

## 자외선 경화에 의한 PET 니트직물의 편면 발수발유 가공

정용균 · 정영진\* · 장진호<sup>1</sup>

금오공과대학교 신소재시스템공학부 섬유패션공학전공  
\* 숭실대학교 공과대학 섬유공학부

### Preferential face coating of knitted PET fabrics via UV curing for water- and oil-repellent finish

Yong Kyun Jeong, Yongjin Jeong\* and Jinho Jang<sup>1</sup>

School of Advanced Materials and System Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Kumi, Korea  
\* School of Textile Engineering, Soongsil University, Seoul, Korea

(Received September 14, 2005/Accepted November 8, 2005)

**Abstract**— Conventional pad-dry-cure(thermo-fixation) process usually produces functional performance on both sides of a fabric. UV curing technique was applied to impart water- and oil-repellent finish effective only on the face of a PET knitted fabric. The preferential one-side coating, by virtue of the limited penetration of UV light, was achieved by UV curing after padding of a fluorocarbon agent without special coating or printing equipments. The difference in the functional property of face and back sides was examined by measuring water and oil repellency at each side of the treated fabric. The influence of pre/post-irradiation dose and agent concentration on the performance of the finished fabrics were investigated. While increase in both resin concentration and post-irradiation did not have significant effect on the finish, UV pre-irradiation of PET fabrics caused remarkable influence presumably due to appropriate surface modification of PET fabrics required for facile wetting of the resin. The dimensional stability and color change of the UV cured fabrics measured by FAST and reflectance spectrophotometry showed significantly decreased color difference and increased percent extension compared with the samples pre-irradiated without agent application.

**Keywords** : water and oil repellent finish, UV curing, PET, UV dose, pre-irradiation

#### 1. 서 론

발수발유가공은 섬유표면에 낮은 표면에너지 물질을 도포하여 섬유제품에 수성 및 유성 액체에 대한 적심 저항성을 부여하는 것으로, 일반적으로 직물에 소수성과 소유성을 동시에 갖는

물질을 포함한 가공제액을 부여하고 열을 에너지원으로 사용하여 섬유 표면에 경화하여 고착시킨다<sup>1-4)</sup>. 가공제로는 낮은 임계표면장력을 갖는 과불소화기를 주성분으로 하는 수분산형 아크릴레이트계 공중합체가 사용되며, 과불소화기를 함유하고 있기 때문에  $5\sim 10\times 10^{-3}\text{N/m}$  정도의 표면에너지와 극소수성을 보인다. 따라서 개질대상 표면에 과불소기 화합물 표면개질제를

<sup>1</sup>Corresponding author. Tel. : +82-54-478-7715, Fax: +82-54-478-7710 ; e-mail : jh.jang@kumoh.ac.kr

적용하면 친수 및 친유성 섬유를 소수 및 소수성 표면으로 개질하여 발수발유성, 방오성, 비점착성, 이형성, 방습성, 저반사성 및 표면 이형성, 계면활성 등 기능성을 부여하거나 향상시킬 수 있다<sup>8)</sup>. 가공 효과는 가공제, 대상 소재의 종류, 조직 및 가공법 등에 의존하고, 가공제 도입은 가공제액에 직물을 침지 또는 흡진시키거나 가공제액을 분사하는 방식이 사용되며 경화는 과불소화기가 섬유에 필름을 형성할 수 있는 적정 온도와 처리시간을 사용한다. 일반적으로 가공제액을 침지하고 순환식 열건조기를 통과하여 건조하며 처리 온도는 150~170°C의 범위에서 수 분 처리하고 처리시간이 증가하면 섬유에 황변을 일으킬 수 있다. 열에 민감한 양모나 폴리프로필렌의 경우 낮은 온도에서 처리되고 셀룰로오스나 합성섬유의 경우 고온에서 처리하여 가공반응을 형성한다. 합성 섬유에 대한 발수발유가공 관련 연구로는 발수가공제에 멜라민 수지 등을 혼합하여 내세탁성과 마찰견뢰도를 향상시킨 연구와<sup>9)</sup>, 자동차 내장용 직물의 경우 난연가공과 병합하여 처리된 연구도 있다<sup>10)</sup>. 하지만 열처리에 의한 경화는 직물의 한 면에만 발수발유성을 갖는 편면 발수발유 처리가 곤란하므로 코팅이나 날염법을 이용하지 않는 한 앞면과 뒷면의 발수발유성의 차를 구현하기 어렵다. 예를 들어 스포츠레저용 흡한 속건 PET 니트직물의 경우 다량의 수분 흡수와 신속한 건조 성능으로 각광받고 있지만 고부가가치화를 위해 발수성을 부여하는 경우, 양면에 기능성이 발현되므로 착용 중 피부와 접촉하는 부위에서의 불필요한 발수발유성으로 인해 땀 흡수 저하, 알러지 발생 우려 등 쾌적성 저하 요인이 될 수 있다.

