

섬유수학

- 실 (5) -

4. 연조기(draw frame)

4.1 개요

연조공정의 목적은 다음과 같이 말할 수 있다.

① 소면 슬라이버 내의 섬유들은 제멋대로 모든 방향으로 향해 있다. 이들 섬유들은 모두 크림프를 가지고 있으며 일부 굽어져 있는 것도 있다. 다음 공정에서의 처리를 위하여 이들 소면 슬라이버내의 섬유들은 반듯하게 펴주고 이웃 섬유끼리 또는 슬라이버의 길이방향으로 평행한 상태로 만들어 줄 필요가 있다. 연속적으로 연조기를 통과시켜 주면 이와 같은 처리를 효율적으로 해줄 수 있다.

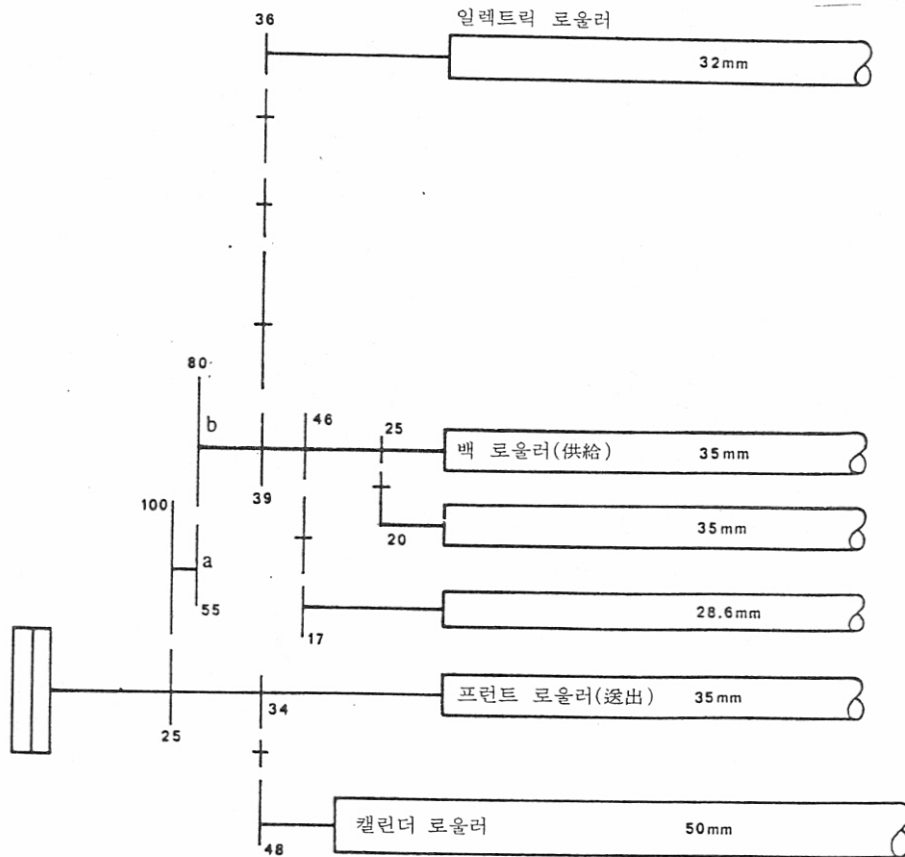
② 여러 가닥의 소면 슬라이버를 나란히 연조기내에 공급하여 다시 한가닥의 연조 슬라이버를 만들어 개개 섬유의 혼섬효과를 높여주며 소면 슬라이버에 비해 더욱 균일한 슬라이버를 만들어 준다.

③ 연조기에서는 더블링을 하여 공급슬라이버의 중량변동을 줄여줌으로써 결국 보다 균정한 최종 슬라이버를 만들 수 있게 한다.

1939년도 이전에 제작된 연조기는 다소 정적이었다. 이 연조기에서는 4쌍의 드래프트 롤러가 사용되었으며 연속적인 롤러 사이의 드래프트는 조절이 가능하도록 되어 있다. <그림 14>에 옛날 형태의 연조기의 기어 구조가 나와 있는데, 여기에서의 단위는 mm이다.

