

섬유분야에 있어서의 인쇄기계기술 적용의 현황

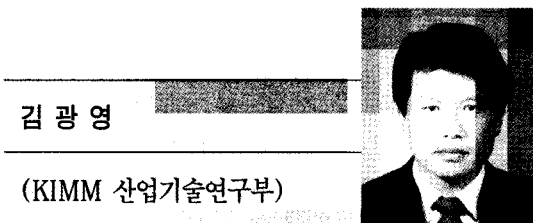
(텍스타일 잉크젯 프린트 시스템을 중심으로)



조 성 미

(KIMM 산업기술연구부)

- '89 부산대학교 의류학과(학사)
- '92 경도공예섬유대학 물질공학과(석사)
- '99 부산대학교 의류학과(박사)
- '00 - 현재 한국기계연구원 인턴연구원



김 광 영

(KIMM 산업기술연구부)

- '78 동아대학교 기계공학과(학사)
- '81 제일정밀공업(주) 기술부사원
- '87 동아대학교 기계공학과(석사)
- '92 동아대학교 기계공학과(박사)
- '81 - 현재 한국기계연구원 선임연구원



김 종 수

(KIMM 산업기술연구부)

- '80 부산대학교 섬유기계공학과(학사)
- '91 창원대학교 기계공학과(석사)
- '97 창원대학교 기계공학과(박사)
- '80 - 현재 한국기계연구원 책임연구원(그룹장)

1. 서 론

오늘날의 인쇄기술은 종이 뿐만 아니라 직물·금속·유리·각종수지계 소재 등, 하이테크산업을 비롯하여 광범하게 산업분야에서 사용되고 있으며, 또한 일상생활의 다양한 면에서 혁신적인 이점을 제공하고 있다. 반도체 메모리 등의 마이크로일렉트로닉스의 향상과 함께 디지털화의 경향이 문자정보와 통신수단 뿐만 아니라 화상출력 분야에 있어서도 요구되어져, 특히 인쇄·제판 등의 분야에서 현저하게 발전하고 있으며, 컴퓨터 그래픽과 오피스용 프린트 시스템의 현저한 발전으로, 디지털 프린터의 응용이 활발하게 이루어지고 있다. 그 중에서도 잉크젯 방식을 이용한 방법이 많이 보급되고 있다.^[1]

섬유직물 등의 날염업계에서도 디자인을 중심으로 한 디지털 통신 및 그 화상의 출력이 필요하게 되었으며, 또한 소비자의 다양한 요구에 부응하는 차별화된 고부가가치 상품의 개발이 중요시되며, 다품종·소ロット 수주나 短期受注가 증가하고 있는데, 날염업계의 제판현장에서는 디자인 원화의 트레이스 작업, 스크린 제판 등에 막대한 시간과 비용을 들이고 있으며 앞으로 그에 따른 부담은 더욱 커질 것으로 예측된다. 또한 기존의 날염 시스템이 미치는 환경문제에 대한 우려는 일반사회는 물론, 기업활동에 있어서도 크게 부각되어지고 있다.

섬유직물의 날염업계의 과제로서 다음과 같은 사항들을 들 수 있다.

- 1) 소량다품종체제의 확립
- 2) 단납기화
- 3) 정보통신화 시대에의 대응
- 4) 자원 및 에너지의 절약

이들 과제를 극복하기 위한 방법 중의 하나로서, 무체판, full-color 프린팅이 가능하며, QR과 소루트 생산에 대응할 수 있는 잉크젯 디지털 프린팅 시스템이 주목되고 있으며, 이러한 잉크젯을 이용한 디지털 프린트 기술의 응용은 미국, 일본 등의 각 프린터 메이커를 비롯하여, 염색업계에서 연구를 진행시켜 왔다. 따라서 본 연구에서는 섬유분야에 있어서 잉크젯 프린트 시스템을 중심으로 한 인쇄기계기술의 적용현황에 대하여 논하였다.

2. 날염과 인쇄

날염은 표면이 종이보다 거칠고 다공질인 직물(섬유집합체)에 문양을 표현하는 기술로서 발전하여 왔다. 날염의 인날방식은 版방식을 사용하여, 표 1에 나타낸 것처럼 「블록판」, 「오목판」, 「공판」, 「평판」 등 인쇄와 마찬가지로의 방식이다.^[1]

2.1 아날로그식 인쇄

현재까지 사용되어오고 있는 종래의 4大版式에 관하여 간단히 살펴보면 다음과 같다.^[2]

- ① 블록판 인쇄
- ② 오목판 그라비아 인쇄(그림1)

표 1. 인쇄와 날염의 비교

| 판의 방식 | 인쇄 | 날염 |
|-------|---------|----------------------------|
| 블록판 | 활판, 수지판 | |
| 오목판 | 그라비아 | roller 날염 |
| 공판 | 실크스크린 | flat screen 날염, 로터리 스크린 날염 |
| 평판 | PS판 | 전사날염 |

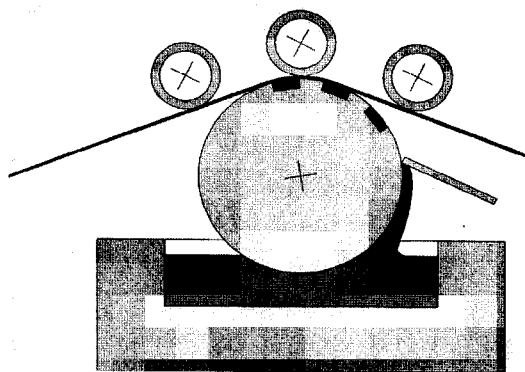


그림1. 그라비아 인쇄방식

판의 깊이에 의하여 표현하므로 연속한 Grey Level 이 얻어지므로 화질과 인쇄 속도는 오프셋 인쇄에 필적하며, 매체에 구애받지 않으나 비용이(版代) 많이 들며, 小루트에는 부적합하다.

