Journal of Korea TAPPI
Vol. 44. No. 4, 2012, 77-84p
ISSN : 0253-3200
Printed in Korea
http://dx.doi.org/10.7584/ktappi.2012.44.4.077

# Phenol Free Heat-Set 윤전 잉크의 인쇄적성에 관한 연구 (제3보)

## - 잉크 유화가 인쇄품질에 미치는 영향 -

하영백† · 오성상 · 이원재[1]

접수일(2012년 8월 1일), 수정일(2012년 8월 10일), 채택일(2012년 8월 14일)

# The Study of the Printability on the Phenol Free Heat-Set Web Inks(Ⅲ)

## - Effects of the Emulsification of Ink on Print Quality -

Young-Baeck Ha†, Sung-Sang Oh and Won-Jae Lee[1]

Received August 1, 2012; Received in revised form August 10, 2012; Accepted August 14, 2012

## ABSTRACT

The lithographic process depends on a satisfactory ink-in-water emulsion being formed during printing and the speed of wet presses makes the choice of fountain solution vitally important as the ink and fount must react quickly to form a stable emulsion. Ink and water come into contact with each other on the rolls of the press and are forced together in the roll nips. The water is not soluble in the ink since it is slightly fat. Instead, an emulsion is formed, a heterogeneous mass consisting of small water drops mixed into the ink, if the water feed is too great. This emulsification can affect the properties of an off-set ink and negatively affect the printability. So we investigated the effects of the emulsification of phenol free heat-set ink and existing heat-set ink on printed quality, such as amount of ink transfer, printed density, print-through and uniformity. We used Duke emulsification tester for the emulsification of inks, and used IGT printability tester for printed quality. The printed quality were measured by densitometer and were evaluated by the image analysis system. Compared to conventional printing ink, phenol-free ink showed better results of the printability at the emulsification.

***Keyword*** *: emulsification, phenol-free heat-set ink, printability, Duck emulsification tester, densitometer*

• 신구대학 그래픽아츠미디어과(Graphic Arts Media, Shin Gu College, Sungnam 462-743, Korea)
1. 주)동양잉크 기술연구소(Dong Yang Ink CO. LTD, R&D Center, 338-6, Kagok-ri, Jinwi-myun, Pyungtaek, Kyonggi-do, Korea)
† 교신저자(Corresponding auther): E-mail: jackyha@hanmail.net

# 1. 서 론

오프셋 평판 윤전 인쇄용 잉크의 기본 조성은 색재, 비이클, 보조제로 대부분 화학 물질을 사용하고 있다. 이러한 구성 성분 중 잉크의 물성에 가장 많은 영향을 미치는 것은 비이클로서, 그 구성을 보면 수지, 오일, 탄화수소계 유기용제로 이루어져 있다.[1)] 이와 같은 성분 중 오일과 탄화수소계 유기 용제의 경우 친환경 물질로의 대체가 많이 이루어져 있는 반면, 수지의 경우 전통적으로 로진변성페놀수지를 사용하고 있다.[2-4)] 로진변성페놀수지는 알킬페놀 및 포름알데히드가 반응하여 메틸렌 결합으로 선형 구조를 가지는 레졸과 자연물인 로진을 다가 알콜과 에스테르 반응에 의해 제조 된 로진에스테르를 부가 반응하여 제조된다. 이렇게 제조된 로진변성페놀수지는 높은 분자량과 용해력을 가지며, 로진변성페놀수지를 사용한 오프셋 평판 윤전 인쇄 잉크는 고속의 인쇄기에서도 피인쇄체로의 전이성, 건조성, 내수성 등의 우수한 인쇄적성을 나타낸다.[1), 5-8)] 이러한 인쇄적성을 충족시키기 위해서는 알킬페놀과 포름알데히드를 반응시켜 제조된 레졸형 페놀수지 반드시 필요하다는 것이 문제점이다. 알킬과 포름알데히드는 인체 및 환경에 여러 가지 문제를 야기하는 성분들로서, 알킬페놀은 환경호르몬, 포름알데히드의 경우 발암물질로 분류되고 있다.[9-12)] 따라서 페놀과 포름알데히드를 사용하지 않으면서도 우수한 인쇄적성을 낼 수 있는 친환경 수지의 개발이 필요하였다. 따라서 새로운 친환경 수지를 적용한 평판 윤전 인쇄 잉크의 인쇄적성에 대하여 전보에서 보고하였다.[13, 14)]

