

콜드 패드 배치(CPB) 염색의

최근 발전 동향

1. 서 언

콜드 패드 배치(CPB) 공정은 세계 섬유 시장의 수요를 해결함에 있어 큰 도움을 주고 있다. 여러 도매상들은 가격, 개선된 품질(외관 및 견뢰도) 및 계획에서 제품화까지 소요되는 시간의 단축과 관련된 압박을 계속 받고 있다. 이러한 생산 시간의 단축과 연관된 요구 사항들로 인해 실험실 염색을 대량 염색에 그대로 반영시킬 수 있는 염색 공장이 필요하게 되었다. 이러한 이유로 시장에서는 CPB 염색이 가능한 새로운 구조의 원단과 혼방물이 필요하게 되었다<표 1>.

<표 1> 반응성 CPB 염색에 대한 세계의 추세

	섬유 추세	CPB 추세
면 직물	안정적	안정적
Lycell을 포함한 재생 섬유 직물	작은 성장	작은 성장
면/탄성 혼방 직물	큰 성장	큰 성장
면성물	성장 추세	성장 추세

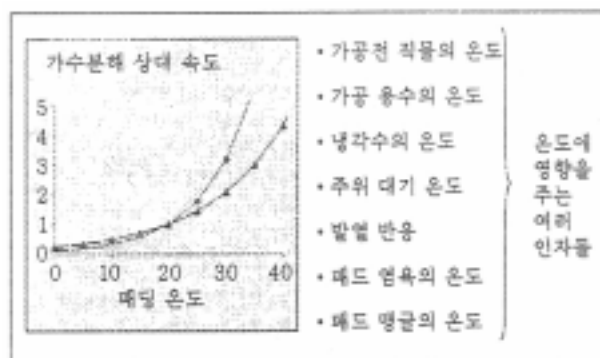
오늘날의 CPB 공정은 많은 관련 업체와 공동 접근에 의해 성공적인 발전을 이루어 왔다. 선도적인 텍스타일 솔루션의 제공자로서 DyStar는 섬유 기계 시장을 선도하는 기업인 Küster 같은 기업과 “콜드 패드 배치 제어 기술”이라는 하나의 목표를 두고 공동으로 작업하여 최적 염료의 응용 및 제어 조건을 제공한 바 있다. 1957년부터 콜드 패드 배치 기술은 큰 발전을 하였

으며, 현재도 진행되고 있다.

- 조제 펌프의 발전(Hoechst)
- 알칼리 고착제로서 규산소다의 도입(Hoechst)
- 고주파 오븐을 이용한 실험실적 염료 고착의 개발(Hoechst)
- 실용 조건 하에서 염색 안정성의 수학적 결정→Optidye CR(DyStar)
- 규산염이 없는 알칼리 처방의 개발(DyStar)

기계 및 제어 기술의 발전과 더불어 새로운 반응성 염료의 발색단 및 고착제에 대한 연구가 지속되고 있으며, 모든 기후 조건 하에서 높은 고착율, 최적의 상용성을 포함한 염색의 안정성 증진이 연구 목표이다. Levafix CA 염료 개발은 염색 공장에서 색상의 신뢰성 및 염색 공정 관리에 있어 큰 도움을 주었으며, 새로운 염료 화학에 있어 하나의 기준을 만들었다.

간단한 CPB 공정은 주위 환경에 의해 쉽게 의해 변하지 않고 일관성이 있어야 한다. <그림 1>는 yellow/red/blue 3색 조합으로 CPB 염색할 경우, 온도 제어의 중요성과 그 영향을 나타낸 것으로, 20°C까지는 매우 안정적이다. 그러나 <그림 1>에 나타나 있는 인자들의 영향으로 쉽게 염색의 온도가 28~30°C까지 상승할 수 있다. 이러한 온도 상승은 성능을 저하시켜, 재현성 불량, 테일링 및 재작업에 의한 가격상승 등을 가져온다.

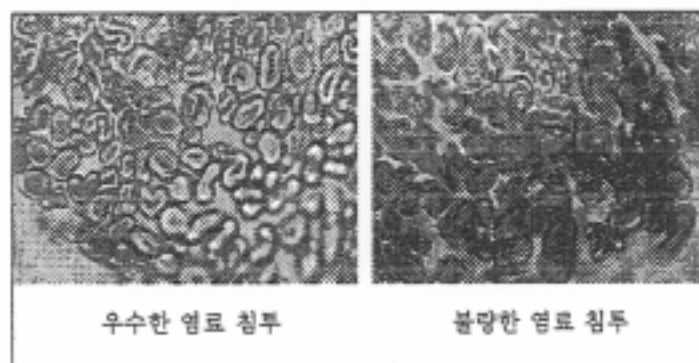


<그림 1> 3색 조합 염색에 대한 온도제어의 영향

2. 반응성 염료의 확산

셔팅(shirting), 작업복 또는 치노(chinos)에 적합한 가공 원단의 품질은 염료 확산과 염료 성능(dye capability)에 따라 크게 좌우되는데, 실 및 시료의 세공 사이로 염료가 침투하는 동시에 전체 공정에 걸쳐 염료의 확산이 충분이 이루어져야 한다. 염료의 확산 및 침투가 불량한 제품은 최근 성능이 강화된 표백제를 이용한 가정용 세탁 10회의 경우, 탈색이 발생하고 백색의 구김 자국(crease mark)이 생길 수 있다.

