

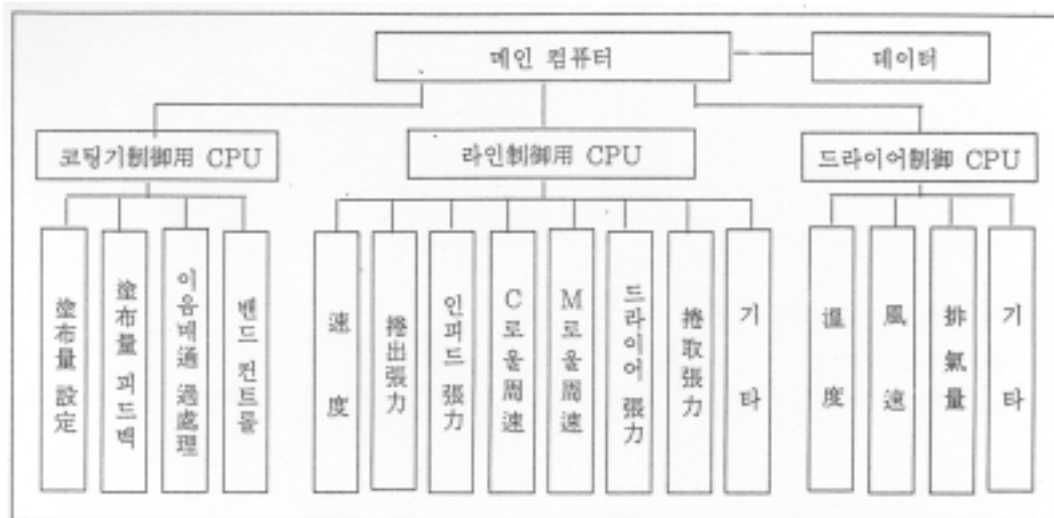
섬유에의 코팅 가공방법(II)

3. 최근의 코팅 기계와 설비

요 수년동안 코팅 업계는 섬유기재의 광폭화에 맞는 라인의 광폭화, 고속화와 함께 고품질화, 고기능의 상품제조를 목표로 하는 시대에 돌입하고 있다. 이 때문에 라인을 신설 또는 증설을 할 때는 종래의 설비보다 고정도의 제어 시스템의 도입을 계획하고 있다. 컴퓨터 제어 건식 코팅기도 이러한 배경에서 포용 다목적 도포건조장치도 설치된 것이지만 이것도 이미 10년이 경과되었다. 여기서는 이러한 설비도 다루면서 최근의 코팅 기계와 설비를 검토하고자 한다.

3.1 기계의 제어기술

코팅기계는 크게 3가지의 제어계로 나눈다. 첫째 코팅기 주변의 제어, 두 번째 장력과 가공속도 등의 라인 제어, 세 번째 건조기의 온도, 풍속 등 드라이어 제어이다. 그 외 라미네이트 기능을 병설한 경우는, 이 제어계도 따로 설치되어 있다. 이들은 각각 독립된 제어계를 갖고 있으며 과거에는 가공품종에 따라 세밀한 수동관리가 필요했으며 경우에 따라서는 경험과 끈기라고 하는 장인정신도 필요했으나 요즘은 이것들을 모두 컴퓨터로 집중관리할 수 있게 되었다. 개략적인 제어도를 <그림 2>에 나타내었다.



<그림 2> 코팅머신 제어도

3.2 코팅 시스템

코팅기 헤드 (도포방법)의 종류는 전항의 <표 1, 2>에서도 나와 있는 바와 같이, 종이나 필름에 응용되는 타입을 포함하면 수없이 많다. 그러나 일반적으로 섬유에의 직접코팅이라는 점에서 상당히 한정된 형태로 되어 있다. 일반적으로 사용되는 타입을 <그림 3>에 소개한다. 습식코팅의 대부분은 나이프 오버로울 코팅기(knife over roll coater)방식이며 건식 코팅의 경우는 다양하게 대응되고 있다. 이들 도포량제어는 기계적으로는 기포와 독터의 간극, 코팅 로울의 주속, 독터의 형상 및 각도, 기포의 삽입 및 인출각도, 장력, 가공 속도 등으로 인해 유기적으로 조절이 된다. 그러나 전항 <표 2>에서도 알 수 있듯이 코팅액의 점도, 유동성(점성), 용제의 극성 등도 도포량에 영향을 주기 때문에, 도포량의 사전설정은 경험데이터를 토대로 한다. 이 경우에도 (코팅제의 경우는 물론이고), 가공을 하면서 도포량, 두께 체크와 피드 백 제어가 필요하다. 그러나 섬유에의 코팅인 경우는 필름이나 종이의 가공과는 달리 기포의 요철과 직간극으로부터의 수지침투 등 기포의 종류를 고려하여

