

〈研究論文(學術)〉

### CDP 섬유에 염색성(III)

- 극세 CDP섬유의 염색성, Solvent wicking성 및 물성 -

김영희 · 정동석 · 이문철<sup>1</sup>

부산대학교 섬유공학과

### Dyeing Properties of CDP Fiber (III)

- Dyeing and Solvent Wicking and Physical Properties of Micro CDP Fiber -

Young Hee Kim, Dong Seok Jeong and Mun Cheul Lee<sup>1</sup>

Department of Textile Engineering, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

(Received August 11, 2005/Accepted September 28, 2005)

**Abstract**—Polyester fibers can be modified into cationic dyeable polyester fibers(CDP) by the copolymerization of terephthalic acid and 5-sodium sulphoisophthalic acid with ethylene glycol. The advantage of CDP on most cationic dyes is the conspicuous brilliance due to a narrow steep absorption band and the wash fastness and etc. Weight reduction by alkali hydrolysis, dyeing and solvent wicking properties of fabrics with cationic dyes, and change of fine structure were investigated. To obtain optimum splitting process parameters for dyeing and physical properties of micro CDP fiber, splitting method under various conditions was carried out. By means of SEM, it was confirmed that the splitting process of the micro CDP fiber be achieved at the weight reduction. A comparatively greater quantity of dye is necessary to dye microfiber than conventional fiber. The fastness and solvent wicking of regular CDP fiber is higher than that of micro CDP fiber.

**Keywords** : *micro CDP fiber, alkali hydrolysis, splitting, fastness, solvent wicking*

#### 1. 서 론

최근 폴리에스테르 극세섬도사 제품에 적합한 염료들이 개발되어 다양한 제품이 제조되고 있다. 특히 신발용으로 사용되는 분야에서는 이들 폴리에스테르 극세사 제품들의 제조공정상에서 고압이나 고열을 받고, 특히 신발의 제조에서 섬유와 섬유, 섬유나 다른 물질과 합포의 상태에서 용제가 사용된다<sup>1,2)</sup>. 또한 신발을 착용하여 비가 오거나 수분이 함유된 신발이 옷이나 양말같은

다른 원단에 접촉이 있을 때, 신발의 물이 빠져 이염을 시켰을 때는 상당한 문제가 발생될 수 있다. 이것은 특히 폴리에스테르 극세사와 분산 염료와의 열안정성과 용제안정성에서의 구조적인 문제점에 기인한다<sup>3)</sup>. 따라서 물성과 기타의 다른 면에서 비슷하며, 이들의 단점을 극복할 수 있는 용도로서 CDP 극세사가 연구되어지고 있으며, 제품화가 시도되고 있다.

극세사의 경우 일반적으로 제편이나 제직을 한 후에 섬유를 극세화하는데 다성분으로 복합 방사되어 일부 성분을 용해시켜 극세사 또는 미세 중공섬유를 형성하는 해도형 극세사와는 달리 분할형 극세사는 용융 고분자 단계에서 상용

<sup>1</sup>Corresponding author. Tel. : +82-51-510-2480; Fax: +82-51-512-8175 ; e-mail : leemc@pusan.ac.kr

성이 좋지 않은 2종 이상의 고분자를 복합 방사 한 후 화학적 또는 물리적인 방법에 의하여 2성분의 고분자 계면을 분할(split)하고 각 성분을 분리(separation)하는 방법을 통해 얻어진다<sup>4,7)</sup>.

분할형 극세사의 경우에는 나일론 6과 폴리에스테르 2종의 고분자가 대표적으로 이용되고 있으며 각 성분을 화학적으로 분할하기 위해서 알칼리 가수분해를 주로 이용한다. 2종의 고분자의 접합 계면에 침투한 NaOH 수용액의 수산화 이온은 인장강도와 결정화도 등의 물성을 저하시키지 않고 표면을 가수분해하고 분할하여 모노 필라멘트를 얻도록 한다. CDP 극세사의 경우에도 2종의 폴리머를 복합방사하여 한편의 성분을 제거하여 극세섬유를 얻는 방법이다.

전보에서 CDP 섬유의 염색성으로서 CDP 섬유의 염색성과 견뢰도<sup>8)</sup> 및 염색성 및 물성에 미치는 열처리의 영향<sup>9)</sup>에 대하여 보고하였다. 이 연구에서는 일반 및 극세 CDP 섬유의 염색성과 물성에 대해서 검토하였다. 이를 위하여 알칼리 처리 조건에 따른 감량률을 조사하였고, 캐티온 염료를 사용하여 염색성 및 견뢰도를 고찰하였고, 또한 열처리를 통한 미세 구조의 변화를 관찰하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료

CDP 섬유로 채편된 75d/36f(모노데니어2.08d)와 75d/25f(9분할, 모노데니어0.3d) 두 종의 편물을 시료로 하여 탄산나트륨 1g/L와 모노겐 1g/L의 수용액에서 80℃, 20분간 정련하여 사용하였다.

### 2.2 염료

캐티온 염료 Cationic Red GRL, Cationic Yellow 3RL, Cationic Blue GSLD, Taiacryl Red AD-GL, Cationic Black RD, Kayacryl Blue FP-ED 등의 6종을 사용하였다.

### 2.3 극세 CDP 섬유의 감량 및 분할상태와 형태관찰

일정한 규격으로 한 각각의 필라멘트 시료를 고온고압 염색기에서 NaOH 수용액의 농도 0.5%, 1% 및 2%와 온도 90℃, 100℃, 감량 시간 5~90

분간 처리함으로써 분할하여 극세화 하였다. 감량률은 알칼리 처리 전과 처리 후의 무게를 측정하여 계산하였다. 극세사의 분할 상태를 확인하기 위하여 미처리 및 감량률 증가에 따른 시료의 표면 형태를 주사전자현미경(SEM, Jeol JSM-5400, Japan)으로 관찰하였다.

