설계이론을 중심으로 한 직물구조

제 2 장 직물구조의 요소(Element of Cloth Structure)

1. 경사와 위사의 직축률(Warp and weft Cimp)

사를 교착하면 경사와 위사를 파상형태로 변형케 하며, 이 파상의 평면은 직물의 평면에 수직이 된다. 이 파상을 직축율(Crimp)이라고 칭한다. 직축은 분수 C이거나 백분율 C%로 표시한다.

$C=(L_y-L_f)/L_f$

$C\%=(L_y-L_f)\times 100/L_f$

여기서 L_y=사의 직축되지 않은 장

L_f=직물에 있어 사의 장

$C=(L_f-L_f)/L_f=L_f/L_f-1$

$1+C=L_y/L_f$

즉, (1+C)를 직축비(Cripm Ratio)라고 칭한다. 이것은 직물계산에 이용된다. 계산시에 경사의 직축율을 C_1, 위사의 직축율을 C_2로 한다.

(계산 예1) 경사의 직축율이 12%일 때, 직물 60yd를 제직하는데 요하는 경사장을 계산하라.

L_f=160yd. C_1=0.12

$L_y=L_f(1+C)=160\times(1+0.12)=179.2$yd.

(계산 예2) 경사의 직축율이 8%일 때, 경사장 800yd로 제직할 수 있는 직물의 장을 구하라.

L_y=800yd. C_1=0.08

$L_f=L_y/(1+C)=800/1.08=740.8$yd

북이 벌어진 개구(Open Shed)에 위사를 삽입할 때, 위사는 직축되지 않고,

각 위사는 장 Ly를 가지며, 이것은 바디(Reed)에 있어서 경사에 의하여 점유된 폭과 동일하다. 이것을 바디폭(Reed Width)이라고 칭한다. 위사가 바디에 의해서 바디침(Beat Up)이 되고 그러드팰(Cloth Feel)에서 직물에 짜여질 때 위사는 경사에 의해 작용되는 가위와 같은 압력(Scissors-Like Pressure)에서 직축하려고 한다. 이 시기에, 각변에 가까운 경사의 바디에 의한 과도한 마찰을 방지하기 위하여 위사는 텀플(Temple)에 의한 직축이 방지된다. 텀플은 직물을 바디축에 대한 크러트팰에 가깝게 지지시키는 역할을 한다) 직물이 브레스트빔(Breast Beam)에 향하여 전진하는데 따라 직물은 템플을 떠나고, 축 L_f(이것을 생지폭 : Loomstate Width이라고 칭함)에서 수축이 하지 않게 된다. 위사는 방금 직축된다. 따라서 바디폭, 직물의 생지폭 및 생지상의 위사직축이 있다. 세 가지 중에서 두 가지를 알게 되면 제3자의 것은 계산할 수 있다.

(계산 예3) 직물의 생지폭상의 위사 직축율이 6%일 때, 38inch의 생지폭의 직물에 요하는 바디 폭을 계산하라.

$L_f = 38″C_2=6\%=0.06$

$L_y = L_f(1+C)=38\times1.06=40.28″$

(계산 예4) 바디 폭이 60″이고 경사의 직축율이 9%일 때 직물의 생지폭을 계산하라.

$L_y=60″C_2=9\%=0.09$

$L_f=L_y(1+C)=60/1.09=55.05″$

(계산 예5) 바디 폭이 44″이고 생지폭이 40″일 때, 생지폭상의 위사 직축율을 계산하라.

$L_y=44″ \quad L_f=40″$

$(1+C)=L_y/L_f=44/40=1.10$

$C_2=0.10=10\%$

이상의 예에서 생지폼(Loommstate Cloth) 위사직축율에 대하여 정리후명(Finished Cloth)의 위사 직축율을 대용한다면, 생지품의 폭에 대한 정리후품의 폭을 대용할 수 있다. 가공 처리중에 회복되지 못하는 수축이 생기지 않는다면 이 계산은 정당하다.

2. 경사와 위사의 중량계산

사를 주문하고 직물원가를 계산할 목적으로, 주어진 장의 직물에 있어 경사와 위사의 중량을 계산가능함이 필요하다. 이것을 계산하기 위해서는 직물의 장과 폭, 경위사의 밀도(inch당 사본수), 경위사의 번수(또는 섬도), 경위사의 직축율을 알아야 할 필요가 있다.

w = 경사 또는 위사의 중량이라면 다음과 같다.

$$w = \frac{\text{사의 합계장(yd)}}{\text{사의 yd/1lb}} \cdots\cdots\cdots (2.1)$$

공식(2.1)에서 분자를 생각하여 보면, 1필(四)의 경사의 합계장은 다음과 같다.

1필의 경사의 합계장=경사총본수×각 경사의 장(yd)

경사총본수는 다음과 같다.

(a) 바디폭×바디폭상의 경사본수/in.이거나

(b) 섬유폭×섬유폭상의 경사본수/in.

주어진 섬유장에 대한 경사장은 알 수 있다. 그렇지 않다면 다음과 같다.

각경사의 장-섬유장×(1+Cl)

1필의 직물의 총위사본수는 다음과 같다.

1필의 총위사본수=섬유장(yd)×위사본수/in×36

각위사의 장(yd)는 다음중의 한가지로부터 알 수 있다.

(a) 바디폭(in)/36 또는

(b) 섬유폭(in)×(1+C_2)/36

간접식번수제에 대한 공식(2.1)의 분모는 다음과 같다.

즉, 사의 yd/1lb=번수×(특정번수제에 대한)☆ 행크당 yd

☆ 면사번수 : 840yd

소모사번사 : 560yd 등

Denier 또는 Tex와 같은 직접식 번수제에 대한 yd/lb는 그리 용이하게 계산할 수 없고, 다음과 같이 상수를 정하여 계산하는 것이 편리하다.

(ⅰ) Denier제

Denier의 정의에 의하면, 1Denier는 중량 1g에 장 9,000m이고, 따라서 1denier는 1lb에 9,000×453.6×1.0936 = 4,464,000yd이다.

따라서 yd/lb =4,464,00/Denier 직접식번수제에 대하여 공식(2.1)를 다음과 같이 고쳐 쓸 수 있다.

$$w = \frac{\text{사의 합계장(yd)} \times \text{Denier}}{4{,}464{,}000} \cdots\cdots\cdots (2.2)$$

4,464,000의 역수는 2.24×10^{-7}이고, 공식(2.2)를 다음과 같이 고쳐 쓸 수 있다.

w=사의 합계장(yd)×Denier×2.24×10^{-7} · · · · (2.3)

(ⅱ) Tex제

Tex의 정의에 의하면, 1Tex는 중량 1g에 장 1,000m이고 따라서 1Tex는 1lb에

1,000×453.6×1.0936=496,000yd이다.

