

섬 유 수 학

직물과 편성포 <6>

2 제작 매커니즘

2.7 바디의 변수표시법(reed counting)

2.7.1 개 요

바디살(dent)은 바디의 주요부를 형성하는 박편의 단위 또는 박편사이의 간격을 뜻한다. 이빨(tooth)이라는 말이 프랑스어로 라 당(la dent)으로서 이빨 사이로 틈이 많이 있는 것을 사람들은 바라지 않을 것이다. 실의 변수표시법에 서처럼 바디의 변수표시법에도 지역적인 요소가 있다. 바디의 단위폭 사이에 얼마만큼의 바디살이 경사를 통입하는 데 이용되는지를 보여주는 그림을 인용하는 것이 전반적으로 객관성이 있다. <표 8.5>에는 현재 사용되고 있는 여러가지 바디의 변수표시법이 나와 있다. Meter식 단위를 사용하는 곳에서는 바디변수로 미터식 변수에 바디살/cm을 사용하는 것이 이치에 맞는 것처럼 보일 것이다. 물론 미터식 바디변수는 바디의 변수표시법을 단순화한다는 이점이 있다.

어떤 직물을 제작하는 데 필요한 바디를 계산해 내야 한다고 하자. 그러면 제작된 직물폭과 바디폭간의 차이를 알아 둘 필요가 있다. [예제 16]에 있는 수치를 인용하면 직물의 경사밀도는 31.5올/cm이며, 이런 직물은 제작된 상태보다 바디에 있을 때 폭이 5% 더 크다. 이 경우에 바디밀도는 얼마인가?

경사 31.5올은 직물에서보다 바디에 있을 때, 그 폭이 5% 더 늘어난다. 그러므로 바디에서의 경사밀도는 다음과 같다.

$$31.5/1.05 = 30\text{올/cm}$$

바디살마다 2올의 경사가 통입되어 있으므로 바디밀도(바디살/cm)는 15이

다.

<표 5> 바디의 변수표시법

방 식	변수표시의 기준	
Meter(i)	1cm당	바디살 수
Meter(ii)	10cm당	바디살 수
Radcliffe	1in당	바디살 수
Huddersfield(i)	1in당	바디살 수
America	1in당	바디살 수
Stockport	2in당	바디살 수
Manchester	36in당	바디살 수
Holmfirth	48in당	20개의 바디살로 구성된 그룹의 수
Macclesfield	36in당	100개의 바디살로 구성된 그룹의 수
Scotch	37in당	100개의 바디살로 구성된 그룹의 수
Irish	40in당	100개의 바디살로 구성된 그룹의 수
Bradford	36in당	20개의 바디살로 구성된 포터(porter)의 수
Dundee	37in당	20개의 바디살로 구성된 포터의 수
Bolton	24.25in당	20개의 바디살로 구성된 포터의 수
소모식	54in당	20개의 바디살로 구성된 포터의 수
Dewsbury	90in당	19개의 바디살로 구성된 포터의 수
Leeds	9in당	19개의 바디살로 구성된 포터의 수

[예 제 16]

바디의 밀도가 15 바디살/cm이며 바디살 1개에 경사 2올씩 통일되었다. 바

디에서의 직물폭은 1.47m간에 있는 바디살 수 = $15 \times 100 \times 1.47$

바디살에 2올의 경사가 통입되어 있으므로 전 경사올수는,

$$15 \times 100 \times 1.47 \times 2 = 4,410$$

제작된 직물의 폭은 1.4m, 즉, 140cm이므로 경사밀도는,

$$4,410/140=31.5\text{올/cm}$$

2.7.2 포터(porter)와 비어(beer)

술(酒)과 관계있는 용어로서, 한 그룹내에 있는 바디살(dent) 수를 가리킨다. 그러므로 브래드퍼드식에서 바디밀도는 36in의 폭에서 각각 바디살 20개로 구성된 포터의 수가 된다. 브래드퍼드방식의 바디밀도가 40이고 바디살에 경사 4올이 통입되었따면, 바디에서의 경사밀도는 다음과 같다.

$$\frac{40 \times 20 \times 4}{36} \doteq 89\text{올/in} \doteq 35\text{올/cm}$$

비어도 포터와 같은 뜻으로 사용되는 용어이다. 한편 비어는 다른 뜻으로 사용되기도 한다. 종종 여러 올의 경사를 가리키는 데 사용하여 40올의 경사를 뜻한다.

