

# 고지섬유의 효율적 이용을 위한 섬유분급기의 활용분석

Use of Multifactor in the Paper Mills for Recycled Fibers

서영범<sup>1)</sup>, 윤혜정<sup>2)</sup>, 정석면<sup>1)</sup>, 박소연<sup>1)</sup>

충남대학교 임산공학과<sup>1)</sup>, 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부<sup>2)</sup>

## 1. 서론

국내에서 OCC를 사용하는 공장 중에서 multifactor 분급기를 사용하는 공장들이 몇 군데 있지만, multifactor 들의 사용되는 현황에 대한 자료를 찾기 어려웠다. 고지섬유유의 분급은 장섬유를 고해하고, 단섬유분들을 통과시킴으로서 고해 에너지를 줄이고, 강도적 성질을 보완하는 방향으로 연구들이 지속되어있다. 하지만 고지섬유들의 품질이 시간이 갈수록 열악해지며, 탈수성이 매우 감소함으로서 사실상 장섬유의 고해 가능성이 점점 더 희박해지고 있다. 본 연구에서는 현재 국내에 설치된 multifactor 들의 사용현황들을 분석하여, 어떠한 용도로 사용되고 있는지 알아보려고 하였다. 특히 multifactor 를 사용하는 공장 중에서 규모가 큰 4개 공장을 대상으로 하였으며, 이들을 A, B, C, D 공장으로 칭하였다. 이들 공장들은 AOCC 와 KOCC 를 대개 따로 처리하고 있었으며, slot 스크린들을 모두 사용하고 있어서 전반적으로 섬유의 분급 효율은 매우 부실한 상태였다.

섬유자체의 분급효과를 증대시키기 위해서 국내 기업중에서 파일럿 분급기를 가지고 있는 공장에서 hole 스크린을 이용한 분급도 실시하여 그 결과들을 비교하였다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구에서 사용된 펄프는 A사, B사, C사, D사의 multifactor에서의 OCC(inlet, accept, reject)를 가지고 사용하였으며, 각각의 성질은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of pulps used in the experiment.

Pulp	Note
A paper mill AOCC	Flow rate of accept and reject = 70 : 30 (Fractionator model : ITM-BC500)
B paper mill AOCC	Flow rate of accept and reject = 60 : 40 (Fractionator model : BCI 600SB)
C paper mill AOCC KOCC	Flow rate of accept and reject = 60 : 40 (Fractionator model : TAS-340)
D paper mill KOCC	Flow rate of accept and reject = 70 : 30 and 60: 40 (Fractionator model : BCI 600SB)

섬유샘플들은 각각 공장의 multifractor 입구 (inlet), multifractor 들의 출구들 (accept 분 과 reject 분)에서 직접 채취하였다. 사실상 reject분인 장섬유들을 추가적으로 고해하는 공장은 없었다. Figs 1-6 까지는 공장에서 채취한 샘플들의 섬유측정결과를 보이고 있다.

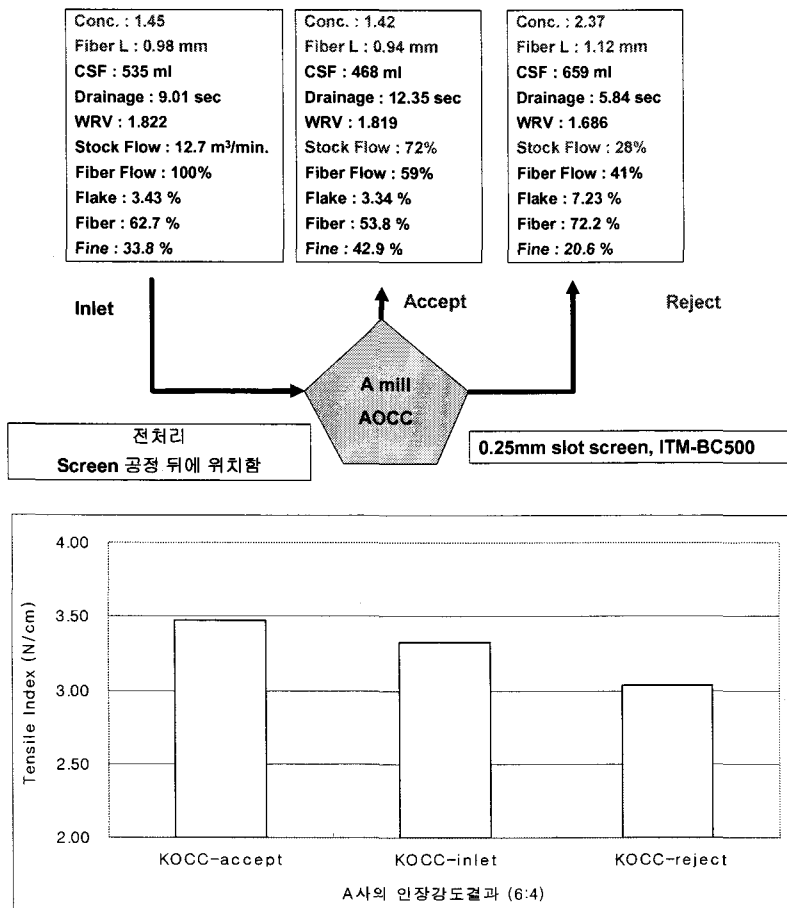
그림에서는 먼저 각 지료들의 농도와 평균섬유장 (Morfi 섬유장 측정기, 한국화학연구원), 여수도, 탈수도, WRV(Water Retention Value), 지료의 속도, 섬유자체의 흐름 속도, Flake와 미세섬유분을 제외한 섬유의 %, 미세섬유분의 % 를 각각 보이고 있다. 또 분급된 지료들의 인장강도와 회분을 보이고 있다. Flake 는 덩어리가 되어서 잘 풀리지 않는 섬유분을 따로 모은 양을 말하며, 대개 reject에 주로 포함되어있다. 미세분인 fine은 0.2 mm 이하의 섬유분들의 양을 말한다.

