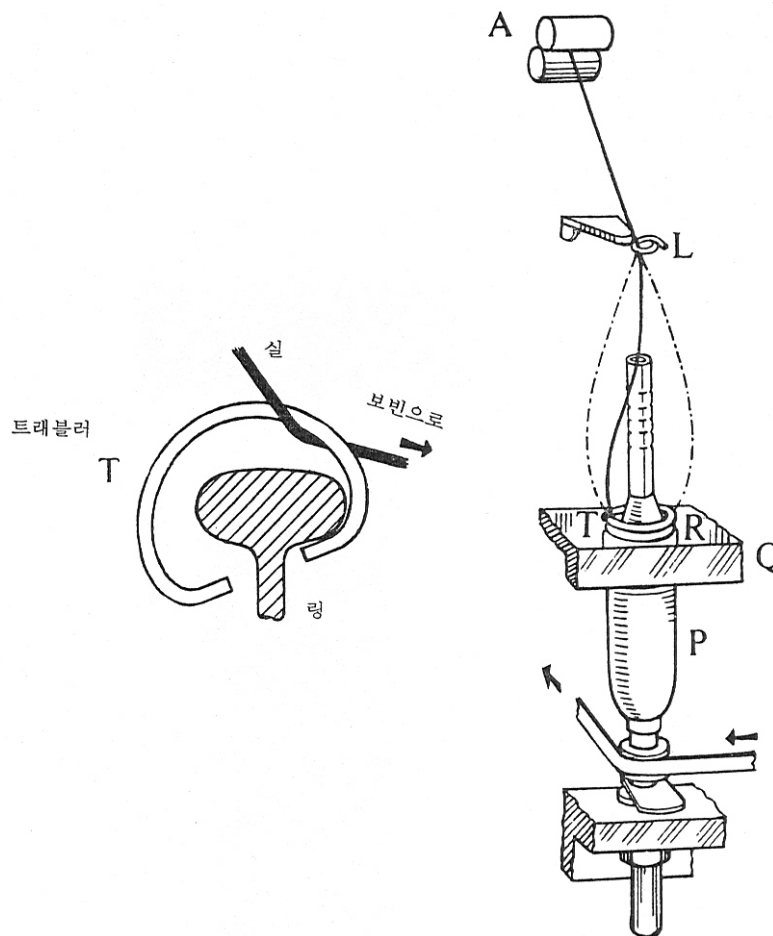


섬유수학

- 실 (13) -

10. 링 정방기(ring spinning frame)

링 정방에서는 섬유가닥을 드래프트함과 동시에 필요한 양의 꼬임을 주어 실을 패키지에 감는다. <그림 27>은 이 시스템에 대한 간단한 다이어그램이다. A에 드래프트영역이 있으며 드래프트와 꼬임이 주어진 섬유라는 라페트(lappet) L을 통과하고 링R상의 트래블러 T를 지나 패키지 P에 감긴다. 스핀들은 테이프에 의해 회전되며 패키지는 링레일 Q의 상하운동에 의해 형성된다.



