

라이너지 생산 공정의 이물질 처리효율과 분급이

종이 강도와 지합에 미치는 영향

The effect of screening efficiency and fractionation
on the strength and formation of linerboard paper.

이학래 · 윤혜정 · 이상길 · 안홍모 · 정영빈

서울대학교 산림과학부 환경재료과학전공

1. 서 론

현재 골판지원지 제조공정에서 진행되고 있는 스크리닝과 클리닝 기술은 재활용의 고도화에 따라서 발생하는 섬유유화 및 미세화 그리고 각질화를 반영하여 정선 및 분급효과를 극대화시키기에는 충분치 못한 단점이 서서히 노출되고 있다. 최근 들어 재활용 섬유자원에 함유된 이물질의 함량이 급속히 증가하고 있을 뿐 아니라 공정폐쇄화에 따라 공정수의 온도 상승에 의하여 이들 이물질의 미립화 경향이 급속히 증가되고 있고 스크리닝의 과정에서도 형상과 크기가 변형되어 리젝트로 처리되지 않는 경향이 두드러지게 나타나고 있다. 이러한 이물질의 미분화 현상을 방지하고 해섬 과정에서 발생하는 동력소비를 최소화하기 위해서는 초기 단계의 과도한 동력투입을 억제하고 다단계 처리의 장점을 강화하는 것이 요청되는 등 워질공정의 변화가 필요하게 되었다. 이밖에 분급의 경우에도 현재 진행되고 있는 재생섬유의 섬유장 감소현상과 미세분 함량 증대 경향을 반영할 수 있는 분급 처리방안의 구축이 요청되고 있다.

현재 국내 산업규격 등에는 골판지 원지의 품질 균일성을 평가하는 규격은 제정되어 있지 않으며 단순히 각 골판지 원지의 경우 평량의 허용오차가 $\pm 4\%$ 이내로 규정되고 있다. 일반적으로 제지공정의 경우에는 기계방향으로 평량 변이가 $\pm 5\%$, 폭방향의 경우 $\pm 15\%$ 발생한다는 사실은 널리 알려져 있으며, 이러한 사실은 지합의 불균일성이 얼마나 큰 문제인가를 단적으로 보여주고 있다. 이러한 지합의 불균일이 발생하는 이유는 섬유의 충분치 못한 분산과 초지공정에서 발생하는 섬유의 신속한 응집현상 때문이라 할 수 있다. 특히 섬유의 응집현상은 섬유장과 농도에 따라서 크게 변

화되기 때문에 분급지료의 경우에는 지합의 최적화를 위해서는 섬유원료에 따른 원질 처리 공정을 최적화하는 것이 요청된다. 본 연구에서는 지합에 따른 원료별 종이의 물성을 측정하고 분급과 스크린을 통해 처리된 지료의 특성에 따른 지합 및 강도를 측정하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

펄프는 UKP, AOCC, KOCC를 사용하였다. AOCC와 KOCC는 K사의 현장지료를 원료로 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1. 공정분석

지료의 특성을 파악하기 위하여 농도, 여수도, 보수도, 미해리분함량, 미세분함량, 회분함량, 섬유장을 측정하였다. 섬유장 측정은 kajaani Fiberlab(서울대학교 NICEM 보유)을 사용하였고 미해리분 함량은 slot size 0.2mm의 실험실용 스크린을 사용하여 측정하였다.

2.2.2 지료조성

UKP는 실험실용 Valley beater를 이용하여 여수도 450mL CSF로 고해하여 지료를 조성하였다. AOCC와 KOCC의 경우 K사에서 pulper와 스크린 inlet, accept 및 reject를 채취하고 분급기 inlet, 장섬유분 및 단섬유분을 채취한 뒤 희석하여 지료로 조성하였다.

2.2.3 수초지 제작

수초지는 평량 100 g/m²로 제작하였다. 지합이 다른 종이를 수초하기 위해 수초 시 지료의 농도와 교반을 조절하였다.

2.2.4 물성측정

종이의 물리적 성질을 측정하기 전에 온도 23℃, 상대습도 50%로 12시간 조습처리하였다. 종이의 지합을 측정하기 위해 2D-F sensor(Techpop사)를 이용하여 formation index (L.T. value)를 측정하였다. 종이의 물성은 밀도, 인장강도, 압축강도, 휨강성을 측정하였다. Fig. 1에는 UKP 펄프를 고해한 뒤 수초한 종이와 스크린 입구와 스크린 리젝트에서 채취한 AOCC를 원료로 사용하여 수초한 종이의 지합 이미지를 나타내었다.