### 3. 결과 및 고찰

지료들의 분급을 살펴보면, Fig. 1과 Fig. 6에서 accept:reject의 흐름의 비율이 약 7:3인 것을 볼 수 있는데 이 때의 섬유분의 흐름은 단섬유:장섬유의 비율이 각각 (59:41) 과 (55:45) 인 것을 볼 수 있다. 이러한 경우 섬유장의 크기와 여수도, 탈수속도의 차이가 매우 커서 따로 처리가 필요할 정도의 섬유분급이 효율적으로 이루어 졌음을 알 수 있었다. 탈수속도의 경우 A 공장은 accept 와 reject 의 비율이 (15.4:5.8) 로 나타났으

며, D 공장의 경우 (61:9.8)로 나타났다. 특별히 D 공장의 경우 회분함량이 매우 높은 약 15%의 KOCC 지표로 나타났으며 초기 여수도가 매우 낮은 지표임을 알 수 있다. A 공장의 지표는 장섬유를 많이 포함한 AOCC 지표이며, 초기 여수도가 높은 지표이고 회분함량이 약 5%로 나타났다. D 공장지료는 slot screen 이 0.33mm 로서 slot이 상당히 크에도 불구하고 우수한 분급효과를 나타내었는데 이것은 분급기에 도달하기전에 다수의 스크린을 거치는 등, 지료의 전처리를 효과적으로 실시하는 경우, 분급효과를 높여줄 수 있음을 보여주는 것으로 판단된다. 분급비 7:3으로

Figure 1. A 공장의 Multifactor 운영현황



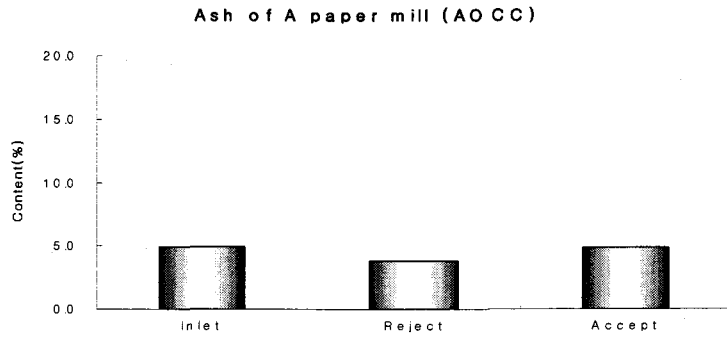
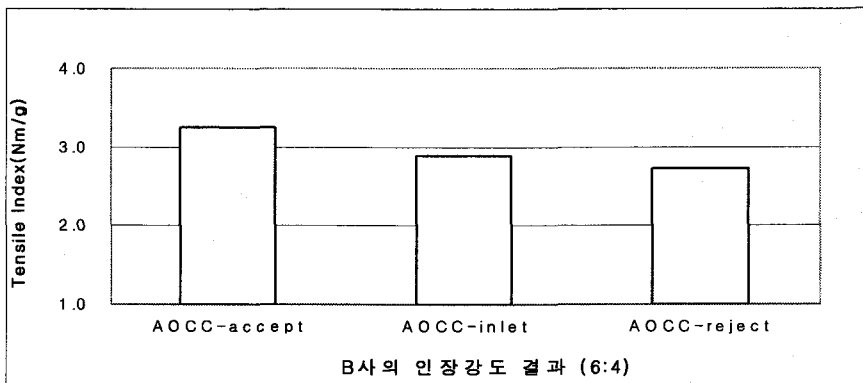
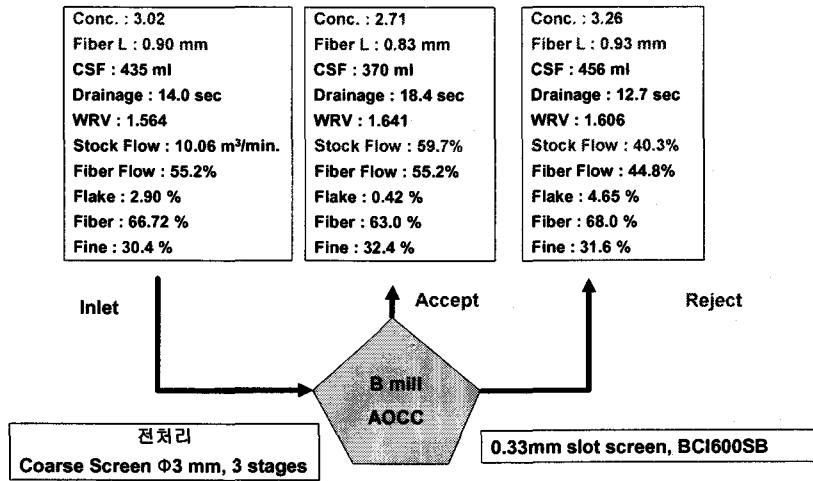


