

표면사이징 효과향상을 위한 양이온성 PAM의 특성과 역할

Characteristics and its roles of cationic PAM to improve surface sizing properties of paper

이학래, 윤혜정, 서만석
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 휨강성을 비롯한 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, 이온성을 조절한 양이온성 PAM을 개발하여 휨강성 향상을 비롯한 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 유사한 전하밀도를 지니고 분자량의 차이가 있는 고분자량 양이온성 PAM(HMP)과 저분자량 양이온성 PAM(L.M.P)를 활용하였다. 이온성에 의한 표면사이징 효과를 평가하기 위해서 음이온성 PAM(ANP)을 사용하였다. 사이즈프레스 이전의 전분호액 제

조과정에서 PAM과 첨가제의 반응성을 평가하기 위해서 PVA를 사용하였다. 고분자의 전하밀도와 점도를 Table 1에 나타내었다.

2.2 표면사이징 원지 및 기타 첨가제

표면사이징 원지로는 활엽수 BKP (Bleached kraft pulp) 펄프를 Valley beater에서 펄프의 여수도가 450 ± 10 mL CSF가 되도록 고해한 후 제조된 평량 100 g/m^2 의 수초지를 사용하였다. 전분호액의 pH를 조절하기 위해서 NaOH를 사용하였다.

Table 1. Viscosity and charge density of polymers

| | OS | SA | HMP | LMP | ANP | PVA |
|------------------------------|-------|-------|-----|-----|------|------|
| Viscosity(cPs) 25°C, 0.5% | 11.5 | 5 | 7.6 | 2.5 | 2.2 | 2.5 |
| Charge density (meq/g) | -0.16 | -3.23 | 1.4 | 1.2 | -2.3 | 0.04 |

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, styrene acrylic acid copolymer(SA), PVA를 전분 대비 각각 5 pph 씩 투입한 후 최종 고형분이 10%가 되도록, 50°C 조건에서 표면사이징액을 제조하였다.

2.2.2 표면사이징 및 종이물성 평가

평량 100 g/m^2 의 수초지를 4.5 g/m^2 로 편면 표면사이징을 실시하였다. 표면사이징을 실시한 후 120°C의 실린더 드라이어에서 통과하여 건조하였다. 건조된 종이는 23°C, 50%의 RH조건에서 24시간 조습처리 후 휨강성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 양이온성 PAM과 음이온성 PAM을 표면사이징 첨가제로서 전분호액에 첨가하여 표면사이징 했을 때 종이의 휨강성에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 양이온성 PAM이 첨가된 전분호액을 표면사이징 했을 때 산화전분으로만 표면사이징 했을 때보다 종이의 휨강성이 증가하였으나, 음이온성 PAM이 첨가된 경우 휨강성은 향상되지 않았다. 이는 표면사이징액에 첨가된 양이온성 PAM이 종이내부로 침투되는 산화전분을 정전기적 인력에 의해 종이표면에 잔류시킴으로써 I-beam 효과에 의해서 휨강성을 향상시켰기 때문이다. 따라서, 휨강성 향상을 위해서는 PAM의 전하를 음이온성보다는 양이온성으로 조절하는 하는 것이 효과적이라고 판단되었다. SA는 필름형성 물질로서 양이온성 PAM과 함께 병용하였을 경우 휨강성의 폭은 더욱 컸으며, 음이성 PAM의 경우 SA와 함께 활용하더라도 휨강성은 향상되지 않았다. SA의 전하밀도는 -3.23 meq/g 이므로 음이온성 PAM보다 양이온성 PAM과 정전기적 인력에 의해 필름형성이 용이할 것으로 평가되었다.

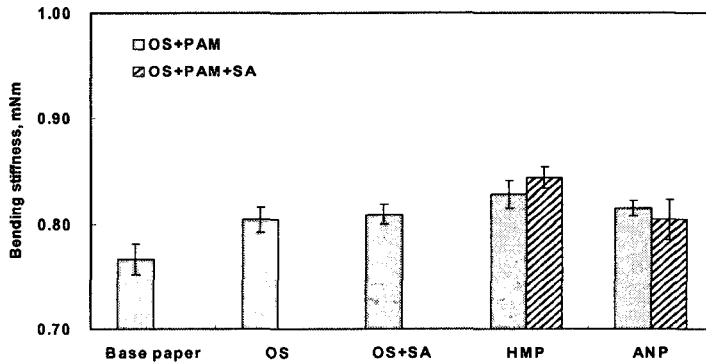


Fig. 1. Effect of cationic and anionic PAM addition into starch solution on bending stiffness of paper.

Fig. 2는 양이온성 PAM의 분자량이 종이의 휨강성에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 고분자량과 저분량의 전하밀도는 각각 1.4 meq/g , 1.2 meq/g 으로 유사한 수준이었다. 산화전분에 고분자량, 저분자량 PAM을 5 pph 첨가하였을 종이의 휨강성이 증

가하였으며, 저분자량 PAM에 의한 휨강성의 향상 폭이 컸다. SA와 함께 병용하였을 때 필름형성에 의해 종이의 휨강성이 증가하였으며, 역시 저분자량 PAM에 의한 휨강성의 향상이 뚜렷하였다.

