Journal of Korea TAPPI
Vol. 46. No. 5, 2014, 1-8p
ISSN(Print) : 0253-3200
Printed in Korea
http://dx.doi.org/10.7584/ktappi.2014.46.5.001

도공액 조성변화와 잉크 물성변화가 인쇄품질에 미치는 영향

구철회 · 하영백†

접수일(2014년 7월 30일), 수정일(2014년 9월 29일), 채택일(2014년 10월 3일)

Influence of the Variation of the Coating Color Composition and Characteristics of Inks on the Printability of the Coated Paper

Chul-Whoi Koo and Young Baeck Ha†

Received July 30, 2014; Received in revised form September 29, 2014; Accepted October 3, 2014

ABSTRACT

In this study, the influence of the physical properties of ink such as ink dispersity and emulsified amount on the printability of a coated paper was investigated with seven kinds of cyan inks. In addition, two kinds of coating formulations were tested to evaluate the effect of coating structure on the coated paper printability. It was found that the cyan ink with 2 ㎛ pigment size had the best dispersibility and hence the ink showed a best ink density on the two kinds of coated papers. When the emulsified ink A with IPA 20 wt% had a lower viscosity than emulsified ink B with IPA 10 wt%, the emulsified ink A showed relatively high value of the ink transfer rate in comparison with emulsified ink B. Despite the high value of ink transfer rate, the coated paper did not show a good printability because those inks with low viscosity due to a strong emulsification were easy to make print mottle on the coated paper.

Keywords: *Printability, ink dispersibility, emulsified ink, printed mottle, coated paper*

1. 서 론

시대의 변화에 따라 도공지에 대한 소비자의 요구가 높아지면서 이에 대응하는 도공기술 및 배합 그리고 인쇄적성에 관한 연구가 많이 이루어져 왔다. 종이 도공에서 중요한 인자인 도공액은 안료가 90%를 차지하고

• 부경대학교 공과대학 인쇄정보공학과(Graphic Arts Information Engineering, College of Engineering, Pukyong National University, Pusan, Republic of Korea)
† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: jackyha@hanmail.net

있으며, 대표적인 안료는 클레이(clay)였으나 고속도 공과 품질향상 그리고 인쇄적성과 원가절감의 목적으로 중질 탄산칼슘(ground calcium carbonate, GCC)의 사용이 증가되었다. 국내 대다수의 제지회사들은 현재 도공액 안료 중에서 중질 탄산칼슘의 비율을 65-80%까지 증가시키고 있다. 이와 같은 중질 탄산칼슘의 사용은 고농도 도공액의 적용 및 건조효율 그리고 생산속도를 향상 시킬 수 있기 때문이다.[1,2)]

도공지에 있어서 균일한 품질의 인쇄물을 얻기 위해 해결해야 할 문제 중 가장 빈번하게 발생하는 문제가 바로 인쇄 모틀이다. 인쇄 모틀은 주로 평판 오프셋 인쇄 방식으로 도공지를 다색 인쇄할 경우에 단색부나 망점 인쇄부에 잉크가 인쇄용지에 균일하게 인쇄되지 않아 균일한 색조나 광택을 나타내지 못하고 얼룩진 상태로 인쇄되는 결함을 의미한다.[3,4)]

인쇄 모틀은 도공지의 도포층으로 불균일한 잉크 흡수나 도공 표면의 바인더 함량의 불균일에 의하여 주로 발생한다고 알려져 있다. 또한 도공 원지의 지합 불량에 의한 도공량의 불균일도 그 원인으로 생각되어지고 있다.[5-11)] 따라서 도공지의 인쇄 모틀을 제어하기 위하여서는 도공량을 균일하게 유지시키고, 도공량을 균일하게 조절하는 것이 어려울 경우에는 잉크 흡수성 변화가 적은 도공안료를 사용하는 것이 좋다. 이 이외에도 라텍스의 필름 형성 능력, 원지 평활성, 도공액의 보수성도 인쇄 모틀에 영향할 수 있으며, 인쇄 시 사용되는 잉크, 습수, 온도 및 기상 조건 등 여러 가지 인쇄 조건에 의해서도 영향을 받을 수 있다.[12)]

