

## 직물의 평면 드레이프 계수와 측면 드레이프 계수와의 관계

서 정 권 · 이 정 욱\*

한양여자전문대학 의상과, \*동국대학교 가정교육학과

### Relationship between Plane and Side Drape Coefficient of Fabrics

Jung Kwon Suh, Jung Uk Rhee\*

Dept. of Apparel Design, Hanyang Women's Jr. College

\*Dept. of Home Economics Education, Dongguk University

(1996. 2. 9 접수)

#### Abstract

To investigate the relationship between plane and side drape coefficient, the drape tester designed in which coordinate of projected outline of draped specimen could be recorded. By using this drape tester, the three dimensional shape, plane and side drape coefficient were obtained from coordinate of plane projected shape, and furthermore examined the tendency in changes of drape coefficient in terms of diameter of specimen, deflection angle, and bending rigidity.

The side drape coefficients were constant regardless of changes in diameter of specimen. The plane drape coefficients, however, made a little difference according to changes in diameter of specimen.

The experimental drape coefficient agreed well with the theoretical drape coefficient according to deflection angle. In the meanwhile, when the plane drape coefficients were regressed with the side drape coefficients, regression equation was  $y=0.375x-0.002x^2+6.9 \times 10^{-5}x^3$ .

When the  $\bar{\theta}_s$  is mean of deflection angle of selected points which have the longest and shortest distance from center point in the node, the theoretical drape coefficient calculated from  $\bar{\theta}_s$  has high correlation with experimental drape coefficient. The plane and side drape coefficient changed linearly with increasing the bending length,  $\sqrt[3]{EI/w}$ .

## I. 서 론

의복의 형상을 결정하는 중요한 요소로서 드레이프성을 들 수 있는데, 드레이프는 일종의 좌굴현상으로서 천이 자중에 의해서 처짐에 따라 node가 생긴 상태를 말한다. 이 드레이프성에 영향을 미치는 천의 물리적 인자로서는 굽힘특성, 전단특성 및 천의 무게 등인데, 이들 물리적 인자와 드레이프성과의 관계에 대해서 많은 연구가 이루어져 왔다<sup>1-4)</sup>.

드레이프성의 물리적인 평가방법으로서는 일반적으로 FRL 드레이프법이 사용되고 있으며, Hamburger<sup>5)</sup> 등이 제안한 드레이프 계수에 의해 3차원적으로 드레이프된 형상을 2차원적으로 나타내는 지수가 되고 있다. 이 Hamburger의 드레이프 계수(이하 평면 드레이프 계수)는 평면적으로 투영시켜 구한 것이고, 한편으로 측면의 투영도로부터 구할 수 있는 측면 드레이프 계수가 있다. 일반적으로 드레이프성 측정기의 경우 평면의 투영도는 쉽게 얻어지지만, 측면의 투영도는 시료 지지대 측면의 원통에 감겨진 감광지에 측면으로부터 평행광축을 사용하여 감광시킴으로써 얻어지기 때문에 매우 복잡하여 측면 드레이프 계수에 관한 연구<sup>6)</sup>는 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 평면 및 측면의 투영도가 동시

에 얻어질 뿐만 아니라 드레이프 계수가 쉽게 구해질 수 있도록 드레이프된 시험편의 외곽선의 좌표가 기록될 수 있는 드레이프성 측정기를 시작하였으며, 이 측정기를 사용하여 구한 평면 투영도의 좌표로부터 드레이프된 시험편의 3차원 형상과 평면 및 측면 드레이프 계수를 구하고, 시험편의 직경, 처짐각, 굽힘특성 등에 따른 평면 및 측면 드레이프 계수와와의 관계를 조사하였다.

## II. 실험방법

## 1. 시 료

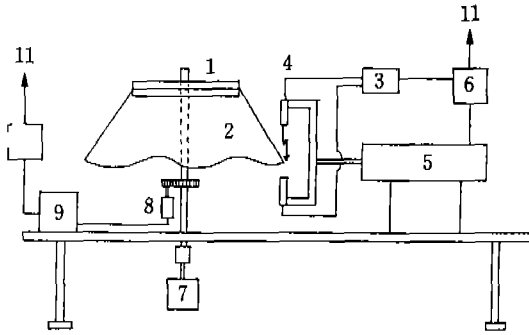
실험에 사용한 시료는 시판의 직물로서 굽힘강성(EI) 및 단위무게당 굽힘강성(EI/w) 등을 가능한한 광범위하게 선택하였으며, 이들 시료의 특성치를 Table 1에 나타냈다.

