

# 감성소재 PET 絲의 계측방법에 따른 열 수축률 변화

김승진, 박경순, 유지수, 홍성대, 서봉기, 김연숙, 심승범, 김소연, 박미영  
영남대학교 섬유패션학부

## Thermal Shrinkage Variation to the Measuring Method of Sensory PET Filament

Seung Jin Kim, Kyung Soon Park, Zi Su Yu, Sung Dae Hong, Bong Ki Seo,  
Yeon Suk Kim, Seung Bum Sim, So Yeon Kim and Mi young Park

School of Textiles and Fashion, Yeungnam University, Kyongsan, Korea

### 요 약

본 연구에서는 국내 7개 기업에서 생산되고 있는 PET POY와 일본과 대만에서 생산되고 있는 PET POY 시료를 준비하여 이들 絲의 열수축 특성을 hank 실험방법과 Toray FTA-500 계측기를 사용한 실험 data를 비교 분석하여 최근 도입되어 사용되고 있는 Toray FTA-500 열 수축률 측정계측기의 타당성을 조사하고자 한다. 본 연구를 위해 사용한 시료는 PET POY 85d/72f 그리고 120d/36f 2가지를 준비했으며 국내 합섬 maker 7 개회사별로 각각 같은 굵기의 POY 絲를 준비하였다. 그리고 국내 POY와 외국 소재로서 대만과 일본에서 생산되고있는 소재의 열 수축률 특성치를 Toray FTA-500과 hank 방법을 비교 분석하므로써 감성의류 제조용 PET POY 絲의 국내·외 소재의 차이점을 계측기 계와 계측방법의 相異로 나누어 data화가 가능케 함으로서 감성의류소재 개발에 기초자료로 활용코자 한다.

*Keyword* : POY, hank, Toray FTA-500, 열 수축률, 감성소재

### 1. 서 론

최근 의류용 감성소재 개발이 활성화 되면서 다양한 합섬소재가 개발되고 있다. 이러한 합섬소재사 중에서 감성의류용으로 가장 많이 사용되고 있는 소재가 PET 소재<sup>1)~2)</sup>로서 PET POY는 가장 소재를 다양화하기 좋은 소재로 알려져 있고 이들 POY의 열 수축률은 다양한 의류의 감성을 표출하는 있어서 중요한 물성 인자 중에 한가지 특성치이다. 그런데 열수축률의 계측방법은 일반적으로 습열과 건열로 나누어 지고 hank 형태의 열수축 특성 계측방법이 지금까지 사용되어 오고 있으나 최근 일본 Toray에서 개발된 열수축 특성을 연속적으로 계측할 수 있는 FAT-500 측정

장치가 기업에 보급되어 있는 실정이다. 그러나 종래에 사용해 오던 hank 열 수축률 측정 방법과 FTA-500 계측결과와는 습·건열 열 수축 실험치 간의 data 상의 비교 결과가 없음으로서 감성의류용 직물 개발과 직물제조공정에서의 공정조건 결정<sup>3)</sup>에 어려움을 겪고 있는 상황에 처해있다.

따라서 본 연구에서는 국내·외 POY 絲를 시료로 하여 KSK 방법인 hank 열 수축률 측정방법과 Toray 열 수축률 측정방법에 의한 감성소재 POY 絲의 열 수축률을 측정하여 그 값의 차이를 분석·조사하므로써 감성직물과의류 생산에 필요한 기초연구자료를 기업에 제공하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 시료

본 연구에 사용된 시료를 Table 1에 보인다.

Table 1. 시료

POY 85d/72f	POY 120d/36f	POY 250d/48f & POY 155d/50f
POY 1	POY 9	POY 17 (POY 250d/48f) → 국내사
POY 2	POY 10	
POY 3	POY 11	POY 18 (POY 155d/50f) → 日本 분할사
POY 4	POY 12	
POY 5	POY 13*(POY 125d/36f)	
POY 6*	POY 14(POY 115/36f)	
POY 7	POY 15-국외사	
	POY 16(POY 125d/72f)-국외사	

주 : \*표시는 layer내 습·건열 수축률 비교 lot(Toray법)

### 2.2 수축률 측정

수축률은 건열과 습열 수축률을 hank방법과 Toray 열수축 측정기를 사용하여 측정하였다. 각 시료별 측정횟수와 측정방법을 Table 2에 나타낸다.

