

섬 유 수 학

직물과 편성포 <7>

3. 위편성포에서 평편조직의 기하학

3.1 개 요

다음의 내용은 국제양모사무국(International Wool Secretariat)과 Textile Institute 및 직물기하학의 이론을 실용화하는 기타 관련기관에서 발표된 자료들이다. 여기서는 2개의 기본적인 요소를 인식해야 한다.

① 편환길이(stitch length), 즉 편성루프에서 실의 길이는 모든 구조에서 가장 중요한 요소이다.

② 편성구조를 유지할 수 있기 위해서는 가능한 한 칫수가 안정상태에 있어야 한다.

편성구조에서 사용되는 몇가지 용어가 <그림 13>에 나와 있다. 편성포를 가로질러 있는 루프선을 코스(course)라 하며 편성포의 위 아래로 있는 루프선을 웨일(wale)이라 한다. 루프 하나를 편환(stitch)이라 한다. 그리고 다음의 경우에서 몇가지 기호를 사용하기로 한다.

S = 단위면적에서의 편환수

c = 단위길이에서의 코스 수

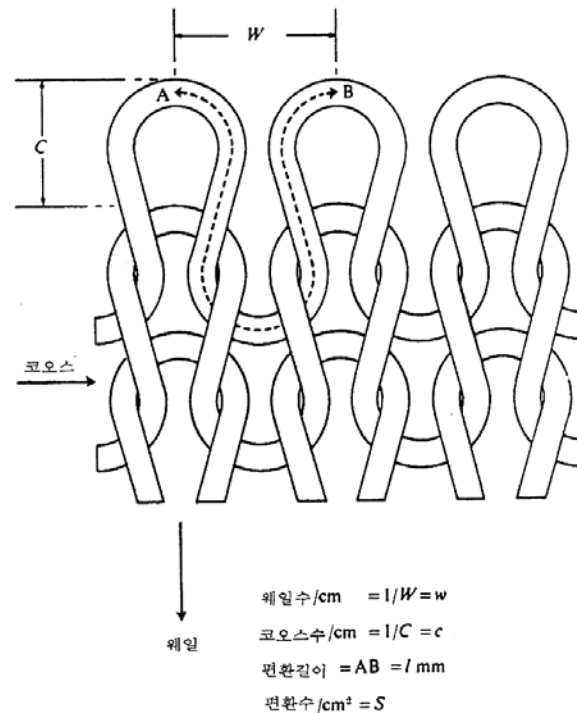
w = 단위폭당 웨일 수

l = 편환 또는 루프길이

편성포의 이완상태에 관해서는 Wool Science Review에 몇가지 자세히 설명되어 있는데, 이중 3가지를 알아보면 다음과 같다.

건조이완상태(dry relaxed state) : 편기에서 편성포를 떼어 놓고 시간이 경과함에 따라 건조이완상태라 불리는 칫수가 안정한 상태에 도달하게 된다.

습윤이완상태(wet relaxed state) : 편성포를 물에 적신 후, 편평한 관에서 건조하면 또 다시 안정한 습윤이완상태에 도달하게 된다.



<그림 13> 위편에서의 평편조직

가공이완상태(finished relaxed state) : 편성포를 물이나 증기 속에서 뒤섞으면 결과적으로 더욱 조밀한 편성포가 되어 이런 안정한 상태에 도달하게 된다.

편성포의 기하학에 대한 최근의 연구결과를 보면, 이로부터 몇가지 중요한 관련사항을 유도해 낼 수 있다.

- ① 단위면적에서 편환수, 즉 루프수는 편환길이의 제곱에 반비례한다.

$$S \propto \frac{1}{l^2}$$

$$\text{또는, } S = \frac{Ks}{l^2}$$

- ② 단위길이에서 코스수는 편환길이에 반비례한다.

$$c \propto \frac{1}{l}$$

$$\text{또는, } c = \frac{K_c}{l}$$

③ 단위폭에서 웨일수는 편환길이에 반비례한다.

$$\omega \propto \frac{1}{l}$$

$$\text{또는 } \omega = \frac{K_w}{l}$$

④ 관계식 ②와 ③으로부터,

$$\frac{\text{단위길이당 코스수}}{\text{단위폭당 웨일수}} = \frac{c}{w} = \frac{K_c}{K_w}$$

여기서 편환길이 l 은 매우 중요하며 실의 두께나 편기의 게이지는 위 식에서 적용되지 않았다는 사실에 주목하기 바란다.

