

# 투습방수포용 실리콘 코팅제 및 코팅기술 적용에 관한 연구

민문홍, 전재우, 장인영, 김동권, 김수홍\*, 유구근\*\*

한국염색기술연구소, \*한국 Dow corning(주), \*\*미광다이텍(주)

## 1. 서 론

최근 오존층 파괴, 온난화, 대기오염과 산성비 등 환경오염이 지구규모로 확대되어 감에 따라 환경오염의 주요인의 하나로 유기용제의 대기 중 휘발론이 거론되고 있다. 일반적인 코팅가공의 경우 MEK, Toluene, DMF, IPA 등과 같은 유기용제를 다량 사용함에 따라 잔류되는 유기 용제의 심각성이 대두되고 있는 상황이다. 이와 같이 기존 코팅 가공 중의 VOCs 발생과 유해 폐기물 발생을 줄여 세계적인 환경규제 추세에 대응하기 위한 방안으로 본 연구에서는 투습방수포 제조를 위한 코팅제로 친환경물질인 silicone의 적용 가능성과 가공 방법에 대하여 검토하였다.

## 2. 실 험

### 2.1. 시료 및 코팅용 조제

본 연구에서는 silicone 코팅 투습방수원단을 개발하기 위하여 nylon 기포지를 사용하여 silicone 발수제, 불소 발수제 +실리콘 유연제, 불소 발수제 혼합액, 발수처리 미실시의 4가지 조건으로 발수가공을 하여 발수가공 조건에 따른 silicone 코팅제와 원단과의 접착력 변화를 확인하였다. 그리고 발수 및 cure 가공된 기포지 위에 경화 형태, 점도 및 물성이 각기 다른 Dow Corning社의 6가지 섬유용 silicone 코팅제를 사용하여 박막으로 코팅 하였다. 또한 점도 조절제로는 탄화수소계 환경친화형 오일인 IP-1620을 사용하였고, Dow Corning® Z-6040 Silane을 접착력 증진을 위하여 사용하였다. 그리고 soft touch와 접착력 증진을 위하여 silicone 유연제로 Dow Corning® LS 4592A를 사용하였다.

실험에서 사용한 발수처리 조건 및 silicone 코팅제의 특성을 다음 Table 1, 2에 나타내었다.

Table 1. The recipes of each W/R treatment conditions

Product	W/R condition 1	W/R condition 2	W/R condition 3	W/R condition 4
UN 393	5 part	-	-	-
1171A	0.5 part	-	-	-
LS 4592A	-	2 part	-	-
H <sub>2</sub> O	100 part	-	-	-
Fluoro repellent mixture	-	100 part	100 part	-

Table 2. Mechanical property of silicone resins cured under 150°C for 5 minutes

Product	Specific gravity (g/cm <sup>3</sup> )	Hardness, Shore A (points)	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Tear strength (kN/m)
Test Method	ASTM D 792	ASTM D 2240	ASTM D 412	ASTM D 412	ASTM D 624B
SILASTIC <sup>®</sup> 9050/50P A&B	1.03	48	7.5	160	3.8
SILASTIC <sup>®</sup> 9252/250P A&B	1.08	36	4.3	280	6
Dow Corning <sup>®</sup> 3605 A&B	1.15	35	8.3	500	16
Dow Corning <sup>®</sup> 3629 A&B	1.128	27	1.3	275	-
SILASTIC <sup>®</sup> 9252/500P A&B	1.08	40	6	300	8
Dow Corning <sup>®</sup> 3730 A&B	1.1	30	7	600	40

## 2.2. Silicone 코팅

배합된 silicone 코팅제를 전처리된 기포지에 시험용 coater(Mathis Co.)를 사용하여 floating knife 방식을 사용하여 박막으로 1회 direct 코팅을 실시하였다.

이때의 코팅 조건은 다음과 같다.

- 도포 방법 : float knife (Knife over air)
- Knife 두께 : 0.8mm
- 건조 조건 : 170 ~180°C/2~2.5min.
- 도포량 : 10 ~ 15g/m<sup>2</sup>

## 2.3. 물성 측정 및 분석

Silicone 코팅된 원단의 기본적인 물성과 투습방수 원단으로서의 기능성을 확인하기 위해 다음과 같은 측정을 하였다.