본 연구는 PET 편성물에 불소화기를 포함한 발수발유 가공제를 사용하고 에너지원으로 자외선을 이용하여 가공제를 경화시키면서도 직물을 투과하지 않는 점을 이용하여, 조사면과 비조사면 사이에 발수발유성 차를 가지게 하였다. 자외선은 가시광선보다 짧은 파장을 가진 전자기파로 조사 파장에 따라 조사표면 유기물의 분자결합을 절단하고 산화시킬 수 있을 뿐 아니라 용이하게 광경화성 단량체를 중합 및 가교화시킬 수 있다. UV/O<sub>3</sub> 처리는 폴리에스테르계 고분자표면의 주쇄절단과 표면산화를 일으

켜 폐놀성 히드록시기, 카르복시기 등 음이온성기가 도입된다<sup>11)</sup>. 따라서 자외선조사로 액체에 의한 젖음성(wetting) 등 친수성과 고 에너지 표면에 대한 부착성 등을 향상시킬 수 있고, 이는 표면산화를 통해 극성 표면 에너지 성분의 증가, 특히 산염기 상호작용 중 전자 수용 성분의 증가의 기인한다고 알려져 있다<sup>12)</sup>. 따라서 가공제 수용액의 적심성이 부족한 PET 섬유의 부착을 향상을 위해 자외선 조사처리를 통해 섬유를 표면산화시켜 친수성기를 도입하였고, 이후 가공제를 부여한 다음 한쪽 면에만 자외선을 조사하여 가공제를 고착시킴으로써 자외선 조사면과 비조사면의 발수발유성을 조절하였다. 또한 이 방식은 고온 열처리에 의한 직물의 형태 안정성 저하를 방지하는 목적도 가지고 있다. 그리고 비조사면의 흡수성을 지키고 조사표면에 발수발유성을 부여할 뿐만 아니라 조사되는 면에서 선택적인 조사가 가능하므로 발수발유성 차이를 이용하여 톤 차이를 갖는 무늬 제조도 가능하므로 패션성과 기능성을 동시에 부여한 일반 의류제품, 신발, 텐트 등 다양한 고부가가치 섬유제품으로의 응용이 용이할 것으로 예상된다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 가공제

직물은 분홍색으로 염색된 PET 직물(168g/m<sup>2</sup>)을 각각 20cm×20cm으로 잘라 사용하였고 발수발유용 가공제는 Daikin 사의 의류용 발수발유가공제(Unidyne TG-410)로 시판 중인 제품을 그대로 사용하였다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 자외선조사

자외선 조사처리는 24mW/cm<sup>2</sup>의 출력을 갖는 자외선 조사기(UVO-cleaner, Jelight)에 표면처리용 램프(H형)나 경화처리용 램프(D형)를 사용하였는데(Fig. 1), 표면처리용은 주파장이 UV-C영역인 수은 램프이고, 경화처리용은 주파장이 UV-A영역인 금속할로겐 화합물 첨가 램프이다. 각 램프의 조사파장과 강도의 변화는 JL1400A Radiometer(Jelight)로 측정하였다. 자외선조사 중 전조사는 H형을 사용하여 조사면의 PET 직

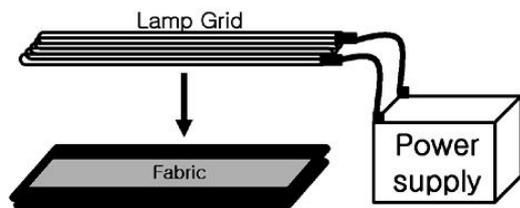


Fig. 1. Diagram of a UV irradiator.

물의 고분자 주쇄의 절단과 산화시켜 표면친수성을 증가시켜 가공제의 패딩율이 낮은 PET의 표면구조를 개질시키고, 경화용 후조사는 D형을 사용하여 가공제 경화 및 섬유와의 화학결합을 도입하는 목적으로 사용되었다.

2.2.2 가공제 부여 및 경화

가공제의 양을 조절하여 제조된 가공제액에 직물을 침지하고 실험실용 롤리로 압착하여 패딩비를 80%로 고정하였다. 열경화는 가공제 부여 후 100°C에서 2분간 건조 후 150°C에서 4분간 동안 열처리하였고, 자외선경화는 전조사한 직물에 가공제액을 부여하고 별도의 건조과정을 거치지 않고 후조사하여 직물에 가공제를 고착하였다. 처리된 직물은 수회 수세하여 건조하였다.

2.2.3 발수발유성 평가

가공된 직물의 발수도 및 발유도 판정에는 각각 AATCC spray test와 hydrocarbon resistance test를 사용하였다<sup>13)</sup>. 발수도 판정은 처리된 시료를 시험 장치에 고정시키고 일정거리에서 노즐을 통해 250 ml의 증류수를 뿌린 후 표준등급과 비교하여 판정하였고, 발유도는 시료의 각이 45°가 되도록 하고 표준용액(0.05 ml)을 떨어뜨리고 30초간 관찰하여 직물의 표면에 흡수 여부를 통해 등급을 판정하였다. Table 1과 2는 발수도 와 발유도 판정에 사용되는 표준등급의 표현과 평가 시험용 액체이다.

