

<研究論文(學術)>

## 폴리에스테르/스판덱스 혼방직물 염색에서 분산염료의 상용성 및 특성분석

<sup>1</sup>정용식 · 이근원\* · 박병기

전북대학교 섬유공학과, \*산업자원부 기술표준원 고분자섬유과  
(2002. 5. 21. 접수/2002. 8. 6. 채택)

### Compatibility Analysis of Disperse Dyes in Dyeing of PET/Spandex Blends

<sup>1</sup>Yong-Sik Chung, Keun-Wan Lee\*, and Pyong-Ki Pak

Department of Textile Engineering, Chonbuk National University, Chonju, 561-756, Korea

\*Polymer and Textile Division, Agency for Technology & Standards, MOCIE, Kyungki-do, 427-010, Korea

(Received May 21, 2002/Accepted August 6, 2002)

**Abstract**—In dyeing PET/Spandex blends with disperse dyes, many disperse dyes are absorbed more readily into Spandex than PET. Inorganic/organic(I/O) values can characterize the affinity of disperse dyes for Spandex and PET fibers. As I/O values of disperse dyes approach that of Spandex, the dye uptake in Spandex increases. On the contrary, the disperse dyes of higher I/O values are absorbed more into PET than Spandex. The dye uptake in PET increases with increasing I/O values of disperse dyes. As I/O values of disperse dyes increase, the rate of dyeing become slower in the dyeing of PET/Spandex blends. Hence, the affinity and the compatibility of disperse dyes in PET/Spandex blends dyeing can be evaluated with I/O value.

**Keywords** : disperse dyes, PET, spandex, I/O value, compatibility

### 1. 서 론

최근, 신축성 직편물에 대한 수요가 증가하면서 기능성이나 심미성이 보다 우수한 제품을 요구하는 경향 때문에 수영복, 내의류, 외의류 등에 스판덱스섬유의 상대섬유로 폴리에스테르 섬유를 많이 이용하는 추세이다. 스판덱스 섬유는 대부분 bare yarn, covered yarn, core-spun yarn, core-ply yarn의 형태로 사용되어 신장되지 않으면 외부에 노출되지 않는다. 이런 특성으로 인하여 스판덱스 자체의 염색은 거의 무시되어왔다<sup>1)</sup>.

폴리에스테르/스판덱스 혼용섬유는 염색가공면

에서 재현성과 세탁견뢰도 등이 문제점으로 지적되고 있다. 폴리에스테르/스판덱스의 혼용섬유인 경우는 상대적으로 함유량이 많은 폴리에스테르의 염색에 초점을 맞추어야 하므로 고온고압염색에 의한 스판덱스의 물성저하와 분산염료에 의한 스판덱스의 염착(오염)과 그에 따른 견뢰도 저하 등이 문제가 된다<sup>2)</sup>.

분산염료를 이용한 폴리에스테르/스판덱스 혼용물의 염색은 폴리에스테르와 스판덱스에 대한 분산염료의 염색속도가 각각 차이가 날 뿐만 아니라, 염료에 따라서도 다른 염착속도를 나타내기 때문에 폴리에스테르/스판덱스 혼용물의 염색에 있어서 염료의 상용성은 중요한 의미를 가진다. 특히, 폴리에스테르 섬유보다 스판덱스 섬유에 대

<sup>1</sup>Corresponding author. Tel. : +82-63-270-2350 ; Fax. : +82-63-270-2348 ; e-mail : psdcolor@chonbuk.ac.kr

한 분산염료의 친화성이 크기 때문에 여러 가지 염료를 조합하여 염색하는 경우에 균염성을 확보하기 위해서 염착속도가 비슷한 염료들을 선정, 사용하여야 한다<sup>3)</sup>.

