

안료 함량에 따른 잉크의 레올로지 성질의 변화

박정민, 김성빈*, 조진우**

(주) 광명 잉크, *부경대학교 공과대학 화상정보공학부,

· **부경대학교 대학원 인쇄공학과

(2003년 1월 10일 접수, 2003년 2월 3일 최종본 접수)

Rheological Properties According to the Pigment Concentration of Ink

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

Kwang Myung Ink MFG. 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 inks are mainly composed of pigment and vehicles. Among these components, the Vehicle affect the rheologic property of the ink the most but pigment content or characteristic also affect to the fluidity property not less than the vehicle.

In the study, with the same vehicle on each sample, by making the sample to increase pigment content gradually. It can be examined the influence of the pigment to the fluidity of ink. In result we found that the viscosity value of the low shear rate rang has relatively higher value with increasing the pigment content in the ink.

According to higher pigment content, yield stress and thixotropy index increases gradually. Structure recovery of the ink is that, the higher pigment content's ink, the less changing shear rate, and it takes less time to recover.

1. 서 론

일반적으로 인쇄는 피인쇄체상에 화선을 형성하는 일련의 작업이라 할 수 있다. 이때 화선을 형성하는 것 중에서 가장 대표적인 것이 잉크이다. 잉크는 기본적으로 안료와 염료를 포함하는 색료와 비이클 그리고 보조제 등으로 이루어져 있다¹⁾. 이러한 구성요소 중에서 비이클은 일반적으로 잉크의 유동성을 부여하는데 있어 가장 중요한 요소로 인식되어져 왔다. 물론 그 이외의 요소들도 잉크의 유동성에 지대한 영향을 미치지만 그와 관련한 문헌은 그리 많이 알려져 있지 않은 상태이다.

본 연구에서는 잉크의 제조법에 있어 각 시료에 동일한 비이클을 일정한 함량으로 하여 잉크를 제조한 후 안료의 함량을 점차 증가시켜서 시료를 제조함으로써 안료가 잉크의 유동성에 미치는 영향을 규명하려 하였다.

여기서는 이러한 잉크의 유동성을 레오메터를 이용하여 여러 가지 조건에서 잉크가 가지는 유동성변화²⁾³⁾를 관찰하였으며, 이러한 유동성의 변화가 어떠한 의미를 가지는지를 밝히고자 한다.

2. 실 험

2-1. 시료

체질안료는 탄산칼슘(CaCO_3) Fatty acid Coating처리, Particle Size $0.06\mu\text{m}$ 로 하였고, 시료에 사용된 varnish는 table 1에 나타내어진 조성에 의하여 제조되었다. 또한 본 연구에 사용된 잉크는 table 2의 조성에 의하여 제조되었으며, 시료 제조 조건은 table 3에 나타내었다.

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 : 증류범위 260 ~ 290℃

* Rosin Modified Phenolic Resin : Mw 10만

* Varnish cooking 조건 : 230℃ / 1Hr

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

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

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

2-2. 잉크의 유동성 측정

안료 함량에 따른 잉크의 유동성을 평가하기 위하여 각각의 시료에 대하여 viscosity profile curve를 나타내었으며, 각 시료의 yield stress와 thixotropy index를 측정하였다. 그리고 안료 함량에 따른 잉크의 구조 회복성⁴⁾을 파악하기 위하여 step change test를 각각 실험하였다. 본 실험에서는 4° /40 cone plate가 장착된 Bohrin C-VOR rheometer를 이용하여 20°C에서 실험을 하였다.

2-2-1. Viscosity Profile curve

잉크의 shear rate 증가에 따른 점도변화를 나타내기 위하여 각각의 시료에 대하여 다음의 조건으로 viscosity profile curve⁵⁾를 나타내었다. 실험 방법으로는 잉크에 pre-shear를 주지 않은 상태에서 10분 동안 shear rate를 0 s에서 45s까지 점차 증가시켰을 때 나타나는 점도 변화를 log-log 곡선으로 나타내었다.

