

부직포 심지부착에 의한 직물의 굽힘 및 전단 특성 변화

이 승 윤, 김 동 환, 서 문 호

건국대학교 공과대학 섬유공학과

1. 서 론

직물에 심지를 부착함으로써 심지가 단독으로 있을 때와는 다른 새로운 성질이 부여된다. 그 가장 드드러진 현상이 굽힘강성의 증가, 드레이프성 감소 등을 들 수 있다. 직물에 심지를 부착시키는 목적은 의복의 필요한 부분의 형태안정성을 높이는 데에 있다. 그러나 이제까지의 접착포의 성질에 관한 연구로는 걸감직물과 심지와 접착포의 역학적 성질들 사이의 관계, 접착온도와 박리강도와 굽힘강성과의 관계, 접착에 의한 치수변화 등에 대한 것들이 있지만[2,3,4,5,6,7] 근본적인 접착포의 역학적 거동의 메카니즘을 설명한 것은 없다.

심지부착 직물의 굽힘 거동에 대한 이론적인 모형으로서는 두 개의 굽힘강성이 다른 선형평판을 부친경우가 있다. 이에 비해 Niwa등[1]은 직물에 부직포 심지를 부착한 접착포의 굽힘강성을 접착제의해 생긴 굽힘강성이 상대적으로 아주 큰 부분(II)과 접착제가 없어 상대적으로 굽힘강성이 작은 부분(I)의 복합으로 되어있다고 단순화하고 이들 두툼이 서로 간섭하지 않는다는 가정하에 직물과 심지의 굽힘강성, 직물과 심지의 두께, 접착제 도트의 크기와 밀도로부터 이론적으로 유도했다. 심지부착 직물의 전단거동에 대해서는 굽힘거동보다 훨씬 그 연구가 적다.

본 연구에서는 직물에 심지를 부착함에 의한 굽힘과 전단 특성의 변화를 측정하고 이론식에 적용시킴으로써 접착포의 역학적 거동에 대한 근본적인 메카니즘을 규명해 보고자 한다.

2. 실험

2.1 직물

본 실험에 사용된 직물은 여름용 신사복지로 사용되는 모 100% 직물로서 경·위사 밀도, 위사연수, 두께가 다른 직물들을 3 시리즈로 선별하였다. 첫 번째 시리즈로는 60, 64, 68로 위사밀도를 다르게 하고 가공조건을 다르게 한 12종의 평직물을, 두 번째 시리즈로는 720, 800, 900으로 위사연수를 다르게 하고 가공조건을 다르게 한 12종의 능직물을, 세 번째 시리즈로는 60, 72, 80수로 구성사의 변수가 다른 평직물을 준비했다.

2.2 심지

직물에 부착되는 심지는 한 쪽면에 접착제가 도트의 형태로 묻어 있어서 열과 압력에 의해서 표지에 접착되는 형태의 부직포 접착심지로서 동일 기포에 대해서 접착제 도트의 크기와 밀도가 다른 열융착 부직포와 두께가 다른 스펀레이스 부직포를 사용했다. 열융착 부직포 심지는 80/20의 나일론과 폴리에스테르로 구성된 기포(35 g/m²)에 폴리아미드 접착제가

도트의 형태로 있는 것으로서 접착제의 함량이 12, 13, 9 g/m²이고 접착제 도트의 밀도가 97, 52, 42 개/cm²인 3종류의 시료를 준비했다. 스펀레이스 부직포 심지는 100% 폴리에스테르로 이루어진 기포에 동일한 양(30 g/m²)의 고밀도 폴리에틸렌 접착제가 같은 도트 형태로 있는 것으로서 기포의 구성섬유의 함량이 34, 41, 54, 68, 75, 85 g/m²인 6종류의 시료를 준비했다. 또, 접착처리에 의한 직물, 심지에서의 접착제 침투, 확산에 의한 변화를 보기 위해서 심지를 테프론 판에 접착 프레스 처리한 후의 심지도 준비했다.

