면섬유의 기술전망

1. 서언

합성섬유의 증가가 현저함에도 불구하고, 세계의 섬유소비량에서 셀룰로스 섬유가 약 50% 이상을 점유하고 있으며, 면의 생산량은 인구증가에 필적할 정도라고 한다. 면섬유는 천연섬유로서의 기능적인 우수함과 앞으로도 중요성이 한층 더해가는 지구환경의 관점에서도 꿈 많은 섬유소재로 지속될 것이다.

본고에서 면섬유에 관한 가공기술을 중심으로 최근의 동향에 대하여 알아보고자 한다.

2. 원면

생태학(eclogy)을 중시하는 유기재배면(organic cotton)은 무농약의 유기재배된 면섬유로서 미국 텍사스 농무성인증의 형태로 공급되어 최근 주목받고 있다.

바이오 기술을 이용한 면섬유의 연구도 활발하다. 유전자공학을 구사하여 면섬유의 품질개량을 시도해 보려는 것으로서, 이미 기존보다 해충에 더 강한 면섬유의 품질개량도 성공하였다. 다음으로 보다 강하고, 가늘고 긴 면섬유를 보다 효율 좋게 생산하려는 연구도 진행되고 있다.

3. 면가공기술의 최근동향

3.1 정련 · 표백

면섬유를 과산화표백할 때 촉매에 존재하는 불순물(철과 같은 중금속)로 인한 상해기구에 관한 연구가 진행되고 있다. 킬레이트제, 패드-배치법 및 산

전처리법 등이 상해를 방지하는 데 효과가 있다.

에너지와 약품사용량의 절감이라는 면에서 면섬유를 함유한 직물의 발호 · 정련 · 표백을 1段으로 처리하는 공정의 개발이 진행되고 있다. 아염소산 나트륨은 셀룰로스 섬유를 거의 손상시키지 않으며 중량의 감소도 없이 표백이 가능하다. 유독한 ClO_2의 발생을 억제한 시스템의 개발이 P/C 혼방직물에 적용되어 에너지를 크게 절감하였다.

과초산의 생성과정에서 발생하는 폭발성 과산화 디아세틸을 억제하기 위하여 특수한 촉매와 안정제를 투입하여 반응시킨 평형과초산(GPES)이 공급되고 있다. GPES 전처리에 뒤이어 과산화수소를 이용한 1욕2단법은 저온에서 행하기 때문에 AOX를 발생하지 않으면서 섬유중합도도 저하시키지 않는 등의 잇점이 있다.

3.2 머서화 처리

웨트 온 웨트(wet on wet)에서의 추가식 머서화 가공인 Ecomerce법은 환경면에서 안전하고 코스트면에서도 유리하면서 치수안정성, 균염성 및 광택을 향상시킬 수 있다.

새로운 머서화 가공기 Dimensa(Benninger법)는 고온, 고농도의 머서화로서, 치수안정성, 수축성, 폭내기에 우수하고 코스트의 절감에도 효과가 있다.

액체 암모니아(비점 : -33.4℃)에 의한 셀룰로스 직물의 처리는 후가공에서 얻을 수 잇는 효과가 종래의 머서화 가공에 비해 특이하기 때문에 최근에 와서 더욱 각광을 받고 있다. 이 처리법은 암모니아를 제거하는 방법에 따라 두 종류로 나눌 수 있다. 첫번째 방법은 Sanfo-set법으로서 액체 암모니아로 처리한 후 가열 실린더에서 암모니아를 증발시켜 제거하는 방법으로 NH_3 – 드라이법이라 한다. 두번째 방법은 Beau-Fixe법이다.

액체 암모니아로 처리한 후 냉수세와 열수세를 행하고 실린더로 건조시키

는 방법으로서 NH_3-웨트법이라 한다. 직물의 유연성은 NH_3-웨트법보다 NH_3-드라이법이 우수하다.

머서화에 의해 강도가 향상되는 것은 신장에 의해 결점이나 섬유의 축방향으로 피브릴의 배향이 커지고, 탈연 및 미세구조의 변화가 기여하는 것으로 생각할 수 있다. 액체 암모니아 처리에 의해 부드러운 촉감을 얻을 수 있는 것은 전단력과 전달이력(histeresis)이 감소하기 때문이며, 이것을 분자간의 압축응력을 감소시켜 회복시킬 수 있다. 구김회복성의 향상은 굴곡탄성률의 향상으로 회복될 수 있는데, 이는 중간 피브릴 영역이 작아짐으로써, 이 영역내에서 수소결합의 밀도가 증가하기 때문이라고 생각된다.

