

Bagasse 펄프의 배합 비율이 화장지 특성에 미치는 영향

김정중 · 한윤석¹ · 전병훈¹ · 한기영² · 정철현² · 박종문[†]

접수일(2013년 12월 2일), 수정일(2013년 12월 18일), 채택일(2013년 12월 20일)

Effects of Mixing Ratio of Bagasse Pulp on Tissue Paper's Properties

Jeong-Jung Kim, Yun-Seok Han¹, Byeong-Hoon Jeon¹, Ki-Young Han², Chul-Hun Jung²
and Jong-Moon Park[†]

Received December 2, 2013; Received in revised form December 18, 2013; Accepted December 20, 2013

ABSTRACT

Tissue and paper manufacturing companies have common problems with increasing cost of imported virgin pulp and the restriction of using woods in the forest. Possibility of using bagasse pulp for solving those problems was studied. In order to reduce the production cost and study the dependency on pulps, bagasse pulp has been studied for mixing with Sw-BKP and Hw-BKP. Optimum blending ratio of wood pulps and bagasse pulp to enhance tissue properties were analyzed. Various properties of the hand sheet after blending of wood pulp and bagasse pulp were measured. As results, the bagasse pulp could substitute the hard wood pulp with similar properties of tissue. Therefore, we judged that the bagasse pulp was suitable for replacement of the hardwood pulp.

Keywords: Bagasse pulp, tissue, tensile strength, air permeability, refining time

1. 서론

인터넷을 이용한 정보매체의 다양화로 인하여 종이의 사용량이 감소할 것이라는 전망과는 다르게 신문용

지는 상당히 감소되고 있지만, 인구 증가 및 경제성장으로 산업용지의 생산 및 사용량이 계속 증가하고 있다. 또한 삶의 질이 향상됨에 따라 화장지등 위생용지의 사용량이 꾸준히 증가하고 있고¹⁾ 이제 생활필수품

• 충북대학교 농업생명환경대학 임산공학과(Chungbuk National University, College of Agriculture, Life & Environment Sciences, Dept. of Forest Product & Engineering, Cheongju, Chungbuk, 361-763, Republic of Korea)

1 충북대학교 농업생명환경대학 목재종이과학과(Chungbuk National University, College of Agriculture, Life & Environment Sciences, Dept. of Wood & Paper Science, Cheongju, Chungbuk, 361-763, Republic of Korea)

2 깨끗한 나라(Kleannara, Cheongweon-gun, Chungbuk, 363-893, Republic of Korea)

† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: jmpark@cbnu.ac.kr

으로 없어서는 안 되는 존재로 자리매김을 확실히 하게 되었다.

침엽수 및 활엽수 천연펄프를 전량 수입하여²⁾ 사용하는 화장지 제조업체에게 펄프 가격의 상승은 가장 큰 고민거리이다. 따라서 그 대책의 하나로 자원부족의 해소와 환경부하의 경감에 효과가 클 뿐만 아니라 원가 절감의 효과 등의 장점이 있기 때문에 비목질계 섬유를 이용하는 방안이 제시되어 왔다.³⁾ 그러나 비목재 펄프는 불안정한 수급 문제와 강도저하 및 백색도 하락 등 여러 가지 문제를 가지고 있다. 비록 비목재펄프가 과거에 몇 가지 문제가 있었고, 오늘날에도 여전히 문제를 지니고 있다 할지라도 최근 몇 년간 많이 개선되고 있어 제지원료로서 장기적인 전망이 밝은 편이다. 따라서, 목질계 섬유와 비슷한 성질을 가진 비목질계 섬유를 목질계 섬유와 혼합하여 사용하고 비목재 펄프의 여러 가지 문제점을 개선시켜 목재 펄프의 혼합량을 감소시킬 수 있다.

