

섬유수학

- 원사 준비(yarn preparation) (9) -

8.6 스트레치(stretch)

스트레치는 일정한 길이의 경사가 가호기의 여러 구역을 통과하면서 자연적으로 일어나거나 또는 외부요인에 의하여 강제로 일어나는 늘어난 양이다. 이러한 늘어난 양은 %로 나타낼 수 있으며, 경사가 늘어나지 않고 줄어든 경우에는 %는 진수의 값을 갖는다. 경사의 장력조절도 가호기술의 중요한 측면이며 어떤 종류의 실도 쉽게 늘어나고 또한 쉽게 상해를 받는다.

만약 가호공정이 서로 다른 단계에서 늘어남이 일어난다고 할 때 전체 스트레치양도 이러한 각각의 스트레치양의 단순한 합계가 아니라는 점을 지적할 수 있다. 가호기에서 3가지의 연속단계에서의 스트레치 %를 각각 Sa, Sb, Sc라고 하면 첫번째 단계로 투입되는 일정한 단위길이의 경사는 다음과 같은 길이로 늘어난다.

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

이 길이는 그 다음 구역에서 Sb % 만큼 늘어나게 되어 다음과 같은 길이를 갖게 된다.

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

같은 방법으로 최종적인 길이는 다음과 같이 된다.

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

3구역에서의 스트레치율의 각각 3%, 5%, 및 2%라고 할 때, 경사 100m의 최종

길이는 다음과 같다.

$$100 \times 1.03 \times 1.05 \times 1.02 = 11.313\text{m}$$

즉, 전체 스트레치율은 10.313%이다. 각 단계별의 스트레치율을 단순히 더하면 10%가 된다. 실제 현장에서 작업하는 사람이 이러한 중요한 의미를 갖는 0.313%의 차이를 고려할 것인지 아닌지는 별개의 문제이다.

8.7 가호기의 속도

가호도중에 경사시트(warp sheet)의 거동에 덧붙여서 가호기의 운전속도를 제어하는 기본적인 요인은 실린더와 열풍건조시스템(hot air drying system)의 건조능력이다. 비록 최신의 현대적인 주축대(headstock)가 전자제어시스템을 구비하고는 있다고 하더라도 기어 전동도로부터 가호기의 속도를 계산하는 것은 간단한 일이다. 다음 예제는 경사에 대하여 최고 운전속도를 계산하는 데 필요한 계산식을 나타낸 것이다.

[예제 16]

20tex(Ne 30)의 면사로 된 3,200올의 경사에 12%의 호제가 부착되었다. 또한 호액 1kg당에는 오븐건조중량으로 80g의 고형성분이 포함되어 있다. 건조구역의 최대건조능력은 시간당 50kg이다 직기빔에 걸려 있는 가호된 실의 수분율을 8%로 할 때의 최대운전속도를 구하라

1km의 경사가 풀통으로 공급된다고 생각하자. 만약 8.5%에서의 실의 선밀도를 20tex라고 하면, 경사 1km의 오븐 건조중량은 다음과 같다.

$$3,200 \times 20 \times \frac{100}{108.5} \times \frac{1}{1,000} \text{kg} = 59\text{kg}$$

공급되는 실에 포함되어 있는 수분은 다음과 같이 계산할 수 있다.

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

실의 오븐건조중량에 12% 부착된 가호제의 중량은 다음과 같이 계산된다.

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

전체 오븐 건조중량은,

$$\text{실의 중량} + \text{고형물의 중량} = 59 + 7.08 = 66.08\text{kg}$$

오븐 건조중량으로 7.08kg의 고형성분을 픽업하기 위하여 묻어 들이는 호액의 중량은 다음과 같다.

