

Unsorted ONP를 활용하여 펄프몰드를 생산하기 위한 필핑 공정의 최적화

조병욱, 류정용, 김태근¹⁾, 박대식, 신은주, 송봉근
한국화학연구원 바이오정밀화학연구센터, 풍년기업사¹⁾

1. 서론

펄프몰드는 주로 신문지 고지 또는 골판지 고지 등의 폐지를 원료로 다양한 형태의 금형을 사용하여 진공 흡입 성형한 후 건조하여 각종 식품용기, 산업용 완충재, 농수산물 용기 등의 포장재 및 완충재로 사용되는 성형제품이다¹⁾. 사용 후 다시 원료로 재사용 할 수 있을 뿐만 아니라 그 원료 및 생산 공정이 모두 환경친화적인 대표적인 친환경소재이다.

펄프몰드제품은 그 특성에 따라 크게 세 가지 종류로 나눌 수 있다: (1) 달걀 받침이나 청과용 포장 소재로 쓰이는 두께 1-3 mm의 소프트몰드; (2) 가전제품 등의 중량물 포장재로 쓰이는 두께 3 mm 이상의 하드몰드; (3) 앞, 뒷면이 모두 매끄러운 고급 포장소재인 하이테크 몰드. 이중 계란판 등에 사용되는 소프트몰드는 유가 판매되지 못한 신문과 전단지 등이 분류된 균일한 품질의 신문을 주원료로 사용하고 있다. 인터넷 전자신문 및 신문발행부수 공시제도가 시행된 이후 미 유통 신문의 절대량이 줄어들어, 구매가 용이하고 저렴한 수거 신문지를 사용하고자 하나 이와 같은 미분류 신문 (unsorted ONP)은 다양한 이물질을 포함하고, 또한 이것들을 기존의 조성공정에서 충분히 처리할 수 없어서 미분류 신문을 원료로 사용하는데 제한이 있다.

본 연구에서는 전단지를 포함하는 미분류 신문지 고지 (unsorted ONP)를 사용하여 펄프몰드를 생산할 수 있도록 필핑 공정을 최적화 하고자 하였다. 필핑 농도와 온도가 필핑 특성에 미치는 영향에 중점을 두었고 또한 종이의 노화가 미치는 영향도 조사하였다.

2. 재료 및 방법

실험에 사용된 신문지 고지는 같은 날자에 인쇄된 신문을 P기업사에서 샘플링하여 사용하였다. 광고전단지는 인쇄소에서 파지 처리된 것을 사용하였다. 신문지 고지의 회분율은 9.85%, 전단지의 회분율은 37.7%이었다.

펄핑 실험은 실험실용 Helico 고농도 펄퍼를 사용하였다. 고지의 해리정도를 측정하기 위하여, Somerville screen을 사용하였다. Screen reject를 미해리분(flake), 200 mesh wire를 통과한 것을 미세분으로 하였다. 탈수도는 RDA (Retention Drainage Analyser)를 사용하여 초지 후, final air permeability를 측정하여 평가하였고, 섬유유(curl) 정도를 TechPap사의 Morfi를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 펄핑농도의 영향

펄핑 농도가 펄핑 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 신문지 고지와 전단지를 혼합 (전단지 함유량 6.23%) 후, 펄핑 농도를 7%에서 13%까지 변화시키면서 펄핑하였다. 펄핑 시 사용한 물의 온도는 15°C 정도였다.

Fig.1 과 2는 펄핑 농도가 미해리분과 미세분 함량에 미치는 영향을 보여준다. 펄핑 농도를 증가시켰을 시, 미해리분의 함량이 감소하였다. 즉, 펄핑이 빨리 이루어짐을 알 수 있었다. 11%와 13%의 경우, 2분간 펄핑하였을 시는 13%에서 펄핑이 빨리 이루어 졌으나, 3분 이후에는 11%와 13%에서 차이가 발견되지 않았다. 농도가 높아질수록 섬유사이의 종이의 해섬이 빨라진 이유는 높아진 마찰력으로 설명이 가능하다.²⁾ 2분간 펄핑 하였을 시, 섬유유가 해섬 됨에 따라 미세분의 생성도 점차 증가하였다. 그러나 펄핑시간 3분에서 농도 9-13% 사이에 미세분함량은 큰 변화가 없었다.

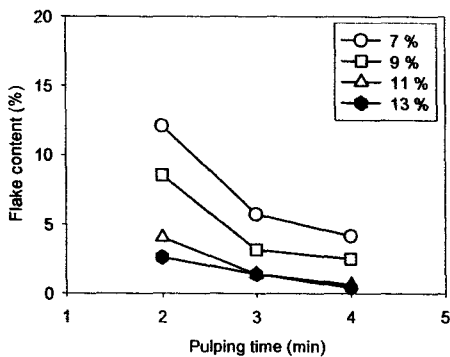


Fig. 1. Effect of pulping consistency on flake content.