본 연구에서는 페놀프리 수지를 적용한 오프셋 평판 윤전 인쇄 잉크의 유화 특성이 인쇄물의 품질에 어떠한 영향을 미치는 지에 대하여 연구하였다. 인쇄용 잉크의 유화가 발생하면 잉크 물성 중 점도, tack과 같은 전이 특성에 많은 영향을 미치게 된다. 물과 기름의 반발력을 이용한 평판 인쇄에서는 인쇄용 잉크와 습수 액의 유화 문제가 지속적으로 거론되어 왔다. 더욱이 점도가 상대적으로 낮은 윤전 인쇄용 잉크의 경우, 유화에 의해 잉크 건조불량, 뜬 더러움, 바탕 더러움, 망점결함, 농도 불균일성과 같은 다양한 인쇄사고가 발생한다.[15-21)]

따라서 본 연구는 IPA(Isopropyl alcohol : 이하 IPA)를 사용하여 강제 유화된 기존의 오프셋 평판 윤전 잉크와 강제 유화된 페놀프리 수지를 적용한 친환경 윤전 잉크의 전이특성을 파악하고, 인쇄된 인쇄물의 잉크 색농도, 뒤비침, 농도 균일성에 대하여 농도법과 화상분석기를 통한 육안관측법을 이용하여 분석하였다.[20)] 이러한 분석을 통하여 새롭게 개발된 페놀프리 수지를 사용한 오프셋 평판 윤전 잉크의 실 인쇄 적용성과 평판 잉크의 유화특성에 관한 기초자료 확보를 목적으로 본 연구를 수행하였다.

# 2. 재료 및 방법

## 2.1 공시재료

### 2.1.1 윤전용 heat-set 잉크

본 연구에 사용된 오프셋 윤전용 heat-set 잉크는 현재 국내에서 시판중인 cyan 잉크(Ink A(MIDAS))와 전보에서 밝힌 것과 같이 새롭게 제조된 페놀프리 수지를 적용한 친환경 윤전잉크의 cyan 컬러 잉크(Ink B)를 사용하였다. 유화된 잉크를 제조하기 위해 Duke 유화기를 사용하여 IPA 0%, 7%, 10%를 첨가하여 강제 유화 시켰다.[20, 22)] 각 잉크의 유동성을 측정하기 위해 spread-o-meter를 사용하여 100 sec에서 늘어난 직경(DM)을 측정하였고, Ink-o-meter를 사용하여 30℃에서 800 rpm의 조건으로 각 잉크의 tack value를 측정하였다.[15)]

### 2.1.2 피인쇄체

전보에서 사용된 윤전 인쇄용 교과서 용지 중 상대적으로 거치름도의 차이가 가장 많이 나타난 Paper B(이하: Paper A)와 Paper C(이하: Paper B)를 사용하여 실험을 행하였다.[13)]

## 2.2 실험 방법 및 평가

### 2.2.1 실험방법

인쇄적성 실험은 IGT 인쇄적성 시험기(C1, Netherlands)를 사용하였으며, 실험 조건은 23.3℃, 습도 67%의 조건 하에서, 인쇄 속도 1 m/sec, 압력 100 N으로 전색 실험 하였다. 또한 잉크 공급량이 적으면 인쇄 모틀과 같은 사고가 발생하기 쉬우며, 과도한 잉크 량이 공급되

면 인쇄 모틀과 같은 사고는 줄어들 수 있으나, 작업적성 및 잉크 공급 효율성이 떨어질 수 있다. 따라서 잉크 전이량에 따른 인쇄물 평가를 위하여 공급량을 0.3 cc, 0.6 cc, 0.9 cc로 달리하여 전색 실험하였다.

#### 2.2.2 평가방법

평가 방법은 우선 판에 공급된 잉크 량과 피인쇄체로 전이된 잉크 량 사이의 관계를 중량법을 이용하여 전이량으로 표시하였고, 농도법에 의한 객관적인 인쇄물 평가를 위하여 반사 농도계(Gretag Macbeth DensEye 700, 미국)를 사용하여 각 시료에 대해 20번씩 측정하고 그 평균값 및 최대 농도 값과 최소 농도 값으로 나타내었다. 또한 화상분석기를 사용하여 측정된 인쇄물에 대하여 주관적인 평가를 실시하였으며, 그 결과를 오점법으로 나타내었다. 주관적인 평가의 검증을 위하여 Olds의 순위 상관 계수 값을 사용하여 검증하였다.[23)]

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 유화된 heat-set 윤전 잉크의 물성

습수를 사용하는 오프셋 평판 인쇄방식에서는 유화현상이 필연적으로 나타나는 것이며, 일정한 범위 내에서 습수와 잉크와의 균형이 이루어져야만 고품질 인쇄물을 얻을 수 있다. 하지만 유화가 많이 일어나게 되면 뜬 더러움, 바탕 더러움, 망점결함, 농도 불균일성과 같은 인쇄불량을 발생시킬 수 있는 것으로 보고되었다.[21, 24)]

