

오프셋용 국산 아트지의 인쇄적성에 관한 연구

원경희 · 윤종태 · 구철회 · 이재수* · 이만교*

부경대학교 인쇄공학과, 부산 608-080

한솔 제지 · 펄프연구소*, 경기도 472-070

(1996년 2월 20일 받음, 1996년 5월 21일 최종수정본 받음)

A study on the Printability of Domestic Art Papers for Offset Printing

Kyong Hee Won, Jong Tae Youn, Chul Whoi Koo, Jae Soo Lee, Man Kyo Lee

Pukyong National University, Hansol Paper · Pulp Research Laboratory*

(Received 20 February 1996, in final form 21 May 1996)

Abstract

For the purpose of study on the printability of domestic art papers, the physical properties of domestic coated paper for offset printing were investigated. 25 kinds of sample papers were prepared and were examined in accordance with KS and TAPPI standard testing method i.e., basis weight, density, opacity, gloss, roughness, smoothness, brightness, and K&N absorption.

IGT printability tester was used to obtain the printability parameters, such as maximum ink requirement of paper Y_{max} , limiting printing density D_{∞} , print through, and density smoothness constant m value.

1. 서 론

오늘날 종이는 단순히 어떤 정보를 기록하거나 전달, 보관하는 매체로서의 문화적 기능 뿐만이 아니라, 고도의 산업 사회를 지탱하고 이끌어 가는 첨단 산업用材로까지 그 역할이 확대되고 있다. 그 중 종이를 피인쇄체로 한 인쇄물은 신문이나 잡지 또는 서적, 지폐, 유가증권, 달력이나 미술품 등 수 없이 많다.

이와 같은 인쇄물들을 보다 나은 고품질로 생산, 제공하기 위해 많은 印刷適性 연구가 행해지고 있다. 이러한 연구들은 인쇄물에서 인쇄 농도와 잉크의 변화에 영향을 끼치는 요소들을 설명하기 위하여 잉크와 종이의 상호작용에 대한 모델들이 계속 개발되어오고 있다. 초기에는 신문 용지나 지폐 용지와 같은 비도포지를 피인쇄체로 한 인쇄적성 연구가 진행되었다. 그러나 비도포지 제조 방식의 발전과 다양한 종이의 코팅(coating) 재료의 개발로 불투명도와 백색도, 평활도 등이 점점 개선되어짐에 따라서 이들의 加工 工程에 대한 인쇄적성 연구가 진행되었다.

1960년대 후반부터는 세계적으로 비도포지에서 도포지인 아트지 등으로 인쇄한 고급 인쇄물의 선호도가 높아졌고, 이에 따라 도포지의 인쇄적성에 관해 많은 연구가 진행되고 있다. 비도포지는 주로 침투 건조용 잉크를 사용하는데 반하여, 도포지는 주로 증발 건조 잉크와 속건성 잉크를 사용하며, 잉크와 용지 사이의 인쇄적성 관계가 대단히 복잡하여, 잉크 요구량과 최대 인쇄 농도가 중요한 변수로 부각되었다. 따라서, 스웨덴, 미국, 핀란드, 프랑스, 이태리 등의 국가에서는 각 국에서 생산되는 아트지 등을 중심으로 시료를 수집하여, IGT 인쇄적성기와 GFL 인쇄기를 사용하여 연구하였으며, 많은 결과들이 보고되어 있다.

그러나, 국산 오프셋 인쇄용지에 대한 연구는 다소 있으나, 제지 분야에서 공정상의 조건과 각 조성에 대한 특성을 검토한 것이 대부분이고, 일반적인 용지 물성에 관한 연구 결과들은 발견할 수 없었다. 따라서 본 논문은 국내에서 생산 유통되는 오프셋 인쇄용 아트지의 물리적특성 측정 및 범위에 관해 고찰하고, 국산 아트지의 인쇄적성 평가를 위한 인쇄적성 계수를 선택하여 품질평가를 하였다.

본 연구에서는 수집한 용지의 물리적 성질을 우선 측정하여 용지의 내부 성분과 제조 방식에 따른 인쇄적성 예측 방법에 집착하지 않고, 오직 용지의 물리적 성질에 따른 잉크의 수용성을 검토하는 방법으로 연구를 수행하였다.

인쇄물의 객관적인 평가 기준은 인쇄적성 계수^{1~10)}를 이용하였으며, 인쇄 실험은 인쇄적성 시험기로 수행하였다. 실험 결과의 분석 방법으로 實驗計劃法¹⁴⁾상의 상관 관계를 이

용하였다. 두 확률 변수 x 와 y 간의 상관 관계를 알기 위해 두 변량 x, y 에 대한 크기 n 인 확률 표본을 취한 후, 얻어진 n 개의 data로부터 두 변수간의 관련성을 찾았다.

본 연구에서 인쇄시 IGT용 잉크를 사용하여 잉크량을 $0.5\text{g}/\text{m}^2 \sim 6\text{g}/\text{m}^2$ 까지 8단계로 변화를 주어 전이하였다. 인쇄적성 계수로서 농도법에 의한 최대 인쇄 농도와 잉크 요구량, 인쇄 농도 평활성 상수, 뒤비침을 적용하여 평가하였다. 여기서 농도법으로 인쇄적성 평가를 시행한 것은 실험하기가 간단하고, 종이의 인쇄적성만 예측하기에 농도법이 가장 적합하기 때문이다.¹⁵⁾

2. 실험

2.1. 실험 재료

종이는 현재 국내에서 시판되고 있는 국산 오프셋 인쇄용 아트지로 5곳의 제지 회사에서 생산된 25 종류를 수집하여 각각의 물리적·화학적 특성을 측정후 사용하였다. 용지의 종류는 회사별로 A~F의 기호를 사용하였으며, 아래의 예와 같이 표기하였다.

예) C-150 : C회사 150g 용지

사용한 실험 잉크는 농도 측정용 잉크인 IGT 농도 측정용 잉크(Stiching Instiut Voor Grafixdhe Technick 제조, 핀란드)를 사용하였고, K&N 흡유도 측정을 위해 K&N 표준잉크(K&N Laboratory 제조, 미국)를 사용하였다.

2.2. 실험 방법

용지의 두께(KS M7021)는 Micrometer로 측정하였고, 용지의 광택은 Gloss meter(Model TC-1080, 態谷理機(株) 제조, 일본)를 사용하여 측정하였으며, 그 방법은 KS M7067 시험법에 준하였고, 입사광은 용지 면에 대하여 75° 로 측정하였다.

용지의 백색도(KS M7026)는 Brightness opacity tester(Model 7067, 態谷理機(株) 제조, 일본)로 측정하였으며, 용지의 불투명도(KS M7038)는 Brightness opacity tester(Model 7067, 態谷理機(株) 제조, 일본)로 측정하였다.

용지의 평활도는 Parker print-surface 78(Model 2041, 態谷理機(株) 제조, 일본)로 측정하였다. 이 장치의 원리는 일반적으로 용지와 접촉된 금속제 환을 통과하는 공기량으로 측정되는 방식으로 KS M7028 시험법에 준하여 측정하였다.

용지의 거칠기는 Parker print-surface 78(Model 2041, 態谷理機(株) 제조, 일본)로 측정하였고, 1MPa의 고정된 압력을 사용하여 TAPPI 시험법에 준하여 측정하였다.

