

Heat-set 윤전 잉크의 유화가 인쇄 적성에 미치는 영향

†하영백, 최재혁, *이원재, 오성상

신구대학 그래픽아트미디어과, *동양잉크 기술연구소

(2010년 10월 29일 접수, 2010년 11월 19일 최종 수정본 접수)

The Effects of the Heat-set web Ink Emulsification on Printability

*†Young-Baeck Ha, Jae-Hyuk Choi, *Won-Jae Lee,
Sung-Sang Oh*

Dept. of Graphic Arts Media, Shingu College, Dong Yang Ink, R&D Center*

(Received 29 October 2010, in final from 19 November 2010)

Abstract

Ever since the introduction of offset lithography, an operator have looked for ways to improve the process by reducing need for dampening solution. Lithography like off-set printing is processed using the repellent properties between water and oil, so all inks for lithography printing must work with dampening solution. The dampening solution may cause the emulsification of ink by the printing pressure in the printing nip. Emulsified ink changed viscosity, tack and causes problems such as bad transfer, uniform density and printed mottle.

For a high quality web printing, we studied the effect of emulsified heat-set web inks on the printability, such as amount of ink transfer, printed density and uniformity. For this study, we were carried out by using IGT printability tester C1. For determination of ink properties using the spread meter and Thwing Albert Ink-o-meter, and using the densitometer and image analysis for printed quality determination. The experimental results of this study, we look forward to can be

used as the basis for improve of the web print quality.

Keywords : web off-set print, emulsification, viscosity, tack, printed mottle, printability

1. 서론

평판 인쇄가 시작된 이래 물과 잉크의 유화 문제는 지속적으로 제시되어 왔다. 더욱이 점도가 낮은 윤전 인쇄용 잉크의 경우 유화에 의한 여러 가지 사고가 발생할 가능성이 크다. 유화에 의한 인쇄 사고는 잉크 건조 불량, 뜬 더러움, 바탕 더러움, 망점 결함, 인쇄 모틀 등과 같은 복합적인 현상으로 나타난다. 이러한 유화 현상은 표면 장력 조절제로 사용되는 IPA와 같은 계면 활성제를 습수에 첨가하여 사용함으로써, 인쇄 시 잉크가 판에서 블랭킷으로 전이되는 과정에서 인쇄 압력에 의하여 습수가 미립자화 되어 발생하는 현상이다.^{1~5)}

잉크의 유화가 나타나면 잉크의 물성 중 유동성, 점도, 택과 같은 물성에 영향을 미친다. 이러한 영향으로 인하여 불균일한 인쇄물 농도나 전이 불량 등으로 인한 인쇄 모틀과 같은 인쇄물의 품질 저하를 가져 온다. 그러므로 계면 활성제로 사용되는 IPA와 같은 유화 물질 사용은 인쇄물의 품질에 지대한 영향을 줄 수 있으므로 작업자가 충분히 그 역할을 숙지하고 사용량을 결정해야 한다. 특히 인쇄 농도 불균일로 발생하는 모틀에 대하여서는 피인쇄체인 종이에 관련한 연구가 많이 수행되었지만,^{6~8)} 유화에 따른 잉크의 물성 변화가 인쇄 모틀에 영향을 주는 것에 대한 연구는 아직도 국내에서 보고된 바가 많지 않다. 그러므로 이러한 연구가 꼭 필요하다 판단되어진다.

현재 국내에서는 아직도 많은 인쇄 작업 현장에서 습수에 IPA가 사용되어지고 있지만 인쇄 선진국의 경우 환경 규제로 인해 엄격히 사용이 규제되고 있다.⁹⁾

따라서 본 연구는 IPA에 의한 윤전 heat-set 잉크 유화가 피인쇄체에 전이되는 과정에서 어떠한 영향으로 윤전 인쇄물의 품질 저하를 가져오는 지에 대하여 IGT 인쇄 적성 시험기를 사용하여 강제 유화된 잉크의 전이 실험을 하였고, 얻어진 결과물의 품질 평가를 위하여 농도법과 화상 분석법, 육안 관측법을 이용하여 분석하였다.¹⁰⁾

또한 본 연구는 윤전 인쇄용 잉크의 유화가 인쇄 적성에 미치는 영향에 대한 기본적인 자료 확보 및 특성에 대하여 알아보고자 함을 목적으로 수행되었다.

