

PET 絲의 Layer 내 · 외층간의 급내 · 외 열수축 변동과 편차에 관한 연구

홍성대, 김승진, 서봉기, 심승범, 김소연, 박미영

영남대학교 섬유패션학부

1. 서 론

폴리에스테르 POY는 원사에서부터 직물이 만들어지는 여러공정을 거치면서 絲나 織物상태에서 받는 이력은 장력과 열이라고 볼 수 있다.¹⁾ 이들 중요한 공정인자인 장력과 열처리 공정을 거치면서 絲의 물성변화를 초래하여 최종 직물의 제품 특성에 많은 영향을 미친다. 공정 중의 습·건열 열처리는 sizing 공정, 2-for-1 연사후의 steaming 공정, 사가공 공정에서 heater의 Setting 그리고 직물상태에서의 Scouring & Relaxation, Setting등의 많은 섬유생산공정에서 수축을 야기시킨다. 따라서 공정에서 받는 습·건열 열처리 온도변화에 따른 수축률을 예측하므로써 공정중 발생할 수 있는 絲나 織物의 여러 가지 불량률 줄이고 제품의 품질향상에 기여할 수 있는 정량화된 data의 분석과 체계화가 요구되고 있다.²⁾

따라서 본 연구에서는 원사 cake의 layer 내·외층별로 온도변화에 따른 수축률의 변화를 layer 급내 변동과 급간 변동으로 나누어 알아보고 또한 이에 따른 수축률의 편차를 분석하므로써 공정에서 발생할 수 있는 불량률 최소화하고 최적 공정 조건을 설정하기 위한 Data를 제공함에 그 목적이 있다.

2. 실 험

2.1. 시 료

본 연구에 사용한 시료는 同一社의 섬도만 다른 원사로서 Table 1에 나타낸다.

Table 1. 시 료

	POY 6	POY 13
섬 도	85d/72f	125d/36f
무 게	10 kg	15 kg
100,000m / layer	11	11

2.2. 실험 방법 및 측정 기기

PET POY cake를 100,000m로 각각 11 layer를 나누어 습열, 각각 4가지의 온도변화를 주어 layer별 습·건열 수축률의 layer 급간 변동을 실험하였고 한 layer내의 3,000m를 습열, 건열 각각 2가지 온도 변화를 주어 습·건열 수축률의 급내 변동을 실험하였다. Table 2에 급간 변동과 급내 변동의 실험 조건을 보이고 있다

Table 2. 급간 변동과 급내 변동의 실험 조건

시료 No.	급간 변동		급내 변동	
	POY 6	POY 13	POY 6	POY 13
습열 온도	65℃, 80℃, 90℃, 100℃ (4가지)		80℃, 100℃ (2가지)	
건열 온도	70℃, 120℃, 180℃, 220℃ (4가지)		120℃, 180℃ (2가지)	
실험 조건	· test speed : 10 m/min · test 횟수 : 3회/온도(℃) (각 layer 30m)		· test speed : 10 m/min · test 횟수 : 300회/온도(℃) (1 layer 3,000 m)	
측정 기기	Toray Fibre Thermal Analysis (FTA-500, Japna, Toray, ENG.)			

3. 결과 및 고찰

3.1. Layer 급간 열수축 변동

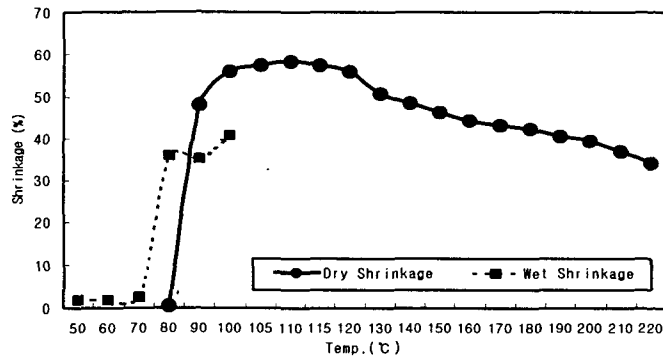


Fig. 1. POY 85d/72f 絲의 온도 변화에 따른 습·건열 수축률

Fig. 1은 POY 85d/72f 絲의 온도 변화에 따른 습·건열 수축률을 보이고 있다. 습열 수축률은 70℃까지 거의 발생하지 않으나 80℃에서 35%, 100℃에서는 약 40%로 열처리 온도의 증가에 따라 수축률이 증가함을 보이고 있다. 건열 수축률 역시 90℃에서 50%까지 급격히 증가함을 보이고 120℃이후에서는 서서히 감소하는 현상을 보인다. 이러한 수