물질의 친수성을 나타내는 값으로서 무기성/유기성 값(I/O값)이 있는데 무기성/유기성 값이 클수록 그 물질의 친수성이 크고, 값이 작을수록 소수성이 강한 것으로 알려져 있다. 각종 섬유 및 염료의 무기성/유기성 값의 계산이 가능하며 섬유와 염료의 무기성/유기성 값이 비슷할 경우 염료와 섬유사이의 친화성이 높고 염색이 잘 되는 것으로 알려져 있다. 분산염료의 경우 일반적으로 0.6~1.0의 무기성/유기성 값을 가지며, PET 섬유는 0.7의 값을 가진다<sup>4)</sup>.

따라서 본 논문에서는 서로 비슷한 구조를 가지지만 0.52~1.05의 무기성/유기성 값을 갖는 5종의 모노아조계 분산염료를 선정하고, 폴리에스테르/스판텍스 혼용물에 대한 염착량을 비교하고 염착곡선을 측정하여 염료의 염착속도를 염료의 무기성/유기성 값과 비교 검토하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 시약

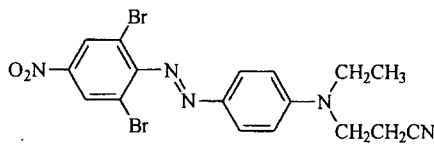
폴리에스테르직물은 경위사 75 denier, 경사밀도 210올/5cm, 위사밀도 191올/5cm, 무게  $70 \pm 5 \text{g/m}^2$ 인 폴리에스테르 직물을 사용하였고, 스판텍스 원사는 효성의 20 denier 원사를 사용하였다. 폴리에스테르/스판텍스 혼용물은 스판텍스(20denier) 함유량 10%인 혼용물을 사용하였고, 그 외 시약은 시판 1급을 정제 없이 사용하였다.

### 2.2 염료

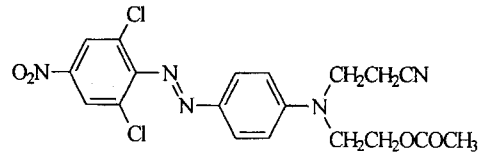
분산염료는 C.I. Disperse Orange 30(DO30), C.I. Disperse Orange 61(DO61), C.I. Disperse Blue 79(DB79), C.I. Disperse Blue 165(DB165), C.I. Disperse Blue 183(DB183)을 사용하였고, 그 구조를 Fig. 1에 나타내었다.

### 2.3 염색

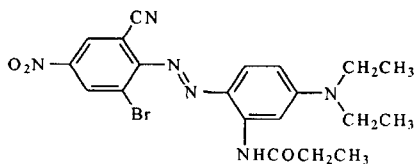
피염물은 염색거동을 고찰하기 위하여 폴리에스



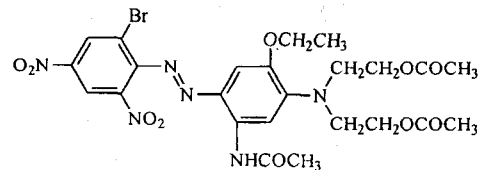
C.I. Disperse Orange 61(DO61)



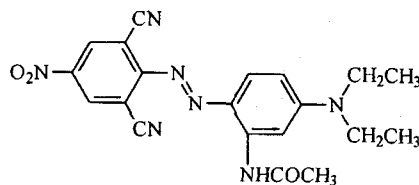
C.I. Disperse Orange 30(DO30)



C.I. Disperse Blue 183(DB183)



C.I. Disperse Blue 79(DB79)

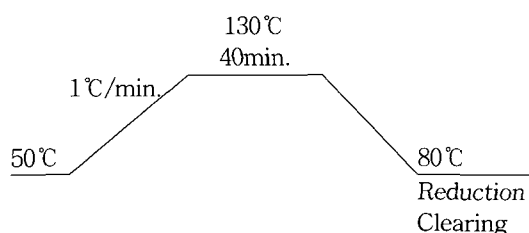


C.I. Disperse Blue 165(DB165)

Fig. 1. Chemical structures of disperse dyes.

