

섬 유 수 학

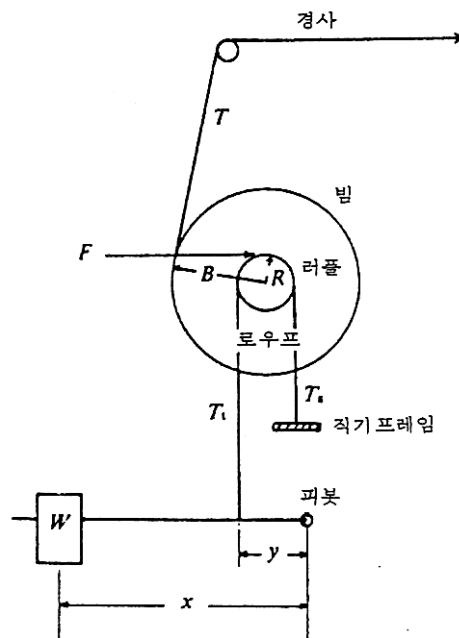
직물과 편성포 <5>

2 제직 매커니즘

2.5 경사의 송출운동(warp let-off)

2.5.1 개 요

송출운동은 직기상에서 직물을 만드는 지점까지 경사를 정확한 속도와 장력으로 보내는 것을 목적으로 한다. 송출운동중에는 소극적 운동이 있는데, 경사가 마찰에 의해 미끄러지는 방식으로 경사빔에서 풀려나오게 된다. 또 다른 송출운동으로 적극적 운동이 있는데, 일정한 속도로 빔을 회전시키면서 경사를 공급한다. 경사조절장치를 이용한 적극적 송출운동에 관한 사항은 Forster의 'Positive let-off motions'라는 책을 참고하기 바란다.



<그림 11> 마찰에 의한 송출운동(friction let-off)

2.5.2 소극적 송출운동(마찰에 의한 송출운동)

소극적 송출운동을 하는 장치는 비자동작기에 사용한다. 이런 장치의 장점은으로는 간단하고, 값싸며, 쉽게 장치할 수 있다는 점이 있다. 단점중에는 대기의 변화에 민감하며, 중량을 자주 조정해 줄 필요가 있고, 특히 여종업원 일 경우에는 빔을 들어 올릴 때 힘이 든다는 점이다. 마찰에 의한 송출운동의 메커니즘을 간단히 나타낸 것이 <그림 11>이다.

경사에 걸리는 장력을 T 라 하고 빔의 반지름을 B 라고 하면 회전모멘트는 $T \times B$ 가 된다. 회전모멘트에 반대로 작용하는 힘이 마찰력 F 인데, 이 힘은 러플(ruffle)의 반지름 R 에서 작용한다. 로프가 미끄러지는 지점에서 이들 사이의 관계식을 구하면 다음과 같다.

$$T \times B = F \times R$$

$$T = \frac{FR}{B}$$

러플의 반지름 R 은 일정하므로,

$$T \propto \frac{F}{B}$$

따라서 경사에 걸리는 장력 T 가 일정하다고 하면,

$$F \propto B \cdots \cdots (8.2)$$

즉, 빔의 반지름이 50% 감소하면 마찰력도 50% 감소해야만 한다.

미끄러지는 지점에서의 마찰력 F 는 팽팽한 쪽의 장력 T_t 와 느슨한 쪽의 장력 T_s 와의 차이이므로 다음과 같게 된다.

$$F = T_t - T_s$$

미끄러짐이 일어나는 때는,

$$\frac{T_t}{T_s} = e^{\mu\theta}$$

여기서 접촉각은 θ 라디안이고 로프와 러플 간의 마찰계수는 μ 이다.

$e^{\mu \theta}$ 를 K_1 이라고 하면,

$$T_s = \frac{T_t}{K_1} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (8.4)$$

팽팽한 쪽의 장력은 다음과 같다.

$$T_t = W \frac{x}{y}$$

W 와 y 는 일정하므로,

$$T_t = K_2 X \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (8.5)$$

여기서, $K_2 = \frac{W}{y}$

식(8.3)으로부터,

$$\begin{aligned} F &= T_t - T_s \\ &= T_t - \frac{T_t}{K_1} [\text{식(8.4)로부터}] \\ &= T_t(1 - 1/K_1) \\ &= T_t K_3 \end{aligned}$$

여기서, $K_3 = 1 - 1/K_1$

식(8.5)를 이용하여 T_t 를 치환하면,

$$F = K_2 X K_3$$

정리하면,

$$\begin{aligned} F &= X K_2 K_3 \\ &= X K_4 \end{aligned}$$

여기서, $K_4 = K_2 K_3$

따라서, $F \propto X$

이와 같이 마찰력 F 는 레버 피봇에서부터 추 W 까지의 길이에 비례한다.

