

# 2색 망점중첩인쇄의 농도와 잉크 트랩에 관한 연구

姜 相 薰

부경대학교 인쇄공학과

(1996년 12월 30일 받음, 1997년 3월 31일 최종 수정본 받음)

## Printing Density and Ink Trap of 2-Color Halftone Dot Overprinting

*Sang-Hoon Kang*

Dep't of Grphic Arts Engineering, Pukyong National University

(Received 30 December 1996, in final form 31 March 1997)

### Abstract

With increased use of halftone dot overprints for offset color printing, it is important to study the density and ink trap of the overprints. In this research the equation to predict the density and the method to evaluate ideally the fractional ink trap are proposed. And also the halftone dot overprinting experiments of Magenta over Cyan or Cyan over Magenta under wet-on-wet or wet-on-dry overprinting using 2-color offset press show the above proposals are reasonable, and show the effect of overprinting sequence on the density and ink trap.

### 1. 서 론

인쇄물의 품질에 대한 최근의 많은 연구들의 상당 부분은 컬러 원고의 정확한 재현에 집중되고 있다. 이러한 컬러 원고의 재현과정에서 가장 중요한 두 가지 요소는 색분해를 통하여 각 프로세스 잉크(process ink)에 대한 분색판을 정확하게 제판하는 쇄판공정과 인쇄기계를 사용하여 각 분색판의 잉크를 피인쇄체에 정확하게 전이시키는 중첩인쇄(over-

printing)공정이다.

중첩인쇄를 통하여 컬러의 농담을 재현하기 위해서는 민인쇄(solid printing) 뿐만 아니라 망점인쇄(halftone dot printing)가 필수적이다. 이와 같이 민인쇄나 망점인쇄물의 중첩 인쇄과정에서는 반드시 잉크의 트래핑 불량현상(poor trapping)이 발생함으로 쇠판공정에서의 정확한 교정인쇄(proofing)에도 불구하고 실제의 인쇄물과 원고 사이에는 색차(color difference)가 발생하게 된다. 그러므로 이러한 색차를 색차허용범위(color tolerance) 이내로 줄이기 위하여 중첩인쇄의 트래핑 불량문제에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 중첩인쇄의 잉크 트래핑에 관한 대부분의 연구는 민인쇄의 중첩에 집중되어 있으며, 망점인쇄의 중첩과정에서 발생하는 잉크 트래핑에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

민인쇄물의 중첩인쇄에서는 화상면적 전체에 걸쳐서 중첩이 이루어지므로 중첩부분에서의 잉크 트래핑에 대한 방정식을 비교적 간단하게 표현할 수가 있다. 그러나 망점인쇄물의 경우에는 중첩이 이루어지는 부분과 그렇지 않은 부분이 공존함으로 잉크의 트래핑 방정식이 복잡하게 된다.

본 연구에서는 잉크 트래핑에 대한 기존의 방정식들을 검토하고, 망점인쇄물의 중첩인쇄 농도를 예측하기 위한 새로운 방정식과 잉크 트래핑에 대한 이상적인 평가방법을 제안하였으며, M잉크와 C잉크에 대한 분색판을 만들어 각각의 망점면적율별로 중첩인쇄를 하여 그 타당성을 입증코자 하였다. 또한 M잉크와 C잉크의 인쇄 순서와 습식(wet-on-wet) 및 건식(wet-on-dry) 중첩인쇄 방식이 망점 중첩인쇄의 농도와 잉크 트래핑에 끼치는 영향을 검토하였다.

## 2. 잉크 트래핑 방정식과 망점 중첩인쇄의 농도

### 2.1. 기존의 잉크 트래핑 방정식의 검토

중첩인쇄과정에서 잉크의 트래핑불량현상이 발생하는 주된 원인은 잉크가 종이 위로 직접 전이될 때에 비하여 종이 위의 이미 인쇄된 잉크층 위에 중첩하여 잉크가 올려지는 경우에는 잉크의 전이 상태가 다르게 나타나기 때문이다. 특히, 먼저 인쇄된 잉크층이 건조되기 이전의 젖은 상태에서 다음 잉크가 중첩되는 이른바 습식 중첩인쇄(wet-on-wet overprinting)의 경우에는 잉크의 전이율이 현저하게 떨어지는 경향이 있다.

이와 같은 잉크의 트래핑불량현상을 합리적으로 측정하고 계산함으로써 정확하게 양적으로 표현하고, 또 이것을 바탕으로 주어진 조건에서 트래핑 상태를 예측하기 위한 많은

연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 연구의 대부분은 트래핑율(percentage trap or fractional trap)에 대한 방정식의 형태로 표시되며, 기존의 주요 트래핑 방정식을 요약하면 다음과 같다.