Table 2. 수축률 측정방법

구분	건열 수축률	습열 수축률
layer간 (급간)	· hank 실험(KSK 0215) 180°C 3회 측정 · Toray 실험 FTA-500 (Japan) 180°C 3회 측정	· hank 실험(KSK 0215) 100°C 3회 측정 · Toray 실험 FTA-500 (Japan) 100°C 3회 측정
layer간 (급내)	· hank 실험(KSK 0215) 120°C 100회 측정 · Toray 실험 FTA-500 (Japan) 120°C, 180°C:200,300회 측정	· hank 실험(KSK 0215) 100°C 100회 측정 · Toray 실험 FTA-500 (Japan) 80°C, 100°C:200,300회 측정

그리고 Toray 열수축 측정장치를 Fig.1에 도시한다.

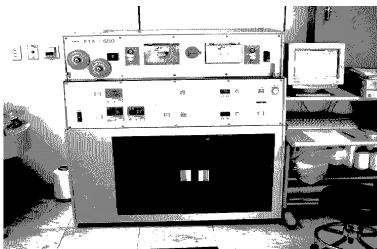


Fig. 1. Toray Fibre Thermal Analysis (FTA-500, Japan, Toray, ENG)

그리고 cake의 각 layer별 열 수축률의 차이를 보기위해 Fig.2에 보이는 방법으로 원사 cake를 각각 50,000m씩 layer를 구분하여 각 layer별로 열 수축률을 측정하였다.

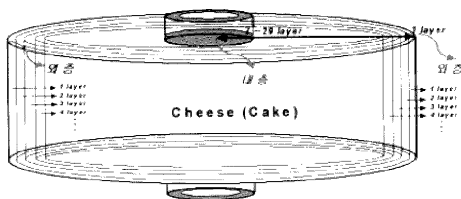


Fig. 2. Layer 구별 방법

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 POY 85d/72f의 layer간 습·건열 수축률

Fig.3은 국내 7개회사의 hank와 Toray 방법의 POY의 습열 수축률을 보인다.

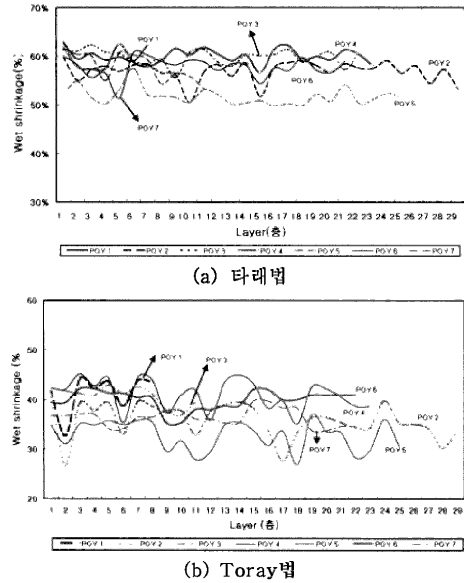


Fig. 3. 회사별, layer별 습열 수축률

Fig.3(a)는 hank 방법에 의한 POY의 습열 수축률을 나타낸 것으로 POY 1은 59~63%, POY 3, 4, 6, 7번 시료는 51~62% 그리고 POY 2, 5는 49~59%의 습열 수축률을 보인다. 그러나 (b)의 Toray법에 의한 습열 수축률은 hank 습열 수축률 data 보다 약 20% 정도 낮은 값인 27~45% 범위의 습열 수축률을 나타낸다. 특히 POY 5는 27~37%의 낮은 습열 수축률값을 보인다. Toray법에서는 초기 장력이 0.01 gr/den 정도 주어지는 상태에서 연속적으로 絲를 feeding 시키면서 습열 수축률을 측정하므로써 hank 상태보다 낮은 열 수축률을 보이는 것으로 사료된다. 국내 7개회사의 전체 layer간의 hank와 Toray 방법에 의한 습열 수축률의 편차는 hank법이 4~9%, Toray법이 6~12%로 Toray법이 2~3% 정도 더 큰 편차를 갖는다.