③ 평판인쇄(오프셋 인쇄)

알루미늄 판의 바탕면을 친수성의 非畫線部로 하고, 感光膜의 친유성 패턴에만 유성의 잉크를 묻게 하여, 물과 유성잉크의 반발성과 균형을 가지도록 함으로써 인쇄되도록 한다. 완벽하게 인쇄 가능한 매체는 종이이며, 잉크의 막 두께가 1 μm이하로 얇고, 농도도 연하다.

④ 공판인쇄(실크스크린 인쇄)

매체의 종류에 구애받지 않으며, 잉크의 막두께가 두껍고, 고농도로 볼륨감 있는 인쇄물을 얻을 수 있다. 화질이나 속도는 가장 떨어진다. 스크린 날염, 도자기 분야 등에 주로 많이 사용한다.

종래의 방식인 스크린 날염방식을 한마디로 말하면, 등사판(謄寫版) 인쇄 기술을 기본으로 한 것이라고 말할 수 있다. 우선, 프린트할 디자인 원화에서 몇가지 색이 사용되어 있는가 한정하여(통상 10색정도), 각각의 색 마다 트레이스를 만들어 한정된 색 수 마다의 감광용 필름을 작성한다. 이때, 자동 트레이스의 경우, 자동으로 색을 읽어내어, 컴퓨터에서 색분해 처리를 하여 만들 수 있다. 한편, 알루미늄 등으로 된 스크린 프레임에 폴리에스테르나 나일론의 紗를 얹히고, 그

전체면에 감광성 수지액을 도포하여 건조한 다음, 앞의 트레이스한 필름을 사면에 밀착시켜, 광조사로 감광시키고, 미감광부는 수세하여 탈락시키면 스크린이 완성된다. 分版한 색 수에 따라서 투입할 색호(염료+호제)를 조제하여, 스크린과 함께, 날염기에 설치하고, 스퀴징 동작에 의하여 색호가 정련표백된 생지(직물)에 프린트된다.

표 2 및 표 3에 스크린 날염공정과 잉크젯 날염공정을 간단히 비교하여 나타내었다.

표 2. 잉크젯 날염 공정

| | | |
|-------------|-----|-------|
| 도안 (디자인 原畫) | 3 일 | 2 주 간 |
| 스캐너 입력 | | |
| 컴퓨터 데이터 처리 | | |
| 견본 프린팅 | | |
| 직물 준비(전처리) | | |
| 잉크젯 날염 | | |
| 후처리 가공 | | |
| 제품 정리 및 검사 | | |

표 3. 스크린 날염 공정

| | | |
|--|----------|-----------|
| 도안 (디자인 原畫) | 1~15 개 월 | 1.5~2 개 월 |
| 手工 또는 컴퓨터작업에 의한 · 색분해(分版) · 트레이스 작업 · 스크린製 제작 | | |
| 견본용 色糊조제 (각 色數別) | | |
| 견본 프린팅 | | |
| 직물 준비(전처리) | | |
| 날염호 조제(각 色數別) | | |
| 스크린 날염 | | |
| 후처리 가공 | | |
| 제품 정리 및 검사 | | |

2.2 디지털 인쇄

최근까지 디지털 인쇄는 On Demand의 可變式 單品이나 유통기간이 짧은 제품이 대부분이었으며, 당초의 디지털 인쇄는 사무용의 복사기를 비롯하여, 승화전사날염용에 이르기까지 靜電電子 寫眞法이 주류를 이루고 있었으나, 수 년 전부터 PC용의 프린터를 포함하여 잉크젯 프린터가 그 주류를 이루게 되었다. 표 4에 각종 방법의 디지털 인쇄의 종류를 나타내었다.^[3]

有版印刷에는 Off Press와 On Press가 있으며, 엄밀히 말하면, 제판은 디지털로 시행하지만, 인쇄기는 별도로 되어 있어, 위의 4대版式과 같은 아날로그 방식으로 인쇄하는 것이다. 필름을 사용하지 않아 공정이 간략하며, PC에 입력한 문자 및 화상을 직접 版材 상에 출력하는 것으로, Ar 가스 등의 레이저를 이용한 평판이 압도적으로 많다. 그라비아는 800nm의 고체반도체 레이저를 이용한 그라비아의 디지털 제판법으로서, 수성잉크를 사용하며, Ar, CO₂ 등의 레이저와 달리, 소형화와 변조가 용이하다고 한다. Jet Screen 중에는 크기가 5m를 넘는 것도 가능하므로, 롤러 날염이나 스크린 날염업자들에게는 활용도가 높다. 有版印刷 중에서 On Press의 경우로서는, 製版裝置와 인쇄기가 일체화한 all in one system으로서, 하이텔社의 DI 시리즈나 日本스크린의 True Press 등이 있다.