Figure 2. B 공장의 Multifactor 운영현황



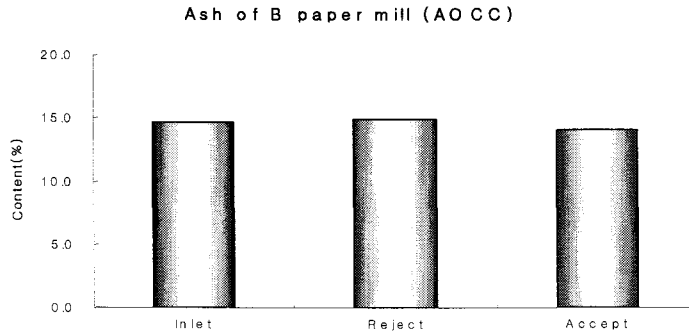
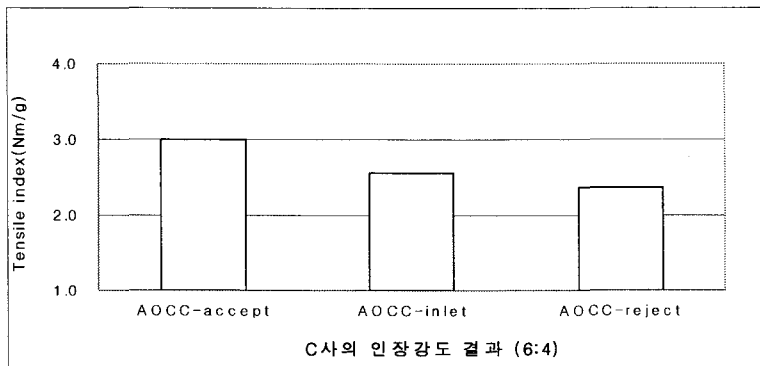
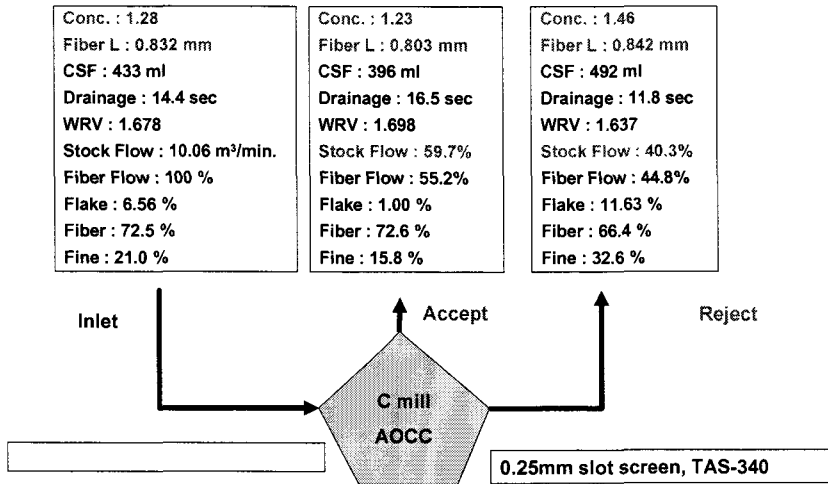


