

PVAm 함침에 의한 라이너지의 강도개선

조병욱, 문은식, 원종명
강원대학교 제지공학과

1. 서론

최근 전세계적으로 UKP의 공급량이 감소하면서, UKP의 가격이 상승함에 따라 AOCC 등의 가격이 상승하여 라이너지의 제품원가가 증가하고 있는 현실이다. 또한 UKP를 원료로 사용하는 크라프트지 생산 공장에서도 제품 생산원단위의 증가로 인해 문제가 되고 있다. 문제를 해결할 수 있는 한 가지 방안은 천연 UKP를 저가의 원료인 OCC로 대체하는 것이다. 또한 라이너지의 경우에도 저 품질의 OCC를 사용하여 제품을 생산하는 것이 한 가지 방안이 될 수 있다. 제품의 평량을 낮추는 것도 제품의 생산원단위를 저감시킬 수 있는 방법이다. 그러나 저 품질의 원료를 사용하거나 평량을 저감하는 것은 제조된 종이의 강도가 저하된다는 문제점에 당면하게 된다.¹⁾

종이의 강도를 향상시키기 위해서 고해도를 높이는 방법을 가장 일반적으로 많이 사용한다. 고해도가 높아지면 대부분의 강도는 향상되나, 인열강도와 벌크가 감소하는 단점이 있다. 또한 지필의 구조가 치밀해짐에 따라 투기도가 저하된다. 다른 측면에서 보면 고해를 많이 하면 고해에너지가 증가하여 생산비의 증가를 초래하며, 지료 내 미세분 함량의 증가로 탈수 속도를 저하시켜 결국은 초지속도를 저하시키는 단점이 있다.²⁾

고해도를 증가시키는 것 외에 종이를 강도를 증가시킬 수 있는 한 가지 방법은 지력증강제를 사용하는 것이다. 여러 지력증강제가 시중에 사용되고 있으나 기존의 내침용 지력증강제로는 강도를 향상시키는 정도에 한계가 있다고 보는 것이 일반적이다. Polyvinylamine (PVAm)을 내침용 지력증강제로 사용하여 습윤 지력을 증가시킬 수 있다는 보고가 있었다.^{3,4)} 최근에 양이온성 PVAm과 음이온성 PAM(Polyacrylamide)의 이중고분자 시스템을 지력증강제로 사용하는 제품이 개발되었고, 포장지 생산에 적용되어 인장강도, 인장흡수에너지 (TEA, Tensile energy absorption), 투기도를 개선시킬 수 있다고 보고되었다.⁵⁾ Pelton과 Hong은 신문지를 PVAm에 함침 시켜 인장강도와 습윤 인장강도가 증가함을 확인하였다⁶⁾. 이 결과는 PVAm을 내침용으로 뿐만 아니라 표

면사이즈 등의 다른 방법으로 적용해서도 종이의 강도를 향상 시킬 수 있다는 가능성을 보여준다.

본 연구에서는 시판되는 라이너지를 PVAm에 함침시켜 종이의 강도와 물성에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

공시재료로 세 종류의 골판지 원지를 아세아제지(주)로부터 분양 받아 사용하였다. 샘플 A의 평량은 178 g/m^2 , B는 171 g/m^2 , C는 178 g/m^2 이다. PVAm(polyvinylamine)은 이양화학(주)으로부터 분양받아 사용하였다. PVAm의 고형분농도는 30%, active content는 9%, 전하밀도는 7 meq/g 이었다.

PVAm을 원액대비 10%, 20%, 30%로 희석하여 라이너지를 함침 시킨 후, 무명천을 양쪽에 대고 실린더 건조기로 건조하였다. 제조된 샘플을 조습시켜 무게를 측정하여 pick-up양을 측정하였다.

