

PET 絲의 물성 편차에 관한 연구(IV)

박미영, 김승진, 서봉기, 김소연

영남대학교 섬유패션학부

1. 서 론

폴리에스테르絲가 middle, down stream인 사가공 및 제직, 그리고 염색·가공 공정을 거치면서 역학적 특성이나 열적 특성의 차이로 인해 폴리에스테르직물에 여러 가지 불량을 초래할 수 있다. 특히 국내 섬유 산업에서 middle stream의 중심이 되어 있는 중소기업들은 사가공, 제직준비 그리고 제직공정에서 참고가 되어야 할 폴리에스테르絲의 기본물성 data가 부족한 실정이기에 많은 시행착오나 불량을 감수해 온 것이 사실이다.¹⁾

따라서 본 연구에서는 전보²⁾에 이어서 국내 6개 원사제조기업에서 생산되고 있는 PET POY 120D/36F의 원사 cake상태에서의 각 layer간의 섬도와 絲의 인장특성을 조사하여 이를 체계화시켜 기초적인 data base를 제공함으로써 각 공정에서 발생 가능한 폴리에스테르 직물의 불량을 분석하고자 하는데 도움을 주고자 한다.

2. 실험

2.1. 시 료

본 연구에 사용한 시료를 Table 1에 나타낸다.

Table. 1. 시료

시료	섬도(d/f)	cake 원사량 (kg)	layer 구분 (50,000 m/layer)
POY 9	120/36	14	21
POY 10		11.5	22
POY 11		5	7
POY 12		20	30
POY 13	125/36	15	22
POY 14	115/36	12	18

Table. 2. 실험항목 및 방법

실험 항목	실험 방법
- 섬도 (타레법)	· KSK K0416 5회 실시
- 역학 물성 ▶ 초기탄성을 ▶ 절단 강·신도 ▶ 절단 energy	· Testrometric MICRO 350을 이용하여 상온에서 주어진 조건으로 10회씩 반복 측정

2.2. 실험 항목 및 방법

실험 항목 및 방법은 Table 2에 나타낸다.

2.2.1 섬도

KSK K0416에 의해 섬도를 측정하였다.

2.2.2 인장 특성

국내 6개의 화섬업체에서 생산된 PET POY 120d/36f 4개, 125d/36f 1개 그리고 115d/36f의 cake를 50,000m을 1 layer로 구분하고 layer별로 인장특성을 실험하였다. 상온에서 실험기기는 Testrometric MICRO 350을 이용하였으며 원사 시료는 길이 100mm, Test speed는 200mm/min의 조건으로 10회를 반복 실험하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 섬도 변화

Fig. 1은 국내 화섬업체에서 생산한 PET POY 120d/36f 4개, 125d/36f와 115d/36f의 각 layer간 絲의 섬도 변화를 나타낸 것이다.

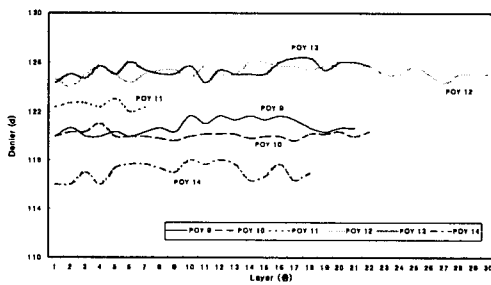


Fig 1. Maker별 layer간의 POY denier 변화

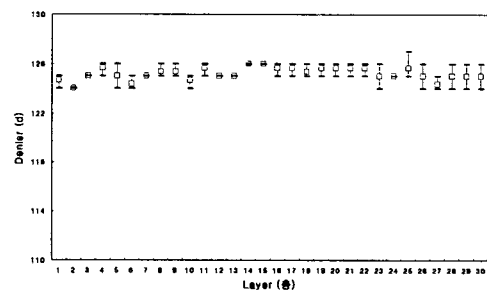


Fig 2. POY 12의 layer내의 denier 변화

그림에서 보듯이 각 기업의 layer간의 섬도 편차는 각 2~5denier의 차가 나타난다. 그러나 같은 PET POY 120d/36f를 layer간 섬도 편차를 비교했을 경우 POY 11과 POY 12 번의 시료는 약 3~4denier의 높은 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 그리고 POY 14번의 경우도 115d/36f보다 약 2denier정도 더 높은 값을 가진다. POY 10번의 layer내의 편차가 2.5~3.5 denier로 약간의 편차를 볼 수 있다. 반면에 POY 14번은 layers内の 편차는 양호하나 layer간의 편차가 최대 3denier까지 나타나고 있다.