2.7.3 바디변수 표시법의 환산

inch를 단위로 하는 바디의 변수표시법에서 길이단위에 대한 바디개수의 비를 계산하면, 그 변수표시법에서 상수가 되는 값을 얻게 된다. 브래드퍼드식에서 이 비는 $20/36=0.556$ 이고, 스톡포트식에서는 $1/2=0.500$ 이 된다. 해당되는 변수표시법에서 상수로부터 바디 1s에 대한 바디살/in을 나타낼 수 있다. 따라서 각각의 변수표시법에 대하여,

$$\text{바디의 변수} \times \text{상수} = \text{바디살/in}$$

이로부터 다음을 추측해 볼 수 있다.

A방식의 바디변수 × A방식의 상수 = B방식의 바디변수 × B방식의 상수

또는, A방식의 바디변수 × $\frac{A방식의 상수}{B방식의 상수}$ = B방식의 바디변수

[예 제 17]

스톡포트식의 바디변수가 브래드퍼드식의 바디변수 36s와 바디살/in이 같을 때 변수는 얼마인가?

$$\begin{aligned}\text{스톡포트식의 바디변수} &= \text{브래드퍼드식의 바디변수} \times \frac{\text{브래드퍼드식의 상수}}{\text{스톡포트식의 상수}} \\ &= 36 \times 0.556 / 0.500 \\ &= 40s\end{aligned}$$

미터(m)식 바디변수의 상수는 바디살/cm를 기준으로 하고 있으므로, $1/0.3937=2.54$ 이다(미터식은 바디살 1개를 하나의 기본단위로 하며, 1cm는 0.3937in임). 이제는 각각의 바디변수법을 미터식 바디변수로 바꿀 수 있는 환산계수를 계산할 수 있게 되었다.

[예 제 18]

소모식 바디변수 60s에 해당하는 밀도를 가진 미터식 변수는 얼마인가?

$$\begin{aligned}\text{미터식 변수} &= \text{소모식 변수} \times \frac{\text{소모식 상수}}{\text{미터식 상수}} \\ &= 60 \times \frac{0.370}{2.54} \\ &= 60 \times 0.146 \\ &= 8.76\end{aligned}$$

[예제 18]에서 소모식 상수/미터식 상수의 값은 소모식 바디변수를 미터식 바디변수로 바꾸는 환산계수가 된다. 이런 방법으로 계산을 계속하다 보면 모든 바디변수법에 대한 환산계수를 구할 수가 있다. 예를 들어,

듀스버리식 = $0.211/2.53=0.083$

아메리카식 = $1/2.54=0.393$

브래드퍼드식 = $0.553/2.54=0.218$

<표 6>에 각각의 바디번수법에 대한 환산계수를 나타내었다. 종래의 바디번수를 미터식 바디번수로 바꾸는 환산계수는 종전의 바디번수끼리 서로 환산하는 데 또한 사용할 수 있다.

<표 6> 기존의 바디번수를 미터식 바디번수로 고치는 환산계수

방 식	환 산 계 수
Meter(ii)	0.100
Radcliffe	0.393
Huddersfield(i)	0.393
America	0.393
Stockport	0.197
Manchester	0.011
Holmfirth	0.164
Macclesfield	1.093
Scotch	1.064
Irish	0.985
Bradford	0.218
Dundee	0.213
Bolton	0.325
소모식	0.146
Dewsbury	0.083
Leeds	0.831

주) 위 표에서 환산계수는 다음과 같이 사용되었다.

기존의 바디번수 $\times$ 환산계수 = 미터식(i) 바디번수

미터식(i) 바디번수 / 환산계수 = 기존의 바디번수

미터식(i) 바디번수와 미터식(ii) 바디번수는 <표 5>의 정의를 참조

[예 제 19]

스톡포트식 바디변수 30s 블랙번(Blackburn)식 바디변수로 환산하라.

$$\begin{aligned}\text{블랙번식 변수} &= \text{스톡포트식 변수} \times \frac{\text{스톡포트식 환산계수}}{\text{블랙번식 환산계수}} \\ &= 30 \times \frac{0.197}{0.175} \\ &= 30 \times 1.16 \\ &= 34.8s\end{aligned}$$

2.7.4 바디에서 단위폭당 경사율수

바디에 경사를 통입시킬 때, 보통은 바디살에 경사를 2올씩 통입한다. 그러므로 미터식 바디변수에 2를 곱하여 바디에서의 경사밀도를 구할 수 있다. 각 바디살에 2올의 경사를 통입하는 것은 보통으로 하는 방법이지만 널리 사용되는 방법은 아니므로, 이를 계산하는 데 주의가 필요하다.

[예 제 20]

스톡포트식 변수로 72s인 바디에 바디살마다 2올의 경사가 통입되었다. 바디에서의 경사폭은 45in이나 제지된 직물폭은 43in이다. 이 경우에 다음을 계산하여라.

