

<研究論文(學術)>

배트염료에 의한 나일론과 폴리에스테르 섬유의 염색성 - 색상 변화에 미치는 하이드로술폜이트와 NaOH의 영향 -

정동석 · 이두환 · ¹이문철 · 脇田登美司*

부산대학교 섬유공학과, *岐阜女子大學 家政學部
(2002. 8. 21. 접수/2002. 9. 17. 채택)

Dyeing Properties of Nylon 6 and Polyester Fabrics with Vat Dyes - Effect of Composition of Reducing Agent and Alkali on Color Change -

Dong Seok Jeong, Doo Hwan Lee, ¹Mun Cheul Lee, and Tomiji Wakida*

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

*Department of Home Economics, Gifu Women's University, 80 Taromaru, Gifu 501-2592, Japan

(Received August 21, 2002/Accepted September 17, 2002)

Abstract—Nylon 6 and polyester taffeta fabrics are dyed in aqueous medium with vat dyes such as Indanthren Red FBB, Mikethren Blue ACE and Mikethren Blue HR varying the compositions of sodium hydrosulfite and NaOH. Also nylon UMF nonwoven and polyester UMF knitted fabrics are dyed with metal complex and disperse dyes as a reference, and the wash and rubbing fastnesses for these dyes are investigated. In vat dyeing of polyester and nylon taffeta, an optimum composition of sodium hydrosulfite/NaOH is existed at a range of 1~2wt%/0.2wt%. A good build-up property for Mikethren Blue ACE on nylon 6 UMF nonwoven fabric is shown at high temperature. Vat dyeing of polyester with Mikethren Blue Ace shows a good color shade in a higher temperature, while dyeing with Mitsui Blue HR shows low temperatures. Vat dyes in dyeing of both nylon 6 UMF nonwoven and polyester UMF knitted fabrics have a better wash fastnesses compared with metal complex or disperse dyes.

Keywords : vat dye, nylon 6, polyester, sodium hydrosulfite, NaOH, wash fastness

1. 서 론

합성섬유 중 나일론과 폴리에스테르 섬유는 정해진 염료로서 염색되고 있는데, 예를 들면 나일론의 경우 산성 혹은 금속착염료, 반응성염료 및 분산염료가 이용되고 있으나, 폴리에스테르는 거의 대부분이 분산염료로 염색되어진다. 셀룰로오스계 섬유^{1~3)}에 주로 이용되어온 배트염료는

최근에 이르러 폴리에스테르 섬유를 비롯한 합성 섬유에 배트염료를 적용하기 위해 수용액계^{4~6)} 및 페딩법⁷⁾에 의한 연구가 이루어지고 있다.

폴리에스테르에 대한 배트염료의 염착은 셀룰로오스 섬유에 대한 염착 메커니즘과는 다르다. 셀룰로오스 섬유의 경우 환원제(sodium hydrosulfite, 이하 하이드로술폜이트) 및 알칼리(NaOH)에 의해 환원 및 물에 가용성인 류코염으로 되어 염착, 산화 발색하지만, 폴리에스테르의 경우는 배트산의 상태에서 고용체적으로 염착되어 산화 발

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

색한다⁶⁾. 그러나 일반적으로 배트염료의 평균분자량이 분산염료와 비교하여 큰 구조로 입체적으로도 큰 것이 많아서 염착성은 분산염료보다 강한 조건이 필요하다. 또한 최근 폴리에스테르나 나일론의 초극세 섬유로 제조된 부직포나 스웨드조의 직편물은 분산염료나 금속착염료로 염색하고 있으나, 만족할 만한 견뢰도가 얻어지지 않고 있다.

전보⁷⁾에서는 폴리에스테르 직물에 4종의 배트염료를 사용하여, 염료단독, 염료/하이드로슬파이트/NaOH 염욕에서 패딩, 건조 후 건열, 과열증기 및 고압증기 처리하였을 때, 염료 단독의 경우도 상당히 농색으로 염착이 된다는 것을 보고하였다.

본 연구에서는 수용액계에서의 배트염료에 의한 나일론과 폴리에스테르섬유의 염색성에 미치는 환원조건(환원제 및 알칼리 농도), 염료 농도에 따른 색상의 변화 및 심색화와 견뢰도에 대하여 검토하였다. 또한 나일론에 산성염료 및 금속착염료, 폴리에스테르 섬유에 분산염료로 염색하여 견뢰도를 중심으로 배트염료 염색물과 비교 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료

한국의류시험연구원에서 구입한 시험용 나일론 6(테피터) 및 폴리에스테르(테피터) 백포를 사용하여 배트염료의 염색성 시료로 하였다. 또한 견뢰도 측정을 위해 나일론 일반사 부직포(모노데니어 2.0d)와 초극세사 부직포(모노데니어 0.05d)를 사용하였으며, 폴리에스테르의 경우는 표리(표면: 모노데니어 0.05d, 이면: 모노데니어 2.08d)가 서로 다른 초극세 편직물을 사용하였다.

나일론 초극세 부직포는 N/P(나일론/폴리에스테르) 부직포를 100℃에서 40분간 NaOH 1% 수용액 중에서 처리하여 초극세화하였다. 또한 폴리에스테르 초극세사 편직물은 표면의 P/P(폴리에스테르/폴리에스테르) 해도사 부분을 100℃에서 40분간 NaOH 1% 수용액 중에서 처리하여 초극세화를 발현하였다.

