제직준비공정의 계산(2)

3. 가호공정의 계산

계산에 필요한 몇 가지의 용어

• 풀의 농도(Size concentration)

; 제직 된 풀 100kg 내에 들어있는 고형분의 중량(kg)

• 가호량(take up)

; Oven 건조된 미가호된 실 100kg에 풀통속에서 풀을 묻힌 양(kg)

• 가호율(Size percentage)

Oven 건조된 미가호의 실 100kg에 대한 Oven 건조된 풀의 중량(kg)

예 1) 가호된 20tex (Ne 29.53 약 Ne 30)의 면사를 시험한 결재 가호율이 8%임을 알았다. 미가호의 실 1kg당 Oven 건조된 풀의 양(kg)은 얼마인가?

▶ (풀이) 먼저 실의 regain을 구한다.

지금 R를 regain(%)이라고 하고 Y를 실의 Oven 건조중량, M를 수분의 양이라면 regain의 정의로부터

$R = \frac{M}{Y} \times 100$

면사의 regain은 8.5%이므로

$\frac{M}{Y} \times 100 = 8.5 \quad 100M = 8.5Y,$

$M = 0.85Y$

그런데 구하는 문제는 1kg당의 실에 대해서 Oven 건조된 풀의 무게를 구하는 것이므로 실과 수분의 1,000g가 되어야 한다.

즉, $M+Y = 1000$

여기에다 M = 0.085Y을 대입하면 Oven 건조된 실의 무게는

$Y = \frac{1{,}000}{1{,}085} = 921.7\text{g}$ 이고,

수분의 무게는 1000-921.7 = 78.3g 이다.

그러므로 가호율의 8%일 때 Oven 건조된 풀의 무게는 가호율의 정의로부터

$\frac{X}{921.7} \times 100 = 8, \;\; X = 73.7\text{g}$

예 2) 가호기의 풀통에서 실에 풀이 묻은 정도를 나타내는 척도인 가호량은 여러가지 조건에 의해서 달라진다. 이들 조건은 첫째로 풀의 점도, 풀의 농도, 가호속도 Squeezing roller의 중량과 가압량 및 표면상태들이다. 이와 같은 많은 요인이 가호량 결정의 요인이 되기 때문에 가호량의 조절은 가호기의 운전자의 영향을 크게 받는다.

특히 가호기를 경사가 통과할 때에는 경사는 신장을 한다. 그러므로 가호공정에서는 실의 장력이 중요한 역할을 한다. 특히 가호기에서는 실이 기계내를 통과할 때 각 부위별로 실이 늘어나는 양이 틀리는데 이 때문에 가호기에서의 실의 전체 신장량은 각 단계별 신장량의 합과 같게 되지는 않는다.

지금 S*a*, S*b*, S*c*를 가호기의 각 단계별로 실이 늘어나는 양이라고 하면 가호기의 첫 단계에 공급되어야 할 실의 길이는

$1 \times \frac{100 + Sa}{100} - 1 + \frac{Sa}{100}$

다음 단계에서의 실의 신장량은

$\left(1 + \frac{Sa}{100}\right)\left(1 + \frac{Sb}{100}\right)$

이와 같이 해서 제 3 단계에서의 신장율은

$$\left(1+\frac{Sa}{100}\right)\left(1+\frac{Sb}{100}\right)\left(1+\frac{Sc}{100}\right)$$

지금 예를 들어서 Slasher sizing machine에서 beam~풀통간의 실의 신장이 3%이고, 풀통~디바이딩 로드간의 실의 신장율이 5%이며 디바이딩 로드~경사 비임간의 신장율이 2%라면 가호기에서의 실의 신장율은

$100 \times 1.03 \times 1.05 \times 1.02 = 110.313\text{cm}$

즉 10.313%

이와는 반대로 이상의 각 단계의 신장률을 단순히 합산을 하면 10%라는 것을 주의한다면 가호기에서의 실의 신장률은 각 단계별의 신장율을 단순히 합하기만 해서는 안된다는 것을 알 수 있다.

예 3) 가호기를 운전할 때 가호속도는 건조장치의 건조효율에 달려 있다. 일반적으로 가호기의 속도는 기계의 gearing diagram으로 계산하지만 다음의 예는 경사의 조건이 정해졌을 때 최대가호조건을 결정하는 한가지 방법을 제시하게 한다.

20 tex(Ne 29.53약 Ne 30)의 면사의 정경 올 수가 3200올이고 가호율이 12%이다. 또 풀의 농도는 8%(풀 100g 내에 고형분 8g)이다.

