

양이온성 지방산아민 벌키화제를 이용한 저밀도 종이 제조 (2) -BCTMP 수초지 특성에 미치는 영향-

남윤석, 최경화¹, 조준형[†]

접수일(2015년 5월 19일), 수정일(2015년 6월 9일), 채택일(2015년 6월 11일)

Manufacture of Low Density Paper by Cationic Fatty Acid Bulky Promotor Treatment (2) Effect on CTMP Handsheets Properties

Yun-Seok Nam, Kyoung-Hwa Choi¹ and Jun-Hyung Cho[†]

Received May 19, 2015; Received in revised form June 9, 2015; Accepted June 11, 2015

ABSTRACT

In this study, the effects of cationic fatty acid bulky promotor on the properties of BCTMP (bleached chemithermomechanical pulp) handsheet including bulk and strength were elucidated. As results, it was observed that the bulk of BCTMP handsheet increased with the increases of the concentration of cationic fatty acid bulky agent, while mechanical properties such as tensile strength and burst strength decreased. The opacity of BCTMP handsheet also increased with the increases of the concentration of cationic fatty acid bulky agent, while brightness was almost not changed. The effectiveness of bulky agent with SwBCTMP (softwood) was higher than that with HwBCTMP (hardwood). Compared with previous research on the effect of bulky agent on BKP handsheet, the bulk increase of BCTMP handsheet was greater compared to that of BKP handsheet. However, the reduction of mechanical property in BCTMP handsheet was lower than that of BKP handsheet.

Keywords: *Bulky agent, low density paper, cationic fatty acid amine, bulky agent concentration, BCTMP (bleached chemithermomechanical pulp)*

• 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest and Environmental Science, Kangwon National University, Chuncheon, Republic of Korea)

1 강원대학교 창강제지기술연구소(Changgang Institute of Paper Science and Technology, Kangwon National University, Chuncheon, Republic of Korea)

† 교신저자(Corresponding author): Jun Hyung Cho E-mail: jhcho@kangwon.ac.kr

1. 서론

현재 종이 제조 원료인 펄프의 가격이 지속적으로 상승하고 있으며 특히 국내 제지산업의 경우 펄프의 대부분을 수입에 의존하고 있다. 이에 따라 제지 산업에서의 시장 경쟁력 확보를 위하여 펄프 사용량 저감을 통한 원가 절감 및 에너지 감축 방안을 마련하여야 한다. 따라서 상대적으로 적은 양의 펄프를 사용하여 두께 특성이 개선된 제품, 즉, 저밀도종이(하이벌크지)의 제조 기술 개발은 국내 제지 산업 경쟁력 확보를 위한 하나의 방안으로 판단된다. 저밀도 종이를 제조하기 위한 방법으로는 화학열기계펄프(chemithermomechanical pulp, CTMP)를 혼합하여 벌크 특성을 향상시키거나 중질탄산칼슘(ground calcium carbonate, GCC)보다 벌크 특성을 개선시키는 침강탄산칼슘(precipitated calcium carbonate, PCC)을 충전제로 사용하여 충전율을 높이는 방법¹⁻⁷⁾ 그리고 벌키화제를 적용하여 벌크 특성을 향상시키는 방법 등이 연구되어 왔다.⁸⁻¹¹⁾ 특히 최근 들어 벌키화제에 대한 관심이 급증하고 있으며 다양한 연구가 진행 중에 있으나, 이에 대한 연구는 아직 미비하다. 따라서 벌키화제를 이용한 저밀도 종이 제조에 관한 연구를 수행하고자 하였다. 벌키화제 처리농도 및 펄프수종 등에 따른 표백크라프트펄프(bleached kraft pulp, BKP) 수초지 특성을 평가한 이전 연구 결과¹²⁾에 의하면 양이온성 지방산아민류 벌키화제 처리에 의해 벌크 및 불투명도가 개선되는 것으로 나타났으며, 처리농도가 증가할수록 그 효과가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 SwBKP 적용 경우가 HwBKP 보다 높은 벌크 특성 개선 효과를 나타냈으며, 펄프 혼합 비율에 따른 적용 시에는 각 펄프를 단일 처리한 경우보다 혼합처리(SwBKP 50%/HwBKP 50%)한 경우 벌크 개선 효과가 우수할 뿐만 아니라 인장강도 감소율도 비교적 낮게 나타나 벌키화제 적용 시 혼합펄프를 이용하는 것이 더 좋은 것으로 나타났다.

