

〈研究論文(學術)〉

## 폴리에스테르 초극세 편직물의 수분산 PU 함침가공 및 염색견뢰도

정동석·천태일\*<sup>1</sup>·이문철

부산대학교 섬유공학과, \*동의대학교 생활과학대학 의류학과  
(2003. 4. 1. 접수/2003. 5. 23. 채택)

### Waterborne PU Impregnation and Color Fastness of Ultramicrofiber PET Knitted Fabric

Dong Seok Jeong, Tae Il Chun\*, and <sup>1</sup>Mun Cheul Lee

Department of Textile Engineering, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea  
Department of Clothing & Textiles, Dong-eui University, Pusan 614-714, Korea  
(Received April 1, 2003/Accepted May 23, 2003)

**Abstract**—Ultramicrofiber(UMF) PET knitted fabric and regular PET plain woven fabric as reference sample were impregnated with waterborne polyurethane(PU) in a two-step process with dyeing/PU treatment and PU treatment/dyeing to investigate the effect of the treatment sequence. The waterborne PU impregnated fabrics were dyed with two kinds of vat and disperse dyes to investigate the dyeing properties and the dyeing fastnesses. In vat dyeing the rank of color strength(K/S) was in order of dyeing/PU impregnation > dyeing only > PU impregnation/dyeing, whereas in case of disperse dyeing, the order was dyeing/PU impregnation > PU impregnation/dyeing > dyeing only. Wash fastness of vat dyeing showed a higher 2-3 grade than disperse dyeing, while rubbing and light fastnesses were not good for disperse dyes.

**Keywords** : waterborne PU, PET ultramicrofiber, knitted fabric, impregnation

#### 1. 서 론

부직포나 편직물의 가공에는 반발탄성과 촉감을 부여하기 위하여 폴리우레탄(Polyurethane) 수지를 표면에 처리하는 데, 최근까지는 주로 DMF에 의한 습식 우레탄법을 이용하고 있다. 이러한 이유는 용제계 우레탄 수지가 수용성 우레탄 수지에 비하여 매우 양호한 물성을 나타내기 때문이다<sup>1,2)</sup>. 근년에 이르러 특정 용제인 DMF의 규제, 작업환경의 개선, 비수처리의 문제점 등에 의해 수계 우레탄 대체 사용에 대한 움직임이 세계 각국을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 그러나 가공공장을

기존 용제계 우레탄 수지 처리를 위한 대단위 설비 투자를 하였고, 이러한 기존의 설비에 대해 당분간 용제계 우레탄수지가 중심이 되어 가공이 행해지리라 생각되지만 환경 요구와 함께 수계의 전이가 진행되리라 생각된다<sup>3-5)</sup>.

용제계 폴리우레탄수지는 불필요한 DMF의 처분에 비용이 들고, 가공비용자체가 많이 소요될 뿐만 아니라, 전체적인 비용이나 설비투자가 많이 소요되고, 작업환경 또한 나쁘다 즉 용제계 폴리우레탄 수지의 처리법은 섬유를 PU에 함침 후 물을 통과시켜 응고시킨 다음 수세조에서 잔류용매를 완전히 제거한 후 건조시키는 복잡한 공정을 거쳐야 한다. 이에 비해 수분산계는 건조과정에서 물만 증발시킴으로 대기오염 방지 및 작업환경 개선은 물론 응고공정 및 세정공정이 배제되기 때문

<sup>1</sup>Corresponding author. Tel. : +82-51-510-2408; Fax. : +82-51-512-8175; e-mail : leemc@pusan.ac.kr

에 소요비용 등의 측면에서 이점이 있다. 따라서 최근에는 합성기술이나 유화기술, 유화기기, 인공 피혁용 소재에 사용되는 편직물 등의 진보에 의해 용제계 우레탄 수지에 필적하는 수분산계 우레탄 수지가 개발되고 있으며, 부직포와 트리코트 제품에 적용되고 있다<sup>6-8)</sup>.

전보<sup>9)</sup>에 4종의 수분산 PU를 제작하여 산성염료와 분산염료에 대한 염색오염성을 검토한 결과 산성염료보다는 분산염료의 막 오염도가 높다고 보고하였다.

