

Interlace사 제조기술 연구

배지숙, 윤원식, 전영주, 김석근
영남대학교 공과대학 섬유학부

1. 서론

최근 합성섬유 제조기술의 발전은 제조공정을 생략하면서도 생산성 및 사의 제사성을 향상시키기 위한 목적으로 진행되어 왔다. 이러한 목적을 달성하기 위하여, 합사에 의한 사가공의 한 방법인 interlacing을 행하고 있다.

Polyethylene Terephthalate(PET) 섬유는 열처리법에 따라 수축 특성이 상이하게 나타나게 된다. 특히, Polyester의 혼섬사는 혼섬 방법, 사의 구조, 사용되는 사의 조합에 따라 그 성질이나 형상이 다양화되며 열수축은 최종 제품의 품질을 좌우하는 가장 중요한 공정 중의 하나이다. 그리고 염색, 가공공정에 이르기까지 각 단계에서 열을 받게 됨에 따라 섬유가 가지고 있는 고유의 수축 특성과는 다른 수축 거동을 보이게 된다.

열수축 거동에 관한 연구^{1)~3)}는 국내외 연구자들에 의해 활발히 진행되어지고 있으며, 특히 PET 섬유의 이완 열수축율(free thermal shrinkage)과 수축력(shrinkage force) 및 섬유길이 방향에 대한 연신비, 연신온도의 영향과 등속 가열 냉각 과정에 있어서의 열응력 변화에 대하여 보고되고 있다. 또한 PET의 열수축에 관한 메커니즘^{4)~6)}이 이론적으로 혹은 실험적으로 변형의 역화적인 측면^{7)~15)}과 분자의 구조적인 측면에서 이루어져 있다.

신합섬의 주된 특징인 이수축 혼섬사는 interlace 공법에 의해 생산되면서도 혼섬 조합에 따르는 품질 특성이나 품질 균일성에 미치는 영향 등에 관한 연구는 전무하다. 따라서 이 연구는 interlace법에 의해 수축율이 다른 원사를 연신온도와 연신비에 따라 혼섬하여 다단 열수축 처리하여 각각의 공정 등에서 수축 발현의 특성을 검토하고, 열적 특성을 고찰하고자 한다.

2. 실험

2.1 시료의 제조

2.1.1 고수축사·저수축사의 제조

본 실험에서 interlacing에 사용된 고수축사와 저수축사는 K社에서 제조하였으며, 제조 조건은 수축 성질이 부여된 공중합 bright PET 칩과 정규 polyester SD 칩을 사용하여 방사온도 295℃, 권취속도 1,350m/min 으로 방사한후, 각각 2.64, 2.86, 2.93, 3.09의 연신비와 상온, 100℃, 130℃, 150℃의 연신온도로 연신하였으며, 연신 후 섬도는 고수축사 40d/24f, 저수축사 50d/24f이다.

2.1.2 Interlace 사의 제조

앞에서 제조된 사 중에서 연신온도 100℃ 시리즈와 연신비 2.93 시리즈를 택해 상호 조

합하여 ASKI 社의 Type Ex-2 interlace 장치를 사용하여 feed율 0.2%, 공기압 4kg/cm² 그리고 삼각형 cross type의 nozzle로 interlacing하였다

2.3 다단 열수축율 측정

원단 상에서 interlacing한 사의 수축 특성을 예측하기 위하여 sizing 공정에 대한 정장열처리, rotary washer에 대한 습열처리, tentering에 대한 건열처리하여 interlace사의 수축율을 단계별로 측정하였다. 시료는 타래 형태로 만들어 사용하였으며 실험 조건은 정장열처리는 130℃에서 2분간, 습열처리는 100℃에서 20분간, 건열처리는 180℃에서 2분간 열처리하였으며, 측정시 초기 하중은 0.1g/den.이다.

2.4 역학적 성질 측정

인장 시험기(Testometric Co., Micro 350, England)를 이용하여 20℃, 65%에서 역학적 성질인 강도, 신도, 초기탄성계수를 측정하였으며 이 들은 시료의 응력-변형률 곡선(Stress-Strain Curve)에서 초기 탄성 계수는 초기 기울기에서, 강도와 신도는 최고점에서의 값을 측정하였다. 측정 조건은 test speed는 100m/min, sample length는 100mm이며, 측정된 강도, 신도 및 초기탄성계수 값은 각 시료에 5회 반복해서 측정한 평균값을 그 시료의 실험 값으로 하였다.

