

표면사이징용 전분의 점도 특성이 라이너지의 표면사이징 효과에 미치는 영향

정영빈 · 이학래[†] · 윤혜정 · 정광호 · 류훈¹

접수일(2012년 8월 28일), 수정일(2012년 10월 16일), 채택일(2012년 10월 19일)

Influence of the Viscosity of Surface Sizing Starch Solutions on Surface Sizing Effect of Linerboard

Young Bin Jeong, Hak Lae Lee[†], Hye Jung Youn, Kwang Ho Jeong and Hoon Ryu¹

Received August 28, 2012; Received in revised form October 16, 2012; Accepted October 19, 2012

ABSTRACT

The main role of surface sizing of linerboard is to improve surface and strength properties. Since surface sizing solution is applied on once dried web, substantial amount of drying energy is required. Saving of the drying energy associated with surface sizing can be made by increasing the solids content of the starch solution in size press. Therefore, it is highly desirable to develop low viscosity starches for surface sizing. A low viscosity oxidized starch was prepared and compared its effect of surface sizing with a conventional oxidised starch. Results showed increase in solids content of the starch solution decreased evaporation energy and drying time. Low viscosity starch penetrated deeper into paper and this improve various mechanical properties of linerboard.

Keywords: surface sizing, linerboard, low viscosity starch, penetration, image analysis

1. 서론

표면사이징 기술은 전분 등을 건조된 지필에 도피함

으로써 종이의 강도를 향상시키고 표면특성 및 인쇄적성을 향상시키기 위해 사용되고 있다. 표면사이징은 표면사이즈제로 투입되는 약품의 거의 대부분을 지필에 잔류시킬 수 있어 원료의 활용 효율이 높고 용수 오

• 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부 (Department of Forest Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, 151-921, Seoul, Korea)

1. 삼양제넥스(주) 연구소 (Samyang Genex Co, R&D center, 305-717, Daejeon, Korea)

† 교신저자(Corresponding author): E-mail: lhakl@snu.ac.kr

염에 대한 우려가 적은 장점이 있으므로 현대 제지 공정에서 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 특히 인쇄를 거치게 되는 용지의 경우 표면사이징을 통하여 인쇄 선명성을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라 표면뜯김현상도 방지할 수 있어 매우 유용한 공정으로 오랫동안 활용되고 있다.¹⁾ 이와는 달리 국내 산업용지 제조업체에서는 표면사이징기술을 거의 활용하지 않았으나 최근 들어 라이너지의 품질에 관한 요구가 높아지고 원료의 저급화가 진행되면서 산업용지 공정에서도 표면사이징을 통한 종이 강도향상이 중요한 부분을 차지하게 되었다. 산업용지의 경우에도 표면사이징제가 지필 내에 침투됨으로써 내부결합강도, 인장강도, 스티프니스를 비롯한 여러가지 강도가 향상된다.¹⁾

표면사이징은 건조된 지필에 표면사이징용 호액을 도포함으로써 이루어진다. 한번 건조된 지필에 전분호액이 다시 도포됨으로 인해서 표면사이징 공정이 있는 경우에는 건조에너지가 중복되어 요구된다는 단점이 있다. 최근들어 에너지 절감이란 주요 과제가 부각되고 있어 표면사이징 공정에 대한 재검토와 적극적인 대처방안 마련이 요청되고 있다. 열악해져만 가는 재활용원료를 이용하여 강도적 성질이 요구되는 산업용지를 생산하기 위해서는 표면사이징 공정을 생략할 수는 없을 것이므로 에너지 절감을 위해서는 표면사이징에 사용되는 전분 호액의 고형분을 상승시키는 방안을 적극적으로 모색할 필요가 있다.

사이즈 프레스를 이용하여 도포하는 호액의 농도에 따라서 수분증발에 필요한 건조에너지는 크게 달라진다. 만약 표면사이징을 통해 픽업량을 5 g/m^2 가 되도록 도포하고자 할 경우 농도 10%인 호액을 이용하는 경우에는 45 g/m^2 의 물을, 농도 20%인 호액을 이용할 경우에는 20 g/m^2 의 물을 증발시켜야 한다. 따라서 호액의 농도를 10% 상승시키면 사이즈 프레스 이후에 필요한 건조에너지를 절반 이하로 줄일 수 있게 된다. 호액의 농도가 상승할 경우에는 사이즈 프레스에서의 지질 위험성이 감소하고 표면잔류 특성이 우수해지는 장점도 있다.