2. 실험

2-1. 실험 재료

2-1-1. 윤전용 heat-set 잉크

본 연구를 위하여 국내에서 시판 중인 2개사 heat-set 윤전 잉크의 cyan 잉크를 0%, 7%, 10% 강제 유화 시켜 사용하였으며, 각 잉크의 점도를 측정하기 위해 spread-o-meter를 사용하여 직경을 측정하였고, ink-o-meter를 사용하여 잉크의 택 값을 측정하였다. 그 기본 물성은 Table 1과 같다.

Table 1. Properties of Domestic Web Inks

Cyan / Emulsification		Property	Viscosity (mm)	Tack
Sample a	0 %		8.2	10.7
	7 %		85.5	10.4
	10 %		89.5	10.3
Sample b	0 %		81	10.8
	7 %		85	10.6
	10 %		85.5	10.2

2-1-2. 피인쇄체

종이의 물리적인 특성과 유화된 잉크의 상호 관계에 대하여 알아보하고자 국내 윤전 인쇄에서 사용되고 있는 2종류의 종이를 수집하여 각각의 물성을 TAPPI법에 준하여 측정하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Properties of Domestic Web Papers

Items	Kinds	Paper A	Paper B
Basic weight (g/m ²)		38.67	56.6
Density (g/cm ³)		0.98	0.98
Thickness (μm)		39.47	57.67
Brightness (%)		87.17	71.35
Smoothness (sec)		235	241.6
Roughness (μm)		3.43	2.63
Porosity (ml/min)		38	146
Color	L*	96.85	87.95
	a*	-0.69	0.21
	b*	3.69	0.49

2-2. 실험 방법 및 평가

2-2-1. 실험 방법

인쇄 적성 실험은 온도 21.6℃, 습도 63%의 조건 하에서 인쇄 속도 1m/sec, 인쇄 압력 100 N으로 IGT 인쇄 적성 시험기 C1을 사용하여 민판 인쇄하였다. 공급한 잉크량은 IGT 인쇄 적성 시험기 매뉴얼에 의거 0.6 cc를 30초간 연속한 후 전이하였고, 잉크 공급 후의 disc 무게와 전이 뒤, disc 무게에 의해 전이량을 구하였다.

2-2-2. 평가 방법

농도법에 의한 객관적인 인쇄물 평가를 위하여 반사 농도계(X-Rite 550, 미국)를 사용하여 각 시료에 대해 20번씩 측정하고 그 평균값 및 농도 최대 값과 최소 값을 확인하였다. 또한 화상 분석기를 통하여 측정 한 후 인쇄 전문가 6인으로 구성된 평가자들의 육안에 의한 주관적인 평가를 운전 인쇄물 잉크 색 농도 균일성을 위주로 하여 오점법에 의해 실시하였다. 또한 주간적인 평가의 검정을 위하여 Olds의 순위 상관 계수 값으로 검증하였다.¹¹⁾

3. 결과 및 고찰

3-1. 유화된 heat-set 운전 잉크의 전이량과 물성의 관계

Sample a, b에 대한 7%, 10% 유화된 cyan 잉크의 전이량과 잉크 물성과의 관계를 Figure 1, 2에 나타내었다. 전이량과 잉크 점도와의 관계를 나타낸 그래프에서 유화가 일어난 잉크의 경우에서 전이량이 낮아지는 것을 볼 수 있다. 그 이유는 인쇄판으로의 잉크 부착이 나빠져서 잉크의 전이가 잘 되지 않았기 때문으로 판단된다. 또한, 잉크 성분 중에 친수성 성분이 많아 계면 활성제인 IPA의 작용으로 안료 입자와 비이클의 분리가 일어나 이와 같은 현상이 발생했을 것으로 판단된다.¹²⁾

Sample b 잉크의 경우, 7% 유화된 잉크와 10% 유화된 잉크의 점도가 85mm와 85.5mm로 점도 변화가 거의 없어 잉크 전이량 또한 비슷한 값을 표시하였다. Sample a 잉크는 7%에서 paper A의 전이량이 10% 유화된 상태보다 더 나쁜 결과를 나타내고 있다. Sample a와 b를 비교해 보았을 때, 이러한 영향이 나타나는 이유는 잉크의 분산 상태가 다르기 때문 일 것으로 판단된다. 잉크의 분산이 고르게 되면 입자 크기가 작아져 피인쇄체의 전체적인 피복저항 값이 낮아지기 때문에 균일한 인쇄물을 얻을 수 있다. 따라서 sample a 잉크 보다 sample b 잉크의 분산 상태가 좋을 것으로 예측된다.^{5, 10)}