화장지는 다른 일반 종이와는 달리 부드러움(softness)이 중요한 인자로 작용하고 있다. 부드러움은 사람의 촉각에 의해 인식되는 성질로 심리적·물리적 상호관계의 복잡한 함수로 표시된다.⁴⁾ 부드러움은 크게 벌크 부드러움(bulk softness)과 표면 부드러움(surface softness)으로 나눌 수 있는데, 표면 부드러움은 손가락으로 인식되는 것이고 벌크 부드러움은 섬유의 유연성과 관련된 것으로 화장지를 구길 때에 인식되는 것이다.⁵⁾ 이러한 특성을 정량화하기 위해 상대습도와 부드러움 간의 상관관계,⁶⁾ tensional stiffness와 부드러움과의 상관관계, 인장강도나 벌크와 부드러움 사이의 높은 상관관계 등에 대한 많은 연구들이 진행되어 왔다. 화장지의 특성 중 부드러움, 흡수성, 물폴립성 등이 중요한 특성이지만 우선 기초자료를 준비하기 위하여 bagasse 펄프를 혼합하였을 때 이러한 벌크와 인장강도 등의 특성을 분석하여 기존의 화장지와 유사한 물성을 가지는지 분석하고자 하였다.

본 연구에서는 저렴하면서도 생산량이 높아 안정적인 수급이 가능하며 아직 국내에서 화장지용 펄프로 이용한 사례가 없는 bagasse 펄프를 이용하여 기존 화장지의 물성을 유지시키면서 원가 절감을 위한 최적 혼합량을 결정하는데 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

펄프는 화장지 제조업체에서 사용하고 있는 활엽수 표백 크라프트 펄프(HwBKP) H1, H2와 침엽수 표백 크라프트 펄프(SwBKP) S1, S2, 그리고 비목질계펄프(non-woody pulp)로는 bagasse 펄프를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 펄프 별 고해 및 초지

Bagasse 펄프, 목재 펄프를 해리한 후 실험용 Valley beater를 이용하여 250 ml C.S.F.까지 1.4%농도에서 여수도에 따라 4단계로 고해하였다. 이후 실험실용 수초지를 이용하여 평량 60 g/m²의 수초지를 제작하였다.

2.2.2 섬유특성분석, WRV 및 SEM 측정

해리시킨 펄프를 종류별로 섬유분석기(Kajaani Fiber Lab Fiber Analyzer)를 이용하여 섬유장, 섬유폭, curl, 미세분 함량을 분석하였다. 또한 섬유의 WRV(water retention value)의 측정은 TAPPI standard UM 256에 의거하여 filtering crucible을 이용하여 21±3℃에서 중력가속도 900 G로 30분간 원심 분리하여 탈수시킨 후 105℃건조기에서 전건 시킨 후의 무게를 측정하였다. 섬유간 결합 및 섬유의 구조를 시각적으로 판단하기 위하여 주사전자현미경을 이용하여 이미지를 촬영하였다.

2.2.3 펄프 별 수초지의 물성 측정

수초지를 TAPPI Standard T 402om-83에 따라 온도 23±1℃, 상대습도 50±2%로 조습 처리한 후 벌크와 투기도, 열단장을 측정하였다. 광학적 특성을 알아보기 위해 Color-eye 700A 분광광도계를 이용하여 백색도와 백감도를 측정하였다.

2.2.4 펄프 배합 비에 따른 초지 및 물성 측정

침엽수펄프, 활엽수펄프 그리고 bagasse 펄프의 혼합비율을 Table 1과 같이 혼합하여 해리시킨 지료를 여수도 500 ml C.S.F.로 고해하였고, 평량 60 g/m²로 초지하였다. 이후 bagasse펄프로 대체 하였을 때 배합 비

Table 1. Pulp mixing ratio

		Control	HW-10	HW-20	HW-30	SW-3	SW-6
Ratio (%)	HwBKP	80	70	60	50	80	80
	SwBKP	20	20	20	20	17	14
	Bagasse	0	10	20	30	3	6

