

광학센서를 이용한 지료의 농도 평가 기술 개발 (제2보)

— 펄프의 특성 변화가 농도와 탁도 및 투과율의 상관관계에 미치는 영향 —

이지영 · 윤혜정 · 이학래[†]

(2005년 11월 11일 접수: 2006년 2월 20일 채택)

Development of On-line Technology for Measuring Stock

Consistency Using Optical Sensor (Part 2)

— Effect of stock properties on the relationship between the turbidity and transmittance of stocks and consistency—

Ji Young Lee, Hye Jung Youn and Hak Lae Lee[†]

(Received on November 11, 2005; Accepted on February 20, 2006)

ABSTRACT

The effect of the freeness of pulp slurries on turbidity and transmittance of papermaking stocks was investigated using beaten bleached hardwood pulp stocks with freeness ranging from 651 mL to 403 mL CSF. Also the influence of fiber length on the turbidity and transmittance was examined with fractionated pulp stocks. Increases in stock consistency increased the turbidity. Transmittance of stock samples decreased, however, with the increase of stock consistency. Second order equations and exponential equations have been obtained as regression equations for the turbidity and transmittance of these stock samples, respectively.

Keywords : on-line measurement, consistency, turbidity, transmittance, freeness, fiber length

• 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부 (Dept. of Forest Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, 151-921, Korea)

† 주저자(Corresponding Author) :E-mail; lhakl@snu.ac.kr

1. 서론

전보¹⁾에서 국내 제지산업의 환경에 부합하면서 저렴하고 간편하면서도 신뢰성이 높은 농도 측정 기술 개발을 위해 탁도와 투과율이 지료 조성분인 펄프와 충전물의 농도와 높은 상관관계를 갖는다는 것이 증명되었다. 이와 같은 상관성은 제지공정의 보류도 평가 또는 습부공정 관리의 새로운 제어 시스템으로 활용될 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 하지만 전보에서는 단순히 해리된 펄프와 충전물 슬러리를 이용하여 이들 시료의 탁도와 투과율이 농도와 어떤 상관성을 갖는지 분석하였기 때문에 실제 초지공정에서 발생하는 여러 가지 처리에 따라 지료의 특성이 변화할 경우에도 그대로 적용될 것이라고 볼 수는 없다. 다시 말하면 일반적으로 제지공정에서는 장섬유, 미세섬유 및 충전제 등 다양한 원료가 투입되기 때문에 지료나 백수의 농도를 실시간으로 측정하는데 많은 제약이 존재한다고 할 수 있다.²⁻⁵⁾ 장섬유, 미세섬유의 함량, 여수도, 충전제의 함량 등이 농도 평가에 어려움을 준다고 할 수 있다.

본 연구에서는 제지공정에서 가장 일반적으로 발생하는 펄프 섬유율의 변화가 탁도 및 투과율에 어떤 영향을 미치는지를 분석하기 위해서 펄프의 여수도에 따른 탁도와 투과율 변화를 연구하였다.

2. 재료 및 방법

실시간으로 지료의 농도 변화에 따른 탁도와 투과율을 측정하기 위하여 전보에서 사용된 온라인 탁도 측정 시스템을 이용하였다. 또 일반적으로 사용되는 측정셀 대신 연속적으로 지료를 탁도 측정기로 공급할 수 있게 제작된 새로운 측정셀을 사용하였다. 자세한 방법은 전보에 기술된 바와 같다.

실험에는 표백 활엽수 펄프를 재료로 이용하였다. 실험실용 밸리미터를 이용하여 이를 0-30분간 고해하여 여수도를 651 mL CSF에서 403 mL CSF까지 4단계로 변화시킨 샘플을 이용하였다. 또 섬유율의 변화에 따른 영향을 평가하기 위해서 실험실용 분급기를 이용하여 분급하고 이에 따른 지료의 탁도 및 투과율 변화를 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

펄프의 특성 변화가 농도와 탁도 및 투과율의 상관관계에 미치는 영향을 평가하기 위하여 활엽수 BKP를 사용하여 여수도와 섬유율을 달리하여 농도에 따른 탁도와 투과율을 측정하였다. 여수도를 달리하기 위하여 활엽수 BKP를 밸리미터를 이용하여 고해를 하였다. 고해는 15분 해리를 실시한 후 10, 20, 30분 동안 고해를 실시하였고 그 결과 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Freeness of Hw-BKP as a function of beating time

Beating time, min	0	10	20	30
Freeness, mL CSF	651	558	470	403

섬유율이 탁도와 투과율에 미치는 영향을 평가하기 위하여 활엽수 BKP를 밸리미터로 약 470 mL CSF로 고해를 실시한 후 진동스크린을 이용하여 분급을 실시하였다. 분급시 사용된 스크린은 50, 100, 200 메쉬 스크린이었고 분급 펄프를 Table 2에 나타낸 것과 같이 표기하였다. 그리고 분급된 펄프의 섬유율을 Fig. 1에 도시하였는데 분급된 펄프 사이에는 섬유율이 차이가 났고 200 메쉬 스크린을 통과한 펄프의 경우가 가장 낮은 섬유율을 나타내었다.

