

## 고지재생연구(제14보)

- 고온압착건조처리 골판지 원지의 강도에 미치는 양성 PAM과 미세분의 영향 -

최병수·윤혜정·류정용·신종호·송봉근

## Recycling of Wastepaper (XIV)

- The Effect of Amphoteric PAM and Fines on the Dry Strength Properties  
of Condebelt Press Dried Linerboards -

Byeong-Soo Choi, Hye-Jung Youn, Jeong-Yong Ryu, Jong-Ho Shin, and Bong-Keun Song

### ABSTRACT

As a novel method to improve strength properties of recycled test liner, Condebelt press drying system was introduced and adopted into Korea. New press drying treatment could enhance the surface and strength properties in accordance with the increase of sheet density. However, Condebelt drying can not increase the density of repeatedly recycled test liner as much as that of virgin UKP and at the same density condition, the strength of Condebelt press dried UKP is greater than that of press dried test liner.

In order to increase the strength of test liner, two attempts were tried in this study.

First, addition of polyelectrolytes, dry strength agent was investigated with a view to promote the fiber bonding potential of reclaimed corrugated container pulp. Second, blending effects of fines were analyzed in an aims of increasing density and strength of test liner.

The results were as follows;

Even in the case of test liner densified by Condebelt press dryer, addition of amphoteric PAM as a dry strength agent was effective in increasing strength properties and so the effect of dry strength agent on improving bonding potential of recycled OCC fiber could be confirmed. As an appropriate addition level of amphoteric PAM, below 1% based on dry pulp weight was suggested.

Different from virgin UKP, density of recycled test liner can be increased by the blending of OCC fines and strength properties also can be improved. However, excessive blending of OCC fines could result in decreasing of density and serious weakening of test liner. The best blending ration of fines in test liner can be determined as about 30%.

Taking into account the fines content in general OCC pulp as 50%, excessive 20% of fines were supposed to be fractionated and removed in order to achieve the best strength of Condebelt press dried test liner.

**Keywords:** Condebelt press drying, UKP, OCC, sheet density, ampoteric PAM, OCC fines

## 1. 서론

우리 나라 제지산업의 지난해 지류 총생산량은 8,874천 톤으로 1998년의 지류 총 생산량 7,825천 톤에 비하여 생산 측면에서 크게 증가했으며 지속적인 상승경향을 유지해 왔다. 펄프 생산량이 590천 톤에 미달할 만큼 적어 원료의 수급에 다소 불균형이 있으나 일인당 연간 종이 소비량이 150 kg으로 일본, 대만, 홍콩에 이어 아시아의 4위를 차지하는 등 제지산업의 국제적 위치는 점차적으로 높아지고 있다.

특히 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 섬유열화 및 각질화가 발생됨에 따라 단섬유화가 조장되어 탈수성이 악화되고 산업용지로서 요구되는 각종 강도를 얻지 못하는 단점이 있다.<sup>1)</sup> 이를 보완하기 위한 한 가지 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 온도하에서 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.<sup>2-4)</sup> 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 고지펄프는 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, 이러한 효과는 엄밀히 말해 섬유간 결합면적이 넓어지는 데에 기인한다. 즉 섬유가 교차하는 면적 중에 실제로 맞닿는 결합면이 증가함에 따라 섬유의 수산기가 이루는 수소결합이 보다 넓은 면적에서 형성될 수 있기에 종이의 강도가 개선된다고 설명할 수 있다.

