



저작자표시-변경금지 2.0 대한민국

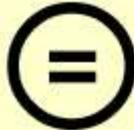
이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士學位論文

윤전 오프셋인쇄에서 인쇄뒤비침에
영향을 미치는 인쇄조건에 관한 연구



2007年 2月

釜慶大學校大學院

印刷工學科

洪基安

工學碩士學位論文

윤전 오프셋인쇄에서 인쇄뒤비침에 영향을 미치는 인쇄
조건에 관한 연구

指導教授 尹 鐘 太

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함.



2007年 2月

釜慶大學校大學院

印刷工學科

洪基安

洪基安의 工學碩士 學位論文을 認准함.

2007年 2月 23日



主 審 工學博士 具 哲 會 (印)

委 員 工學博士 金 星 彬 (印)

委 員 工學博士 尹 鐘 太 (印)

目 次

| | |
|---|-----|
| 目 次 | i |
| List of figures | iii |
| List of tables | iv |
| Abstract | v |
| | |
| 1. 序 論 | 1 |
| | |
| 2. 理 論 | 3 |
| 2.1 침투이론식과 인쇄뒤비침 | 3 |
| 2.1.1 Lucas-Washburn의 침투 이론식 | 3 |
| 2.1.2 Olsson and Phil의 침투 이론식 | 3 |
| 2.1.3 인쇄 농도와 인쇄 뒤비침 | 3 |
| 2.1.4 인쇄 뒤비침의 구성 요소 | 4 |
| 2.1.5 잉크 침투 깊이(Penetration depth) | 5 |
| 2.1.6 오일 비이클에 의한 영향 | 6 |
| 2.2 종이의 물성 | 6 |
| 2.2.1 종이의 두께와 밀도 | 6 |
| 2.2.2 투기도 | 6 |
| 2.2.3 백색도 | 7 |
| 2.2.4 불투명도 | 7 |
| | |
| 3. 實 驗 | 8 |
| 3.1. 실험 재료 | 8 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 3.1.1. 용지 | 8 |
| 3.1.2. 잉크 | 9 |
| 3.1.3. 습수액 | 9 |
| 3-2. 실험방법 | 9 |
| 3.2.1. 인쇄적성실험 | 9 |
| 3.2.2. 건조 | 10 |
| 3.2.3. 잉크 유화 | 10 |
| 3.2.4. 인쇄뒤비침의 측정 및 평가 | 10 |
| | |
| 4. 結果 및 考察 | 12 |
| 4.1. 인쇄뒤비침 평가방법의 선택 | 12 |
| 4.2. 용지에 의한 인쇄뒤비침 영향 | 13 |
| 4.3. 잉크 공급량에 의한 인쇄뒤비침 영향 | 16 |
| 4.4. 건조방식에 의한 인쇄뒤비침 영향 | 19 |
| 4.5. 잉크의 유화량에 의한 인쇄뒤비침 영향 | 20 |
| 4.6. 제조사별 잉크에 의한 인쇄뒤비침 영향 | 24 |
| | |
| 5. 結 論 | 27 |
| | |
| 參考 文獻 | 28 |

List of figures

| | |
|--|----|
| Fig. 1. PM-902PT printability tester | 9 |
| Fig. 2. The method of Image Analysis (Image-pro) | 11 |
| Fig. 3. Correlation between paper opacity and print-through | 14 |
| Fig. 4. Correlation between paper brightness and print-through | 14 |
| Fig. 5. Correlation between paper roughness and print-through | 15 |
| Fig. 6. Correlation between paper porosity and print-through | 15 |
| Fig. 7. Correlation between paper formation and print-through | 16 |
| Fig. 8. Change in print-through and density with increasing ink-feed amount | 17 |
| Fig. 9. The images of Ink penetration depth | 18 |
| Fig. 10. Drying effect on print through (Coated) | 20 |
| Fig. 11. Drying effect on print through (Uncoated) | 20 |
| Fig. 12. Effect of ink emulsification on print through (Coated paper) ... | 21 |
| Fig. 13. Effect of ink emulsification on print through (Uncoated paper) | 21 |
| Fig. 14. The change curves of viscosity of emulsified ink (A Ink) | 23 |
| Fig. 15. The change curves of viscosity of emulsified ink (B Ink) | 23 |
| Fig. 16. The change curves of viscosity of emulsified ink (C Ink) | 24 |
| Fig. 17. Print-through of different commercial inks (Uncoated) | 25 |
| Fig. 18. Print through of different commercial inks (Coated) | 25 |

List of tables

| | |
|--|----|
| Table 1. Physical and Optical Properties of Paper Samples | 8 |
| Table 2. Print-through(PT) measured on different methods | 12 |
| Table 3. Print-through(PT) & Density of different uncoated papers .. | 13 |
| Table 4. Ink Transfer of Emulsified Inks on different papers | 22 |



A study on printing conditions for the print-through
in web offset printing

Gi Ahn Hong

*Dept. of Graphic Arts Engineering, Graduate school,
Pukyong National University*

Abstract

Print-through is one of the important problems in offset printing and affected by some components such as opacity of paper, penetration of pigment and oil vehicle from ink. In this study, five kinds of domestic uncoated paper and one coated paper were tested by PM-902PT printability tester, and Print-through was measured by 3 methods using Densitometer, Elepho and Image Analysis Program. Also, three kinds of inks and some kinds of different printing conditions such as the changes of drying condition, amount of ink-feed and emulsification rates were compared.

At the results of different ink feed, Print-through using Image Analysis Program is the most reliable on both uncoated and coated papers. And at the results of experiment for five uncoated paper, control of opacity, brightness and roughness of paper is very important to improve print-through but control of formation and porosity is not. Also inks made several companies respectively have an different effect on Print-through on same paper. And changes of ink affected Print-through when happened in drying and emulsification processes.

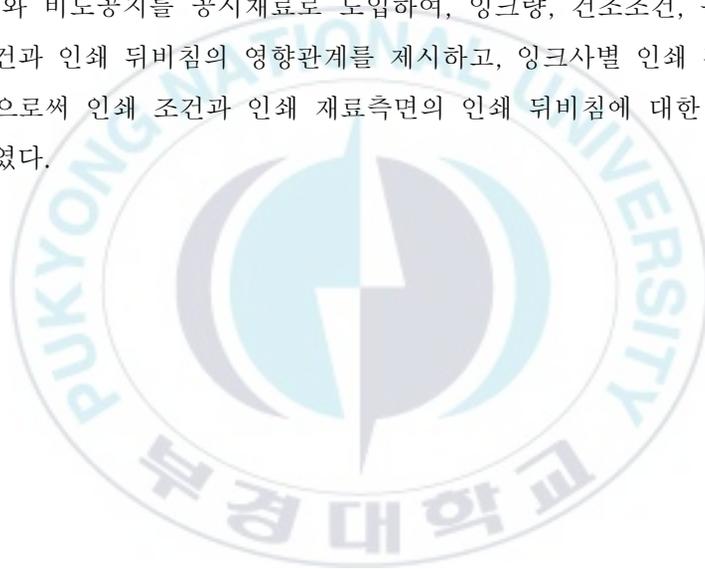
1. 序 論

잡지와 같은 출판물이나 서적류는 대부분 윤전방식에 의하여 경량지에 인쇄되어 제작된다. 이러한 인쇄물에 최종적으로 요구되는 여러 가지 인쇄품질 중에는 우수한 색상재현성이외에 인쇄 뒤비침을 꼽을 수 있다. 인쇄 뒤비침이란 글자 그대로 인쇄면이 뒷면에 비치 보이는 현상을 말하는 것으로, 인쇄물의 가독성과 정보전달을 저해하고 품질을 저급화하게 만드는 요인으로 작용한다.

인쇄 뒤비침은 특히 신문용지와 같이 얇고 코팅되지 않은 비도공지에서 심하게 나타나기 때문에 비교적 오래전부터 저평량 비도공지에 대한 인쇄뒤비침 연구가 활발하였다. Larsson과 Trollsas¹⁾는 비건성 오일 잉크의 인쇄뒤비침에 대한 3가지 요소로, (a)인쇄 농도와 종이의 불투명도에 따른 show through, (b)종이 내부구조로의 잉크 안료의 침투, (c)인쇄 후 잉크의 오일 비이클의 분리와 침투를 제시하였다. Pauler와 Bristow²⁾는 필러와 필프구성을 달리한 실험을 통하여, 용지의 불투명도가 항상 인쇄뒤비침에 절대적인 지침이 될 수 없음을 보였다. Bristow³⁾는 인쇄 뒤비침과 잉크침투에 대한 수학적 접근을 통하여 간단한 측정만으로도 인쇄 뒤비침의 3요소를 간단하게 추출해 낼 수 있는 방법을 제시하였다. De Grace와 Dalphond⁴⁾는 신문용지에서의 인쇄농도와 인쇄 뒤비침의 발현기작에 대한 연구에서, 인쇄 뒤비침은 인쇄 직후 종이의 압축과 회복으로 인한 감소, 비이클 오일의 침투에 의한 (최대)증가, 종이내부로의 오일 재배분에 의한 감소의 과정에 의해 결정된다고 제시하였다. 이들은 또한 동일한 잉크량에서는, 평활하더라도 치밀한 공극구조를 가진 샘플이 그렇지 않은 샘플보다 빨리 공극구조가 채워짐으로써, 더 높은 인쇄 뒤비침을 야기하며, 동일한 인쇄농도에서는 거친 샘플이 더 많은 잉크량을 요구함으로써 더 높은 인쇄 뒤비침을 나타낸다고 하였다. Ionides와 Thorburn⁵⁾은 보편적인 인쇄 뒤비침 평가(SCAN-P 36:77 형태)가 불투명도와 잉크의 안료/오일 침투의 총체적 결과를 표현하므로, 인쇄 부위 위에 백지를 놓고 추가적인 반사도를 측정하여 잉크 안료와 오일의 침투에 의한 인쇄 뒤비침 효과를 분리 해석하고자 하였다. 이 방법은 매우 간단하게 종이구조에 따른 인쇄효과를 살펴볼 수 있지만, 인쇄부위에 올려놓은 종이가 인쇄면과 완전히 밀착되기 어려우므로 평활성이

연관되는 단점이 있다. Heintze⁶⁾는 인쇄 뒤비침에 대한 지합의 영향을 연구한 실험에서, 다양한 뒤비침 평가방법을 도입하여 주관평가결과와의 유의성을 검토하고, 넓은 면적의 측정보다는 좁은 범위의 뒤비침 강도를 측정하는 것이 바람직하다는 것과, 지합과 뒤비침의 상관성을 제시하였다. 그러나 이제까지의 연구 결과를 살펴보면, 비도공지에 국한된 실험결과들로서, 코트지에 대한 뒤비침 연구는 매우 드물다는 것, 인쇄 뒤비침에 대한 평가가 모호하다는 것, 잉크의 건조나 유화와 같은 인쇄 측면에서의 영향에 대한 검토가 없었다는 것을 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 인쇄 뒤비침에 대한 다양한 평가 및 측정방법을 검토하고, 도공지와 비도공지를 공시재료로 도입하여, 잉크량, 건조조건, 유화도와 같은 인쇄조건과 인쇄 뒤비침의 영향관계를 제시하고, 잉크사별 인쇄 뒤비침 현황을 살펴봄으로써 인쇄 조건과 인쇄 재료측면의 인쇄 뒤비침에 대한 개선가능성을 검토하였다.