염색 시료의 표면 및 섬유를 현미경을 이용하여 조사해 보면, 염료 침투가 우수한 것과 불량한 것의 차이를 즉시 알 수 있다<그림 2>.



<그림 2> 광학 현미경으로 본 염료의 확산

염료의 충분한 확산은 의복의 외관뿐만 아니라 견뢰도 특성에도 매우 중요하다. 여러 염료를 사용하여 견뢰도를 평가한 결과, 견뢰도 차이가 매우 큰 것을 알 수 있었다. <표 2>는 산화 표백제에 민감한 Reactive Black 5 염료에 기초한 짙은 남색(navy) 시료와 높은 견뢰도 특성을 가진 Levafix CA 염료에 기초한 회색 시료에 대한 확산도(the degree of diffusion) 및 견뢰도 특성의 비교를 나타낸 것이다. <표 2>에서 알 수 있듯이, Reactive Black 5 염료에 대한 일광 및 세탁 견뢰도 시험의 결과, 염료 확산의 불량만으로 1.5등급이 떨어

어지는 것을 볼 수 있다.

<표 2> 건뢰도 비교 VS 염료 확산도의 차이

	C.I. Reactive Black 5에 근거한 짙은 남색		Levafix CA에 근거한 회색	
	최적 확산	불량 확산	최적 확산	불량 확산
C10A	2-3	1-2	4-5	4
일광건뢰도	4	2-3	5	3-4
10×C4A, 50℃	3-4	2	4	3
NO ₂	3R	2-3R	3-4	3

만약 Levafix CA 염료를 사용하여 염색할 때, 확산이 불량하였다면 M&S C10A 시험에는 통과할지는 모르나 일광 건뢰도와 세탁 건뢰도는 좋지 않을 것이다. 고성능을 기대했던 염료의 건뢰도가 좋지 않으면, 고객 불만의 위험에 바로 연결된다.

전처리하는 최적의 염료 확산을 위한 기본 공정 중 하나이다. 염색 시료의 습윤성이 우수하고 pH 범위가 약산에서 중성이며, 염색 시료 전체에 걸쳐 균일해야만 한다. 우수한 습윤성이 염료확산의 최적 조건 중 하나임은 확실하다. 그러나 pH가 조금이라도 알칼리일 경우 염료의 직접성에 매우 큰 영향을 주게 되어, 결국 염료 확산을 저하시킬 것이다. 수분 함유율이 균일한 염색 시료를 얻기 위해서는 건조 공정의 제어가 필요하다. 일반적 관행으로 염색 시료를 과건조하면 흡습성이 떨어지게 되는데, 이러한 경우 실험실 염색과 대량 염색의 결과가 잘 맞지 않게 되는 결과를 가져올 수 있다. 이러한 이유로 최근에는 수분 조절 시스템이 강력히 추천되고 있다.

양호한 전처리 및 건조 공정만으로 염료의 확산이 좋게 되는 것은 아니다. 특히 밀도가 높은 원단을 염색할 경우, 올바른 알칼리 처방을 사용하여야 한

다. 약알칼리 처방은 염료의 고착 속도를 제어하고, 염료가 셀룰로스 분자의 구조까지 확산되도록 한다. 이때 염료는 분자 구조는 물론 원하는 견뢰도 특성에 따라 선정되어야 한다. 염료의 확산도에 영향을 미치는 인자는 다음과 같다 : 습윤성, 균일성, pH, 수분 함유율, 과건조, 약알칼리 처방 및 염료의 분자 구조.

<표 3>은 위에 언급한 기준을 만족하는 DyStar의 추천 염료를 나타낸 것이다. <표 4>은 특히 Levafix CA 염료에 대해서, 염료 고착이 이루어지기 전에 염료 확산이 충분이 이루어질 수 있는 약알칼리 추천 처방을 나타낸 것이다. 규산염이 없는 알칼리 처방을 이용할 경우, CPB 염색 관련 장치를 보다 청결히 관리할 수 있으며, 알칼리에 의한 롤러의 경화 현상이 없게 된다. 또한 염색 시료의 수세가 보다 쉽게 되고, 보다 부드러운 촉감을 가진 염색 시료를 얻을 수 있다. 모든 기후 환경 하에서 정확한 염욕의 안정성 및 배칭(batching) 시간을 계산하기 위한 컴퓨터 프로그램인 “Optidye CR”을 이용할 경우, 전체 염색 공정의 제어 및 최적화에 큰 도움을 받을 수 있다.

