

편성물의 색단 분석(1)

1. 서언

색단(barré)은 직물이나 편성물 모두에서 발견되는 결점 현상으로, 실의 물성이나 염색성의 차이, 직물 조직의 구조적 차이 또는 이러한 차이의 조합으로 인해 원단 내에서 시각적인 차이가 발생하는 현상이다. 색단은 원단 내에서 의도하지 않은 줄이나 띠 형태가 반복적으로 나타나는 현상으로 정의할 수 있으며, 직물에서는 주로 경사 방향으로, 환편물에서는 코스 방향으로, 경편물에서는 경사 방향으로 나타난다. 이와 같은 색단은 바레, 경사줄, 위사줄(위단) 등의 용어로 불린다.

색단은 원단 제조 공정(제직, 편성 또는 습식 공정 등) 중 어느 공정에서도 발생할 수 있으므로 중요하다. 제조 공정 중 색단 현상을 방지하고 원단의 품질을 높이기 위해서 색단의 원인을 파악하는 것이 필요하다.

색단의 원인 분석은 결점 현상 관찰, 탈색 및 재염색, 스트리크(streak) 분석, 루프장(course height) 및 실의 섬도, 실 꼬임수 및, 헤어리니스(hairiness) 측정 등이 실시된다. 직물이나 편물에 관계 없이 색단 분석 과정은 거의 유사하지만 일부 차이도 있다. 본고에서는 편성물의 색단 분석에 관해 살펴보고자 한다.

2. 실험

(1) 결점 현상 관찰

색단이 발견된 편성물 시료를 AATCC(TM) 178-2004에 따른 조건에서 검사틀에 올려놓고 관찰한다. 결점 현상 관찰을 통해 유용한 정보를 얻을 수 있다. 예를 들어 색단이 같은 코스(course)를 따라 나타나지 않는다면, 이것은 습식 공정에 의해 야기되었을 가능성이 높다. 또한 색단의 반복 싸이클 또한 판단에 중요한 단서가 된다.

(2) 구성 섬유

색단 분석 실험을 위해서 원단의 섬유 구성에 대한 정보가 필요하다. 만약 섬유 구성 정보가 없을 경우, 섬유 감별 및 혼용률부터 확인하여야 한다. 이러한 분석은 주로 섬유의 특정 화학 약제 및 용매에 대한 용해성 시험으로 이루어지며, FT-IR 분석, DSC 분석 등으로 보완할 수 있다. 섬유 감별에 사용되는 화학 약제 및 용매는 독성이 있고, 부식성 및 인화성을 가진 경우도 있으므로 물질안전보건자료(MSDS) 및 실험실 안전 수칙에 유의하여 실험하여야 한다.

(3) 스트리크(streak) 분석



<그림 1> Streak analyzer

색단 발생 시료의 스트리크 분석은 아틀라스사의 Streak analyzer 등과 같은 장비를 사용하여 실시한다. 장비의 바닥에 놓이는 매끈한 금속판 위에 플라스틱 필름을 얹는다. 플라스틱 필름의 크기와 같은 크기로 시료를 자르고 플라스틱 필름 위에 얹는다. 이 때 색단 부분이 위로 올라오도록 한다. 시료 위를 네오프렌 쉬트로 덮는다. 분석장치 위의 뚜껑을 닫고 잠근다. 플라스틱 필름 위에 놓인 시료를 25 psi로 공기를 사용하여 압력을 가한다. 분석 장치

에 121℃의 열을 3분간 가한다. 냉각한 후 압력을 제거한다. 시료와 플라스틱 필름을 분리한 후 시료의 색단이 플라스틱 필름에 찍혔는지 확인한다.