우리 나라의 골판지 고지를 이루는 재생펄프는 거듭된 재활용 처리의 결과로 섬유 표면에 수소결합을 형성할 수 있는 유리 수산기 등의 밀도가 천연 버진펄프에 비하여 낮아진 상태이다. 또한 재생섬유 표면에 부착된 인쇄 잉크, stickies 및 각종 이물질로 인하여 수소결합이 더욱 여의치 못하다. 따라서 실제 섬유간 수소결합 정도를 비교시 비록 고온압착 건조처리를 적용하여 섬유간 결합면적을 증가시킬지라도 천연 버진펄프와 고지펄프의 차이, 즉 섬유간 결합능력(fiber bonding potential)의 차이는 여전히 존재할 것으로 판단된다. 재생 고지펄프의 상기한 문제점을 해결하는 방법의 하나로 고분자 전해질로 구성된 지력증강제의 적용을 고려할 수 있다. 지력증강제를 적용한다면 고온압착 건조처리에도 불구하고 섬유간 수소결합이 이루어지지 못하는 고지펄프의 경우에도 섬유 표면에 흡착하여 부가적인 수소결합을 유도하는 작용으로서 종이의 강도를 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다. 이처럼 지력증강제 첨가에 따른 고온압착 건조처리 종이의 강도 개선과를 분석하는데 유의할 사항은 미세분의 보류도 변화이다. 지력증강제를 적용함에 따라 미세분의 보류가 촉진된다면 강도 역시 영향받게 되므로, 본 연구에서는 미세분을 모두 세척해 낸 섬유분에 대하여 건조지력증강제의 첨가효과를 측정하였으며 이를 통해 각질화되지 않은 미표백 크라프트 펄프(UKP)와 골판지 고지를 비교하여 건조지력증강제 적용을

통한 섬유간 결합능력의 개선효과를 분석하고자 하였다.

본 연구센터는 골판지 고지에 다량 포함된 미세분의 탈수성 및 강도저하 문제에 주목하여 부상부유 처리를 활용한 미세분 분급법을 확립한 바 있다.<sup>5)</sup> 골판지 고지를 미세분과 섬유분으로 분급하는 새로운 처리법을 적용하게 되면 원료의 보다 효율적인 활용이 가능할 뿐만 아니라 공정변수에 따른 적절한 조성처리로 종이의 최종 물성을 크게 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다. 골판지 원지를 구성하는 미세분은 일반적으로 뻗뻗한 재생 섬유간에 공극을 채워 주며 섬유간 결합을 촉진시키는 역할을 수행하기에, 골판지 원지의 초지시 이를 보류시키는 것이 종이 강도 개선의 중요한 관건이 되어왔다. 그러나 기존의 건조방식과 달리 콘디벨트를 활용한 고온압착 건조처리는 종이의 고밀도화를 초래하는데, 이때 지료 중에 포함된 미세분의 함량에 따라서 종이의 강도가 영향받는 정도는 다통식 드럼 건조처리의 경우와는 상이할 것으로 예측된다. 즉, 미세분이 존재치 않더라도 고온 고압하에서 섬유들이 밀착되며 결합을 이룰 수 있는 콘디벨트 건조방식의 경우, 상당량의 회분을 포함하는 미세분이 섬유간에 분포함에 따라 미세분의 함량이 높을 때 오히려 종이 강도를 저해할 수 있다고 예측된다.

이에 본 연구에서는 현재 미세분 분급기술을 활용한 조성처리가 가능한 점을 고려하여, 먼저 섬유분과 미세분의 배합비에 따른 종이의 강도를 건조방식별 및 골판지 고지와 UKP의 주원료별로 비교하는 실험을 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

본 연구에서는 공시 펄프로 국산 골판지 고지 100%로 제조된 라이너지와 침엽수 미표백 크라프트 펄프(Sw-UKP)를 사용하였으며 지력증강용 고분자 전해질로는 양성 폴리아크릴아미드(amphoteric PAM, Nalco Korea)를 사용하였다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 지료 조성

미세분이 제거된 섬유분을 얻기 위해 라이너지와

Sw-UKP를 실험용 저농도 펄퍼에서 농도 4%, 온도 50℃의 조건으로 30분 간 해리 후 TAPPI Test Method T200에 따라 Valley beater를 이용하여 라이너지는 여수도 280 mL CSF로, Sw-UKP는 여수도 370 mL CSF로 고해하였다. 이후 Fig. 1에 도시된 것과 같이 하부에 200 mesh 와이어가 설치된 지료통과 와이어 상부에 매트가 형성되는 것을 방지하기 위한 브러쉬와 구성모터를 구성된 미세분 제거장치를 이용하여 고해된 지료를 연속적으로 세척시킴으로써 Table 1과 같은 특성의 미세분이 제거된 섬유분을 얻었으며, 이때 제거된 미세분은 미세분 배합 실험을 위해 채집되었다.

