

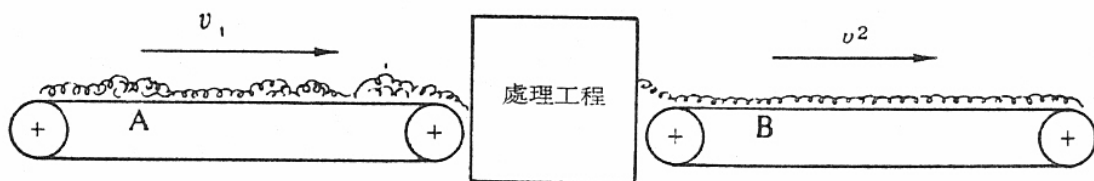
섬유수학

- 실 (2) -

1.4 랩의 균제도

실 생산에 사용되는 기계의 1차적인 기능은 랩, 소면 슬라이버, 연조 슬라이버, 로빙 및 실에서 섬유속의 단위 길이당 중량을 균일하게 유지하는 것이다. 절대적인 조정은 사실상 불가능하지만 주의 깊은 기계조정 및 좋은 기계 설계로서 불균제를 최소로 유지할 수 있다. 1861년 Edward Lord는 랩의 균제도를 조절하는 자동급면조정장치를 특허했는데 콘-드럼(cone-drum)원리가 오늘날에도 여전히 사용되고 있다.

<그림 5>는 조절의 아이디어를 보여준 것인데, 컨베이어 A는 여러가지 두께의 입력 물질을 처리공정으로 보낸다. 처리된 물질은 일정한 속도 v_2 를 가진 컨베이어 B에 옮겨진다. 출력 물질의 단위 길이당 중량을 해야 한다. 컨베이어 A의 속도가 일정하면 이러한 요구가 충족되지 않을 것이다. 그러므로 입력 물질의 여러가지 두께를 중화시키기 위해 A의 속도 v_1 를 변경시키는 방법이 필요하다.



<그림 5> 랩 균제도의 관리의 원리

단위시간당 공급되는 물질의 양은 컨베이어 A의 속도 $\times$ 물질의 두께에 비례한다.