### 2.4 열고정 처리

일반 및 극세 CDP 섬유를 Mini Tenter 를 사용하여 특정 온도 범위(140℃, 150℃, 160℃, 170℃, 180℃)에서 3분간 실시하였다

### 2.5 염색

#### 2.5.1 염색 견뢰도

세탁, 마찰, 일광견뢰도, 열변색성 등을 조사하기 위하여 극세 CDP 섬유를 감량 조건 NaOH 1%, 100℃, 40분으로 하여 22% 감량한 후 일반사와 극세사 각각 6종의 캐티온 염료를 옥비 40:1, 염료농도 3%(o.w.f.)의 아세트산 아세트산나트륨 완충액으로 pH 5.0로 조정된 염욕에서 다음과 같은 방법으로 염색하였다. 50℃에서 10분간 90℃로, 90℃에서 40분간 120℃로 승온한 후 40분간 유지시키고 다시 20분간 80℃로 냉각하였다. 그리고 염색 후 환원세정은 80℃에서 40분간 진행하였다. 환원세정액은 SUNMOLE RC-110 (Nikka Korea제, 5g/L)을 사용하였다.

#### 2.5.2 Build-up성 측정

Build-up성을 알아보기 위하여 캐티온 염료 3종(Cationic Red GRL, Cationic Blue GSLD, Cationic Black RD)을 3%, 5%, 7%, 10%, 15%(o.w.f.)의 농도로 120℃에서 40분간 염색하였다

### 2.6 견뢰도 및 물성 분석

#### 2.6.1 측색

6종의 캐티온 염료로 염색한 일반사와 극세사의 편직물을 사용하였으며, 이는 전보<sup>8)</sup>의 경우와 동일하다.

#### 2.6.2 각종 견뢰도

세탁견뢰도, 마찰견뢰도, 일광견뢰도 및 Solvent wicking 성도 6종의 캐티온 염료로 염색한 일반사와 극세사의 편직물을 사용하였으며, 이는 전보<sup>8)</sup>의 경우와 동일하다.

2.6.3 물성 분석

DSC 분석, X-선 결정분석 및 KES 측정은 일반사와 극세사를 사용하였으며, 이는 전보<sup>9)</sup>의 경우와 동일하다.

3. 결과 및 고찰

3.1 알칼리 감량 조건에 따른 감량률의 변화

극세 CDP 시료를 화학적인 분할 방법, 즉 알칼리 가수 분해에 의한 분할 방법을 이용하여

편성물 시료를 극세화하였는데 온도, 시간, 산처리 농도와 NaOH 수용액의 농도 조건을 달리하여 이때 나타나는 감량률을 측정하고 그에 따른 분할 상태를 파악하였다.

Fig. 1은 NaOH에 의한 분할효과를 알아보기 위해 SEM을 이용하여 극세 CDP 필라멘트와 편물로 제편된 섬유의 표면 형태를 나타낸 것이다. 필라멘트의 경우에는 감량률 20% 정도에서 극세사는 거의 분할하였으며, 그 이후 감량률이 증가함에 따라 필라멘트 표면의 손상도 증가하였다. 극세 CDP 섬유를 20% 정도 감량시키기

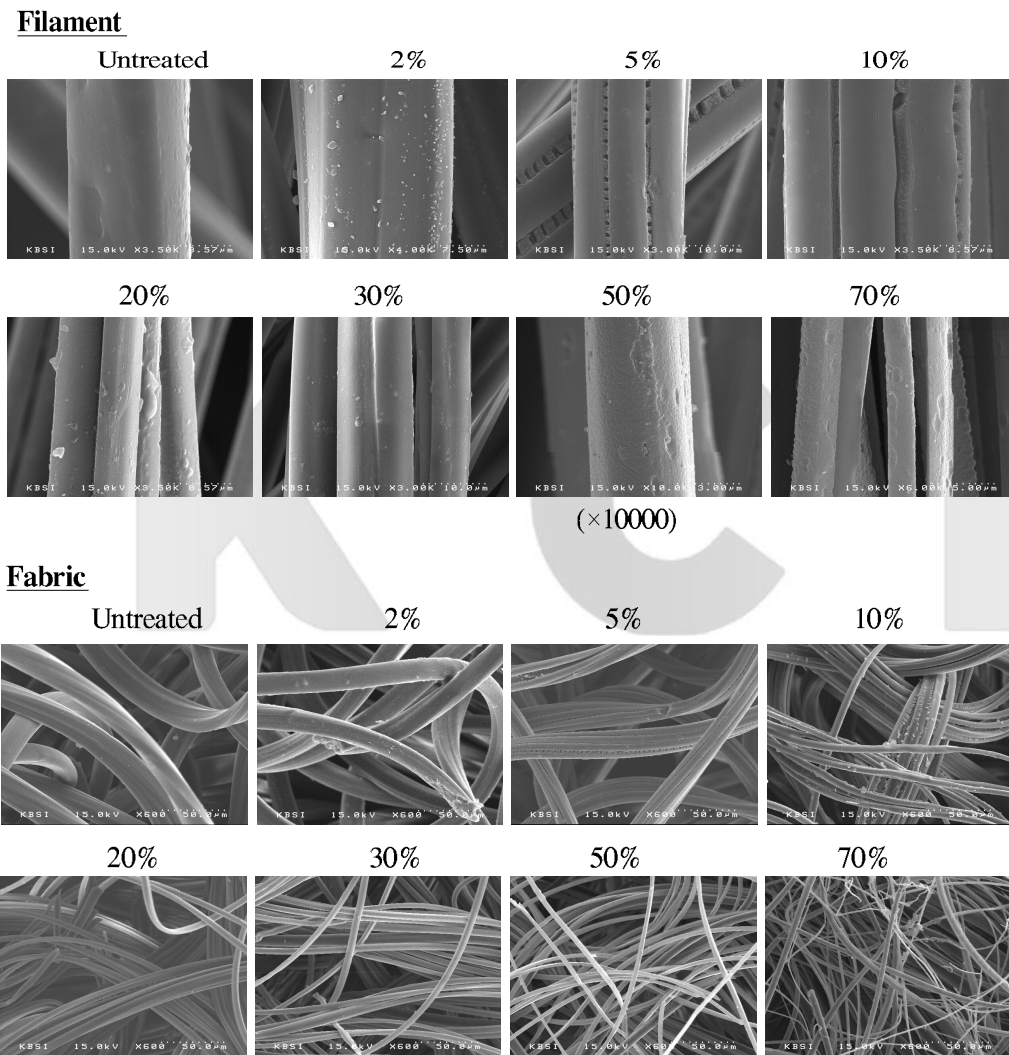


Fig. 1. SEM photographs of CDP microfiber treated with NaOH at 100°C. (filament ×3000, fabric ×600)

위해서는 1% NaOH 용액을 사용하여 100℃에서 40분 정도 처리하는 것이 적합하였다 또한 편물의 경우에도 20% 전후에서 극세사는 거의 분할하였으며, 그 후의 감량률이 증가함에 따라 편물의 표면의 손상도 증가하였다.

