

## 저온융착사를 이용한 섬유의 염색성 및 열처리 특성

황세정<sup>†</sup> · 최현석 · 김동권 · 정인식<sup>1</sup> · 김성군<sup>2</sup>

한국염색기술연구소,  
<sup>1</sup>고려염공, <sup>2</sup>웅진케미칼(주)

### Dyeing and Heat Setting Properties of Low Melting PET Fiber

Se-Jeong Hwang<sup>†</sup>, Hyun-Seuk Choi, Dong-Kwon Kim, In-Sik Chong<sup>1</sup> and Sung-Gun Kim<sup>2</sup>

Korea Dyeing Technology Center,  
<sup>1</sup>Koryo Dyeing Co., <sup>2</sup>Woongjin Chemical Co., Ltd.

(Received: January 14, 2009/Revised: February 20, 2009/Accepted: June 8, 2009)

**Abstract**— The low melting PET yarn has sheath/core structure: sheath portion consists of low melting point PET and core portion is regular PET. Dyeing properties of fabric made from low melting PET yarn were investigated at different dyeing temperatures. It was found that the exhaustion yield on the low melting PET fabric was higher than on regular PET fabric. The total K/S value of the dyed low melting PET fabric increased as heat setting temperature increased above 150°C because the sheath portion of the low melting yarn melted. Although fastness to light of the low melting PET fabric was similar to regular PET fabric, fastness to washing was inferior to regular PET fabric by 1 grade.

**Keywords:** low melting yarn, disperse dye, step-dyeing, heat setting, K/S, fastness

## 1. 서 론

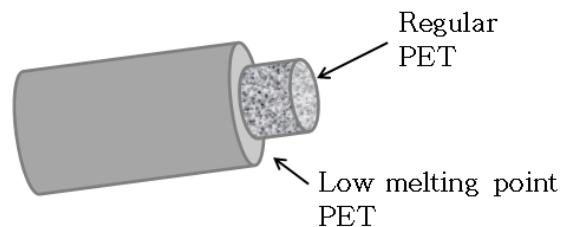
폴리에스테르(PET) 섬유는 기계적 특성 및 화학적 안정성이 우수하여 생산되는 합성섬유의 주류를 이루어 왔다. 최근에는 PET 섬유에 유성의 코팅 가공을 통해 소비자의 요구에 부합되는 기능성 및 quality를 부여하기도 한다. 그러나 이러한 코팅제품은 악취 및 피부질환, 환경 문제를 유발시킨다<sup>1,4)</sup>. 생활이 풍요로워 지고 환경에 대한 관심이 증대되면서 유성의 코팅 공정을 거치던 제품에도 새로운 시도가 이루어지고 있다.

저온융착사(Low Melting Yarn)는 Low melting point의 PET를 가지는 사로 일반 PET가 Core를 이루고 Low melting point PET가 Sheath를 이루고 있는 Core-Sheath 형태를 가진다. 저온융착사를 이용하여 제직이나 편직한 제품에 일정 이상의 열을 가하면 Sheath 부가 용융하며 표면이 경화되어 뽀뽀한 터치감이 나타난다<sup>5)</sup>.

이러한 특징을 이용하여 window covering용

또는 인테리어용 제품에 코팅 가공을 대체하는 소재로 이용되고 있다. 저온융착사에 대한 이용이 확대되고 있는 추세에 있으나, 염색성 및 열처리에 따른 물성의 변화에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 최근 웅진케미칼(주)에서 상품화한 저온융착사(Low melting yarn, 이하 L/M PET)의 온도별 염색특성과 염색 후 L/M PET의 열처리 조건에 따른 겉보기 농도 및 주요 견뢰도에 대한 연구결과를 정리하였다.