(1) Preucil(1958)<sup>(1)</sup>의 방정식

$$T = (D_{12} - D_1) / D_2 \quad (1)$$

(2) Childer(1980)<sup>(2)</sup>의 방정식

$$T = 10^{(D_{12} - D_1 - D_2)} \quad (2)$$

(3) Brunner(1984)<sup>(3)</sup>의 방정식

$$T = (1 - 10^{-D_{12}}) / (1 - 10^{-(D_1 + D_2)}) \quad (3)$$

(4) Ritz(1992)<sup>(4)</sup>의 방정식

$$T = (1 - 10^{-(D_{12} - D_1)}) / (1 - 10^{-D_2}) \quad (4)$$

여기서 T는 트래핑율(fractional trap),  $D_1$ ,  $D_2$ 는 각각 종이 위에 직접 인쇄된 1쇄 및 2쇄 인쇄농도,  $D_{12}$ 는 1쇄 잉크층 위에 중첩인쇄된 잉크층의 농도를 나타내며, 각 농도는 2쇄색의 보색 필터에 의한 농도를 의미한다.

이러한 트래핑 방정식들의 근본적인 목적은 2쇄색이 종이 위에 직접 인쇄되었을 때의 농도  $D_2$ 와 1쇄색의 잉크층 위에 중첩인쇄되었을 때의 농도  $D'_2$ 의 차이를 더욱 합리적으로 표시하는 데에 있다. 이상적인 잉크 트래핑에서는  $D'_2 = D_2$ , 즉  $D_{12} - D_1 = D_2$ 가 되어야 함으로  $D_1$ 과  $D_2$ 가 일정하다고 가정하면, 각 방정식의 트래핑율 T는  $D'_2$  또는  $D_{12}$ 에 의하여 결정된다. 따라서 T와  $D'_2$  또는  $D_{12}$ 의 관계를 검토함으로써 어느 방정식이 더 합리적으로 트래핑율을 나타낼 수 있는가를 평가할 수 있게 된다.

Pearson<sup>(5)</sup>의 평가 방법에 따라서 위의 4개의 방정식에 대하여 T와  $D_{12}$ 의 관계를 나타내면 Fig.1과 같이 되며, Preucil의 방정식만이  $D_{12}$ 와 선형 관계에 있음을 알 수 있다. 따라서 Preucil의 식이 중첩인쇄농도  $D_{12}$ 의 전체 범위에 걸쳐서 트래핑율의 변화를 가장 효과적으로 표현할 수 있을 뿐만 아니라, 임의의 두 점의 트래핑율을 알면  $D_{12}$ 의 변화에 따른 전체적인 트래핑율의 변화를 쉽게 예측할 수 있는 편리한 식임을 알 수 있다.

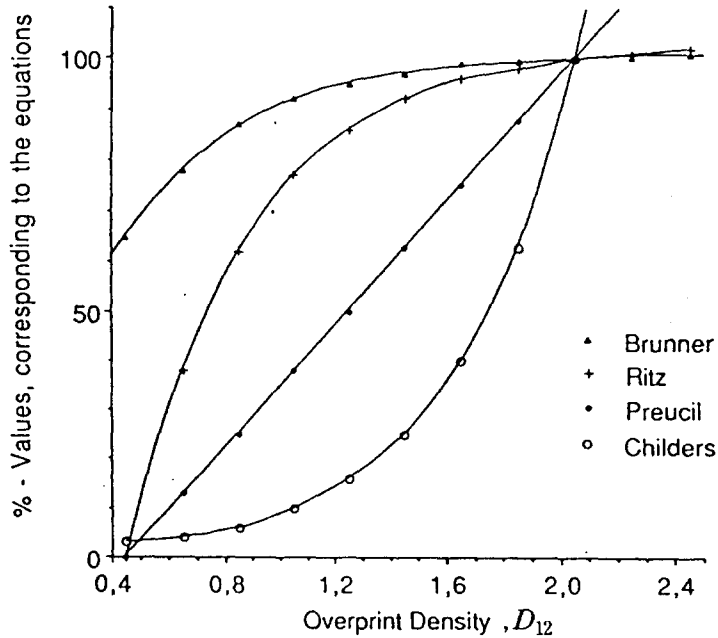


Fig. 1 Evaluation of ink trap equation

## 2.2. 망점 중첩인쇄의 농도

앞에서 언급한 바와 같이 기존의 잉크 트래핑에 관한 연구는 대부분 민인쇄의 중첩인쇄에 대하여 이루어져 왔다. 그러나 망점의 중첩인쇄는 민인쇄와는 근본적으로 인쇄기구 (printing mechanism)가 다르므로 잉크의 트래핑에 대한 연구도 다른 접근방식으로 시도 되지 않으면 안된다. 지금까지 망점 중첩인쇄의 트래핑에 관한 연구는 매우 부족한 실정에 있으나, 최근에 Seaton 등<sup>(6)</sup>의 연구가 보고되어 주목을 받고 있다.

