

부직포염색의 Beam Dyeing Trouble 개선연구

전병대, 신훈식

한국생산기술연구원

1.서론

D회사는 그동안 주로 폴리에스테르직물을 염색하면서 최근 펠트, 부직포를 생산 염색 가공하게 된 업체이다. 이 업체는 Polyester 100%의 부직포를 염색할 때에 폴리에스테르 직물과는 달리 Beam Dyeing에서 염색시간이 3.5~4시간 정도 장시간이 소요되는 문제점을 가지고 있으므로 이의 개선을 요망하여 1시간정도 염색시간을 단축하도록 본 연구자들에게 기술지도를 요청하였다. 현재 업체에서는 염색시간을 단축하면 Listing(포지변부의 색상차발생)이 발생하여 도저히 염색시간을 단축할 수 없다고 하였다. 본 연구자들은 전반적인 문제점을 분석하기 위하여 용수, 분산제, 염료, 권취밀도, 염색속도, 염색승온곡선등을 조사하였다. 지도대상업체는 Beam Dyeing시 일반 폴리에스테르의 작업표준은 국내에 어느 정도 정립되어있으나 부직포나 펠트의 작업표준은 없기 때문에 Sealing과 Winding Density(권취밀도), 염액속도등의 작업경험이 부족함에 따라 일어난 문제점이라고 파악되었다. 본 연구자들은 이에 대한 문제점을 분석 시험하여 업체에 해결책을 권고하여 해결하였다. 본 연구는 이에 대한 전반적인 연구내용 중 주요문제점에 대한 분석과 해결방안에 대한 연구내용으로써 향후 업계에서 이에 대한 유사한 문제점이 발생하였을 때에 참고하도록 기술하고자 한다.

2. 문제점 분석

2.1. 목표

	현재	목표
염색소요시간	3.5~4.0시간	2.0~2.5시간

2.2 문제점

현장의 공정현황과 그 문제점을 분석한 결과 다음과 같은 문제점을 발견하였다. 즉

- (1) 현장의 Batching설비가 불안정하여 향후 조속히 균일한 장력조정이 가능하도록 설비보완이 필요하다.
- (2) 염액의 순환속도를 조절, 변경할 필요가 있다.
- (3) 현 Sealing방법이 표준에서 많이 벗어난 상태여서 이에 대해 변형하여 조절해야 필요가 있다.

- (4) 현 승온방법을 개선할 필요 있다.
- (5) 염료, 조제 특히 분산제의 품질문제를 개선할 필요가 있다.

3. 실험

3.1 시료

중량 95g/m², 폴리에스테르 100% 부직포, 부직포의 폭: 229cm 부직포의 총길이 : 500yd 의 시료와 Beam 반경 : 32cm 인 설비를 사용했다.

3.2 실험조건

	현재조건	1차실험	2차실험
(1) W.D	0.033g/cm ²	좌동	좌동
(2) 염액속도	100%	→50%	좌동
(3) Sealing	10cm	10cm	→50cm
(4) 승온조건	3.5~4.0시간 Program	1.6~2.2시간 Program 조절	좌동
(5) 분산제 변경	제조사 불명	X 사 추천	좌동

4. 결과 및 고찰

4.1 Beam 염색기^{1,2,3)}

Beam 염색기는 Beam에 감긴 생지를 수평형의 고압용기중에 넣어 염액을 Pump로 순환시켜 가열 염색하는 기계이다. Beam 염색기에는 Nylon Tricot나 Nylon 직물의 염색이나 습열처리에 사용되는 상압염색기와 폴리에스테르편직물용 고압염색기가 있다. 그러나 실제로는 상압형은 거의 사용되지 않고 주로 고압형이 많이 사용되고 있다. 원리는 편직물을 다공Beam관에 권취고정하여 염액을 순환시켜 염색하는 염색기로서 Beam관, Cylinder, 펌프, 열 교환기, 염액 순환용배관으로 구성되어있다.

Beam 염색기의 장점은 생지의 마찰이 적기 때문에 포지의 촉감변화가 적고 주름이나 모우의 발생이적다는 점, 무장력이라는 것, Ending의 위험이 거의 없다는 것등이다. 따라서 이 기계의 작업하는 품종으로서는 Taffeta, Twill 등의 직물이나 낮은 연수사용의 직물로서 주름이 발생하기 쉽거나 Rope 상으로 염색이 부적당한 직물 즉 Tricot류, Knit, Stretch직물 등의 정

런, 염색에 사용되고 있다. 그러나 단점으로는 모아레현상, 내외색차, Listing, Selvage의 색차 등의 위험이 크다는 것 등이다. 이러한 단점의 대책으로서는 염색조건(유량, 펌프, 염액방향교차시간, Wrap Sealing)도 중요하나 그 이전에 작업품종의 선정, Relax, Heat Set등의 전처리조건, Batch Up 방식 등을 충분히 검토하는 것이 중요하다.