2. 理論

2.1 침투 이론식 및 인쇄 뒤비침

2.1.1 Lucas-Washburn의 침투 이론식

잉크가 종이 내부로 침투할 때, 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 존재할 것이다. 그 요인들을 살펴보면 침투가 완료되는데 걸리는 시간, 종이 공극의 크기와 수, 잉크의 표면 장력과 그에 따른 종이와의 접촉 상태, 잉크의 유동성과 관계되는 점도등이다. 위의 요인들과 잉크 침투 깊이와 관계를 기술한 것이 잉크 침투이론식인 Lucas-Washburn의 식으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$h = \sqrt{\frac{r\gamma\cos\theta t}{2\eta}} \quad (1)$$

(1)공식에서 h : 잉크의 침투 깊이, r : 모세관의 평균 반경, γ : 액체의 표면 장력, t : 시간, η : 액체의 점도를 나타낸다. 즉, 액체가 모세관으로 침투되는 깊이는 시간의 평방근에 비례하고 점도의 평방근에 반비례하는 것을 나타내고 있다.

2.1.2 Olsson and Phil의 침투 이론식

Lucas-Washburn는 잉크의 침투가 인쇄압과 같은 외부 압력에 의해서 일어난다는 것에 착안하여, 모세관의 평균 반경이 일정할 때, 압력의 평방근, 인쇄 압력, 시간의 평방근에 정비례하고, 점도의 평방근에 반비례한다는 실험 결과를 증명하였다.

$$h = \sqrt{\frac{r^2 p}{4\eta}} \times t \quad (2)$$

(2)공식에서 h : 잉크의 침투 깊이, r : 모세관의 평균 반경, t : 시간, η : 액체의 점도, p : 인쇄압력을 나타낸다.⁸⁾

2.1.3 인쇄 농도와 인쇄 뒤비침

인쇄물의 품질을 객관적으로 평가하는 방법중에 농도계를 이용한 방법이 자주 사용된다. 인쇄 농도는 단색 인쇄물중 민짜 인쇄부의 객관적 평가 기준이 되는

중요한 값 중에 하나이다. 인쇄 농도를 이용해 인쇄물의 잉크 필름 두께 및 필름 표면 품질을 평가할 수 있다. 한편, 인쇄물의 이면에서의 잉크 뒤비침에 의해 화선부와 비화선부의 농도 차이가 발생할 수 있다. 이와 같은 이면의 농도 차이를 인쇄뒤비침이라고 하며 이러한 품질 항목은 비도공지로 제작된 인쇄물에서 객관적 품질 평가시에 중요한 요인이 된다. 인쇄 농도와 인쇄 뒤비침은 인쇄물의 여러 가지 위치에서 반사계수에 의한 농도계로 측정될 수 있다.

$$\text{Print Density (D)} = \log \frac{R_{\infty}}{R_{\infty.p}} \quad (3)$$

$$\text{Print Through(PT)} = \log \frac{R_{\infty.rev}}{R_{\infty.p.rev}} \quad (4)$$

(3), (4)에서 R_{∞} = 종이면에서 측정한 비화선부의 반사계수

$R_{\infty.rev}$ = 종이의 뒷면에서 측정한 비화선부의 반사계수

$R_{\infty.p}$ = 종이면에서 측정한 화선부의 반사 계수

$R_{\infty.p.rev}$ = 종이의 뒷면에서 측정한 화선부의 반사계수를 나타낸다.

2.1.4 인쇄 뒤비침의 구성 요소

일반적으로 인정되고 있는 인쇄 뒤비침의 요인들은 크게 3가지로 나눌 수 있다. 이 3가지 요인들을 살펴보면, 종이의 반투명성에 의한 show-through와 종이 구조 내부로의 잉크 안료 침투에 의한 요인, 잉크의 구성 성분인 오일 비이클의 분리와 침투에 의한 종이의 불투명도 감소에 따른 요인이다. 신문 잉크와 몇몇 오프셋 잉크는 이들 3가지 요인을 모두 발생시키게 된다. Larsson and Trollsas는 전체적인 인쇄 뒤비침은 위의 3가지 독립적인 요인들의 일차적인 합으로 결정된다는 가정하에 다음과 같은 공식을 제안하였다.

$$G = G_L + G_P + G_S \quad (5)$$

G는 전체 인쇄 뒤비침을 나타내고, G_L 는 종이의 불투명성에 의한 인쇄 뒤비침의 값, G_P 는 안료의 침투에 의한 인쇄 뒤비침 상승값, G_S 는 비이클 성분의 침투에 의한 종이의 불투명도 하락으로 인한 인쇄 뒤비침 상승값을 나타내었다.

2.1.5 잉크 침투 깊이

인쇄 뒤비침 현상에서 종이 내부로의 잉크 침투 깊이는 중요 요소로 작용하며, 특히 침투 건조형 잉크에서 잉크 침투 깊이는 여러 인쇄 품질을 좌우하는 특성 중 하나로 알려져 있다. 잉크 침투 깊이는 Kubelka-Munk의 이론식에 의해 측정 가능하며, 이 이론의 가장 큰 특징은 두 가지의 광학적인 상수를 사용했다는 점과 농도법을 이용했다는 점이다. 두 가지 상수는 비분산계수(S)와 비흡수계수(K)이다. Kubelka-Munk의 이론식은 종이나 잉크의 성분이 일정하다고 가정하기 때문에 종이 중에 필터의 성분이 증가하면 오차가 많이 발생된다. 어쨌든, 이 비분산계수에 종이의 두께(X)를 곱하면, 종이의 분산력이 되고, 반면에 비흡수계수를 곱하면, 종이의 흡수력이 된다. 종이속으로 들어가는 잉크 중 기름의 침투 속도를 측정하는 방법은 x를 잉크 피막 내부의 두께라고 하고, 미소 두께 변화는 dx라고 하며, 이 점위에서 위와 아래의 광산란 속도를 I와 j라고 하자. 여기서 dx의 두께는 얇지만 잉크 중의 안료 입자의 직경보다는 충분히 크다고 가정한다. 이 층을 통과하는 것 중에서 하향하는 광속이 흡수되는 것은 $Kidx$ 이고, 또 역방향으로 산란되는 것은 $Sidx$ 로 가정한다. 여기서 K는 기름의 흡수계수를 나타내며, S는 산란계수를 나타낸다. 위 방향의 광속도 똑같이 흡수, 산란하는데 이것은 $Kjdx$ 또는 $Sjdx$ 이다. 이것들은 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$-di = -(S+K)idx + Sjdx \quad (6)$$

$$dj = -(S+K)jdx + Sidx \quad (7)$$

이 연립방정식을 풀어서 얻은 식을 Kubelka-Munk의 이론식이라 하며, R을 인쇄물의 반사율, R_∞ 을 잉크의 피막의 반사율, R_g 를 피인쇄체의 반사율이라고 한다면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$R = \frac{\frac{1}{R_\infty}(R_g - R_\infty) - (R_g - \frac{1}{R_\infty})\exp Sx(\frac{1}{R_\infty} - R_\infty)}{(R_g - R_\infty) - (R_g - \frac{1}{R_\infty})\exp Sx(\frac{1}{R_\infty} - R_\infty)} \quad (8)$$

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R_\infty)^2}{2R_\infty} \quad (9)$$

2.1.6 오일 비이클에 의한 영향

인쇄 후 잉크로부터의 오일성분의 분리 및 종이 내부로의 침투 현상은 침투 건조 인쇄 방식에서 필수적으로 발생되어야 하는 현상이다. 종이 내부로의 오일 침투 현상은 잉크 필름의 셋팅과 건조를 가능하게 하기 때문이다. 하지만, 오일성분의 침투는 종이의 불투명도에 변화를 야기하고 결과적으로 인쇄된 비침투에 영향을 미치게 된다. 일반적으로 오일은 빛의 산란계수를 감소시키고 미미하게 흡수계수를 증가시키는 경향을 보인다. 일반적인 실험조건하에서 종이에 침투된 오일에 의한 흡수계수와 산란계수를 분리하는 것은 불가능하다. 하지만, Lasson and Trollsas는 보통 미네랄 오일은 색을 가지지 않아 흡수계수에 변화가 매우 작기 때문에 오일에 의한 전체 인쇄된 비침투 영향은 산란계수의 변화로 이루어진다고 보고하였다.