그러나 Seaton 등의 연구에서는 1쇄색과 2쇄색의 망점면적율에 따른 트래핑율의 변화에 대하여 기존의 트래핑 방정식을 적용함으로써 트래핑율 자체의 현상적인 연구에 그치고 있어 망점의 중첩기구에 대한 미시적인 검토는 이루지지 않고 있다.

망점인쇄의 농도는 기본적으로 다음과 같은 Murray-Davies<sup>(7)</sup>식으로 표시됨은 잘 알려져 있다.

$$D = -\log [a 10^{-D_s} + (1-a)] \quad (5)$$

여기서  $D$ 와  $D_S$ 는 각각 망점인쇄와 민인쇄의 농도를 나타내며  $a$ 는 망점면적율을 표시한다. 식(5)는 빛의 산란이 발생하지 않는 필름과 같은 피인쇄체의 투과농도에 대해서는 적용이 가능하지만, 빛의 산란을 무시할 수 없는 종지와 같은 피인쇄체의 반사농도는 다음과 같은 Yule-Nielson<sup>(8)</sup>식으로 나타낼 수가 있다.

$$D = -n \log [a 10^{-D_S/n} + (1-a)] \quad (6)$$

여기서 Yule-Nielson 지수  $n$ 은 종지와 잉크의 종류 및 망점의 스크린 선수(screen frequency) 등에 의존하는 것으로 알려져 있으며 실험에 의하여 결정되는 값이다.

그러나 2색 이상의 다색 망점 중첩인쇄에서는 각 색별로 망점면적율과 민인쇄농도를 별도로 고려해야 함으로 매우 복잡한 형태로 표시된다.

문제를 간단히 하기 위하여 2색 망점 중첩인쇄로 가정하여, 1쇄색과 2쇄색의 망점면적율 및 민인쇄농도를 각각  $a_1, a_2$  및  $D_{S1}, D_{S2}$ 라 하고, 중첩인쇄 후의 1쇄색 및 2쇄색만으로 이루어지는 망점면적율을  $A_1, A_2$ , 1쇄색 및 2쇄색의 중첩망점면적율과 중첩민인쇄농도를 각각  $A_{12}, D_{S12}$ , 여백부의 면적율을  $A_0$ 라 하면 망점중첩인쇄의 농도  $D_{12}$ 는 다음 식으로 표시할 수 있다.

$$D_{12} = -n \log [A_1 10^{-D_{S1}/n} + A_2 10^{-D_{S2}/n} + A_{12} 10^{-D_{S12}/n} + A_0] \quad (7)$$

여기서  $A_1, A_2, A_{12}$  및  $A_0$ 를 Demichel<sup>(9)</sup>의 확률을 이용하여 원래의 1쇄색 및 2쇄색의 망점면적율  $a_1$  및  $a_2$ 로 고쳐쓰면 다음과 같이 된다.

$$D_{12} = -n \log [a_1(1-a_2)10^{-D_{S1}/n} + a_2(1-a_1)10^{-D_{S2}/n} + a_1a_210^{-D_{S12}/n} + (1-a_1)(1-a_2)] \quad (8)$$

### 3. 실험

#### 3.1. 분색판의 제판

컴퓨터 출력 장치를 이용하여 M잉크 및 C잉크에 대하여 망점면적율 0%에서부터 10%

간격으로 100%까지 11단계를 각각 11패치(patch)씩 총 11×11 패치의 컬러차트 6조를 분색 제판용 필름으로 출력하였다. 망점의 형태는 스크린의 각도를 30°씩 다르게 하여 스크린선수 133선(line per inch)의 원형으로 설계하였으며, M판과 C판의 가로, 세로의 배열을 달리 함으로써 각 패치별로 서로 다른 망점면적율로 중첩인쇄가 가능하도록 하였다.

제판용 판은 두께 0.3mm의 PS판을 사용하였다.

