

잉크 제트 도공층의 흡수특성과 인쇄품질

이용규

1. 서 언

잉크 제트 기록방식은 미세한 노즐에서 잉크방울을 분사시켜 피인쇄체에 직접 화상을 형성시키는 방식이다. 잉크의 분사 메카니즘은 1878년 Rayleigh의 연구까지 거슬러 올라가지만, 잉크 제트 기록방식으로 공업화된 것은 1950년대부터이다. 1960년대에는 Sweet에 의해 전하제어형 연속분사방식의 프린터가, 1970년대에는 Hertz에 의해 피에조(압전)소자를 이용한 온디맨드(on-demand) 방식의 프린터가 개발되었고, 그 이후 Zoltan, Sears, Kyser등의 연구자에 의해 여러 가지 온디맨드 방식의 프린터가 개발되어 공업화되었다.

온디맨드 형의 경우 장치의 간편화, 신뢰성으로 인해 널리 사용되고 있지만 초창기에는 불충분한 인쇄적성, 프린터 헤드상에서 노즐의 막힘과 같은 문제점으로 인해 일반화되지는 못하고 있었다. 그러나 1979년 캐논(주)의 버블젯, 카트리지 타입의 프린터 헤드가 휴렛 팩커드사에 의해 개발됨으로 인해 잉크 제트 방식은 일반화되기 시작하였다. 그리고 1980년대 후반부터 1990년대에 걸쳐 개인용 컴퓨터의 폭발적인 보급에 힘입어 출력장치로서 도트 프린터와 열전사형 프린터를 대체하게 되었다. 아울러 그 동안 잉크 제트 잉크와 용지의 개량을 통해 조악한 수준의 인자품질이 개선되었고 이제는 개인용 컴퓨터의 출력장치로서 널리 이용되고 있다. 한편, 장치와 미디어 부분에서 꾸준한 연구개발을 통해 잉크 제트 기록방식을 거듭 발전시키고 있다.

이와 같은 관점에서 본 장에서는 잉크 제트 기록에 대한 기본적인 이해와 이와 관련된 부분에 대한 기초 지식에 관해 설명하고자 한다. 실제로 잉크 제트 과학은 응용학문의 결과물로서 이를 이해하기 위해서는 여러 가지 기초학문에 대한 학습이 선행되어야 한다. 특

히 잉크 제트의 콜로이드, 레올로지 등과 관련된 기초 과학과 프린터 헤드 성능과 잉크의 분사방식이 상당히 중요한 장치분야, 그밖에 잉크 및 용지 부분은 인쇄품질과 관련하여 잉크의 표면장력, 액체의 흡수특성, 도공층 구조 등에 관한 연구가 진행되고 있다.

1.1 잉크 제트 프린터의 분류

프린터의 형태는 잉크방울의 형성방법, 분사에너지의 발생방법에 의해 표1에 분류하였다. 잉크 방울을 연속적으로 분사하고 필요한 잉크방울만을 제어하여 소정의 기록체에 도달시키는 연속방식과 인자가 필요한 순간에만 잉크방울을 분사시켜 기록하는 온디맨드 방식으로 분류된다. 더욱이 온디맨드 방식은 피에조(압전소자)의 변형에 의해 잉크방울을 분사시키는 전기-기계변환방식, 열에 의해 기포를 발생하여 잉크방울을 분사시키는 전기-열변환방식, 정전기적인 흡인력에 의해 잉크방울을 분사시키는 정전흡인방식으로 분류된다.



표 1. 잉크 제트 프린터의 분류

1) 연속방식

연속분사방식은 50~100KHz 정도의 압전진동자로 가압하여 잉크입자를 연속적으로 발생시켜 필요한 입자를 전하량으로 제어하며 피기록물에 인자하고 불필요한 입자는 회수하던가 또는 제어하는 방법을 취하고 있다. 고속화, 고화질의 이점이 있으며 고전압, 잉크회수 장치 등이 필요하여 장치가 대형이라는 단점이 있다.

좀더 자세히 설명하면, 인자에 관계되는 잉크입자를 제어하는 방식에는 몇 가지가 있지만, 그림 1에 보이는 것과 같이 대전제어형은 대전전극으로 전하를 부여하고, 편향전극에서 입자의 비행방향을 결정, 기록이 행해진다. 필요이상으로 발생된 잉크는 회수되어 잉크탱크에 되돌아간다. 비교적 고속인자가 가능하다. 1965년 Hertz에 의해 개발된 가압진동방식을 그림 2에 나타내었다. 잉크에 30Kg/cm² 정도의 초고압이 인가되어 노즐에서 잉크 방울을 분출시킨다. 잉크 방울에 제어전압을 가하지 않으면 똑바로 분사되지만 전압을 가하면 잉크방울간에 정전기적인 반발이 일어나 잉크는 스프레이 형태의 미세입자(mist)가 되고 그 퍼짐 정도는 전압에 의해 제어된다.

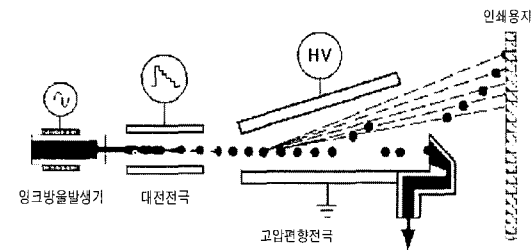


그림 1. 연속방식(대전제어형)

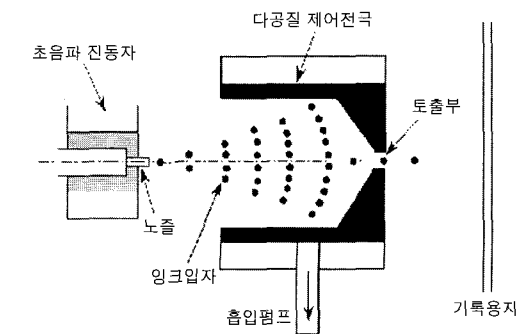


그림 2. 연속방식(가압진동방식)

2) 온디맨드형

온디맨드형은 압력펄스 방식이나 서멀젯 방식으로 대표되는 것과 같이 필요한 때에만 잉크를 분사시키는 것으로 소형화 노즐의 고집적화, 저가격화 등의 이점이 있어 각종 프린터에 이용되고 있다. 이하에 2~3개의 예를 소개한다.

피에조 변환방식은 압전소자의 타입과 잉크실의 구조에 의해서 그림 3과 같이 분류된다. Kyser형, Zoltan형, Stemme형이 있으며, 세 가지 방식 모두 펄스 전기신호를 받아 변형하여 소정의 잉크 방울을 발생시키는 기구이다. 압전소자의 기록신호에 따라 구동시킴으로써 필요한 시간에만 노즐로부터 잉크를 분출시켜 기록을 얻는다. 노즐의 응답 주파수는 수 KHz~수십 KHz이지만 적층 피에조 소자로 160KHz를 가능하게 한 예도 있다.(Seiko-Epson) 연속분사형에 비하여 저속이기 때문에 노즐의 집적화(集積化)에 의해서 인자속도(印字速度)의 향상을 도모하고 있다. 주사 방식은 시리얼(serial) 주사이며, 기록장치는 상당히 단순하여 저가격화가 용이하다.

열변환 방식으로서 알려진 버블젯형은 노즐 내에 설치된 히터(heater)의 가열로 잉크를 급속히 기화시키고 기포를 발생시켜 그 압력으로 잉크를 입자화 한다. 따라서 고집적화가 용이하다. 현재까지 제품화되어 있는 헤드를 살펴보면 노즐 밀도 180~400dpi, 1색

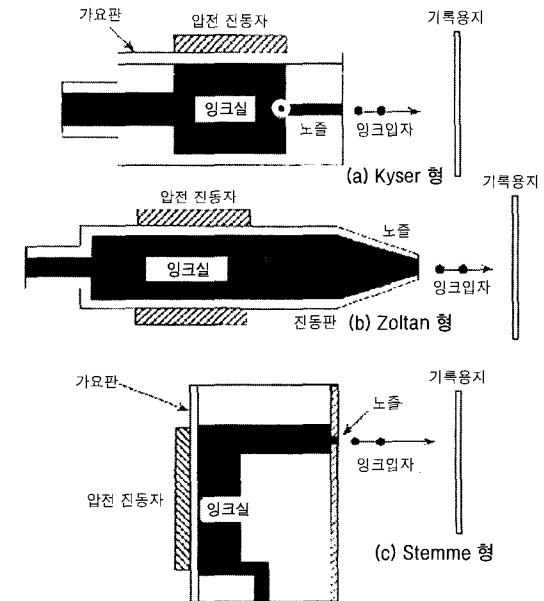


그림 3. 피에조 변환방식

당 노즐의 집적수(集積數) 24~256, 오리피스경(orifice diameter) 20~50 μ m, 응답주파수 4~12KHz 정도이지만 더욱 고밀도·고직접화가 가능하다고 알려져 있으며 이미 라인 헤드도 일부 실용화되었다.