Fig. 2와 3에서는 100℃에서 NaOH의 농도 변화에 따른 감량률과 0.5% NaOH 농도에서 온도의 변화에 따른 감량률을 나타내었다. 처리 온도가 일정할 때 극세 CDP 섬유는 NaOH 농도가 증가함에 따라 빠르게 감량되며 동일한 NaOH 농도에서 온도 조건을 달리 했을 때, 온도가 증가할수록 감량 속도도 빨라진다는 것을 확인할 수 있었다. 즉 일반적으로 CDP 섬유는 알칼리

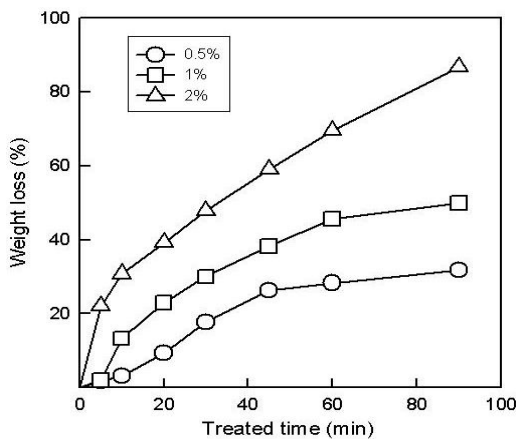


Fig. 2. Rate of weight loss for CDP filament with different NaOH concentrations at 100°C.

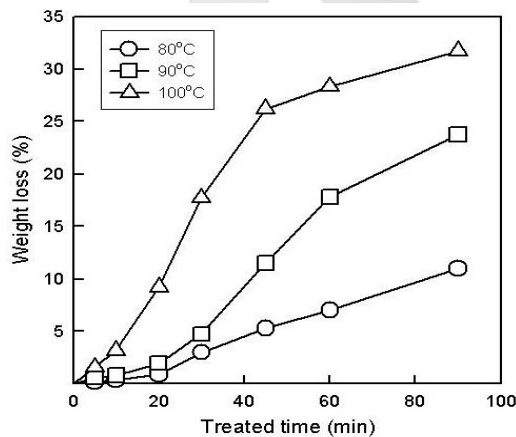


Fig. 3. Rate of weight loss for CDP filament with different temperatures at 0.5% NaOH concentrations.

에 불안정하여 감량시 알칼리 농도와 처리시간의 영향을 크게 받는 것을 알 수 있다 따라서 이러한 감량속도의 급격한 변화를 제어하고, 감량속도를 억제하기 위하여 섬유표면을 산으로 처리하여 알칼리 감량시키는 방법으로 이러한 효과를 검토하였다.

Fig. 4는 HCOOH의 농도를 달리하여 처리 후 알칼리 감량한 그래프를 나타낸 것이다. HCOOH의 농도 0.1%, 0.3%, 0.5%, 1%에서 산 처리 후 NaOH 농도 0.5%, 1%, 2%, 100℃에서 5~90분간 감량하였다. 감량 전의 산 처리는 중화의 효과로 인하여 초기의 감량 속도를 낮추어 주는 역할을 하고 있으나, 감량 시간이 증가함에 따라 산 처리의 영향은 거의 사라지고 있음을 보여주고 있다.

Table 1은 감량률에 따른 3종의 염료에 따른 세탁견뢰도와 Solvent wicking 견뢰도를 나타낸 것이다. 감량률의 변화에 따른 세탁견뢰도와 Solvent wicking 견뢰도의 변화를 예상했지만, 감량률의 변화에 따른 견뢰도의 변화는 보여지지 않고 거의 비슷하게 나타났다. 즉 해성분이 남아 있는 경우 세탁견뢰도와 Solvent wicking 성을 저하시킬 것으로 생각하였으나, 이러한 경향은 나타나지 않았다.

### 3.2 CDP 섬유와 PET 섬유의 물성 비교

다음은 CDP 섬유와 PET 섬유의 물성을 비교한 것이다. 이들의 조성은 다음과 같다 CDP WEB의 경우에는 CDP 75/36 BR 41%, CDP 75/25 9분할사가 51%로 조성되었으며, CDP SPAN WEB의 경우에는 Spandex 40D 6%, CDP 75/36 BR 42%, CDP 75/25 9분할사 52%로 제편된 편물이다 이들의 비교시료로서 PET WEB의 경우에는 PET 50/24 41%, PET 75/24 36분할사 59%로 조성된 것이고, PET SPAN WEB의 경우에는 Spandex 40D 6%, PET 50/24 BR 42%, PET 75/24 36분할사 52%로 제편된 것이다. 이들의 물리적 성질을 Table 2에 나타내었다. CDP 섬유와 PET 섬유의 편직물의 무게, Tensile, Elongation, Tongue tear, Mullen burst, Stoll법에 의한 Abrasion 등의 물성을 비교해 볼 때 CDP편직물의 경우 Mullen burst와 Abrasion에서 PET편직물에 비하여 약간 열등하며 그 외에는 거의 유사하게 나타났다.