### 3.2. 실험장치 및 방법

중첩인쇄 방법은 습식중첩인쇄와 건식중첩인쇄 모두 평판 오프셋 2색기를 사용하였으며, 습식중첩인쇄에서는 M판과 C판 또는 C판과 M판의 순으로 순서를 바꾸어서 실험하였다. 그러나 건식중첩인쇄에서는 동일한 2색기를 사용하여 제2 유닛(printing unit)에 1쇄판을 장착하여 인쇄한 다음 24시간 경과 후에 같은 유닛에서 판을 바꾸어 2쇄판의 중첩인쇄를 하였다. 이때 축임물의 조성, 잉크 및 축임물의 공급률, 인쇄압력, 인쇄속도 등의 모든 인쇄조건을 동일한 상태로 유지하였다.

인쇄용지는 120g/m<sup>2</sup>의 고급 아트지를 사용하였으며 각 인쇄조건 별로 300매의 본인쇄를 하여 임의 추출 방식으로 5매씩 표본을 추출하여 농도를 측정하였다. 각 인쇄물의 농도는 인쇄 후 72시간 이상 충분히 건조된 후에 측정하여 인쇄 직후에 발생하는 드라이다운(dry down)현상에 의한 농도변화를 고려하였다. 또한 모든 농도는 각 필터에 대한 종이의 농도를 측정하여 실제의 측정농도에서 종이의 농도를 제외하여 종이 농도 0에 대한 상대농도로 표시하였다.

## 4. 실험결과 및 고찰

### 4.1. 망점 중첩인쇄의 농도

Fig.2와 Fig.3은 각각 습식(wet-on-wet) 및 건식(wet-on-dry)으로 M잉크 위에 C잉크를 중첩인쇄하여 2쇄색인 C잉크에 대한 보색필터인 R필터를 사용하여 농도를 측정하고, 1쇄색인 M잉크의 망점면적율을 일정하게 하였을 때, C잉크의 망점면적율과 농도와의 관계를 나타낸 것이다. 두 그림 모두 M잉크 망점면적율이 0~100%까지 광범위하게 변화함에도 불구하고 좁은 범위 내에서 일정한 형태의 곡선을 보이고 있다.

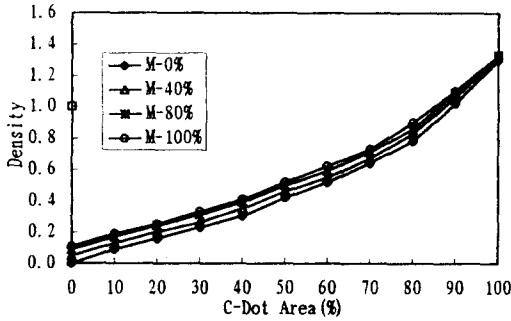


Fig. 2 Wet-on-wet overprint densities for Cyan over Magenta

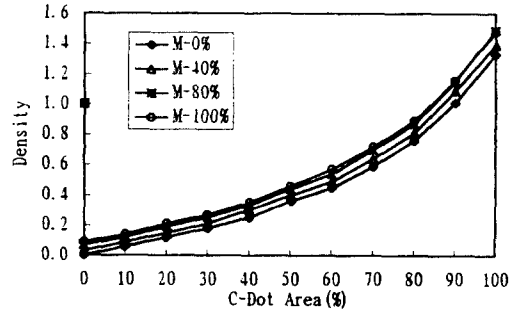


Fig. 3 Wet-on-dry overprint densities for Cyan over Magenta.

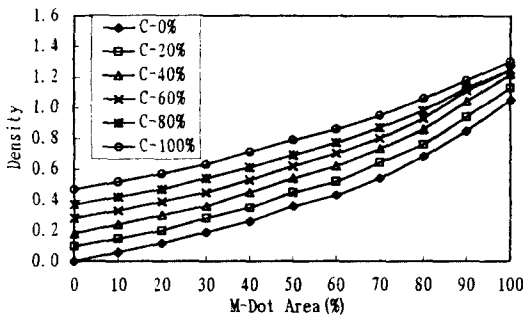


Fig. 4 Wet-on-wet overprint density for Magenta over Cyan.

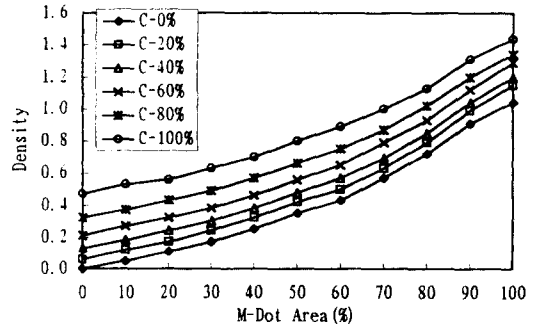


Fig. 5 Wet-on-dry overprint densities for Magenta over Cyan.