q = 공급되는 물질의 양

v_1 = 컨베이어의 속도

t = 물질의 두께일 때

$$q \propto v_1 \times t$$

q 가 일정하면

$$v_1 \times t = \text{상수}$$

그러므로

$$v_1 \times t = k, \quad v_1 = \frac{k}{t}$$

즉,

$$v_1 \propto \frac{1}{t}$$

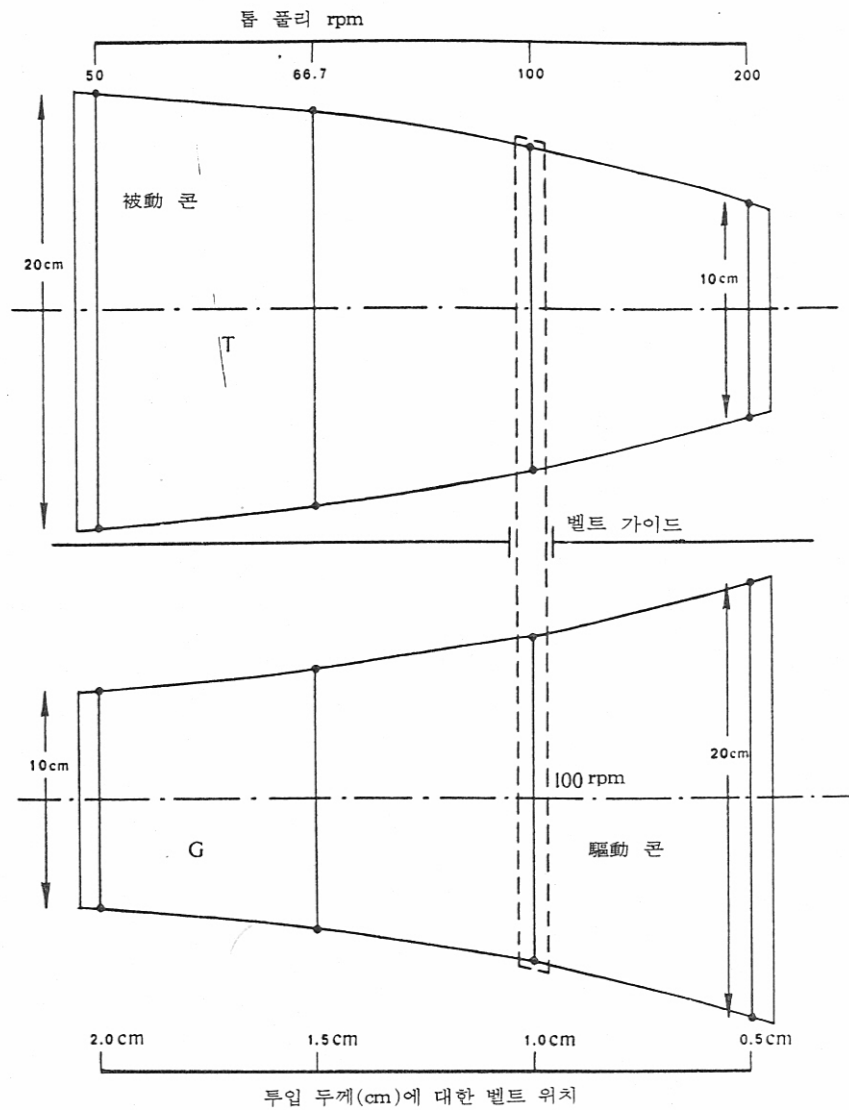
그러므로 입력 컨베이어의 속도는 $1/t$ 에 비례한다. 즉, 속도는 두께에 반비례한다. 두께가 2배가 되면 속도는 반으로 되어야 하며, 두께가 반으로 되면 속도는 2배가 되어야 한다.

그러므로 조절시스템에서 두께측정장치와 입력 컨베이어의 구동을 변화시킬 수 있는 장치가 필요하다. 따라서 여기서는 일단 두께 측정결과가 속도 조절장치에 전달될 수 있는 적절한 두께 측정장치를 이용할 수 있다고 가정해 보자

요구하는 섬유 시트를 만드는데 입력 물질의 두께가 1.25m이고 이중 가장 두꺼운 부분이 2cm, 가장 가는 부분이 0.5cm라 가정하고 <그림 6>을 보자. 보텀 폴리 G는 100rpm의 일정한 속도이고 톱 폴리 T가 투입 컨베이어를 구

동하며, 이 속도는 어떤 순간에 공급되는 물질의 두께와 관련이 있다. 입력 물질의 최대 두께와 최소 두께의 비는 2 : 0.5 즉, 4 : 1이다. 이것은 또한 최대 및 최소 두께에서의 입력속도의 비이어야 한다.

$$\text{즉, } \frac{\text{두께 0.5cm일 때의 입력속도}}{\text{두께 2.0cm일 때의 입력속도}} = \frac{4}{1}$$



<그림 6> 콘 드럼의 단면도

<그림 6> 콘드럼의 밤참도콘 벨트가 우측으로 이동할 수 있는 한계에서, 구동 및 피동 폴리의 상대적인 직경은 20cm 및 10cm이며 톱 폴리의 속도는 $100 \times 10 = 200\text{rpm}$ 이다. 이것은 특정장치가 0.5cm의 두께를 탐지했을 경우이다.

탐지된 두께가 2.0cm일 때 벨트 가이드는 좌측 한계위치로 이동한다. 벨트가 이 위치에 있을 때 톱 폴리는 $100 \times 10/20 = 50\text{rpm}$ 의 속도로 구동된다. 따라서 필요로 하는 속도비 4:1이 얻어진다.

