

섬유수학

- 실 (4) -

3.11 도퍼 코움의 구동

이것은 폴리 h, j, k 및 i를 사용한 간단한 로프 구동이다. <그림 9> 참조
코움 박스의 장치는 폴리 i의 매 회전마다 한번씩 코움을 진동시킨다.

[예제 10]

실린더 속도를 170rpm이라 하고 폴리 h, j, k 및 i의 직경을 각각 45, 15, 30 및 10cm라고 가정하자. 그러면 코움은 1분간에 몇번이나 진동할까?

$$\frac{170 \times 45 \times 30}{15 \times 10} \approx 1,530 \text{cycles/min}$$

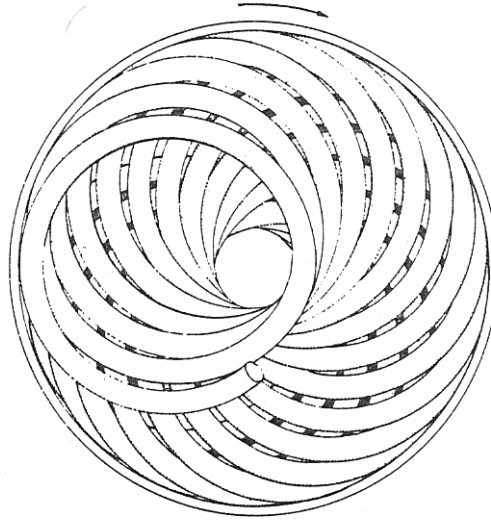
이와 같이 코움이 아랫쪽으로 빨리 진동하므로써 도퍼표면으로부터 섬유를 벗기게 된다.

3.12 코일러 메커니즘

이 메커니즘의 기능은 슬라이버를 원통형의 소면 캔에, 다음 공정에서 얹히거나 신장되지 않고 끌려 나올 수 있도록 하기 위한 방법으로 코일상태로 놓이게 하는 것이다. 코일은 <그림 11>의 모양처럼 나타낸다. 약간의 장력을 받은 슬라이버는 캘린더 롤러로부터 코일러 캘린더까지 트럼펫 가이드를 통과하여 코일러 튜브를 통하여 내려간다. <그림 12> 참조

코일러 튜브는 회전하기 때문에 슬라이버는 원을 그리면서 송출된다. 만약 캔이 동시에 회전하지 않는다면 슬라이버 정원형으로 쌓이게 될 것이다. 소면 캔에는 코일러 튜브가 회전하는 중심으로부터 일정한 거리로 벽면에 층이 만들어진다. <그림 12>에 보인 위치에서 슬라이버는 중심선을 넘는 즉, 오

버 코일링으로 알려진 방법으로 캔의 중심선으로부터 R_s 의 거리에 놓이게 된다.