#### 2.2.2 건조지력 증강제 첨가 수초지

분급된 섬유분에 양성 건조지력 증강제를 전건지료 대비 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%로 각각 첨가하여 800 rpm으로 1분 30초 동안 교반시킨 후, 실험실용 사각 수초지기를 이용하여 평량 150 g/m<sup>2</sup>이 되도록 초지하였다. 수초지기상에서 쿠치된 습지필을 3.5 KG/cm<sup>2</sup>로 3분 간 압착시킨 후 건조시켰으며 건조방법으로는 기존의 실린더 건조방식과 고온압착 건조방식인 Condebelt 건조를 각각 실시하여 비교하였다. 실험실용으로 제작된 고온압착 건조기는 열매체 오일을 가열, 순환시켜 상·하부의 플레이트 온도를 조절할 수 있으며 압착 압력과 압착 시간이 조절 가능하도록 제작되었다. 본 실험에서 사용한 건조조건은 상부 플레이트의 온도를 160℃, 하부 플레이트 온도를 80℃로 고정시켰으며 6 bar의 압착으로 7초 간 가압 건조하였다.

#### 2.2.3 미세분 혼합 수초지

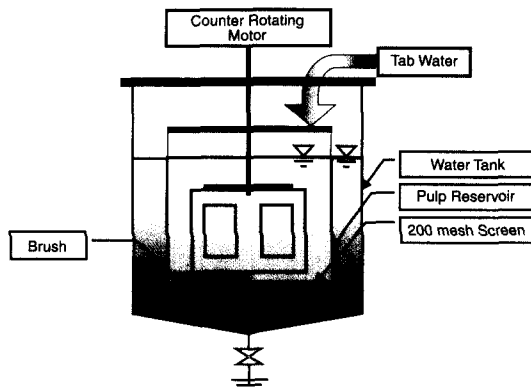
장섬유분에 골판지 고지로부터 분리한 미세분 15%, 30%, 50%를 각각 혼합한 지료에 양성 건조지력 증강제를 1.5% 첨가하고 800 rpm으로 1분 30초 동안 교반시킨 후 평량 150 g/m<sup>2</sup>이 되도록 초지하였다. 수초지기상에서 쿠치된 습지필을 3.5 kg/cm<sup>2</sup>로 3분 간 압착시킨 후 실린더 건조와 Condebelt 건조를 각각 실시하였다. 수초지에 존재하는 미세분 함량을 정량하기 위해, 초지된 습지필을 재해리시킨 후 Dynamic Drainage Jar(DDJ)를 활용하여 wet screening하고 미세분 함량을 측정하였다.

#### 2.2.4 물성 측정

각각의 수초지를 향한 항습조건에서 조습처리한 후 파

**Table 1. Physical Properties of decrilled fibers (FQA, OpTest Equipment Co., Canada)**

	WRV (g water/ g pulp)	Mean fiber length (mm)			Curl index	Total kink angle (°)
		Arithmetic length	Length Weighted length	weighted Weighted length		
KOCC	1.280	0.732	1.309	2.049	0.081	24.9
Sw-UKP	2.325	1.32	2.180	2.81	0.046	13.6



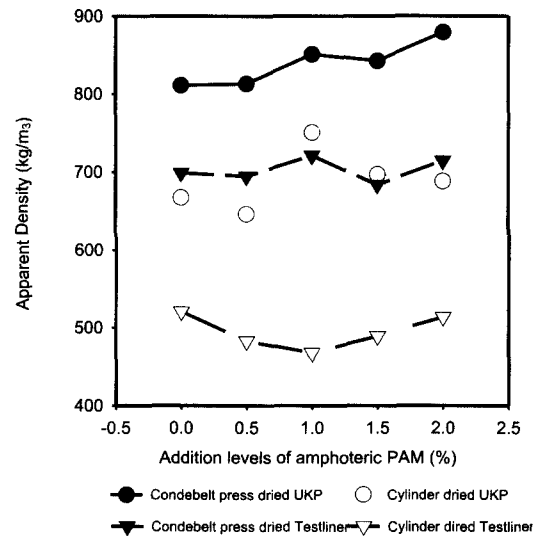
**Fig. 1. Schematic drawing of the fines remover.**