탐지된 두께가 1cm 즉, 최소치의 2배일 때 톱 폴리의 회전수는 0.5cm 두께에 대한 회전수의 반 즉, 100rpm 이어야 한다. 구동 폴리가 100rpm으로 회전하므로 벨트는 구동 및 피동 폴리의 직경이 같아지는 위치에 있어야 한다. 벨트 접촉을 유지하기 위해서는 직경의 합이 항상 $20+10 = 30\text{cm}$ 이어야 하므로 각각의 직경은 15cm가 될 것이다. 2.0cm와 0.5cm의 차이는 1.5cm이며, 최소치에서 0.5cm 증가되면 1.0cm는 전체 차이의 1/3에 해당된다. 그러므로 벨트는 우측 및 좌측한계 사이의 전거리 1/3에 위치해야 한다. 두께가 1.5cm일 때 벨트는 한계 사이의 거리의 2/3에 있을 것이다. 그러나 이 위치에서 구동 및 피동 폴리의 직경은 얼마가 될까?

톱 폴리의 속도는 두께에 반비

례하므로 톱 폴리의 회전수는

$$\frac{200 \times 0.5}{1.5} = 66.7\text{rpm}$$

따라서

$$\frac{\text{구동 폴리의 직경}}{\text{피동 폴리의 직경}} = \frac{66.7}{100}$$

직경의 합 30cm를 이 비율에 비례시켜야 한다. 분자와 분모를 합하면 166.7이며 구동 폴리의 지경은

$$30 \times \frac{66.7}{166.7} = 12\text{cm이며}$$

피동 폴리의 직경은 18cm이다

이 결과는 $\frac{200 \times 0.5}{1.5}$ 즉, $\frac{100 \times 1}{1.5}$ 를 이용하여 빨리 구할 수 있다.

여기서 직경비는 1/1.5이다. 따라서 구동 폴리의 지경은

$$30 \times \frac{1}{2.5} = 12\text{cm 이고}$$

피동 폴리의 직경은

$$\frac{1.5}{2.5} \times 30 = 18\text{cm이다.}$$

폴리 중간부분의 두께에 대해서는, 직경비가 1/두께 이므로 이에 따라서 중간배분의 직경을 계산할 수 있다.

실제 스커처에서, 입력속도는 피드 롤러의 표면속도이지 컨베이어의 속도가 아니다. 두께는 Lord가 처음 생각해낸 페달-레버장치(pedal-lever device)에 의해 이 점에서 측정된다. 더 정밀한 계산은 구동 벨트의 두께에 대한 허용 범위도 포함할 수 있다.

1.5 스커처 비터(scutcher beater)

불순물을 포함하는 면섬유는 단단하게 뭉쳐 있으므로 비터에 의해 타격을 받으면 잡물이 제거되며 섬유가 분리된다.

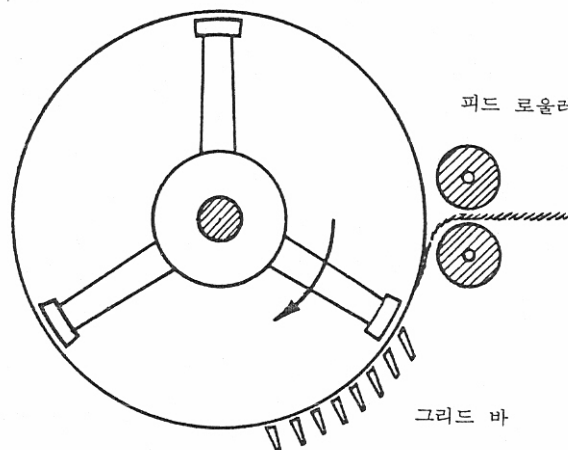
<그림 7>에서 3날개(blade) 미터의 회전수를 1,000rpm이라고 하고 피드 롤러는 130cm/min의 속도로 면섬유를 클리어링 포인트(clearing point)까지 운반

