수분도포에 의한 캘린더 처리된 종이의 표면 거칠기 변화

Effect of water application on the surface roughness of precalendered sheet

윤혜정 · 이학래 · **진성민** · 이상길

서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과

1. 서 론

최근 들어 고품위 제품에 대한 요구가 고조되면서 종이 내의 국부적 불균일성과 미세구조에 대한 관심이 증대되고 있다. 특히 고급 인쇄용지나 포장지로 사용되는 아트지나 백판지의 경우 종이 표면의 불균일성은 제품의 선호도를 떨어뜨리는 가장 큰 원인의 하나로 꼽히고 있으며, 밀도의 불균일성은 인쇄 시 종이 내로 잉크 흡수의 차이를 유발함으로써 모틀링 등의 인쇄불량을 야기한다. 종이 표면 불균일성의 원인은 크게 지합의 불균일성과 sheet roughening으로 나누어 생각할 수 있는데, 종이 표면의 roughening은 도공 또는 인쇄 시 액체가 종이 표면의 섬유와 접촉함으로써 이들을 팽윤시키는 현상으로 원료 및 공정 변수에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 불량한 지합에 의한 두께 프로파일의 불균일성은 캘린더 처리를 통해 균일하게 할 수 있지만, 도공 및 인쇄 공정을 거쳐 다시 본래의 상태로 복원될 경우 캘린더링의 평활화 기능은 유명무실해진다. 이러한 복원성 즉, roughening은 원지의 섬유 조성, 캘린더 조건, 도공 또는 인쇄 조건 등에 따라 달라진다. 기존 연구 결과 기계펄프를 많이 함유하거나 도공액의 침투가 많은 경우 이 현상은 두드러지는 것으로 보고된 바 있다. 원지 캘린더링의 경우 그 중요성은 많이 알려져 있지만, 다양한 캘린더링 처리에 의해 야기된 종이의 구조 및 표면 변화가 도공 이후 roughening에 끼치는 영향에 대해 심도깊게 다뤄진 연구는 미비하였다.

따라서, 본 연구에서는 원지의 캘린더링 및 수분 도포 조건이 액체 도포 후 종이 표면의 roughening 현상에 미치는 영향을 평가하여, roughening 현상을 최소화할 수 있는 캘린더링의 최적 운전 조건을 탐색하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 연구에서는 활엽수 표백 크라프트 펄프로만 구성된 평량 109g/m^{2}인 상용 도공원지를 이용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 원지 캘린더링

원지의 캘린더링은 실험용 SNC(Soft nip calender)와 HNC(Hard nip calender)를 이용하여 실시하였으며, 온도 및 압력 조건을 달리하였다.

2.2.2 종이의 물성 평가

항온항습 조건에서 조습처리 후 캘린더 처리 전, 후의 종이의 밀도, PPS 거치름도 등을 측정하여, 종이의 구조 및 표면 특성을 평가하였다.

2.2.3 수분 도포

종이의 표면 roughening 현상을 평가하기 위해 캘린더 처리된 원지의 top면에 수분을 도포하였다. 증류수를 이용하여, 편면 2 ~ 16 gsm 범위 내에서 도포하였으며, 균일한 수분 도포를 위해 수분도포장치를 제작하여 사용하였다.(Fig. 1)

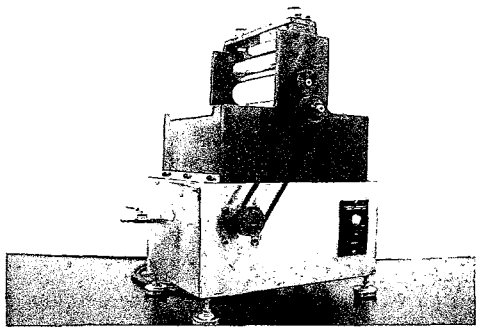


Fig. 1. Apparatus for applying water onto paper.

2.2.4 표면 roughening 측정

액체 도포 전후의 종이 표면 거칠기를 Stylus profiler XP-2(AmBios technology)를 이용하여 측정하였고, 이로부터 종이의 roughening을 평가하였다.

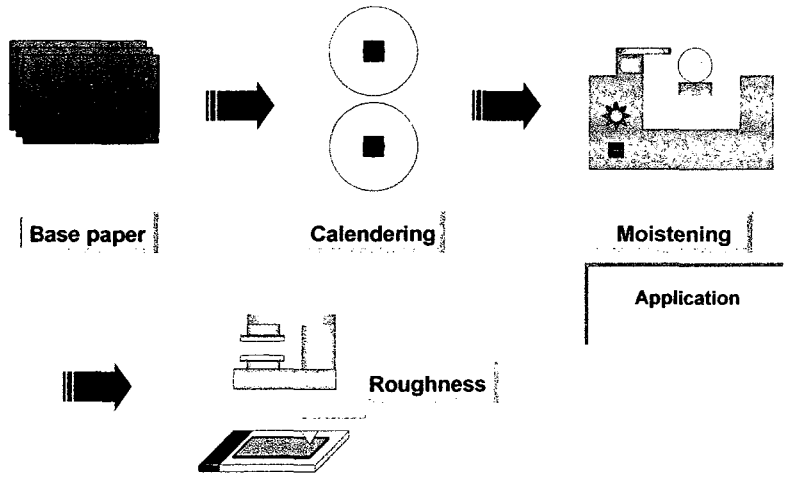
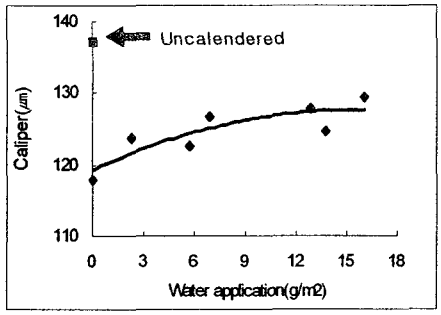


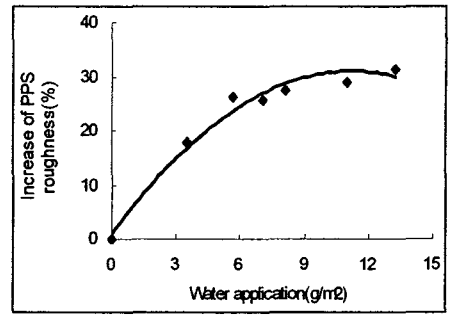
Fig. 2. Schematic diagram of water application on precalendered sheet and measurement of surface roughness.