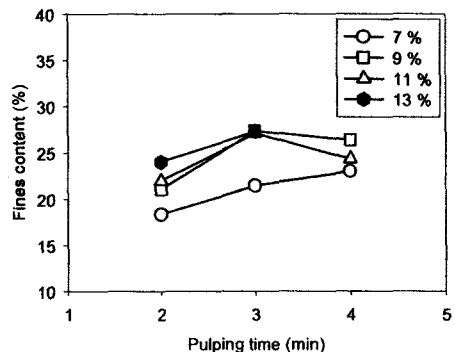


Fig. 2. Effect of pulping consistency on fines content.

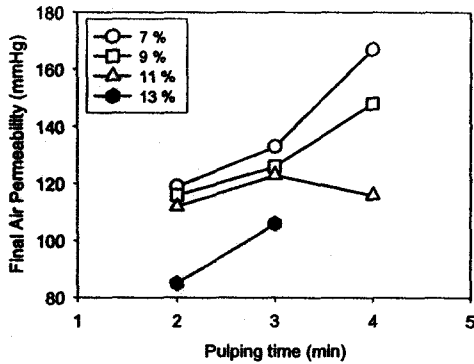


Fig. 3. Effect of pulping consistency on drainage.

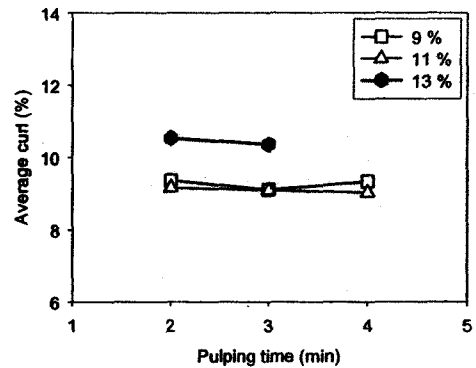


Fig. 4. Effect of pulping consistency on fiber curl.

Final air permeability는 RDA로 초지 시, 탈수 진공압을 가르키고, 낮은 값이 탈수가 잘 됨을 의미한다. 펄핑 시간 2, 3분에서 7%-11% 사이에 탈수도에 큰 차이는 없었으나, 13%에서 탈수가 급격히 좋아짐이 발견되었다 (Fig. 3). 이는 고농도에서 펄핑 시, 섬유사이의 마찰력 증가로 인해서 curl, kink등과 같이 변형된 섬유가 증가하고 (Fig. 4), 이 변형된 섬유가 물이 탈수할 수 있는 공간을 제공하기 때문인 것으로 생각된다.

3.2 펄핑 온도와 효소의 영향

펄핑 온도가 펄핑에 미치는 영향을 조사하기 위해 신문지고지 (90%)와 전단지 (10%)의 혼합물을 11% 농도에서 지료 온도 30, 50°C에서 실험을 하였다. 실제 공정에선 펄핑 후, 고농도 탱크에서 지료가 일정시간 저장되면서 교반되어진다. 이때 원료의 해리가 이루어질 수 있다. 또 이후의 이송과정 중에 원료의 해리가 이루어진다.³⁾ 이를 모사하기 위해서 기계적 처리없이 루프에서 30분간 펄핑시키면서 회전시켰다. 또한 효소 (cellulase)가 펄핑을 촉진시킬 수 있나 알아보기 위해 지료대비 1% 첨가하여 그 영향을 조사하였다.

Fig. 5는 펄핑 온도와 효소가 미헤리분 함량에 미치는 영향을 보여준다. 펄핑 시간 2분에서는 50°C에서 펄핑이 조금 빨리되었다. 이는 고온에서 물의 낮은 점도와 이에 따른 종이로의 빠른 침투 때문으로 사료된다. 그러나 3분 이후에는 30°C와 50°C에서 큰 차이가 발견되지 않았다. 30°C, 3분정도에서 미헤리분 함량 1% 이하로 만족할

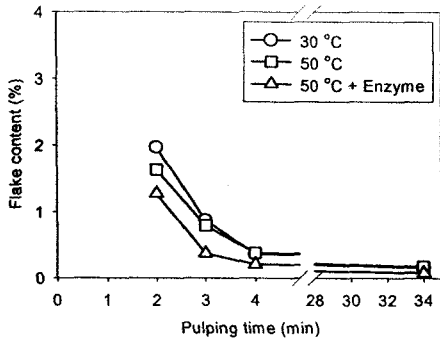


Fig. 5. Effect of pulping temperature and enzyme on flake content.

