

<研究論文(學術)>

연속 정련축소 장치의 특성 연구 - 로터드럼형과 컨베이어형 -

허만우 · 서말용*

경일대학교 공과대학 섬유패션공학과
*한국섬유개발연구원
(2000년 1월 5일 접수)

A Study on the Characteristics of Continuous Scouring and Shrinking Equipment - Rota-drum and conveyor type -

Man Woo Huh and Mal Yong Seo*

Dep. of Textile & Fashion, College of Eng., Kyungil University

**Korea Textile Development Institute*

(Received January 5, 2000)

Abstract—In this study, polyester DTY faille(yoryu) and N/NP microfiber fabrics were pretreated (desizing, scouring and shrinking) by Continuous Scouring and Shringking Equipment with rota-drum and conveyor type in which types were different with retaining method. The results were as follows.

The shrinkage ratio of wp/wf direction of DTY fabrics scoured by conveyor type was 1.5/23% higher than those by rota-drum type at 97°C with 10min. treatment. In this case, The shrinkage ratio of wp/wf direction by those types was about 15/27%, respectively. The shrinkage ratio of wp/wf direction of N/NP microfiber fabrics scoured by conveyor type was 1.5/23% higher than that by rota-drum type at 97°C with 10min. treatment.

The size add-on of DTY fabrics scoured at 97°C with 10min. treatment by conveyor type and by rota-drum type were 0.15% and 0.42%, respectively. The size add-on of DTY fabric treated by rota-drum type decreased until 9min. of treated time, but increased after 9min..

The size add-on of N/NP microfiber fabrics treated by conveyor type was decreased by increasing temperature and treated time, while the size add-on of that treated by rota-drum type was decreased until 6min. treated time and increased after 6min.. The size add-on of N/NP microfiber fabrics treated by conveyor type at 97°C for 10min. was 0.3% lower than that by rota-drum type.

1. 서 론

최근 폴리에스터 섬유의 극세화로 각 합섬 메이커들은 다양한 특성을 지닌 신소재를 개발하고 있

으며, 이에 따른 의류용 신소재에 대한 고부가가치화 및 차별화 가공이 요구되고 있다. 일반적으로 신합섬은 극세화로 인한 고밀도 소재가 주류를 이루고 있으며 제직시 고밀도로 설계되는 것도 있지

만, 정련·relax(잠재수축발현) 공정에서 사의 수축차를 이용하여 새로운 고품위의 신제품을 창출하고 있다. 표면변화를 요하는 직물이나 신합섬은 종래 소재에 비하여 수축성이 크므로 relax 공정은 대단히 중요하며, 균질하게 충분한 정련·relax 처리를 해주어야 후공정에서의 문제감소와 제품의 고부가가치화가 실현된다고 생각하고 있다¹⁻⁵⁾.

그러나 극세소재는 제직성을 높이기 위하여 사의 보호와 평활성을 부여할 목적으로 합성호제 이외에도 oil, wax 등을 사용하는 것이 많기 때문에, 정련이 잘 되지 않는 경우가 많다. 즉 생지 단계에서 호제, 유제 등이 2.0~6.0% 부착되어 있는데 주성분으로 wax가 많이 사용되고 있으며, 이는 대부분 고융점의 것이어서 정련욕에서 재부착되어 불량률의 원인이 되고 있어 새로운 조제와 정련설비들이 경쟁적으로 개발되고 있다⁶⁾.

한편 지금까지 대부분 염색가공업체에서는 폴리에스터 직물의 호발·정련 및 축소 등 전처리 공정을 로타리 와셔(rotary washer)에 의존해 왔으며, 특히 폴리에스터 강연사 직물에 대한 rotary washer의 정련·축소효과는 어느 정도 인정받고 있으나, 새로운 합성섬유가 계속 개발되고 있고 강연사 직물이 아닌 신합섬 직물이나 표면변화를 요하는 직물의 전처리 공정에서는 구김발생 등의 문제가 야기되고 있어, 특수 소재에 적합한 새로운 전문 정련·축소설비의 개발이 요구되고 있다. 따라서 최근 이러한 요구에 부응하여 여러 가

지 형태의 연속정련기가 개발되고 있는데, 이 연구에서는 피정련물의 채류방식이 다른 로터드럼형 연속정련기와 컨베이어형 연속정련기의 호발·정련 및 축소 특성을 비교하여, 다양하게 개발되는 신소재의 전처리공정에 신속대응하기 위해서 수행하였다.