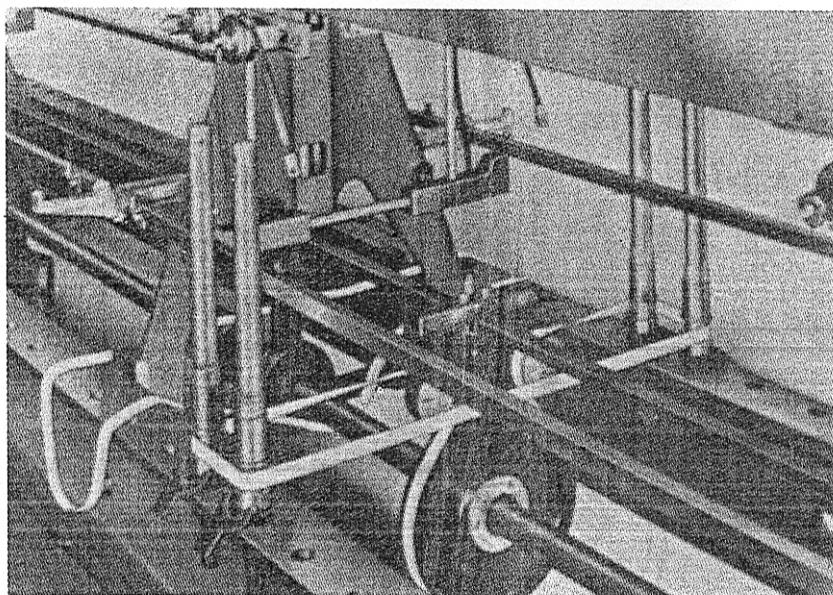
<그림 27> 링 병방기

10.1 개 요

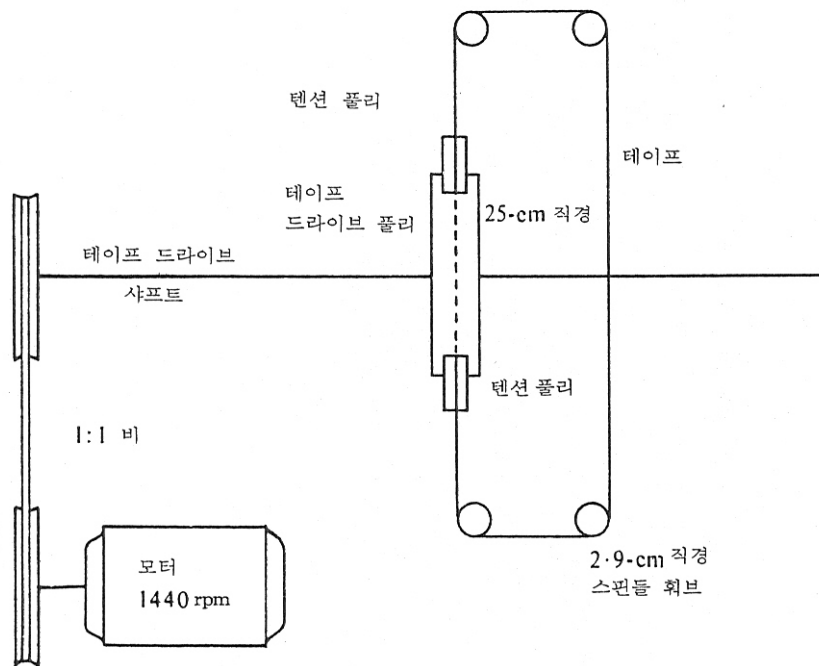
링정방에서는 섬유가닥을 드래프트함과 동시에 필요한 양의 꼬임을 주어 실을 패키지에 감는다. <그림 27>은 이 시스템에 대한 간단한 다이어그램이다. A에 드래프트영역이 있으며 드래프트와 꼬임이 주어진 섬유는 라페트(lappet) L을 통과하고 링 R상의 트레이블러 T를 지나 패키지 P에 감긴다. 스핀들은 테이프에 의해 회전되며 패키지는 링 레일 Q의 상하운동에 의해 형성된다.

10.2 스핀들 속도

<그림 28>은 스핀들의 구동방식을 나타낸 것이다. 정방기 전체에 걸쳐 뻗어 있는 테이프 구동 축(tape drive shaft)에 테이프 구동 풀리가 부착되어 있고 4개의 스핀들은 이 한 개의 풀리에 의해 테이프 전동된다. 그리고 테이프 구동 축은 모터로부터 V벨트에 의해 자체 구동된다. <그림 29>에서 모터 속도를 n rpm, 모터 풀리의 피치 중심직경(pitch-centre diameter) 즉, PCD가 d_m , 테이프 구동축상의 프레임 풀리(frame pulley)의 PCD가 d_f 라고 하고 테이프 구동 축의 $\text{rpm} = n \times d_m / d_f$ 이다. 실제 V벨트는 슬립이 없는 것으로 본다.



