

# 폭기공정에서 발생하는 scum의 분석 및 재활용에 따른 시트의 물성 변화

김형진 · 강광호

국민대학교 임산공학과

## 1. 서 론

우리나라의 폐지 재활용률은 세계최고 수준으로 제지산업 규모 상위 10개국 중 지류 재활용 비율이 2003년말 기준 73%로 가장 높다. 이는 국내 제지산업에서 큰 비중을 차지하고 있는 골판지 원지의 원료가 원비절감을 위해서 국내·외에서 생산된 폐지를 사용하기 때문이다. 하지만 최근에는 이러한 폐지사용으로 인한 원비절감외에 공정상의 폐쇄화를 통하여 원비절감을 모색하고 있다.

Scum은 cleaner나 screen 등 습부공정을 통하여 섬유나 그 외의 물질들이 백수와 함께 분급되어 최종적으로 폐수처리 공정을 거치게 되는데, 폐수처리 공정 중 1차 화학처리를 거친 백수가 집수조에서 부유부상 폭기조법에 의하여 부유물이 집수조 표면으로 찌꺼기의 형태로 발생하는 것을 의미한다. 이러한 scum의 재활용은 폐쇄화 공정의 일원으로서 그 양은 비록 적지만 이를 재활용함으로써 원비절감이나 고품폐기물 처리비용 절감 효과가 있다. 그러나 scum의 물리적·화학적 특성 때문에 scum을 투입하여 초지 시 물성의 저하나 공정상의 부하문제로 인하여 그 사용이 원활하지 않은 것이 현실이다. 따라서 scum 자체의 특성을 분석하고 투입량을 조절하여 초지함으로써 나타나는 물성의 변화에 대하여 고찰하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시 재료

공시 재료는 국내 라이너지 회사인 A업체에서 분양 받아 사용하였다. 실험에 사용된 원료는 침엽수 UKP와, AOCC(American Old Corrugated Containers), KOCC(Korean Old Corrugated Containers)를 해리고해하여 사용하였고, scum은 폐수처리장에서 공정으로 투입되는 pipe line에서 채취하여 사용하였다.(Fig. 1)

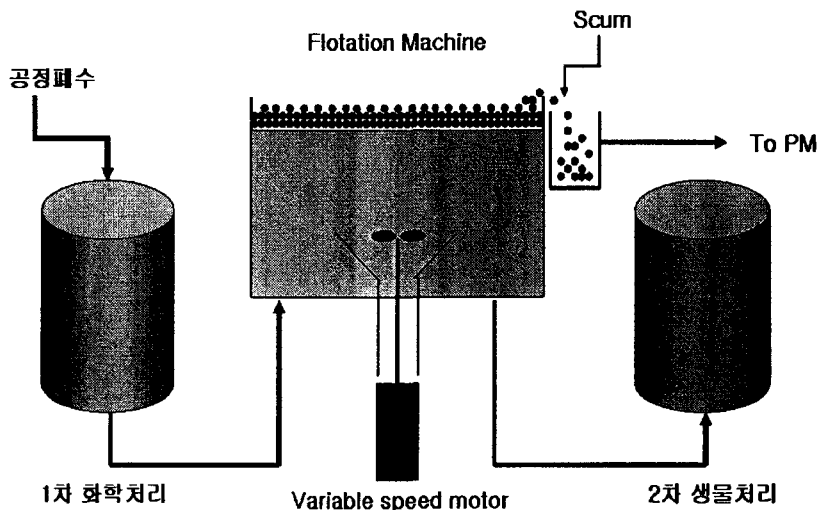


Fig. 1. 폐수처리 공정 중 flotation에 의한 scum 발생

### 2.2 실험 방법

#### 2.2.1 Scum의 성분 분석

Scum이 재활용되면서 종이에 미치는 물성변화를 알아보기 위해서 scum 자체 특성과 성분을 조사하였다. COD는 HACH DR4000을 이용하였고, pH는 pH Meter Ecomet P25를 사용, conductivity는 Conductivity Meter ORION Model 120을 이용하여 측정하였다. 회분함량은 Thermolyne 1300 furnace를 이용하여 측정하였다. Image analyzer를 이용하여 초지된 시트 내에 존재하는 scum의 형태를 관찰하였다.

### 2.2.2 Scum 투입량에 따른 시트의 물리적 특성 변화

Scum을 AOCC, KOCC, UKP를 이용한 지료에 투입하여 초지한 시트의 물성변화를 측정하기 위하여 Valley beater로 AOCC는 60분, KOCC는 20분, UKP는 120분 고해하여 CSF(Canadian Standard Freeness)를  $458 \pm 3\text{m}\ell$ 로 조절하여 초지하였고, scum의 투입량에 따른 물성의 변화를 관찰하기 위하여 AOCC, KOCC, UKP의 지료 대비 scum의 농도를 0%, 5%, 10%, 15%, 20%로 투입하여 평량  $85 \pm 5 \text{ g/m}^2$ 으로 초지한 후 시트의 인장강도, 인열강도, 파열강도 및 내절도를 측정하여 평균값을 취한 후 비교, 분석 하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 Scum의 성분 분석

Scum의 성분 분석은 Table 1에서와 같이 COD는 평균 1908ppm를 나타냈으며, pH는 7.85, conductivity는 4.09 mS/cm를 나타내었다. Ash함량은 평균 59.44%를 나타내어 상당량이 무기 ash 성분으로 구성되어 있음을 알 수 있었다.