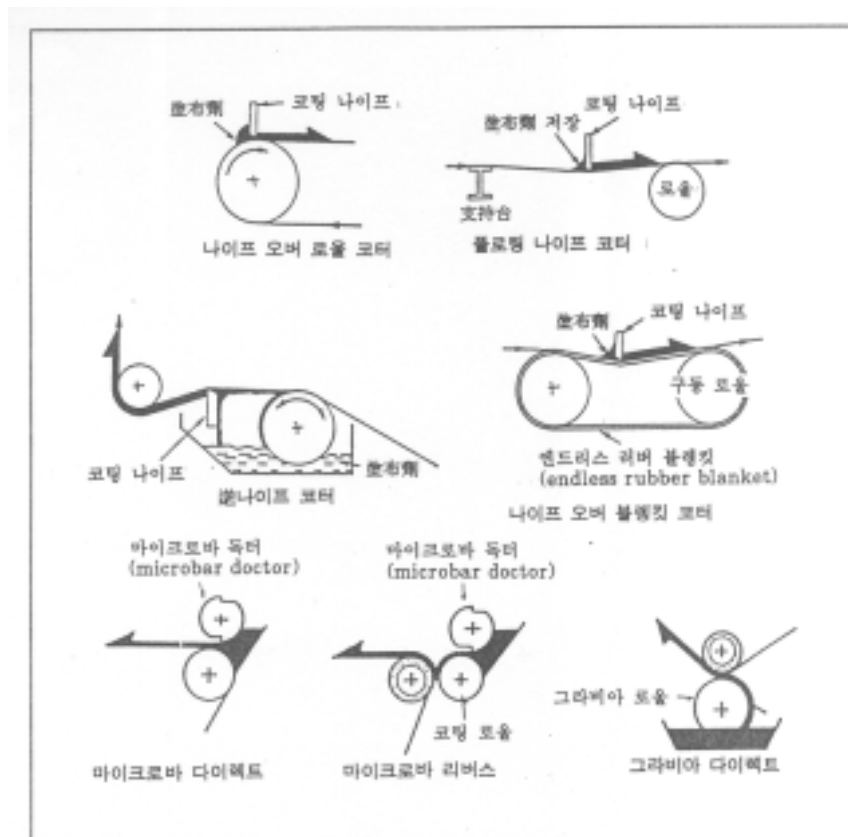
아주 치밀한 대응이 필요하며, 도포량의 설정, 픽업, 피드 백이라는 일련의 조작을 모두 자동제어할 수 없어, 앞으로의 큰 과제로 되어 있다.

3.3 드라이어 (dryer)

