한국의류산업학회지
제11권 제3호, 2009
<연구논문>

J. Kor. Soc. Cloth. Ind.
Vol. 11, No. 3, pp.481-487(2009)

Dyeable polypropylene 직물의 열처리에 따른 물성변화

이신희
경북대학교 의류학과

Effect of Heat Setting on Physical Properties of Dyeable Polypropylene Fabric

Lee Shin Hee
Dept. of Clothing & Textiles, Kyoungpook National University, Daegu, Korea

Abstact : The purpose of this study is to improve the defects of dyeable polypropylene(DPP) fabric by heat setting and to describe the change of physical properties of DPP fabrics. The thermosetting was carried out in autoclave from 100 to 140°C temperature range for 2 min. In this study, we investigated the effect of the thermosetting temperatures on the structural, thermal, mechanical properties(e.g., the strength and elongation) and dyeability of DPP fabrics. The melting energy(J/g), the tensile strength was found to increase with increasing temperature of thermosetting. The diffraction peak at Bragg angle(2θ) about 13.8° were very strong and diffraction intensity increased with increasing thermosetting temperature. And d-spacing and half-width decreased with increasing thermosetting temperatures. On the other hand, the dyeability(K/S) and crease recovery decreased with an increasing thermosetting temperatures.

Key words : dyeable polypropylene, DPP, thermosetting, X-ray diffraction, dyeability

1. 서 론

1990년대 신합섬 붐의 종료 이후 섬유의 기본기술이 평준화되고 선발 화섬국가들이 후발 섬유진출국인 중국을 포함한 동남아 국가들과의 제품 경쟁력이 약화 되면서, 이들 국가들과의 제품 경쟁력을 올리기 위하여 소재의 차별화를 포함한 고기능화 및 복합기능화를 추구하는 등 섬유 산업은 성숙단계에 접어들고 있다. 특히 각종 스포츠, 레저문화가 일반대중에게도 하나의 라이프스타일로 정착되면서 건강쾌적 소재에 대한 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 이러한 추세에 따라 최근 의류용 섬유소재의 포인트는 경량성과 기능성, 감성 등에 맞추어 지고 있으며, 다양한 기능과 감성들을 동시에 만족시킬 수 있는 소재를 개발하기 위해 여러 가지 연구가 진행 되고 있다(김은미, 2008).

폴리프로필렌섬유는 4대 합성섬유중 하나로서, 1954년 Giulio Natta가 Ziegler 촉매를 사용하여 고분자량을 가진 결정성 폴리프로필렌 고분자 합성에 성공함으로서 이후 합성섬유로서 상업적 생산량이 지속적으로 증대하고 있다. 폴리프로필렌섬유는 물의 비중보다 작아 물에 뜨고 수분을 흡수하지 않아 clean한 섬유이며, 특별한 후 가공을 거치지 않아도 발수성이 뛰어날 뿐 아니라, 인체에 해가 없는 고기능의 섬유소재라는 장점을 가지고 있다(Collier & Tortora, 2000; Mclntyre, 2005a). 이에 반하여 폴리프로필렌섬유의 낮은 융점(약 165°C)으로 인하여 고온에서의 가공이 어려운 기술적인 단점이 있으며, 근원적인 낮은 염색성으로 인하여 안료를 사용한 원착사 제조만 가능한 단점이 있다. 이러한 단점으로 인하여 폴리프로필렌섬유는 섬유로서의 용도는 매우 제한적이었으나 최근에는 미국, 일본 등 해외 섬유 선진국 등에서 폴리프로필렌섬유의 경량성, 신축성 및 수분 발산성 등의 특성을 이용한 의류용 신소재를 개발하고 있으며 특히 부직포를 제조되어 의약 및 위생용품 등에 그 사용량이 크게 증대되고 있다(Joseph, 1981; Mclntyre, 2005b).

폴리프로필렌섬유는 높은 결정화도와 염착작용기가 없어 섬유내부로의 염료 침투가 용이하지 않으며 염료가 섬유내부에 균일하게 머물 수 있는 염색좌석이 적어 염색성이 매우 낮다(Mclntyre, 2005c). 염색성 증가를 위한 방법은 화학적 개질법과 물리적 개질법으로 대별된다. 화학적 개질법은 acrylic acid, vinylpyridine, acrylonitrile, styrene 및 vinyl acetate와 같은 단량체를 중합시 공중합하는 방법이며, 물리적 개질법은 유기금속화합물이나 염료와의 결합이 가능한 올리고머 혹은 폴리머 첨가제를 사용하는 방법이다(Marcincin, 1999). 선행 연구로는, 분산염료 및 산성염료와의 염색성을 부여하기 위하여 nickel 화합물을 첨가하는 방법(Ahmed, 1982), stearate 개질 고분자(3% 함유)를 첨가하여 특히 C.I. Disperse Blue 56에 의한 우수한 염색성과 높은 습윤견뢰도를 나타낸 연구(Burkinshaw et al., 2002) 등이 있다. 이렇게 염색이 가능하도록 개질한 폴리프로필렌섬유를 가염형 폴리프로필렌(DPP)섬유라 한다.