하지만 전분 호액의 고형분 함량이 증가할수록 점도 또한 상승하게 되어 종이 표면에 고르게 도포하기가 어렵고, 픽업량 및 표면 잔류 정도에 대한 공정 컨트롤이 난해해지는 측면이 있다. Remmer 등²⁾은 전분 호액의 점도가 지필에 대한 침투 정도에 중요한 영향을 미치는

인자라고 보고한 바 있으며, Felder 등³⁾은 표면사이징에 사용한 전분의 변성방법간 실험 결과를 비교하였으며, 사이징 시 전분 호액의 고형분 함량과 도포된 필름 두께에 따라 지필의 강도 차이가 나타난다고 하였다.

전분호액의 노화 또한 호액의 농도가 높을수록 더욱 빠르게 발생한다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 표면사이징용 전분은 산화처리, 효소처리 등을 거친 변성 전분을 사용하고 있으며, 호액의 고형분 함량을 올리고 안정성을 부여하기 위한 연구가 이루어져 왔다. Lipponen 등⁴⁾은 MSP 방식의 표면사이징 연구에서 산화전분의 고형분 함량을 18%까지 증가시켜 적용한 결과를 발표하였다. 전분의 변성 정도를 조절함으로써 고형분 함량을 증가시켜도 호액의 항복용력을 낮게 유지할 수 있으며, 이는 초지 시 사이즈 프레스 등에서 일어날 수 있는 여러 문제가 발생하지 않는 전제 조건이 된다고 주장하였다. Lee 등⁵⁾은 양성전분을 이용하여 표면사이징을 한 결과, 산화전분 사용 시에 비하여 종이 표면에 잔류하는 경향이 증가하고 광학적 특성 및 표면 특성과 인쇄 적성이 좋아진다고 발표하였다.

표면사이징에 관련된 연구들은 대부분 인쇄용지를 대상으로 하여 이루어져 왔으므로 사이즈액의 지필 표면의 잔류 특성과 필름 형성 특성이 중요한 연구 대상이 되어 왔다. 특히 전분호액의 표면 잔류를 증가시키기 위하여 지필 내 사이즈액의 침투를 억제하기 위한 노력이 많이 이루어져 왔다. 이는 호액의 침투로 인한 종이의 강도 상승이 표면 특성보다도 중요시되는 라이너지를 대상으로 하는 표면사이징 기술과는 기본적인 목표에서 차이가 있다고 하겠다.

본 연구에서는 국내 산업용지를 대상으로 표면사이징을 통한 강도향상과 에너지 절감에 대한 요구를 동시에 달성하기 위한 방안을 모색하기 위해서 고형분 상승이 가능한 저점도 산화전분의 표면사이징 적용 특성을 검토하였다. 또한 고형분 함량이 증가된 표면사이징 기술을 적용할 때 발생하는 전분 호액의 침투 형태 및 종이 물성에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

표면사이징제로 옥수수 전분으로 제조된 2종의 산

화전분을 사용하였다. 이 가운데 한 종류는 현재 사용되고 있는 기존 제품이며, 다른 하나는 고농도 조건에서 점도가 낮도록 개발된 저점도전분이었다. 두 전분 호액의 고형분 함량에 따른 점도를 Brookfield 점도계로 측정하여 Table 1에 나타내었다. 여기에서 보는 것과 같이 고형분 함량 10% 조건에서는 기존전분의 점도가 2.1 cPs 낮았으나 고형분 함량이 증가됨에 따라 저점도전분의 점도 상승폭이 기존전분에 비하여 낮아서 14% 조건에서는 저점도전분의 점도가 5.9 cPs 낮게 나타났다.

건조에너지 측정 실험에서는 BKP 펄프로 제조된 평량 86 g/m²의 표면사이징용 원지를 사용하였다. 건조시 발생하는 원지의 쉼을 억제하는 것이 균일한 건조를 달성하기 위해서 매우 중요하였기 때문에 휩강성이 낮은 원지로 실험을 진행하였다. 물성 평가를 위한 원지는 OCC로 구성된 평량 180 g/m²의 라이너원지를 사용하였다. 라이너원지는 3층으로 초지되었으며 두께는 248 ± 8 μm였다.

2.2 실험방법

2.2.1 건조에너지 측정

실제 제지공정상에서 사이즈 프레스 이후에 소요되는 건조에너지는 사이즈 프레스 이후의 건조부에 투입된 스팀 사용량을 통하여 평가할 수 있다. 하지만 스팀 소요량을 정확하게 파악하여 새로운 전분개발이나 공정개선에 따라 발생하는 건조에너지 절감 효과를 평가한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 어떤 기술이 에너지 절감에 긍정적인 효과가 있는지 여부는 현장적용 단계 이전인 기술개발 단계에서 평가할 필요가 있다. 이를 위해 저점도전분의 사용에 따른 에너지절감 가능성을 실험적으로 평가하기 위해 표면사이징 조건에 따른 건조에너지 소요량을 평가하였다.

