

## 극세 폴리에스테르 스웨드의 환원세정과 열이행의 영향

최경연 · 한삼숙 · 이문철<sup>†</sup>

부산대학교 유기소재시스템공학

## Reduction Cleaning and Thermomigration Effects on Micro Polyester SUEDE

Kyungyeon Choi, Samsook Han and Muncheul Lee<sup>†</sup>

Department of Organic Material Science and Engineering, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

(Received: August 13, 2009/Revised: September 14, 2009/Accepted: September 28, 2009)

**Abstract**— The dyeing property of direct-spinning type and seasland type 0.2D micro polyester nonwoven fabrics was characterized by three disperse dyes (Dorospense Red KFFB, Blue KGBR, Yellow KRL) at 120°C and 130°C. Before and after reduction cleaning, dyeing fastness was evaluated and the thermomigration after heat setting at 180°C for 60 min were also evaluated. Direct-spinning type fabric showed better dyeing property, wash fastness, and light fastness, but worse rub fastness than seasland type fabric. The dyeing property and fastness of direct-spinning type fabric increased at higher dyeing temperature, whereas seasland type fabric exhibited lower dyeing fastness and the increase of thermomigration at higher dyeing temperature. Non-fixed dye in fiber surface was removed by reduction cleaning process, then dyeing fastness was improved and thermomigration decreased. The higher dye uptake of direct-spinning type non-woven fabric caused the increase of dye molecule migration from fiber internal to fiber surface, so this fabric showed larger thermomigration than seasland type non-woven fabric.

**Keywords:** *micro polyester suede, dyeing fastness, reduction cleaning, thermomigration, disperse dyeing, color depth*

### 1. 서 론

자동차 내부 장식재로서 패션성과 쾌적성이 우수한 섬유 내장재가 많이 이용되고 있으며, 현재 자동차 내장재 중 섬유가 차지하는 비율은 약 75%, 특히 자동차 시트에는 90% 정도의 비율을 차지하고 있다. 자동차 섬유 내장재는 피부와 친화성이 있으며, 감촉이 좋고, 가격도 저렴하기 때문에 면, 레이온, 양모, 나일론, 폴리에스테르 섬유 등이 다양하게 사용되고 있다. 초기에는 나일론이 많이 쓰였으나 1980년대 후반 내광성(변퇴색)과 내광열화(섬유 취화)의 문제를 해결하기 위한 방안으로 PET가 도입되기 시작하였다. PET는 내광성 등의 물성이 우수하고, 가격이 저렴하며 다양한 태(handle)를 표현할 수 있는 장점을 가지고 있어 그 사용량이 지속적으로 증가하고 있다.

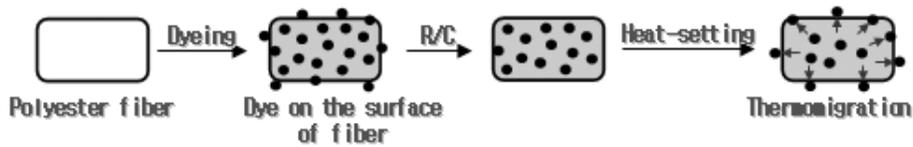
그러나 PET는 촉감이 획일적인 것이 단점이

며, 나일론, 레이온, 아크릴 등에 느낄 수 있는 부드러운 촉감과 유연함을 부여하기 위해 극세섬유의 스웨드조 제품에 관심이 집중되고 있다<sup>1,2)</sup>.

스웨이드조 인조피혁(man-made suede)은 구조적인 가공기술을 도입하여 천연피혁과 같은 밀도, 강도, 드레이프성, 표면촉감 등의 기능성을 부여하고, 천연피혁의 문제점인 물세탁의 어려움, 통기성, 염색, 방부성 등을 보완한 소재이다. 특히 극세사 혹은 초극세사의 제조기술이 널리 보급됨에 따라 인조피혁 소재는 극세섬유가 기본이 되었다<sup>3,4)</sup>.

극세섬유는 인공피혁, 스웨드조 소재, 피치감을 지닌 소재 등의 기모소재나 신태섬 등에 다양하고 폭넓게 사용되며, 특히 감성면이 강조되는 피치스킨조의 신태섬의 상품으로 주로 사용된다. 극세섬유를 감성적인 특성을 가장 잘 표현할 수 있는 방법으로는 생지 표면에 극세섬유를 노출시키는 것이다. 물론 직조직으로써도

<sup>†</sup>Corresponding author. Tel.: +82-51-510-2408; Fax.: +82-51-512-8175; e-mail.: leemc@pusan.ac.kr



Scheme 1. Schematic representation of reduction cleaning and thermomigration.

유연성이나 드레이프성을 얻을 수 있으나, 직물 표면에 초극세 섬유로 루프나 입모를 형성시킴으로서 천연섬유에서 볼 수 없는 부드러운 촉감을 얻을 수 있다. 또한 루프나 입모가 없어도 구조사의 표층을 극세섬유로 구성시킴으로써 직물표면에 극세섬유가 노출되어 시각, 촉각 등의 효과를 얻을 수 있다. 또한 극세사로 제조된 인조 스웨이드는 우수한 광택과 촉감을 가지며 유연성이 뛰어나 의류용뿐만 아니라 산업용으로 널리 사용되고 있다. 특히 폴리에스테르 인공피혁은 기존의 나일론 인공피혁에 비하여 일광 및 마찰견뢰도가 매우 우수하여 차량용 내장재의 대부분을 차지하고 있다. 하지만 폴리에스테르 섬유는 극세화가 진행됨에 따라 염색성과 견뢰도가 저하되는 문제점을 가지고 있는 것으로 알려져 있다<sup>5-11)</sup>.

극세사 방사기술의 발달과 함께 직접 방사형 극세사, 분할형 또는 해도형 극세사를 사용한 부직포 타입의 인조 스웨이드 제품의 수요가 점차 확대되어 가고 있다. 일반적으로 극세 폴리에스테르섬유는 견뢰도 향상을 위하여 환원세정으로 미고착염료를 제거한다. 하지만 환원세정 후 형태안정성을 향상시키기 위해 가공공정에서 열처리를 실시하며, 이때 섬유 내부에 있던 염료가 섬유 표면으로 빠져 나오는 열이행(thermomigration)이 발생하여 PET섬유의 견뢰도 저하를 초래하게 된다<sup>1,11)</sup>.

