

國產 新聞 用紙에서 酸化澱粉에 의한  
表面 사이징 處理가 印刷適性에 미치는 影響

하 영 백 · 윤 종 태 · 구 철 회

부경대학교 공과대학 인쇄공학과

(1997년 12월 10일 받음, 1997년 12월 22일 최종수정본 받음)

The Surface Sizing Effect of Oxidized Starch  
on the Printability of Newspaper

Young Baeck Ha, Jong Tae Youn, Chul Whoi Koo  
Dept. of Graphic Arts Engineering, Pukyong National University  
(Received 10 December 1997, in final form 22 December 1997)

Abstract

Surface sizing is one of the important process to the paper making. Surface sizing had an effect on penetration of oils, physical properties, water resistance for the paper. This study was carried out for the purpose of improving printability with surface sizing of domestic newspaper.

The samples were prepared by means of TAPPI method(TAPPI 205 om-88), and were tested by IGT printability tester. The results of this study showed that the set-off was reduced on the surface sized with oxidized starch.

1. 서 론

현재 신문 용지는 국내 8개 회사에서 생산되고 있으며, 정보화 시대의 주재료 중 하나로서 국내 중요한 공산품 중의 하나이다. 그리고 신문 용지의 최종 목표는 인쇄물이기

때문에 인쇄 적성에 따른 용지의 물리적인 특성 변화에 관한 연구의 중요성 현재 신문 용지는 국내 8개 회사에서 생산되고 있으며, 정보화 시대의 주재료 중 하나로서 국내 중요한 공산품 중의 하나이다. 그리고 신문 용지의 최종 목표는 인쇄물이기 때문에 인쇄 적성에 따른 용지의 물리적인 특성 변화에 관한 연구의 중요성은 크다고 할 수 있다. 그러나, 매년 증가하고 있는 신문 용지의 생산량에 비해 신문 용지에 대한 국내에서의 인쇄 적성에 관한 연구는 많지 않다.

현재 국산 신문 용지는 미국이나 유럽의 선진국에서 사용하는 소위 소프트 코우팅 용지를 사용하지 않고, 비도포지를 사용하고 있다. 따라서 고속 운전기에서 뒤비침, 뒷문음 등의 문제점이 자주 발생하는 등 인쇄적성이 맞지 않아서 많은 애로를 겪고 있다. 그러나, 원료가 상대적으로 고가인 코우팅 용지로의 교체가 아직 어려운 실정이다. 따라서, 본 연구는 고가의 코우팅 용지 대신에 대단히 저렴한 재료로 알려져 있는 산화 전분<sup>1~2)</sup>을 표면에 사이징 함으로서 인쇄 적성을 양호하게 하고, 용지의 물리적 성질을 향상 시켜서 작업 적성을 높이고자 하는데 그 목적이 있다.

비도포지의 대표적이라고 할 수 있는 신문 용지에서 인쇄적성에 관한 연구는 공극을 통한 잉크의 모세관 침투 현상과 많은 관련이 있다. 잉크의 침투에 관한 연구의 시초는 1921년에 Lucas & Washburn이며,<sup>3~4)</sup> 그들은 모세관 현상을 기초로 하여, 침투 깊이는 시간의 평방근에 비례하고, 점도의 평방근에 반비례한다는 침투 이론식을 발표하였다. 또, 1954년에 Olsson & Phil<sup>3)</sup>은 잉크의 침투가 인쇄압과 같은 외부 압력에 의해서 일어난다는 것에 착안하여, 모세관의 평균반경이 일정할 때, 압력의 평방근, 인쇄 압력, 시간의 평방근에 정비례하고, 점도의 평방근에 반비례한다는 실험 결과를 발표하였다.

그 후, 많은 연구자들이 비도포지에서 잉크의 침투 관계를 연구하였지만, 실제로 코우팅 용지의 침투에 관한 이론은 아직 정설이 없다. 그 이유는 잉크와 종이의 관계가 너무 복잡하기 때문이다. 그러므로 신문 용지의 인쇄 적성에 관한 연구는 실험적인 방법에 의해서만 그 효과를 검증 할 수 있다는 설이 지배적이며,<sup>5)</sup> 신문 인쇄의 경우는 신문 잉크가 비교적 단순하고, 용지의 조성이 간단하기 때문에, 인쇄 현상에 대한 이론적인 고찰도 시도하였다.

본 논문의 연구 방법은 우선, 국산 신문 용지에 사용되고 있는 펄프를 사용하여, 지료의 혼합비를 변화 시켜서 시료를 제작하였다. 또한, 제작된 시료에 표면 사이즈제인 산화 전분의 농도 값을 변화시켜 표면 처리하고 최종 표면 처리된 시료를 가지고 인쇄 적성 실험을 거침으로서, 원료로부터 인쇄 제품까지 전체공정에서 나타나는 현상과 인쇄 적성 향상의 정도를 파악하는 방법으로 연구를 진행하였다.

