

투습성 방수포의 세탁방법에 따른 물성변화에 관한 연구

정 경 자 · 최 석 철

부산대학교 가정대학교 의류학과

A Study on Properties Changes of Vapor-Permeable Waterproofed Fabrics by Laundering and Drycleaning

Gyeong Ja Jeong and Suk Chul Choi

Dept. of Clothing and Textiles, Pusan University

(1994. 7. 29 접수)

Abstract

In this study, four kinds of vapor-permeable waterproofed fabrics were selected and their properties and the changes of properties were investigated after laundering, petroleum drycleaning or tetrachloroethylene drycleaning (each 1, 5, 10 times).

The results were as follows:

1) In the water resistance, only Gore Tex satisfied its minimum property requirements, 1.0 kg/cm². It decreased after laundering and drycleaning. Hipora-1000, Hipora-2000, Aitac decreased slightly by petroleum drycleaning and Gore Tex decreased slightly by all three methods.

2) In the moisture vapor transmission, three except Hipora-2000 satisfied its minimum property requirement, 4000 g/m²·24hr. After laundering and drycleaning, it increased regardless of cleaning methods.

3) In the water repellency, Hipora-1000, Hipora-2000 were not almost decreased after laundering and drycleaning. Aitac decreased slightly by petroleum drycleaning and Gore Tex decreased slightly by laundering and petroleum drycleaning.

4) Air permeability of Aitac increased with increasing of cleaning times regardless of cleaning methods.

5) In the bond strength, only Gore Tex dissatisfied its minimum property requirements, 250 g/cm.

Regardless of cleaning method, bond strength decreased with increasing of cleaning times.

6) Color difference was large in case of Hipora-1000 by laundering, Hipora-2000 by laundering and tetrachloroethylene drycleaning, Aitac by tetrachloroethylene drycleaning,

Gore Tex by laundering.

To diminish property change of vaper-permeable waterproofed fabric, petroleum drycleaning is more effective than laundering and tetrachloroethylene drycleaning.

I. 서 론

최근 섬유제품에 대한 소비자의 욕구가 고기능성 및 심미성 소재를 중심으로 한 섬유제품의 고급화 및 차별화를 촉진시킴으로써 다양한 기능성 소재가 개발 시판되고 있다. 생활수준의 향상과 소비패턴의 다양화로 스포츠와 여가를 즐기는 현대인들은 의복착용시 쾌적성과 안정성을 강조하게 되고 이러한 소비자들의 요구를 충족시키는 기능성 소재중의 하나로서 투습성 방수포가 출현하여 크게 각광을 받고 있으며 소재메이커들로부터 큰 관심과 개발에 경쟁을 불러 일으키고 있는 실정이다.

인간의 육체는 물리학상의 견지에서 보면 하나의 에너지 발생체로 등산이나 스키 등에 의한 격렬한 신진대사에 있어서 일정량의 수증기와 열에너지를 발생시키므로 쾌적한 기분을 갖기 위해서는 인체의 발생에너지와 인체 주위와의 열교환의 균형이 이루어져야 한다¹⁾고 하였다.

종래의 방수포는 물이 내부로 침투하는 것을 막아줄 수는 있지만 인체에서 발생하는 수증기나 열에너지를 외부로 발산시키지 못해 피부표면에 땀이 차게 되어 불쾌감을 주게 된다. 즉, 비나 물의 침투를 막는 방수성, 발수성 및 격렬한 운동에 의한 땀을 발산시키는 투습성의 두가지 상반된 기능을 동시에 겸비한 쾌적한 의복소재가 필요하게 되는데, 1976년 미국 W.L. Gore가 PTFE(Polytetrafluoreethylene) 필름을 라미네이팅(laminating) 시킨 Gore Tex fabric²⁻⁹⁾을,

1979년 일본의 Toray사가 습식우레탄 가공기술을 활용한 Entrant^{11,12)}를 개발하였으며 국내에서는 1984년 Hipora라는 상품명으로 투습성 방수포를 시판하게 되었다.

투습성 방수포의 성능에 관한 연구중 安田³⁾는 Gore Tex의 방수성과 투습성에 관하여 실험한 후, 다공질 소재가 방수성을 갖기 위해서는 물에 대한 접촉각이 90° 이상이 되어야 한다는 사실과 다공질 소재의 내수압과 공경과는 반비례함을 밝히고 있으며, 홍¹³⁾은 투습성 방수포와 보온단열 소재의 조합에 따른 열전도도와 투습도에 관한 연구를 하였다.

