

고분자 코팅 처리된 아보셀 마이크로 펄프가
종이 특성에 미치는 영향

Effects of Polymer Coated Arbocel Micropulp for
Paper Characteristic

김학상 · 손동진 · 김봉용

경북대학교 농업생명과학대학 임산공학과

1. 서 론

마이크로 펄프를 이용한 종이의 물성 향상에 관한 연구와 적용은 유럽에서는 이미 많이 이루어진 상태이지만 우리나라에서는 이에 대한 연구가 아직까지 활발히 진행되지 않고 있는 실정이다¹⁾. 마이크로 펄프를 사용함으로써 기대되는 효과로는 종이의 stiffness의 향상, 초지 공정에서의 탈수의 증가, 종이의 벌크 향상 등의 효과를 가져 오는 것으로 알려져 있다²⁾. 또한 마이크로 펄프에 AKD와 같은 기능성 물질을 처리하여 종이의 물성을 향상 시키는 연구 또한 진행되고 있는 실정이다. 앞선 연구에서 아보셀의 종류별 첨가 정도에 따른 특성 관찰에서 첨가량 5% 때에 보다 우수한 특성을 관찰 할 수 있었다³⁾. 이에 본 연구에서는 고분자 물질을 마이크로 펄프에 선 코팅 처리 하여 초지 공정에 투입하였을 경우 초지 공정에서의 변화와 종이의 물성 변화 특성을 살펴보았다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 실험에 사용된 펄프는 국내 제지 회사인 H사로부터 농도 4.5%인 LBKP 펄프 슬러리를 공급받아 사용하였다. 또한 마이크로 펄프는 상업용 아보셀(Arbocel, C-100)을 사용하였고 코팅용 고분자는 저분자량 양이온성 polyacrylamide (PAM, M.W. 1.0×10^6 g/mol)과 고분자량 양이온성 polyacrylamide (PAM, M.W. 8.0×10^6 g/mol) 두 종류와 저분자량 양이온성 polyvinylamine (PVA, M.W. 5.0×10^5 g/mol)을 사용하였다³⁾.

2.2 실험방법

2.2.1 치료조성

농도 4.5%인 펄프 슬러리를 표준헤리기를 이용하여 0.3% 농도로 희석하고 여수도를 355 ml CSF로 유지 하였다.

2.2.2 고분자 코팅 아보셀 제조

코팅 방법은 고분자 물질인 PAM과 PVA를 각각 수도수에 용해한 다음 아보셀에 스프레이 처리 후 50°C에서 24시간 동안 온풍 순환 건조 후 분쇄기로 10,000rpm으로 30초간 재분쇄 하여 제조하였다. 아보셀 마이크로 펄프 조건을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Condition of arbocel micropulp

NO.	Treatment condition
A	Arbocel (C-100)
B	PAM(M.W. 1.0×10^6 g/mol) coated Arbocel (C-100)
C	PAM(M.W. 8.0×10^6 g/mol) coated Arbocel (C-100)
D	PVA(M.W. 5.0×10^5 g/mol) coated Arbocel (C-100)

2.2.3 보류도 및 탈수도 측정

RDA를 이용하여 아보셀 종류에 따른 백수의 탁도를 측정하여 보류도의 지표로 사용하였고 또한 시간의 경과에 따른 압력변화를 탈수도의 지표로 사용하였다.

2.2.4 수초지 제조 및 특성 평가

TAPPI 표준시험법 T 205 om-81에 따라 standard handsheet former를 사용하여 수초지를 제조하였으며, 종이의 필수적인 물성과 용적지수(Bulk index)와 지합을 측정 하였다. 또한 SEM image 촬영을 실시하여 관찰 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 탈수도 및 보류도

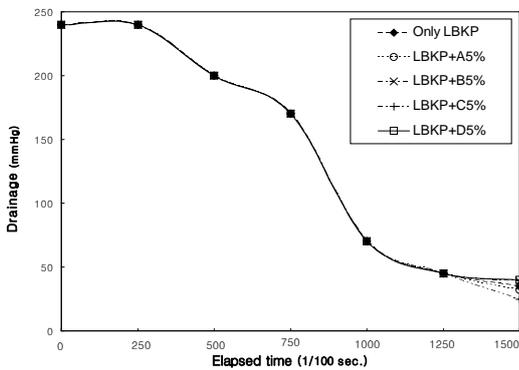


Fig. 1. Drainage with change of pulp condition.

