

도공지 물성과 잉크 분산성에 따른 인쇄 모틀 연구(제1보)

— 인쇄적성 시험에 의한 해석 —

하영백[†] · 이용규 · 김창근^{*1} · 오성상^{*2} · 임종학^{*3} · 윤종태^{*4}

(2006년 8월 24일 접수: 2006년 10월 26일 채택)

The Study of Printed Mottle on Properties of Coated Paper and Ink Dispersion (I)

— Analysis of printability test —

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

(Received August 24, 2006: Accepted October 26, 2006)

ABSTRACT

This study is about the effect from properties of coated paper and ink dispersion to the printed mottle. Ink receptivity would be expected that it is mainly effected by roughness of coated paper. Because the transfer of ink can not be uniform with rough surface, it will cause the optical appearance such like printed mottle. And also it may be able to cause the printed mottle from uneven transfer of ink due to absorption property of based paper, depend on size degree, by using dampening in Off-set printing. Each different specific of surface and ink dispersion could cause printed mottle. Therefore this study was carried out by using densitometer and image analysis to show the interaction between properties of domestic coated paper and ink dispersion.

• 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

Keywords : *printed mottle, properties of coated paper, size degree, roughness, ink dispersion, damping, transfer of ink, absorption, densitometer, image analysis*

1. 서론

평판 오프셋 인쇄에서 도공지 인쇄 중 인쇄부에 불균일한 흡수가 일어나 균일한 색조 재현을 하지 못하거나, 도공지의 표면 특성에 의하여 인쇄 광택을 나타내지 못하고 얼룩진 상태로 화선이 재현되는 현상을 인쇄 모틀이라고 한다.¹⁻³⁾ 이러한 인쇄 모틀은 도공지 표면의 잉크 수리성과 잉크 흡수성이 불균일한 것이 주요한 요인으로 분석되고 있으며, 도공지 표면에 불균일한 착색제 분포도 중요한 원인으로 보고 있다.

이와 같은 도공지에 대한 인쇄 모틀 문제를 인지, 해결하기 위한 많은 연구가 수행되어져 왔다. Alince들은 코팅 컬러 안료 입자와 광산란 및 광택도의 관계에 관한 연구를 수행하였고, Yamazaki들은 바인더 마이그레이션, 라텍스의 필름 형성력, 바인더의 종류에 따른 인쇄 모틀 발생에 관한 연구를 수행하였다.⁴⁻⁵⁾ 또한 Ishikawa는 종이의 백색도와 바인더의 함량에 관한 연구를 수행하였고, Matsubayashi들은 코팅 중량과 잉크 농도의 관계를 연구하여 보고하였다.⁶⁾

그리고 국내에서는 도공 안료 조성, 도공량에 따른 도공지의 광학적인 특성 변화 및 잉크 흡수성과 같은 인쇄 모틀 방지를 위한 제지도공 기술 개발 등의 연구가 이 등에 의해 보고된 적이 있다.⁷⁻⁹⁾

이러한 연구들은 도공지의 물성과 인쇄 모틀의 상관관계에 대하여 분석하고 있지만, 실제 인쇄는 인쇄 잉크, 습수, 인쇄 기계 등 복잡한 단계에 의해 일어나므로 이에 대한 연구 또한 이루어져야 할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구는 현재 국내에서 생산 시판 중인 5개 회사의 120 g/m² 도공지에 대하여 잉크의 분산성을 다르게 조성한 잉크를 적용, 도공지의 표면 특성과 잉크 분산 상태에 따른 인쇄 모틀 발생에 관하여 연구하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 피인쇄체

본 연구를 위하여 사용된 피인쇄체는 국내 생산 중인 120 g/m² 도공지 5종을 사용하였다. 그 기본적인 물성 측정을 위하여 두께는 L&W thickness tester(스웨덴), 평활도는 왕연식(일본), 거치름도는 L&W roughness tester(스웨덴), 사이즈도는 Cobb size tester를 이용하여 측정하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다.