폴리에스테르 극세사는 제품화 공정에서 발생하는 열 자극으로 인한 변형을 줄이기 위해 열처리를 실시한다. 열처리를 할 경우 미세구조가 변화하고 그 결과 염색성 및 화학적 성질에 변화가 생긴다. 일반 섬유의 경우 재결정화, 분자재배열, 배향의 흐트러짐 등이 일어나며, 극세사 섬유는 비결정영역의 배향이 줄어들어 염색성이 낮아지는 것으로 알려져 있다. 따라서 고온에서 열처리 할 경우 낮은 염색성을 나타낸다. 열이행에 영향을 미치는 요소는 섬유의 구조, 단면, 섬유도, 염료의 화학적 구조, 염착량, 후가공 처리조건 등이 있다.

특히 극세 폴리에스테르 섬유는 일반 폴리에스테르에 비해 섬유 표면으로 더 많은 열이행이 일어나며, 이는 견뢰도 저하를 초래하게 된다<sup>12-15)</sup>.

따라서 본 연구에서는 스웨이드조 폴리에스테르 인공피혁 제조에 사용되는 직접 방사형 극세 폴리에스테르 부직포와 해도형 극세 폴리에스테르 부직포의 염색성과 환원세정에 의한 염색성 변화를 비교 평가하였다. 또한 환원세정에 의한 견뢰도 변화와 열이행률을 평가하여 견뢰도가 우수한 최적의 환원세정 및 열처리 조건을 선정하였다(Scheme 1).

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 시약

직접 방사형 폴리에스테르 원면(Mitsubishi Rayon의 GLORE<sup>®</sup>, 0.2D, 이하 직방사)으로 제조된 부직포 1종과 해도형 폴리에스테르 원면((주)효성 0.2D, 해성분 20%, 이하 해도사)으로 제조된 부직포를 사용하였다. 극세사용 염료인 Dorospere dye(M. Dohmen사)와 시판되는 분산제를 사용하여 염색하였으며, 감량에 사용된 sodium hydroxide와 완충액 제조에 사용된 sodium acetate, acetic acid는 시약용을 사용하였다. 환원세정제는 Sodium hydroxide/thiourea dioxide compound(Nikka Korea Co.)를 사용하였다.

### 2.2 해도형 폴리에스테르 부직포 감량처리

해도형 폴리에스테르 부직포를 0.5%, 1% 및 2% 농도의 NaOH 수용액 (육비 50:1, 100℃)에서 10~40분간 처리하여 극세화하였으며, 농도 및 시간에 따른 처리 전·후의 무게를 측정하여 감량률을 계산하였다. 해도형 원사의 해(海) 부분이 완전히 제거되는 최적의 감량률이 20%임을 확인하였고 감량률 20%인 시료를 염색 및 견뢰도 시험에 사용하였다.

극세사의 분할 상태를 확인하기 위해 미처리 및 감량률에 따른 시료의 표면형태를 주사전자

현미경(SEM, Jeol JSM-5400, Japan)을 사용하여 600배로 관찰하였다.

### 2.3 염색 및 환원세정

스웨이드조 직방사 또는 해도사 폴리에스테르 부직포를 차량 내장재용 분산염료인 Dorospere dye 삼원색(Red KFFB, Blue KGBR, Yellow KRL)을 사용하여 염색하였다. 염료농도 3% owf에서 욕비 50 : 1, pH 5.0(Sodium acetate/ Acetic acid buffer solution 사용)의 염욕중에서 분산제 1g/L를 첨가하여 120°C 및 130°C에서 40분간 염색하였다. 또한 극세 폴리에스테르 부직포 타입의 환원세정에 따른 염색성을 평가하기 위하여 3g/L 또는 5g/L의 환원세정액을 사용하여 80°C에서 20분간 처리한 후 상온 건조하였다.

### 2.4 측색

염색된 시료의 겉보기 표면 색농도 변화는 분광측색계(Macbeth Color Eye 3100, U.S.A)를 이용하여 D<sub>65</sub> 광원 10°시야의 조건에서 측정하였다. CIELab 표색계의 3자극치 L\*, a\*, b\* 값을 구하였고, 표면반사율을 측정하여 겉보기 색농도(K/S)를 Kubelka-Munk식 (1)을 이용하여 구하였다.

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (1)$$

여기서, K : 흡수 계수  
S : 산란 계수  
R : 표면 분광반사율

### 2.5 견뢰도 시험

#### 2.5.1 세탁견뢰도

KS K 0420 A-2법에 준하여 세탁견뢰도 시험기(Launder-O-Meter)를 이용하여 세탁하였다.

5g/L 세탁액에 멀티화이버(multifiber)와 스테인레스 강철구 10개를 투입하여 욕비 100 : 1, 50°C에서 30분간 세탁하였다. 세탁견뢰도는 세탁 시 첨부한 멀티파이버의 오염 정도와 색차값  $\Delta E^*_{ab}$ 로 평가하였다.

#### 2.5.2 마찰 견뢰도

건조 및 습윤상태에서 Rotary Vertical Crockmeter 시험기를 이용하였다. KS K 0650법에 의거하여 900g의 하중 하에서 10초간 10회 반복 마찰하여

건·습마찰 견뢰도 실험을 행하였다. 마찰견뢰도 평가는 색차값  $\Delta E^*_{ab}$ 와 마찰 시 부착한 면백포의 오염 정도를 오염용 표준회색 색표에 의해 판정하였다.

#### 2.5.3 일광 견뢰도

일광견뢰도 시험은 Fade-O-Meter(Hanwon, Korea)를 사용하여 Xenon lamp 광원법으로 20시간 광조사하였다. 색차값  $\Delta E^*_{ab}$  및 JIS L 0804법에 의한 Grey scale의 색의 변화 정도로부터 견뢰도를 평가하였다.

### 2.6 열고정 처리

먼저 열처리하지 않은 시료를 25°C의 DMF에 2시간 처리한 후 분광 광도계(UV-Vis Spectrophotometer, Shimadzu)로 최대흡수파장에서 광학 밀도를 측정하여 미리 작성한 검량선에 의해 염료 농도를 계산하고 식 (2)에 의해 염착량  $[D_f]$ 를 구하였다.

$$[D_f] = \frac{(C^* \times m) \times D}{1000} \times \frac{1}{D_0} \quad (2)$$

여기서, C\* : 추출액의 농도(mol/L)  
m : 희석배수  
D : 추출액의 용량(mL)  
D<sub>0</sub> : 시료 중량(g·fiber)

열고정에 의한 열이행성을 평가하기 위하여 Tenter를 사용하여 180°C에서 60초간 열처리하였다. 열처리 후 동일한 방법으로 표면의 염착량  $[D_{Hs}]$ 를 구한 다음, 100°C DMF 용액으로 4회 반복 추출한 후 비색 정량하여 시료 내부에 고착된 염착량  $[D_f]$ 를 계산하였다.

열이행율 (Thermomigration, %)은 식 (3)과 같이 계산하였다.

