

섬유장 분포의 측정기술

전봉수

성균관대학교 텍스타일시스템

New Technology for Measurement of Fiber Length Distribution

Boong Soo Jeon

Department of Textile Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

1. 서 론

한국섬유섬유산업에 있어서 섬유장에 대한 정보를 알아야 하는 이유로는 원료로부터 섬유를 분리시키고, 길이 방향으로 배향시키며, 끈게 펼치는 과정에서 섬유의 절단을 최소화할 수 있는 기계의 조건을 산출하는데 있다. 또한 제품의 강도를 결정하는데 있어서 섬유의 길이는 중요한 역할을 한다. 그러나 섬유의 길이를 측정하는 데에는 많은 어려움이 있다. 그 것은 섬유의 한을 한을의 길이를 측정하는 것은 쉽지만 수많은 섬유들을 빠른 속도로 측정해야하기 때문이다. 이러한 이유로 섬유길이를 보다 신속하면서 정확하게 측정하는 장치의 개발을 위해 많은 노력을 해왔다. Hertel에 의하여 개발된 곡선 형태의 Fibrogram은 이 분야에 있어서 중요한 계기가 되었다. 그리고 이 Fibrogram을 이용한 섬유장의 해석은 지금까지 여러 학자들에 의해서 비교적 잘 정리되어 왔다. 그러나 아직도 단섬유 함유량의 측정이나 그 밖의 응용 방법에 대해서는 확실한 결과를 얻지 못한채 이에 대한 연구가 계속 진행되고 있다. 그러므로 본 연구에서는 섬유 길이 분포를 Fibrogram으로 모델링 한 후 그 모델을 이용하여 길이 분포의 특성을 고찰하며 그 결과를 이용하여 새로운 섬유장 측정기술을 개발하고자 한다.

2. 이 론

울수 시료에서 섬유장에 따른 돛수 분포 함수를 $f(\ell)$ 이라고 하면, $f(\ell)$ 을 섬유의 총 울수로 나눈 $p(\ell)$ 함수는 섬유장에 대한 확률밀도함수가 된다. 이 식을 이용하여 길이 ℓ 이상인 섬유의 확률인 survivor diagram $q(\ell)$ 을 구하면 식 (1)과 같이 된다.

$$q(\ell) = \int_{\ell}^{\ell_m} p(\ell) d\ell \quad (1)$$

식 (1)로 표현된 함수는 섬유장의 확률밀도 함수로부터 구한 섬유장의 분포함수로서 시료를 섬유의 길이 순서로 정렬시킨 형태와 같다. 이렇게 정렬된 시료에서 섬유의 길이 방향으로 임의의 위치 ℓ 에서 섬유를 파지하고, 파지되어 있는 섬유중 파지점의 우측에 있는 섬유의 총 길이를 구하면 식(2)와 같은 beard diagram $r(\ell)$ 을 유도할 수가 있다.

$$r(\ell) = \int_{\ell}^{\ell_m} q(\ell) d\ell \quad (2)$$

Figure 1은 섬유장에 대한 확률밀도함수 $p(\ell)$ 이며 Figure 2는 survivor diagram $q(\ell)$ 이고 Figure 3은 beard diagram $r(\ell)$ 을 나타낸 그림이다. 지금까지 많은 학자들은 식(2)로 표현된 함수가 Fibrogram의 원리와 같으며 HVI에서 섬유장 측정을 위해 준비한 시료와 같은 모양이라고 가정하여 왔으며, 이 곡선을 이용하여 수평균 섬유장(mean), 상사분위 섬유장(upper half mean length), 스패 섬유장(span length), 균제도 지수(uniformity index), 균제도 비(uniformity ratio) 등을 구하였다.

그러나 본 연구에서는 Fibrogram의 정의를 새롭게 하려고 한다. Fibrogram의 원리는 길이 순서로 배열되지 않은 섬유속의 임의의 파지점에서 섬유속을 파지한 후 파지점의 우측으로부터 길이가 ℓ 이

상인 섬유율의 울수를 그래프로 나타낸 것이다. 그러므로 이 값은 길이 순서로 정렬된 시료에서 섬유길이 ℓ 이상인 섬유의 울수에 파지점이 최장섬유장으로부터 ℓ 만큼 좌측으로 떨어져서 존재할 확률을 곱한 값과 같다. 이 값을 $J(\ell)$ 이라고 하면 식(3)과 같이 나타낼 수가 있다.

$$J(\ell) = q(\ell) * \frac{\int_{\ell}^{\ell_m} q(\ell) d\ell}{N \int_{\ell}^{\ell_m} \ell p(\ell) d\ell} = - \frac{q(\ell)r(\ell)}{\ell q(\ell) + r(\ell)} \quad (3)$$

3. 결과 및 고찰

Figure 1과 같은 섬유장 분포를 가지는 시료에 대하여 수정된 beard diagram $J(\ell)$ 를 구한 후 기존의 beard diagram $r(\ell)$ 과 비교한 결과를 Figure 4에 나타내었다. $r(\ell)$ 보다는 $J(\ell)$ 의 값이 작게 나타난 것을 알수있다. 또한 원면 시료를 HVI 기기를 이용하여 측정 한 값과 AFIS를 이용하여 측정 한 후 $r(\ell)$ 과 $J(\ell)$ 을 계산한 값을 비교하였다. $r(\ell)$ 보다는 $J(\ell)$ 의 값이 보다 더 HVI 값에 근접한 것을 알 수가 있다. 그러므로 기존의 Fibrogram을 분석할 때 $r(\ell)$ 보다는 $J(\ell)$ 의 정의를 사용하여 분석하는 것이 타당하다고 생각된다.

4. 결 론

Fibrogram을 분석할 때 지금까지는 $r(\ell)$ 함수를 사용하여 왔는데 Fibrogram의 정의를 고찰해 보면 오히려 $J(\ell)$ 을 사용하는 것이 더 적합한 것으로 생각된다. 그리고 HVI 기기를 이용하여 측정 한 섬유장 분포를 비교 분석한 결과 이러한 결론은 타당한 것으로 나타났다.

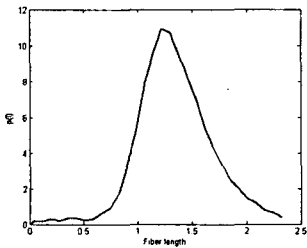


Figure 1. Probability density function of ℓ

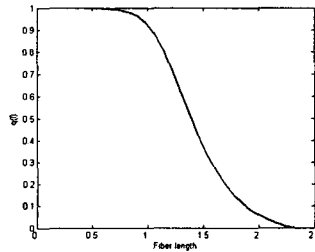


Figure 2. Survivor diagram $q(\ell)$

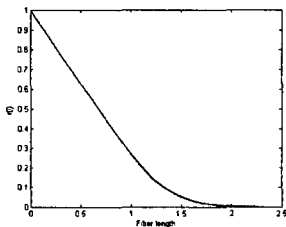


Figure 3. Beard diagram $r(\ell)$

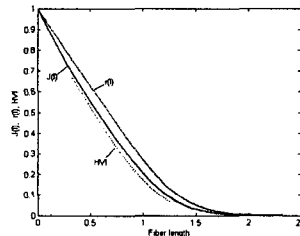


Figure 4. Comparison of $r(\ell)$, $J(\ell)$ and HVI values