이와 같이 제조된 샘플을 $23 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 상대습도 $50 \pm 1.0\%$ 로 하루 이상 조습처리 한 후 Tensile strength와 TEA(T494 om-01)를 측정하였고, Wet tensile strength는 증류수에 30분간 함침한 후 측정하였다. 또한 Bursting strength(T403 om-02)와 Air permeability(T547 om-02)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

PVAm의 pick-up양을 증가시키면 인장강도는 증가되는 경향을 보였다 (Fig. 1). MD 방향에서는 sample A가 최대 26% B는 25% C는 34% 증가하였고, CD방향에서는 sample A가 최대 51% B는 17% C는 48% 증가하였다. MD방향에서는 sample C의 강도개선 효과가 제일 좋았으며, CD 방향에서는 sample A와 C의 개선효과가 뛰어난 것으로 나타났다. 전체적으로 보면 MD에서보다는 CD에서의 인장강도 개선효과가 큰 것으로 나타났다. 이는 라이너지를 PVAm에 함침하여도, PVAm 분자들이 섬유 표면에 흡착되어 섬유 간 결합력을 향상시킬 수 있다는 것을 나타낸다.

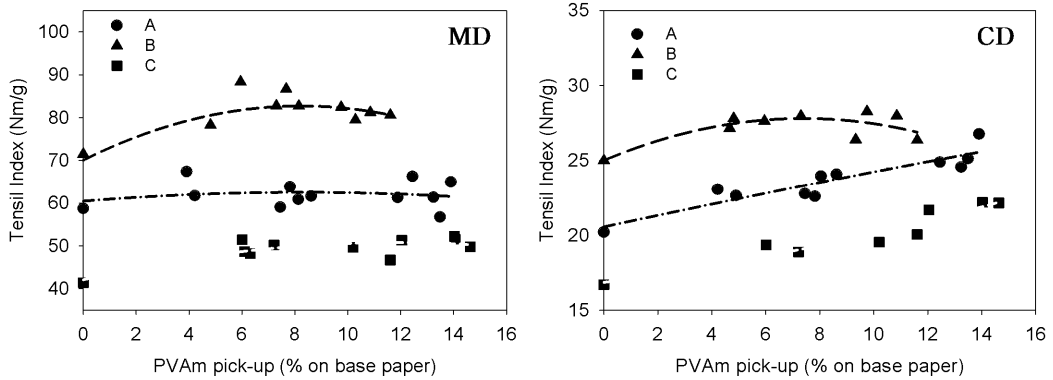


Fig. 1. Effect of PVAm content on tensile index.

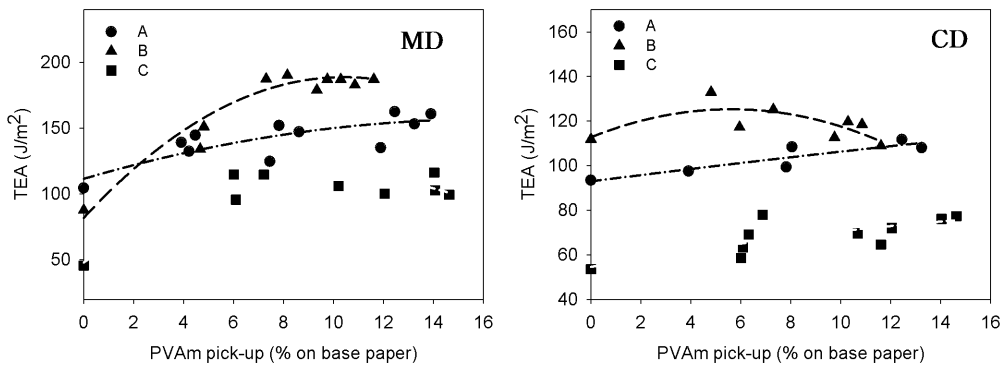


Fig. 2. Effect of PVAm content on TEA.