Degree of thermomigration

$$(\%) = \frac{[D_{Hs}] - [D_s]}{[D_{Hs}] + [D_f]} \times 100 \quad (3)$$

여기서, D<sub>Hs</sub> : 열처리 후 시료 표면의 염착량  
D<sub>s</sub> : 열처리 하지 않은 시료 표면의 염착량  
D<sub>f</sub> : 열처리 후 시료 내부에 고착된 염착량

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 알칼리 감량조건에 따른 감량률의 변화

해도형 폴리에스테르 부직포는 분할을 통한 극세화를 위해서 알칼리를 사용한 감량공정이 필수적이다. 해도형 폴리에스테르의 조성분은 일반 PET이고 해성분은 알칼리 용해성 PET로 구성되어 있으며, NaOH 수용액의 농도와 시간을 달리하여 해성분을 용해하였고, 극세화된 폴리에스테르 부직포의 표면 사진을 Fig. 1에 나타내었다. NaOH 수용액 0.5% 농도에서 45분간 처리한 경우 14.3%의 감량률을, 1% NaOH 수용액 20분간 감량 처리한 경우는 17.6%의 감량률을, 2% NaOH 수용액 10분간 처리한 경우 19.6%의 감량률을, 1% NaOH 수용액 30분간 처리 및 2% NaOH 수용액 20분간 처리한 경우 각각 23.0% 및 24.6%의 감량률을 나타내었다. 감량률이 19.6%인 2% NaOH 수용액 10분간 처리한 경우의 표면관찰 사진을 살펴보면 해성분이 용해되어 극세화가 뚜렷하게 진행되었으며, 감량률이 23.0% 및 24.6%에 이르는 경우는 섬유 표면에 크랙이 나타난 것으로 보아 조성분까지 침해를 받은 것으로 생각된다.

따라서 해도형 폴리에스테르 부직포를 극세화하는 최적의 조건은 감량률이 20%에 이르는 2% NaOH 수용액으로 100℃, 20분간 처리하는 경우라 판단하여 이 조건에서 극세화시킨 부직포를 염색 및 견뢰도 시험용 시료로 사용하였다.

#### 3.2 극세 폴리에스테르 부직포의 염색성 평가

##### 3.2.1 극세사 종류에 따른 염색성

스웨이드조 직방사 또는 해도사 폴리에스테르 부직포를 Dorospere dye 삼원색(Red KFFB, Blue KGBR, Yellow KRL)을 사용하여 120℃ 및 130℃에서 40분간 염색한 후, CIELab 표색계의 3자극치  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값과 색농도를 측정하여 Table 1과 Fig. 2에 나타내었다. 표와 그림에서 알 수 있듯이 직방사와 해도사로 제조된 부직포는 120℃와 130℃로 염색할 경우 거의 유사한 K/S 곡선을 나타내며, 130℃로 염색할 경우 색농도가 증가함을 알 수 있다. 특히 Dorospere 삼원색으로 염색할 경우 염색온도에 관계없이 직방사 부직포가 해도사 부직포 보다 우수한 겉보기 색농도를 가지는 것을 알 수 있다.

일반적으로 고온 염색시 염료 분자의 활동성이 커져서 염착하는 양이 증가하는 것으로 알려져 있으며, 스웨이드조 극세 폴리에스테르 부직포는

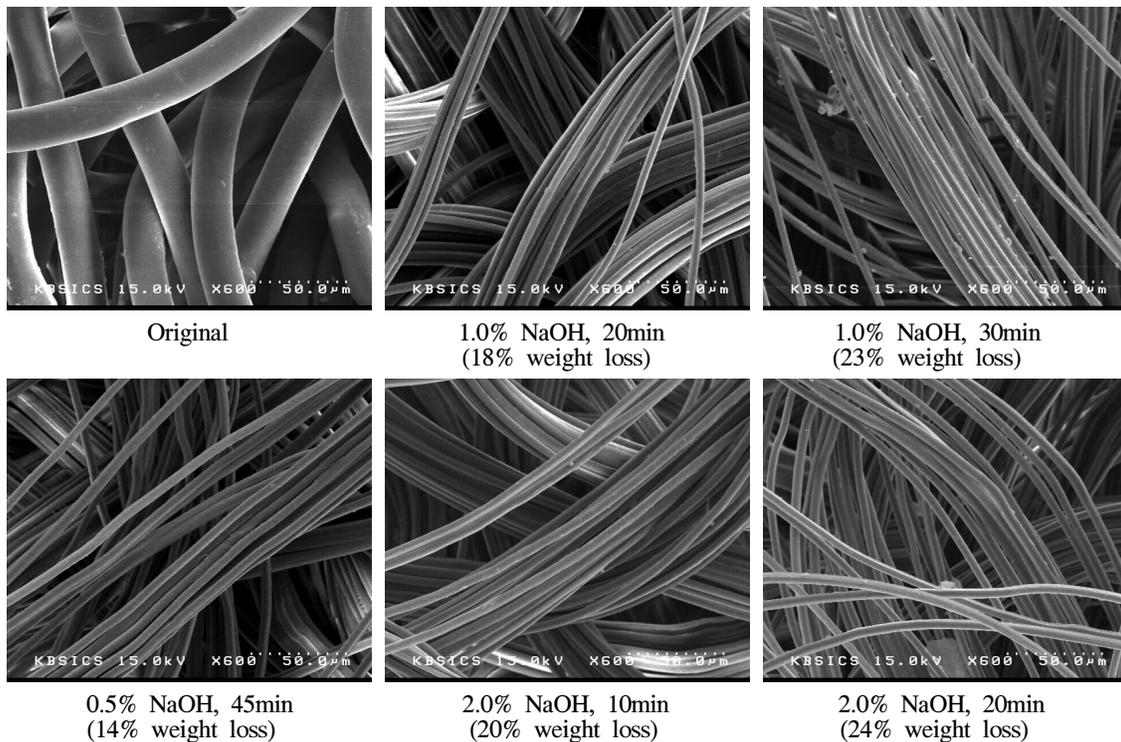
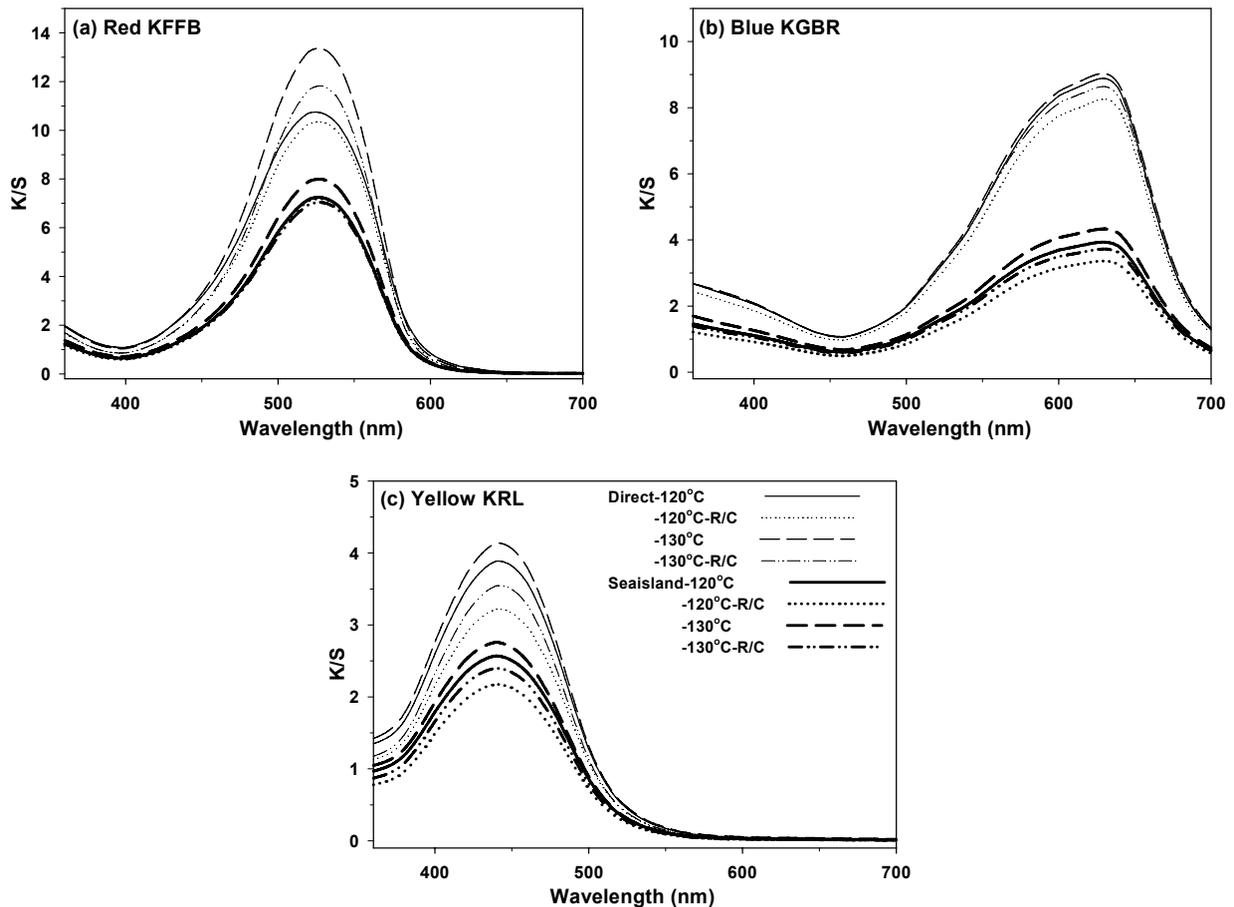