2.2 종이의 물성

2.2.1 종이의 두께와 밀도

종이의 두께는 매우 중요한 물리적 성질중에 하나이다. 두께는 보통 기계적인 방법을 이용하여 측정되며 종이 표면의 요철에 의해 오목한 부분이 기계표면과 접촉하지 못해 실제보다 두껍게 측정되는 것이 보통이다. 보통 두께 자체보다는 두께의 균일성을 중시하며 인쇄공정에서 인쇄압의 균일성을 확보하는데 필수적인 요소이다. 밀도 역시 중요한 물리적 특성중 하나로 종이의 투기성, 물리적 강도, 광학적 성질을 좌우하게 된다. 밀도는 섬유 펄핑 정도와 방법, 리파이닝 강도 및 유연성에 크게 의존한다. 보통 밀도의 증가는 투기성과 불투명도를 떨어뜨리며 강도를 증가시키는 경향이 있다.

2.1.2 투기도

펄프의 사용으로 인해 종이 내부에는 다양한 크기의 공극이 존재하게 된다. 잉크가 종이에 전이되고 난 후, 종이 내부의 공극에 의해 발생하는 모세관력은 잉크 중 비이클 성분을 흡수하는 작용을 하게 되므로, 침투 건조 방식의 인쇄 잉크에서는 종이의 투기도값은 중요한 요인으로 작용한다. 보통 투기도는 종이의 밀

도에 반비례하지만, 섬유에 따라 크게 변화한다. 섬유의 폭이 작은 비목재 펄의 경우, 목재섬유에 비해 같은 밀도에서 높은 투기도를 나타내게 된다. 강도와 투기도를 함께 요구할때는 섬유보다 고가의 비목재 펄프를 사용해야하는 경우도 있다.

2.1.3 백색도

진정한 의미의 백색도는 밝기 또는 종이의 전반적인 반사특성을 의미한다. 그러나 제지업계에서 사용되고 있는 백색도는 원래 펄프의 표백정도를 평가하기 위한 것으로 펄프 표백시 일어나는 색의 변화에 가장 민감한 파장인 457nm의 빛의 반사율을 선택적으로 측정하여 얻어진다. 백색도는 백감도나 색의 특성과는 다르다. 이것은 리그닌 및 불완전한 표백에 의하여 잔존된 불순물에 의하여 야기되는 펄프 및 종이의 yellow색감이 얼마나 제거되었는가를 평가하는 수단이다. 또한 종이를 노화처리 할 경우 파랑과 보라색 영역에서 큰 흡수성의 변화를 나타내기 때문에 백색도는 종이의 노화도를 측정하는데도 긴요하게 사용된다. 백색도에 영향을 미치는 주요 인자로는 염료 및 착색안료, 펄프의 백색도 및 용수내의 불순물등이 고려될 수 있겠다. 이들 인자들은 입사광을 산란시키며, 종이에 의한 청색 파장 영역의 빛을 흡수한다. 백색도 측정은 GE백색도 (general electric company)와 ISO백색도를 사용한다. GE백색도는 산화마그네슘(MgO)의 증기를 표면에 정착시킨 표준판의 반사율을 100으로 하여 이에 대한 종이의 반사율의 비를 %로 나타낸 것이다. ISO백색도의 경우에는 종이의 절대 반사율을 나타내는 방식이다.

2.1.4 불투명도

불투명도는 종이에 의하여 투과된 빛의 양에 의해 결정된다. 만약 입사된 모든 빛이 전혀 반사 또는 흡수되지 않고 모두 투과될 경우, 이 종이의 불투명도는 0이 된다. 반대로 빛이 전혀 투과되지 않고 모두 반사되거나 흡수될 경우 종이의 불투명도는 100%가 된다. Tappi불투명도의 측정은 검정색 백킹을 대었을 때 얻어진 값 R^0 와 반사율이 89%인 백색 백킹을 대었을 때 얻어진 값 $R^{0.89}$ 의 비를 백분율로 환산하여 얻어진다.⁷⁾

3. 實驗

3.1 실험 재료

3.1.1 용지

본 실험에서 사용된 용지는 5개사에서 제조된 5종의 비도공지와 1종의 도공지를 도입하였다. 시료의 표기는 편의상, 도공지의 경우 C1로 표기하였고, 비도공지의 경우 U1, U2, U3, U4, U5 로 표기하였다. 각 용지의 물리적 광학적 특성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Physical and Optical Properties of Paper Samples

| Sample \ Properties | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 | C1 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Whiteness (%) | 104.11 | 110.70 | 111.87 | 103.41 | 113.75 | 106.05 |
| Brightness (%) | 88.89 | 92.68 | 86.74 | 89.77 | 89.57 | 86.60 |
| Basis weight (gsm) | 83.40 | 80.28 | 80.30 | 78.00 | 79.20 | 79.80 |
| Thickness (μm) | 94.00 | 97.00 | 92.00 | 92.00 | 93.00 | 73.00 |
| Bulk | 1.13 | 1.21 | 1.15 | 1.18 | 1.17 | 0.91 |
| Porosity (mL/min) | 188.20 | 756.20 | 607.50 | 395.00 | 419.00 | - |
| Ash | 20.20 | 4.17 | 21.10 | 19.40 | 19.30 | - |
| Size degree | 10.00 | 6.00 | 25.00 | 11.00 | 27.00 | - |
| Opacity (%) | 88.50 | 87.20 | 86.50 | 87.40 | 86.60 | 91.40 |
| L | 95.20 | 95.70 | 93.30 | 95.50 | 94.70 | 92.62 |
| a | 0.68 | 0.37 | 0.06 | 0.30 | 0.72 | 0.49 |
| b | 0.39 | 0.94 | 0.13 | 0.64 | 0.21 | -1.96 |
| Formation | 5.75 | 5.95 | 6.05 | 6.55 | 5.05 | 3.25 |
| Smoothness (mL/sec) | 47.00 | 45.00 | 39.00 | 53.00 | 55.00 | 402.00 |
| Roughness (μm) | 4.89 | 4.61 | 5.36 | 4.84 | 4.84 | 2.24 |

3.1.2 잉크

실험에 사용된 잉크시료는 현재 국내에 판매되고 있는 대표적인 3개 잉크제조사의 모조용 Heatset 운전잉크를 선택하였다. 모든 잉크는 먹색만을 사용하였고, 각각 A, B, C로 표기하였다.

3.1.3 습수액

잉크를 유화시키기 위해 사용한 습수액의 경우 증류수에 Web fivestar0.4%와 IPA5%를 혼합하여 제조하였다.

3.2 실험방법

3.2.1 인쇄적성 실험

인쇄 적성 시험기는 SMT사의 PM-902PT를 사용하였으며, 모든 인쇄 테스트는 속도 2m/s, 압력 20kgf/cm² 의 동일 조건에서 실시하였다. 잉크 공급은 마이크로피펫을 사용하여 정량 공급이 가능하도록 하였다. 인쇄적성 실험시에 잉크의 레올로지적인 특성과 그에 따른 전이율등에 변화를 줄 수 있는 실험실의 온습도 변화를 최소화하기 위해 항온항습기를 이용해 TAPPI표준에 준하여 23℃, 50%조건을 유지하였다. Fig. 1은 본 실험에서 사용된 SMT 사의 PM-902PT 인쇄적성 시험기이다.



Fig. 1. PM-902PT printability tester.

3.2.2 건조

인쇄후 인쇄 샘플의 건조는 실험실에서 제작된 고온 열풍기를 사용하여 실시하였다. 고온 열풍기의 경우 최고 300℃까지 온도 조절이 가능하게 설계되었다. 실인쇄기의 드라이어에서 지필의 온도가 약 120℃정도임을 감안하여 열풍기의 온도를 250℃로 셋팅하여 사용한 결과, 라벨형온도계로 지필의 온도측정 시 약 120℃로 확인할 수 있었다. 고온 열풍기에 의한 건조 시간은 30초로 동일하게 적용하였다.

3.2.3 잉크 유화

유화율별로 잉크를 제조하기 위해서 Duke Emulsion Tester를 사용하였다. 잉크 유화율의 단계는 각각 0%, 10%, 25%, 50%로 맞추어서 제조하였다. 잉크 유화시 변화하는 잉크의 레올로지 특성중 점도의 변화를 측정하기 위해 Testprint사의 Hydroscope를 도입하여 사용하였다. Hydroscope는 설정된 속도로 회전하는 두 개의 금속 롤러사이에 10g의 잉크를 공급한 후, 일정양의 습수액을 공급하여 잉크의 점도 변화를 0.2초마다 측정할 수 있는 기기이다.

3.2.4 인쇄뒤비침의 측정 및 평가

먹색 잉크로 솔리드 인쇄된 인쇄물의 경우, 인쇄 뒤비침이 증가하다는 것은 인쇄물의 이면에서 관찰할 때 어두운 정도가 심화된다고 판단된다. 이러한 인쇄이면의 밝고 어두운 정도를 측정하기 위해 다음과 같은 3가지 방법을 사용하였다.

(a) 반사농도계(Density) 측정법

반사농도계의 경우 신문용지의 인쇄뒤비침을 평가하기 위해 여러 연구에서 사용되어져 왔다. X-Rite사의 930 spectro-densitometer를 이용하여 인쇄된 샘플의 이면의 농도변화를 통해 인쇄뒤비침의 변화를 측정하였다. 기기의 측정면적과 샘플의 크기를 감안하여 10회 측정한 결과의 평균값을 나타내었다.

(b) 백색도(Brightness) 측정법

L&W사의 Elepho측정기를 이용하여 인쇄된 샘플의 이면의 백색도 변화를 통해 인쇄뒤비침의 변화를 측정하였다. 백색도 측정 역시 샘플의 크기를 감안하여 10회 측정한 결과의 평균값을 나타내었다.

(c) 화상처리법(Image Analysis)

상업용 스캐너를 사용하여 인쇄된 샘플의 이면의 이미지를 획득하여, 이미지의 절대적인 밝고, 어두운 값을 'Image-pro'라는 화상분석프로그램을 이용해 얻었다. 화상분석 프로그램을 이용해 얻은 값을 통해 인쇄뒤비침의 변화를 알아보고자 하였다. 화상처리법을 통해 얻은 값을 편의상 'IA Level'이라 표기하였다.