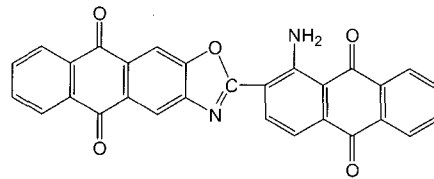
2.2 염료 및 시약

염료는 3종의 배트염료 Indanthren Red FBB, Mikethren Blue ACE 및 Mitsui Blue HR을 사용하였다. 그리고 나일론의 견뢰도 비교 시험용 염료로서 2종의 금속착염료 Lumacron Red 315와 Lumacron Blue 317, 그리고 폴리에스테르의 경우

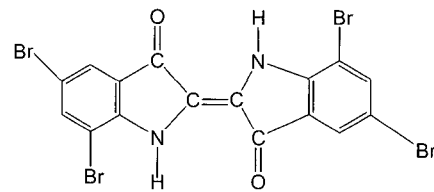
는 2종의 Disperse Red 60 및 Blue 56을 사용하였다. 나일론의 빌더업성 실험에는 Acid Red 18과 Acid Blue 113을 사용하였다. 실험에 사용한 배트염료의 화학구조식은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical structures of dye used in this study

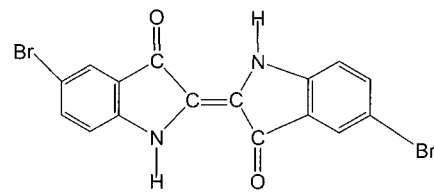
Indanthren Red FBB



Mikethren Blue ACE



Mitsui Blue HR



시약은 배트염료 염색용 환원제로 sodium hydrosulfite(Na₂S₂O₄), 알칼리제로서 NaOH를 사용하였다.

2.3 환원 및 염색

환원 및 알칼리액의 조성은 하이드로슬파이트의 농도를 0~4wt%, 알칼리제로서 NaOH의 농도를 0~1.6wt%로 변화시켰다. 실험용 고온고압 염색기(고려과학제)에서 욕비 100:1, 시료 1g을 사용하여 나일론의 경우 50~100℃, 폴리에스테르의 경우는 100~130℃에서 수용액계에서 염색하였다. 염색 후 염색물의 색 발현의 재현성을 유지하기 위하여 산화제에 의한 강제 산화 공정을 거쳤다. 산화는 과붕산나트륨 2g/L, 60℃에서 30분간 처리하여 발색 후 5g/L를 소평제(Neosoaper, ICI 우방제)로 80℃에서 30분간 처리하여 표면에 부착한 미고착 염료를 제거하였다.

2.4 측색

염색된 시료의 겉보기 표면 색농도 변화는 분광 측색계(Machbath Color Eye 3100, U.S.A)를 사용하여 D_{65} 광원, 10° 시야의 조건에서 측정된 최대 흡수파장의 표면반사율로부터 Kubelka-Munk식에 의해 전체 파장 영역(파장 간격 20nm)에서의 Total 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_{\min} : 표면 반사율

2.4 견뢰도 측정

세탁 견뢰도 시험은 염색 시료에 대하여 KS K 0430법에 의거하여 실시하였으며, 오염 견뢰도용 시료로는 멀티화이버(multifiber)를 사용하여 시험하였다. 그리고 마찰견뢰도 시험은 KS K 0650법에 의거하여 crock meter법을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 나일론의 배트염료 염색

Table 2는 나일론을 배트염료 Indanthren Red FBB와 Mikethren Blue ACE로 90°C 에서 60분간 염색한 경우 염료 및 알칼리제로 NaOH 농도를 일정하게 하고, 환원제인 하이드로슬파이트 농도를 변화시킨 경우의 명도 L^* 와, Total K/S 및 먼셀 색상(HV/C) 변화를 나타낸 것이다. 또한 Table 3은 염료 및 하이드로슬파이트의 농도를 일정하게 하고 NaOH 농도를 변화시킨 경우의 L^* 와 색상의 변화를 나타낸 것이다. Table 2과 3에서 알 수 있듯이 하이드로슬파이트와 NaOH의 농도에 따른 겉보기 표면염착량 Total K/S의 최대값이 존재하며 과도한 하이드로슬파이트의 농도는 염료를 과환원시킨다는 것을 알 수 있다. 그리고 NaOH의 농도도 높은 경우에서도 색상이 급격히 변화하고, NaOH 농도가 작은 경우 불균염이 발생하였다. 또한 NaOH가 없는 경우, 배트염료가 알칼리 상태로 존재하지 않기 때문에 일부분만 물에 분산되고 나머지 염료로 석출되어 염색 포트 표면에 흡착되어버리는 현상이 나타났다. 따라서 최대의 겉보기 표면염착량을 나타내는 하이드로슬파

트/NaOH의 최적의 조성은 1.0wt% 및 0.2wt%로 나타났다.

Table 2. Effect of reducing agent on color change of vat dyed nylon 6 fabric

Dye	SH conc. (wt%)	L^*	Total K/S	H	V	C
Indanthren Red FBB	0	63.7	13	5.74RP	6.19	4.66
	0.2	56.9	22	8.57RP	5.51	7.16
	0.5	31.8	157	5.17R	3.06	7.80
	1	35.4	127	4.60R	3.41	8.58
Mikethren Blue ACE	2	42.8	69	1.89R	4.12	8.83
	4	50.1	38	9.43RP	4.84	8.26
	0	48.7	30	3.88PB	4.70	5.92
	0.2	28.0	121	6.13PB	2.69	5.06
Blue ACE	0.5	19.2	259	9.47PB	1.86	2.08
	1	18.4	289	5.57P	1.81	1.33
	2	17.9	289	7.49P	1.77	1.71
	4	19.5	248	7.37P	1.88	1.96

NaOH 0.2wt%, dye concentration 5%(owf), dyeing temperature 90°C , dyeing time 60 min. SH : sodium hydrosulfite.

