

자동 인쇄품질 측정기계의 현황과 전망



이 재 수(한솔기술원 제지연구소)

- 77 - '80 인하대학교 고분자공학(학사)
- '84 - '93 한국신문인크(주) 차장
- '95 - '97 건국대학교 산림자원(석사)
- '93 - 현재 한솔기술원 제지연구소 수석연구원

1. 서 론

인류가 지구상에 탄생하면서 말과 글이 발달하였으며, 구석기시대 후반의 벽화에서 고대의 발자취가 남아있다. 고대 메소포타미아에서 진흙 판에 설형문자를 새겨 넣은 것이 남아있는데 이를 인쇄의 시초라는 학설이 있다. 중국에서는 수나라 말기 또는 당나라 초기(620년)에 목판인쇄가, 1040년대에 도자기의 활자 인쇄가 시작된 것으로 전해지고 있다. 우리나라의 경우 1234년 고려 고종21년 6월 28일 <古今祥定禮文 50권>이 금속주조활자로 세계최초의 인쇄된 것으로 기록되어 있으며, 1377년에 간행된 <佛祖直指心體要節>이 현존하는 세계최고의 금속활자본으로 프랑스 국립도서관에 소장되어 있어 우리민족이 인쇄문화발달에 주도적인 위치를 차지하였음을 알 수 있다. 그러나 세계적으로 인정받고 있고, 정보의 변화로 산업혁명을 잉태하는 근원이 된 구텐베르크의 활판인쇄술은 오늘날 독일을 세계 최고의 인쇄기를 비롯한 인쇄관련 산업의 최강국으로 만들었다. 신라시대부터 중국에 우수한 종지로 널리 알려져 있던 계림지와 백추지 및 우리조상들의 찬란한 목판인쇄와 금속인쇄술과는 달리 현재 국내의 인쇄시장 및 환경은 위축되어있는 것이 현실이다. 왜 우리는 과거의 찬란한 문화유산을 현재까지 지속하지 못하고 구호로만 외쳐야 하는가? 기업은행과 중소기업진흥공단의 조사에 의하면 인쇄산업은 타업종에 비해 내수부진에 따른 경영애로가 가장 크며 또 2001년 4월말 현재 가동율이 63%로 중소기업 평균 가동율 73%에 미달하고, 부가가치유발계수(0.810)는 일본(0.945), 미국(0.924) 등 보다 낮아 생산효율성

이 떨어져 경쟁력이 낮게 조사됐다. 이는 생산 과정에서 투입되는 소재, 부품, 연료 등 물적 중간재와 운수 및 보관, 금융·보험 등 서비스 중간재의 투입률(62.4%)도 일본(53.1%), 미국(57.8%)보다 높아 제조원가가 상승해 부가가치율이 낮아지고 있다는 지적이다.^[1] 그만큼 인쇄산업경기가 부품, 기계류의 대외의존도가 높기 때문에 해외환경 변화에 민감하게 반응하게 된 원인이다.

본인의 판단으로는 공업화에 대한 생각이 부족한 것과 아날로그 식의 감으로 관리하는 인쇄기술에 기인한다고 생각한다. 구텐베르크와 직지의 활판의 원리는 동일하나 우리는 손으로 묵(墨)을 묻어 인쇄를 하는데 비해 구텐베르크는 라인강유역에서 널리 사용되는 포도압축기를 이용하였다. 인쇄의 기본이 동일한 화상을 반복적으로 일정한 품질로 재현하는데 있다면 기계화는 필연적이다. 또 현재 인쇄업계에서 수행하고 있는 육안에 의한 인쇄품질 관리는 한계에 부딪치고 있다.

언제든지 누가 생산하더라도 계획된 목표대로 일정한 인쇄품질을 얻고자 하는 것은 모든 인쇄인들의 소망이자 공정관리 및 품질관리 활동의 기본이다. 최대의 이윤추구가 목적인 회사에서 단순한 원가절감이라는 소극적인 자세보다는 양질의 제품을 소비자에게 제공하여 고객만족을 높이고 보다 많은 제품을 생산하여 이익을 추구하는 적극적인 자세가 바람직하다. 인쇄품질표준화란 이러한 설정에서 매우 필요하며, 인쇄경영지침서에 나와 있는 손익 분기점이나 설비개조 시점 등을 논하기 위해서도 매우 필요하다.

인쇄품질의 표준화란 사람이나 조건에 따라 각기 다르게 인쇄되는 인쇄물의 인쇄품질을 똑같은 인쇄물이라면 누구나 동일하게 느낄 수 있도록 객관적인 기준을 정하는 것이다. 즉 표준화의 기본은 계획과 표준을 정하고, 표준대로 실행하고, 정해진 검사방법으로 시험하고, 결과를 갖고 금후의 행동을 결정하는 것이다.^[2]

인쇄의 특성상 소비자들에게 직접 판매되는 비

중보다는 발주자에 의존하는 비중이 크다. 사용되는 종이, 잉크, 블랭킷, PS판 등의 재료는 제조사별로 차이가 있어 균일한 인쇄를 만드는 것은 쉬운 일이 아니다. 예로부터 우리는 사람의 눈에 의한 인쇄품질과 공정을 관리하여 왔으며, 사람의 심리적인 느낌까지 포함하고, 측정설비가 필요없는 등 많은 장점이 있어 대부분의 경우 주관평가에 의해 관리하고 있다. 그러나 주관평가는 평가환경, 평가자의 숙련도, 성별, 연령, 인종, 좋아하는 색상 등 평가자간의 차이가 커서 체계적인 관리가 힘들고 기준된 교정쇄와 화상이 다른 경우에는 평가가 곤란하다는 단점이 있다.

본고에서는 현재 인쇄의 선진국인 독일, 미국, 일본 등에선 실시하고 있는 인쇄품질의 관리는 어떻게 하는지 기본적인 이론에 대해 알아보고, 특히 측정기계를 이용한 방법에 대한 현황 및 향후 이용 방법에 대해 알아보았다.

