

염색공장의 로봇화

1. 서 론

원가절감 효과에 박차를 가하기 위하여, 이탈리아 소모방적업체인 Filatura San Marco S.p.A 사의 신축 염색공장들은 야간에도 불이 완전히 꺼진 무인상태에서 공장을 가동하고 있다. 모든 생산작업은 완벽하게 진행된다; 로봇은 공장내부가 깜깜한 것에 대하여 아무런 말도 하지 않으며 불평불만을 이야기할 작업원이 없으므로 인간의 불평은 전혀 들리지 않는다.

좀더 기술적으로 말하면, 이러한 염색공장들은 패키지가 원료저장창고에 입고 되면서부터 염색되어 선적되는 순간까지 완전히 자동화, 로봇화되어 있으며 모든 것이 컴퓨터에 의하여 제어된다. 이러한 놀라운 염색 및 표백처리 설비를 제조하는 밀라노에 본부를 두고 있는 Loris Bellini & C.s.r.I사의 판매 책임자인 Roberto Carabelli씨는 자기회사 설비들이 현재 이탈리아와 독일의 7군데에서 작동 중에 있으며 전세계 어느 곳에서도 이와 같은 성능의 설비를 제조하고 있는 회사는 없을 것이라고 강조하고 있다.

이러한 설비의 개발은 사장으로부터 아래의 공원과 금속가공원에 이르기까지 전체 종업원이 120명 정도인 비교적 작은 규모의 회사에 의하여 이루어졌다. 아마도 Bellini씨의 성공의 비결은 내부의 작업이 모두 컴퓨터화 되어 있는 것에 있을 것으로 추측된다.

최첨단분야의 연구개발(R&D)에 관한 경영방식으로 운영되며 이러한 연구개발 장비들을 보유하고 있는 기업은 그 자체가 기술개발에 훌륭한 기여를 하고 있는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 Carabelli씨는 자동화와 섬유분야에서 외부

로부터의 의견을 수용한 최초의 사람이며, 어느날 아침에 갑자기 일어나서 “자 이제부터 로봇화 작업을 시작하자”라고 된 것은 아니었다. 이러한 작업의 기본적인 생각은 소비자들로부터 얻은 것이었다. Bellini씨는 공을 가로채서 그 공을 가지고 앞으로 달린 것이다.

원사가 PAC, PAC/W 또는 PES일 경우에는 염색공장을 가동시키기 위하여 엄청난 인력을 보충해야만 했기 때문에 완전히 자동화 및 로봇트화된 3군데의 염색공장을 세계 최초로 건설한 두사람이 관심을 둔 것은 단축된 염색공정에서 필요로 하는 취급 패키지의 양에 대한 것이었다. 사람들은 과연 최신기술이 이러한 문제를 해결할 수 있는지에 대하여 의문을 표시하였다. Bellini씨는 그것이 가능하다고 생각하고 이탈리아의 Gualchierani사와 Camel Robot사 2개사와 합동으로 로봇트화 작업에 몰두한 결과, 현재 사람의 손을 전혀 거치지 않고 일주일에 6일 동안 24시간 내내 쉬지 않고 실을 염색하는 로봇트화 공장의 기본적인 형태를 갖춘 공장을 만들었다.

내년이면 Bellini씨는 1945년 밀라노 북부 변두리인 Bollate지방에서 두 형제에 의해 설립된 회사의 40 회 창립기념일을 축하하게 될 것이다. 그동안 이 회사는 줄곧 섬유산업용 염색기 및 표백기의 기술개발, 설계 및 제작에만 전념하여 왔으며 생산제품으로는 사염색기, 행크염색기, 오버플로우 염색기, 빔염색기, 봉제품염색기, 리닌(마), 전용 디거밍기 및 표백기 뿐만이 아니라 건조기, 실험실용 염색기, 스티머, 염색조제 및 투여장치 등이 있다. 오늘날 로봇트화된 염색공장의 가장 대표적인 특징으로서 관심의 대상이 되는 것은 사염색기류이다.

Bellini 공장의 최초 성장기 때에는 공장주변의 주거단지가 점차 커짐에 따라서 거기에 맞추어서 공장을 확장할 수가 없었을 것이다. 따라서 1970년대에는

노동조합문제로 고통을 받았으며 이러한 문제는 Venice에서 100km 떨어진 Mantua 지역부근의 Casalromano에 제 2공장을 설립함으로써 간단히 해결되었다. 이 일은 이지역 주민들이 모두 목축업에 종사하고 있으므로 문자 그대로 어김 없는 그린필드 프로젝트(greenfield project)였다. Bollate 공장의 면적은 8,000m²이고 Casalromano 공장의 면적은 7,800m²로 서로 비슷하지만 생산성은 후자가 전자에 비하여 2배에 달한다. 현재는 노동조합도 그 막강한 힘을 휘두르는 것을 중지하게 되었으며 Bollate 공장에서는 HT키어 설비를 장치하는 등 염색설비의 현대화에 좀더 많은 자본을 투여하게 될 것이며 Casalromano공장은 수정제 마이크로볼을 직물의 표면에 충돌시켜 연마하는 방법을 중복하여 실시하는 직물표면 가공법을 포함하여 상압하에서의 완벽한 염색공정으로 작업을 수행하고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 Loris Bellini회사에서는 컴퓨터가 전혀 색다른 신기한 물건이 되지 못한다. 이 회사의 두 공장 사이에는 설계원면작성, 제작 및 생산계획에 관한 데이터를 실시간으로 서로 교환할 수 있도록 네트워크로 연결되어 있으며 업무에 관한 데이터베이스는 두 곳의 공장에서 서로 동등하게 사용할 수 있도록 소프트웨어에 의하여 분할되어 있다. 엔지니어링 작업은 컴퓨터의 화면을 통하여 이루어지고 있으며 Bellini공장에서는 CAD에 CAM을 추가하는 작업이 이루어지고 있다. A DEC VAX-11/750 대형컴퓨터가 생산계획, 압력용기 설계 및 펌프류, 열교환기, 공기블로어, 수압기의 회로, 밸브류 등등에 관한 모든 기술적인 데이터를 제공하고 있으며 4대의 Apollo 고해상도 워크스테이션을 뒷받침하고 있다.

Hewlett-Packard 사제 컴퓨터로 전기, 전자 및 공기압을 이용하는 기계수의 치

수를 계산하고 있으며 컴퓨터에 의하여 제어되는 수압기계류의 실험실이 있다. 비록 주요부분만이 컴퓨터화되었다고는 하더라도, 필요에 의하여 즉시 어느 분야에서든 컴퓨터를 사용할 수가 있다.

