

# PVAm 용액의 종이 두께 방향 침투 kinetics에 영향을 미치는 인자들

조병욱<sup>†</sup>, 원종명, 문은식, 최도침  
강원대학교 제지공학과

## Factors influencing the penetration kinetics of PVAm solution in z-direction of paper

Byoung-Uk Cho<sup>†</sup>, Jong Myoung Won, Eun-Sik Moon, Do-Chim Choi  
Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest Environmental Science,  
Kangwon National University

### ABSTRACT

Factors influencing penetration kinetics of PVAm solution into paper were investigated with ultrasonic Penetration Evenness Analyzer (PEA). Paper structure was varied by changing basis weight, freeness of pulp, calendering, number of plies and filler addition and hydrophobicity of paper was varied by adding AKD. Important factors affecting liquid penetration are found to be pore structure and hydrophobicity of paper. Pore structure of paper can be designed by controlling refining degree and filler addition. Hydrophobicity of paper can be controlled by internal sizing.

Keywords: PVAm, ultrasonic Penetration Evenness Analyzer, adsorption kinetics

### 1. 서 론

종이에 액체가 흡수되는 현상은 매우 중요한 종이의 특성 중 하나이다. 종이가 액체를

---

<sup>†</sup> 교신저자 (Corresponding Author): E-mail: bucho@kangwon.ac.kr

흡수하는 특성은 종이의 용도에 따라서 조절되고, 화장지나 키친타월처럼 액체의 흡수 특성이 우수한 것부터, 벽지, 인쇄용지같이 제한된 흡수성을 가지는 것까지 폭 넓게 존재한다. 종이에 액체가 흡수하는 특성은 표면사이징 시 전분용액의 종이에의 침투특성 제어, 도공공정 시 바인더와 안료의 마이그레이션 제어, 함침지 제조, 인쇄공정 등에도 중요하게 적용될 수 있다.

표면사이징, 함침지 제조 공정에서 종이가 액체를 흡수하는 특성은 종이의 두께 방향으로 액체의 침투 (penetration)가 중요하다 할 수 있다. 액체가 투과성물질 (porous material)에 침투하는 현상을 모델링하는데 Lucas-Washburn 이론이 가장 일반적으로 사용되어져 왔다. 이에 의하면 침투하는 액체의 점도와 표면장력, 종이의 공극 직경, 종이의 접촉각이 영향을 미치는 주요 인자들이다<sup>1)</sup>.

이전 연구에서 라이너지를 PVAm(polyvinylamine)용액에 함침시켜, 종이의 강도를 향상시키고자 하였다<sup>2)</sup>. 함침시간과 PVAm 용액의 농도를 조절하여 PVAm pick-up을 조절하였다. PVAm의 pick-up을 제어하기 위해서는 PVAm 용액이 종이에 흡수되는 현상을 이해할 필요가 있다. 본 연구에서는 ultrasonic Penetration Evenness Analyzer를 사용하여 종이의 구조적, 표면화학적 특성들이 PVAm 용액의 흡수에 미치는 영향들을 조사하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 실험재료

화학펄프로 수초지를 제조하여 공시재료로 사용하였다. 종이의 구조적 성질과 표면화학적 성질들을 변화시키기 위해서 다음과 같은 인자들을 조절하였다: 평량 (80~160 g/m<sup>2</sup>), 고해도 (300~600 mL CSF), 충전제 첨가량 (0~25% on pulp), AKD 첨가량 (0~2% on pulp), 켈린더링 통과 수 (1~5회), PVAm 농도 (0~30%).

### 2.2 실험방법

Ultrasonic Penetration Evenness Analyzer (PEA, Fig. 1)를 사용하여 액체가 종이에 흡수되는 kinetics를 측정하였다. PEA는 초음파를 방출하는 transmitter와 횡방향으로 1 mm 간격마다 32개의 센서가 장착된 receiver로 구성되어 있다. Sample holder에 시편을 붙여 PEA의 measuring cell에 넣으면 종이 샘플로 물이 흡수, 침투된다.

Transmitter에서 방출된 초음파는 종이 샘플을 통과하여 receiver에서 측정되고, 물의 침투 정도에 따라서 측정되는 초음파의 세기가 변화된다.