2. 본 론

2.1 인쇄품질 균일화의 어려움

2.1.1 인쇄재료의 다양성

인쇄물의 품질관리 방법을 자동차와 같은 조립 공정라인과 같이 생각해서는 접근이 어려울 수 있다. 각 부품별 균일한 규격을 요구하고, 일정 ppm이하의 클레임만을 요구하는 품질과는 달리 화학제품을 조합해서 사용하는 인쇄에서는 규격 설정 자체도 쉬운 일은 아니다. 인쇄의 5대요소인 원고, 인쇄기, 피인쇄체, 잉크, 사람에 따라 변화의 요인이 너무 많기 때문이다.

인쇄물의 품질을 일정하게 유지하려면 종이의 표면특성, 잉크의 유동특성과 색상도, 잉크와 축임물의 공급량 및 균형(balance), 인압이나 노광 조건에 따른 망점확대(dot gain), 정확한 색균형을 위한 그레이 밸런스(grey balance) 등을 관리하는 것이 필수조건이다.^[3]

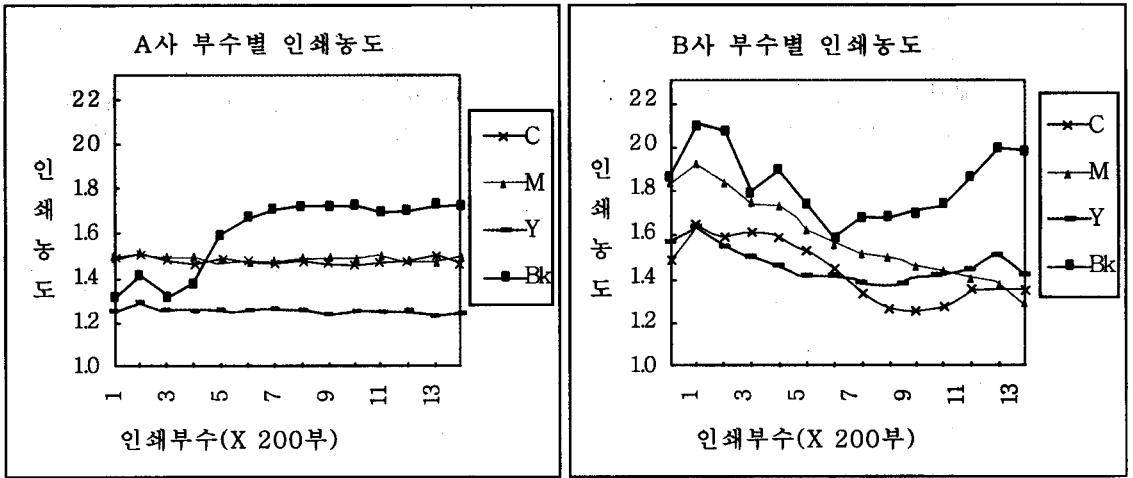


그림 1. 인쇄부수별 인쇄농도 변화추이의 예

그러나 필자가 경험해 본 제지와 잉크 제조공정을 고려하면 어느 회사 제품이나 균일한 품질로 공급하는 것은 거의 불가능하다고 생각된다. 예를 들어, 종이의 경우 초지기 구성, 원료사용 조건, 초지공정에 따라 동일 회사의 제품도 어느 정도 차이가 있으며, 앞뒷면의 경우도 엄밀히 말하면 차이가 있는 것이 현재의 수준이다. 인쇄잉크의 경우도 점도 및 점착성(tack)이 사용조건에 따라 각기 다르게 재현된다. 예를 들어 잉킹 온도가 증가할수록 잉크의 유동성은 좋아지고 점착성은 떨어진다. 또 화선면적율이 높고 잉크피막이 두껍고 인쇄속도가 낮을수록 점착성은 증가한다. 블랭킷의 종류나 마모성, 압축성 그리고 축임물의 차이 등 상이한 인쇄재료를 조합하여 균일한 인쇄물을 얻도록 하는 것이 중요하다.

2.1.2 인쇄환경의 변화

동일한 인쇄기에서 잉크키와 속도의 조정없이 계속 인쇄를 하면, 제품간 인쇄품질의 기준인 인쇄농도가 지속적으로 변하는 것을 느낀 경험이다. 이는 잉크롤러의 온도상승에 의한 잉크점도 상승, 축임물과의 균형파괴, 블랭킷남음 등에 의한 트러블 발생 등에 기인한다. 그림 1에 상업인쇄업체 2곳에서 실험한 인쇄농도를 나타내었다.

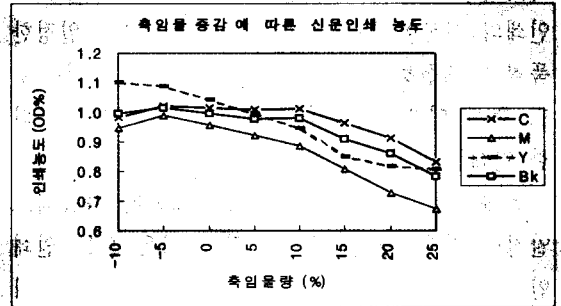


그림 2. 축임물 증감에 따른 신문인쇄 농도

농도계로 품질관리를 하고 기준 농도 등의 규격을 세운 A사에 비해 육안으로 관리하는 B사의 경우는 인쇄가 끝날 때까지 인쇄농도가 변하였다. 또한 인쇄물의 CD(횡)방향 및 제품간 인쇄농도의 변화에 대한 규정이 필요함을 알 수 있다. 그림 2에는 축임물의 변화에 따른 잉크색상별 인쇄농도의 변화를 나타내었다.

2.2 외국의 인쇄품질 계수화의 방향

적절한 인쇄품질을 설계하고 관리하여 손지(損紙)를 줄이고 쇄판조건과 인쇄물의 해상력을 정량(定量)적으로 판정하기 위해 해상력 차트와 자동측정장치, 온라인 인쇄품질 컨트롤장치에 많은 연구가 선행되었고 널리 사용되고 있다.