<그림 28> 링 정방기에 있어서 스핀들의 테이프 전동(platt type 800 super spinner)



<그림 29> 링 정방기의 스핀들 구동

여기서 테이프 구동의 슬립이 약 3%라고 가정하면 스핀들 속도는 다음과 같다.

$$\text{테이프 구동축의 rpm} \times \frac{\text{테이프구동 풀리 직경}}{\text{스핀들 휘브(wharve)직경}} \times \frac{97}{100}$$

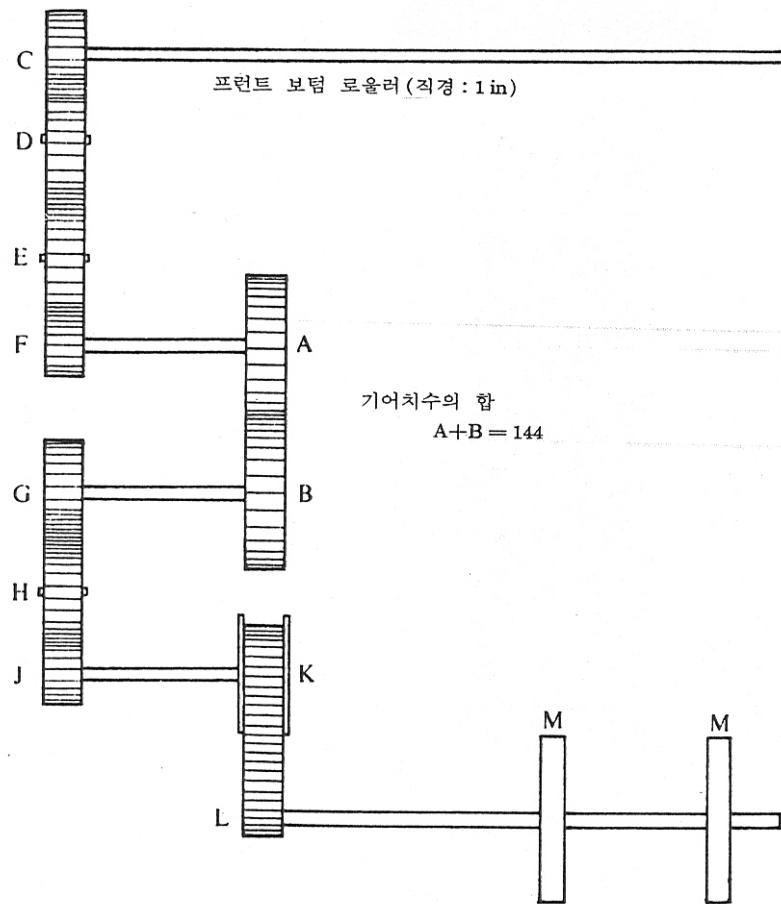
모터속도를 1,440rpm, 모터 풀리 직경과 테이프 구동 축상의 프레임 풀리 간의 V벨트 구동이 1:1의 비율로 되어 있다고 하자. 그리고 테이프 구동 풀리의 직경이 25cm, 스핀들 휘브 직경이 2.9cm, 허용 슬립이 슬립이 3%라고 하면 스핀들 속도는

$$1,440 \times \frac{25}{2.9} \times \frac{97}{100} = 12,040\text{rpm, 약 } 12,000\text{rpm이 된다.}$$

최근의 링 정방기의 고속회전이 가능하도록 되어 있어서 16,000rpm이상의 스핀

들속도도 가능하다. 그러나 정방기 자체는 고속에 문제가 없으나 방출 실의 변수, 트래블러 속도, 실의 품질, 원료취급상의 작업능력 등의 요인 때문에 스핀들 속도에 제한이 따른다.

10.3 프런트 롤러(front roller)속도



<그림 30> 프런트 롤러의 구동 (링 정방기)

<그림 30>은 프런트 보텀 롤러의 구동도이다. 톱니가 달린 타이밍 벨트(timing belt)는 치수가 20t, 40t인 파워 그립 풀리(power grip pulley) L, K를 매체로 하여 테이블 구동 축을 회전시킨다. 기어 A, B, J, G 각각 91t, 53t, 35t, 55t 꼬임 변환기어(twist change wheel) F가 45t 그리고 프런트 보텀 롤러 축의 끝에 연결된 기어 C가 80t라고 하자. 그 외의 기어는 캐리어(carrier)이므로 계산에는 상관이 없다. 프런트