<Low Melting Yarn>

<sup>†</sup>Corresponding author. Tel.: +82-53-350-3747; Fax.: +82-55-350-3789; e-mail: hsj@dyetec.or.kr

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 염료

본 실험에서 웅진케미칼(주)에서 생산된 FY 150/48 SD(L/M)를 사용하였으며, 일반 PET로 DTY 150/48 SD를 사용하였다. 염색성 실험을 위하여 염색기술연구소에서 보유하고 있는 환편기(SFG/N, SHIMA SEIKI)를 이용하여 편직한 후 합성섬유용 정련제(Sunmol SS-30, Nicca Korea) 2g/L로 95℃에서 40분간 전처리하였다. 열처리 온도에 따른 L/M PET의 변화는 경사 FY 75 BR, 위사 DTY150/2-ply SD + FY150 SD(LM)로 제작한 원단을 이용하였다.

염색 연구에 사용된 염료는 PET용 분산염료로 상용화 되어있는 S-type의 C.I. Disperse Orange 30(M.Dohmen(Ger.)), C.I. Disperse Red 179(Huntsman(Swi.)), C.I. Disperse Blue 79(Dystar(Ger.)) 염료를 사용하였다. 환원세정에는 NaOH, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(동양화학)를 이용하였다.

### 2.2 염색

염색기는 IR 염색기인 Intercooler Perfect(KS-L24)를 사용하였다. 염색에는 0.5%(o.w.f)의 농도로 3가지 분산염료를 함께 사용하여 Step-dyeing하였다. 분산제(Sunsolt RM 340, Nicca Korea) 0.3%(o.w.f)를 사용하였으며, 빙초산을 이용하여 pH4~4.5(Acetic acid)로 맞추어 주었으며, 욕비는 1:30으로 하였다. 40℃에서 130℃까지는 1℃/min.으로 승온시키며 60℃, 70℃, 80℃, 90℃, 100℃, 110℃, 120℃, 130℃, 130℃×10min., 130℃×20min., 130℃×30min., 130℃×40min.에서 각각 염색포를 꺼내었다. 염색포를 꺼낸 잔욕을 이용한 염색은 130℃에서 40분간 실시하였다. 모든 염색 시료는 80℃에서 NaOH 2g/L, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 2g/L의 조건으로 환원세정을 거친 후 100℃로 건조하였다.

피염물의 온도별 염색성을 측정하기 위해 측색기(600<sub>TM</sub>, DataColor)를 사용하여 400-700nm 영역에서의 Total K/S 값을 구하였다.

### 2.3 열처리

염색 후 열처리에 따른 L/M PET의 변화를 연구하기 위하여 Mathis Lab. tenter를 이용하여 140℃, 150℃, 160℃, 170℃, 180℃, 190℃로 각각 1분간 처리하였다.

## 2.4 물성 측정

### 2.4.1 단면 SEM 측정

열처리 온도에 따른 L/M PET의 단면 변화를 분석하기 위하여 SEM을 측정하였다.

### 2.4.2 L/M PET의 열분석

시차주사열량계(DSC Q-10, TA Instrument)를 이용하여 질소 분위기 하에서 승온 속도 20℃/min.으로 30℃에서 300℃까지 측정하였다.

### 2.4.3 견뢰도 시험

견뢰도 시험은 ISO의 해당 규격에 준하여 세탁견뢰도(ISO 105-C06 C1S), 일광견뢰도(ISO 105-B02, Grey scale에 의한 판정)를 측정하였다.

Step-dyeing을 통해 얻은 L/M PET와 일반 PET 염색포는 환원 세정과 170℃에서 1분간 열처리를 거친 후 수행하였다. 승화 견뢰도 측정에는 염색포(10cm×5cm)를 PET 첨부 백포사이에 놓고 두 개의 열판 사이에서 180℃±2℃로 30초간 처리하는 AATCC 117 III법으로 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 염색성

Fig. 1에서는 3가지 분산염료를 이용하여 염색한 일반 PET와 L/M PET의 염색 온도와 시간에 따른 K/S 값을 나타내고 있다. 일반 PET의 경우 90℃까지는 K/S 값에 큰 변화가 없으나 그 이상의 온도에서 염착이 이루어지기 시작하여 120℃에서 급격히 염착이 이루어 졌으며 130℃

