

인쇄물의 품질 관리

오프셋인쇄는 세계적으로 가장 많이 사용되는 인쇄기법으로, 고품질 인쇄물 생산에 적합하다. 인쇄물 품질 평가는 계조재 현성, 색재현성, 망점재현성, 인쇄균일성, 선예성, 콘트라스트, 광택, 뒤비침, 내구성, 공해성 등을 객관적으로 분석해 이뤄진다. 대한인쇄문화협회에서는 문화체육관광부의 지원을 받아 '품질향상을 위한 평판 오프셋 인쇄기 운용기술' 교재를 개발해 고품질 인쇄물 생산을 위한 인쇄기 기본정비와 품질관리 등에 대해 정리했다. 교재에 게재된 내용을 정리해 연재한다. <편집부>

3. 컬러 인쇄의 품질기준과 관리

인쇄품질은 용지, 잉크, 인쇄농도, 인쇄순서 등에 따라 크게 다르다. 품질을 관리하기 위해서는 컨트롤 스트립을 인쇄지면에 넣어서 제판 시 빛뿜 과정을 실시할 필요가 있다. 컨트롤 스트립을 선택할 때는 다음과 같은 사항을 기본으로 해야 한다.

- ① 인쇄물 화상의 색 및 상태 등의 요소를 간결하게 대표해야 한다.
- ② 관리화를 위해 제판 및 인쇄 공정으로 피드백이 용이해야 한다.
- ③ OK시트인지, 아닌지 판단이 빠르고 수차관리가 가능해야 한다.
- ④ 인쇄지면의 색부분 변화 및 인쇄 중 색편차를 점검하기 쉬워야 한다.

1) 프로세스 잉크

컬러 인쇄용으로 cyan, magenta, yellow, black 4색이 세트가 돼 있다. 제조사가 다르면 색상 차이가 발생하므로 마음대로 제조사를 바꾸어서는 안 된다. 같은 제조사라도 유동성이 다른 타입의 프로세스 잉크를 제공하고 있으므로 인쇄실의 온도에 따라서 적절한 타입을 선택한다.

프로세스 잉크의 평가방법은 R, G, B 필터 농도 값으로 작성하는 차트로 GATF 컬러서클이 있다. 최근에는 분광측색계의 보급으로 CIE-L*a*b* 표색계를 사용하는 경우가 많다.

컬러서클은 미국 인쇄연구소 GATF(Graphic Arts Technical Foundation)에서 고안한 프로세스 잉크의 수치적 평가방법으로 농

도 값으로 색상오차와 그레이니스를 계산하고 이것으로 이상적인 잉크로부터 색차 정도를 평가한다. 실제 C, M, Y 프로세스 잉크의 색은 이상적인 3원색 잉크가 아니라 C잉크는 약간 M색에, M잉크는 약간 Y색에, Y잉크는 약간 M색에 기울어져 이상적인 색으로부터 약간씩 벗어나 있다. 또한 어느 잉크도 선명한 명도의 색이 아니고 다소 탁하다. 예를 들어 M잉크는 30% 전후의 Y성분과 10% 정도의 C성분을 포함하고 있고 이것이 색상 차이와 탁함의 원인이 된다.

반사농도계로 인쇄물의 Y, M, C 각 잉크의 민인쇄 농도를 R, G, B 3개의 광학필터로 측정하고 기록한다.

<표 5> 민인쇄 농도 측정값

민인쇄패치 \ 필터	R	G	B
Y	0,0	0,1	1,2
M	0,1	1,3	0,7
C	1,3(H)	0,6(M)	0,3(L)

C 잉크의 경우 최고 농도 값(H)은 R 필터, 중간 값(M)은 G 필터, 최저값(L)은 B필터를 통과한 측정값인 것을 알 수 있다. 이 H, M, L을 이용하여 색상오차 및 그레이니스를 계산한다.

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

$$\text{그레이니스} = \frac{L}{H} \times 100(\%)$$

2) 잉크막 두께

인쇄면에 전이돼 있는 잉크피막의 평균두께를 잉크막 두께라고 한다. 오프셋 인쇄에서는 1 μ m을 표준으로 한다. 잉크막 두께는 잉크의 피복성, 민인쇄 농도, 망점의 퍼짐량, 트래핑, 뒷문음, 더블링, 내쇄력, 롤러 상에서의 건조 등 인쇄물의 기본적 품질에 직간접적으로 영향을 주기 때문에 중요하다.