2.3 접착포 제작

위사밀도와 가공조건을 달리한 직물에는 두께가 다른 스펀레이스 부직포 접착심지를 접착시켜서 60종의 접착포를 제작했고 위사연수와 가공조건을 달리한 직물에는 접착제 함량이 다른 열융착 부직포 심지를 접착시켜 36종의 접착포를 제작했으며 경·위사 밀도와 두께가 다른 직물에는 본 실험에 사용된 모든 종류의 부직포 심지를 접착시켜 27종의 접착포를 제작했다. 접착은 롤러형 프레스기를 사용하여 접착심지 제조회사에서 각 접착심지 종류에 대해서 적합하다고 제시한 조건으로(스펀레이스 부직포 심지에는 160℃에서 15초간 4kg/cm²의 압력 적용, 열융착 부직포 심지에는 150℃에서 10초간 3kg/cm²의 압력 적용) 다르게 행했고 방향은 직물의 경사방향과 부직포의 기계방향이 일치하도록 놓고 이 방향을 접착기기의 기계방향으로 했다.

2.4 표면 측정

주사전자현미경(SEM : model Alpha-25A)을 사용하여 접착 전·후의 접착점의 형태와 크기의 변화를 조사했다.

2.5 역학적 특성 측정

직물, 심지, 테프론에 처리한 심지, 접착포의 각각에 대한 굽힘특성, 전단특성, 두께는 20cm×20cm의 크기로 준비된 시료를 사용하여 20±2℃, 65±5% RH의 표준상태 하에서 KES-FB 측정 시스템으로 측정되었다. 직물, 심지, 접착포는 모두 경·위사 방향에 따라서 역학적 특성이 다르게 나타나므로 굽힘특성, 전단특성에 대해서는 경·위사 방향 각각에 대해서 측정했다. 측정조건은 직물과 접착포는 표준조건으로 했고 심지는 부직포 측정조건으로 했다.

3. 결과 및 고찰

3.1 접착점의 크기

접착제 도트의 크기가 다른 열융착 부직포 심지의 접착점 크기의 변화는 다음 Table. 1에 있다. 접착제 도트의 크기는 심지 A와 C가 비슷하고 심지 B가 가장 크고 밀도(단위면적당 도트 개수)는 심지 A가 가장 높고 심지 B, C 순이다. 심지를 테프론에 처리한 후에는 접착제 도트가 열과 압력에 의해서 테프론 내부로 침투하지 못하고 옆으로 퍼져서 커지는데, 그 면적비가 심지 A는 1.35, 심지 B는 1.43, 심지 C는 1.12정도 된다. 접착제 밀도와 크기가 일정할 경우, ($l_{s1} - l_{h1}$)와 ($l_{s2} - l_{h2}$)의 비가 전체 접착포의 굽힘강성에 미치는 영향은 무시할 수 있을 정도로 작으므로 이 비는 1이라고 가정하고 접착제의 크기와 밀도로부터 접착포의 접착점이 없는 부분의 길이를 이론적으로 계산했다.

Table 1. Repeat Unit Dimension of Dot Density Varying Specimens

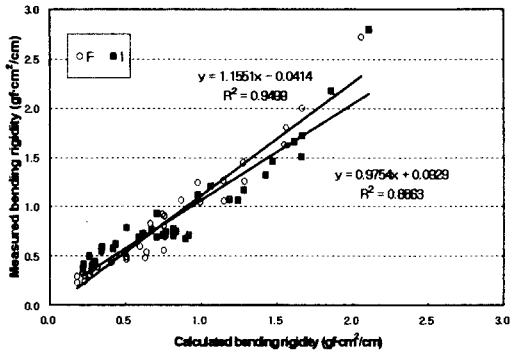
Sample No.	Repeat Unit Dimension (mm)				Dot Density per Unit Area(#/cm ²)
	l_{h1}	l_{h2}	l_{s1}	l_{s2}	
A	0.305	0.323	1.113	1.131	97
B	0.431	0.444	1.517	1.530	52
C	0.308	0.326	1.782	1.800	45
A*	0.395	0.339	1.098	1.042	97
B*	0.551	0.497	1.464	1.411	52
C*	0.308	0.380	1.729	1.801	45

* : 테프론 처리한 후의 심지, l_h : 접착제 dot의 크기, l_s : 접착제가 없는 부분의 길이
 아래첨자, 1 : 기계방향, 아래첨자, 2 : 기계방향에 수직인 방향

