

염색가공설비의 청정기술 개발 동향

박 영 환

1. 국내 염색가공업의 환경관련 현황

1.1. 일반 현황

우리나라의 섬유산업은 해방 이후 1950년대 까지 면방업을 중심으로 한 내수산업으로 발전해 왔으며, 1960년대 초 경제개발 계획이 본격적으로 추진되면서 1962년 아크릴 스웨터 수출을 시작으로 내수산업에서 수출산업으로 전환되어 급성장하게 되었다. 특히 1963년 나일론과 1968년 폴리에스테르 생산을 계기로 화학섬유 생산이 본격적으로 시작되면서 수출주도 산업으로 성장하였고, 1970년대에는 홍콩, 대만과 함께 의류수출의 빅3로 불리게 되었다. 1970년대의 10년 동안의 섬유산업의 부가가치 생산액은 6.5배, 수출액은 13배 증가하였으며 총 수출에서 차지하는 비중도 30% 이상을 유지해 왔다.

1980년대 들어와 섬유산업은 정부의 중화학공업 우선육성 정책과 함께 숙련 기능인력 부족 및 인건비 상승 등으로 어려움에 직면하였다. 1982년과 1985년에는 수출이 감소하기도 하였다. 1987년도에는 달러화 강세, 유가 및 국제금리의 하락으로 불리는 3저 현상의 도래로 단일 품목으로는 국내 처음으로 100억 달러 수출목표를 초과달성 하였다. 그러나 1989년 이후 중국 등 개발도상국들이 경제성장의 수단으로 섬유산업을 집중적으로 육성하여 저가품을 물량위주의 공세로 세계 시장을 공략하고 있기 때문에 수출 증가세는 둔화되어 1990년에는 3.1% 감소하는 현상까지 보여 최근 4년동안에는 연평균 3%에도 미치지 못하는 매우 낮은 성장세를 나타냈다. 이는 1980년대 말기 이후 급격한 임금상승, 인력난 등으로 인해 해외시장에서 우리제품의

가격경쟁력이 크게 약화된 데에 그 원인을 찾을 수 있다. 이에 대한 대책으로 섬유제품의 고부가가치화와 다품종 소ロット 생산, 품질고급화 등 선진국형의 기술개발이 절실히 요구되는데, 특히 염색가공을 위시한 섬유산업은 특성상 에너지 다소비업종이면서 폐수발생을 많이 하는 업종인 관계로 최근 몇 년전부터 환경에 대한 문제가 크게 부각되고 있는 것도 지속적인 섬유산업의 발전을 위해서는 속히 해결해야 할 문제이다.

1.2. 환경관련 현황

염색가공업의 환경적 특성 : 염색가공업은 그 특성상 환경에 미치는 영향이 매우 큼에도 불구하고 최근 들어서야 관심이 커지고 있다. 유럽 및 일본 등의 선진국에서는 이미 오래전부터 폐수처리 및 청정기술에 대해 국가적 차원에서 많은 투자가 이루어져 왔다. 국내의 경우 1990년대 들어서야 환경에 대한 국민의식의 고조로 관련 기술의 개발이 시작되고 있는데, 아직 초기단계에 머무르고 있는 실정이다.

염색가공업은 타산업보다 에너지 소비량 및 폐수, 폐자원 발생량이 많은데, 국내의 현황을 보면 거의 모든 기업이 환경법규에 걸리기 않기 위해 기발생된 폐수처리(end of pipe)에만 급급하고 있고, 폐수 및 폐자원의 발생을 보다 근본적으로 감소시킬 수 있는 청정기술에 대한 연구 및 개발은 거의 전무한 실정이다. 향후 선진국들이 '지구환경의 보호'라는 기치아래 환경관련 산업을 국제무역경제의 무기로 들고 나올 것이 거의 확실시 되는 이 시점에서 이러한 국내 청정기술 문제에 대한 대책 마련이 매우 시급하다.

Trends of Clean Technology in Dyeing and Finishing Equipments / Young Hwan Park

한국생산기술연구원 섬유·청정기술개발센터 염색가공연구팀 수석연구원, (330-820) 충남 천안시 입장면 흥천리 산 35-3, Phone: 0417)5608-581, Fax: 0417)5608-580, e-mail: yhpark@mail.kitech.re.kr

염색가공업에 있어서 발생하는 여러 가지 환경오염물질은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

첫째, 염색가공업의 폐기물은 정상적인 방법으로 처리하기가 곤란한 폐기물이다(hard to treat). 특히 염색가공 등의 습식공정중 발생하는 폐수속에는 호제, 염료, 금속, 인, 페놀, 기타 유기물 및 생물학적으로 난분해성인 계면활성제가 다량 포함되어 있기 때문에 미처리 상태로 방출되면 광범위한 환경오염을 유발시킨다.

둘째, 염색가공업의 폐기물은 방출되면서 짧은 기간사이에 광범위하게 확산된다는 것이다(highly dispersive). 염색산업에서 발생하는 폐기물은 공정개선에 의해 감소되거나 수집할 수 있지만 방출되기만 하면 쉽게 확산되고 처리가 곤란하게 된다.

셋째, 염색가공업의 폐기물은 대부분 유해폐기물이라는 것이다(offensive hazardous). 염색산업에서 발생하는 유해폐기물은 중금속, 여러종류의 유기물질 그리고 계면활성제를 포함하고 있다. 이러한 경우 원료를 대체하여야 불필요한 폐기물 발생을 감소시킬 수 있다.

넷째, 폐기물의 부피가 크다는 것이다(larger volume waste). 이러한 문제는 공정을 개선하거나 원료대체 혹은 원료회수에 의한 재활용으로써 어느정도 감소시킬 수 있다.

다섯째, 에너지 다소비 업종으로 인한 이산화탄소 발생과 코팅가공시 대기중으로 비산되는 용제에 의한 대기오염이 심화되고 있다(air pollution). 이러한 문제는 에너지 절약형 설비의 개발과 공정단축기술의 개발 및 수용성 수지 등의 사용으로 어느정도 감소시킬 수 있다.

이러한 환경오염을 방지하기 위해서는 폐수처리를 철저하게 해야 하는데 그에 따른 처리비용이 상당하므로, 향후 수질 기준이 강화되는 면까지 고려할 때 오염된 물질을 처리하는 사후처리 기술개발보다 사전에 오염원을 감소시키는 청정기술개발의 방향으로 가는 것이 보다 경제적인 처리방법이면서 당연한 방향이라고 생각된다.

염색가공업의 환경 영향 : 국내 섬유산업에서 대표적인 섬유제품 제조공정별로 나누어 오염배

출 물질, 배출형태, 에너지 소비량 및 재활용의 가능성 여부 등을 중심으로 살펴보면 다음과 같다(Table 1, 2 참조)

염색가공공정은 섬유제품의 전체 제조공정중 환경오염에 가장 악영향을 미치는 공정으로써, 염색 이전공정에서 섬유에 부여된 유제, 호제, 잔사등이 전처리할 때 빠져 나와 폐수로 들어가며, 염색공정중 미고착된 염료와 염색조제 및 산, 알칼리 등 모든 화학약품들이 직접 혹은 간접적으로 환경에 좋지 않은 영향을 미친다. 특히 일부 아조염료들은 환원될 때 발암성 아민기를 생성시키므로 그 사용이 금지되고 있고, 면섬유용 반응성 염료는 흡진율이 60% 정도로 매우 낮고 미생물에 대한 난분해성이어서 폐수처리가 매우 어렵다.

Table 3에는 염색가공업에 사용되는 화학물질의 폐수 처리 난이도 및 공해 정도를 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 염색가공업의 폐수에 함유된 물질은 공해정도와 처리 난이도가 상당히 상이하야 모두 모아 처리하는 방법으로는 환경문제에 효과적으로 대처하기 어렵다. 특히 우리나라의 경우에는 개별기업이 모두 법정기준치 이하로 1차 폐수처리를 해야만 하는 실정에서 중소기업형의 염색가공업체는 경제적으로 엄청난 부담을 느끼고 있어서 기술요소별로 저공해성 약제의 개발, 저공해성 공정기술의 개발이 매우 긴요한 실정이다.

이와 같은 이유로 염색가공공정에 의한 환경오염을 감소시키기 위해서는 원부재료부터 공정기술까지 종합적으로 발전되어야 한다.

Table 4는 염색가공업에 있어서 환경기술의 선진국 대비 우리나라 기술 수준을 비교한 것으로 특히 청정기술 면에서는 기술 수준이 매우 낮음을 볼 수 있다.

환경관련 국제협약 및 정책에 따른 영향 : 국내의 경우를 보면 환경처에서는 빠른 시일 안에 공해물질 배출기준을 단위농도에서 총량규제로 전환할 것으로 보여지기 때문에, 기술개발의 요구가 그 어느 때 보다 높아지고 있다.

국제적인 상황을 개요적으로 살펴보면, UR 등 국제 무역체제의 급격한 변화와 함께, 근래

Table 1. 섬유산업의 제조공정별 환경오염에의 영향(합성섬유)

공정	오염배출물질	배출형태 (배출량)	에너지 소비량	특징(재활용)
합성 섬유	중합 1. 미반응 원료 - Polyester: TPA,EG,DMT - Nylon: Caprolactam - Acryl: Acryl monomer 2. 중간 반응물 - Oligomer, 저중합물	폐수(中) " (中) " (中) " (中)	中	회수,재사용
	방사 1. 비정상 원사 2. 유제분진	폐기물(中) " (少)	中	재활용(저급 플라스틱사용)
	제직 1. 호제가루 2. 제직용수 3. 제직후 잔사	폐기물(少) 폐수(中) 폐기물(少)	少	
	염색 가공 1. 염색폐수 - 각종 유제 및 호제 - 감량부산물(TPA,EG,Oligomer 등) - 미고착염료 - 발암성 염료 - 염색조제 - 산,알칼리 - 섬유찌꺼기(잔사,섬유가루) 2. 가공 - 가공약제 잔류분 - 건식코팅용 휘발성용제(벤젠, 톨루엔,MEK 등) - 습식코팅용 용제(DMF 등) 3. 기타 - 염색불량 원단	폐수(多) " (多) " (多) " (少) " (少) " (多) " (中) " (少) 대기(中) 폐수(中) 폐기물(中)	多	PVA는 난분해성 일부 아조계 염료 일부 회수, 재사용 일부 회수, 재사용 재사용
봉제	1. 재단후 폐천 2. 기타(잔사등 원부소재)	폐기물(中)	中	일부 재사용(봉제 완구 충진용, 저급부직포)