無版印刷의 방법에는 여러 가지가 있으나 현재 주류를 이루고 있는 방법은 Ink Jet Printing과 레이저 프린팅을 포함한 靜電電子寫眞法을 들 수 있다. 잉크젯은 無版印刷이면서 동시에 無壓印刷이므로 대형 사이즈의 인쇄물이 가능하며, 복잡한 형상이나 연약한 표면에 이르는 각종 매체에 인쇄할 수 있으며, 길이가 긴 연속무늬 등을 묘사할 수 있다. 靜電電子寫眞法은 感光體에 靜電潛像을 형성하여 그 위에 토너를 부여하여 시행하는 방법의 총칭으로서, 光源으로는 장치의 소형화에 유

리한 고체 반도체 레이저를 이용한 것이 많아, Xeikon社의 경우처럼 유기광 반도체(OPC)에 發光 다이오드(LED)를 照射하여 靜電畫像을 형성시킨 것도 있다.^[4] 無版印刷의 또다른 방법인 熱轉寫방식은 비디오 카메라나 디지털 카메라로부터 PC를 경유하여 직접 프린터로 출력하는 경우에 이용되는 昇華轉寫法이 있으며, 마이크로드라이 프로세스라고도 부르는 溶融型熱轉寫法이 있다. 모노크롬의 마그네틱그래피는 磁氣 드럼에 磁氣 토너로 潛像을 만들어 종이에 轉移시키는 방법이며, 최근에 캐나다의 Elcorsy社가 개발한 Elcography는 電氣凝集(electro-coagulation)을 이용한 새로운 방법이다.

3. 잉크젯 날염 시스템

잉크젯 날염 시스템의 기본구성은 먼저 디자인

원화를 스캔하여 컴퓨터에서 읽어들이 디지털 처리화 하여, 직물상에 직접 잉크젯 날염하는 과정으로서, 다음의 4가지 항목이 시스템의 주요기술이 된다.

- ① 디자인 처리 기술
- ② 잉크젯 프린트 기술(프린터 부분)
- ③ 프린트용 잉크
- ④ 섬유직물의 전처리 및 후처리 기술

3.1 직물 전처리

종래의 스크린 프린트에서 사용하는 색호와는 달리, 잉크젯에 적합한 유동성이 높은 잉크를 사용하므로, 직물에 프린트 되었을 때에 번지지 않도록 섬유직물 종류에 따라서 적절한 전처리가 필요하다.

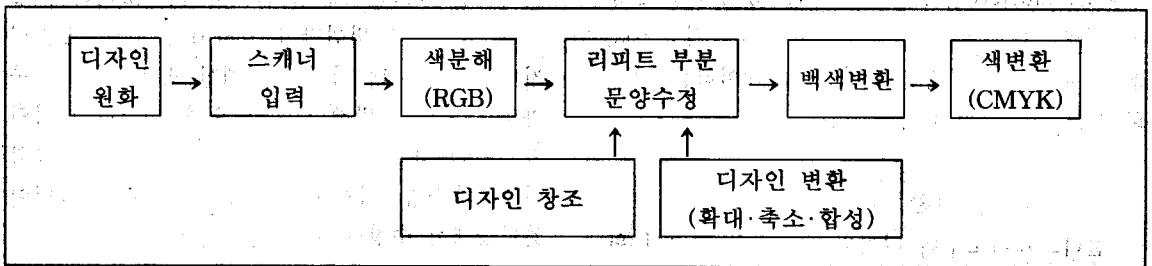


그림 2. 디지털 디자인의 처리과정

표 4. 디지털인쇄의 종류

| | |
|------------------|---|
| C. T. P. (有版印刷) | · Off Press C. T. P.(Computer to Plate) : 제판장치와 인쇄기가 각각 별도로 되어 있음 |
| | · 레이저를 이용한 평판 · 자외선조사에 의한 평판(Basys Print社의 UV Setter) · 그라비아 디지털 제판 (Sony의 그라비안) · 실크스크린판 (Luscher社의 Jet Screen) |
| Plateless (無版印刷) | · On Press C. T. P. |
| | · 靜電電子寫眞(레이저 Printing 등) · 熱轉寫方式 (승화형 및 용융형) · Magnetgraphy · 電氣凝集法(Electro-coagulation) · Ink Jet Printing |

3.2 디지털 디자인 작성 (화상 데이터의 입력과 그래픽 처리)

그림 2에 디자인 처리의 단계를 나타내었다. 먼저, 디자인 원화를 스캐너로 컴퓨터에 불러들이고, 잉크젯 날염에 적합한 디자인 데이터로 변환한 다음, 프린트부로 송신한다. 이때, 컴퓨터 상에서 이루어지는 작업은, 문양수정(불필요한 반점의 제거, 리프트부분의 어긋남 수정 등), 배색교환(color way) 등이다. 근래에는 Photoshop 등을 이용한 디지털 데이터에 의한 디자인을 바로 사용하기도 한다.^[5]

3.2.1 자동특색분해

컬러 스캐너는 데이터 입력에 있어서 섬세하면서 정밀한 반면, 인간이 다룰 수 있는 범위를 넘어서 자동특색분해기능을 가지고 있다. 자동특색분해란, clustering이라고 부르는 통계적 수법을 이용하여 色情報의 집약을 실시하는 기능으로, 離散 데이터의 특징을 추출하고, 데이터를 그룹화 함으로써 실현된다.^[6]

