

원료가 방적에 미치는 영향(1)

1. 원료의 특성

원료는 방적사 생산 비용의 약 50~75%를 차지한다. 이 때문에 방적사 생산자에게 원료는 매우 중요하다. 한 가지 섬유원료를 사용하는 간단한 공정과 비교하여, 다른 유사한 원료를 혼합하여 사용하는 공정에서 나타나는 공정상의 어려움과 문제점, 추가적인 노력, 생산성 및 품질 저하는 원료가 방적에 미치는 영향을 보다 분명하게 보여준다. 그러나 방적업자는 비싼 가격 때문에 문제가 없는 원료를 사용하기가 쉽지 않다.

공정 중 예상되는 문제점을 해결하기 위해서는 원료특성과 공정 중의 원료의 거동에 대한 자세한 지식이 필요하다.

최적 조건은 오직 원료에 대한 전문적 지식을 통해서만 얻을 수 있다. 하지만 만약 원료가 이미 방적성의 한계선에 있다면, 최고의 이론적 지식도 크게 도움이 되지 않는다. 일반적으로 방적공장에서 원료의 절약으로는 비용이 감소되지 않으며, 생산성 악화 때문에 비용이 증가한다.

본고는 원료를 주제로 소개하면서 방적 생산업자에게 중요한 여러 관련된 내용들을 설명해 나갈 것이다. 또한 본고에서는 면에 대해서만 다룰 것이며, 인조 섬유는 다른 편에서 다룰 것이다.

2 섬도

2.1. 섬도의 영향

섬도는 일반적으로 섬유의 가장 중요한 3가지 특성 중 하나이다. 단면상에 섬유 수가 많을 수록 강력이 높아질 뿐만 아니라, 섬유의 분포도 향상된다.

섬도는 일정 두께의 실의 단면적에 나타나는 섬유의 수로 결정된다. 단면상의 섬유 수가 증가할수록 실의 강력과 균제도가 향상된다.

실의 단면에는 최소 약 30개의 섬유가 필요하지만, 일반적으로는 100개 이상이다. 100개는 대부분의 최신 정방공정에서 최저 한계 수준이다. 이것은 섬도가 여전히 그리고 앞으로도 중요한 인자라는 것을 의미한다.

섬도의 주요 영향 :

- 정방 한계
- 실의 강력
- 실의 균제도
- 실의 집속성(fullness)
- 직물의 드레이프
- 광택
- 태(handle)
- 생산성

생산성은 사절률, 꼬임수 그리고 일반적으로 정방조건의 영향을 받는다. 기존의 링정방 공정에서 원료를 혼합하여 생산할 경우, 가는 섬유는 실의 코어 쪽으로 많이 분포 되고, 굵은 섬유는 바깥 쪽으로 분포 된다.

가는 면섬유와 굵은 인조섬유를 혼방하면 바깥 쪽에 인조섬유의 특징을 갖는 실이 생산될 것이다.

2.2. 섬도의 특성

울과 헤어 섬유를 제외한 섬유의 섬도는 그 단면이 대부분 원형이 아니다.

따라서 강철 와이어처럼 직경으로 표시할 수 없어 쉽게 측정할 수 없다. 실의 경우처럼 섬유 섬도는 일반적으로 길이당 무게로 표시된다 :

$$tex = \frac{mass (g)}{length (km)} \text{ or } dtex = \frac{mass (dg)}{km}$$

인조섬유에서는 dtex만이 사용되고 면에는 마이크로네어 값이 세계적으로 사용된다. 섬도의 정의는 다음과 같다 :

<표 1> 섬도의 정의

마이크로네어 값	섬도
3.1이하	매우 섬세(very fine)
3.1 – 3.9	섬세(fine)
4.0 – 4.9	평균(medium)
5.0 – 5.9	굵음(very coarse)
6.0 이상	매우 굵음(coarse)

환산식 : $dtex = Mic \times 0.394$

(성숙도에 크게 의존)