## 2. 드레이프성 측정장치

드레이프성 측정장치는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 새롭게 고안하여 시작하였으며, 그 측정장치의 구성은 다음과 같다. 직경 12.7 cm의 지지원판에 원형시험편을 얹어 드레이프시킨 후, 직경 1 mm의 광섬유로 된 투광부와 수광부를 부착시킨 potentiometer의 rod를 시험편에 접근시켜 빛이 드레이프된 시험편에 의해 차

Table 1. Specifications of samples

Sample No.	Weave	Fiber content (%)	Weight, w (g/m <sup>2</sup> )	Bending rigidity, EI (g·cm <sup>2</sup> /cm)	EI/w (cm <sup>3</sup> )
1	Plain	Wool (90) Nylon (10)	140	0.080	5.99
2	Twill	Wool (100)	246	0.175	7.14
3	Plain	Wool (100)	267	0.208	7.70
4	Twill	Wool (100)	221	0.182	8.24
5	Plain	Polyester (65) Cotton (35)	105	0.095	8.82
6	Plain	Polyester (50) Wool (50)	229	0.203	8.84
7	Plain	Polyester (100)	232	0.283	12.28
8	Basket	Cotton (100)	160	0.405	25.24
9	Plain	Cotton (100)	251	0.660	26.30
10	Derivative	Wool (100)	199	0.930	46.67

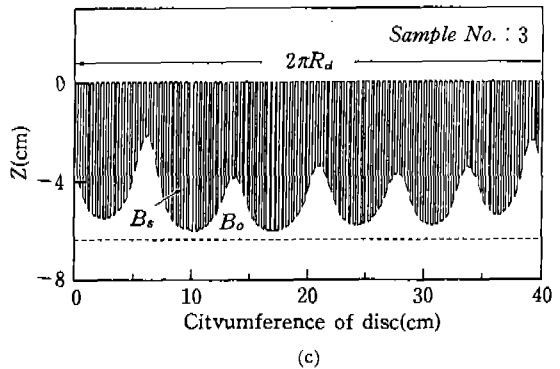
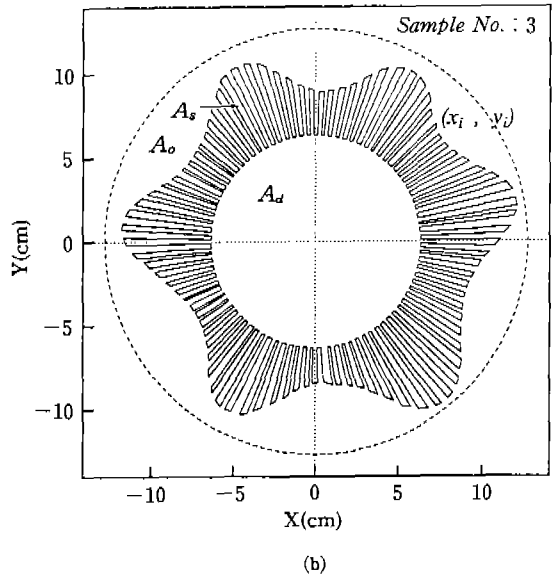
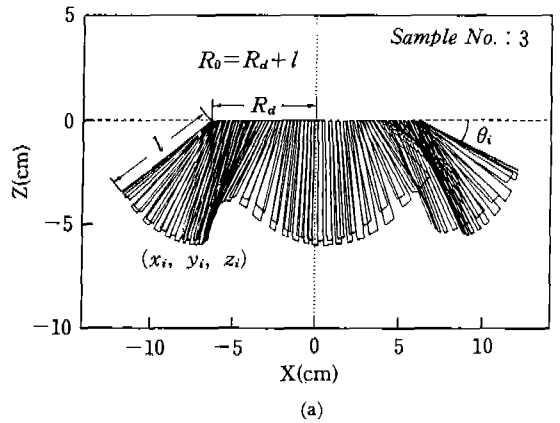


1. disc, 2. sample, 3. photo sensor, 4. optical fiber, 5. linear potentiometer, 6. A/D board, 7. D.C motor, 8. encoder, 9. counter, 10. up/down counter board 11. personal computer

Fig. 1. Schematic diagram of drape tester.