Bellini사는 공장설비의 품질을 최고로 보장하기 위하여 2개공장에서 사용하는 기계의 몸체, 펌프, 열교환기, 자동화장치, 블로어, 공기압피스톤 등을 자체적으로 제작하고 있다. 또한 모든 원재료에 대한 품질검사에는 핀란드와 스웨덴으로부터 수입하고 있는 AISI316 스테인리스 철판의 방사성동위원소를 이용한 분석, 방사선 사진촬영 및 철판의 용접부위와 압력을 받는 부분에 대한 액통과실험 등이 있다. 모든 전기, 전자 및 공기압 기계류의 부품들은 설치하기 전에 미리 실험을 하고 있다. 절단기, 플라잉기, 용접기, 터닝기 및 철판편칭기와 대부분의 공구류들은 완전자동화되어 있으며 프로그래머블-논리 마이크로프로세서 (Programmable-logic microprocessor)들에 의하여 자동제어된다. Carabelli씨는 컴퓨터화된 용접기가 비록 10일분의 작업량을 단 15시간내에 해치우며 컴퓨터화 되지 않은 공장의 나머지 분야들이 없어진다고는 하더라도 그것에 대한 확신을 갖고 있지 못하고 있다.

제작의 완벽을 기하기 위하여 각각의 모든 염색플랜트는 전체적으로 미리 조립하여 본 후에 검사를 하며 펌프류, 열교환기, 블로어, 밸브류와 같은 중요부품들은 제작 도중과 조립후에 모두 각각 시험을 거치게 된다. 모든 전기, 전자 및 고압장치외에 회로기판들은 조립하고 회로를 연결시킨 다음 실제 작업조건에 맞추어 모의실험을 한다. 이러한 엄격한 품질보증정책으로 고객들에게 새로 건설되는 염색공장이 규격에 정해진 바와 같이 가동하게 된다는 것을 완벽하게 보장된다. Benllini사의 회의실에는 “조악한 품질로 인한 쓴맛은 저렴한 가격으로

인한 달콤한 맛이 잊혀진 후에라도 오랫동안 남는다”라는 표어가 붙어있다.

Bellini사는 부품의 구분작업에 관해서는 매우 좋은 관습을 따르고 있다. 모든 부품들은 고유의 코드번호가 할당되어 있으며 부품 번호가 각각의 제품마다 새겨져 있고 조립도면과 제작도면, 작동지시서 및 교본에는 각 부품들의 코드번호로 표기되어 있으며 고객이 주문한 각 예비부품의 레이블에도 이러한 코드번호가 인쇄되어 있다. 22대의 VAX 단말기가 2개 공장의 판매부서 및 기술부서에 설치되어 있으며 이 컴퓨터는 부품재고에 관한 가장 최신의 데이터베이스를 가지고 있으므로 30년전 기계부품이더라도 신속하고 정확하게 제공하여 주고 있다.

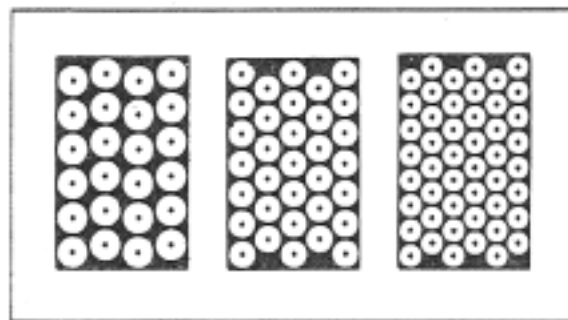
이탈리아 전체에서 염색되는 실의 85%가 Bellini사 제품의 패키지염색기로 염색되고 있을 정도로 Loris Bellini사는 이탈리아 최대의 패키지염색기 제조회사이며 이러한 시장점유율은 IBM사마저도 부러워 할 정도이다. 염색기 출하량의 약 60%는 이탈리아 국내에서 판매되고 나머지는 한국, 일본, 대만, 중공, 호주, 서독, 벨기에 및 미국 등으로 수출되고 있다. 연간 매출고는 US\$로 환산하여 약 1,500만 달러에 이른다. 오늘날 Bellini사는 고객들 대부분이 이미 소문으로 제품의 우수성을 알고 있으므로 이들의 관심을 끌기 위한 노력을 거의 하지 않아도 되므로 Loris Bellini사의 광고는 앞으로 거의 찾아 볼 수가 없게 될 것이다.

2. RBNO 염색기

Loris Bellini사는 RBNV(V는 이탈리아어로 수직형이란 뜻인 “verticale”을 뜻함)와 RBNO(O는 이탈리아어로 수평형이란 뜻인 “orizontale”을 뜻함)라는 두가지의 서로 다른 모델의 패키지 염색기를 판매하고 있다. 언뜻보면 전자는 일

반적인 수직형 키어 염색기인 반면, 후자는 키어는 수평이지만 패키지가 수직으로 위치하게 되는 1980년대에 완전히 새로 개발한 제품이다. Bellini사는 이 염색기의 최초의 시제품을 자체적으로 시험하기 위하여 1981년 2월에 설치하였으며 1983년 9월에는 유럽공동체의 특허를 출원하였고 이어서 주요 공업국가에 대해서는 개별적인 특허를 출원하고 있다. 아직은 시제품 단계이지만 이 새로운 차원의 염색기가 Bollate에서 아주 가까운 밀라노에서 열렸던 ITMA 83에 출품되었다.

나는 그때 Textile Asia지 1984년 1월호에서 “이 염색기에서 패키지들은 키어의 전체 내부용적을 꽉 채우지 않게끔 평행육면체로 효율적으로 채워지며 나머지 여분의 공간은 모두 팽창탱크이다”라고 이야기했다. 결국 외부 팽창공간이 불필요하게 되므로 욕비는 일반적인 염색기에 비하여 훨씬 적어진다. 이 염색기가 이전에 나왔던 다른 염색기와는 그 방식이 아주 독특하므로 소비자들의 흥미를 끌 것이라고 느꼈었지만 사업분야에서의 앞으로의 기술적 발전에 대한 중요성을 미처 인식하지 못하였다는 것을 솔직하게 시인해야만 했다. 완전 로봇화된 공장의 출현으로 인하여 그 중요성은 명백해졌다.



<그림 1> RBNO 수평형 염색기용 패키지-캐리어에서 적재 가능한 패키지 형태

모든 일이 수작업으로 이루어지고 있는 현재의 일반적인 염색공장에서는 RBNO 수평형 키어가 여러가지 측면에서 볼 때 수직형 염색기에 비하여 성능이 더 우수하다. 이 염색기는 일반적으로 보통 평평한 바닥에 곧바로 설치할 수 있으므로 패키지 캐리어가 바퀴가 달린 한가지 또는 여러가지 종류의 운반구에 의하여 운반되며 수작업으로 하든, 로봇으로 하든 간에 염색기로의 패키지의 입출하 작업이 완전한 수평운동으로 이루어지므로 채 1분도 걸리지 않을 정도로 신속하게 이루어진다. 이동로가 달린 오버헤드 크레인과 그 지지구조물이 필요없으며 RBNO 염색기의 최대높이가 220cm에 불과하므로 현재의 공장에서 이러한 염색기를 사용하기 위하여 공장을 다시 특별히 설계할 필요는 없다. 만약 Roberto Carabelli씨에게 장난기가 있었다면, 여러분들은 건물 11층에도 염색공장을 건설 할 수가 있었을 것이다. 지하에 설치해야 할 유일한 부분은 폐수배출 파이프뿐이므로 기초공사와 폐수처리 장비를 설치하는데 소요되는 비용을 절감할 수가 있다. 이러한 장점은 자연적으로 새로운 염색공장을 건설 하는 데에 소요되는 시간을 단축시켜준다.