특히 Batch Up의 양부는 염색포지의 품질에 큰 영향을 주기 때문에 피염물에 따라 적당한 장력으로 권취하는 것이 중요하다. 특히 두꺼운 Textured Yarn직물은 모아레현상, 내외색상차의 발생 등으로 부적합하다. 특히 염색중의 수축이 커서 경사방향으로 수축할 때에는 내외층의 권취밀도의 변화가 일어나 내외색상차를 일으키거나 모아레현상이 일어나기 때문에 염색중의 수축을 가능한 한 적게하기 위해 Relax, HeatSet의 조건을 충분히 검토할 필요가 있다. Wrapping Cloth 는 염료오염, Beam 관의 구멍에 의한 전사(轉寫)방지, 피염물의 수축량의 흡수, 피염물의 형태 일그러짐, 모아레등의 방지 등을 목적으로 한다.

일반적으로 Jigger 나 Beam Dyeing M/C 에서는 Ending 이나 Listing 현상이 많이 발생한다. Ending이란 염색을 끝낸 천의 양끝부분의 색상이 서로 차이가 나는 것을 말한다. 일반적으로 천의 세로방향에 양끝부분과 중간부분의 농담과 색상차가 생긴 결점을 말한다. 특히 Jigger 염색기에서 많이 발생한다. 한편 Listing이란 일명 중희(中希)라고도 표현하고 있으며 침염한 천의 양쪽 변사부위와 중앙부의 농담차가 발생해서 불량품이 된 사고를 중희얼룩이라 부른다. Jigger 염색에서 주로 많이 발생되지만 BeamDyeing 에서도 종종 발생한다.

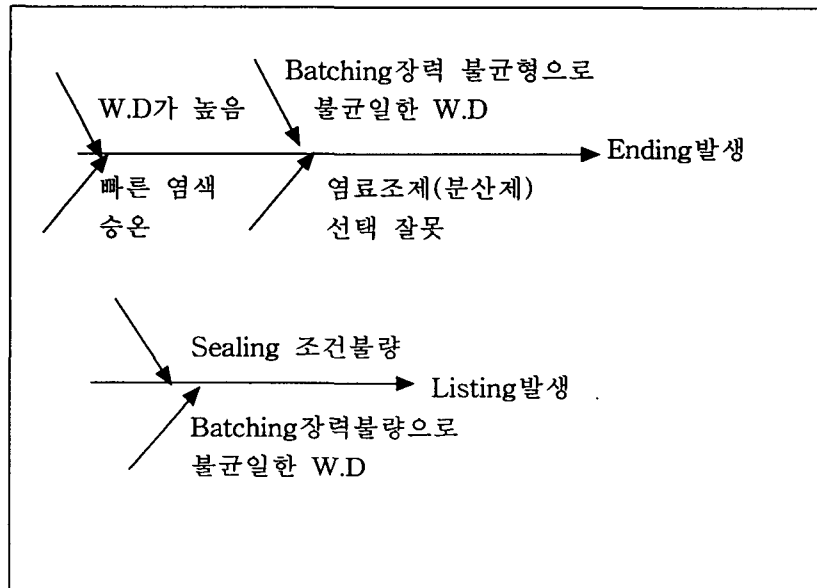


Fig 1. Ending과 Listing의 발생요인분석도

일반적으로 Ending 과 Listing의 발생요인은 Fig 1 과 같이 여러 요인으로 인해 발생되므로 이에 대해 검토할 필요가 있다.

4.2 Winding Density

- (1) 피염물의 W.D(권취밀도)가 높으면 염액의 피염물에 침투하는데 시간이 걸리므로 밀도가 낮을수록 염착시간은 단축된다. 일반적인 경험 Data는 E. Mannsmann에 의하면 Poly Taffeta의 Winding Density는 0.3~0.4 g/cm²이며 Poly Suits의 경우는 0.6 g/cm²정도이다⁴⁾. 현 공정의 W.D는 약 0.03g/cm²정도로 일반 Poly Taffeta의 1/10정도이다(Fig 2). 그러므로 동일조건하에서 피염물(부직포)의 침투속도는 상당히 빨라서 일반 Poly Taffeta보다는 염색시간이 훨씬 단축되어 질 것으로 판단된다.