드래프트 비는

$$\frac{\text{캘린더 롤러의 표면속도}}{\text{일렉트릭 롤러의 표면속도}} = \text{전체드래프트}$$



<그림 14> 연조기의 기어 구조

그러나 만약 실제로 일렉트릭 롤러(electric roller)를 한바퀴 회전시켜주고 이 일렉트릭 롤러가 한바퀴 도는데 따라 캘린더 롤러가 몇바퀴 도는지 확인 하면 상대속도를 구할 수 있고 결과는 같은 값이 나온다. 만약 캐리어 휠(carrier wheel) 값을 감안하지 않는다면 일렉트릭 롤러 1회전당 캘린더 롤러의 회전수는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$1 \times \frac{36 \times 80 \times 100 \times 34}{39 \times 55 \times 25 \times 48} = 3.8$$

여기서 구한 3.8에 일렉트릭 롤러의 직경에 대한 캘린더 롤러의 직경의 비율 즉, 2/1.25 또는 1.6을 곱해주면 연조의 전체 드래프트가 나온다. 따라서 여기서의 전체 드래프트 $3.8 \times 1.6 = 6.08$ 이 된다.

계산에 사용한 표면속도는 실제치가 아니나 이것으로부터 계산한 상대표면속도나 결과치에는 차이가 없다.

앞에서 비슷한 방법으로 연속적인 드래프트 비를 구할 수 있다.

먼저 개개 롤러간의 드래프트 비를 구하면 다음과 같다.

- ① 일렉트릭 롤러와 백 롤러 간 = 1.015
- ② 백 롤러와 세번째 롤러 간 = 1.25
- ③ 세번째 롤러와 두번째 롤러 간 = 1.77
- ④ 두번째 롤러와 첫번째 롤러 간 = 2.63
- ⑤ 프런트 롤러와 캘린더 롤러 간 = 1.03

이들 드래프트를 모두 곱해주면 6.1이란 수치를 얻을 수 있다.

즉, $1.015 \times 1.25 \times 2.63 \times 1.03 = 6.1$

계산상의 오차를 감안하면 이것은 사실상 6.08과 같다고 할 수 있다.

여기서 주목해야 할 사항은 과 두곳에서의 드래프트가 극히 작다는 것이고 백 롤러에서 프런트 롤러로 오는 사이에 드래프트가 점차 커진다는 사실이다. 드래프트가 극히 작은 두 곳은 공급되는 슬라이버와 프런트 롤러와 캘린더 롤러 사이의 웹(web)의 장력을 유지시켜주기 위한 것이다. 전체 드래프트 6.08은 사실상 드래프트 영역(draft zone)에 공급되는 소면 슬라이버의 가닥수인 6과 같고 그에 따라 연조기에서 생산되는 연조 슬라이버의 선밀도는 공급되는 소면 슬라이버의 선밀도와 비슷하게 된다.

4.2 드래프트 상수(draft constant)

만약 드래프트 계산에 빠뜨린 횡의 치수가 55라면 이것을 6.08에 곱해서 334라는 수치를 얻을 수 있다. 이 수치가 해당 연조기의 드래프트 상수이다. 따라서 만약 요구되는 드래프트가 6.2라면 드래프트체인지 횡의 치수는 334를 6.2로 나누어 얻은 값인 54가 되게 한다.

다시 말하면 만약 드래프트 체인지 휠의 치수가 54라는 것을 알고 있다면 전체 드래프트는 드래프트 상수 값을 54로 나누어서 얻을 수 있게 된다.

즉,

$$\frac{334}{54} = 6.2$$

4.3 연조기의 생산량

연조기 딜리버리 1개의 1시간 동안의 생산속도에 슬라이버의 선밀도를 곱해주면 연조기 효율이 100%일 때의 딜리버리 1개의 시간당 생산량이 구해진다. 예를 들어 프런트 롤러의 회전속도를 300rpm이라 하고 캘린더 롤러에서 송출되는 연조슬라이버의 선밀도를 3ktex라고 가정해 보자. 캘린더 롤러의 직경이 2in라면 이는 mm로 환산해서 50.8mm가 되므로 송출속도는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} 300 \times 60 \times \frac{34}{48} \times \frac{50.8}{10^6} \text{km/딜리버리/h} \\ = 2.04 \text{km/딜리버리/h} \end{aligned}$$