Table 2. Standard test liquids for oil repellent finish

| Rating | Test liquid | Surface tension(mN/m) | Rating | Test liquid                   | Surface tension(mN/m) |
|--------|-------------|-----------------------|--------|-------------------------------|-----------------------|
| 8      | n-heptane   | 19.8                  | 4      | n-tetradecane                 | 26.1                  |
| 7      | n-octane    | 21.3                  | 3      | n-hexadecane                  | 27.1                  |
| 6      | n-decane    | 23.5                  | 2      | (65:35)Nujol:<br>n-hexadecane | 28.7                  |
| 5      | n-dodecane  | 25.1                  | 1      | Nujol                         | 31.2                  |

Table 1. Standard spray test ratings

| Rating | Description   |
|--------|---|
| ISO 5  | no sticking or wetting of upper surface.            |
| ISO 4  | slight random sticking or wetting of upper surface. |
| ISO 3  | wetting of upper surface at spray point.            |
| ISO 2  | partial wetting of whole of upper surface.          |
| ISO 1  | complete wetting of whole of upper surface.         |
| ISO 0  | complete wetting of whole upper and lower surface.  |

2.2.4 ATR과 FE-SEM 분석

ATR 분석은 FT-IR spectrometer(300E, JASCO)에서 미처리와 처리시료를 KRS-5를 사용하여 측정하였고, 처리된 직물의 차감 스펙트럼은 처리 필름의 흡광도에서 기준 스펙트럼인 미처리 또는 전조사 직물의 흡광도를 소거하여 얻었다.

주사전자현미경(FE-SEM, JEOL 6500F) 분석을 통해 자외선조사에 의해 변화한 표면을 비교하고 열경화와 자외선경화 시료의 표면 결합형태 및 조사면과 비조사면 표면을 비교하였다.

2.2.5 처리된 시료의 색상변화

반사율 분광광도계(Gretag Macbeth)를 사용하여 반사율을 측정하여 분홍색으로 염색된 미처리직물의 열 경화, 자외선 전조사, 자외선 경화에 따른 색상 변화를 살펴보았다.

2.2.6 FAST(Fabric Assurance by Simple Testing) 분석

미처리와 열경화 시료에 대비한 자외선경화 시료의 역학적 성질을 비교하기 위해 FAST기기를 이용하여 표면두께, 굽힘 길이, 신장길이 등을 측정하였다. 표면두께(FAST-1)는 다음 식에 의해 두 하중에서 측정된 두께차이다.

$$\text{surface thickness} = \text{thickness}(2\text{gf}/\text{cm}^2) - \text{thickness}(100\text{gf}/\text{cm}^2)$$

직물의 굽힘강성(bending rigidity, FAST-2)은 단위 곡률로 천을 구부리는데 요구되는 커플이 힘 길이로서 비교하였다. 직물이 하중을 받았을

며 본 연구에서는 일정한 각도(41.5°)가 되는 굽때 발생하는 신장율(FAST-3)은 하중 5, 20, 100gf/cm<sup>2</sup>의 하중에서 측정된 값으로부터 얻었다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 자외선 경화된 직물의 편면 발수발유성

일반적인 발수발유가공은 가공제를 직물에 패딩한 후 열에너지에 의해 기능성이 부여되기 때문에 앞면과 뒷면 간에 발수발유성의 차이를 주기 곤란하고, 열처리에 의한 열고정 효과로 신축성이 뛰어난 편성물에 편면 발수발유가공을 적용하기 어렵다. 이는 편물의 조직밀도가 낮고 합사를 이용한 경우 재료의 수축률이 달라 직물의 형태 안정성 저하 문제를 유발할 수 있기 때문이다. 발수발유가공제는 일반적으로 물에 분산된 에멀전으로 이용하기에 직물의 습윤성이 가공효과에 밀접한 영향을 준다. 자외선 전조사는 PET직물을 표면개질하여 표면에너지를 증가시켜 가공액에 대한 적실성을 개선함으로써 가공제를 균일하게 도포시키기 위해 사용되었다. 자외선 후조사는 반응 및 고착과정에서 조사면에만 가공제를 결합시켜 편면 기능성이 주기 위한 목적으로 사용되었지만 고온 열처리를 하지 않아 니트직물의 형태안정성 면에서도 효과적일 수 있다.

일반적인 열경화에 의해 처리된 직물은 처리 조건에서 양면 모두에 발수발유성을 가졌지만 편면 기능성을 부여할 수 없었다. 자외선 경화가 편면 기능성에 미치는 영향은 전조사량 및

후조사량 변화, 가공제 농도 변화를 변화시켜 고찰하였다. 자외선 전조사량이 가공효과에 미치는 영향은 후조사량과 농도가 고정된 조건에서 H형 램프로 10.6J/cm<sup>2</sup> 이상 전조사 되어야 5등급의 전면 발수도와 7등급의 발유도를 가질 수 있었다(Fig. 2). 이는 자외선 전조사량이 적으면 직물의 표면에너지가 낮아 가공제액이 직물 표면에 균일하게 부착되기 어려우므로 전체적인 조사면의 발수발유성질이 낮은 것으로 보인다. 하지만 전조사량이 증가할수록 전면 뿐 아니라 후면 발수발유도도 증가하여 기능성 차가 감소하였는데 이는 그림에서는 보이지 않지만 바닥에 금속판이 있는 조사기의 구조상 반사된 자외선이 이면에도 도달하기 때문으로 사료된다.