본 연구에서는 새로운 기능성 소재로서 주목받고 있으며 등산 스키 썰매 등의 스포츠 웨어를 비롯하여 소방복, 다운자켓 등의 outer wear에 이르기까지 광범위한 분야에 걸쳐 사용되고 기능면에서 좋은 평가를 받고 있는 투습성 방수포¹⁴⁻²²⁾의 물세탁과 퍼클렌제 드라이클리닝, 석유계 드라이클리닝 처리에 의한 물성변화를 살펴보고서 새로운 기능성 소재의 취급에 대한 적절한 지침을 얻는 것을 목적으로 한다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

1) 시 료

본 실험에서 사용된 시료는 Kolon사 3제품과 Gore사 1제품을 (주)코오롱으로부터 제공받은 것으로 그

Table 1. Characteristics of testing fabrics

	Hipora-1000	Hipora-2000	Aitac	Gore Tex
fiber content	Nylon 100%	Nylon 100%	N/P 18/82	Nylon 100%
fabric count (end×pick/5 cm)	242×196	228×192	272×176	188×194
thickness (mm)	0.12	0.14	0.17	0.18
weight (g/m ²)	78.4	99.6	103.0	104.2

Hipora-1000 (polyurethane coating type)

Hipora-2000 (polyurethane coating type)

Aitac(코밀도 type)

Gore Tex(laminating type)

특성은 Table 1과 같다.

2) 시 약

물세탁시 세제는 시판세제중의 하나를 사용하였으며 드라이클리닝에 사용된 용제는 Tetrachloethylene(일명 Perchloroethylene, perclene 純正化學株式會社, 제 1 급)과 Petroleum benzin(日本石油, 제 1 급)이다.

2. 세탁방법

1) 물세탁

세탁방법은 KS K 0533에 준해 Launder-o-meter를 사용하여 1, 5, 10회 실시하였다.

2) 드라이클리닝

드라이클리닝 방법은 KS K 0533의 유기용제법에 준하였으며 Tetrachloroethylene 과 Petroleum benzin 각각에 대하여 1, 5, 10회 실시하였다.

3. 물성실험

1) 내수도 측정

KS K 0592(직물의 내수도 시험방법 : 고수압법)에 준하였으며, 기기는 Hydrostatic tester (Type A 2924C, Toyo seiki seisaku-sho Co. Japan)를 사용하여 측정하였다.

2) 발수도 측정

KS K 0590(직물의 발수도 시험방법 : Spray법)에 준하여 측정하고 그 결과를 점수로 표시하였다.

3) 투습도 측정

ASTM E-96-66에 준하여 제작된 Compact humid chamber(금성계전 제작)를 사용하여 투습도를 측정하였다. 투습컵의 투습면적은 28 cm²이었고 봉합제는 파라핀을 사용하였으며 chamber내의 조건은 온도 37.8°C, 상대습도 90%, 풍속 0.5 m/sec이었다.

4) 통기도 측정

KS K 0570(직물의 공기투과도 시험방법 : Frazier 법)에 준해 측정하고 그 값을 환산포로 부터 환산하여 ft³/ft² min로 표시하였다.

5)バリ강도 측정

KS K 0533에 준하여 용매타입 접착제를 시료에 접착후 정속인장식 강도측정기를 사용하여 측정하였다.

6) 색차 측정

세탁 전후의 색차측정은 Color and color differ-

ence meter model ND-1001DP(Nippon Denshoku Kogyo Co. Japan)를 사용하여 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 세탁에 따른 내수도의 변화

Table 2는 제조방법별 투습성 방수포의 물세탁과 석유계, 퍼클렌계 드라이클리닝 처리후의 내수도 변화를 횡수별로 나타낸 것으로 투습성 방수포의 종류에 따라 내수도 값의 차가 크므로, 팔호 안에는 원포의 내수도를 100으로 보았을 때의 세탁으로 변화된 내수도의 비율을 %로 표시하였다.

투습성 방수포의 기능성을 좌우하는 커다란 요인중의 하나인 내수도는 우의, 텐트 등과 같이 심한 기상 조건하에서 사용할 수 있는 heavy duty용일 경우 1.0 kg/cm²^{1,15)} 이상의 최소내수도값을 갖추어야 한다.