본 연구는 저렴한 국산 신문 용지의 인쇄 적성 향상이라는 측면에서 중요성이 있다고 생각되지만, 국내의 신문 용지와 원료의 가격이 상황에 따라 편차가 너무 크기 때문에, 본 논문에서는 가격적인 장점에 대해서는 연구 대상에 포함하지 못하였다.

## 2. 실험

### 2-1. 산화 전분

가장 많이 사용되는 표면 사이즈제는 전분이며 기타 동물성 아교질, 메틸셀룰로오스(MC), 카르복시메틸셀룰로오스(CMC), 폴리비닐알콜(PVA), 알지네이트, 왁스 유화액(wax emulsion) 등이 있고 기타 기능성 고분자수지 물질들이 사용된다.<sup>6)</sup>

본 연구에서 사용한 표면 사이즈제는 화학 변성 전분 중에서 전분을 45℃ 이하에서 염기성 하이포아염소산나트륨(sodium hypochlorite)으로 처리하여 변성된 산화전분<sup>7)</sup>을 사용하였다.

### 2-2. 신문 용지의 시료 제작

현재 국내에서 생산되고 있는 신문 용지의 지료 조성은 DIP (deinking pulp)가 80~90%, 나머지가 TMP(thermo mechanical pulp), KP(kraft pulp)로 구성되어 있다. 따라서, 지료는 DIP, TMP, KP로 하였으며, 충전제<sup>8~9)</sup>로는 지료 전건(全乾) 무게 당 탈크(talc) 3%, 양성전분(cationic starch)<sup>10)</sup> 1%을 첨가하였다.

또한, 용지의 지료 조성비를 변화 시켜 조성비에 따른 인쇄 효과 및 사이즈 처리에서 얻을 수 있는 효과에 대해서 실험을 행하였다. 수록지(handmade paper) 제조는 TAPPI 205 om-88에 준하여 제조하였다. 표 1.은 수록지 제조시의 지료 구성비를 나타내고 있다.

### 2-3. 표면 사이징(surface sizing)

산화 전분 분말을 물 중탕하여 호화(糊化) 시키고 각각의 시료(sample)에 대해서 0%, 5%, 10%, 15%의 4단계로 나누어서 침전법으로 사이즈 처리하였다. 전분은 종이 제조시 일반적으로 다른 표면 사이징용 첨가제와 함께 3~20%의 농도 범위에서 사용되고, 종이에 부착량은 전건 중량(全乾 重量) 기준으로 2~5% 정도이다.

### 2-4. 인쇄 실험

제작된 시료를 IGT printability tester(Model 2260, Sticking Instiut Voor Grafixdhe Techniek 제조. 핀란드)를 사용하여 solid 인쇄하였다. 인쇄 속도는 1m/sec, 압력은 200N으로 하였으며, 인쇄실 환경은 20.7℃, 습도 17.6%이었다. 잉크는 0.2cc에서 1.5cc까지 10단계로 나누어 공급 하였다.

Set-off 측정을 위하여 인쇄 직후에 인쇄된 용지에 다른 용지를 150N의 압력으로 접촉시켜 농도법으로 측정 평가하였다.

본 실험에 사용된 잉크는 고점도 한국 신문 잉크와 K&N 흡유도 측정을 위하여 K&N 표준 잉크(K&N Laboratory 제조, 미국)를 사용하였다.

Table 1. Composition of samples

Composition sample No.	DIP (%)	TMP (%)	KP (%)	Talc (%)	Cat. Starch (%)
1	97	0	3	3	1
2	92	5	3	3	1
3	85	12	3	3	1
4	50	47	3	3	1
5	0	97	3	3	1

2-5. 각 sample의 물성 측정

용지의 두께는 Lorentzen & Wettre 두께 시험기로 KS M7021 시험법에 준하여, 10회 측정 평균하였다. 광택의 측정은 광택 측정기(gloss meter model T480A, 미국)로 KS M7067 시험법에 준하였고, 입사광은 인쇄할 용지면에 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 민판 인쇄하고, 2분 경과 후에 인쇄면을 닦아 반사율을 측정하여 식(1)과 같이 구하였다.

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

여기서, R<sub>1</sub>은 원지의 반사율, R<sub>2</sub>는 K&N 표준 잉크로 인쇄한 면의 반사율이다.

용지의 평활도는 베커 평활도 시험기(BEKK-smoothness tester)로 KS M7028에 준하여 측정하였다. 또한, 거칠기와 기공도는 Park print-surface 78 (model 2041, 일본)으로 TAPPI 시험법에 준하였고, 인쇄물의 농도, 뒤비침 및 뒷물음은 반사농도계(densitometer TR-1224)로 측정하였다.

