

# 국산 신문용지에서 잉크침투속도 변화에 따른 인쇄적성에 관한 연구

김종경<sup>†</sup>, 윤종태

<sup>†</sup>보워터 코리아, 부경대학교 공과대학 화상정보공학부  
(2006년 1월 23일 접수, 2006년 2월 17일 최종 수정본 접수)

## A Study on the Rate of Ink Penetration of Korean Newspapers

*Jong-Kyoung Kim<sup>†</sup>, Jong-Tae Youn*

<sup>†</sup>Bowater Korea,

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

(Received 23 January 2006, in final form 17 February 2006)

### Abstract

Measuring ink penetration is one of the best ways to know paper printability. Ink penetration was effected by physical properties of newspapers. This study was carried out for the purpose of improvement printability with ink penetration of Korean newspapers.

The samples were prepared by means of 7 Newspaper manufacture company in Korea, and were tested by IGT printability tester. The results of this experiments showed that the rate of ink penetration, roughness and porosity are proportioned. While, ink penetration, paper formation, ash content and smoothness of paper are in inverse proportioned.

## 1. 서론

현재 신문 용지는 국내 7개 회사에서 생산되고 있으며, 정보화 시대의 주재료 중 하나로서 중요한 공산품 중의 하나이다. 그러나 매년 증가하고 있는 신문 용지의 생산량에 비해 신문 용지에 대한 국내에서의 인쇄 적성 연구는 많지 않다. 지금까지는 신문 운전 인쇄에서 인쇄적성을 맞추기 위해서 숙련자의 육안에 의한 인쇄물 품질관리가 대부분이었기 때문에 균일성, 표준화, 객관성 등의 문제가 야기되고 있다. 특히 국내 신문사들의 경우 지방에 분공장을 운영하고 있기 때문에 각 공장에서 여러 대의 인쇄기로 동일한 신문을 같은 시간대에 인쇄하고 있으므로 인쇄물의 품질에 차이가 나타난다. 또한, 인쇄 품질을 관리하기 위한 계측장비의 부족으로 색상오차와 같은 문제가 야기되어 동일한 품질을 유지하기 위한 객관적인 방법의 접목 및 수치화가 절실히 요구되고 있다. 이에 따라 객관적인 신문 용지의 인쇄적성을 측정하고자 1950년대 영국의 PIRA에서 잉크침투측정기를 사용하여 인쇄적성 측정을 시도하였다. 당시 잉크침투속도에 의한 인쇄적성의 측정은 획기적인 발상이었고 시간에 따른 반사율의 측정으로 잉크침투속도와 신문용지의 인쇄적성을 연구하였다. 하지만 실제 인쇄와는 달리 단순히 잉크를 묻혀 측정한 것이므로 실제 압력에 의한 신문 인쇄와 맞지 않으며 빛의 반사율로 농도를 측정한 것은 오차범위가 크다는 문제가 제시되어 실제 인쇄환경에 맞는 연구가 요구되어 졌다.

따라서, 본 연구는 운전인쇄기 모사장치인 IGT를 사용하여 실제와 흡사한 환경조성과 X-Rite 428 모델을 사용한 정확한 계측기의 사용으로 국산 신문용지의 물리적 특성에 따른 잉크 침투속도를 측정하여 인쇄적성을 예측하고자 하였고 차후 이 데이터를 활용하여 신문용지와 잉크와의 인쇄적성을 향상시키는데 도움이 되고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

## 2. 실험

### 2-1. 인쇄적성 실험

국내 6종의 신문 용지에 따른 인쇄적성을 알아봄에 있어서 온도, 습도는 물론이고 동일한 잉크량, 인쇄속도 그리고 인쇄압력의 환경에서 인쇄하였다. 인쇄적성 시험기는 IGT를 사용하였으며, IGT는 인쇄압력과 속도 그리고 잉크량의 변화가 가능하므로 본 연구에서 각각을 인쇄 압력 200N과 인쇄 속도 0.3m/s 그리고 공급 잉크량 2cc로 고정하여 인쇄하였다. 신문 용지 시료는 현재 국내에서 생산되고 있는 7개 회사의 제품을 수집하여 사용하였으며, 편의상 시료의 번호는 1에서 7까지로 하였다. 잉크는 한국신문잉크에서 공급한 운전인쇄용 39mm를 사용하였다. 인쇄실의 주위 환경은 20 $\pm$ 1.℃, 습도 17 $\pm$ 5% 이었다.

Fig. 1은 본 실험에서 사용한 IGT 인쇄적성시험기 이다.

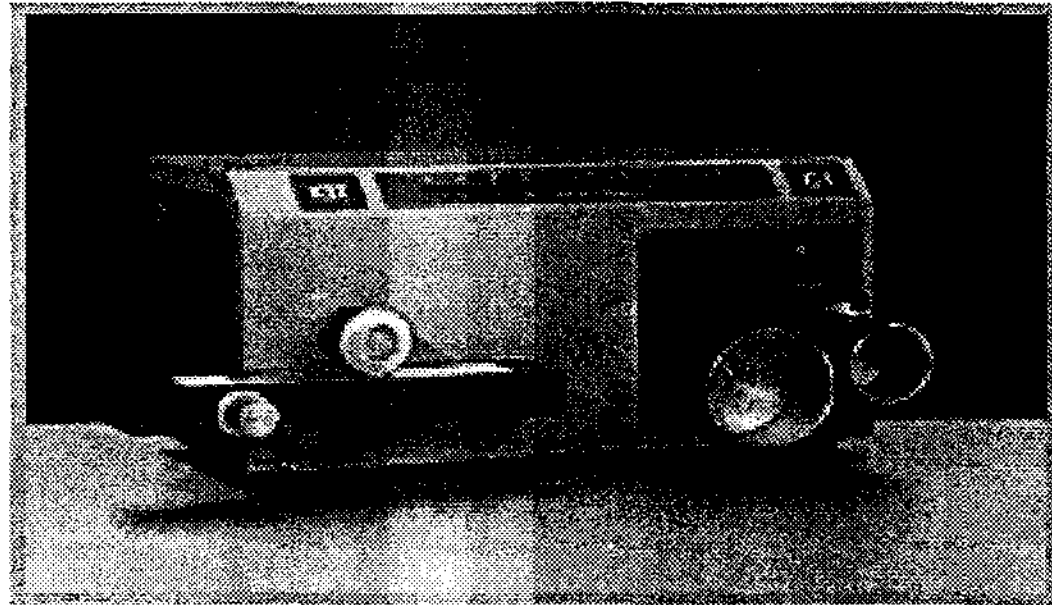


Fig. 1. IGT printability tester.