단된 순간 시험편의 중심으로부터 측정점까지의 거리가 potentiometer에 의해 검출되며, 이 analog 신호는 A/D board를 통해서 personal computer에 기록된다. 한편 드레이프된 시험편은 약 2°씩 회전하도록 조정되어 있으며, 회전시킨 시험편의 회전각도가 encoder에 의해 검출되고, 이 회전각도 신호는 up/down counter board를 통해서 personal computer에 기록된다.

이 측정장치에 의해 시험편의 드레이프 형상이 약 180 개의 측정점까지의 좌표로부터 얻어진다. 따라서 드레이프된 시험편의 능선의 형태를 직선이라고 가정하고, 시험편의 능선과 지지원판의 수평면과의 이루는 처짐각을  $\theta$  라고 하면 측정점의 좌표치로부터 Fig. 2의 (a)와 같은 시험편의 3차원 드레이프 형상을 구할 수 있으며, 이 3차원형상으로부터 (b) 및 (c)와 같은 평면 및 측면의 투영도가 얻어진다. 일반적으로 드레이프성 측정기의 경우 평면의 투영도는 쉽게 얻어질 수 있지만, 측면의 투영도는 지지대 측면의 원통에 감겨진 감광지에 측면으로부터 평행광축을 사용하여 감광시켜 얻기 때문에 매우 복잡하지만, 본 드레이프성 측정기의 경우에는 평면 및 측면의 투영도를 동시에 구할 수 있다. 또한 평면 및 측면의 투영도의 면적도 적분법에 의해 쉽게 산출되기 때문에 투영면적을 구하는데 통상 사용되어온 증량법이나 planimeter를 이용하는 방법보다도 매우 간편하고 정확하다고 할 수 있다.



(a) three dimensional shape,  
(b) plane projected shape,  
(c) side projected shape.

Fig. 2. Examples of representation of draped specimen.

3. 드레이프 계수

드레이프 계수를 구하기 위하여 KS K 0815 에 준하여 직경 25.4 cm(10 inch)와 30.48 cm(12 inch)의 시험편을 각 3매씩 제작한 후, 시작한 드레이프성 측정기를 사용하여 시험편의 앞과 뒤에 대하여 드레이프 형상을 제측하고, 드레이프 형상의 좌표점으로부터 투영면적을 구하여 그 평균값을 산출하였다.

이들 평면 및 측면의 투영도로부터 평면 드레이프 계수 및 측면 드레이프 계수를 다음 식에 의하여 산출하였다<sup>6)</sup>.

$$\text{평면 드레이프 계수}(\%) = \frac{A_s - A_d}{A_o - A_d} \times 100 \quad \dots\dots(1)$$

여기서,  $A_s$ : 평면투영도의 면적( $\text{cm}^2$ )  
 $A_d$ : 지지원판의 면적( $\text{cm}^2$ )  
 $A_o$ : 시험편의 면적( $\text{cm}^2$ )

$$\text{측면 드레이프 계수}(\%) = \frac{B_o - B_s}{B_o} \times 100 \quad \dots\dots(2)$$

여기서,  $B_s$ : 측면투영도의 면적( $\text{cm}^2$ )  
 $B_o$ : 시험편이 완전히 늘어뜨려졌을 때의 측면투영도의 면적( $\text{cm}^2$ )

4. 굽힘강성

시료의 굽힘강성은 KS K 0815 강연도 측정방법 중 슬라이드법에 준하여 2×15 cm의 시험편을 경, 위사방향으로 각각 5매씩 채취하고, 슬라이드형 강연도 측정기를 사용하여 시험편 돌출부의 길이  $l(\text{cm})$ 과 시험편의 자유단이 처진 거리  $\delta(\text{cm})$  값을 구하였다. 이들 값과 시료의 단위면적당 중량( $\text{g}/\text{cm}^2$ )으로부터 Inagaki 등<sup>7)</sup>에 의해 개발된 모멘트-면적(moment-area)법<sup>8)</sup>을 사용하여 굽힘강성 EI를 산출하였으며, 각 시료의 경, 위사방향 굽힘강성의 평균값을 Table 1에 나타냈다.