롤러의 직경을 2.54cm로 가정하고 테이프 구동축의 회전은 앞의 예를 인용하여 1,440rpm이라고 하자. 모든 기어에 대해 구동에 대한 피동법칙(drivers-over-drivens rule)이 적용된다고 하 FEO 보텀 프런트 롤러의 속도는 다음과 같다.

$$1,440 \times \frac{L}{K} \times \frac{J}{G} \times \frac{B}{A} \times \frac{F}{C} = 1,440 \times \frac{20}{40} \times \frac{35}{55} \times \frac{53}{91} \times \frac{45}{80}$$

$$= 150 \text{rpm}$$

10.4 프런트 롤러의 송출속도

프런트 롤러의 속도가 150rpm, 직경이 2.54cm일 때 드래프트된 섬유다발의 송출속도는 다음과 같다.

$$150 \times 2.54 \times \pi \text{ cm/min} = 1,198 \text{cm/min.}$$

10.5 실의 꼬임

연축이 없고 주어진 회전수에 권취도 이루어지지 않는다고 하면 실에 주어진 꼬이는

$$\frac{\text{스핀들 rpm}}{\text{송출장/min}} \text{이 될 것이며,}$$

앞의 계산치를 적용하면

$$\text{연수} = \frac{12,040}{1,198} = 10.06 \text{ 꼬임/cm가 된다.}$$

10.6 꼬임 상수(twist constant)

앞에서 꼬임을 계산할 때 스핀들 속도를 송출장으로 나누어 주었는데 이 송출장은 앞서 45t의 꼬임변환기어 F를 포함한 치차배열에서 이미 계산한 바가 있다.

지금 다시 여기서 기어 F의 치수를 f로 두면 송출장은

$$1,440 \times \frac{20}{40} \times \frac{35}{55} \times \frac{53}{91} \times \frac{f}{80} \times 2.54 \times \pi \text{cm/min} = 26.62f \text{ cm/min}$$

이 되고 따라서 실에 주어진 꼬임은

$$\frac{12,040}{26.62f} = \frac{4,523}{f}$$

이 된다. 그러므로 어떤 꼬임 변환기어에 대해서도 실에 주어진 꼬임은 4,523을 변환기어의 치수로 나누어 주면 된다. 이 4,523이란 값을 꼬임상수라고 하며 치차열과 스핀들속도, 롤러 크기가 주어진 상태에서는 특정한 상수가 된다.

앞서 검토한 치차열에서 꼬임변환기어로 45t를 사용했다면 tpc(turns/cm)는 4,523/45 즉, 10.05가 된다.

꼬임변환기어는 작을수록 실의 꼬임수는 많아지게 된다. 즉, 이러한 치차열에서 꼬임수는 꼬임변환기어의 치수와 반비례한다. 다른 방식의 치차열에서는 꼬임변환기어가 크면 꼬임수도 따라서 증가되는 경우도 있다.

그러나 여기서 검토하고 있는 치차열에서는 45t의 꼬임변환기어를 사용하여 꼬임수는 10.05tpc가 되고 40t를 사용하면 4,523/40즉, 11.37tpc 가 된다. 우리는 꼬임변환기어의 크기는 꼬임수에 반비례한다는 것을 이용하여 실에 주어진 꼬임수를 알면 꼬임상수는 모르더라도 원하는 꼬임변환기어를 계산해 낼 수가 있다. 알고 있는 꼬임수가 10.05tpc, 원하는 꼬임수가 11.37tpc, 알고 있는 꼬임변환기어가 45t라고 하면 원하는 꼬임변환기어는

$$45 \times \frac{10.05}{11.37} = 40t \text{ 가 된다.}$$

10.7 연축(twist contraction)