Fig.4와 Fig.5는 각각 습식 및 건식으로 C잉크 위에 M잉크를 중첩인쇄하여 2색색인 M 잉크에 대한 보색필터인 G필터를 사용하여 농도를 측정하고, 1색색인 C잉크의 망점면적을 일정하게 하였을 때, M잉크의 망점면적율과 농도와의 관계를 도식한 것이다. 그러나 이 경우에는 두 그림 모두 C잉크의 망점면적율에 따라서 광범위한 농도변화를 보이고 있음을 알 수 있다.

이것은 이상적인 잉크와 실제 잉크와의 차이 때문에 일어나는 현상이다. 이상적인 C, M, Y 잉크와 실제의 C, M, Y 잉크를 각각 R, G, B 필터를 사용하여 농도를 측정하면 Table 1과 같은 관계가 있다.

Table 1. Densities of real inks and ideal inks.

	Ink colors	Red filter	Green filter	Blue filter
Ideal inks	Cyan	Highest	0	0
	Magenta	0	Highest	0
	Yellow	0	0	Highest
Real inks	Cyan	Highest	Middle	Lowest
	Magenta	Lowest	Highest	Middle
	Yellow	Lowest	Middle	Highest

Table 1에서 나타낸 바와 같이 이상적인 잉크에서는 C, M, Y 잉크 모두 각 색의 보색 필터인 R, G, B 필터에 대해서만 최고농도(Highest)가 나타나고 나머지 두 개의 필터에서는 모두 농도가 0이 되어야 한다. 그러나 실제의 잉크에서는 보색필터 이외의 필터에 대해서도 농도가 0이 되지 않고, 필터의 종류에 따라서 중간농도(Middle)와 최저농도(Lowest)가 나타나게 된다.

Fig.2 및 Fig.3의 농도는 2쇄색인 C잉크의 보색필터인 R필터를 사용하여 측정하였기 때문에 1쇄색인 M잉크의 R필터에 대한 농도는 Table 1에서와 같이 최저농도(Lowest)가 되지만, Fig.4와 Fig.5의 농도는 2쇄색인 M잉크의 보색필터인 G필터로 측정하였으므로 1쇄색인 C잉크의 G필터에 대한 농도가 중간농도(Middle)에 해당된다. Table 2에서 표시한 바와 같이 본 연구에서 사용한 M잉크와 C잉크의 민인쇄 패치에 대하여 실제로 측정한 농도는 M잉크의 최저농도에 해당되는 R필터의 농도는 매우 낮지만, C잉크의 중간농도에 해당되는 G필터의 농도는 상당히 높은 값을 알 수 있다. 따라서 Fig.2와 Fig.3에서는 M잉크에 대한 최저농도인 R필터의 농도가 그림에서 도시된 바와 같이 C잉크의 농도에 그다지 영향을 주지 못함으로 M잉크의 망점면적율에 대한 농도폭이 작게 나타나지만, Fig.4와 Fig.5에서는 C잉크의 중간농도인 G필터의 농도가 M잉크의 농도에 상당한 영향을 끼치게 되어 그림과 같이 C잉크의 망점면적율에 따른 농도폭이 크게 나타남을 알 수 있다.

Table 2. Measured densities of real inks.

Ink colors	R-filter	G-filter	B-filter
M-ink	0.10	1.05	0.63
C-ink	1.32	0.47	0.13

이러한 실험결과는 망점 중첩인쇄의 농도 예측에 중대한 영향을 끼치게 된다. Fig.2와 Fig.3의 경우에는 1쇄색의 망점면적율에 따른 농도폭이 작으므로 식(8)의 n값을 적절하게 선택함으로써 전체망점면적율에 대한 농도를 1개의 식으로 표시할 수가 있다. 그러나 Fig.4



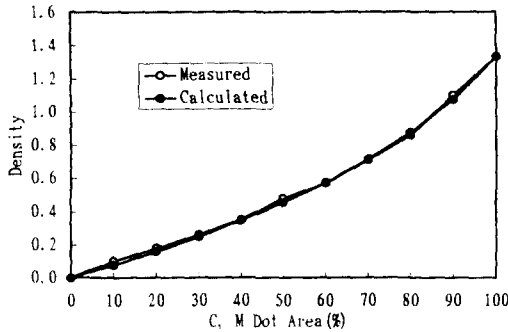


Fig. 6 Comparison of measured and calculated densities for M+C wet-on-wet overprint.

