

# 지제품 경량화에 따른 물리적·광학적 특성의 변화

김도훈·구본태·김정은·류정용·신종호·송봉근

한국화학연구소 펄프제지연구센터

## 1. 서 론

최근 제지산업은 고급 인쇄용 아트지의 수출용 시장이 급성장하는 추세에 있으며, 통신 판매용 서적이나 택배의 이용증가, 고급 경량 인쇄물 등의 소비경향 증가로 인해 지제품의 경량화가 필연적으로 요구되고 있다. 이러한 지제품의 경량화는 국내뿐만 아니라 세계적인 추세에 있으며, 국제 원료가격의 지속적인 상승에 따라 국내 지제품의 가격경쟁력이 점차 약화될 것으로 예상된다. 따라서, 대부분의 원료펄프를 전량 수입하고 있는 국내 제지업계의 경우, 주원료인 펄프사용을 줄임으로써 원가절감을 꾀할 수 있는 경량도공지와 같은 고부가가치 제품의 개발이 필수적이다. 하지만 현재 국내에서 사용되고 있는 대부분의 경량도공지는 수입에 의존하고 있는 실정이며 국내 생산된 제품은 제지선진국인 유럽이나 미국에 비해 품질이 떨어지는 것으로 평가받고 있다. 이는 생산설비면이나 생산량 및 매출액에 있어서 세계적인 규모를 갖추고 있는 국내 제지산업의 시급한 현안이라고 할 수 있다.

도공지의 원지는 도공지의 강도와 광학적인 품질을 결정하는 가장 중요한 구성체이다. 이는 경량 도공원지의 두께가 얇고 도공량에 한계가 있어서 일반 도공지에서 도공층으로 은폐시킬 수 있었던 사소한 결점이 최종 지제품의 품질에 큰 영향을 줄 수 있기 때문이다. 또한 저평량으로 인한 불투명도와 뺏뺏함, 기계적, 물리적 성질의 급속한 하락으로, 저평량 원지가 나타내는 물성들을 최대한 향상시킬 수 있는 기술개발이 요구되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 저평량 원지의 제조시 필요한 물성을 만족시키고 고품질을 유지할 수 있는 초지조건 선정을 위한 첫 단계로서 펄프의 종류 및 고해정도와 평량감소에 따른 특성변화, 펄프 배합에 따른 물성변이 등을 이해하고 그 특성을 파악하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 실험재료

SWBKP (AIPac, Aspen 85%, poplar 15%, Canada), HWBKP (Arauco), BCTMP (Ranger, Aspen 100%, Canada), 그리고 BGP를 펄프원료로 사용하였다.

### 2.2 실험방법

### 2.2.1 펄프 수중에 따른 고해 및 평량의 영향

펄프의 종류별 고해도에 따른 특성을 고찰해 보기 위해서 각각의 펄프들을 Valley beater를 사용하여 여수도(CSF, mL)별로 고해조건을 달리하였다. 즉 SWBKP 5 points (710, 610, 510, 410, 305ml CSF), HWBKP 5 points (610, 550, 430, 380, 279ml CSF), BCTMP 4 points (304, 250, 209, 150ml CSF), 그리고 BGP 3 points (237, 164, 100ml CSF)로 하고, 각 여수도별로 10장씩 원형 수초지기를 이용하여 수초지하였다. 또한 고해한 각각의 펄프들을 평량별로 4 points (65, 55, 45, 35 g/m<sup>2</sup>)로 나누었다. 이렇게 제조된 수초지들을 23℃, 상대습도 50% (TAPPI T402)의 항온항습 조건에서 24시간을 처리한 후, 기계적인 성질로서 인장강도(TAPPI T494), 파열강도(TAPPI T403 om-85), 내절도(TAPPI T511), 인열강도(TAPPI T414), 내부결합강도를 측정하였고, 물리적 성질로서 투기도(TAPPI T547, T560), 지필도를 측정하였다. 그리고 광학적 성질로서는 백색도(TAPPI T452)와 불투명도(TAPPI T425)를 측정하였다.

### 2.2.2 SWBKP/HWBKP의 배합비율에 따른 영향

일정 고해도를 갖는 SWBKP와 HWBKP를 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0의 비율로 배합하고 원형수초기에서 초지한 후 2.2.1항에 설명한 방법에 의거하여 기계적, 물리적, 광학적 성질들을 측정하였다.