Fig.4는 국내 7개회사의 hank와 Toray 방법의 POY의 건열 수축률을 보인다. Fig.4(a)의 hank법에 의한 건열 수축률은 POY 1은 64%, POY 3, 4, 7번 시료는 60~63%, POY 2는 54~58%, POY 5와 6은 45~60%의 건열 수축률을 나타낸다. (b)의 Toray법에 의한 건열 수축률값은 hank법 보다 10~20% 정도

낮은 값을 보인다. POY 5번 시료의 경우 hank법에 비해 Toray법이 16~24% 정도 더 낮은 건조 수축률을 보인다.

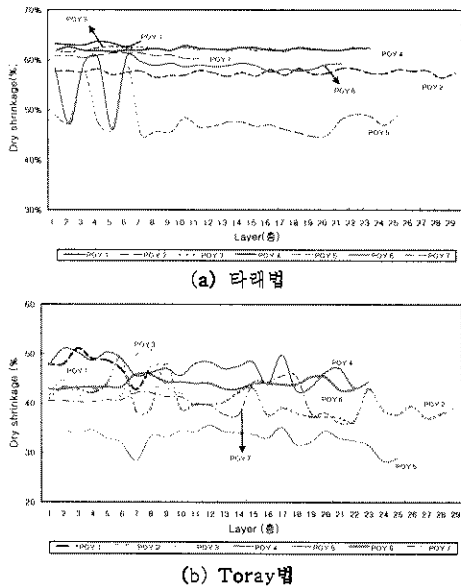


Fig. 4. 회사별, layer별 건조 수축률

건열 수축률에서도 두 측정방법에 의한 전체 layer간 열 수축률의 편차는 hank법이 1~3%, Toray법이 4~13%를 나타낸다. 습·건열 수축률의 편차는 습열 수축률이 건조 수축률에 비해 다소 높은 편차를 나타낸다. 이러한 layer간 편차가 클 경우 감성의류 소재 생산 시 많은 문제점을 유발시킬 수 있다. hank법과 Toray법에 의한 POY의 습·건열 수축률은 hank법이 더 높은 열 수축률을 가지는 것을 볼 수 있다.

Fig.5는 hank법과 Toray법에 의한 84개 시료의 습·건열 수축률 각각의 散点圖를 보인 것이다. Fig.5(a)의 습열 수축률은 0.619, (b)의 건조 수축률은 0.848의 상관계수를 가지며 습열보다 건조 수축률이 더 높은 상관성을 보인다.

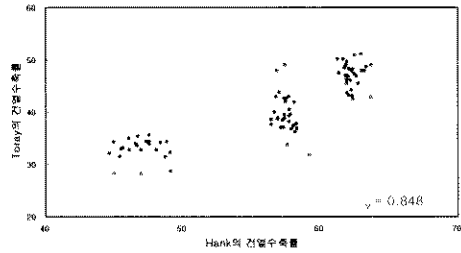
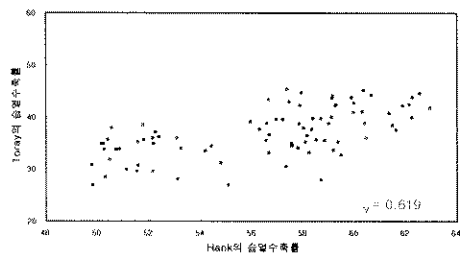


Fig. 5. hank법과 Toray법의 습·건열 수축률

### 3.2 POY 120d/36f의 layer간 습·건열 수축률

Fig.6은 국내 6개社와 국외 2개社의 hank와 Toray 방법의 POY의 습열 수축률을 보인다.