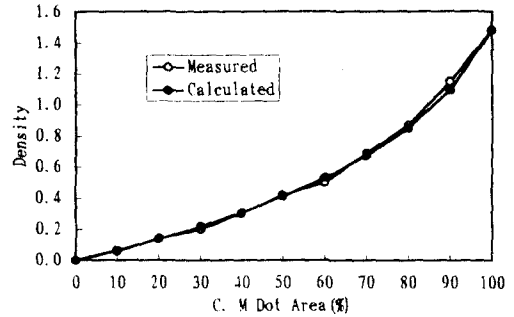


Fig. 7 Comparison of measured and calculated densities for M+C wet-on-dry overprint

및 Fig.5와 같이 1쇄색의 망점면적율에 대한 농도폭이 크게 되면 식(8)에서 어떠한  $n$ 값을 선택하더라도 전체 망점면적율에 대한 농도를 1개의 식으로 간단하게 나타낼 수 없게 된다. 다시 말하면 2쇄색의 보색필터에 대하여 1쇄색의 농도가 중간농도에 해당하는 경우에는 전체 중첩인쇄의 농도 예측이 매우 복잡하게 됨을 의미한다. 그러므로 이 부분에 대해서는 추후에 별도의 연구에서 검토하기로 하고 본 연구에서는 일단 식(8)을 사용하여 농도 예측이 가능한 중첩인쇄 순서인 M잉크 위에 C잉크를 중첩인쇄하는 경우에 대해서만 검토하기로 한다.

Fig.2와 Fig.3에서 측정된 농도에 대하여 시행오차법으로 식(8)의  $n$ 값을 구하면 Fig.2의 M+C의 습식중첩인쇄에서는  $n=1.80$ , Fig.3의 M+C의 건식중첩인쇄에서는  $n=1.45$ 가 된다.

Fig.6 및 Fig.7은 각각 습식 및 건식 중첩인쇄에서 C잉크와 M잉크가 같은 망점면적율로 변화할 때의 중첩인쇄의 농도를 실측치와 식(8)에 각각의  $n$ 값을 대입하여 계산한 예측치를 비교하여 도시한 것이다. 두 그림 모두 실측치와 예측치가 잘 일치함을 알 수 있다.

#### 4.2. 망점 중첩인쇄의 트래핑율

Fig.8과 Fig.9는 각각 습식 및 건식 중첩인쇄 방식으로 M잉크 위에 C잉크를 중첩인쇄 하였을 때, 2쇄색인 C잉크의 일정한 망점면적율 하에서 1쇄색인 M잉크의 망점면적율에 대하여 식(1)의 Preucil의 잉크 트래핑 방정식에 실제의 측정 농도를 대입하여 계산한 트래핑율(fractional trap)의 관계를 도시한 것이다.

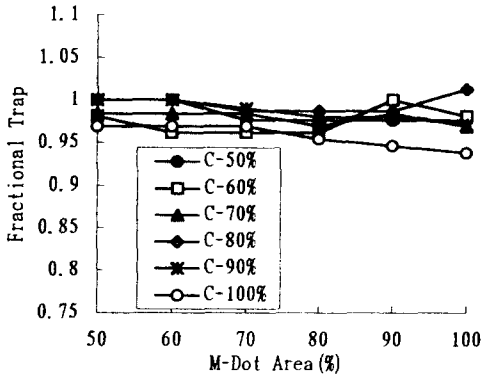


Fig. 8 Fractional ink traps of M+C wet-on-wet overprints.

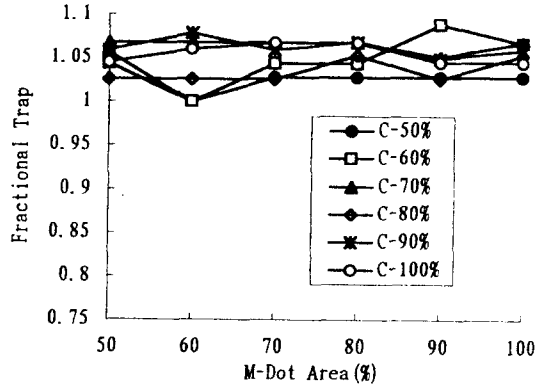


Fig. 9 Fractional ink traps of M+C wet-on-dry overprints.

Fig.8의 습식 중첩인쇄에서는 예상하였던 바와 같이 종이 표면에 비하여 아직 건조되지 않은 상태의 1쇄색인 M잉크층 위에서는 과소트래핑(under trapping)이 일어나므로 M잉크의 망점면적율이 증가함에 따라서 트래핑율이 전체적으로 완만하게 감소하는 경향을 보이고 있다.