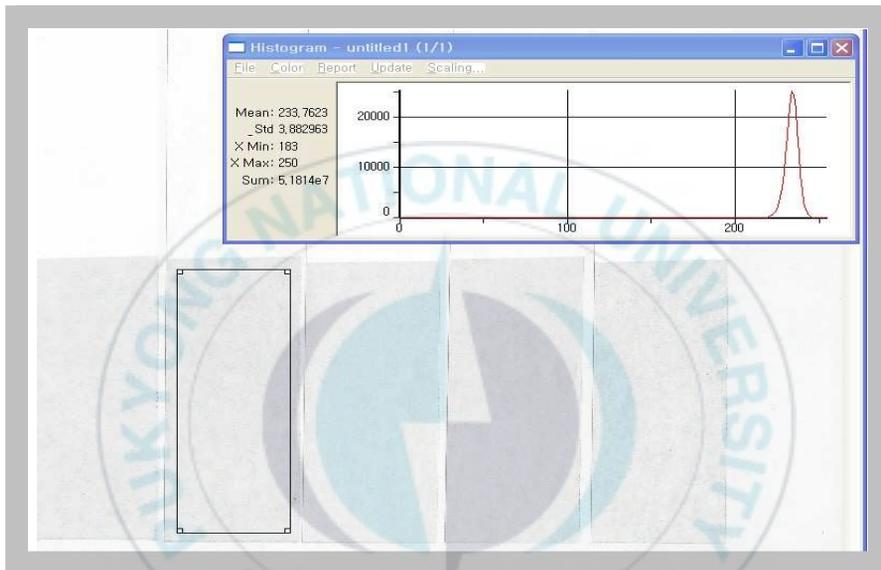


Fig. 2. The method of Image Analysis (Image-pro).

4. 結果 및 考察

4.1 인쇄뒤비침 평가방법의 선택

일반적으로 알려져 있듯이, 동일 용지상에서 잉크 공급량을 증가시키게 되면, 인쇄 농도가 상승하고, 용지내부로의 잉크의 침투도 증가하게 되어 결과적으로 인쇄 뒤비침 현상은 심화된다. 도공지1종(C1)과 비도공지1종(U1)에 동일한 잉크(A)를 사용해 잉크 공급량을 점차적으로 증가시킨 인쇄샘플을 얻었다. 전술한 3가지 방법을 이용해 인쇄 샘플의 이면의 인쇄 뒤비침 정도가 잉크 공급량 증가에 따라 변하는 값을 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Print-through(PT) measured on different methods

| Paper | Ink Feed cc | Print Density | PT Density | PT Brightness | PT IA Level |
|---------------|-------------|---------------|------------|---------------|-------------|
| Coated (C1) | 0.2 | 1.64 | 0.01 | 77.93 | 228.21 |
| | 0.3 | 1.85 | 0.01 | 77.75 | 228.16 |
| | 0.4 | 1.98 | 0.01 | 77.35 | 228.02 |
| Uncoated (U1) | 0.3 | 1.10 | 0.03 | 74.30 | 225.88 |
| | 0.4 | 1.17 | 0.03 | 73.01 | 223.41 |
| | 0.5 | 1.20 | 0.03 | 72.80 | 222.80 |

Table 2를 통해 도공지와 비도공지에서 잉크 공급량이 증가에 따라 인쇄 농도의 추세적인 증가 경향을 확인할 수 있었다. 하지만, 참고논문등에서 신문용지와 같은 저평량 비도공지의 인쇄뒤비침 측정에 사용되던 반사농도계를 이용한 인쇄샘플 이면의 농도 측정값은 잉크 공급량이 증가하고 그에 따라 인쇄 농도가 증가하였음에도 불구하고 변화가 없음이 확인되었다. 이러한 측정값의 경향은 도공지와 비도공지에서 같은 성향을 보임을 알 수 있었다. 즉, 80평량의 인쇄용지를 대상으로한 인쇄뒤비침 측정실험에서 반사농도계를 이용했을 때에는 잉크 공급량의 증가에 따른 인쇄뒤비침의 변화를 분별해내지 못한다는 것을 알 수 있다. 반면 도공지와 비도공지에서 Elepho를 이용한 백색도 측정값과 화상분석 프로그램을 이용한 화상처리법에서는 잉크 공급량의 증가에 따라 인쇄

뒤비침의 증가 경향이 뚜렷하게 나타났다. 하지만, Elepho를 이용한 백색도 측정은 기기의 측정 면적과 인쇄 샘플의 측정부위에 따른 값의 편차가 나타났으므로, 본 연구에서는 화상처리법 (IA Level)을 선택하여 인쇄 뒤비침을 측정하였다.

4.2 용지에 의한 인쇄 뒤비침 영향

인쇄 용지는 제조시 사용되는 지료, 안료, 첨가제와 제조 공정에 따라 다양한 물리적 광학적 특성을 가지게 된다. 제조 공정시에 결정된 용지의 물성은 여러 가지 인쇄물의 품질을 결정하는 중요 요인으로 작용한다. 이러한 품질중 인쇄뒤비침은 용지가 가지는 몇 가지 특성에 좌우된다. 비도공지 5종에 동일 잉크(A 잉크)를 사용하여 0.5cc를 공급하여 인쇄한 샘플을 얻었다. Table 3은 각각의 인쇄 샘플의 인쇄농도와 IA Level등을 나타낸 것이다.

Table 3. Print-through(PT) & Density of different uncoated papers

| Paper \ PT | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| IA Level | 227.82 | 231.29 | 211.73 | 225.04 | 223.20 |
| Density | 1.36 | 1.26 | 1.29 | 1.30 | 1.33 |

Fig. 3~9는 측정된 인쇄뒤비침값과 인쇄뒤비침과 관련된 용지의 중요 특성과의 상관관계를 나타낸 것이다. Fig. 3의 결과는 일반적으로 잘 알려진 용지의 불투명도와 인쇄뒤비침의 관계를 잘 나타내고 있다. 용지의 불투명도가 상승할 때 인쇄면의 잉크 필름이 이면에 비쳐보이는 현상인 show-through의 요인을 감소시킨다. Larsson and Trollsas에 의해 보고된 인쇄 뒤비침의 3가지 요인중 show-through의 감소는 전체 인쇄뒤비침을 개선시키는 요인으로 작용한 것으로 판단된다. Fig. 4의 결과는 백지면의 백색도가 인쇄뒤비침에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 용지의 백지면이 어두울 경우 인쇄뒤비침이 증가하는 경향을 보여주고 있다.

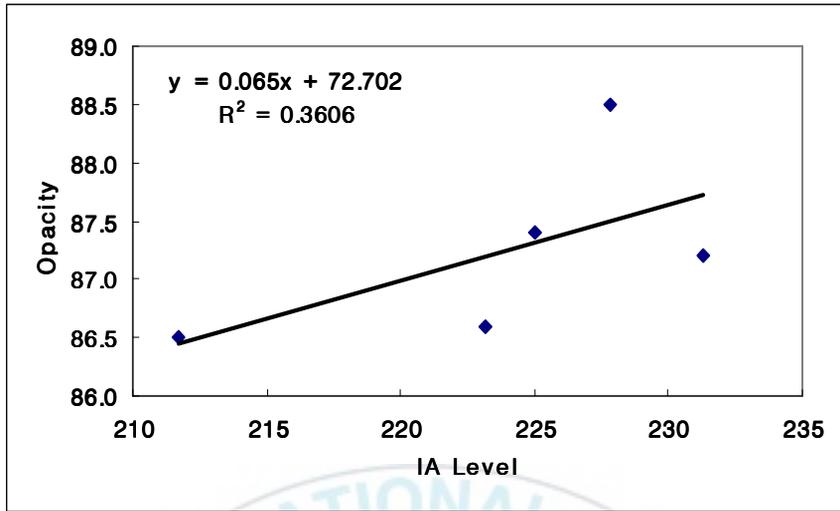


Fig. 3. Correlation between paper opacity and print-through.

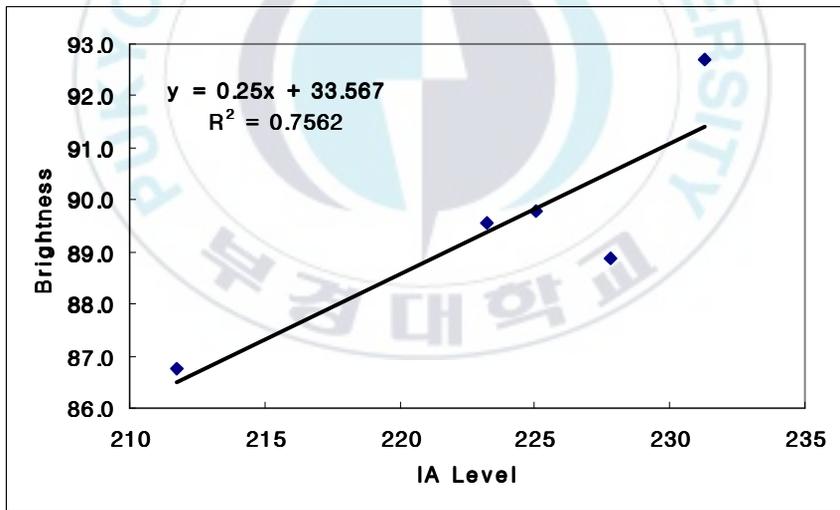


Fig. 4. Correlation between paper brightness and print-through.

Fig. 5의 결과는 용지의 거칠음도와 인쇄뒤비침의 상관관계를 나타낸 것이다. 용지 표면이 거칠어지면 동일양의 잉크 공급시 전이되는 잉크의 전이량이 증가하게 되고, 그 결과 인쇄뒤비침이 증가하는 것으로 판단된다.

Fig. 6과 7은 용지의 기공도 및 지합이 인쇄되비침에 영향하는 경향을 나타낸 것으로, 본 실험에서는 최종적인 인쇄되비침 정도와는 크게 상관관계가 없는 것으로 측정되었다.