2.1.2 잉크

본 연구에 사용된 잉크는 선행연구에 사용한 2 μm, 4 μm, 6 μm의 분산 상태를 가지는 Cyan 잉크를 사용하였다.¹⁰⁾

2.2 실험방법

2.2.1 전색 실험

전색 실험은 온도 22.3°C, 습도 60%의 조건 하에서 인쇄 속도 1 m/sec, 압력 200 N으로 IGT 인쇄 적성 시험기를 사용하였다. 공급된 잉크량은 0.6 cc로 인쇄판과 도공지에 전이된 잉크량으로 전이율을 구하였다.

2.2.2 평가

객관적인 인쇄물의 평가는 선행연구에 사용한 평가 방법을 적용하였다.¹⁰⁾

3. 결과 및 고찰

3.1 잉크 분산성에 따른 결과

Fig. 1은 잉크 분산성에 따른 각 시료에 대한 전

Table 1. Properties of coated paper

| Properties | | A | B | C | D | E |
|----------------------------------|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Basis weight (g/m ²) | | 119.5 | 116.0 | 119.6 | 123.1 | 120.1 |
| Thickness (μm) | | 98.2 | 98.5 | 96.6 | 96.4 | 101.6 |
| Bulk (cm ³) | | 0.82 | 0.85 | 0.81 | 0.78 | 0.85 |
| Density (g/cm ³) | | 1.28 | 1.22 | 1.24 | 1.28 | 1.18 |
| Ash (%) | | 28.72 | 26.80 | 25.08 | 27.22 | 26.20 |
| Contact Angle (°) | | 56.67 | 63.00 | 66.67 | 63.33 | 73.50 |
| Cobb size (g/m ²) | | 27.7 | 25.2 | 37.5 | 31.1 | 27.2 |
| Smoothness (sec) | Top | 3670 | 4160 | 5000 ↑ | 5000 ↑ | 4170 |
| | Wire | 4110 | 4170 | 5000 ↑ | 5000 ↑ | 4440 |
| Roughness at IMPa (μm) | Top | 0.86 | 0.91 | 0.61 | 0.55 | 0.88 |
| | Wire | 0.81 | 0.87 | 0.64 | 0.63 | 0.76 |
| Gloss (%) | Top | 78.7 | 74.1 | 76.3 | 80.8 | 74.0 |
| | Wire | 77.2 | 76.6 | 75.3 | 79.1 | 75.0 |
| Color shade | L/D (L*) | 93.50 | 93.80 | 94.83 | 93.75 | 93.43 |
| | R/G (a*) | 1.29 | 1.09 | 1.44 | 0.92 | 1.38 |
| | Y/B (b*) | -4.42 | -3.25 | -4.21 | -4.57 | -3.68 |
| | Whiteness (%) | 131.8 | 126.77 | 117.25 | 129.89 | 126.42 |
| | Brightness (%) | 88.87 | 89.01 | 92.62 | 90.71 | 88.95 |

이율을 나타내고 있다. 분산이 좋은 2 μm에서 피인쇄체로의 잉크 전이율이 0.536에서 0.513으로 높게 나타났다. 그 이유는 잉크 분산에 따른 잉크 유동성 증가 때문이다. 이것은 분산이 잘된 잉크의 경우가 유동성이 높게 나타난다는 결과와 일치한다.¹¹⁾

Fig. 2는 잉크 분산성에 따른 인쇄물의 농도 값을 나타낸 것으로 전이율과 같은 결과를 보여주고 있다. 전이율이 높으면 피인쇄체로 피복되는 잉크량이 증가함으로 인쇄물의 농도 값 또한 증가한다.

하지만 시료 B에서 2 μm로 분산된 잉크는 전이율이 높음에도 불구하고 다른 시료들에 비하여 낮은 농도 값을 나타내고 있다. 이것은 Table 1에서 나타난 것과 같이 거치름도가 0.91 μm로 높게 나타났기 때문이다. 거치름도가 높게 나타나면 피복 저항이 커져 요구되는 잉크량은 증가하지만, 잉크 층이 피인쇄체 표면에 고르게 분포하지 않아 인쇄물의 농도 값은 낮게 나타났기 때문이다.¹¹⁾ 따라서 인쇄 모듈의 발생 가능성이 있는 것으로 판단된다. 4 μm

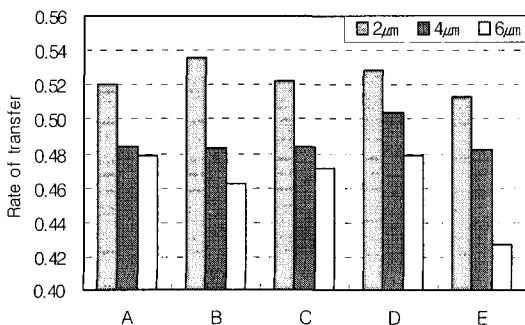


Fig. 1. Ink transfer rate for dispersion of inks.

