

<研究論文(學術)>

폴리에스테르 및 폴리에스테르/나일론 부직포의 용제첨가 거품염색에서의 염색성

김공주 · 이정민* · 배기서* · 김선경* · 이화선 · 전재홍

전북대학교 공과대학 섬유공학과
*충남대학교 공과대학 섬유공학과
(1995년 7월 7일 접수)

Dyeabilities of Polyester and Polyester/Nylon Nonwovens in the Foam Dyebath Assisted with Solvent

Gong Ju Kim, Jeong Min Lee*, Kie Seo Bae*, Sun Kyong Kim*,
Hwa Sun Lee, and Jae Hong Jeon

Dept. of Textile Eng., Chonbuk National Univ., Chonju, Korea
*Dept. of Textile Eng., Chungnam National Univ., Taejon, Korea
(Received July 7, 1995)

Abstract—In foam dyebath assisted with and without solvent (iso-propylalcohol) for polyester and polyester(30%)/nylon(70%) (P3/N7) nonwoven fabrics, adsorption behavior of polyester and P3/N7 nonwovens dyed with C.I. Disperse Red 4 (Red 4), C.I. Acid Violet 54(Violet 54) and Red 4/Violet 54 were investigated by determining the K/S value. The K/S values of polyester and P3/N7 nonwovens in the foam dyeing was greatly enhanced by adding the iso-propylalcohol, but these values were not higher than the carrier dyeing. Dyeabilities of polyester/nylon blended nonwoven fabrics to Red 4, Violet 54 and Red 4/Violet 54 in the foam dyeing were influenced by the affinity of dye to fiber.

1. 서 론

에너지 절약이라는 측면에서 연구개발되고 있는 거품염색(Foam dyeing)은 여태까지 사용된 염색 매체인 물의 대부분을 공기로 바꿔 거품을 사용하는 방법이다. 염색가공은 에너지를 대량 소비하는 산업으로써 에너지 절약의 방법으로 저욕비 염색이 보편화되고 있지만 여기에는 한계가 있다. 1980년대 중반까지 염색 욕비를 50-30 : 1을 유지하였으며, 현재 10-5 : 1까지 줄이고 있는 것이 사실이다.

재래의 염색은

1. 많은 양의 염색을 염색온도까지 올리는데 필요한 열량

2. Wet pick up을 (100-150%)이 크기 때문

에 이 물을 건조하는데 필요한 열량

③ 많은 염색폐수는 하천을 오염시키고 염색폐수를 정화하려면 많은 에너지 및 시간이 소비되며

④ 욕비가 많으면 염료 및 조제의 낭비가 많기 때문에 에너지 절약, 공해문제 및 자원의 절약이라는 측면에서 부적당하다.

거품을 이용한 염색가공은 거품에 의해 염료 및 조제가 섬유에 전달되고 상온에서 섬유상의 거품을 파괴, 흡수시킨 후 순간적인 열처리로 섬유에 확산 염색되므로 흡수율이 비교적 많은 면이라도 wet pick up이 30% 정도로 충분하며 소수성인 polyester에서는 wet pick up을 2.49%까지 억제하여도 균염이 얻어졌다는 보고가 있다¹⁾.

