

최근 구미의 염색가공기술 동향

1. 서 언

세계 섬유의 양적(量的) 주무대는 완전히 아시아로 이동, 현재는 중국을 중심으로 전개되고 있다. 섬유대국에서 섬유강국을 향해 힘을 기울여 온 중국의 저력은 단지 위협의 대상으로 되어 왔다. 그리고 단순한 기본제품 생산에 힘써온 중국을 비롯한 아시아 섬유대국은 기술적인 역량을 연마, 보다 고부가가치 제품으로의 전개를 구체화하고 있다. 이 과정에서 문제화되는 것은 이들 발전도상국의 미숙한 염색가공기술에 대한 애로이다. 섬유제품의 최종 단계에 위치하여 소비와 직접 관련되는 염색가공은 섬유제품의 품질경쟁력에 결정적 수단이 되는 공정으로, 이 기술이 발전도상국 섬유산업의 국제경쟁력을 위한 핵심이라고 알려져 있다. 현지 지도자들도 기회가 있을 때마다 염색가공의 레벨 업이 장차 발전도상국 섬유산업의 성패를 가름한다고 강조하고 있다.

한편 일본을 비롯한 섬유선진국은 단지 수수방관만 하는 것은 아니다. 가격경쟁에 휩싸이지 않고, 소비심리에 직결하는 고부가가치 특화품의 개발, 첨단기술을 응용한 효율적 생산공정의 개발 및 환경부하에 대한 대응에 노력을 경주하고 있다. 근대 섬유산업의 발상지인 유럽이 이러한 환경변화에 대응한 경영적 기술적 체질개선을 강력하게 추진, 세계 섬유의 질적 리더로서 제품생산에 대한 정보 발신지의 역할을 하고 있다. 본고에서는 최근 2 3년 유럽을 중심으로 한 선진 섬유국의 가공기술과 그 제품의 개발동향을 정리하여 소개하기로 한다.

2. 염색가공설비 동향

2.1 세계 섬유기계의 추세

섬유기계는 현재 세계에서 약 180억불의 판매가 이루어지고 있으며, 그 70% 정도가 유럽에서 생산되고 있다. 그리고 60~95%는 세계 각국으로 수출되고 있다. 지금까지는 독일, 스위스, 이탈리아, 일본, 아메리카가 등, 상위 5개국이며, 세계 섬유기계의 80% 이상의 수출액을 차지하였으나, 일본과 아메리카의 국제 경쟁력이 저하되면서 유럽 특히 전통국인 독일, 스위스와 최근 성장력이 뚜렷한 이탈리아 섬유기계의 오름세가 점점 눈에 띄고 있다. 2001년 독일의 섬유기계 생산액은 40억EU를 기록, 그 90%를 수출하고 있다. 발송지역은 아메리카, 이탈리아, 독일, 동유럽 등이지만 최근 중국이 급증하여 2002년에는 최대 발송지로 되었다. 선진국 중 유일한 섬유 흑자국으로서 주목받고 있는 이탈리아 섬유기계는 매년 평균 5%의 성장을 기록, 2001년에는 36억EU의 실적을 기록, 독일에 이어 세계 제2위 섬유기계 왕국의 자리를 확보하고 있다. 수출률은 건전한 자국산지로의 공급을 포함한 26억EU(72%)로 유럽의 다른 나라에 비해 약간 낮지만, 성장률은 높아 세계시장에서의 존재가치가 급속하게 부상되고 있다. 국내 섬유산업이 쇠퇴한 스위스의 섬유기계는 높은 기술과 품질 경쟁력에 힘입어 2000년에는 수출이 22%나 신장한 22억스위스 프랑으로 생산의 98%를 수출하고 있다. 이 3개국에서 세계 섬유기계의 약 55%를 차지하고 있으며, 이밖에 프랑스, 스페인, 네덜란드, 영국, 벨기에를 포함하면 세계 70%의 섬유기계가 유럽으로부터 공급되고 있다. 아시아에서는 한국, 대만, 중국의 섬유기계가 주목되고 있지만 세계의 추세로 보면 아직 미흡한 상태이다.

10년전인 1992년에는 섬유기계 수출액이 4,600억엔을 넘어 독일에 이어서 세계 제2위를 자랑하던 일본은 2001년에는 2,260억엔으로 반감하였다. 이것

은 국내 섬유산업의 쇠퇴와, 70%를 차지하는 주력시장인 아시아지역에서 일부 메이커를 제외하고, 유럽 및 근린제국과의 국제경쟁력을 상실했기 때문이다. 한편, 전통적 섬유기계 왕국인 유럽은 영국 등 일부가 쇠퇴하고는 있지만 전술한 바와 같이 높은 국제 경쟁력으로 착실히 세계시장을 장악하고 있다. 힘있는 기업에 의한 적극적인 합종연횡(合從連衡)과 높은 기술력을 합친 정교한 마케팅과 프리젠테이션으로 수요자의 관심을 집중, 지금은 섬유산업의 중심지인 아시아에서도 그 존재가치를 인정받고 있다.