평행한 섬유가닥에 꼬임을 주게 되면 꼬여진 길이는 꼬여지지 않은 길이보다

짧게 된다. 따라서 만일 꼬임을 주지 않은 섬유가닥 10cm에 100회의 꼬임을 주었을 때 처음의 길이가 5%중에 들었다면 결과적으로 실에 주어진 꼬임수는

$$\frac{100}{10 \times 95/100} = \frac{1,000}{95} = 10.53 \text{ 가 된다.}$$

연축을 고려하지 않는다면 꼬임수는 10tpc가 된다. 실제 공장에서는 이 허용연축을 사용하는 꼬임상수에 포함시켜 놓아도 된다. 연수는 시방하여 측정할 수 있고 꼬임변환기어는 주고자 하는 꼬임과 시방에 사용한 꼬임기어로 계산할 수 있다. 예를 들어 시방한 실을 실험실에서 측정하였더니 12tpc였고, 이 때 꼬임기어는 44t를 사용했다고 하면 10tpc가 되도록 하기 위한 꼬임기어는 다음과 같이 계산한다.

$$44 \times 12/20 = 52.8 \text{ 즉, 53t}$$

10.8 권취에 대한 보정

[예제 36]에서 트래블러 회전수의 감소가 주는 효과에 대한 언급이 있었다. 트래블러의 회전에 의한 권취수의 보정은 논리적인 것 같이 생각되지만 ‘링정방의 원리와 이론’이란 책에 의하면 그러한 보정이 단지 어떤 측정된 조건하에서만 유효하다고 지적되고 있다.

10.9 링 정방기의 드래프트

링 정방기의 드래프트 계산원리는 앞에서 다룬 다른 기계에 있어서의 드래프트 계산원리와 비슷하다. 우리는 공급롤러와 송출롤러의 표면속도 비를 구할 수 있듯이 공급율에 대한 송출율의 비를 계산할 수 있는데, 이 비를 기계적 드래프트 (mechanical draft)라고 한다. 송출변수에 대한 공급변수의 비를 계산해 보면 그 값은 가연 때 섬유가닥이 수축하므로 실제 기계적인 드래프트와는 약간 차이가 있게 된다.

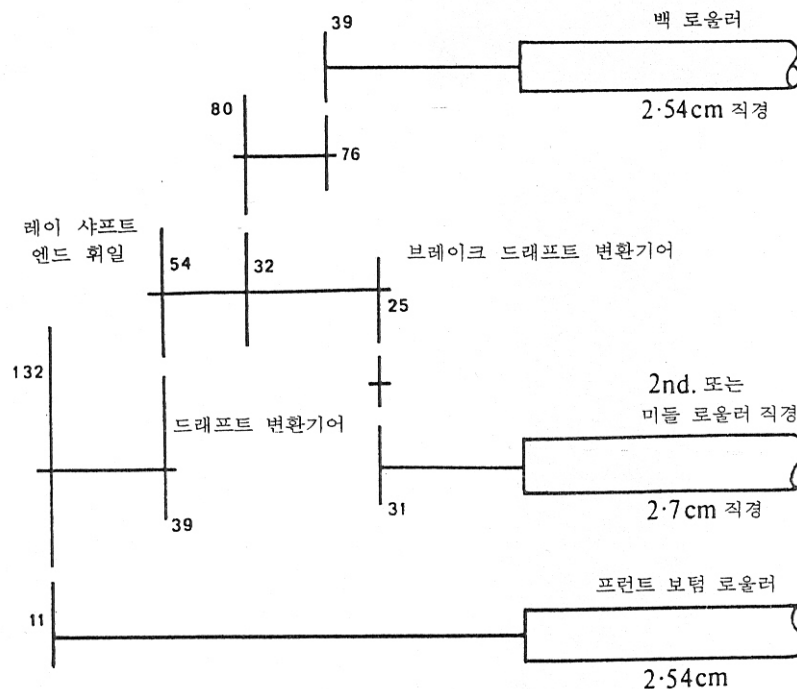
<그림 31>은 3선 롤러 방식의 전형적인 드래프트방식을 보여주는 기어이다. 백 롤러(back roller)가 1회전할 때 드래프트기구에 공급되는 섬유 길이는 백 롤러 직경 $\times \pi = 2.54 \times \pi \text{ cm} = 7.98 \text{ cm}$ 가 된다. 이제 백 롤러의 축을 구동축으로 보고 프런트 롤러에서 송출되어 나오는 섬유의 길이를 계산해보면 백 롤러 축의 1회전에 대해 송출섬유의 길이는 다음과 같이 계산된다.

$$1 \times \frac{39}{76} \times \frac{80}{32} \times \frac{54}{39} \times \frac{132}{11} \times 2.54 \times \pi = 173 \text{ cm}$$

공급장에 대한 송출장의 비는

$$\frac{173}{7.98} = 21.68$$

이 되어 기계적 드래프트는 21.68이 된다.