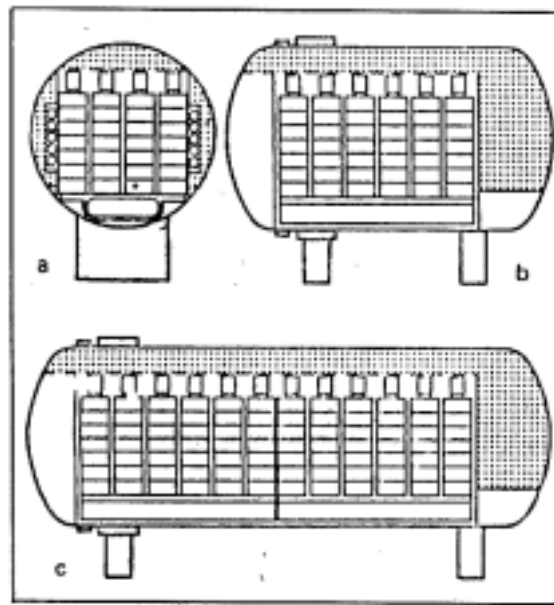
여러분들도 앞으로 알게 되겠지만 수직형 패키지염색기의 염색용량을 증가시키기 위하여 키어와 패키지 캐리어의 직경을 증가시키게 되면 로봇화 작업이 더욱 어렵게 된다. 수평형 염색기 모델에서는 염색용량을 늘리기 위하여 키어의 직경은 일정한채로(표준형 RBNO의 경우 140cm) 유지하면서 길이를 증가시킨다. 따라서 직평행육면체의 패키지 캐리어는 매우 유익한 형태로서 높이와 길이가 전혀 변경되지 않았음에도 여전히 키어의 가용면적을 최대로 활용하기 위하여 여러가지의 다양한 마루바닥의 형태에 맞추어 염색물을 쌓을 수가 있다. 패키지의 직경이 18cm까지는 7개씩 6열을, 21.5cm까지는 7개와 6개를 번갈아 쌓아가면

서 5열을 그리고 24.5cm까지는 6개씩 5열로 패키지를 쌓을 수 있다.

Bellini사는 140/75 (직경/길이, 단위; cm)-130kg(염색용량), 140/100-200kg, 140/150-300kg, 140/200-400kg 및 140/300-600kg등 5개의 표준형 RBNO 모델을 생산하고 있다. 염색기의 길이 및 직경은 구매자의 요구에 따라서 증가시킬 수 있으므로 만약 구매자가 요구한다면 배치당 1,200kg까지 염색할 수 있는 대형 염색기도 구입할 수가 있다. 자동연결장치는 옵션사항으로 구매 할 수 있으며 이것으로 연결된 염색기는 스위치의 연결지점에서 독자적으로 가동시킬 수 있다. 패키지 캐리어는 톱, 범프, 머프 및 치즈뿐만 아니라 원뿔형 또는 쌍원뿔형 패키지에 맞도록 여러가지 형태가 판매되고 있으며 항상 일정한 욕비에서 염색이 이루어지므로 염색비용을 표준화 할 뿐 아니라 일정 하고 재현성 있는 염색결과를 유지할 수 있다.

RBNO 패키지 염색기에서는 염색물이 염액에 의하여 완전히 잠긴 상태에서 염액이 이루어지며 압력은 압축공기의 쿠션에 의하여 생성되는데 이때의 압력은 키어의 상부, 후부 빗 측면의 빈 공간에서 규정치 한도 내에서 일정하게 유지되도록 자동적으로 조절된다. 일반적인 염색기의 배열방식과 비교하여 볼 때 이러한 점은 여러가지의 이점을 제공한다. 팽창용적은 키어의 내부에 내장되어 있으므로 외부의 순환시스템이 불필요하게 되며 따라서 냉각용수, 스팀 및 전력이 절감된다. 모든 염액이 염색공정에 이용되므로 염료의 흡착이 거의 완벽할 정도로 균일하게 이루어진다. 인단드렌염료로 면을 염색할 때는 염액이 더 이상 외부로부터 유입된 공기에 의하여 변화되지 않으므로 염색공정의 초기에 아디치온산나트륨(하이드로술파이트)을 리론적 양만큼만 투여하면 된다. 따라서 염색도중 환원수준을 점검할 필요성이 없다. 또한, 염액이 더 이상 가

열되거나 냉각되지 않기 때문에 염액의 온도가 미리 설정되어 있는 온도에 따라서 정확하게 유지된다. 모든 염료와 약제들은 주 염액 통로를 통하여 직접적으로 신속하게 투여할 수 있다. 확실히 에어쿠션 작용은 RBNO 염색기의 가장 중요한 특징이다.



<그림 2> (a) 피염물이 적재된 RBNO 염색기의 정면도; (b) 측면도, 점선부분만이 패키지와 키어의 설비들로 채워진다. 그림 (b)와 (c)는 RBNO 염색기에서 Bellini사가 어떠한 방법으로 염색용량을 늘리는 가를 보여주고 있다.

또한 염색물로 채워져 있는 키어내부에 있는 염액의 용적, 즉 액비는 염색 패키지의 직경이 크고, 고밀도로 채워져 있기 때문에 1:4정도로 아주 적게 할 수가 있다. 그러나, 열수소평, 수세, 린싱 등과 같은 보조 염색공정을 단축하거나 오버플로우 린싱(overflow rinsing)공정 중의 물이 넘치는 것을 허용하기

위하여 염액수위탐침을 이용하여 RBNO 염색기의 염액의 양을 변경시킬 수가 있다. 예를 들어서, 면사를 반응성 염료를 사용하여 염색하고 난 다음 수세작업시에는 미고착 염료를 좀더 쉽게 용해시키기 위하여 액비를 아주 크게 하여 작업함으로써 시간을 단축시킬 수가 있다. 만약 아주 적은 염색물을 용량이 큰 염색기로 염색할 때에는 빈 공간을 채워주는 상자 즉, 리듀서(reducer)를 사용함으로써 액비를 일정하게 유지시킬 수 있다.

염액이 미염색사의 내부와 외부로 순환하여 흐른 다음에, 염액은 측면에 자리잡고 있는 2개의 다공성 벽을 통과한 후 키어의 전장을 통과하게 되며 키어의 외부에는 파이프형 열교환기가 설치되어 있다. 가열곡선의 기울기는 압력이 6kg/cm^2 이고, 온도가 164 인 스팀을 사용할 때 80°C 까지 5 /분 (80 ~108 사이에서는 3 /1분, 109 ~130 까지는 2 /1분)정도로 높일 수 있다. 염액 통로는 직선형으로 되어있기 때문에 선단압력의 손실이나 염액이동속도의 불균일화를 가져오는 병목현상이 나타나지 않으며 기타 조건에 따라서 매 분당 3~6회 정도의 염액의 대량교환이 가능하다. 2개의 다공성벽은 공정 중에 염색기내부의 금속표면에 부착하게 되는 실리콘 에멀전과 같은 보조제를 사용하였을 때에 이들을 제거하기 위하여 쉽게 떼어낼 수 있도록 되어있다.

