

국내산 및 국외산 인쇄용지의 물성 비교

이진호 · 박종문

충북대학교 산림과학부 임산공학전공

1. 서론

인쇄용지는 일반 백상지에 비해 코팅이나 칼렌더링 처리와 같은 후가공 공정에 의해 제조 원가가 비싸지만, 고급의 인쇄 화상을 얻을 수 있는 장점에 때문에 고가로 판매되며 수익률 또한 일반 백상지에 비해 훨씬 높다. 국내외 경쟁이 심화되고 있는 대다수 국내 제지 업체는 고품질의 인쇄용 백상지를 생산하여 원가 대비 수익률의 극대화를 꾀하고 있는데, 국내 제품이 국외 경쟁 제품에 비해 bulk 가 낮은 경우가 있다. 낮은 bulk로 인해 동일 평량 대비 두께가 낮게 되고, 두께 손실만큼의 평량을 올려 제품을 생산하고 있다. 이는 원료 및 원가의 손실뿐만 아니라, 평량 증가에서 오는 여러 가지 공정 부하를 동반하기 때문에 이중적인 손실로 나타나게 된다. 이에 본 실험에서는 국내에서 유통되는 국내외산 고급인쇄 용지를 수거 비교 하여 국내산과 국외산 지종간 차이를 분석하고자 한다.

2. 공시재료

2-1. 국내외 지종간 비교

지류도매상을 통해 국내산과 국외산 매트지 (190 g/m^2)를 구입하여 공시 재료로 사용하였다.

2-2. 백상지용 펄프간 비교

백상지 제조 회사로부터 분양 받은 Sw-BKP, Hw-BKP, BCTMP 세 종류의 백상지용 펄프를 실험실용 valley beater를 이용하여 $400 \pm 10 \text{ ml}$ CSF로 고해하여 사용하였다.

3. 실험 방법

3-1. 국내의 지중간 비교

종이를 조습 처리한 후 bulk를 평가 하였고, 24시간 증류수에 침지한 후 실험실용 해리기를 이용하여 5000 rpm 으로 해리한 후 섬유의 특성을 섬유장 분석기(morfi labo LB-01)를 이용하여 분석 하였다. 종이내 회분 함량은 충전제의 작열감량이 일어나지 않게 하기 위해 400℃에서 12시간 연소한 후 측정 하였다. 종이내 응집 및 지합의 경우 2-D F sensor를 이용하여 측정 하였다. 종이의 물성은 L&W tensile tester를 이용하여 인장 및 파괴 특성을 분석하였다.

3-2. 백상지용 펄프간 비교

실험실용 고해기로 400ml CSF로 고해한 펄프를 화학연구원의 RDA(retention drainage analyzer)를 이용하여 초지하였고, 초지시 지료의 응집을 유도하기 위해 headbox의 농도를 0.2, 0.3, 0.4, 0.5%로 조절하여 초지 하였다. 수초지는 2-D F sensor를 이용하여 종이의 응집 변화를 측정 하였고, 기타 물성을 측정 하였다.

4. 결과 및 고찰

4-1. 국내의 지중간 비교

Table 1. Disintegrated fiber properties using Morfi

	K-190	J-190	Sw-BKP	Hw-BKP
Length weighted in length (μm)	550.80	728.69	1069.23	576.67
Average width (μm)	16.74	22.65	27.90	16.86
Coarseness (mg/m)	0.09	0.15	0.21	0.08
Average kinked angle ($^{\circ}$)	130.53	133.31	134.84	131.96
Kinked fibers (%)	20.17	18.08	9.75	18.16
Average curl (%)	5.48	5.42	4.84	4.95
Average shives length (mm)	0.46	0.68	0.33	0.34
Average shives width (μm)	113.02	114.90	92.50	103.62
Average shives area (mm^2)	0.03	0.06	0.02	0.02
Total shives area (mm^2/g)	318.71	2603.28	145.78	112.48
Fines (%)	35.09	25.35	24.26	23.79
Ash contents (%)	13.29	8.04		

Sw-BKP와 Hw-BKP는 표백 화학 펄프로 390 ml CSF로 고해한 펄프임.