용지의 K&N 흡수도는 TAPPI 시험법에 준하여 용지의 백색도를 측정한 후 K&N 잉크를 시료 전면에 solid 인쇄해서, 2분 경과 후 표면을 닦아 백색도를 측정하였다. K&N 흡수도는 식 (2)와 같이 구하였다.

$$\text{K\&N 흡수도(\%)} = \frac{R_b - R_f}{R_b} \times 100 \quad (2)$$

단, R_b 는 용지의 백색도, R_f 는 K&N 잉크로 인쇄한 후의 용지의 백색도이다.

인쇄물에 전이되는 잉크의 전이량은 인쇄 전과 인쇄 후의 용지 중량을 측정하는 방법을 이용하였다.³⁴⁾

인쇄적성을 보기 위한 시료 제작 시험기로 IGT 인쇄적성기(Model 2260, Sticking Instiut Voor Grafixdhe Techniek 제조, 핀란드)를 사용하였으며, 모든 용지의 전면에 민 인쇄(solid printing)를 하였다. 일반적인 실험 조건은 IGT의 고무 디스크(disc)를 사용하고, 인쇄 압력은 125N/cm, 인쇄 속도는 3m/sec, 인쇄 환경은 23°C, RH 50%로 고정하였다. 잉크량은 0.5g/m² ~ 6g/m²까지 8 단계로 변화를 주어 전이하였다. 먼저, 연육 로울러에 일정량의 잉크를 올리고, 두 개의 전이 로울러에 잉크를 전이하여 인쇄하였다. 그 다음 연육 로울러 위의 잉크를 모두 닦아내고 다시 동일량의 잉크를 올려서 연육하여 잉크 전이로울러에 전이하여 인쇄하였다. 이 방법을 전 시료에 인쇄하는 동안 반복하였다. 이 때, 잉크를 연육 로울러 양쪽에 일정량을 올리고 3분 동안 연육을 한 다음, 잉크 전이 로울러를 연육 로울러에 붙여서 1분 동안 전이시켰다. 그 후 전이 로울러를 IGT 인쇄적성기에 끼워 인쇄 용지와 접촉시킨 후 인쇄하였다.

인쇄 후 건조는 동일한 인쇄 환경에서 자연 건조하였다. 이와 같이 인쇄된 시료를 농도계와 기타 광학적 장치를 이용하여 분석하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1. 아트지의 물리적 특성

아트지는 섬유, 안료, 충전제, 접착제 및 기타 첨가제 등의 많은 재료로 제조되며, 회사

별로 사용하는 코팅 재료의 종류나 함유량이 다르다. 그리고 제지 공정 상의 초지, 표백, 고해, 충진 등도 다르기 때문에 일률적으로 종이의 인쇄적성을 규정하기 어렵다. 따라서, 종이의 물성을 측정하여 물성에 따른 인쇄적성 평가를 하였다. 수집된 종이의 물리적 성질을 Table 1에 나타내었다. 이 결과들을 이태리 아트지의 물성과 비교하면, 국산 아트지의 광택도, 흡유도의 범위가 다소 높은 반면에, 거칠기나 불투명도의 범위는 다소 낮았다.⁸⁾

한편, 종이의 물성 중에서 중량, 밀도, 두께 등은 잉크의 被覆 面積比나 순간적인 吸收力 등 잉크의 수용성과 직접적인 관계가 적다. 그러나, 평활도, 거칠기, 백색도, 광택도, K&N 흡유도, 불투명도 등은 인쇄 잉크의 수용성에 많은 영향을 끼친다. 일반적으로 이와 같은 영향은 아트지를 제조할 때 표면 처리에 따라 결정되며, 종이의 거칠기나 평활도, 잉크 수용성 등은 이런 표면 처리에 크게 좌우된다고 볼 수 있다.¹³⁾

Table 1. Physical properties of papers

Sample	Basis weight (g/m ²)	Density (g/cm ³)	Gloss (%)	Roughness (ml/min)	Smoothness (ml/min)	Brightness (%)	K&N absorption (%)	Opacity (%)
A-100	96.90	1.044	58.86	1.00	1293	84.28	17.78	90.03
A-120	121.65	1.066	64.85	2.25	523	82.26	15.79	94.72
A-150	146.74	1.054	58.55	2.00	391	86.66	10.88	96.37
A-180	176.49	0.941	60.96	2.08	243	87.47	10.47	96.73
A-200	199.07	0.905	57.03	2.08	103	87.15	10.55	97.91
B-100	98.90	1.093	68.49	1.00	983	85.81	18.34	90.22
B-120	118.63	1.066	66.92	2.00	657	85.91	13.14	94.91
B-150	149.66	1.064	72.38	2.00	536	85.48	10.46	95.07
B-180	182.78	0.957	56.98	2.00	231	84.78	9.36	97.72
B-200	202.54	0.987	55.82	2.00	297	84.76	9.57	97.42
C-150	145.70	0.997	58.48	1.83	284	84.15	10.43	97.18
C-180	173.06	1.006	54.36	2.00	301	84.85	9.83	98.51
C-200	191.23	0.963	59.23	2.00	222	84.67	9.58	98.85
C-250	247.04	0.925	54.81	2.92	127	84.64	7.94	99.66
D-120	102.02	0.953	63.42	1.00	623	85.15	11.73	94.81
D-150	151.38	1.030	63.54	2.00	546	86.14	11.78	97.06
D-180	181.05	1.004	62.42	1.25	409	86.90	8.35	98.11
D-250	251.22	0.911	56.79	3.00	109	84.24	9.75	99.44
E-200	200.03	0.962	61.15	2.00	215	85.88	10.77	98.57
E-250	250.04	0.937	64.22	2.58	143	87.07	12.00	99.02
F-100	102.33	1.053	65.37	0.83	1145	84.07	14.06	91.28
F-120	120.62	0.868	67.24	1.00	639	85.39	15.70	93.95
F-150	152.50	1.034	70.70	1.58	475	85.00	11.92	96.48
F-180	177.38	0.933	64.63	1.17	346	85.61	11.10	97.83
F-200	199.67	0.996	63.81	1.25	329	85.61	10.37	98.49

3.2. 인쇄적성

본 실험에서 사용한 IGT 인쇄적성기는 인쇄 압력, 인쇄 속도, 잉크량을 동일하게 고정시킬 수 있는 장점이 있고, 농도 범위를 넓게 하는 방법으로 실험하면 Tollenaar의 농도법에 의한 그래프를 그리는데 별 오차가 없을 것으로 판단되어 선택하였다.

한편, 인쇄적성 시험기에 의해 제작된 민인쇄물 시료들은 농도법, 측미법(micrometry), 잉크 전이 방정식에 의해 시험할 수 있으나, 본 실험에서는 인쇄적성 평가로 Tollenaar의 농도법을 선택하였다.

용지가 나타낼 수 있는 최대 인쇄 농도와 최대 잉크 요구량은 다르다. 같은 잉크를 사용하였을 때, 용지의 물리적 성질에 따라 용지가 나타낼 수 있는 최대 인쇄 농도나 잉크 요구량이 다르게 나타나며, 인쇄적성에 큰 차이를 가진다. 따라서, 본 연구에서도 용지의 물성에 따라 그 용지가 가질 수 있는 최대 인쇄 농도 D_{∞} 와 최대 잉크 요구량 Y_{max} , 농도 평활성 상수 m 값을 구하여, 그 용지의 인쇄적성을 평가하였다.

이와 같은 방법으로, IGT 인쇄적성기로 민인쇄하여 농도법에 의한 인쇄적성 평가 계수를 측정된 결과를 Table 2에 나타내었다. 수집된 국산 일반 아트지의 최대 인쇄 농도 D_{∞} 는 1.99~2.39이고, 최대 잉크 요구량 Y_{max} 은 2.23~2.53(g/m^2), 인쇄 농도 평활성 상수 m 값은 2.45~2.96, 뒤비침은 0~0.18의 범위를 나타내었다.

