

종이 표면 사이즈용 전분의 적용에 관한 연구

- 잉크젯 인쇄품질에 미치는 영향 -

윤지영 · 정경모 · 김창근 · 이용규[†]

(2001년 11월 8일 접수; 2001년 12월 10일 채택)

Studies on the Application of Starch for Paper Surface Sizing

- The Influence of Surface Sizing Treatment with Starch on the Ink-jet Printing Property -

Jee-young Yoon, Kyoung-mo Jeong, Chang-keun Kim, and Yong-kyu Lee[†]

(Received on November 8, 2001; Accepted on December 10, 2001)

ABSTRACT

The print quality of a ink jet printer is generally affected by three major components of the printing process: printer, ink formulation, and paper. The result of this study indicated that the surface sized paper with oxidized starch and cationic starch differed inkjet print quality in terms of ink spread and black optical density of the print image. Paper properties, like air permeability and sizing degree, which may influence the ink jet printing were also measured. It was found that black print quality was controlled by starch level and ionic charge on the paper surface. Cationic surface sizing starch improved black ink jet print quality.

Keywords : ink-jet, surface sizing, cationic starch, oxidized starch, optical density, perimeter of letter, area of letter

1. 서론

최근 지지원료 사정이 악화되는 상황 속에서 종이 제품의 다양화에 따른 고부가가치 제품을 개발하려는 현실적 측면에서 원지의 표면처리를 중요시하는 경향이 높아지고 있다. 특히 약품의 합리적인 사용과 인쇄

용지의 고급화·고속화에 적합한 기능부여와 사이즈제의 합리적인 사용이라는 측면에서 내침 사이즈제의 사용량을 감소시키기 위하여 표면 사이징을 강화하는 경향이 증가하고 있다. 표면 사이징의 목적은 크게 두 가지로 나누어지는데 첫째, 종이의 표면적성을 변화시키고 둘째는 인쇄적성을 향상시키기 위해서이다.

* 본 연구는 대상(주)의 연구비에 의해 수행된 결과의 일부임.

• 강원대학교 산림과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea).

† 주저자(Corresponding author): e-mail: yklee@kangwon.ac.kr

종이의 표면 사이징 처리는 인쇄용지에 있어 액체 침투 저항성, 표면특성 향상 등 인쇄적성 향상에 매우 중요한 역할을 한다. 표면 사이즈제 조성을 최적화시키고 사이즈 프레스 장치를 효율적으로 사용하면 종이의 강도적 특성을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라 인쇄 적성 및 필기적성을 향상시키고 기타 특수한 기능을 부여할 수 있다.¹⁾

국내에서 표면사이징용으로 주로 사용되는 전분은 산화전분과 자가변성용 전분이 주로 사용되고 있다. 산화전분은 일반전분에 비해 호화안정성이 우수하고 종이내부로 침투되어 내부결합을 증가시키는 장점이 있으나 지필 내부로 흡수가 많이 발생함에 따라 표면 강도향상 효과가 떨어져 인쇄적성 및 불투명도의 손실이 높은 단점을 지니고 있다. 최근 구미의 경우 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 산화전분 대신 양성전분을 표면 사이징용으로 사용하는 공장이 증가하고 있다. 양성전분은 종이 내부로의 침투가 낮고 인쇄적성 개선 및 파지 재할용시에도 많은 이점이 있는 것으로 보고되고 있다.²⁾

본 논문에서는 전분을 이용한 표면 사이징 처리한 종이가 종이물성 및 인쇄적성에 미치는 영향에 대한 평가로서, 강도적 특성의 변화를 살펴보고 최근 들어 잉크젯 프린터의 사용량이 늘고 있는 현시장 추세와 이에 따른 연구의 필요성으로 전분을 이용한 표면 사이징 처리가 잉크젯 인쇄품질에 미치는 영향에 대해 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

2.1.1 원 지

표면 사이징용 원지로는 국내 A공장에서 중성으로 제조한 평량 103 g/m²의 원지를 사용하였으며, 그 원지의 특성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Properties of basepaper

Item	Property
Base weight (g/m ²)	103.0
Thickness (mm)	140.0
Size degree (sec)	0.6
Opacity (%)	89.8
Brightness (%)	85.9
Air permeability (sec)	44.6

2.1.2 전 분

표면 사이징용 전분으로는 양성전분 3종과 산화전분 6종을 사용하였다. 본 연구에 사용된 표면 사이징용 전분의 특성을 Table 2에 나타내었다.