코팅에 사용되는 건식방법으로서는,

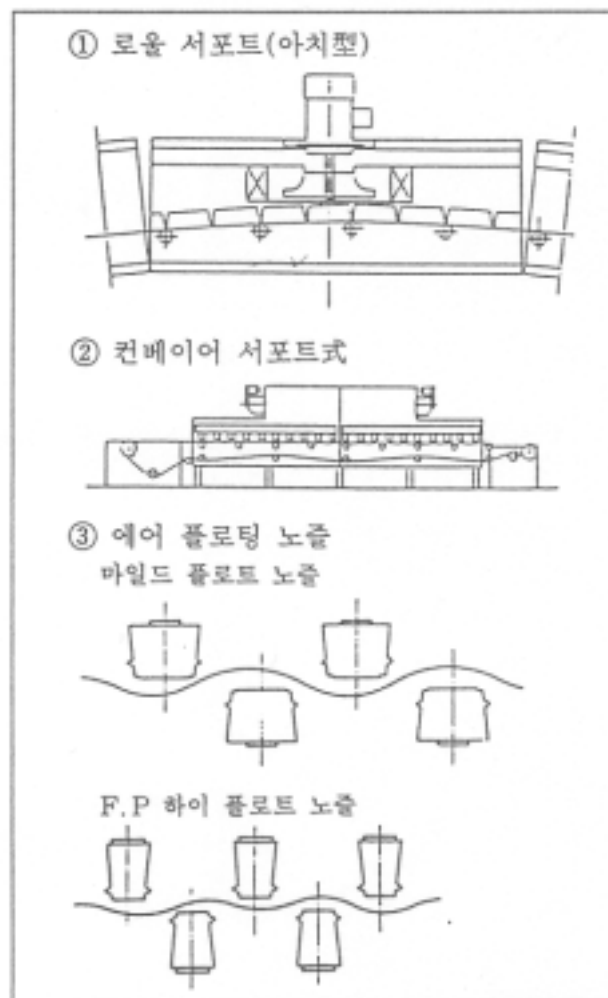
- ① 적외선 가열에 의한 건조
- ② 열풍가열에 의한 건조
- ③ UV, EB 조사에 의한 경화반응 시스템
- ④ 기타, 양키 드라이어를 조합한 건조 등이 있다.

이 중에서 섬유의 코팅에 사용되는 건식방법은 열풍건조가 대부분이고, 다음으로 적외선 건조이다.



<그림 3> 섬유가공 코팅헤드

UV, EB는 섬유자재용에 일부 활용되고 있으나, 대상이 되는 코팅수지에 소프트한 것이 적고, 의류용에 전개하기에는 아직 시간을 요하는 것으로 생각된다. 섬유의 코팅에 사용되는 건조의 주류는 앞에서 언급한 바와 같이 열풍 건조인데, 이 열풍건조장치에는, ① 로울 서포트식 드라이어, ② 컨베이어 포트식, ③ 에어포트식 드라이어 (그림 4) 등이 있다. 현재 가장 많이 보급되어 있는 것이 ① 로울 서포트식 드라이어이며, 최근에는 에어 플로팅식 드라이어의 채용이 증가되고 있다.



<그림 4> 각종 열풍건조방식

에어플로팅 방식 드라이어는 로울 서포트방식과는 달리 기재의 상하양면에 배치된 노즐에서 부는 열풍에 의해 기재가 사인커브상으로 서포트되어, 비접촉으로 건조경화시키는 방식이다. 이 방식의 경우 원리적으로 기재는 하면에서도 가열되기 때문에 대폭적으로 건조 효율이 향상되어 로울 서포트식 드라이어 기장의 1/2~1/3로 단축된다. 또 로울 등의 구동계가 불필요하며, 보전이 용이하다. 섬유에의 코팅을 고려한 경우는 서포트 로울에 의한 가공포의 접촉상해도 방지되며, 또 장력 설정도 3~100kg/m로 광범위하며, 풍속 7~70m/sec에도 흔들림이나 진동이 적은 특징을 갖고 있으며, 더욱이 기재에 사인커브를 형성시키는 방법은 폭 방향으로 반송방법은 강성을 주기 때문에 주름이나 말리는 것을 방지할 수 있다. 이러한 특징 때문에 신축성이 있는 기포에의 코팅포 가능한 것이다. 이 드라이어의 도입으로 지금까지 가공이 어려웠던 스트레치(stretch)직물이나 편포에의 직접코팅도 가능하여 에라스트 가공이라는 이름으로 상품화되고 있다. 가장 진보된 건조방식이지만 몇 가지 문제와 과제도 남아 있다.

