

축입물의 경도에 따른 평판인쇄잉크의 유동성 변화

조진우, 김성빈, 박정민
부경대학교 대학원 인쇄공학과

Effect of Hardness of Dampening Solution on Rheology Properties for Lithography Ink

Jin-Woo Cho, Sung-Bin Kim, Jeung-Min Park

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

1. 서 론

평판 인쇄는 다른 인쇄방식과 달리 판상에서 축입물과 잉크의 반발작용에 의하여 인쇄되는 방식으로 인쇄상에서 잉크와 축입물이 섞이는 유화현상이 필연적으로 일어나게 된다. 그러므로 이러한 유화현상을 적절하게 조절하지 못하게 되면 여러 가지 인쇄불량의 원인이 되고 고품질의 인쇄를 실현하기가 어려워진다.

평판인쇄의 유화현상에 대해서는 Surland¹⁾를 비롯하여 Pineaux²⁾³⁾ 등에 의하여 연구되었으며 유화 측정 방법에 관한 연구 또한 MacPhee⁴⁾ 등에 의해 보고되었다. 특히 Pineaux 등은 본 연구에 앞서 축입물의 경도에 따른 잉크의 점도 변화를 발표한바 있다. 그러나 실제 인쇄상에서 잉크가 roller nip을 통과한 후에 발생하는 filamentation⁵⁾ 현상이나, 피인쇄체에 전이된 후의 잉크의 creep 현상에 대해서는 논한바가 없다.

본 연구에서는 유화 되지 않은 잉크와 유화된 잉크에 대하여 flow, oscillation, creep 실험을 각각 행하여 잉크의 탄성 회복력을 평가하였고, 축입물의 경도에 따라 잉크의 탄성과 점성 그리고 점도 등에 어떠한 영향을 미치는지를 실험하였다.

2. 실험

2-1. 시료

인쇄 현장에서 일반적으로 사용되는 프로세스 잉크 중 제품화된 cyan잉크를 사용하였다. 축입물의 경도는 실험실에서 증류한 증류수에 0.01M Ca표준용액을 이용하여 각각 다섯 단계로 제조하였다.

Table 1. Selected factors and their levels

Factors	Levels
Hardness	0ppm, 50ppm, 100ppm, 150ppm, 200ppm
Temperature	20℃

2-2. 유화율의 측정

고점도용 교반기(max 1,000rpm, AC 220V, 30W)를 400rpm 속도로 잉크 25g과 축입물 약 30cc를 100cc 비이커에서 5분 동안 교반하여 유화시켰다. 이때 매 1분마다 적당량(약 0.2g)의 시료를 채취하여 질량을 측정하고, 이를 105℃ 건조기에서 2시간 이상 충분히 건조시킨 후 다시 건조된 잉크 질량을 측정하여 식 (1)에 대입하여 유화율을 구하였다.

유화율을 유화된 잉크 중, 잉크만의 질량과 유화된 물의 질량비(water pickup ratio, W.P)로 정의하면 다음의 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$W.P = \frac{B}{A} \times 100(\%) \quad (1)$$

2-3 축입물의 경도측정

물의 경도는 물 중의 Ca²⁺ 및 Mg²⁺의 양을 말하며 ppm(mg/l)으로 환산해서 나타낸 것이다. 경도 측정은 검수에 pH완충용액을 사용하여 pH를 약10으로 조절하여 EBT(eriochrome black T)지시약을 가한 후 EDTA(ethylene-diamine-tetraacetic-acid)용액으로 적정하여 구한다.

경도의 계산은 다음(2)식을 이용하여 구할 수 있다.

$$hardness(ppm) = b \times \frac{1000}{a} \times 1.001 \times f \quad (2)$$

a : ml titration for sample

b : ml titration for EDTA solution

f : factor of EDTA (f = 1.000)

2-4. 축입물의 제조

적정법을 이용하여 축입물에 사용되는 물의 경도를 조절하여 각각 0~200ppm으로 제조한 후 제조된 물에 축입물 제조시 흔히 쓰이고 있는 인산85%, 중크롬산암모늄, 아라비아고무, 질산아연 등을 적절히 첨가하여 실험에 쓰이는 축입물을 제조하였다.