본 연구에서는 수분산 PU를 초극세사 편직물에 함침가공 하였을 때의 염색거동과 실제에서 발생하는 건뢰도에 관한 기초 연구를 수행하기 위하여 시중에서 샘플용으로 시험중인 여러 가지 시제품의 제작시험 후 양호한 물성을 나타내는 수분산계 우레탄수지를 사용하여 폴리에스테르 초극세사 편직물과 비교시료로서 일반사 직물에 PU수지의 함침 방법(수분산 PU/염색 및 염색/수분산 PU)을 달리하여 처리한 후, 분산염료와 배트염료로 염색하고 염색성과 건뢰도를 비교 검토하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료

시료로서는 폴리에스테르 초극세 편직물(front side : Ultramicrofiber 75D/24F, monodenier 0.05d, 53% ; back side : polyester 50D/24F, 47%) 과 일반사 직물(평직물, 160g/yd)을 사용하였다. 편직물은 NaOH 농도 1%, 100℃에서 30분간 처리하여 해(sea) 성분을 제거하고 탕세하여 초극세화시켰다. 비교시료로 사용한 일반사 직물은 PET사로 제작된 평직물을 8% 감량하여 사용하였다.

### 2.2 PU 함침

원액 수분산계 PU인 Evapanol APC-55(카보네이트계, Nicca Chemical Co., Japan)와 점증제의 기능

을 지닌 NaOH 1% 용액 4 : 6의 비율로 제조한 수분산계 PU를 함침처리하는데 상온에서 20분간 함침한 후 1dip-1nip으로 패딩(3GPa, 8rpm, 이하 함침이라 함)하(sea) 성분을 제거하고 탕세하여 초극세화시켰다. 비교시료로 사용한 일반사 직물은 PET사로 제작된 평직물을 8% 감량하여 사용하였다.

### 2.2 PU 함침

원액 수분산계 PU인 Evapanol APC-55(카보네이트계, Nicca Chemical Co., Japan)와 점증제의 기능였다. 130℃에서 3분간 예비 건조한 후 160℃에서 1분간 열처리하여 수세, 건조하였다. 이렇게 처리된 일반사 직물과 초극세 편직물의 pick-up율과 고형분을 Table 1에 나타내었다.

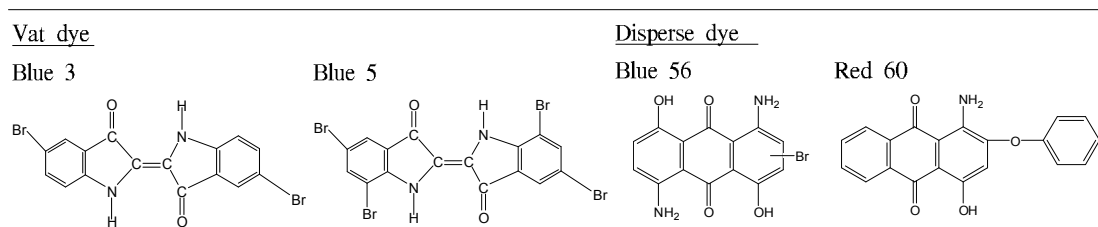
**Table 1.** Wet pick-up and solid content of the impregnated UMF and regular PET fabrics

Fabric	Pick-up(%)	Solid content(%)
Regular woven	64	7.7
UMF knitted	73.5	10.3

### 2.3 염색

염료는 분산염료 C.I. Disperse Red 60 및 Blue 56, 배트염료 C.I. Vat Blue 3 과 C.I. Vat Blue 5 를 사용하였으며, 염료의 구조식을 Table 2에 나타냈다. 분산염료 염색은 욕비 25:1, 염료농도 3%(owf)의 아세트산/아세트산나트륨 완충액으로 pH 5.0로 조정된 염욕에서 소정의 온도에서 염색하였다. 배트염료의 염색은 환원 및 알칼리액의 조성으로서 하이드로슬파이트의 농도 2.0wt%, 알칼리제로 NaOH의 농도 0.3wt%, 130℃의 수용액계에서 염색하였다. 염색 후 염색물의 색 발현 재현성을 유지하기 위하여 산화제에 의한 강제 산화 공정을 거쳤다. 산화는 과붕산나트륨 2g/L, 60℃에서 30분간 처리하여 발색 후 5g/L를 소평제(Neosoaper, ICI 우

**Table 2.** Chemical structures of dye used in this study



방제)로 80℃에서 30분간 처리하여 표면에 부착한 미고착 염료를 제거하였다. 분산염료와 배트염료에 대한 염색공정을 다음과 같은 3가지 공정, 즉 극세화가 발현된 편직물에 ①염색, ②염색 후 수분산 PU 함침, ③수분산 PU 함침 후 염색으로 나누어 고찰하였다.