기존의 Ink A의 경우 유동성(DM:유동성)은 28 mm에서 7%유화가 일어난 경우 83.5 mm, 10%에서는 84 mm로 소폭 상승하였다. 하지만 친환경 페놀프리 수지를 적용한 Ink B에서는 81.5 mm에서 86 mm로 유동성 증가가 많이 일어난 것을 알 수 있었다. 유화가 일어나기 시작한 후 tack value는 Ink A에서 0.1의 변화를 가졌다면, Ink B에서 0.05의 변화 폭으로 기상 안정성이 상대적으로 좋게 나타났다. 장시간 가동을 하는 동안 유화에 의한 tack value의 변화는 잉크 전이에 많은 영향을 줄 수 있음으로, 그 변화 폭이 적은 것이 인쇄물의 품질 안정성이 우수하다.[6)] Table 1에 측정된 결과를 나타내었다.

**Table 1. Properties of each sample.**

| Samples \ Property | | DM (mm) | Tack Value |
|---|---|---|---|
| Ink A | 0% | 82.0 | 11.0 |
| | 7% | 83.5 | 9.75 |
| | 10% | 84.0 | 9.65 |
| Ink B | 0% | 81.5 | 10.7 |
| | 7% | 85.0 | 9.10 |
| | 10% | 86.0 | 9.05 |

### 3.2 유화된 heat-set 윤전 잉크의 전이량과 잉크 물성의 관계

유화되지 않은 잉크와 유화된 잉크의 전이량과 물성의 관계를 Fig. 1～Fig. 3에 나타내었다. 피인쇄체의 거치름도가 3.50 ㎛으로, 상대적인 값이 높은 Paper A에서 전이된 잉크 량이 많은 것을 볼 수 있다. 이러한 이유는 피인쇄체의 표면이 거칠면 피복저항 값이 상대적으로 높게 나타나 요구되는 잉크 량의 증가하기 때문이다.[25)]