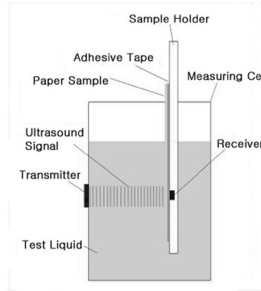


Fig. 1. Ultrasonic Penetration Evenness Analyzer

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 충전제 첨가량 변화가 PVAm 용액의 흡수 kinetics에 미치는 영향을 보여준다. 시간이 증가함에 따라, 액체가 종이 내부로 흡수되고 이에 따라 receiver에서 검출되는 초음파의 세기(intensity)는 감소하는 것을 알 수 있다. 충전제 첨가량이 5%, 10% 일 경우에는 거의 동일한 경향을 나타내었다. 흡수 초기에 intensity는 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었다. 충전제 첨가량이 20%, 25%로 증가되었을 시, intensity는 급격하게 감소되어 PVAm 용액이 빠르게 흡수됨을 확인할 수 있었다. AKD로 내침사이징을 하면, intensity가 저하되는 속도가 감소하고, 일정 시간 (60초)에서 intensity가 높음을 확인하였다 (Fig. 3).

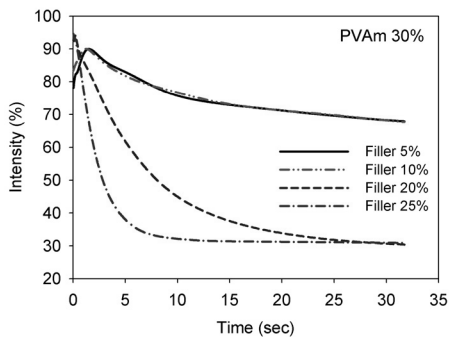


Fig. 2. Effect of filler addition on penetration kinetics of PVAm solution into paper.

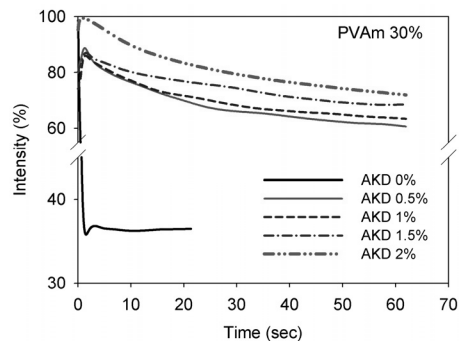


Fig. 3. Effect of AKD addition on penetration kinetics of PVAm solution into paper.

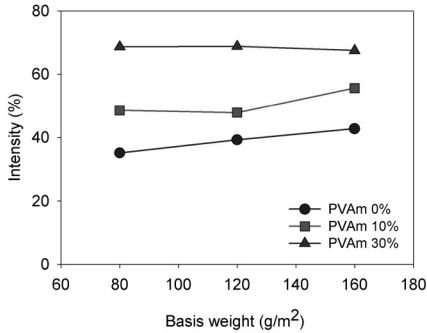


Fig. 4. Effect of basis weight on liquid absorption at various PVAm concentration.

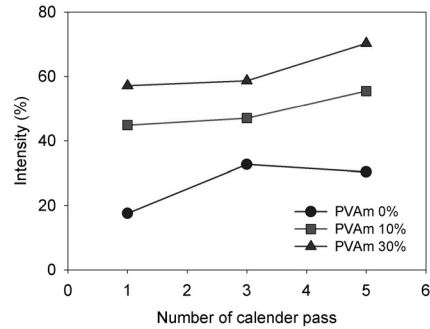


Fig. 5. Effect of calendering on liquid absorption at various PVAm concentration.

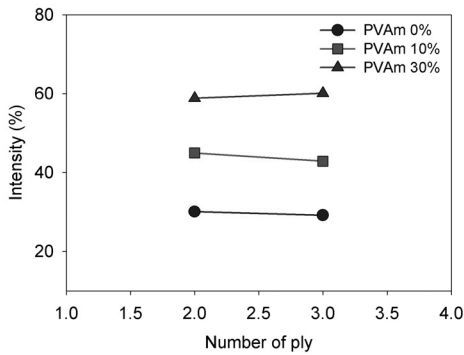


Fig. 6. Effect of number of plies on liquid absorption at various PVAm concentration.