축률의 변화는 PET와 같은 결정성 고분자의 Tg는 약 80℃부근에서 형성되므로 열 확산, 점도 및 역학적질 등의 고분자 물성이 크게 변화하는 Tg 이후의 80℃~90℃에서 열 수축률이 급격히 증가하는 것으로 사료된다. 그리고 120℃이후에서 건열 수축률의 감소는 열처리 온도의 증가에 따라 활발한 분자운동으로 결정화도가 증가함으로서 분자쇄 길이 방향으로 수축이 억제되는 현상으로 사료된다.³⁾⁴⁾

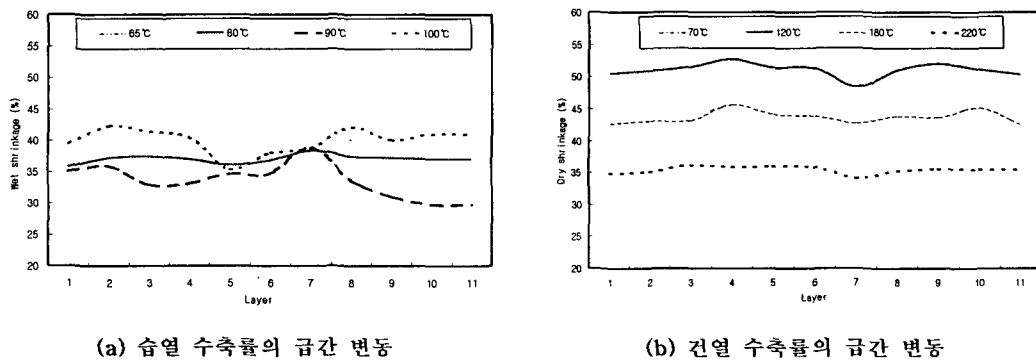
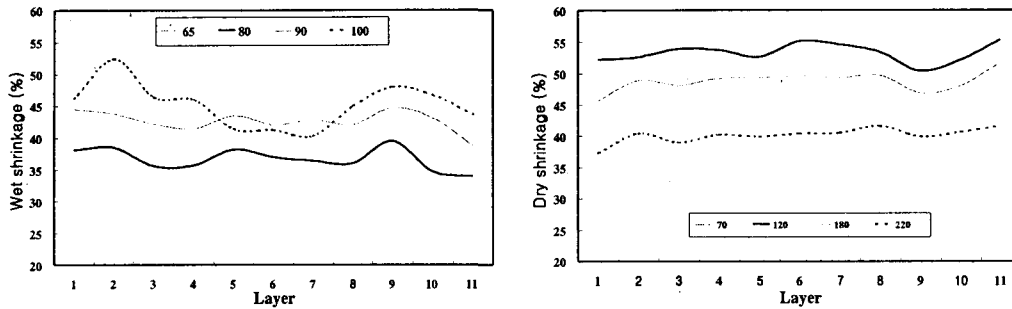


Fig. 2. POY 6 絲의 습·건열 수축률의 layer 급간 변동

Fig. 2는 85d/72f의 POY 6 絲의 layer별 습·건열 수축률의 급간 변동을 나타낸 그림이다. 그림 (a)에서 80℃에서의 각 layer별 습열 수축률은 35%정도로서 비교적 안정된 값을 보이고 있지만 90℃와 100℃일 때 각 layer별 습열 수축률의 변동이 심하게 나타남을 알 수 있다. 습열 열처리 온도 100℃일 때 cake의 최외층에서 40만m까지와 70만m에서 110만m(최내층)까지는 40%~42%의 습열 수축률을 보이지만 40만m에서 70만m 사이에서는 35%~40%의 수축률로서 다소 낮은 값을 보이고 있다. 이는 원사 cake의 winding 공정시 과도한 장력의 원인으로 사료되며 2-for-1 연사후의 실린더 setting의 열처리 공정이나 염·가공 공정의 scouring 공정의 열처리 과정에서 絲나 織物의 물성변화를 초래할 가능성이 있을 것으로 사료된다. 그림 (b)의 건열 수축률의 편차는 layer간에 있어서는 3%~5%정도로서 비교적 안정된 수축률을 보이고 있다.

