

양성고분자를 이용한 표면사이징을 통한 도공지의 물성 개선

전대구 · 이학래[†]

(2003년 3월 7일 접수; 2003년 6월 20일 채택)

Improvement of Coated Paper Properties by Surface Sizing with Cationic Polymers

Daegu Jeon and Hak Lae Lee[†]

(Received on March 7, 2003; Accepted on June 20, 2003)

ABSTRACT

It is essential to use base papers having proper surface characteristics in coating operation for improving coated paper quality and coater runnability. To fulfill these purposes surface sizing of coating base stock with anionic oxidized starch is commonly practiced. It is suggested that use of cationic starch for surface sizing rather than conventional oxidized starch will improve coated paper quality since cationic starch penetrates less into paper structure because of its strong electrostatic interaction with anionically charged paper surface. Strong interaction of cationic surface sizing starch with anionic coating color is expected to promote rapid immobilization of the coating color and improve coating holdout and optical property.

The immediate objective of this study was to examine the influence of surface sizing starches on the properties of coated papers. Structural characteristics of the coatings formed on the substrate surface sized with cationic and anionic starches were examined. To enhance the efficiency of cationic surface sizing starch on coated paper properties, strongly charged cationic polymers were added to the surface sizing starch and its effect on coated paper properties was evaluated.

Results showed that opacity and light scattering coefficient of coated paper were higher when base paper surface sized with cationic starch was used. Addition of less than 1% of cationic poly-DADMAC to the cationic surface sizing starch improved the opacity of coated paper significantly.

Keywords : cationic starch, surface sizing, coating, immobilization, cationic polymer

1. 서론

도공지의 제조에 있어서 최종 도공지의 품질은 도공

원지 특성에 따라 크게 좌우된다는 것은 잘 알려진 사실이다. 특히 원지의 표면 및 흡수 특성에 의해 원지로 의 도공액의 수분침투와 부동화 정도가 크게 달라지기

· 서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과(Department of Forest Products College of Agriculture and Life Sciences Seoul National University, Seoul 151-742, Rep. Korea)

[†]주저자 (Corresponding author): E-Mail: lhakl@plaza.snu.ac.kr

때문에 적절한 표면 및 흡수 특성을 지닌 원지를 사용하는 것은 최종 도공지의 품질향상과 조업성 향상에 매우 중요하다. 종이의 표면 및 흡수특성은 각종 표면 사이즈제를 이용하면 효과적으로 변화시킬 수 있으며, 표면 사이즈제 가운데 표면 잔류성이 큰 경우 도공액의 홀드아웃을 증가시킴으로써 광택도, 표면 커버리지 등을 향상시킨다고 보고된 바 있다.¹⁾

도공 작업성과 고품질 도공지 생산에 중요한 영향을 미치는 도공원지의 표면 및 흡수성을 조절하기 위해 지금까지는 산화전분을 이용한 표면사이징 기술이 널리 이용되어 왔다. 산화전분은 취급이 용이하고 우수한 호화 안정성을 지니고 있을 뿐 아니라 내부결합강도를 증대시키는 등의 장점이 있지만 전분액이 지필내로 깊게 침투하므로 불투명도 감소가 크고 지질 발생 위험이 높은 단점을 지니고 있다. 산화전분의 이러한 단점은 특히 저평량·저도공량을 갖는 도공지의 제조에는 불리하다.

이러한 단점을 극복하기 위해 양성전분을 이용하여 표면 사이징하는 기술이 관심을 모으고 있다. 양성전분을 이용하여 표면사이징을 할 경우 원지로의 전분의 침투가 억제되고 표면 잔류성이 높기 때문에 비도공 백상지의 불투명도 등 광학적 성질은 물론 인쇄적성도 향상시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다.²⁾ 하지만 이러한 양성전분도 활용 조건에 따라서 그 효과가 달라지므로 효율의 극대화를 위한 방안을 모색하는 것이 매우 중요하다. 일례로 양성전분을 이용하여 short dwell 블레이드, 필름사이즈 프레스 등 몇 가지 다른 표면사이징 방식으로 원지에 표면사이징 했을 때 나타나는 물성차이를 비교하면 같은 양성전분이라도 blade 방식이 film size press보다는 전분의 원지로의 침투가 적고 표면 잔류성이 높아서 스티프니스, 킥 저항성, 불투명도 등에서 우수한 특징을 보인다.³⁾