그러나 Fig.9의 건식중첩인쇄에서는 1쇄색인 M잉크의 망점면적율이 증가함에도 불구하고 트래핑율이 전체적으로 일정하거나 부분적으로는 다소 증가하는 양상을 보여 준다. 이것은 이미 건조상태 있는 M잉크층의 표면이 종이의 표면에 비하여 거의 대등하거나 오히려 우수한 잉크 수용성(acceptability)을 가짐을 의미하는 것이다. 따라서 본 실험에서 사용한 M잉크가 건식 중첩인쇄에서의 트래핑이 우수한 잉크임을 알 수 있다.

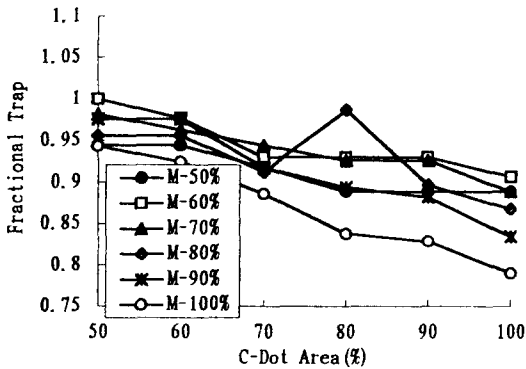


Fig. 10 Fractional ink traps of C+M wet-on-wet overprints.

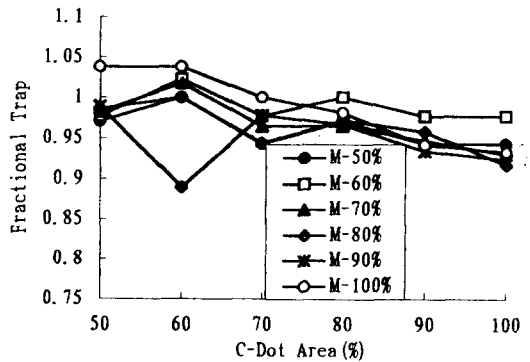


Fig. 11 Fractional ink traps of C+M wet-on-dry overprints.

Fig.10과 Fig.11은 각각 습식 및 건식 중첩인쇄 방식으로 C잉크 위에 M잉크를 중첩인쇄하였을 때의 트래핑율을 나타낸다. 이 경우에는 앞에서의 M잉크 위에 C잉크를 중첩인쇄하였을 때와 비교하면, 습식 중첩인쇄에서는 두 경우 모두 1색 잉크의 망점면적율의 증가에 따라서 잉크 트래핑율이 감소하지만 후자의 경우가 감소율이 훨씬 크게 나타남을 알 수 있다. 또한 건식 중첩인쇄에서도 Fig.9와는 달리 1색 잉크의 망점면적율의 증가에 따라 습식에 비하여 감소율은 다소 떨어지지만 트래핑율이 전체적으로 완만하게 감소하는 경향을 보이고 있다. 이것은 M잉크에 비하여 C잉크의 잉크 수용성이 떨어짐을 의미하는 것이다.

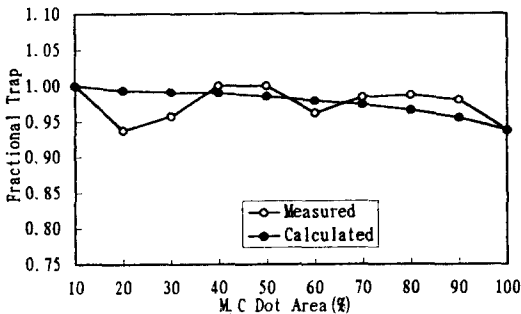


Fig. 12 Comparison of measured and calculated fractional ink traps for M+C wet-on-wet overprint.

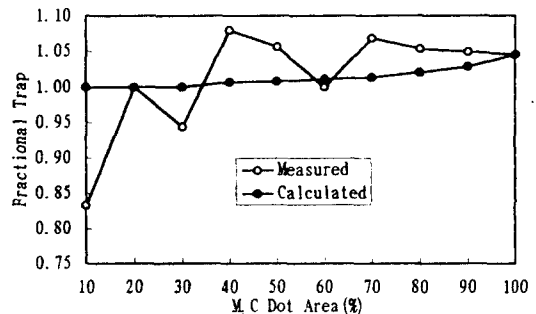


Fig. 13 Comparison of measured and calculated fractional ink traps for M+C wet-on-dry overprint.

앞에서 언급한 바와 같이 M+C의 망점 중첩인쇄에서는 식(8)을 이용하여 이상적인 망점 중첩인쇄의 농도 예측이 가능하므로 이 식으로부터 구한 농도를 식(1)의 Preucil의 트래핑 방정식에 대입함으로써 이상적인 트래핑율을 예측할 수가 있다.