Figure 3. C 공장의 Multifactor-A 운영현황



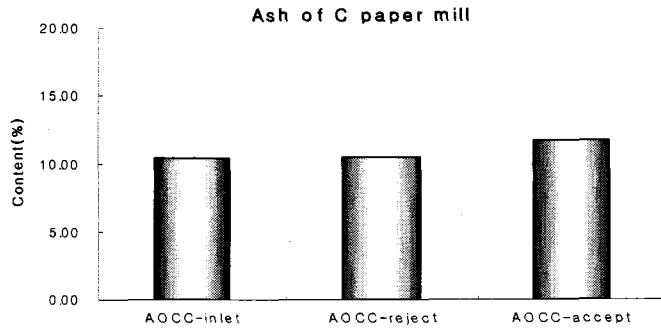
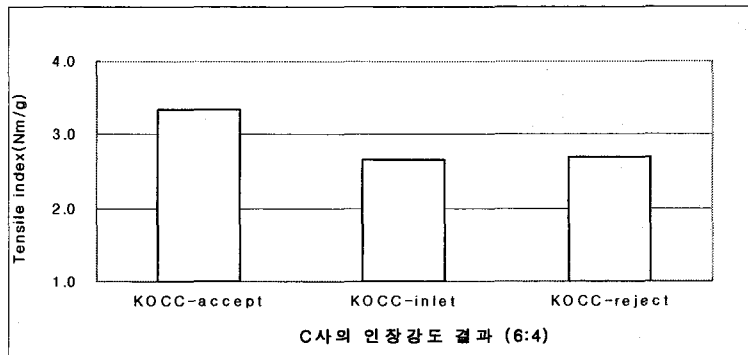
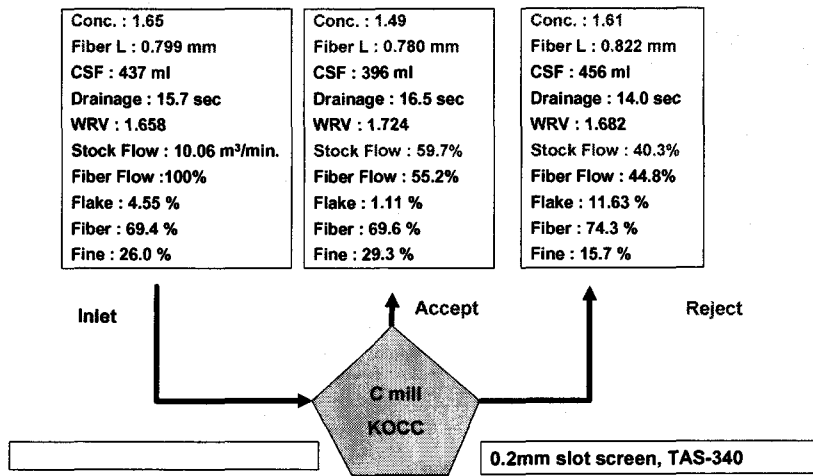


Figure 4. C 공장의 Multifactor-B 운영현황



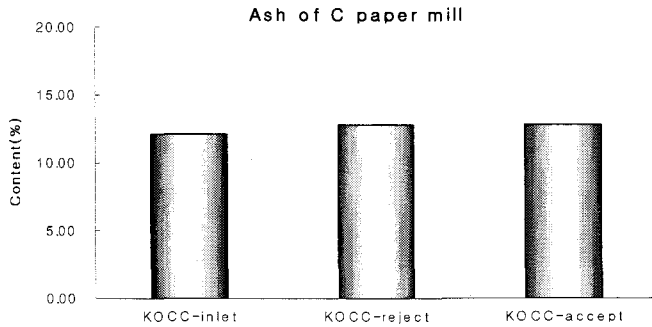
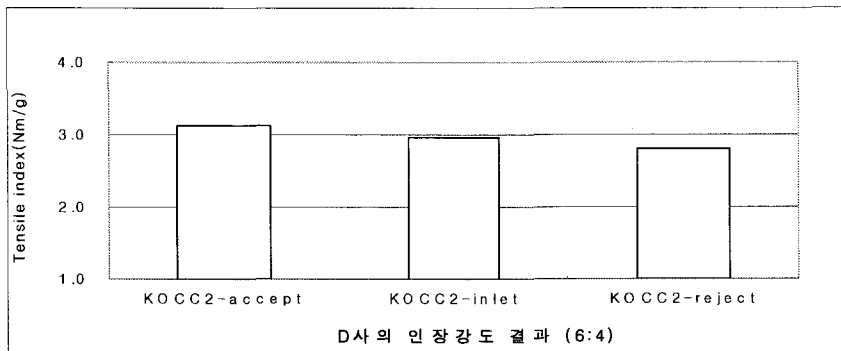
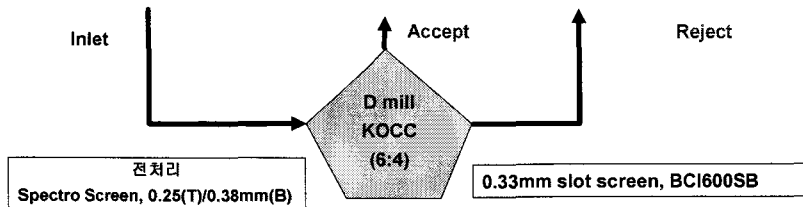