잉크 방울의 용량은 시스템 설계에 따라 다르지만, 일례를 들면 360dpi의 프린터에서 40pl 이다. 이 프린터로 전면을 인쇄하면 1m²당 약 8ml의 잉크가 수용층에 전이되는 셈이다. 형태적으로 구분한다면 그림 4에 보이는 것과 같이 가열판의 위치가 메이커에 따라 다르고 토출구의 반대쪽에 가열판이 있는 roof shooter형(휴렛팩커드), 토출구의 측면에 가열판이 있는 side shooter형(케논, 제록스) 등이 있다.

정전흡인방식은 1958년 Winston에 의해 고안된 것으로 잉크에 미소압력을 가해, 노즐내에 잉크의 메니스커스를 형성하고 이것에 정전기적인 인력을 가해 노즐로부터 분출되는 방식으로 전하를 띤 잉크 방울은 가속전극으로 가속되어 편향전극에 의해 방향이 정해진다.

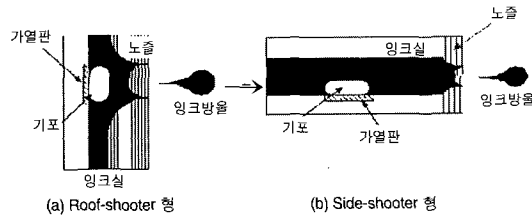


그림 4. 열변환형 프린터

1.2 프린터 헤드와 잉크 방울의 형성

프린터 헤드에 있어서 잉크 방울의 형성은 아주 짧은 시간동안에 일어난다. 버블젯의 예를 생각해 본다면 수 μ s이하의 펄스 신호를 받아 히터(heater)의 표면에서 열이 잉크로 전달된다. 급격한 가열에 의해 300 $^{\circ}$ C정도가 되면 히터 위에 존재하는 기포입자가 끓어올라서 급속히 팽창하고 잉크 방울을 밖으로 밀어낸다. 기포의 팽창에 의해 잉크가 분사되며 그 사이의 시간은 약 10~20 μ s이다(그림 5). 이 버블젯 잉크 분사기구와 관련하여 노즐 부근에서는 잉크의 점성, 동적 점탄성, 표면장력 등이 복잡하게 얽혀 잉크방울의 형성, 분사속도 등에 영향을 미친다.

일반적으로 세밀하고 미세한 고품질의 화상을 기대하는 경우는 잉크 방울의 크기가 작은 쪽이 유리하다. 잉크 방울의 크기에 영향을 미치는 인자로는 노즐의

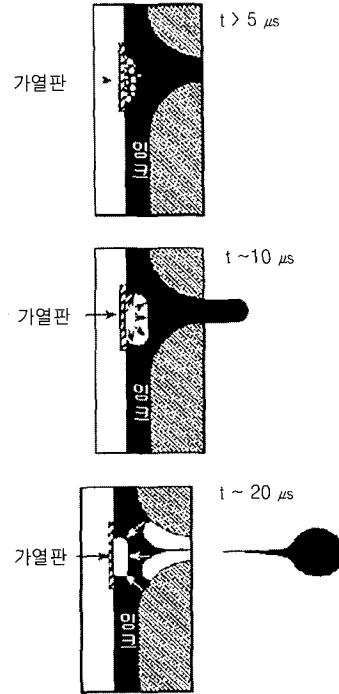


그림 5. 버블형 노즐 부근의 잉크방울 형성과정

형태를 들 수 있다. 노즐의 재질과 가공방법이 문제가 되지만 전기를 이용하여 구조한 니켈, 폴리이미드(polyimide) 등을 레이저 가공하여 노즐의 직경이 20~30 μ m의 미세한 것으로 얻을 수 있다.

1.3 잉크 제트용 잉크

잉크 제트용 잉크는 색재로 염료 또는 안료와 이것을 용해 또는 분산시키는 용매(물, 알콜류)를 주성분으로 하며 필요에 따라 각종 첨가제가 첨가된다. 종류에는 수성 염료 잉크, 안료 분산 잉크, 유기 용매 베이스의 잉크, 기타 특수 잉크가 있다. 안료 분산 잉크는 노즐 막힘의 문제 때문에 현재는 실용화 예가 적다.

현재 주류를 이루고 있는 것은 수성 염료 잉크이다. 수성 잉크는 일반적으로 표면장력이 높고 점도가 낮기 때문에 노즐로부터 분사안정성이 좋다.

잉크의 기본조성은 색재와 용매로 구성되며 다음과 같은 성질이 요구된다.

- 1) 노즐을 오염시켜 입구를 막지 말 것
- 2) 균일한 잉크방울을 형성할 것
- 3) 인자 농도가 높을 것

표 2. 수성 잉크젯 잉크의 조성

성분	기능	농도(%)
탈이온수		60~90
수용성 유기용매	습윤제, 점도조정제	5~30
색재(안료 또는 염료)	착색	1~10
계면활성제	젖음성, 침투성	0.1~10
방부제, 곰팡이 방지제	방부, 곰팡이 방지	0.05~1
pH 조정제	pH 조정	0.1~0.5
기타 첨가제		>1

- 4) 건조속도가 빠를 것
- 5) 내후성(내수성, 내광성)이 우수할 것
- 6) 색재현성이 우수할 것
- 7) 안정성이 우수할 것

이와 같은 조건을 만족시키기 위해 각종 첨가제가 가해져 조성이 복잡하게 된다. 표 2에 조성의 예를 나타내었다. 무엇보다도 잉크에 사용되는 각 성분의 최적화가 중요하다.

색재에는 주로 수용성의 산성염료, 직접염료가 사용되며, 용해성이 높은 염료는 농도를 높일 수 있으나 기록화상의 내수성이 떨어진다. 분자중의 술폰산기를 카르복산기로 치환해줌으로써, 알칼리성 잉크의 용해성을 손상시키지 않으면서 산성의 기록지 상에서 난용화하여 내수화 특성을 지니는 염료도 발표되고 있다.

용매인 물은 염료를 잘 용해시키지만 증발하기 쉽기 때문에 잉크의 막힘을 방지하기 위하여 글리콜류 등과 같이 증발하기 어려운 용매가 습윤제로서 첨가된다. 조제로는 염료의 색조나 장치의 부식 등을 방지하기 위하여 pH 조정제, 중금속 이온 등을 잡아주고 염의 형성을 방지하는 킬레이트제, 젖음 특성을 개선하기 위하여 계면 활성제 등을 사용한다. 수성의 잉크 젯용 잉크는 일반적으로 약알칼리성(pH 7.5~9.0)을 나타내고 있다.

잉크의 물성은 통상 표면장력이 30~60mN/m, 점도가 2~15cps 정도로 조정되어 있다. 최근의 잉크는 보통지의 컬러 기록 적성을 고려하여 표면 장력이 낮은 것이 많이 시판되고 있다. 점도에 영향을 미치는 성분은 주로 염료와 글리콜류이다. 보통지의 대응도 시도되고 있다. pH 13 정도로 조정한 알칼리성 잉크는 산성지에 사용되고 있는 로진계 사이즈제의 성분을 검화하여 용해하기 때문에 매끈한 도트를 형성하며, 침투도 빠르다.

기타 특수 잉크로서 핫멜트 잉크(hot melt ink)는 프린터 헤드 속에서는 액체지만 기록지 상에서는 빠르게 고화된다. 이 때문에 수성잉크 특유의 건조시간과

프린터 품질간의 균형이나 브리딩(bleeding) 문제가 해소된다. 압전소자 타입의 잉크 젯트 프린터에 제품화되고 있다. 열변환 방식의 프린터 헤드에서 토출할 수 있는 핫멜트 잉크로 water-in-oil 形의 마이크로에멀전 잉크도 소개되고 있다.

2. 잉크 젯트 인쇄

21세기가 지식·정보화 사회로의 이동은, 종이의 용도도 정보기록 매체로서의 성장가능성이 커지고 있다. 최근 사회적으로 제안서, 보고서, 그리고 프리젠테이션 자료 등 각종 문서들이 컬러화 및 고품질화의 경향이 두드러지고 있다. 이와 같은 사회적인 변화로 저렴한 비용으로 고품질의 인쇄물을 얻을 수 있는 프린터가 PC의 보급과 함께 대중화되고 있는 추세이다.

