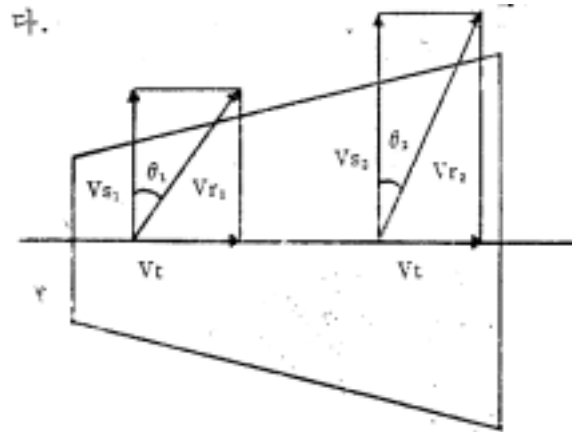


제직준비공정의 계산(1)

1. 코운와인딩

코운와인딩의 특징은 <그림 1>에서 보여주는 바와 같이 소경쪽으로 실이 감길때와 대경쪽으로 실이 감길 때의 권사속도가 틀리는 점이다. 그러므로 이 경우에는 권사각도 상위한 것은 당연하다.



<그림 1> Net winding rate $Vr_2 > Vr_1$ Angle of wind $\Theta_1 > \Theta_2$

권사각이 틀리다는 것은 코운에 감긴 실의 코일각이 틀리다는 뜻이므로 코운와인딩에서 코일의 평균경사각인 평균권사각을 계산함으로써 코운에서 실이 해사되어 나올 때 Sloughing-off의 결점을 짐작할 수 있다. 지금 <그림 2>를 가지고 코운 와인딩의 사속변화를 계산하면 다음과 같다.

코운을 같은 방향으로 두 곳 A, B를 취하고 각기의 지름을 $D_1 = 10\text{cm}$, $D_2 = 8\text{cm}$ 로 하며 A와 B의 너비를 1cm되게 하고서 코운은 $n \text{ rpm}$ 한다고 가정한다.

지금 A부분에 감겨져 있는 코일의 길이를 3cm로 할 때 B부분에 감기는 코일의 길이는 $3 \times \frac{8}{10} = 2.4\text{cm}$ 이고 A부분의 코일의 경사각은 $\sin \Theta_1 = 0.333$ 이므로

로 $\theta_1=19^\circ27'$ 이다. A부분에서 擦絲角이 이와 같은 값이 되게 하기 위해서는 트래버스 속도가 달라져야 한다. 트래버스 속도 V_t 는 다음과 같이 계산된다.

$$\frac{V_t}{V_s} = \tan \theta_1 = 19^\circ27' \quad V_s = 10 \times n\pi$$

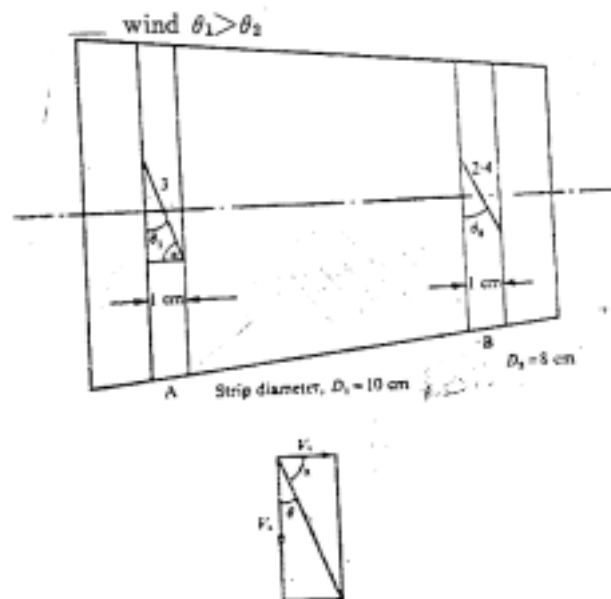
$$V_t = 0.3532 \times 10 \times n\pi$$

$= 11.09n$ cm/min ; A부분에서의 실의 트래버스 속도와 같은 방법으로 B부분에서 실의 트래버스속도는 다음과 같이 계산된다.