0.3 cc의 잉크를 공급한 경우, 유화가 일어나지 않은 상태에서 Paper A에서는 Ink A 보다 Ink B의 전이량이

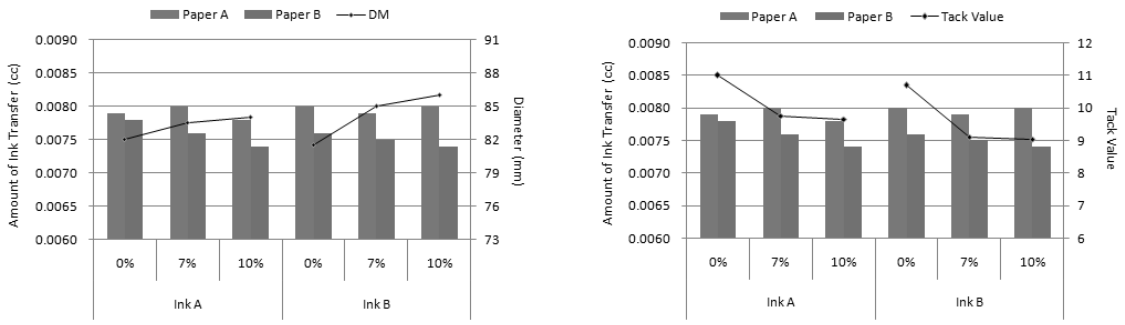


**Fig. 1. The changes in the amount of ink transfer and properties of ink at the 0.3 cc ink supply.**

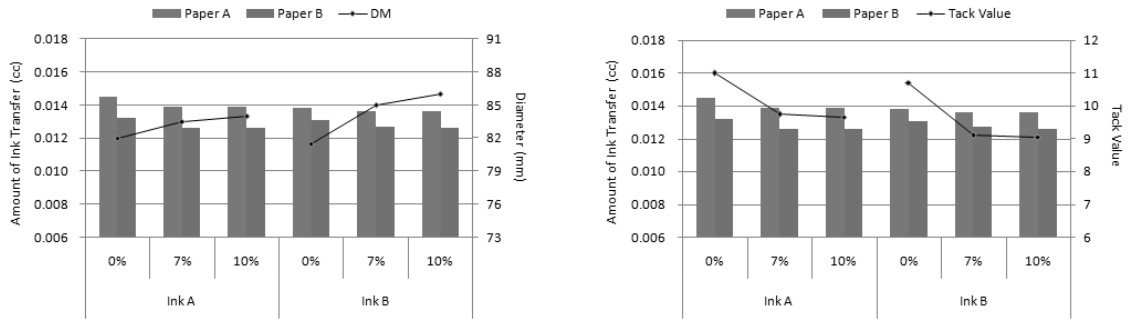


**Fig. 2. The changes in the amount of ink transfer and properties of ink at the 0.6 cc ink supply.**

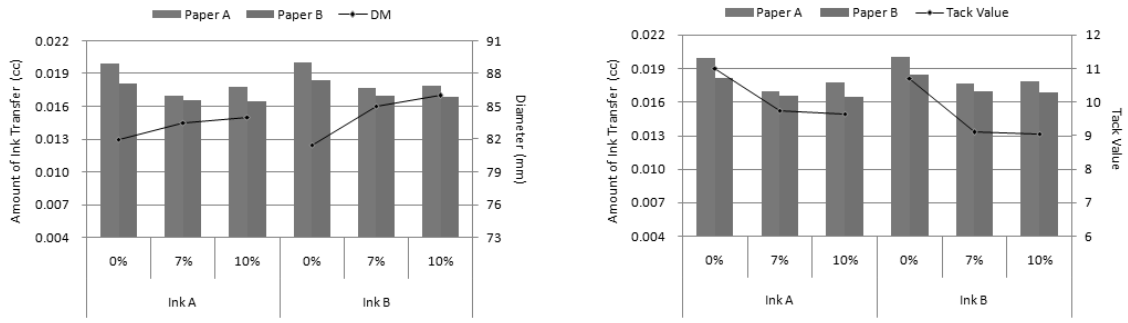


**Fig. 3. The changes in the amount of ink transfer and properties of ink at the 0.9 cc ink supply.**

조금 높게 나타났다(Fig. 1). 하지만 상대적으로 평활한 표면을 가진 Paper B에서는 유화가 일어난 순간부터 Ink A에 비하여 Ink B가 상대적으로 낮은 전이량을 나타내었다. 이와 같은 현상이 나타난 이유는 유화가 일어나지 않았을 때에 대하여 강제 유화된 잉크의 유동성과 tack value의 차이가 많이 나타났기 때문으로 판단되며, 또한 잉크 성분 중에 친수성 성분이 많아 계면활성제인 IPA의 작용으로 안료입자와 비이클의 분리가 일어나 이와 같은 현상이 발생했을 것으로 생각되어 진다.[21] 이러한 결과를 비교해 보았을 때, 전이량의 변동이 일괄적이지 못한 것은 잉크 공급량이 아주 적어 nip 사이에서의 잉크 거동이 원활하게 이루어지지 않았기 때문으로 판단된다.[19]

0.6 cc의 잉크를 공급한 경우의 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 상대적으로 거치름도가 낮은 Paper B에서 다소 낮은 잉크 전이량을 나타내고 있으며, 페놀프리 수지를 적용한 Ink B에서 다소 낮은 잉크 전이량 값을 나타내고 있다. 이와 같은 현상은 0.3 cc의 잉크를 공급한 경우와 거의 유사한 경향을 나타내고 있으며, 7%, 10% 강제 유화된 잉크의 전이량은 각각의 피인쇄체에 대한 차이는 있으나, 같은 용지에서는 거의 유사한 전이량 값을 가지는 것을 알 수 있다. 그 이유는 유화된 잉크의 유동성과 tack value 차이가 없었기 때문이다. Fig. 3에 0.9 cc의 잉크를 공급한 결과 또한, 0.6 cc를 공급한 결과와 거의 유사한 결과를 나타내고 있으며, 유동성이 상대적으로 많이 나타난 Ink B에서 다소 높은 전이량을 나타내고 있다.

## 3.3 유화된 heat-set 윤전 잉크의 인쇄농도

Fig. 4에서 Fig. 6에 유화되지 않은 잉크의 인쇄물 색농도와 각각 7%, 10%로 유화된 잉크의 인쇄물 색 농도 결과를 나타내었다. 0.3 cc를 공급한 경우에서 인쇄물의 색 농도는 1.4(D)~1.51(D)의 농도 영역 내에 고르게 분포하고 있다. 하지만 0.6 cc와 0.9 cc의 잉크를 공급한 인쇄물의 색 농도 값이 조금 더 차이가 많이 나타나고 있다. Paper A와 Paper B를 비교해 보면 Paper B에서 다소 높은 인쇄물의 색 농도 영역을 나타내고 있는데, 이와 같은 결과는 잉크 전이량 결과와 반대의 결과