열강도, 인장강도 및 압축강도를 TAPPI Test Method T403, T494, T826에 각각 의거하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 건조지력 증강제의 영향

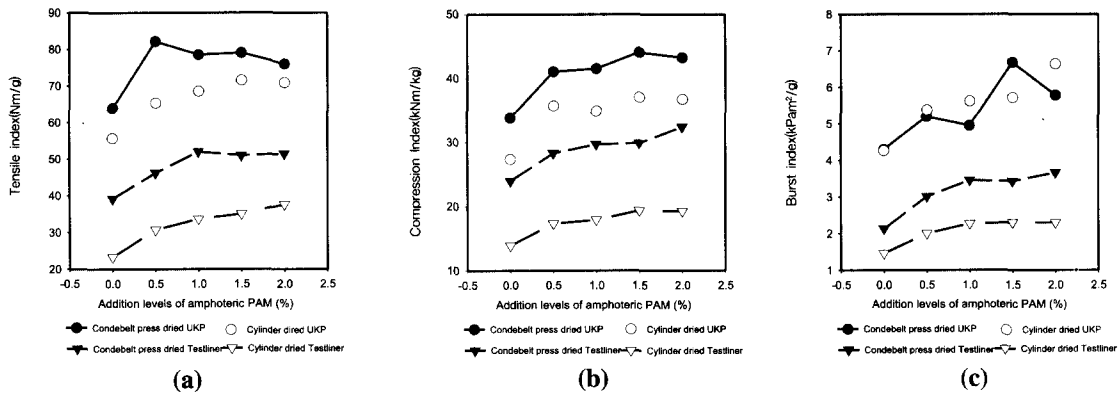
건조방식에 따른 건조지력 증강제의 효과를 알아보기 위해 미세분을 제거한 장섬유분에 약품의 첨가량을 달리하여 수조하였다. Fig. 2는 라이너지와 UKP 자료에 양이온성 건조지력 증강제를 0~2.0%까지 0.5% 수준으로 달리한 경우 종이의 겉보기 밀도를 보여 주고 있다. 수조된 라이너지의 밀도는 건조지력 증강제의 첨가량이 증가함에 따라 뚜렷한 변화가 없었다. 이는 건조지력 증강제가 밀도를 감소시키지 않은 채, 즉 벌크를 유지하며 종이의 강도를 향상시킨다는 기존의 연구결과와 일치되는 바이다.<sup>6)</sup> 그러나, 고온압착 건조시킨 UKP의 경우 겉보기 밀도가 다소 증가하는 추세를 나타내었는데, 이는 일정한 양 이상의 건조지력 증강제가 첨가됨에 따라 섬유장이 길고 유연한 UKP에 대하여 오히려 지합의 악화를 초래하고 결과적으로 고온압착 건조시 한정된 부분에 대한 집중압착이 가해



**Fig. 2. The effect of addition levels of amphoteric PAM on the apparent densities of testliner and UKP sheets.**

짐으로써 두께가 감소되어 비롯되었다고 판단된다. 콘디벨트 건조를 통해 높은 압력과 큰 온도경사하에서 종이를 압착, 건조시킴에 따라 상당한 밀도 향상을 얻을 수 있음은 이미 알려져 있는 사실이다.<sup>4)</sup> 그리하여 본 실험과 같이 두 가지 펄프 모두 고온압착 건조방식으로 제조된 종이의 밀도가 실린더 건조방식으로 제조된 종이에 비해 겉보기 밀도의 향상이 크게 나타났다. 특히 각질화로 인하여 뻣뻣하고 보수도가 낮은 KOCC의 경우 고온압착 건조로 인하여 실린더 건조보다 밀도의 상승폭이 40% 이상으로 월등히 증가하였다. UKP의 경우 섬유장이 길고 보수도가 높은 만큼 유연하기 때문에 실린더 건조시킨 경우에도 비교적 높은 밀도의 종이를 얻을 수 있었다.