Figure 2의 전이량과 택 값의 관계 그래프에서 택 값이 떨어짐에 따라 전이량이 감소하는 경향을 보여 주는데, 택 값이 떨어짐으로서 전이 뒤, 잉크 분리 시 공급된 판상에

많은 량의 잉크가 있기 때문이라 생각되어진다. 이러한 결과로 내부에너지 밀도 값인 택 보다는 잉크의 점도가 잉크 전이에 더 많은 영향을 주는 것으로 판단된다.

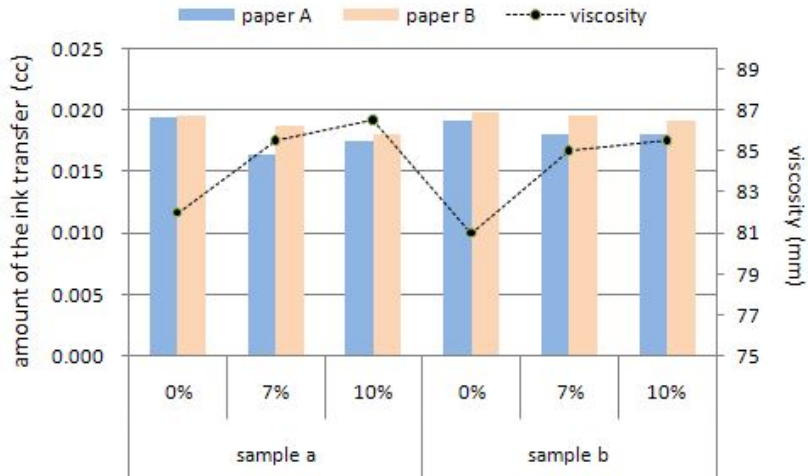


Figure 1. Comparison of the amount of ink transfer and viscosity for emulsified inks.

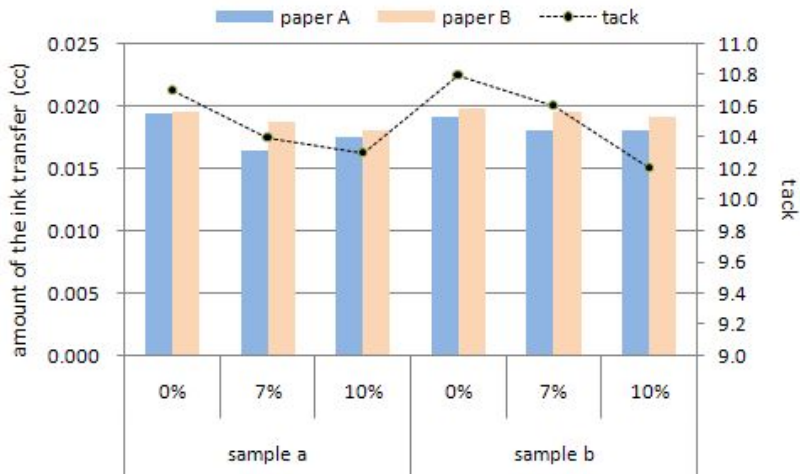


Figure 2. Comparison of the amount of ink transfer and tack for emulsified inks.

3-2. 유화된 heat-set 윤전 잉크의 색 농도 및 농도 균일성

Figure 3은 paper A에 대한 유화된 잉크의 인쇄물 색 농도 값을 나타내고 있다. 유화 되지 않은 잉크의 인쇄물 색 농도는 sample a와 sample b 잉크에서 전이된 잉크 량이

0.0194와 0.0191cc로 동일한 색 농도 값을 나타내고 있다. 하지만 7% 유화된 잉크에서 전이량 0.0164cc인 sample a가 0.0181cc의 전이량 값을 가지는 sample b보다 농도가 높게 나타났다. 그 이유는 민판 인쇄물의 농도 측정을 위하여 면적을 20군데로 분할하여 측정하여 그 평균값으로 표시했기 때문이다. 즉, 안료의 분산이 균일하게 분포했을 것으로 생각되어지는 sample b 잉크의 경우보다 분산이 상대적으로 고르지 못하다고 판단되어지는 sample a 잉크의 색 농도 편차가 심하게 나타나, 평균값으로 제시된 농도 값에서 상대적으로 높게 나타났을 것으로 판단되어진다. 더욱이 10% 유화된 잉크에서도 7% 유화된 잉크에서 나타난 결과와 유사한 경향을 가지는 결과를 나타내었다. 따라서 색 농도 측정 편차가 크게 나타났다는 것을 감안해 볼 때 인쇄사고 중 하나인 인쇄 모듈이 sample a 잉크에서 많이 발생했을 것으로 사료된다.