2.2 실험방법

2.2.1 전분 호화액의 제조

표면 사이징을 위한 전분 호화시 전분 슬러리의 농도는 10±0.5%로 하였으며, 95℃에서 30분 간 호화하였다. 호화가 끝난 전분 호화액은 항온수조에서 온도 60℃를 유지하였다.

2.2.2 전분 호화액의 점도 측정

전분 호화액의 점도는 소형 샘플 아답터를 장착한 Brookfield형 저전단 점도계를 이용하여 60 rpm에서 1, 2번 spindle을 사용하여 측정하였다. 이때 각 샘플은 각각 3회씩 측정하여 그 평균값을 해당 전분의 점도로 이용하였다.

2.2.3 표면 사이징 처리

제조된 호화액을 폰드 타입의 실험실용 사이즈 프레

Table 2. Characteristics of starches

Starches	Oxidized starches					Cationic starches		
	A	B	C	D	E	F	G	H
Viscosity (cPs)	7.2	9.6	12.5	20.8	35.2	9.6	12.0	15.0
DS	-	-	-	-	-	0.009	0.017	0.028
pH(10%, solution)	8.0	7.5	7.3	7.5	7.8	7.0	7.3	7.9

스를 이용하여 원지에 양면사이징 처리를 실시하였으며 도피량은 4~5 g/m²(편면 2~2.5 g/m²) 되도록 제조하였다. 이때 표면 사이징 처리는 각 전분 당 10매 씩 샘플을 제작하였다.

2.2.4 건조

표면 사이징 처리된 원지는 실험실용 실린더 드라이어를 이용하여 표면온도 130℃의 조건으로 건조하였다. 표면 사이징 처리된 원지는 항온 항습조건(24℃, 50%)에서 24시간 방치한 후 종이 물성을 측정하였다.

2.2.5 광학적 특성

백색도(brightness)와 불투명도(opacity)는 Elrepho 3300을 이용하여 측정하였다.

2.2.6 물리적 특성

뺏뺏이(stiffness)는 힘강도 시험기(Taber type)를 사용하여 측정하였고, 인장강도(tensile strength)는 만능 인장강도 시험기(U.T.M)을 이용하여 측정하였다. 투기도는 Gurry type의 시험기를 사용하였으며 내통의 하강량은 100 mL로 하였다.

2.2.7 잉크젯 인쇄적성 평가

인쇄적성 평가를 위해서 잉크젯 프린터(stylus-II, Epson)를 사용하였고, 흑색 잉크를 사용하여 원지와 표면 사이징 처리된 종이 표면에 임의의 화상

(“C”)를 인쇄하였다. 얻어진 인쇄물은 화상분석기를 이용하여 문자의 면적(area of letter)과 둘레(perimeter of letter)를 측정하였고 잉크색 농도계(D196 Density meter)를 이용하여 인쇄영역에서의 잉크농도(optical density)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 투기도 및 광학적 특성

표면 사이징 처리시 산화전분의 점도는 전분의 분자사슬 길이와 관계가 있으며 다공성 구조를 지닌 원지의 내부로의 침투 정도에 영향을 미쳐 이들의 필름 형성능력에 관계하는 것으로 분석된다. 산화전분은 점도가 증가할수록 투기도와 사이즈도가 증가하는 현상을 보였다. 다시 말해 전분의 점도가 증가함에 따라 서로 다른 형태의 밀폐구조를 형성하고 지층의 구조를 변화시켜 액체의 침투를 제어하는 것으로 분석된다(Fig. 1).

일반적으로 표면 사이징 처리는 지층 내부의 공극을 채우는 작업이기 때문에 광학적 물성은 저하되는 것으로 보고되어 있다.³⁾ 그 정도는 산화전분의 경우 사이즈 액의 점도와 깊은 관계를 보이고 있으며 사이즈 액의 점도가 높을수록 백색도 및 불투명도의 감소율은 적은 것으로 나타났다(Fig. 2).

물성이 서로 비슷한 산화전분 C와 양성전분 G를 비교하면 양성전분의 경우는 산화전분과 다른 경향을 나타내는 것으로 분석된다. 첫째, 양성전분의 경우 산화전분과 달리 양성전분의 양이온 치환도에 따라 사이즈

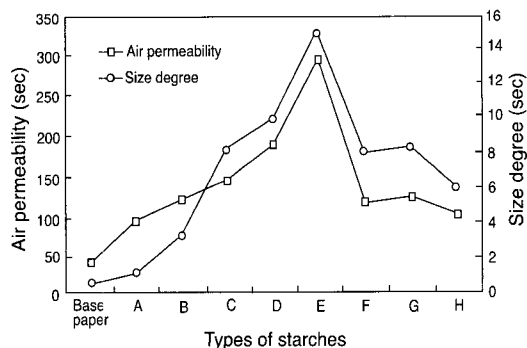


Fig. 1. Influence of starches on the size degree and the porosity of paper.

