

탄산칼슘 함량에 따른 잉크의 구조 회복성 변화에 관한 연구

이규일, 김성빈*, 조진우**

(주) 인천 알림방, *부경대학교 공과대학 화상정보공학부,

**부경대학교 대학원 인쇄공학과

(2003년 1월 10일 접수, 2003년 2월 3일 최종본 접수)

The Study of Structure Recovery According to the Concentration of the Calcium Carbonate for Ink

Kuy-Il Lee, Sung-Bin Kim, Jin-Woo Cho***

Classified newspaper Alrimbang co. Ltd

*Division of Image & Information, College of Engineering, Pukyong National University

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

(Received 10 January 2003, in final form 3 February 2003)

Abstract

Printing ink is faced various shear stress situation until it transfer to the printed substrate through the press. And in each shear stress condition the ink is needed to keep the appropriate viscosity according to the condition.

The change of printing ink viscosity has been explained by well-known through the viscosity profile curve. But actually, the quality of printed paper depends on the ink behavior after transfer the substrates.

Like this, to look into the behaviour of the ink on the printed substrate, it is needed the experiment of the ink structure recovering by rheology study.

In this study, by controlling the CaCO_3 content in the ink, after investigating the effect of the ink's structure recovery of the pigment concentration, we intend to predict the printing quality of the ink behavior on the substrate depending on the pigment content.

1. 서 론

인쇄잉크는 잉크집에서 존재할 때부터 피인쇄체에 전이되어 고착되기 전까지 다양한 전단 환경에 처하게 된다. 즉, 잉크집이나 피인쇄체 상에서와 같이 매우 낮은 전단응력에서 존재할 때도 있고, 반대로 roller nip이나 doctor blade에서와 같이 매우 높은 전단응력에서도 존재하기도 한다¹⁾. 이때의 잉크 점도에 따라 여러 가지 현상이 발생하게 되고 그러한 전단 조건에서 잉크는 그 상황에 적절한 점도를 유지하여야 한다²⁾. 이러한 조건에 따른 인쇄잉크의 점도 변화는 이미 잘 알려진 viscosity profile curve³⁾⁴⁾를 통하여 설명되어 졌다. 그러나 실제 잉크의 경우 인쇄물의 품질을 좌우하게 되는 경우는 잉크가 피인쇄체상에서 어떠한 거동을 하는가에 따라 결정된다. 이와 같이 피인쇄체 상에서 잉크의 거동을 살펴보기 위해서는 레올로지 연구⁵⁾를 통한 잉크의 구조 회복에 관한 실험이 필요하다.

본 연구에서는 잉크의 CaCO₃ 함량을 조절하여 잉크중의 안료 함량이 잉크의 구조 회복에 미치는 영향을 파악하여 안료 함량에 따른 피인쇄체상에서의 거동과 그에 따른 인쇄품질을 예측하고자 한다.

2. 실 험

2-1. 시료

(1) 안료(채질안료)

Particle Size가 0.06 μm인 Fatty acid Coating처리한 탄산칼슘(CaCO₃)을 사용하였다

(2) Varnish(Vehicle) 제조

시료에 사용된 varnish는 다음에 나타내어진 조성에 의하여 제조되었다.

Table 1. Varnish Formulation (Heatset type offset Ink용)

Rosin Modified Phenolic Resin	45%
Linseed Oil	20%
Hydrocarbon solvent	33%
Gel agent (AL-CH)	0.7%
Total	98.7%

* Hydrocarbon solvent : distillation range 260 ~ 290℃

* Rosin Modified Phenolic Resin : Mw 100,000

* Varnish cooking condition : 230℃ / 1hr

(3) 잉크 제조

본 연구에 사용된 잉크는 다음의 조성에 의하여 제조되었다.