실험적으로 지필의 건조도 변화와 수분 증발량을 구

하는데 중점을 두었다. 원지 중앙에서 6 cm × 6 cm 크기로 시료를 절단한 후 내열성 점착제가 도포된 알루미늄 플레이트 위에 부착시켜 건조도 변화 측정시편으로 사용하였다. 시편을 알루미늄 플레이트에 부착시킨 이유는 시편이 함수율 측정기 내에서 건조될 때 한 면에만 물이 도포되어 발생하는 쉼에 의하여 수분 증발이 국부적으로 불균일해지는 것을 방지하기 위해서였다. 또 절단된 시편을 원지 사이에 다시 위치시키고 표면사이징 처리를 할 때 원지와 시편 간 높이 차로 인하여 표면 사이즈제 도포량 오차가 발생하는 것을 최소화하기 위해 최대한 얇은 두께의 플레이트를 사용하였다. 사용된 플레이트의 두께는 50 μm로 측정되었다.

알루미늄 플레이트 위에 고정된 시편을 원지에서 잘라내었던 위치에 다시 끼워넣은 뒤 실험용 rod 코터를 이용하여 표면사이징한 다음 빠르게 샘플을 빼내어 함수율 측정기에 넣고 5초 단위로 무게 변화를 측정하였다. 표면사이징은 단면 3 g/m² 수준으로 실시하였고 건조 온도는 110°C로 설정하였다.

2.2.2 표면사이징 및 물성 측정

2개 롤이 있는 사이즈프레스 형태의 실험용 표면사이징 기기를 이용하여 공정상에서의 표면사이징 공정을 모사하였다 (Fig. 1). 실험실용 로드 코터로 표면사이징을 실시하면 고형분 함량에 따른 건조에너지 변화를 파악하기에는 용이한 장점이 있지만, 라이너 원지의 물성개선 효과를 연구의 목적으로 할 경우에는 실제 사이즈프레스 공정에서와 유사하게 사이즈액의 침투가 발생하는 연구방법을 활용하는 것이 유리하기에 압력이 가해질 수 있는 방법을 활용하였다. 사이징 방식은 폰드 사이즈프레스의 방식을 기초로 하였으며, 샘플 표면에 전분 호액을 문힌 후 자동으로 돌아가는 두 롤 사이를 통과시켜 표면사이징을 실시하였다. 두 롤의 간격을 조절하여 종이에 압력을 가함으로써 표면사

Table 1. Brookfield viscosity of two starch solutions

	Starch					
	Conventional			Low viscosity		
Solids content, %	10	12	14	10	12	14
Brookfield Viscosity at 50°C and 60 rpm, cPs	9.1	14.6	26.8	11.2	14.8	20.9



Fig. 1. The laboratory size press.

이징 시 사이즈액이 종이 내부로 침투할 수 있는 조건을 부여하였다.

표면사이즈제로 사용된 전분 호액은 항온 수조에서 50°C 온도가 유지되도록 하여 사용하였다. 사이즈제의 픽업량은 $3.0 \pm 0.5 \text{ g/m}^2$ 으로 설정하여 편면 사이징을 실시하였다. 표면사이징 후 105°C 온도 조건으로 1분 간 열풍 건조를 실시하였으며, 표면사이징된 샘플은 23°C, 50%RH 조건에서 12시간 동안 항온항습 처리 후 인장강도, 휨강성, 파열강도를 측정하였다.

종이의 인장강도, 휨강성, 파열강도를 TAPPI test method T404 cm-92, T489 om-99, T403 om-97에 의거하여 측정하였다.

2.2.3 표면사이즈액의 침투도 측정

표면사이징 시 종이의 강도 증가는 표면사이즈액의 침투 혹은 표면 잔류 정도에 따라 달라진다. 표면사이징된 종이의 물성 변화 기작에 대한 분석을 위해서 전분 호액의 침투 거동에 대한 평가가 다양하게 이루어져 왔다. 전분과 요오드 용액간 반응을 이용한 광학현미경 분석⁶⁾ 외에도 형광 염료인 아크리딘 오렌지(acridine orange) 용액을 첨가한 사이즈액으로 표면사이징을 실시한 후 CLSM을 이용한 분석,⁵⁾ 특정 화합물이 포함된 사이즈제를 사용하여 FT-IR로 침투 거동을 평가⁷⁾하는 등의 연구가 발표된 바 있다. 본 연구에서 표면사이징으로

인한 강도 증가 기작을 평가하기 위하여 형광 염료가 포함된 표면사이즈액으로 표면사이징한 종이의 단면을 CLSM (Confocal Laser Scanning Microscope)으로 촬영한 후 이미지 분석하여 실험조건에 따른 침투도 차이를 평가하였다. CLSM은 칼 자이스(Carl Zeiss)사의 LSM510 모델을 사용하였다.

