해 후공정까지 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있다.

Fig. 6과 7은 각각 습열과 건열 열처리의 대표적인 경향을 나타내는 POY 9絲의 온도변화에 따른 각 layer의 wet shrinkage와 POY 13絲의 온도변화에 따른 각 layer의 dry shrinkage를 보인 것이다.

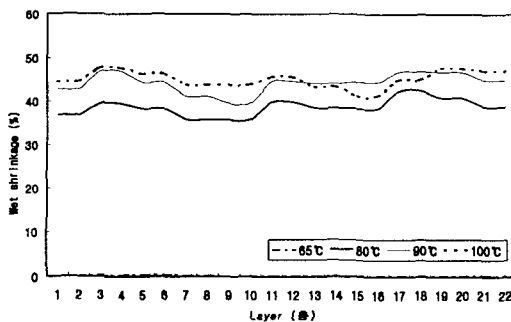


Fig. 6. POY9 絲의 layer별 wet shrinkage

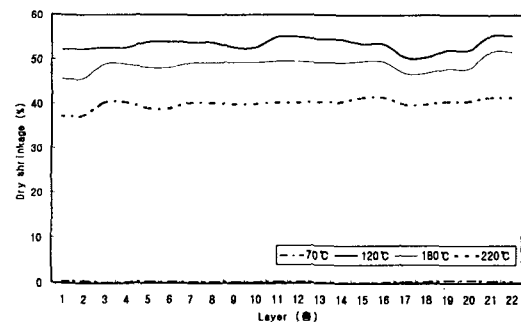


Fig. 7. POY13 絲의 layer별 dry shrinkage

Fig. 6은 Fig. 4, 5에서와 마찬가지로 습열 열처리온도가 80℃에서 90℃로 증가될 때 wet shrinkage가 비교적 큰 선형성과 규칙성을 가지고 증가하는 반면, 90℃에서 100℃로 열처리 온도가 증가할 때는 규칙성을 나타내지 않는다. 이는 습열 열처리의 경우, 온도가 증가함에 따라 어느 온도까지는 wet shrinkage가 증가하나 일정한 온도이상에서는 wet shrinkage의 변화가 미미하고 큰 변화가 없어서 이러한 결과를 나타내는 것으로 사료된다.

Fig. 7은 건열 열처리시 온도가 증가함에 따라 dry shrinkage가 감소함을 볼 수 있으며

이는 앞서 언급한 Tg와 Tm사이의 온도에서의 고무거동에 의한 것으로 사료된다. 또, 건열 열처리의 경우 120℃, 180℃, 220℃로 열처리 온도를 변화할 때 layer간의 dry shrinkage의 편차는 5% 미만으로 Fig 4, 5, 6의 10~15%의 heat shrinkage의 편차를 보인 습열 열처리 보다 다소 안정적임을 보이니, 이러한 dry shrinkage의 편차는 假撚 및 제직 준비과정중에 받는 건열 열처리에 의해서 絲의 불안정성을 초래할 수 있다.

#### 4. 결 론

국내 6개社의 PET filament 120d/36f POY 원사의 회사별, cake의 layer별 열처리 온도 변화에 따른 heat shrinkage의 변화를 실험·분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 습열 열처리온도 80℃에서 약 40%의 shrinkage를 보이며, 80℃이후 온도가 증가함에 따라 90℃까지는 선형적으로 약 5%의 증가하는 반면, 90℃에서 100℃까지는 그 변화가 미미함을 보인다.

2) 건열 열처리온도 120℃에서 약 55%의 shrinkage를 보이며, 120℃이후 온도가 증가함에 따라 shrinkage는 선형적으로 감소한다.

3) 국내 6개社 POY lot의 wet·dry shrinkage는 各社별로 약 10%의 편차를 가지며, 各社별로 동일 열처리온도에서 3번 반복한 data들의 열수축률 편차는 dry shrinkage가 더 큼을 보이는 반면, 各社별 lot의 layer간의 편차는 dry shrinkage가 적음을 볼 수 있다.

4) cake 내의 layer 간의 wet shrinkage의 편차는 POY 12絲와 POY 13絲가 가장 심하며, 80℃와 90℃에서 약 5~8%의 heat shrinkage 편차를 보이는 반면 100℃에서 약 15%의 heat shrinkage 편차로 80℃와 90℃ 보다 100℃가 심한 경향을 보이며, dry shrinkage의 경우 120℃, 180℃, 220℃에서 약 5%의 heat shrinkage의 편차를 보인다. 이러한 동등온도에서의 heat shrinkage의 편차는 假撚공정의 1st, 2nd heater와 sizing과 연사의 steaming공정의 열처리 온도 범위에서 cake 상태에서 layer 간의 열수축의 편차로 인해 絲물성의 불안정성 유발과 이수축사를 이용한 복합사 제조시 수축률의 차이로 인해 제품의 불량을 유발할 수 있다.

#### 5. 참고문헌

- 1) 김승진, “폴리에스테르 원사물성 Data集”, RRC(1997).
- 2) 김승진, “복합사 素材 物성과 工程조건(I)”, RRC(1999).

- 3) 김승진, “복합사 素材 物性和 工程조건(Ⅱ)”, RRC(1999).
- 4) 김승진, “직물경사줄 현상원인분석과 각 공정별 대책”, 한국섬유개발연구원(2000).
- 5) 김승진, “사가공 공정 기술”, RRC(1996)
- 6) 김승진, “복합絲 제조 공정 기술”, RRC(1997)
- 7) 김승진 외 5명, 한국섬유공학회 학술발표회 논문집., **34**(2), submitted(2001).

감사의 글 : 본 연구는 영남대학교 RRC와 한국섬유개발원의 연구비에 의해 수행하였기에 두 기관에 감사 드린다.