예를 들면 섬유기재에 코팅액이 도포되어, 이것이 건조기내에서 경화(응집)할 때에 발생하는 수축의 영향으로, 건조상태에 따라 라인장력이 변화하기 때문에 기재폭과 장력의 관계가 불규칙한 경우가 왕왕 있으며. 안정된 폭의 가공품을 얻는 경우 가공을 시작할 때 수동 조정이 필요한 경우도 있었다. 플로팅 드라이어의 앞으로의 과제로서는. ① 가스 농도와 폭발 하한 계를 유지하기 위해 (배기량이 노즐 풍량보다 많게 되는 경우가 있고). 열풍온도를 내리지 않으면 안되는 경우가 있다. ② 표면에 빠른 과건조가 일어나. 발포하는 경우에 풍속을 내려 건조 능력을 낮출 수밖에 없는 등의 문제가 있다. 이것을 해소하기 위해서는 대량저속풍의 플로팅노즐이 개발되어야 하는데,

이런 목적에 맞는 비슷한 형으로 파워 플로트 노즐, 마일드 플로트 노즐 및 IR(적외선)플로트 노즐 등이 이미 개발되었다.

3.4 기 타

코팅가공기계의 중요한 구성요소는 전술한 코팅기헤드와 드라이어이지만, 그 외 로울에 감는 장치 및 푸는 장치, 장력제어장치, 변부 위치제어장치(EPC) 등 여러 가지 요소로 되어 있다. 여기서는 특히 장력과 막 두께의 측정, 안전대책설비등에 관해서 간단히 언급하기로 한다.

3.4.1 장력제어

장력제어와 관련한 장력의 픽업(pick up)방식에는, ① 권취직경 검출, ② 댄서 로울(dancer roll), ③ 미변위식 등이 있다. 현재 가장 많이 보급되어 있는 것이 댄서 로울방식이며 댄서 로울방식과 미변위식을 조합한 제어계를 채용하고 있다. 댄서로울식은 댄서로울의 위치 변화를 전기적으로 직접 검출하여 설정치에 항상 맞도록 제어하는 것이다. 미변위식은 운전 중의 장력을 압력으로써 주행 중에 설정한 하중검출기로 전기적으로 직접 검출하여 설정치에 맞도록 제어하는 것이다. 검출기로서는 저항왜 게이지식의 로드셀(load cell)이나 또는 판스프링의 위치를 차동변압기로 변환하는 방식을 이용하여 미크론 단위의 변위량으로 장력을 검출한다. 검출된 장력의 피드백제어와 동력전달기구로서 최근의 파워클러치 브레이크를 채용하여 가공 중의 라인 장력과 주행을 안정시킬 수 있게 되었다. 이것은 토크의 전달매체에 파우더(자성철분)를 사용하고 액체 클러치의 매끄러움, 마찰 클러치의 연결시의 고능률 등의 장점을 갖고 있기 때문에 완충기동용, 동력흡수용 등 광범위하게 대응할 수 있다.

3.4.2 막두께 측정

막두께 측정에는, ① α 선 γ 선의 방사선을 이용한 것 ② IR(적외선)을 이용한 것 등이 있다<표 8>.

대 이 키	原 理	範 圍	精 度
大日本 스크린 製造	光干涉色의 分光	A 레벨의 薄膜	$\pm 2\%$ 以内
인프라레드엔지니어링	赤外線	$0 \sim 150 \text{g/m}^2$	$\pm 0.1 \sim 0.25 \text{g/m}^2$
嵯崎産業	遠赤外線	$0.01 \sim 200 \mu$	
치노	赤外線	$0 \sim 200 \mu/\text{m}^2$	$\pm 0.3 \sim 1.0 \text{g/m}^2$
三菱電機	레이저式	$\sim 500 \mu$	$\pm 0.5 \mu$
理學電機工業	螢光 X 線	0.7g/m^2 일때	約 2%
帝人엔지니어링	γ 線	$0 \sim 125 \mu$	0.7% 또는 0.7μ
電測工業	β 線	$0 \sim 90 \mu$	$\pm 1\%$
兼松産業機械	光干涉法(多層押出塗布用)		
富士電機	赤外線(押出塗布用)	$10 \sim 2,000 \mu$	$\pm 1\% + 1 \mu$ 以下

<표 8> 막두께 측정

α 선과 γ 선을 사용하기 위해서는 취급면허가 필요하기 때문에 일반적으로는 IR을 이용하는 것이 보급되고 있는 것 같다. 계기가 설정되는 위치는 드라이어입구의 습상태가 일반적이지만 경우에 따라서는 출구를 드라이 상태로 하여 체크하는 경우도 있다. 섬유의 코팅으로 이러한 막두께 측정과 도포량제어를 자동화하는데는 너무 다품종이기 때문에 계측설정기기도 아직 충분하지 않아 앞으로의 과제라고 할 수 있다.