한다면 공급되는 면섬유의 cm당 타격수는

$$\frac{\text{비터의 rpm} \times \text{비터의 날개 또는 스트라이커의 수}}{\text{피드 롤러에 의해 공급되는 면의 cm/min}} \text{ 이다.}$$

이 예에서

$$\frac{\text{타격수}}{\text{cm}} = \frac{1,000 \times 3}{130} = \frac{23}{\text{cm}} \text{ 이다.}$$



<그림 7> 3날개 스커쳐 피터

1.6 미터의 정면효율

비터의 정면효율은 다음의 예에 잘 나타나 있다.

[예제 4]

비터에 공급된 면의 잡물함량은 3.6%이다. 낙면량은 1.5%이며 이중 80%가 잡물인 경우 미터의 정면효율은 얼마인가?

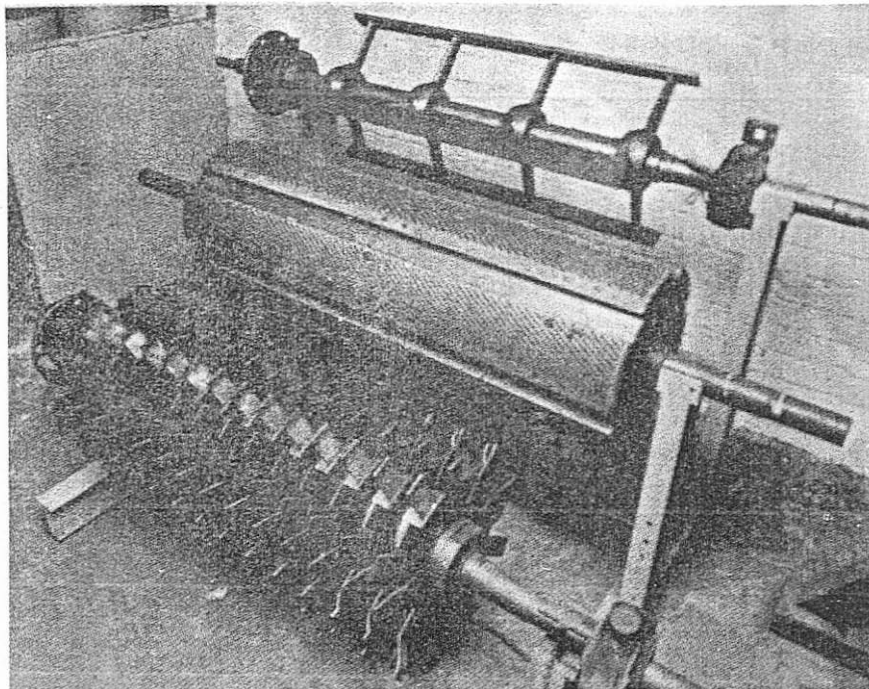
1.5%의 낙면중 80%가 잡물이라면 $80/100 \times 1.5\% = 1.2\%$ 의 원래 잡물이 미터에 의해 제거되었고, $3.6 - 1.2 = 2.4\%$ 가 비터에 의해 타격받은 면에 남아 있다. 따라서

$$\text{정면효율} = \frac{\text{원래의 잡물 함량} - \text{타격받은 면에 남아 있는 잡물량}}{\text{원래의 잡물함량}}$$