- (a) 바디에서의 경사밀도(올/in)
- (b) 직물에서의 경사밀도(올/in)
- (c) 미터식 바디변수,
- (d) 직물에서의 경사밀도(올/cm)

(a) 스톡포트식 변수로 72s인 바디에는 2in당 72개의 바디살, 즉 36개/in가 있다. 바디살에 2올의 경사가 통입되어 있으므로, 바디에서의 경사밀도는 2

$\times 36 = 72$ 올/in가 된다.

(b) 직물에서의 경사밀도는 바디에서의 경사밀도보다 비율(바디에서의 경사폭/직물폭)로 보아 크다. 따라서,

$$\begin{aligned}\text{직물에서의 경사밀도(올/in)} &= 72 \times 45/43 \\ &= 75.34 \approx 75\end{aligned}$$

(c) 스톡포트식 바디변수에 대한 환산계수 = 0.197이므로,

$$\text{미터식 바디변수} = 72 \times 0.197 = 14.2$$

(d) 따라서, 직물에서의 경사밀도(올/cm) = 미터식 바디변수 $\times 2 \times 45/43$

$$= 14.18 \times 2 \times 45/43$$

$$= 29.7 \text{올/cm}$$

$$\text{또는, 올/in} \div 2.54 = 75.34/2.54$$

$$= 29.7 \text{올/cm}$$

[예 제 21]

경사밀도가 50올/cm, 위사밀도가 26올/cm인 면직물을 15tex(Ne 40)의 실로 제작하였다. 바디살 밀도가 24개/cm이며 바디살에 2올의 경사가 통입되었다. 바디살간의 간격은 위사방향에서 볼 때, 바디살의 굽기와 같다. 2올의 경사가 바디에 통입될 때, 경사가 차지하는 부분이 바디살 간의 간격보다 큰지 작은지를 판정, 경사의 직경과 바디살간의 간격이 같게 되는 바디살의 두께를 구하라. 경사의 유효직경은 $0.374\sqrt{\text{선밀도(tex)}}$ mm 라고 가정한다.

바디살의 두께는 바디살 사이의 간격과 같이 때문에 cm당 바디살 24개와 23개의 간격(dent)이 있다. 그러므로 실이 통입되지 않은 간격의 폭은 $1/48\text{cm} = 10/48\text{mm} = 0.2084\text{mm}$ 이다. 경사의 직경 = $0.374\sqrt{15} = 0.1448\text{mm}$ 이므로

경사 2올씩 통입될 때 결합된 폭은 $2 \times 0.1448 = 0.2896$, 이는 0.2084보다 분명히 크다. 1개의 바디살에서 실의 결합폭은 바디살 사이의 간격보다 크므로 개구 운동시 마찰이 일어날 것으로 결론내릴 수 있다. 바디밀도가 24개/cm의 값을 유지하고 동시에 간격을 더 벌리기 위해서는 바디살의 두께를 줄여야 한다. 바디살 1개에 간격을 더하면 $1/24 = 0.4168\text{cm}$ 이다. 이중에 0.2896mm는 바디살의 간격이므로 소요되는 바디살의 두께는 $0.4168 - 0.2896 = 0.1272\text{mm}$ 가 된다.

2.8 직기의 효율(loom efficiency)

직기의 효율은 다음과 같이 백분율로 나타낼 수 있다.

$$\text{직기의 효율} = \frac{\text{직기의 실제 생산량}}{\text{이론에 의한 생산량}} \times 100$$

다른 방법으로도 직기의 효율을 구할 수 있는데, 이는 직기의 가동된 시간을 고려한 것이다.

$$\text{직기의 효율} = \frac{\text{실제 가동한 시간}}{\text{실제 가동한 시간} + \text{정지한 시간}} \times 100$$

직기가 정지해 있는 시간은 관리를 잘하여 적당한 실을 선택하고, 경사와 위사의 준비공정 및 이에 맞는 직기를 선택하고 보전관리하며, 운전자를 교육시키고 감독함으로써 최소화할 수 있다.

[예 제 22]

자동직기로 제작할 때, 그 기능을 조사하여 다음의 정보를 알아내었다.

- 제작속도 : 180ppm
- 북침 100,000회당 경사절 이음 : 20회
- 북침 100,000회당 위사절 이음 : 15회

- 북침 100,000회당 직기의 정지에 따른 기타 보수 : 6회
- 경사절 이음에 소요된 평균시간 : 0.85분
- 위사절 이음에 소요된 평균시간 : 0.30분
- 그밖의 보수에 따른 평균시간 : 0.12분

이때의 직기효율을 구하여라.