표 1은 해리한 시료의 섬유 특성을 분석한 것으로 Sw-BKP와 Hw-BKP를 고해한 것과 비교 하여 나타내었다. K-190과 J-190을 고해한 일반 펄프와 비교시 K-190은 Hw-BKP에 가까운 펄프 특성을 가지며, J-190은 Sw-BKP와 Hw-BKP의 혼합 형태를 가지고 있는 것을 알 수 있다. Shives의 경우 K-190이 J-190에 비해 적고 크기 또한 작게 나타났다. 이는 종이내의 습강 성분이나 표면 코팅 칼라내에 강한 결합성을 가지는 binder가 사용되었을 것으로 판단된다. 회분 함량의 경우 표면 코팅 칼라의 배합 및 도공량에 따라 달라지지만, 표면 코팅의 배합 및 도공량은 유사하다는 가정하에서, K-190이 J-190에 비해 높은 회분 함량을 나타내고 있다. 시료를 해리한 후 섬유의 특성을 분석한 결과, K-190이 J-190에 비해 섬유장이 짧고, 회분이 많으며, 상대적으로 약한 약품 처리가 되었을 것으로 판단된다.

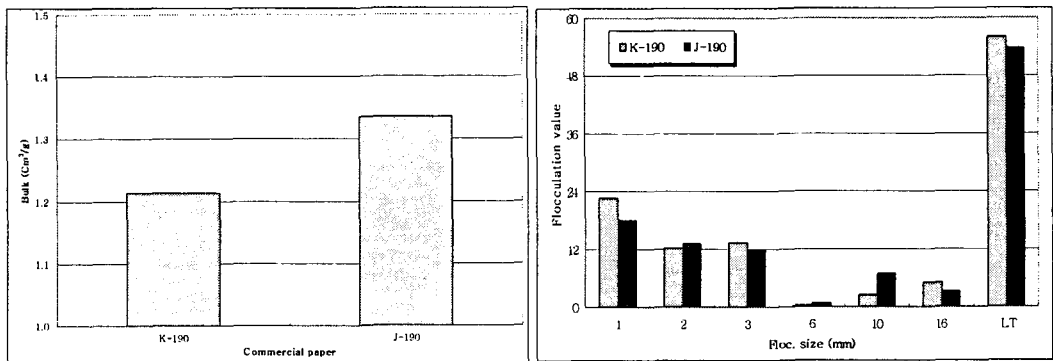


Fig. 1. Structural properties of commercial papers.

종이의 bulk 특성은 국내산이 국외산에 비해 10% 정도 낮은 특성을 나타내었고, 응집의 크기나 지합에 있어서는 별다른 차이를 나타내지 않았다. 섬유장 분석 결과 J-190이 K-190에 비해 긴 섬유장을 가지고 있어 더 큰 응집체를 형성하여 나쁜 지합을 나타낼 것으로 예상 하였으나 응집체의 크기나 지합에서는 별다른 차이를 나타내지 않으면서, bulk 차이를 나타내었다.

종이의 bulk 차이로 인해 발생할 수 있는 문제로는 종이를 사용하는 소비자가 느끼는 강직성으로, 강직성의 경우 아래의 식과 같이 두께의 3승에 비례하기 때문에 bulk한 종이일수록 소비자는 강한 종이로 인식하게 된다.

$$S_b = \frac{ET^3}{12} \quad (1)$$

여기서, S_b = bending stiffness,

E= elastic modulus

T= thickness

Table 3. Comparison basis weight and thickness of commercial papers.