각각의 안정상태에 대하여 상수인 K_s , K_c 및 K_w 와 K_c/K_w 의 값을 <표 7>에 나타내었다.

<표 7> 각 안정상태에 따른 평편조직 기하학적 상수값

상 수 직물상태	K_s	K_c	K_w	K_c/K_w
건조이완상태	19.0	5.0	3.8	1.31
습윤이완상태	21.6	5.3	4.1	1.29
가공이완상태	23.6	5.6	4.22	1.32

<표 7>에 보인 상수값은 단위길이당 코스수, 웨일수 및 편환길이에 대해서 길이를 같게 하여 유도하였다. 영국식 단위에서는 in를 사용하였고, 미터식 단위길이에서는 cm를 사용하였다. 그러나 SI단위에서는 단위길이당 코스수 및 웨일수의 경우에 cm를 사용하고 편환길이에 대해서는 mm를 사용한다. 이에 따라 K_s 값에 100을 곱해야 하며, K_c 와 K_w 의 값에는 10을 곱해야 한다.

물론 K_c/K_w 비는 변하지 않는다. SI단위에 관련된 상수값을 <표 8>에 나타내었다.

<표 8> 각 안정상태에서 평편성포 기하학적 상수값

작물상태 \ 상 수	K_s	K_c	K_w	K_c/K_w
건조이완상태	1,900	50	38	1.31
습윤이완상태	2,160	53	41	1.29
가공이완상태	2,360	56	42.2	1.32

3.2 평편조직을 가진 편성포의 면적밀도

단위면적당 루프수, 루프길이 및 실의 선밀도를 알고 있다면 편성포의 면적밀도를 다음과 같이 계산해 낼 수 있다.

$$\text{루프수}/\text{m}^2 \times \text{편환길이}(\text{mm}) \times \text{선밀도}(\text{tex}) \times 10^{-6}$$

여기서 10^{-6} 이라는 계수는 1km가 10^6mm 이기 때문에 도입하였다.

[예 제 24]

습윤이완된 평편조직의 소모편성포(worsted fabric)를 55tex의 실로 만들었는데, 편환길이는 5mm이다. 이 편성포의 면적밀도를 구하여라.

편환밀도 S 는,

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{K_s}{l^2} = \frac{2,160}{5 \times 5} \\
 &= 86.4 \text{ 편환수}/\text{cm}^2 \\
 &= 86.4 \times 10^4 \text{ 편환수}/\text{m}^2
 \end{aligned}$$

그러므로,

$$\text{m}^2 \text{ 당 실의 길이} = \text{편환길이}(\text{km}) \times 86.4 \times 10^4$$

$$= 5 \times 10^{-6} \times 86.4 \times 10^4$$

$$= 4.32\text{km}$$

$$\text{무게} = 4.32 \times \text{선밀도}(\text{tex}) = 4.32 \times 55 = 237.6\text{g/m}^2$$

편환수 $S(\text{stitches/cm}^2)$ 가 주어졌다면, 편환수/ m^2 의 값은 $S \times 10^4$ 이 되며 면적 밀도는 다음과 같게 된다.

$$\begin{aligned} & \frac{S \times l \times \text{선밀도}(\text{tex}) \times 10^4}{10^6} \quad (l \text{의 단위가 mm이기 때문에}) \\ &= \frac{Sl \times \text{선밀도}(\text{tex})}{100} \end{aligned}$$

윗 식에 다음의 관계식을 사용할 수 있다.