Corresponding author; Lee Shin-Hee
Tel. +82-53-950-6221, Fax. +82-53-950-6219
E-mail: shinhee@knu.ac.kr

화학섬유는 섬유가 형성될 때 고장력하에서 연신되어 내부에 응력과 변형을 내포하고 있기 때문에 제품화를 위한 후공정에서 열적 자극을 받으면 이 변형이 이완되어 수축하게 된다. 따라서 내재하는 변형을 제거하고 열적으로 분자쇄를 안정화시키기 위해 열고정을 필요로 하게 된다(Ziabicki, 1976). PET섬유의 경우 결정화 공정에서 원사를 160~180°C 범위에서 수초 동안 유지시킴으로써 비결정부분의 이완, 부분용융(partial melting), 재결정화, 결정성장등의 구조변화가 일어나 결정화도가 증가되며 이로서 안정된 구조를 형성하여 수축변형이 일어나지 않게 하고 있다(한국섬유공학회, 2001). 아크릴섬유의 경우 물속 침지 상태에서 25°C에서 90°C까지 온도를 높여 실험한 결과, 95°C의 온도에서 열고정을 한 섬유가 열고정을 하지 않은 섬유보다 전체적인 물성변화로 인해 신도는 약 4배 증가되었으며 강도 및 탄성율은 현저하게 감소하는 거동을 나타내었다(Rosenbaum, 1965).

열고정 방법에는 크게 습열고정, 증열고정, 건열고정, 과열증기고정 등이 있으며, 본 연구에서 다루는 습열고정은 액 중에서 고정하는 방법으로 지거(jigger)나 상압 빔 염색기를 이용하여 100°C 이상의 고온에서 고정하는 방법이다. 본 연구에서는 DPP 직물을 무긴장의 batch type으로 각 온도의 포화 수증기압에서 열고정을 행하였으며, 열고정한 직물의 열적특성이 섬유물성에 미치는 특성을 고찰하기 위하여 열분석, 인장특성, 염착특성 등을 고찰하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 시료 및 시약

연구에 사용된 직물은 (주)HUVIS의 D.P.P. 원사 (XN™)를 사용하여 (주)신풍섬유에서 제직된 100% DPP직물을 사용하였으며 제직된 직물의 특성을 Table 1에 정리하였다. DPP직물을 2가지 정련제, 금속이온 봉쇄제 및 NaOH를 사용하여 90°C × 10 min동안 3회 정련한 후 열고정 및 여러가지 특성들을 고찰하였다. 정련제인 MS-40, PS, 금속이온 봉쇄제로서 K-5500, 그리고 분산제는 RM-340는 모두 (주) Nicca Korea 제품을 사용하였다. 기타 pH조절제 CH_3COOH, $CH_3COONa3H_2O$와 환원세정시 사용되는 NaOH, $Na_2S_2O_4$는 일급 시약으로 정제없이 사용하였다. 염색특성은 시중에서 많이 사용하고 있는 3원색 분산염료(C.I. Disperse Yellow 54, C.I. Disperse Blue 56, C.I. Disperse Red 60)를 사용하였다.

Table 1. Characteristics of DPP Fabric

Material	DPP(100%)
Yarn count	75d/24 × 75d/24
Yarn twist	800TPM × twistless
Weave	Transformed twill
Density (threads/inch)	160 × 80
Weight (g/㎡)	165 ± 5

2.2. 실험방법

DPP직물의 습윤 열고정성을 알아보기 위하여 100, 110, 120, 130, 140°C의 포화수증기압상태에서 무긴장으로 열고정하였으며 각각 HS-100, HS-110, HS-120, HS-130, HS-140으로 표기하였다. 실험에는 증류수를 사용하였으며 승온온도 2°C/min로 가열하여 각각의 열고정 온도에서 2분간 열고정한 후 즉시 냉각, 수세하여 시료를 제조하였다. 염색은 3가지 분산염료를 이용하여 염색한 후 환원 세정을 하였고, 염색기는 고려화학 Intercooler (KS-W24)를 사용하였다. 염료농도는 2% owf로 하였다. 한편 염색시간에 따른 염착특성을 고찰하기 위하여 C.I. Disperse Yellow 54, C.I. Disperse Blue 56, C.I. Disperse Red 60 염료를 사용하여 50°C에서 시작하여 승온속도 2°C/min로 130°C까지 승온시킨 다음 0, 10, 20, 30분 온도를 유지시킨 후 70°C로 냉각, 환원세정하고 염착특성을 고찰하였다.