잉크 젯트 프린터의 경우, 프린터 자체의 가격이 저렴하고, 레이저 프린터의 화면에는 미치지 못하지만 가격에 비해 매우 우수한 출력물을 얻을 수 있다. 그리고 컬러의 인쇄물을 쉽게 얻을 수 있는 장점을 가지고 있어 유지비가 비싼 단점에도 불구하고 놀라운 판매 성장률을 보여주고 있다.

또한 컴퓨터와 잉크 젯트 프린터의 급속한 보급으로 잉크 젯트용지의 수요가 급증하였다. 아울러 잉크 젯트 인쇄품질의 개선에 대한 소비자의 요구는 더욱더 증가하고 있다. 최근에는 칼라 스캐너와 디지털 카메라와 같은 관련 주변기기가 발달하여 팜프렛, 사진, 명함, 홍보자료, 라벨 등을 개인용 컴퓨터를 이용하여 편집하고 칼라 잉크 젯트 프린터로 제작하는 경우가 증가하여 사업용 뿐만 아니라 개인적인 취향으로도 많이 이용하기 때문에 이러한 요구에 부응하기 위해 잉크 젯트 용지의 품질도 고급화하고 있다. 특히, 사진 인화지에 대응하는 품질로 이를 대체할 것으로 예상되는 고풍택 칼라 잉크 젯트 용지는 앞으로 연간 성장률이 50% 이상으로 신장할 것으로 예측된다. 이러한 고풍택용지는 첨단기술의 집약제품으로 세계에서도 몇몇 기업만이 기술을 개발하여 독점이 예상되는 고부가가치 상품이다.

일반적으로 잉크 젯트 전용지는 발색성과 잉크 흡수성을 확보하기 위해 특수한 도공층이 설계되어 있다. 보다 우수한 해상도와 계조성을 얻기 위해 잉크의 퍼짐을 억제하면서 잉크 흡수성이 좋은 기록지가 필요하다. 컬러 잉크젯의 경우에는 발색성, 내수성, 내광성 등에서 더욱 우수한 품질이 요구된다.

2.1 잉크 제트 용지의 분류

잉크 제트 용지는 비도공지와 도공지로 크게 분리된다. 상세하게는 확실한 분류가 없기 때문에 편의상 인쇄용지에 준해서 도공량 및 사용원지의 등급을 조합한 분류를 표 3에 나타내었다. 이외에 PPC용지 등과의 공용지, 표면마무리 공정에 따른 매트 타입과 광택 타입, 필름 이외에 특수 시이트 등의 종류가 있다.

표 3. 잉크 제트 용지의 종류

종류	도공량(편면, g/m ²)	원지
비도공지	-	
	미도공지	6이하 상질지 재생지
도공지	경량도공지	7.5전후 중질지
	코트지	10전후 산성지
	중량도공지(아트지)	20전후 중성지

<비도공 잉크 제트용지>

비도공지는 일반 인쇄용 상질지나 PPC, form용지에 가까운 것으로 목재 펄프, 충전제, 내침 사이즈제, 표면 사이즈제 및 기타 조제로 구성되어 있다. 잉크 흡수성의 컨트롤은 충전제나 내침 사이즈제의 종류와 양, 사이즈 프레스에 있어서 표면 지력제·사이즈제 처방 등으로 젖음성이나 공구구조를 조정하여 행한다.

내침 사이즈제에는 로진 사이즈제, AKD, ASA, 기타 합성 사이즈제가 사용된다. 사이즈 처리하지 않은 종이나 낮은 사이즈 처리 종이는 수성잉크가 증발하기에 앞서서 지층내부로 깊게 침투되기 때문에 기록농도가 낮게 되고, 뒷면으로 배어나기 쉽게 된다. 깊이 방향과 동시에 횡방향으로도 퍼지기 때문에 도트의 직경이 크게되어 해상도가 떨어지지만, 비교적 균일하게 퍼지기 때문에 알맞은 진원성(眞元性)을 얻을 수 있다.

반대로 사이즈도가 높은 종이는 기록 농도나 해상도는 향상되지만, 잉크 흡수성이나 건조성이 저하되어 인접하는 잉크가 경계부에서 서로 번지는 브리딩(bleeding)이 발생한다. 사이즈도가 충분히 발휘될 경우에는 잉크가 퍼지지 않기 때문에 도트의 진원성이 높지만, 어중간한 경우에는 섬유가 구성하는 불균일한 모세관 구조를 따라서 잉크가 퍼져서 페더링(feathering)이라고 부르는 털같은 모양의 번짐이 발생한다. 어느 정도의 잉크 흡수성이 적당한지는 프린터의 설계에 따라 다르다. 프린터에 맞추어 상반되는 기록 특성간의 평형을 최적화 할 필요가 있다.

충진제로는 탄산칼슘, 탈크, 클레이, 소성 클레이

(calcined clay), 합성 실리카 등이 사용된다. 표면 사이즈 프레스에서는 전분, 폴리 비닐 알콜(PVA) 등의 수용성 바인더를 사용하며, 합성 실리카, 탄산칼슘, 플라스틱 피그먼트 등의 안료를 배합하는 경우도 있다. 일반적으로 충전제나 안료는 종이의 불투명도를 높이는 기본 재료이지만 잉크 제트의 경우 잉크를 은폐하여 기록 농도를 저하시키기 쉽다. 그러나 공극율을 증가시켜 사이즈도가 발현되기 어렵기 때문에 잉크의 흡수성을 좋게 한다. 사용 방법에 따라 기록지 표면 부근에 보다 많은 잉크를 보유시켜 발색 농도를 높이기도 하고 잉크 도트의 진원성을 향상시킬 수도 있다.

수성 염료 잉크로 인쇄된 화상은 물에 젖으면 인쇄면의 화상이 번지게 된다. 최근에는 보통지의 경우에도 화상의 내수성이 요구되고 있다. 잉크 제트 잉크는 통상 음이온성이기 때문에 내수성을 개선하기 위해서는 양이온성 수지를 사용한다.

잉크 제트 용지에는 전용지로 설계된 것과 공용지로 설계된 것이 있다. 공용지의 경우 흑색으로부터 다색의 문서출력에 필요한 잉크 제트 적성을 부여하는 것에 중점을 두며 가격이 저렴한 제품을 대량생산 하는 것이 보통이다. 이때 PPC 적성 등 본래의 성능에 영향을 미쳐서는 안된다.

종이의 pH는 염료의 발색성이나 기록화상의 내수성에 영향을 미치기 때문에 주의를 필요로 한다.

<도공 잉크 제트 용지>

고화질의 컬러기록을 얻기 위해서는 염료의 흡착·보유기능이 우수하고, 색 재현성이 뛰어난 전용의 도공층을 필요로 한다. 안료, 바인더를 선택하여 다량의 저점도 잉크를 수용하는 상당히 미세한 다공구조를 갖고 있어 이 부분에서는 인쇄용 도공지와 상당히 다른 점을 나타내고 있다. 도공에 의해 원지 표면이 피복되어 있기 때문에 도트의 진원성이 높고, 균일성이 높은 화질을 얻을 수 있다.

안료는 비표면적이 크고, 굴절율이 낮은 재료가 선택된다. 합성 실리카, 알루미늄, 알루미늄 수화물, 탄산칼슘, 탄산 마그네슘, 규산칼슘, 황산바륨, 클레이 등이 있지만 가장 많이 사용되는 것은 합성 실리카이다.

바인더로는 폴리비닐 알콜(PVA)류, 전분류, polyvinyl-pyrrolidone, hydroxyl ethyl cellulose (HEC), carboxymethylcellulose(CMC) 등의 셀룰로오스 유도체, 폴리아크릴산 에스테르 등의 아크릴계 수지, 폴리아크릴아미드계 수지, SB계 라텍스 등이 있다. 그 중에서 접착강도와 잉크흡수성을 겸비한 PVA가 가장 일반적으로 사용된다. 실리카와의 결합력을

늘린 시라놀 변성 PVA나 염료의 흡착성을 고려한 양성화 PVA, 또는 에벌전계 수지와 PVA의 공중합체 등도 있다.

기록화상의 내수성을 개선시키기 위하여 염료 내수화제로서 3급·4급 암모늄형의 양이온성 수지, poly-ethylenimine(PEI), polyamine(PA) 등을 또한 도공층 자체를 내수화하기 위한 바인더의 내수화제로서 polyamide-formaldehyde resin, 글리옥살(glyoxal)등을 첨가한다. 기타 첨가제는 분산제, 소포제, 푸른 색 염료, 형광 염료 등을 사용한다.