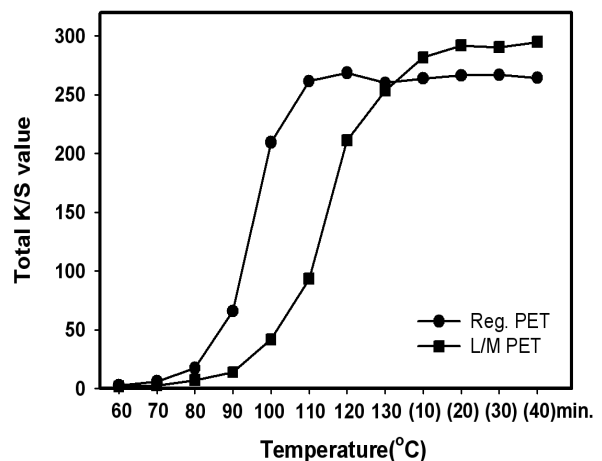


Fig. 1. Total K/S value of L/M PET and regular PET dyed with S-type disperse dyes.

에서 30분간 염색이 진행되었을 때 염착 포화곡선이 나타났다.

L/M PET의 경우에는 일반 PET와 비교하여 저온에서도 높은 염착성을 나타내었으며 110°C에서 도달하였을 때 염착 포화곡선이 나타났다.

Step-dyeing을 통해 남은 잔욕을 이용하여 염색을 실시한 결과를 Fig. 2에서 나타내었다.

일반 PET의 경우 약 130°C 이상으로 염색을 진행하였을 때 미고착 염료가 거의 남아있지 않았으며 L/M PET의 경우에 100°C 이상으로 염색한 경우 대부분의 염료가 흡착되고 110°C 이상에서 염착이 거의 이루어졌다는 것을 확인할 수 있다. 폴리에스테르 섬유는 소수성을 띄고 있어 염료 분자가 접근하여도 섬유와 섬유간의 결합을 유지하려는 결합이 매우 강하여 염색이 어렵다. 그러나 섬유간의 결합이 느슨하게 되어 유리전이 온도가 낮아지게 되면 섬유 내부로 염료가 흡착하게 된다. L/M PET의 경우 일반 PET와 비교하여 상대적으로 낮은 용융온도( $T_m$ )와 유리전이온도( $T_g$ )를 가진다<sup>6,7)</sup>. 따라서 일반 PET와 비교하여 저온에서도 높은 염착성을 나타낸 것이라 판단된다.

### 3.2 열처리 특성

Fig. 3은 130°C × 40min.간 염색한 L/M PET와 일반 PET 원단에 대한 열처리 온도에 따른 K/S 값을 관찰한 결과이다. 일반 PET의 경우에는 열처리를 하지 않은 원단과 비교하여 열처리에 따른 K/S 값에 변화가 없었으나 L/M PET의 경우 160°C 이상의 온도로 열처리를 할 경우 K/S 값이 증가하였다. 이러한 변화는 표면이 용융되면서 열처리된 분산염료가 섬유 내부에서 섬유 표면으로 Thermomigration 되어 일어난 결과라 판단된다. Fig. 4에는 L/M PET와 일반 PET를 합사 혼방하여 제직한 직물에 대한 열처리 온도에 따른 단면 SEM 이미지를 나타내고 있다.

L/M PET가 함유된 부분은 150°C 근방에서 용융이 시작되며 180°C로 열처리를 한 경우 완전 용융이 일어났다는 것을 확인할 수 있다.

