

# OCC 펄프의 분급처리 탐색 및 최적의 초지조건 분석

안병주<sup>\*</sup> · 류정용 · 송봉근 · 김용환  
한국화학연구원 펄프제지연구센터

## 1. 서 론

골판지 고지의 재활용에는 장, 단 섬유 분급 처리 기술의 미비로 인한 고지 펄프의 이용 효율 저하 및 분급 펄프 섬유의 선택적 처리 불량으로 인한 종이 품질 저하의 난점이 있다. 골판지 고지의 분급에는 스크린 또는 클리너 등의 정선 설비를 활용한 장단 섬유를 분급 기술이 적용되어 왔는데 이때 분급된 장섬유분의 경우는 선택적으로 고해하거나 디스퍼징 혹은 니딩 처리를 실시하여 종이의 강도 및 외관을 향상시키는 처리가 일반적이었다. 그러나 상기한 분급 기술은 다양한 골판지 고지의 종류별로 그 처리 기준 및 조절 방안이 아직 성립되어 있지 못한 실정으로서, 실제로 고지의 특성, 종류별로 각각의 분급된 고지 섬유의 물성에 대한 고려 및 이에 따른 분급 섬유의 최적 활용방안에 대한 연구가 선행되지 못한 상태이다. 현재 골판지 고지의 분급처리는 단지 현장의 생산 계획 및 초지 상황만을 고려하여 실시되고 있으며, 각각의 생산지종에 적합한 분급조건 및 개개 분급 지료의 활용 방안이 미처 연구되지 못한 이유로 분급의 기준과 분급 섬유의 처리 기준이 없이 단지 생산에 급급한 실정이라 할 수 있다.

특히 우리나라와 같이 양질의 골판지 고지를 수입에 의존하고 있는 실정 하에서는 OCC 고지의 분급 효율을 극대화시키기 위한 고지 해리 및 정선처리 기준을 세우고, 보다 저급의 골판지 고지를 주원료로 삼는 고품질의 골판지 원지 생산기술로서 분급 섬유의 최적 활용기술이 절실히 요구되고 있다 하겠다. 이에 본 연구는 분급 섬유의 최적 활용을 통한 라이너지와 골심지의 강도 및 탈수성을 향상 시킬 수 있는 새로운 처리기술을 탐색하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 OCC 펄프의 분급처리 탐색 및 최적의 초지 조건 분석

실제 라이너지를 생산하는 S사의 AOCC line에 설치된 장단섬유 분급기(fractionator)는 slot폭이 220 $\mu$ m인 pressure screen으로서 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 세 접의 라이너지를 생산하도록 단섬유분과 장섬유 분을 6:4의 비율로 분급하고 있다.

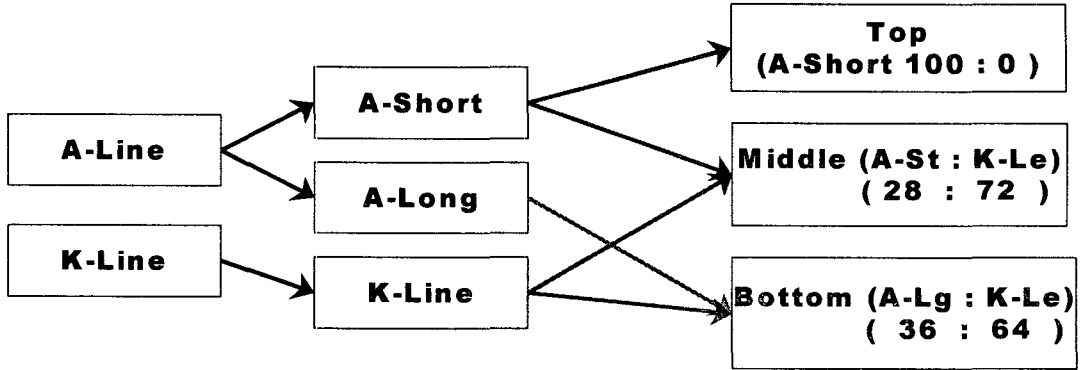


Fig. 1. S사의 현재 분급섬유 활용현황.