Table 3. Effect of alkali on color change of vat dyed nylon 6 fabric

Dye	NaOH conc. (wt%)	L^*	Total K/S	H	V	C
Indanthren Red FBB	0	50.9	37	9.59RP	4.91	8.21
	0.07	42.5	71	2.22R	4.10	8.79
	0.2	30.9	166	5.08R	2.97	7.64
	0.4	29.2	186	5.38R	2.81	7.42
	0.8	32.6	154	4.57R	3.15	8.44
Mikethren Blue ACE	1.6	35.0	130	3.90R	3.37	8.81
	0	19.7	249	8.55P	1.90	1.85
	0.07	18.1	284	7.19P	1.78	1.74
	0.2	19.6	252	9.51PB	1.89	2.13
	0.4	20.8	222	8.39PB	1.98	2.58
Blue ACE	0.8	19.4	250	8.55PB	1.88	2.59
	1.6	18.6	273	8.52PB	1.82	2.47

SH 1.0wt%, dye concentration 5%(owf), dyeing temperature 90°C , dyeing time 60 min.

또한 이러한 경향은 Fig. 1의 a^*b^* 색도도에서 뚜렷하게 보여진다. 이 그림은 NaOH 농도 0.2wt%로 일정하게 하고 하이드로슬파이트 농도를 0, 0.2, 0.5, 1, 2 및 4wt%로 달리한 경우와 하이드로슬파

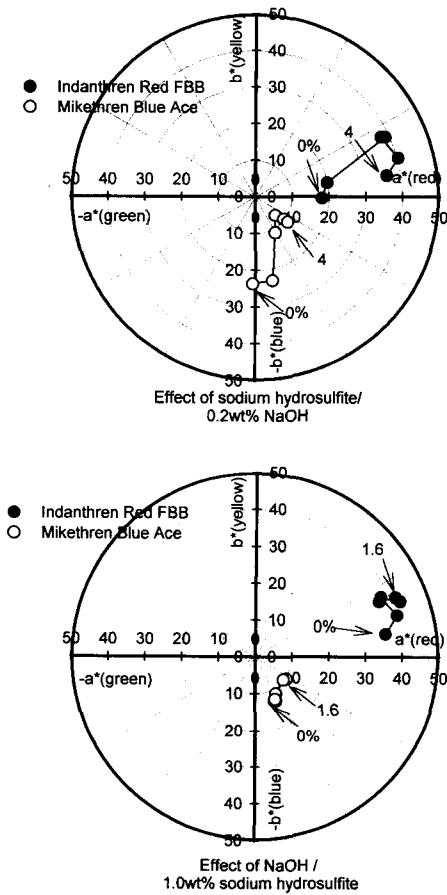


Fig. 1. Effect of sodium hydrosulfite and NaOH on color change of vat dyed nylon 6 taffeta at 90°C.

이트 1.0wt%로 일정하게 하고 NaOH 농도를 0, 0.07, 0.2, 0.4, 0.8 및 1.6wt%로 달리하여 Indanthren Red FBB 및 Mikethren Blue ACE로 90°C에서 60분간 나일론 태피터를 염색한 경우의 색도도를 나타낸 것이다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 하이드로술포이트의 양의 변화에 따라 색상 좌표에서 Indanthren Red FBB의 경우는 가로축인 a*(red-green) 축의 급격한 변화를 나타내고, Mikethren Blue ACE의 경우는 b*(yellow-blue) 축의 급격한 변화를 나타내고 있다. 또한 NaOH 농도에 따른 색상의 변화는 색상환에서 보여주는 a*b*의 변화보다는 명도축인 L*의 변화가 크게 나타났다.

즉 Indanthren Red FBB와 Mikethren Blue ACE 모두 하이드로술포이트 농도가 0.5% 이상에서 급격한 색상의 변화를 나타내고, NaOH 농도의 변화에 따른 색상환에서의 변화는 크지 않음을 보

이고 있다.

Table 4는 최적의 하이드로술포이트와 NaOH 농도를 일정하게 하고 2종의 배트염료 Indanthren Red FBB와 Mikethren Blue ACE의 염료농도 증가에 따른 나일론의 빌드업성을 L*와 먼셀 표색계로 나타낸 것이다. Indanthren Red FBB의 경우 10% 이후에서는 겉보기 염착량(K/S)의 증가는 보여지지 않지만, Mikethren Blue ACE의 경우 염료농도의 증가에 따라 겉보기 염착량이 증대하여 빌드업성이 우수하였다. 이와 같이 배트염료의 종류에 따라 빌드업성이 차이가 생기는 것은 염료의 특성에 기인하는 것이라 여겨진다.

Table 4. Effect of dye concentration on color change of vat dyed nylon 6 fabric

Dye	Dye conc. (owf)	L*	Total K/S	H	V	C
Indanthren Red FBB	3	39.2	106	3.11R	3.78	10.22
	5	35.1	140	4.20R	3.38	9.55
	10	31.3	167	4.87R	3.01	8.03
	15	31.2	160	5.46R	3.01	7.51
	20	31.7	157	4.97R	3.05	7.72
Mikethren Blue ACE	25	31.6	147	5.50R	3.05	6.85
	3	35.3	82	2.33PB	3.40	6.33
	5	30.3	118	3.62PB	2.92	5.64
	10	23.0	184	6.53PB	2.19	3.80
	15	19.5	250	8.73PB	1.89	2.32
	20	18.9	268	1.73P	1.84	1.70
	25	16.9	320	2.91P	1.68	1.48

Dyeing condition : Sodium hydrosulfite 1.0wt%, NaOH 0.2wt%, dyeing temperature 90°C, dyeing time 60 min.