Table 2. 섬유산업의 제조공정별 환경오염에의 영향(천연섬유)

공정	오염배출물질	배출형태 (배출량)	에너지 소비량	특징
천연 섬유	방적 1. 섬유재료 분진 2. 비정상 원사	대기(中) 폐기물(少)	中	
	제직 1. 호제가루 2. 제직용수 3. 제직후 잔사	폐기물(少) 폐수(中) 폐기물(少)	少	
	염색 가공 1. 염색폐수 - 각종 호제 - 미고착 염료 - 발암성 염료 - 염색조제 - 산,알칼리 - 후처리 약제 - 섬유찌꺼기(잔사,섬유가루) 2. 가공 - 가공약제 잔류분(형태안정가공, 방염가공,방충가공) 3. 기타	폐수(多) " (多) " (少) " (少) " (多) " (中) " (中) " (少) 폐기물(中)	多	PVA-난분해성 염료(난분해성, 중금속 함유) 일부 아조계 염료 중금속 함유 포름알데히드 등
	봉제	1. 재단후 폐천 2. 기타(잔사등 원부재료)	폐기물(中)	中

Table 3. 염색가공용 폐수약제의 처리 난이도 및 공해 정도

약 제	폐수처리난이도	공해 정도
알칼리, 무기산, 염류, 산화제	유해성이 적음	아주 낮음
진분호제, 유제, 유기산, 환원제	BOD가 높음 비교적 생분해 용이	낮음
염료, 아크릴호제, 실리콘 유제, 고분자 가공제	염료, 고분자 → 생분해 곤란	보통
PVA 호제, 전분유도제, 광유물, 음이온 및 비이온계 계면활성제	생분해가 어려운 중급 BOD	높음
반응성가공제, 캐리어, 양이온 활성제, 살균, 살충제, 중금속염	BOD는 낮음 기존처리에 부적합	아주 높음

Table 4. 환경기술의 선진국 대비 기술 수준

구 분	선진국	한국	
단계별	폐수처리	4단계 고도 처리 (유기물, 질소, 인) 회수 및 재활용 실용화 단계	2단계 물리, 화학 및 생물학적 처리 연구 초기 단계
	청정기술		
기술별	100	기본기술	70
		물학적 처리	60
		폐기물 처리	30~40
		폐수의 탈질소 인청정기술	20 10~20
설비	100	저 급	80
		중 급	75
		고 급	20

세계적으로 산업화가 급진전되고 지구 환경파괴 문제가 심각히 대두되면서 지구 환경의 보전에 대한 관심이 범세계적으로 고조되고 있는 것 등이다. 특히 선진국들은 1972년 스톡홀름에서 UN환경선언을 채택한 이래 수백건의 국제환경협약을 계속적으로 채택하고, 최근에는 개별 국가들이 자국의 환경보호를 위해 환경기준을 강화하는 동시에 생산자에게 환경보호에 대한 책임과 의무를 지게 하는 규제조치를 마련, 무역과 연계시키고 있는 실정이다. 구체적인 예를 보면 환원시 발암성 물질을 생성할 가능성이 있는 벤지딘(benzidine) 등의 염료중간체로 제조된 염료의 자국에 대한 수입금지 또는 그 염료로 염색된 섬유제품의 수입마저도 규제한다는 조치가

독일을 중심으로 1996년부터 실행되고 있고, 염료 등의 원부재료에 대한 환경유해적인 요소를 몇 년안에 매우 구체적으로 규제하기 위한 조항(예: 건외도, 흡진률 등)을 유럽의 선진국을 중심으로 현재 마련하고 있는 실정이다. 이에 대한 대표적 예로는 환경오염물질을 단순 측정, 분석하던 기존의 환경관리 개념을 깨고 기업의 직접, 간접적 환경활동 및 능력을 총체적으로 관리, 평가하는 환경관련 국제규격(ISO 18000 시리즈)을 들 수 있다.

최근들어 유럽 선진국들을 중심으로 환경에 관련한 여러가지 법안이 입법화되면서 유출물(폐수, 폐기물 등)뿐만 아니라 대기오염에의 영향까지 포함하여 법적인 규제가 더욱 심해지고 있다. 즉, 그린라운드(Green Round)의 확대에 따른 수출품목의 제한 및 환경보전에 대한 투자 확대로 최종제품의 원가상승에 의해 세계시장에서의 국제경쟁력이 변화되고 있으며, 환경과 무역관계를 연계시키려는 새로운 무역장벽의 움직임도 심화되고 있다. 이에 따라 환경마크, 경고라벨 부착, 에너지 효율 등급제 등에 대한 국제적인 품질인증제도(ISO 14000)가 선진국을 중심으로 추진되고 있는데, 이것은 소비자들의 제품 선호도에 큰 영향을 줄 수 있다. 더 나아가 아시아의 섬유가공업자들이 유럽에서 섬유제품을 판매하려면 앞으로는 기술적인 적용문제뿐 아니라 환경적인 요구와 그에 따른 무공해 상표 부착, 즉 에코라벨(Eco-Label) 문제와도 직면하게 될 것으로 생각된다. 의류용 섬유와 관련하여 환경학이란 용어는 생산자 환경학, 소비자 환경학, 폐기 환경학의 세가지 영역으로 구분되는데, 그 중 소비자 환경학은 섬유중에 섬유에 함유되어 있는 물질이 착용중에 인체에 끼치는 영향을 말하며, 에코라벨은 환경을 의식하는 소비자들에게 구입한 섬유가 환경, 공해적인 위험을 내포하고 있지 않음을 보증해 주기 위해 개발되었다. 따라서 향후 섬유제품은 환경오염 문제는 물론, 최종 제품에 잔류되는 화학약품들의 성분과 대기오염에 미치는 영향까지도 고려해야 하므로, 전공정에 사용되는 원부재료에 대해 환경에 미치는 영향을 철저히 검토하고, 이를 사용하는 적절한 생

Table 5. 국내 폐수배출 허용기준

구 분	2,000톤/일 이상			2,000톤/일 미만		
	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
'95. 12. 31일까지	100이하	100이하	100이하	150이하	150이하	150이하
'96. 1. 1일부터	80이하	90이하	80이하	120이하	130이하	120이하

산공정 설계를 해야 하는 실정이다.

따라서 이제 환경문제는 모든 산업분야에서 자국내에서 문제뿐만 아니라 국제 무역장벽으로 까지 작용되고 있으며, 그에 따라 섬유산업을 비롯한 몇몇 산업의 경우는 그 특성상 환경에 의한 영향을 극복해 나갈 수 있는 기술을 얼마나 개발하느냐에 향후 기업의 생존이 달려 있다고 볼 수 있다.

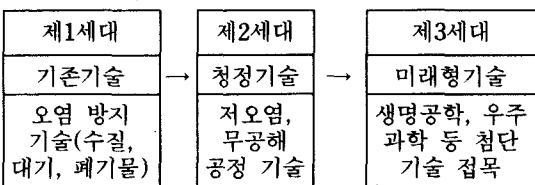
특히 1996년부터 국내 폐수배출 허용기준의 강화 및 폐수에 대한 총량규제 실시에 따른 기업의 부담이 크게 늘어날 것으로 예상되므로 이에 대한 대책 마련이 매우 시급한 실정이다(Table 5 참조).

환경기술의 발전 추이에 따른 연구개발 현황 :

Table 6은 환경기술의 발전 추이를 나타낸 것으로 염색가공업의 환경관련 기술도 그 맥락을 같이 한다.

국내 환경기술은 아직 1세대의 기존 오염방지 기술개발에 주력하는 단계에 머무르고 있고, 폐수처리 기술에만 크게 의존하는 경향이 있으나 염색가공업에서 배출되는 물질이 매우 다양하고 처리의 난이도 및 공해정도가 달라 폐수처리만으로는 환경규제에 대응하기 어렵다. 폐수처리 비용의 절감 및 자원(물, 약제)의 절약 면에서 볼 때에도 공정단계에서 폐수로 나가는 물질을 최소화하는 방안이나 처리가 용이한 염료, 조제의 사용 등 제 2세대 청정기술의 개발은 국내에서 아직 전무한 실정이다.

Table 6. 환경기술의 발전 추이



2. 염색가공설비의 청정기술 개발 동향

2.1. 개 요

청정기술 개발의 배경 : 염색가공업은 다른 산업보다 환경에 매우 민감한 분야이므로 1980년대 초부터 폐수처리 및 청정기술에 대한 관심이 커졌다. 특히 1980년 중반에 발생한 Ciba Geigy 및 Sandoz 염료회사의 폐수 방출문제가 국제적인 이슈로 되면서부터 유럽 및 일본 등의 선진국을 중심으로 국가적 차원에서 폐수처리 및 청정기술 개발에 많은 투자가 이루어져 왔다. 이러한 폐수처리 및 청정기술은 기술특성상 종합적인 시스템 기술개발이기 때문에 막대한 투자비가 소요되므로 민간 차원의 개발보다는 정부주도 차원의 종합적 기술개발이 이루어져 왔다.

국내의 경우를 보면 1990년대 들어 환경에 대한 국민의식의 점진적 고조로 인해 그 중요성이 인식되어 관련기술의 개발이 시작되고 있는데, 이제 초기단계이어서 아직까지 부분적, 산발적으로 이루어지고 있는 실정이다. 특히 염색가공업의 특성상 환경에 매우 민감함에도 불구하고 기 발생된 폐수처리(end of pipe)에만 급급한 나머지 폐수 및 폐자원발생을 보다 근본적으로 감소시킬 수 있는 청정기술에 대한 연구 및 개발은 거의 이루어지고 있지 못한 실정이다. 그런데, 염색가공업의 청정기술은 앞서 언급한 바와 같이 그 특성상 염료, 조제 등의 원부재료부터 설비와 이를 이용하는 공정기술에 이르기까지 종합적인 시스템 기술이기 때문에 그 개발에는 상당한 투자비가 소요되는데, 국내 염색관련 업계의 98%가 중소기업인 관계로 인하여 지속적인 기술개발을 위해서는 민간기업 주도형으로의 기술개발 형태로서는 어려운 실정이다.

