

10A09

알칼리 감량없이 미세공이 가능한 폴리에스테르 중공사 제조방법

전사라, 노영욱, *박준원, **서문호, ***김학용, ***이덕래
(주)삼양그룹연구소, *(주)파카, **건국대학교 공과대학 섬유공학과,
***전북대학교 공과대학 섬유공학과

1. 서론

합성섬유의 고기능화가 대두되면서 고발색화, 이염화, 난연화, 친수화 등의 기능을 갖는 합성섬유의 개질화가 계속적으로 진행되어 왔다. 그중 폴리에스테르 섬유의 단점인 흡습, 흡수성능 향상에 대한 연구도 활발히 이루어졌으나 천연섬유처럼 고도의 흡습성을 부여하기 위해서는 섬유 고분자의 조성 자체를 친수화하여야 하므로 모노머 구성부터 설계하여야 한다. 비교적 간단한 방법으로 섬유 표면 특성의 변화를 위해 섬유단면을 L, U, 중공형 등으로 이형화하여 흡수 단면적을 넓히고, 모세관 현상을 이용하여 흡수성 향상을 기한 다수의 특허와 제품이 알려져 있으나 실제 단면만의 형태로는 충분한 흡수효과를 얻을 수 없다. 다공성 섬유는 섬유표면에 부착된 수분이 다공을 통해 섬유 내부 중공부로 흡수되고 중공부를 따라 물이 이동되는 원리로 표면적 증가와 모세관 현상이 충분히 일어날 수 있는 구조로 설계한다. 그러나 용출법을 사용하여 다공을 생성할 경우 후가공 단계에서 알칼리 감량공정을 거쳐야 하므로 폐 고분자나 폐 알칼리 용액이 환경오염의 원인이 된다.

본 연구의 목적은 NaCl을 사용하여 PET와 블렌드하여 방사를 행하고, 후공정중에 NaOH를 이용하지 않고 물에 의해서 NaCl을 제거하는 방법을 이용하여 미세공이 있는 중공 폴리에스테르 제조에 관한 기초실험을 하고자 하는데 있다. 또한 NaCl 입자 크기 및 NaCl 함량에 따라 만들어진 미세공의 크기와 생성갯수에 관하여 연구하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

시료는 고유점도가 0.64이고 TiO_2 가 0.3 wt% 함유된 폴리에스테르(삼양사) 칩인 SD171을 사용하였다. 블렌드 방사시 사용된 NaCl은 시판되는 1급시약을 사용하였고 NaCl의 입자크기를 조절하기 위해서 Freezer Mill 6700(Spex사)과 zet mill로는 Magnetic Feeder F-TO(Syntron사)를 이용하여 3분간 분쇄한 후에 120°C 열풍건조기 내에서 5시간 동안 건조하여 수분율을 50ppm 이하로 하여 사용하였다.

2.2. 방사 및 연신

Extrusion System사의 용융방사기를 사용하여 방사하였다. 수분에 의한 가스분해를 방지하기 위하여 NaCl과 블렌드한 폴리에스테르를 100°C의 열풍건조기 내에서 3시간동안 예비건조하고 140°C에서 5시간 동안 건조하여 방사하였다. 2C 중공방사공을 사용하여 방사하였다. 냉각공기에 의해 냉각·세화되고 롤러를 통과한 미연신사를 권취기로 권취하였다. 방사온도는 280°C, 권취속도는 1,000m/min, 냉각공기속도는 40cm/sec로 하였다. 이렇게 제조된 미연신사를 총연연신배율 2.93배로, 1롤러의 온도를 82°C로, 슬릿 히터 slit

heater)의 온도를 210℃로 연신하여 모노 7테니어의 연신사를 제조하였다.

2.3. 측정 및 분석

NaCl 입자크기

NaCl를 Freezer mill 및 zet mill로 분쇄한 후에 120℃ 열풍건조기내에서 5시간 동안 건조를 실시하고 광학현미경을 이용하여 NaCl 입자크기를 측정하였다.