머서화에 의해 세공은 반드시 커지지만 온도가 높아질수록 이 영역은 줄어든다. C. I. Direct Blue1으로 염색했을 때의 염착성은 미처리된 면포를 100%로 볼 경우 액체 암모니아 처리는 133%, 20℃에서의 머서화는 174% 증가한다.

액체 암모니아로 처리한 후 암모니아를 제거시키면, 처리전의 면보다 염료흡수력은 저하하고, 다시 머서화시켜도 염료흡수력은 머서화한 면 정도에 그친다.

3.3 수지가공

후가공에서 취급되는 정도의 미량의 포르말린은 인체에 아무런 영향도 없다는 것이 역학적 조사에 의해 밝혀져 있다. 그렇지만, 유리 포르말린에 의한 자극취의 문제로부터 유리 포르말린의 이탈, 저포르말린(less-formalin) 및 무포르말린(non-formalin)가공제의 검토가 활발하게 진행되고 있다. 한편, 이지케어성과 직물의 강력 간의 고도의 가공 밸런스에 대해서도 계속 연구되고 있다.

가공포에서 포르말린을 이탈시키는데 관한 연구와 함께 욕중에서 가공제

의 안정성, 1,3디메틸롤-4,5히드록시에틸렌 요소(DMDHEU) 가공포의 산 · 알칼리 가수분해에 대한 안정성, 소량 포르말린의 FIA 측정법, 각종 DP 가공제의 C-NMR, CG/MS, DSC, TG등의 기기분석에 의한 분석결과가 알려져 있다.

저포르말린 수지가공에서는, 종래에 가공제로 사용한 DMDHEU와 혼합촉매의 최적화, DMDHEU와 포름알데히드 스캐빈저(formaldehyde-scavengers) 및 DMDHEU와 아크릴아미드의 병용이 검토되고 있다.

저포르말린 가공제의 대표적인 것으로 DMDHEU의 메틸화물, 예를 들어 Fixa-pret COF conc, CNF, CNR conc 등이 있는데, 종래의 DMDHEU에 비해 유리 포르말린의 양을 1/3 이하로 줄일 수 있지만, 포르말린의 잔류가 바람직하지 않은 상품에서는 소우핑의 중요성을 지적하고 있다.

무프로말린 수지가공에서는, 그 대표로서 1,3디메틸-4,5디히드록시에틸렌 요소가 거론되고 있다. 그렇지만 종래의 DMDHEU와 같은 정도의 이지케어성을 얻는 데는 약 70%정도 사용량을 높일 필요가 있다.

이 종류의 가공제인 Fixaprt 2345는 실리콘 에멀젼을 병용하여 사용해야 한다. 그러나 같은 타입의 Fixapret NF는 촉매인 Condensol 2404와 병용하여 사용하면 종래의 가공제와 대등한 효과를 얻을 수 있다.

근년, 종래의 N-메티롤형 수지가공제와는 완전히 발상을 달리하여 폴리카본산을 가교제로 하고 아염소산 나트륨(NaH_2PO_2)을 촉매로 셀룰로스 섬유를 수지가공하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 폴리카본산으로는 부탄테트라카본산(PTCA), 시스시크로펜탄테트라카본산(CTCA) 및 구연산 등이 있다. BTCA 처리는 셀룰로스의 OH기와 에스테르 가교를 형성하는 것으로서, 가공포를 적신 후에 구김과 주름을 주어 열을 가하면 에스테르 교환이 일어나서 재큐어링시킨다. BTCA처리 후에 큐어링을 170~180℃에서 실시하여 얻은 가공포는 강도유지율, 강성, DP성 등이 통상의 DMDHEU 가공포와 대등한 정도

이고 착색, 악취, 피부자극 등의 부작용도 없다. BTCA는 비싸기 때문에 코스트의 절감을 위하여 구연산 및 BTCA/TEA(트리에탄올아민) 병용계가 검토되고 있다. 그리고 구연산은 황변문제가 있기 때문에 그 대책으로 히드록시알킬, 테트라키스히드록시알킬 암모늄염의 첨가가 검토되고 있다.