### 3.결과 및 고찰

수록지로 제조된 신문 용지의 실험 결과, 얻어진 각각의 sample에 대한 물리적인 특성이 table.2이다.

#### 3-1.산화 전분과 신문 용지의 물성과의 관계

본 연구에서는 특별히 국산 신문 용지를 사용했으나, 일반적인 코우팅류에서 표면 사이징을 하는 목적은 종이의 표면 적성을 변화시키고, 종이의 물리적인 특성, 광학적인 특성 및 강도적인 특성을 향상시킬 뿐만 아니라 인쇄적성 및 필기 적성을 향상시키며 기타 특수 기능을 부여하기 위한 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup>

특히 물리적인 특성을 향상 시키는 것은 우선, 습식 인쇄시 종지와 습수의 접촉으로 인한 표면 섬유와 떨어짐을 방지하는 내수성의 향상, 잉크나 도공액의 표면 유지성 및 기타 요구 특성에 영향을 미치는 투기도의 저하 효과, 고광택 잉크로 인쇄되는 용지에 대한 내유성 등이 있다. 또한 인쇄 및 필기 적성 면에서는 인쇄시 잉크의 표면 유지성(holdout)이 올라가고 인쇄적성과 인쇄 불투명도를 향상시킬 수 있다는 연구 결과들이 많이 보고 되어 있다.<sup>1)</sup>

이와 같은 코우팅지의 기본적인 관계와 비도포지로 실험한 본 연구의 결과는 다소 차이가 있으나, 산화 전분의 함량을 변화시킴에 따라서 가장 현저한 변화를 보여주는 물성은 기공도이다. Table.2에서 기공도는 평균 438(ml/min)에서 190.5(ml/min) 정도까지 떨어지는 경향을 보인다.

즉, 용지의 기공도는 비도포지와 도포지의 물리적인 성질 차이 중에서 가장 쉽게 볼 수 있는 것이다. 도포지는 일반적으로 사이징을 하고, 칼렌더링을 하기 때문에 표면의 공극이 메워지고, 결국 인쇄시에 잉크나 습수의 침투를 막아주는 역할을 하고 있다.<sup>1)</sup> 본 실험의 결과도 이와 같은 경향을 보이기 때문에 산화 전분이 신문 용지에 사이징제로서 충분한 역할을 한다고 볼 수 있다. 사이징제의 첨가량은 20% 이상을 넘지 않는 것이 보통인데,<sup>1)</sup> 본 실험은 15%까지 표면 처리를 하여 변화를 준 것이다.

Table 2. Physical properties of samples

physical properties		Porosity	Roughness	Smoothness	K&N absorption	Brightness
sample No. (%)	(%)	(ml/min)	( $\mu$ m)	(ml/sec)	(%)	(%)
1	0	437.2	6.35	15.0	35.92	58.3
	5	463.0	7.39	12.0	34.91	56.0
	10	282.9	8.00	10.4	33.11	53.0
	15	237.0	7.74	11.4	33.93	54.0
2	0	392.1	6.54	16.6	39.59	59.6
	5	361.0	7.25	13.6	34.74	56.5
	10	205.7	7.91	10.9	34.87	52.1
	15	175.0	7.90	11.6	33.29	53.4
3	0	474.9	5.79	19.2	38.04	60.4
	5	460.1	7.31	12.9	35.73	57.8
	10	270.0	7.77	11.9	36.33	54.2
	15	208.2	7.85	12.5	35.29	54.7
4	0	447.7	5.98	17.6	38.57	62.4
	5	444.2	7.17	13.8	37.12	59.2
	10	272.2	7.69	11.5	37.78	56.9
	15	175.8	7.70	12.2	36.20	57.0
5	0	438.5	5.66	17.0	41.63	65.3
	5	393.8	7.57	11.6	39.75	62.2
	10	240.5	7.96	11.1	38.82	61.0
	15	156.4	7.91	11.9	39.47	59.7

거칠기와 평활성은 용지의 칼렌더링과 관계 있다. 그러나 본 시료들은 산화 전분의 함량에 따라서도 다소 변하고 있다. 그러나 그 변화의 정도는 크지 않다.

한편, 잉크와 습수의 흡수도 및 수리성(receptivity)은 K&N 흡유도와 밀접한 관계가 있다. 즉, 흡유도가 크면 잉크의 수리성이 좋다고 볼 수 있는데, 산화 전분의 함량은 잉

크의 흡유도에는 큰 영향이 없다는 것을 알 수 있다.

본 실험에 사용된 수록지는 신문 인쇄용이기 때문에, 신문을 읽는 독자에게 있어서는 신문의 색상에도 많은 영향을 받는다. 따라서 산화 전분의 함량이 신문의 백색도에 영향을 준다면, 사용 가능성이 줄어들겠지만, 본 실험의 결과는 백색도에 대한 영향이 적은 것을 알 수 있다.