가호기의 최대건조용량이 450kg/hr이면 경사 beam에 실이 감긴 후의 수분율이 8%로 될 수 있기 위해서는 사속은 얼마로 해야 하나?

▶ (풀이) 먼저 경사의 길이가 1km라고 가정한다. 8.5% regain에서 20tex의 면밀도를 갖는다면 경사 1km의 Oven 건조무게는

$$3200 \times 20 \times \frac{100}{108.5} \times \frac{1}{1000} = 59\text{kg}$$

그러므로 이 실속에 들어있는 수분량은

$$59 \times \frac{8.5}{100} = 5\text{kg}$$

가호율은 12%이므로 실에 묻어야 할 풀의 무게는

$$59 \times \frac{12}{100} = 7.08\text{kg}$$

가호된 후의 실과 풀의 무게는

$$59+7.08 = 66.08\text{kg}$$

그런데 풀의 농도는 8%이므로 풀통속에서 실에 묻어야 할 풀의 양은

$$\frac{7.08 \times 1}{0.08} = 88.5\text{kg}$$

지금 88.5kg의 풀속에는 풀이 88.5-7.08 = 81.4kg 들어 있다. 그런데 실의 regain은 8.5% 이므로 이미 계산된 바와 같이 이때의 수분량은 5kgdlek. 그러므로 가호 된 후의 실에는 81.4+5 = 86.4kg의 물이 들어 있다.

그러나 가호 후의 경사 beam의 실은 허용수분율이 8%라고 주어졌으므로 이때의 수분량은

$$\frac{66.08 \times 8}{100} = \frac{524.68}{100} = 5.286\text{kg}$$

지금 가호기에서 건조되어야 할 물의 양은 [경사내에 있는 물의 양] – [경사내에 잔류해야 할 물의 양]이므로 위의 계산에 의해서

$$86.4-5.286 = 81.114\text{kg}$$

지금 가호기의 건조용량은 450kg/hr로 주어졌으므로

$$\frac{81.114}{450} = 0.18\text{hr}$$

이 시간은 처음에 가정한 바와 같이 1000m의 경사를 가호하는 데 필요한 시간이므로 최대가호속도는

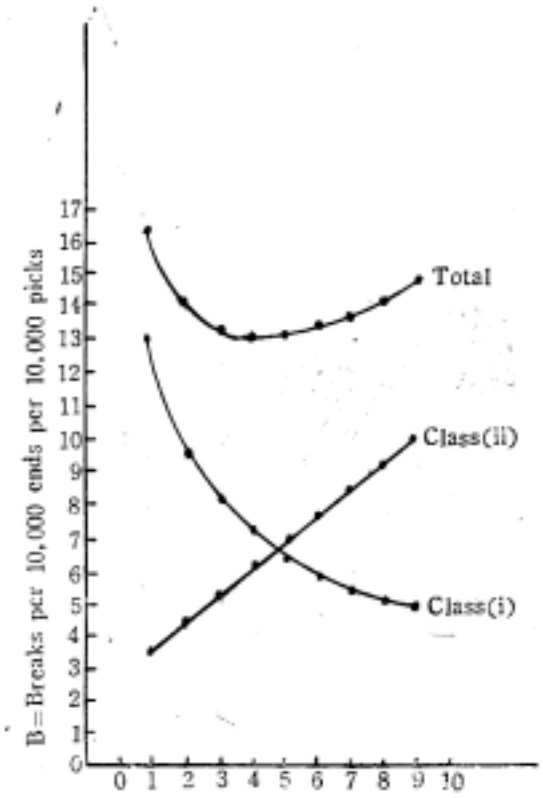
$$\frac{1000}{0.18 \times 60} = 92.5\text{m}/\text{min}$$

예 4) 가호결재가 좋지 못하면 제직효율이 저하한다는 것은 상식적인 이야

기이다. 일반적으로 가호율이 너무 적거나 또 반대로 너무 많더라도 제직중의 경사는 쉽게 끊어져서 제직효율이 저하한다.

그러므로 적정 가호율은 제직공정에서 경사의 절단을 감소시켜 준다.

가호율과 제직사절수와의 관계를 실험적으로 구한 곡선을 Sizing-weaving 곡선이라고 하는 <그림 9>는 이것의 예를 나타냈다.



<그림 9> Sizing –weaving courves

Sizing-weaving곡선은 경사의 특성호재료의 조합, 가호기의 운전기술 등에 의해서 달라지는 것은 당연하다.

지금 <그림 9>와 같은 Sizing-weaving 곡선으로 최적가호율과 최소사절수와의 연계를 구해 보면 다음과 같다.