2.3. 열고정 DPP직물의 특성 분석

DPP섬유의 열적특성은 DSC(Differential Scanning Calorimeter, TA 4000/Auto 2910)를 이용하여 승온속도 10°C/min로 실온에서 300°C까지 분석하였다. DPP섬유의 결정구조는 X-선 회절장치(D/max-III-A type, Rigaku Co., Japan)를 이용하여 Ni filter로 여과한 CuKα선을 사용하여 적도선 방향(2θ = 5~40°)으로 회절 시켜 X-선 회절강도 분포곡선을 얻었다. DPP직물의 인장특성은 인장시험기(Textechno Fafegraph-M, Textechno Co., Germany)를 사용하여 KS K 0520-1995에 따라 각 시료 당 경사방향으로 5회 측정하여 평균하였다. 염착율(K/S)은 CCM (Datacolor SF600 plus)를 사용하여 Kubelka-Munk 식으로부터 최대 흡수파장에서의 값을 측정하였다. 세탁견뢰도는 KS K 0430 A-1법(40°C)에 의거하여 Launder-o-meter(HAN WON Co, Model HT-700)를 사용하여 측정하였으며, 견뢰도 판정으로는 Color & Color Difference Meter를 이용하여 KS K 0066에 의한 E값과 세탁 후의 시료를 표준회색표(Gray scale)를 이용하여 등급으로 평가하였다. 열고정 직물의 방추도는 한국공업규격 KS K 0550에 준하여 Monsanto의 개각도법에 의하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 열적특성

열고정 온도에 따른 DPP원단의 DSC diagram을 나타낸 것이다. 높은 온도로 갈수록 섬유의 구조변화가 확연히 나타난다고 판단하여 100, 110, 120, 130, 140°C로 한정하여 분석하였다. DSC 결과에 따르면 약 140°C부터 용융이 진행되어 약160°C부근에서 main 용융흡열 peak와 열처리 유무에 따른 흡열 peak를 확인할 수 있다. Fig. 1에 의하면 HS-Non, HS-100, HS-110 등 낮은 온도에서 열고정한 DPP직물의 경우 main흡열 peak외에 불균일한 결정 구조에 기인한 크고 작은 흡열 peak들이 나타나고 있다. 열고정 온도가 높아질수록 main 흡열peak외 다른 흡열 peak들은 점점 줄어들거나 없어지면서 HS-140에서는 하나의

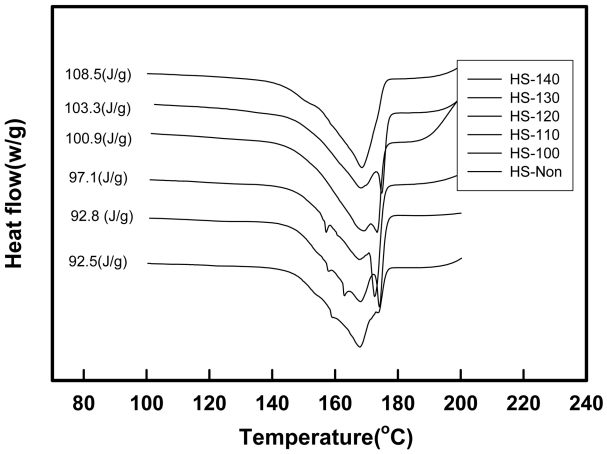

Fig. 1. DSC thermograms of DPP fabrics.

main 용융흡열 peak만 가지는 것을 알 수 있다. 본 연구에 사용한 직물이 순수 DPP직물임에도 불구하고 미 열고정 및 저온 열고정에서 main 용융 흡열peak외 크고 작은 흡열 peak가 나타나는 것은 DPP용융물의 섬유제조 시 빠른 냉각에 의한 표면층과 내부층은 물론 섬유내부에서 결정 형성이 불균일한 것에 기인 한 것으로 판단된다. 이러한 불균일한 결정구조는 염색 및 가공이 균일하게 되지 않는 한 원인이 된다. 열고정 온도를 증가시킴에 따라 main흡열 peak만을 나타내는 결과로부터 DPP 직물의 경우 열고정을 행하거나 DPP용융물로부터 섬유를 형성시킬 때 냉각속도를 줄여주면 균일한 섬유 형성이 가능 할 것으로 판단된다. 한편 결정구조의 용융특성은 각 열고정온도별 용융열(J/g)로부터도 설명이 가능하다. Fig. 1의 용융 peak의 면적으로부터 구한 용융열은 열고정 온도가 증가함에 따라 증가함을 알 수 있다. 이것은 섬유 형성 시 빠른 냉각속도에 기인한 불균일한 결정 구조들이 구조적 안정은 물론 열처리에 따른 결정구조의 성장에 기인한 것으로 판단된다.