2. 실 험

2.1 시 료

시료는 가호사로서 일반 폴리에스터 DTY faille(yoryu) 직물과 N/NP 신합섬을 사용하여 연속 정련처리하였으며, 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2.2 시 약

시약은 NaOH(화신화학), 호발제(DS-100: 경동유화학공업사), 정련제(RLN-2: 정진화성), 비이온계 면활성제(Monopol NX), Na₂CO₃(Shinyo Pure Chemical Co.)를 사용하였으며, 공업용 시판품을 그대로 이용하였다.

2.3 실험장치

이 연구에 사용된 컨베이어형 연속정련기((주)아진공업)와 기존 염색가공업체에서 사용하고 있는 로터드럼형 연속정련기((주)삼일산업)의 외관은 Fig. 1과 같다.

Table 1. Specification of samples

| Sample | Yarn count (d/f) | | Density (picks/in.) | | Twist (TPM) | | Weave |
|--------------------|------------------|--------|---------------------|----|-------------|-------|-------|
| | WP | WT | WP | WT | WP | WT | |
| DTY faille (yoryu) | 75/36 | 150/96 | 127 | 65 | - | 2,523 | Plain |
| N/NP ¹⁾ | 75/24 | 130/48 | 122 | 85 | - | - | Twil |

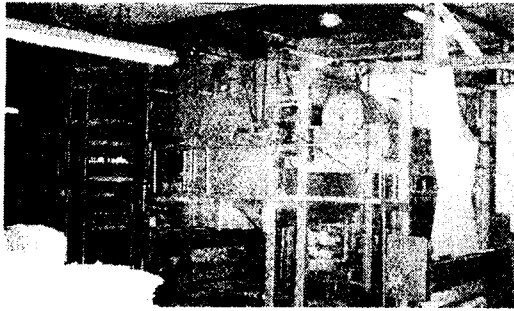
1) N/NP micro fiber: Nylon 63% and polyester 37% union woven fabric

WP: Nylon filament yarn 70D SD 122EPI

WT: Polyester nylon mixed(conjugation) filament yarn

(CDP SD 65%, Nylon BRT 35%)

Yarn weight: 112g/yd WP: N/F 49g, WT: NP 63g(nylon 22g, polyester 41g)



(i) Rota-drum type



(ii) Conveyor type

Fig. 1. Continuous scouring and shrinking Equipment.

2.4 실험방법

2.4.1 정련 · relax 처리

컨베이어형 연속정련기에서는 relax chamber내에 용수를 3.5ton으로 일정하게 하고, NaOH 4g/l, 호발제 4g/l, 정련제 2g/l로 하였으며, relax chamber 내부의 온도(상압형으로 한계온도가 97℃)를 변화시키면서 처리시간(주행속도)을 달리하였다. 수세조의 온도는 각각 80℃, 60℃, 40℃로 하여 1,400 l/hr로 오버플로우시켰다. 반면에 로터드럼형 연속정련기에서는 relax chamber내에 용수를 0.8ton으로 일정하게 하고, 위와 처리조건을 동일하게 하였으며, relax chamber 내부의 온도 97℃에서 처리시간(주행속도)을 달리하였으며, 다단식수세조의 온도는 70℃로서 1,000 l/hr로 오버플로우하였다.

2.4.2 직물의 수축률

수축률은 KS K 0599(열탕침지법)에 따라 경 ·

위사방향으로 평행하게 10cm 간격으로 3개소에서 20cm 길이를 정확히 측정하여 3개의 시험편에 표시한 다음, 정련 · 수세 후 자연건조시키고, 표시한 거리를 경 · 위사방향으로 각각 측정하였으며, 시험편의 수축률은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{수축률}(\%) = \frac{L - L'}{L} \times 100$$

여기서 L : 처리전의 길이 (mm)

L' : 처리후의 길이 (mm)

2.4.3 가호율

가호율은 JIS L1095 7.27 C법(탄산나트륨법)에 따라 서로 다른 2곳으로 부터 각각 2g의 시험편을 채취하여, 그 절건중량(W)을 잰 다음, 발호를 행한 뒤 다시 절건중량(W')을 재어 다음식에 따라 가호율을 구하였다.

$$\text{가호율}(\%) = \frac{W - W'}{W'} \times 100$$

여기서 W : 발호전의 절건중량 (g)