이와 같은 항목의 밸런스를 잡기 위한 잉크막 두께는 보통 오프셋 인쇄의 경우 0.7~1.2 μ m이다. 0.7 μ m이하에서는 민인쇄의 잉크 문음이 나쁘고 1.2 μ m이상이 되면 뒷문음의 원인이 된다. 따라서 0.7~1.2 μ m 사이에서 인쇄순서를 고려해 각 색의 잉크막 두께를 선정한다.

3) 용지

용지의 종류에 따라 인쇄효과가 크게 다르기 때문에 잉크막 두께도 달라야 한다. 종이의 종류와 잉크막 두께에 관해 독일 베르너 슈로더는 『프로그램 인쇄』에서 아트지에 인쇄할 때의 잉크막 두께와 농도의 상관을 기준으로 다른 용지도 관리하는 방법을 제안했다. 즉, 아트지에 인쇄했을 때 얻을 수 있는 농도를 파라미터로, 코트지 및 상질지에 인쇄할 때의 적정 잉크막 두께를 관리하는 방법이다. 잉크막 두께를 기준으로 하는 관리방법으로 실용상 편리하다. 아래 표는 슈로더가 독일의 잉크, 용지로 실험한 결과다.

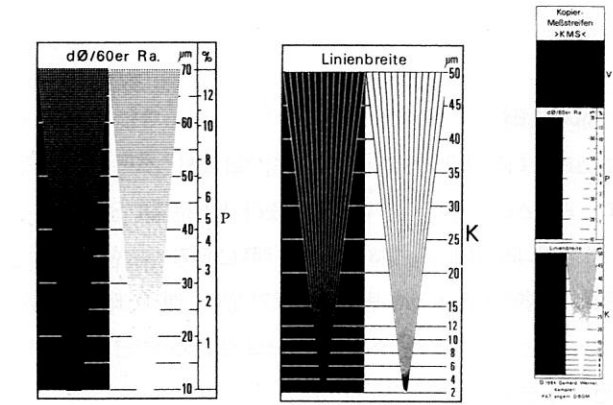
〈표 6〉 용지의 종류와 잉크공급량

용지	민인쇄 잉크막 두께(단위= μ m)			
아트지	0.9~1.0	1.0~1.1	1.0~1.25	1.05~1.15
코트지	0.85~0.98	0.95~1.05	0.9~1.1	0.95~1.05
상질지	0.6~0.8	0.65~0.8	0.85~1.0	0.8~0.95
잉크	C	M	Y	Bk

4) 인쇄판의 빛쪼름 정도

인쇄판의 기본은 필름상의 망점이 완전히 동일한 패턴으로 빛쪼름이 되는 것이다. 그러나 실제로는 하이라이트에서 새도우에 걸쳐 완전히 같은 패턴으로 빛쪼름하는 것은 불가능하다. 컬러 인쇄에서 보통 사용되는 포지티브 타입의 PS판의 경우 인쇄판의 망점은 필름상과 비교해 다소 가늘다. 이것을 인쇄판에 있어 공정불량이라고 하는데, 노광량과 사광에 의한 사이드에지 때문에 발생한다.

인쇄판의 빛쪼름 점검은 그레이 스케일로 하는 방법이 많이 사용되고 있다. 그러나 그레이 스케일은 상기 두 원인 중 노광량의 변화에 의한 영향을 조사하는 것은 가능하지만 사광에 의한 망점 사이드에지는 검출할 수 없다. 이 두 원인을 관리하기 위해 독일, 스위스에서 특수한 마이크로 라인 게이지가 개발됐다. 대표적으로 KMS가 있으며 다른 게이지의 원리는 같다.



〈그림 114〉 빛쪼름도 확인 스케일

① KMS 구성과 사용법

KMS 게이지는 다수의 쐐기모양 선으로 이루어진 선군과 하이라이트, 새도우 부분에 상당하는 망점 그라데이션으로 구성돼 있다. 쐐기모양의 선 및 슬릿은 서로 포지티브와 네거티브의 관계로 돼 있지만 슬릿의 면적비는 1:1이 아니라 하이라이트 및 새도우 부의 비율로 근사시킬 수 있도록 설계돼 있다. KMS의 큰 특징은 필름, 인쇄판과 같은 감광재료의 노광량과 해상력의 관계를 연속적이면서 정확하게 판단할 수 있다는 것이다. 선부분과 슬릿부분의 재현 스타트 위치가 같은 선폭으로 시작되도록 하고, 이 선폭을 해상력으로 판단한다. 이때의 노광으로부터 노광량이 늘어나든지 광의 확산이 크게 됨에 따라 쐐기모양 선의 재현성(길이)과 톤(색조)의 변화로써 시각적으로 파악할 수 있다.

