

# 폴리에스터섬유에의 인디고 염착특성

홍진표, 김태경\*, 손영아,

충남대학교 섬유공학과, \*한국염색기술연구소

## 1. 서론

폴리에스터 섬유는 강도, 탄성 및 구김회복성 등의 우수한 기계적 성질로 말미암아 의류용 및 산업용소재로 광범위하게 사용되고 있지만 구조적으로 결정성이 크고 치밀한 분자배열 등의 섬유 특성으로 염료와의 결합성에 제한이 있으므로 염색은 대부분 소수성 염료인 분산염료에 의존하고 있다<sup>1)</sup>. 그러나 세탁에 의한 색상강도 저하 및 탈착 염료에서 기인되는 오염 등의 문제로 폴리에스터 섬유에도 우수한 견뢰도 특성이 요구되어 인디고 배트염료를 이용하여 염착특성을 조사해 보고자 한다. 현재 배트염료<sup>2)</sup>의 폴리에스터 섬유에 대한 염색성 연구가 발표되고 있으나 심색화 정도가 약하고, 과량의 수산화나트륨의 사용으로 인한 섬유의 기계적 물성저하가 발생하며 환원제를 과량으로 투입함으로써 친환경적인 관점에서 많은 문제가 야기되기 때문에 실용적인 측면에서 만족할 만한 연구결과가 요구되어진다. 또한 인디고 배트염료의 적용에 있어서 환원제와 알칼리, 염료의 사용량을 분산염료 사용할 때 수준으로의 조절이 필요하며, 고온에서 수행되는 염색조건에서 염착 특성에 큰 영향을 미치는 환원제의 환원안정성을 위해 고온에서 안정한 환원제 선택이 매우 중요하다.

본 연구에서는 배트염료 중 가장 널리사용되어지는 인디고(C. I. Vat Blue 1)를 폴리에스터 섬유에 적용하여 심색화 가능여부와 섬유내부로의 완전침투가 가능한지를 조사하였고, 염색시간에 따른 염색시료 내의 인디고의 안정성과 색상변화를 관찰하였다. 또한 세탁에 대한 견뢰도의 특성을 확인하기 위하여 동일한 색상강도로 칼라매칭한 분산염료 염색시료와 동일 조건으로 시험하여 세탁견뢰도를 비교하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 염색공정

실험에 사용한 폴리에스터는 KS K 0905에 규정된 시험용 표준 백포를 그대로 사용하였다. 배트염료는 인디고 C.I. Vat Blue 1(Indigo, Aldrich)를 사용하였으며, 환원제로는 sodium dithionite( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ )와 formamidinesulfinic acid( $\text{H}_2\text{NC}(=\text{NH})\text{SO}_2\text{H}$ )를 사용하였다. 알칼리는 sodium carbonate( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), 환원세정시 첨가되는 비이온 계면활성제로는 Sandopur MCL Liq.(Clariant Ltd.)가 사용되었다. PET 4g을 고압 pot식 IR 염색기를 이용하여 C.I. Vat Blue 1 6% o.w.f의 염료농도, 욕비 30:1,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5g/l, 환원제 5g/l을 기준으로 조건에 따라 변화시켜 염색을 행하였다. 염색된 시료는 별도의 산화제 없이 공기산화로써 발색을 시켰으며, 1g/l  $\text{NaSO}$ 와 2g/l  $\text{NaCO}_3$  및 2g/l의 비이온계면활성제를 사용하여 60℃에서 20분간 환원세정을 하였다.

### 2.2 염색성의 평가

염색, 산화발색 후 환원세정 과정을 거쳐 잔류 염료를 완전히 제거한 후 염색 시료들의 최대흡수파장에서 표면반사율을 측정하여 Kubelka-Munk식에 따라 K/S값을 산출하여 색상강도를 나타내었다.

### 2.3 HPLC에 의한 염색시료내의 염료분석

염색된 시료내의 염료 상태를 분석하기 위하여 HPLC(Hewlett-Packard, series 1100)를 사용하였다. 염색된 후 발색, 수세 등의 과정을 거친 후 완전건조된 염색시료 0.05g을 3ml의 N,N-dimethylformamide(DMF)를 사용하여 90℃에서 30분간 추출하여 염색시료내의 염료를 완전히 추출하였다. 이 염료 추출액을 HPLC를 통해 분리·분석하였으며, 이때 사용된 분리 column은 HP Eclipse® XDB-C18(4.6×150mm, 3.5 $\mu\text{m}$ ) column이었으며, 분리조건은 물과 메탄올 10:90의 혼합용매를 이동상으로 하여 0.5ml/min의 이동속도로 전개하며 분리하였다.