Fig. 1. SEM photographs of micro polyester nonwoven fabrics treated with NaOH at 100℃.

**Table 1.** Dyeing properties of direct/seaisland type micro polyester nonwoven fabrics with different reduction cleaning

| Dye           | Fabric         | 120°C     |      |      |           | 130°C |      |      |           |      |
|---------------|----------------|-----------|------|------|-----------|-------|------|------|-----------|------|
|               |                | L*        | a*   | b*   | Total K/S | L*    | a*   | b*   | Total K/S |      |
| Red<br>KFFB   | Direct type    | Untreated | 43.9 | 52.7 | 3.3       | 10.7  | 44.2 | 56.9 | 4.6       | 13.2 |
|               |                | 3g/L, RC  | 45.2 | 55.1 | 3.3       | 10.7  | 44.5 | 56.8 | 4.4       | 12.7 |
|               |                | 5g/L, RC  | 46.1 | 55.9 | 3.2       | 10.3  | 45.2 | 57.9 | 3.8       | 11.7 |
|               | Seaisland type | Untreated | 50.3 | 54.9 | 1.4       | 7.3   | 49.3 | 55.6 | 1.9       | 7.9  |
|               |                | 3g/L, RC  | 49.9 | 54.9 | 1.8       | 7.2   | 50.4 | 55.7 | 1.2       | 7.2  |
|               |                | 5g/L, RC  | 50.6 | 55.3 | 1.0       | 7.1   | 50.6 | 55.2 | 1.3       | 6.9  |
| Blue<br>KGBR  | Direct type    | Untreated | 38.2 | -3.7 | -29.3     | 8.8   | 37.9 | -3.3 | -30.0     | 8.9  |
|               |                | 3g/L, RC  | 39.5 | -3.7 | -29.4     | 8.4   | 37.9 | -3.0 | -29.4     | 8.7  |
|               |                | 5g/L, RC  | 38.9 | -3.4 | -30.2     | 8.1   | 38.2 | -3.2 | -29.4     | 8.5  |
|               | Seaisland type | Untreated | 48.3 | -5.3 | -25.7     | 3.9   | 47.1 | -5.5 | 25.5      | 4.3  |
|               |                | 3g/L, RC  | 49.8 | -5.4 | -26.6     | 3.6   | 48.6 | -5.6 | -25.1     | 3.8  |
|               |                | 5g/L, RC  | 51.1 | -5.8 | -26.0     | 3.3   | 49.2 | -5.3 | -25.6     | 3.7  |
| Yellow<br>KRL | Direct type    | Untreated | 77.5 | 13.1 | 62.1      | 3.6   | 76.8 | 12.8 | 62.3      | 4.1  |
|               |                | 3g/L, RC  | 78.2 | 12.7 | 61.6      | 3.3   | 78.4 | 12.6 | 62.4      | 3.7  |
|               |                | 5g/L, RC  | 79.1 | 12.3 | 60.1      | 3.0   | 78.8 | 12.4 | 62.0      | 3.5  |
|               | Seaisland type | Untreated | 80.8 | 11.4 | 57.3      | 2.6   | 80.6 | 11.6 | 58.6      | 2.8  |
|               |                | 3g/L, RC  | 81.9 | 11.1 | 57.0      | 2.4   | 81.5 | 11.6 | 59.1      | 2.7  |
|               |                | 5g/L, RC  | 82.6 | 10.4 | 55.9      | 2.2   | 82.0 | 11.2 | 57.4      | 2.4  |



**Fig. 2.** K/S curves of direct/seaisland type micro polyester nonwoven fabrics dyed with dorpserse dyes (RC : 5g/L reduction cleaning).

0.2D 직방사 부직포를 사용할 경우 0.2D 해도사 부직포 보다 우수한 염착성을 가지는 것을 알 수 있다.