3.2.2 색신호 변환

컬러스캐너로부터 디지털 정보화한 디자인 원화의 색 및 문양 데이터는 광의 3원색(RGB)의 신호치이며, 이것을 이용하여 컴퓨터 처리를 시행하지만, 직물에 프린트 출력할 색은 물체의 3원색(CMY)과 흑색(K)이므로, 충실한 색재현을 위해서는 입력신호인 RGB를 출력신호인 CMKY

신호로 변환하는 것이 불가결하므로, 우선 目視上 同色으로 인식할 수 있는 종이와 직물의 색신호치(RGB와 CMKY)를 1대1로 대응시켜가면서, 모든 색공간 내에서 편중됨이 없이 골고루 다수 수집하여 컬러 데이터 베이스를 구축한다. 이 컬러 데이터 베이스를 이용하여 色空間내의 모든 색을 보완 계산하여 출력시키는 것이 가능하게 되어, 원화의 이미지와 같은 색표현을 실현하게 된다. 즉, 모니터 상의 디지털 화상과 직물상의 화상을 잉크젯 프린터의 출력을 컨트롤하여 일치시키는 색재현 방법을 채용하고 있다. 또한 색변환 관수는 컬러 패치로 미리 LUT(Look Up Table)로서 작성하고, 補間法과 조합되어 있다. 이들 기술에 의하여 모니터 상에서 색을 예측할 수 있으며, 또한 고속으로 화상변환이 가능하게 되어 있다.^[6]

3.2.3 문양의 수정

디자인 원화는 그 전개의 규칙을 고려하여 필요한 최소한의 범위만이 묘사되어 있으므로, 디지털화한 컴퓨터 상에서 전개할 경우, 연결부 문양의 어긋남이 발생할 수 있으며, 이것은 디자인의 정밀도와 스캐너의 해상도의 차이로서, 묘화 기능·마스킹·복사·이동 등의 기능을 사용하여 화면상에서 수정할 수 있다.

3.2.4 배색 변경(Colorway)

배색변경의 목적은 調色과 복수배색화(Color way)이다. 사전에 직물에 출력하여 색참고용으로 서 섬유소재별 출력색표를 작성하여 두며, 이것

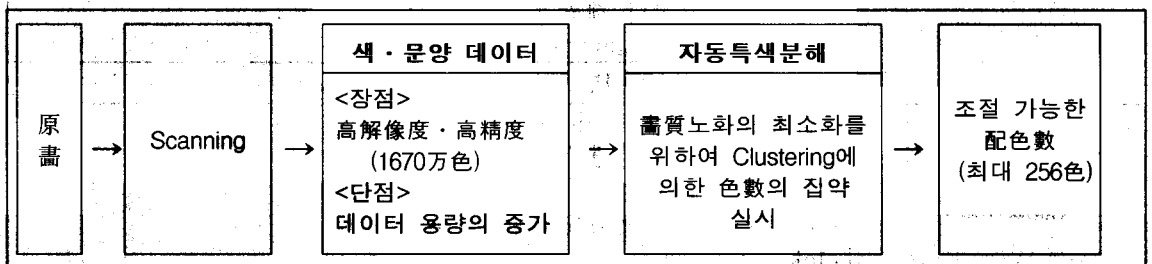


그림 3. 자동특색분해

을 이용함으로써 RGB 신호치와 CMKY 신호치로 지정되더라도 그 색이 어떠한 색인가를 판단할 수 있으며, 간단히 희망색을 찾아 컴퓨터에 입력할 수 있게 된다.

3.3 날염표현력과 색의 재현기술

현재의 잉크젯 시스템 중에서 텍스타일 프린팅에 적합한 프린트 헤드를 적용하기 위해서 고려하여야 하는 사항들은 다음과 같다.

3.3.1 종이와 텍스타일의 차이점

날염과 인쇄의 차이점은 색의 깊이와 해상도에 있다. 색의 깊이에 있어서, 인쇄의 경우에는 매체의 표면부분만 착색하여도 충분한 효과를 발휘하지만, 직물의 경우에는 섬유내부까지 잉크를 침투시킬 필요가 있다. 날염은 종이매체에의 인쇄에 비하여 더 많은 잉크량(捺染糊量)이 필요하여, 면직물(200's)의 경우 약 18ml/m² 정도이며, 기질에 따라서 35ml/m²까지의 부착량을 나타내는 경우도 있다.^[7] 이에 따라서 잉크젯에서 분사되는 잉크입자의 크기, 분사속도와 프린터의 프린트속도와 잉크노즐의 수명까지도 크게 좌우되게 된다.

한편 해상도는, 인쇄에 있어서는 매체가 평활하므로 반사광이 일정하며, 사람이 높은 해상도를 인식할 수가 있으므로 높은 해상도를 필요로 한다. 날염의 경우, 직물표면이 벌키하며 다공질이므로 불규칙적인 반사광을 가지며, 직물의空隙 등으로 인하여 높은 해상도를 인식하기 어려울 수 있다. 따라서 잉크젯 방식으로 날염하는 경우, 색에 깊이를 부여하기 위하여 잉크 부착량을 높이면서, 잉크의 농도를 고농도로 할 필요가 있다.

