

잉크 유화가 인쇄 모틀에 미치는 영향

하영백[†] · 이용규 · 김창근^{*1} · 오성상^{*2} · 임종학^{*3} · 윤종태^{*4}
(2007년 3월 9일 접수: 2007년 5월 22일 채택)

The Effects of Ink Emulsion on Printed Mottle

Young-Baeck Ha[†], Yong-Kyu Lee, Chang-Keun Kim^{*1}, Sung-Sang Oh^{*2},
Jong-Hag Lim^{*3}, and Jong-Tae Youn^{*4}

(Received March 9, 2007; Accepted May 22, 2007)

ABSTRACT

Lithography like off-set printing is processed using the repellent properties between water and oil, so all inks for off-printing must work with dampening solution(water). The dampening water may cause the emulsification of ink by the printing pressure in the printing nip. This study aimed to investigate the effect of emulsified inks on print mottle. The cyan ink was emulsified artificially with the different IPA(iso-propyl alcohol) content in this study. We evaluated the print mottle by densitometer and image analysis method. The print mottle phenomenon was directly affected by IPA content. The emulsification of inks also had an influence on flow properties of inks and it increased ink transfer rate. It, however, caused low ink density. Moreover the emulsified inks were spreaded to around dots and cause the thinning density on the non-printing area like print mottle. The trial printing showed that the emulsified inks also cause scumming on the printing result with little mistake of adjusting dampening solution and mostly decreasing dot reproduction. We could, therefore, find out the obvious effect of emulsified inks on print mottle.

Keywords : lithography, repellent, printed mottle, dampening, emulsion, IPA content, densitometer, image analysis, thinning density, scumming

• 강원대학교 산림과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea)

*1 강원대학교 창강 제지 기술 연구소(Changgang Institute of Paper Science and Technology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea)

*2 신구대학 그래픽아트 미디어과(Graphic Arts Media, Shin Gu College, Sungnam 462-743, Korea)

*3 대한잉크 주식회사(Daihan Ink Co. LTD. Bakdal-dong, Manan-Gu, Anyang, Kyonggi-do, 615, Korea)

*4 부경대학교 공과대학 화상정보공학부 인쇄공학과(Division of Image & Information, Collage of Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739. Korea)

† 주저자 (Corresponding Author): E-mail; jackyha@hanmail.net

1. 서론

평판인쇄의 기본적인 원리는 물과 기름의 반발력을 이용하는 인쇄 방식이다. 따라서 화선부와 비화선부를 구분 짓기 위해서는 습수가 꼭 필요한 요소이다. 하지만 인쇄가 진행되는 동안 nip에서 인쇄 압력에 의하여 습수는 미립자화 되어 잉크 안으로 분산되며 잉크의 유화를 발생시킨다.¹⁾ 물과 기름은 상식적으로 혼합되지 않지만, 표면장력의 조절을 위하여 인쇄 시 습수에 에치액(etch)과 이소프로필알코올(IPA)와 같은 계면활성제를 첨가하게 되며, 이러한 계면활성제에 의하여 유화가 촉진된다. 유화의 문제는 점도, 탭, 레벨링 그리고 광택과 같은 잉크의 물리적인 특성에 영향을 주게 되므로 이러한 영향들에 의하여, 유화된 잉크는 불균일한 흡수에 의한 water interference mottle(WIM), 적당하지 않는 잉크 탭으로 발생하는 wet ink trap mottle, 점도 변화에 따른 잉크 흡수력 차이의 gloss mottle 등과 같은 인쇄 모틀 현상에 영향을 준다.^{2~7)} 인쇄 모틀 이외에도 유화에 의한 인쇄 사고는 롤러 벗겨짐(roller stripping), 잉크의 건조 불량, 뜬 더러움, 바탕 더러움, 망점 결함 등 복합적인 현상이 나타난다. 그러므로 계면활성제와 같은 유화 물질의 사용은 역할의 숙지 및 사용량의 결정에 의해 인쇄물의 품질에 영향을 준다.