그러나 마이크로네어 값이 항상 섬유의 실제 섬도를 나타내는 것이 아니라는 것을 명심해야 한다. 마이크로네어 값은 공기투과방식으로 측정하기 때문에, 예를 들어 미성숙면이 많은 비율을 차지한다면 낮은 값이 나오게 된다. 따라서 이 값은 방적되는 섬유의 실제 값이 아니다. 이러한 경우에는 선밀도

(tex)가 더 정확하지만, 측정이 더 어렵다. 천연섬유인 면섬유는 다양한 토양과 기후 그리고 해마다 바뀌는 재배방식에 따라 자라므로, 섬도를 포함하여 그 물성들이 일정하지 않다. 예를 들어 500베일에서 마이크로네어 값이 2.4에서 3.9까지 다양하게 나타난다. 일반적으로 섬유장이 긴 면이 섬유장이 중간 정도인 면보다 가늘다.

2.3. 성숙도

면섬유는 세포벽과 루멘(lumen)으로 구성되는데, 성숙도 지수는 이 세포벽의 두께에 좌우된다. 원형 단면의 50~80%가 습윤된 세포벽일 경우 성숙한 것으로, 30~45%일 경우 미성숙한 것으로 그리고 25% 이하 일 때는 세포벽이 죽은 것으로 간주된다. 완전히 성숙한 볼(boll)에 약 5%의 미성숙면이 포함되므로 미성숙면이 없는 원면은 없으며, 그 양이 문제이다. ITMF에서는 면의 성숙도 측정에 섬유 성숙도 시험기 FMT를 추천하며, FMT로 측정한 값은 성숙도 지수(Maturity Index : MI)로 표시한다.

미성숙 섬유는 강력과 길이방향 강연도가 충분하지 못하기 때문에 다음과 같은 특징을 갖는다 :

- 실의 강력 저하
- 넵 형성
- 단섬유 비율의 증가
- 불균열
- 소면공정 처리의 어려움

3. 섬유장

3.1. 섬유장의 영향

섬유장 역시 가장 중요한 3가지 특성 중 하나이며, 다음과 같은 영향을 미친다 :

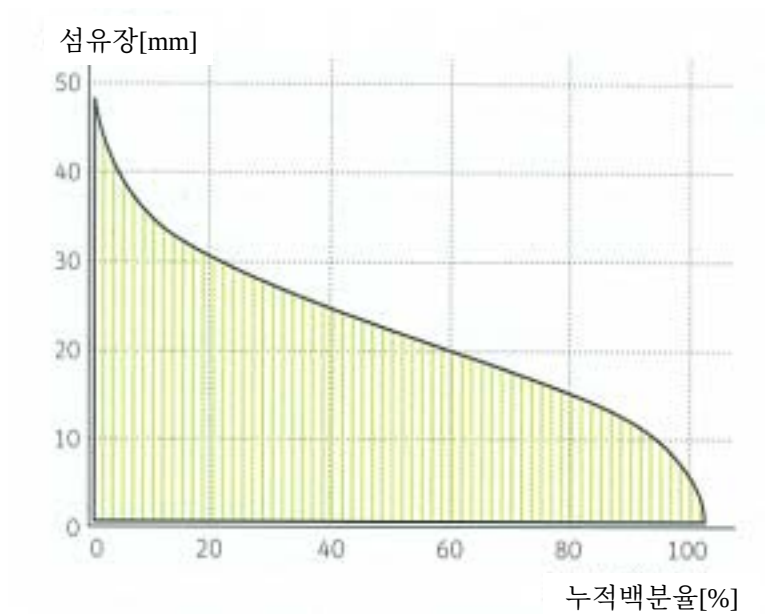
- 정방 한계
- 실의 강력
- 실의 균제도
- 제품의 태
- 제품의 광택
- 실의 잔털
- 생산성

생산성은 다음 항목에 영향 받는다 :