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

88.5kg의 호액속에는 88.5-7.08kg 즉, 81.4kg의 물이 포함되어 있다. 이 물의 중량에 이미 실속에 포함되어 있는 물의 중량 5kg을 가산해야 한다. 따라서 경사에 포함되어 있는 물의 전체중량은 81.4 + 5 = 86.4kg이 된다. 직기범상의 수분의 양은 다음과 같다.

$$\frac{66.08 \times 8}{100} = \frac{528.64}{100} = 5.286\text{kg}$$

그러므로,

건조구역에서 증발시켜야 할 수분 = 경사에 포함되어 있는 전체수분 - 경사에 남아 있어야 할 수분

$$\text{즉, } 86.4 - 52.86 = 33.54\text{kg이다.}$$

시간당 450kg의 건조용량으로 81.114kg의 물을 증발시키는데 소요되는 시간은

$$81.114/450 = 0.18h$$

이것은 경사 1,000m를 가호하는데 걸리는 시간이므로 가호기의 최대 운전속도는 다음과 같이 계산된다.

$$\frac{1,000}{0.18 \times 60} = 92.5m/min$$

8.8 가호기의 효율

가호기로부터 가호되는 경사의 생산속도는 가호기의 운전속도와, 가호기의 작동시간과 정대시간의 합에 대한 실제 작동시간의 비율로 나타내는 가호공정의 효율에 따라 좌우된다. 정대시간에는 폴통과 압착롤러(squeezing roller)를 세척하는 시간, 백 빔의 교체시간, 경사 사이트를 모아 가호기 내부를 통과시켜 준비하는 시간, 출통에 호액을 다시 채우는 시간, 빔을 도핑하는 시간, 경사빔에 남아 있는 여분의 실을 제거하는 시간 그리고 기타 이유로 하여 기계를 정지시키는 시간들을 포함한다.

가호담당자가 호액준비까지 맡고 있다면 그가 가호중 틈틈히 호액을 준비하지 않은 한 별도로 호액을 준비하는 시간 역시 가호기 정대시간의 일부가 될 것이다.

가호기의 효율은 공장에 따라서 상당히 변화가 심하여 종종 50%까지 떨어지기도 한다. 더욱이 주어진 일정량의 경사가호에 대한 정대시간은 가호기의 운전속도에 크게 영향을 받지 않은 관계로 가호기의 효율은 운전속도가 증가하면 상대적으로 떨어지게 된다. 결국 건조능력이 좀더 좋은 가호기를 사용하든가 또는 건조능력을 향상시킴으로써 가호기의 운전속도를 증가시키더라도 그것에 비례하여 증가하도록 생산량에 영향을 미치지 않는다. 이를 다시 쉽게 표현하면, 정대시간을 T, 1시간당 가호할 수 있는 경사의 양을 lb로 표시하는 가호기의 운전속도

를 S라고 하고, 이러한 조건으로 경사 P lb를 가호한다고 하면 이것은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{실제 운전시간} = P/Sh \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{효율} = \frac{\text{실제운전시간}}{\text{전체 가호시간}} \times 100$$

$$= \frac{100P}{P + ST} \% \dots\dots\dots (2)$$

가호된 경사의 평균생산속도

$$= \frac{\text{가호된 경사의 중량}}{\text{전체 가호시간}}$$

$$\frac{\frac{PS}{P + ST} 1b}{h} \dots\dots\dots (3)$$

운전속도가 r%만큼 증가한다고 가정하면 이 때의 새로운 운전시간은 다음과 같다.

$$\frac{100P}{s(100 + r)} h \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{새로운 효율} = \frac{10,000P}{100P + ST(100 + r)} \% \dots\dots\dots (5)$$

그리고 가호된 경사의 새로운 평균속도는

$$\frac{\frac{PS(100+r)}{100P+ST(100+r)} 1b}{h} \dots\dots\dots (6)$$

만약 위와 같은 식을 가호기의 속도가 S일 때에 효율이 50%인 가호기에 적용시킨다면, 가호된 경사의 평균생산속도는 0.5S lb/h가 됨을 알 수 있다. 예를 들어 고속 실린더건조기를 설치함으로써 운전속도가 50% 증가되었다고 가정하면 식(5)로부터

$$\text{새로운 효율} = \frac{10,000P}{100P + ST(100 + 50)} \%$$

만약 T값이 증가된 운전속도에 의하여 영향을 받지 않음으로 해서 $T = P/S$ 값이 전과 같다면 효율은 40%가 되고 식(6)을 적용한다면 새로운 평균생산속도 0.6S lb/h로 계산된다.

