투습방수가공에 따른 직물의 물성변화에 관한 연구

-역 학 적 특 성-

정원영, 안승국
부산대학교 섬유공학과

1. 서 론

근래 스포츠·레져 인구가 급증함에 따라 스포츠 웨어의 소재 및 설계에 관한 관심이 증가하고 있는 추세이다. 특히 outdoor sport에 있어서 기능복은 단순한 옷이 아닌 자연 현상으로부터 신체를 안전하고 쾌적하게 보호해주는 장비로서의 역할이 강조되고 있으며, 그 소재로써 많이 사용되고 있는 투습방수직물의 경우 부분적인 기능성의 향상[1-4], 기본 기능성을 유지하면서 보온성, 신축성, 항균성 등을 복합적으로 부과[5-9]하는 등의 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 그런데, 투습방수직물의 경우 대부분 직물형태의 기포(基布)에 여러 가지 고분자 막을 형성시킴으로써 그 기능성을 얻게되므로, 직물과 고분자막의 복합체로써 독특한 특성을 지니게 된다.

따라서 본 연구에서는 코팅 타입, 라미네이팅 타입, 고밀도 타입의 투습방수직물을 시료로 하여 투습방수가공 전·후의 물리적, 역학적 특성을 측정·분석하고, 각 특성 인자들간의 상관관계를 검토한다. 그리하여 일반 우의 및 스포츠 웨어 소재로 널리 사용되고 있는 투습방수직물의 가공방법에 따른 직물의 물성 변화를 평가하는 동시에, 나아가 투습방수직물의 쾌적성을 개선시킬 수 있는 기초 자료로 삼고자 한다.

2. 실 험

2.1 시료

실험에 사용된 시료는 코팅타입, 라미네이팅타입, 고밀도타입의 투습방수직물로, 코팅타입은 습식코팅(floating knife coating, knife-over-roll coating), 건식코팅(microporous coating, non-porous coating), 라미네이팅타입은 2-layer(substrate-membrane), 3-layer (substrate -membrane-lining) 등 27종류의 직물과 가공 전의 직물을 함께 사용했다.

2.2 물리적특성

투습방수가공 전후 직물의 단위면적당 무게를 측정하고, KES-FB3 compression tester를 이용하여 0.5gf/cm^{2}에서의 두께를 측정하였다. 코팅타입과 라미네이팅타입의 경우, 기포와 고분자막간의 박리강도를 ASTM D 4851에 의해 측정하였다.

2.3 역학적 특성

직물의 역학적 특성은 KES-FB system을 사용하여 인장, 굽힘, 전단, 압축, 표면특성을 측정하였고, 인열강도는 ASTM D 2261에 의해 측정하였다. 인장강도는 ASTM D 5035에 의해 측정하였으며, 이때 시료는 가공 전 직물의 경우 raveled strip method로, 가공 후 직물의 경우는 시료의 특성상 cut strip method로 준비하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 가공별 박리강도의 변화

본 실험에 사용된 시료 중 코팅타입과 라미네이팅타입의 경우 기포에 polyurethane수지 코팅 및 polytetrafluoroethylene(PTFE) 막을 라미네이팅 시켜 그 기능성을 부여하였는데, 이러한 경우 기포와 고분자 막간의 박리강도가 중요한 물성 중의 하나이다. 따라서 여러 가지 가공방법별로 박리강도의 유의성 검정을 위해 t-test를 실시하였으며, 그 결과를 *Table* 1에 나타내었다.

Table 1. Adhesion properties of coating and laminating to fabrics

Classification / Values				Adhesion force(gf/cm)	T-values between variable finishing		
Finishing	Coating type	Wet Coating	Floating knife	593.67	-0.976	-1.906	4.569***
			Roll-over-knife	838.70			
		Dry Coating	Microporous	603.38	-5.795***		
			Non-porous	2069.50			
	Laminating type	2-Layer		112.25	-3.587**		
		3-Layer		164.88			

p**<0.01, p***<0.001

코팅타입과 라미네이팅타입간의 유의성이 확인되었는데, 이는 기포에 폴리우레탄수지를 직접 코팅하는 경우에 비해, 접착제를 이용하여 고분자 막과 기포를 적층시키는 라미네이팅타입이 비교적 낮은 박리강도를 가지기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 코팅타입의 경우, 습식-건식코팅간의 유의성은 확인되지 않았으나, 무공형타입의 건식코팅의 경우 매우 높은 박리강도를 나타내었으며, 라미네이팅타입의 경우도 2-layer 와 3-layer간의 차가 인지되었다.

3.2 가공전후의 인열강도의 변화

코팅타입과 라미네이팅타입의 가공 전후 인열강도를 측정해본 결과를 *Figure* 1, 2에 나타내었다. 전체적으로 가공전의 인열강도가 가공 후에 비해 높게 나타났는데, 이는 직물에 합성수지 등을 이용한 가공을 가함으로써 직물을 구성하는 사의 운동성이 감소됨에

따라 인열강도가 감소[10]한 것임을 알 수 있었다. 그리고 가공 전후의 인열강도와 원사의 섬도와의 상관관계를 *Figure* 3에 나타내었는데, 가공 전에 비해 가공 후의 경우가 다소 그 상관성이 낮아지는 것을 확인하였다. 이는 전술된 바와 같이 코팅, 또는 라미네이팅에 의해 원사의 운동성 및 고유특성이 영향을 받게 되기 때문으로 생각된다.