따라서 본 연구는 유화된 잉크가 도공지로 전이되는 과정에서 어떠한 영향을 미쳐 인쇄 모틀과 같은 사고가 발생하는지에 관하여 선행 연구와 동일한 실험 방법 및 평가 방법을 사용하여 연구하였다.⁸⁾ 특히 유화된 잉크에 의한 실 인쇄 시험을 시행함으로써 실제 인쇄 작업에서의 현상을 분석함으로써 인쇄 모틀에 대한 연구를 다양한 방면에서 접근하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

Table 1. Viscosity of inks

Color	IPA Content (%)	Time (min)	Viscosity (poise)
Cyan	10	3	104
		15	97
	20	3	86
		15	84

유화된 잉크가 인쇄 모틀에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 현재 습수에 첨가하고 있는 IPA(isopropyl alcohol)를 10%(3분, 15분), 20%(3분, 15분) 첨가한 후 DUKE 유화기(독일)에 의해 강제 유화 시켜 만든 잉크를 사용하였다. Cyan 잉크의 기본조성은 선행연구와 동일하며 유화된 잉크의 점도는 Table 1과 같다.

본 연구를 위하여 사용된 피인쇄체는 전보와 동일한 120 g/m² 도공지 5종을 사용하였다.⁸⁾

2.2 실험 방법

2.2.1 인쇄 실험

인쇄적성 실험은 온도 21.6℃, 습도 63%의 조건 하에서 인쇄 속도 1 m/sec, 인쇄 압력 200 N으로 IGT 인쇄적성 시험기 C1을 사용하여 민판 인쇄하였다. 공급한 잉크량은 IGT 인쇄적성 시험기 매뉴얼에 의거 0.6cc를 30초 간 연속한 후 전이 하였고, 잉크 공급 후의 disc 무게와 전이 후 disc 무게에 의해 전이율을 구하였다. 실 인쇄 시험을 위하여 선행 연구와 같이 인쇄판을 제작한 후 RYOBI(일본) 인쇄기를 이용하여 실 인쇄를 행하였다.

2.2.2 평가 방법

인쇄 모틀이 발생한 영역을 선행 연구와 동일한 방법인 화상분석법을 통하여 측정하여, 모틀이 발생하지 않은 결과물의 threshold 값(180)을 구하고 모틀이 발생한 부분이 적용하여 전체 면적에 대하여 얼룩으로 나타난 값을 면적으로 나타내는 객관적인 평가를 내렸다.⁸⁾ Line scan의 결과는 측정된 농도 값을 기준으로 threshold 값에 대한 편차를 구하여 나타내었으며, 인쇄물의 농도는 X-Rite 418(미국) 반사 농도계를 사용하여 측정 분석하였다.

실 인쇄의 결과는 화상분석기를 통하여 측정 한 후 인쇄전문가 10인으로 구성된 평가자들의 육안에 의한 주관적인 평가를 망점의 모양, 망점 주변의 오염도 및

색 농도 균일성을 위주로 하여 오염법에 의해 실시하였다. 또한 주간적인 평가의 검정을 위하여 선행 연구와 동일하게 Olds의 순위 상관 계수 값으로 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 잉크 유화에 따른 전이율과 인쇄 색 농도

Fig. 1은 각각의 유화 조건이 다른 잉크의 중량 법에 의해 구해진 전이율을 나타내고 있다. 유화가 많이 진행된 잉크일수록 탄성적인 거동보다는 점성적인 거동에 의하여 전이가 많이 일어난 것으로 나타났다. 유화가 많이 발생하게 되면 점도가 낮아지고 유동성은 증가하게 된다. 하지만 IPA 20% 첨가 후 15분 동안 강제 연육한 잉크에서는 오히려 전이율이 떨어지는 경향을 보이고 있다. 이와 같은 현상은 nip에서 전이될 수 있는 한계치가 동일한 조건일 경우에 내부응집력인 백이 낮아짐으로 전이되는 잉크량이 적어졌기 때문으로 생각되어진다.¹⁰⁾ 유화에 의하여 유동성이 증가하더라도 잉크의 백 값이 낮아지게 되면 잉크를 공급하는 잉크 집에서의 잉크 되오름과 같은 잉크 전이 문제가 발생하는 것과 같은 이유이다.⁹⁾