따라서 yd/lb=496,000/Tex

Tex제에 대하여 공식(2.1)을 다음과 같이 고쳐 쓸 수 있다.

$$w = \frac{\text{사의 합계장(yd)} \times \text{Tex}}{496{,}000} \cdots\cdots\cdots (2.4)$$

496,000의 역수는 2.016×10^{-6}이고, 따라서 공식(2.4)을 다음과 같이 고쳐 쓸 수 있다.

w=사의 합계장(yd)×Tex×2.016×10^{-6} · · · · (2.5) 공식(2.3)과 (2.5)는 (2.2)와 (2.4)보다 계산하는데 약간 편리하다.

(계산 예6)

다음의 면직물에서 평방 yd당의 경사와 위사의 중량과 평방 yd당의 직물 중량(oz/yd^2)을 계산하라.

22's×18's, 64×60, C_1=6.5%, C_2=8.5%

1평당 yd당의 경사본수 = 64×36

각 경사의 장=(1+0.065)yd=1.065yd

따라서 $w_1=\frac{64\times36\times1.065}{22\times840}=0.133lb$

1평방 yd당의 위사본수 = 60×36

각 위사의 장=(1+0.085)yd=1.085yd

따라서 $w_2=\frac{60\times36\times1.085}{18\times840}=0.155lb$

직물중량(oz/yd^2)=(w_1+w_2)×16=4.61oz/yd^2

(계산 예7)

다음의 나일론 직물에서 평방 yd당의 경사와 위사의 중량과 평방 yd당의 직물 중량(oz/yd^2)을 계산하라.

$45^D\times45^D$, 104×96, C_1=4%, C_2=5%

경사의 합계장=104×36×(1+0.04)yd

위사의 합계장=96×36×(1+0.05)yd

yd/lb의 역수=$45\times2.24\times10^{-7}$

따라서 $w_1=104\times36\times1.04\times45\times2.24\times10^{-7}=0.040lb$

$w_2=96\times36\times1.05\times45\times2.24\times10^{-7}=0.038lb$

공식(2.3)을 직접응용하면 동일한 결과를 얻는다.

직물중량=$(0.040+0.038)\times16=1.25oz/yd^2$

(계산 예8)

다음의 스프직물의 1필에 대한 경사와 위사의 중량을 계산하라.

90yd×38in, 30Tex×32Tex, 62×58, C_1=9.5%, C_2=7.5%

경사의 합계장=$62\times38\times(1+0.095)\times90yd$

(58×36)은 직물의 1yd내의 위사본수이고, (38/36×1.075)는 각위사의 장(yd)이다. 공식(2.50를 사용하면 다음과 같다.

$w_1=62\times38\times1.095\times90\times30\times2.016+10^{-6}=13.76lb$

(계산 예9)

다음 소모직물의 1필에 대한 경사와 위사의 중량을 계산하라.

직물장 = 63yd, 경사장=70yd, 바디폭=64in

바디상의 경사밀도=50본/in, 직물상의 위사밀도=48본/in,

경사 및 위사의 번수=2/32’s

(소모식)

$$w_1=\frac{(\text{바디상의 경사밀도})\times(\text{바디폭})\times(\text{경사장})}{\text{경사의 yd/lb}}=\frac{50\times64\times70}{32/2\times560}=25lb$$

$$w_2=\frac{(\text{위사밀도})\times(\text{바디폭})\times(\text{직물장})}{\text{위사의 yd/lb}}=\frac{48\times64\times63}{32/2\times560}=216.6lb$$

계산예 7에서는 경사와 위사의 직축율을 직접 참조하지 않고 계산하였다.

기지의 경사장과 직물장으로부터 경사의 직축율을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$(1+C_1)=L_y/L_f=70/63=1.11$

따라서 $C_1=11\%$

그러나 직물폭이 주어지지 않기 때문에 위사의 직축율은 계산할 수 없다.

3. 피복도(Cover Factor), K

사직경에 대한 Law와 Ashenhurst의 연구업적을 제1장에 기술하였다. 소모공업과 방모공업분야에서 이들과 타학자는 다소 복잡한 직물설계 이론(Cloth-Setting Theory)에 대한 기초로서 대략적인 사직경을 사용하였으며, 이 설계이론은 최소한의 시험과 오류로서 원하는 성질의 직물을 제직할 수 있도록 직물설계자를 도우려고 기도한 것이었다. 이들 이론은 직물구조를 계통화하기 위한 중요한 기도이었다.

미국의 Shirley institute의 Peirce는 주로 면직물에 대하여 상이한 문제에 접근하였다.

그의 논문 “직물구조의 기하학”(The Geometry of Cloth Structure, 1937년)에서 방식적이고 방대한 이론을 전개하였으며, 논문의 발표 이래 이 논문은 직물구조에 있어서 실시적인 문제를 개산적으로 해결하는데 유익한 방법의 발전에 대한 기초를 정명하였다.

Fig1.1에서와 같이 사직경에 대한 사간격의 비례 즉, d/p는 직물의 경사 또는 위사에 있어서 사의 밀집관계(Relative closeness)에 대한 측도이다. 이 비례는 역시 경사 또는 위사에 의해서 피복(cover)되는 직물면적을 분수로 표현한다. 따라서 이것을 분수의 피복(Fractional Cover)라고 칭한다.

즉, 분수의 피복=d/p

Peirce의 사직경에 대한 개산 $d=\frac{1}{28}\sqrt{N}$을 대용하면 다음과 같다.

$$\frac{d}{p}=\frac{n}{28\sqrt{N}}\times\frac{1}{P}$$

그러나 1/P=n, n=사본수/in 이라하면,

$$\frac{d}{p}=\frac{n}{28\sqrt{N}}\cdots\cdots\cdots(2.6)$$

사가 방금 접촉하였을 때 d/p는 1.0의 치를 갖는다.

Peirce 공식(2.6)에 28을 승하여 피복도(cover factor)k로서 결과를 정하였다.

피복도 $K=\frac{n}{N}\cdots\cdots\cdots(2.7)$

28을 승하였기 때문에 사가 방금 접촉하였을 때, 공식(2.7)에서 정한 피복도는 28의 치를 갖는다. 각 피복도에 상당하는 관계사간격을 Fig 2.2에 표시한다.

보통으로 경사와 위사에 대한 피복도를 각각 계산한다.

경사의 피복도 $K_1=\frac{n_2}{\sqrt{N_1}}$

위사의 피복도 $K_2=\frac{n_2}{\sqrt{N_2}}$

경사와 위사의 피복도의 합계는 직물의 피복(Cloth Cover Factor)Kc라고 칭한다.