표면사이즈액으로 사용한 전분 호액에 아크리딘 오렌지(acridine orange) 용액을 총량 대비 0.1% 투입하여 표면사이징을 실시하였다. 이 다음 항온항습 처리 후 두께 방향의 단면을 CLSM으로 촬영하여 이미지를 얻었다. 얻어진 이미지를 이치(binary)영상으로 변환하고 문턱값(threshold)을 70으로 일정하게 조절한 후 픽셀 면적을 계산하여 이미지 배율에 따른 실제 길이로 나누어 줌으로써 호액의 침투 깊이로 추정되는 값을 얻을 수 있었다. 다만 이미지 분석 과정에서 문턱값 설정 등의 변수에 따라 얻어지는 값에서 차이가 심하고 전분 침투 또한 구역에 따른 편차가 심하기 때문에 실험을 통하여 얻어진 침투 깊이를 절대적인 값으로 보기 어렵다는 점을 감안하여 실험 조건에 따른 상대적인 비교만을 하고자 하였으며, 계산된 값은 겉보기 침투(apparent penetration depth)라 정의하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 건조속도 측정

3.1.1 이론적 건조 속도

종이의 전분 도포량과 도포한 전분 호액의 농도를 알고 있다면 이론적으로 최종적인 수분 증발량을 계산할 수 있다. Fig. 2는 전분 도포량이 3 g/m^2 이라고 가정할 때 이론적으로 계산된 수분 증발량 변화를 전분 호액 농도별로 나타낸 그래프이다. 함수율 측정기에서 증발되는 수분 증발량 변화를 측정하고 이를 픽업량 3 g/m^2 을 도포하였을 시 증발되는 수분량으로 변환하여 도시하였다. 초기에는 예열 단계를 거쳐 표면에 있는 물이 건조에너지를 받으면서 급속하게 증발한다. 건조가 진행되면서 종이 섬유나 전분 분자와 수소 결합을 하고 있는 수분이 증발하는 시기가 되면 시간당 증발량은 감소하기 시작한다. 종이가 전건되기까지는 섬유 공극 내의 수분까지 에너지를 받아 증발되어 종이 밖으로 배출되는 과정이 필요하므로 건조에 필요한 시간과 에너지

가 많이 소요된다. 전건 상태에 이르기까지 증발해야 할 수분량은 고형분 함량이 10%인 경우를 기준으로 할 경우 12%인 조건에서는 18.5% 적고, 고형분 함량이 14%인 조건에서는 31.8% 적은 것으로 계산된다. 즉 고형분 4% 차이는 약 8배에 해당하는 건조수분량의 차이를 유발한다. 하지만 사이즈액의 고형분 함량이 낮으면 지필 내 침투가 보다 깊게 일어날 수 있다는 점을 고려한다면 실제로는 더 큰 차이를 나타낼 것으로 판단된다.

Fig. 3(a)는 Fig. 2에서 나타내었던 수분 증발량 값을 건조도로 나타낸 그래프이다. 픽업량 3 g/m^2 일 때의 총 수분량 대비 증발된 수분량을 통하여 건조도를 구할 수 있다. 건조도가 92%일 때의 기울기를 구하여 해당 건조도에 도달하기까지의 시간을 Fig. 3(b)에 나타내었다. 여기에서 보는 것과 같이 전분호액의 고형분이 증가할수록 전분 호액에 함유된 수분의 증발에 필요한 시간이 크게 감소하였다. 표면사이즈제의 고형분 함량을 증가시킴으로써 에너지 저감 측면뿐만 아니라 공정의 조업성 측면에서도 상당한 이점을 기대할 수 있음을 알 수 있다.

3.1.2 전분 호액의 고형분 함량에 따른 건조 효율

Fig. 4는 고형분 함량이 10%인 조건에서 시편이 전건되기까지 증발된 수분량을 100으로 보았을 때 표면 사이징된 종이로부터 시간 경과에 따른 수분 증발량 추이를 나타낸 그래프이다. 원지의 함수율은 동일하므로 증발된 수분량의 차이는 표면사이징된 전분 호액의 고형분 농도에 기인한다. 이론값에서는 고형분 농도

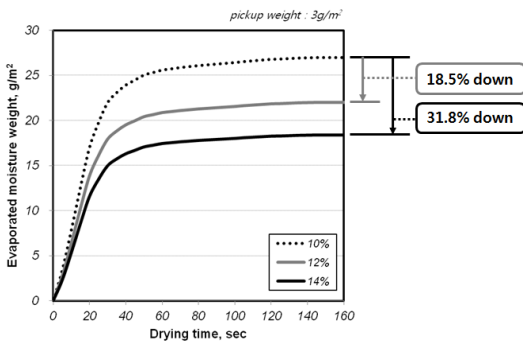


Fig. 2. The theoretical weight of the evaporated water.

