

양이온성 PAM 활용을 통한 종이의 표면사이징 효과향상

Improvement of Paper Properties Surface Sized with the Application of Cationic PAM

서만석 · 안홍모 · 윤혜정 · 이학래

서울대학교 산림과학부 환경재료전공

1. 서론

표면사이징의 목적은 내수성, 표면적성을 향상시키고, 표면강도나 내부결합강도와 같은 물리적 특성을 향상시키는 것으로 섬유원료 절감을 위한 하나의 방안이 될 수 있을 것으로 예상된다. 특히 섬유원료의 절감과 비섬유 원료의 사용량 증가에 따른 종이의 강도 저하를 극복하기 위해서는 적절한 표면처리용 약품 개발이 요청되고 있다. 일반적으로 산화전분이 표면사이징제로 사용되지만, 이것만으로는 종이의 휨강성이나 표면특성을 개선시키는 데에 한계가 있다.

본 연구에서는 고분자의 분자량, 전하밀도, crosslinking을 조절한 양이온성 PAM을 개발하여 산화전분의 표면사이징 효과를 개선하고자 하였다. 표면사이징 공정에서의 원료 및 공정변수에 따른 양이온성 PAM의 효율성과 표면특성향상의 원인을 분석함으로써 효율적인 고분자 활용방안을 모색하고 실제공정에서의 표면사이징 효과 향상을 위한 방안을 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 전분 및 표면사이징제

본 연구에서는 옥수수 산화전분(OS)을 사용하였으며, 표면사이징제로서 styrene acrylic acid copolymer(SA)를 사용하였다. 표면사이징용 고분자 첨가제로는 전하밀도를 조절한 PAM(CDP)와 crosslinking을 조절한 PAM(CRP)를 활용하였

다. 사이즈프레스 이전의 전분호액 제조과정에서 PAM과 첨가제의 반응성을 평가하기 위해서 형광염료(FD)와 PVA를 사용하였다. 고분자의 전하밀도와 점도를 Table 1에 나타내었다.

2.2 표면사이징 원지 및 기타 첨가제

표면사이징 원지로는 평량 140 g/m²의 표면사이징 안된 백상지를 사용하였다. 전분호액의 pH를 조절하기 위해서 NaOH를 사용하였다.

Table 1. Viscosity and charge density of polymers

	OS	SA	CDP	CRP	FD	PVA
Viscosity (cPs) 25°C, 0.5%	11.5	5	5	5	2.2	2.5
Charge density (meq/g)	-0.161	-3.230	0.647	0.987	-3.232	0.040

2.2 실험방법

2.2.1 전분호액 제조

고형분 10%, 온도 95°C의 조건에서 30분간 가열 호화를 실시한 후 전분호액의 온도를 50°C로 낮춘 후 pH를 8.5로 조절하였다. pH를 조절한 후 양이온성 PAM, 형광염료, styrene acrylic acid copolymer(SA)를 전분 대비 각각 5% 투입한 후 최종 고형분이 10%가 되도록, 50°C 조건에서 표면사이징액을 제조하였다.

2.2.2 표면사이징 및 종이물성 평가

평량 140 g/m²의 백상지를 편면 3.5 g/m²로 양면 표면사이징을 실시하였다. 표면사이징을 실시한 후 120°C의 실린더 드라이어에서 양면을 통과하여 건조하였다. 건조된 종이는 23°C, 50%의 RH조건에서 24시간 조습처리 후 힘강성과 백색도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 전하밀도와 crosslinking을 조절한 양이온성 PAM의 첨가가 종이의 휨강성에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 양이온성 PAM이 첨가된 전분호액을 표면사이징함에 따라 종이의 휨강성이 산화전분만을 표면사이징했을 때보다 증가하였다. 이는 표면사이즈액에 첨가된 양이온성 PAM이 종이내부로 침투되는 산화전분을 정전기적 인력에 의해 종이표면에 잔류시킴으로써 I-beam 효과에 의해서 휨강도를 향상시켰기 때문이다. 따라서, 종이의 휨강도 향상을 위한 PAM 개발을 위해서는 전하밀도와 crosslinking을 조절하는 것이 효과적으로 판단되었다. SA는 필름형성 물질로서 역할을 하기 때문에 양이온성 PAM을 SA와 함께 병용할 경우 휨강성 폭은 더욱 컸다.

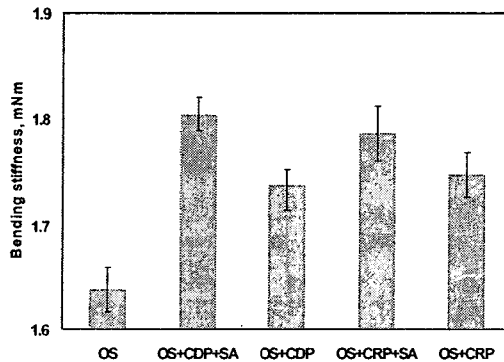


Fig. 1. Effect of cationic PAM addition on bending stiffness of paper.