또한 식(8.2)를 보면, F 는 빔의 반지름 B 에도 비례한다. 따라서 X 는 B 에 비례한다고 결론내릴 수 있다. 간단히 말해서 빔의 반지름이 50% 감소해야 한

다.

지금까지는 기호를 사용하여 설명하였다. 이제는 예제에서 숫자를 사용하여 정리해 보기로 한다.

[예 제 15]

작기의 빔 끝에 있는 간단한 중추레버장치는 250N 추(weight)를 달았다. 이 장치에서 지레의 작용비(x/y)는 4이다. 경사가 완전히 채워진 빔의 반지름이 20cm이고 러플의 반지름은 7cm이다. 러플에는 로프가 한바퀴 반 감겨져 있다. 이들 사이의 마찰계수가 0.15일 때, 미끄러지는 지점에서 경사의 장력을 구하다.

한바퀴 감긴 것이 2π 라디안이므로,

$$T_t/T_s = e^{0.15 \times 3\pi}$$

즉,

$$T_t/T_s = 2.718^{0.45\pi} \doteq 4.1$$

$$T_t = 250 \times 4 = 1,000\text{N (한쪽면의 경우에만)}$$

$$T_s = \frac{1,000}{4.1} = 244\text{N}$$

$$T_t - T_s = 1,000 - 244 = 756\text{N (한쪽면의 경우에만)}$$

$$\text{양쪽면의 경우에서 마찰력은, } 2 \times 756 = 1,512\text{N}$$

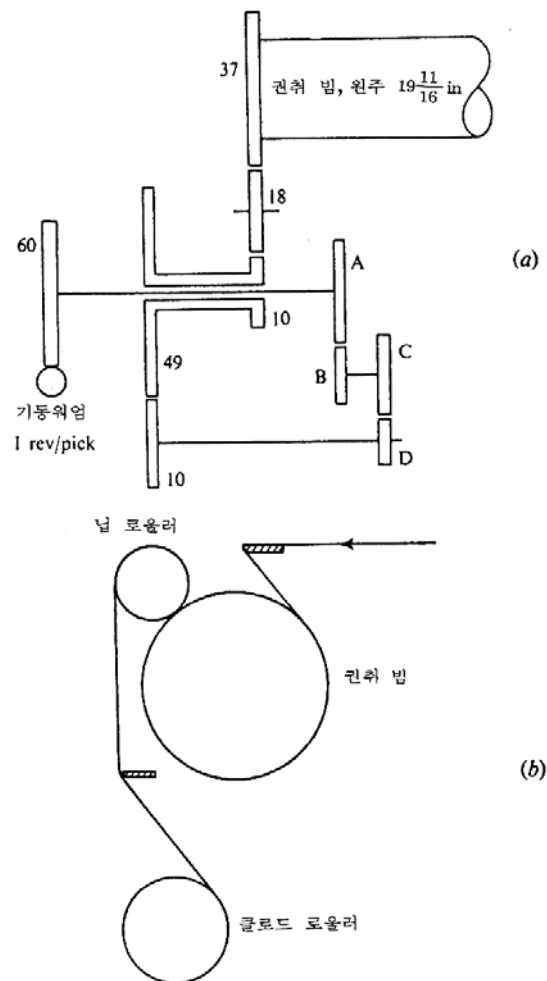
빔의 반지름에 대한 러플의 반지름비는 7/20이므로, 경사에 걸리는 장력은 $1,512 \times 7/20 = 529\text{N}$ 이다.

소극적 송출장치는 기본적인 장치로부터 여러가지로 변형된 장치들이 많이 있다. 예를 들어 쉽게 조정할 수 있도록 추를 조그만 것으로 사용하고, 복합레버를 사용하며, 로프 대신에 체인을 사용하거나 하지만 송출운동의 원리는 모두 같다.

2.6 권취운동(take up motion)

2.6.1 술저(Sulzer)식 권취장치

제5장에서 Pickles 권취운동을 설명하였는데, 술저직기에는 이보다 현대화된 권취장치가 부착되어 있다. 술저직기에서 권취장치의 각 기어를 <그림 12(a)>에 나타냈다. 처음에는 2개의 기동워엄으로 동력을 전달하는데, 워엄은 한번 북침할 때 1회전을 한다. 만일 권취빔이 1회전한다면, 이에 따른 워엄의 회전수를 계산해 낼 수 있다. 따라서 이 기간동안의 북침회수도 구할 수가 있다. 여기서는 단위계를 사용하기로 한다.



