

# 보류 기작에 따른 섬유 및 종이의 물성 변화

윤두훈 · 박종문

충북대학교 산림과학부

## 1. 서 론

다양한 용도에 맞는 종이를 생산하기 위해서는 예전과는 달리 식물의 섬유만으로 종이를 생산하는 것이 아니라, 소비자가 요구하는 제품 특성에 따라 다양한 기능을 종이에 부여하고, 초지기의 조업성을 향상시키기 위해 상당량의 비섬유상 물질을 첨가하여야 한다. 이러한 물질은 종이의 기능성, 생산자의 경제성에 매우 큰 영향을 미친다.

비섬유상 물질을 펄프 섬유와 함께 와이어 상에 보류 시키기 위해 보류 기작을 적용하고 있으며, 보류 기작에 대한 연구는 응집이 제지 공정에서 차지하는 중요성만큼이나 매우 활발하게 진행되었으며 현재도 진행 중에 있다. 그러나 기존의 연구에서는 다양한 보류 기작을 적용하고 충전제의 보류 정도나, 탈수 시간에 중점을 두고 있거나 응집 거동을 밝히는 수준에서 그치고 있으며 실제로 물성을 측정하여 응집 거동과 종이 물성의 상관관계를 연구한 사례는 극히 드물다.

이에 이번 연구에서는 종이의 응집을 Image analyzer의 한 종류인 2D-F sensor를 이용하여 응집을 분석하고, 종이 물성과의 상관관계를 알아보려고 하였으며, 보류 기작의 고분자나 마이크로 파티클을 변화하여 그에 따른 상관관계를 알아보려고 하였다.

## 2. 실험 재료 및 방법

공시 펄프를 실험실용 Valley beater(23ℓ)를 이용하여 TAPPI standard T248 hm-85에 의거하여 여수도 350 ml C.S.F가 되도록 고해하였다. 섬유의 응집거동 실험을 위해 각 양이온성 고분자를 100, 300, 500 ppm 첨가하였으며, 무기 마이크로 파티클은 1200 ppm, 유기 마이크로 파티클은 120, 1200 ppm으로 첨가량을 고정시

켰다. 충전제 첨가 실험을 위해 양이온성 고분자는 500 ppm, 무기 마이크로 파티클은 1200 ppm, 무기 마이크로 파티클은 120 ppm을 첨가하고, 각 지료에 충전제로 사용된 GCC를 전건펄프 대비 5%, 15%, 25%를 첨가하였다. 양이온성 고분자가 섬유 및 충전제의 응집에 미치는 영향을 알아보기 위해 선형 및 분지형 양이온성 고분자는 500 ppm, 무기 마이크로 파티클은 1200 ppm, 유기 마이크로 파티클을 120 ppm 그리고 충전제는 GCC를 전건펄프 대비 15%로 고정시켰다.

마이크로 파티클 시스템을 적용한 시편으로 종이의 응집특성, 강도적, 구조적 특성을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 응집 특성

무기 마이크로 파티클의 첨가량이 많기 때문에 응집이 크게 형성되는 경향을 보였으며, 그에 따라 지합이 크게 나빠지는 것을 볼 수 있다. 또한 충전제의 첨가에 의해 응집의 발생이 크게 줄어드는 경향을 볼 수 있었다. 하지만 유기 마이크로 파티클의 경우 충전제 첨가에 따른 응집이 크게 형성되지는 않았지만, 충전제의 첨가로 인한 응집 발생의 저하는 이루어지지 않는다는 것을 볼 수 있다.

양이온성 고분자를 선형으로 사용하였을 경우 충전제 첨가에 따른 응집의 발생이 저하되는 것을 볼 수 있지만 분지형 고분자를 사용하였을 경우 응집이 크게 형성되지 않았지만 응집 발생 저하가 이루어지지 않아 유기 마이크로 파티클을 사용할 경우와 비슷한 경향을 보이는 것을 볼 수 있었다.