2.2 국제화로 전개하는 유럽의 염색가공기계

독일 섬유기계의 생산 수출에 차지하는 염색가공기는 28%(2000년), 이탈리아는 24%라고 알려져 있다. 독일은 박스제품이라는 텐터 건조기 및 코팅기, 염색기가 강하며, 그 성능은 정평이 나 있다. 이탈리아는 염색기, 각종 가공기와 그 주변 보조기기로, 사용하기 쉬운 성능과 섬세한 서비스 면에서 가장 성장률이 높은 분야라는 평판이 있다. 여기에 전통적으로 강한 스위스를 포함하여 스페인, 네델란드, 그리고 최근은 그리스 등도 염색가공기로 세계시장에 진출해 왔다. 한편 일본의 염색가공기계 생산은 1996년 252억엔이었던 것이 2001년에는 115억엔으로 절반 이하로 떨어져, 유럽 섬유기계와의 격차가 커지고 있다. 유럽의 메이커와 같이 소비자의 요망에 따른 사용하기 쉬운 설계와 섬세한 마케팅을 습득하고 더욱 국제시장에서의 존재가치를 나타내어야 한다. 그러면 최근의 국제전시회 및 국제시장에서 주목되고 있는 유럽의 염색가공기계를 소개한다.

2.3 화제의 설비

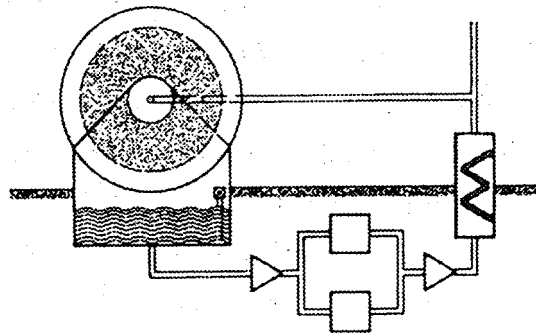
최근은 획기적인 아이디어나 메커니즘을 수반한 혁신적인 염색가공기의

출현은 적고, IT로 무장된 지능적 기능이나 환경, 생에너지를 배려한 설비가 눈에 띄고 있다. 그 중에 최근 국제기계전시회 및 기술문헌·인터넷 등을 통해 소개된 화제의 설비를 찾아보기로 한다.

2.3.1 준비기

발호, 정련, 수세 등을 확포상태로 효율 좋게 처리하는 장치로서 주목받고 있는 것이 스위스의 W+S Engineering社가 개발한“ ROTOWA ”이다. 이것은 원단을 빔에 감아올려 유지한채 처리액을 방사(放射)형태로 환류시키고, 배치된 빔을 고속으로 회전시킴으로써 발생하는 원심력에 의한 수압으로 처리효과를 가속시키는 원리이다(그림 1 참조). 원단중량의 6배 정도의 적은 용수로 강력하고 균일한 화학처리나 수세효과를 얻을 수 있다. 원단중량 12 500g/m²의 천연·화합섬 및 그 혼방 교직물을 최대 가동폭 3,400mm, 권취 최대 직경 1,600mm, 빔 회전수 20 400rpm의 무단변속으로 처리가 가능하다. 본 기계의 원형(原型)인 ROTOWA NV-31을 설치한 스위스 Heberlein社와의 공동연구에서, 다목적의 적용을 위해 구조체를 개량하여 ROTOWA NV-41을 개발하였다. 일청방(日淸紡)에서는 이 성능에 착안하여 면 스판레이스와 같이 장력 변동에 민감한 부직포의 표백가공에 채용, 독자적인 개량을 추가한 ‘오이코스’의 시장화에 성공하고 있다.

현재 세계에서 이미 50대 이상이 가동되고 있으며, 장력에 민감하고 환경과 생에너지를 배려한 가공에서 그 위력을 발휘하고 있다. 전통적인 로프형 정련기 메이커는 꾸준한 수요를 유지, “ Tubowash ”(Santex)나 “ Delphinell ”(Bruckner) 등 대표적인 로프 세정기는 여전히 인기가 있다. 이탈리아의 MCS社가 시장화한 대형 원스형의 연속 로프 세정기도 간편한 장치이다. 이것은 저욕비의 로프형 염색으로도 사용되고 있다.



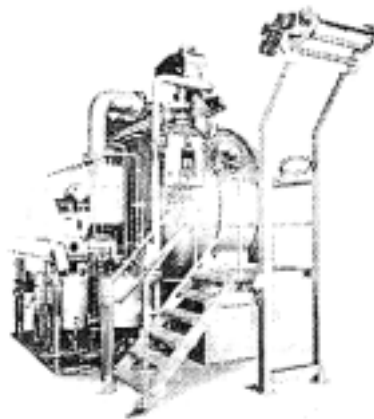
<그림 1> ROTOWA NV-31

2.3.2 염색기

배치식 원단 염색기의 주류인 제트 염색기는 1999년 파리 ITMA 이후, 구미에서는 둥근 탱크형이 주류로 되었다. 특히 에어플로라는 공기 제트류를 활용한 기상식(氣相式)이 주목되고 있다. 이것은 피염물인 원단과 염액을 순환하는 계통 안에서, 공기의 흐름을 주체로 하여 원단의 흐름을 부드럽게 함과 동시에 욕비를 1:3 수준으로 아주 낮추어 원단중량당 용수의 사용량을 적게 하는데 그 특징이 있다. 대부분 유럽의 염색기 메이커가 이 에어플로식으로 경쟁하고 있지만, 이 중에서 독일 Thies社의 기종이 호평을 받고 있다. 당사는 최근 이 기종을 더욱 개량한 범용형의“ Luft-Roto Plus ”를 시장화하여 주목을 받고 있다(그림 2 참조). Soft-flow jet라는 아주 적은 액체를 공기의 반송 메커니즘으로 관내를 흐르게 하여 염색을 수행하는 염색기는 환경을 배려하고, 에너지를 절약하면서 장력이나 표면형태, 태에 민감한 직물을 단시간에 효과적으로 염색하는 성능을 보여주고 있다. 더욱이 Dystar社와의 공동개발에 의해 아주 낮은 저욕비에서 염료·조제의 거동을 최적화하는 조건을 설정, 소비자의 신뢰를 높이고 있다.