3. 결과 및 고찰

3.1 수분 도포량에 따른 영향 평가

Fig. 3에서는 40℃, 120 kg/cm^{2}의 캘린더 조건에서 종이를 처리하였을 때 종이의 두께와 표면 거칠기의 변화를 나타내었다.





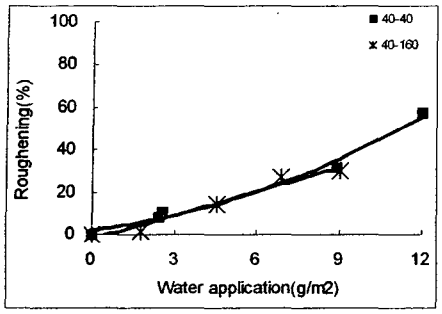
(a) (b)

Fig. 3. Change of (a) caliper and (b) PPS roughness by water application on sheet surface.

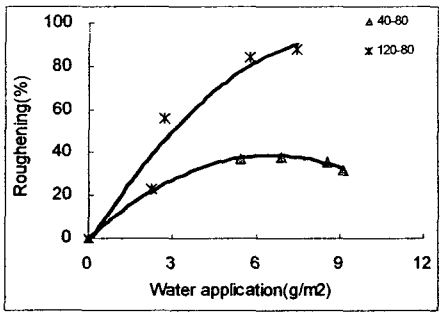
Fig. 3의 (a)에서는 수분에 의한 두께의 변화를 나타내었는데, 수분의 도포량이 증가할수록 종이가 다시 벌크해지는 경향을 보이고 있다. 이는 캘린더 전처리에 의해 압축되었던 섬유들이 수분 흡수에 의해 팽윤되어 종이의 두께를 다시 회복한 것으로 판단되었다. (b)는 수분 도포에 따른 PPS roughness의 변화로서, 수분 도포량이 증가함에 따라 표면 거칠기는 증가하는 양상을 보이는데, 6 g/m^{2}이상으로 도포될 경우 그 증가폭은 둔화됨을 알 수 있었다.

3.2 캘린더 조건에 따른 영향 평가

Fig. 4는 상이한 캘린더 조건에서 처리된 원지의 수분 도포량에 따른 표면 거칠기의 변화를 보여주고 있다. 여기에서 (a)는 일정한 온도(40℃)에서 압력 조건을 달리했을 때이며, (b)는 일정한 압력(80 kg$_f$/cm^2)에서 온도 조건을 변화시켰을 때의 거칠기 변화이다. 거칠기 변화는 수분 도포 전후의 거칠기 증가율로서 평가하였다. 수분이 도포되었을 때 압력조건에 따른 roughening 현상은 큰 차이를 보이지 않은 반면, 고온의 캘린더 조건이 저온의 조건에서보다 훨씬 큰 roughening 현상을 야기하였다.



(a)



(b)

Fig. 4. Sheet surface roughening of precalendered sheet with water application measured by Stylus profiler. (Precalendering condition : (a) constant temperature(40℃), (b) constant pressure(80 kgf/cm^2))

4. 결 론

온도와 압력 조건을 조절하여 캘린더 처리를 함으로써 원지의 표면 평활성을 효과적으로 개선할 수 있다. 그러나 압축되었던 섬유가 도공 공정이나 인쇄 작업 시 수분과 접촉하게 될 경우 roughening 현상이 발생되어 기대했던 표면 특성을 얻을 수 없는 경우도 있다. 이러한 현상은 수분 도포량이 많은 경우 더욱 두드러졌으며, 원지 캘린더링 조건에 의해서도 영향을 받는 것으로 밝혀졌다. 특히 고온에서 처리된 종이의 경우 저온처리의 경우보다 수분 도포 후 거치름도는 낮았지만, 수분 도포에 따른 거치름 변화 폭은 훨씬 큼을 알 수 있었다.

참고문헌

1.MacGregor, M. A., and Johansson, P.-A., Gloss uniformity in coated paper, 1991 TAPPI Coating Conference Proceedings, TAPPI Press, p.495.

2. Kajanto, I. M., The effect of formation on absolute print unevenness in offset printing, Paperi ja Puu 72(6):600 (1990).

3. Aspler, J. S. and Béland, M.-C., A review of fibre rising and surface roughening effects in paper, JPPS 20(1):J27 (1994).
4. Skorwronski, J., Lepoutre, P., and Bichard, W., Measuring the swelling pressure of paper, Tappi J. 71(7):125 (1988).
5. Ginman, R., and Visti, J., The drop of gloss of coated web offset paper on printing, Advanced Printing Science and Technology, 11:217 (1973).
6. Skowronski, J., Surface roughening of pre-calendered basesheets during coating, JPPS 16(3):J102 (1990).

사 사

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R04-2002-000-20133-0) 지원에 의해 수행되었음. 진성민 연구원은 BK21 핵심 사업 지원을 받아 연구를 수행하였음.