### 2.2.3 BCTMP/BGP의 배합비율에 따른 영향

BCTMP/BGP의 배합비를 전체 펄프 중 30%이내에서 변화시켰으며 30:0, 25:5, 20:10, 15:15, 10:20, 0:30의 비율로 수초한 후 2.2.1항에 설명한 방법에 따라 각각의 물성들을 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 펄프 종류에 따른 고해 및 평량의 영향

HWBKP 단독으로 수초지한 경우 평량과 고해정도에 따른 물리적, 광학적 특성변화를 Figs. 1~3에 도시하였다. 그림들에서 알 수 있는 바와 같이, 평량이 감소할수록 각각의 물성 저하는 심각한 수준이었다. 특히 평량이 65 g/m<sup>2</sup>에서 35 g/m<sup>2</sup>까지 감소되었을 때, 불투명도는 약 30%의 감소율을 보여 다른 물성들에 비해 감소율이 가장 심하였다(Fig. 2). 고해정도에 따른 물성변화 역시 두드러졌다. 즉 고해가 진행 될수록 강도적 성질에서는 긍정적인 효과를 보였으나 불투명도와 백색도의 급격한 저하로 이어짐을 알 수 있다. 투기도의 감소, 탈수속도 증가 등을 가져와 기타 물성들에서는 역효과를 가져옴을 알 수 있었다. 본 발표에서는 표시하지 않았으나 다른 펄프종류들에서도 전술한 물성변화의 경향은 동일하였다.

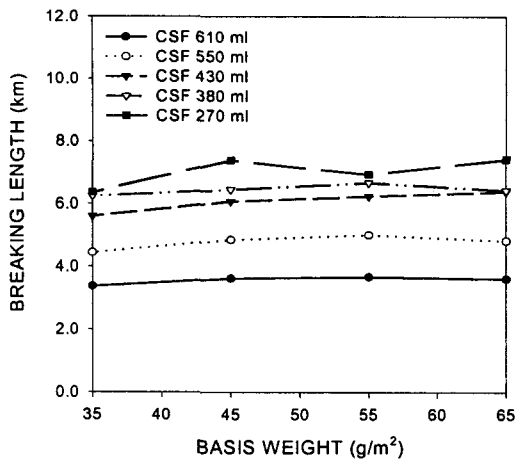


Fig. 1 Breaking length.

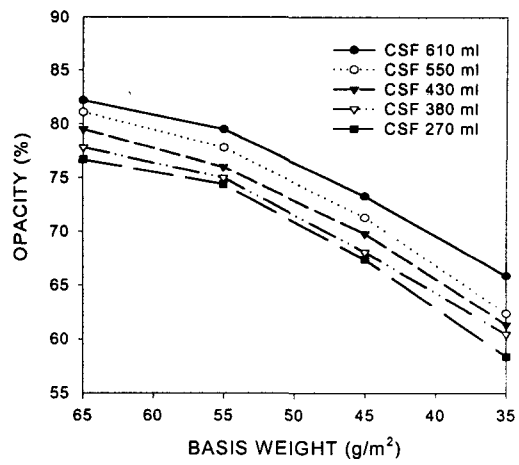


Fig. 2 Opacity.

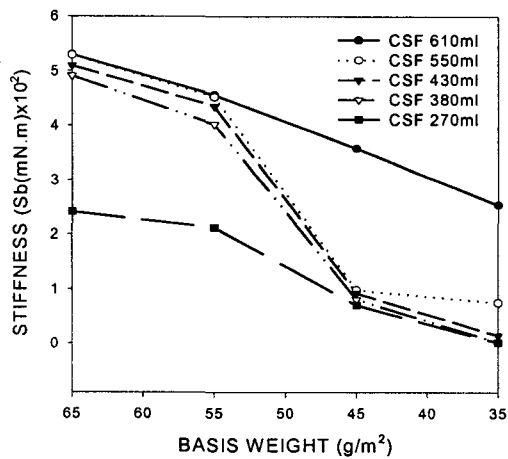


Fig. 3 Stiffness.