한편, 이태리의 Calabró는 본 실험과 동일한 방법으로 아트지의 인쇄적성을 측정된 결과, 최대 인쇄 농도 D_{∞} 는 2.1~2.35이고, 최대 잉크 요구량 Y_{max} 은 2.3~2.8(g/m^2), 농도 평활성 상수 m 값의 범위는 2.26~2.95로 나타나 있다.⁸⁾ 따라서, 본 실험 결과와 인쇄적성 계수를 비교해 보면, D_{∞} 는 약 2% 정도, Y_{max} 는 약 1.5% 정도, m 값은 약 4% 정도의 차이를 보였다. 그 이유는 용지의 제조 공정이나 재료의 증감 등의 차이로 생각할 수 있으나, 본 실험은 제조 공정 및 재료 분석을 하지 않았기 때문에 원인을 증명할 수는 없다. 그러나 이 정도의 차이는 다른 물성에 영향을 주지 않고도 코팅액이나 제조 공정에서 쉽게 보정할 수 있을 정도의 범위이므로, 외산과 국산 아트지의 기본적인 인쇄적성 차이는 없다고 생각할 수 있다.

3.3. 종이의 물성과 인쇄적성과의 관계

3.3.1. 종이의 평활도와 최대 인쇄 농도

종이와 잉크 사이의 상호작용을 연구하여 인쇄가 양호하게 되는지를 검토하여 인쇄적성에 관한 연구를 한다. 이때 많이 언급되는 인쇄적성 평가 기준은 주로 인쇄 농도와 잉크량을 들 수 있다. 여기서 잉크량은 피인쇄체에 전이되는 잉크량이므로 결국 잉크의 두께

로 나타나게 된다. 일정한

Table 2. Results of IGT printability test

Sample	m	Y_{max}	D_{∞}	Print through
A-100	2.943	2.240	2.350	0.180
A-120	2.926	2.370	2.324	0.080
A-150	2.843	2.324	2.280	0.045
A-180	2.833	2.461	2.380	0.032
A-200	2.815	2.410	2.197	0.015
B-100	2.916	2.228	2.310	0.120
B-120	2.828	2.332	2.260	0.050
B-150	2.859	2.250	2.243	0.020
B-180	2.616	2.340	2.090	0.015
B-200	2.668	2.454	2.100	0.000
C-150	2.801	2.330	2.204	0.020
C-180	2.850	2.360	2.230	0.010
C-200	2.819	2.510	2.191	0.010
C-250	2.748	2.480	2.062	0.000
D-120	2.873	2.360	2.290	0.060
D-150	2.867	2.430	2.263	0.030
D-180	2.793	2.360	2.186	0.010
D-250	2.593	2.530	1.985	0.000
E-200	2.732	2.390	2.146	0.020
E-250	2.448	2.510	1.996	0.000
F-100	2.964	2.226	2.392	0.130
F-120	2.895	2.260	2.300	0.075
F-150	2.878	2.322	2.232	0.020
F-180	2.814	2.477	2.180	0.100
F-200	2.808	2.458	2.130	0.000

전이량에서 잉크량의 변화는 용지와 잉크의 상호관계에 의해 영향을 받는다.⁸⁾

이와 같은 경향을 보기 위한 그래프가 인쇄 농도-잉크 요구량의 곡선으로서, Tollenaar, Calabró의 기본 이론에 의하면 동일한 잉크를 사용할 때 최대 인쇄 농도 D_{∞} 는 두꺼운 잉크 층에도 불구하고 종이 표면 특성에 영향을 받는다.⁸⁾

이와 같은 경향을 확인하기 위하여 본 실험에서는 인쇄 농도-잉크 요구량 곡선에서 최대 인쇄 농도 D_{∞} 와 Y_{max} 를 측정하여 인쇄적성 평가를 하였다. 종이의 평활도에 따라 최대

인쇄 농도 D_{∞} 의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 용지가 평활할수록 잉크 피복 저항이 작기 때문에 적은 잉크로도 균일한 면적을 피복시킬 수 있다. 즉, 피복 면적비가 커진다. 또한, 최대 인쇄 농도 D_{∞} 가 증가하므로 동일 농도를 나타내기 위해서는 잉크량이 적게 든다. 이 결과는 어떤 인쇄물이라도 동일한 결과를 가져오며, Perilä, Calabró의 연구 결과들과 거의 일치한다.^{7,8)} 본 실험에서 국산 아트지의 경우는 그 상관관계가 0.71의 비례적 관계가 있음을 알 수 있었다.

Fig. 1에서 A사의 용지들은 최대 인쇄 농도 D_{∞} 의 최소값이 2.2이고, F사의 용지들의 최대 인쇄 농도 D_{∞} 의 최소값이 2.13을 나타내고 있다. 즉, A사와 F사의 용지들이 타사에 비해 높은 인쇄 농도를 나타내고 있는 것은 Table 1에서와 같이 동일한 평활도에서 거칠기가 낮아 높은 잉크 수용성을 가지기 때문이라고 생각된다.^{3,11)}

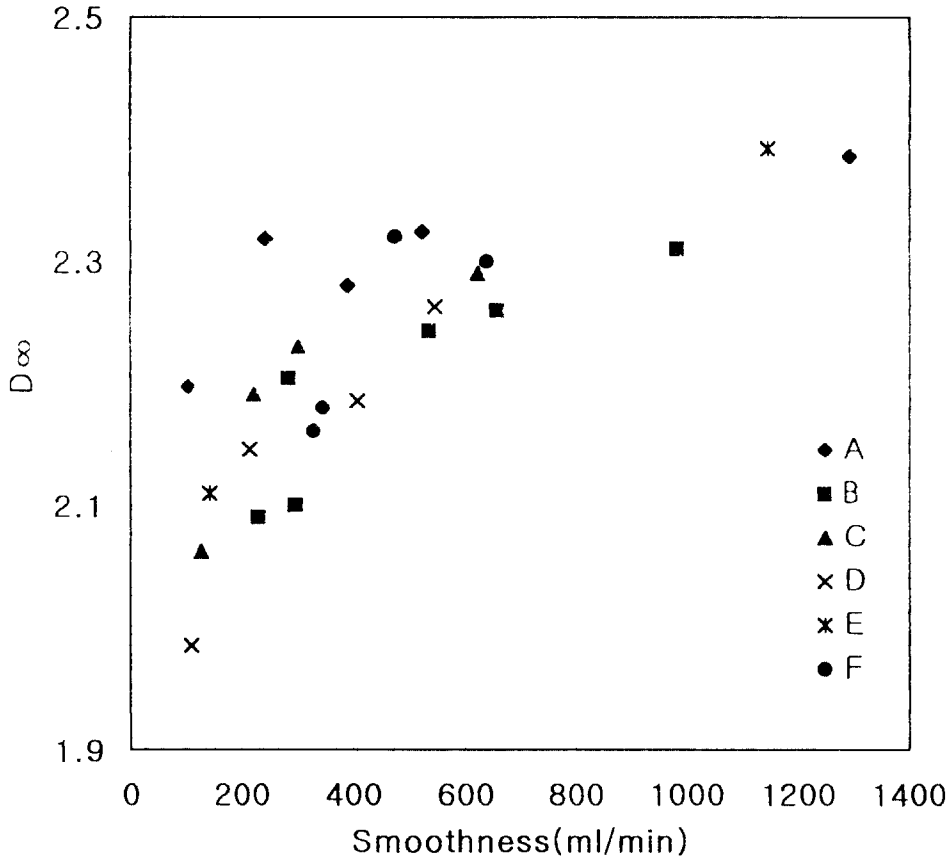


Fig. 1 Correlation between smoothness and limiting print density

3.3.2. 종이의 거칠기와 최대 인쇄농도

표면 거칠기는 종이와 잉크의 접촉성 즉 잉크 수용성을 좌우한다.¹¹⁾ Fig. 2는 용지의 거칠기와 최대 인쇄 농도 D_{∞} 를 나타낸 것으로서, 상관 계수는 -0.61 로 반비례적 관계를 가진다. 그 이유는 용지의 거칠기가 증가할수록 잉크 수용성이 커지기 때문에 잉크 요구량이 많아지기 때문이라고 볼 수 있다.