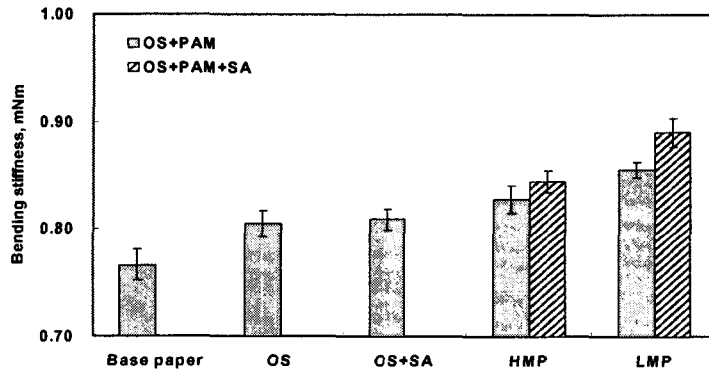


Fig. 2. Effect of high and low molecular PAM addition into starch solution on bending stiffness of paper.

전분호액 제조 시 양이온성 PAM과 SA의 투입순서가 휨강성에 미치는 영향을 평가 하였다 (Fig. 3). 저분량 PAM에 의한 효과가 유지되었으며, SA 투입 후 PAM을 첨가한 경우 휨강성이 감소하였다. 양이온성 PAM을 포함한 전분호액으로 표면사이징 하여 휨강성을 향상시키기 위해서는 음이온성 산화전분을 정전기적 인력에 의해 종이 표면에 잔류시켜야한다. 양이온성 PAM을 먼저 첨가할 경우 산화전분과 정전기적 인력으로 반응할 가능성이 크지만, 음이온성 전하밀도가 강한 SA가 투입된 경우 양이온성 PAM이 산화전분을 잔류시키기 보다는 SA와 반응할 가능성이 크기 때문에 휨강성 향상에 한계가 있었다.

Fig. 3의 결과를 평가해 볼 때 양이온성 PAM이 전분호액 내에 있는 SA와 정전기적으로 반응하여 필름을 형성하였을 때 휨강성의 향상 폭이 작았다. 만약, 양이온성 PAM이 탄성모듈러스가 우수한 고분자와 필름을 형성한다면 휨강성 향상이 더 클 것으로 기대되었다. Fig. 4는 전분호액 제조 과정에서 고분자량 양이온성 PAM 첨가 후 PVA, SA를 각각 5 pph 첨가한 결과이다. PVA는 표면사이징 시 종이의 표면강도 향상과 형광염료의 carrier로서 산화전분에 혼합하여 활용하고 있다. 산화전분에 PVA와 SA만 첨가된 경우 휨강성이 0.82 mNm 이었으며, PVA를 양이온성 PAM으로 대체하

였을 경우 휨강성이 증가하였다. 양이온성 PAM과 PVA를 동시에 활용하였을 때 휨강성 증가가 뚜렷하였다. 이는 양이온성 PAM과 PVA의 수소결합에 의해서 network structure가 형성되었기 때문이라 판단되었다.

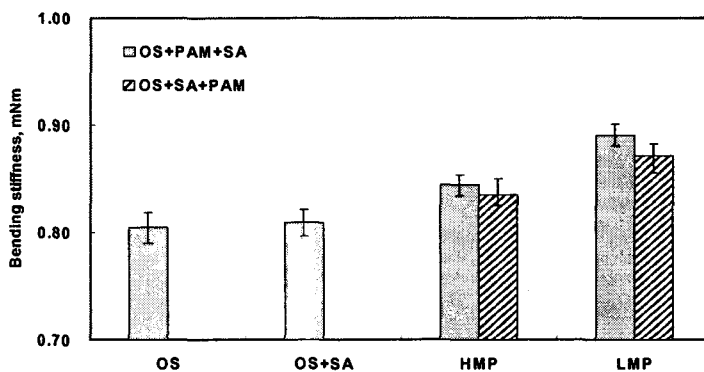


Fig. 3. Effect of addition order of PAM into starch solution on bending stiffness of paper.

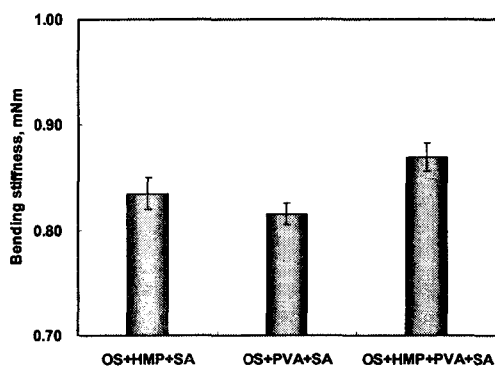


Fig. 4. Effect of combination of PAM and PVA into starch solution on bending stiffness of paper.

4. 결론

본 연구에서는 PAM의 분자량과 이온성을 조절하여 산화전분의 표면사이징 효과를 개선하고자 하였다. 저분자량의 양이온성 PAM 첨가 시 종이의 휨강성이 증가하였으며, 필름 형성물질인 SA와 함께 병용하였을 경우 휨강성 증가가 뚜렷하였다. 양이온성 PAM 첨가는 PVA에 의해 표면사이징 효과를 향상시켰으며, 전분호액 제조 시 PAM과 SA의 전하밀도를 고려하여 투입순서를 결정해야 될 것으로 판단되었다.

사 사

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

인용문헌

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).