후조사의 경우 D형 램프로 2.1J/cm<sup>2</sup> 이하의 조사량 영역에서 최적의 편면 발수발유성을 보였다(Fig. 3). 후조사량이 0.6J/cm<sup>2</sup> 이상에서 발수성은 조사면과 비조사면 사이에 큰 차이를 보였지만 발유도의 경우 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 후 조사량은 전면과 이면의 발수성 차가 가장 큰 0.6J/cm<sup>2</sup>로 하였다. 한편 가공제 농도가 증가할수록 직물의 발수도가 증가하여 1.5% 이상에서 자외선 조사면이 5등급을 가지고, 발유도는 2.5%까지 등급이 증가하지만 그 이상의 농도에서는 다시 감소하는 경향을 보인다(Fig. 4).

따라서 가공제 농도는 2%미만을 사용하는 것이 적합해 보인다. 너무 오랜 시간동안 자외선이 조사될 경우 자외선이 이면으로까지 전달되어 비조사면에 발수성도 증가하므로 조사면과 비조사면 사이에 최적의 편면 발수발유 등급을

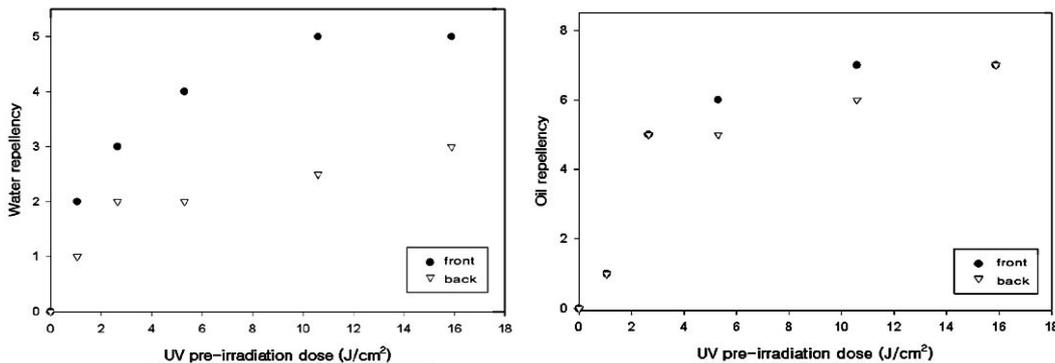


Fig. 2. Effect of pre-irradiation dose on water and oil repellency rating.(UV post-irradiation, 0.6J/cm<sup>2</sup>; 2%owb)

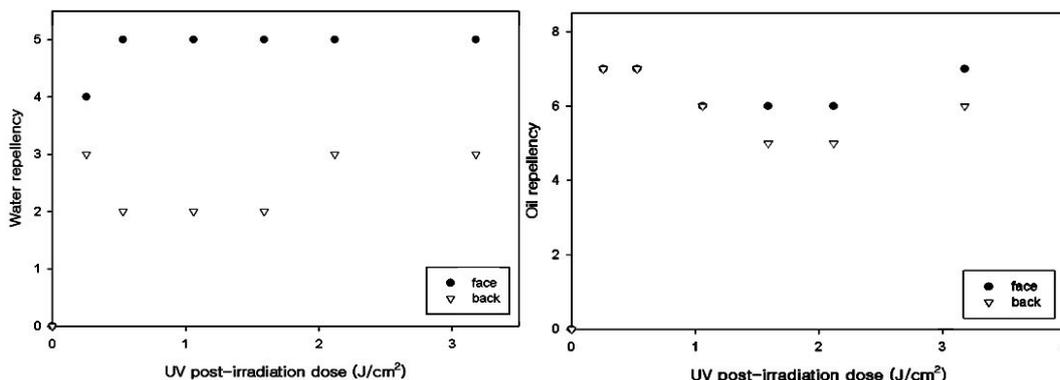


Fig. 3. Effect of post-irradiation dose on water and oil repellency rating.(UV pre-irradiation, 15.9J/cm<sup>2</sup>; 2%owb)

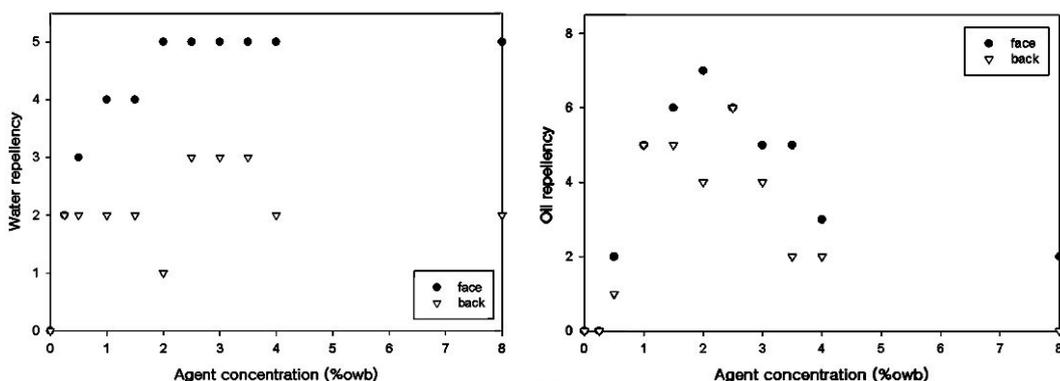


Fig. 4. Effect of fluorochemical concentration on water and oil repellency rating.(UV pre-irradiation, 15.9J/cm<sup>2</sup>; UV post-irradiation, 0.6J/cm<sup>2</sup>)