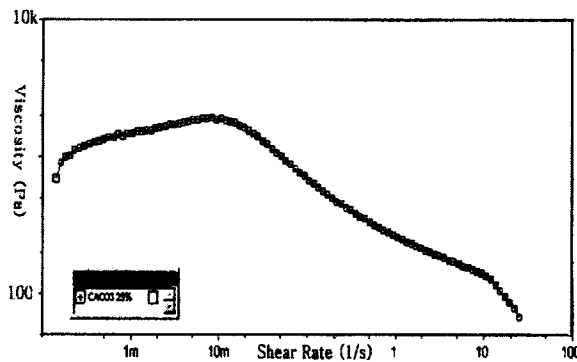


Fig. 1. viscosity profile curve.

2-2-2. Yield Value Test

유체가 거동하기 시작하는 최소의 응력 값인 yield stress를 측정하기 위하여 다음의 조건에서 측정하였다.

잉크에 pre-shear를 가하지 않은 상태에서 10분 동안 shear stress를 0 Pa에서 100 Pa 까지 점차 증가시켰다. 이때 shear stress의 증가에 따른 점도 변화를 측정하여 yield stress를 구할 수 있었다.

Yield stress를 가지는 유체의 경우 yield stress이전의 응력까지는 변형이 일어나지 않으므로 점도 값은 증가하지만 yield stress이상의 응력이 유체에 가해지면 변형이 증가하면서 점도는 감소하게 된다. 본 실험에서는 이러한 특성을 이용하여 yield stress value를 측정하였다.

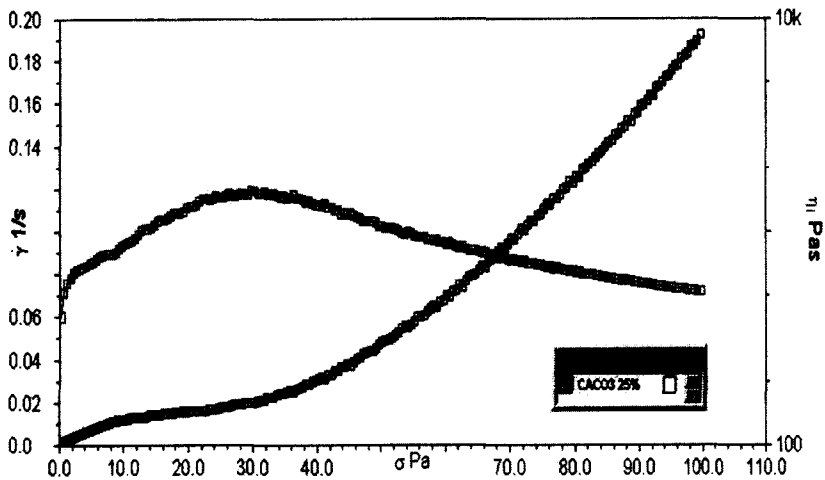


Fig. 2. Yield stress measurements of ink at 20°C.

2-2-3. Thixotropy Index

안료 함량의 증가에 따른 잉크의 thixotropy index⁶⁾를 측정하기 위하여 다음의 방법을 이용하였다. 시료에 pre-shear를 가하지 않은 상태에서 shear stress를 0 Pa에서 800 Pa 까지 5분 동안 증가시켰고, 800 Pa에서 0 Pa 까지 5분 동안 shear stress를 다시 감소시킨다.

이때 shear stress와 shear rate의 관계를 나타내고, 여기에서 나타난 loop curve를 이용하여 thixotropy index를 다음의 그림에서와 같이 구할 수 있다.

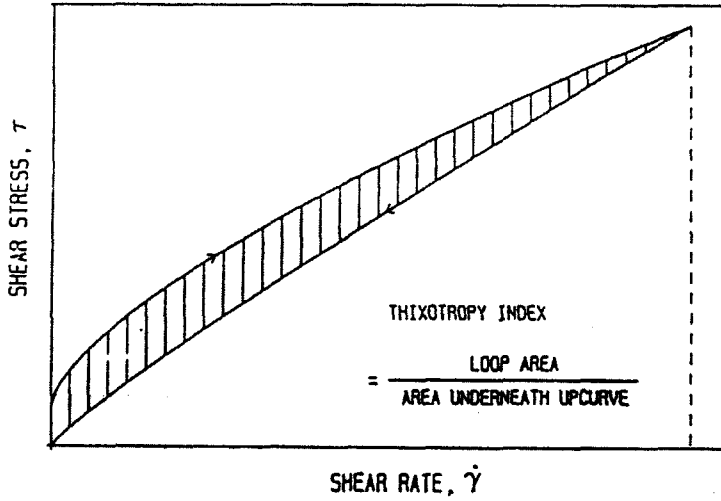


Fig. 3. Schematic illustration explaining the definitions of thixotropy index.