를 나타내고 있음을 알 수 있다. 이러한 현상이 일어난 이유는 피인쇄체의 표면 거치름도가 높은 Paper A에서 공급된 잉크의 일부분이 피인쇄체 표면의 요철 부분에 평활한 표면 형성을 위해 사용되었기 때문이다. 이것에 대한 이론적 배경 및 실험 결과는 전보에서 밝힌바 있다.[13, 19, 25)]

Ink A와 Ink B를 비교해 보면, 적은 량의 잉크를 공급한 경우에서는 비슷한 인쇄물 색 농도 영역을 형성하고 있으나, 0.6 cc 잉크를 공급한 경우에서는 확연하게 Ink B의 인쇄물 색 농도 값이 높게 나타나고 있다. 이와 같은 현상이 나타난 이유는 잉크의 유동성이 상대적으로 Ink B가 높게 나타났기 때문으로 판단된다. 하지만 0.9 cc의 많은 량을 공급한 경우에서는 유화된 잉크의 경우, 거치름도가 상대적으로 낮은 Paper A의 Ink A가 약간 높은 값을 나타내고 있다. 그 이유는 인쇄 시 압력을 받는 nip에서 뒤로 밀려나가는 잉크 량이 많아졌고, 또한 tack value 값이 상대적으로 높았기 때문에 잉크의 분열에 의한 전이 시 잉크 량이 다소 많이 전이되었기 때문으로 판단된다. [25)]

## 3.4 인쇄물의 잉크 색 농도 균일성

0.6 cc의 잉크를 공급하여 인쇄된 인쇄물의 색 농도 균일성을 피인쇄체와 잉크에 따라 구분한 결과를 Fig. 7과 Fig. 8에 나타내고 있다. Fig. 7은 표면 거치름도가 상대적으로 높은 Paper A에서 두 잉크간의 색 농도 균일성을 비교해 본 결과, 유화되지 않은 잉크 사이의 색 농도 편차는 Ink A가 0.13, Ink B가 0.16으로, 7% 유화된 잉크에서는 Ink A가 0.16, Ink B가 0.175로 Ink B가 다소 높게 나타났다. 하지만 10% 유화된 잉크에서는 Ink A가 0.23, Ink B가 0.205 나타났으며, 전체적으로 Ink B에서 색 농도 균일성이 다소 떨어지는 것을 알 수 있었다. 하지만 유화된 잉크 사이의 편차 폭은 Ink B의 경우가 0.03으로, 0.07이상의 차이가 나는 Ink A 보다 편차 폭이 적었다. 그러므로 습수를 사용하는 오프셋 평판 인쇄에서 유화 현상이 필연적으로 나타남을 간주해 볼 때, 작업적성은 기존의 Ink A보다 페놀프리 수지를 적용한 Ink B가 균일할 인쇄물 색 농도를 가지는 결과물을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.[6, 20)]

Paper B에서 두 잉크간의 균일성에 대하여 비교한 결과는 Paper A에서 나타난 것과 같이 거의 비슷한 경향을 나타내고 있다. 하지만 Paper A와 Paper B를 비교해 본 결과 인쇄물 색 농도 균일성은 거치름도가 상대적으로 낮은 Paper B에서 우수한 결과를 보여주고 있다.

또한 강제 유화된 잉크의 경우 측정 부위가 인쇄 진행방향 끝으로 갈수록 농도가 옅어지는 경향을 보여주고 있는데, 그 이유는 잉크 속에 함유되어 있던 IPA의 미립자 일부분이 nip 사이에서 압력에 의해 인쇄 진행방향 반대로 밀려나와서 큰 방울을 형성하면서 인쇄물의