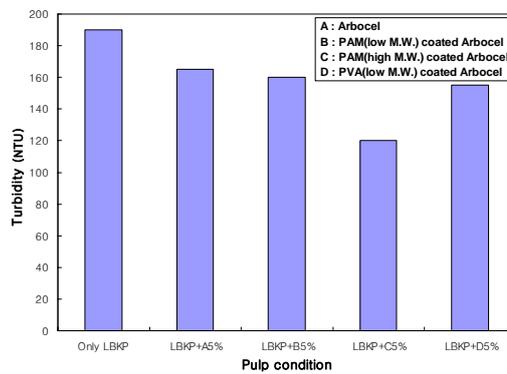


Fig. 2. Retention with change of pulp condition.

Fig. 1은 시간의 변화에 따른 탈수도의 변화를 나타낸 그래프이다. 탈수 시작부터 12.5초째 까지는 LBKP만을 이용한 경우와 아보셀, 고분자 코팅된 아보셀을 함유한 경우 모두 비슷한 탈수도를 나타내었다. 그러나 12.5초째 이후부터는 고분자량의 PAM을 코팅한 경우만 탈수도의 개선이 두드러지게 보이는데, 이는 섬유간 응집에 기인한 것으로 그 외의 큰 특징은 관찰되지 않았다. Fig. 2는 펄프 조건에 따른 보류도의 변화를 보여 주고 있다. 백수의 탁도가 낮을수록 보류도의 향상을 나타내는데, LBKP만을 사용한 경우에 비하여 아보셀을 첨가한 경우에 보류도가 우수함을 관찰 할 수 있다. 고분자량의 PAM을 코팅한 Abocel을 첨가한 경우, 보류도가 특별히 우수함을 알 수 있는데 이는 고분자량의 PAM이 아보셀과 LBKP 섬유간 응집 현상을 일으킨 것으로 추정된다.

3.2 수초지의 지합 및 용적지수

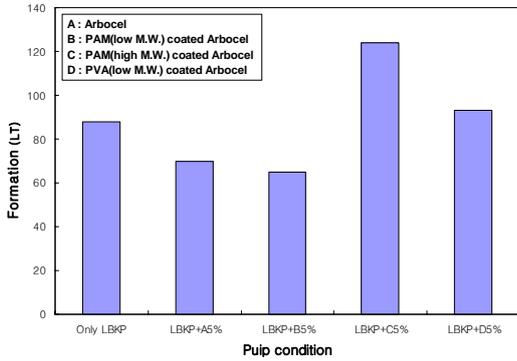


Fig. 3. Formation of paper with change of pulp condition.

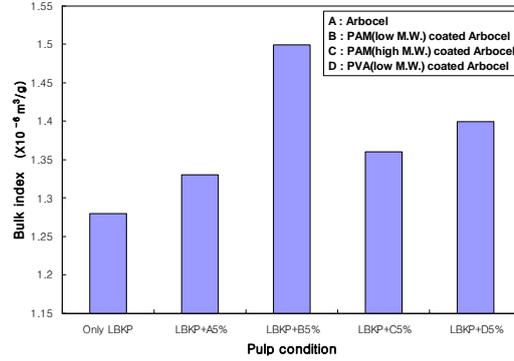


Fig. 4. Bulk index of paper with change of pulp condition.