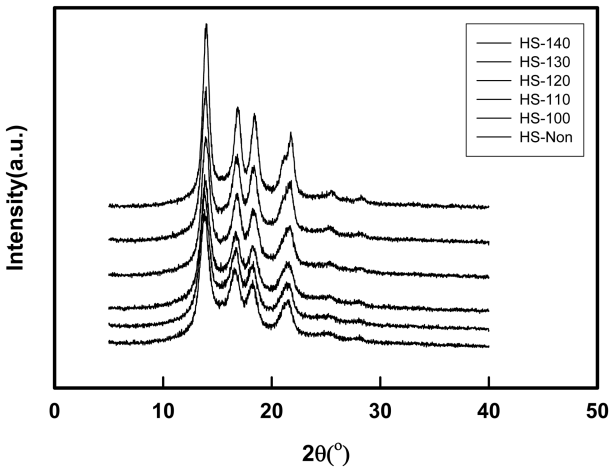

Fig. 2. X-ray diffractograms of DPP fabrics.

Table 2. Effect of heat setting on intensity(a.u.) of X-ray diffractograms

Samples	2θ(°)	Intensity(a.u.)	d(Å)	FWHM
HS-Non	13.82	1418	6.4027	1.016
HS-100	13.82	1433	6.4026	1.046
HS-110	13.82	1423	6.4022	1.020
HS-120	13.90	1492	6.3656	0.976
HS-130	13.96	1522	6.3390	0.755
HS-140	13.96	2011	6.3385	0.753

3.2. 미세구조특성

Fig. 2는 X-선 회절장치(D/max-III-A type, Rigaku Co., Japan)를 이용하여 Ni filter로 여과한 CuKα선을 사용하여 적도선 방향(2θ = 5~40°)으로 회절 시켜 열고정 온도에 따른 DPP섬유의 X-ray회절 특성을 나타낸 것이다. 열고정 유무에 관계없이 Bragg각 2θ가 약 13.8, 16.7, 18.3, 21.7° 부근에서 각각 (200), (020), (211), (121)면에서 DPP섬유의 회절 peak를 나타내고 있다(Claudio & Finizia, 2006). 열고정온도가 증가함에 따라 특히 HS-130 및 HS-140의 경우 Bragg각 21.7°에서 결정 size증가에 따른 것으로 판단되는 single peak에서 double peak가 생성되는 것을 확인할 수 있다. Peak의 특성 및 peak강도로부터 열고정온도가 증가함에 따라 결정화가 진행되어 결정구조가 안정화 되었을 것으로 판단된다. 결정형성 특성을 결정요소로부터 분석하기 위하여 Fig. 2로부터 main 회절 peak(2θ, 13.8)에서 여러 열고정 온도에 따른 (200)면의 회절 peak의 특성을 Table 2에 요약하였다.

Table 2에서 알 수 있듯이 Bragg각(2θ) 13.8°에서 열고정온도 증가함에 따라 회절강도가 증가하고, 결정면간 거리 및 반가폭이 감소하는 경향을 나타내고 있다. 열고정온도가 증가함에 따라 회절강도가 증가하는 것은 DPP용융물로부터 냉각 고화에 의해 섬유제조를 제조할 때, 결정화시간이 너무 짧아 결정을 형성하지 못했던 DPP분자가 습윤 열고정에 의해 결정화가 진행된 것으로 판단되며, 그 결과 결정성장에 따른 결정면간의 거리가 감소하고 반가폭이 감소하였을 것으로 판단된다(한국섬유공학회, 2001). 이런 현상은 Fig. 1의 열고정에 따른 DSC의 용융열 분석결과와 잘 일치하고 있다.