양성전분을 이용한 표면 사이징은 원지 특성 개선 뿐 아니라 습부의 조업성 개선에도 큰 영향을 미친다. 양성고분자를 첨가하여 표면사이징 된 원지를 재활용했을 때 충전제 보류율 향상 및 COD 부하를 줄이는 효율이 있는 것으로 밝혀지고 있으며^{2,4)}, 섬유에 대한

친화성이 우수한 양성전분으로 표면사이징 할 경우 방류수의 COD 등의 부하를 줄이며 지료 손실을 줄임으로서 섬유와 충전제의 절감효과를 얻을 수 있을 뿐 아니라, 첨가제의 효율 향상에 의한 원감절감 효과도 얻을 수 있다고 보고되고 있다.⁵⁾

기존의 양성전분을 이용한 표면사이징과 도공기술에 관한 연구는 이를 각각 표면사이징용 혹은 바인더로 사용한 경우에 나타나는 효과를 연구한 것이었으며⁶⁾ 이들 두 공정의 효과를 함께 검토한 경우는 극히 최근이다.²⁾

양성전분으로 표면사이징된 원지를 사용하여 도공지를 제조할 경우 원지표면에 잔류하는 전분의 양이온적 성질과 도공안료와 바인더의 음이온적 성질에 의해서 발현되는 정전기적 상호작용에 의해서 도공액의 부동화가 촉진되고 보다 벌키한 도공층 구조를 형성할 수 있을 것으로 기대된다^{6,7)}. 이러한 효과는 도공량이 낮을수록 더욱 크게 나타날 것으로 믿어진다. 특히 평량이 낮은 경우에는 지질 발생위험이 크며 불투명도가 더욱 중요하기 때문에 양성전분으로 표면사이징된 원지를 활용한다면 좋은 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구에서는 양성전분으로 표면사이징된 종이를 도공용 원지로 사용할 경우의 이점을 살펴보기 위해서 표면사이징 처리에 따른 도공지의 물성과 도공층의 특성을 평가하였다. 또 도공액의 부동화를 더욱 촉진시키기 위한 방안으로 양이온 폴리머를 첨가하여 표면사이징을 하는 방법을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

본 실험을 위해 표면사이징 되지 않은 저평량 백상 원지와 일반 도공용 원지를 사용하였다. 사용된 원지 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Properties of base papers

	Grammage (g/m ²)	Thickness (μ m)	Opacity (%)	Gloss (%)	Brightness (%)
Low weight base paper	56	75	78.3	7.4	77.4
Medium weight base paper	83	112	86.3	9.3	74.5

Table 2. Properties of surface sizing starches

Starches Properties	Cationic starches		Oxidized starch
	CS-0.014	CS-0.028	OS
Viscosity (cPs at 10%, 50°C)	16.0	17.0	9.0
DS	0.014	0.028	—
pH	6.9	8.0	5.9

표면사이징용 전분은 (주)삼양제맥스의 산화전분과 양성전분을 사용하였다. 양성전분의 경우 치환도가 0.014인 것과 0.028인 것 두 가지를 사용하였다. 각 전분의 특성은 Table 2에 나타내었다. Brookfield 저전단 점도는 No. 1 스피ndl을 이용하여 전분 호화액의 농도 10%, 온도 50°C, 60 rpm의 조건에서 측정하였다.

도공안료로는 2급 클레이인 ECCA사의 Astracote 90과 delaminated 클레이인 Engelhard사의 Nuclay를 7:3의 비율로 혼합하여 사용하였다. 바인더로는 S/B 라텍스계통인 LG화학의 고행분 50%의 Lutex 701과 Avebe사의 에스테르화 전분인 Nylgum A-55를 각각 10 pph와 5 pph 사용하였다. pH를 조절을 위해 NaOH를 사용하였다.

양성고분자 첨가 실험을 위한 양성고분자는 poly-DADMAC과 epi-DMA 두 가지를 선택하였으며 그 특성은 Table 3과 같다. 양성고분자의 Brookfield 점도는 농도 0.5%, 21°C, 60 rpm인 조건에서 측정하였다. 전하밀도는 Mutek사 입자전하 측정기인 PCD 03-pH를 이용하여 농도 0.01%에서 pH를 8.0으로 조절한 뒤 측정하였다.