수초지의 지합을 보면 Fig. 3에서 보듯이, 아보셀을 사용한 경우와, 아보셀이 저분자량의 PVA를 코팅한 경우가 아보셀 단독 보다 우수한 지합을 나타내었고, PAM 계통을 코팅한 아보셀을 첨가한 경우는 고분자량 PAM 코팅 아보셀의 지합이 나빠지는 것을 확인하였다. 이는 아보셀 단독의 경우는 아보셀 섬유가 LBKP 섬유사이 빈 부분을 채워주는 효과로 인해 지합이 양호해진 것으로 보이며, 아보셀에 PVA를 코팅한 경우는 PVA자체가 저분자량의 강한 양이온성 물질로 입자간 응집이 아닌 응결현상에 의하여 아보셀 섬유와 LBKP를 강하게 결합시켜주는 효과에 의한 것으로 보인다. 하지만 고분자량 PAM을 코팅한 아보셀의 경우, 섬유간 응집을 유발하기에 지합이 나빠진 것으로 볼 수 있다. Fig. 4는 용적지수를 나타내는 것으로 LBKP 만을 초지한 경우 보다 아보셀을 첨가 한 경우 보다 우수한 효과를 나타냄을 볼 수 있다. 용적지수는 종이의 벌크 정도를 나타내는 수치로 아보셀의 첨가를 통해 우수한 효과를 나타냄을 볼 수 있다. 또한 저분자량의 PAM, PVA가 코팅된 아보셀을 첨가한 경우 두드러진 효과를 볼 수 있는데 PAM의 경우, 고분자량의 PAM일 때 과도한 응집 효과에 비해 저분자량의 PAM의 경우 섬유간 응집 뿐만아니라 아보셀 자체의 응집을 유도한 결과라 생각되고 저분자량의 PVA의 경우, PVA의 높은 양이온성 작용기와 미세섬유 및 장섬유의 강한 이온 결합으로 인한 결과로 볼 수 있다⁴⁾.

3.3 수초지의 물성

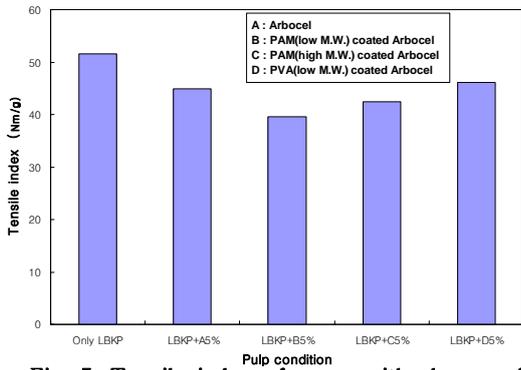


Fig. 5. Tensile index of paper with change of pulp condition.

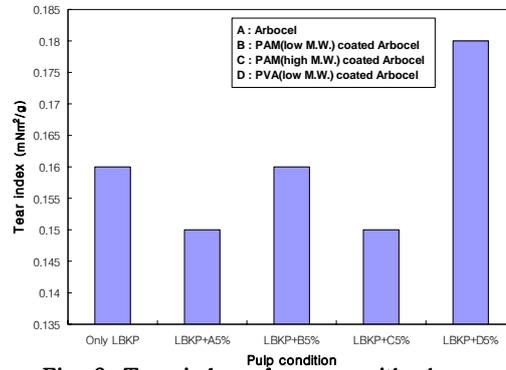


Fig. 6. Tear index of paper with change of pulp condition.

인장강도의 경우 Fig. 5에서와 같이 아보셀이 첨가된 경우에 강도의 감소를 볼 수 있다. 그러나 저분자량의 PVA가 코팅된 아보셀 첨가의 경우 다소 상승하는 결과를 볼 수 있다. PVA의 높은 표면전하에 따른 섬유와의 결합력 증대가 요인으로 생각된다. 또한 Fig. 6의 인열강도에서는 저분자량의 PVA가 코팅된 아보셀을 첨가한 경우 상당한 강도의 향상을 볼 수 있다. 이는 용적지수의 증가에 따른 결과로 볼 수 있다.

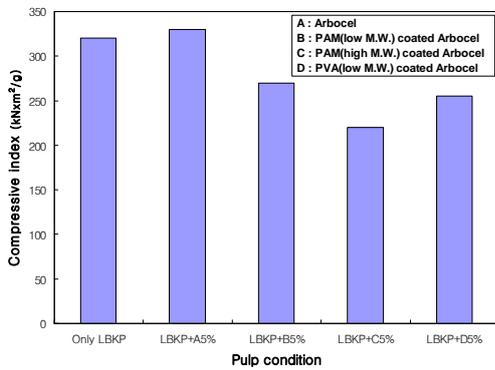


Fig. 7. Compressive index of paper with change of pulp condition.