3.3. 인장특성

Fig. 3은 습열 열고정에 의한 섬유 구조적 차이가 섬유 물성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 열고정 온도에 따른 DPP직물의 강력특성을 나타낸 것이다. 열고정은 100, 110, 120, 130, 140°C로 측정했으며, 150°C에서 열고정한 DPP는 터치감이 지나치게 빳빳해져서 측정에서 제외하였으며, 90°C에서 측정한 data는 열고정을 하지 않은 비교시료이다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 경사와 위사 모두 열고정온도가 증가함에 따라 인장강력이 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이결과는 열분석 및 X-선 결과에서 예측되었듯이 열고정 온도가 증가함에 따라 섬유형성 시 급냉에 의해 형성된 불안전한 결정구조가 안정화되고 결정이 성장한 것에 기인한 것으로

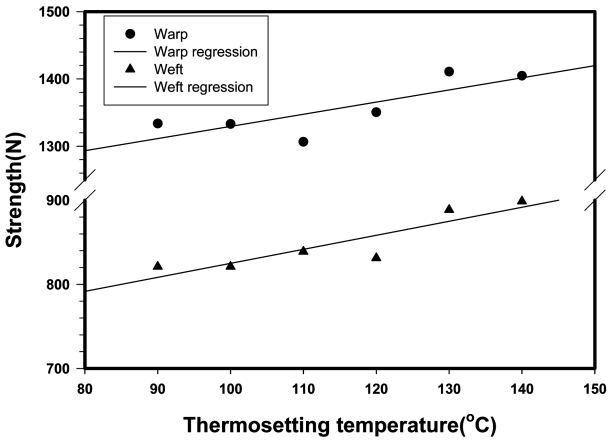

Fig. 3. The relationship between thermosetting temperature and tensile strength.

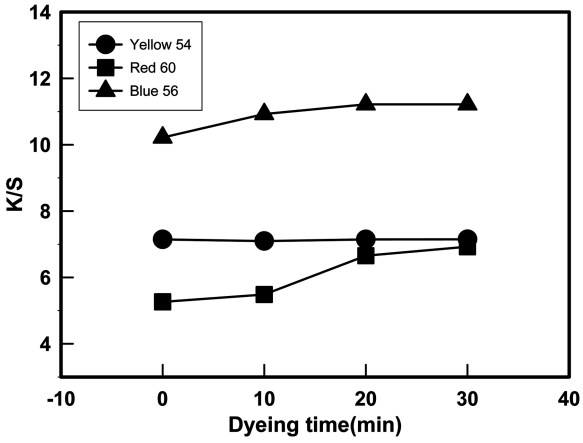

Fig. 5. Effect of dyeing time on dyeability(K/S). (dyeing temp. : 130°C, thermosetting temp. : 90°C × 2 min)

판단된다. 위사 보다는 경사의 인장강력이 컸으며 열고정온도가 증가함에 따라 경위사의 인장강력차가 일정하게 증가하는 것으로부터 사용된 DPP경위사의 내부적인 결정구조 차이보다는 동일 섬유로부터 형성된 실의 특성에 기인한 것으로 판단된다.

3.4. 염색특성

Fig. 4는 DPP직물의 염색온도에 따른 염착거동(K/S)을 나타낸 것이다. 사용한 염료는 E- type 3원색 분산염료로 Yellow 54, Blue 56, Red 60를 사용하였으며, DPP직물은 90°C에서 2분간 습윤 열고정한 시료이다. 염색온도는 60°C부터 130°C까지 하였으며 140°C에서는 열분석 결과에서도 알 수 있듯이 용융이 진행될 것으로 판단되어 생략하였다. 본 연구에서 사용한 3원색의 분산염료 염색에서 염료 종류에 관계없이 염색온도가 증가함에 따라 염착율이 증가하였다. 염색온도 60°C의 저온 염색에서는 Yellow 54가 염착성이 우수하였으나 염색온도가 증가됨에 따라 Blue56의 염색성이 현저하게 증가하였으며 염색온도 90°C이상에서는 염착성이 가장 우수하였다. 염착율이 가장 높은 염색온도 130°C에서는 Blue 56이 가장 우수하였으며, Yellow 54와 Red 60이 그 다음 순이었다. Fig. 5은 Fig. 4의 3원색 염료에 대하여 염색이 포화상태에 이르는 시간을 알아보기 위하여 염색온도 130°C에 있어 염색시간에 따른 염색성(K/S)값을 나타낸 것이다. 염료 Blue 56의 경우 초기 염색시간 10분 동안에 빠른 속도로 염색성이 증가하다가 10분 이후부터는 서서히 증가하여 염색시간 20분 이후에는 시간이 경과하더라도 염착율의 변화는 거의 없다. 염료 Red 60의 경우 염색은 Blue 56과는 달리 초기 염색시간 10분 동안은 염착율의 변화가 거의 없다가 10분 이후부터 급격하게 증가하여 20분 이후에는 시간이 경과하더라도 큰 염착율의 변화를 나타내지 않았다. 염료 Blue 56과 Red 60의 경우 염색시간이 경과함에 따라 염착율 증가하는 경향은 틀리지만 염착율이 증가하는 반면 염료 Yellow 54의 경우 염색시간 경과와 무관하게 염착율은 거의 일정하였다. 염색온도 130°C에서 이들 3종의 염료에 대한 염색시간 의존성에서 모두 염색시간 20분 이후에는 염색시간이 경과하더라도 염착율의 변화가 거의 없는 것으로부터