더욱이 인쇄가 진행되는 동안 nip에서 인쇄 압력에 의하여 습수는 미립자화 되어 잉크 안으로 분산되며 잉크의 유화를 발생시킨다.[13)] 물과 기름은 일반적으로 혼합되지 않지만, 표면장력의 조절을 위하여 사용하는 습수의 에치액(etch)과 이소프로필알코올(IPA)과 같은 습수 첨가제에 의하여 유화가 발생된다. 유화의 문제는 점도, 택, 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 택으로 발생하는 wet ink trap mottle, 점도 변화에 따른 잉크 흡수력 차이의 gloss mottle 등과 같은 인쇄 모틀 현상에 영향을 준다.[14-17)]

따라서 본 연구에서는 안료의 배합비율이 다른 2가지 종류의 도공액을 이용하여 공극구조가 다른 도공층을 설계하고 잉크의 물성변화가 도공지의 인쇄품질에 미치는 영향을 검토하였다. 잉크의 분산성에 따른 영향을 검토하기 위해 안료의 응집 상태를 제어한 잉크를 제조하였다. 또한 유화된 잉크가 인쇄모틀에 미치는 영향을 검토하기 위해 습수에 첨가하는 IPA를 이용하여 강제 유화시킨 잉크를 제조하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

2.1.1 피인쇄체

본 연구를 위하여 Table 1에서 보는 것과 시료를 제작하였다. 도공액 조제를 위하여 슬러리 상태의 중질 탄산칼슘을 교반시키면서 클레이, 라텍스를 순차적으로 일정 시간, 간격을 두고 첨가하여 30 분간 충분히 교반하여 분산시켰다. 도공지 제조는 실험실용 반자동 코터(K-control coater, RK print coat instruments Co., Ltd., UK)를 사용하여 편면 도공량 8±1 g/m²로 도포한 후, 105℃에서 건조하여 시료를 제작하였다. 또한 제조된 도공지를 실험실용 슈퍼 캘린더(Beloit 753, Beloit Wheeler Company, USA)로 선압 250 psi, 온도

Table 1. Formulation of the coating colors

Components		Sample A	Sample B
Inorganic pigments	Clay	65	80
	GCC[1)]	35	20
Latex		11.5	11.5
Dispersant		0.02	0.02
Rheology modifier		0.4	0.4
Solids content (%)		67	70

[1)] GCC: ground calcium carbonate

Table 2. Characteristics of the three kinds of cyan inks

	Dispering size of the pigments (㎛)	Ink viscosity (poise)
Ink A	2	120
Ink B	4	121
Ink C	6	120

Ink composition(wt%): Pigment (15) + Resin (5) + Oil (70) + High boiling oil (5) + Compound/Drier (5)

70℃에서 10 m/min의 속도로 2회 통과 시켜 캘린더링을 실시하였다.

2.1.2 인쇄용 잉크

잉크 분산성이 도공지 인쇄품질에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 쓰리롤 밀(three roll mill)을 이용하여 잉크의 분산시간을 조절함으로써 응집에 의해 형성되는 2차 안료의 입자크기가 서로 다른 3종류의 cyan 잉크를 제조하였다(Table 2). 습수에 첨가하는 이소프로필 알코올(isopropyl alcohol, IPA, 순도 99.9%)를 cyan 잉크에 각각 10 wt%, 20 wt% 첨가한 후 유화기(DUKE, German)에 의해 강제 유화(3 분, 15 분)시켜 4 종류의 잉크를 제조하였다(Table 3).[10)]

2.2 실험 방법 및 평가

2.2.1 도공지의 물성 측정

인쇄품질에 영향을 줄 수 있는 도공지의 물성에 대한 측정을 실시하였다. 백지광택 측정은 TAPPI Standard T480에 의하여 광택도 측정기를 사용하였으며, 입사각 75°로 조사되어 반사되는 광량을 광택도로 하였다. 거칠음도는 Parker Print Surf Roughness tester(L&W Co., Ltd., Sweden)를 사용하여 1 MPa의 압력으로 측정하였으며, 투기도는 Gurley's Densometer(4110N, IHS Engineering360 Co., Ltd., USA)를 사용하여 투과시간을 측정하였다. 백색도는 분광분석장치(Elrepho 3300, Datacolor Co., Ltd., USA)를 사용하여 측정하였다.