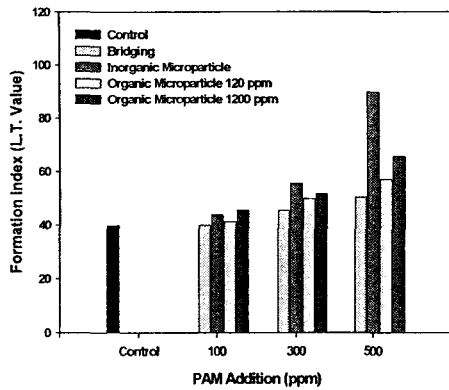


Fig. 1. Formation index without filler addition.

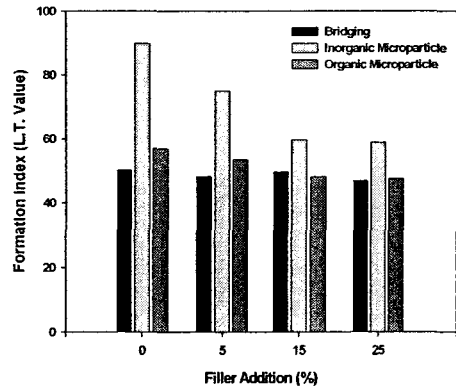
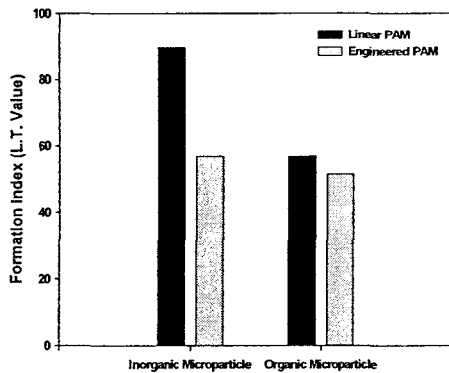
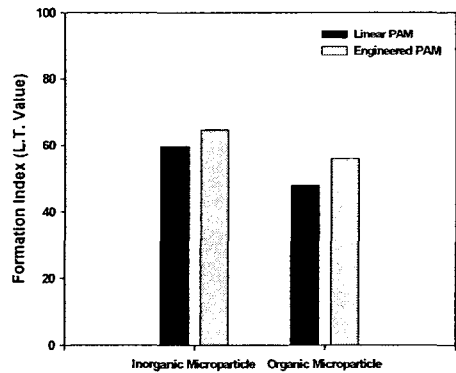


Fig. 2. Formation index depending on filler addition.



(a)



(b)

Fig. 3. Comparison of formation index depending on cationic polymer. ((a) : without filler addition, (b) : 15% filler addition)

### 3.2 종이의 물성

무기 마이크로 파티클을 적용하였을 때 강한 응집으로 인해 지합의 저하가 심해지는 경향을 보였으며 이로 인해 종이의 통기성이 상승하는 경향을 보였다. 하지만 선형 고분자 보다는 분지형 고분자를 사용하였을 때 강한 응집은 형성하지 않았지만 더 porous한 경향을 보였으며 이는 분지형 고분자의 구조적인 차이로 인해 종이 내부의

구조가 달라졌기 때문에 사료된다.

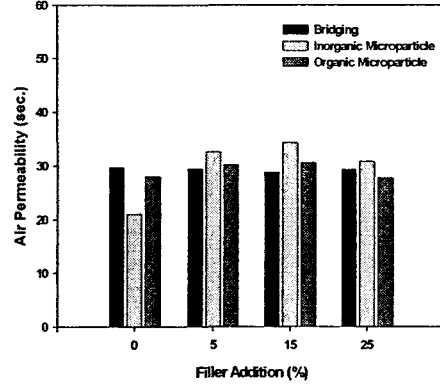
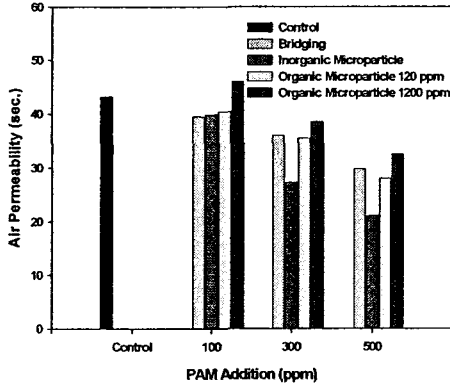
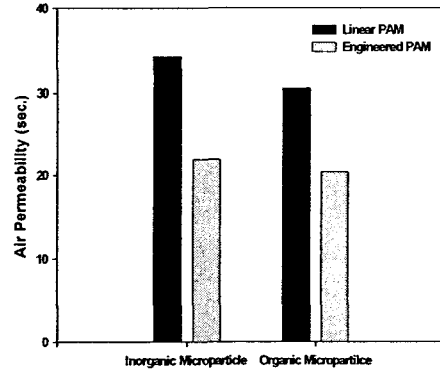
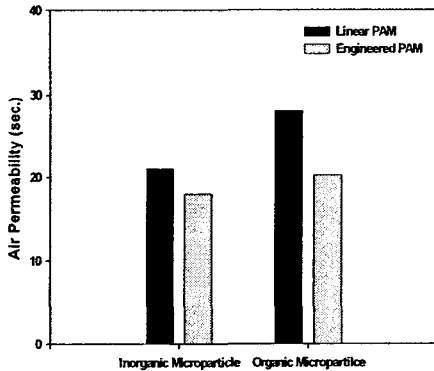