섬유공업에서는 소비된 열에너지의 55-60%는

직물의 호발, 정련, 표백 및 염색가공에서 사용되고 있다. 이와 같이 wet process에서 쓰이고 있는 열에너지의 대부분은 건조 공정이 차지하고 있다는 사실이다. 섬유의 염색 및 가공이 크게 진보하여 고도의 염색가공 기술을 검토하던 중 건조공정에서 염료, 약제의 migration이 가공효과에 어떤 영향을 주는가에 대한 문제가 차츰 확실해졌다. 즉 padding 공정에서 wet pick을 적제할수록 중간건조에서 염료 및 약제의 migration이 억제된다. 염료의 경우는 migration의 결과가 그대로 염색농도차로 나타남으로 일찍부터 그 원인과 대책이 연구되어 왔다. 따라서 padding 시의 wet pick을 낮추는 소위 low pick up의 방법의 하나로 거품의 응용을 생각하게 되었다. 염색가공에서 물의 기능의 하나는 비교적 소량의 염료, 약제를 넓은 직물의 전면에 균일하게 분배시키는데 있다. Spray법이나 전사 롤러 날염법은 처리 욕을 액체 그대로 응용함으로 low wet pick up에서는 포의 큰 표면적에 비해 염료용액의 용적이 너무 적기 때문에 균일분배가 불가능하며, 친수성섬유의 수계처리욕을 응용한 경우는 더욱 심하다. 1m²의 직물의 섬유표면적은 약 100m²가 된다²⁾. 여기서 6% o.w.f의 약제를 고농도로 섬유의 전 표면에 균일하게 분배하고자 하면 10m²의 용액이 필요하다. 이 직물의 표면에 소량의 액체를 균일하게 분포시킨다는 사실 자체가 어려운데 직물의 두께를 통하여 모든 섬유에 균일하게 약제 액을 분배시킨다는 사실은 100배 이상으로 곤란한 일이 된다. 수용액 중에 공기를 불어넣어 용적을 크게 하는 수단은 여러 곳에서 활용되고 있다. 발표된 바³⁾에 따르면 1931년에 거품을 이용한 연속가공법의 특허가 출현되었으며, 1931년경에 기포가공법을 생각하기에 이르렀다⁴⁾. Sandoz사가 주가 되어 knit의 염색법으로 기포를 이용한 Sancowad 염색법을 개발한 것도 위와 같은 발상에 기초를 두고 있다. Sandoz사의 기포염색을 전후하여 Ciba, Geigy에서도 거품을 이용한 섬유가공의 연구가 진행되어온 흔적이 많은 특허 등으로 추찰할 수 있다. 한편 1973-1974년의 석유 위기를 맞아 미국에서는 연속식 염색에서 pad 액을 공기로 희석시킨 거품으로 대체하는 연구가 활발히 진행되었다. 이들의 성과가 1970년 후반기에 실제에 옮겨져 차차 거품을 이용한

省 energy 가공이 보급되기에 이르렀다.

이와 같이 현 시점에서 필요한 장점을 두루 갖춘 거품염색 가공은 완전한 공업화를 위하여 개발에 박차를 가할 시기에 와 있다. 국내에서는 몇몇 연구⁵⁻⁶⁾가 있으나 직물의 거품염색에는 미흡한 점이 많다.

본 연구는 polyester 및 polyester/nylon 부직포의 거품 염색에 용제를 첨가(염료의 용해 및 피염제의 가소화 효과)하여 염색성 및 균염성을 향상시켜 값싼 부직포의 염색에 저가 거품염색을 이용함으로써 의료용직물(醫療用織物)을 부직포로 대체함으로써 값싸게 공급할 수 있을 뿐만 아니라 값싸고 고부가가치 상품개발의 기초 연구로 삼고자 한다.

2. 실 험

2.1 재 료

2.1.1 부직포

PET부직포 (58g/m² 니들펀치제; 란트라코리아) 및 PET/나일론 부직포 (30:70, 45g/m² 니들펀치제; 란트라코리아)

2.1.2 발포제

Sodium lauryl sulfate (SLS, Sigma Chem, Co., U.S.A)

2.1.3 염 료

C.I. Disperse Red 4 (Red 4) 및 C.I. Acid Violet 54 (Violet 54)의 시판염료를 그대로 사용하였다.

2.1.4 안정제

Sodium alginate (Alg-Na; 1급 시약)

2.1.5 용 제

Iso-propyl alcohol (I-PA; 1급 시약)

2.1.6 Carrier

Matexile CA-DPL (diphenyl계; ICI Woobang)

2.1.7 분산제

Matexile DA-N (ICI Woobang)

2.1.8 조 제

아세트산 등의 약품은 1급 시약을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.1.1 거품염색

1) 거품염색 장치

Foam dyeing apparatus는 전보⁷⁾에 발표한 바와 같다.

2) Recipe

1 약 제

Red 4 : 10-50g/l

Violet 54 : 10-50g/l

SLS : 4g/l

Alg-Na : 4g/l

I-PA : 40g/l

Matexile DA-N : 10g/l

2 Foam dyeing apparatus의 운전조건

Mixing head 회전 속도 : 900 rpm

공기량 : 0.8 l/min.

용액량 : 80 ml/min.

Blow ratio : 1 : 10.8

Wet pick up : 50%

Pre-dry : 100°C × 2min.

