

안료의 표면적이 잉크물성에 미치는 영향

김 종 래* · 김 성 빈* · 최 정 병**

* 부경대학교 인쇄공학과, 부산 608-739

** 인천전문대학 인쇄과, 인천 402-060

(1996년 12월 30일 받음, 1997년 3월 31일 최종 수정본 받음)

Effect of Surface Area of Pigments on The Physical Properties of Printing Ink

Jong-Rae, Kim · Sung-Bin, Kim* · Jung-Byung, Choi***

*Dept. of Graphic Arts Engineering, Pukyong National University, Pusan 608-739

**Dept. of Printing, Incheon Junior College, Incheon 402-060

(Received 30 December 1996, in final form 31 March 1997)

Abstract

In general, printing inks are mainly composed of pigments and vehicles. Its characteristics are affected, to a greater or lesser extent, by the size and distribution of the pigment particles in the dispersion. Color strength, transparency and gloss generally increases with an decrease in particle size of pigments.

On the contrary, opacity, lightfastness tend to increases with an increase in particle size of pigments.

In this work, we have investigated an effect of surface area of pigments on the physical properties of printing ink which made up vehicles for sheet fed and organic pigment Lake Red C(C.I.Pigment Red 53:1) that different surface area and particle size.

It was found that gloss, tack and yield value increases with an increase in surface area of pigments, but grindness is reduced.

1. 서 론

인쇄 잉크는 주로 색료, 비이클, 기타 첨가제의 혼합체로 조성되어지며, 그 특성은 비이클에 의해 크게 영향을 받는다.¹⁻²⁾ 그러나 발색(색료) 특성은 분산되어진 안료 입자의 크기 및 표면적에 많은 영향을 받는다.³⁾ 일반적으로 안료 입자의 크기가 클수록 불투명도, 내광도 등은 증가하고, 작을수록 색상 농도, 투명도 및 광택은 증가하는 경향이 있다.^{4 10)} 이러한 안료 입자의 크기가 잉크의 물성에 미치는 영향에 대한 연구는 Theodore G. Vernardakis,¹⁰⁾ Byron G. Hays,¹¹⁾ Walter Kurtz¹²⁾ 외에도 많은 연구자에 의하여 연구되어 있다. 그러나 이러한 안료 입자의 크기가 잉크의 물성에 미치는 영향에 대한 연구는 활발하게 진행되고 있으나, 안료의 표면적이 잉크의 물성에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 충분하지 못하다.

본 연구에서는 안료의 표면적 및 입자 크기가 다른 유기 안료 Lake Red C(C.I.Pigment Red 53:1)¹³⁾를 매염 인쇄용 비이클에 섞어 인쇄 잉크를 만든 후 그 잉크의 물성을 실험하여, 안료의 표면적이 인쇄 잉크의 물성에 어떤 영향을 미치는지 검토하였다.

2. 실험 방법

2-1. 안료 입자의 표면적 및 크기 측정

Sample로 사용한 안료는 Lake Red C(C.I.Pigment Red 53:1)로써 그 구조는 Fig. 1과 같다.

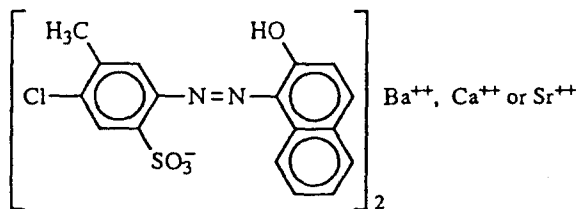


Fig. 1 Structure of Lake Red C

이들의 표면적 측정은 Quantachrome autosorb-1 surface area analyzer (Quantachrome社)를 이용하여 Multi-Point BET 방법¹⁴⁾으로 측정하였다. BET 방법에 의한 표면적 측정은 안료의 표면에 헬륨과 질소 가스를 연속적으로 흘려보내 가스의 흡착과 탈착이 이루어지도록하여, 마지막으로 흡착된 질소 가스의 단분자층의 양으로 구하여 진다.¹⁰⁾ 이 때 안료 입자의 표면직경은 다음과 같은 식으로 계산된다.

$$D = \frac{6}{\rho S}$$

여기서 D는 평균 입자 직경(μm), ρ 는 안료의 농도(g/cm^3), S는 고유 표면적(m^2/g)이다. 입자의 크기는 안료를 증류수에 분산시켜 SHIMAZU社의 SALD-2001로 측정하였다. 이러한 기구는 연속적인 브라운 운동을 하고 있는 현탁액의 입자들에 의해 빛이 산란되는 물리적 원리를 이용한 것이다. 브라운 운동의 빈도는 입자 크기와 관계가 있다.

2-2. 잉크 조제

표면적 및 입자 크기를 측정한 Lake Red C 12%와 Table 1과 같이 조성된 매엽용 비이클 88%를 혼합하여 3본 롤로 조제하였다.

Table 1. Vehicle formulations

Resin(phenol, alkyd)	50%
Lined oil	15%
Solvent(achromatic free)	34%
Gel agent	1%

또한, 이렇게 조성된 잉크에 용제를 14% 첨가하여 제조하였다.

Table 2. The condition of three roll mill

Roll temperature		30±2℃
Roll gap setting		0
Roll pressure		10bar(단, 3pass에서는 20bar)
Knife pressure	dispersion stage	8bar
Mixing time at the back nip	1 pass stage	2 minutes
	2 pass stage	1 minutes
	3 pass stage	30 seconds

4 한국인쇄학회지 제 14 권 제 2 호 1996.