잉크의 흡수특성은 안료의 공극률, 입자경, 바인더의 종류와 량, 칼렌더 처리조건(도공층의 벌키도), 도공량 등으로 컨트롤 한다. 안료의 입자경이 커지면 잉크의 흡수속도가 빨라져 도트 형상이 흐트러지기 쉽다. 입자경이 작고 비표면적이 크면 흡수용량이 많아져 필기성이 떨어지는 경향이 있다. 잉크의 흡수를 도공층에서 분담할 경우는 중량 도공을 원지에도 잉크를 흡수시킬 경우 경량 도공을 행한다. 필요에 따라서는 원지의 잉크 흡수성을 컨트롤한다. 젖음성이나 공극률에 따라 도트경도 변화된다.

잉크는 사이즈도가 발휘되는 원지층에 닿으면 도공층 속에서 옆으로 퍼지기 때문에 도공량이 어느 수준 이하로 떨어지게 되면 도트경이 차츰 커지게 된다. 광택칼렌더(gloss calender) 및 슈퍼칼렌더(super calender)로 어느 정도 가압하여 평활성을 부여하지만 잉크의 흡수성을 손상시키지 않는 범위로 한정된다. 실리카는 2차 응집체가 더욱 3차원적인 네트워크 구조를 이루어 마크로포어(macropore)를 형성하고 있기 때문에 도공지는 아무래도 매트 형태로 마무리하게 된다. 광택 처리된 제품이 필요한 경우에는 특수한 마무리 공정이나 친수성 수지의 clear coat type이 필요하다.

2.2 잉크 제트 기록의 특성

저렴한 가격에 비해 매우 우수한 고화질의 컬러 인쇄화상이 가능한 잉크 제트 프린터의 사용이 대중화됨에 따라, 잉크 제트 프린터의 생산기술 뿐만 아니라 프린터에 사용되는 잉크의 특성과 고품질의 인쇄에 적합한 인쇄용지의 개발 등이 중요한 과제로 대두되고 있다. 특히 잉크 제트 프린터의 경우 토너를 기름과 함께 용지에 전이시키는 레이저 프린터와 일반복사기와는 달리 60~90%의 수분을 함유한 수용성 잉크가 사용되기 때문에 잉크 제트 프린터에 적합한 인쇄용지의 경

우, 수성의 잉크에 대해서 잉크방울이 종이내부로 깊이 흡수되기 전에 잉크가 건조되어 잉크의 번짐이 없어야 하고, 종이표면에서 잉크의 확산으로 인한 위킹(wicking) 혹은 페더링(feathering)의 발생을 감소시켜 선명한 문자나 화상을 인쇄할 수 있어야 한다. 이러한 특성을 잉크 제트 용지에 부여하기 위하여 화학적으로 매우 강한 친수성을 갖고, 물리적으로 다공 구조의 입자형태를 갖고있어 인쇄용지에 적용할 때 수용성 잉크의 빠른 흡수로 잉크의 번짐을 막아 명확한 문자나 화상을 얻을 수 있는 실리카 안료가 잉크 제트 인쇄용지에 가장 적합하다.

잉크 제트기록은 이전에 주류를 이루었던 도트 임팩트 방식을 완전히 구축하고, 문서, 칼라화상의 양쪽에서 컴퓨터의 물리적 출력수단의 주류를 점하는데 이르렀다. 현재 잉크 제트와 경합하는 인쇄방식은 전자사 진방식(레이저 프린터) 및 열전사 방식으로 대강 좁혀지고 있다. 이들 중에서 잉크 제트 기록은 잉크 방울에 의한 직접 기록으로 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

- a) 보통용지에 사용이 가능하며, 상질지, 코트지, 필름 등 다양한 매체에 인쇄가 가능하다.
- b) 기구가 단순하며, 소형에서 대형까지 장치의 설계가 자유롭다.
- c) 고화질 기록, 컬러기록, 고속기록이 가능하다.
- d) 비접촉식 기록으로 소음이 적다.

문제점은

- a) 수성잉크의 사용으로 화상안정성(내수성)이 떨어짐
- b) 실리카 안료의 분산이 어려움
- c) 고품위 인자매체가 고가이다
- d) 양면인쇄(ink strike through)에 부적합
- e) 잉크가 고가

등이다.

3. 잉크 제트 용지의 요구특성

잉크 제트 인쇄에서는 잉크가 매체의 표면에 머물지 않고 내부로 침투하여 정착, 발색하는 점이 특징이다. 이 때문에 인쇄매체의 경우 잉크를 흡수하기 위한 구조가 필요하다. 비도공 보통지의 경우 통상 사이즈처리가 되어 있고, 물을 어느 정도 흡수하지 않도록 되어 있지만, 잉크 제트 잉크는 노즐의 건조방지를 위해 습윤제라고 불리는 알콜계 액체(이소프로필 알콜, 에칠렌 글리콜 등, 10~30%)가 첨가되어 있기 때문에 액체의 표면장력이 저하되어 침투하기 쉽게 되어 있다.

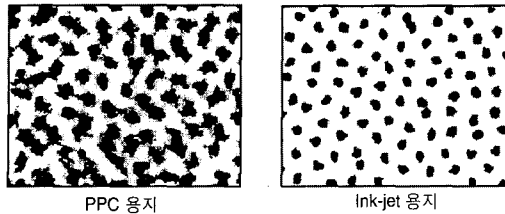


그림 6. PPC용지와 대표적인 잉크제트 도공지의 망점 비교

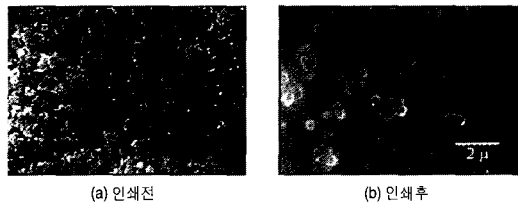


그림 7. 보통 도공지표면의 원상태와 잉크제트로 민판인쇄한 후의 표면 상태

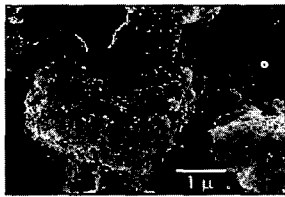


그림 8. 잉크제트용 도공지(무광택)의 도공면

이 때문에 보통지(PPC용지 등)를 사용하더라도 어느 정도 사용이 가능하다. 그러나 종이는 직경 5~30 μm 정도의 섬유로 되어 있기 때문에 잉크는 섬유를 따라 확산되기 쉽다. 이것이 페더링(feathering)이라고 불리는 도트형상의 흐트러짐의 원인이 된다.(그림 6) 또 보통의 종이는 불투명도가 높은 쪽이 양호하기 때문에 무기안료(클레이, 탄산칼슘)를 첨가하고 있지만, 잉크 제트잉크는 지층에 물들기 때문에 불투명도가 높으면 잉크가 은폐되어 발색이 나쁘게 된다. 이러한 점을 개선하기 위해 행해지는 것이 잉크 제트용 도공이다.

보통 도공지는 클레이와 탄산칼슘 등의 무기안료를 바인더 라텍스와 섞어 도포 한다. 이것은 치밀하면서도 소수성의 도공층을 만들기 때문에, 보통인쇄에 사용되는 유성잉크에는 적당하지만 잉크 제트잉크에는 적당하지 않다. 실제로 사용해 보면 잉크가 완전히 침투하

지 않고 표면에 잔류되어 응집되기 때문에 불량하고 좋지 못한 발색이 된다.(주사전자현미경사진을 그림 7에 나타내었다) 그래서 잉크 제트용에는 친수성이고도 다공성의 도공층이 필요하다. 실제로 잉크 제트용 안료와 바인더로는 실리카겔과 친수성 바인더(폴리비닐 알콜이 많다)가 많이 사용 되고 있다. 이러한 종류의 종이에 잉크가 미세한 공극에 빠르게 침투하고, 작고도 색 농도가 높은 도트가 만들어진다.(그림 6, 8)

4. 잉크 제트 용지의 흡수성 평가

4.1 종이의 흡수특성

종이는 펄프 섬유의 층상집합체이며, 다공성재료로 여러 가지 용도로 이용되고 있다. 티슈 페이퍼, 종이 타올 등은 펄프섬유가 기름, 물 등과 같은 대부분의 액체에 대해 강한 친화력을 갖고 있다는 성질을 이용한 것으로 종이 액체를 흡수하는 성질은 종이 용도에 있어서 커다란 특징이 되고 있다. 또한, 종이의 기본적인 용도에 있어서 인쇄, 접착가공, 필기 등의 분야에서도 종이의 「액체 흡수성」이라고 하는 성질은 대단히 중요한 항목이 되고 있다. 특히 인쇄분야는 액체 흡수성과 밀접하게 결부되어 있으며, 이러한 액체의 흡수성 평가 및 흡액 메커니즘을 구명하는 것이 중요하다. 최근 오프셋 인쇄의 습수, 안료도공의 도공액, 신문의 플렉소 인쇄와 잉크 제트 프린터의 수성잉크의 사용 등, 수성용제의 이용이 증가하고 있기 때문에 종이의 흡수성을 평가하는 것은 대단히 중요하다.