① 컬러 컨트롤 바(Color Control Bar)

교정색 및 본 인쇄의 인쇄농담과 색상관리를 위해 인쇄물의 여백에 넣는 것으로 인쇄기메이커, Prepress메이커, 인쇄관련 연구소 등에서 제작되어 보급되고 있다. 컨트롤 바에는 민인쇄부(solid) 영역, 망점확대(dot gain) 영역, 슬러(slur) 영역, 콘트라스트(contrast) 영역, 트래핑(trapping) 영역, 미세선재현 (micro-line)영역, 컬러밸런스(color balance) 영역 등이 있으며, 폭의 크기가 5~10mm정도로 농도계나 확대경(lupe)으로 측정한다. 여기서 농도계의 측정범위 즉 spot직경은 보통 2~3mm가 기본이나 종이의 배치 오차를 줄이기 위해 보통 5mm이상을 기본으로 한다. 국내의 경우 공인된 것은 없으며, 당사의 경우도 실험실적으로 제조하여 보았으며 현재는 외국 연구소의 컨트롤 바를 사서 사용하고 있다.

② 플레이트 컨트롤 웨치(Plate Control Wedge)

망점과 컬러의 재현에 중요한 역할을 하는 판의 재현정도를 파악하기 위한 것으로 인쇄연구기관 및 PS판 메이커에서 보급하고 있다. 판의 노출과 현상에 의한 망점의 재현정도의 파악이 가능하다. PS판이 포지(posi), 네가(nega)에 따라 반대의 화상을 지니며, 각 색별 노광량의 정도와 해상성을 예상할 수 있다.

③ 인쇄품질 관리용 시스템

인쇄화상을 감안하여 잉크기를 조정하는 프리셋(preset)장치, 온라인(on-line)에서 농도계나 분광광도계를 부착시켜 인쇄품질을 자동으로 측정하는 장치는 이미 보편화 되었으며, 인쇄공정의 데이터 및 정보를 일원화시켜 공유하는 통합시스템이 보급되고 있다. 통합 인쇄관리 시스템에서

계수화된 품질데이터는 필수적이다. 현재는 각 인쇄기 메이커별로 측정기기 개발업체에서 각 인쇄기메이커에 OEM으로 납품하여 사용하고 있으며, 추가사양으로 판매되고 있으나 거의 기본 사양과 마찬가지로 널리 판매되고 있다. 예를 들어 일본의 K사의 경우 인쇄관련 학교와 같이 공동 개발한 JPA GCS-D와 PDS-S로 인쇄시작후 20매부터 정상 인쇄물이 생산 가능 하도록 한 Hole in one시스템을 선보여, 현재 400대 이상의 판매를 올리고 있다고 한다.

④ 인쇄품질 표준화의 역사

인쇄품질의 표준화는 1950년대 미국과 나토(NATO)회원국간 국제표준규격의 필요성이 대두되어 미국공업규격(ANSI) B65 위원회에서 논의한 이후 1968년 스웨덴의 ISO/TC130표준화 회의에서 인쇄물 표준화의 중요성, 인쇄품질의 시험방법, 인쇄용어의 정의 등이 논의 되어 1989년 독일공업규격(DIN)과 프랑스공업규격(AFNOR)을 ISO/TC130으로 통합하였다. 표준화 기법에 대한 연구는 PS쇄판조건의 표준화(Bosse, 1976/Werner, 1978/FOGRA, 1984), 옴셋인쇄의 표준화 방법(Lospichl, 1978), 인쇄잉크의 색상기준(ISO 2846, 1975), 인쇄농도의 측정방법(DIN 16 536, 1986), 색분해와 교정의 명세서(FOGRA, 1991), 윤전인쇄의 표준화(Traber, 1985) 등 무수한 연구가 이뤄져 있으며 색상에 대한 표준도 유럽표준(DIN 16 509), 팬톤컬러(pantone color), 일본컬러(Japan color)등이 있다. 국내의 경우 1995년 한국색채연구소와 KBS에서 제작한 표준색이 있고, 1998년 대한인쇄연구소와 한솔기술원이 수행한 인쇄품질 평가의 계수화 정도가 있다.

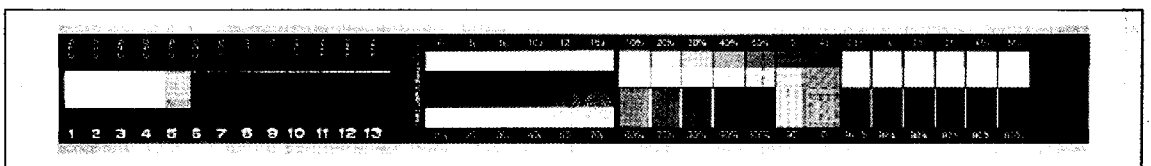


그림 3. UGRA Plate Control Wedge

2.3 인쇄품질 계수화 방법

2.3.1 인쇄품질 측정장치

① 농도계(Densitometer)

농도계는 필름이나 잉크 피막량을 측정하는데 대단히 유용한 도구로 반사율의 역수에 대한 대수 값으로 나타낸다. 농도계는 단순히 민인쇄부의 인쇄농도만 측정하는 것이 아니라 Murray-Davies, Yule과 Nielsen식 등을 이용한 망점의 농도 및 면적율, Dot gain을 측정하며, GATF 표색법을 이용하면 색상재현 값의 도출도 가능하다. 농도계의 광원 및 R, G, B필터의 특성 및 편광필터(polarizer)의 유무에 따라 측정값의 차이를 보이며, 측정시료를 놓는 바탕의 농도에 기준 설정이 중요하다. 현재 인쇄품질관리에 가장 널리 사용되고 있으며, 일반용과 스캔용이 있다. 농도계는 사용되는 필터의 종류에 따라 상이한 결과를 얻을 수 있으며, 표준 절대농도와 용지기준 농도를 확인하여 비교해야 한다.