2-3. 잉크의 성질

조제된 잉크의 물성을 알아 보기 위하여 다음과 같은 실험을 하였다.

1) Tack 측정

Thwing alder 106 Inkometer를 이용하여 rotating speed 400rpm, measuring interval 60sec., sample volume 1.3cc로 Tack을 측정하였다.

2) Yield value 측정

Spreadmeter - TOYO SIKI CAT NO 466을 이용하여 Yield value를 측정하였다. Load plate weight는 115g, Sample volume은 0.5cc이었다.

3) 전색 실험

일반적으로 상업용 인쇄에 널리 사용되는 아트지($100\text{g}/\text{m}^2$)와 신문 인쇄에 사용되는 신문용지($50\text{g}/\text{m}^2$)에 전색 실험을 하였다. 사용한 RI 시험기는 TOYO RI-3으로서, measuring interval 120sec., sample volume은 아트지가 0.2cc, 신문 용지가 0.3cc이었다.

4) 농도 및 광택 측정

위와 같이 전색한 아트지와 신문 용지의 농도 및 광택을 측정하였다.

농도 측정은 FAG VIPDENS 200P를 이용하였으며 광택은 TOKYO DENSHOKU - 108D를 이용하여 75° 로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 각 안료의 표면적 및 입자 크기

Fig. 2는 각 안료의 표면적 및 입자 크기를 측정한 결과를 나타낸 것으로, 안료 230A, 230B, 300A, 300B, 300C는 230과 300 안료를 재처리한 것으로 입자 크기는 거의 같으며 표면적은 많은 차이를 보인다. 그러나 안료 230, 260, 280, 290은 표면적의 차이는 크지 않으나, 입자 크기는 많은 차이를 보인다.

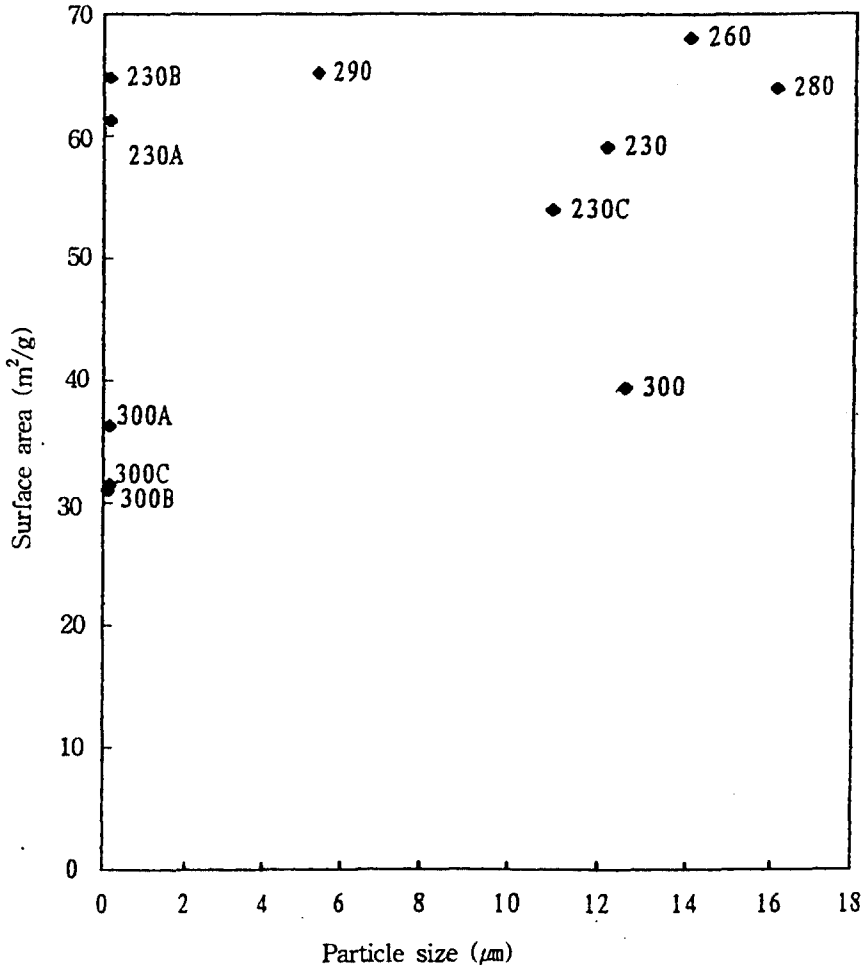


Fig. 2 Relation of surface area and particle size

3-2. 안료의 표면적이 인쇄물의 광택에 미치는 영향

Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8은 광택¹⁵⁻¹⁶⁾을 측정된 결과를 나타낸 것으로 Fig. 3, 5, 7은 표면적이 다른 안료로 잉크를 만들어 신문용지와 아트지에 인쇄하여 광택을 측정하였다. 표면적의 크기가 광택에는 어떠한 영향을 주는지를 나타낸 것으로 표면적이 커질수록 광택이 증가함을 알 수 있다.

특히, 아트지의 경우는 신문용지보다 평활도가 뛰어나므로 광택이 아주 높게 나타났으

며 용제 14%가 첨가된 잉크의 경우는 광택이 더욱더 크게 나타났다. 이러한 경향은 용제가 첨가됨으로써 잉크의 유동성(안료의 분산성)을 좋게하여 피막고르기가 뛰어나기 때문이라고 볼 수 있다. 그러나 신문용지의 경우는 Fig. 3과 5에서 나타내듯이 광택의 차이는 크게 나타나지 않았다.