Top 층은 라이너지의 외관으로 가장 중요한 표층이기에 미해리 이물질들이 장섬유와 함께 걸러진 단섬유분만으로 구성된다. 이렇게 표층을 채우고 남은 단섬유분은 분급되지 않은 KOCC line의 지료와 혼합되어 중층을 구성하게 된다. 만일 장단섬유 분급기에서 분급되는 단섬유분을 늘리고 장섬유분을 줄인다면, 중층에 배합되는 단섬유 양이 증가하고 하층에 배합되는 장섬유 양이 줄어들을 예측할 수 있으나 단섬유분이 늘어나는 만큼 분급된 단섬유분의 실제 단섬유 함량 역시 변화됨을 고려할 때, 단순한 예측으로 분급비에 따른 섬유소의 분포 및 이에 따른 종이의 물성 변화를 가늠하는 것이 불합리함을 알 수 있다. 따라서 실제 생산설비(Fig. 2)를 활용한 실 규모의 실험을 통해서만 다양한 주원료에 따른 최적의 분급처리 및 분급 섬유의 활용방안을 강구할 수 있을 것이다.

Fig. 2. 분급시험에 활용된 S사의 Fractionator.

## 2.2 최적의 분급비 탐색 및 채취된 자료 분석

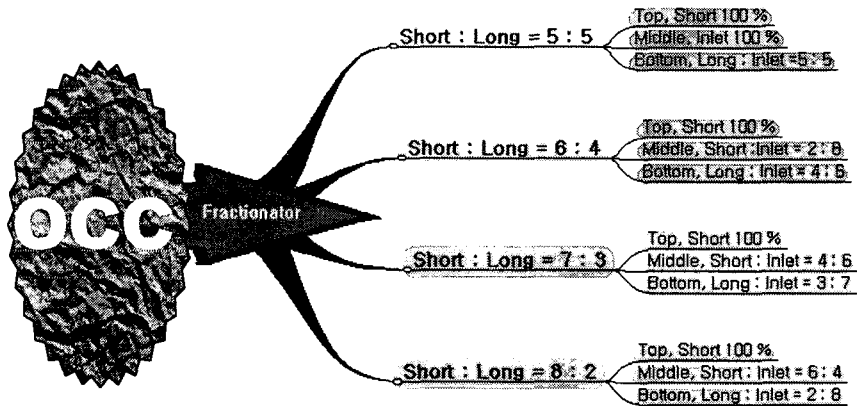


Fig. 3. 분급비율 및 각 층별 원료 비율.

본 연구에서는 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 장, 단 섬유 분급비를 달리하여 이에 따른 라이너지의 생산효율 변화 및 품질 변화를 추정하고 최적의 분급비를 탐색하고자 하였다. 이 때 전술한 이유로 인해 표층이 100% 단섬유분으로만 이루어져야 하기에 분급비율을 낮추는 실험은 비현실적이라 판단 단섬유 비율을 50%로부터 10%씩 높이는 현장 분급처리를 4회 실시하여 각 ply용 분급 지료를 채취, 조성하였다. 채취된 자료에 대해 Optest사의 섬유장분석기 FQA를 활용 섬유장 측정을 실시하였고, 75 $\mu$ m인 Somerville screen(Fig. 4)을 이용 미해리분, 섬유분 및 미세분 정량분석을 실시하였다.