최근 들어, 환경 및 자원절감 측면에서 기계펄프의 혼합사용이 증가하는 추세이며 특히 표백화학열기계펄프(bleached chemithermomechanical pulp, BCTMP)의 사용이 급증하고 있다.¹³⁾ CTMP는 강도가 높고 유연성이 우수한 펄프로 식품용 포장용지, 인쇄 필기 용지, 티슈, 위생용지, fluff 펄프 등 다양한 용도로 사용된다.¹³⁾ 따라서 본 연구에서는 벌키화제를 이용한 저밀도종이 제조기

술 개발연구의 일환으로 BCTMP 수초지 제조 시 양이온성 지방산 아민류 벌키화제를 적용하여 벌키화제 처리농도, BCTMP 수종 등에 따른 BCTMP 수초지의 벌크특성, 강도적 특성, 광학적 특성 등을 비교 분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

펄프 시료는 침엽수표백화학열기계펄프(softwood bleached chemithermomechanical pulp, SwBCTMP) 및 활엽수표백화학열기계펄프(hardwood bleached chemithermomechanical pulp, HwBCTMP)를 사용하였으며, 벌키화제로는 양이온성 지방산아민류 계면활성제(cationic fatty acid amine type surfactant)를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 벌키화제 처리 및 수초지 제조

벌키화제 처리 농도가 SwBCTMP 및 HwBCTMP 특성에 미치는 효과를 비교분석하기 위해 Table 1에서 보는 바와 같이 각 펄프 시료를 여수도 450 mL CSF의 조건으로 고해하였고, 양이온성 지방산아민류 벌키화제를 펄프 전건무게 대비 0~2%의 농도로 처리한 후 자력 교반기(electronic overhead stirrer)를 사용하여 800~1000 rpm으로 30분간 교반하였다. 벌키화제가 처리된 각각의 시료는 보류탈수 분석기(retention & drainage analyzer, RDA)를 이용하여 평량 60 g/m²으로 수초지를 제조하였다.

Table 1. Conditions of bulk promoter treatment and handsheets preparation

Conditions	Contents
Pulp type	SwBCTMP
	HwBCTMP
Freeness (mL CSF)	450
Bulk promoter concentration (%) ¹⁾	0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0
Basis weight of handsheets (g/m ²)	60

¹⁾ Weight percentage based on oven-dry weight of pulp

2.2.2 수초지 특성 분석

벌키화제 처리농도가 SwBCTMP 및 HwBCTMP 수초지 특성에 미치는 영향을 평가하기 위해 제조된 각각의 수초지 시료들은 ISO 187에 의거하여 상대습도 50±2%, 온도 23±1℃로 조절된 항온항습실에서 24시간 이상 조습처리한 후 물리적, 강도적, 광학적 특성 등을 측정하였다.

벌크특성은 ISO 534에 의거하여 평량(A&D Phoenix GH-200, German) 및 두께(L&W Micrometer, Sweden) 등을 측정하여 수초지의 밀도를 분석한 후 역수를 취하여 계산하였다. 또한 강도적 특성은 ISO 1924-2에 의거하여 인장강도(L&W Tensile tester, Sweden)를 측정하였으며, 광학적 특성은 ISO 5631에 의거하여 각각 색도 및 색차(L&W Elrepho, Sweden)를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 벌키화제 처리농도에 따른 밀도 및 벌크 특성

SwBCTMP 및 HwBCTMP 수초지 제조 시 양이온성 지방산아민류 벌키화제 처리농도가 수초지의 밀도 및 벌크에 미치는 영향을 분석한 결과는 Figs. 1과 2에 나타났다. 그림에서 보는 바와 같이 SwBCTMP 및 HwBCTMP 수초지 모두 벌키화제 처리에 의해 밀도는 감소되었다. 즉 벌크는 증가되었는데 처리농도가 증가할수록 증가폭이 보다 높았다.