이것은 신문용지의 평활도가 아트지보다 나쁘기 때문에 잉크의 유동성의 영향을 적게 받은 결과라고 볼 수 있다.

Fig. 4, 6, 8은 입자크기가 다른 안료로 잉크를 만들어 신문용지와 아트지에 인쇄했을 때, 광택을 측정된 것으로 안료의 입자 크기가 클수록 광택은 감소함을 알 수 있다. 입자 크기가 작을수록 광택이 크게 나타나는 것은 입자가 비이클 전체에 균일하게 분산되어 난반사보다 정반사가 일어나기 때문이라고 할 수 있다.

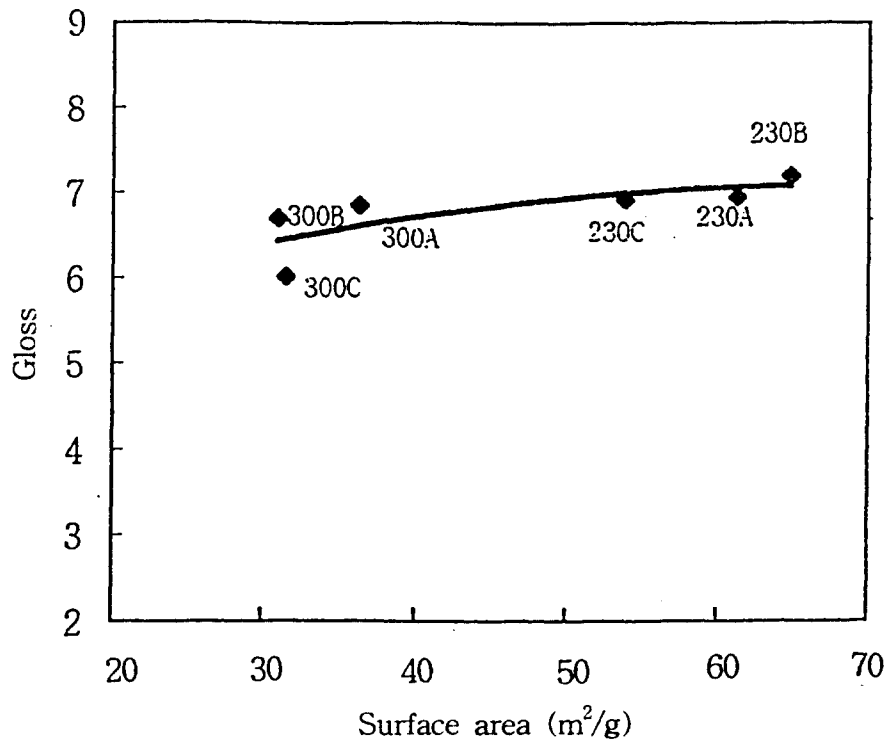


Fig. 3 Effect of surface area of pigment on the gloss of newspaper prints

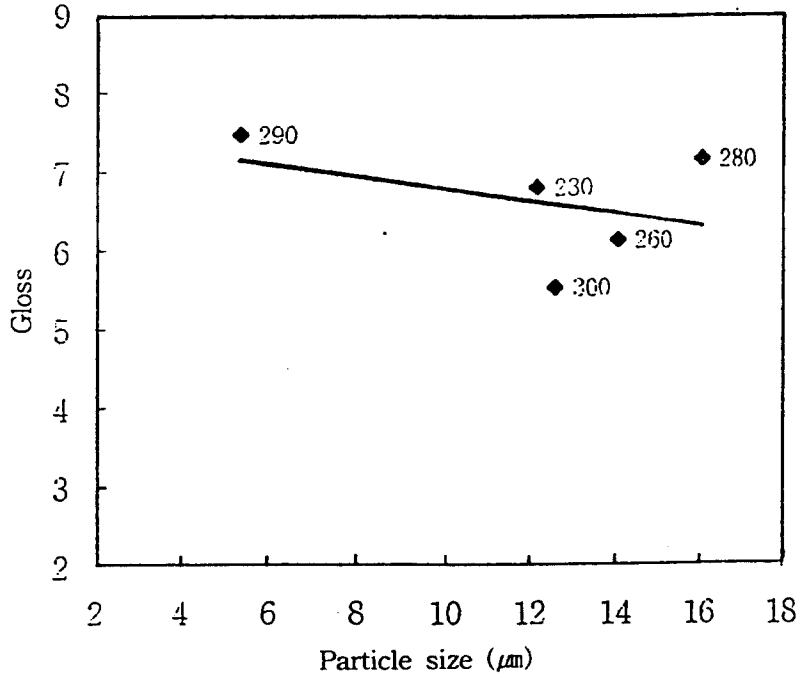


Fig. 4 Effect of particle size of pigment on the gloss of newspaper prints