만약 시료의 색단이 플라스틱 필름에 찍혔다면, 이 색단은 실의 섬도나 헤어리니스 정도 및 조직(루프장 등) 등 구조적 차이에 의해 발생된 것으로 판단할 수 있다. 반면, 시료의 색단이 플라스틱 필름에 찍히지 않았다면, 이 색단은 섬유 물성(면의 성숙도, 혼용률, 광택제 등의 함량 차 등)과 관련하여 발생된 것으로 판단할 수 있다. 단, 몇몇 섬유의 물성(열적특성 등)의 차이에도 플라스틱 필름에 줄이 찍힐 수 있으므로 주의해야 한다.

(4) 탈색 및 재염색

습식 공정에 의해 발생된 색단은 탈색 및 재염색을 통해 확인할 수 있다.

면 편성물의 탈색은 일반적으로 1) 차아염소산나트륨 (2 g/L 활성 염소)과 포름산 (85% 1 ml/L) 용액을 사용하여 액비 20:1으로 90℃에서 10~20분간 처리하는 방법 또는 2) 수산화나트륨 (50% NaOH, 2g/L)과 차아황산나트륨(2~4 g/L) 용액을 사용하여 60℃에서 30분간 처리하는 방법 등이 있다. 수세 및 아세트산 (98%, 1g/L) 용액으로 50℃에서 5분간 중화한 후, 탈색 소재를 일반 조건에서 반응성 염료로 염색할 수 있다.

폴리에스터 소재는 캐리어(2~4 g/L)를 포함한 수산화나트륨 (50% NaOH, 2 g/L) 용액을 사용하여 130℃에서 20분간 처리하여 탈색할 수 있다. 수세 및 아세트산 (98%, 1g/L) 용액으로 50℃에서 5분간 중화한 후, 탈색 소재를 일반 조건에서 분산 염료로 염색할 수 있다. 캐리어는 독성이 있으므로 주의하여야 한다. 본고에 언급된 모든 시험은 적합한 실험실 안전 수칙에 따라 실행되어야 한다.

색단이 탈색 및 재염색 후에도 여전히 관찰되는 경우, 색단은 습식 공정과 관련하여 발생된 것이 아니라 구조적 문제로 인해 발생된 것이다. 반면, 색단이 탈색 및 재염색 후에 사라졌다면, 색단은 습식 공정 중의 문제로 인해

발생된 것이다.

만약 색단이 습식 공정에 의해 발생되지 않았다면, 루프장, 실의 섬도 및 꼬임 수 등을 측정하여 편성 구조나 실 문제로 인해 색단이 발생된 것은 아닌지 확인하여야 한다.

(5) 루프장 측정

정상 부위와 색단 부위에서 측정한 루프장의 차이가 있을 경우, 색단이 편성 구조 또는 실의 섬도 등의 문제로 발생된 것으로 판단할 수 있다. 컨디셔닝한 시료의 루프장은 고성능 현미경으로 확인할 수 있다. 정상 부위와 색단 부위의 현미경 사진을 촬영하고 사진상의 루프의 높이를 측정하여 비교할 수 있다. 편성물에서 루프장은 측정시 다소 편차가 발생할 수 있으므로 각 정상 부위와 색단 부위별로 30 군데를 측정하는 것을 추천한다.

통계적으로 평균값 $\bar{A}$ 는 신뢰도 99% 구간에서 $\bar{A} \pm \alpha \sigma$ 의 값(σ 는 표준편차, α 는 측정 개수)을 가진다. 부위별로 30 군데의 루프장을 측정했을 때 $\alpha = 0.496$ 이다. 정상 부위와 색단 부위의 측정값이 $\bar{A}_1 \pm \alpha \sigma_1$, $\bar{A}_2 \pm \alpha \sigma_2$ 이며 서로 겹칠 경우, 두 부위의 루프장은 유의한 차이는 없다고 할 수 있다. 그러므로 두 부위간의 루프장의 차이가 색단의 원인이 아니므로 색단이 편성 구조에 의해 발생된 것은 아니라고 판단할 수 있다. 반대로 정상 부위와 색단 부위의 측정값이 $\bar{A}_1 \pm \alpha \sigma_1$, $\bar{A}_2 \pm \alpha \sigma_2$ 이며 서로 겹치지 않을 경우, 두 부위간 루프장에 유의한 차이가 있다고 할 수 있다. 그러나 루프장 차이는 실의 섬도차에 의해서도 발생할 수 있기 때문에, 루프장 차이만으로 편성 구조에 의해 색단이 발생되었다고 판단할 수는 없다.