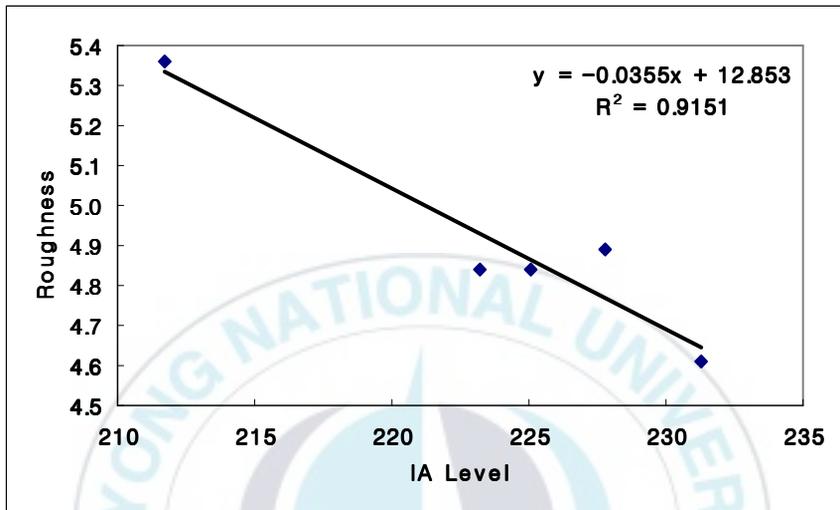


Fig. 5. Correlation between paper roughness and print-through.

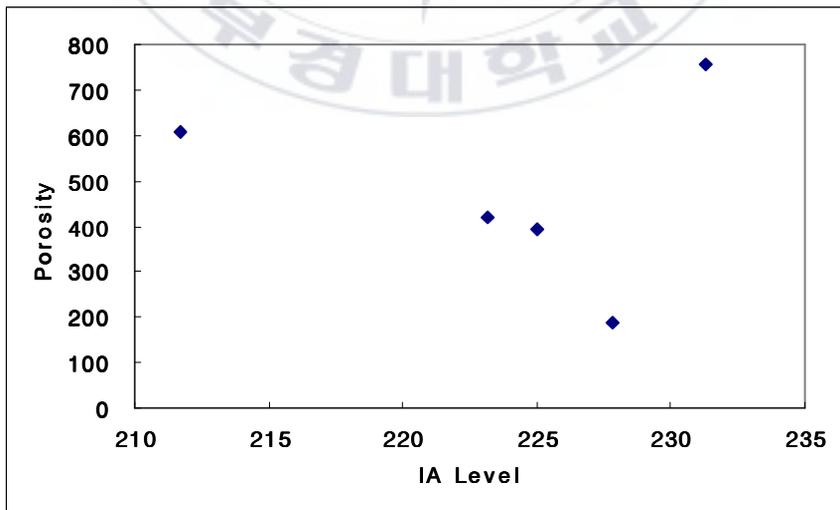


Fig. 6. Correlation between paper porosity and print-through.

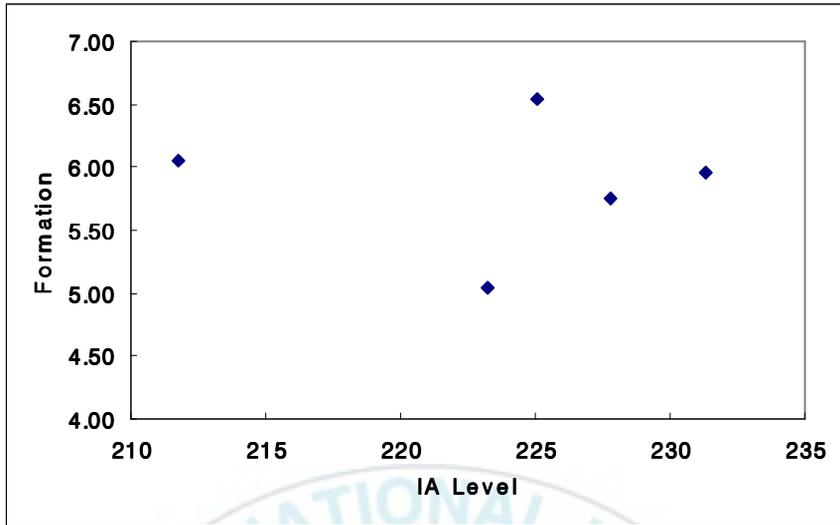


Fig. 7. Correlation between paper formation and print-through.

4.3 잉크 공급량에 의한 인쇄뒤비침 영향

4.1에서 기술한 바와 같이 잉크의 공급량을 증가시키면 용지상에 전이되는 잉크의 양이 증가하고, 이에 상응하여 잉크 필름 두께의 증가와 안료/오일과 같은 잉크 성분의 침투 증가가 수반된다. 이상의 두 가지 요인으로 인쇄뒤비침은 잉크 공급량의 증가에 따라 점차적으로 심화되게 된다.

Fig. 8은 동일 잉크(A)의 공급량 변화에 따른 인쇄 농도와 인쇄뒤비침의 변화를 나타내었다. 데이터를 살펴보면, 도공지샘플과 비도공지샘플을 비교시, 도공지에 비해 비도공지에서 인쇄뒤비침 정도(IA Level)이 잉크공급량의 증가와 함께 급격히 증가하는 것을 보이고 있다. 일반적으로 알려져 있듯이, 비도공지에 비해 도공지의 경우에는 같은 잉크 공급량의 증가시 도공층에 의해 잉크의 안료나 오일성분의 침투가 제한적으로 발생하여 인쇄 농도의 상승폭이 비도공지에 비해 커지게 된다. 즉, 전이된 잉크의 표면 잔류량이 많아 비도공지에 비해 Dry down 현상이 적게 나타난다. 이러한 도공층의 잉크침투 제한은 결과적으로 용지에 대한 잉크의 침투 깊이의 변화를 최소화시키게 되어, 잉크 공급량의 증가라는 요인이 인쇄뒤비침에 미미한 작용을 하게 된다. 반대로 비도공지의

경우 잉크 공급량 증가로 인한 잉크전이량의 증가에도 불구하고 인쇄 농도가 상승하지 못하는 것은 증가된 전이량의 대부분이 용지내부로 침투하여 Dry Down현상이 심화되며, 결국 인쇄뒤비침의 증가가 상대적으로 크게 나타난 것을 알 수 있다.

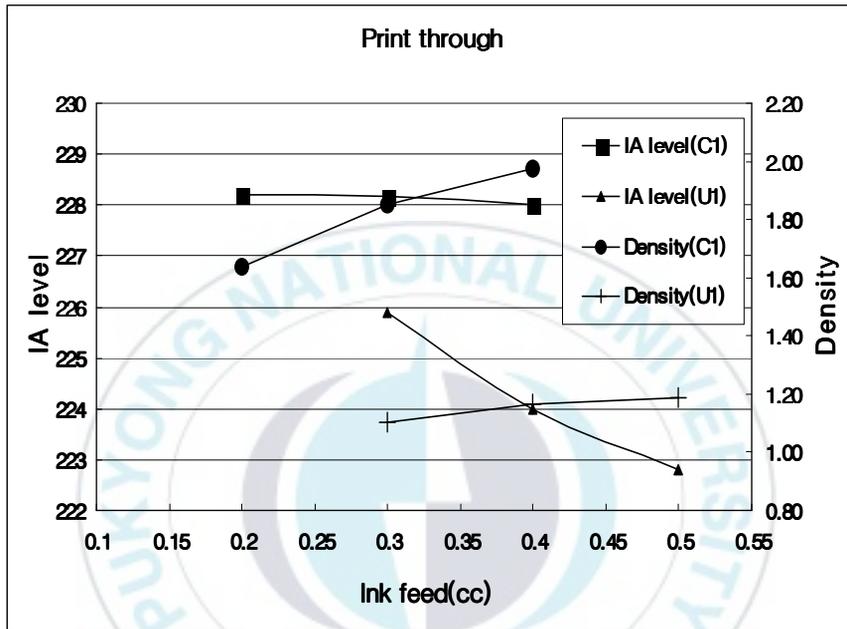


Fig. 8. Change in print-through and density with increasing ink-feed amount.

Fig. 9는 도공지와 비도공지의 인쇄후 단면으로 잉크 공급량이 증가함에 따라 나타나는 잉크 침투 깊이차를 보여주고 있다. 사진에서 보는바와 같이 도공지에 비해 비도공지에 대한 잉크 침투는 잉크 공급량의 증가에 따라 급격하게 깊어지는 것을 알 수 있다. 위의 결과로 볼때, 최종적인 인쇄뒤비침 현상은 용지 표면의 잉크 필름두께(인쇄농도)에 의한 영향보다는 용지내부로의 잉크의 침투 깊이에 의해 크게 좌우되는 것으로 판단된다. 즉, 인쇄 뒤비침 현상의 개선 요인에 효과적으로 접근하기 위해서는 용지의 불투명도의 향상을 통한 관점과 함께 용지의 구조적인 설계를 통해 잉크 침투 깊이를 조절하는 것이 반드시 병행되어야 함을 시사한다고 판단된다.