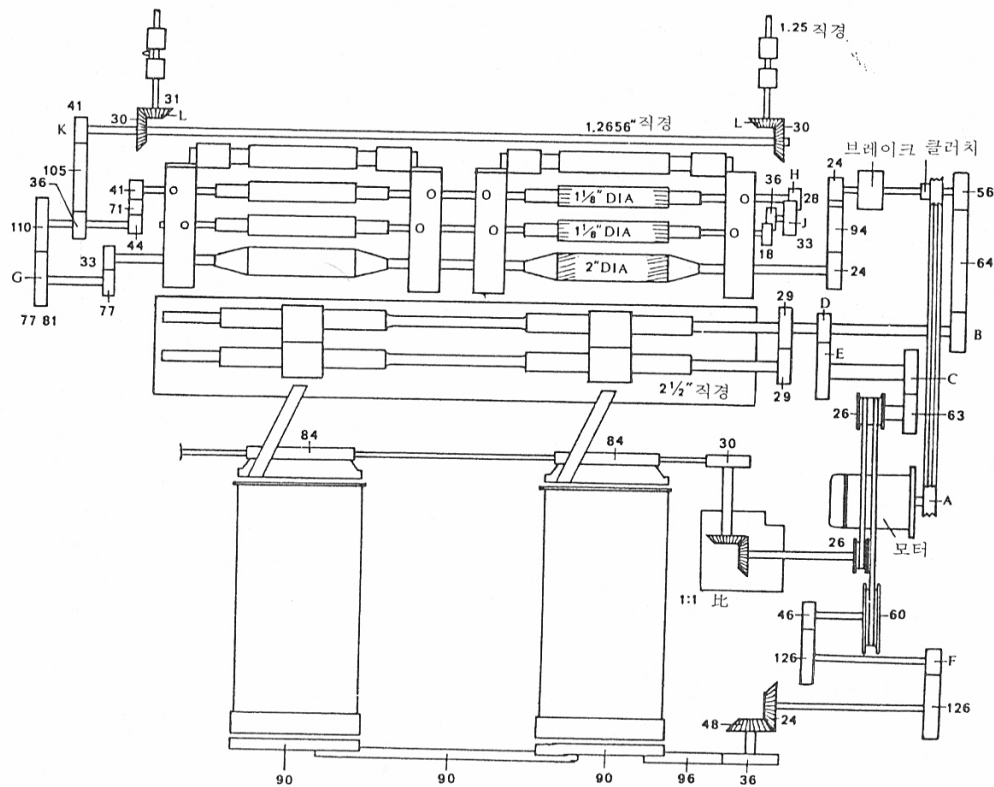
슬라이버의 선밀도가 3ktex라면 딜리버리 1개가 1시간당 생산하는 전체량은 $2.04 \times 3 = 6.12 \text{kg}$ 이 된다.

16km/h에 달하는 현대 연조기를 생각하면 2.04km/h라는 생산속도는 아주 느리다는 것을 알 수 있다.

Platt사의 740 Globe형 연조기는 보다 높은 생산속도와 범용성이 크도록 설계된 현대 연조기의 한 예라 할 수 있다. 이 연조기의 기어 배치도(gearing diagram)가 <그림 15>에 나와 있다.

만약 크릴 어시스팅 롤러(creel assisting roller)를 슬라이버의 공급점으로 보고 캘린더 롤러를 연조슬라이버의 송출점으로 본다면 공급롤러가 한바퀴 도

는 동안 송출롤러는 몇바퀴 도는지를 계산하여 여기에 송출롤러 직경을 공급롤러는 몇 바퀴 도는지를 계산하여 여기에 송출롤러 직경을 공급롤러의 직경으로 나눈 비율을 곱하므로써 총 드래프트를 구할 수 있다.



<그림 15> Platt사의 Globe형 연조기의 기어 배치도

휠 L의 치수가 31t이고 K가 41t, B가 68t 드래프트 체인지 휠의 치수가 77t 라고 하자. 모든 캐리어 휠의 치수는 빼버렸는데 그 이유는 이들이 최종 결과치에 영향을 미치지 않기 때문이다.