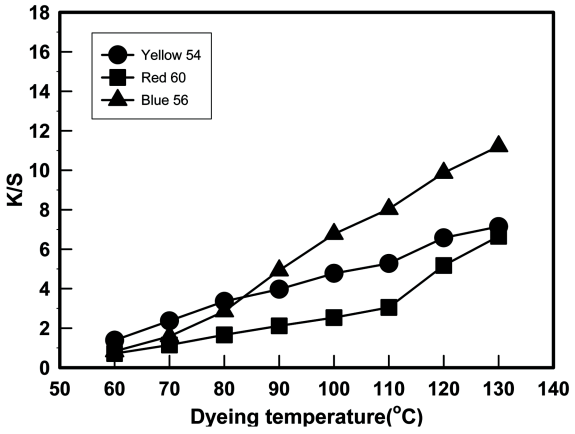

Fig. 4. Effect of dyeing temperature on dyeability(K/S). (dyeing time : 20 min, thermosetting temp. : 90°C × 2 min)

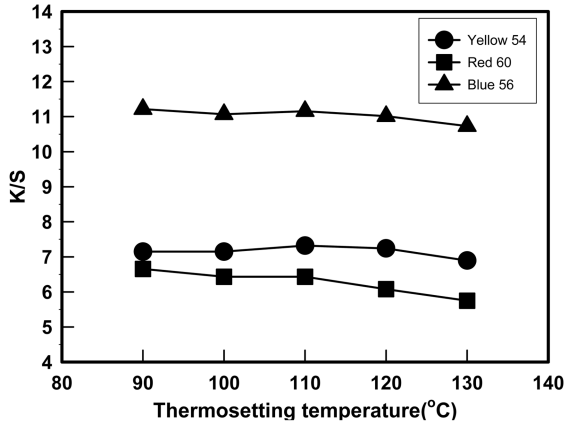

Fig. 6. Effect of thermosetting temperature on dyeability(K/S). (dyeing : 130°C × 20 min)

포화 염색시간은 20분으로 판단되어 열고정 온도에 따른 염색 특성고찰은 염색온도 130°C, 염색시간 20분에서 행하였다.

Fig. 6은 열고정 온도를 달리한 직물의 E-type 분산염료 Yellow 54, Blue 56, Red 60에 대한 염색결과를 나타낸 것이다. 염료의 종류에 관계없이 열고정 온도가 증가함에 따라 염착율의 변화는 거의 없거나 약간 감소하는 경향을 보이고 있다. 이것은 열고정 온도가 증가함에 따라 섬유형성 시 급냉에 의해 형성된 불안전한 결정구조가 안정화되고 결정이 성장한 것에 기인하여 결정화도가 증가한 것에 기인한 것으로 판단되며 DSC에 의한 열적 특성, X-선 회절에 의한 DPP의 미세구조 및 인장 특성 결과와 일치하고 있다.

Table 3, 4, 5는 Fig. 6의 열고정 온도를 달리한 직물의 E-type 분산염료 Yellow 54, Red 60, Blue 56에 대한 DPP염색물의 마찰 및 세탁견뢰도를 나타낸 것이다. Table 3의 Yellow 54의 경우 건·습 마찰견뢰도가 4-5급으로 우수하였으며, 세탁시 오염의 경우 나일론이 3-4급인 것을 제외하면 4-5급 이상으로 우수한 세탁견뢰도를 나타낸다. Table 4의 Red 60의 경우 건·습 마찰견뢰도가 3-4급이며, 오염의 경우 wool과 acetate는 3급, PET와 cotton은 4급, acryl 4-5급 그리고 나일론 1-2급으로 acryl에서 가장 우수하였으며 나일론에서는 좋지 못하였다. Table 5의 Blue 56의 경우 건·습 마찰견뢰도가 각각 3-4급, 2-3급이었으며, 열고정 온도가 증가함에 따라 견뢰도가 감소하는 경향을 나타내었다. 오염의 경우 wool과 acetate는 2-3급, PET와 cotton은 3-4급, acryl 4-5급 그리고 나일론 1-2급으로 acryl에서 가장 우수하였으며 나일론에서는 좋지 못하였다. 모든 염료의