	K-190	J-190
Basis weight (g/m^2)	229.54	210.98
Thickness (μm)	278.50	281.83

표 3은 국내외산 인쇄용지의 평량 및 두께를 비교한 것으로 종이의 bulk 차이에 의해 발생하는 평량 대비 두께의 편차를 국내 대다수의 제지 회사에서 평량을 올리는 방법으로 두께 편차를 극복하고 있다. 이는 원료 펄프를 대부분 수입하는 국내 제지 업체의 원가 부담으로 작용하며, 평량 증가로 인한 공정 생산 원가 상승으로 작용할 수 있다.

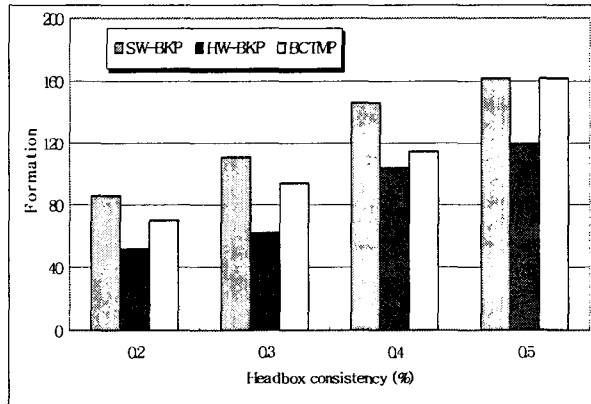


Fig. 2. Formation of handsheets depending on various headbox consistency.

그림 2는 헤드박스의 농도 상승에 따른 지료별 응집 성향 변화 및 지합 변화를 나타낸 것으로, 초지 농도 상승에 따라 응집성향이 증가하여 지합이 열악해지는 것을 알 수 있다. 지료간 응집 성향은 Hw-BKP가 가장 낮게 나타내었으며, BCTMP 및 Sw-BKP순으로 응집이 강하게 나타났으나, BCTMP와 Sw-BKP는 큰 차이를 나타내지는 않았다.

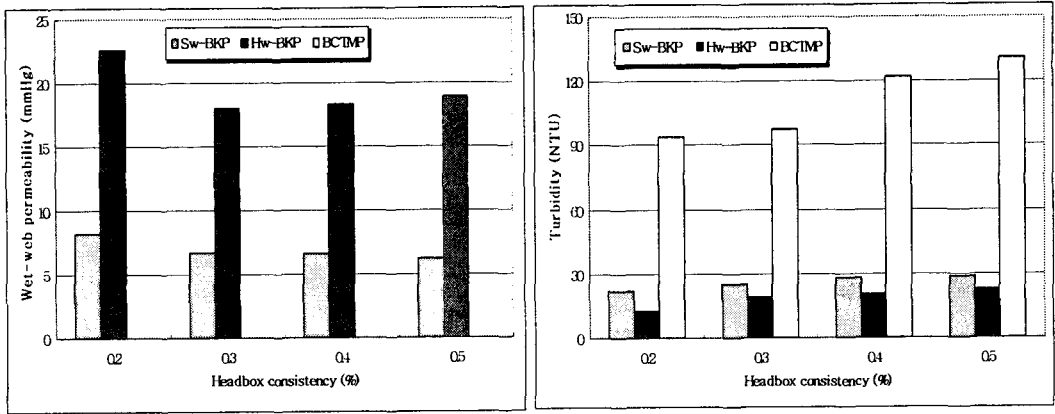


Fig. 3. Wet-web permeability and white water turbidity depending on various headbox consistency.

그림 3은 RDA로 초지시 펄프 및 지료의 농도에 따른 wet-web의 permeability와 백수의 탁도를 나타낸 것이다. 지료의 headbox 농도가 증가함에 따른 wet-web permeability는 큰 차이를 나타내지 않으나, 지료별 차이는 명확히 나타남을 알 수 있다. Sw-BKP나 Hw-BKP에 비해 BCTMP는 낮은 permeability와 높은 백수 탁도를 나타내는데, 이는 BCTMP 지료가 응집체를 형성하지만 응집 강도가 약하기 때문에 wet-pad층이 탈수 저항을 거의 받지 않는 open structure를 만드는 것으로 판단되며, 이에 따라 미세분 또한 보류가 되지 않아 낮은 permeability와 높은 백수 탁도를 나타내는 것으로 판단된다. 지료간 응집과 탈수성 비교 결과, 지료의 응집 크기와 응집체의 강성(응집체 형성시 미세분을 응집체내에 보유할 수 있는 능력) 또한 탈수성 및 wet-web의 구조를 결정하는 매우 중요한 인자임을 알 수 있다.

