

면의 염색가공(3)

2.2 면섬유 특징

2.2.1 면섬유의 일반적인 소재 특징

면의 기본적인 소재특징은 염색가공상의 특징에 커다란 영향을 주고 있는데, 면섬유의 일반적인 소재특징은 다음과 같다.

① 비중 : 1.50~1.54(20°C에서)

② 정련, 표백하기 전의 표준적인 면섬유의 조성은 다음과 같다.

◦ 셀룰로오스	82~89%
◦ 수 분	7.0~10
◦ 펙 틴	0.6~1.1
◦ 단백질	1.0~1.8
◦ 유기질	0.5~0.9
◦ 왁 스	0.4~0.9
◦ 회 분(灰分)	0.6~1.5
◦ 기 타	1.0%

③ 흡수성이 있고, 수분율은 외기의 온습도에 따라 좌우되지만 표준상태의 온도 20°C, 관계습도 65%에서 8% 전후이다.

④ 수중(水中)에 면섬유를 넣으면 물은 면섬유에 침투하게 되는데, 물은 셀룰로오스분자의 결정(結晶)부분인 마이크로피브릴의 가운데에는 침입할 수 없고, 마이크로피브릴끼리의 사이에 빈틈이 있는데, 마이크로피브릴과 마이크로피브릴 사이의 결합력이 약한 부분에 스며들어 마이크로피브릴의 표면에 있는 셀룰로오스의 수산기와 반응 결합한다. 이를 결합수(結合水)라고 하고, 그 대부분은 빙점(氷点) 하에서도 얼지 않지만 일부는 어는 것도 있다.

<표5-5> 외기의 온습도와 면의 수분율과의 관계

온 도 관계습도	1.7°C	18.3°C	37.8°C
5%	1.91%	1.80%	1.68%
10	2.72	2.57	2.41
20	3.96	3.74	3.50
30	4.98	4.69	4.40
40	6.00	5.65	5.30
50	7.16	6.75	6.33
60	8.57	8.08	7.57
70	10.31	9.72	9.11
80	12.42	11.71	10.98
90	15.23	14.36	13.46
100	22.07	20.80	19.50

면섬유는 결합수보다도 더 많이 침투한 물을 자유수(自由水)라고 하고, 마이크로피브릴의 빈틈에 침입한다.

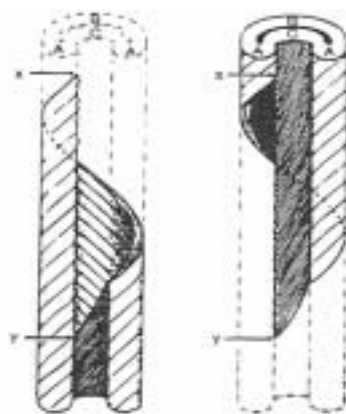
면섬유에 침투한 수분의 양을 면섬유의 중량과 비교하면 다음과 같다.

- 얼지 않은 결합수 19.8%
- 어는 결합수 2.2%
- 자유수 300% 정도까지

⑤ 습윤시의 강력은 건조시보다 약간 높다. 강력이 높아지는 이유는 물은 면섬유의 빈틈에 들어가 스며들고 마이크로피브릴의 표면에 나타나 있는 셀룰로오스 수산기와 단분자(單分子) 결합하면 비결정부분에 더욱더 빈틈이 있

게 되어 그 곳에 스며들어간다. 이와 같이 물은 자꾸자꾸 가운데로 침투하여 결합할 수산기가 없으면 자유수로서 면섬유 중량의 2~3배 정도까지 스며들어 갈 수가 있다. 이와 같이 물이 마이크로피브릴 끼리는 미끄러짐이 쉽게 된다. 그러므로 장력이 걸렸을 때 그 힘으로 고분자가 이동하여 느슨해진 고분자에도 힘이 걸리도록 하여 보다 많은 고분자에 힘이 균등하게 걸리도록 한다.