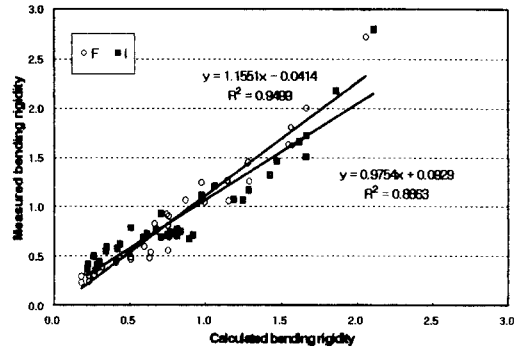
3.2 굽힘특성

Fig. 1은 세 번째 시리즈의 직물과 두께를 변화시킨 심지를 조합하여 제작한 접착포의 굽힘강성을 이론치와 실험치에 대해서 플롯한 결과이고 Fig. 1(a)는 원래의 심지에 대한 측정치를 이론식에 적용시킨 것이며 Fig. 1(b)는 테프론에 처리된 심지에 대한 측정치를 이론식에 적용시킨 것이다. 이 두 그래프에서 이론치와 실험치의 상관성이 꽤 높게 나타난다. 이론치와 실험치의 데이터에 대한 회귀분석 식의 기울기 값을 보면 Fig. 1(a)에서는 표면굽힘에서 1.16, 이면굽힘에서 0.98이고 Fig. 1(b)에서는 표면굽힘에서 1.26, 이면굽힘에서 1.04로서 Fig. 1(a)에서 보다는 Fig. 1(b)에서 같은 실험치에 대해서 이론치의 데이터 범위가 작아진다. 그러나 경사와 위사방향을 분리해서 보면 테프론에 처리함으로써 위사방향은 기울기가 증가하지만 경사방향은 기울기가 감소한다. 이와 같이 굽힘강성의 이론치와 실험치의 관계는 경사방향과 위사방향에 의해서도 차이가 나고 표면굽힘과 이면굽힘에 의해서도 차이가 나지만 경·위사방향에 의한 차이보다는 표면·이면방향에 의한 차이가 더 크다.

테프론 처리 전·후의 굽힘강성 변화는 심지의 두께에 의해서 보다는 접착제 도트의 크기와 밀도에 의해서 더 커진다. 즉, 두께를 변화시킨 심지보다는 도트변화를 준 심지가 열과 압력에 의한 변화폭이 더 크다. 그래서 Fig. 2에서와 같이 테프론에 처리한 후의 이론치의 폭이 커진다. 그러나 이론치와 실험치의 데이터에 대한 회귀분석 식의 기울기 값을 보면 Fig. 2(a)에서는 표면과 이면굽힘에서 0.91로서 거의 1에 가깝지만 Fig. 2(b)에서는 표면굽힘에서 0.69, 이면굽힘에서 0.61로서 실험치의 증가에 대해서 이론치의 증가가 더 크게 된다. 즉, 열과 압력에 의해서 받는 영향이 두께를 변화시킨 심지들 간에는 비슷하지만 도트변화를 준 심지들 사이에는 차이가 나고 그로 인해서 접착포의 이론치의 차이가 커졌지만 그에 비해서 실험치 간의 차이는 작기 때문에 Fig. 2(b)의 데이터 곡선의 기울기가 1보다 작은 0.6정도의 값을 나타내게 된다.

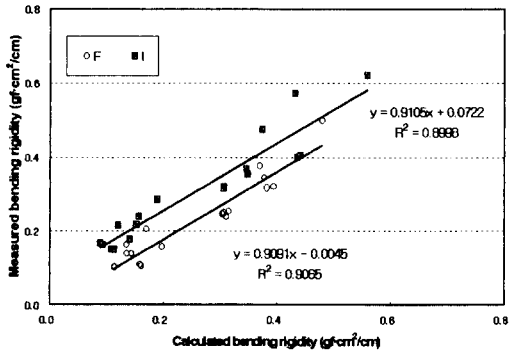


(a)

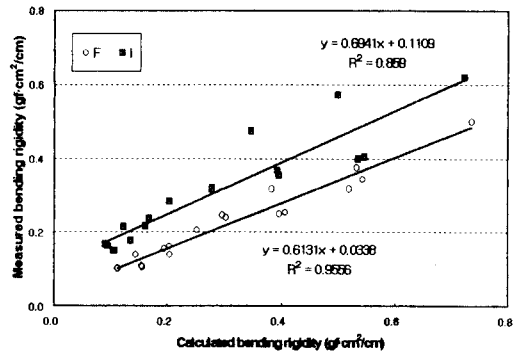


(b)

Fig. 1. Measured vs. Calculated Bending Rigidity of the 3rd Series Composite Fabrics Varied its Thickness(F : Fabric Side, I : Interlining Side Convex Outward).