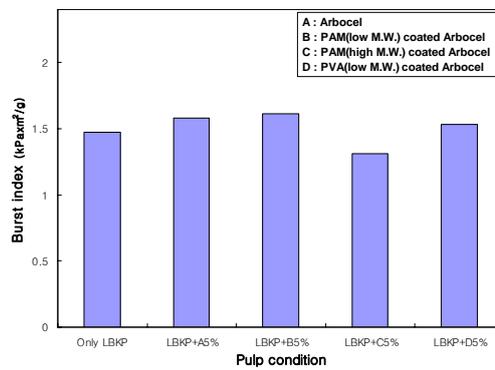


Fig. 8. Burst index of paper with change of pulp condition.

Fig. 7은 수초지의 압축강도를 보여 주고 있다. 아보셀을 첨가한 경우 강도의 향상을 볼 수 있고, 고분자 코팅된 경우는 모두 강도의 감소를 볼 수 있다. 압축강도는 종이의

밀도와 밀접한 관련이 있다. 고분자 코팅된 아보셀의 경우 종이의 벌크 정도가 아보셀만을 첨가했을 경우에 비해 높음을 볼 수 있다(Fig. 4). 즉, 양이온성 고분자인 PAM과 PVA가 아보셀간의 응집을 상승시켜 종이의 벌크를 상승시켜 압축강도의 감소를 유발했고 LBKP만을 초지한 경우와 아보셀만을 첨가한 경우 벌크가 낮음에 따라 압축강도의 상승을 유발한다고 볼 수 있다. Fig. 8의 과열강도의 경우, 고분자량의 PAM을 코팅한 아보셀을 제외하고 모두 강도의 상승을 볼 수 있다. 과도한 아보셀의 응집을 제외한 섬유와 PAM 및 PVA의 결합증대 및 수초지의 용적밀도 상승이 주된 요인으로 생각된다.

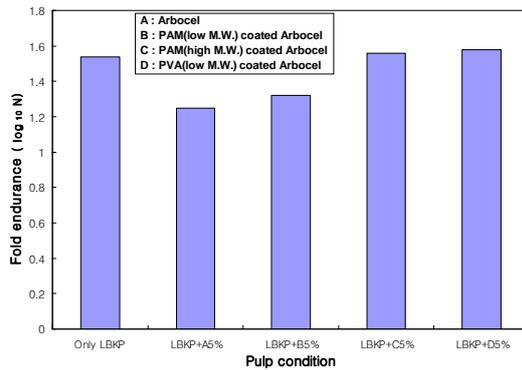


Fig. 9. Folding endurance of paper with change of pulp condition.

내절도의 경우 Fig. 9에서와 같이 고분자량의 PAM과 저분자량의 PVA를 코팅한 아보셀을 첨가한 경우 약간의 강도의 상승을 관찰 할 수 있다. 양이온성 고분자 PAM과 섬유 표면의 강한 응집이 강도의 상승을 가져 왔음을 볼 수 있다. 또한 PVA의 높은 전하밀도에 따른 벌크 상승의 결과로 생각된다.

3.4 SEM image 관찰

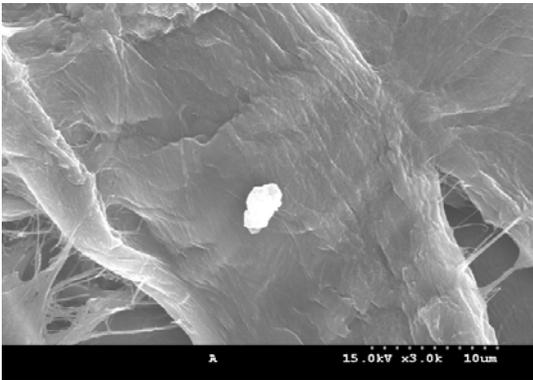


Fig. 10. SEM image of paper with Arbocel(5%).

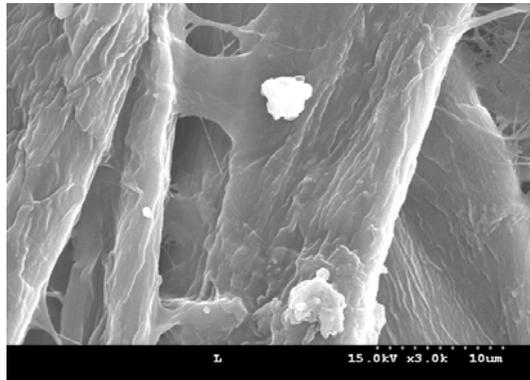


Fig. 11. SEM image of paper with low M. W. PAM coated Arbocel(5%).