Fig. 3은 건조지력 증강제 투입량과 건조방식에 따른 라이너지와 UKP 시트의 인장강도, 압축강도 및 파열강도를 나타내고 있다. 라이너지의 경우 건조지력 증강제의 첨가량이 증가할수록 종이의 강도가 증가하



**Fig. 3. The effects of addition levels of amphoteric PAM on dry strengths of testliner and UKP sheets.**  
 a) Tensile strength      b) Compression strength      c) Burst strength

였으나 UKP에서는 건조지력 증강제의 첨가수준이 0.5% 이상으로 증가될 경우 오히려 강도가 저하되는 양상을 보였다. 건조지력 증강제는 펄프섬유간에 형성될 수 있는 수소결합 외에 부가적인 수소결합을 형성함으로써 종이의 강도를 향상시키는 것으로 알려져 있는데, 이러한 부가적인 수소결합은 각질화된 재생섬유에서 대하여 상대적으로 커다란 효과를 나타내었다.

건조방식에 따른 강도 변화를 살펴보면 실린더 건조된 종이에 비해 고온압착건조 방식으로 제조되었을 때 강도가 증가하였는데, 이는 고온압착 건조방식이 이미 Retulainen 등이나 이 등에 의해 알려진 바와 같이 섬유간 결합 면적을 증가시키고, 즉 밀도를 상승시키며 건조시 수축을 억제하기 때문으로 판단되었다.<sup>1,4)</sup> 특히, 열악한 품질의 재생 섬유는 강도 향상에 고온압착 건조 기술이 효과적인 것으로 보고되었으며, 본 실험의 결과에서도 알 수 있었다.

그러나 국산 골판지 고지는 고온압착 건조기술에 의해 상당한 밀도 상승이 유도되었지만, 섬유간 결합 형성에 한계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 골판지 고지펄프의 한계를 극복하는 데 건조지력 증강제를 첨가하는 시도는 효과적인 것으로 밝혀졌다.

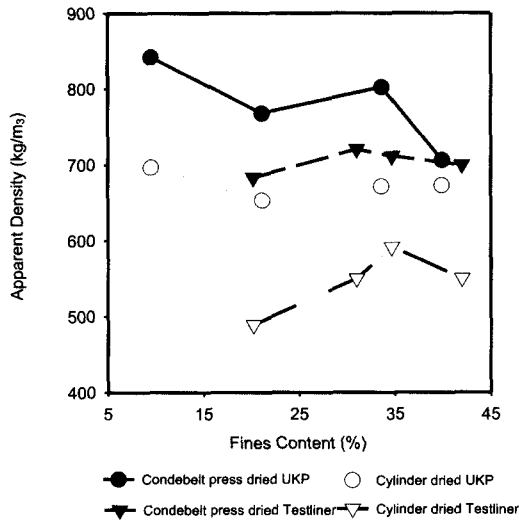
실린더 건조된 라이너지의 경우 건조지력 증강제의 첨가량이 2.0%까지 증가함에 따라 거의 모든 강도가 직선적으로 증가하였지만, 고온압착 건조된 종이의 강도는 일정 첨가량 수준에서 증가율이 둔화되었다. 다시 말해서, (a)에 제시된 인장강도의 경우 건조지력 증강제가 1.0%까지 첨가되었을 때는 직선적으로 향상되었지만, 그 이상 첨가시에는 거의 비슷한 수준으로 유지되었다. 압축강도(b)와 파열강도(c) 역시 비슷한 경향을 나타내었다. 과량의 건조지력 증강제를 첨가할

시 강도의 향상에는 큰 효과 없이 원가 상승을 유발하게 된다. 따라서, 라이너지의 경우 고온압착 건조방식과 병용하여 전건지로 대비 0.5% 정도의 지력 증강제를 첨가하는 것이 국산 골판지로부터 비교적 경제적으로 우수한 강도적 성질을 지닌 종이를 제조할 수 있는 방안이라 판단되었다.