가지면서 적은 양의 에너지와 가공제를 사용하는 가공조건을 선정하였다. 우수한 편면 발수발유등급을 가지는 조건은 전조사량 15.9J/cm<sup>2</sup>, 후조사량 0.6J/cm<sup>2</sup>, 가공제 농도 2% 이었고, 이 때 조사면과 비조사면의 편면 발수도 등급 차이는 3 등급, 발수도 등급 차이는 2 이었다 하지만 비조사면에도 발수발유성을 가지는 것으로 보아 전조사와 후조사 처리가 어느 정도 비조사면에 영향을 주는 것으로 보인다. 따라서 이면의 자외선 투과와 반사를 방지하는 자외선 조사 기술의 고안이 요구된다고 볼 수 있다.

### 3.2 자외선 경화 시료의 표면변화 분석

미처리 PET 직물과 자외선 전조사, 열경화, 자외선 경화된 직물을 ATR analysis (JASCO FT-IR 300E)과 FE-SEM으로 분석하여 표면의 변화와 가공제의 코팅 상태를 비교 분석하였다.

PET의 광산화는 방향족 에스테르기가 315nm 이하의 자외선을 흡수하여 주쇄절단이 일어나고 라디칼이 발생하여 탈카르복시화와 산화반응이 일어나게 된다<sup>14)</sup>. 자외선 전조사 시 C-C, C-O, C-H 결합은 약 340nm 이하의 자외선에 의해 절단되고, 공기 중 산소에 의해 발생한 오존은 254nm의 자외선을 흡수하여 일중항 산소를 발생시키기 때문에 자외선과 오존에 의해 PET 분자의 절단과 산화가 일어나 자외선 조사에 의한 표면 처리가 가능하다<sup>15)</sup>. Fig. 5는 미처리 시료와 H형 램프로 조사, 열경화 자외선 경화 시료의 ATR 스펙트럼이고, Fig. 6은 자외선 조사 처리에서 미처리, 열경화에서 미처리, 자외선 경화에서 조사처리의 흡광도를 차감한 스펙트럼이다. 미처리 PET 주쇄의 에스테르 결합이 각각 1716, 1247, 1101 cm<sup>-1</sup>에서 C=O, C-O-C, O-C-C의 신축 진동을 보이고 있음에 반하여, 자외선 조사

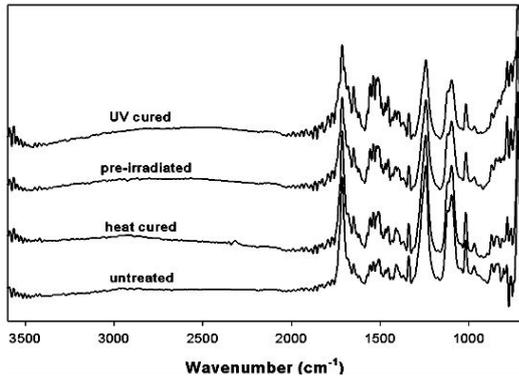


Fig. 5. ATR spectra of untreated, heat cure, pre-irradiated (15.9J/cm<sup>2</sup>), and UV cured PET fabrics.

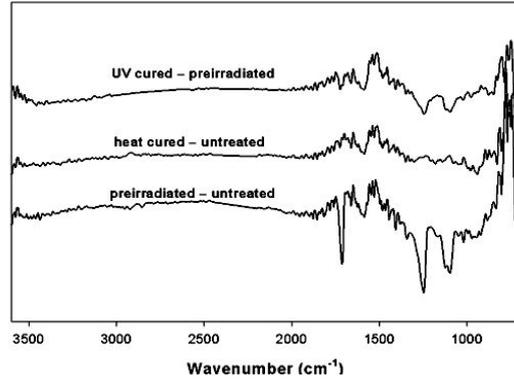


Fig. 6. Subtracted ATR spectra of UV cured, heat cured and pre-irradiated PET fabrics.