### 2-2. 신문 용지의 잉크침투속도 측정실험

시료측정방법은 매 10초마다 X-Rite 428 반사농도계를 사용하였으며, 시간에 대한 인쇄 뒤비침 농도의 변화를 측정하였다. 이를 그래프로 전환하여 그 기울기를 잉크침투속도로 계산하였다.

### 2-3. 각 시료의 물성 측정

용지의 두께는 Lorentzen & Wettre thickness tester로 KS M7021 시험법에 준하여, 10회 측정 평균하였다. 광택의 측정은 gloss meter(model T480A, 미국)로 KS M7067 시험법에 준하였고, 입사광은 인쇄할 용지 면에 대해 75°로 측정하였다.

각각의 시료에 대한 K&N 흡유도는 TAPPI useful method 553 시험법에 준하여 원지의 반사율을 측정 후, 시료에 K&N 표준 잉크를 solid 인쇄하고, 2분경과 후에 인쇄면을 닦아 반사율을 측정하여 식(1)과 같이 구하였다.

$$\text{K\&N 흡유도 (\%)} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100 \quad (1)$$

여기서,  $R_1$ 은 원지의 반사율,  $R_2$ 는 K&N 표준 잉크로 인쇄한 면의 반사율이다.

용지의 평활도는 BEKK-smoothness tester로 KS M7028에 준하여 측정하였다. 또한, 거칠기와 기공도는 Park print-surface 78 (model 2041, 일본)으로 TAPPI 시험법에 준하였고, 인쇄물의 농도, 뒤비침 및 뒷문음은 반사농도계(densitometer X-Rite 428)로 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3-1. 인쇄적성 시험기를 이용한 뒤비침 농도변화

인쇄실의 온도와 습도 및 잉크량, 인쇄속도, 인쇄압력을 고정시킨 후 각 시료의 뒤비침 농도를 측정하였다. 잉크가 용지에 인쇄되면 먼저 인쇄 압력에 의해 잉크중의 일부 성분은 급격히 용지 속으로 침투되어 들어간다. 그러나 시간이 경과할수록 잉크의 침투 속도

는 완화되고 약 3시간 정도 경과하면 침투는 더 이상 일어나지 않는 결과를 보였다. Fig. 2는 시간이 경과함에 따라 뒤비침 농도가 증가하는 일반적인 결과를 나타낸 것이다.

본 실험에서는 침투시간과 뒤비침 농도의 변화에 관한 그래프에서 그 기울기를 침투속도로 하여 속도로 하였고, 최종 뒤비침 농도를 침투속도와 연관된 하나의 요인으로 적용하였다.

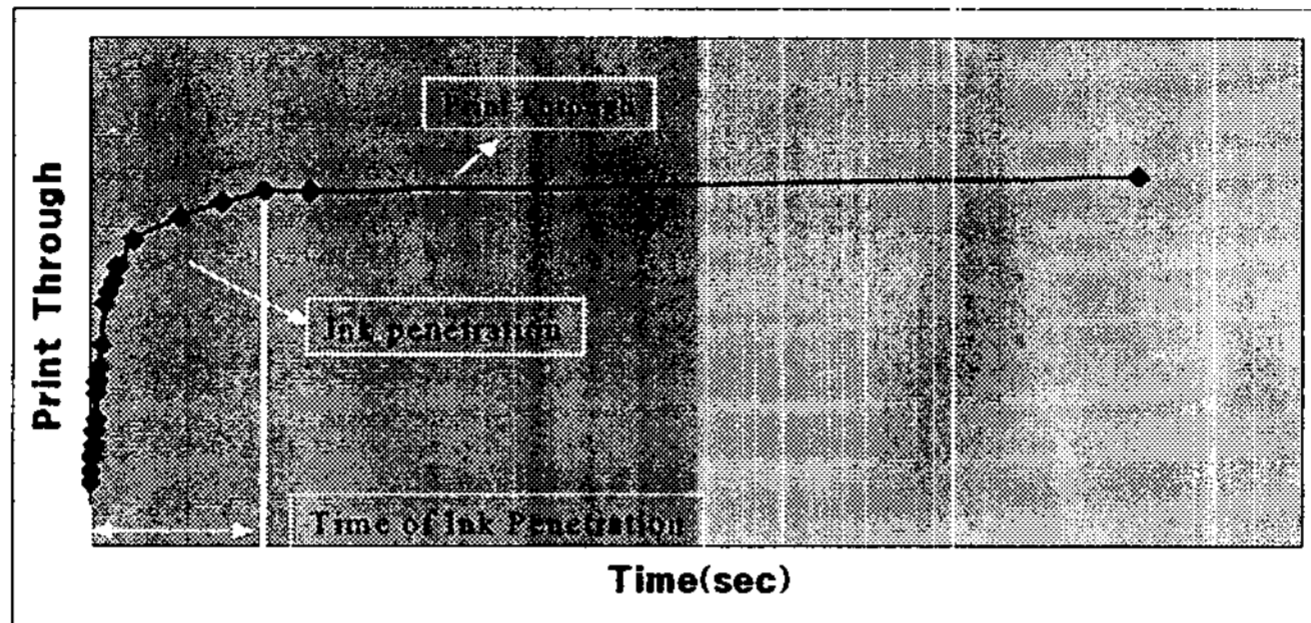


Fig. 2. Print through change according to the rate of ink penetration.

본 실험 결과에 의해 지금까지 잘 규명되지 않았던 국산 신문용지에 잉크가 침투되는 시간을 알 수 있었는데 대략 수 초 에서 수 분 으로 알려진(참고문헌 종이 인쇄 잉크의 과학)<sup>2)</sup>것과는 달리 수 시간에 걸쳐 침투가 일어나고 있음을 알 수 있었다.

### 3-2. 각 시료의 물성실험

각각의 신문 용지 제조 회사별 사용된 지료 성분비 및 첨가제의 첨가량 등이 다르기 때문에 일괄적인 종이의 인쇄 적성을 규정하기는 어렵다. 따라서 각각의 용지에 대한 물성을 측정 후, 물성에 따른 인쇄 적성을 잉크침투속도와 비교 평가하였다.

