

섬유수학

- 실 (7) -

5. 정소면기의 드래프트

5.1 개 요

정소면은 “빗이나 또는 나이프, 브러쉬와 롤러의 도움을 받는 빗을 사용하여 섬유를 곧바로 펴주고 평행하게 해주며 단섬유와 불순물을 제거하는 것”이라고 정의되어 있다.

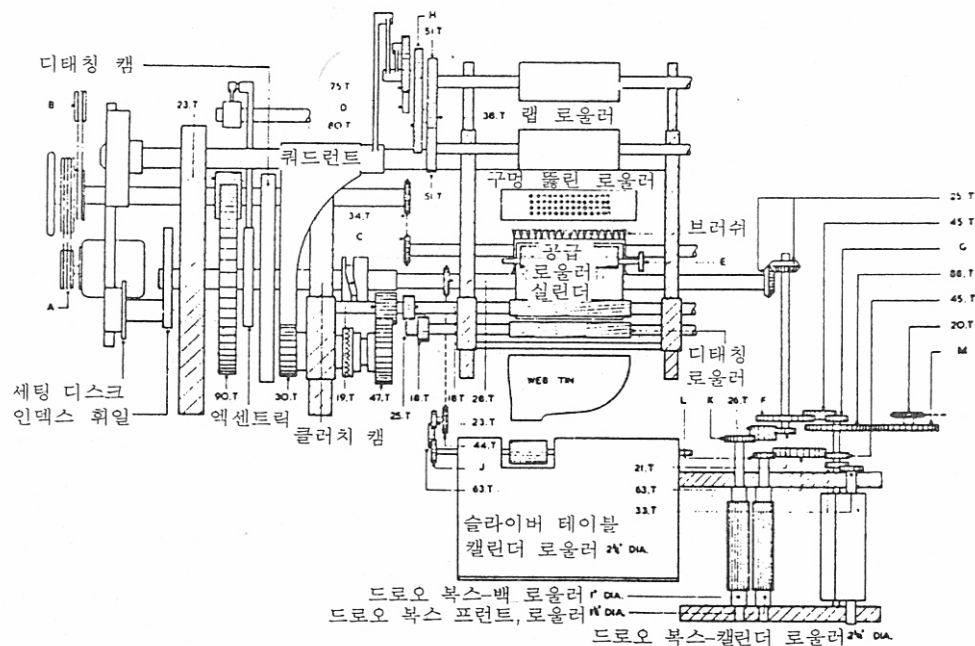
<그림 17>에 나와 있는 면의 정소면시스템을 살펴보자. 이것은 초기의 나스미드 코우머에 기초를 둔 Platt Hartford 정소면기의 기어 도면이다.

정소면기 1대당 6~8개의 헤드가 있다. 정소면기의 헤드에 공급되는 랩은 슬라이버를 특수한 연신 및 더블링공정을 거쳐 만드는데 랩의 폭은

$$\text{약 } 27\text{cm} \left(10\frac{1}{2}\text{in} \right) \text{이다.}$$

이 랩은 랩 롤러 위에 놓여지며 실린더의 매 회전수 즉, 매 낱마다 랩 롤러는 조금씩 회전하여 랩을 조금씩, 약 6.7mm씩 풀어내 주 공급 롤러에 공급한다. 일련의 바늘로 이루어진 빗에 의해 정소면이 이루어진 후 면 웹은 슬라이버 상태로 모아지며 이것은 다른 5개(또는 7개)의 슬라이버와 합쳐져 드로오 박스(draw box)내에서 드래프트 된다. 드로오 박스로부터 나오는 슬라이버는 1가닥 또는 2가닥의 상태로 코일러 시스템으로 유도될 수 있다. 방출 슬라이버가 2가닥일 경우는 두 개의 캔에 따로 담겨지거나 (twin coiler system) 아니면 바이 코일러 시스템(bicoiler system)을 사용하여 1개의 캔에 수용할 수도 있다. 공급되는 개개 랩의 선밀도는 약 70ktex이기 때문에 정소면기에 공급되는 전체 선밀도는 $6 \times 70 = 420\text{ktex}$ 이고 방출 슬라이버의 선밀도는 약

7ktex이기 때문에 전체 드래프트는 $6 \times 70/7$ 즉, 60 정도이다. “드래프트”란 용어를 정소면공정에서 사용하면 어느 정도 혼동이 야기되며 실제 정소면공정에 근무하고 있는 작업자들 사이에서도 이 용어가 표준화되어 있지 않은 것 같다.