본 실험에서 측정된 4종류의 시료중 Hipora-1000의 경우 물세탁과 퍼클렌계 드라이클리닝 처리시는 1회 세탁시 크게 감소하지만 횡수가 증가하여도 감소하는 정도가 크지 않았고, Hipora-2000은 드라이클리닝쪽이 물세탁보다 내수도의 감소가 적었다. Aitac은 원포의 내수도는 낮은 편이지만 물세탁이나 드라이클리닝 처리후에도 크게 감소하지 않는 경향을 나타내고 있으며, Gore Tex는 원포의 내수도 값은 아주 높았고 세탁횡수의 증가에 따른 내수도의 변화도 적었다.

투습성 방수포는 세탁처리시 물리적인 힘을 받아 coating된 피막이 손상되어 기공도나 기공의 직경이 커져서 내수도가 감소하였으리라 생각되어진다.

2. 세탁에 따른 투습도의 변화

투습성은 의복착용시의 쾌적성을 부여하는 중요한 성능으로서, 인체활동에 의해 발생하는 수증기는 정상시 350~600 g/m²·24hr이고 운동시는 적어도 2500 g/m²·24hr 이상의 투습도가 필요한데, 스키, 등산, 낚시, 우의, 텐트 등 격렬한 운동량을 요구하거나 심한 기상 조건하에서 착용하는 heavy duty용 투습성 방수포의 투습도 최소요구치는 4000 g/m²·24hr이다^{1,15)}.

Table 3은 투습성 방수포의 물세탁과 퍼클렌계, 석유계 드라이클리닝에 따른 투습도의 변화를 횡수별로 나타내고 있다. Hipora-2000을 제외한 소재들은 모두

Table 2. Water resistance change after alundering and drycleaning

(kg/cm²)

(3)	(1)		Hipora	Hipora	Aitac	Gore Tex
	(2)		-1000	-2000		
U	0		0.22(100)	0.61(100)	0.10(100)	6.3(100)
	L	1	0.20 (90)	0.50 (82)	0.08 (80)	6.2 (98)
		5	0.15 (75)	0.45 (74)	0.07 (70)	6.1 (96)
T	10	0.14 (64)	0.44 (72)	0.07 (70)	5.7 (90)	
	1		0.18 (82)	0.60 (98)	0.09 (90)	6.2 (98)
	5		0.16 (73)	0.57 (93)	0.08 (80)	6.0 (95)
L	10		0.15 (68)	0.54 (88)	0.07 (70)	5.9 (94)
	1		0.18 (82)	0.56 (92)	0.08 (80)	6.1 (96)
	5		0.18 (82)	0.56 (92)	0.08 (80)	5.9 (94)
P	10		0.18 (82)	0.56 (92)	0.08 (80)	5.8 (92)

U untreated

(1) trade name L laundering

(2) treatment times T tetrachloroethylene drycleaning

(3) treatment method P petroleum drycleaning

Table 3. Moisture vapor transmission change after laundering and drycleaning

(g/m²·24hr)

(3)	(1)		Hipora	Hipora	Aitac	Gore Tex
	(2)		-1000	-2000		
U	0		6040(100)	3777(100)	8182(100)	4860(100)
	L	1	6942(115)	3889(103)	8468(103)	5065(104)
		5	7012(116)	4310(114)	8539(104)	5151(105)
T	10	7127(118)	4512(119)	8751(107)	5218(107)	
	1		7028(116)	3917(104)	8528(104)	4883(100)
	5		7301(121)	4257(113)	8792(107)	5150(106)
P	10		7304(121)	4357(115)	8892(109)	5683(117)
	1		6909(114)	4513(119)	8442(103)	5123(105)
	5		7310(121)	4751(126)	8697(106)	5312(109)
L	10		7559(125)	5150(136)	8761(107)	5496(113)

원포의 투습도가 4000 g/m²·24hr 이상의 투습도를 가지고 있었다. Hipora-1000의 경우 물세탁 드라이클리닝 처리에 의해 투습도가 크게 증가하였으며, Hipora-2000은 원포의 투습도가 3777 g/m²·24hr로 낮은 편이었으나 세탁횟수가 증가할수록 현저하게 증가한다. Aitac은 최소요구치의 두 배에 이르는 투습도를 가지는데, 다른 투습성 방수포보다 세탁횟수에 따른 투습도의 증가율은 커지지 않은 편이었고, Gore Tex의 경우 물세탁에 의한 투습도 변화보다 드라이클리닝에

의한 투습도 변화가 더 현저한 편이었다.