Table 1. Physical Properties of Korean Newspaper Samples

Sample Properties	1	2	3	4
Porosity(ml/min)	394	186	266	305
Roughness(μm)	3.6	3.4	3.4	3.3
Smoothness(ml/sec)	51	62	63	69
K&N absorption(%)	6.4	16	12	9.2
Brightness(%)	9.1	15.4	15.2	15.5
Ash	8.9	9.8	7.6	8.8
Print Through	0.58	0.52	0.55	0.54
Time of ink Penetration(sec)	17910	17960	17770	17800
Ink penetration(m/s)	0.0027	0.0022	0.0033	0.0018
Paper Formation	68	87	75	100
Opacity(%)	96.4	95.7	96.2	96.6
Thickness	62	60	59	61

우선, 국산 신문 용지의 물리적인 성질 중 용지의 평량은  $45.24\text{g/m}^2$ 에서  $47.25\text{g/m}^2$ 로 평균  $1.0\text{g/m}^2$ 오차를 보였다. 두께는  $59\mu\text{m}$ 에서  $62\mu\text{m}$ 까지의 분포를 보였는데 핀란드의  $52.8\text{g/m}^2$ 지의 두께  $84\mu\text{m}$ (참고문헌)<sup>3)</sup>에 비교하여 두께와 평량이 거의 동일한 범위에 있음을 알 수 있었다. 하지만 제지 기술의 발달이라기보다는 초지기의 발달에 따른 영향이라 볼 수 있으며, 앞서 언급한 두께 자체보다는 두께의 균일함이 더욱 중요한 특성으로 간주된다. 종이의 가장 중요한 물리적 특성 중 하나인 투기도는  $186\text{ml/min}$ 에서  $394\text{ml/min}$ 까지로 뚜렷한 차이를 보이고 있으며, 이런 차이는 지료 조성의 차이 및 충전제의 종류와 투입량의 차이, 그리고 켈린더링의 유무에서 나타났다고 예측할 수 있다. 국산 신문 용지에 대한 K&N 흡유도는 6.4 - 16도로 나타났으며, 잉크의 전이 공정별 용지 물성의 영향에서 흡유성은 잉크와 종이와 접촉할 때에 영향을 준다. 용지의 평활도와 거칠기는 상호 반비례적인 관계이며, 국산 신문 용지의 평활도는 평균  $49.83\text{ml/sec}$ 정도이고, 거칠기는 평균  $4.51\mu\text{m}$ 이었다. 이상의 국산 신문 용지의 각 물성에 대한 자료를 Table 1에 나타내었다.

### 3-3. 종이의 물성과 잉크침투속도와의 관계

신문 용지의 인쇄 적성을 검토하기 위해서는 각 물성치에 따른 상관관계의 결과는 Fig. 3과 같다. 각각의 물성에 대한 침투속도와 침투시간과의 관계를 그래프로 나타내었다. 그래프를 보면 지합이 좋을수록 잉크침투 속도는 느려지는 반비례관계를 보였다. 지합이 좋다는 의미는 종이를 형성하는 섬유들이 고르게 퍼져있어 어느 부분이나 밀도가 비슷함을 의미한다. 여기에 같은 잉크로 인쇄하면 어느 부분이나 고르게 침투하므로 침투속도는 지합이 좋지 않은 것보다 더 속도는 느리게 된다고 생각된다.

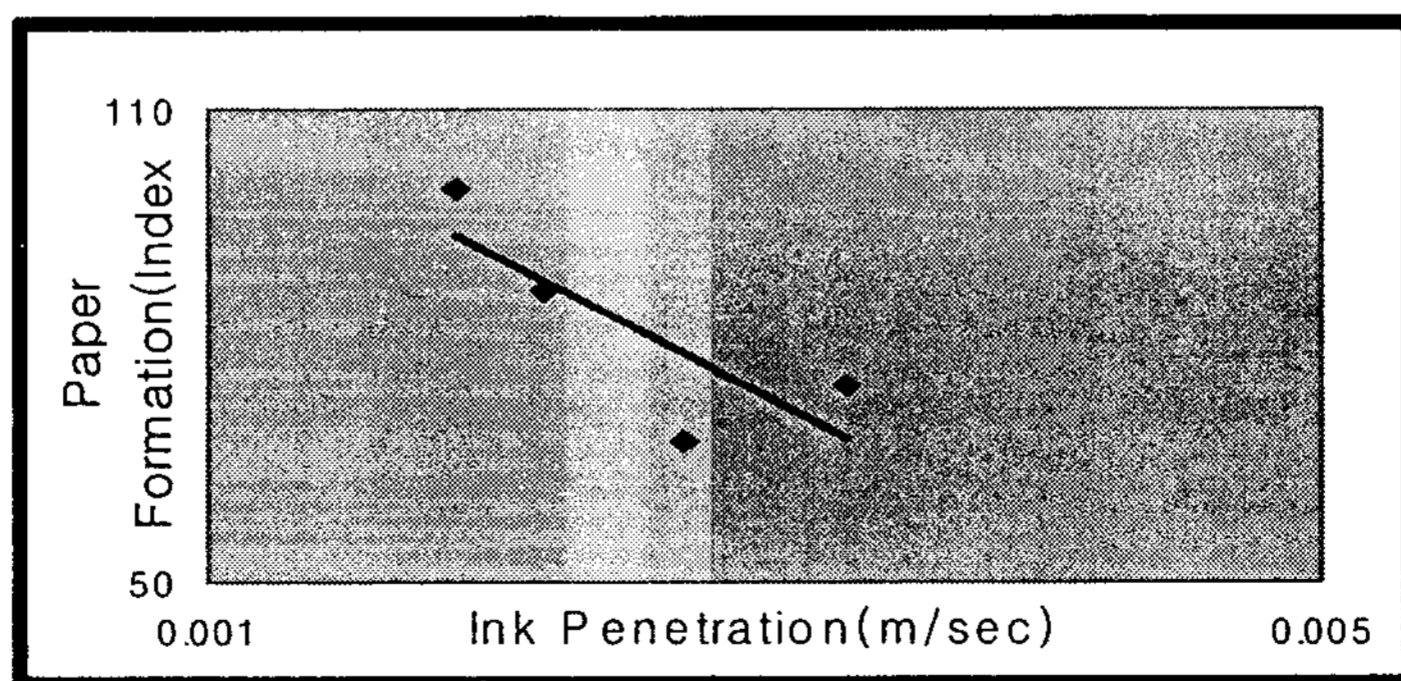


Fig. 3. The rate of ink penetration according to the paper formation.