(a)



(b)

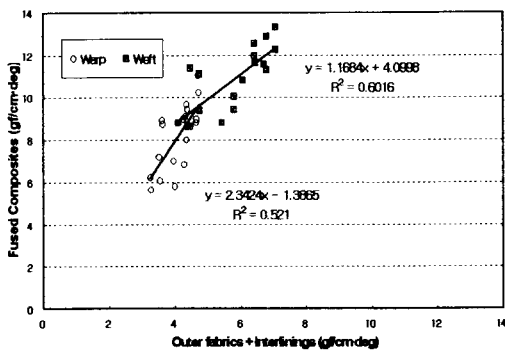
Fig. 2. Measured vs. Calculated Bending Rigidity of the 3rd Series Composite Fabrics Varied Dot Density and its Size(F: Fabric Side, I: Interlining Side Convex Outward).

3.3 전단특성

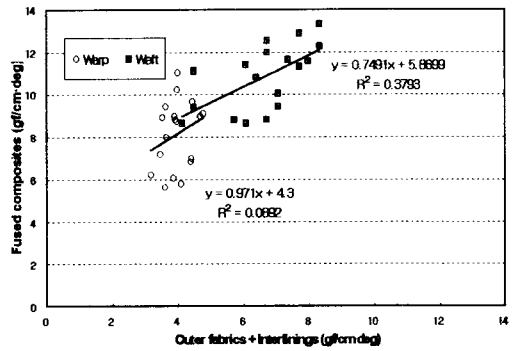
심지의 전단강성이 표지의 전단강성보다 더 크다. 경사방향의 전단강성은 심지가 직물보다 5배 정도 크고 위사방향은 8배 정도 크다. 전단강성은 섬유나 실들의 접점에 관계가 되는 특성으로서 표지의 경·위사 접점이 심지의 접착제 도트 포인트보다 이동에 대해서 더 자유롭다. 그러므로 심지의 전단특성이 직물보다 더 크게 나타난다. 직물의 전단강성과 접착포의 전단강성과는 거의 상관성이 없지만 심지의 전단강성에 대해서 접착포의 전단강성은 증가하는 경향을 나타낸다.

Fig. 3는 세 번째 시리즈의 직물과 두께를 변화시킨 심지의 전단강성의 합과 접착포의 전단강성의 관계를 나타낸 플롯으로서 (a)는 직물과 원래의 심지의 전단강성 합에 대한 것

이고 (b)는 직물과 테프론에 처리된 심지의 전단강성 합에 대한 것이다. 접착포의 전단강성은 경사보다는 위사에서 더 크고 이 현상은 심지에서 나타나는 특성이며 직물은 오히려 위사보다 경사의 전단강성이 더 크다. 이 것으로부터 접착포의 전단강성이 직물과 심지의 접착점뿐만 아니라 심지의 이방성에 의해서도 영향을 받았다는 것을 알 수 있다. 그리고 심지를 테프론에 처리하면 전단강성이 커지고 그 증가정도는 심지에 따라서 차이가 나므로 심지와 직물의 전단강성의 합에 데이터들 간의 폭이 커지게 되고 접착포의 전단강성과 상관성이 없어진다. 이 것으로부터 접착포 내에 존재하는 심지는 원래의 심지와 테프론에 처리된 심지의 중간 상태에 있다고 할 수 있다. Fig. 4는 도트변화를 준 심지에 대해서 Fig. 3과 같이 플롯한 결과이다. Fig. 3에서와 같이 접착포의 전단강성이 경사보다 위사에서 더 크고 테프론에 처리함에 의해서 심지들 간의 차이가 더 커지지만 Fig. 3에서보다는 그 차이들이 더 작다.

