

고분자 코팅 처리된 마이크로 펄프가 종이 물성에 미치는 영향

손동진 · 김학상 · 김봉용[†]

(2010년 2월 19일 접수: 2010년 3월 17일 채택)

Effects of Polymer Coated Micro pulp on Paper Properties

Dong Jin Son, Hak Sang Kim, Bong Yong Kim[†]

(Received February 19, 2010: Accepted March 17, 2010)

ABSTRACT

Commercial micro pulps(Arbocel) were coated with three kinds of polymers using spray method. These coated micro pulps were used to papermaking additives to evaluate retention, drainage and physical properties of paper. The retention and drainage were improved with addition of polymer coated micro pulp. The bulk index of paper was also increased, but tensile and tear strength were decreased slightly, probably due to weakening of internal bonding. These results showed that the use of polymer coated micro pulp was an effective method to improve retention, drainage and bulk index of paper.

keywords : coated micro pulp, bulk index, drainage, retention

1. 서론

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 사용함으로 기대되는 효과로는 종이의 stiffness의 향상, 초지 공정에서 탈수성의 증가, 종이의 벌크 향상 등의 효과를 가져 오는 것으로 알려져 있다²⁾. 또한 마이크로 펄프에 AKD와 같은 기능성 물질을 처리하여 종이의 물성을 향상 시키는 연구 등도 진행되고 있는 실정이다.

앞선 연구에서 아보셀의 종류별 첨가 정도에 따른 특성 관찰에서 첨가량 5% 때에 보다 우수한 특성을 관찰할 수 있었다³⁾. 이에 본 연구에서는 고분자 물질을 마이크로 펄프에 선 코팅 처리하여 초지공정에 투입하였을 경우 초지공정의 보류 및 탈수성과 종이의 물성 특성 변화를 고찰하여 보았다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 실험에 사용된 펄프는 국내 제지회사인 H사로부

• 경북대학교 임산공학과(Department of Wood science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea)

† 주저자(Corresponding author): E-mail ; bykim@knu.ac.kr

터 농도 4.5%인 LBKP 슬러리를 공급받아 사용하였다. 또한 마이크로 펄프는 상업용 아보셀(Arbocel, C-100)³⁾을 사용하였고 코팅용 고분자는 저분자량 양이온성 polyacrylamide (PAM, M.W. 1.0×10^6 g/mol)와 고분자량 양이온성 polyacrylamide (PAM, M.W. 8.0×10^6 g/mol)의 두 종류와 저분자량 양이온성 polyvinylamine (PVA, M.W. 5.0×10^5 g/mol)를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 자료조성

제공받은 농도 4.5%인 펄프 슬러리를 표준헤리기를 이용하여 0.3% 농도로 희석하여 사용하였으며 이때 펄프의 여수도는 360 ml CSF 이었다.

2.2.2 아보셀의 고분자 코팅

코팅 방법은 고분자 물질인 PAM과 PVA를 각각 수도에 용해하여 PAM은 0.5%, PVA는 2% 농도의 용액을 만들었으며 아보셀을 교반하면서 고분자 용액을 아보셀 표면에 일정양을 분무기로 균일하게 스프레이 하였다. 그 후 50°C에서 24시간 동안 온풍 순환 건조한 후 분쇄기를 사용하여 10,000 rpm으로 30초간 재분쇄하여 제조하였다. 고분자 코팅 처리된 아보셀 마이크로 펄프 종류를 Table 1에 나타내었다.

2.2.3 보류도 및 탈수성 측정

수력학적인 전단력 하에서 탈수되는 장치인 RDA-HSF(GIST사)를 이용하여 아보셀 종류별로 5% 첨가된 지료의 백수 탁도를 측정하여 보류도의 지표로 사용 하였고 또한 시간의 경과에 따른 압력변화를 탈수성의 측도로 사용하였다.