전기 계산에서 정대시간이 일정한 가호기에 대하여 운전속도가 50%에서 40%로 감소됨을 나타낸다. 더욱이 운전속도에 있어서의 50%의 증가는 경사의 생산속도에 있어 단지 20%의 증가로 나타난다. 그러므로 가호기의 효율을 높게 유지할 수가 있는 곳을 제외한다면, 비록 가호기의 운전속도를 아주 크게 증가시킨다고 하더라도 경사의 생산속도에 있어서 아주 큰 이득을 본다는 것은 불가능한 일이다. 이러한 점은 고속으로 운전할 수 있는 최신의 가호기를 재설치하였을 때 이것이 생산속도에 미치는 유사한 영향을 고려한다면 아주 중요한 사실이다.

8.9 가호 – 제직곡선(sizing – weaving curve)

본절의 맨 처음 부분에서 순수한 가호의 주목적은 경사의 제직성을 향상시키는 것이라고 강조하였다. 가호하지 않은 경사로 제직을 하면 그 결과 10,000회의 북침이 일어날 때 경사 10,000올에서 실이 끊어진다고 표현할 수 있을 정도로 경사 사절율이 높은 값을 갖게 된다. 반면에 너무 과도하게 가호된 실을 사용할 경우에도 역시 높은 사절이 나타난다. 이 2가지의 극단적인 경우에서 경사에 대한 어

편 가호율에서는 사절율이 최소로 나타나는데, 이 때의 가호율을 최적의 가호율 (optimum size percentage)' 이라고 부른다. 만약 경사에 대하여 가호율과 사절율을 도표로 그린다면 일반적으로 U자형의 곡선이 얻어지며 이를 가호-제직 곡선이라고 한다. 이러한 곡선의 한계가 다음의 예제에서 그려진다. 물론 실제의 곡선모양은 경사의 형태, 풀의 호제방법, 가호기의 작동기술 등과 같은 요인들에 의하여 변화된다. <그림 30>에서 보는 곡선은 가호율 3.5%와 6.5% 사이에서 아주 평평한 부분을 나타내는데 이는 경사에 부착되어 있는 호제의 양이 그 결과에 아주 결정적인 영향을 미치지 않으며, 약간의 오차는 허용된다는 것을 의미한다. 실제 부착된 호제는 나중에 제거해야 하므로 경제적인 측면을 고려할 때에 최적의 가호율보다 낮은 농도에서 범하게 되는 실수가 높은 농도에서 범하게 되는 실수보다 더 바람직한 것으로 생각할 수 있다. 그러나 가호-제직곡선이 일반적으로 최적의 가호율보다 낮은 쪽에서 좀더 예리하게 급상승하므로 최적의 가호율보다 낮은 농도에서의 가호율 차이가 심할 때에는 제직시 개구 할 때에 경사에 심각한 문제점을 유발시킨다. 그러므로 각각의 경사에 대하여 최적 가호율을 얻는 것이 무엇보다도 중요하다.

[예제 17]

어떤 경사로 제직을 할 때 가호율에 따른 어떤 등급에서의 사절은 $B = 20/S + 3$ 식과 관련이 있고 잔여사절은 $B = 0.8S + 2$ 식과 관련이 있는 것으로 밝혀졌는데, 여기서 B는 10,000회 위입당 경사 10,000을 당 발생하는 사절수이고 S는 가호율이다.

2가지 종류의 사절율과 합계사절율의 각각에 대하여 B를 S에 대하여 도표로 그리고 합계사절율의 최소치와 최적가호율을 구하라.

<표 6>은 2가지 등급의 사절율과 합계사절율을 나타낸다. <그림 30>은 각각의 가호율에 대하여 2종류의 사절율과 합계사절율을 도표화한 것이다. 각각의 가호율에 대한 합계사절율의 도표를 살펴보면 합계사절율의 최소치는 최적의 가호율

이 5%일 경우에 얻어짐을 알 수가 있다.