Table 2. Ink Formulation

	sample 1	시료2	시료3	시료4	시료5
Varnish	60	60	60	60	60
CaCO ₃	20	25	30	35	40
Hydrocarbon solvent	10	10	10	10	10
Total	90	95	100	105	110

(4) 시료(잉크)제조 조건

Table 3. The condition of three roll mill (3pass)

30±2℃Roll Temperature		
0Roll gap setting		
10barRoll pressure		
Knife Pressure	dispersion Stage	8bar

2-2. Bingham model에 따른 잉크의 yield value 측정

본 연구에서는 각 시료의 yield stress를 측정하기 위하여 다음과 같은 방법을 사용하였다. 우선 시료에 pre-shear를 가하지 않은 상태에서 10분 동안 0 Pa에서 100 Pa로 shear stress를 점차 증가시켰을 때 나타나는 shear rate를 Fig,1에서와 같이 나타내고 그 결과를 Bingham model equation에 적용시켰다.

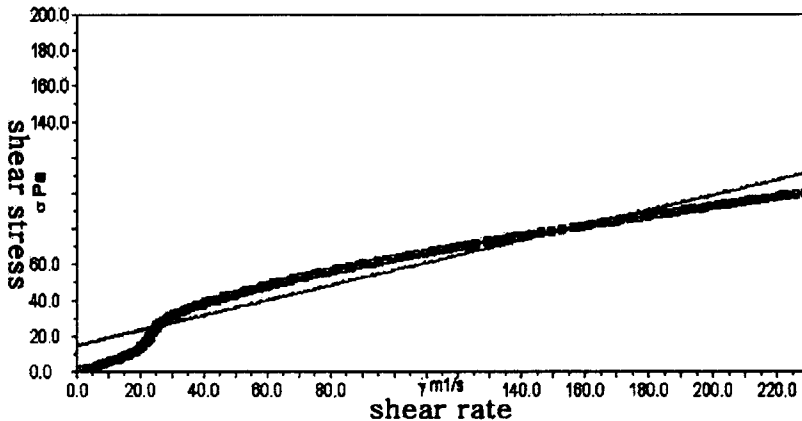


Fig. 1. The shear stress variation of inks according to the shear rate & the application of Bingham model.

여기서 Bingham model equation을 나타내면 다음과 같다.

$$\sigma = \sigma_0 + \eta\dot{\gamma} \quad (1)$$

여기서 σ : shear stress, σ_0 : yield stress, η : viscosity, $\dot{\gamma}$: shear rate 이다.

Fig.1에서 직선의 y 절편은 σ_0 (yield stress)값이며, 직선의 기울기는 η (viscosity)이다.

2-3. 잉크의 구조 회복성 측정

CaCO₃의 함량에 따른 잉크의 구조 회복성⁶⁾을 파악하기 위하여 flow, oscillation 및 creep 항목 등에 대하여 각각 실험하였다. 본 실험에서는 4°/40 cone plate가 장착된 Bohlin C-VOR rheometer를 이용하여 20°C에서 실험을 하였다.

2-3-1. Flow Measurements

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

우선 유화된 잉크를 균일한 상태로 만들기 위하여 5 s⁻¹의 pre-shear를 120s 동안 주었다. 그 후에 800Pa에서 1Pa로 shear stress를 180s 동안 감소시켰을 때 나타나는 shear stress에 따른 점도 변화를 측정하였다.

2-3-2. Oscillation Measurements

일반적으로 잉크는 점탄성의 성질을 가지게 된다. 여기서는 잉크의 탄성 변형율과 점성 변형율을 파악하여 잉크의 회복성을 평가하기 위하여 잉크에 대하여 다음의 조건으로 oscillation measurement를 측정하였다.

이러한 측정의 방법으로는 유화된 잉크에 5 s⁻¹의 pre-shear를 120s 동안 준 후에 5Hz의 frequency를 500s 동안 주어서 시간에 따른 elastic modulus(G')와 viscous modulus(G'')의 변화를 측정하였다.

2-3-3. Creep Measurements

잉크가 피인쇄체에 전이된 후에 일어나는 잉크의 탄성 회복과 leveling을 측정하기 위하여 본 연구에서는 creep measurement를 다음과 같이 측정하였다.