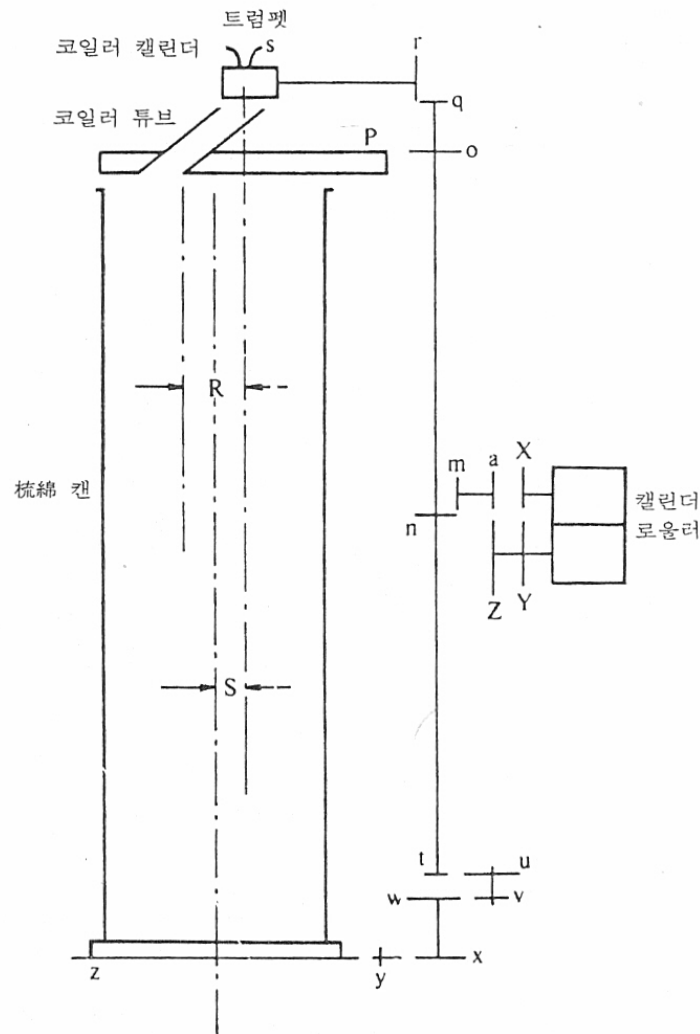
<그림 11> 소면 캔 속에 있는 슬라이버의 코일

<그림 11>에는 그 결과로 아래쪽으로 생긴 구멍이 중앙에 보인다. 캔이 천천히 회전함으로 인하여 각각의 완전한 코일이 놓여지는 위치, 즉 캔 둘레에 형성되는 코일의 포개어짐이 바뀌게 된다. 캔은 코일러 튜브와 반대방향으로 움직인다.

전술한 것처럼 코일이 캔 속에 놓여지는 속도는 코일러 캘린더가 코일러 튜브로 슬라이버를 송출하는 속도와 이상적으로 같아야 한다는 것이 명백하게 될 것이다. 공급속도가 늦으면 신장을 일으키고 빠르면 튜브를 막게 될 것이다. 코일의 내부 반경은 R 이 될 것이며 슬라이버 중간까지의 반경은 R 보다 약간 더 크게 될 것이다. 만약 이 값을 8cm라 하면 코일러 튜브 1회전은 $8 \times 2\pi = 50.2\text{cm}$ 의 슬라이버 길이가 될 것이다. 이것은 직경이 5.1cm인 코일러 캘린더 롤러로서는 $50.2/5.1\pi$ 즉, 약 3.14회전이 필요할 것이다.

그리하여 기어휠 p 와 q 의 비는 3.14가 되어야 한다. 만약 p 의 치수가 126이라면 q 는 $126/3.14$ 혹은 약 40이 될 것이다.

이러한 체계를 실행하는 것은 물론 수학을 실제 시험하는 것임에는 틀림 없으며 슬라이버의 필요한 코일링을 달성하기 위하여는 약간의 변경이 필요하다는 것을 잘 알게 될 것이다.



<그림 12> 코일러 메커니즘

3.13 코일러 캘린더의 구동

<그림 12>에서 우리는 캘린더 롤러에서 시작되는 코일러 시스템의 기어에 관한 도면을 볼 수 있다. 여기서 다시 슬라이버 형태의 면이 처지는 것을 방지하기 위하여 캘린더 롤러와 코일러 캘린더 사이에 약도는 캘린더의 표면

속도보다 약간 커야 한다.

도면으로부터 코일러 캘린더의 표면속도는 다음과 같음을 알 수 있다.

$$\text{캘린더의 속도(rpm)} \times \frac{Z \times m \times g}{a \times n \times r} \times \text{코일러캘린더의 직경} \times \pi$$

캘린더의 속도를 118rpm, Z를 31t, a를 15t, m을 20t, n을 20t, q를 20t, r을 20t 그리고 코일러 캘린더의 직경을 5.1cm라 하자. 그러면 코일러 캘린더의 표면 속도는

$$\frac{118 \times 31 \times 20 \times 20 \times 5.1 \times \pi}{15 \times 20 \times 20} \approx 3,910 \text{cm/min 이다.}$$

캘린더 롤러의 표면속도 = $118 \times 10.2 \times \pi$ = 약 3,910cm/min. 그리하여 텐션 드래프트는

$$\frac{3,910}{3,780} \approx 1.03 \text{ 이다.}$$

소면기에 대한 여러 부분의 표면속도를 <표 1>에 나타내었으며 또한 다른 부분과의 속도비도 나타내었다.

<표 1> 소면기의 표면속도와 표면속도비

소면기 각 부위	표면속도(m/min)
피드 롤러	0.49
테이커 인	340
실린더	695
플랫	0.089

도퍼	36.6
캘린더	37.8

표면속도비		
소면기 각 부위	실제 비율	근사 비율
테이커 인 : 피드 롤러	694 : 1	700 : 1
실린더 : 테이커인	2,05 : 1	2 : 1
실린더 : 도퍼	19 : 1	20 : 1
실린더 : 플랫	7,809 : 1	8,000 : 1
캘린더 : 도퍼	1.034 : 1	1.03 : 1

3.14 기계적 드래프트(mechanical draft)

앞의 계산에서 랩 롤러는 랩 시트를 47cm/min로 진행시켰다.