2-5. 잉크의 유동성 측정⁸⁾

유화된 잉크의 유동성을 특성화하기 위하여 flow, oscillation, creep 항목 등에 대하여 각각 실험하였다. 이에 대한 실험을 위하여 4° /40 cone plate가 장착된 rheometer를 이용하여 20℃에서 실험을 하였다.

2-5-1. Flow Measurements

유화된 잉크의 구조가 회복되는 동안의 점도 변화를 알아내기 위하여 다음의 조건 하에서 flow measurement를 실시하였다.

- * pre-shear : 20 s⁻¹의 shear rate를 120s 동안 가하였다.
- * pre-shear 직후에 2500 ~ 1 Pa의 shear stress를 180s 동안 가한 후 shear stress에 따른 점도 변화를 나타내었다.

2-5-2. Oscillation Measurements

유화된 잉크에서 나타나는 현상을 더 자세히 파악하기 위해서는 잉크에 대한 동역학적 측정이 행해져야 한다. 그래서 다음의 조건으로 oscillation measurement를 실시하였다.

- * pre-shear : 20 s⁻¹의 shear rate를 120s 동안 가하였다.
- * pre-shear 직후에 10Hz에서 500s 동안의 elastic modulus(G'), viscous modulus(G'')를 측정하였다.

2-5-3. Creep Measurement

다음의 조건으로 유화된 잉크에 pre-shear를 가한 직후의 거동을 관찰하여 잉크의 회복속도와 leveling을 파악할 수 있다.

- * pre-shear : 20 s⁻¹의 shear rate를 120s 동안 가하였다.
- * pre-shear를 가한 직후 0 Pa의 shear-stress를 500s 동안 가하여 시간에 대한 strain을 측정한다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 축임물의 경도변화에 따른 유화율의 변화

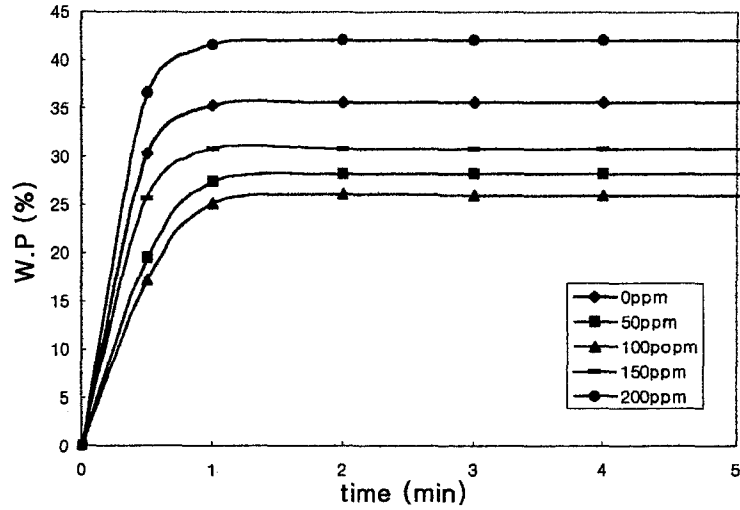


Fig.1 The effect of hardness on water pickup curves for dampening solution at 20°C

fig.1에서는 경도에 따른 잉크의 유화율을 나타내었다. 유화시간이 증가함에 따라 유화율이 증가하는 것을 볼 수 있었고, 축임물의 경도가 100ppm 이하에서는 유화율이 감소하였으며 100ppm 이상에서는 유화율이 증가하는 경향이 나타났다.