Table 3. Properties of cationic polymers

	Viscosity (cPs, 0.5%, 21°C)	Charge density (meq/L)
Poly-DADMAC	4.5	6.643
Epi-DMA	6.5	7.465

2.2 실험 방법

표면사이징을 위해서 먼저 전분을 호화하였다. 전분의 호화는 농도 10%인 전분 슬러리를 95°C에서 30분간 실시하였다. 호화가 끝난 전분 호화액은 50°C의 항온수조에서 보관하였다. 준비된 전분 호화액을 Tester Sangyo사의 Film Coater PI-1210과 rod를 이용하여 원지에 한 면을 표면사이징 하고 건조하였

다. 건조 시에는 열풍건조 10초 후 실린더 건조를 실시하였으며, 실린더 건조 시에는 표면 사이징된 면이 실린더에 접하도록 하였다. 건조를 마친 후 같은 방법으로 이면을 표면 사이징 하였다. 전분의 픽업량은 양면 약 3.6 g/m²이 되도록 하였다. 표면 사이징된 종이를 TAPPI T402 om-93에 의거하여 24시간 항온·항습 처리 한 후 소프트립 캘린더를 이용하여 양면을 각각 1회씩 캘린더링 하였다. 이때 heating roll의 온도는 60°C, 선압은 80 kgf/cm로 조정하였다.

도공액을 제조하기 위해 2급 클레이와 delaminated 클레이를 7:3으로 혼합한 후 분산기를 이용하여 2000 rpm에서 20분간 분산시키고, 전분 바인더 5 pph와 latex 10 pph를 첨가하였다. 이후 도공액의 최종 고행분은 50%, pH는 8.0으로 조절하였다. 이렇게 준비된 최종 도공액의 Brookfield 저전단 점도는 550 cPs 이었다. Hercules 점도계에 E-bob을 장착하고 4400 rpm에서 측정된 고전단 점도는 12.5 cPs 이었다.

표면사이징 된 도공원지를 23°C, RH 50%에서 항온·항습 처리한 후 film coater와 실험실용 blade를 이용하여 평량 56 g/m²의 저평량 원지의 경우에는 양면 도공량이 약 10.0 g/m², 평량 83 g/m²의 일반 도공용 원지의 경우에는 양면 도공량이 약 23.0 g/m²이 되도록 한 면씩 도공 한 후, 열풍건조기로 105°C에서 1분간 건조시켰다. 이 후 소프트립 캘린더를 이용하여 캘린더링 하였다. 이 때 캘린더 조건은 heating roll의 표면온도 80°C, 선압 80 kgf/cm 조건을 적용하였으며, 양면이 1회씩 금속롤에 접하도록 2회 캘린더링 하였다.

도공층만의 공극률을 측정하기 위해서 플라스틱 필름 위에 표면사이징 및 도공을 실시하였다. Film coater와 rod를 이용하여 전분의 픽업량 1.9 g/m², 도공량 16.0 g/m²이 되도록 표면사이징 및 도공을 실시하였으며 도공 후 24시간 동안 항온·항습 조건에서 자연건조시켰다. 이렇게 제조된 도공층에 silicone oil(Dow Corning 200)을 도공층 표면 위에 과량으로 도포하고 5분간 방치한 다음, 과량의 기름은 닦아서 제거한 후 실리콘 오일의 밀도와 전후의 무게차이를 이용하여 도공층의 공극률을 계산하였다.

$$\text{Porosity}(\%) = \frac{V_p}{V_c + V_p}$$

$$V_p = \frac{W_i}{\rho}$$

- V_p : 공극의 부피
 V_c : 도공층의 부피
 W_i : 흡수된 기름의 질량
 ρ : 기름의 밀도

도공지의 인쇄적성 평가를 위해 ink set, ink set-off, 2도 trap 및 RI picking test를 측정항목으로 선정하였다. 인쇄적성 평가를 위해서는 준비된 도공지를 CD 방향으로 1.5×12 cm 크기로 절단하여 대지에 붙여 준비하였다. Ink set과 ink set-off 실험 시 먼저 RI 인쇄기를 통해 흑색 잉크 0.5 cc를 잉크 피펫을 이용하여 고무롤 위에 전이하여 3분간 분산시키고 cotton roll을 이용하여 습수를 도공지에 먼저 접촉시킨 후 잉크를 전이시켰다. 이후 항온·항습조건에서 24시간 방치하여 건조시킨 후 Macbeth사의 RD918 Densitometer를 사용하여 잉크 반사율을 측정하였다. Trap의 경우 황색과 청색 잉크를 각각 0.5 cc와

0.3 cc를 고무롤을 통해 전이시켜 2도 인쇄 후 건조하여 오점법을 통해 판단하였으며, picking test의 경우 wet picking만을 측정하였고, 이때 적색의 TV 16의 잉크를 사용하여 5점법으로 판단하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 표면사이징 전분에 따른 도공지의 물성변화

산화전분과 치환도가 다른 두 가지 양성전분을 이용하여 전분의 픽업량이 양면 3.6 g/m^2 이 되도록 표면 사이징을 한 저평량 원지상에 양면 도공량이 10.0 g/m^2 이 되도록 도공하여 제조된 도공지의 불투명도, 광택도, 백색도를 측정하였다(Fig. 2-4).