W' : 발호후의 절건중량 (g)

2.4.5 표면형태

발호 · 정련처리후 표면에 부착되어 있는 잔류호제를 보기 위하여 Hitachi사제 주사형전자현미경(S-450:일본)을 사용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 DTY 직물의 수축특성

폴리에스터 DTY faille(yoryu) 직물을 연속정련기인 로터드럼형과 컨베이어형에서 정련 · relax 처리하였을 때 열처리시 수축변화를 검토해 보았다. Fig. 2는 DTY faille 직물의 경사방향에 대하여 일정온도에서 시간의 경과에 따른 수축률을 나타내었으며, 처리시간이 경과함에 따라 처리온도가 증가함에 따라 수축률은 증가하였다.

이는 일반적으로 폴리에스터 섬유가 열가소성이기 때문에 발호 · 정련시 열수 등의 습열처리로 섬유의 형태가 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 필라멘트사는 방사후 연신과 열고정, 가호와 제직시 받은 장력에 의하여 사는 항상 긴장요소를 지니고 있기 때문에, 이러한 필라멘트 가호사가

발호공정에서 열을 받으면, 호막이 제거되므로서 일시적으로 구속되어 있던 모노 필라멘트들의 자유도가 증가하고, 잠재적인 결정배열이 복원되므로서 부분적인 수축이 일어나게 되는 것이다.

한편 97°C에서 컨베이어형과 로터드럼형 연속정련기의 경사방향 수축특성을 살펴보면, 수축률 15.8%를 얻는데 컨베이어형은 약 11분, 로터드럼형 연속정련기에서는 약 16분이 걸렸으며, 컨베이어형이 처리시간 8~11분에서 수축률이 로터드럼형 연속정련기보다 약 1.5% 높았다. 이는 컨베이어형 연속정련기는 피처리물을 컨베이어 벨트 위에 적재시켜 주행시키고, 드럼수세가 이루어지는 반면, 로터드럼형 연속정련기는 피처리물이 협소한 U형 내부에서 적재되기 때문에 적재량이 많아 질수록 하부에 있는 직물에 가해지는 하중이 증가되어 열수축이 억제될 뿐만 아니라, 피가공물 내부로의 열전달이 낮기 때문이다. 또한 수세공정시 가이드 로울러 사이에 걸리는 장력도 수축에 영향을 미쳤으리라 추정된다.

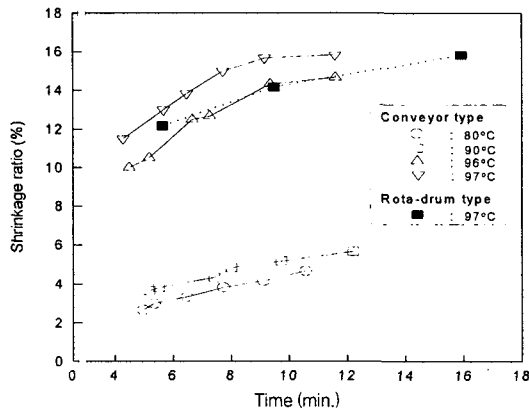


Fig. 2. Relationship between shrinkage ratio of warp direction and pretreated time of DTY faille fabrics.

Fig. 3은 DTY faille 직물의 위사방향에 대하여 일정온도에서 시간의 경과에 따른 수축률을 나타낸 것이며, 컨베이어형에서는 80°C, 90°C에서 처리시간이 경과됨에 따라 수축률 증가가 미소하였으며, 96°C, 97°C에서 수축률은 크게 증가하여 97°C에서 약 11분 처리했을 때 수축률은 약 28%를 나

타내었다. 그러나 로터드럼형 연속정련기에서는 처리시간이 9분 30초까지 수축률은 약 3.6까지 증가하다가 그 이상에서는 오히려 미소하게 감소하여 15분 55초에서는 수축률 3.1%를 나타내었으며, 경사수축률에 비하여 위사수축률은 상당히 높았다.

위사 수축률이 컨베이어형에 비해 로터드럼형 연속정련기로 relax 정련한 시료가 크게 낮은 이유는, 컨베이어형과 로터드럼형 연속정련기의 체류구조의 차이에서 기인 된 것으로 추정되며, 9분 30초까지 수축률이 증가하다가 그 이상에서는 오히려 미소하게 감소하는 것을 볼 때, 연속정련기에 적재되는 피처리물의 양이 수축저하에 주요인자가 되는 것을 알 수 있으며, 이때 피처리물의 적재량은 237m이었다.