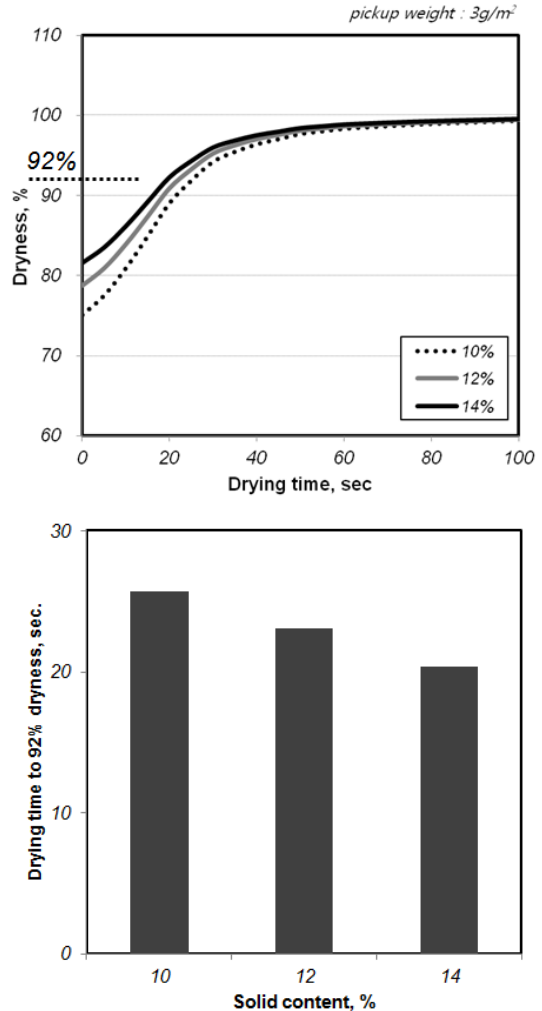


Fig. 3. The theoretical dryness(upper) and drying time to 92% dryness(lower).

14%인 조건이 10%인 조건에 비하여 31.8% 낮은 수분 증발량을 보였으나 실측된 값은 18%의 차이를 보였다. 이는 시편을 함수율 측정기로 이동하는 동안 증발된 수분량이 반영되지 못하였기 때문이다.

Fig. 5(a)는 수분 증발량을 토대로 계산한 시편의 함수율 변화를 나타내었으며, 건조도 92%에 도달하는 시간을 Fig. 5(b)에 도시하였다. 여기에서 보는 것과 같이 실제 측정결과 역시 이론적으로 계산된 값과 유사한 경향을 보였다. 하지만 실제 측정결과는 이론적으로 계산한 값에 비하여 고형분 함량별 차이가 크게 나타났다. 이는 고형분 함량 증가에 따른 건조 효과는 이론적

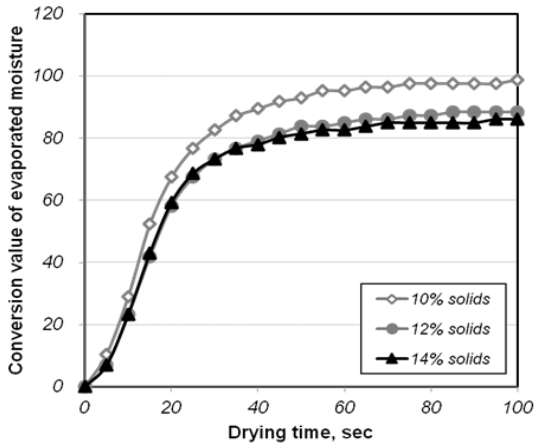


Fig. 4. The conversion value of evaporated moisture on surface sized paper.

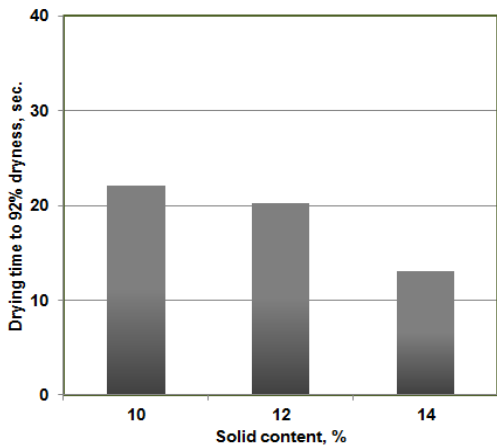
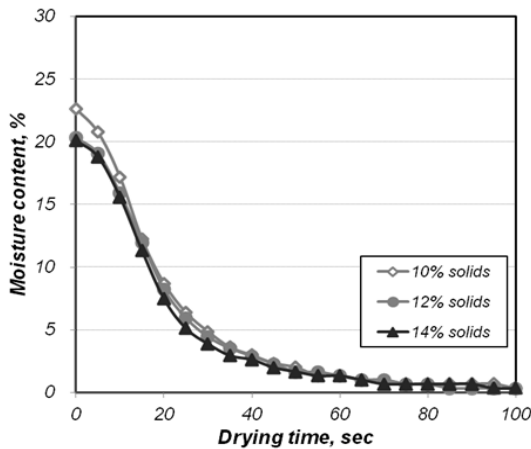


Fig. 5. The moisture content(upper) and drying time to 92% dryness(lower).