패키지염색기의 심장부가 염액순환펌프라고 하는 것은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 6가지의 용량과 helicocentrifugal, single-stage axial, multistage axial 및 unmodified centrifugal과 같은 4가지의 형태가 있는 Bellini사의 펌프는 잘 제조되고 설계되었으며 장착되어 있고 또한 공장자체에서 철저하게 시험을 거친 것들이다. 이 회사는 자기회사가 유럽에서는 유동률, 선단압력, 효율 및 매 펌프동작마다 변화하는 회전속도에서의 전력소모요인을 모의시험할 수 있

는 컴퓨터화된 시험설비를 갖추고 있는 유일한 회사라고 주장하고 있다.

RBNO 염색기에 장착되어 있는 기본 펌프는 사염공장에서 90%이상의 가동 효율을 유지하기 위하여 필요로 하는 선단압력 4~15m의 수압에 해당되는 유동률에 맞도록 설계되어 있다.

펌프와 펌프샤프트는 언제나 한쪽 방향으로만 회전하며 염액이 역류되는 동안에는 계속하여 오른쪽으로만 회전한다. 제어패널에 설치되어 있는 가변타이머장치는 염액의 역류시기를 결정하게 되며, 실제 염액의 역류는 내부/외부로부터 외부/내부로 또는 이와 정반대로 회전운동으로 미끌어지게 되어 있는 곡면을 이루고 있는 금속판의 운동에 의하여 이루어진다. 곡면을 이루고 있는 금속판은 매우 유연하면서도 적극적인 염액의 역류를 이룩하기 위하여 공기형/수형의 복합시스템에 의하여 아주 정확하게 자리를 잡고 있다. 이러한 장치의 사용은 채널링(channelling)현상을 유발할 수 있는 수압에 의한 해머링효과(hammering effect)를 없애주기 때문에 염색의 균일성을 아주 좋게 해준다.

RBNO 염색기에는 염색공정 중 염색기 내부와 외부사이의 압력차를 보정하여주는 유동률 자동조절장치를 소비자의 요구에 의하여 설치할 수 있다. 일단 어느 특정 패키지에 대한 적절한 압력차가 기록되어 있다면, 시스템은 독자적으로 제어되는 요인(온도, 정압 등)과는 관계가 없는 모든 제어요소들이 일정하게 유지되면서 염색이 이루어지도록 하기 위하여 유동률을 자동적으로 조절할 수 있다. 이러한 시스템은 또한 염착률과 전력사용의 효율성을 높이기 위하여 염액의 유동률[ℓ/실의중량(kg)/분]을 적절하게 유지시켜 줄 수도 있다. 이러한 장치를 시용할 수 없을 경우에는 (a) 다이얼식 지시기가 장치되어 있는 수동식 조절기, (b) 2단계 자동공기압 조절밸브, (c) 무단계 공기압 조절밸브 또는

(d) 펌프 모터의 무단계 속도조절장치등을 사용하여 유동률을 조절할 수 있다.

소비자들에 의하여 자주 요구되어지지 않는 장치로는 키어염색기에서 아주 효율적으로 사용할 수 있는 것으로서 Bellini사에서 소위 “압축공기를 사용하는 다이너믹 탈수장치”라고 불리우는 것이 있다. 이 장치는 염액이나 수세용 물이 배출된 후 온도는 실내의 온도와 동일하지만 압력이 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 정도인 고압공기를 키어의 내부를 통하여 패키지의 외부/내부의 방향으로 직접 뿜어줌으로서 패키지에 남아 있는 수분을 신속하게 추출시켜준다.



<그림 3> ARSPO 수동건조기로 들어가는 패키지

이러한 장치는 Roberto Carabelli씨 자신이 탈수기와 같이 아주 효과적이지는 못하다고 말하고는 있지만 확실히 패키지 내부에 남아 있는 다량의 여분의 수분을 추출시켜 준다. 이러한 장치를 사용하였을 경우에는 각각의 스핀들의 상부

에서부터 하부에 적재 되어 있는 패키지 전체에 걸쳐서 물방울이나 수분이 전혀 포함되어 있지 않기 때문에 후속공정에서의 패키지의 취급이 훨씬 용이해진다. 면을 반응성염료나 배트염료를 사용하여 염색할 때에는 이러한 공정에서 미고착염료가 제거됨으로써 수세공정의 회수나 시간이 모두 단축되며 따라서 신속하고도 균일한 배트염료의 산화작용이 이루어지게 된다.

PBNO 염색기의 단점을 보완하기 위하여 Bellini사는 ARSPO 수평형 고압 밀폐형 래피드 사염기를 개발하였는데 이 염색기는 길이는 100, 150, 200, 300 및 450cm로 다양하지만 직경은 모두가 140cm로 통일되어 있는데 이것은 패키지 캐리어가 중간작업이 전혀 없이 RBNO 염색기로부터 직접 이동될 수 있도록 하기 위함이다. 이 밀폐형염색기에는 키어, 원심식 블로어, 공기류 역전용 장치,

수분 분리장치 및 가열 냉각용 간접 배터리 등을 갖추고 있다. ARSPO 염색기에서도 역시 위에서 설명한 바와 같은 상온의 고압공기를 이용한 다이내믹 탈수장치를 사용할 수 있지만 이때에는 패키지의 일반적인 내부/외부로의 건조를 위하여 통상 가열시켜서 사용하며 그 다음에 수분을 응고시키기 위하여 냉각을 하게 된다. 건조공정이 끝난 다음에는 가열용 배터리를 단절하여 패키지의 수분을 균일화시키고 그 온도를 낮추기 위하여 패키지의 외부에서 내부로 공기를 순환시킨다.

일반적인 오븐 건조장치와 비교했을 때 시간을 단축시키기 위하여 탈수기를 사용할 필요가 없으며 작업이 훨씬 신속하게 이루어지기 때문에 ARSPO 염색기가 더욱 우수하다. 개방식 래피드 건조기와 비교하였을 때 ARSPO 염색기는 외부 필터시스템이 불필요하며 1~1.5배 정도 더 빨리 건조된다. 또한

수작업이 전혀 없고, 금속성분까지도 처리가 되므로 고주파건조기 보다 그 성능이 더 우수하다.

3. RBNO 염색기의 로봇화

RBNO 염색기의 가장 큰 매력은 로봇화가 간단하다는 점이다. 염색공정중의 유일한 움직임은 염색이 끝난 후 염색물을 꺼내는 일인데 이때는 염색기의 뚜껑을 열고 축을 따라서 완전한 수평운동으로 패키지 캐리어를 꺼내는 일뿐이며 염색물을 집어 넣을 때 에는 이와 반대로 작업하게 된다. 이보다 더욱 간단한 작업방식은 찾아 보기가 쉽지 않으며 보통 또는 미리 수축처리를 한 HB PAC 빛 PAC/W 사를 하루에 20톤 정도로 염색하도록 설계된 완전히 자동화되고 로봇화된 최초의 RBNO 염색기(1984년 12월 완성)가 그 후 하루에 32톤을 염색할 수 있도록 개량되었으며 현재는 하루에 42톤을 염색할 수 있도록 확장되었다는 것은 그리 놀라운 일이 아니다. 이렇게 염색용량을 확장하는 도중에 단 한 건의 문제점도 발생하지 않았다.