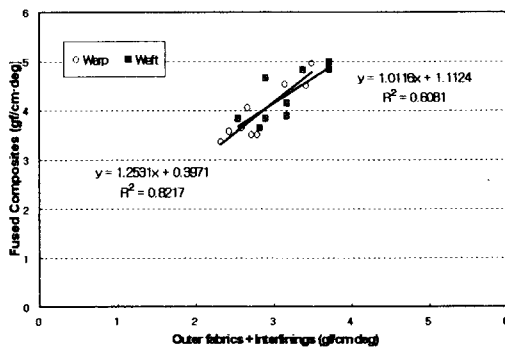


(a)

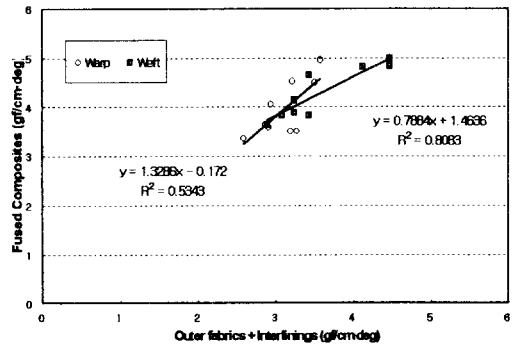


(b)

Fig. 3. Measured vs. Calculated Shear Rigidity of the 3rd Series Composite Fabrics Varied its Thickness Dot Density and its Sizes in Warp and Weft Directions.



(a)



(b)

Fig. 4. Measured vs. Calculated Shear Rigidity of the 3rd Series Composite Fabrics Varied Dot Density and its Sizes in Warp and Weft Directions

4. 결론

- 1) 직물에 두께를 변화시킨 심지를 부착한 접착포의 굽힘강성은 직물과 심지의 굽힘강성을 합한 값보다 6~36배 정도 더 커지고 도트변화를 준 심지를 부착한 경우에도 굽힘강성은 2~7배 정도 더 커진다.
- 2) 직물의 굽힘강성은 표면과 이면굽힘에 의한 차이가 없지만 심지를 접착한 직물의 굽힘강성은 직물이 밖으로 나오는 굽힘보다 심지가 밖으로 나오는 굽힘에서 더 굽힘강성의 크기가 더 크다. 이 이유로는 직물의 이면에 심지를 부착함으로써 심지에 있던 접착제가 직물구성사들의 이동을 어렵게하고 접점사이에 연결된 부직포의 인장저항에 기인된 것으로 생각된다.
- 3) 직물과 심지의 두께와 굽힘강성, 접착제 도트 크기와 밀도를 사용해서 계산한 접착포의 굽힘강성의 이론치는 실험치와의 매우 큰 상관성을 갖는다.
- 4) 직물에 두께를 변화시킨 심지를 부착한 접착포의 전단강성은 직물과 심지의 전단강성을 합한 값보다 9~18배 정도 더 크고 도트변화를 준 심지를 부착한 접착포의 전단강성은 5~7배 정도 더 크다.
- 5) 직물에 두께를 변화시킨 심지를 부착한 접착포의 전단강성은 직물과 심지의 전단강성을 합한 값보다 1.7~2.2배 정도 더 크고 도트변화를 준 심지를 부착한 경우에는 1.3~1.5배 정도 더 크다. 그리고 직물의 전단강성은 경사와 위사의 접점의 밀도에 의해서 커지는데 직물에 심지를 접착하면 접착제가 직물의 경사와 위사의 접점을 구속해서 결과적으로 접착포의 전단강성을 크게 한다.

5. 참고문헌

1. M. Kanayama and M. Niwa, *J. Text. Mach. Soc. of Japan*, **37**, T161(1984)
2. 田村新十郎, 纖維製品消費科學誌(日), **23**, 10(1982)
3. M. Kanayama and M. Niwa in "Proc. Japan-Australia Joint Symposium on Objective Specification of Fabric Quality, Mechanical Properties and Performance"(S. Kawabata et al. Ed.), pp. 347-370, 1982.
4. J. Fan, W. Leeuwner, and L. Hunter, *Text. Res. J.*, **67**, 137(1997)
5. J. Fan, W. Leeuwner, and L. Hunter, *Text. Res. J.*, **67**, 194(1997)
6. J. Fan, W. Leeuwner, and L. Hunter, *Text. Res. J.*, **67**, 258(1997)
7. G. E. Cusick and L. J. Cook, "Applied Polymer Symposium", No. 18, pp. 1325~1334, 1971.