그리스 Sclavos社의“ VENUS ”는 특수 수류(水流)관리 시스템인“ Aquachron ”

장치를 구비한 절수형 젖염색기로서 일찍부터 주목되고 있었는데, 이미 중동 및 아시아지역에 800대 가량 판매된 기종이다. 역시 기류식과 같이 절수형이라는 것은 시대에 따른 요구이다. 한편, 확포(擴布) 염색에서는 전통적인 지거 염색기에 IT의 기능을 장치하여, 제반조건을 철저히 검토하고 조절하여 활용하는 경향을 보이고 있다. 이탈리아 Mezzera社의 VGJ/E는 특수 벨트타입의 인버터를 장치하고 장력을 조절하여 스트레치직물 등의 지거염색을 가능하게 하고 있다. 이것을 고압화한 Thies社의 “HT-Jigger Trio ”는 주름에 민감하고 통기성이 높은 직물에 대한 염색을 전통적인 조작기술로 가능하게 하고 있다. 지거는 역시 저욕비형 염색기로서 재검토되고 있다. 물을 전혀 사용하지 않는 염색은 개발단계이지만, 독일의 Uhde社가 선구가 되어 실용화를 위한 개발이 추진되고 있다. 최근 정보에서는 독일과 아메리카에서 100kg 규모의 기체(機)가 실용화 단계에 들어갔다고 한다.



<그림 2> Luft-Roto Plus

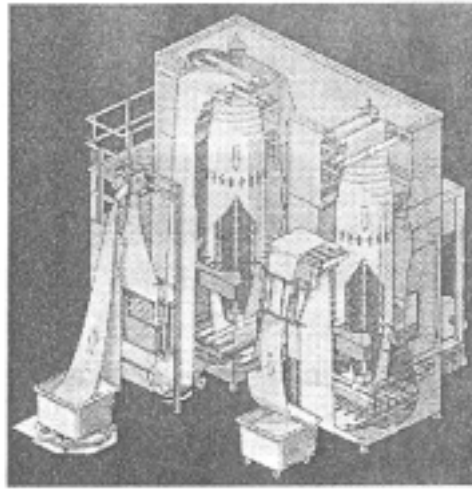
2.3.3 열고정(heat set)기

화합섬 원단의 기본공정인 히트세트는 열원(熱源) 환류(還流)의 개선, 열교 환과 방열의 재이용 등, 환경에 대한 배려와 에너지 절약 및 가공소재의 범

용성, 조업의 간편성을 감안한 기체(機體)의 개량을 독일 메이커의 주도로 전개해 왔다. 이중에 세계적으로 도입대수가 많은 것은 Monfort社의 Montex 5000-TwinAir이다. Exxotherm이라고 부르는 간접적인 가스 열풍으로 연소가스가 직접 원단에 접촉하지 않기 때문에 최근 보급되고 있는 스판덱스 혼용 스트레치 원단 등, 황변에 민감한 소재의 가공에 적합하다. 또한 Koenig Air to Air라는 예열장치로 가열시간을 단축, 20%의 에너지 절약효과가 입증되었다고 한다. 특히 이 장치에서 주목할 점은, 코팅가공에서의 초기 부드러운 열풍에 의한 건조, 강인한 Hercules 핀, 원단의 사행 교정장치, 표면의 원활화를 위한 캘린더와의 병용 등, 섬세한 요소의 조절을 “Qulitex 5000”으로 관리한다는 것이다. 이미 이탈리아, 벨기에를 비롯해 멕시코 등 중남미에서도 도입이 잇따르고 있다.

최근, 편성물의 보급으로 튜브형 열고정기의 여러가지 타입이 서로 경쟁적으로 시장화되고 있다. 작년에 등장한 독일 Domier社의 “Ecofix”는 <그림 3>과 같이 2개의 원형탑에 내장하는 환상(環狀)의 익스팬더(expander)로 성량을 조정하면서 제1탑에서 예비건조를 하고, 제2탑에서 열고정을 한다. 세트온도는 최고 230℃까지 조정이 가능하고, 내장된 링 제트를 통해 균일하게 열풍을 분포한다.

환상 익스팬더의 내경은 185mm에서 1,200mm까지 조정할 수 있기 때문에, 생산량이 증가하면, 더욱 탑을 추가한 Ecofix/3를 사용하면 된다. 니트 가공기로 정평이 있는 스위스의 Santex社도 튜브형 환편니트를 열처리하는 “Santaset”를 릴랙스(relax) 처리기인 “Santashrink”에 세팅하여 각지에서 활용토록 하고 있다. 핫 에어(hot air)의 스팀을 구멍 뚫린 드럼상에서 처리하는 독일 Fleishnner社의 HT Steamset는 릴랙스처리를 겸비하고 있어, 스판덱스 혼방 직물에 적합한 열고정기로서 호평이 있다.