여기서, A사의 용지들을 보면, 타사의 용지들에 비해 동일한 거칠기임에도 불구하고, 높은 최대 인쇄 농도 D_{∞} 를 나타내고 있는 것은 Table 1에서와 같이 동일 거칠기 상에서 용지의 평활도가 높기 때문이라고 생각된다.

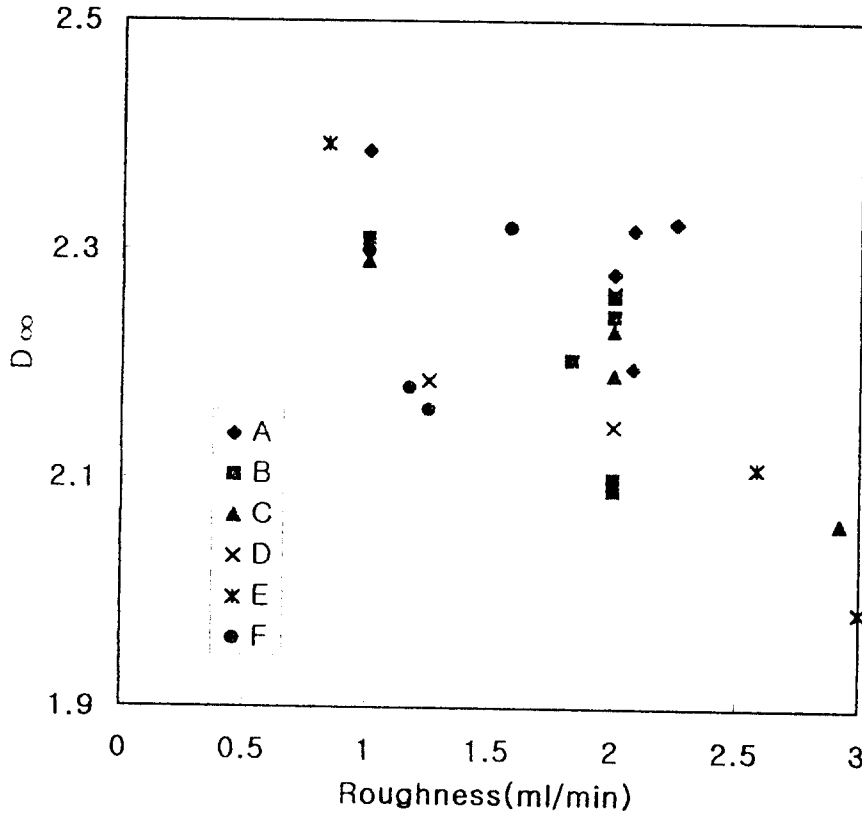


Fig. 2 Correlation between roughness and limiting print density

3.3.3. 종이의 K&N 흡유도와 최대 인쇄 농도

Fig. 3은 최대 인쇄 농도 D_{∞} 와 용지의 K&N 흡유도 사이의 관계를 나타낸 것으로서, 그 상관 계수가 0.6 으로 비례적 관계를 가진다. 일반적으로 낮은 인쇄 농도에서는 아트지의 표면 coating제가 잉크 吸收率을 증가시킴으로서 인쇄 농도를 감소시킬 수 있다.^{5,9)} 즉, 잉

크의 oil과 rosin을 도포지가 吸收함으로서 인쇄물의 광택이 줄어들고, 빛의 산란을 증가시켜 인쇄 농도를 낮춘다.⁴⁾ 수집된 아트지들 중에서 최대 인쇄 농도 D_{∞} 를 나타내는 인쇄물은 흡유도가 높을수록 최대 인쇄 농도가 높게 나타난다는 것을 알 수 있다. 그 이유는 Table 2에서와 같이 K&N 흡유도가 높은 용지들이 평량과 거칠기가 낮고, 평활도가 높은 경향을 있어서 K&N 흡유도가 증가하는 것으로 보인다고 생각된다.

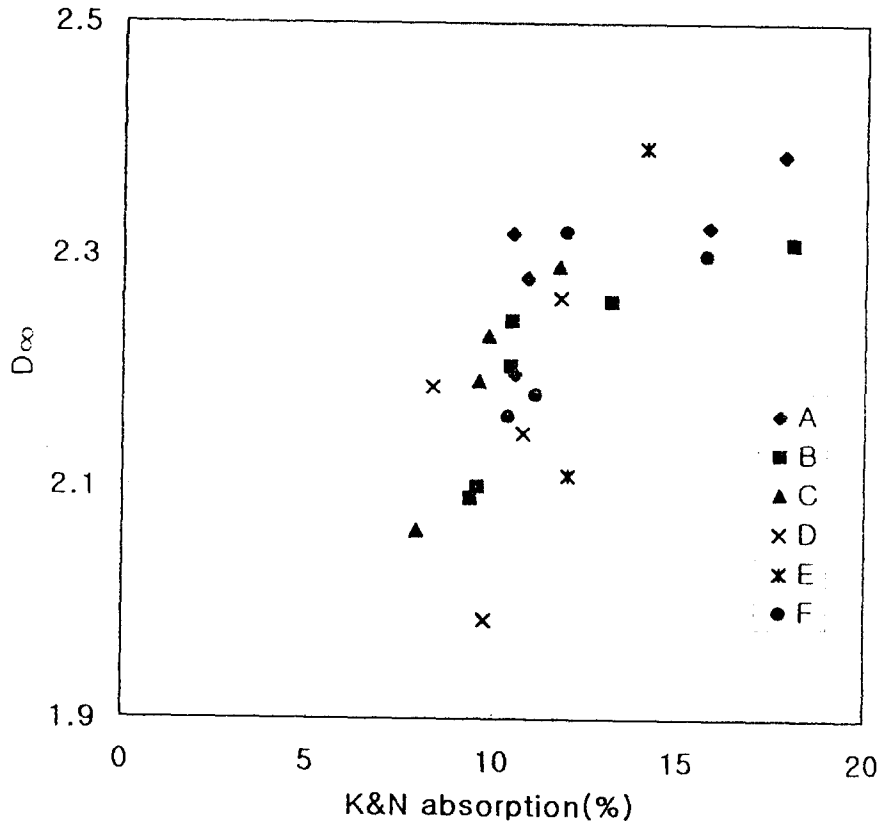


Fig. 3 Correlation between K&N absorption and limiting print density

3.3.4. 종이 평활도와 최대 잉크 요구량

잉크 요구량은 인쇄적성에 가장 중요한 변수에 속한다는 것은 Karttunen과 Carlsson이 얻은 결과에 의해 직접적으로 입증되었다.^{5,9)} 이와 같은 결과를 비교하기 위해 용지의 평활도와 최대 잉크 요구량 Y_{max} 의 관계를 실험한 결과가 Fig. 4이다. 그 결과 상관 계수는 -0.77로서 반비례적 관계가 있음을 알 수 있었다. 용지의 평활도가 최대 잉크 요구량 Y_{max} 에 큰 영향을 미치는데, 평활도가 증가할수록 적은 잉크량으로 균일한 잉크 막을 형성하기 때문에 최대 잉크 요구량 Y_{max} 이 적어진다.³⁾ 따라서 평활한 용지일수록 잉크 소비량을

감소시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

여기서 D사의 용지들을 보면, 최대 잉크 요구량 Y_{max} 의 최소값이 2.36이고, C사의 용지들은 최대 잉크 요구량 Y_{max} 의 최소값이 2.33을 나타내고 있다. 이것은 동일한 평활도에서 최대 인쇄 농도를 나타내는데 필요한 잉크량이 타사의 용지보다 많은 것을 알 수 있다. 그것은 높은 충전제 함유량으로 인한 종이의 평활도가 증가하여 잉크 요구량을 감소시키기 때문이다.