### 3.2.2 환원세정 조건에 따른 염색성

극세 폴리에스테르 섬유는 염색 과정의 마지막에 섬유에 미 고착된 염료가 견뢰도의 저하를 가져온다. 따라서 환원세정(Reduction cleaning) 과정을 통해 섬유표면의 미고착 염료를 완전히 제거하여야 한다.

Table 1과 Fig. 2에 나타난 바와 같이 환원세정에 관계없이 거의 유사한 K/S 곡선을 나타내지만, 환원세정에 의해 겉보기 색농도 곡선이 조금 낮아짐을 알 수 있다. 차량용 염료 삼원색으로 염색한 후 환원 세정한 극세 폴리에스테르 부직포는 미고착 염료의 제거로 겉보기 색농도가 감소하며, 환원세정제 첨가량이 3g/L에서 5g/L로 증가함에 따라 그 감소폭이 커짐을 알 수 있다. 한편 직방사 부직포는 환원세정 후에도 해도사 부직포 보다 높은 K/S 곡선을 나타내며 여전히 뛰어난 염착성을 유지함을 알 수 있다.

## 3.3 극세 폴리에스테르 부직포의 견뢰도 평가

### 3.3.1 세탁견뢰도

직방사 및 해도사 극세 폴리에스테르 부직포를 3종의 염료(Red KFFB, Blue KGBR, Yellow KRL)로 120°C 및 130°C에서 40분간 염색한 후, 세탁견뢰도 측정법에 준하여 세탁하고 변·퇴색 정도( $\Delta E_{ab}^*$ )와 Multi-fiber의 오염 정도를 평가하였다. Table 2는 120°C에서, Table 3은 130°C에서 염색한 시료의 세탁견뢰도 측정값을 나타내고 있다. 먼저 120°C에서 염색한 직방사 부직포는 해도사 부직포에 비하여 6종의 표준시료의 오염등급이 양호한 것을 알 수 있다.  $\Delta E_{ab}^*$  값은 세탁시 마찰에 의해 거칠어진 표면 때문에 정확한 경향을 파악하기는 어려웠지만, 대체적으로 해도사 부직포의 변·퇴색 정도가 큰 것으로 나타났다. 또한 염색온도를 120°C에서 130°C로 상승시킨 경우 직방사 부직포는 오염등급이 약간 상승하고  $\Delta E_{ab}^*$  값이 감소하였다. 하지만 해도사 부직포의 경우 오염등급은 증가하였지만, 변퇴색 정도가 크게 증가하는 것을 알 수 있었다.

Table 2. Wash fastness of direct/seaisland type micro polyester nonwoven fabrics dyed at 120°C

| Dye           | Fabric         | Stainning of adjacent fabric |        |       |     |       |      | $\Delta E_{ab}^*$ |     |
|---------------|----------------|------------------------------|--------|-------|-----|-------|------|-------------------|-----|
|               |                | Acetate                      | Cotton | Nylon | PET | Acryl | Wool |                   |     |
| Red<br>KFFB   | Untreated      | 1                            | 3      | 1     | 3   | 5     | 3    | 2.6               |     |
|               | Direct type    | 3g/L, RC                     | 3      | 3-4   | 3   | 3-4   | 5    | 3-4               | 1.3 |
|               |                | 5g/L, RC                     | 3-4    | 4     | 3-4 | 4     | 5    | 4                 | 0.7 |
|               |                | Untreated                    | 1      | 3     | 1   | 3     | 5    | 3                 | 3.1 |
|               | Seaisland type | 3g/L, RC                     | 1      | 3     | 1   | 3     | 5    | 3                 | 1.8 |
|               |                | 5g/L, RC                     | 1-2    | 3-4   | 1-2 | 3-4   | 5    | 3-4               | 0.3 |
| Untreated     |                | 3-4                          | 5      | 3     | 4   | 5     | 4    | 0.9               |     |
| Blue<br>KGBR  | Direct type    | 3g/L, RC                     | 4      | 5     | 4   | 4-5   | 5    | 4-5               | 0.5 |
|               |                | 5g/L, RC                     | 4-5    | 5     | 4-5 | 5     | 5    | 4-5               | 0.4 |
|               |                | Untreated                    | 3      | 4-5   | 2-3 | 4     | 5    | 4                 | 2.4 |
|               | Seaisland type | 3g/L, RC                     | 3-4    | 5     | 3   | 4-5   | 5    | 4-5               | 1.5 |
|               |                | 5g/L, RC                     | 4      | 5     | 3-4 | 5     | 5    | 4-5               | 0.7 |
|               |                | Untreated                    | 1-2    | 5     | 2   | 4     | 5    | 2                 | 2.9 |
| Yellow<br>KRL | Direct type    | 3g/L, RC                     | 3-4    | 5     | 3-4 | 4-5   | 5    | 3-4               | 1.5 |
|               |                | 5g/L, RC                     | 3-4    | 5     | 3-4 | 4-5   | 5    | 3-4               | 1.1 |
|               |                | Untreated                    | 1      | 5     | 2   | 4     | 5    | 2                 | 2.7 |
|               | Seaisland type | 3g/L, RC                     | 3      | 5     | 3-4 | 4-5   | 5    | 3                 | 2.3 |
|               |                | 5g/L, RC                     | 3-4    | 5     | 4   | 4-5   | 5    | 3-4               | 1.5 |

Table 3. Wash fastness of direct/seaisland type micro polyester nonwoven fabrics dyed at 130°C