### 3-2. 산화 전분 함량에 따른 인쇄물 농도의 변화

전술한 바와 같이 신문 용지의 최종 제품은 인쇄물이다. 따라서, 신문 용지의 인쇄 적성을 검토하기 위해서는 소위 PD-IR(Print density versus Ink requirement)의 그래프를 그려보는 것이 가장 보편적인 방법이다.<sup>5)</sup>

IGT 인쇄 적성 시험기에 잉크 공급량을 0.2cc~1.5cc의 범위에서 변화 시켜가며 sample 1의 용지에 인쇄하고 인쇄 농도를 측정하여 Fig.1이다.

Fig.1은 잉크량의 증가에 따라 농도가 거의 직선적으로 증가하는 전형적인 비도포지의 PD-IR 곡선을 그리고 있다. 실제로 표면에 친유성 물질로 사이징을 하거나 칼렌더링 처리를 하여 용지가 도피지의 형태로 바뀌게 되면, 잉크의 수리성이 양호해지고 표면의 잉크 피복력이 증가하기 때문에 적은 양의 잉크에 의해서 농도는 급격히 증가하고, 점차 잉크량을 증가시키면 기울기는 줄어드는 곡선의 모양을 보여준다.

그러나, 본 실험의 결과는 직선이 곡선으로 바뀌는 경향을 아주 미소하게는 볼 수 있으나, 현저한 차이는 보이지 않는다.

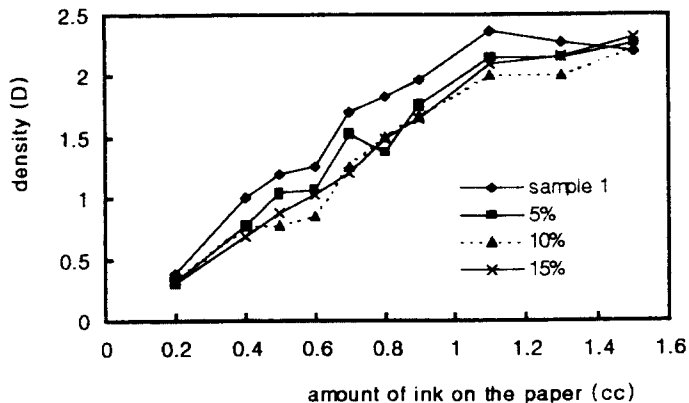


Fig.1. Relationships between print density and amount of printed ink for unsized and sized sample 1.

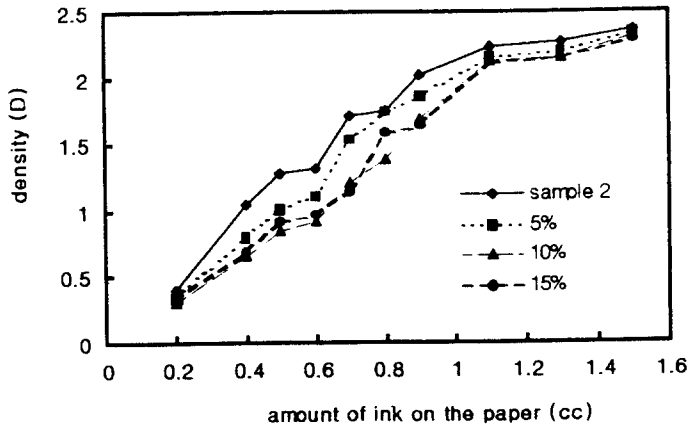


Fig.2. Relationships between print density and amount of printed ink for unsized and sized sample 2.

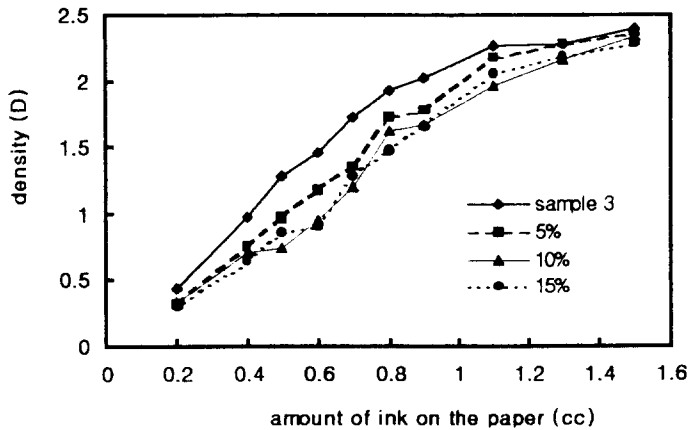


Fig.3. Relationships between print density and amount of printed ink for unsized and sized sample 3.

Sample 2는 Sample 1 보다 곡선적인 경향을 약간 보이고 있으며 피복력이 다소 높은 것으로 보인다.