완전히 자동화되고 로봇화된 Bellini사의 공장에서는 매 배치마다 염색할 실의 코드번호, 색상코드 및 중량을 입력하는 일을 담당하는 컴퓨터 조직원 한 사람만 있으면 된다.

IBM System/38 미니컴퓨터와 동급의 주 컴퓨터는 모든 행정업무, 영업, 기획 및 생산 활동을 처리할 수 있으며 생산분야에서는 공장전체를 통제하는 컴퓨터와 염색기 하나를 담당하는 각각의 마이크로프로세서를 통하여 작업함으로써 염색공장에서 일어나게 되는 모든 일들을 차례 차례 순차적으로 처리하게 된다.

염색공장 전체를 통제하는 컴퓨터는 IBM Series 1 미니컴퓨터에 해당되는 용량을 갖고 있으며 주 컴퓨터와 마이크로프로세서의 사이에서 양쪽간에 정보를 실시간으로 중계하고, 주문과 물품인도날짜를 기준으로 한 생산기획에 대한 데이터를 수집하며 기타 기술적인 데이터들을 전달하는 스위치 역할을 한다. 미리 입력되어 있는 매일매일의 계획표에 의하여 작업순서, 피염물의 조건, 염색공정 및 조건, 기타 세부사항을 모든 마이크로프로세서들에게 전달하게 된다.

이러한 것들을 프로그래밍하는 부서가 별도로 있다. 로봇트 제조회사에서 피염물의 취급 및 운송에 대한 프로그램을 작성한 반면에 Bellini사는 염색기의 작동, 안전문제 및 각 부분의 기능에 대한 프로그램을 작성하였다. 이렇게 함으로써 소비자들은 약간의 데이터만 입력하면 되는 결국 소비자의 요구에 맞추는 주문식 염색공장이 된다. RBNV 수직형 키어염색기의 경우에 있어서는 염색기의 종류와 그 크기가 매우 다양하기 때문에 프로그램이 매우 복잡하다. Bellini공장에서 가장 최초로 자동화되고 로봇트화된 것은 RBNV 수직형 키어염색기였는데 이에 대한 프로그램을 작성한다는 것은 조그마한 회사에게는 매우 무거운 짐이었기 때문에 기술협력을 통하여 1년을 거의 다 소비하고서야 로봇트화 작업을 끝낼 수 있었다. 기계의 세팅조건이 복잡하게 되면 그에 따라서 “좀 더 머리를 써야만 하는 지적인 관리”를 요구하게 되거나 제품의 원가를 높히게 되는 결과를 낳기 때문에 Carabelli씨가 염색기를 설계할 때 “될수록 간단하게”라는 말을 반복하는 것은 당연한 것이다.

Bellini씨는 로봇트화가 진행됨에 따라서 2명의 미숙련 노동자를 3명의 로봇트 기술자로 교체하게 되는 잘못된 형태의 로봇트화 문제에 봉착하게 되었다. 이러한 염색기계와 설비들은 공장별로 독자적으로 운전되며 그들 나름대로 입력되

어 있는 프로그램에 의하여 움직이는 주 컴퓨터에 의하여 제어되는데, 실제로 염색기는 제어판에 위치하는 버튼이나 어느 특정 장치에 맞추기 위하여 수작업으로 운전할 수가 있다. 비록 Bellini사의 염색기가 오늘날 어느 정도는 완벽하게 자동화되어 있기는 하지만 제어시스템을 완전 마비시키는 탈출통로가 전혀 없는 싱글시스템에만 고정되어 있지는 않다. 즉 Bellini사는 융통성 있는 시스템으로 자동화를 이룩하였다.

안정성에 관하여 살펴볼 때 우리는 상당한 융통성을 갖는 3가지 수준의 서로 다른 체계적인 시스템이 내장되어 있음을 발견할 수 있다. 첫번째는 기계옆에 붙어 있는 스테인리스 강철 상자에 자리잡고 있는 기계적 및 전공안전장치(electropneumatic safety device)이며, 두번째는 제어판에 내장되어 있는 전공논리장치(electropneumatic logic unit)이고, 세번째는 마이크로프로세서의 EPROM에 코드로서 기억되어 있다. 이와 같이 3단계의 안전장치를 제공하는 기계제조 회사가 또 있을 것으로는 생각되지 않으며 기껏해야 2단계 정도일 것이다.

만약 어떠한 종류의 고장이 있을 경우에는 주 컴퓨터가 그것을 즉시 감지하여 중견수리원이 휴대하고 다니는 휴대용 수신장치에 전화로 연락을 취하게 될 것이다. 이러한 최신의 “pager” 형태의 방식에서는 아무런 단어도 사용되지 않는 대신에 고장의 형태를 표시하기 위한 특정한 신호가 표시된다. 만약 그 기계의 고장이 간단한 수리를 요하는 것일 경우에는 다른 기계들은 정상적으로 작동하게끔 남겨 놓은 채 그것만을 간단히 분리시킬 수가 있다.

원사창고 내에 있는 패키지들은 자동 도핑장치가 설치되어 있는 자동권취기나 3-for-1 가연기 또는 최종장치로서 권사기와 연결되는 벌킹기로부터 공급된다. 사실 일부 대규모 임가공 염색업자들이 겨우 관심을 표시하고 있었음에도 불구하고

하고 그들 자신의 염색공장을 갖는 수직적인 조직구조를 갖고 있는 방적업자들에 의하여 최초의 자동화 및 로봇트화 염색공장이 설치되었다. 따라서 패키지들은 포크리프트나 와이어가이드 운반구에 의하여 패리트로 창고까지 운반되며 이때 스펀들은 패키지 캐리어로 운반될 때와 같이 9층 높이로 정확하게 배열되어 있으며 염색기로 운반될 때까지 패리트 상태로 대기하게 된다.

San Marco사는 1,000톤 까지의 실을 보관할 수 있으며 거의 대부분이 미염색 원사이다. 원래 이러한 방적업자들은 토우 염색(매스(mass)염색, 도프(dope)염색)으로 작업하며 많은 양의 염색사 재고품을 보유하고 있지만 이것은 색상이 고정되어 있지 않는 장 시간의 염색 사이클로 염색하여 어느 특수한 주문에 대해서는 신속하게 제품을 공급할 능력이 없다는 것을 의미할 수도 있는 것이었다. 이러한 단점들이 토우 염색공장에 커다란 영향을 미치게 됨으로서 유럽에서는 경쟁에 살아 남을 수가 없게끔 하였다. 오늘날에 와서는 어느 누구도 판매 가능한 제품의 재고를 갖고 있기를 원하지 않게 되었으며 이러한 경향으로 오늘날에는 미염색원사를 재고로 갖게끔 하였다. 염색업자는 만약 그 색상의 염료를 보유하고 있다면 가능한 빠른 시간내에 원사를 염색하여 그것을 인도할 수 있을 것이며 이렇게 함으로써 공장이 완전히 자동화 및 로봇트화 되어 있다면 반복되는 주문, 예를 들어서 아침에 1.5톤의 주문을 받아서 오후에 그 제품을 선적하는 것이 결코 불가능한 일은 아닌 것이다.