지금까지 종이의 흡수성을 평가하는 방법으로써, 스테키토 사이즈법, 콤파이즈법, S. D. Warren법, 허쿨레스법 등의 방법이 폭넓게 이용되어 왔으나, 실제의 인쇄공정을 고려할 때 보다 짧은 시간 내에서의 흡수 거동을 평가하는 것이 중요하게 여겨져 왔고 이 때문에 여러 가지 새로운 방법이 고안되었다. 짧은 시간내의 흡액량을 측정하는 대표적인 장치로 브리스터(bristow) 장치가 있지만, 최근 일본에서 브리스터의 측정 원리를 응용한 동적주사흡액계(Dynamic Scanning Absorptometer, DSA)가 개발되어 활용되고 있다. 이 측정기기를 이용하여 물을 포함한 여러 종류의 액체의 흡수성, 특히 최근 들어 괄목할만한 발전을 보이고 있는 잉크 제트 컬러 인쇄에 주목해서 인쇄품질과의 연관성을 평가할 수 있다.

4.2 잉크 제트 용지의 흡수성 평가

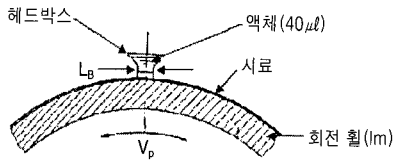
잉크 제트용지의 품질은 실제로 프린터로 인쇄해 보면 알 수 있지만, 이것이 불충분한 때에는 어떤 원인에 기인된 것인지를 아는 것이 제품설계 및 품질관리를 위해 중요하다. 그 중에서도 잉크 제트 용지표면의 흡액 속도를 평가하는 것은 중요하다. 앞에서 기술한 바와 같이 잉크 제트 용지에서는 친수성도공이라고 하는 특수한 처리가 행해지고 있기 때문에, 그 표면특성의 평가에는 보통의 종이와는 다른 방법이 필요하게 된다. 일반적인 인쇄용지의 흡수, 내수성은 사이즈라고 하는 용어로 표현되고 있으며, 여러 가지의 평가방법이 있지만 일반적으로 간편한 스테키토법이 많이 이용되고 있다. 그러나 이 방법은 종이를 두께방향으로 침투하는 것을 평가하는 것이기 때문에, 두께의 영향을 받거나 또는 안료도공과 같은 표면처리를 행한 종이의 표면특성을 평가하는 것은 불가능하다.

이와 같은 특성을 평가하는 유효한 방법으로 브리스터 측정법(그림 9)이 있는데, 이는 짧은 시간내의 흡액 거동을 측정하는 방법으로 1968년에 Bristow가 개발하였다. 이 방법은 작은 직사각형 모양(폭 1mm, 길이

15mm)의 개구부(슬릿)를 갖는 흡액 헤드에 일정량의 액체를 넣고 이것을 종이에 접촉시켜 일정속도로 표면을 주사하고, 액체가 전이되면서 만들어진 띠모양의 흡수면적으로부터 전이량을 결정한다. 헤드박스의 슬릿폭을 회전 휠의 속도로 나눈 것이, 종이 위의 한점이 액체에 접촉한 시간이 되기 때문에, 회전 휠의 속도를 여러 가지로 변화시키면 수밀리초~수초의 범위로 접촉시간을 바꾸면서, 액체의 흡수곡선을 그릴수 있다. 특히 횡축을 시간의 평방근으로 해서 결과를 표현한 것을 「브리스터 곡선」이라고 부른다.

브리스터 곡선에 대해 좀더 살펴보면 다음과 같다. 접촉시간을 변화시키면서 물 전이량을 측정하여 접촉시간, 물 전이량의 그래프로부터 거치름 지수, 흡수계수, 젖음시간을 구한다. 물은 일반적으로 젖음시간(wetting delay)이 발생하여 찍어진 형태의 흡수곡선을 나타낸다. 젖음시간은 물의 침투와 관계가 없고, 물이 종이표면을 적신후 흡수가 시작될 때까지의 시간이다. 기름은 젖음시간을 나타내지 않기 때문에 직선 형태의 흡수곡선을 나타낸다. 거치름지수 Vr은 액체의 침투와는 전혀 관계가 없으며 표면의 요철 등에 의해 나타난다. 흡수계수 Ka는 흡수속도를 나타내는 지표이며 액체와 종이의 접촉각, 종이 표면의 모세관반경, 액체의 점도 및 표면장력과 관계가 있다. 젖음시간 Tw는 액체와 종이의 접촉각이 크게 존재할 경우에 관찰되는 것으로 액체가 종이섬유의 표면을 적신후 흡수가 시작될 때까지의 시간이다.(그림 9-2)

시간의 평방근에 대해 플롯(plot)한 것은 흡수과



$$\text{접촉시간}(t) = \frac{L_b}{V_p} \text{ ml/m}^2 \quad V_p = \text{회전 휠의 속도 mm/s}$$

$$\text{전이량} = \frac{\text{액체 첨가량}}{\text{폭} \times \text{길이}} \quad L_b = \text{헤드박스의 슬릿폭(mm)}$$

그림 9-1. Bristow 측정장치의 원리

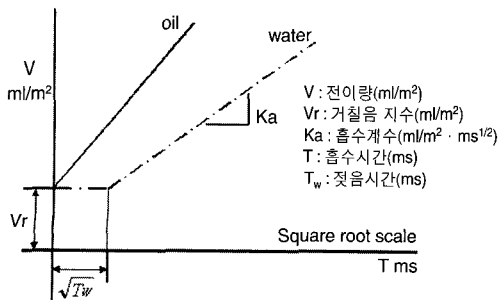


그림 9-2. Bristow 곡선

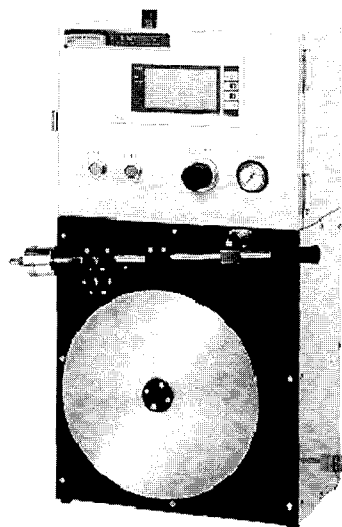


그림 9-3. Bristow 측정장치의 사진

정을 Lucas-Washburn 식과 비교해서 해석하기 위함이다. 이 식은 표면장력에 의해 모세관으로의 액체 침투를 기술하는 것으로, $h = \sqrt{(r \gamma \cos \theta / 2\eta) * \sqrt{t}}$ 로 표현된다. 여기서 h는 접촉한 다음 t초 후의 액체 침투 깊이, r은 모세관반경, γ 는 액체의 표면장력, θ 는 액체와 모세관내면의 접촉각, η 는 액체의 점도를 나타낸다. 이 식은 액체의 침투에 의해 고체의 구조가 변하지 않는 경우에는 침투거동을 비교적 잘 표현한다.

브리스터법은 물 이외의 액체에도 적용가능하고 종이의 인쇄, 가공적성의 평가에도 유용하지만 측정에 상당히 시간이 걸리는 점과 커다란 시험편이 필요하다는 단점이 있다. 최근 이 방법을 컴퓨터 제어에 의해 자동화한 「동적주사흡액계」가 개발되어, 신속·간편한 측정이 가능하게 되었다. 이것을 이용하면 종이·도공지 표면의 단시간내의 흡액거동을 상세하게 추적하는 것이 가능하다.