Figure 5. D 공장의 Multifactor-A 운영현황

Conc. : 2.335 Fiber L : 0.886 mm CSF : 369 ml Drainage : 17.7 sec WRV : 1.786 Stock Flow : 10 m <sup>3</sup> /min. Fiber Flow : 100% Flake : 2.14 % Fiber : 71.9 % Fine : 25.9 %	Conc. : 1.741 Fiber L : 0.732 mm CSF : 170 ml Drainage : 67.5 sec WRV : 1.910 Stock Flow : 60.0% Fiber Flow : 44.5% Flake : 0.36 % Fiber : 59.5 % Fine : 40.2 %	Conc. : 3.257 Fiber L : 0.917 mm CSF : 485 ml Drainage : 10.6 sec WRV : 1.601 Stock Flow : 40.0% Fiber Flow : 55.5% Flake : 3.63 % Fiber : 69.5 % Fine : 26.9 %
---	--	--



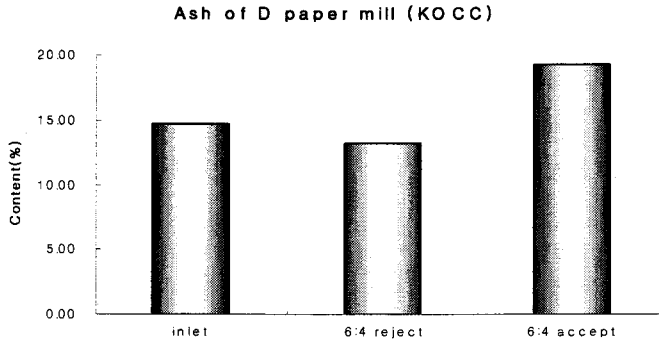
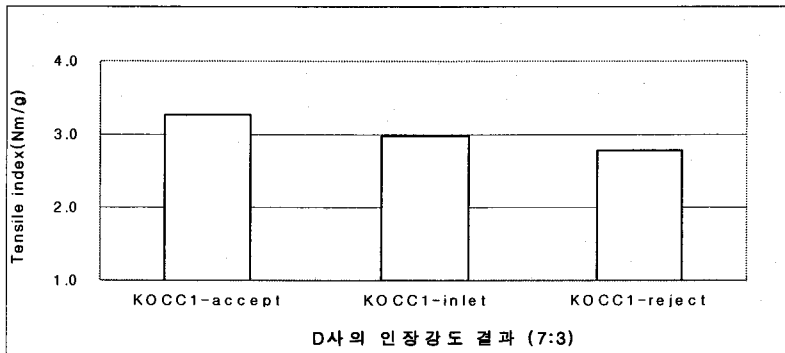
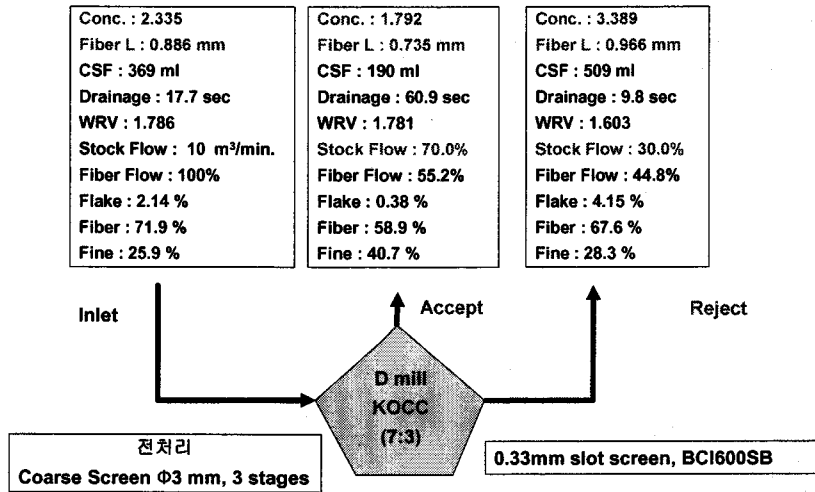
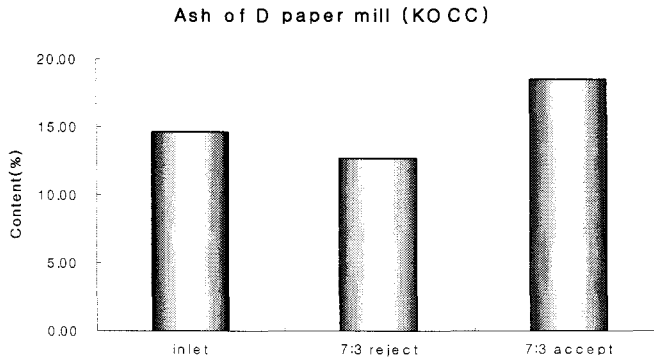


