

섬유수학

- 섬유(3) -

2.2 섬도(Fiber fineness)

섬도는 섬유를 방적할 때뿐만 아니라, 그 후의 실과 직물의 특성에도 매우 큰 영향을 미친다. 특히 힘 및 비틀림 강도와 같은 중요한 물리적 성질들은 섬도변화에 무척 민감하다.

비틀림강도는 단위길이(cm)당 1회의 꼬임이 가해졌을 때 섬유에 의해 생성되는 토크 즉, 비틀림 힘으로 정의되는데 이것은 단면적의 제곱에 비례한다. 따라서 단면적이 2배가 되면 비틀림강도는 4배가 된다. 비틀림강도가 크다는 것은 비틀어지기가 어렵다는 뜻이므로, 방적할 때 섬도를 필히 고려해야 한다.

힘강도는 구부러짐에 대한 저항을 나타내는 것으로 스티프(stiff)한 섬유로 만들어진 실이나 직물은 구부러지거나, 드레이프(drape)되기 어렵다. 힘강도는 섬유의 단면적에 비례한다. 단면이 원형인 경우, 면적은 직경의 제곱에 비례하기 때문에 섬유의 직경이 2배가 되면 구부러짐에 대한 저항성은 4배가 된다.

다음 장에서 실의 성질에 관해 검사할 때 실의 단면에 존재하는 섬유수의 효과에 대해 자세히 언급할 것이지만, 단면에 존재하는 섬유수가 2배가 되면 실의 불균제도는 $1/\sqrt{2}$ 배로 감소된다.

습식가공에서는 약제가 섬유표면과 접촉하는데, 섬유가 가늘수록 일정한 무게에 대한 표면적이 커지기 때문에 약제가 표면과 접촉할 수 있는 면적이 커진다.

2.2.2 선밀도(linear density)

섬도는 중량개념에 기초를 둔다. mtex로 표시되는 섬유의 선밀도는 섬유

1km의 무게를 mg으로 나타낸 것이다. 이런 방식으로 섬도를 정의하게 되면 섬유의 직경을 측정할 때보다 편리하다. 왜냐하면 섬유단면의 모양은 대부분 원형이 아니기 때문에 직경을 측정한다는 것이 그리 쉽지 않기 때문이다.

원통형 또는 각이 있는 기둥의 무게는 다음과 같이 계산한다.

$$\text{무게} = \text{부피} \times \text{밀도} = \text{단면적} \times \text{길이} \times \text{밀도}$$

이 식을 보면 다음 두가지를 알 수 있다.

첫째, 무게는 단면적에 비례한다.

둘째, 길이를 아는 어떤 물체의 무게는 단면적과 직접적인 관계가 있다. 그러므로 섬유의 길이를 알 때 무게를 측정하면 선밀도를 구할 수 있다.

섬유의 선밀도는 길이와 무게를 정확히 측정하면 실험실에서도 쉽게 구할 수 있다. 선의 섬도를 측정할 때 시료로서 소오터 다이어그램에 있는 섬유들을 이용할 수도 있다. 간격이 1cm인 홀더에 시료를 파지한 후 안전면도칼로 양쪽 부분을 잘라내어 가지런히 정렬된 1cm길이의 터프트를 만든다. 섬유를 100개 다발(bundle)로 한 후 무게를 달아 1km당의 무게로 계산한다.

[예제 1]

보정(calibration)추의 무게 : 0.246mg

외팔보(cantilever)의 기울기 : 5.8눈금

섬유를 100올(총길이 : 100cm)의 무게측정시 외팔보의 기울기 : 4.3눈금

섬유 1km의 무게(mg)를 구하면,

$$\text{무게(mg/km)} = \frac{0.246 \times 4.3}{5.8} \times 1,000 = 182$$

따라서, 선밀도는 182metx

[예제 2]

섬유를 길이구간별로 분리할 경우, 어떤 구간에서의 섬유수를 알면 선밀도

는 그 무게를 측정해서 구한다.

구간길이 : 55mm, 섬유 수 : 140일 경우를 보면

총길이 = $55 \times 140 \times 10^{-3} \text{m} = 7.7 \text{m}$

섬유의 무게 : 1.85mg

섬유 1km의 무게

$$\frac{1.85 \times 100}{7.7} = 240 \text{mg}$$

따라서 선밀도는 240mtex가 된다.

선밀도를 구하기 위한 무게 측정은 일정한 대기조건하에서 행해져야 하는데, 일반적으로 표준상태에서가 바람직하며 사용하는 저울도 매우 정밀한 것 이어야 한다. 시료는 반드시 랜덤하게 추출해야 하며, 커터를 사용할 경우에는 날(blade) 사이의 거리를 규정대로 정확히 하고 터프트(tuft)는 절단하기 전에 가지런히 정렬시켜야 한다.