2.4 견뢰도 시험

염색 시료의 세탁 견뢰도는 KSK 0430 법에 의해 실시하였으며, 오염 견뢰도용 시료로는 멀티화이버를 사용하였다. 일광 견뢰도는 KSK 0770의 카본아크법에 의하여 노광시간 20시간으로 시험하였다. 그리고 마찰 견뢰도는 KS K 0650 법인 crock meter법을 이용하였다.

2.5 측 색

염색된 시료의 겉보기 표면 색농도 변화는 분광측색계(Macbeth Color Eye 3100, U.S.A)를 이용하여 D<sub>65</sub>광원, 10°시야의 조건에서 측정된 흡수과장의 표면반사율로부터 Kubelka-Munk 식에 의해 전체 과장 영역(과장 간격 20nm)에서의 K/S를 구하였다. 또한 CIELAB 표색계인 L\*, a\* 및 b\*를 구하였다.

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R_{min})^2}{2R_{min}}$$

여기서, K : 흡수 계수  
 S : 산란 계수  
 R<sub>min</sub> : 표면 반사율

3. 결과 및 고찰

3.1 염색성

Table 3은 2종의 배트염료로서 PET 직물을 염색, 염색/수분산 PU함침, 수분산 PU함침/염색 조건에서 처리한 경우의 겉보기 염착량(Total K/S)을 나타낸 것이다. 염색 단독과 염색수분산 PU 함침이 거의 동일하게 나타났지만, 수분산 PU 함침 염색의 경우에는 색농도가 낮게 나타났다. Table 4는 2종의 배트염료로 초극세 편직물의 3 가지 서로 다른 조건에서 염색한 경우의 염색성을 나타낸 것인데, 편직물의 경우에는 염색 후 수분산 PU 함침한 것이 염색 단독 시료보다 높게 나타나고, 수분산 PU함침/염색 시료보다도 더 높게 나타났다. 즉 겉보기 색농도가 큰 일반사직물의 경우 겉보기 색농도는 더욱 높게 보이지 않지만, 낮은 색농도일 때 수분산 PU가 일반적으로 심색화의 경향을 갖게 한다고 생각된다.

배트염료의 경우 수분산 PU 처리 후 염색한 시료의 경우에는 대한 염색성이 낮았다. 이러한 결과는 분자량이 큰 배트염료가 염착되기 전 수분산 PU막이 먼저흡착되어 장벽으로 작용하여 염색성이 낮다고 생각된다. Fig. 1~Fig. 3은 일반사직물 초극세사 편직물의 앞면과 뒷면의 배트염료에 의한 색상변화, K/S 변화를 각각 나타낸 것인데 a\* b\* 색도도와 가시광선영역에서의 K/S 곡선에서도 이러한 경향이 뚜렷하게 보인다. 또한 색도도에서 PET를 수분산 PU 함침하였을 경우 색상이 수분산

Table 3. Total K/S and lightness of regular PET fabric dyed with vat dyes

Vat dye	Dyed					Dyed/impregnated					Impregnated/dyed				
	Total K/S	L*	H	V	C	Total K/S	L*	H	V	C	Total K/S	L*	H	V	C
Blue 5	276	21.6	8.5B	2.06	4.78	286	19.6	2.0B	1.89	4.27	183	27.5	7.3B	2.65	4.94
Blue 3	240	23.3	7.3B	2.23	4.50	248	22.3	8.8B	2.13	4.80	214	23.9	0.0PB	2.28	4.70

Table 4. Total K/S and lightness of UMF PET knitted fabric dyed with vat dyes

Vat dye		Dyed					Dyed/impregnated					Impregnated/dyed				
		Total K/S	L*	H	V	C	Total K/S	L*	H	V	C	Total K/S	L*	H	V	C
Blue 5	F	62	43.0	6.4B	4.15	6.65	86	36.2	0.6PB	3.47	5.78	72	38.9	9.0B	3.75	3.85
	B	83	38.2	5.6B	3.68	5.54	147	28.6	8.9B	2.75	4.69	93	35.7	7.4B	3.44	4.18
Blue 3	F	83	38.2	6.4B	3.68	6.62	90	34.2	8.9B	3.64	6.46	82	35.3	1.6PB	3.40	4.12
	S	76	39.5	4.6B	3.81	4.76	118	33.1	5.4B	3.19	5.21	107	32.1	0.5PB	3.09	3.78