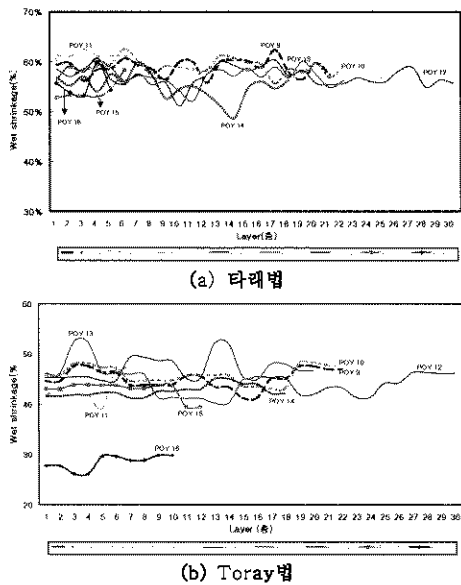


Fig. 6. 회사별, layer별 습열 수축률

Fig.6(a)는 hank법에 의한 POY 120d/36f의 습열 수축률을 나타낸 것으로 POY 11은 59~63%, POY 9와 10은 55~62%, POY 12, 13, 14번 시료는 49~60% 그리고 POY 15, 16은 52~60%의 습열 수축률을 보인다. (b)는 Toray법에 의한 습열 수축률로 약 40~50%의 열 수축률의 범위를 보이고, hank법에 비해 15~20% 정도의 낮은 열 수축률값을 나타낸다. POY 16번 시료의 경우 hank법에 비해 Toray법이 17~30% 정도 더 낮은 값을 보인다.

layer별로 hank와 Toray 두 방법간의 습열 수축률의 편차는 hank법은 3~11%, Toray법은 4~12%의 편차를 보이므로 두 방법에 의

한 습열 수축률의 편차는 큰 차이를 나타내지 않는다.

Fig.7은 국내 6개社와 국외 2개社의 hank와 Toray 방법의 POY의 건열 수축률을 보인다.

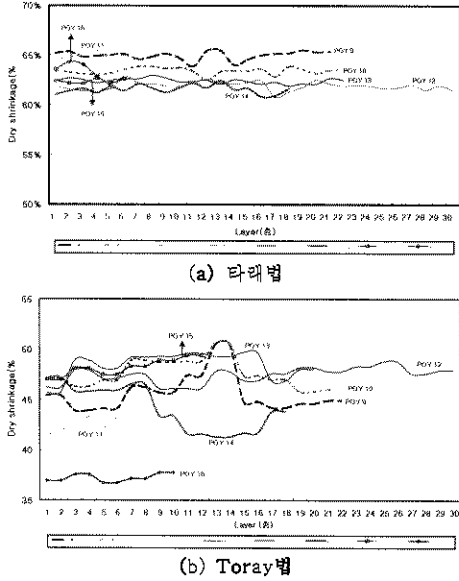


Fig. 7. 회사별, layer별 건열 수축률

Fig.7 (a)는 hank법에 의한 건열 수축률을 나타낸 것으로 각 회사별 8개의 시료가 60~65% 정도의 비교적 양호한 건열 수축률 값을 보인다. (b)는 Toray법에 의한 건열 수축률을 나타낸 것으로 hank법에 비해 각 회사별로 건열 수축률이 많은 차이를 나타내며 열 수축률의 값도 hank법에 비해 약 15~28% 정도 낮은 값을 나타낸다. POY 9, 10은 43~51%, POY 12, 13, 14, 15는 41~50%, POY 11은 41~43% 그리고 POY 16은 37%의 건열 수축률값을 나타낸다. layer별 두 측정방법에 의한 건열 수축률의 값의 편차는 hank법이 1~3%, Toray법이 1~7%의 편차를 보인다.

POY 120d/36f의 경우도 hank와 Toray법에 의한 POY의 습·건열 수축률은 hank법이 더 높은 열 수축률을 가지는 것을 볼 수 있다.

Fig.8은 hank법과 Toray법에 의한 64개 시료의 습·건열 수축률 각각의 散点圖를 나타낸 것이다. Fig.8(a)의 습열 수축률은 0.686, (b)의 건열 수축률은 0.448의 상관계수를 가지며 습열이 건열 수축률보다 더 좋은 상관성을 보인다.