Fig. 4. Air permeability depending on PAM addition.

Fig. 5. Air permeability depending on filler addition.



(a)

(b)

Fig. 6. Comparison of air permeability depending on cationic polymer. ((a) : without filler addition, (b) : 15% filler addition)

그림 7-9는 각 시편의 인장강도를 나타낸 그래프이다. 충전제를 첨가하지 않았을 경우 응집이 크게 형성된 무기 마이크로 파티클의 강도가 크게 감소되는 경향을 보였으며 이는 응집에 의해 종이의 지합이 크게 저하되었기 때문에 사료된다. 하지만 충전제의 첨가에 따라 강도의 감소 및 보류 기작에 따른 편차가 감소되는 경향을 보였으

며, 양이온성 고분자를 선형으로 교체하였을 때에도 강도의 변화는 크지 않는 것을 볼 수 있었다.

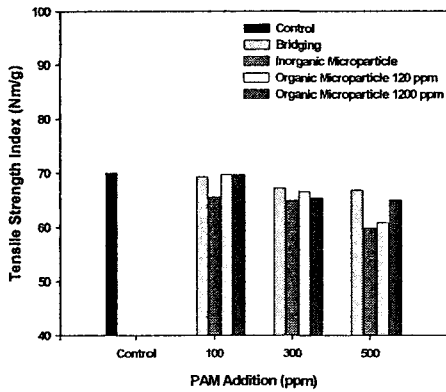


Fig. 7. Tensile strength index depending on PAM addition.

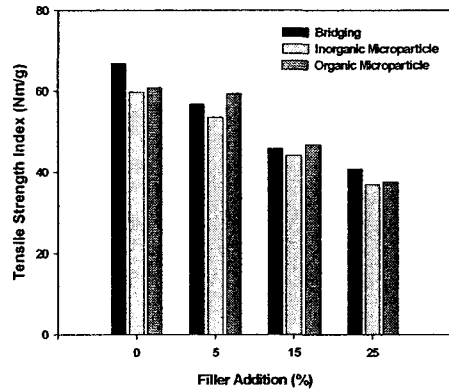
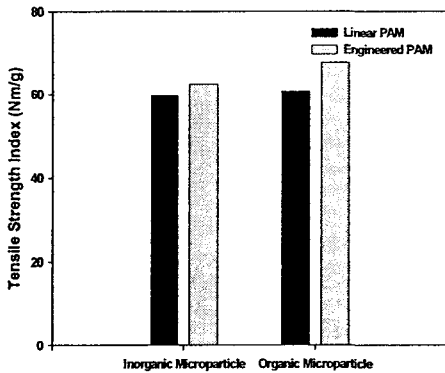
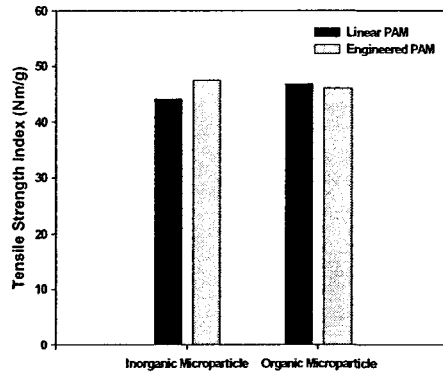


Fig. 8. Tensile strength index depending on filler addition.