그러나 경사와 위사의 피복도를 따로 따로 표시하는 것이 관습적이고 더욱 알려져 있다. 연상수(Twist Factor)가 상이한 번수의 사에 있어 연의 강약정도를 비교할 수 있게 하는 것과 마찬가지로 피복도도 상이한 직물에 있어 사의 밀집관계(Relative Closeness)를 비교할 수 있게 한다.

(계산 예10)

다음의 평직물에 있어 경사의 밀집도(Relative Closeness)를 비교하라.

(a) 16’s면사, 50본/in

(b) 36’s면사, 85본/in

(a) 직물의 $K_1=\frac{50}{\sqrt{16}}=12.5$

(b) 직물의 $K_1=\frac{84}{\sqrt{36}}=14.0$

경사는 (a) 직물에서 보다 (b) 직물에서 더욱 조밀하게 배열되었다.

다른 사번수제에 대하여도 피복도를 계산하기 전에 번수는 상당하는 면사번수로 환산하여야 한다.

(계산 예11)

다음 직물에 대한 경사와 위사의 피복도를 계산한다.

경사 : 60Denier, 나일론사 96본/in

위사 : 48’s소모사, 72본/in

60Denier $\frac{5313}{60}=88.57's$ (면사)

$K_1=\frac{96}{\sqrt{88.57}}=10.2$

48’s(소모사)$=48\times\frac{560}{850}=32's$(면사)

$K_2=\frac{72}{\sqrt{32}}=12.7$

면사 이외의 사번수제로서 습관적으로 계산하려고 한다면 피복도를 계산할 때마다 면사번수도 환산하여야 하는 것은 곤란한 일이다. 그래서 각 사번수제에 대한 상수를 계산하여 두면 피복도의 계산에 편리하다.

<표 2.1>

간접식번수제	직접식번수제
$K=\frac{Cn}{\sqrt{N}}$	$K=Cn\sqrt{N}$

여기에서 N는 특정한 사번수에 있어서의 사번수(섬도)이다.

사번수제	C의치	사섬도제	C의치
면 사	1.0	Denier	0.01375
소 모 사	1.228	Tex	0.04126
Linen Lea	1.667	lb/spdl	0.2422
방 모 사	1.822		

(계산 예12)

방모사 16’s, 사밀도 26본/in에 대한 피복도를 계산하라

표2.1에 의해서

$$K=\frac{1.822\times 26}{\sqrt{16}}=11.8$$

(계산 예13)

100Denier, 사밀도 80본/in에 대한 피복도를 계산하라.

표2.1에 의해서

$$K=0.01375\times 80\sqrt{100}=11.0$$

(계산 예14)

2/100’s면사, 밀도 90본/in에 대한 것과 동일한 피복도가 되는 5Tex 나일론사의 사밀도를 구하라.

2/100’s의 단사번수는 50’s에 상당하기 때문에

$$K=\frac{90}{\sqrt{50}}=12.7$$

따라서 $K=12.7=0.04126\times n\times\sqrt{5}$

$$N=\frac{12.7}{0.04126\times\sqrt{5}}=138\,본/in$$

이 문제는 표 2.1을 참조하지 않고, 다음과 같이 해답할 수 있다.

$$5Tex=\frac{590.5}{5}=118's\,(면사번수)$$

전과 같이 $K=12.7=\frac{n}{118}$

$$n=12.7\times\sqrt{118}=138\,본/in$$

피복도란 술어가 생겼을 때의 환경에 의한 조건으로 한 것이다. 이것은 비체적(Specific Volume) 1.1에 기초를 둔 면사에 적당한 개산적인 사직경에 관계를 둔 것이고, 사가 바로 접촉하였을 때, 28의 치를 갖는다. 피복도는 사본수/in에 대한 사의 면사번수의 평방근에 비례 즉, $n/\sqrt{N}$ 로 정해진다. 일부의 학자는 N가 고찰중의 어느 특정한 간접식사번수제에 있어서 사번수일 때 피복도를 $n/\sqrt{N}$ 로서 정하는 경향이 있다.

이 경우에 사가 바로 접촉할 때의 피복도는 각 사번수에 대하여 상이한 치를 갖는다. 동양으로 N가 어느 특정한 직접식사번수제에 있어 사번수일 때, 직접식 사번수제에 있어서의 피복도는 $n/\sqrt{N}$ 로 정할 수 있다. 그리고 또 사가 바로 접촉할 때 피복도는 각 직접식사번수제에 대하여 상이한 치를 갖게 된 것이다. 이것은 분명히 이들 연구과정에 의해서는 아무것도 얻지 못한다.

그러나 분수의 피복(Fractional Cover)d/p 즉, dn(1/p=n)으로 되돌아 갈 수 있다면, 적당한 방법으로 사직경을 계산할 수 있고, 비례 d/p는 상당 사에 의해서 피복되는 직물면적을 분수로 표시할 수 있다. 분수의 피복은 간단한 개념이고 설명을 요하지는 않는다. 그러나 Peirce의 피복도($K=n\sqrt{N}=28d/p$)에 대

한 정의는 옳게 수립되었기 때문에 많이 응용한다.

4. 사와 직물의 강력관계

직물을 이완하여 두고 내력의 영향을 받지 않게한 1필의 직물에 있어서는, 경사와 위사의 직축사이에 어떠한 균형이 있을 것이다. 직물이 대략적으로 정방형(Square) 즉, $n_1=n_2$, $N_1=N_2$이라며, 경사와 위사의 직축을 Fig.2.3에서와 같이 동일할 것이다. 직물에 작용하는 외력이 없는 것으로 가정한다 하여도, 사의 내와 사들 사이에 내력이 있을 것이다. 특히 경사와 위사는 Fig.2.3A의 작은 화살표와 같이 교착점에서 서로 압력을 작용한다.

Fig. 2.3B에서와 같이 직물의 평면에 있어 즉, 경사에 평행하게 작용하는 어떠한 외향장력 t를 상상하여 본다. 그 효과는 경사의 직축을 감소하고 위사의 직축을 증가할 것이다. 직물은 시초에 이완된 상태에 있었기 때문에, 이 직축의 증가는 교착점에 있는 위사에 경사가 작용하는 압력의 증가로 인할 수 있는 것이다. 여기에서 역시 특기할 것은 경사의 직축감소는 직물의 장을 증가시키며, 또 위사의 직축증가는 폭을 감소시키는 것이다.

장력이 직물에 작용할 때, 경사와 위사사이의 압력증가는 방속사에 있어 연의 장력과 비슷한 효과가 있다.