<그림 9>에서 Class(i)과 Class(ii)의 Sizing-weaveing 곡선은 가호조건이 틀리는 두 경우의 Sizing-weaving곡선이고 이들은 각기

Class(i)의 경우 B = 20/S + 3

Class(ii)의 경우 B = 0.8S + 2

의 식으로 나타내어 진다. 이 식에서 B는 경사 10,000올과 도입운동 10,000회당 사절수이고 S는 가호율이다.

이 두 곡선을 합친 결과는 그림 9의 윗쪽에 있는 곡선이다. 이 그림은 다음의 실험결과를 도표화한 것이다.

<그림 9>의 맨 위 곡선은 Class(i)h가 Class(ii)m 합친 결과이므로 이 곡선은 방정식은

$$b = \left(\frac{20}{20} + 3\right) + (0.85 + 2)$$

$$B = \frac{20}{S} + 0.8S \div 5$$

최소사절수는 위이 식을 S에 대해서 미분하고 0으로 놓으면 되므로

$$\frac{dB}{dS} = -\frac{20}{S^2} + 0.8 = 0 \qquad S = \sqrt{\frac{20}{0.8}} = \sqrt{25} = 5$$

즉 <그림 9>와 같은 Sizing-weaving 곡선은 가호율이 5%일 때가 가 가장 적은 사절수를 갖는 것을 알 수 있다.

4. 위사준비공정의 계산

예 1) 어느 직기에 설치되어 있는 unifil winder에서 감는 pirn의 지름이 최대 28mm이고 공복관의 지름은 13mm이다. 직기상의 바디 폭이 2.3m이고 직기의 회전수가 160rpm이면 직기가 위사를 소요로 하는 양의 15%만큼 초과할 수 있도록 위관을 감을려면 15%만큼 초과할 수 있도록 위관 감을려면

unifil의 spindle 회전수를 얼마로 해야 하나?

또 직기의 대수 120대라고 하고 직기와 pirn winder의 효율을 각기 88% 및 85%라고 하면 prin winder의 spindle 회전수가 9,500rpm일 때 unifil, pirn winder의 spindle 몇 추를 대체할 수 있나?

▶ (풀이) 먼저 직기의 효율을 100%로 보고서 이 직기가 소요로 하는 1분당의 위사길이를 구하면 직기상의 [바디 폭]×[직기의 회전수] = 2.3×160 = 368m/min이 값보다 15%가 더 많은 길이를 unifil에서 감아야 하므로

368×1.15 = 423.2m/min

unifil에서 감는 pirn의 평균지름은

$\frac{28+13}{2} = 20.5\text{mm} = 0.0205\text{m}$

그러므로

[spindle rpm] ×π×0.0205 = 423.5m

의 관계로부터

구하는 Spindle rpm = $\frac{423.2}{\pi \times 0.0205} = 6573\,\text{rpm}$

또 둘째번의 물음은 다음과 같이 풀 수 있다.

이미 계산된 바와 같이 직기의 효율을 100%로 했을 때에 소요위사의 길이는

2.3×160=368m/min

직기의 효율을 88%로 했을 때 120대가 소요로 하는 위사의 길이는

2.3×160×0.88×120 = 38860m/min

이 값보다 15%가 많도록 unifil에서 위사를 감아야 하므로 unifil이 1분간에 감아야 할 실의 길이는

38860×1.15 = 44689m/min

그런데 pirn winder의 효율이 85%이고 pirn winder의 spindle회전수가 9500rpm이며 pirn의 평균 지름이 (28+13)/2 = 20.5mm일 때 pirn winder의 권사정도는

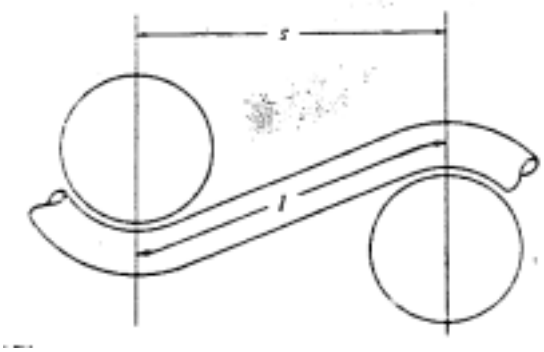
$$\frac{20.5}{1000}\times\pi\times 9{,}500\times 0.85 = 520\text{m}/\text{min}$$

unifil의 권사정도는 44689m/min였으므로 unifil winder 1대는 prin winder

$$\frac{44689}{520} = 86\text{spindle}$$

을 대체시킬 수 있다.