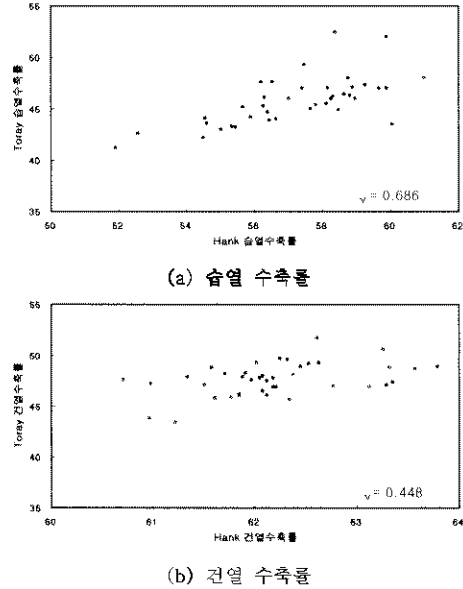


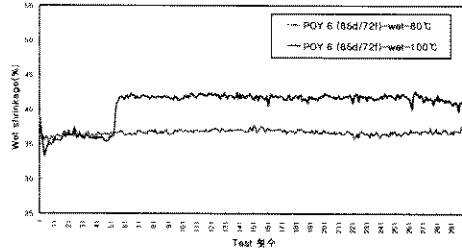
Fig. 8. hank법과 Toray법의 습·건열 수축률

### 3.3 Toray 시험법의 layer내 습·건열 수축률 변동

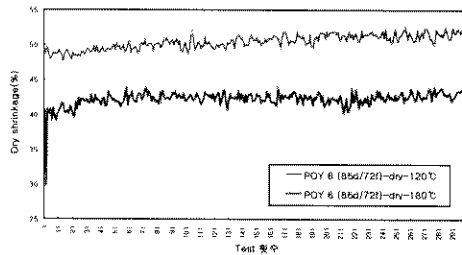
Fig.9는 85d/72f POY 6번 lot의 외층에서 7번째 layer의 絲를 300회 (10m/회×300회 = 3,000m) 시험한 Toray의 습·건열 수축률 data를 보인 것이다. (a)는 습열 수축률의 layer내 변동을 나타낸 것으로 열처리 온도에 따른 POY 6번 시료의 layer내 습열 수축률값은 80℃일 때 36~38%, 100℃일 때 33~43%의 값을 갖는다. 습열 열처리 온도 100℃일 때 급내 구간 1~500m 사이에서는 80℃일 때와 비슷한 35% 정도의 낮은 습열 수축률 값을 보이다가 600m이상에서는 43%까지 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다. (b)는 layer내 건열 수축률의 변동을 나타낸 것으로 120℃의 건열 열처리 온도에서 47~53%의 건열 수축률값을 나타낸다. 0~1,000m까지는 47~50%, 2,000~3,000m에서는 50~53%의 건열 수축률로 layer내 건열 수축률이 증가함을 보인다. 180℃에서는 30~44%의 열 수축률값을 보이며 0~10m일 때 30~35%의 낮은 수축률 값을 보이며, 이후 3,000m까지 layer내 열 수축률의 편차가 2~3% 정도 낮은 값을 보이며 비교적 안정된 수축특성을 보이고 있다.

85d/72f의 POY6번 시료의 layer내 습·건열 수축률값의 편차를 layer간 편차와 비교해

볼 때 습열의 경우 layer내 편차가 1~2%내외로 layer간 편차인 7%보다 훨씬 작은 값을 보이고, 건열의 경우 layer내 편차는 3% 내외이며, layer간 편차는 4%로 layer간 편차가 다소 큼을 알 수 있다.