단면 및 측면

연신사 시편을 절단할 경우에 섬유단면의 변형을 방지하기 위해 용융온도가 60℃인 파라핀 용액에 투입하고, 냉각한 후에 microtom을 사용하여 절단하고 광학현미경을 이용하여 측정하였다. 또한 섬유의 단면 및 측면에 형성된 미세공의 생성갯수 및 크기를 주사전자현미경(Cambridge사, Model S360)을 이용하여 측정하였다. 단위길이당 미세공의 갯수는 모노 7테니어 연신사의 측면을 주사전자현미경으로 측정하였을 때 섬유 길이방향으로 0.1mm 내에서 생성된 미세공의 갯수로 나타내었고 미세공의 평균 크기는 0.1mm 내에서 생성된 미세공의 크기를 측정하여 평균값으로 구하였다.

수분율

NaCl의 분쇄전·후에 시간에 따른 수분율을 측정하기 위해 수분율 측정기(Mitsubishi Kasei사, Model VA-06 및 CA-06)를 사용하여 180℃에서 5분씩 3회 측정하여 평균값으로 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. NaCl 함량에 따른 미세공 크기

NaCl 함량에 따른 미세공 생성 갯수를 알아보기 위하여 zet mill로 분쇄한 NaCl의 함량을 폴리에스테르 칩에 대하여 1, 2, 3 wt%로 변경시켜 2C 중공방사공을 사용하여 방사하였다. 미연신사를 연신하여 연신사를 제조하고 이 연신사를 100℃ 증류수에서 40분간 처리하여 주사전자현미경으로 처리 전·후의 섬유단면 및 측면을 나타낸 그림이 Figure 1이다. 미세공의 평균 크기는 5.4~ 6.7 μ m이고, NaCl의 함량이 증가할수록 단위길이당 미세공의 갯수가 증가하므로 단위면적당 미세공이 차지하는 표면적이 증가하는 것으로 유추할 수 있다.

3.2. NaCl 입자크기에 따른 중공사의 미세공 크기

NaCl의 입자크기에 따른 섬유 표면의 미세공 갯수를 관찰하기 위하여 Table 1과 같이 NaCl 분쇄 전의 크기, freezer mill 및 zet mill 분쇄한 후의 각각의 입자크기를 편광현미경을 사용하여 측정하였다. Zet mill로 분쇄한 후에 30분이 지나면 NaCl 입자끼리 뭉치는 현상을 보였다. 또한 수분율에 따른 NaCl의 입자크기의 변화를 확인하기 위하여 zet mill로 분쇄한 후에 건조한 다음 상온에서 방치시간에 따른 NaCl 입자크기 변화를 알아보았다. 그 결과를 Table 1에 나타내었다.

입자크기별 방사성을 확인하기 위하여 NaCl을 PET에 대하여 3wt% 첨가하고 2C 중공방사구와 평균 구멍크기가 50 μ m인 필터를 사용하여 방사하였다. 연신사를 70℃ 증류수에 40분간 처리하여 섬유의 단면 및 측면을 관찰한 결과를 Table 1에 나타내었다.

Table 2. Spinnability and micro-pore size as a function of NaCl particle size

| | NaCl particle size(μm) | Moisture content (ppm) | Average micro-pore size(μm) | Pressure loss(kg/cm ²) | | |
|---|-------------------------------------|------------------------|--|------------------------------------|-------|-------|
| | | | | 5min | 10min | 30min |
| Before crushing | 500~1000 | 15 | - | 52 | 150 | - |
| After crushing by freezer mill | 13~20 | 38 | 19 | 31 | 53 | 64 |
| After crushing by zet mill | 3~5 | 54 | 6.65 | 25 | 34 | 38 |
| 10 mininutes letting alone at atmosphere after crushing by zet mill | 10~45 | 207 | 31.4 | 47 | 69 | 84 |
| 30 minutes letting alone at atmosphere after crushing by zet mill | 33~70 | 420 | 37.5 | 53 | 123 | - |