3.3.2 화질의 결정요소

프린트의 화질을 결정하는 요인은 해상도와 표현가능한 색의 단계(gray level)로 집약될 수 있

다.^[7]

해상도란 여기에서는 점묘를 시행하는 잉크젯노즐의 섬세함을 의미한다. 즉, 프린트 묘화를 구성하는 최소도포단위(dot)로서, 보통, dpi(dot per inch)로 나타낸다. 잉크젯 프린터는 농도변화가 아닌 면적변화에 의하여 중간색을 재현한다. 이 면적변화는 판에 의한 인쇄의 경우와는 달리, dot의 크기는 일정하며 dot의 수가 변화한다. 색의 단계(gray level)는 색의 농도를 dot의 밀도로 표현할 경우, 진한 부분에서 연한 부분까지 자연스럽게 표현하는 것이 가능한가 판단기준이다. 점묘로 나타내는 잉크젯은 dot의 밀도가 높은 농도는 문제가 별로 없으나, 밀도가 낮은 담색에서는 dot수가 적어져서 dot의 거친 느낌이 드러나서 색의 단계성이 떨어져 보이게 되어 畫質이 저하된다. 이 문제를 해결하기 위하여 면적변화에 농도변화를 조합하여 on/off의 2值에서 濃/淡/off의 3值로 확장하는 방법이 이용되고 있다.^[1] 즉, 농도신호가 작은 부분은 담색 잉크를 사용하며, dot수를 증가시켜 dot를 눈에 띄지 않게 하고 있으며, 농도신호가 많은 부분은 염료농도가 매우 높은 농색 잉크를 사용함으로써, 날염에서는 필요불가결한 깊이 있는 색농도로 대응할 수 있으므로, 3值化함으로써 담색부(L* = 60~100)에서의 노이즈를 대폭 줄일 수 있게 된다. 농담 2색의 잉크를 사용한 경우의 또 하나의 문제점은 농색과 담색의 경계부근의 擬似윤곽의 발생과, 서로 상이한 γ 值 때문에 단계성의 연속성이 깨어지는 점이다. 경계부근에서 일정한 노이즈를 부가시키는 것과 γ 值의 보정 등으로써 이들 문제점을 줄이려는 시도가 이루어지고 있으며, 실제로 프린트한 각 색의 그라데이션을 검토하여, 擬似輪郭이 발생되지 않는지 확인하여야 한다.

3.3.3 합리적인 해상도

텍스타일 프린팅에서는 섬유직물의 제직 방법에 따라서 표면에 굴곡이나 모양 또는 공간을 가진다. 고해상도의 프린터를 그대로 텍스타일에

사용하여도 종이매체에서 만큼의 고품위 프린트를 얻을 수가 없다. 즉, 고해상도의 노즐에 의한 것이나 그보다 낮은 해상도에 의한 것이나 텍스타일 상에서의 프린트 결과의 유의차가 없는 것이다. 불필요하게 해상도를 높이면, 화상의 컴퓨터 상의 용량이 커져, 부담이 될 뿐으로, 일반적으로는 200~360dpi가 합리적으로 알려져 있다.^[7]

3.3.4 염료 잉크의 조건 및 종류

잉크젯 날염용 염료 잉크의 기본적인 조건으로서, 우선 프린트 기능에 대응할 수 있어야하며, color value가 높고 선명하며, 염색건뢰도가 우수한 것이 바람직하며, 현재 사용이 가능한 잉크의 종류로는, 산성염료, 반응형염료 및 분산형염료가 있으며, 안료(pigment)도 사용할 수 있다. 사용되는 잉크로는 Y(yellow), M(magenta), C(cyan) 및 K(black)의 주된 4색 프로세스가 많으며, 앞에서 언급하였듯이 CMY 성분의 묽은 농도를 추가하여 색상수는 증가되지만, 색상범위가 확장되

지는 않으므로, orange, blue, violet 등의 염료잉크를 추가함으로써 색상범위를 확대할 수 있다^[6].

3.4 잉크젯 날염용 프린터

디지털 날염을 위한 잉크젯 프린터의 형식은 연속식(CIJ)과 Drop on Demand(DOD) 방식이 있다.

표 5에 잉크젯 프린터의 형태를 잉크의 吐出方式 및 잉크방울의 형성방식에 따라서 분류하였다. 현재 주로 사용되는 잉크젯의 종류는 피에조 방식과 thermal 방식의 2종류가 있다. 피에조 방식은 피에조 소자로 잉크를 밀어내는 방식이며, thermal 방식은 히터에 의하여 기포를 발생시켜 잉크입자를 생성한다. 표 6은 그 장단점을 설명한 것으로^[10], 여기에서 集積度란 단위면적당 배열가능한 노즐수를 말한다. 그림 4~그림 9는 각 잉크젯의 방식을 나타낸 그림이다.^[9] 잉크가 프린터 헤드에서 토출될 때의 잉크의 물성으로서 특

표 5. 잉크젯의 유형

| 잉크의 토출방식 | 잉크방울 형성방법 |
|--|---|
| Continuous Ink Jet Printer(CIJ) : 常時吐出型 | ·荷電制御式 ·發散型 |
| Drop on Demand (DOD) : 必要時吐出型 | ·電氣機械變換式 (Piezo electric) ·電氣熱(Thermal)變換式 (Bubble Jet) ·靜電吸引式 (Slit Jet) ·放電式 |