2.5 열응력 측정

Interlace사의 열응력을 측정하여 잠재적인 수축 능력을 고찰하였다. Thermal stress tester(TSA, KANEBO KE-2, Japan)를 사용하여 초기하중 0.1 g/den, 승온속도 2.3℃/sec로 최대 열응력과 최대 열응력 온도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 다단 열수축 실험에 대한 고찰

Fig. 1은 100℃의 연신온도로 연신된 시료를 다단 열처리하여 그 수축율을 측정하여 도시한 것으로 2단계의 수축율이 3단계보다 높은 것은 1단계에서 정장열처리시 긴장된 구조가 2단계 열처리에 의해 대부분의 수축이 일어났기 때문이라 판단된다. Fig. 2.는 연신온도 100℃, 연신비 2.93의 저수축사와 interlacing된 interlace사의 수축율을 측정, 도시한 것으로 고수축사의 거동에 밀접한 영향을 받음을 알 수 있다.

3.2 역학적 성질

열처리 단계를 거침에 따라 강도는 뚜렷한 경향을 보이지 않고 거의 비슷한 값을 가지는데 이는 정장열처리시 수축을 방해해서 chain이 처음에는 tension이 어느 정도 걸리다가 시간이 지남에 따라 chain에 손상이 가서인 때문으로 생각된다. Interlace사인 경우에 비교적 낮은 값을 보이며 또한 대략 2.6~3.6g/d의 사이에 분포되어 있다.

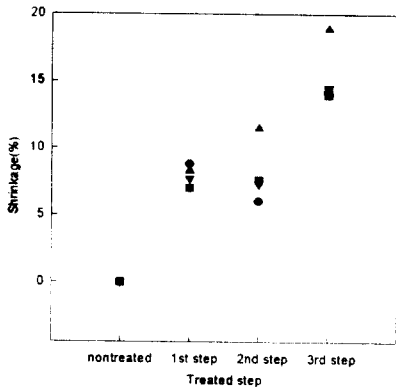
고수축 및 저수축사, interlace사의 처리 단계별 신도는 정장열처리 후 그 값이 감소하였

다가 단계를 거침에 따라 다시 증가하여, 특히 interlace사의 경우는 전단계를 거치고 나면 열처리를 하지 않은 시료의 값보다 오히려 큰 값을 보였다. 이것은 정상 처리시에 잘 이루어졌던 분자배열이 후속의 열처리 단계에서 랜덤코일 상태로 돌아가기 때문이라고 생각된다.

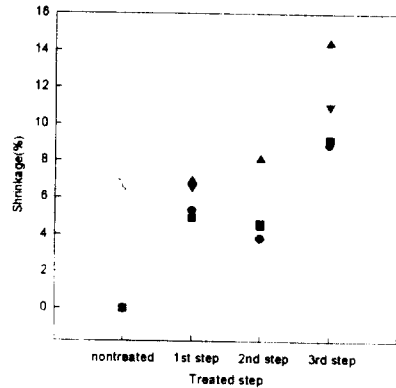
각 시료의 초기탄성계수는 다단 열처리 단계를 거침에 따라 뚜렷이 감소하는 경향을 보이고 있다.

3.4 열응력 거동

일반적으로 사의 열응력이 크면 수축력이 커져서 수축이 많이 일어나고 열응력이 낮으면 수축력이 적어 수축이 적게 일어난다. 그러나 수축율이 높더라도 열응력이 낮으면 공정중의 장력에 의해 수축력을 상실할 가능성이 있다. Fig.1과 Fig.2를 보면 고수축사와 저수축사, Interlace사의 열응력 거동을 보면 열처리 단계를 거침에 따라 최대 열응력 값은 감소하고, 최대 열응력 온도는 온도는 증가하는 경향을 볼 수 있다.



(i)



(ii)

Fig.1. Multi-step heat-treated shrinkage of samples drawn at 100 °C : (i) high shrinkage yarn, (ii) low shrinkage yarn : D/R ●-2.64, ■-2.86, ▲-2.93, ▼-3.09.

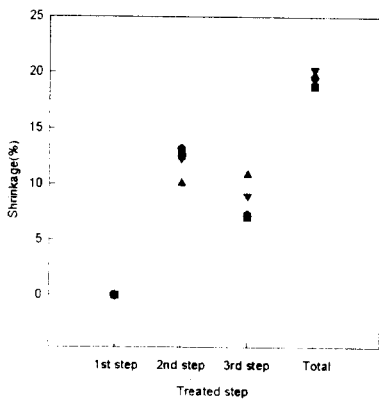


Fig.2. Multi-step heat-treated shrinkage yarns with low shrinkage yarn drawn at 100°C & D/R 2.93 : ●-B3B1*, ■-B3B2*, ▲-B3B3*, ▼-B3B4*.