② 색차계(Colorimeter)

농도계는 R, G, B필터의 저감도 영역에서 색상변화에 대한 감도 저하와 광원차이에 의한 조건동색 같은 색상오차가 나타날 수 있다. 따라서 인쇄물의 색상 평가에 보다 정확한 수단으로서 3 자극치를 감안한 색차계가 이용되고 있다. CIE에서는 측색이 주변의 조명에 의해서 영향을 받기 때문에 조명의 조건을 설정하고 표준광의 종류에 대한 이해가 필요하며, CIE의 Y, xy, Mac Adams의 $L^*a^*b^*$ 가 널리 사용되고 있다. 요즘은 인쇄 중간 공정은 별도로 하고 기준된 교정지와 인쇄물의 색차를 기준으로 하는 경우도 있어 색차계가 유용한 경우도 있다.

③ 분광광도계(Spectrophotometer)

광원으로부터 나오는 빛을 프리즘을 사용하여 분광투과율과 반사율을 측정하는 장치로 몇 십개

의 센서에서 측정된 값을 사용하여 분광분포나 Y, xy를 나타내기 때문에 최근에 사용이 늘어나고 있다. 분광광도계는 400~700nm의 가시광 영역뿐만 아니라 UV영역에서도 분광특성을 나타내기 때문에 100nm간격의 농도계와는 달리 색상차이와 특수파장영역의 특성 등을 볼 수 있기 때문이다^[4]

④ 화상분석기(Image Analyzer)

화상분석기는 일반적으로 현미경과 컴퓨터를 접목시켜 현미경으로부터 얻은 화상을 특별한 프로그램으로 처리하여 화상에 대한 상세한 정보를 얻을 수 있는 기기이다. 망점분석처리의 계측대상은 일반적으로 30 - 40 Tint%를 갖는 인쇄망점으로 망점의 선명성, 망점형상, 망점농도 균일성 등을 분석한다. 망점의 분석은 검출된 원화상의 단순한 처리에 의해 이루어지지 않으며, 몇 단계의 연속적인 이미지처리를 통하여 행하여 질 수 있다. 또한 화상분석기로 핀 맞춤불량(mis-register)을 실시간으로 검출하여 인쇄기 판통의 위치를 검출하는 시스템도 시판 중에 있다.

일반적인 처리과정을 보면 화상분석을 위한 원화상의 필터링(주로 shapening), 히스토그램, 이치화(binary threshold), 필터(픽셀면적범위), 면적율연산, Profile(line상) 과정 등을 거친다.

2.3.2 인쇄품질 분석 및 평가 이론

① 제조재현성

옵셋인쇄는 연속계조로 된 원고의 농담을 망점의 크기로 표현하는데 인쇄에서 재현되는 농담에는 한계가 있어 인쇄농도역에 원고가 가진 농도역을 압축 재현시켜야 한다. 인쇄시 잉크량 및 인압의 변화는 망점의 농도와 면적에 영향을 주게 되며 이것은 콘트라스트의 변화로 나타나 원고의 화상재현에 많은 영향이 있다.

인쇄물의 망점 단계(gradation)의 면적을 측정할 때 이상 직선의 면적(A)과 실 인쇄물의 면적 차이(ΔA)에서 제조오차(tone error)를 구하기도 한다.

$$\text{계조농도오차(TE)} = (\Delta A / A) \times 100\%$$

② 색상재현성

색상재현성을 평가하는 데는 3원색(C, M, Y) 중 어느 한 가지 색이라도 기준치 이상을 초과하지 않아야 가장 이상적인 회색균형(gray balance)을 유지할 수 있으며 화상이 균형을 이룬다. 따라서 인쇄공정에서는 황(Yellow), 적(Magenta), 청(Cyan)의 망점면적 및 농도를 조정함으로써 중성색(neutral gray)을 표현할 수 있다. 색 균형은 다색인쇄에서 사용되는 인쇄잉크의 발색균형을 의미하며, 평가시 조명광원에 따라서도 차이가 발생한다. 인쇄에서는 발색원리는 잉크의 전이에 기초하기 때문에 잉크 투명도, 인쇄순서, 잉크 중첩성(trapping), 인쇄용지특성 등에 따라 색 균형(color balance)도 변화한다.

$$\text{Ink Trapping (\%)} = (Dov - D_1) / D_2 \times 10000$$

* D₁: 1차 원색 D₂: 2차 원색 Dov: 중첩색

농도계를 이용한 색상표현 방법중 GATF(Graphic Arts Technical Foundation)의 표색방법으로 RGB 필터 값중 최고 농도를 H, 중간을 M, 낮은 것을 L이라 하고 색상오차(hue error), 회색도(grayness), 색상효율(hue efficiency)로 나타낸다.

$$\text{색상오차} = (M - L) / (H - L) \times 100 (\%)$$

$$\text{회색도} = L / H \times 100 (\%)$$

$$\text{색상효율} = 1 - (M + L) / 2H \times 100 (\%)$$

③ 망점재현성

망점재현성은 망점 잉크 피막의 두께와 면적이 주요 인자이다. 일반적으로 인쇄물상의 망점은 필름이나 인쇄판상의 것보다 굵어지고, 형상이 찌그러져(distortion)있기 때문이다.

망점 재현성은 면적율과 망점퍼짐(dot gain), 형상계수(shape factor)를 계속하여 평가한다.

$$\text{망점 면적율(A)} = (1 - 10^{-D_b}) / (1 - 10^{-D_s}) \times 100(\%)$$

$$\text{Dot Gain(\%)} = [(\text{인쇄물의 망점면적율}) - (\text{필름/PS판의 망점면적율})]$$

$$\text{망점형상계수} = (\text{망점의 주변길이})^2 / 4\pi(\text{망점의 내면적})$$

④ 인쇄광택

인쇄광택의 발현은 원리적으로 백지광택과 유사하며 거울면에 가까운 매끄러운 인쇄면 일수록 높은 인쇄광택을 나타낸다. 일반적으로는 백지광택이 높을수록, 도공량이 많을수록 인쇄면 평활도