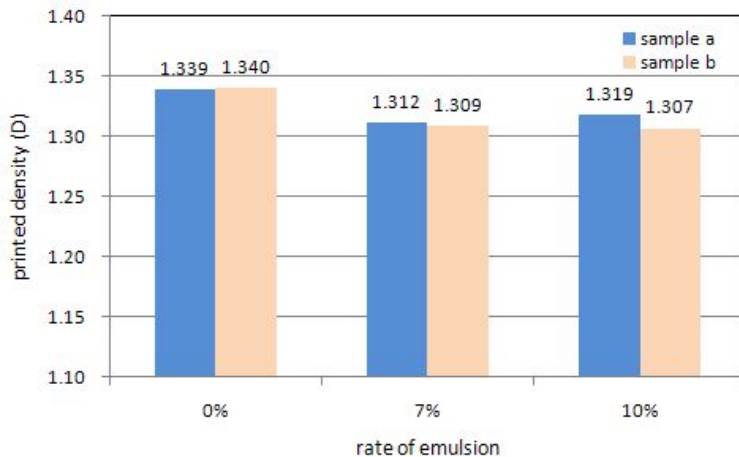


Figure 3. The results of printed density for paper A.

Paper A보다 상대적으로 평활한 표면을 가지고 있는 paper B에서 유화된 잉크의 전이량과 잉크 색 농도를 비교해 본 결과를 Figure 4에 나타내었다. 우선 표면이 평활하고 투기도가 높아 잉크 표면 유지성이 높은 paper B에서 유화되지 않은 잉크와 유화된 잉크의 잉크 색 농도 값이 다소 높게 나타났다.¹³⁾ 또한 sample a 잉크와 sample b 잉크의 전이량 차이도 paper A보다는 다소 적게 나타났으며, Figure 3의 설명과 같은 농도 값 차이가 나타났다. 잉크 전이량이 많으면 잉크 색 농 값이 높게 나타나는 것이 일반적이거나 유화에 의해서 잉크 속에 액체 성분이 많이 존재함으로써 잉크 투명도가 높아져 잉크 색 농도가 저하되었다고 판단되어진다. 더욱이 안료의 응집과 같은 문제가 발생하여 인쇄 모듈이 발생할 확률이 커진다.^{4, 12)}

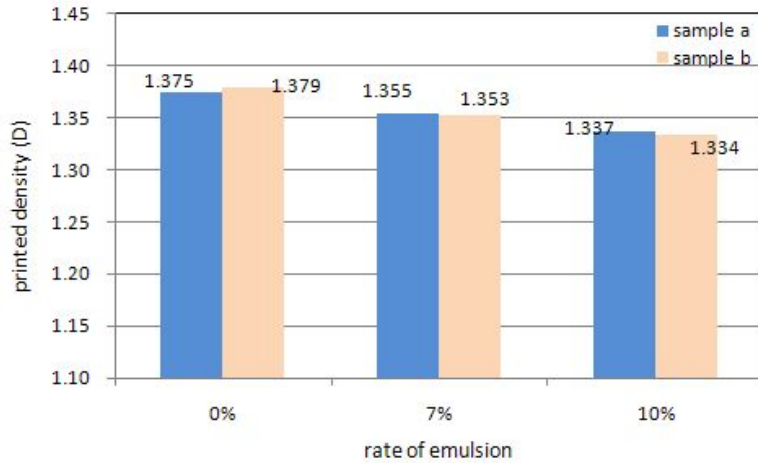


Figure 4. The results of printed density for paper B.

Table 3에 잉크 전이량 값과 잉크 색 농도 측정 결과를 나타내었다.