III. 결과 및 고찰

1. 드레이프 계수의 이론적 근사식

Fig. 2의 (a)에 나타낸 3차원 드레이프 형상에서 능선의 형태를 직선이라고 가정하고, 처짐각  $\theta_i$ 의 전체 평균치를  $\bar{\theta}$ , 시험편의 반경을  $R_o$ , 지지원판의 반경을

$R_d$ 라고 하여 평면 드레이프 계수를 구하는 식 (1)을 이론적 근사식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} &\text{이론적 평면 드레이프 계수}(\%) \\ &= \frac{\pi\{R_d + (R_o - R_d)\cos\bar{\theta}\}^2 - \pi R_d^2}{\pi R_o^2 - \pi R_d^2} \times 100 \\ &= \frac{2R_d \cos\bar{\theta} + (R_o - R_d)\cos^2\bar{\theta}}{R_o + R_d} \times 100 \quad \dots\dots(3) \end{aligned}$$

여기서 KS K 0815의 경우 시험편의 반경과 지지원판 반경과의 관계를  $R_o = 2R_d$ 로 규정하고 있으므로 식 (3)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} &\text{이론적 평면 드레이프 계수}(\%) \\ &= \frac{2\cos\bar{\theta} + \cos^2\bar{\theta}}{3} \times 100 \quad \dots\dots(4) \end{aligned}$$

또한 측면 드레이프 계수를 구하는 식 (2)도 이론적 근사식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} &\text{이론적 측면 드레이프 계수}(\%) \\ &= \frac{2\pi R_d(R_o - R_d) - 2\pi R_d(R_o - R_d)\sin\bar{\theta}}{2\pi R_d(R_o - R_d)} \times 100 \\ &= (1 - \sin\bar{\theta}) \times 100 \quad \dots\dots(5) \end{aligned}$$

식 (5)에서 볼 때, 측면 드레이프 계수의 경우에는 시험편의 반경과 지지원판 반경과의 비의 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

2. 평면 및 측면 드레이프 계수의 관계

1) 시험편 직경의 영향

시험편 직경의 변화에 따른 평면 및 측면 드레이프 계수의 변화를 조사하기 위하여 식 (3)과 (5)에 시험편의 직경을 20.32 cm, 25.4 cm 및 30.48 cm로 달리하고 처짐각  $\bar{\theta}$ 를 0~90°까지 변화시켜 산출한 평면 및 측면 드레이프 계수의 변화를 Fig. 3에 나타냈다. Fig. 3에서 볼 때, 측면 드레이프 계수의 변화는 전술한 바와 같이 시험편의 직경이 변하더라도 일정하였으나, 평면 드레이프 계수의 변화는 시험편의 직경이 변함에 따라 근소한 차이를 보이고 있다. 그러나 평면 드레이프 계수의 경우 시험편의 직경이 약 5 cm씩 변화하였음에도 세 곡선이 매우 근접한 상태로 나타났는데, 이로부터 지지원판의 직경을 일정하게 하면 시험편의 직경을 약 5 cm 정도 증감하더라도 평면 드레이프 계수 변화의 차이는 무시해도 좋을 정도라고 생각된다. 따라서 본 실험에서 시험편의 직경을 25.4 cm와 30.48 cm의 두 가지로 사용하였는데, 이와 같이 같은 시료라 할지라도 KS K 규격보다 큰 직경의 시험편을 사용하는 경우 시