### 3-4. 거칠음도와 잉크침투속도와의 관계

거칠음도가 높을수록 잉크 침투속도는 Fig. 4와 같이 빨라진다. 거칠음도란 표면의 거칠기를 의미하는데 표면이 거칠면 그 만큼 잉크가 침투할 수 있는 공간(공극)이 많아져서 잉크침투속도는 빨라진다. 그 기울기는  $0.0018\text{m/sec}$ 로서 그 차이가 크게 나지는 않는다.

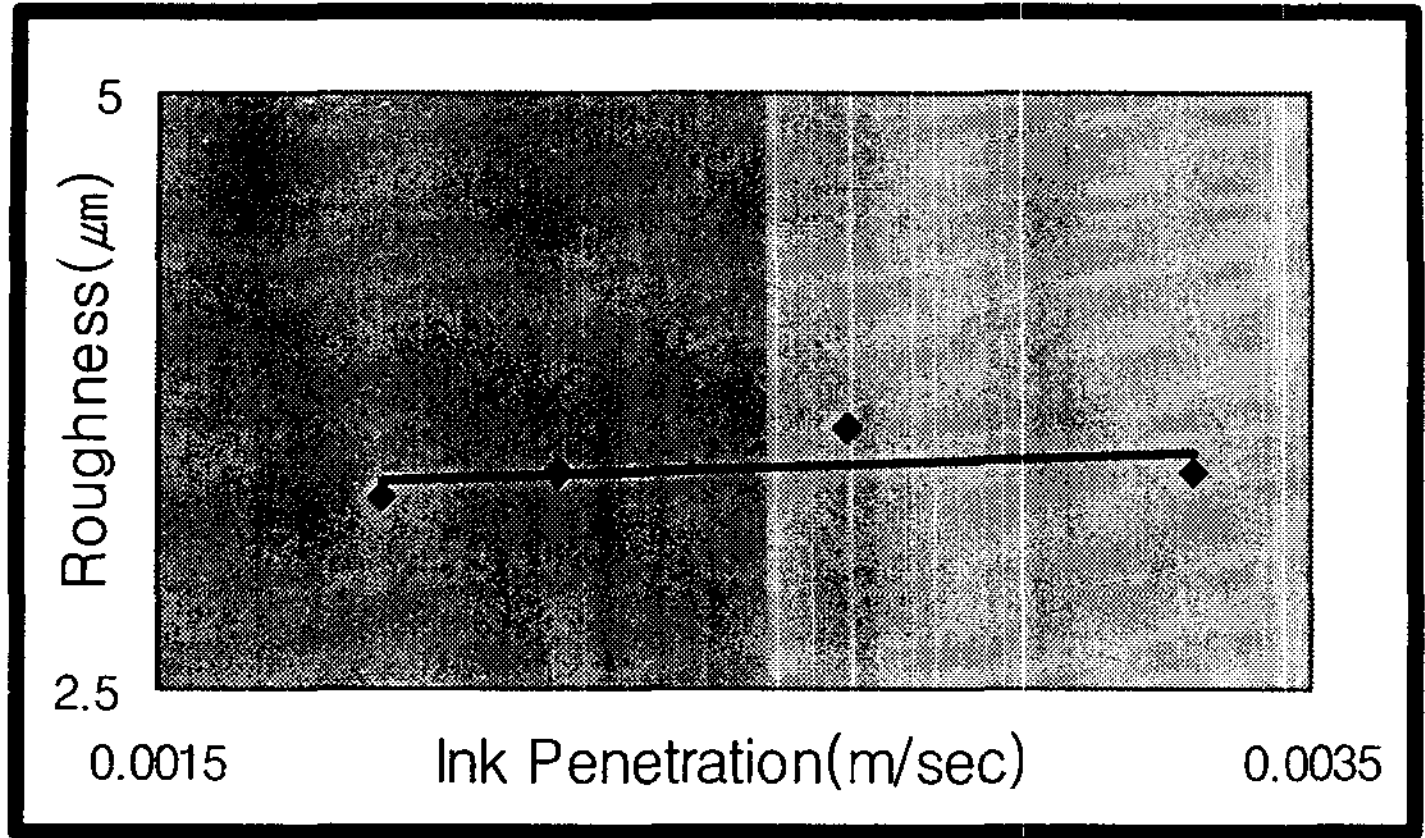


Fig. 4. The rate of ink penetration according to the paper roughness.

3-5. Ash와 잉크침투속도와의 관계

Ash량이 많을수록 잉크 침투속도는 Fig. 5와 같이 느려진다. Ash는 용지를 생산할 때 첨가하는 충전제로써 Ash의 량이 많으면 용지를 형성하고 있는 섬유와 섬유들이 엉켜있는 사이로 Ash가 공간의 막아 잉크가 침투하는 통로를 막기 때문에 Ash의 량이 많으면 잉크침투속도는 느려진다.

