

섬유수학

- 원사 준비(yarn preparation) (1) -

1. 개 요

여기서 말하는 원사 준비공정은 방적된 실이 제직이나 편성 공정에 투입되기 전에 거치게 되는 모든 처리과정을 뜻한다.

모든 준비공정에서 특히 초기단계에서는 실의 결점을 발견하여 이들을 제거하게 된다. 방적사의 준비공정과 필라멘트사의 준비공정은 차이가 있지만 그 목표는 비슷하다.

즉, 직기에 사용되는 경사, 편(prin)이나 콘(cone) 또는 치즈(cheese) 형태의 위사, 위편용의 콘등과 같이 제직 및 편성에 가장 적합하고 효율적인 상태의 공급패키지로 감아 결점없는 실을 제직 및 편성기에 공급하기 위함이다.

2. 권사속도(winding rate)

권사속도에 대한 내용은 예제를 풀어봄으로써 쉽게 설명될 수 있다.

[예제 1]

더블 플랜지 보빈이 900rpm으로 회전하는 수직형 스핀들상에서 느린속도로 트래버스하면서 실을 감고 있다. 보빈의 직경은 4cm이며 만관직경은 12cm이다.

이때 공관에서 만관에 이르는 동안 권사속도가 어떻게 변하겠는가?

직경이 dcm인 보빈의 권사속도는 보빈의 $\text{rpm} \times \pi \cdot d/100\text{m/min}$ 이며 권사속도는 보빈직경에 비례한다. 따라서 공관시의 권사속도와 만관시의 권사속도는 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$\text{공관시의 권사속도} = \frac{900 \times \pi \times 4}{100} \approx 113 \text{ m/min}$$

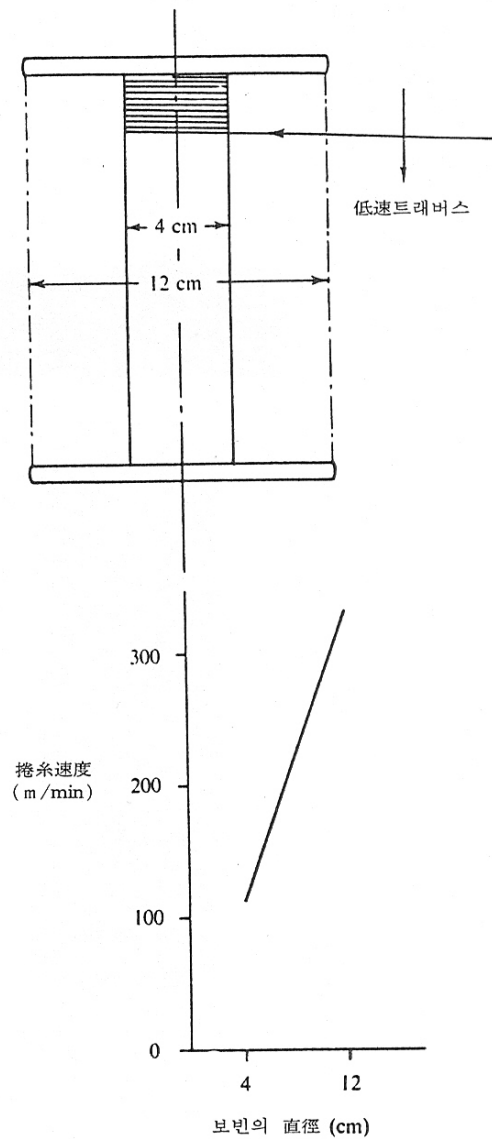
$$\text{만관시의 권사속도} = \frac{900 \times \pi \times 12}{100} = 340 \text{ m/min}$$

또한

$$\text{직경 4cm에서의 권사속도} \times 12/4 = 113 \times 3$$

$$= 339 \text{ m/min 이므로}$$

$$\text{평균 권사속도는 } \frac{900 \times \pi}{100} \times \frac{(4 + 12)}{2} = 226 \text{ m/min 이다.}$$



<그림 1> 보빈상의 권사 : 권사속도와 보빈직경간의 관계

<그림 1>은 예제 1의 권취상태를 그래프로 나타낸 것이다. 망낙 권취속도를 일정하게 해야 한다면 보빈직경이 증가함에 따라 스핀들속도를 감소시키는 기계적 수단이 필요하다. 수학적으로 표현하면, 스핀들속도 $\times$ 보빈직경은 항상 일정해야 한다는 의미이다.