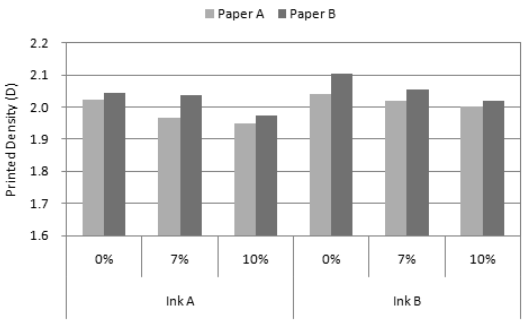


**Fig. 5. The results of printed density on the 0.6 cc ink supply.**

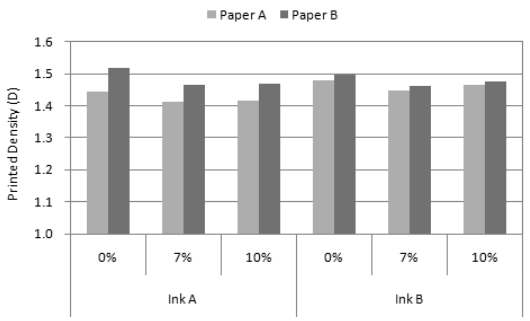


**Fig. 4. The results of printed density on the 0.3 cc ink supply.**

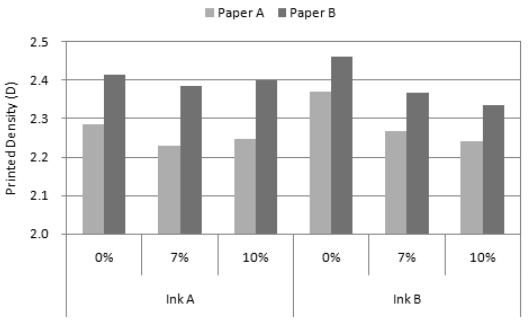


**Fig. 6. The results of printed density on the 0.9 cc ink supply.**

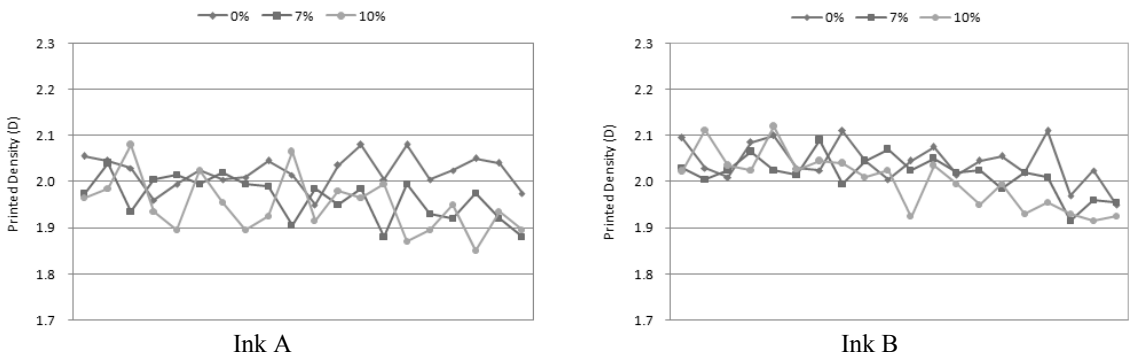


**Fig. 7. Deviation values of the measured printed density for paper A.**

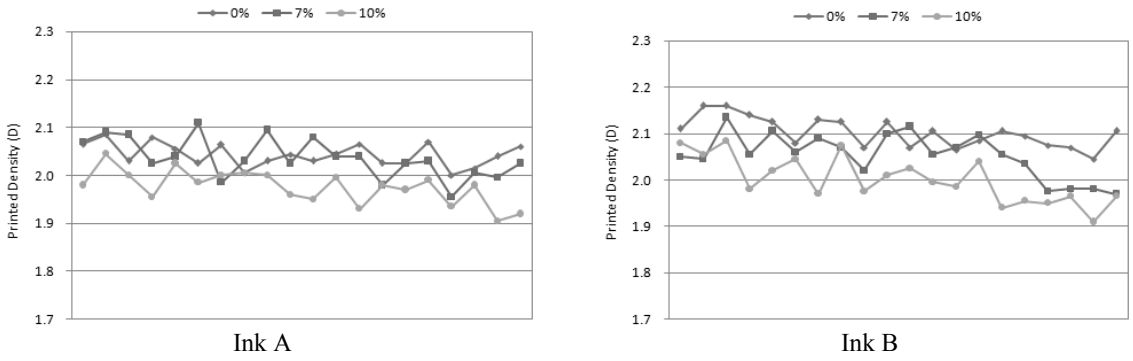


**Fig. 8. Deviation values of the measured printed density for paper B.**

색 농도를 저하 시킨 것으로 판단된다.

## 3.5. 주관적인 판단에 의한 인쇄물 색 농도 균일성

6인의 판정자에 의한 주관적인 판단 결과를 Fig. 9~Fig. 11에 나타내었다. 실험을 통하여 얻어진 결과는 Olds의 순위상관 계수를 이용하여 검증하였다. 순위 상관계수 값은 0.933으로 위험률 1%의 1.000보다 적고, 위험률 5%의 0.9000보다 크기 때문에 5% 이내의 오차에서 상관관계가 있음을 확인하였다.