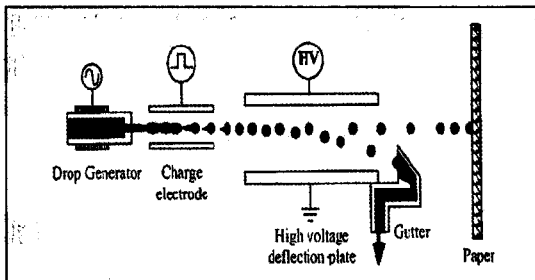


그림 4. 연속식 잉크젯(Binary deflection 방식)

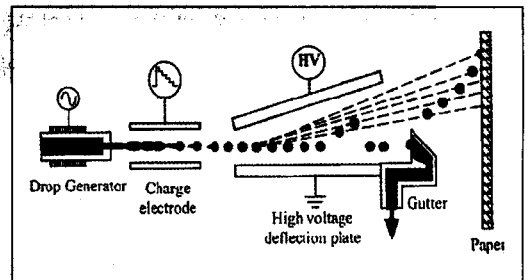


그림 5. 연속식 잉크젯(Multiple deflection 방식)

히 粘度와 표면장력 등이 중요한데, 그림 10은 점도와 잉크 토출량과의 관계를 나타낸 것이다.^[8]

잉크젯에 의한 날염에서 무엇보다도 중요한 것은 날염 특유의 진한 색(예를 들면, 흑색 잉크에서는 적어도 L*값이 25~20이하일 것)을 얻어야 한다. 이를 위해서는 높은 염료농도에서 토출이 안정한 잉크가 요구된다. 날염에 사용되는 잉크는 피염포인 섬유직물의 종류에 따라서 다르며, 여기에서는 분산염료 잉크에 관한 연구를 중심으

로 살펴보겠다. 일반적으로 分散染料는 대부분이 아조계와 안트라퀴논계 염료이며, 비교적 분자량이 작은 구조이다. 물에는 거의 不溶性이며 잉크화 기술에서는 이 용해도가 잉크 미스트 등의 안정한 토출에 크게 영향을 미치므로, 溶媒, 分散劑 등 첨가물의 적정화가 필요하다. 분산기술에서는 잉크젯 헤드의 토출 노즐 직경이 수 십 μm 인 점을 고려하여, 염료입자의 직경을 조절하여 막힘의 발생을 방지한다. 입자직경과 안정한 잉크 토출의 관계 연구에 따르면, 평균입자직경이 200nm이하,

표 6. 잉크젯 방식의 특징

| 항 목 | Piezo | Thermal(BJ) |
|------|---------------|-----------------------|
| 원리 | 전압 | 기포 |
| 장점 | 노즐이 잘 막히지 않는다 | 소형·경량화가 가능하며, 해상도가 높다 |
| 단점 | 소형화가 곤란하다 | 노즐이 막히기 쉽다 |
| 제조비용 | 높음 | 낮음 |
| 集積度 | 낮음 | 높음 |
| 수명 | 비교적 길다 | 비교적 짧다 |
| 가격 | 높음 | 낮음 |