잉크에 10 s⁻¹의 pre-shear를 120s 동안 준 후에 0Pa의 shear-stress를 500s 동안 일정하게 가하여 시간에 대한 변형을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. Bingham model에 따른 yield value

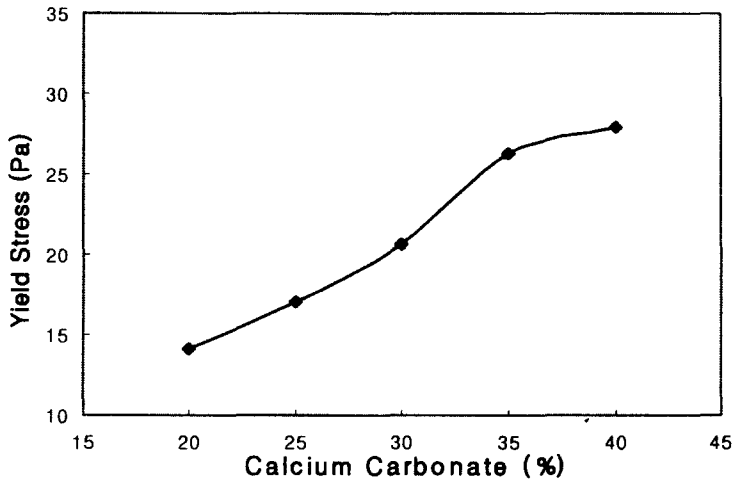


Fig. 2. The yield stress variation according to the CaCO_3 concentration of inks.

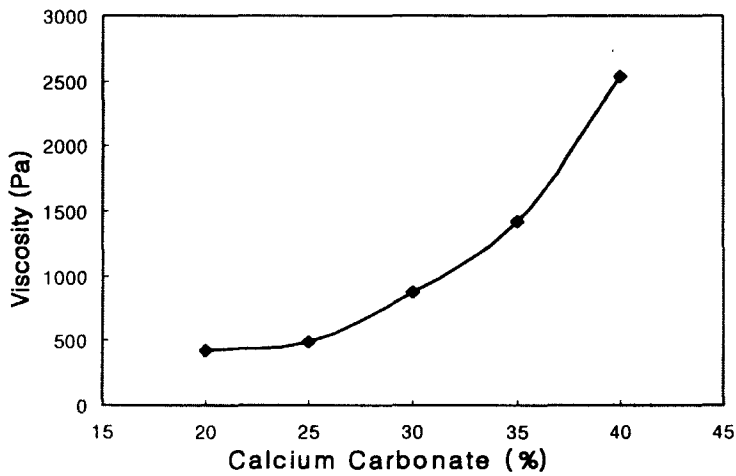


Fig. 3. The viscosity variation according to the CaCO_3 concentration of inks.

Fig 2와 3은 잉크의 shear rate에 따른 shear stress의 변화곡선에 Bingham model equation을 적용시켜 얻은 σ_0 (yield stress)의 값과 η (viscosity)값을 나타낸 결과이다.

결과에서 볼 수 있듯이 잉크에 CaCO_3 의 함량이 증가할수록 σ_0 의 값과 η 값은 점차 상승하는 것으로 나타났다.

이것은 잉크 중에 CaCO_3 와 같은 고형분이 다량으로 존재하게 되면 잉크의 이들 입자에 의해서 응집구조가 형성되어 외력에 대한 구조의 파괴가 어렵게 되기 때문이라 생각된다.

3-2. Flow Measurements

Fig.4는 잉크에 shear stress를 제거시킬 때, 점도의 회복성을 측정하기 위한 것이다. 결과에서 볼 수 있는 것은 높은 응력에서의 점도값은 CaCO_3 의 함량과는 무관하게 거의 비슷한 값을 나타내지만 응력을 점차 제거시킴에 따라 CaCO_3 의 함량이 많은 잉크가 더 높은 점도를 가지게되며, 구조의 회복성 역시 더 높아진다고 할 수 있다.

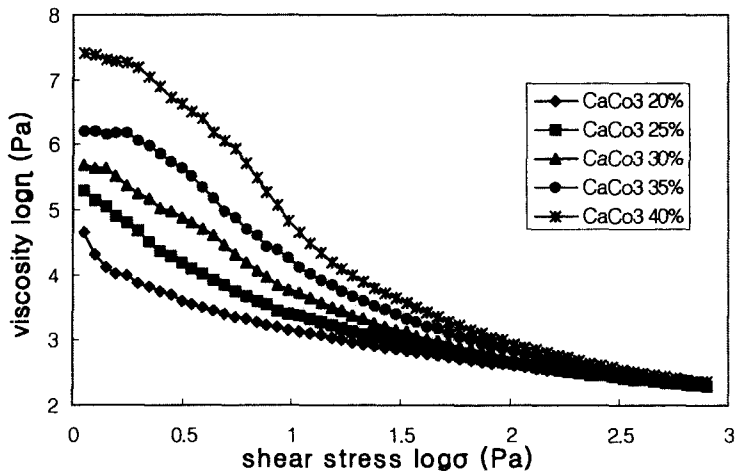


Fig. 4. The viscosity variation according to the calcium carbonate concentration of inks.