Table 5는 90°C에서 염색한 경우의 나일론의 겉보기 염색속도곡선을 나타낸 것이다. Indanthren Red FBB의 경우에는 30분 정도에서 Total K/S가 거의 평형에 도달하였고, Mikethren Blue ACE의 경우는 시간이 증가할수록 Total K/S와 L*가 증가함을 알 수 있다.

Table 6은 나일론의 배트염료 염색에서의 염색 온도의 영향을 나타낸 것으로 Indanthren Red FBB의 경우 60°C인 저온의 색상이 90°C와 100°C의 고온의 색상과 거의 변화가 없지만, Mikethren

Blue Ace의 경우에는 온도가 증가할수록 염색성이 증가하였다.

Table 5. Effect of dyeing time on color change of vat dyed nylon 6 fabric

Dye	Dyeing time (min)	L*	Total K/S	H	V	C
Indanthren Red FBB	5	37.8	102.7	3.70R	3.65	8.87
	10	35.6	126.0	4.51R	3.43	8.78
	30	31.4	170.0	5.20R	3.03	8.15
Mikethren Blue ACE	60	31.2	160.3	5.46R	3.01	7.51
	5	35.3	172.8	0.98P	2.22	3.22
	10	30.3	190.9	1.92P	2.23	2.76
Blue ACE	30	23.0	233.5	1.48P	1.95	1.97
	60	19.5	249.9	8.73PB	1.89	2.32

Dyeing condition : Sodium hydrosulfite 1.0wt%, NaOH 0.2wt%, dyeing temperature 90°C.

Table 6. Effect of dyeing temperature on color change of vat dyed nylon 6 fabric

Dye	Dyeing temp. (°C)	L*	Total K/S	H	V	C
Indanthren Red FBB	50	43.8	64.7	2.20R	4.22	9.20
	60	32.5	147.0	4.54R	3.13	7.51
	70	32.2	161.5	4.99R	3.10	8.45
Mikethren Blue ACE	80	31.8	160.9	5.42R	3.06	7.99
	90	31.2	160.3	5.46R	3.01	7.51
	100	34.2	135.4	4.63R	3.30	8.31
Blue ACE	50	32.6	87.2	5.54P	3.18	6.03
	60	23.4	172.3	1.76P	2.24	2.83
	70	21.3	213.5	1.58P	2.02	2.18
Blue ACE	80	21.1	217.7	0.36P	2.00	2.14
	90	19.5	249.9	8.73PB	1.89	2.32
	100	18.4	290.0	4.46P	1.80	1.31

Sodium hydrosulfite 1.0wt%, NaOH 0.2wt%, dyeing time 60 min.

3.2 폴리에스테르의 배트염료 염색

NaOH 농도를 일정하게 하고 하이드로설파이트 농도를 변화시켰을 때 Mitsui Blue HR 및

Mikethren Blue ACE를 100~130°C의 온도 범위에서 폴리에스테르를 60분간 염색한 경우의 겉보기 염착농도, 명도 L* 및 먼셀표색계 HV/C의 변화를 Table 7 및 8에 나타내었다. 두 염료 모두 하이드로설파이트의 농도가 2wt% 이상에서 적정 배트산으로 변화하는 것은 온도의 영역에 관계없으며, 온도가 120°C 이상에서 최적의 온도조건이 된다는 것을 알 수 있다. 또한 하이드로설파이트를 첨가하지 않은 것보다 하이드로설파이트의 첨가, 특히 2wt% 이상의 농도의 첨가에서보다 짙게 염색되는 것은 하이드로설파이트에 의해 일부 하이드로퀴논(-C=C-OH)이 되어 이것이 분산염료적인 성질이 한층 높아지기 때문에 염색에 기여한 것이라 여겨진다.

그리고 온도가 증가할수록 하이드로설파이트가 존재할 경우에는 L*가 증가하였으며, 하이드로설파이트가 존재하지 않을 경우에는 오히려 L*가 감

Table 7. Effect of reducing agent on color change of polyester fabric dyed with Mitsui Blue HR

Dyeing temp.(°C)	SH (wt%)	L*	Total K/S	H	V	C
100°C	0	56.0	21.9	2.51PB	4.83	5.18
	0.5	74.7	5.9	8.97B	7.31	2.23
	1	69.1	8.8	7.47B	6.80	2.93
	2	36.7	90.7	5.74B	3.54	3.97
110°C	4	34.6	109.8	5.03B	3.34	4.05
	0	55.7	22.8	2.38PB	5.38	5.46
	0.5	71.0	8.4	5.94B	6.94	2.63
	1	60.5	17.9	6.39B	5.86	3.97
120°C	2	32.0	117.8	5.83B	3.09	3.72
	4	29.3	163.9	4.11B	2.82	3.71
	0	56.2	22.1	2.03PB	5.44	5.24
	0.5	66.9	11.5	6.33B	6.52	3.49
130°C	1	38.5	81.0	5.12B	3.71	4.78
	2	29.7	134.0	7.06B	2.86	3.50
	4	29.3	138.5	6.99B	2.82	3.35
	0	59.0	18.5	1.62PB	5.71	4.83
130°C	0.5	59.0	20.8	7.99B	5.72	4.03
	1	36.8	93.5	5.20B	3.55	4.40
	2	32.9	112.4	5.36B	3.17	3.66
	4	30.7	134.4	5.28B	2.96	3.34

NaOH 0.2wt%, dyeing time 60 min, SH : sodium hydrosulfite.

