

## 섬유수학

### - 섬 유(5) -

#### 4. 파단일(work of rupture)

<그림 8>에서 수직축은 힘을, 수평축은 거리를 나타내기 때문에 하중신장 곡선 밑부분의 면적은 절단 될 때까지 한 일을 의미한다. SI 단위로서 일 또는 에너지의 단위는 주울(J)인데, 1J은 1N의 힘을 가해 1m의 거리만큼 이동하였을 때에 한 일이다. <그림 8>에서 빗금친 사각형의 면적은  $5J \times 10^{-6}$ 이다.

왜냐하면 높이가 5mN이고 폭이 1mm이기 때문이다. 곡선 밑부분의 면적은 위와 같은 사각형 114개에 해당되므로 섬유를 절단하기까지 한 총 일의 양은  $114 \times 5J \times 10^{-6}$ 즉,  $570 \times 10^{-6}$ 이다. 그런데 이 일은 0.2tex인 섬유를 파지거리 100mm로 해서 실험한 경우의 일량인데 이것을 J/tex/m 단위로 표시하고 싶으면 다음과 같이 하면 된다.

$$\frac{570}{10^6} \times \frac{1}{0.2} \times \frac{1,000}{100} = 0.0285$$

#### 5. 잡물 및 린트량(trash and lint content of cotton)

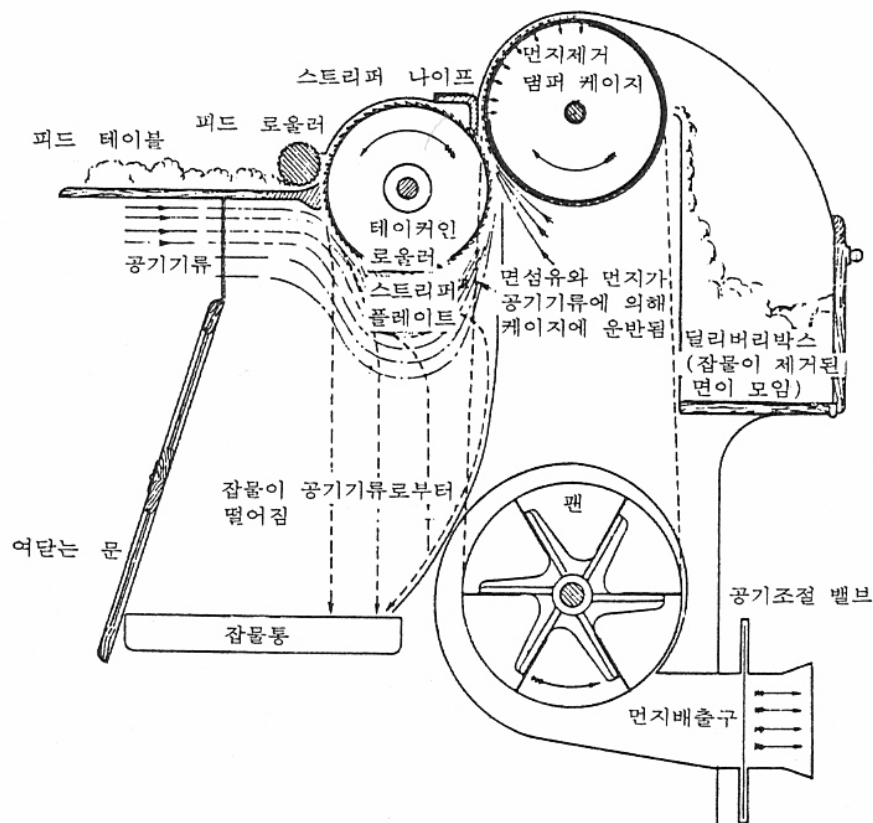
##### 5.1 잡물량의 측정

잡물이란 린트섬유에서 제거해야 하는 이물질을 의미하는 말로서 원면베 일에 포함된 이물질, 즉 綿實, 잎부스러기, 모래, 먼지 등을 가리킨다. 잡물량과 린트량은 각각 다음 식으로 표시된다.

$$\text{잡물량 \%} = \frac{\text{잡물의 무게}}{\text{시료의 무게}} \times 100$$

$$\text{린트량 \%} = \frac{\text{린트성유의 무게}}{\text{시료의 무게}} \times 100$$

시료의 무게를 100g으로 하여 시험하면 계산할 필요는 없어진다. 계산식 자체는 매우 간단하지만 린트와 잡물을 온전하게 분리시키는 일은 그렇게 간단하지 않다. <그림 9>는 원면잡물시험기의 단면도 이다.