또한 열처리 온도가 상승할수록 표면에 뿔뿔한 정도가 증가하였다. 이러한 성질을 이용하여 열처리 온도 및 일반사와의 합사 비율에 따라 표면의 경화 정도를 조절하여 직물의 외관 특성을

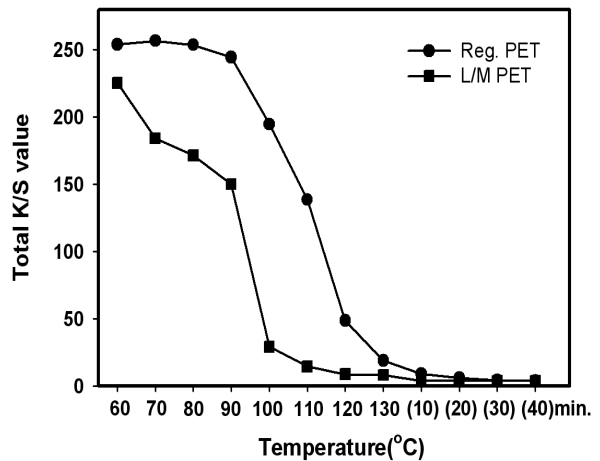


Fig. 2. Total K/S value of residual solution dyeing of L/M and regular PET.

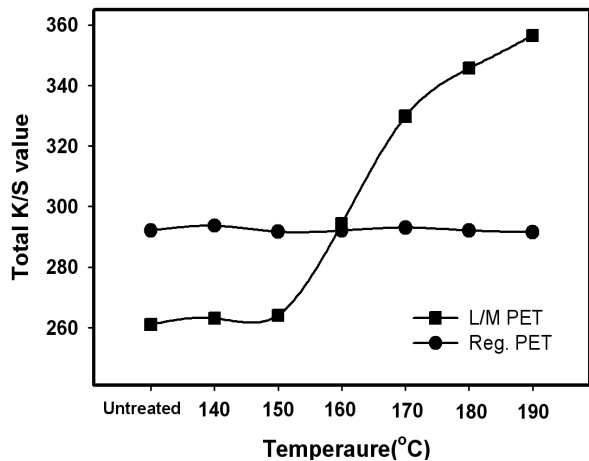


Fig. 3. Effect of heat setting temperature on the total K/S value of L/M and regular PET.

을 향상시킬 수 있다.

Fig. 5는 L/M PET와 일반 PET의 DSC thermogram 측정 결과이다. 일반 PET의 경우 260°C 부근에서 용점 피크가 관찰되었으며 Core-Sheath로 이루어진 L/M PET의 경우 260°C 부근의 용점피크와 180°C 근방에서의 미세한 열적거동의 변화가 관찰되었다<sup>10)</sup>.

L/M PET의 Sheath 부분은 폴리에틸렌 테레프탈레이트 주쇄에 kink 구조나 defect를 주어 열결정화와 배향결정화를 방해하도록 하여 용점이 낮은 PET를 생성한다<sup>8)</sup>. 따라서 Core 부의 용점은 260°C 부근에서 관찰 되었으나, sheath 부의 성분은 통상의 용점 분석기기로 나타나지 않는 비결정성 폴리에스테르 섬유로 DSC를 통해 용점피크를 관찰할 수 없었다.