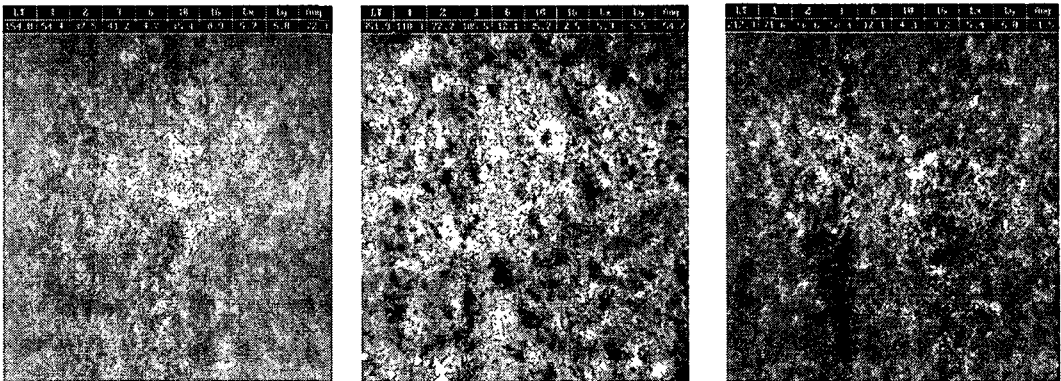


Fig. 1. Formation images of papers made of different stocks. (left : UKP, center : AOCC screen inlet, right : screen accept)

3. 결과 및 고찰

3.1 공정분석

스크린과 분급 후 지료의 특성을 파악하기 위해 공정분석을 실시하였다. Table 1은 각각의 지료의 특성을 보여주고있다. KOCC는 AOCC에 비해 섬유 길이 가 매우 짧고 섬유가 뿔뿔하기 때문에 AOCC에 비해 농도가 약 두 배 정도 높은 상태에서 스크린과 분급 처리가 되었다. 또한 AOCC의 경우 미해리분 함량이 매우 높은 것을 알 수 있다. 따라서 효과적인 스크린 처리와 분급처리를 위해서 KOCC와 AOCC는 다른 조건으로 스크린 처리를 하여야 할 것으로 판단된다.

Fig. 2는 스크린과 분급기에서 채취한 AOCC와 KOCC 지료의 강도적 특성을 나타낸 그래프이다. FI는 fractionator inlet, FA는 fractionator accept, FR은 fractionator reject, SI는 screen inlet, SA는 screen accept를 나타낸다. 단섬유분 (FA)은 장섬유분에 비해 미해리분이 적고, 섬유장이 짧으며 보수도가 높고 미세분 함량이 높아서 종이의 강도가 장섬유에 비해 높은 것으로 판단된다. 또한 SA는 SI에서 이물질을 제거한 후이기 때문에 종이의 강도가 증가한 것으로 판단된다.

Table 1. Analysis of paper stock

	농도 (%)	여수도 (CSF)	보수도 (g/g)	미해리분 함량 (%)	미세분 함량 (%)	회분함량 (%)	섬유장 (mm)
AOCC							
Pulper	2.07	643	1.38	31.9	24.6	17.6	1.53
Screen inlet	1.48	588	1.54	20.5	24.5	18.2	1.51
Screen accept	1.47	552	1.54	18.4	25.1	17.3	1.43
Screen reject	2.50	678	1.35	35.3	12.1	11.3	1.76
Fractionator inlet	1.58	580	1.47	16.0	29.1	16.2	1.44
Fractionator accept	1.33	468	1.64	14.5	33.7	18.7	1.38
Fractionator reject	2.37	642	1.40	19.9	27.1	16.0	1.66
KOCC							
Pulper	3.29	494	1.36	6.8	33.7	19.4	1.19
Screen inlet	3.21	445	1.47	2.2	35.4	22.0	1.16
Screen accept	3.17	400	1.52	0.7	37.2	24.1	1.13
Screen reject	5.18	564	1.38	8.6	23.1	15.3	1.27