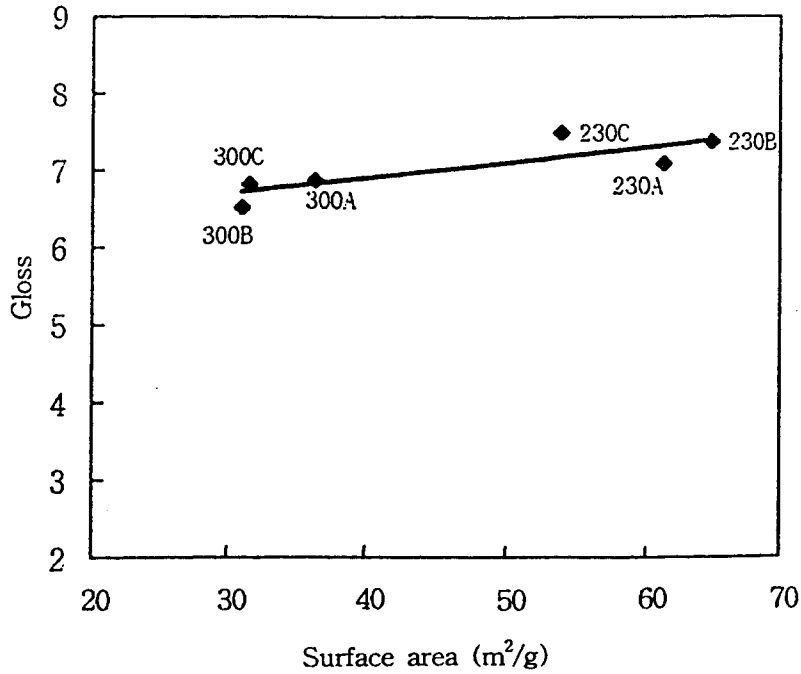


Fig.5 Gloss on newspaper according to surface area when it printed with inks added solvent 14%

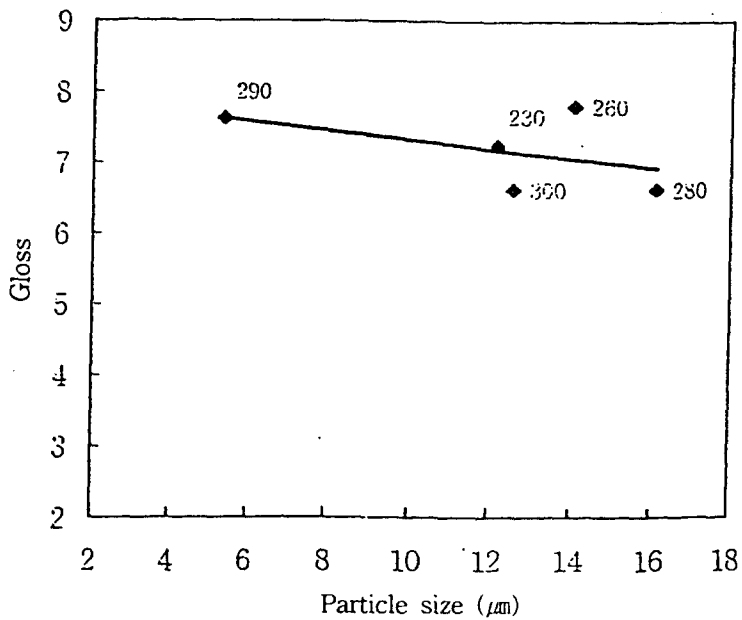


Fig. 6 Gloss on newspaper according to particle size when it printed with inks added solvent 14%

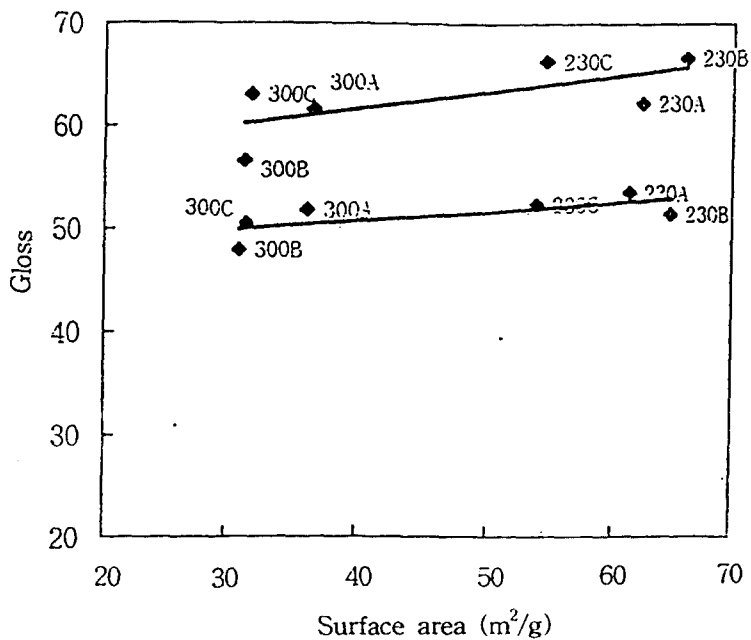


Fig. 7 Effect of surface area of pigment on the gloss of art paper prints
(Over line is indicate an ink added solvent 14%)