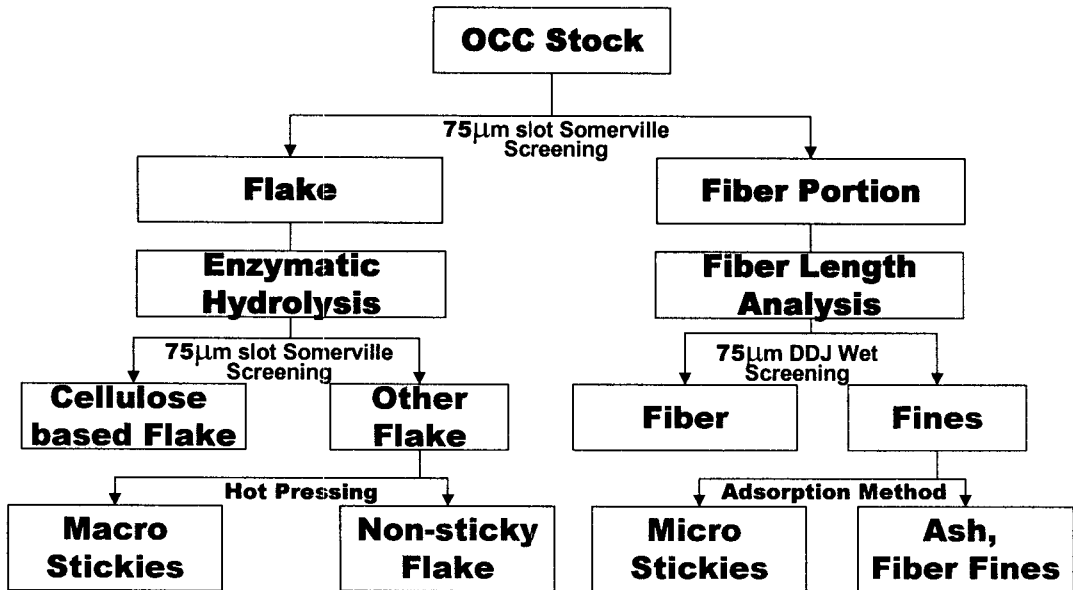


Fig. 4. Block diagram of OCC classification based on size.

### 2.3 RDA-HSF초지 및 물성측정

Short : Long = 5 : 5

Short 100%
Inlet 100%
Long : Inlet = 5 : 5

Short : Long = 6 : 4

Short 100%
Short : Inlet = 2 : 8
Long : Inlet = 4 : 6

Short : Long = 7 : 3

Short 100%
Short : Inlet = 4 : 6
Long : Inlet = 3 : 7

Short : Long = 8 : 2

Short 100%
Short : Inlet = 6 : 4
Long : Inlet = 2 : 8

Fig. 5. 다양한 분급비에 따른 라이너지의 층구조.

Fig.5에 나타낸 바와 같이 각 분급비별 라이너지의 ply구성 섬유비를 달리하여 RDA-HSF를 활용 초지하여 지료의 탈수성과 보류도를 측정하였으며 L&W사의 Bursting strength tester를 활용 파열강도를 측정하였으며, Techpap사의 Formation 측정기를 활용 formation을 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 AOCC의 장단섬유 분급비에 따른 물성측정

AOCC를 주원료로 하여 장단섬유의 분급비를 달리한 결과를 살펴보면 다음과 같다. Fig. 6에 나타난 바와 같이 분급된 ply들의 강도를 비교해보면 표층이 가장 우수하고 하층이 가장 불량함을 알 수 있다. 이는 일반적으로 단섬유분에 비해 장섬유가 종이의 강도 측면에서 유리할 것으로 여겨지고 있으나, 본 분급 실험결과로부터 알 수 있듯이 골판지 고지를 분급하여 얻어진 장섬유분은 단섬유분보다 오히려 강도가 취약하였다. 이는 Fig. 7의 분급비율에 따른 미해리분 함량 변이 데이터를 통해 다음과 같이 해석할 수 있다. 분급기에 의해 나뉘어진 장,단 섬유분에는 각기 다른 양의 미해리분이 포함되는데 그 크기가 큰 이유로 단섬유분에 비해 장섬유분에는 상대적으로 많은 미해리분이 존재되게 된다. 따라서 장섬유분이 배합되는 하층의 미해리분 함량이 높으며 이러한 미해리분은 섬유간 결합을 방해하는 종이의 defect로서 강도를 저해하는 원인이 되었다고 판단된다. 특히 장섬유분에 대한 추가적인 고해나 해섬처리 없이 분급된 그대로 활용한다면 미해리분에 의한 종이의 강도 저하는 피할 수 없다고 여겨진다. 장섬유분이 분리된 단섬유분으로만 이루어진 표층의 강도가 반대 경우인 하층보다 우수하며 그 속에 포함된 미해리분의 함량이 낮은 것은 우연이 아니다. 단섬유의 분급비를 증가시켜감에 따라 분급정도가 낮아지고 단섬유분에 포함되는 미해리분의 함량이 증가하게 되는데, 이때 표층의 강도 역시 점차적으로 저하됨을 볼 때 AOCC를 재활용하는 재활용 공정의 주요 공정 변수로서는 미해리분의 함량이 중요한 변수로서 작용한다할 수 있다.