상기한 경향은 UKP로 제조된 종이에 있어서도 유사하게 나타났으나 고온압착 건조된 UKP 시편의 인장강도는 오히려 건조지력 증강제 첨가에 따라 감소하는 양상을 보여 주었다. 이것은 KOCC와 비교하여 보수도가 높고 섬유장이 긴, 유연한 UKP 섬유는 이미 고온압착 건조방식에 의해 충분한 섬유간 결합을 형성하기 때문에, 지력 증강제의 첨가에 의한 강도 개선효과가 확연하게 나타나지 못하였고 과도한 약품의 투입은 지합의 악화를 초래하므로 이로 인한 강도의 저하를 피할 수 없었기 때문이라고 여겨진다.

### 3.2 미세분 혼합에 따른 영향

미세분 첨가가 겉보기 밀도와 강도에 미치는 영향을 Sw-UKP와 재생펄프인 KOCC에 대하여 각각 평가하였다. Fig. 4는 장섬유분에 KOCC로부터 미세분 분급장치를 통해 얻어진 미세분의 함량을 달리하여 배합할 때 비롯되는 겉보기 밀도의 변화를 보여 주고 있다. 그래프에 제시된 미세분 함량은 수초 후 실제 종이에 보류, 잔존하는 미세분 함량을 측정하여 나타낸 것이다. KOCC로 제조된 종이의 밀도는 실린더 건조를 실시한 경우 미세분 함량이 증가할수록 증가를 하다가 약 35% 정도의 함량에 이르러서는 미세분 함량이 증

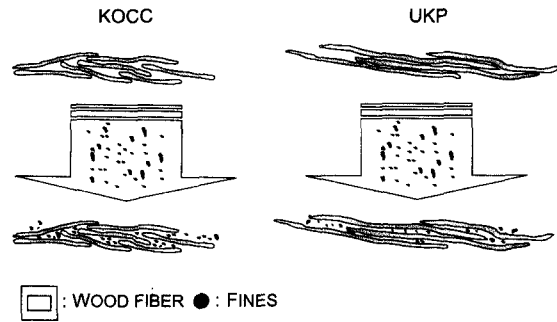


**Fig. 4. The effects of fines content on the apparent densities of sheets made from KOCC and UKP.**

가할수록 오히려 감소하는 양상을 보였으며, 고온압착 건조조건시에는 소폭 증가한 후 거의 일정하게 유지되었다. UKP의 경우 실린더 건조된 종이의 밀도는 미세분의 첨가에 따라 약간 감소한 후 거의 일정하였지만, 고온압착건조 조건 시에는 평가된 미세분의 첨가량 범위에서는 KOCC의 결과와는 달리 미세분의 첨가량이 증가함에 따라 밀도가 감소하였다. 이러한 UKP와 KOCC의 차이는 Fig. 5에 제시된 바와 같이 섬유 특성의 특성으로 설명될 수 있다.

섬유장이 짧고 각질화된 KOCC는 기존의 건조방식으로 제조될 경우 섬유간에 공극이 다량 존재하는데, 첨가된 미세분이 그 빈 공간을 채워 줌으로써 밀도가 증가하는 것으로 생각된다. 그러나, 어느 수준 이상으로 과도하게 첨가될 경우에는 섬유간 결합이 부족한 이유로 오히려 종이의 벌크를 상승시킬 수 있다. 고온압착 건조방식인 경우 기존 방식에 비해 밀도가 30% 정도 상승된 것으로부터 알 수 있듯이 높은 온도와 압력으로 종이의 두께방향에 힘을 가해 주므로 섬유간 빈 공간이 상당히 감소하여, 미세분에 의한 밀도 상승 폭이 줄어들었다고 여겨진다.