청정기술 개발의 방향 : 현재까지 국내 섬유산업, 특히 염색가공업에 있어서의 환경관리체제는

규제에 의존하였을 뿐 실제적인 환경기술의 보급 및 지도가 거의 전무한 상황이다. 그러나 최근에는 염색가공업체 뿐만 아니라, 염료, 조제, 설비제조 업체간에 서로의 필요에 의하여 환경오염 가능성이 적은 염료, 조제, 설비 등의 개발이 이루어지기 시작하고 있다. 이러한 요구는 염색가공업체가 우선적으로 환경규제에 의하여 제재를 받기 때문에 원부자재를 개발하여 납품하는 제조업체에 환경규제를 받지 않는 원부자재를 요구하기 때문에 일어나는 현상으로, 개별기업이 환경에 대응할 경영체제의 구축에 대한 필요성을 느끼고 있는 것으로 볼 수 있다.

설비를 포함한 전체 염색가공 관련 청정기술 개발 방향을 보면, 염색공장에서는 공정단축기술을 개발하여 폐수의 양을 줄이고자 하는 노력을 하고 있으며 동시에 에너지 소비량이 적고 공정단축이 가능한 설비의 개발을 설비업체에 계속적으로 요구하고 있다. 또한 염료의 경우에는 최근 발암성 여부로 유해논쟁에 있는 벤지딘계 염료의 대체품 개발 및 고흥진 염료, 중성염을 적게 사용하여도 염색성이 우수한 염료, 정련과 동시에 염색이 가능한 염료 등을 개발, 사용함으로써 폐수의 부하를 낮추고자 하는 개발의식을 갖기 시작하였다. 조제업체에서는 폐수의 부하를 낮추기 위하여 생분해성 조제, 다용도 조제 등을 개발하기 시작하였으며, 염색가공 설비업체에서는 폐수발생량 감소를 위해 용수의 양을 최대한 적게 사용하거나 증기 및 기타 에너지 소모량을 큰 폭으로 줄일 수 있는 설비의 개발에 박차를 가하고 있다.

따라서 이러한 현상은 염색가공업체 관련 업종의 기업간 협력이 이루어지는 것으로 볼 수 있는데, 향후에는 원부재료 업체와 설비업체 및 이를 실제 응용하는 업체간에 더욱 더 조직적이고 체계적인 협력을 바탕으로 기술개발이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

2.2. 염색가공 설비의 개발동향

전체 개발동향 : 환경에 관련된 염색가공설비의 개발동향을 알기 위해서는 최근에 열렸던 섬유기계 전시회를 살펴보는 것이 가장 좋은 방법

이다. 섬유관련 전시회로서는 이미 알려진 바와 같이 유럽에서 4년마다 열리는 국제섬유기계전시회(ITMA)와 그 사이 2년 간격으로 일본에서 열리는 OTEMAS가 대표적인데, 최근 전시회와 관련하여 염색가공분야 설비의 개발 동향을 보면 다음과 같다.

섬유관련 기계전시회로서는 가장 규모가 큰 ITMA 전시회가 1995년 10월 이태리 밀라노에서 5개 part로 나뉘어 열렸는데, 예상대로 염색가공 분야에 출품된 설비는 종류도 많았고, 그 수 또한 상당히 많았다. 섬유제품의 생산에는 설비가 상당히 중요한 역할을 하는데, 이태리, 독일, 일본등 선진국들의 예를 보아도 원부재료부터 설비산업에 이르는 기술을 종합적으로 개발하여 왔고, 그에 따라 섬유대국으로 현재까지도 국제경쟁력을 보유하고 있다.

'95 ITMA에 출품된 염색가공설비의 주요 초점은 대략 3가지로 압축된다.

High Touch

설비 자동화

에너지 절감

특히 염색가공 관련설비를 전체적으로 돌아본 후 가장 크게 남는 느낌은 'high touch, soft touch'이었다. 전처리 설비부터 염색, 후가공 설비에 이르기까지 온통 'high touch' 발현에 초점을 맞추었다는 느낌이었다. 전체 카탈로그의 2/3 정도가 원단장력을 최소화 하기 위한 방법과 'touch'에 대해 언급한 내용이 포함되어 있었다.

'95 ITMA에 출품된 염색가공 설비의 전체 개발동향에 대해 요약하면 다음과 같다.

첫째, 좋은 touch를 발현하기 위해 배치(batch)식 및 연속식 설비 모두 저장력화, 더 나아가 무장력화에 큰 비중을 두었다. 이외에도 습식 혹은 건식으로 처리하는 공정중에 물리적인 충격을 원단에 가해 원단의 touch를 개선하려는 설비도 많이 소개되었다.

둘째, 인력 절감, 재현성 향상 및 공장자동화를 위한 자동화 장치를 장착한 설비가 많았다. 특히 마이크로프로세서 및 중앙집중식 모니터를 도입하여 온라인 제어가 가능하도록 자동화시킨 설비가 크게 증가하였다.

셋째, 염색가공이 에너지 다소비 업종이라는

인식을 탈피하기 위해 에너지 효율을 높여 에너지 절감 효과를 강조한 설비가 많이 출품되었다. 특히 건조기의 경우 열교환 시스템까지 기본적으로 장착된 설비도 소개되었다.

'97 OTEMAS는 1997년 10월 일본 오사카에서 열렸는데, 세계적인 섬유경기를 반영 하듯 '95 ITMA 때보다 그 규모가 상당히 축소되었고, 비싼 전시비용의 부담문제로 유럽의 대형 설비업체들도 설비전시보다 카달로그로 대체한 경우도 많았다. 특히 일본의 경우를 보면 자국의 섬유산업 부진을 만회하기 위해 신섬유 소재 개발과 염색가공설비산업 육성을 지난 20여년간 해 왔기 때문에 아직도 기술적 우위는 지키고 있으나, 품질대비 가격 경쟁력은 많이 약화된 실정이다. 오히려 최근 대만이 성능은 유럽 수준이면서 가격은 국산보다도 저렴한 설비를 속속 선보이면서 국제 시장에 강력한 도전을 하고 있다.

'97 OTEMAS에 출품된 염색가공 설비의 전체 개발동향은 다음과 같다.

첫째, 지구온난화 등 환경문제에 대한 세계적인 추세에 맞추기 위해 개발된 염색가공분야의 설비가 상당히 눈에 띄기 시작했다. 그동안 꾸준히 개발되어온 초저욕비 염색기를 비롯하여 폐열회수(에너지 절감) 혹은 용수 재활용장치를 부착시키거나 더 나아가 소음을 최소화한 설비도 출품되었고, 아직 실용화와는 거리가 있으나 미래형 무공해 염색기인 물을 사용하지 않는 초임계유체 염색기도 돋보였다.

둘째, 섬유소비자들의 개성추구 및 다양화 추세에 맞추기 위한 고품질 다품종 소루트 생산 시스템 및 선진국형 QR(quick response) 시스템이 실용화되어 출품되었다.

셋째, 경제성을 추구하기 위한 고속화, 자동화 설비가 한차원 높게 실용화되어 출품되었다. 특히 생산중 인접공정간 연결을 통해 실용성을 높였고, 그에 따른 재현성을 향상시킨 시스템적 기술도 소개되었다.

공정관련 청정기술 : 섬유산업에 있어서 환경유해요소가 가장 많은 염색가공업의 공정을 살펴보면, 먼저 제직, 편직된 원단을 정련제로서 정

련을 하고 필요에 따라 면은 알칼리를 사용하여 실켓가공을 하고 폴리에스테르의 경우에는 알칼리 감량을 하여 수세를 하게 된다. 이렇게 정련된 원단은 원사의 종류에 따라 염료, 조제, 염류 등을 사용하여 염색을 하게 되며, 이러한 여러공정을 거치게 되면서 다량의 폐수가 발생하게 되고 폐수내의 염료 등이 폐수의 부하량을 높여서 폐수처리에 드는 에너지의 소비도 많아지게 된다. 염색 후에는 다시 수세 및 건조 공정을 거쳐 가공제로 처리한 후 고온의 텐터를 사용하는 가공공정을 거치게 되며, 용도에 따라 코팅을 하기도 한다. 이러한 후가공 공정에서는 미고착된 가공제 및 코팅시 사용된 미고착 약제가 폐수로 나오게 되고 또한 텐터가공시에는 휘발성 약제가 대기중으로 방출하게 된다.

염색가공 폐수를 후처리하는 경우에는 유기적인 방법으로 해결하기 위하여 노력하고 있는데, 선진국 및 국내에서 개발되고 있는 염색가공 폐수처리 기술로는 물리적 및 화학적 처리를 이용한 전기적 처리방법, 흡착제 및 응집제에 의한 방법, 오존을 이용한 방법, 분리막을 사용하는 방법 등과 유기물질을 미생물을 이용하여 분해하는 생물학적 방법이 함께 병행하여 사용되고 있다.

환경에 관련된 특징적인 염색가공설비를 보면 다음과 같다.

염색가공분야에서 폐수를 후처리하는 경우 주로 토목공사를 이용한 집수조 및 침전조와 응집제 등의 화학약품과 반응을 시키는 반응조와 그 관련설비의 개발이 주를 이루고 있으며, 염색가공폐수를 재활용하는 설비는 분리막을 이용하여 폐수로부터 재활용 물질을 분리하는 설비가 주를 이루고 있다.

청정기술, 즉 원천적으로 염색가공 폐수의 양 및 에너지 사용량을 줄이기 위한 기술과 연관된 설비로서 염색가공공장 현장에서 필요로 하고 있는 기술들은 다음과 같다. 먼저 용수의 사용량을 실질적으로 감소시켜 폐수발생량 및 에너지를 절감시키는데 필요한 기술로는 기존 염색기의 용수사용량(피염체:용수량=1:10 이상)보다 1/3 이하인 초저욕비 염색기(피염체:용수량=1:4 이하) 및 그 응용기술과 연속식 수세기, 저용수

및 저에너지형 가공설비 등이 있으며, 또한 최근 선진국에서 물을 사용하지 않고 염색하는 방법으로 초임계유체를 사용하는 염색기술이 Pilot 생산단계까지 개발되어 있다.

재활용관련 청정기술 : 염색가공용수를 절약하기 위한 가장 좋은 방법은 한 번 사용한 용수를 재처리하지 않고 염료, 조제, 가공제를 재투여하여 다시 사용하는 방법이다. 이러한 방법은 현재 미국 등에서 연구 중에 있으나, 용수중 사용되고 남은 염료 등이 용수내에 얼마나 잔존하는지 알기 어렵기 때문에 실용적 의미를 가질 만한 효과에 대하여서는 아직 의심스러운 부분이 남아있다.