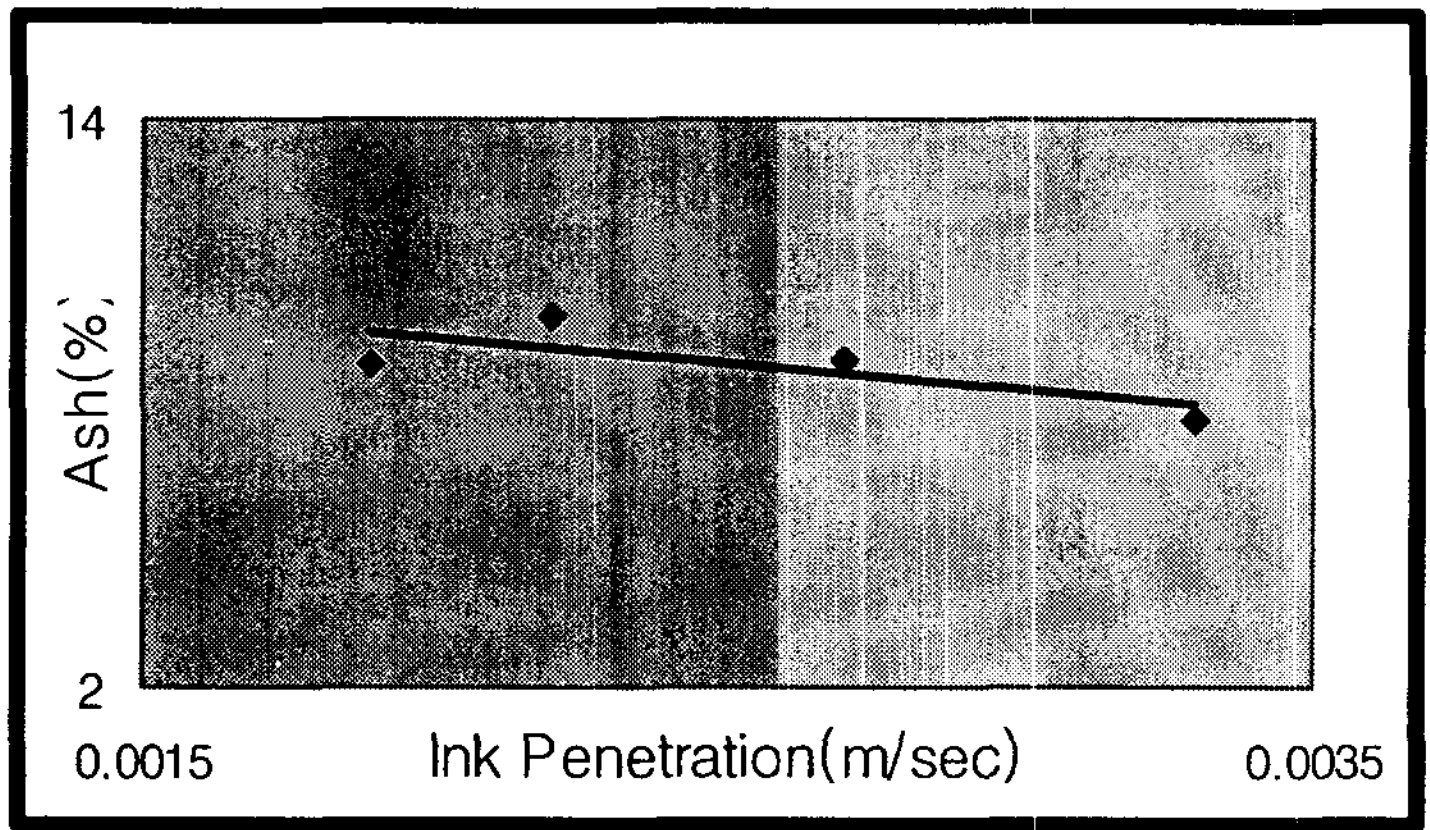


Fig. 5. The rate of ink penetration according to the paper Ash.

3-6. 투기도와 잉크침투속도와의 관계

투기도가 높으면 잉크 침투속도는 Fig. 6과 같이 빨라진다. 투기도는 엉켜있는 섬유들 사이의 기공도를 말하며 투기도가 높으면 그 만큼 잉크침투통로가 많아져 잉크침투속도는 빨라진다.

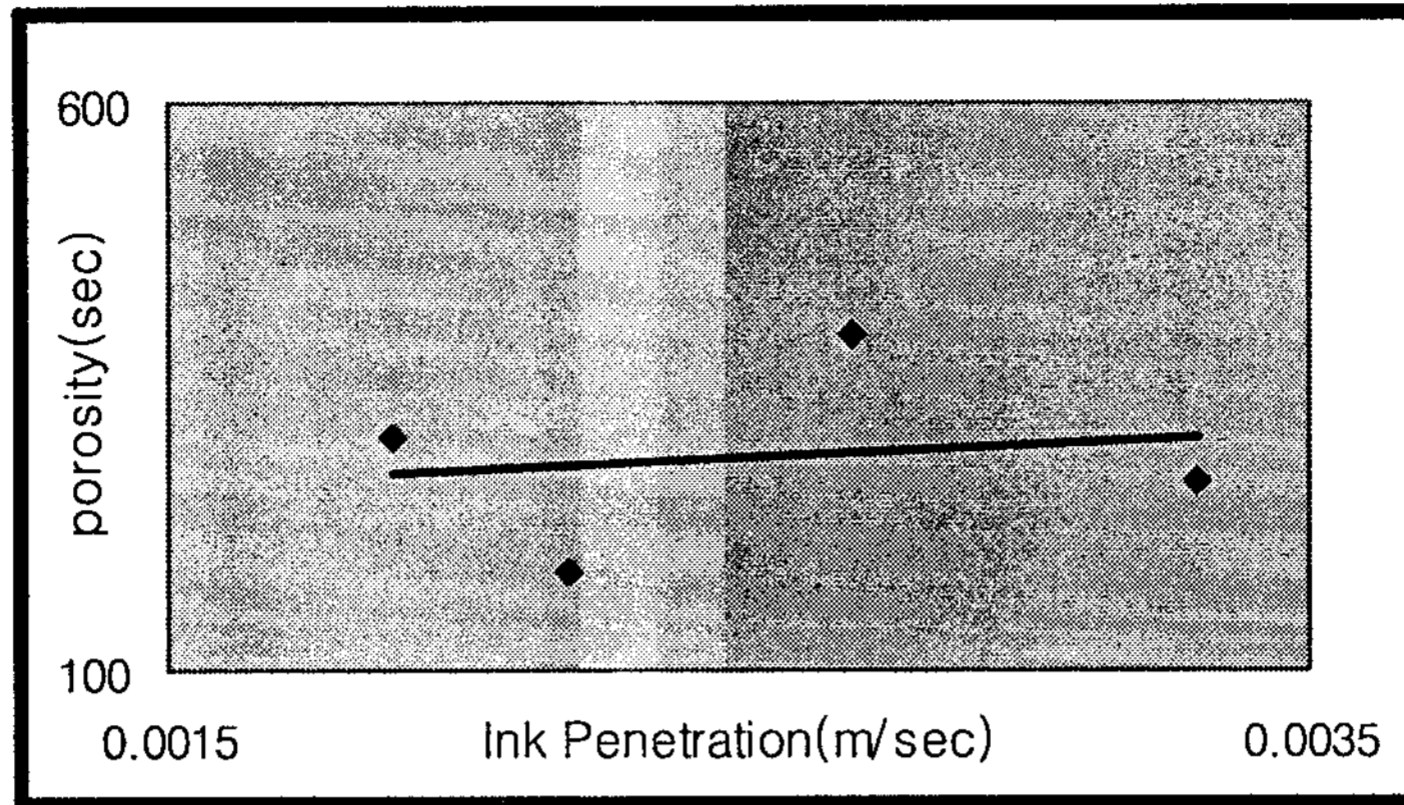


Fig. 6. The rate of ink penetration according to the paper porosity.

