

섬유수학

- 원사 준비(yarn preparation) (10) -

9. 위사 준비공정(weft preparation)

9.1 개요

일반적이 제직에서 사용되는 위사중 일부분 준비공정을 거치지 않고 방적에서 생산되는 상태로도 충분하다고 생각되며 이 때 실은 직접편(pim)형태로 공급된다. 이런 위사는 준비공정에서 일반적으로 제거될 수 있는 결점은 내재하게 된다. 대부분의 위사는 복침도중에 복의 속도가 빨라졌다가 느려졌다가 할 때에 발생하는 상당한 힘에도 견딜 수 있는 상태로 다시 권취된다. 편 의 첫수와 구조는 처리되는 시르이 형태와 관련되어 있다. 즉 표면이 미끄러운 필라멘트사일 경우의 편 의 첫수와 구조는 표면이 거칠은 방적사와는 다르게 된다. 셔틀리스 직기들은 편과 복을 사용하지 않지만 위사의 공급은 셔틀리스 직기에 적당한 콘이나 치즈 형태로 공급된다. 일반적으로 직기에 대한 위사준비공정에서 부딪치게 되는 것과 유사한 문제를 나타내는 일부 수직적인 예를 다루고자 한다.

9.2 직기에서의 위사 소비량

이것은 다음과 같은 몇가지 문제를 다뤄봄으로써 가장 잘 설명될 수 있다.

[예제 18]

어떤 직기가 전체효율 82%로 210ppm의 속도에서 작동하고 있다. 바디에서 경사편은 1.2m이고 위사의 선밀도는 30tex(Ne 20)이다. 이 때 8시간당 소비되는 위사량은 얼마인가?

한번 복침할 때의 위사길이는 바디의 경사편이므로 즉, 1.2m이다.

그러므로 효율 100%로 작동할 때의 시간당 사용되는 위사의 길이

$$= \frac{1.2 \times 210 \times 60}{1,000} = 15.12\text{km}$$

효율이 82%일 때에 8시간동안에 사용되는 위사의 길이는,

$$15.12 \times 0.82 \times 8 = 99.19\text{km}$$

30tex의 실인 경우

$$\text{위사소비량} = \frac{30 \times 99.19}{1,000} = \frac{29.76\text{kg}}{8\text{h}} \text{이다.}$$

[예제 19]

면시이팅 직물(cotton sheeting cloth)의 폭이 190cm이고 위축율은 5%이다. 이 직물을 제작하는 직기의 속도는 155ppm이며 전체효율이 90%라고 할 때에 다음을 계산하라.

(a) 위입속도(m/min)

(b) 생지직물 1m를 제작할 때의 소요되는 위사량(kg). 이 때 위사의 선밀도는 36tex(Ne 16)이고 생지직물의 밀도는 20올/cm이다.

(a) 위입속도(m/min)는 다음과 같다.

(1회 복침시 소요되는 위사의길이(m)) $\times$ 직기속도 $\times$ 직기효율

아울러 1회 복침시 소요되는 위사의 길이는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\text{생지직물이 폭} \times \left(1 + \frac{\text{위축율}}{100}\right) = \frac{190 \times 1.05}{100} \text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{그러므로 위입속도} &= \frac{190 \times 1.05}{100} \times 155 \times 0.90 \\ &= 278.3\text{m/min}\end{aligned}$$

(b) 생지상태의 시팅 1m를 제작하는데 소요되는 위사의 길이는

$$(1\text{회 북침시 소요되는 위사의 길이(m)}) \times \text{위사수/cm} \times 100$$

$$\text{즉, } \frac{190 \times 1.05}{100} \times 20 \times 100 = 3,990\text{m} = 3.99\text{km}$$

중량(kg)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}& \frac{\text{위사길이(km)} \times \text{선 밀도(tex)}}{1,000} \\ &= \frac{3.99 \times 36}{1,000} = 0.1436\text{kg/m}\end{aligned}$$

[예제 20]

직기에 유니필 위권기(unifil winder)가 설치되어 있으며 편은 만관일 때의 직경이 28mm, 공관일 때의 직경이 13mm이다.

바디의 경사편은 2.3m 이고 직기속도는 160rpm이다.