일반적으로 투습도는 기공도가 증가할수록, 기공의 직경이 클수록 커지는데 Gore Tex Hipora-1000, Hipora-2000처럼 라미네이팅 타입이나 코팅타입이, 고밀도 타입인 Aitac 보다 세탁에 따른 투습도 증가가 현저히 큰 것은 물세탁이나 드라이클리닝시 투습성 방수포의 표면이 물리적인 힘을 받아 직물 및 피막이 손상되어져 기공도나 기공의 직경이 커지게 되어서 투습도가 증가되는 것으로 생각되어진다.

Table 4. Water repellency change after laundering and drycleaning

(3)	(1)		Hipora -1000	Hipora -2000	Aitac	Gore Tex
	(2)					
U	0		90(100)	90(100)	90(100)	90(100)
	1		90(100)	90(100)	90(100)	90(100)
	5		90(100)	90(100)	90(100)	90(100)
L	10		90(100)	90(100)	70(78)	90(100)
	1		90(100)	90(100)	87(97)	90(100)
	5		90(100)	90(100)	83(92)	77(86)
T	10		90(100)	80(89)	70(78)	70(78)
	1		90(100)	90(100)	90(100)	90(100)
	5		90(100)	90(100)	90(100)	90(100)
P	10		90(100)	90(100)	83(92)	87(97)

Table 5. Air permeability change after laundering and drycleaning

(ft³/ft²·min)

(3)	(1)		Hipora -1000	Hipora -2000	Aitac	Gore Tex
	(2)					
U	0		1.05	1.05	1.62(100)	1.05
	1		1.05	1.05	1.81(112)	1.05
	5		1.05	1.05	2.03(125)	1.05
L	10		1.05	1.05	2.08(128)	1.05
	1		1.05	1.05	1.92(119)	1.05
	5		1.05	1.05	2.21(136)	1.05
T	10		1.05	1.05	2.28(140)	1.05
	1		1.05	1.05	1.80(111)	1.05
	5		1.05	1.05	1.82(112)	1.05
P	10		1.05	1.05	2.00(123)	1.05

3. 세탁에 따른 발수도의 변화

발수성은 투습성 방수포에 있어서 중요성능 중의 하나로, 발수성이 낮으면 가령 내수암이 우수하다고 해도 소재의 표면이 젖은 상태가 되어, 표면에 형성된 수막에 의해서 인체에서 발생하는 수증기나 열에너지를 외부로 방산시키지 못하여 피부표면에 땀이 차게 되어 불쾌감을 주게 된다.

Table 4는 물세탁과 퍼클렌제, 석유계 드라이클리닝 후의 발수도 변화를 횡수별로 나타내고 있다. 나타난 바와 같이 Hipora-1000은 물세탁, 퍼클렌제, 석유계 드라이클리닝시 모두 우수한 발수도를 나타내고 있

으며, Aitac의 경우 물세탁 5회까지는 90을 유지했으나 10회 처리후에 70으로 떨어졌으며, 퍼클렌제 드라이클리닝시에는 세탁 1회시 87로 저하되었고 세탁횟수가 증가함에 따라 점차적인 감소현상을 보이지만 석유계 드라이클리닝 처리시는 우수한 발수성을 유지하고 있다. Gore Tex는 물세탁과 석유계 드라이클리닝 세탁후에는 발수도의 저하가 그다지 크기 않은 반면 퍼클렌제 드라이클리닝 처리에 의해서는 5회 이상 세탁시 77 이하로 떨어졌다.

4. 세탁에 따른 통기도의 변화

Table 5는 물세탁과 퍼클렌제, 석유계 드라이클리

닝 처리전후 투습성 방수포의 통기도를 나타낸 것으로 Aitac은 세탁전의 통기도가 1.62 ft³/ft².min으로 실험에 사용된 4가지 시료중 가장 통기성이 좋았으며 세탁 처리에 따라 통기도는 증가하는 경향을 띄고 있었다. Altac을 제외한 나머지 시료는 세탁전후 1.05ft³/ft².min 이하의 값을 나타내고 있어 세탁에 따른 통기도의 증감의 정도를 알 수 없었다.