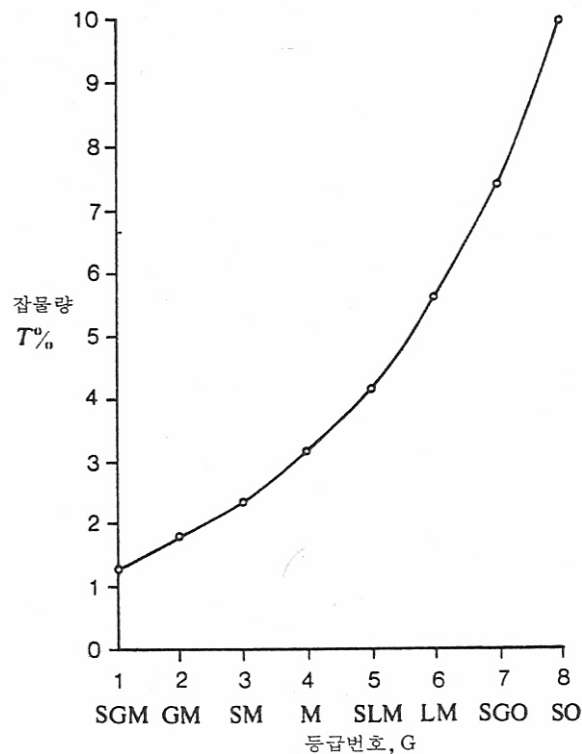


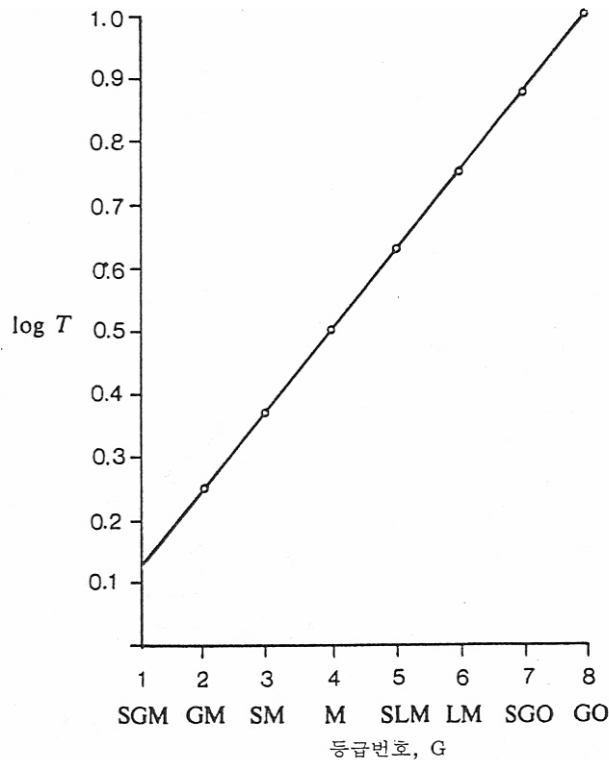
<그림 9> Shirley Analyser

이의 시험방법을 간단히 설명하면 면섬유의 무게를 달아 피드 테이블 위에 놓고 피드 롤러로 테이커인에 공급한다. 테이커인 실린더는 회전속도가 빠르고 많은 수의 침이 있기 때문에 거의 단섬유상태까지 개면한다. 테이커

인 실린더의 회전에 따른 원심력 때문에 면섬유와 잡물입자들은 접선방향  
 비깅쪽으로 이동하여 공기기류속으로 들어간다. 이 같은 경향은 스트림 플레  
 이트(stream plate)의 작용으로 더 강해지는데 이 플레이트는 테이커인 실린더  
 의 운동 때문에 생긴 기류를 기존 기류에 합류시킬 때 소용돌이가 형서되지  
 않도록 하기 위해 특별한 모양을 하고 있다. 면섬유와 잡물은 공기기류와 함  
 께 챔버를 통해 이동하면서 분리된다. 즉 무거운 잡물입자들은 잡물통에 거  
 의 곧바로 떨어지는 반면에 단섬유들은 기류와 함께 챔버 밖으로 나간다. 이  
 때 공기기류를 적당히 조절함으로써 보다 가벼운 잡물은 무거운 것이 떨어  
 지는 곳보다 좀 앞으로 운반되어 결국은 잡물통에 떨어진다.

면섬유와 가벼운 먼지는 챔버 밖으로 운반되어 케이지(cage) 표면에 놓여  
 지는데, 이 때 먼지는 케이지에 나 있는 많은 구멍을 통해 흡인하여 제거되  
 고, 면섬유는 케이지에서 層(layer)을 형성하여 딜리버리 박스로 떨어진다. 대  
 약 15분 정도가 시험에 소요된다.





<그림 10> 미면의 등급과 잡물량

잡물량은 면 섬유의 종류에 따라 다른데, 품질이 좋은 면의 경우에는 약 1%, 나쁜 면은 15%나 된다. 면을 구매하는 사람들은 베일 내에 면이 얼마나 있으며 잡물은 얼마나 있는가에 대단한 관심을 갖고 있다. <그림 10>의 (a)는 미면 등급과 잡물량의 관계를 보여준다.

과거에 미 육지면의 등급과 잡물량의 관계에 대해 다음과 같은 흥미 있는 자료가 발표된 일이 있다.