### 3-7. 평활도와 잉크침투속도와의 관계

평활도가 높으면 잉크 침투속도는 Fig. 7과 같이 느려진다. 평활도란 종이를 생산하는 과정에서 종이의 표면을 매끄럽게 하고 광택을 주기 위해 다림질하는 것으로 압을 강하게 할 수록 표면은 매끄럽게 되나 섬유들간의 공간이 좁아지기 때문에 잉크침투속도는 느려진다.

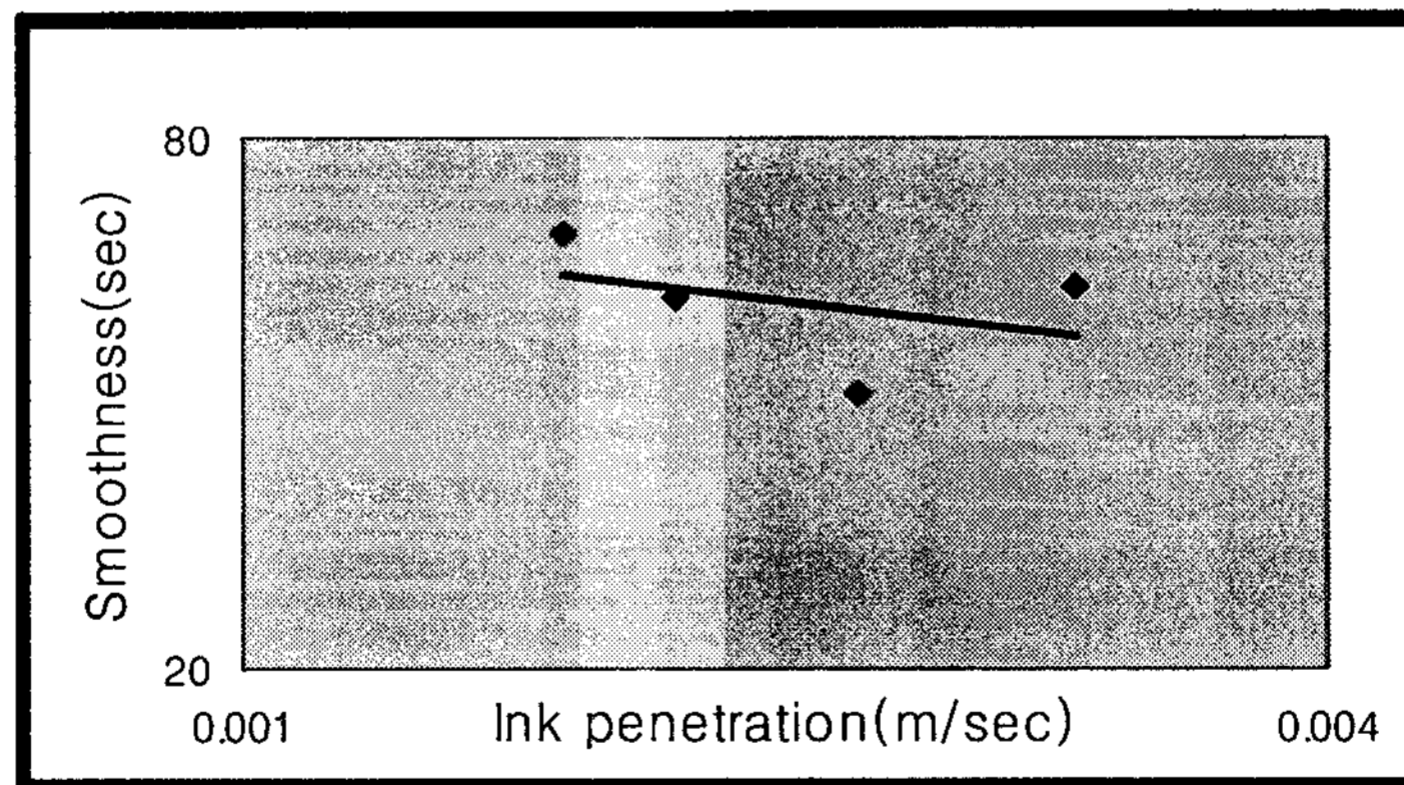


Fig. 7. The rate of ink penetration according to the paper smoothness.

### 3-8. 투기도와 침투시간

투기도가 낮으면 잉크침투시간도 길어진다. 투기도는 종이가 일정한 압력차의 아래에서 공기를 통과시키는 정도를 말하는데 투기도가 낮으면 공극이 좁아져 공기의 통과량이 작아짐을 의미한다. 신문 운전인쇄에서 공기의 통과량은 잉크의 침투량과 관계가 있다고 볼 수 있다. 따라서 투기도가 낮을수록 잉크가 공극 사이를 통과하는 잉크량은 작아지고 이에 따라 일정량의 잉크가 침투하는 시간도 길어진다고 생각한다.

