표면 사이즈용 전분이 잉크젯 인쇄용지의 인쇄품질에 미치는 영향[3)]

백광현[1)*] · 차은지[1)] · 조용국[1)] · 정경모[1)] · 윤지영[2)] · 이용규[1)]

1) 강원대학교 산림과학대학 제지공학과
2) 대상(주) 중앙연구소 전분당 연구실

1. 서 론

최근 제지원료 사정이 악화되는 상황속에서 종이 제품의 다양화에 따른 고부가가치 제품을 개발하려는 현실적 측면에서 원지의 표면처리를 중요시하는 경향이 높아지고 있다. 특히 약품의 합리적인 사용과 인쇄용지의 고급화/고속화에 적합한 기능부여와 사이즈제의 합리적인 사용이라는 측면에서 내첨사이즈제를 감소시키고 표면사이징을 이용하는 경향이 증가하고 있다. 표면 사이징 처리는 종이의 표면적성을 변화시키고 인쇄적성을 향상시키기 위해 주로 사용되고 있다.

사이징을 목적으로 국내에서는 산화전분과 자가변성용 전분이 주로 사용되고 있다. 산화전분은 일반전분에 비해 호화안정성이 우수하고 종이내부로 침투되어 내부결합을 증가시키는 장점이 있으나 지필내부로 흡수가 많이 발생함에 따라 표면강도향상 효과가 적고 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 파지재활용시에도 많은 잇점이 있는 것으로 보고되고 있다.

본 논문에서는 전분을 이용한 표면사이징 처리한 종이가 종이물성 및 인쇄적성에 미치는 영향에 대한 평가의 일부로써, 또한 최근들어 잉크제트 프린터의 사용량이 늘고 있는 현 시장 추세와 이에 따른 연구의 필요성으로 전분을 이용한 표면사이징 처리가 잉크제트 인쇄품질에 미치는 영향에 대해 평가하였다.

3) 본 연구는 대상주식회사의 연구비에 의해 수행된 결과의 일부임

2. 재료 및 방법

2.1. 공시 재료

2.1.1 원 지

표면 사이징용 원지로는 공장에서 제조한 평량 103g/m^{2}의 중성원지를 사용하였다.

Table 1. Properties of Basepaper

Property	Basepaper
Grammage(g/m^2)	103
Thickness(mm)	1.4
Size degree(sec)	0.6
Opacity(%)	89.8
Brightness(%)	85.9
Air permeability(sec)	44.6

2.1.2 전 분

표면사이징 전분으로는 양성전분, 산화전분을 사용하였다. 본 연구에 사용된 표면사이징용 전분의 특성은 다음과 같다(Table 2).

Table 2. Characteristics of starch

Starch / Properties	Oxidized starch					Cationic starch		
	#1	#2	#3	#4	#5	#1	#2	#3
Viscosity(cPs)	7.2	9.6	12.5	20.8	35.2	9.6	12.0	15.0
양이온 치환도	-	-	-	-	-	0.009	0.017	0.028
pH	8.0	7.5	7.3	7.5	7.8	7.0	7.3	7.9

2.2 실험 방법

2.2.1 표면사이징

표면사이징을 위한 전분 호화시 전분 슬러리의 농도는 10%로 하였으며, 95℃에서 30분간 호화하였다. 호화가 끝난 전분호화액은 항온수조에서 온도 60℃를 유지하여 보

관하였다. 제조된 호화액은 사이즈 프레스를 이용하여 양면사이징 처리를 실시하였으며 양면드라이 픽업량은 4~5g/m^2(편면 2~2.5g/m^2) 되도록 하였다. 사이징 처리된 원지는 실린더 드라이어를 이용 130℃의 조건으로 건조하였다.

2.2.2 종이 물성 평가

사이징 처리된 원지는 항온 항습조건(24℃, 50%)에서 24hr 방치한 후 종이 물성을 측정하였다. Elepho3300을 이용하여 백색도, 불투명도를 측정하였고, Tappi method에 의거 투기도를 측정하였다.