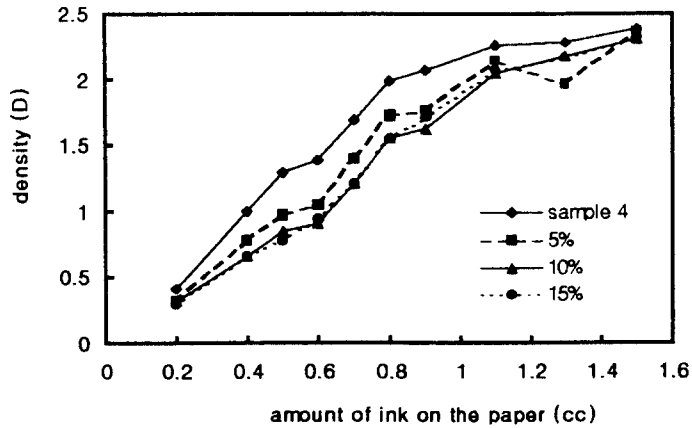


Fig.4. Relationships between print density and amount of printed ink for unsized and sized sample 4.

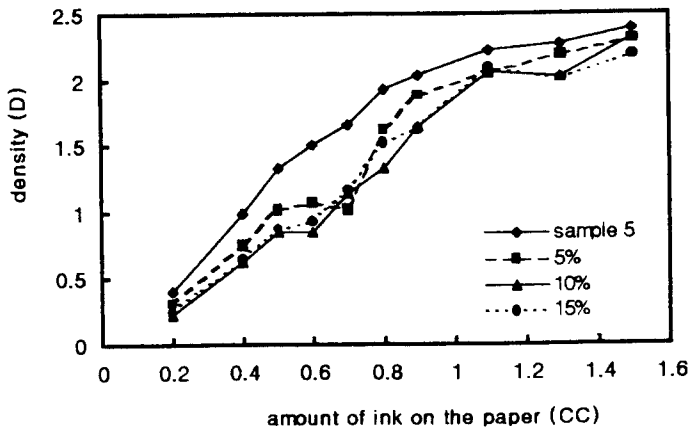


Fig.5. Relationships between print density and amount of printed ink for unsized and sized sample 5.

Sample 3에서는 1과 비슷한 증가 곡선을 그리고 있으며, Sample 4와 5는 Sample 1 보다 곡선적인 경향을 약간 보이고 있다. 그 이유는 지료 성분비에서 TMP의 함량이 다른 용지 보다도 많았기 때문이라 생각된다. 지료 성분비의 변화에 따른 각각의 시료들에서 인쇄물의 농도는 지료의 조성이 다름에도 불구하고 거의 잉크 올림량에 따른 증가 곡선이 비슷한 경향을 보이고 있다.

3-3. 산화 전분의 함량에 따른 Set-off의 변화

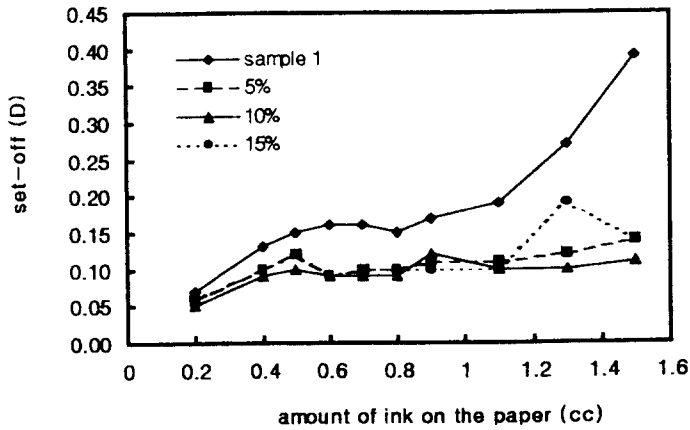


Fig.6. Relationships between set-off and amount of printed ink for unsized and sized sample 1.

산화 전분의 함량을 변화 시켜서 각 용지에 대해 PD-IR 그래프를 그려 본 결과가 Fig.6~10이다.

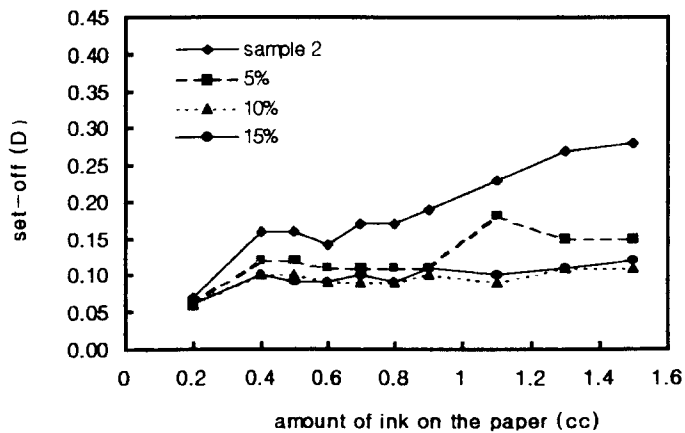


Fig.7. Relationships between set-off and amount of printed ink for unsized and sized sample 2.