Table 1. Scum의 특성

	COD(ppm)	pH	Conductivity(mS/cm)	Ash함량(%)
Scum	1908	7.85	4.09	59.44

Fig. 2 및 Fig. 3과 같이 100% scum으로 초지하여 Image analyzer로 관찰한 결과 scum은 미세분과 무기계 ash, 스티로폼, 비닐, 은박지 등의 미분화된 이물질로 구성되어 있었으며, 단섬유와 장섬유도 일부 포함되어 있었다.

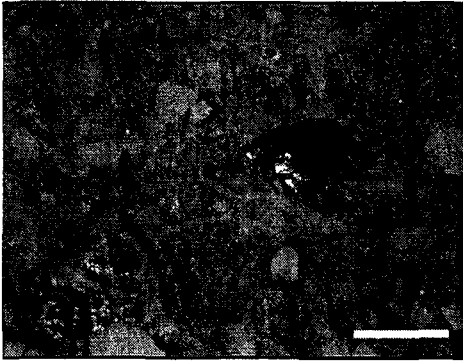


Fig. 2. Image analyzer of handsheets formed at 100% scum.(×300, felt side)

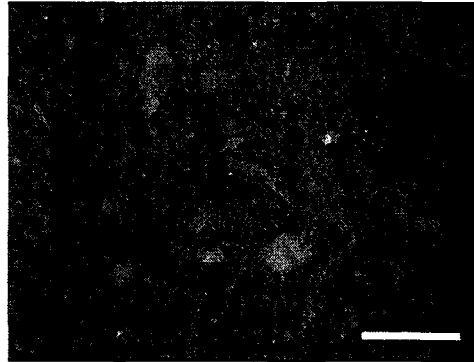


Fig. 3. Image analyzer of handsheets formed at 100% scum.(×300, wire side)

### 3.2 Scum 투입량에 따른 시트의 물리적 성질 변화

Fig. 4에서와 같이 Scum의 투입량이 증가함에 따라 KOCC, AOCC, UKP에 의한 초지 시트의 모든 조건에서 인장지수는 지속적으로 감소하였다. 투입량을 0%에서 20%로 증가함에 따라 KOCC는 9.64%, AOCC는 9.54%가 감소되었고, UKP는 20.85%의 큰 감소를 나타내었다. 인열지수 역시 모든 조건에서 감소하였으며, Fig. 5에서와 같이 KOCC는 10.96%, UKP는 7.58%가 감소되었으며, AOCC는 25.59%의 큰 감소를 나타내었다. 비파열강도 또한 Fig. 6에서와 같이 지속적으로 감소하였으며 KOCC는 11.80%가 감소하였고, AOCC는 20.87%, UKP는 21.45%의 큰 감소를 나타내었다. 내절도는 Fig. 7에서와 같이 AOCC는 61.43%로 현저하게 감소하였고, UKP가 35.91%, KOCC는 20.69%가 감소하였다.

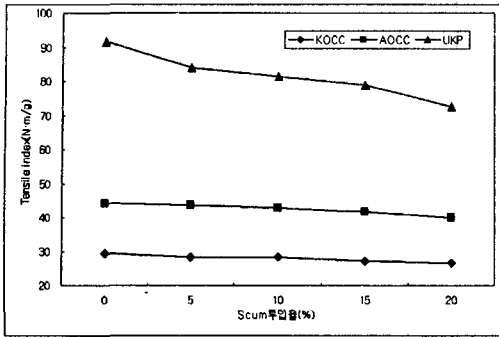


Fig. 4. Changes of tensile index under the different amount of scum dosage.

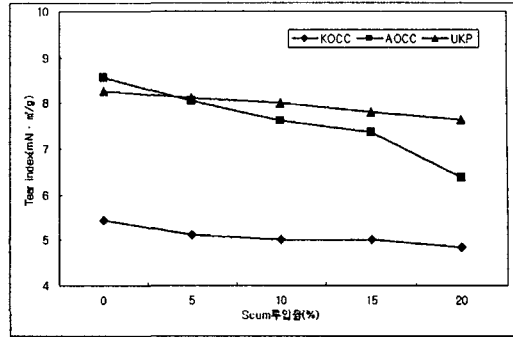


Fig. 5. Changes of tear index under the different amount of scum dosage.

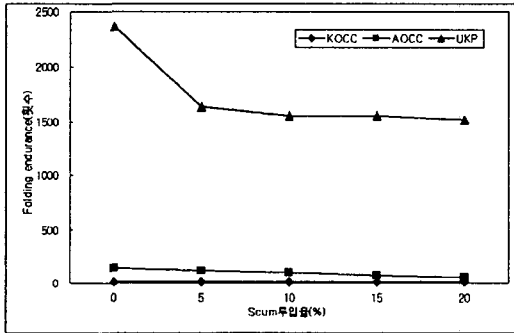


Fig. 6. Changes of burst index under the different amount of scum dosage.