2.2.3 잉크제트 인쇄적성 평가

인쇄적성 평가를 위해서 잉크제트 프린터(Epson stylus-II)를 사용하였고, 검은색 잉크를 사용하여 원지와 표면사이징 처리된 종이 표면에 임의의 화상("C")를 인쇄하였다. 얻어진 인쇄물은 화상분석기를 이용하여 문자의 면적(Area of letter)과 둘레(perimeter of letter)를 측정하였고 잉크 농도계를 이용하여 인쇄영역에서의 잉크농도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 산화전분이 인쇄품질에 미치는 영향

3.1.1 사이즈도 및 광학적 물성

사이징 처리시 산화전분의 점도는 전분 분자의 chain 길이와 관계가 있으며 다공성 구조를 지닌 원지의 내부로의 침투정도에 영향을 미쳐 이들의 필름 형성능력에 관계하는 것으로 분석된다. Fig. 1에 나타낸 바와 같이 사이징된 산화전분의 점도에 따라 원지의 투기도 및 사이즈도가 변화되는 결과를 나타내고 있다. 다시말해 전분의 점도에 따라 서로 다른 형태의 밀폐구조를 형성하여 액체의 침투를 제어하는 효과를 나타내는 것으로 분석된다.

원지의 사이즈도, 백색도, 불투명도를 고려할 경우 산화전분 4, 5의 경우가 적합한 것으로 생각할 수 있으나 인쇄용지의 경우 원지층의 투기도(공극률) 및 공극분포가 인쇄적성에 영향을 미치기 때문에 이에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다. 또한 산화전분 4, 5의 경우 점도가 높아 작업 효율 측면에서 검토가 요구된다.

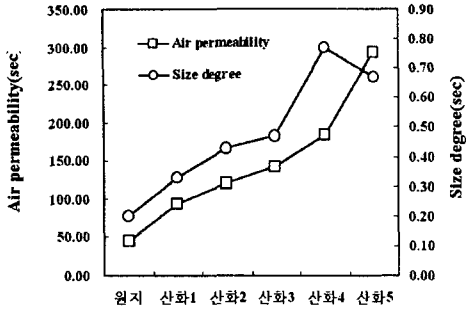

Fig. 1 Influence of starches on the size degree and the porosity of paper

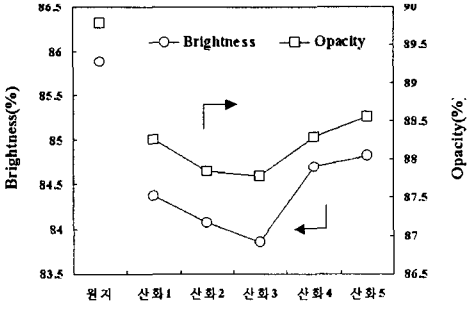

Fig. 2 Influence of starches on the optical properties of paper

3.1.2 잉크제트 인쇄적성

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

일반적으로 선명한 인쇄품질을 얻기 위해서는 잉크농도는 높고, 번짐이 최소화하여 문자의 면적과 둘레는 작은 값을 나타내는 것이 적합하다고 할 수 있다.

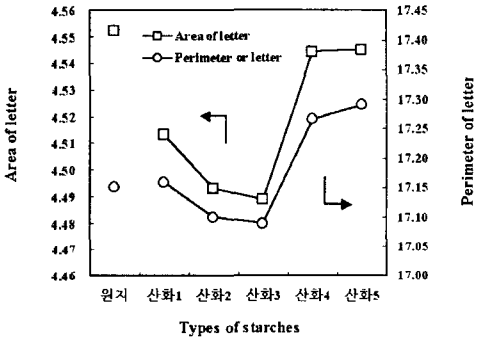

Fig. 3 Influence of starches on the ink letter area nad perimeter of paper(top side)

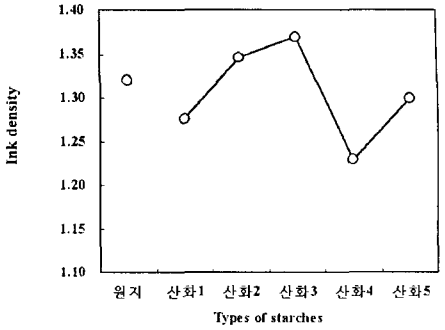

Fig. 4 Influence of starches on the ink density of paper(top side)

산화전분 4, 5의 경우는 문자의 둘레(perimeter of letter) 값이 높아 위킹(wicking), 페더링(feathering)의 발생가능성이 높은 것으로 분석되며, 잉크의 고착이 빠르게 형성되지 않기 때문에 상대적으로 문자의 면적은 넓고 잉크 농도는 낮은 결과를 나타내었다. 산화전분의 경우 잉크농도, 선명도(위킹, 페더링), 면적에서 산화전분 3이 가장 우수

한 결과를 나타내었다.