| Dye           | Fabric         | Staining of adjacent fabric |        |       |     |       |      | $\Delta E_{ab}^*$ |     |
|---------------|----------------|-----------------------------|--------|-------|-----|-------|------|-------------------|-----|
|               |                | Acetate                     | Cotton | Nylon | PET | Acryl | Wool |                   |     |
| Red<br>KFFB   | Direct type    | Untreated                   | 1      | 3     | 1   | 3     | 5    | 3                 | 1.5 |
|               |                | 3g/L, RC                    | 3      | 3-4   | 3   | 3-4   | 5    | 3-4               | 1.2 |
|               |                | 5g/L, RC                    | 3-4    | 4     | 3-4 | 4     | 5    | 4                 | 0.5 |
|               | Seaisland type | Untreated                   | 1      | 3     | 1   | 3     | 5    | 3                 | 4.1 |
|               |                | 3g/L, RC                    | 1-2    | 3-4   | 1-2 | 4     | 5    | 3-4               | 2.1 |
|               |                | 5g/L, RC                    | 2      | 3-4   | 2   | 4-5   | 5    | 4                 | 0.9 |
| Blue<br>KGBR  | Direct type    | Untreated                   | 3-4    | 5     | 3-4 | 4     | 5    | 4                 | 1.6 |
|               |                | 3g/L, RC                    | 4-5    | 5     | 4   | 4-5   | 5    | 4-5               | 1.3 |
|               |                | 5g/L, RC                    | 4-5    | 5     | 4-5 | 5     | 5    | 4-5               | 0.4 |
|               | Seaisland type | Untreated                   | 3      | 4     | 3   | 4     | 5    | 4                 | 5.5 |
|               |                | 3g/L, RC                    | 3-4    | 4-5   | 3-4 | 4-5   | 5    | 4-5               | 3.1 |
|               |                | 5g/L, RC                    | 3-4    | 4-5   | 4   | 5     | 5    | 5                 | 1.7 |
| Yellow<br>KRL | Direct type    | Untreated                   | 1      | 5     | 2   | 4     | 5    | 2                 | 1.9 |
|               |                | 3g/L, RC                    | 3-4    | 5     | 4   | 4-5   | 5    | 3-4               | 1.1 |
|               |                | 5g/L, RC                    | 4      | 5     | 4-5 | 4-5   | 5    | 3-4               | 0.2 |
|               | Seaisland type | Untreated                   | 1      | 5     | 2   | 4     | 5    | 2                 | 6.9 |
|               |                | 3g/L, RC                    | 3      | 5     | 3-4 | 4-5   | 5    | 3                 | 3.3 |
|               |                | 5g/L, RC                    | 3-4    | 5     | 4   | 5     | 5    | 3-4               | 2.1 |

즉, 직방사 극세 폴리에스테르 부직포는 해도사 부직포에 비하여 염착성이 뛰어나며 세탁견뢰도가 우수하고, 특히 해도사 부직포는 130°C에서 염색한 경우 세탁견뢰도가 오히려 저하되는 것으로 판단된다.

한편 이들 부직포를 두 조건에서 환원세정한 후 세탁견뢰도 변화를 고찰하였다(Table 2와 3). 3종의 염료로 염색한 시료에 대하여 환원세정제 3g/L 또는 5g/L를 사용하여 80°C에서 20분간 처리하였다. 이때 미고착된 섬유표면의 염료가 제거되어 세탁견뢰도 측정시 표준시료의 오염등급이 향상되고 변·퇴색 정도가 감소함을 확인할 수 있었다. 또한 환원세정 이후에도 직방사 부직포가 해도사 부직포보다 우수한 오염등급을 나타내고 있으며, 130°C에서 염색한 해도사는 여전히 변·퇴색 정도가 다소 크게 나타나고 있다.

### 3.3.2 마찰견뢰도

동일한 염색포를 사용하여 건조 및 습윤 상태에서 마찰시킨 후 표준면포의 오염등급과  $\Delta E_{ab}^*$  값을 Table 4에 나타내었다.

먼저 표준시료의 오염등급을 살펴보면, 세탁견뢰도 측정결과와 달리 직방사 부직포 보다 해도사 부직포가 큰 값을 보이고 있다. 반면, 변·퇴색 정도를 나타내는  $\Delta E_{ab}^*$  값은 해도사 부직포가 직방사 부직포보다 큰 값을 나타내고 있다. 즉 해도사 부직포는 마찰에 의한 표준시료의 오염정도는 직방사 부직포 보다 우수하지만, 마찰에 의해 스웨이드 표면의 상태가 많이 거칠어져서  $\Delta E_{ab}^*$  값이 상대적으로 크게 나타나는 것으로 판단된다. 또한 보다 높은 온도인 130°C에서 염색한 해도사 부직포는 120°C에서 염색한 시료보다 오염등급은 양호하였지만, 변·퇴색 정도가 매우 큰 값을 나타내고 있다. 한편 습윤 상태에서 마찰시킬 경우 건조 상태에서 마찰시킬 때 보다 표준시료의 오염등급이 감소하고 변·퇴색 정도가 증가함을 알 수 있다.

또한 환원세정한 후 건조 및 습윤 상태에서 마찰견뢰도를  $\Delta E_{ab}^*$  값과 오염등급으로 나타내었다. 세탁견뢰도 측정 결과와 마찬가지로 환원세정에 의해 섬유표면의 미고착 염료가 제거되므로 이후 오염등급이 다소 증가하고  $\Delta E_{ab}^*$  값이 감소하여 마찰견뢰도가 향상되었다.

Table 4. Rubbing fastness of direct/seaisland type micro polyester nonwoven fabrics

| Dye           | Fabric         | Change of shade |     |       |     | $\Delta E_{ab}^*$ |     |       |     |     |
|---------------|----------------|-----------------|-----|-------|-----|-------------------|-----|-------|-----|-----|
|               |                | 120°C           |     | 130°C |     | 120°C             |     | 130°C |     |     |
|               |                | Dry             | Wet | Dry   | Wet | Dry               | Wet | Dry   | Wet |     |
| Red<br>KFFB   | Untreated      | 3-4             | 3   | 3-4   | 3-4 | 1.4               | 2.1 | 2.5   | 2.1 |     |
|               | Direct type    | 3g/L, RC        | 3-4 | 3-4   | 4   | 3-4               | 1.9 | 1.9   | 1.3 | 1.2 |
|               |                | 5g/L, RC        | 4-5 | 4     | 4   | 4                 | 0.5 | 2.0   | 1.1 | 1.0 |
|               |                | Untreated       | 3-4 | 3-4   | 4   | 4                 | 2.8 | 4.3   | 3.8 | 4.1 |
|               | Seaisland type | 3g/L, RC        | 4-5 | 4     | 4   | 4-5               | 2.6 | 2.8   | 1.3 | 2.6 |
|               |                | 5g/L, RC        | 4-5 | 4-5   | 4-5 | 4-5               | 0.5 | 2.6   | 1.0 | 2.5 |
| Untreated     |                | 4               | 4   | 4-5   | 4-5 | 1.4               | 1.4 | 1.5   | 1.5 |     |
| Blue<br>KGBR  | Direct type    | 3g/L, RC        | 4-5 | 4-5   | 4-5 | 4-5               | 1.1 | 1.2   | 1.2 | 1.1 |
|               |                | 5g/L, RC        | 4-5 | 4-5   | 4-5 | 4-5               | 0.8 | 0.9   | 2.2 | 0.8 |
|               |                | Untreated       | 4   | 4     | 4-5 | 4-5               | 2.7 | 4.1   | 3.9 | 5.3 |
|               | Seaisland type | 3g/L, RC        | 4-5 | 4-5   | 4-5 | 4-5               | 2.5 | 2.8   | 2.0 | 3.7 |
|               |                | 5g/L, RC        | 5   | 4-5   | 5   | 4-5               | 0.7 | 1.4   | 1.8 | 1.6 |
|               |                | Untreated       | 4   | 3-4   | 4   | 4                 | 2.0 | 2.1   | 1.9 | 2.5 |
| Yellow<br>KRL | Direct type    | 3g/L, RC        | 4   | 4     | 4-5 | 4                 | 1.5 | 1.8   | 1.4 | 1.9 |
|               |                | 5g/L, RC        | 4   | 3-4   | 4-5 | 4-5               | 1.2 | 1.0   | 0.9 | 0.9 |
|               |                | Untreated       | 4   | 4     | 4-5 | 4                 | 2.7 | 4.5   | 5.9 | 6.2 |
|               | Seaisland type | 3g/L, RC        | 4   | 4     | 4-5 | 4-5               | 1.9 | 3.1   | 3.4 | 3.2 |
|               |                | 5g/L, RC        | 4-5 | 4-5   | 4-5 | 4-5               | 1.6 | 2.8   | 1.8 | 1.8 |