3 Steam fixing

40°C $\xrightarrow{20\text{min.}}$ 130°C × 2min.

4 Soaping

50°C의 음이온 활성제 용액(2g/l)에서 20분간 처리하였다.

2.2.2 일반염색

1) Carrier 염색

Red 4 : 2-10% (o.w.f) 및 Violet 54 : 2-10% (o.w.f), Matexile CA-DPL : 3% (o.w.f) 및 3% o.w.f의 아세트산(30%)을 가한(육비 1 : 50) 100°C의 염색에서 60분간 염색하였다.

2) 고온염색

Red 4 : 2-10% (o.w.f)와 3% o.w.f의 아세트산(30%)을 넣은(육비 1 : 50) 130°C의 염색에서 60분간 염색하였다.

2.2.3 K/S 값

Gardner type color difference meter (BYK Co.)에서 얻은 부직포의 주파장 반사율을 Kubelka Munk식의 의해 계산하였다.

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R$$

3. 결과 및 고찰

3.1 PET부직포의 거품염색

Fig. 1은 PET를 Red 4로 거품염색법에 의해 염색된 염착현상을 K/S값으로 나타내었다. 거품염색의 Red 4의 농도가 증가함에 따라 I-PA 미첨가 거품염색의 K/S값은 30g/l의 농도까지는 직선적으로 완만하게 증가하다가 그 이상의 농도에서 급격하게 증가하였으나 50g/l의 농도에서는 증가가 완만해짐을 알 수 있었다. 이와 같은 현상은 30g/l까지는 염료가 들어갈 수 있는 비결정영역의 void는 충분하나 염료농도가 충분하지 못함을 나타내고, 40g/l의 농도에서는 염색의 농도와 PET의 void가 균형이 잡힌 결과라 생각되며, 50g/l에서는 염료가 침입할 수 있는 void가 작기 때문에 염료의 농도가 증가하여도 염착이 완만해짐을 나타내었다고 본다. I-PA첨가 거품염색에서도 30g/l까지는 완만한 직선적인 증가를 나타내고 그 이상의 농도에서는 약간 급격한 증가에 수계와 같은 현상을 나타내었으며 I-PA첨가 염색의 염착량이 미첨가 염색보다 많은 것은 I-PA의 가소화 작용과 염료의 용해도의 증가⁷⁻⁹⁾에 있다고 본다. PET에 대한 Red 4의 carrier 및 고온염색에서의 염착량은 Fig. 1의 거품염색에서의 염착량과 비교하고자 Fig. 2에 나타내었다.

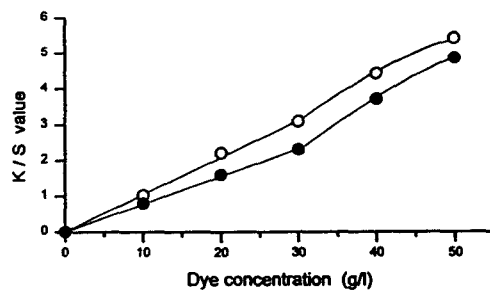


Fig. 1. K/S value PET nonwoven fabric(59 g/m²)dyed with C.I. Disperse Red 4 by foam dyeing system.

- without iso-propylalcohol
- with iso-propylalcohol

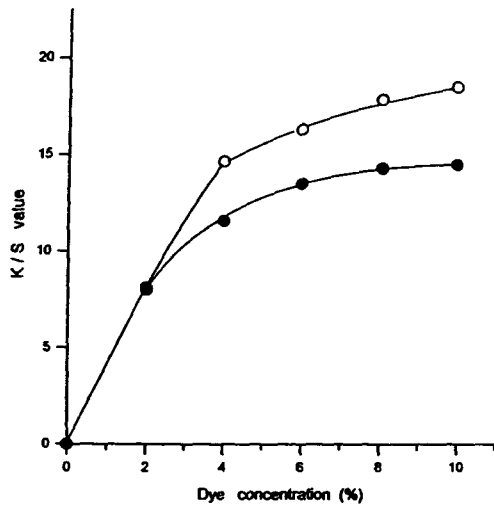


Fig. 2. K/S value of PET nonwoven fabric(58 g/m²) dyed with C.I. Disperse Red 4 by high temp. and carrier dyeing.
 ● high temp. dyeing
 ○ carrier dyeing