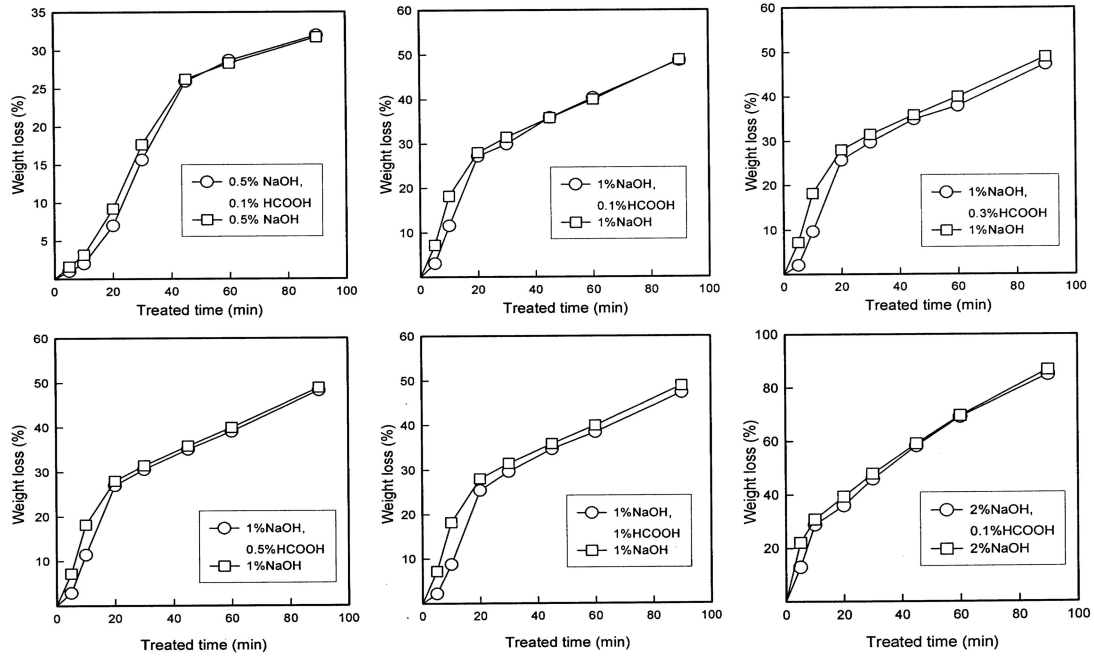


Fig. 4. Influence of acid treatment on the weight loss of micro CDP fiber hydrolyzed at 100 °C.

Table 1. Wash fastness and solvent wicking fastness of micro fabrics after weight loss

| Fiber         | Dyes                | Weight Loss | Staining on adjacent fabric |        |       |     |       | Wool |
|---------------|---------------------|-------------|-----------------------------|--------|-------|-----|-------|------|
|               |                     |             | Acetate                     | Cotton | Nylon | PET | Acryl |      |
| Regular fiber | Cationic Blue GSLD  | 10          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               |                     | 20          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               |                     | 30          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               | Cationic Red GRL    | 10          | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               |                     | 20          | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               |                     | 30          | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               | Cationic Yellow 3RL | 10          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 5    |
|               |                     | 20          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 5    |
|               |                     | 30          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 5    |
| Micro fiber   | Cationic Blue GSLD  | 10          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               |                     | 20          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               |                     | 30          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               | Cationic Red GRL    | 10          | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               |                     | 20          | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               |                     | 30          | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4-5  |
|               | Cationic Yellow 3RL | 10          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 5    |
|               |                     | 20          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 5    |
|               |                     | 30          | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 5    |

Table 2. Physical properties of CDP and PET fabrics

|                          | CDP      |              | PET      |              |
|--------------------------|----------|--------------|----------|--------------|
|                          | CDP WEB  | CDP SPAN WEB | PET WEB  | PET SPAN WEB |
| Weight, g/m <sup>2</sup> | 174      | 284          | 158      | 245          |
| Tensile kg/2.54cm        | 15.1/9.9 | 30.2/11.1    | 14.5/9.6 | 33.5/11.3    |
| Elongation, %            | 57/101   | 102/357      | 53/86    | 97/352       |
| Tongue tear, kg          | 1.0/1.0  | 3.7/3.1      | 1.2/0.8  | 0.8/0.3      |
| Mullen burst, kg/cm      | 6.5      | 8            | 9.3      | 8            |
| Abrasion Stoll           |          |              |          |              |
| Face (1.0 lb)            | 83       | 157          | 95       | 139          |
| Back (1.0 lb)            | 80       | 190          | 82       | 279          |

### 3.3 Build-up성

일반적으로 극세섬도직물은 일반섬도직물에 비하여 염착량은 동일하거나 증대해도 겉보기 색 농도는 저하한다고 알려져 있다. 폴리에스테르 섬유와 마찬가지로 섬도가 다른 소재에 있어서 겉보기표면농도를 비슷하게 얻기 위해서는 염료의 농도의 증가와 함께 염착량의 증대관계를 나타내는 빌더업성의 검토가 중요하다. 표리가 다른 극세사의 편직물의 경우에는 1% NaOH 용액을 사용하여 100°C에서 40분간 처리하여 20% 정도의 감량률을 가진 시료를 사용하였고, 일반사의 편직물은 정련 후 그대로 사용하였다.

Fig. 5는 극세 CDP 섬유와 비교시료인 일반 CDP 섬유를 캐티온 염료 3종(Cationic Red GRL, Cationic Blue GSLD, Cationic Black RD)으로 3%, 5%, 7%, 10%, 15%(o.w.f.)로 염색하여 염료의 Build-up성을 Total K/S로 나타낸 것이다. 캐티온 염료 3종 모두 염료의 농도가 증가할수록 Total K/S도 계속 증가하였으며 일반 CDP 섬유가 극세 CDP 섬유 보다 겉보기 색 농도인 K/S가 높게 나타났으며, 일반 CDP 섬유 3%(o.w.f.)와 극세 CDP 섬유 15%(o.w.f.)의 겉보기 색 농도가 비슷하게 나타났다. 그리고 3종의 CDP 섬유의 Build-up성은 일반사가 극세사에 비해 우수하였다. 또한 3종의 염료 모두 3%의 일반사의 겉보기 색 농도와 극세사 15%의 색 농도가 거의 비슷한 정도로 나타나고 있다. 즉 표면이 다른 섬도의 섬유에서 섬도의 차이가 크면 클수록 동색성을

얻기란 어려운 것을 알 수 있으며, 즉 섬도의 차이가 큰 섬유는 표리의 동색성을 얻기 위해서는 빌더업성이 커야 한다는 것을 시사하고 있다<sup>10)</sup>.

### 3.4 세탁, 마찰, 일광 견뢰도 및 Solvent wicking성

견뢰도 실험은 극세 CDP 섬유의 감량 후 2종의 CDP 섬유를 캐티온 염료로 염색한 후 세탁 마찰 및 일광 견뢰도 실험하여 세탁의 경우 multi-fiber의 오염 정도에 따른 평가, 마찰의 경우 건/습 마찰에 따른 오염도의 평가, 일광은 변퇴색으로 평가하였다. Table 3은 2종의 CDP 섬유의 세탁견뢰도를 나타낸 것이다. 6종의 염료에 대한 세탁견뢰도의 경우, 두 종의 CDP 섬유의 견뢰도는 4-5 등급으로 차이는 거의 없었지만 극세사가 일반사에 비해 0.5급 정도 열등하게 나타나는 경우도 있었다.