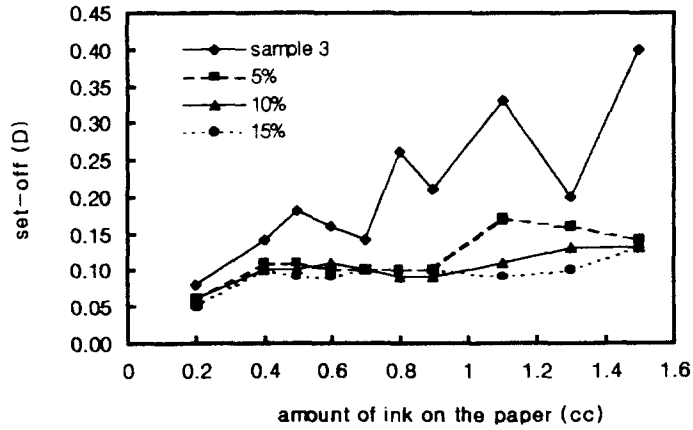


Fig.8. Relationships between set-off and amount of printed ink for unsized and sized sample 3.

그 결과는 모든 시료들에서 산화 전분의 증가가 뒷문음(set-off)을 감소시키는 것을 알 수 있었다. 실제로 뒷문음은 신문 용지의 물리적인 특성 중 기공도에 영향을 많이 받으며, 신문 용지의 기공 크기가 표면 사이즈에 의해서 작아졌다고 생각할 수 있다.

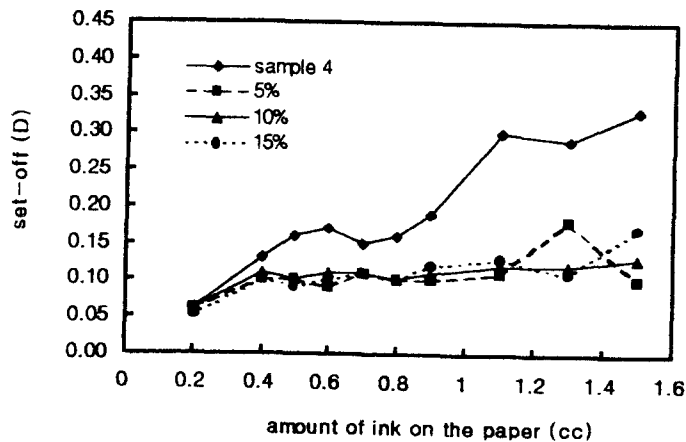


Fig.9. Relationships between set-off and amount of printed ink for unsized and sized sample 4.

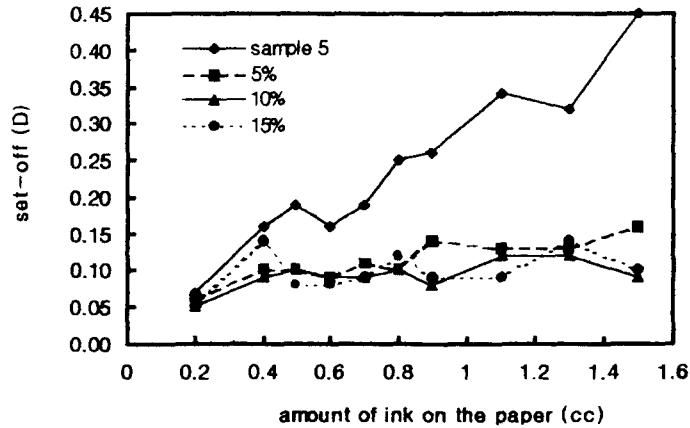


Fig.10. Relationships between set-off and amount of printed ink for unsized and sized sample 5.

#### 3-4. 산화 전분의 함량에 따른 뒤비침의 변화

인쇄 적성 중 뒤비침에 관한 결과가 Fig.11~15이다. 뒤비침은 표면 처리하지 않은 용지보다 다소 증가하는 것을 보여주고 있다. 그리고 증가하는 것은 산화 전분에 의해 표면 사이즈 처리 된 용지 중 10%까지 그 경향을 분명히 확인 할 수 있다.

sample 3의 경우에는 평활도가 다른 용지보다 높게 나타났다. 일반적으로 뒤비침은 평활도와 두께의 영향을 많이 받는다고 알려져 있다.