펄프의 종류에 따른 물성변화를 고해정도에 따라 살펴보았으며 그 결과를 Figs. 4와 5에 도시하였다. Figs. 4와 5의 결과들로부터, 화학펄프들(HWBKP, SWBKP)은 강도적 성질에서, 그리고 고수율펄프들(BCTMP, BGP)은 광학적 특성에서 극단적인 우수성을 갖고 있음을 알 수 있었다. 따라서 적절한 강도와 불투명도가 동시에 요구되는 경량지를 제조할 경우에는 화학펄프와 고수율펄프를 함께 사용하여 강도 및 광학적 성질의 적정선을 유지시키는 것이 필수적이라고 판단된다.

### 3.2 펄프배합비에 따른 영향

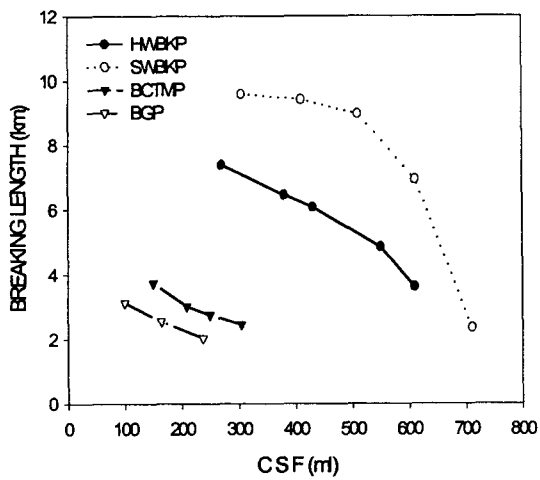


Fig. 4 Effect of pulp freeness on breaking length as a function of pulp species.

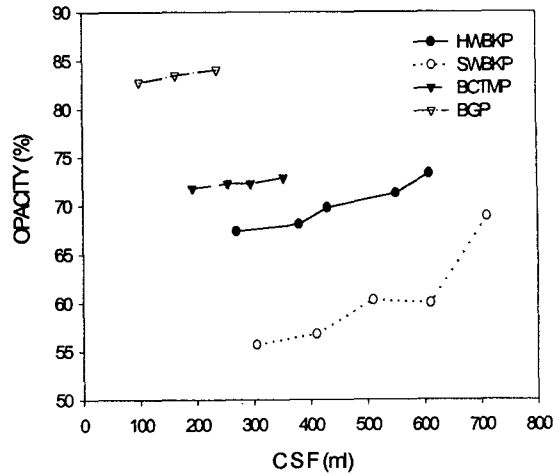


Fig. 5 Effect of pulp freeness on opacity as a function of pulp species.

우선 SWBKP와 HWBKP의 배합비율에 따른 수초지의 물성변화를 관찰하였으며, 그 결과를 Figs. 6과 7에 도시하였다. 이때 수초지의 평량은  $45 \text{ g/m}^2$ , SWBKP와 HWBKP의 여수도는 각각 450과 420 ml CSF로 고정하였다. Fig. 6에서 알 수 있는 바와 같이, SWBKP의 함량이 증가할수록 4가지 기본적인 강도(인장, 파열, 내부결합강도 및 내절도)는 모두 증가하고

있으나, Fig. 7의 불투명도는 급격히 감소하였으며, 상대적으로 불투명도가 우수한 HWBKP 100%의 경우에도 그 값이 만족할 만한 수준에 도달하지 못하였다.

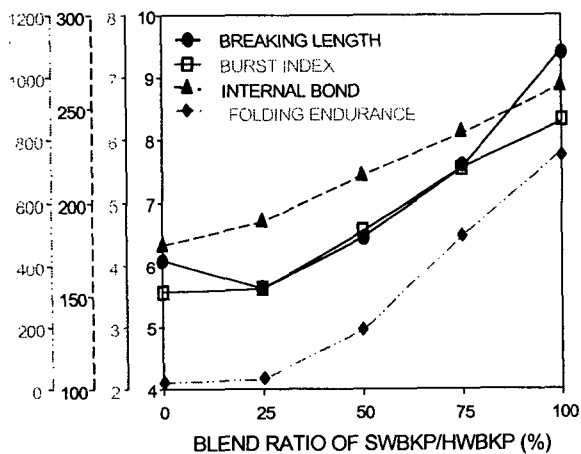


Fig. 6 Effect of HWBKP/SWBKP blend ratio on physical properties.