가장 일반적으로 용수를 재사용하는 방법으로는 위에서 언급한 환경관련설비들을 사용하여 염색가공폐수를 처리한 다음 그 용수를 다시 사용하는 방법이다. 그러나 이 방법에 있어서는 재활용이 가능한 장치가 부착된 폐수처리설비를 각각의 염색가공업체에서 보유하고 있어야 하나, 현실적으로 우리나라의 염색가공업체의 대부분이 중소기업이기 때문에 업체에서 부담하기에는 경제적 무리가 따르므로, 이러한 설비들을 우리나라의 실정에 맞게 개발하는 것이 중요하다고 할 수 있겠다.

3. 공정별 청정 염색가공설비

3.1. 전처리 공정

앞에서 서술한 염색가공 설비의 청정기술 동향을 구체적으로 보여줄 수 있는 국제적 전시회인 '95 ITMA 및 '97 OTEMAS 에 출품된 설비를 중심으로 조사한 사항을 각 공정별로 요약해 보면 다음과 같다.

연속식 정련/표백기 : 침지되는 원단의 용량을 크게 하여 처리효율을 높이거나 저욕비의 작업으로 버려지는 약제량을 최소화시키면서, 부가적으로 좋은 touch를 얻기 위해 원단의 경사장력을 줄이도록 relaxer 장치 및 컨베이어를 사용한 설비가 출품되었다. 또한 용수 및 약제 절감을 위한 저액비화와 더불어 한단계 더 나아가 용수의 회수, 여과후 재사용을 하는 설비도

있다.

- ① Lavanova Superfix(CIMI사, 이태리)
 - 모 및 모혼방품의 정련
 - 작업속도 및 용량: 50 m/sec, 95 m, 용수: 1800 l, 5~15 l/kg
 - 특징: 스퀴징 압력 15000 kg, 저장력형, 각 배치별 공정변화 가능
 - 저액비(용수의 회수→여과→재사용)
 - 주름과 변부 말림현상 최소화
- ② Max Moll(TEPA사, 스페인)
 - 면 및 혼방품의 전처리, 표백
 - Spraying-Vacuum Extraction(수분량 조절)
 - 2회 패딩(높은 약제 픽업율), 잔여 수분을 직물무게의 130%로 유지
 - Single형과 Combi형의 증열기
- ③ BRM-E, S, L(Brugman사, 네덜란드)
 - 면의 표백
 - 저장력형 연속 표백기, 저욕비, 버려지는 약제의 최소화
 - 저마찰 및 직물의 장력조절가능(체인형 컨베이어 시스템)
- ④ Preperation Range(Morrison사, 미국)
 - 면-T/C 전처리, 호발/정련/표백/수세의 일괄 처리
 - 정련:S laced tight stand 증열기, J box 또는 U box 사용가능
 - 표백기의 길이 조절 가능, 효과적인 적정 욱비,
 - Saturater 및 증열기에 로울러 컨베이어 시스템 적용

배치식 정련/표백/밀링기 : 배치식 정련/표백기는 다양한 약제사용이 가능하거나 정련제/용수/스팀 사용량을 감소시킬 수 있으면서 동시에 잔털/주름 방지도록 침지되는 원단의 용량을 크게 하여 처리효율을 높이거나 저욕비로 버려지는 약제량을 최소화시키면서, 부가적으로 좋은 touch를 얻기 위해 원단의 경사장력을 줄이도록 relaxer 장치 및 컨베이어를 사용한 설비가 출품되었다. 또한 정련 및 밀링 효과를 극대화시키기 위해 channel 별로 분리하여 수축률을 자동조정하는 시스템과 air(air/water)-blowing 시스템으로 원단을 벽에 고속으로 충돌시키는 설비가 소

개되고 있다. 사용할 수 있는 원단도 박지직물 (150 g/m)까지 가능하며, 필링(pilling) 발생도 극소화시킨 제품도 소개되었다.

① Swing-Ace LLW-CLC (Nissen사, 일본)

- 면, 면혼방품 표백
- 과산화수소, 소금 사용 가능
- 저장력: 잔털, 주름발생 방지, 상압 제트 염색기로 사용 가능

② NB-500S(Nagasuna사, 일본)

- 건, 레이온의 고온고압정련
- 전자동 조절 패널, 구김, 정련 결합 최소화
- 정련제 40% 감소, 물, 증기량 25% 감소

③ Tdra 3(Biancalani Machine Tessili사, 이탈리아)

- 모의 정련 및 밀링(배치식)
- 직물의 종류/길이/폭에 상관없이 각 채널에서 밀링가공
- 각 채널별 독립적 운용(축율의 자동 조정), 연속 모니터링 시스템

④ FLEXIFOLA(CIMI사, 이탈리아)

- 모의 정련 및 밀링
- 각 채널의 분리/조정, 고효율의 air-blowing 시스템(벽에 충돌시킴), 자동화
- fabric unloading speed: 50~450 m/sec, 스퀴즈 로울러 장착

⑤ MAT(Turbomat사, 이탈리아)

- 모, 모/린넨, 모/레이온의 정련 및 밀링(배치식)
- air/water blow, 용수 50% 절감, 처리시간 타기종에 비하여 4~5배 단축
- 박지직물(150 g/m) 작업 가능, 로울러 압력: 0~4 kg, 필링/컬링 현상 무

머서화 가공기 : 처리속도를 높이거나 에너지 및 용수절감형 설비이면서 체인리스(chainless) 방식이 주종이고 wet-on-wet 처리방식의 경향을 보이며, 잔여수축률을 최소화하거나 중간에 suction box가 설치된 텐터를 지나 수세가 이루어지는 방식을 이용하여 최종제품의 touch를 향상시키는 설비도 있었다.

① 머서화 가공기(TEPA사, 스페인)

- 체인리스 방식, 처리속도 100 m/sec, 큰 드럼 장착(NaOH 용액에 충분히 침지)

- 연속식에 비하여 스퀴징 효과 50% 향상(패드 맵글 압력: 10 ton)

- cold and hot 머서화 가공 가능

② 머서화 가공기(SM Energy Teknik & Electronics사, 인도)

- 체인리스 방식, 변부의 클립 마크 없음, 잔여수축률 최소화

- 에너지/용수 절감형, 설치 공간 최소화

감량기 : 탱크식 감량설비에 비해 연속식 감량기는 경사방향으로 과도한 장력이 걸리기 때문에 감량제품의 touch가 저하되는 단점이 있으므로, 저장력이면서 폭감소 및 길이방향의 늘어남이 없는 설비가 소개되었으며, 촉감 및 환경을 중시한 설비도 출품되었다.

① 연속 감량가공기(Kyoto Machinery사, 일본)

- 폴리에스테르, T/C의 연속 감량
- 2 layer 컨베이어: 무긴장, 시간 단축, dwell time 조절 가능

- 촉감중시: 가열 구간 직물 장력 최소화, 가이드 로울러 구동

② Jet-Slim Mini(Hirano사, 일본)

- 폴리에스테르, T/C의 연속 감량
- 고정밀 감량($\pm 0.5\%$), 속도 조절(4~40 m/min)
- 환경 중시: 알칼리 함침조와 맵글의 일체 구조

③ Uni-Slimmer(Enex사, 일본)

- PET 연속 감량
- 컨베이어 타입(touch 우수), 포속 5~50 m/min, 직물폭 200 cm
- 수세기: 저장력 타입 wave flow

수세기 : 전체적인 경향은 열회수장치의 부착 등으로 에너지 절감을 위한 설비개발과 분사 노즐 사용으로 수세효과를 극대화하면서 원단에 걸리는 장력을 최소화 하려는 방향이었다. 수세기 챔버내에 컨베이어 시스템 채택으로 원단이 동시 걸리는 장력을 최소화 하였고, 수세효과를 높이기 위해 다공형 드럼이나 노즐로 분사시키는 시스템이 소개되었고, bath별로 독립적 조절이 가능하며 분사 노즐을 사용하면서 수세조를 흔들어서 물리적효과를 높이고 스퀴징 로울러를 부착한 설비도 있었다.

① Concord(Mezzeras사, 이탈리아)

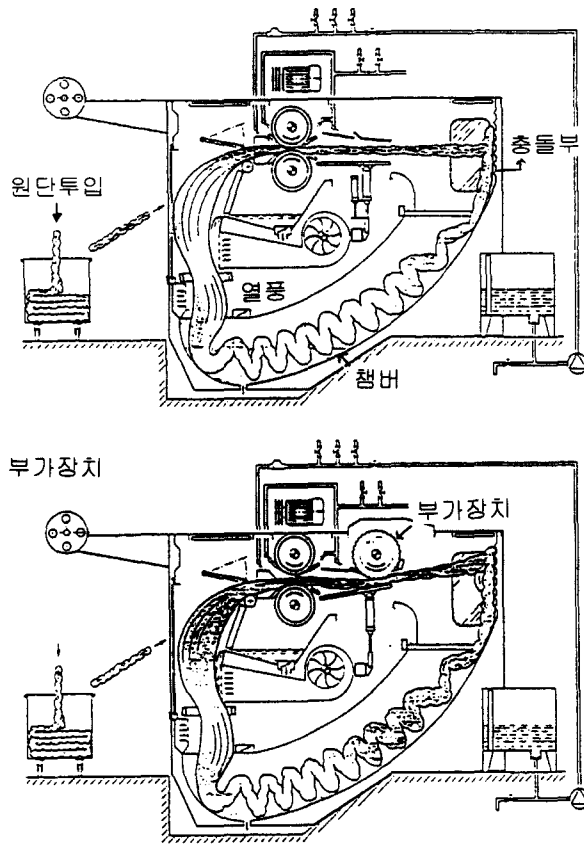


Figure 1. 모의 배치식 정련 및 밀링기(FLEXIFOLA, CIMI사, 이탈리아).