인 측면과 달리 나타날 수 있다는 것을 의미한다. 일정한 호액 내에 전분 분자가 많다면 필름 형성이 신속히 이루어져 전분 분자와 상호 작용하고 있던 물 분자가 이탈하여 쉽게 증발될 수 있다. 또한 지필 내 침투한 물 분자는 표면에 있는 물 분자에 비하여 증발되는데 시간이 더 걸리기 때문에 호액의 고형분 함량이 낮은 경우 지필 내로 침투되는 물 분자도 많아져 건조 시간에 있어 이론값과 차이가 나는 것으로 판단된다.

3.2 표면사이징용 전분 특성에 따른 지필의 물성 변화

Figs. 6-8은 실험실에서 제작한 소형 사이즈프레스를 이용하여 표면사이징을 실시한 라이너지 시편의 강도 측정 결과이다. 표면사이징으로 인한 강도 상승 효과가 명백히 나타났다. 특히 저점도전분으로 표면사이징한 경우 전반적으로 강도 상승 효과가 더 높게 나타났다. Fig. 6에서 보는 것과 같이 기존 전분호액의 고형분 농도가 높아질수록 인장강도는 낮아지는 추세를 보였다. 다만 저점도전분의 경우 기존 전분에 비하여 인장강도 하락 폭이 매우 미세한 수준이었다. 고형분 함량 증가에 따른 점도 상승폭이 작은 저점도전분의 특성을 감안하였을 때 본 실험에서의 인장강도 변화는 호액의 점도에 주로 의존하는 것으로 생각된다.

휨강성 측정 결과 호액의 고형분 함량이 10%와 12%인 경우에는 차이를 나타내지 않았으나 고형분이 14%로 증가한 경우에는 저점도 전분을 사용한 경우가 휨강성 증가가 뚜렷하였으며, 기존 전분의 경우에는

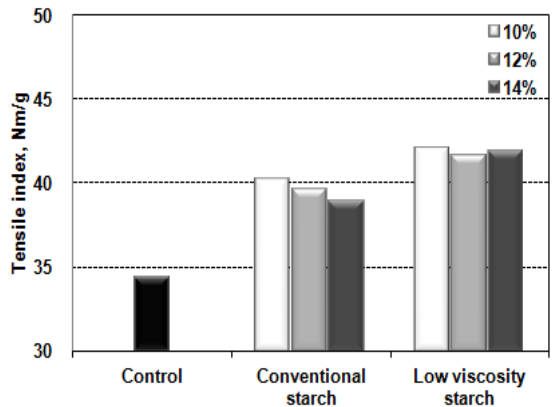


Fig. 6. Tensile index of surface sized linerboard through starch.

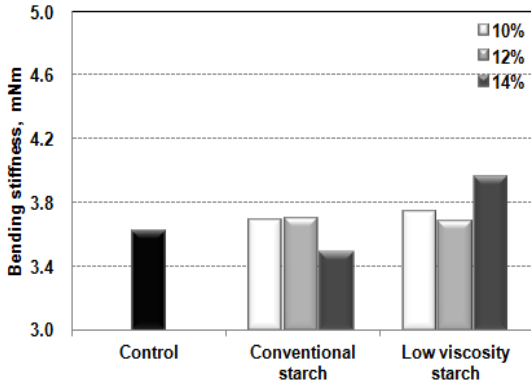


Fig. 7. Bending stiffness of surface sized linerboard through starch.

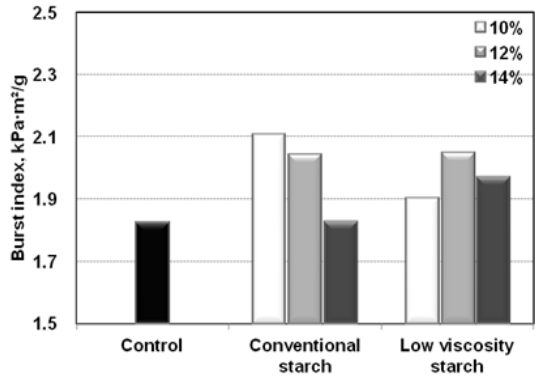


Fig. 8. Burst index of surface sized linerboard through starch.