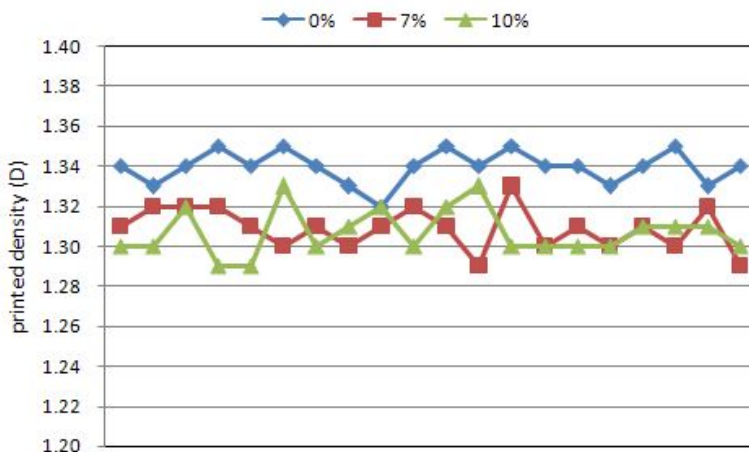
Table 3. The Results of Printed Density and Amount of the Ink Transfer

Emulsified Inks		Amount of the Ink Transfer (cc)		Printed Density (D)	
		Paper A	Paper B	Paper A	Paper B
Sample a	0 %	0.0194	0.0195	1.339	1.375
	7 %	0.0164	0.0187	1.312	1.355
	10 %	0.0175	0.0181	1.319	1.337
Sample b	0 %	0.0191	0.0198	1.340	1.379
	7 %	0.0181	0.0196	1.309	1.353
	10 %	0.0180	0.0192	1.307	1.334

Figure 5, 6은 paper A와 paper B에서 sample a 잉크와 sample b 잉크의 농도 균일성을 측정된 농도 값의 편차로 나타내고자한 그래프이다. Sample a 잉크의 농도 편차를 보면 7% 유화된 잉크에서 최고 농도 값 1.34, 최소 농도 값 1.27로 편차가 0.07로 매우 크게 나타나고 있다. 10% 유화된 잉크에서는 농도 편차가 0.06으로 나타났다. 이에 비하여 sample b 잉크에서는 7%, 10% 상태에서 각각 0.04로 편차가 적게 발생한 것을 알 수 있었다. 따라서 농도 균일성이 sample a보다 좋다는 사실을 확인하였다.

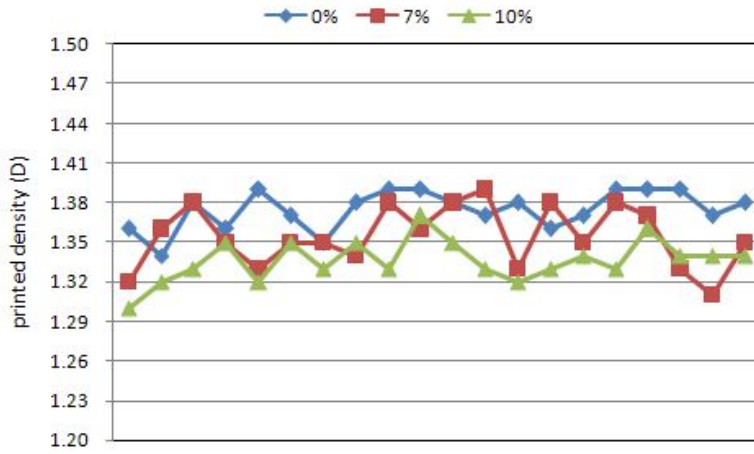


(a) Sample a

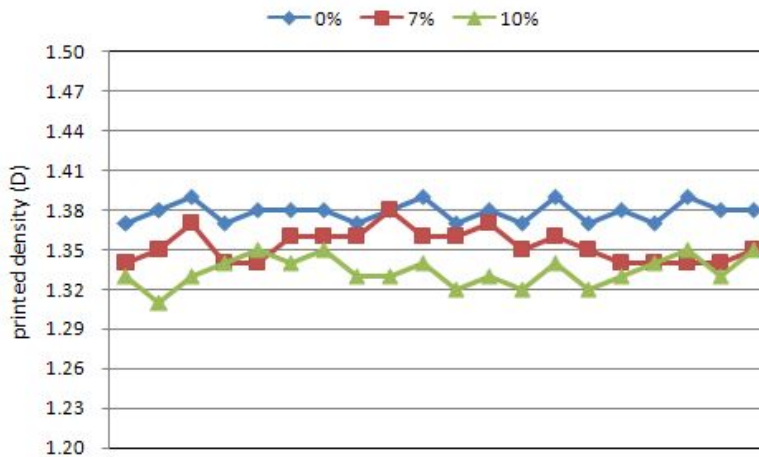


(b) Sample b

Figure 5. Deviation of the measured printed density values for paper A.