② 실제의 빛쪼름

포지티브 타입 PS판일 경우 노광량을 늘리면 좁은 쪽의 선 즉, 2 μ m부터 점차 날아간다. 같은 노광량이라도 밀착성이 나쁘면 같은 현상이 발생한다. 적정 빛쪼름도는 판재의 해상력 및 바탕오염 방지를 고려하여 현재 일반적으로 사용되고 있는 PS판의 경우 10~12 μ m 폭의 선이 겨우 재현되는 정도가 바람직하다. 이 재현 경계부를 임계스텝이라고 한다. 교정인쇄용 인쇄판도 본인쇄용과 동일한 것이 원칙이다. 차이가 있어도 1단계 즉 8~10 μ m 정도로 해야 하며, 그 이상의 빛쪼름도 차이는 오히려 교정인쇄와 인쇄물과의 불일치 원인이 될 수 있다.

③ 그레이 스케일과 마이크로 라인 게이지의 상관성

필름 및 PS판의 밀착이 충분한 경우 그레이 스케일과 마이크로 라인 게이지의 재현성에는 다음과 같은 상관성(JPA 데이터)이 있으므로 참고하면 좋다.

〈표 7〉 그레이 스케일과 마이크로 라인 게이지의 상관관계

2~3단 클리어	2~4 μ m
5~6단 클리어	8~10 μ m
6~7단 클리어	10~12 μ m
7~8단 클리어	12~15 μ m

5) 레지스터

레지스터란 다색인쇄에 있어서 인쇄 겹침색의 겹침 상태를 말하는 것이다. 레지스터가 틀어지면 화상이 흐릿하거나 문자를 읽기 어렵게 될 뿐만 아니라 색재현도 변하게 된다. 레지스터가 색재현에 미치는 영향은 화상에 따라서 크게 변하는 경우가 있다. 레지스터가 틀어져서 발생하는 색의 변화를 잉크공급량으로 해결하려면 뒷문음 및 색편차 등 큰 트러블로 이어지게 된다.

실제 인쇄에서 레지스터를 완전히 맞추는 것은 곤란한데 인쇄판이 정확하게 빗뺨되고, 인쇄기가 충분히 조정되는 등의 인쇄조건이 갖춰지면 레지스터 오차는 분명히 5/100mm 정도로 억제할 수 있다. 레지스터 핀이 정확하게 0.1mm 폭으로 빗뺨돼 있다고 하면 레지스터 핀 선풍의 절반이 틀어지는 것이 기준이 된다.

6) 망점 재현성

망점의 재현성에 대해서는 망점 퍼짐(도트 게인)량뿐만 아니라 망점의 점질에 대해서도 점검해야 한다.

망점 퍼짐량은 인쇄된 망점과 필름상의 망점을 비교해 어느 정도 퍼져있는가를 점검하는데 망점의 점질이 3점 이상이어야 한다. 망점 퍼짐량은 인쇄 조건에 따라 크게 변화하고 인쇄물의 상태와 색의 재현에 큰 영향을 미친다.

망점의 점질은 필름상의 망점과 같이 균일하고 깨끗한 망점인지 아닌지 50배 이상의 루페로 점검한다. 망점에 희게 빠진 부분이 많고 윤곽이 가늘까슬한 것을 나쁜 망점이라고 한다.

7) 트래핑

잉크를 겹쳐 인쇄할 때 앞서 인쇄한 잉크가 뒤에 인쇄하는 잉크를 잡아당기는 것을 트래핑이라고 한다. 특히 다색기에서 인쇄할 경우 최초로 인쇄한 잉크가 아직 젖어 있기 때문에 뒤에 인쇄하는 잉크를 잘 잡아당기지 못하는 경우가 있는데 이것을 트래핑 불량이라고 한다. 트래핑 불량은 인쇄물의 색재현 범위를 축소시킨다.

트래핑이 실제로 문제가 되는 것은 교정인쇄와 본인쇄에서 차이가 나는 경우이다. 따라서 교정인쇄의 트래핑을 100%로 하고 이에 대한 비율로 본인쇄의 트래핑의 좋고 나쁨을 점검하는 방법이 실용적이다. 이 비율이 90% 이상이면 트래핑이 양호한 것으로 판단한다.

8) 더블링

더블링이란 동일한 판의 화상이 본래 화선의 바로 옆에 얇은 그림자 처럼 약간 벗어나서 인쇄되는 것으로 오프셋 인쇄에서 특히 문제가 된다. 더블링은 컬러 인쇄물의 품질관리상 최대 노이즈로, 더블링을 얼마나 최소로 억제하는지가 품질관리의 키포인트이다.