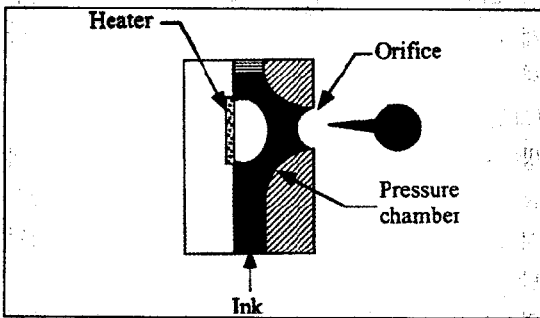


그림 6. Roof-shooter thermal ink jet

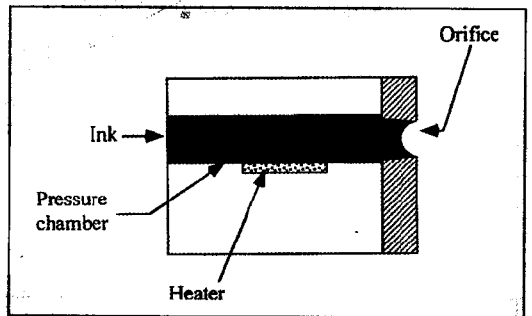


그림 7. Side-shooter thermal ink jet

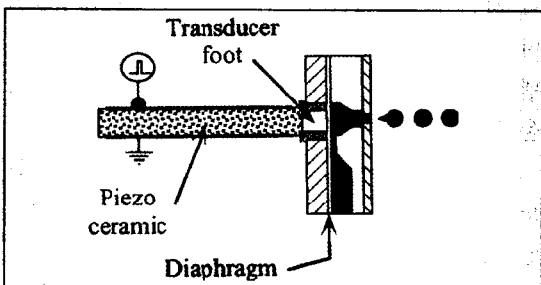


그림 8. Push-mode piezo electric ink jet head

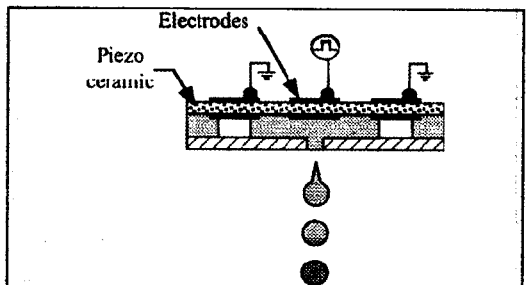


그림 9. Shear-mode piezo electric ink jet

최대입자직경이 500nm이하일 필요가 있다.^[11] 또한, 분산염료 잉크의 장기보존시의 안정성이 문제로 될 수 있으므로, 주의가 필요하다. 잉크를 靜置시켜둔 상태에서 액표면 부근의 염료농도의 변화를 측정하여 기준농도와 비교함으로써 시간 경과에 따른 염료의 沈降상태를 알 수 있는데, 염료에 분산제를 적량 처방한 잉크는 초기에 개발된 잉크에 비하여 장기간의 방치에도 염료농도 유지율이 높아 안정한 것으로 보고되었다. 이러한 기술을 달성함으로써, 잉크젯 시스템의 장치에 교반기능 등을 설치할 필요가 없으므로 보다 축소된 장치의 설계도 가능하게 된다고 한다. 최근에 Konica 등에서 개발한 피에조 방식의 잉크젯 날염기에 사용되는 잉크는 고점도의 염료로 선명한 염색을 가지면서, 잉크의 流路를 간소화시켜 射出이 용이한 프린터 헤드구조를 가지도록

고려되었으며, 폴리에스테르를 포함하는 각종지물의 디지털 날염이 가능하다고 소개되었다.

날염에 대한 젯 노즐의 응용은 이전부터 실용화되어져, 1974년에는 미국의 Milliken社가 Millitron을 개발하였는데(그림 11), 기존의 아날로그 기술보다 염료의 침투성이 양호하여, 주로 파일厚織物(카펫·러그 등)을 다양한 염료로 염색하였다.^[11] 이 시스템은 벨트상에서 카펫을 연속적으로 이동시키면서 젯 프린터 장치를 고정된 채로 날염하는 방식이다. 무늬 패턴은 광전관을 사용하여 on, off의 디지털 데이터로 변환하여, 이 데이터를 마그넷 valve에서 컴퓨터를 통하여 프린트한다. 2년 후에는 오스트리아의 Zimmer社가 ChromoJet carpet printer를 개발하여, 카펫이 고무벨트 위에서 간헐적으로 젯 헤드의 폭만큼 이동하여, 정지기간 중에 카펫의 폭방향으로 프린트하는 것이었으며, 날염 전사지를 잉크젯 방식으로 만들기도 하였다.

최근에는 젯 노즐의 성능향상으로, 매우 정밀한 화상 형성이 가능하게 되었으며, 카펫 외에도 일반직물에 프린팅이 가능하게 되었다. 그림 12는 Stork社의 연속식 잉크젯 날염기의 기본적인 개념도를 나타낸 것으로, 1999년의 ITMA에서 특히 관심을 끈 연속식 잉크젯 프린터인 Amethyst(그림 13)는 綿, 실크, 양모직물이나 레이온 및 혼방직물의 프린트가 (350m²/1일 생산)가능하며, 직물의 전처리 및 후처리 시스템까지 갖춘 현장용 시스템이다.^[12] 표 7에 이밖에 각 방식의 디지털 날염용의 잉크젯 프린터를 개발하고 있는 주요 회사들을 나타내었다.^[7,13] 국내에서는 이들 프린트 시스템을 수입하여 공급하는 업체가 대부분이며, 프린터 핵심부품 만들 참여와서 나머지 시스템을 개발하여 완성하는 등, 국산화의 노력을 기울이고 있는 업체도 있다.

Thermal 방식의 BJ 방식에 사용하는 잉크는 노즐 先端部에서의 잉크 휘발성분의 증발로 인한 잉크점도의 증가가 吐出불량을 일으키지 않도록 增粘 억제 기능과, 잉크의 적절한 發泡性 유지

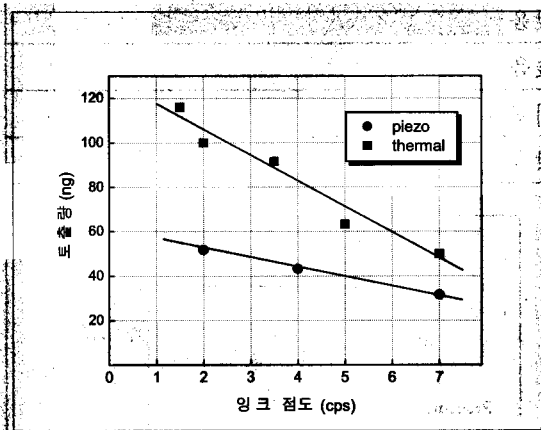


그림 10. 잉크 粘度에 따른 토출량의 변화

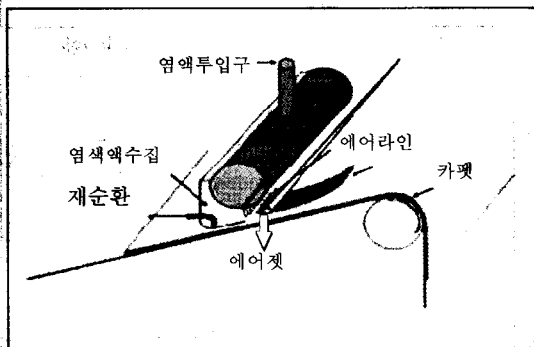


그림 11. Millitron Carpet Printing Ink Jet

및 프린터 히터 상에 색소나 색소중간체 분해물, 다가금속 등의 沈着현상인 凝集현상(coagulation)을 방지하기 위하여 저점도의 응집방지제와 물성분의 적량 비례가 중요하며, 염료자체의 충분한 정제와 내열성이 필요하다. 또한 프린터기 본체에 헤드표면 유지를 위한 회복장치를 설치하는 등, 하드 면의 고안도 필요하다.^[14]