2-2-4. Step Change test

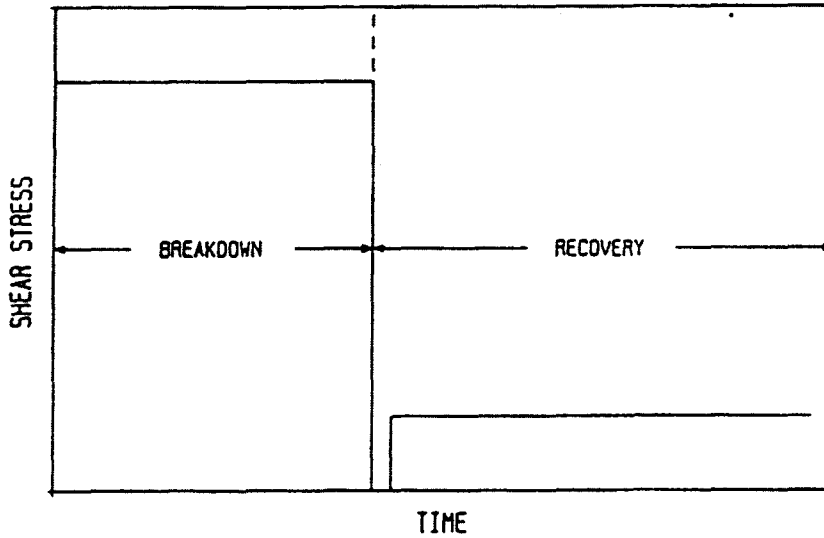


Fig. 4. Schematic illustration of step change technique for studying structure recovery of inks.

각 잉크에 대한 회복력을 측정하기 위하여 다음과 같은 방법으로 step change test를 실시하였다.

우선 잉크에 pre-shear를 50 Pa을 120s 동안 가하여 잉크의 구조를 파괴(break down)시킨 후 2 Pa의 shear stress를 일정하게 주어 잉크의 구조를 다시 회복(recovery)시킨

다. 이때 잉크의 시간에 따른 shear rate의 변화를 나타내어 잉크의 구조 회복력을 파악할 수 있다.

Fig. 2는 실험상에서의 shear stress의 변화를 나타내는 것으로 shear stress의 변화가 단계적으로 일어나는 것을 확인할 수 있다.

3. 결과 및 고찰

3-1. Viscosity Profile Curve

인쇄 잉크는 인쇄기상에서 다양한 shear rate에서 존재하게 된다. 그리고 이러한 shear rate에 따라 점도 값이 변하게 되는데, Fig. 3은 shear rate의 증가에 따른 각 시료의 점도 변화를 나타내었다. 결과에서 볼 수 있듯이 낮은 shear rate의 영역에서는 안료 함량이 증가할수록 점도가 높아지며, 높은 shear rate 영역에서는 잉크내의 구조파괴 현상이 일어나므로 해서 안료 함량에 따른 점도의 차이가 거의 나지 않는 것을 알 수 있었다.