코일러 캘린더의 송출속도는 3,910cm/min이다.

그러므로 기계적인 드래프트 즉, 손실이 없는 드래프트는

$$\frac{\text{송출속도}}{\text{공급속도}} = \frac{3,910}{47} \approx 83 \text{이다.}$$

기계적 드래프트 혹은 총(total) 드래프트는 또한 다음 식에 의하여 계산된다.

$$\frac{\text{코일러 캘린더 직경} \times T \times P \times N \times L \times Z}{\text{랩 롤러의 직경} \times Q \times O \times M \times W \times a}$$

여기에 우리가 사용했던 값을 대체하면

$$\text{총 드래프트} = \frac{5.1 \times 48 \times 120 \times 40 \times 216 \times 31}{15.4 \times 17 \times 20 \times 40 \times 30 \times 25} \approx 83 \text{이다.}$$

3.15 드래프트 상수(draft constant)

만약 우리가 총 드래프트 식에서 옆축 베벨 0을 남겨둔다면 그 결과로 생기는 숫자를 “드래프트 상수”라 일컫는다. 위의 예에서 총드래프트는 옆축 베벨 휠이 20t(윗 실에서는 분모에 나타나 있음)일 때 83이었다.

그러므로 드래프트 상수는 $83 \times 20 = 1,660$ 이다.

[예제 11]

소면기의 드래프트 상수는 1,660이다. 총 드래프트를 96으로 하기 위하여 필요한 옆축 휠의 치수는?

$$\frac{\text{드래프트 상수}}{\text{필요한 드래프트}} = \frac{1,660}{96} = 17.3$$

가까운 정수는 17이므로 선택할 휠의 치수는 17t이다.

드래프트 상수는 또한 도퍼 베벨 휠 M의 치수가 다른 것을 사용하여 변경시켜도 된다. 위의 예에서는 M이 40t 였다. 30t로 변경하면 드래프트 상수를 역으로 증가시키게 된다. 그리하여 30t의 도퍼 베벨에 의한 드래프트 상수는 $1,660 \times 40/30 \approx 2,200$ 이다.

3.16 소면기에서의 실제 드래프트

만약 낙면 손실을 계산에 넣는다면 실제 드래프트를 계산할 수가 있다. 손실율이 5%이고, 총 드래프트 혹은 기계적 드래프트가 83이라 가정하면

$$\text{실제드래프트} = \frac{\text{총 드래프트} \times 100}{100 - \text{손실율}} = \frac{83 \times 100}{95} \approx 87.5 \text{이다.}$$

이 값은 $\frac{\text{공급되는 랩의 선밀도(tex)}}{\text{송출되는 슬라이버의 선밀도(tex)}}$ 와도 같다.

단위 길이당 평균 랩 중량과 단위 길이당 평균 슬라이버 중량을 측정하고 계산된 총 드래프트를 사용함으로써 소면 손실율을 산출할 수 있다.

총 드래프트를 D_t , 실제 드래프트를 D_a 그리고 손실율을 W 라고 하면,

$$D_a = \frac{D_t \times 100}{100 - W}$$

이것으로부터

$$100 - W = \frac{100D_t}{D_a}, \text{ 그리하여 } W = 100 \left(1 - \frac{D_t}{D_a} \right) \text{ 이다.}$$

[예 제 12]

$D_t = 82$ 이고, $D_a = 87.5$ 이다. 손실율을 계산하라

$$W = 100(1 - 82/87.5) = 100(1 - 0.95) = 5\%$$

3.17 소면기의 생산량

만약 소면기가 멈추지 않는다고 가정하면 즉, 100%의 효율로 가동된다면 시간당 소면기의 생산량은 슬라이버의 단위길이당 중량과 코일러 캘린더로부터 시간당 송출된 길이의 곱이 될 것이다.

[예 제 13]

코일러 캘린더 롤러의 표면속도가 39.1m/min이다. 만약 슬라이버의 선밀도가 40ktex(4kg/km)라면 80% 효율에서 시간당 생산량은 얼마인가?

$$\text{생산량} = \frac{39.1}{1,000} \times 60 \times 4 \times \frac{80}{100} = 7.5 \text{kg/h}$$

만약 도퍼 속도와 코일러 캘린더 롤러의 표면속도와의 관계를 알면 시간당 소면 생산량을 추정하는 슬라이버의 선밀도를 앎으로써 소면기의 속도를 추정하는 도퍼를 조절할 수 있다.