$$S = \frac{Ks}{l^2}$$

S 를 치환하면,

$$\begin{aligned} \text{면적밀도} &= \frac{Ks}{l^2} \times \frac{1}{100} \times \text{선밀도}(\text{tex}) \\ &= \frac{Ks \times \text{선밀도}(\text{tex})}{100l} \text{g/m}^2 \end{aligned}$$

[예 제 25]

윗 공식을 사용하여 [예제 24]의 경우 즉, $l=5\text{mm}$, $Ks=2,160$ 및 선밀도 55tex 에 대한 면적밀도를 구하여라

$$\text{면적밀도} = \frac{2,160 \times 55}{5} = 237.6\text{g/m}^2$$

(이 답은 물론 앞의 답과 같음)

[예 제 26]

다음 표는 평편조직의 편성포에서 면적밀도(g/m^2)를 편환길이(mm)와 관련지어 나타낸 것이다. 사용된 실의 선밀도는 $75\text{tex}(\text{Ne}8)$ 이다.

면적 밀도	237.5	269.6	296.7	330.6	389.9
편환길이	6.27	5.61	5.08	4.52	3.86

이 값으로부터 편환밀도 S 와 편환길이 사이에는 어떤 관계가 있음을 알게 된다.

$$S = K_s/l^2$$

이 때, K_s 값을 구하라.

이 관계식으로부터 l 이 독립변수인 $1/l^2$ 에 대하여 종속변수인 S 를 플로트하면 그래프에서 직선을 얻게 되는데, 기울기는 상수 K_s 와 같게 된다. 그리고 S 와 $1/l^2$ 에 대한 일련의 값들이 필요하게 된다.

여기서 편환길이가 1mm일 때, 편환밀도(편환수/ m^2)는,

$$\frac{A \times 10^6}{T \times l}$$

그러나 편환밀도는 편환수/ cm^2 로 나타내면,

$$\begin{aligned} S &= \frac{A \times 10^6}{T \times l \times 10^4} \\ &= \frac{100A}{Tl} \end{aligned}$$

이제는 다음과 같이 S 와 $1/l^2$ 에 대한 일련의 값들을 나타낼 수 있게 되었다.

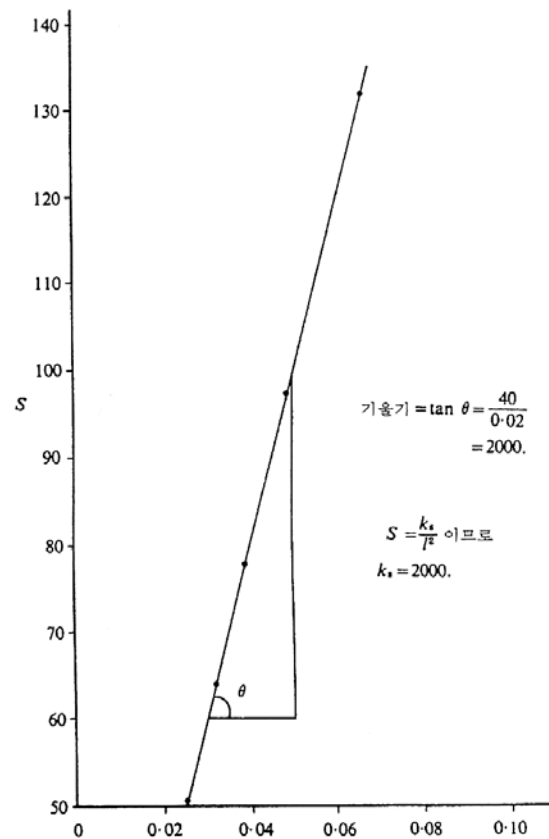
S	50.5	64	75	97.5	134
$1/l^2$	0.0254	0.0319	0.0387	0.0490	0.0672

<그림 14>에서 S 를 $1/l^2$ 에 대하여 플로트하였으며, 기울기는 2,000으로 계산되었는데, 이 값이 K_s 이다.

그래프에 의한 방법이 아니더라도 S 에 l^2 를 곱하여 구한 Sl^2 의 평균을 구하면 된다.