테르 직물과 스판덱스 섬유를 무게비 1:1로하여 같은 염욕에 넣고, 액비 20:1, 염욕 pH 5, 염료농도 2% o.w.f.로 Scheme 1과 같은 방법으로 IR 염색기(대립스타릿)를 사용하여 염색하였다. 소정 시간(20분, 50분, 80분, 120분)염색된 시료를 건조한 후 0.1g을 정확히 칭량하여 20ml의 monochlorobenzene으로 100°C에서 3시간동안 추출한 후 UV-visible spectrophotometer(Fiber-optic spectrophotometer, Avantes)를 이용하여 각 염료의 최대흡수파장에서 흡광도를 측정하였다.

Turbocolor(AHIBA, Swiss)와 UV/visible spectrophotometer(UV S-2100, (주)신코, 한국)로 구성된 Dye-O-meter 시스템으로 염료농도 2%(o.w.f.), 액비 20:1, 폴리에스테르/스판덱스(9:1) 벨벳 트리코트지를 Scheme 1과 같은 조건으로 염색하였다. 염색과정 중에 매 5분마다 염액의 흡광도를 측정하였고 최종 흡착된 염료의 양을 100%로 보정하여 염료들의 염착곡선을 구하였다.



**Scheme 1.** Dyeing procedure.

#### 2.4 결정형 분석(X-선 회절법)

분산염료의 결정형을 분석하기 위해 X선 회절(Rigaku RAD-C Ni-filtered  $\text{CuK}\alpha$  X-ray diffractometer)을 이용하여 40 mA, 40 kV에서 분산염료 분말의 결정형을 분석하였다.

#### 2.5 입도분포 측정

Particle size analyzer(Mastersizer, Malvern, UK)를 이용하여 분산염료 입도분포를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

PET/스판덱스 혼용물의 염색과정에서 분산염료는 비교적 저온에서부터 많은 양이 스판덱스 섬유에 염착되고 온도가 상승함에 따라 점차 PET 섬유쪽으로 이동해가는 현상을 나타낸다. 스판덱스 섬유는 hard segment와 soft segment로 이루어진 공중합체로 hard segment는 요소결합간의 강한

수소결합에 의해 결정상태를 이루고 있고, soft segment는 poly(tetramethylene oxide)가 주성분으로 굴곡성이 매우 풍부하며 이완된 상태에서는 무배향 상태를 이루고 있어 높은 신장이 가능한 섬유이다<sup>9)</sup>. 분산염료의 스판덱스 섬유에 대한 염착은 비결정영역이고 분자쇄의 mobility가 높은 soft segment 부분에 집중될 것으로 예상된다. 따라서 분산염료의 스판덱스 섬유에 대한 친화성은 스판덱스 섬유의 soft segment 부분의 I/O 값에 영향을 받을 것으로 생각된다.

Table 1에는 본 연구에서 사용한 모노아조계 분산염료들과 PET 섬유 및 스판덱스 섬유의 I/O 값과 분산염료들의 type, 평균입자 크기 및 결정형을 나타내었다. 스판덱스 섬유의 hard segment 부분의 I/O 값은 1.38, soft segment 부분은 0.41, PET 섬유는 0.7, 분산염료들은 0.52~1.05의 값을 나타내고 있다. 따라서 각각 0.52, 0.63의 I/O 값을 갖는 DO61과 DO30은 스판덱스 섬유에 대한 친화성이 높을 것으로 예상된다. I/O 값 이외에 다른 분산염료의 성질들은 PET/스판덱스 혼용물의 염색성에 별다른 영향을 미치지 않았다.

**Table 1.** I/O values of disperse dyes, PET, and Spandex fiber

| Substrate              | I/O value | Type | Mean size | Crystal form |
|------------------------|-----------|------|-----------|--------------|
| DO61                   | 0.52      | S    | 0.45      | $\delta$     |
| DO30                   | 0.63      | SE   | 0.78      | $\delta$     |
| DB183                  | 0.87      | SE   | 0.65      | $\delta$     |
| DB79                   | 0.91      | S    | 0.49      | $\delta$     |
| DB165                  | 1.05      | S    | 0.64      | $\alpha$     |
| PET                    | 0.7       | -    | -         | -            |
| Spandex (soft segment) | 0.41      | -    | -         | -            |
| Spandex (hard segment) | 1.38      | -    | -         | -            |