[예 제14]

지금까지 계산에 이용된 소면기에서 도퍼의 1회전당 코일러 캘린더 롤러의 회전수는 다음과 같다.

$$1 \times \frac{L \times Z}{W \times a} = \frac{216 \times 31}{30 \times 15} = 14.9$$

여기에 원주를 곱하면 $14.9 \times 5.1 \times \pi = 238 \text{cm}$

그리하여 도퍼의 매 회전마다 2.38m의 슬라이버가 생산된다. 만약 도퍼를 조정하여 N rpm의 속도로 하였다면 시간당 생산된 슬라이버의 길이는 $N \times 60 \times 2.38 \text{m}$ 이다. 이것을 km로 고치면

$$N \times \frac{60 \times 2.38}{1,000} \text{ 이다.}$$

만약 슬라이버의 선밀도를 K tex라 한다면 시간당 생산량(kg/h)은

$$\frac{N \times 60 \times 2.38 \times K}{1,000} \text{ 이다.}$$

이 소면기에서

$$\frac{60 \times 2.38}{1,000} \text{ 은 상수이다.}$$

그리고 이것을 0.1428의 값을 갖는 생산상수(production constant)라고 부를 수 있다.

그러므로 시간당 생산량은

도퍼속도(rpm)×슬라이버의 선밀도(ktex)×생산상수 = $N \cdot K \times 0.1428$ 이다.

[예 제 15]

도퍼속도가 16.4rpm이고 슬라이버의 선밀도가 4ktex일 때 생산량을 계산하여라

시간당 생산량(효율 100% 일때) = $16.4 \times 4 \times 0.1428 \approx 9.4\text{kg/h}$ 이다.

<표 2>는 재래식과 현대식 소면기에 대해 속도 및 다른 항목들을 비교하여 나타낸 것인데 이 표로부터 현대식 소면기의 생산량이 현저하게 증가한 것을 (약 60%) 쉽게 알 수 있다.

<표 2> 재래식과 현대식 소면기의 속도와 기타 항목 비교

항 목	재래식	현대식
테이커 인 속도(rev/min)	430	900
실린더 속도(rev/min)	170	300
플랫 속도(in/min)	3.8	4
(mm/min)	96.5	102
도퍼속도(rev/min)	8	37.5
랩 중량(oz/yd)	15	15
(g/m)	389	389
생산량(lb/h)	12	85
(kg/h)	5.4	38.6

캔의 크기(in)	12×36	36×48
(mm)	305×14	$914 \times 1,219$
헝크슬라이버(cotton count)	0.11	0.11
슬라이버의 선밀도(ktex)	5.4	5.4

주 : 사용원면 : SLM, 섬유장 : $1\frac{1}{32}$, 마이크로네어 치 : 4.5

3.18 넵의 계산(nep counting)

넵이란 영킨 섬유들이 조그맣고 단단하게 뭉친 것으로서 직물의 품위를 저하시키는 결과가 될 수 있는 것이다. 면에 있어서 넵은 다음의 5가지로 구분된다.

- ① 소면 잘못에 의하여 보통 생성되는 공정 넵
- ② 외래 잡물, 예를 들면 모래 등의 주위에 섬유가 뭉쳐서 된 혼합 넵
- ③ 미성숙 섬유로 인하여 공정 중에 발생하는 미성숙 넵
- ④ 거의 죽은 섬유가 엉켜서 된 동질의 사섬유 넵
- ⑤ 짧은 솜털 섬유의 뭉치 즉, 면종자에 붙어있는 거칠고 짧은 섬유로 된 솜털 넵.

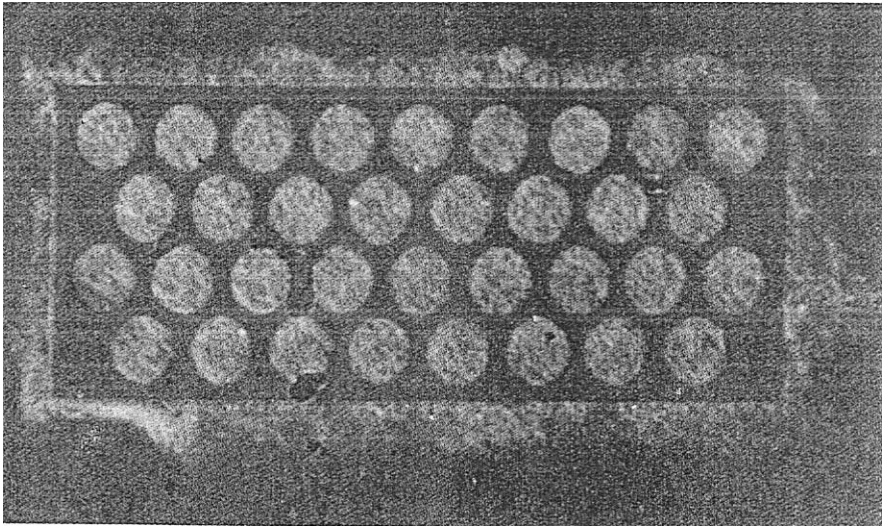
면 소면기의 웹(web)은 넵과 아래에서 설명한 바와 같은 넵수에 대한 시험을 할 수 있다.