S	50.5	64	78	97.5	134
l^2	39.3	31.3	25.8	20.4	14.9
Sl^2	1,985	2,040	2,060	1,980	1,990

l^2 값의 합계가 10,055이므로 평균값은 $10,055/5=2,011$ 이며, 이 값이 필요로 하는 K_s 값이다.



<그림 14> $1/l^2$ 에 대하여 플로트한 편환밀도

3.3 코스밀도와 웨일밀도

<표 8>에서 웨일밀도에 대한 코스밀도의 비가 습윤이완상태에서 1.29라는 것을 알았다. 웨일밀도에 대한 코스밀도의 비를 알고 있다면, 코스밀도와 웨일밀도에 대한 코스밀도의 비를 알고 있다면, 코스밀도와 웨일밀도 모두 구할 수 있다.

[예 제 27]

습윤이완된 편성포의 편환밀도가 86.4(예제 24에서와 같이)인 경우에 코스 밀도와 웨일밀도를 구하여라.

$$\text{<표 8>로부터, } \frac{c}{w} = 1.29$$

$$c = 1.29w$$

$$\text{또한, } S = \alpha w = 86.4$$

c를 치환하면,

$$1.29w \times w = 86.4$$

$$1.29w^2 = 86.4$$

$$\text{따라서, } w = \sqrt{86.4/1.29}$$

$$= \sqrt{66.98}$$

$$= 8.184$$

$c = 1.29w$ 이므로 $c = 1.29 \times 8.184 = 10.557$ 이 된다. 그러므로 코스 밀도는 10.56/cm이며 웨일밀도는 8.18/cm이다.

[예 제 8.28]

편성업체에서 습윤처리한 후, 규정된 직물폭과 면적밀도를 갖도록 하기 위해서 어떤 특별한 편기를 사용하고자 한다. 이 때, 이용할 수 있는 항목은 다음과 같다 : 편성조직-평편조직으로 48cm의 폭(tubular : 자루편성)으로 습윤가공한 것이며, 면적밀도는 270g/m^2 이다 ; 편기의 지름은 46cm이고 게이지는 4침/cm이다. 주어진 항목으로부터 편환길기와 실의 선밀도를 구하라.

웨일밀도(wale/cm)가 w라면,

$$w = \frac{\text{편기의 침수}}{\text{가공 폭}}$$

$$= \frac{\text{편기의 지름} \times \pi \times \text{침수} / \text{cm}}{\text{튜브러의 폭} \times 2}$$

$$= \frac{46 \times \pi \times 4}{48 \times 2}$$

$$= 6.023$$

여기서 습윤가공된 편성포의 경우에

$K_w = 42.2$ 이므로

$$6.023 = \frac{42.2}{l}$$

따라서 편환길이는,

$$l = \frac{42.2}{6.023} = 7.006 \text{mm}$$

편환수/ m^2 는 S (편환수/ cm^2)에 10^4 을 곱하면 되므로 다음 방정식에 이를 대입하면,

$$S = \frac{K_s}{l^2}$$

따라서,

$$S = \frac{2,360}{7.006^2}$$

1m^2 내에 있는 편환수를 구하기 위해서는,

$$S \times 10^4 = \frac{2,360 \times 10^4}{(7.006)^2}$$

편환길이는 각각 7.006mm , 즉 $7.006 \times 10^{-6}\text{km}$ 가 된다. 그러므로 1m^2 내에서 실의 길이(km)는,

$$\frac{2,360 \times 10^4 \times 7.006 \times 10^{-6}}{(7.006)^2} = 3.369 \text{km}$$

요구되는 면적밀도는 270g/m^2 이므로 실의 선밀도가 T_{tex} 라면,

실의 길이($=\text{km/m}^2$) $\times T = \text{면적밀도}$

$$3.369 T = 270$$

$$T = \frac{270}{3.369} = 80.14$$

따라서 본 예제에서의 면적밀도는,

$$\frac{2,360 \times 80}{7 \times 100} = 270 \text{g/m}^2$$

물론, 이것은 규정된 값이다.