- 기본 특성 및 물성측정 : 도포량(dry add on), SEM, 표면마찰계수(ASTM D 1894-95)  
인장강도(ASTM D 1682 ravelled strip method),  
인열강도(ASTM D 1424 pendulum method),

- 기능성 측정 : 내수압(ISO 0811 고수압 정수압법), 투습도(JIS L 1099(A-1) CaCl<sub>2</sub>법), 박리강도(Nike 44 method), 발수도(AATCC 22 spray test법), 내가수분해성(Nike 57 method)

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 코팅제 배합 및 선정

투습방수포용으로 적합한 코팅제를 선정하기 위해서 6가지의 섬유용 silicone LSR 제품을 일정 비율로 배합한 후 점도를 평가해 보았다. 그 결과 9050/50P A&B 제품의 경우 점도가 너무 낮아서 원단에 코팅을 하기에는 부적합하였으며, 3730 A&B 제품의 경우 배합 점도가 높아서 점도 조절제(IP-1620) 20part를 사용하여 코팅에 적합한 적정 점도로 낮추어 실험을 진행 하였다.

다음의 Fig. 1을 살펴보면 전체적으로 내수압은 비슷한 성능을 보였지만 투습도에 있어서 9252/250P A&B와 9252/500P A&B의 제품이 우수한 것을 확인할 수 있다.

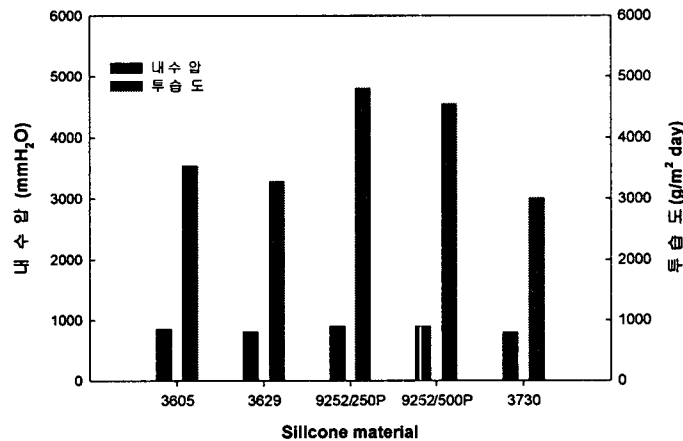


Fig. 1. Breathable fabric property with each silicone material

#### 3.2. 기포지 전처리에 따른 영향

4가지 발수처리 조건을 test한 결과 발수처리를 하지 않은 경우와 불소발수제만 처리한 경우는 접착력은 우수하나 촉감이 너무 딱딱한 결과를 보였으며, silicone 발수제 단독으로 처리를 한 경우 원단 이면 침출현상을 보였고, 불소발수제에 silicone 유연제를 첨가해서 전처리를 한 경우 접착력에 문제가 있었다. 그래서 최종적으로 silicone 발수제에 불소 발수제를 첨가제로 사용한 경우 silicone 코팅제 3730 A&B에 한해서 접착력이 크게 증가하였으며, 투습방수포의 기능성도 나타내었다.

#### 3.3. Silicone 코팅 투습방수포 제조 기술

silicone 코팅제는 친수성기나 기공을 가지고 있지 않고, 자체적으로 조금의 투습력을 가지고 있다. 그러나 이러한 투습력으로는 기능성 투습방수포에 적용하기는 매우 부족하다.

따라서 본 연구에서는 silicone 자체 투습력만을 가지고 투습방수포의 기능성을 발현하기 위해서 원단에 도포량이 10~15g/m<sup>2</sup>이 되도록 0.8mm knife를 사용하여 float knife 방식으로 초박막 코팅을 실시하였다. 아래 Table 3에 knife의 조건에 따른 도포량 및 물성 결과를 나타내었다.

Table 3. Breathable fabric property with knife thickness & dry add on

Knife (mm)	Dry Add on (g/m <sup>2</sup> )	H.P* (mmH <sub>2</sub> O)	W.V.P* (g/m <sup>2</sup> day)
0.5	6	400	6500
0.8	12	1100	5600
1.2	24	1300	2700
1.5	30	1500	1800

\* H.P : Hydrostatic pressure

\* W.V.P : Water vapour permeability - CaCl<sub>2</sub> 법 (JIS L 1099 A-1법)

### 3.3. 물성 및 기능성

아래 Photo 1에 본 연구를 통해서 제조한 silicone 코팅 된 원단의 단면, 표면 SEM 사진을 나타내었다. SEM 사진 촬영결과 원단 표면에만 박막으로 코팅되어 있는 것을 확인할 수 있었다.

