

<研究論文(學術)>

## 불소수지를 이용한 분할형 PET/nylon 직물의 발수가공

이방원 · 박병기 · 김환철 · 정운숙 · 이화선

전북대학교 공과대학 섬유공학과  
(1997년 5월 12일 접수)

### Water Repellent Finish for Divided Type PET/Nylon Fabrics with Fluoro Alkyl Resin

Bang One Lee, Pyong Ki Pak, Hwan Chul Kim, Yun Suk Cheong, and Hwa Sun Lee

*Dept. of Textile Eng., College of Eng., Chonbug National Univ., Chonju, Korea*  
(Received May 12, 1997)

**Abstract**—Water repellent finish was carried out using water repellent agent(AG-480), melamine resin(Sumitex Resin MK), and catalyst(Sumitex Accelerator ACX).

PET/nylon fabrics were treated with melamine resin by pad-dry-cure method and subsequently washed and dried.

Durable water repellency was controlled by the melamine resin and catalyst. Water repellency was tested by spray rating method and durability of water repellency were measured by launder-O-meter and pilling tester.

The optimum conditions of durable water repellent finish for new synthetic fabric were as follows; concentration of water repellent finishing agent 20g/ℓ ; concentration of melamine & catalyst 0.5g/ℓ ; curing condition 160°C×30sec.

Water repellency after washing and rubbing is improved by melamine resin and catalyst.

#### 1. 서 론

우산, 우의, 텐트용 직물 등과 같이 과거의 방수가공소재들은, 단순히 외부로부터 침입하는 빗물을 막아주는 성능만 갖고 있을 뿐 체내에서 땀처럼 수증기나 체열을 외부로 발산시킬 수 없기 때문에 의복착용시 불편감을 주는 결점이 있었다. 이같은 결점을 개선하여 의복 착용시 쾌적하고 상쾌감을 충족시켜 주기 위해 방수성은 물론 체내에서 발생하는

수증기와 체열을 빠르게 발산시키는 투습성이 겸비된 투습방수성 소재의 개발이 시도되었다.<sup>1)</sup> 현재 개발된 투습방수성 소재는 대부분 미세다공질 수지 피막을 이용한다. 방수가공시 코팅층에 형성시키는 미세공의 크기를 수증기 입자의 크기와 빗방울 크기의 중간이 되도록 하면 방수성은 물론 인체에서 발산되는 땀의 증기를 외부로 방출시키는 투습성, 방수성 직물이 제조된다. 따라서 빗방울과 수증기 입자 크기의 중간 정도인 약 0.1~10μ 정도의 미세

다공을 수지피막에 형성시키고 그 내벽을 소수화하여 모세관 현상을 막아줌으로써 투습성과 방수성이 동시에 부여된 가공직물을 얻을 수 있다.

투습방수성 소재는 1976년 PTFE(polytetrafluoroethylene)을 이용한 라미네이팅 타입의 "Gore-tex"가 최초로 상품화된 이후 부드러운 촉감, 보온성 기능, 스트레치 기능과 초발수 기능 등 기능성이 복합화된 고기능성 투습방수성 소재가 계속 연구 개발되고 있는데, 일반적으로 실리콘계 수지와 불소계 수지는 임계표면장력이 낮아 섬유에 처리하면 섬유표면이 소수화되고 물방울을 통과시키지 않는 방수성을 부여한다. 그리고 수지자체가 미세다공성이 있기 때문에 체내에서 발생하는 땀방울을 방출시켜 투습성도 부여한다. 특히 불소계 수지는 임계표면장력이 대단히 낮기 때문에 타물질과의 친화성이 거의 없어서 직물에 발수·발유가공이 실시되고 있다. 실리콘계 수지나 불소계 수지를 이용한 발수가공에 있어 가장 문제가 되는 것은 세탁에 대한 내구성과 마찰견뢰도이다. 따라서 이러한 문제점을 개선해보고자 Shouji Takekoshi 등은 불소수지 처리한 면, 폴리에스테르 직물의 색상, 일차리, 기표제와 효과를 ESCA 분석 등을 통해 검토하였다. 그 결과 불소수지 가공 직물을 세탁하면 발수 성능이 감소되었다가 3주 일차리 하면 크게 회복된다는 사실을 발견하였다. 그리고 발수가공시에 특정 기표제인  $\text{SiO}_2$  표면 매개특성이 향상된다고 보고한 바 있다.