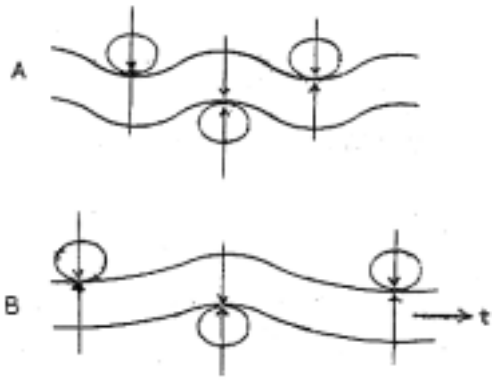
이것은 섬유의 활락(slippage)을 방지하는데 도움이 된다. 이 효과를 직물의 조력성(Fabric Assistance)이라고 칭한다. 이 효과는 직물의 강력을 증가시키는 것이고, 따라서 어떠한 조건하에서는 경사방향의 직물강력은 각 경사의 강력의 합계보다도 클 수 있다. 이들 조건은 대략 다음과 같다.

(a) 예로서 조밀하게 구성된 평직물에서와 같이 단위면적당 교착점이 많은 것과,

(b) 경사방향의 강력을 고려한다면, 경사는 최대한의 사강력을 부여하는데

요하는 연상수 이하로 방적하여야 한다.

(Fig. 1.4 참조)



제3장 간단한 평직조직의 직물(Simple Plain-Weave Fabric)

1. 평직조직의 직물의 분류

평직조직의 직물은 생산고에서 높은 비중을 나타낸다. 이것은 특히 면리넨(Linen), 황마 및 인조섬유로 된 방적사와 필라멘트사 양자에 있어서 더욱 그러 하다. 평직조직의 직물은 경사와 위사중에서 어느 것이 더욱 많이 나타나든가에 따라 분류하는 것이 편리하다. 이러한 분류를 하기 까지는 최소한 두 가지 방법이 있다. 가장 간단한 방법은 경사와 위사의 피복도의 표현형식으로 하는 것이다.

(a) 대략 정방형의 직물(Approximately Square Cloth)

이 직물에 있어서는 경사와 위사의 번수, 경사와 위사의 밀도, 따라서 경사와 위사의 피복도가 대략 동일하고 그래서 경사와 위사는 직물 양면에 동등하게 출현한다. 경사와 위사의 직축도 역시 보통으로 대략 동일하다. 이 종류에는 중량과 구조(Tecture)가 광범위한 직물이 포함된다.

(b) 경사표면직물(Warp-faced Cloth)

이 직물에 있어서는 경사의 피복도는 질적으로 위사의 것 보다 크며, 그리고 경사는 직물 양면에서 더욱 많이 출현한다. 경사의 직물은 본질적으로 위사의 직축보다 크다. 경사와 위사의 번수는 비등하나, 보통 위사의 번수는 굵다. 이 종류에 속하는 중량과 구조의 범위는 좀 넓으나, (a) 종류의 직물의 것보다는 좁다.

(c) 위사표면직물(Weft- Faced Cloth)

이 직물에 있어서는, 위사의 피복도는 본질적으로 경사의 것보다 크며 그리고 위사는 직물양면에서 더욱 많이 출현한다. 위사의 직축은 경사의 직축보다 크며, 위사는 보통 굵고, 유연하게 방적된 사이다. 이 종류에 속하는 범위는 제한되어 있다.

일부의 관점으로 합리적인 타의 분류방법은 균형구조(Balanced Structure)와 불균형 구조로 구분하는 것이다.

(1) 균형구조의 직물(Balanced Cloth)

이 직물에 있어서는 경사와 위사의 번수는 비슷하고 경사와 위사의 밀도는 비등하다. 환언하면, 직물은 상기의 (a)에서 정의한 정방형 직물이다.

(2) 불균형구조의 직물(Unbalanced Cloth)

상기(1)의 요구조건에 따르지 않은 모든 직물을 포함한다. 이들은 다음의 3종류로 구분된다.

(a) 경사와 위사의 밀도는 비슷하나, 번수가 상이하고, 따라서 경사와 위사의 피복도도 역시 상이하다.

(b) 경사와 위사의 번수는 비슷하나, 밀도가 상이하며, 따라서 경사와 위사의 피복도도 역시 상이하다.

(c) 경사와 위사의 밀도, 번수가 상이하다 또한 피복도는 보통 상이하나, 특수한 경우에 피복도는 비슷하다.

균형(Balaced)이란, 술어는 때때로 상이한 어의로 사용되는 데에 대하여 유의할 필요가 있다. 즉, 경사와 위사의 밀도, 번수가 상이하지만 경사와 위사의 피복도가 비슷한 직물을 기술하는데 균형이란 술어를 사용한다. 예로서 다음과는 직물을 구성하여 본다.

36's×16's 면사, 78×52 이 경우에

$$K_1 = \frac{78}{\sqrt{36}} = 13 \qquad K_2 = \frac{52}{\sqrt{16}} = 13$$

경사와 위사의 피복도는 동일하고 따라서 직물은 전술의 설명에 따라서 균형적이다. 그러나 (2) (c)에 따르면 이 직물은 불균형이다. 첫째번의 분류방법은 이것은 변칙적으로 피하나, 이것은 더욱 간단하기 때문에 두번째 방법보다 이 방법을 사용한다.

2. 정방형평직물의 기하학(Geometry of Square Plain cloth)

엄밀한 정방형평직물에 있어서는, $n_1=n_2$, $N_1=N_2$, $K_1=K_2$, $C_1=C_2$이다. 이러한 직물에 있어서는 경사와 위사를 통한 단면은 동일하며 (Fig1.1참조), 따라서 경위사중에서 하나만을 고찰할 필요가 있다.

이러한 직물의 단면을 fig3.1에 표시한다. 이 그림에서 사는 가능한 한 사의 원형단면이 찌그러지지 않고 서로 밀집되어 있다. 여기에서

$$A_c = \frac{1}{2}d + \frac{1}{2}d = d$$

$$B_c = \frac{1}{2}d + d + \frac{1}{2}d = 2d$$

$$AB = P = 3 \times d = 1.732d$$

따라서 사의 간격(P=1.732d)은 정방형평직물에 대하여 가능한 한 가장 밀집된 이론적 간격을 표시한다. 이 규칙으로 구성된 직물은 최대한의 이론적 설계(Theoretical Setting)로 된 것이라고 할 수 있다. 사간격 P=d는, 사가 바로

접촉했다는 것을 의미하고 피복도 28에 상당하는 것이다. 따라서 정방형직물에 대하여 최대한 이론적의 설계는 피복도 28/1.732=16.2에 상당한다.

Fig.3.1에서 종방향사의 축은 반경 1/2d+d1/2=d의 원의 60°원호로 구성된다.