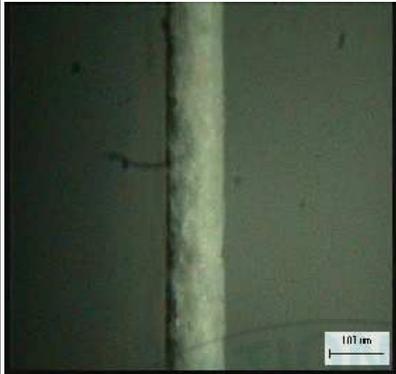
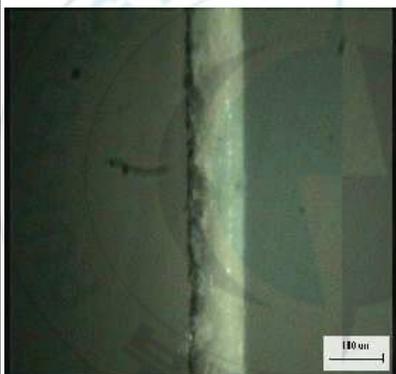
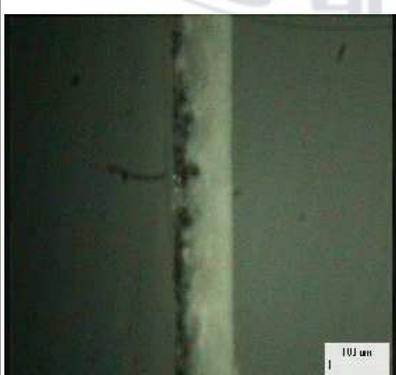
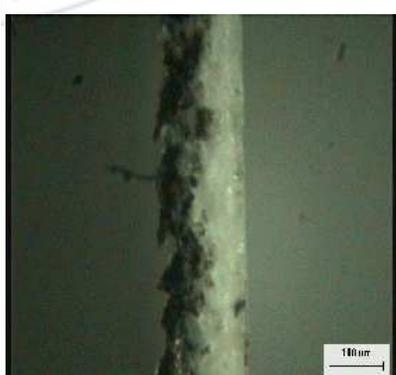
| Paper Ink Feed | Coated (C1) | Uncoated (U1) |
|----------------------|---|--|
| 0.2cc / 0.3cc |  |  |
| 0.3cc / 0.4cc |  |  |
| 0.4cc / 0.5cc |  |  |

Fig. 9. The images of Ink penetration depth. (Microscope, $\times 500$)

4.4 건조방식에 의한 인쇄뒤비침 영향

Heatset 운전 오프셋인쇄는 고온의 열을 인쇄물에 가하여 잉크내부의 용제성분을 증발시켜 용지에 대한 잉크의 고착, 건조를 촉진시키게 된다⁶⁾. 용지위에 전이된 잉크의 적절한 고착 및 건조와 최종 인쇄물의 인쇄적성을 위해서는 드라이어의 온도와 Dwell time의 셋팅은 중요한 요인으로 작용한다. 하지만, 국내에서 가동되는 운전 오프셋인쇄기의 경우 드라이어의 길이가 기기마다 다르기 때문에 인쇄물에 적용되는 드라이어 온도가 달라지며, 이에 상응하여 용지상에 존재하는 Heatset 운전잉크의 건조 현상에도 영향을 달리 주게 될 것으로 추측된다. 만약, 저온에서 인쇄물이 건조될 경우에는 잉크의 휘발효과가 낮아지게 되므로, 고온의 조건에 비해 잉크 성분은 장시간에 걸쳐 지속적으로 용지내부로 침투할 것이다. 이러한 침투 현상은 잉크가 완전한 Setting과정을 거쳐 유동성을 상실할 때까지 진행될 것이고 잉크 성분의 침투량 증가는 인쇄 뒤비침을 증가시키는 요인으로 작용할 것으로 가정된다. 반면, 고온 열풍조건에서 인쇄물이 건조될 경우에는 잉크내부의 오일 성분이 휘발효과가 증가되어 용지내부로 침투되는 잉크 오일성분의 침투를 억제하게 될 것이다. 이러한 요인은 인쇄 뒤비침의 감소 작용을 하게 될 것으로 판단되나, 한편으로는 고온의 드라이어 열은 용지상에 존재하는 잉크의 유동성을 급격하게 증가시켜 용지 내부로의 잉크 침투를 촉진시키는 요인으로도 작용할 것으로 판단된다.

위의 가설을 검증하기 위해서, 도공지1종(C1)과 비도공지1종(U1)에 대하여 동일조건에서 인쇄된 샘플을 각각2매씩 확보하였다. 1매는 실온 상태(25℃)에서 완전 건조시키고, 1매는 열풍 드라이어를 이용해 강제 건조시킨 후, 각 샘플에 대한 인쇄뒤비침 정도를 화상분석법(IA Level)을 이용해 측정하였다. 건조조건에 따른 경향의 정확성을 위해 잉크 공급량을 변화시키면서 반복 실험을 실시하였다. Fig. 10과 Fig. 11은 건조 조건의 변화시 발생하는 인쇄뒤비침 정도를 나타낸 것이다. 결과로부터 저온건조에 비해 고온건조에서 인쇄뒤비침이 심화되는 것을 알 수 있다. 이러한 경향은 각기 다른 2종의 용지 샘플에 대해 잉크 공급량을 달리한 경우에도 동일하게 관찰되었다. 따라서 Heatset 운전 인쇄시에 사용되는 드라이어 열의 정도에 의해서도 인쇄 뒤비침 현상의 증감은 영향을 받는 것을 확인하였고, 그 요인은 드라이어 열에 의한 용지상의 잉크 유동성 증가와 그에 따른 침투 효과의 증가로 판단된다.

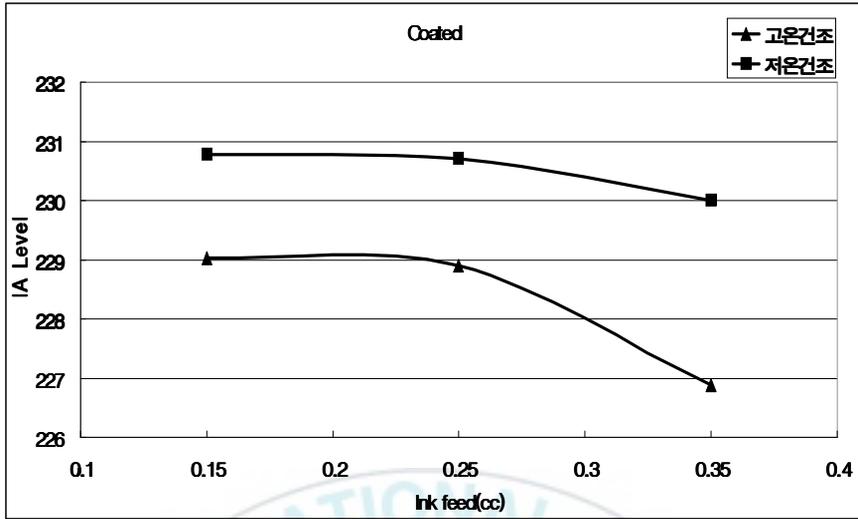


Fig. 10. Drying effect on print through. (Coated)

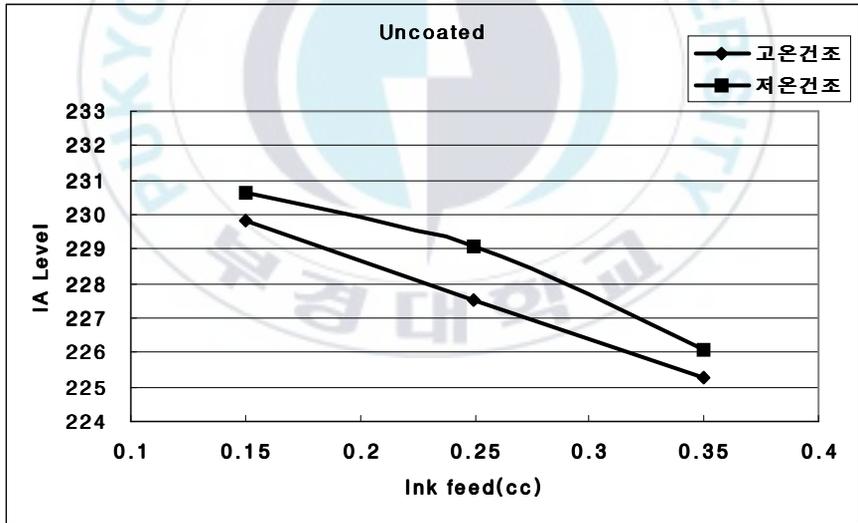


Fig. 11. Drying effect on print through. (Uncoated)

4.5 잉크의 유화량에 의한 인쇄뒤비침 영향

오프셋 인쇄방식은 물과 기름의 반발원리를 이용하기 때문에 잉크의 유화는 인쇄기상에서 필연적으로 발생하게 된다. 일반적으로 잉크 유화 불량은 인쇄기

상에서 잉크의 전이성을 떨어뜨리고, 인쇄품질 측면에서 인쇄농도와 광택의 저하를 유발하게 된다. 또한 유화된 잉크는 현격한 유동성의 변화를 수반하므로, 인쇄뒤비침과의 관련성이 주목되게 된다. Duke 유화 테스터를 이용해 잉크의 유화도를 0%, 10%, 25%, 50%로 제조한 다음, 동일한 공급량으로 도공지(C1)와 비도공지(U1)에 인쇄테스트를 실시하여, 각각의 인쇄농도와 그에 상응하는 인쇄뒤비침을 평가하였다.