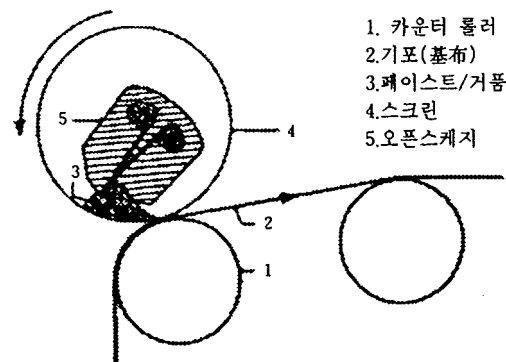
<그림 3> Ecofix

2.3.4 코팅기

직물표면에 각종 표면효과와 기능성을 부여하는 코팅 가공기는 전통적인 용제계 접착제에 의한 나이프 코팅에서, 그 코팅막을 가능한 얇게 하여 정밀도를 높이고, 기포(基布)의 성능을 유지하기 위해 반응성 우레탄, EVA, PA 및 PET 공중합 등의 비용제계 접착제를 사용하는 핫멜트(hot melt) 방식 또는 로터리 스크린을 이용하는 코팅 방식으로 이행하고 있다. 전자(前者)는 스위스 Cavitec社가, 조각 롤러에 의한 “Cavimelt” 방식 및 스크린 프린트 방식의 “Caviscreen”으로, 2g/m^2 이하의 정밀도가 좋게 박막(薄膜)을 부여할 수 있는 설비를 개발하고 있다. 이미 일본에도 도입되어 동양클로스 및 아킬레스 등에서 가동하고 있다. 핫멜트 방식은 용제를 사용하지 않기 때문에 환경유지 면에서도 바람직하고, 또한 에너지 절약에도 적합한 방식이다.

한편 로터리 스크린 방식은, 네덜란드의 스토크社가 전부터 시장화하고 있는 “CFT 로터리 스크린 코팅기”가 호평을 받고 있다. 이것은 페이스트(paste)나 거품상태의 수지를 로터리 스크린을 통해, 금속 칼날로 $3 \sim 500\text{g/m}^2$ 의 넓

은 범위의 도포량을 조정할 수 있고, 균일성과 재현성도 우수하다. 또한 가공장력이 거의 걸리지 않기 때문에 wet on wet 코팅 및 패턴 코팅이 가능하다는 많은 특징을 갖고 있어 일본을 비롯한 세계 각지에서 편성물 및 부직포 등에 널리 보급되고 있다(그림 4 참조).



<그림 4> CFT 로터리스크린 코팅기

2.3.5 프린트기

스크린 형틀의 제작과 잔류색풀 처리에서 해방되는 디지털 프린트(잉크젯 프린트)는 환경부하에 대응한 획기적인 프린트기술로 파리 ITMA 이후 주목되고 있다. 네덜란드의 Stork社와 독일의 J Zimmer社가 앞서 있었으나, 그 후 2001년 DuPont이 “ Artistri ” 라는 설비와 염료 시스템을 패키지로 시장화하여 주목되었다. 당초 설비는 Vutek社의 OEM으로 “ 3210 ”이라는 타입으로 판매되었다. 이 기종은 광폭(3,200mm) 인테리어용 중심으로 전개되고 있었다. 그런데 기계성능과 비용문제로 인해 당초의 사업계획이 원활하게 진전되지 않은 것이다. 그 후 DuPont은 일본의 동신공업에 접근, 2002년 봄에 업무제휴를 성립시켰다. “ 2020 ” 이라는 기종으로 동신공업에서 OEM으로 공급받아 계속 “ Artistri ” 사업을 전개하게 되었다. 이 2020은 200mm 폭에서 600dpi의 해상도

를 가지며, 현재 12색상에서 최고 50m²/hr의 가공속도를 달성한다. 프린트 헤드는 피에조(piezo)식을 채용하고 있어 피그먼트 프린트도 가능하다. “Artistri”는 DuPont의 염료기술, 동신공업의 기계기술, CCMS(색상조절시스템)의 3요소로 구성된 시스템으로 판매되고 있다.

전체 잉크젯 프린트의 경향은 피에조 방식으로, 가공속도가 해상도 600 700dpi 수준에서 20 30m²/hr 정도로 향상하고 있다. 아메리카의 Digital Printing System社の “DPS 85T”는 360dpi 해상도의 8색 시스템으로 100m²/hr을 달성하였다고 알려져 있다. Sophis社の “PrintExpress”는 720dpi로 20m²/hr, Zimmer社の “Chromatex SPM”은 30m²/hr, NUR Macroprinters社の “Fabrigraph”는 55m²/hr로, 모두 1년전 수준보다는 꽤 고속화를 실현하고 있다. 잉크젯 프린터는 정교한 프린터 헤드와 염료거동의 관계가 중요 인자이며, 東伸-DuPont과 같이 기계와 염료메이커와의 공동개발이 추진되고 있다. 작년 12월에 Reggiani社は 이스라엘의 헤드 메이커인 Aprion社와 CibaSpecialty社 등과 연휴, 새로운 해상도 600dpi로 150m²/hr의 고속기 “DReAM”을 발표하고 있다. BASF나 DuPont도 피그먼트 개발에 성공, 잉크젯 프린트의 전처리, 후처리를 요하지 않기 때문에 더욱이 코스트다운에 공헌하고 있다. 디지털프린트는 유럽에서 시작했으나, 최근은 기계의 개발 및 실제 생산에서 일본이 리드하고 있다. 앞으로도 리드타임의 단축과 환경부하의 절감 면에서 더욱 진전될 것으로 보여진다.