포장재의 경우에 충격을 받았을 때 종이 흡수 할 수 있는 에너지가 높아야 하는데, 이는 TEA로 나타낼 수 있다. PVAm의 pick-up양이 증가하면서 MD방향에서 sample A가 최대 54% B는 최대 142% C는 최대 152% 증가하였고, CD방향에서 sample A가 최대 20% B는 최대 41% C는 최대 45% 증가하였다 (Fig. 2). MD방향에서의 TEA는 sample C가 152%증가 하였으며, CD 방향에서도 sample C가 최대 45%로 가장 큰 증가를 보였다. 습윤 인장강도 또한 PVAm의 pick-up양이 증가하면서 개선되는 경향을 보였다 (Fig. 3). 습윤 인장강도는 지종에 따라 증감을 다르게 보였다. 표면지로 사용되는 A sample는 MD, CD방향에서 각각 최대 168%, 238%증가 하였고 B sample 또한

76%, 111%증가 하였다.

일반적으로 지력증강제의 사용에 의해서 섬유 간 결합이 향상되면, 종이를 찢을 경우에 섬유가 뿔어지면서 인열 에너지가 분산되지 못하고 좁은 면적에 집중되기 때문에 인열강도는 감소하게 된다. 본 실험에서도 PVAm pick-up양이 증가하면서 인열강도는 감소되었다 (Fig. 4). MD에서의 강도 감소가 CD에서 보다 더 큰 것을 알 수 있다.

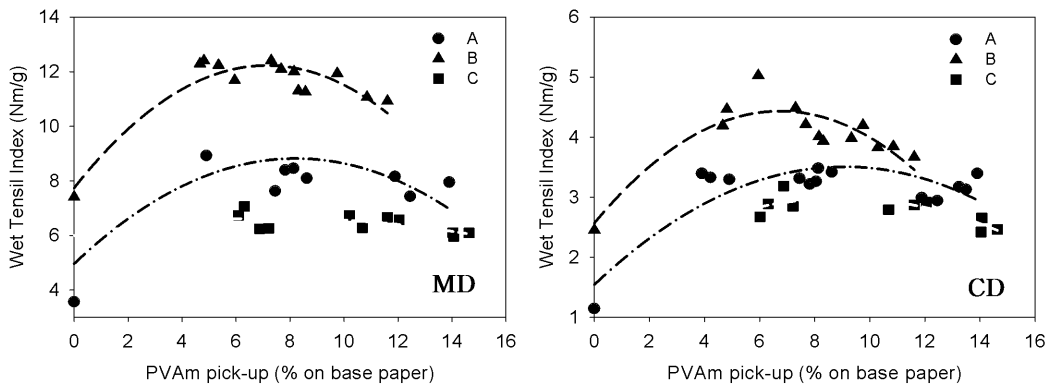


Fig. 3. Effect of PVAm content on Wet tensile index.

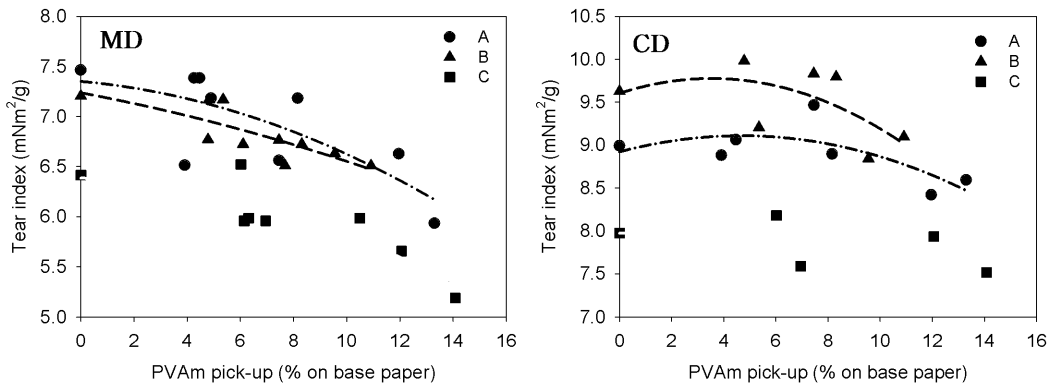


Fig. 4. Effect of PVAm content on tear Strength.