F : front side, B : back side

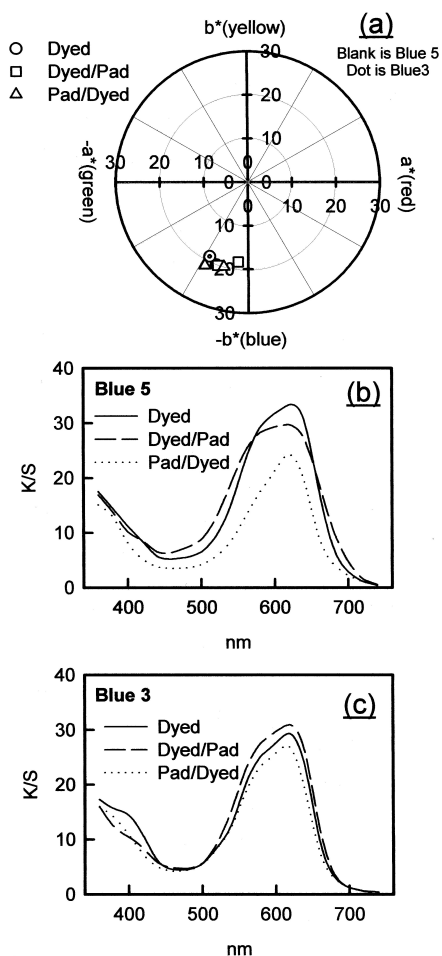


Fig. 1. Color change(a) and K/S curve(b, c) of regular PET woven fabric dyed with vat dyes.

PU 함침을 하지 않은 것보다 밝은 색상으로 이동하였다.

Table 5는 2종의 분산염료로 서로 다른 조건에서 PET 직물에 염색한 경우의 겉보기 염착량 및 색상변화를 나타낸 것이다. 분산염료는 배트염료와는 다르게 염색단독 <수분산 PU함침 염색 <염

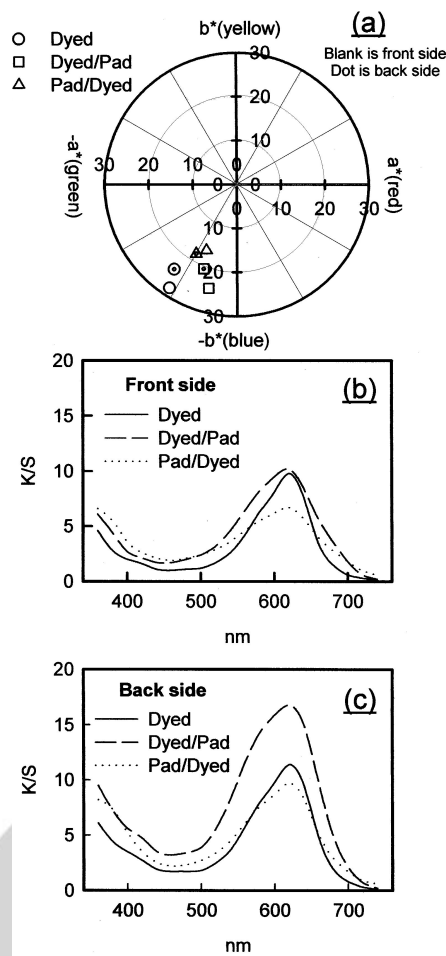


Fig. 2. Color change(a) and K/S curve(b, c) of UMF PET knitted fabric dyed with Vat Blue 5.

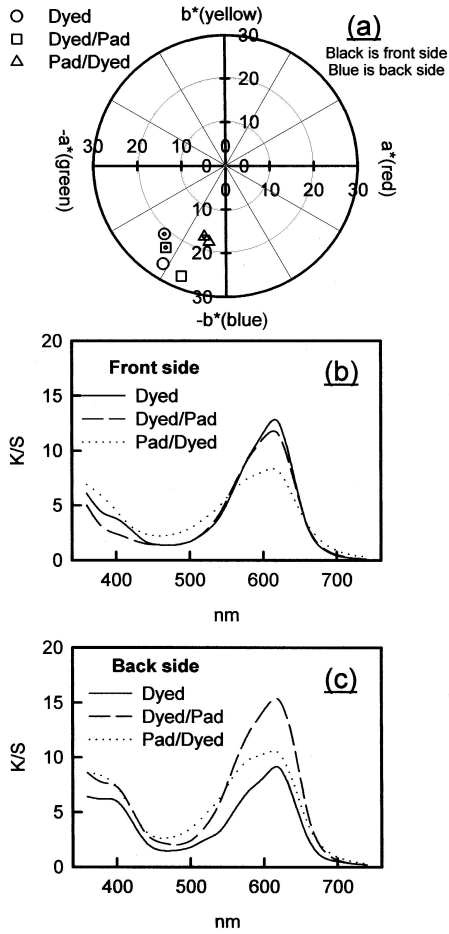
색/수분산 PU함침으로 색농도가 높아졌다. 즉 일반적으로 PU수지가 침색화와 동시에 분산염료가 수분산 PU에도 염색오염의 정도가 높게 나타나기 때문이다. 이러한 경향은 Disperse Blue 56이 Disperse Red 60보다 더욱 크게 나타났다. 즉 Red 60의 경우는 염색/수분산 PU함침 <수분산 PU 함침