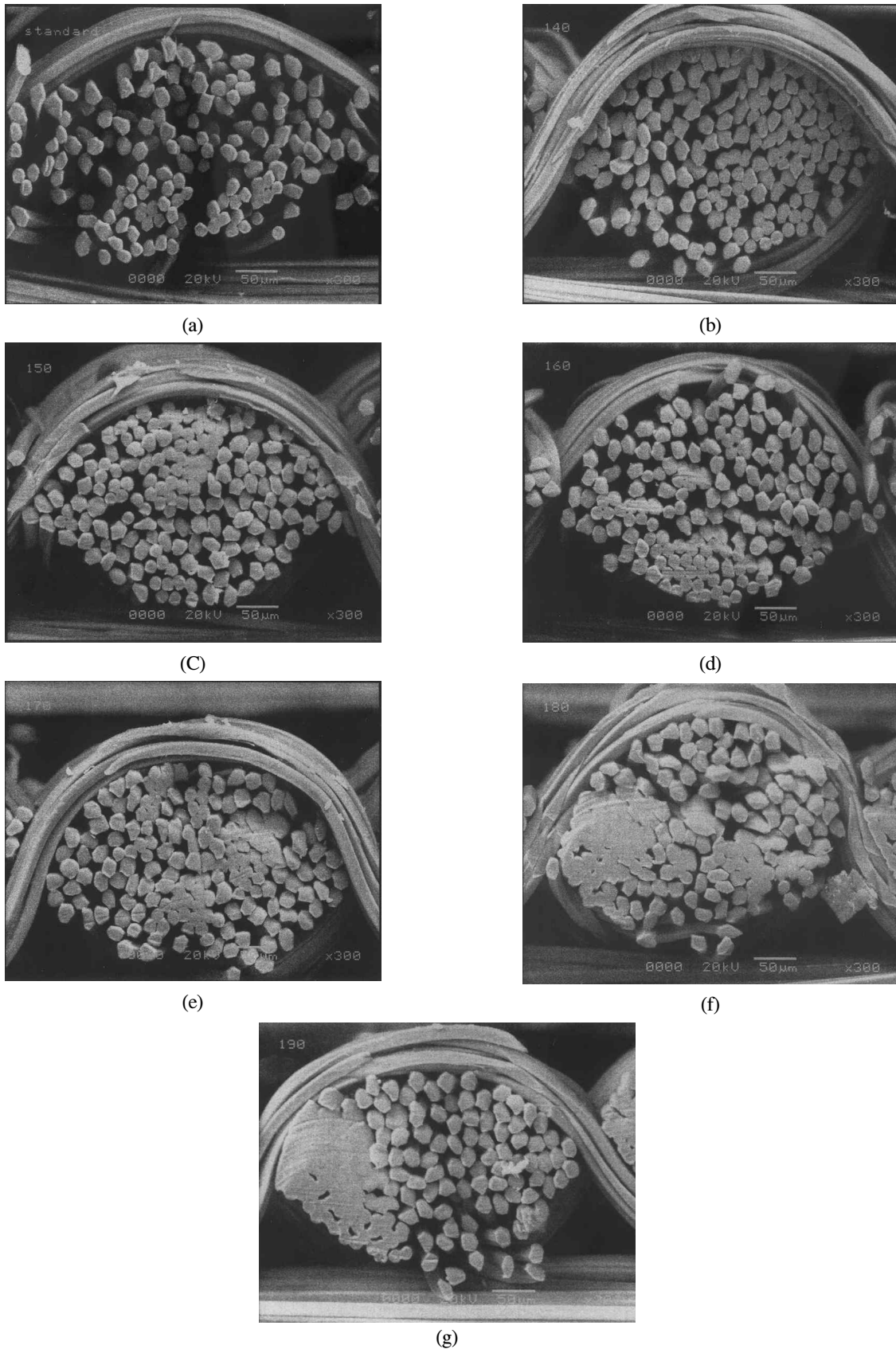


Fig. 4. SEM photography of L/M fiber heat setted at different temperatures : (a) untreated, (b) 140°C, (c) 150°C, (d) 160°C, (e) 170°C, (f) 180°C, (g) 190°C.