Fig.12 및 Fig.13은 각각 M+C의 습식 및 건식 중첩인쇄의 트래핑율을 1색잉크와 2색잉크의 동일한 망점면적율과의 관계로 도시한 것이다. 측정 트래핑율(measured fractional trap)은 중첩인쇄의 각 패치별로 실제로 측정된 농도를 Preucil의 식에 대입하여 구하였으며, 계산 트래핑율(calculated fractional trap)은 식(8)을 이용하여 계산한 농도를 다시 Preucil의 식에 대입하여 계산한 이상적인 트래핑율을 나타낸다. 두 그림 모두 전체적으로는 상당히 근접한 경향을 보이지만 부분적으로는 큰 편차를 나타내고 있다. 이것은 인쇄 기계를 이용한 실제의 중첩인쇄에서는 잉크의 전이가 불안정하며, 특히 예상하였던 바와 같이 하이라이트(highlight) 부에서는 큰 편차를 보이고 있어 이 부분에서는 잉크의 전이 상태가 매우 불안정함을 알 수 있다.

## 5. 결 론

오늘날 평판옵셋인쇄의 대부분을 차지하는 망점 중첩인쇄의 농도와 잉크 트래핑율에 대한 연구를 위하여 망점 중첩인쇄의 농도 예측식과 Prucil의 트래핑 방정식을 이용한 망점 중첩인쇄의 이상적인 트래핑율 예측 방법을 제안하고 실제의 2색 망점중첩인쇄 실험을 통하여 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 2색 망점중첩인쇄의 농도는 2색의 보색필터에 대한 1색의 농도가 최저농도 (Lowest)에 해당하는 인쇄 순서에서는 다음 식에 의하여 중첩인쇄의 농도를 예측할 수 있다.

$$D_{12} = -n \log [ a_1 (1 - a_2) 10^{-D_{s1}/n} + a_2 (1 - a_1) 10^{-D_{s2}/n} + a_1 a_2 10^{-D_{s12}/n} + (1 - a_1)(1 - a_2) ]$$

(2) 2색의 보색필터에 대한 1색의 농도가 중간농도(Middle)에 해당하는 인쇄 순서에서는 위 식에 의하여 2색 망점중첩인쇄의 농도를 구할 수 없으며, 이를 위해서는 별도의 농도 예측식이 필요하다.

(3) 위의 농도예측식에서의 Yule-Nielson 지수 n은 인쇄용지, 잉크 및 망점의 스크린 선수가 동일한 인쇄조건에서도 중첩인쇄를 습식(n=1.80)으로 하느냐 건식(n=1.45)으로 하느냐에 따라서 그 값이 달라진다.

(4) 본 실험에서 사용한 M잉크는 C잉크에 비하여 중첩잉크의 수용성이 우수하며, 특히 건식 중첩인쇄에서는 트래핑 불량현상을 거의 일으키지 않으나, C잉크는 건식 중첩인쇄에서도 트래핑 불량현상을 일으킨다.

(5) 위의 농도 예측식을 적용할 수 있는 2색 중첩인쇄의 인쇄 순서에서는 이 식과 Prucil의 잉크 트래핑 방정식을 이용하여 이상적인 망점 중첩인쇄의 트래핑율을 예측할 수 있으며 이러한 예측 방법을 통하여 실제의 망점중첩인쇄의 트래핑 상태를 효과적으로 평가할 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 부경대학교 학술연구조성비의 지원에 의하여 수행되었으므로 이에 사의를 표한다.

## 참고 문헌

1. Preucil, F., "Color and Tone Errors of Multicolor Presses" ,TAGA Proceedings, 1958, pp.175~180
2. Childer, W., "Expert Shows Math Path to Avoid Ink Trap" ,Graphic Arts Manthly, Dec. 1980, p.63
3. Brunner, "Cromalin Offset Com Guides/System Brunner" ,Du Pont Publication, p.30, 1984
4. Ritz, A., "Trapping of The Superimposed Ink-Film Regarded as A Halftone", Advances in Printing Science and Technology, Vol.21, pp.393~402, 1994
5. Gary G. Field, "Ink Trap Measurement" ,TAGA Proceedings, 1985, pp.382~396
6. Seaton, Derek and Visser, Tracy,"Trap-A Study of Tint Overprints", TAGA Proceedings, 1991, pp.385~404
7. Murray, A., "Monochrome Roproduction in Photoengraving" ,Journal of Franklin Institute, Vol.221, pp.721~744, 1936
8. Yule,J .A.C. and Nielson,W.J., "The Penetration of Light into Paper and Its Effect on Halftone Reproduction" , TAGA Proceedings, 1951, pp.65~76
9. Yule, J .A.C.," Principles of Color Reproduction" , John Wiley & Sons, Inc., P.261, 1967