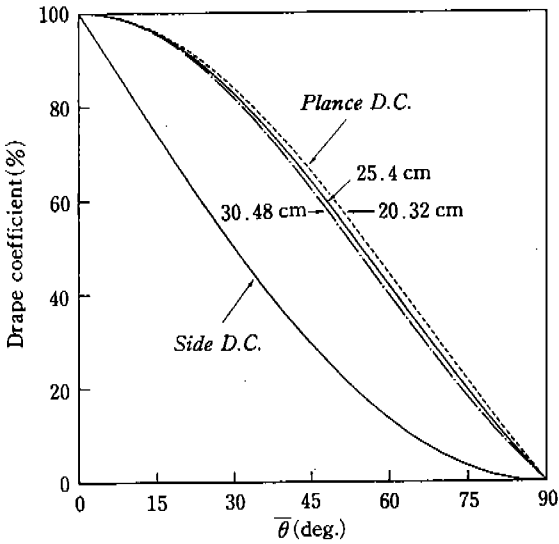


Fig. 3. Variation of theoretical drape coefficient with mean of deflection angle,  $\bar{\theta}$  for different diameter of samples.

협편의 직경을 같은 것으로 간주하면 상대적으로 굽힘 강성을 저하시키는 효과, 다시 말하면 보다 더 유연한 시료를 사용한 것과 같은 결과를 나타낸다고 생각된다.

2) 처짐각의 영향

Fig. 4는 처짐각의 변화에 따른 평면 및 측면 드레이

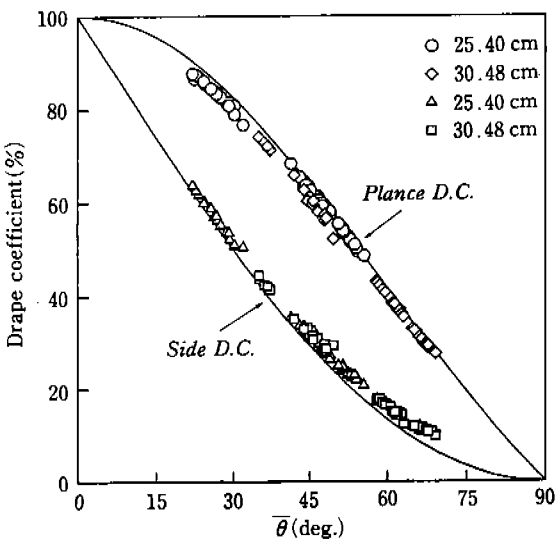


Fig. 4. Variation of drape coefficient with mean of deflection angle,  $\bar{\theta}$  for different diameter of samples.

프 계수의 변화를 나타낸 것으로서 이론치 곡선의 경우는 시험편의 직경을 KS K에서 정한 25.4 cm로 하여 구한 값을 나타낸 것이고, 실험치의 경우 평면 드레이프 계수는 실제 측정된 값이지만, 측면 드레이프 계수의 경우는 평면 투영도의 실측치로부터 계산하여 구한 추정치이다. 평면 및 측면 드레이프 계수 모두 이론치의 곡선과 실험치가 잘 일치하였으며, 이로써 평면 투영도의 실측치로부터 추정된 측면 드레이프 계수도 실측치와 거의 일치할 것으로 생각된다.

처짐각이 증가함에 따라 평면 및 측면 드레이프 계수 모두 감소하고 있으며, 처짐각이 동일한 경우 평면 드레이프 계수는 측면 드레이프 계수보다 항상 크게 나타난다.

3) 평면 및 측면 드레이프 계수의 관계

Fig. 5는 평면 드레이프 계수와 측면 드레이프 계수와의 관계를 조사하기 위하여 식 (3)과 (5)로부터 구한 이론치의 곡선과 실험치를 나타낸 것으로서, 이론치와 실험치가 어느 정도 일치하고는 있지만, 실험치가 이론치의 곡선보다 약간 위로 이동하여 나타나고 있다. 그 이유로서 실험치의 경우 평면 드레이프 계수는 실측치이므로 실제 드레이프 형상인 능선의 굴곡 상태를 포함한 값이지만, 측면 드레이프 계수는 능선을 직선이라고 가정하여 계산되었기 때문에 실험치와 이론치간에 차이가 생긴 것이라고 생각된다. 또한 평면 드레이프 계수

