

# 파일롯트 리파이너를 이용한 활엽수 펄프의 리파이닝 특성 비교

이학래<sup>1)</sup>, 윤혜정<sup>1)</sup>, 이경호<sup>1)</sup>, 이상훈<sup>1)</sup>, 서주환<sup>1)</sup>,  
손창만<sup>2)</sup>, 이영준<sup>2)</sup>, 주용훈<sup>2)</sup>, 곽동수<sup>2)</sup>  
서울대학교<sup>1)</sup>, 한솔제지(주)<sup>2)</sup>

## 1. 서론

고해리된 펄프 섬유에 기계적 처리를 함으로써 목표로 하는 제품의 품질과 공정 조업성을 향상시키기 위해서 행해지는 리파이닝 공정은 제지공정의 가장 기본적이고 핵심적인 공정이다. 이는 리파이닝 과정을 거치지 않은 펄프 섬유로는 좋은 종이를 제조한다는 것이 불가능하기 때문이다. 리파이닝 과정을 거치면서 섬유의 내부와 외부의 피브릴 화 되고 유연해져야만 섬유간 결합면적이 증가되고 이에 따라 종이의 강도가 향상되고 적절한 섬유의 절단이 발생해야만 섬유의 뭉침이 억제되고 우수한 지합의 종이가 제조 될 수 있다.

이처럼 중요한 리파이닝 공정은 거의 모든 제지공정에서 이용되고 있기 때문에 그 기술의 범용성은 실로 광범위하다 할 것이다. 또한 리파이닝은 종이의 품질과 생성에 직결된 공정일 뿐 아니라 제지공정 전체의 약 40%의 전기에너지를 소모하는 에너지 다소비 공정이기 때문에 에너지 절약에 대한 관심이 고조되고 있는 시점에서 최적의 기술 확보가 이루어 져야함은 자명하다 할 수 있을 것이다.

이와 같은 중요성에도 불구하고 국내에서는 아직 리파이닝과 관련된 체계적 연구가 부족한 상황이라 할 수 있다. 대부분의 펄프를 수입에 의존하여 수종과 종류가 다양한 상황에서는 더욱이 일률적인 리파이닝 처리 방식은 종이의 품질을 저하시키고 동력이 낭비되는 결과를 초래할 수도 있다. 따라서 과학적인 평가와 분석을 통해 각각의 펄프의 특성에 맞는 리파이닝 처리를 해야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 사용되는 펄프 5종을 파일롯트 리파이너를 이용하여 리파이닝 처리 한 후 종이를 제작하여 물리.광학적 성질, 섬유장 및 조도 측정을 통하여 각 펄프의 특성을 분석하고 이를 토대로 각 펄프의 장점과 단점을 파악하여

적절한 혼합으로 장점은 최대화 하고 단점은 보완하고자 하였다. 이는 혼합고해 및 분리고해 연구의 기초 연구로써 앞으로 현장에 적용되어야 할 에너지 절감 기술의 토대가 될 것으로 생각된다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구에서는 지금까지 실험실적으로 주로 사용되었던 단속적인 고해기인 비터가 아닌 실제 공정에서 사용되고 있는 리파이너를 실험실적으로 혹은 파일롯 스케일로 리파이닝 현상을 평가할 수 있는 설비를 이용하여 실험을 진행하였다. 파일롯 리파이너의 모식도는 Fig. 1과 같다.

