

# 라이너지 생산공정의 수질변화가 라이너지 물성에 미치는 영향 Deterioration of water quality in the linerboard mill and their effect on paper properties

이학래 · 함충현 · 이상길

서울대학교 임산공학과

## 1. 서론

최근 들어 제지산업은 원가절감과 공정의 친환경화를 위해 재생섬유의 사용을 증가시키고 청수 사용량을 감소시키기 위한 노력을 경주하고 있다. 제지공정에서의 용수 사용량의 감소는 원료물질인 섬유와 미세분의 손실 감소에 기여하지만 공정수의 재순환에 의해 공정수 내에는 유기물질과 무기 물질들의 축적이 일어나며 이러한 현상은 저급 원료의 사용에 따라 더욱 증대된다.<sup>1)-3)</sup> 이에 따라 발생하는 공정수 오염물질은 섬유 표면에 흡착되거나 섬유간의 결합을 저해함으로써 종이의 강도를 감소시키는 것으로 알려져 있다.<sup>4),5)</sup> 특히 재생섬유와 고수율 펄프의 사용량을 증가시킬 경우 종이의 강도는 원료의 저급화에 따라 급속히 감소될 뿐 아니라 공정수 내에 누적되는 오염 물질에 의한 추가적인 강도 저하가 유발하는 문제가 발생된다. 제지공정수 내의 오염물질의 축적에 따른 종이의 물성변화는 오염물질의 종류와 축적 정도에 따라 차이를 나타낸다. 제지공정의 공정폐쇄화에 따라 발생하는 물성 변화를 예측하는 것은 공정폐쇄화의 목표를 설정하기 위해서 매우 중요하다. 이는 공정수의 수질변화에 따른 종이의 물리적 성질 변화에 대한 정확한 평가는 용수 사용량 절감에 따른 문제점을 예측하고 그 방안을 구축하는데 필수적인 정보를 제공하기 때문이다.

본 연구에서는 라이너지 공정의 폐쇄화에 따른 수질변화가 종이의 물리적 성질에 미치는 영향을 평가하고 그 원인을 구명하고자 하였다.

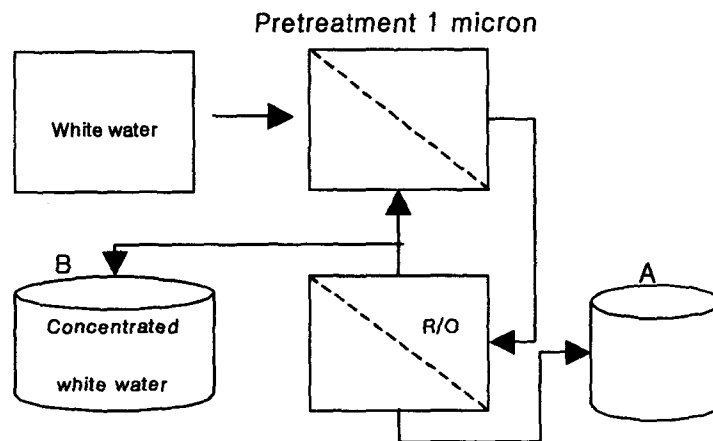
## 2. 재료 및 방법

### 2.1 펄프의 준비

펄프는 UKP와 KOCC를 여수도를 각각 470 mL CSF 와 390 mL CSF가 되도록 고해 및 해리하여 사용하였다. 침엽수 UKP는 저농도 해리기를 사용하여 30000 rev.으로 해리한 뒤 실험실용 Valley Beater를 이용하여 여수도 470±10 mL CSF가 되도록 고해하였다. OCC는 해리기를 이용하여 20000 rev.으로 해리한 뒤 실험실용 Valley Beater를 이용하여 여수도 390±10 mL CSF이 되도록 고해하였다.