<그림 17> Platt Hartford 정소면기의 기어 도면

5.2 기계적 드래프트(mechanical draft)

이것은 다음과 같은 비율로 나타낼 수 있다.

$$\frac{\text{코일러 캘린더 롤러의 표면속도}}{\text{랩 공급 롤러의 표면속도}} = \frac{\text{방출속도}}{\text{공급속도}}$$

이 비율은 정소면기를 통과하는 섬유에 관계없이 정소면기의 톱니바퀴, 롤러의 직경 등의 세부사항으로부터 계산해 낼 수 있다. 정소면공정 중 제거되는 낙면의 비율은 고려되지 않았다.

5.3 총 드래프트(total draft)

총 드래프트를 선밀도의 비율로 표시하고자 한다.

$$\frac{\text{공급랩의 전체 선밀도}}{\text{방출 슬라이버의 선밀도}}$$

만약 한 두개의 매우 작은 텐션 드래프트를 무시한다면 총 드래프트는 다음 두 양의 적이라 할 수 있다.

즉, ① 원료를 가늘게 만드는 데 기여한 드래프트

② 섬유유출로 인한 중량의 감소로 발생하는 드래프트 즉, 낙면을 낙면율에 관계되는 내용에 대해 더 언급하기로 하자.

랩의 선밀도가 60ktex이고 전체 낙면율이 20%라고 가정하자. 이것의 새로운 선밀도는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$60 \times \frac{(100 - 20)}{100} = 60 \times 0.8 = 48\text{ktex}$$

이 공정에서의 드래프트는 다음과 같이 계산한다.

$$\frac{60}{48} = 1.25$$

만약 방출슬라이버의 선밀도를 5ktex라고 하고 6개의 헤드가 있는 정소면기라고 가정하면 총 드래프트는 다음과 같이 된다.

$$\frac{6 \times 60}{5} = 72$$

72란 수치는 2가지 드래프트의 곱으로 이루어진 것이고 그 중 1개의 드래

프트가 1.25이므로 기계장치에 의해 받는 드래프트는 다음과 같이 된다.

$$\frac{72}{1.25} \approx 57.5$$

이 57.5란 수치는 정소면기의 기술적 드래프트(technological draft)라고 불러왔다. 총 드래프트와 기술적 드래프트와의 관계는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{기술적 드래프트} = \text{총 드래프트} \times \frac{(100 - w)}{100}$$

여기서, w는 유출된 낙면을 이다.

전기의 데이터를 이용하면 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned} \text{기술적 드래프트} &= 72 \times \frac{(100 - 20)}{100} \\ &= 72 \times 0.8 = 57.6 \end{aligned}$$

조금만 생각하면 기술적 드래프트와 기술적 드래프트사이에 별 차이가 없음을 발견할 수 있으며 그 차이는 부드러운 롤러에 의한 원료의 파지나 플루티드 롤러에 의한 이동이 정확하게 관리되지 않는 관리부족에 기인하는 것이라 할 수 있다. 물론 공장에서 주로 관심을 가져야 할 사항은 방출 슬라이더가 정확하고 일정해야 한다는 점이고 실제 측정에 의한 선밀도의 결정이 기계장치의 수학적 계산치보다 더욱 중요하다는 점이다. 그렇지만 어떤 문제가 발생하거나 기술의 변경이 요구될 때에는 이론적인 접근이 해결에 도움이 된다.

<그림 17>의 여러 기어에 다음과 같은 수식을 대입하고 계산해 보기로 하자

H 휠 : 49t

드래프트 체인지 휠 : 35t

크로스 샤프트 휠 : 50t

코일러 체인지 휠 : 62t

6개의 헤드가 있는 정소면기이고 공급 랩의 선밀도는 68ktex(약 40 dwt/yd)이며 캔에 담겨지는 2가닥의 슬라이버는 각각 3.54ktex(약 50grain/yd)라고 하면 총 드래프트는 다음과 같이 된다.

$$\text{총 드래프트} = \frac{68 \times 6}{3.54 \times 2} = 57.67$$

랫치(ratchet) D가 매 님당 75t 중 5t를 움직인다고 가정하면 매 님당 공급되는 랩의 길이는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\text{공급길이/님} = \frac{5}{75} \times \frac{49}{80} \times \frac{38}{51} \times \pi \times 2.75 \times 25.4 = 6.7\text{mm}$$