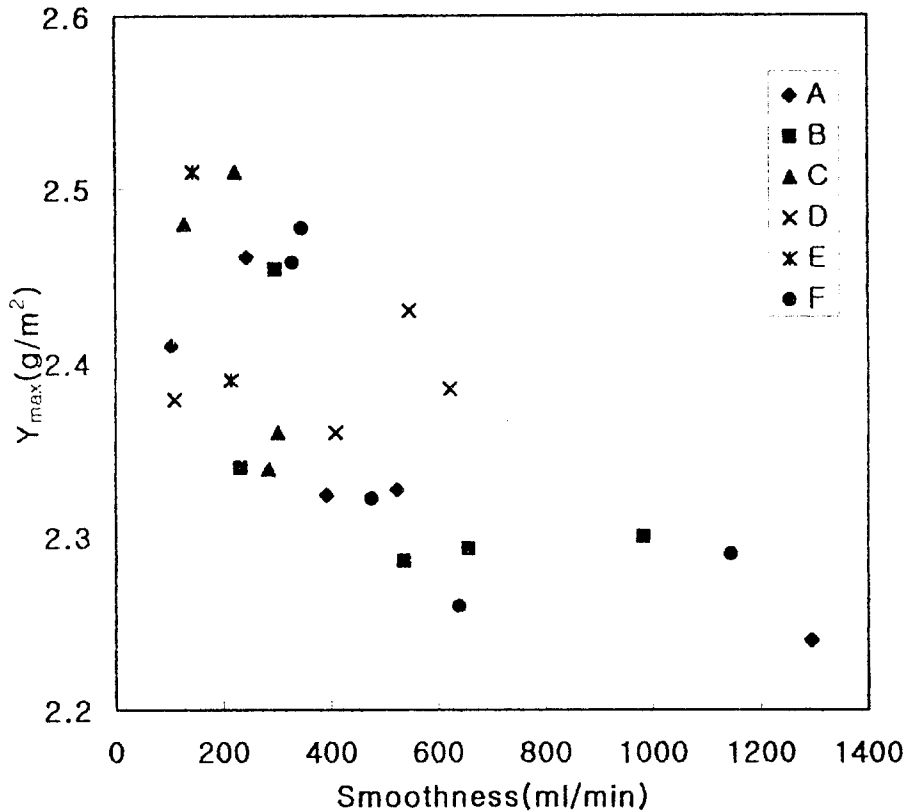


Fig. 4 Correlation between smoothness and maximum ink requirement of paper

3.3.5. 종이의 거칠기와 최대 잉크 요구량

Fig. 5는 최대 잉크 요구량 Y_{max} 와 종이의 거칠기 관계를 나타낸 것인데, 거의 관계가 없는 것으로 나타났다. 이것은 잉크량이 적을 때 잉크 요구량은 종이의 표면 거칠기에 영향을 받는다.¹¹⁾ 즉, 표면 거칠기의 증가는 주어진 인쇄 농도를 증가시키기 위해 잉크량을 증가시킨다. 하지만, 고무 blanket의 사용으로 잉크 전이에서 표면 거칠기의 효과를 부분적으로 제거시킬 수 있기 때문에 거칠기가 최대 잉크 요구량 Y_{max} 에 크게 영향을 미치지

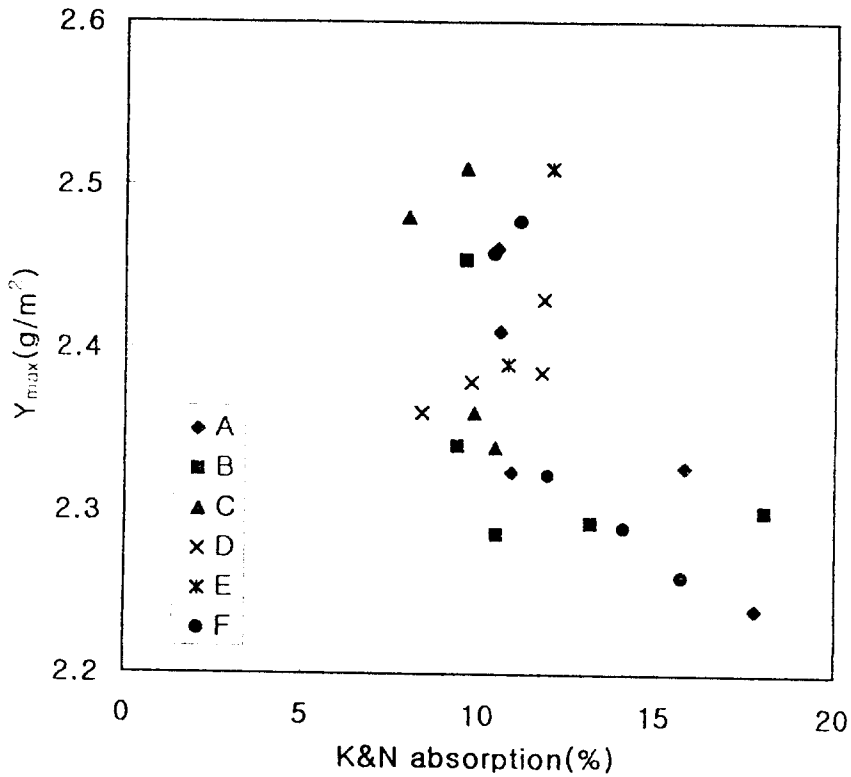


Fig. 6 Correlation between K&N absorption and maximum ink requirement of paper

3.3.7. 종이의 평활도와 농도 평활성 상수

인쇄 농도-잉크 요구량 곡선에 의한 최대 인쇄 농도 D_{∞} 와 최대 잉크 요구량 Y_{max} 에 의한 回歸 分析 결과로 측정된 인쇄 농도 평활성 상수 m 은 인쇄적성을 평가하는데 새로운 계수로서 좀 더 중요하게 적용할 수 있다.⁵⁾ 따라서 인쇄 농도 평활성 상수 m 값과 용지의 물성 사이의 상관 관계를 측정하였다.

Fig. 7은 농도 평활성 상수 m 값과 평활도 관계를 나타낸 것으로, 그 상관 관계는 0.64로서 정비례적 관계가 있다. 여기서, 잉크 전이량은 잉크 접촉 부분에서의 단위 면적당 잉크량과 접촉 면적 비율의 곱으로 주어지는 것을 전제로 하고 있으며, 용지의 평활성에 의해 접촉 면적 비율이 정해진다.¹²⁾ 잉크량이 일정할 때 인쇄 평활성 상수가 커질수록 접촉 면적의 비율이 커지기 때문에 평활한 용지일수록 m 값은 커진다.