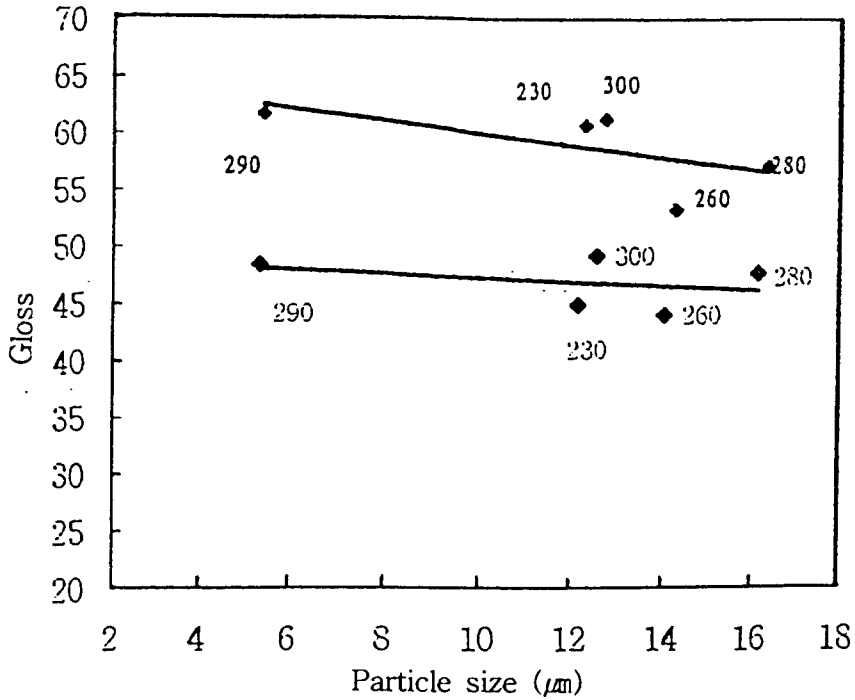


Fig. 8 Effect of particle size of pigment on the gloss of art paper prints
(Over line is indicate an ink added solvent 14%)

3-3. 안료의 표면적이 인쇄물의 반사농도에 미치는 영향

신문용지와 아트지에 인쇄하여 안료의 표면적과 농도¹⁶⁾의 관계를 검토한 결과를 Fig. 9, 10, 11, 12, 13, 14에 나타냈다.

Fig. 9, 11, 13은 표면적이 다른 안료로 잉크를 만들어 신문용지와 아트지에 인쇄했을 때 농도를 측정 한 것으로 표면적이 클수록 농도값은 미세하게 증가하였다.

Fig. 10, 12, 14는 입자 크기가 다른 안료로 잉크를 만들어 신문용지와 아트지에 인쇄했을 때 농도에는 어떤 영향을 미치는지를 나타낸 것으로, 안료 입자가 작을수록 농도가 높게 나타났다. 그 이유는 입자가 작을수록 잉크 조제시 안료의 분산이 균일하게되어 피막 고르기가 뛰어나기 때문이라고 할 수 있다.

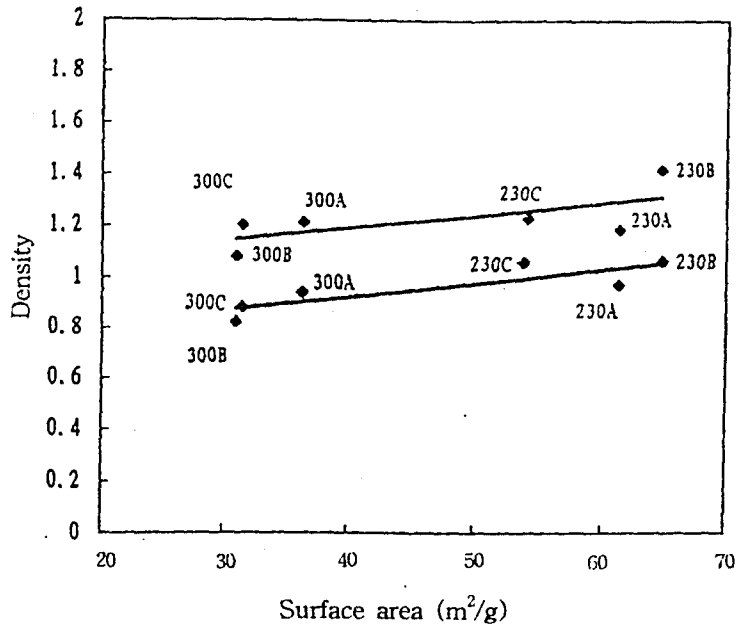


Fig. 9 Effect of surface area of pigment on the density of newspaper prints
(Over line is indicate an ink added solvent 14%)

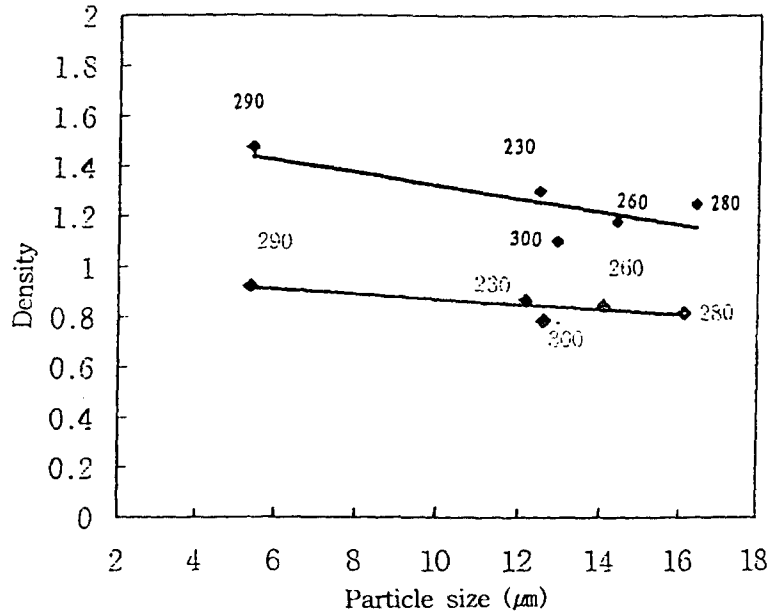


fig. 10 Effect of particle size of pigment on the density of newspaper prints
(Over line is indicate an ink added solvent 14%)