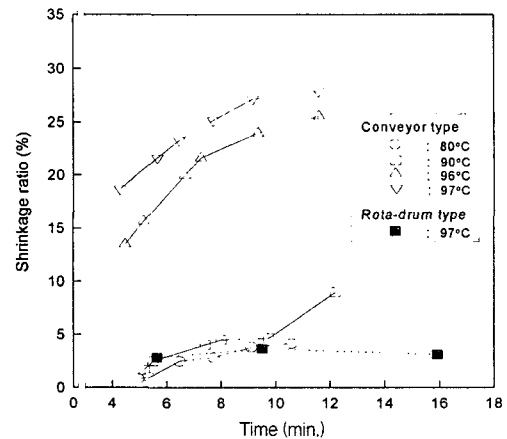


Fig. 3. Relationship between shrinkage ratio of weft direction and pretreated time of DTY faille(yoryu) fabrics

한편 Fig 2, 3에서 알 수 있는 바와 같이 경사방향의 수축률보다 위사방향의 수축률이 큰 것은, 일반직물의 위사꼬임방향은 대부분 S:Z 2:2 교호배치이나 요루직물은 구성사 가운데 경사는 무연인 반면에 위사는 꼬임수 2,500이상의 강연으로서 S사나 Z사(대부분 Z사(좌사))가 동일방향으로 배치·제직설계되어 있기 때문이다. 여기서 강하게 비틀려 꼬여진 변형을 받은 위사는 꼬여진 변형에 의해 발생하는 꼬임 torque가 relax 정련공정에서 직물표면에 요철을 형성하면서 강하게 수축되기 때문인 것으로 추정된다. 그리고 크리프형성

의 정도는 강연 torque의 복원율에 의해서 결정되며, 크리프의 형성상태는 복원의 균일도에 따라 결정되는 것으로 알려져 있다⁷⁾.

따라서 폴리에스테르 직물의 경·위사밀도와 구성사의 꼬임수가 염색가공과정에서의 수축률에 어느 정도 영향을 미치는가 하는 것은 최종 제품의 물성에 큰 영향을 미치면서 상당히 중요한 특성이 된다.

3.2 N/NP 직물의 수축특성

N/NP 신합섬 직물을 연속정련기인 로터드럼형과 컨베이어형에서 연속정련하였을 때 열처리시 수축변화를 검토해 보았다. Fig. 4는 N/NP 직물의 경사방향에 대하여 일정온도에서 시간의 경과에 따른 수축률을 나타내었으며, 일정온도에서 처리시간이 경과함에 따라 수축률은 증가하였으며, 컨베이어형은 97°C에서 11분 35초 처리시 7.8%의 수축률을 보이나, 로터드럼형 연속정련기에서는 97°C에서 15분 55초 처리시 7.3%의 수축률을 보였다. 또한 동일시간 내지는 장시간을 relax 정련 처리하더라도 수축률은 개발시작품에 미치지 못하는 것을 알 수 있다.

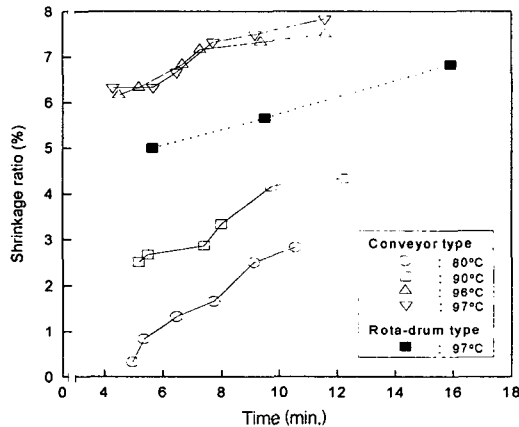


Fig. 4. Relationship between shrinkage ratio of warp direction and pretreated time of N/NP microfiber fabrics.