Fig. 3은 125d/36f의 POY13 絲의 습·건열 수축률의 layer 급간 변동을 보이고 있다. 그림 (a)의 습열 수축률에서 80℃와 90℃에서는 5%내외의 비교적 작은 습열 수축률 편차를 보이고 있지만 100℃일 때는 12%의 습열 수축률 차이를 보임으로서 layer별 큰 편차를 보이고 있다. 특히 15만m에서 25만m사이에서는 50%이상의 높은 수축률을 보이고 있고 cake의 중간부분인 40만m에서 70만m사이에서 85d/72f의 POY 6 絲와 마찬가지로 100℃일 때의 습열 수축률은 90℃일 때의 습열 수축률 값인 40%~41% 보다 더 낮은 값



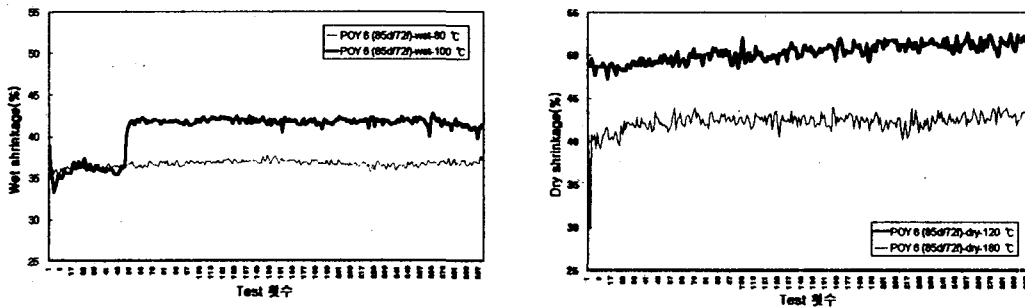
(a) 습열 수축률의 급간 변동

(b) 건열 수축률의 급간 변동

Fig. 3. POY 13 絲의 습·건열 수축률의 layer 급간 변동

을 가짐으로서 이 구간에서의 絲가 후공정을 거치면서 물성의 불안정성을 초래할 가능성이 있을 것으로 사료된다. 그림 (b)의 건열 수축률도 layer가 증가할수록 5%~6% 정도의 layer간 열수축 편차를 보이고 있다. 120℃와 180℃의 건열 수축률에서 layer의 안쪽인 85만m와 95만m 사이에서 건열 수축률이 감소하므로써 사가공 공정의 heater setting 공정과 sizing의 dry 공정시 絲의 물성이 변할 수 있다고 사료된다.

3.2. Layer 급내 열수축 변동



(a) 습열 수축률의 급내 변동

(b) 건열 수축률의 급내 변동

Fig. 4. POY 6 絲의 습·건열 수축률의 급내 변동

Fig. 4는 85d/72f의 POY 6 絲의 습·건열 수축률의 급내 변동을 보이고 있다. 그림 (a)의 습열 수축률의 급내 변동에서 습열 열처리 온도 100℃일 때의 급내 구간 0m에서 500m 사이에서의 습열 수축률이 열처리 온도 80℃일 때와 비슷한 35% 정도의 낮은 값을 가지다가 600m 부근에서 43%까지 급격히 증가함을 볼 수 있다. 그림 (b)의 건열 수축률의 급내 변동에서는 180℃의 건열 열처리 온도에서 test 시작과 동시에 0m에서 10m

까지 30%~35%까지의 낮은 수축률값을 보이다가 이후 3,000m까지는 layer 내의 수축률 편차가 2%~3%정도의 낮은값을 보이며 비교적 안정된 수축특성을 보이고 있다. 하지만 건열 열처리 온도 120℃에서는 0m에서 1,000m까지는 47%~50%까지의 건열 수축률을 보이다가 2,000m에서 3,000m 사이에서는 50%~53%의 수축률로서 급내 구간 사이에서 건열 수축률이 증가함을 보이고 있다. 이는 급내 구간에서도 絲의 수축편차가 발생하므로써 후공정을 거치면서 최종 제품에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

