

## 가공과정 중 열처리 온도에 의한 PET/PBT 혼섬사 직물의 형태와 태의 변화\*

신 혜 원

동국대학교 가정교육과

### The Effect of Heat Treatment Temperature on the Dimension and Handle of PET/PBT Fabric

Hye Won Shin

Dept. of Home Economics Education, Dongguk University

(2003. 1. 21. 접수)

#### Abstract

To examine the effect of heat treatment temperature in finishing process on PET/PBT Fabric, PET/PBT Fabrics were treated at different relaxing temp., pre-set temp., and final-set temp.. The dimensions such as thickness and density were measured, and the handles were evaluated by Kawabata system. In relaxing which was wet heat treatment, thickness and bulkiness were increased, and NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA, and THV also were increased but KOSHI was decreased with elevating temperature. With elevating pre-set temp., thickness and bulkiness were decreased, but KOSHI was increased. NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA, and THV were the best at 180°C pre-set treatment. In final-set which was dry heat treatment like pre-set, thickness, bulkiness, NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA, and THV were decreased, but KOSHI value was increased with elevating temperature. Therefore the best heat treatment condition was 130°C relaxing, 180°C pre-set, and 160°C final-set. And the handle of PET/PBT Fabric was affected much more by relaxing temp. than pre-set temp. and final-set temp..

**Key words:** PET/PBT fabric, heat treatment temperature, dimension, handle; PET/PBT 직물, 열처리 온도, 형태, 태

#### I. 서 론

신소재 개발의 일환으로 다양한 신합섬 직물들이 개발되고 있다. 이러한 신합섬은 특별히 새로운 기술의 개발에 의한 것이라기보다는 과거로부터 사용되었던 여러 가지 요소기술을 조합 응용함으로써 새로운 질감을 나타낸 것이다.

신합섬을 개발하는 기술에는 폴리머 개질에서 방

사, 연신, 실 가공에 이르기까지 다양한 기술이 응용되고 있다. 즉, 공중합 폴리머, 이물혼입 폴리머, 복합방사, 이형단면방사, 혼섬사 등이 있으나 실제로는 각 기술이 동시에 응용되고 있다. 예로 혼섬사에서 이섬도, 이수축 혼섬이 일반적이고 이에 이형단면 기술이 첨가된다. 이처럼 새로운 합섬섬유를 위해 많은 차별화 기술이 사용되고, 더욱이 이들이 복합적으로 복잡하게 연결되어 새로운 태의 상품이 만들어지고 있다(섬유기술진흥원, 1993).

현재 시판중인 폴리에스테르 섬유는 물리 화학적 개질 중 가장 보편화되어 있는 것이 이수축 혼섬사이

\*본 연구는 2003년도 동국대학교 논문 게재 연구비 지원으로 이루어졌음.

다. 이는 수축률이 서로 다른 2종 이상의 원사를 혼섬하여 제작한 다음, 후가공 공정에서 열처리하여 수축률이 큰 원사가 많이 수축되면서 수축률이 작은 다른 원사가 크립프를 형성함으로써 후가공을 한 후 벌키성과 부드러운 촉감을 나타내도록 하는 것이다. 또한 탄성섬유도 신합섬의 하나로 각광받고 있는데 이는 대부분 폴리우레탄이 사용된다. 그러나 이는 가격이 비싸고 염색이나 후가공 등에서 여러 가지 문제가 많으므로 폴리아미드나 폴리에스테르를 개질하여 탄성이 뛰어난 성질을 갖도록 하는 연구가 진행되어왔다. 또한 PBT 섬유가 뛰어난 탄성회복률과 신도, 폴리에스테르 섬유와 비슷한 화학적, 열적 안정성 등을 가지므로 탄성섬유로 상업화하려는 노력이 계속되고 있고 상품으로 판매되는 것도 있다.(안태환, 박종래, 박연흠, 1993).

이처럼 다양한 기술의 응용은 소재에 잠재적 특성을 부가하고 이러한 잠재적 특성은 가공공정에서 발현되어 독특한 태를 나타낸다. 특히 신합섬의 대부분은 성질이나 형상이 다른 여러 종류의 섬유를 동시에 사용하고 있기 때문에 가공공정에서 조건관리가 어렵고 고도의 기술이 요구된다. 즉, 신합섬의 태는 기본적으로 사용된 실의 특성에 영향 받으나 신합섬의 가공공정은 섬유가 가진 잠재적 특성을 발현시키는 공정으로 신합섬의 제조에 있어서 가공기술의 역할은 특히 중요하다.