〈동적주사흡액계(DSA)의 측정원리〉

브리스터법은 일정량의 액체를 넣은 급액헤드를 종이시료 위를 일정속도로 직선상으로 주사하여 액체를 종이에 전이시켜 액체가 흡수된 부분의 면적을 측정하여 단위면적당 흡수량을 정한다. 이 때문에 주사속도를 바꿀 때마다 2cm×60cm 정도 크기의 가늘고 기다란 시험편을 준비하여 필요한 점의 숫자만큼의 측정을 반복해야 한다(보통 8점 정도). 그러나 DSA측정법은 직경 20cm정도의 시료를 턴테이블(turntable)위에

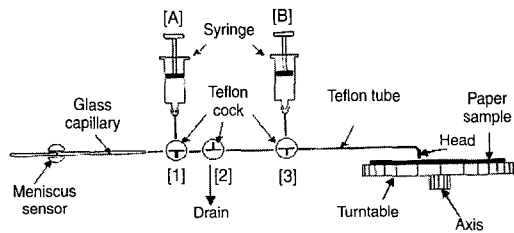


그림 10. 동적주사흡액계(DSA)의 원리



그림 11. 동적주사흡액계(DSA)의 사진

자석으로 고정시키고 액체 공급 헤드(폭 1mm, 길이 5mm)를 접촉시켜 시료위를 나선상으로 주회시킨다. 흡액속도는 헤드에 연결된 capillary내의 meniscus의 이동량으로부터 자동계측된다. 어느 시점의 주사속도, 흡액량, 헤드 개구부의 형상으로부터 액체와 시료의 접촉시간 및 단위시간당의 흡액량을 계산하여 접촉시간의 평방근으로 프롯트 한다. 이러한 처리는 전부 실시간(real-time)으로 행해져 컴퓨터 화면에 표시된다. 1회 측정에 5-10분이 소요되며 최고 23개의 데이터를 얻을 수 있다. 그림 10에 DSA장치의 원리, 그림 11에 DSA장치의 사진을 나타낸다.

5. 잉크 제트용지의 흡액거동과 인쇄특성

5.1 용지표면의 흡액거동

잉크 제트 인쇄의 경우 수성(水性)의 염료 잉크를 사용하기 때문에 화상의 품위를 최적화 하기 위해서는 오프셋 인쇄 등과는 표면특성이 다른 용지가 필요하다. 현재 많은 종류의 잉크 제트 전용지가 시판되고 있으며, 이들은 수성잉크를 잘 흡수 할 수 있도록 설계된 특수한 도공층을 갖고 있는 것이 특징이다.

표 4에 나타내는 바와 같이 비잉크 제트용 제품으로 PPC용지와 클레이 도공 아트지, 잉크 제트용지로 7종류의 대표적인 등급을 선정하여 동적주사흡액계(dynamic scanning absorptometry, DSA)를 이용하여 종이의 표면에서 단시간동안 내에 일어나는 흡액거동과 잉크 제트 프린터를 사용하여 인쇄한 인쇄망점의 화상분석을 통해 흡액특성과 인쇄품질간의 상관관계를 살펴보았다.

표 4. 종이시료의 종류와 특성

No.	Product name	Feature
1	PPC	Uncoated
2	Art	Clay coated, gloss
3	E-SF	Mat coated
4	E-PQ	Gloss coated
5	E-PP	Gloss coated
6	E-GF	Gloss coated film
7	C-LC	Uncoated
8	C-HR	Mat coated
9	C-GP	Gloss coated

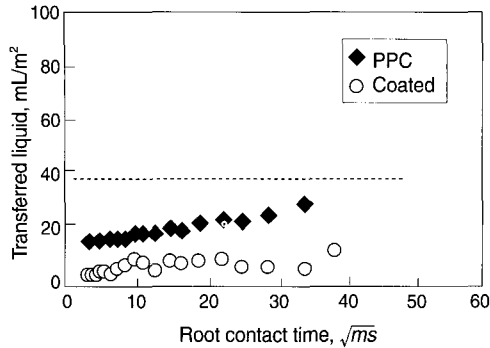


그림 12. 비잉크젯용지(PPC)와 클레이도공지의 흡액거동

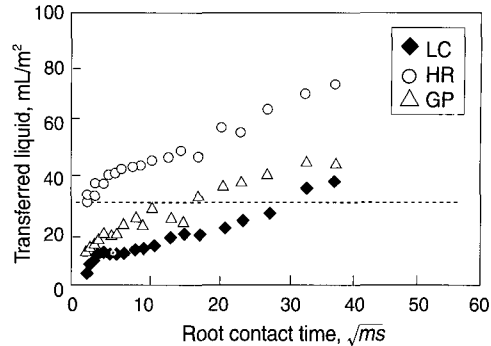


그림 14. 잉크젯도공지 및 필름에서의 흡액거동(C brand)

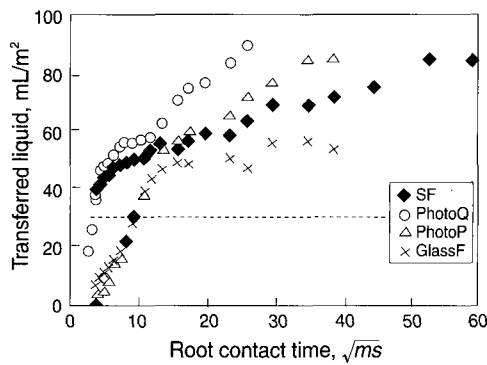


그림 13. 잉크젯도공지 및 필름에서의 흡액거동(E brand)

각 시료의 주사 흡액곡선을 살펴보면 잉크 제트용지의 경우(그림 13과 그림 14) 비잉크 제트 등급(그림 12)에 비해 단시간 동안의 흡액량(吸液量)이 현저하게 많다. 특히 클레이를 도공한 아트지는 거의 물을 흡수하지 않는 것을 알 수 있다. 잉크 제트용지의 경우 100밀리초 정도(그림의 횡축은 밀리초의 평방근) 이내에서 현저한 흡액 특성을 나타내고 있지만 곡선의 형태는 제품에 따라 상당한 차이를 나타내고 있다. 시료 중에는 광택 처리한 것과 광택 처리하지 않은 제품이 있지만 흡액곡선(吸液曲線)의 경우 광택 처리 유무에 의한 차이는 발견되지 않는다. 이 중에서 저가격의 미도공품(LC-301)은 PPC용지와 비슷한 외관을 갖고 있으며 흡액거동에서도 특별한 차이를 나타내지 않았다.

Gloss F는 기재(基材)가 다른 것과 달리 플라스틱의 필름이기 때문에 물의 침투가 도공층에만 한정되고 있다.(횡축의 값으로 20 이후는 거의 수평이다) 이와

같이 잉크 제트용지의 경우가 친수성의 액체를 빨리 흡수한다는 사실이 주사 흡액측정기에 의한 실험을 통해 명백하게 밝혀졌다.

5.2 인쇄 망점의 화상 해석

각 시료에 잉크 제트 프린터를 이용하여 인쇄를 행한 후, 얻어진 인쇄물의 망점 사진을 비교해 보면(그림 15~그림 17), PPC용지의 경우 망점(dot)의 형상이 많이 흐트러졌을 뿐 아니라 망점의 색도 엷기 때문에 二值化(binimize)시키면 망점의 면적이 작아지게 된다. 실제로 컬러 화상의 인쇄결과도 잉크 제트 용지에 비해 농도가 낮고 선명도(鮮明度)가 떨어진다.

같은 비잉크 제트 등급이라도 아트지의 경우는 깨끗한 원형 망점을 나타내고 있다. 그러나 이 망점은 잉크 제트용지의 망점보다 상당히 크다.(그림 16, 17) 이것은 아트지의 경우 그림 7에서 볼 수 있듯이 잉크를 전혀 흡수하지 않기 때문에 잉크가 표면에 퍼지면서 건조되어 형성된 망점이 크게 되었기 때문이다. 이 때문에 아트지에 인쇄한 컬러화상은 다른색 잉크가 서로 섞여서 극도로 품위가 저하된 형태의 인쇄 화상을 나타내고 있다.