<그림 12> 술저직기에서 직물의 권취운동

권취범이 1회전한다고 하자. 그러면 위엄의 회전수(복침회수)는 다음과 같이 구한다.

$$1 \times \frac{37}{18} \times \frac{18}{10} \times \frac{49}{10} \times \frac{D}{C} \times \frac{B}{A} \times \frac{60}{2} = 543.9 \times \frac{D}{C} \times \frac{B}{A}$$

이렇게 구한 복침회수에 권취범의 원주 $19\frac{11}{16}$ in 를 도입하는데, 즉 원주로 나누면 위사밀도(올/in)가 된다. 그러므로,

$$\text{올/in} = 543.9 \times \frac{16}{315} \times \frac{D}{C} \times \frac{B}{A} = 27.625 \times \frac{D}{C} \times \frac{B}{A}$$

기어 A, B, C 및 D는 변화기어(change wheel)이며 27.625는 단위가 in인 경우에 상수로 간주할 수 있다. 각 기어의 치수는 다음과 같다고 하자.

$$A=26, B=46, C=42, D=51$$

이를 위의 식에 대입하면,

$$\begin{aligned} \text{올/in} &= \text{상수} \times \frac{D}{C} \times \frac{B}{A} \\ &= 27.625 \times \frac{51}{42} \times \frac{46}{26} \\ &= 59.32 \approx 59 \end{aligned}$$

cm가 단위일 때, 상수는 $27.625/2.54$ 즉, 10.876이 된다. 앞의 경우와 치수가 같다면, 이 때의 위사밀도(올/cm)는,

$$10.876 \times \frac{51}{42} \times \frac{46}{26} = 23.4 \text{ 올/cm}$$

앞의 두 예에서는 직기에서 직물을 떼었을 때, 수축이 일어나 위사밀도가 조금 많아진다는 사실에 주목하지 않았다. 실제로 위사밀도(올/in 또는 올/cm)의 적정값이 제조회사의 안내서에 나와 있으며 4개 변환기어 치수도 명시되어 있다. 그러나 이 값은 원사수축률을 고려한 값이 아니기 때문에 변환기어를 부착하고 나서 잠시 직기를 가동시켜 제작한 후에 위사 올수를 측정하기 바란다. 위사 올수가 너무 많으면 위사밀도를 적게 하는 다음번의 변환

기어를 끼운다. 직물은 형태가 다를 때마나 원사수축률도 달라지기 때문에 원사수축률을 고려한다는 것은 어려운 일이다.

2.6.2 위결점의 주기성

다른 권취운동도 마찬가지로 손상되거나 잘못 만들어진 기어가 위사방향으로 주기적인 변동을 유발할 수 있다. 예를 들어 위사밀도가 23.4올/cm인 직물을 제작하는데, 이때의 변환기어 A가 편심(eccentric)되었다고 하자. 기어 A를 구동기어로 간주하고 기어 A가 1회전할 때 삽입되는 위사수를 알아내면, 변동의 주기성을 계산해 낼 수 있다.

기어 A가 편심되었다고 하면 기어 A의 1회전에 대한 위엄의 회전수는 다음과 같다.

$$1 \times \frac{60}{2} = 30 \text{ 회전}$$
$$= \text{위사 30올 위임}$$

위사밀도가 23.4올/cm인 경우에서 위결점의 주기폭은 $30/23.4=1.28\text{cm}$ 이다.

이와 마찬가지로 기어 D가 편심인 경우를 생각해 보자. 기어 D가 1회전할 때, 삽입되는 위사올수는 다음과 같이 구한다.

$$1 \times \frac{51}{42} \times \frac{46}{26} \times \frac{60}{2} = 64.5 \text{ 올}$$

즉, 직물에서 주기적으로 결점이 나타나는 길이는 $64.5/23.4=2.76\text{cm}$

기어에서 톱니 하나가 손상되면 결점 하나가 생기게 된다. 치차비가 49/10라는 복합 캐리어로 구성된 기어에서 톱니 하나가 손상되었다고 가정하자. 하나의 톱니는 복합기어의 1/10회전을 뜻한다. 기어가 1회전할 때 손상된 부분에서의 위사간격은 차이가 나게 되며, 손상된 기어가 매번 회전할 때마다 결점을 은 매번 생겨나게 된다.

이 경우에서 기어가 1회전할 때, 삽입되는 위사올수는 다음과 같다.

$$1 \times \frac{49}{10} \times \frac{51}{42} \times \frac{46}{26} \times \frac{60}{2} = 316 \text{ 올}$$

따라서 1/10회전할 때, 위사는 31.6올이 삽입된다.

이 값으로부터 직물에서 결점이 생기는 길이를 구하면, 직물의 결점은 그 주기폭이 $316/23.4$ 즉, 14.1cm가 된다. 여기서 위사간격은 $31.6/23.4$ 즉, 1.41cm의 거리에 걸쳐서 그 주기성이 변화된다.

직물의 결점을 조사하여 결점의 주기성을 발견하면, 권취장치에 사용되는 기어들을 조사하여 그 발생원인을 추적해 낼 수 있다.