넵수는 폭 40in인 소면기에서 0.12의 표준 헝크 슬라이버를 만드는 소면 웹의 100in²당 넵의 수를 말한다.

이 글을 쓰는 지금도 넵수는 여전히 옛날 방식의 단위로 표현되어 있다. 헝크 값은 1lb당 길이 840yd의 배수 즉, 헝크 수 이다.

넵수를 계산하기 위하여 포아송 분포(poisson distribution)라고 알려진 특별한 분포에 근거를 둔 한 방법이 사용된다. 웹의 양 변과 중앙부분에서 시료를 채취하여 $11\frac{1}{2} \times 5in$ 의 검은 판위에 놓는다. 각 시료위의 넵수를 헤아리기

위한 형판을 놓는다. <그림 13> 참조 이 형판은 검은 철을 한 판으로서 크기가 $11\frac{1}{2} \times 5 \times \frac{1}{8}$ in 이며 34개의 둥근 구멍을 가지고 있으며 각 구멍의 크기는 면적이 1in^2 이다.



<그림 13> 넵을 헤아리기 위한 형판

각 구멍에는 넵이 없거나 하나, 둘 셋, ... 등으로 있을 수도 있다. 이들 결과의 빈도 분포는 넵이 랜덤하게 발생하게 되므로 포아송형태를 이룬다. 그리하여 만약 N구멍을 관찰한다면 넵이 발생하지 않은 구멍수는 등차급수 Ne^m 의 초항으로 주어진다. 여기서 e는 자연대수(natural logarithm)의 기수이고 m은 분포의 산술평균이다.

만약 1개 이상의 넵이 있는 구멍수를 x라 하면

$$N - x = Ne^m \dots\dots\dots (1)$$

시험에서 x의 값을 얻기 위하여 1개 이상의 넵이 있는 구멍수를 센다. 구멍당 평균넵수인 m의 값은 이제 식(1)로부터 유도해 낼 수 있다.

양변에 대수를 취하면

$$\text{Log}_{10}(N-x) = \log_{10}N + m \log_{10} e \dots\dots\dots(2)$$

이것을 m이 왼편에 있도록 배열하면

$$m = \frac{\log_{10}N - \log_{10}(N-x)}{\log_{10}e} \dots\dots\dots(3)$$

형판이 34개의 구멍을 가지고 있으므로 N은 34가 된다.

$$\text{그러면 } m = \frac{\log_{10}34 - \log_{10}(34-x)}{\log_{10}e} \dots\dots\dots(4)$$

$$= \frac{1.531 - \log_{10}(34-x)}{0.434} \dots\dots\dots(5)$$

In² 즉, 구멍당 평균 넵수를 유도해 냈으므로 우리는 소면 웹 시료에 대하여 넵수 n을 구하기 위하여 이 값에 100을 곱한다. 미리 계산하여 만든 <표 3>을 참고하면 1개 이상의 넵이 있는 구멍수인 x의 값을 알 때 n을 읽으면 되므로 식 (5)를 계산하여 100을 곱하는 작업을 피할 수 있다.

넵수를 빨리 결정짓는 데는 표준 슬라이버 행크와 소면 폭을 알아야 한다. 만약 실제의 소면 웹이 정해진 웹과 일치하지 않는다면 n의 값은 다음과 같이 수정할 수 있다.

<표 3> 넵수에 대한 환산표

넵이 있는 구멍수	웹(n)의 100in ² 당 넵수	넵이 있는 구멍 수	웹(n)의 100in ² 당 넵수
1	3	17	69
2	6	18	75
3	9	19	82
4	12	20	89
5	16	21	96

6	19	22	104
7	23	23	113
8	27	24	122
9	31	25	133
10	35	26	144
11	39	27	158
12	44	28	173
13	48	29	192
14	53	30	214
15	58	31	243
16	64	32	283

$$\text{넵수} = \frac{n \times \text{실제의 행크 슬라이버} \times \text{실제의 소면폭(in)}}{0.12 \times 40}$$

$$= \frac{21 \times n \times \text{행크 슬라이버} \times \text{소면폭}}{100}$$