Figure 6. D 공장의 Multifactor-B 운영현황







분급한 A 공장과 D 공장 자료들에게는 장섬유에 약간의 고해를 적용해도 공정에 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 혹은 단섬유분을 판지의 중심층에, 장섬유분을 바깥층에 적용함으로써 판지의 탈수를 촉진시킬 수 있는 전략을 사용하는데 무리가 없을 것으로 판단된다.

분급비 6:4로 분급한 결과들을 B, C, D 공장들에서 볼 수 있다. 이들 공장들의 단섬유와 장섬유들의 평균섬유장 차이는 각각 Figs. 2-5에서 0.1mm, 0.039mm, 0.042mm, 0.185mm 로 나타났다. C 공장의 경우 섬유들을 크기로 분급하는 효과가 거의 없었으며, accept분과 reject 분의 여수도 및 탈수도 차이도 크지 않음을 알 수 있었다. 단 Flake의 함량에 있어서 accept 분과 reject 분에서 매우 큰 차이를 볼 수 있었고, Flake 총 함량도 높았음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 C 공장에서는 분급기에 도달하기 전까지 자료의 전처리가 적었다고 판단할 수 있으며, 분급기는 아직 수화되지 못한 섬유덩어리들을 효과적으로 걸러내고 있었다고 판단된다. B 공장의 경우는 C 공장의 경우보다는 크기에 의한 섬유분급이 효과적이라고 볼 수 있지만, 그 효과는 D공장에 비해 현저히 비효율적임을 알 수 있었다. 같은 0.33mm의 slot screen 을 사용하였지만 섬유장과 여수도, 탈수속도의 차이는 현저하였다. 이 경우 자료의 회분함량도 초기에 각각 15% 로서 차이를 보이고 있지 않았으며, inlet의 평균섬유장도 B 공장은 0.9mm, D 공장은 0.886mm 로서 차이가 크지 않았다. 다른 것이 있다면 자료의 전처리와 분급기 운영차이에 따른 결과로 볼 수 있다.

본 실험에서는 AOCC 가 세군데 (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3) 사용되었는데 각각의 평균섬유장과 회분 함량이 매우 다른것을 볼 수 있었다. 섬유장은 0.832 - 0.98mm, 회분은 5 - 15%로 다양한 범위를 형성하고 있었다. 따라서 AOCC 라고 항상 KOCC

보다 우수한 성질을 가지고 있다고 판단하기는 앞으로 어려워질 것으로 판단된다. 참고로 본 연구에서 사용된 KOCC의 평균섬유장은 0.799-0.886mm, 회분은 12-15%로 나타났다. 각 섬유분들의 섬유장 분포를 다음 그림들에서 나타내고 있다.