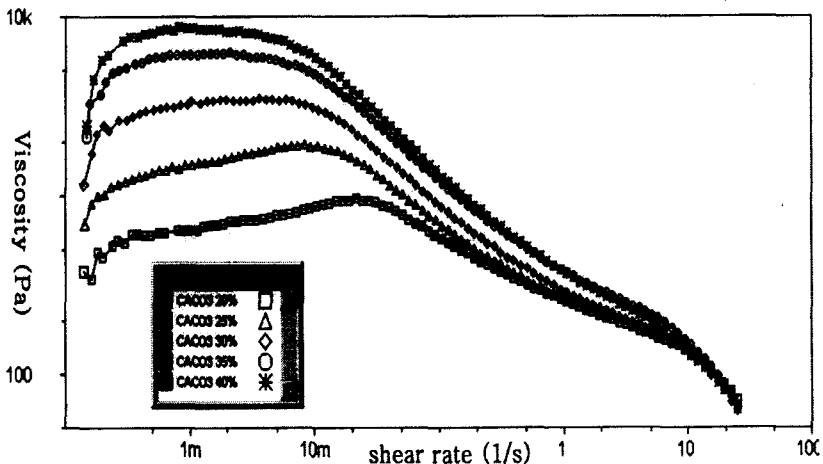


Fig. 5. The viscosity profile curve according to the pigment concentration of inks.

3-2. 안료 함량에 따른 yield value 측정 결과

유체에 응력을 가하게 되면 유체는 변형하기 시작하며 점도는 낮아지게 된다. 그러나 유체가 yield stress를 가지게 되면 yield stress 이상의 응력에서부터 유체가 거동하기 시작한다. 이러한 유체의 yield stress의 값은 유체의 레올로지 거동에 많은 영향을 미치게 된다.

Fig. 4에서는 잉크의 CaCO 안료 함량에 따른 yield stress의 변화를 나타내고 있다. 그 결과 CaCO 안료의 함량이 증가할수록 yield stress의 값이 증가하는 경향이 나타났다. 이것은 잉크내의 안료 함량이 증가함에 따라 잉크의 흐름에 대한 저항성이 더욱 높아졌기 때문이다.

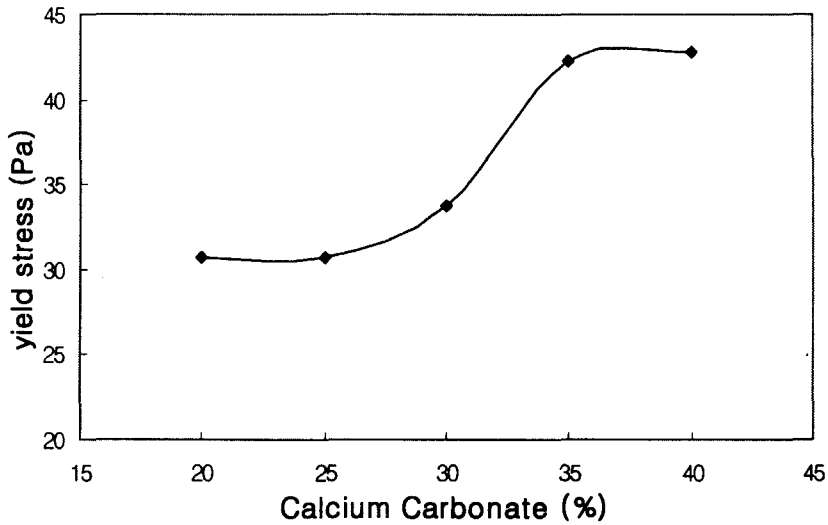


Fig. 6. The yield stress variation according to the pigment concentration of inks.

3-3. 안료 함량에 따른 thixotropy index 측정 결과

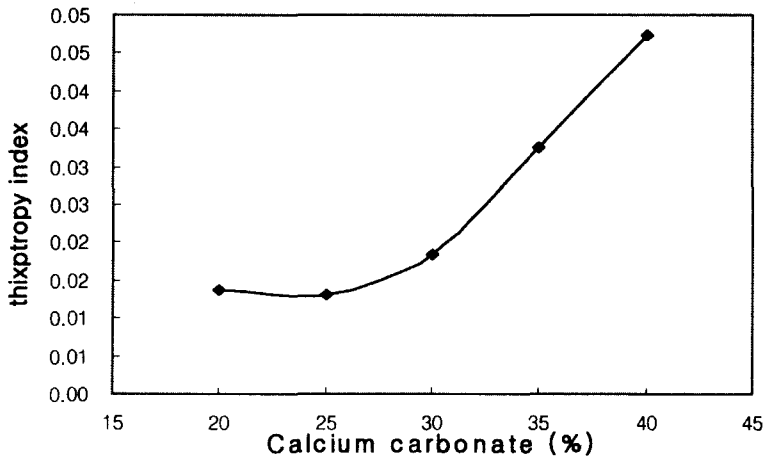


Fig. 7. The thixotropy index variation according to the pigment concentration of inks.