오히려 감소하였다. 표면사이징 공정에서 지필의 휨강성을 증가시키는데 있어서 호액의 침투보다는 표면 잔류 쪽이 우수하다고 알려져 있다. 하지만 이는 원지표층에 전분이 필름을 형성하는 것 보다는 약간의 침투가 발생하고 이를 통하여 전분이 표층의 섬유를 강하게 결합시키는 것이 휨강성 증가에 더욱 유효하다는 것을 알 수 있다. 기존 전분의 경우에는 고형분이 14%인 경우에는 거의 지필 내부로 침투되지 않고 표면에 대부분 잔류하고 있었기에 휨강성이 오히려 감소하였다.

파열강도는 한 면에서 압력을 주어 파괴될 때까지의 힘을 측정하는 것이므로 양면으로 표면사이징을 시행한 조건에서 보다 경향성 있는 결과를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 실험실 규모의 실험 환경 측면에서 보다 적합하고 효율적으로 결과를 얻을 수 있는 단면 표면사이징 방식으로 실험을 진행하였기에 일관된 경향을 가지는 파열강도 결과를 얻지는 못하였다. 하지만 전분의 고형분 함량이 증가할수록 저점도전분을 사용하였을 때 파열강도가 향상되었다.

이러한 결과는 에너지 저감을 위한 표면사이징용 전분의 개발 방향을 제시하는 것으로 매우 의미가 크다고 판단된다. 즉 전분의 점도를 낮게 유지시킴으로써 고형분 상승이 가능할 것이며, 이에 따라 발생하는 전분 침투 향상에 의한 물성 개선 효과가 전분의 분자량 저하에 의한 섬유간 결합력 보강 효과의 저하를 상쇄할 수 있다고 생각된다. 특히 전분 호액의 고형분 상승이 가능한 수준의 변성화는 에너지 저감을 위한 기본 방향으로 설정될 수 있을 것으로 보인다.

3.3 표면사이징용 전분 특성에 따른 지필 내 침투도 변화

표면사이징액의 점도 특성에 따라 표면사이징 과정에서 종이 내부로 침투하는 깊이가 달라질 것이라 예상할 수 있다. 또 이에 따라 종이 물성도 영향을 받게 될 것이 자명하다. 물성 측정 결과 저점도전분을 사용한 경우의 강도 특성이 기존전분 사용 조건보다 향상된 결과를 보였다. 두 전분 모두 산화전분임을 감안할 때 강도 향상 기작은 지필 내 전분 호액이 침투된 깊이일 것이라 추측하여 CLSM을 통한 호액의 침투 깊이를 평가하였다 Fig. 9에는 CLSM 화학분석 예를 나타내었다. 여기에서 보는 것과 같이 저점도전분의 두께가 더 크게 나타났으며, 이는 지필 내부로의 침투가 더욱 크게 진행되었음을 의미한다.

아크리딘오렌지 염료로 녹색으로 발색된 전분의 두께를 화학분석을 통해 평가하여 Fig. 10에 겹보기 침투로 나타내었다. 고형분 함량이 낮을 때 호액의 점도가 낮으므로 지필에 대한 흡수성이 좋고, 그로 인하여 지필 내 침투 깊이가 크게 나타났다. 또한 점도가 낮은 저점도전분으로 표면사이징한 경우가 기존전분으로 표면사이징한 조건에 비하여 전반적으로 깊게 침투한 것으로 나타났다. 침투 깊이의 경향성이 일정한 것으로 보기에 힘든 부분도 있었으나, 이는 지합이나 밀도 같은 원지 조건 및 CD 방향의 압력 프로파일 등의 여러 조건이 일정하지 않았기 때문에 발생한 요인으로 추정된다. 하지만 상대적으로 비교하여 볼 때 저점도전분의 강도증가 효과가 크게 나타난 것은 전분 호액의 침