2.2.2 인쇄적성 시험

인쇄적성 실험은 IGT 인쇄적성 시험기(C1, Netherlands)를 사용하였으며, 실험 조건은 21.7℃, 상대습도 60%의 조건 하에서 잉크 공급량을 0.6 cc, 인쇄속도 1 m/sec, 압력 200 N으로 전색 실험하였다.

2.2.3 인쇄물 평가

잉크 전이량 평가 방법은 우선 판에 공급된 잉크량과 피인쇄체로 전이된 잉크량 사이의 관계를 무게로 측정하여 전이율로서 표시하였고, 농도법에 의한 객관적인 인쇄물 평가를 위하여 반사 농도계(X-Rite 418, USA)를 사용하여 각 시료에 대해 20번씩 측정하고 그 평균값으로 나타내었다.

모틀 발생 영역의 라인 스캔은 화상분석법의 기능을 응용하여, 화상을 스캐닝한 후 threshold 값을 구하여 그 값에 대응하는 농도 값으로 나타냈으며, 모틀이 발생한 부분의 threshold 값에 대한 농도 값과 비교하였다. 또한 면적율의 경우는 모틀이 발생하지 않은 결과물의 threshold 값(180)을 구하고 모틀이 발생한 부분에 적용하여, 측정 면적에 대하여 얼룩으로 나타난 값을 면적율(-)로 표시하였다.[9,10)]

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액 조성에 따른 도공지 물성

120 g/㎡의 도공지를 제조한 결과 측정 물성은 Table 4와 같다. 거칠음도는 GCC의 혼합비율이 상대적으로 높은 Sample A에서 낮은 결과를 나타내었다. 투기도의 경우 판상의 클레이 함량이 많은 Sample B에서 높은 값을 나타내고 있다. 이것은 판상의 클레이가 공극

Table 3. Characteristic of the four kinds of the emulsified cyan inks

	Addition amount of IPA (wt%)	Emulsifying time of inks (min)	Viscosity of emulsified inks (poise)
Ink a	10	3	109
Ink b	10	15	103
Ink c	20	3	97
Ink d	20	15	95

Table 4. Properties of the two kinds of coated papers

Property \ Coated paper	Sample A	Sample B
Gloss (%)	43.5	47.7
Roughness (㎛)	1.56	1.68
Porosity (sec)	1525	1200
Brightness (%)	94.8	92.3

형태를 병목형(bottle neck)으로 변형 시켰기 때문이라 판단된다.[2)]

광택에 있어서도 뛰어난 자체 광택 발현 특성을 가진 클레이가 많이 함유된 Sample B에서 좋은 결과를 나타내었으며, 백색도의 경우에서는 자체 백색도가 높은 중질 탄산칼슘이 많이 들어간 Sample A에서 높은 결과를 나타내었다.[2,18)]

3.2 잉크 전이율

3.2.1 잉크 분산성 변화에 따른 전이율

Fig. 1은 도공층 조성 변화와 잉크 분산성이 변화에 따른 잉크 전이율을 나타낸 것으로 Ink A(2 ㎛)로 분산된 잉크에서 0.53%로 다른 것에 비하여 좋은 결과를 나타내고 있다. 또한 코팅 컬러는 GCC 함량이 높은 도공지에서 전체적으로 좋은 결과를 나타내고 있다. 잉크의 분산이 고르게 되면 입자 크기가 작아져 피인쇄체의 전체적인 피복저항 값이 낮아지기 때문에 균일한 인쇄물을 얻을 수 있다는 사실을 확인 할 수 있었다.[15)] 도공지 코팅 컬러에 GCC가 많이 들어간 코팅컬러가 원지에 대한 고른 도포가 이루어진다는 것을 확인 할 수 있었다. 판상형의 클레이가 많이 사용될 경우 불균일한

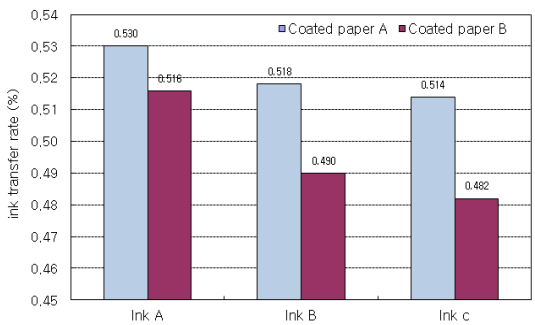

Fig. 1. Effect of dispersing size of ink pigments on ink transfer rate on the two kinds of coated papers.