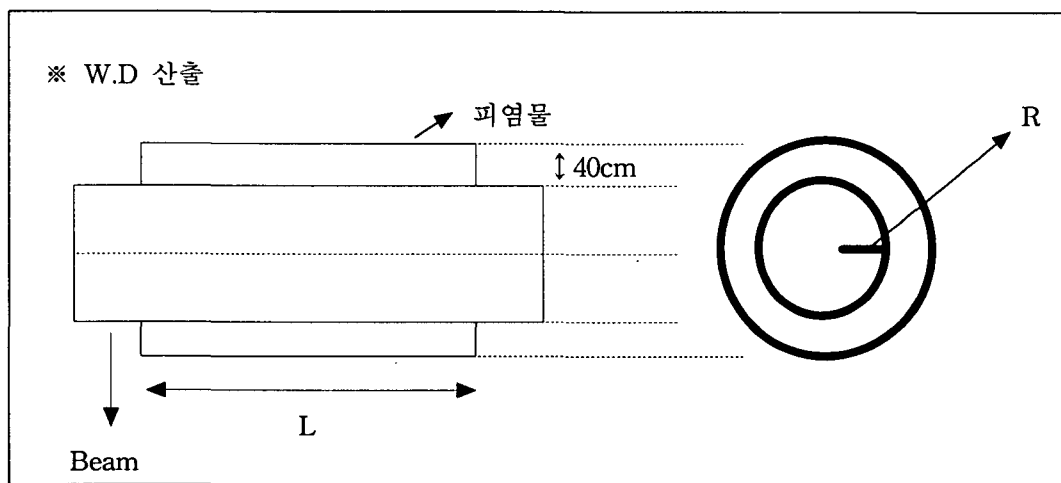


Fig 2. Front View and Side View of Beam

R : 32cm, L : 229cm, yd당 중량 : 200g, 총장 : 500yd

$$W.D = \frac{\text{피염물의 중량}}{\text{피염물의 부피}} = \frac{\text{yd당 중량} \times \text{권취총 길이}}{\pi \{ (40+R)^2 - R^2 \} L} = 0.033\text{g/cm}^2$$

- (2) Beam염색기의 염액속도란 Pump에 의한 토출된 염액이 여러 겹으로 권취된 피염물(부직포)의 두꺼운 층을 통과하는 염액의 속도를 의미하는 것으로 이 속도가 느릴수록 염착시간이 단축된다. 즉 동일 Pumping 조건하에서 W.D가 작은 부직포의 염착시간은 일반 Poly Taffeta보다는 훨씬 길어지게 된다. 즉 염액순환속도를 현재보다 늦도록 하여 단위시간당 피염층에 염액이 머무는 시간을 증가하도록 해야 문제점을 해결할 수 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 염액순환조절 밸브를 조절하여 단계별로 낮추어 60 % 가 최적조건임을 육안 판정으로 도출하였다.