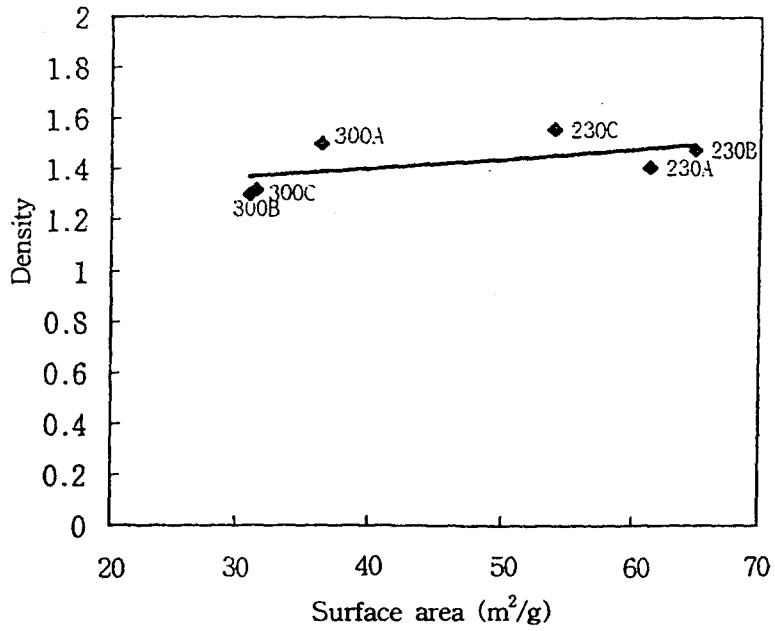


Fig. 11 Effect of surface area of pigment on the density of art paper prints

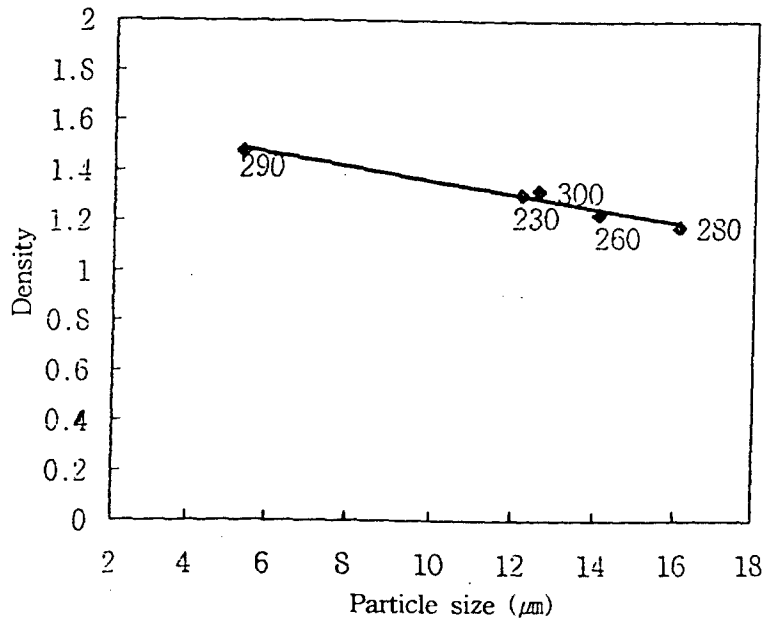


Fig. 12 Effect of particle size of pigment on the density of art paper prints

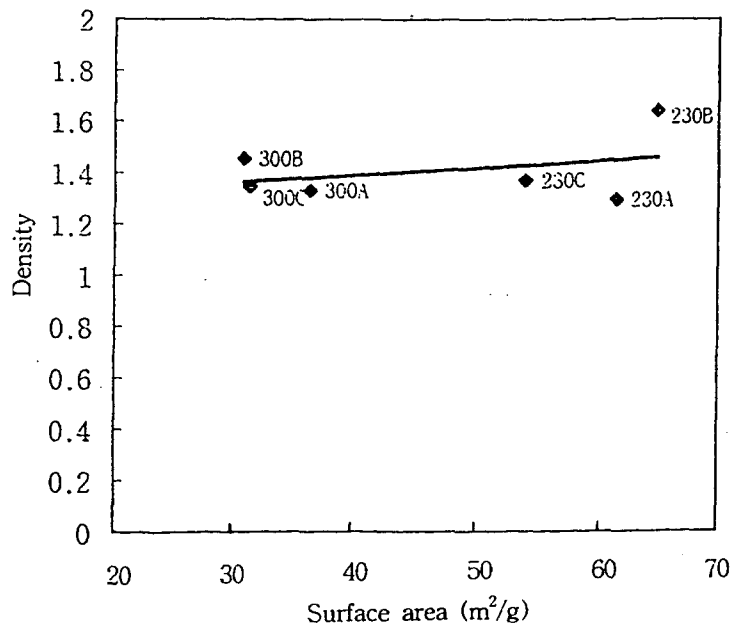


Fig. 13 Density on artpaper according to surface area when it printed with inks added solvent 14%