carrier염색에서는 2% o.w.f까지는 직선적으로 급격하게 증가하고, 그 이상의 농도에서 완만한 증가를 보여 6% o.w.f에서 평형에 가까워 졌으며, 고온염색에서는 4% o.w.f까지 직선적으로 급격하게 증가하였으며 그 이상의 농도에서 완만하게 증가하여 8% o.w.f에서 평형에 접근하였다. Fig. 1의 거품염색과 비교하면 고온 및 carrier염색의 경우가 염착량이 많은 것은 침염의 경우는 염료의 섬유 표면에 흡착과 더불어 확산이 진행되지만 거품염색의 경우는 염료가 섬유표면에 부착된 후 순간적인 열처리에 의해 확산되므로써 확산효율이 낮은데서 왔다고 본다.

3.2 PET(30%)/nylon(70%) 부직포의 거품염색

최근 나일론부직포의 이용도가 증가함에 따라 그 생산이 증가하고 있으나 나일론원사의 값이 비싸므로 순 나일론 부직포는 거의 생산되지 않으며 실제적으로 나일론 부직포로 시판되고 있는 것은 PET(30%)/나일론(70%) (이하 P3/N7이라 함)의 혼합 부직포이다. 따라서 여기에서도 P3/N7 부직포의 염색성을 검토하고자 한다.

Fig. 3은 P3/N7부직포를 Red 4를 이용하여 거

품염색한 염착량을 K/S로 나타내었다. 염료농도가 증가함에 따라 염착량은 거의 직선적으로 증가하여 Henry형 분배곡선을 나타내어 합성섬유에 대한 분산염료의 염색특성과 일치하였으며 I-PA를 가하지 않는 경우는 40g/l농도 이상에서는 염착량의 증가가 완만해졌으나 I-PA를 가한 경우는 50g/l의 농도까지도 염착량이 직선적으로 증가함을 나타내어 합성섬유에 대한 I-PA의 가소화 효과 및 염료의 용해도 효과가 큼을 알 수 있었다.

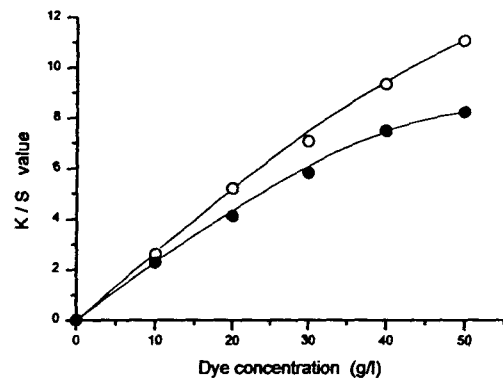


Fig. 3. K/S value of PET(30%)/Nylon(70%) blend nonwoven fabric(45 g/m²) dyed with C.I. Disperse Red 4 by foam dyeing system.
 ● without iso-propylalcohol
 ○ with iso-propylalcohol

Fig. 4는 P3/N7 부직포에 대한 Violet 54의 거품염색특성을 나타내었다. Violet 54는 PET에는 염색되지 않으며 나일론 부분에만 염색되므로 P3/N7 부직포의 70%만이 염색되며 PET부분은 백잔염(白殘染)상태가 된다. P3/N7에 대하여 I-PA를 가하지 않는 거품염색에서 20g/l까지는 직선적으로 증가하였으며 그 이상의 농도에서는 완만한 증가를 나타내어 High affinity형 흡착등온곡선을 나타내고 있다. 이와 같은 염색현상은 Violet 54가 milling형 산성염료로서 Langmuir형의 변형인 High affinity형을 보였다고 보며 I-PA를 거품염색에 첨가하였을 때도 I-PA를 가하지 않은 경우와 비슷하나 염착량이 많은 것은 앞에서 고찰한 경우와 같다.