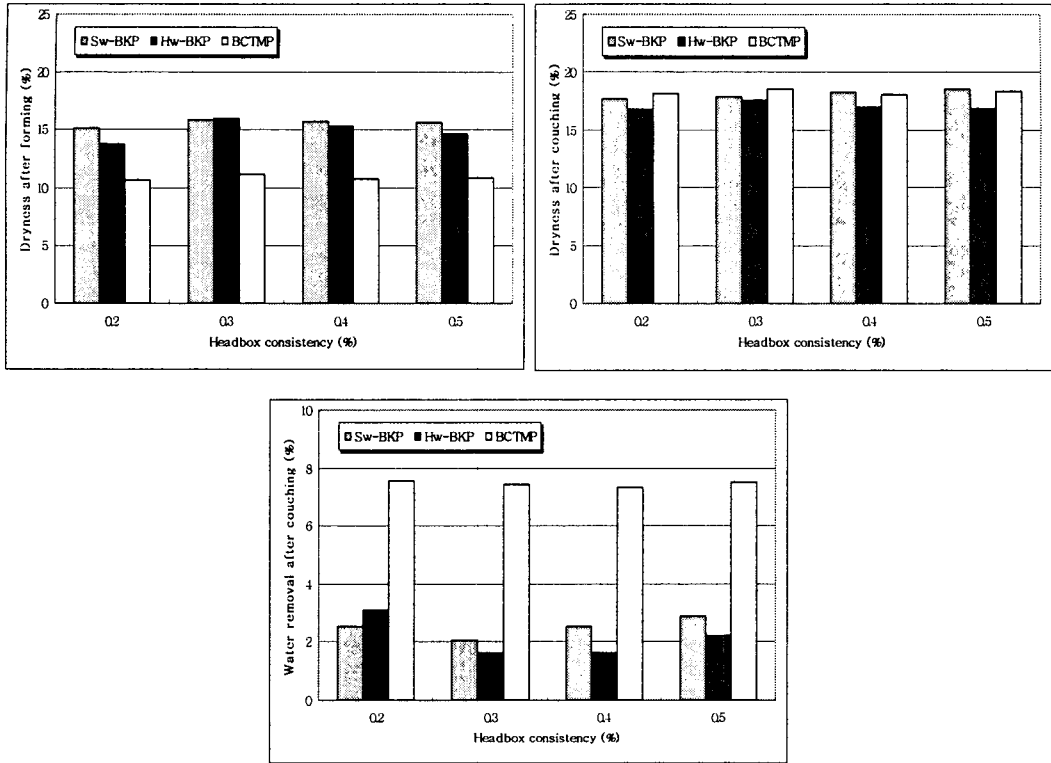


Fig. 4. Wet-end water removal efficiency depending on various headbox consistency.

그림 4는 RDA 로 초지 및 쿠우칭까지에서 습지의 건조도 및 이에 따른 탈수량을 나타낸 것으로 BCTMP의 경우 낮은 wet-web permeability에 의해서 감압력이 습지에 작용하지 못하여 습지의 건조도가 낮으며 감압에 의한 탈수 보다는 쿠우칭에 의한 탈수가 더 많이 일어남을 알 수 있고, Sw-BKP와 Hw-BKP는 유사한 감압 건조도 및 쿠우칭 탈수량을 가지는 것을 알 수 있다. wet-end상에서 감압에 의한 탈수 발생시 형성되는 습지의 구조에 따라 탈수가 영향을 받게 되며, porous한 구조의 wet-web은 감압력이 작용하지 못하기 때문에 습지의 적절한 탈수를 유도하지 못함을 알 수 있다.