신합섬의 가공공정은 상품에 따라서 다르지만 일반적으로 정련·완화(relaxing), 전처리(pre-set), 알칼리 감량, 염색, 후처리(final-set)의 공정을 거치는데 제품에 따라 중요한 공정이 다르다. 이수축 혼섬사나 잠재권축가연사를 이용한 것은 정련·완화 공정이 중요하고, 초극세섬유를 이용한 것은 염색공정, 무기물 첨가섬유를 이용한 것은 알칼리 감량가공이 중요하다(섬유기술진흥원, 1993). 특히 가공공정 중 열처리는 실이나 직물의 수축 특성에 영향을 미친다. 즉, 가공공정의 정련·완화 공정은 습열처리되며, 전처리와 후처리 공정은 건열처리되는데 이러한 습열과 건열

처리온도에 따라 수축률이 달라지며 이러한 수축특성은 신합섬의 태와 깊은 관련이 있다(김승진, 오애경, 조대현, 장동호, 송재수, 1995). 따라서 특수사를 이용한 직물의 물성을 최대치로 발현시키기 위해서는 가공공정 조건에 따른 직물의 형태와 태의 변화를 살펴 최적의 가공공정 조건을 찾을 필요가 있다. 그러나 가공공정 조건이 소재의 태에 미치는 영향에 대해서는 폴리에스테르와 나일론 필라멘트 직물을 대상으로 일부 연구되고 있으나(송석규, 김상률, 이기풍, 은용수, 1988; 김승진, 조대현, 장동호, 이연수, 이희준, 김석근, 1995) 그 밖의 직물에 대해서는 거의 없는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 신합섬의 하나인 PET/PBT 직물을 사용하여 가공공정 중 열처리 조건이 소재의 형태와 태에 어떻게 영향을 미치는지를 살펴보고 최상의 태를 나타내는 열처리 조건을 찾아보고자 한다.

## II. 실험

### 1. 시 료

시료는 PET와 PBT의 혼섬사를 이용하여 경사와 위사에 Z연과 S연을 2올씩 사용하여 평직으로 제작한 직물을 사용하였다.

### 2. 가공처리

일반적으로 폴리에스테르의 가공공정에서는 생지를 먼저 정련·완화시킨 후 전처리하고 알칼리 감량공을 한 후 염색을 하고 마지막으로 후처리를 한다.

본 실험에서는 가공공정에서 습열처리와 건열처리를 할 경우 온도의 효과를 살펴보고자 정련·완화 공정, 전처리, 후처리의 처리온도만 달리하고 나머지 알칼리 감량가공과 염색과정은 동일하게 하여 그 효과를 살펴보았다. 본 실험에 사용된 가공공정의 열처리

Table 1. Characteristics of grey fabric

yarn material	yarn number (d/f)	yarn twist (t.p.m.)	weave	fabric density (ends×picks/inch)	width (inch)	thickness (mm)	weight (mg/cm <sup>2</sup> )
PET(100/24, triangular cross section, core yarn) PBT(100/72, round cross section, effect yarn)	200/96	1000	plain	154×45	50	0.45	23.05

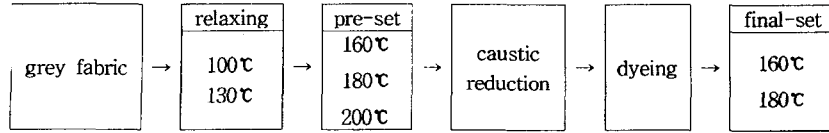


Fig. 1. Diagram of heat treatment condition in finishing process.

조건을 Fig. 1에 도식화하였다. 습열처리의 온도 효과를 보기 위하여 정련·완화 공정은 정련제로 탄산나트륨(2 g/l, 일급)을 사용하여 100°C와 130°C의 두 가지 조건에서 10분간 14 rpm으로 rotary washer(SKI)를 사용하여 행하였다. 건열처리 공정인 전처리에서는 160°C, 180°C, 200°C 각각의 온도에서 Tenter(SKI)를 사용하여 50m/min의 속도로 전처리 하였다. 모든 시료는 5% 수산화나트륨(일급)용액으로 98°C에서 25% 감량이 일어나도록 알칼리 감량가공을 했으며, 130°C에서 30분간 모두 동일하게 염색하여 알칼리 감량가공이나 염색에 의한 효과의 차이가 나지 않도록 하였다. 후처리는 160°C와 180°C에서 30m/min의 속도로 일정한 직물 폭(44인치)이 되도록 Tenter에서 건열처리하였다.