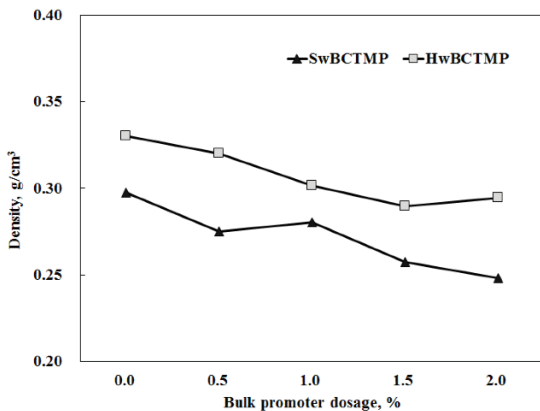


Fig. 1. Changes in the density of the SwBCTMP and HwBCTMP handsheets according to bulk promoter concentration.

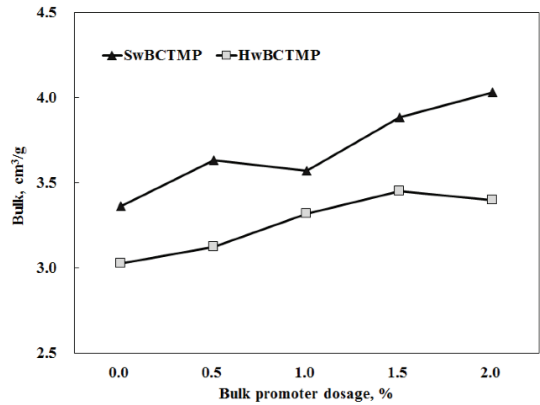


Fig. 2. Changes in the bulk of the SwBCTMP and HwBCTMP handsheets according to bulk promoter concentration.

펄프수중별 변화율은 SwBCTMP 수초지의 변화율이 HwBCTMP 수초지보다 높은 것으로 나타났다. 또한 이전 연구¹²⁾에서 수행한 BKP 수초지의 벌크 개선효과와 비교해 보면 BCTMP 수초지의 벌크 개선효과가 조금 더 높았다.

3.2 벌키화제 처리농도에 따른 강도적 특성

SwBCTMP 및 HwBCTMP 수초지 제조 시 양이온성 지방산아민류 벌키화제 처리농도에 따른 인장강도 및 파열강도 등의 강도적 특성 변화를 살펴본 결과는 다음 Figs. 3과 4에서 보는 바와 같다. SwBCTMP 및 HwBCTMP 수초지 모두 벌키화제 처리농도가 증가할수

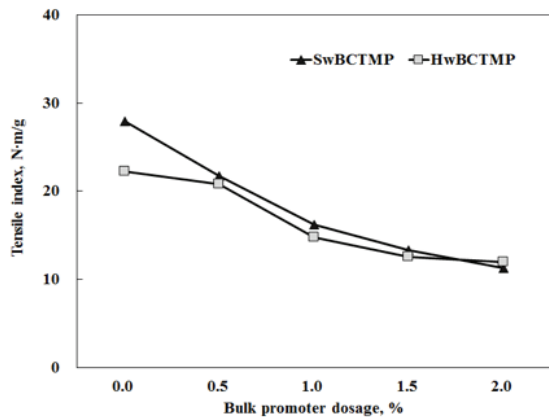


Fig. 3. Changes in the tensile index of the SwBCTMP and HwBCTMP handsheets according to bulk promoter concentration.

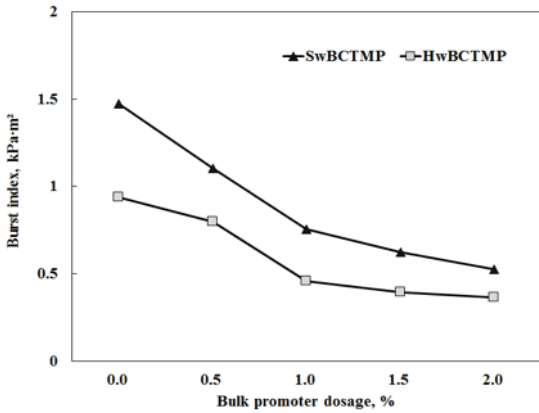


Fig. 4. Changes in the burst index of the SwBCTMP and HwBCTMP handsheets according to bulk promoter concentration.