혼합에 의해 부피 증가가 발생하고 이것에 의해 불균일한 도공층이 형성된다는 것을 알 수 있었다.

3.2.2 잉크 유화에 따른 전이율

각각의 유화 조건이 다른 잉크의 전이율 값을 Fig. 2에 나타내었다. 유화가 많이 진행된 잉크일수록 탄성적인 거동보다는 점성적인 거동에 의하여 전이가 많이 일어난 것으로 나타났다. 유화가 많이 발생하게 되면 점도가 낮아지고 유동성은 증가하게 된다. 하지만 20 wt% IPA를 첨가한 후 15분 동안 강제 연육 한 잉크와 3 분 동안 연육 한 잉크에서는 전이율이 0.557과 0.560으로 거의 비슷한 경향을 보이고 있다. 이와 같은 현상은 nip에서 전이될 수 있는 한계치가 동일한 조건일 경우에 내부응집력인 택이 낮아짐으로 전이되는 잉크량이 비슷해졌기 때문으로 생각되어진다.[16,19)] 유화에 의하여 유동성이 증가하더라도 잉크의 택 값이 낮아지게 되면 잉크를 공급하는 잉크 집에서의 잉크 되오름과 같은 잉크 전이 문제가 발생하는 것과 같은 이유로 판단된다.[15-17,19)]

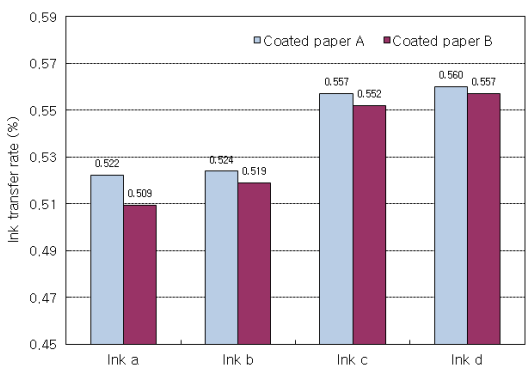

Fig. 2. Effect of emulsified inks on ink transfer rate on the two kinds of coated papers.

3.3 인쇄물의 농도

3.3.1 잉크 분산성에 따른 인쇄농도 및 균일성

잉크 분산성이 다른 3 종류의 잉크(Ink A, B, C)를 사용한 경우, 도공지 샘플에 대한 인쇄물의 농도 측정 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 잉크 전이율의 결과와 마찬가지로 분산이 잘 이루어진 Ink A(2 ㎛)에서 좋은 결과를 보여 주고 있다. 도공지 코팅 컬러의 경우에서도 전이율과 동일한 경향을 가지는 것을 알 수 있었다.

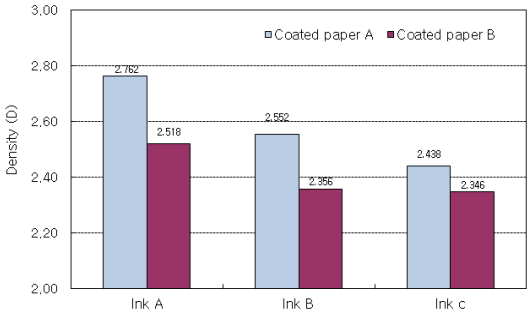

Fig. 3. Printed density on the two kinds of coated paper and ink dispersion.

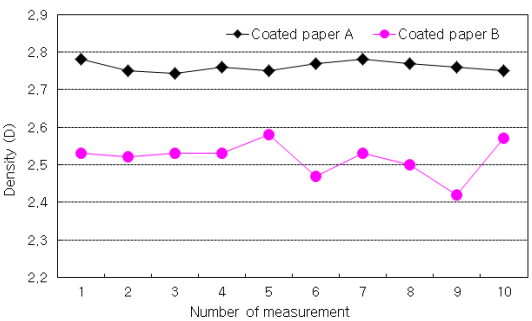

Fig. 4. The line scanning result of ink density on the two kinds of coated paper and ink dispersion.