각각의 도공지에 대하여 잉크 전이에 영향을 주는 평활성과 거치름도와 같은 물성에 대하여 비교해 본 결과 평활도가 5000 sec로 높고 거치름도가 0.63~0.64 μm로 낮은 시료 C의 전이율이 평균 0.4915, 시료 D가 평균 0.4925로 다른 시료들에 비하여 상대적으로 조금 높게 나타났다. 하지만 시료 A의 경우 전이율이 평균 0.482로 시료 D와 비슷한 경향을 나타내고 있는데 이것은 점축각이 56.67°로 가장 낮았기 때문으로 판단된다.¹⁰⁾ 그

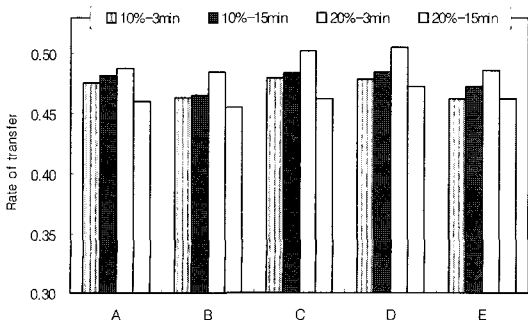


Fig. 1. Rate of transfer for emulsified inks.

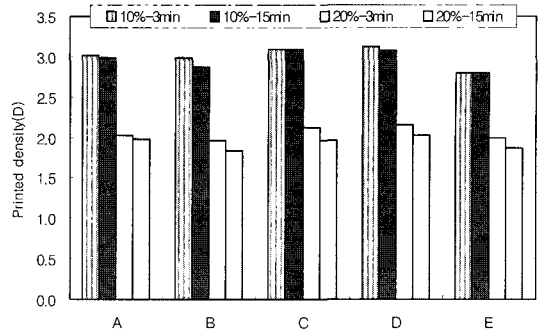


Fig. 2. The results of printed density for emulsified inks.

러므로 용지의 물성과 전이율은 복합적인 요소에 의해 결정되기 때문에 특정 물성에 의해서 결정되는 것은 아니라는 사실을 확인 할 수 있었다.

유화된 잉크에 대한 인쇄물의 색 농도 값의 결과를 Fig. 2에 나타내고 있다. 인쇄물의 농도가 높은 C의 경우 IPA 첨가량이 20%인 경우에 전이율이 0.503으로 10%의 0.480보다 높게 나타났지만, 잉크 색 농도 값은 IPA 첨가량이 20%인 경우에 2.113(D), 10%의 경우에 3.097(D)로서 높은 값을 보여주고 있다. 전이율이 높으면 잉크 색 농도는 높은 것이 일반적이거나 유화가 발생하면 전이가 많이 일어났다 하더라도 잉크 속에 액체 성분이 많이 존재함으로 잉크 자체의 색 농도 값이 낮아진다.⁵⁾ 강제 유화 시간을 비교하여 보면 3분 동안 유화를 시킨 결과와 15분 동안 강제 유화를 시킨 결과 값이 비슷한 것으로 나타났다. 이것은 DUKE유화기의 특성 상 롤러 사이에서 발생하는 것과 같은 미립자에 의한 분산 특성을 가지지 못했기 때문으로 판단된다.

도공지 결과에서는 전이율과 마찬가지로 평활도가 높고 거치름도가 적은 C와 D 시료에서 좋은 결과를 나타내고 있다.