록 인장강도와 파열강도 모두 감소하는 경향을 보였다. 특히 SwBCTMP 수초지의 변화율이 HwBCTMP 수초지보다 높게 나타났다. 즉 벌크가 개선됨에 따라 강도가 감소되는 것으로 나타났다. 그러나 이전 연구¹²⁾에서 수행한 BKP 수초지의 강도 감소율과 비교해 보면 BCTMP 수초지의 강도 저하가 보다 낮았다.

3.3 벌키화제 처리농도에 따른 광학적 특성

SwBCTMP 및 HwBCTMP의 수초지 제조 시 양이온성 지방산 아민류 벌키화제 처리농도가 수초지의 광학적 성질에 미치는 영향을 분석하기 위해 백색도 및 불투명도 등을 비교분석하였다. 먼저 벌키화제 처리농도에 따른 백색도 변화를 살펴보면 Fig. 5에서 보는 바와 같이 SwBCTMP 수초지의 경우 벌키화제 처리농도가 증가할수록 소폭 증가하였으며 HwBCTMP 수초지는 벌키화제 처리농도에 따른 변화가 발생되지 않았다. 이전 연구¹²⁾에서 벌키화제 처리농도가 증가할수록 BKP 수초지의 백색도가 감소된 것과 달리 벌키화제 처리가 BCTMP 수초지의 백색도에는 거의 영향을 미치는 않은 것으로 나타난 결과는 BCTMP, BKP, 벌키화제의 백색도 차이에 기인한 것으로 판단된다. 즉 본 연구에서 사용된 양이온성 지방산 아민류 벌키화제의 경우 갈색의 색을 띠고 있어 처리농도가 증가할수록 고백색도의 BKP 수초지의 백색도가 저하된 반면 BKP보다 낮은 백색도를 가지는 기계 펄프인 BCTMP 수초지에는 거의 영향을 미치는 않은 것으로 보인다.

양이온성 지방산 아민류 벌키화제 처리농도에 따른

BCTMP 수초지의 불투명도 변화는 Fig. 6에 나타났다. 벌키화제 처리농도가 증가할수록 불투명도가 증가되었으며, 특히 SwBCTMP의 증가율이 보다 높게 나타났다. 이는 앞에서 언급한 벌크 개선 효과와 상통하는 결과로 종이의 벌크 특성 증가에 기인하여 수초지의 비표면적이 증가하여 불투명도가 증가되는 것으로 볼 수 있었다.

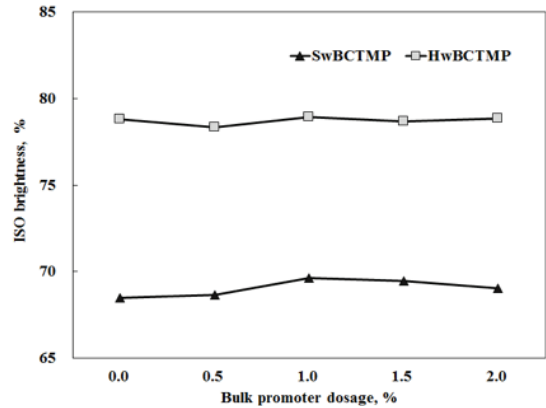


Fig. 5. Changes in the ISO brightness of the SwBCTMP and HwBCTMP handsheets according to bulk promoter concentration.

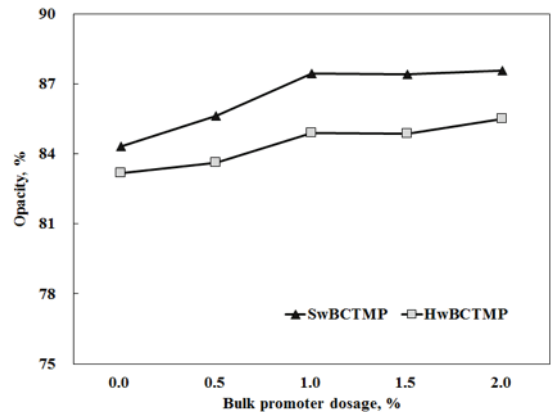


Fig. 6. Changes in the opacity of the SwBCTMP and HwBCTMP handsheets according to bulk promoter concentration.