Fig. 4는 스캔 기법을 이용한 인쇄물 농도 균일성을 2 ㎛로 분산된 잉크로 인쇄한 결과를 나타내고 있다. 그림에서 나타난 것과 같이 도공지 Sample B보다 클레이의 사용이 적은 코팅컬러를 사용한 Sample A에서 농도 편차가 0.038 정도로 균일한 잉크 수용력을 가지는 것을 알 수 있다.

3.3.2 잉크 유화에 따른 인쇄농도 및 균일성

Fig. 5는 각각의 유화된 잉크에 대한 인쇄물의 색 농도 값의 결과를 나타내고 있다. 유화가 가장 적게 발생한 것으로 판단되는 Ink a와 Sample A의 경우에서 1.07(D)로 가장 높은 인쇄물의 농도 값을 나타내었다. Fig. 2에서 나타낸 것과 같이 Ink d에서 전이율이 높게 나타났지만 인쇄물의 농도는 0.835(D)로 가장 낮게 나타났다. 일반적으로 전이율이 높으면 잉크 색 농도는 높은 것이 일반적이나 유화가 발생하면 전이가 많이 일어났다 하더라도 잉크 속에 액체 성분이 많이 존재함으로 잉크 자체의 색 농도 값이 낮아진다.[16] 유화 시간에

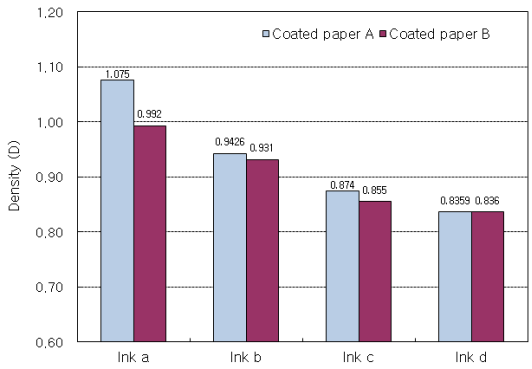

Fig. 5. Printed density on the two kinds of coated paper and emulsified inks.

따른 인쇄물의 농도을 비교하여 보면 3 분 동안 유화를 시킨 결과가 15 분 동안 강제 유화를 시킨 결과 값보다 조금 높은 값을 나타내고 있는데, 이것 또한 잉크 성분 속에 액체 성분이 시간이 길어짐에 따라 많아진다는 사실을 확인할 수 있었다. 하지만 Ink c에서는 유화 시간에 달라짐에도 불구하고 거의 비슷한 농도 값을 나타내고 있는데 이것은 DUKE 유화기의 특성 상 롤러 사이에서 발생하는 것과 같은 미립자에 의한 분산 특성을 가지지 못했기 때문으로 판단된다.

Figs. 6-9는 IPA 함량과 강제 유화 시간에 따른 line scan의 결과를 나타내고 있다. 강제유화에 의한 모틀 발생 면적율이 가장 적은 시료는 IPA 함량 10 wt%, 3 분의 강제 유화 및 GCC의 함량이 상대적으로 많은 Sample A로, 이때 최대 잉크 색 농도는 1.1(D)로서 농도편차는 0.05로 나타났다. 색 농도 편차 값에서 나타

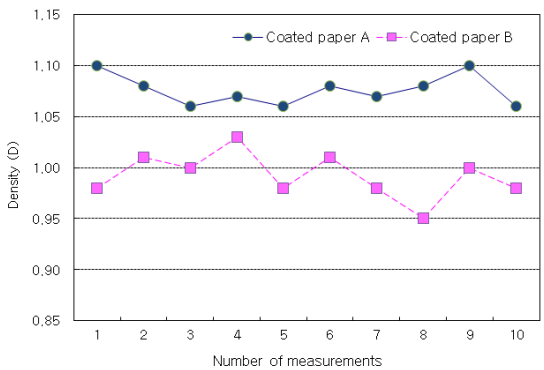

Fig. 6. The line scanning result of ink density on the two kinds of coated paper and emulsified inks (Ink a).

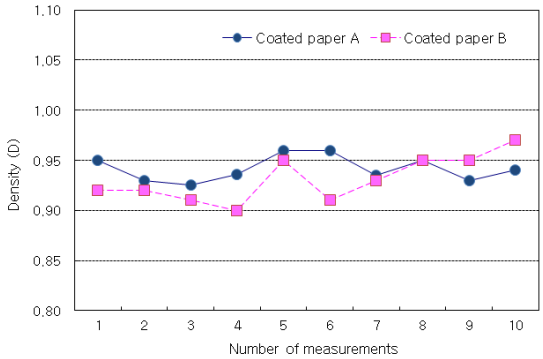

Fig. 7. The line scanning result of ink density on the two kinds of coated paper and emulsified inks (Ink b).