거치름도가 상대적으로 높게 나타난 Paper A에서 주관적인 평가 결과 낮은 값을 나타내고 있다. 상대적으로 표면이 평활한 Paper B에서 다소 높은 값을 나타내었는데, 그 이유는 표면 거치름이 적을수록 피복저항

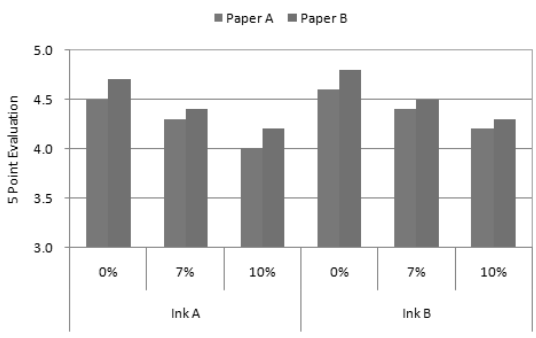


**Fig. 9. Evaluation of 5 point on the 0.3 cc ink supply.**

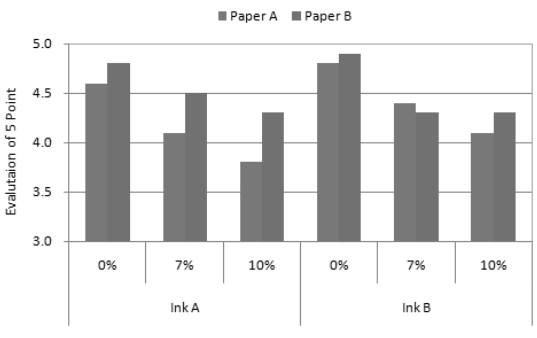


**Fig. 10. Evaluation of 5 point on the 0.6 cc ink supply.**

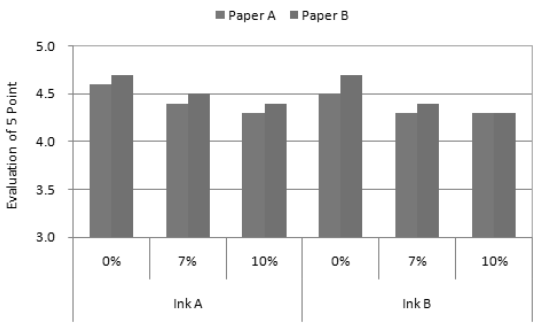


**Fig. 11. Evaluation of 5 point on the 0.9 cc ink supply.**

값이 적어지기 때문에 같은 잉크 량으로 인쇄를 행할 경우 균일한 인쇄물의 색 농도 값을 얻을 수 있기 때문이다.[25, 26)]

Ink A와 Ink B를 비교해 보면 Ink B에서 전반적으로 좋은 점수를 받았다. 하지만 유화가 발생한 잉크에서는 유화가 일어나지 않았을 때보다 낮은 점수를 얻었다. 그 이유로서 잉크 속에 분산되어 있던 미립자의 IPA 습수 액이 건조되는 과정에서 표면에 배 껍질 모양의 요철을 만들어 육안 측정 시 표면에서 난반사를 일으켜 균일성이 떨어져 보였기 때문이다.[21)] 잉크 전이량을 비교해 보면 잉크 공급이 가장 낮았던 0.3 cc에서는 유화되지 않은 잉크에서 좋은 결과를 나타내었고, 강제 유화된 잉크들에서는 투과된 빛의 량이 많아 피인쇄체 표면에서 반사된 빛에 의한 산란의 결과로 가장 낮은 점수들을 받았다. 0.7 cc의 잉크를 공급한 경우에서 유화에 의한 잉크 색 농도 균일성이 많이 떨어져 보이는 것을 알 수 있었고, 상대적으로 0.9 cc의 많은 량의 잉크가 공급되었을 때는 오히려 0.7 cc 보다 더 좋은 점수를 많은 것을 알 수 있었다. 이것은 잉크 공급량이 증가하면 피복저항 값의 한계치를 넘어서기 때문으로 생각되어 진다.[26)]

## 4. 결 론

페놀프리 친환경 잉크의 유화에 따른 인쇄품질에 관하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 잉크 물성에 있어서는 유화가 일어난 상태에서의 기상안정성 및 작업 적성이 기존의 잉크보다 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 하지만 유화가 발생하기 시작하는 시점에서의 상태는 기존의 잉크에 비하여 유동성과 tack value가 떨어지는 것을 알 수 있었다. 이러한 현상은 잉크 제조사의 첨가제 및 보조제의 사용으로 충분히 극복될 수 있는 문제라 판단된다.