Fig. 5는 P3/N7 부직포를 Red 4(30%)/Violet 54(70%) 혼합염료를 거품염색한 현상을 나타내

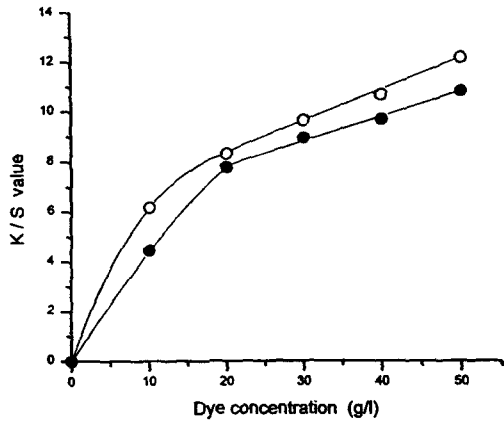


Fig. 4. K/S value of PET(30%)/Nylon(70%) blend nonwoven fabric(45 g/m²) dyed with C.I. Acid Violet 54 by foam dyeing system.

- without iso-propylalcohol
- with iso-propylalcohol

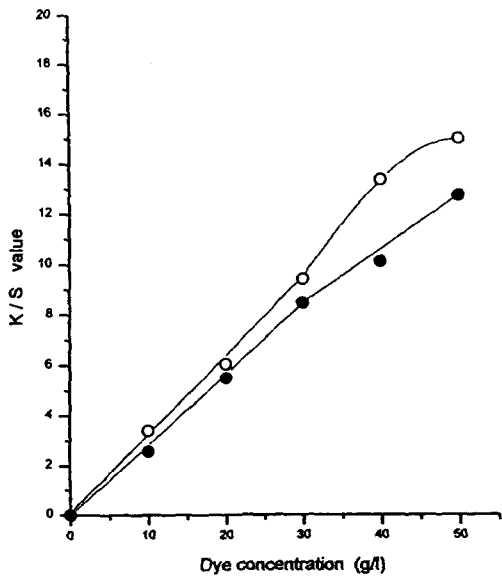


Fig. 5. K/S value of PET(30%)/Nylon(70%) blend nonwoven fabric(45 g/m²) dyed with C.I. Disperse Red 4(30%)/C.I. Acid Violet(70%) by foam dyeing system.

- without iso-propylalcohol
- with iso-propylalcohol

었다. 분산염료인 Red 4는 PET와 나일론에 염착이 되지만 산성염료인 Violet 54는 나일론에만 염색

된다. Fig. 5에서는 I-PA를 첨가하지 않는 경우는 거의 직선적으로 증가하였으며, I-PA를 가한 경우 30g/l 농도까지는 직선적으로 증가하다가 40g/l에서 급격하게 증가하여 그 이상의 농도에서는 완만한 증가를 보였으며 I-PA첨가 유무에 관계없이 Red 4나 Violet 54의 단독염색시 염착곡선과는 다른 현상으로 나타난 것은 Red 4와 Violet 54의 색상 혼합에서 찾아야겠다.

Fig. 6은 P3/N7 부직포의 carrier염색의 흡착등온곡선을 나타내었다. Red 4, Violet 54 및 Red 4/Violet 54의 세 염색의 경우, 2% o.w.f까지는 염착량의 차는 있으나 직선적으로 증가하였으며 Red 4는 고용설에 입각한 Henry형을 나타내었으며 Violet 54는 High affinity 염착등온곡선을 보였으며 Red 4/Violet 54 혼합염료의 경우는 두 염료의 혼합에 의해 Red 4나 Violet 54의 단독의 경우와는 다른 현상을 나타내어 두 염료의 색상 혼합에서 오는 결과라 하겠다. Fig. 3-5의 거품염색과 Fig. 10의 carrier염색과는 염착등온곡선이 전혀 다른 것으로 미루어 염색방법이 염착상태에 큰 영향을 줌을 알 수 있었다.

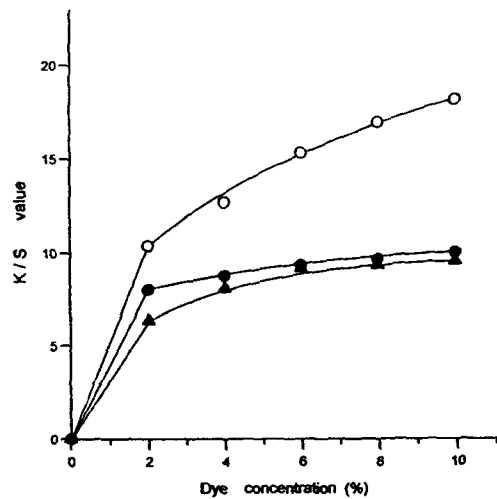


Fig. 6. K/S value of PET(30%)/Nylon(70%) blend nonwoven fabric(45 g/m²) dyed with C.I. Disperse Red 4, C.I. Acid Violet 54 and Red 4(30%)/Violet 54 (70%) by carrier dyeing system.