- 사절률
- 낙면량
- 태에 영향을 주는 꼬임수
- 일반적인 정방 조건

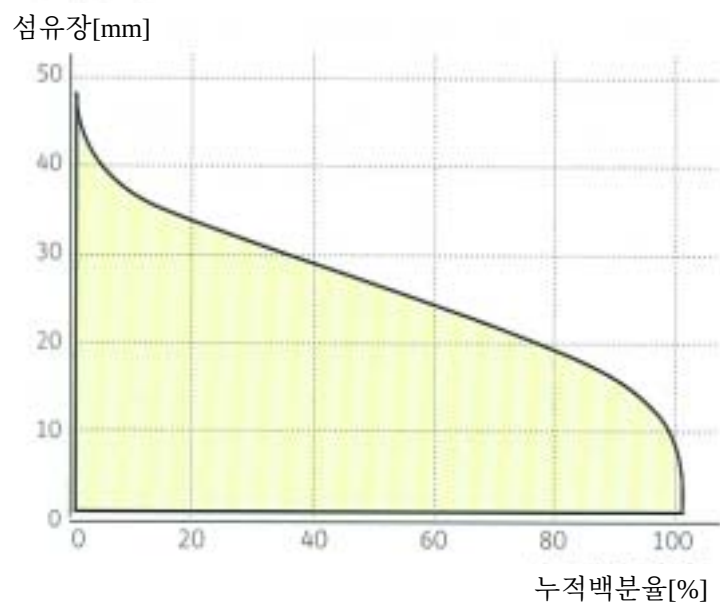
4 ~ 5mm 이하의 섬유는 공정 중에 낙면 또는 풍면으로 손실되고, 약 12 ~ 15mm의 섬유는 강력에 크게 기여하지 못하지만 실을 풍성하게 한다. 그리고 그 이상의 섬유장은 실의 물성을 향상시킨다. 섬유장 평가는 구매 시에도 중요하지만, 소면 공정 이후 더욱 중요하다. 소면 공정에서 섬유장 변화없이 처리하는 것이 중요하며, 미성숙면이 많이 포함되어 있으면 그렇지 못하다.

3.2. 스테이플 다이어그램



<그림 1> 올수 기준 스테이플 다이어그램

볼 상태의 섬유는 섬유장의 차이가 크지 않다. 정방 공정 이전의 조면, 정면 공정에 의해 많은 섬유의 섬유장이 눈에 띄게 짧아지며, 이 때문에 섬유의 모든 물성 중 섬유장이 가장 불균일하다.



<그림 2> 중량 기준 스테이플 다이어그램

손으로 채취된 매우 작은 터프트(tuft)에도 최소 2mm에서 품종에 따라 최대 30mm와 60mm 까지 모든 다양한 길이의 섬유가 포함된다. 이러한 터프트의 섬유들을 좌표상에 길이에 따라 끝선을 맞춰 정렬시키면, 면섬유의 전형적인 스테이플 다이어그램 <그림 1>을 구할 수 있으며, 이것을 올수 기준 다이어그램이라고 한다. 만약 길이 그룹의 중량으로 다이어그램을 구한다면, 중량기준 다이어그램을 구할 수 있다<그림 2>. 중량 기준 다이어그램은 올수 기준 다이어그램과 비교해 훨씬 큰 곡선을 나타내는데, 그 이유는 장섬유가 단섬유보다 중량이 더 커서 더 많은 영향을 미치기 때문이다. 중량기준 다이어그램은 실 단면의 섬유의 분포와 대응이 되므로, 실과 관련된 검토와 계산시에 사용되어야 한다. 반면 올수 기준 다이어그램은 단섬유 비율이 강조되며, 공정상에서의 운전 거동을 시각적으로 잘 나타낸다. 두 평균 스테이플 길이의 관계는 다음과 같다 :

$$\bar{l}_w = \bar{l}_N + \frac{s^2}{\bar{l}_N}$$

여기서

$\bar{l}_w$: 중량기준 다이어그램에서의 평균섬유장

$\bar{l}_N$: 올수기준 다이어그램에서의 평균섬유장

s : 섬유장 분포의 표준편차

한편, 섬유와 관련된 다이어그램을 그 형태에 따라 5가지 타입으로 구분할 수 있다<그림 3> ~ <그림 7>. 스테이플 다이어그램의 측정은 AFIS-시스템으로 가능하다.