Table 5. Total K/S and lightness of regular PET fabric dyed with disperse dyes

Disperse dye	Dyed					Dyed/impregnated					Impregnated/dyed				
	Total K/S	L*	H	V	C	Total K/S	L*	H	V	C	Total K/S	L*	H	V	C
Red 60	126	41.5	0.8R	4.0	14.7	143	41.1	1.8R	4.0	14.8	171.1	37.5	2.1R	3.6	13.7
Blue 56	202	25.2	5.5PB	2.4	9.1	229	22.7	6.0PB	2.2	9.0	193.6	25.1	5.5B	2.4	8.8

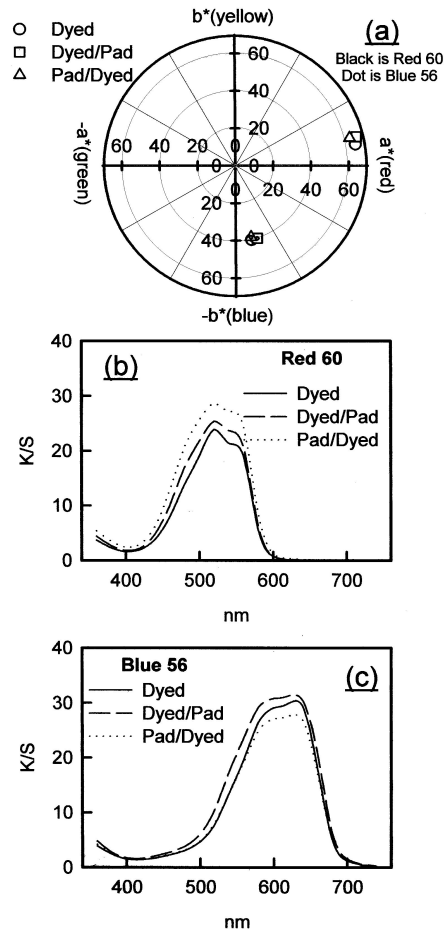
**Table 6.** Total K/S and Lightness of UMF PET knitted fabric dyed with disperse dyes

Disperse dye		Dyed					Dyed/impregnated					Impregnated/dyed				
		Total K/S	L*	H	V	C	Total K/S	L*	H	V	C	Total K/S	L*	H	V	C
Red 60	F	45	49.3	7.3RP	4.8	14.1	54	48.8	8.9RP	4.7	14.6	57	46.7	8.5RP	4.5	13.7
	B	63	46.2	9.4RP	4.5	14.1	97	43.5	1.3RP	4.2	14.7	89	42.2	0.8R	4.1	13.6
Blue 56	F	50	44.0	2.8PB	4.2	9.5	77	37.7	3.9PB	3.6	9.6	59	41.3	3.3PB	4.0	9.4
	S	60	38.9	3.8PB	4.8	8.8	113	31.1	5.4PB	3.0	8.8	106	31.7	5.1PB	3.1	8.4



**Fig. 3.** Color change(a) and K/S curve(b, c) of UMF PET knitted fabric dyed with Vat Blue 3.

염색으로 경향성을 보여주고 있다. Table 6 은 2 중의 분산염료로 서로 다른 조건에서 초극세사 편직물에 염색한 경우이다. 편직물의 경우 표면인 초극세사 부분에서는 염색/수분산 PU함침의 색농도



**Fig. 4.** Color change(a) and K/S curve(b, c) of regular PET woven fabric dyed with disperse dyes.

가 가장 높게 나타났으며, 염색단독이 낮게 나타났다. 일반사 부분은 Table 5의 경우와 동일하게 나타났다. 이러한 경향을 Fig. 4~Fig. 6의 분산염료에 의한 일반사직물과 초극세사편직물의 색상