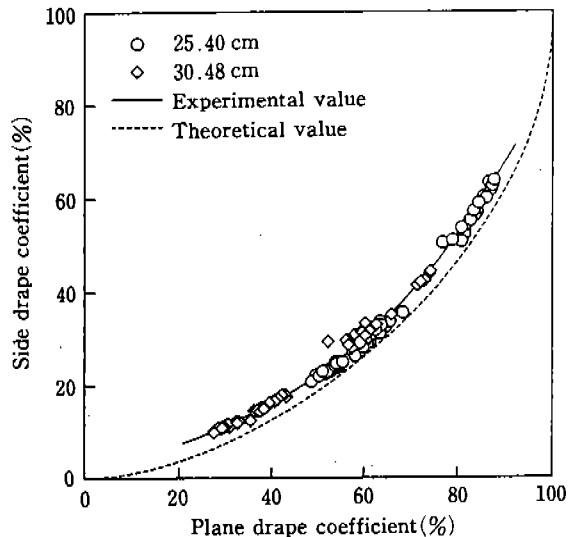
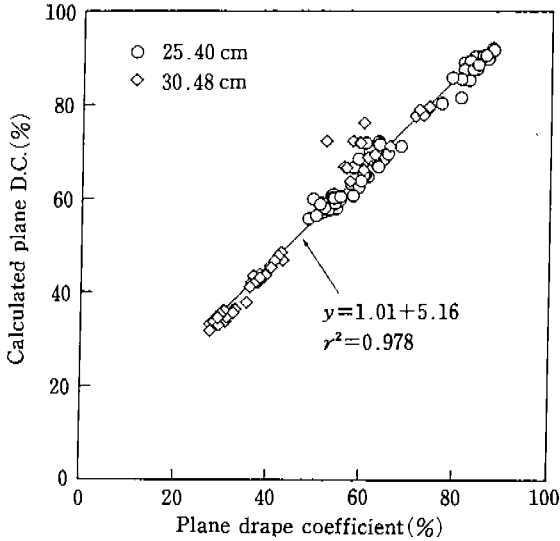
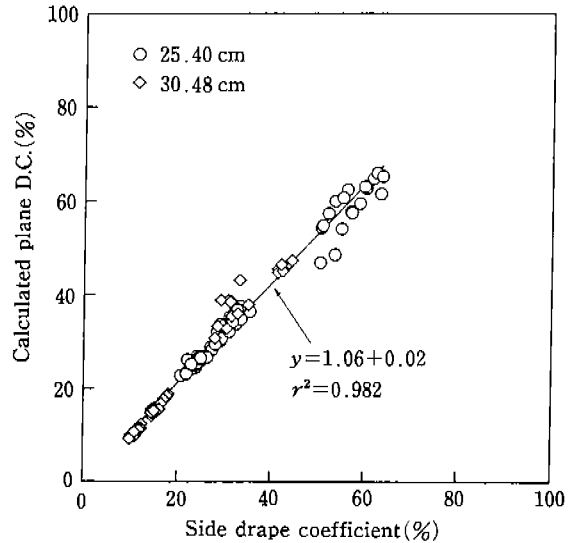


Fig. 5. Correlation between plane drape coefficient and side drape coefficient.



**Fig. 6.** Correlation between experimental plane drape coefficient and theoretical plane drape coefficient calculated from  $\bar{\theta}_s$ .  $\bar{\theta}_s$  is mean of deflection angle of selected points which have the longest and shortest distance from center point in the node.



**Fig. 7.** Correlation between experimental side drape coefficient and theoretical side drape coefficient calculated from  $\bar{\theta}_s$ .  $\bar{\theta}_s$  is mean of deflection angle of selected points which have the longest and shortest distance from center point in the node.

와 측면 드레이프 계수와와의 관계를 곡선회귀모형  $y = Ax + Bx^2 + Cx^3$ 의 곡선으로 나타내기 위하여 회귀분석한 결과  $A = 0.375$ ,  $B = -0.002$ ,  $C = 6.9 \times 10^{-5}$ 의 값이 얻어졌다.