Fig. 5는 N/NP 직물의 위사방향에 대하여 일정온도에서 시간의 경과에 따른 수축률을 나타낸 것이며, 컨베이어형은 80°C, 90°C, 96°C, 97°C에서 처

리시간이 경과됨에 따라 수축률은 증가하였으며, 일정시간내에서 온도차에 의한 수축률차는 약 1%로서 그리 크게 나타나지 않았다. 이는 N/NP 직물이 신합섬으로서 고밀도 직물일 뿐만 아니라, 구성사 가운데 위사가 13세그먼트의 NP복합형 분할사(CDP SD 65%, Nylon BRT 35%)이기 때문이다. 실질적으로 감량가공공정을 거쳐야 다수의 필라멘트가 분할되지만, relax 정련공정에서도 미량의 모노필라멘트가 분할하기 때문에 증가된 선밀도로 수축률차는 크지 않았으리라 생각된다.

컨베이어형에서는 97°C에서 11분 35초 처리시 수축률은 약 9.8%였으나, 로터드럼형 연속정련기에서는 97°C에서 15분 55초 처리시 수축률은 6.8%로 나타났다. 이는 컨베이어형에 비해 로터드럼형 연속정련기에서 relax 정련한 시료가 수축률이 크게 낮은 이유는, 컨베이어형은 피처리물을 컨베이어 벨트 위에 적재시켜 relax 정련처리하는 반면에, 로터드럼형 연속정련기는 피처리물이 협소한 U형 내부에서 적재되기 때문에 적재량이 많아질수록 하부직물에 가해지는 하중이 많아 열에 의한 수축이 억제되기 때문인 것으로 생각된다.

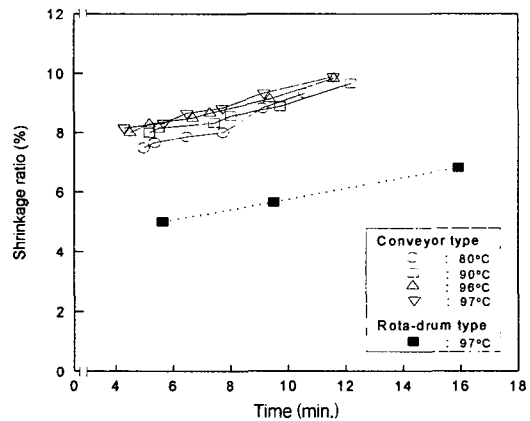


Fig. 5. Relationship between shrinkage ratio of weft direction and pretreated time of N/NP microfiber fabrics.

3.3 발호성

Fig. 6과 7은 DTY faille 직물과 N/NP 신합섬 직물에 대하여 로터드럼형 연속정련기와 컨베이어형에서 연속정련하였을 때 가호율을 나타낸 것이

다. Fig. 6에서 알 수 있는 바와 같이 컨베이어형은 일정온도에서 시간이 경과됨에 따라 가호율은 저하하고 있으며, 미처리 DTY 직물의 가호율은 약 6.6%, 97°C에서 11분 35초 처리시에는 가호율 0.14%로서 약 98%의 발호율을 나타내었으나, 로터드럼형 연속정련기에서는 97°C에서 정련처리하더라도 처리시간 5분이 경과하면 개발시작품의 어떤 조건보다도 가호율이 높았으며, 가호율이 최저인 처리시간 9분 30초일 때가 약 0.41%로서 약 94%의 발호율을 나타내었으며, 그 후 처리시간이 경과됨에 따라서는 오히려 가호율이 증가하였다.

이는 컨베이어형은 피처리물을 컨베이어 벨트 위에 안정적인 두께로 적재시켜 주행시키고, 에어 클러치에 의한 드럼수세가 이루어지는 반면, 로터드럼형 연속정련기는 피처리물이 협소한 U형 구조내에 적재되기 때문에 적재하중에 의해 호제에 대한 케미칼의 침투·확산이 어렵기 때문인 것으로 생각되며, 열에너지의 전달도 낮아지기 때문인 것으로 추정된다.

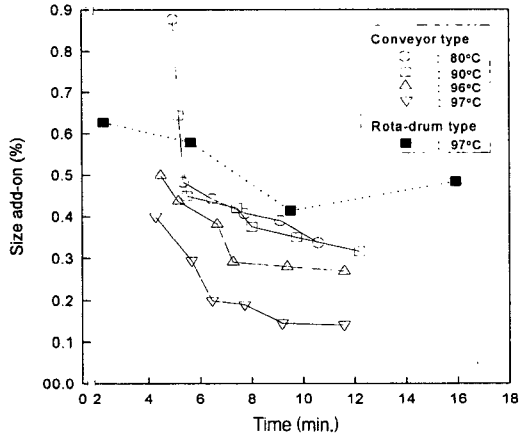


Fig. 6. Relationship between size add-on and scoured time of DTY faille(yoryu) fabrics.