Charles J. Conner 등은 면섬유의 방수성에 대한 내구성을 부여하기 위하여 new silicone alloy인 이 중합합형 tetra vinyl silane과 methyl hydrogen siloxane의 혼합액막을 응용하였다. 그 결과 silicone alloy로 단독으로 처리한 경우보다 세탁에 대한 견뢰도가 향상되는 것을 관찰하였다. Allen 등은 fluoroalkyl siloxane을 양모섬유에 처리했을 때 방수성과 발유성이 현저히 증가되는 것을 관찰하였다. 이 이외에도 방수성에 투습성이 우수한 합성 직물에 대한 연구는 많이 이루어지고 있으나, 발수·발유가공에 있어 발수제의 내구성에 대한 연구는 그리 많지 않은 연구가 이루어져 있지 않다.

이 연구에서는 발수·발유가공의 가장 큰 문제점인 세탁견뢰도와 마찰견뢰도를 향상시키기 위해 mela-

mine 수지와 촉매의 농도를 변화시키면서 발수직물의 세탁견뢰도와 마찰후 발수도에 미치는 영향을 검토하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 시료준비

시료는 분할형 PET/nylon 직물(경사: 120d/48f, sizing yarn, 위사: 75d/72f, twist yarn: 2540t/in, divided type 150g/yards, (주)삼양사)을 사용하였다. Fig. 1은 분할형PET/nylon 직물의 단면을 나타낸 것이다.

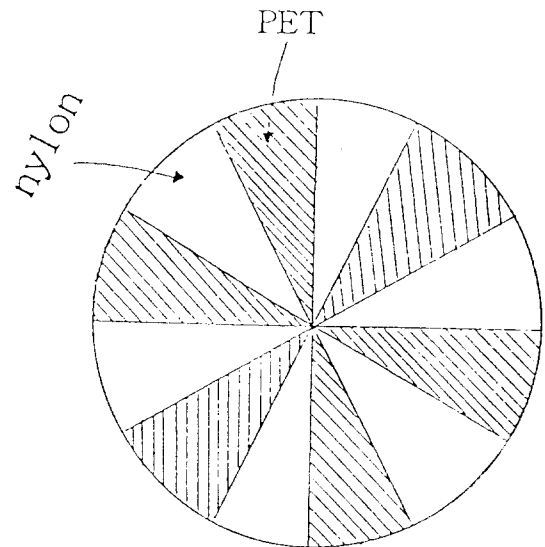


Fig. 1 A section of divided type PET/nylon filament.

직물 표면에 있는 여러 가지 호제나 불순물을 제거하기 위하여 rotary washer(선일화학, 한국)를 사용하여 직물을 장련하여 사용하였다. 장련조건은 다음과 같다.

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 2g/ℓ

NaOH: 1g/ℓ

장련제: 2g/ℓ(Unitol CT-81, 선일화학공업(주))

온도: 120°C×60min.

또한 직물 직물을 얻기 위하여 분할형 PET/nylon 직물을 앞길리 검량 시켰다. 검량조건은 다음과 같다.

NaOH : 40%  
온도 : 100°C  
시간 : 40min.

2.2 발수용 시약

발수제는 AG-480(Meisei Chemical Works, Ltd., Japan)을 사용하였고, 가교제는 melamine resin인 Sumitex resin MK(Sumitomo Chemical Co., Ltd., formaldehyde 5% 이하)를 사용하였고, 촉매는 Sumitex Accelerator ACX를 사용하였다.

melamine 수지는 발수제인 AG-480이 심유와 결합을 향상시키고 발수제는 직물표면에 수직으로 부착하게 된다.