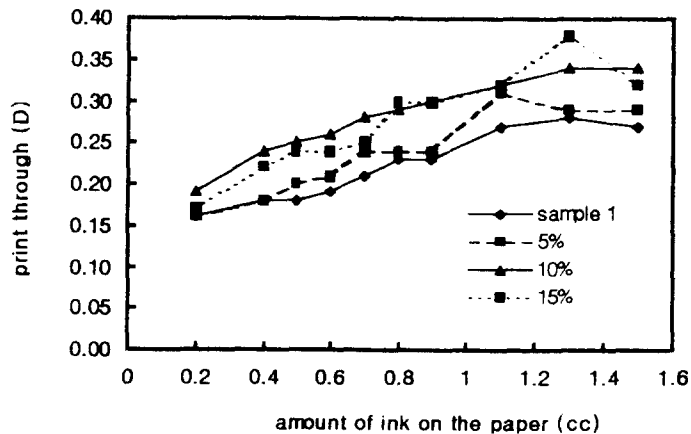


Fig.11. Relationships between print through and amount of printed ink for unsized and sized sample 1.

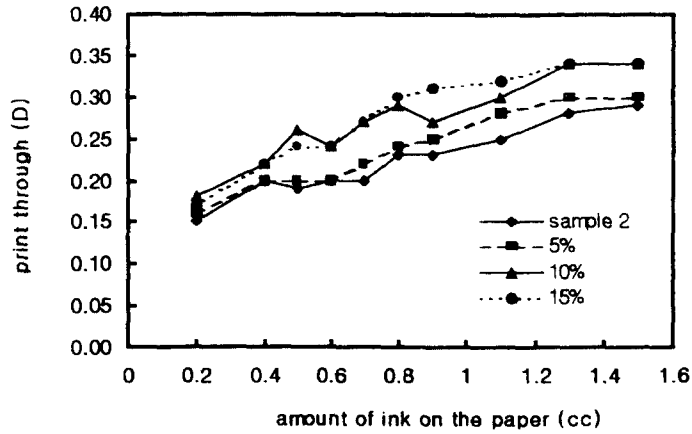


Fig.12. Relationships between print through and amount of printed ink for unsized and sized sample 2.

본 실험의 결과도 다른 연구자들과 같이 평활도가 높을수록 뒤비침이 많이 일어난다는 것을 보여주고 있다.

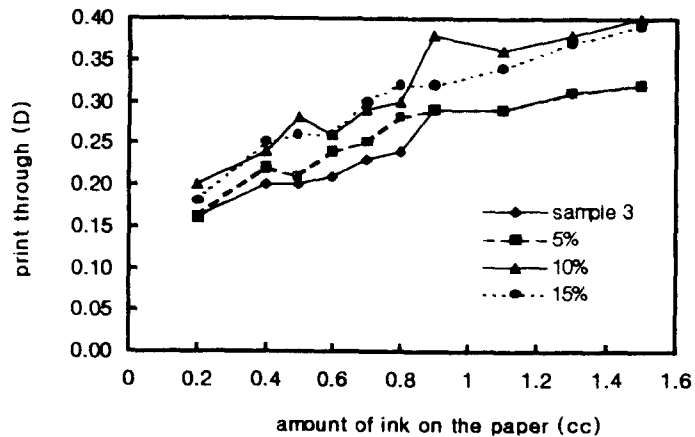


Fig.13. Relationships between print through and amount of printed ink for unsized and sized sample 3.

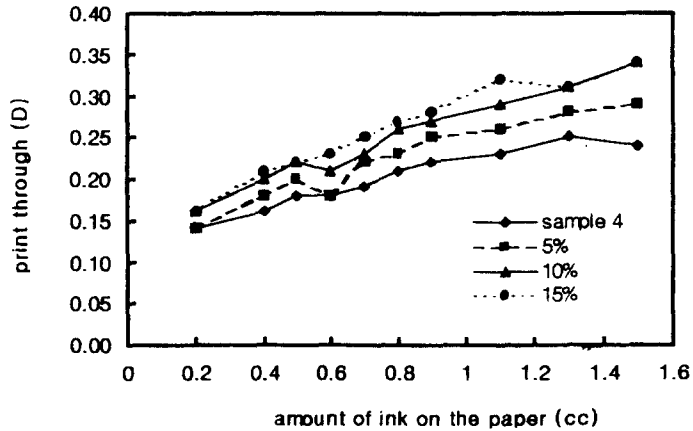


Fig.14. Relationships between print through and amount of printed ink for unsized and sized sample 4.

뒤비침이 많이 일어나는 것은 침투건조 메카니즘을 기본으로 하는 신문용지에서, 압력에 의한 침투이론<sup>5)</sup> 보다는 침투되는 시간의 평방근에 비례하고, 점도 및 기공의 크기에 반비례한다는 Lucas & Washburn<sup>3~4)</sup>의 침투이론과 잘 부합된다. 특히, 산화 전분에 의한 기공의 축소가 주된 요인이라 생각 할 수 있다. Sample 5의 결과는 뒤비침이 다소 적게 나타났다. 그 이유는 지료 조성의 면에서 단섬유(DIP)의 포함이 가장 적기 때문이라고 생각 되어진다.