(a) Sample a



(b) Sample b

Figure 6. Deviation of the measured printed density values for paper B.

Paper B에서도 paper A에서와 같은 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 그러므로 sample b 잉크의 분산 상태가 좋은 잉크로 유화가 일어나도 농도의 균일성은 크게 나빠지지 않는다는 사실을 확인할 수 있었다. Paper A와 B를 비교해 보면 표면이 평활하고, 투기도가 높아 잉크의 표면 유지성이 좋은 paper B에서 좀 더 균일한 농도 값을 유지하는 것을 볼 수 있다.¹³⁾ Table 4에 색 농도의 최대·최소값과 편차 결과를 나타내었다.

Table 4. The Results of Printed Density Deviation and Min, Max Values

		paper A			paper B		
		Min.	Max.	Deviation	Min.	Max.	Deviation
Sample a	0%	1.32	1.36	0.04	1.34	1.39	0.05
	7%	1.27	1.34	0.07	1.31	1.39	0.08
	10%	1.29	1.35	0.06	1.30	1.37	0.07
Sample b	0%	1.32	1.35	0.03	1.37	1.39	0.02
	7%	1.29	1.33	0.04	1.34	1.38	0.04
	10%	1.29	1.33	0.04	1.31	1.35	0.04

3-3. 용지 물성과 화상 분석법에 의한 육안 관측 결과

화상 분석기를 이용하여 인쇄된 면을 촬영하고 관찰자들에 의해 오점법으로 평가된 값과 용지의 물성 중 잉크 전이 및 색 농도 특성에 영향을 줄 것으로 판단되는 백색도, 평활도, 거칠음도, 투기도의 관계에 대한 그래프를 Figure 7~9에 나타내었다.

우선 용지의 광학적 특성이 백색도와 오점법으로 평가된 관계를 보면, 백색도가 낮은 paper B에서 유화된 잉크의 점수가 높게 나타났다. 그 이유는 유화에 의해 잉크 색 농도가 떨어졌기 때문에 종이 표면에서 반사되어 나온 빛에 의한 농도 불균일이 관측된 것으로 판단된다.

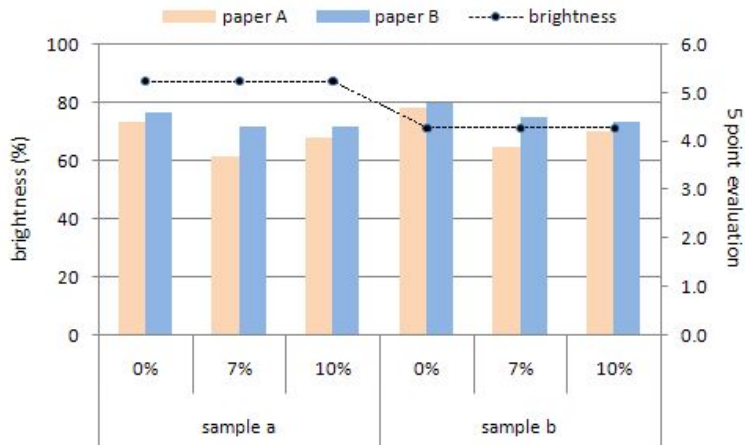


Figure 7. Comparison of the brightness and the 5 point evaluation.

Figure 8은 거칠음도와 오점법에 의한 평가를 비교해 놓은 그래프이다. 상대적으로 2,63 μm 으로 낮은 paper B에서 좋은 값을 획득하였다. 종이가 평활하면 잉크의 전이가 균일하게 이루어지기 때문에 전체적인 농도는 상승 및 균일성 또한 좋아지게 된다는 사실을 오점법으로 확인할 수 있었다.