### 3.3.3 일광견뢰도

동일한 3종의 염색포를 Xenon lamp에 20시간 노출시키고 전·후의 변·퇴색 정도를  $\Delta E_{ab}^*$  값으로 측정하여 Table 5에 나타내었다. 120°C에서 염색한 경우 해도사 부직포의  $\Delta E_{ab}^*$  값은 직방사 부직포와 유사하거나 약간 증가하였지만, 130°C에서 염색한 경우에는 크게 증가함을 알 수 있다. 따라서 직방사 부직포가 비교적 우수한 일광견뢰도를 가지며, 해도사 부직포의 경우 130°C에서 염색할 경우 일광견뢰도가 크게 저하되는 것을 확인하였다.

Table 5. Light fastness of direct/seaisland type micro polyester nonwoven fabrics

| Dyes       | Fabric         | $\Delta E_{ab}^*$ |       |
|------------|----------------|-------------------|-------|
|            |                | 120°C             | 130°C |
| Red KFFB   | Direct type    | 2.1               | 1.7   |
|            | Seaisland type | 2.9               | 7.9   |
| Blue KGBR  | Direct type    | 2.8               | 2.8   |
|            | Seaisland type | 2.6               | 10.3  |
| Yellow KRL | Direct type    | 2.4               | 3.2   |
|            | Seaisland type | 3.4               | 14.0  |

### 3.4 극세 폴리에스테르 부직포의 열이행성 평가

Fig. 3은 3종의 염료(Red KFFB, Blue KGBR, Yellow KRL)로 염색한 후 환원세정 전·후에 열처리 하여 열이행률(Thermomigration)을 측정한 결과이다. 3.2에서 직방사 부직포는 해도사 부직포 보다 우수한 겉보기 표면농도 값을 가지는 것을 확인하였다. 일반적으로 염착된 염료량이 많을수록 표면으로의 열이행률이 증가한다고 알려져 있으며, 본 연구에서도 직방사 부직포의 열이행률이 해도사 부직포 보다 크게 나타났다. 또한 직방사 부직포는 염색온도가 120°C에서 130°C로 증가함에 따라 열이행률이 감소하였지만, 해도사 부직포는 오히려 증가하는 현상을 나타내고 있다. 세탁, 마찰, 일광견뢰도 결과와 마찬가지로 해도사 부직포는 비교적 고온에서 염색한 경우 열에 의한 견뢰도 또한 감소하는 것으로 판단된다.

한편 환원세정 후 직방사 부직포와 해도사 부직포 모두 열이행률이 줄어드는 것을 알 수 있다. 이는 환원세정에 의해 미고착된 염료가 제거되어 염료의 표면으로의 열이행률이 감소하기 때문이다.

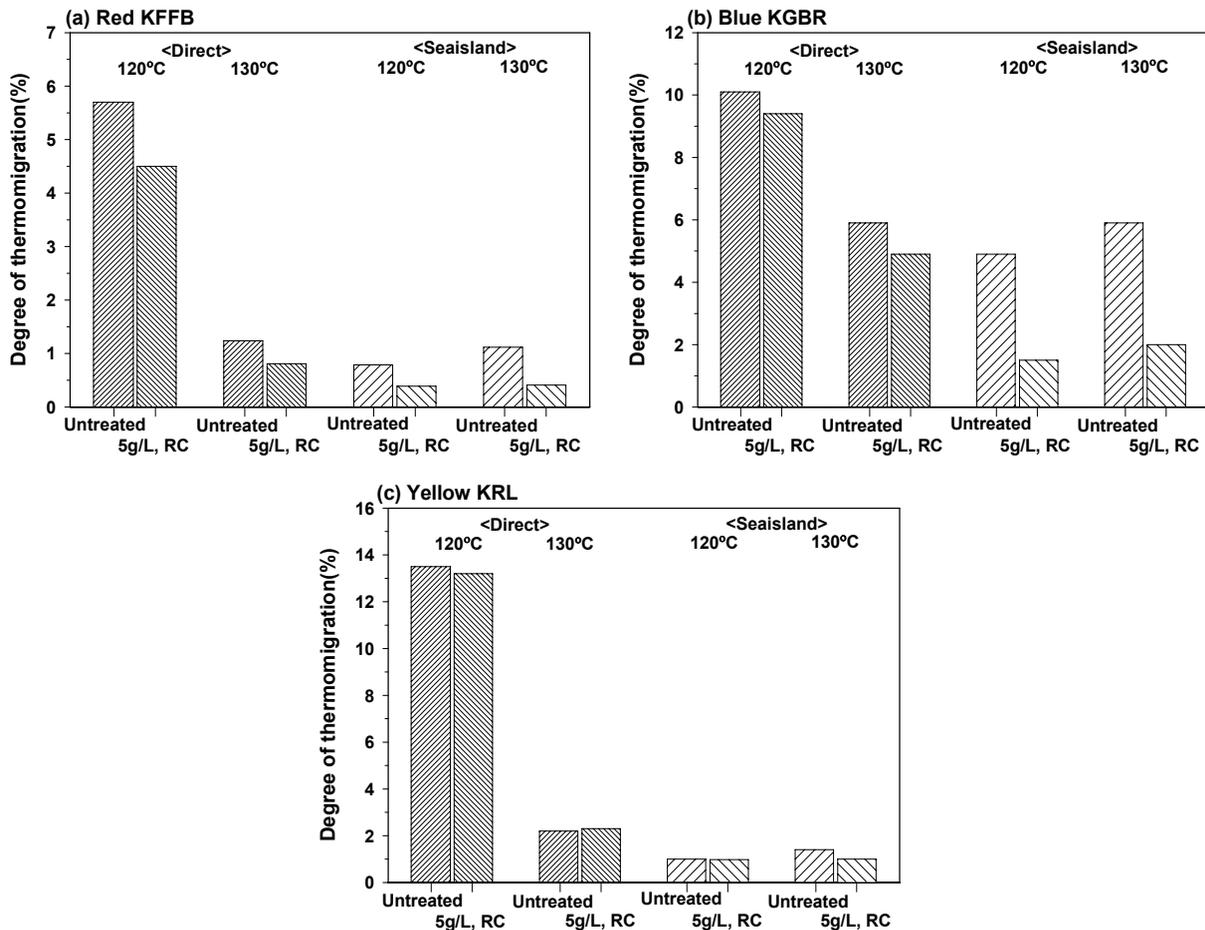


Fig. 3. Thermomigration of direct/seaisland type micro polyester nonwoven fabrics.