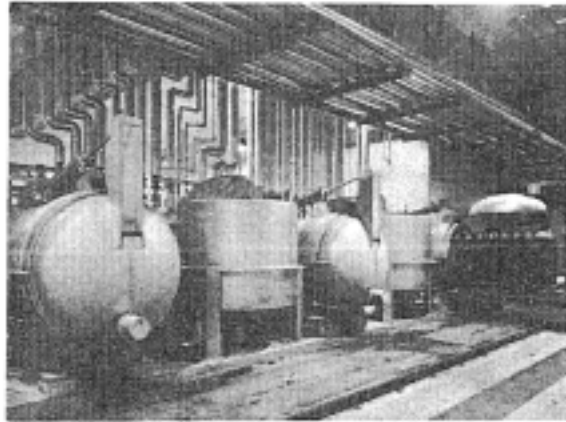
미염색사를 투입할 때 실로 꽉 채워진 패리트는 롤러컨베어에 실려서 1대의 패키지 캐리어에 맞도록 설치된 로딩/언로딩 도크의 한쪽편의 지정된 위치까지 자동적으로 운반되며 이와 동시에 비어있는 패리트는 도크의 다른 한쪽에 자리잡게 된다. 패키지 캐리어는 건조기로부터 나와서 도크로 들어오며 이때

부터 로봇트가 자체의 일정한 작업을 하기 시작한다. 록킹 플레이트를 풀고 염색된 실 2개 스핀들 컬럼을 들어낸 다음 스핀들만을 남겨놓고 2개의 컬럼을 들어내고 그런 다음 비어 있는 패리트쪽으로 이동하며 그곳에 있는 2개의 스핀들 위에 패키지를 올려 놓은 다음 그것을 고정시킨다. 보통 Bellini패키지 염색기는 패키지 칼럼으로 꽉 채워진 상태로 작동된다.

로봇트는 이미 비워져 있거나 새로이 비워지게 된 패리트로부터 원사로 채워진 패리트 쪽으로 이동하여 2개 컬럼의 패키지를 들어 올려서 이것을 패키지 캐리어에 있는 2개의 비어있는 스핀들 위에 다시 올려 놓은 다음 이를 미리 지정된 높이 만큼 압축시킨 다음 더 이상 압축되지 않은 상태에서 이들을 고정시킨다. 그런 다음 로봇트는 계속 반복된 작업을 수행한다. 비교적 짧은 시간 내에 염색사 패키지들은 창고용 패리트로 모두 운반되며 다시 미염색사가 패키지 캐리어로 운반되어 키어 염색기로 들어갈 준비를 갖춘다. 패키지 캐리어는 창고로부터 출발하여 염색공장으로 향하는 레일상을 움직이는 셔틀 운반구에 장착되며 염색공장과 건조공장 사이에도 역시 평행적으로 레일이 연결되어 있다.

셔틀은 염색물이 적재될 염색기 앞에서 정지하며, 아마도 그 염색기에서 염색된 염색물이 방금 동일한 셔틀에 의하여 건조기로 운반되고 난 다음이었을 것이다. 패키지 캐리어는 문이 열린 키어 염색기 내부로 원격조정 로봇트 팔에 의하여 밀어 넣어진 다음 로봇트 팔이 키어 내부로부터 빠져 나오면서 다시 움츠러 들고, 염색기의 뚜껑이 고압피스톤에 의하여 제자리로 내려지게 된다. 따라서 통상 뚜껑의 잠김장치가 키어의 최상부에 위치하게 되며, 반면에 RBNO염색기에서는 수작업에 의하여 뚜껑은 옆방향으로 열리게 된다. 캐리어는 염색기의 염액순환시스템용 딜리버리 튜브에 대하여 고정되며 왕관형태의 뚜껑잠김

장치가 자동적으로 작동하여 완전히 밀폐된 상태에서 작업이 이루어지게 된다.

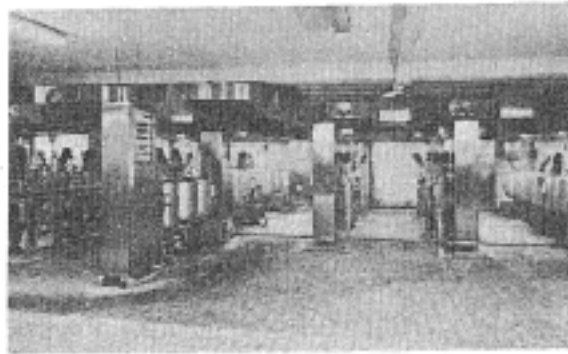


<그림 4> 자동화 및 로봇화된 RBNO 수평형 패키지 염색기; 패키지 캐리어 셔틀이 염색기의 전면에 설치되어 있는 레일을 따라서 이동한다.

컴퓨터시스템으로부터의 명령에 의하여 완벽하게 제어되는 염색공정이 끝난 다음에 염액이 배출되고 키어의 내부가 효과적으로 완전히 건조될 때까지 여러 가지의 보조작업들이 수행된다. 염색기의 뚜껑이 열리고 고압 피스톤에 의하여 들어 올려진다. 셔틀의 원격조정 팔은 염색기의 반대쪽에서 도착하는 패키지 캐리어를 정렬시킨 다음 패키지 캐리어의 손잡이를 잡고 셔틀위로 끌어올린다. 이것들은 건조기의 앞으로 옮겨지며 만약 건조기가 작동중에 있다면 4개의 셔틀이 정렬되어 있는 곳까지 옮겨진다. 건조기에 염색물을 집어넣고 빼내는 작업은 염색기에서의 방식과 똑같은 방식으로 이루어진다. 건조가 끝났을 때에 셔틀은 패키지 캐리어를 다시 적재한 다음 그것을 로딩/언로딩 도크로 반송시킨다. 그런 다음 로봇화 염색공장은 반복된 일상의 작업을 계속한다. “사장님 보십시

요. 수작업으로 이루어지는 것은 전혀 없지 않습니까!”

이제까지 염색에 사용되는 염액과 약제의 용액준비에 대한 것은 전혀 언급이 되지 않았다. Bellini사는 중력을 이용하여 염액이 공급되도록 염액조절장치를 높게 설치하는 방안에 대하여 생각하였지만 이러한 방식에서는 모든 염액 공급조건이 전체적으로 제어되지 않는다는 점을 싫어하였다. 즉 가까이 있는 염색기가 멀리 떨어져 있는 염색기에 비하여 더욱 빨리 염액을 공급받기 때문에 염액의 공급시간이 균일하지 않으며 염액이 느린 속도로 공급됨에 따라서 파이프 내부에 찌꺼기가 남아 있게 된다. 어떠한 경우이든 이들을 제거하기 위한 목적으로만 피염물을 어느 정도까지 들어올린다는 것은 비경제적인 일이다.