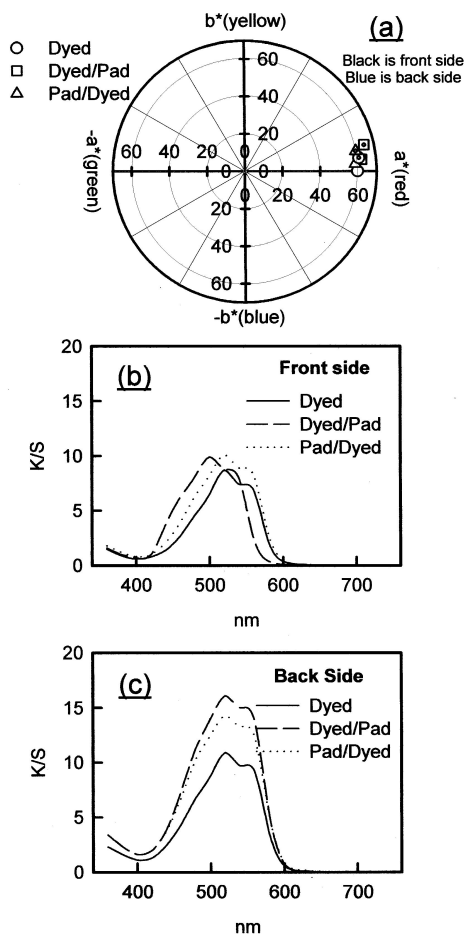


Fig. 5. Color change(a) and K/S curve(b, c) of UMF knitted fabric dyed with Disperse Red 60.

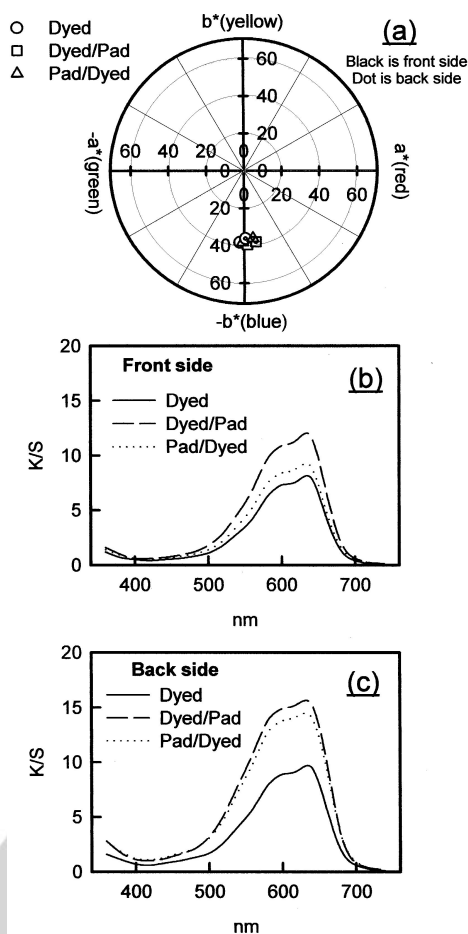


Fig. 6. Color change(a) and K/S curve(b, c) of UMF PET knitted fabric dyed with Disperse Blue 56.

Table 7. Wash fastness of PET fabrics dyed with vat and disperse dyes

Dyes		Dyed				Dyed/impregnated				Impregnated/dyed			
		Staining on adjacent fabric			$\Delta E^*_{ab}$	Staining on adjacent fabric			$\Delta E^*_{ab}$	Staining on adjacent fabric			$\Delta E^*_{ab}$
		N <sup>1)</sup>	AC	A		N	AC	A		N	AC	A	
Vat	Re <sup>2)</sup>	5	5	5	1.5	4-5	5	5	3.2	4-5	5	5	2.3
Blue 5	UMF	5	5	5	1.8	4-5	5	5	7.8	4-5	5	5	3.6
Vat	Re	5	5	5	2.9	4-5	5	5	1.0	4-5	5	5	2.5
Blue 3	UMF	5	5	5	3.9	4-5	5	5	2.7	4-5	5	5	2.7
Disperse	Re	4-5	4-5	5	1.5	3	3	4	2.9	2	2	3-4	1.6
Red 60	UMF	3	3	4-5	6.9	2-3	2-3	3-4	4.1	1-2	1-2	3	0.4
Disperse	Re	4	4	4-5	0.7	3	3	4	2.3	2	2	3-4	0.3
Blue 56	UMF	3	3	4-5	6.3	2-3	2-3	3-4	5.1	1-2	1-2	3	0.8