Table 2. Fractionated pulps from Hw-BKP

Pulp condition	Fractionated pulp
50 retained	50
50 passed - 100 retained	50-100
100 passed - 200 retained	100-200
200 passed	200

3.2 펄프의 여수도에 따른 탁도와 투과율 변화

Figs. 2-3에는 펄프의 여수도에 따른 탁도와 투과율 변화를 도시하였다. Fig. 2에서 농도가 증가함에 따라 탁도는 증가하였으나 펄프의 여수도에 따라 탁도는 크게 차이를 보이지 않았다. Fig. 3에서

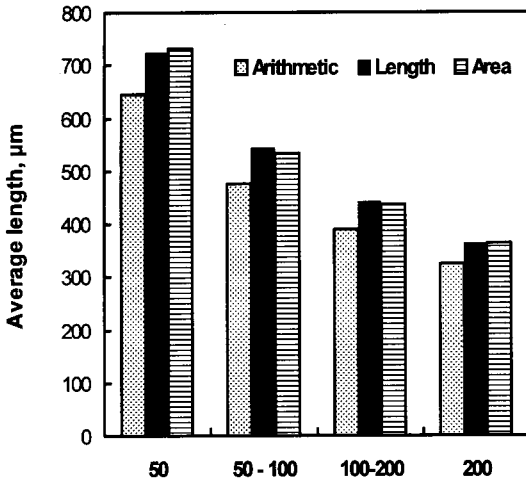


Fig. 1. Average fiber length of screened pulps.

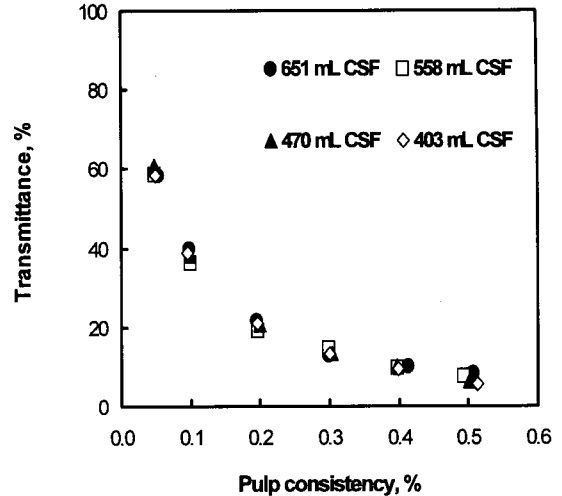


Fig. 3. Effect off pulp freeness on transmittance.

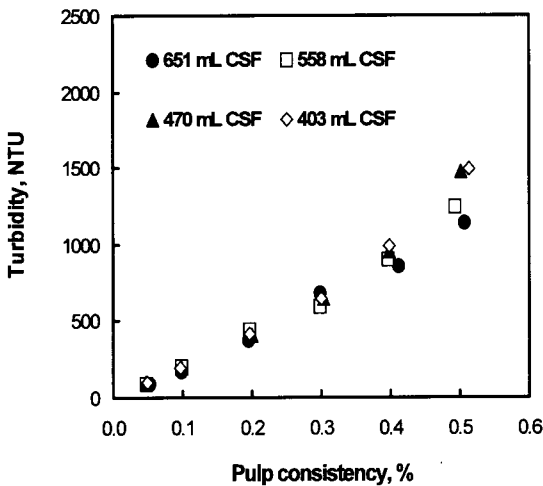


Fig. 2. Effect of pulp freeness on turbidity.

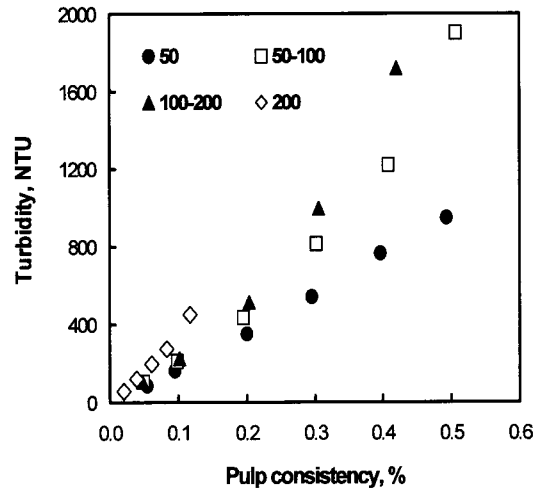


Fig. 4. Effect of fiber length on turbidity.

볼 수 있듯이 농도가 증가함에 따라 투과율은 감소 하였으나 펄프의 여수도에 따른 차이는 보이지 않았다. 하지만 Figs. 4-5에서 나타낸 섬유장에 따른 탁도와 투과율의 변화를 살펴보면 섬유장이 짧아짐에 따라 동일한 농도에서 더 높은 탁도와 더 낮은 투과율을 나타내었다.