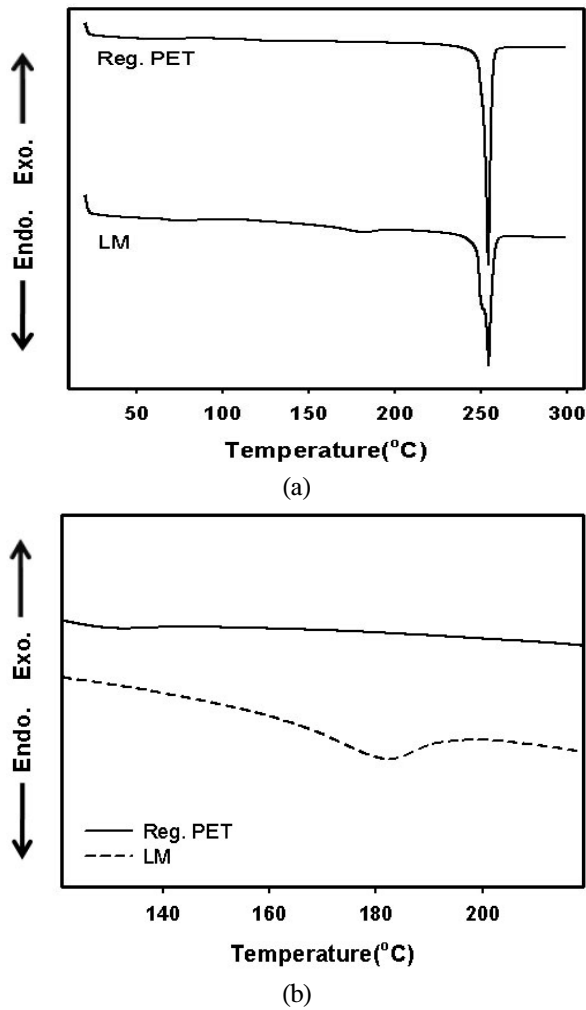


Fig. 5. DSC characteristics of L/M PET and regular PET : (a) 30°C-300°C, (b) 130°C-220°C.

### 3.3 견뢰도

170°C × 1min. 간 열처리 한 L/M PET와 일반 PET의 세탁견뢰도 및 일광견뢰도 측정 결과를 Table 1에 정리하였다. 130°C에서 40분간 염색한 일반 PET의 경우 Cotton과 Acryl에서 가장 우수한 견뢰도를 나타내었으며 Acetate, PET, Wool 모두 4급의 우수한 견뢰도를 나타내었지만 Nylon의 경우 3-4급의 다소 낮은 세탁 견뢰도를 나타내었다. L/M PET의 경우 Cotton과 Acryl에서 4-5급의 견뢰도를 나타내었으며 Acetate, PET, Wool의 경우 3-4급, Nylon의 경우 3급으로 일반 PET에 비해 낮은 견뢰도를 나타내었다. 일광 견뢰도의 경우, L/M PET는 염색 온도에 관계없이 모두 4-5급의 우수한 결과가 나타났으며 일반 PET의 경우 온도가 낮아질수록 일광 견뢰도가 감소하였다<sup>9)</sup>.

승화견뢰도 측정은 염색 후 환원 세정을 거친 후 실시하였다. 일반 PET와 비교하여 L/M PET의 경우 승화견뢰도가 높게 나타났다.

### 4. 결 론

L/M PET를 편직 후 60~130°C로 Step-dyeing 한 원단의 염색성과 염색 후 열처리에 따른 발색성의 변화를 검토하기 위하여 측색기를 이용하여 겉보기 색농도(K/S 값)를 측정하였으며 견뢰도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

Table 1. Grades of color fastness of regular PET and L/M PET

Dyeing temp.	Color change	Washing fastness						Light fastness	Heat fastness	
		Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acryl	Wool			
Reg. PET	80°C	5	5	5	5	5	5	4	5	
	90°C	5	4-5	5	4-5	5	4-5	5	4	5
	100°C	4-5	4-5	5	4-5	4-5	5	4-5	3-4	5
	110°C	4-5	3-4	5	3-4	4	4-5	4	4	4-5
	120°C	4	3	5	3	3	4-5	3-4	4-5	4
	130°C	4-5	3-4	4-5	3-4	4	4-5	4	4-5	4
	130°C×40min.	4-5	4	4-5	3-4	4	4-5	4	4-5	4
L/M PET	80°C	4-5	3	4	3	3-4	4-5	3-4	4-5	5
	90°C	4-5	3-4	4	3	3-4	4-5	3-4	4-5	5
	100°C	4-5	3-4	4	3	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5
	110°C	4	3-4	4	3	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5
	120°C	4	3-4	4-5	3	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5
	130°C	4	3-4	4	3	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5
	130°C×40min.	4	3-4	4-5	3	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5

