

모직물의 구조와 수분율에 따른 습윤팽창 및 기공도 변화

나미희, 이대훈*, 김은애,
연세대학교 의류환경학과, *생산기술연구원 섬유기술개발센터

1. 서론

세 번수 단사로 제직된 모직물은 그 사용도가 높아지고 있으나 의복의 형태안정성이 문제되고 있다. 형태안정성 중에서 특히 공기중 수분의 흡수, 발산에 따른 수분율의 차이로 발생하는 습윤팽창은 시임 퍼커링, 의복의 뒤틀림, 의복 사이즈의 불량, 접착심지의 이탈등의 다양한 의복 외관상의 문제점을 야기시킬수 있다¹⁻⁴⁾. 이러한 모직물의 습윤팽창은 직물의 길이와 두께를 변화시켜서 기공도에 영향을 미치고 나아가 의복의 쾌적감에도 영향을 미치게 된다.

따라서, 본 연구에서는 단사소모직물로 만들어진 직물의 습윤팽창 및 기공도에 직물의 구조와 수분율이 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

2. 실험

실의 꼬임수, 직물의 밀도 및 조직이 다른 10가지 시료를 사용하였으며, 각 시료의 특성은 Table I 과 같다. 직물의 습윤팽창은 FAST-system에 준하여 측정하였으며, 수분율은 20℃에서 각각 40%, 65%, 80%, 90%, 98%로 변화시켜 측정하였다.

Table I. Specifications of worsted fabrics woven by single yarns

No.	Weave Type	Fiber Fineness	Yarn Thickness (Nm)	TPM	Fabric Count (W×F/inch)	Thickness* (mm)	Weight (mg/cm ²)	Cover** Factor
1	2/2Twill	19.6 μ	1/48's	s770	99×84	0.47	16.4	0.87
2	2/2Twill	19.6 μ	1/48's	s920	100×85	0.48	15.3	0.87
3	2/2Twill	19.6 μ	1/48's	s1070	100×89	0.47	15.6	0.88
4	2/2Twill	17.2 μ	1/40's	s1020	90×74	0.52	18.5	0.86
5	2/2Twill	17.2 μ	1/40's	s1020	90×78	0.55	19.1	0.87
6	2/2Twill	17.2 μ	1/40's	s1020	90×83	0.54	20.0	0.88
7	2/2Twill	17.2 μ	1/40's	s720	90×83	0.54	19.1	0.88
8	Plain	17.2 μ	1/40's	s720	68×60	0.46	13.9	0.74
9	Plain	17.2 μ	1/40's	s1020	68×60	0.45	15.2	0.74
10	Plain	17.2 μ	1/40's	s1020	68×62	0.43	15.2	0.75

* Measured by KES-FB System

** Determined following the Grosberg

표준 상태와 습윤시의 직물 상태에 따른 기공도 변화는 현미경(DM RXP, LEICA), 3-CCD 칼라 비디오 카메라(DXC-930, SONY)와 프레임 그레버가 있는 이미지 분석장치(Q600S, LEICA)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 직물의 구조와 수분율에 따른 습윤팽창

Fig.1은 수분율 8%~23%에서의 모직물의 구조에 따른 경사방향의 습윤팽창 변화를 제시한 것이다. 실의 꼬임과 직물의 밀도를 변화시킨 직물의 수분율 변화에 따른 습윤팽창을 살펴본 결과, 수분율 8%에서는 2~3%정도의 습윤팽창이 나타났으나 수분율이 23%로 증가하면 습윤팽창은 약 5~7%정도로 증가하여, 직물이 습윤되면 의복의 외관 변화가 예측된다.

Fig.1(a)는 실의 꼬임에 따른 직물의 습윤팽창을 나타낸 것으로, 꼬임이 증가함에 따라 습윤팽창이 증가함을 볼 수 있는데, 이것은 실의 꼬임이 증가함에 따라 실중심축 주변 섬유들의 압력이 증가하여 섬유의 충전 밀도가 커지기 때문이며, 꼬임이 큰 실로 제직하면 제직시에 경·위사의 주그러듬(flattening)이 작아져서 직조상 크림프가 커지기 때문이다. 그러나 실의 꼬임이 s920과 같은 한계점을 지나면 내부 충전 밀도가 크게 증가하지 않아 실의 꼬임 증가에 따른 결과는 그리 달라지지 않는다고 생각된다.

Fig.1(b)는 직물의 밀도에 따른 습윤팽창의 변화를 나타낸 것으로, 직물의 밀도가 증가함에 따라 습윤팽창이 감소하는 것을 볼 수 있는데, 이는 직물의 밀도가 증가하면 실의 상호작용이 증가하기 때문이다.