하지만 펄프의 여수도가 감소함에 따라 미세섬유함량이 증가한다는 것을 뜻하지만 펄프의 여수도가 감소함에 따라 탁도와 투과율은 큰 차이를 보이

지 않았다. 이는 활엽수 BKP의 미세분함량이 470 mL CSF를 기준으로 볼 때 약 11%로서 낮은 미세분함량을 갖기 때문에 미세분에 의한 탁도와 투과율 차이를 나타내지 않는다고 판단된다.

여수도와 섬유장에 따른 농도와 탁도 및 농도와 투과율의 상관관계를 나타내는 회귀식을 Table 3-4에 나타내었다. 농도와 탁도는 이차함수로 표현되며 농도와 투과율은 지수함수로 표현되었다.

Table 3. Regression equations of beaten Hw-BKP

(where C : concentration, T : turbidity, T' : transmittance)

Hw-BKP Freeness	Turbidity Transmittance	R ²
651 mL CSF	$T = 725.3 C^2 + 1867.2$	0.9931
	$T' = 59.151 \exp(-4.251 C)$	0.9451
559 mL CSF	$T = 1685.3 C^2 + 1652.5 C$	0.9927
	$T' = 58.305 \exp(-4.419 C)$	0.9571
470 mL CSF	$T = 2699.2 C^2 + 1482.6 C$	0.9921
	$T' = 63.897 \exp(-4.817 C)$	0.9659
403 mL CSF	$T = 2832.4 C^2 + 1418.0 C$	0.9971
	$T' = 63.086 \exp(-4.829 C)$	0.9822

Table 4. Regression equations of fractionated Hw-BKP

(where C : concentration, T : turbidity, T' : transmittance)

Hw-BKP Fractionated	Turbidity Transmittance	R ²
50	$T = 496.0 C^2 + 1690.4$	0.9993
	$T' = 75.028 \exp(-4.597 C)$	0.9754
50-100	$T = 4770.6 C^2 + 1235.4 C$	0.9955
	$T' = 67.147 \exp(-5.184 C)$	0.9786
100-200	$T = 6812.3 C^2 + 1219.5 C$	0.9986
	$T' = 67.193 \exp(-5.754 C)$	0.9808
200	$T = 6812.3 C^2 + 1219.5 C$	0.9885
	$T' = 94.491 \exp(-13.258 C)$	0.9988

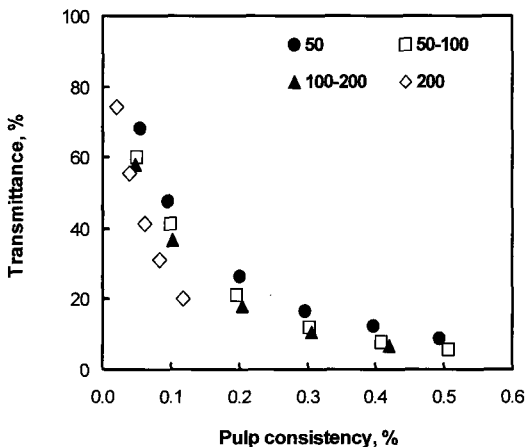


Fig. 5. Effect of fiber length on transmittance.

4. 결론

본 연구에서는 제지공정에서 가장 일반적으로 발생하는 펄프 섬유도의 변화가 탁도 및 투과율에 어떤 영향을 미치는지를 분석하기 위해서 펄프의 여수도에 따른 탁도와 투과율 변화를 연구하였다. 실험에는 실험실용 밸리비터를 이용하여 표백 활엽수 펄프를 0-30분간 고해하여 여수도를 651 mL CSF에서 403 mL CSF까지 4단계로 변화시킨 샘플을 이용하였다. 또 섬유장의 변화에 따른 영향을 평가하기 위해서 실험실용 분급기를 이용하여 분급하고 이에 따른 지료의 탁도 및 투과율 변화를 평가하였다.

농도가 증가함에 따라 탁도는 증가하였으나 펄프의 여수도에 따라 탁도는 크게 차이를 보이지 않았다. 또 농도가 증가함에 따라 투과율은 감소하였으나 펄프의 여수도에 따른 차이는 보이지 않았다. 여수도와 섬유장에 따른 농도와 탁도 및 농도와 투과율의 상관관계를 나타내는 회귀식은 각각 이차함수와 지수함수로 표현되었다.

사 사

본 연구는 산업자원부 청정생산기술개발사업 지원 하에 수행되었습니다.

인용문헌

1. Hak Lae Lee, Ji Young Lee, and Hye Jung Youn, Development of On-line Technology for Measuring Stock Consistency Using Optical Sensor (Part 1), Journal of KTAPPI 38(1): (2006).
2. Lancaster, E.P., Retention: definitions, methods, and calculations, in "Retention of Fines and Fillers During Papermaking", Gess, J.M.(Ed.), TAPPI Press, p.9 (1998).
3. Jansson, I., et al. (Ed.), Accurate consistency, BTG Pulp and Paper Technology AB., pp. 9-31 (1999).
4. Ostroot, G.F., The Consistency Control Book, TAPPI Press, pp.16-29 (1993).
5. Onabe, F., Measurement and control, in "Paper Chemistry", Roberts, J.C.(Ed.), Blackie Academic and Professional, pp.198-216 (1996).