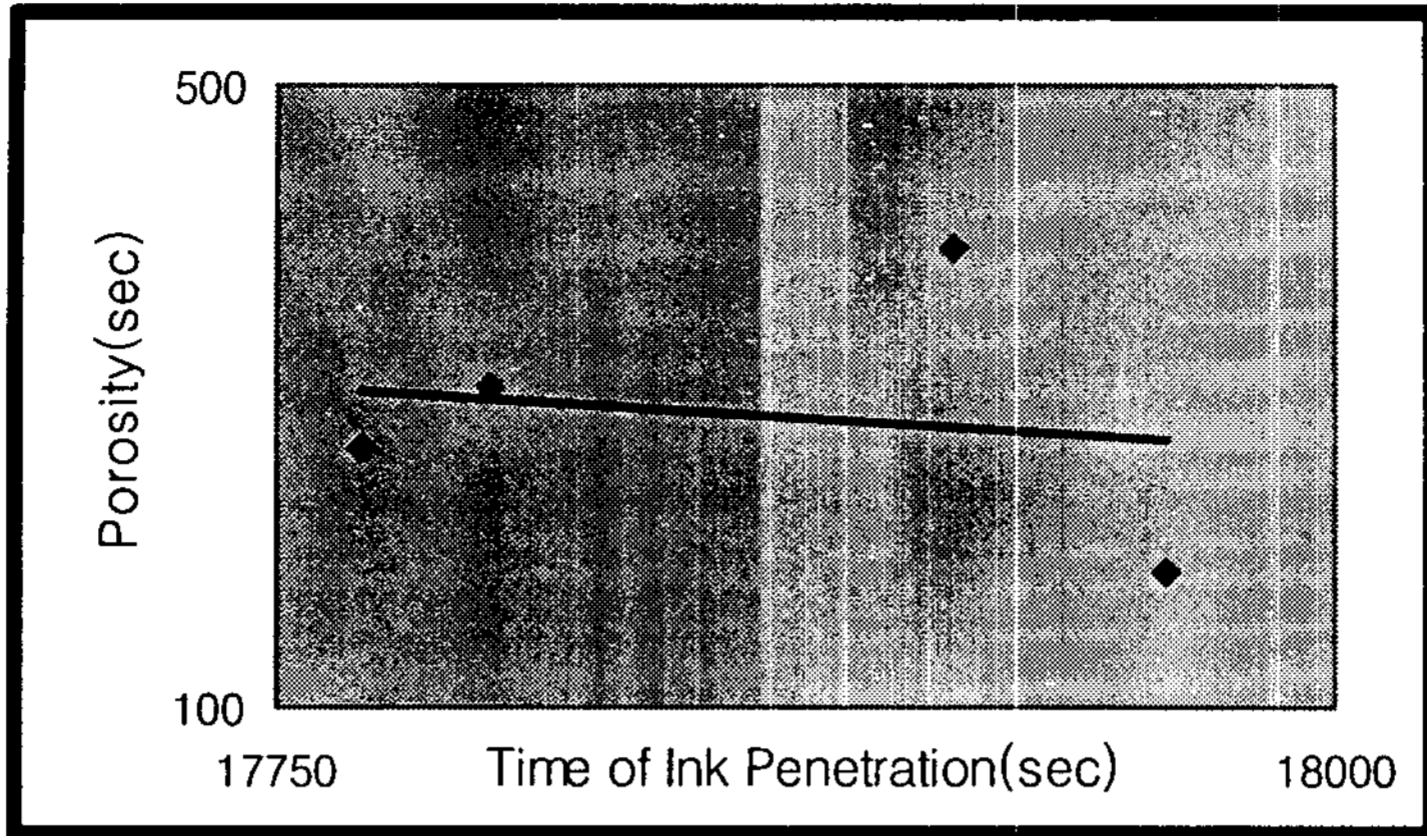


Fig. 8. The time of ink penetration according to the paper porosity.

### 3-9. Ash와 침투시간

Ash양이 많을수록 잉크 침투시간은 Fig. 9와 같이 길어진다. 주어진 잉크량이 일정할 때, 잉크가 종이 속으로 침투하고자 하는것을 Ash가 방해하므로 잉크가 모두 건조하여 더 이상 침투가 되지 않을 때 까지 소요되는 시간은 길어진다.

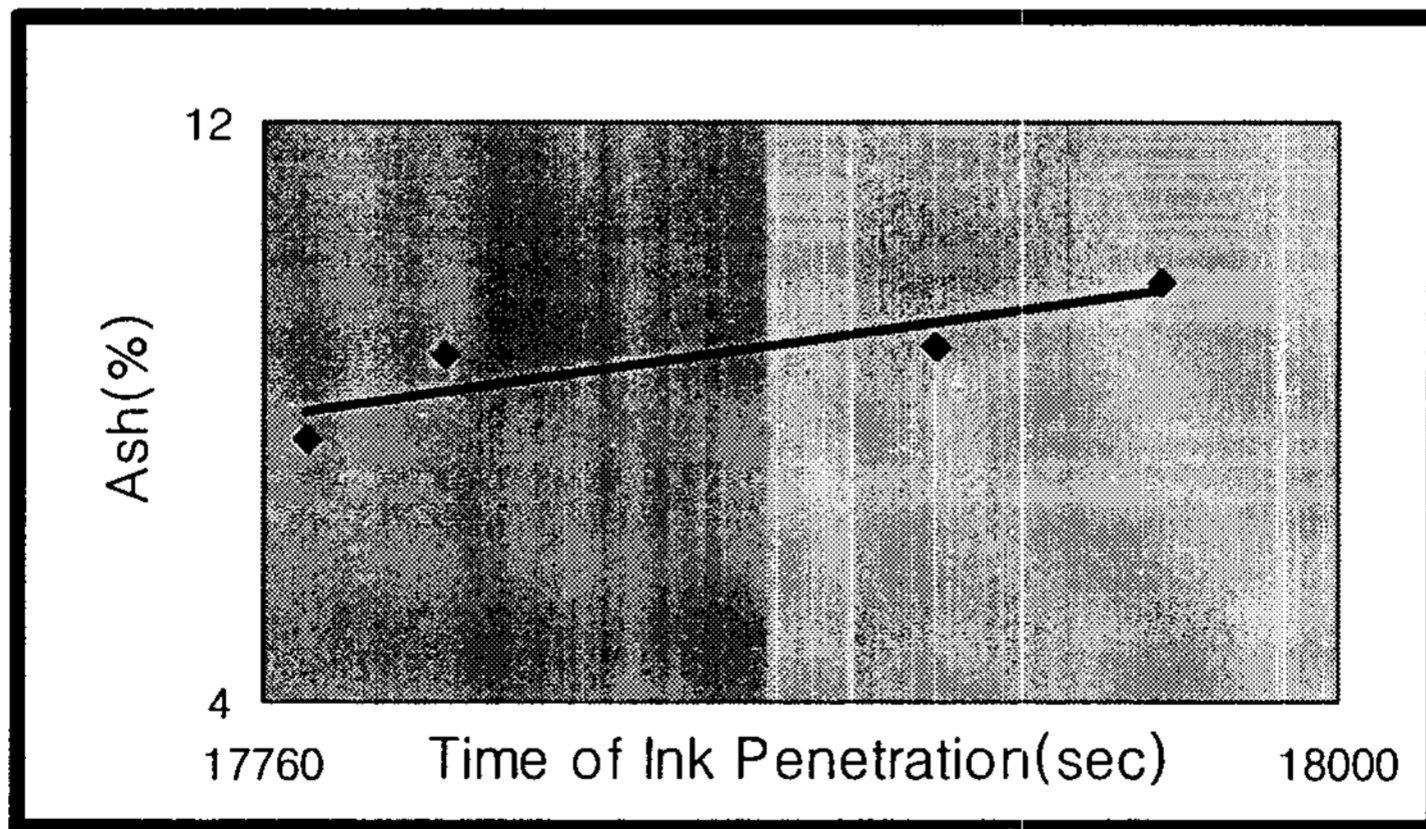


Fig. 9. The time of ink penetration according to the paper Ash.