### 2.4 칼라매칭시스템으로 분산염료를 이용한 비교샘플 준비

세탁견뢰도 특성을 비교하기 위해 칼라매칭시스템을 이용, 인디고 염료로 염색한 시료와 동일한 fk값을 갖도록 분산염료를 이용하여 시료를 준비하였다.

## 2.5 세탁견뢰도 측정

세탁견뢰도 시험은 ISO 105:C06 B1S 방법에 의해 실시하였고, 시료의 변퇴색과 첨부 백포의 오염정도를 평가하였다.

## 3. 결과

폴리에스터 섬유에 인디고 배트염료를 이용하여 염착특성을 조사하였다. 인디고를 이용하여 심색화된 염색결과를 얻었으며, 각 염색 온도에 따른 시료의 색상강도를 측정하고 이와 관련한 염색시료의 섬유단면을 촬영하여 온도 변화에 따른 염색거동을 관찰하였다 (Fig 1). 분산염료의 염색거동과 마찬가지로 고온에서 섬유내부로 염료의 침투가 일어나 염착이 진행됨을 알 수 있으며 섬유내부로 염료가 균일하게 침투하여 완전한 염색이 이루어졌음을 섬유단면 사진으로 확인할 수 있었다. 그리고 고온에서 염색이 장시간 진행됨에 따라 인디고 염료자체의 변화가 일어나 다른 흡수파장을 갖는 물질의 생성이 관찰되었다. 즉 염색 시간이 진행될수록 원래 인디고 염료 성분이 감소하는 대신 다른 흡수파장을 갖는 성분이 점점 증가하였다 (Figure 2). 또한 3종의 분산염료를 이용하여 배트염료로 염색된 시료와 거의 유사한 색상강도를 가지는 샘플을 준비하여 세탁견뢰도 비교 시험을 행하였다. 두 염색 시료의 변퇴색 및 첨부 오염도에 대한 grey scale 평가에 있어서 배트염색 시료로부터 우수한 결과를 얻을 수 있었다 (Table 1).

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(No. R05-2002-000-01033-0)지원으로 수행되었음. 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. S. M. Burkinshaw, "*Chemical Principles of Synthetic Fibre Dyeing*", Blackie Academic & Professional, London, pp.1-6, 61-69(1995)
2. U. Baumgarte, Ed. C. Preston "*The Dyeing of Cellulosic fibers*", Dyers Company Publications Trust, pp.224-241(1986)

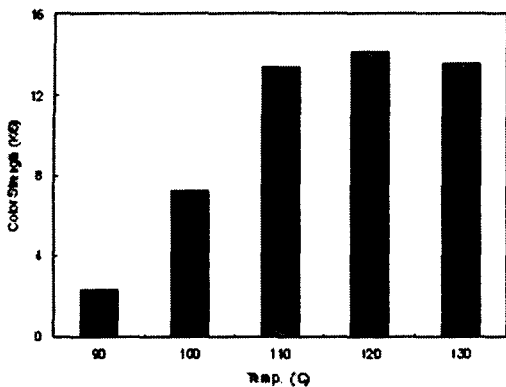


Figure 1. Effect of dyeing temperature

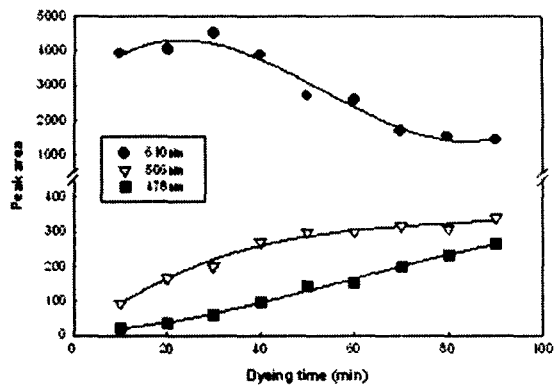


Figure 2. Components analysis of indigo for dyed PET fibers

Table 1. Staining of adjacent multifiber strip

	Change in color	washes	A	C	N	P	Ac	W
Indigo dyeing	5	1	5	5	4/5	5	5	5
	5	3	5	5	4/5	5	5	5
	5	5	5	5	5	5	5	5
Disperse dyeing	4	1	3/4	4/5	3/4	3/4	4/5	4
	4	3	4/5	5	4	4	5	4/5
	4	5	5	5	5	5	5	5