3-2. Flow Measurements

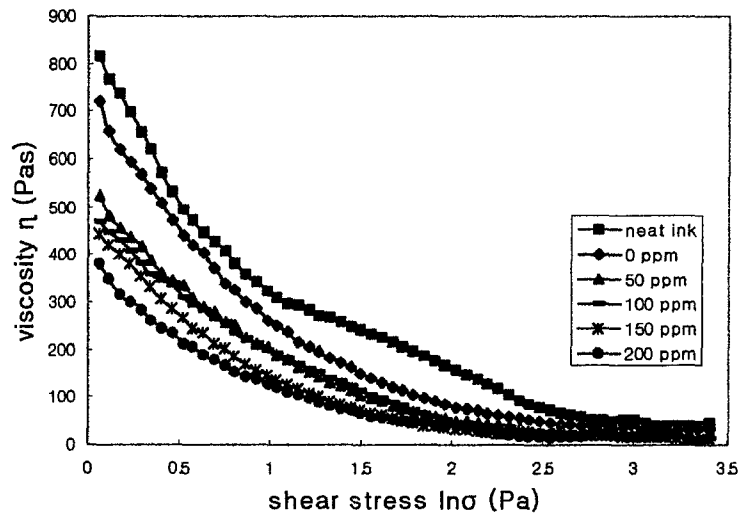


Fig.2 Flow experiment : down stress-ramp for neat ink and emulsified ink

fig.2에서는 shear stress의 감소에 따른 유화되지 않은 잉크(neat ink)와 유화된 잉크의 점도 변화를 나타내었다. neat ink에 비하여 유화된 잉크의 점도가 낮게 측정되었으며 축입물의 경도가 증가함에 따라 점도가 낮아지는 것을 알 수 있었다.

3-3 Oscillation Measurement

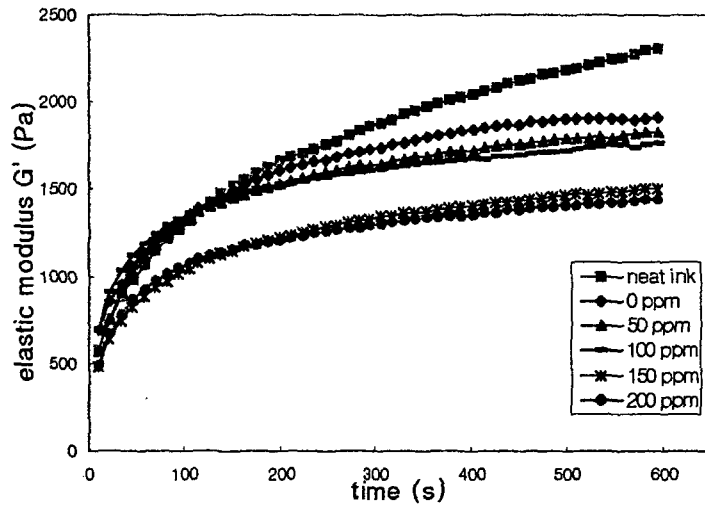


Fig.3 The time dependence on elastic modulus of neat ink and emulsified ink at 20°C

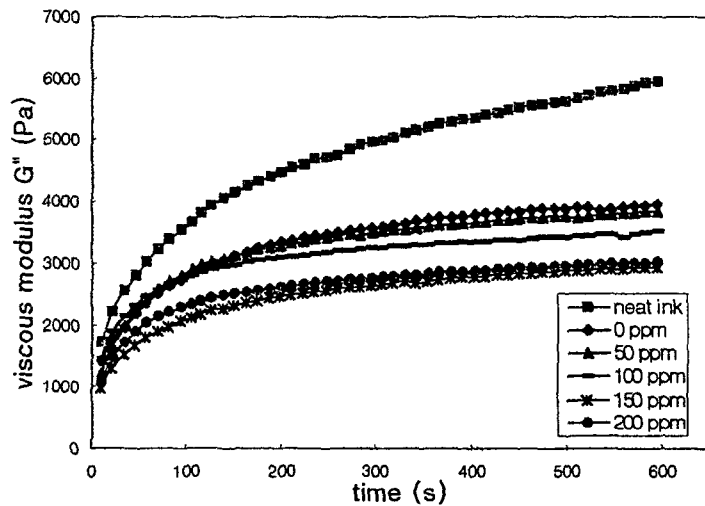


Fig.4 The time dependence on viscous modulus of neat ink and emulsified ink at 20°C

Fig.3과 Fig.4에서는 유화된 잉크와 neat ink의 시간에 따른 G' 과 G'' 을 각각 나타내었다. 시간이 경과함에 따라 modulus가 각각 상승하였고, neat ink에 비하여 유화된 잉크의 modulus가 감소하였다. 이것으로 neat ink가 유화된 잉크에 비하여 점성과 탄성이 더 높은 것을 알 수 있었다.