염색과정 중에 분산염료의 스판덱스 섬유 및 PET 직물에 대한 염착량을 비교하기 위해 5 종류의 염료로 PET 직물과 스판덱스 섬유를 무게비 1:1로 같은 염욕에 첨가하여 염색한 후 monochlorobenzene으로 추출하여 측정한 흡광도를 Fig. 2~6에 나타내었다. PET 직물의 경우 시간이 지남에 따라 염착량은 증가하였지만 스판덱스 섬유

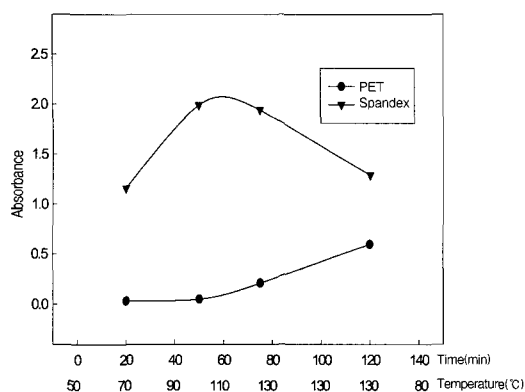


Fig. 2. Absorbance values of monochlorobenzene containing the dyes extracted from PET and Spandex fibers dyed with C.I. Disperse Orange 61.

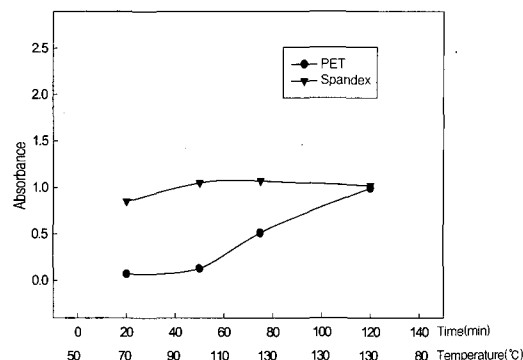


Fig. 5. Absorbance values of monochlorobenzene containing the dyes extracted from PET and Spandex fibers dyed with C.I. Disperse blue 79.

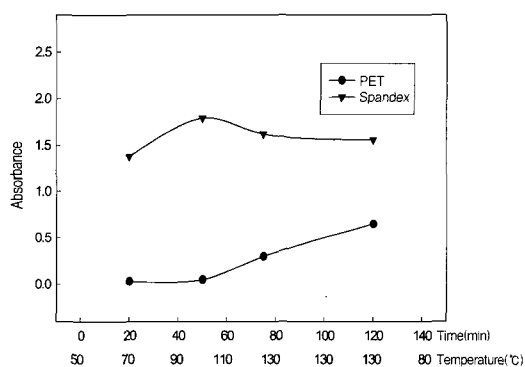


Fig. 3. Absorbance values of monochlorobenzene containing the dyes extracted from PET and Spandex fibers dyed with C.I. Disperse Orange 30.

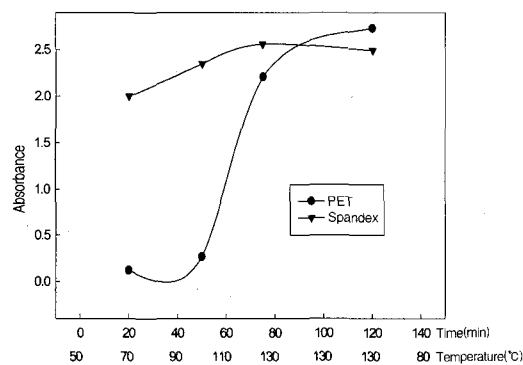


Fig. 6. Absorbance values of monochlorobenzene containing the dyes extracted from PET and Spandex fibers dyed with C.I. Disperse Blue 165.