불투명도의 경우는 도공 전·후에서 모두 양성전분으로 표면사이징 된 경우가 산화전분으로 표면 사이징 한 경우에 비해서 높은 값을 보였다. 표면사이징 시 섬유에의 정착능력이 좋은 양성전분이 원지로의 사이징액 침투가 적어 산화전분에 비해 우수한 불투명도를 나타낸다는 것은 Lee 등²⁾에 의해 이미 연구된 바 있다. 도공 후에도 산화전분으로 표면 사이징된 원지를 이용하여 제조된 도공지보다는 양성전분으로 표면 사이징된 원지로 제조된 도공지가 높은 불투명도를 나타내었으나 그 차이는 그리 크지 않았다. 하지만, 통계분석 결과 양성전분과 산화전분에 의한 도공지의 불투명도 측정치는 95% 수준에서 유의성이 있었다. 그러나 양성전분의 치환도에 따른 불투명도는 상호 유의성이 없게 나타났다. 이런 결과들을 통해 표면 잔류성이 우수한 양성전분이 산화전분에 비해 불투명도 상승에 유리하지만 표면 사이징 후 필름상으로 존재하는 양성전분이 짧은 도공 과정 시 도공액과의 정전기적 인력을 발휘할 수 있는 능력이 그리 크지 않은 것으로 판단되었다. 따라서 도공지의 불투명도를 향상시키는데 필요한 도공 원지와 도공액의 정전기적 상호작용을 유발시키기 위해서는 다른 접근 방법이 필요하다고 판단되었다.

광택도의 경우는 표면사이징 후에는 원지표면에 피막형성 능력이 좋은 양성전분이 높았으나 도공 후에는 오히려 산화전분으로 표면 사이징된 원지를 사용한 도공지의 광택도가 더 높은 값을 나타내었다. 백색도의 경우 양성전분으로 표면사이징된 원지를 이용하여 제조된 도공지가 조금 높은 값을 나타내었고 그 경향은 불투명도와 매우 유사하였는데 이는 백색도가 표면 커

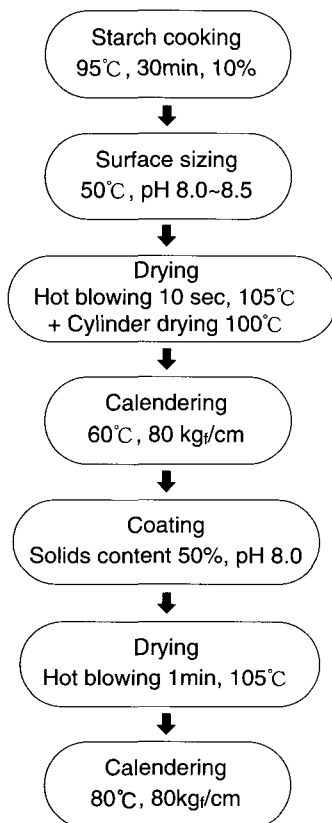


Fig. 1. Flow chart for the surface sizing and coating experiment.

버리거나 불투명도와 밀접한 관계가 있음을 시사한다.

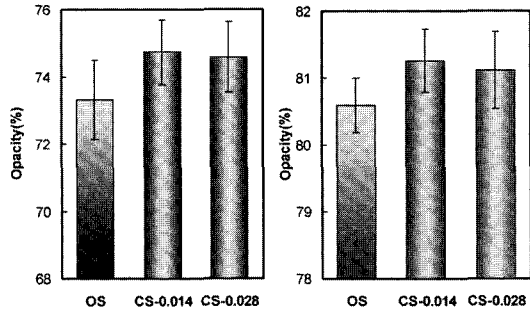


Fig. 2. Effect of surface sizing starches on the opacity before coating(left) and after coating(right). Starch pick-up; 3.6 g/m², coat weight ; 10.0 g/m²

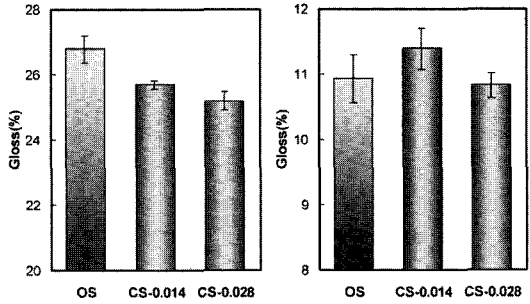


Fig. 3. Effect of surface sizing starches on the gloss before coating (left), and after coating (right). Starch pick-up; 3.6 g/m², coat weight; 10.0 g/m².