Fig. 5는 CaCO 안료 함량에 따른 thixotropy index의 변화를 나타낸 것이다. 여기서 볼 수 있듯이 안료함량이 증가할수록 thixotropy index값이 증가하는 경향을 볼 수 있는데, 이것은 잉크중에 안료와 같은 고형분 물질의 함량이 증가함에 따라 잉크의 회복변형을 저지하려는 성질이 증가하기 때문이다. 즉, 최초에 응력이 가해졌을 때의 변형율과 많은 차이를 나타내어 thixotropy loop의 면적이 증가하게된다. 이러한 현상으로 인하여 안료함량이 증가할수록 thixotropy index는 증가하는 경향이 나타난다.

3-4. Step Change Test

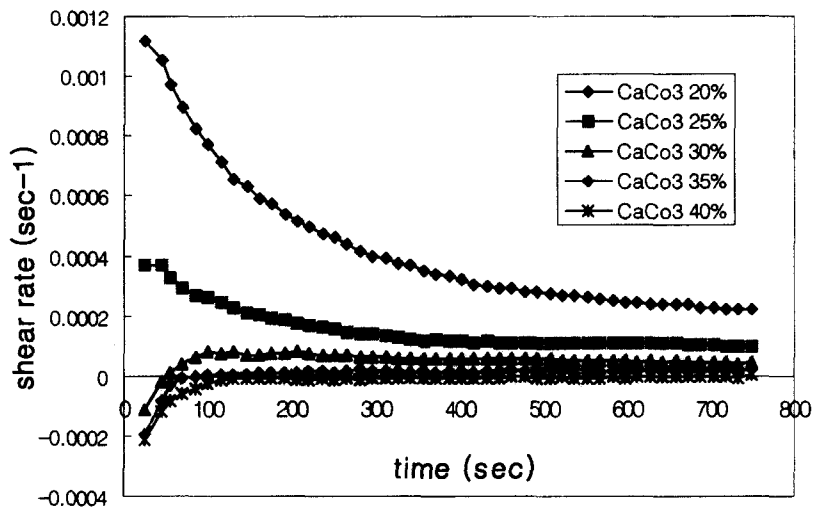


Fig. 8. The structure recovery of inks according to the time.

Fig. 6은 잉크의 구조회복성을 나타내는 step change test의 결과이다. 잉크중의 안료 함량이 증가하게되면 잉크의 점도와 구조회복력이 증가하게된다.

본 실험의 결과에서도 볼 수 있듯이 안료 함량이 많은 잉크의 변형율은 작게 나타났으며, 회복평형상태에 도달하는 시간이 빠르게 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 안료함량에 따른 잉크의 유동성 변화를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 잉크중의 안료함량이 증가할수록 낮은 shear rate 영역에서의 점도치는 상대적으로 높은 값을 나타내었다.

2. 안료함량이 증가할수록 yield stress와 thixotropy index는 점차 증가하였다.
3. 잉크의 구조회복성은 안료 함량이 높은 잉크일수록 변형율이 적었고, 회복하는데 걸리는 시간이 짧았다.

참 고 문 헌

- 1) R.H. Leach, R.J. Pierce , "The Printing Ink Manual" , Kluwer Academic Publishers , Fifth Edition (2001).
- 2) 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).
- 3) D. Satas, "Coatings Technology Handbook" , Marcel Dekker, Inc. , Second Edition, pp3~39 (2001).
- 4) Daphne M. Desjumaux, "Dynamic of Ink Gloss: Influence of Ink Rheology on Leveling", TAGA proceeding, pp. 618~637 (1998).
- 5) shem M. Chou and Lawrence J. Bain, "Rheological Characteristics Keyless Versus Conventional Litho Newsinks", TAGA Proceeding, pp.354~386 (1988).
- 6) 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).