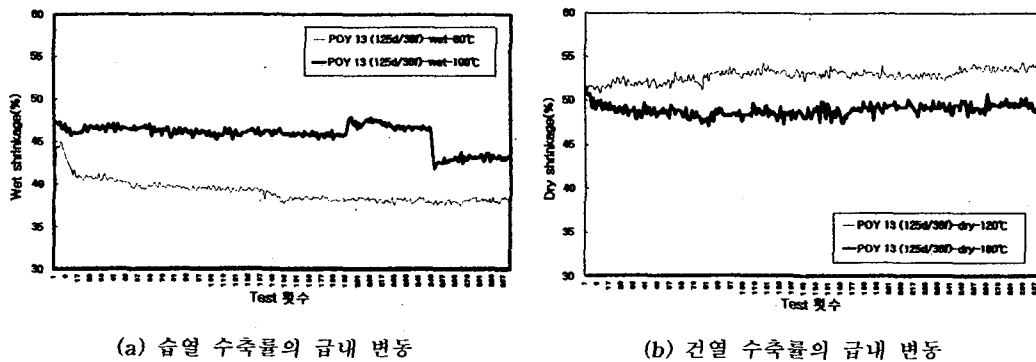
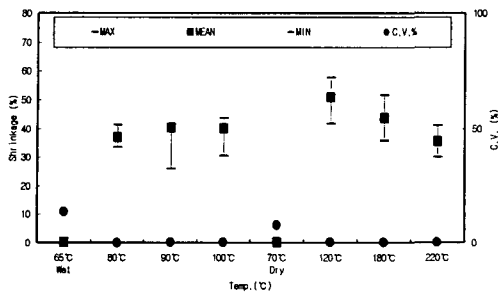


Fig. 5. POY 13 絲의 습·건열 수축률의 급내 변동

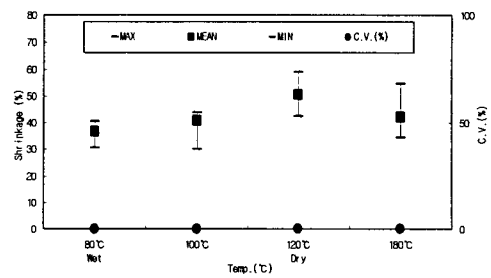
Fig. 5는 125d/36f의 POY 13 絲의 습·건열 수축률의 급내 변동을 나타낸 그림이다. 그림 (a)의 습열 수축률의 급내 변동에서 습열 열처리 온도 100℃일 때는 0m에서 2,500m사이에서는 45%~47%정도의 비교적 안정된 수축률 값을 보이다가 2,500m 이후에서의 42%~44%로 습열 수축률 값이 급격히 감소함을 볼 수 있다. 습열 열처리 온도 80℃일 때는 2%~3%의 편차로 2,500m 까지 감소하다가 그 이후부터 안정된 수축률 값을 보이고 있다. (b)의 건열 수축률의 급내 변동에서는 습열 수축률과는 달리 그 편차가 심함을 볼 수 있다. 건열 열처리 온도 120℃와 180℃에서 0m에서 300m까지 2%~3%정도의 편차를 가지다가 500m에서 3,000m까지는 5%~7%정도로 편차가 증가함을 알 수 있다. 급간 변동과 달리 급내 변동 실험에서 습·건열 수축률의 변동과 편차가 발생하므로써 제품의 품질향상을 위해서 이러한 편차를 줄이는 공정상의 개선이 필요할 것으로 사료된다.

3.3. 급간 열수축 변동과 급내 열수축 변동과의 편차 비교

Fig. 6은 85d/72f의 POY 6 絲의 급간 변동과 급내 변동과의 편차를 나타낸 그림이다. 급간 수축률 변동의 편차에서 습열 열처리 온도 90℃에서 15%정도의 편차로 가장 크게



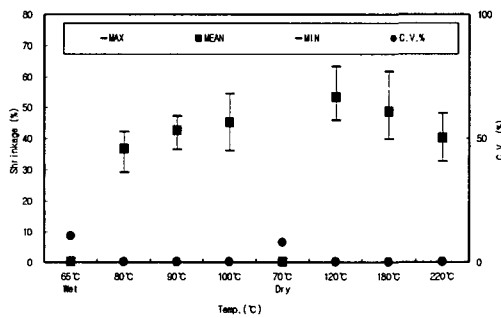
(a) POY 6 絲의 급간 변동 편차



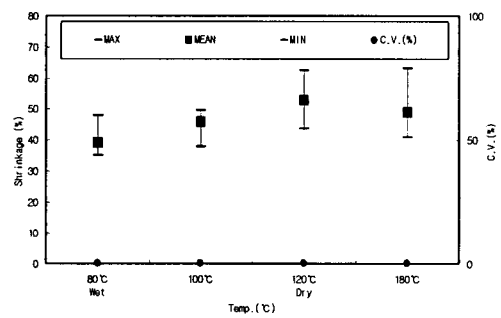
(b) POY 6 絲의 급내 변동 편차

Fig. 6. POY 6 絲의 급간 열수축 변동과 급내 열수축 변동과의 편차 비교

나타난다. 급내 변동과 급간 변동의 습열 열처리 온도에 따른 열수축 편차는 급내 변동에서 편차가 1%~2%정도 높게 나타나고 건열 수축률 역시 1%~4%정도 높게 나타나므로 급내 수축률의 변동에서 그 편차가 다소 크게 나타남을 알 수 있다.