Table 2. Fiber properties of HwBKP, SwBKP and NW

		Length (mm)	Width (μm)	Fines content (%)	Cell wall thickness (μm)
SwBKP	S1	1.08	24.3	40.3	6.2
	S2	0.79	28.6	53.1	5.2
HwBKP	H1	0.42	14.9	63.4	2.7
	H2	0.65	20.4	36.8	4.4
NW	Bagasse	0.31	23.7	81.4	5.1

에 따른 수초지 물성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 섬유 특성

Table 2는 목재 펄프와 비목재 펄프의 수종별 섬유 특성을 섬유장 분석기기를 통해 측정된 결과를 나타낸 것이다. Bagasse 섬유는 목재 섬유에 비해 섬유장이 짧고 미세분이 많았다. 미세분 함량 측정 방법은 200 mesh를 이용하는 방법과 Kajaani 측정기를 이용하는 방법이 있다. 일반적으로 200 mesh를 이용하는 방법보다 Kajaani 측정기를 이용할 경우 섬유의 개수를 세어서 측정하기 때문에 실제보다 미세분 함량이 비교적 높게 나오는 경향이 있다. 따라서 Table 2의 미세분 함량 수치가 약간 높게 나왔다. 침엽수 섬유와 비슷한 섬유폭을 가지고 있었다.

Fig. 1은 침엽수, 활엽수 및 bagasse 표백 크라프트

펄프를 섬유의 결합 및 구조를 관찰하기 위해 수초지로 제조한 후 주사전자현미경으로 촬영한 사진이다. 침엽수는 활엽수보다 두껍고 긴 섬유들이 서로 엉켜 있는 것을 볼 수 있었고 활엽수 펄프는 침엽수보다 가늘고 긴 섬유들이 서로 엉켜 있는 것을 볼 수 있었다. 일반적으로 bagasse 펄프의 경우 면적이 넓고 짧은 섬유들은 유세포로서 면적은 넓지만 세포벽이 얇고, 가늘고 짧은 섬유들은 세포벽이 두꺼운 특징을 가지고 있는데⁷⁾ 가늘고 짧은 섬유들과 면적이 넓고 짧은 섬유들이 서로 엉켜 있는 것을 볼 수 있었다.

Fig. 2는 여수도 변화에 따른 bagasse 섬유와 목재 섬유의 WRV값을 나타낸 것으로 활엽수 섬유와 bagasse 섬유는 침엽수 섬유에 비해 고해과정에서 피브릴화가 적게 발생하는 것으로 판단됐다.

Fig. 3은 고해시간에 따른 여수도의 변화를 나타낸 것으로, bagasse 펄프의 초기 여수도는 H1과는 같은 초기 여수도를 나타냈다. 하지만 bagasse 펄프는 목재 펄

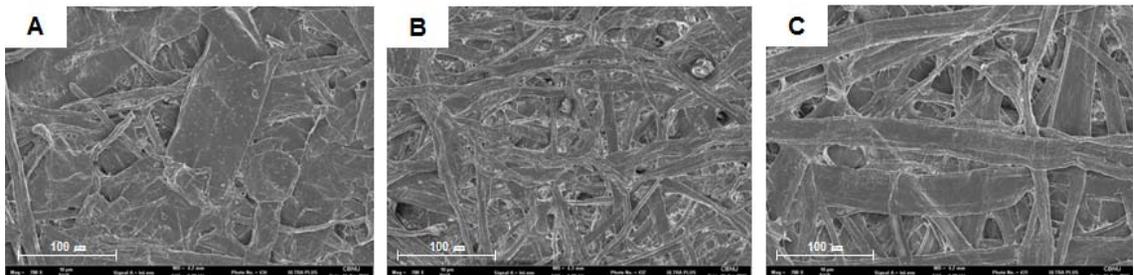


Fig. 1. SEM image of bagasse(A), HwBKP(B), SwBKP(C) handsheet.