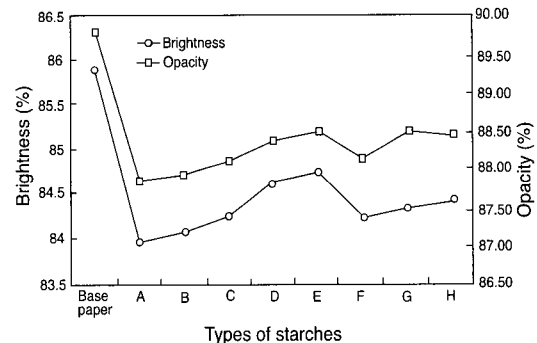


Fig. 2. Influence of starches on the optical properties of paper.

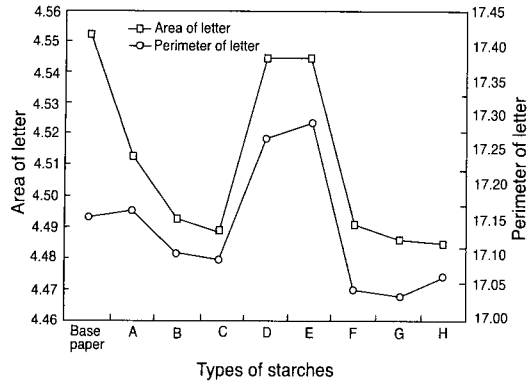


Fig. 3. Influence of starches on the ink letter area and perimeter of paper (top side).

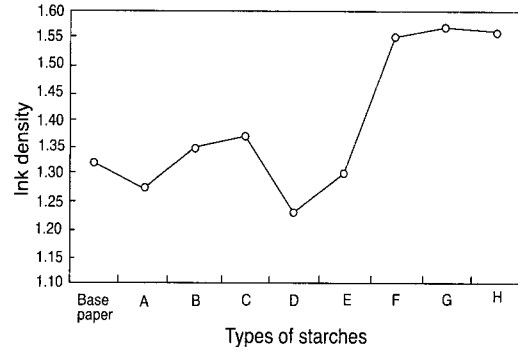


Fig. 4. Influence of starches on the ink density of paper (top side).

도, 투기도, 백색도, 불투명도가 차이를 나타냄을 알 수 있다. 둘째, 양성전분 G의 경우 산화전분 C에 비해 투기도는 낮으나 사이즈도는 유사하고 백색도, 불투명도는 우수한 결과를 나타내고 있다. 다시 말해 양성전분의 경우는 자체 점도보다 치환도에 따른 원지와 의 상호작용이 사이즈도 및 광학적 물성 발현에 주된 영향인자인 것으로 판단된다(Figs. 1, 2).

3.2 잉크젯 인쇄적성

잉크의 빠른 흡수 및 고착은 잉크젯 인쇄품질에 있어서 매우 중요하다. 이는 인쇄된 문자의 선명도에 밀접한 관계가 있으며 이를 평가하기 위해 인쇄된 문자의 면적, 둘레, 잉크농도를 측정하여 인쇄적성을 평가하는 데 활용하였다.

일반적으로 선명한 인쇄품질을 얻기 위해서는 잉크 색 농도는 높고, 번짐은 최소화하여 문자의 면적과 둘레는 작은 값을 나타내는 것이 적합하다고 할 수 있다. 산화전분 D, E의 경우는 문자의 둘레(perimeter of letter)값이 크기 때문에 위킹(wicking), 페더링(feathering)의 발생 가능성이 높은 것으로 분석된다. 또한 문자의 면적은 넓고 잉크색 농도는 낮은 결과를 나타내었다.

산화전분의 경우 잉크 색농도, 선명도(위킹, 페더링), 면적에서 산화전분 C가 가장 우수한 결과를 나타내었다(Figs. 3, 4). 산화전분의 지층 표면 및 내부의 분포형태, 침투깊이가 공극구조 형성에 가장 큰 원인이며, 잉크의 흡수특성에 영향을 미쳐 인쇄품질에 차이가 발생한 것으로 분석된다.

양성전분의 경우 전반적으로 산화전분에 비해 잉크젯 인쇄품질이 우수하였다. 구조적 측면에서 양성전분의 경우 도피된 전분이 지층 표면에 상당량이 분포하기 때문에 전분의 필름형성 및 밀집도가 높아 Z방향으로의 잉크침투가 억제되고 표면 평활성에 향상에 기여하는 것으로 보인다. 한편 화학적인 측면에서는 음이온성인 잉크가 양이온기를 포함한 양성전분과 높은 상호작용을 갖기 때문에 잉크의 고착이 빠르게 형성되는 것으로 생각된다.