### 3. 형태 변화의 측정

열처리 조건에 따른 직물의 형태변화를 살펴보기 위하여 실의 굵기와 경사방향의 수축률, 겉보기 비중이 측정되었다.

실의 굵기는 직물내 경위사중 위사는 가공공정중 일정한 폭을 유지하기 위하여 Tenter에서 처리하므로 경사의 굵기만 KS K 0415에 따라 측정하였다.

경사방향의 수축률(오애경, 김승진, 1993)과 겉보기 비중은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{경사방향의 수축률(\%)} = \frac{\text{생지의 위사 밀도}}{\text{가공공정 후 위사 밀도}} \times 100$$

$$\text{겉보기 비중}(\text{mg/mm} \cdot \text{cm}^2) = \frac{\text{중량}(\text{mg/cm}^2)}{\text{두께}(\text{mm})}$$

### 4. 태의 측정(Kawabata, S., 1980)

KES-FB시험기로 인장특성, 굽힘특성, 전단특성, 압축특성, 표면특성 및 두께와 중량의 6개 역학적 특성 항목에 대하여 EM을 포함한 17가지 역학적 특성

치를 측정하여 이를 가지고 HESC System에 의한 숙녀용 중후지를 위한 KN-201-MDY에 의해 hand value(KOSHI, NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA)를 구하고, KN-301-winter를 이용하여 THV(total hand value)를 구하였다.

### 5. 드레이프성 측정

FRL법(KS K 0815)에 따라 측정하여 드레이프 계수를 구하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 정련·완화 공정 온도가 형태와 태에 미치는 영향

Table 2는 정련·완화 공정의 온도조건에 따른 PET/PBT 혼섬사 직물의 형태 변화를 나타낸 것이다. 정련·완화를 100°C로 처리했을 때보다 130°C로 처리했을 때 경사가 더 굽어지고 경사방향의 수축이 더 많이 일어나며 두꺼워지면서 겉보기 비중은 작아지는 것 즉 합기량이 더 커지는 것을 알 수 있었다. 이는 정련·완화 온도 즉, 습열처리 온도가 높을수록 수축이 많이 일어나며 두꺼워져 벌키성이 커지는 것을 의미한다.

또한 정련·완화 온도에 따른 태의 변화가 Fig. 2에

Table 2. The effect of relaxing temp. on the dimension of PET/PBT fabric.

relaxing temp.	100°C	130°C
pre-set temp.	180°C	
final-set temp.	160°C	
warp denier(d)	199.14	203.04
shrinkage of warp direction (%)	20	24.4
thickness(mm)	0.53	0.658
density(W/T, mg/cm <sup>2</sup> mm)	37	32.09
drape coefficient	30.7	28.5

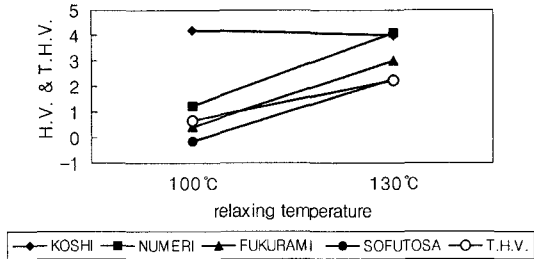


Fig. 2. The effect of relaxing temperature on the H.V. & T.H.V.

나타나 있다. 정련·완화 즉 습열처리를 100°C에서 했을 때보다 130°C에서 했을 경우 KOSHI 값은 작아지나 NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA 값은 커지며 THV도 좋아지는 것을 볼 수 있다. 그리고 Drape 계수도 작아져 드레이프성도 좋아지는 것을 볼 수 있다. 즉 습열처리 온도가 높을수록 부드러워지며 태가 좋아지는데 이는 습열처리에 의한 형태변화에 기인하는 것으로 정련·완화 공정의 습열처리에 의해 수축이 많이 일어나면서 직물이 두꺼워지고 벌키성이 커져 태에 좋은 영향을 미친 것을 알 수 있다. 따라서 100°C보다 130°C가 더 좋은 정련·완화 온도임을 알 수 있다.

2. 전처리 온도가 형태와 태에 미치는 영향

전처리 공정의 온도조건에 따른 PET/PBT 혼섬사 직물의 형태와 태의 변화가 Table 3과 Fig. 3에 나타나 있다. 전처리 온도가 160°C에서 180°C 그리고 200°C로 높아질수록 경사가 굽어지고 경사방향의 수축률이 커지지만 직물의 두께는 얇아지고 걸보기 비중이 커져 함기량이 작아지는 것을 볼 수 있다. 즉, 전처리에 의한 건열처리는 온도가 높을수록 두께가 얇아지며 벌키성이 작아진다. 이는 정련·완화 공정에서의 습열처리시 두께가 두꺼워지며 벌키성이 커지는 것과 비교해 볼 때 반대경향을 나타낸다고 할 수 있다. 즉, 습열처리시 온도변화와 건열처리시 온도변화가 직물의 두께와 걸보기 비중에 미치는 영향이 서로 다른 것을 알 수 있다.