또한 기존의 잉크에서 유화가 발생하면 현저하게 인쇄물의 색 농도 값이 많은 차이를 가지며, 인쇄물 색 농도 균일성이 낮아지는 현상을 확연하게 알 수 있는 반면, 페놀프리 수지를 적용한 잉크에서는 유화에 의한 유동성의 증가로 잉크 전이량이 상승해서 잉크 색 농도는 평균적으로 낮아졌지만, 인쇄얼룩과 같은 인쇄사고는 많이 줄어드는 것을 알 수 있었다. 더욱이 물성 조정제의 사용을 병행하면 이러한 잉크 색 농도 저하도 보완할 수 있기 때문에, 페놀프리 수지를 적용한 친환경 잉크의 현장 적용은 가능할 것으로 판단된다.

## 인용문헌

1. Hickman, E. P., Mackenzie, M. J. and Smith, H. G., The Printing Ink Manual, Lkuwer academic publishers, Netherlands, p.5, pp. 219-223, p.227 (2001).
2. 한규홍, 추임호, 황점수, 오프셋용 무용제 잉크 솔프리 'SOL FREE' 개발 및 물성에 관한 연구, 한국인쇄학회, 2008년 춘계학술발표논문집: 38-48 (2008).
3. 박정민, 김성빈, Vegetable Oil Esters에 따른 Offset 잉크의 물성 변화에 관한 연구, 한국인쇄학회 2010년 추계학술발표논문집: 10-21 (2010).
4. 문성환, 김성수, 구철회, 유건룡, 국내인쇄환경에서 친환경 잉크를 이용한 오프셋 인쇄의 색재현에 관한 연구, 한국인쇄학회지, 28(2): 69-85 (2010).
5. 김성빈, Rosin 變成 phenol樹脂의 分子量 變化에 따른 平板 印刷 잉크의 物性 變化에 관한 硏究, 한국인쇄학회지, 12(1): 145-157 (1994).
6. 김인겸, 평판 오프셋 잉크의 유화속도에 영향을 미치는 인자에 관한 연구, 부경대학교 석사학위논문 (2000).
7. Blayo, A., Gandini, A. and Le Nest, J. F., Rheological Properties of Heatset Ink, American Ink Maker, Vol.76(7), pp.34-43 (1997).
8. Chou, S. M., Study of Ink Structure by Creep Technique, TAGA Proceeding, pp.354-357 (1991).
9. 松浦 豊, クリオネレポト, 日本環境保護印刷推進協議會, 東京 (2007).
10. 대한상공회의소, 선진기업의 에코디자인 동향 및 사

례 분석과 시사점, 서울 (2007).
11. 하영백, 이의수, 오성상, 구철회, 윤종태, 인쇄산업의 변화와 친환경 인쇄, 한국인쇄학회지 26(2): 79-89 (2008).
12. 황상규, 국제적인 화학물질규제 현황과 청정생산의 모색, 환경운동연합 (2005).
13. Ha, Y. B., Oh, S. S. and Lee, W. J., The Study of the Printability on the Phenol Free Heat-Set Web Inks (Ⅰ), J. Korea TAPPI 44(2):42-48 (2012).
14. Ha, Y. B., Oh, S. S. and Lee, W. J., The Study of the Printability on the Phenol Free Heat-Set Web Inks (Ⅱ), J. Korea TAPPI 44(3):41-48 (2012).
15. Hideaki Ohmori, High Quality Printing, J. Japan TAPPI, pp. 35-41 (1999).
16. 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).
17. 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).
18. Nelson, R. Eldre, Solving Offset Ink Problems, GATF press, USA, pp. 38-40 (1987).
19. 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).
20. 하영백, 최재혁, 이원재, 오성상, Heat-set 윤전 잉크의 유화가 인쇄적성에 미치는 영향, 한국인쇄학회지 28(2) : 31-44 (2010).
21. 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).
22. Norman, H. and Bruce, B., Practical Application of Experimental Design Techniques in the Pressroom, TAGA, USA, pp.182-193 (1999).
23. Youn, J. T., Introduction to Printability, Pukyong University, busan, pp. 18-21 (2004).
24. 동양잉크, 印刷物 品質向上을 위한 濕水管理 硏究, 대한인쇄연구소, 서울, pp.20-24 (1998).
25. Youn, J. T., Introduction to Printing Science, Pukyong University, busan, pp. 131-144 (2004).
26. Ha, Y. B., Lee, Y. K., Kim, C. K., Oh, S. S., Lim, J. H., Youn, J. T., The Study of Printed Mottle on Properties of Coated Paper and Ink Dispersion(Ⅰ), J. Korea TAPPI 38(4):47-52 (2006).