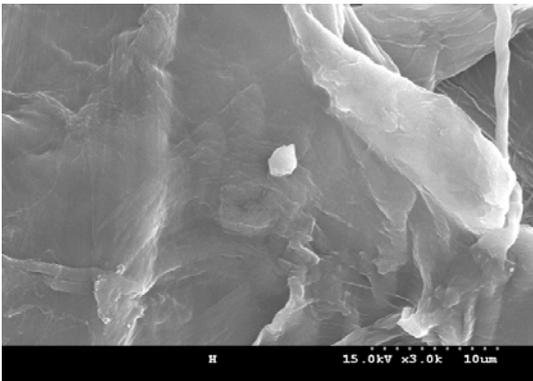


Fig. 12. SEM image of paper with high M. W. PAM coated Arbocel(5%).

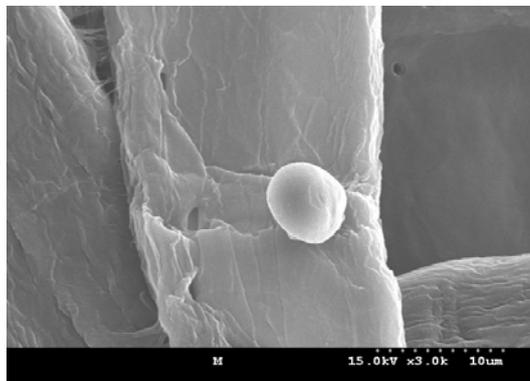


Fig. 13. SEM image of paper with low M. W. PVA coated Arbocel(5%).

Fig. 10은 아보셀을 첨가한 수초지의 SEM image이다. 무정형의 아보셀 입자가 섬유 표면에 부착되어 있는 모습을 관찰 할 수 있다. Fig. 11과 Fig. 12는 PAM 코팅한 아보셀을 첨가한 수초지의 SEM image로 섬유 표면에 부착되어 있는 아보셀이 무정형의 입자임을 관찰 할 수 있고 저분자량의 PAM 코팅된 아보셀의 보다 많은 부착을 관찰 할 수 있다. Fig. 13의 경우는 PVA 코팅 처리한 아보셀을 첨가한 수초지의 모습으로 아보셀이 상당히 구형을 이루고 있는 것을 볼 수 있다. 다른 무정형의 아보셀에 비해

PVA 코팅된 구형의 아보셀의 경우 종이의 벌크 향상과 지함이나 투기도의 향상에 효과적으로 생각된다.

4. 결 론

1. 고분자 물질이 코팅된 아보셀의 경우 종이 제조 공정에서 탈수도의 향상 및 보류도의 향상과 종이의 용적지수 상승의 효과를 가져온다.
2. 저분자량의 PVA가 코팅된 아보셀의 경우 종이의 물성 향상의 결과를 가져오고 보다 균일한 종이의 강도 상승효과를 발현한다.
3. SEM image 분석결과 PAM 코팅된 아보셀의 경우 부정형의 입자를 관찰 할 수 있고, PVA 코팅된 아보셀의 경우 구형의 입자임을 관찰 할 수 있다. 즉, 구형의 PVA 코팅된 아보셀이 종이의 물성 상승에 보다 효과적임을 알 수 있다.

참고 문헌

1. Alexander Ozersky, The 32st international seminar on pulping and papermaking technology. Micronized cellulose as a paper additive and a carrier for papermaking chemicals, 33-55, Korea TAPPI (2007).
2. Alexander Ozersky, The 32st international seminar on pulping and papermaking technology. Fiber-based papermaking additives AKD modified micronized cellulose, 19-32, Korea TAPPI (2007).
3. Hak Sang Kim, Bong Yong Kim, Improvement of physical characteristics of paper with arbocel micro pulp, Proceeding of fall conference of the KTAPPI, 261-268, Korea TAPPI (2007).
4. Dong Jin Son, Bong Yong Kim, Study of paper strengthening properties with polyvinylamine, J. Korea TAPPI 37(4):26-31 (2005).