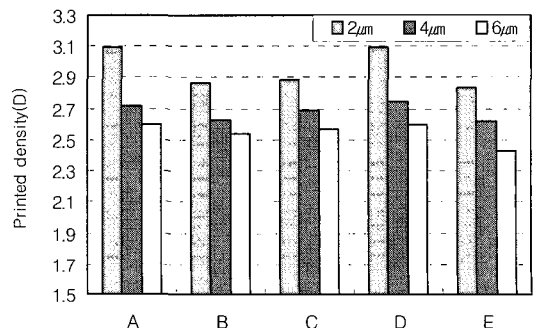


Fig. 2. Printed density for dispersion of inks.

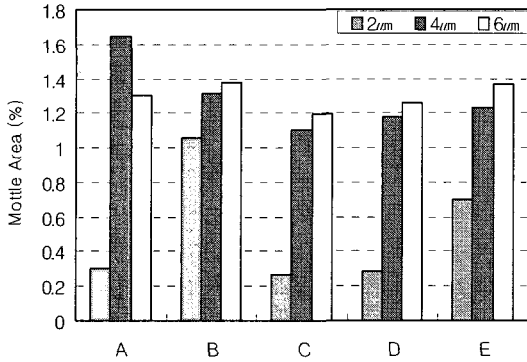


Fig. 3. Printed density for dispersion of inks.

와 6 µm로 분산된 잉크는 안료 입자의 면적이 커져 분산이 잘된 2 µm보다 낮은 결과들을 보여주고 있다.

화상분석법을 통하여 모틀이 발생하지 않은 결과물의 threshold 값(180)을 구하고 모틀이 발생한 부분에 적용, 전체 면적 100%에 대하여 얼룩으로 나타난 값을 면적으로 표시한 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

잉크 분산성이 좋지 못한 4 µm와 6 µm 경우에서 인쇄 모틀 발생이 많이 나타나는 것을 알 수 있다. 반면 2 µm의 분산성을 가지는 잉크에서 인쇄 모틀이 발생한 면적율이 0.265%에서 0.695%로 육안 식별이 어려울 정도이다. 하지만 시료 B의 경우에는 1.054%로 분산성이 좋지 못한 4 µm와 6 µm 경우에 근접하는 결과를 보여 주고 있다. 그 이유는 앞서 언급한 것처럼 피인쇄체 표면 거칠름도가 높

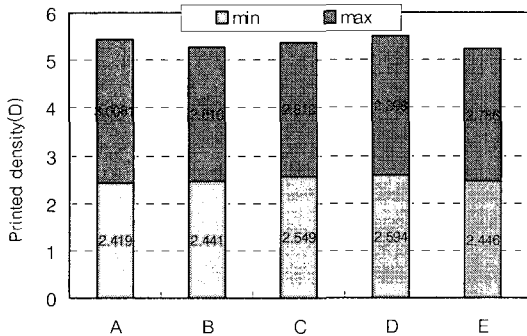


Fig. 5. The results of line scan on the 4 µm ink dispersion.

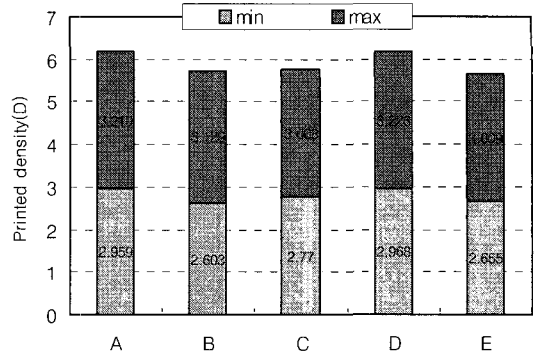


Fig. 4. The results of line scan on the 2 µm ink dispersion.