2.2.4 수초지 제조 및 물성 평가

TAPPI 표준시험법 T 205 om-81에 따라 standard

Table 1. Kinds 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)

handsheet former를 사용하여 LBKP 지료에 각각의 마이크로펄프 5%씩 첨가하여 평량 60g/m²의 수초지를 제조하였으며지료종이의 필수적인 강도물성결과를 용적지수(Bulk index) 및 지합을(2D-F sensor, Techpap) 측정하였다. 또한 SEM image 촬영을 실시하여 고분자 코팅된 종이 표면을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 보류도 및 탈수성

Fig. 1은 시간의 변화에 따른 탈수성의 변화를 나타낸 그래프이다. 탈수 시작부터 12.5초째 까지는 LBKP만을 이용한 경우와 아보셀 또는 고분자 코팅된 아보셀을 함유한 경우 모두 비슷한 탈수성을 나타내었다. 그러나 12.5초째 이후부터는 고분자량의 PAM을 코팅한

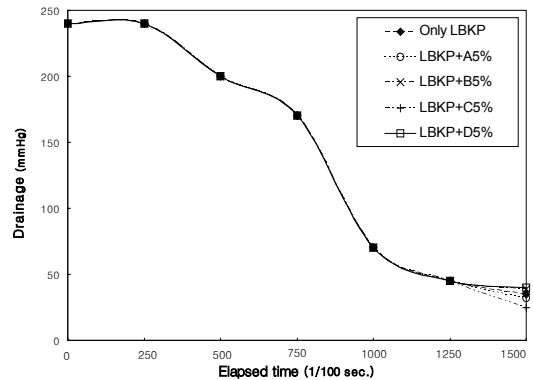


Fig. 1. Drainage with change of pulp condition.

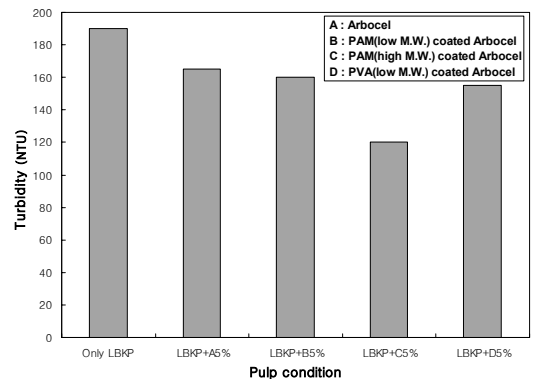


Fig. 2. Retention with change of pulp condition.

경우만 탈수성의 개선이 두드러지게 보이는데, 이는 섬유간 응집에 기인한 것으로 그 외의 큰 특징은 관찰되지 않았다. Fig. 2는 펄프 조건에 따른 보류도의 변화를 보여주고 있다. 백수의 탁도가 낮을수록 보류도의 향상을 나타내는데, LBKP만을 사용한 경우에 비하여 아보셀을 첨가한 경우에 보류도가 우수함을 관찰 할 수 있었다. 고분자량의 PAM을 코팅한 아보셀을 첨가한 경우, 보류도가 특별히 우수함을 알 수 있는데 이는 고분자량의 PAM이 아보셀과 LBKP 섬유간에 응집 현상을 일으킨 것으로 추정된다.

3.2 수초지의 지합 및 용적지수

수초지의 지합을 보면 Fig. 3에서 보듯이 아보셀과 아보셀에 저분자량의 PAM을 코팅한 경우가 아보셀을 사용하지 않은 수초지보다 우수한 지합을 나타내었고, PAM 계통을 코팅한 아보셀을 첨가한 경우만 보면 고분자량 PAM을 코팅한 아보셀이 저분자량 PAM 코팅 처리한 아보셀의 경우보다 지합이 나빠지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 아보셀 단독의 경우는 아보셀 섬유가 LBKP 섬유사이 빈 공간을 채워주는 효과로 인해 지합이 약간 양호해진 것으로 생각되며 아보셀에 고분자 PAM을 코팅한 경우는 고분자 PAM의 가교기작에 의한 강한 응집현상에 의해 지합이 나빠졌을 것으로 판단 되어진다. 또한 PVA 코팅 아보셀의 경우는 PVA 자체가 저분자량의 강한 양이온성 물질로 입자 상호간의 응집 현상을 유발시켜 아보셀 섬유와 LBKP를 강하게 결합 시켜주는 영향에 의해 지합의 개선효과가 미미한 것으로 보여진다. Fig. 4는 용적지수를 나타내는 것으로

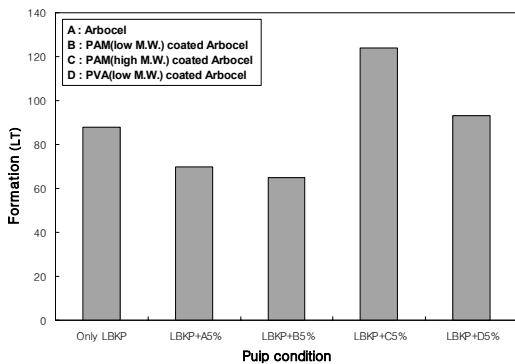


Fig. 3. Formation of paper with change of pulp condition.