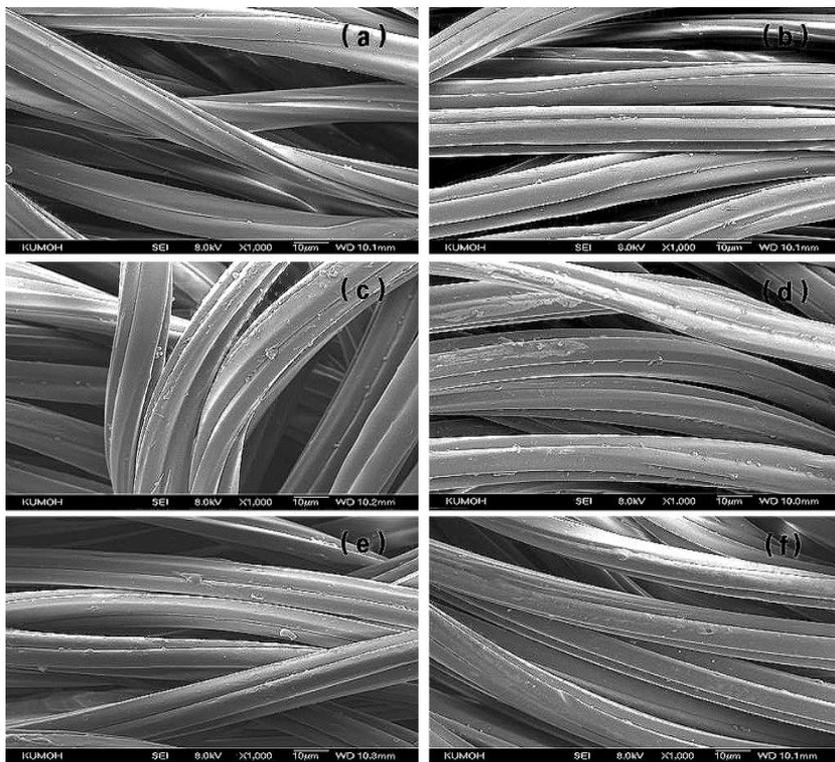


Fig. 7. SEM photographs of untreated heat cured PET and UV cured PET fabrics with 2% agent : (face) (a) untreated, (c) heat cured, (e) UV cured ; (back) (b) untreated, (d) heat cured, (f) UV cured.

시료는 광분해와 오존에 의한 산화에 의해 에스테르 결합이 파괴되고 COOH, 페놀성 OH, 비닐기 및 새로운 에스테르 결합 등이 도입된 것을 알 수 있다<sup>16)</sup>. 열경화 시료와 자외선 경화한 시료 표면에 가공제의 결합형태가 유사한 경향을

보임으로서 두 경화법으로 만들어진 시료가 유사하게 결합된 것으로 예상되며, 이미 기술한 바와 같이 자외선경화의 조사면이 열경화 시료의 전면 발수발유성이 유사한 성능을 가짐을 통해서도 알 수 있다. 주사전자현미경을 이용하여

처리된 직물의 표면과 이면을 관찰한 결과를 보면(Fig. 7) 미처리 직물의 경우 조사면(a)과 비조사면(d)의 차이는 거의 없지만 열경화(c, d)된 직물은 섬유 표면에 피막이 균일하지 않고 일부 표면에 집중되어 덩어리 형태를 지니고 있는 것으로 보아 열경화로 만들어진 시료에서 가공제의 표면이행으로 불균일 처리가 일어난 것으로 사료된다. 또한 동일한 가공제 농도로 부여하여 자외선 경화된 시료는 조사면의 섬유 표면(e)은 가공제가 얇은 피막을 형성하고 있어 발수성을 부여하는 불소계 아크릴레이트 단량체의 중합으로 섬유에 균일하게 반응고착된 것으로 보이며 이면(f)은 미처리 직물에 유사하게 깨끗한 표면을 보이고 있다. 두 경화법을 비교하면 열경화된 직물의 이면에 비해 자외선경화 비조사면의 피막 형성 정도가 상대적으로 적어 보이지만, 양면의 발수발유 등급이 크게 차이가 나지 않는 것으로 보아 자외선 전조사와 후조사 과정에서 비조사면에도 자외선이 일부 전달되므로 양면 모두에서 일정 정도의 발수발유등급을 가져 편면 기능성 차이를 줄이는 것으로 사료된다.

### 3.3 처리된 직물의 반사율 변화

자외선 조사처리와 가공제 처리에 의한 직물의 색변화(Table 3)를 보면 자외선 전조사의 경

**Table 3.** Effect of pre-irradiation and post-irradiation of UV light on color change

| Pre-irradiation (J/cm <sup>2</sup> ) | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E$ |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| 5.3                                  | 0.9          | -0.2         | 0.6          | 1.1        |
| 10.6                                 | 1.1          | -0.7         | 1.3          | 1.8        |
| 15.9                                 | 1.3          | -0.9         | 1.6          | 2.2        |
| UV-cured (%owb) <sup>a</sup>         | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E$ |
| 1                                    | -0.2         | -1.6         | 2.1          | 2.6        |
| 1.5                                  | 0.6          | -0.7         | 1.3          | 1.6        |
| 2                                    | 0.4          | -0.9         | 1.2          | 1.8        |
| heat-cured (2%)                      | -0.3         | -1.8         | 1.0          | 1.8        |

untreated ;  $L^*$ , 77.9 ;  $a^*$ , 20.5 ;  $b^*$ , -2.2 ; <sup>a</sup>, cured with different agent concentration under 0.6J/cm<sup>2</sup> of pre-irradiated samples with a UV dose of 15.9J/cm<sup>2</sup>

우 조사량이 증가함에 따라 명도는 증가하고 음의 b값은 증가(청색 감소)하고 양의 a 값은 감소(적색 감소)하여 자외선 조사에 의해 광퇴색이 약간 일어남을 알 수 있다. 하지만 일정한 자외선 전조사 처리 후 가공제 경화된 시료는 전조사된 시료와 비교하면 a값과 b값은 유사하고 명도 감소가 줄어들어 전체적으로 색차를 감소시키고 있는 데, 이는 이미 광퇴색된 직물에 가공제가 표면 코팅됨에 의해 코팅된 직물의 반사율이 감소함을 나타낸다. 또한 자외선 경화된 시료가 열처리 시료와 유사한 색상을 가지고 자외선 전조사된 것에 비해 색차가 감소하고 있으므로 자외선 전조사에 의한 색상변화는 가공제 자외선 코팅에 의해 보상된다는 것을 알 수 있다.