<그림 5> Loris Belline사의 수직형 키어 로봇 염색사용 중앙염액조절장치

따라서 비록 1대는 이탈리아 유수의 지동염액조절장치 제조회사인 C.I.R사와 합작으로 만들어졌지만 Bellini사는 자동화 및 로봇트화된 염색공장의 각 염색기에 동일한 속도로 염액이 공급되도록 하는 자체의 염액공급장치를 개발하였다. 이러한 공장에서의 염액조절장치는 평균 100m 정도 멀리 떨어져서 설치할 수도 있지만 실제 설치거리는 70m를 넘지 않는 것으로 나타났다. 1~6개의 용해조가

하나의 세트로 각 염색기에 할당되어 있다. 전체 염색공장에서 이 시점에서만이 플라스틱 통에 염료와 약제를 평량하고 그것을 해당 탱크에 담는 일을 하는 유일한 작업원을 만날 수가 있다. 작업원이 한번의 염색공정에서 단 한번의 작업으로 일을 마칠 수 있도록 충분한 탱크가 설치되어 있다.

컴퓨터에 입력되어 있는 작업방식에 따라서 고압펌프는 여러가지의 염액을 소구경의 스테인리스 파이프를 통하여 고도로 정확히 조절되는 빠른 속도로 주 순환펌프를 통하여 직접 뿜어낸다. 염색기에 설치된 제어패널에는 염액공급이 끝남에 따라 신호가 표시되며 어떠한 경우라 하더라도 그러한 정보는 이미 마이크로프로세서로부터 염색공장의 주 컴퓨터로 전달되어진다. 염액의 공급이 끝난 다음 염액제조장치의 말단부로부터 탱크와 파이프가 열수로 세척되며, 염색공정이 끝났을 때에는 역세척기구가 염색기의 가까운 지점에서 열수를 뿜어내어 모든 잔여물을 하수구로 씻어내게 된다.

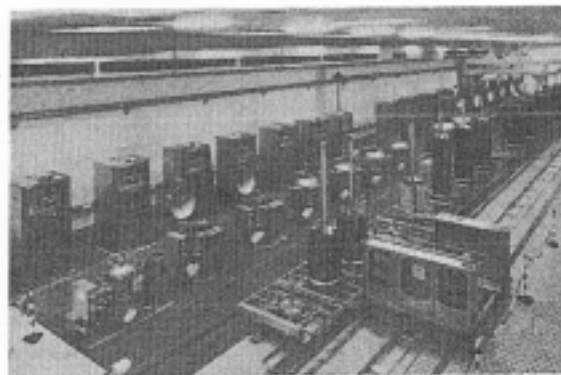
최초의 완전 자동화 및 로봇트화 RBNO 염색기는 Demag사에 의하여 제조된 로봇트에 의하여 패키지가 운반되는 원사보관용 창고; Camel Robot사에 의하여 제조된 로봇트 패키지 로딩/언로딩 스테이션 및 패키지 캐리어를 운반하는 셔틀 시스템; 2대의 RBNO 염색기 및 2대의 ARSPO 건조기; 및 C.I.R사에 의하여 제조된 염액조절장치와 같은 설비들로 이루어져 있다.

1984년 최초의 RBNO 염색기가 가동하기 시작된 이래 Bellini사는 많은 염색기를 판매하였으며 이중 최소한 5대는 로봇트화가 된 것이며 ITMA 87에서는 72대의 염색기가 작동중에 있거나 주문을 받아서 제조중에 있었다. 다뉴브강의 발원지인 Donaueschingen의 작은 Black Forest 마을에서 올해부터 염색공장 하나가 건축되기 시작되었으며 이 공장은 2단계로 로봇트화 되어 있는데 1단계는 염색공

장내부에서의 패키지의 운반시스템이며 2단계는 염색공장내에서의 패키지의 로딩/언로딩 시스템이다. 작년에 Treviso에서 건축되기 시작한 염색공장도 이와 동일한 수준에서 건축되었다.

4. RBNV 염색기

최초의 완전 자동화 및 로봇트화된 염색공장인 Manifattura Lane Folco S.p.A사는 1984년부터 인근 방직 및 가연공장으로부터 납품 받는 편성용 실을 염색하기 시작하였다.



<그림 6> 15대의 RBNV 수직형 패키지 염색기를 갖춘 완전자동화 및 로봇트화 염색공장의 전경. 뒤쪽에는 이동식 오버헤드크레인이 있으며, 오른쪽 아래에 있는 것이 Gualchierani 패키지 캐리어셔틀이다.

오늘날 이 염색공장에는 4가지 크기의 RBNV 염색기 15대가 설치되어 있는데 이중 1대는 시제품이며 이외에도 마이크로프로세서 캐비닛, 캐리어셔틀용 레일, 캐리어 주차용 주차대 및 트래블링 오버헤드 크레인이 있다. 크레인 및 셔틀시

시스템은 원사패키지용 창고 및 패키지 로딩 로봇(공정이 다른 방식으로 끝나기 때문에 RBNO 염색기와는 염색물을 꺼내는 방식이 다르다)가 있기 때문에 Gulachierani사에서 공급받았다.

일반적으로 RBNV와 RBNO 염색기의 형태차이를 고려해 볼 때 기본적인 RBNV 염색기의 특징은 RBNO 염색기의 그것과 동일하다. 수직형 염색기에는 여러가지 모델이 있으며 그 높이는 일반적으로 고정되어 있지만 용량은 염색기의 직경이 증가함에 따라서 같이 증가한다. Bellini사는 9가지의 직경이 서로 다른 염색기를 공급하고 있지만 로봇화를 쉽게 하기 위하여 염색용량이 480, 240 및 120kg인 3가지 크기의 염색기에 중점을 두고 있다.

로봇화의 용이성을 고려해 볼 때 오버헤드 크레인과 그 지지구조물은 투자면에서 볼 때에 아주 큰 부담이 되므로 RBNV 염색기는 수평형 염색기에 비하여 불리하다. 작업성을 고려할 때는 수직형 키어의 내부로 캐리어를 집어넣는 것이 수평형에 비하여 더욱 복잡한 일이다. RBNO 염색기에서 염색물을 집어넣는 동작이 하나의 축을 따라서 이루어지는 반면에 RBNV 염색기에서는 3개의 축을 따라서 크레인이 이동하고 캐리어를 들어 올리고 내려 놓으며 크레인은 대기장소와 키어의 입구사이를 왕복한다. RBNO 염색기에서는 스펀들이 캐리어 상부의 항상 같은 위치에 자리잡고 있는 반면에 RBNV 염색기에서는 캐리어에 패키지를 올려놓는 일이 더욱 복잡한 일인 것이다. RBNV 염색기에서의 스펀들의 위치는 키어/캐리어의 직경에 따라 변경되며 이것의 작동은 로봇의 주변환경인식장치의 형태 및 위치지정 소프트웨어가 어느 정도 정교하게 프로그램 되어 있느냐에 따라서 그 정확성 여부가 결정된다.

