고온압착건조 골판지 원지의 Blistering 억제를 위한 신기술

최병수[1),2)*] · 류정용[1)] · 김용환[1)] · 신종호[1)] · 송봉근[1)] · 박종문[2)]
1) 한국화학연구원, 2) 충북대학교

1. 서론

상품 포장의 중핵을 담당하고 있는 골판지의 원지 생산량은 지류 총 생산량의 30% 이상을 차지하고 있으며 포장재로서의 골판지는 인쇄 및 가공이 용이하고, 중량대비 강도가 우수하며 재활용이 가능하다는 장점이 있기 때문에 국민 소득수준이 향상됨과 더불어 사이버 쇼핑의 확대에 따라 그 수요가 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 또한 국내 골판지 원지는 다량의 국산고지를 원료로 사용하고 있는 대표적인 환경 친화적 제품으로서 수입되는 천연펄프를 주원료로 삼는 기타 지종과 달리 안정적인 원료 수급 체계를 지닌다는 장점이 있다. 그러나 반복적인 고지의 재활용 과정으로 인하여 섬유의 열화 및 각질화가 발생됨에 따라 단섬유화가 조장되어 탈수성이 악화되고 산업용지로서 요구되는 각종 강도를 얻지 못하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위한 한가지 방안으로 고지펄프의 물성 회복 처리방법 이외에 최근 종이의 두께 방향으로 열과 압력을 동시에 가하여 섬유간 결합을 증가시키는 Condebelt Press Drying System이 소개되어 점차적으로 발전되고 있다.

70년대부터 압력과 열을 복합 적용한 건조 공정이 집중적으로 연구되면서 96년에 비로소 상업화된 Condebelt Press Drying System은 펄프 섬유의 유리전이점보다 높은 온도 하에서 압착, 건조하여 섬유를 연화시킴으로써 원지의 표면을 평활히 함과 동시에, 원지 내 수분함량의 감소와 밀도를 증가시킴에 따라 섬유간 결합력을 강화시킴으로써 원지의 강도를 기존의 실린더 건조방식보다 현저히 증가시키는 새로운 설비로 입증되었다. 특히 각질화된 저급의 혼합 고지펄프를 주원료로 삼는 골판지 원지의 경우 고온압착 건조처리를 활용함에 따라 보다 강하고 표면이 평활한 고부가가치의 제품이 생산될 것으로 기대되고 있다. 그러나 전술한 바와 같이 재활용 골판지 고지 펄프는 이미 섬유가 각질화된 상태이며, 많은 단섬유 및 미세분을 함유하고 있어 고온압착 건조처리가 처음 도입된 북구유럽의 경우와 주원료 측면에서 현격한 차이가 있다.

고온압착 건조처리를 실시하게 되면 전술한 바와 같이 밀도가 높아지고 섬유간 결합력이 증가되어 종이의 강도가 개선되는데, 일반 건조처리와 달리 종이의 밀도가 높은 만큼 그 투기도가 낮다. 이는 건조 시 발생하는 수증기가 종이의 두께 방향이 아닌 폭 방향으로 유동이 일어난다면 섬유간 결합 파괴에 따른 강도 손실을 피할 수 없으며 최악의 경우 고온압착건조 종이의 blistering 문제를 유발하게 된다. 이미 연구된 바에 의하면 Condebelt Press Dryed Paper의 Z-direction Dryness 및 Density는 종이의 두께 방향으로 하부에서 상부로 1/3지점이 가장 낮으며 이 부분에서 blistering이 유발될 곳으로 예상된다.

본 연구원에서는 고온압착건조처리를 적용한 다겹 골판지 원지의 생산 시 spacer 개념의 신원료를 도입하여 종이의 Porosity를 상승시켜줌으로써 고온압착 건조시에 발생하는 수증기가 종이를 통과하여 fine wire쪽으로 원활히 배출시켜 종이내부의 부풀림 혹은 기타 섬유간 결합의 파손을 절감하고자 하였다. 이를 위해 본 연구에서는 종이에 포함되어 투기가 가능한 통로를 확보해주는 spacer로서 J. Rettenmaier & Söhne사의 Lignocellulose 성분인 Lignocel 시리즈를 지료에 배합하여 종이의 투기도 변화를 분석하였으며 종이의 물성을 비교하였다.