2.3.6 가공기

각종 표면효과나 신축효과를 노린 원단의 태 가공은 수년전 전시회나 신기종 소개문헌에서는 화제의 테마였지만, 그 후 획기적인 신기술의 등장은 보이지 않고 있다. 그동안 기존 기계의 IT화가 추진되어, 지금까지 기모기(起

毛機) 등에서 볼 수 있던 장인(匠人)의 의존에서 벗어나는 자동조절화가 진전되고 있다. 각종 직편 원단 가공메이커로 정평 있는 스위스의 Santex社は 샌드페이퍼 기모를 대신하는 6개의 브러시롤러와 8개의 압입롤러를 조합하여 종방향의 미묘한 장력을 고정밀도로 조절할 수 있는“ Santabrush ”를 출시, 고정밀도로 생산성과 내용성(耐用性)이 우수한 기모기로 주목되고 있다.

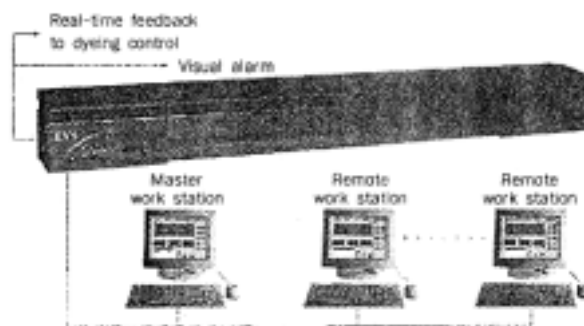
최근 이와 같이 샌드페이퍼 대신 카본 브러시를 사용한 내구성 및 정밀도가 우수한 기모기가 많다. 한편, 이탈리아의 Comet社は 4장의 샌드페이퍼와 4개의 실리콘 카바이드로 만든 브러시를 조합한 경연(硬軟) 양쪽에 사용하는 기모기 “ PegasoX 11 ” 을 내놓고 있다.

이탈리아의 저명한 가공기 메이커이며, 최근 Santex 슬하로 들어간 Sperotto Rimar社の “ Decofast ” 는 135℃에서 기압을 3bar까지 조절할 수 있어 각종 모직물이나 화합섬직물의 가공용으로 호평이 있다. 이탈리아의 저명한 섬유메이커 Botto Giuseppe, Cerruti, Barberis, Botto Luis 등을 비롯해 유럽 각국에 보급하고 있으며, 최근은 중국에도 출하되고 있다. 同社は 최근 “ Stabila ” 라는 스티밍에 의한 소형 세팅기를 내놓고 있는데, 이것은 정교한 스티밍의 IT 관리와 독자의 벨트 터널(belt tunnel)에 의해 120℃, 20m/분에서 사용증기를 25% 절감할 수 있고, 생산성을 30% 향상시키는 에너지절약 타입의 가공기이다. 일본에서도 이전부터 실용화되어 있는 워터젯 펀치에 의한 직물의 태 가공에서는, “ Aquatex ” 로 유명한 독일의 Fleissner社가 더욱 성능을 향상시킨 신기종을 출시, 인테리어 및 데님가공에 이용되고 있다.

2.3.7 그밖에 염색관련 설비

염색관련 설비로는 지금까지 측색(測色)과 조색(調色), 조액(調液), 시험검사 등 수많은 기종이 소개되어 있다. 이번에는 자동검단기로 유명한 이스라

엘의 Elbit Vision System社の의 자동 연속색차검출기“ SVA Lite ”를 소개한다. EVS社は 이스라엘의 군사산업기술로 전개되었던 인간의 눈에 맞춘 광학적 검출 기기 메이커로 유명하며, 이 기간기술을 구사하여 지금까지“ I-TEX ”브랜드로 가공원단을 비롯해 생지, 프린트 원단, 부직포 등에 대한 자동검단기를 시장화하여 주목되고 있다. 이들 기종은 이미 일본에도 도입되어 있지만, 이번에 새롭게 염색원단의 색차를 자동적, 연속적으로 검출 기록하는 장치 “ SVA Lite ”를 개발하였다. 이 기종은 리얼타임(real time)으로 염포(染布)의 길이 및 폭 방향의 색차를 자동적으로 검출 기록하는 장치이다. 최초로 설정된 색상을 바탕으로 연속적으로 ΔE , ΔL , ΔA , $\Delta E/CMC$ 를 기록 검출하고, 설정범위를 초과하는 것에 대해서는 즉석 경고하는 기능이 주목된다. 이 기종은 CITME 2002에 처음으로 출시되어 많은 관심을 받았다(그림 5 참조).



<그림 5> SVA Lite의 외관과 색차표시 패널

3. 주목되는 섬유가공

일반품에 대한 가공이 아시아지역으로 이행된 후, 구미 선진국에서는 계속 고부가가치 제품 및 환경유지에 대응한 염색가공 기술개발에 박차를 가하고 있다. 이중에 주목되고 있는 기능가공이나 환경을 배려한 새로운 염색가공기

술에 대해 몇 가지 소개하기로 한다.