(a) 위권속도(winding rate)가 직기에서의 위사소비량을 15%정도 앞지르기 위하여 필요로 하는 스핀들속도를 구하라

(b) 직기의 평균효율과 편 스핀들의 구동효율을 각각 88%와 85%라 하고 관권기(pirn winder)의 스핀들속도를 9,500rpm이라고 할 때 직기 120대에서 소비하는 위사를 권사한다면 재래식 위권기에서 얼마나 많은 스핀들이 유니필위권기에 의하여 대체되겠는가?

유니필 위권기는 직기에 부착되어 있는 위권장치이며, 그 직기에서 필요로 하는 위사만을 준비한다.

100%의 효율로 작동할 때에 필요한 위사량은

$$\text{직기상의 경사폭} \times \text{직기의 속도} = 2.3 \times 160 = 368\text{m/min}$$

초과율 15%를 이 값에 가산한다면,

$$368 \times 1.15 = 423.2\text{m/min}$$

편의 평균권사직경은,

$$\frac{28 + 13}{2} = 20.5\text{mm}$$

이것을 m로 표현하면, 평균권사직경 = 0.0205m이므로,

$$\text{스핀들속도} \times \pi \times 0.0205 = 432.2$$

그리고

$$\text{필요한 스핀들속도} = \frac{432.2}{\pi \times 0.0205} = 6,573\text{rpm}$$

(b) 100%의 효율로 작동하는 직기에서 필요로 하는 위사량은 $2.3 \times 160\text{m/min}$ 이므로 88%의 효율로 작동되는 직기 120대에 대하여 필요로 하는 위사량은 다음과 같다.

$$2.3 \times 160 \times 120 \times \frac{88}{100} = 38,860\text{m/min}$$

이 값에 유니필위권기에 대한 초과율 15%를 가산하면

$$\text{필요한 위사량} = 44,689\text{m/min}$$

효율 85%에서의 위권속도는

$$\pi \times \frac{20.5}{1,000} \times 9,500 \times \frac{85}{100} \times 520\text{m/min}$$

그러므로

$$\text{필요한 스핀들 수} = \frac{\text{필요로 하는 위사량}}{\text{위권속도/스핀들}}$$

$$= 44,689/520$$

$$= 86$$

위권속도를 계산할 때는 트레이버스속도의 영향이 무시되었음을 주의해야 한다.

9.3 편(pirn)의 칫수 및 성형

9.3.1 편의 형태(pirn shape)

다음은 편 of 기본적인 형태이다.

- (i) 플레인 테이퍼(plain taper)형 편
- (ii) 절반정도 경사진 기부(base)를 이룬 (half built-up base) 편
- (iii) 경도가 아주 큰 기부(base)를 이룬(fully built-up base) 편

다른 형태의 편들은 특별한 용도로 사용되지만 대부분의 재래식 직기에서는 전기와 같은 3가지 형태의 편이 사용된다. 편에서 버트(butt)에 있는 링은 북 내부에서 물리게 되며, 배럴(barrel)은 북침속도가 아주 높거나 느리거나 하는 도중에도

실이 움직이는 것을 방지하기 위하여 보통 홈이 파여져 있거나 톱니모양(serration)으로 만들어져 있다. 모양에 있어서의 다른 변형은 편 위사가 다 소모되고 빈목관이 되었을 때 이를 제거하고 만관의 편으로 교체하는 역할을 하는 직기에 설치되어 있는 웨프트 필러(weft feeler)에 맞추어서 설계된 것들이다. 전자식 웨프트 필러를 사용하는 경우에 편은 배열을 약간 올려주는 역할을 하는 금속접촉슬리브(sleeve)를 필요로 한다. 플레인 테이퍼형 편은 모든 형태의 실에 사용할 수 있지만 아주 가는 실에서는 편이 거의 다 비워졌을 때 실이 잘 풀려 나오지 않는 경우가 종종 있다. 경사가 절반정도로 기부를 이룬 편에서는 실이 몇 층밖에 남아 있지 않을 때에도 사층이 무너지거나 실이 무더기로 풀려 나가는 일이 없으므로 플레인 테이퍼형 편에서와 같이 실이 잘 풀려나오지 않는 일이 발생하지 않는다. 실이 비교적 굵거나 잔털이 많을 경우에는 경사가 아주 큰 기부를 이룬 편을 사용하므로 실이 균일하게 잘 풀려지며 실의 잔털이 앞에서와 같은 사층 무너짐이나 실이 무더기로 풀려나가는 현상을 방지하게 된다.