따라서 다음과 같은 비율 즉,

$$\frac{\text{님의 방출길이}}{\text{님의 공급길이}} \text{의 비는}$$

$$\frac{\text{방출롤러의 표면속도}}{\text{공급롤러의 표면속도}} \text{의 비와 같다.}$$

여기서 기계적 드래프트는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\frac{323.6}{6.7} = 48.46$$

앞의 공식을 응용하고 기계적 드래프트와 기술적 드래프트가 같다고 가정하면 다음과 같이 낙면율을 계산할 수 있다.

$$\text{기술적 드래프트} = \text{총 드래프트} \times \frac{(100 - W)}{100}$$

$$\text{즉, } 48.46 = 57.67 \times \frac{(100 - W)}{100}$$

$$\text{여기서 } W = \frac{5,767 - 4,846}{57.67} = \frac{921}{57.67}$$

즉, $W = 15.97$ 다시 말하면 16%이다.

5.4 드래프트 상수

앞에서 기계적 드래프트로 35t의 드래프트 체인지 휠을 사용하여 계산했었는데 이 때 계산한 결과가 48.46이었다. 만약 제수 35란 수치를 계산에 관계없이 불변성으로 간주하면 $48.46 \times 35 = 1,696$ 이란 수치를 얻을 수 있다. 이 수치를 일정 톱니바퀴 세트와 생산속도하에서의 드래프트 상수라고 한다. 드래프트 체인지 휠의 치수와 드래프트 상수 및 기계적 드래프트 사이에는 다음과 같은 식이 성립된다.

$$\text{드래프트 체인지 휠} = \frac{\text{드래프트 상수}}{\text{기계적 드래프트}}$$

기술적 드래프트와 기계적 드래프트가 같다면 다음과 같은 등식이 성립한다.

$$\text{드래프트 체인지 휠} = \frac{\text{드래프트 상수}}{\text{기술적 드래프트}}$$

[예제 16]

헤드가 6개인 정소면 정소면기에 공급되는 램이 64ktex이고 3.4ktex인 두 가닥의 슬라이버 방출이 요구된다고 하자. 낙면율이 15%이고 이 정소면기의 드래프트 상수가 1,696이라고 하면 드래프트 체인지 휠의 치수는 얼마가 되어야 하는가?

$$\text{총 드래프트} = \frac{6 \times 64}{2 \times 34} = 56.5 \text{이고}$$

기술적 드래프트는 다음과 같다.

$$\text{총 드래프트} \times \frac{(100 - \text{낙면율})}{100} = 56.5 \times \frac{(100 - 15)}{100} = 48$$

따라서,

$$\text{드래프트 체인지 휠} = \frac{\text{드래프트 상수}}{\text{기술적 드래프트}}$$

$$= \frac{1,696}{48} = 35.33 \text{이 된다.}$$

따라서 35t의 드래프트 체인지 휠을 사용해야 한다. 그러나 드래프트 체인지 휠을 바꾼 후에는 방출되는 슬라이버를 체크해 봐야 한다.

[예제 17]

정소면기에서 방출되는 슬라이버가 3.4ktex이고 사용된 드래프트 체인지 휠은 35t이었다. 방출 슬라이버가 3ktex가 되게 하려면 어떤 드래프트 체인지 휠을 사용해야 하는가?

보다 큰 드래프트가 요구되며 따라서 드래프트 체인지 휠은 보다 작아질 것이다.

$$\begin{aligned}\text{드래프트 체인지 휠} &= 35 \times \frac{3.0}{3.4} \\ &= 30.8 \text{ 즉, 31t이다.}\end{aligned}$$