Fig. 2는 POY 12번의 layer내의 섬도 변화를 보인 것이다. 이 경우 외층 부분(0~60만 m)에서 layer간 편차의 차이가 보이나 중층(80만m~115만m)에서는 약125denier로 layer내의 편차가 거의 없음을 볼 수 있다. 그러나 내층(120만m~150만m)에서는 중층 layer의 편차보다 1denier정도의 불균일한 layer內 편차를 보인다. 이러한 섬도의 불균일은 최종 직

물의 물성 변화에 나쁜 영향을 가져올 것으로 사료된다.

3.2. 인장특성 변화

3.2.1 Initial modulus 변화

Fig. 3은 국내 6개의 화섬업체에서 생산된 PET POY 120d/36f의 layer간의 초기 탄성률 변화를 나타낸 것이다.

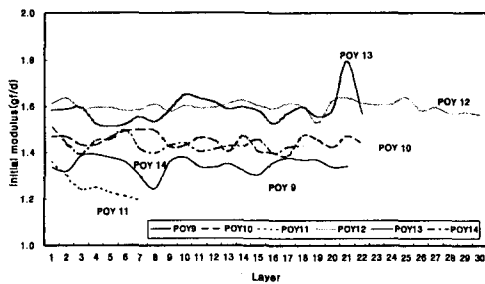


Fig 3. Maker별 layer간의 initial modulus 변화

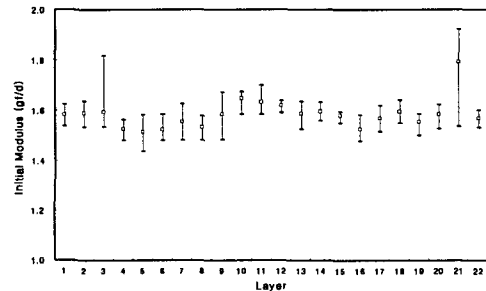


Fig 4. POY 13 layer내의 initial modulus 변화

각 maker별 POY 120d/36f의 Initial modulus는 layer간 편차가 1.3gf/d~1.6gf/d의 분포를 보인다. POY 12번 시료의 경우 다른 시료에 비해 균일하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이에 비해 POY 11번은 내층으로 갈수록 Initial modulus가 점차 감소하는 경향이 보인다. POY 13번은 내층에서 Initial modulus가 21 layer일 때 값이 약 1.8gf/d까지 커짐을 나타낸다. POY 9번은 8 layer에서 Initial modulus의 값이 1.2gf/d로 크게 떨어짐을 보인다. Fig. 4는 POY 13번의 layer내의 Initial modulus의 편차를 나타낸 것이다. 외층(15만m)과 내층(105만m)에서 layer내의 편차가 0.1gf/d~0.2gf/d에 분포해 있는 것을 볼 수 있다. 이러한 Lot 内の layer간 편차가 심하면 후공정에서 물성의 변화를 야기시킬 수 있다.

3.2.2. 인장 강 · 신도의 변화

Fig 5는 국내 화섬업체에서 생산된 PET POY 120d/36f의 절단신도를 나타낸 것이다.