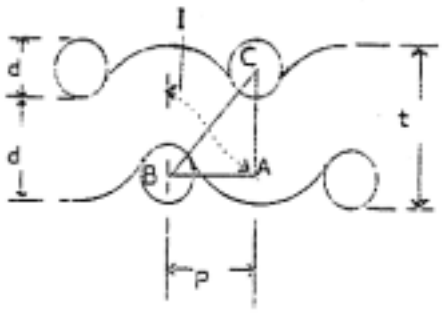


Fig. 3. 1

장 *l*는 이러한 2개의 원호로 구성되고 각 원호는 2πd/6의 장을 갖고 있다.

따라서 $l=2\pi d/3$, P=1.732d

그러나 $(1+C)=l/P=\frac{2\pi d}{3\times 1.732d}=1.209$

따라서 C%=20.9 21

따라서 이론상으로 최대한의 이론적 설계로 조성되는 정방형직물은 경사와 위사의 피복도가 대략 16이고 경사와 위사의 직축율이 약 21%이며, 두께 t(Fig3.1)는 사 직경의 2배(즉 2d)와 동일하다.

사가 편평하게 되지 않았다 하여도, 경고한 직물을 출현시킬 때와 같은 조밀한 정방형평직물을 조성할 필요는 없다.

실지적으로 사의 폭에 있어 증가하는데 따라서 항상 어느 정도 편평된다.

Fig3.2에서 사간격은 Fig3.1에서와 같이 동일하나 사의 2/3로 편평해지고 사의 폭은 그 원형직경의 4/3로 증가하였다.편평하게된 단면이 타원으로 가

정한다면, 이것은 단면의 면적을 동일하게 비체적(specific Volume)로 동일하게 유지시킨다. 편평화에 대한 효과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

(a) 인접한 사사이의 간격은 감소되고 Apparent Cover는 증가된다. 정의에 의하면 K=28d/p이다. Apparent Cover factor를, Ka=28w/p로 정할 수 있다. 여기에서 w는 사의 폭이다.

따라서 Fig3.2에서

$$Ka = \frac{28 \times 4d}{1.732d \times 3} = 21.6$$

사가 편평화 해지면 Apprent Cover Factor를 16.2에서 21.6으로 증가시킨다.

(b) 사의 편평화는 피복도가 최대한의 이론적 설계에 의해서 표시된 것보다 더욱 낮은 것으로 된 견고한 직물이 출현하는 경향이 있다.

면사, 소모사, 스프사(Spun Rayon)와 같은 정상적연(Normal-Twist)의 방적사에 대하여는 14의 피복도가 보통 충분하다. 약연(Low-Twist)의 필라멘트사는 더욱 잘 편평해 지며 10~12의 피복도가 대개 적당하다.

(c) 이 경우에 직물의 두께는 1/3감소된다. 직물의 강직성(Stiffness)은 그 두께 때문에 급속히 증가하기 때문에 편평화는 유연한 촉감과 양호한 드레이프(Drape)의 성질이 있고, 더욱 신축성 있는 직물을 출현시킨다.

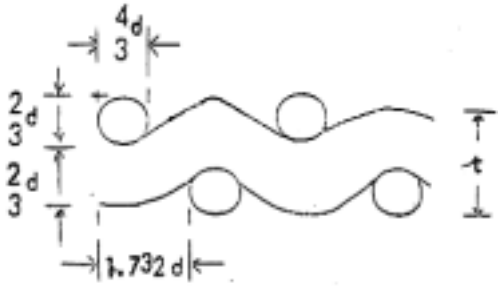


Fig. 3.2

3. 대략 정방형의 평직물(Approximately Square Plain Cloth)

이들 직물은 중량이 1oz/yd^2 이하로부터 20oz/yd^2 이상에 달하고, 각 종류의 사로 제직한 것이다. 사번수는 견사 또는 Nylon사의 30Denier(3.3Tex)로부터 면사 6's(3.443Tex)까지의 범위에 든다. 직물의 피복도는 10이하에서 30이상의 범위에 든다.

4. 경사표면의 평직물(Warp-Faced Plain Cloth)

정방형의 평직물에 있어서는 경사와 위사의 직축은 이론적으로 동일하다. 경사의 피복도가 대단히 크면 그 위사는 실지로는 직선적이고, 경사는 따라서 많이 직축된다. 위사가 직선적인 경사표면의 평직물에 대한 가장 조밀한 이론적 구조(Theoretical Setting)를 Fig3.9에 표시하며 이 직물에서 경사와 위사는 동일한 번수이다.

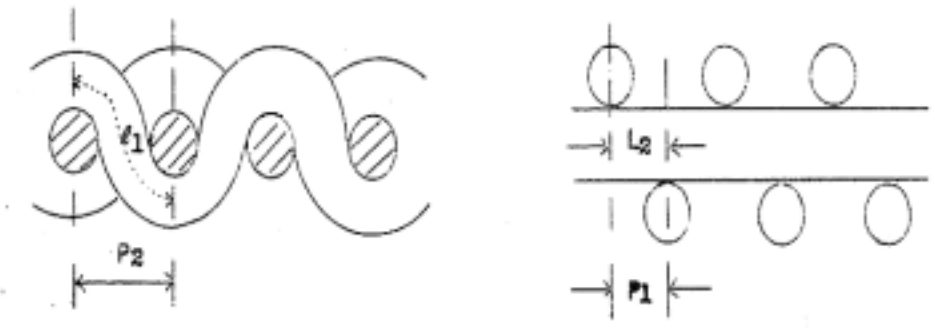


Fig. 3.9

경사는 이들이 위사사이에서 교차하는 곳에서 바로 접촉하여 있고 경사의 피복도는 28이다. 위사사이의 간격은 위사직경과 동일하며 따라서, 위사의 피복도는 14이다. 그래서 이상적인 경사표면의 평직물에 대한 최대한의 이론적 구조는 피복도(28+14=42)에 상당한다. (정방형 평직물의 피복도는

16.2+16.2=32.4임)

Fig 3.9에서 경사축은 반경 d의 원호 90°로 구성되어 있다 따라서

장l_1=2×2πd/4=πd

위사의 간격 P_2=2d이며 다음과 같다.

직축비례(1+C_2)=πd/2d=1.571

C_2%=57.1%이다.

이 치는 실지로서는 결코 얻을 수 없다. 왜냐하면, 위사는 보통 약간 직축되고, 또 사는 보통 편평되기 때문이다.

Fig3.9에서 경사와 위사의 번수가 동일하다. 직물두께는 $2d_1+d_2$ 즉, 3d이다.

따라서 이상적인 경사표면의 평직물은 해당되는 정방형의 평직물보다 두께가 50% 두껍다.

사가 적당한 정도로 편평된 것(Fig3.2에서와 동일함)과 위사의 직축율 2~3%에 대한 효과(대표적인 경사표면의 평직물)를 Fig 3.10에 표시한다. 직물의 두게는 경사 및 위사두께의 합계에 2배보다 약간 적다. 경사와 위사의 번수가 동일한 특수경우에 있어서는 직물두께는 사두께의 3배보다 약간 적다.