3.2 잉크 유화에 따른 모틀 발생 면적을 및 라인 스캔 결과

Fig. 3에 화상분석법을 통하여 전체 100%에 대하여 얼룩으로 나타난 값을 변환하여 얻은 면적율을 나타내었다. IPA의 첨가량이 10% 미만의 조건일 경우에 전체적인 모틀 발생이 적게 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한 과잉으로 접할 경우에 있어서는 결국 모틀이 많이 발

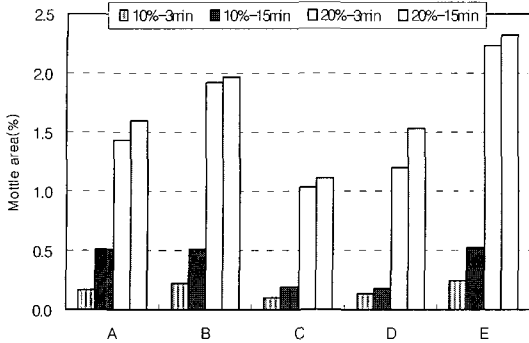


Fig. 3. The results of mottle area for emulsified inks.

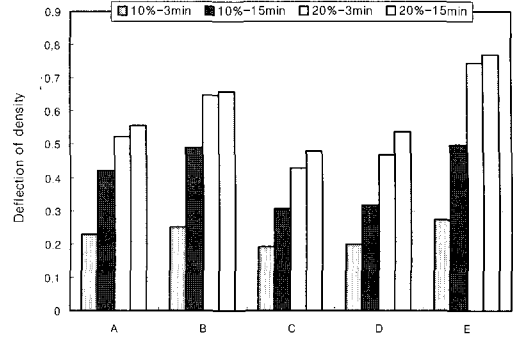


Fig. 4. The results of line scan for emulsified inks.

생한다는 사실도 확인하였다. 따라서 20%의 경우에 있어서 과잉 상태임을 확인할 수 있었으며, 시료 E의 경우 접촉각이 73.50°로 가장 높게 나타났기 때문에 젖음 특성이 좋지 못하여 과잉의 습수와 기름이 함께 전이, 침투하는 과정에서 인쇄물의 잉크 색 농도 불균일성을 많이 발생한 것으로 판단된다. 강제 유화 시간은 앞서 언급한 것과 같이 강제 유화기의 특성에 의하여 비슷한 경향을 나타내는 것으로 판단된다.

Fig. 4는 IPA 함량과 강제 유화 시간에 따른 line scan의 결과를 나타내고 있다. 모틀 발생 면적율이 가장 적은 IPA 함량 10%, 3분의 강제 유화에 의한 잉크에서 가장 높은 잉크 색 농도 값을 나타내고 있는 시료는 D이며, 이때 최대 잉크 색 농도는 3.218(D)로서 농도편차는 0.198로 나타났다. 시료 C의 경우 최대 잉크 색 농도가 3.193으로 시료 D에 비하여 조금 낮은 결과를 보여

주었지만 그 편차는 0.192로 가장 낮은 색 농도 편차를 보여 줌으로써 모틀의 발생이 가장 적게 나타났다. IPA 함량을 10%로 하여 강제 유화 시간을 15분으로 한 결과에서 최대 잉크 색 농도는 3분 동안 강제 유화한 잉크보다 조금 높은 값을 나타내고 있지만, 최대 잉크 색 농도와 최저 색 농도 간의 차이는 더욱 높게 나타났다. 유화가 일어나면서 유동성 증가에 따른 전이율의 상승이 최대 잉크 색 농도의 증가를 나타내는 원인이지만 잉크 색 농도의 편차는 시료 C가 0.306, 시료 D가 0.318로 색 농도 균일성 면에서는 나쁜 결과를 보여주었다.

Table 2에 측정된 최대 농도 값과 최저 농도 값 및 편차 농도 값을 나타내고 있다.

3.3 실 인쇄 결과

3.3.1 IPA 첨가량에 따른 실 인쇄 결과

Table 2. The results of line scan.