전처리에 의한 태의 변화를 살펴보면 전처리 온도가 높을수록 KOSHI 값이 약간 증가하며 드레이프 계수도 증가하는 것을 볼 수 있다. 즉 건열처리 온도가 높을수록 뻣뻣해지는 것을 알 수 있다. 그러나 한

Table 3. The effect of pre-set temp. on the dimension of PET/PBT fabricx

relaxing temp.	130°C		
pre-set temp.	160°C	180°C	200°C
final-set temp.	160°C		
warp denier(d)	193.52	203.04	203.88
shrinkage of warp direction (%)	15.6	24.4	26.7
thickness(mm)	0.659	0.658	0.592
density(W/T, mg/cm <sup>2</sup> mm)	29.8	32.09	35.86
drape coefficient	27.7	28.5	28.6

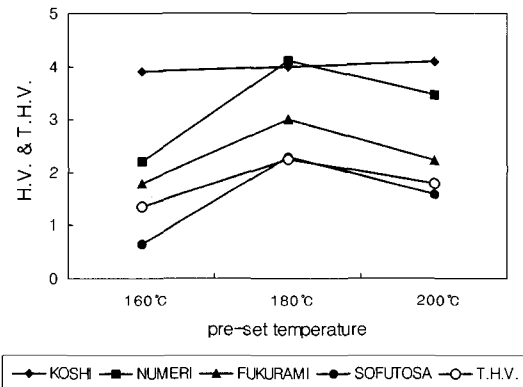


Fig. 3. The effect of pre-set temperature on H.V. & T.H.V.

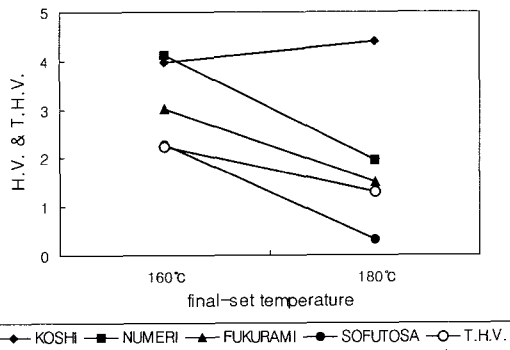
편으로 NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA 값과 THV 값은 180°C>200°C>160°C 순으로 나타나 180°C로 처리했을 때가 태가 가장 좋은 것을 볼 수 있었다. 이는 전처리의 경우 적정 처리온도가 존재하는 것을 나타내는 것으로 본 실험에서는 180°C가 가장 좋게 나타났다.

3. 후처리 온도가 형태와 태에 미치는 영향

Table 4와 Fig. 4에 후처리 온도가 PET/PBT 혼섬사 직물의 형태와 태에 미치는 영향을 나타내었다. 160°C에서 처리할 경우보다 180°C에서 처리할 경우 경사가 더 굽어지고 수축률도 더 커지나 두께가 얇아지며 걸보기 비중이 커져 함기량이 작아지는 것을 볼 수 있다. 즉, 후처리도 전처리의 건열처리와 마찬가지로 온도가 높을수록 두께가 얇아지고 벌키성이 작아지는 것을 알 수 있다. 따라서 정련·완화 공정의 습열처리와 전처리 및 후처리의 건열처리 온도변화가 직물의 두께와 벌키성에 미치는 영향은 반대임을 알

**Table 4. The effect of final-set temp. on the dimension of PET/PBT fabric.**

relaxing temp.	130°C	
pre-set temp.	180°C	
final-set temp.	160°C	180°C
warp denier(d)	203.04	205.3
shrinkage of warp direction (%)	24.4	25.2
thickness(mm)	0.658	0.614
density(W/T, mg/cm <sup>2</sup> mm)	32.09	34.14
draped coefficient	28.5	32.4



**Fig. 4. The effect of final-set temperature on the H.V. & T.H.V.**

수 있다.

후처리 온도가 태에 미치는 영향을 살펴보면 160°C에서 처리할 때보다 180°C에서 처리할 경우 KOSHI 값이 커지고 NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA 값은 작아지는 것을 볼 수 있다. 또한 THV 값도 낮아지고 드레이프성도 나빠진다. 즉 후처리 온도가 높을수록 직물은 뻣뻣해지며 태가 나빠지는 것을 알 수 있다. 따라서 후처리 온도는 180°C보다 160°C가 더 좋은 것을 알 수 있다.