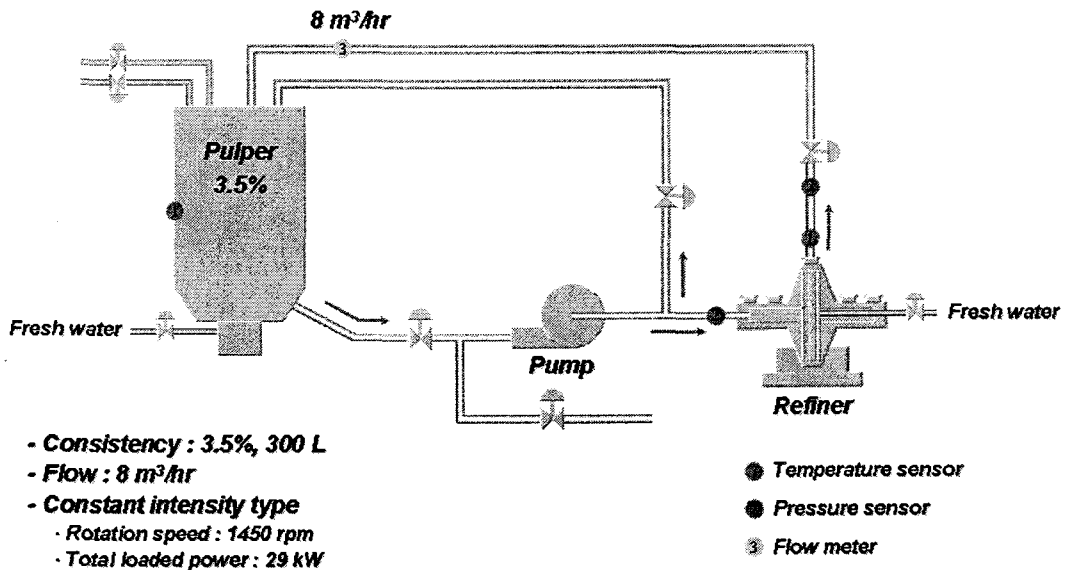


Fig.1.PilotRefiningMachine모식도

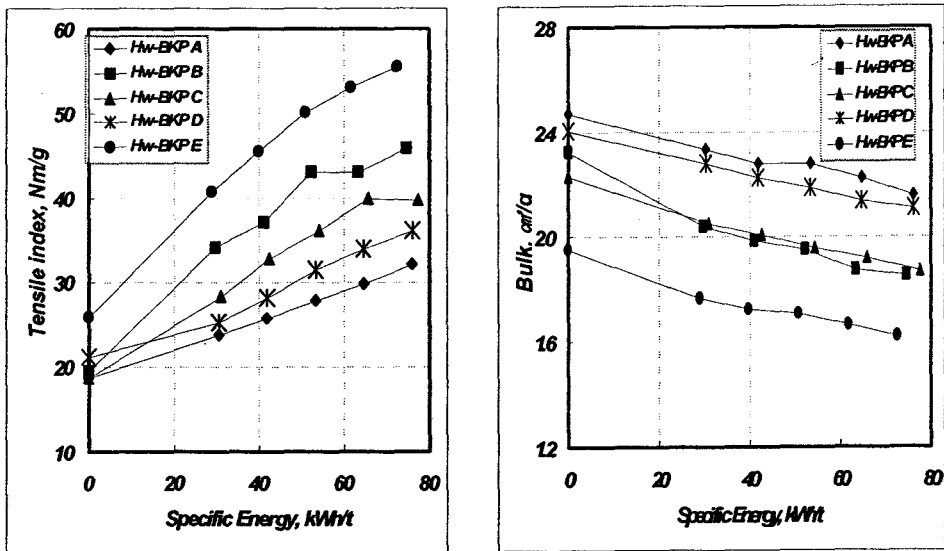
Fig. 1은 Pilot Refining Machine의 모식도를 보여주고 있다. 농도가 3.5%인 임펠러에 의해서 교반되고 있는 Pulper에서 리파이닝이 진행되면 지료는 화살표 방향으로 진행된다. 이때의 유량은 8 m<sup>3</sup>/hr 이고 리파이닝 플레이트의 회전속도는 1450 rpm

이었다. 실험에 사용될 자료는 시간대별로 (0, 80, 110, 140, 170, 200 sec) 각각 펄퍼에서 채취하였다.

채취한 샘플을 가지고 섬유자체의 성질을 알아보기 위해 Fiberlab을 이용하여 섬유장 및 조도 측정을 하였고, 약 0.5% 로 희석시켜 여수도를 측정한 후, 평량 60 gsm의 종이를 제작하여 인장, 인열 등의 물리적 성질 및 광학적 성질, 그리고 벌크 측정을 하여 각 펄프의 특성을 분석하였다.

### 3.결과및고찰

혼합 및 분리고해를 하기에 앞서 각각의 펄프를 따로 리파이닝 처리하여 강도와 벌크특성을 비교하여 보았다.



<Specific Energy vs. Tensile Index>

<Specific Energy vs. Bulk>

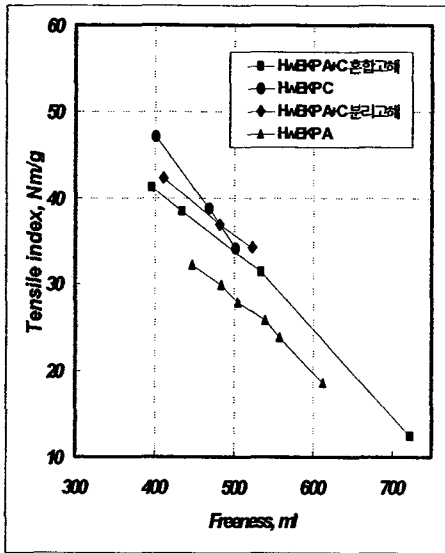
Fig. 2. 각 펄프의 Specific Energy 에 따른 Tensile Index 및 Bulk 비교

Fig. 2는 리파이닝 에너지에 따른 각 펄프의 강도 및 벌크 특성을 보여주고 있다. 리파이닝이 진행됨에 따라서 종이의 강도가 상승하고 있고, 이런 가운데에서도 각 펄프의 강도적 차이가 뚜렷하게 나타나고 있다. 반면 벌크는 리파이닝 처리가 될 수록 감소하고 있고 마찬가지로 각 펄프별로 벌크의 차이를 보여주고 있다. 이를 통해 펄프 A는 종이의 벌크 특성은 좋지만 강도 낮고 펄프 E는 벌크 특성은 떨어지지만 강도면에서는 우수하다는 것을 알 수 있다. 따라서 이러한 장.단점을 혼합 및 분리고해를 통하여 장점은 극대화 시키고 단점은 보완 시키고자 실험을 진행하였다.

