

면 데님 가먼트의 인디고 염색에 관한 연구

진성룡, 이명학, 홍현필*

한국섬유기술연구소, *보고실업주식회사

1. 서 론

기존의 인디고 염색 방법은 데님용 실을 여러 가닥 합하여 로프 형태로 만든 다음 정련조를 거쳐 미리 환원시켜 놓은 인디고 염액 박스 5~6개조를 빠른 시간에 통과시키면서 침지-공기 산화를 반복해 실을 링 염색시키는 방법을 사용하고 있다. 이렇게 실 형태로 링 염색시킨 인디고 선염사와 미염색사를 이용하여 제직하고 가먼트로 만든 후, 소비자가 요구하는 색상을 맞추기 위해 별도의 워싱(washing) 가공을 행하여 색상이 점차적으로 흐리게 되는 페이드 아웃(fade-out) 효과를 내는 제품으로 생산되고 있다. 따라서 이러한 염색 방법은 대규모의 염색장치가 필요하며, 생산자 입장에서 소비자의 요구에 신속히 대처하기가 어렵고, 소르트 다품종 제품의 생산에는 적합치 않다. 그 밖에도 선염시 과다 재고나 불량에 의한 배상 비용 및 투자 비용이 매우 큰 결점이 있다. 특히 페이드 아웃 효과를 내기 위해서는 인디고 염색사의 링 염색성이 필수적인 요건이 되고 있으나 링 염색성을 좌우하는 인디고 염액의 pH 조절이 어려워 재현성 및 품질 면에서 문제가 되고 있다.

한편 데님 제품을 가먼트상으로 염색하면서 소비자의 요구에 따라 염색 농도를 자유자재로 염색할 수 있다면 소르트 다품종으로 소비자의 요구에 신속히 대응할 수 있으며, 워싱 가공에 대한 부하도 감소시킬 수 있다. 또한 환경에 영향을 주지 않으면서도 염액의 pH를 조절할 수 있는 완충제를 사용한 인디고 염색기술의 개발은 품질을 향상시키면서 경제적이어서 인디고 염색업계와 진 의류 제조업계 등에 기여할 수 있을 뿐만 아니라 환경문제에도 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

본 연구는 이러한 점들을 고려하여 면 데님 가먼트를 인디고 염색하는 내용에 관한 것으로, 환경친화적인 완충제를 사용하여 염액의 pH를 조절한 인디고 환원 염액으로 가먼트를 염색한 후 동일 염색기에서 산화 및 수세를 하고 필요시 워싱 공정을 일괄 처리하는 인디고 가먼트 염색장치 및 염색공정에 대해 검토하였다.

2. 실 험

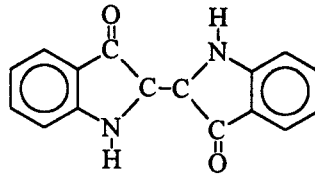
2.1 시료 및 시약

정련, 표백된 100% 면 데님직물(Ne 10, 160×90, 12.1 TPI)을 시료로 사용하였으며, 환원제(하이드로술파이트, 95%), 완충제, NaCl 등은 시약용을 사용하였으며, 가성소다는 공업용(50%)을 그대로 사용하였다.

2.2 염료

C.I. Vat Blue 1(Indigo Pure, BASF)을 선택하여 메틸알코올로 알코올 가용분을 제거한 후

사용하였다.



C.I. Vat Blue 1

2.3 온도 및 pH에 따른 흡진거동

염색기(ColorTech, Roaches Ltd.)와 가시/자외선 분광광도계(HP 8453, Hewlet Packard Ltd.)를 연결한 Dye-O-meter system을 구성하여 염색온도 40~80℃, 각각 pH 10, 11, 12의 완충용액 및 pH 13에서의 인디고 환원염액(λ_{max} : 398nm)의 면 데님 직물에 대한 흡진거동을 조사하였다.