### 3-10. 두께와 침투시간과의 관계

두께가 두꺼울수록 잉크침투시간은 Fig. 10과 같이 길어진다. 주어진 조건들이 같다면 그 만큼 잉크침투시간은 길어진다. 이는 잉크침투속도와는 다른 개념으로 해석해야 하는 주의가 필요하다.



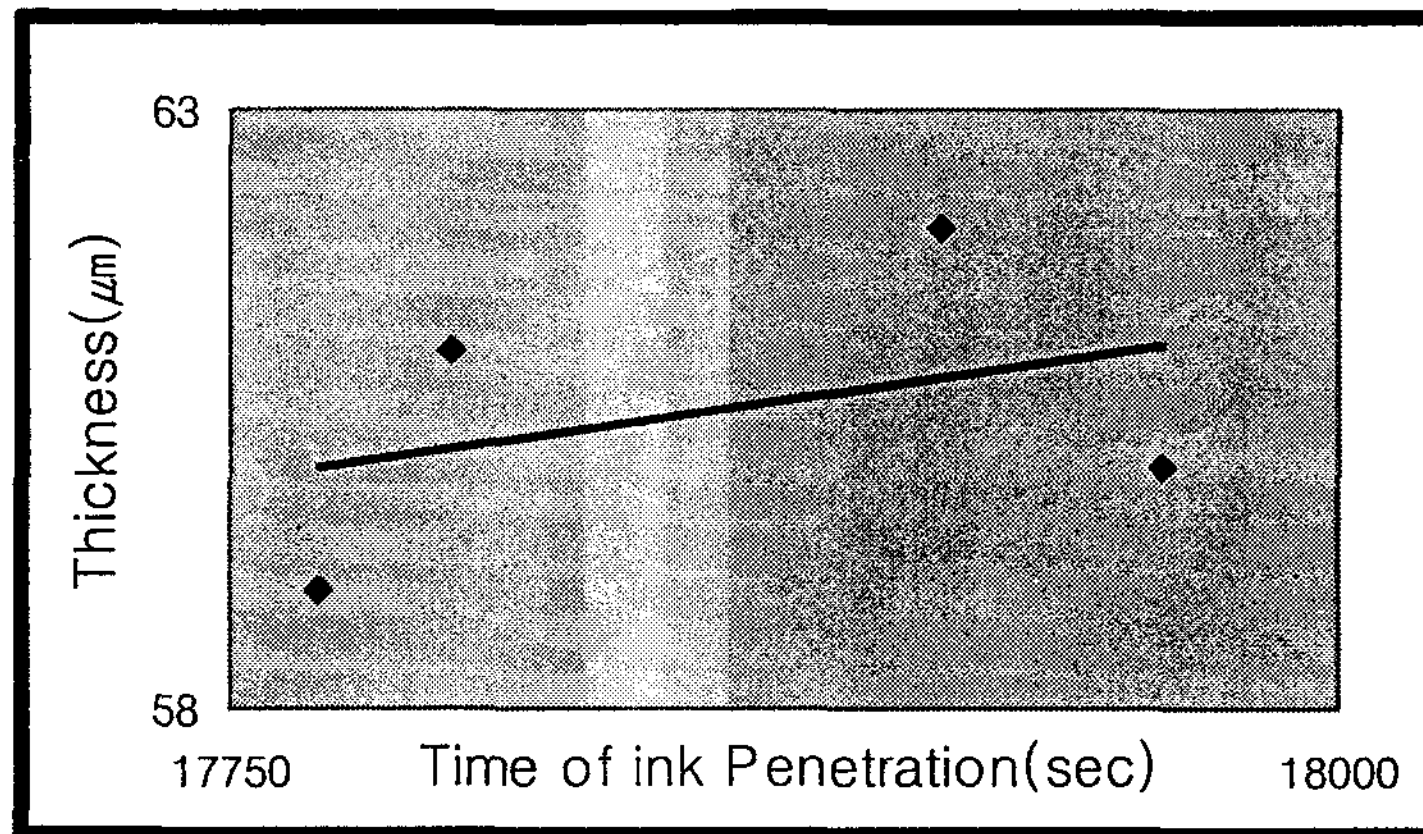


Fig. 10. The time of ink penetration according to the paper thickness.

#### 4. 결 론

현재 국내에서 생산되는 회사별 국산 신문용지를 수집하여 인쇄적성 시험과 잉크침투속도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 잉크침투속도와 투기도, 거칠음도, 지합, Ash와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.
2. 잉크침투속도와 두께는 상관이 없음을 알 수 있었다.
3. 잉크침투시간과 두께, 투기도, Ash와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.
4. 잉크침투시간과 지합, 거칠음도는 관계가 없음을 알 수 있었다.

본 연구는 실제 운전기에서 실험 할 수 없었던 침투속도의 측정에 의한 인쇄적성 실험을 수행 할 수 있었으며, 그 결과는 차후 실제 운전기에 적용 할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참 고 문 헌

- 1) P. Casey, "Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology", Vol. 3, Wiley-Interscience Publication, New York, pp. 1667~1714 (1981)..
- 2) 市川家康, "紙 · インキ · 印刷の科學", 印刷局朝陽會, 東京, pp. 51~54 (1975).
- 3) J. A. Bristow, "The Pore Structure and the Sorption of Liquids, Paper Structure and Properties", Marcel Dekker, New York, pp. 186~187 (1986).

- 4) R. D. Harvey and T, "Surfer Sizing Agent, Chemical Processing Aids in Papermaking", A Practical Guide, TAPPI PRESS, pp. 82~91 (1992).
- 5) R. L. Wheistler, "Chemistry and Technology", Starch Derivatives, Academic Press, pp. 315~323 (1984).
- 6) M. Beland, "Papermaking Applications, Surface Analysis of Paper", CRC Press, pp. 22~23 (1995).
- 7) A. J. Bauch, "Pigments and Fillers, Chemical Processing Aids in Papermaking", A Practical Guide, TAPPI PRESS, pp. 95~101 (1992).