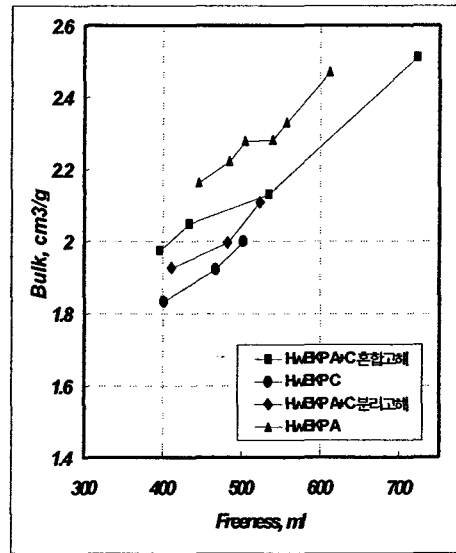
**Table 1. 혼합 및 분리고해 실험 방법**

	1#	2#	비고
Exp. 1	HwBKP A+C	HwBKP B+E	1# 벌크유리혼합, 2# 강도유리혼합
Exp. 2	HwBKP C	HwBKP A	단독고해후 혼합, Exp.1 혼합고해와 비교

Table 1과 같이 각 펄프의 특성에 맞추어 혼합 및 분리고해를 실시하였다. 벌크 특성이 좋은 펄프와 강도 특성이 좋은 펄프를 서로 혼합 하여 함께 고해시킨 방법을 '혼합고해'라 하였고 단독고해 한 후 혼합 시키는 방법을 '분리고해'라 명하였다. Exp.1의 실험은 각 펄프의 장점을 극대화시키기 위해 실시하였고 Exp.2는 단점을 보완하기 위한 시도였다.



<Freeness vs. Tensile Index>



<Freeness vs. Bulk>

Fig.3. 혼합 및 분리 고해 시 강도와 벌크 특성의 변화

HwBKP A의 인장강도가 HwBKP C보다 상대적으로 낮았지만 혼합 또는 분리 고해를 통하여 어느 정도의 강도향상 효과가 있었다 (Fig. 3). 이는 통해 어떤 특정한 성질, 즉 물리적 성질 및 광학적 성질 등에 대해서 결함이 있는 부분을 특정한 부분에 있어서 장점을 가지는 펄프와 단순 혼합함으로써 효과를 볼 수 있다고 판단하였다. 그러나 방법에 있어서 앞서 언급한 '분리고해' 방식과 '혼합고해' 방식으로 나누어 볼 수 있고, 같은 여수도를 가진 펄프임에도 불구하고 서로 다른 강도 및 벌크 특성을 볼 수 있었다.

혼합고해를 하였을 경우 분리고해의 경우 보다 강도적인 면에서 약간의 유리한 경향을 보였고 반면 벌크특성의 경우 다소 떨어지는 것으로 판단되었다.

#### 4. 결론

대부분의 펄프를 수입에 의존하기 때문에 수종과 종류가 다양하여 국내 업체에서 사용하는 펄프의 특성도 다양하다 말할 수 있다. 리파이닝은 제지공정 중에서도 에

너지 소비를 가장 많이 차지하는 다소비 에너지 공정으로써 지금까지 일률적인 방법으로는 에너지 낭비 및 품질 저하를 초래할 수 있기 때문에 각 펄프의 리파이닝 특성을 파악하고 그에 맞는 적절한 리파이닝 처리를 해야 할 것이다. 따라서 이번 연구에서는 국내에서 많이 사용하는 활엽수 펄프를 5가지 선정하여 리파이닝 특성을 관찰하였고 그 특성을 바탕으로 하여 혼합 및 분리 고해 하여 효율적인 펄프 선정과 함께 종이의 물성과 벌크 향상을 이루고자 하였다. 따라서 강도적 측면과 벌크특성 측면에서 서로 우열관계를 알아본 후 그 관계에 따라서 적절한 혼합을 하였으며 이를 통해 펄프가 가진 일부 결점을 보완 할 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 혼합고해와 분리고해의 방법에 따라서도 강도특성과 벌크 특성의 차이가 있음을 알 수 있었다.

## 사 사

본 연구는 산업자원부 신기술실용화기술개발사업 지원에 의해 수행되었음.  
일부는 두뇌한국 21 핵심 사업 지원을 받아 연구를 수행하였음.

## 참고문헌

- 1) Jorma Lumianinen, Papermaking science and technology, Papermaking part1, Stock preparation and wet end, Refining of chemical pulp, Chapter 4
- 2) Jorma Lumianinene, Refining of fine paper fibers-separate or mixed refining, 1996 papermakers conference
- 3) Rajinder S. Seth, Beating and refining response of some reinforcement pulps, TAPPI JOURNAL VOL.82 : NO 3