<그림 31> 링 정방기의 드래프트 : 차차배열

10.10 드래프트상수(draft constant)

앞의 드래프트 계산에서 만일 분모에 사용한 드래프트 변환기어(draft change pinion) 값인 39를 빼버리면 드래프트 21.68×39 즉, 대략 846이 된다. 이 값을 드래프트 상수라고 한다. 따라서 기계적 드래프트를 18로 하고자 할 때 필요한 드래프트 변환기어는 다음과 같이 계산된다.

$$\frac{\text{드래프트 상수}}{\text{원하는 드래프트}} = \frac{846}{18} = 47$$

만일 현재의 드래프트와 드래프트 기어를 알고 있을 경우 원하는 드래프트를 얻을 수 있는 드래프트 변환기어는 다음과 같이 구할 수도 있다.

$$\text{기존 드래프트기어} \times \frac{\text{기존의 드래프트}}{\text{원하는 드래프트}}$$

즉, 위의 식을 인용하면

$$39 \times \frac{21.68}{18} = 47t$$

드래프트 변환기어의 크기와 드래프트와는 반비례한다. 즉, 변환기어가 작을수록 드래프트는 커진다.

레이 샤프트 엔드 휠(lay shaft end wheel)도 교환할 수 있는데, 이 기어의 크기와 드래프트와는 정비례관계가 성립되므로, 이 기어가 클수록 드래프트도 커지게 된다. 또 레이 샤프트 엔드 휠의 크기가 달라짐에 따라 드래프트 상수도 달라진다. 위의 예에서 54t가 60t로 바뀌면 드래프트 상수는 다음과 같다.

$$\text{기존 드래프트기어} \times \frac{\text{교환기어}}{\text{기존기어}} = 846 \times \frac{60}{54} = 940$$

10.11 브레이크 드래프트(break draft)

미들 롤러와 백 롤러 사이에 브레이크 또는 백 드래프트(back draft)가 존재하는데, 이 브레이크 드래프트의 주된 역할은 공급되는 로빙의 꼬임을 풀어주어 미들 롤러와 프런트 롤러 사이의 메인 드래프트(main draft) 영역에서 섬유를 보다 효과적으로 다룰 수 있도록 해 주는 것이다. 다른 형태의 드래프트 방식으로는 4선 롤러를 채택하여 각기 다른 방식으로 드래프트를 배분하기도 한다. 기계적인 브레이크 드래프트는 드래프트 계산에서와 같이 롤러의 표면속도의 비로 구해진다. 즉,

$$\text{브레이크 드래프트} = \frac{\text{백 롤러 1회전에 대한 미들 롤러의 표면속도}}{\text{백 롤러의 원주}}$$

$$= 1 \times \frac{39}{76} \times \frac{90}{32} \times \frac{25}{31} \times \frac{2.7}{2.54} \times \frac{\pi}{\pi}$$

$$\frac{8.78}{7.98} \doteq 1.1$$

프런트 롤러와 미들 롤러간의 드래프트는,

$$\frac{173(\text{cm})}{8.78(\text{cm})} = 19.7$$

총 드래프트(total draft)는 브레이크 드래프트와 미들 롤러와 프런트 롤러간의 드래프트를 곱한 것이다. 즉, $1.1 \times 19.7 = 21.67$ 브레이크 드래프트 변환기어가 바뀔 경우 브레이크 드래프트와 메인 드래프트 변하게 되나 이들 드래프트의 적은 변하지 않는다. 다시 말하면, 브레이크 드래프트가 변해도 총 드래프트는 변하지 않고 다만, 드래프트 배분만 달라지게 된다. 또 이 변환기어는 여기서 구동치차(driver)이기 때문에 이 변환기어가 클수록 브레이크 드래프트도 커지게 된다. 즉, 정비례하게 된다.