파열강도는 인장강도와 마찬가지로 PVAm pick-up양이 증가하면서 지중에 따라 다르지만 전체적으로 증가하는 모습을 보였다 (Fig. 5). A, B, C sample 각각 최대 72%, 17%, 41%가 증가하였다.

투기도는 A, B, C sample 각각 최대 49%, 35%, 33% 향상되었다 (Fig. 6). 증류수에 함침 시킨 후, 실린더 드라이어로 건조시켰을 경우에도 투기도가 많이 향상된 것을 관찰할 수 있었다 (Fig. 6에서 A-, B-, C-). 따라서 본 실험에서 투기도가 변화를 보인 것은 함침 후 재 건조 되는 과정에서 라이너지의 구조가 변화되면서 투기도의 향상을 야기 시킨 것으로 판단된다.

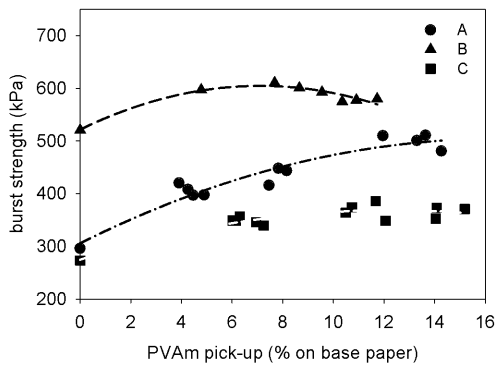


Fig. 5. Effect of PVAm content on bursting Strength.

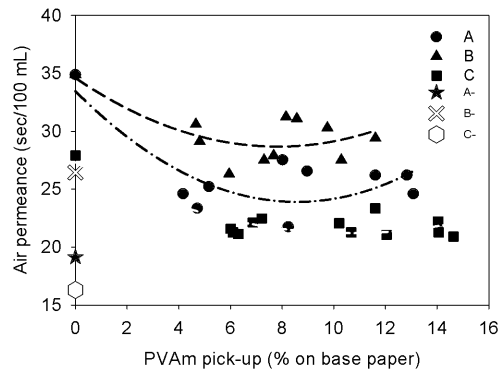


Fig. 6. Effect of PVAm content on Air permeability.

4. 결론

양이온성 Hofmann PVAm에 라이너지를 함침 시켜 물성에 미치는 영향을 연구해 보았다. 인장강도(MD 26~34%, CD 17~51%), 압축강도(MD 31~108%, CD 17~115%), 파열강도(17~72%), 습윤 인장강도(MD 76~168%, CD 111~238%)의 강도를 향상 시킬 수 있음을 확인하였다. 이는 PVAm을 단독 사용하여 표면사이징이나 spray 등의 외첨 방법에 의해서도 종이의 강도를 향상 시킬 수 있다는 가능성을 보여 준다.

참고문헌

1. 조병욱, 류정용, 손동진, 송봉근, Hofmann PVAm-APAM 건조지력증강제 시스템의 국내 크라프트지 적용사례, 제지기술 NO.23, 2009.
2. 이학래, 이복진, 신동소, 서영범, 임기표, 원종명, 손창만, 제지과학, 광일문화사, pp. 114-116, 2000.
3. D.J. Son and B.Y. Kim, Improvement of Wet-end Performance and Paper Strength with Polyvinylamine, J. Korea TAPPI 37(5), pp. 63-69 (2005).
4. J. Hong, The effects of poly(N-vinylformamide) and polyvinylamine on dry and wet paper strength, M.Eng. thesis, McMaster University, Hamilton, Ontario, 2001.
5. 류정용, 조병욱, 송봉근, 호프만전위에 의한 PVAm 건조지력증강제의 적용 평가, 한국펄프·종이공학회 2008년 추계학술발표논문집, pp. 75-78 (2008).
6. R. Pelton and J. Hong, Some properties of newsprint impregnated with polyvinylamine, TAPPI J. 1(10), pp.21-26 (2002).