Table 4는 2종의 CDP 섬유에 대한 마찰 견뢰도를 나타낸 것이다. 6종의 염료에 대한 견뢰도는 일반사와 극세사 모두 대체적으로 우수하며 비슷하게 나타났다.

Table 5는 섬도가 다른 두 종의 CDP 섬유에 대한 Cationic Blue GSLD 등 3종의 염료의 일광 견뢰도를 나타낸 표이다. 일반 CDP 섬유의 경우 각각 2, 2-3급, 극세 CDP 섬유의 경우 1, 1-2급으로 모두 열등하게 나타났으며 극세사가 일반사보다 섬유가 가늘기 때문에 1등급 정도 더 열등하게 나타났다. 따라서 캐티온 염료는 세탁 및 마찰 견뢰도는 우수하지만 일광 견뢰도는 낮

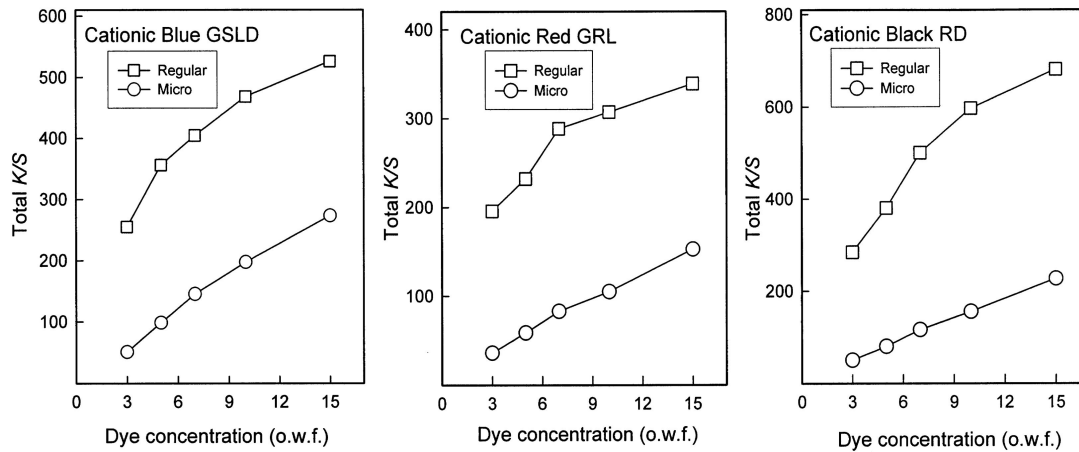


Fig. 5. Relationship between dye concentration and total  $K/S$  values in CDP fabric.

Table 3. Wash fastness for cationic dyes on CDP regular and micro fiber fabrics

| Fiber         | Dye                 | Staining on adjacent fabric |        |       |     |       | $\Delta E^*_{ab}$ |      |
|---------------|---------------------|-----------------------------|--------|-------|-----|-------|-------------------|------|
|               |                     | Acetate                     | Cotton | Nylon | PET | Acryl |                   | Wool |
| Regular fiber | Cationic Blue GSLD  | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4-5               | 0.80 |
|               | Cationic Red GRL    | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4-5               | 1.65 |
|               | Cationic Black RD   | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4-5               | 2.72 |
|               | Cationic Yellow 3RL | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 5                 | 2.45 |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 5                           | 5      | 4-5   | 5   | 5     | 4-5               | 0.70 |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4                 | 3.11 |
| Micro fiber   | Cationic Blue GSLD  | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4-5               | 0.62 |
|               | Cationic Red GRL    | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4-5               | 0.28 |
|               | Cationic Black RD   | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 4                 | 2.31 |
|               | Cationic Yellow 3RL | 5                           | 5      | 5     | 5   | 5     | 5                 | 0.43 |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 5                           | 4-5    | 4-5   | 5   | 5     | 4-5               | 0.85 |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 5                           | 4-5    | 5     | 5   | 5     | 4-5               | 1.42 |

Table 4. Rubbing fastness for cationic dyes on CDP fabric

| Fiber         | Dye                 | Change of shade(staining) |     | $\Delta E^*_{ab}$ |
|---------------|---------------------|---------------------------|-----|-------------------|
|               |                     | Dry                       | Wet |                   |
| Regular fiber | Cationic Blue GSLD  | 4-5                       | 3-4 | 0.50              |
|               | Cationic Red GRL    | 4-5                       | 3-4 | 0.31              |
|               | Cationic Black RD   | 5                         | 3-4 | 0.53              |
|               | Cationic Yellow 3RL | 5                         | 3-4 | 0.81              |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 4                         | 3   | 0.53              |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 4                         | 3   | 0.21              |
| Micro fiber   | Cationic Blue GSLD  | 4-5                       | 3-4 | 0.50              |
|               | Cationic Red GRL    | 4-5                       | 3-4 | 0.19              |
|               | Cationic Black RD   | 4-5                       | 3-4 | 0.86              |
|               | Cationic Yellow 3RL | 4-5                       | 3   | 1.82              |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 4                         | 2-3 | 1.65              |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 4                         | 2-3 | 0.87              |

**Table 5.** Light fastness for cationic dyes on CDP fabric

| Fiber         | Dye                 | Grade (grey scale) | $\Delta E_{ab}^*$ |
|---------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Regular fiber | Cationic Blue GS LD | 2                  | 5.09              |
|               | Cationic Red GRL    | 2-3                | 5.04              |
|               | Cationic Yellow 3RL | 2-3                | 3.42              |
| Micro fiber   | Cationic Blue GS LD | 1                  | 10.41             |
|               | Cationic Red GRL    | 1-2                | 6.52              |
|               | Cationic Yellow 3RL | 2                  | 4.53              |

게 나타났으며, 극세 CDP 섬유가 모든 견뢰도에 서 낮게 나타났다.

Table 6 은 6 종의 염료에 대한 Solvent wicking 성을 나타낸 것이다. 세탁견뢰도의 경우와 마찬가지로 일반사에 비해 극세사가 0.5 급 정도 열등하게 나타난다.