9.3.2 체이스길이(chase length)와 트래버스

체이스길이 즉, 트래버스길이는 백 체이스길이와 같아야 한다. 즉, <그림 31(a)>에서 C_a 가 C_n 와 같아야 한다. 또한 일부 위권기에서는 노우즈(nose)에서 최대값을 갖도록 트래버스의 속도를 증가시키는 방법을 채택하더라도 노우즈에서의 체이스길이 C_n 역시 C_a 와 동일해야 한다.

트래버스를 부정확하게 고정시키면 복침 도주에 실이 불균일하게 풀려 나갈 수 있다.

9.3.3 체이스 각(chase angle)

체이스각 α 는 사용될 실의 형태와 관련시켜서 고려되어야 한다. 마찰계수가 큰 실을 사용할 때에는 18° 까지의 체이스각도를 갖는 편을 사용할 수 있지만 필라멘트 형태의 실을 사용할 경우에는 체이스각도가 $6\sim 10^\circ$ 인 편이 보통 사용된다.

[예제 21]

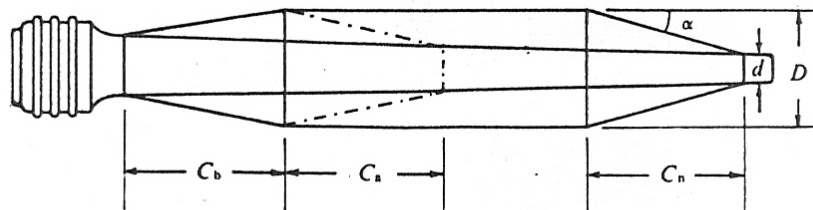
면사가 만관상태로 감겨 있는 편 의 직경은 32mm이고, 공관일 경우 체이스의 노우즈 부분의 직경은 14mm이다. 트래버스가 34mm일 때, 체이스각도를 구하라

<그림 31(a)>로부터 다음과 같이 됨을 알 수 있다.

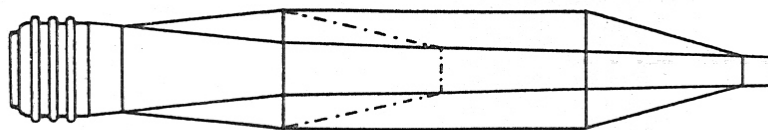
$$\tan \alpha = \frac{(D - d)}{2} \times \frac{1}{C_n}$$

$$\tan \alpha = \frac{(32 - 14)}{2} \times \frac{1}{34} = 0.2646$$

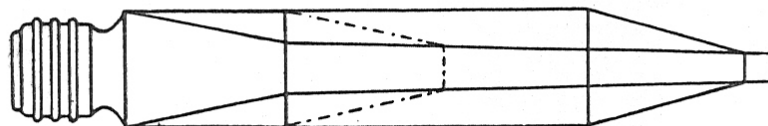
따라서, 체이스 각 $\alpha = 14^\circ 49'$



(a)



(b)



(c)

<그림 31> 편 의 성형(pirm build)

9.3.4 편에 감긴 사량

편에 감겨져 있는 실이 차지하는 부피에 대한 계산을 간단히 하기 위하여 편 배럴(pim barrel)의 직경이 일정하다고 가정해 보자

<그림 32(a)>에 있는 편 of 직경이 일정한 배럴상에 있다고 생각하자.