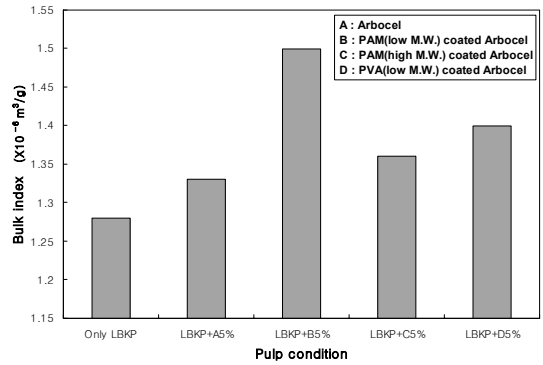


Fig. 4. Bulk index of paper with change of pulp condition.

LBKP만을 초지한 경우보다 아보셀을 첨가한 경우가 보다 우수한 용적지수 증가 효과를 나타낼 수 있다. 용적지수는 종이의 벌크(Bulk) 정도를 나타내는 수치로 아보셀의 첨가를 통해 벌크가 우수한 종이 생산이 가능함을 추정할 수 있겠다. 또한 저분자량의 PAM 및 PVA가 코팅된 아보셀을 첨가한 경우 두드러진 효과를 볼 수 있는데 PAM의 경우, 고분자량의 PAM일 때의 과도한 응집 효과에 비해 저분자량 PAM의 경우, 섬유간 응집뿐만 아니라 아보셀 자체의 응집을 유도한 결과에 기인하는 것으로 생각되며 저분자량 PVA의 경우, PVA의 높은 양이온성 작용기와 미세섬유 및 장섬유의 강한 이온결합으로 인한 결과로 볼 수 있겠다⁴⁾.

3.3 수초지의 물성

인장강도의 경우 Fig. 5에서와 같이 아보셀이 첨가

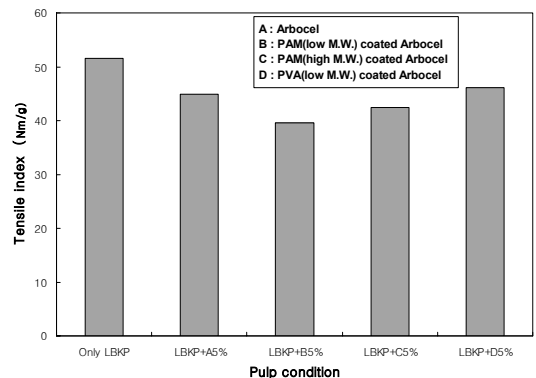


Fig. 5. Tensile index of paper with change of pulp condition.

된 경우에 강도의 감소를 볼 수 있었다. 그러나 저분자량의 PVA가 코팅된 아보셀 첨가의 경우 다소 상승하는 결과를 볼 수 있었다. 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 생각 되어진다.

Fig. 7은 수초지의 압축강도를 보여 주고 있다. 아보셀을 첨가한 경우는 강도의 향상을 볼 수 있고 고분자 코팅된 아보셀 첨가의 경우는 모두 강도의 감소를 나타내고 있다. 압축강도는 종이의 밀도와 밀접한 관련이 있으며 Fig. 4에서 볼 수 있듯이 고분자 코팅된 아보셀의 경우 종이의 벌크 정도가 아보셀 만을 첨가 했을 경우에 비해 높음을 알 수 있었다. 즉, 양이온성 고분자인

PAM과 PVA가 아보셀 상호간의 응집을 증가시켜 종이의 벌크를 상승시키므로 압축강도의 감소를 초래하였고 LBKP만을 초지한 경우와 아보셀만을 첨가한 경우는 벌크가 낮음에 따라 압축강도가 높아졌다고 볼 수 있다. Fig. 8의 파열강도의 경우, 고분자량의 PAM을 코팅한 아보셀을 제외하고 모두 강도의 증가를 볼 수 있다. 과도한 아보셀의 응집을 제외한 섬유와 PAM 및 PVA의 결합증대 및 수초지의 용적밀도 상승이 주된 요인으로 생각된다. 내절도의 경우 Fig. 9에서와 같이 고분자량의 PAM과 저분자량의 PVA를 코팅한 아보셀을 첨가한 경우에 약간의 강도 상승 효과를 관찰 할 수 있었다. 이것은 양이온성 고분자 PAM과 섬유 표면의 강한 응집과 더불어 PVA의 높은 전하밀도에 따른 벌크 상승의 결과로 판단된다.