<sup>1)</sup>N : nylon 6, AC : acetate, A : acrylic

<sup>2)</sup>Re : regular woven fabric, UMF : UMF knitted fabric

및 K/S 변화는 a\* b\* 색도도와 가시광선영역의 K/S 곡선에서도 뚜렷하게 나타난다. 또한 배트염료와 동일하게 색도도에서 PET 수분산 PU 함침을 하였을 경우 색상이 PU 함침하지 않은 것보다 밝은 색상으로 이동하였다.

3.2 견뢰도

Table 7은 3가지 조건에서 나타난 세탁견뢰도이다. 배트염료의 경우 3가지 조건이 거의 차이가 없으며, 세탁견뢰도가 매우 우수했다 또한 일반사 직물과 초극세사직물의 차이는 나타나지 않았

다. 그러나 분산염료의 경우 배트염료에 비하여 2~3급 정도 견뢰도가 낮으며 염색 수분산 PU 함침에서는 염색단독보다 1급 정도, 수분산 PU함침/염색의 경우 2급 정도 낮게 나타났다 이것은 수분산 PU함침/염색의 경우 섬유에 대한 견뢰도와 수분산 PU수지에 대한 견뢰도가 복합되어 나타나기 때문이라고 생각된다. 또한 분산염료의 경우 일반사 직물보다 초극세사 직물이 1급 정도 세탁 견뢰도가 낮게 나타났다.

Table 8은 3가지 조건에서 나타난 마찰 견뢰도이다. 일반적으로 염색수분산 PU 함침을 제외하고 분

Table 8. Rubbing fastness of PET fabrics dyed with vat and disperse dyes

Dyes	Dyed						Dyed/Pad				Pad/Dyed							
	UMF <sup>1)</sup>				Re		UMF		Re		UMF		Re					
	D <sup>2)</sup>		W		D	W	D	W	D	W	D		W					
	F <sup>3)</sup>	B	F	B							F	B	F	B	F	B	D	W
Vat Blue 5	3	3	3	4	3-4	3	3	4	3	4	4-5	3	3	4	4	4-5	4	
Vat Blue 3	3	4	3	4	4	3-4	3	4	3	4	4	3	3-4	4-5	3-4	4	5	4
Disperse Red 60	3	4-5	3-4	4-5	5	5	4	5	2-3	2-3	5	4-5	4	5	3-4	4	5	4-5
Disperse Blue 56	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4	5	3-4	4	5	4-5	4	4-5	4	4-5	5	4-5

<sup>1)</sup>UMF : UMF knitted fabric, Re : regular woven fabric

<sup>2)</sup>D : dry, W : wet

<sup>3)</sup>F : front side, B : back side

Table 9. Light fastness of PET fabrics dyed with vat and disperse dyes by color difference( $\Delta E^*_{ab}$ )

Dyes		Dyed			Dyed/impregnated			Impregnated/dyed		
		L*		$\Delta E^*_{ab}$	L*		$\Delta E^*_{ab}$	L*		$\Delta E^*_{ab}$
		Before	After		Before	After		Before	After	
Vat Blue 5	UMF	43.0	46.5	6.4	36.2	48.6	14.0	38.9	57.6	21.2
	Regular	21.6	23.4	2.6	19.6	21.4	1.9	27.5	38.8	14.8
Vat Blue 3	UMF	38.2	44.2	8.4	34.2	45.3	10.9	35.3	47.2	12.6
	Regular	23.3	27.6	5.1	22.3	25.9	3.7	23.9	29.4	7.8
Disperse Red 60	UMF	49.3	48.0	4.8	48.8	46.8	5.6	46.7	46.1	7.0
	Regular	41.5	39.8	5.1	41.1	38.4	8.3	37.5	35.1	4.3
Disperse Blue 56	UMF	44.0	42.6	3.9	37.7	42.3	8.7	41.3	44.2	5.6
	Regular	25.2	24.9	3.5	22.7	23.6	4.3	25.1	22.7	4.9

Before : before radiation, After: after 20hr radiation

Table 10. Light fastness of PET fabrics dyed with vat and disperse dyes by grey scale