- Red 4/Violet 54
- Violet 54
- ▲ Red 4

3.3 PET와 나일론이 여러 비율로 혼합된 부직포의 거품염색

PET와 나일론을 여러 비율로 혼합된 부직포를 Red 4, Violet 54 및 Red 4/Violet 54로 거품염색된 염착량을 K/S값으로 Fig. 7-9에 나타내었다.

Fig. 7은 Red 4로 거품염색된 염착량을 K/S값으로 나타내었다. anthraquinone계 분산 염료인 Red 4는 비교적 소수성이 강하며 (무기성/유기성 값 : 0.997) PET와 나일론에 다같이 염색이 되지만 PET (무기성/유기성 값 : 0.7)가 나일론 (무기성/유기성 값 : 1.7)보다 무기성/유기성 값이 가깝기 때문에 친화력이 크다고 생각할 수 있다¹⁰⁾. Fig. 7에서 본바와 같이 Red 4의 농도에 따른 거품염색의 염착량을 보면 PET의 혼합비율이 클수록 Red 4의 염착량이 많은 것으로 보아 무기성/유기성 값의 이론과 일치함을 알 수 있었다. 또 Red 4의 농도 차에 의한 염착량은 나일론의 혼합비율이 클수록 10g/l의 염착비율이 20g/l의 염착비율보다 낮으나 PET의 혼합비율이 클수록 낮은 농도의 염착비율이 높은 것은 Red 4가 PET쪽에 친화력이 큰 결과라 생각된다.

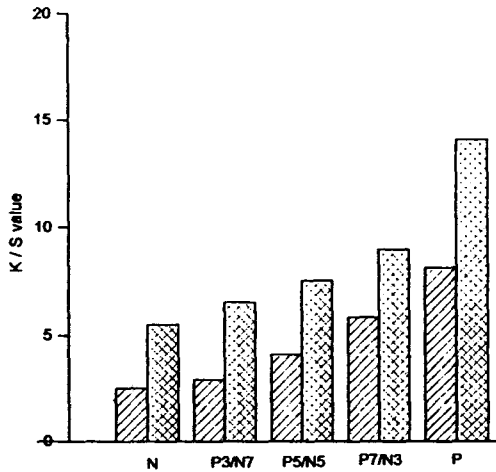


Fig. 7. K/S value of PET/Nylon nonwoven fabrics dyed with C.I. Disperse Red 4 by foam dyeing system.

▨ Red 4 10 g/l ▩ Red 4 20 g/l

Fig. 8은 milling형 산성염료인 Violet 54로 거

품염색된 염착량을 K/S값으로 나타내었다. 나일론에 대한 Violet 54의 염착량은 매우 많으며 농도 차가 거의 없는 것은 10g/l의 농도로 포화염색이 가능한 농도임을 나타낸다. PET의 혼합비율이 증가함에 따라 염착량이 작은 것은 Violet 54는 PET에 염색되지 않는 결과이며 P7/N3의 염착량이 가장 작음을 알 수 있다. 여러 혼합비율의 부직포에 거품염색에서 Violet 54의 농도 차에 의한 염착량의 차이가 적은 나일론에 대한 Violet 54의 염색에서 농도 차에 대한 염착량의 차가 없는 결과와 같다.

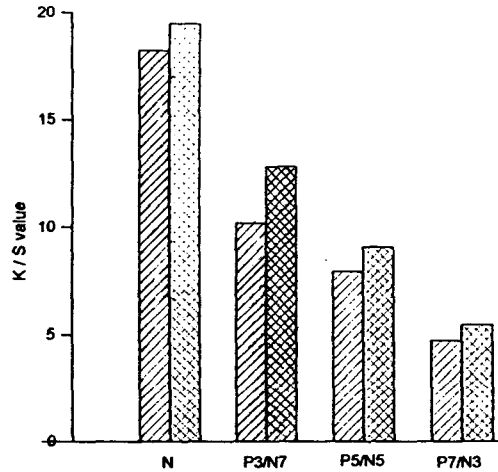


Fig. 8. K/S value of PET/Nylon nonwoven fabrics dyed with C.I. Acid Violet 54 by foam dyeing system.