(6) 실의 물성 측정

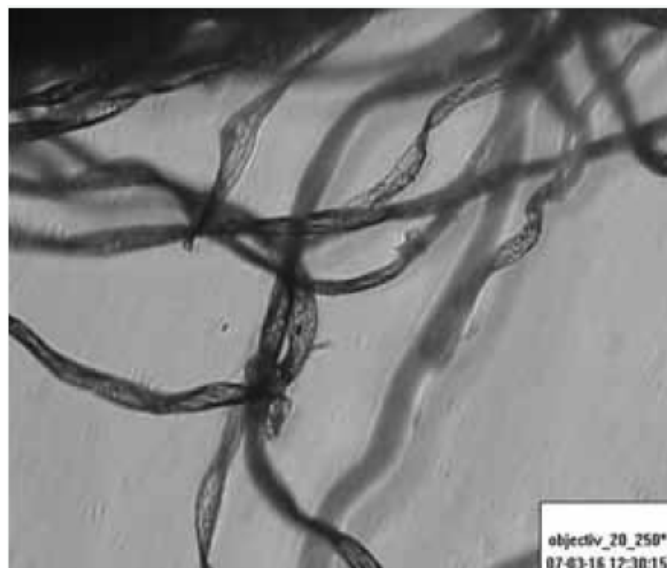
정상 부위와 색단 부위의 실의 섬도 차이는 CAN/CGSB 4.2 No. 5.2 등과 같은 표준 시험법에 의거하여 측정할 수 있다. 시료를 컨디셔닝한 후, 정상 부

위와 색단 부위의 실을 각각 풀어내어 500mm 길이로 자른다. 자른 실은 0.01 mg 단위까지 무게를 측정한다. 각 부위별로 10회 반복 측정한다.

정상 부위와 색단 부위의 실의 꼬임수 차이는 CAN/CGSB 4.2 No. 8 또는 ASTM D1422-98 등과 같은 표준 시험법에 의거하여 측정할 수 있다. 시료를 컨디셔닝한 후, 정상 부위와 색단 부위의 실을 각각 풀어낸 후, 실의 섬도에 맞춰 적절한 하중을 준 상태로 해연-가연하여 꼬임수를 측정한다. 측정 길이는 250mm이다. 각 부위별로 15회 반복 측정한다.

정상 부위와 색단 부위의 실의 섬도 및 꼬임수 측정 결과를 통계적으로 처리하여 실의 섬도 및 꼬임수가 색단을 야기했는지 확인할 수 있다.

실의 헤어리니스 정도는 Uster 시험기 등과 같은 시험장치로 측정하거나, 시료로부터 분리할 수 있는 실이 짧을 경우 현미경을 통해 직접적으로 확인할 수 있다. 실의 꼬임수 및 헤어리니스가 색단에 미치는 영향에 대한 연구 결과에 따르면, 헤어리니스 정도보다는 꼬임수가 색단에 미치는 영향이 비교적 더 크다고 한다.



<그림 2> 색단 부위에서 발견된 미성숙면

CTT Group에서는 면사 (또는 면/폴리에스터 혼방사)의 잔털에 종종 미성숙면이 포함되어 있는 것을 발견하였다. 미성숙면은 납작한 형태로 천연꼬임이 거의 없고, 염색이 잘 안되는 특징이 있다. 몇몇 경우에는 미성숙면으로 인한 잔털이 색단의 원인이 되기도 한다.

♣ AATCC Review November/December 2011