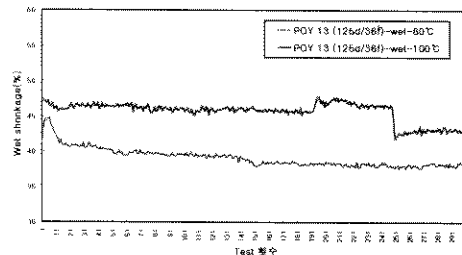
(a) 습열 수축률



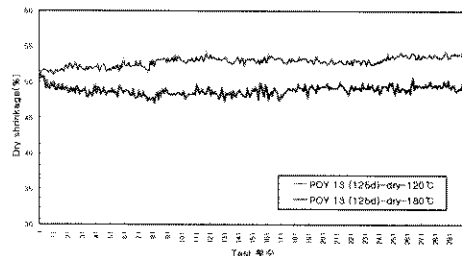
(b) 건열 수축률

Fig. 9. 85d/72f POY 6번 시료의 Toray 습·건열 열 수축률

Fig.10은 125d/36f POY 13번 lot의 최외곽층 layer의 絲를 300회 시험한 Toray의 습·건열 수축률 data를 보인 것이다.



(a) 습열 수축률



(b) 건열 수축률

Fig. 10. 125d/36f POY 13번 시료의 Toray 습·건열 열 수축률

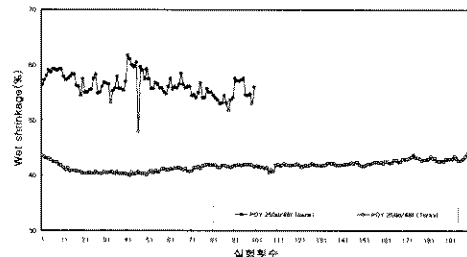
(a)는 layer내 습열 수축률의 변동을 나타내는 것으로 80°C에서 38~45%, 100°C에서는 42~47%의 열 수축률값을 나타낸다. 80°C의 습열 열처리 온도일 때 0~10m에서는 41

~45%의 습열 수축률을 보이고 1,500m까지는 수축률이 점차 감소하며 그후로는 약 38%로 비교적 안정된 열 수축률값을 보인다. 100°C일 때는 0~2,500m 사이에서는 45~47%의 습열 수축률값을 보이다가 이후로는 42~44%로 습열 수축률값이 급격히 감소한다. (b)의 건열 수축률의 layer내 변동은 습열 수축률 보다 편차가 심한 것을 볼 수 있다. 120°C와 180°C의 건열 열처리 온도에서 0~300m까지는 2~3%의 편차를 가지며, 500~3,000m에서는 5~7%로 편차가 증가하는 경향을 보인다.

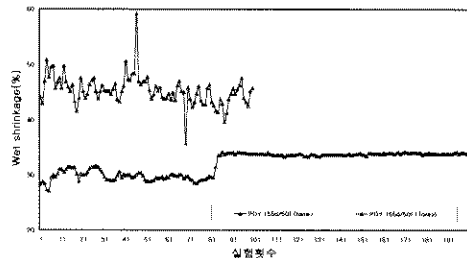
POY 120d/36f의 급간·급내의 열수축률값은 습열의 경우 급간은 12%, 급내는 4% 내외의 열 수축률값의 편차를 나타내나, 건열의 경우 급간은 4%, 급내는 1~2%로 건열 수축률값은 급내 편차가 작은 값을 보인다.

### 3.4 Hank와 Toray 방법의 layer내 습·건열 수축률 변동

Fig.11은 국내에서 생산된 POY 250d/48f와 日本에서 생산된 POY 155d/50f(분할사)의 최외곽층 layer의 絲로 hank와 Toray 방법으로 실험한 습열 수축률 data를 보인 것이다.



(a) 250d/48f POY 사의 습열 수축률



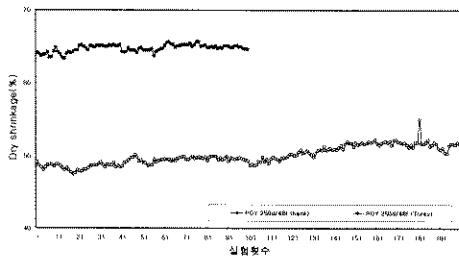
(b) 155d/50f POY 사의 습열 수축률

Fig. 11. hank와 Toray 방법에 의한 습열 수축률의 급내변동

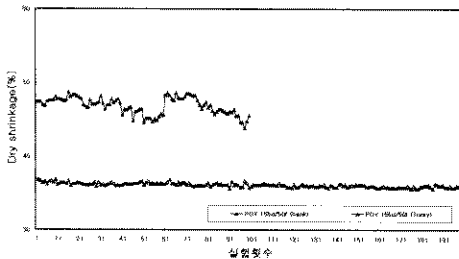
(a)에서 hank법은 약 48~61%의 습열 수축률값을 가지며 layer내 편차도 심한 것을 보이는 반면 Toray법은 40~44% 정도의 습열 수축률 값을 가지며 hank법에 비해 습열