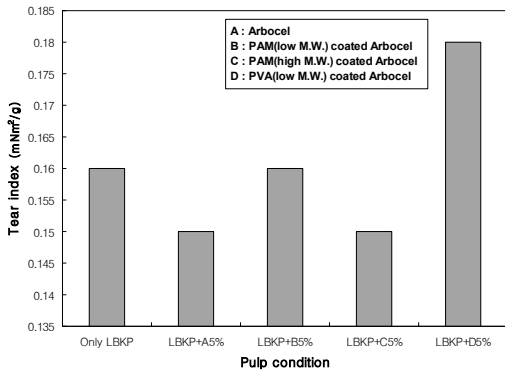


Fig. 6. Tear index of paper with change of pulp condition.

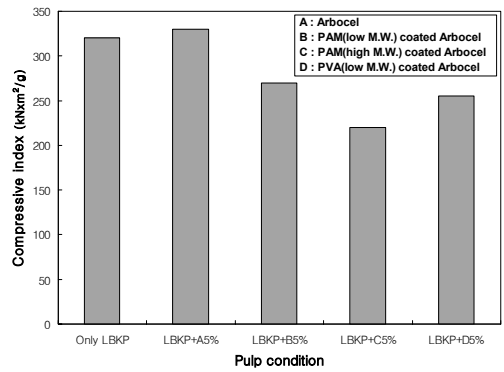


Fig. 7. Compressive index of paper with change of pulp condition.

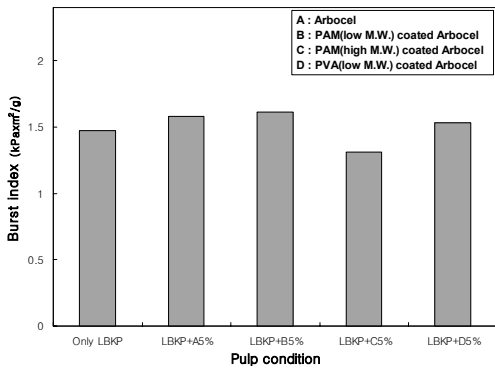


Fig. 8. Burst index of paper with change of pulp condition.

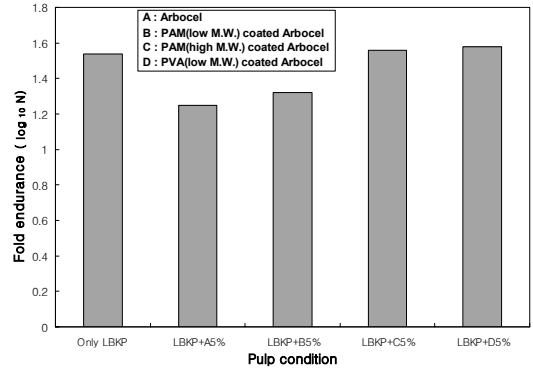


Fig. 9. Folding endurance of paper with change of pulp condition.

3.4 SEM 사진 관찰

Fig. 10은 아보셀을 첨가한 수초지의 SEM 사진이다. 무정형의 아보셀 입자가 섬유 표면에 부착되어 있는 모습을 관찰할 수 있다. Fig. 11과 Fig. 12는 PAM 코팅된 아보셀을 첨가한 수초지의 SEM 사진으로 섬유 표면에 부착되어 있는 아보셀이 무정형의 입자임을 알 수 있고 저분자량의 PAM이 코팅된 아보셀의 경우가 섬유 표면에 보다 많이 부착되어 있는 것을 관찰할 수 있다. Fig. 13의 경우는 PVA 코팅 처리한 아보셀을 첨가한 수초지의 모습으로 아보셀이 구형을 이루고 있는 것을 볼 수 있다. 다른 무정형의 아보셀에 비해 PVA 코팅된 구형의 아보셀의 경우가 종이의 벌크 향상과 지합이나 투기도의 향상에 보다 효과적인 것으로 판단되어진다.