았기 때문이라 판단된다.

Fig. 4에서 Fig. 6은 잉크 분산 정도에 따른 line scan의 결과이다. 그래프는 threshold 값에 대응하는 농도 값의 최대 인쇄물 농도 값과 최소 인쇄물 농도 값을 나타내는 그림으로서 그 편차는 각각 0.26, 0.526, 0.238, 0.255, 0.354로 나타났다. 시료 B의 경우는 그 편차가 무려 0.526으로 가장 높은 수치를 나타냈다. 편차가 높다는 것은 균일한 인쇄물을 얻지 못한다는 것을 나타낸다. 따라서 시료 B에서 인쇄물 농도 불균일에 의한 인쇄 모틀이 발생했다는 것을 알 수 있다.

시료 B의 경우 Fig. 6에서처럼 0.785로 가장 큰 편차를 나타내고 있다. 따라서 Fig. 5와 Fig. 6에서 보여주는 것과 같이 잉크 분산성이 좋지 않을수록 농도 균일성에 대한 편차가 더 커지는 것을 알 수 있었으며, 인쇄 모틀 발생 역시 많이 일어나는 것을

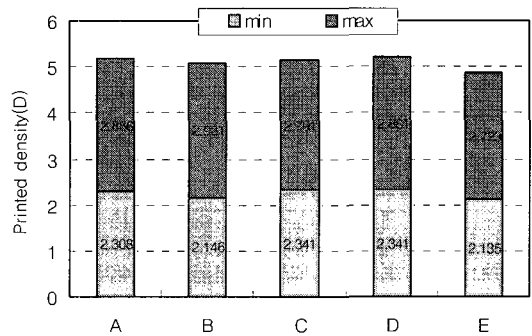


Fig. 6. The results of line scan on the 6 µm ink dispersion.

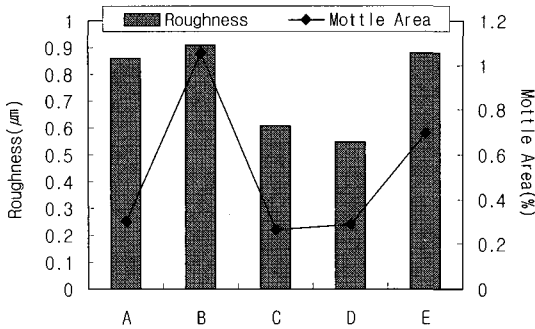


Fig. 7. Roughness and printed mottle area on the 2 μm ink dispersion.

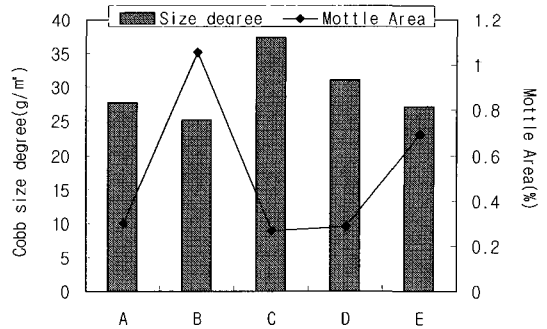


Fig. 8. Cobb size degree and printed mottle area on the 2 μm ink dispersion.

알 수 있었다.

3.2 도공지 물성과 인쇄 모틀 발생 면적율

Fig. 7은 도공지의 거치름도와 인쇄 모틀 발생 면적율을 비교한 것이다. 도공지의 표면 거치름도가 높은 경우에 있어 인쇄 모틀이 발생한 면적도 커지는 것을 알 수 있다. 하지만 시료 A의 경우 거치름도가 높음에도 불구하고 인쇄 모틀 발생 면적이 낮게 나타났다. 그 이유는 다른 시료들에 비하여 Ash함량이 28.72%로 높아 미세공극의 분포가 많았기 때문으로 생각된다. 미세공극이 많으면 침투속도가 빨라져서 불균일한 잉크 침투를 막아 줄 수 있기 때문이다.