2.4 면 데님직물의 염색

완충제를 사용하여 인디고 염액의 pH가 일정하게 유지되는 염액을 구성한 다음, 스톡 염액(사용되는 만큼의 염료를 미리 환원시켜 놓음)을 이용한 스톡 염색법으로 염색온도는 각각 25℃, 40℃, 60℃, 염색농도는 0.3, 1, 4%(owf)로 하여 IR 염색기(Labomat, Mathis)를 사용하여 20분간 염색하였다.

2.5 염착량

인디고 염색시료 10mg을 채취하여 시험관에 넣고, DMF 10ml를 가한 다음, 50℃ 항온조에서 1시간 정도 처리하여 염료를 추출한 후, 가시/자외선 분광광도계를 이용하여 흡광도(λ_{max} : 620nm)를 측정하여 다음, 미리 구한 검량선으로부터 염착량을 계산하였다.

2.6 견뢰도

인디고 염색 직물시료의 견뢰도 시험항목 및 방법은 Table 1에 정리하였다.

Table 1. Color fastness test method of denim fabrics dyed with indigo dyes.

Index	Test method	
Color fastness to light	AATCC 16E	20SFH
Color fastness to laundering	AATCC 61, IA	40℃
Color fastness to crocking	AATCC 8	

3. 결과 및 고찰

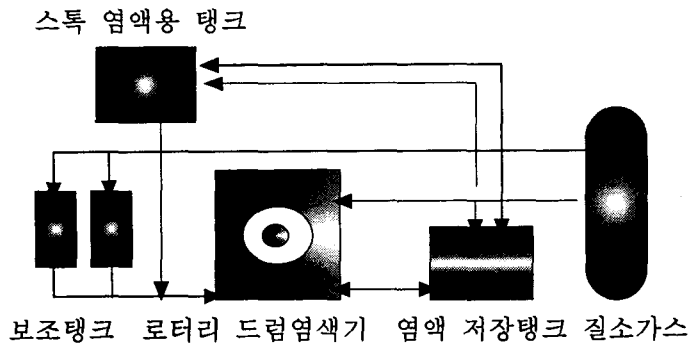
환원된 인디고는 염액에서 산 류우코 화합물, 모노이온 류우코 화합물 및 디이온 류우코 화합물의 형태로 존재하는데 염액의 pH에 따라 이 세 종류의 류우코형 인디고의 분포가 다

르므로 염액의 pH를 잘 조절하면 원하는 형태로 조절할 수 있다. 면섬유에 대한 친화력이 가장 큰 이온 형태는 모노이온 형태이며 pH 10.5~11.5 범위에서 최대 비율로 존재한다고 알려져 있다. 따라서 인디고 염색시 pH에 따라 color yield와 링 염색성이 영향을 받는 근본적인 이유는 pH에 따라 환원된 인디고의 이온 형태의 분포가 달라지고 주종을 이루는 인디고 이온형의 면섬유에 대한 친화력의 차이에 있기 때문이다.

Fig.1~3은 온도 및 pH에 따른 면 데님 직물에 대한 인디고 염료의 흡진거동을 파악한 것으로 온도가 낮을수록 흡진율이 증가하였으며, pH는 10과 11에서 흡진율이 가장 높게 나타나 인디고 염료의 전형적인 흡진거동을 확인할 수 있었다.

Fig.4는 염색농도에 따른 면 섬유 내의 인디고 염료의 염착량을 나타낸 것으로 완충용액으로 pH를 조절한 경우 조절하지 하지 않은 경우보다 염착량이 거의 두배 정도 증가하였으며 염액 농도가 높을수록 뚜렷한 경향을 보였다.

이러한 결과를 토대로 인디고 가먼트 염색을 위한 염색장치 및 이를 이용한 최적 염색조건 및 공정조건의 확립을 위해 (1) 기존 드럼 염색기를 개조하여 급배수 장치를 신속화하고, 스톱 염액 공급장치, 염액 저장조 및 염액농도 감지장치, 질소가스 퍼지장치 및 공기 배기장치, 질소 포화상태 감지장치 등을 설치 구성하여 인디고 가먼트 염색장치를 제작하였으며, (2) 환경친화적인 완충제를 채택하여 염액의 pH를 조절하였으며, (3) (1) 및 (2)를 이용, 인디고 가먼트 염색을 위한 최적 염색 recipe 및 공정조건 등을 확립하였다.