<표 3> CPB 염색을 위한 추천 염료

담색용 3색 조합	담색~중색용 3색조합 (최고 성능)		농색용 3색 조합
Levafix	Levafix	Levafix	Remazol
Yellow F-3RL	Br. Yellow CA	FastRed CA	Ultra Yellow RGB
Brown E-2R	Yellow CA	Red CA	Ultra Red RGB
Br. Blue E-B	Amber CA	Rubine CA	Orange RGB
	Orange CA	Blue CA	DeepRed RGB
	Scarlet CA	Navy CA	Blue RGB
		Olive CA100	Navy RGB
			Deep Black RGB

<표 4> 약 알칼리 추천 처방

염료 g/L	<5	5~9	10	15	20	30	40	50	60	80	100
소다회 g/L	20	20	18	18	17	15	15	15	15	15	15
50% 가성소다 mL/f	0.4	0.6	1.2	1.8	2.3	3.4	5.0	7.2	8.5	11.8	12.0

3. 에머라이즈 가공 원단

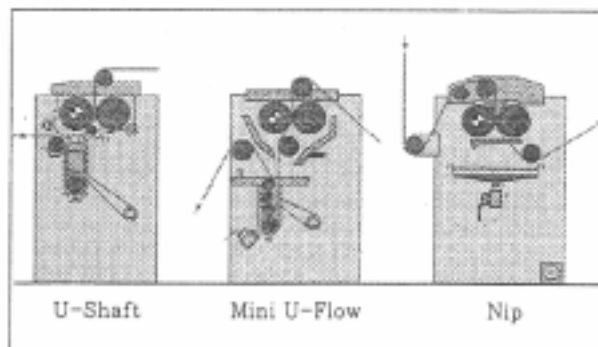
레저 웨어, 여성 의류, 스마트한 캐주얼 웨어 등을 위한 에머라이즈 가공 원단은 중요한 패션 트렌드 중 하나이다. 샌딩, 스웨딩 또는 브러싱으로 알려진 에머라이징 가공에서 표준 에머리 페이퍼, 다이아몬드형 에머리 페이퍼 및 카본 코팅처리 PA 강모 사용을 포함한 개발이 이루어졌다. 그러나 이러한 처리를 한 염색 시료는 표면-이면의 색상 균일성 관점에서 볼 때 상이한 염색 특성을 가진다. CPB 염색 공장은 일반적인 문제뿐만 아니라 다음과 같이 좀처럼 얻기 힘든 에머라이즈 가공 원단의 견뢰도 증진이라는 문제에 직면하고 있다.

- 높은 일광 견뢰도 C9 : 4등급 변퇴
- 높은 세탁 견뢰도 C10A : 3-4등급 변색
- 높은 습윤 견뢰도 C9A ;
- 땀 견뢰도 C7 ;
- 산화 질소 가스에 대해 안정적, 오존 견뢰도 우수 ;
- 광색성 없음 ;
- 우수한 워시 앤 웨어성.

(주의 : 상기 언급된 C 견뢰도 시험은 M&S 시험으로 ISO 및 AATCC 견뢰도 시험과는 다를 수 있다).

이러한 견뢰도 증진에 대한 요구는 재현성, 표면-이면의 색상 균일성 및 확산 특성과 관련하여 염료를 선택하는 계기가 될 수 있다.

생산 현장 및 실험실 염색의 약 90%가 <그림 3>에 보이는 패딩 기술을 사용하고 있다. 일반적으로 생산현장에서는 U-shaft, Mini MFLO 기술(Küster) 및 이와 유사한 시스템을 대부분 사용하고 있다. 반면, 닙(nip) 염색은 주로 실험실에서 사용되고 있으며, 생산 현장에서는 일부 사항(셔팅 등)에서만 적합하다. 그러나 이 두 기술에 의한 염색 결과의 차이는 매우 크며, 에머라이즈 염색 시료에서 매우 크게 나타난다. 이러한 결과는 실험실에서부터 나타난다. 심지어 실험실 염색에서는 표면-이면의 색상 균일성에 대해 상업적으로 허용이 가능하더라도, 생산 현장의 트로프(trough) 및 닙 염색 시료에서는 매우 큰 색차가 발생할 수 있다. 적절한 염료 선택은 이러한 색차를 최소화할 수 있다.