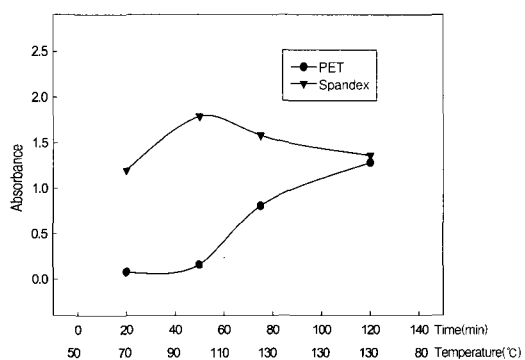


Fig. 4. Absorbance values of monochlorobenzene containing the dyes extracted from PET and Spandex fibers dyed with C.I. Disperse Blue 183.

유의 경우에는 100°C 부근에서 가장 높은 염착량을 나타내고 이후 감소하는 경향을 나타내었다. 스판덱스 섬유에 soft segment와 가까운 I/O 값을 갖는 DO61과 DO30은 스판덱스 섬유에 대한 염착량이 PET 섬유보다 높은 것을 알 수 있고, DB183과 DB79는 PET 섬유와 스판덱스 섬유에 비슷한 염착량을 나타내었으며, DB165는 PET 섬유에 대한 염착량이 스판덱스 섬유보다 높게 나타났다.

PET 섬유와 스판덱스 섬유에 대한 염착량을 상대적으로 비교하기 위해 Fig. 7에는 각 분산염료의 PET 섬유에 대한 염착량을 스판덱스 섬유에 대한 염착량의 비율로 나타내었다. 분산염료의 I/O 값이 증가함에 따라서, 스판덱스 섬유의 I/O 값과 차이가 커질수록 PET 섬유에 대한 상대적인 염착량이 증가하는 것을 확인할 수 있다.

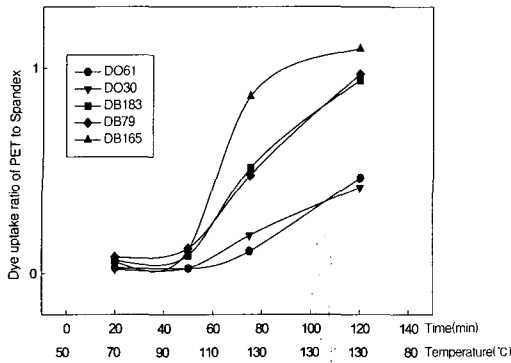


Fig. 7. Dye uptake ratio of PET to Spandex fiber with several Disperse dyes.

스판덱스 섬유, PET 직물, PET/스판덱스 혼용물을 DO30으로 염색하여, 염색과정 중 각각의 시료에 대한 분산염료의 흡진을 곡선을 Fig. 8에 나타내었다. 스팅덱스 섬유와 PET 직물의 염착거동이 많은 차이를 나타내고 있다. 스팅덱스 섬유의 경우 염색초기 저온에서 대부분의 염료가 흡진이 되지만, PET의 경우는 110°C 이상의 온도에서 분산염료의 흡진이 이루어진다. 또한 PET/스판덱스 혼용물의 염착성은 스팅덱스 섬유의 경우와 비슷한 거동을 보이는데, 이는 PET/스판덱스 혼용물을 염색할 때 분산염료들이 낮은 온도에서 스팅덱스 부분에 우선적으로 염착되기 때문이라고 생각되며, 염착거동은 직물에 포함된 스팅덱스에 의하여 결정되는 것으로 판단된다. 따라서 PET와 스팅덱스를 분산염료로 염색할 때 상대적으로 스팅덱스에 대한 염착속도가 빠름을 알 수 있었고, 몇몇 염료의 경우에는 일정시간이 지나면 스팅덱스에서 염료가 탈착되는 현상이 발생하였다.