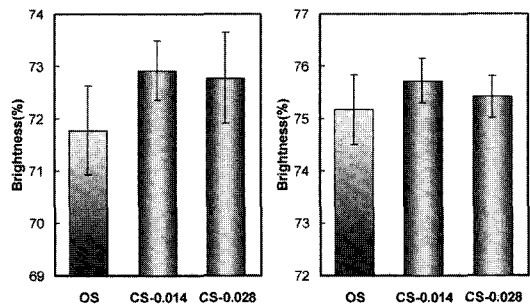


Fig. 4. Effect of surface sizing starches on the brightness before coating (left), and after coating (right). Starch pick-up; 3.6 g/m², coat weight; 10.0 g/m².

3.2 양성고분자 첨가에 의한 도공층의 구조변화

3.2.1 비흡수성 표면상에 형성된 도공층의 특성평가

전건 전분 대비 1~5% 사이에서 poly-DADMAC을 첨가하여 플라스틱 필름 위에 표면 사이징 및 도공을 하고, 이렇게 제조된 도공층의 공극률을 실리콘 오일을 침투시켜 측정하였다. 그 결과 Fig. 5에서 볼 수 있듯이 양성전분으로 표면 사이징된 경우가 산화전분에 비해 도공층의 공극률이 3% 가량 높게 나타나 양성전분으로 표면 사이징된 원지를 사용하여 도공지를 제조할 때 보다 별키한 도공층을 형성할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 기존의 바인더용 전분, 소수화된 변성전분, 양성 전분을 각각 바인더로 사용하여 도공하였을 때 양성전분을 이용한 경우가 도공층의 공극률이 높고 수축률이 낮으며 낮은 농도에서 FCC에 도달한다는 사실은 Jänström 등⁶⁾에 의해서도 밝혀진 바 있다.

더욱이 poly-DADMAC을 첨가할 경우 도공안료와의 정전기적 상호 반응성이 증대되어 도공층의 공극부피를 더욱 효율적으로 상승시킴으로써 산화전분에 비해 최대 5% 이상 높은 공극률을 얻을 수 있었다. 이는 양성고분자 첨가에 의해 도공원지 표면과 도공액의 정전기적 상호작용을 증대시킴으로써 도공층을 보다 별키한 구조로 변화시킬 수 있음을 명백히 보여주는 것이다.

플라스틱 필름 위에 표면사이징 및 도공한 도공층의 불투명도 및 광산란 계수를 측정하였다. 이때 전분의

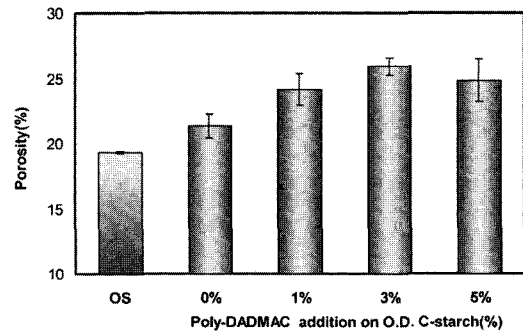


Fig. 5. Improvement of coating porosity with the addition of poly-DADMAC to surface sizing starch. Starch pick-up; 1.9 g/m², coat weight; 16.0 g/m².

픽업량은 2.1 g/m^2 , 도공량은 30 g/m^2 이었다. 광산란계수는 도공된 플라스틱 필름 16장을 이용하여 R_{∞} 값을 측정하여 구하였다. 또 플라스틱 필름의 광산란계수를 측정하여 다음과 같은 식에서 도공층만의 광산란계수를 구하였다. 이때 전분층의 경우 도공층과 한 층으로 계산하였다.

$$St \times Wt = Sc \times Wc + Sp \times Wp$$

St : 도공층과 플라스틱 필름의 광산란계수

Sc : 도공층의 광산란계수

Sp : 플라스틱 필름의 광산란계수

Wt : 도공층과 플라스틱 필름의 평량

Wc : 도공층의 평량

Wp : 플라스틱 필름의 평량

TAPPI opacity와 printing opacity 모두 양성고분자 첨가에 의한 불투명도 향상효과가 뚜렷하게 나타났으며, 공극률 측정 시 보였던 경향과 매우 유사하였다. 즉, 일정량 이상의 양성고분자를 첨가할 경우 과도한 응집과 플록 형성이 육안으로 관찰되었고 이런 현상으로 말미암아 오히려 불투명도가 조금 감소하는 특성을 보였다.