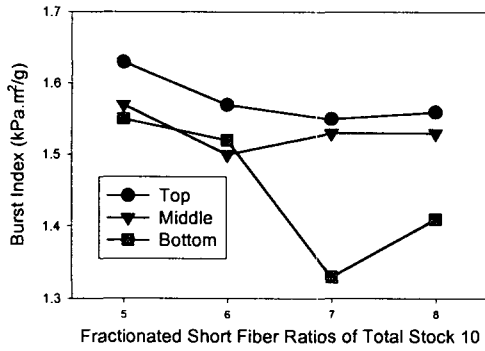


Fig. 6. AOCC의 분급비율에 따른 각 ply의 파열강도.

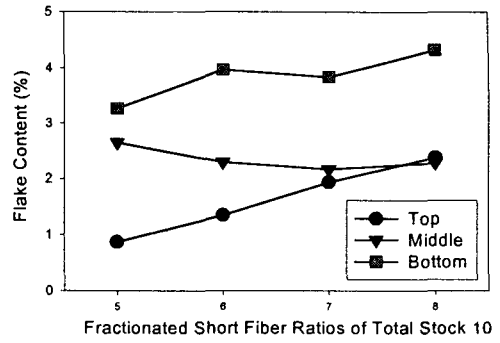


Fig. 7. AOCC의 분급에 따른 각 ply의 미해리분 함량.

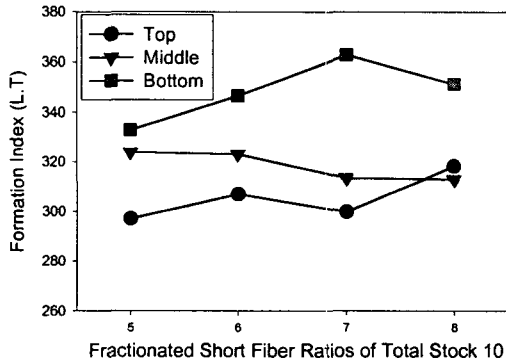


Fig. 8. AOCC의 분급비율에 따른 각 ply의 formation 변화.

Fig. 9와 10에 나타난 바와 같이 분급에 따른 장, 단섬유분 간의 섬유장이나 미세분 함량 차이가 현저하지 못함을 고려할 때, 종이물성 변화에 미치는 미해리분 함량의 영향을 다시 한번 확인할 수 있다. 즉, AOCC를 주원료로 하여 골판지 원지인 라이너지를 생산하는 재활용 공정의 분급기는 장, 단섬유 분리보다 미해리분 분리 정도에 미치는 영향이 더욱 크며 미해리분은 종이의 균일성 및 품질을 저해하는 주된 원인이다.

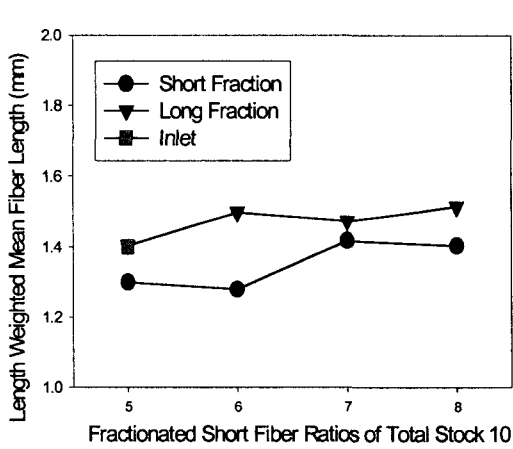


Fig. 9. AOCC의 분급비율에 따른 각 분급지료의 섬유장.