이 직물은 해당되는 정방형 평직물보다 더욱 두껍다.

더욱 일반적인 경우에 있어서 경사와 위사의 번수는 동일하지 않다.

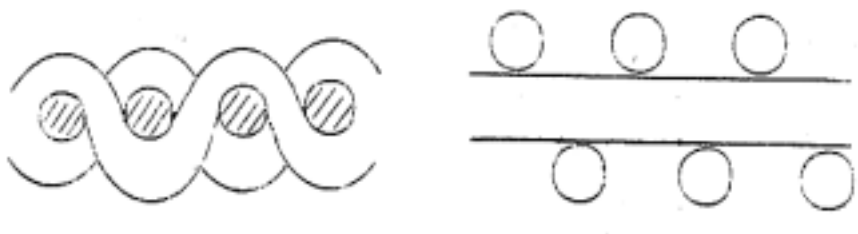


Fig. 3. 10

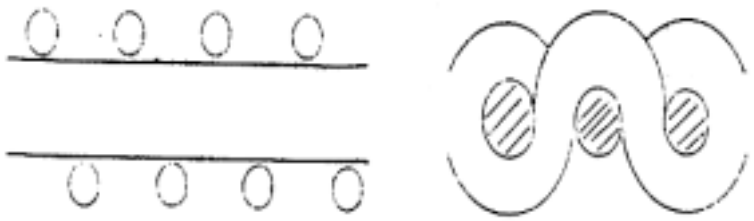


Fig. 3. 11

실제로 위사는 경사보다 굵다. Fig 3.11은 위사의 두께가 경사의 것의 2배인 경우, 즉, $N_1=4N_2$(간접식사번수제), 또는 $N_2=4N_1$(직접식사번수제) 인 것을 표시한다.

여기에서 경사의 피복도는 28이나, 위사의 피복도는 $2/3\times28=18.7$이다.

일반적으로, $P_2=d_1+d_2$, $K_2=28\ d_2/p_2=28\ d_2/(d_1+d_2)$이다.

그러나 면사번수에 대하여는 $d=1/28\sqrt{N}$

따라서

$$K_2=\frac{28}{28\sqrt{N_2}}\div\left(\frac{1}{28\sqrt{N_1}}+\frac{1}{28\sqrt{N_2}}\right)=\frac{28\sqrt{N_1}}{\sqrt{N_1}\sqrt{N_2}}=\frac{28}{1+\sqrt{\frac{N_2}{N_1}}}$$

(계산 예1)

면사 36's×16's로 제직된 경사표면의 평직물에 대하여 최대한의 이론적인 위사피복도와 위사밀도를 계산하라.

$$K_2=\frac{28\sqrt{36}}{\sqrt{36}+\sqrt{16}}=\frac{168}{10}=16.8$$

$$n_2=K_2\sqrt{N_2}=16.8\sqrt{16}=67.2\ 본/in$$

경사표면의 평직물의 중요한 성질은 위사방향에 있어 직물에 교차하는 다소 뚜렷한 두둑(Rib)이 있는 것이다. 이들 두둑은 경사가 경사상하에서 굴곡

되는데 따라, 경사의 둥근 봉우리(Crawn)에 의해서 형성된다. 포플린(Poplin)과 같은 섬세한 직물에는 두둑은 많이 눈에 띠지 않으나, 포우르트(Poult)와 랩프(Repp)와 같이 특히 위사가 경사보다도 굵다면, 두둑은 이러한 직물에서 뚜렷하게 된다. 어느 한 두둑에 따라서 경사의 반만이 직물표면에 있게 된다. 경사표면의 평직물의 성질을 요약하면 다음과 같다.

(a) 경사의 피복도는 위사의 피복보다 크고 보통 50%이상이다.

(b) 경사의 직축율은 크고 위사의 직축율은 낮다.

(c) 이들 직물은 동일사로 제직한 정방형의 평직물보다 두껍고 무겁다.

(d) 이들 직물은 위사방향에 다소 뚜렷한 두둑을 나타낸다.

5. 위사표면의 평직물(Weft-Faced Plain Cloth)

위사표면의 평직물의 기하학은 왼쪽그림(Left-Handed diagram)을 경사를 통한 단면으로 간주한다면, Fig3.9~3.10으로 표시된다.

경사와 위사의 번수가 동일한 특수경우에 있어서 최대한의 이론적 피복도는 14+28=42가 될 것이다. 이러한 직물은 제직할 수 없다. 왜냐하면, 대단히 강한 위사장력이 크러스팰(Cloth Fell)에 발생하기 때문에 텐플(Temple)은 직물을 바디폭(Reed Width)으로 보지하기가 곤란하거나 또는 불가능하고, 또 역시 바디폭에서 생지폭(Loomstate Width)까지에 큰 수축이 있기 때문이다. 실제로 위사의 피복도가 18을 초과하는 것은 드물고, 이것은 경사방향이 두둑을 출현시키는데 보통 불충분하다.

위사표면의 평직물은 동일사로 제직된 정방형의 평직물보다 두껍고, 유연한 촉감을 나타낼 수 있다.

6. 사의 밀착(Yarn nesting or Bedding)

단사의 경사에 대한 연의 정상적방향은 Z이고, 위사에 대한 것은 S이다. 이것을 Fig3.14의 (a)와 (b)에 표시한다.

섬유의 나선(Helix)의 점선부분은 이것이 사의 이면에 위치하는 부분을 표시한다. Fig3.14의 (c)에서 점선은 경사의 이면에 위치하는 섬유의 나선을 표시한다.

경사와 위사에 있어서 섬유가 접촉하는 곳에는 대략 90°의 각도를 이룬다. 위사가 경사상에 위치할 때에도 동일하다.

[Fig3.14 (d) 참조] 여기에서는 경사와 위사가 서로 밀착(Bed into)되는 가능성이 없다.

Fig3.15의 (a) 및 (b)에서와 같이, Z연의 경사와 Z연의 위사 또는 Fig3.15의 (c) 및 (d)에서와 같이 S연의 경사와 S연의 위사를 사용한다면, 접촉하는 곳에서의 섬유의 나선은 평행이고, 사들은 서로 밀착하는 것 같아 보인다.

이렇게 된다면 직물은 밀착되지 않을 때 보다도 더욱 두껍고 견고할 것이다.