3-4 Creep Measurement

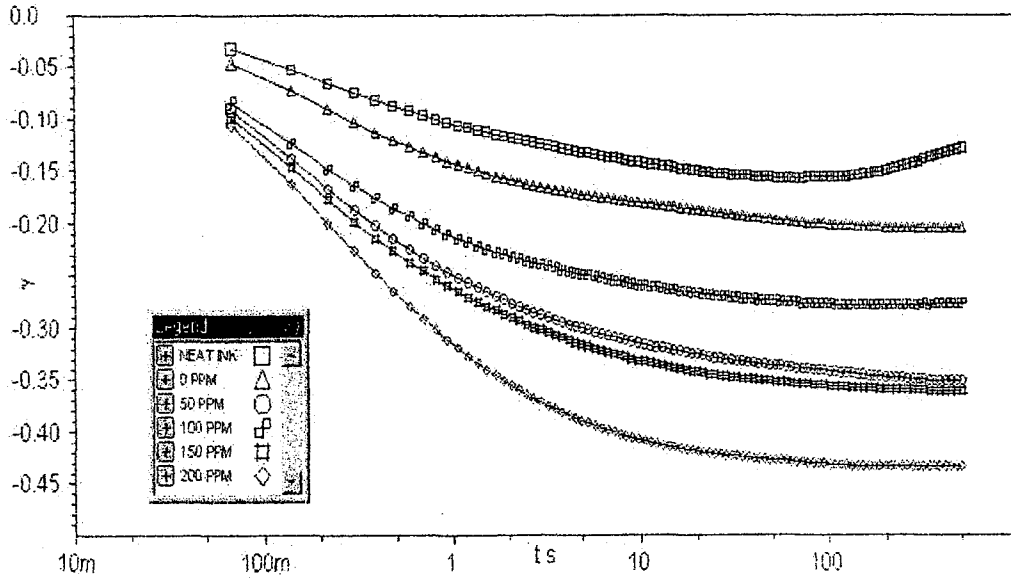


Fig.5 Creep experiment of neat ink and emulsified ink after shear stops.

Fig.5에서는 pre-shear 직후에 0 Pa의 shear stress를 가했을 때 잉크의 탄성 회복력을 나타낸 것이다. 이 그림에서 볼 수 있듯이 neat ink가 유화된 잉크에 비하여 탄성 회복폭이 더 작아서 탄성회복시간이 빠른 것을 알 수 있으며, 축입물의 정도가 증가함에 따라 탄성회복시간이 길어지는 것을 알 수 있다.

5. 결 론

본 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 축입물의 정도에 따른 유화율의 변화는 100ppm이하에서는 유화율이 감소하였으나, 100ppm 이상에서는 유화율이 증가하는 경향이 나타났다.
2. 축입물의 정도가 증가할수록 유화된 잉크의 점도는 감소하였으나 50ppm의 축입물과 100ppm의 축입물을 사용했을 때는 점도의 차가 거의 나지 않았다.
3. neat ink에 비하여 유화된 잉크의 G' , G'' 은 감소하였다.
4. creep measurement를 통하여 neat ink가 유화된 잉크에 비하여 탄성회복시간이 짧은 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- 1) Aage Surland, "A Laboratory Test Method for Prediction of Lithography Ink Performance", TAGA Proceeding, pp.222~247 (1980)
- 2) Bernard Pineaux, "The Effect of Water Hardness of Dampening Solution on Printing Quality in Offset Lithography", TAGA proceeding, pp.844~860 (1997)
- 3) Bernard Pineaux, Alessandro Gandini, and Michael Has, "Further Investigation into the Effect of Dampening Solution Hardness on Offset Lithography", TAGA Proceeding, pp.451~466 (1998)
- 4) John MacPhee, "Some Insight into the Relevance of Off-press Measurements of Foundation Solution Takeup by Ink", TAGA Proceeding, pp.577~589 (1997)
- 5) P. Aurenty, "Viscoelastic of Water/Ink Emulsions at Low and High Frequency", TAGA proceeding, pp. 638~659 (1998)
- 6) 박승조, "환경인을 위한 분석화학실험", 東和技術, pp.196~202, (2000)
- 7) 李辰雨, "쉽게 배우는 大學分析化學", 螢雪出版社, pp.340~355, (2000)
- 8) Daphne M. Desjumaux, "Dynamic of Ink Gloss: Influence of Ink Rheology on Leveling", TAGA proceeding, pp. 618~637 (1998)