여기서 A사 용지들의 농도 평활성 상수 m 값은 최소값이 약 2.82이고, F사 용지들의 최소값은 약 2.81이다. A, F사의 용지들이 타사에 비해 인쇄 농도 평활성 상수가 크다는 것을 알 수 있었다.

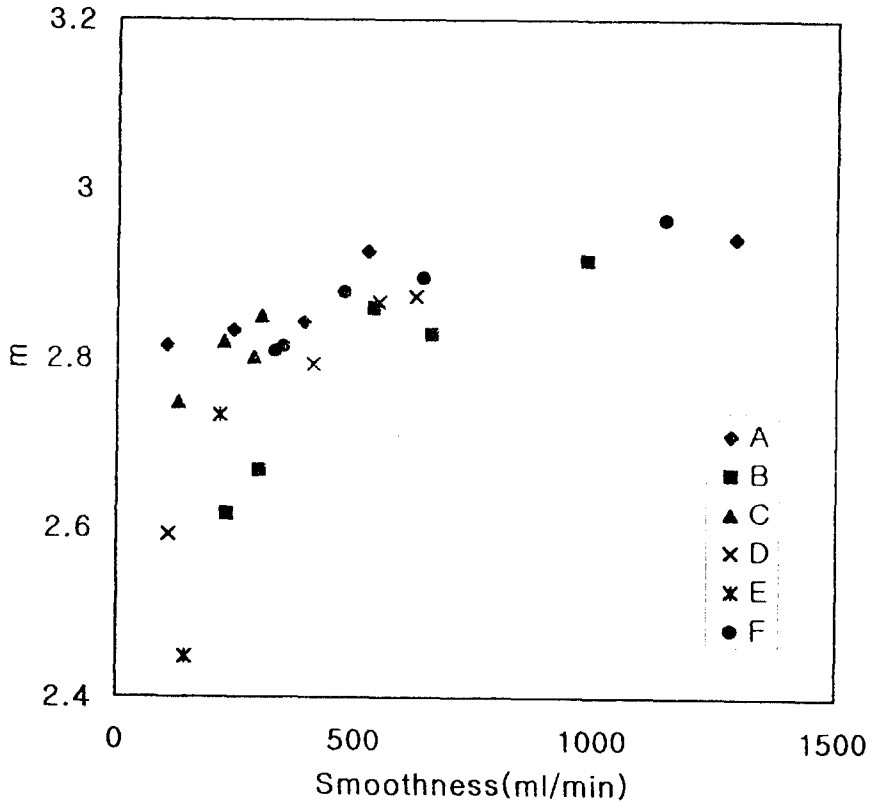


Fig. 7 Correlation between smoothness and density smoothness constant m.

3.3.8. 종이의 거칠기와 인쇄 농도 평활성 상수

Fig. 8는 인쇄 농도 평활성 상수 m 값과 거칠기의 관계를 나타낸 것이다. 그들의 상관 계수는 -0.62 로서 반비례적 관계를 가지는 것을 알 수 있다. 그 이유는 용지가 커질수록 용지 위에 인쇄된 잉크 피막이 거친 모양을 가져서 m 값을 낮추기 때문이다.³⁾

여기서 A와 F사의 용지들을 보면 동일 거칠기 상에서 m 값이 높은 것을 볼 수 있는데, 이것은 타사에 비해 동일 거칠기에서도 평활도가 높아 잉크 필름과 균일한 접촉을 하기 때문이라고 생각된다.

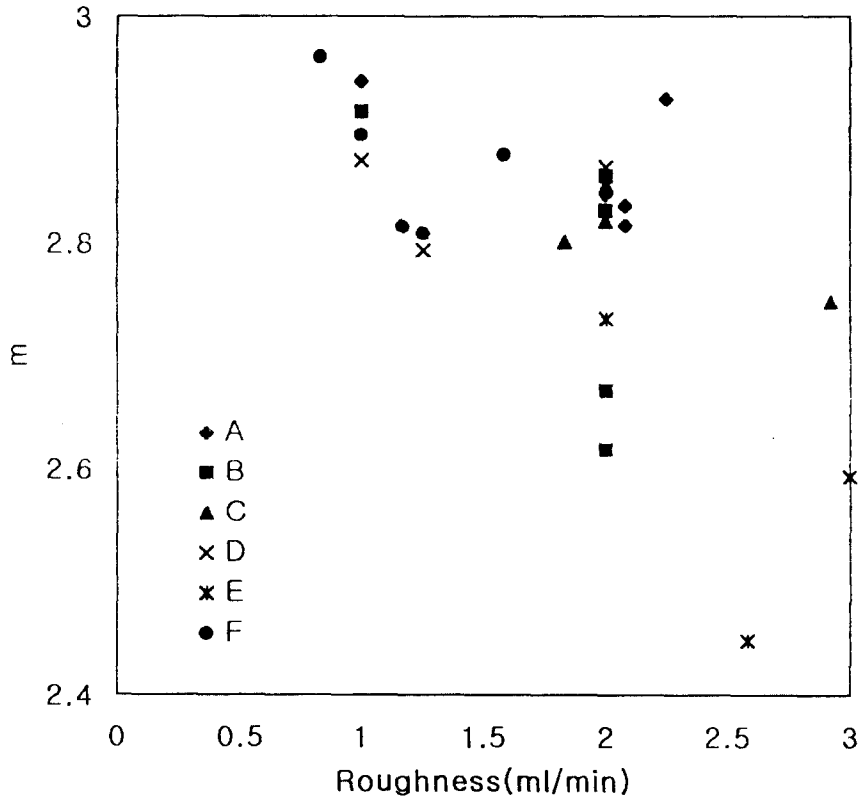


Fig. 8 Correlation between roughness and density smoothness constant m.

3.3.9. 종이의 K&N 흡유도와 인쇄 농도 평활성 상수

Fig. 9는 인쇄 농도 평활성 상수 m 값과 K&N 흡유도 사이의 관계를 나타낸 것이고, 상관 계수는 0.5로서 정비례적 관계를 가진다. Karttunen은 낮은 농도에서는 흡유도가 증가할수록 농도의 불균일한 분포를 이루어 m 값을 낮춘다고 보고하였다. 이것은 낮은 농도에서는 용지의 흡유성에 좌우되지만, 최대 인쇄 농도에서는 흡유도보다는 인쇄물과 수용성 표면의 접촉 값에 의해 결정되기 때문에, K&N 흡유도가 증가해도 m 값이 증가하는 것은 용지의 표면이 평활하여 m 값이 높아졌기 때문이라고 생각된다.