[예제 2]

[예제 1]에서 사용된 더블 플랜지 보빈에서 200m/min로 일정한 권사속도가 요구될 경우

(a) 다음 공식에 제시된 상수를 구하라

$$\text{권사속도(rpm)} \times \text{보빈직경(cm)} = \text{상수}$$

(b) 보빈직경이 4,6,8,10 및 12cm일 때의 스핀들속도를 구하고 이들 값을 그래프에 나타내어라

직경 4cm의 보빈이 200m/min의 속도로 실을 권취하기 위해서 요구되는 스핀들속도는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}\frac{200 \times 100}{\pi \times 4} &= \frac{\text{권사속도(cm/min)}}{\text{보빈직경(cm)}} \\ &= 5,000 / \pi \\ &= 1,592\text{rpm}\end{aligned}$$

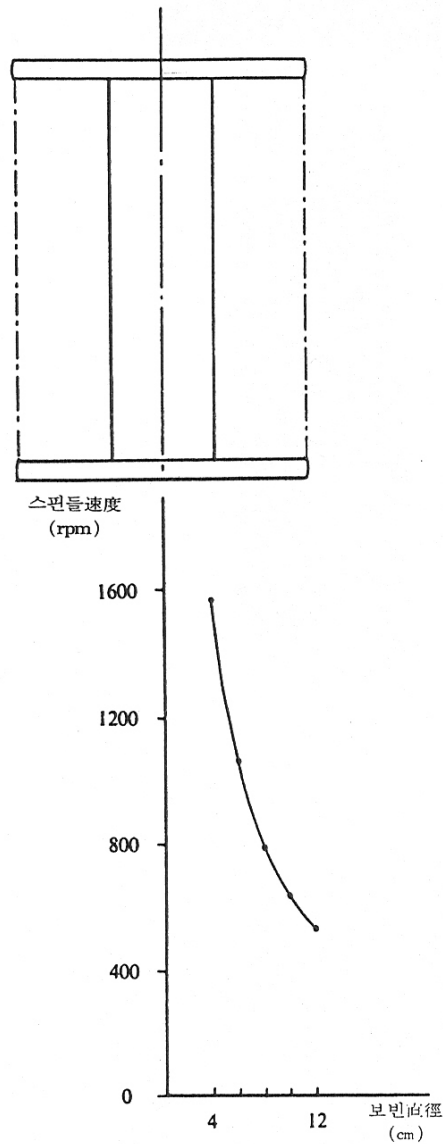
권사속도(rpm) $\times$ 보빈직경 = 상수 이므로

$$\begin{aligned}\text{상수} &= 1,592 \times 4 \\ &= 6,368\end{aligned}$$

따라서,

- 보빈직경이 4cm일 때의 스핀들 속도 = $6,368/4 = 1,592$
- 보빈직경이 8cm일 때의 스핀들 속도 = $6,368/8 = 796$
- 보빈직경이 10cm일 때의 스핀들 속도 = $6,368/10 = 637$
- 보빈직경이 12cm일 때의 스핀들의 속도 = $6,368/12 = 531$

<그림 2>는 위에서 계산된 각 보빈직경에 대한 스핀들 속도(rpm)를 그래프화한 것으로 이 때 곡선의 형태는 직각쌍곡선(rectangular hyperbola)이다