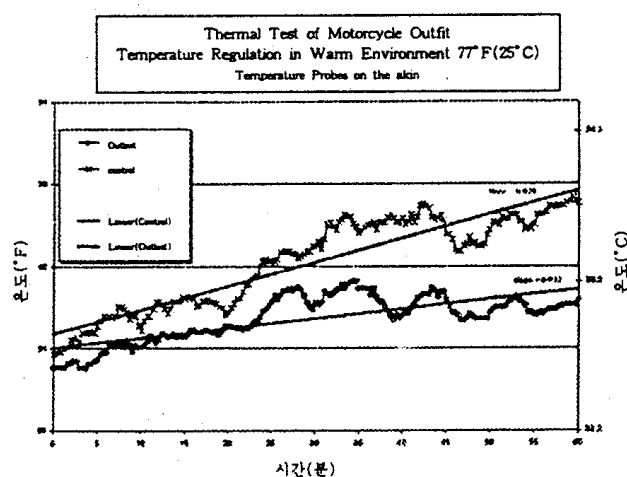
3.1 기능가공-PCM의 응용

최근, 구미에서는 “인텔리전트 텍스타일”이라는 화제가 곧잘 등장하고 있다. 이것은 착용환경의 변화에 대응하여 의류의 기능이 착용자가 기대하는 방향으로 변화하는 기능을 부여한 의류를 총칭하는 말이다. 이 원조(元祖)는 Core-Tex로서 호흡하는 의류로 칭하는 투습방수가공이다. 그후 염료약품에 대한 마이크로캡슐화의 기술개발이 추진되면서 열에 따라 변화하는 서모클로믹 염료 및 방향가공제에 응용되고 있다. 최근은 여기에 PCM(phase change material, 相 化劑)을 마이크로 캡슐화하여 코팅가공에 부여하거나, 섬유에 혼입하여 기능을 부여하는 기술이 추진되고 있다. 이것은 원래 NASA가 개발한 우주복의 기술을 일반의류에 응용한 “Outlast” 및 “Frisby” 기술에서 온 것이다. 결국 PCM제를 1 μ m 두께로 직경 20~40 μ m 정도 크기의 마이크로캡슐에 넣고 원단에 가공함으로서 변화하는 외기 온도에 대해 착용자의 온감(溫感)을 표준상태로 조절하는 기능이다. 대표적인 PCM제는 인간의 체온에 가까운 30~33 $^{\circ}$ C 부근에서 형상이 변화하는, 나노데칸이나 에이코산 등과 같이 중규모 쇠장(鎖長)의 탄화수소를 선택, 이것이 32~33 $^{\circ}$ C 부근에서 가역적으로 고체-액체의 형상변화를 일으키고, 그 시점에서 열을 흡수하거나 방열함으로서 외기 변화에 동적으로 대응하는 기능을 이용하는 것이다. 외기 25 $^{\circ}$ C에서 모터사이클 재킷 착용중의 PCM 가공품과 미가공품에 대한 신체표면의 온도차를 <그림 6>에 나타냈다.

이와 같이 PCM제는 이미 500종 이상 개발되어 각종 기능에 활용되고 있다고 한다. 섬유에 혼입하는 기술도 있지만, 현재의 방사조건이나 물성과의 상용성 면에서 아크릴섬유만이 성공하고 있다. 2000년 돈비론 국제화합섬회

의에서 스위스 EMPA의 Dr.Hering에 의해 상세히 소개된 후, 프랑크푸르트에서 매년 개최되고 있다. 기능성 섬유의 전시세미나인 “AVANTEX”에서도 잘 소개되어 있다. 이러한 환경변화에 대한 동적 대응은 전자분야에서도 일찍부터 시도되고 있다. 이미 소형 컴퓨터나 센서를 의복에 내장하고 착용자의 상태를 온라인으로 체크하거나, 운동선수의 관리 및 안전대책에 이용하는 것이 이미 아메리카에서는 실용화되어 있다.

이러한 목적의 PC는 점점 소형화가 추진되고 있지만, 동시에 내장하는 배터리는 앞으로 태양전지가 실용화 될 것으로 보인다. 작년 OTEMAS에서는 “wearable computer”라는 주제의 강연에서 이 부류에 대한 기능성 의류의 미래상이 소개되었다. 한편, 나노기술을 응용한 섬유가공기술이 미국의 Burlington社 등에서 추진되고 있다는데, 최근 자회사인 Nano-Tex社가 나노 수준의 각종 섬유가공제를 개발하여 실용화에 들어서고 있다. 나노 수준의 분자로 가공하기 때문에 섬유에 강인하게 부여되어 50회 이상의 세탁에도 견딜 수 있다고 한다. 앞으로 개발전개가 주목된다.



<그림 6> PCM 가공품의 모터재킷 안의 신체온도

3.2 DP가공의 변천

오랜 전통의 셀룰로오스계 원단의 DP가공제인 에틸렌 요소계 DMDHEU는 건강안전과 환경면에서 어려운 입장에 놓여 있다. 이 분야에서 수년간 추진한 것이 논포르말린 가공제의 개발이다. 현재 가장 실용화가 진전하고 있는 논포르말린계 가공제는 폴리카본산계의 BTCA(1,2,3-부탄테트라카본산)와 CA(구엔산)이다. 이들은 무수환화(無水環化)된 분자중의 카복실기가 인(燐)계의 촉매아래 개환(開環)되고, 셀룰로오스의 수산기와 에스테르 가교결합을 함으로서 DP효과를 달성하는 것이다. 고온 큐어와 고산성 등 적당한 조건에 의해 DMDHEU와 같은 방추성, 강도유지와 내구성을 얻을 수 있다. 또한 비용면에서 완전하게 대항할 수 있다고 할 소 없고, 강한 음이온성이기 때문에 병용 조제, 가공제 등과의 상용성 등 실용상의 사소한 문제는 있지만, 미국 등을 중심으로 대표적 논포르말린 가공제로서 주목되고 있다. 이 기술은 미국 농무성의 연구기관과 조지아대학에서 개발하여 Callaway-Biolab에서 사업화하고 있다. 이밖에 DHDMI(1,3-디메틸 4,5-디히드록시 2-이미다조리디논)도 논포르말린제로서 상업화되어 있는데, 효과 면에서 조금 떨어진다고 알려져 있다.