(a) POY 13 絲의 급간 변동 편차



(b) POY 13 絲의 급내 변동 편차

Fig. 7. POY 13 絲의 급간 열수축 변동과 급내 열수축 변동과의 편차 비교

Fig. 7은 125d/36f의 POY 13 絲의 급간 열수축 변동과 급내 열수축 변동과의 편차를 비교한 그림이다. 습열 열처리 온도 100°C에서 급내 열수축 변동보다 급간 열수축 편차가 6%정도 더 높게 나타난다. 이는 125d/36f의 POY 13 絲의 layer 간 습열 수축 변동이 심하게 나타남으로서 POY 絲의 전 layer에 걸쳐 공정관리가 필요하다고 사료된다. 건열 수축률에서의 급내, 급간 변동의 편차는 거의 없다.

4. 결 론

PET 85d/72f POY 6 絲 PET 125d/36f POY 13 絲의 cake의 layer 내·외층의 급내 열수축 변동과 급간 열수축 변동을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. PET 85d/72f POY 6 絲에서의 급간 변동은 습열 열처리 온도 90℃일 때는 30%~37%, 100℃일 때는 35%~42%의 수축률 변동을 보인다. PET 125d/36f POY 13 絲는 습열 수축률의 습열 열처리 온도 100℃에서 40%~52%의 가장 큰 수축 편차를 보이고 건열 수축률은 열처리 온도에 따라 layer 별 5%~6%의 열수축 편차를 보인다.
2. PET 85d/72f POY 6 絲에서 습열 수축률의 급내 변동은 열처리 온도 100℃에서 34%~42%의 급내 열수축 편차를 가지고 건열 수축률의 급내 변동에서는 열처리 온도 180℃일 때 test 횟수가 증가할수록 수축률 값이 2%~3%로 증가한다. PET 125d/36f POY 13 絲에서 습열 수축률의 급내 변동은 열처리 온도 80℃일 때는 5%, 100℃일 때는 8%의 편차를 가지고 건열 수축률의 급내 변동은 온도에 관계없이 3%의 편차를 가진다.
3. 85d/72f POY 6 絲는 급간 수축률 변동보다 급내 수축률 변동의 편차가 습열 수축률은 1%~2%, 건열 수축률은 1%~4% 더 높게 나타난다. 125d/36f POY 13 絲는 건열 수축률에서는 급내, 급간 변동의 편차가 거의 나타나지 않지만 습열 수축률에서 열처리 온도 100℃일 때 급간 열수축 변동이 6% 더 높게 나타난다.
4. 이러한 급간 변동과 급내 변동의 습·건열 수축률의 편차의 발생은 열처리 온도 변화에 따른 후 공정을 거친 이후에 絲나 織物의 물성 변화를 초래해 최종 제품에 치명적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 winding 時 layer 별 장력 관리등 철저한 공정관리를 통해 cake의 layer별 급내·급간 수축률의 편차를 줄여야 한다고 사료된다.

참고 문헌

- 1) 김승진, “폴리에스테르 원사물성 Data 集, -絲의 物性과 工程 條件-”, RRC. (1997)
- 2) 김승진, “복합絲 소재 物性과 工程 條件 (I), (II)” RRC (1999).
- 3) 김상용, 장동호, “섬유물리학” 문운당 (1982).
- 4) 김정선, 김상용, “Journal of Korean Fiber Society”, Vol.33. No. 9, (1996).
- 5) 김승진 외 4명, “춘계학술발표회 논문집”, 염색가공학회, p.214 건국대학교, (2001).
- 6) 김승진, 오애경, “Journal of Korean Fiber Society”, Vol.29. No. 4, (1992)

감사의 글 : 본 연구결과는 영남대학교 RRC와 영남대학교 연구조교 지원사업의 연구과제 결과의 일부로서 관계기관에 감사드립니다.