- 직물, 편물의 연속식 수세
- 처리속도 80 m/sec, 로프형태, 채널수(8~14개) 및 온도/시간/압력 조절 가능
- 스팀의 직/간접 가열 및 열회수 시스템
- ② ONDALAX, OVERLAX(Mezzera사, 이탈리아)
- 직물, 편물의 수세(배치식, 확포식)
- 저장력형(컨베이어 시스템), 스퀴징시 suction 장치
- 스팀의 직/간접 가열 및 열회수 시스템
- ③ Lavasilk(Mezzera사, 이탈리아)
- 견직물의 수세(연속식, 확포식)
- flat-jet 노즐 장착, 저장력형(장력조절 가능), 저마찰력
- ④ Vibilax(Mezzera사, 이탈리아)
- 직물, 편물의 수세(연속식, 확포식)

- 무장력, 열회수 시스템 부착
- ⑤ Essetex(Mezzera사, 이탈리아)
- 직물, 편물의 수세(배치식, 확포식)
- 물이 분사되는 다공형 드럼, 열회수 시스템, 스퀴징시 suction 장치
- ⑥ Lavaroll(Mezzera사, 이탈리아)
- 직물의 표백, 날염, 염색후 연속식 수세
- ⑦ 연속 호발, 정련, 표백, 수세기(TEPA사, 스페인)
- 원단 양쪽에 노즐로 효과적인 분사기 처리
- 용수 사용량 및 스팀사용량 최소화
- ⑧ Lavaprint (MCS사, 이탈리아)
- 날염물의 연속식 수세(로프식, 개별 bath) 및 건조(확포식)
- bath별로 스퀴징 로올러 부착하여 수세효과 극대화

3.2. 사염색기

사 패키지 염색기 : 저욕비에 의한 용수/에너지

지 절감은 기본이면서 염액순환을 높여 염색시간을 단축시키고, 인력절감을 위해 사 패키지의

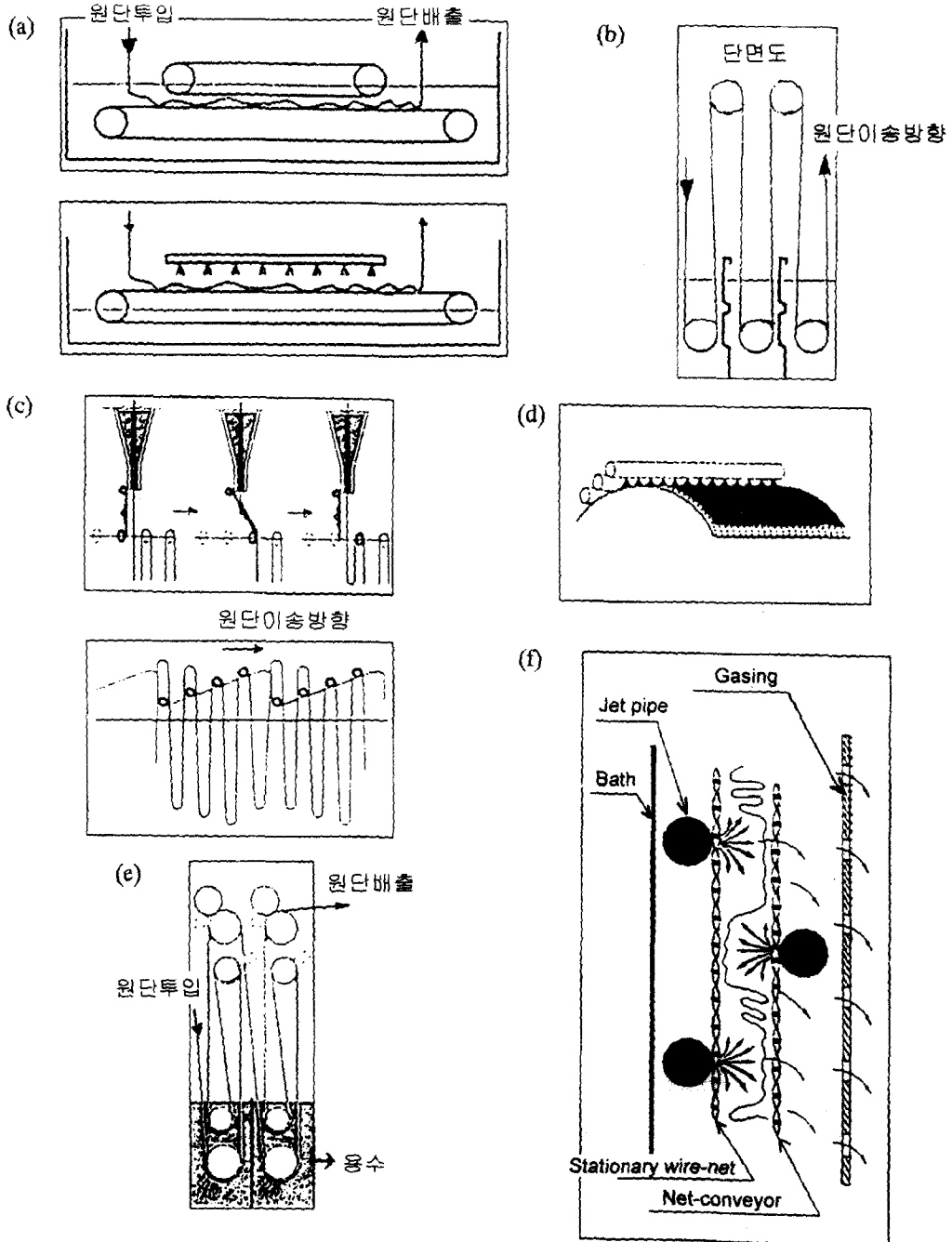


Figure 2. 연속식 수세기; (a) Ondalax (Mezzera사, 이탈리아), (b) Lavasilk (Mezzera사, 이탈리아), (c) Vibilax (Mezzera사, 이탈리아), (d) Essetex (Mezzera사, 이탈리아), (e) Lavaroll (Mezzera사, 이탈리아), (f) Sofcer (Nissen사, 일본).

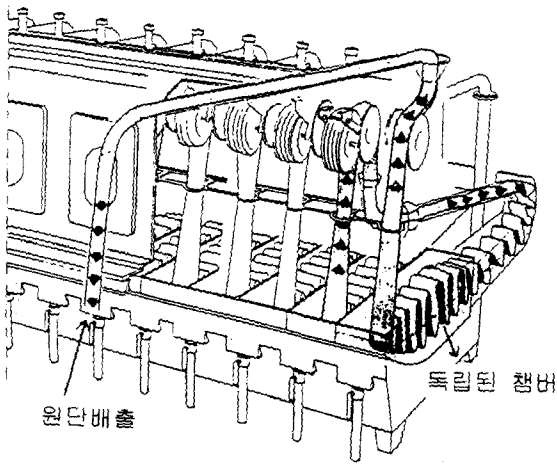


Figure 3. 연속식 수세기(LAVAPRINT, MCS사, Italy).

loading/unloading이 자동화되어 가는 추세였으며 loading 방향도 수평 또는 수직으로 다양하였다. 각 패키지마다 독립된 튜브를 사용하는 균염성을 중시한 설비가 소개되었다. 청바지 데님지용 면사 염색용 연속식 염색기는 염액의 효율성을 높이고, color yield를 높이기 위해 적은 용량의 box를 사용하고 염액이 순환되면서 dye box 별로 증열장치를 부착한 특징이 있다.

① API/O 시스템(OBEM사, 이탈리아)

- 모, 견, 면의 패키지 염색
- horizontal position type(염색중 사의 이완 상태 유지)
- 같은 염색 스펀들에서 직접 원심 탈수

② CAS(Fong's사, 홍콩)

- 면, 합성섬유, T/C의 패키지 염색

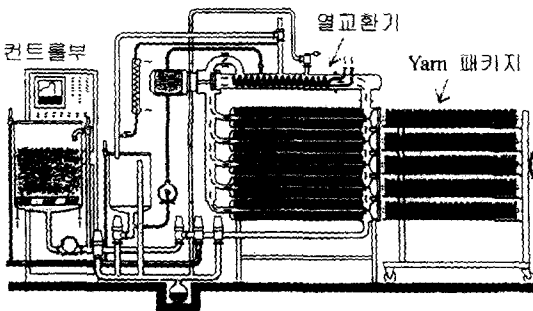


Figure 4. Yarn 패키지 염색기(API/O System, Obem사, 이탈리아).

- 최고온도 140 °C, 최고압력 6.6 kg/cm²
- 염액 순환속도 증대로 염색시간 단축, 단순화, 다기능 조작

③ 로프 dyeing 시스템(Morrison사, 미국)

- 데님용 면사(Indigo)의 연속식 전처리/염색/수세/건조
- 8 dye boxes(독립 증열 및 oxidation section)
- center point에서 creel feed(사장력 균일)
- 깊고, 적은 용량의 boxes, 염액 순환 시스템

콘(cone), 콕(cop), 행크(hank) 염색기: 저욕비 염색이 가능하고 에너지 감소를 위한 장치를 부착하여 스팀 로스를 줄이며, 공간절약을 위해 크릴의 형태를 개조한 방식이 출품되었다. 또한 인력절감을 위해 염액 투입등의 자동조절장치를 부착하고 물류이동을 robot화한 설비와 사용상의 편의를 위해 어떠한 권취기도 사용가능하고 공간절약을 위해 집중식 크릴을 설치한 제품도 소개되었다.

① TK/2(Thies사, 독일)

- 모, 비스코오스, 면의 행크 염색
- 저욕비(1대 3~10), 최대염색온도 140 °C, 자동 loading/unloading 시스템

② SHD (Fong's사, 홍콩)

- 면, 견, 모, 혼방의 행크 염색
- 저욕비(1대 5), 사장(絲長) 500~800 mm, 전/후처리 동일 기계내 가능

③ Starr Color(LAIP사, 이탈리아)

- 모, 폴리에스테르, 비스코오스, 면의 콘 염색
- vertical modular 시스템, robot moving 시스템, 용적 최소화
- material carriers 또는 rods 사용없이 여러형태의 콘도 사용

④ TMB 2000(Mezzera사, 이탈리아)

- 모, 레이온, 아세테이트, 머셔화 면의 정련/산처리/표백/염색/수세(hank)
- special valve에 의한 액량조절
- 스팀 로스 감소, 최소에너지 소비로 일정온도 유지

⑤ UNIVAP(Superba사, 프랑스)

- 사의 증열, shrinking
- feeding spindle의 빠른 교체, 공간절약을 위한

집중식 크릴

증열 챔버 내의 쉬운 접근

⑥ API/O the 시스템(OBEM사, 이탈리아)

-모, 폴리에스테르, 비스코오스, 면 콤팩 및 행크 염색(sock, ribbon, loose fiber, tow)

-horizontal position type, 같은 염색 스프indel에서 직접 원심 탈수

-4종류의 건조장치

3.3. 포염색기

고압 액류염색기 : 전반적인 개발 동향은 저욕비화(1대 5 이하) 하면서 테프론판 등을 사용하여 마찰력 감소와 더불어 원단의 이동속도를 고속화(400 m~600 m/분)하고, 원단장력을 극소화 하기 위해 기계의 전체 높이를 되도록 낮

게 설계하여 원단이 끌어 올려지는 길이를 작게 하였으며, 원단장력도 전자동으로 조절할 수 있도록 제작하였다. 또한 원단의 영킴이나 걸림 현상을 없애기 위해 노즐 통과후 원단이 쌓일 때 좌우로 이동시키면서 쌓이게 하고 원단 걸림시 감지 센서를 장착한 설비도 소개되었다. 적용되는 직물의 형태도 후지에서 박지에 이르기까지 다양하게 염색할 수 있도록 제작하였고, 특히 주름이나 마찰에 약해 염색이 까다로운 마(linen)나 Lycra 혼용물도 염색할 수 있도록 한 설비도 소개되었다. 전체적인 염색기 용량도 대규모화 하면서 사용자의 요구에 따라 용량에 맞추어 챔버 수를 가감하여 제작할 수 있도록 하였다.