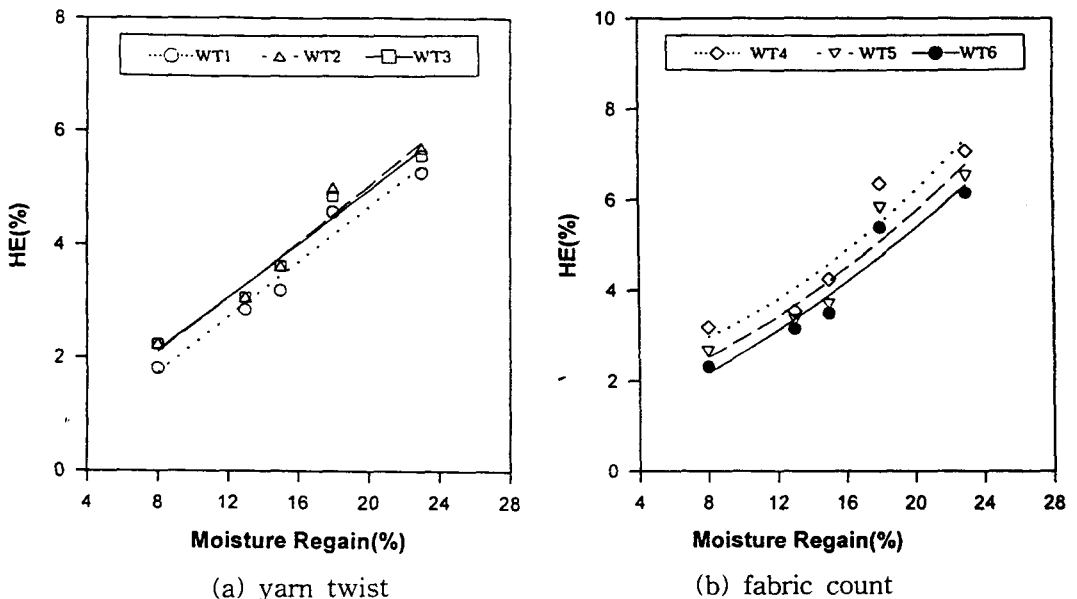


Fig.1. Effect of Moisture regain on the hygral expansion of fabrics with various yarn twist and fabric counts.

3.2. 습윤팽창에 따른 직물의 기공도 변화

Fig.2는 평직물의 꼬임과 밀도에 따른 표준 수분율과 포화수분율에서의 기공도를 나타낸 것으로, 표준과 포화 수분율시 단위 길이당 꼬임수가 많은 직물의 기공 면적이 크게 나타났으며(WP1<WP2), 꼬임 수는 동일하고 밀도가 차이가 있는 직물의 경우, 상대적으로 밀도가 성근 직물의 기공 면적이 약간 크게 나타났다(WP2>WP3). 여기에서, 실의 꼬임에 따른 건·습윤시의 차가 두드러지게 나타남을 볼 수 있는데, 이는 실의 꼬임이 많아지면 실의 횡축 방향의 압력이 작용하여 직물의 습윤 팽창을 억제하므로, 습윤된 직물의 경우, 실의 꼬임이 많을수록 직물의 팽윤은 더 작아지게 된다. Fig.3(a)와 Fig.3(b)에서 평직물의 실의 꼬임이 s720인 직물이 s1,020인 직물보다 습윤시의 팽윤이 많이 일어남을 확인할 수 있다.

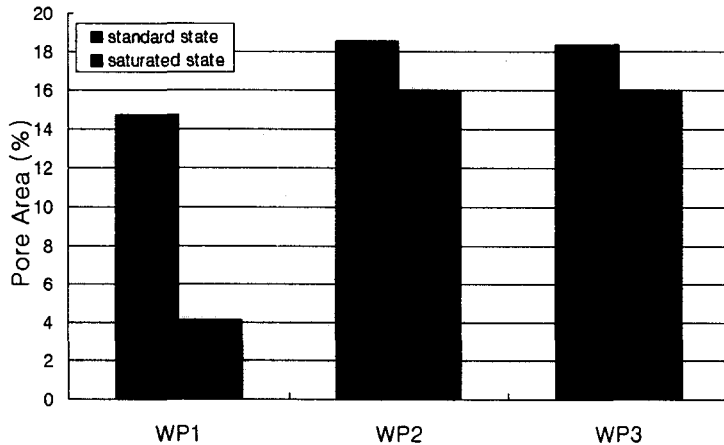


Fig.2. Effect of yarn twist and fabric count on the interyarn pore of fabric at standard and saturated moisture regain.