4.3 Sealing 조건에 의한 Listing 현황

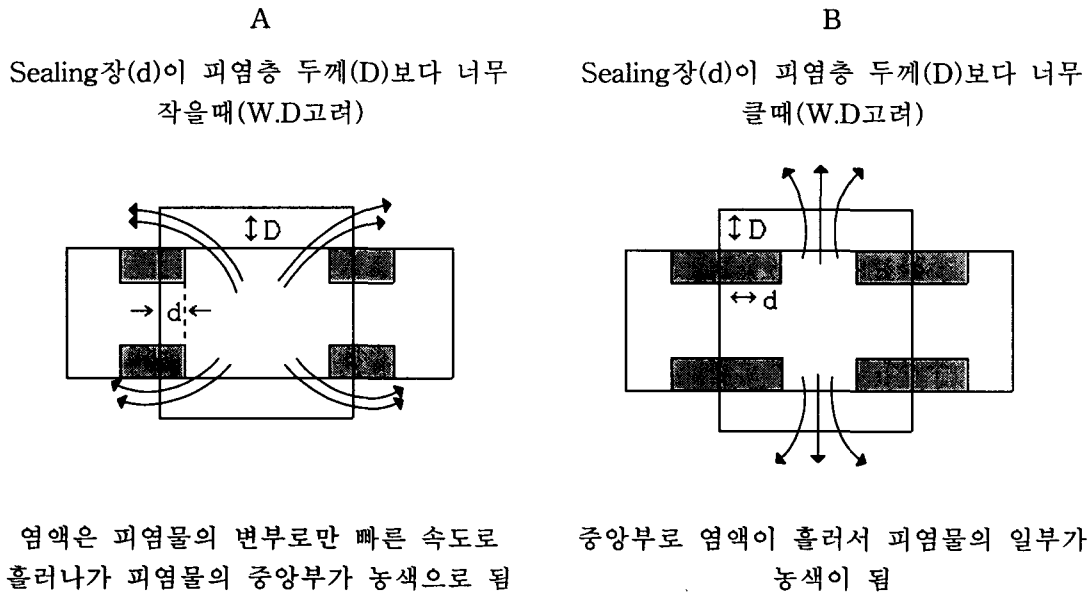


Fig 3. Schematic Diagram of Beam Dyeing Liquor Flow

은 피염물전체에 균일한 액류가 순환하도록 하는 목적이 있다. Wrap Seal이 너무 넓게 설정되면 염액은 피염물의 중앙부에서만 빠른 속도로 흘러나가 피염물의 변부가 농색으로 되고 역으로 너무 좁게 설정되면 염액류가 변부쪽으로 쏠려 피염물의 중앙부가 농색으로 된다(Fig. 3참조).

-Sealing표준방법

- ① Poly Taffeta 경우 $d = D$
- ② 고밀도인 경우 $d < D$
- ③ 저밀도인 경우 $d > D$ (부직포와 동일)

포지의 밀도가 낮은 Polyester 부직포의 경우 Sealing의 길이를 피염층 두께보다 크게하도록 조절하도록 한다. 즉 Sealing과 피염층의 두께 길이를 최적화 하도록 한다.

4.4 해결방안

따라서 해결책은

- 1) 염액순환속도를 현재보다 늦도록 하여 단위시간당 피염층에 염액이 머무는 시간을 증가하도록 한다. 지도업체의 최적조건은 여러 실험결과 염액속도를 60%로 조절하는 것이 최적조건이었다.
- 2) 포지의 밀도가 낮은 Polyester 부직포의 경우 Sealing의 길이를 피염층 두께보다 크게 하도록 조절하도록 한다. 즉 Sealing과 피염층의 두께 길이를 최적화하도록 한다. 지도업체는 실험결과 Sealing 길이가 48cm가 최적조건이었다.
- 3) 승온방법의 개선이 필요하다. 적절한 승온곡선을 도출하여야 한다.
- 4) 분산제의 교체가 필요하다. 적절한 분산제를 사용 작업하도록 한다.
- 5) 장기적으로는 현재 수동으로 조절하고 있는 Batch Up System의 자동화설비를 설치하여 염액의 순환을 최적화되도록 하여야 할 것이다.

실제로 염액속도조절과 Wrap Seal 조절로써 염액순환을 원활히 하여 작업시간을 일반 폴리에스테르와 동일한 시간으로 작업하여도 불량률이 훨씬 줄어들었으며 분산제와 승온곡선을 적절하게 조절한 이후 불량은 육안으로 거의 발생하지 않았다.

5. 결론

D 회사의 문제점의 해결책은 다음과 같았다.

- 1) 염액순환속도를 현재보다 늦도록 하여 단위시간당 피염층에 염액이 머무는 시간을 증가하도록 한다.
- 2) 포지의 밀도가 낮은 Polyester 부직포의 경우 Sealing의 길이를 피염층 두께보다 크게 하도록 조절하도록 한다. 즉 Sealing과 피염층의 두께 길이를 최적화 하도록 한다.
- 3) 승온방법의 개선이 필요하다. 적절한 승온곡선을 도출하여야 한다.
- 4) 분산제의 교체가 필요하다. 적절한 분산제를 사용 작업하도록 한다.
- 5) 장기적으로는 현재 수동으로 조절하고 있는 Batch Up System의 자동화설비를 설치하여 염액의 순환을 최적화되도록 하여야 할 것이다.

참고문헌

1. 脇田 登美司, 實用染色講座, 色染社, P.177(1993)
2. 山本俊雄, 解説 織物染色加工設備, 色染社, P. 219(1998)
3. 阪上末治, 染色加工機器集, 纖維社, P. 89(1989)
4. Jose Cegarra et al., The Dyeing of Textile Materials, Textilia P. 199(1992)