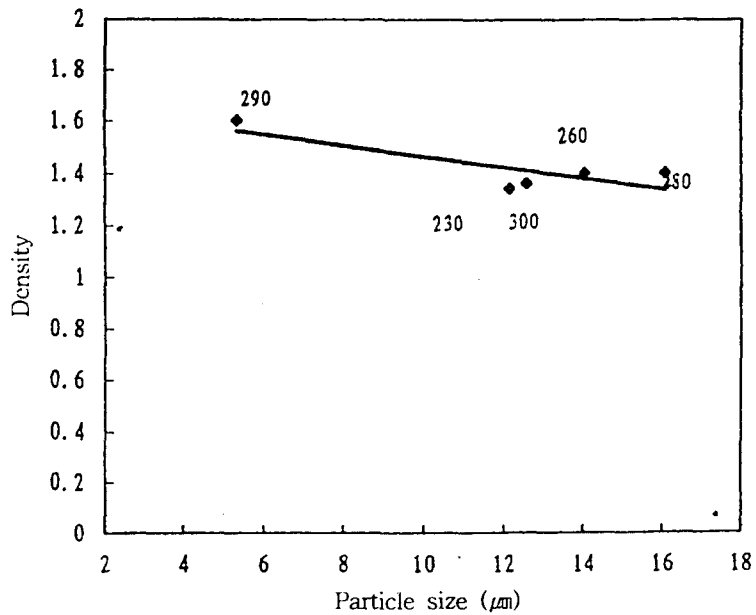


Fig. 14 Density on artpaper according to particle size when it printed with inks added solvent 14%

3-4. 안료의 표면적과 Tack의 관계

Fig. 15는 표면적이 다른 안료로 잉크를 만들어 Tack을 측정한 것으로, 안료의 표면적이 증가할수록 Tack 또한 증가함을 알 수 있다. 이러한 이유는 잉크의 안료 농도가 증가되기 때문에 Tack이 증가한다고 할 수 있다.

용제가 첨가된 경우에는 그와 반대로 잉크의 안료 부피비가 감소하므로 Tack이 감소하게 된다.

3-5. 안료의 표면적이 연육도에 미치는 영향

연육도는 안료와 비이클의 연육 상태를 나타내는 것으로 표면적이 클수록 연육상태는 좋게 나타났다.(Fig. 16) 이러한 경향은 안료의 조도가 크거나 다공성일수록 용제의 흡수율이 뛰어나므로 안료 표면에 수지만이 남게되어 연육도가 양호하게 나타난다고 볼 수 있다.

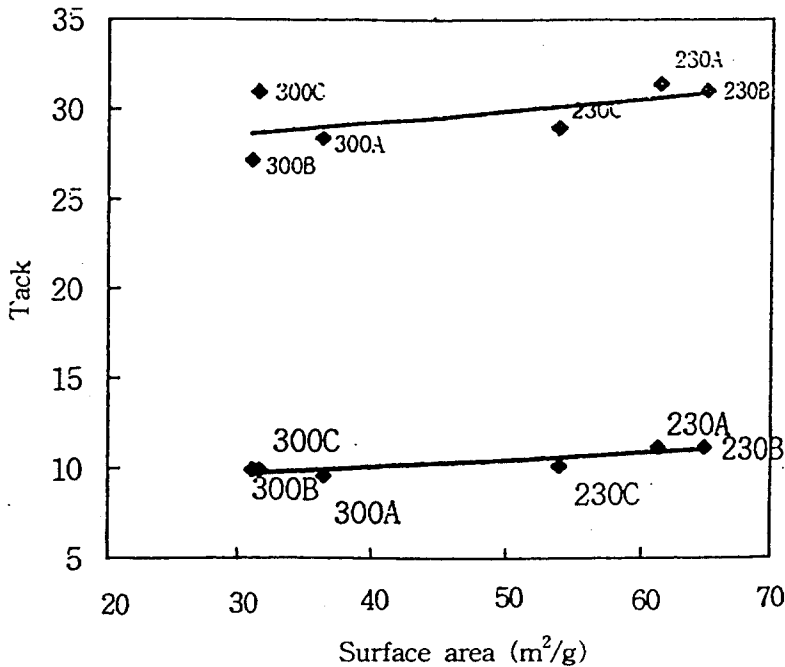


Fig. 15 Effect of surface area of pigment on the tack
(Under line is indicate an ink added solvent 14%)