## 2.2 공정수의 농축

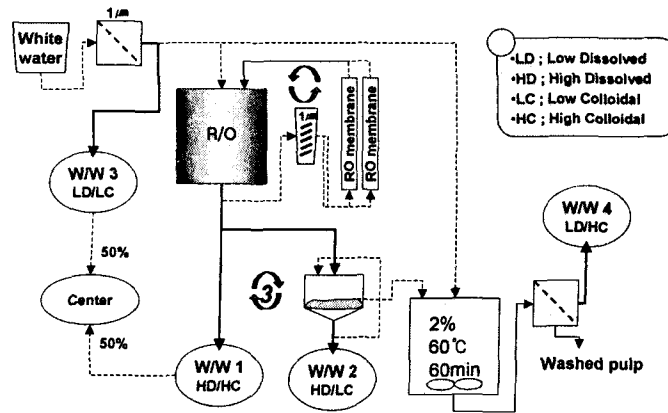
공정수의 농축은 Fig. 1과 같은 방식으로 행하였다. R/O 필터를 통과시키기 전에 전처리 과정으로서 부유물질들을 제거하기 위해 1 $\mu$ m의 필터를 통과 시킨 후 R/O를 이용한 공정수 농축을 실시하였다.



*Fig.1 The schematic diagram for concentration of White Water*

## 2.3 교질입자의 분리

Fig. 2 와 같이 교질 입자와 용존 물질의 영향을 평가하기 위해서 공정수를 농축하여 교질물질과 용존물질의 함량이 다른 5가지 종류의 농축수를 준비하였다.



**Fig.2 Preparation of white water containing different amounts of colloidal and dissolved solids.**

## 2.4 공정수의 수질 분석

R/O를 이용하여 농축된 공정수와 증류수의 혼합비에 따른 수질 변화를 분석하였다. 공정수의 수질 분석을 위해서 칼슘경도, TDS(Total Dissolved Solids), pH, 양이온요구량, COD(Chemical Oxygen Demand), 전기전도도, 표면장력, 탁도를 측정하였다.

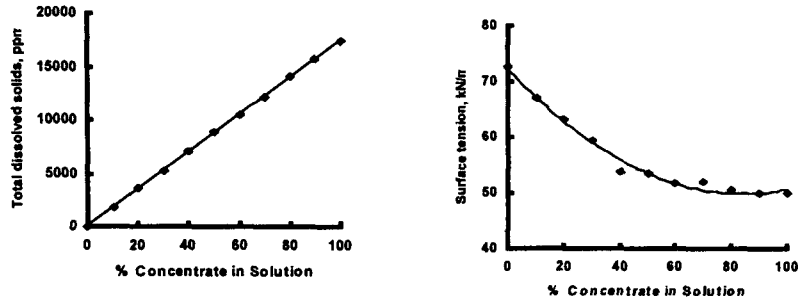
## 2.5 수초지 제작 및 물성 측정

실험실용 원형 수초지기를 이용하여 평량 100g/m<sup>2</sup>이 되도록 수초지를 제조하여 송풍 건조기로 건조시켰다. 초지된 종이는 조습처리 한 후, TAPPI Test Methods에 의거하여 인장강도, 투기도, 밀도, Ring Crush 및 파열강도를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

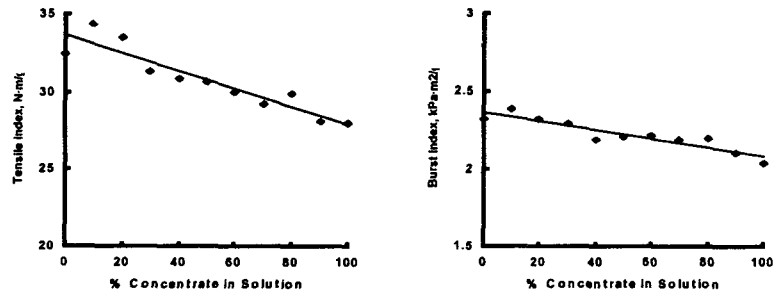
### 3.1 공정수 악화에 따른 수초지 물성 변화

농축 공정수를 증류수로 희석하여 그 비율에 따라 수질 분석을 실시한 결과를 Fig. 3에 도시하였다. 공정수가 악화됨에 따라서 공정수에 TDS양은 선형적으로 증가하였고 표면장력은 감소하다가 일정해지는 경향을 나타내었다. 표면장력이 감소하는 것은 소수성을 가진 용존물질들이 공정수 내에 계속 농축되고 있음을 보여준다.