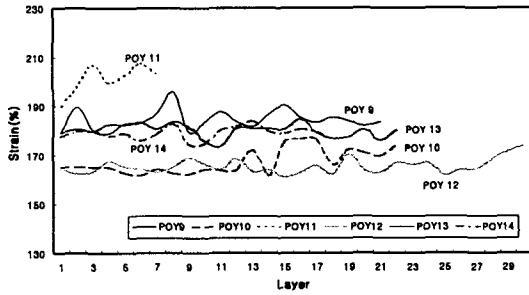


Fig 5. Maker별 layer간의 POY 절단신도 변화

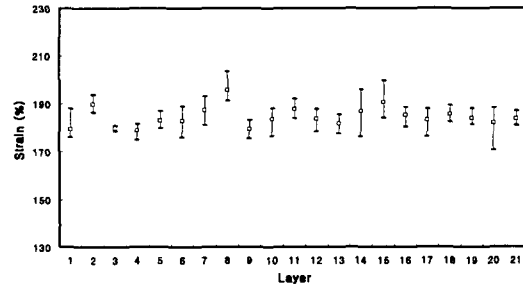


Fig 6. POY 9 layer내의 절단신도 변화

각 회사간의 절단신도 편차가 약간씩 있으나 비교적 일괄된 경향을 보인다. Fig. 5에서 각 기업별 layer간의 절단신도는 대부분 160~210%의 분포를 보이며 POY 10번과 12번이 165%~170%로서 가장 낮은 값을 보인다. POY 11번이 190%~210%의 분포를 보이며 cake바깥쪽 보다 안쪽 layer가 약 17%정도 더 높은 값을 나타낸다.

POY 13번은 절단신도가 내층에서 안정함을 보이고 중층에서 불안정하다. POY 14번은 외·내층(0~30만m와 70만m~80만m)은 안정하나 중층(35만m~65만m)의 값들이 불안정한 것을 볼 수 있으나 layer內, layer간 편차를 모두 감안했을 때 다른 lot에 비해 양호한 결과를 보인다. POY 10번의 경우 25만~60만m에서 균일한 값을 가진다. 절단신도가 가장 높은 絲는 POY 11번으로 다른 lot에 비해 30~50%정도 높은 절단신도를 보이며 초기탄성률과 반대로 외층에서 내층으로 갈수록 절단신도가 증가하는 현상을 보인다. Fig. 6은 POY 9번의 layer내의 절단신도 변화를 나타낸 것이다. POY 9번은 외층(0m~45만m)에서는 다소 불안정한 값을 보이며 중·내층(50만m~105만m)부분에서는 안정된 값을 보인다. Fig. 7은 국내 화섬업체에서 생산된 PET POY 120d/36f의 layer간에 절단강도를 나타낸 것이다.

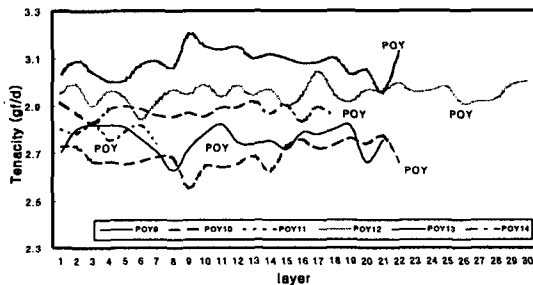


Fig 7. Maker별 layer간의 POY tenacity 변화

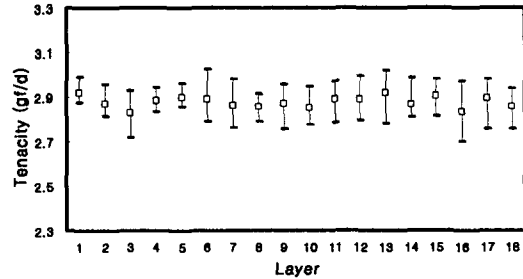


Fig 8. POY 14의 layer내의 tenacity 변화

각 회사의 layer간의 tenacity는 2.5~3.2gf/d의 값을 가진다. make별마다 편차가 다소 나타나며 각 layer간의 0.2~0.7gf/d의 편차를 보인다. POY 13번이 가장 높은 값을 나타낸다. POY 13번은 105만m에서 그리고 POY 9번은 100만m에서 tenacity의 값이 떨어지는 것을 볼 수 있다. Fig. 8은 POY 14의 layer내의 tenacity의 변화를 나타낸 것이다. POY 14의 layer간의 편차가 가장 양호한 경향을 나타낸다. tenacity의 값의 차이는 후공정에서 絲의 강도를 떨어뜨리는 원인이 된다. 또한, 절단신도 값의 차이에 따라 제직·사가공 공정에서의 효율이나 제품의 물성에 많은 영향을 미칠 수 있다.

3.2.3 절단에너지(toughness)의 변화

Fig. 9는 국내 화섬업체에서 생산된 PET POY 120d/36f의 layer간에 절단에너지를 나타낸 것이다.