이와 같이 산화전분의 점도에 의한 잉크제트 인쇄품질에 차이가 발생하는 것은 픽업된 전분이 원지 내부로 침투된 정도가 다르기 때문에 구조적 측면에서 액체 침투특성에 대한 차이점이 발생한 결과로 판단된다. 그 결과 XY방향과 Z방향으로 잉크의 전이가 다르게 나타나기 때문인 것으로 분석된다.

3.2 양성전분이 인쇄품질에 미치는 영향

3.2.1 사이즈도 및 광학적 물성

3.1에서 우수한 물성을 나타내는 것으로 평가된 산화전분 1, 2, 3을 양성전분 평가를 위한 상호비교를 위해 이용하였다. 산화 전분의 경우 점도 변화에 의해 지층구조의 밀폐화(필름형성)와 사이즈도가 발현되는 것으로 해석할 수 있으나 양성화전분의 경우는 이와 다른 경향성을 나타내는 것으로 분석된다.

첫째, 양성전분 1, 2, 3을 비교할 경우 산화전분과 달리 양성전분의 양이온 치환도에 따라 사이즈도, 투기도, 백색도, 불투명도가 차이를 나타냄을 알 수 있다. 둘째, 양성전분 2의 경우 산화전분 3에 비해 투기도는 낮으나 사이즈도는 유사하고 백색도, 불투명는 우수한 결과를 나타내고 있다. 이상의 결과를 종합할 경우 다음과 같은 분석이 가능하다. 양성전분의 경우 자체 점도보다는 원지와의 상호작용에 의해서 사이즈도 및 광학적 물성에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한 지층내부로 전분 침투에 의한 공극률 저하는 적지만 사이즈도 및 투기도가 높은 값을 나타내는 것은 원지 표면층 가까운 부분에 밀집된 전분이 필름층을 형성한 결과로 분석된다(Fig. 5, 6).

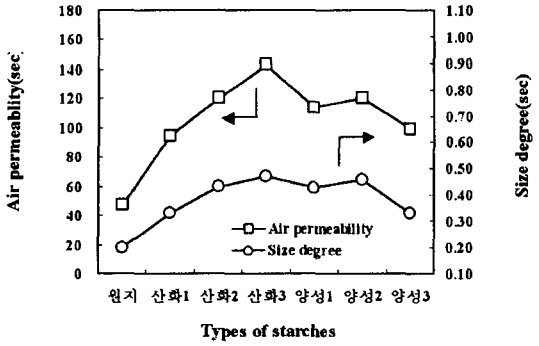

Fig. 5 Influence of starches on the porosity and size degree of paper

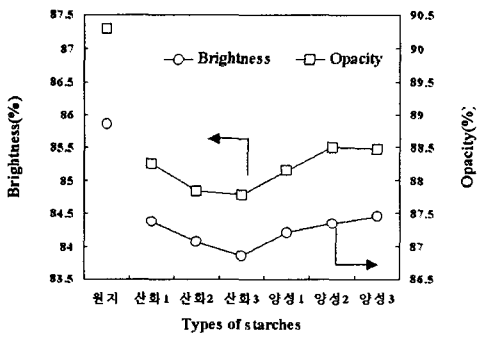

Fig. 6 Influence of starches on the optical properties of paper

3.2.2 잉크제트 인쇄적성

산화전분과 양성전분이 잉크제트 인쇄품질에 미치는 영향을 비교한 결과, 다음과 같은 차이점을 발견하였다. 산화전분에 비해 양성전분의 경우가 인쇄품질이 우수하였다. 물리적인 측면에서 양성전분의 경우 지층 표면에 존재하는 전분의 밀집도가 높아 Z방향으로의 잉크침투를 억제하는 것으로 생각되며 화학적인 측면에서는 음이온성인 잉크가 양이온기를 포함한 양성전분과 높은 상호작용을 갖는 것으로 생각된다. 그 결과 산화전분에 비해 우수한 인쇄적성을 나타내는 것으로 분석된다(Fig. 7, 8).