(a)



(b)

Fig. 9. Comparison of tensile strength index depending on cationic polymer.

((a) : without filler addition, (b) : 15% filler addition)

그림 10-12는 각 시편의 파괴 인성을 나타낸 그래프이다. 충전제를 첨가하지 않았

을 때 약간의 응집 형성에 따라 파괴 인성이 증가하는 경향을 나타내는데 이는 파괴 시편의 경우 결점 끝부분에 응력이 집중하게 되는데 약간 형성된 응집이 응력의 집중을 분산시켰기 때문으로 사료되며, 응력의 진행을 방해하기 때문으로 사료된다. 하지만 너무 많은 응집을 형성하였을 때에는 시편 자체의 지합이 크게 떨어지기 때문에 파괴 인성도 더 이상 상승하지 않거나 떨어지는 경향을 보였다.

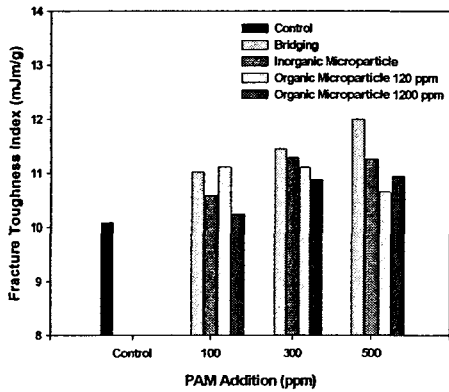


Fig. 10. Fracture toughness index depending on PAM addition.

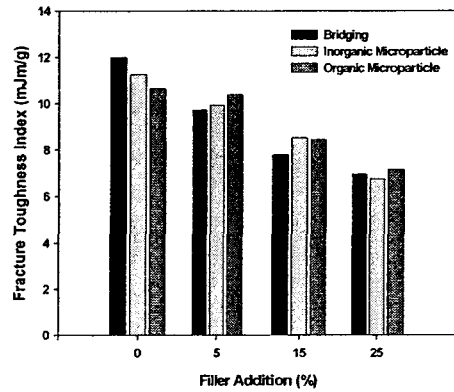


Fig. 11. Fracture toughness index depending on filler addition.



Fig. 12. Comparison of fracture toughness index depending on cationic polymer.

((a) : without filler addition, (b) : 15% filler addition)

#### 4. 결 론

이번 실험을 통해 마이크로 파티클과 양이온성 고분자의 변화에 의해 응집의 형태가 달라지는 것을 확인할 수 있었으며 응집의 형태는 유기 마이크로 파티클과 분지형 양이온성 고분자가 비슷한 경향을 보이는 것을 볼 수 있었다. 양이온성 고분자의 구조적인 차이에 따라 종이의 구조는 다른 경향을 보이는 것을 알 수 있었으며 충전제를 첨가하지 않았을 때 응집의 발생에 따른 강도의 변화는 있었으나, 충전제의 첨가 후 응집에 의한 물성의 변화보다는 충전제와 섬유간 결합 강도의 약화에 따른 물성 변화가 더 큰 비중을 차지 한다는 것을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. Swanson, J. W., Colloid Chemistry of Papermaking Materials, TAPPI PRESS, pp. 224 (2003).
2. Lodzinski, F. P., Retention of Fines Solids During Paper Manufacture, TAPPI CA Report No. 57, pp. 1-5 (1975).
3. Gess, J. M. Retention of Fines and Fillers During Papermaking, TAPPI PRESS, pp. 3 (1998).
4. Gess, J. M., 1983 TAPPI Retention and Drainage Seminar Notes, TAPPI PRESS, pp. 77 (1983).
5. Gess, J. M., Retention of Fines and Fillers During Papermaking, TAPPI PRESS, pp. 13-14 (1998).
6. Blanco, A., Negro, C., Tijero, J., Developments in Flocculation, Pira International, pp. 1-5 (2001).
7. Au, C. O., 외, Application of Wet-End Paper Chemistry, Blackie Academic & Professional, pp. 13-17 (1995).
8. Walkush, J. C., Coagulation of Cellulose Pulp Fibers and Fines as a Mechanism of Retention, TAPPI Journal 57(1): 112-116 (1974).