2.3 처리방법

발수제 농도는 0.5, 1, 3, 5, 10, 20, 40g/l를, melamine 수지 농도는 0.5, 1, 3, 5, 7g/l를, 촉매 농도는 0.5, 1, 3, 5, 7g/l를 사용하여 pre-dry 온도는 120°C, 열처리 온도는 160°C에서 시간을 변화시키면서 처리하였다.

2.4 발수도

발수도는 KS K 0590인 spray test법으로 측정하였다.

2.5 내세탁성

내세탁성은 KS K 0430의 A-1법으로 측정하였다. 온도는 40±2°C이고, 비누액은 가루비누(KS M 27 04, 1호의 것) 5g/l를 사용하였다. 그리고 스테인레스 강철구슬 20개를 넣어준 시험기에서 5분간 교반시켰다. 세탁건뢰도 시험기는 launder-O-meter(Atlas Co. U.S.A.)를 사용하였다. 세탁 후 cyclic type oven (Toyo Kagaku Sangyo Co., Ltd., Japan)을 이용하여 90°C에서 10분간 건조하였다.

2.6 마찰후 발수도

마찰후 발수도는 필링시험기(Subsidiary of Electric Devices Co., CS-53)로 직물을 마찰시킨 후 발수도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 발수제 농도 변화에 따른 발수성, 내세탁성, 마찰에 대한 내구성 변화

Fig. 2는, 발수제만 단독으로 처리했을 경우 발수도의 변화를 나타낸 것인데, 발수제의 농도가 증가할수록 발수도가 증가하는 것을 볼 수 있다. 발수제 농도가 증가함에 따라 직물표면에 결합된 불소의 양이 증가하여 발수도가 증가한다고 볼 수 있으며, 발수제 농도가 10g/l 이상이 되면 발수도는 평형치인 100을 나타내기 때문에 10g/l가 최적농도임을 알 수 있다.

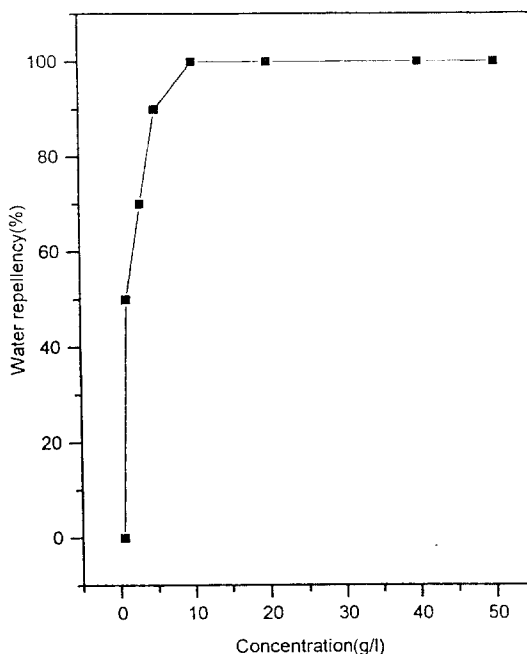


Fig. 2 Water repellency on concentration of AG-480.

Fig. 3은, 발수제만 단독으로 처리해 주었을 경우 발수도의 내세탁성을 측정한 것으로 발수제만 단독으로 처리했을 경우 세탁에 대한 내구성이 좋지 않음을 알 수 있다. 이것은 플르오르 알킬기가 폴리머 내부로 이동했거나 발수제의 탈락에 기인한 것으로 생각된다. 20g/l 이상 사용했을 경우 3회 세탁하면 발수도가 100에서 80~90으로 저농도일 때에 비해 감소폭이 줄어들음을 알 수 있다.