### 3.4 편면 발수발유 직물의 FAST 평가

Table 4는 미처리와 자외선 전조사한 직물의 FAST 시험에 의해 형태 안정성을 측정 비교한 결과로 표면두께, 굽힘길이, 신장율을 제시하였다. 전조사는 표면두께 변화에는 큰 영향을 미치지 않는 반면, 자외선 전조사량이 증가할수록 굽힘길이는 약간 감소하다가 다시 증가하였지만 거의 비슷한 경향을 보여 표면개질이 일정 굽힘각도를 가지는데 필요한 거리에 미치는 영향은 제한적인 것을 알 수 있다. 또한 신장율은 일정한 길이의 시료가 무게 변화에 의해 늘어난 신도 값으로 미처리에 비해 조사량이 증가할수록 신장길이가 감소하였다. 이처럼 자외선 전조사로 PET 표면의 절단과 산화가 일어나 직물의 태가 굳어진다는 것을 알 수 있다. Table 5는 자외선 전조사 후 후조사에 의해 가공제를 코팅한 시료에 대한 시험결과이다. 직물의 표면두께는 가공제 농도 4%이상의 자외선 경화에서는 미처리에 비해 증가하였고, 굽힘 길이는 전조사된 직물에 비해 가공제 농도가 1%까지는 증가하다가 그 이상에서는 가공제 농도가 증가할수록 감소하였다. 신장율의 경우에도 가공제 농도 1%까지는 증가하여 열처리 시료와 유사한 신장성을 보였고 그 이상의 농도에서는 감소하였다.

이는 후조사에 의해 표면 코팅된 시료가 열경화 처리에 비해 가공제의 농도가 적어도 비슷한 성능을 발휘하는 것을 알 수 있다. 적은 양의 가공제 처리 후 신장율이 증가하는 이유는 가공제

**Table 4.** FAST analysis of untreated and UV pre-irradiated fabrics

| Pre-irradiation dose<br>(J/cm <sup>2</sup> ) | Surface thickness<br>(mm) | Bending length<br>(mm, warp) | Percent extension<br>(%, warp) |      |       |
|--|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|------|-------|
|  |                           |                              | E5                             | E20  | E100  |
| untreated                                    | 0.08                      | 11.75                        | 0.30                           | 2.90 | 12.46 |
| 1.1  | 0.08                      | 11.42                        | 0.43                           | 2.50 | 10.87 |
| 2.6  | 0.08                      | 11.33                        | 0.10                           | 2.67 | 10.83 |
| 5.3  | 0.08                      | 11.25                        | 0.23                           | 2.40 | 10.63 |
| 10.6   | 0.07                      | 11.50                        | 0.43                           | 2.23 | 10.16 |
| 15.9   | 0.08                      | 11.67                        | 0.20                           | 2.13 | 9.23  |

**Table 5.** FAST analysis of heat cured and UV cured fabric

| Concentration<br>(%) | Surface thickness<br>(mm) | Bending length<br>(mm, warp) | Percent extension<br>(%, warp) |       |       |
|----------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------|-------|
|                      |                           |                              | E5                             | E20   | E100  |
| heat cured(2%)       | 0.09                      | 11.33                        | 1.73                           | 10.97 | 20.20 |
| 0.5%                 | 0.08                      | 12.00                        | 0.20                           | 1.80  | 11.37 |
| 1%                   | 0.08                      | 14.00                        | 2.10                           | 10.56 | 20.10 |
| 1.5%                 | 0.08                      | 13.00                        | 0.26                           | 7.40  | 20.00 |
| 2%                   | 0.08                      | 13.00                        | 0.56                           | 3.26  | 14.93 |
| UV cured             | 2.5%                      | 12.08                        | 0.40                           | 3.40  | 14.80 |
| 3%                   | 0.08                      | 12.75                        | 0.17                           | 4.20  | 13.90 |
| 3.5%                 | 0.08                      | 12.58                        | 0.57                           | 2.96  | 14.03 |
| 4%                   | 0.10                      | 12.00                        | 0.20                           | 4.10  | 16.93 |
| 8%                   | 0.10                      | 11.83                        | 0.80                           | 3.40  | 14.33 |

All UV cured samples were irradiated with a UV dose of 0.6J/cm<sup>2</sup>

내의 과불소화기가 섬유 표면에 코팅되어 섬유 간의 마찰력을 감소시키므로 신장율이 다시 증가하는 것으로 보인다. 또한 가공제의 농도가 증가하면 낮은 농도에 비해 신장율이 감소하는데, 이는 고농도의 자외선 경화에 의해 가공제가 섬유 표면에만 코팅되는 것이 아니라 경화에 의해 직물을 구성하는 섬유간 또는 실간 접합이 일어나기 때문으로 사료된다.