4. 결 론

IT Strategies사의 Mark Hanley는 1999년부터 2003년까지의 상기 이용법에 관한 세계각국에서의 기기의 가동수를 예측하여, 1999년에 전체로 1782대였으나, 2003년에는 12454대 정도로 신장

될 것으로 예측하고 있다.^[16] 연간 세계의 날염 프린트물의 생산량은 약 125억m에 이르는 것으로 추정되며^[14], 고급화·차별화·디자인 사이클의 급변 등의 경향과 함께, 각 디자인당의 平均 走行長은 점차 작아지고 있다. 이들 제품 중에서 디지털 프린트 시스템으로 변환하여 생산함으로써 얻게되는 경제적인 효과와 환경에의 공헌도는 막대하다고 볼 수 있다. 지금까지 살펴본 잉크젯 프린팅 시스템이 향후의 텍스타일 업계에서 정착하기 위한 향후 발전 방향으로서 다음을 들 수 있다.

- ① 고속 프린팅 시스템으로의 전개
- ② 헤드의 내구성 강화, 염료 잉크의 개발 및 低가격화
- ③ 패턴 엔지니어링 등의 縫製 시스템으로서의 전개
- ④ 종래 날염기술과의 連動性(filmless direct 製판 시스템 등)

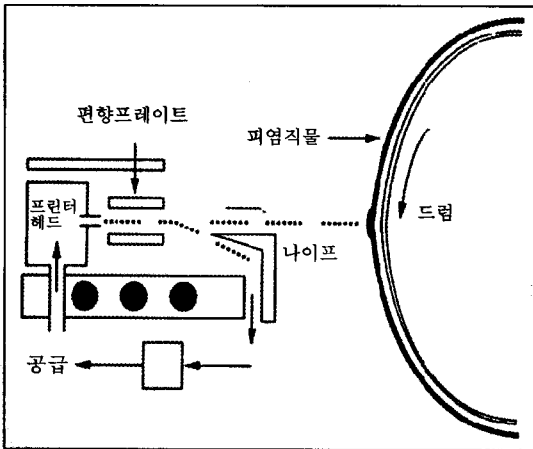


그림 12. 연속식 잉크젯 날염기

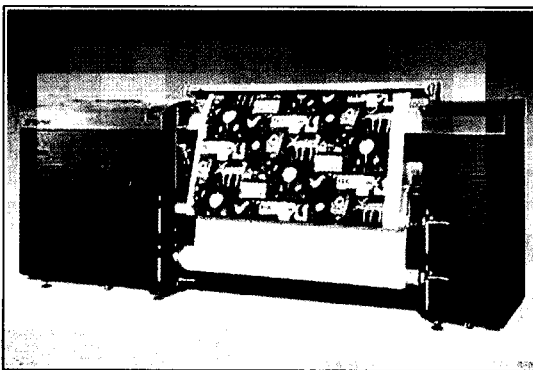


그림 13. 연속식 잉크젯 프린터(Amethyst)

표 7. 텍스타일용 잉크젯 프린터의 주요 개발회사

| Type | Commercial Ink Jet Engines |
|----------|---|
| CIJ type | <ul style="list-style-type: none"> · Milliken (Millitron) · Stork (TCP4001 and 4002, Amethyst) · Iris · Imaje · Toxot |
| DOD type | <ul style="list-style-type: none"> · Stork (Zircon, Amber) · Konica (Nassenger KS 1600) · Mimaki (Textile Jet TX1600s) · Spectra (Print Master) · Xaar · Trident · Epson |
| | <ul style="list-style-type: none"> · Canon (TPU-0020A) · Toshin-Ichinose (Image Proofer) · Hewlett-Packard · Lexmak · Encad |

참 고 문 헌

- [1] 加藤孝行, 染色工業, vol.46, pp.510, 1998.
- [2] 寺田幸男, 染色工業, Vol.48, pp.210, 2000.
- [3] 生明京一郎, 印刷雜誌, Vol.75, No.10, p.5, 1992.
- [4] 北村孝司, 日本印刷學會誌, Vol.35, No.5, pp.327, 1998.
- [5] 中安城一郎, 加工技術, Vol.34, pp.737, 1999.
- [6] 中安誠一郎, 纖維學會誌, Vol.55, No.12, P.409, 1999.
- [7] W. C. Tinchor, Qui-ang Hu, and X. Li, Text. Chem. Colour., Vol.30, No.5, p.24, 1998.
- [8] 松本和正, 加工技術, Vol.33, pp.633, 1998.
- [9] Hue P. Le, J. Imaging Science and Technology, Vol.42, No.1, 1998.
- [10] 土肥 克己, 李 道文, 加工技術, Vol.33, pp.640, 1998.
- [11] V. Cabill, SGIA Journal, 1998.
- [12] 岩岐洋史, 加工技術, Vol.34, pp.746, 1999.
- [13] M. Mheidle, Am. Dyest. Rep., Vol.30, No.2, p.22, 1998.
- [14] 栢原 徹, 加工技術, Vol.33, pp.620, 1998.
- [15] T. L. Dawson, J. Soc. Dyers Colour., Vol.116, No.2, p.52, 2000.
- [16] Phil Owen, Text. Chem. Color. & Am. Dyest. Rep., Vol.32, No.2, p.22, 2000.