▨ Violet 54 10 g/l ▩ Violet 54 20 g/l

Fig. 9는 PET/나일론혼합부직포에 대한 Red 4/Violet 54혼합염료의 거품염색의 염착량을 K/S값으로 나타내었다. P7/N3, P5/N5 및 P3/P7의 혼합비율에 따른 Red 4/Violet 54의 염착량은 나일론의 혼합비율의 증가에 따라 증가하고 있다. 이와 같은 현상은 염료의 혼합비율은 PET와 나일론의 혼합비율에 따라 정해졌으며 분산염료인 Red 4는 PET와 나일론에 염색되나 Violet 54는 나일론에만 염색되기 때문으로 생각된다. 또 Fig. 8의 Violet 54만으로 염색된 경우의 K/S값보다 Fig. 9의 Red 4/Violet 54의 염착량이 많은 것은 나일론에 Red 4와 Violet 54가 동시에 염색되어 Red 4와 Violet 54의 두 색상이 혼합되어 색상이 짙어지기 때문이다.

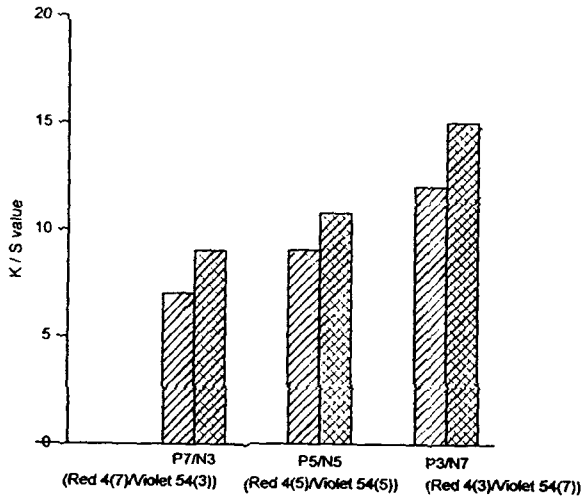


Fig. 9. K/S value of various PET/Nylon nonwoven fabrics dyed with C.I. Disperse Red 4/C.I. Acid Violet 54 by foam dyeing system.

▨ Red 4/Violet 54 10 g/l
 ▩ Red 4/Violet 54 20 g/l

4. 결 론

PET 및 PET/나일론 혼합부직포에 대한 C.I. Disperse Red 4, C.I. Acid Violet 54 및 C.I. Disperse Red 4/C.I. Acid Violet 54의 거품염색현상을 고찰한 결과가 다음과 같다.

1) PET부직포에 대한 Red 4의 염착량은 isopropyl alcohol을 첨가한 경우가 많았으며 carrier 염색법에 의한 염착량보다 작았다.

2) PET(30%)/나일론(70%)에 대한 Red 4, Violet 54 및 Red 4/Violet 54 염착량은 Red 4, Violet 54, Red 4/Violet 54의 순으로 증가하였으며 isopropyl alcohol을 첨가한 경우의 염착량이 많았다.

감사의 글

이 논문은 1991-1993년도 한국과학재단의 연구비지원(특정목적기초; KOSEF 91-0400-05-01-3)으로 이루어진 세 번째 논문으로서 한국과학재단에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 益田恭, 加工技術(日本), 16, 280(1981).
2. F. Clifford, *Melliand Textilber.*, 61, 649(1980).
3. Ch. Guth, *Textilveredlung*, 14, 217(1979).
4. 小島乘義, 染色研究, 25, 12(1981).
5. 김노수, 김재필, 한국섬유공학회지, 26, 234 (1984).
6. 林龍進, “省 에너지 염색가공기술에 관한 기술 개발” 보고서, 상공부(1989).
7. 김공주, 박병기, 광인준, 박미라, 본지, 32, 46 (1995).
8. 片山明, 北野靖曲, 黒木宣彦, 纖維學會誌(日本), 28, 302(1972).
9. 高岸徹, 纖維加工(日本), 31, 443(1979).
10. 金公朱, 李延玟, “染色化學”, 螢雪出版社, p. 208 (1990).