Table 8. Effect of concentration of reducing agent on color change of polyester fabric dyed with Mikethren Blue ACE

Dyeing temp.(°C)	SH (wt%)	L*	Total K/S	H	V	C
100°C	0	59.2	14.9	3.52PB	5.74	6.15
	0.5	70.2	8.4	7.94B	6.85	2.64
	1	66.1	11.4	6.38B	6.44	3.00
	2	42.6	59.9	8.44B	4.37	3.34
	4	45.7	47.4	7.24B	4.40	3.47
110°C	0	58.9	15.5	2.71PB	5.70	6.20
	0.5	65.9	12.2	6.83B	6.41	3.11
	1	57.9	21.1	6.54B	5.61	3.65
	2	35.7	91.5	6.85B	3.45	2.71
	4	34.8	99.9	6.23B	3.35	2.72
120°C	0	59.0	15.8	1.76PB	5.72	6.32
	0.5	59.6	19.0	6.89B	5.77	4.01
	1	34.9	94.7	7.24B	3.37	3.27
	2	30.9	120.0	7.82B	2.98	2.74
	4	30.0	126.5	7.99B	2.89	2.65
130°C	0	62.2	13.2	0.56PB	6.03	5.62
	0.5	55.9	26.7	5.17B	5.41	4.43
	1	37.2	85.6	5.23B	3.59	3.04
	2	33.9	105.0	4.18B	3.27	2.62
	4	30.6	122.7	6.85B	2.95	2.14

NaOH 0.2wt%, dyeing time 60 min, SH: sodium hydrosulfite.

소하였다. 즉 고농도의 하이드로슬파이트의 경우 염료를 과환원시키고, 저농도나 존재하지 않을 경우에는 염료의 환원부족으로 인하여 원하는 색상을 얻을 수 없었다. 따라서 나일론과 동일하게 최적의 하이드로슬파이트가 존재한다는 것을 알 수 있다. 이러한 경향은 색상환에서도 나타남을 알 수 있다. 즉, 저온에서는 색상의 변화가 급격히 변화하는 것을 나타내고, 고온에서 색상이 저온에서 낮게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 이러한 경향은 Fig. 2의 a*b* 색도도에서 뚜렷하게 나타난다. 그림은 NaOH 농도 0.2wt%로 일정하게 하고 하이드로슬파이트 농도를 0, 1.0, 2.0 및 4.0wt%로 달리한 경우와 하이드로슬파이트 2.0wt%로 일정하게 하고 NaOH 0, 0.2, 0.4 및 0.6wt%로 달리하여 Mitsui Blue HR 및 Mikethren Blue ACE로 130°C에서 60분간 폴리에스테르 태피터를 염색한 경우의 색도도이다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 하

이드로슬파이트의 양의 변화에 따른 색상좌표에서 2종의 염료 모두 b* 축에서 급격한 변화를 나타내고 있으며, NaOH 농도 변화의 경우는 2종의 염료 모두 좌영으로 존재할 경우는 거의 색이 발현되지 않고, 존재하지 않을 경우에는 염료의 용해성 부족으로 인하여 원하는 배트염료의 색이 나타나지 않았다.

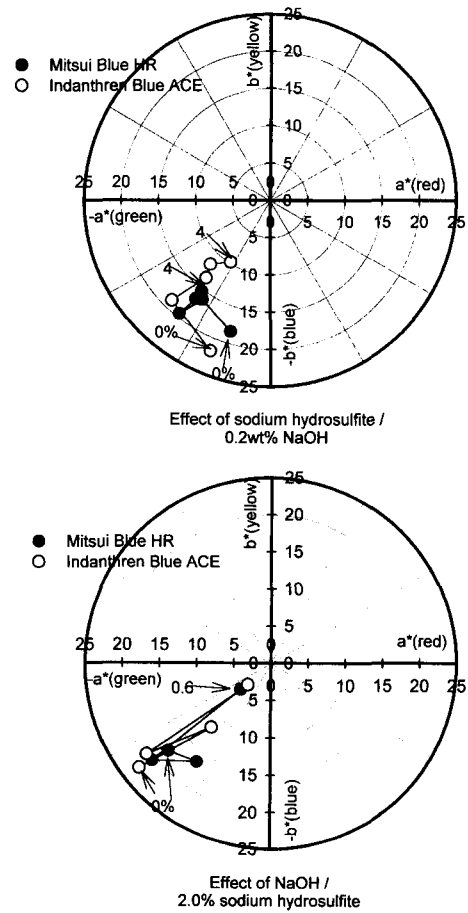


Fig. 2. Effect of sodium hydrosulfite and NaOH on color change of vat dyed polyester taffeta at 130°C.

Table 9는 Mitsui Blue HR와 Mikethren Blue ACE로 110°C 및 130°C에서 폴리에스테르를 60분간 염색하였을 때 염료 농도 및 하이드로슬파이트 농도를 일정하게 하고, NaOH 농도를 바꾸어 염색한 경우의 색농도 및 먼셀 색상의 변화를 나타낸 것이다. 나일론과 마찬가지로 0.2wt%에서 최적의 조건을 가지며 저농도 및 고농도에서는 원하는 색상을

얻을 수 없었다. 즉 저농도이거나 NaOH 무첨가에 서는 염료의 안정화 결핍으로 인해 염료가 석출되어 염색 포트 표면에 염료가 흡착되며, 고농도의 알칼리에 의한 염료의 분해가 일어난다고 생각된다.