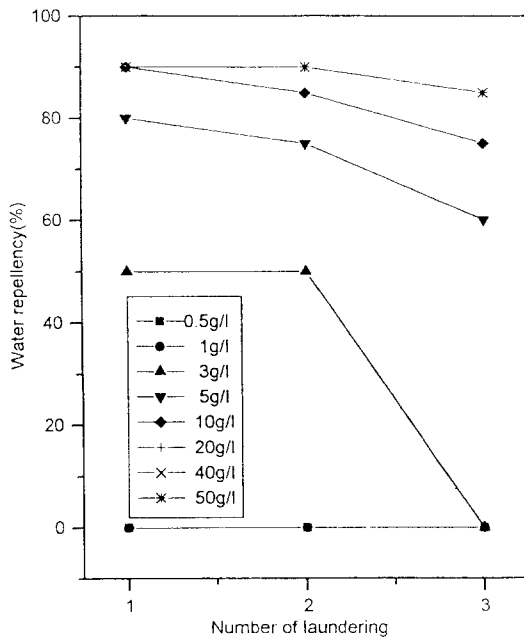


Fig. 3 Water repellency on various concentration of AG-480 after laundering.

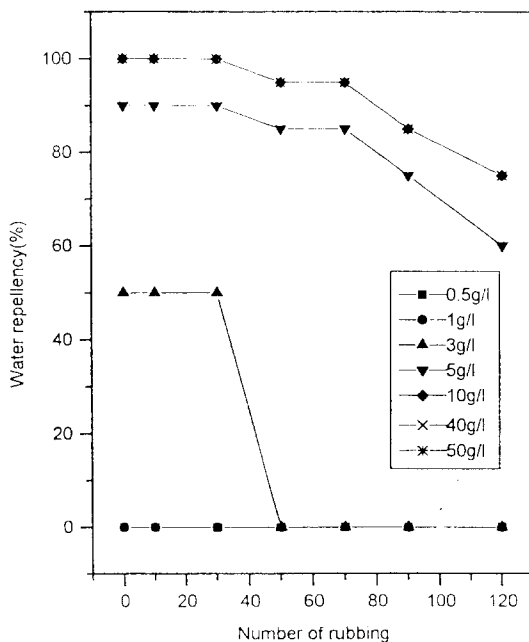


Fig. 4 Water repellency on various concentration of AG-480 after rubbing.

Fig. 4는 발수제만 단독으로 처리했을 경우 마찰후 발수도를 측정한 것인데, 발수제만 단독 처리 했을 때 마찰에 대한 발수도가 좋지 않음을 알 수 있다. 10g/ℓ 이상의 농도로 처리하면 발수도는 100에서 70~80으로 20~30% 감소함을 알 수 있다.

### 3.2 melamine과 catalyst 농도에 따른 발수도, 내세탁성, 마찰에 대한 내구성 변화

Table 1은 발수제와 melamine 수지와 촉매를 병용했을 경우 세탁에 대한 발수도의 변화를 살펴본 것인데, 가교제인 melamine 수지와 촉매를 병용한 결과 발수제 단독으로 처리했을 경우보다 세탁에 대한 내구성이 증가한 것을 알 수 있다. 발수제 10 g/ℓ로 처리하여 세탁을 3회 했을 때, 발수제로 단독 처리했을 경우에는 발수도가 100에서 70~80으로 20~30% 정도 감소하나, melamine 수지와 촉매를 병용할 경우에는 발수도가 모두 90을 나타냄을 알 수 있다. 이것은 melamine 수지가 불소수지와 직물과의 결합을 향상시켜 세탁시 섬유중에 fluoroalkyl기의 탈락을 억제하기 때문이라고 생각된다.

Table 1. Water repellency on various concentration of melamine & catalyst after laundering

Conc. of melamine(g/ℓ)	0.5	1	3	5	7	
Conc. of catalyst(g/ℓ)	0.5	1	3	5	7	
Number of laundering	1	100	100	100	100	100
	2	100	100	100	100	100
	3	90	90	90	90	90

Table 2는 melamine 수지와 촉매를 병용한 경우 마찰에 대한 발수도 변화를 나타낸 것인데, melamine 수지와 촉매를 병용하면 마찰에 대한 내구성이 향상되는 것을 알 수 있다. 이것은 가교제가 직물과 발수제간의 결합력을 향상시키기 때문이라고 생각되며, 120회 마찰시킬 때, 발수제 10g/ℓ를 단독 처리한 경우 발수도가 100에서 70~80으로 20~30% 감소하나, melamine 수지와 촉매를 병용하면 발수도가 90으로 10%만 감소됨을 알 수 있다.