이에 반해 UKP는 KOCC와 달리 섬유가 길고 유연하므로 기존의 건조방식만으로도 섬유의 결합이 충분히 이루어져서 KOCC로부터 분급된 미세분이 배합될 때 밀도를 증가시키지 못하고 오히려 감소시키는 경향을 나타내었다. 또한 고온압착 건조시 두께방향으로



**Fig. 5. Schematic drawing of the fines addition in KOCC and UKP suspensions.**

더욱 밀접하게 결합이 되므로 본 연구 측정 범위의 미세분을 UKP에 첨가할 때에는 밀도를 감소시키는 역효과를 가져왔다. 따라서 본 연구의 결과, 각질화된 KOCC의 경우 미세분 배합비 30%까지는 종이의 고밀화를 유도할 수 있을 것으로 판단되며, UKP의 경우 미세분 배합이 종이의 고밀화를 저해하는 것으로 확인되었다.

미세분이 강도에 미치는 영향은 Fig. 6에 제시되어 있다. 인장강도(a)의 경우 KOCC로 제조된 라이너지는 실린더 건조나 Condebelt 건조처리시 미세분 함량이 30%까지 늘어날수록 증가되다가 그 이상의 배합비에서 다시 강도가 감소되는 경향이 나타났는데, 이것은 미세분이 적정수준 존재할 때 지필 내의 공간을 채워 줌으로써 섬유간 결합을 향상시키기 때문으로 생각된다. 그러나, 미세분의 함량이 너무 과도할 경우 벌크가 증가함과 더불어 강도를 발현하는 섬유의 양이 미세분에 비해 상대적으로 줄어들기 때문에 강도의 저하를 피할 수 없었다. 특히 UKP의 경우 인장강도를 평가한 결과 미세분 배합에 따른 밀도의 경향과 같이 강도가 저하됨을 확인할 수 있었다. 유연한 UKP 섬유는 미세분이 없이도 섬유간 결합이 원활히 이루어지기 때문에 결합력이 없는 KOCC 미세분의 첨가는 오히려 섬유간의 결합에 악영향을 끼치게 된다. (c)에 제시된 미세분의 배합과 파열강도의 관계도 인장강도의 결과와 같이 설명될 수 있다.

SCT로 평가된 압축강도(b)는 KOCC의 경우 실린더 건조에 의해 강도가 일정한 수준까지 증가하다가 감소하는 현상이 나타나는데 이것은 종이의 부피가 유지된 상태에서 섬유간에 형성된 미세한 공간을 미세분이 채우면서 강직한 시트를 형성하기 때문이다. 이에 비해 고온압착 건조처리시 높은 온도와 압력만으로도

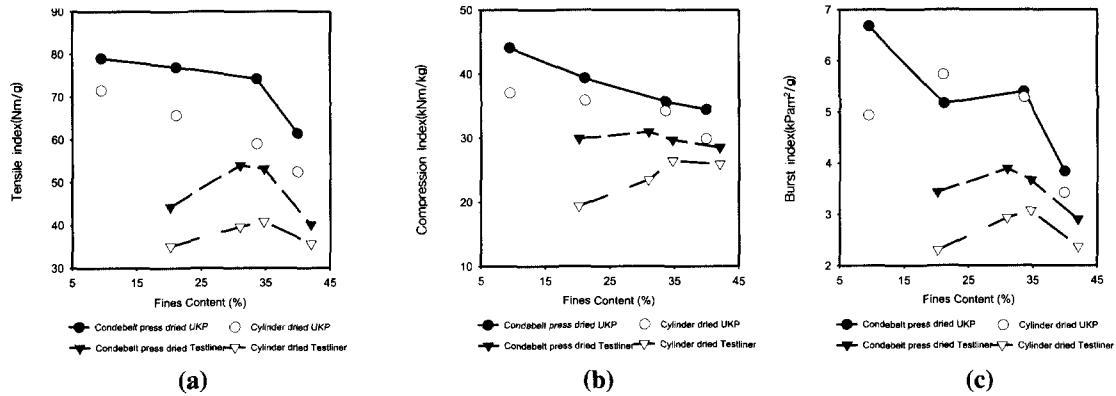


Fig. 6. The effects of fines content on dry strengths of sheets made from KOCC and UKP.  
 a) Tensile strength      b) Compression strength      c) Burst strength

섬유간의 빈 공간을 크게 줄여 주기 때문에 미세분에 의한 강도변화가 크게 일어나지 않는다. 유연한 UKP의 경우 KOCC의 고온압착 건조결과와 유사하게 미세분 함량이 증가할수록 강도가 약해졌다.