Sample		A	B	C	D	E
Content	min	2.899	2.864	3.001	3.020	2.654
	max	3.129	3.116	3.193	3.218	2.928
	deflection	0.230	0.252	0.192	0.198	0.274
10%-3min	min	2.764	2.631	2.937	2.921	2.537
	max	3.186	3.121	3.243	3.239	3.035
	deflection	0.422	0.490	0.306	0.318	0.498
10%-15min	min	1.757	1.638	1.899	1.921	1.623
	max	2.279	2.286	2.327	2.389	2.369
	deflection	0.522	0.648	0.428	0.468	0.746
20%-3min	min	1.696	1.501	1.715	1.754	1.489
	max	2.252	2.161	2.195	2.292	2.261
	deflection	0.556	0.660	0.480	0.538	0.772

IPA content (%-min) Continuous tone (%)	10-3	10-15	20-3	20-15
15	15	15	15	15
30	30	30	30	30
50	50	50	50	50
75	75	75	75	75

Fig. 5. The results of trial printing test.

Fig. 5에서 IPA 첨가량에 따른 실 인쇄 실험의 결과를 나타내고 있다. 기준은 적성 시험기를 통한 실험으로 얻은 결과 중 다른 시료들에 비해 좋은 결과를 보여 주었던 C 제품에 대하여 측정하였다. Highlight부에 속하는 15% 망점에서부터 망점 형태의 변화가 IPA의 첨가량에 따라 조금씩 차이를 나타내는 것을 볼 수 있다. 유화가 가장 적게 일어났다고 판단되는 IPA 함량 10%, 3분 강제 연속 시킨 잉크에서 좋은 결과를 나타내었다. 15%의 경우 망점의 크기가 작기 때문에 전이된 잉크가 다른 망점에 비하여 적어서 망점 주변 오염도가 낮게 나타났기 때문에 판단된다. 30%의 망점에서부터 75% 망점까지는 전체적으로 망점 형태의 변화가 심하게 일어난 것을 알 수 있다. 30%의 경우에서 그 현상이 뚜렷하게 나타났는데 그 이유는 망점의 크기에 비하여 망점의 주변에 존재하는 비화선부의 면적이 많으므로 망점 주변 오염도에 의하여 화선부뿐만 아니라 비화선부에도 동시에 잉크 전이가 나타나 육안 관측시 더욱 나쁜

결과를 보여 주고 있기 때문이다. 중간조인 50%의 망점과 shadow부의 시작인 75%에서는 전체적으로 망점과 망점 사이의 비화선부에 유화된 잉크가 전이되어 나타남으로서 육안 관측시 30% 망점보다 균일한 전이의 결과를 나타낸 것과 같지만, Fig. 6과 같이 확대해서 관측해 본 결과 실제 망점 주변 오염도는 더욱 높게 나타났다. IPA의 첨가량 20%의 경우 50% 망점에서 확인한 인쇄 모듈을 나타내고 있다. 그 이유는 유화에 의해 자체 잉크 색 농도가 낮아진 잉크가 비화선부에 얇게 전이되었기 때문으로 생각된다. 특히 75%의 망점에서 과잉의 유화가 발생한 것으로 판단되는 IPA 함량 20%, 강제 유화 시간 15분은 전체적으로 화선부, 비화선부의 구분이 안 되는 정도까지 잉크 전이가 일어난 것을 볼 수 있다.

3.3.2 IPA 첨가량 10%, 강제 연속 3분의 조건 잉크를 사용한 실 인쇄 결과

Plate & printed Image Continuous tone (%)	Plate Image	Printed Image
15		
30		
50		
75		

Fig. 6. Plate image & trial printed image.

강제 유화 시킨 잉크 중 다른 유화 잉크에 비하여 유화가 적게 발생된 것으로 판단된 IPA 첨가량 10%, 3분 연속 시킨 잉크를 사용하여 각각의 시료에 실 인쇄한 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 육안 관측의 결과를 검증한 결과 0.958로 잘못될 확률이 100회 중 5회 이내이기 때문에 위험을 5%이내에서 오차 상관관계가 있다는 사실을 확인 할 수 있었다.

15%의 망점에서는 육안 관측 결과 C회사와 D회사 도공지에서 낮은 망점 주변 오염도를 나타내었다. 30%의 이상의 경우에는 잉크 유화의 영향으로 전체적인 인쇄물 색 농도 불 균일이 나타난 것을 확인 할 수 있었다. 시료 E의 경우 50% 망점 이후에서 화선부와 비화선부 구분이 되지 않을 정도로 망점 주변 오염도가 심하게 나타나 망점의 선예성이 많이 떨어짐으로서 얇은 잉크 농담의 재현에 의한 인쇄 모틀이 많이 나타날 것으로 판단된다.