이 논법은 직물구조에 관한 대부분의 서적에 인용되어 있으며 Brunschweiler가 경사와 위사에 있어서 연각도의 합계는 사가 밀착되기 위하여는 90°에 접근하여야 한다고 지적할 때까지 기지의 사실을 설명하는데 합리적인 것으로 수락되었었다. 정상적 방적사에 있어 연각도는 20°~30°이다. 예로서, 연각도가 25°이라면 섬유의 나선은 90-(2×25)=40°에서 교차하고 이것은 사가 밀착하는 데는 너무 크다. 연각도가 효과적으로 밀착하는데 필요한 45°에 접근했다면, 이 사들은 너무 조밀하여서, 여하튼 밀착이 되지 못한다.

Brunshweiler의 주장은 오류를 폭로한 것 같다. 그러나 경사와 위사에 있어 연의 관계방향은 직물의 성질에 어떠한 영향을 미치며, 타의 학자는 문제를

더욱 추구하였다. 다음의 이유 때문에 정상적 연의 사로 밀착될 수 있는 것이 정명되었다.

(a) 사의 편평화는 편평화된 표면에 연각도를 증가시킨다.

(b) 사의 권축(Crimping)은 사가 접촉하는 곳의 굴곡내부에서 연각도를 증가시킨다.

밀착이 생기는 것을 충분히 설명하였다. 따라서 풍만한 촉감(full handle)을 출현시키려면 평직에 있어서 경사와 위사에 대하여 반대방향의 연을 사용하는 것이 정확하다. 어느 이유이든간에 얇은 직물을 출현시키기 위해서는 동방향의 연을 사용하는 것이 현명하다.

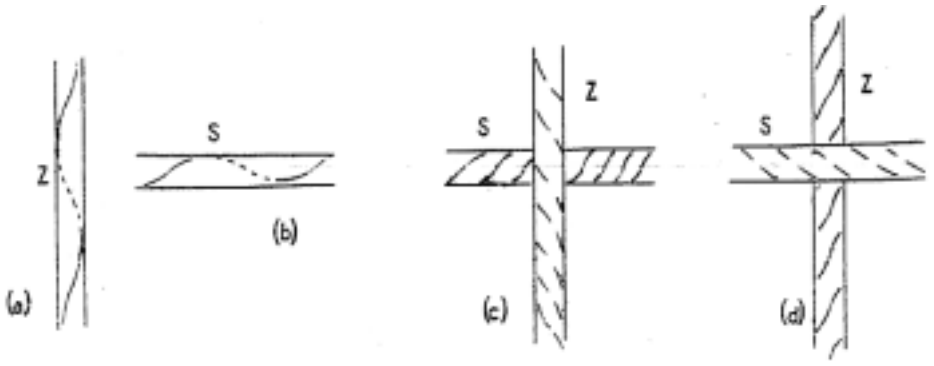


Fig 3. 14

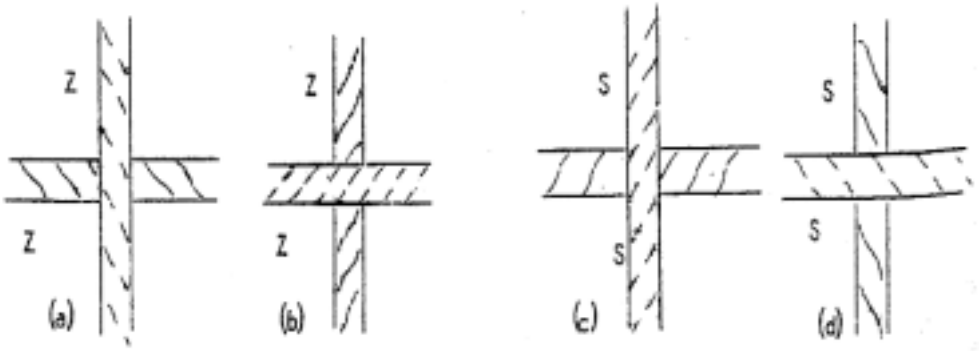


Fig 3. 15

제4장 평직조직의 유도조직(Modification of plain Weave)

1. 경사두둑조직 및 직물(Warp Rib Weave and Fabric)

경사두둑조직은 2본 이상의 위사가 동일개구(Same Shed)에 삽입되는 평직으로서 기수할 수 있다. 이 조직을 Fig4.1에 표시하며, 양그림은 조직의 2완전을 표시한다.

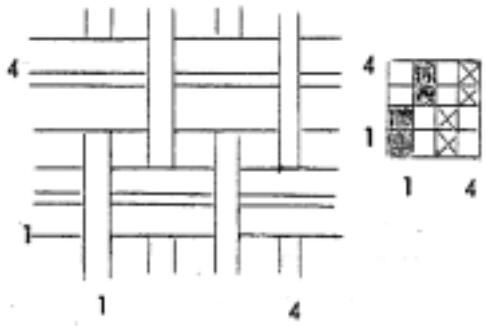


Fig. 4.1

경사두둑조직은 정상적으로는 경사표면의 구조를 사용된다. 경사의 피복도와 직축은 위사의 것보다 크다. 이것은 경사의 봉우리(Crown)에 의해서 형성되는 위사방향의 뚜렷한 두둑의 직물을 출현시키려는 까닭이다.

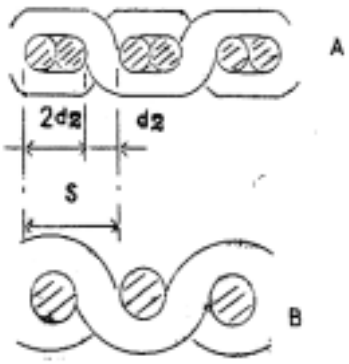


Fig. 4.2

Fig 4.2의 A는 경사와 위사가 동일한 번수인 $\frac{2}{2}$ 경사두둑직물의 위사에 대한 단면이다. B는 A에서와 같은 동일한 폭의 두둑과 동일한 경사번수로 된 경사표면의 평직물이다. 동일한 폭의 두둑을 출현하기 위해서는 B의 위사는 A의 위사직경의 2배가 되어야 한다. 위사 B의 단위당 중량은 위사 A의 4배이다.

따라서 직물 B는 A보다 무겁다. 직물 B는 두껍고, 따라서 더욱 강직(Stiffer)하다.

따라서 주어진 폭의 두둑에 대하여 경사두둑 조직은 평직보다 가볍고, 엷고 신축성이 있는 직물을 출현한다. 그러나 특기할 것은 두둑은 필연적으로 덜 둥글다.