"스트릭트 굿 미들링(strict good middling)을 1번으로 하여 등급을 매기면, 등급번호와 잡물량(%)의 log값은 직선관계가 성립함을 실험을 통해 알 수 있다. 즉, 등급이 1등급 많아지면 잡물량(%)의 log값도 일정한 양만큼 증가한다. 전 등급에 대해 많은 실험을 한 결과, 품질등급이 1등급 낮아질수록(즉, 등급번호는 10이 증가) 잡물량(%)은 약 1/3이 증가한다. 따라서 다음과 같은 간단한 식이 성립된다.

$$T = (4/3)^G$$

G : 등급번호(grade number)

T : 잡물량(%)

예를 들어 4번째 등급은 미들링(middling)으로  $G = 4$ 이므로

$$T = (4/3)^4 \approx 3.2\%$$

$G=0$ 이라 하고 T를 계산하면  $T = 1\%$ 가 되는데 이는 현재는 없어진 등급인, 가장 좋은 품질의 등급이었던 미들링 페어(middling fair)의 잡물량이다."

<표 7>에 미 육지면(Upland cotton)에 대한 자료가 나와 있다.

<표 7> 미면 Upland종(American Upland grades of cotton)

| 등급(grade)            |      |         |                  |        |
|----------------------|------|---------|------------------|--------|
| 등급별                  | 표시용어 | 등급번호(G) | 잡물량 $T\%(4/3)^G$ | logT   |
| Strict Good Middling | SGM  | 1       | 1.3              | 0.1249 |
| Good Middling        | GM   | 2       | 1.8              | 0.2498 |
| Strict Middling      | SM   | 3       | 2.4              | 0.3747 |
| Middling             | M    | 4       | 3.2              | 0.5051 |
| Strict Low Middling  | SLM  | 5       | 4.2              | 0.6245 |
| Low Middling         | LM   | 6       | 5.6              | 0.7482 |
| Strict Good Ordinary | SGO  | 7       | 7.5              | 0.8743 |
| Good Ordinary        | GO   | 8       | 10.0             | 0.9992 |

## 5.2 소면기의 정면효율(cleaning efficiency)

소면기의 정면성능을 나타내는 지수는 소면기로 공급될 때 면섬유에 있는 잡물량과 슬라이버에 있는 잡물량의 차이로서 정의되는데, 그 차이는 통상 소면기를 거치기 전의 잡물량에 대한 백분율로 표시된다.

Tf를 소면기로 공급될 때 면섬유에 있는 잡물량이라고 하고, Td를 소면슬

라이버에 있는 잡물량이라 하면,

$$\text{정면효율} = \frac{T_f - T_d}{T_f} \times 100$$

실제 계산 예를 들면,  $T_f : 2.77\%$

$T_d : 0.64\%$  인 경우

$$\text{정면효율} = \frac{2.77 - 0.64}{2.77} \times 100 = 77\%$$

## 6. 섬유에 존재하는 기름, 지방, 왁스, 호제 및 수지

섬유에는 보통 울 그리스(wool grease) 등과 같이 자연적으로 발생하는 비섬유질도 있고, 호제나 수지같이 공정 및 가공 목적상 첨가되는 물질도 존재한다. 그러므로 이 같은 물질이 어느 정도 존재하는지를 알 필요가 있다.

비섬유질의 양은 어떤 적절한 방법으로 섬유질과 비섬유질을 분리하여 오븐건조시킨 섬유질의 무게를  $M_d$ 라 하고, 비섬유질 무게를  $m$ 이라 하여 다음 식으로 구한다.

(1) 오븐건조무게에 대한 백분율로서,

$$\text{비섬유질}(\%) = \frac{100 \times m}{M_d}$$

(2) 공정수분율이 포함된 섬유무게에 대한 백분율로서(공정수분율을  $R$ 이라 함)

$$\text{비섬유질}(\%) = \frac{100 \times m}{(100 + R)M_d}$$

(3) 섬유의 오븐건조무게와 비섬유질 무게를 합한 것에 대한 백분율로서,

$$\text{비섬유질}(\%) = \frac{100 \times m}{M_d + m}$$

(4) 표준실험실 조건으로 평행시킨 무게에 대한 백분율로서,

$$\text{비섬유질(\%)} = \frac{100 \times m}{M}$$

다만, M: 표준 실험조건으로 컨디셔닝시킨 무게

이 밖에도 다른 방법으로 구할 수 있기 때문에 기름, 왁스 등의 비섬유질의 양을 언급할 때는 앞의 식에서처럼 무엇에 대한 백분율을 의미하는지, 또한 그 분리방법도 명기해야 한다.

[예제 16]

가공된 양모시료를 속스레추출기(S Soxhlet extractor)로 추출하였다. 추출물의 무게는 0.39g이었고 추출 후 건조시킨 양모의 무게는 8.26g이었다.

건조무게 및 추출물의 무게에 대한 추출물의 백분율(%)

$$= \frac{0.39}{8.26 + 0.39} \times 100 = 4.5\%$$