한편 곡선의 기울기로부터 볼 때, 드레이프 계수가 작은 시료의 경우에는 측면 드레이프 계수보다는 평면 드레이프 계수를 비교하는 것이 시료간의 차이를 잘 알 수 있으며, 반대로 큰 경우에는 측면 드레이프 계수를 사용하는 것이 좋다고 할 수 있다.

Fig. 6 과 7 은 드레이프 계수를 보다 간편하게 구할 수 있는 방법을 조사하기 위하여 드레이프된 시험편의 산부분에서 가장 돌출된 곳과 골부분에서 가장 들어간 곳만을 측정하여 그 점들의 평균 처짐각  $\bar{\theta}_s$ 을 식 (3)과 (5)에 대입하여 구한 드레이프 계수와 실측치의 상관관계를 나타낸 것이다. 평면 및 측면 드레이프 계수 모두 실측치와  $\bar{\theta}_s$ 로부터 구한 계산치와는 상관계수가 0.99 정도의 매우 좋은 상관성을 보이고 있다. 따라서 드레이프된 시험편의 산부분과 골부분만을 측정하는 경우 측정점의 수는 node 수의 2 배 밖에 되지 않으므로 측정점의 수를 줄일 수 있어서 매우 간편하게 평면 및 측면

드레이프 계수를 구할 수 있다고 생각된다.

### 3. 굽힘특성의 영향

시험편의 굽힘특성에 따른 평면 및 측면 드레이프 계

**Table 2.** Variation of plane and side drape coefficient with bending length,  $\sqrt[3]{EI/w}$  for different diameter of samples.

Sample No.	Bending length, C (cm)	Plane drape coefficient (%)		Side drape coefficient (%)	
		25.40 cm	30.48 cm	25.40 cm	30.48 cm
1	1.816	51.6	30.5	22.7	11.2
2	1.926	53.1	29.7	23.7	11.1
3	1.974	53.7	30.3	24.2	11.1
4	2.020	55.6	32.9	25.5	12.3
5	2.066	61.8	38.5	31.3	15.1
6	2.068	59.6	36.8	28.4	14.3
7	2.307	64.4	42.0	32.6	17.4
8	2.933	81.8	58.5	55.2	30.7
9	2.974	82.6	59.8	54.7	31.4
10	3.600	85.9	72.7	60.5	42.6

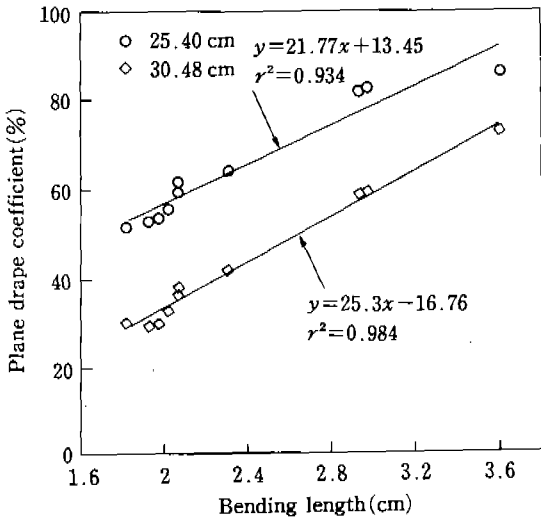


Fig. 8. Variation of plane drape coefficient with bending length,  $\sqrt[3]{EI/w}$  for different diameter of samples.

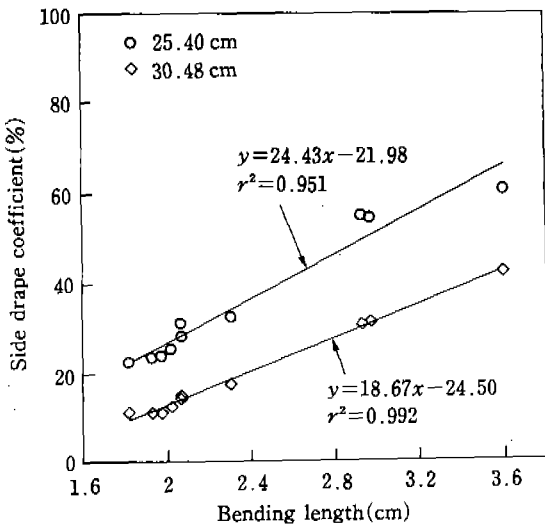


Fig. 9. Variation of side drape coefficient with bending length,  $\sqrt[3]{EI/w}$  for different diameter of samples.