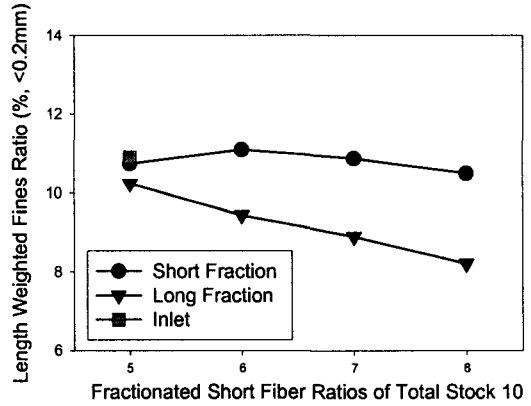


Fig. 10. AOCC의 분급비율에 따른 각 분급지료의 미세분 함량.

Fig. 11-15에 나타낸 각 층의 탈수곡선을 보면 분급 지료간의 탈수성 차이를 관측하기 힘들다. 다만 장, 단 섬유분급비가 5:5일 때 표층과 하층이 다소 차이를 보인다. 이처럼 탈수성의 차이가 크지 않은 종이간에 강도의 차이가 현저히 관찰됨을 볼 때 전술한 미세분분의 영향을 재확인 할 수 있다.

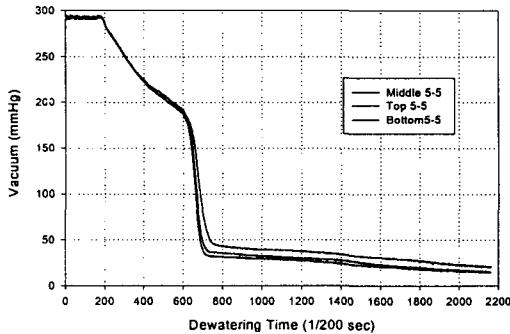


Fig. 11. AOCC의 장, 단섬유 분급비율 5:5 조건에서 각 분급지료의 탈수곡선.

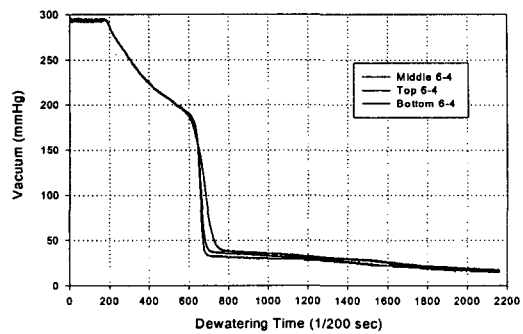


Fig. 12. AOCC의 장, 단섬유 분급비율 6:4 조건에서 각 분급지료의 탈수곡선.

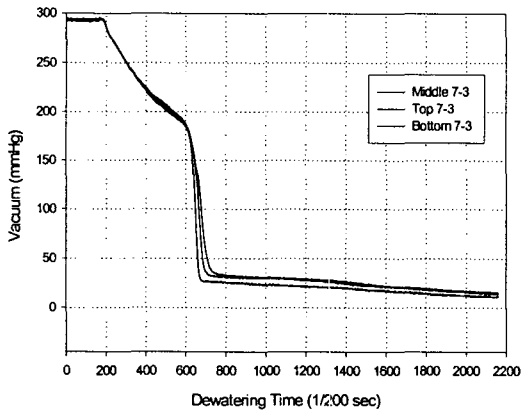


Fig. 13. AOCC의 장, 단섬유 분급비율 7:3 조건에서 각 분급지료의 탈수곡선.

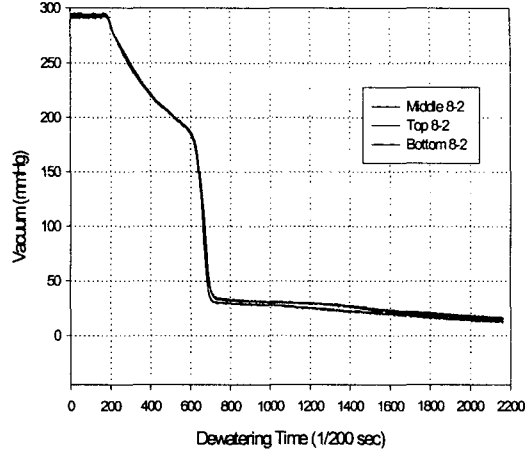


Fig. 14. AOCC의 장, 단섬유 분급비율 8:2 조건에서 각 분급지료의 탈수곡선.