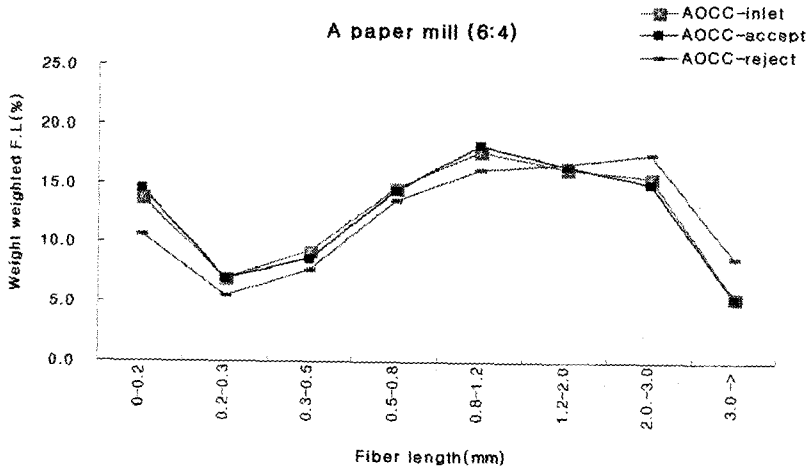


Figure 7. Fiber length distribution

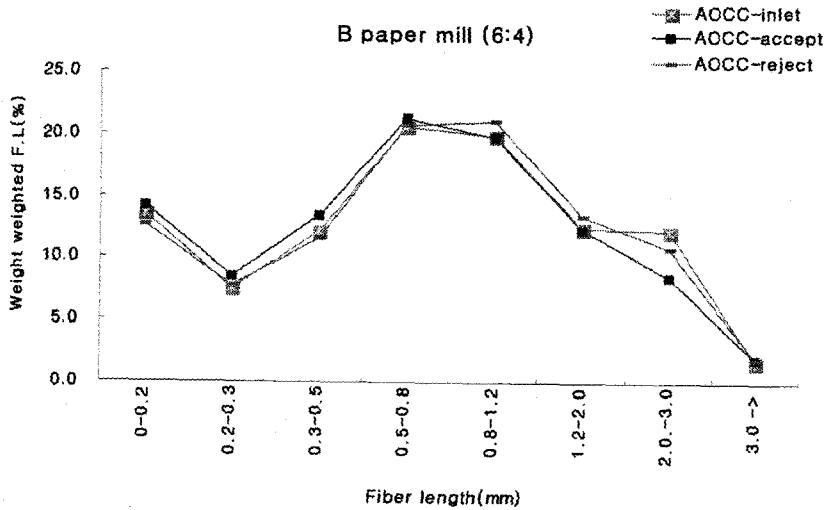


Figure 8. Fiber length distribution

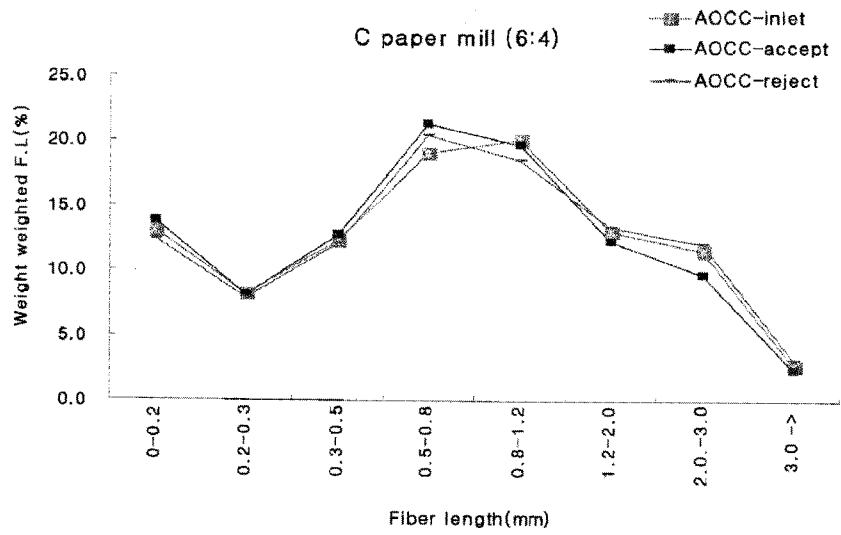


Figure 9. Fiber length distribution

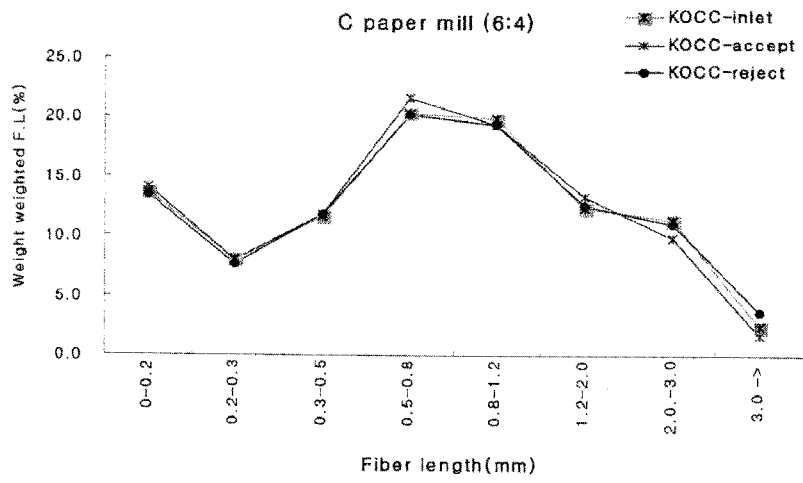


Figure 10. Fiber length distribution

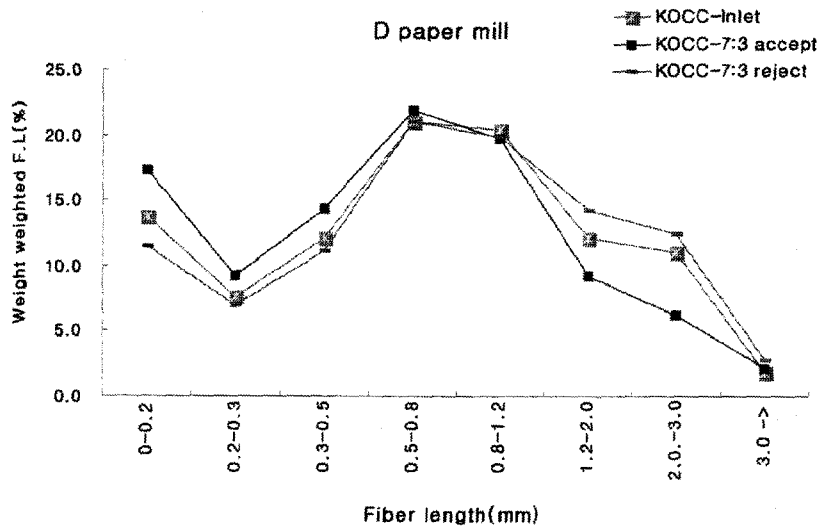


Figure 11. Fiber length distribution

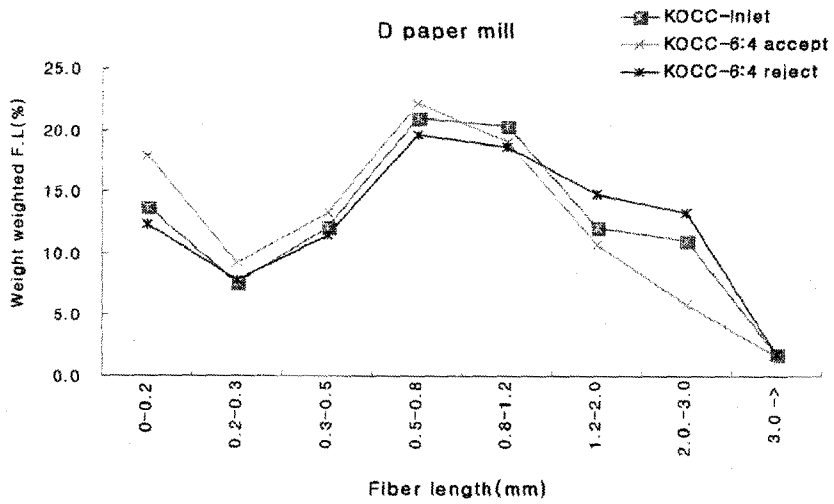


Figure 12. Fiber length distribution

#### 4. 결론

현재 국내 OCC 공장에서 사용되고 있는 분급기들은 정도의 차이는 있지만 섬유의 크기별 분급을 실시하는 경우와 섬유를 수화시키는데 더 무게를 두고있는 공장들이 있다는 것을 알 수 있었다. 