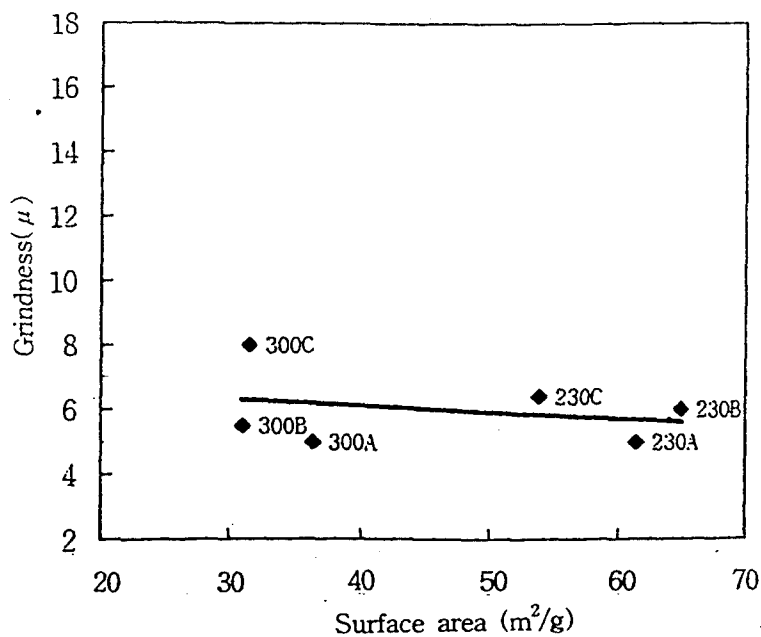


Fig. 16 Grindness according to surface area when used inks added solvent 14%

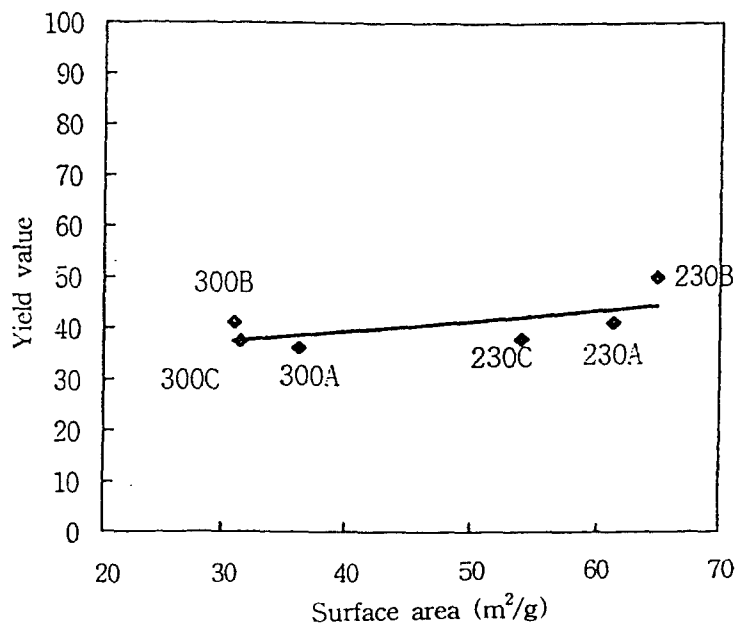


Fig. 17 Yield value according to surface area when used inks added solvent 14%

3-6. 안료의 표면적과 Yield Value 관계

안료의 표면적이 클수록 잉크의 안료 함유율이 증가하기 때문에 Yield Value는 크게 나타난다. (Fig. 17) 이러한 결과로 잉크의 점성이 크다는 것을 알 수 있으며, 이런 경우 잉크에 외력을 가하면 그 만큼 소성유동을 일으키기 쉽지 않다.

4. 결 론

안료의 표면적과 입자크기가 잉크의 물성에 미치는 영향을 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 첫째, 같은 크기의 안료입자에서 표면적만 변화시켰을 때 얻은 결론은 다음과 같다.
1. 아트지와 신문용지에서의 농도는 증가하였다. 특히 용제 14%를 첨가한 잉크의 농도는 크게 증가하였다.
 2. Tack은 표면적이 클수록 증가하였으며, 용제를 14% 첨가한 잉크는 Tack이 크게 감소하였다.
 3. 광택은 신문용지 및 아트지에서 증가하였으나, 용제를 14% 첨가한 잉크에서는 아트지의 광택만 크게 증가하였으나, 신문용지에서는 큰 차이가 없었다.
 4. 연육도는 감소하였으나 Yield Value는 증가하였다.

둘째, 안료의 입자크기를 증가시켰을 때 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 아트지와 신문용지에서의 농도 및 Tack은 감소하였다.
2. 광택은 증가하였으며 특히, 용제 14%를 첨가한 잉크의 경우, 아트지에서의 광택은 크게 증가하였다.
3. 연육도는 증가하였으나 Yield Value는 감소하였다.

참 고 문 헌

1. Byron G. Hays, "A Model for Organic Pigment in Oil or Water-Based Printing Inks", American Ink Maker, Oct. 1986, 13-21.

2. Koichi Tsutsui, Harunori Goji, Tasaburo Ueno, and Shouji Ikeda, "A New Approach to the Design of Pigment Dispersing Resins", American Ink Maker, Vol.62, No.791, Dec. 1990, 27-35.
3. William M. Watson, "Designing Ink Dispersing Resins", American Ink Maker, Oct. 1983, 19-30.
4. Chabi C. Kalita, LaWan D. Brown and Diana M. Kirkpatrick, "Determining Pigment and Extender Particle Size for Ink Used By the Bureau of Engraving and Printing", American Ink Maker, Sep. 1985, 27-38.
5. Coates Brothers PLC, "Pigment for Printing Inks", American Ink Maker, June 1985, 58-61.
6. James S. Hampton and Dr. John F. MacMilan, "Contributions of Hyperdispersants to Modern Dispersion Technology", American Ink Maker, Jan. 1985, 16-38.
7. G. Houseman, E. Merck, "Nacreous Pigments", American Ink Maker, April 1988, 26-41.
8. Jurgen H. Braun and David P. Fields, "Gloss of Paint Films: II. Effects of Pigment Size", American Ink Maker, Vol.66, No.828, Jan. 1994, 98.
9. Theodore G. Vernardakis, "Application of Microscopic Techniques to Pigment Manufacture and Performance in Fluid Inks", Dyes and Pigments, Feb. 1981, 175-193.
10. Theodore G. Vdrnardakis, "Pigment Particle Size and Its Effect on Printing Ink Performance", American Ink Maker, Feb. 1984, 24-42.
11. Byron G. Hays, "Surface Treatment of Organic Pigments for Printing Ink Applications", American Ink Maker, June 1984, 28-50.
12. Walter Kurtz, "Organic Pigments for Printing Inks", American Ink Maker, Dec. 1986, 21-42.
13. E.P. Hickman, et al., The Printing Ink Manual, Vol.4, p.160-161, (1993).
14. S.Lowell, Introduction to Powder Surface Area, New York, A Wiley-Interscience Publication, p.34-39.
15. Dr. Fortunato Micale, "Gloss: Theory and Measurement", American Ink Maker, Sep. 1984, 20-24.
16. P. Lepoutre, J. H. DeGrace, and P. J. Mangin, "Printability of Coated Papers", Tappi, Vol.62, No.5, May 1979, 33-36.