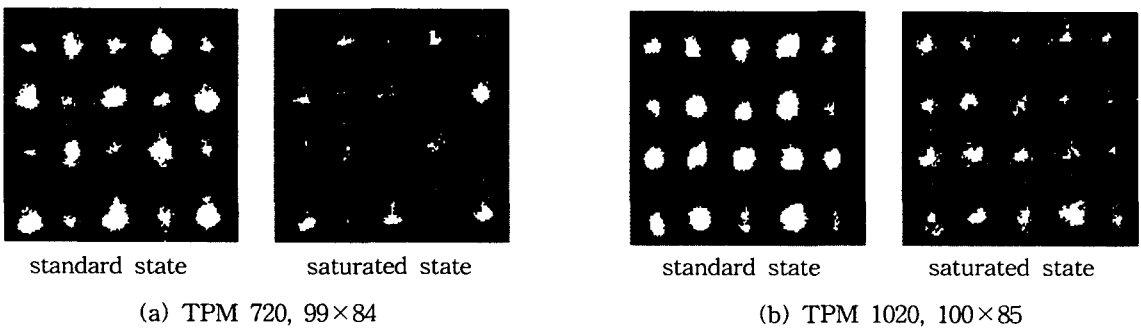


Fig.3. B/W Image of plain fabrics.

3.3. 습윤 팽창의 메카니즘

Fig.4는 섬유 지름의 팽윤이 꼬임에 따른 실의 길이 및 지름의 습윤 팽창에 미치는 영향을 모델링 한 것이다. 실이 구성 섬유로 이루어진 연속체라고 가정하면, 섬유의 팽윤(dr')에 따라 실축방향의 증가는 $dr' \sin \theta$ 이고, 실 반경 방향은 $dr' \cos \theta$ 가 된다. 따라서, $dI' = 0$ 이면, 실의 길이방향 증가(dI)는 $dr' \sin \theta$ 가 되고, 실의 반경 방향 증가(dr)는 $dr' \cos \theta$ 가 된다. 즉, 실의 꼬임이 많아 θ 가 커질수록 실의 길이 방향이 증가되고, θ 가 작을수록 실의

반경방향이 증가된다. 그러나 실은 섬유의 연속체라고 가정하기에는 공극이 많으므로 섬유 자체의 팽윤에 의한 섬유 반경의 증가(dr')가 모두 전해지지 않으므로 이 현상이 축소되어 나타난다고 보인다.

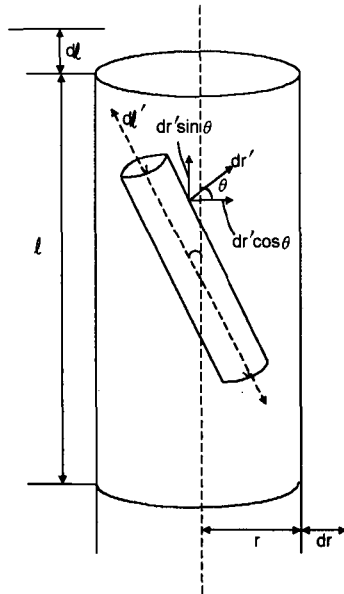


Fig. 4. Dimensional changes of fiber and yarn by swelling

4. 결론

수분율이 증가함에 따라 직물의 습윤팽창은 증가하였으며, 실의 꼬임이 증가함에 따라, 직물의 밀도가 감소함에 따라 습윤팽창이 증가하였다. 또한, 습윤시 팽윤으로 인해 직물의 기공도 감소가 나타났는데, 꼬임이 증가할수록, 직물의 밀도가 낮을수록 기공 면적이 크게 나타났다. 습윤팽창 메커니즘을 살펴본 결과, 섬유의 팽윤에 따라서는 실축방향과 실의 반경 방향의 증가가 나타났는데, 실의 꼬임이 증가하면 실축 방향의 증가가 크고, 실의 꼬임이 작아지면 실 반경방향의 증가가 나타났다.

참고문헌

1. T. Shaw, "The Dimensional Stability of Woven Wool Fabrics : Part II -Its Effects On Garment Making", American Dyestuff Reporter, 76, 7, 26-32(1987)
2. M. Baird, B. Laird and P. Weedall, "Hygral Expansion", Textile Horizons, 14, 4, 31-32(1994)
3. J. R. Cook and B. E. Fleischfresser, "Hygral Expansion of Wool Yarns", J. Text. Inst., Vol.77, No.2, pp.146-pp.150, 1986
4. I. M. Stuart, "Variation of Woven Fabric Length and Thickness with Regain", Text. Res. J., Vol.41, pp.5-pp.10, 1971