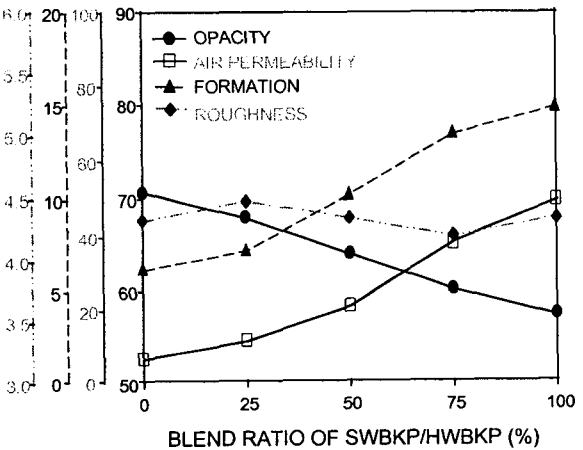


Fig. 7 Effect of HWBKP/SWBKP blend ratio on optical properties.

따라서, Fig. 5와 같이, 불투명도가 우수한 것으로 나타난 고수율펄프로서 BCTMP와 BGP를 크라프트 펄프에 배합하는 실험을 행하였으며, 그 결과를 Figs. 8과 9에 도시하였다. 배합조건으로는 크라프트 펄프를 70 중량%로 고정하고 나머지 30 중량%의 범위 내에서 BCTMP와 BGP의 비율을 변화시켰다. 본 실험범위 내에서 BCTMP의 함량이 증가할수록 수초지의 강도특성은 향상되었으나(Fig. 8), 광학적 특성의 경우는 반대로 BGP의 경우가 우수함을 알 수 있었다(Fig. 9).

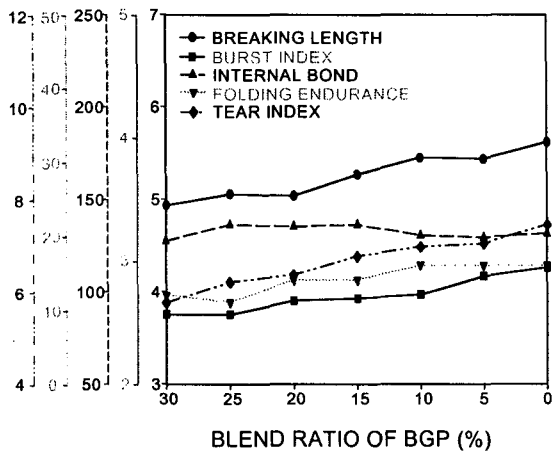


Fig. 8 Effect of BGP/BCTMP blend ratio on physical properties.

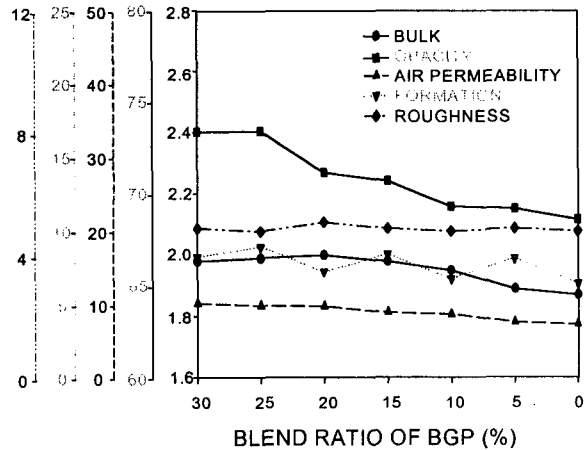


Fig. 9 Effect of BGP/BCTMP blend ratio on optical properties.

#### 4. 결 론

종이의 경량화로 인한 제반 강도 및 광학적 특성의 변화를 관찰하기 위해 펄프 종류별, 고해도별, 그리고 펄프의 배합실험을 행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다. 즉 지제품 경량화 시 필연적으로 발생하는 강도와 광학적 성질의 하락을 동시에 보완하기 위해서는 크라프트펄프와 고수율펄프를 배합하여 초지하는 것이 우선적인 해결책이라고 볼 수 있으며, 본 실험에서 검토된 4가지 펄프에 있어서도 서로 상반되는 물성을 갖고 있기 때문에, 목표 지제품의 요구되는 물성에 따라 펄프의 최적 배합비율을 선정하는 것이 가장 중요한 것으로 생각된다.

본 연구는 과학기술부의 기술용역개발사업(과제번호 : KO-9902)의 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부임.