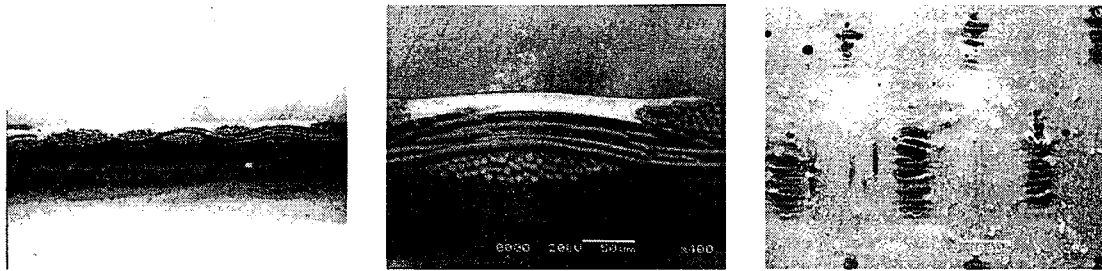


Photo 1. SEM photograph of silicone-coated fabric

또한 Silicone 코팅된 원단의 경우 코팅을 하기 전 기포지보다 인장강도의 경우 경, 위사 모두 20% 정도의 증가를 보였고, 인열강도의 경우도 silicone 코팅을 통해 경, 위사 모두 2배 정도 증가 하였다. 내수 압과 투습도는 각각 800~1,000mmH<sub>2</sub>O, 4,000~5,000g/m<sup>2</sup> · day 정도로서 투습방수포로서의 기능성을 가지며, 원단과 코팅 필름층의 접착 박리강도의 경우 4회 평균 6.24N으로 적절한 결과를 나타내었고, 발수도 또한 90이상으로서 우수한 결과를 보였으며, 내가수분해성도 우수한 결과를 보였다.

## 4. 결 론

5가지 발수처리 조건으로 전처리된 기포지에 섬유용 silicone 코팅제 6가지를 박막으로 코팅하여 silicone 코팅제가 투습방수포 제조에도 적용이 가능한지를 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 섬유용 코팅제로 사용되고 있는 6가지 코팅제의 배합점도를 test한 결과 3730 A&B를 제외한 5가지 코팅제의 경우 점도와 접착력의 문제로 인하여 투습방수포 제조에 적용이 어려울 것으로 판단된다.
2. 발수 처리를 하지 않은 경우와 불소발수제만 처리한 경우는 촉감이 너무 딱딱한 결과를 보였으며, silicone 발수제 단독으로 전처리를 한 경우 원단 이면 침출현상을 보였고, 불소발수제에 silicone 유연제를 첨가해서 전처리를 한 경우 접착력에 문제가 있었다. 그래서 최종적으로 silicone 발수제에 불소

발수제를 첨가제로 사용한 경우 코팅제 3730 A&B에서 접착력이 크게 증가하였으며, 적절한 내수압과 투습도를 보였다.

3. Knife 두께에 따른 도포량 및 그에 따른 기능성을 검토한 결과 0.8mm knife를 사용하여 float knife 방식으로 코팅했을 경우 도포량이 dry add on 기준으로  $10\sim 15\text{g}/\text{m}^2$  정도의 박막 코팅이 가능하였으며, 투습방수포로서의 적절한 기능성을 발휘하였으며,  $180^\circ\text{C}$ 에서 2min.간 건조를 했을 때 완전 경화가 되었다.
4. 최종적으로 선정된 최적의 조건으로 silicone 코팅 한 원단의 내수압과 투습도는 각각  $800\sim 1,000\text{mmH}_2\text{O}$ ,  $4,000\sim 5,000\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$  정도로서 투습방수포로서의 기능성을 가지며, 원단과 코팅 필름층의 접착 박리강도의 경우 4회 평균 6.24N으로 적절한 결과를 나타내었고, 발수도 또한 90이상으로서 우수한 결과를 보였으며, 내가수분해성도 우수한 결과를 보였다.
5. Silicone 코팅제로 코팅을 한 원단의 경우 인장강도와 인열강도가 코팅을 하지 않은 기포지에 비해서 경사, 위사 모두 크게 증가하였다. 인장강도의 경우 경, 위사 모두 20% 정도의 증가를 보였고, 인열강도의 경우도 silicone 코팅을 통해 경, 위사 모두 2배 정도 증가 하였다.

## Reference

1. Walter Fung, *Coated and laminated textiles*, Woodhead, Cambridge, p1-5
2. W. Noll, *Chemistry and Technology of Silicones*, Academic, New york, 1968
3. Deidre Shauna Lynch, Wilfred Lynch, *Handbook of Silicone Rubber Fabrication*, Van Nostrand Reinhold Company, 1997