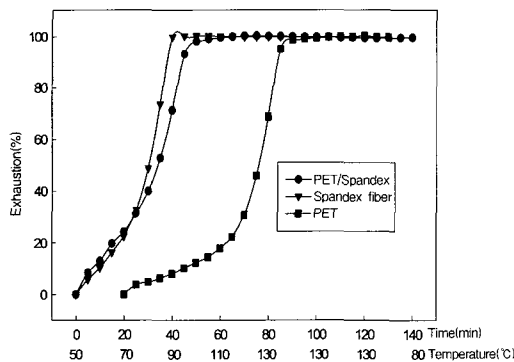


Fig. 8. Relative exhaustion curves of DO30 on PET, spandex, and PET/spandex blends.

Fig. 9에는 각각의 염료로 PET/스판덱스 혼용물을 염색하였을 때 흡진을 곡선을 나타내었다. 스팅덱스 섬유와 가까운 I/O 값을 갖는 DO61과 DO30은 저온에서부터 빠르게 염료의 흡진이 일어나는 것을 확인할 수 있다. 1.05의 I/O 값을 갖는 DB165의 경우에는 염색 초기 저온에서는 염료의 흡진이 거의 이루어지지 않고 110°C 이상의 온도에서 대부분의 염료의 흡진이 이루어졌다. DB183과 DB79의 경우에는 중간 정도의 염착속도를 나타내었다. 이와 같은 결과로부터 PET/스판덱스 혼용물의 염색에서 분산염료의 I/O 값이 증가할수록 스팅덱스 섬유와 친화성이 감소되어 염착속도가 느려지는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 분산염료에 의한 PET/스판덱스 혼용물의 염색에 있어서 분산염료의 I/O 값으로 각각의 섬유에 대한 친화성을 예측할 수 있고, 두가지 이상의 염료로 염색할 때 염료의 상용성을 예측하는 데 기초자료로 이용할 수 있을 것으로 예상된다.

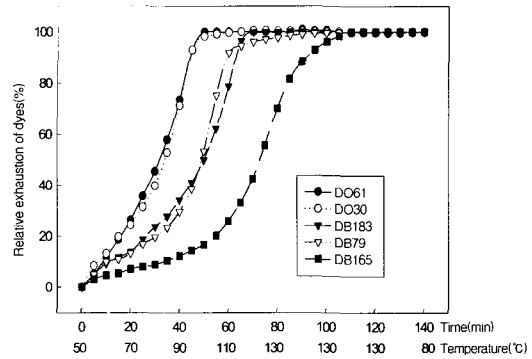


Fig. 9. Relative exhaustion curves of disperse dyes.

#### 4. 결 론

서로 다른 I/O 값을 갖는 분산염료로 PET/스판덱스 혼용물을 염색하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 스팅덱스 섬유와 비슷한 I/O 값을 갖는 분산염료가 PET 섬유보다 스팅덱스 섬유에 높은 친화성과 염착량을 나타내었다.
2. 분산염료의 I/O 값이 증가할수록 스팅덱스 섬유에 대한 염착량보다 PET 섬유에 대한 염착량이 증가하였다.
3. 분산염료의 I/O 값이 스팅덱스 섬유의 I/O 값과 가까울수록 염착속도는 빨라지고 염착은 도도 감소하였다.
4. 분산염료, PET, 스팅덱스의 I/O 값을 비교하

여 각 섬유에 대한 분산염료의 친화성과 상용성을 확인 할 수 있었다.

### 감사의 글

“이논문은 2001년도 전북대학교의 지원 연구비에 의하여 연구되었음”

### 참고문헌

1. S. H. Kim, “Dyeing and Finishing of Spandex Fabrics”, *Fiber Technology and Industry*, **2**(2), 226~238(1998).
2. 相澤良和, ポリエステル/ポリウレタンの染色, 加工技術(日), **33**, pp.729~733(1998).
3. J. R. Aspland, “A Series on Dyeing; Chapter 13/Part 2: The Dyeing of Other Blends”, *Tex. Chem. Color.*, **25**(9), 79~85(1993).
4. 黒木宣彦, “染色理論化學”, 横書店, pp.66~70(1966).
5. H. F. Mark, S. M. Atlas, and E. Cernia, “*Man-Made Fibers Science and Technology*”, John Wiley & Sons, pp.401~424(1967).