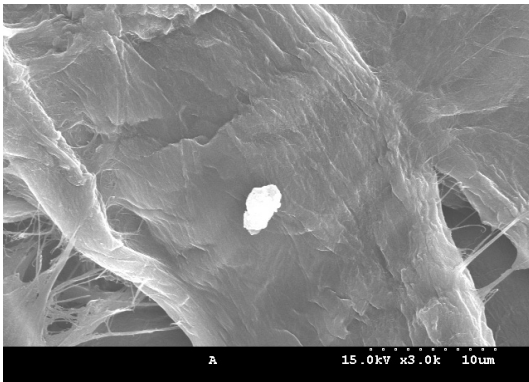


Fig. 10. SEM image of paper with Arbocel(5%).

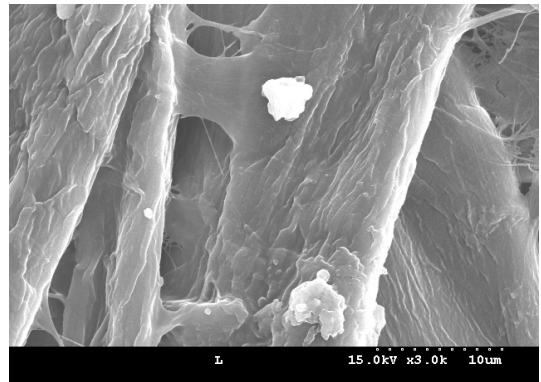


Fig. 11. SEM image of paper with low M. W. PAM coated Arbocel(5%).

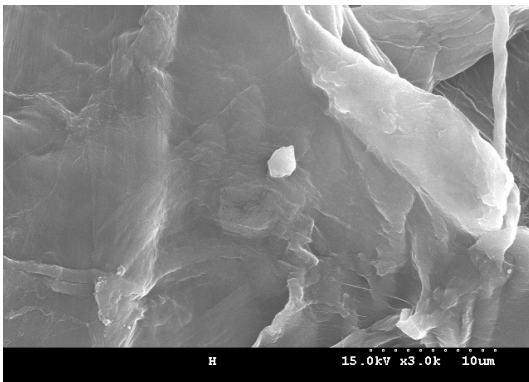


Fig. 12. SEM image of paper with high M. W. PAM coated Arbocel(5%).

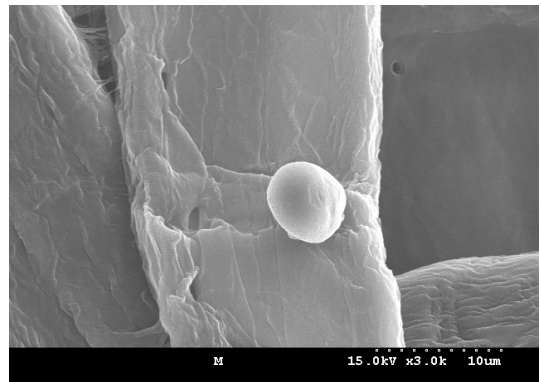


Fig. 13. SEM image of paper with low M. W. PVA coated Arbocel(5%).

4. 결론

고분자 코팅 처리된 아보셀 마이크로 펄프가 종이의 물성에 미치는 영향을 검토한 본 실험의 결과는 다음과 같이 요약할 수 있었다.

1. 고분자 물질이 코팅된 아보셀을 사용할 경우 펄프의 탈수성 및 보류도의 향상이 기대되며 종이의 용적지수 상승으로 평량대비 보다 두꺼운 종이의 제조가 가능할 것으로 생각된다.

2. 저분자량의 PVA가 코팅된 아보셀 첨가의 경우는 인열강도가 많이 향상되었으나 기타 아보셀의 경우 인장강도, 인열강도 및 압축강도가 약간 저하되는 것을 알 수 있었으며 사용 시에는 첨가량의 최적화가 필요할 것으로 판단된다.

인용문헌

1. Alexander Ozersky, The 32nd 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 32nd 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, J. Korea TAPPI, 40(1):9-14 (2008)
4. Dong Jin Son, Bong Yong Kim, Study of paper strengthening properties with polyvinylamine, J. Korea TAPPI 37(4):26-31 (2005).