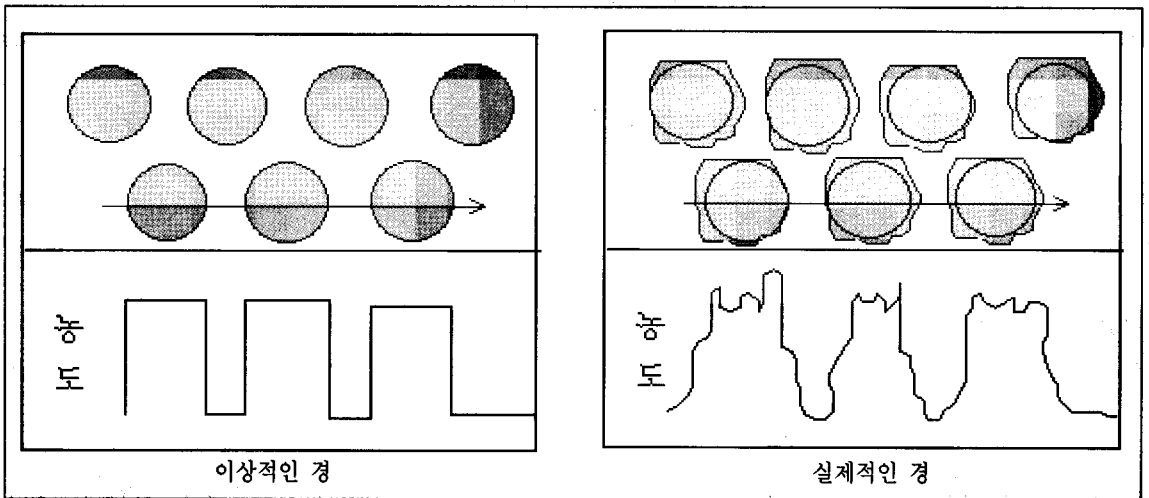


그림 4. 이상망점과 실제망점

가 향상되고 인쇄광택도 올라가며 잉크량, 잉크 중의 수지함유량, 칩투정도에 따라 차이가 있다. 인쇄광택은 광택계(glossmeter)로 측정하며 동일한 측정화상에서 선정도 중요하다.

[Δ-Gloss = 인쇄물의 광택 - 백지의 광택]

⑤ 콘트라스트(명암대비도 ; Contrast)

콘트라스트(contrast)는 인쇄화상의 계조재현에서 특히 어두운 부분에서의 명암대비를 의미하며, 인쇄시 최적 잉크량을 결정하는 중요한 인자가 된다. 만약 적정잉크량보다 적으면 인쇄물의 색상강도 저하로 힘이 없는 인쇄물이 되고, 반대로 잉크량이 많으면 halftone부에서 망점이 끊어져서 어둡고 지저분해진다. 콘트라스트의 계산은 다음과 같다.

$$K값(\%) = \frac{(Solid인쇄농도 - 망면적75\%인쇄농도)}{Solid인쇄농도} \times 100$$

2.4 자동 인쇄품질 측정장치의 역사

인쇄물의 제조공정을 살펴보면 원고→색분해→필름출력→소첩→대첩→판노광→판현상→인쇄 등의 주요공정으로 이루어지며, 이미 컴퓨터의 발전에 따라 주로 판제작 전단계 공정부분은 단순화 되었고, 요즘은 CTP(computer to press, computer to plate)와 같은 후 공정의 디지털화가 진행되고 있다.

과거에는 일반적으로 인쇄작업은 생산자의 주관에 의해 인쇄품질이 판단되고, 인쇄공정은 언급된 주관적 판단에 기준하여 제어되므로, 매우 숙련된 기술자에 의해서 만이 고품질의 인쇄물이 얻어진다. 또한 정상상태의 인쇄물을 얻어내기까지 인쇄준비단계에서 발생하는 손지(wasted paper)는 노련한 기술자의 직감적인 예술적 기술이 없는 한 빠른시간 내 정확히 조절되기 어려웠다. 그러나 이러한 주관적 판단에 의한 공정제

어는 일관된 작업이나 과거에 행해진 작업의 반복이 사실상 불가능하게 된다. 따라서 선진 인쇄 메이커, 관련 연구기관 등에서는 인쇄물의 품질에 대하여 객관적이고, 정량적인 수치를 나타낼 수 있고, 설정된 기준에 대비하여 빠르게 제어값과 변동량을 얻어내며, 저장된 정보로부터 반복된 작업이 가능케 하는 시스템을 개발해 왔다.

인쇄는 단적으로 복제하고자 하는 원고를 종이 나 기타 다른 매체상에 잉크를 전이시켜 다량으로 모사 재현하는 것이므로, 인쇄잉크의 바람직한 전이에 따라 인쇄물의 품질은 결정되어진다고 할 수 있다. 잉크의 바람직한 전이는 인쇄잉크의 전이정도와 전이형태로 구분될 수 있으며, 인쇄물 상에 전이된 잉크의 정도를 표현하기 위하여 인쇄농도(print density)를 사용하고, 전이형태를 분석하기 위하여는 화상분석법(image analysis)을 통하여 미소인쇄망점(dot)을 해석하게 된다. 또한 인쇄는 기본적으로 색분해과정을 거쳐 Cyan, Magenta, Yellow, Black과 같이 분판 인쇄되므로 정확한 인쇄가늠맞춤(registering)은 원고재현에 필수적이다.

이들 인쇄특성값들의 측정을 위한 계측기는 대부분 국외에서 제작된 여러가지 독립적인 계측기가 사용되고 있다. 2.3.1에서와 같이 농도판리의 경우 컬러 농도계(color densitometer)가 가장 일반적으로 사용되고 있으며, 인쇄망점분석은 화상분석기(image analyzer)를 이용한 망점분석이 사용되고 있고, 인쇄가늠맞춤의 경우 확대된 샘플화상의 육안판단 또는 화상분석이 일반적이다. 농도계는, ISO5/1~4 1984에 제시된 바와 같이, 전이된 인쇄잉크의 두께(ink-film thickness)를 나타내는 것으로, 표준광원을 시료에 조사하여 조사된 광에 대한 반사/투사된 광의 비율을 역수로 로그값을 취하여 나타낸 것이며, 인쇄망점분석은, 표준법이 제정되지는 않았으나, 화상분석기법을 사용하여 인쇄화상부, 특히 망점의 형태특징을 분석하여 인쇄품질을 평가하는 것이다.⁵⁾