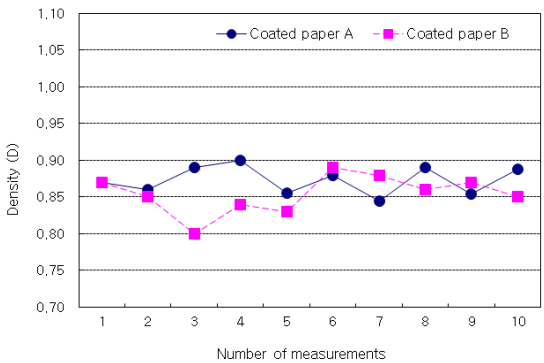

Fig. 8. The line scanning result of ink density on the two kinds of coated paper and emulsified inks (Ink c).

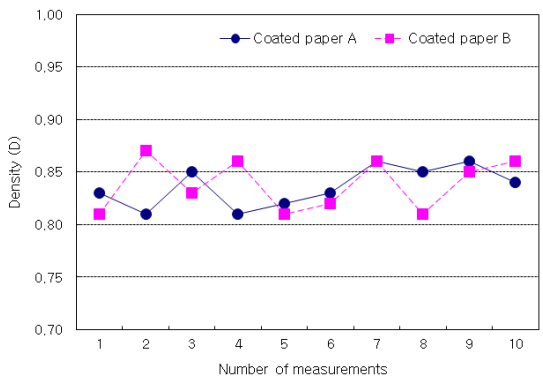

Fig. 9. The line scanning result of ink density on the two kinds of coated paper and emulsified inks (Ink d).

난 것과 같이 GCC의 함량이 상대적으로 많은 코팅컬러의 사용에 의한 도공층의 균일한 형성은 잉크 수용에

Table 5. The results of the line scan for emulsified inks

Content	Sample	Coated paper A	Coated paper B
Ink a	min	1.06	1.01
	max	1.10	0.93
	deflection	0.05	0.08
Ink b	min	0.94	0.97
	max	0.99	0.91
	deflection	0.05	0.06
Ink c	min	0.85	0.80
	max	0.90	0.89
	deflection	0.05	0.09
Ink d	min	0.81	0.81
	max	0.86	0.86
	deflection	0.05	0.05

있어서도 균일함을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 하지만 IPA 함량 20%, 강제교반 시간 15 분의 유화잉크를 사용하여 GCC의 함량이 상대적으로 적은 Sample B에서는 오히려 농도 편차가 적게 나타났는데 그 이유는 전체적으로 유화가 많이 발생하여 잉크의 전이 시 화선부 전체를 얼룩지게 함으로서 평균적인 농도 감소를 유발했기 때문이라 판단되어진다. Table 5에 측정된 최대 농도 값과 최저 농도 값 및 편차 농도 값을 나타내고 있다.

3.4 인쇄 모틀

3.4.1 잉크 분산성에 따른 인쇄 모틀

Fig. 10에 전체 인쇄면에 대하여 threshold 값(180)을 기준으로 하였을 때에 인쇄 모틀이 발생한 면적율을 표시하고 있다. 2 ㎛로 분산된 잉크의 경우가 모틀 발생율이 가장 적은 것을 볼 수 있는데, 그 이유는 분산된 안료끼리의 응집이 적게 발생하였기 때문에, 안료 뭉침이 보이지 않아 고른 인쇄물을 얻을 수 있었다고 판단된다. 따라서 잉크 분산성이 인쇄 모틀 발생에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 더욱이 이러한 결과는 선행연구와 일치하는 결과를 나타내었다.[9-11]

하지만 Ink B(4 ㎛)의 경우에 있어서 오히려 Ink C(6 ㎛)보다 나쁜 결과를 나태내고 있다. 이것은 판상의 입자가 큰 6 ㎛보다 상대적으로 적으면서도 분산이 잘되지 않은 4 ㎛에서 가장 많은 모틀 발생이 나타난 것으로 판단된다. 그리고 도공지의 코팅 컬러의 조성을 달리한