2.2.3 광학적 방법에 의한 선밀도의 측정

현미경을 사용할 때는 보정과 시료준비에 각별히 신경을 써야한다. 보정은 아주 정교하게 눈금이 매겨진 슬라이드를 이용해 접안렌즈의 눈금(scale) 또는 측미계(micrometer)에 대해 눈금보정을 하는데, 가장 간단한 방법 중의 하나가 0.1 및 0.01mm 간격으로 눈금이 새겨 있는 슬라이드, 즉 대물측미계(stage micrometer)를 사용하는 것이다. 이것을 슬라이드 위치에 놓고 눈금이 새겨 있는 유리디스크인 접안렌즈 측미계를 접안렌즈의 조리개(diaphragm) 위에 놓는다.

대물측미계의 눈금에 초점을 정확히 맞춘 후, 그 상위에 접안렌즈 측미계의 눈금을 겹치게 하여 그 눈금과 대물측미계 눈금과의 관계를 조사한다. 예를 들어 대물측미계의 25개의 눈금이 접안렌즈에서는 10개의 눈금에 해당되

있다면 접안렌즈 눈금 1개는 stage 눈금 2.5개에 해당한다. 스테이지 눈금이 0.01mm($10\mu\text{m}$)라면, 접안렌즈 1눈금은 $25\mu\text{m}$ 에 해당하는데, 이 수치를 마이크로미터지수라고 한다. 따라서 실제 길이는 접안렌즈의 눈금수에 $25\mu\text{m}$ 을 곱해 구한다.

그런데 마이크로미터지수가 25 또는 30과 같이 정수인 경우도 있지만 25.3과 같은 수치가 될 경우도 있다. 이럴 때는 현미경의 인출조정판(draw tube)을 조절해서 그 수치를 정수단위로 맞춘다. 또한 현미경의 위치가 바뀐다든지 나중에 사용할 경우에는 필히 눈금보정을 다시 해야 한다.

[예제 3]

접안렌즈 측미계의 눈금을 보정한 후에 나일론섬유를 관찰하였더니 눈금 7개에 해당하였다. <그림 7> 마이크로미터지수가 $3.84\mu\text{m}$ 라면 선밀도는 얼마인가? 다만 나일론의 밀도는 1.14g/cm^3 로 가정한다.

$$\begin{aligned}\text{선밀도} &= \text{단면적}(\mu\text{m}^2) \times \text{밀도}(\text{g/cm}^3) \\ &= \frac{\pi}{4} \times 26.88^2 \times 1.14 = 650\text{mtex}\end{aligned}$$

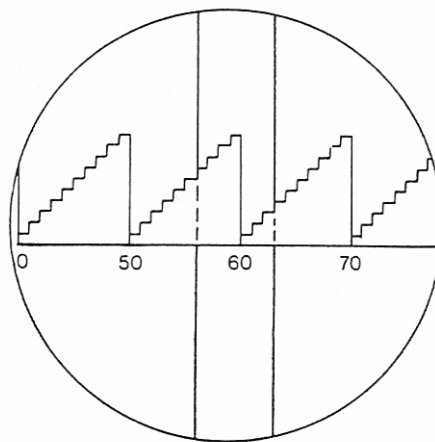
[예제 4]

앞의 예시에서 선밀도를 계산한 결과 650mtex 였다. 그런데 또 다른 나일론 섬유의 직경은 같은 조건으로 현미경에서 관찰하였더니 접안렌즈의 눈금 3개에 해당되었다. 이 섬유의 선밀도는 얼마인가?

비례개념을 이용해서 생각하면 선밀도는 직경의 제곱에 비례한다. 앞의 예시에서 접안렌즈의 눈금 7개에 해당되었을 때의 선밀도가 650mtex였기 때문에 이번 경우에는 직경을 구하지 않아도 선밀도를 구할 수 있다.

$$\text{선밀도} = \frac{3^2}{7^2} \times 650 \doteq 120\text{mtex}$$

이 같은 방식으로 문제를 풀려면 섬유단면이 원형일 때에만 가능하다. 다시 설명하면 선밀도를 알고 있는 섬유의 직경이 접안렌즈의 눈금 몇 개에 해당하는지를 관찰하고 미지시료의 직경을 같은 방법으로 관찰하면 미지시료의 직경을 구할 수 있는데 섬유의 밀도가 비슷해야 하며, 그렇지 않을 때는 밀도차이를 수정해야 한다.



접안마이크로미터

섬유의 폭(단면이 원형이면) = 7눈금

보정 : 78눈금 = 대물측안계의 30눈금 = $30 \times 0.01\text{mm} = 300\ \mu\text{m}$

그러므로 접안마이크로미터 1눈금 = $300/78 = 3.84\ \mu\text{m}$

따라서 섬유의 직경 = $7 \times 3.84 = 26.88\ \mu\text{m}$

<그림 7> 현미경에 의한 섬유직경의 측정

[예제 5]

선밀도가 167mtex인 비스코스 레이온을 관찰한 결과, 접안렌즈의 눈금 2.5개에 해당되었고, 또 다른 비스코스 레이온섬유를 관찰한 결과 3.5개의 눈금에 해당되었다면 이 섬유의 선밀도는?

$$\text{선 밀도} = 167 \times \frac{3.5^2}{2.5^2} = 327 \text{mtex}$$