그러면 어떠한 이유로 사염색업자가 완전자동화 및 로봇화되어 있는 염색

공장용으로 수평형 염색기인 RBNO 염색기보다 수직형인 RBNV 염색기를 선택해야 하는가? 우선 첫번째 이유는 RBNO 염색기가 시판되기 이전에 염색공장이 건설되었다면 그 공장이 이미 수직형 염색기에 맞도록 공장이 설계되었을 것이고, 두번째 이유로는 그렇지 않을 경우에는 수평형 RBNO 염색기와 같이 아직 보편화되어 있지 않은 염색기에 그들의 운명을 거는 것에 대하여 우려를 표하고 여기에 투자하는 것에 대하여 결심하기가 쉽지 않다는 점이다. RBNV 염색기나 RBNO 염색기 모두가 근본적으로는 어떠한 종류나 형태의 섬유, 이를테면 파이버, 토우, 범프, 톱, 콕, 패키지과 같은 것들을 모두 염색할 수 있기 때문에 대부분의 다른 공장에서도와 같이 이미 수직형 염색기가 설치되어 있고 경영진에 의하여 염색공정에 아무런 문제점이 없이 이루어지고 있다고 판단될 때에는 이 수직형 염색기를 그대로 사용할 수 있는 것이다.

로봇화된 염색공장에서의 Gualchierani 운송시스템에서는 염색물이 적재된 패키지 캐리어는 이것을 그자리에 고정시켜주는 기능을 하는 짧고 두꺼운 스펀들이 달려 있는 플랫폼 위에 자리잡고 있다가 그 전체가 통채로 셔틀로부터 간단한 형태의 마루바닥에 고정되어 있는 플랫폼으로 내려놓아지며 여기에서, 크레인이 도착할 때까지 대기하게 된다. 크레인은 캐리어를 중앙에 자리잡고 있는 스펀들로부터 끌어올려서 키어 속에 내려 놓는다. 최초의 RBNV 염색기에서 염색물을 집어낼 때에는 캐리어가 하나의 스펀들 컬럼을 Minnetti 탈수기로 한꺼번에 옮겨주는 로봇트 쪽으로 이동하게 된다. 여기서 탈수작업이 끝난 뒤에는 패키지가 Strayfield 고주파건조기로 옮겨진다. 그 후에 제조된 RBNV 염색기에는 그 중요한 특성면에서 볼 때 ARSPO 수평형 건조기와 거의 유사한 특성을 갖는 ARSPV 수직형 열풍건조기가 거의 대부분 설치되어 있다.

5. 결 론

오늘날까지 Gualchierani사와 Camel Robot사 그리고 기타 여러 회사와의 합작으로 Loris Bellini사에 의하여 건설된 완전 자동화 및 로봇트화된 7군데 염색공장의 뛰어난 가동결과를 살펴볼 때에 생산제품이 표준화되어 있고 상당량의 작업이 수작업으로 이루어지고 있는 상황하에서는 염색공장의 로봇트화는 기술적으로 실현가능하며 경제적으로도 타당성이 있는 것으로 명백히 밝혀졌다. 후자의 요인은 로봇트화로서 상당한 원가절감이 가능하다는 것을 의미하는 것으로서 최초로 설치된 RBNO 로봇트 염색공장에서는 2년안에 투자비가 상환될 것으로 기대되었으나 실제로는 이보다 더욱 빨리 단축되었다.

염색공장의 로봇트화는 우선 구매자에게 그것에 대한 준비가 되어 있고 또한 원가를 절감할 수 있는 좀더 새로운 방법을 찾으려고 하는 의지가 있을 때만이 시작될 수 있는 것이다. Loris Bellini사는 수평 형 염색기가 수직형 염색기에 비하여 로봇트화가 더욱 용이하다는 이유에서 그것을 근본적으로 발견하였다. 로봇트 제조 회사들은 자연적으로 서로 연합되어 있으며 철저한 협동작업을 통하여 그 프로젝트를 성공적으로 마쳤다. 물론 이러한 일이 모두 순조롭게 이루어진 것은 아니었으며 초창기에는 잠김장치와 이중 원뿔형 튜브와 같은 보조장비의 여러가지 부품들이 로봇트화된 염색기에 사용할 수 없었으며 따라서 이들을 근본적으로 다시 개발해야만 된다는 사실을 발견하였다.

Carabelli씨는 이러한 모든 일들을 통하여 로봇트화된 염색공장이 결코 “놀라울 정도로 복잡한”것이 아니라고 말하고 있다. 이러한 공장의 주 컴퓨터에는 염색처방, 염색공정, 작동조건, 염색사와 이염색사의 재고, 염료, 약제에 대한

모든 데이터들이 입력되어 있으며 생산계획 및 원가계산 업무를 수행하고 있지만 실제로는 충분한 용량을 갖는 1대의 퍼스널컴퓨터만으로도 이러한 작업을 수행할 수 있다. 예를 들어 30MB 하드디스크 및 일반적인 주변기기를 갖춘 80386 계열의 퍼스널 컴퓨터라면 명령을 지시하고 데이터들을 수집하며 마이크로프로세서와 서로 네트워크로 연결시킬 수 있고 이렇게 하는 데는 아주 적은 초기투자비가 소요될 뿐이다.

오늘날 로봇트화된 염색공장에서는 대부분 약간량의 면 및 폴리에스터를 포함하여 양모와 아크릴, 즉 방모사, 소모사, PAC/W 등을 염색하고 있지만 앞으로는 비스코스 및 P/C와 같이 염색공정이 좀더 복잡한 것들도 염색하게 될 것이다. 이탈리아에서 몇 개월 전에 공개된 새로운 형태의 완전 자동화 및 로봇트화된 염색공장에서는 현재 로봇트화된 RBNV 염색기를 사용하여 PA양말, 스타킹 및 팬티스타킹을 염색하고 있다. 이러한 것들을 염색할 때는 염색물을 백(bag)에 집어넣어 단위캐리어에 담은 다음 패키지를 염색할 때와 똑같은 방법으로 염색한다. 캐리어는 이러한 피염물을 염색, 탈수 및 건조하는 동안 줄곧 하나의 단위물로 유지된채로 작업을 진행시킨다. 담색염색경우에는 50분, 농색염색물일 경우에는 90분 정도가 소요되지만 이러한 시간은 후처리방법에 따라 달라지며, 다행스럽게도 PA에서의 균염에는 아무 문제도 발생하지가 않는다. 따라서 로터리 드럼염색기에 비교하여 볼 때에 피염물들이 훨씬 부드럽게 취급되며 이에 따라서 아주 중요한 결과로 염색물의 자동패킹이 가능하게 된다.

비록 Bellini사가 RBNO 염색기에 대한 특허권을 갖고 있으며 기타 다른 회사들은 로봇트에 대한 특허권을 서로 나누어서 갖고는 있지만, 이러한 시스템은 아주 간단히 분석되어 틀림없이 다른 회사에서 그와 똑 같은 복제품이 나

타나게 될 것이며 실제로 ITMA 87에서는 다른회사 제품의 수평형 염색기가 출품되었다. 다른 회사에 의하여 완전히 로봇트화된 염색기가 출품되기까지에는 좀더 많은 시간이 필요하게 되겠지만 결국은 이루어지게 될 것이다. 다행히 Loris Bellini사와 그의 협력회사들은 아주 위대한 시작을 하였으며 나날이 발전하고 있고 또한 이들 회사가 최초의 로봇트화된 염색기를 아시아지역에 판매할 때 이들은 진정으로 성공을 거두게 될 것이다.