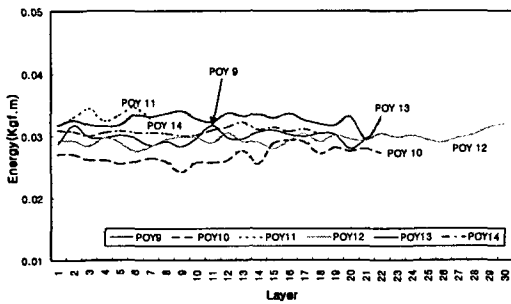


Fig 9. Maker별 layer간의 POY toughness 변화

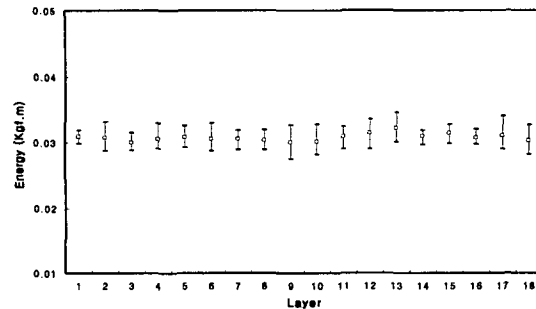


Fig 10. POY 14의 layer간의 POY toughness 변화

국내 각 원사 각 기업별 layer간 편차는 큰 차이가 없는 것을 볼 수 있다. 그러나 POY 11번과 13번이 toughness값 자체는 다른 시료에 비해 0.03Kgf·m의 값을 가진다. 그리고 POY 10번의 경우는 절단에너지의 값이 0.02Kgf·m로 타 maker에 비해 가장 낮은 값을 가지는 것을 볼 수 있으며, 75만~85만m부분에서 증가하는 경향을 보임으로서 편차가 가장 심함을 볼 수 있다. Fig. 10은 POY 14번의 layer내의 toughness를 나타낸 것이다. POY 14번이 다른 lot에 비해 layer간 toughness의 편차가 가장 양호함을 보인다.

4. 결 론

국내 화섬업체에서 생산한 6개의 폴리에스테르 POY 120d/36f 원사를 각 layer별로 섬도 측정과 원사 인장특성 실험을 분석한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 동일한 120d/36f를 비교했을 때 POY 11과 POY 12번이 120 denier보다 3~4 denier의 높은 섬도를 가진다. maker별 layer간에 섬도 편차는 크게 차이를 보이지 않으나, layer가 제일 많은 POY 12번의 layer내의 섬도 변화를 보았을 때 중층(80만~115만m)의 섬도는 편차가 거의 나타나지 않았다.
2. Initial modulus는 layer간의 편차가 약간의 차이를 나타냈으며 POY 11번은 최내층으로 갈수록 감소한다. POY 13번과 POY 9번이 layer에서 편차가 큰 값을 갖는다.
3. 절단신도는 각 maker별 layer간에 편차가 나타남을 보인다. 다른 POY에 비해 POY 11번이 190~210%로 가장 높은 절단신도를 가진다.
4. 절단 강도는 maker별 layer간 2.5~3.2gf/d의 값을 가지며 layer간의 편차의 차이를 보인다. POY 13과 POY 9번은 내층에서 절단강도의 값이 크게 떨어졌다.
5. Toughness는 layer간의 편차가 거의 나지 않으며 POY 10번이 전체 lot 중에서 가장 낮은 값을 나타내었다.

참고문헌

- 1) 김승진 외 4명, “춘계학술발표회 논문집”, p.214, 건국대학교, 2001.
- 2) 심승범 외 5명, “추계학술발표회 논문집”, p.176, 부산대학교, 2001.
- 3) 김승진, 국내외 PET 원사 물성 비교 분석 DATA집, RRC(2002).
- 4) 김승진, “폴리에스테르 원사물성 Data集”, RRC(1997).
- 5) 김승진, “복합사 素材 物성과 工程조건(I)”, RRC(1999).
- 6) 김승진, “복합사 素材 物성과 工程조건(II)”, RRC(1999).
- 7) 장동호, 김상용, 섬유물리학, 문운당, 10(1994).
- 8) J. of Korean Soc. of Dyers and Finishers, vol. 10, No 2, p.45~54(1998).
- 9) 김승진, 안철우, 안진원, 이대훈, *J. Korean Fiber Soc.*, 27(5), 325(1990).

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