한편 Fig. 7은 N/NP 직물에 대하여 정련처리시 가호율을 나타낸 것으로서, 컨베이어형은 일정온도에서 시간이 경과됨에 따라 가호율은 저하하고 있으며, 미처리 N/NP 직물의 가호율은 약 4.98%, 97°C에서 11분 35초 처리시에는 가호율 0.91%로서 약 81%의 발호율을 나타내었으나, 로터드럼형 연

속정련기에서는 97°C에서 정련처리하더라도 처리시간 7분이 경과하면 개발시작품의 어떤 조건보다도 가호율이 높게 나타났으며, 가호율이 최저인 처리시간 5분 38초일 때가 약 1.14%로서 약 77%의 발호율을 나타내었으며, 그 후 처리시간이 경과됨에 따라 오히려 가호율이 증가하고 있으며, 이는 Fig. 6과 같은 이유에서 기인된 것으로 추정된다. 게다가 동일한 기계, 동일한 조건이라 하더라도 DTY faille 직물은 미처리직물의 가호율이 높음에도 불구하고, 정련처리시 호발율도 N/NP 직물에 비해 높았다. 이는 N/NP 직물이 신합섬으로서 고밀도이기 때문에 경사/위사간에 교차면적과 교차압이 높아 호탈락이 어려운 것으로 판단된다.

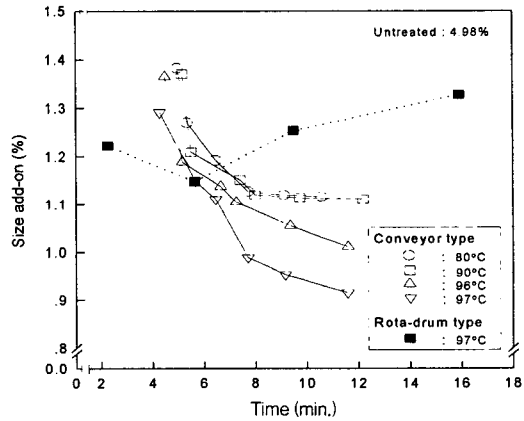


Fig. 7. Relationship between size add-on and scoured time of N/NP microfiber fabrics.

3.4 표면관찰

Fig. 8은 DTY faille 직물에 대하여 컨베이어형과 로터드럼형 연속정련기에서 relax·정련처리한 후 경사시료의 표면사진을 나타낸 것이다. i_1 은 미처리 직물, i_2 는 80°C에서 6분 28초 처리, i_3 는 97°C에서 7분 43초 처리, i_4 는 97°C에서 11분 35초 컨베이어형에서 relax·정련처리한 시료의 표면사진이며, ii_1 은 97°C에서 9분 30초, ii_2 는 97°C에서 15분 55초 로터드럼형 연속정련기에서 relax·정련처리한 경사시료의 표면사진이다.

Fig. 8에서 알 수 있는 바와 같이 relax·정련 미처리직물은 경사표면에 호제가 많이 부착되어

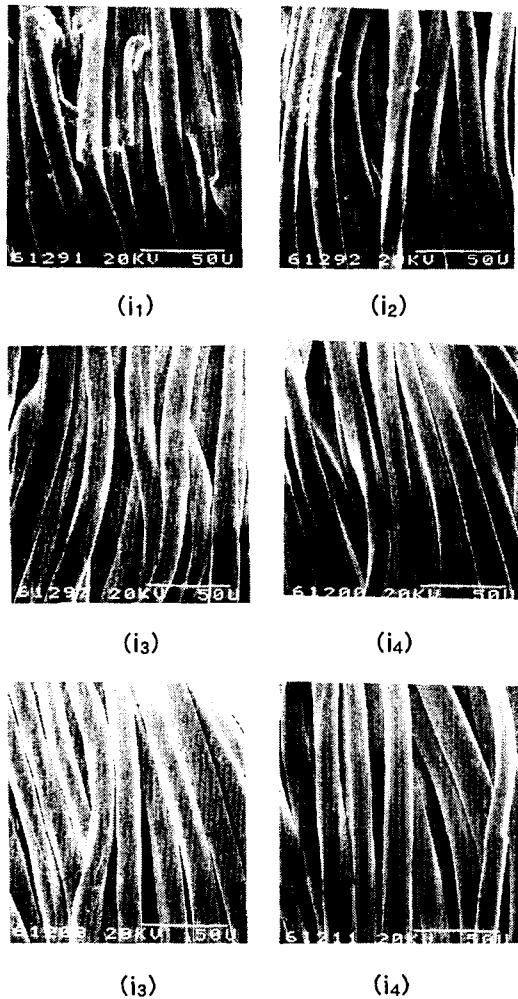


Fig. 8. SEM photographs($\times 500$) of DTY faille fabrics treated by Continuous Scouring and Shrinking Equipment