$$\frac{V_t}{V_s} = \tan \theta_2 \quad \theta_2 = \frac{1}{2.4} = 0.4167 \quad \theta_2 = 24^\circ37'$$

$$V_t = n\pi \times 8 \times \tan 24^\circ37'$$

$$= n\pi \times 8 \times 0.4582 = 11.52 \text{ cm/min} \quad ; \text{ B부분에서 실의 트래버스 속도}$$

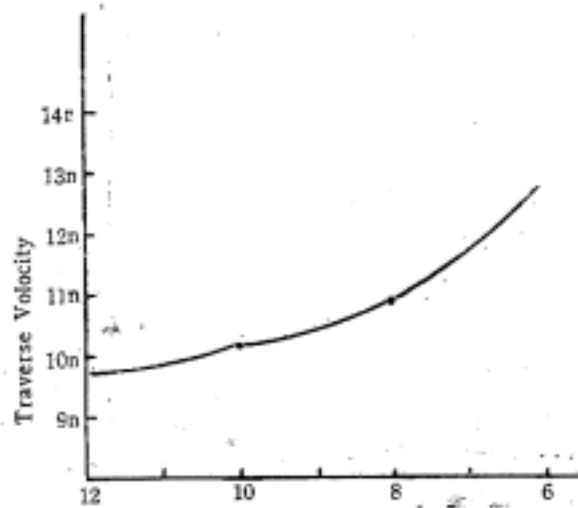


<그림 2>

<그림 3>은 코운의 지름이 변화할 때 트래버스 속도가 어떻게 달라지는가를 보여준 그림이다.

그러므로 우리는 코운 와인더의 드럼에 파인 트래버스 홈이 코운의 소경

쪽에 갈수록 pitch를 크게 하고 있음을 알 수 있다.



<그림 3> Diameter of Cone Section

우리가 일반적으로 알고 있는 half-accelerated grooved drum 이라는 것은 코일의 지름이 균일하게 변화하는 경우의 코운이고 knitting용의 코운처럼 Cone taper각이 변화하는 경우에는 drum에 라인 홈의 pitch 변화가 커서 이것은 특히 fully-accelerated drum이라고 한다.

이와 같은 traverse 속도의 변화는 다음과 같은 상수를 만족시켜야 한다.

Cone의 지름 $\times$ Coil angle의 Sine 값 = 상수 <표 1>은 상수의 예를 보여준 것이다.

<표 1>

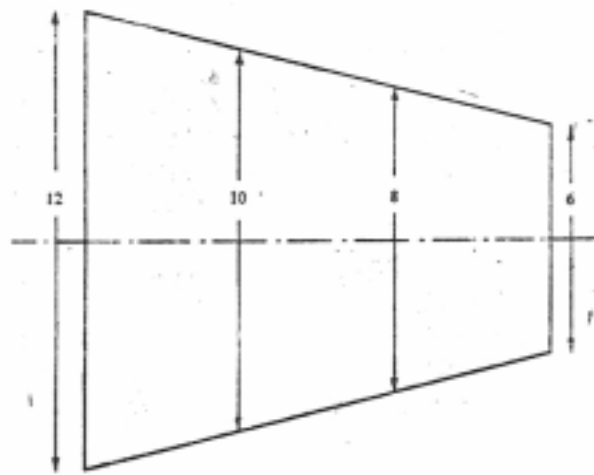
트래버스速度 V_t (cm/min)	Coil角의 Sine값 ($\sin \alpha$)	$V_t \sin \alpha$
10.90n	0.9606	10.47n
11.09n	0.9429	10.46n
11.52n	0.9091	10.47n
12.60n	0.8315	10.47n

이상과 같은 계산은 다음과 같이 요약할 수 있다.

지금 Cone의 대경을 D, 이때의 실의 트래버스 속도를 V, 소경을 d, 이때의 실의 트래버스 속도를 v라고 하면 Coil각도를 α라고 할 때

$$\frac{V}{v} = \frac{D \tan \alpha}{\sqrt{D^2 (1 + \tan^2 \alpha) - d^2}}$$

이식을 <그림 4>를 가지고 계산하면 다음과 같다. <표 2>는 <그림 4>와 같은 Cone의 지름 별 Coil각과 traverse 속도를 보여준 것이다.