5. 세탁에 따른 박리강도의 변화

투습성 방수포로 제작된 스포츠웨어는 격렬한 구부림성, 마모, 인장 등 가혹한 조건하에서 잘 견디고 세탁, 드라이클리닝에 강한 내구성을 겸비해야 하는데

내구성을 오래 유지하기 위해서는 박리강도 250g/cm 이상이 되어야 한다¹⁾.

Table 6은 물세탁과 퍼클렌제, 석유계 드라이클리닝 처리전후 투습성 방수포의 박리강도를 나타내고 있다. Hipora-1000의 경우, 원포는 254.4g/cm로 박리강도 최소요구치를 만족시키지만 물세탁, 퍼클렌제, 석유계 드라이클리닝을 막론하고, 세탁 1회 후에는 크게 감소하였다. Hipora-2000은 Hipora-1000에 비해 박리 강도가 매우 큰 편으로 세탁전의 원포가 1624.1 g/cm를 나타냈으며 세탁처리에 따라 점차 그 값이 감소하는 경향을 띄지만 세탁 10회 이후에도 모두 최소 요구치를 훨씬 능가하는 값을 가지고 있었다. 라미네

Table 6. Bond strength change after laundering and drycleaning

(g/cm)

(3)	(2)	(1)	Hipora	Hipora	Gore Tex
			-1000	-2000	
U	0		254.4(100)	1624.1(100)	170.5(100)
	1		240.2(94)	1590.0(98)	154.3(90)
	L	5	188.3(74)	1573.9(96)	138.8(81)
T	10		174.9(69)	1532.5(94)	125.9(70)
	1		205.2(81)	1501.1(92)	143.7(84)
	5		197.8(78)	1468.1(90)	143.4(84)
P	10		196.1(77)	1443.7(89)	125.5(74)
	1		212.6(84)	1601.5(98)	149.9(88)
	5		189.2(74)	1568.9(97)	139.9(82)
P	10		187.4(73)	1541.5(95)	135.3(79)

Table 7. Color difference after laundering and drycleaning

(3)	(2)	(1)	Hipora	Hipora	Aitac	Gore Tex
			-1000	-2000		
U	0		0	0	0	0
	1		0.5	0.4	0.5	0.6
	L	5	2.0	0.6	0.7	1.0
T	10		3.8	1.1	0.8	1.6
	1		0.3	0.2	0.8	0.4
	5		0.5	0.6	1.2	0.4
P	10		0.8	1.2	1.7	0.4
	1		0.5	0.2	0.4	0.4
	5		0.6	0.4	0.6	0.5
P	10		0.8	0.7	1.0	0.6