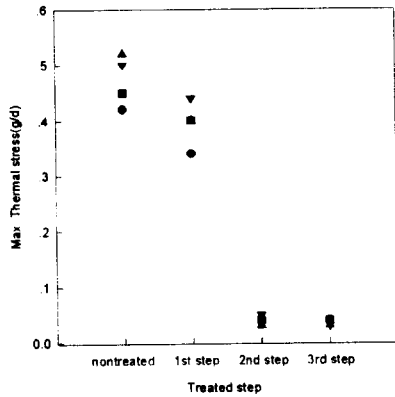


Fig.3. Max. thermal stress of multi-step heat-treated interlaced yarns with low shrinkage yarn drawn at 100°C & D/R 2.93 : ● -B3B1*, ■-B3B2*, ▲-B3B3*, ▼-B3B4*.

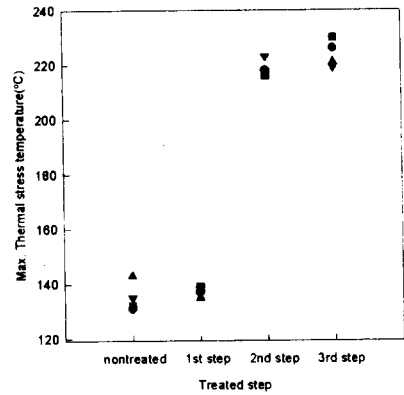


Fig.4. Max. thermal stress temp. of multi-step heat-treated interlaced yarns with low shrinkage yarn drawn at 100°C & D/R 2.93 : ● -B3B1*, ■-B3B2*, ▲-B3B3*, ▼-B3B4*.

4. 결론

고수축사와 저수축 일반사를 interlace 방법으로 혼섬하여 interlace사의 열적특성을 고찰하였고 또한 정장열처리, 습열처리, 건열처리로 다단 열수축을 시킨 후 원단 상에서 수축 특성을 예견할 수 있도록 연신 온도 및 연신비에 대해 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

열처리단계를 거치면서 수축율이 고수축사는 약 6-20%, 저수축사는 약 4-15%로 나타났고, interlace사는 약 6-20%가 되어서 비교적 고수축사의 거동을 따른다는 것을 알 수 있었다. 여러 종류의 수축실험 등을 통하여 얻을 수 있었던 결론은 섬유가 가지고 있는 고유 수축특성은 다단 열처리 공정을 거치는 동안 그 특성을 잃어버리고 새로운 수축 특성을 보인다는 것이다.

강도는 열처리 단계를 거치면서 뚜렷한 경향은 보이지 않으며, 신도는 정장열처리 단계에서 양호한 분자배향에 기인하여 가장 낮은 값을 보였다가, 습열 및 건열처리 단계를 거치면서 분자 배향이 이완이 되어서 신도가 증가하였다. 초기탄성계수는 강도와는 달리 열처리 단계를 거치면서 뚜렷이 감소하였다.

감사의 글 : 이 연구를 도와주신 (주)동화에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) 栗山 將, 白堅 侃, 纖維學會誌(日), 20, 6, 356 (1964)
- 2) 栗山 將, 白堅 侃, 纖維學會誌(日), 20, 8, 525 (1964)
- 3) 栗山 將, 白堅 侃, 纖維學會誌(日), 20, 10, 631 (1964)
- 4) A. Ribnick, Text. Res. J., 39, 428 (1969)
- 5) A. Ribnick, Text. Res. J., 39, 742 (1969)
- 6) T. Terada, C. Sawatari, Ghigono, M. Matsuo, Macromolecules, 15, 998 (1982)
- 7) J. H. Dumbleton, B. B. Bowles, J. Polym. sci. Part A-2, 4, 951 (1966)
- 8) J. O. Warwicker, B. Vevers, J. Appl. Polym. Sci., 25, 977 (1980)
- 9) D. R. Buchanan, G. L. Hardegree, Text. Res. J., 47, 732 (1977)
- 10) S. D. Long, I. M. Ward, J. Appl. Polym. Sci., 42, 1921 (1991)
- 11) A. Demir, Textile Asia, 24(5), 77 (1993)
- 12) J. M. Perena, R. A. Dukett, I. M. Ward, J. Appl. Polym. Sci., 25, 1381 (1980)
- 13) N. V. Bhat, S. G. Naik, Text. Res. J., 868 (1984)
- 14) B. C. Ji, S. Y. Kim, Kor. Soc. Text. Eng. Chem., 20, 108 (1983)
- 15) 三石 幸夫, 纖維學會誌(日), 4, 140, (1964)