Figure 9는 투기도와 오점법에 의한 평가를 비교한 것으로, 투기도 값이 낮아 유화된 잉크가 잘 침투되어 표면에 잉크량이 부족할 것으로 판단되는 paper A에서 낮은 점수를 받았다. 이와 같은 잉크 흡수력의 차이로 인하여 인쇄 모틀 발생 가능성이 클 것으로 판단한다.

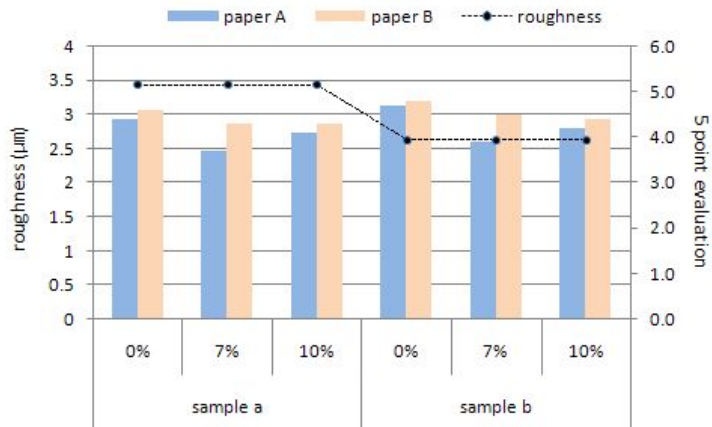


Figure 8. Comparison of the smoothness and the 5 point evaluation.

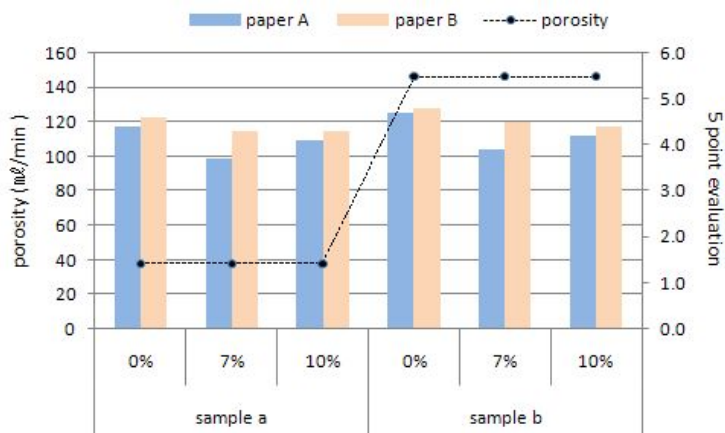


Figure 9. Comparison of the porosity and the 5 point evaluation.






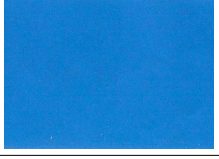

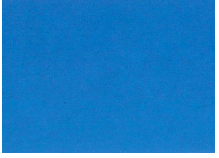




		Paper A	Paper B
Sample a	0%		
	7%		
	10%		
Sample b	0%		
	7%		
	10%		

Figure 10. The results of image analysis for emulsified inks.

Figure 10에 보인 실물 화상은 화상 분석기로 인쇄된 표면을 측정된 것이다. 유화가 많이 일어난 잉크에서 대체적으로 색 농도가 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 이것은 잉크 속에 액체 성분이 많아져 잉크가 묽어졌기 때문이기도 하며, 종이의 흡수력에 의한 차이 때문에 발생 할 수 있는 현상이다. 또한 paper A와 paper B의 차이를 보면 평활도가 높고, 투기도 또한 높은 paper B에서 균일한 전이 상태를 확인 할 수 있었다.