3.3 물리가공

원단의 가공은 지금까지 화학약품과 열처리의 조합에 의존하는 기술이 중심이었지만, 작년부터 환경보전 관점에서 물리적 에너지를 활용한 가공이 구미에서 관심을 끌고 있다. 예를 들면 자외선이나 레이저를 조사하여 섬유표면에 변화를 부여하는 가공 등이다. 펄스 엑시마 레이저를 조사하면 폴리에스터섬유 표면에 다양한 변화가 일어난다는 것이 실험적으로는 많이 보도되고 있다. 이들 물리가공 중에는 저온 플라즈마가공이 가장 실용화에 근접해

있다고 하겠다. 벨기에의 유로플라즈마社가 이미 Roll to Roll의 원단·필름 가공용 저온 플라즈마 실용기를 시장화하고 있다. 산소, 알곤, 질소 등의 적당한 가스를 선택하고, 100~800mTorr 기압의 진공실에서 발생하는 플라즈마로 처리포를 활성화시켜 특성을 부여하는 것이다. 플라즈마 처리는 가스와 전기만으로 간단히 가공하는 환경친화적 처리기술이다. 습윤성 향상을 위한 부직포의 전처리용으로 이미 실용화되어 있고, 그밖에 의료용 섬유 및 양모의 방축가공, 염색성 향상 등 다양한 응용이 시도되고 있다. 이들 물리가공은 섬유의 기질을 손상하지 않고 표면의 물리적, 화학적 성질을 변화시키기 때문에 지금까지 약품에 의한 가공을 대체하는 환경대응형 기술로서 앞으로 주목해야 할 기술이다.

3.4 효소가공

지금까지 아밀라제에 의한 전분분해인 발효가공 정도에 국한되었던 효소의 섬유가공에 대한 응용은 무공해 섬유가공이라는 관점에서 각광을 받고 있다. 이것을 뒷받침하듯이 최근 구미의 섬유가공에 관한 문헌에는 효소가공에 대한 보고가 급증하고 있다. 특히 효소가 갖는 특성인 상온(常溫), 상압, 중성 부근의 부드러운 조건에서 작용하며 생분해성이 우수하기 때문에 배수 부하가 적은 점 등, 21세기를 대표하는 가공기술로서 기대가 크다. 실용화가 진척되고 있는 것은 셀룰로스 분해효소인 “셀룰라제”에 의한 면 및 레이온 원단의 표면가공이다. 이미 데님의 스톤워싱을 대체하는 가공, 텐셀 등의 표면가공이나 유연제 사용을 대신하는 소프트 가공은 상업적으로 활용되고 있다. 셀룰라제 효소에는 여러가지 종류가 있는데, Endoglucanase(EG)나 Cellobiohydrolase 등의 혼합이, 또한 레이온에는 Cellosoft L 등이 흔히 사용되고 있다. 이들은 바이오가공이라고 하여 프로티아제에 의한 모직물 가공과

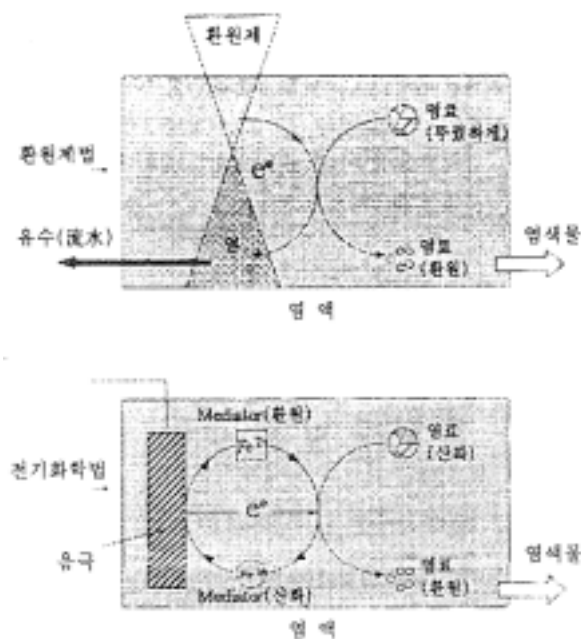
함께 널리 알려져 있다. 최근은 상술의 플라즈마가공이나 초음파가공과 조합한 표면가공이나, 염소계를 대신하여 양모 방축가공의 실용화에 대한 보고도 눈에 띄고 있다. 산화환원 효소인 “락카아제” 및 과산화수소 분해효소인 “카타라제”를 사용하면 면포의 과산화수소 표백을 대체하는 바이오 표백이 가능하며, 이 폐액은 환경오염 방지에 효과적이다. 효소에 의한 염색 폐액안의 염료의 분해처리는 앞으로 주목되는 이용방법이다.

3.5 미래의 염색기술

장시간, 염료와 약품을 사용한 열탕액에서 이루어지는 전통적 염색은 환경오염과 에너지 및 수자원 낭비의 주범으로, 이를 개선하려는 도전이 다각도로 시도되고 있다. 흔히 사용하는 방법으로는 앞서 언급한 저욕비(低浴比)나 일욕이상(一浴二相) 등의 공정단축이다. 분산염료에 의한 폴리에스터의 염색은 지금까지 산성 쪽에서 염색하는 것이 일반적이지만, 이것을 알칼리 쪽으로 설정하고, 후처리공정과 감량가공을 포함한 장시간의 염색을 단축하려는 시도도 실용적이다. 이 경우 올리고머(oligomer)의 발생을 줄이기 위해서는 올리고머 방지제와 염료의 선택이 중요하다.