5. 직물의 Cover factor



<그림 10> Crimp percentage and take-up percentage Crimp 가 Take-up

$$\text{Crimp\%} = \frac{L-S}{S}\times 100$$

$$\text{Take-up\%} = \frac{L-S}{L}\times 100$$

예 1) 어느 직물을 20cm 끊어서 면사의 길이를 잰더니 L = 21.2cm였다면

$$\text{Crimp \%} = \frac{21.2-20}{20}\times 100 = 6.0\%$$

Take-up % = $\frac{21.2-20}{21.2}\times 100 = 5.66\%$

<그림 11> Fractional cover

① Fractional Cover fractional cover = $\frac{d}{S}$

n을 단위길이 내의 실의 올수라면 $S = \frac{1}{n}$이므로 fractional cover = $\frac{d}{S} = dn$

일반적으로 직물의 Cover라면 직물의 단위면적 내에서 실의 투영면적이 차지하는 비를 말한다.

이 관계식은 다음과 같이 실용화 할 수 있다.

예) 방적사의 직경은

$d = 4.44\sqrt{(tex)}\times 10^{-3}$

으로 주어진다. 30tex의 면사를 35올/cm의 밀도로 배치했을 때 공극율은 몇 %인가? 단 면의 밀도는 1.5g/cm^{3}이다

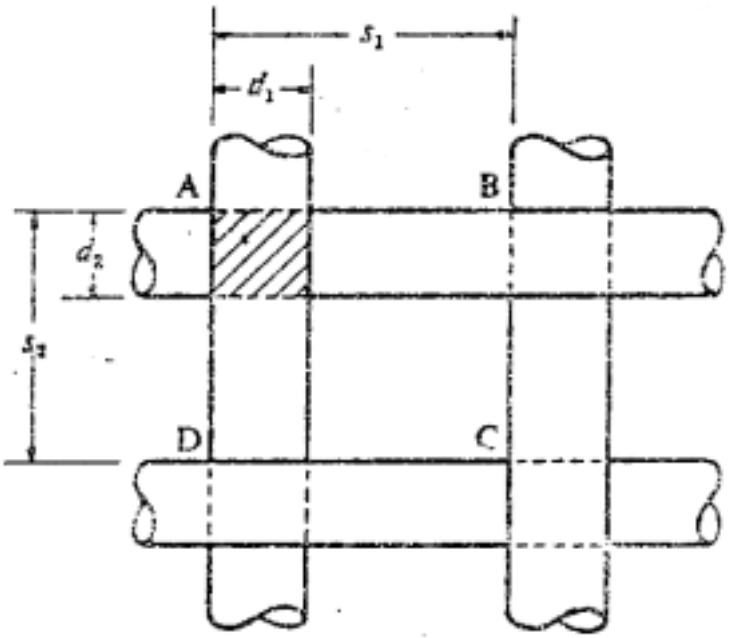
fractional cover의 경우에 의해서

$C_1 = dn = 4.44\sqrt{30/1.5}\times 10^{-3}\times 35 = 0.695$

구하는 공극율은 100-69.5 = 30.5%

② total cover <그림 12>의 ABCD는 평조기의 unit-cell이다. 이미 정의한 fractional cover에 의해서

$C_1 = \frac{d_1}{S_1}$, $C_2 = \frac{d_2}{S_2}$



<그림 12> The unit cell of a plain weave

<그림 12>에서 unit cell의 면적은 $S_1 S_2$이고, 빗금친 부분의 면적은 $d_1 d_2$이다. 그러므로 전체 unit cell의 면적에 대한 빗금친 부분의 比는

$$\frac{d_1 d_2}{S_1 S_2} = \frac{C_1 C_2 S_1 S_2}{S_1 S_2} = C_1 C_2$$

경사와 위사방향의 fractional cover를 합친 값은 total fractional cover라고 정의하므로

total fractional cover = $C_1 + C_2 - C_1 C_3$

예) 위사가 20tex이고 28올/cm이며 위사가 35tex이고 25올/cm이다. 면의 밀도를 1.52g/cm^{3}라면 이 직물의 total fractional cove는 얼마인가?

$$C_1 = 4.44\sqrt{20/1.52} \times 10^{-3} \times 28 = 0.451$$
$$C_2 = 4.44\sqrt{35/1.52} \times 10^{-3} \times 25 = 0.533$$

total fractional cover = $C_1+C_2-C_1C_2$

$= 0.451+0.533-0.451\times0.533 = 0.744$

그러므로 이 직물은 100 - 74.4 = 2.56%가 공극이다.