#### 4. 결 론

자외선 영역에서 서로 다른 파장분포와 강도를 가지는 두 가지 종류의 램프를 사용하여 자외선 전조사에 의해 PET 직물을 표면개질하고 후조사에 의해 발수발유가공제를 경화시켜 편면 발수발유가공을 도입하였다. 처리 효과를 미처리 직물과 열경화 시료와 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 자외선 전조사로 PET 직물

표면을 개질하여 가공 효과를 증가시켰는데 이는 조사량이 증가 할수록 더 효과적이었다. 자외선 전조사에 의한 표면개질과 후조사를 통한 화학결합을 조절하여 최적의 편면 발수발유가공 조건을 확립하였다. 자외선경화의 편면 발수발유 성능은 전조사량 15.9J/cm<sup>2</sup>, 후 조사량 0.6J/cm<sup>2</sup>, 가공제 농도 약 2%일 때 최대이었으며 처리된 직물면의 발수발유성질은 편면 기능성을 제외하면 열경화된 직물과 유사하였다. 최적 조건에서 자외선 조사면과 비조사면 사이에 발수도가 3등급, 발수도가 2등급 정도의 차를 가진다. 또한 직물 표면의 전자현미경 사진을 통해 자외선 경화 처리는 열경화와는 달리 가공제의 편면 경화를 초래함을 알 수 있다. 또한 차감ATR 분석을 통해 자외선 전조사는 PET의 에스테르 결합의 파괴를 초래하고 자외선 경화된 직물은 열경화 시료와 유사하게 결합하였음을 확인하였다. 자외선 전조사에 따른 색변화는 자외선조사

량이 증가 할수록 명도 값이 커져 광퇴색이 일어남을 알 수 있지만, 가공제가 코팅되면 오히려 명도가 전조사 시료에 비해 감소하였고 전체적으로 열경화된 시료와 유사한 색차를 보였다.

FAST 분석을 통해 적절한 가공제 농도로 자외선 경화된 시료는 미처리와 비교하여 굽힘길 이과 신장율을 증가시켜 열경화 처리와 유사한 태 특성을 보였다.

### 감사의 글

본 연구는 금오공과대학교 학술연구비 지원에 의해 연구된 논문으로 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. G. Y. Moon, Fiber Wetting and Water Repellent Finish, *J. Korean Fiber Soc.* 7, 99-106(1970).
2. R.R. Thomas, "Fluoropolymers", G. Hougham, P. E. Cassidy, K. Johns, T. Davidson(Ed.), Vol 2, Kluwer Academic/Plenum Publishers, N.Y., pp.47-67, 1999
3. E. Kissa, "Fluorinated Surfactants and Repellents", Marcel Decker Inc, N.Y., pp. 516-551, 2001
4. I. Holme, "Textile Finishing", D. Heywood(Ed.), Society of Coiourists, Bradford, pp.176-210, 2003
5. I. J. Pack, D. Kim and S. Lee, Fluorine-containing Surface Modification Agents, *Prospect. Industr. Chem.*, 2(2), 13-19(1999).
6. B. Lee and J. Rho, Surface Treatment of Polymers Using Direct Fluorination, *Polym. Sci. Technol.*, 13, 751-758(2002).
7. J. Ha, I. J. Pack and S. Lee, Application of Water and Oil Repellent Based on Perfluoroalkyl Acrylate, *Polym. Sci. Technol.*, 13, 744-750(2002).
8. F. Audenaert, H. Lens, D. Rolly, and P. Van der Elst, Fluorochemical Textile Repellents-Synthesis and applications: A 3M Perspective, *J. Text. Inst.*, Part 3, 90, 76-94(1999).
9. B. O. Lee, P. K. Park, H. C. Kim, Y. S. Cheong, and H. S. Lee, Water Repellent Finish for Divided Type PET/Nylon Fabrics with Fluoroalkyl Resin, *J. Korean Soc. Dyers Finishers*, 9, 213-218(1997).
10. P. K. Park, B. O. Lee, H. C. Kim, and H. Y. Kim, Flame Retardant and Water Repellent Finishing of Automobile Indoor Fabrics, *J. Korean Soc. Dyers Finishers*, 11, 285-290(1999).
11. J. Jang, M. J. Kim, and Y. J. Jeong, Cationic Dyeable Treatment of PET and PTT Fabrics by Continuous UV/O<sub>3</sub> Irradiation, *J. Korean Fiber Soc.* 40, 423-430(2003).
12. J. Jang, S. I. Eom, and Y. H. Kim, Contiuous Surface Modification of PET Film via UV Irradiation: Effect of Spectral Irradiance, *J. Korean Fiber Soc.* 39, 100-107(2002).
13. AATCC Test method 22-1985 & 118-1983, AATCC.
14. J. F. Rabek, "Mechanisms of Photophysical Processes and Photochemical Reactions in Polymer", John & Sons, N.Y., pp.478-570, 1987
15. I. Matieson and R. H. Bradley, Improved Adhesion to Polymers by UV/ozone Surface Oxidation, *Int. J. Adhesion Adhesives*, 16, 29-31(1996).
16. M. Stibel, M. J. Walzak, J. M. Hill, A. Lin, E. Karbashewski, and C. S. Lyons, A Compression of Gas-phase Methods of Modifying Polymer Surface, *J. Adhesion Sci. Technol.*, 9, 365-383(1995).