Table 2. Water repellency on various concentration of melamine & catalyst after rubbing

Conc. of melamine(g/ℓ)	0.5	1	3	5	7	
Conc. of catalyst(g/ℓ)	0.5	1	3	5	7	
Number of rubbing	10	100	100	100	100	100
	30	90	90	90	90	90
	50	90	90	90	90	90
	70	90	90	90	90	90
	90	90	90	90	90	90
	120	90	90	90	90	90

Table 3. Water repellency on curing time and temperature

Condition of curing	Water repellency
160°C, 30sec	100
170°C, 30sec	100
180°C, 30sec	100
160°C, 1min.	100
170°C, 1min.	100
180°C, 1min.	100

Table 4. Water repellency on various curing temperature and time after laundering

Condition of curing	Water repellency		
	Number of laundering		
	1	2	3
160°C, 30sec	100	100	100
170°C, 30sec	100	100	100
180°C, 30sec	100	100	100
160°C, 1min.	100	100	100
170°C, 1min.	100	100	100
180°C, 1min.	100	100	100

Table 5. Water repellency on various curing time and temperature after rubbing

Condition of curing	Water repellency					
	Number of laundering					
	10	30	50	70	90	120
160°C, 30sec	100	90	90	90	80	80~90
170°C, 30sec	100	90	90	90	90	80~90
180°C, 30sec	100	90	90	90	90	80~90
160°C, 1min.	100	90	90	90	90	80~90
170°C, 1min.	100	90	90	90	90	80~90
180°C, 1min.	100	90	90	90	90	80~90

3.3 curing 조건 변화에 따른 발수도, 내세탁성, 마찰후 발수도 변화

Table 3, 4, 5는 열처리온도와 열처리시간의 변화에 따른 발수도, 내세탁성, 마찰후 발수도를 조사한 것인데, 열처리온도나 열처리시간에 따라 뚜렷한 특징이 나타나지 않고 일정한 경향을 보여주고 있음을 알 수 있다. 그러나 열처리온도가 190°C 이상 되던 직물이 황변하기 때문에 열처리온도와 열처리 시간은 160°C, 30초가 최적조건임을 알 수 있다.

4. 결 론

내세탁성과 마찰견뢰도를 높이기 위해 발수제 농도와, melamine과 catalyst 농도 그리고, curing 조건을 변화시키면서 발수도를 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 발수제의 농도를 증가시키면 표면에 부착되는 fluoro alkyl기의 양이 증가 되어 발수도가 증가하며, 발수제로 단독 처리했을 때 세탁이나 마찰후 발수도가 현저하게 감소하지만, melamine 수지와 catalyst를 병용하면 불소수지와 직물표면 사이에 결합력을 향상시켜 주기 때문에 세탁 및 마찰에 대한 발수도가 향상된다.

2. 최적 처리 조건은 발수제 농도는 10g/ℓ, catalyst와 melamine수지 농도는 0.5g/ℓ, 열처리 온도와 열처리 시간은 160°C와 30sec이다.

### 감사의 글

이 논문은 전북대학교 공업기술연구소 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

1. 박인규, 김영호, 조현태, 이광배, *한국섬유학회지*, 29(8), 69(1992).
2. Shouji Takekoshi, Haruo Mizushima, Huisun Li, *染色工業*, 42(6), 26(1994).
3. Charles J. Conner, Wilson A. Reeves, *Tex. Res. J.*, 171(1960).
4. Allen G. Pittman, Willam L. Wasely, *American Dyestuff Reporter*, 23(1967).
5. 小名功, *染色工業*, 35(12), 11(1987).
6. 鎌田哲雄, *染色工業*, 35(12), 20(1987).
7. 中尾一宗等, "Silicone 撥水劑", *有合化*, 24, 598 (1966).
8. 小谷, *加工技術*, 24(11), 61(1989).