<그림 2> 보빈상의 권사 : 스핀들속도와 보빈직경간의 관계

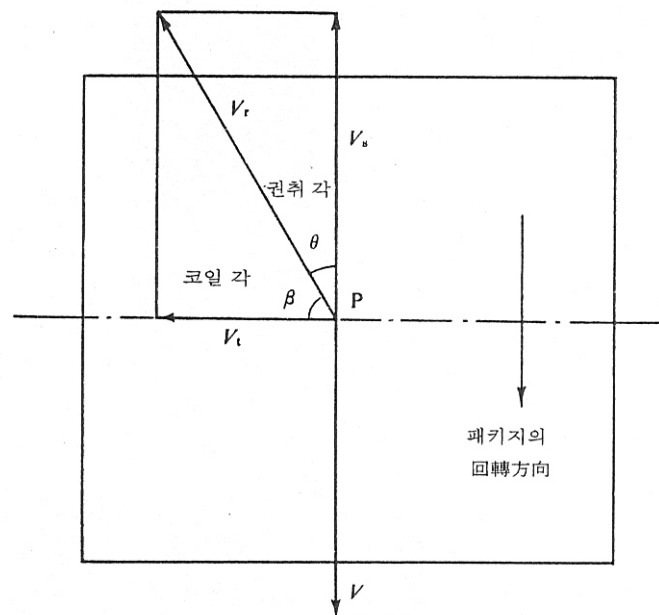
[예제 1]과 [예제 2]에서 실이 느린 속도로 트래버스 하였는데 바 트래버스속도 느리면 권취각은 작으며 아울러 트래버스속도가 권사속도에 미치는 영향은 무시될 수 있다. 만약 트래버스속도가 빠르다면 권사속도에 미치는 트래버스속도의 효과를 고려해야 한다. <그림 3>은 표면속도 V_s 로서 화살표방향으로 회전하는 원통형패키지를 나타낸 것이다. 트래버스속도 V_t 는 속도 V_s 와 직각을 이루고 있다. 권취되는 실로 하여금 패키지를 멈추게도 하고 또는 패키지가 계속 주행할 수 있도록 점 P에 V_s 와 반대방향 및 같은 방향으로 같은 양의 속도를 부여하고 있다. 속도 V_s 와 V_t 의 벡터합(vector addition)은 V_r 은 순래권사속도를 나타낸다. 각 θ 는 권취각이다.

<그림 3>을 살펴보면,

$$\tan \theta = \text{트래버스속도} / \text{패키지의 표면속도} = V_t / V_s$$

로 나타낼 수 있다.

θ 의 여각(complementary angle)은 각 β 로 코일각(coil angle)이다.



<그림 3> 원통형 패키지에서의 순수권사속도 : 권취각과 코일 각

[예제 3]

직경이 5인 보빈에 실이 권취되어 원통형 패키지를 형성하며 이 때 스핀들속도는 3,200rpm으로 일정하다. 만약 트래버스 속도가 205m/min이라면

- (a) 권사가 시작될 때의 순수권사속도를 구하라
- (b) 패키지의 직경이 16cm가 될때의 순수권사속도를 구하라
- (c) 권사가 시작될 때의 권취각과 패키지직경이 16cm일 때의 권취각을 구하라

$$\begin{aligned} \text{(a) 표면속도}(V_s) &= \frac{5 \times \pi \times 3,200}{100} \\ &\approx 503\text{m/min} \end{aligned}$$