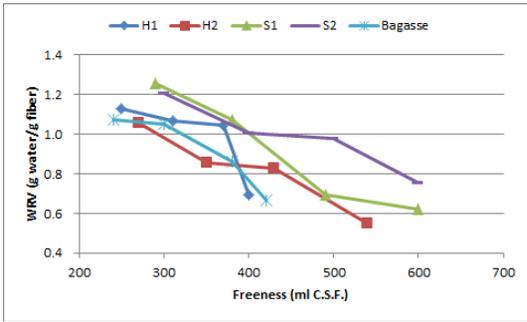


Fig. 2. Changes of fibers WRV depending on freeness.

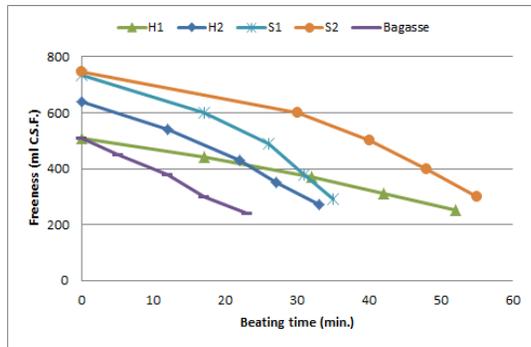


Fig. 3. Changes of freeness depending on beating time.

프와 비교하여 짧은 시간동안 고해가 더 잘 일어나는 것으로 나타났다.

3.2 펄프 별 수초지의 구조적 특성

Figs. 4와 5는 여수도 변화에 따른 펄프 별 벌크와 투기도의 변화를 나타낸 것으로, 동일 여수도에서 활엽수 펄프에 비해 침엽수 펄프에서 벌크는 높게 나타났고, bagasse 펄프는 침엽수 펄프와 유사한 벌크를 나타

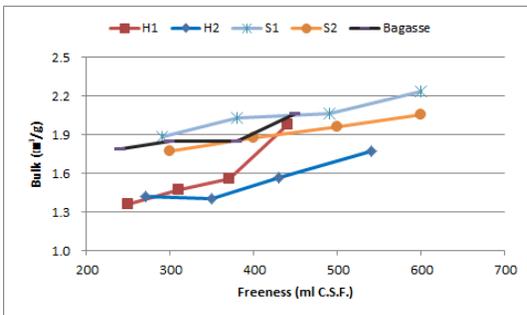


Fig. 4. Changes of handsheets bulk depending on freeness.

났다. 투기도의 경우 bagasse 펄프는 300 ml C.S.F.일 때 S1을 제외한 다른 목재 펄프보다 높은 투기시간을 나타냈고, 여수도 200 ml C.S.F.일 때 투기시간은 급격히 증가하였다. 이는 bagasse 펄프가 목재 펄프보다 미세분 함량이 많고, 침엽수 펄프와 유사한 섬유폭과, 활엽수 펄프보다 짧은 섬유장의 특징을 가지고 있었기 때문에 고해를 할수록 미세분이 급격히 발생하고 폭이 넓고 짧은 섬유가 공극을 막아줌으로써 목재 펄프에 비해 투기시간이 급격히 증가하였다고 판단됐다.

3.3 펄프 별 강도적 특성

Fig. 6은 여수도 변화에 따른 펄프 별 열단장을 나타낸 것으로, bagasse 펄프가 목재 펄프에 비해 낮은 값을 나타냈다. 이는 목재 펄프에 비해 bagasse 펄프에서 섬유의 피브릴화가 적게 일어나고 짧은 섬유들과 면적이 넓은 섬유들이 목재 펄프에 비해 유연하지 않기 때문에 섬유간의 결합이 목재 펄프보다 적은 것으로 판단됐다.

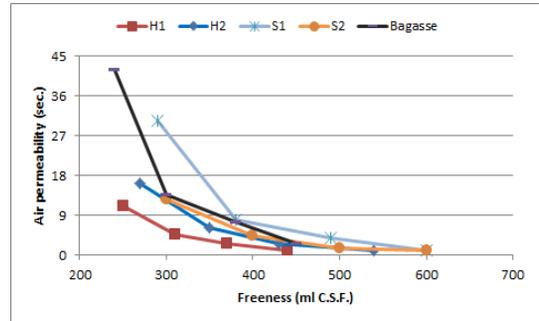


Fig. 5. Changes of air permeability of handsheets depending on freeness.