Table 9. Effect of alkali on color change of vat dyed polyester fabric

Dye	Dyeing temp. (°C)	NaOH (wt%)	Total L*	H	V	C	
Mitsui Blue HR	110°C	0	39.6 91.6	1.22B	3.82	4.20	
		0.2	32.0 117.8	5.83B	3.09	3.72	
		0.4	45.1 55.1	3.61B	4.34	4.08	
	130°C	0.6	75.1 6.0	0.15PB	7.36	1.86	
		0	35.3 101.7	2.68B	3.41	3.98	
		0.2	32.9 112.4	5.36B	3.17	3.66	
	130°C	0.4	41.4 73.5	2.80B	3.99	4.58	
		0.6	73.5 8.0	4.68B	7.19	1.33	
		0	44.5 66.1	8.74BG	4.29	2.29	
	Mikethren Blue ACE	110°C	0.2	35.7 91.5	6.85B	3.45	2.71
			0.4	46.7 54.3	9.90BG	4.50	2.78
			0.6	73.5 7.0	6.76B	7.19	2.20
130°C		0	40.3 81.0	2.43B	3.88	5.03	
		0.2	33.9 105.0	4.18B	3.27	2.62	
		0.4	41.1 77.1	2.05B	3.97	4.57	
	0.6	75.2 6.9	5.38B	7.37	1.08		

Sodium hydrosulfite 2.0wt%, dyeing concentration 5% owf, dyeing time 60 min.

Table 10은 하이드로설파이트 2.0wt%, NaOH 0.2wt%로 환원제 및 알칼리의 농도를 일정하게 하고 염료 농도를 바꾸어 Mitsui Blue HR와 Mikethren Blue ACE로 110°C와 130°C에서 60분간 폴리에스테르를 염색한 경우의 빌드업성을 L*, Total K/S 및 먼셀표색계로 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 Mitsui Blue HR의 경우에는 저온인 110°C에서 빌드업성이 우수하고, Mikethren Blue ACE의 경우에는 고온인 130°C에서 빌드업성이 우수한 것으로 나타났다. 즉 염료에 따른 적정온도가 존재하며, 빌드업성의 차이점을 나타낸다는 것을 시사하고 있다.

3.3 초극세 나일론 부직포와 초극세 폴리에스테르 편직물의 세탁견뢰도

Fig. 3은 산성염료 Acid Red 18 및 Acid Blue

Table 10. Effect of dye concentration on color change of vat dyed polyester fabric

Dye	Dyeing temp. (°C)	Dye conc. (owf)	L*	Total K/S	H	V	C	
Mitsui Blue HR	110°C	5	32.0	117.8	5.83B	3.09	3.72	
		10	23.8	225.6	5.00B	2.28	2.46	
		15	20.5	320.5	4.94B	1.92	2.52	
	130°C	20	17.7	384.5	4.88B	1.76	2.69	
		25	19.2	316.3	6.10B	1.86	2.42	
		5	32.9	112.4	5.36B	3.17	3.66	
	Mikethren Blue ACE	110°C	10	30.7	130.1	4.40B	3.01	3.30
			15	28.5	150.2	4.50B	2.81	3.02
			20	26.3	175.2	5.68B	2.61	2.89
		130°C	25	24.9	193.3	6.45B	2.39	2.77
			5	35.7	91.5	6.85B	3.45	2.71
			10	33.5	107.7	3.58B	3.23	1.42
Mikethren Blue ACE	110°C	15	32.5	110.5	4.51B	3.15	1.40	
		20	31.9	113.7	4.91B	3.08	1.38	
		25	30.0	131.4	5.58B	2.89	1.35	
	130°C	5	33.9	105.0	4.18B	3.27	2.62	
		10	26.6	152.2	9.18B	2.56	1.62	
		15	25.2	170.5	0.32PB	2.35	1.35	
	20	23.9	183.5	1.32PB	2.29	1.06		
	25	23.5	189.9	2.31PB	2.25	0.91		

Sodium hydrosulfite 2.0wt%, NaOH 0.2wt%, dyeing time 60 min.

113, 금속착염염료 Acid Red 315 및 Acid Blue 317과 배트염료 Indanthren Red FBB 및 Mikethren Blue ACE를 사용하여 나일론의 일반사 부직포와 극세사 부직포의 빌드업성을 나타낸 것이다. 대체적으로 염료농도가 10~15% 범위까지 빌드업성이 증가하고, 겉보기 농도값인 Total K/S가 극세사 부직포가 일반사 부직포에 비하여 높게 나타났다. 그러나 Mikethren Blue ACE의 경우는 빌드업성이 30%까지 높게 나타났으며, 다른 염료보다 우수한 Buildup성을 보여준다.

Table 11은 배트염료 Indanthren Red FBB와 Mikethren Blue ACE, 그리고 Table 12는 금속착염염료인 Acid Red 315와 Acid Blue 317로 염색한 나일론 6 일반사와 초극세사 부직포의 세탁견뢰도를 나타낸 것이다. 세탁견뢰도는 멀티화이버의 오염 정도와 세탁전후의 ΔE*로 나타내었다.