Table 3. Colorfastness of DPP fabrics dyed by Yellow 54

Color fastness	Washing							
	Fade		Stain					
Setting Temp(°C)	Dry	Wet	PET	Nylon	Acetate	Cotton	Acryl	Wool
90	4-5	4	4-5	3-4	4	4-5	4-5	4-5
100	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5
110	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5
120	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5
130	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5
140	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5

Table 4. Colorfastness of DPP fabrics dyed by Red 60

Color fastness	Washing							
	Fade		Stain					
Setting Temp(°C)	Dry	Wet	PET	Nylon	Acetate	Cotton	Acryl	Wool
90	3	3	4	1-2	3	4	4-5	3
100	3	3-4	4	1-2	3	4	4-5	3
110	3	4	4	1-2	3	4	4-5	3
120	3	3	4	1-2	3	4	4-5	3
130	4	3	4	1-2	3	4	4-5	3
140	4	3-4	4	1-2	3	4	4-5	2-3

Table 5. Colorfastness of DPP fabrics dyed by Blue 56

Color fastness	Washing							
	Fade		Stain					
Setting Temp(°C)	Dry	Wet	PET	Nylon	Acetate	Cotton	Acryl	Wool
90	3-4	3	3-4	1-2	3	3-4	4-5	2-3
100	3-4	3	3-4	1-2	3	3-4	4-5	2-3
110	3	3	3-4	1-2	3	3-4	4-5	2-3
120	3	2-3	3-4	1-2	3	3-4	4-5	2-3
130	3	2-3	3-4	1-2	3	3-4	4-5	2-3
140	3-4	2-3	3-4	1-2	3	3-4	4-5	2-3

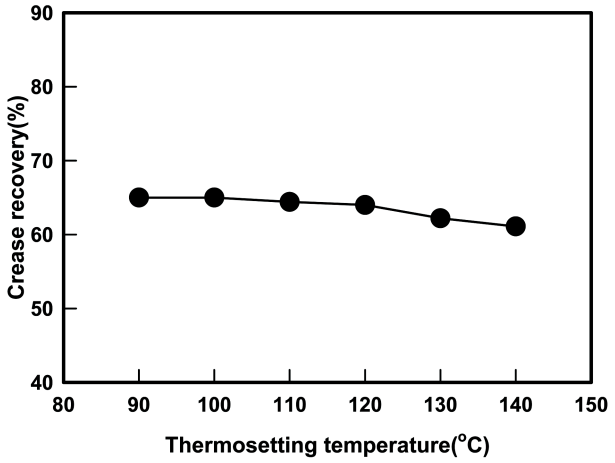

Fig. 7. Effect of thermosetting on crease recovery.

염색에서 나일론이 세탁에 의한 오염성이 나타났는데 염료구조 내에 있는 알킬기와 나일론에 있는 알킬기와의 친화력에 기인한 것으로 판단된다(Kim et al, 2007).

3.5. 구김특성

Fig. 7은 열고정 온도에 따른 방추도 결과이다. 방추도(crease recovery)는 Monsanto의 개각도법에 의하여 다음 식에서 계산하였다.

$$crease\ recovery(\%) = \frac{\alpha}{180} \times 100$$

여기서, α는 개각도를 나타낸다. Fig. 7에서 알 수 있듯이 열고정을 하지 않은 DPP직물 및 100°C에서 열고정한 직물의 방추도는 65%로 변화가 없었으나 열고정온도 110°C부터 감소하기 시작하여 140°C에서는 61.1%를 나타내어 3.9%의 감소를 나타내었다. 이것은 DSC분석 및 X-선 결과에서 예측되었듯이 열고정 온도가 증가함에 따라 섬유형성 시 급냉에 의해 형성된 불안전한 결정구조가 안정화되어 결정이 성장하고, 또한 고온에서 열고정된 DPP직물은 수축 및 융착에 의해 섬유간의 구속력이 증대하여 빳빳하게 되어 한번 주름이 간 직물은 회복이 힘든 것에 기인한 것으로 판단된다.

4. 결 론

DPP직물의 열에 대한 내부구조안정화 및 형태안정화, 염색성 개선, 촉감 개선 등을 위하여 무긴장의 batch type으로 각 온도의 포화 수증기압에서 열고정을 행하였으며, 직물의 열고정 특성이 열적특성, 내부 구조적특성, 인장특성, 염착특성 등에 미치는 영향을 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) DSC분석결과, 약 140°C부터 용융이 진행되어 약160°C부근에서 main 용융흡열 peak외 열처리 유무에 따른 흡열 peak를 확인할 수 있었다. HS-Non, HS-100, HS-110 등 낮은 온도에서 열고정한 DPP직물의 경우 main흡열 peak외에 불균일한 결정구조에 기인한 크고 작은 흡열 peak들이 나타났으며, 열고정 온도가 높아질수록 main 흡열peak외 다른 흡열 peak들은 점점 줄어들거나 없어지면서 HS-140에서는 하나의 main 용융흡열 peak만 나타났다. 한편 용융열은 열고정 온도가 증가함에 따라 증가하였다.