① Thies사(독일)의 고압액류 염색기

구 분	Luft-rotor	Roto-stream	Soft-stream	Soft-TRD
사용온도(°C)	140	100 or 140	105 or 140	140
액 량 비	air 1:2 no air 1:4	1:4	1:8	1:8
용량(kg/tube)	180	100~160	160~180	100~150
튜브폭(mm) 챔버길이	650	650(챔버폭)	5100	8000
튜브 수	1~4	1~6	1~4	1~4
특 징	- air/water blowing. 시스템 - 고효율 필터. - 염 용해 장치	- 고속회전(600 m/분, 1회전/분)	- 직/편물의 침염	- 박지형 직/편물(중량 60~800 g)

② Then-Airflow AFS+T500(Then사, 독일)

-cupra, 텐셀(tencel) 또는 리오셀(lyocell)의 염색

-염색 및 건조/텀블링 기능, 직물의 촉감 및 표면의 최적화

-가열/냉각/metering 시간을 기존보다 60% 단축, 수세시간을 반으로

③ Soft Flow SF100(MCS사, 이탈리아)

-직물 및 니트(PET, PA, microfiber를 포함)의 염색

-큰 직경의 릴과 염액수위 까지의 거리가 짧아 장력을 최소화

-액량비 1 대 6~12, 챔버수 1(150 kg)~4(600 kg)

-horizontal deposit, long fully transfer tube

④ Long horn flow jet(MCS사, 이탈리아)

- 직물 및 니트(PET, PA, microfiber를 포함)의 염색

-flow와 jet 시스템의 조합, 원단이송속도 40~600 m/분

-액량비:1대 3(합성섬유)~1대 10(천연섬유)

⑤ Saturno(Brazolli사, 이탈리아)

-천연, 합섬, 복합소재의 염색

-챔버의 특별한 디자인으로 직물이송에서의 trouble 해소, 마찰 및 장력 최소화

⑥ Soft-Flow 600(LAIP사, 이탈리아)

-폴리에스테르 및 폴리에스테르 혼방 직/편물 염색(80~800 g/m)

-액량비 1대 5~10, reel speed:40~400 m

-기존의 over-flow 염색기와 다른 직물 순환 시

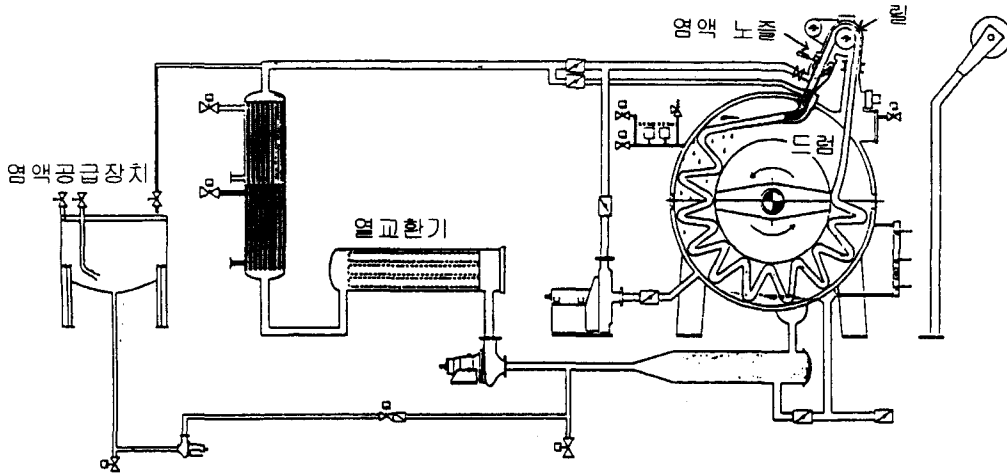


Figure 5. Air/Water Blowing 방식의 Luft-roto 염색기(Thies사, 독일).

스텝

- 낮은 순환 압력에서 염료의 높은 침투력(自사의 특허 시스템)

⑦ Air-Water Flow 800(LAIP사, 이탈리아)

- 천연, 합섬, 복합소재 직/편물의 염색(50~600 g/m)

- 액량비 1대 4~7, 반응성염료 염색후 수세시 cost 감소(air로만 작동)

- 원단 이송속도 500 m/분(water+air), 500 m/분(water only), 300 m/분(air only)

- water+air(option) 방식 채택: 주름/마찰에 약한 마, lycra 혼용물도 염색가능

- 장력 최소화(reel과 holding 챔버의 거리가 짧음)

⑧ 액류염색기(Fong's사, 홍콩)

• airjet AJ: 합성섬유 박지, 마이크로파이버 직물, 혼방 직/편물

- 액량비 1대 3~5, 원단이송속도 600 m/분

- spraying tube설치로 염료흡진을 극대화

• MK 6-140: 고밀도·저밀도 후지 혹은 박지 직물, 혼방품, 직/편물의 염색

- 액량비 1대 7, 원단이송속도 100~225 m/분

- 낮은 lifting 높이로 원단 장력을 최소화

⑨ CUT-MJ/ML (Hisaka Works사, 일본)

- 합섬 직물의 고온고압 염색

- 초저속비(1대 3), 고생산성, air-jet 염색기(활

모양)

- main autoclave에 공기주입장치 별도 설치, 냉각시스템(oligomer 부착방지)

- 합섬 박지직물에 사용가능, 마찰 mark, 경위사 변형, 주름 발생 예방

⑩ 600 VPH-FR(Nissen사, 일본)

- 직물 및 편물의 고온고압염색

- no reel, jet flow로만 직물이송(최대 600 m/min), 저속비(1대 7~10)

Winch 염색기: 원단의 이동이 종래의 로프식이 아닌 확포식으로 하면서 공기분사에 의한 ballooning현상을 이용하여 염료의 migration을 최대화 시키고 직물의 이송 장력을 낮춘 설비와, 큰 노즐을 사용하여 노즐을 바꾸지 않고도 후지부터 박지에 이르기까지 염색할 수 있는 설비도 소개되었다.

① DW-series(Fong's사, 홍콩)

- 천연섬유 직물 및 니트의 상온 염색(~98°C)

- ballooning현상(air-injection)을 이용하여 염료 migration 최대화, 이송장력 낮춤

- 완전한 확포식 type, squeezing 로울러에 의한 효과적 수세

② Overflow DMS01(D.M.S사, Turkey)

- 직/편물의 Over Flow Dyeing(~98°C)

- 액량비 1대 6~10, 1 노즐(168 mm)로 박지~후지까지 염색

-원치 직경 대(직물을 부드럽게 이송), 직물이 송로에 테프론 필름 코팅

Jigger 염색기 : ITMA 기계 전시회의 특징중 하나는 한동안 개발이 주춤했었던 상압 Jigger염색기의 출품이 매우 활발해진 점이다. 종래 Jigger염색기의 단점인 원단장력문제를 해결하기 위해 유압식 drive 시스템을 채택한 것이 일반적이었고, 속도 자기변환기에 의한 속도조절

및 저장력화한 설비와 friction gear box를 채택 하면서 수세효과를 높인 설비 및 load cell을 사용하여 원단 장력을 조절하는 설비도 소개되어 실크 등의 까다로운 박지직물까지도 염색할 수 있도록 하였다. 또한 대부분의 설비가 마이크로 프로세서 control 장치를 부착하여 인력절감효과(5~6대/1인당) 및 중앙집중 제어가 가능하도록 하였다.

① 지저염색기(MEZZERA사, 이탈리아)

구 분	Jigger VGJ	Jigger VGM	Jigger VGSO
적용소재	면, 비스코스, 실크, 나일론, 아세테이트 직물	일반직물	실크처럼 가볍고 예민한 직물
직물폭(mm)	1000~3600	1000~3600	1000~3200
염액량(리터)	760	540	220
원단속도(m/분)	30~150	30~120	30~120
장력(kg)	10~100	5~60, 10~100	0~50
Max. roll dia.	1400 mm	1050 mm	700 mm
특 징	- 초박지와 까다로운 직물부터 무거운 직물/벨벳 까지 염색 - Hydraulic drive 시스템 - 1개 순환펌프와 2개 구멍난 파이프(흡입 및 공급)	- 속도 자기변환기에 의한 속도조절 및 저장력화 - 마이크로프로세서 control 장치 부착	- 속도 자기변환기에 의한 속도조절 및 저장력화 - 마이크로프로세서 control 장치 부착

② 지저염색기(Henriksen사, Denmark)

- Henriksen Vacu Jigger
 - 면, 나일론, 아세테이트 직물의 상온 염색
 - 효율적 수세(2 Spray 노즐, 면 300 kg 반응성 염색시 5.2 L 사용, 기존설비 16 L)
 - 직물이송시 효율적인 물제거를 위한 진공기술
 - friction gear box(유압 시스템이 없어도 일정한 장력, 이하 동일)

- Henriksen Futura Jigger
 - 실크, 벨벳 직물의 상온 염색(~98 °C)
 - shade reproduction과 환경을 고려, 직물속도 고속까지 조정

- Henriksen Futura HT Jigger
 - 폴리에스테르직물의 고온고압 염색(~140 °C)
 - 액량비 1대 2~3, 원단속도 15~200 m/분, 장력 0~100 kg

③ Comby Jigger(MCS사, 이탈리아)

- 면, PET, 나일론, 아세테이트, 복합소재 직물

의 고온 염색(~143°C)

- 액량비 1대 2, 장력 10~100 kg, 원단속도 15~150 m/분, 유압모터

④ Quick Jig 800(INTESA사, 이탈리아)

- 면, 나일론, 아세테이트 직물의 상온 염색
- 장력 5~50 kg, 원단속도 0~200 m/분,
- 축기압운동(axial pneumatic motion)에 의한 변부 centering
- PLC에 의한 속도 콘트롤, PLC 및 load cell에 의한 장력 콘트롤