3.3 뽀뽀이(Stiffness) 및 인장강도 (Tensile strength)

인장강도의 경우 종이의 중심축 부분(neutral axis)의 섬유간 결합력에 의해 크게 영향을 받는 것으로 보고되고 있다.⁴⁾ 이와 달리 뽀뽀이는 종이 표면부분의 섬유 결합 형태나 강도에 의해 주로 영향을 받는 것으로 보고되고 있다.⁵⁾

뽀뽀이(stiffness)의 경우 전반적으로 양성전분의 적용이 산화전분보다 우수한 결과를 나타내었다(Fig. 5). 이는 산화전분에 비해 원지 표면부에서의 전분 분포량이 높은 양성전분이 지층 표면의 결합강도 증가에 기여한 결과로 분석된다. 반면에 인장강도(tensile strength)의 경우, 지층내부로의 전분 침투량이 높은 산화전분이 양성전분에 비해 다소 우수한 결과를 나타내었다(Fig. 6).

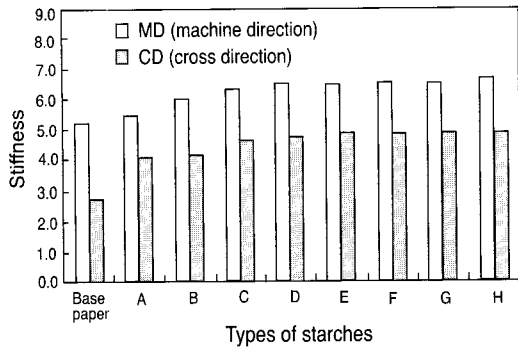


Fig. 5. Influence of starches on the stiffness of paper.

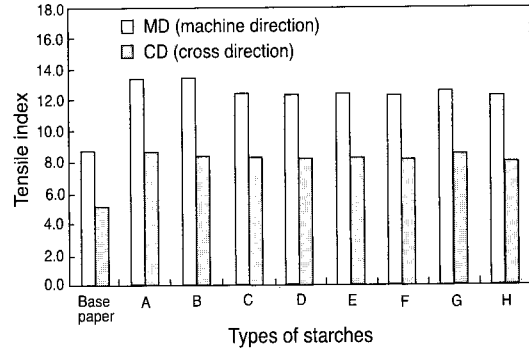


Fig. 6. Influence of starches on the tensile index of paper.

4. 결론

1. 사이징 처리시 산화전분의 점도는 원지의 내부 및 표면에서 이들의 필름 형성능력에 관계하며 원지의 투기도 및 사이즈도에 영향을 미치는 것으로 분석된다.
2. 산화전분의 경우 도피된 전분의 침투량이 다르기 때문에 지층 구조의 차이가 발생하였다. 그 결과 XY방향과 Z방향으로 잉크의 전이량과 인쇄품질에 차이를 나타내는 것으로 분석된다.
3. 양성전분은 그 치환도가 원지와와의 상호작용 및 전분의 분포에 상당한 영향을 미치는 것으로 보인다. 양성전분(G)의 경우 공극률 저하가 산화전분(C)에 비해 낮기 때문에 투기도, 불투명도, 백지광택 등에서 우수한 결과를 나타내었다.
4. 양성전분의 경우 지층 표면에 존재하는 전분의 밀집도가 높아 Z방향으로의 잉크침투(ink penetration)를 억제하는 것으로 생각되며 음이온성인 잉크와 양이온기를 포함한 양성전분과의 높은 상호작용으로 잉크의 확산(spreading)을 억제하는 것으로

로 생각된다. 그 결과 산화전분에 비해 우수한 인쇄적성을 나타내는 것으로 분석된다.

5. 양성전분의 치환도는 0.01~0.02 범위가 적합한 것으로 분석된다.

인용문헌

1. Rennes, S., and Eklund, D., "The influence of binder on the structure and water sorption of coated paper," Paper and Timber, (6):702 (1989).
2. Klass, C. P., "Surface sizing," Pulp and Paper Manufacture - Vol. 7 Paper Machine. Operation, Tappi Press, pp. 306-307.
3. Glass, J. E., Swift, E., and Kenneth, W. K., "Agricultural and Synthetic Polymer - Specialty Starches," American Chemical Society, pp. 278-287.
4. Daum U., and Benninga H., Tappi 53(9): (1970).
5. Gregory, E. K., and Ralph, M. T., Tappi 81(10):181 (1998).