Dyes		Dyed	Dyed/impregnated	Impregnated/dyed
Vat	UMF	3	2	1
Blue 5	Regular	4	4	1-2
Vat	UMF	2-3	2	1-2
Blue 3	Regular	4-3	4-3	2-3
Disperse	UMF	4-5	4-5	4-5
Red 60	Regular	4-5	4-5	4-5
Disperse	UMF	4-5	3-4	3-4
Blue 56	Regular	4-5	4-5	4-5

산염료보다 배트염료가 1, 2급 정도 낮고 배트 염료의 경우 습식보다 건식이 더욱 낮았다. 3가지 조건의 경우 염료의 차이는 거의 없었다. 분산염료의 경우 염색단독보다 염색/수분산 PU함침의 세탁건뢰도가 낮게 나타났다. 이것은 염색/수분산 PU함침 시 염료가 수분산 PU에 녹아 나오기 때문이다.

Table 9는 색차에 의한 일광 건뢰도를 나타낸 것이다. 3가지 조건의 염색물에 대한 일광 건뢰도를 보면 배트염료가 분산염료보다 열등했고, 염색수분산 PU함침보다 수분산 PU함침/염색이 더욱 열등했다. 그러나 분산염료의 경우 염색수분산 PU함침과 수분산PU함침 염색의 차이는 거의 나타나지 않았다. Table 10은 그레이 스케일에 의한 변퇴색 측정 결과이다. 배트염료가 분산염료보다 2, 3급 정도 낮고, 염색단독보다 염색/수분산 PU함침이 낮으며, 수분산 PU함침/염색은 더욱더 낮았다. 이것은 수분산 PU함침에 의해 염색된 배트염료가 일광 건뢰도를 더욱 더 낮게 만든다고 생각된다. 그러나 분산염료의 경우는 처리조건의 차이에 따라 일광 건뢰도의 차이는 나타나지 않았다. 즉 분산염료자체의 일광건뢰도가 우수한 것으로 생각된다.

#### 4. 결 론

초극세 폴리에스테르로 제편된 편직물과 일반사로 제직한 편직물을 염색단독, 염색/수분산PU패딩, 수분산PU패딩/염색의 공정을 통하여 2종의 분산염료와 배트염료로 염색하고 염색성과 건뢰도를 조사하여 다음 결론을 얻었다.

1. 배트염료로 염색한 경우, 염색/수분산 PU함침 > 염색단독 > 수분산 PU함침 염색으로 색농도가 높게 나타났다. 그러나 분산염료로 염색한 경우, 염색/수분산 PU함침 > 수분산PU함침 염색 > 염색단독순서로 색농도가 높게 나타났다.

또한 염료 단독보다는 수분산 PU함침한 것이 색상환에서 밝은 색조인 a\*(redness) 및 b\*(yellowness) 쪽으로 움직였다

2. 배트염료로 염색한 경우 분산염료로 염색한 경우보다 세탁건뢰도가 2-3급정도 우수하게 나타났다. 그러나 마찰건뢰도의 경우 배트염료가 분산염료보다 1급정도 낮게 나타났으며, 일광건뢰도의 경우도 배트염료가 분산염료보다 1~2급 정도 낮게 나타났다. 또한 배트염료로 염색한 경우, 염색/수분산 PU함침이 수분산 PU함침/염색보다 1급 정도 높게 나타났다.

#### 참고문헌

1. R. W. Moncrieff, "Man-Made Fibers", Newnes Butterworth, London, 471~503(1975).
2. 竹内秀行, 人工皮革·合成皮革用ポリウレタン樹脂, 加工技術, 36, 350~354(2001).
3. 小西敏夫, 金崎英夫, 纖維加工薬劑から見た環境問題, 加工技術, 33, 310~314(1998).
4. B. H. Kim and M. C. Lee, Korean Soc. Dyers Finishers Preprint, 122~126(2001).
5. C. H. Son, D. S. Jeong, and M. C. Lee, Korean Soc. Dyers Finishers Preprint, 118~121(2001).
6. 梅谷 慎一, 水系ウレタンによる人工・合成皮革の加工, 加工技術, 36, 358~361(2001).
7. 渡辺昭夫, 水系ウレタン樹脂の化學と纖維加工への應用, 染色工業, 35, 534~552(1988).
8. B. K. Kim and S. J. Kim, Synthesis and Binder Application of Aqueous Polyurethanes to Nonwoven Fabrics, J. Korean Soc. Dyers Finishers, 5, 188~193(1993).
9. D. S. Jeong, C. H. Son, and M. C. Lee, Korean Soc. Dyers Finishers Preprint, 69~73(2001).