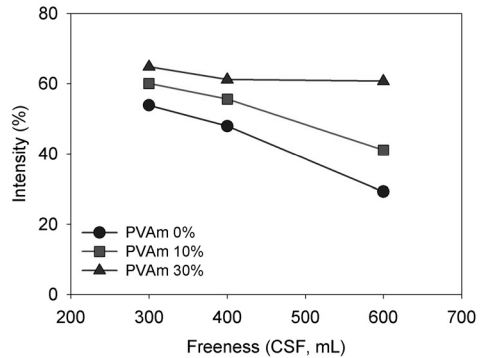


Fig. 7. Effect of beating degree (CSF) on liquid absorption at various PVAm concentration.

Figs. 4~9는 일정 시간 후의 intensity값을 비교한 결과를 나타낸 것이다. PVAm 용액의 농도가 증가함에 따라 흡수속도가 느린 것을 알 수 있었다. 이는 PVAm 용액의 농도가 높으면 용액의 점도가 높아지기 때문으로 사료된다. 평량 (Fig. 4)과 합지의 정도 (Fig. 6)는 액체의 흡수속도에 큰 영향을 미치지 않았다. 캘린더 통지 수가 증가함에 따라 변화가 크지는 않으나 intensity가 커지는 것을 알 수 있다 (Fig. 5). 이는 캘린더 더링함에 따라 종이 구조가 치밀해지고, 결과적으로 액체의 침투가 힘들어지기 때문으로 사료된다. 이는 고해도를 변화시킨 실험의 결과로 확인할 수 있다. 고해도가 증가됨

에 따라 intensity는 증가되었다 (Fig. 7). 충전제를 첨가하면 intensity는 급격하게 감소하였다 (Fig. 8). 즉, 액체 흡수 속도가 빨라짐을 확인할 수 있었다. 이는 충전제의 첨가가 종이의 공극구조에 직접적으로 영향을 미치기 때문으로 사료된다. AKD로 내침사이지를 하여, 종이의 소수성 정도를 증가시키면 액체의 흡수속도가 느려짐을 확인하였다 (Fig 9).

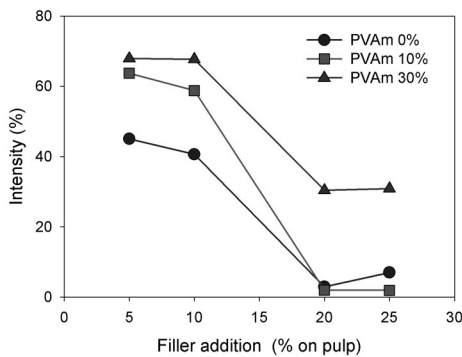


Fig. 8. Effect of filler addition on liquid absorption at various PVAm concentration.

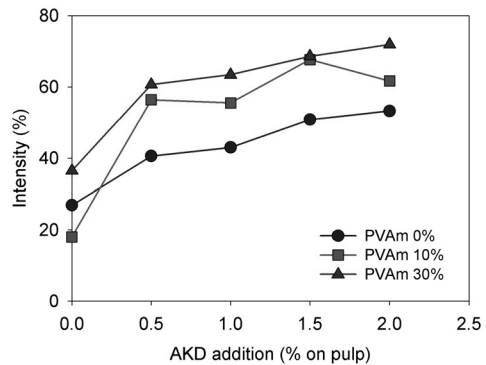


Fig. 9. Effect of AKD addition on liquid absorption at various PVAm concentration.

#### 4. 결 론

PVAm 용액의 종이 두께 방향으로의 흡수속도에 영향을 미치는 중요한 인자는 종이의 공극구조와 표면화학적특성이라고 판단된다. 종이의 공극구조는 고해도와 충전제 첨가에 의해서 조절할 수 있고, 종이의 소수성은 내침사이징에 의해서 조절할 수 있어, 이들 인자들의 조절에 의해서 액체의 흡수 속도를 조절 할 수 있으리라 판단된다.

#### 사 사

본 연구는 2010년도 강원대학교 학술연구조성비로 연구하였음.

#### 인용문헌

1. Washburn, E.W., The dynamics of capillary flow, Phys. Rev. 17:273-283 (1921).
2. 조병욱, 문은식, 원종명, PVAm 함침에 의한 라이너지의 강도개선, 한국 펄프·종이공학회 2010년 춘계학술발표논문집, pp. 69-74 (2010).