Fig. 8은 Cobb 사이즈도와 인쇄 모틀 발생 면적에 대한 관계를 나타내는 그래프이다. 사이즈도가 높게 나타난 경우에 있어 인쇄 모틀 발생 면적은 적어지는 관계를 나타내고 있다. 사이즈도가 37.5 g/m²로 높게 나타난 시료 C가 인쇄 모틀 발생이 적게 일어난 것을 볼 수 있다. 하지만 시료 E의 경우는 사이즈도가 낮음에도 불구하고 다른 시료들에 비교해 보았을 때 인쇄 모틀 발생율은 높게 나타났다. 그 이유는 밀도가 1.18 g/cm³로 가장 낮아 도공지 내부 공극 변화가 다양하기 때문일 것이라 생각된다. 또한 접촉각도 다른 시료들에 비해서 높게 나타났기 때문에 밀도와 함께 젖음 상태가 나빠져서 인쇄 모틀이 많이 발생한 것으로 생각 된다. 그러므로 균일한 잉크 흡수 및 젖음의 상태에 따라서도 인쇄 모틀이 발생하는 것을 알 수 있다.

4. 결론

도공지의 물성 중 인쇄 모틀에 영향을 줄 것으로 생각되어진 거치름도와 사이즈도를 잉크 분산성의 차이에 따라 비교해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 잉크 분산성이 좋은 2 μm 경우에서 전이량 및 인쇄물 농도가 높게 나타났다. 이것은 분산 상태에 따라 잉크 유동성이 달라진다는 것을 알 수 있었으며 잉크 분산성이 좋을수록 인쇄 모틀이 적게 발생한다는 사실을 확인하였다.

2. 도공지의 표면 특성 중 거치름도는 인쇄 모틀 발생에 직간접적으로 많은 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 하지만 잉크 분산성이 좋지 못한 경우에 있어서는 거치름도의 영향과 함께 잉크 안료의 응집에 따른 광학적인 인쇄 모틀이 발생한다는 것도 알 수 있었다.

3. Cobb 사이즈와 인쇄 모틀 발생의 관계에서는 사이즈도가 높을수록 인쇄 모틀이 적게 발생한다는 사실을 확인하였으며, 습수를 사용하는 평판 인쇄에서는 습수의 역할에 따라서도 인쇄 모틀이 발생할 것이라는 것을 예측할 수 있었다.

따라서 본 연구에 의하여 인쇄 모틀은 잉크 분산성에 영향을 많이 받는 것을 알 수 있었으며 도공지의 거치름도 및 사이즈도의 영향도 고려해야 할 사항이란 사실을 확인하였다. 그러므로 앞으로 습수와 인쇄 모틀에 관한 연구가 더 수행되어야 할 것으로 생각되어진다.

사 사

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

인용문헌

1. 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).
2. Lloyd. P. D., Nelson. R. E., Raymond. J. P., and Murray. I. S., Solving Sheet-fed Offset Press Problems, p.98, p.103, pp.113~114, GATF, New York (1987).
3. Kipphan. H., Handbook of Print Media, p.225, HEIDELBERG (2001).
4. Alince. B., and Lepoutre. P., Plastic pigments in paper coating-The effect of partical size on porosity and optical properties, Tappi 63(5) : 49~52 (1980).
5. Yamazaki. K., Nishioka. T., Hattori. Y., and Fujita. K., Print Mottle effect on binder migration and latex film formation during coating consolidation, Tappi 76(5) : 79~83 (1993).
6. Hideyuki. M., Yoko. S., Yukio. T., and Yasuo. K., The influence of coating structure on paper quality, 1992 Coating Conference Proceeding, TAPPI Press, Atlanta, pp.161~171.
7. 이학래, 신동소, 조동일, 인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제1보), J. Korea TAPPI 27(3) : 34~41 (1995).
8. 이학래, 신동소, 조동일, 인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제2보), J. Korea TAPPI 29(1) : 26~35 (1995).
9. 이학래, 신동소, 조동일, 인쇄모틀링 방지를 위한 제지도공기술개발(제3보), J. Korea TAPPI 29(3) : 60~68 (1995).
10. 하영백, 이용규, 김창근, 잉크 분산 및 인쇄조건이 인쇄모틀에 미치는 영향, 한국펄프종이공학회 2006 춘계학술발표논문집. pp.152~157 (2006).
11. 윤종태, 인쇄과학, pp.125~137, 부경대학교, 부산 (1996).