휠 L이 1회전 할 경우 캘린더 롤러의 회전수는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$1 \times \frac{31}{30} \times \frac{41}{36} \times \frac{110}{77} \times \frac{77}{33} \times \frac{24}{24} \times \frac{56}{68} = 3.23 \text{ 회전}$$

여기에 캘린더 롤러의 직경을 어시스팅 롤러의 직경으로 나눈 비율인 $2(2.5/1.25)$ 을 곱해줌으로써 전체 드래프트를 계산할 수 있는데 여기서는 $3.23 \times 2 = 6.46$ 이다.

4.4 드래프트 체인지 휠

전기 계산식의 밑줄에 있는 드래프트 체인지 휠의 치수 77에 6.46을 곱하므로써 497이란 수치를 구할 수 있는데 이것이 이 설비의 드래프트 상수이다. 따라서 요구하는 드래프트가 6.0이라면 드래프트 체인지 휠의 치수는 497을 6.0으로 나눈 것 즉, 드래프트 상수를 요구하는 드래프트비로 나눈 것과 같아서 82.8이 되게 된다. 따라서 이 경우는 드래프트 체인지 휠의 치수가 83인 것을 사용하면 된다.

만약 현재 생산되고 있는 슬라이버의 선밀도를 다른 값으로 바꿀 필요가 있을 때는 필요로 하는 드래프트 체인지 휠은 다음과 같이 쉽게 계산할 수 있게 된다.

필요로 하는 드래프트 체인지 휠 =

$$\frac{\text{현재의 드래프트 휠} \times \text{요구하는 선밀도}}{\text{현재의 선밀도}}$$

예를 들면 현재의 슬라이버가 2.7ktex라고 할 때 2.6ktex의 슬라이버를 요구하고 연조기의 드래프트 체인지 피니온의 치수가 80이라면 요구되는 드래프트 체인지 피니온의 치수는

$$80 \times 2.6/2.7 = 77\text{이 된다.}$$

4.5 크릴 테이블(creel table) 드래프트

크릴 테이블 롤러와 리어 어시스팅(rear assisting) 롤러 사이의 드래프트는 다음과 같다.

$$\frac{\text{리어 어시스팅 롤러의 직경}}{\text{크릴 어시스팅 롤러의 직경}} = \frac{L}{30}$$

$$\text{즉, } \frac{1,2656}{1.25} \times \frac{31}{30} = 1.046$$

4.6 어시스팅 롤러의 드래프트

이것은 어시스팅 롤러와 백 롤러 사이의 드래프트이며 다음과 같이 계산한다.

$$\frac{\text{백 롤러의 직경}}{\text{리어 어시스팅 롤러의 직경}} \times \frac{K}{36}$$

$$\text{즉, } \frac{1.125}{1.2656} \times \frac{41}{36} = 1.012$$

4.7 웹(web) 드래프트

이것은 코일러 튜브로 슬라이버를 운반하는 캘린더 롤러와 주드래프트부(main drafting zone)인 프런트 롤러사이의 드래프트이며 다음과 같이 계산한다.

$$\frac{\text{캘린더 롤러의 직경}}{\text{프런트 롤러의 직경}} \times \frac{56}{B}$$

$$\text{즉, } \frac{2.5}{2} \times \frac{56}{68} = 1.03$$

마지막 3가지 드래프트는 매우 작기는 하나 그때 그때의 특수한 조건에 따라 결정되어야 한다. 또한 원료의 차이에 따라서도 거기에 맞게 조금씩 조절해야 한다.

4.8 메인 존(main zone)에서의 드래프트

백 롤러와 프런트 롤러 사이의 드래프트는 다음과 같이 계산한다.

$$\frac{\text{프런트 롤러의 직경}}{\text{백 롤러의 직경}} \times \frac{44}{44} \times \frac{110}{G} \times \frac{77}{33}$$

$$\text{즉, } \frac{2}{1.125} \times \frac{44}{44} \times \frac{110}{77} \times \frac{77}{33} = 5.296$$

총 드래프트는 크릴 테이블, 어시스팅 롤러, 메인 존 및 웹 드래프트 전체를 의미하며 다음과 같다.

$$\text{총 드래프트} = 1.046 \times 1.012 \times 5.926 \times 1.03 = 6.46$$