### 3.5 열처리에 따른 염색견뢰도 및 물성변화

#### 3.5.1 열처리에 따른 세탁견뢰도 및 Solvent wicking 성 변화

염기성염료는 일반적으로 색상이 선명하고, 분자 흡광계수가 높지만, 내광성과 내열성이 낮은 편이다. 나일론이나 폴리에스테르같은 합성섬유의 후가공 공정에서 염색가공 후에 최종적으로 고온에서 2-3분정도 Tenter에서 열처리공정을 거쳐 치수변동을 없애고 형태를 고정한다.

**Table 6.** Solvent wicking fastness for cationic dyes on CDP fabric

| Fiber         | Dye                 | Solvent wicking |
|---------------|---------------------|-----------------|
| Regular fiber | Cationic Blue GS LD | 4.5             |
|               | Cationic Red GRL    | 4.5             |
|               | Cationic Black RD   | 4.5             |
|               | Cationic Yellow 3RL | 4.5             |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 4               |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 4               |
| Micro fiber   | Cationic Blue GS LD | 4               |
|               | Cationic Red GRL    | 4               |
|               | Cationic Black RD   | 4               |
|               | Cationic Yellow 3RL | 4               |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 3.5             |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 3.5             |

따라서 개질폴리에스테르(CDP)와 염기성염료가 지니는 물성이나 특징들이 열처리공정에서 어떠한 변화를 일으킬 수 있으리라 생각된다.

Table 7은 일반 및 극세 CDP 섬유를 염색한 후 Mini Tenter를 사용하여 140℃, 150℃, 160℃, 170℃, 180℃에서 3분간 열처리를 실시한 후 세탁견뢰도를 측정하는 것이다. 열처리 온도가 증가할수록 캐티온 염료의 CDP 섬유와의 열안정성이 감소하여 세탁견뢰도가 저하하는 것을 볼 수 있다. 이러한 저하는 일반사 CDP보다는 극세 CDP의 경우에서 현저하게 드러난다.

Table 8은 Table 7과 동일하게 일반 및 극세 CDP 섬유를 염색한 후 Mini Tenter를 사용하여 열처리를 실시한 후 Solvent wicking 성을 측정 140℃, 150℃, 160℃, 170℃, 180℃에서 3분간 한 것이다.

열처리 온도가 증가할수록 캐티온 염료의 CDP 섬유와의 열안정성이 감소하여 Solvent wicking 성이 저하하는 것을 볼 수 있다. 이러한 저하는 세탁견뢰도 저하와 마찬가지로 일반사 CDP보다는 극세 CDP의 경우에서 현저하게 드러난다.

즉 최종 가공 공정에서 열처리 온도가 높은 경우 캐티온 염료와 CDP 섬유사이의 열안정성 문제를 발생시켜 세탁견뢰도와 Solvent wicking 견뢰도를 저하시키는 것으로 생각되며 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 처리온도를 150℃ 전후로 낮추고 Tenter 처리시간을 길게 하는 것이 합당하다고 생각된다.

#### 3.5.2 열처리에 따른 구조 분석

세섬도 섬유를 사용한 소재가 폴리에스테르의 형태안정화를 위하여 열처리를 실시하는 것과 마찬가지로 CDP 섬유의 경우에도 폴리에스

Table 7. Wash fastness of CDP fabrics after heat treatment

| Fiber         | Dye                 | Heat treatment temperature (°C) |         |         |       |         |       |
|---------------|---------------------|---------------------------------|---------|---------|-------|---------|-------|
|               |                     | Untreated                       | 140     | 150     | 160   | 170     | 180   |
| Regular fiber | Cationic Blue GSLD  | 4-5/5                           | 4-5/5   | 4-5/5   | 4/4   | 3-4/3-4 | 3/3-4 |
|               | Cationic Red GRL    | 4-5/4-5                         | 4-5/4-5 | 4-5/4-5 | 4/4   | 3-4/3-4 | 3/3   |
|               | Cationic Black RD   | 4-5/5                           | 4-5/5   | 4-5/5   | 4/4   | 3/3-4   | 3/3   |
|               | Cationic Yellow 3RL | 5/5                             | 5/5     | 5/5     | 4/4   | 3/3-4   | 3/3   |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 4-5/5                           | 4-5/5   | 4-5/5   | 4/4   | 3-4/3   | 3/3   |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 4-5/4-5                         | 4-5/4-5 | 4-5/4-5 | 4/4   | 3/3     | 3/3   |
| Micro fiber   | Cationic Blue GSLD  | 4-5/4-5                         | 4-5/4-5 | 4-5/4   | 3/3-4 | 2/2-3   | 1-2/2 |
|               | Cationic Red GRL    | 4-5/4-5                         | 4-5/4-5 | 4-5/4-5 | 3/3-4 | 2/2-3   | 1-2/2 |
|               | Cationic Black RD   | 4-5/4-5                         | 4-5/4-5 | 4-5/4   | 3/3-4 | 2/2-3   | 1-2/2 |
|               | Cationic Yellow 3RL | 4-5/4-5                         | 4-5/4-5 | 4-5/4-5 | 3/3-4 | 2/2-3   | 1-2/2 |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 4-5/4-5                         | 4-5/4-5 | 4-5/4   | 3/3-4 | 2/2-3   | 1-2/2 |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 4-5/4-5                         | 4-5/4-5 | 4-5/4-5 | 3/3-4 | 2/2-3   | 1-2/2 |

Staining on adjacent fabric is wool and cotton.