잉크 제트 용지의 경우 미도공지의 LC-301은 형상의 흐트러짐(feathering)이 현저하지만 PPC용지보다는 확실한 윤곽을 나타내며, 화상도 PPC용지보다 선명하다. 도공된 제품은 모두 원에 가까운 균일한 망점을 보이고 있다. 그 중에서도 광택필름(No.6, E-GP)은 진원에 가깝다. 종이제품 중에서는 No.3(E-SF)와 No.8(C-HR)이 작고 원에 가까운 망점을 나타내고 있다. 이들에 비해 광택처리된 제품(No.4, 5, 9)의 망점

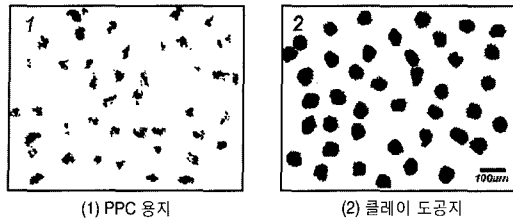


그림 15. 비잉크제트 용지(PPC용지, 클레이도공지)의 망점

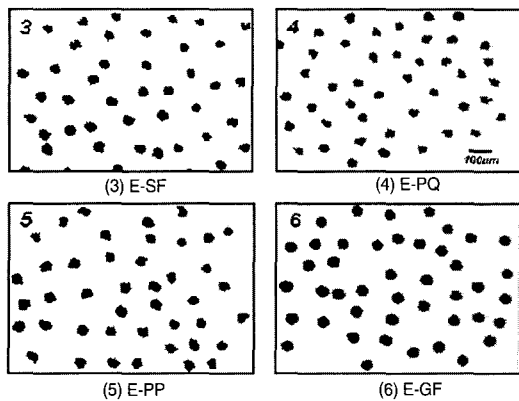


그림 16. 잉크제트 용지 및 필름의 망점(E brand)

은 작고 선명하지만 약간의 패더링(feathering)을 보이고 있다. 광택처리된 제품의 형상이 이와 같이 흐트러지는 이유는 칼렌더링 처리과정에서 할열이 생겼기 때문이라고 분석된다. 그러나 이 정도의 흐트러짐은 육안으로 느낄 수 있는 품질에는 영향을 미치지 않고 광택 처리에 따른 화상의 선명도가 현저하게 나타나고 있다.

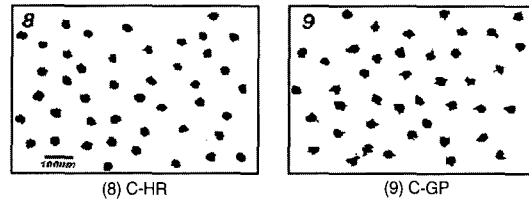
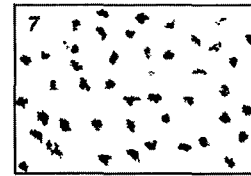


그림 17. 잉크제트 용지의 망점(C brand)

5.3 흡액거동과 인쇄특성

흡액곡선으로부터 실제의 잉크 방울이 종이에 흡수 되는 시간을 평가해 보면, 먼저 망점 평가에서 가장 작고, 원에 가까웠던 No.8(C-HR)의 망점의 크기는 약 60 μ m이다. 이 경우 종이에 부딪힌 잉크 방울이 거의 그대로 망점을 형성한다고 생각할 때 잉크방울의 직경을 60 μ m라고 가정하면 잉크방울의 체적을 투영 면적으로 나눈값 즉 $4r/3 = 40 \times 10^{-6} \mu\text{m} = 40\text{mL}/\text{m}^2$ 가 단위 면적당의 흡액량이 된다. 각시료의 흡액곡선이 이 수준(그림에 수평의 점선으로 나타내고 있다)을 넘을 때까지의 시간을 구하면 표 5과 같이 된다. 단지 이것은 물일 경우의 값이며 10~20%의 습윤제를 포함하고 있는 잉크의 침투는 물보다도 빠를 것으로 생각된다. 그러나 여기서는 종이 표면의 흡액특성을 나타내는 지표로서 위에서 구한 시간을 「잉크방울 흡수시간」으로 하

표 6. 각 용지에 따른 잉크방울의 흡수시간 및 망점의 영향인자들

No.	Product name	Feature	Ink droplet absorption time, ms ^{0.5}	Area	Shape factor
1	PCC	Uncoated	45(*)	60.4	0.46
2	Art	Clay coated, gloss	∞	227.5	0.77
3	E-SF	Mat coated	3.0	107.3	0.76
4	E-PQ	Gloss coated	3.0	95.0	0.76
5	E-PP	Gloss coated	11	115.3	0.76
6	E-GF	Gloss coated film	11	138.7	0.89
7	C-LC	Uncoated	42(*)	94.7	0.52
8	C-HR	Mat coated	7	96.1	0.85
9	C-GP	Gloss coated	30	104.0	0.71

* : From extrapolated water absorption curve

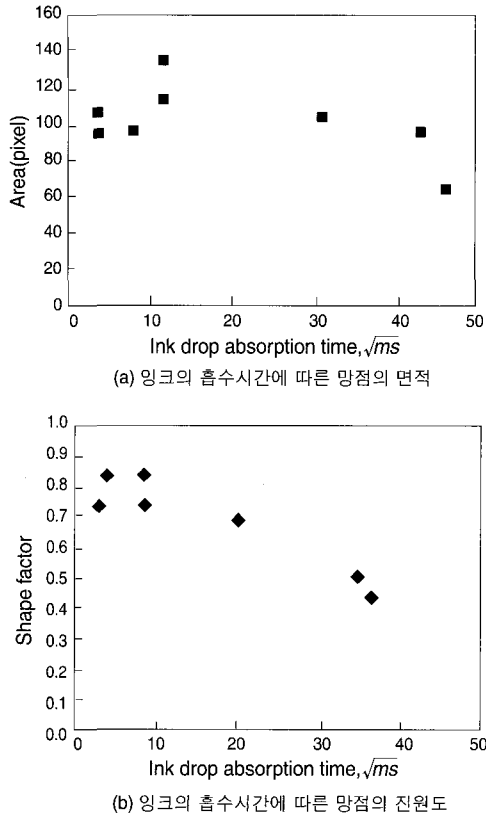


그림 18. 잉크흡수시간에 따른 망점의 면적 및 진원도

여 망점의 해석에 적용하고 있다. 잉크 방울 흡수시간과 앞에서 설명한 망점의 특성을 프로그래밍하면 그림 18과 같이 된다. 일반적으로 흡수가 빠를수록 면적이 작을 것으로 예상할 수 있지만 실제로는 그렇게 나타나지 않는다.(그림 18a) 이것은 잉크 방울의 옆으로 퍼짐이 액체와 표면의 접촉각, 표면 거칠기, 수용층 내부의 공극구조 등 다수의 인자에 의해 영향을 받기 때문이라고 생각된다. 이것에 대해 진원도는 흡수시간과 단순히 부의 상관관계를 보여 흡수가 늦어지면 불규칙하게 된다.(그림 18b)

6. 잉크 제트 도공층의 표면특성

무광택(E-SF) 및 광택(E-PP)의 잉크 제트용 도공층의 표면을 SEM사진(저배율)으로 살펴보면(그림 19) 후자는 전자에 비해 전체적으로 평활하지만 할열 모양

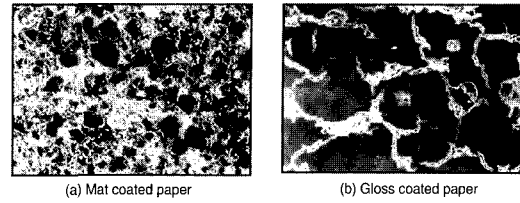


그림 19. 잉크제트도공지의 주사전자현미경(SEM)사진

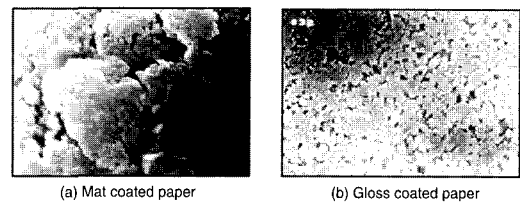


그림 20. 잉크제트도공지의 주사전자현미경(SEM)사진(고배율).

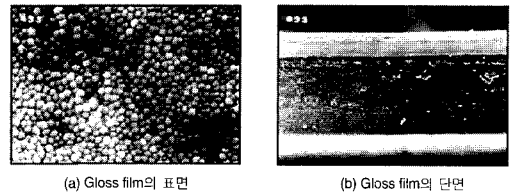


그림 21. 잉크제트용 광택필름표면 및 단면의 주사전자현미경(SEM)사진

이 관찰되고 있음은 주목 할 만하다. 이것은 칼렌더링 처리할 때 생긴 것으로 할열을 따라 잉크가 확산되어 앞에서 언급한 페더링(feathering)의 원인이 된다고 생각된다. 같은 시료의 고배율 사진(그림 20)을 보면 커다란凹凸의 유무 차이는 있지만 모든 경우 5~10nm 크기의 실리카겔의 초미립자가 2차응집하여 미세한 공극을 갖는 수용층을 만들고 있다. 광택처리된 제품은 할열이 형성된 부분 이외는 균일하고 평활한 면을 갖고 있는 것을 알 수 있다.