이 직물에 대한 최대한의 이론적의 경사피복도는 경사 표면직물에 대한 것과 같이 28이다. Fig4.2의 A에서 $d_1=d_2$, $S=3d_2$

평균적인 위사의 간격 $P_2=\frac{1}{2}S$, $S=3d_2/2$

따라서 $K_2=28\,d_2/P_2=56\,d_2/3d_2=18.7$

그러나 대개 두둑을 강조하기 위하여는 위사는 경사보다 굵다. 경사와 위사의 번수가 동일하지 않는 일반적 경우에 있어서,

$$P_2=\frac{1}{2}(d_1+2d_2)$$

$$K_2=28d_2/\frac{1}{2}(d_1+2d_2)=56d_2/(d_1+2d_2)$$

그러나 Peirce의 식 $d=\frac{1}{28\sqrt{N}}$ (면사)에 따라

$$K_2=\frac{56}{28\sqrt{N_2}}+(\frac{1}{28\sqrt{N_1}}+\frac{1}{28\sqrt{N_2}})=\frac{56\sqrt{N_1}}{\sqrt{N_2}+2\sqrt{N_1}}\cdots\cdots\cdots(4.1)$$

(계산예)

면사 36's×16's로 제직된 2/2경사두둑직물에 대하여 최대한의 이론적 구조와 피복도를 계산하라.

K_1=28

따라서 $n_1=28\sqrt{N_1}=28\sqrt{36}=168$ 본/in(경사)

$$K_2=\frac{56\sqrt{36}}{16+2\sqrt{36}}=\frac{336}{16}=21.0$$

$N_2=21\sqrt{N_2}=21\sqrt{16}=84$ 본/in(위사)

이 직물의 구조는 다음과 같이 된다.

36's×16's, 168×84, Kc=28+21=49

2. 위사두둑조직 및 직물(Weft Rib Weave and Fabric)

위사두둑은 2본 이상의 위사가 1본과 같이 짜여지는 평직으로 기술될 수 있다. 2/2위사무둑조직을 Fig4.4에 표시한다. 위사두둑조직(보통으로는 2/2, 때때로 3/2)은 각각 상이한 목적으로 두 가지 방면에 사용한다.

(a) 위사표면의 구조에 있어서는 위사표면직물을 출현시키는 목적과,

(b) 대단히 강한 직물, 일반적으로 경사표면직물을 출현시키는 목적,

(a) 종류에 대한 직물구조의 한 예는 다음과 같다.

2/80's×24's면사번수(15/2×24.6Tex)

88×100, C_1=3.5%, C_2=10.9%, Kc=14.0+20.4=34.4, 중량 4.5oz/yd^2,

위사표면의 평직조직의 직물에 있어서 위사의 피복도를 크게 하는 것이 곤란하다는 것은 기술하였다. (제3장 참조)가는 2본의 경사를 사용하여 1본(2/2 위사두둑)으로서 제직하면, 위사의 피복도를 크게 하는 것이 가능하게 된다. 이러한 직물은 제직하는데 원가가 비싸며 보통 하지 않는다. 이들 직

물의 최대한의 이론적 구조는 $\frac{2}{2}$ 경사두둑의 정반대인 K_2=18.7+28=46.7이며, 여기에서 경사와 위사의 번수는 동일하다. 경사와 위사의 번수가 동일하지 않은 일반적인 경우에 대하여는, 공식(4.1)에서 N에 대한 소수자를 교환하는 것만이 필요하다.

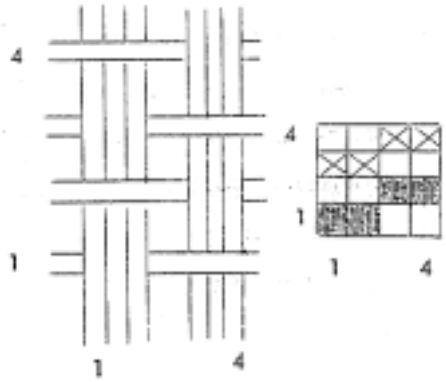


Fig. 4.4

(b) 종류에 대한 직물구조의 한 예는 다음과 같다.

14's×8's면사번수, 84×30, C_1=96%, C_2=3.6%, K_2=22.5+10.6=33.1, 중량 =72oz/yd^2

이것은 경사방향의 강력을 크게 설계한 공업용 직물이다.

이것은 본질적으로 경사표면이다. 경사의 밀집된 간격이 위사를 굴곡시키는 여지를 조금도 남겨두지 않기 때문에, 경사의 직축율은 낮다. 그러나 위사는 두텁고 더욱 강직(Rigid)하다. 여기에서 특기한 것은 위사두둑조직을 사용하는데는 두 가지의 뚜렷한 방법이 있다. 즉, 한 방법은 위사표면의 구조로 다른 방법은 경사표면의 구조로 하는 것이다.

3. 멧트(또는 흡색크)조직의 직물(Matt, or Hopsack, Weave and Fabric)

멧트 또는 흡색크조직서는 2본 이상의 경사와 2본 이상의 경사와 2본 이상의 위사가 각각 1본으로서 짜여 진다. 이들조직의 가장 간단한 것은 2/2 멧트이며, 이것을 역시 베스킷조직(Basket Weave)라고 칭한다. 이 조직을 Fig4.10의 a와 b에 표시한다.

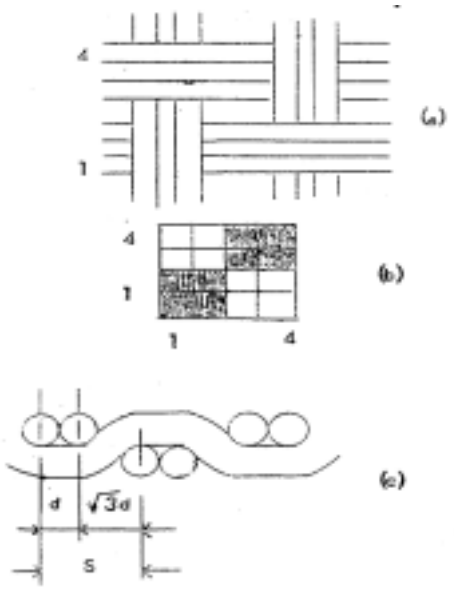


Fig. 4.10

멧트조직은 항상 대부분 정방형의 구조로서 사용되며 따라서 Fig 4.10의 C는 최대한의 이론적 구조의 2/2멧트조직에 대한 단면도이다. 이 그림에서

s=d+3 d=2.732d,

그러나 평균치인 사간격은 1/2S=1.366d이며

K=28d/s=28d/1.366d=20.5 따라서 2/2 멧트조직에 대한 최대한의 이론적 구조는 Kc=20.5+20.5=41이며, 이것은 정방형의 평직조직의 직물에 대한 이론구조보다 대략 25% 무겁다. 그러나 두께는 대략 동일하다. 단일면적당의 교착점수는 멧트조직의 직물에서는 적다. 예로서, 평직물에 64본/in, 멧트조직의

직물에 64×1.25=80본/in의 밀도가 있는 것을 생각한다. 따라서 교착점수는 평직물에는 in당에 64, 멧트직물에는 40이 있다. 후자에는 교착점이 적기 때문에 더욱 신축성이 있다.