2. 재료 및 방법

Blistering 현상을 유도하기 위하여 골판지 원지의 여수도를 200mL CSF이하가 되도록 조성하였다. 이를 위해 먼저 원지를 저농도 펄퍼에서 30분간 해리 시킨 후, Valley Beater를 이용하여 15분간 고해시켰다.

J. Rettenmaier & Söhne사의 Lignocellulose 성분인 Lignocel 시리즈로서 Lignocel C120, E150, C250S, HB330 grade를 각각 5%, 10%, 15%씩 배합하여 평량 200g/㎡이 되도록 수초지 하였다. 습지는 압착된 후에 기존의 실린더 건조방식과 그림 7-22에 나타낸 실험실용 Static 콘디벨트를 활용한 고온압착건조 방식에 따라 각각 건조되었으며, 수초지의 투기도와 강도 등을 측정하였다.

Spacer 첨가에 따른 골판지 원지의 탈수성 변화를 분석하기 위하여 평량 150 g/m^2의 조건으로 RDA-HSF초지를 실시하였으며 이때 탈수곡선 변화를 분석하였다. 특히 기존의 미표백 크라프트 펄프와 투기도 개선 효율을 비교하기 위해서 고해처리를 제외

하고 해섬처리만 실시한 UKP를 배합하는 비교 실험을 함께 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

Lignocel의 첨가에 따라 종이의 밀도가 줄어들고 지층 내에 공극이 형성됨으로써 종이의 투기도가 증가함을 확인하였다(Fig. 1, 2). 일반적인 실린더 건조처리의 경우와 같이 고온압착건조를 실시한 종이의 겉보기 밀도 역시 감소되었으며 투기도가 개선되었다.

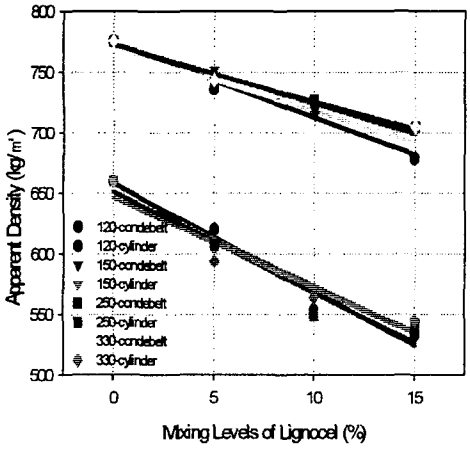


Fig. 1. Changes of apparent density upon Lignocel.

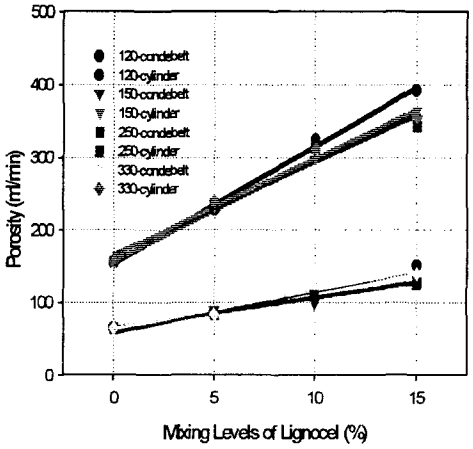


Fig. 2. Changes of porosity upon Lignocel.

특히 C120 grade는 콘디벨트 건조 시 첨가량에 따라 겉보기 밀도의 감소가 두드러지게 나타났다. 따라서 고온압착 건조시 건조 시 발생하는 Blistering의 완화에 가장 탁월할 것이라 기대된다.

Fig. 3, 4, 5에 나타난 바와 같이 Lignocel의 배합에 따라 인장강도와 압축강도의 경우 감소경향이 현저하게 나타나지 않은 반면 파열강도의 경우 배합비가 증가함에 따라 소폭 감소되는 경향이 나타났다.

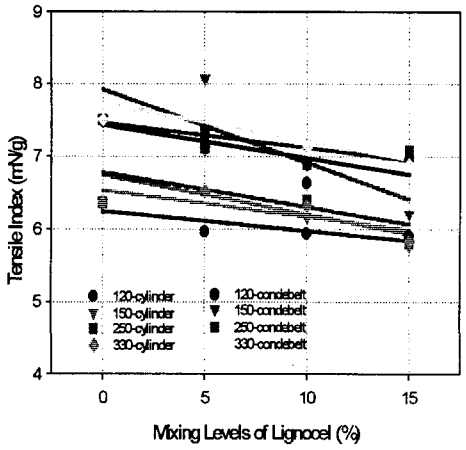


Fig. 3. Changes of tensile strength upon mixing levels of lignocel.