트래버스속도 V_t 는 205m/min 이므로

$$\tan \theta = V_t/V_s$$

$$= 205/503$$

$$= 0.3992$$

$$\text{권취각}(\theta) = 21^\circ 46'$$

따라서 보빈직경이 5cm일 때의 순수권사속도 $= V_t/\sin\theta$

$$= 205/0.3708$$

$$= 553\text{m/min이 된다.}$$

(b) 패키지직경이 16cm일 때의 패키지 표면속도 $=$ 직경이 5cm인 보빈의 표면속도 $\times 16/5$

$$= 503 \times 16/5$$

$$= 1,610\text{m/min 이다.}$$

따라서 패키지직경이 16cm일 때는 $\tan \theta = 205/1,610$

$$= 0.1274\text{가 된다.}$$

그리고

권취각(θ) = $7^{\circ}16'$ 이 되며

이 때 구해지는 순수권사속도 = $V_t/\sin\theta$

$$= 205/\sin 7^{\circ}16'$$

$$= 205/0.1265$$

$$= 1,621\text{m/min이 된다.}$$

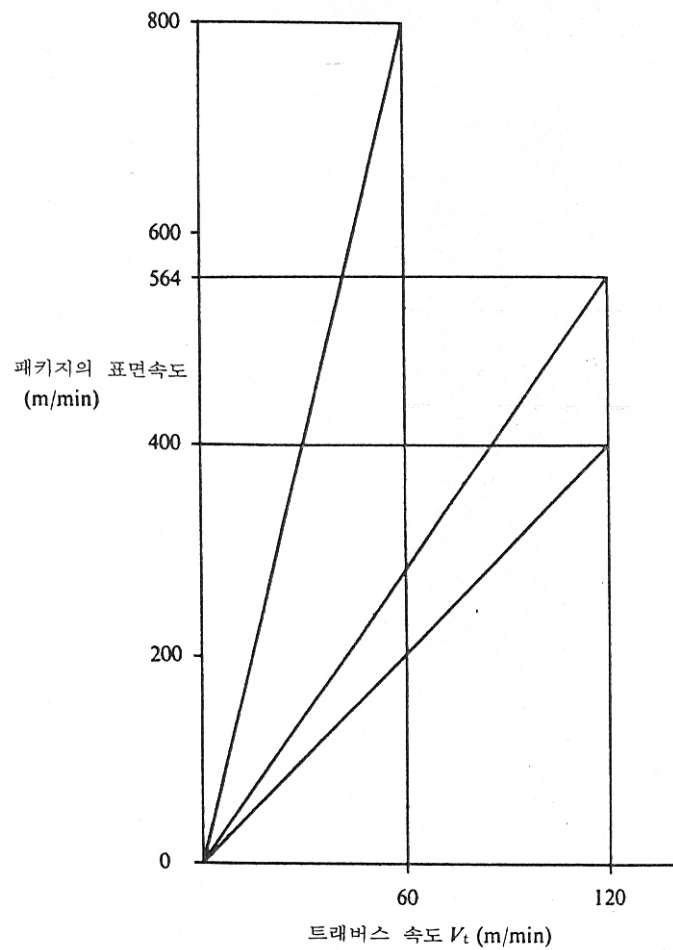
(c) 권사가 시작될 때에 얻어지는 권취각은 $21^{\circ}46'$ 이며 패키지직경이 16cm가 될 때의 권취각은 $7^{\circ}16'$ 으로써 이미 구하였는 바, 이렇게 얻어진 결과치를 살펴보면 패키지직경이 증가함에 따라서 권취각은 감소되고 아울러 권취각이 감소됨에 따라서 순수권사속도에 대해 트래버스속도가 미치는 영향은 감소된다는 사실을 주목해야 한다. 권사가 시작될 때에 보빈의 표면속도는 503m/min이며 순수권사속도는 553m/min이므로 증가율은 거의 10%[(553-503)/503 $\times$ 100 $\approx$ 10%]에 이른다. 반면에 패키지 직경이 16cm일 경우 증가율은 불과 0.68%[(1621-1610)/1610 $\times$ 100 $\approx$ 0.68%] 정도가 된다.

[예제 4]

회전운동을 직선티래버스 운동을 변화시키는 캠이 장치된 콘 권사기가 치즈를 생산하는데 있어서 드럼의 표면속도가 400~800m/min 이고 캠축의 회전속도가 200~400rpm이며 트래버스 길이가 150mm일 경우 최대 권취각과 최소 권취각을 구하고, 다음에 권취각이 12° 일 때의 최대 표면속도를 구하라.

캠 구동 트래버스에 있어서 캠의 1회전당 양 가이드는 패키지를 1회 왕복한다. 즉, 양가이드 이동길이는 300mm가 된다. 따라서 트래버스속도는 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\text{트래버스 속도} = \text{캠축의 속도} \times 300/1,000\text{m/min}$$



<그림 4> 패키지의 표면속도와 트래버스속도와의 관계 : 최대 권취각과 최소권취각

패키지의 표면속도와 트래버스속도간에는 <그림 4>와 같은 관계가 있다. <그림 4>에서 패키지의 표면속도가 최대에 이르고 트래버스속도가 최소일 때 즉, 패키지의 표면속도가 800m/min이고 트래버스 속도가 60m/min일 때의 권취각은 최대치를 갖는다. 따라서 최대 권취각과 최소 권취각은 다음과 같이 구해진다.

$$\begin{aligned}
 \text{최소 권취각 } (\theta) : \tan \theta_{\min} &= 60/8000 \\
 &= 0.075 \\
 \text{즉, } \theta &= 4^{\circ}17'
 \end{aligned}$$

$$\text{최대 권취각}(\theta) : \tan \theta_{\max} = 120/400$$

$$= 0.3$$

즉, $\theta = 16^\circ 42'$ 가 된다.

최대 표면속도는 800m/min인 바 이 때 <그림 4>에서와 같은 트래버스속도의 범위내에서 12° 의 권취각을 얻을 수 있겠는가?

$\tan 12^\circ = \text{트래버스속도} / \text{표면속도}$ 이므로 $\tan 12^\circ = \text{트래버스속도} / 800$ 즉, 0.2126이 된다. 따라서 트래버스속도는 $0.2126 \times 800 = 170\text{m/min}$ 이다.

최대 트래버스속도는 불과 120m/min이므로 최대 표면속도가 800m/min일 때는 트래버스속도는 구할 수 없다. 따라서 최대 트래버스속도를 외삽법으로 구해야 한다. 즉, $\tan 12^\circ$ 는 120/표면속도 이므로 실제 최대표면속도 $= 120 / 0.2126 \approx 564\text{m/min}$ 이다.