5.5 정소면기에서 더 고려해야 할 사항

앞에서 계산한 48.46이라는 기계적 드래프트는 몇가지 드래프트의 곱이라 할 수 있다. 이들 드래프트중 중요한 2개의 드래프트를 들어보면,

첫째, 공급 롤러와 디테칭 롤러사이의드래프트와

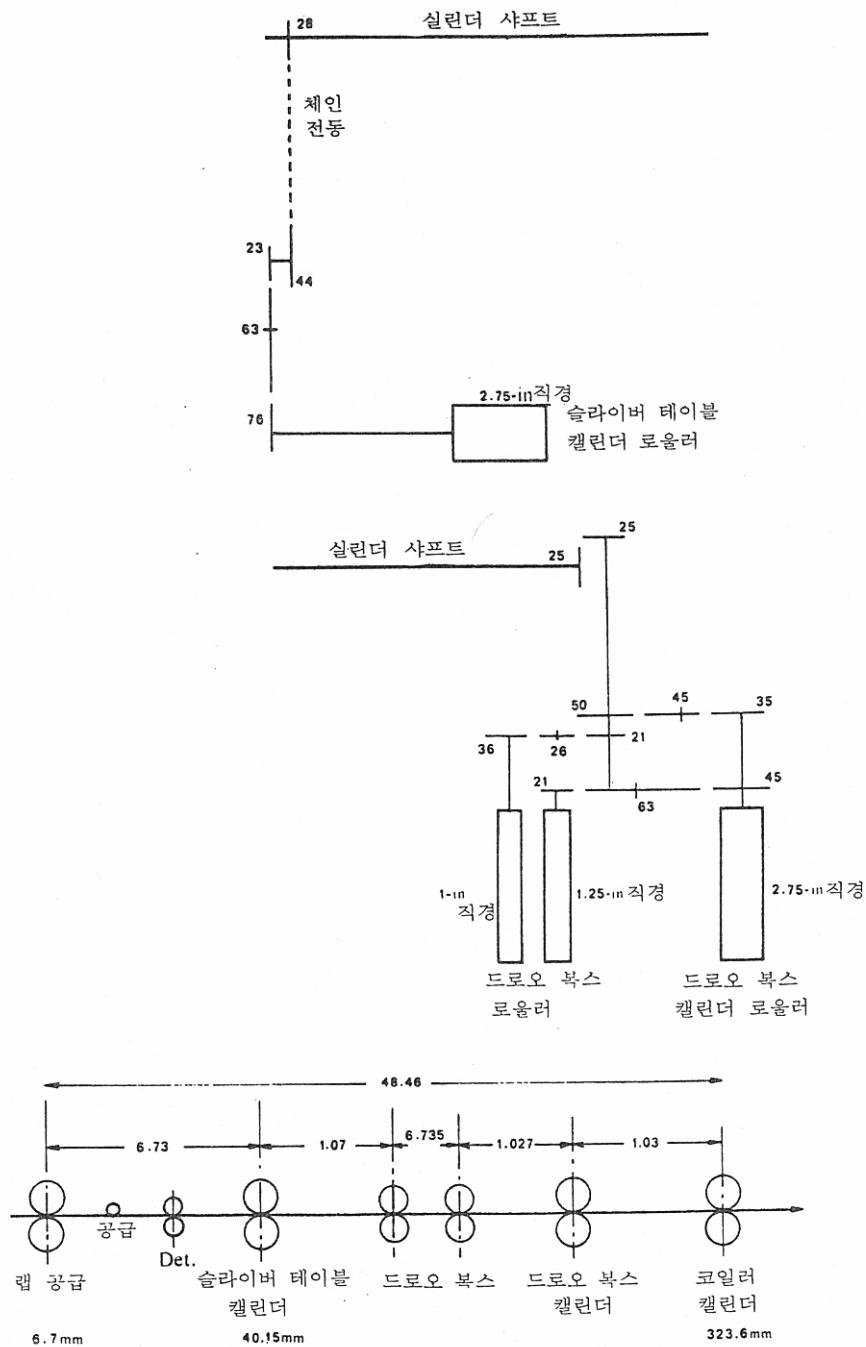
둘째, 2쌍의 드로오 박스 사이의 드래프트이다.

이들 2가지 드래프트 약 6~7정도이며 이들을 제외한 여타 다른 드래프트는 텐션 드래프트로써 1을 약간 상회하는 것으로 처리 면이 정소면기의 한 부분에서 다른 부분으로 옮겨갈 때 일정 상태를 유지하도록 해준다. 이와 같은 텐션 드래프트는 다음과 같은 부위에서 발견할 수 있다.

- ① 랩 공급롤러와 공급롤러 사이
- ② 디테칭 롤러와 슬라이버 테이블 캘린더 사이
- ③ 슬라이버 테이블 캘린더와 한쌍의 백 드로오 박스 롤러 사이
- ④ 한쌍의 프런트 드로오 박스 롤러와 드로오 박스 캘린더 사이
- ⑤ 드로오 박스 캘린더와 코일러 캘린더 사이

<그림 18>에 전체적인 드래프트 시스템을 간략화한 다이어그램이 나와 있다.