가공포의 이지케어성과 강력 간의 높은 밸런스에 관한 연구는 액체 암모니아 처리포를 사용한 수지가공에서 볼 수 있다. 종래의 머서화는 면섬유를 불균일하게 팽윤시킨 것에 반해 액체 암모니아 처리는 균일한 팽윤이 가능하기 때문에 면직물의 찌그러짐을 줄일 수 있다. 예를 들면, 미처리/머서화-DMDHEU 미처리/머서화-처리보다도 액체 암모니아처리-DMDHEU처리의 경우 구김회복각과 마모강도의관계가 특히 좋아지는데, 이는 섬유간의 마찰이 감소함에 따라 섬유내의 구조도 변하기 때문이다. 또한, 액체 암모니아 처리-DMDHEU 처리는 미처리/머서화-DMDHEU 처리에 비해 인장특성은 약간 개선되지만 외력에 의한 저항력이 약한 점은 개선되지 않는다.

3.4 염색 및 후가공의 동시처리

면 및 개질면의 염색과 이지케어 가공의 동시처리에 관한 자료가 있다. 예를 들면, N-에틸롤아크릴아미드 유도체를 가공제로 하는 동시가공, 디에틸아미노에틸(DEAE)화 면의 동시가공이 있다.

3.5 제품염색과 가공

제품염색 · 가공은 레저 및 스포츠용 의류분야에서 6%까지 차지하고 있다. 어패럴 업계에서는 사이클이 짧은 유행에 대응하여 QR(8주간→2주간)이 가능한 것에 주목하고 있다. 제품염색 · 가공으로서는 염색과 봉제 후에 가공을 하는 후가공법과 후가공 후에 봉제하여 염색하는 전가공법을 검토한 결과, 균염성과 재봉사와의 이색성 면에서 후가공이 더 효과적이었다. 후가공법은 형태안정가공으로서 최근에 주목받고 있는데, 포스트큐어법(염색-소프트

너/팬퍼라이트 가공-봉제-수지가공액에 침치(dipping)-탈수 · 텀블 건조-프레스-오븐큐어), VP(vapor phase)가공법(염색-소프트너/샌퍼라이즈 가공-봉제-포르말린 가스에 의한 기상가공)등이 소개되고 있다. 특히, VP 가공법은 방축성, 방추성, 영구적인 유연성, 보형성, 속건성, 보색성 등에서 종래의 가공법을 초월한 획기적인 가공법이라고 할 수 있다.

제품염색 · 가공으로서 스톤워시의 이용도 활발하게 검토되고 있다. 기질에 대한 유연한 촉감과 독특한 외관을 부여하기 위해 합성경우과 셀룰라제가 검토되고 있으며 스톤(stone)을 사용한 염색 · 가공이 알려져 있다.

4. 환경문제

섬유가공공자에서 배수는 호제, 계면활성제, 금속 및 금속봉쇄제, 섬유유제 및 다량의 폐수이다. 이들중 호제는 한외여과법애 의해 회수하기 쉬운 PVA계, CMC계 등을 여과시킨 후 회수하여 재이용된다. 독일의 섬유산업에서는 알칼페놀에톡시레이트(APED)가 생분해되면 분해된 중간체가 어독성을 갖고 있기 때문에 1988년말까지 사용하고 그 대체품으로서 지방알코올 에톡시레이트(예 : Kieralon 1502)를 개발하였다. 더욱이 생분해성이 높은 지방알코올계 계면활성제 및 활성오니법(活性汚泥法)으로 분리 및 제거할 수 있는 쇄상 알코올 EO부가물도 제안되었다.

금속봉쇄제로는 종래의 EDTA, DTPA 등이 자연계 밸런스를 붕괴시키는 것을 막기 위하여 폴리아크릴산형 고분자 킬레이트제(예:Dekol SN)등이 제안되고 있다. 다량의 폐수를 발생시키는 문제는 과잉의 물을 사용하지 않도록 억제하는 것과 동시에 향유세정, 물의 재이용 등 공정의 합리화로서 대응할 수 있도록 하는 것이다.

5. 결언

근년의 기기분석기술의 눈부신 발전과 함께 다시 셀룰로스 섬유가 관심을 끌고 있다. 이러한 움직임은 셀룰로스 섬유의 구조해석에 대한 많은 연구자료에서 볼 수 있는데, 종래의 결정구조에 관한 연구에 머물지 않고 더 나아가 염색가공분야에서 더욱 중요한 비결정질에 관한 연구도 볼 수 있다. 최근 화제에 되고 있는 액체 암모니아 처리기술, VP 가공기술로 대표되는 것처럼, 낡은 기술이 주변의 기술혁신에 따라 달라진 형태로 세상에 받아들일 수 있는 사례는 적지 않다.