2) 열고정 유무에 관계없이 Bragg각 2θ가 약 13.8, 16.7, 18.3, 21.7° 부근에서 각각 (200), (020), (211), (121)면에서 DPP섬유의 결정회절 peak를 확인할 수 있었으며, 열고정온도가 증가함에 따라 특히 HS-130 및 HS-140의 경우 Bragg각 21.7°에서 결정 size증가에 기인한 double peak가 확인되었다. 또한 Bragg각(2θ) 13.8°에서 열고정온도 증가함에 따라 회절강도가 증가하였으며, 결정면간 거리 및 반가폭이 감소하는 경향을 나타내었다. 한편 DPP직물의 경사 및 위사방향에 있어 인장강력은 열고정온도가 증가함에 따라 증가하였다.

3) E- type 3원색 분산염료 Yellow 54, Blue 56, Red 60에 있어 염료 종류에 관계없이 염색온도가 증가함에 따라 염착율이 증가하였다. 염색온도 60°C의 저온 염색에서는 Yellow 54가 염착성이 우수하였으며 염색온도가 증가됨에 따라 Blue56의 염색성이 현저하게 증가하여 염색온도 90°C이상에서는 염착성이 가장 우수하였다. 염색온도 130°C에서 이들 3종의 염료에 대한 염색시간 의존성에서 모두 염색경과시간 20분 이후에는 염착율의 변화가 거의 없었다. 마찰 및 세탁견뢰도는 Yellow 54, Red 60, Blue 56순 이었으며, 오염의 경우 나일론이 가장 좋지 못하였다.

4) 열고정한 DPP직물의 방추도는 열고정 온도 증가와 함께 100°C까지는 변화가 없었으나 110°C부터 감소하기 시작하여 140°C에서는 61.1%로 감소하여 3.9% 감소하였다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

김은미. (2008). *Dyeable polypropylene섬유의 분산염료에 의한 염색특성 및 견뢰도*. 경북대학교 대학원 석사학위논문.

한국섬유공학회. (2001). *최신합성섬유*. 형설출판사: 서울. pp. 69-70.

Ahmed, M. (1982). *Polypropylene Fibers - Science and Technology*. Elsevier, Amsterdam, pp.1-30.

Burkinshaw, S. M., Froehling, P. E., & Mignanelli, M. (2002). The effect of hyperbranched polymers on the dyeing of polypropylene fibres, *Dyes and Pigments*, *53*(3), 229-235.

Claudio, D. R., & Finizia, A. (2006). Structure and physical properties of syndiotactic polypropylene: A highly crystalline thermoplastic elastomer, *Progress in Polymer Science*, *31*(2), 145-237.

Collier, B. J., & Tortora, P. G. (2000). *Understanding Textiles*. Prentice Hall, Boston, 6th Ed., pp.68.

Joseph, M. L. (1981). *Introductory Textile Science*. CBS College Publishing, New York, 1981, 4th Ed., pp.133-134.

Kim, T. K., Jung, J. S., Yoon, S. H., Kim, M. K. & Son, Y. A. (2007). The coloration properties of alkyl-substituted anthraquinoid dyes for pure polypropylene fiber, *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, *19*(6), 28-34.

Marcincin, A. (1999). *Polypropylene*. Kluwer Publishers, Dordrecht, 1st Ed., pp.172-173.

Mclntyre, J. E. (2005a). *Synthetic Fibres: nylon, polyester, acrylic, polyolefin*. Woodhead Publishing, Cambridge, 1st Ed., pp.7-8.

Mclntyre, J. E. (2005b). *Synthetic Fibres: nylon, polyester, acrylic, polyolefin*. Woodhead Publishing, Cambridge, 1st Ed., pp.236.

Mclntyre, J. E. (2005c). *Synthetic Fibres: nylon, polyester, acrylic, polyolefin*. Woodhead Publishing, Cambridge, 1st Ed., pp.260-261.

Rosenbaum, S. (1965). Polyacrylonitrile fiber behavior. Ⅰ. Mechanisms of tensile response, *J. Applied Polymer Science*, 9, 2071-2099.

Ziabicki, A. (1976). *Fundamentals of Fiber Formation*. John Wiley & Sons, London, p.442-443.

(2009년 4월 2일 접수/ 2009년 5월 1일 1차 수정/
2009년 6월 11일 게재확정)