따라서 가공공정 중 정련·완화 공정의 습열처리는 온도가 높을수록, 전처리의 건열처리는 180°C가 적당하며 후처리의 건열처리는 온도가 낮을수록 태가 좋아지는 것을 알 수 있다. 그러므로 본 실험 조건 중에서는 130°C 정련·완화와 180°C 전처리 그리고 160°C 후처리가 가장 좋은 태를 나타내는 열처리 온도임을 알 수 있다.

또한 리렉스 공정의 습열처리와 전처리 및 후처리의 건열처리가 태에 미치는 상대적 중요성을 살펴보기 위하여 각 공정에서의 처리온도를 10°C 씩 증가시킬 때 THV 값의 증감을 계산해 보았다. 정련·완화 공

정에서는 처리온도 10°C 증가에 THV 값은 0.53 증가하며, 전처리에서는 180°C까지는 THV 값이 0.45 증가하나 180°C 이후에는 0.22 감소하며, 후처리에서는 10°C 증가에 THV 값이 0.47 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 정련·완화 공정의 습열처리가 전처리나 후처리의 건열처리보다 태에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

#### IV. 결 론

가공공정 중 열처리 조건이 PET/PBT 혼섬사 직물의 형태 및 태에 미치는 영향을 살펴보고 최상의 태를 나타내는 처리온도를 찾아보기 위하여 습열처리인 정련·완화 온도, 건열처리인 전처리와 후처리 온도를 달리하여 처리한 후 직물의 형태와 태를 측정하여 비교해 본 결과는 다음과 같다.

첫째, 습열처리인 정련·완화 공정에서는 온도가 높을수록 직물이 두꺼워지고 벌키성이 커졌다. KOSHI 값이 작아지고, NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA 값과 THV 값이 커져 부드러워지며 태가 좋아졌다.

둘째, 건열처리인 전처리에서는 온도가 높을수록 직물이 얇아지고 벌키성이 작아졌다. KOSHI 값은 커지나 NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA 값과 THV 값은 180°C>200°C>160°C 순으로 나타나 180°C로 처리했을 때 태가 가장 좋게 나타났다.

셋째, 후처리의 건열처리에서도 온도가 높을수록 직물이 얇아지고 벌키성이 작아졌다. 즉, 습열처리와 건열처리의 온도변화가 직물의 두께와 벌키성에 미치는 영향이 반대로 나타났다. 또한 후처리 온도가 높을수록 KOSHI 값이 커지고 NUMERI, FUKURAMI, SOFUTOSA 값과 THV 값은 작아져 뻣뻣해지며 태가 나빠졌다.

넷째, 가공공정 중 습열처리는 온도가 낮을수록, 건열처리인 전처리는 180°C에서, 후처리의 건열처리는 온도가 낮을수록 태가 좋았다. 따라서 130°C에서 정련·완화하고 180°C에서 전처리하며 160°C에서 후처리하는 것이 가장 좋은 태를 나타냈다.

#### 참고문헌

- 김승진, 오애경, 조대현, 장동호, 송재수. (1995). 폴리에스테르 직물의 공정수축특성과 직물구조인자와의 상관성

- 연구. *한국섬유공학회지*, 32(5), 480-487.
- 김승진, 조대현, 장동호, 이연수, 이희준, 김석근. (1995). 섬유공정특성과 직물구조인자가 제조된 신허섬의 물성에 미치는 영향. *한국섬유공학회지*, 32(8), 760-765.
- 섬유기술진흥원. (1993). *신허섬의 개발과 전망*. 한국출판사.
- 송석규, 김상률, 이기풍, 은용수. (1988). 후가공이 태에 관계되는 포의 역학특성의 변화에 미치는 영향에 관한 연구-필라멘트 직물을 중심으로-. *한국섬유공학회지*, 25(7), 520-532.
- 안태환, 박종래, 박연흠. (1993). 폴리에스테르 섬유 물리 화학적 개질을 통한 신허섬화(1). *한국섬유공학회지*, 30(6), 403-411.
- 오애경, 김승진. (1993). 폴리에스테르 직물의 역학특성에 관한 연구(II)-전단 특성의 비선형성. *한국섬유공학회지*, 30(10), 719-730.
- Kawabata, S. (1980). *The Standardization and Analysis of Hand Evaluation (2nd ed.)*. The Hand Evaluation and Standardization Committee.