### 3.2 KOCC의 장단섬유 분급비에 따른 물성측정

KOCC를 주원료로 하여 장단섬유의 분급비를 달리한 결과를 살펴보면 다음과 같다. Fig. 15에 나타난 바와 같이 분급된 ply들의 강도를 비교해보면 표층이 가장 우수하고 하층이 가장 불량함을 알 수 있다. 이는 Fig. 16에서 보다시피 전술한 AOCC의 경우와 같이 장섬유분이 배합되는 하층의 미해리분 함량이 높으며 이러한 미해리분은 섬유간 결합을 방해하는 종이의 defect로서 강도를 저해하는 원인이 되기 때문이다. 단섬유의 분급비를 증가시켜감에 따라 분급정도가 낮아지고 단섬유분에 포함되는 미해리분의 함량이 증가하게 되는데, 이때 표층의 강도 역시 점차적으로 저하됨을 볼 때 OCC(KOCC, AOCC)펄프를 재활용하는 재활용 공정의 주요 공정 변수로서는 미해리분의 함량이 중요한 변수로서 작용한다할 수 있다.



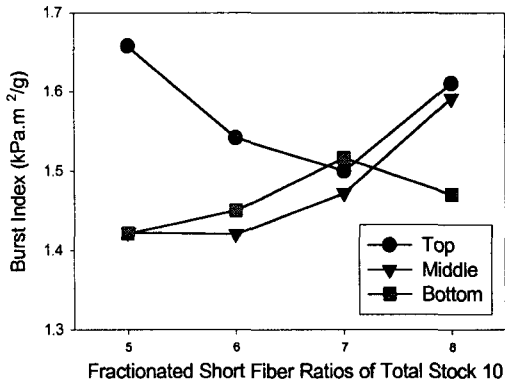


Fig. 15. KOCC의 분급비율에 따른 각 ply의 파열강도.

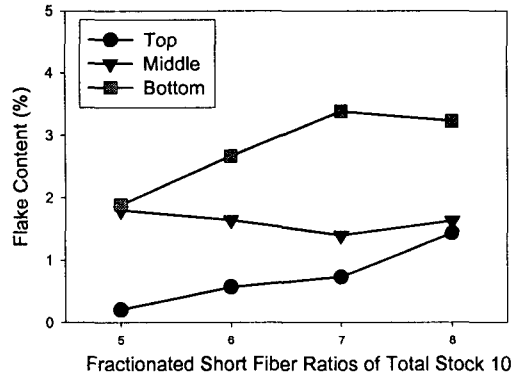


Fig. 16. KOCC의 분급비율에 따른 각 분급지료의 미세분 함량.

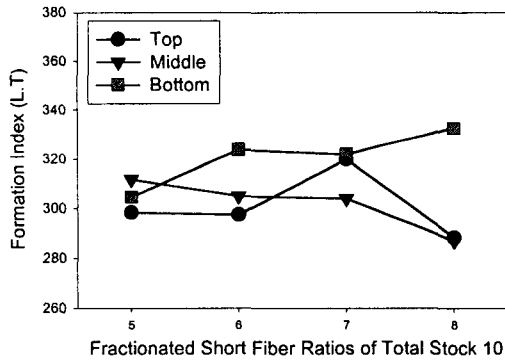


Fig. 17. KOCC의 분급비율에 따른 각 ply의 formation 변화.

전술한 AOCC의 경우와 같이 KOCC는 분급에 따른 장, 단섬유분 간의 섬유장이나 미세분 함량 차이가 현저하지 못함을 확인할 수 있다.(Fig. 18-19) 이는 종이물성 변화에 미치는 미해리분 함량의 영향을 확인할 수 있다. 즉, OCC펄프를 주원료로 하여 골판지 원지인 라이너지를 생산하는 재활용 공정의 분급기는 장, 단섬유 분리보다 미해리분 분리 정도에 미치는 영향이 더욱 크며 미해리분은 종이의 균일성 및 품질을 저해하는 주된 원인이 된다.