#### 4. 결 론

스웨이드조 극세 폴리에스테르 부직포 2종 (0.2D 직방형 폴리에스테르 부직포와 0.2D 해도형 폴리에스테르 부직포)의 염색성과 염색견뢰도를 평가하고, 환원세정에 의한 견뢰도 변화, 고온열처리에 의한 열이행성을 검토하였다.

1. 직방형 및 해도형 부직포는 분산염료 삼원색 (Dorospense dye Red KFFB, Blue KGBR, Yellow KRL)으로 120°C와 130°C에서 염색할 경우 거의 유사한 K/S 곡선을 나타내며, 130°C로 염색할 경우 색농도가 증가하고 직방사 부직포가 해도사 부직포 보다 우수한 겉보기 색농도를 가진다. 환원세정제 첨가량이 3 g/L, 5 g/L로 증가함에 따라 표면의 미고착 염료가 제거되어 겉보기 색농도가 점차 감소하며, 환원세정 후에도 직방사 부직포의 겉보기 색농도 값이 크다.
2. 직방사 극세 폴리에스테르 부직포는 해도사 부직포에 비하여 세탁견뢰도가 우수하고,

특히 해도사 부직포는 130°C에서 염색한 경우 세탁견뢰도가 오히려 저하되는 것으로 판단된다. 또한 환원세정 이후에도 직방사 부직포가 해도사 부직포 보다 우수한 오염등급을 나타내며, 130°C에서 염색한 해도사는 여전히 변·퇴색 정도가 다소 크다.

3. 세탁견뢰도 측정결과와 달리 마찰에 의한 표준시료의 오염정도는 해도사 부직포가 직방사 부직포 보다 우수하지만, 마찰에 의해 스웨이드 표면의 상태가 많이 거칠어져서  $\Delta E_{ab}^*$  값이 상대적으로 크다. 또한 130°C에서 염색한 해도사 부직포는  $\Delta E_{ab}^*$  값이 매우 크며, 습윤 상태에서 마찰시킬 경우 오염등급이 감소하고 변·퇴색 정도가 증가하였다. 또한 환원세정에 의해 오염등급이 다소 증가하고  $\Delta E_{ab}^*$  값이 감소하여 마찰견뢰도가 향상된다.
4.  $\Delta E_{ab}^*$  값으로부터 평가한 일광견뢰도는 직방사 부직포가 비교적 우수한 일광견뢰도를 나타내며, 해도사 부직포의 경우 130°C에서 염색할 경우 일광견뢰도가 크게 저하된다.

5. 고온열처리 하여 열이행률을 측정한 결과 부직포의 열이행률이 해도사 부직포 보다 크며, 직방사 부직포는 염색온도가 증가함에 따라 열이행률이 감소하지만 해도사 부직포는 오히려 증가하여 고온염색시 열에 의한 견뢰도가 감소한다. 한편 환원세정 후 직방사 부직포와 해도사 부직포 모두 열이행률이 감소한다.

### 감사의 글

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

### 참고문헌

1. S. Yamauchi, On the Present Condition and the Future Outlook of Automotive Interior Decoration Materials, *Sen'i Gakkaishi*, **59**(8), 275-278(2003).
2. M. Matsudaira, Mechanical properties and Fabric Handle of Polyester-fibre 'Shingosen' Fabrics, *J. Text. Inst.*, **85**(2), 158-172(1994).
3. J. Lunenschloss and W. Albrecht, "Non-woven Bonded Fabrics", Ellis Horwood Limited, pp.425-456, 1985.
4. C. W. Joo, "하이테크 산업용 섬유제품의 제조와 가공기술", 2004.
5. S. M. Burkinshaw, "Chemical Principles of Synthetic Fibre Dyeing", Glasgo, Blackie Academic & Professional, p.194, 1995.
6. H. Yoneda, Melt-Spinning of Islands in the Sea Fibers, *Sen'i Gakkaishi*, **54**(4), 129-133(1998).
7. J. Koh, Alkaline Dissolution Monitoring of Sea-island Type Polyester Microfibre Fabrics by a Cationic Dye Staining Method, *Color. Technol.*, **120**(2), 80-86(2004).
8. T. Nakamura, Rama R. Bommur and Y. Kamiishi, Dyeing Properties of a Polyester Ultrafine Fiber, *Textile Res. J.*, **70**(11), 961-968(2000).
9. S. D. Kim, K. S. Lee, C. H. Ahn, and K. S. Kim, Dyeing Properties and Improvement of Washfastness of Ultrafine Polyester, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **15**(1), 48-55(2003).
10. J. Koh, J. H. Park, S. K. Lee and S. D. Kim, Weight Reduction and Dyeing Properties of Sea-island Type PET Supermicrofiber Fabrics, *J. Korean Fiber Soc.*, **42**(6), 355-362(2005).
11. J. M. Park, D. S. Jeong, H. K. Rho, H. J. Ryu and M. C. Lee, Dyeing and Mechanical Properties of 0.01d Polyester Ultramicro Fiber, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **18**(6), 10-15(2006).
12. K. Imada, Y. Yamamoto and S. Yabushita, Wetfastness of Disperse Dyes on Polyester Microfiber, *Textile Chemist Colorist*, **29**(11), 14-17(1997).
13. S. D. Kim, M. J. Kim, B. S. Lee, K. S. Lee, Effects of Thermomigration on the Washfastness of Disperse Dyes Having Different Molecular Size, *Fibers and Polymers*, **5**(1), 39-43(2004).
14. M. S. Jeong, D. S. Jeong, K. H. Kim, and M. C. Lee, Heat Setting and Dyeing Properties of PET Ultramicrofiber, *J. Korean Fiber Soc.*, **36**(9), 696-703(1999).
15. T. K. Kim, Y. J. lim, J. D. Shuk, K. H. Cho, Increase in Color Depth of Polyester Fiber by Alkali Treatment and Analysis of the Surface Structure, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **11**(5), 22-29(1999).