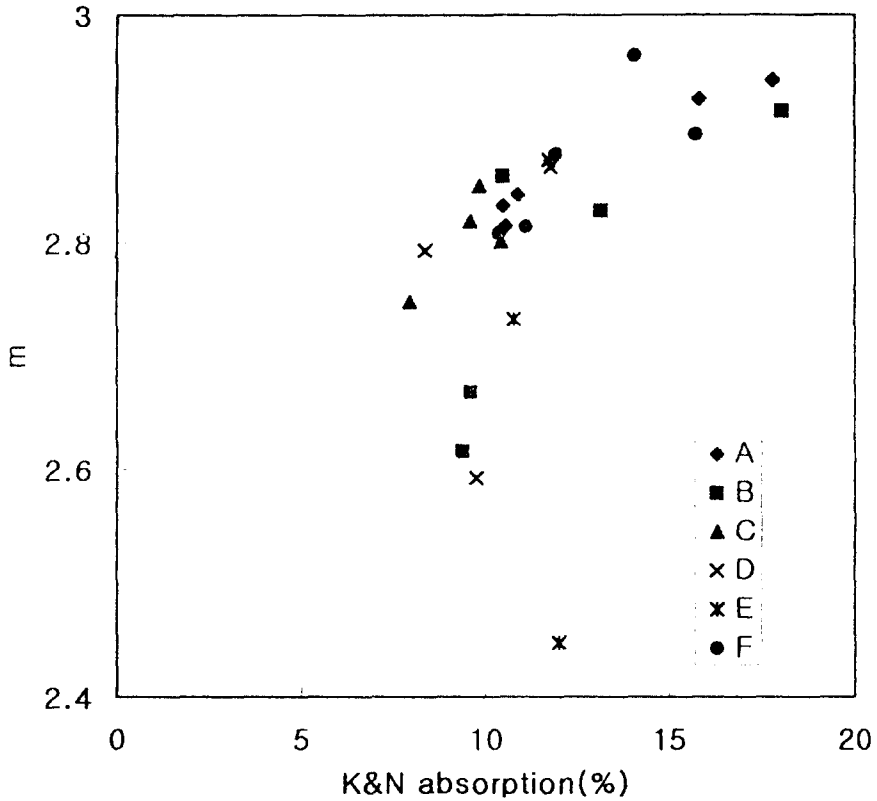


Fig. 9 Correlation between K&N absorption and density smoothness constant m.

3.3.10. 종이의 평활도와 인쇄 뒤비침

Fig. 10은 뒤비침과 용지의 평활도의 상관관계를 나타낸 것인데, 비례적 관계가 있다. 보통 용지가 평활할수록, 용지가 얇을수록 뒤비침이 잘 일어난다. 이 실험에서는 용지들이 평활한 것이 중량이 적은 경향을 보여 평활도와 뒤비침이 비례하는 것이다.

Fig. 11에서도 수집된 용지들이 평량이 큰 쪽이 거칠기가 높은 경향을 가지기 때문에, 거칠기와 뒤비침 사이에 반비례적 관계가 있는 것으로 보인다. 이와 마찬가지로 Fig. 12에서 용지의 K&N 흡유도와 뒤비침에서 비례적 관계를 가지는 것도, 수집된 용지들이 K&N 흡유도가 높은 쪽이 중량이 작아 상대적으로 뒤비침이 많이 일어나는 것으로 보이기 때문이라고 생각된다.

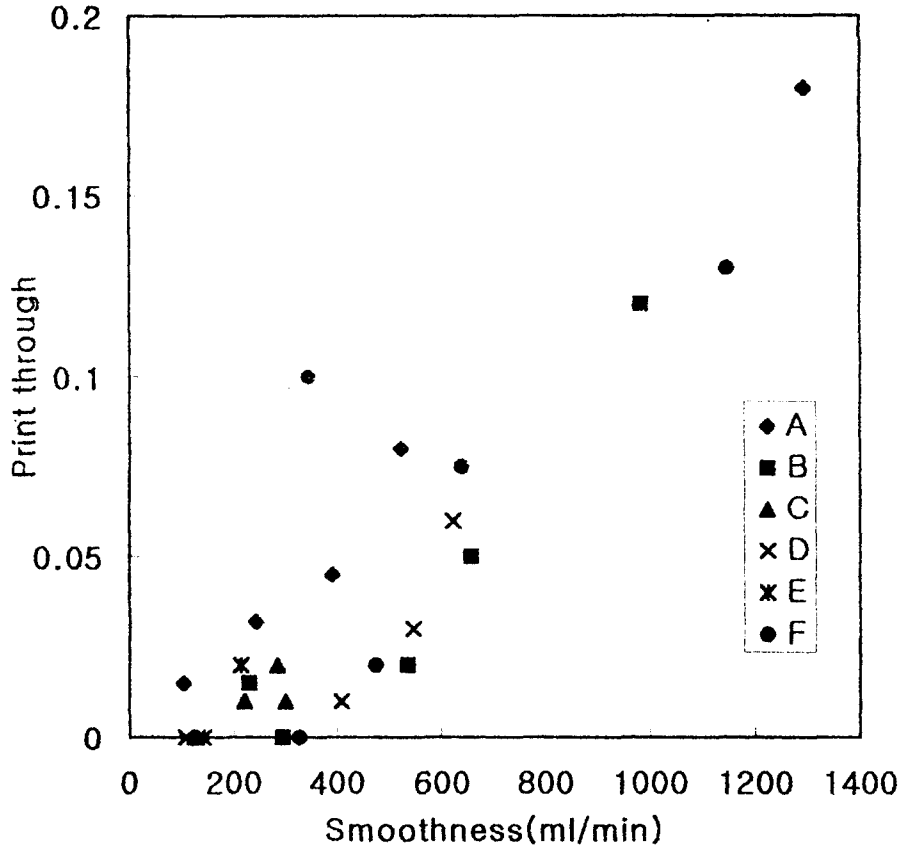


Fig. 10 Correlation between smoothness and print through.

또한, 이와 같이 용지의 물성과 인쇄적성 계수의 상관 관계를 측정된 것을 종합하여 Table 3에 나타내었는데, 용지의 평활도와 거칠기가 인쇄적성에 가장 큰 영향을 주는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Correlation coefficients of printability parameter with physical properties of papers

	Density (g/cm ³)	Gloss (%)	Roughness (ml/min)	Smoothness (ml/min)	Brightness (%)	K&N absorption (%)
D _∞	0.49	0.39	-0.61	0.71	-0.06	0.60
Y _{max}	-0.55	-0.45	-	-0.77	0.17	-0.61
m	0.49	0.45	-0.62	0.64	-0.22	0.50
Print through	0.38	0.05	-0.29	0.42	0.06	0.50