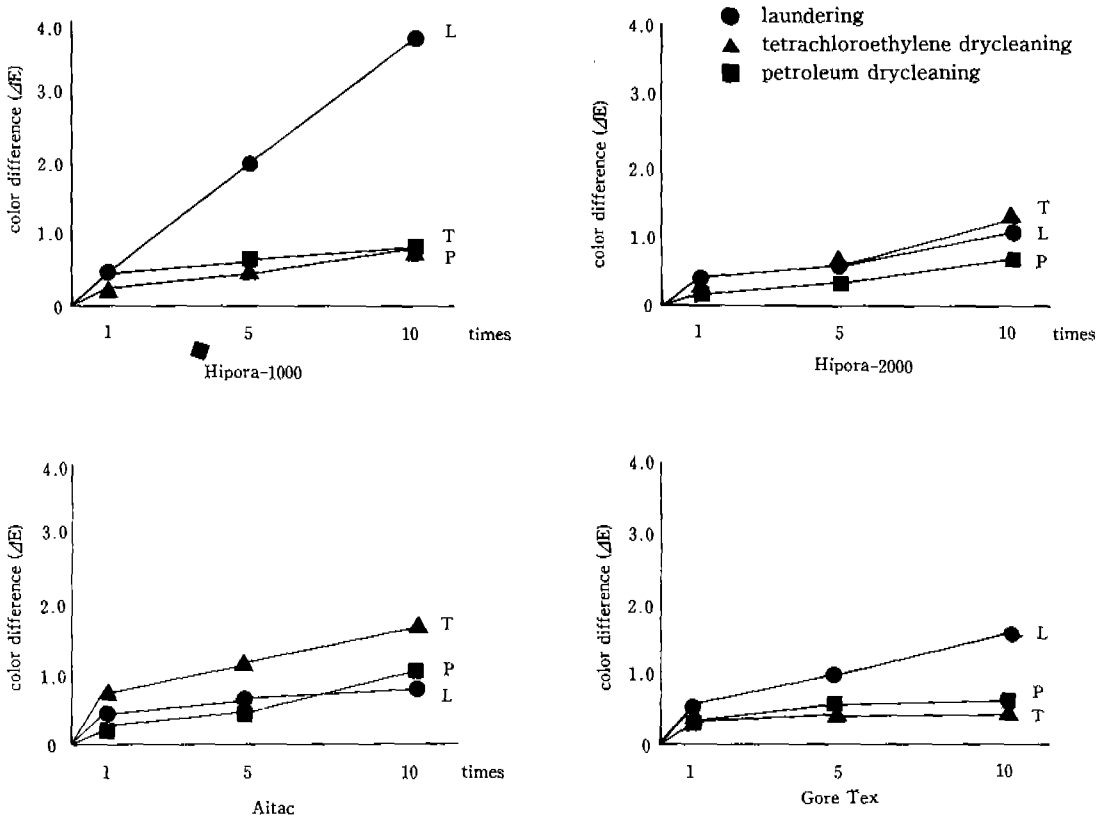


Fig. 1. Color difference after laundering and drycleaning

이팅 타입인 Gore Tex는 코팅 타입의 투습성 방수포보다 박리강도가 부족한 것으로 물세탁에 의한 박리강도 감소가 현저한 편이다.

6. 세탁에 따른 색의 변화

스포츠웨어는 종종 여러가지 색상의 천을 조합해서 제작되는 경우가 많은데 이때 염색견뢰도가 좋지 않다면 세탁처리에 의해 색상이 변할 뿐아니라 조합된 다른 색상에 영향을 주어 문제가 될 것이다. 그리하여 세탁전후의 투습성 방수포의 색상차를 조사해 보았는데, 색상의 변화를 사람의 육안으로 관찰할 경우 관찰자의 정신적, 심리적 요인이 커다란 영향을 미치므로, 주관적 개입을 제거하려는 의도에서 Hunter의 L-a-b계에 의한 색차식을 이용해서 측정분석을 하였다.

Table 7은 Hunter의 L-a-b계 색차식에 의해 색차 ΔE를 구해 놓은 표이다.

Hipora-1000의 경우 물세탁 10회 처리시 색차 3.8

로그 값이 다른 것에 비해 가장 크지만 드라이클리닝에 의하면 색차가 비교적 적은 편이었다. Hipora-2000은 물세탁과 퍼클렌제 드라이클리닝보다는 석유계 드라이클리닝 처리에 의한 것이 색차가 적었으며, Aitac은 퍼클렌제 드라이클리닝에 의한 색차가 다른 것에 비해 큰 편이었다. Gore Tex의 경우 드라이클리닝보다 물세탁에 의한 색의 변화가 더 컸었다.

IV. 결 론

시판중인 투습성 방수포중 Hipora-1000, Hipora-2000, Aitac, Gore Tex를 채택하여 물세탁, 퍼클렌제 드라이클리닝, 석유계 드라이클리닝으로 1, 5, 10회 세탁한 후 각종 물성을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 내수도에 있어서, 1.0g/cm이라는 내수도 최소 요구치를 만족시키는 것은 Gore Tex뿐이었으며, 세

탁회수가 증가할수록 내수도는 감소하는 경향을 나타내었다. Hipora-1000, Hipora-2000, Aitac은 석유계 드라이클리닝시 내수도의 감소 정도가 심하지 않았으며 Gore Tex는 물세탁, 퍼클렌제, 석유계드라이클리닝 모두에 대해 세탁에 따른 내수도 감소는 적었다.

2) Hipora-2000을 제외한 나머지는 모두 투습도의 최고요구치인 4000g/cm² 24hr을 만족시키고 있었으며 세탁회수가 증가할수록, 세탁방법에 관계없이 투습도는 증가하였다.