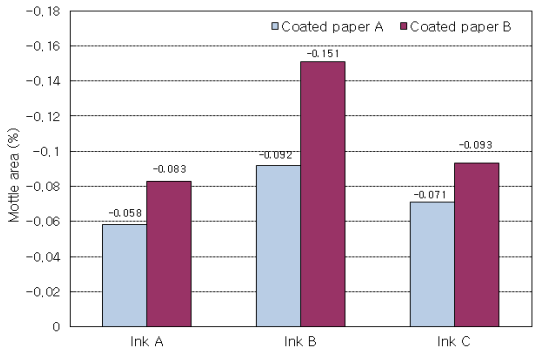

Fig. 10. Printed mottle area on the two kinds of coated paper and ink dispersion.

경우 클레이의 함량이 상대적으로 많은 Sample B에서 나쁜 결과를 보여 주고 있다. 그 이유는 판상형의 클레이가 많이 사용될 경우 불균일한 혼합에 의한 부피 증가 때문에 불균일한 도공층이 형성되었기 때문으로 판단된다.[2)]

3.4.2 잉크 유화에 따른 인쇄 모틀

Fig. 11에 인쇄 모틀이 발생한 면적을 화상분석법을 통하여 백분율로 환산하여 나타내었다. IPA의 첨가량이 10 wt% 미만의 조건일 경우에 20 wt% 함량보다 모틀 발생이 적게 나타나는 것을 알 수 있었다. 그러므로 20 wt%의 경우에 있어서 확연하게 유화상태가 과잉의 상태임을 확인할 수 있었으며, 전체적으로 GCC의 사용이 많은 코팅컬러를 사용한 Sample A의 경우에서 인쇄 모틀의 발생이 적게 일어남을 알 수 있었으며 잉크 분산성에 따른 결과와 유사한 경향을 보이고 있다. 강제 유화 시간은 앞서 언급한 것과 같이 강제 유화기의 특

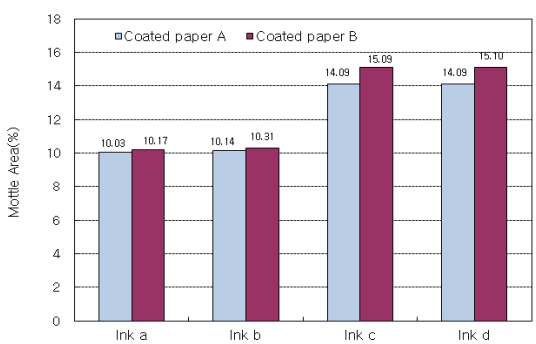

Fig. 11. Printed mottle area on the two kinds of coated paper and emulsified inks.

성에 의하여 비슷한 경향을 나타내는 것으로 판단된다.

4. 결 론

도공액의 조성을 변경하고, 잉크의 분산성 및 잉크 유화를 강제적으로 다르게 하여 인쇄물 품질에 관하여 연구한 결과, 도공액의 조성에서 GCC의 함량이 높은 도공액의 경우 균일한 도공층을 형성하여 잉크 흡수를 균일하게 이룬다는 것을 알 수 있었으며, 판상의 클레이를 많이 사용하게 되면 GCC와 클레이의 배합에 따른 도공층의 공극률의 영향으로 액체 침투성이 불균일해짐으로서, 인쇄 모틀이 발생할 가능성이 증가한다는 것을 알 수 있었다. 또한 실험에 사용된 잉크의 분산성이 가장 좋은 2 ㎛의 경우에서 농도 및 모틀 발생 면적율이 적게 나타난다는 사실을 확인할 수 있었고, IPA의 첨가량(10 wt%, 20 wt%)에 변화에 의한 결과를 비교해 본 결과, 잉크 유화가 진행됨에 따라 잉크의 점도가 낮아져 잉크의 전이율은 높아지지만 잉크 내에 포함된 습수의 영향으로 농도저하 및 인쇄 모틀 발생이 많아짐을 알 수 있었다. 더욱이 유화된 잉크가 인쇄 모틀에 미치는 영향을 line scan의 결과로 분석해 보면 유화 시간보다 첨가량의 영향을 더 많이 받는다는 것을 알 수 있었다.