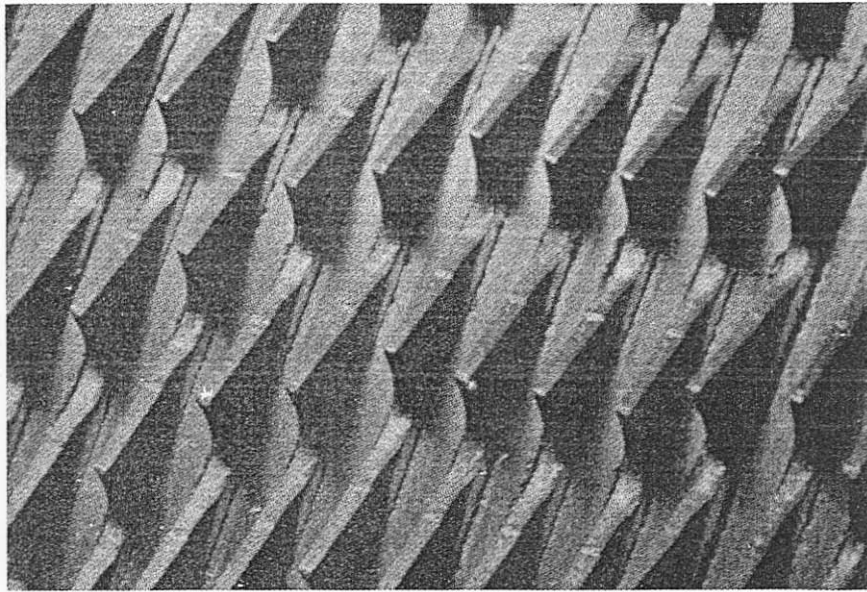
$$\frac{3.6 - 2.4}{3.6} \times 100 = 33.3\%$$

1.7 클리닝 포인트에서의 터프트의 크기

간단한 수학을 적용하여 클리닝 포인트에서 비터에 의해 타격을 받는 면 터프트내의 평균 섬유수를 평가할 수 있다.



<그림 8(a)> 스커처 비터의 형태 : 상-3 블레이드, 중-셔얼리, 하-포큐파인



<그림 8(b)> 셔얼리 비터 표면의 클리닝 포인트의 밀도

<그림 8 (a)>에 3가지 형태의 비터가 있다. 즉 3-블레이드 비터, 포큐 파인 비터(porcupine beater), 셔얼리 비터(Shirley beater)이다. 셔얼리 비터 표면의 클리닝 포인트가 고밀도로 되어 있음을 <그림 8(b)>에서 볼 수 있다.

만약 분당 3kg의 면이 클리닝 포인트에 공급되고 섬유의 선밀도(linear density)가 200mtex이며 평균 섬유장이 2.5cm인 경우, 분당 공급되는 섬유수를 다음과 같이 계산할 수 있다.

즉

$$n = \frac{\text{섬유중량(mg)} \times 1\text{km의 cm수}}{\text{선밀도(mtex)} \times \text{평균섬유장(cm)}}$$

$$= \frac{3 \times 10^6 \times 10^5}{200 \times 2.5} = 6 \times 10^8 / \text{min}$$

(1) 1,000rpm의 3날개 비터는 면에 분당 3×1,000의 타격을 가한다.

그러므로 타격받은 면의 터프트(tuft)나 프린지(fringe)의 평균섬유수는

$$\frac{6 \times 10^8}{3,000} = 200,000 \text{이다.}$$

(2) 1,000rpm의 포큐파인 비터는 분당 $250 \times 1,000$ 의 타격을 가한다.

그러므로 터프트내의 평균섬유수는

$$\frac{6 \times 10^8}{250 \times 10^3} = 2,400 \text{이다.}$$

(3) 셔얼리 비터는 폭이 약 104cm, 직경이 40cm이다. 즉 표면적이 $104 \times 40 \times \pi \text{ cm}^2$ 이다. 스트라이커 침수 $24/\text{in}^2$ 를 침수/ cm^2 로 계산하면 약 $3.7/\text{cm}^2$ 이다. 비터의 속도가 1,560rpm일 때 스트라이커 침당의 섬유수는

$$\frac{6 \times 10^8}{1,560 \times 104 \times 40 \times \pi \times 3.7} = 8 \text{이다.}$$

비터가 섬유를 분리시키는 능력에는 분명히 뚜렷한 차이가 있다. 예를 들면 셔얼리 비터는 아주 작은 터프트로 만들기 때문에 불순물의 제거가 많이 된다.