광산란계수 측정 결과 역시 공극률과 불투명도 측정 결과와 같은 경향을 나타내었다. 양성고분자의 첨가로 최대 30%에 가까운 광산란계수 증가효과를 얻을 수 있었는데, 이 때 불투명도도 큰 폭으로 상승하는 경향을 보였다. 이는 코팅 안료의 굴절률이나 도공층의 산란능(scattering power)이 증대할 경우 불투명도 역시 상승한다는 기존의 연구결과와 일치한다^{8,9)}. 위의 실험을 통해 양성고분자 첨가에 의한 도공층의 불투명도 향상은 도공층의 향상된 산란능과 밀접한 관계가 있으며 양성고분자를 첨가하여 표면사이징을 하는 경우 도공층의 공극률 증가로 인해서 도공층이 보다 벌키해짐으로써 광학적 성질 발현에 보다 유리함을 알 수 있다.

3.2.2 원지상에 형성된 도공층의 특성평가

플라스틱 필름 표면 위에 도공한 도공층을 이용하여 양성고분자 첨가에 의해 도공층의 광학적 물성을 보다 효율적으로 향상시킬 수 있음을 확인한 후 이를 근거로 하여 실제 원지 위에 양성고분자를 첨가하고 표면사이징하여 제조된 도공지의 광학적 물성 개선여부를 평가하였다. 그 결과 플라스틱 필름 위에 도공할 때와 마찬가지로 양성 고분자를 전분 대비 1~5%로 첨가하

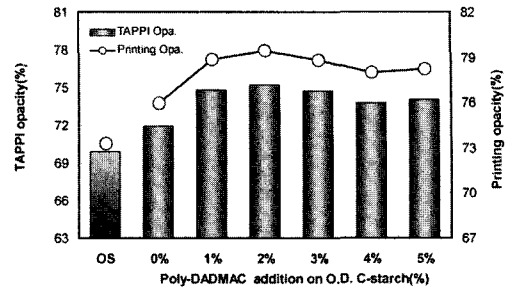


Fig. 6. Improvement of opacity of the coated plastic films as a function of the addition rate of Starch pick-up; 2.1 g/m^2 , coat weight; 30.0 g/m^2 .

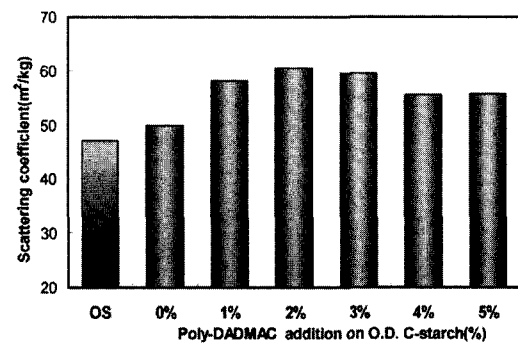


Fig. 7. Improvement of light scattering coefficient of the coated plastic films as a function of the addition rate of poly-DADMAC to the surface sizing starch. Starch pick-up; 2.1 g/m^2 , coat weight; 30.0 g/m^2 .

였을 때 불투명도가 상승되는 경향을 보였다. 그러나 플라스틱 필름에 도공된 경우보다는 그 증가폭이 크지 않았고 2~3%를 기점으로 불투명도가 다시 감소하는 경향도 나타나지 않았으며, 1% 이상 첨가 시에는 향상효과가 미미하게 나타났다. ANOVA 분석 결과 양성전분과 1% poly-DADMAC을 첨가한 경우의 불투명도는 95% 유의 수준에서 유의성이 있는 것으로 나타났다. 그러나 양성고분자를 1~5% 수준으로 첨가한 경우에는 유의성이 없게 나타났다.