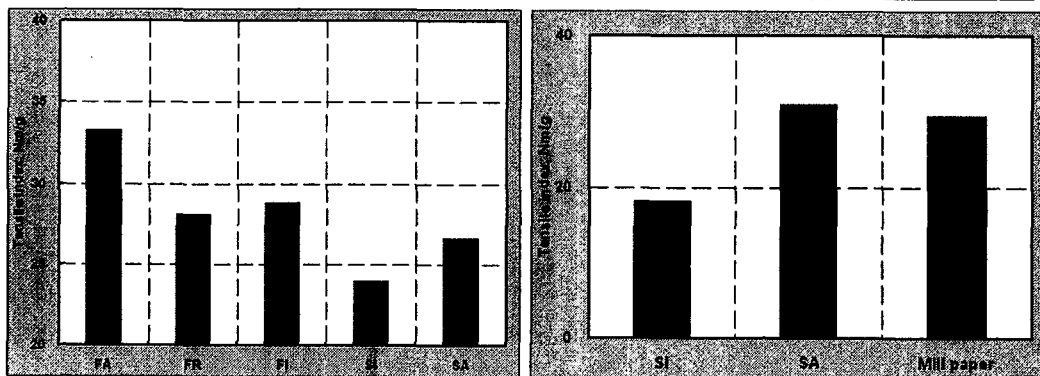


Fig. 2. Tensile strength of handsheet paper. (left : AOCC, right : KOCC)

3.2 이물질 함량에 따른 지합 및 종이 강도의 변화

Figs. 3,4는 미해리분 함량에 따른 종이의 지합 및 강도의 변화를 나타낸 그래프이다. 미해리분 함량에 증가 할수록 종이의 강도는 급격히 감소함을 알 수 있다. 지합의 경우도 미해리분 함량이 증가할수록 심각하게 감소하였다. 원질처리 공정에서 미해리분이 효율적으로 제거되지 못하면 종이의 강도는 매우 감소하게 된다. 특히 AOCC의 경우는 원질처리공정이 효율적으로 이루어지지 못하여 Table 1에서 보듯이 스크린 accept의 경우에도 미해리분 함량이 높기 때문에 동일한 평량으로 생산되는 종이의 지합 및 강도는 감소하게 된다. 따라서 강도의 개선을 위해서는 스크린과 분급등의 원질 처리공정을 통해서 효과적인 원료의 조성이 필요하다.

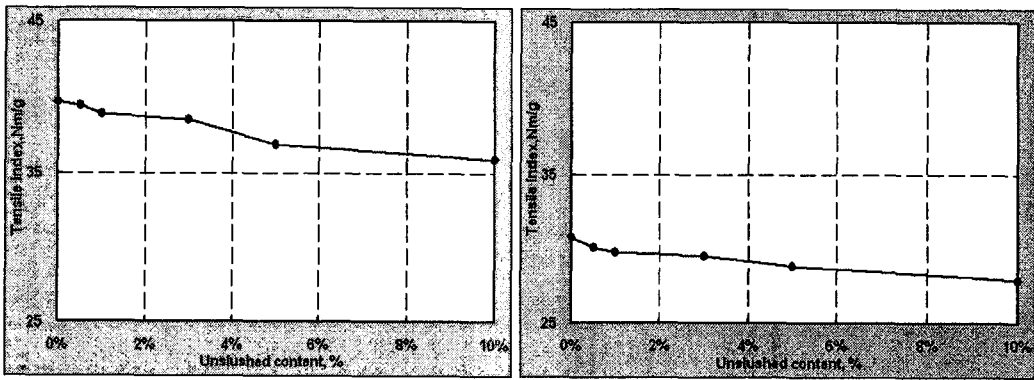


Fig. 3. Tensile strength of handsheet paper with increase of unslushed content.
(left : AOCC, right : KOCC)

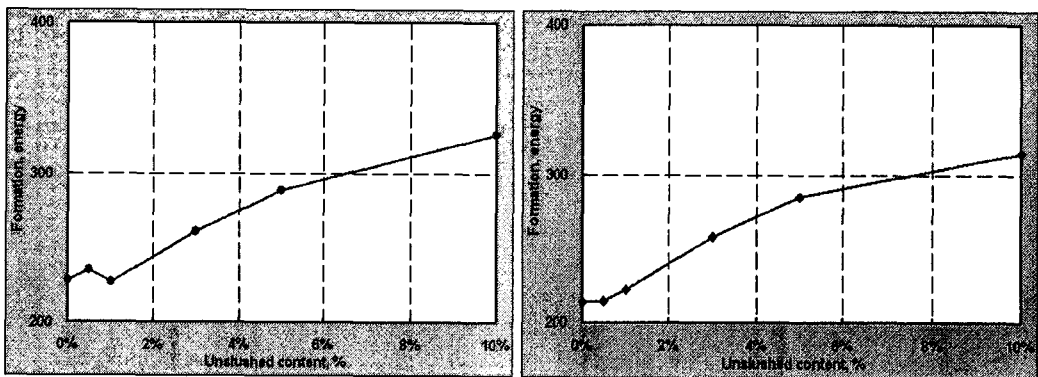


Fig. 4. Formation of handsheet paper with increase of unslushed content.
(left : AOCC, right : KOCC)