3) 발수도에 있어서, Hipora-1000, Hipora-2000은 세탁방법에 상관없이 세탁회수가 증가하여도 발수도의 저하는 거의 없었으며 Aitac은 석유계 드라이클리닝을 할 경우 발수도의 저하가 적었다.

4) 통기도가 가장 좋은 것은 Aitac으로 세탁회수가 증가할수록 통기도는 증가하였으며, 나머지는 세탁전 후 모두 1.05ft³/ft²min 이하의 통기도를 나타내었다.

5) 박리강도의 최소요구치는 250g/cm로 Hipora-2000은 박리강도가 매우 큰 반면 Gore Tex는 170.5g/cm로 최소요구치에 못 미쳤으며 4종류 투습성 방수포 모두 세탁회수가 증가함에 따라 박리강도가 감소하였다.

6) 세탁에 따른 색의 변화에 있어서, Hipora-1000은 세탁의 경우, Hipora-2000은 물세탁과 퍼클렌제 드라이클리닝, Aitac은 퍼클렌제 드라이클리닝, Gore Tex는 물세탁에 의해 색의 변화가 다른 방법에 비해 컸었다.

이상의 결과에서 투습성 방수포는 물세탁과 퍼클렌제 드라이클리닝보다는 석유계 드라이클리닝에 의해 세탁하는 것이 물성의 성능저하를 적게 할 수 있음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) 이용준, 투습성 방수소재(上)(下), 코오통기술연구소, 기술개발시리즈, (1984).
- 2) 藤井富美子, 皆川基, 福本律子, 奥山春彦, 透濕性防水布の構造ならびその性質に及ぼすドライクリー

- ンダの影響, 織消誌, 24, 248 (1983).
- 3) 安田 武, 横山 宏太郎, 井尻 登喜子, 透濕性防水布の性能に関する一考察, 織消誌, 24, 486 (1983).
- 4) 安田 武, 通氣性防水布ゴアテックス—その後(1), 織消誌, 22, 274 (1981).
- 5) 安田 武, 通氣性防水布ゴアテックス—その後(2), 織消誌, 22, 375 (1981).
- 6) 安田 武, 通氣性防水布, 織消誌, 35, 334 (1982).
- 7) 齋藤利忠, 防水透濕素材ゴアテックスファブリクス 織維學會誌(日), 41, 19 (1985).
- 8) 細川孝尙, 通氣性防水シート Gore-Text laminate について, 織維學會誌(日), 35, 11 (1979).
- 9) 上野良三, ゴアテックスの特性と展開, 織維科學, 26, 20 (1984).
- 10) 上野郎三, 理想の素材へと大きく前進したゴアテックス 第2世代, 織維科學, 24, 13 (1982).
- 11) 西川尙弘, 透濕素材の現状とエントラントについて, 織維科學, 24, 3 (1982).
- 12) 森岡敦美, ポリウレタン微多孔膜による防水透濕性布帛, 織維學會誌(日), 41, 14 (1985).
- 13) 홍연숙, 투습방수소재와 보온단열소재의 조합에 따른 열전도도와 투습도, 연세대학교 의생활과 석사논문(1988).
- 14) 豊間和子, 江藤悦子, 綿 レイコート地の消費科學的研究, 織維誌, 24, 201 (1983).
- 15) 鈴木昭治, 理想の素材として實證されたマイクロテックスについて, 織維科學, 26, 33 (1984).
- 16) 坂田上, ジムスターの開發經過とその特性について, 織維科學 25, 33 (1984).
- 17) 綠川雄三 田中督三, 防水透濕性素材レボラ及びレノミックスについて, 織維科學, 25, 45 (1983).
- 18) 田中幹彦, 透濕防水保溫伸縮素材スプラッシュXシリーズについて, 織維科學, 25, 45 (1983).
- 19) 別所義雄, 透濕防水加工素材「ファンセラ」について, 織維科學, 24, 21 (1982).
- 20) 田井幹彦, 高透濕性防水素材 デインカムについて, 織維科學, 26, 28 (1984).
- 21) 一圓光之, 超高密度織物 マイクロファイの特性について, 織維科學, 25, 22 (1983).
- 22) 吉田正治, 超高密度織・編物, ザヴィーナDP及びCKについて, 25, 15 (1983).
- 23) 김기정, 透濕性防水加工, 한국섬유공학회지, 24, 153 (1987).