3-3. Oscillation Measurements

Fig.5는 시간에 대한 G' (elastic modulus)과 G'' (viscous modulus)를 나타낸 것이다. 결과에서 볼 수 있듯이 측정시간이 경과할수록 G', G'' 은 점차 상승하는 것을 확인할 수 있다. 이것은 시간이 경과할수록 탄성변형율과 점성변형율이 감소하는 것을 의미한다. 그리고 잉크의 CaCO_3 함량이 많을수록 G', G'' 의 값은 더 높은 값을 가지는데, 이것은 CaCO_3 의 함량이 많을수록 더 낮은 변형율이 나타나게 되므로 유체의 회복속도는 상대적으로 더 빠르다는 것을 알 수 있었다.

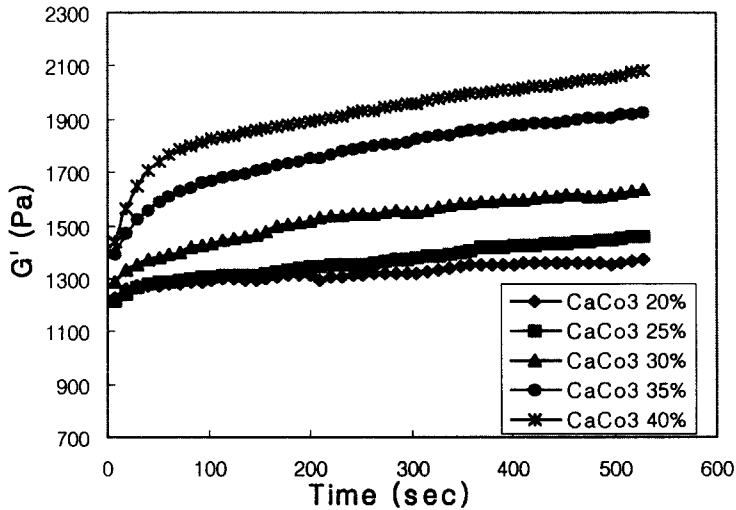


Fig. 5. The G' variation of inks according to the time.

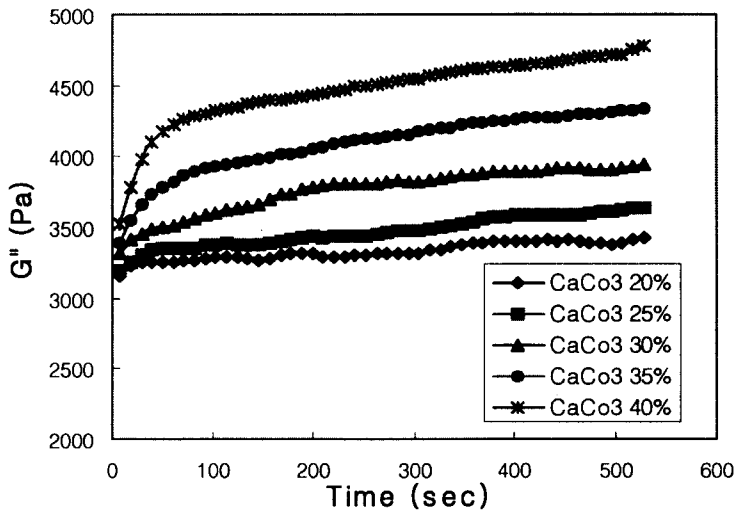


Fig. 6. The G'' variation of inks according to the time.