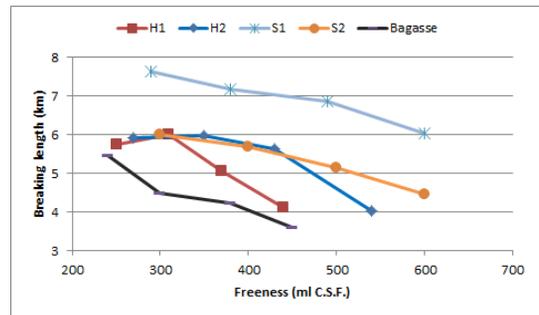


Fig. 6. Changes of breaking length of handsheets depending on freeness.

3.4 펄프 배합에 따른 수초지 물성

Fig. 7은 일반적으로 화장지는 500 ml C.S.F.까지 고해하여 제조한다. bagasse 펄프를 침엽수, 활엽수 펄프와 일부 대체하여 혼합하였을 때 500 ml C.S.F.까지 고해수준을 낮출 때 고해시간 변화를 나타낸 것으로, bagasse 펄프의 혼합량이 늘어날수록 고해시간은 점차 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 섬유폭이 크고 섬유장이 짧으며, bagasse 펄프가 침엽수, 활엽수 펄프에 비해 먼저 고해되어 고해 시간을 단축시킨 것으로 판단됐다.

Fig. 8은 bagasse 펄프를 대체 혼합하였을 경우 구조적 특성을 나타낸 것으로, bagasse 펄프의 혼합량이 늘어날수록 투기 시간은 증가하는 것으로 나타났다. 이는 섬유폭이 크고 섬유장이 짧으며, 다량의 미세분을 가진 bagasse 펄프의 영향으로 투기시간이 늘어나는 것으로 판단된다. 벌크의 경우 아무런 변화를 보이지 않았는데 이는 수초지 제작 시 초기 여수도에서 500 ml

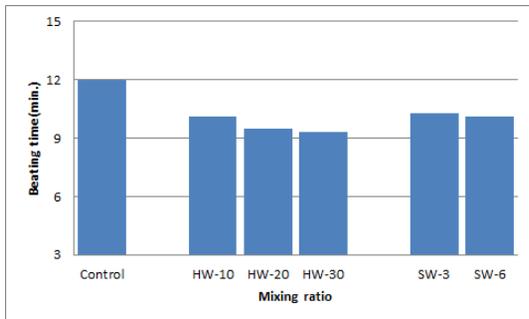


Fig. 7. Beating time of handsheets depending on mixing ratio of bagasse pulp.

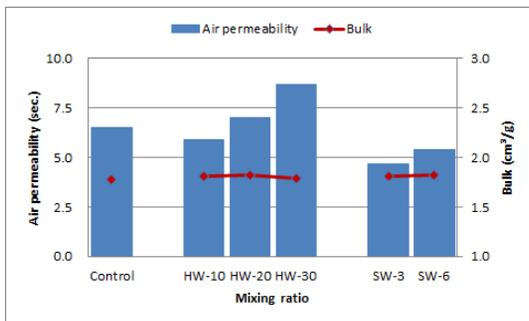


Fig. 8. Structural properties of handsheets depending on mixing ratio of bagasse pulp.

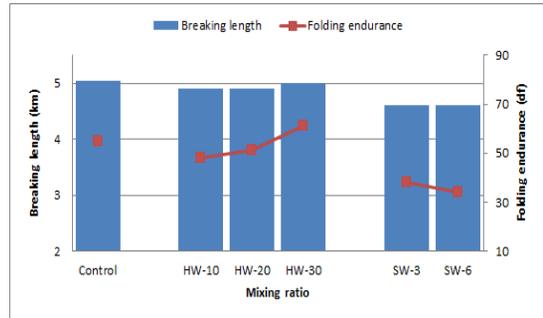


Fig. 9. Physical properties of handsheets depending on mixing ratio of bagasse pulp.