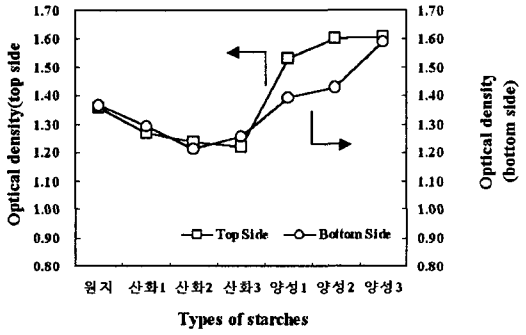

Fig. 7 Influence of the starch on the optical density of paper

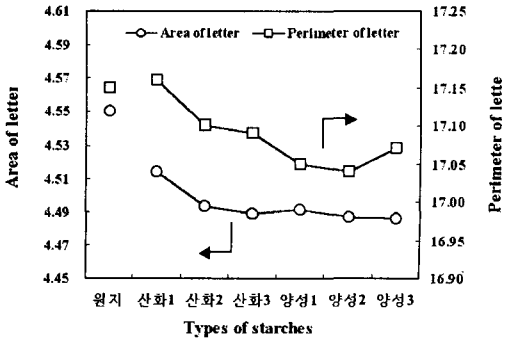

Fig. 8 Influence of starches on the ink letter area and perimeter of paper(topside)

4. 결 론

1) 사이징 처리시 산화전분의 점도는 원지의 내부 및 표면에서 이들의 필름 형성능력에 관계하며 원지의 투기도 및 사이즈도에 영향을 미치는 것으로 분석된다.

2) 산화전분의 경우 픽업된 전분이 원지 내부로 침투된 량이 다르기 때문에 구조적 측면에서 액체 침투특성에 차이점이 발생한 것으로 판단된다. 그 결과 XY방향과 Z방향으로 잉크의 전이가 다르게 나타나 인쇄품질에 차이가 발생한 것으로 분석된다.

3) 점도가 다른 5가지의 산화전분을 비교한 결과 산화전분 3(농도 10%, 15cPs)의 경우가 사이즈도가 가장 우수하였다.

4) 양성전분의 경우는 치환도에 따라 전분에 존재하는 양이온기와 원지와의 상호작용이 사이즈도 발현의 주원인으로 생각된다. 원지층 내부로 전분 침투에 의한 공극률 저하가 적어 투기도, 불투명도, 백지광택 등이 산화전분에 비해 우수한 결과를 나타내었다.

5) 양성전분의 경우 지층 표면에 존재하는 전분의 밀집도가 높아 Z방향으로의 잉크침투를 억제하는 것으로 생각되며 화학적인 측면에서는 음이온성인 잉크가 양이온기를 포함한 양성전분과 높은 상호작용을 갖는 것으로 생각된다. 그 결과 산화전분에 비해 우수한 인쇄적성을 나타내는 것으로 분석된다.

6) 양성전분의 치환도는 0.01~0.02범위가 적합한 것으로 분석된다.

5. 참고문헌

1) RENNES, S., and EKLUND, D., "The influence of binder on the structure and water sorption of coated paper", Paper and Timber 6/1989 p.702-703
2) KLASS, C. P., "SURFACE SIZING", Pulp and Paper Manufacture-Vol. 7 Paper Machine Operation, Tappi Press, p.306-307
3) GLASS, J. E., SWIFT, E., and Kenneth, W. K., "Agricultural and Synthetic Polymer-Specialty Starches", American Chemical Society, p 278-287
4) Gregory, E. K., and Ralph, M. T., Tappi 81(10):181(1998)
5) U. DAUM and H. BENNINGA., Tappi 53(9):(1970)