4. 결론

양이온성 지방산아민류 벌키화제를 적용하여 벌키화제 처리농도, BCTMP 수종 등에 따른 수초지의 벌크 특성,

강도적 특성, 광학적 특성 등을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 양이온성 지방산 아민류 벌키화제 처리에 따른 BCTMP 수초지의 벌크의 개선효과를 확인할 수 있었으며, 특히 처리농도가 증가할수록 벌크특성이 우수한 것으로 나타났다. 또한 SwBCTMP 수초지의 개선효과가 HwBCTMP 수초지보다 높게 나타났으며, 전보¹²⁾에 보고된 BKP 수초지의 벌크 개선효과 보다 BCTMP의 개선효과가 보다 좋은 것으로 나타났다.
- (2) 양이온성 지방산 아민류 벌키화제 처리에 따른 BCTMP 수초지의 강도적 특성은 벌크가 개선됨에 감소되는 경향을 나타냈다. 그러나 전보¹²⁾에 보고된 BKP 수초지의 강도 감소율보다 낮은 감소율을 나타냈다.
- (3) 양이온성 지방산 아민류 벌키화제 처리에 따른 BCTMP 수초지의 백색도는 전보¹²⁾에 보고된 BKP 수초지의 경우 벌키화제 처리에 의해 백색도가 감소된 것과 달리 거의 변화되지 않은 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 2014년도 강원대학교 학술연구조성비로 연구하였음(과제번호: C1011705-01-01).

Literature Cited

1. Ono, H., Watanabe, M., Nonomura, F., and Nanri, Y., High-bulk, wood containing printing paper, US patent, US007404876B2 (2008).
2. Gwak, H. J., Lee, J. Y., Kim, C. H., Back K. K., Shin, J. H., Lee, H. J., Kim, S. H., Shim, S. Y., and Kang, H. Y., Improvement of paper bulk and properties using modified precipitated calcium carbonate (PCC), Proceedings of 2009 Fall Conference of the Korea TAPPI, Korea TAPPI press, Seoul, p. 313 (2009).
3. Nam, K. Y., Chung, S. K., and Won, J. M., Effects of raw materials for papermaking and physical treatment on the pore structure and paper properties, Journal of Korea TAPPI 39(4):7-13 (2007).
4. Nam, K. Y., Chung, S. K., and Won, J. M., Effect of raw materials of the papermaking and physical treatment on the pore structure and properties of the paper, Proceedings of 2003 Fall Conference of the Korea TAPPI, Seoul, pp. 127-134 (2013).
5. Sousa, G. D. A., Abreu, C. T., Amaral, J. L., and Bras, C., Office paper bulk optimization in a paper machine using multivariate techniques, O PAPEL 72(8):50-55 (2011).
6. Sung, Y. J. and Keller, D. S., Evaluation of the changes in local paper structure and paper properties depending on the forming elements types, Journal of Korea TAPPI 41(1):17-23 (2009).
7. Eber, R. J. and Janda B. W., Multiple layer fibrous web products of enhanced bulk and method of manufacturing same, US patent, US 5102501 A (1988).
8. Takashi O., Challenge to the development of bulky paper in NPI (Nippon Paper Industries Co. Ltd), Japan TAPPI Journal 61(1):50-53 (2007).
9. Ikeda, Y., Ishibashi, Y., Tadokoro, T., and Takahashi, H., Paper bulking promoter, US patent, US 006576085B2 (2003).
10. Sone, N., Matsushima, T., and Kawamura, M., Paper Caliper Increaser "PT Production Line", Japan TAPPI Journal 59(9):1328-1336 (2005).
11. Tomoda, Y., Tanaka, T., and Mukougawa, Y., Density Decreaser for Paper, Japan TAPPI Journal 60(8):1161-1166 (2006).
12. Nam, Y. S., Chio, K. H., Jin, H. L., and Cho, J. H., Manufacture of low density paper by cationic fatty acid bulky promotor treatment(1):

- Effect of its concentration and pulp type, Journal of Korea TAPPI 46(4):21-27 (2014).
13. Shin, D. S and Ryu J. Y., Studies on the development of basestock and the properties of coated paper by use of BCTMP, Journal of Korea TAPPI 25(2):5-22 (1993).