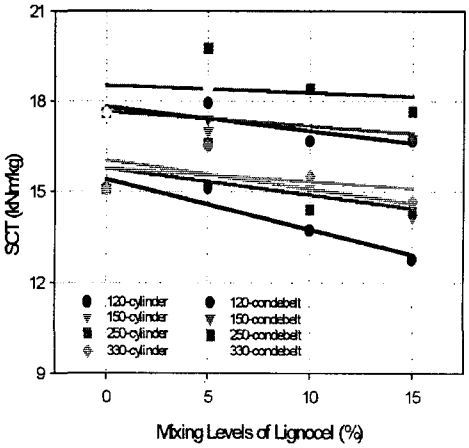


Fig. 4. Changes of copression strength upon mixing levels of Lignocel.

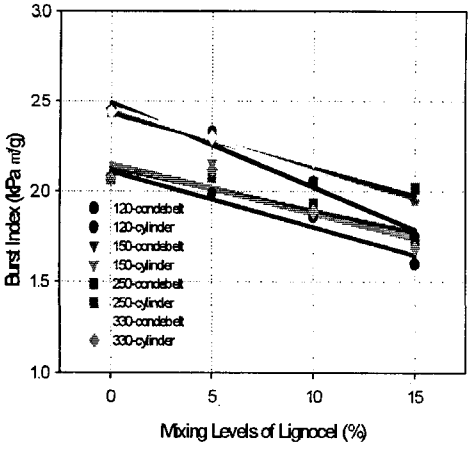


Fig. 5. Changes of burst strength upon mixing levels of Lignocel.

강도의 감소는 Fig. 1.에 나타난 바와 같이 겉보기 밀도가 감소함에 따라 비롯되었다고 여겨지며, 실제 현장의 경우 3 ply 중 bottom에만 spacer를 적용함에 따라 강도의 감소가 크지 않을 것으로 기대된다.

Fig. 6에 나타난 바와 같이 새로운 Spacer는 기존의 미표백 크라프트 펄프보다 습지필의 투기성을 개선시키는데 탁월한 효과를 나타내었다. 하지만 TechPap의 2D F-Sensor를 이용하여 지합을 측정한 바 Fig. 7에서와 같이 Formation index인 LT는 Control에 비교하여 UKP 첨가 시 증가하며, Spacer 첨가 시에는 감소하였다. 여기서 LT는 Look Through의 약자로서 그 값이 클수록 지합이 불량함을 의미한다. 즉, 미표백 크라프트 펄프경우 지합의 저하에 의한 습지필의 투기성이 개선됨에 반해, 새로운 Spacer는 지합을 훼손치 않으며 습지필의 pore를 증가시켜 투기성을 향상시키는 잇점을 지니고 있다.