⑤ JHT-series(TEPA사, 스페인)

- 면, 나일론, 아세테이트 직물의 상온 염색
- 원단속도 30~160 m/분, 완전자동화, 유압작용(직물속도 조절), 장력조절(5~60 kg)

⑥ E-JIG(OTTO FUNKE사, 독일)

- 면, 나일론, 아세테이트 직물의 상온 염색
- 장력 5~1000 N, 원단속도 20~150 m/분, 정속 및 일정한 장력

- side와 center의 차이를 없애기 위한 순환펌프
- ⑦ Jigg-series(ASYST사, 스페인)
- 면, 나일론, 아세테이트 직물의 상온 염색
- 정지 또는 가동시 load 없음(Sliding 시스템을 갖는 로올러)

연속 염색기

- ① Morrison Continuous Dyeing(Morrison사, 미국)
- 폴리에스테르, 면, T/C 직물의 연속 염색
- 시스템 구성
pad/dry → thermosol → chemical pad → steamer → wash → oxidize → soap → rinse → dry
- pad: drop pan, spray 시스템, remote control
- steamer: horizontal/vertical 방식
- incline washer에 의한 물/스팀의 효율적 이용(oxidize, soap, rinse의 공정단축)
- ② Thermosol 5500(Monforts사, 독일)
- PET, 면, T/C 직물 연속 염색
- 시스템 구성: pad → air passage → IR predryer → Hor flue "Thermex"
- 균일한 공기 흐름/온도/가공액 수준, squeezing 압력/직물장력 조절
- 센서: 패딩후 수분 측정, 직물온도, 잔류수분, 공기속도(노즐 압력)

3.4. 날염기

Rotary 스크린 날염기 : 종래 flat 스크린 날염기보다 선명한 무늬를 얻기가 힘들었던 rotary 방식이 스크린 및 기계의 성능을 크게 개선하여 flat 스크린 날염기 못지 않은 선명도를 얻을 수 있도록 개량하였다. 또한 printing unit 및 printing blanket이 날염준비단계에서는 horizontal 상태이고 printing 과정중에 inclined position 상태로 변경되고 squeeze 및 날염대가 자동으로 수세되는 시스템과 환경을 고려한 paste recovery 시스템도 소개되었다.

① Stork사(Netherlands)

- 천연/합성섬유 직물의 로터리 스크린 날염
- 스크린날염과 동일한 수준의 정교성, 다양한 종류의 squeeze 선택 가능
- blanket 스크린을 동일한 속도로 운행(고속 날

염시 정밀성 발현)

- print paste pump 시스템, blanket washing 시스템

② RD-IV(FOSTER사, 영국)

- 합성섬유 직물의 로터리 스크린 날염
- gluing 시스템(water soluble glue, thermoplast gluing(합성섬유에 적용))
- print paste pump 시스템, blanket washing 시스템

③ MS 2000R(MS M/C사, 이탈리아)

- 천연 및 합성섬유 직물의 로터리 스크린 날염
- small and big 로올러 or lap feeding, 연속적 water soluble glue 적용
- optical match device(프린팅 헤드가 자동적으로 zero point에 matching)
- blanket washing 시스템

④ Samurai(ICHINOSE사, 일본)

- 천연 및 합성섬유 직물의 로터리 스크린 날염
- printing unit/blanket이 준비단계에서는 horizontal 상태, printing 과정중에는 inclined position 상태로 변경됨
- squeeze 기술(magnetic beam을 이용), color circulation

- 스크린, 스퀴즈 동시 자동 수세

⑤ SDM 2050(Stork MBK사, 독일)

- 천연 및 합성섬유 직물의 로터리 스크린 날염
- print width: 1650~3250 mm, 4~24 printing position
- repeat size: 640~1206 mm
- paste recovery 시스템

Flat 스크린 날염기 : 날염시 고도의 정교성을 필요로 하는 다색상 날염(36색도 이상)도 가능하며 listing 현상을 방지하기 위한 air cushion bag을 장착한 설비와 전자동인 ACR 시스템을 채택한 설비 및 환경을 고려한 blanket washing 시스템이 소개되었고, 생산성면에서 rotary 스크린을 따라가기 위한 노력이 눈에 띄었다.

① Buser사(Swiss)

- 천연 및 합성섬유 직물의 스크린 날염
- 다색상 발현 가능(36색도 이상), 고속화(생산성 향상), 전공정 자동화

- listing 현상 방지를 위한 air cushion bag 사용
- ② Kombiprint FL-Q-R(Zimmer사, Swiss)
- 천연 및 합성섬유 직물의 스크린 날염
- 전자동 시스템(ACR, adjustment control re-production), 고속화(생산성 향상)
- ③ MS 2000F(MS M/C사, 이탈리아)
- 천연 및 합성섬유 직물의 스크린 날염
- small and big 로울러 or lap feeding, 연속적 water soluble glue 적용
- open space squeegee 시스템, blanket washing 시스템

T-Shirts 날염기 : 면 knit T-shirts용 날염기가 상당히 많이 출품되었는데, 그 방식은 원형의 날염대 위에 면 T-shirts를 각각(8~12개 정도) 엮어 놓으면 1회 인날후 회전하면서 계속적으로 다른 무늬가 인날되는 방식이다. 향후 이러한 T-shirts 날염기도 날염분야에서 그 사용이 많아져 가리라 예상된다.

- ① SPAI(Macpherson사, 영국)
- 면 T-shirts 날염
- high grade AL cast turntables and pallet arms
- twin rodless air cylinder squeeze drive
- multiple print strokes, micro-registration 시스템
- ② SGIA(Macpherson사, 영국)
- 면 T-shirts 날염 건조기
- IR pre-heat section, high velocity hot air circulation
- ③ Synchroprint 2000(MHM사, Austria)
- 면 T-shirts 날염
- automatic electronic 스크린 registration with memory
- front and side 스크린 feeding 및 Automatic 스크린 clamping 시스템
- 각각 squeeze 각도가 90도 까지 조절

3.5. 건조기
사용 건조기

- ① Stalam radio frequency dryers(Stalam사, 이탈리아)
- cotton, linen, 모 패키지, top의 건조

- electrode surface 5-10kW(RF), lumped components type, 강제 냉각식
- 동기종 대비 10~25% 전력 절감 효과
- ② TCRFD(Bellini Loris사, 이탈리아)
- 모, 견, 합섬 사 패키지의 건조
- Radio 파에 의한 저온 건조, 온도 자동 조절 (45~70 °C)
- 자동 온라인 칭량 시스템(잔류 수분 조절), 공기흡입장치(사 패키지 내부에)

포용 건조기 및 Tenter : 건조기 및 tenter는 에너지 사용량이 많기 때문에 환경적 측면에서 열효율을 높이는 것이 상당히 중요하다. 섬유제품의 부가가치를 높이기 위해 필수적인 touch 향상에는 습식공정에서의 무장력화와 함께 건조공정의 물리적 처리조건이 상당히 중요하다. 포용 건조기의 개발동향을 보면 열풍노즐 및 순환시스템 등의 개량으로 고효율화에 의한 에너지절감을 기본적으로 하면서 원단을 확포식 혹은 로프식으로 하여 장력이 걸리지 않는, 즉 무장력 상태로 물리적 충격을 주면서 건조하는 설비가 주종을 이루었다.

건조기내에서 확포된 원단을 무장력으로 이동시키는 시스템은 대부분 net식 컨베이어 belt를 채택하였고, 마찰감소를 위해 테프론 이송 belt를 사용한 설비와 에너지 절감형 설비 및 turning over 형태로 원단을 이동(200 m/분)시켜 초유연 및 stone wash 효과를 주는 설비도 소개되었다. 건조기내에서 원단을 로프식으로 이동시키며 물리적인 충격을 주는 설비로는 air 노즐을 사용하여 tumble 건조하는 형태와 고속으로(~800 m/분) 원단을 이동시키면서 벽에 부딪치게 하여 sand wash 및 stone wash효과를 얻을 수 있는 설비 등이 새로운 형태로 소개되고 있다.

또한 교직물에도 고도의 soft touch를 얻을 수 있는 연속식 tumble dryer도 소개되었는데, 이 설비는 수축률 4~10%로 직물, 편물 모두 사용할 수 있으며 처리온도는 최대 180 °C까지 가능하다.

- Cylinder 건조기
- ① ROTODRY(CIMI사, 이탈리아)
- 직물, 편물의 건조, 사용온도 60~160 °C, 냉각 cylinder에 fan이 부착된 cover
- 다른 종류의 연속설비와 연결 이용가능(예:

Tenter)

② EXCLUSIVSA(TEPA사, 스페인)

- 모든 섬유소재의 건조, 연속적, IR 예비 건조기 부착

○ 무장력건조기(확포식)

① Jumbo Air Relax Dryer(DMS사, Turkey)

- 직물, 편물 tube/개폭상태 건조, 원단속도 50 m/분, 무장력형 2단 챔버

- heating 시스템: 스팀, direct gas, hot water, thermic oil

② BISIO사(이탈리아)

• Vapodry

- 직물 건조, 저온건조(직물고유의 부드러움을 유지), 에너지 절감형

• Vapofinish

- 직물 건조, 속도의 최대화로 공정시간 단축, 저온처리(황변현상 방지)

• Vapofix

- 직물 전처리 및 세팅, wet 공정(약제사용량 감소), dry 공정

• Vaposhrink

- 직/편물의 스팀 수축기, 최대 수축 발현 및 저에너지형

- 수분 및 스팀온도 조절 기능, 설치공간 최소

③ HDT 2000(Ruckh사, Sweden)

- 직/편물 건조기, 원단속도 0~50 m/분, over feed -10~50%

- 열회수 장치, 습기 측정 및 조절 장치, 수분율에 따른 스팀공급

④ Montex Dyn Air(Monforts사, 독일)