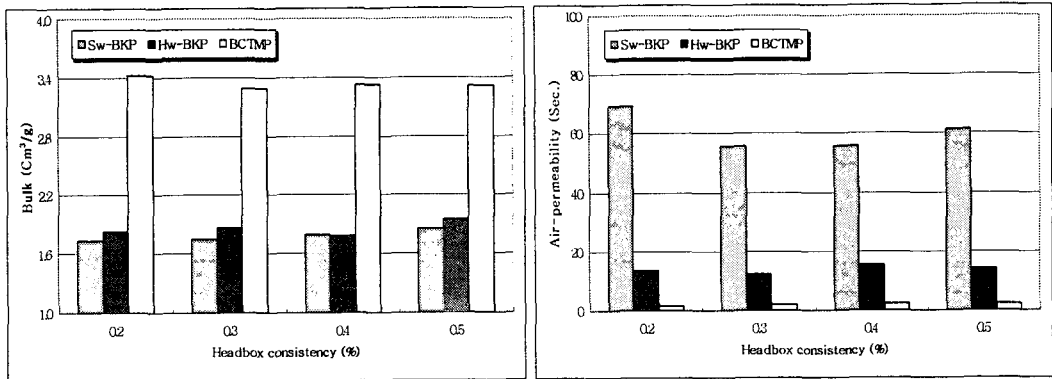


Fig. 5. Structural properties of handsheets depending on various headbox consistency.

그림 5는 초지 농도에 따른 수초지의 bulk 및 투기도의 변화를 나타낸 것으로 모든 지료가 농도가 증가함에 따른 bulk 및 투기도의 변화는 나타나지 않았으며 펄프 섬유의 종류에 따라 BCTMP>Hw-BKP≒Sw-BKP 순으로 bulk 변화를 나타내었다. 초지 농도 증가에 따라 지료의 응집은 증가하며 이에 따라 탈수성이 개선되는 등과 같은 습지의 구조 변화가 발생하지만 지료로만 구성된 응집체 크기의 증가가 수초지의 bulk에 영향을 미치는 않았다. 이는 지료로만 구성된 응집체의 경우 초지 농도에 의해 응집체의 크기는 증가하지만 응집체의 응집 강도가 압착 탈수의 압력을 견딜 만큼 증가되지 못하기 때문인 것으로 판단된다. 섬유로만 구성된 지료의 응집 크기가 bulk에 미치는 영향을 분석한 결과 응집 크기 증가에 따른 bulk의 영향은 거의 없으며, 조도 및 강직성과 같은 섬유 자체 특성이 수초지의 bulk에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

5. 결론

국내에서 유통되는 국내외산 고급 인쇄 용지의 물성 비교시 국내산이 국외산에 비해 낮은 bulk 특성을 나타내었는데, 이는 구성 지료가 가진 지료의 응집성과 응집체 자체의 강성이 다르기 때문으로 판단되며, 종이의 bulk 향상을 위해 사용펄프의 특성 및 지료의 응집체에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

6. 참고문헌

1. Niskanen, K., Paper Making Science and Technology, Vol. 16, 193-196, Faprt Oy, Helsinki, Finland, 1998.
2. Kerekes, R.J., Soszynski, R.M. and Tamdoo, P.A., “The flocculation of pulp fibers” , Papermaking Raw Materials, Trans. Fund. Res. Symp., Pulp Paper fund. Res. Soc., 265-310, 1985.
3. Liu, X.A., Whiting, H.P. and Roy, D.N., “The Contribution of Different Fractions of Fines to Pulp Drainage in Mechanical Pulps” , JPPS. Vol. 27, NO. 4, 2001.
4. Dunham, A.J., Sherman L.M. and Alfano, J.C., “Effect of Dissolved and Colloidal Substances on Drainage Properties of Mechanical Pulp Suspensions” , JPPS. Vol. 28, NO. 9, 2002.