농도계의 범위는 매우 다양한데, 수동식 Hand-type에서 Off-line형의 연속 자동농도측정장치, 인쇄기상의 On-line형 농도측정장치 등이 연구발표 되어왔다. 농도계를 사용한 컬러잉크농도의 측정, 임의적이고 시험적인 경우를 제외하고는, 수동적이고 단속적인 측정보다는 가능한 측정 타겟의 측정과 평가를 자동화하는 것이 바람직하다. 자동화된 측정은 생산공정의 직접적인 제어, 품질관리와 같은 과량의 연속적인 데이터가 요구되는 작업을 가능케 하기 때문이다. 이러한 요구에 의해 많은 연속측정 농도계가 산업계에 등장하였으며, 관련특허 [WO 93/03325], [US 5,073,028], [US 4,505,589], [US 4,494,875] 등에서 찾아볼 수 있다. 이들은 전형적으로 측정헤드와 인쇄용지상에서 축을 따라 구동이 가능토록하는 적절한 제어요소들로 구성된다. 이러한 자동화된 연속식 농도측정장치는 인쇄기에서 떨어져 정적으로 위치된 샘플상에서 계측을 행하는 형태뿐만 아니라, 인쇄기상에서 동적으로 직접적인 계측과 제어를 행하는 형태로도 개발이 진행되어 왔다.^[6] 전자의 경우, 부수적인 목적을 제외하고, 계측된 결과로부터 수동 또는 자동으로 잉크시스템의 조절과 같은 인쇄기상의 제어를 행하거나, 사용자에게 품질관리와 같은 표준화작업을 가능케 하는 한편, 후자의 경우는 직접적인 인쇄기 제어 또는 공정제어에 초점이 맞추어진 시스템이라 할 수 있다. 그러나 온라인 형태의 자동 농도측정제어장치는 현재까지 상업적으로 만족스럽지 못한 결과를 보이고 있는데, 그 주요이유는 농도측정센서와 인쇄공정의 특성상 실제적인 계측장치의 구현에 가장 핵심적으로 요구되는 정밀성, 신뢰성유지의 해결이 아직까지는 명확히 제공되지 않고 있기 때문이다.

인쇄물의 품질은 최종적으로는 인쇄물을 대하는 생산자 또는 소비자의 주관에 의해 판단되므로 품질평가의 결과는 객관화되기 어려운 특징이

있다. 그러나, 재현하고자 하는 인쇄물의 인쇄품질특성에 대한 계수치나 원고(기준물)와의 품질 특성차는 소비자나 생산자에게 객관적인 통화수단을 제공하게 되며, 생산환경과 연계된 인쇄품질은 시스템적 도구를 사용한 생산환경의 분석, 표준화, 안정화, 최적조건수립에 의해 효율적으로 관리될 수 있다. 또한 인쇄품질의 계측평가는 가능한 한 여러 각도에서 많은 인쇄품질특성들을 포함하여 행해져야 한다. 인쇄공정상 인쇄물의 잉크농도와 망점은 동일 컬러라 하더라도 동일인쇄물내 각 위치마다 다를 수 있고, 샘플간의 동일위치라도 인쇄매수를 달리하여 달라질 수 있기 때문이다. 이러한 특징으로 인해 연구목적이든, 생산환경개선이든 실질적으로 종합적인 인쇄품질의 계측평가를 위해 적용할 수 있는 시스템은 매우 제한되어 왔고, 원하는 결과를 나타내기 위하여는 많은 노동력과 시간을 투자하여야만 하는 어려움이 있다.

외국의 경우 1960년대부터 위험요소를 최소화한, 인쇄품질관리를 비롯하여 인쇄재료 및 설비의 진단, 인쇄공정분석 및 생산환경의 안정화, 표준화, 최적화 수립을 위한 시스템을 제공하는데 주목적을 두고, 나아가 인쇄 생산환경에서 직접적으로 연계하여 인쇄품질의 관리 및 제어를 목적으로 하는 시스템의 개발에 지속적으로 많은 노력을 기울여 왔다. 자동 측정설비의 경우 1975년 핀란드의 VTT연구소에서 CCD를 이용한 신문인쇄의 자동품질 측정시스템을 개발한 이후 전기 및 전자제어 기술의 발달로 매우 빠른 속도로 발전하여 1990년대엔 일반적으로 상용화 단계에 이르렀다.

따라서 국내에서도 낙후된 인쇄환경개선의 효과적인 수단을 제공하고, 시스템화된 품질관리 및 공정관리를 통하여 나아가 ISO와 같은 표준화를 가능케 하고, 인쇄기술의 국외 의존성 탈피를 도모함은 물론 인쇄기술향상을 꾀함으로써 관련산업의 경쟁력 제고가 절실하다.

2.5 현재 시판되는 자동 인쇄품질 측정 시스템

현재 시판되는 자동 인쇄측정장치는 2가지 부류로 나눌 수 있다. 독자적인 측정기를 만들어 파는 업체와 인쇄기 메이커에 OEM으로 납품하여 인쇄기와 함께 판매하는 업체가 있다. 현재까지는 인쇄기와 함께 구매하는 비중이 훨씬 큰 것으로 알려져 있다.

먼저 인쇄기 메이커에 OEM으로 납품하는 업체는 Gratec-Macbath사가 Heidelberg에, GMI (graphics microsystems inc)사가 K&B에, Graphometric사가 ManRoland사에, X-rite사가 Komori사 등에 각각 납품중이다. 또 독자적으

로 판매하는 업체로는 독일의 TECHKON, 스위스의 FAG, 이탈리아의 Viptronic 등이 있다.

요즘은 스캔용 농도계와 스캔용 분광광도계가 모두 판매되고 있다. 분광광도계의 경우는 보통 10nm간격의 파장영역에서 도출된 자료를 바탕으로 Lab, ΔE, grey balance 등의 측정이 가능하다. 그러나 이러한 장치도 측정만 가능한 것이 아니라 S/W가 다양해야만 원하는 품질관리가 가능하며, 또 인쇄물을 조금 빼돌리지게 놓더라도 스스로 스케일을 찾아서 구별하여 측정하는 기능이 필요하다.