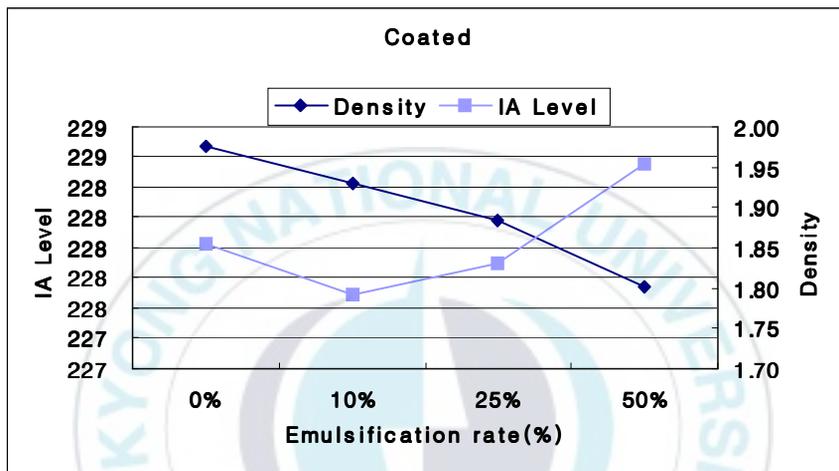


Fig. 12. Effect of ink emulsification on print through.(Coated paper)

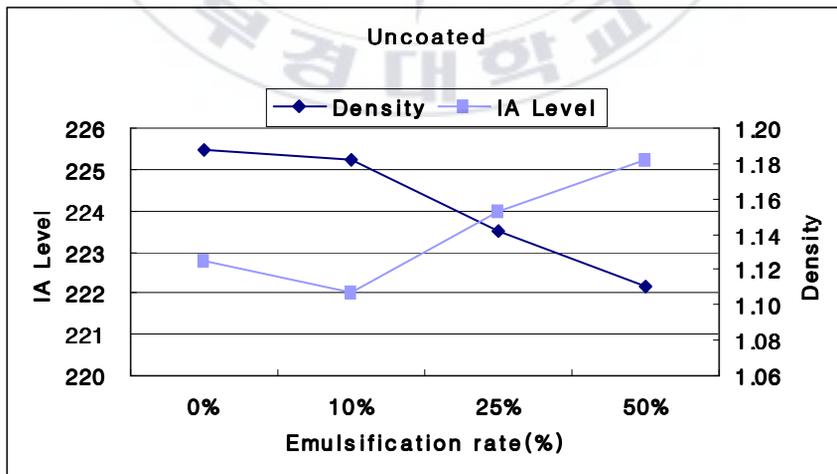


Fig. 13. Effect of ink emulsification on print through.(Uncoated paper)

Fig. 12와 13으로부터 잉크의 유화율이 증가함에 따라 같은 양의 잉크를 공급하여도 인쇄물의 농도는 점차적으로 감소하는 경향을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 또한 인쇄물의 농도 저하에 따라 인쇄된 비침 정도는 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 경향의 요인은 Table. 4와 같이 잉크량을 공급하여도 유화율이 증가함에 따라 발생하는 전이량의 감소와 습수에 의한 잉크 성분의 대체 효과라고 판단된다.

Table 4. Ink Transfer of Emulsified Inks on different papers

| Paper | ER | X | Y | X/Y * 100 |
|-------|-----|-------------|-----------------|------------------|
| C1 | E R | Ink Feed(g) | Ink transfer(g) | Transfer rate(%) |
| | 0% | 0.0373 | 0.0152 | 40.75 |
| | 10% | 0.0329 | 0.0139 | 42.25 |
| | 25% | 0.0289 | 0.0125 | 43.25 |
| | 50% | 0.0257 | 0.0111 | 43.19 |
| U1 | | Ink Feed(g) | Ink transfer(g) | Transfer rate(%) |
| | 0% | 0.0457 | 0.0253 | 55.36 |
| | 10% | 0.0413 | 0.0232 | 56.17 |
| | 25% | 0.0366 | 0.0205 | 56.01 |
| | 50% | 0.0338 | 0.0194 | 57.40 |

하지만 도공지와 비도공지의 두 그래프에서 특이할 만한 사항은 10%유화시의 인쇄된 비침 값으로 Fresh한 상태의 잉크에 비해 인쇄 농도는 감소하는 것으로 나타났으나, 인쇄된 비침 값은 증가된 것으로 나타났다. 이러한 경향의 원인은 유화가 진행될 때 수반되는 잉크의 거동 특성에 변화로 추측된다. 이러한 가설을 증명하기 위해 유화시 발생하는 잉크의 점도 변화를 측정하여 Fig. 14~16에 나타내었다.

Fig. 14~16의 결과를 살펴보면 Fresh한 상태의 잉크에 비해 습수를 공급하고 난 후의 잉크의 점도가 하락하는 경향을 관찰할 수 있다. 잉크의 점도 하락은 유동성의 증가와 관계되며 최종적으로 잉크의 침투 효과를 촉진시키는 요인으로 작용될 수 있을 것으로 판단된다.

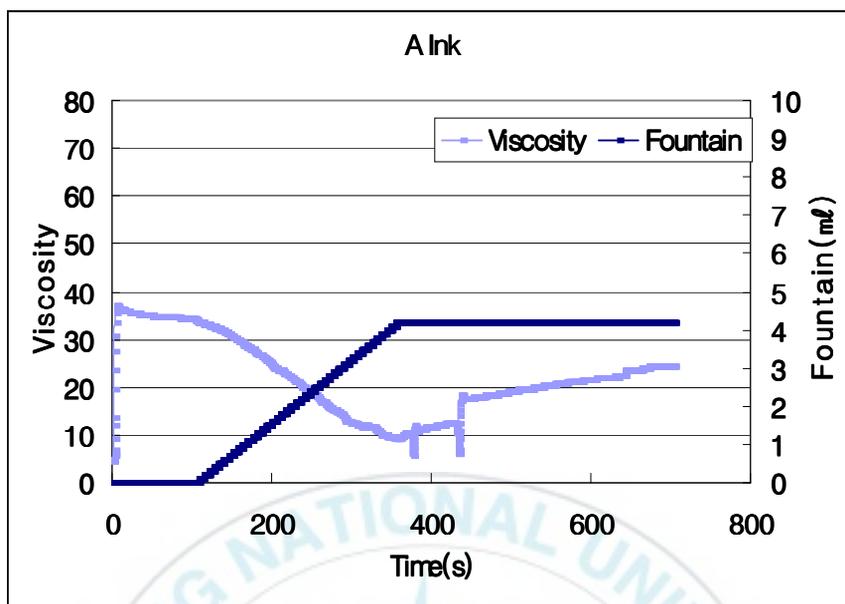


Fig. 14. The change curves of viscosity of emulsified ink. (A Ink)

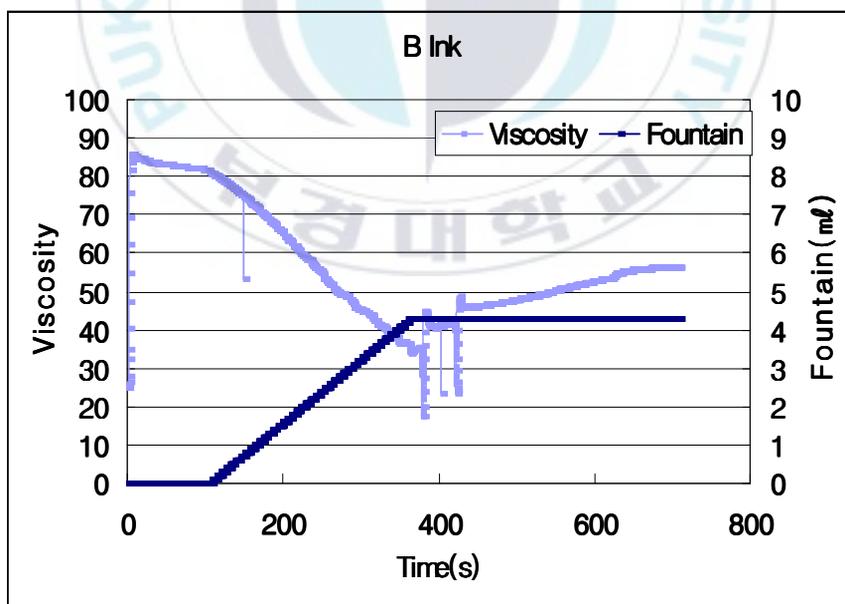


Fig. 15. The change curves of viscosity of emulsified ink. (B Ink)

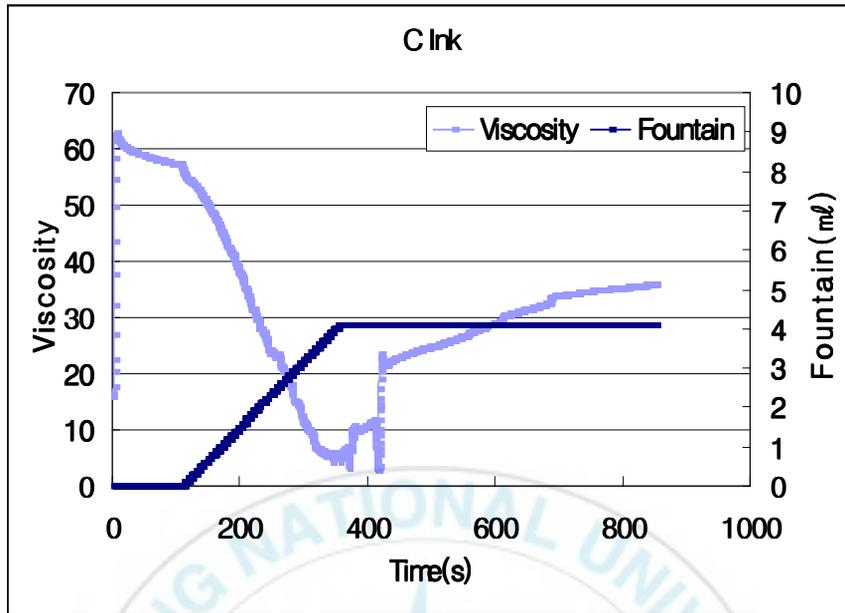


Fig. 16. The change curves of viscosity of emulsified ink. (C Ink)

4.6 제조사별 잉크에 의한 인쇄뒤비침 영향

잉크는 각기 나름대로 최적의 인쇄 작업성과 품질을 구현하도록 설계되고 제작되며, 통상 그 구성성분은 비공개되는 것이 일반적이다. 따라서 각 제조사별 잉크의 적합성은 일반화되기 어려운 특성이 있다. 각 잉크는 구성성분 또는 제조공정에 따라 인쇄뒤비침 성능을 달리될 것이나, 실험의 제약상 모델잉크를 통한 실험에 앞서 각 제조사별 잉크의 인쇄뒤비침을 평가해보고자 하였다. 제조사별로 인쇄뒤비침의 수치에 차이가 있다면, 개선의 여지가 있음을 시사하는 것이라 하겠다. Fig. 17은 비도공지(U1)에 국내 3사의 잉크를 사용하여 동일한 인쇄농도를 재현시켰을 때 얻어진 인쇄뒤비침을 나타낸 결과이다. 잉크공급량 0.3cc와 0.4cc에서 각각 1.13과 1.27의 인쇄농도를 얻었다. 동일 농도의 인쇄물이라 할지라도, 제조사에 따라 인쇄뒤비침값이 차이를 보이는 것으로 나타났다. 즉, A사의 제품의 경우 B, C사 제품에 비해 동일 인쇄농도 수준에서 인쇄뒤비침에 유리한 품질을 유지할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