즉 분급된 섬유들의 크기에 큰 차이가 있다면 크기별 분급이라고 할 수 있지만, 크기에 큰 차이가 없다면, screen slot 을 통과하기 위한 조건으로서 섬유덩어리들의 해리와 섬유의 유연성증가를 들 수 있기 때문이다. 유연한 섬유는 screen slot 을 잘 통과할 수 있기 때문이다. 본 연구에 사용한 OCC 들은 분급기를 통과하기 전에 물리적 전처리가 각기 다르다고 볼 수 있으며, 따라서 slot 의 크기가 단일 변수로서 분급의 결과를 모두 설명하기에는 부족한 것을 알 수 있었다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

현재 국내 4개사에서 사용되고있는 multifractor 분급기들의 사용현황을 분석한 결과는 다음과 같다.

- 섬유의 크기별 분급은 한 공장에서만 효율적으로 이루어지고 있었다.
- 다른 세 공장에서는 섬유의 수화 혹은 섬유 덩어리의 제거에 효과가 있었다.
- 지료가 분급기에 도달하기 전까지의 전처리가 분급기의 효율에 큰 영향을 미쳤다.
- 따라서 slot screen의 크기와 지료 분급비율만으로는 섬유분급의 효과를 예측하기 어려웠다.
- AOCC들의 경우 섬유장과 회분함량에 매우 큰 편차가 있었다.