북침 100,000회를 하는데 소요된 시간

$$= 100,000 / \text{직기의 속도} = 100,000 / 180 = 555.5 \text{분}$$

$$\text{경사절 때문에 정지한 시간} = 20 \times 0.85 = 17 \text{분}$$

$$\text{위사절 때문에 정지한 시간} = 15 \times 0.30 = 4.5 \text{분}$$

$$\text{기타의 보수 때문에 정지한 시간} = 6 \times 0.12 = 0.72 \text{분}$$

$$\text{정지시간의 합계} = 17 + 4.5 + 0.72 = 22.22 \text{분}$$

$$\text{북침 100,000회로 제작하는 데 소요된 시간의 합계} = 555.5 + 22.22 = 577.72$$

분

그러므로,

$$\begin{aligned} \text{직기의 효율} &= \frac{\text{실제 가동된 시간}}{\text{전체시간}} \times 100 \\ &= \frac{555.5 \times 100}{577.72} \\ &= 96.16\% \end{aligned}$$

이 효율에서는 직기상의 큰 고장, 감내기(gaiting), 연경(tying)같은 데 소요되는 시간을 고려하지 않았다.

2.9 직기의 생산량(loom production)

생산된 직물의량은 시간을 단위로 하여 몇 가지 방식, 즉 삽입된 위사 올 수 또는 제작된 직물에서의 길이, 면적, 무게로 나타낼 수 있다.

[예 제 23]

바디폭이 140cm인 직기에서 210ppm의 속도로 제작된 직물의 구성이 다음과 같다.

경사 : 20tex(Ne 30), 직축률 6%, 밀도 16올/cm

위사 : 20tex(Ne24), 직축률 10%, 밀도 20올/cm

직기의 가동효율이 86%일 때 40시간의 생산량을 구하라.

(a) 직기의 생산량을 위사수로 나타내는 경우

$$\text{위사수} = \text{직기속도} \times 60 \times 40 \times \text{효율}$$

$$= 210 \times 60 \times 40 \times (86/100)$$

$$= 433,440 \text{ 올} / 40 \text{ 시간}$$

(b) 직기의 생산량을 생산된 직물의 길이로 나타내는 경우

$$\text{길이(m)} = \frac{\text{40시간의 위사수}}{\text{위사수/cm} \times 100}$$

$$= \frac{433,440}{20 \times 100}$$

$$= 216.72 \text{ m} / 40 \text{ 시간}$$

(c) 직기 생산량을 생산된 직물의 면적으로 나타내는 경우가 다음과 같다.

직물폭에 대한 말은 없지만 바디폭과 직축률을 알기 때문에 직기 생산량을 계산할 수 있다. 위사의 직축률은 10%이며, 복침할 때 삽입되는 위사의 길이는 바디폭인 140cm로 간주한다. 따라서, 이 길이는 직물폭에 직축률에 감안한 길이가 된다. w 를 직물폭, c 를 직축에 의한 길이 차이, l 을 복침할 때 삽입되는 위사길이라고 하자. 그러면,

$$w + c = l$$

$$\text{직축률\%} = \frac{c}{w} \times 100$$

앞의 조건에 대입하면

$$w + c = 140$$

$$100 \text{ } c/w = 10$$

$$c = \frac{10w}{100} = 0.1w$$

$$w + 0.1w = 140$$

따라서,

$$w = 140/1.1 = 127.3\text{cm}$$

그러므로 40시간당 생산되는 직물의 길이에 1.273m를 곱하면 생산되는 직물의 면적을 구하게 된다.

$$\text{면적}(\text{m}^2) = 216.72 \times 1.273$$

$$= 276\text{m}^2/40\text{시간}$$

(d) 직물의 m^2 당 무게는,

$$\begin{aligned} \text{무게} = & \frac{\text{경사올수/cm} \times (100 + \text{경축율}\%) \times \text{경사 선밀도(tex)} \times 100}{100 \times 1,000} \\ & + \frac{\text{위사올수/cm} \times (100 + \text{위축율}\%) \times \text{위사 선밀도(tex)} \times 100}{100 \times 1,000} \end{aligned}$$

아울러, 이 값은 면적밀도(g/m^2)가 된다.

앞서 제시된 조건들을 대입하면 면적밀도는,

$$\frac{16 \times 106 \times 20 \times 100}{100 \times 1,000} + \frac{20 \times 110 \times 25 \times 100}{100 \times 1,000}$$

$$= 33.92 + 55$$

$$= 88.92\text{g/m}^2$$

따라서 생산된 직물의 면적에 $88.92/1,000$ 을 곱하면, 생산된 직물의 무게를 $\text{kg}/40\text{시간}$ 으로 나타내어 구할 수 있다. 따라서,

$$\text{생산된 무게(kg)} = \frac{276 \times 88.92}{1,000} = 24.54\text{kg}/40\text{h}$$