<그림 4> Dimensions required for a specified cone

<표 2>

코일의 지름 (Dcm)	捲糸角(θ)	코일角(α)	traverse速度 (Vt cm/min)
12	16°8′	73°52′	10.90n
10	19°27′	70°33′	11.09n
8	24°37′	65°23′	11.52n
6	33°45′	56°15′	12.60n

<표 2>를 보면 지름이 8cm인 곳에서 traverse 속도가 11.52n cm/min이고

Coil 각은 $65^{\circ}23'$ 이므로

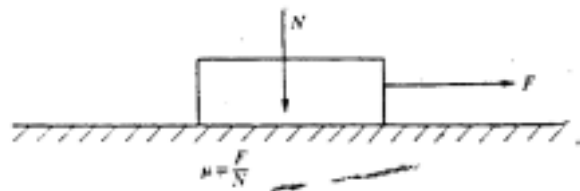
$$\frac{V}{11.52n} = \frac{D \tan 65^{\circ}23'}{\sqrt{D^2 (1 + \tan^2 65^{\circ}23') - 8^2}}$$

$D = 12\text{cm}$ 일 때의 traverse속도는

$$\begin{aligned} V &= \frac{11.52 \times 12 \times \tan 65^{\circ}23'}{\sqrt{44^2 (1 + \tan^2 65^{\circ}23') - 64}} \\ &= \frac{301.8n}{\sqrt{766.5}} = 10.9n \end{aligned}$$

2. 실의 강력

<그림 5>는 어느 한 개의 고체가 다른 고체와 접촉마찰 할 때의 고체마찰력을 나타낸 것이다.



<그림 5> Simplified plane-friction treory

두 물체 사이의 마찰계수 μ 는

$$\mu = \frac{F}{N}$$

지금 어느 한 가닥의 실을 두개의 고체표면에 접촉시키고 이 실을 잡아당길 때 실의 장력은

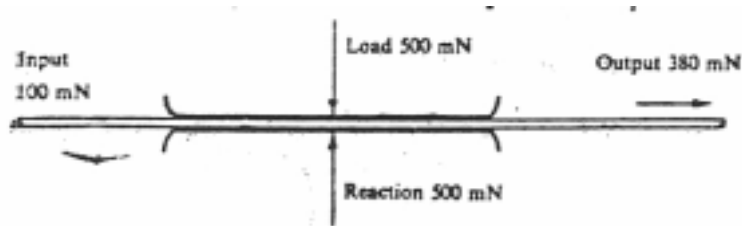
$$T = 2 \mu N + T_0 \dots\dots\dots (1)$$

와 같다

<그림 6>은 한 쌍의 disk사이에 실을 통과시키고 두 disk 간의 압력을 500g로 했을 때의 실의 장력을 계산할 수 있게 하는 그림이다. $\mu=0.28$ 일때 이 장치를 통과한 후의 실의 장력은 얼마인가?

$$\text{답 } T = 100 + 2 \times 0.28 \times 500 = 380\text{g}$$

$$\text{force (or tension) required} = 2 \mu N$$



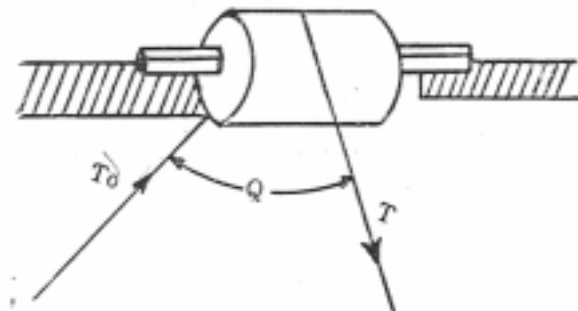
<그림 6> Disk tensioning device

이 예와 같이 (1)식으로 실의 장력을 계산할 수 있는 장력장치를 가산형 장력장치가 있다.

<그림 7>은 積算型張力裝置의 원리를 보여주고 있다. 이 장치에서 장력은 다음과 같이 계산한다.