C.S.F.까지 도달하는데 비교적 짧은 고해 시간이 걸리기 때문에 섬유가 충분히 유연해지지 않았기 때문으로 판단된다.

Fig. 9는 bagasse 펄프를 대체 혼합하였을 경우 물리적 특성을 나타낸 것으로, bagasse 펄프의 함량이 늘어날수록 열단장은 감소할 것이라 예상했지만 활엽수를 대체 혼합하였을 경우 열단장의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 침엽수와 대체 혼합하였을 경우 예상대로 열단장이 감소하였다. 내절도의 경우 활엽수 대체 혼합량을 늘릴수록 증가하는 경향을 보였지만 침엽수 대체 혼합량을 늘릴수록 감소하는 경향을 나타냈다.

4. 결론

본 연구에서는 bagasse 펄프를 혼합하여 화장지 생산을 하는데, 기존 화장지의 물성을 유지하면서 원가 절감을 위한 최적 혼합량을 결정하는데 필요한 기초 자료를 제공하고자 하였다. Bagasse 섬유는 활엽수 섬유와 유사한 섬유장을 가지면서 침엽수 섬유와 유사한 섬유 폭을 가지고 있음을 알 수 있었다. 또한 목재 펄프에 비해 목표 여수도까지 도달하는데 필요한 고해 시간이 짧았고, 목재 펄프를 대체 혼합하였을 경우 또한 고해 시간이 단축되는 것을 알 수 있었다. 화장지에서 강도는 중요시 생각하지 않지만 최소한의 강도는 요구된다. 침엽수 펄프를 일부 대체하여 bagasse 펄프를 혼합하였을 경우 혼합량이 늘어날수록 강도가 떨어지는데, 이로 인해 최소한의 강도까지 도달하기 위해서 고해를 더 해야 한다. 따라서 고해 동력에너지 사용이 늘어나는데 이러하면 원가 절감의 목표와 부합되지 않는다고 판

단된다. 하지만 활엽수 펄프를 일부 대체하여 bagasse 펄프를 혼합하여도 강도는 유지되며 오히려 소폭 상승하는 결과를 얻었다. 따라서 활엽수 표백 크라프트 펄프를 30%까지 대체 혼합하여 수초지를 제작하여도 기존 목재 펄프로만 제작한 수초지와 유사한 물성을 나타낸다고 판단된다.

사 사

본 연구는 2013년 깨끗한 나라의 지원을 받아 수행하였습니다.

Literature Cited

1. Andrew, F. K., Kenaf an alternate fiber for the pulp and paper industries in developing and developed countries, *Tappi J.* 75(10):141-145 (1992).
2. Koh, K. M., Nam, W. S., and Paik, K. H., Manufacture of high quality premium tissue from white ledger by bleaching, Blending with virgin pulp and the addition of softeners, *Journal of Korea TAPPI* 34(4):30-36 (2002).
3. Mudit, C., Use of nonwood plant fibers for pulp and paper industry in asia: potential in china, Master's thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, USA, pp. 26-34 (1998).
4. Liu, J., and Hsieh, J., A novel method of understanding the softness of tissue paper, 1999 Papermakers Conference Proceedings, TAPPI Press, Atlanta, pp. 497-521.
5. Holimara, H., Evaluation of tissue paper softness. *Tappi J.* 63(2):97-99 (1980).
6. Lashof, T W., Note on the performance of the Handel-O-Meter as a physical test instrument for measuring the softness of paper. *Tappi J.* 43(5):175A-178A (1960).
7. Ilvessalo-Pfäffli, M.-S., Fiber Atlas, Timell, T. E. (ed.), Springer, New York, pp. 312-313 (1994).