3-4 . Creep Measurements

유체에 일정한 응력을 가한 후 그 응력을 제거하게 되면 유체는 원래의 상태로 되돌아가려는 탄성이 나타나게 된다. 이와같이 아무런 외적인 힘이 가해지지 않은 상태에서 유체 자체의 거동을 creep이라고 하며, 이러한 성질을 이용하여 본 연구에서는 creep

measurement를 실시하였다. 이러한 탄성은 내부구조의 회복을 의미하며 Fig.7에서는 pre-shear를 주고 난 직후에 0 Pa의 응력을 가했을 때 나타나는 잉크의 회복성을 나타내었다.

결과에서 볼 수 있듯이 CaCO₃의 함량이 많은 잉크의 경우 다량의 고형분으로 인하여 더 튼튼한 내부구조를 가지게되며 회복속도 역시 빠른 회복성을 결과에서 볼 수 있다.

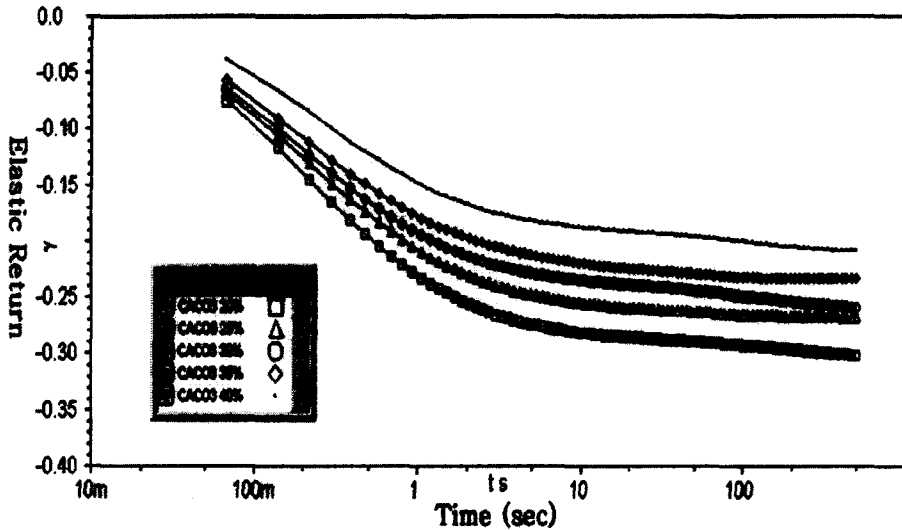


Fig. 7. The elastic return rate of inks after pre-shear stop and applied 0 Pa.

5. 결 론

잉크의 CaCO₃ 함량에 따른 구조 회복력에 관한 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 잉크중에 CaCO₃와 같은 안료의 함량이 증가할수록 Bingham model equation에 나타나는 σ_0 값과 η 값은 상승하였다.
2. 응력을 감소시켰을 때, 점도값은 CaCO₃ 함량이 높을수록 빠르게 상승하였다.
3. 잉크 속에 CaCO₃와 같은 고형분의 함량이 증가할수록 oscillation measurement에서의 G'과 G''의 값은 증가하였다.
4. 일정하게 주어지던 응력을 제거하면 모든 시료에 대하여 탄성 변형이 발생하며, 탄성 변형속도는 CaCO₃의 함량이 높을수록 빠르게 나타난다.

참 고 문 헌

- 1) P. Aurenty, "Viscoelastic of Water/Ink Emulsions at Low and High Frequency", TAGA proceeding, pp. 638~659 (1998)
- 2) D. Satas, "Coatings Technology Handbook" , Marcel Dekker, Inc. , Second Edition, pp3~39 (2001)
- 3) shem M. Chou and Lawrence J. Bain, "Rheological Characteristics Keyless Versus Conventional Litho Newsinks", TAGA Proceeding, pp.354~386 (1988)
- 4) shem M. Chou, Thomas A. Fadner, and Lawrence L. Bain, "Structural Recovery Of Printing Inks Studied By Steady Shear Rheometry", TAGA Proceeding, pp.280~312 (1990)
- 5) Shem M. Chou, Thomas A. Fadner, and Lawrence J. Bain, "Structural Recovery of Printing Inks Studied by Steady Shear Rheometry", TAGA Proceeding, pp 280~321 (1990)
- 6) Daphne M. Desjumaux, "Dynamic of Ink Gloss: Influence of Ink Rheology on Leveling", TAGA proceeding, pp. 618~637 (1998)