4. 결론

평판 인쇄에서 반드시 발생하는 잉크 유화가 인쇄 모

Sample Continuous tone (%)	A	B	C	D	E
15					
30					
50					
75					

Fig. 7. The results of trial printing test for each samples.

들에 미치는 영향에 대하여 IPA의 첨가량을 달리하는 새로운 접근 방법으로 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. IPA의 첨가량(10%, 20%)에 따른 결과를 비교한 결과 잉크 유화가 진행됨에 따라 잉크의 점도가 낮아져 잉크의 전이성이 높아지나, 과유화의 조건에서는 잉크택 값의 저하로 인한 전이 불량 현상이 나타남으로서 전이율이 오히려 낮아진다는 것을 알 수 있었다. 더욱이 잉크 자체의 농도 값 저하로 인한 옅은 색조의 영향으로 잉크 색 농도가 낮아진다는 것을 확인 할 수 있었다.

2. Line scan의 결과에서 인쇄 모듈이 발생하는 경향은 유화 시간보다 첨가량의 영향을 더 많이 받는다는 것을 알 수 있었다.

3. 실 인쇄 결과 유화된 잉크는 망점 주변 오염도가 높아져 50%이상의 망점에서는 거의 민판 인쇄처럼 변하는 현상을 볼 수 있었다. 더욱이 과잉으로 첨가된 IPA의 영향으로 잉크 색 자체 농도가 낮기 때문에 망점 주변의 비화선부에서 옅은 색조를 뿜으로서 인쇄 모듈의 양상이 많이 나타나는 것을 볼 수 있었다. 유화된 잉크에 의한 망점 주변 오염에 따라 농도 불균일이 시각적인 인쇄 모듈의 양상을 나타낸다는 사실을 확인 할 수 있었다.

하지만 IPA의 함량에 따른 잉크 유화는 피인쇄체에 대한 젖음 특성을 없애는 문제점이 있고, 강제 유화 시간에 있어서는 실제 인쇄기 상에서 발생하는 것과 같은 효과를 얻지 못하였기 때문에 이러한 부분에 대한 보완이 필요한 것으로 사료된다. 따라서 본 연구를 기초로 이러한 부분에 대한 보완과 종이의 물성과의 관계에 대한 정밀한 해석에 의한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2005년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2005-037-D00033).

인용문헌

1. Christa, N. and Lothar, G., Formation of paper and mottling of solid prints, *Advances in Printing Science and Technology*, 23, pp.429~450(1995).
2. Rosenberg, A., Influence of fillers on rheology emulsification and printing properties of offset ink, *Advances in Printing Science and Technology*, 21, pp.328~345(1992).
3. 윤종태, Introduction to printability, pp.108~119, 부경대학교, 부산(2004).
4. 片山賢二, 上手に 使い こなす 印刷 インキ, pp.105~106, 日本印刷新聞社, 東京(1993).
5. 오세웅, 오프셋 인쇄의 사고와 대책, pp.92~94, 대한인쇄연구소, 서울(1999).
6. Nelson, R. Eldre, Solving Offset Ink Problems, pp.38~40, GATF, USA(1987).
7. 市川家康, わかりやすい紙・インキ・印刷の科學, pp.117~119, 印刷局朝陽會, 東京(1975).
8. 하영백, 이용규, 김창근, 오성상, 임중학, 윤종태, 도공지 물성과 잉크 분산성에 따른 인쇄 모듈 연구(제1보).-인쇄적성 시험에 의한 해석-펄프·종이기술 38(4):47-52(2006).
9. 三上敦敏, オフセット印刷技術のトラブル解決法, pp.20~21, 日本印刷技術協會, 東京(1991).
10. 윤종태, 인쇄과학, pp.49~60, pp.125~142, 부경대학교, 부산(1996).