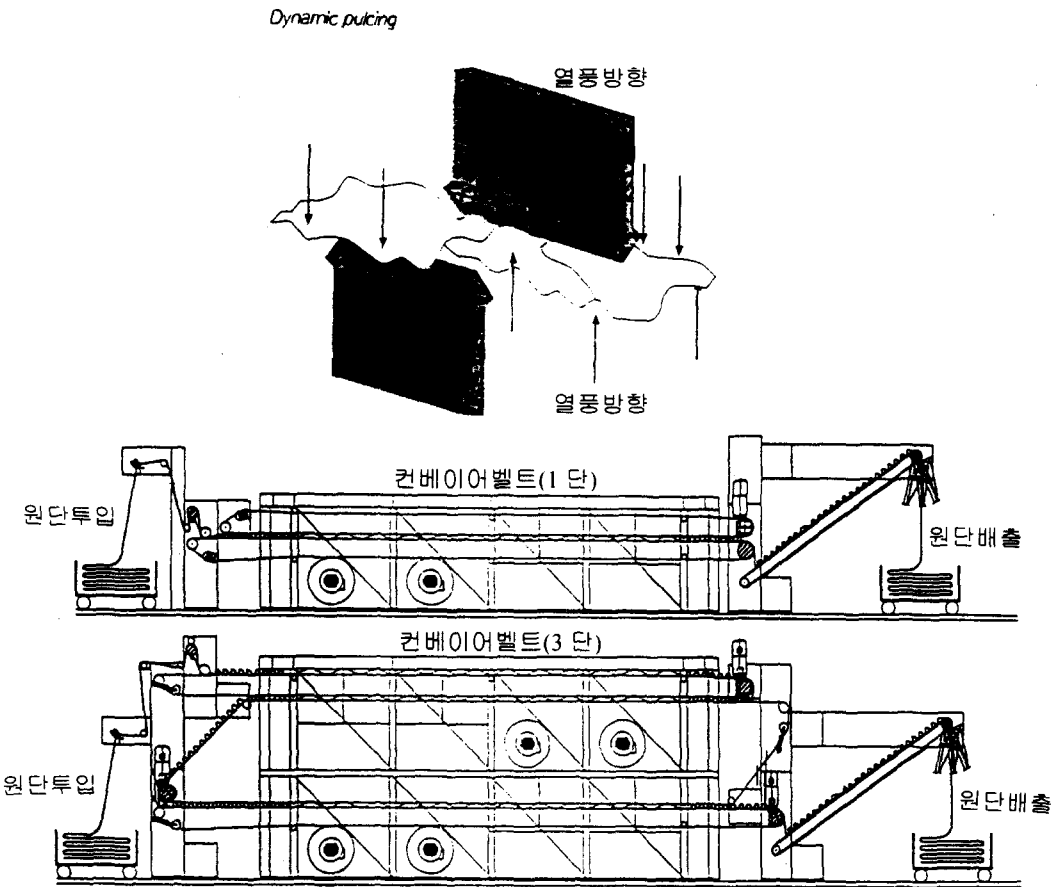


Figure 6. 확포식 무장력 건조기: Montex Dyn Air(Monforts사, 독일).

- 직/편물, microfiber 직물, carpet 등의 저장력 건조, 잔류 수분율 8% 이하

4 챔버(1, 2, 3단 조절가능), 테프론 이송벨트

- air circulation에 의한 relaxation으로 bulk-ness 최대화

⑤ TRSG(Austromaquinas사, Brasil)

- 직/편물 건조, axial fan, high capacity 노즐 dryer

- 에너지 절감형, 열회수 시스템

⑥ Ecovap(Biella Shrunk 공정사, 이탈리아)

- 직/편물의 스티밍전 수분율 조절

- 스티밍시 수축 극대화 및 스팀 사용량 절감효과

○ 무장력 건조기(로프식)

① Rapido(Henriksen사, Denmark)

- 직물 건조, 잔여 수축률 최소화, soft set

- air 노즐형 tumble 건조, reel 및 바닥에 테프론 coating

② Combisoft Jumbo(MAT사, 이탈리아)

- 직물의 유연, 건조, stone-wash 효과, 원단속도 0~800 m, 건조온도 120 °C

- 열처리에 의한 bulk, soft 효과, sand wash, stone wash, lunar stone 효과 부여

③ AIRO(Biancalani사, 이탈리아)

- 면, 마, 모, 견의 유연 건조 처리, ageing 처리

- cylinder를 사용한 직물의 crinkle 처리

④ Continuous Tumble Dryer(MCS사, 이탈리아)

- 교직물(N/C, R/P, T/C), 면, 마, 폴리에스테르 직/편물 건조

- shrinkage 4~10%, 건조효율 150 kg/hr(Air Jet type), max. 180 °C(열매사용시)

- 챔버내 원단속도: 18 m/분(1st), 35 m/분(2nd), 55 m/분(3rd)

○ Tenter

① Sun-Super(일성기계, 한국)

- 전 섬유소재의 열고정, 건조 및 세팅의 고효율

- 노즐의 압과 순환되는 공기의 양을 조절: high touch

- oil 열교환기 방식과 gas 버너방식(청정연료 LNG 사용)

② Monotex 4560(Monforts사, 독일)

- 전 섬유소재의 열고정, high performance 노즐 시스템

- 모든 공정의 자동화, 전 공정의 monitoring

- 챔버 내의 바닥과 위의 순환공기를 각각 조절

3.6. 가공기

기모기, 표면 Smoothing기

① Beaver Emery Raising m/c(Nagai Special Eng., LTD., 일본)

- 수중 sanding m/c, 양면, 단면 처리가능, #400-#100 sand paper 사용

- 초유연효과 부여, 작업주위 청결

② PETRA(Biancalani사, 이탈리아)

- 직물 표면가공(습식 sueding), 화학약품의 첨가없이 표면가공(경석을 사용)

③ PUMEX(MCS사, 이탈리아)

- 직물 표면가공(습식 sueding)

- 화학약품의 첨가없이 표면가공 및 심색화, 일정한 장력으로 winding

- 다양한 표면가공: sueding 로울러의 수(4/6/8개), sueding 로울러의 회전방향 및 직물과 sueding 로울러의 각, 직물의 장력, 속도 조절

Shearing m/c

① CL-SM-1800, 2000, 2200, 2500(Chien Lun m/c Co., LTD.사 Taiwan)

- 직물의 shearing, 자동 blade-receding, fluff vacuum device

- 정전기 제거장치 부착

② Orion 2000(Comet사, 이탈리아)

- 직물의 shearing, 공정에 따라 shearing 로울러 blade수 조절

- 원단속도 5~30 m/분, seam detection 시스템

3.7. 기 타

① I-TEX(Elbit Vision 시스템사, 이스라엘)

- 직물의 결점 검사 및 감기(knit용도 있음), 작업 speed 0~100 m/분

- 화상처리에 의한 직물자동검사 시스템(computerized vision inspection 시스템)

- 전체 과정(직물 불균일을 결점으로 인식, ex: size, 경/위사 방향, 외관)

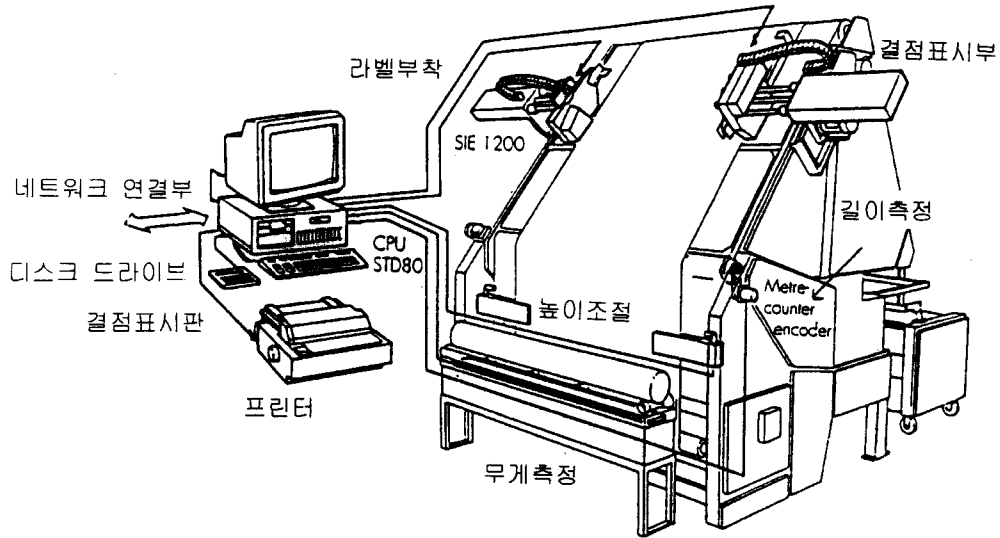


Figure 7. 직물의 결점검사 및 콜링기: CORIMATEX STD 80(Corimatex사, 이탈리아).

• 화상인식(정상부) → computer 입력, 저장 → 검사 → monitor에 결점 표시 → 결점 화상 저장 → 출력

* option part : 결점부 표시 장치, alarm 장치
- 등급 산정: 등급별 최소 결점 한계 설정(인식 가능 결점크기: 0.5 mm~330 cm)

② CORIMATEX S.T.D. 80(Corimatex사, 이탈리아)

- 직물의 결점 검사 및 감기
- 화상처리에 의한 직물자동검사 시스템(defect control 공정 시스템)

• 장치: defect marker, meter counter, labelling M/C, height control, computer weight control

- 결점의 종류를 인식, 주변기기와 연결사용 가능(net work 시스템)

4. 결 언

'95 ITMA 및 '97 OTEMAS 전시회 관람과 일본 및 이탈리아설비업체((NAKAI사, MCS사등) 등을 돌아보니 국내 설비업체와 비교되는 점들

이 있었다. 이탈리아의 경우 세계 최고로 알려진 그 좋은 설비에 사용되는 부속들은 대부분 독일에 수입한다고 하였다. 즉, 설비업체의 입장에서 보면 국내 자동차 메이커들처럼 작은 부속까지 일일이 만들려고 애 쓸 필요가 없이 외국의 부품업체의 생산품목을 잘 이용하여 조립하는 시스템 설계기술을 개발하는 것도 좋은 방법이라고 생각한다.

특히 최근에 대만의 설비산업 진출이 두드러지는데, 다양한 아이디어를 채용하면서 성능은 유럽 수준, 가격은 국산보다 저렴하여 이에 대한 국내업체의 대응이 필요하다. 대만의 약진 배경에는 대만정부 및 세계에 퍼져있는 화교기업가의 지원뿐만 아니라 대만 섬유업체의 업종간 활발한 교류, 산학연간 유기적이고 실질적인 연구 교류가 바탕을 이루고 있다고 알려져 있다.

향후 모든 산업이 환경산업화할 것이라는 것은 누구나 예상할 수 있는 일이다. 다가오는 21세기를 대비하기 위하여 이제는 국내 설비도 생산성 향상 및 고성능화와 더불어 환경을 고려한 '청정생산설비'라는 개념을 시급히 도입해야 할 시기가 되었다고 생각한다.