양성 전분에 poly-DADMAC을 1% 이상 첨가할 경우 그 효과가 크지 않다고 판단되어 보다 효율적이며 실제적인 수준으로 양성고분자의 투입량을 변화시키고 또, 전하밀도가 좀 더 높은 가지상의 epi-DMA에 의한 영향도 함께 평가하였다. 그 결과 Fig. 8에서 보는 것과 같이 1% 이하의 소량 첨가에서도 양성고분자에 의한 불투명도의 상승효과가 관찰되었다. 이 결과

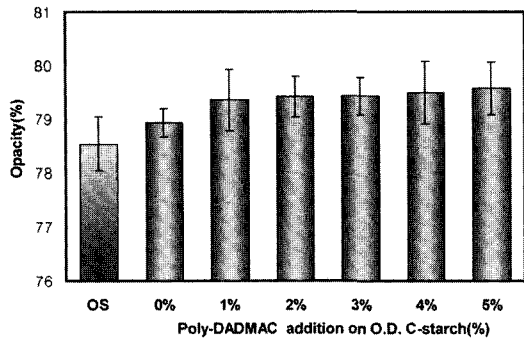


Fig. 8. Improvement of opacity as a function of the addition rate of poly-DADMAC to the surface sizing starch.
Starch pick-up; 3.6 g/m², coat weight; 10.1 g/m².

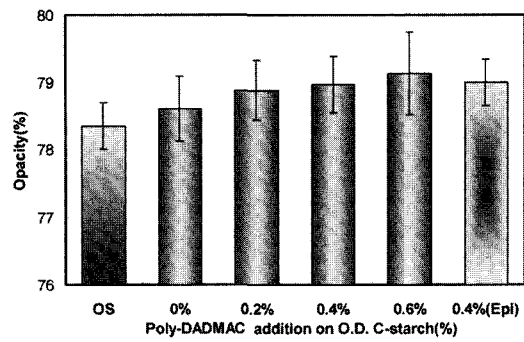


Fig. 9. Improvement of opacity as a function of the addition rate of cationic polymers to the surface sizing starch.
Starch pick-up; 3.7 g/m², coat weight; 10.0 g/m².

를 토대로 1% 첨가 수준까지는 직선적인 불투명도 상승효과가 있는 것으로 판단되었다. 그러나 통계분석 결과, 양성전분에 대해서 양성 고분자를 0.6% 이상 첨가한 경우에만 95% 수준에서 유의성을 나타내었다. 또한 전하밀도가 더 큰 양성고분자인 epi-DMA가 같은 첨가량에서 더 좋은 효과를 보이지는 않았는데 이는 양성고분자의 전하밀도 이외에 분자구조에 의해서도 도공 안료 및 바인더와의 상호 작용성이 달라질 수 있는 것을 시사한다.

3.2.3 인쇄적성

표면사이징용 전분 종류에 따른 도공지의 인쇄적성의 차이를 살펴보기 위해 ink set, ink set-off, 2도 trap 및 습윤 픽킹 저항성을 측정하였다. Ink set 실험의 경우 습수가 묻은 상태에서의 흑색잉크의 착육성 및 표면 잉크 잔류 정도를 보는 것으로 높은 수치를 나타내는 것이 단색 인쇄 시 보다 선명한 인쇄에 유리하다. Ink set-off는 전이된 잉크의 부동화(immobi-

lization) 및 흡수 정도를 간접적으로 측정하는 것으로, 잉크가 빨리 흡수·건조될수록 뒷분음을 줄일 수 있어 인쇄공정상에서의 runnability에 유리하다. 또한 trap이란 다색 인쇄 시 색의 번짐과 최종 목표하는 색의 선명성을 평가하는 것으로 잉크의 종류, 종이의 표면에너지, 표면 공극 등 잉크와 종이의 여러 가지 요인들에 의해 결정된다.

Ink set과 Ink set-off 그리고 trap 결과가 서로 연관성 있는 결과를 보였다(Table 4~5). 3가지 측정 항목 모두 산화전분과 양성전분에 poly-DADMAC을 첨가하여 표면 사이징하여 제조된 도공지가 일반 양성전분으로 표면 사이징된 원지를 사용하여 제조된 도공지보다 우수한 인쇄적성을 보였다. 양성고분자를 첨가하여 표면사이징을 하는 경우가 양성전분만을 사용하여 표면사이징된 원지로 제조된 도공지보다 표면이 보다 개방된 구조를 가지고 있어, 잉크 수리성이 우수한 도공지 표면을 갖는다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 양성전분을 바인더로 사용하여 도공한 경우 도공층의 공극률이 향상되었을 뿐 아니라 잉크 흡수성 등의 품

Table 4. Ink set and ink set-off of coated papers with different surface sizing starches

Surface sizing starch	test items	Ink-set	Ink-set off		
			Initial	After 15 sec.	After 30 sec.
OS		1.57	0.28	0.21	0.17
CS I (D.S. 0.014)		1.52	0.34	0.27	0.26
CS II (D.S. 0.028)		1.49	0.34	0.30	0.28
CS I + 1% poly-DADMAC		1.59	0.22	0.19	0.16

Table 5. Trap and wet picking resistance of coated papers with different surface sizing starches

	OS	CS I (D.S. 0.014)	CS II (D.S. 0.028)	CS I+ 1% poly-DADMAC
Trap	5	3	3	5
Wet picking resistance	2	5	4	4

질과 도공 작업성이 개선되었다고 보고한 Raven과 Strittmatter³⁾의 결과와 일치한다.