이상적으로는 각 색과의 더블링이 전혀 없어야 하지만 실제로는 빈번한 더블링이 발생하고 있다. 특히다색기에서는 오프셋 더블링이 발생하기 쉽다. 더블링 여부는 보통 세로와 가로로 만선을 인접시켜 인쇄한 뒤 확인한다.

9) 그레이 밸런스

이론에 의하면 C, M, Y의 3원색 잉크를 같은 비율로 섞으면 그레이(무채색)가 되는 것이 분명하지만 실제 인쇄에서는 그레이가 되지 않고 거의 붉은기가 돈다. 그래서 보통은 C와 비교해 M, Y의 망점 퍼센트를 약간 줄여야만 한다. 이것은 잉크의 선정 및 인쇄조건에 따라서 다르다.

4. 인쇄물의 품질관리 스케일

인쇄물의 품질관리는 대부분 색과 농도의 관리에 있으며, 품질을 결정하는 요소로 색분해, 망점촬영, 제판이나 인쇄 방식 등을 들 수 있다. 인쇄 기계에서는 적절한 인쇄 압력, 촉입물과 잉크의 균형, 정확한 통구멍과 기능맞춤 등이 관계된다.

인쇄 품질을 객관적 물리량으로 관리하기 위한 하나의 방법으로 각종 품질관리용 스케일을 사용하고 있다. 화상에만 의존하지 않고 품질의 특성 값을 수치로 나타낼 수 있도록 스케일을 함께 인쇄해 평가하는 방법이다. 이러한 스케일의 사용 목적은 다음과 같다.

- ① 제판과 인쇄의 중요한 표준 조건을 설정하고, 인쇄 조건을 정해진 정상 상태로 유지한다.
- ② 인쇄물의 불균일성을 관리한다.
- ③ 교정 인쇄와 본인쇄의 인쇄 조건 차이를 줄인다.
- ④ 기계의 문제점을 파악하고, 대책을 강구한다.

1) 빗뺨 컨트롤 스케일

인쇄판을 관리하는 스케일로서 빗뺨 컨트롤 스케일(control scale)이 있다. 인쇄판 공정의 망점 재현 상태를 관리하는 연속 농담의 그라데이션 스케일로서 자체 제작도 가능하다. <그림 115>는 이러한 컨트롤 스케일 중의 하나인 PS 스텝 가이드의 농도를 나타낸 것이다.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

<그림 115>스텝 가이드

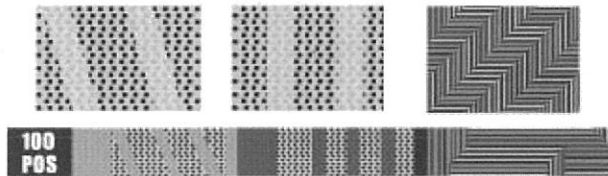
빗뺨한 스케일의 번호를 보고 적절한 빗뺨 양을 결정할 수 있으며, 화상의 바깥쪽에 부착하여 원판 필름과 동시에 금속판에 빗뺨하는 것이 좋다. 교정판에서는 3~4단계까지 희게 하고 본인쇄에서는 4~5단계까지 희게 하는 등 일반적으로 본인쇄의 빗뺨을 많게 하여 망점을 약간 작게 함으로써 양쪽의 인쇄 조건을 조정할 수 있다.

2) 스타 타깃

인쇄물의 품질을 계속적으로 관리하기 위하여 처음으로 고안한 스케일이 GATF(Graphic Arts Technical Foundation)의 스타 타깃(star target)이다. 스타 타깃은 1인치의 원형의 내부에 36개의 흑백선이 방사선 형태로 배열된 것으로, 인쇄 도중에 발생하는 망점 확대, 슬러(slur), 더블(double) 등의 점검에 효과적이고 인쇄물의 해상력 측정에도 이용할 수 있다. 단독으로 사용하기보다는 다른 스케일과 같이 사용하는 경우가 많다. 스타 타깃에는 포지티브용과 네거티브용 두 종류가 있으며 인쇄용지의 물림 여백부에 부착하여 빗뚫힌다. 물림 여백 이외의 부분도 가능하지만 슬러나 더블을 점검하기 위해서는 이 부분이 가장 알기 쉽다. 인쇄된 스타 타깃의 화상은 중심의 부채꼴 모양 부분에 잉크가 오르는 상태를 보고 망점 확대의 정도와 방향, 더블, 슬러 등을 판정할 수 있으며, 주로 루페(lupe)를 사용해 점검한다.

3) 시그널 스트립

시그널 스트립(signal strip)은 미국의 리도스사에 고안한 것으로 인쇄물의 품질관리와 품질의 안정화를 측정하기 위해 만든 것이다.