수축률값은 적으나 비교적 양호한 열 수축률 값을 보인다. (b)는 POY 155d/50f의 일본 분할사로 hank와 Toray 방법에 의해 습열 수축률을 측정된 것으로 열 수축률의 편차가 크을 볼 수 있다. hank법은 약 35~59%, Toray법은 27~34%의 습열 수축률을 나타내며 hank법에 의한 습열 수축률의 layer내 변동이 더 큰 것을 볼 수 있다. Toray법에 의한 경우도 0~900m까지는 2~3% 정도의 편차를 가지나 이후로는 습열 수축률값이 38%로 비교적 양호한 값을 가진다.

Fig.12는 Fig.11과 같은 絲를 이용하여 hank와 Toray 방법으로 실험한 건열 수축률 data를 보인 것이다.



(a) 250d/48f POY 사의 건열 수축률



(b) 155d/50f POY 사의 건열 수축률

Fig. 12. hank와 Toray 방법에 의한 건열 수축률의 급내변동

(a)는 hank와 Toray 방법에 의한 POY 250d/48f의 layer내 건열 수축률을 측정된 것으로 hank법은 63~65%, Toray법은 47~55%의 건열 수축률값을 가지나 layer내 변동은 Toray법이 hank법에 비해 심한 것을 볼 수 있다. (b)는 POY 155d/50f의 일본 분할사로 hank와 Toray 방법에 의해 건열 수축률을 측정된 것으로 hank법은 44~49%, Toray법은 약 36%로 hank법에 비해 layer내 변동이 양호한 것을 볼 수 있다.

#### 4. 결론

국내·외 POY 絲를 시료로 하여 hank법과

Toray법에 의한 습·건열 수축률을 측정하고 그 값의 차이를 분석·조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) POY 85d/72f의 layer간 습열 수축률은 hank법에 의해서는 약 60%정도의 값을 보이고, Toray법은 hank법보다 약 20%정도 낮은 값을 나타낸다. 건열 수축률의 경우도 hank법은 약 60%정도의 값을 나타내는 반면, Toray법의 hank법보다 10~20%정도 낮은 값을 갖는다. layer간 편차는 Toray법이 hank법보다, 습열 수축률이 건열 수축률보다 더 크다.
- 2) POY 120d/36f의 layer간 습열 수축률은 hank법은 50~60%정도의 값을 보이고, Toray법은 40~50%의 열수축률 범위를 보인다. 건열 수축률은 hank법의 경우 60~65%로 양호한 값을 가지는 반면 Toray법은 hank법에 비해 15~28%정도 낮은 값을 나타낸다.
- 3) Toray법에 의한 layer내 습·건열 수축률은 layer내 편차가 건열 수축률이 습열 수축률보다 높은 편차를 보이며 hank법과는 반대의 현상을 나타낸다.
- 4) hank와 Toray 방법에 의한 layer내 습·건열 수축률도 hank법이 Toray법에 비해 layer내 편차가 큰 값을 보인다.

**감사의 글 :** 본 연구 결과는 RRC 연구과제 (과제명: 고감성 복합소재사 및 織·編物 개발) 결과의 일부로서 관계기관에 감사 드린다.

#### 참고 문헌

- [1] S. J. Kim, A. K. Oh, J. H. Park, *J. Korean Fiber Soc.*, **29**(8), (1992).
- [2] S. J. Kim, J. K. Lee, "Fabrics Handle and Process Condition", *J. Korean Fiber Soc.*, **20**(6), (1983).
- [3] S. J. Kim, "The Characteristics of Hand of Silk-like and New Fabrics", *J. Korean Fiber soc.*, **29**(9), (1992).