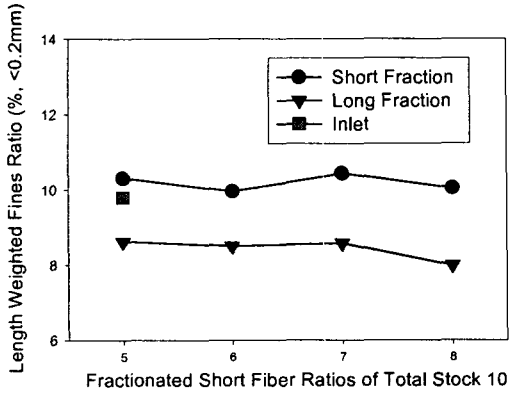


Fig. 19. KOCC의 분급비율에 따른 각 분급지료의 미세분 함량.

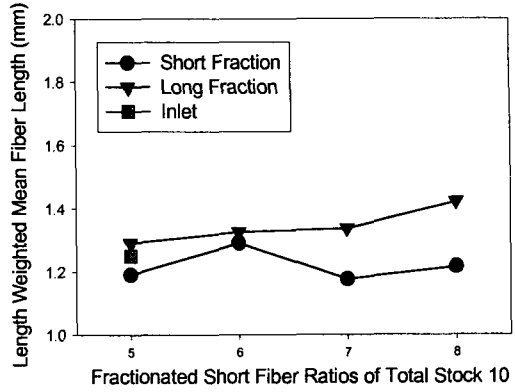


Fig. 18. KOCC의 분급비율에 따른 각 분급지료의 섬유장.

Fig. 20-23에서 나타난 바와 같이 각 층의 탈수곡선을 보면 분급 지료간의 탈수성 차이를 관측하기 힘들다. 다만 AOCC와 같이 장, 단 섬유분급비가 5:5일때 표층과 하층이 다소 차이를 보인다.

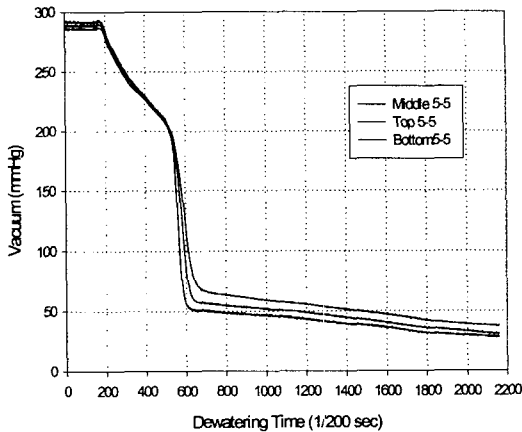


Fig. 20. KOCC의 장, 단섬유 분급비율 5:5 조건에서 각 분급지료의 탈수곡선.

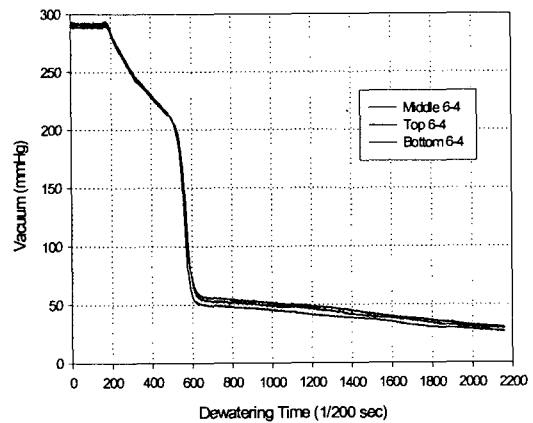
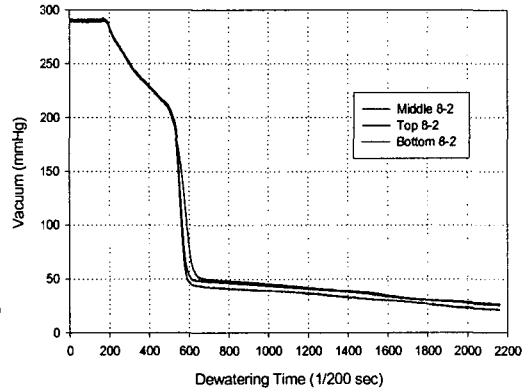
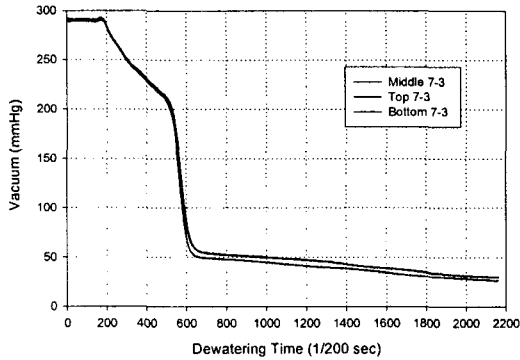