4. 결론

서로 다른 성분의 액체들이 서로 섞여 다른 액체 안에 분산되어 안정화 되는 상태가 유화이며, 이러한 현상은 오프셋 인쇄 방식에서 습수에 계면 활성제를 사용할 때 더욱 많이 발생한다. Heat-set 운전 잉크에 IPA를 유화 시켜 인쇄적성을 연구한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 매엽 오프셋 잉크보다 점도가 낮은 운전 인쇄용 잉크에 IPA를 7%, 10% 강제 유화 시킨 잉크의 점도와택 값을 측정해 본 결과 점도와택이 모두 낮아지는 현상을 보여 주었다. 하지만 잉크의택은 분열 과정 또는 분열 후 발생할 수 있는 문제이고, 실제 압력이 정압력으로 부여되는 곳에서의 잉크 거동은 점도에 변화를 가져와 잉크 전이량에 직접적으로 영향을 미친다는 사실을 알 수 있었다.
2. 실제 기상에서 가동되는 동안 일반적으로 7% 정도의 유화는 일어난다고 본다. 선행 연구에서 10%를 넘어서면 그 변화의 폭이 크지만, 10% 이내에서는 거의 비슷한 유화 현상이 일어난다는 사실을 확인할 수 있었다. 하지만 잉크의 분산 상태가 좋지 못한 경우에는 인쇄물 품질에 영향을 끼친다는 사실을 확인할 수 있었다. 유화가 발생하면 여러 가지 인쇄사고가 발생함으로 적절한 사용과 정확한 처방이 필요할 것으로 생각되어진다.
3. 인쇄물의 색 농도는 유화가 일어나면서 전이량이 많아져 인쇄물의 색 농도가 증가할 것으로 생각되었지만, 잉크가 가지고 있는 고유의 성질이 변화함으로써 오히려 인쇄 모틀과 같은 사고를 유발할 수 있다는 사실을 확인하였다.
4. 피인쇄체의 경우 투기도가 낮아 액체의 침투저항성이 적은 용지에서 더 많은 최저 필요 잉크 요구량이 요구된다. 또한 평활한 용지에 유화된 잉크가 묻게 되면 액상 성분이 많아져, 잉크의 색 농도가 낮아진다는 사실을 확인할 수 있었다.

따라서 heat-set 운전 인쇄에서 과잉의 계면 활성제의 사용은 다양한 인쇄 사고를 유발할 수 있으며, 가장 두드러지게 나타나는 현상은 인쇄물의 잉크 색 농도 저하와 안료와 안료간의 흡착에 의한 인쇄 색 농도 불균일로 모틀이 발생할 가능성이 크다. 본 연구를 통하여 운전 인쇄에 대한 인쇄적성 결과는 농도가 떨어지고 얇은 층을 형성하는 피막이 잉크와 함께 반사되면서 화선부의 인쇄 색 농도가 불균일해 지는 상황을 알 수 있었으며, 앞으로는 환경문제를 고려한 운전 잉크의 인쇄적성 연구가 더 이루어야 한다고 생각되어진다. 또한 본 연구 결과는 heat-set 운전 잉크의 인쇄적성 연구에 기초 자료로 하여 지속적인 연구가 수행되어야 한다고 생각한다.

참고문헌

- (1) Hideaki Ohmori, "High Quality Printing", Japan Tappi Journal, pp. 35~41(1999).
- (2) A. Rosenberg, "Influence of fillers on rheology emulsification and printing properties of offset ink", Advances in Printing Science and Technology, Vol. 21, pp. 328~345(1992).
- (3) 片山賢二, 上手に 使い こなす 印刷 インキ, 日本印刷新聞社, 東京, pp. 105~106 (1993).
- (4) R. Nelson, Eldre, Solving Offset Ink Problems, pp. 38~40, GATF, USA(1987).
- (5) 市川家康, わかり やすい 紙・インキ・印刷の科學, 印刷局朝陽會, 東京, pp. 117~119 (1975).
- (6) 이학래, 신동소, 조동일, 인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제1보), J. Korea TAPPI, Vol. 27(3), pp. 34~41(1995).
- (7) 이학래, 신동소, 조동일, 인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제2보), J. Korea TAPPI, Vol. 29(1), pp. 26~35(1995).
- (8) 이학래, 신동소, 조동일, 인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제3보), J. Korea TAPPI, Vol. 29(3), pp. 60~68(1995).
- (9) 하영백, 이의수, 오성상, 구철회, 윤종태, "인쇄산업의 변화와 친환경 인쇄", 한국인쇄학회지, Vol. 26(2), 79~89(2008).
- (10) 하영백, 오성상, 이의수, 유건룡, 구철회, 윤종태, "도공지 물성 변화와 인쇄조건이 인쇄 모틀에 미치는 영향", 한국인쇄학회지, Vol. 25(2), pp. 85~93(2007).
- (11) J. T. Youn, Introduction to printability, Pukyong University, pp. 18~21(2004).
- (12) 三上敦敏, オフセット 印刷技術のトラブル 解決法, 日本印刷技術協會, 東京, pp. 20~21, (1991).
- (13) 이복진 외 6명, 제지과학, 광일문화사, 서울, pp. 349~357(1996).