<그림 3> 패더의 배치환경

염색 특성은 패더의 배치 환경 뿐만이 아니라 패딩 속도에 의해서도 크게 좌우되는데, 두 조건이 차이가 나는 경우, 각각 사용되는 염료 조합이 다르게 되며 이로 인해 재현성 문제가 야기될 수 있다.

실험실 염색의 재현성은 매우 중요하다. 실험실은 실험 장비, 실험 공정과

대량 생산 공정 사이에 정확한 상관성을 구하여야 한다. 30~60m/min의 속도는 실험실에서는 불가능하다 ; 결론적으로 사용되는 두 속도에서의 상관성을 구해야 한다. 최근, 기기 제조 업자인 Küster(Padmaster)에서는 실험실 공정과 대량 공정을 연결시키는 매우 유익한 도구를 개발하였다.

새로운 주문에 대한 결정 과정은 대부분 실험실 염색 결과에 따라 좌우되며, 실험실 염색으로 염색 시료 외관, 견뢰도 특성 및 색상의 균일성 측면을 검토한다. 대부분의 실험실에서는 닙 염색하는 것을 감안해 볼 때, 트로프 염색으로 대량 염색을 할 경우에는 견뢰도 특성(특히, 일광 견뢰도)이 저하될 가능성이 있다. <표 5>는 일광 견뢰도에 대한 영향을 나타낸 것이다. 패더의 배치 환경은 매우 중요한 요소이지만 주의 깊은 염료 선정으로 어느 정도는 색차를 완화시킬 수 있다.

<표 5>

일광 견뢰도	제노 시험(C9)	
	트로프	닙
Combination 1	2-3	3-4
Combination 2	3-4	4-5
Combination 3	5	5

4. 닙 및 트로프 염색이 견뢰도에 미치는 영향

에머라이즈 가공 시료를 염색할 경우, 적정 염료의 선정은 매우 중요하다. DyStar에서는 패드 배치 제어 기술에 필요한 모든 성능을 만족시킬 수 있는 염색 처방을 연구하여 왔다. 패드 배치 제어 기술에는 Levafix CA 및 Remazol RGB 염료의 사용, 이 염료를 사용할 때 최적의 확산이 이루어질 수 있는 약알칼리 처방, 최선의 재연을 위한 염색 속도, 실험실 및 대량 염색을 연결시키는 관련 기기의 설치 등이 포함된다.

많은 실험실 및 생산 현장의 실험을 근거로, 에머라이즈 가공 원단을 난색조(暖色調, earth tone ; 연한 회색에서 검은 갈색)로 염색하기 위한 최적의 염료 선정은 다음과 같다.

- Levafix Amber CA : 광색성 없음, 높은 일광 견뢰도
- Levafix FastRed CA : 높은 일광 견뢰도
- Levafix Blue CA : 높은 일광 견뢰도
- Levafix Olive CA 100 : 균질상, 광색성 없음 및 높은 일광 견뢰도

모든 Levafix CA 염료는 매우 높은 빌드업(build-up) 및 최고의 색상의 강렬함(color robustness)을 보인다. 위에 언급된 염료를 삼색 조합하여 염색한 결과, 실험실 염색 결과가 대량 염색의 결과에 잘 반영되며, 대량 염색시 로트차가 거의 없고, 높은 견뢰도 성능 및 표면-이면의 색상 균일성을 보여준다. 대량 생산을 시도할 경우, 실험실과 대량 염색의 결과가 잘 맞는지를 검토하여야 하며, 에머라이징 가공에 의한 염색 시료의 차이를 염두에 두어야 한다. 실험실에서는 대량 처리 공정의 조건을 재현할 수 있어야 하며, 실험실과 대량 공정 사이에는 상관성이 있어야 한다.

5. 결 론

패드 배치 제어 기술과 관련된 전문적 지식은 품질의 향상, 생산성 증가, 고도의 차별화 및 생산 리스크를 감소시킬 수 있는 기회를 제공한다. CPB 공정은 염료 개발, 응용 및 염색 인자제어를 이용한 염료 확산의 최적 조건과 염색 재현성을 개선하여 발전하고 있다. 이러한 발전은 새로운 원단의 발전에 대해 견뢰도 성능과 관련된 소비자의 높아진 기대를 충족시킬 수 있는 해결책을 모색하고자 노력하는 세계적 규모의 소매상, 염료 개발 업자 및 기

기 제조 업자들 간의 밀접한 공조가 이루어진 경우에만 이루어질 수 있다.

전체 텍스타일 체인의 파트너로서 DyStar는 세계를 선두하는 소매상들을 충족시킬 수 있는 색상의 신뢰성과 비용 효율이 높은 염료 및 일발 염색 (right-first-time;재염하지 않고 한 번에 염색함) 기술을 지원하는 염색 공정 관리를 제공하고 있다.

(Development in cold pad batch dyeing : Textile Asia, 2006, No 4)