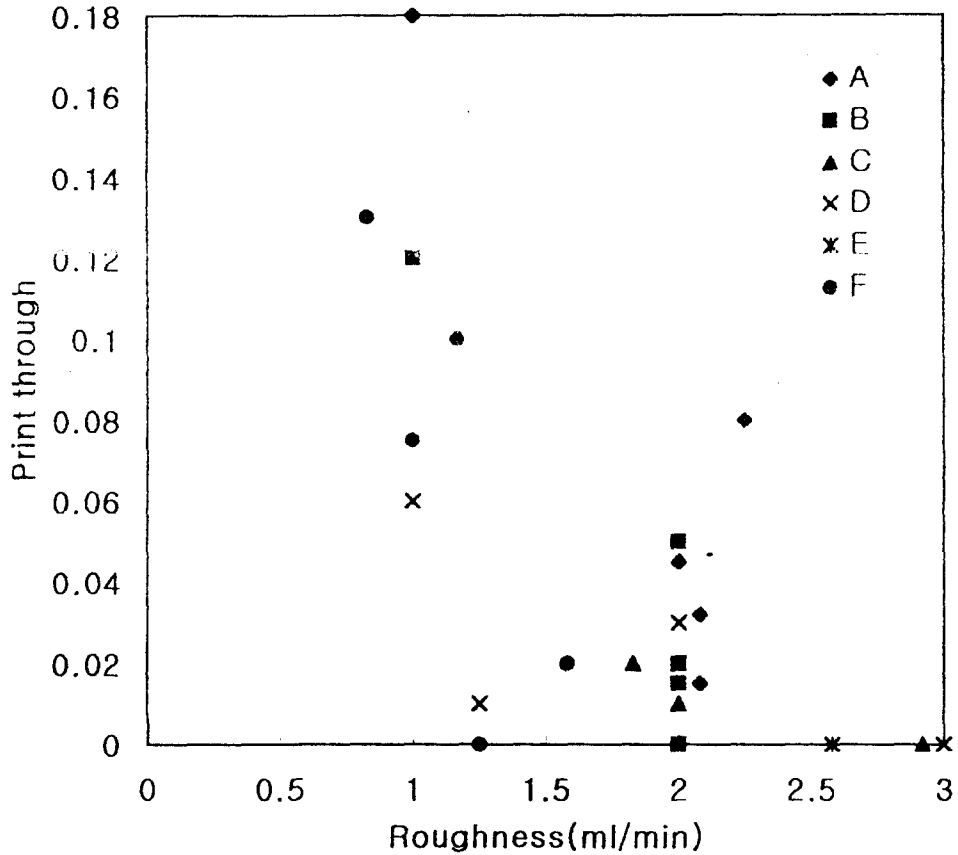


Fig. 11 Correlation between roughness and print through.

4. 결 론

본 연구는 국산 오프셋용 아트지의 품질 평가를 위한 방법으로 인쇄적성을 검토하기 위해 국내에서 시판되는 25종의 아트지를 수집하여, 물리적 성질을 실험 후, IGT 인쇄적성기에 의해 인쇄적성 실험을 하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 농도법에 의한 인쇄적성 평가를 한 결과, 최대 잉크 요구량 Y_{max} , 최대 인쇄 농도 D_{∞} , 인쇄 농도 평활성 상수 m 값은 용지의 평활도와 거칠기에 가장 큰 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

(2) 제조 회사별 인쇄적성 계수는 용지의 평활도와 거칠기가 같은 상태에서 D_{∞} 는 약 $\pm 7\%$, Y_{max} 는 약 $\pm 5\%$, m 값은 약 $\pm 6\%$ 의 차이를 보임을 알 수 있었다.

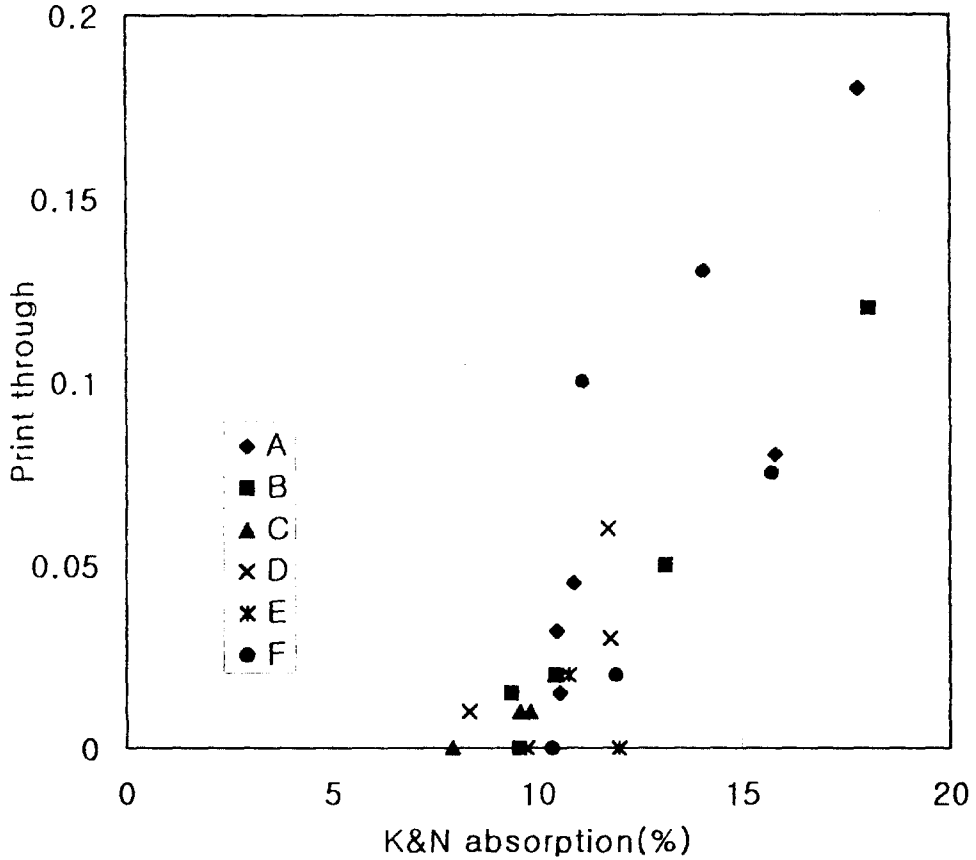


Fig. 12 Correlation between K&N absorption and print through.

(3) 외국산 아트지와 국산 아트지의 인쇄적성 계수를 비교한 결과 D_{∞} 는 약 2%, Y_{max} 는 약 1.5%, m 값은 약 4%의 차이를 보임을 알 수 있었다.

따라서, 일반 시험용 표준 잉크와 조성이 유사한 잉크 사용하여 인쇄적성을 평가해 보면, 국산 아트지는 외국산 아트지와 거의 비슷한 품질이라고 평가할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 윤종태, 인쇄과학, 부산공업대학교 출판부, pp1~17, (1992).
2. 김애연·원경희·이만교·윤종태, “非塗被紙에서 投描效果와 印刷品質에 관한 研究”, 한국인쇄학회지, Vol.12 No.i, (1994)

3. D.Tollenaar and P.A.H.Ernst, "Uneven ink transfer on smooth surfaces", Recent Developments in Graphic Arts Research, pp139~150, Pergamon Press, (1971).
4. N.Pauler, "A model for interaction between ink and paper", Advances in Printing Science and Technology, Vol.19, pp116~136, Srockholm, (1987).
5. W.C.Walker, and R.F.Carmack, "The printing smoothness of paper", Halftone Printing, pp203~220, Pergamon Press, (1964).
6. L.Cahierre, "Correlations between some printability characteristics of a paper and the optical density of printed solids", Recent Developments in Graphic Arts Research, pp225~254, Pergamon Press, (1971).
7. O.Perilä, "On the Printability of offset paper", Recent Developments in Graphic Arts Research, pp255~270, Pergamon Press, (1971).
8. G.Calabró and F.Savagnone, "A method for evaluating printability", Advances in Printing Science and Technology, Vol.17, pp358~380, Italy, (1983).
9. Gösta E.Carlsson, "The choice of parameters for describing newsprint printability", Paper in The Printing Processes, pp105~136, Pergamon Press, (1967).
10. L.Nordman and T.Makkonen, "Studies of print through by means of unevenness measurements", Recent Developments in Graphic Arts Research, pp271~282, Pergamon Press, (1971).
11. C.Lie, "Printability of coated papers for web-offset printing", Advances in Printing Science and Technology, Vol.21, pp197~213, Sweden, (1991).
12. J.A.Bristow and H.Bergenblad, "Paper structure and ink setting : factors influencing the set-off test", Advances in Printing Science and Technology, Vol.21, pp144~167, Sweden, (1991).
13. G.L.Larocuque, Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology, Vol.4, pp2179~2190, (1983).
14. 朴聖炫, 現代實驗計劃法, 大英社, pp269~280, (1983).
15. G.Calabró and F.Savagnone, "A method for evaluating printability", Advances in Printing Science and Technology, Vol.17, pp358~380, Italy, (1983).