Trap과 픽킹에 대한 저항성은 5점법으로 평가하여 Table 5에 나타내었다. Table 5의 결과에서와 같이 전반적으로 산화전분으로 표면 사이징된 것보다 양성전분 및 양성고분자를 첨가하여 표면 사이징된 원지를 사용한 도공지가 우수한 wet picking 저항성을 보였다. 이는 산화전분에 비해 양성전분으로 표면사이징된 도공지의 경우 바인더 마이그레이션이 감소되었기 때문으로 판단된다.

4. 결론

본 논문에서는 양성전분 및 양성고분자를 첨가하여 표면사이징된 원지를 사용할 경우 원지표면에 잔류하는 전분의 양이온적 성질과 도공안료와 바인더의 음이온적 성질에 의해서 발현되는 정전기적 상호작용에 의해서 도공액의 부동화가 촉진되고 보다 벌키한 도공층 구조를 형성할 수 있을 것으로 기대하고, 이를 확인하고 최적화하기 위해서 양성전분과 양성고분자 물질을 이용하여 표면 사이징한 원지를 이용하여 제조된 도공지의 도공층 구조 변화를 연구하였다.

그 결과 양성전분으로 표면사이징된 원지를 사용할 경우 도공층의 공극률이 증가되고 보다 벌키해지기 때문에 광학적 성질, 특히 불투명도 상승에 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 양성고분자를 소량 첨가하여 표면사이징 할 경우 1% 첨가량까지 거의 직선적인 불투명도 상승 효과가 있었고, 도공량이 낮은 경우 그 효과가 더욱 두드러지게 나타났다. 도공량이 높은 경우에 있어서 불투명도 증가 효과는 감소하나 광택도를 향상시킬 수 있어 고품질의 도공지 제조에 유리할 것으로 기대한다. 도공원지를 양성고분자로 표면사이징

할 경우 도공지의 물성 개선, 특히 광학적 물성 개선 능력이 크며 빠른 부동화 능력과 원지로의 수분 침투 억제 능력은 특히 저평량 및 저도공량을 갖는 도공지 제조에 유리할 것으로 판단되었다.

감사의 글

이 연구를 수행함에 있어 2003년도 BK-21사업의 지원이 있었음.

인용문헌

1. Adams, A. A., Effect of size press treatment on coating holdout, *Tappi J.*, 66(5) : 87~91(1983).
2. Hak Lae Lee, Jae Young Shin, Chang-Heon Koh, Hoon Ryu, Dong-Ju Lee, and Changman Sohn, Surface sizing with cationic starch: its effect on paper quality and the papermaking process, *TAPPI Journal*, 1(1): 34~40 (2002). p. 87, January (2002).
3. Techomaa, J. and Palokangas, E., A Comparison of different high speed surface sizing techniques for fine papers, *Tappi J.*, 75(8) : 79~84(1992).
4. Hamerstrand, G. E., Heath, H. D., Phillips, B. S., Rankin, J. C., and Schulte, M. I., Cationic surface sizes, *Tappi J.*, 62(7) : 35~38(1979).
5. Glittenberg, D. and Becker, A., Cationic starches for surface sizing, *Paperi Ja Puu - Paper & Timber*, 79(4) : 240~243(1997).
6. Järnström, L., Lason, L. and Rigdahl, M., Modified starches in coating colours, *Nor. Pulp & Paper Res. J.*, 10(3) : 183~189(1995).
7. Raven, A. and Strittmatter, G., Cationic coating colors - a new coating system, *Tappi J.*, 71(12) : 141-148(1988).
8. Lee, H. L., A Controlling factor in light scattering coefficient of the coating layer, *Journal of Korea Tappi*, 26(2) : 36~43(1994).
9. Borch, J. and Lepoutre, P., Light reflection of spherical pigments in paper coatings, *Tappi J.*, 61(2) : 45~48(1978).