다음의 표 1에 상용화된 자동품질 측정장치의 주요 사양을 나타내었다.

표 1. 상용화된 자동품질 측정장치의 예

	X-rite	TECHKON	GMI
제조국	미국	독일	벨기에
적용 인쇄기	KOMORI	-	KBA
상품명	PDC	RS800, RS400	Autosmart II
Head	농도계/분광광도계	농도계/분광광도계	농도계
측정구경	3×3.5mm	3.2×3.2mm	3.2×3.2mm
측정속도	150mm/sec	150mm/sec	150mm/sec
오차범위	±0.02D	±0.02D	±0.02D
측정항목	농도, Lab, ΔE	농도, Lab, ΔE grey balance	농도
축	X	X	XY

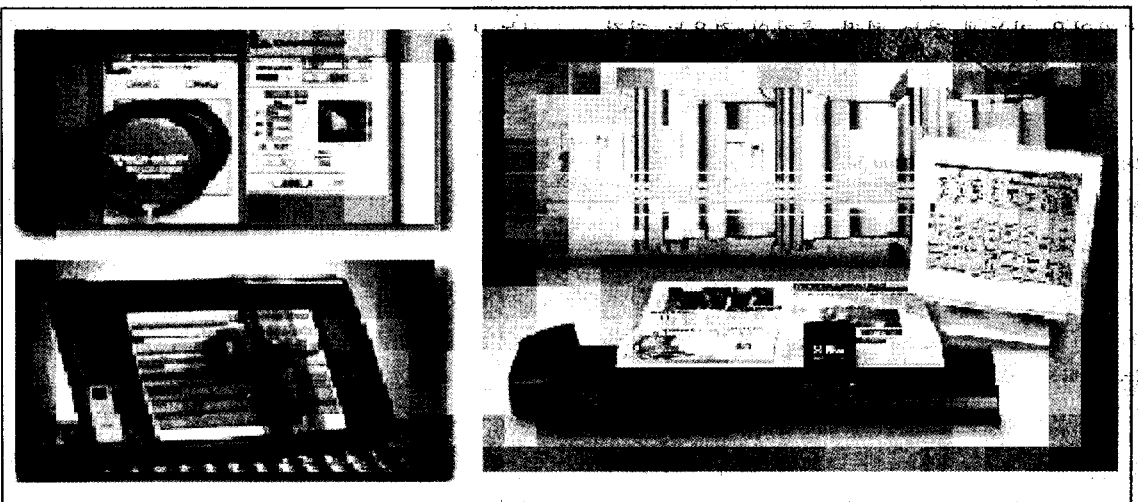


그림 5. 자동 인쇄품질 측정장치

2.6 한솔에서 개발한 자동 인쇄품질 측정 시스템 소개

1997년 한솔기술원에서 연구용으로 개발한 자동인쇄품질 측정장치를 소개하면 다음과 같다.

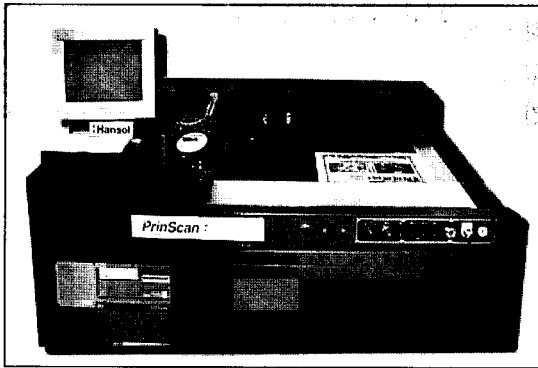


그림 6. PrinScan의 사진

PrinScan으로 명명된 이 장치는 인쇄품질 연구용으로 농도계 뿐만 아니라 화상분석까지 가능하도록 제작된 것으로 스캔용 농도계와 30배, 250배의 CCD카메라가 부착된 헤드를 측정범위 1,100 X 950mm의 크기까지 200mm/sec의 속도로 제어가 가능하도록 만들어 졌다. 이는 당시 고가(高價)인 측정장비를 국내에 낮은 가격으로 보급하여 국내 인쇄물 고급화 및 수출향상을 도모하기 위해 개발 되었다.

동 장치는 인쇄기본 품질인 C, M, Y, K의 인쇄농도와 각 색별 망점면적(dot area), 망점퍼짐(dot gain), 중첩도(trapping), 선명도(print contrast) 등과 품질관리용으로 구간 농도범위, 단일 시료내의 측정값인 X-bar와 다중 시료의 측정값인 X&R bar와 다중 시료의 추이분석(3D multi-trend) 등의 측정이 가능하다. 기기의 모양과 처리 항목,