3.3 지합에 따른 종이 강도 변화

Fig. 5는 지합에 따른 종이의 강도를 나타낸 것이다. 지합 지수는 formation index (L.T. value)로 나타내었다. Formation index가 높을수록 지합이 나쁜 종이를 나타낸다. UKP와 AOCC, KOCC를 사용한 모든 종이에서 지합 지수가 높아지면 강도는 감소하였다. 이는 동일하게 조성된 원료라 할지라도 농도와 섬유장, 균일하지 못한 분산 등에 의해서 지합이 악화될 수 있고 이러한 지합의 악화는 종이 강도의 감소로 나타날 수 있음을 의미한다. AOCC의 지합 지수는 KOCC에 비해 매우 높은 값을 나타내었다. 이는 AOCC의 경우 KOCC에 비해서 응집이 쉽게 일어남을 나타내는데 다층지를 생산하는 공정에서 생산되는 종이의 지합을 개선하고 강도를 증가시키기 위해서는 AOCC가 매우 중요한 역할을 하게 될 것으로 판단된다. 따라서 AOCC의 경우 스크린 처리를 통해 이물질을 제거하거나 원료를 효율적인 사용을 위해 분급을 할 경우에 원질 처리 조건의 최적화가 반드시 필요하다.

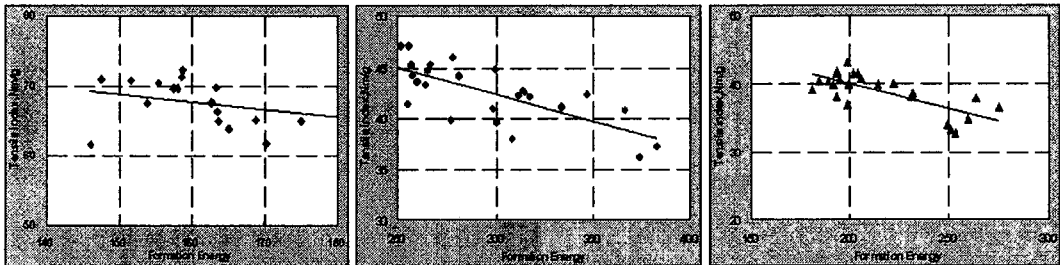


Fig. 5. Relationship between tensile strength and formation. (left : UKP, center : AOCC, right : KOCC)

4. 결 론

스크린과 분급은 원질처리 공정 중 이물질을 제거하고 원료를 효율적으로 사용하기 위해 사용된다. 특히나 골판지와 같은 다층 초지를 이용하여 고품량의 종이를 생산할 때에 층별로 특성에 맞는 지료를 조성하는 일은 매우 중요하다. 본 연구에서는 스크린과 분급에 따른 원료의 특성을 조사하고 이물질 함량에 따른 종이의 지합과 강도 변화를 살펴보았으며 지합에 따른 종이의 물성 변화를 알아보았다.

AOCC는 다른 펄프에 비해 미해리분 함량이 높았다 또한 UKP나 KOCC에 비해 지합이 나쁘게 나타났으며 이는 AOCC 지료의 긴 섬유장에 의한 응집 때문으로 생각된다. 또 미해리분 함량이 증가하면 종이의 강도와 지합은 AOCC와 KOCC 모두 심각하게 감소하였다.

5. 참고문헌

1. Mahendra R. Doshi, Jeffrey M. Dyer, Paper recycling challenge volume III, Doshi & Associates Inc.
2. Gary A. Smook, Handbook for pulp & paper technologist.
3. Charles S. Moss, The contaminant removal curve - theory vs reality, 1997 Recycling Symposium p1-12.

사 사

본 연구는 산업자원부의 지원에 의해 수행되었음. 일부 BK21 핵심사업의 지원을 받았음.