천에 부피는 1개의 중공 원기둥과 2개의 중공 원추대(frustum)로 구성되어 있으며 원기둥의 부피는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} V_c &= \pi \left(\frac{30^2}{4} \times 120 \right) - \pi \left(\frac{10^2}{4} \times 120 \right) \\ &= \pi \times 30(30^2 - 10^2) = \pi \times 30 \times (30 + 10)(30 - 10) \\ &= \pi \times 24,000 \text{mm}^3 \end{aligned}$$

원추대의 부피 V_f 를 구하는 공식이 <그림 29>에 나와 있다. 이 경우에 $D = 30$, $d = 10$, $h = 40$ 이므로 <그림 32(a)>에서 원추대 1개의 부피는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} V_f &= \frac{40\pi}{12} (30^2 + 30 \times 10 + 10^2) - \pi \times \frac{10^2}{4} \times 40 \\ &= \pi \times (4,333 - 1,000) \text{mm}^3 \\ &= \pi \times 3,333 \text{mm}^3 \end{aligned}$$

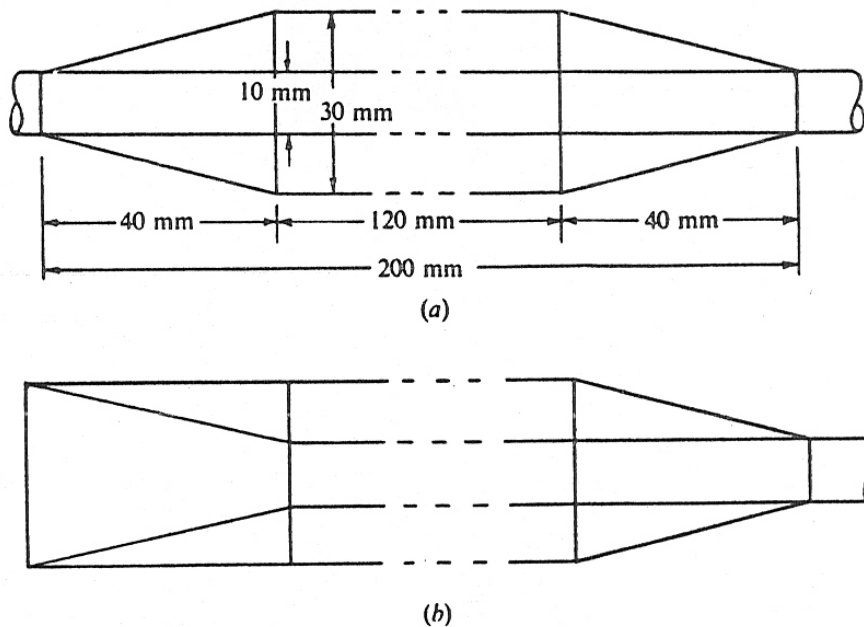
따라서 전체 실의 부피는

$$\begin{aligned} V &= \pi \times (24,000 + 6,666) \\ &= \pi \times 30.666 \text{mm}^3 = 96.34 \text{cm}^3 \end{aligned}$$

<그림 32(b)>의 편은 (a)의 편과 치수가 같지만 기부의 경사가 아주 크다. 기부에 감겨있는 실의 부피는 직경이 30mm이고 길이가 40mm인 원통형의 부피와 기

부의 직경이 30mm이고 노우즈의 직경이 10mm, 높이가 40mm인 원추대의 부피와의 차가 된다.

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi 30^2}{4} \times 40 - \frac{\pi}{12} \times 40(30^2 + 30 \times 10 + 10^2) \\
 &= \pi \times 9,000 - \pi \times 4,333 \\
 &= \pi \times 4,667 \text{mm}^3
 \end{aligned}$$



<그림 32> 경사진 기부(base)가 있는 편과 없는 편

경사진 기부가 있는 편에서의 값을 평형배럴 편에서의 값과 비교하면 $3,333\pi$ 에 대한 $4,667\pi$ 로 나타낸다. 언뜻 보기에 이 결과가 불합리한 것처럼 보이지만 2개의 부피는 이른바 회전체(solid of revolution)라고 알려져 있는 것이다. 즉, 이들 부피는 편의 축을 중심으로 회전하는 삼각형에 의해 차지하는 부피인 것이다. 경사진 기부가 있는 편일 경우에는 삼각형은 유효반경이 더욱 크게 회전하게 되며 결국 더욱 많은 부피를 차지하게 된다. 경사가 아주 큰 기부를 이룬 편에서의 전체 부피는 다음과 같다.

$$\pi (24,000+4,667+3,333)$$

$$= \pi \times 32,000\text{mm}^3 = 101.5\text{cm}^3$$

결국 이런 종류의 편은 평형배열 편보다 약간 큰 전체부피를 갖게 된다.