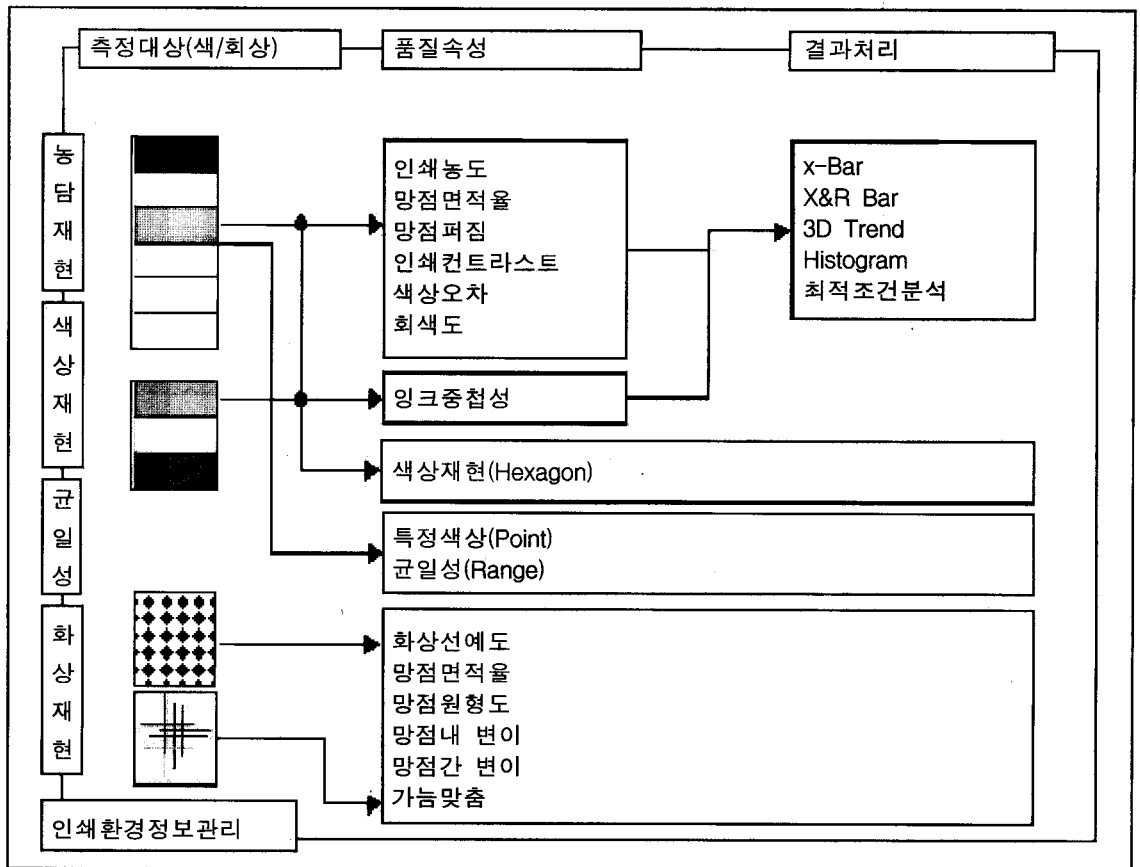


그림 7. PrinScan의 품질 측정 항목

그리고 시스템의 구성은 그림 6, 7과 같다.^[7]

3. 결 론

인쇄품질을 계수화 및 자동 컨트롤하기 위해서 현재에도 많은 업체에서 연구가 지속되고 있고, 가까운 시일 내에 거의 모든 새로운 인쇄기에 적용될 것으로 예상이 되고 있다. 거시적인 관점에서 현재 육안에 의존된 품질관리 방법이 기계를 이용한 자동측정장치로 변경될 것은 당연할 것으로 보이나 다음과 같은 몇가지의 문제점을 극복하는 것이 숙제로 남아 있다.

첫째, 교정장치(proof system)와의 상관성을 향상시켜야 한다.

현재 대부분의 화상 원고는 모니터를 통해서 확정되고 있다. 모니터의 RGB화상과 인쇄물의 CMYK화상과의 차이를 좁히는 컬러관리(color management)가 가능한 측정기 및 S/W의 발전이 지속되어야 한다. 물론 이는 전체적인 인쇄업계가 극복해야 할 일이나 일부만의 관리가 가능한 시스템은 한계가 있기 때문이다.

둘째, 디지털 인쇄, 운전인쇄로의 영역이 확장되어야 한다.

기존의 전통의 인쇄방식은 망점의 크기에 따라 인쇄농담이 달라지는 특성이 있어 망점의 면적과 형상으로 톤과 색의 재현이 이루어져왔다. 그러나 현재와 같은 FM 스크린이나 토너방식의 디지털 인쇄는 화소의 크기가 상대적으로 작게 형성되어 있다. 따라서 이에 맞는 장치의 개발이 필요하다. 또 현재 일부 편조질(mis-register)이나 국부적인 농도 측정에 머물고 있는 고속운전 인쇄에도 인쇄품질의 조절이 가능한 장치가 필요하다. 날장인쇄에서 운전인쇄가 세계적인 흐름이며 생산성의 측면이나 균일한 농도 및 색상관리가 필요한 잡지류 등에 품질관리의 요구수준이 점차 증가되고 있기 때문이다.

셋째, 인쇄품질보증에 관한 개념의 변경이 필

요하다.

국내의 경우 인쇄업종 자체가 수주산업이고, 많은 업체의 치열한 경쟁 때문에 그동안 인쇄품질 차이에 따른 가격의 차별화가 이루어지지 않고 있다. 따라서 업계의 경영진들도 인쇄품질표준화 및 측정시스템의 구축에는 원칙적으로 찬성하고 있으나 실제의 행동에는 판단을 유보하고 있다. 그러나 현재와 같은 디지털 인쇄방식의 발전과 글로벌 시장이 확대되는 시점에서는 수치화된 품질을 제공하는 측정장치의 사용은 당연한 일임에 틀림이 없다.

넷째, 한국 특성에 적합한 인쇄품질 측정장치의 개발이 필요하다.

국내에 인쇄기와 함께 자동 측정장치를 구입하려면 1억원 전후의 인쇄업계에서 쉽게 결정하기 어려운 금액이 필요하다. 또 사용법이나 품질관리 용어나 프로그램 모두 외국어로 되어있다. 이러한 품질관리 이론이 미흡한 국내에서 어렵고 비싼 장치의 가동은 한계가 있을 수 밖에 없다. 그러나 요즘 외국에서도 인쇄업계가 아닌 측정기기 업체에서 싸고 사용이 용이한 장비들이 개발되어 시판을 시작하였다. 국내에서도 이와 같은 노력이 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

- [1] 인쇄신문 vol : 1054~1055(2001. 07), 대한인쇄문화협회
- [2] 日本印刷技術協會(JAGAT), 「印刷の生産管理」, 1982, pp.14~20
- [3] FOGRA, 「Manual for standardisation of the offset printing process」 1992
- [4] Sivonen J, "On-line measurement of color-densitometer or spectro-photometer?", TAGA 1999, pp.485~497
- [5] 이재수, 전성재, "인쇄평가시스템의 연구", 공업화학회 1997.

- [6] Caj Sodergard, "on-line control of the color print quality guided by the digital page description", 『Advances in printing science and technology』 vol.22, 1996, pp.502~519
- [7] 이재수, 전성재, "자동측정시스템을 이용한 품질평가", 한국인쇄학회, 1999