Table 8. Solvent wicking fastness of CDP fabrics after heat treatment

| Fiber         | Dyes                | Heat treatment temperature(°C) |       |       |        |        |        |
|---------------|---------------------|--------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
|               |                     | Untreated                      | 140°C | 150°C | 160 °C | 170 °C | 180 °C |
| Regular fiber | Cationic Blue GSLD  | 4.5                            | 4.5   | 4     | 3.5    | 3      | 3      |
|               | Cationic Red GRL    | 4.5                            | 4     | 4     | 3.5    | 3      | 3      |
|               | Cationic Black RD   | 4.5                            | 4     | 3.5   | 3.5    | 3      | 2.5    |
|               | Cationic Yellow 3RL | 4.5                            | 4.5   | 4     | 3.5    | 3      | 3      |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 4                              | 4     | 3.5   | 3.5    | 3      | 3      |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 4                              | 4     | 3.5   | 3.5    | 3      | 2.5    |
| Micro fiber   | Cationic Blue GSLD  | 4                              | 4     | 3.5   | 3      | 2.5    | 2      |
|               | Cationic Red GRL    | 4                              | 4     | 3.5   | 3      | 2.5    | 2      |
|               | Cationic Black RD   | 4                              | 4     | 3.5   | 2.5    | 2      | 2      |
|               | Cationic Yellow 3RL | 4                              | 4     | 4     | 3.5    | 2.5    | 2      |
|               | Taiacryl Red AD-GL  | 3.5                            | 3.5   | 3     | 2.5    | 2      | 1.5    |
|               | Kayacryl Blue FP-ED | 3.5                            | 3.5   | 3     | 2.5    | 2      | 1.5    |

테르와 같이 공정중에서 부여된 다양한 열이력에 의해 물리, 화학적인 변화를 수반한다. 극세 CDP 섬유의 열처리 온도에 따른 내부의 결정 변화를 조사하기 위하여 다양한 온도에서 3분간 열처리된 섬유의 광각 X-선 회절곡선과 이들의 비교시료로서 일반 CDP 섬유의 회절곡선을 Fig. 6에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이  $2\theta=17.8^\circ, 23.1^\circ, 26.4^\circ$  부근에서 (010), (110), (100) 면에서 확인할 수 있으며, 열처리 온도가 높아짐에 따라 회절 피크의 강도가 커지고 예리해졌다. 이와 같이 X-선 회절 피크 강도가 증가하는 것은 열처리 온도가 증가할수록 결정의 분율이 증가함을 의미한다<sup>11)</sup>.

고분자의 열적 성질을 결정짓는 가장 중요한

인자는 고분자의 유리 전이 온도( $T_g$ )와 용융온도( $T_m$ )라고 말할 수 있다. 따라서 섬유 내부의 결정의 완전성을 평가하기 위해 DSC thermo gram을 측정하였다. Fig. 7은 열처리 온도에 따른 용점을 알아보기 위하여  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 의 승온 속도로 측정한 극세 CDP 섬유와 비교시료로서 일반 CDP 섬유의 DSC thermogram을 나타낸 것이다. Fig. 7에서 볼 수 있는 것처럼 DSC 분석에 의한  $T_m$ 은 열처리 온도가 증가함에 따라 용점피크는 변화가 없었다.

### 3.5.3 열처리에 따른 태 변화

Table 9는 KES 분석을 통해 미처리 및 열처리 온도의 증가에 따른 일반 및 극세 CDP의 굽힘

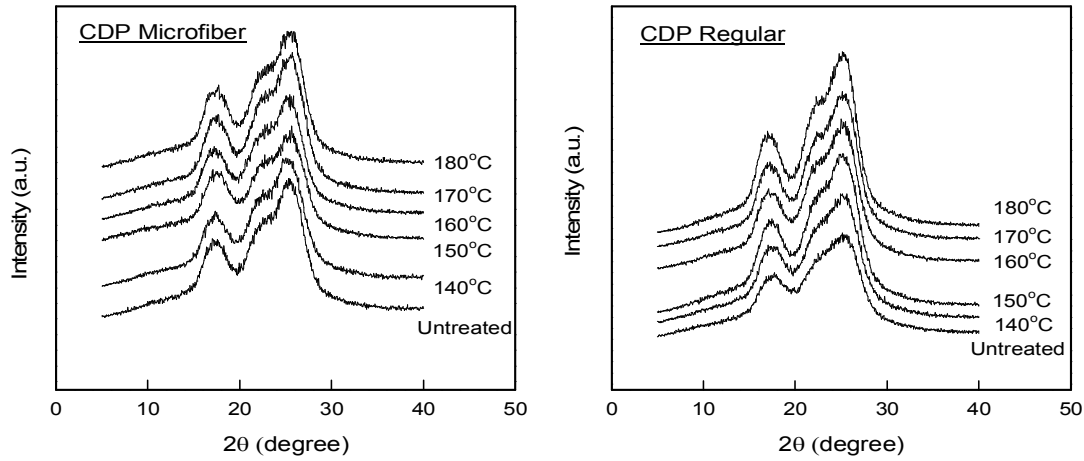


Fig. 6. X-ray diffraction patterns of CDP fibers annealed under tension at various temperatures.

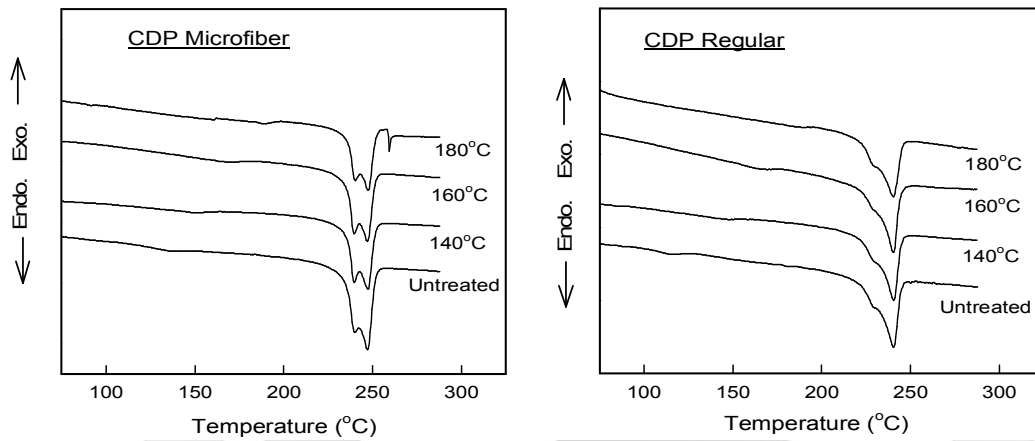


Fig. 7. DSC thermograms of the CDP fibers annealed under tension at various temperatures.