Scheme 1. Schematic diagram of developed rotary drum dyeing machine for garment indigo dyeing.

참고문헌

1. J. N. Ethers, *Text. Chem. Color.*, **27**(2), 17(1995).
2. J. N. Ethers, *Am. Dyest. Repr.*, **83**(5), 15(1994).
3. J. N. Ethers and M.Hou, *Textile Res. J.*, **61**(12), 773(1991).
4. J. N. Ethers, *Am. Dyest. Repr.*, **81**(3), 17(1994).
5. J. A. Greer and G. R. Turner, *Text. Chem. Color.*, **15**(6), 11(1983).
6. P. J. Hauser and A. Bairathi, *Am. Dyest. Repr.*, **85**(8), 55(1996).

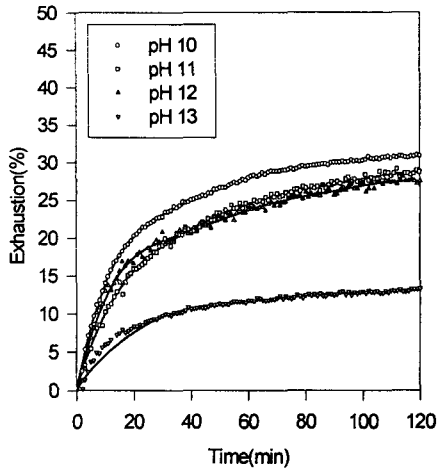


Figure 1. Exhaustion of indigo dye at 40°C.
(dye : 1% owf, L/R=1/100)

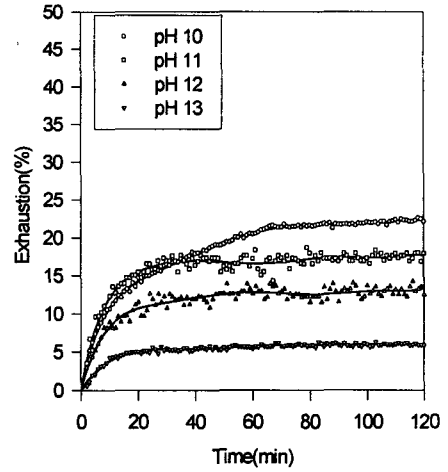


Figure 2. Exhaustion of indigo dye at 60°C.
(dye : 1% owf, L/R=1/100)

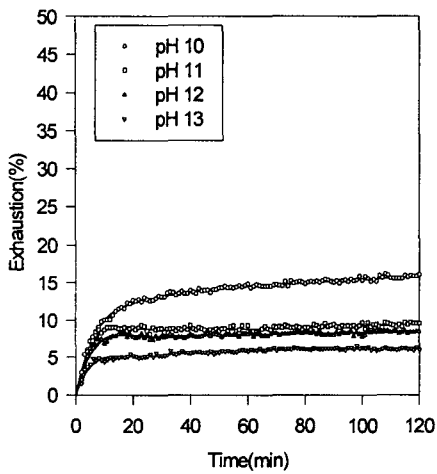


Figure 3. Exhaustion of indigo dye at 80°C.
(dye : 1% owf, L/R=1/100)

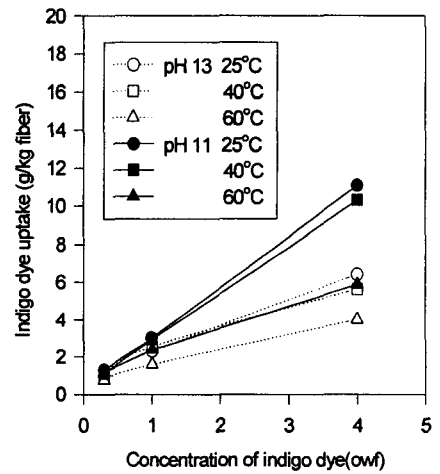


Figure 4. The relation between concentration of dye bath and dye uptake.