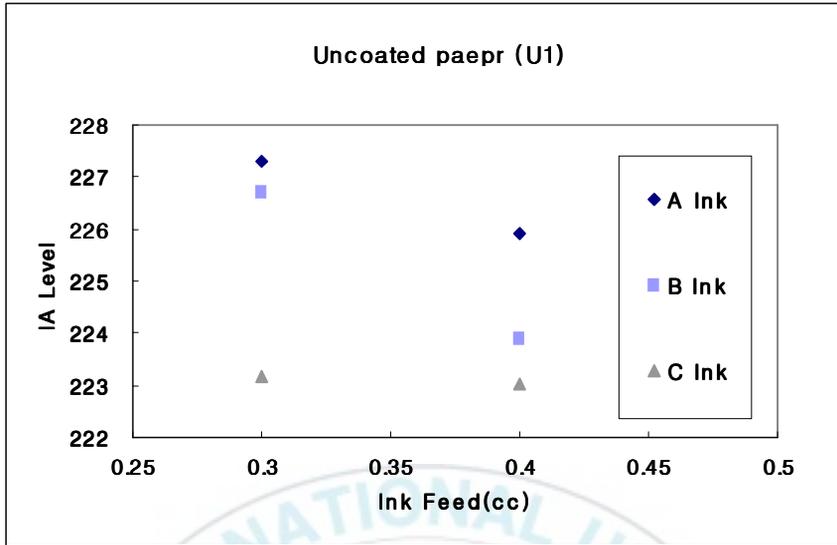


Fig. 17. Print-through of different commercial inks. (uncoated)

Fig. 18은 A잉크와 C잉크를 도공지(C1)에 동일 공급량(0.3cc)으로 인쇄하였을 때의 인쇄 농도와 인쇄뒤비침 결과를 나타낸 것이다.

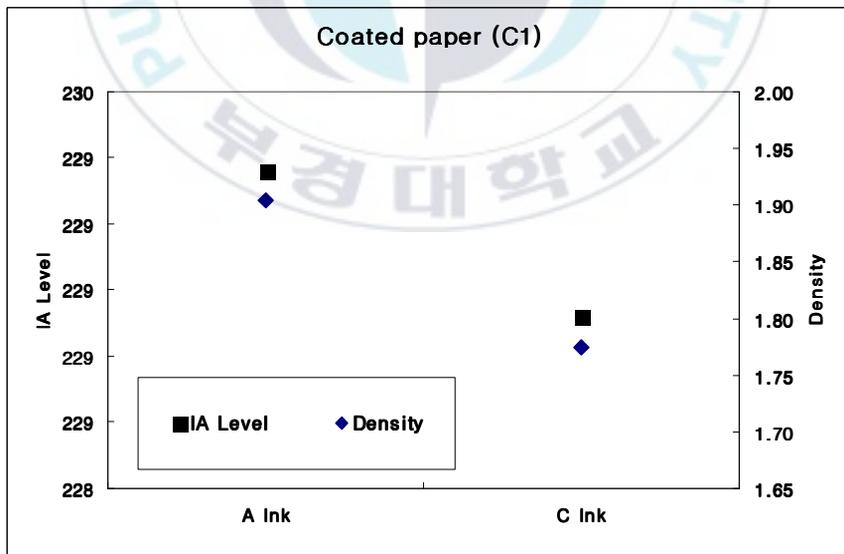


Fig. 18. Print through of different commercial inks. (coated)

비도공지 인쇄 샘플에서도 확인되었다시피, A 잉크의 인쇄농도가 C잉크에 비해 0.13만큼높게 측정되었음에도 불구하고 인쇄뒤비침 수준은 오히려 낮은 결과를 보이고 있다. 두 개의 다른 용지로부터 얻은 인쇄뒤비침 결과로부터 종이 표면상의 잉크 필름의 두께, 그에 따른 인쇄농도라는 요인에 비해, 잉크의 거동 특성에 따른 종이 내부로의 침투 정도와 잉크 구성성분의 침투로 인한 종이의 불투명도 감소 효과가 인쇄뒤비침 현상의 발현에 주요 요인으로 작용하고 있다고 판단된다. 즉, 잉크의 거동 특성과 잉크 구성 성분비의 제어를 통해서 인쇄 뒤비침의 발현 수준을 개선할 수 있다는 결과로 판단된다.



5. 結 論

인쇄 뒤비침은 광학적 현상의 일종으로 현재까지 명확하고 범용화된 평가법이 존재하지 않았다. 본 연구에서는 기존에 제시된 방법과 차별화된 인쇄 뒤비침 평가법을 활용하여, 도공지와 비도공지를 대상으로 잉크의 건조, 유화와 같은 인쇄조건이 인쇄뒤비침에 영향을 미치는 관계를 조사하였다. 또한 제조사가 다른 잉크들을 비교함으로써, 뒤비침 현상에 대한 잉크의 영향을 실험하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 제조사가 다른 동일 평량의 비도공지(5종)를 비교한 결과, 인쇄뒤비침 현상은 용지의 불투명도와 거칠음도, 백색도와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다. 그 외 용지의 투기도와 지합과의 상관관계는 본 연구에서 비교적 무관한 것으로 나타났다.

2. 동일 평량의 도공지와 비도공지를 비교한 결과, 도공지의 경우 도공층에 의한 잉크 성분(안료, 비이클)의 침투깊이 억제로 인해 잉크 공급량의 증가에 의한 인쇄뒤비침 변화가 미미한 것으로 확인되었다.

3. Heatset 운전잉크에서의 고온건조는 저온상태에서 건조된 것보다 인쇄뒤비침이 증가되는 경향을 나타내었다. 이는 드라이어의 열에 의해 용지상의 잉크필름의 거동특성에 영향을 주어 침투 효과의 증가가 발생되었기 때문인 것으로 제시하였다.

4. 잉크의 유화율의 증가에 따라, 잉크의 전이량 감소와 잉크성분에 대한 수분의 희석효과로 인해 인쇄 농도가 감소하고 그 결과 인쇄뒤비침은 감소되는 결과를 확인하였다. 또한, 잉크 유화진행시 발생하는 잉크의 거동특성의 변화가 인쇄뒤비침에 영향을 미칠 수 있음을 제시하였다.

5. 제조사별 잉크의 인쇄뒤비침 결과로부터, 동일한 인쇄농도 또는 공급량 수준이라 하더라도 각기 다른 잉크성분의 침투효과는 인쇄뒤비침의 주요 요인으로 작용할 수 있음을 확인하였다.

參考文獻

1. Larsson, L. O. and Trollsas, P. O., Print through as an ink/paper interaction effect in newsprint, The fundamental properties of paper related to its uses, Transaction of the Cambridge Symposium, vol.1 and 2, Ed., Bolaru F., pp600-612, (1973).
2. Pauler, N. and Bristow, J., Opacity is not always a direct guide to print-through, Advances in printing science and technology, vol. 17, pp333~346, (1983).
3. Bristow, J. A., Print-through and ink penetration—a mathematical treatment, Advances in printing science and technology, vol. 19, pp137~145, (1988).
4. De Grace, J. H. and Dalphond J. E., The development of print density and print through in newsprint, 1989 TAGA conference, p582-609. (1989).
5. Ionides, G. N. and Thorburn, I., Print through minimization by specialty pigment—technical approach and mill trial results, 1996 International Print'g and Graphic Arts Conf., p49-57. (1996).
6. Eldred N. R. and Scarlett, T., What the printer should know about Ink, GATF, pp145~165, (1990).
7. Mark, R.E, Handbook of physical and mechanical Testing of paper and paperboard, Vol.1, Marcel Dekker, pp23, (1983).
8. R. D. Harvey and T, Surfer Sizing Agent, Chemical Processing Aids in papermaking, TAPPI press, pp.82~91. (1992).
9. P. Casey, Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology Vol. 3, Weley-Interscience Publication, pp.1667~1714, (1981).
10. J. A. Bristow, The Pore Structure and the Absorption of Liquids, Paper Structure and Properties, Marcel Dekker, pp.186~187, (1986).

11. A. J. Bauch, Pigments and Fillers, Chemical Processing Aids in Papermaking, Tappi press, pp.95~101, (1992).
12. R. L. Wheistler, Chemistry and Technology, Academic Press, pp.315~323, (1984).
13. M. Beland, Papermaking Applications, Surface Analysis of Paper, CRC Press, pp.22~23, (1995).



감사의 글

2년이라는 길다면 긴 시간동안 많은 지도 편달을 해 주신 윤종태 교수님께 먼저 감사를 드립니다. 석사 논문 검토 및 지도에 여러모로 신경써 주셔서 졸업이라는 문턱에 도달할 수 있었습니다. 감사합니다.

또한 논문을 면밀히 검토해주신 구철희 교수님과 김성빈 교수님께도 감사드리며, 실험실의 백기와 수만이에게도 너무 고맙다는 말을 하고 싶습니다.

그리고 제가 대학원에 진학시 많은 격려를 해주시고, 논문 완성에 도움을 주신 한솔제지 기술연구소의 전성재 책임연구원님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 여러 실험에 도움을 주신 많은 연구원님께도 이 자리를 빌어 감사의 말씀을 드리고 싶습니다.

항상 저의 주위에 있어주시고 격려해주시는 부모님과 누님, 아령이에게 사랑하고 또한 감사합니다.

마지막으로 논문 완성에 도움을 주신 모든 분들에게 이 논문을 바칩니다.