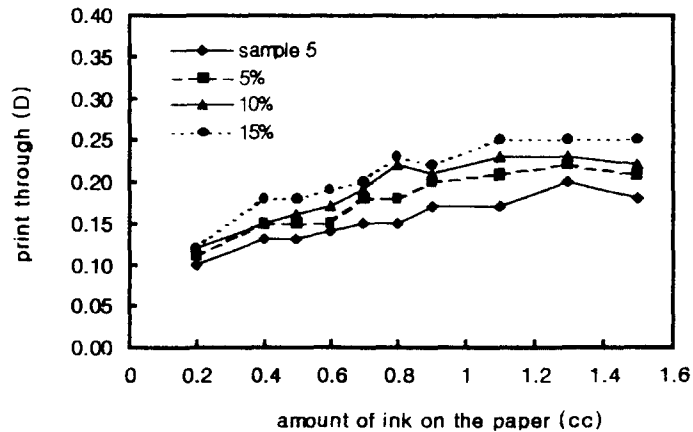


Fig.15. Relationships between print through and amount of printed ink for unsized and sized sample 5.

또한, 각각의 시료에서 표면 사이즈 처리 된 용지는 10% 농도의 산화 전분까지 변화를 보여주고 있고 15% 농도에서는 다시 떨어지는 경향을 보여준다. 이것은 호화(糊化) 시킨 산화전분 용액이 서로의 응집이 강하게 일어나서 5%, 10% 보다 점도가 높아졌기 때문이라 생각 할 수 있다.

## 4.결 론

국산 신문 용지의 인쇄 적성을 향상시키기 위하여 산화 전분에 의한 표면 사이징 처리 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 산화 전분에 의한 신문 용지의 물리적인 특성 변화 중에서 기공도는 현저하게 감소 하지만, 평활성, 거칠기 및 K&N 흡유도와 같은 흡수 특성과 백색도에는 영향이 거의 없었다.
2. 산화 전분에 의해 표면 사이징 처리를 한 결과, 인쇄 적성 중에서 뒷물음이 적게 일어났다.
3. 조성비의 변화에 따른 용지의 물리적인 특성은 백색도를 제외한 나머지 특성에 있어서 거의 비슷한 수준을 보여주고 있다. 백색도는 DIP의 사용이 적을수록 높게 나타났다.
4. 인쇄 적성 중에서 산화 전분에 의한 표면 사이징 처리를 한 신문 용지가 뒤비침이 다소 증가하는 경우가 있었다.
5. 신문 용지의 인쇄 적성 향상을 위해서는 필요 이상의 DIP 사용을 규제하고, 뒤비침의 방지를 위하여 빠른 건조가 되는 신문 인쇄용 속건성 잉크의 개발도 필요하다고 사료 된다.

그러므로, 신문 용지의 산화 전분 처리는 인쇄 적성을 향상시킬 수 있는데, 특히 인쇄 물의 뒷물음 방지에 효과가 크다고 볼 수 있다.

## 5.참고 문헌

1. 이학래 외 6인, 製紙 科學, 광일 문화사, 수원, pp.349~385, (1996).

2. James P. Casey, Pulp and Paper : Chemistry and Chemical Technology, Vol. 3, A Weley-Interscience Publication, New York, pp.1667~1714, (1981).
3. 市川家康, インキ受容性, わかり やすい 紙 ・インキ・印刷の科學, 印刷局朝陽會, 東京, pp.51~54, (1975).
4. J. Anthony Bristow, The Pore Structure and the Sorption of Liquids, Paper Structure and Properties, Marcel Dekker, New York, pp.186~187, (1986).
5. 尹鍾太, 印刷 適性 概論, 釜慶大學校, 釜山, pp.63~64, p.83, p.190, (1996).
6. Richard D. Harvey and T. Small, Surfer Sizing Agent, Chemical Processing Aids in Papermaking : A Practical Guide, TAPPI PRESS, pp.82~91, (1992).
7. Roy L. Wheistler, Starch Derivatives : Production and Uses, Starch : Chemistry and Technology, Academic Press, p.549, pp.315~323, (1984).
8. Marie-Claude Beland and Patrice J. Mangin, Papermaking Applications, Surface Analysis of Paper, CRC Press, pp.22~23, (1995).
9. Alan J. Bauch, Pigments and Fillers, Chemical Processing Aids in Papermaking : A Practical Guide, TAPPI PRESS, pp.95~101, (1992).
10. Detlev Glittenberg, Starch alternatives for improved strength, retention, and sizing, Tappi Journal, Nov., 215~219, (1993).