이상과 같이 광택 처리된 제품과 무광택 처리된 제품의 특징은 다른 시료의 경우도 마찬가지로 나타나고 있다. 또한 광택필름(E-GF)의 표면과 단면을 살펴보면(그림 21) 알루미늄의 초미립자로 구성되어 있으며 상당히 균일한 수용층을 만들고 있다. 이와 같이 균일한 수용층이 형성된 경우 원형이면서 균일한 망점을 만드는데 적합한 것이다.

6.1 표면구조의 분류

주사전자 현미경 관찰로 부터 PPC용지, 오프셋 인쇄용지, 잉크 제트 용지 및 잉크 제트 필름의 표면구조를 검토한 결과 다음과 같이 분류할 수 있다(그림 22).

1) 비·미 도공형

PCC 용지나 일부 잉크 제트용 도공지는 종이 표면에 섬유가 노출되어 있다. 잉크 제트용 미도공지의 경우 이러한 섬유사이에 소량의 도공입자가 존재하지만 감촉은 PPC용지와 아주 비슷하고 양면인쇄가 가능한 종이가 많다.

2) 클레이 도공형

이것은 오프셋 인쇄용 아트지에서 볼 수 있는 도공층이다. 실제로 공극이 별로 존재하지 않고 클레이 사이는 소수성의 라텍스 입자가 있다. 따라서 흡액성은 대단히 나쁘고 잉크 제트 인쇄에는 적합하지 않다.

3) 2차 응집형 도공층

잉크 제트 용지의 대부분은 무광택(매트) 도공이 이루어 지지만 이 도공층은 액체 흡수성이 좋은 안료 미립자가 다수 응집된 조대입자로 형성되어 있다. 전이된 액체는 이 입자 사이의 공극으로 부터 빠르게 도공층 내부로 침투하고 바로 응집입자 내의 미세한 공극으로 흡수된다.

4) 균일 다공층형 도공층

잉크 제트용 필름은 원지층에 따라 OHP 필름과 광택필름 2종류로 분류된다. OHP 필름은 투명 PET표면, 광택필름은 백색 PET 표면에 각각의 잉크 수용층을 도공한 것이다. 이 2종류의 잉크 제트용 필름은 균일 다공

층형과 팽윤형으로 나누어진다. 균일 다공구조의 도공층은 표면이 평활한 필름(평활필름)이 사용된다. 표면은 실리카 입자가 긴밀하게 배열되어 있어 미립자 사이에 형성되는 공극은 매우 균일한 다공구조로 이루어져 있다. 접촉한 액체는 빠르게 흡수되어 이 도공층을 포화시키기 때문에 발색성과 해상도가 뛰어나다.

5) 팽윤형 도공층

잉크 제트용 필름 중에도 표면의 촉감이 까칠까칠한 필름(粗面필름)이 이에 해당하며 도공층은 겔상의 막으로 되어 있어 잉크와 접촉하면 일단 팽윤된다. 인쇄과정에서는 팽윤된 도공층위의 잉크가 건조되면서 표면 위의 요철은 소실된다.

6.2 잉크 제트 용지표면의 원소분석

SEM-EDXA로 잉크 제트 용지 표면의 원소분석 측정결과를 살펴보면 No.6(E-GF)은 알루미늄이기에 다른 것과는 전혀 다른 원소조성으로 구성되어 있다(그림 23). 잉크 제트 용지는 전부 클레이나 탄산칼슘 대신에 실리카겔을 사용하고 있다. 이것은 미도공 잉크 제트 제품인 No.7의 경우도 마찬가지이며 이 경우는 내첨 안료로서 사용하고 있는 것으로 사료된다.

실리카겔을 사용하는 것은 도공층 및 원지층의 친수성을 극대화시키는 것 이외에 굴절율을 떨어뜨려 투명도를 높이는 효과가 있다. 그러나 종이 자체로는 불투명도가 필요하기 때문에 그 기능은 원지층의 안료가 담당하고 있다. SEM-EDXA로 검출되는 깊이는 0.2~0.3 μ m이기 때문에 원지층의 조성은 나타나지 않을 것으로 사료된다.

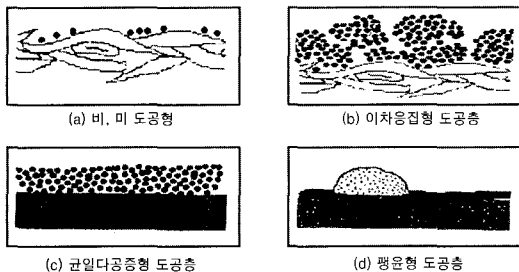


그림 22. 잉크제트 용지의 표면구조

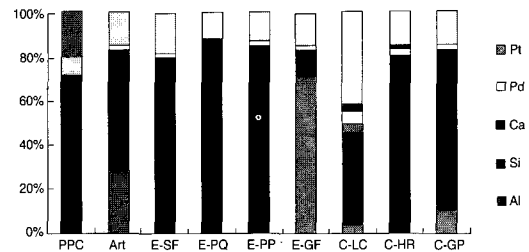


그림 23. SEM-EDXA에 의한 종이시료표면의 원소 분석

7. 잉크 제트 용지의 개발 동향과 전망

잉크 제트용지중 보통 등급은 가격이 싸지만 도공량이 적고 감촉이나 인쇄품질이 일반종이에 가깝다. 중급품은 백색도가 높고 인자의 발색도가 양호하지만, 통상 매트도공지이다. 그러나 잉크 제트의 성능을 나타내는 칼라화상, 특히 칼라사진의 출력에는 작업 후 광택이 크게 인상(印象)을 좌우한다. 따라서 최근에는 광택도공의 제품이 다수 제공되고 있다. 이 등급은 모두 인자품위는 상당히 높지만 일반적으로 가격이 비싸기 때문에 손쉽게 이용할 수 있는 상황은 아니다. 이것은 잉크 제트 도공의 특수성에서 오는 제약으로 보인다. 다시 말해 보통의 안료 도공에서는 판상의 클레이 입자가 밀집된 도공층을 만들기 때문에 평활한 표면을 얻기 쉽고, 또한 도공 후에 칼렌더 처리를 행하여 광택을 부여하는 것이 가능하다. 이것에 비해 잉크 제트 도공에서는 흡수성이 요구되어 다공질의 실리카를 이용하기 때문에 표면이 거칠게 된다. 그리고 열가소성의 소수성 라텍스를 바인더로 이용하는 것이 어렵기 때문에 칼렌더 처리에 의한 광택화가 어렵다. 이 때문에 잉크 제트용지의 경우는 도공 직후에 경면롤에 의해 누르면서 건조하는 캐스트 도공으로 행하지 않으면 안된다. 이 방법은 일반적으로 저속에서의 작업으로 생산성이 매우 낮아 가격상승의 요인이된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 친수성 뿐만 아니라 열가소성 도공층의 개발이 요구된다.

인쇄 품질면에서는 내수성, 내후성 및 뒤비침의 방지가 최대의 과제이다. 인쇄된 부분의 내수성을 높이기 위해 잉크를 분사하기 전에 그 부분에 내수화제를 도포하는 방법이 실용화 되고 있다. 또 잉크 제트는 아니지만 열전사 프린터에서 인쇄전에 투명한 수용층을 종이에 도포하여 평활도와 발색성을 상당히 개선시키고, 더욱 인쇄후에 투명한 층을 도포하여 광택을 부여하는 방식을 실용화하고 있다. 이것은 열전사의 잉크(토너)와 같은 테이프리본으로부터 전사되는데 이와 같은 방법은 잉크 제트에도 응용할 수 있는 가능성이 있다.

잉크 제트 인쇄는 현재 개인용 컴퓨터의 인쇄수단으로 많이 활용되고 있지만, 다른방식(칼라 레이저, 열전사)도 품질 및 단가면에서 착실하게 진보하고 있다. 이것과 비교했을 때 잉크 제트 인쇄의 이점은 프린터가 소형이고 가격이 저렴하다는 점을 들 수 있다. 각 사무실, 가정 등의 공간사정을 생각하면 소형이라는 것도 상당한 의의를 갖고 있으며 잉크 제트는 앞으로도 개인용 컴퓨터의 출력수단으로서 주도적인 위치를 계속해서 점유하게 될 것이다. 속도면에서는 모든 방식간에 큰 차이는 없지만 잉크 제트방식의 경우 헤드를 대형화시키면 고속화도 가능하다. 궁극적으로는 왕복운동을 하지않는 전폭헤드에 의해 운전기에 해당하는 속도를 얻을 수 있다. 이 경우에는 현재의 것보다도 잉크의 급속한 정착(흡수·건조)이 필요하기 때문에 수용층의 특성에 대해서도 새로운 기술개발이 요구될 것이다.