단지 2개의 드래프트 단계 즉, 랩 공급 롤러와 슬라이버 테이블 캘린더 사이와 슬라이버 캘린더와 코일러 캘린더 사이의 드래프트만을 고려 하므로써 계산을 줄일 수도 있다.



<그림 18> 정소면기의 드래프팅

① 랩 공급롤러로부터 슬라이더 테이블 캘린더 사이

랩 공급 속도 = 6.7mm(앞에서 계산)

납 당 슬라이더 테이블 캘린더 속도 = $28 \times 23 \times 63 \times 2.75$;

$$\frac{28}{44} \times \frac{23}{63} \times \frac{63}{76} \times 2.75 \times \pi \times 25.4 = 42.3\text{mm}$$

따라서, 드래프트는

$$\frac{42.3}{6.7} = 6.3 \text{ 이다.}$$

② 기계적 드래프트가 48.46이고 다른 한 요소가 6.3이므로 나머지 다른 요소는 $48.46/6.3 = 7.68$ 이 된다.

이것은 슬라이버 테이블 캘린더와 코일러 캘린더 사이의 드래프트이다. 2쌍의 드로오 북스 롤러 사이의 드래프트는 프런트 롤러와 백 롤러의 표면속도의 비를 가지고 계산 할 수 있다.

한 쌍의 백 롤러가 1회전했다고 하면,

$$\text{표면속도} = \pi \times 1 \times 25.4 = 79.8\text{mm가 된다.}$$

프런트 롤러의 표면속도 =

$$1 \times \frac{36}{26} \times \frac{26}{21} \times \frac{50}{45} \times \frac{45}{35} \times \pi \times 2.75 \times 25.4$$

$$= 537.4\text{mm}$$

따라서

$$\text{드래프트} = \frac{537.4}{79.8} = 6.735 \text{가 된다.}$$

7.68과 6.735와의 차이는 텐션 드래프트 때문이다. 예를 들면 한쌍의 프런트 드로오 북스 롤러와 드로오 북스 캘린더 사이의 텐션 드래프트는 이들

각각의 상대속도를 곱한 직경의 비를 구할 수 있다.

$$\text{텐션 드래프트} = \frac{2.75}{1.25} \times \frac{21}{63} \times \frac{63}{45} = 1.027$$

이와 비슷한 방법으로 드로오 박스 캘린더와 코일러 캘린더 사이의 텐션 드래프트 1.03을 구할 수 있다.

$$\frac{88}{62} \times \frac{28}{28} \times \frac{20}{18} \times \frac{28}{20} \times \frac{2}{2.75} = 1.03$$

슬라이버 테이블 캘린더와 드로오 박스의 백 롤러 사이의 드래프트는 전체 드래프트 7.68을 3가지 텐션 드래프트 중 이미 알고 있는 2가지 텐션 드래프트의 곱과 드로오 박스 드래프트로 나누어 줌으로써 구할 수 있다.

$$\text{미지의 텐션 드래프트} = \frac{7.68}{1.03 \times 1.027 \times 6.735} = 1.07$$

물론 이들 계산식들은 모두 기어의 치수나 롤러의 직경 등에 기초를 두고 계산한 것이며 공정중 면의 선밀도를 직접 측정하여 구한 것이 아니라는 점을 염두에 두어야 한다. 실제로 이런 계산식들은 처음 작업을 시작할 때 유용하다. 그러나 일단 작업이 시작된 뒤에는 정소면 공정을 잘 관찰하여 필요하면 기계 세팅이나 드래프트를 조정해 주어야 한다.

5.6 정소면기의 생산량

정소면기의 생산량은 기계속도, 운전효율, 공급 랩의 선밀도, 헤드수 님당 공급속도, 낙면을 등에 따라 달라진다.

앞에서 계산한 다음 데이터를 가지고 생산량을 계산해 보기로 한다.

넙 당 공급속도 : 6.7mm

낙면율 : 16%

헤드수 : 6

공급랩 : 68ktex

분당 넙수가 120이고 운전효율이 90%라고 하자.

시간당 공급길이

$$\begin{aligned} &= 120 \times 60 \times \frac{90}{100} \times 6 \times \frac{6.7}{10^6} \text{ km} \\ &= 0.26 \text{ km} \end{aligned}$$

랩의 선밀도가 68ktex이고 0.26km가 공급되었으므로 시간당 생산된 양은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} &17.68 \times \left(\frac{100 - 16}{100} \right) \\ &= 14.85 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

이것은 32.17lb/h를 생산한 것과 같다.