Untreated; i_1

Conveyor type; (i_2): $80^\circ\text{C} \times 6\text{min } 28\text{sec.}$,

(i_3): $97^\circ\text{C} \times 7\text{min } 43\text{sec.}$,

(i_4): $97^\circ\text{C} \times 11\text{min } 35\text{sec.}$

Rota-drum type; (ii_1): $97^\circ\text{C} \times 9\text{min } 30\text{sec.}$,

(ii_2): $97^\circ\text{C} \times 15\text{min } 55\text{sec.}$

있을 뿐만 아니라 모노 필라멘트와 모노 필라멘트를 포함시킬 수 있는 호제피막이 형성되어 있는 모습을 볼 수 있으나, 컨베이어형이나 로터드럼형 연속정련기에서 relax·정련처리에 호제의 탈락 현상이 확연히 나타나며, i_2 와 같이 80°C 에서 처

리했을 때에는 모노 필라멘트와 모노 필라멘트를 포함시키는 호제는 대부분 제거되었으나 잔류호제가 많이 남아있는 것을 관찰할 수 있고, i_3 , i_4 와 같이 97°C 에서는 소정시간 relax·정련처리하면 호제의 대부분이 제거됨을 알 수 있다.

그러나 로터드럼형 연속정련기에서 relax·정련 처리한 시료 ii_1 , ii_2 도 호제의 탈락은 많이 이루어졌지만, 표면에 미세한 호제입자로 산재되어 있는 것을 관찰할 수 있으며, 97°C 에서 9분 30초 처리한 ii_1 시료보다 15분 55초 처리한 ii_2 시료가 잔류호제가 더 많은 것을 관찰할 수 있었다.

4. 결 론

피처리물의 채류방식이 다른 로터드럼형 연속정련기와 컨베이어형 연속정련기를 사용하여 수축발현이 큰 폴리에스터 DTY 파일(요루) 직물과 N/NP 신탍섬 직물을 전처리(호발, 정련 및 relax)한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. DTY 직물의 수축률은 97°C 에서 약 10분 처리하였을 때 경/위사방향 각각 컨베이어형이 로터드럼형보다 약 1.5/23% 높았으며, 이 때 수축률은 약 15/27% 였다. N/NP 직물도 97°C 에서 약 10분 처리하였을 때 경/위사방향 모두 컨베이어형이 로터드럼형보다 수축률이 약 2% 높았다.
2. DTY 직물의 가호율은 97°C 에서 약 10분 처리시 컨베이어형이 0.15%, 로터드럼형은 약 0.42%로 나타났으며, 로터드럼형은 약 9분 처리까지는 가호율이 감소하다가 그 이상에서는 증가하였다. N/NP 직물의 가호율은 컨베이어형에서 온도와 처리시간이 증가할수록 감소하였으며, 로터드럼형에서의 가호율은 약 6분까지는 감소하다가 그 이상에서는 증가를 보였으며, 97°C 에서 약 10분 처리시 가호율은 컨베이어형이 로터드럼형보다 약 0.3% 낮았다.

참고문헌

1. 花山工業(株), 加工技術(日), Vol.30, 523(1995).
2. 大澤一郎, 加工技術(日), Vol.21, 465(1986).

3. 오애경, 김승진 등, 한국섬유공학회지, Vol.30, 803(1993).
4. 오애경, 김승진 등, 한국섬유공학회지, Vol.32, 480(1995).
5. 岡田孝一, 内田達夫, 加工技術(日), Vol.25, 512(1990).
6. 조호현 등, 고온 stem을 이용한 다단 conveyor 방식의 연속 정련축소장치 개발, 통상산업부, P9(1997).
7. 최재우 등, 폴리에스테르 강연사직물의 수축 기구 규명, 상공자원부, P7(1994).