Fig. 21. KOCC의 장, 단섬유 분급비율 6:4 조건에서 각 분급지료의 탈수곡선.



**Fig. 22.** KOCC의 장, 단섬유 분급비율 7:3 조건에서 각 분급지료의 탈수곡선. **Fig. 23.** KOCC의 장, 단섬유 분급비율 8:2 조건에서 각 분급지료의 탈수곡선.

전술한 현장 시험결과에 기초하여 OCC필프를 재활용하는 라이너지 생산 공정의 최적 장, 단섬유 분급비는 종이의 강도 및 표층의 외관을 고려 단섬유: 장섬유의 비율이 5:5에서 6:4 정도임을 추측할 수 있다. 좀더 정확히 추정한다면 표층을 간신히 채우는 정도의 단섬유분만을 조성 종이를 구성할 때에 우수한 강도의 표층과 상대적으로 양호한 강도의 하층을 보장할 수 있기에 I beam효과에 근거 가장 우수한 강도의 종이를 생산할 수 있을 것으로 판단된다.

물론 강도적인 측면에서 미해리분이 다량 포함되어 강도가 취약한 장섬유분을 중층에 배합하는 초지방법도 고려할 수 있으나 그 경우 하층의 탈수성이 불량 습지핑의 진공탈수나 압착탈수 처리 시 문제가 유발될 수 있음을 고려 최소한의 단섬유분만을 분급하여 균일성을 확보하고 종이의 강도 증가를 모색하는 것이 바람직하다고 판단된다. 만일 장섬유분에 대한 물리적인 처리를 고려한다면 미해리분을 적절히 해섬시킬 수 있는 것으로서 섬유의 손상을 피하며 부드럽게 해섬을 촉진하는 deflaker 등이 바람직할 것이다.

#### 4. 결 론

OCC펄프를 주원료로 하여 장단섬유의 분급비를 달리한 결과를 살펴보면 다음과 같다.

1. OCC펄프를 분급하여 얻어진 장섬유분은 단섬유분보다 오히려 강도가 취약하였다. 이는 장섬유분이 배합되는 하층의 미해리분 함량이 높으며 이러한 미해리분은 섬유 간 결합을 방해하는 종이의 defect로서 강도를 저해하는 원인이 되기 때문이다. 즉, 고지를 재활용하는 재활용 공정의 주요 공정 변수로서는 미해리분의 함량이 중요한 변수로서 작용함을 증명한다.
2. OCC펄프의 분급에 따른 장, 단섬유분 간의 섬유장이나 미세분 함량 차이가 현저하지 못하다. 이는 고지를 주원료로하여 골판지 원지인 라이너지를 생산하는 재활용 공정의 분급기는 장, 단섬유 분리보다 미해리분 분리 정도에 미치는 영향이 더욱 크며 미해리분은 종이의 균일성 및 품질을 저해하는 주된 원인이 된다.
3. 현장 시험결과에 기초하여 OCC펄프를 재활용하는 라이너지 생산공정의 최적 장, 단섬유 분급비는 종이의 강도 및 표층의 외관을 고려 5:5에서 6:4 정도임을 추측할 수 있으며, 만일 장섬유분에 대한 물리적인 처리를 고려한다면 미해리분을 적절히 해섬시킬 수 있는 것으로서 섬유의 손상을 피하며 부드럽게 해섬을 촉진하는 deflaker 등이 바람직할 것이다.