1. 3가지의 S-type의 염료를 이용하여 Step-dyeing 한 결과 일반 PET에 비해 L/M PET의 경우 저온 염색 시에도 우수한 K/S 값을 나타내었다.
2. 열처리 온도에 따른 K/S 값을 비교해 본 결과 일반 PET의 경우 열처리에 의한 차이가 없었으며, L/M PET의 경우 약 160°C 이상의 온도로 처리할 경우 K/S 값이 증가하였다. 이러한 변화는 Core-Sheath 구조를 하고 있는 L/M PET의 Sheath 부분의 영향으로, 분산염료가 섬유 내부에서 외부로 Thermomigration 되어 일어난 결과라 판단된다.
3. L/M PET와 일반 PET를 합사·혼방하여 제조한 직물에 열처리 온도에 따른 SEM 이미지를 측정해본 결과 150°C 이상의 온도로 열처리한 경우 경화가 일어났으며 열처리 온도가 상승할수록 표면에 뾰뚱한 정도가 증가하였다. 이러한 특성을 이용하여 열처리 온도 및 일반사와의 합사 비율을 조정하여 직물의 외관을 향상시킬 수 있다.
4. L/M PET의 일광 견뢰도는 염색 온도에 따른 차이 없이 4-5급의 우수한 견뢰도를 나타내었으며 세탁 견뢰도의 경우 일반 PET에 비해 1등급 낮은 견뢰도 특성이 나타났다. 승화 견뢰도의 경우 일반 PET에 비해 L/M PET가 더 높은 승화견뢰도 값이 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 지역산업기술개발사업의 공통기술개발사업(과제번호 : 70003231)지원으로 수행 중이며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. J. H. Choi, D. H. Seo, Y. A. Lee and Y. S. Lee, Allergic contact dermatitis due to clothing 2, *Korean journal of dermatology*, **28**(6), 765-768(1990).
2. S. C. Lee and J. Y. Jeong, A study on the use of organic fabric materials in the 21st century, *J. Korea Soc. design Culture*, **9**(4), 91-101(2003).
3. Y. C. Park, K. R. Pat. 10-2004-0066553(2004).
4. J. D. Kim, S. Y. Yoo, and M. J. Moon, Synthesis of waterborne perfluoroacrylic/polyurethane composite, *J. applied chemistry*, **9**(1), 1-4(2005).
5. J. E. Lee and H. J. Kim, Synthesis and properties of water Dispersion polyurethane containing fluorine, *J. Polymer society of Korea*, **29**(2), 172-176(2005).
6. Keshav V. Datye, "Chemical Processing of Synthetic Fibers and Blends", John Wiley & Sons, New York, pp.190-191, 1984.
7. J. J. Beak, O. D. Kwon, A. R. Son, N. H. Lee, and S. S. Kim, High fastness dyeing technology of polyester microfiber with several disperse dyes and vat dye, *J. Soc. Dyers Color.*, **15**(6), 359-365(2003).
8. Y. M. Ahn, Manufacture of soluble microfiber and low melting polymer for interior synthetic leather, *J. Korean Human Ecology*, **12**(4), 529-537(2003).
9. J. H. Choi and W. Y. Seo, Coloration of poly(lactic acid) with disperse dyes; Comparison to poly(ethylene terephthalate) of dyeability, shade and fastness, *Fiber and Polymer*, **7**(3), 270-275(2006).
10. H. T. Cho and W. S. Kim, Effects of heat-plate temperature in drawing process on the structure and dyeing properties of polyester fibers, *J. Korea Fiber Soc.*, **42**(1), 29-34(2005).