**Fig.3 Total dissolved solids and surface tension of concentrated white water.**

Fig. 4에서 보는 것과 같이 공정수의 수질이 악화될 수록 인장강도와 파열강도는 감소하였다. 표면장력은 공정수가 농축됨에 따라서 감소하다가 일정해지지만 인장강도와 파열강도는 계속 감소하였다. 이는 표면장력을 감소시키는 용존 물질과 함께 표면장력을 감소시키지 않는 교질입자도 강도에 영향을 준다는 것을 보여준다.



**Fig.4 Relationship between physical properties and concentration of white water**

### 3.2 용존물질과 콜로이드 물질이 강도에 미치는 영향

Fig. 5에는 용존물질과 교질성 물질의 함량에 다른 다섯 종류의 농축수를 이용하여 제조된 수초지의 강도를 나타내었다. 교질상 물질과 용존물질 모두가 강도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

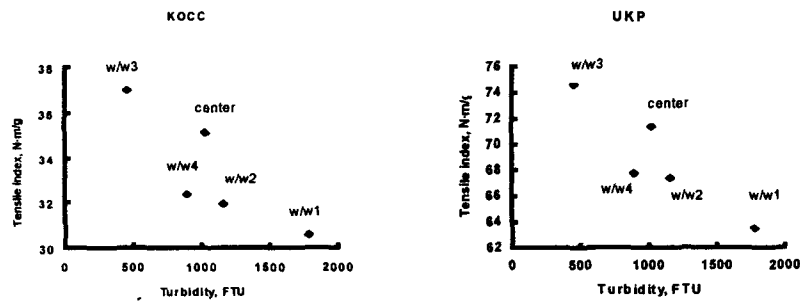


Fig.5 The effect of colloidal and dissolved substance.

### 4. 결론

공정수내에 오염물질들은 공정상에서 생산성 악화와 제품의 품질저하 등 다양한 문제를 야기한다. 용존 물질이 농축되면서 공정수의 표면장력을 감소시키며, 표면장력이 감소됨에 따라 강도 또한 감소하였다. 하지만 일정정도 이상이 농축되면 더 이상의 표면장력의 감소는 일어나지 않았으나 강도의 감소는 계속되었다. 이것은 표면장력을 감소시키지 않는 교질입자가 종이의 강도를 감소시킴을 의미한다고 판단되었다.

라이너지의 생산공정에 있어 공정수의 수질악화는 인장강도와 파열강도등의 강도를 감소시켰다. 이러한 강도감소에 표면 장력과 콜로이드 물질이 중요한 역할을 하는 것으로 판단되었다.

### 인용문헌

- 1). Springer A. M., Dullforce J. P. and Wenger T. H., The effects of closed white

water system contaminants on strength properties of paper produced from secondary fiber, *Tappi J.* 68(4) : 78-82 (1985).

2). Pietschker D. A. The 100% closed water system - What to expect, *TAPPI Papermakers Conference* : 523-530 (1996).

3). Edgardo Vendries and Pfromm P. H., Influence of closure on the white water dissolved solids and the physical properties of recycled linerboard, *Tappi J.* 81(9) : 206-213(1998).

4) Springer A. M. and Eduardo C. P, Combined effect of fiber fines and dissolved organics on tissue properties, *Tappi J* 71(4): 141-144 (1988).

5) Springer A. M., Dullforce J. P. and Wenger T. H., Mechanisms by which white water system contaminants affect the strength of paper produced from secondary fiber, *Tappi J* 69(4): 106-110 (1986).

6) Seika Tay, Effect of dissolved and colloidal contaminants in newsprint machine white water on water surface tension and paper physical properties, *Tappi J.* 84(8) : (2001).