<표 6>

등급 (i) : $B = 20/S+3$, 등급(ii) : $B = 0.8S+2$ 전체 : $B = 20/S+0.8S+5$

가호율 S	등급(i) 사절수	등급(ii) 사절수	전체사절수
2	13	3.6	16.6
3	9.7	4.4	14.1
4	8	5.2	13.2
5	7	6	13
6	6.3	6.8	13.1
7	5.9	7.6	13.5
8	5.5	8.4	13.9
9	5.2	9.2	14.4
10	5	10	15

만약 문제대로 합계사절율을 구한다면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$B = 20/S+3+0.8S+2$$

$$\text{즉, } B = 20/S+0.8S+5$$

이것을 미분하면

$$\frac{dB}{dS} = \frac{20}{S^2} + 0.8$$

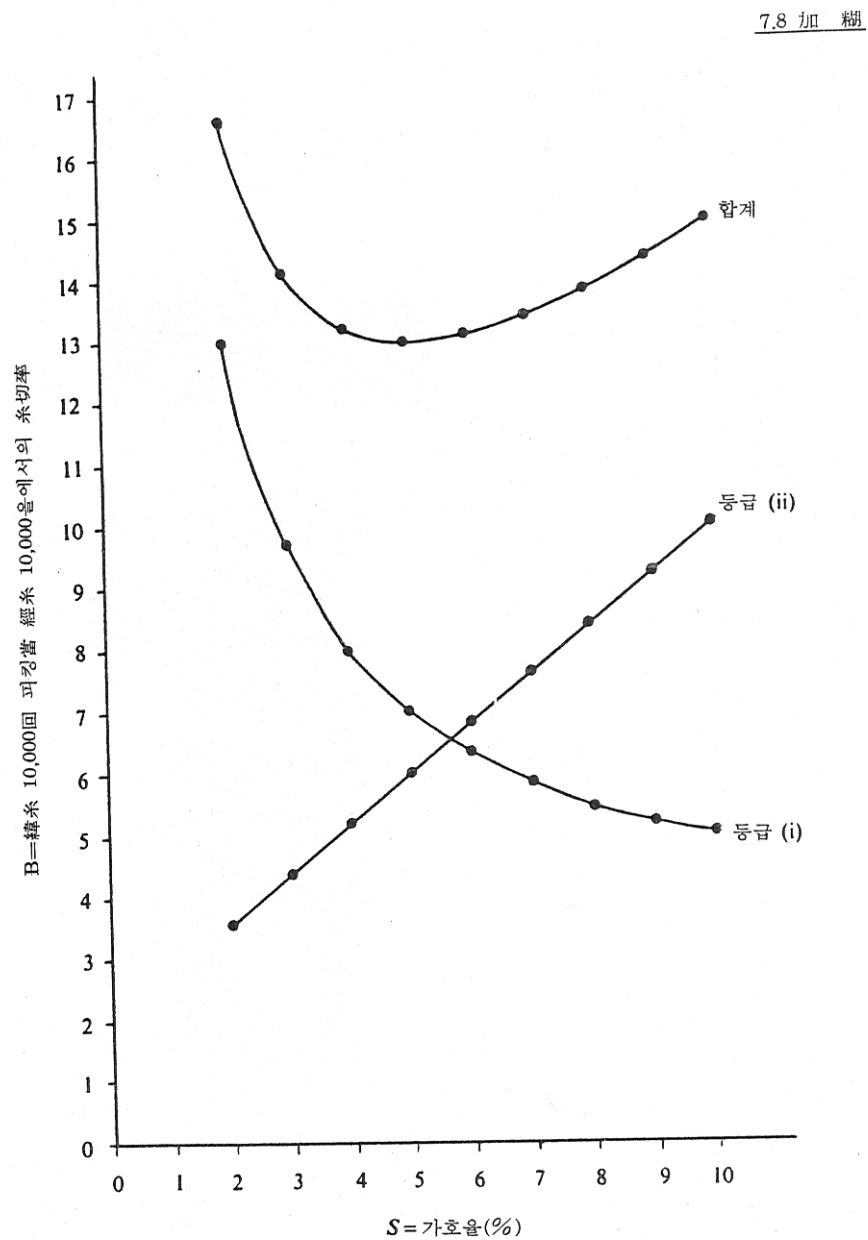
이 때 B가 최소값을 가지려면

$$-\frac{20}{S^2} + 0.8 = 0$$

이를 정리하면

$$S = \sqrt{\frac{20}{0.8}} = \sqrt{25} = 5 \text{가 된다.}$$

위의 예제에서 사용한 방법은 필요한 답을 얻기 위하여 일부 간단한 미적분학을 사용하였으며, 이 때 걸리는 시간은 도표작성에 의한 방법으로 문제를 해결하는 것 보다 시간이 훨씬 절약된다.



<그림 30> 가호-제직곡선