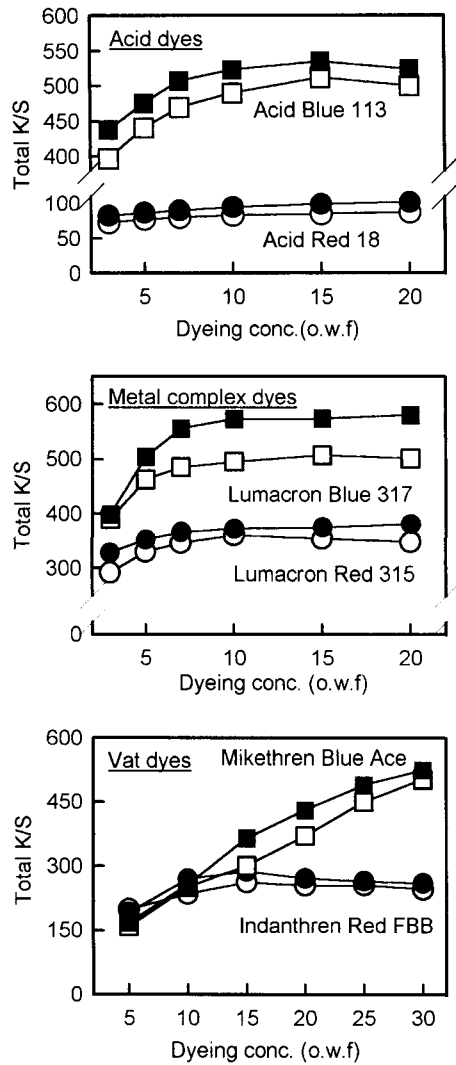


Fig. 3. Build-up properties of nylon 6 regular and UMF nonwoven fabrics with acid, metal complex and vat dyes.(open : regular, closed : UMF)

배트염료가 금속착염료보다 세탁견뢰도가 1~2급 정도 우수한 것을 보여주고 있으며, 염료 농도에 약간의 차이는 있으나 금속착염료와 배트염료 모두 일반사가 초극세사 보다 0.5급 정도의 세탁견뢰도가 높게 나타났다. 따라서 일반적으로 현장에서 사용되는 나일론 초극세사 부직포의 견뢰도, 특히 세탁견뢰도가 요구되는 부분에 금속착염료보다 배트염료의 적용성에 대한 가능성이 엿보여진다.

Table 13은 분산염료인 Disperse Red 60과

Table 11. Wash fastness for vat dyes on nylon 6 fabrics

Sample	Dye conc. (owf)	Staining on adjacent fabric		ΔE^*
		Wool	Nylon	
Regular	Indanthren	3	5	1.8
		5	5	2.3
	Red FBB	7	5	1.6
		10	5	1.1
	Regular	15	5	1.8
		20	5	0.6
UMF	Mikethren	3	5	2.1
		5	5	1.2
	Blue ACE	7	5	2.6
		10	5	1.5
	UMF	15	5	2.7
		20	5	2.9
UMF	Indanthren	3	5	0.7
		5	5	1.6
	Red FBB	7	5	1.3
		10	5	1.3
	UMF	15	5	0.8
		20	5	1.3
UMF	Mikethren	3	5	1.9
		5	5	1.9
	Blue ACE	7	5	4.4
		10	5	4.1
	UMF	15	5	3.3
		20	5	2.0

Sodium hydrosulfite 2.0wt%, NaOH 0.2wt%, dyeing temperature 130°C, dyeing time 60 min.

Blue 56, 배트염료인 Mitsui Blue IIR 및 Mikethren Blue ACE로 염색한 폴리에스테르 표리(표면 : 2.08d, 이면 : 0.05d)가 다른 초극세사 편직물에 대한 세탁 오염견뢰도 및 세탁 전후의 ΔE^* 를 나타낸 것이다. 나일론 부직포와 동일하게 분산염료보다 배트염료가 오염견뢰도가 2~3급 높은 값을 보여주고 있다. 나일론과 같이 특히 섬도가 가늘어질수록 고부가가치 제품에 문제점이 발생하는 세탁견뢰도가 낮아지는 문제를 해결하기 위하여 배트염료의 사용이 바람직하다고 여겨진다. 또한 분산염료와 배트염료에 대한 표리의 마찰견뢰도의 결과를 Table 14에 나타내었다. 분산염료와 배트염료의 마찰견뢰도의 차이점은 거의 동일한 견뢰도를 나타내었다.

Table 12. Wash fastness for metal complex acid dyes on nylon 6 fabrics

Sample	Dye	Dye conc. (owf)	Staining on adjacent fabric		ΔE^*
			Wool	Nylon	
Regular	Red 315	3	4-5	4	3.4
		5	4-5	4	4.6
		7	4-5	4	4.3
		10	4	3-4	3.5
		15	4	3-4	4.4
		20	4	3-4	4.6
	Acid Blue 317	3	4-5	4	1.0
		5	4-5	3-4	1.1
		7	4	3-4	1.0
		10	4	3	0.7
		15	3-4	2-3	0.7
		20	3-4	2-3	1.1
UMF	Red 315	3	4-5	4	3.8
		5	4-5	4	3.9
		7	4	3-4	4.4
		10	4	3-4	4.3
		15	3-4	3	4.7
		20	3-4	3	4.5
	Acid Blue 317	3	4-5	3-4	1.0
		5	4	3	1.3
		7	4	3	0.9
		10	3-4	2-3	0.9
		15	3-4	2-3	1.3
		20	3	2	0.9

Table 13. Wash fastness for disperse and vat dyes on polyester UMF fabric

Dye	Dyeing temp. (°C)	Staining on adjacent fabric			
		Acetate	Nylon	Wool	
Disperse Red 60	110	3	3	4-5	
	120	2-3	2-3	4	
	130	2	2	4-5	
Disperse Blue 56	110	3	2	4-5	
	120	2-3	2	4-5	
Vat Mitsui Blue Ace	110	5	4-5	5	
	120	5	5	5	
	130	5	5	5	
	Vat Mikethren Blue HR	110	5	5	5
		120	5	5	5
		130	5	5	5

Sodium hydrosulfite 2.0wt%, NaOH 0.2wt%, dyeing temperature 130°C, dyeing time 60 min.