표면사이징 시 종이제품의 광학적 성질을 개선시키고자 산화전분에 형광염료와 형광염료의 carrier로서 PVA를 혼합하여 활용하는 경우가 종종 있다. 따라서, 형광염료 및 PVA와 양이온성 PAM과의 상호 혼용성을 평가할 필요가 있다. 실제 백상지 공장에서 사용하는 형광염료를 분양받아 평가하였는데 이때, 형광염료는 전하밀도 -3.232 meq/q 음의 값을 띄고 있었다. PAM, 형광염료, SA를 전분 대비 각각 5%를 투입하여 표면사이즈액을 제조하고 종이에 도포한 후 휨강성을 측정하였다. 전하밀도를 조절한 양이온성 PAM은 음이온성의 형광염료와 상호작용을 하더라도 휨강성은 일정하게 유지되었으나 crosslinking 조절된 PAM은 형광염료 4% 투입 시 휨강성이 감소하였다 (Fig. 2). 양이온성 PAM과 음이온성 형광염료의 투입순서를 변화시킨 결과

형광염료 후 PAM이 투입된 경우 휨강성이 저하되어, 전분호액 제조 시 투입순서에 대한 고려가 선행되어야 될 것이라 판단되었다 (Fig. 3).

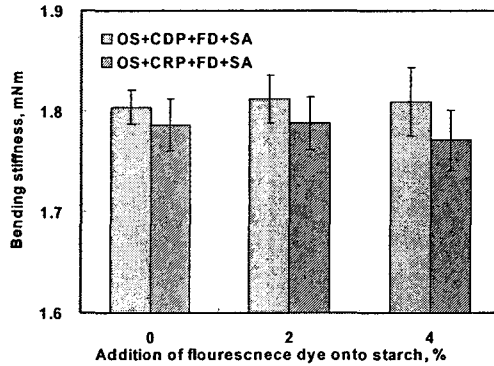


Fig. 2. Effect of fluorescence dye and cationic PAM on bending stiffness of paper.

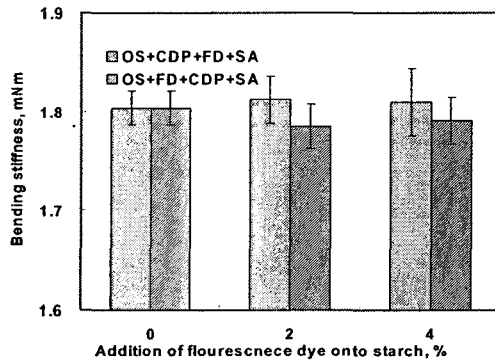


Fig. 3. Effect of addition of fluorescence dye and cationic PAM on bending stiffness of paper.

Fig. 4는 전하밀도를 조절한 양이온성 PAM과 PVA가 첨가되었을 때의 상호 작용에 의한 휨강성 평가 결과이다. PVA의 전하밀도는 0.040 meq/g으로 중성을 나타내었으며, 정전기적 인력에 의한 필름형성은 기대하기 어렵다. PAM에 의한 휨강성의 향상이 PVA 첨가보다 뚜렷하였으며, PAM과 PVA가 동시에 첨가되었을 때도 휨강성이 증가되었다. 이는 양이온성을 띄고 있는 PAM의 정전기적 인력에 의해서 전분필

름의 network structure를 향상시켰기 때문이라 판단되었다.

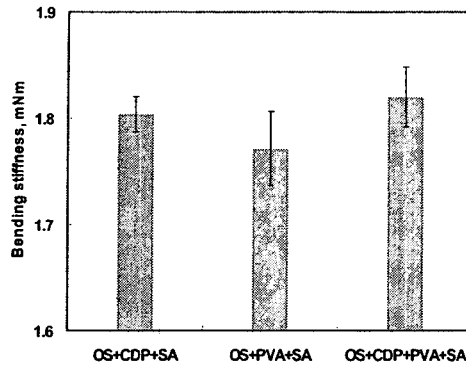


Fig. 4. Effect of addition of PVA and cationic PAM on bending stiffness of paper.

4. 결 론

본 연구에서는 고분자의 분자량, 전하밀도, crosslinking을 조절한 양이온성 PAM을 개발하여 산화전분의 표면사이징 효과를 개선하고자 하였다. 전하밀도와 crosslinking 를 조절한 PAM 첨가 시 종이의 휨강성이 증가하였으며, 필름 형성물질인 SA와 함께 병용하였을 경우 휨강성 증가가 뚜렷하였다. 양이온성 PAM 첨가는 PVA에 의한 표면사이즈 효과를 향상시켰으며, 전분호액 제조 시 PAM과 형광염료와의 반응성을 고려하여 투입순서를 결정해야 될 것으로 판단되었다.

5. 참고문헌

1. Lee, H. L., Shin, J. Y., Koh, C. J., Ryu, 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):34-40 (2002).
2. Liponen, J., Gron, J., Bruun, S. E., and Laine, T., Surface sizing with starch solutions at solids contents up to 18%, JPPS J., 30(3):82-90, (2004).
3. Ajersch, M., Poirier, N., and Pikulik, I., Effects of sheet moisture on film sizing, JPPS J., 30(2): 53-58 (2004).
4. Forsstrom, U., Saharinem, E., Dickson, R. T., and Fagerholm, K., Coating layer formation and liquid-phase penetration in metered size press coating, JPPS J., 29(5): 159-166 (2003).
5. Balzereit, B., Drechsel, J., Burri, P., and Naydowski, C., Blade versus metering-size-press coating, TAPPI J., 78(5): 182-188 (1995).

사 사

본 연구는 청정생산사업의 지원에 의해 수행되었으며, 일부 BK21 핵심사업의 지원을 받았음.