본 연구의 실험결과를 근거로 도공액을 형성하는 안료 배합은 습수 및 잉크 수리성에 영향을 미쳐 인쇄 모틀에 영향을 준다는 사실을 확인할 수 있었으며, 도공지의 표면 특성뿐 아니라 잉크 안료의 분산 정도, 유화상태 또한 인쇄물 농도 균일성에 영향을 준다는 사실을 확인 할 수 있었다. 따라서 적절한 도공 안료의 배합과 잉크 분산성의 조절 및 적정 유화량의 도출을 통하여 도공지 인쇄에서 발생하는 인쇄 모틀을 줄일 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다. 따라서 본 연구를 기초로, 이러한 부분에 대한 보완과 종이의 물성과의 관계에 대한 정밀한 해석에 의한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2014년)에 의하여 연구되었음.

Literature Cited

1. Kim, C. K. and Lee, Y. K., Studies on the pore of coating layer and printability (IV) - Effect of blending ratio of pigments, Journal of Korea TAPPI 33(3):29-36 (2001).
2. Lim, Y. S., Ha, Y. B., Kim, C. K., and Lee, Y. K., Studies on the blistering resistance (Ⅰ), Journal of Korea TAPPI 39(2):25-30 (2007).
3. Yamazaki, K., Ishikawa, T., and Hattori, Y., Fundamental study on ink mottling, Journal of Japan Tappi 47(4):460-464 (1993).
4. Hideaki, O., High quality printing, Journal of Japan Tappi 53(7):35-41 (1999).
5. Timo, K., Petri, H., Jussi, K., and Henrik, S., Mill Experiences with a new improved short dwell coating head, 2002 Coating and Graphic Art Conference and Trade Fair, pp. 63-74.
6. Eklund, D., Norrdahl, P. C., and Heikkinen, M.-L., Uneven ink absorption and its relation to drying of coated papers, J. Drying Technology 13(4):919-944 (1995).
7. Francoise, F. and Douglas, W. J. M., Effect of drying on coated paper print mottle, TAGA:452-465 (2003).
8. Forsström, U., Saharinen, E., Dickson, R. J., and Fagerholm, K., Coat weight formation and coating color liquid phase penetration in film coating, 2002 Coating and Graphic Art Conference and Trade Fair, pp. 171-186.
9. Ha, Y. B., Lee, Y. K., Kim, C. K., Oh, S. S., and Lim, J. H., The effect of ink dispersion and printing conditions on printed mottle, Journal of Korea TAPPI 38(4):41-46 (2006).
10. Ha, Y. B., Lee, Y. K., Kim, C. K., Oh, S. S., Lim, J. H., and Youn, J. T., The study of printed mottle on properties of coated paper and ink dispersion (Ⅰ), Journal of Korea TAPPI 38(4):47-52 (2006).
11. Ha, Y. B., Lee, Y. K., Kim, C. K., Oh, S. S., Lim, J. H., and Youn, J. T., The study of printed mottle on properties of coated paper and ink dispersion (Ⅱ), Journal of Korea TAPPI 39(1):25-29 (2007).
12. Amelie, B., Anne, B., Bernard, P., and Jhon, L., The effect of applying various temperature on the sheet fed press on the resulting print quality, TAGA Proceeding, pp. 522-541 (2002).
13. Christa, N. and Lothar, G., Formation of paper and mottling of solid prints, International Conference Proceedings - Advances in Printing Science and Technology 23, pp. 429-450 (1995).
14. Rosenberg, A., Influence of fillers on rheology emulsification and printing properties of offset ink, International Conference Proceedings - Advances in Printing Science and Technology 21, pp. 328-345 (1992).
15. Youn, J. T., Introduction to printability, Pukyong University, Pusan, pp. 108-119 (2004).
16. Oh, S. W., Solving the offset printing problems, Korea Institute of Printing, Seoul, pp. 92-94 (1999).
17. Nelson, R. Eldre, Solving offset ink problems, GATF, USA, pp. 38-40 (1987).
18. Ishely, J. N. and Osterhuber, E. J., A new precipitated calcium carbonate pigment for high gloss coated papers, 1990 Coating Conference, TAPPI PRESS, Atlanta, pp. 237-250.
19. Lloyd, P. D., Nelson, R. E., Raymond J. P., and Murray, I. S., Solving sheet fed offset press problems, GATF, USA, p. 98, p. 103, pp. 113-114 (1987).