Table 14. Rubbing fastness for disperse and vat dyes on polyester UMF fabric

Dye	Dyeing temp. (°C)	Change of shade				
		Dry		Wet		
		Front	Back	Front	Back	
Disperse Red 60	110	3-4	4-5	3-4	4-5	
	120	3	4	3	4	
	130	3	4	3	4	
	Disperse Blue 56	110	3-4	4-5	3	4-5
		120	3	5	3	4
		130	3	5	3	4-5
Vat Mitsui Blue Ace	110	3-4	4-5	3-4	4-5	
	120	3	4-5	3	4-5	
	130	3	4-5	3	4-5	
	Vat Mikethren Blue HR	110	3	4-5	3	4
		120	3	4-5	3	4-5
		130	4	5	4	4-5

Sodium hydrosulfite 2.0wt%, NaOH 0.2wt%, dyeing temperature 130°C, dyeing time 60 min.

4. 결 론

나일론 및 폴리에스테르를 사용하여 수용액계에서 3종의 배트염료 Indanthren Red FBB, Mikethren Blue ACE 및 Mitsui Blue HR로 염색하여 하이드로슬파이트/NaOH 농도를 변화시켜 알칼리 및 환원액의 조성에 따른 색상 변화를 관찰하였고, 비교 염료로서 나일론에 대해서는 산성 염료 Acid Red 18 및 Acid Blue 113, 금속착염료 Acid Red 315 및 Acid Blue 317, 폴리에스테르 섬유에 대해서는 분산염료 Disperse Red 60 및 Disperse Blue 56을 사용하여 견뢰도와 빌드업성에 대하여 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 나일론과 폴리에스테르 염색에서 하이드로슬파이트와 NaOH의 최적량이 존재함을 알 수 있다. 하이드로슬파이트의 경우 과량으로 존재할 경우 과환원시키고, 적을 경우 환원불량으로 원하는 색상을 얻을 수 없었다. 또한 NaOH의 경우도 과량으로 존재할 경우 높은 알칼리 농도에서 배트염료가 분해하고, 적게 존재할 경우인 낮은 알칼리 농도에서나, 없는 경우에 염료가 녹지 않아 석출되었다.
2. 나일론에 대한 배트염료의 경우, Mikethren Blue ACE는 고온에서 높은 색상이 나타났고 Indanthren Red FBB의 경우는 낮은 온도에

- 서도 높은 온도와 동일한 색상을 얻을 수 있었으며, Buildup성도 Mikethren Blue ACE가 Indanthren Red FBB보다 우수하였다.
3. 폴리에스테르에 대한 배트염료 염색에서 Mikethren Blue ACE의 경우 높은 온도에서 빌더업성이 우수하였고 Mitsui Blue HR은 낮은 온도에서 우수한 빌더업성을 나타냈다.
 4. 나일론의 부직포에 대한 배트염료 염색은 금속착염료보다 세탁견뢰도가 1~2급 정도 높게 나타났으며, 폴리에스테르의 편직물에서의 배트염료 염색이 분산염료 염색보다 2~3급 정도 우수하였다.

감사의 글

이 논문은 2001년 두뇌한국 21사업 핵심분야에서 지원받아 수행한 연구이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. T. Sakagawa, H. Watanabe, and S. Hirota, *バット染料の新応用技術(1)*, *Dyeing Industry, Jpn*, **34**, 608~616(1988).
2. T. Sakagawa, H. Watanabe, and S. Hirota, *バット染料の新応用技術(2)*, *Dyeing Industry, Jpn*, **35**, 31~35(1989).
3. T. Sakagawa, H. Watanabe, and S. Hirota, *バット染料の新応用技術(3)*, *Dyeing Industry, Jpn*, **35**, 55~65(1989).
4. S. Hongyo, M. Uchiyama, K. Kinito, and H. Moriwaki, *Dyeing of Synthetic Fibers with Indigoid Dyes*, *Sen'i Gakkaishi Preprint*, F-215(1998).
5. S. Hongyo, H. Moriwaki, *Dyeing of Cotton Garments and Synthetic Fibers with Indigo Dyes*, *Dyeing Industry, Jpn*, **47**, 55~62(1999).
6. S. Hongyo, K. Kunito, and S. Maeda, *Dyeing of Synthetic Fibers with Vat Dyes*, *Dyeing Industry, Jpn*, **48**, 589~594(2000).
7. D. S. Jeong, M. Lee, M. Saito, T. Wakida, and K. Nishi, *Dyeing of Polyester Fabric with Vat Dyes by Dry Heat, Super Heat, and High Pressure Steam Processings*, *Sen'i Gakkaishi*, accepted(2002).
8. T. Sakagawa, H. Watanabe, and S. Hirota, *バット染料の新応用技術(4)*, *Dyeing Industry, Jpn*, **35**, 178~188(1989).