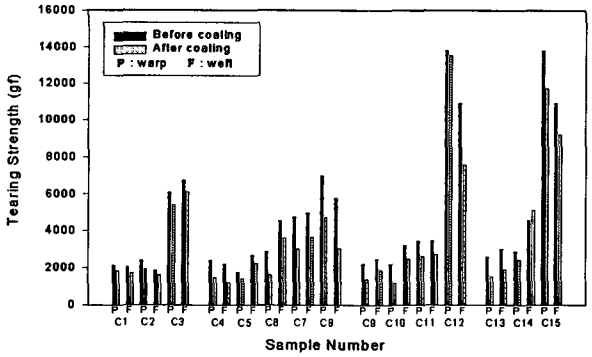

Figure 1. Tearing strength of breathable waterproof fabrics before and after coating.

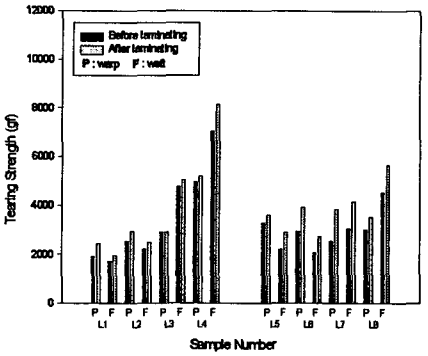

Figure 2. Tearing strength of breathable waterproof fabrics before and after laminating.

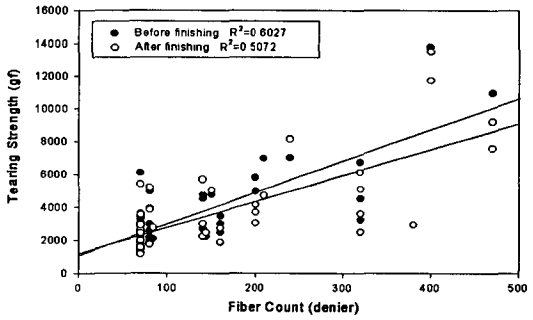

Figure 3. Correlations between fiber count and tearing strength.

3.3 가공전후의 역학특성치의 변화

KES-FB system을 이용하여 측정된 16가지 역학특성치들을 가공 전후로 나누어 분석하였으며, 각각의 결과치를 이용하여 paired t-test를 실시하였다. 그 중 코팅 전후의 평균 역학특성치 및 t-value를 *Table* 2에 나타내었다.

그 결과 코팅 전후 직물의 인장특성과 전단특성이 매우 유의한 차이를 나타내었으며, 반면에 굽힘특성과 압축특성은 유의차를 나타내지 않았다. 그리고 대부분 시료의 경우, 투습방수코팅에 의해 무게는 증가한 반면, 두께는 약간의 감소를 보이는 것을 알 수 있었는데, 이는 코팅수지액을 기포에 도포함에 있어 소량의 수지가 직물 내부로 침투하게 되어 직물구조가 다소 compact 해졌기 때문으로 생각된다.

Table 2. The mean values of mechanical properties before and after coating

Specification \ Values		Before coating	After coating	T-values
LT	(-)	0.807	0.745	2.066*
WT	(gf·cm/㎠)	5.341	7.159	-3.369**
RT	(%)	71.361	75.251	-5.224***
B	(gf·cm/㎠)	0.181	0.173	0.181
2HB	(gf·cm/㎠)	0.095	0.114	-0.661
G	(gf·cm/°)	1.133	4.103	-14.985***
2HG	(gf·cm)	1.218	7.456	-9.431***
2HG5	(gf·cm)	4.851	11.576	-7.618***
LC	(-)	0.415	0.396	0.208
WC	(gf·cm/㎠)	0.126	0.086	2.134
RC	(%)	104.644	74.903	1.103
MIU	(-)	0.165	0.207	-4.008**
MMD	(-)	0.030	0.023	2.275*
SMD	(micron)	5.240	5.153	0.359
W	(㎎/㎠)	12.036	14.272	-7.407***
T	(mm)	0.393	0.334	2.851*

p*<0.05, p**<0.01, p***<0.001

참 고 문 헌

1. T. Furuta and S.Yagihara, *Journal of Coated Fabrics*, **20**, 11(1990).
2. 古田常勝, 龜丸賢一, *纖維製品消費科學(日)*, 36, 181(1995).
3. 村岡雍一郎, 末廣和昭, *纖維製品消費科學(日)*, 38, 157(1997).
4. 박인규, 김영호, 조현태, 이광배, *한국섬유공학회지*, **29**, 69(1992).
5. 星合文隆, 田中督三, *纖維科學(日)*, **25**(6), 40(1983).
6. 森內昭夫, *纖維學會誌(日)*, **45**, 137(1989).
7. 田中幹彦, *纖維科學(日)*, **25**(5), 45(1983).
8. 浮田彰, *纖維科學(日)*, **25**(12), 22(1983).
9. 김성동, 김삼수, *한국염색가공학회지*, **7**, 23(1995).
10. M. A. Taylor, "Technology of Textile Properties", pp.165-166, Forbes Publications Ltd., London, 1993.