<그림 116> 시그널 스트립

시그널 스트립은 그림과 같이 판 안내부, 인쇄 확대부, 인쇄 슬러부(print slur)의 세 부분으로 구성돼 있다.

시그널 스트립을 사용해 판단할 수 있는 상황은 다음과 같다.

- ① 판상의 망점과 필름상의 망점의 일치 여부
- ② 사용되는 인쇄용지에 대한 판상의 망점 크기의 적정 여부
- ③ 인쇄기에서 슬러의 발생
- ④ 교정쇄에 사용한 시그널 스트립과 본인쇄에 사용한 시그널 스트립의 일치 여부
- ⑤ 대량 인쇄에서 발생하는 인쇄 상태의 미세한 변화
- ⑥ 인쇄기를 개발했을 때 각각의 인쇄물이 동일한 품질로 인쇄되는지의 여부나 제판 인쇄에서 초판 인쇄와 품질의 일치 여부

4) 도트 게인 스케일

도트 게인 스케일(dot gain scale)은 시그널 스트립에 비하여 정량적으로 인쇄물의 품질을 관리할 수 있는 스케일로 GATF에서 고안했다. 망점 확대와 농도 변화를 농도계를 사용하지 않고 시각적으로 판정할 수 있도록 했다. 네거티브형 또는 포지티브형이 있으며 다른 스케일과 마찬가지로 인쇄용지의 여백에 인쇄한다.



<그림 117> 도트 게인 스케일

시그널 스트립과 같은 원리로 굵은 선수의 망점보다 가는 선수의 망점이 확대에 더 민감한 것을 응용해, 인쇄 중에 발생하는 망점의 확대나 축소 상태를 숫자로 판정할 수 있다.

대체로 포지티브형 인쇄판에서는 망점이 가늘어지고, 네거티브형 인쇄판에서는 망점이 굵어지는 경향이 있다. 판이 완성되면 판상의 도트 게인 스케일의 숫자를 확인해 보면 알 수 있다.

5) 콤팩트 컬러 스트립

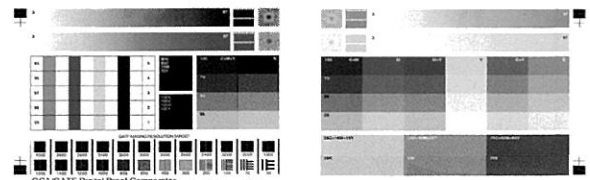
콤팩트 컬러 스트립(compact color strip)은 GATF에서 고안한 컬러 인쇄용 스케일로 GATF 컬러 차트라고도 한다. 컬러 스케일은 만인쇄부와 150선의 망점으로 구성돼 있다. 1차색, 2차색, 3차색 등의 중첩 인쇄가 조합돼 있으며, 스타 타깃이 추가돼 하나의 스케일을 이루고 있다. 이 컬러 스케일은 오프셋 컬러 인쇄에서의 품질관리를 용이하게 해준다.

- ① 원색 프로세스 컬러의 색상, 농도 및 프로세스 잉크의 평가
- ② 2차색과 3차색의 색상, 트래핑, 잉크의 투명도
- ③ 망점 인쇄에서 망점의 확대와 축소, 슬러, 더블
- ④ 망점 재현의 불균일성, 트래핑에 의한 그레이 밸런스의 불균형
- ⑤ 잉크 전이의 균일성

또한, 컬러 스케일을 활용함으로써 교정 인쇄 자체의 표준 조건 설정, 인쇄물의 종류에 따른 불균일의 관리, 교정 인쇄와 본인쇄와의 차이에 대한 관리, 본인쇄의 불균일 관리 등을 화상과 관련해 관리할 수 있다.

스케일을 기준으로 설정된 인쇄물과의 시간적인 비교 판정이 용이하며, 반사농도계를 사용해 이 수치에 의한 평가도 관리할 수 있다.

콤팩트 컬러 스트립(compact color strip)은 세로 1/4인치, 가로 20인치의 크기로, 하나의 기본 단위는 길이 5인치로 돼 있으므로 1개의 컬러 스케일은 (3/16) × (1/4)인치 크기의 26개의 컬러 패치로 구성돼 있다.



<그림 118> GATF 컬러 차트

이 밖에도 Heidelberg CPC 색상 측정 스트립, FOGRA와 Brunner 인쇄 컨트롤 스트립의 경우 민판 패치, 오버프린트 패치, 컬러 밸런스 패치, 하프톤 패치, 슬러-더블링 패치, 판 노출 컨트롤 패치 등 다양한 패치가 사용된다. Ⓞ