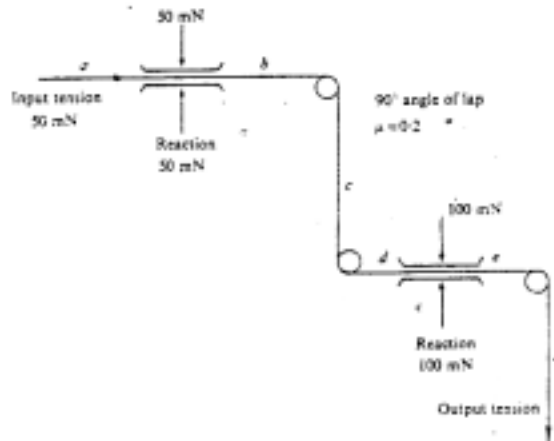
$$T = T_0 e^{\mu \Theta}$$

$$\text{지금 } T = T_0 = 70\text{g이고 } \mu = 0.2, \Theta = 180^\circ \text{ 이면 } T = 70 \times e^{0.2 \times 3.14} = 131.25\text{g}$$



<그림 7>

일반적으로 장력장치는 앞에서 설명한 加算均과 積算型을 합친 절충식을 많이 쓰고 있다. <그림 8>은 이것을 보여준 것이다. 절충식에서의 장력계산은 다음과 같이 한다.



<그림 8> Combination of additive and multiplicative tensioning methods

지금 실과 장력장치의 마찰계수를 $\mu = 0.2$ 라고 하고 그림과 같은 예의 절충식 장력장치의 장력을 계산하면 다음과 같다.

$$\text{B에서의 장력} = 50\text{g} + 2 \times 0.2 \times 50 = 70\text{g}$$

$$\text{C에서의 장력} = 70 \times e^{0.2 \times \frac{\pi}{2}} = 70 \times 1.369 = 95.82\text{g}$$

$$\text{D에서의 장력} = 95.82 \times e^{0.2 \times \frac{\pi}{2}} = 131.18\text{g}$$

$$\text{E에서의 장력} = 131.18 + 0.2 \times 2 \times 100 = 171.18\text{g}$$

$$\text{F에서의 장력} = 171.18 \times e^{0.2 \times \frac{\pi}{2}} = 234.35\text{g}$$

예 1) 경사도중의 사절수가 권사 장력에 의해서 영향을 받는 정도를 실험적으로 구명한 결과 다음의 식을 얻었다.

$$b; = 0.08t^2 + 0.04, W = \frac{0.6}{t} + 0.01$$

b; 코운와인딩 도중의 사절수

w; 정경도중의 사절수

t; 실의 (장력코운와인딩시의 권사장력)

그런데 원가계산의 결과에 의하면 코운와인딩에서 실이 한번 끊어지면 그것을 잇고 코운이 돌아가기 시작할 때에는 0.3원의 비용이 들고 정경에서는 7.5원이 든다고 알려져 있다고 가정한다, 실의 장력을 얼마로 해야만 권사와 정경공정에서 최소의 비용이 들겠는가?

▶(풀이) 실의 장력과 사절수의 관계는

$$\text{권사에서 } b = 0.08t^2 + 0.04$$

$$\text{정경에서 } w = \frac{0.6}{t} + 0.01$$

로 주었으므로 사절로 인한 소요비용은

$$\text{권사에서 } 0.3b = 0.3(0.08t^2 + 0.04) \text{원}$$

$$\text{정경에서 } 7.5w = 7.5\left(\frac{0.6}{t} + 0.01\right) \text{원}$$

그러므로 이 문제는

$$C = 0.3b + 7.5w$$

$$= 0.3(0.08t^2 + 0.004) + 7.5$$

$$= \left(\frac{0.6}{t} + 0.01\right)$$

$$= 0.0024t^2 + 4.5/t + 0.087$$

의 식에서 C의 값을 최소로 하는 t의 값을 구하면 된다. 이 계산은 위 식의 C를 t에 대해서 미분한 값을 0으로 놓았을 때의 t를 구하면 된다.

$$\frac{dc}{dt} = 0.0048t - \frac{4.5}{t}$$

$$0.048t - \frac{4.5}{t^2} = 0$$

$$t = \sqrt[3]{937.6} = 9.786\text{g}$$