수의 변화를 조사하기 위하여 처짐각에 큰 영향을 미치는 단위 무게당 굽힘강성  $EI/w$ 를 구하고, 이 값으로부터 얻은  $\sqrt[3]{EI/w}$ , 즉 굽힘길이에 따른 드레이프 계수의 변화를 Table 2 및 Fig. 8, 9에 나타냈다. Fig. 8

과 9에서 볼 때, 평면 및 측면 드레이프 계수 모두 굽힘길이가 증가함에 따라 거의 직선적으로 증가하였다. 따라서 드레이프성을 평가하는데 있어서 굽힘길이는 중요한 인자라고 생각된다.

#### IV. 결 론

평면 드레이프 계수와 측면 드레이프 계수와의 관계를 조사하기 위하여 평면 드레이프 투영도의 외곽선의 좌표가 기록될 수 있는 드레이프성 측정기를 시작하였으며, 이 측정기를 사용하여 구한 평면 투영도의 좌표로부터 드레이프된 시험편의 3차원 형상과 평면 및 측면 드레이프 계수를 구하여 시험편의 직경, 처짐각, 굽힘특성 등에 따른 드레이프 계수의 변화를 조사하였다.

1. 드레이프 계수를 구하는 이론식으로부터 시험편의 직경을 달리하여 처짐각에 따른 평면 및 측면 드레이프 계수의 변화를 조사한 결과, 측면 드레이프 계수의 변화는 시험편 직경의 영향을 받지 않고 일정하였으나, 평면 드레이프 계수의 변화는 시험편의 직경이 변함에 따라 매우 근소한 차이를 보였다. 그러나 그 차이는 시험편 직경의 변동이  $\pm 5$  cm 이내인 경우에는 그 차이는 무시해도 좋을 정도라고 생각된다.

2. 처짐각에 따른 평면 및 측면 드레이프 계수는 이론치와 실험치간에 잘 일치하였으며, 평면 드레이프 계수와 측면 드레이프 계수와의 관계를 곡선회귀분석한 결과  $y=0.375x-0.002x^2+6.9 \times 10^{-5}x^3$ 의 식으로 나타낼 수 있었다.

3. 드레이프된 시험편의 산부분과 골부분 만을 측정하여 그 점들의 평균 처짐각으로부터 구한 드레이프 계수와 실측치와는 상관계수가 0.99 정도로 매우 좋은 상관성을 보였으며, 이 방법을 이용하는 경우 측정점의 수는 node 수의 2배이므로 간편하게 드레이프 계수를 구할 수 있다.

4. 굽힘길이가 증가함에 따라 평면 및 측면 드레이프 계수 모두 거의 직선적으로 증가하였다.

#### 참 고 문 헌

- 1) G.E. Cusick, *J. Text. Inst.*, 56, T596 (1965).
- 2) J.W.S. Hearle, P. Grosberg, and S. Baker, "Structural Mechanics of Fibers, Yarns, and Fabrics", Vol

- 1, John Wiley & Sons Inc., New York, 1969.
- 3) K.B. Lee, H. Noshi, and S. Uchiyama, *J. Korean Fiber Soc.*, **21**, 1 (1984).
- 4) M. Niwa and F. Seto, *J. Text. Mach. Soc. of Jap.*, **39**, T161 (1986).
- 5) C.C. Chu, M.M. Platt, and W.J. Hamburger, *Text. Res. J.*, **30**, 66 (1960).
- 6) N. Suda, S. Kobayashi, and M. Ohira, *J. Jap. Res. Assn. Text. End-Uses*, **11**, 6 (1970).
- 7) A. Nakayama and K. Inagaki, *Sen-I Gakkaishi*, **40**, T-44 (1984).
- 8) 김문생 외 4인, “재료역학”, 청문각, 1994.