또한 반대로 산성 환원세정에서 산성 쪽의 염색과 연속화 하려는 시도도 있다. 셀룰로오스계 염색에서는 반응성염료의 고착률을 어떻게 향상시켜 염색비용과 폐액을 감소시키느냐가 큰 과제인데, 이것은 착실히 진척되고 있다. 또 하나 주목할 기술은 황화, 인디고, 배트염료의 환원제인 하이드로술파이트의 대체인데, 전기 환원방식으로 류코염을 형성하여 흡진시키는 새로운 전기화학 염색이 독일에서 제안되고 있다. 이것은 오스트리아 돈비룬에 있는 Institute of Textile Chemistry and Physics가 독일의 전지(電池) 메이커인 DeNora의 협력 아래 Elektrochemie Textil(TET)이라는 팀을 결성하고 추진해온 연구개

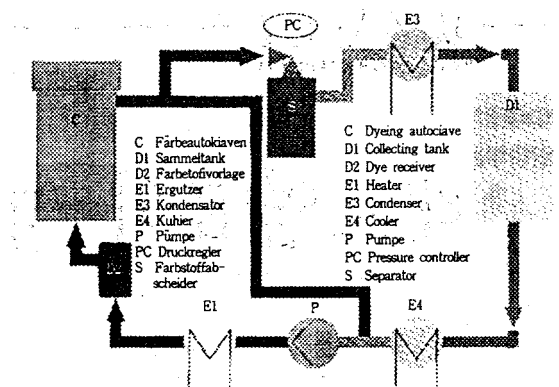
발을 DyStar와 Thies 양사가 받아들여 구체적인 개발을 추진하고 있는 것이다. 전극에서 파생하는 전류로 직접 환원하는 방법과 메디에타(mediator)라고 부르는 2가, 3가의 철이온을 매체로 염료를 류코염으로 환원하여 염색하는 간접법이다. 황화염료는 직접법으로도 가능하지만, 인디고와 스텐염료는 간접법에 의한다고 되어 있다. 이 원리를 현행 하이드로술파이트와 알기쉽게 비교하여 <그림 7>에 나타냈다.



<그림 7> 전기화학 환원염색 원리의 비교

그런데 작년말 오스트리아 블루덴츠에 있는 Getzner社라는 사염공장이, 이 TET의 협력을 얻어 Thies社가 만든 세계 최초의 전기화학 패키지 염색기를 도입, 고급 면사 염색의 상업생산에 돌입하였다. 이 전기화학 염색은 화학약품의 절감 및 염색폐액의 환경으로의 부하를 개선한다는데 이점이 크다. 앞서 언급한 초임계 염색은 물 대신에 탄산가스를 매체로 염색한다. 전혀 새로

운 체제의 염색기술로서 독일의 Schollmeyer 박사가 발표한 이래 주목되는 기술이다. 이 염색은 종전에 으레 따르던 염색조제를 전혀 사용하지 않으며, 또한 미고착 염료와 매체인 탄산가스는 100% 회수가 가능하다. 최근 100kg 능력의 실용기가 독일 AOD社에 설치되어 폴리에스터 원단에 대한 상업생산에 들어갔다. 또한 미국에도 같은 종(種)이 설치되었다는 보고가 있다. 염색은 <그림 8>에 나타낸 시스템의 장치에서, 피염색포를 고압솥 C에 넣고, D2에서 공급되는 염료는, D1 내의 액화 탄산가스가 펌프 P에서 초임계상태까지 압축, 히터 E1에서 소정의 온도까지 가열되고 초임계상태에서 용해되어, C에서 염색되는 것이다. 이미 일본의 연구기관에서도 그 실효성이 확인되어 실용화를 향한 개발이 추진되고 있다. 나일론이나 셀룰로스에 염색도 확인되어 있지만, 오히려 지금까지 난염(難染)이라고 알려진 스판덱스나 P.P, 아미드섬유 등의 염색도 가능하여, 기술적 가능성의 기대는 크다. 문제는 비용을 포함한 설비의 개발 보급에 달려 있다고 하겠다.



<그림 8> 초임계염색의 장치와 시스템

4. 결 언

안전과 환경이라는 관점에서, 최근 구미의 염색가공 설비와 기술동향에 대

하여 정리해 보았다. 지면관계도 있어 충분하지는 않지만, 기존 개념의 연장
중에서 전개되는 기술과 전혀 새로운 개념의 혁신기술 등, 그 범위가 다채로
워, 이들의 전개는 점점 흥미를 더해갈 것이다. 사회가 고도로 숙성한 구미
(歐美)의 섬유산업은 저렴한 비용을 배경으로 한 생산을 중국이나 인도 등
아시아지역에 맡기고, 성숙한 소비자의 요구에 대응하는 고도의 부가가치 제
품에 철저함을 기하면서 거기에 새로운 기술을 추가하여야 한다. 이를 위해
서는 종래의 대량, 고속의 개념을 떠나 다양한 시장의 요구에 보답하는 유연
한 기술의 연마가 중요하다. 게다가 앞으로 살아남기 위해서는 생활환경의
파손 없이, 튼튼하고 안전한 제품을 생산하여야 한다. ♠