면섬유의 단면을 보면 반쪽은凸형, 반쪽은凹형으로 되어 있고 (그림 9 참조), 전체적으로 천연꼬임으로 주름져 있다. 면섬유를 힘을 세게 가하여 잡아당겨 보면 처음에는 천연꼬임이 꼬임전 본래의 상태로 되돌아가다가 힘을 계속 가하여 잡아당겨 보면 먼저凹형이 부분에 나선의 흐름에 따라서 균열이 생기고, 그 균열은凹부의 폭 전체로 넓혀지고 그 위에凸형의 부분에도 넓혀져 최후에 절단된다. 결국 고분자가 절단하기 전에 먼저 고분자의 가로의 결합부분을 인열(引裂)에 의한 힘이 고분자의 나선방향이 전화되는 역전점에 집중되어 절단이 일어난다.



X-Y의 사이에 마이크로 피브릴은 나선으로 한바퀴 회전
A-B-A는凸, A-C-A는凹

<그림 9> 면섬유 2차벽의 건조된 상태

면섬유는 凹부분은 凸부분에 비하여 인열시 매우 약한 약점을 가지고 있으나 면섬유 속으로 물이 스며들면 섬유는 팽윤하여 凹부는 둥글게 되고 원형에 가까운 상태로 부풀어 오른다. 물이 침입한 것에 따라 결합상태는 한쪽으로는 凹부의 마이크로피브릴의 배열이 보다 균정하게 되는 것에 의해 인장력을 전체적으로 고르게 할 수 있고, 凹부의 결점을 경감하므로 그 결과 습윤시 강도는 건조시보다도 5~10% 강도가 높게 된다. 더구나 통상의 셀룰로오스 분자에서는 물은 결정영역에 침입하지 않지만 머서화가공한 것과 레이온의 결정영역에서는 물이 스며들어갈 수가 있는 것으로 알려져 있다.

⑥ 용융점은 없으며, 고온에서는 녹지 않고 가열하면 150°C에서 분해를 시작하여 230°C정도에서 발화하여 타버리고 재는 거의 남지 않는다.

⑦ 내후성(耐候性)은 계속적으로 일광에 노출되면 강도저하와 황변을 일으키는 일이 있다.

⑧ 알칼리 영향은 가성소다로 팽윤하지만 파괴는 되지 않고, 약 알칼리에서는 비등점에서도 견딘다.

⑨ 산(酸)의 영향은 무기산(황산, 염산 등)을 희석한 용액에서도 고온에서는 용이하게 가수분해가 일어나 취화(脆化)한다.

⑩ 동(銅)암모니아액, 농도가 진한 염화아연용액에 의하여 용해한다.

⑪ 알코올, 에테르, 벤젠, 아세톤, 가솔린, 퍼클로로에틸렌 등의 일반 용제에서는 녹지 않는다.

⑫ 일반적으로 미생물에 대하여 저항성이 있지만 풀과 같은 부패하는 물질이 부착되어 습윤상태로 방치한 경우에는 곰팡이가 침입하여 취화하는 일이 있다.

⑬ 셀룰로오스는 반응성이 높아서 여러가지 부가화합물을 만들 수가 있다.

2.2.2 주요 염색가공의 특성

(1) 염색성

면섬유는 사상분자이고, 셀룰로오스의 집합체이지만 이 셀룰로오스가 규칙적으로 정연하게 배열한 결정부분과 무질서하게 흐트러진 비결정부분으로 성립되어 있다. 염료를 물에 용해하여 이 용액에 섬유를 집어넣어 가열하면 염료는 주로 섬유의 비결정부분에 스며들어가 섬유분자 사이에 고정된다. 이와 같이 염욕 중의 염료가 섬유에 옮겨져 섬유 사이에 고착하는 현상을 염색(染色)이라고 한다. 이 과정은 다음 4가지 단계로 나누어 생각할 수 있다.

- ① 염욕속에서 염료가 섬유 표면으로 향하여 확산(擴散)한다.
- ② 섬유 표면에 염료가 흡착(吸着)된다.
- ③ 섬유 내부로 염료가 확산한다.
- ④ 섬유와 염료 사이에 어떤 원인의 결합이 일어나 염착(染着)이 완결된다.