Table 9. Bending and surface properties by KES-FB System

| Fibers        | Treated temp.(°C) | Bending                  |              | Surface |       |
|---------------|-------------------|--------------------------|--------------|---------|-------|
|               |                   | B (gfc <sup>2</sup> /cm) | 2HB (gfc/cm) | MIU     | SMD   |
| Regular fiber | Untreated         | 0.135                    | 0.122        | 3.307   | 4.455 |
|               | 140               | 0.147                    | 0.126        | 3.486   | 4.458 |
|               | 150               | 0.150                    | 0.134        | 3.522   | 4.530 |
|               | 160               | 0.174                    | 0.159        | 3.294   | 4.912 |
|               | 170               | 0.218                    | 0.172        | 3.480   | 5.147 |
|               | 180               | 0.235                    | 0.181        | 3.236   | 5.513 |
| Micro fiber   | Untreated         | 0.015                    | 0.017        | 3.962   | 2.842 |
|               | 140               | 0.018                    | 0.020        | 4.065   | 2.847 |
|               | 150               | 0.022                    | 0.022        | 4.327   | 2.857 |
|               | 160               | 0.023                    | 0.024        | 3.843   | 2.924 |
|               | 170               | 0.024                    | 0.025        | 3.864   | 2.930 |
|               | 180               | 0.027                    | 0.028        | 4.101   | 2.963 |

온도의 증가에 따른 일반 및 극세 CDP의 굽힘 특성과 표면 특성을 나타낸 것이다. 일반 및 극세 CDP 모두 열처리에 의해 굽힘 강성(B)이 증가하여 유연성이 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. 그리고 열처리에 의해 굽힘 히스테리시스 폭 2HB가 증가하였다. 굽힘 히스테리시스 폭은 굽힘과 복원에 따른 에너지 차를 의미하며 그 차이가 클수록 복원에 따른 에너지의 손실이 커진다는 것을 의미한다. 또한 에너지 손실이 크다는 것은 처리된 직물의 변형이 크다는 것을 의미하고 결국 직물의 형태 안정성이 작다는 것을 의미한다. 그리고 열처리 온도 조건에 따라 섬유 표면 거칠기 정도를 나타내었는데 열처리 온도가 증가함에 따라 표면의 거칠기 정도가 증가하였다.

#### 4. 결 론

극세 CDP 섬유에 대하여 NaOH에 대한 분할과 이들 분할사와 일반 CDP 섬유에 대해 캐티온 염료로 염색하여 염색성과 견뢰도를 조사하였고, 또한 다양한 온도에서 열처리한 후 세탁견뢰도와 Solvent wicking 성, 내부 구조 및 KES 변화를 관찰하였고, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 알칼리에 의한 극세 CDP 섬유의 감량률은 알칼리 가수분해 온도와 시간, NaOH 수용액의 농도에 비례하였다. 분할은 폴리에스테르의 감량과는 다르게, 온도와 농도, 시간의 증가에 따라 계속 증가하였다. 감량률 20% 정도에서 극세사는 분할되었으며, 이러한 감량률을 얻기 위해서 1% NaOH 용액을 사용하여 100°C에서 40분 정도 처리하는 것이 적합하였다. 그리고 알칼리 감량 이전의 산처리 시, 초기의 감량률을 낮추어 주지만 감량 시간이 증가 할수록 감량률에 거의 영향을 미치지 못하는 것을 확인하였다.
2. 2종의 CDP 섬유의 Build-up 성은 일반사가 극세사에 비해 우수하였고 일반사 3%(o.w.f.)와 극세사 15%(o.w.f.)가 겉보기 색농도가 비슷하게 나타났다. 염료 농도가 증가함에 따라 Total K/S도 계속 증가하였다.
3. 세탁 견뢰도는 전체적으로 극세사가 일반사에 비하여 0.5급 정도 열등하게 나타났으며,

마찰견뢰도의 경우 비슷하게 나타났다. 일광견뢰도의 경우에는 극세사와 일반사 모두 열등하게 나타났으나, 극세사가 일반사 보다 1급 정도 열등하게 나타났다.

4. 열처리에 의한 세탁견뢰도와 Solvent wicking 견뢰도의 경우, 열처리 온도가 증가함에 따라 캐티온 염료와 CDP 섬유에 열안정성이 문제가 발생하여, 현저하게 저하하며, 일반사 보다는 극세사에서 더욱 감소하였다.
5. 열처리에 의한 구조 분석의 결과, 열처리 온도가 증가함에 따라 X-선 회절의 피크의 강도가 커지고 예리해 졌으며 DSC 분석에 의한  $T_m$ 은 열처리 온도가 증가함에 따라 용점 피크는 변화가 없으나, 피크의 면적이 감소하였다. KES 분석에서도 열처리된 CDP 섬유가 열처리 온도가 증가함에 따라 유연성이 감소하였으며 거칠기 정도가 증가하였다.

#### 감사의 글

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

#### 참고문헌

1. 이종철, “제화공업학개론”, 도서출판 글로벌 서울, pp. 227-239(2000).
2. 이종철, “신발산업론”, 도서출판 글로벌, 서울, pp. 46-77(2003).
3. S. Yabushita and Y. Yamamoto, A Study of the Wet-fastness of Disperse Dyes, *Dyeing Ind. Jpn.*, **41**, 518-525(1997).
4. M. Morioka, Challenge of Ultra-Fine Fibers - Fiber Splitting Type, *Sen-i Gakkaishi*, **54**, 87-89(1998).
5. O. Saito, Ultra-Fine Acrylic Fiber, *Sen-i Gakkaishi*, **54**, 90-93(1998).
6. M. Okamoto, Ultra-Fine Fibers, *Sen-i Gakkaishi*, **32**, 318-326(1998).
7. K. Watanabe and H. Iijima, Island-in-a-Sea Type Conjugate Fiber Spinning(PET), *Sen-i Gakkaishi*, **54**, 124-128(1998).
8. W. Y. Shin, D. S. Jeong and M. C. Lee, Dyeing Properties of CDP(I) -Dyeing

- Properties and Color Fastness of CDP Fiber-, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **17**, 119-125(2005).
9. W. Y. Shin, D. S. Jeong and M. C. Lee, Dyeing Properties of CDP(II) -Effect of Heat Setting on Dyeing and Physical Properties of CDP Fiber-, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **17**, 126-133(2005).
10. D. S. Jeong, H. J. Kim and M. C. Lee, Dyeing Properties of Polyester Ultramicrofiber, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **11**, 161-168-(1999).
11. V. B. Gupta and S. Kumar, The Effect of Heat Setting on the Structure and Mechanical Properties of Poly(ethylene Terephthalate) Fiber, I, Structure Changes, *J. Appl. Polym. Sci.*, **26**, 1865-1876(1981).

K C I