열악한 품질의 KOCC로부터 고밀화된 고강도지를 제조하기 위해서는 건조방식에 상관없이 미세분이 적절히 배합되어야 하며 그 배합비는 30% 내외임을 확인하였다.

#### 4. 결론

재생 골판지 원지의 강도를 개선시키는 새로운 건조 방식으로서 콘디벨트를 이용한 고온압착 건조처리가 도입되었다. 이에 따라 기존의 건조방식보다 재생 골판지 원지의 밀도를 높여 표면성과 강도를 현격히 향상시킬 수 있었으나 버진 UKP를 고온압착 건조처리한 경우만큼 밀도를 높일 수 없었으며 같은 밀도라 할지라도 재생 골판지 원지의 강도가 낮았다.

거둬진 재활용 처리를 거친 재생 골판지 원지의 강도를 개선하는 방안으로 본 연구에서는 섬유간 결합력을 향상시키기 위해 고분자 전해질인 지력 증강제를 첨가하는 방법과 종이의 밀도를 증가시키기 위해 미세분을 적절히 배합하는 방법을 검토하였으며 결과는 다음과 같다.

비록 고온압착 건조처리로 종이의 밀도가 높아지는 경우라도 UKP와 달리 재생 골판지 원지는 양성 폴리 아크릴 아미드를 지력 증강제로 첨가한 결과 강도가 향상되었다. 이를 통해 지력 증강제 첨가에 따라 재생 골판지 펄프의 섬유간 결합능력(fiber bonding

potential)이 개선됨을 확인하였으며 그 적정 첨가수준으로 1% 미만이 제안되었다.

UKP와 달리 재생 골판지 원지는 미세분을 배합함에 따라 밀도를 향상시킬 수 있었으며 밀도 증가에 따른 강도 개선을 이룰 수 있었다. 그러나 과도한 미세분 배합은 오히려 밀도의 저하와 큰 폭의 강도 저하를 유발하였다. 최적의 미세분 배합비는 30% 부근으로, 일반적으로 재생 골판지 원지 100%에는 50% 정도의 미세분을 함유한 것을 감안할 때 최적의 강도를 구현하기 위해서 20% 정도의 과도한 미세분이 분급, 제거되어야 함을 확인하였다.

결론적으로 국산 골판지 고지를 주원료로 삼아 고해나 니딩 등의 기계적 처리 없이 test liner의 강도를 향상시키는 방법은 먼저 과량의 미세분을 부상부유 처리를 통하여 20% 정도 분급한 후 섬유분만을 선택적으로 취하여 건조지력 증강제 1%를 첨가하고 Condebelt 고온압착 건조를 실시하는 것이다.

#### 인용 문헌

1. 이학래, 윤혜정, 정태민, 김진두, 펄프 · 종이기술, 31(3):19 (1999).
2. Kunnas, L., Lehtinen, J., Paulapuro, H., and Kiviranta, A., Tappi J., 76(4):95 (1993).
3. Lehtinen, J., Paper Technology, 36(8):67 (1995).
4. Retulainen, E., Merisalo, N., Lehtinen, J., and Paulapuro, H., Pulp & Paper Canada, 99(1):53 (1998).
5. Jeong-Yong Ryu, Steven S.-K. Ow, Jong-Ho Shin,

- Bong-Keun Song, 1st CTP-PTS Packaging Paper & Board Recycling Symposium, 30 Nov. 99.
6. Andersson, T., and Ketola, H., Dry-strength additives, in "Papermaking Chemistry," Ed. by Neimo, L., Fapet Oy, p. 285 (1990).

- 접수 2001년 2월 3일
- 채택 2001년 6월 11일
- Received on February 3, 2001
- Accepted on June 11, 2001