면은 앞에서 설명한 것처럼 셀룰로오스섬유이고, 셀룰로오스 분자에 많은 수산기(水酸基·hydroxyl group)가 있으므로 반응성이 대단히 높다. 이것은 염료 분자와 수소결합 및 공유결합을 일으켜 염착하는 것이다. 양모와 견은 단백질섬유인 까닭에 염착의 메커니즘(mechanism)이나 염료가 면과 다르다.

또한 합성섬유는 대부분 소수성(疏水性, 물이 스며들지 않은 성질)이고, 면과 같이 염료를 물에 용해하여 섬유 내부로 확산시킨다는 방법을 취할 수 없기 때문에 물이 불용성의 염료를 물속에 미립자상태로 분산시켜 가열하는 것으로 섬유내에 흡착시키는 방법을 취한다. 이와같이 섬유에 따라 염료와 염색방법은 다르지만 면은 사용염료의 종류, 내용, 염색방법에 있어서 여러 가지 변화를 선택할 수 있고, 광범위한 용도에 대응하여 변화있는 상품을 생산할 수가 있다.

(2) 내(耐)알칼리성

면섬유 등 천연셀룰로오스는 가성소다와 같은 알칼리에 대하여 내성(耐性)이 있기 때문에 면섬유의 염색가공에서는 여러 공정에서 알칼리가 사용된다. 예를들면 면섬유에 함유되어 있는 불순물인 펙틴, 단백질, 왁스, 재 등을 용해 제거하는 정련공정과 고농도의 알칼리제를 반응시켜 면섬유를 팽윤(膨潤)시키고, 과액을 부여하고, 강력을 향상시키고, 나아가 치수안정성을 부여하는 등의 개질(改質)을 행하는 머서화가공, 면섬유와 반응성염료의 고착을 촉진시키는 염색공정 등의 대표적인 공정에서 알칼리가 사용된다. 그런데 만약 면이 액면에 노출되어 공기와 오랫동안 접촉하면 셀룰로오스가 가수분해를 일으켜 산화섬유소(oxycellulose)로 변하고, 현저히 취화하므로 주의가 요망된다.

이 점에서 똑같은 셀룰로오스 섬유인데도 재생셀룰로오스인 레이온(rayon)은 면에 비하여 내알칼리성이 떨어져 알칼리 사용에는 세심한 주의가 필요하다. 더욱 셀룰로오스는 알칼리와 친화성이 높아 수세 및 탕세(湯洗)로도 용이하게 제거되지 않아 알칼리의 잔류는 섬유의 치수안정성 및 염색성에 악영향을 주므로 머서화가공과 염색 후의 후처리로서 산에 의한 중화(中和)가 실시된다.

(3) 수지가공성(樹脂加工性)

면의 대표적인 결점으로서 착용시의 구김과 세탁후의 구김, 형태가 뭉그러지고 수축이 일어나는 성질이다. 이런 결점을 개량하는 한가지 방법으로 수지가공을 하게 된다. 수지가공이란 문자 그대로 면섬유에 멜라민 포름알데히드 초기축합물(precondensate)의 수지를 먹여 열처리에 의해 가교(架橋) 및 수지화 반응을 일으켜 구김방지가공과 방축성(防縮性)을 개선시키는 데서 시작된 것이지만 수지형성 능력이 없는 약품에서도 셀룰로오스 사이를 가교하는 것에 의해 똑 같은 모양의 효과를 얻을 수 있는 것으로 알고 고분자화학의 발전과 동시에 많은 종류의 약품이 개발되어 대단히 진보하였다.

그 메커니즘은 셀룰로스 분자와 화학적으로 결합하는 약품(편의상 수지라고 총칭함)을 사용하여 분자 사이를 가교결합시키는 것으로, 이 가교는 면섬유의 내부에서 3차원적으로 행해진다. 그 결과 면섬유의 내부에 셀룰로오스는 입체구조로 되어 반발탄성(resilience) 및 방축성(nonshrinkage)이 얻어진다. 다만 수지가공에 의한 가교는 고열과 산성촉매를 사용하기 때문에 강도저하와 황변이 생기기 쉬워, 이런 결점을 보완하기 위하여 수지 외에는 완충제와 강도저하방지제 등을 병용하지만 어쨌든 면의 수지가공은 세심한 주의가 필요하다.