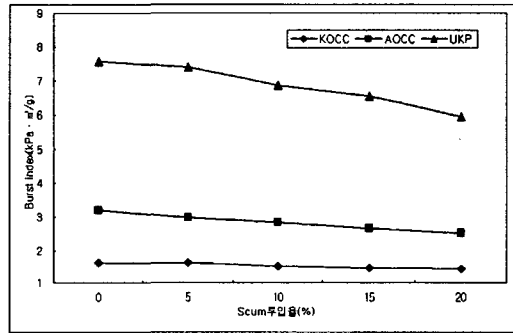


Fig. 7. Changes of folding endurance under the different amount of scum dosage.

이러한 모든 조건에서의 물성감소는 Fig. 8과 같이 scum 성분 중 섬유 외에 물질들이 초지 시 섬유간 결합력을 저해한 것으로 사료되며, KOCC의 조건에서는 KOCC의 자체 물성이 낮기 때문에 scum을 투입하였을 때, 다른 조건에 비하여 물성감소가 낮은 것으로 보인다.

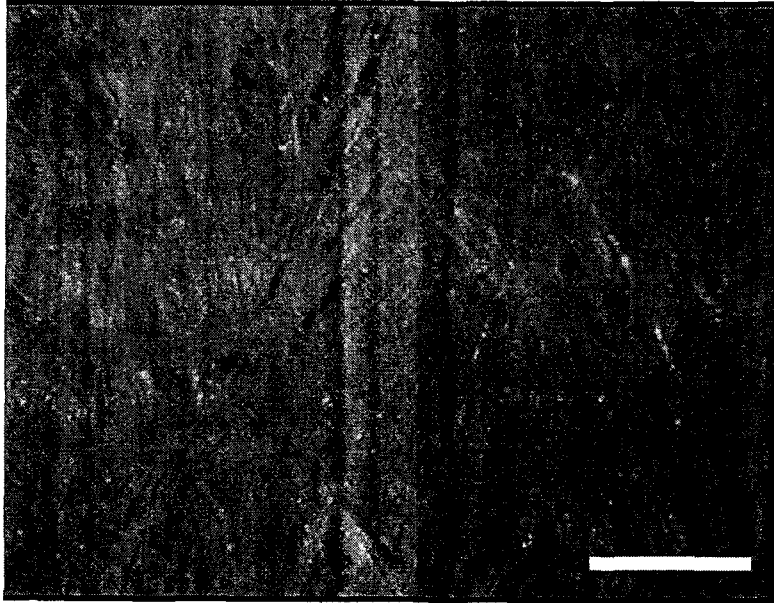


Fig. 8. 순수 UKP로 초지한 시트(좌)와 scum 20%를 투입하여 초지한 시트(우)의 Image analyzer 사진.

#### 4. 결 론

현재 국내 판지생산 업체의 부유부상 폭기조 폐수처리 공정을 사용하는 대부분의 경우 scum을 KOCC pulper로 투입하여 사용하고 있다. 비록 scum 성분 중 섬유이외에 여러 무기물질이 포함되어 있지만 cleaner나 screen을 거치면서 ash성분과 스티로폼과 같은 이물질은 제거 되고 장섬유나 미세분을 분급하여 재활용함으로써 원비절감과 고품폐기물 처리비용 절감을 도모하고 있다.

본 실험에서는 cleaner나 screen 단계를 거치지 않고 scum을 직접 지료에 투입하여 사용하였을 때의 시트의 물성 변화 거동을 평가하고자 하였다. AOCC에 비해 UKP에 첨가한 경우에는 시트의 물성변화가 현격히 저하함을 확인하였고, KOCC에 첨가한 경우에는 시트의 물리적 특성 변화가 비교적 낮은 것을 확인 할 수 있었다.

## 5. 참고문헌

1. Smook, G. A. Handbook for pulp & paper Technologists, pp. 381-397 (2002)
2. Seifert, J. A. Selecting Thickeners and Clarifiers Chemical Engineering (October 12, 1987)
3. Weeks, B. and Oleszkiewicz, J. A. Shock Loading Lagoons and Activated Sludge Treating Bleached Kraft Mill Wastewater P&P Canada 95:8:T295 (August 1995)
4. Garner, J. W. Tighter Mill Effluent Regulations Make Anaerobic Option More Viable pulp & paper (February 1991)
5. Swaney, J. M. Rapid Infiltration Effluent Color Removal System Becomes Operation at Skookumchuck P & P Canada 86:2:T47 (February 1985)
6. Dorica, J. G. et al Sludge Dewatering Practices at Canadian Pulp and Paper Mills P & P Canada 100:5:19 (May 1999)
7. Gould, F. J. Options for Effluent Treatment in the Paper Industry Paper Technology (May 1997)