3.4.3 안전대책 설비 및 장치(유기용제 취급공장에서의)

3.4.3.1 가스농도관리

유기용제를 취급하는데 있어, 가장 관리를 요하는 것은 가스의 농도이다. 가스 폭발은 화재와는 달리 대단히 큰 파괴력을 갖고 있어 피해 또한 크다. 가스농도 관리는 농도계로 하며, 여기에는 산화촉매에 의한 측정이나 적외선 스펙트럼분석에 의한 측정방법이 있다. 촉매식에서는 촉매독인 실리콘이나 중금속이 도포액에 포함되는 경우, 촉매기능을 열화시키는 경우가 있기 때문에 주의를 요한다. 건조조건은, 통상 연소하한계의 1/4이하가 되도록 설정하지만 이러한 가스농도체크로 건조, 배기조건을 컨트롤한다.

3.4.3.2 정전기대책

섬유기재의 대부분은 도전성을 갖고 있지 않기 때문에 주행중의 기재는 언제나 대전하지 않는다고 생각해서는 안된다. 이 대전압은 수 천 볼트에서 수 만 볼트에 달하는 경우가 있고 어두울 때는 방전스파크가 나는 것도 종종 있다. 이러한 방전은, 폭발화재의 발생 원인이 되기 때문에 철저히 관리해야 된다. 코팅기계의 제전은 비접촉형의 코로나 방전에 의한 이온화 전기역풍형이 일반적이지만 건조한 기포면에 대해서는 접촉형의 자기방전·누설식의 테이프 등을 사용하는 경우도 있다. 기타 환경습도가 낮을 때의 대전량 증가를 막기 위해 가습기를 설치하는 경우도 있다.

3.4.3.3 소화설비

코팅공장에서 사용하는 기계, 기기는 방폭사양이 기본이다. 조명, 원동기계, 조작스위치 등 전기설비는 이러한 점등을 충분히 고려하여 설치해야 된다. 이러한 방염설비와 동시에 소화설비도 소방법, 위험물 규정에 관한 법률 등 만전의 체제를 갖추어야 한다. 소화설비의 종류에는 포, 탄산가스, 할로젠화

가스, 분말 등이 사용되고 있으며, 코터부와 건조기의 사이는 탄산가스의 고정소화설비가 유효하다.

3.4.3.4 노동안전대책

코팅가공공장은 노동안전위생법 및 시행령, 노동안전 위생규칙에 합당한 환경정비와 노무관리도 요구된다. 이것은 작업환경중의 유기용제 농도를 규제치 이하로 억제하기 때문에, 환경측정을 실시함과 동시에, 환기장치, 작업 방법, 노동시간 등의 적절한 관리와 특수 건강진단의 정기적 실시 등이 요구되고 있다. 코팅에 사용되는 유기용제는 그 대부분이 중추신경계 독물에 해당하기 때문에, 이러한 대책을 소홀히 하면 중독증상을 일으키는 경우가 있어, 특히 중시할 필요가 있다. 최근에는 이런 유기용제에 의한 알레르기성 질병도 종종 볼 수 있기 때문에, 단지 규제치 이하의 환경이라도 안심하지 말고, 사전 건강체크와 병행해서 더욱 깨끗한 환경조성 이 요구된다.

4. 결론

섬유에의 코팅 가공이 급속히 확산되어 20년이나 되었는데, 이 배경에는 사람들의 라이프스타일의 변화에 맞는 스포츠, 레저의 다양화와 진흥 때문이다. 동시에 섬유코팅업계는 품질면에서의 다품종, 소로트, 고부가가치대응, 더욱이 에너지 대책, 공해대책 등이 지금 이상으로 요구되고 있다. 앞으로의 코팅가공제의 연구개발이나 코팅가공기계의 개량은 단지소비자 요구뿐만 아니라 환경문제에도 눈을 돌려야 한다고 생각한다.