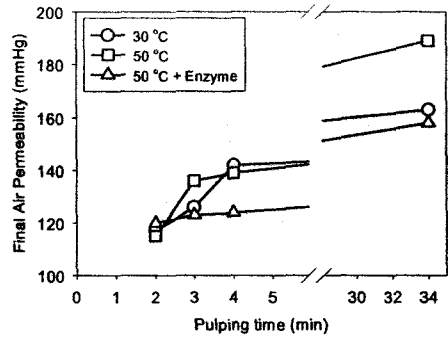


Fig. 6. Effect of pulping temperature and enzyme on drainage.

만한 결과를 보여준다. 또한 30분간 루프에서 펄핑 하였을 시, 잔여 미해리분이 완전히 해리되는 것을 알 수 있다. 4분까지의 펄핑에서는 탈수도가 큰 차이를 보이지는 않았다 (Fig. 6). Cellulase 처리 시, 탈수가 조금 향상되는데, 이는 cellulase가 미세분이나 섬유표면의 microfibril을 제거해 이러한 결과나 나온 것으로 생각된다.

3.3 노화의 영향

노화된 종이 펄핑 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 신문지고지와 전단

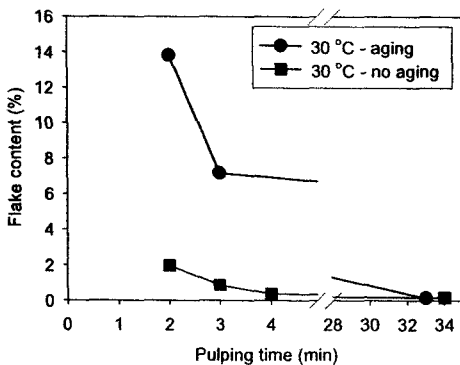


Fig. 7. Effect of aging on flake content.

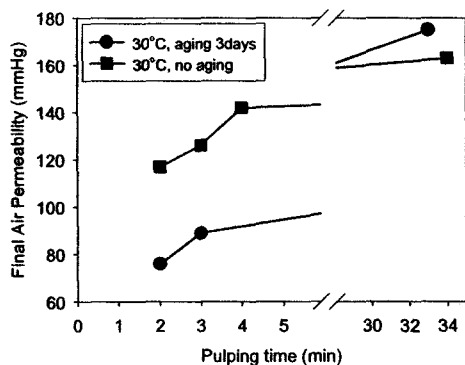


Fig. 8. Effect of aging on drainage.

지를 65°C의 건조기에서 3일간 노화시킨 후, 펄핑 하였다. Fig. 7은 종이의 노화가 미해리분 함량에 미치는 영향을 보여준다. 노화시켰을 경우 미해리분이 10% 이상 증가되어 펄핑이 잘 되지 않았다, 그러나 30분간 펄핑하면 미해리분이 거의 다 해리되어 실제 공정에서 별 문제가 없는 것을 확인할 수 있었다. 노화시켰을 경우 탈수는 좋아졌고, 30분간 펄핑하였을 경우, 노화시키지 않은 것과 큰 차이가 없었다 (Fig. 8).

4. 결론

전단지가 포함된 신문지 폐지를 충분히 해리하기 위해서는 중농도나 고농도 펄핑을 해야 한다. 본 연구에 사용된 실험실용 Helico 펄퍼의 최적농도는 11%이었다. 30°C와 50°C에서는 큰 차이가 발견되지 않았고, 30°C 정도면 펄핑에 적합하다. 종이의 노화는 펄핑 속도를 둔화시키나 고농도탱크에서 저장 또는 그 이후의 이송공정 중에 충분히 해리가 되어 문제가 없을 것이라 생각된다.

사사

본 연구는 산업자원부 부품 소재 통합연구단의 부품 소재 종합기술지원사업으로 수행되었습니다. 본 연구에 협조해주신 풍년기업사 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Ahn, B.-K., Studies on the characteristics of molded pulp trays as a packaging material, J. Korea TAPPI 26(4):33-40 (1994).
2. Fabry, B., Roux, J.-C. and Carré, B. Characterization of friction during pulping: an interesting tool to achieve good deinking, JPPS, 27(8):284-288 (2001).
3. Sung, Y.J., Ryu, J.-Y., Kim, H.J., Kim, T.K. and Song, B.K., Improvement of drainage at wet pulp mold process, J. Korea TAPPI 36(3):52-59 (2004)