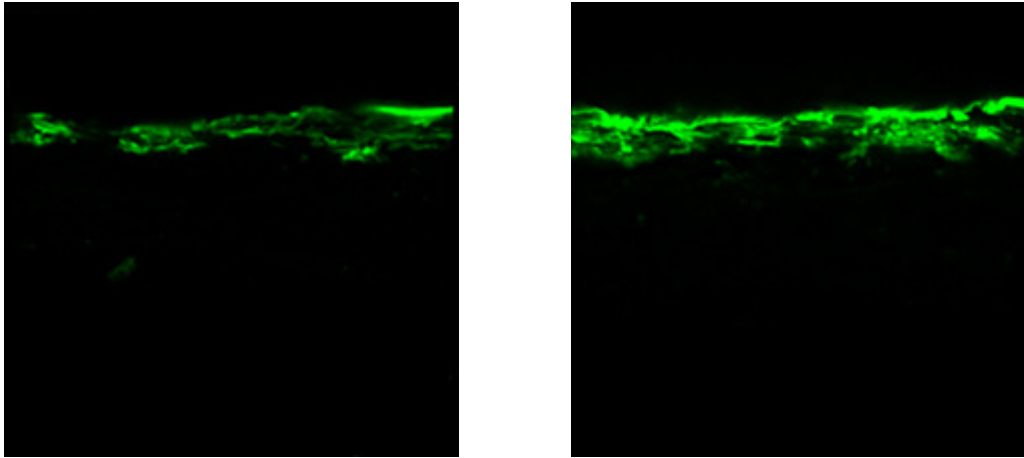


Fig. 9. CLSM image of surfaced sized linerboards.
(Left : Conventional starch at 14% solids, Right : Low viscosity starch at 14% solids)

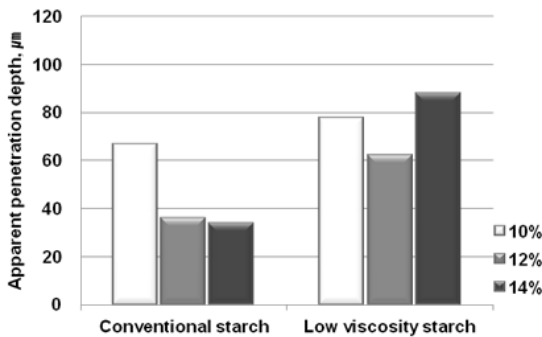


Fig. 10. Apparent penetration depth calculated from CLSM image of surfaced sized linerboards.

투 깊이에 의한 것이라 유추하는데 중요한 자료라 할 수 있다.

4. 결론

표면사이징 기술에 있어서 표면사이징액의 농도 증가는 건조 속도 향상과 에너지 저감 효과를 얻기 위한 가장 직접적이고 효율적인 방법이다. 하지만 표면사이징액의 농도가 증가함에 따라 점도도 함께 증가하게 되어 도피량이 고르지 못하게 되거나 사이즈프레스 롤에서의 표면사이징액 필름 분리가 불량해지는 등의 문제가 발생하게 되므로 표면사이징액으로 사용하는 전분은 각종 변성 처리를 통하여 이를 보완하기 위한 기능

성을 부여하는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 라이너지 지종을 대상으로 하여 고형분 상승을 위한 표면사이징용 저점도 전분의 활용효과를 검토하였다. 전분 호액의 고형분 함량이 증가함에 따라 건조에너지 요구량이 저하되는 것을 실험적으로 증명하고 기존에 표면사이징액으로 적용되던 산화전분과 비교하여 표면사이징용 저점도 전분을 적용하는 조건에서의 지필 강도 변화와 지필 내 호액의 침투 정도 차이를 분석하였다. 새로운 저점도 전분은 표면사이징에 이용될 경우 인장 강도, 휨강성 등의 물성이 향상되는 결과를 보였고, CLSM을 이용한 지필 내 침투 깊이를 분석한 결과 상대적으로 침투가 깊게 일어남으로써 강도 향상 기작이 발생함을 확인하였다.

사 사

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2010T100200472)

인용문헌

1. Maurer, Hans W.(ed.), Starch and starch products in surface sizing and paper coating, TAPPI Press, Atlanta, p. 83 (2001).

2. Remmer, J., and Eklund, D.E., Absorption of starch during surface sizing with different methods, Proceedings of TAPPI coating conference, pp. 285-291 (1991).
3. Felder, H., Sizing of woodfree papers with a pre-metering size press, Proceedings of TAPPI Coating Conference, pp. 267-273 (1991).
4. Lipponen, J., Grön, J., Bruun, S.-E., and Laine, T., Surface sizing with starch solutions at solids contents up to 18%, Journal of pulp and paper science 30(3): 82-90 (2004).
5. Lee, H.L., Shin, J.Y., Koh, C.H., Lee, D.J., and Sohn, C.M., Surface sizing with cationic starch: its effect on paper quality and papermaking process, TAPPI J. 1(1):1-8 (2002).
6. Lipponen, J., Lappalainen, T., Astola, J., and Grön, J., Novel method for quantitative starch penetration analysis through Iodine staining and image analysis of cross-sections of uncoated fine paper, Nordic pulp and paper research journal 19(3):300-308 (2004).
7. Ferreira P.J., Gamelas J.A., Moutinho I.M., Ferreira A.G., Gomez N., Molleda C., and Figueiredo M.M., Application of FT-IR spectroscopy to evaluate the penetration of surface sizing agents into the paper structure, Industrial & Engineering chemistry research 48(8):3867-3872 (2009).