입자크기가 클수록 섬유 표면에 보이는 미세공 크기는 증가하나 단위길이당 미세공 갯수는 NaCl 입자의 크기가 증가하면서 방사시 이용한 필터를 통과하기 어려우므로 줄어들게 된다. 분쇄하기 전 NaCl인 경우 입자크기가 필터 구멍을 막기에 충분한 크기이므로 방사시 필터위에 적체되어 압력손실이 증가하는 원인이 된다. 따라서 방사 시작 후 10분이 경과하면 압력이 52kg/cm²에서 150kg/cm²으로 급상승하여 방사가 불가능하였다. Freezer mill로 분쇄한 NaCl 입자는 초기에 필터 구멍 크기인 50 μm 보다 작으므로 쉽게 통과할 수는 있으나 시간이 경과하면서 통과하지 못한 NaCl 입자가 필터를 막으므로 압력손실이 점점 증가하는 현상을 보였다.

Zet mill로 분쇄한 NaCl인 경우에는 미세공의 크기가 작으므로 방사시 압력손실의 증가가 크지 않아 방사성이 우수하다. 그러나 zet mill로 분쇄한 NaCl 입자는 시간이 경과할수록 수분에 의해서 NaCl 입자가 서로 뭉쳐져 역시 압력손실이 증가하는 현상을 보였다. 따라서 방사시 NaCl은 철저히 수분을 제거하여 사용하여만 한다.

3.3. 후처리 조건에 따른 미세공 갯수

연신사로부터 NaCl을 제거하기 위해서 물을 이용하여 용해조건에 따른 섬유 표면의 미세공의 생성갯수를 관찰하기 위하여 zet mill로 분쇄한 NaCl을 폴리에스테르에 대하여 3wt%로 블렌드하고 방사하여 연신한 후에 증류수를 이용하여 처리 온도별, 처리시간별에 따른 경향을 파악하였다. 증류수로 처리할 경우 처리시간 및 처리온도가 증가할수록 미세공의 단위길이당 갯수가 증가하였다. 처리온도 70 $^{\circ}\text{C}$ 에서 NaCl이 대부분 제거가 가능하였다.

4. 결론

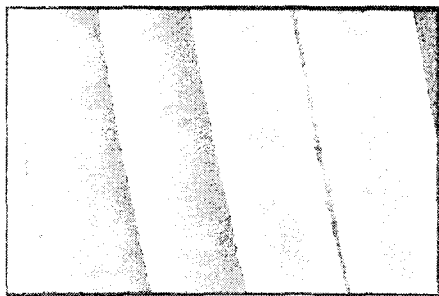
NaCl을 이용하여 미세공이 있는 폴리에스테르 중공사 제조가능성에 대한 기초실험을 한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 미세공의 평균 크기가 $5.4\sim 6.7\mu\text{m}$ 인 폴리에스테르 중공사의 제조가 가능하였으며 NaCl 입자크기가 $3\sim 5\mu\text{m}$ 인 경우에 방사시 압력손실 상승정도가 미미하였으나 수분이 제거된 NaCl을 대기중에 10분이상 방치하여 방사할 경우 압력손실이 매우 증가하였다.

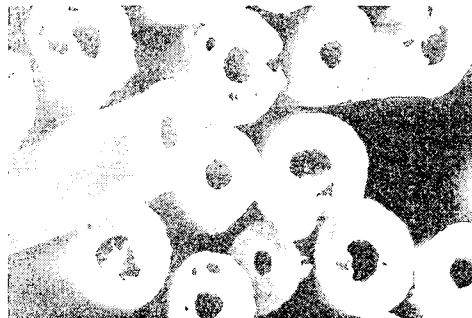
2. NaCl 입자가 함유된 연신사를 증류수로 70°C 에서 40분간 처리하면 NaCl 입자를 완전히 제거할 수 있었다.

참고문헌

1. Y. Washino, "Functional Fibers, Trends in Technology and Product Development in Japan", Chap.8, Toray Research Center Inc., 1993.
2. JTN, "Shin-Gosen, Japan's Latest Synthetic Fiber Textiles, Chap.4, Osaka Senken Ltd., 1994.



(a)



(b)

Fig 1. Electron microscopic photographs of polyester filament including NaCl 2wt%((a) before water treatment and (b) after water treatment at 70°C and 40minutes).