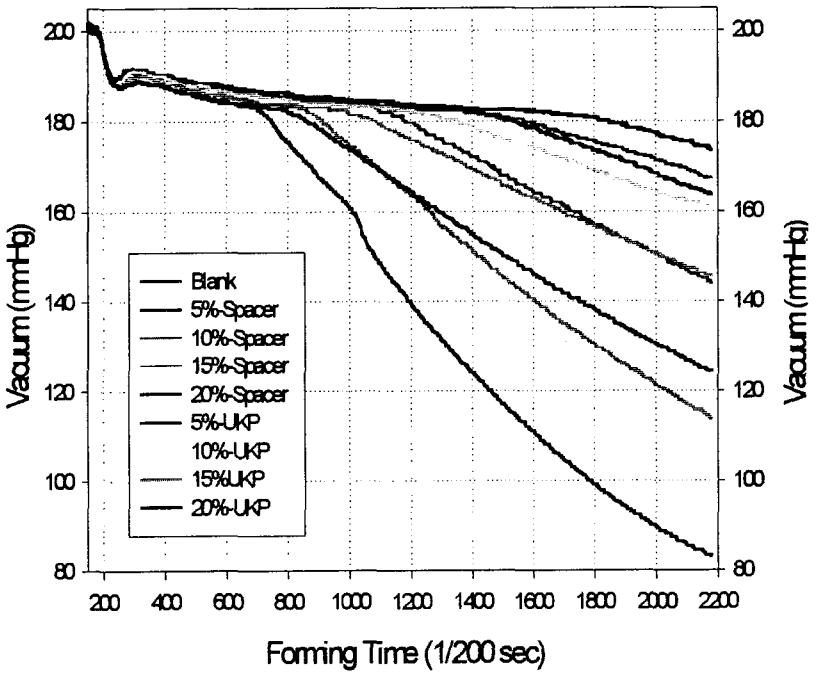
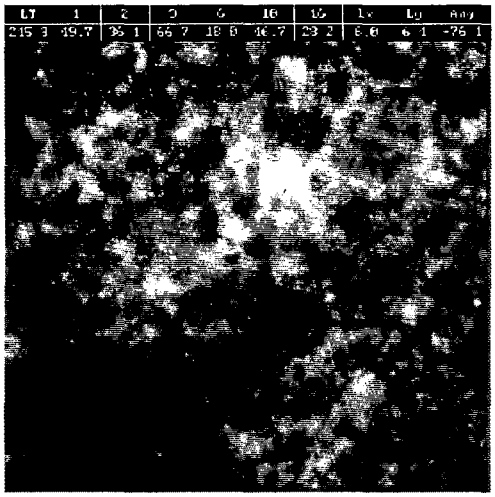
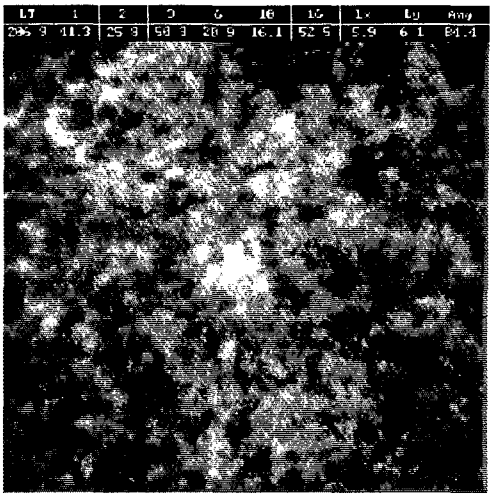


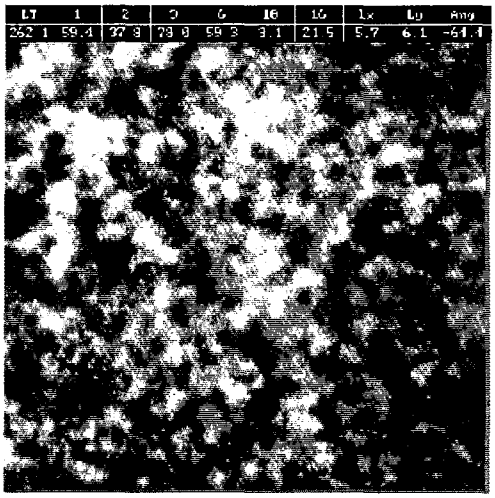
Fig. 6. Dewatering curves upon Lignocel vs. UKP



Control



Spacer



UKP

Fig. 7. Varied formation of testliner with the addition of spacer and UKP.

4. 결 론

대체로 많은 미세분의 함유한 저급의 국산고지로 제작된 종이는 투기성이 매우 낮으며 고온압착건조 시 발생하는 수증기가 종이의 두께 방향이 아닌 폭 방향으로 유동

을 초래한다. 이는 섬유간 결합 파괴에 따른 강도 손실을 피할 수 없고 최악의 경우 고온압착건조 종이의 blistering 문제를 유발하게 된다. 하지만 고온압착 건조시에 발생하는 수증기가 종이를 통과하여 fine wire쪽으로 원활히 배출시켜 종이내부의 부풀림 혹은 기타 섬유간 결합의 파손을 절감할 방안으로 spacer를 첨가하면 종이의 탈수성 및 투기성을 개선하여 준다. 또한 종이의 강도의 변화에 있어서 겉보기 밀도를 감소에 비하여 크게 감소되지 않다. 이로 인하여 골판지 원지의 투기성이 개선되는 만큼 콘디벨트 입구의 dryness를 낮추어서 본래 콘디벨트가 갖는 강도개선 효과가 충분히 발현될 수 있도록 유도하는 공정 개선이 가능할 것으로 기대된다.